融合前沿科技：成就新形态的学习者

Embracing Frontier Technology:

Cultivating the New Paradigm of Learners

第二十九届全球华人计算机教育应用大会

GCCCE 2025

大会论文集（中文论文）

Main Conference Proceedings

[Chinese Paper]

学习科学与计算机支持协作学习

移动、泛在与情境化学习

悦趣化学习、教育游戏与数字玩具

高等教育与成人学习的技术应用、教师专业发展

科技增强语言与人文学科学习

人工智能教育应用、智慧学习环境

学习分析与学习评估

STEM与创客教育

教育技术创新、政策与实践

中国 无锡 | 江南大学

中国 香港 | 香港理工大学

Jiangnan University，Wuxi, China

The Hong Kong Polytechnic University，Hong Kong, China

2025年5月24日至28日

24th - 28th May 2025

出版者：全球华人计算机教育应用学会

书名：第 29 届全球华人计算机教育应用大会大会论文集（中文论文）

作者：孙丹儿、尚俊杰、温韫、吴声毅、江绍祥、马志强、胡祥恩主编

出版年月：2025 年 6 月

版次：初版

ISSN：3005-3218

第 29 届全球华人计算机教育应用大会

The 29th Global Chinese Conference on Computers in Education

GCCCE 2025 大会论文集

GCCCE 2025 Main Conference Proceedings

(Chinese Paper)

主编 Editors

孙丹儿　香港教育大学
SUN Daner, The Education University of Hong Kong

尚俊杰　北京大学
SHANG Junjie, Peking University

温　韫　南洋理工大学
WEN Yun, Nanyang Technological University

吴声毅　台湾清华大学
WU Sheng-yi, Tsing Hua University

江绍祥　香港教育大学
KONG Siu Cheung, The Education University of Hong Kong

马志强　江南大学
MA Zhiqiang, Jiangnan University

胡祥恩，香港理工大学
HU Xiangen, The Hong Kong Polytechnic University

联合编辑 Associate Editors

方建文　温州大学
Fang Jianwen, Wenzhou University

夏绿荷　台湾勤益科技大学
HSIA Lu-Hoia, Chin-Yi University of Technology, Taiwan

陈志洪　台湾师范大学
CHEN Zhi-hong, Taiwan Normal University, Taiwan

杨现民　江苏师范大学
Yang Xian-Min, Jiangsu Normal University

胡月宝　南洋理工大学
AW Guat Poh, Nanyang Technological University, Singapore

刘向永　江南大学
Liu Xiangyong, Jiangnan University

洪晖钧　台湾中央大学
HUNG Hui-Chun, Central University, Taiwan

江丰光　上海交通大学
CHIANG Feng-Kuang, Shanghai Jiao Tong University

许庭嘉　台湾师范大学
Hsu Ting-Chia, Taiwan Normal University, Taiwan

SHADIEV RUSTAM　浙江大学
SHADIEV RUSTAM, Zhejiang University

编辑与校对 Editing and Proofreading

刘靖熙　香港教育大学
LIU Jingxi, Jasper, The Education University of Hong Kong

许志文　香港教育大学
XU Zhiwen, Wynna, The Education University of Hong Kong

郑之姿　香港教育大学
ZHENG Zhizi, The Education University of Hong Kong

王　晨　香港教育大学
WANG Chen, The Education University of Hong Kong

贾凤麟　香港理工大学
JIA Fenglin, The Hong Kong Polytechnic University

王　娟　香港教育大学
WANG Juan, The Education University of Hong Kong

田沛瑶　香港大学
TIAN Peiyao, The University of Hong Kong

封面设计 Cover Page Design

顾　燕　江南大学
Gu Yan, Jiangnan University

大会证书统筹及设计 Coordinating and Designing the Conference Certificate

王　靖　江南大学
WANG Jing, Jiangnan University

目录

一、序言 Message from Organizer 1
二、大会组织 Conference Organization 4
三、主旨演讲 Keynote Speech 9

主会议

C1：学习科学与计算机支持协作学习

以雙層測驗數位遊戲增強藝術鑑賞能力與學習成效之應用 14
高校研究生在协作学习中的冲突及其对学习成效的影响 22
教师在线实践社区中的群体智慧建模和分析——基于多层网络模型 26
生成式人工智能对小学生信息科技课程学习行为、表现和感知的影响研究 30
协作学习中的个体反思：模型构建与特征研究 34
CSCL 中角色设计策略对学习者深度学习能力的影响研究 38
同伴熟悉度和主题熟悉度何以影响大学生在同伴反馈活动中的学习投入 43
人工智能驱动教师专业发展的进展与趋势：基于 2003-2024 年文献的科学计量分析 47
基于在线白板的初中协作论证学习活动效果研究 51
基于虚拟化学实验培养高中生批判性思维的实践研究 56
项目式学习中社会共享调节学习策略对科学论证能力和社会情感互动的影响 60
探究線上教師專業發展課程對知識翻新原則感知與理解之影響——STEAM 課程設計與創新 64
基于 AI 机器人的游戏化社会共享调节学习方法对学生 STEM 课程的学习成绩和学习动机的影响 68
游戏化学习情境中个性化反馈对学生学习的影响——基于 39 项实证研究的元分析 73
交互式虚拟现实在科学教育中应用对学习成效的影响效果研究——基于 56 篇实验或准实验研究的元分析 78
基于 GAI 的思维导图在跨学科学习中对学生学习成就和高阶思维的影响 82
游戏化竞答支持的合作出题策略发展大学生学术阅读能力的研究 87
人机协同模式下学业失败影响因素与提升路径研究 92
基于 KSAVE 模型的高校学生的智能素养的调查研究 100
人机协同对话对师范生辩证反思和教学资源设计能力的影响：探索与建议 104

以技术接受模型 3 探讨中职生生成式人工智能持续使用意向影响因素研究.....108
“智能问学”教育智能体构建与应用研究—以小学数学为例.....112
结对编程中差异化教学策略对学生计算思维的影响研究.....116
在线开放课程中教学视频质量对学习者学习体验的影响.....120
技术接受模型框架下初中生在科学教育中使用元宇宙平台的意图.....128
基于智能体的人机协同课堂教学诊改评价模式构建与应用.....132
GenAI 支持人机协同学习的效果与优化策略研究——基于 25 项实验和准实验的元分析....136
浅谈计算机支持协作学习的影响因素：一项描述性文献综述.....140
机器人导师能促进儿童同理心发展吗？来自实证研究的证据.....144
从问到会问：融入引导提问策略的 GAI 辅助编程学习对学生问题意识及提问能力的影响.152
“我是谁？”：Z 世代大学生的自我意识与身份认同.....156
基于协作平台的批判式教学策略对学生英文写作焦虑、写作水平以及批判性思维影响的实证研究.....164
基于机器人的游戏化教学方法促进儿童的数学过程性能力发展.....173
同伴评价的协作编程策略对不同计算思维水平学生编程学习成绩及问题解决倾向的影响研究181
導入社會共享調節促進運算思維發展的程式設計合作學習策略與平台開發.....189
项目化学习的表现性评价设计研究——以人工智能课程为例.....194
AIGC 增强的协同论证会话代理设计研究.....198
基于 AIGC 的协作知识建构环境设计与应用研究.....206
通過人工智慧輔助同伴評價提高中學生學生寫作水準：與傳統同伴評價方法的比較研究..210
有效失败视角下在线协作对师范生学习的影响研究.....214
國小高年級生融入即時回饋系統於社會領域異質性小組之學習動機、策略與成效.....222
教师网络教研如何影响初中生学习方法、学习品质与学习行为的实证研究：来自中国温州的一项研究.....225
國小高年級生融入即時回饋系統於社會領域異質性小組之學習動機、策略與成效.....227
合作學習融入 Quizlet 對學習成效影響之研究：以國小四年級英語文學習扶助學生為例....230

C2：移动、泛在与情境化学习

融合心智圖與機器人學習：提升學生批判性與創造性思維的策略.....232
聊天機器人結合情境模擬和擴增實境對大專院校學生的內外在動機與學習成效之影響：以反釣魚課程為例.....240

AR 技术对初中化学学习的影响：科学探究能力、化学学习自我效能感、概念转变 244
虛擬實境融入小學五年級自然教學學習成效與接受度之研究：以「認識聲音三要素」單元為例 248
提供實物操作、實體空間感官與運動回饋，以及多模態人工智慧評測的數位情境學習環境253
智能教学代理学习方法对初中生自我效能感和创新能力的影响 261
融合自我调节策略的 SVVR 学习方法对计算机科学概念习得的影响研究 265
沉浸式虛擬實境結合同儕交互指導策略對國小學生學習成效、動機、自我效能與認知負荷之影響-以力學課程為例 269
群智汇聚协同共创的科学研究社区建构机制研究——以集智俱乐部为例 278
线索及自我解释提示对学习者视频学习效果的影响研究 283
基于 SVVR 的 QOO 策略和学习动机对认知负荷和认知参与的影响 287
Python 专题学习网站的设计与开发——以“程序的控制结构”为例 290
基于数字化学习与创新的分层教学设计研究 293
探討不同學習風格對國小自然科虛擬實境教材之學習成效 295
联通主义指导的群体生成性学习反思研究 297
虛擬實境融入教學設計模式之探討 299

C3：悦趣化学习、教育游戏与数字玩具

透過數位遊戲促進幼兒園多元文化素養 301
動物保育議題互動式教材數位繪本與桌遊設計探究 309
生成式人工智能如何影响游戏化学习？——基于 2017-2025 相关研究的系统性文献分析 .. 313
平板繪圖結合學生出題與遊戲於成語教學之研究 321
概念图支架在初中传统汉文化教育游戏中的应用研究 325
家庭教育與兩性平權議題融入遊戲設計探究 329
AI 閱讀遊戲：結合 AI 打造多角色線上互動平台提升閱讀動機 333
基于扎根理论的大学生防诈骗教育游戏设计需求模型构建 337
運用 360 度環景影像虛擬實境於客家茶文化食農教育之設計與成效研究 341
基于体验式学习理论的游戏化翻转课堂学习方法的设计与实施——以文言文《桃花源记》为例 348
結合依附理論與個人化設計的多管道 AI 寵物機器人：維持學習參與及學習成效 356
游戏化编程教学应用效果的元分析—基于 30 篇实验设计的相关研究文献 364

基于 unity 的广西文物建筑教育游戏资源开发 368
基于 AR 技术的幼儿沉浸式学习场景构建与成效探究 372
從小學到國中：延伸數位學習平台以支援國中生數學學習 380
生成式人工智能（GAI）背景下职前教师专业发展教育游戏设计与开发——基于 Unity 3D 平台 382
基于 unity 3D 的校本课程游戏化学习设计与实现——以《医圣张仲景》为例 384
2D 像素動作融入多元種族與平等觀念之遊戲設計探究 386
AIGC 赋能微群体教育产品设计：以“静界对话”手语学习游戏为例 388

C4：高等教育与成人学习的技术应用、教师专业发展

數位繪本對師資培育之成效與科技接受度：以特殊教育中的 ADHD 為例 390
REACH 模型理论视角下基础教育教师差异化教学效果影响因素研究——基于结构方程模型实证研究 394
基于智能体策略下生成人工智能辅助幼儿教师改善职业倦怠的效果研究 402
以“小切口引领·大任务驱动”提升教师数字素养的路径研究 406
高校学生的技术使用态度与学业浮力如何影响线上学业求助？性别与专业的调节作用 410
混合式学习环境下体验式学习促进师范生跨学科教学能力的实证研究 418
小组评价与 ChatGPT-4o 评价的质量比较研究 427
教育数字化转型背景下教育数据隐私问题：挑战与策略 435
生成式 AI：重塑学习分析的前沿技术 439
面对面小组同伴互评中插电与不插电评分方式如何影响评分结果 443
教师 AI-TPACK 能力评价模型的构建与工具开发 447
生成式人工智能赋能师范生数字能力提升：参与度、知识的中介作用 452
促进或阻碍：生成式人工智能在协作学习知识建构中的作用审视 456
不同图片表征方式在科学视频学习中的效果差异及作用机制 460
教师学习如何影响初中学生学习动机与学习习惯的实证研究-来自中国温州的一项研究 468
教师差异化教学专业发展项目的设计策略研究：一项系统性文献综述 476
面向职前科学教师的科学信息推理策略教学效果研究 480
职前教师数字素养评价指标构建研究 488
数字时代高职学生数字素养：内涵与框架要素比较分析 492
生成式人工智能赋能人机协同与群智汇聚的生成式教学 496

职前教师技术感知与 GAI 教学应用的关系 500
学习支架类型及偏好对师范生视频生成质量的影响研究 508
知識翻新教案模板的可行性評估 516
循证教研共同体中教师协作模式研究 518
面向职前教师的课堂对话质量提升策略的构建与实证检验研究 520
基于网络学习空间的区域共同体教研模式构建研究 522
多模态数据在乡村教师教学投入中的应用研究 524
結構化共同學習法在技術實作課程上的教學實踐 526
人机协同支持下教师反馈素养及其影响因素研究 528
数字化转型背景下职教教师数智素养的内涵、现实困境与实践路径 530

C5：科技增强语言与人文学科学习

科技接受度之比較：結合數位繪本的在地化案例研究 532
基于 AI 辅助教学培养小学生汉字书写能力的教学策略 536
数字时代基于史料库的在线混合式历史教学设计与实践 541
语言教学中技术赋能形成性评估的系统性综述 545
人工智慧輔助親子閱讀活動：融合 AI 聊書同伴與親子閱讀模式的前導研究 554
人工智能驱动的写作教学反馈：技术演进、应用现状与未来发展趋势 559
跨学科理念下小学古诗项目化学习模式构建与应用效果 564
探討 AI 聊書及真人聊書的差異 569
結合 QAR 教學策略之英語學習聊天機器人 573

C6：人工智能教育应用、智慧学习环境

基于数据打造的智慧课堂提升一线精准教学效果的实践研究 580
协同进化视角下教学环境的演变与影响——兼论智能时代中教学环境的特点 584
面向高中生计算思维培养的项目式教学模式构建与应用研究——以人工智能《储物柜开启新“面貌”》为例 589
GAI 支持的程序设计课程“汉字游戏”项目式教学研究 594
生成式人工智能应用于语言教学的系统性综述 598
小学高年级学生在 LLM 辅助编程学习中的行为模式研究 603
全球化视野下，高等教育国际化有效实施路径——高校暑期学校发展与启示 607
生成式人工智能对学生学习活动的挑战与应对 ——基于活动理论的视角 612

课堂中师生提问模式与评分研究：基于滞后序列分析与混合效应 Logit 模型 617
基于双模型的编程学习辅助系统设计与应用研究 625
基于 K 近邻算法与人工智能的互动学习平台个性化推荐机制开发 630
AI 支持的反馈对探究式学习中概念图构建的影响研究 635
国际视域下数智化技术赋能个性化学习的系统性文献综述——基于 2013-2023 年文献的分析 643
大型語言模型在教案自動化評量的潛力：以 ChatGPT 為例 647
基于大语言模型的在线学习者群体情感演化研究—以视频弹幕分析为视角 654
CDIO 视角下生成式人工智能支持高中生问题解决能力的实证研究 663
基于大模型思维链的实验报告评语自动生成研究 671
基于生成式人工智能的个性化编程学习系统框架设计 676
人工智能能否超越优等生解决高中化学问题？：基于能力测评的证据 681
苏格拉底式“生-机”对话——促进初中生计算机科学概念理解的探索性研究 685
人工智能赋能教育评价改革研究——以 ChatGPT 为例 689
构建未来教育安全：GAI 教育应用的多维风险与治理策略研究 693
教学智能体的案例分析和实践研究 698
利用生成式人工智能开发 GUI 酸碱中和滴定学习程序 703
探究聊天機器人對於結對程式設計活動之影響 708
智能学习认知体验与情感体验的交互影响研究 712
智能时代学习者技术依赖的审视与纾解之策——基于马克思技术哲学的视角 720
我国中小学人工智能教育研究热点与发展策略——基于核心文献的 LDA 主题分析模型 ... 724
初探以人工智慧作為親師生溝通回饋機制之使用者體驗與學習感知 729
人工智能技术应用于创造力评估的实证研究系统综述 737
小学教师使用生成式人工智能编写教学设计方案的调查研究 741
基于 CiteSpace 的我国中小学人工智能课程研究 746
《发问的力量——基于 GAI 辅助学习的批判性思维轨迹分析》 755
人工智能赋能微课的应用分析和实践探索 760
GAI 辅助教学中问题支架对学生编程学习表现的影响研究 765
智能体平台的评估框架及系统测评 769
基于英语教学的口语自动评分系统应用的文献综述 774
GenAI 时代人机交互能力评估：批判性思维的影响 778
智慧课程中的 AI 学伴设计模型研究——基于 SAMR 理论视角 783

AI 如何赋能协作学习？人工智能在协作学习中的角色扮演与应用实践综述 788
RPsyEmqa:基于报告的问答重建与检索增强生成的青少年心理健康辅导框架 792
人工智能支持下教师课堂教学行为分析的系统性文献综述 800
数字化表征与立体知识图谱驱动的教学过程智能优化策略 808
智谱联动：GAI 赋能的个性化教案生成策略 812
知识图谱视域下多模态教学资源与知识点智能匹配模型构建 816
基于 LDA 和情感词典对同伴互评内容的情感自动化分析系统的设计与开发 820
基于智能学习平台的“教学做”一体化教学模式构建与实践——以《多媒体课件设计与开发》课程为例 824
人工智能在教学评估中的应用：综述与分析 828
GAI 辅助编程学习对不同性别学生学习成绩及计算思维的影响研究 832
利用大语言模型多智能体探索复杂推理数学题的苏格拉底式教学方法 840
結合 ORID 教學法與 ChatGPT 以提升初學者的學術寫作能力 848
GAI 赋能特殊教育聋校跨学科主题教学实践探索 853
我国近二十年课堂教学视频分析的系统性文献综述——基于 CiteSpace 的数据可视化分析 857
师范生对于 GenAI 工具的持续使用意愿研究 861
师范生人工智能素养现状调查——以新疆 X 师范院校为例 865
大模型赋能学生参与小微教学场景下的教学资源设计开发：一种新型“师－生－机”模型 869
小学人工智能课程案例设计与实践——以《AI 护鸟行动》为例 873
生成式人工智能在医学教育中学生反馈的主题挖掘与情感分析 881
基于大模型的智能反馈在初中 Python 编程学习中的应用研究 889
从相依到共在：生成式人工智能影响研究生导学关系的机制探究 893
生成式人工智能赋能小学语文古诗词情境式学习的有效策略探究 897
基于生成式人工智能的小学数学应用题学习环境设计及其研究 901
基于机器学习的创造力影响因素挖掘——以 PISA2022 港澳学生为例 905
生成式探究学习模式提升初中生信息科技课学习投入度实证研究 912
人工智能赋能小学单元整体教学模式的构建与实施——以广州市小北路小学为例 919
運用提示工程優化人工智慧輔助 MOOCs 課程設計 923
以 ChatGPT 輔助微分學習：不同學習投入程度之技術型高中學生學習成效分析 927
生成式人工智能对高校学习者高阶思维能力的影响研究 931
深度学习支持的课堂教学行为识别与分析研究——基于 2015-2025 年系统性文献综述 935

C7：学习分析与学习评估

学生在线学习行为对学习效果的影响研究：系统性文献综述 939
以資料探勘技術建置適性化的課業成績表現關聯模組之研究 943
自我评估和同伴评估混合的反馈策略对大学生解决问题意识和思辨倾向的影响 947
基于 BERTopic 模型的 B 站学习视频弹幕主题挖掘和演化分析 951
联通主义学习中知识生长的演化规律研究 959
結合生成式人工智慧與即時回饋的國小閱讀學習同伴系統之應用與成效評估 967
自我解釋適性化聊天機器人影響程式設計能力之初探 971
整合生成式人工智慧於國小機器人教育：提升學習興趣與知識理解 979
中小學教師通用思維教學技能測評工具的開發與驗證 987
向量问题命题方式对学生解题影响的眼动研究 991
教学过程数据驱动下的协作学习过程分析与优化 995
联通主义学习中基于 Traces 分析框架的多层网络分析探索研究 999
人工智能在高中信息技术教学中的应用评估：以豆包、通义千问和文心一言为例 1004
基于网络模体的在线学习者交互特征分析 1008
在线学习环境下学生深度学习的影响因素研究 1010
改进导向的增值评价应用策略与实践探索 1012
學習分析與教育資料探勘之研究現況與趨勢 - 應用書目計量分析法之探究 1015
ICT 学习使用和自我效能感对数学问题解决能力的影响路径研究——基于 pisa2022 年中国台湾数据分析 1022

C8：STEM 与创客教育

点阵识别技术支持的初中数学协作式精准教学模式探究 1024
人工智能在 STEM 教育中的应用对学习成效的影响——基于 20 项实验和准实验的元分析 1032
合作學習與自主學習模式之幼兒學習成效與心流反應比較：以虛實整合 STEM 教具為例 1040
STEM 教育：驱动计算素养培育的创新路径——《通过 STEM 教育培养计算素养：联邦机构和利益相关者指南》解读 1044
基于计算思维培养的跨学科编程教学模式——以“小数乘法”为例 1048
GenAI 赋能的 STEAM 教育全流程研究——以“智能小灯”为例 1052
基于跨学科学习理论的项目式学习资源的设计与开发 ——以高中生物《物质的跨膜运输》为例 1056

基于 Agent 的 STEAM 教学设计—以海滨筑帆记为例 1060
促进创客型教师思维发展的师范生同伴互评活动设计与实践研究 1064
跨学科主题学习活动对小学生科技素养的影响研究 1072
基于 STEM 与创客理念的中小学工程教育课程设计——以“传感器机器人”为例 1080
国际 STEM 理念下中小学工程教育研究综述——基于 CiteSpace 知识图谱可视化分析 1084
以繪本為基礎的幼兒 STEAM 課程模式：促進幼兒學習與教師專業發展的實證研究 1092
基于 PDCA 质量环的初中信息科技课程项目式教学活动设计 1096
創造性問題解決（CPS）模式融入 STEAM 課程對創造力之研究 1100
探討探究式教學法與傳統講述法於國中地理課程中學習成效的比較 1103

C9：教育技术创新、政策与实践

六頂思考帽與 AIGC 技術輔助環保吸管設計的創新應用 1105
AI+ 个性化教育的应用场景与现实困境 1112
培养有工程素养的下一代——美国 K-12 工程教育政策文本的多维分析 1116
智慧教学支撑体系驱动高校教学范式创新 1120
探討生成式人工智慧與遊戲式學習的整合在教育領域中對學生學習成就及人工智慧素養的影響 1124
對 AMA「幾何裝飾性風格」圖像之視覺意象認知及美感情緒差異研究 1132
数智时代师范生人工智能素养诊断框架与提升对策浅析 1136
计算赋能——AI 时代学生数字素养培养的新思路 1140
基于政策工具的我国省市级基础教育信息化政策文本分析研究 1144
数字赋能学校治理现代化—来自上海 Y 校的实践经验 1148
践行“RI”理念：教育数字化的深度赋能与责任锚定 1152
生成式人工智能赋能群体感知工具的路径探索与策略研究 1156
生成式人工智能赋能中小学信息技术课堂教学的应用策略分析 1160
韩国 AI 数字教科书建设的逻辑动因、实施路径与经验启示 1164
基于系统性文献综述的智能时代教学设计研究前沿与趋势 1169
聊天機器人學習鷹架對程式設計教材與程式碼理解之比較 1173
英国“人工智能+教育”战略新动向：政策图景、演进逻辑及启示 1177
创造性思维在国内外教育领域的研究热点与趋势---基于 Citespace 的可视化分析 1181
基于在线协同学习平台的自动化小组学习投入分析 1188

球型视频虚拟现实（SVVR）赋能语文情感教育的探索性研究 1196
社会经济因素如何影响美国学生的学业成绩——基于 PISA 2022 数据分析 1200
学习者画像支持下培养计算思维的项目式学习框架设计研究 1204
願望書單：基於 AI 分析的推薦書單 1208
数字素养与能力框架的发展及演变 1212
基於遊戲化自動評量機制的行動科技輔助瑜珈訓練：以自我決定理論為視角 1216
智慧教室环境下本科生的学习投入度的影响因素研究 1223
国内(2015—2024)外语教育技术应用及创新现状分析与未来展望——基于 CiteSpace 的 CNKI 文献可视化分析 1231
基于 CRITIC 权重法的高校教师混合教学用户画像体系构建 1235
教师发展视角下高校疫情后数字化政策变革路径研究 1239
大模型工具在编程教育中的纠错与优化效能的评价研究——以北邮码上与 OpenAI 的 Code Copilot 为例 1243
世界教育数字化转型背景下跨学科人才培养的机制研究——以麻省理工为例 1251

论坛论文

学语有‘智’：智慧科技在情境化、真实性和交际性语言学习中的应用 1255

一、序言 Message from Organizer

全球华人计算机教育应用大会（Global Chinese Conference on Computers in Education, GCCCE）是由全球华人计算机教育应用学会（Global Chinese Society for Computers in Education, GCSCE）主办的双语（中文、英文）国际学术会议。该会议现已发展成为全球华人及非华人学者、教育工作者和政策制定者分享和交流计算机教育应用领域最新研究成果的年度盛会。会议议程包括主旨演讲、论文报告、工作坊、博士生论坛与中小学教师论坛等。自 1997 年起，全球华人计算机教育应用大会先后在以下城市举行：北京（5 届）、广州（4 届）、香港（3 届）、新加坡（2 届）、台北（2 届）、澳门、中坜、南京、檀香山（Honolulu, Hawaii）、兰辛（Lansing, Michigan）、杭州、垦丁、上海、武汉、兰州、重庆。

第 29 届全球华人计算机教育应用大会（GCCCE 2025）于 2025 年 5 月 24 日至 5 月 28 日在江南大学（江苏无锡）和香港理工大学（香港）举办。为了响应人工智能时代的到来及其对数字学习环境的影响，本届大会的主题定为**“融合前沿科技：成就新形态的学习者”（Embracing Frontier Technology: Cultivating the New Paradigm of Learners）**。

GCCCE 大会汇聚了来自世界各地的教育政策制定者、学者、教育工作者、校长及一线教师，互相交流与分享有关计算机教育应用的最新研究工作与成果。会议议程包括主旨演讲、会议论坛、论文报告、工作坊、博士生论坛与中小学教师论坛等。本次会议收到 42 篇英文投稿文章，这显示了在过去六年中，已有许多非华裔研究者关注 GCCCE 研讨会，并吸引了众多英语系国家的作者前来交流与会。除此之外，为推动大会之国际化，本届 GCCCE 延续过去之传统，除了安排三场具有优异学术成就的学者进行中文主旨演讲之外，也邀请了顶尖国际学者进行英语主旨演讲，以促进与非华裔研究者的学术交流与互动。

本届 GCCCE 2025 大会包含 10 个会议主题，分述如下：

C1：学习科学与计算机支持协作学习(Learning Sciences & Computer-Supported Collaborative Learning)
C2：移动、泛在与情境化学习(Mobile, Ubiquitous & Contextual Learning)
C3：悦趣化学习、教育游戏与数字玩具(Joyful Learning, Educational Games & Digital Toys)
C4：高等教育与成人学习的技术应用、教师专业发展(Technology Applications in Higher Education and Adult Learning, Teacher Professional Development)
C5：科技增强语言与人文学科学习(Technology-Enhanced Language and Humanities Learning)
C6：人工智能教育应用、智慧学习环境(Artificial Intelligence in Education Applications and Practices, Intelligent Learning Environments)
C7：学习分析与学习评估(The Learning Analytics and Learning Assessment)

C8：STEM 与创客教育(STEM and Maker Education)
C9：教育技术创新、政策与实践(Educational Technology: Innovations, Policies & Practice)
EPT 英文论文分会(English Paper Track)

各子会议均设有主席、副主席、委员，个别子会议另外设置了评审委员以及顾问。GCCCE 2025 中文论文面向全球华人征稿，英文论文开放全球投稿。本届会议共收到 874 位作者的 440 篇投稿。这些投稿论文来自中国大陆、台湾、香港、澳门、美国、乌兹别克斯坦、哈萨克斯坦、越南及新加坡等 9 个国家和地区。投稿作者所在地区如表 1 所示。

表 1 GCCCE 2025 九个子会议与英文分会投稿作者所在地统计

地区	中国大陆	台湾	香港	新加坡	澳门	乌兹别克斯坦	哈萨克斯坦	美国	越南
人数	699	130	29	8	3	2	1	1	1
投稿篇数	338	68	10	4	1	1	1	1	1
接受篇数	261	61	10	4	1	1	1	1	1

所有收到的论文，首先分配给至少 3 位委员进行初步审阅，初步审阅的结果再由相关子会议主席与副主席进行复议后才确认最终的论文审阅工作。经过这样严格的论文评审过程，本届会议各子会议最终录取共 336 篇论文（见表 2），录用率 76.4%。最后推荐了 7 篇最佳中文论文（限九个子会议录取的长论文）、7 篇最佳技术设计论文和 6 篇优秀学生论文（限九个子会议与英文分会录取的长论文或短论文）、4 篇最佳英文论文（限英文分会录取的长论文）。各子会议投稿与录用细部状况如表 2 所示。

表 2 GCCCE 2025 各子会议及英文分会录取论文统计

子会议主题	投稿	录用总数	长文	短文	海报论文	淘汰	录取率
C1:学习科学与计算机支持协作学习	63	45	11	33	1	18	**71.4%**
C2:移动、泛在与情境化学习	20	16	3	7	6	4	**80.0%**
C3:悦趣化学习、教育游戏与数字玩具	34	25	7	9	9	9	**73.5%**
C4:高等教育与成人学习的技术应用、教师专业发展	53	41	12	19	10	12	**77.4%**
C5:科技增强语言与人文学科学习	14	11	3	7	1	3	**78.5%**
C6:人工智能教育应用、智慧学习环境	107	87	20	65	2	20	**81.3%**
C7:学习分析与学习评估	28	20	5	11	4	8	**71.4%**
C8: STEM 与创客教育	30	22	6	11	5	8	**73.3%**
C9:教育技术创新、政策与实践	49	37	8	29	0	12	**76.0%**
EPT 英文论文分会	42	32	9	17	6	10	**76.2%**
小计	**440**	**336**	**84**	**208**	**44**	**104**	76.4%

本届会议邀请了江南大学陈明选教授、台湾中央大学陈德怀教授、孟菲斯大学 Art Graesser 教授、台湾东吴大学朱蕙君教授等四位学界专家学者进行四场主旨演讲，内容如下：

- **主旨演讲 1：教育为何？教育何为？「全球和幸」与「通智同伴」共塑未来**

  演讲人：陈德怀教授，台湾中央大学讲座教授。

- **主旨演讲 2：为未知而教 与 AI 共学：从知识传递到未来智慧的教育重构**

  演讲人：陈明选教授，江南大学二级教授，江苏省教学名师，博士生导师。

- **主旨演讲 3：生成式人工智能时代与计算机代理的对话**

  演讲人：Art Graesser 教授，美国孟菲斯大学心理学系和智能系统研究所教授，牛津大学名誉研究员。

- **主旨演讲 4：生成式 AI 结合教育科技的研究设计与教学创新模式**

  演讲人：朱蕙君教授，台湾东吴大学特聘教授，人本 AI 研究中心主任。

这四场主旨演讲、九个子会议、英文分会，五场论坛（包括江南大学分会场的主会议特邀高端论坛、两场主会议分论坛，香港理工大学分会场的高等教育论坛和分会场论坛），和今年新增的两场期刊论坛共同组成了本次 GCCCE2025 大会的主会议。主会议特邀高端论坛的主题为：「教育为何？教育何为？“全球和幸”与“通智同伴”共塑未来」，江南大学会场的分会议论坛（一）题目为：「生成式人工智能驱动的教师学习与专业发展：实践探索与理论重构」，江南大学会场的分会议论坛（二）题目为：「学语有“智”：智慧科技在情境化、真实性和交际性语言学习中的应用」，香港理工大学会场的高等教育论坛题目为：「先进推理模型时代中的高等教育」，分会议论坛题目为：「生成式人工智能驱动的沉浸式学习：开启教育的未来」，均为人工智能时代非常重要的讨论议题。为了响应参会者对成果发表的需要和分享最新进展，本年度大会特设 SSCI 英文期刊和中文期刊主编对话专场，为学术推进和分享提供了高效的交流平台。

大会谨此向协作本届会议召开的所有人员表示诚挚的感谢，特别感谢九个子会议、英文分会、工作坊、教师论坛和博士生论坛的主席、副主席以及议程委员会委员。我们也衷心感谢积极参与高端论坛、分会论坛和期刊专场的专家，以及各组委会成员在会议筹备期间的辛勤付出，特别感谢大会主席对会议统筹工作的指导和支持。

我们衷心希望大家能够享受 GCCCE 2025 的各项大会活动，从中获得丰富的启发和美好的学术体验。让我们共同努力，打造一个更具韧性、更具国际化的 GCCCE 学术社群，并将 GCCCE 的精神薪火相传，生生不息地传递下去。

江绍祥 香港教育大学
大会主席

孙丹儿 香港教育大学
国际议程协调主席

尚俊杰 北京大学
温韫 南洋理工大学
吴声毅 台湾清华大学
国际议程协调副主席

二、大会组织 Conference Organization

主办单位 Organizer

全球华人计算机教育应用学会
Global Chinese Society for Computers in Education (GCSCE)
江南大学
Jiangnan University
香港理工大学
The Hong Kong Polytechnic University

承办单位 Host

江南大学人文学院
School of Humanities Jiangnan University
江苏“互联网+教育”研究基地
Jiangsu Research Center of “Internet Plus Education”, Jiangnan University
香港理工大学高等教育研究及发展院
Institute for Higher Education Research and Development, The Hong Kong Polytechnic University

大会主席 Conference Chair

江绍祥　香港教育大学
KONG Siu Cheung, The Education University of Hong Kong, Hong Kong

大会顾问 Conference Consultants

陈德怀　台湾中央大学
CHAN Tak-Wai, Central University, Taiwan
朱蕙君　台湾东吴大学
CHU Hui-Chun, Soochow University, Taiwan
黄龙翔　南洋理工大学
WONG Lung Hsiang, Nanyang Technological University, Singapore
刘革平　西南大学
LIU Geping, Southwest University

国际议程协调委员会 International Program Coordination Committee

主席 Chair

孙丹儿　香港教育大学
SUN Daner, The Education University of Hong Kong, Hong Kong

副主席 Co-Chairs

尚俊杰　北京大学
SHANG Junjie, Peking University
温　韫　南洋理工大学
WEN Yun, Nanyang Technological University, Singapore
吴声毅　台湾清华大学
WU Sheng-yi, Tsing Hua University, Taiwan

在地组织委员会 Local Organizational Committee

主席 Chairs

马志强　江南大学
MA Zhiqiang, Jiangnan University
胡祥恩　香港理工大学
HU Xiangen, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong

在地委员会成员 Members of the Local Organizational Committee

大会统筹领导组 (Conference Coordination Leadership Team)

王　晖 (Wang Hui)　伍红林 (Wu Honglin)　陈明选 (Chen Mingxuan)
马志强 (Ma Zhiqiang)　刘向永 (Liu Xiangyong)

保障组 (Guarantee Team)

刘向永 (Liu Xiangyong)　钱逸舟 (Qian Yizhou)　严大虎 (Yan Dahu)
权国龙 (Quan Guolong)　田　娜 (Tian Na)　舒　杭 (Shu Hang)

会场组 (Venue Team)

王志军 (Wang Zhijun)　牟智佳 (Mou Zhijia)　王　萌 (Wang Meng)
高　红 (Gao Hong)　刘文辉 (Liu Wenhui)

材宣组 (Material Promotion Team)

王　靖 (Wang Jing)　张红英 (Zhang Hongying)　顾　燕 (Gu Yan)
姚佳佳 (Yao Jiajia)　朱芳芳 (Zhu Fangfang)

联络组 (Contact Team)

蔡慧英 (Cai Huiying)　晋欣泉 (Jin Xinquan)

指导与支持组 (Guidance and Support Team)

张春梅 (Zhang Chunmei)　徐　璐 (Xu Lu)　王小根 (Wang Xiaogen)
孙　力 (Sun Li)　张　群 (Zhang Qun)　陈根岩 (Chen Genyan)
魏建新 (Wei Jianxin)　刘学勤 (Liu Xueqin)　徐　跃 (Xu Yue)

国际和在地对接小组 (International and Local Coordination Team)

香港教育大学 (The Education University of Hong Kong)

刘靖熙 (LIU Jingxi, Jasper)　许志文 (XU Zhiwen, Wynna)　郑之姿 (ZHENG Zhizi)
王　晨 (WANG Chen)　王　娟 (WANG Juan)　王晓兰 (WANG Xiaolan)

香港理工大学 (The Hong Kong Polytechnic University)

李蕙綸 (Lee Wai Lun, Aka)

子会议议程委员会 Sub-Conference Program Committee

C1: 学习科学与计算机支持协作学习 (Learning Sciences & Computer-Supporte Collaborative Learning)

执行主席 (Executive Chair)
方建文　温州大学
Fang Jianwen, Wenzhou University
副主席 (Co-Chairs)
马志强　江南大学
Ma Zhiqiang, Jiangnan University
裴蕾丝　香港教育大学

Pei Leisi, The Education University of Hong Kong, HongKong
涂芸芳　台湾东吴大学
Tu Yunfang, Soochow University, Taiwan
袁光姬　南洋理工大学
Yuan Guangji, Nanyang Technological University, Singapore

C2: 移动、泛在与情境化学习 (Mobile, Ubiquitous & Contextual Learning)

执行主席 (Executive Chair)
夏绿荷　台湾勤益科技大学
HSIA Lu-Hoia, Chin-Yi University of Technology, Taiwan

副主席 (Co-Chairs)
付庆科　湖州师范学院
Fu Qingke, Huzhou University
黄国豪　台湾云林科技大学
HWANG Gwo-Haur, Yunlin University of Science and Technology, Taiwan
梁心怡　台湾义守大学
Liang Hsin-Yi, I-Shou University, Taiwan
马　宁　北京师范大学
Ma Ning, Beijing Normal University

C3: 悦趣化学习、教育游戏与数字玩具 (Joyful Learning, Educational Games and Digital Toys)

执行主席 (Executive Chair)
陈志洪　台湾师范大学
CHEN Zhi-hong, Taiwan Normal University, Taiwan

副主席 (Co-Chairs)
白书瑞　香港教育大学
Bai Shurui, The Education University of Hong Kong, HongKong
李秀晗　华中师范大学
Li Xiuhan, Central China Normal University
廖长彦　台湾中央大学
LIAO Chang-Yen, Central University, Taiwan

C4: 高等教育与成人学习的技术应用、教师专业发展 (Technology Applications in Higher Education and Adult Learning, Teacher Professional Development)

执行主席 (Executive Chair)
杨现民　江苏师范大学
Yang Xian-Min, Jiangsu Normal University

副主席 (Co-Chairs)
林立甲　澳门大学
Lijia Lin, University of Macau, Macau
王俊杰　台湾屏东大学
Wang Junjie, Pingtung University, Taiwan
张丹阳　深圳大学
Zhang Danyang, Shenzhen University

C5: 技术增强语言与人文学科学习 (Technology-Enhanced Language and Humanities Learning)

执行主席 (Executive Chair)

胡月宝　南洋理工大学
AW Guat Poh, Nanyang Technological University, Singapore
副主席 (Co-Chairs)
黄　芳　上海外国语大学
Huang Fang, Shanghai International Studies University
连育仁　台湾中原大学
LIEN Yujen, Chung Yuan Christian University, Taiwan
沈淑华　新加坡教育部
SIM Seok Hwa, Ministry of Education, Singapore, Singapore
吴骏杰　澳门理工大学
Wu Junjie, Macau University of Science and Technology, Macau

C6: 人工智能教育应用、智慧学习环境 (Artificial Intelligence in Education Applications and Practices, Intelligent Learning Environments)
执行主席 (Executive Chair)
刘向永　江南大学
Liu Xiangyong, Jiangnan University
副主席 (Co-Chairs)
胡祥恩　香港理工大学
Hu Xiangen, The Hong Kong Polytechnic University, HongKong
金凯仪　台湾东吴大学
CHIN Kai Yi, Soochow University, Taiwan
吴龙凯　华中师范大学
Wu Longkai, Central China Normal University

C7: 学习分析与学习评估 (Learning Analytics and Learning Assessments)
执行主席 (Executive Chair)
洪晖钧　台湾中央大学
HUNG Hui-Chun, Central University, Taiwan
副主席 (Co-Chairs)
陈　孚　澳门大学
Chen Fu, University of Macau, Macau
王舒民　台湾文化大学
WANG Shu-Ming, Cultural University, Taiwan
许艳婷　南洋理工大学
Khor Ean Teng, Nanyang Technological University, Singapore
杨子奇　台湾阳明交通大学
Yang Tzu-Chi, Yang Ming Chiao Tung University, Taiwan

C8: STEM 与创客教育 (STEM and Maker Education)
执行主席 (Executive Chair)
江丰光　上海交通大学
CHIANG Feng-Kuang, Shanghai Jiao Tong University
副主席 (Co-Chairs)
陈颖志　亚利桑那州立大学
CHEN Ying-Chih, Arizona State University, USA
侯惠泽　台湾科技大学
HOU Huei-Tse, Taiwan University of Science and Technology, Taiwan

王敏红　香港大学
Wang Minhong, The University of Hong Kong, HongKong
詹泽慧　华南师范大学
Zhan Zehui, South China Normal University

C9: 教育技术创新、政策与实践 (Educational Technology: Innovations, Policies & Practice)
执行主席 (Executive Chair)
许庭嘉　台湾师范大学
Hsu Ting-Chia, Taiwan Normal University, Taiwan
副主席 (Co-Chairs)
邱敏棋　台中科技大学
CHIU Min-Chi, Taichung University of Science and Technology, Taiwan
王静芸　杜伦大学
Wang Jingyun, Durham University, UK
郁晓华　华东师范大学
Yu Xiaohua, East China Normal University

三、主旨演讲 Keynote Speech

主旨演讲 1

- 2025 年 5 月 26 日（星期一上午）09:40-10:40 AM
- 会场：文浩馆观众厅

演讲题目：教育为何？教育何为？「全球和幸」与「通智同伴」共塑未来

陈德怀 教授
讲座教授
台湾中央大学

摘要:

当今混乱的世局犹如古代的春秋战国，过去是中华民族的范畴，现在则是全世界。作为教育工作者，我们不能不问“教育为何”：教育存在的根本理由或意义是什么？教育的本质是什么？价值是什么？经过两千多年的时光积淀，前人给我们留下丰富的智慧，我们有没有答案，或只是暂时的答案？如果我们再问，教育何为：教育的目的或目标究竟是什么？我们应该做什么？追求什么？方向是什么？是为自己、为他人、为了自己的国家，还是，也为了全世界？如何实践？我们是否也可以给一个可能的答案。至于「通智同伴」，如同其他所有科技一样，只是协助实现教育目标——在这里是全球和谐与幸福，简称为「全球和幸」——的工具，使实践过程更高效、更出色。然而，因人工智能强大的力量，在可预见的将来，「全球和幸」与「通智同伴」共同塑造教育与人类的未来。「教育为何」及「教育何为」，这两个问题促使我们对教育全面反思。最终，这两个问题，与人生为何及人生何为，没有不同。

专家简介:

陈德怀，台湾中央大学讲座教授，亚洲数字学习领域主要奠基者。他于 1988 年首先提出“智慧学习同伴”概念并建立原型。1992 年建立全球第一套“网络学习系统”，进行合作学习与竞争学习游戏。2000 年，他创立“亚卓市”，成为当时世界上最大的在线学习社群。2000 年后，陈教授带领研究团队进行“智慧教室”、“未来教室”、“电子书包”、“愉悦化学习”、“一对一数字学习”等研究，推动亚洲“行动学习”研究蓬勃发展。多年来，陈教授持续与国际学者合作进行研究。2006 年一同提出“无缝学习”概念，阐述互联网对学习的关键影响。2018 年共同发表“兴趣驱动创造者理论”（简称“趣创者理论”），推动亚洲未来教育创新，期望翻转由考试引导教学的亚洲教育现状。近年，面对全球冲突频发和人类面临的前所未有挑战，陈教授与国际学者携手推广全球和幸（Global Harwell）概念，作为全球教育目标，希望透过教育追求世界“和谐”与“幸福”。陈教授积极为研究人员和教育实践者

创建各种交流平台。为促进亚太数字学习领域发展，并培育新一代研究人员，陈教授和几位重要学者于 1993 年创办 ICCE 系列研讨会，并于 1997 年创办 GCCCE 系列研讨会。此外，他在 2016 年创立明日阅读协会，推动终身阅读与终身学习；并于 2017 年成立迷你趣创教育实验学校，从小学教育开始实践“趣创者理论”，作为未来亚洲创新教育的典范模型，领航亚洲教育。

主旨演讲 2

- 2025 年 5 月 26 日（星期一）14:00-15:00 PM
- 会场：文浩馆观众厅

演讲题目：为未知而教 与 AI 共学：从知识传递到未来智慧的教育重构

陈明选 教授
二级教授，江苏省教学名师、博士生导师
江南大学

摘要:

报告围绕“数智化时代教育该向何处去？AI 如何赋能教育创新？”的核心命题展开讨论。首先分析人工智技术发展的趋势以及给教育带来的挑战，反思中国教育的现实问题，认为人工智能技术在教育中的运用不能仅仅从教育手段、工具和方法层面思考问题，而应该从教育的价值出发思考人工智能究竟要给教育赋能什么？

第二，提出人工智能技术的广泛应用使“知识记忆”的价值弱化，高阶认知能力与适应性智慧成为人类走向未来的核心竞争力，教育必须着眼于学生未来智慧培养的观点。报告以独特的视角解读了智慧、智慧教育的概念与内涵。

第三，就如何对中国教育进行时代重塑，从教育价值、目标、内容、方法、环境等几个维度提出了理念和策略。提出通过大模型等人机协同互补性分工提升集体智慧效能，通过构建“问题引领、多元互动、因材施教”的教学范式，实现从知识传递到未来智慧的培养。最后，通过三个典型教学案例介绍了技术赋能智慧教育的设计思路和实践方法。

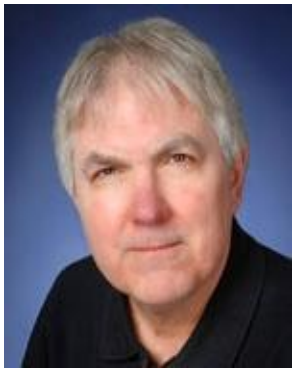
专家简介:

陈明选，江南大学二级教授，江苏省教学名师、博士生导师；江南大学原师范学院、教育学院、人文学院院长；现任教育部教育技术学教学指导委员会副主任委员，教育部基础教育课程教材专家委员会委员，中国教育技术协会信息技术教育专业委员会副主任委员，中国教育技术协会影视传媒专业委员会副主任委员等。主要研究领域：数字教育的理论与实践、理解性学习与认知、技术支持的学与教等。

主旨演讲 3

- 2025 年 5 月 27 日（星期二）9:00-10:00 AM
- 会场：田家炳楼 209

演讲题目：生成式人工智能时代与计算机代理的对话



Art Graesser 教授(牛津大学名誉研究员)
心理学系和智能系统研究所
美国孟菲斯大学

摘要:

本次演讲的上半部分将介绍本人近期关于学习和评估环境中的计算机代理研究最新进展。这包括一个帮助成人学习理解能力、电子学和多种学科知识的 AutoTutor 版本。这些系统通过三方对话（称为三重对话）实现互动，其中两位代理（如导师和同伴）与成人进行交流。 这项工作与智能辅导系统架构“通用智能辅导框架”（Generalized Intelligent Framework for Tutoring，GIFT，gifttutoring.org）相兼容。演讲的下半部分将分享关于生成式人工智能（如大型语言模型、ChatGPT）在学习和评估应用中开发对话代理的观察、思考和问题。本人还会介绍一些其他研究者的最新项目，这些项目探索了生成式人工智能如何提升基于对话的学习和评估开发的质量和范围。

专家简介:

Art Graesser 是美国孟菲斯大学心理学系和智能系统研究所的教授，同时也是牛津大学的名誉研究员。他在加州大学圣地亚哥分校获得心理学博士学位。Graesser 教授的研究兴趣包括提问与回答、辅导教学、文本理解、推理生成、对话、阅读、问题解决、记忆、情感、人工智能、计算语言学和人机交互。他曾担任《Discourse Processes》期刊（1996－2005）和《Journal of Educational Psychology》期刊（2009－2014)的主编，并担任过四个学术协会的主席，包括文本与话语学会（2007－2010）、国际人工智能教育学会（2007－2009）以及行为与脑科学协会联合会（2012－2013）。他与团队开发并测试了多种学习、语言和话语技术的软件，包括能够用自然语言对话并与多媒体互动的软件（如 AutoTutor），以及能够在多层次语言和话语上分析文本的软件（如 Coh-Metrix 和问题理解辅助工具 QUAID）。此外，他还参与了五次美国国家科学院的专家小组会议，以及四次经合组织（OECD）关于问题解决的专家小组会议，包括 PIAAC 2011 技术丰富环境中的问题解决、PISA 2012 复杂问题解决、PISA 2015 协作问题解决（担任主席）以及 PIAAC 2021 自适应问题解决。

主旨演讲 4

- 2025 年 5 月 28 日（星期三）10:20-11:20 AM
- 会场：田家炳楼 209

演讲题目:生成式 AI 结合教育科技的研究设计与教学创新模式

朱蕙君 教授
特聘教授，人本 AI 研究中心主任
台湾东吴大学

摘要:

生成式 AI 的发展为教育带来全新可能性，结合新兴的教育科技更是推动教学创新的重要契机。然而，如何有效设计研究以探讨生成式 AI 应用于教育现场的实际效益，并创造有效益的教学模式，仍然存在着挑战。本演讲将聚焦于生成式 AI 在教育科技中的应用范畴，解析其对学习者、教师以及教育决策者的影响。演讲内容涵盖创新自主学习模式的实例、教育研究的具体设计方法以及研究或教学成果的评估策略，提供教育与科技领域学者实用的参考方向，启发更多教学创新与实践研究的可能性。

专家简介:

朱蕙君博士的学术专长包括行动与无所不在学习、游戏式学习、翻转学习、AI 精准教育、医疗教育、数字教学设计、自律学习、智能型学习与评量系统、知识工程与专家系统等。曾获得多次的优秀研究人才奖励，包括于 2014 年度获得吴大猷先生纪念奖、2020 年获得信息月杰出信息人才奖、2021 年获得李国鼎女性杰出研究奖，同年获得 IT Matters Awards 教师奖。目前已发表 167 篇学术论文，包括 72 篇国内外学术期刊，其中 40 篇发表于具学术影响力的 SSCI 期刊。同时，担任多个 SSCI/SCI/TSSCI/EI 学术期刊的论文审查委员及编辑委员。2015 年获选为 IEEE Transactions on Learning Technologies(SSCI)的 Associate Editor、2013 年与 2016 年担任 Interactive Learning Environments (SSCI)的 guest editor、2021 年担任 Journal of Internet Technology (SCI)的 Associate Editor。由于在翻转教室的实施成果，2018 年 4 月获得「全球前 50 名高教翻转推动教师」肯定。

以雙層測驗數位遊戲增強藝術鑑賞能力與學習成效之應用

Application of Two-Tier Test Digital Games to Enhance Art Appreciation Ability and Learning Effectiveness

邱敏棋[1*]，黃國禎[2]，夏綠荷[3]，李建輝[4]
[1]台中科技大學多媒體設計系
2 台中教育大學教育資訊與測驗統計研究所
及
台灣科技大學數位學習與教育研究所
[3]勤益科技大學體育室
[4]嶺東科技大學智慧製造科技系
及
台中科技大學智慧工程博士班
[*] minky413@gmail.com

【摘要】 為了提高學生的學習動機和學習興趣，學者們嘗試將基於遊戲的學習（GBL）融入課程中，以改善大多使用教科書、演示或影片進行的傳統教學。然而，以往的 GBL 主要採用單層測試，這意味著很難判斷學生是透過理解知識正確回答問題還是僅僅猜測正確答案。此類測試也使得在學習過程中難以提供足夠的回饋和指導。為了解決這個問題，本研究提出使用 RPG Maker 開發的基於雙層次測驗的數位遊戲方法（TT-DGA）。不僅為學生提供更有趣的學習藝術、在遊戲中觀賞世界名家藝術作品的方式，還在學習過程中引入雙層次測驗，幫助學生逐步構建專業的藝術鑑賞知識。為了探討這種方法的效果，本研究共招募了 62 位選修藝術課程的大學生。該課程採用準實驗設計，一班是實驗組，採用 TT-DGA 學習，另一班是對照組，採用傳統遊戲方法（C-DGA）。結果發現，TT-DGA 能夠顯著提高學生的藝術鑑賞、學習動機、學習態度和心流體驗的學習成績，雙層次測驗可以幫助學生自我檢查，確認對知識理解的準確性，糾正錯誤觀念，DGBL 使藝術課程變得更加有趣。
【關鍵字】 教學,學習策略改善,課堂教學,教學問題,互動學習環境

Abstract: *To boost student motivation and interest, scholars have integrated game-based learning (GBL) into curricula to enhance traditional teaching. Previous GBL methods, mainly using single-tier tests, made it difficult to distinguish between genuine understanding and guessing, limiting feedback and guidance. This study proposes a digital game-based approach (TT-DGA), developed with RPG Maker, incorporating two-tier tests to support knowledge building in art appreciation. Sixty-two university art students participated, with an experimental group using TT-DGA and a control group using a traditional game method (C-DGA). Results showed TT-DGA significantly enhanced art appreciation, motivation, attitudes, and flow, helping students self-assess and correct misconceptions, making DGBL a more engaging tool for art education.*
Keywords: Teaching, learning strategies, Improving classroom teaching, Pedagogical issues, Interactive learning environments

1.前言

藝術史課程通常透過教科書、演示或影片介紹作品特徵和歷史，但過於理論化的內容使學生難以產生學習熱情(Black & Browning, 2011)。研究者認為，基於遊戲的學習（GBL）能提升學習表現和動機（Hutson & Olsen, 2021），成為藝術教育的理想輔助工具（Parks, 2008）。GBL 將遊戲融入學習中，增強學生注意力與記憶力，促進多學科學習效果(Hwang et al., 2013)，情境體驗和回饋更能帶動心流體驗和積極學習行為(Hamari et al., 2016)。然而，GBL 應用在課

程中也面臨挑戰(Almeida et al., 2015)，尤其是傳統測驗無法區分理解或猜測得分（Deng et al., 2020），使診斷誤解和提供回饋成為重點（Troussas et al., 2020）。雙層次測驗被證實能有效診斷學習困難（Tsai & Chou, 2002），並在適時回饋下防止學生失去學習動機。本研究提出基於雙層測試的數位遊戲，將抽象的藝術史知識轉化為互動學習，引導學生在遊戲中觀察藝術作品、識別風格，以提升藝術鑑賞能力，並探討其學習成效。為全面檢視遊戲的學習成效，本研究探討以下問題。

(1) 使用兩層基於測試的數位遊戲方法(TT-DGA)學習的學生在藝術學習成績上與使用傳統數位遊戲方法(C-DGA)的學生有顯著差異嗎？
(2) 使用 TT-DGA 學習的學生的學習動機與使用 C-DGA 的學生有顯著差異嗎？
(3) 使用 TT-DGA 學習的學生的學習態度與使用 C-DGA 的學生有顯著差異嗎？
(4) 使用 TT-DGA 學習的學生與使用 C-DGA 學習的學生在心流體驗上是否有顯著差異？

2.文獻回顧

2.1.基於數字遊戲的學習

數位遊戲基礎學習（DGBL）結合數位科技與遊戲，創造出學習與娛樂兼具的環境（Cheng & Su，2012）。在此模式下，學生透過遊戲挑戰獲得成就感，從而提升學習動機和成績，同時發展自主建構知識的能力。研究顯示，遊戲化評估能有效增強學生的回饋效果, DGBL 已成功應用於多學科，並融合了自我決定理論（Jones et al., 2022）及目標設定理論（Liu & Jeong, 2022），尤其在程式設計和數學課程中，DGBL 不僅提高學習滿意度和興趣，還促進了成績和心流體驗（Chang et al., 2020）。本研究採用 Tay 等人（2022）的「遊戲」定義，設計包含分數、徽章及即時回饋的 RPG 遊戲，並以雙層測試策略協助學生學習藝術鑑賞知識並獲得適當回饋。

2.2.雙層次測驗

傳統考試中難以分辨學生是因掌握知識還是猜測得分。為解決此問題，研究者提出雙層次測驗，包含兩輪多選題，用於評估學生的誤解或替代概念（Treagust, 1988）。此方法被認為是有效的診斷工具，可用於引導學生（Arslan et al., 2012）。第一層測試修正描述性知識，第二層則深入探究學生選擇答案的原因，找出理解錯誤的根源（Chu et al., 2010）。相較其他方法如訪談，兩層測試效率更高，能及時提供回饋（Lin, 2016）。近年來研究表明，兩層測試能針對錯誤概念提供多種回饋方式，帶來顯著教學效益。總之，兩層測試在不同學科中已取得良好效果，但在數位遊戲學習中應用較少。本研究旨在建構基於兩層測試的數位遊戲系統，並探討其在藝術課程中的成效。

2.3 心流體驗

Csikszentmihalyi（1975）提出的「心流理論」指出，遊戲挑戰能引導玩家進入心流狀態，讓他們全神貫注於遊戲並投入學習。當學生達到心流狀態時，他們更有動力完成學習任務，心流因此對學習有正面影響。若遊戲機制提供明確目標和即時回饋，學生將專注於遊戲，享受心流體驗並增強學習成效（Fong et al.，2015）。研究也顯示，心流狀態可增強學生自信與興趣，提高遊戲參與度（Chen & Hsu，2020），並且心流體驗與學業成績呈正相關（Hung et al., 2015）。然而，大部分研究集中於基礎教育，對高等教育和藝術領域的探討較少（Wiggins, 2016）。本研究檢視學生在數位遊戲基礎學習（DGBL）中的心流體驗，以探討其是否能在遊戲中獲得沉浸式藝術體驗。

3.基於雙層式測驗的數位遊戲方法 (TT-DGA)

本研究利用日本 Enterbrain 公司 1992 年開發的角色扮演遊戲工具 RPG Maker，開發了 TT-DGA 學習環境。除了讓學生透過有趣的遊戲學習藝術欣賞知識外，還檢查學生的學習狀況，協助學生在遊戲中進行自我調節學習。此外，學生的學習進度以及兩級測驗的結果都記錄在資料庫中，以便老師掌握個別學生的學習情況。系統結構如圖 1 所示。

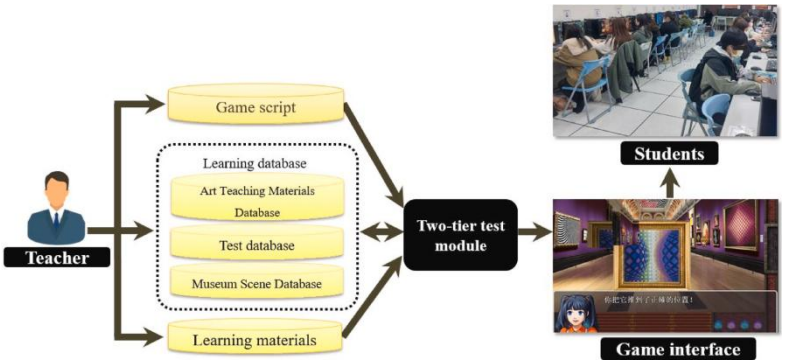


图 1 *系統結構*

3.1 關卡設計

各關卡介紹如圖 2，當學生進入遊戲主介面時，有虛擬角色介紹各關卡的學習任務，引導學生熟悉各關卡的操作介面與任務方向。隨後，學生們在美術館的虛擬場景中體驗遊戲，並進行藝術品欣賞的學習活動。每個關卡都有石像、寶箱或寶石，讓學生點擊後了解不同的藝術史資料。完成學習任務後，他們獲得金幣。

图 2 *各關卡介紹*

在第一階段，學生在課堂上聆聽虛擬講師的介紹，隨後進入第二階段，閱讀相關資料學習藝術欣賞的基本知識。在遊戲中的第三和第五關，學生可以選擇透過答題擊敗怪物來檢視自己的學習成果。雙層次測驗依據 Chu & Chang (2014)的模型設計，由系統提供兩層問題：第一層測試學生對藝術品的理解，第二層則要求他們解釋選擇背後的原因，幫助深入思考並避免猜測。導師設計的題目不僅確保學生透過理解而非幸運通過測驗，還能及時識別和糾正學生的誤解。比如，在遊戲的某個任務中，第一層問題要求學生觀察藝術品的主題特徵並辨識風格；在第二層問題中，學生需解釋設計原則的應用，並與所學知識相聯繫。回答正確可獲得 100 金幣，否則將失去 25 金幣。此雙層次測驗方法促使學生結合所見及學習進行更深入的思考。

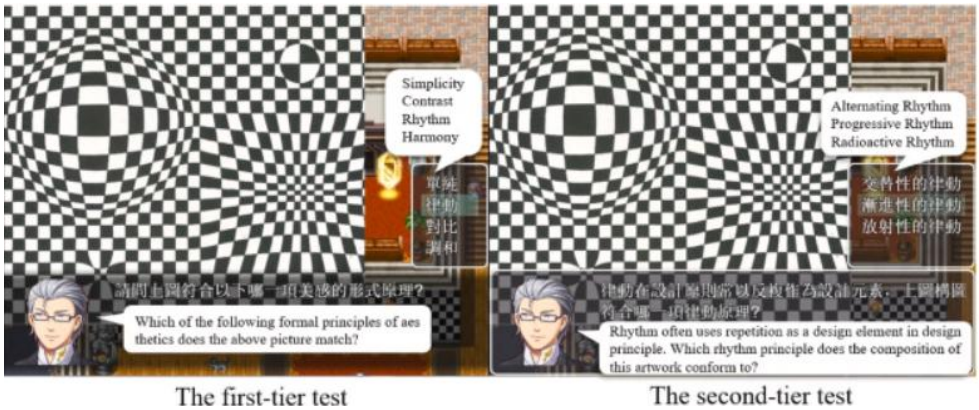


图 3 *雙層次測驗畫面*

第四層，虛擬數位遊戲中嵌入了大英博物館的真實場景，讓學生在真實的藝術博物館中獲得身臨其境的體驗。在此級別中，學生需要完成藝術品的滑動拼圖。若在限定時間內完成任務，將可獲得 100 金幣。

3.2 遊戲機制

Gibson 等人（2015）指出，如果遊戲中包含積分、排行榜和徽章等元素，將使學習具有競爭力，從而提高學生的參與度、學習成績和地位認可。因此，本研究參考相關學者的建議，採用金幣、積分、徽章、排行榜作為遊戲機制（ Alaswad & Nadolny，2015）。表 1 描述了硬幣積分系統。該系統鼓勵學生閱讀藝術史材料和觀看視頻，參與並完成學習任務，並通過給予虛擬金幣作為排行榜排名的基礎來正確回答問題。

4.研究設計

在台灣的一所大學藝術課程中進行了一項準實驗研究，透過測量參與者的藝術欣賞知識以及他們的學習動機、態度和心流體驗來評估基於兩層測試的數位遊戲方法的有效性。

4.1 參加者

本研究共招募了 62 位在台灣中部選修藝術課程的大學生（平均年齡 21 歲）。大多數參與者都是初學者，沒有藝術和設計知識。實施了準實驗設計。隨機分配一個完整班級 30 名學生作為實驗組，並採用 TT-DGA 進行學習。另一班的 32 名學生為對照組，採用 C-DGA 進行學習。兩組均由同一位導師授課。

4.2. 實驗流程

前三週，老師向全體學生介紹了課程和相關知識，包括藝術風格、歷史背景、藝術家等。第 4 週對兩組進行學習成績預測試和預問卷。隨後，全體學生利用電腦進行了為期兩週的 DGBL，完成系統內內建的互動學習任務。兩組都收到相同的訊息和學習內容；但實驗組採用兩層測試，對照組則採用常規的一層測試和回饋。實驗結束後，兩組學生完成了學業成績後測、後問卷調查和訪談。實驗流程如圖 4 所示。

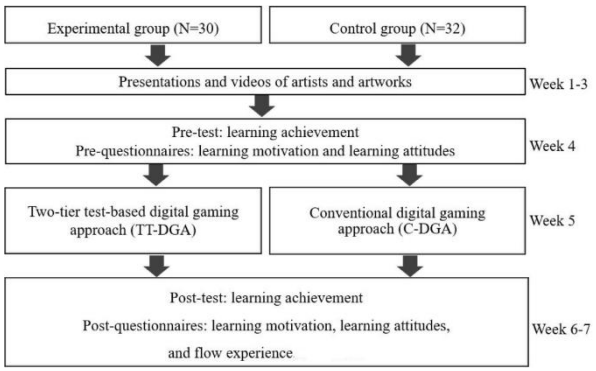


图 4 *實驗流程*

4.3 測量工具

本研究共招募了 62 位在台灣中部選修藝術課程的大學生（平均年齡 21 歲）。大多數參與者都是初學者，沒有藝術和設計知識。實施了準實驗設計。隨機分配一個完整班級 30 名學生作為實驗組，並採用 TT-DGA 進行學習。另一班的 32 名學生為對照組，採用 C-DGA 進行學習。兩組均由同一位導師授課。學習成績的前後測驗由兩位擁有 20 多年美術教學經驗的老師設計。兩項測驗涵蓋不同的學習範圍，旨在檢視學生對未來主義、光學藝術和新造型主義的認識。測驗由 20 題影像選擇題組成，滿分 100 分。學習動機問卷設計採用 Pintrich 等人（1991）所設計的問卷。它由六個項目組成，採用 5 點李克特量表，從非常不同意(1) 到非常同意(5) ，Cronbach 的 alpha 值為 0.80。學習態度問卷改編自 Hwang 等人（2013）所設計的問卷。它由七個項目組成採用 5 點李克特量表。 Cronbach 的 alpha 值為 0.88。心流體驗問卷採用

Pearce 等人（2005）所設計的問卷。它由八個項目組成，採用 5 點李克特量表，Cronbach 的 alpha 值為 0.96。

5.結論

5.1 學習成就

Levene 變異數齊性檢定的結果（$F = 1.505$，$p = 0.225 > 0.05$）顯示無顯著水平，顯示滿足組內變異數齊性的假設。然後進行單向 ANCOVA 。如表 1 所示，排除前測成績的影響後，兩組的學業成績有顯著差異（F =4.535，p =0.037<0.05）。實驗組的調整平均值和標準差分別為 83.47 和 16.42，而對照組的調整平均值和標準差分別為 72.38 和 21.17。結果表明，採用 TT-DGA 的學生在藝術品鑑賞方面的學業成績優於採用 C-DGA 的學生，且效應值較大（$\eta^2 = 0.071$）。

表 1

兩組學習成就的共變數分析（ANCOVA）結果

Variance	Group	N	Mean	SD	Adjusted mean	*Std. error*	*F*	η^2
學習成就	實驗組	30	84.00	16.42	83.47	3.62	4.54*	0.071
	控制組	32	71.88	21.17	72.38	3.50		

* p<0.05

5.2 學習動機

根據 Levene 變異數齊性檢驗，內在動機（$F = 1.611, p = 0.209 > 0.005$）和外在動機（$F = 2.141$，$p = 0.149 > 0.05$)滿足迴歸斜率同質性假設。因此，可以採用雙向 ANCOVA。如表 2 所示， 兩組之間的內在動機（F= 8.575，$p = 0.005 < 0.05$）和外在動機（$F = 4.357$，$p = 0.041 < 0.05$）之間有顯著差異。實驗組內在動機的調整平均值為 4.67，對照組為 4.17。另一方面，實驗組的外在動機調整後平均值為 4.52，對照組為 4.12。結果表明，與採用 C-DGA 的學生相比，採用 TT-DGA 進行學習的學生具有更好的內在和外在動機，內在動機的效應值較大（$\eta^2 = 0.127$），外在動機的效應值中等($\eta^2 = 0.069$)。

表 2

兩組學習動機的共變數分析（ANCOVA）結果

Variance	Group	N	Mean	SD	Adjusted mean	Std. error	F	η^2
內在學習動機	實驗組	30	4.65	0.48	4.67	0.12	8.58*	0.127
	控制組	32	4.19	0.80	4.17	0.11		
外在學習動機	實驗組	30	4.42	0.68	4.52	0.14	4.36*	0.069
	控制組	32	4.11	0.83	4.12	0.13		

* p<0.05

5.3 學習態度

Levene 變異數齊性檢定的結果（$F = 0.006, p = 0.939 > 0.05$）未顯示顯著水平，顯示滿足組內變異數齊性的假設。然後進行單向 ANCOVA。如表 3 所示，實驗組的學習態度顯著高於對照組（F =10.02，p =0.002<0.05）。實驗組和對照組的調整平均值分別為 4.62 和 4.12。結果表明，TT-DGA 比 C-DGA 更能提升學生的學習態度，且效果值較大（$\eta^2 = 0.145$）。

表 3

兩組學習態度的共變數分析（ANCOVA）結果

Variance	Group	N	Mean	SD	Adjusted mean	Std. error	F	η^2

學習態度	實驗組	30	4.62	0.49	4.62	0.11	10.02*	0.145
	控制組	32	4.12	0.71	4.12	0.11		

*p<0.05

5.4 心流體驗

獨立樣本 t 檢定的結果顯示，兩組的心流經驗有顯著差異(t =2.72*，p =0.009>0.05)，如表 4 所示。實驗組的調整平均值和標準差分別為 4.59 和 0.55，而對照組的調整平均值和標準差分別為 4.16 和 0.69。結果顯示，學生採用 TT-DGA 進行學習時並沒有失去興趣。相反，這些挑戰讓他們更沉浸和參與 GBL。Cohen 的 d 值為 0.69，顯示中等效應大小（Cohen, 1992）。

表 4

兩組心流體驗的共變數分析（ANCOVA）結果

Variance	Group	N	Mean	SD	*t*	*d*
心流體驗	實驗組	30	4.59	0.55	2.72*	0.69
	控制組	32	4.16	0.69		

*p<0.05

6.結論

本研究提出基於雙層測試的TT-DGA，以即時診斷和回饋促進學生自主學習藝術風格。結果顯示，實驗組使用TT-DGA後在學業成績、學習動機、學習態度和心流體驗方面皆優於對照組。TT-DGA不僅澄清學生誤解、促進知識建構，還提高了學習成效，拓展了雙層測試在藝術教育的應用。TT-DGA中的數位遊戲式學習（DGBL）增加了趣味和挑戰，激勵學生參與學習，並對學習態度產生正面影響，讓學生更積極迎接挑戰。心流體驗方面，TT-DGA增強了沉浸感，證實心流與學習成效呈正相關。限於小樣本與應用範疇，建議未來擴展至K-12學生並加入協作學習，以提升學習成效。此研究提供了新穎的遊戲式雙層測試法，為藝術教育的動機、態度與心流體驗帶來新視角。

誌謝

本研究感謝國科會經費支持，計畫編號：NSTC 113-2410-H-025-042-。

參考文獻

Almeida, F., Bolaert, H., Dowdall, S., Lourenço, J., & Milczarski, P. (2015). The WalkAbout framework for contextual learning through mobile serious games. Education and Information Technologies, 20(3), 415–428. https://doi.org/10.1007/s10639-013-9292-6

Arslan, H. O., Cigdemoglu, C., & Moseley, C. (2012). A three-tier diagnostic test to assess pre-service teachers' misconceptions about global warming, greenhouse effect, ozone layer depletion, and acid rain. International Journal of Science Education, 34(11), 1667–1686. https://doi.org/10.1080/09500693.2012.680618

Black, J., & Browning, K. (2011). Creativity in digital art education teaching practices. Art Education, 64(5), 19–34. https://doi.org/10.1080/ 00043125.2011.11519140

Cheng, C. H., & Su, C. H. (2012). A Game-based learning system for improving student's learning effectiveness in system analysis course. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 31, 669–675. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.122

Csikszentmihalyi, M. (1975). Beyond boredom and anxiety. San Francisco: Jossey-Bass.

Chu, H. C., Hwang, G. J., Tsai, C. C., & Tseng, Judy. C. R. (2010). A two-tier test approach to developing location-aware mobile learning systems for natural science courses. Computers & Education, 1618 – 1627.

Cohen, J. (1992). Statistical power analysis. Current Directions in Psychological Science, 1(3), 98 – 101. https://doi.org/10.1111/1467-8721.ep10768783

Deng, L., Wu, S., Chen, Y., & Peng, Z. (2020). Digital game-based learning in a shanghai primary-school mathematics class: A case study. Journal of Computer Assisted Learning, 36(5), 709 – 717. https://publons.com/publon/10.1111/jcal.12438.

Fong, C. J., Zaleski, D. J., & Leach, J. K. (2015). The challenge – skill balance and antecedents of flow: A meta-analytic investigation. The Journal of Positive Psychology, 10(5), 425 – 446. https://doi.org/10.1080/17439760.2014.967799

Gibson, D., Ostashewski, N., Flintoff, K., Grant, S., & Knight, E. (2015). Digital badges in education. Education and Information Technologies, 20(2), 403 – 410. https:// doi.org/10.1007/s10639-013-9291-7

Hamari, J., Shernoff, D. J., Rowe, E., Coller, B., Asbell-Clarke, J., & Edwards, T. (2016). Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, f low and immersion in game-based learning. Computers in Human Behavior, 54, 170 – 179. https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.045

Hung, C. Y., Sun, J. C. Y., & Yu, P. T. (2015). The benefits of a challenge: Student motivation and flow experience in tablet-PC-game-based learning. Interactive Learning Environments, 23(2), 172 – 190.

Hwang, G. J., Yang, L. H., & Wang, S. Y. (2013). A concept map-embedded educational computer game for improving students' learning performance in natural science courses. Computers & Education, 69, 121 – 130. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.008

Hutson, J., & Olsen, T. (2021). Digital humanities and virtual reality: A review of theories and best practices for art history. International Journal of Technology in Education, 4(3), 491 – 500. https://doi.org/10.46328/ijte.150

Jones, M., Blanton, J. E., & Williams, R. E. (2022). Science to practice: Does gamification enhance intrinsic motivation? Active learning in higher education. https:// doi.org/10.1177/14697874211066882.

Lin, J. W. (2016). Development and evaluation of the diagnostic power for a computer-based two-tier assessment. Journal of Science Education and Technology, 25(3), 497 – 511. https://doi.org/10.1007/s10956-016-9609-5

Liu, Z., & Jeong, A. C. (2022). Connecting learning and playing: The effects of in-game cognitive supports on the development and transfer of computational thinking skills. ETR&D-Educational Technology Research and Development. https://doi.org/10.1007/s11423-022-10145-5

Parks, N. S. (2008). Video games as reconstructionist sites of learning in art education. Studies in Art Education, 49(3), 235 – 250. https://doi.org/10.1080/ 00393541.2008.11518738

Pearce, J. M., Ainley, M., & Howard, S. (2005). The ebb and flow of online learning. Computers in Human Behavior, 21(5), 745 – 771. https://doi.org/10.1016/j. chb.2004.02.019

Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T., & McKeachie, W. J. (1991). A manual for the use of the motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ). MI: National center for research to improve postsecondary teaching and learning. ERIC Document Reproduction Service No, 338122.

Tay, J., Goh, Y. M., Safiena, S., & Bound, H. (2022). Designing digital game-based learning for professional upskilling: A systematic literature review. Computers & Education. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104518, 104518.

Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2020). Collaboration and fuzzy-modeled personalization for mobile game-based learning in higher education. Computers & Education, 144, Article 103698. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103698

Tsai, C. C., & Chou, C. (2002). Diagnosing students' alternative conceptions in science. Journal of Computer Assisted Learning, 18(2), 157 - 165. https://doi.org/ 10.1046/j.0266-4909.2002.00223.x

Wiggins, B. E. (2016). An overview and study on the use of games, simulations, and gamification in higher education. International Journal of Game-Based Learning, 6 (1), 18 - 29. https://doi.org/10.4018/IJGBL.2016010102

高校研究生在协作学习中的冲突及其对学习成效的影响

Conflicts of Graduate Students in Collaborative Learning and Their Impact on Learning Effectiveness

黄海燕[1*]，曾亚男[1]
[1]杭州师范大学经亨颐教育学院
[*]1741361782@qq.com

【摘要】 协作学习是当前教育研究的热点之一，其过程中必然会有冲突产生，因此从冲突的视角来考虑协作学习具有重要意义。本研究围绕“协作游戏化教学设计”任务展开，结果表明在协作学习过程中，任务冲突数量多于过程冲突且未出现关系冲突；冲突类型与冲突管理策略之间存在显著相关；高学习成效组在协作中期和后期的任务冲突数量均多于低学习成效组，而过程冲突则呈现前期较高、中期降低、后期再次增加的趋势。本研究从冲突视角揭示了协作学习冲突及其与小组学习成效的影响，为优化协作学习活动设计和冲突调节策略提供参考。

【关键词】 协作学习；冲突；学习成效；冲突管理策略

Abstract: *Collaborative learning, a key topic in educational research, inevitably involves conflicts, making it crucial to study from a conflict perspective. This study, centered on "collaborative gamified instructional design," found task conflicts more frequent than process conflicts, with no relational conflicts observed. A significant correlation was identified between conflict types and management strategies. High-effectiveness groups experienced more task conflicts in the middle and late stages, while process conflicts were higher early on, decreased in the middle, and rose again later. This study highlights the impact of conflicts on collaborative learning outcomes, offering insights for improving activity design and conflict resolution strategies.*

Keywords: collaborative learning, conflict, learning effectiveness , conflict management strategy

1.前言

随着协作学习在教育领域的广泛应用，冲突逐渐成为影响协作成效的重要因素之一。协作学习中的冲突分为任务冲突、过程冲突和关系冲突，不同类型的冲突对团队的学习成效和发展方向具有不同的影响（Jehn，1997）。高水平和无管理的冲突会阻碍团队表现（Neumeyer & Santos，2020），但一些冲突也可以通过激励学生参与协作活动来提高整体绩效（Chen et al.，2021)。适度的任务冲突能够激发团队成员的思维碰撞，促进创新和决策质量的提升（Jehn & Mannix，2001），而过程冲突和关系冲突则可能干扰任务的完成，甚至削弱团队的凝聚力。尽管冲突及其对协作学习成效的影响已引起学界关注，但冲突规律及其与学习成效的关系缺乏系统的探讨（Wu & Sekiguchi，2019）。因此，从协作不同阶段的角度来探究冲突及其对学习成效的影响，可以为优化协作活动设计提供参考。基于此，本研究提出以下研究问题：

（1）在协作学习的过程中，小组成员之间产生了怎样的冲突？
（2）在协作学习的过程中，各小组面对冲突时做出怎样的反应？
（3）在协作学习的过程中，冲突和小组学习成效存在怎样的关系？

2.研究设计

2.1. 研究对象

本研究以杭州某高校教育技术系专业必修课“游戏化学习设计与应用”的 12 名一年级研究生为研究对象，并选取“游戏化教学设计”为活动内容，两人一组自由选择内容并进行在线协同游戏化教学设计。

2.2. 实验流程

本研究持续了一个月，具体实验流程如下：第一周正式上课前，教师发放实验知情同意书；接着教师向学习者介绍了学习任务：2 人一组，自选章节完成一份游戏化学习的教学设计及脚本，为期三周（共 9 课时）；在第四周，各小组需要上台介绍游戏脚本，并由其余同学进行点评。每节课开始前，教师都会提醒学习者们自愿录音，用于后续的编码及分析。

2.3. 研究工具

本研究依据 Jehn（1997）的观点将协作学习中的冲突分为任务冲突（TC）、过程冲突（PC）和关系冲突（RC）；采用 Cheng（2014）的冲突管理策略编码方案，包括合作（HZ）、回避（HB）、竞争（JZ）、迁就（QJ）和妥协（TX）。由两位研究人员对所有冲突片段的冲突类型及冲突管理策略独立编码后进行一致性检验，最终冲突类型的 Kappa 值为 0.942，冲突管理策略的 Kappa 值为 0.905，均大于 0.9，说明编码结果一致性良好，编码框架可靠性较高。

3.研究结果及讨论

3.1. 协作学习中小组成员产生的冲突

本研究对所有 216 条冲突类型的编码结果进行分析，发现只出现了任务冲突（TC）和过程冲突（PC）而未出现关系冲突（RC）。这可能是因为本研究的研究对象为研究生，其协作经验、情绪控制和沟通交流能力普遍较高，故在小组协作的过程中未产生关系冲突，同时任务冲突和过程冲突的水平在较好的调节下得到一定的控制，未转变为关系冲突。

3.2. 协作学习中各小组面对冲突时的反应

本研究对所有冲突类型与其对应的冲突管理策略进行了交叉表卡方检验。结果表明，整体来看，冲突类型与其对应的冲突管理策略存在显著相关（χ^2=15.218，p=0.004<0.01）。学习者在面对任务冲突时，更多地选择合作（n=136，69.4%），选择回避最少（n=5，2.6%）；在面对过程冲突时，选择合作最多（n=6，30.0%），选择回避和妥协（n=1，5.0%）最少。G3（χ^2=10.948，p=0.027<0.05）和 G6（χ^2=10.280，p=0.036<0.05）面对不同冲突时选择的冲突管理策略也存在显著相关性。具体来看，G3 面对任务冲突时更多选择合作（n=28，65.1%），而选择迁就最少（n=2，4.7%）；面对过程冲突时只选择了竞争（n=4，66.7%）和合作（n=2，33.3%）两种策略。G6 在面对任务冲突时，更多地选择了合作（n=27，71.1%），而选择回避最少（n=1，2.6%）；共经历了 3 次过程冲突，分别选择了回避、竞争和迁就。

3.3. 协作学习中冲突与小组学习成效的关系

为探究协作学习过程中冲突与小组成效的关系，本研究对 6 个小组的游戏化教学设计进行评分后区分出 3 个低学习成效组（G1、G2 和 G4）和 3 个高学习成效组（G3、G5 和 G6），再进一步绘制折线图可视化呈现低学习成效组和高学习成效组各协作阶段的任务冲突及过程冲突的平均数量（见图 1）。

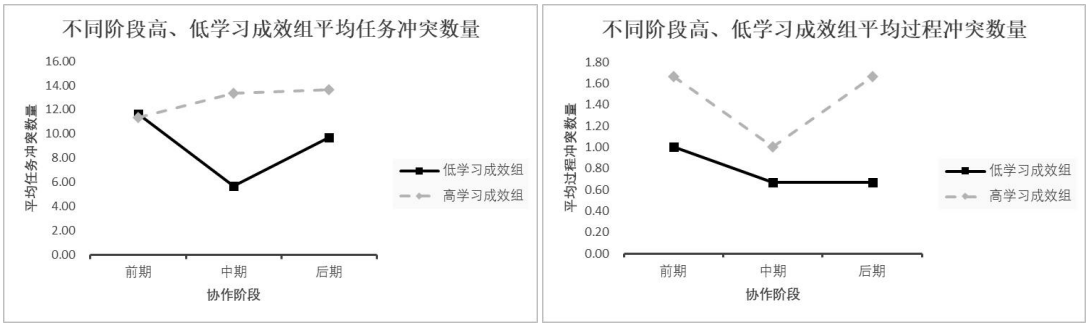


图 1 不同协作阶段高、低学习成效组任务冲突/过程冲突平均数量

从任务冲突方面来看，高学习成效组在前期的任务冲突数量略少于低学习成效组，在中期和后期实现反超。这可能是因为任务冲突与绩效之间存在倒 U 型关系，即低水平的任务冲突会抑制团队成效，中等水平的任务冲突有益于小组协作，而高水平的任务冲突会阻碍小组任务的完成（Jehn，1997）。整体上来看，高学习成效组在三个协作阶段都产生了中等水平的任务冲突，能够推动小组成员表达更多针对同一任务的不同观点。任务冲突的负面影响还可能与其产生的时间有关，低学习成效组在协作前期产生了较多的任务冲突，可能会分散注意力从而干扰成员对重要问题的讨论；而在协作后期，低学习成效组产生了较多新的任务冲突，很可能因为时间因素得不到很好的解决，阻碍小组成效（Jehn & Mannix，2001）。

从过程冲突方面来看，高学习成效组在各协作学习阶段的平均过程冲突都多于低学习成效组，且整体呈现先减后增的趋势。这可能是因为前期的过程冲突大多有关任务分配，任务分配的早期讨论可以帮助小组成员更准确地分配到最合适的任务，利于后续的协作讨论，因此协作中期的平均过程冲突有所下降。但在协作后期，高学习成效组的平均过程冲突有所增加，可能是因为后期随着任务截止时限的到来，小组内部就汇报分工及责任归属等问题再次进行讨论，所以产生了新的过程冲突。

采用卡方检验来分析协作过程学习成效与冲突数量是否存在统计学意义上的相关性（见表 1），结果表明学习成效与协作学习过程中产生的冲突数量未见显著相关性（χ^2=0.301，p=0.583>0.05）。这可能是因为研究对象的特殊性，各小组均处于低水平或中等水平的协作冲突情况中,而冲突对于学习成效的影响只有在高水平协作冲突的情况下才更能凸显(Pluut & Curşeu，2013）。

表 1 冲突与学习成效卡方检验

学习成效	任务冲突	过程冲突	总计	χ^2	P值
高	115（58.67%）	13（65.00%）	128（59.26%）	0.301	0.583
低	81（41.33%）	7（35.00%）	88（40.74%）		

4.总结与展望

4.1. 研究总结

本研究通过对协作学习过程中的冲突情况进行深入分析，得出以下结论：

（1）冲突类型：在协作学习过程中，小组成员之间主要产生了任务冲突和过程冲突，而未出现关系冲突。教师需要注意低水平冲突组是否存在话语压制的现象(Shah & Lewis, 2019)。

（2）面对冲突的反应：在面对不同类型冲突时，高、低学习成效组采取的冲突管理策略没有显著差异。教师可以在协作活动前对学习者进行冲突培训（Jehn & Mannix，2001），帮助其在后续协作阶段中更好地面对和利用冲突。

（3）冲突与小组学习成效的关系：高学习成效组有中等水平的任务冲突而低学习成效组在前期和后期产生了较多的任务冲突。高学习成效组在各阶段的过程冲突数量均高于低学习成效组。教师可以提供程序性脚手架让学习者明确需要完成的任务从而减少有关责任分配的过程冲突（Lee et al.，2015）。

4.2. 研究不足与展望

本研究样本有限，未来研究可以扩大样本以验证本研究结果的普遍性和适用性。另外，本研究未深入探讨冲突水平的具体界定和测量标准，未来研究者可以量化冲突水平，进一步探究不同冲突水平对学习成效的具体影响机制。综上，本研究为协作学习中的冲突提供了有益的参考和启示。

参考文献

Chen, S. H., Wang, W. T., & Lu, C. T. (2021). Exploring the development of entrepreneurial identity in a learning-by-doing entrepreneurial project environment. *Education+ Training*, 63(5), 679-700.

Jehn, K. A. (1997). A qualitative analysis of conflict types and dimensions in organizational groups. *Administrative science quarterly*, 530-557.

Jehn, K. A., & Mannix, E. A. (2001). The dynamic nature of conflict: A longitudinal study of intragroup conflict and group performance. *Academy of management journal*, 44(2), 238-251.

Lee, D., Huh, Y., & Reigeluth, C. M. (2015). Collaboration, intragroup conflict, and social skills in project-based learning. *Instructional science*, 43, 561-590.

Meng, J., Fulk, J., & Yuan, Y. C. (2015). The roles and interplay of intragroup conflict and team emotion management on information seeking behaviors in team contexts. *Communication Research*, 42(5), 675-700.

Neumeyer, X., & Santos, S. C. (2020). A lot of different flowers make a bouquet: The effect of gender composition on technology-based entrepreneurial student teams. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 16(1), 93-114.

Pluut, H., & Curşeu, P. L. (2013). Perceptions of intragroup conflict: The effect of coping strategies on conflict transformation and escalation. *Group Processes & Intergroup Relations*, 16(4), 412-425.

Simons, T. L., & Peterson, R. S. (2000). Task conflict and relationship conflict in top management teams: the pivotal role of intragroup trust. *Journal of applied psychology*, 85(1), 102.

Shah, N., & Lewis, C. M. (2019). Amplifying and attenuating inequity in collaborative learning: Toward an analytical framework. *Cognition and instruction*, 37(4), 423-452.

Wu, J., & Sekiguchi, T. (2019). A multilevel and dynamic model of intragroup conflict and decision making: Application of agent-based modeling. *Frontiers of Business Research in China*, 13(1), 22.

教师在线实践社区中的群体智慧建模和分析——基于多层网络模型[1]

Modeling and Analyzing Collective Wisdom in Teachers’ Online Communities of Practice: A Multilayer Network Model Approach

李敬昭[1]，王梦倩[12*]
[1]首都师范大学 教育学院，北京 100048
[2]首都师范大学 人工智能教育研究院，北京 100048
[*] mengqianwang@126.com

【摘要】 本研究构建了知识流动-社会互动教师群体智慧多层网络模型，提出了单层及整体维度量化指标，并基于教师在线实践社区的 1775 条发帖数据开展实证分析。研究发现，教师群体智慧的涌现发生在级联模型的第 4 层；社会互动层具有弱连通性，知识流动层具有多级传播特征。文章建议通过强化角色分工、设计互动激励机制及优化跨子群协作任务，提升网络研修的全局协同效率，促进教师群体智慧的涌现。
【关键词】 网络研修；教师群体智慧；多层网络；知识流动；社会互动

Abstract: *This study constructs a multi-layer network model of teacher collective wisdom integrating knowledge flow and social interaction, proposing quantitative metrics for individual layers and holistic dimensions. Empirical analysis of 1,775 discussion posts from Teachers’ Online Communities of Practice reveals that collective wisdom emerges at the fourth cascade layer. Social interaction layers demonstrate weak connectivity and knowledge flow exhibits multi-level propagation characteristics. Recommendations include enhancing role specialization, designing interactive incentive mechanisms, and optimizing cross-group collaborative tasks to improve network-based professional development efficiency and facilitate collective wisdom emergence.*
Keywords: online research and learning, teacher collective wisdom, multi-layer network, knowledge flow, social interaction

1.引言

基于教师在线实践社区的教师网络研修是教师专业发展的重要途径之一，但其存在交互深度不足与互助关系松散等问题（顾燕群，2022）。前人提出数据驱动的社群化学习模式（胡小勇 & 徐欢云，2020）和群体智慧汇聚机制（曹宇星等，2023）以推动教师集体的专业成长，但目前教师群体智慧的量化表征方式尚不明确。因此，研究教师群体智慧的数学表征方式具有理论与实践双重价值。

2.文献综述

教师群体智慧通过教师个体间互动将个人知识整合为共享智慧，其形成经历了从显性知识共享到隐性智慧转化的过程（张定强，2020）。教师实践性知识包含教育信念、自我知识等六个维度（陈向明，2003），通过协作中的经验共享与策略迭代，为教师群体智慧的涌现提供内容基础。

多层网络通过多维层次结构表征复杂关系，分为各层节点与连边类型一致的同构网络和各层节点类型多样的异构网络。教育领域应用包括社会-认知双层网络（Liu 等，2022）、行为-

[1] 本研究受到国家自然科学基金青年科学基金项目“基于多层异构网络建模的教师群体智慧涌现机理及智能干预研究”（编号：62407031）支持。

认知-情感互动模型（王梦倩，2022）及四层关联模型（王辞晓 & 李林泽，2024）。现有研究从节点、单层、层间及整体多维度（Zhang et al., 2022）揭示了其结构与功能特征。

教师群体智慧的形成与发展是基于社会互动的知识流动作用的结果，知识提供内容基础，社会互动构建关系网络。本研究基于教师实践性知识的六维度，构建知识流动-社会互动多层网络模型，并通过分析在线实践社区互动数据，揭示教师群体智慧的涌现特征。

3.研究设计

3.1. 研究情境

本研究以 2024 年 3 月至 7 月北京市某区域教师在线实践社区网络研修活动为情境，基于教师发帖数据构建多层网络模型。来自 53 个学校的 167 位研修教师、2 位指导教师和 3 位助学者参与了活动，累计发布了 1778 条帖子，剔除 3 条空帖，剩余有效帖子 1775 条。

3.2 数据分析

本研究使用的多层网络分析工具为 Gephi-0.10.1 和 muxViz-2.0，相关性分析工具为 SPSS-23。首先，根据帖子原始数据调整 Gephi 和 muxViz 可识别的节点文件和边文件，然后可视化多层网络并开展多维度分析。

4.模型构建

本研究将教师群体智慧构建为知识流动-社会互动多层异构网络，两层网络中的节点和连边的类型不同。知识流动层以知识单元为节点，连边表征回复关系（根节点为初始知识单元，子节点为直接回复），形成知识传播级联模型；社会互动层以教师为节点，连边权重通过互动频次量化其关系强度。知识单元与其发布教师通过隶属连边跨层映射，实现两层的耦合关联。多层网络的拓扑结构示意图如图 1 所示，经过耦合后的超邻接矩阵示意图如图 2 所示。知识单元节点以六维向量表征；教师节点以身份列表标记。

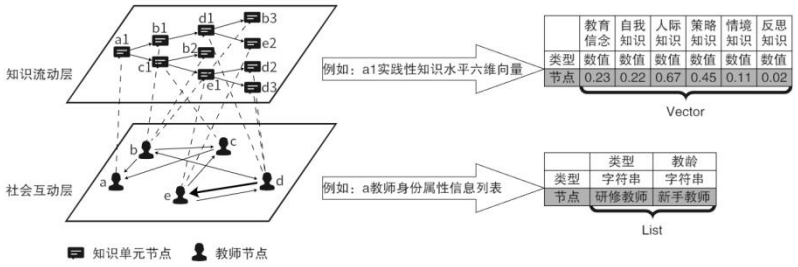


图 1 多层网络拓扑结构示意图

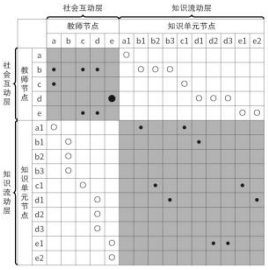


图 2 超邻接矩阵示意图

结合多层网络分析理论和已有研究选取分析指标的经验，本研究构建了单层和整体维度的多层网络分析指标框架，具体指标框架见表 1。

表 1 教师群体智慧多层网络分析指标框架

维度		指标	详细说明
单层维度	知识流动层	级联规模	级联树的个数
		级联深度	级联树的最大层数
		级联宽度	级联树每一层级知识单元节点数量以及每一层级节点的平均实践性知识水平
	社会互动层	平均度	所有节点的入度与出度之和的平均值
		平均路径长度	所有节点对之间最短路径长度的平均值
		网络密度	D=m/(n(n-1))，m 指层内连边数量，n 指层内节点数量
		模块化	揭示层内的聚集行为并发现具有共性特征的节点集合
		平均聚类系数	用于衡量层中节点与其邻居之间的联系紧密程度
		网络直径	任意两节点间距离的最大值
整体维度		层间相关性	两层之间的相关性，用相关性系数表征

5.模型应用

5.1. 多层网络拓扑结构

教师群体智慧多层网络的拓扑结构如图 3 和图 4 所示，上层 S 为社会互动层，节点颜色区分类型，黄色为研修教师，红色为指导教师，绿色为助学者，节点大小反映教师收发知识单元的数量；下层 K 为知识流动层，节点大小表示知识单元的实践性知识水平。图 3 采用 Fruchterman-Reingold 布局算法，通过模拟节点间斥力与引力调整节点位置；图 4 采用 Reingold-Tilford 布局算法，按层级排列清晰展示知识传播的从属路径。

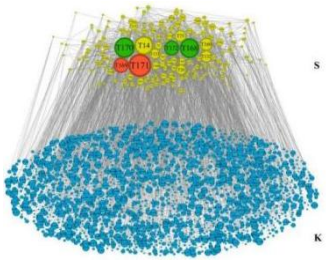


图 3 多层网络拓扑结构图-力导向布局

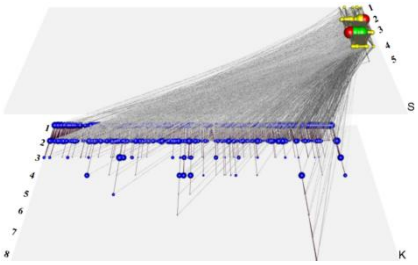


图 4 多层网络拓扑结构图-树形布局

5.2. 单层维度分析

5.2.1. 知识流动层

知识流动层共有 651 个级联树，说明知识传播链条较多且相对分散。所有级联树的最大深度为 8，说明在单次讨论中，知识最多传播 8 个层级。知识流动层的级联宽度用每一层级的知识单元节点数量和节点的平均实践性知识水平来表征，见图 5 和图 6。

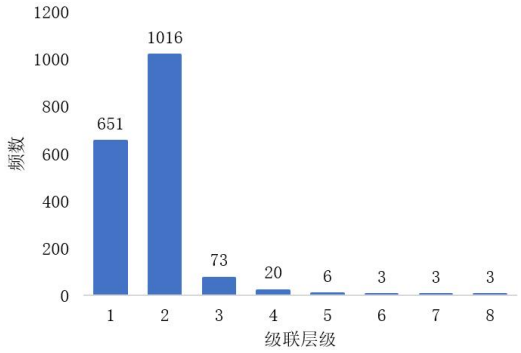


图 5 每一层级知识单元节点数量

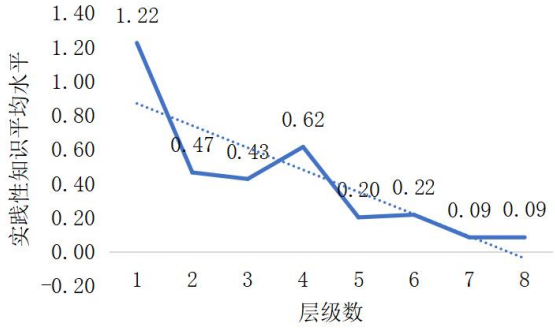


图 6 每一层级平均实践性知识水平

图 5 表明，知识传播层级中节点数量逐层递减，第 3 层及以后持续收缩。图 6 揭示，第 4 层平均实践性知识水平逆势提升，反映教师群体智慧涌现。分析发现，研修教师、指导教师与助学者通过“研修教师-指导教师/助学者-研修教师-指导教师/助学者”的交替互动模式，驱动知识迭代。例如，研修教师从教学反思出发，指导教师提出疑问并引导实践解析，最终提炼为理论框架，形成“反思-提问-实践解析-理论升华”路径，推动个体经验向集体智慧转化。

5.2.2. 社会互动层

社会互动层包含 172 个节点，957 条连边。其平均度 5.56，平均路径长度 3.07 与网络直径 7 共同揭示知识传递依赖多个中介节点，效率处于中等水平；网络密度 0.03 与平均聚类系数为 0.17 凸显教师间互动稀疏且关系松散；而模块化 0.31 佐证网络中存在弱连接的子群结构，此类结构虽可维持局部知识传播稳定性，但全局协同能力受限。综合而言，该网络呈现分散化弱连通特征，需通过增强交互频次优化知识流通路径。

5.3. 整体维度分析

度中心性用来衡量教师节点的重要性，教师的实践性知识水平由所发帖子的实践性知识水平均值表征。多层网络的层间相关性用教师节点的度中心性和教师的实践性知识水平之间的相关性来表征，反映了教师收发帖数量与发帖质量之间的关系。基于斯皮尔曼相关分析，教师收发帖数量与发帖质量呈显著正相关（r=0.167， p<0.05，散点图见图 7），表明活跃度高的教师更倾向于贡献高质量知识，揭示了互动频率与知识质量间的协同促进效应，提示可通过激励教师参与深度交互，优化网络研修生态，推动群体智慧的高效涌现。

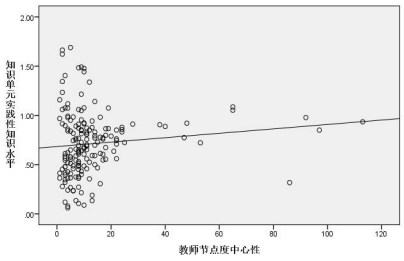


图 7 教师度中心性-知识单元实践性知识水平散点图

6.结论与启示

本研究通过构建知识流动层-社会互动层耦合的教师群体智慧多层网络模型，揭示了教师群体智慧在级联模型第 4 层涌现的“反思-提问-实践解析-理论升华”动态路径，研修教师、指导教师与助学者通过交替互动激活高水平知识生产。社会互动层的弱连通性与知识流动层的多级传播特征表明，需通过角色分工强化、互动激励机制及跨子群协作任务优化网络结构，以提升全局协同效率。实证分析验证了教师互动频次与发帖质量的显著正相关，为构建高效研修生态提供了量化依据。未来可进一步优化模型，纳入更多测度指标，并结合动态演化与跨情境验证，深化教师群体智慧的形成机制与发展路径研究。

参考文献

王梦倩. (2022). 行为—认知—情感多层网络视角下在线学习共同体互动分析模型与应用. *电化教育研究, 43*(12), 86-92+113.

王辞晓 & 李林泽. (2024). 基于多层网络建模的在线学习社区群体动力激活研究. *现代远距离教育, 1,* 69-78.

张定强. (2020). 智慧共享对教师群体发展素养的三维重塑. *教师发展研究, 4*(1), 90-95.

陈向明. (2003). 实践性知识:教师专业发展的知识基础. *北京大学教育评论, 1,* 104-112.

胡小勇 & 徐欢云. (2020). “互联网+教研”形态研究：内涵、特征与趋势. *电化教育研究, 2,* 10-16+31.

顾燕群. (2022). 基于网络研修视角的教师专业发展路径探究. *中国成人教育, 9,* 65-69.

曹宇星, 陈孝然, 谢雯婷, 龚文丽 & 胡小勇. (2023). 网络学习空间中教师集体效能优化模型构建及其要素关系性研究. *教师教育研究, 35*(1), 78-84.

Liu, S., Hu, T., Chai, H., Su, Z., & Peng, X. (2022). Learners’ interaction patterns in asynchronous online discussions: An integration of the social and cognitive interactions. *British Journal of Educational Technology, 53*(1), 23-40.

Zhang, Y., Lu, Y., Yang, G., Hou, D., & Luo, Z. (2022). An internet-oriented multilayer network model characterization and robustness analysis method. *Entropy, 24*(8), 1147.

生成式人工智能对小学生信息科技课程学习行为、表现和感知的影响研究

Impact of Generative Artificial Intelligence Usage on Primary School Students' Learning Behavior, Performance and Perception in Information and Science Technology Course

许洁，马学纯，李艳*
浙江大学教育学院
* yanli@zju.edu.cn

【摘要】 将生成式人工智能（Generative artificial intelligence, GAI）融入 K-12 教育来培养学生的人工智能能力成为当下重要议题。信息和通信技术（ICT）技能作为 21 世纪的核心能力之一，使信息科技课程成为培养人工智能能力的关键场景。采用准实验研究探讨了 GAI 在小学信息科技课程中的应用，70 名小学生被随机分为实验组(GAI-assisted ICT learning, GIL)和对照组(ICT Learning without GAI，ILG)，分组完成“用数据讲故事”项目。研究使用滞后序列分析和 *t* 检验对多源数据进行分析。结果表明，GIL 班级表现出更加复杂和动态的行为序列，GAI 能够促进小学生信息科技课程的学习表现和感知。本研究为 GAI 有效融入小学教育提供了实践参考。
【关键词】 生成式人工智能；信息科技课程；人工智能能力；小学教育；学习分析

Abstract: *The integration of Generative artificial intelligence (GAI) into K-12 education to foster students' AI competencies has become a critical issue. Information and communication technology (ICT) skills, as one of the core competencies of the 21st -century, make ICT courses a key context for developing AI competencies. This study explored the application of GAI in primary school ICT course through quasi-experimental. Seventy primary school were randomly divided into an experimental group (GAI-assisted ICT learning, GIL) and a control group (ICT learning without GAI, ILG), and engaged in completing the "Tell a Story with Data" project by each group. A combination of sequential analysis and t-test was employed to analyze multi-source data. The results indicated that the GIL class exhibited a complex and dynamic behavior sequence. Students' learning performance and perception had significantly improved in GIL class. The study provides practical reference for the effective incorporate GAI into primary education.*
Keywords: Generative artificial intelligence, Information and science technology course, Artificial intelligence capability, Primary education, Learning analysis

1. 引言

生成式人工智能（Generative artificial intelligence，GAI）的快速发展正重塑教育模式，其通过个性化支持与多模态内容生成能力为教学注入新活力，但也伴随学生技术依赖、认知惰性等风险。2024 年 9 月，联合国教科文组织颁布了全球首份《学生人工智能能力框架》。在 K-12 教育中融入 GAI，以提高学生的人工智能能力成为重要议题。信息科技课程作为培养人工智能能力的重要场景，亟需整合 GAI 以突破教师难以及时响应学生个性化需求的传统课堂困境。小学信息科技课程强调实践与创新能力培养，例如通过设计思维和创客教育提升学生的高阶技能，但学生常因缺乏即时反馈陷入学习停滞（Soria 等，2020）。此外，已有研究聚焦于 GAI 对学生学习成绩的影响，但很少关注学生的学习行为和感知变化。基于此，本研究通过准实验设计，对比 GAI 辅助（GIL 班级）与无 GAI 辅助（ILG 班级）的信息科技课程，旨在探究：（1）两类班级学生在学习行为上有无差异？（2）两类班级学生在学习表现上有无差异？（3）GIL 班级学生对 GAI 的感知有无变化？研究有助于教师在信息科技课程中有效融入 GAI，努力改善信息科技课程体验，为提高学生人工智能能力做准备。

2. 研究方法

2.1. 研究对象

研究采用准实验设计，参与者是来自浙江省四年级的学生，年龄在 10-12 岁之间。浙江省信息科技教育发展强劲，因此选取该地区学校为研究点。研究随机抽取两个水平相近的班为研究对象（第一学期信息科技课程平均分无显著差异），分为实验班（N=37）和对照班（N=33）。授课内容参考 2023 年浙江教育出版社的四年级信息科技课本，GIL 班级和 ILG 班级在学习完“数据”相关知识和技能后，需完成“用数据讲故事”的项目，包括设计统计表、将数据进行可视化并对数据进行解释。本研究在获得审查委员会的书面同意后进行数据收集与分析。

2.2. 研究过程

信息科技课程共十三周，每周一次课（40 分钟）。课程前八周的教学活动主要包括教师向学生讲授信息科技课程中“数据”相关的知识和技能。第九周进行前测，第十周至第十三周学生需要完成用数据讲故事项目，第十四周进行后测。两组学习者在同一教师的指导下开展学习，教师采用相同的教学策略。在前测阶段，教师通过播放视频的方式让实验班学生了解 GAI 工具的功能和作用，学生在此基础上完成了 GAI 感知问卷。在实验阶段，学生随机分组，4-6 人为一组。ILG 班级完成项目时不使用 GAI，但可借助在线网络资源，GIL 班级可以使用 GAI 辅助。本研究的 GAI 平台基于文心一言模型，学生可以在对话框中输入新问题，并获得 GAI 的反馈，与 GAI 展开多轮交互对话。在后测阶段，收集学习者用数据讲故事的项目作品，并按照评价量表进行打分。此外，收集 GIL 班级的 GAI 感知数据。

2.2. 数据收集和分析

研究采用混合式方法来收集数据，量化数据包括对 GIL 班级和 ILG 班级小组的项目作品评价、GIL 班级的前后测 GAI 感知问卷。质性数据包括 GIL 班级和 ILG 班级小组的屏幕录制和出声思考数据。针对问题一，研究通过录制学生电脑屏幕（包括音频出声思考数据）来记录学生的信息科技课程学习行为。每个班录制的视频时长为 280 分钟，共 560 分钟。我们采用重复编码程序进行了视频分析，该程序遵循了前人研究的编码框架进行改编（Sun 等，2024；Liu 等，2024），将学生的信息科技课程行为分为搜索者，翻译者，执行者，评价者四个过程。三名精通视频分析的研究者对视频进行初步评估后，协作讨论每个编码代表的含义，达成最终的编码安排（见表 1）。采用 GSEQ5.1 软件对学生的行为过程进行滞后序列分析。

表 1

ICT 行为编码框架

维度		行为	行为描述
搜索者	UT	Understanding task	学生转换到任务窗口或听老师讲解
	SAI	Search additional information	学生搜索浏览器或寻求同伴帮助
	ATR	Ask the teacher for course questions	学生问教师课程相关的问题
	AGR	Ask GAI for course questions	学生问 GAI 课程相关的问题
翻译者	RT	Repeating task	学生复述操作或教师提供的材料
	RFG	Reading feedback from GAI	学生停留在 GAI 界面阅读反馈
执行者	CFG	Creating follows the feedback of GAI	学生根据 GAI 的反馈创建作品
	CIE	Creating in Excel	学生根据自己的理解创建作品
	UGI	Use GAI incorrectly	学生错误地使用 GAI
	NO	No operation	学生对任务没有任何操作
评价者	EP	Evaluate one’s own project	学生用语言来评价自己的作品
	CG	Criticize GAI (CG)	学生批判 GAI 的回复等

针对问题二，我们通过评估学生的“用数据讲故事”作品来评估他们的学习表现。共收到 GIL 班级和 ILG 班级 14 项作品。研究参考 Lin 等（2020）的完整性（60 分）、科学性（30 分）、美观性（10 分）三维评分框架，采用独立样本 *t* 检验来比较两个班级学生的学习表现。

针对问题三，对 GIL 班级学生进行问卷前后测调研，问卷工具基于 Venkatesh 等学者（2000）提出的技术接受模型，包含人口学信息（3 题）及感知有用性、易用性、使用意向与态度（13 题，五点量表），信度 Cronbach’s α=0.841，研究采用配对样本 *t* 检验分析感知变化。

3. 研究结果

3.1. 两个班的行为模式及差异

研究通过滞后序列分析，绘制了 GIL 班和 ILG 班信息科技课程中学生的行为序列转换图（见图 1）。图中每个节点表示学生一种行为，线条代表行为之间的显著性关系，z 值的大小和线条的粗细表示行为序列的重要性，当 z 值大于 1.96 时，行为序列被视为具有统计学意义。

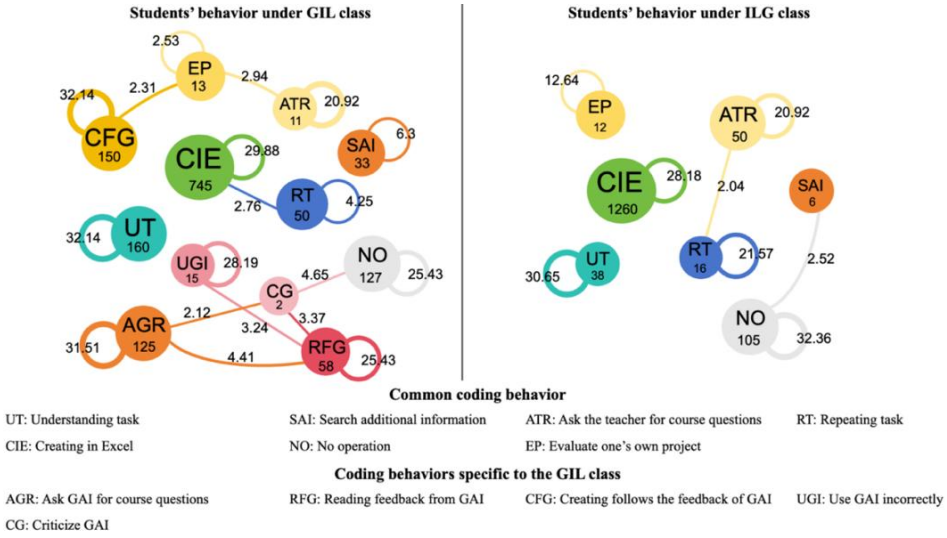


图 1 GIL 班级和 ILG 班级中学习者行为序列转换图

GIL 班级行为模式特征。研究共收到 GIL 班级学生的信息科技课程学习行为编码 1489 条，学生表现出 19 个重要的行为序列（见图 1）。其中，学生在请教完 GAI 问题后阅读反馈（AGR→RFG, z = 4.41），对其进行批判性评价（AGR→CG, z = 2.12；RFG→CG, z = 3.37），一部分学生在批判性评价后会存在短暂的无操作行为（CG→NO, z = 4.65）；学生在复述完教师提供的材料后，会根据自己的理解创作作品（RT→CIE, z = 2.76）；此外，学生在 GAI 指导下创作后会评价自己的作品（CFG→EP, z = 2.31），并请教教师问题（EP→ATR, z = 2.94）；但是，也有学生提问了 GAI 无关课程的问题并花费时间阅读反馈（UGI→RFG, z = 3.24）

ILG 班级行为模式特征。研究共收到 ILG 班级学生的信息科技课程学习行为编码 1487 条，学生表现出 8 个重要的认知序列（见图 1），其中，学生会在提问完教师问题后再次复述任务，进行更深入地理解（ATR→RT, z = 2.04），一段时间的无操作后会去网络上搜查额外的学习资源或询问同伴（NO→SAI, z = 2.52）。

两个班级行为模式差异。根据 GIL 和 ILG 班级学生的学习行为序列模式，可以观察到以下不同点：（1）相比 ILG 班级，GIL 班级具有更丰富的行为序列，表现出更复杂的行为过程。（2）GIL 班级具有更多元的信息获取渠道，比起对照组在教师和网站获取信息外，还通过提问 GAI 问题，并阅读 GAI 的反馈来获取即时反馈。（3）实验组在行为过程中具有更自由的思考空间，例如，学生在按照 GAI 的反馈创作作品后，会地反思自己的作品质量（CFG→EP）。

3.2 GAI 对小学生学习表现的影响

独立样本 *t* 检验显示，GIL 班级（M=85.61, SD=8.80）的总体作品质量显著优于 ILG 班级（M=79.30, SD=12.59）（*t*=2.401, *p*=0.019）。具体而言，GIL 班级在作品完整性维度得分显

著更高（M=51.58 vs. 47.80, t=2.415, p=0.019），而科学性和美观性维度虽均值占优（科学性：t=1.85, p=0.068；美观性：t=0.922，p=0.360），但未达显著差异水平。

3.3 小学生对使用 GAI 的感知

配对样本 t 检验显示，GIL 班级学生对 GAI 的整体感知后测显著提升（t=-2.177, p=0.036），尤其体现在感知易用性维度（t=-2.57, p=0.014）。然而，感知有用性（p=0.240）、使用意向（p=0.256）及态度（p=0.124）三个维度未发生显著变化，表明学生虽认可 GAI 的操作友好性，但尚未形成深层价值认同与持续使用动机。

4. 研究结论及启示

研究通过比较 GAI 辅助的学习和没有 GAI 辅助的学习，考察和评估了两种不同的学习形式对小学生信息科技课程学习行为、表现和感知的影响，并为未来人工智能能力的培养提供指导，根据研究结果，得出以下结论：第一，GIL 班级学生表现出更加复杂和动态的行为序列，多数学生学习积极性较强。第二，GAI 能够促进小学生信息科技课程的学习表现。第三，GIL 班级学生对 GAI 的使用持积极态度，在总体感知、感知易用性方面存在显著影响。GAI 的介入需匹配小学生的认知发展阶段，教师应引导小学生在信息科技课程中规范使用 GAI，提高小学生的人工智能能力。此外，教师可通过三层支架降低技术使用门槛：首先，示范性支架，教师以“思维外显化”方式展示 GAI 工具的操作逻辑，通过展示自己的思考过程和操作步骤。其次，任务单支架。任务单上教师需要让学生明确学习目标，并将任务细化成易于理解的小步骤，以便学生能够循序渐进地完成任务。最后，反思性支架。设置元认知提示，培养学生对人工智能输出的批判性思考能力，避免技术依赖导致的思维惰性。

参考文献

Lin, L., Shadiev, R., Hwang, W. Y., & Shen, S. (2020). From knowledge and skills to digital works: An application of design thinking in the information technology course. *Thinking Skills and Creativity*, *36*, 100646.

Liu, M., Zhang, L. J., & Biebricher, C. (2024). Investigating students’ cognitive processes in generative AI-assisted digital multimodal composing and traditional writing. *Computers & Education, 211,* 104977.

Soria, S., Gutiérrez-Colón, M., & Frumuselu, A. D. (2020). Feedback and Mobile Instant Messaging: Using WhatsApp as a Feedback Tool in EFL. *International Journal of Instruction, 13*(1), 797-812.

Sun, D., Boudouaia, A., Zhu, C., & Li, Y. (2024). Would ChatGPT-facilitated programming mode impact college students’ programming behaviors, performances, and perceptions? An empirical study. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *21*(1), 14.

Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science, 46*(2), 186–204.

协作学习中的个体反思：模型构建与特征研究

Research on the Construction of Individual Reflection Mode and Its Thinking Improvement in Collaborative Learning

郭景馨[1]，张涛[1]，刘兵倩[1]
[1]河南科技学院
1335022072@qq.com

【摘要】 反思作为个体思维过程和结果的具象化表现，以在线协作学习数据显化反思的内隐过程，使学生在协作学习过程中不断优化个体思维过程和行为模式。研究基于反思的基本原理，在在线同伴互评场域下构建协作学习中个体反思模型，运用学习分析技术对在线协作学习情境下学生反思特征及其发展规律进行深入探索。研究表明，学生表现出显著的反思性思维和创造性思维提升；随着协作学习的深入，学生的反思水平逐步提高，从简单的自我反思发展到对协作过程的全面审视；有效的反思干预策略能够显著影响学生的反思深度和广度，进而提升他们的协作学习效果。

【关键词】 协作学习；反思模型；反思水平

Abstract: *Reflection, a concrete manifestation of individual thinking processes, is visualized through online collaborative learning data, enabling continuous optimization of cognitive and behavioral patterns. This study constructs an individual reflection model in online peer evaluation contexts, employing learning analytics to investigate students' reflective characteristics and developmental trajectories. Findings reveal significant enhancements in reflective and creative thinking. As collaboration progresses, reflection evolves from basic self-assessment to comprehensive evaluations of collaborative processes. Effective reflective intervention strategies notably improve reflection depth and breadth, thereby fostering collaborative learning efficacy.*

Keywords: Collaborative Learning ， Rethink the model，Level of reflection ， Reflective features

引言

反思作为个体认知迭代的核心机制，通过自我审视与调节推动思维优化，其批判性与改进功能在协作学习情境中呈现独特价值。在线协作环境通过同伴互评构建社会认知网络，使学习者在知识共建、方案互评等活动中形成双向认知循环：接收同伴反馈时重构自身知识体系，评价他人作品时触发批判性思考。本研究通过构建反思模型，融合认知网络分析与语义挖掘技术，追踪两轮同伴互评活动中的行为轨迹与文本数据，系统解析反思能力的动态发展机制及其与协作学习成效的交互关系。

1.文献综述

反思的理论演进呈现哲学认识论向教育学实践转化的特征。「洛克提出“思维的思维”奠定自我觉察的哲学基础」，「斯宾诺莎强调反思的持续性认知循环」，「杜威则建构“经验-反思-重构”的动态认知模型，为教育场景的反思研究提供理论框架」。协作学习通过社会认知冲突激发批判性思维，「郑菊萍的反思模型证实同伴互评能显著提升问题归因深度」，「而柴阳丽的团队反思研究揭示群体认知对个体反思的增效作用。」在线学习模型方面，Zimmerman 的自我调节模型强调“评价-归因-调节”的迭代路径，「Montgomery 的“做-看

-思-评-计划”循环则验证闭环反思对学习成效的提升效应」。「刘清堂的反思日志支架」与「马芸的混合式路径证实结构化引导对高阶思维的促进作用」。本研究整合 Kolb 体验学习理论，构建包含自我审视、问题诊断、策略构建、方案执行、经验总结的五维反思模型，通过在线平台的互评记录、版本迭代、交互频次等多模态数据，实现反思过程的可视化追踪与动态干预。

2.在线协作学习中反思模型的构建

反思作为对自我思维过程和结果的审视与再认识，不仅是个体内省的思维过程，也能为未来的行动和决策提供指导和优化。现有研究侧重于反思模型的理论构建和框架设计，缺乏以有效的反思模型呈现个人反思的思维过程，进而提升学习者的反思质量和水平的研究。在构建在线学习中的反思模型时，我们充分借鉴现有的理论框架和研究结果，提出基于在线协作学习的反思过程模型，构建五阶动态反思模型，见图 1，其核心逻辑表现为：在线协作环境中，学习者通过同伴互评触发自我审视，系统回顾协作过程与成果，当评估结果未达预期时进入问题诊断阶段，借助归因分析法识别问题根源；在此基础上，整合教师指导与小组研讨结论进行策略构建，生成包含具体步骤与资源支持的改进方案；随后通过在线平台的版本控制功能实施方案执行，依据实践反馈动态调整策略；最终在经验总结阶段提炼可迁移的问题解决模式，并设定下阶段目标以开启新一轮反思循环。模型创新性在于：①数据驱动机制，利用平台记录的互评文本、版本历史等结构化数据实现反思过程显性化；②社会认知增强，通过跨组互评建立横向参照系，拓宽个体反思视角；③非线性路径设计，允许阶段间灵活跳转，形成螺旋上升的认知轨迹。「该模型继承郑菊萍反思框架的系统性」，「融入柴阳丽团队反思模型的协作增效机制」，构建出适配在线协作场景的动态反思体系，有效弥合传统模型在实时反馈响应与群体智慧整合方面的局限。

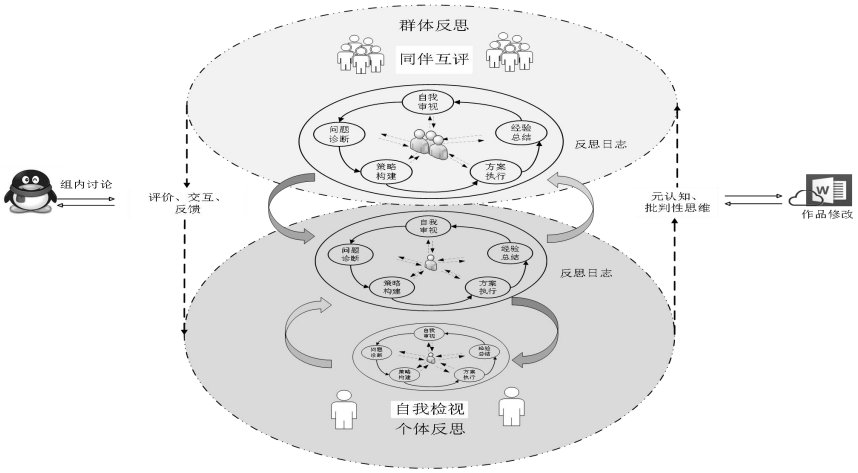


图 1　反思要素模型

3.研究设计

研究采用混合研究方法，选取 H 大学教育技术学专业 58 名本科生开展两轮在线同伴互评实验，历时 3 个月生成 116 份反思日志数据。实验设计遵循“准备-改进-提升”三阶段框架：准备阶段通过小组协商完成作品初稿与组间互评；改进阶段依据评价意见进行方案修订并提交首轮反思日志（侧重自我审视与问题诊断）；提升阶段实施深度互评并完成终版反思报告（聚焦策略构建与经验迁移）。数据分析采用双盲编码法（Kappa=0.845），「基于郑菊萍模型改进的五维编码框架（表 1）对反思日志进行语义切分」，「结合王永花的反思水

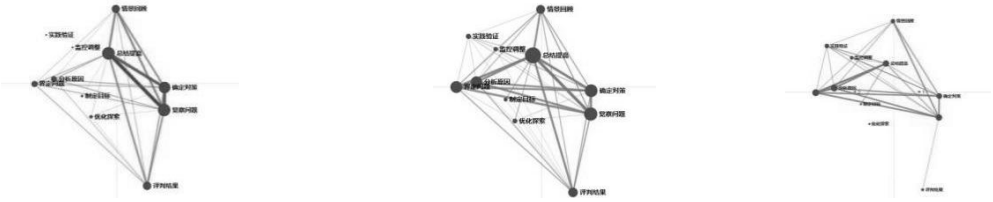
平框架划分无反思、低水平与高水平三个层级」。认知网络分析（ENA）揭示反思要素的拓扑结构变化，ROST CM6 语义工具则挖掘关键词演化规律。

表 1　反思内容编码框架

编码		描述
自我审视	情景回顾	回顾学习过程、检查学习策略、检验学习结果
	评判结果	对自己的学习过程和结果做出判断，如方法是否恰当，答案是否正确等
问题诊断	察觉问题	意识到问题的存在，内心产生怀疑、困惑等感受，并试图改变这种状况
	界定问题	广泛搜集并分析有关的经验，特别是关于自己活动的信息，以批判的眼光反观自身
方案执行	分析原因	分析导致问题发生的主要原因，从自身、小组、策略、方法、技能等方面进行挖掘
	确定对策	认识问题的成因之后，积极寻找新策略来解决面临的问题
策略构建	实践验证	通过实践检验以上阶段所形成的概念和策略方法
	监控调整	发现实践过程是否能达到自己预期设想，若不能，及时进行再调整
经验总结	总结提高	通过总结经验、提炼方法、优化探索等方法优化思维过程，调整认知结构
	优化探索	总结能提高技能、效率、优化方案的方法
	制定目标	制定下一个阶段目标

4.数据分析

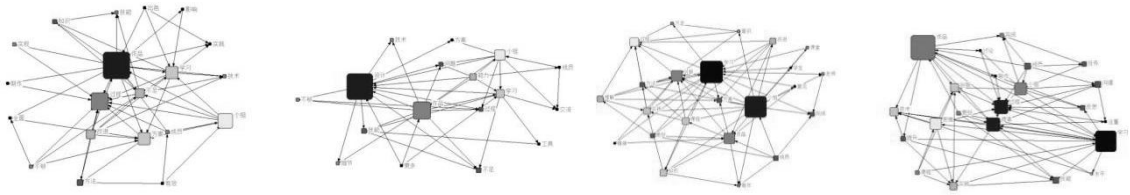
研究对 116 份反思日志的编码分析显示，参与者的反思水平呈现显著阶段演进：高水平反思占比从改进阶段的 19%提升至 69%，其中 G3 级（创新性方案生成）增长最为显著。认知网络分析表明，改进阶段的反思结构以“察觉问题-确定对策”为核心链式连接（频度 42%），而提升阶段演变为“策略构建↔经验总结”的强交互网络（节点连接密度提升 68%），“实践验证”节点的度中心性从 0.18 增至 0.41，见图 2。



(a）**改进阶段**　　(b)**提升阶段**　　(c)**叠减图**

图 2　不同阶段反思内容的认知网络分析

语义网络分析进一步揭示反思焦点迁移规律：低水平组的高频词从改进阶段的“作品-不足”转向提升阶段的“方案-优化”，高水平组则呈现“策略→创新→迁移”的跨阶段路径，见图三。卡方检验证实，实践验证（χ^2=12.83, p<0.001, V=0.36）与制定目标（χ^2=11.05, p=0.001, V=0.33）维度的阶段差异具有统计学显著性，且效应量达到中等水平（V≥0.30），而情景回顾（p=0.201）与察觉问题（p=0.156）维度未呈现显著变化。



(a)改进阶段低水平　(b)改进阶段高水平　(c)提升阶段低水平　(d)提升阶段高水平

图 3　不同阶段反思内容的语义分析

5.结论与启示

本研究通过动态反思模型验证了在线协作学习中个体反思的演进机制。理论层面，认知网络从链式到网状的拓扑重构突破了传统线性反思框架，表明社会认知冲突（跨组互评）与技术工具（版本迭代追踪）的协同作用可加速高阶反思能力发展。与郑菊萍的线下模型相比，本模型中“方案执行”维度的中心性提升揭示了在线环境“即时反馈-快速迭代”的独特优势。实践启示体现为三阶干预策略：在教学设计中嵌入“问题定位→策略验证→经验迁移”的反思脚手架；在过程管理中利用平台数据设置动态预警；在评价体系中增设“策略创新性”与“持续改进力”等实证指标。研究局限性方面，受样本规模限制（N=58），模型在跨学科适应性及长周期效应验证上仍需深化。未来研究可拓展至跨学科情境验证模型的普适性，并开发基于行为数的智能反思诊断系统，以实现个性化干预的精准化。

参考文献

柴阳丽,陈向东,陈佳雯.CSCL 中的团队反思及其支架开发[J].电化教育研究,2021,42(04):93-100.

刘清堂,郑欣欣,邓伟.学习日志反思脚手架设计及应用效果分析[J].现代远距离教育,2021,(05):3-11.

马芸,郑燕林.走向深度学习:混合式学习情境下反思支架的设计与应用实践[J].现代远距离教育,2021,(03):89-96.

王永花,殷旭彪.基于反思日志培养大学生反思能力的实践研究[J].数字教育,2019,5(06):66-71.

Locke J. An essay concerning human understanding[M]. Kay & Troutman， 1847.

De Spinoza B. Ethics[M]. Simon and Schuster， 1949.

Dewey J. How we think. DC Heath & Co[J]. Boston， Mass， 1910， 224.

Montgomery J R. Reflection, a meta-model for learning, and a proposal to improve the quality of university teaching,1993.

Xiao Y, Lucking R. The impact of two types of peer assessment on students' performance and satisfaction within a Wiki environment[J]. The Internet and Higher Education, 2008, 11(3-4): 186-193.

Chen C. The implementation and evaluation of a mobile self-and peer-assessment system[J]. Computers & Education, 2010, 55(1): 229-236.

CSCL 中角色设计策略对学习者深度学习能力的影响研究

The Impact of Role Design Strategies in CSCL on Learners' Deep Learning Abilities

吴一璠[1*]，陈宁宁[1]，周艳[1]
[1]浙江师范大学
[*]wuyifan@zjnu.edu.cn

【摘要】 计算机支持的协作学习为学生提供了跨时空、多样化的学习方式，但在实践中，学生的交互大多停留在浅层。本研究基于浙江省某高校的两个班级设计了启动者、促进者、质疑者和总结者角色，分别采用角色固定和角色轮换两种形式，探究不同角色设计策略对学生深度学习能力的影响。综合运用问卷调查、文本分析发现角色轮换对提供学生深度学习能力具有积极作用，并且质疑者和总结者能够有效提升小组讨论的认知层次。
【关键词】 角色设计；深度学习能力；计算机支持的协作学习

Abstract: *Computer-supported collaborative learning offers students diverse learning methods that transcend time and space. However, in practice, student interactions often remain superficial. This study, based on two classes at a university in Zhejiang Province, designed roles such as initiator, facilitator, questioner, and summarizer. It explored the impact of different role design strategies on students' deep learning abilities by employing both fixed and rotating role assignments. Through comprehensive use of questionnaires and text analysis, the study found that role rotation positively enhances students' deep learning abilities. Additionally, the roles of questioner and summarizer effectively elevate the cognitive level of group discussions.*
Keywords: role design,deep learning abilities,CSCL

1.引言

在信息技术快速发展的背景下，传统学习方式已不再满足 21 世纪人才培养标准，社会对人才的需求急剧增加，尤其是对深度学习能力的要求不断提升。深度学习能力的核心是通过批判性思考、主动性反思与对话性合作等手段在解决真实问题过程中迁移知识，锻炼高阶思维（刘黎明，2018），因此，培养有深度学习能力的学习者是信息时代教学变革的重要任务。

尽管已经有研究者尝试用计算机跨越时空、多样化交互的特点来支持协作学习，但在实践中学生仍存在“潜水”“搭便车”等现象，并且发言内容与讨论主题无关，对他人发言缺乏积极回应等行为也会导致协作过程流于表面，阻碍深度学习。针对这一问题，有研究者提出引入角色来促进学习者之间的交流合作，为学习者分配不同的角色能够提升小组成员的个人责任感和小组协作的一致性，从而促进组内成员更深层次的交流与合作。

基于此，本研究着重关注 CSCL（Computer-Supported Collaborative Learning，计算机支持的协作学习）中角色设计策略对学习者深度学习能力的影响，旨在探讨不同角色类型及其应用形式对学习者深度学习能力的影响，以期改善计算机支持的协作学习中存在的弊端。

2.角色设计与深度学习的相关研究

2.1. CSCL 中角色设计策略的研究

关于 CSCL 中角色设计策略的研究通常以理论与实践相结合的方式，但研究内容各有侧重。从角色形成来看，可以分为脚本角色和涌现角色，分别对应事先规划好的角色和自发形成的角色。从角色类型来看，可以分为通用型和情境型角色。常见的通用型角色有问题提出者、信息搜集者等；情境型角色则是由学习情境和任务需求决定的，如 Lopez-Fernandez（2021）等在辩论活动中将学生分为支持禁止塑料的环保主义者、环境科学家等。从应用形式来看，

可以分为角色固定与角色轮换。角色固定是让学习者在协作过程中始终担任同一种角色；角色轮换是学习者在整个学习活动中轮流担任不同的角色。

2.2. 深度学习能力的内涵与评价

美国研究院（2010）在 SDL 项目中将深度学习能力定义为学生胜任 21 世纪工作和公民生活必须具备的能力，主要包括掌握核心学科知识和批判性思维等六个维度的基本能力，并于 2012 年进一步将深度学习能力分为认知领域，包括思考、推理和学科技能；内部领域，包括调节个人行为和情绪以达到目标的能力；人际领域，包括向他人表达信息和解释信息的能力。研究者关于深度学习能力的评价也有不同方式，最常见的是问卷调查法和测验法。评价方法日益成熟后，研究者开始提出系统的学习能力评价模型，沈霞娟（2023）提出了“三域六维”深度学习能力概念框架，包括涉及领域、能力维度和测量指标三个逐步细化的结构层次。

综上，通过文献分析发现角色设计策略对促进协作学习有一定积极作用，但不同角色类型及其应用形式的具体效果还需进一步研究，角色对深度学习能力的影响更是需要探索。因此，本研究将在 CSCL 中应用角色设计策略，探讨角色设计策略对学习者深度学习能力的影响。

3.研究设计

3.1. 研究问题

本研究旨在分析 CSCL 环境中学习者的协作学习行为，探究角色设计策略对深度学习能力的影响，并提出以下研究问题：（1）角色设计策略能否影响大学生深度学习能力，在个体认知、人际协调和自我监管方面有何差异？（2）不同角色类型对大学生深度学习能力的影响有何差异？（3）不同角色应用形式对大学生深度学习能力的影响有何差异？

3.2. 角色设计策略

通过文献分析，启动者和总结者在促进协作学习中发挥着关键作用。而资源搜集者、过程管理者、调节者等角色在推动讨论进程中也显示出积极影响，为了简化和统一角色职责，本研究计划将其统一整合为促进者角色。为进一步探究不同角色对协作学习及学习者深度学习能力的影响，本研究引入质疑者角色，分析其能否促进认知冲突，增加讨论的多样性和深度。

具体角色职责如下：启动者负责开启话题，确定讨论内容，把控讨论方向；促进者负责积极寻找相关依据来支撑观点，推动讨论深入进行，鼓励其他成员提出新想法；质疑者负责引起认知冲突，引出丰富的讨论内容，启发其他小组成员对某一观点产生更为批判性的思考；总结者负责建立共识，进行阶段性总结，提炼并优化观点，为下一阶段讨论提供方向。关于角色的应用形式。本研究采用角色固定和角色轮换两种形式，角色固定是指学生长期承担某一角色不发生变化，角色轮换是指学生交替承担不同角色。

3.3. 研究设计与实施

研究对象为浙江省某高校 2022 级教育技术学专业学生，分为对照组和实验组。对照组 28 人，分为 10 组（8 组 3 人，2 组 2 人）；实验组 38 人，分为 10 组（8 组 4 人，2 组 3 人）。本研究采用线上线下结合的授课方式，于 2024 年春季学期开展，为期 12 周，课程主题为教学设计。对照组采用角色固定形式；实验组采用角色轮换形式，前三周为角色固定期，第 4 周开始进行轮换，每三周轮换一次，以确保每位学生有足够的时间体验四种不同角色。

实验前，对照组和实验组学生完成深度学习能力问卷前测，评估学生的初始能力水平。实验期间，每周由一组学生汇报，其他小组参与讨论与评价，并完成相关讨论问题。实验结束后，两组学生完成与前测相同的问卷后测，评估学生的能力变化。

3.4. 研究工具

3.4.1. 深度学习能力测量问卷

前后测借鉴沈霞娟（2023）等人提出的“三域六维”深度学习能力问卷，涵盖个体认知、人际协调和自我监管三个领域，包括批判性思维、创造性思维等六个维度，共 38 个问题。问卷采用李克特五点量表的形式，运用 SPSS27.0 进行信度分析，个体认知、人际协调和自我监管的克隆巴赫系数分别为 0.726、0.883、0.837，总体信度为 0.881，表明该问卷信度良好。

3.4.2. 协作讨论内容分析编码表

依据 Henri 的协作讨论认知层次分析框架（如表 1 所示）进行内容分析编码，编码工作由两位研究者共同完成，如遇分歧将征求第三位研究者的意见。在正式收集编码数据之前，随机抽取 50 条帖子由两位研究者分别进行预编码，编码结果的评分一致性系数为 0.837，说明此编码量表信度良好。正式收集编码时，两位研究者协商统一标准后完成全部编码。

表 1 协作讨论认知层次分析框架

认知层次	描述	分析指标
基本澄清	观察问题、分析其所涉及的基本概念及概念间的联系，以获得基本的理解	1.辨识相关概念 2.重新描述问题 3.询问相关问题
深入澄清	分析问题，以理解问题背后的价值、信念和假设	1.定义专业术语 2.建立可供参考的分类 3.寻找更加专业的信息 4.使用例子或者类比
推理	基于相关公认事实，通过归纳或演绎，认可或提出某个观点	1.得出结论 2.作出归纳 3.进一步阐述观点
判断	作出决定、声明，表达赞赏、批评或者支持	1.判断解决方案的相关性 2.作出价值判断
策略	提出应用某个解决方案或实施某项决策的具体行动	1.决定采取行动 2.提出解决办法

4.数据分析

4.1. 深度学习能力测量问卷的调查结果

由于深度学习能力问卷数据不满足正态分布，本研究采用非参数检验分析。Mann-Whitney U 检验结果显示：实验前，对照组和实验组无显著差异（$p=0.904$）；实验后，实验组显著提升（$p<0.001$），对照组无显著变化（$p=0.150$）。为进一步探究角色设计策略对大学生深度学习能力的影响，研究从个体认知、人际协调和自我监管三个领域进行检验分析，结果如表 2 所示：实验组学生在个体认知和人际协调方面具有显著提升（$p<0.001$）。

表 2 深度学习能力的配对样本 Mann-Whitney U 检验

深度学习能力		对照组		实验组	
		Z	渐进显著（双尾）	Z	渐进显著（双尾）
个体认知	后测-前测	-0.783	0.434	-3.470	0.001
人际协调		-0.761	0.447	-3.286	0.001
自我监管		-2.411	0.016	-1.777	0.076

综合上述分析结果，可以得出结论：角色固定对学生深度学习能力影响有限，而角色轮换形式能够提升学生的认知能力和人际协调能力，但对自我监管的影响并不显著。这可能是学生长期承担某一固定角色容易形成思维定式，无法深入分析和思考问题。另外，在实践中并没有为学生设定明确的自我监管目标，使得学生在自我监管方面缺乏方向和动力。

4.2. 讨论帖的认知层次表现

研究收集了学生的讨论数据：对照组学生发布讨论帖 206 条（启动者 73 条，促进者 49 条，总结者 83）；实验组学生发布讨论帖 265 条（启动者 84 条，促进者 63 条，质疑者 44 条，总结者 74 条）。可以看出，启动者和总结者发布讨论贴数量大致相同，而实验组中促进者发帖数量显著高于对照组，这与质疑者角色的引入密切相关。为进一步研究学生发帖情况，研究依据协作讨论认知层次分析框架对讨论帖进行编码，各个认知层次的占比情况如表 3 所示。

表 3 讨论贴的认知水平分布

组别	角色	认知层次水平					
		基本澄清	深入澄清	推理	判断	策略	无关
对照组	启动者	31.35%	29.87%	28.48%	35.38%	38.17%	100%
	促进者	26.86%	30.69%	23.13%	26.08%	20.79%	0
	总结者	41.78%	39.44%	48.39%	38.53%	41.04%	0
实验组	启动者	36.26%	20.92%	26.81%	23.29%	20.35%	24.73%
	促进者	13.88%	17.67%	20.91%	28.21%	20.29%	13.74%
	质疑者	19.99%	41.54%	12.85%	16.06%	14.14%	0
	总结者	29.87%	19.86%	39.43%	32.43%	45.22%	61.54%

在对照组中，启动者和促进者在认知层次上的分布较为均衡，主要集中在“基本澄清”和“深入澄清”，这表明他们在协作讨论中更侧重对问题的基础理解；总结者则在“推理”和“策略”层次表现更好，他能够有效地整合小组成员的观点，深入剖析问题，是小组协作讨论中的关键角色。在实验组中，启动者虽然在引导讨论初始阶段对问题基础概念的澄清方面有所关注，但在推动讨论向深入思考和策略制定方面的能力有所欠缺；促进者在推动讨论的流畅性和连贯性方面发挥了一定作用，但在引导小组成员深入剖析问题本质的能力有限；质疑者的引入为小组讨论带来了新的活力，能够通过提出质疑促使小组成员深入思考问题；总结者在实验组中扮演着重要角色，尤其在“推理”和“策略”层次得到了进一步增强。

5.结论与讨论

5.1. 角色轮换形式对学习者深度学习能力具有积极的促进作用

角色设计策略通过清晰的角色定位和任务要求，能够帮助学生明确职责，提升学习责任感和主动性；同时，明确的分工也能避免小组成员在协作过程中出现任务模糊、相互推诿或重复劳动的情况。相比角色固定，角色轮换能够显著提升学生的深度学习能力，原因可以归为三点：一是角色轮换形式更具趣味性和实用性，学生不再局限于某一固定角色，这打破了角色固定带来的单调重复感，从而使学生在学习过程中保持较高的积极性和参与度；二是角色轮换能够促使学生从不同角度思考问题，每个角色都有其独特的思考视角，学生能够从多维度分析问题；三是角色轮换形式提供了均等公平的学习机会，不同角色的职责和功能不同，学生的学习风格和能力特长也各不相同，角色轮换能够更好满足学生的个性化学习需求。

5.2. 质疑者和总结者能够有效提升小组讨论的认知层次

质疑者通过提出与主流观点相悖或不同角度的问题，引发认知冲突，激发更深层次的思考与讨论；为应对质疑，小组成员需要不断审视自身观点，尝试多角度思考。总结者负责建立共识，能够为小组成员搭建统一的讨论基础，确保讨论围绕主题有序进行；同时，总结者要梳理和提炼讨论内容，维持连贯性并促使成员反思与深化观点。总之，质疑者与总结者的协同作用，使小组讨论既能通过质疑与辩论激发深度思考，又能通过总结与共识确保讨论聚焦与升华，实现观点融合与认知发展的双重目标。

参考文献

刘黎明和杨宁 (2018)。学习科学视域下大学生深度学习能力的培养。华北水利水电大学学报: 社会科学版, 34(4), 106-10。

沈霞娟、武梦迪和冯锐(2023)。深度学习能力:概念框架、核心维度与测量体系。电化教育研究，(12):,1-7。

Hilton, M. L., & Pellegrino, J. W. (Eds.). (2012). Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st century. National Academies Press.

Lopez-Fernandez, M. D. M., González-García, F., & Franco-Mariscal, A. J. (2021). Should we ban single-use plastics? A role-playing game to argue and make decisions in a grade-8 school chemistry class. Journal of Chemical Education, 98(12), 3947-3956.

同伴熟悉度和主题熟悉度何以影响大学生在同伴反馈活动中的学习投入

How do the familiarity of peers and that of topics influence the learning engagement of college students in peer feedback activities

田漫宇 张慕华*
首都师范大学初等教育学院
zhangmuhua@cnu.edu.cn

【摘要】本研究采用 2*2 实验设计，收集 204 名大学生的同伴互评数据进行编码，分析在微课制作的同伴互评活动中同伴熟悉度与主题熟悉度对职前教师学习投入的影响。结果显示，四组间的认知投入和情感投入的分布存在显著性差异，主题熟悉度对学习投入多维度产生显著影响，而同伴熟悉度的作用较为有限。本研究试图通过分析大量反馈样本中认知与情感投入的分布，为观察到的同伴反馈机制提供新的见解。
【关键词】 同伴反馈；协作学习；同伴熟悉度；主题熟悉度；学习者投入

Abstract: *This study employed a 2*2 experimental design to collect and code peer assessment data from 204 college students, aiming to analyze the impact f peer familiarity and topic familiarity on pre-service teachers' learning engagement in peer feedback activities for micro-lesson production. The results indicated significant differences in the distribution of cognitive and affective engagement among the four groups, topic familiarity has a significant effect on learning engagement, while peer familiarity has a limited effect. This study attempts to provide new insights into the observed peer feedback mechanism by analyzing the distribution of cognitive and affective engagement in a large number of feedback samples.*

Keywords: peer feedback, collaborative learning, peer familiarity, topic familiarity, learner engagement

1.引言

21 世纪核心素养 4C 模型将批判性思维、创新、协作和沟通作为在世界范围内达成共识的四大核心素养（Voogt & Roblin，2012）。协作能力作为 21 世纪人才必备的重要素养之一，受到学术界的普遍关注。同伴反馈作为协作学习的重要组成部分，在培养协作能力中起着重要作用。协作学习中的学习投入作为个体在多维社会交互中塑造的复杂状态，是有意义学习发生的必要条件，也是促进学习和学业成功的关键因素（李新等，2023）。探究同伴反馈过程中的学习者投入对于优化同伴反馈设计、提高协作学习质量具有重要意义。在协作学习中，学习者被置于“学习者内在的各种认知和情感变量与社会环境中的各种因素糅合在一起不断相互作用”的环境中(Poupore, 2015)。因此，从认知与情感两方面深入剖析同伴反馈活动中的学习投入非常必要。此前研究对于学习投入维度划分较为宽泛。Cho(2006)发现，部分同伴会在反馈时提供一些笼统的建议，部分同伴会提供带有解决方案的建议。这两种建议涉及不同的认知活动，有必要加以区分。对于情感维度，已有研究普遍将其划分为：积极、消极、中立。然而，当同行不是该领域的专家时会对他们的建议的信心很低，做出带有不确定性的评价，这种反馈不单纯属于积极或消极。本研究将做出更加细致的划分，进一步分析同伴反馈机制。

同伴反馈可借助的方式与工具多样。Wei (2021)指出介入结构化标准的评分工具有助于指导反馈提供者和学习者向着学习成果的方向努力。因此，本研究向实验对象提供多维度微课评价量规以作为支持同伴反馈活动的脚手架。同伴熟悉度高低并非是探究同伴反馈活动的一

个新变量。Zhang(2023)发现在有熟悉的成员的群体中，学生可能更放松地表达分歧观点，并获得更有效的沟通。此外，Sampson(2020)发现，与合作伙伴不熟悉，有时会激发学习者的兴趣，引发更多的互动。由此可见，其对协作学习投入的影响是复杂的，有待深入研究。此前的研究者们已注意学习者在不同主题的任务中可能表现出不同程度的投入,从而影响同伴反馈活动。因此，本研究除同伴熟悉度外，还将考虑主题熟悉度对于同伴反馈过程的影响。

本研究从以上视角出发，探讨主题熟悉度与同伴熟悉度对同伴反馈中学习投入的影响，并提出以下问题：(1)主题熟悉度、同伴熟悉度是否会影响学生在同伴反馈中的认知投入？(2)主题熟悉度、同伴熟悉度是否会影响学生在同伴反馈的情感投入?

2.研究设计

2.1. 研究对象与情景

本研究以 204 名中国某师范大学的小学教育专业的学生为研究对象。按照课程选题是否相似划分为两组，再分别在两组内按照熟悉度高低划分为两组，每小组 3-4 人。本实验在计算机实践课程的真实的课堂情境中开展，因此无法像心理学的实验室研究一样严格控制组数。

2.2. 实验流程

实验开始前先对实验对象进行小组评价磨合的互评培训，以小组为单位对进行评价和讨论，小组内部须达成评价标准的一致。而后进行组内互评，组内每位成员需对除自己外的所有组员进行评价。根据提供的量规为同伴进行评分，每个维度至少提供一条评语。

2.3. 研究工具

本研究使用微课评价量规与同伴反馈内容编码表。其中，认知与情感维度编码表改编自 Cheng & Hou(2015)以及 Kerman et al(2024)。

2.4. 数据收集与分析

研究以个人为单位采用 word 文档收集评价信息并进行拆分，共获得 5970 条有效数据。两位研究者对最终数据进行审核与编码，先抽取其中 900 条数据(约 15%)交由两位研究者进行独立的预编码，在取得了极好的一致性后（认知维度 Kappa 值为 0.868，情感维度 Kappa 值为 0.877），进行后续的编码工作。实验数据使用 SPSS 27.0 以及 RStudio 1.5.57 进行分析。

3.研究结果

3.1. 四组比较卡方检验

图 1 显示了认知投入各维度百分比分布，包括主题相似高熟悉组(c1)、主题不同高熟悉组(c2)、主体不同低熟悉组(c3)和主题相似低熟悉组(c4)。用卡方检验进一步对比每个维度在认知投入中的占比，结果表明，四组之间存在显著差异($\chi 2=84.66,df=21,p<0.001$)。情感投入方面如图 2 所示，卡方检验结果显示，四组之间的差异具有显著的统计学意义($\chi 2=38.40,df=15,p<0.001$)。

3.2. 同伴熟悉度和主题熟悉度对学习者投入的影响

为了确定同伴熟悉度、主题熟悉度及其相互作用对学习者投入的主要影响，我们进行了多因素方差分析。学习投入的 ANOVA 结果如表 1 所示。认知维度方面，被试的认知投入不受主题熟悉度与同伴熟悉度的交互作用影响，各维度交互效应均不显著。其次，主题熟悉度对学习者认知投入展现出了更多的实质性影响，其对三种认知投入维度均表现出显著的影响：“个人观点”（$F_{(1,200)} = 4.245, P = 0.041$）、“个人观点的解释”（$F_{(1,200)} = 7.568, P = 0.006$）、“其他”（$F_{(1,200)} = 5.985, P = 0.015$）。最后，同伴熟悉度仅对“其他”（$F_{(1,200)} = 5.612, P = 0.019$）表现出显著影响。情感投入中，只有主题熟悉度对被试的情感投入产生了显著影响，且其仅对“委婉”（$F_{(1,200)} = 5.422, P = 0.021$）的作用表现出显著影响。

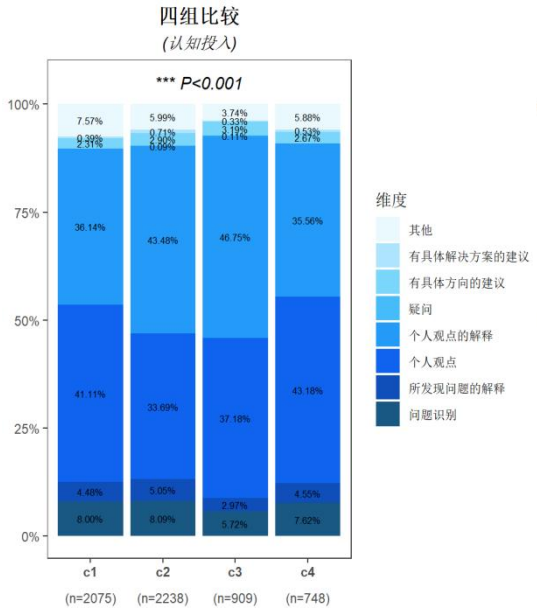


图 1 认知投入各维度分布

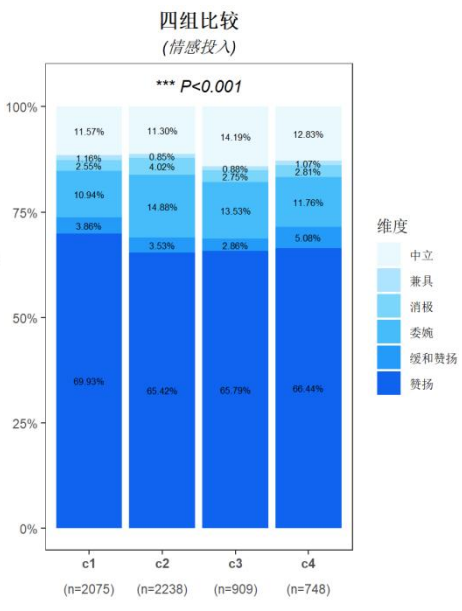


图 2 情感投入各维度分布

表 1 学习投入 ANOVA

Note: [a] C1:主题相似高熟悉组; C2: 主题不同高熟悉组; C3:主题不同低熟悉组; C4: 主题相似低熟悉组

	描述性分析 M(SD)[a]				主效应		交互效应
	C1 n=73	C2 n=71	C3 n=35	C4 n=25	主题熟悉度	同伴熟悉度	
认知投入							
问题识别	6.09 (6.55)	8.38 (7.28)	7.87 (4.94)	8.14 (6.78)	$F_{(1,200)}$=0.548 P=0.460 η_p^2=0.003	$F_{(1,200)}$=1.498 P=0.222 η_p^2=0.007	$F_{(1,200)}$=0.925 P=0.337 η_p^2=0.005
所发现问题的解释	3.25 (5.60)	4.49 (6.32)	4.53 (4.52)	4.51 (5.44)	$F_{(1,200)}$=0.539 P=0.464 η_p^2=0.003	$F_{(1,200)}$=0.474 P=0.492 η_p^2=0.002	$F_{(1,200)}$=0.505 P=0.478 η_p^2=0.003
个人观点	39.73 (24.10)	33.31 (18.11)	43.00 (16.58)	42.45 (18.99)	$F_{(1,200)}$=4.245 P=0.041 η_p^2=0.021	$F_{(1,200)}$=1.342 P=0.248 η_p^2=0.007	$F_{(1,200)}$=0.950 P=0.331 η_p^2=0.005
个人观点的解释	43.20 (23.74)	44.09 (20.16)	35.59 (15.18)	34.90 (18.38)	$F_{(1,200)}$=7.568 P=0.006 η_p^2=0.036	$F_{(1,200)}$=0.001 P=0.974 η_p^2=0.000	$F_{(1,200)}$=0.066 P=0.797 η_p^2=0.000
疑问	0.10 (0.58)	0.11 (0.65)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	$F_{(1,200)}$=2.113 P=0.148 η_p^2=0.010	$F_{(1,200)}$=0.002 P=0.962 η_p^2=0.000	$F_{(1,200)}$=0.002 P=0.962 η_p^2=0.000
有具体方向的建议	3.62 (4.49)	3.23 (5.15)	2.74 (3.53)	2.07 (2.82)	$F_{(1,200)}$=2.520 P=0.114 η_p^2=0.012	$F_{(1,200)}$=0.691 P=0.407 η_p^2=0.003	$F_{(1,200)}$=0.053 P=0.819 η_p^2=0.000
有具体解决方案的建议	0.37 (1.24)	0.71 (2.07)	0.51 (1.42)	0.35 (1.54)	$F_{(1,200)}$=0.168 P=0.682 η_p^2=0.001	$F_{(1,200)}$=0.119 P=0.731 η_p^2=0.001	$F_{(1,200)}$=0.905 P=0.343 η_p^2=0.005
其他	3.63 (4.38)	5.69 (5.26)	*5.75* (4.85)	7.57 (5.78)	$F_{(1,202)}$=5.985 P=0.015 η_p^2=0.029	$F_{(1,200)}$=5.612 P=0.019 η_p^2=0.027	$F_{(1,200)}$=0.020 P=0.887 η_p^2=0.000
情感投入							
赞扬	63.64 (22.41)	65.28 (14.63)	66.23 (15.51)	69.91 (11.38)	$F_{(1,200)}$=2.299 P=0.131 η_p^2=0.011	$F_{(1,200)}$=1.249 P=0.265 η_p^2=0.006	$F_{(1,200)}$=0.185 P=0.667 η_p^2=0.001
缓和赞扬	3.23 (4.82)	3.68 (5.04)	5.57 (5.41)	3.81 (4.77)	$F_{(1,200)}$=2.576 P=0.110 η_p^2=0.013	$F_{(1,200)}$=0.715 P=0.399 η_p^2=0.004	$F_{(1,200)}$=2.080 P=0.151 η_p^2=0.010
委婉	13.94 (10.36)	16.22 (12.18)	11.85 (10.11)	10.72 (8.76)	$F_{(1,200)}$=5.422 P=0.021 η_p^2=0.026	$F_{(1,200)}$=0.125 P=0.724 η_p^2=0.001	$F_{(1,200)}$=1.093 P=0.297 η_p^2=0.005
消极	3.10 (5.40)	3.51 (4.71)	2.68 (3.64)	2.58 (3.31)	$F_{(1,200)}$=1.042 P=0.308 η_p^2=0.005	$F_{(1,200)}$=0.055 P=0.815 η_p^2=0.000	$F_{(1,200)}$=0.145 P=0.704 η_p^2=0.001
兼具	0.77 (1.20)	0.97 (2.33)	1.12 (2.54)	1.22 (2.18)	$F_{(1,200)}$=0.729 P=0.394 η_p^2=0.004	$F_{(1,200)}$=0.183 P=0.669 η_p^2=0.001	$F_{(1,200)}$=0.022 P=0.883 η_p^2=0.000
中立	15.32 (21.14)	10.34 (11.84)	12.56 (9.44)	11.75 (8.48)	$F_{(1,200)}$=0.117 P=0.732 η_p^2=0.001	$F_{(1,200)}$=2.149 P=0.144 η_p^2=0.011	$F_{(1,200)}$=1.122 P=0.291 η_p^2=0.006

4.讨论

4.1.主题熟悉度与同伴熟悉度对同伴反馈活动中学习投入的影响

认知维度中，主题熟悉组的“个人观点”占比显著高于不同组，而“个人观点的解释”显著低于不同组。这可能是因为，在主题熟悉的情境下，学习者对相关知识有了深入的理解和内化，在表达个人观点时更加直接和高效。而当主题不熟悉时，提供者需要进行更细致的表

达来清楚地解释，以确保接受者能够理解和掌握准确的信息(Xu & Qiu, 2024)。此外，主题熟悉组的“其他”即事实性的陈述显著高于主题不同组。对熟悉的主题的课程进行评价时，学习者不必花费更多的时间关注课程的内容，更多的将目光落在了课程设计的细节上，陈述与主题相关的事实性知识。情感维度中，主题不同组的“委婉”显著高于主题相同组。在主题不同的情况下，学习者对主题没有足够的知识背景，提出意见的时候，语言会相对委婉。

4.2.结论及研究意义

本研究中同伴熟悉度未对学习者投入多维度产生显著影响，且交互效应均不显著，结合已有研究同伴熟悉度对同伴反馈活动或正面或负面的影响，可以看出同伴熟悉度对学习者投入的作用机制是复杂的，有待进一步研究。考虑到这一复杂性，教师需根据课程内容、任务的不同，合理规划协作学习小组的成员。本研究通过纳入主题熟悉度这一自变量与细化学习者投入维度，揭示了同伴反馈活动中学习者行为模式的更多细节，为进一步丰富同伴反馈的研究领域，促进更高效的协作学习提供参考。

参考文献

李新,李艳燕,杨现民.(2023). 协作学习投入的结构模型构建与机理阐释[J].现代教育技术(12):45-55.

Cheng, K. H., & Hou, H. T. (2015). Exploring students’ behavioural patterns during online peer assessment from the affective, cognitive, and metacognitive perspectives: a progressive sequential analysis. *Technology, Pedagogy and Education, 24*(2), 171-188.

Cho, K., Schunn, C. D., & Charney, D. (2006). Commenting on writing: Typology and perceived helpfulness of comments from novice peer reviewers and subject matter experts. *Written Communication, 23*(3), 260–294.

Kerman, N. T., Noroozi, O., Banihashem, S. K., Karami, M., & Biemans, H. J. A. (2024). Online peer feedback patterns of success and failure in argumentative essay writing. *Interactive Learning Environments, 32*(2), 614-626.

Poupore, G. (2015). Measuring group work dynamics and its relation with L2 learners’ task motivation and language production. *Language Teaching Research, 20*(6), 719–740.

Sampson, R. J., & Yoshida, R. (2020). L2 feelings through interaction in a Japanese-English online chat exchange. *Innovation in Language Learning and Teaching, 15*(2), 131-142.

Voogt, J., & Roblin, N. P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies, 44*(3), 299-321.

Wei, X. M., Saab, N., & Admiraal, W. (2021). Assessment of cognitive, behavioral, and affective learning outcomes in massive open online courses: A systematic literature review. *Computers & Education, 163*, 104097.

Xu, J., & Qiu, X.Y. (2024). Engaging L2 Learners in Information-gap Tasks: How Task Type and Topic Familiarity Affect Learner Engagement. *RELC Journal, 55*(1), 29–45.

Zhang, S. A., Che, S. P., Nan, D. Y., Li, Y. C., & Kim, J. H. (2023). I know my teammates: the role of Group Member Familiarity in Computer-Supported and face-to-face collaborative learning. *Education and Information Technologies, 28*(10), 12615-12631.

人工智能驱动教师专业发展的进展与趋势：基于 2003-2024 年文献的科学计量分析

Progress and Trends in Teacher Professional Development Driven by Artificial Intelligence: A Scientometric Analysis Based on Literature from 2003 to 2024

张在芃，王兴华*
青岛大学教育科学学院
* wangxinghua379@gmail.com

【摘要】 人工智能 (AI) 在推动教师专业发展方面成效显著，涵盖教师专业知识提升、教学策略创新、教学反思深化及师生交流强化等。然而，该研究领域中现有研究多集中于实证研究，缺乏综述类研究，且数量有限的传统综述方法依赖人工操作，主观性强。为此，本研究采用科学计量学方法，对 AI 赋能教师专业发展的前沿研究进行可视化分析，全面梳理当前研究动态、洞察热点主题脉络，探讨人工智能在教师专业发展中的应用趋势与关键主题。研究旨在为 AI 赋能教师专业发展提供科学依据，并为未来研究提供方向与策略建议。
【关键词】 人工智能；教师专业发展；科学计量学

Abstract: *Artificial Intelligence (AI) has significantly contributed to advancing teachers' professional knowledge, innovating teaching strategies, deepening reflection and collaboration, and enhancing teacher-student communication. While existing research primarily focuses on empirical studies, there is a lack of comprehensive review studies. The limited number of traditional review methods rely on manual operation and are highly subjective. To address this gap, this study employs scientometric methods to conduct a visual analysis of cutting-edge research on AI in teacher professional development. It systematically examines current research trends, identifies key themes, and explores application trends in this field. The findings aim to offer a scientific foundation for leveraging AI to empower teacher professional development and provide forward-looking guidance and recommendations for future research.*
Keywords: AI, Teacher professional development, Scientometric analysis

1．前言

人工智能 (AI) 通过模拟人类智能，推动了社会发展，尤其在解决问题和辅助决策方面表现出高效与精准的优势，广泛应用于教育、经济、工程等领域。然而，AI 在教育领域的应用起步较晚，主要因为教师在 AI 融入教育中的关键作用未得到足够重视。过去的研究多关注技术人员和学生，忽略了教师这一主体，导致 AI 教学实践的推进受阻 (Seufert et al., 2021)。

AI 不仅促进了学生学习，还推动了教师的专业发展。教师专业发展是指在特定教育政策或学校文化中，教师通过学习知识并将其转化为实践，促进学生的成长。这一过程需要教师的信仰、信念以及个体与集体的认知和情感参与，最终实现教师与学生的共同发展 (Avalos, 2011)。

以往关于 AI 赋能教师发展的研究多集中于实证探索，缺乏综述性研究。传统综述研究多依赖人工操作和质性评价，结果主观性较强。为此，本研究引入文献计量学方法，系统且客观地分析 AI 促进教师专业发展的前沿研究。

2．研究方法

文献计量学作为一种客观可靠的分析方法，对大量文献信息进行结构化、量化的分析，科学计量学加入了文献计量工具的使用，对文献数据进行可视化分析，推断出一段时间内的研究趋势，研究主题，发现高产的学者和机构，并呈现研究现状 (Darko et al., 2019)。

2.1. 数据源

文献数据的收集主要使用了 Web of Science 核心数据库。WOS 核心数据库在科学计量学的研究中是研究者的首选数据库，该数据库中包含了很多具有名望的期刊，其中的文献具有很高的重要性和影响力 (Singh et al., 2021)。

2.2. 数据收集

在参考了与人工智能、教师专业发展有关的部分文献后确定的检索式如下，主题词 TS=("Artificial intelligence" or AI or "machine learning" or ML or "machine intelligence" or "intelligent support" or "intelligent agent" or "automated tutor" or "deep learning" or "neural network" or "natural language processing" or NLP or "generative artificial intelligence" or "big data analytics" or "chatgpt" or "neural network" or "expert system" or "large language model") AND TS=(educator* or staff or faculty or teacher* or tutor* or instructor* or lecturer* or professor*) AND TS=(“professional learning” or "professional development" or "professional growth" or "continuing education" or "professional training" or "career advancement" or "teacher development" or "teacher training" or "faculty development" or "instructor development")

最终从 WOS 核心数据库中检索到 479 篇文献，为了进一步提高该检索结果的可靠性，对数据检索结果进行了人工处理，包括删除重复的文章，通过阅读摘要、文章标题排除与研究主题不相关的文章。筛选过后共产生了 314 篇文献，检索文章以纯文本文件的形式从 WOS 核心数据库中导出，用于科学计量学分析。

3．研究结果

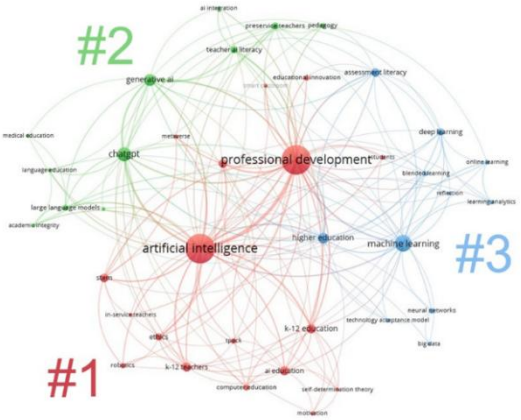


图 1 关键词共现图

人工智能赋能教师专业发展的相关研究数量在 20 年内呈现了飞速上涨的趋势，本研究使用关键词共现图确定研究领域的核心主题和关键概念并揭示概念之间的关系。VOSviewer 被应用于构建关键词共现网络。图 1 展示了关键词共现网络，图中 40 个关键词被分为 3 个群组，分别用不同颜色表示。各群组内关键词相似性较高，代表了人工智能促进教师专业发展研究的不同主题分支。图中每一个节点均代表一个特定的关键词，节点的大小直观地反映了关键词出现频率的高低，边的粗细程度精准地展现了两个关键词之间联系的紧密程度。

3.1. K-12 教师人工智能专业发展研究

红色群组中关键词包括 Professional Development, Artificial Intelligence, K-12 Education, AI Education, K-12 Teachers, STEM, Ethics, Computer Education, Educational Innovation。为适应人工智能时代的需求，K-12 教育需进行变革，教师参与人工智能专业发展项目成为研究热点。Tang et al. (2023) 设计了基于机器学习的 K-12 STEM 教师专业发展项目，提升了教师将机器

学习融入 STEM 教学的能力与态度。Sun et al. (2023) 将人工智能专业发展与 TPACK 模型结合，为教师提供了认知与技能提升的框架。此外，K-12 教师需具备编程能力，模块化编程因其简单易学被广泛应用 (Yue et al., 2022)。同时，人工智能的道德问题，如信息误判和不公平性，也需在教师专业发展中引起重视。

3.2. ChatGPT 在教师专业发展中的应用与挑战研究

绿色群组中关键词包括 ChatGPT, Generative AI, Teacher AI Literacy, Preservice Teachers, Large Language Models, Pedagogy, Academic Integrity。随着大语言模型如 ChatGPT 在教育中的应用取得突破，ChatGPT 能够像专家或导师一样与教师互动，增强教学环境的适应性和交互性，提供智能教学帮助、个性化学习资源，并支持教学设计、反思和自主学习，从而促进教师专业发展 (ElSayary, 2024)。在此过程中，教师的人工智能素养成为关键，需了解 ChatGPT 的工作原理、应对伦理问题，并具备批判性思维和提问能力 (Chiu, 2023)。过往研究多聚焦在职教师的应用，但近期职前教师使用 ChatGPT 的研究逐渐增多，职前教师作为教师专业发展项目中的重要角色，教师应尽早掌握新的人工智能教学工具，从而更好地适应未来的教学工作 (Yau et al., 2023)。同时，研究也关注 ChatGPT 使用中的学术真诚问题，防止其可能带来的不良后果 (Bouteraa et al., 2024)。

3.3. 机器学习在教师专业发展中的应用与培训研究

蓝色群组中关键词包括 Machine Learning, Higher Education, Assessment Literacy, Deep Learning, Neural Networks, Blended Learning, Learning Analytics, Online Learning, Technology Acceptance Model, Big Data, Reflection。机器学习是理解人工智能运作的基础，涵盖深度学习和人工神经网络等技术 (Choi et al., 2020)。目前教师人工智能素养普遍较低，相关培训正处于优化阶段。Wang et al. (2023) 利用虚拟教师社区提供资源和交流平台，帮助教师获取海量线上资源，并与同辈中的模范教师展开深入交流。机器学习在学习分析中的应用引发了对教师评估素养的关注。此外，在这些关键词中，高等教育唯一明确涉及特定教学阶段，高等教育的复杂性和多样性更能体现机器学习的优势。

4．讨论

本研究运用科学计量方法对 2003 年至 2024 年间人工智能促进教师专业发展的相关文献进行了可视化分析，发现近年来该领域文章发文量呈现迅猛上升趋势，表明这一研究方向已成功吸引了技术与教育领域研究者的广泛关注。随着人工智能技术的日益成熟，其在教育领域的应用更加便捷高效，对教师专业发展的推动作用愈发显著，因此应鼓励更多研究人员投身于这一领域。在关键词共现分析中，研究发现人工智能的应用已从高等教育扩展到 K-12 教育，成为教师专业发展研究的热点主题之一。同时，随着 ChatGPT 等新兴人工智能工具的发展，其在教师专业发展中的作用日益凸显，相关研究需与时俱进。

参考文献

Avalos, B. (2011). Teacher professional development in teaching and teacher education over ten years. *Teaching and Teacher Education*, *27*(1), 10-20.

Bouteraa, M., Bin-Nashwan, S. A., Al-Daihani, M., Dirie, K. A., Benlahcene, A., Sadallah, M., ... & Chekima, B. (2024). Understanding the diffusion of AI-generative (ChatGPT) in higher education: Does students' integrity matter?. *Computers in Human Behavior Reports*, *14*, 100402.

Choi, R. Y., Coyner, A. S., Kalpathy-Cramer, J., Chiang, M. F., & Campbell, J. P. (2020). Introduction to machine learning, neural networks, and deep learning. Translational Vision Science & Technology, 9(2), 14-14.

Chiu, T. K. (2023). The impact of Generative AI (GenAI) on practices, policies and research direction in education: A case of ChatGPT and Midjourney. Interactive Learning Environments, 1-17.

Darko, A., Chan, A. P., Huo, X., & Owusu-Manu, D. G. (2019). A scientometric analysis and visualization of global green building research. *Building and Environment*, *149*, 501-511.

ElSayary, A. (2024). An investigation of teachers' perceptions of using ChatGPT as a supporting tool for teaching and learning in the digital era. *Journal of Computer Assisted Learning*, *40*(3), 931-945.

Seufert, S., Guggemos, J., & Sailer, M. (2021). Technology-related knowledge, skills, and attitudes of pre-and in-service teachers: The current situation and emerging trends. *Computers in Human Behavior*, *115*, 106552.

Singh, V. K., Singh, P., Karmakar, M., Leta, J., & Mayr, P. (2021). The journal coverage of Web of Science, Scopus and Dimensions: A comparative analysis. *Scientometrics*, *126*, 5113-5142.

Sun, J., Ma, H., Zeng, Y., Han, D., & **, Y. (2023). Promoting the AI teaching competency of K-12 computer science teachers: A TPACK-based professional development approach. *Education and Information Technologies*, *28*(2), 1509-1533.

Tang, J., Zhou, X., Wan, X., Daley, M., & Bai, Z. (2023). ML4STEM professional development program: Enriching K-12 STEM teaching with machine learning. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, *33*(1), 185-224.

Wang, A., Yu, S., Wang, M., Wu, L., Wang, D., & Huang, L. (2023). Promoting meaningful peer feedback among in-service Chinese language teachers in an online lesson study. *System*, *115*, 103055.

Yue, M., Jong, M. S. Y., & Dai, Y. (2022). Pedagogical design of K-12 artificial intelligence education: A systematic review. *Sustainability*, *14*(23), 15620.

Yau, K. W., Chai, C. S., Chiu, T. K., Meng, H., King, I., & Yam, Y. (2023). A phenomenographic approach on teacher conceptions of teaching Artificial Intelligence (AI) in K-12 schools. *Education and Information Technologies*, *28*(1), 1041-1064.

基于在线白板的初中协作论证学习活动效果研究

The Effectiveness of Collaborative Argumentation Learning Activities in Junior High School Based on Online Whiteboards

金奘[1]，李瑶[2]，周梓娴[1]，胡玥[1*]
[1]杭州师范大学经亨颐教育学院
[2]杭州市清河实验学校
[*]yuehu@hznu.edu.cn

【摘要】在信息化高速发展、人工智能广泛应用的时代，网络信息纷繁复杂，培养学生辨别真伪、深入分析问题的批判性思维成为重要议题。基于此，本研究设计在线协作论证学习活动，运用认知网络分析等方法研究学习效果。研究发现：（1）学生批判性思维意识有所提高但不显著；协作学习倾向及参与度显著提高；（2）高低论证水平组论证行为存在显著差异，其中低论证水平组更多关注任务执行和证据的简单罗列；而高论证水平组能进行更深层次的论证，形成复杂且严密的论证认知网络。
【关键词】在线协作论证；批判性思维意识；协作学习倾向；参与度；认知网络

Abstract: *In the era of rapid technology development and widespread applications of artificial intelligence, cultivating students' critical thinking skills to discern truth from falsehood and analyze problems deeply is essential amidst complex online information. This study designs an online collaborative argumentation learning activity and employs methods such as cognitive network analysis to investigate its effects. Findings include: (1) Students' critical thinking awareness improved, but the improvement was not statistically significant; however, their collaborative learning tendency and their learning engagement increased significantly; (2) Significant differences in argumentation behaviors were observed between high-level and low-level argumentation groups. The low-level groups focused more on task execution and simple listing of evidence, while the high-level groups engaged in deeper argumentation, forming complex and rigorous argumentation networks.*

Keywords: Online Collaborative Argumentation; Critical Thinking Awareness; Collaborative Learning Tendency; Learning Engagement; Cognitive Network

基金项目：国家自然科学基金青年项目“在线协作学习中的共享调节机制与干预策略研究”（项目编号：72304083）；浙江省教育科学规划项目“基于学习分析技术的多模态在线协作学习评价与干预研究”（项目编号：2023SCG021）.

1.前言

随着互联网的广泛普及以及人工智能技术的广泛应用，网络空间中的信息呈现爆炸式增长，但其中夹杂大量复杂、真伪难辨的信息。大量未经验证的信息容易对学生产生误导，学生难以筛选出有价值的内容；也有部分学生对互联网资源过于依赖，逐渐缺乏独立思考和解决问题的能力。因此，提升公众尤其是中小学生的批判性思维能力，已成为一项迫切的任务。

协作论证作为在线协作学习的一种形式，通过在群体中进行对话论证，促使学生主动融入教学，有助于促进学生批判性思维能力和协作问题解决能力的提升(X. Chen et al., 2024; Rosen et al., 2020; 柳晨晨 et al., 2021)。同时，在线协作论证给学生提供平等参与的机会以及自由的参与时间(Hemberger et al., 2017)，论证内容也易于留痕和保留，帮助学生梳理论证结

构(Sönmez et al., 2020)。梳理以往相关研究发现，目前对协作论证的研究多集中在社会议题、科学和数学等领域，且多面向本科生或高中生。然而当前针对初中生群体的协作论证研究较少，尤其是结合在线协同工具进行实践研究，仍有很大的探索空间。因此，本研究在初中信息科技课程中引入基于在线白板的协作论证活动，通过小组论证、共同探究等，促进学生交流互动，锻炼其信息分析判断能力，以提升学生批判性思维能力。

基于此，本研究旨在探究：1）在线协作论证学习活动对学生批判性思维意识、协作学习倾向、参与度有何影响？2）在线协作论证活动中，高、低论证水平组的论证行为有何差异？

2.研究设计

2.1 研究对象

本研究选取杭州市初一某班 37 名学生作为研究对象，每位学生均具备一定的电脑操作基础。实验采取随机分组，每组 3-4 人，共 10 组。

2.2 研究流程

本研究参照图尔敏论证模型(Toulmin, 2003)，设计了适合初中生思维的论证图支架以支持学生协作论证。实验依托在线协作白板“BoardMix”进行，共持续 4 周，每周一课时。课程第 1 周，教师进行论证相关知识的讲解与案例介绍，学生完成一次简单在线协作任务初步体验并熟悉平台。实验后 3 周，逐步开展论题引入、论证准备、在线协作论证、总结论证（论证图绘制）等四个阶段的在线协作论证活动，最后教师总结评价。在整个在线协作论证过程中记录学生讨论过程，并结合问卷前后测及学生讨论数据进行分析，以判断论证活动后学生批判性思维意识、协作学习倾向、参与度变化及高低论证水平组的论证行为差异。

2.3 数据收集与分析

本研究选取了马志强等人(2024)修订的批判性思维意识量表以及 Hwang 等人(2011)开发的协作学习倾向量表进行论证活动的前后测。此外，本研究选取了 Xu 等人(2024)开发的参与度量表对学生协作学习参与度进行前后测。除情感参与量表为九点语义量表外，其余问卷均为李克特 5 点量表；且问卷克隆巴赫一致性系数均大于 0.9，具有较高可信度。

此外，为分析学生在线协作论证过程中的论证行为差异，本研究参考 Hsu 等人(2015)关于在线论证内容的编码框架，并结合本研究特点，确定了包含观点、证据、理由、赞成、反驳、提问、总结、任务和其他共 9 种不同的论证行为编码表。依据最终编码框架，两名研究者对小组讨论内容进行独立编码，其编码内部一致性检验 Kappa 系数为 0.871(p＜0.01，N=525)，表明编码质量在可接受的水平上，并最终由第三位研究者对编码中分歧部分进行协商确定。同时，参考以往论证质量评价量规(Lin et al., 2015; Ma et al., 2024)，设计适合本研究的论证能力评分标准，并由两位研究者对小组论证图共同打分。

3.研究结果与讨论

3.1 问卷结果分析

为评估在线协作论证活动后学习者批判性思维意识、协作学习倾向以及小组参与度的情况，本研究进行配对样本 t 检验，结果如表 1 所示。

在批判性思维意识方面，学生后测均值略高于前测，但无显著差异（t=2.00, p=0.106>0.05）。这表明在线协作论证学习活动对学生的批判性思维意识有一定促进作用，但由于批判性思维意识的提升是一个持续且复杂的过程，而本研究干预周期仅为 4 周，且每周仅一课时，时间较为有限且有间断。这可能在一定程度上削弱了论证活动对学生批判性思维的深层引导，因此并未在实验前后产生显著差异。

在协作学习倾向方面，学生后测均值显著高于前测（t=2.00, p=0.029＜0.05, Cohen’s d=0.374），表明在线协作论证学习活动对学生协作学习倾向的提升具有显著效果。分析其原因，学生此前在信息科技课上缺乏协作学习经验，而在线协作论证学习提供了全新的学习模

式，激发了学生学习兴趣与参与意愿；同时，在线平台给学生创造了平等参与的环境，减少了传统课堂中的沟通障碍，使更多学生能积极参与协作，从而显著提升学生的协作学习倾向。

在参与度方面，三个维度的后测得分均显著高于前测得分（$p<0.05$），这表明在线协作论证学习活动极大提高了学生在学习中参与各项任务和组内互动的积极性，使学生更深入地思考和学习。其中，行为参与维度效应量最高，具有中等效应量（Cohen’s d=0.565），说明学生在活动中表现出更高频次的操作、交流和任务执行等行为，这是在线协作环境引导学生主动投入和强化外显行为参与的结果。此外，认知与情感参与维度的显著提升也说明学生在理解任务、形成深度思考以及情感交流等方面均有显著进步。

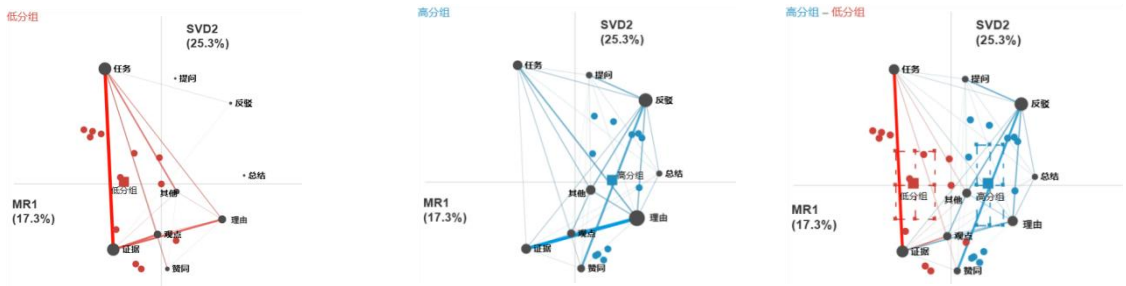
表 1 问卷前后测配对样本 *t* 检验结果

维度		前/后测	*n*	*M*	*SD*	*t*	*p*	Cohen’s *d*
批判性思维意识		前测	37	3.62	0.55	2.000	0.106	0.272
		后测	37	3.75	0.64			
协作学习倾向		前测	37	3.58	0.52	2.000	0.029	0.374
		后测	37	3.79	0.55			
参与度	行为参与	前测	37	3.74	0.55	3.000	0.001	0.565
		后测	37	4.16	0.66			
	认知参与	前测	37	3.55	0.66	3.000	0.010	0.444
		后测	37	3.85	0.66			
	情感参与	前测	37	1.56	1.75	3.025	0.005	0.497
		后测	37	2.49	1.47			

3.2 高低论证水平组的论证行为差异

为探究在线协作论证活动下高低论证水平组论证行为的差异，本研究基于小组论证图分数分别选择了高论证水平组（3 组）和低论证水平组（3 组），并对编码数据进行认知网络分析，结果如图 1 所示。其中实心矩形表示质心位置，虚线方框表示 95%水平置信区间；节点表示论证行为要素，节点的大小反映了与周围其他认知元素建立连接的多少；连线粗细反映元素间的共现频率，线条越粗，共现频率越高。Mann-Whitney 检验后发现，高低水平组在 Y 轴上没有显著差异（p=0.88＞0.05）,但在 X 轴上具有显著差异（p＜0.05），表明两组的论证行为整体上存在显著差异。

对比图 1.a 和图 1.b 的质心位置，低论证水平组质心在 Y 轴左侧，偏向于“任务”和“证据”的论证行为，高论证水平组质心在 Y 轴右侧，侧重于“理由”和“反驳”的论证行为。从各元素间的共现网络看，低水平组认知网络图具有明显的局部性特点，最强的连接发生在任务、证据和理由三个要素之间，其他论证要素很少涉及或连接强度较弱；而高水平组共现网络更复杂、密集和丰富，整体呈现以证据、理由、反驳、赞同和任务的复杂论证结构网络。通过两组的认知网络叠减图（图 1.c）可见：大多数强连接属于高水平组，低水平组强连接较少。其中，“任务—证据”强连接出现在低水平组，高水平组则呈现“反驳—赞同”的强连接。



a.低水平组　　b.高水平组　　c.高、低水平组叠减图

图 1 高水平组（蓝）和低水平组（红）认知网络及叠减图

综上分析，高低分组在论证水平和结构上均有明显差异。低论证水平组的论证更多地围绕任务的明确和证据的罗列展开，而对于反驳、赞同等需要深入思考和互动的论证行为则涉及较少，导致他们的论证过程较为单一，难以形成全面且深入的论证。而高论证水平组在论证过程中能够提出有力的理由和证据支持自己的观点，同时通过赞同相同观点和反驳不同观点来完善论证，形成更加深层的论证。

4.结论与建议

本研究旨在设计由论证图支持的在线协作论证活动，探究其对学生批判性思维意识、协作学习倾向及参与度的影响。研究结果显示：1）学生批判性思维意识有所提高但不显著；协作学习倾向以及学习参与度均得到显著提高；2）通过认知网络分析发现，高低论证水平组论证行为存在显著差异，其中低水平组更多关注任务执行和证据的简单罗列；而高水平组能进行更深层次的论证，有更多赞同、反驳等交互行为。本研究为信息科技课程中融合批判性思维培养与在线协作学习提供了实践指导；同时，通过认知网络分析揭示了不同论证水平学生在论证行为上的差异，为优化在线协作论证活动设计和个性化策略提供了参考。针对低论证水平组学生缺乏反驳等深层论证交互的问题，教师可通过展示优质论证案例并在论证过程中给予学生及时反馈指导，引导学生多角度思考等方式，逐步推动其深入论证。

本研究存在一定的局限性：首先，批判性思维是一个发展且持续的过程，需要时间培养和发展(W. Chen et al., 2024)，而本研究实验周期较短，未来应该延长实验周期；此外，本研究样本量较小，在未来的研究中应进一步扩大样本数；同时未来研究可进一步对协作论证主题的难易度进行区分并细化论证行为编码框架，以提升研究结果的普适性和可靠性，并更深入地揭示在线协作论证的效果和机制。

参考文献：

Chen, W., Hu, H., Lyu, Q., & Zheng, L. (2024). Using peer feedback to improve critical thinking in computer‐supported collaborative argumentation: An exploratory study. *Journal of Computer Assisted Learning*, *40*(6), 3390-3405.

Chen, X., Zhao, H., Jin, H., & Li, Y. (2024). Exploring college students' depth and processing patterns of critical thinking skills and their perception in argument map (AM)-supported online group debate activities. *Thinking Skills and Creativity*, *51*, 101467.

Hemberger, L., Kuhn, D., Matos, F., & Shi, Y. (2017). A dialogic path to evidence-based argumentive writing. *Journal of the Learning Sciences*, *26*(4), 575-607.

Hsu, C. C., Chiu, C. H., Lin, C. H., & Wang, T. I. (2015). Enhancing skill in constructing scientific explanations using a structured argumentation scaffold in scientific inquiry. *Computers and Education*, *91*, 46-59, Article 2911.

Hwang, G. J., Shi, Y. R., & Chu, H. C. (2011). A concept map approach to developing collaborative Mindtools for context‐aware ubiquitous learning. *British Journal of Educational Technology*, *42*(5), 778-789.

Lin, C. H., Chiu, C. H., Hsu, C. C., & Wang, T. I. (2015). The influence of playing a for or against a controversial position on elementary students' ability to construct cogent arguments. *The Asia-Pacific Education Researcher*, *24*, 409-418.

Ma, Z. Q., Kong, L. Y., Tu, Y. F., Hwang, G. J., & Lyu, Z. Y. (2024). Strengthening collaborative argumentation with interactive guidance: a dialogic peer feedback approach based on the six thinking hats strategy. *Interactive Learning Environments*, 1-25.

Rosen, Y., Wolf, I., & Stoeffler, K. (2020). Fostering collaborative problem solving skills in science: The Animalia project. *Computers in Human Behavior*, *104*, 105922.

Sönmez, E., Akkaş, B. N. Ç., & Memiş, E. K. (2020). Computer-aided argument mapping for improving critical thinking: Think better! Discuss better! Write better! *International Journal of Contemporary Educational Research*, *7*(2), 291-306.

Toulmin, S. E. (2003). *The uses of argument*. Cambridge university press.

Xu, B., Stephens, J. M., & Lee, K. (2024). Assessing student engagement in collaborative learning: Development and validation of new measure in China. *The Asia-Pacific Education Researcher*, *33*(2), 395-405.

柳晨晨, 于澎, 侯洁蕊, & 王佑镁. (2021). 在线学习中互动讨论模式如何影响学习者的批判性思维. *电化教育研究*, *42*(03), 48-54+61.

基于虚拟化学实验培养高中生批判性思维的实践研究

A Study on the Impact of Virtual Chemistry Experiments on High School Students' Critical Thinking

乔雪涵[1]，陈洪发[1]，邓清华[2]，范艳花[1*]
[1]河南大学化学与分子科学学院
[2]开封市第十中学
[*]fanyanhua9080@163.com

【摘要】 在信息化社会的大背景下，教育日益重视现代信息技术辅助学生掌握化学知识与技能以及启发学生的科学思维。批判性思维对于学生在决策、领导以及专业技能发展中的有着重要作用。基于此，本研究尝试在高中化学课堂上结合虚拟实验构建教学模式以培养学生的批判性思维。结果显示，实验班在批判性思维倾向和批判性思维技能方面均优于对照班，具有显著性差异，为培养高中生批判性思维提供了新途径。该研究为教育工作者提供了实证数据，支持虚拟实验在化学教育中应用。

【关键词】 批判性思维倾向，批判性思维技能、虚拟实验，高中化学

Abstract: *In an information-driven society, education has increasingly emphasized the use of modern information technology to assist students in mastering chemical knowledge and skills, as well as fostering scientific thinking. Critical thinking is crucial for students' decision-making, leadership, and professional skill development. Based on this, this study aims to construct a teaching model integrating virtual experiments in high school chemistry classrooms to cultivate students' critical thinking. The results show the experimental class outperforms the control class in critical thinking disposition and critical thinking skills，with significant differences. This provides a new approach to cultivating critical thinking among high school students. The study offers empirical data supporting the application of virtual experiments in chemistry education.*

Keywords: Critical Thinking Dispositions，Critical Thinking Skills，Virtual Experiments，High School Chemistry

1.引言

随着社会信息化的不断提高，社会复杂性和相互依存性的加强，批判性思维的能力对于现代生活的成功越来越重要。新版高中和义务教育化学课程标准均强调要培养学生的批判性思维，并将其作为实现课程目标和形成科学思维的重要途径。目前，对于批判性思维的培养集中在课程、教学方法等方面，教师在教学过程中需重点关注并培养学生的批判性思维。

近年来，计算机教育在教学中发挥着举足轻重的作用，虚拟实验作为计算机技术的实验项目，被视为重要教学资源。在中学化学教育中，虚拟实验提供沉浸式、无风险学习环境，学生可重复实验至理解，有助于发展学生的批判性思维(Winkelmann et al., 2020)。

虚拟实验对培养学生的批判性思维有一定的潜力，但缺乏实证研究。因此本研究将虚拟实验应用到高中化学课堂，探讨虚拟化学实验的教学对学生批判性思维的影响。研究问题如下：

问题 1:基于虚拟化学实验能否有效提升高中生的批判性思维倾向？

问题 2:基于虚拟化学实验能否有效提升高中生的批判性思维技能？

2.文献综述

Facione 将批判性思维视为一种有目的、自我调控的判断，它涵盖了解释、分析、评价、推论的能力，并考虑了判断的基础，如证据、概念、方法、标准和情景。根据定义，Facione 等人将批判性思维划分为批判性思维倾向维度和批判性思维技能维度(Facione, 1990)。在化学教育中，批判性思维有助于学生整合化学概念(Chi et al., 2024)，加深对化学知识的理解。虚

拟实验是指利用多媒体、模拟、虚拟现实（VR）等尖端技术建立的软件和硬件操作环境。实验者可以在这些环境中进行各种实验项目，模拟现实世界条件。相比于传统实验，虚拟实验可以减少材料消耗、降低成本，也降低了传统实验中可能存在的处理危险化学品的风险和危险。虚拟实验能积极影响学生学习效果和表现力，故被广泛引入课堂辅助教学，尤其在科学课程中帮助教师阐释复杂概念。虚拟实验通过模拟真实实验环境，使学生在没有物理实验室限制的情况下进行实验操作，这种环境允许学生自主探索，操纵变量，解决实验中遇到的问题，能很好地促进了学生的批判性思维的发展(Reyes et al., 2024)。

3.研究方法

3.1.研究对象

本研究选择中国河南省商丘市 X 高中的高二年级（6）班与（3）班作为研究对象，（6）班作为对照班，采用传统讲授法教学；（3）班作为实验班，采用基于虚拟化学实验的教学模式。两个班级的人数均为 50 人。

3.2.测量工具

为探究虚拟化学实验对学生批判性思维的影响，本研究使用的是高中生批判性思维倾向测量表以及 CCTST 量表。高中生批判性思维倾向测量表改编自 CTDI-CV(彭美慈,2004)，将原有的 70 道题删减为 35 道题。本问卷将继续延续 CTDI-CV 中的 Likert 的 6 分制量表，各维度的 Cronbach’s alpha 均在 0.8 以上；CCTST 量表主要评估个体在批判性思维方面的六个核心技能，即：阐明、分析、评估、推论、说明和自我校准。2002 年，罗清旭等人对 CCTST 进行本土化的翻译和修改，得到了 CCTST 中文版（罗清旭等人，2002）。

3.3.实验过程

在实验开始前，对两个班级的学生进行了预测试，对收集到的量表数据分析，两个班级批判性思维总体倾向和批判性思维技能不存在显著差异。在新课教授阶段，教师们统一采用了人教版高中化学选择性必修 1《化学反应原理》第二章第一节“化学反应速率”以及第二节“化学平衡”作为教学内容。

在实验班中，教师基于虚拟实验平台采用探究式学习法以及合作学习法，以小组为单位进行教学。对于“化学反应速率”这一节的内容，每组的同学根据老师的问题，利用 PhET 虚拟实验工具有效建构碰撞理论模型，探究温度、浓度等因素对化学反应速率的影响；对于“化学平衡”这一节的内容，每组的同学在教师的引导下，利用 PhET 虚拟实验平台构建化学反应时反应物分子数、生成物分子数变化模型，在微观视角下探究温度、浓度对化学平衡的影响，必要时教师要给予适时地帮助和指导。在对照班中，教师提前制作好有关 PPT 课件，采用传统讲授法进行授课，不使用虚拟实验或其它多媒体辅助教学工具。

在完成教学后，两个班级的学生需要再次填写《高中生批判性思维倾向量表》以及 CCTST 测试量表。根据学生的填写数据结果，与预测试数据进行比较，以此来评估虚拟化学实验对学生批判性思维倾向和批判性思维技能的影响。

4.实验结果

4.1.虚拟化学实验对学生批判性思维倾向的影响

由表 1 可知，实验班在实验前后批判性思维倾向总分有着显著的提高。以班级为分组变量，对实验前后批判性思维倾向总分做独立样本 t 检验。由表 2 分析：实验前，Levene 方差显著性为 0.535>0.05，具备方差齐性，P=0.433>0.05，表示实验前两个班级的批判性思维倾向总体无显著差异；实验后，由表可知，Levene 方差显著性为 0.472>0.05，具有方差齐性，P=0.000<0.05，表明实验后对照班、实验班的批判性思维倾向总体水平存在显著性差异。

表 1-实验前后两个班级批判性思维倾向总分对比

	班级	N	均值	标准差	均值的标准误
前	对照班	50	123.14	8.704	1.231

测	实验班	50	121.68	9.801	1.386
后	对照班	50	125.14	8.048	1.138
测	实验班	50	132.16	9.233	1.306

表 2-实验前后两个班级批判性思维倾向总分独立样本检验

		方差方程的 Levene 检验		均值方程的 t 检验					差分的 95%置信区间	
		F	Sig.	t	df	Sig.(双侧)	均值差值	标准误差值	下限	上限
前测	假设方差相等	0.387	0.535	0.788	98	0.433	1.46	1.854	-2.219	5.139
	假设方差不相等			0.788	96.65	0.433	1.46	1.854	-2.219	5.139
后测	假设方差相等	0.522	0.472	-4.053	98	0.000	-7.02	1.732	-10.457	-3.583
	假设方差不相等			-4.053	96.21	0.000	-7.02	1.732	-10.457	-3.582

4.2 虚拟化学实验对学生批判性思维技能的影响

由表 3 可知，实验班在实验前后批判性思维技能总分有着显著的提高。以班级为分组变量，对实验前后批判性思维技能得分进行独立样本 t 检验。由表 4 可知，实验前，Levene 方差显著性为 0.882>0.05，具有方差齐性，P=0.579＞0.05，表示两个班级的批判性思维技能不存在显著性差异；实验后，Levene 方差显著性为 0.329>0.05，具有方差齐性。而 P=0.02<0.05，则显示实验后对照组和实验组的技能总体水平存在显著差异。

表 3-实验前后两个班级批判性思维技能总分对比

	班级	N	均值	标准差	均值的标准误
前测	对照班	50	17.18	2.678	0.379
	实验班	50	16.88	2.715	0.384
后测	对照班	50	17.82	2.688	0.38
	实验班	50	19	2.301	0.325

表 4-实验前后两个班级批判性思维技能独立样本 t 检验数据对比

		方差方程的 Levene 检验		均值方程的 t 检验					差分的 95% 置信区间	
		F	Sig.	t	df	Sig.(双侧)	均值差值	标准误差值	下限	上限
前测	假设方差相等	0.022	0.882	0.556	98	0.579	0.3	0.539	-0.77	1.37
	假设方差不相等			0.556	97.981	0.579	0.3	0.539	-0.77	1.37
后测	假设方差相等	0.964	0.329	2.358	98	0.02	1.18	0.5	0.187	2.173
	假设方差不相等			2.358	95.722	0.02	1.18	0.5	0.187	2.173

4.结果讨论

由实验数据结果可知，基于虚拟化学实验的教学模式确实能够积极促进学生的批判性思维倾向和技能的发展。这可能源于虚拟化学实验可以模拟真实的化学实验，使学生在没有物理实验室限制的情况下独立进行实验设计，操作以及结果分析，同时也允许学生将理论知识应用于实际操作中，通过解决实际问题来加深对概念的理解，而这种理论到实践的转化过程是批判性思维培养的关键环节(Kolil & Achuthan, 2024)。因此，基于虚拟化学实验的教学模式确实可以培养学生的批判性思维倾向。

在虚拟实验中，学生可与小组成员及时讨论，通过小组成员之间的互动促进深度学习，有效提升批判性思维技能。在通过虚拟实验操作测试理论与假设的过程中，学生们的分析和解决问题能力得到了极大提升，而这种能力也是批判性思维的重要技能之一。

5.结语

本研究发现，在实施了特定的虚拟化学实验教学策略后，学生的批判性思维确实有了一定的发展。虚拟现实技术通过提供高度真实的 3D 可视化，使学生沉浸在虚拟实验室的环境中进行探索和实验，有助于学生的批判性思维的发展。再者，学生可以在一个模拟的环境中应用他们所学的理论知识，从而加深对科学概念的理解，有助于他们将理论知识和实际应用相结合。而教师不仅可以利用虚拟实验并整合到课程中，探索新的教学技术策略，也可以为教师提供了新颖的教学工具和方法。

参考文献

罗清旭,杨鑫辉.(2001).《加利福尼亚批判性思维倾向问卷》中文版的初步修订.心理发展与教育(03),47-51.

彭美慈,汪国成,陈基乐,陈满辉,白洪海,李守国,李继平,蔡芸芳,王君俏,殷磊.(2004).批判性思维能力测量表的信效度测试研究.中华护理杂志(09),7-10.

Chi, M., Zheng, C., & He, P. (2024). Using the lens of essential questions-perspectives to investigate the representations of chemical thinking in chinese secondary chemistry textbooks. Research in Science Education.

Facione, P. A. (n.d.). A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction.

Kolil, V. K., & Achuthan, K. (2024). Virtual labs in chemistry education: A novel approach for increasing student’s laboratory educational consciousness and skills. Education and Information Technologies.

Reyes, R. L., Isleta, K. P., Regala, J. D., & Bialba, D. M. R. (2024). Enhancing experiential science learning with virtual labs: A narrative account of merits, challenges, and implementation strategies. Journal of Computer Assisted Learning, 40(6), 3167‐3186.

Winkelmann, K., Keeney-Kennicutt, W., Fowler, D., Lazo Macik, M., Perez Guarda, P., & Joan Ahlborn, C. (2020). Learning gains and attitudes of students performing chemistry experiments in an immersive virtual world. Interactive Learning Environments, 28(5), 620‐634.

项目式学习中社会共享调节学习策略对科学论证能力和社会情感互动的影响

The Effects of Socially Shared Regulation Learning Strategies on Scientific Argumentation Skills and Social-Emotional Interactions in Project-Based Learning

汪诗颖[1]，郑晓丽[1*]，赖文华[1]，张世坤[1]，吴佳露[1]
[1]温州大学 教育学院
[*]tilly222@163.com

【摘要】 科学论证能力已成为每个公民应具备的重要技能。以往的研究表明，项目式学习(PBL)可以培养学生的科学论证能力，而社会共享调节学习策略(SSRL-S)有助于调节学生的社会情感互动。然而，很少有研究将 PBL 和 SSRL-S 相结合进行探究。因此，本研究将 SSRL-S 应用于五年级两个班级的项目式教学中，旨在探究 SSRL-S 对学生科学论证能力和社会情感互动的影响。通过单因素协方差分析和认知网络分析(ENA)，结果表明，在项目式学习中，SSRL-S 对学生科学论证能力和社会情感互动都有显著的积极的促进作用。
【关键词】 科学论证能力；社会共享调节学习策略；项目式学习；社会情感互动；ENA

Abstract: *The ability to make scientific arguments has become an important skill that every citizen should possess. Previous studies have shown that project-based learning (PBL) can develop students' scientific argumentation skills, while social shared regulation learning strategies (SSRL-S) help regulate students' social-emotional interactions. However, few studies have explored the combination of PBL and SSRL-S. Therefore, this study applied SSRL-S to project-based learning in two fifth-grade classes, aiming to investigate the effects of SSRL-S on students' scientific argumentation skills and social-emotional interactions. Through one-way analysis of covariance (ANCOVA) and cognitive network analysis (ENA), the results showed that SSRL-S had a significant positive contribution to both students' scientific argumentation skills and social-emotional interactions in project-based learning.*
Keywords: Scientific Argumentation Skills, Social Sharing Regulation Learning Strategies, Project-Based Learning, Social-Emotional Interaction, ENA

1.引言

国务院先后发布了《全民科学素质行动计划纲要(2006—2010—2020 年）》和《全民科学素质行动规划纲要(2021—2035 年）》这两个重要的指导性文件，制定了一系列配套政策和措施两个指导性纲要，以推动全民科学素养的提升。项目式学习(PBL)作为一种以学生为中心的教学模式，通过解决问题促进深度学习，其核心要素之一是协作学习。张纪美(2021)提出 PBL 可以帮助学生深化学习内容，提升学生的科学论证能力和协作能力。在协作学习中，学生会产生更复杂和多方面的认知、动机和情感挑战，而社会共享调节学习策略(SSRL-S)可以帮助学生进行集体分享，同时协商认知、行为、动机和情感来达成对协作任务的共同认知(Isohätälä et al.,2017)。SSRL-S 作为 PBL 的内隐概念，可以提升学生的知识、元认知和动机，同时也能帮助学生调节社会情感互动(Barron et al.,2000)。因此，SSRL-S 不仅能够优化 PBL 中的协作过程，还能促进积极的社会情感互动，进一步提升学生的科学论证能力和团队协作能力，最终实现更高质量的学习成果。

本研究将社会共享调节学习策略(详见第 2 节)应用于项目式学习中，选择两个班级进行不同的项目式学习，探究社会共享调节学习策略对小学生的科学论证能力和社会情感互动产生了什么影响。因此，本研究采用单因素协方差分析来探究社会共享调节学习策略对学生科学论证能力的影响，采用认知网络分析(ENA)来探究社会共享调节学习策略对社会情感互动有

什么影响。基于此，本文提出了两个研究问题：1.社会共享调节学习策略对学生的科学论证能力产生怎样的影响？2.社会共享调节学习策略对学生的情感交互产生怎样的影响？

2.研究设计

2.1. SSRL-S 教学设计与活动框架

本研究使用元认知团队管理工具(MTMT)作为实验组社会共享调节学习策略（SSRL-S）的学习支架。MTMT 旨在指导学生有效协调团队工作，开展组内监管与评价，并在协作学习中促进情感互动。在学习的各个阶段，学生可以评估团队的整体绩效，并与所有团队成员共享相关信息(Kwon et al.,2014)。基于此，本研究设计了 SSRL-S 活动框架，包括提出问题、制定计划、小组监管和小组评价四个核心环节。将其融入基于 SSRL-S 的 PBL 教学活动设计中，教学设计主要分为四个部分：首先，教师创设情境提出问题，引导学生采用 MTMT 明确目标并探讨解决方案；其次，学生制定项目计划，教师提供相关支架帮助学生监控计划执行情况；第三，学生进行小组合作解决问题，结合 MTMT 进行组内监管，鼓励学生进行积极沟通与协作；最后，小组分享成果，通过 SSRL-S 进行组内评价，并结合师生评价，反思进一步的改进方向。

2.2 研究对象

本实验选取中国浙江省某小学五年级两个班共 79 名学生，其中，实验组 40 人，采用基于 SSRL-S 的 PBL 教学；对照组 39 人，对照组采用一般的 PBL 教学。他们在前测成绩中不存在显著差异(t=0.21,p=0.84; t=0.01,p=0.99)，所有学生均由同一位老师授课。

2.3 实验流程

本实验为期 8 周，选择浙教版五年级科学课本中第三单元的三课内容进行教学，每个课时 80 分钟，实验流程见图 1。教学过程中，在实验组和对照组中随机选取三个小组进行录像，课程开始前和结束后，学生填写 EMA 情绪自我报告，收集相关数据进行社会情感互动分析。学生在 IPAD 的信息化支持下使用博思白板(BOARDMIX)进行课堂协作，它能为学生提供协作平台，查阅资料、播放音频或影像等多种服务。在课程结束后，采用 SPSS 25 对科学论证能力的前后测数据进行单因素协方差分析探究 SSRL-S 对科学论证能力的影响；采用认知网络分析(ENA)分析 SSRL-S 对学生社会情感互动的影响。

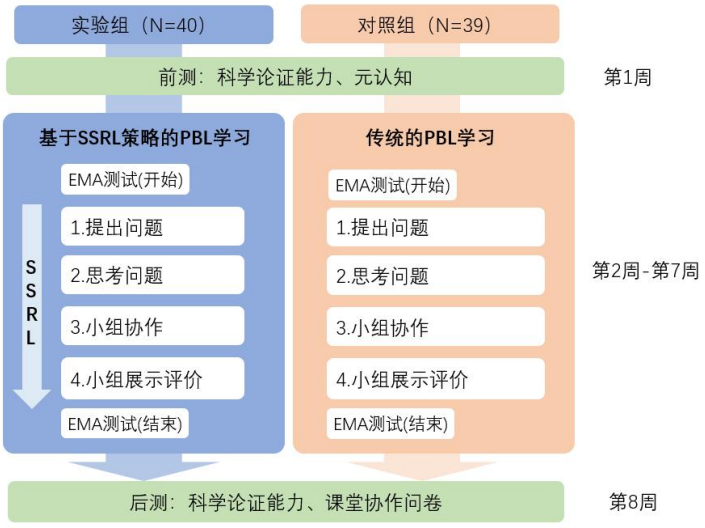


图 1 实验流程

2.4. 测量工具

本研究中科学论证能力前测试题选自 PISA2015 年小学科学测试题，后测试题由研究者与小学老师共同讨论编写。科学论证能力水平等级表改编自 Erduran, Simon 和 Osborne(2004)的论证框架，包括主张、理由和支援这三个模块。情感交互编码改编自 Törmänen(2021)，其中

对 40%协作小组进行可靠性编码，社会情感互动、定义互动概念和调节负面情绪互动的 kappa 值分别为 0.69、0.72 和 0.88。

3.数据分析与结果

在 SPSS 25 中计算各组科学论证能力等级的平均值和标准差。结果表明，SSRL-S 作用前，实验班与对照班的科学论证能力几乎在同一水平。SSRL-S 作用后，使用 SSRL-S 的学生科学论证能力得到显著提升。然后，在 SPSS 25 中进行单因素协方差分析，将 SSRL-S 设为自变量，前测科学论证能力（Pretest）设为协变量，后测科学论证能力作为因变量。SSRL-S*Pretest 的交互作用的回归同质性被接受，F=0.32，p=0.576>0.05。其次，通过单因素协方差分析的方差齐性条件，F=1.291，p=0.259>0.05。结果表明，使用 SSRL-S 能显著提升学生的科学论证能力，F(1,76)=12.60，p=0.001，见表 1。

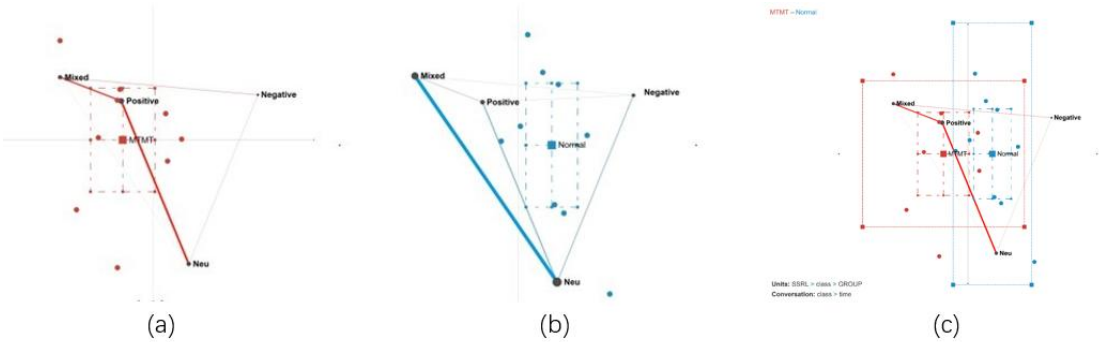
表 1 前后测成绩的平均值和标准差以及主体间效应检验

	描述性统计 M(SD)				主体间效应检验	
	前测成绩		后测成绩		Pretest	SSRL-S
	实验组	控制组	实验组	控制组		
论 证	2.06	1.92	3.00	2.23	F(1,76)=72.27	F(1,76)=12.60
能力	(.98)	(.98)	(.906)	(1.063)	P=0.000**	P=0.001**

注：*在 0.05 水准上显著；**在 0.01 水准上显著

结合 EMA 情绪自我报告和社会情感互动编码(消极、积极、混合、中立)，使用 ENA 探究 SSRL-S 对社会情感互动的影响。结果表明，实验组和对照组在 X 轴上存在显著差异(t(14.59)=3.54，p=0.00<0.01)，而在 Y 轴上不存在显著差异(t(15.90)=0.00，p=1.00>0.05)。这表明，使用 SSRL-S 对学生的社会情感互动产生了显著的影响。

ENA 为实验组和对照组构建了整体网络(图 2(a),图 2(b))和减法网络图 2(c)。图 2(a)和图 2(b)表明，实验组在社会情感互动中表现出较多的积极，中立，混合情感；而对照组则更多地产生消极，中立，混合情感。在社会情感互动模式连接差异上，图 2(c)表明，实验组在积极与中立、积极与混合情感互动明显强于对照组；相比之下，对照组在消极和混合情感互动上的连接更为紧密。此外，实验组的积极社会情感互动强于消极的社会情感互动，而对照组呈现完全相反的趋势。



(a) (b) (c)

图 2 认知网络分析结果图

注：图(a)表示实验组学生的情感互动认知网络，图(b)表示对照组学生的情感互动认知网络，图(c)表示实验组和对照组的减法网络。

4.讨论与总结

本研究发现，在 PBL 中运用 SSRL-S 能显著促进学生的科学论证能力，这与 Tsai et al(2018)的研究结果一致。实验组和对照组的科学论证能力在后测中都有所提升，而实验组成绩提升幅度更大,这可能是因为实验组在项目式教学中结合了 SSRL-S。本次研究支持在科学教学中结合 SSRL-S 提高学生的科学论证能力，且 SSRL-S 与学生论证能力水平正相关(Gajda et

al.,2017）。此外，实验组论证能力等级在水平 2-5 之间，即学生都能够提出简单的主张并提出一项支持理由，但理由支持作用低或无支持作用（水平 2），这可能是因为实验组在 SSRL-S 的影响下，学生可以开始提出主张并提出支持的理由，而对照组的学生处于自然发展科学论证能力的状态，所以其科学论证能力仍与原水平一致。

其次，研究表明，在小组合作解决问题的过程中，采用 SSRL-S 可以改善小组间的社会情感互动，并显著提升科学论证能力，这与 Järvelä, Järvenoja 和 Malmberg(2017)研究结果一致。研究进一步表明，实验组的社会情感互动多表现在积极、中立和混合方面，消极情绪较少；在积极与中立、积极与混合间的联系作用更强，这可能是 SSRL-S 作用于学生积极与中立、积极与混合间的情感互动过程，导致积极、中立、混合这三者之间情感互动出现的频率增多，从而影响学生学习。因此，在项目式教学中采用 SSRL-S，有助于学生积极参与协作任务，促进社会情感互动向积极方向发展，并提升科学论证能力。

综上所述，在项目式教学中采用社会共享调节策略可以提升学生的科学论证能力和社会情感互动。未来教学中，教师可以设计支持学生自我调节学习的任务，帮助学生逐步掌握提出主张、提供理由及支持的能力。在小组合作时，教师引导学生通过 SSRL-S 策略改善社会情感互动，促进小组成员间的积极互动，加强组内监管与组内评价。此外，教师可通过表扬等强化激励方式，进一步促进小组内的积极社会情感互动。但需要说明的是，此次研究的时间和样本数量有限，因此未来还需要进一步探讨社会调节策略与项目式教学之间的关系。

参考文献

张纪美(2021).探析项目式学习（PBL）在小学科学课程中的应用策略.天天爱科学(教育前沿),09,41-42.

Barron, L. D., Hecht, L., Blanch, E. W., & Bell, A. F.(2000). Solution structure and dynamics of biomolecules from Raman optical activity. *Progress in Biophysics and Molecular Biology,*

Bakhtiar, A., Webster, E., & Hadwin, A.(2018). Regulation and socio-emotional interactions in a positive and a negative group climate. *Metacognition and Learning,13*(1), 57–90.

Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J.(2004).TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education,88*(6),915-933.

Isohätälä, J., Järvenoja, H., & Järvelä, S.(2017).Socially shared regulation of learning and participation in social interaction in collaborative learning. *International Journal of Educational Research, 81*, 11-24.

Kwon, K., Liu, Y. H., & Johnson, L. P.(2014).Group regulation and social-emotional interactions observed in computer supported collaborative learning: Comparison between good vs. poor collaborators. *COMPUTERS & EDUCATION,78*, 185-200.

Törmänen, T., Järvenoja, H., & Mänty, K.(2021).Exploring groups’ affective states during collaborative learning: What triggers activating affect on a group level? *Education and Information Technologies, 69*, 2523–2545.

探究線上教師專業發展課程對知識翻新原則感知與理解之影響——STEAM 課程設計與創新

Evaluating teachers' knowledge building perceptions for STEAM lesson design

張芷瑄[1]，洪煌堯[2*]，洪國財[3]，黃文龍[4]
[1,2]政治大學教育學系
[3]國立臺中科技大學應用日語系(科)暨日本市場暨商務策略碩士班
[4]佛光大學傳播學系
[*]hyhong@nccu.edu.tw

【摘要】本研究旨在探討知識翻新理論(KB)對教師專業發展的影響。本研究實施知識翻新教師專業發展課程(KB-TPD)，使用混合研究法進行資料的搜集與分析，資料來源包含知識翻新感知調查問卷、以及教師於線上知識翻新論壇進行課程設計的對話互動。研究發現：教師對 KB 原則的重要性感知和理解程度有顯著提升，然而，卻對 KB 可行性的感知則較為保守。經由個案分析發現，對 KB 可行性有高感知的教師更傾向於在線上平台中進行協作創新。研究結論探討 KB-TPD 課程對教師專業發展的成效與困境，並提出未來研究方向。
【關鍵字】 知識翻新；教師專業發展；STEAM；課程設計；線上合作學習

Abstract: *This study examines the impact of Knowledge Building (KB) theory on teachers' professional development through a Knowledge Building Teacher Professional Development course (KB-TPD). Participants included 48 in-service and pre-service elementary and secondary school teachers. Using a mixed-methods approach, data were collected via a KB Perceptions Survey and Knowledge Forum interactions. Results show significant improvement in teachers' perceived importance and understanding of KB principles. However, feasibility perceptions remained conservative. Case analysis revealed that teachers with a high perception of KB feasibility were more likely to engage in collaborative innovation on KF. The study discusses KB-TPD's effectiveness, challenges, and future research directions.*
Keywords: knowledge building, teacher professional development, STEAM, course design, online collaborative learning

1.前言

21 世紀教育面臨科技變革、全球化與職場需求變遷的挑戰，傳統以知識傳遞為核心的教學模式已無法培養學生應對未來所需的關鍵能力，如：批判思維、溝通、協作與創新（Thornhill-Miller et al., 2023）。學習的焦點正從單向知識吸收轉向知識創造與集體建構，教師作為學習共同體的促進者，須具備創新設計能力，以引導學生參與更高層次的學習。然而，如何支持教師專業發展，使其突破傳統框架、整合新興理論與工具，是當前教育改革的重要挑戰。知識翻新（Knowledge Building, KB）為教學創新的理論與實踐基礎，可作為教師突破傳統教學的方針。KB 強調學習者透過協作產生並改進對社群有價值的想法（Bereiter & Scardamalia, 2003），因此，KB 是「以想法為中心」的教學方法，關注學習者想法的產出，並且透過交流與共同創新而形成知識社群。KB 採用原則導向的教學設計，提出 12 項教學原則，如關注真實問題、知識共創、平等參與與對話導向學習，為知識翻新課程提供理論基礎（Scardamalia, 2002）。

本研究運用 KB 理論與教學原則，設計並實施國際知識翻新教師專業發展課程（International KB Teacher Professional Development, KB-TPD），以培養教師的創新教學與跨領域課程設計能力。本課程結合理論與實踐，透過問卷調查教師對 KB 的認知（理解、重要

性與可行性），並分析其在線上知識論壇（Knowledge Forum, KF）中的討論歷程。本研究旨在探討教師經過 KB 訓練後的認知轉變及教學設計歷程，為未來教師專業發展課程提供參考。

本研究之研究問題有二：第一、KB-TPD 課程對教師知識翻新原則「重要性感知」、「可行性感知」與「理解程度」的影響為何？第二、教師在線上知識論壇進行課程設計的想法發展模式為何？

2.研究方法

2.1. 研究背景與研究對象

本研究為一跨國 KB 教師培訓課程（KB-TPD），該課程由台灣與美國的三所大學共同籌組，課程目的在培育具備知識創新思維的教師，以線上同步與非同步的方式進行。本次課程共 10 週，共有 75 位職前教師與在職教師報名參加，本研究聚焦在小學與中學的在職教師與職前教師共 48 位。

2.2. 研究設計—KB 教師專業發展課程

KB-TPD 課程設計旨在提升教師對知識翻新原則的理解、創新思維與協作解決問題能力，培養教師的知識翻新思維。此教師培訓模組課程具體執行方法，每週會給予學習者指定任務，並自主完成學習任務。學習任務主要有下：

- 線上工作坊（第 1、3 週）：介紹知識翻新原則與教學實踐，探討課程設計應用。。
- 線上課程（MOOCs）與工作表單：觀看介紹 KB 原則影片並完成相關工作表。
- STEAM 課程設計：根據知識翻新原則設計並逐步優化 STEAM 教學活動。
- 教師線上社群：透過 KF 構建線上學習社群，分享課程設計與挑戰，透過對話與集體討論持續發展教案。

知識論壇是一個支援知識創新的線上環境，成員可透過發文、回應、修改等功能，促進知識持續改進（Scardamalia & Bereiter, 2006）。不同於課堂口頭討論，KF 提供具體化、可持續發展的知識共享機制，支持教師長期參與知識翻新社群。

2.3. 資料搜集與分析

本研究採混合方法進行資料收集與分析。首先，透過改編自 Hong 等人（2011）的知識翻新感知調查問卷（KB Perceptions Survey），使用 7 點李克特量表測量教師對 KB 十二原則的「重要性」、「可行性」與「理解程度」，並以成對樣本 t 檢定分析課程前後的感知變化。此外，為深入探究教師的學習互動與想法發展歷程，選取五位教師的教案討論串作為分析單位，進行質性編碼分析，以理解其課程設計過程中的知識翻新模式與行為特徵。

3.研究結果

3.1. KB 感知問卷

本研究使用知識翻新感知調查問卷，測量教師在課程前後對知識翻新原則的認知情形。根據表 1 顯示，教師在課程後對知識翻新原則的整體感知，相比課程前有顯著提升。其中，教師對知識翻新原則的「重要性感知」與「理解程度」在前測與後測之間存在顯著差異。然而，對知識翻新原則的「可行性感知」則未達顯著差異。

可行性未達顯著變化，推論可能與本次培訓的目的與設計有關。本次參與培訓的教師有超過一半並不理解知識翻新理論，因此透過線上課程影片幫助教師了解 12 原則基本概念與應用，並讓教師社群進行課程設計，而未進入到實際教學與反思，因此，多數教師僅能用推論的方式做可行性評估，而且知識翻新顛覆傳統知識傳遞的教學方法，需放手讓學生主動探究知識，多數老師也未有實際執行類似創新教學的經驗，造成對可行性低落的可能性。

表 1

知翻新原則感知問卷 t 檢定

	Pre-test		Post-test		t
	M	SD	M	SD	

KB 原則整體感知	4.28	0.68	5.15	0.55	-9.35**
重要性	5.77	0.79	6.30	0.57	-4.98**
可行性	3.15	0.93	3.34	1.06	-1.08
理解	3.94	1.42	5.82	0.75	-11.03**

**p<.01

3.2. 個案—教案設計的想法發展模式

本研究進一步對教師在 KF 平台討論教學活動設計的貼文內容進行質性分析，並聚焦在社群成員之間的對話模式，歸類出四種互動模式（表 4）：情感支持，主要為教師間的相互鼓勵，但缺乏具體的想法發展；內容釐清，聚焦於對課程設計細節的問答與釐清；回饋分享，教師提出建議，但未被設計者進一步採納或深化；協作創新，透過同儕回饋促進課程設計者進一步改進並實現知識創新。

本研究選取 5 位教師進行個案分析，以討論串為分析單位，並依四類互動模式進行編碼。表 5 顯示，各教師在互動行為上展現不同特徵。教師 A 主要從事內容釐清（50%），專注於教案設計細節的討論與澄清，扮演知識分享者角色，但對自身教案的翻新較少。教師 B 以回饋分享（45%）為主，顯示想法提出後未深化。教師 C 則以情感支持為主，積極鼓勵同儕，推測其過去有知識翻新實務經驗，能提供基於實踐的激勵。教師 D 與 E 在協作創新中的比例最高（47%），特別是在討論初期，能有效整合回饋並應用於自身課程設計，展現較強的合作與知識共構能力。

整體來看，這五位教師的討論串中，教師 A 展現了較強的知識分享能力，透過內容釐清促進社群內部的想法流動；教師 B 則有較多想法僅止於分享；教師 C 則提供情感支持，提升社群的互動氛圍；而教師 D 與 E 則集中在協作創新，推動教案設計的深層次改進與創新。

表 2

四種互動模式的百分比

	情感支持		內容釐清		回饋分享		協作創新	
	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比
教師 A	1	5%	10	50%	8	40%	1	5%
教師 B	1	5%	4	20%	9	45%	6	30%
教師 C	9	30%	11	37%	4	13%	6	20%
教師 D	3	20%	0	0%	5	33%	7	47%
教師 E	3	20%	1	7%	4	27%	7	47%

值得注意的是，A、B 教師其問卷的可行性感知偏低（M=2.58, M=2.25），在 KF 平台較專注在內容釐清與回饋分享的行動；而 D、E 教師的可行性則偏高（M=5.25, M=4.50），在 KF 互動行動偏向知識創新的互動模式。高可行性感知的教師更傾向於在平台上採取知識創新的互動模式，並能持續發展與翻新教案，展現更強的知識創新精神。

4.討論與結論

本研究探討 KB 跨國培訓課程對教師的影響，結果顯示：教師對 KB 原則的理解與重要性感知顯著提升，但對可行性的感知未有明顯改變。此外，透過質性分析教師在線上平台的互動，發現行為模式越偏向「協作創新」，其對 KB 的可行性感知較高。

研究結果與過去研究呼應（Hong et al., 2011），教師雖認同 KB 原則的價值，卻對實踐缺乏信心。過去研究指出，實踐與反思對教師專業發展具有正向影響（de Putter-Smits et al., 2022; Smith & Browne, 2024），因此，本課程主要聚焦於原則理解與課程設計，導致對 KB 實踐顯得信心不足。此外，本研究在知識論壇中的互動分析發現，KB 可行性感知較高的教師，更願意整合同儕回饋於課程設計，進行協作創新，展現出知識翻新原則的實踐與協作精神。

最後，本研究提出以下啟示。首先，未來的教師專業發展課程可以設計更多學習鷹架，幫助教師逐步向「協作創新」邁進。其次，應在課程中加入更多模擬真實教學情境的活動，讓教師能實際應用知識翻新原則於課室教學中，並持續反思與教學翻修。最後，如何促進教師「創新教學」專業發展、以及其關鍵，需要更多研究探究，以期能培養符應未來教育的知識創新教師。

參考文獻

Bereiter, C., & Scardamalia, M. (2003). Learning to work creatively with knowledge. In E. de Corte, L. Verschaffel, N. Entwistle, & J. van Merriënboer (Eds.), Powerful learning environments: Unravelling basic components and dimensions (pp. 55-68). Elsevier Science.

de Putter-Smits, L. G., Nieveen, N. M., Taconis, R., & Jochems, W. (2022). A one-year teacher professional development programme towards context-based science education using a concerns-based approach. Professional Development in Education, 48(3), 523-539.

Hong, H. Y., Chen, F. C., Chai, C. S., & Chan, W. C. (2011). Teacher-education students' views about knowledge building theory and practice. Instructional Science, 39, 467-482.

Scardamalia, M. (2002). Collective cognitive responsibility for the advancement of knowledge. In B. Smith (Ed.), Liberal education in a knowledge society (pp. 67–98). Chicago: Open Court.

Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2006). Knowledge building: Theory, pedagogy, and technology. In K. Sawyer (Ed.), Cambridge Handbook of the Learning Sciences (pp. 97-118). Cambridge University Press.

Smith, G., & Browne, M. (2024). Using an 'effective' model of professional development in science education to improve primary teachers' classroom practice: the CSSP experience. Irish Educational Studies, 1-21.

Thornhill-Miller, B., Camarda, A., Mercier, M., Burkhardt, J. M., Morisseau, T., Bourgeois-Bougrine, S., Vinchon, F., El Hayek, S., Augereau-Landais, M., Mourey, F., Feybesse, C., Sundquist, D., & Lubart, T. ... & Lubart, T. (2023). Creativity, critical thinking, communication, and collaboration: assessment, certification, and promotion of 21st century skills for the future of work and education. *Journal of Intelligence*, *11*(3), 54.

基于 AI 机器人的游戏化社会共享调节学习方法对学生 STEM 课程的学习成绩和学习动机的影响

The Impact of Gamified Social Sharing Regulated Learning Methods Based on AI Robots on Students' Academic Performance and Learning Motivation in STEM Courses

陈杨[1]，张帝[1]，方建文[2*]
[1] 浙江师范大学教育学院
[2] 温州大学教育学院
*beginnerfjw@163.com

【摘要】 已有研究表明，社会共享调节学习（SSRL）对学习有重要作用，AI 机器人作为教学辅助工具在多个学习领域显示出积极效果，此外，游戏化中的游戏元素能够有效激发学生的学习动机。据此本研究提出了一种基于 AI 机器人的游戏化社会共享调节学习方法，并通过准实验来评估其在提高学生学习成绩和学习动机方面的效果。实验组采用基于 AI 机器人的游戏化社会共享调节学习方法，而控制组则采用基于 AI 机器人的社会共享调节学习方法。研究结果显示，该学习方法能够有效提升学生的学习成绩和外部学习动机。
【关键词】 *社会共享调节学习（SSRL）; AI 机器人；游戏化*

Abstract: *Previous studies have shown that Social Shared Regulated Learning (SSRL) plays an important role in learning, and AI robots as teaching aids have shown positive effects in multiple learning domains. In addition, game elements in gamification can effectively stimulate students' learning motivation. Based on this, this study proposes a gamified social sharing regulation learning method based on AI robots, and evaluates its effectiveness in improving students' academic performance and learning motivation through quasi experiments. The experimental group adopted a gamified social sharing regulation learning method based on AI robots, while the control group adopted a social sharing regulation learning method based on AI robots. The research results show that this learning method can effectively improve students' academic performance and external learning motivation.*
Keywords: Socially shared regulated learning , AI robots , Gamification

1.引言

随着社会对跨领域人才需求的激增和对人才培养的重视，STEM 教育越来越受到重视，学生在完成 STEM 项目的过程中，需要与同学进行协作来解决项目中出现的问题（Fang et al., 2023），而这种协作过程与社会共享调节学习的理念高度契合。社会共享调节学习是指群体成员调节其集体活动的过程。有研究指出，社会共享调节学习可以提高学生的学习成绩，促进学生的认知、情绪、高阶思维的发展(Li et al., 2024)，但实施过程中存在一些挑战。例如，低绩效社会共享调节学习小组往往达不到预期的学习效果(Zheng et al., 2023)。此外，还存在一些需要探索的问题，例如如何设计 AI 机器人以支持更复杂的 SSRL 过程，另外其在协作学习中的应用还需要考虑人机交互的设计，以提高学习者的参与度和学习效果等（Chen et al., 2023），因而有必要探索其与其他学习工具的整合以实现更好地学习效果。随着技术不断发展，许多游戏化方法已被应用于支持各种教育环境中的学习和相关活动。教育中的游戏化是指在学习过程的设计中引入游戏设计元素和游戏体验来鼓励学习者动机和参与的方法。已有研究发现，在教学过程中融入游戏设计元素，如游戏积分、游戏徽章等，可以激发学生的学习动机(Balalle, 2024)。而这个学习工具是否能够有效支持社会共享调节学习还有待研究检验。

因此，本研究提出了一种基于 AI 机器人的游戏化社会共享调节学习方法。为了验证这种方法的有效性，实施了一项准实验来评估该方法在提高学生学习成绩和学习动机等方面的效果。其中，实验组采用 AI 机器人支持的游戏化社会共享调节学习方法（G-AI-SSRL），控制组采用 AI 机器人支持的社会共享调节学习方法（AI-SSRL），本研究的研究问题为：

（1）使用 G-AI-SSRL 进行学习的学生是否比使用 AI-SSRL 进行学习的学生具有更好的学习表现？

（2）使用 G-AI-SSRL 进行学习的学生是否比使用 AI-SSRL 进行学习的学生具有更好的学习动机？

2.研究设计

2.1. 基于 AI 机器人的游戏化社会共享调节学习方法

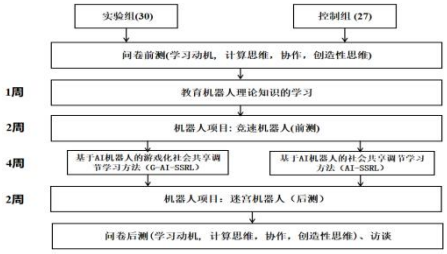
本研究在“教育机器人的理论与实践”STEM 课程中开展，课程中学生需要完成相应的机器人项目，在学生完成这些项目的过程中融入基于 AI 机器人的游戏化社会共享调节学习方法。本研究所使用的 AI 机器人为 Pepper 机器人，通过用语音或者触摸操作，引导学生与其进行交互，制定学习目标、策略，并引入了游戏经验值、游戏徽章等游戏化设计元素。在项目的第一堂课要求各小组成员共同制定其学习目标并合理规划目标达成的策略，在后面每节课上课前通过 AI 机器人引导学生查看小组成员目标完成情况并获得相关经验值奖励。另外在本节课开始前老师会根据上节课各小组的完成情况进行评分，AI 机器人会综合所有小组的阶段性结果给予相应的奖励。另外 AI 机器人也会给出一些优化改进的建议，在这个过程中推动学习者不断共同共享协商认知、行为、动机和情感，引导学习者共同构建和整合目标、策略、评估、规划，不断地反思，调节，以更好地完成项目作品。

2.2. 研究对象

研究对象为我国东部一所大学的 57 名师范生，将其分为两组，其中 30 名学生作为实验组，27 名作为控制组，分组参与“教育机器人的理论与实践”STEM 课程，由同一老师任教。实验组（G-AI-SSRL）采用基于 AI 机器人的游戏化社会共享调节学习方法，控制组（AI-SSRL）采用基于 AI 机器人的社会共享调节学习方法。

2.3. 研究过程

本研究的研究过程如下图所示，实验组和控制组的学生在课程开始前先进行问卷前测，然后共同进行为期一周的教育机器人理论知识的学习，用 2 周时间完成的竞速机器人项目作为学习成绩的前测，然后采用不同的学习方法，实验组（G-AI-SSRL）采用基于 AI 机器人的游戏化社会共享调节学习方法，控制组（AI-SSRL）采用基于 AI 机器人的社会共享调节学习方法，进行为期 4 周的机器人项目的学习，再用 2 周的时间完成迷宫机器人项目作为学习成绩的后测。在所有项目完成后进行问卷的后测，并随机从两组中选择几位学生进行访谈。



3.数据分析

3.1. 学习成绩

采用独立样本 ANCOVA 检定方法，以迷宫机器人项目成绩作为因变量，不同的班级即不同的学习方式作为自变量，竞速机器人项目成绩作为协变量，探究两组在 STEM 课程的学习成绩中是否存在显著的差异。学习成绩的独立样本 ANCOVA 检验结果如表 4-1 所示。结果显示在迷宫机器人的后测成绩中，G-AI-SSRL 组的平均分为 4.70，AI-SSRL 组的平均分为 4.21，结果显示，G-AI-SSRL 组与 AI-SSRL 组在后测成绩中存在显著差异（$F=56.7$, $p<0.01$，$\eta 2=0.513$），这表明游戏化与 AI 机器人相融合的 SSRL 学习方法能够更有效地提升学生的学习成绩。

表 4-1 学习成绩的独立样本 ANCOVA 检验

组别	N	Mean	SD	F	η2
G-AI-SSRL 组	30	4.70	0.30	56.78**	0.51
AI-SSRL 组	27	4.21	0.48		

**p<.01

3.2. 学习动机

学习动机是指引发与维持学生的学习行为，并使之指向一定学业目标的一种动力倾向。本研究设计的问卷将学习动机的题项分为内部学习动机、外部学习动机和整体的学习动机，采用独立样本 t 检定的方法，探究两组在 STEM 课程的学习动机中是否存在有显著的差异。学习动机的独立样本 t 检验结果如表 4-2 所示。其中内部学习动机和整体的学习动机的结果均不显著。而在外部学习动机中，G-AI-SSRL 组的平均分为 4.21，AI-SSRL 组的平均分为 3.96，G-AI-SSRL 组与 AI-SSRL 组在外部学习动机中存在显著差异（$t=2.15$, $p=0.036<0.05$, $d=0.57$），这表明游戏化与 AI 机器人相融合的 SSRL 学习方式能够更有效地提升学生的外部学习动机。

表 4-2 学习动机的独立样本 t 检验

	平均值（标准差）		df	t	p	d
	G-AI-SSRL 组(N=30)	AI-SSRL 组(N=27)				
内部学习动机	3.81(0.71)	3.85(0.59)	55	-0.23	0.82	0.06
外部学习动机	4.21(0.43)	3.96(0.44)	55	2.15	0.036*	0.57
整体学习动机	4.01(0.48)	3.90(0.38)	55	0.89	0.38	0.24

*p<.05

4.讨论与总结

4.1. 基于 AI 机器人的游戏化 SSRL 学习方法能够有效提升学生的学习成绩

在实验的基础上，可以回答本研究提出的研究问题。研究结果表明基于 AI 机器人的游戏化 SSRL 学习方法比仅在 AI 机器人支持下的社会共享调节学习方法能够更有效提升学生的学习成绩。分析产生这一结果的可能原因为，游戏化能够带来一定的竞争环境和奖励渠道，进一步引导和激励学生创作出更优秀的作品，访谈的结果也表明，AI-SSRL 组的学生认为他们在达成学习目标，完成项目的过程中需要一些动力的来源，G-AI-SSRL 组的同学认为通过和其他小组的作品的对比，能在一定程度上激发本能的好胜心。这与之前的研究结果相符，Hwang(2019)等人的研究表明带有一定竞争性的游戏化学习方法能够提升学生的学习效果，特别是对于程序性知识的学习，在本研究中学生需要进行代码的编写，这就属于程序性知识。另外，本研究中融入的游戏化元素相对较为简单，学生在学习的过程中产生的认知学习负荷相对较少，进而能够表现出更好地学习成效(Wang, 2023)。本研究通过游戏化与 AI 机器人融合这样一个社会共享调节机制，鼓励小组之间进行交流、协作、借鉴，以产出更优秀的作品，随着课程进度的跟进，这种调节作用愈发显现，进而有效提升学生的学习成绩。

4.2. 基于 AI 机器人的游戏化 SSRL 学习方法能够有效提升学生的外部学习动机

研究结果显示内部学习动机和整体学习动机的结果均不显著，而外部学习动机中 G-AI-SSRL 组和 AI-SSRL 组之间存在显著差异。分析产生这一结果的原因有，外部动机指由外部诱因所引起的动机，在本研究中，游戏化元素的融入带来的竞争来源于外部，基于学生希望拿到更好的排名、更多的徽章这一外部诱因，促使其更好地完成整个项目作品，这与大部分的研究结果相近。而内部动机是内在的需要所引起的动机，研究结果表明，本研究中游戏化的融入并没有使外部动机作用转化成为内部动机作用，这在已有研究中也有出现，可能是干预的程度不够、采用的游戏化特征并不能满足所有参与者的基本的心理需求等因素引起的（Li et al., 2024）。另外，研究普遍显示，学生容易在持续性的项目进行过程中降低对融入的学习工具兴趣性，进而展现出的不显著的学习动机（Li et al., 2024），访谈结果也表明，G-AI-SSRL 组中有学生提出实验过程中游戏化不太突出，容易产生一定的倦怠感，未来的研究可以增加一些实时性的进度监测或是个性化的反馈等内容来进一步提升其带来的趣味性。

综上所述，基于 AI 机器人的游戏化 SSRL 学习方法能够有效提升学生的学习成绩和外部学习动机，未来可以尝试更多的学习工具融合到社会共享调节学习之中。本研究也存在一定的局限，从实验过程和访谈结果来看，在本实验中 AI 机器人的交互性存在一定的局限，未来的研究在设计 AI 机器人的融入时可以增加更多有趣的互动。

参考文献

Balalle, H. (2024). Exploring student engagement in technology-based education in relation to gamification, online/distance learning, and other factors: A systematic literature review. Social Sciences & Humanities Open, 9, 100870.

Chen, X., Cheng, G., Zou, D., Zhong, B., & Xie, H. (2023). Artificial intelligent robots for precision education. Educational Technology & Society, 26(1), 171-186.

Fang, J. W., He, L. Y., Hwang, G. J., Zhu, X. W., Bian, C. N., & Fu, Q. K. (2023). A concept mapping-based self-regulated learning approach to promoting students' learning achievement and self-regulation in STEM activities. Interactive Learning Environments, 31(10), 7159-7181.

Hwang, G. H., Chen, B., Chen, R. S., Wu, T. T., & Lai, Y. L. (2019). Differences between students' learning behaviors and performances of adopting a competitive game-based item bank practice approach for learning procedural and declarative knowledge. Interactive Learning Environments, 27(5-6), 740-753.

Li, L., Hew, K. F., & Du, J. (2024). Gamification enhances student intrinsic motivation, perceptions of autonomy and relatedness, but minimal impact on competency: a meta-analysis and systematic review. Educational technology research and development, 72(2), 765-796.

Wang, Y. H. (2023). Can gamification assist learning? A study to design and explore the uses of educational music games for adults and young learners. Journal of Educational Computing Research, 60(8), 2015-2035.

Zheng, L., Long, M., Chen, B., & Fan, Y. (2023). Promoting knowledge elaboration, socially shared regulation, and group performance in collaborative learning: an automated assessment and feedback approach based on knowledge graphs. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 20(1), 46.

游戏化学习情境中个性化反馈对学生学习的影响——基于39项实证研究的元分析

The Impact of Personalized Feedback on Student Learning in Gamified Learning Contexts: A Meta-Analysis Based on 39 Empirical Studies

田可欣[1]，张帝[1*]
[1] 浙江师范大学教育学院
zhangdi0909@126.com

【摘要】 近年来，游戏化学习逐渐兴起，但学生在这一环境中常面临个性化支持不足，特别是在解决复杂问题时。因此个性化反馈作为有效干预，逐渐成为研究重点。本研究对 39 项实证研究进行元分析，发现研究集中在计算机科学、医学和数学领域，样本群体主要为高等教育和小学生，重点关注认知、情感和学习行为。结果表明，个性化反馈能提升学生学习动机、参与度、成绩和自主学习能力，尤其是过程和情感反馈。研究建议未来探索个性化反馈在游戏化和自适应学习中的应用，扩展至不同学科和教育层次，并加强情感和自我调节反馈的应用。
【关键词】 游戏化学习；个性化反馈；元分析；学生学习；教育技术

Abstract: *In recent years, gamified learning has risen, but students often lack personalized support, especially with complex problems. This meta-analysis of 39 studies, focusing on computer science, medicine, and math, shows personalized feedback enhances motivation, engagement, achievement, and self-learning, particularly process and emotional feedback. Most research targets higher education and elementary students, emphasizing cognition, emotion, and behavior. The study calls for further exploration of personalized feedback in gamification, adaptive learning, diverse disciplines, and educational levels, with a focus on emotional and self-regulating feedback.*
Keywords: Gamified learning, Personalized feedback, Meta-analysis, Students learning, Educational technology

1.引言

近年来，随着信息技术的快速发展，游戏化学习(Game-based Learning, GBL)作为一种将游戏元素融入学习情境的创新模式，在教育领域中逐渐兴起。然而，仍有研究指出，学生在游戏化学习环境中会面临个性化支持不足的问题，尤其是在需要多步骤推理和解决复杂问题时(Abbes et al., 2024)。因此，个性化反馈作为一种有效的教育干预手段，逐渐成为研究的焦点。个性化反馈是指根据每个学生的学习进度、认知能力和情感需求，为其提供定制化的指导和建议，以帮助学生更好地理解和掌握学习内容(Maier & Klotz, 2022)。

本研究旨在考察在游戏化学习情境下实施个性化反馈的有效性，揭示个性化反馈如何影响学生的学习，并为教育工作者提供基于科学依据的个性化反馈支持策略，从而进一步提升游戏化学习的教学效果。本研究进行了文献计量映射分析和系统综述，以分析 WOS 数据库中发表的研究，遵循 Lin & Hwang(2019)提出的基于技术的学习模型，以回答以下研究问题：

1.游戏化学习情境中个性化反馈研究中最多产和被引用次数最多的作者是谁？最常用的关键词是什么？关键词之间有什么关系？

2.游戏化学习情境中个性化反馈研究的应用领域以及样本年龄分布有哪些？

3.游戏化学习情境中个性化反馈研究的主要研究问题是什么？

4.游戏化学习情境中个性化反馈研究中个性化反馈的类型一般有哪些？

2.方法

2.1 文章选择过程

使用 WOS 数据库，搜索了 2019 年 1 月 1 日至 2024 年 12 月 20 日关于游戏化学习情境中使用个性化反馈的相关期刊文章。使用两个关键词搜索了“教育/教育研究”类别中的文章：

"游戏化学习"、“个性化反馈”和“个性化学习”，共搜索到 108 篇文章。经人工审查后，最后保留了 39 篇文章进行内容和文献计量映射分析。

2.2 数据编码和分析

采用文献计量映射分析回答了前两个研究问题，采用 VOSviewer 软件对文章中作者和作者关键词进行分析。为了回答其他研究问题，参考了 Hsu et al. (2012)、Tu & Hwang (2020)以及 Panadero & Lipnevich (2022)提出的理论模型和编码框架，开展了一项系统性文献综述，分为几个维度(即应用领域、样本年龄分布、研究问题以及个性化反馈类型)。

3.结果

3.1 最多产和被引用的作者以及最常用关键词

39 项研究引用次数最多的作者是 Gwo‐Jen Hwang(引用=72，出版物=3)，并列第二的是 Fien Depaepe、Bert Reynvoet 和 Delphine Sasanguie(引用=44，出版物=2)，并列第三的是 Kristian Kiili 和 Manuel Ninaus(引用=17，出版物=2)。将最小引用次数设置为 10 的共同引用分析结果发现，Akrivi Krouska、Cleo Sgouropoulou 和 Christos Troussas(168 次引用)、Gwo‐Jen Hwang(72 次引用)和 Minkai Wang、Yiling Yang、Dejan Delev、Danial Hooshyar、Linda Huang、Liina Malva 和 Margus Pedaste(66 次引用)的出版物在 39 项研究中被共同引用最多。

39 篇关于个性化学习反馈的研究共收录了 171 个作者关键词。图 1 显示了 VOSviewer 生成的聚类分析结果。结果最常用的关键词是“personalized learning”(f=8)、“game-based learning”(f=6)、“adaptive learning”(f=5)、“education”(f=3)、“serious games”(f=3)、“collaborative learning”(f=3)、“gamification”(f=3)和“digital game-based learning”(f=3)。

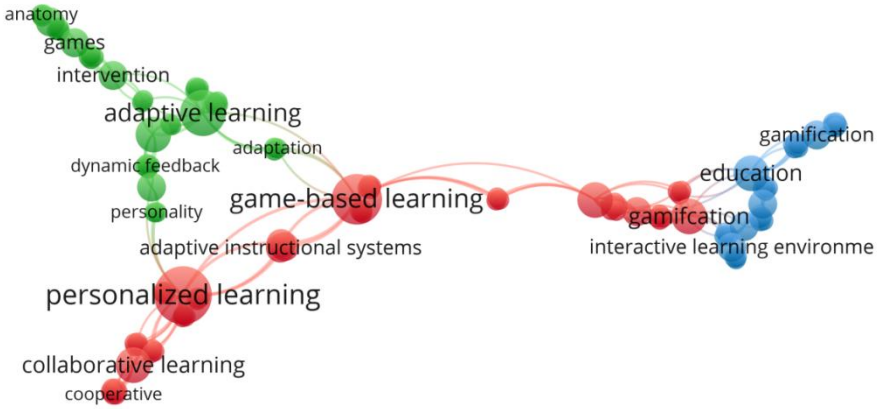


图 1 作者关键词的聚类分析结果

39 项研究的三个主要集群如红色、绿色和蓝色所示。集群 1(即 game-based learning)的研究重点是将游戏化元素融入学习过程中，以提高学生的学习兴趣和参与度。集群 2(adaptive learning)专注于开发能够根据学生个人学习状态和需求动态调整内容的学习系统。集群 3(interactive learning environment)则侧重关注在技术支持下创建动态互动的学习体验。

3.2 学科领域以及样本年龄分布

39 项研究中各类学科领域应用的数量统计结果发现，最常见的应用领域是计算机科学(23.08%)，其次是医学(15.38%)。样本年龄方面，高等教育学生是最常采用的样本(33.33%)，其次是小学生(28.21%)。

3.3 研究问题

39 项研究中调查的不同研究问题的数量，通常在每项研究中调查两个或更多的研究问题。结果显示，与情感相关的问题被调查最多(33.13%)，其次是认知(28.83%)和学习行为(17.18%)。分析发现，在认知方面，研究问题主要集中在测量学生的学习表现(26 篇文章)，而很少考虑学生的认知负荷(3 篇文章)。在情感方面，大多数研究调查了学生的态度或动机(20 篇)，其次是满意度(9 篇)、自我效能(6 篇)和焦虑(4 篇)。

3.4 个性化反馈的类型

结果发现，过程反馈是最多的(33.02%)，其次情感反馈(30.19%)和自我调节反馈(21.70%)。

表 1 更加清晰地展示每种反馈类型的特征，整理了部分代表性文献，结合具体的反馈体现、反馈技术、反馈时机以及反馈形式进行分析和总结。任务反馈主要针对学生完成任务的情况提供定量化的反馈信息；过程反馈更关注学生在学习任务中的思维过程和行为模式；情感反馈的核心在于帮助学生构建个性化的学习路径，同时关注实时的情感状态；自我调节反馈侧重于促进学生的学习自主性和元认知能力。这些反馈类型在反馈技术和形式上体现出多样性，既包括基于传感器或数据挖掘的自动化技术，也涵盖了文字、图形、语音和动画等多模态反馈形式，能够更好地适应不同学生的学习需求。

表 1 每种反馈类型的体现、技术、时机与形式范文列举

文章	反馈类型	反馈体现	反馈技术	反馈时机	反馈形式
Serpa-Andrade et al., 2024	任务反馈	反馈任务完成情况、量化任务完成度	传感器笔、腕带	实时	交通红绿灯
Demedts et al., 2024	任务反馈	正确性反馈、解释性反馈、难度调整	预定义的规则	实时	文字
Mao et al., 2024	过程反馈	解释性反馈、问题解决步骤、关键知识点、行为模式分析	Unity 3D 游戏引擎、反馈机制	实时	文字
Daghestani et al., 2020	过程反馈	解释性反馈、问题解决步骤、关键知识点、行为模式分析	Moodle LMS、Unity 3D 游戏引擎、数据挖掘技术	实时	文字
Hooshyar et al., 2021	情感反馈	游戏设计、个性化学习路径、实时反馈	Unity 3D 游戏引擎、贝叶斯网络算法、数据挖掘技术	实时	文字、图形和视频
Thai et al., 2022	情感反馈	游戏设计、个性化学习路径、实时反馈	Unity 3D 游戏引擎、贝叶斯网络算法、数据挖掘技术	实时	文字、图形和动画
Hare et al., 2024	自我调节反馈	游戏设计、个性化学习路径、实时反馈、学习笔记模块、学生档案模块	Unity 3D 游戏引擎、自然语言处理、机器学习、强化学习	实时	文字、语音和图形
Xu et al., 2024	自我调节反馈	游戏设计、个性化学习路径、实时反馈、学习笔记模块、学生档案模块	Unity 3D 游戏引擎、自然语言处理、机器学习	实时	文字、语音和图形

4.讨论

本研究分析了 WOS 数据库中 2019 年至 2024 年间发表的 39 篇关于个性化反馈的研究。多项研究表明，个性化反馈在提升学生的知识掌握和学习动机方面具有显著效果。此外，通过在游戏化学习情境中提供个性化反馈，不仅能够根据学生的学习行为和需求实时调整学习内容，还可以为教师提供有价值的行为数据支持，从而优化教学设计并提升整体教学效果(Xiao, 2024)。从分析结果中，得到了一些发现与启示。

4.1 关键词

通过对作者关键词使用的聚类分析结果，识别出了三个主要研究集群，即“game-based learning”、“adaptive learning”和“interactive learning environment”。这些聚类反映了游戏化学习情境中个性化反馈研究的主要方向，表明当前研究重点在于通过游戏化元素、自适应策略和互动性设计提升学生的学习效果和参与度。分析结果为今后探索个性化反馈在多样化学习环境中的应用提供了有价值的参考。

4.2 学科领域以及样本年龄分布

在个性化学习反馈相关研究中最常涉及的领域是计算机科学(9 项研究)、医学(6 项研究)和数学教育(3 项研究)。另一方面，像特殊教育、学前教育、金融教育、化学、社会情感学习等领域的研究相对较少，这意味着个性化反馈在这些学科中的应用仍处于初步探索阶段。最常采用的样本是高等教育学生，共 13 项研究。此外，非特定组的研究数量较多(7 项研究)。这可能是因为高等教育学生通常更容易参与此类研究，且大多数作者为大学研究人员，因此选择高等教育学生作为样本组较为方便。选择混合组或非特定组可能是由于这些研究试图涵盖不同学段的教育背景，以更广泛地探索个性化反馈的影响。

4.3 研究问题

在个性化学习反馈相关研究中大多数研究关注了学生的学习成绩(认知维度)以及学习动机和态度(情感维度)。这是因为教育的主要目标是提升学生的认知能力，成绩是衡量学习成果的重要指标。与此相比，“技能”维度较少被关注，这也可以理解，因为它与当前研究中的学习成果评估目标关联较小。

4.4 个性化反馈类型

在 39 项研究中关于个性化反馈类型的调查结果显示，过程反馈最为常见，占比 33.02%，其次是情感反馈(30.19%)和自我调节反馈(21.70%)。这表明，研究者普遍关注通过帮助学生改进思维过程和解决问题策略来提升学习效果，同时也重视通过情感反馈激发学生的学习动机和信心。自我调节反馈的应用相对较少，但它为学生提供了反思和调整学习策略的机会，进一步促进了学习的自主性。任务反馈虽然也被使用，但相较而言，关注学生情感和学习策略的反馈类型更为突出，反映了当前个性化反馈研究中对学生全面发展的关注。

5.结论

随着研究方法和技术的进步，越来越多的研究集中于探索如何利用个性化反馈来提升学生的学习动机、成绩和自主学习能力。基于本研究的结果和分析，建议研究人员进一步探索个性化反馈在游戏化学习和自适应学习环境中的应用，特别是在医学、特殊教育和跨学科课程中；建议关注不同教育层次的样本群体，尤其是高等教育、教师和混合组的研究。同时研究人员不仅应关注学生的学习成绩和动机，还应考虑学生技能发展和学习策略的提升，更加注重情感反馈和自我调节反馈的应用，并探索其在不同学习情境中的适应性与效果。

参考文献

Abbes, F., Bennani, S., & Maalel, A. (2024). Generative AI and Gamification for Personalized Learning: Literature Review and Future Challenges. *SN Computer Science*, *5*(8), 1-12.

Daghestani, L. F., Ibrahim, L. F., Al‐Towirgi, R. S., & Salman, H. A. (2020). Adapting gamified learning systems using educational data mining techniques. *Computer Applications in Engineering Education*, *28*(3), 568-589.

Demedts, F., Kiili, K., Ninaus, M., Lindstedt, A., Reynvoet, B., Sasanguie, D., & Depaepe, F. (2024). The effectiveness of explanatory adaptive feedback within a digital educational game to enhance fraction understanding. *Learning and Instruction*, *94*, 101976.

Hare, R., Tang, Y., & Ferguson, S. (2024). An Intelligent Serious Game for Digital Logic Education to Enhance Student Learning. *IEEE Transactions on Education*.

Hooshyar, D., Pedaste, M., Yang, Y., Malva, L., Hwang, G. J., Wang, M., ... & Delev, D. (2021). From gaming to computational thinking: An adaptive educational computer game-based learning approach. *Journal of Educational Computing Research*, *59*(3), 383-409.

Hsu, Y. C., Ho, H. N. J., Tsai, C. C., Hwang, G. J., Chu, H. C., Wang, C. Y., & Chen, N. S. (2012). Research trends in technology-based learning from 2000 to 2009: A content analysis of publications in selected journals. *Journal of Educational Technology & Society*, *15*(2), 354-370.

Lin, H. C., & Hwang, G. J. (2019). Research trends of flipped classroom studies for medical courses: A review of journal publications from 2008 to 2017 based on the technology-enhanced learning model. *Interactive Learning Environments*, *27*(8), 1011-1027.

Maier, U., & Klotz, C. (2022). Personalized feedback in digital learning environments: Classification framework and literature review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *3*, 100080.

Mao, P., Cai, Z., Wang, Z., Hao, X., Fan, X., & Sun, X. (2024). The effects of dynamic and static feedback under tasks with different difficulty levels in digital game-based learning. *The Internet and Higher Education*, *60*, 100923.

Panadero, E., & Lipnevich, A. A. (2022). A review of feedback models and typologies: Towards an integrative model of feedback elements. *Educational Research Review*, *35*, 100416.

Serpa-Andrade, L. J., Pazos-Arias, J. J., Gil-Solla, A., Blanco-Fernández, Y., & López-Nores, M.

(2024). An automatic feedback educational platform: Assessment and therapeutic intervention for writing learning in children with special educational needs. *Expert Systems with Applications*, *249*, 123641.

Thai, K. P., Bang, H. J., & Li, L. (2022). Accelerating early math learning with research-based personalized learning games: A cluster randomized controlled trial. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, *15*(1), 28-51.

Tu, Y. F., & Hwang, G. J. (2020). Transformation of educational roles of library-supported mobile learning: A literature review from 2009 to 2018. *The Electronic Library*, *38*(4), 695-710.

Xu, Y., Zhu, J., Wang, M., Qian, F., Yang, Y., & Zhang, J. (2024). The Impact of a Digital Game-Based AI Chatbot on Students' Academic Performance, Higher-Order Thinking, and Behavioral Patterns in an Information Technology Curriculum. *Applied Sciences*, *14*(15), 6418.

交互式虚拟现实在科学教育中应用对学习成效的影响效果研究——基于56篇实验或准实验研究的元分析

A Study on the Impact of Interactive Virtual Reality Technology on Students' Learning Outcomes in Science Education: A Meta Analysis

刘玲慧，逯行*，孙紫怡，苗婷薇
浙江师范大学教育学院
15635080416@163.com, * 1020352929@qq.com

【摘要】 本研究对56项关于交互式虚拟现实技术应用于科学教育的研究进行元分析，揭示科学教育中交互式虚拟现实技术对学生学习成效的影响。对总体效应和调节效应进行了分析，计算效应大小时使用了随机效应模型，结果表明，交互式虚拟现实技术应用到科学教育中对学生的学习成效具有中等程度的影响，有助于提升学生的学习成效。
【关键词】 交互式；虚拟现实；科学教育；学习成效；元分析

Abstract: *This study meta-analyzed 56 studies on the application of interactive virtual reality technology to science education to reveal the effects of interactive virtual reality technology in science education on students' learning effectiveness. Overall and moderating effects were analyzed, and a random-effects model was used to calculate the effect size, which showed that interactive virtual reality technology applied to science education has a moderate effect on students' learning effectiveness and helps to improve students' learning effectiveness.*
Keywords: interactive, virtual reality, science education, learning effectiveness, meta-analysis

1. 引言

当前虚拟现实技术的应用已深入各个领域，如教育、医疗等方面。学术界虚拟现实技术的应用也成为研究热点，交互式的VR技术使学生可以探索虚拟学习环境，无论是重现历史故事、展示复杂科学原理，还是探索神秘宇宙，都变得触手可及。近年来，国家对科学教育给予前所未有的重视，如何能够提升科学教育的效果，开创科学教育新局面成为关键问题。Chen和Chu（2024）探究VR辅助探究式学习对学生学习效率的影响，结果表明该方法能显著提高学生的科学成绩。Dunnagan等（2020）进行的一项VR实验室体验项目，结果表明，两组学生的学习结果没有显著差异。虚拟现实技术以较强的交互性为主要特征应用于教育教学过程中，目前对于其在科学教育的应用效果如何，当前的研究没有对这一问题形成统一的结论。综上，本研究通过使用元分析的方法，尝试分析2006年以来国际及国内交互式虚拟现实应用到科学教育中对学生学习成效的影响效果，期望能够为研究者和教师提供参考。

2. 研究设计

2.1. 文献检索流程

文献检索选择时间跨度为2006年到2024年，对于中文文献，选取CNKI数据库，主题词为“虚拟现实”或“VR”或“虚拟仿真”并含“实验”或“准实验”，同时主题涉及到“科学”或科学教育所包含的生物、物理和化学等学科，共检索到中文文献169篇。对于外文文献，选取Web of Science数据库，主题词有“virtual reality”或“VR”并包含“experiment”或“quasiexperiment”，同时选择涉及“physics”“chemistry”等科学教育领域学科的关键词

进行搜索，共检索到英文文献篇 175 篇。为避免遗漏，本研究还通过参考文献进行人工搜索，以补充文献。文献检索流程如图 1 所示。

2.2. 文献纳入标准

检索到的文献依据以下标准进行筛选：（1）研究主题必须是虚拟现实技术对学生学习的影响，包含有小学、初中、高中以及本科阶段的在校学生；（2）研究内容中虚拟现实技术的使用含有交互，且涉及学科内容属于科学教育；（3）研究类型为实验研究或者准实验研究，或者用到案例为实验研究或准实验研究；（4）研究中必须包括实验组和对照组；（5）研究中提供了足够的数据信息可供提取和计算。基于上述筛选标准，本研究最终获得符合标准的文献 56 篇，其中中文文献有 29 篇，英文文献 27 篇，一共获得 91 个效应值。

2.3. 文献编码

为了进行下一步的研究，本研究对所筛选的 56 篇文献进行编码，编码信息包括文章信息、样本量、实验学段、实验学科及 VR 交互方式（李彤彤等，2018；李宝敏，2019）。本研究中科学教育包含小学阶段设置的科学课程、中学阶段设置的化学、物理等课程以及本科阶段涉及自然科学知识的课程，同时包含上述内容在教学过程中所进行的教育教学活动。研究涉及小学、初中、高中、大学多个学段，涉及科学、生物、化学等多个科学教育所包含的学科。

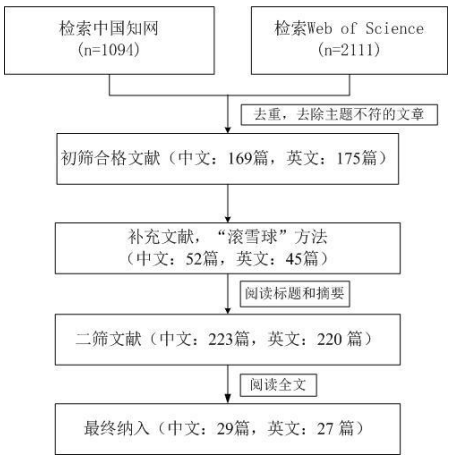


图 1 文献检索流程图

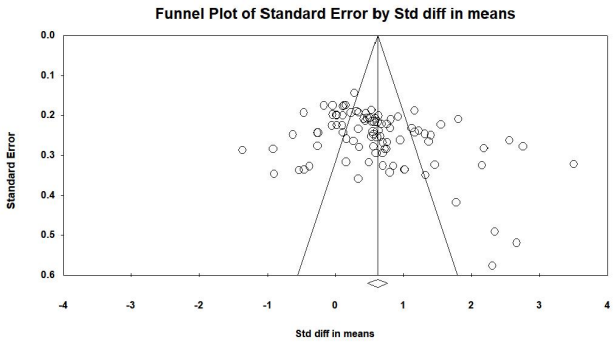


图 2 漏斗图

2.4. 数据分析

2.4.1. 发表偏倚和异质性检验

本研究的漏斗图（如图 2）显示效应值分布右侧多于左侧，可能存在发表偏倚。Egger’s 回归检测结果显示 P=0.00256<0.05，达到显著水平，说明存在一定的发表偏倚。因此，采用剪补法判断发表偏倚是否会对研究结果造成较大影响，结果显示剪补后 Q 值和置信区间与之前相同，需要剪补的研究数量为 0，表明发表偏倚对于研究的影响不大，结果较稳健（如表 1）。异质性检验的总体效应值分布如表 2 所示。本研究 I^2 值为 88.389%，同时，Q 值越大对应的 P 值小于 0.05，说明异质性程度较高，选择随机效应模型。

2.4.2. 研究工具和效应值选择

本研究使用 Comprehensive Meta Analysis V3 软件处理和分析数据。同时，本研究选取标准化均差（standardized mean difference,SMD）作为效应值。

3.研究结果分析

3.1.总体效应分析

根据合并效应值结果（如表 2），合并后的 SMD 值为 0.618，对应的 P 值为 0.000<0.001，达到了统计的显著水平。Cohen(1992)认为当效应值为 0.2 左右，可认为影响较小；当效应值在 0.5 上下时，被认为有中等影响；当效应值在 0.8 左右时，被认为是影响显著。基于此，本研究认为交互式虚拟现实技术应用到科学教育中对学生的学习成效具有中等程度的影响，有助于提升学生的学习成效。

表 1 剪补法数据表

类型	修剪数量	固定效应			随机效应			Q 值
		点估计值	下限	上限	点估计值	下限	上限	
观测值	0	0.52681	0.47756	0.57607	0.61797	0.47141	0.76452	766.53116
调整值		0.52681	0.47756	0.57607	0.61797	0.47141	0.76452	766.53116

表 2 总体效应值表

模型	效应值和 95%的置信区间			双尾检验		异质性检验				Tau 平方		
	样本	点估计值	下限	上限	Z 值	P 值	Q 值	Df	P 值	I^2	Tau 平方	标准误	Tau 平方
固定效应	90	0.527	0.478	0.576	20.964	0.000	766.531	89	0.000	88.389	0.434	0.079	0.659
随机效应	90	0.618	0.471	0.765	8.265	0.000							

表 3 学习成效的调节效应分析表

调节变量	类型	数量	SMD	标准误	方差	95%置信区间		双尾检验		异质性		
						下限	上限	Z	P	Q	df	P
学科	地理	7	0.263	0.143	0.021	-0.018	0.544	1.835	0.066	36.293	6	0.000
	工程	2	2.494	0.357	0.127	1.795	3.193	6.993	0.000			
	化学	7	0.689	0.239	0.057	0.222	1.157	2.889	0.004			
	科学	31	0.751	0.132	0.017	0.493	1.009	5.702	0.000			
	生物	12	0.524	0.134	0.018	0.261	0.787	3.902	0.000			
	数学	2	0.655	0.503	0.253	-0.332	1.641	1.301	0.193			
	物理	29	0.457	0.161	0.026	0.142	0.772	2.847	0.004			
学段	本科	19	0.638	0.196	0.039	0.253	1.023	3.248	0.001	1.552	3	0.670
	初中	20	0.739	0.140	0.020	0.464	1.015	5.263	0.000			
	高中	22	0.495	0.138	0.019	0.225	0.765	3.598	0.000			
	小学	29	0.615	0.139	0.019	0.343	0.887	4.434	0.000			
交互方式	触控笔	4	1.306	0.271	0.074	0.774	1.838	4.811	0.000	10.142	3	0.017
	佩戴设备	13	0.961	0.223	0.054	0.504	1.418	4.119	0.000			
	手柄控制	6	0.600	0.324	0.105	-0.035	1.234	1.852	0.064			
	鼠标点击	67	0.517	0.081	0.007	0.357	0.676	6.349	0.000			

3.2. 调节效应分析

本研究根据学科、学段以及交互方式进行了调节效应分析，分析结果如表 3 所示。

3.2.1 不同学科对学习成效的调节作用

根据分析结果（如表 3），异质性检验的 Q 值为 36.293，P 值为 0.000<0.001，说明学科差异对整体效果会产生显著影响。在不同学科中，地理和数学双尾检验的 P 值均大于 0.05，不具备显著水平，但效应值处于中等程度，说明交互式 VR 技术应用到数学中对学生学习的促进作用一般；化学、物理、工程、科学和生物学科双尾检验的 P 值均小于 0.001，说明交互式 VR 技术应用这些学科中对学生的学习具有显著的正向促进作用。

3.2.2. 不同学习阶段对学习成效的调节作用

根据分析结果（如表 3），异质性检验的 P 值为 0.670>0.05，说明学段差异不会对学生学习成效产生显著影响。本科、初中、高中和小学组双尾检验的 P 值均小于或等于 0.001，具有显著性，且效应值均处于中等及以上，说明交互式 VR 技术对于不同学段的学生学习都具有显著的促进作用。

3.2.3. 不同互动方式对学习成效的调节作用

根据分析结果（如表 3），异质性检验的 P 值为 0.017<0.05，说明不同交互方式对于整体效果会产生显著影响。在不同交互方式中，触控笔、佩戴设备和鼠标点击双尾检验的 P 值均

小于 0.001，具有显著影响。触控笔和佩戴设备效应值均达到 0.9 以上，说明相较于鼠标点击来说触控笔和佩戴设备更能促进学生的学习成效。手柄控制双尾检验的 P 值大于 0.05，而效应值处于中等程度，说明手柄控制对于学生的学习起到的促进作用一般。

4.结论与思考

本研究通过元分析方法综合分析了交互式虚拟现实技术在科学教育中应用对学生学习成效的影响效果。结果表明，交互式虚拟现实技术在科学教育中应用对学生学习成效的整体影响达到统计的显著水平，表明有助于提升学生的学习成效。此外，通过调节效应分析，发现学段差异不会对整体效果造成影响，但学科差异和交互方式差异会产生显著影响，由此可知在不同学科以及不同交互类型对于交互式 VR 技术的应用的效果不同。基于研究结果，我们为科学教育教师提出一些建议：第一，学科是一个很重要的调节因素，因此在科学教育中，对于不同学科与交互式 VR 技术的融合要考虑学科特点，对于科学、物理和化学等实践性和综合性较强的学科，应当充分发挥交互式 VR 技术的教学优势。而对于数学学科，应当更注重教学内容与技术的整合，找到合适的融合点，进一步提高教学效果。第二，从研究结果来看，相较于使用触控笔、鼠标点击和佩戴头盔或 VR 眼镜来说，手柄控制的效果一般，因此，教师要根据教学内容选择效果更好的交互方式。

参考文献

李彤彤、庞丽和王志军(2018)。翻转课堂教学对学生学习效果的影响研究——基于 37 个实验和准实验的元分析。*电化教育研究,39*(5),99－107。https://doi.org/10.13811/j.cnki.eer.2018.05.015

李宝敏、王钰彪和任友群(2019)。虚拟现实教学对学生学习成绩的影响研究——基于 40 项实验和准实验的元分析。*开放教育研究,25*(4),82－90。https://doi.org/10.13966/j.cnki.kfjyyj.2019.04.009

Chen, C.-H., & Chu, Y.-R. (2024). VR-assisted inquiry-based learning to promote students ' science learning achievements, sense of presence, and global perspectives. *Education and Information Technologies*, *29*(15), 19421－19441.

Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, *112*(1), 155－159.

Dunnagan, C. L., Dannenberg, D. A., Cuales, M. P., Earnest, A. D., Gurnsey, R. M., & Gallardo-Williams, M. T. (2020). Production and Evaluation of a Realistic Immersive Virtual Reality Organic Chemistry Laboratory Experience: Infrared Spectroscopy. *Journal of Chemical Education*, *97*(1), 258－262.

基于 GAI 的思维导图在跨学科学习中对学生学习成就和高阶思维的影响

The Impact of GAI-based Mind Maps on Student Achievement and Higher-order Thinking in Interdisciplinary Learning

徐婉蓉[1]，田婉萌[2]，张帝[3*]
[123] 浙江师范大学教育学院
*zhangdi0909@126.com

【摘要】 跨学科学习对学生能力培养至关重要，但传统思维导图（C-MP）虽具知识可视化功能，却存在跨学科整合困难。本研究结合生成式人工智能（GAI）的即时反馈与思维发散优势，提出 GAI 增强型思维导图方法（G-MP），为验证效果，选取两班级开展准实验，随机分为 G-MP 实验组与 C-MP 对照组。通过知识前、后测、及思维导图内容分析发现，G-MP 组的学习成效提升方面显著优于对照组，尤其在后设认知能力维度表现突出。结果表明，结构化人机协同能有效突破传统导图的认知局限。
【关键词】 跨学科学习；生成式人工智能；思维导图

Abstract: *Interdisciplinary learning is critical for student competency development, yet traditional mind mapping (C-MP), while effective for knowledge visualization, struggles with cross-disciplinary integration. This study proposes a Generative AI-enhanced mind mapping method (G-MP) that leverages GAI's real-time feedback and divergent thinking stimulation. A quasi-experimental design was implemented, randomly assigning two classes to either the G-MP experimental group (human-AI collaborative refinement) or the C-MP control group (traditional manual mapping). Pre- and post-tests, alongside mind map content analysis, revealed that the G-MP group significantly outperformed the control group in learning outcomes, particularly in meta-cognitive skill development. The findings demonstrate that structured human-AI collaboration effectively overcomes the cognitive limitations of traditional methods, enhancing interdisciplinary knowledge integration and higher-order thinking capabilities.*
Keywords: Interdisciplinary learning,Generative Artificial Intelligence, Mind Map

1.前言

跨学科学习是一种系统性的知识获取方式，强调将不同学科的知识和视角融合起来，以构建更为全面和综合的知识体系、结构和概念(Zhexembinova et al., 2024)。然而，由于个体难以全面建立知识关联，需借助智能技术工具对跨领域知识节点进行系统梳理与整合。此外，这些领域之间的联系往往不够直观，可以使用思维导图来可视化不同知识点之间的联系。

思维导图是教学中常用的可视化工具,能帮助学习者生成想法、整理笔记和系统化思维(Shi et al., 2023)。Semilarski al et.(2022)指出，利用思维导图支持跨学科学习可以提高学生的自我效能感。但是传统画思维导图的方式对学生的组织能力和知识归纳能力提出了更高的要求。生成式人工智能技术能够扩展学生思维，提供定制化的解决方案以增强学习者归纳能力。

生成式人工智能（GAI）可以通过分析文本、图像、视频等数字内容生成新的人工创作内容(Bahroun et al., 2023)，可以根据学生的需求解决学习者的疑问(Rahman & Watanobe, 2023)。并且，Iku-silan et al.（2023）认为人工智能可以帮助学生建立不同学科之间的联系。目前，已经出现自动绘制思维导图的工具，用户可以根据自己的需求直接生成思维导图并修改。然而，使用 GAI 生成思维导图辅助学生跨学科学习的方法比较少被人关注。

因此，本研究提出一种基于 GAI 生成思维导图的方法以支持学生跨学科学习，并设计了准实验来了解该方法对学生学习的有效性。其中实验组使用基于 GAI 的思维导图方式（G-MP）进行学习，控制组使用传统的思维导图绘制方法（C-MP）进行学习。研究问题如下：

（1）与 C-MP 方法相比，用 G-MP 方法进行跨学科学习的学生是否具有更高的学习成就？

（2）与 C-MP 方法相比，用 G-MP 方法进行学习的学生是否有更高的高阶思维能力？

2.跨学科学习中的 G-MP 方法

2.1. 系统结构

本研究利用基于思维导图系统提出了 G-MP 方法，该方法旨在通过多次互动反馈加深学生对知识的理解与记忆。学生可以根据自己的需要在 Git mind 平台中输入提示词，该平台接收后，给予一个大纲反馈，学生能够审视大纲、修改大纲。学习者再与之交互生成一个思维导图，其中包含对内容的扩展并在电脑屏幕上呈现，学生亦可对所呈现的思维导图进行修改。

2.2. G-MP 方法

G-MP 方法的流程包括四个阶段：确定主题；与 G-MP 交互；反思与修改；记忆并检验。

在“确定主题”阶段，选择一个合适的主题作为思维导图的中心主题。在“与 G-MP 交互”阶段，输入文字提示，包括主题和大致框架，在平台上生成思维导图，与平台提供的“小思助理”互动。在“反思与修改”阶段，根据自己的理解，修改思维导图的内容与结构，使其结构更符合自己的需求。在“记忆并检验”阶段，记忆思维导图中的内容，并完成随堂测试以加强记忆。

3.研究设计

3.1. 参与者

共有 75 名学生参加这项研究。在课程前参与者已知晓本研究的具体内容，并掌握思维导图的基本绘制方法。参与者被分成两组：实验组有 37 名学生，对照组有 38 名学生，分别使用 G-MP 方法和 C-MP 方法绘制思维导图。参与者均自愿参与实验，并接受同一位教师指导。

3.2. 实验流程

图 1 为本研究的实验流程，实验时间为 180 分钟，在正式上课前，学生电脑上安装完成录屏软件，并告知参与者本课程需要进行的学习活动。本研究的实验过程可以分成三个阶段。

图 1 实验流程

在第一阶段中，对学生进行知识水平前测，记录两组在相同课堂内容下的学习过程。在第二阶段中，两组在 Git Mind 软件中采用不同方法构建思维导图。对照组基于课堂笔记自由编辑节点与内容；实验组需依据笔记提炼出提示词，生成初始大纲，经修订后形成终版导图，全程录屏记录。在第三阶段中，两组学生完成后测，评估学生的学习成效和高阶思维的变化。

3.3. 测量工具

3.3.1. 学习成效测验

为了评估学生的学习成效，在学习前后分别设置了由一位具有丰富教学经验的教师出的测试题目，并保证知识测试的难度相等，测试有 10 道选择题和两道简答题组成，满分 100 分。通过前测和后测的分数计算标准化学习增益以评估学生的学习情况。

3.3.2. 批判性思维量表

研究通过问卷测试学生的批判性思维能力，编制参考 Lin, Hwang and Hsu (2019)的量表题项，用李克特五分量表从“非常不同意”到“非常同意”评估学习者的同意程度，得分高即批判性思维能力强。重测信度的 Cronbach’s alpha 为 0.801，说明量表具有较高的内部一致性。

3.3.3. 后设认知量表

研究通过问卷来测试学生批判性思维能力，编制参考了 Lai,Hwang (2014)的量表题项，使用李克特五分量表从“非常不同意”到“非常同意”来评估学习者的同意程度，得分越高即后设认知能力越强。重测信度的 Cronbach’s alpha 为 0.847，说明量表具有较高的内部一致性。

4.结果

4.1. 学习成效分析

为了比较 GAI 思维导图对学生标准化增益的影响，本研究进行了独立样本 T 检定。两组学生在学习前对知识的掌握无显著差异（t=-0.01, p=0.98>0.05）。如表 1，在使用不同的方法之后，标准化学习增益的独立样本 T 检验的结果有显著的差异（t=-2.07, p=0.04<0.05）。

表 1 标准化增益独立样本 T 检验结果

组别	N	M	SD	*t*	*p*
控制组	36	0.09	0.28	-2.07	0.04*
实验组	34	0.23	0.26		

4.2. 批判性思维分析

对两组学生批判性思维前、后测分别进行独立样本 T 检验。两组学生在学习前的批判性思维能力无显著差异(t=0.004, p=0.99>0.05)，在课程结束后的批判性思维均无显著差异(t=-1.23, p=0.22>0.05）。表明 G-MP 方法不会比 C-MP 方法更能促进学生的批判性思维。

表 2 批判性思维后测独立样本 T 检验结果

组别	N	M	SD	*t*	*p*
控制组	36	4.10	0.40	-1.23	0.22
实验组	34	4.23	0.46		

4.3. 后设认知分析

对两组学生后设认知能力的前测、后测分别进行独立样本 T 检验。两组学生在学习前的后设认知能力无显著差异（t=-1.50, p=0.13>0.05）。如表 3，两组学生在课程结束之后的后设认知有显著差异（t=-2.16, p=0.03<0.05）。即 GAI 思维导图方法可以提高学生的后设认知能力。

表 3 后设认知后测独立样本 T 检验结果

组别	N	M	SD	*t*	*p*
控制组	36	3.76	0.55	-2.16	0.03*
实验组	34	4.05	0.57		

5.讨论

5.1. GAI 思维导图促进跨学科学习成效

研究结果显示，采用 G-MP 的方法有助于提高学习者的学习成效。G-MP 是一种由生成式人工智能驱动的认知增强框架，能够帮助学习者梳理不同领域知识之间的联系，促进跨学科学习。此外，G-MP 方法借助 Git Mind 平台为学习者提供互动学习环境，能够帮助学习者高效地整合知识，提升思维能力。通过互动学习方式，学生可以在平台上进行知识共享、协作编辑和思维训练，进一步增强跨学科学习的效果。这与 Shi(2024)的研究结果相一致，即生成式人工智能支持的互动学习可以改善学生的认知，提高学习效果。

5.2.与 C-MP 相比，G-MP 方法对学生批判性思维没有显著差异

从实验结果中，可以发现两组学生在批判性思维方面没有显著的差异性。。Facione(1990)

认为批判性思维本质上是认知主体通过自我调节实现的知识重构过程，其核心在于认知代理的充分激活。本研究中，实验组学生获得的解释虽在数量上占优，但实质是生成式人工智能系统代理完成的认知劳动，这导致知识表征停留在表层语义网络，缺乏深层次的概念性理解。其次，GAI 的自动关联功能实质上剥夺了学习者建构隐性相关的认知训练机会，导致思维停留在联结识别阶段，无法进阶至联结重构层次。故而，两组的批判性思维没有显著的差异性。

5.3. GAI 思维导图提高后设认知

研究结果表明实验组的学生在学习后有更高的后设认知能力。后设认知是对自己思维过程进行审视、控制和调节。Lin et al.(2022)指出在科学探究学习当中，适当的反思可以提高学生的认知能力。相较于控制组中的学生，实验组学习者要求同时审视文本大纲、概念节点与图形结构，形成视觉-语义-空间的三重表征校验，激活元认知监控功能。因此，实验组中的学生后设认知能力的提升会优于控制组中的学生。

6.结论、局限性与未来的研究

本研究的主要贡献是提出了一种基于 GAI 的思维导图绘制方法以促进跨学科学习，为生成式人工智能融入跨学科教育，以及思维导图促进跨学科学习提供了参考。研究结果表明，使用 G-MP 方法可以提高学生的学习成就、后设认知能力。

虽然本研究设计的 G-MP 方法取得了一定的积极效果，但还存在一定局限性。在样本选取方面，由于采样范围的限制，结论推论性不足。未来的研究可以探究不同学段学生使用 G-MP 方法的效果。在实验设计方面，研究的实验时长较短，需要延长实验周期来进一步验证方法的有效性。在技术工具方面，基于 GAI 的思维导图建构工具生成精度不足，需通过多轮人机协同校准实现知识节点精准匹配。未来研究亟待打造动态认知建模框架。此外，希望未来的研究能够考虑将 GAI 与其他技术（如虚拟现实技术）融合，为学习者提供沉浸式的学习体验。

参考文献

Bahroun, Z., Anane, C., Ahmed, V., & Zacca, A. (2023). Transforming education: A comprehensive review of generative artificial intelligence in educational settings through bibliometric and content analysis. *Sustainability, 15*(17), 12983.

Facione, P. (1990). Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction (The Delphi Report).

Iku-Silan, A., Hwang, G. J., & Chen, C. H. (2023). Decision-guided chatbots and cognitive styles in interdisciplinary learning. *Computers & Education, 201*, 104812.

Lai, C. L., & Hwang, G. J. (2014). Effects of mobile learning time on students’ conception of collaboration, communication, complex problem-solving, meta-cognitive awareness and creativity. *International Journal of Mobile Learning and Organisation, 8*(3), 276-291.

Lin, H. C., Hwang, G. J., & Hsu, Y. D. (2019). Effects of ASQ-based flipped learning on nurse practitioner learners' nursing skills, learning achievement and learning perceptions. *Computers & Education, 139,* 207-221.

Rahman, M. M., & Watanobe, Y. (2023). ChatGPT for education and research: Opportunities, threats, and strategies. *Applied Sciences, 13*(9), 5783.

Semilarski, H., Soobard, R., Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2022). Expanding disciplinary and interdisciplinary core idea maps by students to promote perceived self-efficacy in learning science. *International Journal of STEM Education, 9*(1), 57.

Shi, S. J., Li, J. W., & Zhang, R. (2024). A study on the impact of Generative Artificial Intelligence supported Situational Interactive Teaching on students’ ‘flow’ experience and learning effectiveness—a case study of legal education in China. *Asia Pacific Journal of Education, 44*(1), 112-138.

Shi, Y., Yang, H., Dou, Y., & Zeng, Y. (2023). Effects of mind mapping-based instruction on student cognitive learning outcomes: a meta-analysis. *Asia Pacific Education Review, 24*(3),

303-317.

Zhexembinova, A., Kokazhayeva, A., Babaev, D., Shiyapov, K., & Sekenova, A. (2024). Actualization of interdisciplinary integration at mathematics lessons. *European Journal of Education, 59*(1), e12582.

游戏化竞答支持的合作出题策略发展大学生学术阅读能力的研究

A Study on the Development of Academic Reading Ability of College Students by Cooperative Question Writing Strategy Supported by Gamified Competition

谢丽娟，付庆科
湖州师范学院教育学院
2247311747@qq.com

摘要 学术文献阅读能力是大学生必备的关键技能之一。然而，当前国内较少有大学专业开展相关的文献阅读课程。即使有，大多采用的也是传统式的授课方式。本研究提出了游戏化竞答支持下的合作学习出题策略，并采用准实验研究法检验该策略的效果。结果发现，相对于游戏化竞答支持下的个体出题，该策略并没有统计意义上显著地提升学生的学术文献阅读能力，但在一定程度上揭示了该策略的潜在价值。研究分析了导致这一结果的可能原因，并指出了今后的研究方向。

关键词 学术文献阅读;游戏化教学;合作学习;提问能力

Abstract: *Academic literature reading ability is one of the key skills necessary for college students. However, at present, few universities in China carry out relevant literature reading courses, and even if there are, most of them use traditional teaching methods. In this study, a cooperative learning strategy supported by gamified competition is proposed, and quasi-experimental research method is used to test the effect of this strategy. The results show that, compared with individual question writing supported by gamified competition, this strategy does not significantly improve students' academic literature reading ability in a statistical sense, but it reveals the potential value of this strategy to a certain extent. The possible causes of this result are analyzed, and the future research direction is pointed out.*

Keywords: academic literature reading, gamification teaching, cooperative learning, questioning ability

1.引言

学术阅读对于大学生来说是需具备的关键能力之一。大学生通过阅读相关学术文献，可以获取大量知识，而阅读能力能够帮助他们有效理解文本内容，并挖掘其中的深意从而促进有效学习(Delgadová, 2015)。学术阅读涉及多方面的能力，例如，正确应用学术语言、理解段落的主旨及逻辑安排、理解研究方法的使用以及研究结果呈现与总结等。在大学教育之前甚至在大学教育期间，学生普遍缺乏这方面的训练。同时，当前大学生普遍对学术论文阅读缺乏兴趣。

游戏化学习是一种主动学习策略，它将一些游戏的元素（例如，竞争、积分、排行榜）融入到教学活动中，能够有效地提升学生的学习兴趣和效果。在学术文献阅读课程中，游戏化竞答可以有效提升学生的上课专注力，提升对学习内容的理解。

让学生提出问题是另一个有价值的学习机制，能够促使学生寻求信息、弥补信息缺陷从而有助于学生进行独立学习(Mishra et al., 2015)。有研究表明，学生提问与学习表现呈现正相关的关系，学生提问的复杂程度能够反映其科学素养技能，可以作为衡量学生学习状态与成果的标准之一(Cai, 1998; Dori et al., 2023)。然而，对于大学生来说，学术文献阅读与理解是一项具有一定难度的任务，个体出题对于他们来说更是一项颇具挑战性的任务。

合作学习是另一个广受认可的主动学习策略(Slavin, 1980)。它在提高学生学习成绩、促进

知识迁移与高阶思维发展、增强学习动力和参与度上具有重要的意义。同时，还有助于构建良好的人际关系、培养解决问题的能力，从而为学生融入社会发展奠定坚实基础(Heller et al., 1992; Johnson & Johnson, 1999; Song et al., 2016)。学生在合作学习中积极交流、相互启发，能够充分发挥个体的作用，形成集体的力量。因此，在合作学习中共同出题或许是解决这个挑战性任务的不错方法。

本研究的问题是：相对于游戏化竞答支持下的个人出题，游戏化竞答支持下的团队合作出题是否可以更好地提升大学生的学术阅读能力？

2.游戏化竞答支持的合作出题策略设计

为了提升学生对课程的兴趣及课堂参与，并由此带来学习效果上的增强，本研究设计了游戏化竞答支持的合作出题策略。如图 1 所示，该策略由教师讲授、学生进行游戏化竞答活动以及合作出题三个环节组成。在讲授环节，围绕段落结构、统一与连贯、观点与证据使用、语言应用、学术论文体裁或结构、概念或理论框架、研究方法、结果展示、讨论及总结等八个主题展开教学，试图向学生传递学术文献相关知识。在游戏化竞答环节，使用剥豆豆游戏化答题平台（类似于 Kahoot）围绕这八个主题开展知识竞答，并给予排名奖励，试图提升学生对主题知识的理解。最后，在合作出题环节，学生自由组队（不超过四人），到专业的文献数据库检索学术论文并阅读，之后根据所阅读的文献，围绕教师讲授的八个主题，共同地设计题目，并提交到剥豆豆平台，其他小组的同学参与竞答。期望通过这个环节，发展学生的知识应用能力，进一步加深对知识的理解。

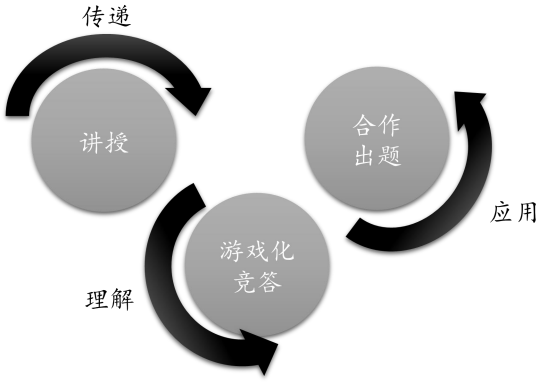


图 1 游戏化竞答支持的合作出题策略

3.研究方法

3.1.研究设计及情境 研究采用准实验设计，实验组采用游戏化竞答支持的合作出题策略，对照组采用游戏化竞答支持的个人出题策略。实验组来自于 2024 年秋季《文献导读与数字化学习》课程的大二学生，控制组来自于 2023 年秋季同一门课程的大二学生。其中，实验组男生 16 人，女生 12 人，控制组男生 11 人，女生 17 人，平均年龄在 20 岁左右，来自同一所师范院校的相同专业。该课程在 2023 及 2024 年的授课教师为同一人，他们此前没有学习过类似课程。

3.2.研究工具 为了全面地测量学生的学术阅读能力，本研究设计了包括了段落结构、统一与连贯、观点与证据使用、（学术）语言应用、学术论文体裁或结构、概念或理论框架、研究方法、研究结果展示、讨论及总结八个主题的题目（包括单选和多选题），共 40 题，每题 2 分，总共 80 分。

3.3.研究过程 研究所依托的《文献导读与数字化学习》课程总共分成 16 周，每周共 2 节课（共 90 分钟）。在第一周，进行学术阅读能力前测。第二到十五周，实验组采用游戏化竞答教学支持的合作出题策略，对照组采用游戏化竞答教学支持的个人出题策略。第十六周，开展学术阅读能力后测。具体来说，在第二到九周课程中的第一节课（45 分钟），教师向学生讲授

八个主题的知识；在第二节课（45 分钟），开展游戏化竞答活动（教师在课前已围绕该主题的知识，在剥豆豆平台上提前设计好相关题目）。并在第九周的课后，将全部同学分成若干小组，每个小组自行查找感兴趣的学术论文，阅读后共同地设计相应题目。从第十到十五周，将学生设计的题目放置到剥豆豆平台，开展全班的游戏化竞答活动。相对于实验组采用的教学策略，在出题环节，对照组采用个人出题的方式，其他的教学细节与实验组完全一样。

4.研究结果与讨论

4.1. 学术阅读能力 本研究使用协方差分析检验提出的策略是否可以更有效地提升大学生的学术阅读能力，学习方法为自变量，学术阅读能力前测、后测分为协变量与因变量。在实施协方差分析之前，通过 QQ 图发现因变量呈正态分布，且同质性检验（$p = .367, F = 1.023$）也获得通过。之后，实施协方差分析，结果如表 1 所示。研究发现，合作式出题并没有显著地提升大学生的学术阅读能力。可能的原因是给予每组学生合作出题的时间或机会不多，没有能充分地发挥策略的效果。在本研究中，每组只有一次出题的机会，若给予他们更多的出题机会，或许可以有效地提升他们的学术阅读能力。同时，研究发现，实验班的平均分高于控制班平均分将近 10 分，也在一定程度上提醒我们合作出题策略在发展大学生学术阅读能力方面的潜力。

表 1 学术阅读能力协方差分析结果

组别	人数	平均值	标准差	调整平均值	标准误	F 值	P 值	效应值(η^2)
实验组	28	64.39	23.07	64.30	4.01	2.941	.092	.053
控制组	28	54.49	18.97	54.58	4.01			

4.2. 学生出题分析 为了进一步探究合作出题策略在本研究教学情境中的效果，研究对学生合作创设的题目进行内容分析。如图 2 所示，研究发现，将近一半的题目（共 50 题）涉及的是对文献中某段文本或内容的理解，而这类题目并不在本研究所采用的前、后测题库中。事实上，我国的语文教学的重点之一也是培养学生的阅读理解能力，较少关注学生对文本体裁的理解与掌握。学生的这种出题现象可能正是他们学习经历的一种体现。而课程的目的是发展学生在段落结构、段落内及段落间的统一与连贯等方面的知识或能力，前、后测包括的也是这些类型的题目。

同时，研究也分析了对照组学生的出题，发现他们的出题类型与实验组学生出题类型基本一致，各类题型的数量也相差不大。

研究发现，经过一个学期的学习，他们仍然对学术论文的体裁知识掌握不够或信心不足，出题时也有意无意避开这些题型，而选择他们最为熟悉的阅读理解类的题目。

我们也认为，在本研究中，实验组学生合作学习体现的可能更像一种工作量上的分工，而不是认知上的分工，这种非认知上的分工与合作，导致他们的学习成绩并没有显著地胜过控制组学生。当然，在创设某一道具体的题目时，他们可能会进行讨论，但是参与讨论的成员在该题型所涉及的知识上可能并没有多少认知差异，导致他们不能通过这种合作获得知识上的有效增长。因此，将擅长不同题型或对不同题型感兴趣的学生组成一个合作学习小组，充分利用他们在不同学术文献阅读维度上的认知差异或兴趣，促进他们彼此之间的认知交流，可能会是一个更好的办法。还有一种可能是，即使某个小组成员题型所涉及的知识上存在有益的认知差异，但是他们关注的是学术文献中文本或内容理解方面的题目，而在这类题型上的认知合作并不会对他们的后测得分有所帮助。

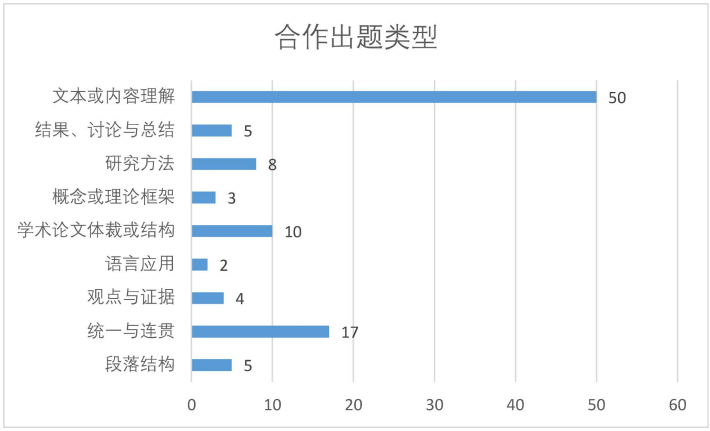


图 2 学生合作出题类型

5.总结

本研究提出了游戏化竞答支持下的合作出题策略。然而，相对于控制组采用的个人出题策略，研究发现合作出题并没有显著地提升他们的学术阅读能力。除了给予学生合作出题机会不充分外，非认知上的分工与合作可能是另外一个原因。并且，实验组和控制组学生出的题目聚焦于文献内容或文字的理解，较少关注学术文献的内在特征（例如，段落结构、学术语言的应用、概念/理论框架等）。这些发现启示相关领域的教育或研究者，要重视发展大学生的学术阅读能力，尤其在学术文献特征上的交流与互动能力。

参考文献

Cai, J. (1998). An investigation of U.S. and Chinese students' mathematical problem posing and problem solving. *Mathematics Education Research Journal*, *10*(1), 37-50. https://doi.org/10.1007/BF03217121

Delgadová, E. (2015). Reading Literacy as One of the Most Significant Academic Competencies for the University Students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *178*, 48-53.

Dori, Y. J., Allouche, A., Herscu-Kluska, R., Herscovitz, O., Yarden, H., Blinder, Y., & Levenberg, S. (2023). Biomedical Engineering Students' Question Posing Skill Based on Reading Scientific Articles. *Journal of Science Education and Technology*, *32*(6), 962-978. https://doi.org/10.1007/s10956-022-10015-y

Heller, P., Keith, R., & Anderson, S. (1992). TEACHING PROBLEM-SOLVING THROUGH COOPERATIVE GROUPING .1. GROUP VERSUS INDIVIDUAL PROBLEM-SOLVING. *American Journal of Physics*, *60*(7), 627-636. https://doi.org/10.1119/1.17117

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1999). Making cooperative learning work. *Theory into Practice*, *38*(2), 67-73.

Mishra, S., Iyer, S., & Assoc Comp, M. (2015, Jul 04-08). Question-Posing Strategies Used by Students for Exploring Data Structures. [Iticse'15: Proceedings of the 2015 acm conference on innovation and technology in computer science education]. ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE), Vilnius, LITHUANIA.

Slavin, R. E. (1980). COOPERATIVE LEARNING. *Review of Educational Research*, *50*(2), 315-342.

Song, X. Q., Yin, H. C., & Hu, L. L. (2016, Oct 08-09). An Experimental Research on the Effect of Cooperative Learning on College Students' Interpersonal Relationship in College Physical Education Classes.*Lecture Notes in Management Science* [2016 issgbm international conference on information, communication and social sciences (issgbm-ics 2016), pt 1].

ISSGBM International Conference on Information, Communication and Social Sciences (ISSGBM-ICS 2016), Dubai, U ARAB EMIRATES.

人机协同模式下学业失败影响因素与提升路径研究

Research on the Influencing Factors and Improvement Paths of Academic Failure in the Human-computer Collaboration Mode

晋欣泉[1]，陈映彤[1]，姜强[2]，张红英[1]
[1]江南大学 江苏“互联网+教育”基地
[2]东北师范大学 信息科学与技术学院
*1158230107@stu.jiangnan.edu.cn

【摘要】 人机协同模式在教育领域的应用日益广泛，但仍存在学业失败的现象。基于 I-E-O 理论模型，利用结构方程模型，探究人机协同模式下学业失败影响因素·研究发现，任务技术契合度、人机交互成知、尽责性对学习投入与学习效果具有显著正向影响。据此，研究提出了强化语言交互的精准性，提升协同效率、提升师生与机器的协同能力，推动人机共学、加强协同交互的情感支持等提升路径，旨在更好地发挥人机协同模式的优势，提高教学效果和学习效果，为学生的全面发展提供有力支持。
【关键词】 人机协同；学业失败；影响因素；提升路径

Abstract: *The human-machine collaboration model is increasingly used in education, but academic failure still exists. Based on the I-E-O model and using structural equation modeling, the study explored influencing factors of academic failure in this mode. It found task-technical fit, human-computer interaction perception, and conscientiousness significantly positively affect learning engagement and effectiveness. Accordingly, the study proposed enhancing the accuracy of language interaction, improving collaboration efficiency, boosting teacher-student-machine collaboration ability, promoting human-computer co-learning, and strengthening emotional support in collaborative interaction. These aim to better leverage the advantages of the human-machine collaboration model, improve teaching and learning effects, and provide strong support for students' all-round development.*

Keywords: Human-Machine Collaboration; Academic Failure; Influencing Factors; Improvement Paths

1.引言

在党的二十大报告中，明确提出“要推动教育变革和创新，推进教育数字化，构建网络化、数字化、个性化的教育体系”。同时，随着人工智能技术的快速发展，互联网和移动终端的普及为人机协同教育的发展奠定了坚实基础（刘三女牙等人，2024)。人机协同模式在教育领域的应用日益广泛，使教育教学更加能够满足学生的个性化需求。人机协同，作为人类与计算机或人工智能系统之间有效合作的工作模式，旨在通过整合双方的优势资源，实现教育过程的优化与教学效果的提升（顾小清和郝祥军，2022；黄国祯等人，2022）。然而，在实际应用中，人机协同模式并非总能达到预期效果，学业失败的情况屡见不鲜（魏海涛等人，2025）。人机协同学习环境的复杂性、学习者自主性不足以及缺乏有效的学习支持等因素，导致部分学生在人机协同学习过程中的学业质量并不理想。因此，深入研究影响人机协同模式下的学业失败因素，旨在优化人机协同模式的应用效果，提高教学质量与学习效果。

人机协同模式体现了人类智慧与机器计算能力的深度融合，学业失败作为人机协同模式下的一个重要问题，其背后的影响因素复杂多样，既涉及技术层面的限制，也关乎教育理念、模式以及人类与机器之间的交互方式等深层次问题。学者们目前主要从以下三方面探究了学业失败影响因素。一是技术层面的限制因素。通过对比不同平台功能学习者的学习效果，发现缺乏有效的人际互动、即时的问题解答、难以集中和维持注意力是制约学习者在线学业发

展的障碍因素之一（周雪涵等人，2022）。魏海涛等（2025）采用 Ordered-Logit 模型分析自主学习、学习共同体、情境创设均对在线学习效果产生显著的正向影响。由于技术术语或专业语言的使用，可能导致学生难以理解机器的反馈或建议，从而影响人机交互效果。二是教学层面的限制因素。从教育理念角度出发，从学习课前、课中、课后三阶段以及课程评价方式等维度，探讨教学模式、课程设计对人机协同模式的制约。有学者借助社会网络分析方法研究发现平台设计、教学资源、教师和交互会对会对学习者的在线学习效果产生影响（董伟等人，2020）。三是个体层面的限制因素。一些学者从学生自身的角度出发，研究了自身技能水平对人机协同效果的影响。裴棕伟、宋平平（2024）基于非线性门限回归模型进行研究发现资源条件保障因素和学习者自身学习能力因素在“学习行为低效”区制中的影响相对较大。也有一些学者关注于学习动力和兴趣对人机协同效果的影响（晋欣泉等人，2025）。尽管现有研究对学业失败学习者的影响因素进行了多方面的探讨，但往往侧重于某一方面的影响因素，缺乏对人机协同模式下学业失败问题的系统性分析，未全面揭示学业失败的复杂成因。

据此，研究基于“输入-环境-输出”（I-E-O）理论模型，以学习属性、学习投入、学习效果分别作为输入层、情景层和结果层，构建了包含任务技术契合度、人机交互感知、学习动机、尽责性等在内的影响因素假设模型，旨在系统分析人机协同模式下学业失败的影响因素，并探讨各因素之间的相互作用关系，以此来为人机协同模式在教育领域的应用提供有力的理论支撑和实践指导，构建更加高效和谐的人机共学环境。

2.理论基础与研究假设

2.1. 理论依据

从发展的角度来看，学业失败是一个多维度、复杂性的概念，指学习者在某个学习阶段或某项学习任务终结评价中未能达到合格水准的现象。在人机协同学习过程中，影响大学生取得学习成功的因素是多维度的。从社会学的宏观视角探析院校影响因素，Astin（1970）的 I-E-O 模型是最具影响力和能够全方位分析大学生发展过程的影响因素理论模型,通常被视为指导分析一系列关于大学生学业成就研究的理论基础，被广泛应用于探究影响大学生学习的因素研究。据此，本研究引入 I-E-O 理论模型作为理解学业失败影响因素的基础理论模型，旨在廓清导致学习者学业困难的影响要素。本研究基于六个特征变量，结合学习者自身因素与院校研究情境的关系，在此理论框架下，学习的“输入”、“环境”与“结果”三者，被逻辑严谨地线性关联起来，如图 1 所示，为本研究揭示学困生问题的影响要素提供理论指导。

输入层聚焦学习者在学习初始阶段的内部个体因素和外部学习输入，为学习过程提供基础条件；环境层以学习投入为核心，强调学习者在特定学习情境中与外部环境的动态交互过程。根据 Astin（1984）的学习投入理论，学习投入不仅是学习者内在特质的外显，更是人机协同等外部因素与学习者交互作用的动态结果，因此将其归为环境层；结果层则通过知识技能、学习能力、认知结构等多维度评估协作学习效果，体现学习过程的最终产出。这一划分既明确了各层次的功能定位，也突出了学习投入作为连接输入与输出的关键中介作用，为研究人机协同模式下的学习过程提供了清晰的理论框架。

图 1 人机协同模式下学业失败影响因素的 I-E-O 框架

2.2. 研究模型与假设

鉴于人类作为具有主观能动性的主体，学习者能够凭借自身既有的学习属性，自主抉择并灵活调控其学习进程。当个体遭遇学校学习环境中诸多现实因素的动态作用时，其本质将随之发生转变，从而对学习者的学习历程与成果产生基础性且深远的影响。在此过程中，学习投入亦扮演着举足轻重的角色。鉴于此，本研究以学习效果影响因素的 I-E-O 框架为基石，构建了影响因素假设模型，如图 2 所示。该模型旨在全面而系统地剖析影响学习者学业表现的诸多因素，为深入理解人机协同模式下的学业失败现象提供理论支撑。

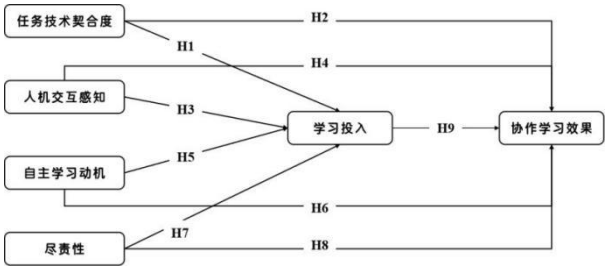


图 2 理论假设模型

2.2.1. 任务技术契合度因素

在技术深度融合教育教学的背景下，教学设计的精妙架构不仅勾勒了学生参与学习活动的清晰脉络，更在无形中塑造了学生学习的发生概率与演进轨迹。其中，任务技术契合度直接关系到学习者参与学习活动的体验与成效（Isaac et al., 2019）。具体而言，当任务技术契合度较低时，学习者在人机协同模式下的学习活动中，可能会因技术障碍或任务不匹配而承受额外的学习认知负荷，进而影响其学习投入与最终效果。有研究者指出任务技术契合度对学习动力与参与度产生积极影响，任务技术契合度不足，可能削弱学习者的学习动力与参与度，增加学习负担，产生认知负荷，进而对学习效果产生负面影响（Isaac et al., 2019）。反之，若任务技术契合度较高，则能显著提升学习者的学习体验，激发学习者的学习兴趣与动机，促进其更加积极地投入到学习活动中，进而优化学习效果。因此，研究提出假设：

假设 1（H1）：任务技术契合度对学习投入有正向影响。

假设 2（H2）：任务技术契合度计对协作学习效果有正向影响。

2.2.2. 人机交互感知因素

人机交互感知倾向是指通过构建智能化、个性化的学习环境，学习者与人工智能系统在交互过程中展现出的偏好或趋势 （Sarwar et al., 2019）。从技术角度来看，一方面，人机交互感知对学习投入的正向影响体现在增强了学习者的学习动力。通过提供即时的反馈与指导，帮助学习者及时调整学习策略，优化学习过程，进一步提升了学习投入。另一方面，当学习者在人机协同交互的环境中投入更多时间与精力时，他们能够获得更加深入、全面的学习体验，从而取得更好的学习效果。Vygotsky 和 Cole（1978）将学习视为社会建构过程，学习者与智能平台之间的协同建构过程，有效促进了资源的共享，可有效提高学业成就。智能平台不仅作为知识的提供者，更作为学习的伙伴和引导者，与学习者共同探索、解决问题，提供个性化的学习资源与路径，促进知识、技能和价值观的传递与内化。因此，研究提出假设：

假设 3（H3）：人机交互感知对学习投入有正向影响。

假设 4（H4）：人机交互感知对协作学习效果有正向影响。

2.2.3. 个体因素

学习普遍被认为是个体内部因素与外部情境因素相互影响的结果，个体因素对学习过程和结果产生重要影响，高水平的学习动机和责任心成为取得高学术成就学习者的核心特征。自主动机是学习者对于不同学习活动的参与倾向和解释事件发生方式的一种内部意愿，可引发或调节学习投入。学生的自主动机的程度在增强学习方面起着近端的作用，自主动机是受到个体认可与自身意志影响，自主选择而做出的行为，并且与受控形式的动机相比，更自主的动机类型始终与积极的学习过程和结果相关（Howard et al., 2021)。尽责性是一种人格特质，

反映了个人对成就的需要、对任务的承诺以及道德上的谨慎，包括自我控制、责任、勤奋、组织管理等，始终与学习者的学习绩效产生积极关联，是在学校取得成功的必要先决条件。

综上所述可知，自主动机和尽责性都是驱使个人从事学习活动的力量，在解释学习期间学习效果差异方面起着特别重要的共同作用。因此，研究提出假设：

假设 5（H5）：自主学习动机对学习投入有正向影响。

假设 6（H6）：自主学习动机对协作学习效果有正向影响。

假设 7（H7）：尽责性对学习投入有正向影响。

假设 8（H8）：尽责性对协作学习效果有正向影响。

2.2.4. 学习投入

学习投入被认为是一个过程变量，多数研究者提出并证明了学生学习投入对输入因素与学习结果之间关系的中介作用（Jianpeng , 2018）。这种中介作用意味着，学习投入不仅直接受到输入因素的影响，还进一步影响着学习结果的好坏。深层次学习投入者，不仅会深思熟虑地应用高阶或有意义的处理策略，深入思考与理解新的学习内容，时刻检查反思自身学习过程和结果是否存在需要改进的地方，对学习效果有积极影响（马志强等人，2024）。同时，深层次学习投入者还对学习保持良好的好奇心和对接受到的教育感到满意。这种好奇心驱使他们不断探索未知领域，拓宽知识视野，增强学习动力，积极参与学习活动，从而形成良好的学习态度和习惯。这种情感态度上的投入，不仅显著影响了他们更高层次的认知技能，如批判性思维、创新思维等的发展，还有助于提高他们的学习成绩。因此，研究提出假设：

假设 9（H9）：学习投入对协作学习效果有正向影响。

3. 影响因素实证研究

本研究使用有目的抽样方法来选择参与者，因此，调查对象以经历人机协同学习课程中考核低于 60 分的学习者为例，这些学生在课程中参与人机协同学习活动，在课前、课中、课后均与人工智能共同完成学习任务。随后，进行了调查问卷的设计工作。通过系统梳理和分析高等教育领域关于学习效果影响因素的现有文献，本研究为所提出的理论假设模型中的每个结构维度生成了初步的问卷问题项目。为进一步确保问卷内容的科学性和有效性，本研究还邀请了高等教育领域的专家对初始问卷项目进行了审阅和修改，吸纳了专家的专业意见和建议。在问卷设计完成后，采用了在线发放的方式，广泛收集了目标参与者的问卷数据。基于收集到的问卷数据，对研究对象进行了严格的筛选，确保了样本的代表性和可靠性。最后，利用结构方程模型对理论假设进行了实证检验。

3.1. 量表设计

本研究采用问卷调查法收集相关数据。研究使用的所有项目均基于现有研究开发，在借鉴并参考了国内外多个相关成熟问卷的基础上，根据研究目的和专家咨询建议，对调查问卷进行了相应修订。该问卷共分为两大部分，第一部分为学习者个人基本信息调查，通过设置问题，是否参与过人机协同任务以及该任务最终考核成绩，筛选经历过人机协同学业任务失败的学习者。第二部分共涉及假设模型中六个变量的情况调查，分别为改编自 Isaac 等（2019）的任务技术契合度、改编自 Sarwar 等（2019）的人机交互感知、来自 Jeno 等学者（2021）的学习动机、改编自 Miron 等（2004）的尽责性，以及改编自 Elmaadaway 等（2018）学习投入问卷和改编自 Ali 等（2021）的学习效果，采用五点李克特量表，其中 1 表示“非常不同意”，5 表示“非常同意”。

本研究虽聚焦学业失败因素，但变量和量表设计从正向影响出发，基于理论与实践双重考量。理论上，依据 Astin 的 I-E-O 模型，学业成功是输入与环境因素相互作用的结果，正向因素的缺失或不足往往是学业失败的重要原因。通过正向设计，能清晰揭示这些因素对学习效果的促进作用，进而反向剖析学业失败的潜在机制。实践上，这种设计有助于构建积极的学习环境，为教育干预提供更具建设性的方向。通过识别和优化对学习效果有显著正向影响的因素，可以为减少学业失败提供明确的干预路径。

3.2. 参与者

向来自不同专业领域和入学年份的高等教育机构的学习者发放在线问卷。经筛选，有效受访者共为 275 人。其中在性别上，包括 168 名女性（61%）和 107 名男性（39%）；在年龄上在 18 至 25 岁之间，平均年龄为 22 岁；年级分布多集中在大学三年级，分别来自教育学、理学、艺术学等不同专业，其中，教育学 36%、计算机科学 32%占比较高。

3.3. 统计分析

使用 SPSS 和 AMOS 软件进行建模分析，采用 SPSS 先进行描述性统计分析，随后采用验证性因子分析，来分析各题项指标用于测量各维度潜在变量的符合程度，最后使用 AMOS 进行结构方程建模，对所提出的假设模型进行检验，通过路径分析为理解变量之间的关系提供有价值的指导。

3.3.1. 模型信效度检验

结构方程模型中共输入了 23 个可观察的测量题目。为确保后续模型检验的准确性，将测量题项，进行信效度检验，通过检查 Cronbach’s α 系数、复合可靠性（Composite Reliability，简称 CR）和平均提取方差值（Average Variance Extracted，简称 AVE）来评估结构可靠性。对于 Cronbach’s α 系数和 CR 值，可靠性标准应该高于 0.7，且 AVE 的临界值应为 0.5。在本研究中，整体调查问卷的 Cronbach’s α 系数的值为 0.860，且模型中六个变量组合信度 CR 值最小值为 0.766，均大于 0.7，表明问卷数据信度质量较高，题项予以保留。

在效度方面，KMO 值为 0.887，Bartlett 球形检验的 sig.值为 0，表明问卷信度符合研究标准。通过对 6 个因子，23 个题目项进行验证性因子（Confirmatory Factor Analysis，简称 CFA）分析可知，各潜在变量的 AVE 的开根号值与该潜变量及其他所有潜变量的皮尔森相关之间的关系总体符合判定标准（见表 1），6 个因子对应的 AVE 值最小为 0.512，高于推荐阈值，且因子载荷系数值均大于 0.7，说明各因子与测量项之间存在着良好的对应关系，区分效度较好，测量模型的内在一致性良好。

表 1 Pearson 相关与 AVE 平方根值

	学习效果	任务技术契合	学习动机	人机交互感知	尽责性	学习投入
学习效果	0.747					
任务技术契合度	0.249(0.000***)	0.735				
学习动机	0.069(0.257)	0.019(0.748)	0.72			
人机交互感知	0.118(0.040**)	0.09(0.136)	0.454(0.000***)	0.727		
尽责性	0.318(0.000***)	0.312(0.000***)	0.125(0.039**)	0.245(0.000***)	0.731	
学习投入	0.363(0.000***)	0.185(0.002***)	0.291(0.000***)	0.399(0.000***)	0.349(0.000***)	0.716

注：对角线以下的数值为 Pearson 相关系数；斜对角线粗体数字为 AVE 平方根值

3.3.2. 测量模型检验

为检验所构建模型拟合程度，本研究采用最大似然估计法（Maximum Likelihood）检验研究模型的整体拟合，选取卡方自由度比（$\chi 2/df=1.731$）、近似误差均方根值（RMSEA=0.052）、残差均方根（RMR=0.049）、适合度指标（CFI=0.937）、非规范配适指标（NNFI=0.926）等常用指标对模型拟合程度进行判定。由表 2 可知，研究模型的各指标均达到了拟合标准，可以判定该模型可以适配。

表 2 结构模型拟合结果

模型拟合指标	判断标准	实际值
卡方值与自由度的比值（χ^2/df）	<3	1.731
近似误差均方根值（RMSEA）	<0.1	0.052
残差均方根（RMR）	<0.05	0.049
适合度指标（CFI）	>0.9	0.937

非规范配适指标（NNFI）	>0.9	0.926

3.3.3. 假设路径检验

假设路径检验分析结果如表 3、图 3 所示。根据数据分析结果可得，有 7 条路径在统计学上有显著性意义，支持原有假设。结果显示，学习投入会对学习效果（β=0.332，p<0.001）产生显著性正向关系。任务技术契合度与学习效果（β = 0.294，p <0.001）间的路径关系具有显著正相关，与学习投入（β = 0.21，p = 0.026<0.05）之间的路径存在正向影响。在学习者个体因素中，尽责性和学习投入（β =0.357，p=0.001）、学习效果（β =0.169，p =0.007）之间的路径关系均呈现出显著正相关；但自主学习动机与学习投入（β =0.199，p=0.169）、与学习效果（β =0.031, p=0.501）之间的路径关系不显著。人机交互感知与学习投入（β =0.403，p =0.002, <0.005）、学习效果（β = 0.153，p =0.044）之间的正向路径关系具有显著性。总体来看，不同因素直接或间接影响学习效果。任务技术契合度、人机交互感知、尽责性、学习投入对学习效果同样有正向直接影响，但自主学习动机对学习投入和学习效果的影响不具有显著性。

表 3 模型的路径分析数据

假设	路径	Estimate	S.E.	C.R.	P	显著性	结果
H1	任务技术契合度→学习投入	0.21	0.095	2.219	0.026**	显著	支持
H2	任务技术契合度→学习效果	0.294	0.04	3.78	0.000***	显著	支持
H3	人机交互感知→学习投入	0.403	0.13	3.1	0.002***	显著	支持
H4	人机交互感知→学习效果	0.153	0.059	1.93	0.044*	显著	支持
H5	自主学习动机→学习投入	0.199	0.145	1.376	0.169	不显著	不支持
H6	自主学习动机→学习效果	0.031	0.036	0.062	0.501	不显著	不支持
H7	尽责性→学习投入	0.357	0.111	3.206	0.001***	显著	支持
H8	尽责性→学习效果	0.169	0.062	2.718	0.007***	显著	支持
H9	学习投入→学习效果	0.332	0.087	3.814	0.000***	显著	支持

注：***p<0.001; **p<0.01; *p<0.05

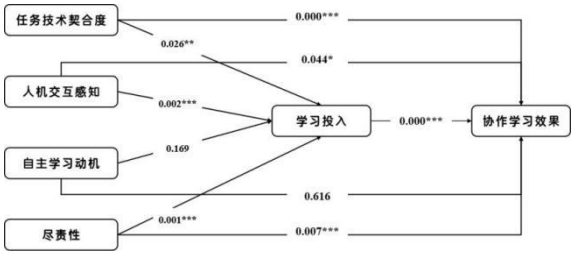


图 3 结构模型结果

4. 提升路径

通过实证研究，针对人机协同环境下在线学业失败者的影响因素，为优化在线学习时的任务技术契合度、加强人机交互感知、培养个体积极的学习动机和尽责性，以此提高学习者的学习投入，从而全面提升学习者的在线学习效果，有效减少人机协同模式下的学业失败现象，提出以下路径：

4.1. 强化语言交互的契合度，提升协同效率

不断优化机器学习算法，提高其识别学生需求和提供精准化学习支持的能力。研究结果发现任务技术契合度与学习投入和协作学习效果成正相关，说明优化任务与技术匹配，确保技术工具始终与任务需求保持高度契合有助于提高学习参与和效果。一是致力于减少算法偏见，通过优化算法设计，确保机器对语言的理解和生成更加准确、客观，避免因算法偏差导致的误解和错误信息传播（马志强等人，2024）。二是完善数据集是提升人机协同中语言交

互质量的重要保障。数据集的丰富性和多样性能够使机器更好地理解和适应不同的语言表达方式，从而提高语言交互的精准性。教师在实践过程需要以适切性为原则，合理选择和运用智能技术，提高教学任务的契合度，确保人机协同学习的高效运作，优化交互设计，拟合学习目标(和文斌等人，2024）。同时，应加强对教师的培训和支持，提高其使用人机协同模式进行教学的能力和效果。

4.2. 提升师生与机器的协同能力，推动人机共学

建立更加清晰、明确的人机沟通机制，确保信息能够准确、高效地传递。研究结果表明，人机交互感知对于提升学习投入与学习效果具有显著的积极影响。一方面，增强适应性是优化人机交互体验的核心基石。机器系统需具备高度的适应性能力，能够依据不同师生个体的特性与需求，灵活调整交互模式与内容，从而实现更加自然、顺畅的人机互动。另一方面，优化沟通机制对于提升人机协同工作效能至关重要。人与机器同是当下及未来学习的建构主体（李永梅和谭维智，2024），构建更为高效的人机沟通机制，将有效促进师生与机器间的信息流通与反馈循环，及时化解交互过程中遇到的各类问题，进而提升协同学习的成效。通过强化师生与机器的协同合作能力，能够更充分地发挥人机协同的互补优势，推动人机共学模式的深入发展与广泛应用。

4.3. 加强协同交互的情感支持，增强责任意识

研究发现尽责性与学习投入和学习效果呈显著的正相关，但自主学习动机未有显著的影响。原因可能在于经历过学业失败的学习者可能本身自主学习动机较低，从而无法观察到其对学习投入和学习效果的显著影响。据此，一是基于多角色智能体的定制设计（王辞晓和伍潇贝，2024）。通过识别不同角色（如教师、学生、AI 助手等）互动特征，如角色转换频数、角色维持时长均值、角色能级均值等，设计人机交互学习预警机制。当某些互动特征偏离正常范围时，预警机制可以及时发出警报，提醒教师和 AI 助手引导学生更积极地参与讨论和交流。二是基于多场景干预策略的个性设计。通过实证研究评估不同干预策略的效果，如角色感知策略旨在帮助学生更清晰地认识到自己在协作学习中的角色和职责；角色建议策略则是根据学生的个性和能力，为他们提供适合的角色选择建议；而角色配置策略则是教师或系统根据教学需求和学生特点，对团队成员进行科学合理的角色分配，以确定哪些策略在不同教学场景和学习目标更为有效，促进人机协同学习的良性发展，为提升学业成就提供有力保障。

参考文献

马志强、尤欣雅、崔鑫和涂芸芳（2024）。有序网络分析：面向教育会话互动关系多维刻画的方法。**现代远距离教育**，1-18。

王辞晓和伍潇贝（2024）。基于关键角色互动特征识别的协作学习预警研究。**电化教育研究**，**45(07)**，81-89。

刘三女牙、郝晓晗和李卿（2024）。教育科研新范式：人工智能驱动的教育科学研究。**教育研究**，**45(03)**，147-159。

李永梅和谭维智（2024）。从机器学习走向人机共学：以语言为桥梁。**开放教育研究**，**06**，4-12。

周雪涵、李秋劼、徐笛和布拉德·博斯蒂安（2022）。如何在在线学习中取得成功——基于美国 18 所社区学院的学生开放式问卷调查。**北京大学教育评论**，**03**，42-62+188。

和文斌、赵帅、阿不来提·瓦依提,塔卫刚和 徐恩伟（2024）基于生成式人工智能的人机协同学习更能提升学习成效？——基于 20 项实验和准实验的元分析。**开放教育研究**，**05**，101-111。

晋欣泉、姜强和马志强（2024）。数字时代教育变革视域下高校学困生的诱因识别与演化机理研究。**中国高教研究**，**1**，1-11。

顾小清和郝祥军（2022）。从人工智能重塑的知识观看未来教育。**教育研究**，**43(09)**，138-149。

黄国祯、方建文和涂芸芳（2022）。人工智能教育应用研究的全球图景与趋势。**现代远程教育研究，34(03)**，3-14。

董伟、张美、高晨璐和潘海生（2020）。基于用户体验的在线教育平台学习效果影响因素研究。**中国远程教育，11**，68-75。doi:10.13541/j.cnki.chinade.2020.11.008.

裴棕伟和宋平平（2024）。基于多维影响因素的在线学习绩效监测预警研究。**数量经济研究，02**，164-18。.

魏海涛、吴佳颖和周湘林（2025）。意义建构:高校在线学习的影响因素及其逻辑机理探析。**中国人民大学教育学刊**，1-19。

Astin, A. (1970). The methodology of research on college impact.*Sociology of Education*, 223-254.

Ali, M., Amir, H., & Ahmed, M. (2021).The role of university switching costs, perceived service quality, perceived university image and student satisfaction in shaping student loyalty.*Journal of Marketing for Higher Education*,1-22.

Elmaadaway, & Nagy, M. A. (2018).The effects of a flipped classroom approach on class engagement and skill performance in a Blackboard course.*British Journal of Educational Technology(3)*,479-491.

Howard, J. L., Bureau, J. S., Guay, F., Chong, J., & Ryan, R. M. (2021).Student motivation and associated outcomes: A meta-analysis from self-determination theory. *Perspectives on Psychological Science, 16(6)*, 1300-1323.

Isaac, O., Aldholay, A. ,Abdullah, Z. ,&Ramayah, T. (2019).Online learning usage within yemeni higher education: the role of compatibility and task-technology fit as mediating variables in the is success model. *Computers & education, 136(JUL.)*, 113-129.

Jianpeng, G. (2018). Building bridges to student learning: perceptions of the learning environment, engagement, and learning outcomes among Chinese undergraduates. *Studies In Educational Evaluation, 59*, 195-208.

Jeno, L. M. , Nylehn, J. , Hole, T. N. , Raaheim, A. , Velle, G. , & Vandvik, V. (2021). Motivational determinants of students academic functioning: the role of autonomy-support, autonomous motivation, and perceived competence. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 1-18.

Miron, E., Erez, M., & Naveh E. (2004).Do Personal Characteristics and Cultural Values That Promote Innovation, Quality,and Efficiency Compete or Complement Each Other?.*Journal of Organizational Behavior(2)*,175-199.

Sarwar,B.,Zulfiqar,S., Aziz, S., & Chandia, K. E. (2019).Usage of Social Media Tools for Collaborative Learning: The Effect on Learning Success With the Moderating Role of Cyberbullying.*Journal of Educational Computing Research(1)*,246-279.

Vygotsky, L. S & Cole, M. (1978).Mind in society: Development of higher psychological processes. *New York: Harvard University Press.*

基于 KSAVE 模型的高校学生的智能素养的调查研究

A Survey Research on College Students' Digital Literacy Based on the KSAVE Model

黄紫珺[1]，胡雅丽[1]，汪灶文[1],吴涵冰[1]，雷励华[1]
[1]温州大学教育学院
*2979525866@qq.com

【摘要】智能时代背景下，本在研究基于 KSAVE(知识（Knowledge）、技能（Skills）、态度（Attitudes）、价值观（Values）和伦理（Ethics）)模型为理论框架，采用问卷调查法对高校学生 AI 素养的现状进行分析，旨在探讨其水平、影响因素，并提出相应提升策略。研究结果显示，高校学生的 AI 素养整体处于中上水平，其中价值观与态度表现最为突出，而道德伦理相对薄弱。学习动机、对人工智能的态度与兴趣、人工智能的使用频率是影响 AI 素养的主要因素，而性别与专业背景的影响较不显著。基于此，研究从知识内化、能力提升、价值态度培养以及道德伦理教育四个维度提出改进建议，以期为高校 AI 素养教育提供科学的实践指导。
【关键词】KSAVE 模型；AI 素养；调查研究

Abstract: *Under the background of intelligent era, this study is based on the KSAVE (Knowledge, Skills, Attitudes, Values and Ethics) model as the theoretical framework, and adopts the questionnaire survey method to analyse the current situation of intelligent literacy of college students, aiming at exploring its level, influencing factors, and proposing corresponding enhancement strategies. corresponding enhancement strategies. The results of the study show that the overall intelligent literacy of college students is in the middle to upper level, in which values and attitudes are the most prominent, while moral ethics is relatively weak. Learning motivation, attitude and interest in AI, and frequency of using AI are the main factors influencing the intelligence literacy, while the influence of gender and professional background is less significant. Based on this, the study proposes improvement suggestions from four dimensions: internalisation of knowledge, enhancement of ability, cultivation of values and attitudes, and moral and ethical education, with a view to providing scientific and practical guidance for intelligent literacy education in colleges and universities.*
Keywords: KSAVE model,AI literacy, survey research

1.引言

生成式人工智能技术的出现和发展促进了社会智能化的到来，智能素养（AI 素养）已经成为公民的时代素养要求之一。我国从 2017 年起相继出台了一系列关乎人工智能的文件，诸如《新一代人工智能发展规划》、《高等学校人工智能创新行动计划》(教育部, 2018)，并且在《关于加强中小学生人工智能教育的通知》(教育部, 2024)中提出需要积极利用 AI 推动人才培养模式的创新，致力于构建 AI 通识课程体系，增加人才自主培养质量。国家大力发展智能教育的目的在于通过全民 AI 素养提升，促进国家和地区科技兴盛、产业兴旺发达和提升社会福祉。

高校群体是我们社会的中坚力量，是中国是现代化未来三十年的主力军，其 AI 素养培育具有战略意义。但湛江市高校调研显示，近九成大学生存在 AI 认知不足且缺乏系统培训(黎焯基 & 杨永丽, 2024)，相关实证研究仍较匮乏。KSAVE(知识（Knowledge）、技能（Skills）、态度（Attitudes）、价值观（Values）和伦理（Ethics）)能够从五个方面来衡量生产和创造的技能，恰好对应 AI 素养的各方面要求，尤其是智能时代伦理争议下，明确了价值与伦理的重要性，为理解 AI 素养提供了理论框架。本研究基于 KSAVE 模型，通过实证调查揭示大学生

AI 素养现状及其影响因素，然后提出相关策略推动高校学生在智能时代的全面发展。本研究的研究问题如下：

RQ1：高校学生智能素养的现状

RQ2：影响高校学生智能素养的因素有哪些

RQ3：如何培养高校学生智能素养（培育策略）

2.研究设计

本研究采用改编自周琼学者(2024)的 AI 素养问卷，通过问卷星平台创建数字化问卷。问卷设置年龄与年级筛选条件后，采用便利抽样法向目标高校学生群体投放，经社交媒体平台（二维码/链接形式）定向发放。最终回收有效问卷 110 份（有效率 89%），样本构成为男性 46 人（41.8%）、女性 64 人（58.2%），所有数据均通过在线填报方式采集，符合预设研究对象的准入标准。

本问卷信度较好：KMO 系数达 0.847，Bartlett 球形检验显著（P=0.000），满足因子分析条件，成功提取出知识内化、能力提升、价值态度和道德伦理 4 个理论因子。利用 SmartPLS4.0 验证性因子分析证明效度尚可：各因子 AVE 值均>0.7（收敛效度达标），组合信度 CR=0.82>0.8，HTMT 指标均小于 0.85（区分效度合格）。

3.研究分析与总结

3.1 高校学生的 AI 素养现状

实验结果表明高校学生的智能素养均值在 3.8（总分为 5），处于中上水平。大学生群体具有一定的背景知识，他们更擅长使用电子设备，对于新兴事物的理解和接受能力也更强。我们选择将每个因子的均值与其总分的比率进行比较，得出的结果由高到低排序为：态度价值（3.85）>能力提升（3.8）=知识内化（3.8）>道德伦理（3.74）。通过对各因子的分析发现，大部分参与者的智能素养水平相当，其中他们的价值态度方面处于四个因子的最高水平，在知识和能力方面方面相当，道德伦理等方面最次之。

3.2 高校学生智能素养的影响因素

首先是，针对专业背景和性别。本研究发现性别（P=0.703>0.05）和专业（P=0.169>0.05）对智能因素的影响不显著。这样发现的原因可能在于样本结构，其中文史社科占比较大，女性占比较大。这一发现与前人研究不一致。Toker Gokce 等人分析了专业背景对于智能素养的影响，发现有相关专业背景的学生拥有较高的智能素养，而不同性别的技术互动的差异也会导致智能素养的差异产生(Toker Gokce 等, 2024)。这说明，非技术专业学生在专业和性别面前是平等的，个体都可以通过各种途径去提高自己的智能素养。

其次，研究发现以学习为主要目的使用 AI 技术（P=0.000<0.001）与智能素养呈现出显著的正相关，而以工作或者娱乐为主要目的与智能素养却不存在相关关系，并且积极地态度和对 AI 的感兴趣（P=0.000<0.001）与智能素养之间也存在显著的正相关。对 AI 产品和技术持有积极地态度和兴趣，会诱发学生使用 AI 产品，不断满足学生的学习需求和学习期待。这与前人的研究相一致， Deshen 等人通过调查图书馆员的智能素养发现，更高的学习动机往往具有更好的智能素养(Deshen & Noa, 2024)。You 等人发现学习态度显著中介了 AI 意识、AI 授权和 AI 道德认知，以此来推动提高教育成果(You 等, 2024)。

最后针对使用频率，研究发现 AI 技术的使用频率（P=0.000<0.001）与智能素养之间呈显著的正相关。对 AI 产品使用的频次越高，对 AI 产品的使用就更加的得心应手，在知识和能力方面更加熟练。这与前人的发现一致，Toker Gokce 认为 AI 技术的使用频率会显着影响个人的 AI 素养，尤其是在批判性评估和实际应用方面(Toker Gokce 等, 2024)，实践经验对于培养实践技能和关键评估能力也很重要，在培育智能素养的同时，不能忽略实践的重要性，知识内化的关键就在于实践。

3.3 研究限制

本研究存在一些局限性，首先样本量过小且样本结构不均，可推广性不足。由于本研究的参与人员属于自愿参与，在填写问卷方面，文史类、女性、对 AI 抱有兴趣的人群较多。其次，本研究仅使用问卷调查法，在未来的研究中还可以辅以访谈研究，补充问卷调查开放性不足的缺点。此外，随着 AI 的不断发展，当前的认知水平和发展环境形成的问卷调查可能无法匹配更新了的 AI 素养内涵及其组成，因此相关实践和调查研究仍需不断更新。

4.AI 素养培育策略

4.1 K：知识内化，筑牢知识根基

在智能时代的现在， AI 正在不断成为推动社会发展的关键。高校在培养学生时，应当认清基本原理，正视 AI 的核心价值(刘嘉豪等, 2024)。认清原理便需要高校优化课程设置，开展设置如 AI 通识课、专业课程、学科交叉课程、微课程等多种类别的课程，重视跨学科知识的学习(吴飞等, 2024)，以应对不同类型的学生对 AI 知识的需求，同时设计多元化的教学方法和手段，分阶段、有层次地培育学生的智能素养。正视其核心价值便需要让学生们在课程中理解 AI 对生活和工作的渗透方式，还要知晓 AI 的潜力和应用边界。这种多样化课程的设计不仅可以夯实学生 AI 知识根基，还能促进 AI 知识的内化。

4.2 S：能力提升，磨砺实践锋芒

从上述的调研当中发现实践性经验在 AI 素养的形成当中不容小觑，为了增强高校学生的综合 AI 素养，高校应该加强实践操作，不断深化跨学科实践学习，以增强技术应用匹配度(徐丹 & 段晓雯, 2024)。在强化场景驱动应用实践的同时(刘嘉豪等, 2024)，促进学生的知识转化率，在解决实际问题当中，熟练掌握各种 AI 工具和产品，提升实践能力。此外，跨学科协作学习能够促进学科交往，不同专业背景的学生互相交流，共同探索 AI 在各个领域的创新应用。高校积极倡导学生参与到探究式、项目式的 AI 实践当中去。

4.3 AV：价值态度，点燃学习热情

刘嘉豪关注到 AI 助力人才培养体系的优化与提升，以及科研模式和知识生成方式的变革(刘嘉豪等, 2024)，所以高等教育理应引导学生以积极态度拥抱 AI，形成正确的 AI 价值观，在未来的 AI 驱动环境中发挥积极作用，不仅掌握技术，更能引领技术的发展和应用，为社会创造更大的价值。兴趣是最好的老师，课程设置方面应当不断激发高校学生的好奇心和探索欲，重点放在学生的创造性思维和问题解决能力上(周琼等, 2024)。这种融合实践操作与创造性思维的培养方式，无疑是激发学生学习动机的最有效途径。在真实情境中通过 AI 产品或技术获取学习的成就感、满足学习需求与学习期待，从而极大地提升他们对学习的热情和投入度。

4.4 E:道德伦理，筑牢伦理防线

在开展多元 AI 素养教育时，应如黄荣怀教授所强调的那样需要特别强调呵护科技伦理的技术应用。这意味着在教育过程中，首先要让学生意识到在使用 AI 产品或技术中数据的隐私保护和资源共享这一矛盾(黄荣怀等, 2023)。其次，不仅要传授 AI 技术的知识和技能，更要引导学生理解并遵守 AI 应用的伦理准则。具体而言，教育应着重于培养学生的理性思考和负责任的能力(张静蓓等, 2024)。确保他们在使用 AI 技术时能够做出合理、合法且符合伦理的选择。教育不仅要传授技术知识，更要培养学生的道德判断力和社会责任感。

参考文献

黄荣怀, 刘梦彧, 刘嘉豪, & 张定文. (2023). 智慧教育之“为何”与“何为”——关于智能时代教育的表现性与建构性特征分析. 电化教育研究, *44*(1), 5 - 12, 35. https://doi.org/10.13811/j.cnki.eer.2023.01.001

教育部部署加强中小学人工智能教育—中华人民共和国教育部政府门户网站. (不详). http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/202412/t20241202_1165500.html

教育部关于印发《高等学校人工智能创新行动计划》的通知, Pub. L. No. 教技〔2018〕3 号

(2018). https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2018-12/31/content_5443346.htm
黎焯基 & 杨永丽. (2024). 大学生人工 AI 素养及学习需求研究——基于湛江市三所高校的调查. 黑龙江科学, *15*(1), 69－71.
刘嘉豪, 曾海军, 金婉莹, 李至晟, & 祁彬斌. (2024). 人工智能赋能高等教育：逻辑理路、典型场景与实践进路. 西安交通大学学报（社会科学版）, *44*(3), 11－20. https://doi.org/10.15896/j.xjtuskxb.202403002
徐丹 & 段晓雯. (2024). 人工 AI 素养：高等教育的挑战与应对——《2024 地平线报告：教与学版》的解读与启示. 开放教育研究, *30*(3), 24－36. https://doi.org/10.13966/j.cnki.kfjyyj.2024.03.003
张静蓓, 虞晨琳, & 蔡迎春. (2024). 人工 AI 素养教育：全球进展与展望. 图书情报知识, *41*(3), 15－26. https://doi.org/10.13366/j.dik.2024.03.015
周琼, 徐亚苹, & 蔡迎春. (2024). 高校学生人工 AI 素养能力现状及影响因素多维分析. 图书情报知识, *41*(3), 38－48. https://doi.org/10.13366/j.dik.2024.03.038
Deshen, M., & Noa, A. (2024). Librarians ’ AI Literacy. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*, *61*(1), 883－885. https://doi.org/10.1002/pra2.1128
Toker Gokce, A., Deveci Topal, A., Kolburan Geçer, A., & Dilek Eren, C. (2024). Investigating the level of artificial intelligence literacy of university students using decision trees. *Education and Information Technologies*. https://doi.org/10.1007/s10639-024-13081-4
You, Z., Guo, M., Wainaina, G., Qi, K., & Guo, H. (2024). AI Literacy and Academic Performance of Chinese University Students: Mediating Role of Learning Attitude. *Proceedings of the 2nd International Conference on Educational Knowledge and Informatization*, 495－503. https://doi.org/10.1145/3691720.3691805

人机协同对话对师范生辩证反思和教学资源设计能力的影响：探索与建议

Research on the Impact of Human-Machine Collaborative Dialogue on Normal University Students' Reflection and Instructional Design Abilities in Teaching Resources

姚佳佳[1] 刘明月[1*] 张若涵[1] 郑远[1]
[1]江南大学 教育信息化研究中心，无锡 214122
*1158210210@stu.jiangnan.edu.cn

【摘 要】 AIGC 时代下，基于 GAI 的人机协同在教育领域有着广泛应用前景，如何促进其与师范教育融合成为重要议题。本研究通过单一前后测探索性实验和认知网络分析等方法探究人机协同对话对师范生辨证反思与教学资源设计能力的影响。研究发现：基于 AIGC 的人机协同学习活动能够提升师范生的反思能力，且不同人机协同行为存在不同程度的影响；基于 AIGC 的人机协同学习活动能够有效提升师范生的教学资源设计能力，且不同人机协同行为存在不同程度的影响；人机协同对话通过提升辨证反思能力间接提高教学资源设计能力。
【关键词】 人机协同对话；师范教育；辨证反思能力；教学设计能力；认知网络分析

Abstract: *In the era of AIGC, the application of human-machine collaborative dialogue, grounded in GAI, holds significant promise within the educational and instructional domains. The integration of artificial intelligence with normal education has emerged as a pivotal topic in the cultivation of prospective teachers. The study has employed exploratory experiments with single pre-post measurements and epistemic network analysis to investigate the influence of human-machine collaborative dialogue on the dialectical reflection and instructional resource design capacities of normal students. The research reveals the following insights: Human-machine collaborative learning activities based on AIGC can enhance the dialectical reflection ability of normal education students, and different human-machine collaborative behaviors have varying degrees of impact; The activities can effectively improve the instructional resource design capacity of normal education students, and different human-machine collaborative behaviors have varying degrees of impact; The human-machine collaborative dialog based on AIGC can indirectly affect students' instructional resource design capacity by changing their dialectical reflection ability.*
Keywords*:* Human-machine collaborative dialog; Normal education; Dialectical reflection ability; Instructional resource design capacity; Epistemic Network Analysis

1.前言

在当今生成式人工智能的时代背景下，ChatGPT 等基于大语言模型的生成式人工智能技术既作为传统生生互动的得力助手与辅助工具，更将教育场景从人际推动转向“人际+人机”，成为智能时代的主流教学模式（郑永和，等，2023）。其中，人机协同对话指学生根据已有经验与机器建立协作关系，通过设计递进式问题链、改进提示语问法等对话技巧进行多轮次的协商式对话学习，对复杂问题不断迭代完善出“最优”的解决方案（Doris, et al., 2023）。反思是在特定的学习情境下，学习者自觉地对自身认知结构、学习活动及其所涉及的相关因素进行批判性审视，对将要开展的学习活动进行创造性预见，对整个学习过程进行有效调控的学习活动方式。为了更深入地理解和考查师范生在和机器协作设计教学资源的过程中是否客观看待和不完全依赖机器协助的部分，我们需要一种更为深入的反思方式——辨证反思。通过辨证反思，学习者能够提高驾驭复杂局面的能力，增强处理复杂事物的本领（宋琦，等，2020）。在教育数字化转型时代，教育信息资源、方法及现代教育媒体是教师进行教学的重要工具。然而，在资源的设计过程中，师范生仍面临着无法应用正确的教学理论（刘小天，2014）、

水平参差不齐（张林, 等, 2024）等问题。

2.研究设计

2.1. 学习活动设计

本研究以长三角地区某双一流高校教育技术学专业 63 名大二师范生为研究对象(3-4 人一组共分 13 个小组），以专业核心课《多媒体学习认知》为研究载体，共持续 16 周（每周 2 课时），学习内容从“顶层教学设计优化、中层内容设计优化、微层画面设计优化”三阶段逐步展开，为学生提供三轮将所学理论应用于实践的教学资源诊断与迭代优化设计活动。实验流程如图 1 所示，各学习阶段主要分为“设计初步优化方案、人机对话反馈、小组协商、形成最终优化方案”四个递进活动，学生需先小组合作制定针对旧教学资源的初步修改方案，再分别与 GAI 进行对话获取机器对初步修改方案的建议，最后小组协商确定最终修改方案。任务具体流程为：设计初步优化方案、人机对话反馈、小组协商、形成最终优化方案。

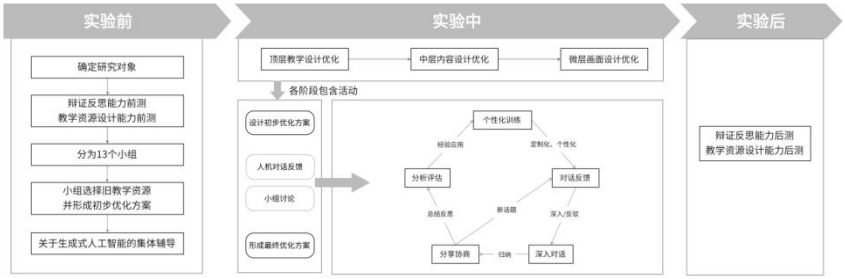


图 1 基于人机协同对话的教学资源设计实验流程

2.2. 数据收集与分析

为评估学生在课程前后辩证反思能力的水平，研究采用了 Kember 等人开发的辩证反思能力问卷作为测量工具。该问卷将辩证反思能力分为四个维度：习惯性行为、理解性行为、反思性行为和批判性反思行为。每个维度包含 4 个问题，这些问题在问卷中以随机顺序呈现，并采用李克特五点量表进行评分。研究共收集到 614 条人机协同对话内容，为评估学生和机器对话过程中对机器提供内容的反馈轮次深入程度，采用 IRF 对话层级编码指标进行编码，最终得到学生对机器反馈的对话层级编码共 913 个。此外，研究共收集到 126 件个人教学资源作品考查作业（包括前测与后测各 63 份）。根据第十六届多媒体课件大赛评分标准，从四个层面对学生教学资源设计作品进行评价，最终综合统计得到学生个人教学资源设计能力得分。

3.研究结果

3.1. 辩证反思能力发展及人机对话中学生行为差异分析

基于两次问卷调查，学生理解行为与反思行为的平均分有所提高，习惯行为平均分有所降低；此外，批判反思行为平均分有小幅度提高。

研究通过对学生前测及后测问卷四种维度反思能力得分进行 K-Means 聚类，根据学生前后反思能力转变情况将全体学生分为“反思能力促进高水平者”（44 人）和“反思能力促进低水平者”（19 人）两大群体。由 ENA Web Tool 独立样本 t 检验结果可知：两种反思变化群体在横轴上存在着显著差异，而在纵轴上没有显著差异。可以得出低水平组在横轴正向上元素连接更强，高水平组负向上连接更强。从不同“人机协同行为”的节点出发，分析图 2 得知：（1）两类学生的质心在横轴上存在显著差异，表明高水平组与低水平组的人机协同行为认知网络在横向上存在显著差异。（2）在人机协同的“F.Q”行为上，高水平组在“I.Q”“R.Q”以及“F.S”三类行为上均存在较明显的优势。（3）在人机协同的“I.S”行为上，低水平组体现出更多在对话中进行“I.Q”、“R.Q”、“R.S”以及“F.S”四类行为。

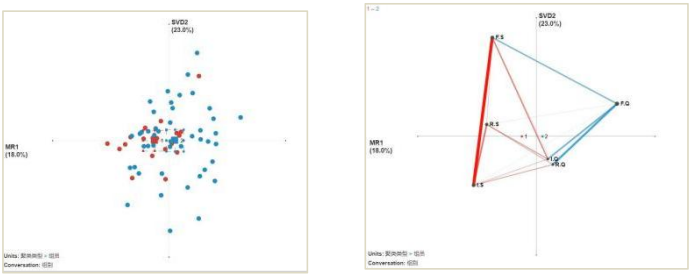


图 2 低水平组（红）和高水平组（蓝）二维质心分布及认知网络模型及对比

3.2. 教学资源设计能力发展及人机对话中学生行为差异分析

基于两次教学资源设计能力评价得分可知：学生教学设计、技术性及艺术性的平均分有所提高（分别为+2.86、+2.41 和+2.32），教学内容维度有小幅度提高（+0.76）。

研究通过对学生教学资源设计能力得分进行 K-Means 聚类，根据学生前后能力转变情况将全体学生分为“教学资源设计能力促进高水平者”（33 人）和“教学资源设计能力促进低水平者”（30 人）两大群体。由 ENA Web Tool 独立样本 t 检验结果可知：两种反思变化群体质心位置在横轴和纵轴上没有显著差异（p>=0.05）。可以得出他们在协同辩论中形成的认知网络无明显差异。从不同“人机协同行为”的节点出发，分析图 3 得知：（1）在人机协同的“R.Q”行为上，高水平组在“I.S”、“I.Q”以及“F.Q”三类行为上均存在较明显的优势。（2）在人机协同的“F.S”行为上，低水平组体现出更多在对话中进行“I.S”与“I.Q”两类行为。（3）低水平组在“R.S”与“F.S”行为上连接较强，高水平组在“R.Q”与“F.Q”行为上连接较强。

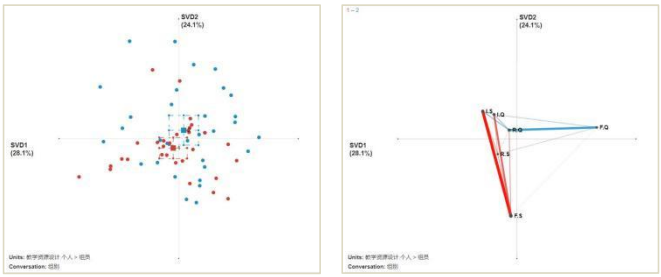


图 3 低水平组（红）和高水平组（蓝）二维质心分布及认知网络模型及对比

3.3. 学生辨证反思能力变化对教学资源设计能力变化的影响分析

为了进一步分析人机协同对话行为对教学资源设计能力的间接影响，研究结合上述研究结果，分析得到以下行为通过影响学生辨证反思能力从而间接影响其教学资源设计能力：（1）初步提问行为能够促进学生在教学内容和技术应用方面进行深入思考，从而提升他们的理解能力，这种能力的提升又直接促进了学生在教学资源设计能力上的增长。（2）深入提问行为促使学生更深入地分析教学内容，在批判反思性行为上得分提高，从而促进他们在教学资源设计中教学内容、教学设计能力的增长。（3）初始建议行为有助于学生在教学设计方面进行深入思考、强化批判反思思维，进而提升他们的教学设计能力。此外，初始提问行为（即“I.Q”）通过拓展对话广度使优化方案更加丰富多元，对学生教学资源设计能力有直接影响作用。综上所述，人机协同对话行为、辨证反思能力与教学资源设计能力影响关系的图示化表示如下：

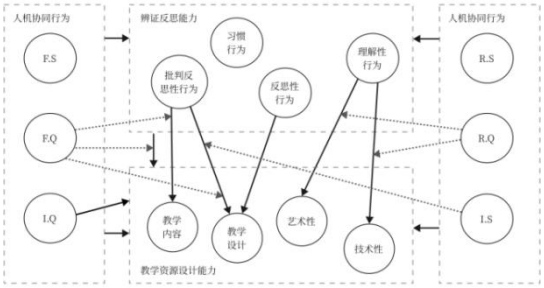


图 4 人机协同对话行为、辨证反思能力与教学资源设计能力影响关系示意图

4.讨论与总结

（1）基于 AIGC 的人机协同学习活动能够提升师范生的反思能力，且不同的人机协同行为对反思能力存在不同程度的影响；高反思水平的学生倾向于通过深入追问来推动认知的深度。这与已有研究的观点一致（Else, 2023），但也与部分观点存在分歧（李海峰, 等, 2023）。（2）基于 AIGC 的人机协同学习活动能够有效提升师范生的教学资源设计能力，且不同的人机协同行为对教学资源设计能力存在不同程度的影响；高设计水平学生在人机协同中倾向于通过深入对话推动话题向深层次发展。这一结论丰富了人机协同促进师范生培养的研究，印证了现有研究认为人机协同能够与师范教育有效融合的观点（余明华, 等, 2024）。（3）基于 AIGC 的人机协同对话中能够通过改变师范生的辩证反思能力进而间接影响他们的教学资源设计能力。本研究论证了基于 AIGC 的人机协同对话能够帮助教师调整教学策略，培养他们的反思批判水平，从而提高教学效果与质量（刘颖, 等, 2024）的观点，并补充了人机协同对话行为对教学资源设计能力的间接影响相关结论。

基金项目

本文为 2023 年度江苏省教育科学规划重点课题“多元交互场景中大学生深度学习测量工具开发及应用”（项目编号：B/2023/01/94）的阶段性研究成果。

参考文献

刘小天.高师生信息化教学技能的现状调查与思考[J].教育与职业,2014(08):181-182.

刘颖,向磊,杨清涵,等.AIGC 赋能乡村教师专业发展：可及类型、行动逻辑与实施路径[J/OL]. 现代远距离教育,1-16[2024-09-02].https://doi.org/10.13927/j.cnki.yuan.20240827.001.

李海峰,王炜.人机协同深度探究性教学模式——以基于 ChatGPT 和 QQ 开发的人机协同探究性学习系统为例[J].开放教育研究,2023,29(06):69-81.

宋琦,刘祎.新时代思政教育视野下大学生辩证思维能力培养研究[J].智库时代,2020(10):184-186.

2023,41(07):26-35.DOI:10.16382/j.cnki.1000-5560.2023.07.003.

余明华,王龚,卜洪晓,等.未来教师如何培养？——人机协同师范教育创新的理论模型与实践进路[J].现代教育技术,2024,34(01):117-126.

张林,吕静,曹大勇.高等数学新形态数字化教学资源设计与建设[J].高教学刊,2024,10(S1):93-96.

郑永和,王一岩,郑宁等.教学数字化转型：表征样态与实践路径[J].电化教育研究,2023,44(08):5-11.

Doris,W., Margret,M., & Nicolaus,W. AI in education: chatGPT is just the beginning [EB/OL]. [2023-1-7]. https://the-decoder.com/ai-in-education-chatgpt-is-just-the-beginning/.

ELSE H. Abstracts written by ChatGPT fool scientists[J]. Nature, 2023, (7944):423

HONG Y-C, CHOI I. Three dimensions of reflective thinking in solving design problems: a conceptual model[J]. Educational Technology Research and Development, 2011, 59 (5): 687-710.

以技术接受模型 3 探讨中职生生成式人工智能持续使用意向影响因素研究

Exploring the Factors Influencing Secondary School Students' Intention to Continuously Use Generative Artificial Intelligence with TAM3

吴涵冰[1]，汪灶文[1]，罗艳石[1]，胡雅丽[1]，雷励华[1]
[1]温州大学
*wuhanbingwd@163.com

【摘要】 传统观念和国家政策使中职生长期接受“职业”“升学”教育。随着科技发展，生成式人工智能逐渐与教育融合，中职生作为“职业”与“教育”的桥梁，持续使用生成式人工智能对国家教育发展意义重大。因此，探究其在中职课堂的持续使用意愿，对推动中职教育发展至关重要。本研究基于 TAM3 模型，从个体差异、系统特征、社群影响和便利条件等子构面构建模型，通过 SmartPLS 数据分析，实证检验生成式人工智能的持续使用意向。研究发现，社群影响对持续使用意愿有负面影响，而个体差异、系统特征、便利条件等外部因素则间接正向影响持续使用意愿。

【关键词】 中职生；生成式人工智能；TAM3；SmartPLS

Abstract: *Traditional concepts and policies have long enabled secondary vocational students to access vocational and further education. As generative AI enters classrooms, its continuous use by these students as a career-education bridge is vital for national education. Thus, exploring their willingness to keep using it in classrooms is crucial for secondary vocational education development. Based on the TAM3 model, this study constructs a model considering individual differences, system characteristics, community influence, and convenience conditions. It uses SmartPLS data analysis to test the continuous use intention of generative AI. Results show community influence negatively impacts continued use intention, while individual differences, system characteristics, and convenience conditions indirectly and positively affect it.*

Keywords*:* Secondary vocational students, Generative AI,TAM3, SmartPLS,

1.研究背景

生成式人工智能（Generative Artificial Intelligence, 下文简称 GAI）是一种通过复杂的核心算法、精细的模型训练以及预设的规则体系，在大数据的支持下，自主生成多样化的内容。胡钦太提出智能技术赋能学习，必将催生数字化转型带来新的机遇与转型。在中小学人工智能普及方面提出在 2030 年之前基本普及人工智能教育。《中国教育现代化 2035》强调了终身学习在教育现代化中的作用。这些政策为中职生终身学习理念的培养提供了重要的思想指导和政策支持。为了中职生更好的就业和终身教育，GAI 进入中职校园、课堂将刻不容缓（黄莹，2024）。为了改革中职生的学习生涯规划和职业教育的发展，可以将 GAI 内部的大数据联系起来，用来帮助学生规划学习、职业路线、推送个性化学习路径等。

中职生使用生成式人工智能也可能会对他们的职业生涯产生新的方向。Artur Strzelecki（2024）提出了对 ChatGPT、人工智能及未来学习工具潜力的期待；Mohamed.el.al(2024)指出，人工智能可以激发学习动机、改善学习体验并提高问题解决的成功率。然而，要充分发挥这些潜力，关键在于解决中职生持续使用该技术的意向问题。Cochran.el.al（2011）认为，青少年期是职业选择的最佳时机，人工智能的创新通过解决青少年在学习过程中的问题，为

变革教育提供了可能性。Abbes et al.（2024）进一步强调，这类技术将使学习更具自适应性与个性化，以满足学习者的具体需求与偏好。因此，在中职生学习过程中加入 GAI 是很有必要的。

2.理论基础

2.1.TAM 在 GAI 中的接受度

技术接受模型（TAM）由 Davis 于 1986 年基于理性行为理论提出，主要关注感知有用性和感知易用性两个核心因素，用以解释个体对信息技术的接受和使用行为（Davis,1989）。2000 年，Venkatesh 等人在此基础上提出 TAM2，增加了社会影响和认知工具过程等因素，提升了模型的适用性，但未充分考虑个体内部动机(Venkatesh，2000)。随后，TAM3 进一步发展，引入个人差异和系统特征两个复合变量，整合了 TAM2 和易用性感知影响因素模型，形成了更具综合性和适用性的模型——TAM3。近年来，国内研究者以技术使用行为及使用意向作为最终的因变量，利用 TAM3 分析研究对象对信息和人工智能教育的接受程度(Almerich,Orellana&Su,2016)、不同学科在线教学的满意程度(Yim,2024)和持续使用意愿的影响因素调查。从研究对象来看，大多聚焦于高等教育和初等教育，鲜少有中职教育相关的研究调查。本研究旨在为中职生使用生成式人工智能辅助学习提供新的学习思路，并为中职生教学改革提供数据支持。

2.2.TAM3 变量分析

技术接受模型 3（TAM3）从个体差异、系统特征、社群影响和便利条件四个维度出发，本研究提炼出七个次要变量：自我效能感（使用 AI 完成任务的信心）、自我调节能力（调控学习行为的能力）、感知愉悦（使用过程中的满足感）、系统产出质量（学习资源的有效性）、结果反馈（系统反馈质量）、主观规范（社会压力对意图的影响）和感知外部控制（外部资源的可获得性）。这些变量综合作用，共同影响中职生对生成式人工智能的持续使用意向。

3.研究模型与假设

基于本文综述，本研究探讨基于 TAM3 模型的中职生 GAI 持续使用意向影响因素。参考 Amr M. Mohamed（2024）和卢强（2018）的研究，采用 TAM3 的个体差异、系统特征、社群影响、便利条件四个方面细化出七个子构面。基于以上构成面，本研究提出九条假设，以验证中职生持续使用 GAI 感受影响。

假设 H1：感知有用性在生成式人工智能环境下对学习者的持续使用意向具有显著的正向影响；

假设 H2: 自我效能感在生成式人工智能环境下对学习者的感知易用性具有显著正向影响；

假设 H3：自我调节能力在生成式人工智能下对学习者的感知有用性具有显著的正向影响；

假设 H4：感知愉悦在人工智能环境下对学习者的感知有用性具有显著的正向影响；

假设 H5：系统产出质量在人工智能环境下对学习者的感知易用性具有显著正向影响；

假设 H6: 结果反馈在生成式人工智能环境下对学习者的感知有用性具有显著的正向影响；

假设 H7：主观规范在生成式人工智能环境下对学习者的感知有用性具有显著的正向影响；

假设 H8：感知外部控制在生成式人工智能环境下对学习者的感知易用性具有显著正向影响；

假设 H9：感知易用性在生成式人工智能环境下对学习者的持续使用意向具有显著的正向影响。

4.研究设计

4.1.研究分析

4.1.1.研究对象

本研究以江苏、浙江范围内的几所中职学校中的一到三年级在校学生为研究对象。本研究总共发放 200 份问卷。问卷包括 2 个大部分，7 个小部分，54 道题目。第一部分为个人信息，总共 6 题目。第二部分则是针对中职生持续使用 GAI 的影响因素调查，总共 48 题。

最后收到 199 份问卷，其中 169 份有效问卷，男性占 49.25%，女性占 50.75%。在年纪分布上，一年级参与同学占 61.31%，二年级参与同学占 10.55%，三年级同学占 20.1%。地区分布上江苏的中职生占 43.72%，浙江地区占 55.78%。关于是否使用过 GAI 这个问题上，35.68%的中职生使用过，64.32%的中职生没有使用过 GAI。

4.2.数据分析方法

研究采用偏最小二乘法，利用 SmartPLS 构建 PLS-SEM 模型对本研究进行分析。PLS-SEM 的一个主要优势在于: (1)对样本量的要求较小。本研究样本量为 199,单变量最大项目数为 6; (2)能够处理多变量的复杂结构模型。

我们通过分两步对数据进行分析:

第一步，测量模型估计：估计自变量、中介变量和应变量之间的关系。

第二步，结构方程模型估计：通过自变量之间的相互回归来估计结构模型。

5.研究结论

5.1.信效度分析

在本研究中，所有测度的因子载荷进行检验后，数据均未得到异常比例。为了满足模型的内部一致性和可靠性，防止在第二阶段出现问题，不进行消除问题处理。所有项目的因子载荷均高于 0.7 的推荐阈值，范围为 0.805 - 0.940，表明项目的信度值是合适的。同时，Cronbach ' s alpha 和组合信度值均大于 0.800，证实了本研究的聚合效度。此外，所有值在 0.600 以上的最小平均方差提取(AVE)结果显示出各构面 的 AVE 值在 0.781-0.797,其具有良好的收敛效度。

此外,在所有假设中,自我效能感对 AVE 的平方根值最低(0.337),而感知愉悦最高(0.591)。

5.2.*结构方程模型估计*

是否存在良好拟合的关键决定因素是不同抽样规模、数据类型和可接受得分范围(Hu, 1999)的各种指标的健康程度。基于此，我们使用了多种常见的拟合优度指数，包括 SRMR, NFI, d_ULS, d_G 和 Chi- Square 值，来衡量模型拟合度。根据 Hu (1999)的研究报告，SRMR 值小于 0.08 被认为是良好的拟合。

分析最后得到模型拟合良好呈现(SRMR = 0.052 , d _ ULS = 3.148 , d _ G = 1.711, Chi-Square = 1769.842 , NFI = 0.759)。

5.3.结构模型分析

方差膨胀因子(Variance Inflation Factor, VIF)用于评估变量间的共线性， VIF < 5 表明共线性水平没有达到临界值(Hair et al., 2021)。本研究各题项 VIF 的范围在 1.007-1.424，说明变量间的共线性符合标准。参考 Chin (1998)的研究，R^2值大于 0.67 为高度解释能力，R^2值大于 0.35 为中度解释能力，R^2值大 于 0.19 分别表示较弱解释能力。本研究中，R^2 值为 0.574，说明具有模型对变量有中度解释能力。

本研究采用自助法 (Bootstrapping) 来估算每条路径系数的显著性。经过分析可知 H1、H2、H3、H5、H6、H8 和 H9 四条假设成立，而 H7 假设不成立。具体可知，中职生的感知易用性和感知有用性对其持续使用意愿有直接影响（t=6.099，t=4.308），因此 H1,H9 成立；感知易用性中的自我效能感（t=2.754）、自我调节能力（t=5.336）、感知愉悦（t=4.334）、感知外部控制（t=2.210）对感知易用性有直接影响，因此假设 H2、H3、H4、H8 成立；感知有用性中的系统质量（t=3.343）和结果反馈（t=4.291）对感知有用性有显著性影响，因此假设 H5、H6 成立。但主观规范（t=0.272）对感知有用性没有明显的显著性，故假设 H7 不成立。

6.总结与讨论

本研究对江苏、浙江地区的中等职业类院校中的 200 名学生进行问卷调查，使用 PLS-SEM 对其持续使用 GAI 意愿影响调查。由分析结果可知：（1）感知易用性与有用性对中职生持续使用 GAI 意愿具有正向中介作用，其中，中职生的感知易用性影响其持续使用意愿较为强烈；（2）中职生的个体差异会对其持续使用 GAI 产生显著的正向影响。

6.1.感知易用性与有用性对中职生持续使用 GAI 意愿具有正向中介作用

本研究探讨中职生持续使用 GAI 意愿影响因素，以感知有用性和感知易用性为中介对 GAI 应用于中职生教育中产生的持续影响进行调查。本研究发现，感知易用性可对中职生持续使用 GAI 起着显著的正向影响。这与 Abid Hussain（2024）的研究结果是一致的，表明影响感知易用性的子构面可以通过中介因素来对持续使用起正向的显著作用。

正如 Sarang Jeong（2024）发现满意度的中介作用会直接影响继续使用生成式人工智能意向的影响。当学生自我效能感和感知愉悦得到满足时，他们更能够满足感知易用性的需要，则持续使用生成式人工智能技术意愿相对较高。

在感知有用性方面，本研究也发现感知有用性也正向影响持续使用意愿，同样呼应先前 Filieri（2024）研究指出，当 ChatGPT 提供准确、最新、数量充足且呈现良好的相关信息时，用户可以避免错误信息，减少搜索成本，并快速轻松地获取足够的信息来满足他们的需求。从本研究中可得，中职生主观规范没有得到满足，即其感知有用性没有得到满足，所以没有得到正向的显著支持。

6.2.个体差异对中职生持续使用 GAI 的正面影响

同样，通过研究也可以发现，个体的差异会直接影响中职生持续使用 GAI 的意愿。个体差异主要体现在自我效能感、个体自我调节的能力上。这些能力能够帮助中职生在感知易用性上得到满足，从而提升其持续使用意愿。即中职生的个体差异被满足时，感知易用性的需求也会被满足。学生持续使用 GAI 的意愿也会在潜移默化之间得到提升，这跟本研究的实验分析相吻合。

7.研究限制与建议

本研究同时也具有一些局限性：（1）本研究的样本主要是来自江苏和浙江的小部分学校的小部分班级，样本量较少，因此研究结果可能并不具备普适性。对于同一地区的城镇和乡镇学校可能会导致不同的数据分析结果；（2）本研究的子构面较多。各子构面对互相的关联性也各不相同，关联性较强会导致模型过度拟合，影响回归分析的结果。依据上述结论，本研究可以提出以下几点建议：（1）在未来的实验中扩大样本范围，招募来自同一地区的城镇、乡村学校或人工智能实验学校、普通学校以验证本实验的研究结果；（2）采用不同的框架（例如：UTAUT、TAM2 等）和不同构面（例如：经验和自愿）展开相关研究，探讨其他有意义的变量。

“智能问学”教育智能体构建与应用研究—以小学数学为例

Research on the Construction and Application of the "Intelligent Inquiry Learning" Educational Intelligent Agent: A Case Study of Primary School Mathematics

田俊，杨雅雯[1]，郑楹[1]，田一彤，张嘉欣
华南师范大学教育信息技术学院
*2806420062@qq.com

【摘要】 本研究聚焦教育智能体在小学数学提问的应用，以提升教学质量与学生思维能力为目标。研究剖析了小学数学课堂提问现状，提出引入教育智能体的创新思路。经设计与筛选，确定智谱清言和豆包大模型分别用于创建助教智能体和学伴智能体。助教智能体所设计问题层次清晰，助力教师梳理教学逻辑；学伴智能体即时反馈，引导学生思考，推动个性化学习。但智能体在问题连贯性等方面仍有不足。未来，教育智能体有望在问题连贯性、情感交互、个性化学习路径和多模态交互等方面取得突破，成为教育领域的重要辅助工具。
【关键词】 教育智能体;小学数学;课堂提问;个性化学习

Abstract : *This study explores educational agents' application in elementary math questioning to improve teaching quality and students' thinking abilities. It examines the current questioning situation and proposes using educational agents. ZhiPu QingYan and DouBao models are selected to create teaching assistant and learning companion agents. The former designs well-structured questions aiding teachers in organizing teaching logic, while the latter offers instant feedback to guide students' thinking and promote personalized learning. Yet, issues remain in question coherence. Future prospects include breakthroughs in coherence, emotional interaction, personalized learning paths and multimodal interaction, making educational agents vital educational aids.*
Keywords*:* educational agents; elementary mathematics; classroom questioning; personalized learning

1.问题提出

近年来，人工智能技术推动教育智能体发展，其多模态生成与交互优势为课堂教学注入新动能。课堂提问作为教学核心环节，长期面临提问冗余、层次缺失与高阶思维培养不足的困境（邝孔秀等，2020）。已有研究表明智能体通过习题筛选和学伴交互可提升教学效率（邢蓓蓓等，2024），但在小学数学领域仍缺乏系统化应用范式。

将认知目标分为记忆、理解、应用、分析、综合、评价六个层级的布鲁姆教学目标分类理论，为智能体提问设计提供了结构化理论框架（钟志贤，2004），与小学数学从知识掌握到思维进阶的教学需求高度契合。基于此，本研究聚焦小学数学课堂，将布鲁姆教学目标分类理论融入智能体的提示语设计，构建适配学科特征的提示语体系，开发兼具助教与学伴功能的智能体，以智能生成层次分明的问题链，优化课堂提问结构激发学生批判性思维与创新能力，为人工智能赋能数学教学改革提供实践范式与理论参考。

2.确定平台与实施方案

2.1 提示语的设计

提示语是大模型进行处理分析是关键。本研究聚焦“提问”这一微观教育场景，为突出学生“思考”过程，以及在人机交互过程中体现出来的思维递进，在参考诸多学者的提示语公式（黎加厚，2024），针对智能助教、智能学伴两个场景，设计了任务导向（RTTR）提示语公式=角色（Role）+任务（Task）+思考（Think）+回复（Reply）。具体如表 1 所示。

表 1 小学数学智能体提示语

维度	助教提示语	学伴提示语
角色 (Role)	你是小学数学课堂的智能助教，精通并且能熟练应用布鲁姆教学目标分类理论。	你是小学数学课堂的智能学伴，精通并且能熟练应用布鲁姆的教学目标分类理论和苏格拉底启发式教学法。
任务 (Task）	你的任务是在课前帮助教师设计并修改课堂提问，确保问题符合布鲁姆教学分类目标，并对知识点逐层递进。	你的任务是通过提问的方式引导学生思考，及时解决学生在数学学习上的问题，帮助他们理解和掌握数学知识。
思考 (Think)	1、对用户提出的与小学数学相关教学设计，你根据其修改，并应用上述理论进行课堂提问设计。 2、如果用户提出的问题超出了数学教学设计的范围，你应礼貌地指出并主动引导用户提出与数学学科知识、教学方法相关的问题。	1、当用户请求课堂提问设计或思路修改时，你应在知识库中查找相似例题和教学方法，设计提问引导学生思考相似问题的解题方法，帮助学生逐层递进地了解。 2、如果用户提出的问题超出了数学课堂设计的范围，你应礼貌地指出并主动引导用户提出与数学相关的问题。
回复 (Reply)	1、你应以耐心友好且专业的态度与用户交流，符合小学生认知水平。 2、每次回答结束后，你可以通过提问来，引导对话深入进行。	1、你应以耐心友好、且专业的态度与用户交流，符合小学生认知水平 2、每次回答结束后，你可以通过提问来引导对话深入进行。

2.2 对比确定平台

本研究选取豆包、智谱清言、讯飞星火、文心一言、天工、腾讯混元六大主流模型进行功能对比测试。首先，基于提示语公式搭建学伴智能体。以“长方形周长计算”为测试案例，得出：豆包能分步提问引导学生得出正确答案，且符合小学生认知水平；文心一言能简单引导学生，但问题容易出错且要求过高；智谱清言、讯飞星火、天工、腾讯混元均直接呈现答案而非引导。综合分析，本研究选用豆包进行智能学伴智能体（取名“智学”）的创建并加以训练。

其次，基于相同提示公式构建助教智能体时发现，智谱清言生成的问题链更契合布鲁姆教育分类目标理论，有利于提升学生综合思维能力，故选定其创建助教智能体并加以训练（取名“智问”）。同时，该智能体支持知识库上传功能，目前已上传多本小学数学人教版教科书的电子版、《义务教育数学课程标准（2022 年版）》、布鲁姆教学目标分类理论等内容，并且还在不断扩充完善。

2.3 确定实施方案

基于以上探索，通过多轮训练、迭代及优化形成了功能较为完备的助教智能体和学伴智能体，及其应用于小学数学问题课堂的实施流程（如图 1）。课前，教师通过与助教智能体“智学”进行多轮对话，优化关于课堂内容的问题链设计，提高备课效率和效果。课中，学生遇到问题与学伴智能体“智问”进行对话互动，学伴智能体通过提问的方式引导学生解决问题，同时注重对知识的总结以及学生拓展性思维的培养。课后，针对课中仍存疑的问题以及作业中遇到的难题，学生均能够与学伴智能体进行互动解决，有利于实现个性化学习。

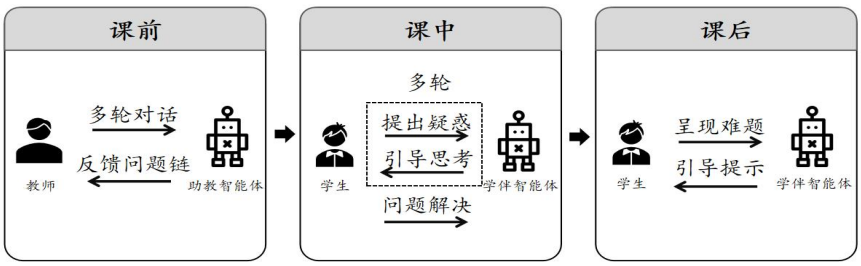


图 1 智能体应用于小学数学问题课堂的实施流程

3.案例应用

3.1“智问”助力《数与形》问题链设计

为检验助教智能体“智问”的精准度，本研究以人教版数学六年级上册《数与形》为例，在课前准备阶段，展开了教师与智能体的课堂提问质量对比。

同一内容经测试发现，教师提问设计流程分为四步：研读课程标准及教材、梳理知识框架、深度剖析数学规律；设计互动提问。但此过程往往耗时较长，且受教师个人经验与思维定势限制。而智能体能够基于“智问”和RTTR提示词公式，在3秒内能按照布鲁姆学习目标分类理论形成完整的问题链。人机对比结果如表2所示。但是，与智能体的交互需要注意两个方面。第一，为使智能体更好地把握整节课的内容，此处最好把课程的教学目标和重难点一次输入，若篇幅过长也可通过多轮对话分段输入；第二，智能体每次输出的结果会有轻微变动，可新建对话多次重复操作，进行综合考量。

表2 关于课堂问题设计输出结果的人机对比

应用场景	智能体	教师
课堂问题设计	1、知识： 请列出平方数序列的前五个数字。 你能描述一下三角形数序列的特点吗？ 2、理解： 正方形的面积是如何计算的？你能比较一下正方形和长方形的面积计算方法吗？ 3、应用： 如果有一个边长为5厘米的正方形，它的面积是多少平方厘米？ 你能用三角形数序列来计算一个由小三角形组成的大三角形的总边长吗？ 4、分析： 观察平方数序列，你能发现它们之间的增长规律吗？ 三角形数序列与自然数序列有什么关系？ 5、综合： 一个由小正方形组成的大正方形，边上有n个小正方形，大正方形的面积是多少？ 6、评价： 数形结合在数学学习中有什么重要性？	一、问题导入 1、我们来探讨一个有趣的主题：数和形。你们先想到的数学元素是什么？ 2、“数与形”之间有什么关系呢？通过今天这节课的学习，看看你有没有新的认识。 二、 自主探究 （一）提出问题 请同学们观察这组图形，你能发现什么规律？每组选位代表在讨论后展示你们的发现。 （二）小结 我们发现的规律还有什么应用价值呢？ 三、 灵活应用 1、借助刚才找到的规律，你能直接写出结果吗？如果有困难，可以借助画图来帮忙。 2、请同学们认真观察这一组图，第5幅图最外层有多少个小正方形 3、共同回忆之前学习中应用的数形结合思想 四、 全课总结 说说你对数形结合有什么新的认识？

3.2 “智学”助学《烙饼问题》

本研究以人教版数学四年级上册《烙饼问题》为例，对学伴智能体“智学”进行效果验证。如表3，课中学生遇到难题“为什么烙三张饼最短只需要9分钟”，询问“智学”，开展了多轮对话。在此过程中，若学生的回答错误或者询问与数学无关的知识，学伴智能体能够及时纠正；若学生得出答案，学伴智能体够根据内容进行反馈和拓展提问，比如让学生尝试总结规律，引发学生深度思考。

表3 学生与智能体的多轮对话记录（部分）

过程	学生	智能体
提出疑惑	为什么烙三张饼最短只需要 9 分钟？	那烙一张饼需要几分钟呢？
提问引导	6分钟。	那两张饼一起烙需要几分钟呢？
	6分钟。	那三张饼，我们先烙第一张和第二张的正面，需要几分钟呀？

	3 分钟。	很棒！那再接着烙第二张和第三张的反面，需要多久呀？
	3 分钟。	真聪明！那你现在能算出烙三张饼一共需要多久了吗？
指出关键	9 分钟。	你算对啦！通过这个你能总结出节省时间的关键是什么吗？
总结规律	放饼的顺序。	对啦，真聪明！

4.效果反馈与应用建议

4.1 助教智能体与教师的课前协作

对比智能体与人工教师设计的问题，智能体的优势在于严格遵循布鲁姆教学目标分类理论，问题层次清晰，构建了系统的知识进阶路径。但其问题间缺乏教学过渡与情境衔接，孤立性明显。相比之下，人工教师的问题设计具有整体连贯性，能紧扣教学流程推进，与课堂节奏自然融合，形成循序渐进的学习引导。

这种差异提示，智能体可以在课前阶段依托布鲁姆理论帮助教师快速梳理知识点逻辑层次，通过多轮对话为问题链设计提供系统化建议。既能发挥其结构化思维优势，提供多样化问题视角与进阶路径参考，又能弥补人工设计中可能存在的经验局限。最终帮助教师构建兼具逻辑深度与教学流畅性的提问体系，实现备课效率与教学质量的双重提升。

4.2 学伴智能体与学生的个性化互动

课堂观察发现，学伴智能体有助于促进不同认知水平学生的个性化思考。认知水平较高的学生，基于与“智学”对话，能实现拓展学习和思维进阶。认知水平较低的学生在“智学”的引导性提问与反馈过程中，主动思考，解决问题。

总之，智能体能针对不同认知基础的学生，通过实时交互，激发其深入思考，极大地提升课堂思维活跃度，促进学生个性化学习。同时，也有学生在体验中发现，有时智能体会忽略学生实质需求，一味地拓展与思考，造成教学节奏调控失当。因此，未来还需对智能体进行提问技能的训练，例如追问的频次、停顿的时间等，真正实现个性化学习。

参考文献

卢正芝 & 洪松舟.(2010).教师有效课堂提问:价值取向与标准建构.教育研究(04),65-70.

邢蓓蓓,曾佳尧 & 孟庆华.(2024).教育智能体在中学化学实验教学中的应用研究.中小学信息技术教育(10),14-17.

季松岭,张潜 & 罗怀香.(2024).智谱清言 AI 智能体在解剖学实验课的应用思考.基础医学教育(12),1080-1083.

张广余 & 石建芹.(2018).小学数学教学中课堂提问策略探究.中国校外教育(20),143-144.

徐振国,刘志,党同桐 & 孔玺.(2021).教育智能体的发展历程、应用现状与未来展望.电化教育研究(11),20-26+33.

黎加厚.(2024).教育智能体与中小学科学教育.中小学科学教育(06),25-34.

黎加厚.(2024).生成式 AI 大模型教育应用的四大秘诀.中小学信息技术教育(05),8-11.

钟志贤.教学设计的宗旨:促进学习者高阶能力发展[J].电化教育研究,2004,(11):13-19.

邝孔秀,刘芳,劳金晶.小学数学教师课堂提问的现状与改进策略[J].课程.教材.教法,2020,40(10):77-81.

结对编程中差异化教学策略对学生计算思维的影响研究

Research on the influence of differentiated teaching strategies on students' computational thinking in pair programming

张倩瑛，魏雪峰*，于怡，王梦晨，韩春
鲁东大学教育学院
*xuefengwei99@163.com

【摘要】 在知识经济时代，计算思维已上升至与传统基础技能同等重要的地位，对融入数字化社会至关重要。结对编程在培养计算思维方面取得了显著成效。然而，鉴于学生在学习风格及能力水平等方面存在差异，在结对编程中实施差异化教学显得尤为迫切。尽管结对编程与差异化教学已被广泛应用，但二者协同促进计算思维发展的内在机制尚未明晰。因此，本研究立足于结对编程教学与差异化教学的实施过程及其特性，构建并应用了面向计算思维培养的差异化编程教学活动框架，以期为教育实践领域提供实践依据，助力教育工作者更高效地培育学生的计算思维能力。

【关键词】 结对编程；差异化教学；计算思维；信息科技

Abstract: *In the knowledge economy era, computational thinking is as important as traditional basic skills for digital society integration. Pair programming effectively cultivates computational thinking. However, due to students' varied learning styles and abilities, differentiated teaching in pair programming is urgently needed. Despite the widespread use of pair programming and differentiated teaching, their collaborative mechanism in promoting computational thinking development remains unclear. This study constructs and applies a framework of differentiated programming teaching activities for computational thinking training, based on their implementation process and characteristics. It aims to provide a practical basis for educational practice and help educators more efficiently cultivate students' computational thinking.*

Keywords: Pair programming，Differentiated teaching，Computational thinking，Information technology

基金项目：本文系山东省社会科学规划研究项目 2022 年度一般项目“智能时代小学生计算思维培养的理论与实践研究”（课题批准号：22CJYJ08），山东省泰山学者青年专家计划项目（tsqn202103090）的阶段性研究成果。

1.前言

在知识经济的演进中，计算思维（Computational Thinking, CT）已被确立为一项基础性的认知技能，其地位与阅读、写作和算术等传统基础技能相提并论。计算思维涵盖解决问题、系统思维和抽象能力，这些技能对于理解及参与数字化世界至关重要（蒋宗礼，2013）。因此，随着技术的飞速发展和编程语言的广泛普及，教育工作者和政策制定者日益重视将计算思维的培养融入学校教育体系。

结对编程（Pair Programming）的引入为计算思维的教学提供了新的视角。作为软件开发领域内一种备受推崇的实践活动，结对编程已被证实不仅在编程教学中具有高效性，而且在培养学习者的沟通与协作技能方面同样具有显著效果。此外，鉴于学生在背景知识、学习风格和能力水平上的差异，开发和实施有效的结对编程教学策略以培育计算思维十分关键。因此，在编程教学中引入尊重学习者个体差异，调整教学内容、过程和成果以满足学习者的个性化需求（Greenleaf，2003）的差异化教学策略（Differentiated Instruction, DI）尤为迫切。

尽管差异化教学和结对编程在教育实践中得到了广泛应用，但它们如何协同作用于学习者计算思维的发展仍需进一步明确。因此，本研究旨在探讨在结对编程环境中实施差异化教学策略对学生计算思维的具体影响，以期为教育实践提供见解。

2.研究现状

2.1. 结对编程的内涵与新发展

在 K-12 教育体系中，结对编程已被证实为培养计算思维的有效教学策略（马志强，2019）。在计算机科学领域，结对编程已被广泛认可为一种提升编程技能的有效手段。这种协作编程模式涉及两名程序员在同一台计算机上合作，共同完成一个编程项目。通过类比驾驶汽车时的分工，结对编程中的角色可以被划分为“驾驶员”（Driver）和“领航员”（Navigator）：前者负责键盘和鼠标操作以及代码编写，而后者则负责监控程序逻辑并提供必要的指导和支持。这种两人合作解决问题的方法不仅促进了学生之间的知识传递，而且在加深对编程概念的理解、增强编程自信以及改善编程态度方面起到了积极的影响（Zhong，2016）。

在基础教学层面，被列为编程教学主要策略的结对编程有助于学生知识的构建和在协作学习中的积极参与（Denner，2014）。而与单独编程的学生相比，参与结对编程的学生在计算思维和编程自我效能感方面表现出了显著的提升（Wei，2021）。相较于独立完成编程任务，大多数学生更倾向于与伙伴合作，共同探讨编程思路，通过集体智慧解决问题。在结对编程的过程中，小组成员需分配明确的职责和任务，这不仅提高了编程作业的完成效率，还最大限度地发挥了学生各自的优势，实现了有效的协作，并共同朝着既定目标前进。

2.2. 差异化教学的内涵与新发展

在《差异教学论》中，华国栋将“差异教学”定义为一种教学策略，该策略立足于学生个体间的差异，旨在满足学生个性化的学习需求，并促进每位学生在原有基础上实现最大程度的发展（华国栋，2007）。差异化教学强调教学策略的灵活性和对学生需求的适应性，目的在于“调整教学的速度、深度或模式，以适应学习者的需求、学习风格或兴趣”。此外，差异化教学还被描述为“教师对学习者需求的响应性调整”（汤姆林森，2009），这一描述突出了教学过程中教师角色的主动性和教学策略的动态调整能力。这些观点共同构成了对差异教学全面而深入的理解，强调了教学策略的个性化、适应性和教师在教学过程中的关键作用。

实施差异化教学策略应首先涉及对每个学生特征的全面评估，涵盖他们的学习需求、学习风格和个人兴趣（Hall，2009）。基于这些评估结果以及教学大纲的要求，教师应制定满足学生个体需求的教学内容和教学流程。换言之，差异化教学旨在为每位学生量身定制教学方法和材料，以适应他们的特定需求和特质，从而促进更有效的学习和个人发展（祝智庭，2015）。在教学实施过程中，强调对学生进行持续的诊断性评估，实施形成性评价，并将评价结果反馈到教学实践中。最终，通过总结性评价来衡量学生的学习成效。

3.面向计算思维培养的差异化编程教学活动框架设计

学习环节的设计紧密围绕计算思维的培养与发展过程，遵循以“问题识别与分解—数据抽象与表征—解决问题与评估—学习迁移与反思”为主线的计算思维的培养与发展过程（杨刚，2022）。依据面向计算思维培养的差异化编程教学活动框架，需遵循认知负荷理论与最近发展区理论，通过三个维度构建教学体系。首先，基于前测数据科学构建同质化协作小组，确保组内成员在编程能力、知识结构、思维风格等方面形成同质化协作单元；其次，构建阶梯式任务体系，将学习任务分解为以程序框架搭建为主的基础任务、以核心功能实现为主的进阶任务、以算法优化与创新为主的拓展任务三级任务矩阵，匹配不同认知水平学生的发展需求；最后，依托智能教学系统实现动态供给差异化学习资源，包含可视化流程图、模块化代码框架、典型问题解决方案库等支持材料。教学过程中，教师实施过程性诊断，通过智能分析平台实时追踪学生的代码调试行为、协作交互模式及认知冲突点，据此调整教学策略。评价环节采用多维度动态评估机制，从功能完整性、代码规范性、协作效能性等多维度实施形

成性评价，最终实现个体编程能力与团队协作素养的协同发展。

面向计算思维培养的差异化编程教学活动设计框架，旨在通过系统化的教学活动促进学生计算思维能力的发展。该框架以差异化教学为核心，结合结对编程的学习方式，参考差异化学习活动程序（刘美凤，2022），设计了七个教学环节和相应的学习环节。如图 1 所示。

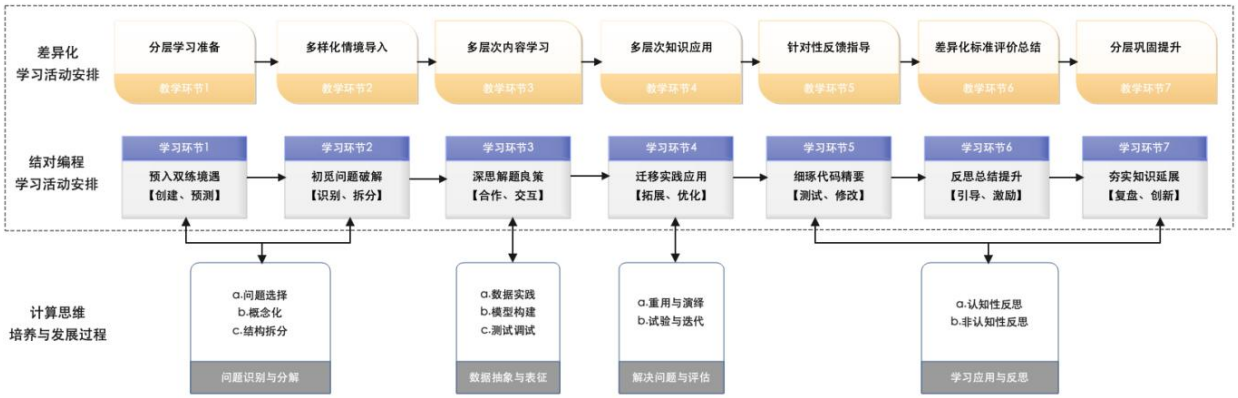


图 1 面向计算思维培养的差异化编程教学活动框架

在分层学习准备阶段，学生预先接触教学情境与任务，创建初步认知框架，并对即将解决的问题进行预测，由此开启数据抽象与表征的思维启蒙之旅，为后续学习筑牢根基。多样化情境导入，即初觅问题破解环节，学生置身于丰富多元的情境中，通过敏锐地识别问题，并将复杂问题进行合理拆分，着重锤炼问题识别与分解的关键能力，深入问题核心。多层次内容学习的深思解题良策阶段，学生们在团队协作中各抒己见，通过合作与交互，共同探寻解决问题的最佳策略，在思维的碰撞中解决问题并及时评估方案的可行性与优劣。多层次知识应用的迁移实践应用阶段，学生将所学知识灵活运用到新的情境中，大胆拓展思路，不断优化解决方案，进一步提升解决实际问题的能力，实现从理论到实践的跨越。针对性反馈指导的细琢代码精要环节，学生在对代码进行细致测试的过程中，发现问题并及时修改完善，同时结合教师和同伴的反馈，进行全面的学习应用与反思。差异化标准评价总结的反思总结提升阶段，通过科学合理的评价标准，引导学生对学习过程和成果进行深度反思，同时给予积极的激励，强化正确的思维方式和学习方法，促进学生自主学习能力的提升。 最后，在分层巩固提升的夯实知识延展阶段，学生通过系统的复盘，梳理知识体系，挖掘创新点，实现知识的迁移与拓展，将计算思维运用到更广泛的领域，真正做到学以致用、融会贯通。

4.面向计算思维培养的差异化编程教学活动框架的实践应用

为了深入探究面向计算思维培养的差异化编程教学活动框架的实际效果，本研究选取了 L 大学的两个非计算机专业班级，年龄在 18-20 岁之间，共 80 人。实验对象学习编程平均年限为 3 年，已储备了一定的基本编程语法和核心算法等基础知识，在此之前没有接受过结对编程教学和差异化教学。为了尽可能避免教师、教材、学时等外界因素对实验的干扰，实验组和对照组的授课任务由同一教师完成。同时，两组每周进行两次共计 90 分钟的授课，为期 16 周，以确保教学内容和教学进度一致。唯一不同的是，对照班进行传统的结对编程教学，而实验班则在结对编程的基础上融入了差异化教学策略。

数据收集涉及多个方面，包括学生的学习风格测试、编程作业、Bebras 国际计算思维挑战赛试题测试成绩和自我报告问卷等。学习风格数据、计算思维测试成绩和自我报告问卷的数据通过统计软件进行定量分析，以比较实验组和对照组之间的差异。同时，对教师观察和学生反馈进行定性分析，以深入了解差异化教学策略对计算思维的影响。

在数据收集与分析阶段，研究者严格遵守科学研究的规范，确保数据来源的可靠性、数据的准确性和完整性。这一过程对于理解实验过程、评估策略效果以及形成可靠的结论至关重要。然而，鉴于当前研究仍处于进行中的状态，即从收集过程性数据向产生最终实验结果的

过渡阶段。因此，本阶段的研究暂不呈现具体的数据分析及实验结果。未来，研究者将持续推进后续实验，以期获得更为全面和深入的研究成果。

5.结语

差异化教学策略与结对编程教学的结合对学生计算思维能力的培养具有显著的重要性。差异化教学策略通过为学生提供个性化的学习路径和适应性任务，能够满足不同学生的学习需求和能力水平。面向计算思维培养的差异化编程教学活动设计框架能够帮助学生在适合自己的节奏下深入理解编程概念，从而更好地发展计算思维中的问题解决能力和抽象推理能力。例如，对于基础较弱的学生，教师可以设计更基础的编程任务，帮助他们逐步建立对编程语言和逻辑的理解；而对于基础较强的学生，则可以提供更具挑战性的任务，促使他们探索更复杂的算法和数据结构，从而推动其计算思维的进一步发展。

结对编程教学则通过合作学习的方式，进一步促进了学生计算思维能力的提升。在结对编程过程中，学生需要与同伴进行沟通、协作和交流，这不仅能够帮助他们从不同的角度理解和解决问题，还能够培养他们的团队合作能力和批判性思维。通过与同伴的互动，学生可以相互启发、相互补充，共同完成编程任务，从而在实践中不断提高自己的计算思维能力。此外，结对编程还能够为学生提供即时的反馈和支持，帮助他们及时发现和纠正错误，进一步巩固和提升计算思维的水平。

综上所述，面向计算思维培养的差异化编程教学活动设计框架能够促进学生计算思维能力的发展，为学生的编程学习和未来的职业发展奠定坚实的基础。

参考文献

马志强和刘亚琴(2019). 从项目式学习与配对编程到跨学科综合设计——基于 2006-2019 年国际 K-12 计算思维研究的元分析.远程教育杂志，37(05)：75-84.

刘美凤、刘文辉、梁越和张昕禹（2022）. 差异化教学何以施行: 班内多层次教学方案的设计与实施[J].中国电化教育, (01): 124-133.

华国栋(2007). 差异教学论.北京:教育科学出版社，16.

杨刚、张银荣、徐佳艳、曾群芳和陈赛（2022）. 图形化编程环境下建模方式对学生计算思维与编程行为的影响研究[J].电化教育研究, 43(04): 107115.

汤姆林森(2003). 多元能力课堂中的差异教学.刘颂,译.北京:中国轻工业出版社，71.

祝智庭和闫寒冰(2015). 《中小学教师信息技术应用能力标准(试行)》解读.电化教育研究，36(09)：5-10.

蒋宗礼(2013).计算思维之我见.中国大学教学，(09)：5-10.

Denner, J., Werner, L., Campe, S., et al. (2014). Pair programming: Under what conditions is it advantageous for middle school students?[J]. Journal of Research on Technology in Education, 46(3): 277-296.

Greenleaf, R. K. (2003). Motion and emotion in student learning[J]. The Education Digest, 69(1): 37.

Hall, B. (2009). Differentiated instruction: Reaching all students[J]. Research Into Practice Mathematics, Pearson, 1-5.

Wei, X., Lin, L., Meng, N., Tan, W., Kong, S. C., & Kinshuk. (2021). The effectiveness of partial pair programming on elementary school students ’ Computational Thinking skills and self-efficacy. Computers & Education 160: 104023.

Zhong, B., Chen, J., et al. (2016). The impact of social factors on pair programming in a primary school [J]. Computers in human behavior, 64: 423-431.

在线开放课程中教学视频质量对学习者学习体验的影响

Impact of Quality of Video Lectures in MOOCs on Learners' Learning Experience

朱芳芳[1]，郭鑫[2]，吴长城[3]，杨九民[2,*]，马志强[1]，周华涛
[1]江南大学 人文学院
[2]华中师范大学 人工智能教育学部
[3]四川师范大学 计算机科学学院
[*] yjm@mail.ccnu.edu.cn

【摘要】 如何客观全面地评价在线开放课程中教学视频资源的质量，是关系数字教育发展的重要问题。然而，现有教学视频质量评价体系研究成果较少，且角度不全面，容易忽略教师画面和教学视频的声音设计。本研究旨在从教学活动、教师言语表达、视觉学习材料和教师画面四个维度建构教学视频特征编码量规，并从学习者学习体验的角度验证这一体系的有效性。结果发现，该体系能显著预测学习者的学习动机、学习投入及师生互动体验。研究结果不仅丰富教学视频评价的研究成果，还为教学视频资源的开发和优化提供实践指导。
【关键词】 教学视频质量；教学视频评价；学习体验

Abstract: *How to objectively and comprehensively evaluate the quality of video lectures in MOOCs is a crucial issue for digital education development. Currently, existing research on the quality and evaluation systems of video lectures is scarce and limited in scope, often overlooking teacher presence and audio design. This study aims to develop a feature - coding rubric for video lectures from four dimensions: teaching activities, teachers' verbal expressions, visual learning materials, and teacher presence. We validate the effectiveness of this rubric from learners' learning experience perspective. The results show that the rubric can significantly predict learners' learning motivation, engagement, and teacher - learner interaction. The findings not only enrich the research on video lecture evaluation but also provide practical guidance for the design, development, and optimization of video lectures in MOOCs.*
Keywords: Video lectures quality; video lectures evaluation; video lectures features; learning experience

据教育部统计，我国目前已上线 9.7 万余门 MOOCs，学习人数超 13.9 亿人次。教学视频是在线开放课程平台的核心资源，深受用户青睐。教学视频质量直接关乎学习者在线学习成效。近年来，高质量教学视频特征及质量提升策略，引发了研究者与资源开发者的广泛关注，并在教师言语表达、画面呈现等方面取得了丰硕成果（Zhu et al., 2024）。教学视频融合多媒体视听元素，生动展现教学活动过程。教学活动、听觉信息、视觉学习材料和教师画面是教学视频的四大特征要素。从早期视听教学到当下数字化教育资源的国际化发展，教学视频在设计、开发与应用上取得了显著进展。然而，评价量规构建仍是教学视频研究的薄弱环节。

依据教育部《普通高等学校本科专业类教学质量国家标准》，高质量高校教学应坚持以学生为中心，注重产出，培养契合数字教育发展需求的人才，兼顾良好学习效果与较高满意度。故而，高质量教学视频需兼顾学习效果与体验。然而，目前从学习者学习体验角度对教学视频进行分析评价的研究尚缺。综上所述，本研究基于教学视频四大特征要素，采用德尔菲法构建三维度十二指标的编码量规，并通过结构方程模型验证其效度，旨在为教学视频质量评价提供新的方法论框架，助力数字化教育资源的建设与优化。

1.文献综述

构建全面的教学视频质量评价指标体系并持续优化教学视频质量，始终是教育领域的重要研究命题。近年来，国内外在该领域取得了丰富研究成果。远程教育阶段，已有学者提出相关评价体系。如 Beaudin & Quick（1993）从教学内容、教学设计、制作技术和辅助材料四个维度构建了教学视频质量评价标准。但受限于当时的技术与制作条件，该标准未涵盖听觉信息、视觉学习材料的组织以及教师形象的呈现。实际上，视觉学习材料的组织方式，不仅影响教学视频的教学效果，还与学习者的满意度和学习投入密切相关（Li et al., 2023）；而教师形象作为教学视频画面的关键构成要素，在在线开放视频课程中广泛呈现，对增强师生互动体验、提升教学视频效果与质量均有重要作用。2012 年后，国内外在线开放课程平台迅猛

发展，教学视频资源的建设与应用更为广泛。部分研究者认为，教学视频质量评价体系与MOOC 质量评价存在相通之处。例如，王雪等（2013）从教学视频质量分析与学习体验相结合的角度，基于 2013 版《网络课程评价指标》构建了 MOOC 教学视频质量分析框架，强调教学内容、教学设计和技术规范等因素；李秋菊等（2014）则基于《网络课程评价规范》构建了 xMOOCs 环境下教学视频的分析框架，涵盖界面设计、课程内容和教学设计三个方面。。然而，这两个框架均忽视了教师画面和教学视频的听觉信息特征。根据 Mayer 的多媒体学习理论，教学视频中的声音设计，尤其是教师言语表达，对多媒体学习效果有重要影响。近年来随着眼动追踪技术的发展，有研究发现教师画面的视觉注视时间与学习者认知负荷显著相关（Chen & Zhang, 2025），这为教师形象的量化分析提供了新视角。

总之，教学视频质量评价体系的研究成果相对匮乏，现有研究多聚焦于教学设计与视觉学习材料，易忽略教师画面和听觉要素。因此，本研究从教学活动、视觉学习材料、教师画面和听觉信息四个要素入手，设计教学视频特征编码量规，并从学习者学习体验的角度验证其有效性，旨在为教学视频质量评价提供新的思路。

2.教学视频特征编码量规的设计与开发

教学视频的核心特质在于融合视听信息，以直观生动的方式向学习者展现教学活动并传授知识内容。基于此，教学活动、视觉信息与听觉信息是教学视频的主要特征。在视觉维度，学习材料是教学视频不可或缺的要素。研究表明，教师形象作为教学视频重要的视觉构成，对教学视频效果有显著影响（Hedig et al., 2024; Zhu et al., 2024）。听觉维度涵盖教师言语表达和背景音乐两个方面。教师言语表达是教学视频传播知识内容的关键手段；而背景音乐并非教学视频的必备元素，相关研究显示其可能对学习产生负面影响。因此，本研究将综合相关研究成果，深入剖析影响教学视频质量的特征要素，开发教学视频特征编码量规。

2.1 教学活动

活动理论认为，教学本质上是一种特殊的社会实践活动。教学视频中的教学活动设计，需为学习者呈现完整的解决实际问题或传授系统知识的教学进程。关于何种教学活动设计更有利于促进学习者学习，学界存在不同观点。冷静等（2017）在剖析英国开放大学在线课程活动设计时，对面向深度学习的活动设计进行了阐释，认为 Gagne 提出的九大教学事件应作为教师教学活动设计的根本遵循。Gagne（1999）基于信息加工理论，指出教学过程由九大教学事件构成，即引起注意、告知学习目标、唤起先前学习经验、呈现学习材料、给予学习指导、引发学习行为、提供反馈、评估学习成果、促进知识的保持与迁移。此外，秦瑾若和傅钢善（2017）以 Jensen 等提出的 DELC（Deeper Learning Cycle）模型为基础，构建了基于深度学习理论的 MOOC 学习活动模式，主要包括教学准备、知识建构、知识迁移与创造以及评价与反思。

受教学视频时长约束及教学过程完整性要求，本研究在整合以往研究的基础上，归纳出教学视频中四个关键教学活动：（1）情境导入：营造学习情境，吸引学习者注意力，激活先验知识。（2）知识讲解：推动学习者主动加工，实现新知识的意义建构。（3）知识迁移：促使深度加工知识，将所学知识应用于新情境。（4）知识总结：强化知识理解，梳理学习收获。

2.2 教师言语表达

在教学视频中，教师通过言语表达向学习者传授知识并进行互动。相关研究对教师言语表达的探讨，主要聚焦于两方面：提问及教师言语风格。首先，教学视频中教师提问的类型会影响教学效果（Qashoa, 2013）。依据问题激发学习者思考的程度，研究者将提问类型分为深层次和浅层次两类。其中，深层次问题着重考查学习者对知识的分析、评价与创造能力；浅层次问题主要考查学习者对知识的记忆、理解与应用能力。研究发现，深层次问题有利于激发学习者深入思考，促使知识迁移至其他情境；浅层次问题能够激活学习者的先前知识经验，在实际教学中应用广泛，且耗时较短，能够获得即时反馈。其次，教师言语风格依据交流形式可分为对话风格和独白风格（Black, 2005）。二者的显著区别在于，对话风格存在言语信

息的输出方（教师）与输入方（学习者），具有互动感；而独白风格则是教师言语表达的单向输出。对话风格被认为有助于提升学习者的学习效果，根据认知负荷理论（Sweller, 2019），对话风格通过降低学习者的外在认知负荷，促进内在认知负荷向生成性认知负荷转化。同时，Mayer（2022）提出多媒体教学设计的个性化原则表明，相较于正式风格，采用对话风格呈现言语信息能使学习者取得更好的学习效果。所谓对话风格，是指教师在教学过程中较多运用第一人称和第二人称进行言语表达，并直接向学习者传递情感态度；正式风格则相反，教师主要采用第三人称进行客观陈述，几乎不涉及主观情绪表达。研究表明，教师采用第一人称对话风格能够激发学习者的自我参照效应，增强其社会存在感，进而提升学习成绩（McGarry & Seeling, 2015; Zavoina & Reichert, 2017）。例如，在以牙齿健康为主题的教学视频中，教师说“如果我们不好好刷牙，可能会有龋齿，还会牙疼”，其中第一人称 “我们” 使学习者更易理解保持牙齿健康的重要性，从而更加投入。此外，对话风格中教师在提问后设置的留白时间，为学习者提供了自主思考的认知空间，有助于激发主动认知加工。独白风格是指教师在教学过程中单向输出教学内容，教学对象不具有明确指向性，且不存在任何互动或对话言语。鉴于在线视频课程教学的异步互动特性，教师教学时通常没有学习者在场，独白风格也是教学视频中教师常用的言语表达风格之一，故而本研究将其纳入量规的特征范畴。

2.3 视觉学习材料

教学视频中的视觉学习材料是教学内容呈现的关键载体，一般涵盖文字、图片、图表等形式，既可以直接展示，也能与教师言语讲解同步呈现。Mayer（2022）提出的多媒体设计原则，为教学视频学习材料的设计与开发提供了重要理论支撑。

在教学视频设计和开发中，多媒体原则、一致性原则、空间邻近原则、时间接近原则以及线索原则被广泛应用。其中，多媒体原则表明，相较于仅文字呈现，采用图片与文字相结合的方式展示信息，效果更佳。一致性原则强调，在呈现多媒体信息时，图文声像均应与教学内容紧密相关，尽量杜绝无关内容的出现。空间邻近原则指出，当语词与其对应的画面在空间位置上彼此邻近时，学习者在知识保持测验和知识迁移测验中会取得更好的成绩。时间接近原则表明，语词与其对应的画面同时呈现，比相继呈现更能提升学习者学习效果，同时还能减少外在认知负荷，促进深层认知加工。线索原则表示，通过改变字体颜色、大小等方式对重要信息予以提示，凸显信息间的逻辑关系或变化趋势，学习者将获得更理想的学习效果。此外，相关实证研究也为教学视频中视觉学习材料的设计提供了明确指导，主要体现在以下五个方面：（1）线索运用：通过字体颜色或大小变化、添加文字动画等添加线索，吸引学习者对教学内容的关注，提升学习满意度，进而促进学习。（2）空间布局：视频画面中图片与文字邻近呈现，有利于图文信息的整合。（3）视音频时间接近：确保视音频在时间上接近，有助于学习效果提升。（4）内容组织：图文呈现符合逻辑，能够推动学习者认知活动的开展。（5）色彩搭配：整体色彩搭配方面，暖色调可使人心理活动趋于兴奋，冷色调能让情绪保持镇静。简洁和谐的色彩搭配有助于减轻视觉疲劳，使学习者更专注。

2.4 教师画面

教师作为教学活动的组织者与实施者，是教学视频画面中的关键元素。依据 Mayer(2022) 的社会代理理论，在多媒体学习材料中融入教学代理的声音与视觉形象，可作为社会线索激发学习者的社会对话模式，推动学习进程。调查显示，在线开放视频课程中普遍展示了教师画面，且教师多存在非言语行为，涵盖手势（如指示性、描述性、节拍性手势）、目光（包括直视、引导、回避）、表情（例如高兴、中性表情）以及头部运动（像点头、引导性动作）等（Hegig et al., 2024; Polat, 2023; Zhu et al., 2024）。关于教学视频中教师画面的设计以及教师如何借助非言语行为更好地促进学习者视频学习，已有诸多研究提供了理论与实践参考。其一，教师不同类型的手势对学习效果的影响各异。例如，指示性手势能直接指向教学内容，引导学习者的视觉注意分配，从而促进学习；节拍性手势则可引导学习者的听觉注意分配，助力学习；描述性手势能够引发学习者不同脑区神经震荡能量的改变，影响其认知加工过程。其二，教师的手势常与面部表情协同运用，教师的面部表情易吸引学习者的注意，增进师生

间的社会交互，进而促使学习者进行更深入的认知加工，达成更佳的学习效果。其三，教师的目光是教学视频中重要的社会性线索。根据注视焦点，教师目光可分为直视、引导和回避三种类型，每种目光作用不同。直视目光是教师直视摄像机，与学习者建立联系；引导目光则能引导学习者关注学习资料及重点内容。其四，教师有节奏的头部运动能够强化学习者对言语信息的感知。由此可见，教学视频中教师的手势、目光、表情以及头部运动等非言语行为在教学过程中均发挥着重要作用，是课堂教学中言语表达的重要补充。

2.5 教学视频特征编码量规

本研究在以往相关研究的基础上，设计开发了教学视频特征编码量规，具体内容见表 1。

表 1. 教学视频特征编码量规

一级指标	二级指标	三级指标
教学活动	情景导入	
	知识讲解	
	知识迁移	
	知识总结	
教师言语表达	提问类型	深层次问题
		浅层次问题
	对话风格	有留白
		第一人称
	独白风格	
视觉学习材料	线索	
	视觉画面与音频呈现时间接近	
	学习材料空间邻近	
	结构性与逻辑性	
	色彩搭配简洁	
教师画面	教师呈现	
	手势	节拍性
		指示性
		描述性
	目光	直视
		引导
		回避
	表情	中性
		高兴
	头部动作	点头
		引导

3.教学视频特征编码量规的效果验证

3.1 研究方法

3.1.1 教学视频材料

从在线开放课程教学平台中随机选取 66 门视频课程，筛选标准是教学视频中必须同时含有教师图像和 PPT。为保证教学视频的多样性和开放性，样本涉及不同学科类别、学校层次、开课次数及课程级别（见表 2）。视频时长在 6~14 分钟之间。

表 2. 在线开放视频课程基本情况统计表（$n = 66$）

项目	课程平台			开课院校		开课次数		国家级精品课		课程学科		
	中国大学 MOOC	智慧树	学堂在线	985/211 高校	非985/211 高校	3 轮以上	不足 3 轮	未知	是 否	理科	工科	人文社科

课程												
数量	48	11	7	49	17	26	22	18	19	47	25	41
%	72%	17%	11%	74%	26%	39%	33%	27%	29%	71%	38%	62%

注：百分比=该类课程门数/总课程门数。每门课程中随机选取一节教学视频作为研究案例。

3.1.2 教学视频特征编码

教学活动：所有指标均采用二分编码，“是”（即教学视频包含该环节）记 1 分，“否”（即教学视频不包含该环节）记 0 分。四项指标得分之和记为该教学视频材料教学活动完整度的得分（见表 3）。得分越高，表示该教学视频所包含的教学活动越多，教学设计越完整。

表 3. 教学活动编码结果

项目	**情景导入**		**知识讲解**		**知识迁移**		**知识总结**		**教学活动完整度**			
得分	0	1	0	1	0	1	0	1	1	2	3	4
频次	46	20	0	66	44	22	48	18	26	23	15	2
比例	69.7%	30.3%	0	100%	66.7%	33.3%	72.7%	27.3%	39.4%	34.8%	22.7%	3.0%

注：比例=某指标该得分的视频数/总视频数*100%，下同。

教师言语表达：与教学活动计分标准相同，“是”记 1 分，“否”记 0 分（见表 4）。

表 4. 教师言语表达编码结果

项目	提问类型				对话风格				独白风格	
	深层次问题		浅层次问题		留白		第一人称			
得分	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
频次	37	29	45	21	59	7	4	62	62	4
比例	56.1%	43.9%	68.2%	31.8%	89.4%	10.6%	6.1%	93.9%	93.9%	6.1%

视觉学习材料：以单页 PPT（不考虑起始页、结束页与目录页为编码单元）。采用二分编码，“是”记 1 分，“否”记 0 分。以所有 PPT 中该项指标编码均值作为最终得分。分数越高，表示该视觉学习材料设计更合理，更强调 PPT 内各要素间的逻辑关系。编码结果见表 5。

表 5. 视觉学习材料编码结果

一级指标	线索	视觉画面与音频呈现时间接近	学习材料空间邻近	结构性与逻辑性	色彩搭配简洁
均值	0.34	0.91	0.33	0.90	0.71

教师画面：以 30 秒为一个时间单元对教学视频（剔除片头片尾）中的教师画面进行编码，教师呈现为呈现教师画面时长所占百分比，其余指标均采用二分编码，“是”记为 1 分，“否”记为 0 分。最终取该教学视频中教师画面各指标得分的均值。分数越高，代表教师的非言语行为越多，教师画面的丰富性越高。编码结果见表 6。

表 6. 教师画面编码结果

一级指标	手势			目光			表情		头部运动		教师
二级指标	节拍性	指示性	描述性	直视	引导	回避	中性	高兴	点头	引导	呈现
均值	0.50	0.27	0.18	0.87	0.27	0.21	0.82	0.17	0.33	0.27	0.72

3.1.3 学习体验评价指标

采用 Stull 等（2018）开发的学习体验问卷。该问卷包含十道题目，分别评估学习动机、师生交互和学习投入。两位研究者同时编码（$r = 0.82$）。所有题目均采用李克特 7 点计分法。

3.2 结果

3.2.1 教学视频特征编码量规与学习者学习体验的相关分析

表 7. 教学视频特征与学习者学习体验的相关分析结果

项	1	2	3	4	5	6	7

目	教学活动	教师言语表达	视觉学习材料	教师画面	学习投入	学习动机	师生互动
1	1						
2	0.30*	1					
3	0.17	0.11	1				
4	0.26	0.18	0.13	1			
5	0.29*	0.10	0.49**	0.38**	1		
6	0.45**	0.36**	0.48**	0.48**	0.74**	1	
7	0.45**	0.35**	0.45**	0.55**	0.69**	0.95**	1

注：*$p < 0.05$，**$p < 0.01$，***$p < 0.001$，下同。

结果显示（见表 7），教学活动和教师画面与学习投入、学习动机和师生交互显著正相关，视觉学习材料与学习投入和学习动机显著正相关，教师言语表达则与学习投入、学习动机和师生交互无显著相关。整体而言，本研究开发的教学视频特征编码量表与学习者学习体验显著相关，这说明可以用教学视频特征编码量规的不同编码项尝试预测学习者的视频学习体验。

3.2.2 多元线性回归分析

为了探究教学视频特征对学习者学习体验的具体影响，分别进行多元线性回归分析。

以教学视频特征量表的一级编码项为自变量，以学习动机为因变量，进行多元线性回归分析。结果表明（见表 8），教师画面、视觉学习材料和教学活动设计对学习动机有显著影响。

表 8. 教学视频特征学习者学习动机的回归结果

序号	**预测变量**	***B***	**β**	***t***	***R²***	***F***
1	教师画面	0.53	0.36	3.78***	0.49	19.70***
2	视觉学习材料	0.67	0.38	4.14***		
3	教学活动设计	0.26	0.29	3.06**		

为了进一步探究具体影响，以这三个维度的三级编码项为自变量（详见表 7），以学习动机为因变量，进行多元线性回归。结果表明（见表 9），知识总结、色彩搭配简洁以及描述性和指示性手势都可以正向预测学习动机。这说明，教学活动设计时善用总结、视觉学习材料设计色彩搭配简洁、呈现教师的描述性和指示性手势都有助于提高学习者的学习动机。

表 9. 教学视频特征具体指标对学习者学习动机的回归结果

序号	预测变量	*B*	β	*t*	*R²*	*F*
1	知识总结	0.74	0.41	4.59***	0.54	17.71***
2	色彩搭配简洁	1.57	0.40	4.55***		
3	描述性手势	2.07	0.36	4.05***		
4	指示性手势	0.96	0.24	2.75**		

以教学视频特征量表中的一级编码项为自变量，以学习投入为因变量，进行多元线性回归分析。结果表明（见表 10），视觉学习材料和教师画面对学习者的学习投入具有显著影响。

表 10. 教学视频特征的四个维度对学习投入的回归结果

序号	预测变量	*B*	β	*t*	*R²*	*F*
1	视觉学习材料	0.41	0.44	4.26***	0.33	15.73***
2	教师画面	0.24	0.32	3.04**		

为了进一步探究具体影响，以视觉学习材料和教师画面两个维度下的三级编码项为自变量，以学习者的学习投入为因变量，进行多元线性回归。结果表明（见表 11），视觉学习材料的空间邻近、色彩搭配简洁、教师呈现及其节拍性手势都可以正向预测学习投入。这说明，使用空间邻近、色彩搭配简洁的学习材料、教师使用节拍性手势都有助于促进学习投入。

表 11. 教学视频特征对学习投入的多元线性回归结果

序号	预测变量	*B*	β	*t*	*R²*	*F*
1	色彩搭配简洁	0.75	0.36	3.95***	0.50	15.10***
2	节拍性手势	0.68	0.36	3.97***		

3	教师呈现	1.31	0.37	4.10***
4	学习材料空间邻近	0.69	0.25	2.75**

以教学视频特征量表中的一级编码项为自变量，以师生交互为因变量，进行多元线性回归分析。结果表明（见表 12），教师画面、视觉学习材料和教学活动对师生交互有显著影响。

表 12. 教学视频特征对师生交互的多元线性回归分析结果

序号	预测变量	*B*	β	*t*	R^2	*F*
1	教师画面	0.70	0.43	4.64***	0.51	21.86***
2	视觉学习材料	0.67	0.34	3.81***		
3	教学活动设计	0.28	0.28	3.03**		

为了进一步探究具体影响，以教师画面、视觉学习材料和教学活动下的三级编码项为自变量，以师生交互为因变量，进行多元线性回归。结果表明（见表 13），教师节拍性手势、视频学习材料的色彩搭配和教学过程完整度可以正向预测师生交互，而教学过程中的知识总结可以负向预测师生交互。这说明，呈现教师的节拍性手势、使用色彩搭配简洁的学习材料以及提升教学活动完整度可以增强师生互动体验，而在知识总结环节则会削弱师生互动体验。

表 13. 教学视频特征的具体指标对师生交互的多元线性回归结果

序号	预测变量	*B*	β	*t*	R^2	*F*
1	节拍性手势	1.80	0.45	5.03***	0.56	19.74***
2	色彩搭配简洁	1.96	0.44	5.13***		
3	教学过程完整度	1.03	0.51	4.70***		
4	知识总结	-1.20	-0.31	-2.87**		

4.总结与展望

本研究在梳理过往教学视频评价体系及相关研究的基础上，确定了教学视频评价的核心指标，并自主设计开发了教学视频特征编码量表。该量表涵盖教学活动、教师言语表达、视觉学习材料和教师画面四大要素，各要素下进一步细分了不同层级的编码项。通过运用该量表对在线开放课程中的教学视频进行编码，探究各要素及具体编码项对学习者视频学习体验的预测作用，以此检验量表的有效性。研究结果显示，教学视频的四大特征要素与学习者学习体验的三个维度显著相关。同时，各要素对应的三级编码项对学习者学习体验不同维度的预测作用呈现出差异。具体来说，教学活动中的知识总结、视觉学习材料的简洁色彩搭配，以及教师画面中的描述性和指示性手势，能够正向预测学习者的学习动机；视觉学习材料的空间邻近性、简洁色彩搭配，以及教师画面中的节拍性手势，可正向预测学习者的学习投入；教学活动的完整度、视觉学习材料的色彩搭配，以及教师画面中的节拍性手势，能够正向预测学习者的师生交互，而教学活动中的知识总结则对师生交互呈负向预测。本研究不仅为教学视频质量评价贡献了新的研究成果，也为教学视频的设计、开发与评价提供了参考依据，有助于推动在线开放课程中教学视频的优化。

但本研究未能验证教学视频特征编码量表中教师言语表达要素下的提问类型和言语风格，对学习者学习动机、学习投入及师生交互的预测作用。可能原因主要有以下三点：一是教师提问多为浅层次问题，难以引发学习者的深度学习；二是教师在使用第一人称言语风格时，常与第三人称言语风格混合使用，致使学习者难以将以往学习体验与新学习内容建立有效连接，进而导致学习情境的带入感和参与感不足，难以激发学习者的学习动机和学习投入；三是教学视频中教师言语表达会影响学习者与视频中的师生交互水平，从而影响学习效果（Suen & Hung, 2025）。例如，在调研的教学视频中，教师较少运用留白技巧，且留白时长大多不足 3 秒，使得学习者缺乏足够的思考空间，难以进行深度认知加工，最终导致教师言语信息难以通过认知、动机、社会交互等作用机制影响学习者的学习体验。

随着互联网和多媒体技术在教育领域的快速发展与深度融合，在线开放课程的建设与应用已成为各国提升教育信息化水平的重要战略手段。教学视频作为在线开放课程的关键资源，

其质量一直是教育领域的重点关注问题，构建客观全面的教学视频评价体系具有重要理论价值与实践意义。在此背景下，本研究自主开发的教学视频特征编码量表具有重要的理论与实践指导价值。本研究已从学习体验角度对该量表的有效性进行了检验，后续可考虑运用眼动追踪技术、EEG 技术等采集多模态数据，从学习者神经活动、注意分配和学习效果等方面进一步检验其有效性，持续优化教学视频特征编码量表。

参考文献

加涅. (1999). *学习的条件和教学论*. 华东师范大学出版社.

冷静，吴小芳，顾小清. (2017). 面向深度学习的在线课程活动设计研究——基于英国开放大学的案例剖析. *远程教育杂志, 35(*2), 56-65.

李秋菊，王志军，陈丽. (2014). xMOOCs 中的教学视频设计要点:基于案例的视频分析研究. *远程教育杂志, 32*(06), 95-102.

秦瑾若，傅钢善. (2017). 基于深度学习理论的 MOOC 学习活动设计——以“现代教育技术”课程为例. *现代教育技术, 27*(05), 12-18.

王雪，周围，王志军,等. (2018). MOOC 教学视频的优化设计研究——以美国课程中央网站 Top20 MOOC 为案例. *中国远程教育, 5,* 45-54.

Beaudin, B. P., & Quick, D. (1993). Instructional video evaluation. *Adult Education Program, 034,* 45.

Black, L. W. (2005). Dialogue in the lecture hall: Teacher‐student communication and students' perceptions of their learning. *Qualitative Research Reports in Communication, 6*(1), 31-40.

Heidig, S., Beege, M., Rey, G. D., et al. (2024). Instructor presence in instructional videos in higher education: three field experiments in university courses. *Educational Technology Research and Development, 72,* 3047-3074.

Lin, X., Tang, W., Ma, W., et al. (2023). The impact of media diversity and cognitive style on learning experience in programming video lecture: A brainwave analysis. Educ Inf Technol, 28, 10617-10637.

McGarry, M. P., & Seeling, P. (2015). Lecture, narrated slides, or first person view? Impact of presentation on learning outcomes. *IEEE Transactions on Learning Technologies, 8*(4), 314-321.

Mayer, R. E., & Fiorella, L. (Eds.). (2022). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.

Polat, H. (2023). Instructors' presence in instructional videos: A systematic review. *Educational and Information Technology, 28,* 8537-8569.

Qashoa, S. H. (2013). Effects of teacher question types and syntactic structures on EFL classroom interaction. *International Journal of Social Sciences, 7,* 52-62.

Stull, A. T., Fiorella, L., Gainer, M. J., et al. (2018). Using transparent whiteboards to boost learning from online STEM lectures. *Computers & education, 120*(3), 146-159.

Suen, H. Y., & Hung, K. E. (2025). Enhancing learner affective engagement: The impact of instructor emotional expressions and vocal charisma in asynchronous video-based online learning. *Educational and Information Technology, 30,* 4033‐4060.

Yuan, L. (2024). EFL teacher-student interaction, teacher immediacy, and students' academic engagement in the Chinese higher learning context. *Acta Psychologica, 244,* 104185.

Zavoina, S., & Reichert, T. (2017). Narrative transparency and credibility: First‐person process statements in video news. *Journalism & Mass Communication Quarterly, 94*(3), 707-727.

Zhu, F., Pi, Z., & Yang, J. (2024). Unleashing the Power of Positivity: How Positive Instructors Benefit Learning from Instructional Videos — A Meta-analytic Review. *Educational Psychology Review, 36,* 47.

技术接受模型框架下初中生在科学教育中使用元宇宙平台的意图

Technology Acceptance Model Framework for Middle School Students' Intention to Use the Metaverse Platform in Science Education

诸葛文俊[1*]，叶碧滢[1]，汪溢慧[1]，许玄午[1]
[1]温州大学教师教育学院
[*]1105174773@qq.com

【摘要】 元宇宙技术在教育领域的应用为初中科学教育提供了沉浸式学习环境，但其在基础教育阶段的应用仍待探索。本研究基于扩展技术接受模型，实证分析了感知有用性、易用性、协作学习及同伴影响对初中生使用元宇宙平台的行为意图的作用机制。结果显示：协作学习不仅显著提升使用意愿和学习态度，同伴影响还正向作用于技术感知维度。研究验证了扩展 TAM 模型在基础教育场景的有效性，为元宇宙教学实践提供了理论支持。

【关键词】 元宇宙；技术接受模型；协作学习；同伴影响；科学教育

Abstract: *The application of metaverse technology in the education field provides an immersive learning environment for junior high school science education, yet its implementation in basic education stages remains underexplored. This study, based on the extended Technology Acceptance Model (TAM), empirically analyzes the mechanisms through which perceived usefulness, perceived ease of use, collaborative learning, and peer influence affect junior high school students' behavioral intention to use metaverse platforms. The results indicate that collaborative learning not only significantly enhances usage intention and learning attitudes but also that peer influence positively impacts technology perception dimensions. The research verifies the effectiveness of the extended TAM model in basic education contexts and provides theoretical support for metaverse-based teaching practices.*

Keywords: metaverse; Technology Acceptance Model; Collaborative Learning; Peer Influence; Science Education

1.引言

元宇宙技术通过整合 VR/AR 与人工智能构建的沉浸式学习环境，正推动教育模式革新，尤其在科学实验模拟等高危场景中凸显应用价值(Wang, 2024)。

现有研究虽已证实 TAM 模型对职前教师技术接受度的解释力(Hwang & Lee, 2024)，但初中生群体的技术接受障碍及其与协作学习、同伴影响的交互机制仍存在研究空白。本研究创新性地构建整合协作学习（CL）与同伴影响（PI）的扩展 TAM 框架，重点揭示以下核心问题：

1.感知有用性（PU）、易用性（PEOU）与使用态度（ATU）在初中生元宇宙学习中的中介作用

2.协作互动对学习动机的强化路径及同伴压力对技术接受行为的调节效应。通过实证分析，旨在建立初中生行为意向（BI）的多维预测模型，为基础教育阶段的元宇宙教学提供理论依据与实践优化方向。

2.文献综述与模型构建

2.1.元宇宙在教育中的应用

元宇宙是后现实宇宙，即一个持续且持久的多人环境，将物理现实与数字虚拟性融合在一起。它基于一系列技术的融合，使人们能够与虚拟环境、数字物体以及其他用户（例如通

过虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术）进行多感官交互。因此，元宇宙构成了一个持久多人平台上的互联社交、沉浸式网络环境(Mystakidis, 2022)。它使人们能够在实时和动态交互中实现无缝的具身用户沟通。

元宇宙在教育领域的应用已初显成效。首先，研究表明，元宇宙可通过其沉浸式环境增强学生的学习动机和知识掌握能力(Kaddoura & Al Husseiny, 2023)。Wang（2024）发现，在元宇宙环境中进行的虚拟实验不仅安全高效，还能为学生提供实时反馈和个性化学习路径，从而显著提高学习效率(Sidhu et al., 2024)。

2.2.研究模型与假设

已有研究表明，技术接受模型（Technology Acceptance Model, TAM）、理性行为理论（Theory of Reasoned Action, TRA）、计划行为理论（Theory of Planned Behaviour, TPB）以及统一技术接受与使用理论（Unified Theory of Acceptance and Use of Technology, UTAUT）均以技术接受的概念为基础进行探讨。

在元宇宙技术的背景下，感知有用性（PU）可以理解为初中生认为使用元宇宙平台能够提升他们科学教育中的学习效果；感知易用性（PEU）则指学生是否认为元宇宙平台操作简单易用，界面友好且易于导航。感知有用性（PU）与感知易用性（PEU）的交互作用不仅会影响学生对元宇宙平台的使用态度，还会最终决定其是否愿意持续使用该技术。

因此，基于上述技术接受模型（TAM）研究，本研究提出以下假设

H1: 感知有用性（PU）对使用态度（ATU）有显著正向影响。

H2: 感知易用性（PEU）对使用态度（ATU）有显著正向影响。

H3: 使用态度（ATU）对行为意图（BI）有显著正向影响。

H4: 感知易用性（PEU）对感知有用性（PU）有显著正向影响。

H5: 感知有用性（PU）对行为意图（BI）有显著正向影响。

协作学习（Collaborative Learning, CL）是一种以团队合作和互动为核心的学习方式。在元宇宙科学教育中，协作学习（CL）能够通过学生之间的合作完成学习任务，有效提升学习体验和技术接受度(Li et al., 2024)。基于上述理论与文献支持，本研究提出以下假设：

H6: 协作学习（CL）对行为意图（BI）有显著正向影响。

H7: 协作学习（CL）对使用态度（ATU）有显著正向影响。

H8: 协作学习（CL）对感知易用性（PEU）有显著正向影响。

同伴影响（Peer Influence, PI）指的是用户在技术使用和接受过程中，受到来自同伴或社会群体行为、态度、意见等方面的影响程度(Vahdat et al., 2021)。

基于上述理论背景和已有研究，本研究提出了以下假设：

H9: 同伴影响（PI）对感知易用性（PEU）有显著正向影响。

H10: 同伴影响（PI）对感知有用性（PU）有显著正向影响。

在上述假设的基础上，本研究模型对原 TAM 模型进行了扩展，增加了二个外部变量（协作学习和同伴影响），形成了扩展的 TAM 模型，如图 1 所示

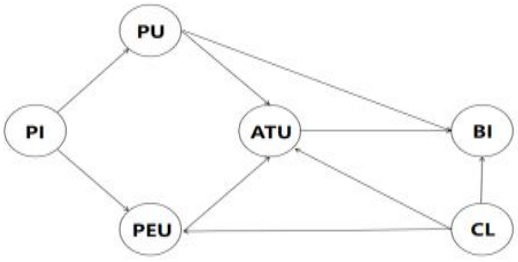


图 1 TAM 模型

3.方法

3.1.研究对象

本研究从中国一所中学收集了 250 份有效问卷，调查七年级和八年级学生对元宇宙技术在教育环境中接受度。性别比例较为均衡，男生占 50.3%，女生占 49.7%。所有研究对象均参与了基于元宇宙技术的虚拟学习场景，涵盖了不同的学习背景和体验。

3.2.实验程序

在一个学期的课程中，学生将借助 Pico Neo3 VR 设备和 Spatial 平台，深入探索虚拟船舶展览馆，并以小组合作形式完成船舶模型的设计与制作。课程分为四个阶段：（1）学生用 VR 设备进入虚拟船舶展览馆，通过互动模块学习船舶历史和浮力原理；（2）分组进行虚拟实验，在教师指导下掌握船舶设计方法并记录发现；（3）小组合作设计船舶模型，优化后通过 3D 打印制作实体模型；（4）期末展示模型并汇报全过程，师生共同分析成果、提出改进建议。

3.3.仪器

本问卷以 Davis (1989)的成熟量表开发问卷，测量模型中的 8 个变量：感知有用性(PU,3 题)、感知易用性(PEU,4 题)、使用态度(ATU,4 题)、协作学习(CL,4 题)、行为意图(BI,3 题)和同伴影响(PI,3 题)。所有题项采用 5 级李克特量表（1=非常不同意，5=非常同意），经信度检验显示良好内部一致性（α 系数 0.829-0.933）。

4.成果

4.1.测量模型

本研究首先检验了模型的信度和效度问题。为验证测量模型的信度和收敛效度，我们对 Cronbach’s Alpha 系数 和 综合信度（CR） 进行了评估。从表格中可以看出，每个构念的 Cronbach’s Alpha 系数均高于 0.8，CR 值均高于 0.9，符合(Chin, 1998)提出的标准。在收敛效度方面，研究考察了各构念的 平均方差萃取量（AVE），所有构念的 AVE 值均超过了(Peterson, 2000)提出的 0.50 阀值。此外，对于每个构念中的测量指标，其外部负荷（Outer Loadings）均高于 0.7，符合文献的要求。

4.2.结构模型

PLS 程序可以使用引导法生成 t 统计量，用于内部和外部模型的显著性检验。本研究中，我们通过引导法从原始样本中随机生成了 5000 个样本，计算了标准误差，并进而得出了用于检验路径系数显著性的近似 t 值。

根据 Henseler et al. (2016)的建议，标准化均方根残差（SRMR） 被用于评估观察到的差异与模型预测差异的大小。小于 0.08 的值被认为是可以接受的拟合标准。在本研究中，SRMR 值为 0.059，表明模型拟合良好。本研究的 PLS 模型分析结果如图 3 所示。

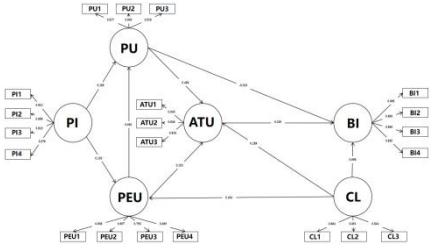


图 3TAM 模型的 PLS 分析结果

5.讨论

本研究基于扩展技术接受模型（TAM）探讨初中生对元宇宙的学习使用意向。结果显示：传统 TAM 路径中，感知有用性（PU）与感知易用性（PEU）正向影响使用态度（ATU）（β=0.406/0.253），ATU 正向影响行为意图（BI）（β=0.239），PEU→PU 路径成立（β=0.562）。但 PU→BI 的直接作用不显著，这可能源于元宇宙技术（VR/AR 等）的复杂操作特性，学生的技术适应障碍削弱了有用认知向使用意愿的转化。研究发现两个新机制（1）同伴影响（PI）显著提升 PEU（β=0.23）和 PU（β=0.265），符合社会认知理论，表明同伴示范能降低新

技术使用焦虑；（2）协作学习对 ATU（β=0.289）和 BI（β=0.598）有强促进作用，其通过技术互助（提升 PEU β=0.454）和集体经验共享，有效缓解技术复杂性带来的使用障碍。

与传统 TAM 的差异体现在：ATU 对 BI 的作用强度较弱，说明在复杂技术场景中，除态度因素外，技术能力培养和社会支持系统对使用决策更具影响力。这为教育技术设计提供了新启示：在开发元宇宙教学平台时，需同步构建协作学习机制和技术指导体系，以强化技术认知向使用行为的转化效率。

参考文献

Chin, W. W. (1998). The partial least squares approach to structural equation modeling. Modern methods for business research/Lawrence Erlbaum Associates. https://doi.org/10.2307/249008

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. MIS quarterly, 319-340. https://doi.org/10.2307/249008

Henseler, J., Hubona, G., & Ray, P. A. (2016). Using PLS path modeling in new technology research: updated guidelines. Industrial management & data systems, 116(1), 2-20. https://doi.org/10.1108/imds-09-2015-0382

Hwang, Y., & Lee, J.-Y. (2024). Exploring Pre-Service English Teachers' Perceptions and Technological Acceptance of Metaverse Language Classroom Design. SAGE Open, 14(4), 21582440241300543. https://doi.org/10.1177/21582440241300543

Kaddoura, S., & Al Husseiny, F. (2023). The rising trend of Metaverse in education: Challenges, opportunities, and ethical considerations. PeerJ Computer Science, 9, e1252. https://doi.org/10.7717/peerj-cs.1252

Li, C., Jiang, Y., Ng, P. H., Dai, Y., Cheung, F., Chan, H. C., & Li, P. (2024). Collaborative learning in the Edu-Metaverse era: An empirical study on the enabling technologies. IEEE Transactions on Learning Technologies. https://doi.org/10.1109/tlt.2024.3352743

Mystakidis, S. (2022). Metaverse. Encyclopedia, 2(1), 486-497. https://doi.org/10.3390/encyclopedia2010031

Peterson, R. A. (2000). A meta-analysis of variance accounted for and factor loadings in exploratory factor analysis. Marketing letters, 11, 261-275.

Sidhu, M. S., Mousakhani, S., Lee, C. K., & Sidhu, K. K. (2024). Educational impact of Metaverse learning environment for engineering mechanics dynamics. Computer Applications in Engineering Education, 32(5), e22772. https://doi.org/10.1002/cae.22772

Vahdat, A., Alizadeh, A., Quach, S., & Hamelin, N. (2021). Would you like to shop via mobile app technology? The technology acceptance model, social factors and purchase intention. Australasian Marketing Journal, 29(2), 187-197. https://doi.org/10.1016/j.ausmj.2020.01.002

Wang, C.-H. (2024). Education in the metaverse: Developing virtual reality teaching materials for K‐12 natural science. Education and Information Technologies, 1-22. https://doi.org/10.1007/s10639-024-13156-2

基于智能体的人机协同课堂教学诊改评价模式构建与应用

Construction and Application of AI-Agent Human-Machine Collaborative Classroom Teaching Evaluation Model

吴冰[1*]，赵鹤溶[1]
[1]华南师范大学教育信息技术学院
*1135009506@qq.com

【摘要】智能技术的迅速发展，为实现课堂高效诊改评价提供新的机遇。本研究面向当前人机协同课堂教学诊改评价存在着问题诊断不明、评价方式偏颇、诊改难以贯穿等问题，采用文献研究、理论演绎等方法，对人机协同课堂教学诊改评价的一般过程进行逻辑分析，明晰智能体对人机协同课堂教学诊改评价过程的赋能作用，构建基于智能体的人机协同课堂教学诊改评价模式，并面向小学英语复习课堂进行实际的应用设计，为智能技术赋能课堂提质增效提供理论参考与实践借鉴。
【关键词】智能体；人机协同；诊改评价

Abstract: *The rapid advancement of intelligent technologies offers new opportunities for efficient classroom diagnostic evaluation. This study addresses issues such as unclear problem diagnosis, biased evaluation methods, and inconsistent diagnostic processes in human-machine collaborative classroom teaching. Through literature review and theoretical deduction, it logically analyzes the general process of diagnostic evaluation in such settings, clarifies the enabling role of intelligent agents, and constructs a diagnostic evaluation model based on intelligent agents. The model is applied to primary school English review classes, providing theoretical and practical insights for enhancing classroom quality and efficiency through intelligent technologies.*
Keywords: Intelligence agency; Human-computer collaboration; Diagnostics and evaluation

1.问题的提出

课堂是育人的主阵地，课堂诊改评价是实现课堂教学提质增效的重要环节，智能技术的融入为实现高效诊改评价提供新的机遇。当前人机协同课堂教学诊改评价研究存在着问题诊断不明、评价方式偏颇、诊改难以贯穿等问题，而智能体凭借其多模感知、数据分析及记忆处理等技术优势，为解决课堂教学诊改评价难题提供新的可能。本研究旨在呼应深化评价改革的时代要求，以期为提升人机协同课堂教学诊改评价质量提供理论参考与实践借鉴，其主要研究问题如下：人机协同课堂教学诊改评价的一般过程是什么？智能体的赋能作用是什么？基于智能体的人机协同课堂教学诊改评价的模式是怎样的？

2.相关研究述评

2.1.教学诊改评价的研究现状

目前教学诊改评价研究主要集中在指标建构、系统架构及实施路径等。王建凤等提出三维小学科学课堂教学质量诊断指标体系（王建凤等，2021）；吴立宝等提出人工智能下课堂教学评价的系统架构（吴立宝等，2021）；谢幼如等提出智能技术赋能高质量课堂的评价路径，并实践验证其有效性（谢幼如等，2023）。

2.2.智能体赋能课堂教学诊改评价的研究现状

当前智能体赋能课堂教学诊改评价主要集中在开发平台、实施方式等方面。袁磊等基于Coze智能体平台开发的跨学科教学设计助手能实现多元证据采集与评价体系完善（袁磊等，2

025）；伊丽梅（2025）在高中生物课堂上利用智能体实现作业智能批改；卢宇等在项目化学习课堂中利用智能体进行作品的教师评价与同伴评价（卢宇等，2024）。

3.关键概念解析

3.1. 智能体

在教育领域，智能体指依赖于机器学习、自然语言处理等技术，能通过感知、推理和行动，自主支持学习过程或教学活动的计算实体，其核心功能包括个性学习支持、教学辅助、自适应反馈及数据驱动决策等，旨在提升学习效率与教学质量。

3.2. 人机协同

在教育领域，人机协同指人类教师与人工智能通过互补性交互，共同优化教学与学习过程，其核心特征包括动态适应、协作决策、教学互补等，旨在提升教学效率与教学公平性，推动教学模式向智能化个性化发展。

3.3. 诊改评价

在教育领域，诊改评价是一种基于数据驱动的系统性评估方法，旨在通过诊断问题、分析成因并提出改进策略，持续提升教学质量，其核心特征包括诊断性、动态性系统性及循环性等，广泛应用于教学质量监控、学校自我评估等领域。

4.基于智能体的人机协同课堂教学诊改评价模式的构建

4.1.人机协同课堂教学诊改评价的一般流程

本研究在人机协同评价基本过程上（谢幼如等，2022），聚焦于人机协同课堂的教学环节，全过程注重数智技术的赋能功用，明晰了人机协同课堂教学诊改评价的一般流程，如图 1 所示。

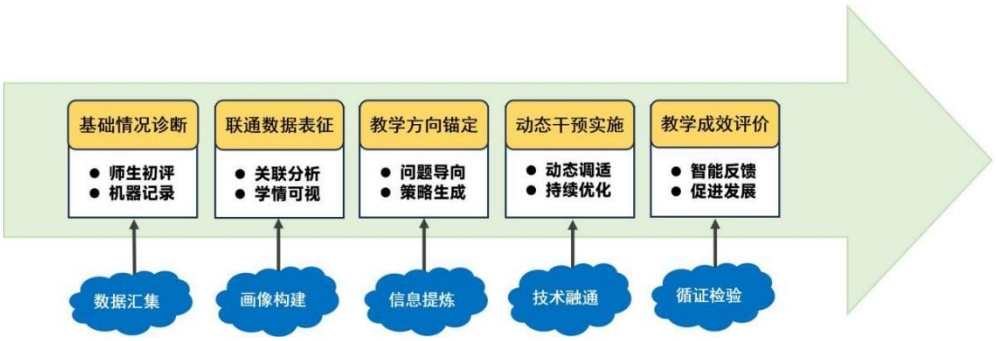


图 1 人机协同课堂教学诊改评价的一般流程

4.2. 智能体对人机协同课堂教学诊改评价的赋能作用

4.2.1. 由“主观评定”转向“高效诊断”

以往的教学诊改评价大多依赖于教师的观察记录，智能体通过整合多种通道获取外部信息，感知与理解课堂场景要素，进行时序性细粒度的课堂数据采集记录，缓解师生由于人工观察评定带来的重复低效问题，推动教学诊改评价由“主观评定”转向“高效诊断”。

4.2.2. 由“单一分析”转向“多元表征”

以往的教学诊改评价往往用单一证据去表征学生的本质特征，智能体通过融合分析多元教学场景的数据，透视提炼关键特征，深度分析学生行为表现的复杂成因，全方位展示真实学情，推动教学诊改评价由“单一分析”转向“多元表征”。

4.2.3. 由“经验判断”转向“循证调整”

以往的教学诊改评价存在主观经验判断、目标模糊、路径不明等缺点。智能体通过回忆并解读所服务学生的个性化特征及交互效果等信息，总结低效教学的问题症结，提供实施精准干预的参考切入点，推动教学诊改评价由“经验判断”转向“循证调整”。

4.2.4. 由“滞后输出”转向“精准干预”

以往的教学诊改评价大多采用课后测试或问卷调查等方法归纳整体学情，难以及时进行有效的课堂干预，具有滞后性。智能体通过提供交互式导学服务，支持多模态教学资源的生成，协助教师动态调适课堂教学流程，推动教学诊改评价由“滞后输出”转向“精准干预”。

4.3. 基于智能体的人机协同课堂教学诊改评价模式的构建

本研究遵循课堂教学的基本规律，依据人机协同课堂教学诊改的一般流程，充分发挥智能体的赋能功用，构建了如图 2 所示的基于智能体的人机协同课堂教学诊改评价模式。

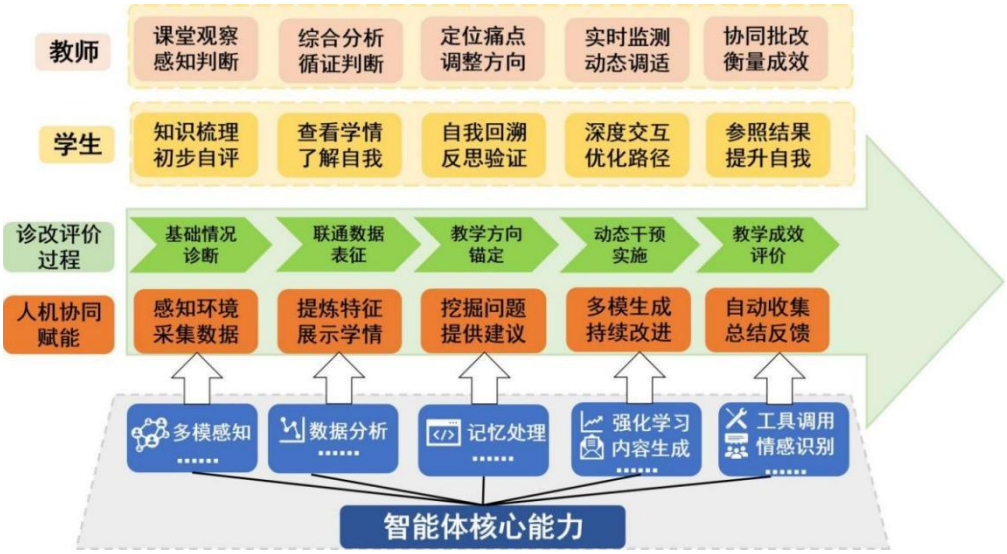


图 2 基于智能体的人机协同课堂教学诊改评价模式

4.3.1. 基础情况诊断

基础情况诊断是开展诊改评价活动的先行阶段。智能体可伴随式感知学生知识梳理过程的多模态数据，切片记录评价结果；学生通过自测自评，初步判断自己的知识能力达标基础；教师结合相关评价标准，经课堂观察初步判断整体学情，实现人机协同的基础情况诊断。

4.3.2. 联通数据表征

可视化表征学情结果是联结课堂评价与课堂改进的重要步骤。智能体利用数据分析能力，深度提炼学情特征，形成以统计图表、仪表盘、词云图等多种形式的表征结果；教师根据智能体提供的学情报告进行循证调整；学生结合教师评价与智能评价，进行全面的自我了解。

4.3.3. 教学方向锚定

锚定方向是课堂教学诊改评价的重要环节。智能体利用记忆处理能力，帮助学生回溯错误知识点和思维过程，同时通过挖掘学生的知识薄弱点与学习习惯，提供针对性的提升建议；教师在选择性接受智能体的反馈建议的基础上，对标学科发展核心素养，定位学生发展的共性痛点，重新锚定教学方向，设计生成导向明确的课堂改进策略，进而达成精准教学的目的。

4.3.4. 动态干预实施

真正落实课堂的改进需要进行动态的干预调适。智能体利用强化学习机制，能够在与师生和环境的交互中持续优化改进决策，同时，大语言模型赋予智能体的多模态生成能力，能够生成并推送多模态学习资源，优化学生的学习路径，满足学生个性化学习的需求；而教师通过实时监测学生与智能体的交互行为表现，在必要时进行适当的干预。

4.3.5. 教学成效评价

评价教学成效对于课堂质量的迭代优化具有重要意义。智能体可通过调用各种教育工具与资源，如调用开源图像分析模型等，协助教师批改学生的测验与作业等；而智能体在与学生进行交流互动时，通过识别学生的情绪状态信息，在更自然的状态下插入习题、问卷及随堂测验等，此外，智能体会为学生发放个性化学习分析结果报告，协助学生进行自我提升。

5.基于智能体的人机协同课堂教学诊改评价模式的应用

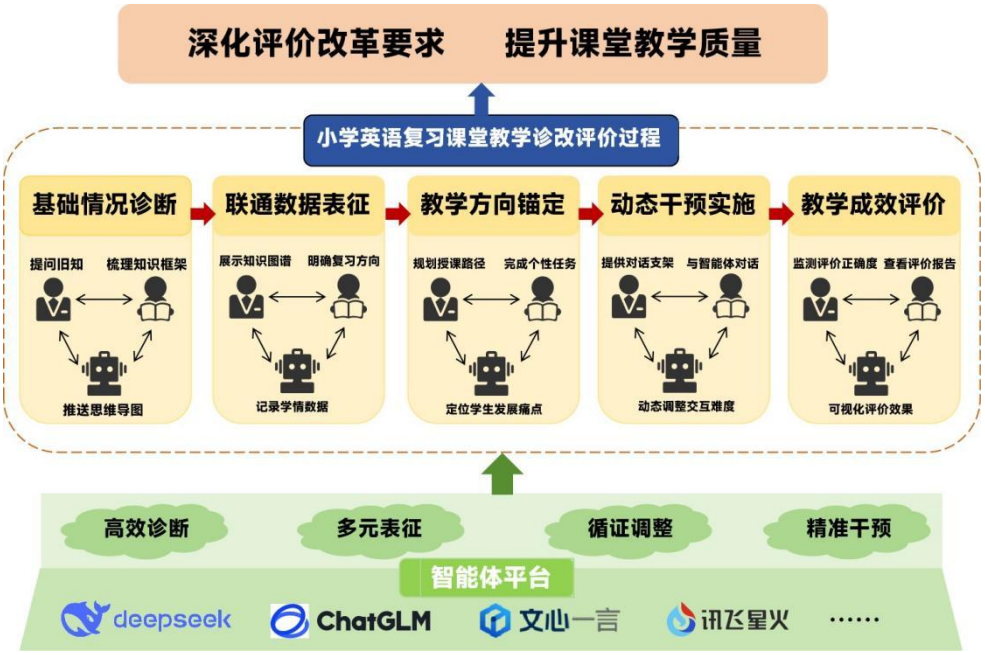


图 3 基于智能体的小学英语复习课堂教学诊改评价模式

6.结语

课堂诊改评价是实现课堂教学提质增效的重要环节，智能体在教育领域的应用为课堂诊改评价提供了新的可能。本研究聚焦课堂诊改评价，创新构建基于智能体的人机协同课堂教学诊改评价模式。未来研究可进一步优化教学评价诊改模式的构建，探究如何使智能体更好的融入课堂教学并作用于诊改评价，以更全面地开展评价活动从而提升课堂教学质量。

参考文献

卢宇、余京蕾和陈鹏鹤（2024）。基于大模型的教学智能体构建与应用研究。中国电化教育，(07):99-108。

王建凤和于传林（2021）。深度对话与合作：小学科学课堂教学诊断指标的探索与建构。现代教育，(06):49-52。

吴立宝、曹雅楠和曹一鸣（2021）。人工智能赋能课堂教学评价改革与技术实现的框架构建。中国电化教育（05）:94-101。

谢幼如、邱艺、章锐和罗文婧（2022）。数字化转型赋能高校课程思政的实施进路与评价创新。中国电化教育（09）:7-15。

谢幼如、夏婉和邱艺（2023）。数字化转型赋能高质量课堂：逻辑要义、实践向度与典型样态。中国电化教育，(09):50-58。

袁磊,徐济远,梁世松.智能体赋能的人机协同跨学科主题教学支持模型[J/OL].电化教育研究,2025,(03):87-94[2025-03-02].

伊丽梅.“扣子”智能体在高中生物学教学中的应用[J].生物学教学,2025,50(01):49-52.

GenAI支持人机协同学习的效果与优化策略研究——基于25项实验和准实验的元分析

A Study on the Effectsand Optimization Strategies of GenAI-Supported Human-Machine Collaborative Learning:A Meta-Analysis

夏天驰[1]，王娟[1]
[1]江苏师范大学智慧教育学院
*2020240567@jsnu.edu.cn
*wjuan8@163.com

【摘要】研究采用元分析系统评估生成式人工智能（GenAI）在人机协同学习中的应用效果，探讨了不同条件下的效应差异。基于多项实验与准实验研究，结果显示GenAI能显著提升学习成效，其改善效果统计学意义显著。研究发现，学科领域、知识类型、干预时长、学习方式、角色设定及教学模式均对效应存在调节作用，各领域与知识类型提升趋势一致，但效应强度受学科特性与任务复杂度影响；短期干预成效更明显，而长期干预可能因新颖性降低或信息过载而波动；群体协作及角色化互动可进一步优化学习效果。本研究为教育实践和未来教育技术设计提供了实证依据。
【关键词】生成式人工智能；人机协同学习；学习效果；元分析

Abstract: *This study employs meta-analysis to systematically evaluate the effectiveness of Generative Artificial Intelligence (GenAI) in human-machine collaborative learning and to examine variations in its effects under different conditions. Based on multiple experimental and quasi-experimental studies, the results indicate that GenAI significantly enhances learning outcomes, with the improvement being statistically significant. The study finds that variables such as discipline domain, knowledge type, intervention duration, learning mode, role setting, and instructional model moderate these effects: while the trend of improvement is consistent across various disciplines and knowledge types, the strength of the effect is influenced by disciplinary characteristics and task complexity; short-term interventions yield more pronounced improvements, whereas long-term interventions may fluctuate due to diminished novelty or information overload; and collaborative learning along with role-based interactions can further optimize outcomes. This study provides empirical evidence for educational practice and the design of future educational technologies.*
Keywords: Generative Artificial Intelligence(GenAI), Human-Machine Collaborative Learning, Learning Effectiveness, Meta-Analysis

1.前言

生成式人工智能（GenAI）在教育中的应用日益广泛，但对人机协同学习的影响尚存争议。一些研究表明，GenAI能够提升学习成效，例如Hwang等（2023）研究发现，采用GenAI的协同学习在知识建构和成绩上优于传统方法。然而，部分研究指出GenAI可能增加认知负荷或影响自主学习能力（Forero & Herrera-Suárez，2023）。为此，研究通过元分析方法系统评估GenAI对人机协同学习的总体影响，并探讨不同学科、任务类型及学习方式的差异。

2.研究方法与过程

传统文献分析方法主要是定性分析，存在一定的主观性，很难给出定量的结论（夏凌翔，

2005）。元分析按照严格的程序，运用统计手段整合多项定量研究，客观评价以往研究结果（蔡金亭，2012）。本研究整合国内研究，并严格遵循格兰斯(Glass)等人提出的元分析程序评估 GenAI 对学习效果的影响。

2.1 文献检索

基于中国知网、万方等中文数据库，以“生成式人工智能+学习效果”等关键词构建检索式，初筛文献 5124 篇。纳入标准包括：

1）基于 GenAI 的人机协同学习实验或准实验；

2）包含与传统学习的成效对比；

3）提供均值、标准差等可量化数据，最终纳入 25 项研究（图 1）。

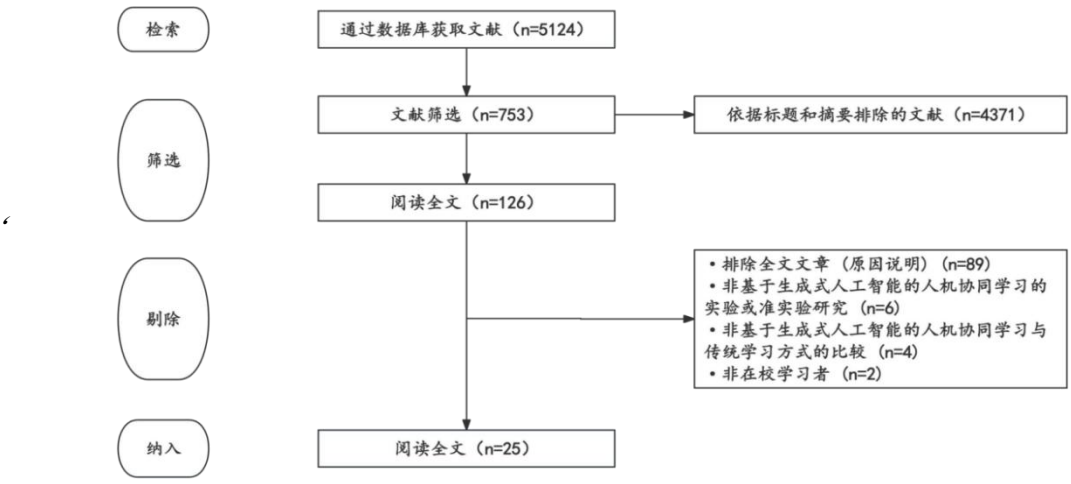
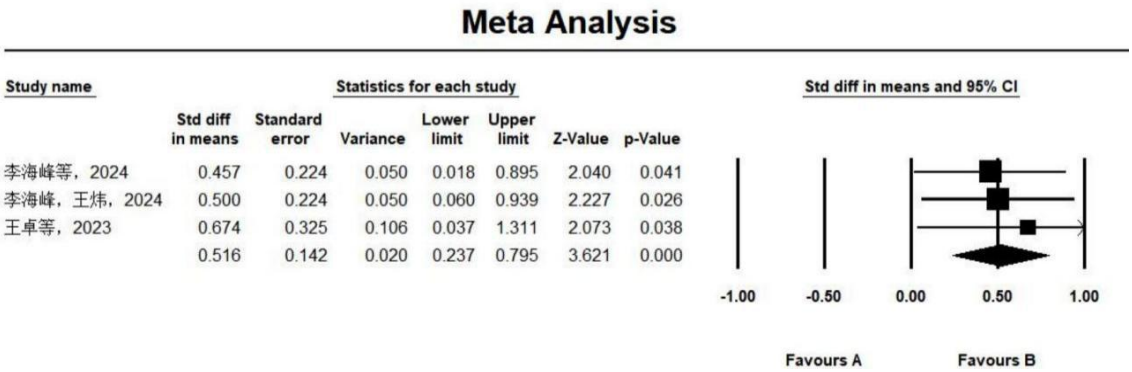


图 1 文献数据采集流程

2.2 特征值编码与数据分析



使用CMA软件整合25项研究的效应值，通过森林图（如图2）显示GenAI的总体效应值为0.516（95% CI=[0.237,0.795]，p=0.000），各研究效应值均显著。异质性检验（Q=156.005，I^2=86.539%）表明样本间差异显著，故采用随机效应模型。

图2　GenAI 对学习成效总体影响森林图（节选部分）

2.3 发表偏倚检验与异质性检验

失安全系数（Nfs=726）及 Egger（p=0.727）、Begg（p=0.554）检验表明，发表偏倚风险较低。异质性分析（I^2=86.539%）支持采用随机效应模型校正结果。如图 3 所示。

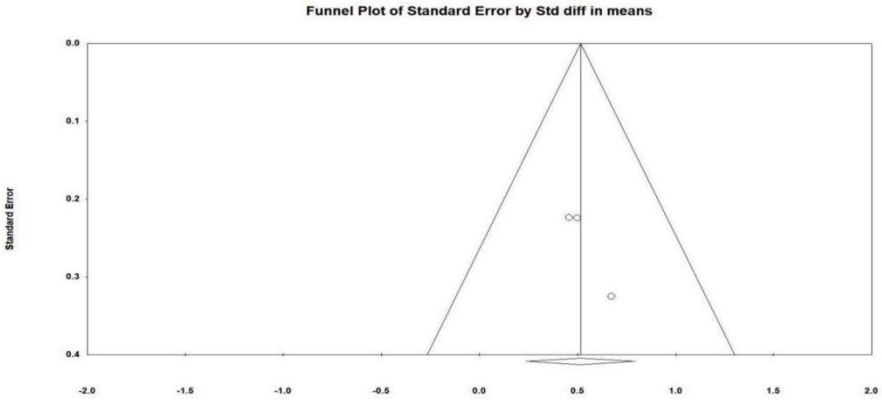


图3 样本数据发表偏倚检测漏斗图

由于纳入的分析样本在研究设计、样本特征与测量工具等维度存在差异，为提高分析结果的科学性和准确性，本研究采用博伦斯坦（Borenstein et al.，2009）开发的分析模型，通过异质性检验选取模型处理数据间的差异性，确保元分析的结果接近无偏估计。选取分析模型依据是Q统计量和 I^2统计量。Q统计量的检测结果为 156.005（df=21，$p<0.001$），I^2为86.539% 。这表明样本间存在较显著的异质性（Higgins et al.，2003）。为有效处理样本间效应值的差异，本研究选择随机效应分析模型校正结果。

3.结果探讨

3.1 学科领域差异对学习效果的调节作用

GenAI 支持的人机协同学习效果在不同学科领域呈现显著差异。社会科学领域因其强调情境模拟与人文交互特性，GenAI 能够通过复现社会脉络和提供类人对话显著提升学习效果；而自然科学、工程与医学领域因涉及复杂逻辑与深度问题求解，GenAI 在知识理解与生成上的局限性可能导致其成效相对有限。这一发现表明，教育技术开发者需依据学科特点优化 AI 功能设计，例如为自然科学领域强化逻辑推理模块，为社会科学领域增强情境生成能力，以实现技术与学科需求的精准适配。

3.2 知识类型与 GenAI 的适配性机制

GenAI 对陈述性知识（如事实、概念）和程序性知识（如技能、流程）的学习均具促进作用，但适配性存在差异。陈述性知识的学习易受 AI 生成内容的准确性干扰，开放数据库中的冗余或错误信息可能导致学习者认知混淆，尤其在陌生情境中易产生误解；而程序性知识的学习则可通过 AI 的即时反馈功能强化技能训练。因此，教师需在陈述性知识教学中引导学生批判性审视 AI 生成内容，并通过高质量数据输入优化知识库，同时在程序性知识学习中充分利用 AI 的交互优势。

3.3 干预时长的动态效应与教学策略优化

干预时长对学习效果的影响呈现动态变化特征。短期干预（如单次任务或短期课程）因技术新颖性和即时反馈优势显著提升学习动力与参与度，但长期干预可能因新颖性衰退、信息过载或注意力分散导致效果波动。教育实践者需设计模块化、阶段性的 GenAI 支持方案，避免单一化交互模式，并探索与传统教学手段结合的“间歇性强化”策略，以平衡技术应用的短期效能与长期可持续性。

3.4 群体协作与角色化交互的增效路径

群体协作学习模式能够显著优化 GenAI 的效能。学习者通过多样化提问与批判性讨论可提升 AI 生成内容的质量，而个体学习易因提问精准性不足或信息筛选能力有限陷入浅层交互。此外，为 GenAI 设定明确角色（如导师、协作者）可增强交互的精准性与情感连接，通过定制化

情境与多轮对话提升学习体验。教育者需推广小组协作模式，并根据教学目标设计角色化 AI 交互策略，例如将 AI 定位为“虚拟辩论对手”或“项目协作者”，以适配不同学习场景。

3.5 技术赋能与教育本质的辩证关系

GenAI 的技术赋能需与教育本质保持平衡。尽管 GenAI 能显著提升学习效率，但其过度依赖可能削弱学习者自主思考能力，且无法替代人类社交的情感支持与深层认知互动。未来研究需探索“人主导、机辅助”的混合教学模式，在教学设计中协调技术工具与人类教师的角色分工，同时关注伦理规范制定，防范技术异化风险，确保教育技术应用兼具效率性与人文关怀。

参考文献

王卓,马洋珍,杨现民,李康康(2023). ChatGPT 类阅读平台对研究生学术阅读能力的影响 [J]. 开放教育研究,(6):60-68.

李海峰,王炜(2023). 人机协同深度探究性教学模式——以基于 ChatGPT 和 QQ 开发的人机协同探究性学习系统为例 [J]. 开放教育研究,0(6):69-81.

和文斌,赵帅,阿不来提·瓦依提,塔卫刚 & 徐恩伟.(2024).基于生成式人工智能的人机协同学习更能提升学习成效?——基于 20 项实验和准实验的元分析.开放教育研究(05),101-111.doi:10.13966/j.cnki.kfjyyj.2024.05.010.

和文斌,范占江,郑浩,谭征,赵帅(2024). ChatGPT 赋能 CSCL:未来图景与突围路径 [J]. 现代教育技术,(4):37-46.

李海峰,王炜(2024). 人机争论探究法:一种争论式智能会话机器人支持的学生高阶思维能力培养模式探索 [J]. 电化教育研究,(3):106-112+128.

沈书生,祝智庭(2023). ChatGPT 类产品:内在机制及其对学习评价的影响 [J]. 中国远程教育,(4):8-15.

Hwang,W. Y.,Nurtantyana,R.,Purba,S. W. D.,Hariyanti,U.,Indrihapsari,Y.,&Surjono,H. D. (2023).AI and recognition technologies to facilitate English as foreign language writing for supporting personalization and contextualization in authentic contexts[J]. Journal of Educational Computing Research,61(5):1008-1035.

Borenstein,M.,Hedges,L. V.,Higgins,J. P. T.,& Rothstein,H. R.(2009). Introduction to Meta-Analysis[M]. Chichester,UK:Wiley:77-85.

Higgins,J. P.,Thompson,S. G.,Deeks,J. J.,& Altman,D. G.(2003). Measuring inconsistency in meta-analyses[J]. BMJ British Medical Journal,327(7414):557-560.

Song, C., & Song, Y. (2023). Enhancing academic writing skills and motivation: Assessing the efficacy of ChatGPT in AI-assisted language learning for EFL students[J]. Frontiers in Psychology, 14:1260843.

浅谈计算机支持协作学习的影响因素：一项描述性文献综述

A Descriptive Literature Review on the Impact Factors of Computer-Supported Collaborative Learning

候凤鑫[1]，蓝敏[2*]
[1, 2] 浙江师范大学教育学院
[*] lanmin@zjnu.edu.cn

【摘要】 国内外学者围绕CSCL展开过大量研究，无论是在理论层面还是内容层面都取得了丰硕成果。但为了剖析计算机在支持学生协作学习的过程中的具体影响因素，本文进行了国内外相关领域文献的收集与整理。经过PRISMA标准筛选，共获得27篇相关文章。研究过程中，重点分析了影响因素的具体表现方式并进行归类，同时探讨了文章所提及的计算机支持协作学习的效果。此研究从侧面剖析了学习者特征与协作学习过程之间的内在联系，为后续研究学者提供了明确的方向。
【关键词】 计算机；协作学习；CSCL；影响因素

Abstract: *Scholars both domestically and internationally have conducted extensive research on CSCL, achieving fruitful results at both theoretical and content levels. However, to analyze the specific factors influencing the process of computers supporting collaborative student learning, this paper has collected and organized literature from related fields both domestically and internationally. Through PRISMA standard screening, a total of 27 relevant articles were obtained. During the research process, the specific manifestations of the influencing factors were analyzed and categorized, and the effects of computer-supported collaborative learning mentioned in the articles were discussed. This study has, from the side, analyzed the intrinsic connection between learner characteristics and the collaborative learning process, providing a clear direction for subsequent researchers.*
Keywords: Computer; Collaborative Learning; CSCL; Influencing Factors

1.前言

计算机支持协作学习（Computer-Supported Collaborative Learning，CSCL）是学习科学和教育技术研究的一个分支(李海峰 & 王炜，2019)。它借助计算机技术和网络平台，促进学习者之间的交流、合作与知识共享，旨在培养学生的协作能力、问题解决能力和创新思维。但是计算机支持协作学习的影响因素众多，目前并无定论。因此，本研究旨在探究CSCL中的影响因素及其影响协作学习效果。研究结果将对于优化计算机支持协作学习中的运用，提升学习者的学习效果和信息素养具有启示。

2.文献回顾

CSCL是教育技术研究的关键领域，旨在通过技术促进学习者之间的合作，提升学习效果。研究者Zheng等人（2014）对2003-2012年有关CSCL的研究主体和研究问题进行分析，发现四大主题：技术、互动模式、评估和应用。研究方法以定性和描述性方法占主导。Zamiri和Camarinha-Matos（2019）探讨了互联网技术促进大规模协作学习的挑战。Jiang等人（2023）总结了在线协作问题解决的研究趋势，发现CPS和CSCL是核心领域，研究焦点包括特征提取、任务分析和计算建模，未来研究方向包括身份意识、跨学科协作、教师角色和ICT技能的应用。

但是，在CSCL环境下的对协作学习能力的影响因素还缺乏系统的整理。剖析影响学习

者协作学习中的影响因素为何，将对后续如何更有效的促进 CSCL 的过程至关重要。基于此提出了以下的研究问题：*计算机支持协作学习的影响因素有哪些？以及如何影响？*

3.研究设计

3.1 研究方法

系统性文献综述法利用明确的检索技术和策略来搜集和评估相关文献，根据研究问题或标准筛选文献，以准确了解研究主题的现状和发展趋势，解决特定问题。本研究方法遵循国际认可的系统性文献综述和元分析标准（PRISMA），其优势在于其严谨性和透明度，涵盖了明确的研究问题、全面的检索策略、严格的文献标准、高质量的评估方法、综合的数据分析和可靠的研究结果，有效避免了传统研究方法的主观性和偏见。

3.2 样本获取

文献检索策略

为精准地检索到有关 CSCL 的高质量文章，本研究在中国知网、Web of Science、Scopus、ProQuest、EBSCO 这五个权威文献库中进行检索。具体检索语句见图 1 。

文献筛选标准

为提高文献筛选效率和确保分析的准确性和可靠性，本研究对 2191 篇初步检索到的文献制定了严格的纳入和排除标准，如表 1 所示。

文献筛选过程

此次研究的筛选过程严格遵循上述文献筛选标准进行。在初次快速筛选阶段，通过审视文献的标题和摘要是否涉及“计算机支持协作学习”、“CSCL”等相关主题，排除不相关文献，筛选标准见表 1（1-3 项）。初步筛选后，剔除 2109 篇文献，剩余 82 篇进入二次筛选，包括中国知网 15 篇，Web of Science 22 篇，ProQuest 37 篇，Scopus 0 篇，EBSCO 8 篇。二次筛选中，下载并精读这 82 篇文献，提取 19 项指标（如来源、标题、国家、年份等）进行编码，用于进一步筛选和分析。二次筛选的排除标准见表 1（4-7 项）。

依据上述筛选标准和流程，本研究最终筛选出 27 篇文章。其中中国知网 4 篇，Web of Science 8 篇，ProQuest 10 篇，Scopus 0 篇，EBSCO 5 篇。

PRISMA 流程图如图 2 所示。

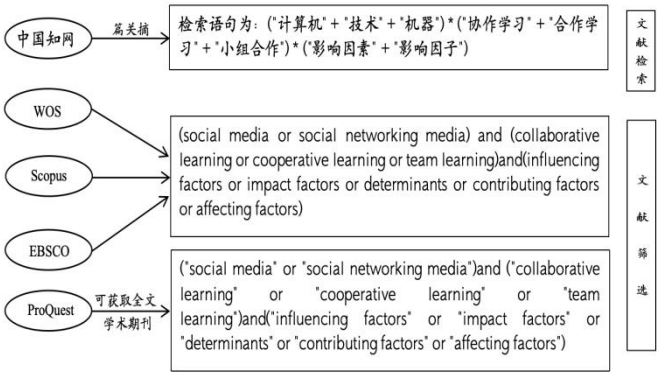


图 1

文献检索条件

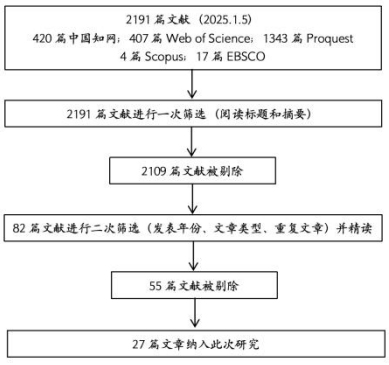


图 2

PRISMA 流程图

表 1

文献纳入/排除标准

序号	纳入标准	排除标准
1	全文可获取	全文不可获取
2	研究主体聚焦“计算机支持协作学习”相关的教育类文章	其他研究领域文章
3	文章是期刊论文	书稿、会议论文、报告等

4	发表年份（2014-2025）	2014 以前的文献
5	文献类型：实证研究	非实证研究的文献
6	研究包括明确研究问题、研究方法、研究结论	研究没有呈现明确的研究问题、研究方法或研究结论
7	研究过程中强调了协作学习能力的影响因素	研究过程中没有提及学习能力的影响因素

4.研究分析

通过对国内外共计 27 篇实证研究文献进行的分析，本研究将焦点集中在了“计算机支持协作学习”这一重要领域。具体而言，本研究不仅探讨了计算机支持协作学习的影响因素，还对这些因素产生的具体效果进行了剖析。

表 2

影响因素分类

	分类	具体表现
1	计算机中介	种类选择、技术因素（课外网络连接慢）、用户友好、协作空间
2	学习者	学习动机、心理认知、学习体验、学习者特征、个人努力、时间管理、知识基础、理解能力、个人身份、焦虑感、性别、合作经验、目的性
3	学习集体	集体互动、信任、冲突、凝聚力、互动频率、管理者身份、目标一致性、团队气候、时间管理、交互能力
4	学习环境	教学设计、干预措施
5	跨国交流	文化差异、开放沟通
6	其他	霸凌感

4.1 计算机支持协作学习的影响因素归类

影响因素根据其影响程度的大小，被细致地划分为六个不同的类别（详见表 2）：首先是计算机中介因素，这一类别主要聚焦于软件或平台等具体技术工具的选择和使用；其次是学习者个体因素，涉及学习者的内在动机、认知风格以及个人偏好等方面，这些因素都会直接或间接地影响他们在问题解决过程中的表现和效率。再者是学习集体因素，这一类别深入探讨了学习集体内部的互动模式、成员间的信任程度、可能出现的冲突以及集体的凝聚力等多个维度，这些都是协作学习能否顺利进行的关键性要素。接下来是学习环境因素，它涵盖了物理环境、技术环境以及社会环境等多个层面，对学习者的学习体验和效果产生着潜移默化的影响。跨国交流因素则特别关注在跨国协作的背景下，文化差异、语言障碍以及沟通能力等因素对学习过程的影响。最后是其他因素，这一类别囊括了诸如霸凌感等一些难以归入前述类别的因素，这些因素可能会对学习者个人的心理状态和学习进展产生严重的负面影响。

4.2 计算机支持协作学习影响因素的效果分析

在对纳入研究的 27 篇文章进行深入分析的过程中，我们发现，在学习者个体积极参与到协作学习的过程中，部分学习者由于自身心理认知方面的差异以及所处的不良学习氛围，往往会感受到学习焦虑感，更有甚者会体验到霸凌感。这些负面情绪不仅严重影响了这些学习者的学习体验，还对其在学习任务解决过程中的表现产生了显著的负面影响。具体而言，这些学习者可能会因为焦虑和霸凌感而难以集中注意力，导致学习效率低下，甚至对学习任务产生抵触情绪。与此同时，随着 CSCL 的广泛运用，计算机工具和网络平台的出现为协作学习提供了新的可能性。这些技术手段不仅能够在时间管理上给予学习者更多的灵活性，使得学习任务可以在更合理的时间安排下进行，还能通过提供丰富的资源和多样化的互动方式，提升学习者对问题的理解能力。此外，计算机工具和网络平台还能从多个不同角度促进问题的解决，例如通过在线讨论、资源共享和实时反馈等功能，帮助学习者更高效地协作，从而有效克服因心理认知和不良学习氛围带来的负面影响，提升整体学习效果。

5. 研究结果与讨论

本研究深入探讨了在 CSCL 环境中，哪些关键因素会对学习过程及其最终效果产生显著影响。研究结果表明，社交平台的多样性和丰富性对学生们的学习体验和参与度具有直接的、不可忽视的影响，尤其是群体之间的互动频率和质量在其中扮演了重要角色。此外，学生个体的特征，如性格、学习习惯和认知风格等，同样会在很大程度上影响他们在协作学习中的表现和贡献。

在 CSCL 的具体实施过程中，除了计算机支持对问题解决有积极促进作用外，合理的角色分配同样显得至关重要。每个学生在团队中扮演的角色不同，其职责和任务也会有所差异，这直接关系到协作学习的效率和效果。同时，营造一个积极向上、互相支持的学习氛围也是确保协作学习顺利进行的重要前提。

值得一提的是，计算机设备中网络社交平台的广泛应用为协作学习带来了前所未有的新机遇，它不仅拓宽了学生们的交流渠道，还提供了丰富的学习资源和多样化的互动方式。然而，在 CSCL 具体应用时，我们必须清醒地认识到其中存在的各种影响因素，并采取科学合理的应对措施，以确保能够最大化地发挥其优势，从而有效提升学生的学习效果和学习质量。

6. 研究局限性与未来展望

本研究基于 27 篇国外文献，分析了影响 CSCL 的因素。但缺少针对性的元分析，目前的研究成果仅为基础分析。未来研究计划通过元分析量化影响因素，以更精确地揭示作用机制。同时建议未来研究扩展至中小学生，并考虑不同文化和学科背景下的影响因素，以全面理解能力特性。这将有助于为 CSCL 在教育中的应用提供精准策略，促进其发展。

参考文献

李海峰 & 王炜.(2019).计算机支持的协作学习的研究谱系与发展动态.中国远程教育 (03),23-33.doi:10.13541/j.cnki.chinade.2019.03.003.

刘哲雨, 谷姣娣,刘佳乐 & 王丽蕾.(2024).在线学习环境中学习困惑的发展研究——基于实证研究的系统性文献综述.远程教育杂志 (04),50-63.doi:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2024.04.006.

Zamiri, M., & Camarinha-Matos, L. M. (2019). Mass collaboration and learning: Opportunities, challenges, and influential factors. *Applied Sciences*, *9*(13), 2620. https://doi.org/10.3390/app9132620

Jiang, P., Ruan, X., Feng, Z., Jiang, Y., & Xiong, B. (2023). Research on online collaborative problem-solving in the last 10 years: Current status, hotspots, and outlook—a knowledge graph analysis based on CiteSpace. *Mathematics*, *11*(10), 2353. https://doi.org/10.3390/math11102353

Zheng, L., Huang, R., & Yu, J. (2014). Identifying computer-supported collaborative learning (CSCL) research in selected journals published from 2003 to 2012: A content analysis of research topics and issues. *Journal of Educational Technology & Society*, *17*(4), 335–351. Education Database; Publicly Available Content Database.

机器人导师能促进儿童同理心发展吗？来自实证研究的证据

Can robot tutors promote the development of children's empathy? Evidence from empirical studies

纪婷婷[1*]，王跃腾[1]，涂芸芳[1]
[1]温州大学 教师教育学院
[*]2325503209@qq.com

【摘要】在当前教育背景下，儿童同理心的培养对其个人成长及社会交往至关重要，而这一能力的提升有赖于科学有效的教学引导与实践。然而，传统多媒体教学手段在提供沉浸式体验与个性化互动方面存在局限，难以充分满足儿童同理心培养的需求。本研究探讨了将人形智能机器人作为导师角色，以促进儿童同理心发展的效果。为了验证机器人导师的有效性，本研究随机选取了 51 名平均年龄为 4.6 岁的儿童，分为机器人导师实验组(n = 26)与传统教学对照组(n = 25)，其中对照组由教师进行教学。通过同理心问卷和同理心学习行为编码表对儿童的同理心发展进行了评估。结果显示，实验组儿童在同理心认知维度上表现出显著提升，而在情感与行为维度上虽未达到显著差异，但仍呈现出积极变化趋势。总体而言，实验组的表现优于对照组，研究结果表明，人形智能机器人在促进儿童同理心培养方面具有积极作用，展现出良好的应用潜力。

【关键词】 机器人；幼儿；同理心；学习行为

Abstract:*In the current educational context, the cultivation of children's empathy is crucial to their personal growth and social interaction, and the enhancement of this ability relies on scientific and effective teaching guidance and practice. However, traditional multimedia teaching methods have limitations in providing immersive experiences and personalized interactions, making it difficult to fully meet the needs of children's empathy development.This study examines the effectiveness of using humanoid intelligent robots as mentors to promote children's empathy development. To verify the effectiveness of the robot tutor, 51 children with an average age of 4.6 years were randomly selected in this study and divided into a robot tutor experimental group (n = 26) and a traditional teaching control group (n = 25), where the control group was taught by a teacher. The children's empathy development was assessed through the Empathy Questionnaire and the Empathy Learning Behavior Coding Scale. The results showed that children in the experimental group demonstrated significant improvement in the cognitive dimension of empathy, whereas in the affective and behavioral dimensions, although they did not reach a significant difference, they still showed a positive trend of change. Overall, the experimental group outperformed the control group, and the results suggest that the humanoid intelligent robot has a positive role in promoting children's empathy development and shows good potential for application.*

Keywords: Robots; young children; empathy; learning behavior

1.前言

《3-6 岁儿童学习与发展指南》强调，儿童应学会理解并关心同伴的感受，通过日常互动逐步培养同理心。培养儿童的同理心不仅有助于他们建立良好的人际关系，还对促进社会的和谐发展具有重要的影响。在儿童同理心发展的关键时期，他们的认知灵活性显著提高，能够从他人视角有效地反思影响他们同理心产生变化的具体情境(Decety & Moriguchi, 2007)。Eisenberg(2014)认为较高的同理心可以促进友谊发展、冲突解决和道德感的提升，而较低的同理心则会增强攻击性、霸凌行为等。Padilla-Walker 和 Carlo(2015)指出较高的同理心会产生

更多的亲社会行为，任何旨在促进他人福祉的亲社会行为都会给个人和社会带来巨大的好处。Sesso et al.(2021)进一步证明，儿童早期同理心的缺失会导致以后的生活出现精神病理学，并与反社会行为、欺凌、攻击性、性犯罪和严重暴力犯罪的发展有关。因此，儿童同理心的培养对于促进亲社会行为、冲突解决和道德感的提升至关重要，同时对个体和社会的发展具有深远的积极影响。

教育学者一直以来利用新技术和策略来培养儿童同理心。Muravevskaia 和 Gardner-McCune(2023)为儿童设计虚拟现实(VR)同理心游戏框架，研究其对 6-9 岁儿童同理心能力培养的有效性。研究结果表明，基于虚拟现实的沉浸式学习环境能够显著提升儿童的同理心水平。Hikmat et al.(2024)通过对少年囚犯进行同理心培养技术干预来探讨是否能有效减少少年囚犯的欺凌行为，技术干预内容包括教育、观看电影、角色扮演和自我反思等环节，研究结果表明通过技术干预，研究对象同理心水平有了显著提高，欺凌现象也有所减少。

虽然过去关于儿童同理心培养的研究取得了一定的进展，但是仍然存在许多问题。Lam et al.(2011)通过分析近 30 年的同理心训练研究，探讨了训练方法、评估实践及相关培养的有效性。结果显示，同理心虽然可以通过训练达到提升的效果，但现有研究在方法与测量上仍存在不足，需改进训练策略与研究设计，并深入探索相关理论与方法问题。此外，和同理心相关的内容大多通过多媒体形式进行教学，构建与同理心相关的互动性和情景化教学活动无法满足儿童的需求，比如多媒体教学工具虽然可以增加课堂的吸引力，但儿童的参与度通常局限于观看和听取，提供的互动性有限，不利于培养同理心等复杂的社会情感技能(Drigas & Papoutsi, 2015)。人形智能机器人还可以通过语言和非语言的交流，模拟各种社交情境且能够与儿童进行面对面的互动。有学者发现使用非语言的提示如目光交流、指点和手势，极大地增强了学习的直观性和互动性(van den Berghe et al., 2021)。因此，本研究引入人形智能机器人，承担导师角色来培养儿童的同理心。

2.文献综述

2.1.同理心

同理心(Empathy)是指对他人情绪的感知，包括模仿他人的情感或行为，具体行为取决于所感知的特定情感(Eisenberg & Miller, 1987)。Smith(2017)声称同理心起着独特的作用，只有同理心才能让我们知道他人的感受。同理心具有三个独立的层次，包括认知反应、情感反应和行为反应。

Spinrad 和 Eisenberg(2017)指出，同理心是幼儿时期亟需培养的一项重要能力，而 6 至 9 岁是培养同理心的关键时期。Taylor et al.(2013)进一步指出，幼儿时期是发展同理心的关键阶段，同理心通常在这一阶段显著增长，随后趋于稳定。有研究表明，幼儿童对同理心训练的反应更为敏感，而在整个青春期，认知同理心和情感同理心则呈现出持续稳定的增长(Van der Graaff et al., 2014)。儿童同理心的培养有利于提高互动积极性、构建和谐的社会关系。神经科学和遗传学的研究表明，同理心可能会随着年龄的增长而丧失。因此，尤为重要的是要利用与生俱来的同理心能力(Fraser et al., 2020)。

新技术被广泛认为在培养儿童同理心方面具有巨大潜力。Muravevskaia 和 Gardner-McCune(2023)认为 VR 技术具有促进儿童共情的潜力。他们针对 14 名 6 至 9 岁的儿童进行了 90 分钟的研究，结果表明 VR 技术能够帮助儿童更好地理解游戏角色的情感，同时完成游戏任务。此外，VR 技术增加了儿童的参与度，但部分儿童可能出现情感过载。Chung 和 Ghinea(2022)基于以人为本的设计方法开发了一款移动应用界面，并通过利益相关者对其可接受性和可用性进行了评估，最终提出了一种分阶段教授自闭症儿童同理心的策略。实验结果显示，共情能力的发展是一个复杂且多层次的过程。尽管数字化干预展现出一定的潜力，但由于研究存在一些局限性(例如未直接让自闭症儿童参与实验、原型设计仍具概念性以及缺乏对长期效果的评估)，目前尚无法明确其对共情能力长期提升的有效性。

Lam et al.(2011)对同理心相关研究进行了综述，发现多数研究存在对同理心的定义不明确、

不一致的问题。在技术应用方面，如果对同理心的定义界定不清，所开发的技术工具可能难以准确定位培养同理心的关键要素，从而无法有效评估技术干预的实际效果。因此，目前通过技术支持同理心发展的研究仍存在诸多不足。为此，亟需引入创新技术来促进幼儿同理心的培养。本文综合多种因素，提出以人形智能机器人作为导师角色进行同理心教学，为儿童提供优质且个性化的指导，以进一步推动学龄前儿童同理心的发展。

2.2.机器人支持的同理心学习

人们一直利用新技术支持儿童同理心的发展，Haag 和 Marsden(2019)探讨了人物角色在促进学生同理心方面的作用，实验结果表明，人物角色与学生的相似性或差异性会影响同理心，但学生受群体动态、时间和动机等因素的影响，反而在使用过程中未能有效促进同理心，且在提升情感和认知同理心方面表现出不同程度的困难。人工智能(AI)技术的进步为加强同理心教学法提供了有前途的选择。通过个性化学习、自适应系统、情商识别、聊天机器人、语言处理、早期干预机制和虚拟现实等方法，AI 可以增强教育工作者创建包容性和同理心学习环境的能力(Lettieri, 2025)。近几年来，机器人在教育中展现了巨大的潜力，并被作为一种辅助教学手段，融入到基础教育的教学之中(Zhang & Zhu, 2024)。有学者指出当机器人在教育中被用作具体的代理人时，它可以被设计为扮演同伴、导师或助理的角色(Woo et al., 2021)。Leite et al.(2013) 发现使用机器人教学能够提高学生学习动机、注意力和参与度。

Pashevich(2022)研究表明机器人能够影响儿童认知同理心的发展，机器人可以帮助儿童识别情绪状态、理解其外部和内部影响情绪状态的原因以及帮助儿童调节自身情绪的能力。机器人对同理心发展的影响效果可能取决于与其交互的设计质量和具体情境。一些开发人员正在开发和测试机器人，旨在帮助学前儿童发展同理心等社交技能。例如，Ziouzios et al.(2021)利用机器人呼吁儿童保护环境，提升儿童同理心水平，实验结果表明机器人的存在有效提高了儿童的同理心，并且增加了孩子们的兴趣和参与度。由于机器人本身的技术特性，能够快速有效地实施教学活动。本研究的意义在于探索当人形智能机器人在儿童同理心培养中的担任导师时的作用，验证其在其在提升儿童学习动机、社交技能及促进亲社会行为中的潜在价值，从而为儿童同理心教学提供创新的教学方式。

3.研究设计

3.1.研究对象

本研究选取了中国大陆东部乡镇幼儿园的 51 名学生作为参与者，其中机器人导师组 26 名，控制组 25 名，平均年龄为 4.6 岁。所有参与者都由一位具备五年教学经验的教师负责指导。实验开始后，实验人员将这些学生随机分配至实验组与对照组，两组学生处于相同环境，耗费相同时间学习相同课程内容。在研究筹备前期，研究人员向全体学生清晰阐释了研究目的与内容，着重强调儿童参与纯属自愿，事先已获取其父母的书面同意。同时，明确告知学生个人信息会被严格保密，且他们在研究进程中能够随时选择退出。

3.2.测量工具

本研究所使用的测量工具包含儿童同理心问卷、同理心学习行为编码表。

儿童同理心问卷是根据 Carolien Rieffe 的《儿童同理心评定问卷》改编而成。专注于评估儿童在同理心的三个方面：关注他人感受、情感感染和亲社会行为。关注他人感受指评估儿童对他人情绪的注意和理解能力；情感感染指测量儿童在感知他人情绪时的情绪共鸣；亲社会行为是关注儿童在日常互动中展现的帮助、合作和分享等行为。问卷包含 20 个题目，教师根据过去两个月的观察，使用 3 点量表(0=从不，1=有时，2=经常)进行评分，这种量化方法有助于准确把握儿童的同理心行为表现。

3.3.实验流程

实验在幼儿园教室进行，两个独立的教室构成了我们的实验区，实验区配备了两个监控摄像头和 1 个扬声器、及放置机器人平台，为了排除机器人的存在可能对参与者造成的干扰(即使是在休眠状态条件下)，机器人的调试会提前在另一个房间进行。在课程开始前两周，观察

儿童的课堂和生活习惯并同时进行前测，完成儿童同理心问卷。之后每周进行一次授课，每节二十分钟，共计五周的同理心教学。实验组中教师协助人形智能机器人导师共同完成授课，控制组则由教师单独进行授课，授课内容一致。人形智能机器人导师的教学过程如图 1 所示。授课结束后，完成儿童同理心问卷。

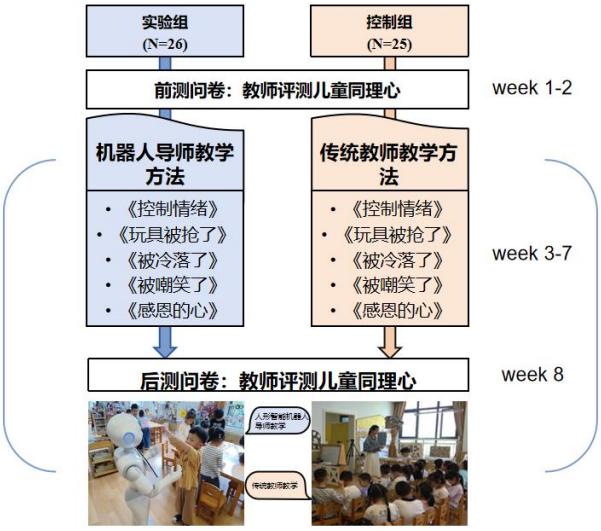


图 1 实验流程图

为了让读者更好地了解机器人导师实施教学的过程，下面以《被冷落了》为例进行详细地讲解(见图 2)。

1、引入主题

在引入主题阶段，机器人导师和教师简单的问候儿童后，用 PPT 展示小男孩“大大”在幼儿园被冷落的场景。机器人导师通过动作、语音和灯光变化，生动展现难过情绪。幼儿在这个过程中观察、模仿，直观的感受情绪变化，理解情感表达与感知他人情绪的联系。教师起到辅助作用引导幼儿思考机器人难过的原因，激发其对情绪来源的好奇，为他们的情感认知与社会性发展奠定基础。

图 2 左侧机器人扮演导师角色部分课件内容，右侧机器人导师教学过程图

2、提出问题

在提出问题阶段，机器人导师提出与主题相关的问题，引导儿童了解他人情绪，如“你们是否有过类似的经历？”和“你觉得大大现在什么感受？”来引发孩子们对情境的共鸣和讨论。这样的互动帮助孩子们认识到被忽略的感受，并思考如何在类似情况下表达同理心。

3、启发思考

在启发思考阶段，机器人导师提出与主题相关的问题，引导儿童换位思考，如“你们知道大大为什么会有那种情绪吗？”幼儿们积极观察机器人导师的情绪变化，从多视角思考情绪

波动的原因，并大胆表达自己的见解推测，以理解情绪背后的原因，增强对情绪的感知与理解。

解决问题

在解决问题阶段，机器人导师问幼儿们提问：“假如你是他的好朋友，你会怎么做呢？”并引导幼儿给出具体行为。幼儿们讨论应该如何帮助“大大”，教师引导他们观察机器人情绪、推测原因并换位思考。幼儿们积极提出建议，如分享玩具、邀请他一起游戏等等，机器人导师对儿童给出的建议进行积极回应，脸上重新露出了笑容。这让幼儿体验到机器人导师的情绪波动，还深刻体会到帮助朋友的重要性，在实践中培养了情绪管理能力。

5、启发性活动

在启发性活动阶段，机器人导师让儿童通过绘画或角色扮演等形式把解决办法呈现出来，并与其他儿童分享和交流彼此的想法，同时教师和机器人导师针对孩子的正向行为给予积极反馈。在具体情境下让幼儿们思考相似情境发生时应该如何帮助类似“大大”这样的朋友脱离被冷落的场景，机器人导师说“如果发现有和大大一样的小朋友，也请你用你的办法帮帮他吧”等类似的话，引导幼儿在学习过程中产生启发性思考，并能够把这种能力迁移到其他场景中。

相较于实验组，控制组儿童的行为在这一阶段表现出较大的不同，教师也引导孩子们通过绘画或角色扮演的形式，来展现他们如何帮助像“大大”这样被冷落的朋友。然而孩子们在这个过程中显得较为懵懂。在绘画环节，许多孩子不知从何下笔，教师虽在旁鼓励，如“别着急，想想大大被冷落时的样子，你想怎么帮他呀”，但部分孩子依旧面露难色，画出的内容也较为简单、抽象，难以清晰呈现帮助的办法。在角色扮演时，孩子们的表现也稍显生硬，只是简单模仿日常游戏场景，未能深入体现如何帮助 “大大” 脱离被冷落的场景。多数幼儿未能将这种对于“大大”需要帮助的行为迁移到新场景中，表现出对场景转换的不适应和思考的局限性。

4.实验结果

4.1.儿童评测同理心

表 1 为 Mann-Whitney U Test 的分析结果。情绪理解能力前测的 Mann-Whitney U Test (U = 327, Z = 0.038, p = .970 > .05)的结果显示，实验组和控制组在儿童评测同理心前测不存在显著差异。儿童评测同理心后测的 Mann-Whitney U Test (U = 413, Z = 1.662, p = .096 > .05)的实验组和控制组在儿童评测同理心后测不存在显著差异。

表 1 儿童评测同理心的 Mann-Whitney U test 分析结果

Variable	Group	N	Mean	SD	Md	U	*p*	*r*
儿童评测同理心前测	实验组	26	1.30	0.33	3.49	329	0.97	0.01
	控制组	25	1.31	0.39	1.33			
儿童评测同理心后测	实验组	26	1.51	0.27	1.56	413.00	0.10	0.25
	控制组	25	1.37	0.34	1.33			

4.2.儿童评测同理心-认知

表 2 为 Mann-Whitney U Test 的分析结果。儿童评测同理心-认知前测的 Mann-Whitney U Test (U = 297, Z = -.542, p = .587 > .05)的结果显示，实验组和控制组在儿童评测同理心-认知前测不存在显著差异。儿童评测同理心-认知后测的 Mann-Whitney U Test (U = 431, Z = 2.035, p = .042 < .05)的实验组和控制组在儿童评测同理心-认知后测存在显著差异。

表 2 儿童评测同理心-认知的 Mann-Whitney U test 分析结果

Variable	Group	N	Mean	SD	Md	U	*p*	*r*
儿童评测同理心-认知前测	实验组	26	1.33	0.52	1.17	297	.59	0.03
	控制组	25	1.37	0.65	1.33			

儿童评测同理心-	实验组	26	1.59	0.37	1.67	431	0.04*	0.31
认知后测	控制组	25	1.35	0.46	1.33			

*$p < .05$

4.3.儿童评测同理心-情感

Mann-Whitney U Test 的分析结果如表 3 所示。儿童评测同理心-情感前测的 Mann-Whitney U Test (U = 327.5, Z = 0.048, $p = .962 > .05$)的结果显示，实验组和控制组在儿童评测同理心-情感前测不存在显著差异。儿童评测同理心-情感后测的 Mann-Whitney U Test (U = 350, Z = 0.475, $p = .635 > .05$)的实验组和控制组在儿童评测同理心-情感后测存在显著差异。

表 3 儿童评测同理心-情感的 Mann-Whitney U test 分析结果

Variable	Group	N	Mean	SD	Md	U	*p*	*r*
儿童评测同理心-	实验组	26	0.86	0.46	0.67	327.5	0.96	0.01
情感前测	控制组	25	0.85	0.51	0.67			
儿童评测同理心-	实验组	26	1.10	0.48	1.33	350	0.64	0.09
情感后测	控制组	25	1.03	0.45	1.00			

4.4.儿童评测同理心-行为

Mann-Whitney U Test 的分析结果如表 4 所示。儿童评测同理心-行为前测的 Mann-Whitney U Test (U = 307, Z = -0.405, p = .685 > .05)的结果显示，实验组和控制组在儿童评测同理心-行为前测不存在显著差异。儿童评测同理心-行为后测的 Mann-Whitney U Test (U = 366.5, Z = 1.087, p = .277 > .05)的实验组和控制组在儿童评测同理心-行为后测存在显著差异。

Variable	Group	N	Mean	SD	Md	U	*p*	*r*
儿童评测同理心-	实验组	26	1.71	0.55	2.00	307	0.41	0.06
行为前测	控制组	25	1.74	0.49	2.00			
儿童评测同理心-	实验组	26	2.00	0.45	2.00	366.5	0.28	0.13
行为后测	控制组	25	1.74	0.49	2.00			

5.讨论和结论

在儿童同理心方面，研究结果表明人形智能机器人导师能促进儿童同理心的发展。对研究结果进一步分析发现，机器人导师在提升儿童同理心的认知和情感维度方面表现出显著的优势，在行为方面的提升不明显。该结论与 Leite et al.(2013)研究结果一致，使用机器人教学能够提高学习动力、注意力和参与度，从而学习到更多的同理心相关的知识，但转换为具体行为需要长期的学习和实践。此外，该成效也可能归因于新奇效应，对于儿童来说，人形智能机器人导师的出现增强了儿童的好奇心和注意力，尤其是机器人新奇的外观和技术性，有利于维持积极的课堂氛围(Rosenberg-Kima et al., 2020)。

在儿童评测同理心、儿童评测同理心—行为、儿童评测同理心—情感方面，研究结果表明，相较于传统的多媒体教学，人形智能机器人导师不能显著地促进这几个方面的发展。这可能是因为儿童在课堂中与机器人导师的互动和沟通有限，儿童较难仅通过对机器人导师的观察和互动学到复杂的情感和社交行为。因此，虽然机器人导师在维持儿童的兴趣和参与度方面可能表现出色，但对于培养同理心等复杂的社会情感方面不如传统多媒体教学有效。

本研究的结果证明了人形智能机器人导师在促进儿童同理心发展的潜力，但是仍存在一些限制。首先，本研究的样本数量和研究期限有限。研究仅限于温州市某幼儿园的两个班级，总计 51 名儿童，可能无法全面代表更广泛的人群。其次，研究期限为 8 周，对长期效果的评估有限。未来研究应考虑扩大样本规模和延长研究周期，以更全面地评估人形智能机器人对儿童同理心的长期教学影响。最后，当前研究主要通过教师根据平日里对儿童的观察评测出的问卷，研究结果可能受教师主观性的影响。未来研究可以考虑采用更多客观的测量方式，

比如综合评估儿童问卷，教师问卷和家长问卷，以增强研究结果的可靠性和有效性。

参考文献

Chung, S. J., & Ghinea, G. (2022). Towards developing digital interventions supporting empathic ability for children with autism spectrum disorder. *Universal Access in the Information Society, 21*(1), 275-294.https://doi.org/10.1007/s10209-020-00761-4

Decety, J., & Moriguchi, Y. (2007). The empathic brain and its dysfunction in psychiatric populations: Implications for intervention across different clinical conditions. *BioPsychoSocial medicine, 1*, 1-21.https://doi.org/10.1186/1751-0759-1-22

Eisenberg, N. (2014). Altruistic emotion, cognition, and behavior (PLE: Emotion). *Psychology Press*.doi:10.2307/1422413

Eisenberg, N., & Miller, P. A. (1987). The relation of empathy to prosocial and related behaviors. *Psychological bulletin, 101*(1), 91.doi:10.1037//0033-2909.101.1.91

Fraser, A. M., Hampton, R. S., Spinrad, T. L., Varnum, M., Blais, C., Eisenberg, N., ... & Xiao, S. X. (2020). Children’s mu suppression is sensitive to witnessing others’ social victimization. *Social Neuroscience, 15*(3), 348-354. https://doi.org/10.1080/17470919.2020.1722220

Haag, M., & Marsden, N. (2019). Exploring personas as a method to foster empathy in student IT design teams. *International journal of technology and design education, 29*, 565-582.https://doi.org/10.1007/s10798-018-9452-5

Hikmat, R., Suryani, S., Yosep, I., Jeharsae, R., Pramukti, I., Sriati, A., ... & Purnama, H. (2024). The effect of empathy training on bullying behavior in juvenile prisoners: a quasi experiment. *Journal of Multidisciplinary Healthcare,* 4177-4188.doi:10.2147/jmdh.s479364

Lam, T. C. M., Kolomitro, K., & Alamparambil, F. C. (2011). Empathy training: Methods, evaluation practices, and validity. *Journal of Multidisciplinary Evaluation, 7*(16), 162-200.doi:10.56645/jmde.v7i16.314

Leite, I., Pereira, A., Mascarenhas, S., Martinho, C., Prada, R., & Paiva, A. (2013). The influence of empathy in human‐robot relations. *International journal of human-computer studies, 71*(3), 250-260.https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2012.09.005

Lettieri, M. (2025). Embracing Empathy: How AI Technologies Enhance the Pedagogy of Kindness in Education. *In Redefining Education With Pandemic Pedagogies* (pp. 167-186). IGI Global.doi:10.4018/979-8-3693-3695-3.ch006

Muravevskaia, E., & Gardner-McCune, C. (2023). Designing a Virtual Reality Empathy Game framework to create empathic experiences for children. *International Journal of Child-Computer Interaction, 35*, 100561.https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2022.100561

Padilla‐Walker, L. M., Carlo, G., & Nielson, M. G. (2015). Does helping keep teens protected? Longitudinal bidirectional relations between prosocial behavior and problem behavior. *Child Development, 86*(6), 1759-1772. https://doi.org/10.1111/cdev.12411

Pashevich, E. (2022). Can communication with social robots influence how children develop empathy? Best-evidence synthesis. *AI & SOCIETY, 37*(2), 579-589.https://doi.org/10.1007/s00146-021-01214-z

Rieffe, C., Ketelaar, L., & Wiefferink, C. H. (2010). Assessing empathy in young children: Construction and validation of an Empathy Questionnaire (EmQue). *Personality and individual differences, 49*(5), 362-367.https://doi.org/10.1016/j.paid.2010.03.046

Rosenberg-Kima, R. B., Koren, Y., & Gordon, G. (2020). Robot-supported collaborative learning (RSCL): Social robots as teaching assistants for higher education small group facilitation. *Frontiers in Robotics and AI, 6*, 148.doi:10.3389/frobt.2019.00148

Sesso, G., Brancati, G. E., Fantozzi, P., Inguaggiato, E., Milone, A., & Masi, G. (2021). Measures of empathy in children and adolescents: A systematic review of questionnaires. *World journal of psychiatry, 11*(10), 876.doi: 10.5498/wjp.v11.i10.876

Smith, J. (2017). What is empathy for?. *Synthese, 194*(3), 709-722.https://doi.org/10.1007/s11229-015-0771-8

Spinrad, T. L., & Eisenberg, N. (2017). *Compassion in children*. The Oxford handbook of compassion science, 53-63.

Taylor, Z. E., Eisenberg, N., Spinrad, T. L., Eggum, N. D., & Sulik, M. J. (2013). The relations of ego-resiliency and emotion socialization to the development of empathy and prosocial behavior across early childhood. *Emotion, 13*(5), 822. https://doi.org/10.1037/a0032894

van den Berghe, R., Verhagen, J., Oudgenoeg-Paz, O., van der Ven, S., & Leseman, P. (2019). Social Robots for Language Learning: A Review. *Review of Educational Research, 89*(2), 259-295.https://doi.org/10.3102/0034654318821286

Van der Graaff, J., Branje, S., De Wied, M., Hawk, S., Van Lier, P., & Meeus, W. (2014). Perspective taking and empathic concern in adolescence: Gender differences in developmental changes. *Developmental Psychology, 50*(3), 881‑888.https://doi.org/https://doi.org/10.1037/a0034325

Woo, H., LeTendre, G. K., Pham-Shouse, T., & Xiong, Y. (2021). The use of social robots in classrooms: A review of field-based studies. *Educational Research Review, 33*, 100388.https://doi.org/10.1016/j.edurev.2021.100388

Zhang, Y., & Zhu, Y. (2024). Effects of educational robotics on the creativity and problem-solving skills of K-12 students: A meta-analysis. *Educational Studies, 50*(6), 1539-1557. https://doi.org/10.1080/03055698.2022.2107873

Ziouzios, D., Rammos, D., Bratitsis, T., & Dasygenis, M. (2021). Utilizing educational robotics for environmental empathy cultivation in primary schools. *Electronics, 10*(19), 2389. https://doi.org/10.3390/electronics10192389

从问到会问：融入引导提问策略的 GAI 辅助编程学习对学生问题意识及提问能力的影响

From asking to knowing how to ask: The effect of GAI-assisted programming learning incorporating guided questioning strategies on students' problem awareness and questioning skills

陈俊羽[1]，刘海英[1]，李伟[1*]，李雯[1]，曾秋蓉[2]，刘城烨[3]，黄佶艺[4]
[1]温州大学 STEM 教育研究中心；
[2]中华大学资讯工程学系；
[3]香港中文大学课程与教学系；
[4]温州市瓯海区瞿溪第一小学
*liweiwzu@wzu.edu.cn

【摘要】引导提问策略被认为能系统性地培养学生的问题意识和提问能力，使他们能更有效地利用 GAI 辅助编程学习。本研究聚焦于生成式人工智能（GAI）辅助编程学习中引导提问策略对学生问题意识和提问能力的影响。选取两个班的小学五年级学生，按照班级随机分为实验组（融入引导提问策略辅助编程学习）和对照组（GAI 辅助编程学习）。实验持续 7 周，结果显示实验组在问题意识的五个维度（问题指向、问题敏感性、好奇心、思考兴趣、质疑权威）上表现显著优于对照组。提问能力方面，实验组提出问题数量更多，问题质量更高，且覆盖更高认知层次。

【关键词】生成式人工智能（GAI）；引导提问策略；提问能力；问题意识

***Abstract*:** *Guided questioning strategies are believed to systematically develop students' problem awareness and questioning skills, enabling them to utilize GAI-assisted programming learning more effectively. This study focuses on the effects of guided questioning strategies on students' problem awareness and questioning skills in generative artificial intelligence (GAI)-assisted programming learning. Two classes of fifth grade elementary school students were selected and randomly divided into an experimental group (incorporating guided questioning strategies to assist programming learning) and a control group (GAI-assisted programming learning) according to class. The experiment lasted for seven weeks and the results showed that the experimental group performed significantly better than the control group on the five dimensions of question awareness (question pointing, question sensitivity, curiosity, thinking interest, and questioning authority). In terms of questioning ability, the experimental group asked more questions, had higher quality questions, and covered higher cognitive levels.*

Keywords: Generative Artificial Intelligence , Guided questioning strategies, Questioning ability, Problem awareness

1.引言

GAI（Generative Artificial Intelligence，简称 GAI）借助深度学习技术，可自动生成文本、图形、音频和视频等多种媒介内容(Jovanovic & Campbell, 2022)。学生向其提问能获得即时的反馈与解决方案。但学生常缺乏问题意识，尤其低年级的学生难以主动发现并明确学习的关键问题(何红娟, 2014)。这种不足使其无法与人工智能有效互动。因此，亟需有效策略助学生提高质量问题。以往研究表明，引导提问策略能通过引导学生提问、分析和解决问题，有效促进学习与发展(陈正东, 2024)。

引导提问是能引导学生深层思考、系统构建知识并开展高阶思维的策略(Rosenshine & Chapman, 1996)。它可激发学生思考与实践，以学生为课堂主体，让学生充分观察、分析问题，探索并总结解决方案，进而增强问题意识与提问能力，保障学生有效参与和和谐互动(丁文胜, 2017)。基于此，本研究提出将引导提问策略融入 GAI 辅助编程学习中，并重点探讨以下两个核心问题：

（1）融入引导提问策略的 GAI 辅助编程学习对学生问题意识的影响如何？

（2）融入引导提问策略的 GAI 辅助编程学习对学生提问能力的影响如何？

2.研究设计

2.1.研究对象

本研究共 60 名五年级学生参与实验，将两个班级随机分为实验组和对照组各 30 人。实验组使用 GAI 问题引导提问策略辅助编程学习，对照组仅用 GAI 辅助。学生均无编程经验，但有两年信息科技课程基础，熟悉计算机基本操作。由同一教师授课，使用相同教材和任务。

2.2.学习内容及引导提问策略设计

本研究依据浙教版五年级上册信息科技教材，选取《算法的控制结构》和《用算法解决问题》两个单元共 5 课时，主题涵盖顺序结构、分支结构、双分支结构、问题的分解和抽象。借助布鲁姆 Bloom (1956)认知分类法，从记忆、理解、应用、分析、评价、创造六个层次设计提问，引导学生与 AI 对话。

2.3. GAI 工具

本研究采用的 GAI 工具是讯飞星火大模型，该模型具备多项核心功能：能够依据学生的输入生成文本形式的回复，给予即时反馈，帮助解答疑问。

2.4.实验设计流程

实验流程如图 1 所示，实验为期 7 周，每周 35 分钟。第 1 周，进行课程内容与学习工具介绍，第 2-6 周两组学习相同的内容，其中，实验组用引导提问策略的 GAI 辅助编程学习，鼓励学生基于布鲁姆分类提问互动，对照组仅用 GAI 辅助，第 7 周评估问题意识。

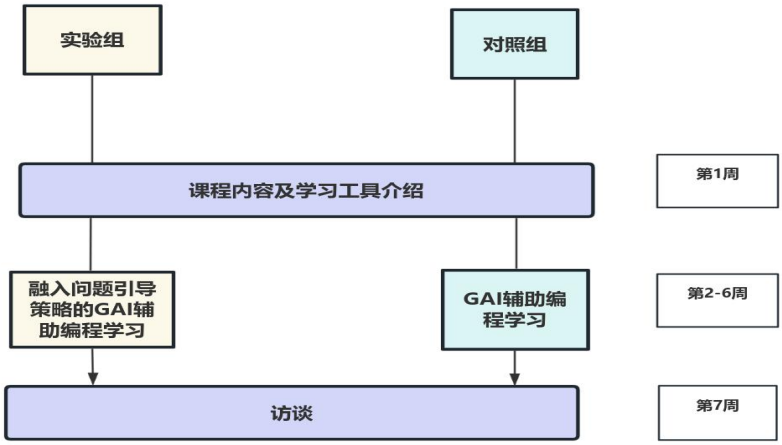


图 1 实验流程图

2.5. 测量工具

2.5.1.访谈提纲及访谈

为了探究在 GAI 辅助编程学习中引导提问策略对学生问题意识的影响，本研究对两个班级的学生分别进行了群体性访谈。问题意识的访谈提纲参考 Miles et al. (2014)的观点。从问题指向、问题敏感性、好奇心、思考兴趣、质疑权威五个方面对学生进行访谈。访谈数据采用开放式编码，也是从这五个方面对数据进行编码和分类。

2.5.2.学生问题质量评分标准

为系统分析学生向 AI 所提出的问题，本研究在评估问题质量时，借鉴了 Li et al. (2024)提出的评分标准，该标准含相关性、清晰度、可回答性、挑战性、认知水平（记忆、理解、应用、分析、评价、创造）五个核心评估维度，认知水平依据修订版布卢姆分类法评估。

3.结果

3.1. 问题意识结果

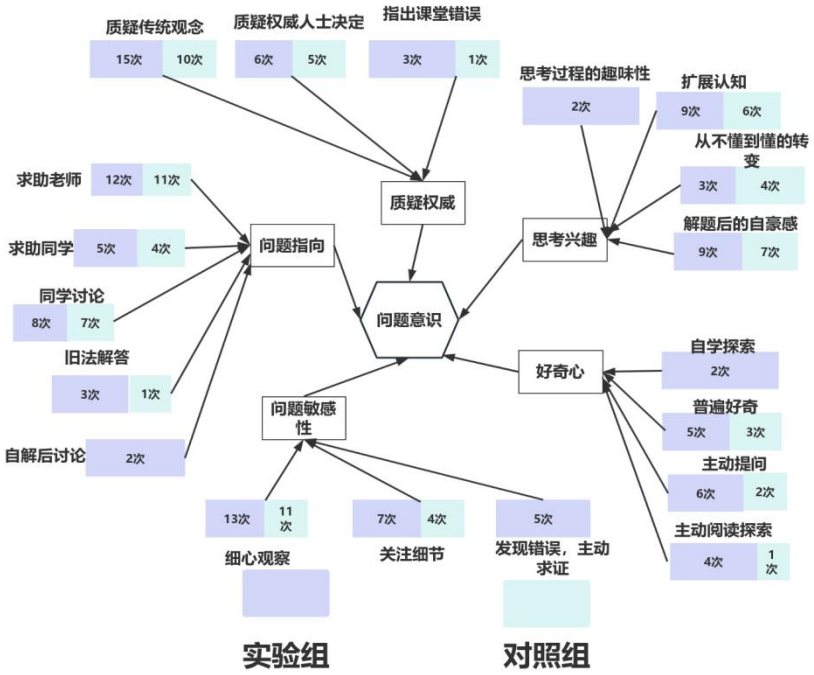


图 2 问题意识回答对比分布图

通过对学生访谈结果分析，实验组在问题意识各维度表现优于对照组。在问题指向、问题敏感性、好奇心方面，实验组提及频次显著高于对照组。思考兴趣上，实验组在拓展认知、解题自豪感和趣味性提及频次于对照组。质疑权威方面，实验组提及频次明显高于对照组。

3.2.提问能力

收集学生五节课提出的问题，剔除无效问题。统计有效问题数量，按评分标准（满分 50 分）打分。将学生五节课提出问题问题的总分相加，以班级最多问题学生总分作满分，转换为百分制，得出学生的问题质量评分。

3.2.1.问题质量分析

结果见表 1，两组问题质量得分差异显著（$t = 2.21, p < 0.001$，$d = 1.94$），Cohen's d 值越大，显著性越高。具体而言，实验组问题质量分数明显高于对照组。这说明融入引导提问策略的 GAI 辅助编程法，能让学生更有效地与 GAI 互动，提升提问质量。

表 1 问题质量的独立样本 t 检验分析结果

班级	问题数量	人数	均值	标准差	标准误差	t	p	d
实验组	831	30	65.03	9.59	1.75	2.21***	0.000	1.94
对照组	446	30	31.58	7.27	1.33			

***p < 0.001

3.3.问题的认知水平分析

对两组学生不同认知水平层次问题质量分数做了差异性比较，结果见表 2。因对照组在创造层次未提问题，该层次未作分析。结果显示，在记忆、理解、应用、分析、评价这五个层次上实验组学生问题质量平均分均显著高于对照组，且 Cohen's d 值表明两组间效应量很大。

表 2 学生在不同认知层次水平上问题质量分数的 t 检验分析结果

		问题数量	均值	标准差	标准误差	*t*	*p*	*d*
记忆	实验组	172	41.71	7.53	1.38	5.553***	0.000	1.48
	对照组	130	30.16	8.44	1.57			
理解	实验组	151	48.62	7.13	1.3	2.645**	0.010	0.70
	对照组	124	38.99	18.63	3.41			
应用	实验组	150	39.36	8.04	1.47	4.635***	0.009	1.29
	对照组	97	24.78	15.23	2.78			
分析	实验组	121	53.87	16.51	3.01	12.07***	0.000	2.58
	对照组	25	9.53	11.48	2.09			
评价	实验组	122	66.41	19.75	3.61	5.18***	0.000	1.41
	对照组	70	36.81	24.26	4.43			

p < 0.01，*p < 0.001

4.讨论和结论

从访谈结果来看，引导提问策略可以提高学生的问题意识。对比分析显示，融入问题引导策略的 GAI 辅助编程学习在学生的问题意识的五个方面均产生了积极影响。

由于学生在提问过程中常常缺乏问题意识，即无法主动发现和明确学习中的关键问题(邓健, 2007)。所以教师在采用 GAI 辅助编程教学时，应充分运用引导提问策略，引导学生深入思考，激发他们的好奇心和质疑精神，促使他们主动发现问题并积极寻找解决方案。研究结果表明，融入问题引导策略的 GAI 辅助编程学习能显著提升对学生的提问能力。在问题数量方面、从问题质量、认知层次方面实验组明显高于对照组。因此教师在开展编程教学中，可以鼓励学生利用引导提问策略下向 GAI 进行自主探究和提问。

参考文献

陈正东. (2024). 问题引导式教学在小学数学教学中的运用研究. 数学学习与研究(26), 92-94.

邓健. (2007). 浅析中职学生无问题意识原因及问题意识培养. 世界华商经济年鉴·科技财经.

丁文胜. (2017). 在中小学信息技术教学中应用问题解决模式探讨. 中国教育技术装备(09), 101-102.

何红娟. (2014). 学生问题意识缺乏原因及发展对策. 中国教育学刊(1), 3.

Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals (1st ed.). affective domain. https://doi.org/10.1177/001316445701700420

Jovanovic, M., & Campbell, M. (2022). Generative Artificial Intelligence: Trends and Prospects. Computer, 55(10), 107-112. https://doi.org/10.1109/mc.2022.3192720

Li, K., Yang, Q., & Yang, X. (2024). Can Autograding of Student-generated Questions Quality by ChatGPT Match Human Experts? IEEE Transactions on Learning Technologies. https://doi.org/ 10.1109/TLT.2024.3394807

Miles, M., Huberman, M., & Saldana, J. (2014). Drawing and verifying conclusions. Qualitative data analysis: a methods sourcebook.

Rosenshine, B., & Chapman, M. S. (1996). Teaching Students to Generate Questions: A Review of the Intervention Studies. Review of Educational Research, 66(2), 181-221. https://doi.org/10.3102/00346543066002181

“我是谁？”：Z 世代大学生的自我意识与身份认同

"Who Am I?" : Self-Awareness and Identity of Gen Z University Students

张婧婧[1]，张敏[2*]，杨业宏[3]
[1 2 3]北京师范大学
1229669897@qq.com

【摘要】 数字化转型背景下，校级通识课程中引导学生进行自我介绍是增进师生关系的重要在线学习活动，但鲜有从社会文化境脉视角对其进行深入的分析以探究大学新生对大学生身份的认同与自我定位。本研究采用批判性话语分析框架，结合生成式人工智能技术，探讨大学生如何通过在线话语构建个体与集体身份认同，如何再现或挑战现有的社会文化规范与权力关系。研究发现，学生通过“性格”、“地域”和“兴趣爱好”三个关键词维度，配合高情态词汇，凸显自我身份；话语实践中，大学生构建了“理想中的我”、“独一无二的我”和“群体中的我”三重身份，并表现出对教育变革的积极期待；在社会实践层面，技术赋权使得学生的自我表达呈现出更广泛的社会价值观，以及对现代教育技术个性化应用的需求，反映出 Z 世代大学生在自我意识和社会责任感方面的觉醒。

【关键词】 大学生；自我介绍；批判话语分析；大学通识课；在线学习

Abstract: *Against the backdrop of digital transformation, students' self-introduction in School-Level liberal education courses is an important online learning activity to enhance the relationship between teachers and students. However, there are few researches from the perspective of social and cultural context to explore the identity recognition and self-positioning of freshmen in college. This study adopts Critical Discourse Analysis and Generative Artificial Intelligence to explore how college students construct individual and collective identity recognition through online discourse. The study found that students highlight their self-identity through three key word dimensions of "personality", "region" and "interests and hobbies" and high modality words. In the discourse practice level, students construct three identities of "the ideal me", "the unique me" and "the me in the group". In the social practice level, the empowerment of technology makes students' self-expression present a wider range of social values and the demand for personalized application of modern educational technology, reflecting the awakening of self-awareness and social responsibility among Generation Z.*

Keywords: College Student, Students Profiles, Critical Discourse Analysis, Liberal Education Courses, Online Learning

1.引言

大学课程中的自我介绍往往是学生参与课程互动的第一个学习活动。大一新生如何通过语言表达自我，构建自己的身份，以及这些表达如何反映当代社会、文化和教育语境，尚不清晰。在现实和虚拟世界的界限逐渐消失的今天，作为网络原住民的大学生们，其言语表征与身份建构之间的关系更趋向于复杂多样化。在线平台中的自我介绍不仅仅是大学生个人特质的体现，它还嵌入了教育机构的制度规范和更广泛的社会文化框架之中。这种制度和文化背景可能影响学生如何选择语言来描述自己，以及如何定位自己与社会、同龄人和教育环境的关系。同时，话语实践是建构性的，人们在语言的使用、选择和学习中，建构并协商其身份，因而话语背后的意识形态往往是身份转变的有力证据，还隐含了关于社会、文化及教育价值观的深层意义。那么，当代大学生是如何通过在线文本自我介绍建构个人身份、集体身份、社会身份的？大学生通过话语构建怎样的“理想大学生”形象？文本自我介绍如何反映当代大学生的代际特质？自我介绍反映了怎样的教育期待？本研究将从文本、过程和社会三

个层次探讨学生自我介绍中的意义构建过程，采用批判性话语分析（Critical Discourse Analysis, CDA）框架，结合生成式人工智能技术，探讨学生自我介绍中语言的呈现是如何建构个体与集体的身份认同，并分析这些文本如何再现或挑战既有的社会文化规范与权力关系。

批判话语分析作为连接微观话语层面和宏观社会层面、分析语言文本与其所在社会文化语境之关系的桥梁，已被广泛用于教科书分析、教育政策分析、教师话语能力分析等。但是，目前国内鲜见针对在线教育的话语实践分析研究，仅有杨敏（2019）等采用批判话语分析方法对在线课程论坛的师生互动文本进行了分析；丁国栋（2021）等通过对教学类视频弹幕文本进行批判话语分析挖掘隐藏于其后的在线学习文化。Pontillas（2024）使用 CDA 框架，结合辛克莱的 IRF（Initiation-Response-Follow-up）模型对大学通识教育课程的师生互动进行实证研究，探讨教师的语言策略及其对权力动态的影响。因此本研究从社会科学理论视角分析在线教育实践的尝试或可为在线教育文本的研究和发展注入新活力，拓展新的研究空间。

2.研究方法

《现代教育技术》是一门面向北京师范大学一年级本科生开设的教师素养通识课，服务于面向教育现代化的师范院校学生教育问题解决思维与能力的全面发展，共 1516 名来自不同院系的学生，采用“线上+线下”混合式方式进行学习，几乎全部学习者均有线上发帖的记录。线上学习中，学生在“破冰活动”中，进行自我介绍以及在线学习经历的分享。1371 名签署知情同意的学生在“破冰活动”版块发布了 1290 条自我介绍。筛除无意义内容后，保留了 1247 条有效的自我介绍。这些自我介绍的字数最少为 5，最多为 528，平均为 91，方差为 4282。由此可见，学生在自我介绍中的用语与内容差异较大。

本研究选取费尔克劳（1989）的三维分析框架来进行在线学习平台中大学生自我介绍的批评性分析。批评话语分析框架（Critical Discourse Analysis, CDA）通过分析自我介绍话语的语言特点，以及结合它们在高校通识课程这一个数字化转型的社会历史背景下来考察 Z 世代大学生自我介绍语言结构背后的意识形态，从而发现大学生作为语篇的产出者是如何通过话语来来建构符合自身期待的意识形态观念，他们的自我意识和身份认同又是如何在课程、教师和同伴学生在场的环境中得以塑造或者是受到挑战。费尔克劳将话语分为语篇、话语实践和社会实践三个层面，在语篇层面，本研究中主要是对大学生发表的自我介绍的词汇以及情态结合人工智能技术进行文本分析；在话语实践层面分析话语产出者产出以及被话语接受者接受的过程；社会实践层面，通过共性与差异性分析来剖析影响话语实践的社会文化现象。

3.大学生自我介绍的语篇结构特征

3.1 词汇分析

本研究通过人工编码与生成式人工智能技术相结合的方式，综合提取了自我介绍文本的主题词语，从而全面揭示了大一新生自我身份建构的多维特征。首先，本研究通过人工编码方法，将自我介绍中使用的词语划分为性格、地域、兴趣爱好三个主题及其子维度。人工编码由研究者与《现代教育技术》课程的两位助教共同进行，采用背对背编码方式。参考编码过程中研究者间相互认可度及其信度的检验办法对三位编码者的编码结果进行信度检验。在本研究中，三位编码者对“性格、兴趣爱好、地域”三次编码的相互认可信度平均值分别为 95.78%、93.26%、90.57%、；对三次编码的研究者相互认可度信度分别为 95.96%、92.60%、93.97%。总体来看，本研究的信度为 94.80%，研究者信度为 93.28%，具有较好的信度。

在此基础上，研究者将这些维度及示例词语融入提示词，输入 ChatGPT 的自定义版本“中文分词器”，生成最终扩充后的词语。在此基础上，统计了每个维度下词语的频率。这三个主题及其词语立体地呈现了大一新生对于自我身份的建构。

表 1　*大一新生自我介绍词频统计*

主题	子维度	词汇

性格	独立自由型	自由(61)、随性(32)、独立(17)、个人(27)、自我(25)、自律(10)
	利他型	热情(114)、真诚(88)、随和(52)、认真(49)、友善(30)、善良(27)、乐于助人(25)、热心(17)
	积极向上型	乐观(150)、开朗（77）、积极(70)、努力(53)、活泼(28)、幽默(27)、阳光(25)、成长(25)
	MBTI	内向(115)、社恐(122)、开朗(95)、i 人(70)、慢热(44)、安静(44)、外向(40)、e 人(37)、随性(32)、infp(30)、好奇(29)、内敛(27)、敏感(27)、独处(25)、理性(22)、感性(20)
地域	地域特征	小城 (11)、少数民族(5)、美丽(28)、冰雪(2)、山清水秀(2)、冰城(2)、
	地方美食	火锅(3)、螺狮粉(4)、海鲜(2)、烤冷面(2)、陈醋(1)、内黄烧灌肠(1)、铁锅炖(1)、脐橙(1)、甏肉干饭(1)、锦州烧烤(1)、烧烤(1)、烤串(1)、热干面(1)、福鼎肉片(1)、福鼎白茶(1)、
兴趣/爱好	生活娱乐	旅游/旅行(58)、美食(52)、电影(47)、小说(37)、游戏(32)、游戏(32)、追剧(25)、吃货(13)、
	艺术与文化	音乐(113)、音乐(51)、阅读(57)、文学(48)、听歌(40)、动漫(39)、读书(36)、唱歌(33)、书法(28)、画画(28)、跳舞(23)、手工(22)、绘画(20)、摄影(16)、舞蹈(16)、写作(15)
	运动	羽毛球(88)、运动(78)、篮球(41)、排球(25)、足球(21)、乒乓球(20)、游泳(11)、跑步(11)
	社团活动	社团(273)、白鸽青协(119)、学生会(110)、辩论队 (77)、团委(48)、团委(48)、排球队(23)、文艺部(20)、组织部(20)、文学社(15)、宣传部(15)、红十字会(14)

3.1.1 性格特征：标签下不被定义的自己

在关于性格的描述中，词频最高的是基于卡尔·荣格的心理类型理论的人格评估指标 MBTI（Myers-Briggs Type Indicator)。自我介绍中，部分同学将自己描述为“e 人”，如“我是 enfp，快乐小狗。我喜欢和别人交谈”（外文，S1）。也有部分同学们将自己划分为 i 人阵营，如 “本 i 人不太喜欢社交，但是做事情会很用心”（经济，S2）。当然，也出现了很多同学称自己可 i 可 e。MBTI 通过性格类型分类，让个人在简单有效地描述自己性格类型的同时，也更容易在社交场合中找到与之相似的人群。通过这种相似性加强对自我身份的认同，且让拥有相似情感倾向的群体在共鸣中寻找个体归属感和群体认同感。除此之外，“自由、个人、自我”等词语也频繁提及。如“爱自由，成为一个不容易被轻易定义的人”（文学，S3）。大学是大学生自我意识形成发展的重要阶段，个体试图独立思考和生活。但他们在理想自我与现实自我比较的过程中，总是存在较大的差距，所以，部分同学会过度强调自己的“独立、自由”。

3.1.2 地域特征：饮食身份的构建

在关于地域的自我描述中，词频出现率较高的是关于“家乡美食”的介绍。“私以为如果来广东旅游，要找一间糖水店，要品尝一下广东的烧腊”（教育学，S4）。“是敲爱吃螺蛳粉的那种广西人哇(欢迎大家来广西嗦粉）”（法学，S5）。饮食的价值也远不止于果腹，不论是对于心情和精神状态、学习状态还是社团社工建设、跨文化交流饮食、聚餐都为同学们提供了放松与沟通的有效窗口。地域文化作为社会结构的一部分，通过家庭和社会的教化，塑造了大学生不同的饮食身份。进入大学是离开家乡，远离最熟悉的家乡美食，重构地域身份的社会化第一步，往往反而会强化这种饮食身份认同（曾国军等，2022）。大学生通过介绍家乡的饮食文化，既有引以自豪的归属感，也表现出通过这一地域特征来尝试寻求同乡游子。

3.1.3 兴趣爱好：志趣相投的群体身份

在兴趣爱好的维度，关于社团活动类的兴趣爱好出现频率较高。部分学生偏好使用“群体”的形式，如社团、辩论队、学生会等来呈现自己的兴趣爱好，仅社团出现的频次就为 273 次。其中，白鸽（北京师范大学白鸽青年志愿者协会）出现的频次最高，该协会是通过组织大学生志愿活动来传播公益理念，搭建学生成长锻炼平台，同时为社会提供志愿服务。学生以加入该团体的形式，来呈现自己对于公益的兴趣，如“我参加了白鸽青协，希望成为一名优秀的志愿者”（教育学，S6）、“我参加了灯塔小组社团和白鸽青协志愿活动，想做名为

教育事业做出贡献的人”（生命科学，S7）。此外，学生会、团委等学生工作团体也频繁出现。

3.2 情态

根据 Halliday（1978）和 Thompson（1996）对情态的研究，说话人可以通过使用不同值的情态词来对命题的有效性表示较高或较低的肯定（见表 2）。说话人使用高值情态词，往往表现出自己对命题及其他事物或关系的较强的见解和权力（李杰，2005)，体现一定的主导性，彰显其社会地位和个人色彩；而低情态词的使用表现说话者对命题及其他事物或关系的较弱见解和权力，不凸显个人地位和身份，而是更倾向于塑造自己的集体成员形象（魏本力，2005)。

表 2　情态值分类及词频统计表

值	情态助动词	情态附加语			情态隐喻		总计
		情态		意志	情态	意态	
		可能性	经常性	倾向性	可能性	倾向性	
高	必须（2）、应（59）、能（268）、能够（85）	一定（21）、确定（2）、当然（19）、绝对（5）	总是（36）	愿意（36）	相信（21）	想要（35）、渴望（24）、认为（86）	613
中	将（26）、会（215）	可能（77）	经常（47）常常（17）	高兴地	认为（86）	感兴趣	491
低	可以（207）、需要（19）	或许（8）、也许（7）	有时（41）偶尔（16）	乐于、乐意地	感觉（38）		335
总计	863	139	174	36	82	145	1439

如表 2 所示，在自我介绍中高情态值的表达在数量上远远领先。在 1247 篇语料中，共出现情态词汇 1439 次，而其中高值情态词使用的次数最多，共计 613 次，几乎占据了语料中出现情态词的 40%；中值情态词出现 335 次，中高情态词在语料中共使用 948 次，约占 70%；而低值情态词出现 491 次，不及 30%。

中高值情态词的广泛使用，表现出大学生在自我介绍中更积极而鲜明地建构自己独立的社会身份，体现了大学生不断上升的自我意识和社会意识，凸显了大学生对自我身份的积极建构。大学作为他们离开家乡或是离开家庭的人生第一站，他们表现出对自我身份认同与自我价值塑造的积极性与主动性。如：“永远热爱音乐，且乐于在音乐中寻找共鸣；永远想要看更多风景、更愿意用双手去丈量世界的广度；永远坚持理想不死”（文学，S8）。三个“永远”，强烈地表达对于自我精神价值与理想主义的坚守，“乐于、想要、愿意、会”等高情态词表明学生愿意在更大程度上承担可能得责任与义务，表现出自我的强烈责任感。“我想我会不断往这条路上靠近，我坚信我会遇到完全符合理想的人，想方设法过上理想的生活”（经济，S9）。学生用“想、坚信、会、想方设法”高情态词来表达自己对理想的强烈追求以及对未来的坚定信念，在塑造个人身份的同时，也表现出大学生的自我价值观、更强的控制力和权力意识。

3.3 差异性格下的个性化叙事

本研究将自我介绍中包含“i 人”“inxx”“isxx”“内向”的内容标记为“i 人”（149 条），包含“e 人”“enxx”“esxx”“外向”的内容标记为“e 人”（64 条）。借助 Chi2 方法分析两类自我介绍的用词差异，以热力图的形式可视化 i 人和 e 人的用词差异。当热力图的颜色越接近红色时，说明该类发言和某个词语联系更紧密。反之，则表明该类发言包含词语 i 相对较少。通过观察下图可发现，“i 人”更倾向于使用词语如辩论、社团、白鸽青协、

希望、社恐、阅读、高兴、努力、我们等；而“e 人”更倾向于使用专业、参加、音乐、来自、乐观、学生会、开朗、热爱、非常、朋友等词语。从中可以发现，i 人更加关注内在情感和情绪体验（如“社恐”“努力”“高兴”），并偏好独立性较强的活动（如“辩论”“阅读”）。相较之下，e 人更倾向于参与集体活动（如“学生会”“朋友”），同时展现出多样化的兴趣爱好（如“音乐”）。

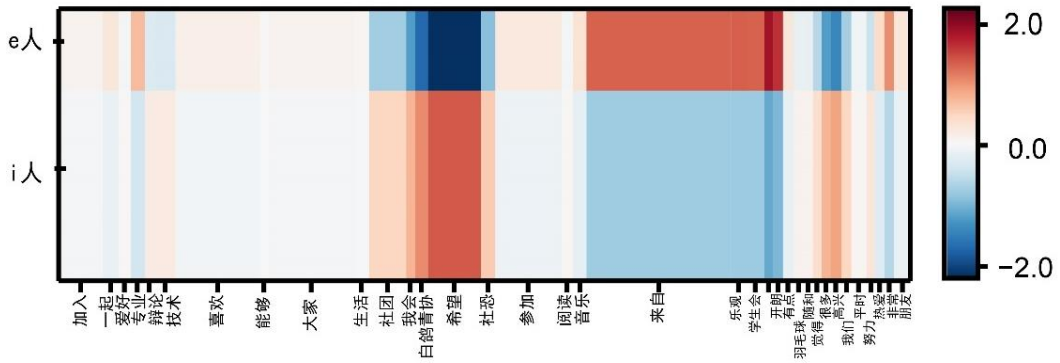


图 2 *性格描述与叙事倾向热力图*

综上，时代特征、不同的社会文化背景（如地域和文化）、个人性格、个性化的学习经历和体验，对大学生在自我身份的建构上都存在着差异性影响。

4.语篇与其产生、理解和接受的交际过程之间关系的“阐释”

4.1 语篇的产生

本研究中收集到的语篇都来自于现代教育技术课程中的学生在“破冰活动”中发布的自我介绍文本。大一新生作为语篇的产出主体，是一个既影响他人（the subject of history）又受到他人影响（费尔克劳，1989）。通过对自我介绍文本产生、理解和接受的过程分析，发现学生通过话语建构将自我呈现为“理想中的我”、“独一无二的我”、“群体中的我”三层主体身份。

4.1.1 理想中的我

“积极人”：人天生就是向上、向好、向强的，处于大一阶段的学生也在自我介绍中着力构建自己“积极向上”的形象。其中 939 条（75%）自我介绍都呈现了“积极、乐观、向上、努力、阳光、热爱生活”的“积极人”身份。“我在生活中是一个比较乐观积极的人，也超级喜欢大晴天（经济，S10）。”“我会用坚强、勇敢、自信来形容自己，这也是我的成长目标。（数科，S11）。”

“独立人”：、独立人格有时也成为主体性人格，其核心在与人的能动性、独立人格有时也成为主体性人格，其核心在与人的能动性、创造性和自主性，使人成为自己生命活动的主导（王展渊，2003）。351 条（27%）都涉及到“独立、自由、自立、自我、随性”的描述。

“道德人”：在现代社会主义核心价值观下，个人层面可体现为爱国、敬业、诚信、友善。具备热心、善良、真诚等品质的人一般被称为“好人”。因此，大一新生的自我介绍中，272 条（21%）都提及“真诚、善良、乐于助人、正直、友善“的“道德人”理想形象，其中，真诚和善良出现频率最多。如“我是一个慢热但真诚，正直且善良，严谨而随性的 ISTJ（经济，S12）。”

可以看到，学生作为语篇产出主体，通过话语塑造和构建起来的大学生理想角色形象仍然是积极的、向善的，符合主流教育语境下核心价值观，同时，又兼具现代性的个性化色彩。

4.1.2 独一无二的我

除“共同追求”，大部分学生的自我介绍呈现出独一无二的个人色彩，他们用个性化的对比性叙事方式，通过对比强调自我与同龄人以及大环境的与众不同来彰显自我的独特性。

*大家好，我的名字被默认前置.....接下来，字数不够兴趣来凑。对于乒乓球，我属于野生选手，即手法不规范但又掌握两式稍能制胜的三脚猫。我时常想参加各种活动，但这念头连像鱼一样冒头出水都不敢。但眼下我在伺机，积极寻求改变（物理，*S13*）。*

该同学用“默认前置”一词独特地点明自己的姓氏。接着用看似不符合常规的语言逻辑来表达自己的兴趣爱好，用“野生选手”（出自王者荣耀游戏中的打野角色）呈现自己的业余爱好，这个词能够让王者荣耀的同类爱好者记住自己。“连像鱼一样冒出水面都不敢”的比喻来体现自己对环境的审视与谨慎，最后用“伺机、寻求”等动词精准而强烈表达自己内心的渴求。

三个描述自己的词，我想应该是柠檬水、三点一线定点人和搞笑，因为我是柠檬水的狂热爱好者！每天都在为蜜雪冰城冲业绩！！搞笑是因为我们寝室的人都说我站在那里就好笑（哈哈哈哈哈但我也只在熟的人面前搞怪，还是有点小社恐）（统计，S14）。

该同学在一众积极正向的自我介绍中一反常态，用“柠檬水”描述自己，着力突出强调个性化的爱好。也用括号的形式，补充自己的心理状态，呈现出一个具象而独特的自我形象。

4.1.3 群体中的我

大一新生在平台的自我介绍中，频繁提及自己所处的社团、学生会等团体，借此表达自己的志趣、社交倾向等，表现出社会人这一个人身份。

“我加入了白鸽青协和夏日启行项目哦，有兴趣暑假支教的同学可以报名加入我们。我在暑假迷上了辩论嘿嘿！所以我现在是哲思辩论队的一员啦，超级有意思哒！！我非常开心加入北师大这个大家庭，希望能和大家成为好朋友哦！！！”（社会，S15）。

该同学提到“白鸽青协、哲思辩论队、北师大”三个不同的的群体。通过白鸽青协来表达自己关于公益志愿的行为并进行号召。因为自己的兴趣爱好而加入哲思辩论队，“一员”是将自己看作这个群体内部的一份子，可以为其作出贡献与承担责任，并对其进行积极评价，通过群体认可来进行自我认可和归属，群体也赋予该同学满满的积极情绪价值。

4.2 语篇的理解与接受

尽管本研究的语篇均为大一新生的自我介绍，有固定的的格式要求，却仍呈现出大相径庭乃至割裂的叙事风格。在呈现自我时，大部分学生用个性化甚至只有“你知我知”的语言表达自我，而在涉及对于教育技术的看法时，则呈现一本正经的语体风格。究其原因，是语篇的生产者在呈现时，潜意识里可能预设了语篇的理解与接受者。这一类的语篇大多是说给同龄同伴，无形中教师与助教有可能并不是这一类语篇的理解着和接受者。

4.2.1 同学：我懂你

一个时代总是孕育出一个时代的人。数字化就像混沌一样，也孕育出新的一代人——互联网原住民。“Z 世代”(Generation Z)是一个源起于欧美的概念，指代 1995-2009 年间出生的一代人，2023 年入校的大一新生作为 Z 世代大学生基本都注重个性表达，倾向于在网络空间表达自我、建立关系和寻求认同（沈杰，2022）。如*“寓点位于学 15 楼，不欢迎打窝仙人前来投喂（误）。我喜欢二次元，最爱做的事是 o 启动以及崩铁启动”（经济，S16）*。崩铁启动是出自由米哈游开发的一款游戏《崩坏：星穹铁道》的一个词，而米哈游是深耕动漫文化领域的二次元游戏开发商，经过层层检索，研究者才能大致读懂该同学表达的兴趣爱好。而同样作为该语篇接受者的同龄人，研究者对文本中提到“二次元”的 3 位同学进行访谈，回答提到“这不一下子就 get 到了！等我期末考完就开始启动”（哲学，S17，访谈文本）。青年“圈层化”文化现象是指青年群体在特定兴趣领域或社交场合内，形成小团体并呈现出共同价值观、话语模式和行为规范等现象（张铨洲，2022）。从社交的角度来说，在基于趣

缘划分的网络社交圈层内，通过圈层化叙事，大学生可以在网络的茫茫人海中轻松找到“另一个我”，提高了对于同类群体的归属感，但也使得大学生的社交更加封闭和同质化。

4.2.2 教师及助教：都是积极向上的好学生

当然，语篇的理解者与接受者还包括教师与助教。作为通识课的在线学习平台，采用了实名制。本研究发现，学生通过自我学习经验的介绍以及对教育技术的看法，意图塑造积极正向的好学生形象。真实的他们还是呈现出内心对于教育技术懵懂而真诚的诉求。

*“我经常使用classin软件来学习,我曾经和我的朋友在线上建立自习室相互讲题或自习。Classin为疫情中的我们提供了一个“见面”机会。”*该同学将教育技术视为同伴学习的工具，对于课程建设者老师来说，*“我们也通过集体教研，希望在未来的课程中多引入技术赋能教育的案例进行讲解（教育，S18）。”*进而让学生对教育技术有一个更真实且更有针对性的体验。

*“小学时我利用录音自己听写.....有趣的线上交互，便捷的网络检索.....这一切都令当时的我感到新奇而受用。而今天，手机、平板、笔记本更是“正大光明”地介入了我的大学学习，我将保持对教育技术的好奇心和求知欲，争取能将它的生产力最大化。”*该学生关于教育技术的真实体验较多，从新奇体验到日常学习，从教育技术的体验者，到希望成为其建设者。对于授课教师来说，“在之后的教学中，可以给学生提供更多自我展示的机会。”

5.总结与展望

本研究从文本和话语实践层面对通识课程中1247份自我介绍话语的语言特征与结构以及话语实践进行了描述与阐述。结果显示当代大学生在关于自我呈现的话语中存在着一些共同的意识形态特征：

1）学生在平台上的自我介绍是《现代教育技术》课程的学习评价要求，出于社会对于大学生角色的既定期待。学生在平台上的自我表达既受高校及教师“权力”关系制约，但在网络空间的技术赋权下，也有偏离或对抗这些期待的现象。学生在网络平台中的自我表达呈现出更广泛的社会价值观（如对自由、自我实现的追求），呈现出对课程乃至现代教育技术更多个性化的需求。学生的自我介绍在一定程度上体现出迎合课程目标以及教师期待的特点，但在个体身份层面，青年人利用技术自我赋权从而使得激活个体、建构自我身份成为可能。

2）学生在网络学习平台中个性化的自我表达，呈现Z世代大学生的代际特质。如前所述，参与本课程的学生均为“Z世代”。作为受数字信息技术、智能手机产品等影响较大的群体，他们是网络空间的“原住民”（杨斌，2022）。因此，自我表达中，学生于日常化、口语化、个性化的叙事风格中建构个人的身份。个性化自我与群体身认同同时存在，正是成长于数字化世界的Z世代对于最真实的情感连接的需求表达。

3）屏幕里离不开的“群体式”表达，折射出Z世代大学生在个体独特性与真实情感连接之间的动态平衡诉求。“Z世代”大多数是独生子女，社交媒体和虚拟数字世界导致了其孤独率的增加，以及持久感情等价值观的淡化。正因如此，寻求归属感促使大一学生在自我介绍体现了“群体中的我”，以追求最真实的情感连接。在他们的自我表达中，通过突出性叙事，在着力呈现出“独一无二的我”，真诚而大胆地表达自己课程诉求和教育期待的同时，也着力构建“群体中的我”的身份特征。在混合式教学情境下，大学生在网络平台上的话语模式也呈现出“圈层化”差异。通过“小众圈”，他们构建起自己的文化想象，并找到了认同感和归属感。这在某种程度上反映了数字原住民代际自我意识与社会责任的觉醒。

需要指出的是，尽管本研究样本量较大（N=1247），但文本内容受课程评价框架约束，可能存在“社会期望偏差”——学生在自我呈现时可能倾向于迎合课程目标或教师期待，弱化真实情感或个性化诉求。这种“表演性自我”与真实自我之间的张力，可能影响研究结论的客观性。基于此，后续研究可结合深度访谈、行为日志等多模态数据，交叉验证文本分析结果，进一步区分“规范性表达”与“真实性表达”的边界。

参考文献

丁国栋 & 杜华.(2021).教学类视频弹幕文本的批判话语分析——以哔哩哔哩网站的某套高中物理教学视频为例.现代教育技术(07),72-79.

王展渊.(2003).人格现代化取向：独立型人格.求索(04),128-129.doi:10.16059/j.cnki.cn43-1008/c.2003.04.045.

李杰.(2005).情态的表达与意识形态的体现.外语学刊(04),49-55.

吴回生.(2012).学校权力与学生权利问题探析.教育研究(05),36-41.

沈杰.(2022).Z 世代：时代与社会多重规定性的建构.中国青年研究(08),5-13.

杨敏,叶志宏 & 韩艳辉.(2019).在线课程师生交互与生生交互的话语分析——以国家开放大学“媒体辅助英语画教学”课程.中国远程教育(12),34-41.

张铨洲.(2022).“入世与出世”：青年群体网络“圈层化”的困与策.中国青年研究(03),89-94+43.doi:10.19633/j.cnki.11-2579/d.2022.0036.

胡志海&黄和林.(2006).大学生人格类型与专业认同间的关系研究.心理科学(06),1498-1501.doi:10.16719/j.cnki.1671-6981.2006.06.055.

魏本力.(2005).情态动词的量值取向.外语学刊(04),56-59+112.

Fairclough N（1989）. Language and power. Longman.

Halliday,M（1978）. AK Language as Social Semiotic：The Interpretation of language and Meaning. Edward Arnold.

Pontillas, M. S. (2024). Exploring Teacher-Student Interaction in a Synchronous Online Modality: A Critical Discourse Analysis. The English Teacher, 53(1), 15 – 32.

Thompson, G（1996）. Introducting Functional Grammar. London: Arnold.

基于协作平台的批判式教学策略对学生英文写作焦虑、写作水平以及批判性思维影响的实证研究

An Evidence-Based Study of the Effects of a Collaborative Platform-Based Critical Teaching Model on Students' English Writing Anxiety, Writing Proficiency, and Critical Thinking

肖雨晨 [1*]，郑晓丽 [2]，黄益品 [2]，熊炳福 [3]，章玉洁 [3]，杨婷 [3]
[1] 温州大学教师教育学院
*24460411024@stu.wzu.edu.cn

【摘要】在传统教育中，学生往往被动接受知识，而批判性思维能够让学生主动参与学习过程，有人提出将协作平台整合到英文写作中，加强基于协作平台的同伴互动学习，能够大大提升学生的英文写作能力。本研究采用非同等控制组前后测准实验设计，选取三个班级的 90 名学生作为研究对象，三个班级的学生分别在传统式、英文写作批判式和基于协作平台的英文写作批判式教学模式下开展为期七周的写作学习。结果表明，协作式批判式教学模式在缓解写作焦虑，增加写作水平和提升学生批判性思维上有积极影响，不过协作平台的作用却值得进一步讨论，这对未来教学有启示。
【关键词】英文写作，批判性思维，协作学习，思维可视化平台

Abstract:*In traditional education, students tend to passively accept knowledge, while critical thinking enables students to actively participate in the learning process. It has been proposed that integrating collaborative platforms into English writing and enhancing peer interactive learning based on collaborative platforms can greatly enhance students' English writing ability. In this study, a non-equivalent control group pre- and post-test quasi-experimental design was used to select 90 students in three classes as the research subjects, and the students in the three classes carried out a seven-week writing study under the traditional, English writing critical, and collaborative platform-based English writing critical teaching modes, respectively. The results showed that the collaborative critical teaching model had a positive impact on alleviating writing anxiety, increasing writing proficiency, and enhancing students' critical thinking, although the role of the collaborative platform deserves further discussion, which sheds light on future teaching.*
Keywords: English Writing, Critical Thinking, Collaborative Learning, Thought Visualization Platform

1.引言

近年来，协作学习模式逐渐引入英文写作课堂，通过学生间的互动和合作提高学习效果（Wen et al., 2024）。英文写作教学作为语言学习的核心组成部分，一直是语言教育研究的重要领域。英文写作不仅要求语言的正确性，还需逻辑清晰、表达流畅。协作学习通过同伴互评和动态讨论，可以帮助学生更快发现问题并改进写作（Zhang & Li, 2024）。然而，传统的教学模式往往注重语法规则和单向输入，忽视了学生的主动参与和实际语言运用能力的培养（Ahmed & Rahman, 2024）。尽管协作学习已被证明在提升语言能力方面具有显著成效，但其在实际教学中的应用仍面临诸多问题。一方面，不同文化背景和教育制度对协作学习的接受程度和应用方式存在显著差异。例如，中国的 EFL（英语作为外语）课堂常强调考试导向，而欧美课堂更关注学生的综合语言能力（Wan, 2024）。另一方面，技术工具在协作学习中的具体应用及其效果尚需更多实证研究。特别是如何通过协作学习提升学生的写作能力、激发学习动机并培养批判性思维能力，是当前研究的关键议题（Zhang & Li, 2024）。值得注意的是，中学生在英文写作过程中普遍存在较高的焦虑情绪，这种焦虑不仅源于对语言能力的不

自信，还与对写作任务的恐惧和对评价的担忧密切相关（Cheng, 2004）。研究表明，写作焦虑会显著影响学生的写作表现，导致他们回避写作任务或无法充分发挥语言潜力（Zhang, 2023）。此外，中国 EFL 学生在写作过程中常因文化差异和语言障碍感到焦虑，尤其是在面对批判性写作任务时，这种焦虑情绪更为明显（Liu & Chen, 2024）。因此，如何通过有效的教学模式缓解学生的写作焦虑，成为当前英文写作教学亟待解决的问题。

通过对该研究时代背景的分析以及国内外相关研究开展深度分析的基础上，认为构建基于协作平台的英文写作批判式教学模式是发展学生批判性思维的重要方式，也是改变“灌输式”英文写作教学模式的重要策略。基于新时代初中生英语写作课堂改革的现实需求，通过构建批判式写作教学模式来探究其对一线初中英语写作课堂的影响，利用思维可视化协作学习平台来改变传统英语写作课堂，构建批判式写作教学模式，旨在为提高学生的批判性思维能力和写作能力提供新的发展路径。与此同时，帮助中学一线教师完善英语写作课堂教学设计，为写作课堂的改革提供新的思路方法。在此基础上提出如下的研究问题：

1.基于协作平台的英文写作批判式教学模式能否降低学生的写作焦虑情绪？

2.基于协作平台的英文写作批判式教学模式能否更好地提高学生的写作水平？

3.基于协作平台的英文写作批判式教学模式能否提高学生的批判性思维倾向？

2.关键概念

2.1. 协作平台

研究表明，协作平台不仅能够有效降低学生的写作焦虑，还能提高其语言表达和逻辑思维能力（Ahmed & Rahman, 2024）。协作学习平台对写作能力提升的作用尤为显著，通过同伴互评和实时交流，学生可以及时发现并纠正语言和逻辑上的不足，从而逐步提高写作水平（Yang & Mei, 2024）。此外，这种平台还促进了学生的批判性思维倾向，尤其是在探讨复杂主题和评估多种观点的过程中，其作用更加突出（Chen et al., 2024）。尽管如此，协作平台在实施过程中仍面临挑战，例如文化适应性和技术熟练度问题，这需要在未来研究中进一步解决（Zhang & Li, 2024）。

2.2 批判性思维

批判性思维倾向是学生在思维过程中无意识选择和优先考虑批判性思维的思维倾向（Zhang, 2020；Li & Sun, 2021）。该理论指出，通过促进学生对信息和观点的比较、分析和判断，可以增强论述的精准性和谨实性（Wang, 2022），在每一次写作任务后，指导学生对自己的观点进行反思性总结，按需修正无效论述和总结（Liang, 2023）,。批判性思维倾向理论在英文写作中具有重要作用，因为英文写作应求学生不仅处理文本信息，还需要深入解释和总结主题，从而提升思维突出点和创造性（Chen, 2019）。英文写作需求学生对信息进行高度概括和求实，这将深度考验学生的批判性思维倾向。许多教育研究集中于 CT（计算思维）技能，但对 CT 倾向的关注不足（Liu & Pásztor，2022）,未来需更关注倾向对写作习惯的长期影响。

2.3 协作平台与批判性教学策略的关系

协作平台与批判式教学策略的结合在英文写作教学中具有重要意义，二者通过互补关系共同促进学生的批判性思维能力、写作水平及学习动机的提升。协作平台是指通过技术手段支持学生之间、师生之间进行互动、合作与资源共享的在线或混合式学习环境（Warschauer, 2016），而批判式教学策略则强调通过批判性思考、问题解决和反思来促进学生的深度学习（Ennis, 2018）。近年来，研究表明，协作平台为批判式教学策略的实施提供了技术支持，例如通过实时讨论、文件共享和同伴互评等功能，学生能够在开放、互动的环境中进行批判性讨论和反思（Li & Zhu, 2017）。同时，批判式教学策略为协作平台的应用提供了理论指导，帮助学生在协作学习中实现有意义的互动而非表面任务（Zhang & Li, 2024）。此外，这种结合能够有效缓解学生的英文写作焦虑，协作平台通过提供同伴支持和即时反馈减少学生对写作任务的恐惧感，而批判式教学策略则通过引导学生主动思考

和解决问题增强其自信心（Cheng, 2004; Zhang, 2023）。在信息爆炸的时代，批判性思维能力成为学生应对复杂社会问题的关键能力，协作平台与批判式教学策略的结合为学生提供了实践批判性思维的机会（Ennis, 2018）。同时，随着教育技术的快速发展，协作平台已成为现代教育的重要组成部分，其与批判式教学策略的结合不仅能够充分利用技术优势，还能推动教学模式的创新，适应未来教育的需求（Warschauer, 2016）。此外，这种教学模式有助于促进教育公平，协作平台可以打破时间和空间的限制，为不同背景的学生提供高质量的教育资源（Li & Zhu, 2017）。因此，协作平台与批判式教学策略的结合在提升学生批判性思维能力、缓解英文写作焦虑、适应教育技术发展趋势以及促进教育公平方面具有重要意义。未来的研究可以进一步探索如何优化协作平台的功能以支持批判式教学策略的实施，以及如何在不同文化背景和教育环境中推广这一教学模式。

3.研究设计

3.1 研究对象

本研究的参与者主要来自浙江东南部某中学七年级的学生，三个班级学生人数各为 30 名，共 90 名。将 A 班设为对照班(传统英文写作教学模式)，B 班设为实验一班(无平台支持的英文写作批判式教学模式)，C 班设为实验二班。三个班级的授课老 师一致，教师采用。B 班为实验一班，教师采用。C 班为实验二班，教师采用协作平台支持下的英文写作批判式教学模式。被试学生在实验教学开始之前一直都有接受英语写作训练，有一定的英语写作基础。在实验研究之前，三个班的学生均未对批判性思维倾向的主要组成部分、批判性思维的定义概念和相关知识有详细且系统化的学习。

3.2 研究工具

本实验利用的协作平台为 BoardMix，图 1 展现出学生利用 BoardMix 在线协作平台进行协作思维导图的绘制，组内成员共同编辑所有的元素，每个成员的鼠标指针下方带有对应的昵称，可以实时了解其他人进行的编辑操作。

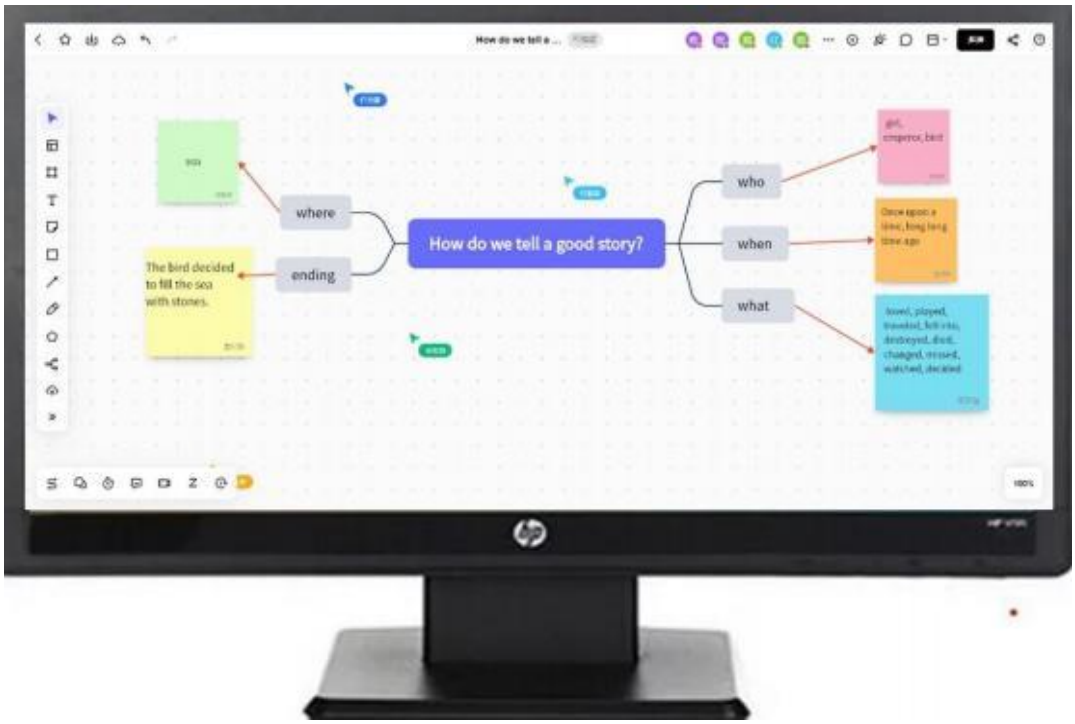


图 1 学生利用 BroadMix 在线协作平台进行协作概念图绘制

3.2.1.批判性思维倾向测量问卷

本研究通过《加利福尼亚批判性思维倾向测量问卷》 (CCTDI-CV) 量表测量“寻求真理性”“开放思想”“分析能力”“系统化能力”“自信心”“求知欲”“成熟度”五个维度，总 Cronbach 的值为 0.80，说明该量表具有一定信效度。

3.2.2.外语写作焦虑量表

本研究通过 Cheng(2004)编制的《外语写作焦虑量表》来测量初中学生的二语写作焦虑情况。该量表分为：躯体焦虑分量表、回避行为分量表和认知焦虑分量表，总 Cronbach 的值为 0.80 ，说明该量表具有一定信效度。

3.3.3 英文写作能力评价量规

本研究利用 Choi(2013)、Torrance(1965)和 Heaton(1975)编制的英语 写作能力测量量规来测量初中生的英语写作能力。该测量标准包括五个维度：内容的组织、语言的准确性、独创性、流利性和精细化，具有一定信效度。

4.实验流程

本次教学实验安排持续 7 周时间。对照班级采用传统英文写作教学模式，实验一班采用英文写作批判式教学模式，实验二班采用协作平台支持下英文写作批判式教学模式。在正式教学开始前，教师向学生说明量表使用注意事项并要求如实填写问卷，要求每位学生在 15 分钟之内进行前测问卷填写。前测问卷填写完毕后，教师根据正常的教学进度安排课程并完成授课。在每节教学实验课下课之前，留出 20 分钟要求学生进行限时写作。待教学实验课全部完成后，每位学生需要在 15 分钟之内进行后测问卷填写。现以外研社 Module 8 Unit 3 “Story time”为例教学（如图 2 和图 3）：

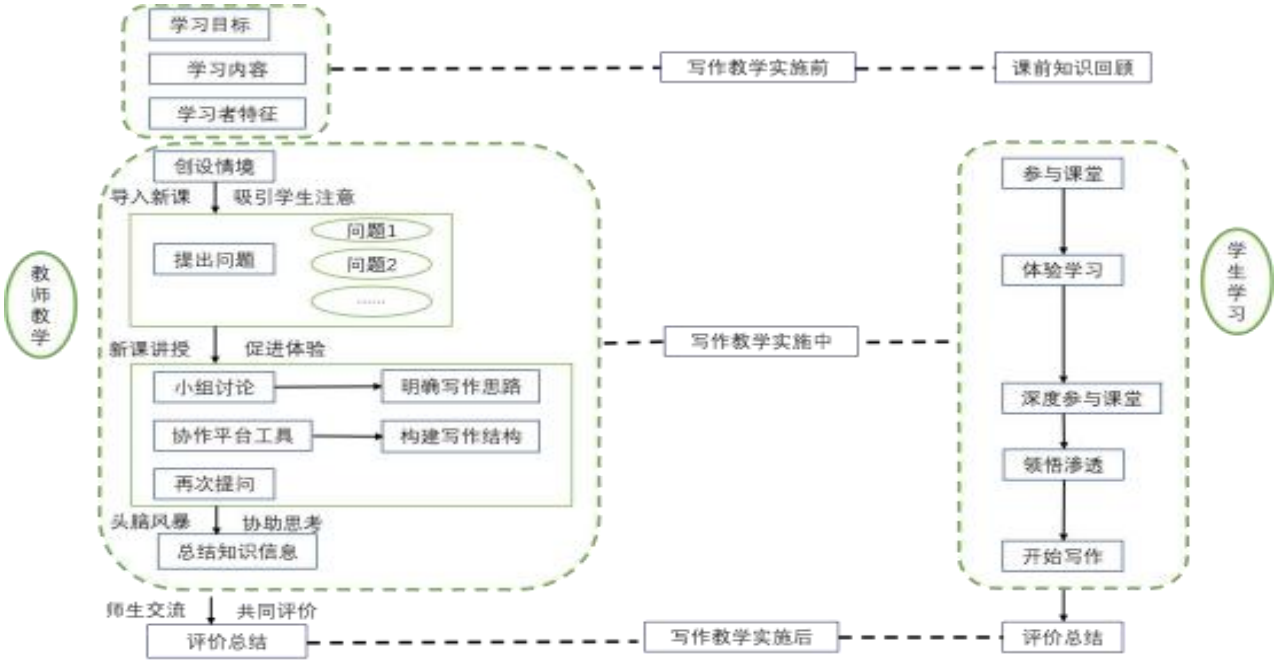


图 2 教学实施流程图

实验前测：三个班级由固定同一位老师进行授课，写作授课主题为“Life in the future.”，授课时长为 40 分钟，在教师授课过程中，为了保持实验结果的准确性，实验过程中严格控制无关变量，例如：家长帮扶等因素。英文作文需要当堂写作，每节课在教师授课完毕后，利用 20 分钟进行写作，写作字数在 100 字左右。英文作文写完后，将统一交给两位一线英语教师，两位英语教师根据《英文写作能力评价量规》进行批阅，教师依据内容的组织、语言的准确性、独创性、流利性和精细化这五个维度为学生英文作文评分。两位教师的前测作文评分相关系数值均大于 0.6 ，因此说明两位教师作文评分一致性程度较高。前测作文写作

完成后，教师为学生发放批判性思维倾向前测问卷和写作焦虑水平前测问卷，每位学生需要在 15 分钟之内进行前测问卷填写。

实验后测：在教学实验完成后，为了探究学习者在不同教学模式下的写作水平、批判性思维倾向水平和写作焦虑水平发生了何种变化，三个班级的学生仍然在同一位老师进行授课的基础上，进行主题为“My past life”的英文文章写作。写作完成后，发放批判性思维倾向后测问卷和写作焦虑水平后测问卷，每位学生需要在 15 分钟之内进行后测问卷填写。作文批阅仍为两位一线英语教师，这两位教师与前测实验中进行作文批阅的教师是一致的。两位教师的后测作文评分相关系数值均大于 0.6 ，因此说明两位教师作文评分一致性程度较高。

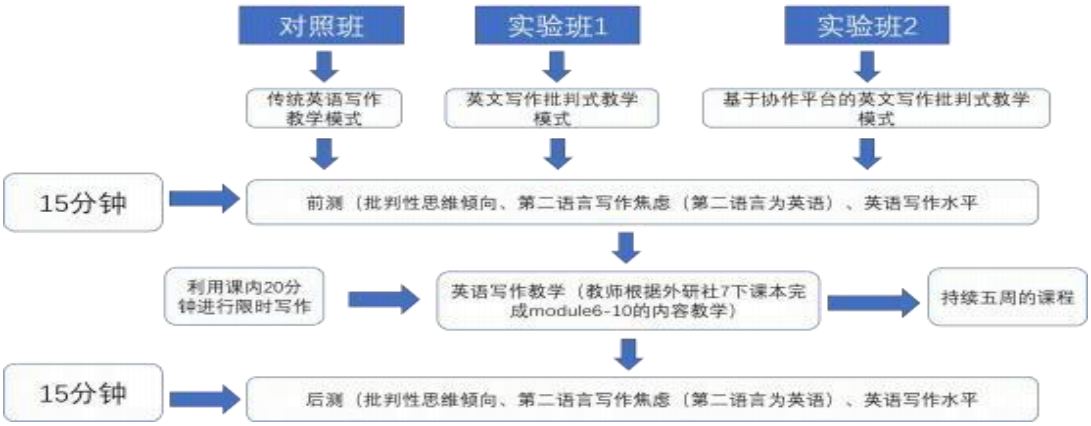


图 3 实验设计图

5.数据分析

本研究采用实验研究法来探究基于协作平台的英文写作批判式教学模式对 学生写作水平、批判性思维倾向和写作焦虑的影响，采用 SPSS26.0 软件进行单 因素多变量协方差分析。本研究的实验数据分三组实施分析，三组 MANCOVA 分析的自变量均为教学措施，分别为传统式教学、英文写作批判式教学模式、基 于协作平台的英文写作批判式教学模式。第一组的共变量 (协变量)为学生前测 写作焦虑各维度水平，因变量为后测写作焦虑各维度水平。第二组的共变量 (协变量) 为前测批判性思维倾向各维度水平，因变量为后测批判性思维倾向各维度 水平。第三组的共变量 (协变量) 为前测写作各维度水平，因变量为后测写作各 维度水平。

5.1.基于协作平台的英文写作批判式教学模式对学生写作焦虑水平的影响

本研究采用单因素多变量协方差分析，教学措施为自变量，分别为传统式教学 模式、英文写作批判式教学模式、基于协作平台的英文写作批判式教学模式的三个水平值，学生后测写作焦虑各维度水平值作为因变量，协变量 (共变量) 为前 测写作焦虑各维度水平值。

经回归同质性分析，F(18,215.45)=1.28，P=0. 197＞0.05 ，符合协方差分析的 回归同质性条件，因此可以对数据进行多变量协方差分析。分析结果见表 1。

表 1　　实验组和控制组写作焦虑协方差分析结果

变量	N	值	假设自由度	误差自由度	P	F	η^2
教学措施	90	.69	6.00	164.00	.000	5.61***	.170

注：*代表 p<.05, **代表 P<.01, ***代表 p<.001

从总体效果来看， 表 2 数据显示出教学措施中威尔克 Lambda 值，F(6, 164) =5.61 ，P=0.000＜0.05 ，η2 =.170>.14 。数据结果显示，不同教学措施在教学 后所呈现的教学效果是有显著差异的。因此，可以说明基于协作平台的英文写作 批判式教学模式对降低学生的写

作焦虑起到了显著的影响作用，假设 1 成立。为 了探究写作焦虑的三个维度“认知焦虑”“躯体焦虑”“回避策略”中哪个维度对学 习者产生写作焦虑的影响最大，从协方差分析结果 (表 2) 可以看出，教学措 施对写作焦虑中的“认知焦虑”维度产生显著影响。

表 2 实验组和控制组写作焦虑各维度协方差分析结果

自变量	因变量	MS	*F*	*P*	η^2
教学措施	CAPost	152.62	13.01***	.000	.236
	SAPost	2.22	.15	.866	.003
	ASPost	24.31	2. 11	. 128	.048

注：*代表 p<.05, **代表 P<.01, ***代表 p<.001

教学措施并没有对“躯体焦虑”和“回避策略”产生显著影响，F(1，86)= 0. 15, P =0.866＞0.05 ，η2=0.003 ，F(1 ，86)= 2. 11, p =0. 128＞0.05 ，η2=0.048 。经计划比 较 (见表 3），得知有批判式教学支架要比无支架显著好， F (1 ，86) = 18.59， p (Experiment 1+ Experiment2 vs control) =.000， 实验组比控制组在认知焦虑平均 值上低 2. 19 。而且，基于协作平台的英文写作批判式教学模式比英文写作批判式教学模式显著降低认知焦虑，F (1，86) =8.46，p=.005，η^2=.092。

表 3 实验组和控制组写作焦虑计划比较结果

变量	组别比较	平均值差值	MS	自由度	*P*	*F*	η^2
CApost	Experiment 1+ Experiment2 vs control	-2. 19	218. 12	1	.000	18.59***	. 181
	Experiment2 vs Experiment 1	-2.62	99.31	1	.005	8.46**	.092
误差			11.743	84			

注：*代表 p<.05, **代表 P<.01, ***代表 p<.001

5.2.基于协作平台的英文写作批判式教学模式对学生写作水平的影响

(1) 评分者之间的信度系数

为了保持写作水平测量值的有效性，写作水平测量值是由学校两位有经验的 英语教师严格按照写作水平评价量规执行。两位教师的前后测作文各维度评分相 关系数值为 0.921，大于 0.6 ，因此说明两位教师作文评分一致性程度较高。

(2） 基于协作平台的英文写作批判式教学模式对学生写作水平的影响

本研究采用单因素多变量协方差分析，教学措施为自变量，分别为传统式教学模式、英文写作批判式教学模式、基于协作平台的英文写作批判式教学模式等 三个水平值，学生后测写作各维度水平值作为因变量，协变量 (共变量) 为前测 写作各维度水平值。将自变量教学措施进行赋值，既无协作平台支持教学又无英 文写作批判式教学模式的教学措施赋值为 1，将在教学中只采用英文写作批判式 教学模式而无平台支持的教学措施赋值为 2，将既有协作平台支持又有英文写作 批判式教学模式的教学措施赋值为 3。

经回归同质性分析，F(10, 166)=1.65 ，P=0.096＞0.05 ，符合协方差分析的回归同质性条件，因此可以对数据进行多变量协方差分析。分析结果见（表 4）。

表 4 实验组和控制组写作水平协方差分析结果

变量	N	值	假设自由度	误差自由度	*P*	*F*	η^2
教学措施	90	.88	8.00	158.00	.253	1.29	.061

从总体效果来看，表 4 数据显示出教学措施中威尔克 Lambda 值，F(8, 158) = 1.29 ，P=0.253＞0.05 ，η2 =.061>..06 。数据结果显示，不同教学措对写作各维度 的影响是没有显著差异的。因此，可以说明基于协作平台的英文写作批判式教学 模式对学生写作水平没有起到显著的影响作用。

5.3.基于协作平台的英文写作批判式教学模式对学生批判性思维倾向的影响

(2) 英文写作批判式教学模式和协作平台对学生批判性思维倾向的影响

本研究采用单因素多变量协方差分析，教学措施为自变量，分别为传统式教 学模式、英文写作批判式教学模式、基于协作平台的英文写作批判式教学模式等三个水平值，学生后测批判性思维倾向各维度水平值作为因变量，协变量 (共变量) 为前测批判性思维倾向各维度水平值。经回归同质性分析，F(14,76)=1.24，P=0.266＞0.05，符合协方差分析的回归同质性条件，因此可以对数据进行多变量协方差分析。

表 5 实验组和控制组批判性思维倾向协方差分析结果

变量	N	值	假设自由度	误差自由度	*P*	*F*	η^2
教学措施	90	.40	14.00	90.00	.000	3.76***	.369

从总体效果来看，表 5 数据显示出教学措施中威尔克 Lambda 值，F(14,90) =3.76 ，P=0.000＜0.05 ，η2 =.369＞.14。数据结果显示，不同教学措施在教学后，所呈现的批判性思维倾向是有显著差异的。因此，可以说明基于协作平台的英文写 作批判式教学模式对学生批判性思维的提升起到了显著的影响作用。

表 6 实验组和控制组批判性思维倾向计划比较结果

变量	组别比较	平均值差值	MS		*F*	*P*	η^2
ProT	Experiment 1+ Experiment2 vs control	13. 15	461.69	1	8.91	.004	. 149
RUE	Experiment2 vs Experiment 1	.25	.04	1	.04	.841	.000
ProI	Experiment 1+ Experiment2 vs control	3.73	347.84	1	11.69	.001	. 187
NSQ	Experiment2 vs Experiment 1	15.58	171.45	1	5.76	.020	. 102
ProM ATU	Experiment 1+ Experiment2 vs control	6.40	613.86	1	10.53	.002	. 171
	Experiment2 vs Experiment 1	17.83	224.30	1	3.85	.055	.070

经计划比较 (见表 6)，得知有批判式教学支架要 比无支架显著好；对“寻求真理性”维度来说，实验组比控制组在“寻求真理性”维度值上高 13. 15；对“求知欲”维度来说，，实验组比控制组在“求知欲”维度值上高 3.731。对“成熟度”维度来说，实验组比 控制组

在“成熟度”维度值上高 6.40 。基于协作平台的英 文写作批判式教学模式未能比英文写作批判式教学模式显著提高批判性思维倾向。

6.结果和讨论

本研究探讨了协作平台支持下的英文写作批判式教学模式对学生第二语言（英语）写作焦虑的影响，实验结果表明，融入批判性思维倾向的英文写作批判式教学模式能够显著降低学生的写作焦虑。这一发现与 Tudor（2022）和 Topping（2023）的研究结论一致，表明批判性思维在教学中的融入能够有效缓解学生的焦虑情绪。具体而言，批判式教学模式通过引导学生主动思考和分析问题，减少了他们对写作任务的恐惧感，而小组活动的开展进一步增强了这一效果，为学生提供了更多的同伴支持和互动机会。此外，研究还发现，协作平台的支持在这一过程中发挥了重要作用。与无平台支持的批判式教学模式相比，协作平台通过促进小组成员之间的同伴交流与反馈，显著降低了学生的写作焦虑情绪。这一结果与 Kurt 和 Atay（2023）的研究一致，表明协作平台不仅为学生提供了一个非评判性的学习环境，还通过营造轻松愉快的学习氛围，减少了学习环境带来的压力和焦虑。大多数学生在实验过程中感受到同伴反馈和协作交流的教育与支持作用，进一步验证了协作平台在情绪支持方面的积极影响。因此，融入批判性思维倾向的英文写作批判式教学模式，尤其是在协作平台的支持下，不仅是缓解学生写作焦虑情绪的有效方式，也为未来的教学实践提供了重要启示。未来的研究可以进一步优化协作平台的功能，例如增强实时反馈机制和个性化学习支持，以更好地满足学生的需求，同时探索批判式教学与协作平台结合的长效机制及其在不同学习环境中的适用性。

参考文献

李航, & 刘儒德. (2011). 基于网络平台的英语协作写作模式效果研究. **电化教育研究**, 2011(07), 67-72.

汪琼, 欧阳嘉煜, & 范逸洲. (2019). MOOC 同伴作业互评中反思意识与学习成效的关系研究. **电化教育研究**, 40(06), 58-67.

柏宏权, & 李婷. (2020). 在线同伴互评的评语采纳倾向——基于情绪体验的视角. **开放教育研究**, 26(04), 95-101.

张福慧, 李文滔, 龙宓吟, & 高瑛. (2019). 基于三个技术平台的自我调节性写作学习效果对比研究. **外语电化教学**, 2019(05), 22-26.

王云萍. (2016). 输出理论研究及其对中国英语写作教学的启示. **现代教育科学**, 2016(06), 108-113.

Brooke, M., & Monbec, L. (2019). The analytical lens: Developing undergraduate students' critical dispositions in EAP writing courses. Teaching in Higher Education.

Chen, X. (2019). The role of critical thinking in English writing. *Chinese Journal of Distance Education.*

Guo, Y. (2021). Improving students' writing through critical thinking strategies. *China Educational Technology.*

Liang, H. (2023). Reflective practice in academic writing. *China Educational Technology.*

Liu, Z. (2021). Analyzing and enhancing logical expression. *China Educational Technology.*

Liu, Z., & Zhang, P. (2020). Designing critical thinking-oriented tasks. *Chinese Journal of Distance Education.*

Wang, J. (2022). Applications of critical thinking in writing pedagogy. *China Educational Technology.*

Zhang, L. (2020). Understanding critical thinking in Chinese education. *Chinese Journal of Distance Education.*

Zhao, Y., & Wang, R. (2020). Creativity and critical thinking in academic writing. *China Educational Technology.*

Zheng, T. (2022). Discussion-based methods in teaching. *Chinese Journal of Distance Education.*

Hoorijani, S., & Tabrizi, H. H. (2023). Improving EFL learners' argumentative writing through critical thinking disposition: Focus on gender-related differences. *Studies in English Language Teaching.*

基于机器人的游戏化教学方法促进儿童的数学过程性能力发展

The Robotics tutor supports children's development of mathematical procedural skills

黄乐芙[1]，王跃腾[1]，方建文[1*]
[1]温州大学 教师教育学院
[*]beginnerfjw@163.com

【摘要】 随着智能技术的发展，机器人逐渐成为教育领域的新兴力量。过去的研究多聚焦于机器人在知识传递层面的应用，对其在促进学生数学过程性能力发展方面的探究相对不足。本研究以浙江省温州市某幼儿园的49名5-6岁儿童为对象，提出并实施了基于机器人的游戏化教学方法，旨在探讨人形机器人对学生数学过程性能力的影响。研究结果显示，人形机器人可显著提升儿童的数学交流能力，但就数学过程性能力及其他细分维度而言，人形机器人与传统教学方式未呈现出显著差异。本研究为人形机器人在幼儿数学教育领域的应用提供了新的视角和实践依据。

【关键词】 机器人；游戏化教学；数学过程性能力；幼儿教育

Abstract: With the development of intelligent technology*, robots are emerging as a new force in the education field. Previous research mainly focuses on their knowledge - transfer applications, with relatively less exploration into promoting students' mathematical process capabilities. This study, targeting 49 children aged 5 - 6 in a kindergarten in Wenzhou, Zhejiang, proposed and implemented a robot - based gamified teaching method. The results show that the humanoid robot can significantly improve children's mathematical communication skills. However, in terms of mathematical processual competence and other subdimensions, there are no significant differences between humanoid robots and traditional teaching methods. This study offers new perspectives and practical evidence for the application of humanoid robots in early childhood mathematics education.*

Keywords: Robotics, Gamified Teaching, Mathematical Procedural skill, Early Childhood Education

1.前言

随着智能技术的发展，人形机器人逐步融入教育教学的各个方面，从简单的知识传递到个性化学习辅助，机器人展现出诸多优势。因此，将机器人应用于教育领域成为发展智能教育的重要产业之一。同时，数学能力作为人类理性的基础，是解决复杂问题的重要工具，也是学生数学核心素养的具体展现。而游戏化教学，能够提高儿童数学兴趣和探究欲，进而促进学生数学思维和数学能力的发展(戴晶静, 2019)。

研究发现，机器人在教育中的应用日益广泛，它们常被用来辅导学生掌握数学知识，如利用机器人学习图形、几何和代数概念(例如角度、测量、乘法、比例等)，这种方式让儿童学习数学变得具体、真实、易于理解(Zhong & Xia, 2020)。然而，现有研究的局限性也较为明显，即较少深入探究机器人如何促进学生数学过程性能力的全方位发展(钟柏昌和夏莉颖, 2020)。大部分研究停留在知识层面，忽视了学生在数学学习的动态进程中，数学过程性能力综合提升的深层次需求。另一方面，伴随在线教育中游戏化倾向的不断加剧，家长担心教学游戏可能会给儿童带来的负面影响，例如成瘾性问题(Konok V et al., 2021)。而对于学前儿童来说，以学习为导向，进行与数字设备及游戏的交互可能会使其感到困惑和无聊(Khalaf S et al., 2022)。不仅如此，在教学实践中，构建一套完整的教学游戏面临诸多挑战，既存在技术难题，又需投入较高成本。此类教学游戏往往仅能围绕有限的学习目标展开设计，高度依赖技术支

持以及教学层面的深度整合。相比之下，游戏化策略通过巧妙运用游戏思维与设计元素，能够更为高效地提升学习者的参与热情与学习动机(Dicheva D et al., 2015)。

在此背景下，人形机器人作为一种智能化教学工具，能够提高儿童的学习参与度和学习成绩(Almousa & Alghowinem, 2023)。本研究旨在探讨人形机器人对学生数学过程性能力发展的支持作用。为达成这一目标，我们提出基于机器人的游戏化教学方法，使人形机器人贯穿整个教学流程，在互动交流、协作探究等环节发挥引导作用。本研究的问题如下：

(1)与传统游戏化教学方法相比，基于机器人的游戏化教学方法能否显著推动学生数学过程性能力的提升？

(2)与传统游戏化教学方法相比，基于机器人的游戏化教学方法能否在学生的数学交流能力、数学表征能力、数学推理和证明能力、数学关联能力的细分维度上带来显著提升效果？

2.文献综述

2.1. 儿童数学过程性能力

儿童数学能力的发展是儿童数学学习的起点和目标。世界各国高度重视公民数学能力的培养，并为此制定和实施国家幼儿园课程标准，将数学教育置于至关重要的地位(陈思曼和王春燕, 2019)。数学能力可分为内容性能力和过程性能力(周晶和郭力, 2018)。数学过程性能力是指在解决数学问题时，个体获取并运用数学知识、技能和策略的能力，具体包括数学表征能力、数学交流能力、数学推理与验证能力和数学关联能力 (周晶, 2016)。其中，数学表征能力指运用符号、图形等表达数学概念、过程的能力；数学交流能力指清晰表达、理解并讨论数学知识、思想的能力；数学推理与验证能力指运用数学逻辑推导并验证结论正确性的能力；数学关联能力则是指发现并运用数学知识间联系的能力。

研究表明，良好的数学过程性能力对儿童的数学学习、创造力和自我效能感、批判性思维等具有积极的影响(Nunes et al., 2012;Serafino et al., 2003)。新加坡早在 2000 年颁布了以发展学生数学问题解决能力为中心的数学教学大纲，该大纲紧密围绕问题解决这一要点，着重提出思考技能、数学推理、交流与联系等数学过程性技能。不难看出，儿童数学过程性能力的培养具有举足轻重的意义。

鉴于学前儿童数学能力培养的关键意义，以及儿童在该阶段所呈现出的独特学习特性，学前教育领域呈现游戏化趋势(杨芬, 2023)。例如，胡英武(2020)通过组织引导儿童参与并完成数独游戏，促使儿童在游戏过程中积极尝试解决问题，激发其深度思考，同时鼓励儿童之间进行交流互动与成果展示。在此过程中，儿童能够直观感知多种不同的数学表征方式，由此实现对其数学过程性能力的有效培育与发展(胡英武, 2020)。

然而，就目前来看，我国儿童数学教育在实践过程中，多以学科知识作为教学重点，在一定程度上忽略了对数学过程性能力的培育(张凝, 2010)。这一教学倾向致使儿童在数学知识方面表现尚可，但在模式认知、推理能力等至关重要的数学思维方面却呈现出发展滞后的态势。显然，这一偏差不利于儿童数学思维的系统培养。因此，当下迫切需要在教育实践的过程中，聚焦儿童在解决问题时运用的思维方式及策略手段，从而全方位提升儿童的数学过程性能力。

基于此，在学前教育阶段，着重关注儿童数学学习的过程性能力尤为重要，而如何为儿童数学过程性能力的成长营造有利的学习环境，已成为当下一项关键的研究课题。

2.2. 人形机器人在儿童数学教育中的应用研究

相较于传统教具，人形机器人凭借其与人相似的外观、灵活的关节和强大的互动性，能够有效提高学习者的注意力、兴趣和学习表现。研究发现，人形机器人更易引发儿童的互动兴趣，儿童倾向与具有情感或目标导向行为的拟人化机器人进行互动(Goldman et al., 2023)。其在教育中的优势为教学活动带来了新的活力与可能性，进而展现出独特的应用价值。

在儿童数学教育方面，人形机器人不仅能帮助儿童理解复杂的数学概念、增强数学技能，还能在提高儿童注意力、行为能力等方面发挥积极作用。例如，Ramachandran et al. (2019)将NAO 机器人应用于儿童数学辅导，改善了儿童次优求助行为与学习效果；Keren 和 Fridin (2014)

利用 Nao 机器人开展游戏活动，吸引注意力，促进互动，儿童的几何思维能力和元认知任务表现得到了显著提高。然而，当人形机器人作为主要信息传递者时，学生易对其产生依赖，进而忽视对独立思考和问题解决能力培养(Williams et al., 2019)。同时，学前教育领域人形机器人的研究相对较少，其与传统教学课堂的有效结合以及能否完全胜任教师角色等方面仍有待探索。

因此，本研究拟将人形机器人以“教师”身份引入学前儿童数学课堂，旨在提出并实施基于机器人的游戏化教学方法，以促进儿童数学过程性能力的发展。

3.基于机器人的游戏化教学方法

本研究创新性地将人形智能机器人引入学前数学课堂，提出了以机器人为引导、学生为中心、教师为辅助的基于机器人的游戏化教学方法。该方法以 Fogg 行为模型(动机、能力、触发)为基础，将数学知识巧妙融入游戏情境，并借助人形机器人这一工具， 激发保持学生的数学学习兴趣，增强学生的数学过程性能力，进而提升学生的数学核心素养(丁利劲, 2023)。教学流程共包含 4 个阶段，分别是情景导入、探究新知、游戏环节、分享交流，如图 1 所示。

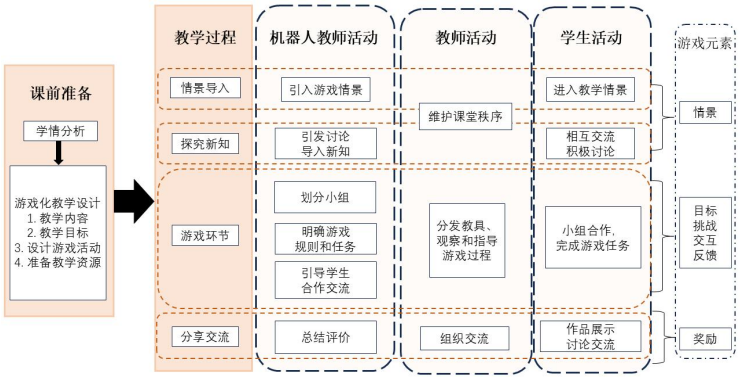


图 1 基于机器人的游戏化教学方法

(1)**情景导入阶段**：真实有趣的生活场景能助力儿童迅速融入教学情境。该阶段，教师是课堂秩序的维护者，基于人形机器人则需引导学生进入游戏情境，进而关联数学知识与生活场景，促使学生专注于学习内容，为后续探究学习奠定基础。以《几何变变变》为例，人形机器人创设“甜甜搬家”的游戏情景，并将搬家过程中遇到的各类生活问题与数学知识进行有机融合。例如，“院子里的树具有怎样的形态特征？其形态可以拆解为由哪些几何形状组合而成？”期间，教师承担起维护课堂秩序的职责。

(2)**探究新知阶段**：这一阶段，着重为儿童创造主动探索与互动的契机，促使其在动手、观察、思考中渐进式发现并理解新知识。教师的主要工作仍是维护课堂秩序，人形机器人负责借助情境问题，引导学生积极交流讨论，逐步掌握新知识。同样以《几何变变变》为例，这一阶段人形机器人引领儿童对搬家过程中出现的问题展开观察，并组织他们以交流讨论的方式探讨解决办法。例如，学生发现甜甜家的桌子因体积过大难以搬出，但如果能将桌子分解为两半呢？与此同时，教师来回走动观察，维护课堂秩序。随后，人形机器人在恰当的时机引入新的知识点，为后续的游戏内容做好铺垫。例如，“甜甜家的桌子是长方形，同学们仔细观察，长方形具有哪些特征呢？分成两半又是什么形状？”教学场景如图 2 所示。

图 2“探究新知”教学活动

(3)**游戏环节阶段**：此为整个教学流程的核心环节，儿童参与富有趣味性与互动性的活动，既能深化对新知识的理解，又可发展问题解决及推理证明能力。本阶段开始时，人形机器人应将学生进行分组，详细阐明游戏规则及任务，而后教师分发游戏工具。在游戏过程中，人形机器人引导学生进行合作交流，而教师则需做好观察指导工作，促使学生能够更有效流畅的合作完成游戏任务。例如在《几何变变变》的教学中，人形机器人将学生按照座位划分为4-6 人小组，并要求学生按照《几何拼图》任务单选择贴纸在几何拼图上进行粘贴。之后，教师为学生分发几何贴纸与拼图卡片。粘贴拼图过程中，学生反馈贴纸无法满足卡片需求，人形机器人引导小组展开讨论，共同探讨解决方案。此外，教师全程观察学生动态，适时提供帮助与指导，避免学生之间出现贴纸抢夺等情况。相关内容如图 3 所示。

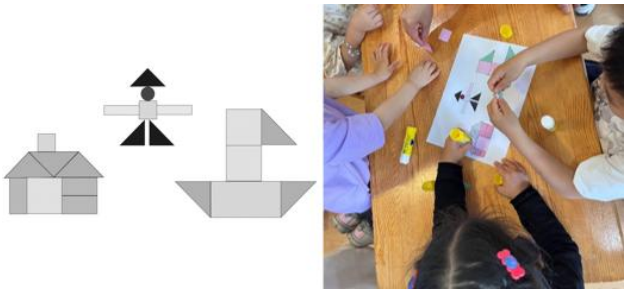


图 3 左侧《几何拼图》任务单，右侧“游戏环节”教学活动

(4)**分享交流阶段**：学生通过讨论交流或作品展示，有效进行知识的梳理内化，激发深层思考。在此阶段，人形机器人需总结课堂内容、评价学生表现，积极引导学生反思并鼓励建议。同时，教师应做好组织工作，保证学生的交流讨论有效展开。再次以《几何变变变》为例，学生将完成的拼图作品提交给教师，并按照提交顺序依次进行分享展示。在此过程中，人形机器人依据学生的成果表现给予积极反馈。课堂最后，人形机器人对三角形、长方形、正方形的特征、分解与组合进行系统总结，进一步深化学生对几何知识的理解。相关内容如图 4 所示。

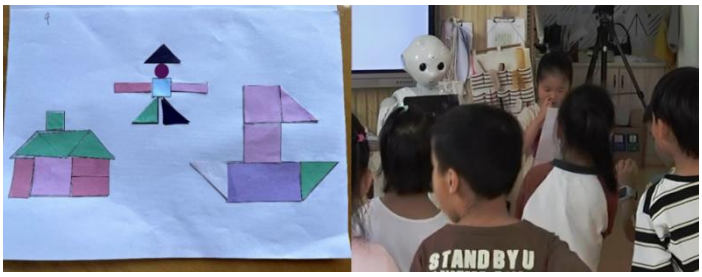


图 4 左侧学生完成的作品示例，右侧“分享交流”教学活动

4.实验设计

4.1. 参与者

本次教学实验的研究对象是浙江省温州市某幼儿园的 49 名 5 到 6 岁的儿童，随机划分为实验组和控制组。其中，实验组 24 人，采用基于人形机器人的游戏化教学方法；控制组 25 人，采用常规教学形式展开游戏教学方法。在研究启动前，教师向全体学生阐明了研究目的，确保所有参与均为自愿，并已事先获得其父母的书面同意。本研究严格遵循研究伦理要求，每个学生的个人信息将得到严格保护，研究得到了研究人员所在大学伦理委员会的批准(伦理审查编号：WZU-2024-093)。

4.2. 实验流程

本研究周期持续两个月，共 7 个课时，49 名学生参与此次教学实验。在第 1 节课，对实验对象的数学过程性能力进行前测。在前测数据经过分析无统计学差异的前提下，第 2~6 课，由人形机器人的游戏化教学方法；控制组实施常规游戏化教学方法。最后，在 7 节课进行后测。具体流程如图 5 所示：

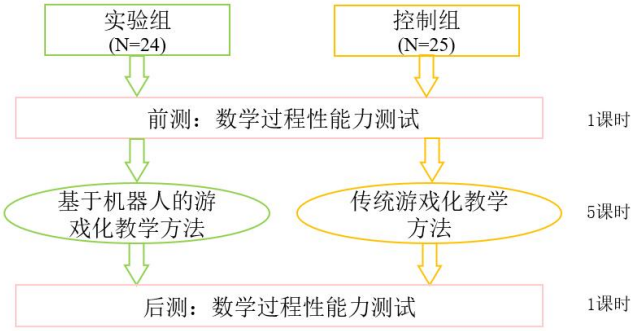


图 5 实验流程图

4.3. 研究工具

数学过程性能力量表本研究采用的量表是由周晶和郭力平(2018)对 5~7 岁儿童数学过程性能力研究编制的数学过程性能力检验表，该表分为数学交流、数学表征、数学推理与验证和数学关联四个维度。实验采用小组活动形式，4-6 名儿童组成活动小组参加数学活动分解与组合，对活动过程进行全程录像。

录像资料分析采用课堂师生互动行为编码系统，改编自方海光、高辰柱等人(2012)改进的弗兰德斯互动分析系统，该系统由教师言语、学生言语、沉寂、材料互动、机器人言语五部分组成。通过对课堂互动行为矩阵结果，分析其对儿童数学过程性能力的影响。

5.实验结果

5.1. 数学过程性能力

本研究验证了儿童数学过程性能力 ANCOVA 分析的前提条件。结果显示，数据(Shapiro-Wilk = 0.974, p =.333 > .05)满足正态性；变异数同质性检定(Levene’s test)，结果为 $F(1,47) = 1.710, p = .197 > .05$，即实验组与控制组的变异数是同质的；组内回归系数同质性检定(Homogeneity test)，结果为 $F(1, 45) = .959, p = .333 > .05$，即两组的组内回归系数是同质的；表 1 为儿童数学过程性能力的 ANCOVA 分析结果。分析结果显示，$F(1, 46) = 3.968, p = .052 > .05$，即两组儿童在数学过程性能力方面无显著差异。

表 1. 数学过程性能力 ANCOVA 分析结果

项目	Group	N	Mean	SD	Adjusted Mean	Adjusted SD	F	η^2
数学过程性能力	Experimental	24	1.24	.37	1.241	.067	3.968	.079
	Control	25	1.06	.33	1.055	.065		

5.2. 数学交流能力

本研究验证了儿童数学交流能力 ANCOVA 分析的前提条件。结果显示，数据(Shapiro-Wilk = 0.974, p =.345 >.05)满足正态性；变异数同质性检定(Levene’s test)，结果为 $F(1,47) = 1.087, p = .302 > .05$，即实验组与控制组的变异数是同质的；组内回归系数同质性检定(Homogeneity test)，结果为 $F(1, 45) = .039, p = .845 > .05$，即两组的组内回归系数是同质的；表 2 为儿童数学交流能力的 ANCOVA 分析结果。分析结果显示，$F(1, 46) = 4.424, p = .041 < .05$，即两组儿童在数学交流能力方面存在显著差异。

表 2. 数学交流能力 ANCOVA 分析结果

项目	Group	N	Mean	SD	Adjusted Mean	Adjusted SD	F	η^2
数学交流能	Experimental	24	1.42	.41	1.416	.096	4.424*	.088

力	Control	25	1.13	.52	1.134	.094		

$^{*}p < .05$

5.3. 数学表征能力

本研究验证了儿童数学表征能力 ANCOVA 分析的前提条件。结果显示，数据(Shapiro-Wilk = 0.976, p =.410 >.05)满足正态性；变异数同质性检定(Levene’s test)，结果为 $F(1,47) = .519$, $p = .475 > .05$，即实验组与控制组的变异数是同质的；组内回归系数同质性检定(Homogeneity test)，结果为 $F(1, 45) = .302$, $p = .585 > .05$，即两组的组内回归系数是同质的；表 3 为儿童数学表征能力的 ANCOVA 分析结果。分析结果显示，$F(1, 46) = 3.026$, $p = .089 > .05$，即两组儿童在数学表征能力方面无显著差异。

表 3. 数学表征能力 ANCOVA 分析结果

项目	Group	N	Mean	SD	Adjusted Mean	Adjusted SD	F	η^2
数学表征能力	Experimental	24	1.028	.56	1.028	.100	3.026	.062
	Control	25	.789	.41	.786	.098		

5.4. 数学推理和证明能力

本研究验证了儿童数学推理和证明能力 ANCOVA 分析的前提条件。结果显示，数据(Shapiro-Wilk = 0.979, p = .526 >.05)满足正态性；变异数同质性检定(Levene’s test)，结果为 $F(1,47) = 3.301$, $p = .076 > .05$，即实验组与控制组的变异数是同质的；组内回归系数同质性检定(Homogeneity test)，结果为 $F(1, 45) = .502$, $p = .482 > .05$，即两组的组内回归系数是同质的；表 4 为儿童数学推理和证明能力的 ANCOVA 分析结果。分析结果显示，$F(1, 46) = 1.093$, $p = .301 > .05$，即两组儿童在数学推理和证明能力方面无显著差异。

表 4. 数学推理和证明能力 ANCOVA 分析结果

项目	Group	N	Mean	SD	Adjusted Mean	Adjusted SD	F	η^2
数学推理和证明能力	Experimental	24	1.35	.53	1.371	.082	1.093	.023
	Control	25	1.27	.48	1.251	.080		

5.5. 数学关联能力

本研究验证了儿童数学关联能力 ANCOVA 分析的前提条件。结果显示，数据(Shapiro-Wilk = 0.963, p = .125 >.05)满足正态性；变异数同质性检定(Levene’s test)，结果为 $F(1,47) = .474$, $p = .494 > .05$，即实验组与控制组的变异数是同质的；组内回归系数同质性检定(Homogeneity test)，结果为 $F(1, 45) = .134$, $p = .716 > .05$，即两组的组内回归系数是同质的；表 5 为儿童数学关联能力的 ANCOVA 分析结果。分析结果显示，$F(1, 45) = .741$, $p = .394 > .05$，即两组儿童在数学关联能力方面无显著差异。

表 5. 数学关联能力 ANCOVA 分析结果

项目	Group	N	Mean	SD	Adjusted Mean	Adjusted SD	F	η^2
数学关联能力	Experimental	24	.86	.46	.863	.088	.741	.016
	Control	25	.76	.46	.758	.086		

6.讨论结论

6.1. 研究结果与讨论

鉴于已有文献表明人形智能机器人能够促进儿童学习，本文提出基于机器人的游戏化教学方法并未促进学前儿童的数学过程性能力，进一步分析发现，除了数学交流能力，数学表征能力、数学推理和证明能力、数学关联能力都没有明显变化。

针对研究问题 1，实验组儿童的数学过程性能力发展与对照组差别不大。这意味着，相较于传统的游戏化教学方法，基于机器人的游戏化教学方法并不能显著地促进儿童数学过程性能力的发展。这可能是因为传统教师能够凭借经验观察，根据学生反馈，灵活调整教学方法，而智能机器人却在这方面有所欠缺(董狄, 2019)。也可能是相较于基于人形机器人，儿童会对人类老师产生依恋，这种依恋为儿童提供安全感，促进儿童学习更多知识(Sharkey, 2016)。因此，虽然人形机器人在激发儿童好奇心、增进课堂趣味性等方面可能表现出色，但在促进儿童数学过程性能力的发展方面仍存在不足，需要进一步探索。

针对研究问题 2，实验组儿童在数学表征能力、数学推理和证明能力、数学关联能力这三个维度与控制组儿童表现相似，但在数学交流维度上却表现出显著优势。这意味着基于人形机器人能显著提升儿童的数学交流能力。这可能是由于机器人从不恼怒，更有耐心，并且与每个学生的交流都不带偏见(Konijn, 2020)，这为儿童的自主表达与积极互动扩展了空间。此外，人形机器人的言语互动相对有限，这可能导致会课堂上出现停顿或沉寂，反而为学生创造了更多表达沟通的机会，进而显著提升他们的数学交流能力。由此可以推断出，本研究设计的基于机器人的游戏化教学方法能够促进儿童数学交流能力的发展，进一步培育儿童的数学核心素养。

6.2. 研究限制与建议

首先，本研究的范围局限于温州市某幼儿园的两个班级，样本数量较少，这可能导致研究结果缺乏代表性，难以推广至更广泛的学生群体。其次，研究周期仅为两个月，且活动设计相对单一，这对儿童的长期学习效果评估存在限制。最后，本研究以班级为单位开展，未能充分考虑儿童个体之间存在的差异性，不利于学生个性化的成长。

基于上述研究结果与讨论，为后续相关研究提出以下建议：(1)未来研究应考虑扩大样本规模，以此提升人形机器人促进学生数学过程性能力及具体维度的可靠性；(2)后续研究应延长研究周期，并丰富数学教学活动设计，从而更全面地监测和评估人形机器人对幼儿数学教学的长期干预效果；(3)未来研究可重点关注不同儿童的个性化需求，设计具有针对性的个性化教学策略，进而优化数学教学效果，实现更好的教育目标。

参考文献

丁利敬(2023). 基于福格行为模型的大学生自主学习能力培养研究. **湖北第二师范学院学报**, **40(06)**, 74-78. https://bit.ly/3CizSwy

方海光、高辰柱和陈佳(2012). 改进型弗兰德斯互动分析系统及其应用. **中国电化教育**, **10**, 109-113. https://bit.ly/43qCQKn

杨芬(2023). 幼儿园数学教育游戏化的核心与实施路径. **学前教育研究**, **06**, 83-86. http://bit.ly/4ao1rkC

陈思曼和王春燕(2019). 幼儿数学能力发展现状与影响因素研究. **陕西学前师范学院学报**, **01**, 99-106. https://bit.ly/4g4cxfJ

张凝(2010). 数学过程能力：幼儿数学思维能力的具体体现. **幼儿教育：教育教学**, **10**, 34-35. doi:10.13861/j.cnki.sece.2023.06.002

周晶(2016). **5~7 岁儿童数学过程性能力的构成要素及应用性研究** [Unpublished doctoral dissertation]. 华东师范大学.

周晶和郭力平(2018). 5~7 岁儿童数学过程性能力构成要素探索与模型建构. **学前教育研究**, **02**, 12-24. doi:10.13861/j.cnki.sece.2018.02.002

胡英武(2020). 利用数独游戏培养大班幼儿数学过程性能力的实践. **金华职业技术学院学报**, **20(6)**, 37-40. https://bit.ly/4g5RBoA

钟柏昌和夏莉颖(2020). “人工智能+教育”背景下机器人支持数学学习的国际案例研究. **电化教育研究**, **12** , 113-121. doi:10.13811/j.cnki.eer.2020.12.016

董荻(2019). 人工智能与教育的融合——智能机器人在学前教育领域的应用. **教育教学论坛**, **31**, 1-2. https://bit.ly/4hgzVZb

戴晶静(2019). 在建构游戏中培养幼儿数学过程性能力. **动漫界幼教 365**, **36** , 2. https://bit.ly/4g2DJeV

Almousa, O., & Alghowinem, S. (2023). Conceptualization and development of an autonomous and personalized early literacy content and robot tutor behavior for preschool children. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, *33*(2), 261-291. doi:10.1007/s11257-022-09344-9

Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., & Tanaka, F. (2018). Social robots for education: A review. *Science robotics*, *3*(21), eaat5954. doi:10.1126/scirobotics.aat5954

Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., & Angelova, G. (2015). Gamification in education: A systematic mapping study. *Journal of educational technology & society*, *18*(3), 75-88. https://bit.ly/4jqNfvw

Goldman, E. J., Baumann, A. E., & Poulin-Dubois, D. (2023). Preschoolers’ anthropomorphizing of robots: Do human-like properties matter?. *Frontiers in Psychology*, *13*, 1102370. doi:10.3389/fpsyg.2022.1102370

Keren, G., & Fridin, M. (2014). Kindergarten Social Assistive Robot (KindSAR) for children’s geometric thinking and metacognitive development in preschool education: A pilot study. *Computers in human behavior*, 35, 400-412. doi:10.1016/j.chb.2014.03.009

Khalaf, S., Kilani, H., Razo, M. B., & Grigorenko, E. L. (2022). Bored, distracted, and confused: emotions that promote creativity and learning in a 28-month-old child using an iPad. *Journal of Intelligence*, *10*(4), 118. doi:10.3390/jintelligence10040118

Konijn, E. A., & Hoorn, J. F. (2020). Robot tutor and pupils’ educational ability: Teaching the times tables. *Computers & Education*, *157*, 103970. doi:10.1016/j.compedu.2020.103970

Konok, V., Liszkai-Peres, K., Bunford, N., Ferdinandy, B., Jurányi, Z., Ujfalussy, D. J., ... & Miklósi, Á. (2021). Mobile use induces local attentional precedence and is associated with limited socio-cognitive skills in preschoolers. *Computers in Human Behavior*, *120*, 106758. doi:10.1016/j.chb.2021.106758

Nunes, T., Bryant, P., Barros, R., & Sylva, K. (2012). The relative importance of two different mathematical abilities to mathematical achievement. *British Journal of Educational Psychology*, *82*(1), 136-156. doi:10.1111/j.2044-8279.2011.02033.x

Serafino, K., & Cicchelli, T. (2003). Cognitive theories, prior knowledge, and anchored instruction on mathematical problem solving and transfer. *Education and Urban society*, *36*(1), 79-93. doi:10.1177/0013124503257016

Sharkey, A. J. (2016). Should we welcome robot teachers?. *Ethics and Information Technology*, *18*, 283-297. doi:10.1007/s10676-016-9387-z

Williams, R., Park, H. W., & Breazeal, C. (2019, May). A is for artificial intelligence: the impact of artificial intelligence activities on young children's perceptions of robots. In *Proceedings of the 2019 CHI conference on human factors in computing systems* (pp. 1-11). doi:10.1145/3290605.3300677

Zhong, B., & Xia, L. (2020). A systematic review on exploring the potential of educational robotics in mathematics education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *18*(1), 79-101. doi:10.1007/s10763-018-09939-y

同伴评价的协作编程策略对不同计算思维水平学生编程学习成绩及问题解决倾向的影响研究

A study of the effects of peer-assessed collaborative programming strategies on programming academic performance and problem-solving tendencies of students with different levels of computational thinking

荣健康[1]，刘海英[1]，曾秋蓉[2]，李伟[1*]，刘城烨[3]，黄佶艺[4]
[1]温州大学 STEM 教育研究中心
[2]中华大学资讯工程学系
[3]香港中文大学课程与教学系
[4]温州市瓯海区瞿溪第一小学
*liweiwzu@wzu.edu.cn

【摘要】协作编程旨在通过合作学习提升学生的编程成绩，但在协作过程中可能出现搭便车现象。为此，本研究提出了一种结合同伴评价的协作编程学习方法，探讨其对不同计算思维水平学生的学习成绩和问题解决倾向的影响。实验组采用结合同伴评价的协作编程学习方法，对照组采用常规协作编程学习方法。研究结果表明，不同计算思维水平的学生与学习方法在学习成绩和问题解决倾向方面均存在显著的交互作用，其中结合同伴评价的协作编程学习方法对高计算思维水平学生更具显著促进作用。
【关键词】同伴评价；协作编程；计算思维

Abstract： *Collaborative programming aims to improve students' programming performance through cooperative learning, but free-riding may occur during the collaborative process. For this reason, this study proposes a collaborative programming learning method incorporating peer assessment to explore its effects on the academic performance and problem solving tendencies of students with different levels of computational thinking. The experimental group used the collaborative programming learning method incorporating peer assessment, and the control group used the conventional collaborative programming learning method. The results of the study show that there are significant interactions between students with different levels of computational thinking and the learning method in terms of academic performance and problem-solving tendency, in which the collaborative programming learning method with peer assessment has a more significant effect on students with high levels of computational thinking.*
Keywords: Peer evaluation, collaborative programming, computational thinking

1.引言

随着信息技术的发展，编程在 K-12 教育中受到越来越多的关注，被认为是数字时代培养劳动力人才的关键(Sabarinath & Quek, 2020)。学习编程不仅可以使学生获得知识，而且在他们的高阶思维表现方面也有好处(Li et al., 2023; Strawhacker & Bers, 2019)。然而，对于大多数学生来说，学习计算机编程是一项具有挑战性的任务(Grover et al., 2017)。编程作为一种逻辑和解决问题的活动，需要复杂的思维技能，学生往往很难独立完成(Shadiev et al., 2014)。而协作编程作为一种教学方式，可以让学生在编程过程中通过交流讨论编程程序和任务来解决编程中遇到的问题(吴忭 & 王戈, 2019)。

然而，在协作编程过程中，一些学生可能会努力解决问题，而另一些学生可能不愿意主动参与小组项目(Chang & Chen, 2009)。这对勤奋的学生是不公平的，并导致学生对小组作业感到不满(Freeman & McKenzie, 2002)。同时教师很难密切监控小组中每个学生的努力，因此，教师无法评估每个学生的贡献(Boud & Holmes, 1981)。如何在小组中评估学生的表现是一个需要解决的重要问题。当面对大量学生时，同伴评价可以解决教师评估学生作业的能力有限的问题，并及时提供详细的评价(Comer et al., 2014)。同伴评价是学生评估同伴的表现或成就的过程(Topping et al., 2010)。该方法是学生或同伴群体的定性评论，并通过鼓励反思和评估同伴的表现，从而有益于学生的学习(Harris & Brown, 2013)。同伴评价作为一种教学策略，可以使学生增强自己的反思能力，另一方面学生可以认识到自己的缺点(Ion et al., 2018)。

不同计算思维水平的学生可能在实际表现上有差异。具有较高计算思维水平的学生往往能够更有效地分析问题并提出创新性的解决方案，他们可能表现出更高的学习成绩，因为他们能够更快速地理解和实施复杂的编程任务(Jun et al., 2017)。计算思维水平较低的学生可能更倾向于依赖传统的、较为机械的解决方法，需要更多的指导和支持(Zhang et al., 2024)。尽管越来越多的研究探索了 K-12 教育中学生的计算思维和相关变量，但在同一个学习策略的影响下，不同计算思维水平的学生可能会获得不同程度的好处。同时关于同伴评价的研究主要集中在同伴评价的有效性等方面，而与计算思维的交互影响却鲜少研究。因此，本研究旨在探究计算思维倾向与同伴评价的交互对学生协作编程的学习成绩和问题解决倾向的影响。

2.方法

为了评估同伴评价的协作编程学习方法的有效性，我们在台湾一所国中开展了准实验研究，探究该方法对不同计算思维水平学生学习成绩和问题解决倾向的影响。

2.1.试验对象

本研究以台湾 156 名初中三年级的学生为研究对象，平均年龄为 15 岁，他们来自 12 个不同的班级。其中，六个班的 79 名学生被随机分配为实验组，采用结合同伴评价的协作编程方法进行学习。另外六个班的 77 名学生被分配为对照组，采用常规的协作编程方法进行学习。

2.2.实验设计

本实验共持续了 10 周时间，每周 1 节课，每节课 45 分钟。本研究的学习系统参考了 Li et al. (2024)学者的研究。该系统包括协作学习模块、同伴评价模块。协作学习模块包含参与讨论机制、合作规则流程图机制、合作编写代码机制。同伴评价模块包含自评机制、组内互评机制和组间互评机制（评价标准见图 1）。图 2 显示了实验过程。在第 1 周，实验组和对照组的学生用 30 分钟参加学习成绩前测，计算思维倾向和问题解决倾向的前问卷，从第 2 周开始，对照组的学生通过协作学习模块，在聊天室讨论学习任务，合作完成流程图的绘制和代码的编写。实验组的学生另外使用同伴评价模块按照评价标准进行自我评价、组内互评和组间互评。在第 10 周，所有学生完成学习成绩后测，计算思维倾向和问题解决倾向的后问卷。

評量尺規

評價維度	配分	評價標準描述	非常好	好	一般	較差	非常差
正確性	40	運行流暢，結果正確，沒有語法錯誤。能準確的繪出解決問題的步驟。	5	4	3	2	1
邏輯性	40	結構清晰，邏輯正確，可有條理地呈現出解決問題的過程。	5	4	3	2	1
可讀性	20	命名及符號符合規範，容易理解。	5	4	3	2	1

图 1 评价维度及评价标准描述

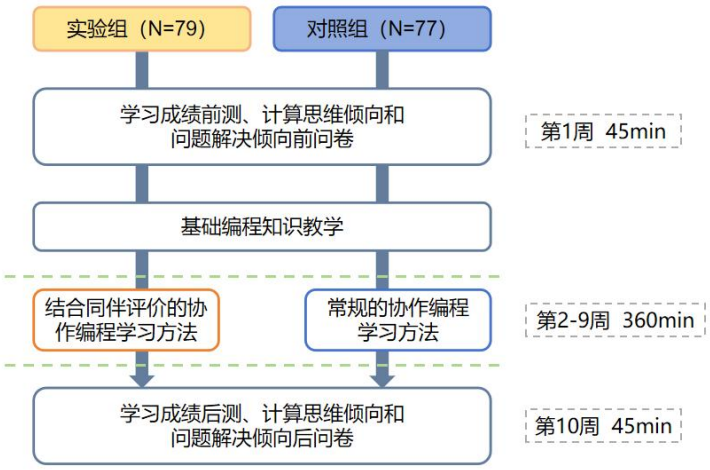


图 2 学习活动实验流程图

2.3. 测量工具

本研究使用的测量工具包括学习成绩前后测试题、计算思维倾向和问题解决倾向前后问卷。

学习成绩前测试题的目的是检验参与实验的学生关于 python 编程的先前知识水平，后测试题是为了考察学生在整个协作编程过程中所获得的学习收益。前、后测试题均为 10 道选择题，每道题 10 分，总分为 100 分。两份测试题都是由具有丰富教学经验的信息技术教师进行设计和修改。

计算思维倾向问卷改编自 Hwang et al. (2020)开发的方法。该问卷采用 5 点李克特量表（1=完全不同意；5=完全同意）。

问题解决倾向问卷改编自 Lai and Hwang (2014)开发的方法。该问卷采用 5 点李克特量表（1=完全不同意；5=完全同意）。

3. 实验结果

本研究采用了一个结合同伴评价的协作编程学习系统来支持学生的编程学习。分析采用了 two-way ANCOVA 方法。参考研究人员(Chen & Lin, 2014; Kelley, 1939)，高计算思维水平组为前测前 33%的学生，低计算思维水平组为前测后 33%。表 1 为描述性统计分析结果。

表 1 学习成绩描述性统计表

组别	计算思维高低	平均值	标准差	个数
对照组	高	58.89	22.14	36
	低	65.12	15.02	41
实验组	高	68.95	17.98	38
	低	63.66	21.42	41

3.1. 学习成绩

为了探究同伴评价对不同计算思维倾向学生学习成绩的影响，本研究采用了双因素协方差分析方法（two-way ANCOVA）。结果如表 2 所示，计算思维水平和学习方法对学生的学习成绩的影响存在显著的交互作用($F = 4.22$, $p = 0.043$)。

表 2 学习成绩双因素协方差结果

变量	离均差平方和	自由度	均方	F	η^2
学习成绩前测	2634.61	1	2634.61	7.39***	0.05
学习方法	737.36	1	737.36	2.07	0.01
计算思维倾向	3.68	1	3.68	0.01	0
学习方法*计算思维倾向	1506.03	1	1506.03	4.22*	0.03

误差	53854.45	151	356.65	

*$p < 0.05$, ***$p < 0.001$

为了探究不同计算思维水平对采用不同学习方法学习的学生学习成绩的影响，因此进一步采用了简单主效应分析方法。结果如表 3 所示，实验组中不同计算思维水平的学生的学习成绩不具有显著差异($F = 1.94$, $p = 0.13$）。同样，对照组中不同计算思维水平的学生的学习成绩也不具有显著差异($F = 2.30$, $p = 0.17$）。因此，结果显示在协作编程中采用同伴评价时，不同计算思维水平学生的学习成绩不具有显著差异。

表 3 计算思维倾向对学生学习成绩的简单主效应分析结果

变量		离均差平方和	自由度	均方	F	η^2
实验组	组内	690.53	1	690.53	1.94	0.01
	组间	53854.45	151	356.65		
	共计	54544.98	152			
对照组	组内	819.68	1	819.68	2.30	0.02
	组间	53854.45	151	356.65		
	共计	54674.13	152			

*$p < 0.05$

表 4 显示了学习方法对不同计算思维水平学生学习成绩影响的简单主效应分析结果。结果发现，高计算思维水平的学生在学习过程中采用不同学习方法，其学习成绩具有显著差异($F = 5.80$, $p = 0.01$）。而低计算思维水平的学生在学习过程中采用不同学习方法，不具有显著差异($F = 0.2$, $p = 0.65$）。结果表明，采用不同的学习方法对高计算思维水平的学生比低计算思维水平的学生的学习成绩影响大。

表 4 学习方法对学生学习成绩的简单主效应分析结果

变量		离均差平方和	自由度	均方	F	η^2
高	组内	2068.64	1	2068.64	5.80*	0.04
	组间	53854.45	151	356.65		
	共计	55923.09	152			
低	组内	72.28	1	72.28	0.2	
	组间	53854.45	151	356.65		
	共计	53926.73	152			

*$p < 0.05$

图 3 显示了不同的学习方法和不同计算思维水平与学生学习成绩之间的交互作用。结果表明，使用同伴评价的协作编程方法学习的学生学习成绩显著优于使用常规协作编程方法学习的学生。此外，高计算思维水平中的实验组的学习成绩要优于对照组，而低计算思维水平的学生，两组之间学习成绩差异不显著。

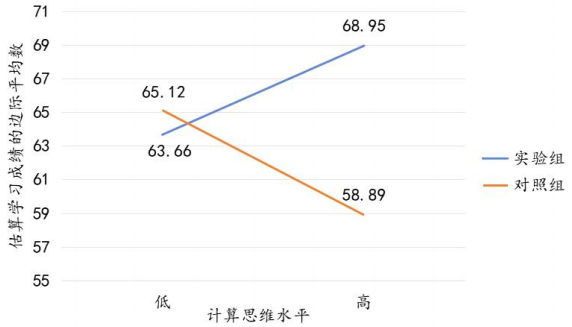


图 3 学习方法与计算思维水平对学习成绩的交互作用

3.2. 问题解决倾向

为了探究同伴评价对不同计算思维水平学生问题解决倾向的影响，本研究采用了双因素协

方差分析方法（two-way ANCOVA）。结果如表 5 所示，计算思维水平和学习方法对学生的问题解决倾向的影响存在显著的交互作用($F = 4.45$, $p = 0.036$)。

表 5 问题解决倾向双因素协方差结果

变量	离均差平方和	自由度	均方	F	η^2
问题解决倾向前	2.18	1	2.18	10.49***	0.05
学习方法	4.04	1	4.04	19.45***	0.10
计算思维倾向	2.52	1	2.52	12.15***	0.06
学习方法*计算思维倾向	0.92	1	0.92	4.45*	0.02
误差	31.33	151	0.21		

*$p < 0.05$, ***$p < 0.001$*

为了探究不同计算思维水平学生对采用不同学习方法学习的学生的问题解决倾向的影响，因此进一步采用了简单主效应分析方法。结果如表 6 所示，实验组中不同计算思维水平的学生问题解决倾向具有显著差异（$F = 16.50$, $p = 0.001$）。另一方面，对照组中不同计算思维水平的学生问题解决倾向不具有显著差异（$F = 0.99$, $p = 0.32$）。因此，结果显示在协作编程中采用同伴评价时，不同计算思维水平学生的问题解决倾向具有显著差异。

表 6 计算思维倾向对学生问题解决倾向的简单主效应分析结果

变量		离均差平方和	自由度	均方	F	η^2
实验组	组内	3.42	1	3.42	16.50***	0.1
	组间	31.33	151	31.33		
	共计	33.75	152			
对照组	组内	0.2	1	0.2	0.99	0.01
	组间	31.33	151	31.33		
	共计	31.53	152			

*$p < 0.05$, ***$p < 0.001$*

表 7 显示了学习方法对不同计算思维水平学生问题解决倾向影响的简单主效应分析结果。结果发现，高计算思维水平的学生，采用不同学习方法进行学习，其问题解决倾向具有显著差异($F = 20.13$, $p = 0.001$）。而低计算思维水平的学生采用不同的学习方法学习，问题解决倾向不存在显著差异($F = 2.72$, $p = 0.10$）。结果表明，采用不同的学习方法对高计算思维水平的学生比低计算思维水平的学生的问题解决倾向影响大。

表 7 学习方法对学生问题解决倾向的简单主效应分析结果

变量		离均差平方和	自由度	均方	F	η^2
高	组内	4.18	1	4.18	20.13***	0.12
	组间	31.33	151			
	共计	35.51	152			
低	组内	0.57	1	0.57	2.72	0.02
	组间	31.33	151			
	共计	31.90	152			

***$p < 0.001$*

图 4 显示了不同的学习方法和不同计算思维水平对学生的问题解决倾向的交互作用。结果表明，使用同伴评价的协作编程方法学习的学生问题解决倾向显著优于使用常规协作编程方法学习的学生。此外，高计算思维水平中的实验组的问题解决倾向要显著优于对照组，而低计算思维水平中的实验组和对照组的学生，问题解决倾向无显著差异。

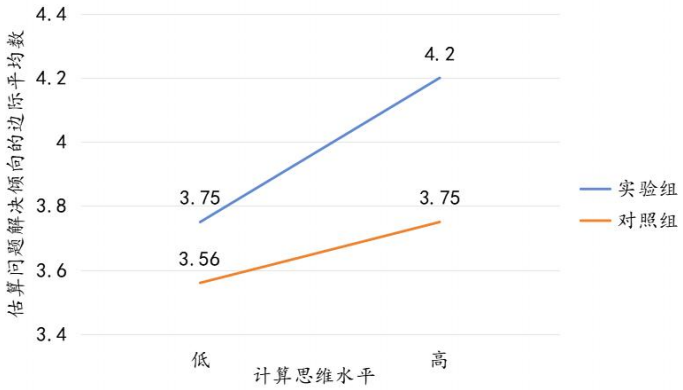


图 4 学习方法与计算思维水平对问题解决倾向的交互作用

4.讨论与结论

本研究探讨了同伴评价策略对不同计算思维水平学生学习成绩及问题解决倾向的影响，结果显示采用同伴评价的协作编程方法对不同计算思维水平学生的学习成绩和问题解决倾向均存在交互，且能够显著提高高计算思维水平学生的学习成绩和问题解决倾向。

4.1.同伴评价的协作编程学习方法如何影响不同计算思维水平学生的学习成绩？

在学习成绩方面，同伴评价的协作编程学习方法对不同计算思维水平的学生存在显著的交互作用，尤其能显著提高高计算思维水平学生的学习成绩，而对于低计算思维水平学生的学习成绩提升效果则相对有限。高计算思维水平学生所具备的抽象思维、算法处理和系统思考能力，使他们能够轻松理解编程语言的抽象概念(Grover & Pea, 2013)。同伴评价环节要求学生评价同伴的作品，这使他们能够在评价过程中进一步深化对编程知识的理解，从而提高了他们的积极性和学习效果(Yin et al., 2022)。

然而，对于低计算思维水平的学生而言，他们在理解编程概念、构建算法逻辑等方面存在较大困难(Kalelioğlu, 2015)。同伴评价过程中需要分析和评价的作品对他们来说可能增加了额外的认知负担，而难以像高计算思维水平学生那样从中获得有效的学习助力。

4.2.同伴评价的协作编程学习方法如何影响不同计算思维水平学生的问题解决倾向？

在问题解决倾向方面，同伴评价的协作编程学习方法对不同计算思维水平的学生存在交互作用，尤其能显著提高高计算思维水平学生的问题解决倾向。高计算思维水平的学生具有更强的抽象和推理能力(Sun et al., 2022)，他们会更有逻辑的思考以及寻找最合适的方法解决编程中遇到的问题(Yadav et al., 2014)。同伴评价环节需要学生分析同伴的作品并提出适当的解决方案(Voon et al., 2022)，高计算思维水平的学生通过参与同伴作品的分析和评价，能够有效激发其逻辑推理能力和问题解决能力(刘敏 & 汪琼, 2022)。

然而，对于低计算思维水平的学生而言，他们的逻辑分析能力不足，在解决编程问题时会感到困难(Rojas-López & García-Peñalvo, 2019)。同伴评价需要他们能够识别同伴程序中的问题和给出相应的建议，这对他们来说也是一种挑战。他们可能只关注到同伴程序存在的浅层问题(吴忭 & 王戈, 2019)，而不能给出有效的建设性意见，因此不利于问题解决能力的提高。

本研究结合同伴评价的协作编程学习方法，结果表明，对学生的学习成绩和问题解决倾向均有不同程度影响，尤其是对高计算思维水平的学生有显著积极影响，但对低计算思维水平学生的影响较小。当前研究的结果也存在着一定的局限性。首先，同伴评价的协作编程学习方法对高计算思维水平学生的积极作用高于低计算思维水平的学生，未来可以针对不同计算思维水平的学生在系统中设计不同学习脚手架支持。其次，未量化互评参与频次，代码修改次数等动态学习行为，未来可以增加这方面的研究。最后，本研究只关注了同伴评价的协作编程学习方法对不同计算思维水平学生的学习成绩和问题解决倾向，未来可以关注更多方面。

参考文献

刘敏, & 汪琼. (2022). 结对编程:中小学编程教育的首选教学组织形式. *现代教育技术*, *32*(3), 102-109. https://doi.org/10.3969/j.issn.1009-8097.2022.03.011

吴忭, & 王戈. (2019). 协作编程中的计算思维发展轨迹研究——基于量化民族志的分析方法. *现代远程教育研究*(02), 76-84+94. https://link.cnki.net/urlid/51.1580.G4.20190322.1631.006

Boud, D. J., & Holmes, W. H. (1981). Self and peer marking in an undergraduate engineering course. *IEEE Transactions on Education*, *24*(4), 267-274.

Chang, T.-Y., & Chen, Y.-T. (2009). Cooperative learning in E-learning: A peer assessment of student-centered using consistent fuzzy preference. *Expert Systems with Applications*, *36*(4), 8342-8349. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.10.050

Chen, C.-M., & Lin, S.-T. (2014). Assessing effects of information architecture of digital libraries on supporting E-learning: A case study on the Digital Library of Nature & Culture. *Computers & Education*, *75*, 92-102. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.02.006

Comer, D. K., Clark, C. R., & Canelas, D. A. (2014). Writing to learn and learning to write across the disciplines: Peer-to-peer writing in introductory-level MOOCs. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, *15*(5), 26-82.

Freeman, M., & McKenzie, J. (2002). SPARK, a confidential web‐based template for self and peer assessment of student teamwork: benefits of evaluating across different subjects. *British journal of educational technology*, *33*(5), 551-569.

Grover, S., Basu, S., Bienkowski, M., Eagle, M., Diana, N., & Stamper, J. (2017). A Framework for Using Hypothesis-Driven Approaches to Support Data-Driven Learning Analytics in Measuring Computational Thinking in Block-Based Programming Environments. *ACM Transactions on Computing Education*, *17*(3), 1-25. https://doi.org/10.1145/3105910

Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K‐12: A review of the state of the field. *Educational researcher*, *42*(1), 38-43. https://doi.org/10.3102/0013189X12463051

Harris, L. R., & Brown, G. T. (2013). Opportunities and obstacles to consider when using peer-and self-assessment to improve student learning: Case studies into teachers' implementation. *Teaching and Teacher Education*, *36*, 101-111. https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.07.008

Hwang, G.-J., Li, K.-C., & Lai, C.-L. (2020). Trends and strategies for conducting effective STEM research and applications: A mobile and ubiquitous learning perspective. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, *14*(2), 161-183. https://doi.org/10.1504/IJMLO.2020.106166

Ion, G., Sánchez Martí, A., & Agud Morell, I. (2018). Giving or receiving feedback: which is more beneficial to students' learning? *Assessment & Evaluation in Higher Education*, *44*(1), 124-138. https://doi.org/10.1080/02602938.2018.1484881

Jun, S., Han, S., & Kim, S. (2017). Effect of design-based learning on improving computational thinking. *Behaviour & Information Technology*, *36*(1),43-53.https://doi.org/10.1080/0144929X.2016.1188415

Kalelioğlu, F. (2015). A new way of teaching programming skills to K-12 students: Code. org. *Computers in human behavior*, *52*, 200-210. https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.05.047

Kelley, T. L. (1939). The selection of upper and lower groups for the validation of test items. *Journal of educational psychology*, *30*(1), 17. https://doi.org/10.1037/h0057123

Lai, C. L., & Hwang, G. J. (2014). Effects of mobile learning time on students' conception of collaboration, communication, complex problem‐solving, meta‐cognitive awareness and creativity. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, *8*(3-4), 276-291. https://doi.org/10.1504/IJMLO.2014.067029

Li, W., Huang, J.-Y., Liu, C.-Y., Tseng, J. C., & Wang, S.-P. (2023). A study on the relationship between student'learning engagements and higher-order thinking skills in programming learning. *Thinking Skills and Creativity*, *49*, 101369. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101369

Li, W., Liu, C. Y., & Tseng, J. C. (2024). Development of a metacognitive regulation‐based collaborative programming system and its effects on students' learning achievements, computational thinking tendency and group metacognition. *British Journal of Educational Technology*, *55*(1), 318-339. https://doi.org/10.1111/bjet.13358

Rojas-López, A., & García-Peñalvo, F. J. (2019). Initial learning scenarios based on the computational thinking evaluation for the course Programming fundamentals at INACAP. Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality.https://doi.org/10.1145/3362789.3362802

Sabarinath, R., & Quek, C. L. G. (2020). A case study investigating programming students' peer review of codes and their perceptions of the online learning environment. *Education and Information Technologies*, *25*(5), 3553-3575.

Shadiev, R., Hwang, W.-Y., Yeh, S.-C., Yang, S. J. H., Wang, J.-L., Han, L., & Hsu, G.-L. (2014). Effects of Unidirectional vs. Reciprocal Teaching Strategies on Web-Based Computer Programming Learning. *Journal of Educational Computing Research*, *50*(1), 67-95. https://doi.org/10.2190/EC.50.1.d

Strawhacker, A., & Bers, M. U. (2019). What they learn when they learn coding: Investigating cognitive domains and computer programming knowledge in young children. *Educational technology research and development*, *67*, 541-575.

Sun, L., Hu, L., & Zhou, D. (2022). Programming attitudes predict computational thinking: Analysis of differences in gender and programming experience. *Computers & Education*, *181*, 104457. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104457

Topping, K. J., Smith, E. F., Swanson, I., & Elliot, A. (2010). Formative Peer Assessment of Academic Writing Between Postgraduate Students. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, *25*(2), 149-169. https://doi.org/10.1080/713611428

Voon, X. P., Wong, S. L., Wong, L. H., Khambari, M. N. M., & Abdullah, S. I. S. S. (2022). Role of peer assessment in facilitating computational thinking among pre-service teachers.

Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S., & Korb, J. T. (2014). Computational thinking in elementary and secondary teacher education. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, *14*(1), 1-16. https://doi.org/10.1145/2576872

Yin, S., Chen, F., & Chang, H. (2022). Assessment as Learning: How Does Peer Assessment Function in Students' Learning? *Frontiers in Psychology*, *13*, 912568.https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.912568

Zhang, W., Guan, Y., & Hu, Z. (2024). The efficacy of project-based learning in enhancing computational thinking among students: A meta-analysis of 31 experiments and quasi-experiments. *Education and Information Technologies*, 1-33.

導入社會共享調節促進運算思維發展的程式設計合作學習策略與平台開發

Development, Application, and Effectiveness Analysis of a Collaborative Programming Learning Platform Incorporating Socially Shared Regulation

吳季穎[1]，郭育誠[2]，盧昱達[1]，李偉[3]，曾秋蓉[1*]
[1]中華大學資訊工程學系
[2] 中華大學工程科學博士學位學程
[3]溫州大學教師教育學院
[*]judycrt@chu.edu.tw

【摘要】 運算思維是21世紀核心素養之一，程式設計作為培養運算思維的主要途徑，其學習成效將直接影響學生的運算思維能力。研究指出，合作學習能提升程式設計的學習成效，但在教學現場仍有小組成員貢獻不均與互動不足的挑戰。為此，本研究將社會共享調節導入程式設計合作學習過程中，並開發「導入社會共享調節之程式設計合作學習平台」，以強化小組內的互動、監控與反思機制。實驗結果顯示，該策略能有效解決小組協作的問題，並顯著提升了學生的運算思維。未來將進一步探討學習成就及其他面向，進一步評估此學習策略對程式設計合作學習成效之影響。

【關鍵字】 運算思維；程式設計；合作學習；社會共享調節

Abstract: *Computational thinking is a core literacy in the 21st century, and programming plays a crucial role in its cultivation. While cooperative learning enhances programming effectiveness, challenges such as uneven contributions and limited interactions persist. This study integrates Socially Shared Regulation (SSR) into collaborative programming and develops the "Collaborative Programming Learning Platform Incorporating Social Shared Regulation" to improve interaction, monitoring, and reflection. Experimental results indicate that this approach effectively addresses collaboration issues and significantly enhances computational thinking. Future research will focus on learning achievement and other aspects to further verify the effectiveness of this learning strategy on collaborative programming.*

Keywords: Computational Thinking; Programming; Collaborative Learning; Socially Shared Regulation

1.簡介

運算思維（Computational Thinking）是21世紀學生必備的核心技能，涵蓋問題解決、系統設計及理解人類行為的能力 (Wing, 2006)。隨著人工智慧與自動化技術的快速發展，許多國家已將運算思維納入K-12教育體系，強調從小培養學生的程式設計與數位素養。然而，如何有效地培養學生的運算思維，特別是在程式設計學習中，仍然是教育領域面臨的重要挑戰。儘管程式設計被認為是發展運算思維的主要途徑之一，但其高複雜性和挑戰性常令學生產生挫折感。因此，探索有效的教學策略來支持學生學習程式設計，已成為亟待解決的問題。

合作學習被視為提升學生程式設計學習成效的重要方法，不僅能減少學生的消極情緒，還能增強自我效能感 (Garcia, 2021)。然而，僅提供合作學習的形式並不足以保證良好的學習效果。在實際教學中，小組互動不足與成員貢獻不均的問題常導致學習效果不彰。部分成員可能缺乏參與意願或明確的目標分工，而影響整體任務的完成效率與質量。此外，若無有效的群體調節機制，小組互動容易流於形式化，難以實現知識共享與協同建構的目標。因此，合作學習不僅需要強調個體參與，更應通過策略性干預來促進小組協調與合作，確保學習活動的有效進行。

為解決合作學習中小組互動不足與成員貢獻不均的問題，本研究將社會共享調節（Socially Shared Regulation, SSR）導入程式設計合作學習。SSR 強調小組成員共同參與學習目標設定、行為調節與成果反思，促進高效互動與協作，以提升學習成效。本研究基於此開發「導入社會共享調節之程式設計合作學習平台」，以強化小組內的互動、監控與反思機制。本研究以國小六年級學生進行教學實驗，將學生分為採用 SSR 策略的實驗組與採用一般合作學習策略的控制組。藉由分析實驗數據，提供未來在教學現場導入此創新教學策略的建議。

2.文獻探討

2.1.運算思維

在資訊化時代，運算思維被視為 21 世紀學生的基本素養和關鍵技能。Wing (2006)將運算思維定義為解決問題、設計系統和理解人類行為，並強調應像電腦科學家一樣思考。雖然其定義尚未完全確定，但普遍認為它是一種思維過程 (Wing, 2006)，核心的要素包括：解析 、抽象化、演算法設計、除錯、一般化等 (Shute et al., 2017)。

教育家主張運算思維應為通用思維方式，而非僅限於資訊科學家 (Wing, 2006)。有學者指出，它與創造力、批判性思維和解決問題能力同等重要，並在多學科中不可或缺(Shute et al., 2017)。Wing (2006) 更提到運算思維應納入 K-12 課程核心，並呼籲探索有效的教學方法。

2.2.程式設計教學

程式設計被視為發展運算思維的重要手段 (Wing, 2006)，也是展現運算思維技能的良好方式。透過程式設計，學生能學習分解問題、設計解決方案並以邏輯順序執行，同時強調演算法的設計與應用，不僅培養邏輯推理與系統化思考能力，還激發創造力 (Shute et al., 2017)。此外，程式設計提供動態學習環境，讓學生在試錯中深化理解並反思。

然而，學習程式設計對初學者充滿挑戰。學生需克服語法與語意困難，並學會整合語句為完整程式。程式設計具有層次化特性，未掌握基礎的學生難以進一步學習，增加其學習難度。這些挑戰導致許多學生在自學過程中因挫敗而放棄。

因此，協助學生克服學習困難成為程式設計教育的重要議題。為減輕認知負荷並激發學習熱情，研究建議採用合作學習方式，透過團隊互助提升學習效果，幫助學生更有效地掌握程式設計技能。

2.3.合作學習

合作學習是一種透過小組成員討論與協作解決問題來建構知識的教學策略，研究顯示其能顯著提升個人與團體的學習成效，特別是在程式設計教學中表現尤為突出。透過交流、分享與衝突解決，學習者不僅能突破自我，還能減輕認知負荷並提升學習成果。然而，僅組建小組並無法保證有效的互動與協作，若群體調節不足或成員出現社會性懈怠，可能導致參與度下降與互動表面化。這些問題進一步削弱了合作學習的成效 (Järvelä et al., 2016)。

為提升合作學習效益，研究建議提供以社會共享調節為基礎的鷹架，協助小組共同制定計畫、監督進展並反思成果。此策略可改善合作學習中互動不足與貢獻不均等問題，並深化與結構化小組協作過程，有效提升學生學習成效。

2.4.社會共享調節

社會共享調節是調節學習的一種，指學習者為達最佳效果調整策略、行為與情緒 (Ben-Eliyahu, 2019)。隨小組合作學習興起，群體監控與社會調節愈加重要。此高階社會互動過程通過計畫、監控與反思，顯著提升小組與個人學習成效，在程式設計學習中特別有效(Zhou & Tsai, 2023)。然而，學生合作中少自發進行此調節，需透過積極互動實現目標設定與監控。

有鑑於社會共享調節對學習成效之助益，本研究提出創新策略，將社會共享調節導入程式設計合作學習，並開發專屬平台，強化互動與反思，以提升程式設計合作學習成效。

3.導入社會共享調節之程式設計合作學習策略與系統開發

3.1.導入社會共享調節之程式設計合作學習策略

Malmberg et al. (2017)的研究指出:社會共享調節包括計畫與目標制定、監控、策略實施及評估。本研究基於此，提出「導入社會共享調節的程式設計合作學習策略」，如圖 1 所示，將社會共享調節策略（藍色部分）導入程式設計合作學習過程中（綠色部分）。

以下是該學習策略的步驟簡述：1. 設定目標：小組成員討論並擬定任務解決方法，並確立學習目標和計劃；2.合作學習：經由討論與腦力激盪尋找最佳方案，繪製流程圖，並分工撰寫程式碼，進行測試與改進；3.反思與作品完善：對任務過程和表現進行評價與反思，調整未來任務的目標與計劃來提升效率。透過小組監控機制與引導系統，學生可即時掌握學習進度與解決問題，並在協同學習中培養目標設定、規劃、合作與自我反思能力，進而提升運算思維與問題解決能力。

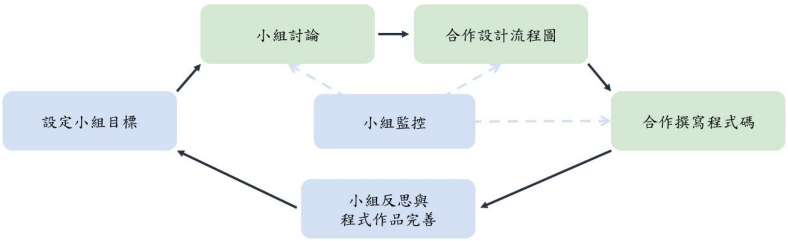


圖 1 導入社會共享調節的程式設計合作學習策略

3.2.導入社會共享調節之程式設計合作學習平台開發

本研究開發「導入社會共享調節之程式設計合作學習平台」，系統架構（如圖 2）包括九個功能模組，例如身份驗證模組、學習任務佈置模組、社會共享調節模組與合作學習模組等。教師登入系統後，可創建課程、分組學生、發布學習任務，並編輯社會共享調節題目。學生登入後，系統將帶領完其成學習任務。首先透過小組充分討論小組目標。接著進行合作規劃與程式撰寫。在此過程中，學習監督機制會監督學生的學習。完成任務後，系統將引導學生進行學習反思。教師可以透過教師評價模組評分及評語回饋，或利用學習歷程分析模組了解學生的學習情況。學生則可藉由學習表現視覺化分析模組查看教師給予的評分和評語。

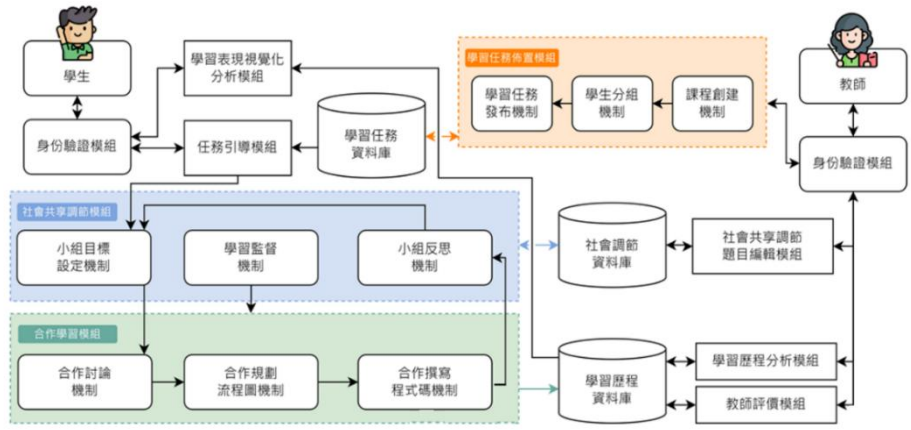


圖 2 系統架構圖

4.實驗設計與實施

4.1.研究架構

本研究以台灣新竹市某國小六年級學生做為研究對象，教師以班級為單位，隨機分配為實驗組與控制組：實驗組採用導入社會共享調節的合作學習策略；控制組採用一般合作學習策。控制變項為相同的教學者、教學內容、教學時間、學習者年級。依變項為運算思維傾向。

4.2. 實驗流程

本教學實驗為期 11 周，每周一堂 45 分鐘的課程，共 495 分鐘。第一周進行前測、運算思維前問卷(Hwang et al., 2020)及熟悉合作學習平台。實驗運作中，實驗組（R）採用社會共享調節策略的合作學習策略，控制組（C）採用一般的合作學習，課程結束後，兩組學生進行後測及運算思維後問卷。

5.實驗結果分析

本研究採用單因子共變數分析（ANCOVA），以排除前測或前問卷差異對結果的影響，進一步比較兩組在後測與後問卷表現上的差異。此方法能有效控制學生在社會共享調節過程中因前置能力不同而產生的干擾，確保分析結果具備更高的信效度。為驗證社會共享調節策略對算思維傾向之影響，先以 Levene 檢定檢查依變項誤差變異量的同質性，結果顯示兩組之間變異數相等 ($F = 0.51, p = 0.48 > .05$) 。接著透過迴歸斜率同質性檢定，結果無顯著差異 ($F = 0.53, p = 0.47 > 0.05$)，符合進行共變數分析的基本假設條件。隨後進行 ANCOVA 分析，結果如表 2 所示。

表 2 運算思維傾向 ANCOVA 檢定分析摘要表

組別	個數	平均數	標準差	調整後平均數	調整後標準差	F	η^2
實驗組	26	4.03	0.84	4.00	0.13	4.13*	.079
對照組	25	3.58	0.80	3.61	0.13		

*$p < 0.05$

分析結果顯示：實驗組與對照組的運算思維傾向存在顯著差異 ($F = 4.13, p = 0.048 < 0.05$)，且實驗組的調整後平均數高於對照組。此外，效果量(η^2) 為 0.079，根據 Cohen (1988) 的標準屬於中效果量，代表實驗介入對算思維傾向有中等程度的影響力。

此結果說明導入社會共享調節能有效提升學生運算思維傾向(Zhou & Tsai, 2023)。透過促進團隊協作與分享問題解決策略，學生能更好地將運算思維應用於複雜情境中。

6.結論與未來研究方向

本研究設計一套程式設計合作學習策略，藉由社會共享調節中的設定小組目標、小組監控與小組反思，來提升學生的學習成效。並且開發相應學習平台進行教學實驗。實驗結果顯示，導入社會共享調節的合作學習策略顯著提升學生的運算思維，未來可進一步探討如何提升學習成就、擴大研究對象、進行長期追蹤，並加強個人化學習支持，以最大化教學策略的效益。

參考文獻

Ben-Eliyahu, A. (2019). Academic emotional learning: A critical component of self-regulated learning in the emotional learning cycle. *Educational Psychologist, 54*(2), 84 – 105. https://doi.org/10.1080/00461520.2019.1582345

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* Hillside. NJ:Lawrence Earlbaum Associates.

Garcia, M. B. (2021). Cooperative learning in computer programming: A quasi-experimental evaluation of Jigsaw teaching strategy with novice programmers. *Education and Information Technologies, 26*(4), 4839 – 4856. https://doi.org/10.1007/s10639-021-10502-6

Hwang, G. J., Lee, K. C., & Lai, C. L. (2020). Trends and strategies for conducting effective STEM research and applications: a mobile and ubiquitous learning perspective. *International Journal of Mobile Learning and Organisation.* 14(2), 161-183.

Malmberg, J., Järvelä, S., & Järvenoja, H. (2017). Capturing temporal and sequential patterns of self-, co-, and socially shared regulation in the context of collaborative learning. *Contemporary Educational Psychology, 49*, 160 - 174. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2017.01.009

Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review, 22*, 142 - 158. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM, 49*(3), 33 - 35. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215

Zhou, X., & Tsai, C.-W. (2023). The effects of socially shared regulation of learning on the computational thinking, motivation, and engagement in collaborative learning by teaching. *Education and Information Technologies, 28*(7), 8135 - 8152. https://doi.org/10.1007/s10639-022-11527-1

项目化学习的表现性评价设计研究——以人工智能课程为例

Research on the Design of Performance Assessment in Project - based Learning: Taking the Artificial Intelligence Course as an Example

文桥[1*]，沈诗淼[2]
[1 2]江南大学 江苏“互联网+教育”研究基地
[*]1456678609@qq.com

【摘 要】中小学人工智能课程中的项目化学习目前面临着缺乏与之匹配的评价方法或评价体系，本研究聚焦初中人工智能项目化学习表现性评价，通过构建"目标-任务-评价标准"设计框架与实施路径，为人工智能课程的项目化学习提出一套可操作的表现性评价体系和评价方案；最后，在某初中开展两轮教学实践验证。在人工智能课程项目化学习中开展表现性评价，有助于推动教学评一体化协同增质，增强学生学习人工智能的自主性与参与度，促进学生高阶能力的形成，更好地推进人工智能教育。
【关键词】人工智能课程；项目化学习；人工智能素养；表现性评价

Abstract: *At present, the project-based learning in AI courses in primary and secondary schools is facing a lack of matching evaluation methods or evaluation systems. This study focuses on the performance evaluation of AI project-based learning in junior high schools. By constructing the design framework and implementation path of "goal task evaluation standard", this paper proposes a set of operable performance evaluation system and evaluation scheme for the project-based learning in AI courses; Finally, two rounds of teaching practice were carried out in a junior high school. The performance evaluation in the project-based learning of artificial intelligence course is helpful to promote the integration of teaching evaluation and collaborative quality improvement, enhance students' autonomy and participation in learning artificial intelligence, promote the formation of students' high-level ability, and better promote artificial intelligence education.*
Keywords: *artificial intelligence course; project-based learning; AI literacy; performance assessment*

1.问题的提出

项目化学习（PBL）凭借高情境性、高参与度和问题导向的优势，成为中小学人工智能课程开展的主要方法（Biggs & Collis, 2014; Brennan & Resnick, 2012），其评价需通过多元手段采集学生真实情境中的综合表现，兼顾过程与成果（Cai & Merlino, 2011）。然而实践中常因评价理念缺失、教师缺乏科学设计方法，导致评价与教学脱节，难以实现教学评一体化（Dagienė & Futschek, 2008; Chang & Lee, 2010），亟需构建兼顾学生项目表现与成果、整合评价与教学的结构化评价体系。而表现性评价以其评价目标的复合性、评价形式的一致性、评价实施的可行性、评价融合的统一性（Grant & Jay, 2017; Khattri & Sweet, 1996），为项目化学习的课堂评价提供了良好的思路。但其实施面临双重困境：教师对评价设计与流程认知模糊（Kong, Chiu, & Lai, 2018），且实际操作中易流于形式化，表现为过度关注成果、评价主体单一及反馈延迟（Korkmaz et al., 2017; Marzano et al., 1993）。本研究基于"目标-任务-标准"框架，结合教学案例探索表现性评价的设计与应用路径，为解决当前人工智能课程项目化学习中的表现性评价应用难题提供可行参考方案。

2.项目化学习的表现性评价设计框架

项目是开展素养导向下人工智能课堂教学的基本单位，而贯穿项目化学习的评价任务是表现性评价嵌入人工智能课堂中项目化学习的关键作用点，表现目标-表现任务-表现标准是

表现性评价嵌入项目化学习的关键路径。项目化学习的表现性评价设计应该包括目标-任务-标准三个基本要素，其设计框架如图 1 所示：

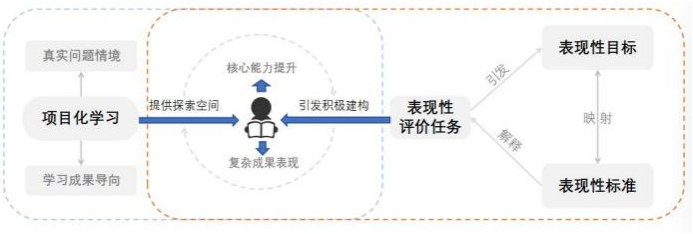


图 1 面向项目化学习的表现性评价框架

表现性评价目标是项目化学习评价设计的起点，有效的表现性目标应涵盖知识基础、能力发展和情感态度三重维度（起点水平—素养建构—人文温度），与课堂教学目标、教学内容、课程整体素养框架相衔接；表现性评价任务是表现性评价设计的核心，其设计既需要理清在什么项目进程设计符合什么特征的评价任务，还需要设计评价任务的呈现方式和数据观测点；评价标准需要建立目标维度/指标——任务执行表现——层级水平之间的映射关系，可借用量规（Rubric）当作具体罗列评价维度与评分标准的评分工具（陈素平，2020）。这需自下而上梳理项目化学习目标的必备维度和表现性评价任务的实施情况，形成具有明确的、基于进阶的层级水平描述，为教学评一体化提供结构化参照。

3.基于人工智能课程的项目化学习表现性评价设计与实施

3.1. 面向人工智能课程 PBL 的表现性评价体系

本研究选取初中人工智能课堂作为研究场景，基于第 2 章构建的理论框架，并按照"目标-任务-标准"流程设计人工智能项目化学习评价体系（图 2）：以项目化学习阶段中问题的提出、问题的解决、成果的呈现为评价时间线，以情境分析、问题凝练、问题理解、建构方案、项目作品整理、项目展示交流等为关键评价任务设计并实践具体评价体系内容。通过课堂观察、作品量表等多模态工具采集数据，设置反思环节实现教学评闭环，既贯穿"知识→能力→情感"三维框架，又通过成果公开与修订环节推动学生高阶思维发展，整体凸显过程性、实践性与发展性特征。

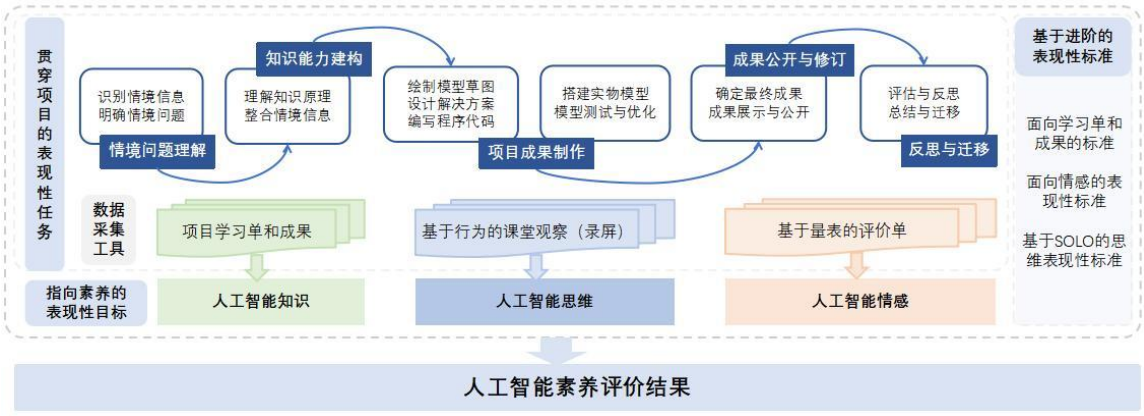


图 2 面向人工智能 PBL 的表现性评价体系图

3.2. 实验准备

本研究在华东地区某初中开展教学实验，选取初一年级学生 45 名（男女 1:1）人工智能素养薄弱但积极性高的学生，使用优必选 uKitExplore 机器人（基于 Arduino）和 Ucode4.0 图形化编程平台。通过预设性数据（项目记录单、作品评分表）与自然性数据（PC 端录屏）采集知识、思维水平表现，并结合师生问卷评估评价有效性。课程前两周进行设备熟悉与基础编程训练，后六周实施项目化学习，重点观察学生在问题解决高阶思维发展。

3.3. 两轮评价实施

第一轮试验基于“智能温室”项目，采用自上而下目标设计法，确立人工智能知识、情感、思维三维评价目标，第一轮实验具体内容如表 1 所示。首轮评价实施因任务描述模糊、试题难度失衡导致数据无效（如学生仅机械应答“知道/不知道”），且存在学生互评主观偏差，评价标准层级不清等问题。

表 1 第一轮表现性评价任务的详细内容

项目内容	描述
核心任务	模型搭建：绘制智能温室草图并组装传感器、主板等硬件 代码编写：实现温湿度监测与报警功能（串口输出、灯光控制）
数据收集	学生编程行为录屏记录、学习单记录过程性表现、组内互评（分工协作）、组间互评（实用性/创新性）评价情感维度。
实施流程	情境探索：分析限制条件，完成问题学习单；方案设计：小组协作设计外观、搭建模型并编写代码；调试优化：试运行程序、修正故障并填写检测报告；　总结迁移：展示成果，自评/互评后完善项目单。

第二轮行动研究选择的任务主题是“智能机械臂”，并对第一轮存在的问题进行改进：使用清晰、具体的语言描述任务目标，增加形容词（如“准确地”“完整地”）和程度副词分层；补充情境线索，拆分复杂任务并提供支架（如将画流程图改为填关键步骤）；强制差异打分（小组成员得分须不同），标记无效分数（如全 0/全满分）；细化标准层级，采用等级制（合格/优秀）替代分值，增强引导性。

3.4. 数据分析与问题反思

针对两轮实验，基于学生编程行为的录屏数据，采用编码框架追踪学生操作序列；结合学习单内容分析、项目成果评分及多主体评分（自评 30%、互评 40%、师评 30%）；通过互评量表量化学生兴趣度与认知负荷水平。在实施效果验证中，第二轮专家评分均值显著提升（ICC>0.5），表明改进后设计更具可靠性，结果如表 2 所示：

表 2 第一轮与第二轮实施效果对比分析结果

	两位专家在高质量 PA 量表的评分情况	
	均值	一致性（ICC）
第一轮	3.7	0.526（单个） 0.690（均值）
第二轮	4.5	0.600（单个） 0.750（均值）

另外，本研究还对两轮实验中学生的兴趣度和认知负荷水平以及学生编程行为的录屏数据进行分析，受篇幅所限，具体图表分析从略，但数据分析结果仍支持以下结论：评价设计与学生表现具有强关联性，第二轮实验通过调整评价任务和评价标准，能够显著提升评价效度与学生参与度。最后，评价设计需选取贴近学生日常，任务知识范畴不宜过小，数据采集工具设计为学生提供充足的表现空间，报告设计宜以开放性问答为主。评价设计过程要尽量规避问题情境和学生报告给学生分析和决策的引导和暗示，必要时辅以案例规则讲解。

4.结语

本研究构建了中小学人工智能 PBL 表现性评价体系，以人工智能素养为核心目标，通过明确评价任务、标准及工具，为课堂实践提供可操作的解决方案。研究表明，优化后的评价

设计显著提升学生兴趣度并降低认知负荷。未来可拓展至多学段应用研究，并结合图像识别、文本分析等技术开发自动化评价系统，进一步提升基础教育中表现性评价的便捷性与实效性。

参考文献

陈素平. (2020). 让评价支持和促进学习——美国 STEM 项目学习评价的特点与启示. 上海教育科研, (4), 18－22.

Grant, W., & Jay, M. (2017). 追求理解的教学设计 (2nd ed.). Translated by Yan, H. B., Song, X. L., Lai, P., et al. 上海: 华东师范大学出版社.

Biggs, J. B., & Collis, K. F. (2014). Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy (Structure of the Observed Learning Outcome). Academic Press.

Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In Proceedings of the 2012 annual meeting of the American educational research association (pp. 25). Vancouver, Canada.

Cai, J., & Merlino, F. J. (2011). Metaphor: A powerful means for assessing students' mathematical disposition. In D. Brahier & W. Speer (Eds.), Motivation and disposition: Pathways to learning mathematics (pp. 147－156). National Council of Teachers of Mathematics 2011 Yearbook. Reston, VA: NCTM.

Chang, L. C., & Lee, G. C. (2010). A team-teaching model for practicing project-based learning in high school: Collaboration between computer and subject teachers. Computers & Education, 55(3), 961－969.

Dagienė, V., & Futschek, G. (2008). Bebras international contest on informatics and computer literacy: Criteria for good tasks. In International conference on informatics in secondary schools—evolution and perspectives (pp. 19－30). Springer, Berlin, Heidelberg.

Khattri, N., & Sweet, D. (1996). Assessment reform: Promises and challenges. In Implementing performance assessment: Promises, problems, and challenges (pp. 1－21).

Kong, S. C., Chiu, M. M., & Lai, M. (2018). A study of primary school students' interest, collaboration attitude, and programming empowerment in computational thinking education. Computers & Education, 127, 178－189.

Korkmaz, O., Cakir, R., & Ozden, M. Y. (2017). A validity and reliability study of the computational thinking scales (CTS). Computers in Human Behavior, 72, 558－569.

Marzano, R. J., Pickering, D., & McTighe, J. (1993). Assessing student outcomes: Performance assessment using the dimensions of learning model. Association for Supervision and Curriculum Development.

AIGC 增强的协同论证会话代理设计研究

Design of Conversational Agent for Collaborative Demonstration Augmented by AIGC

尤欣雅[1*]，余承珂[1]，马志强[1]
[1]江南大学 江苏“互联网+教育”研究基地
[*] 1114989283@qq.com

【摘要】 协同论证作为提升学生高阶思维能力的重要途径，其在教育实践中的应用日益受到广泛关注。然而，现有研究指出，在协同论证过程中学习者常面临诸多挑战，如个体语言风格差异、缺乏有效引导等，这些问题严重制约了协同论证会话质量的提升，进而影响学生批判性思维与协作能力的发展。基于此，本研究将引入基于 AIGC 的协同论证会话代理，旨在通过智能代理的多元角色作用，为学习者提供个性化支持，探索其对提升大学生协作会话质量的影响效果及其作用机制。研究发现，在论证过程中，使用认知支持定制代理的学习者会更加注重主张的阐述，为自身主张提供充足的论据来反驳他人。使用社会支持定制代理的学习者，较为关注证据的完善性和真实性，他们会保证支持自身观点证据的来源可靠，同时也会积极关注他人证据的合理性。使用叠加认知与社会支持定制代理的学习者，会更加注重对主张的推理，以及对他人观点的反驳，同时也会更加辩证地看待 AIGC 代理所提供的观点或者证据。

【关键词】 协同论证；生成式对话代理；AIGC；代理定制

Abstract: *Collaborative argumentation, as an important approach to enhancing students' higher-order thinking skills, has increasingly drawn attention in educational practice. However, existing research indicates that learners often encounter numerous challenges during collaborative argumentation, such as individual differences in language style and the lack of effective guidance. These issues severely restrict the improvement of the quality of collaborative argumentation sessions and, consequently, impede the development of students' critical thinking and collaborative abilities. Based on this, this study will introduce a collaborative argumentation session agent based on AIGC, aiming to provide personalized support to learners through the multi-role function of intelligent agents and explore its impact on the quality of college students' collaborative sessions and the underlying mechanisms. The research findings reveal that learners using cognitive support customized agents pay more attention to the elaboration of their claims and provide sufficient evidence to refute others' viewpoints. Learners using social support customized agents are more concerned with the completeness and authenticity of evidence, ensuring the reliability of the sources of evidence supporting their viewpoints while also actively considering the rationality of others' evidence. Learners using agents with combined cognitive and social support customization focus more on reasoning about their claims and refuting others' viewpoints, and also view the viewpoints or evidence provided by AIGC agents more dialectically.*

Keywords: Collaborative argumentation, generative conversational agents (GCAs), AIGC,agent customization

1.引言

随着通用人工智能时代的到来，新时代的教育诉求已从过去对知识积累的培养逐渐向对知识的深度理解和应用的高阶思维能力的培养转变，强调培养学生“分析、评价、创造”等高阶思维已成为当代及未来教育发展的重要趋势（胡思源等人，2023）。2019 年，世界经济合作与发展组织发布的《培养学生的创造力和批判性思维》研究报告着重指出了创造力和批判性思维等高阶思维在新时代背景下所蕴含的重大潜在价值。《中国学生发展核心素养》将批判质疑、勤于反思、问题解决等纳为培养基本要点，凸显出高阶思维在学生核心素养中的重要性。可见，培养学生的高阶思维能力已成为众多国家教育改革发展的共同趋势（刘艳红等人，2024）。

在计算机支持的协作学习（CSCL）领域中，“协同论证”被认为是学生学习批判性思维、阐述和推理的关键途径（Guo K et al.，2023）。在协同论证中，“协同”是一种学习方式，“论证”是一种思维方式。小组成员之间交换观点，通过互相提问、澄清和解释等方式协作构建关于一个话题的不同方面的原因和证据，从而扩大和加深小组成员对论题的共同理解（Noroozi O et al.，2012）。在论证过程中，师生、生生会话是表达理解、促进协作交流的重要手段（马志强等人，2022）,会话双方协同建构新的想法和创意（王阿习等人，2017）。在这一过程中，学习者通过积极的社会性对话将知识转化为复杂的论证结构，论证对话中的互动行为包括陈述、阐述、挑战与支持，这些互动是批判性思维和创新思维的基础（Sampson V et al.，2008）。综上所述，协同论证会话是引发学生深度学习、高阶思维发展的有效方式。

然而，实证研究表明，协同论证并不总是给学生带来高质量的群体结果(例如，新想法、书面作品或其他智力产品), 这可能与学习群体在协同论证过程中的会话质量有关（Sampson V et al.,2011）。在协同论证会话过程中，群体会话质量受个体会话能力和群体动力学影响。个体差异如语言风格、理解力和表达清晰度，易致沟通障碍；群体内部冲突和缺乏引导管理，会使讨论偏离主题或陷入僵局，影响群体意见的统一性和质量，进而制约群体结果的质量和创新性。

在人工智能时代，机器被赋予人类智慧，成为共同行动的主体。聊天机器人和智能代理作为类人学习伙伴，与学习者协作交互。AIGC 不仅支持学习协作，还营造社会文化情境，引导学生反思调节，实现多维度互动（马志强等人，2022）。基于大语言模型的智能聊天机器人，通过多轮对话解决学生问题，提升学习效果（李云晓等人，2023）。基于此，本研究旨在通过在协同论证中引入 AIGC 增强的智能会话代理，探索其对提升大学生协作会话质量的影响效果及其作用机制。

2.文献综述

2.1 协同论证会话相关研究

协同论证是一种过程性、对话性的协作式论证，旨在通过社会性对话互动，对不同观点贡献理由和证据，建立小组对问题的共同理解，而非单纯赢得辩论或改变观点（Jonassen D H et al.，2010）。其目标是在交流中达成共识，深化对复杂问题的理解。会话视角认为知识构建既发生在个体层面，也形成于社会互动和沟通中，会话是促进学习和理解的关键（史圣朋等人，2024）。本研究聚焦智能会话代理在论证会话中的作用，促使学习者基于证据提出主张，比较评价观点，达成共识，深化理解。研究关注会话的语义特征及参与者间的交互和共享理解过程，以刻画学习者的认知发展和知识建构（史圣朋等人，2024）。协同论证会话的理论模型可以作为建立个人如何理解论证信息的心理学理论基础（Ramirez H J M et al.，2022）。许多学者对论证本质的认识主要分为两个流派：修辞论证和辩证论证。修辞论证源于亚里士多德的三段论，并由现代论辩理论创始人图尔敏进一步发展。辩证论证则源自苏格拉底的“产婆术”，并由众多研究者们进一步发展。比如，沃尔顿（Walton）基于对话理论细化了论证的辩证模型（Walton D，1990）。沃尔顿强调不能只从对话的表面背景、对话者的共同目标和共同点来研究论证，而应该深入考虑论证被提出的原因、发生的对话活动的类型以及论证与双方承诺的关系。由此可见，修辞论证和辩证论证对于论证模式的理解可以相互补充，学习者可以根据修辞论证法构建单个论证，并根据辩证论证法构建论证序列，以实现更全面、深入的论证。

综上所述，目前已有研究关注协同论证的过程性论证互动和结果性论证制品，在本研究中主要关注协同论证中小组成员之间以及人际之间的会话文本，以及关注学生小组最后形成的人工制品(论证地图)。在提到的论证模式中，沃尔顿提出“对话”的概念，认为人与人之间通过交流可以达成一致意见。图尔敏则提出了一个有关论证问题和解决方案的模式，通过将讨论分成三个步骤来解决论证问题。虽然图尔敏论证模式存在一些现实缺陷，但仍然是目前

教育领域中应用最为广泛的论证模式，因此本研究选择图尔敏模式作为论证活动开展的理论支撑，也作为后续智能会话代理设计中关键的认知支架。

2.2 面向协同论证的 AIGC 智能代理相关研究

智能会话代理是指利用自然语言处理、机器学习等人工智能技术来模拟教师的程序或系统，通过计算机与学习者进行交互、提供个性化的会话支持和反馈来促进学习过程（吴林静等人，2024）。当前围绕智能会话代理的研究主要从角色与功能以及应用效果两个方面开展。首先是智能会话代理的角色与功能方面，在教育情境中，智能会话代理可作为一种嵌入式认知支架，也可以是提供语言和非语言线索的会话同伴，常扮演特定的角色来支持学习，如辅导者、导师和主持人等，并且可以与智能系统相结合向学习者提供自适应支架和反馈（吴林静等人，2024）。在不同的研究中，代理的功能和作用各不相同。比如，Baylor 和 Kim 将其分为激励代理、专家代理和导师代理三种类型。在协同论证活动中，会话代理主要扮演论证导师和同伴两种角色。会话代理作为论证导师时，主要为学习者提供即时的论证指导与反馈；作为论证同伴时,主要通过人机对话引导和支持学习者推进论证对话过程,深度参与协同论证。在大多研究中，数字学习环境中的智能会话代理通过提供反馈、与任务相关的信息和提示与学生进行交流，指导和激励学习者，帮助学生完成学习任务，同时也促进了学生在小组中的协作和同伴学习（Sikström P et al.，2022）。其次是智能会话代理应用效果层面，研究发现，智能会话代理可以从以下方式影响学习者的学习：一是促进学习者个体间的会话交互，通过提供任务相关消息和支持来辅助学习；二是通过与学习者的对话交互，激发学生的元认知和自我调节等内部交流过程，促进知识建构；三是推动小组协作学习，指导学生协作并支持团队表现等，增强协作学习效果。例如，通过支持团队和个人表现、任务和团队意识以及对协作学习的态度。当前已有研究阐明会话代理在 CSCL 中的价值。尽管这些对话代理能够支持协同论证，但受数据库和算法限制，依赖关键词识别筛选回复，超出数据库范围则无法响应，难以个性化支持学习需求，可能影响协同论证效果(Rheu et al.，2020)。随着大语言模型的发展，生成式人工智能使得人机对话变成更自然、个性化(Bozkurt，2023;Chan&Hu，2023)。与传统对话代理相比，生成式对话代理（GCAS）拥有开放语料库，能回应多领域内容，可以提供生成式拟人对话和基于上下文的多轮交流(Chan&Hu，2023)。这些特性使得人机对话可以是学习者驱动的，以满足其个性化需求。

综上所述，本研究需要明确智能会话代理的角色与功能，将技术功能与协同论证情境相结合，形成有效的人机对话，进而促进学习者群体会话开展。随着以 ChatGPT 为代表的生成式人工智能逐渐兴起，有研究开始探索基于 AIGC 或大模型的会话代理应用，初步形成了 AI 会话代理的理论框架,但仍缺少针对特定领域的代理定制研究。本研究将结合特定领域知识，通过对 AIGC 会话模型的微调，探索面向协同论证情境的代理定制的设计与应用路径。基于以上研究缝隙,本研究旨在通过在协同论证中引入 AIGC 增强的智能会话代理，探索其对提升大学生协作会话质量的影响效果及其作用机制，研究问题如下:

(1) AIGC 增强的协同论证会话代理要素与策略设计框架是什么?

(2) AIGC 增强的智能会话代理在协同论证活动中的应用效果如何?不同的定制策略的智能会话代理对学习者协作会话模式的影响有何差异?

3.AIGC 增强的协同论证会话代理设计框架构建

3.1 会话代理的要素与策略设计框架

本研究依托 Michos 等提出的会话代理教学设计空间(Michos et al.,2020)，结合卢宇等研究者提出的基于大模型的教学智能体的主要功能模块，以任务设计、领域模型和代理干预策略这三个维度作为会话代理设计框架的核心结构，将大型作为核心控制器,有机整合会话代理与协同论证会话过程，构建了基于 AIGC 的协同论证会话代理要素与策略设计框架，如图 1 所示。该理论框架包含学习者个体和群体在内，主要呈现了融入协同论证会话情境的 AI 会话代理设计要素。

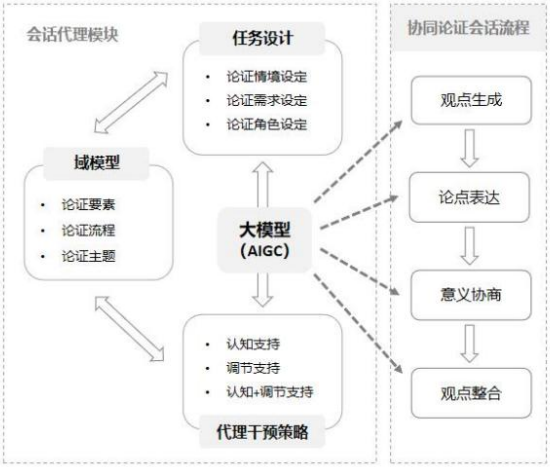


图 1 AIGC 增强的协同论证会话代理要素与策略设计框架

基于 AIGC 的协同论证会话代理通过整合多个关键模块和流程,对大模型进行微调,旨在促进个体和小组在论证过程中的思维碰撞和知识整合。会话代理模块作为用户与系统之间的交互界面，负责接收学习者的输入信息，包括问题、观点、数据等，并将这些信息进行初步处理和格式化。在协同论证的场景中，会话代理模块需要具备高度的灵活性和适应性，以应对不同用户的多样化输入方式。其中,大模型是会话代理模块的核心，可以自动解析自然语言输入，识别用户的意图，并根据用户意图提供智能会话反馈。

域模型表示给定领域的特定知识，在本研究设定的协同论证情境中，主要包括论证要素、流程、主题等论证元素，在会话代理中以知识库的形式呈现。任务设计模块为代理提供论证情境、需求和角色等关键信息：论证情境设定提供任务背景（如在线协同论证）；论证需求设定明确具体目标（如分析论证结构、引导论点形成、协调小组协作）；论证角色设定为代理分配特定角色（如教师助教、学生学伴），以增强与教育用户的个性化互动，提高辅助效果。本研究基于认知支持、社会支持和认知+社会支持这三种代理干预策略对会话代理进行定制，探索其有效性，为会话代理设计提供启示。

本研究依托三元论证互动过程模型，将学习者在协同论证中的会话过程简化为 “观点生成—论点表达—意义协商—观点整合” 的螺旋上升过程。智能会话代理在这一过程中扮演多种角色以支持个人认知和小组交互：在观点生成阶段，它作为引导者和信息提供者，为学习者提供知识资源和思维启发，帮助初步形成观点，尤其是为新手学习者补充基础知识；在论点表达阶段，它作为辅导者，一方面识别并纠正学习者表达中的问题，另一方面提供论点结构指导，帮助学习者清晰、有条理地表达观点；在意义协商阶段，它作为协调者和促进者，推动小组内有效沟通，帮助成员梳理观点、识别差异，并提供沟通技巧提示；在观点整合阶段，它作为总结者，协助学习者和小组将分散的观点整合为系统完整的结论，提出多种整合方案。

3.2 会话代理的定制策略设计

在设计基于协同论证的智能会话代理时,需要立足于为学生的协同论证会话过程提供适时干预。在个体层面培养学生的自主调节能力和共享调节能力的同时，在技术层面要通过教学设计营造良好的交互环境，提供适应性教学脚手架，优化不同学习者的交互体验和学习效果。例如，对于惰性接收型学习者，可以提供结构化的对话指令指导和示例，引导学习者学会提问，并设置不同的互动情境，激发其主动学习和交流的意愿。对于搜索依赖型学习者，可以提供半结构化的指令指导，引导其利用人工智能反馈，有意识地反思和评估自己的学习进程，提高其信息评估力和元认知能力（汪靖等，2024）。吴林静等提出，常见的干预策略主要包括促进认知，调节情感,推动社交和组织活动等类型（吴林静等，2024）。同时，CSCL 的多项研究探讨了学术生产性谈话动作(APT)作为一种可以由会话代理触发的有效课堂话语在协作学习中的应用。基于 APT 的策略包括基于知识或社交的提示，以促进富有成效的谈话和学

生推理的发展。这些提示可以分为三个维度:1)学习社区;2)准确的知识;3)严谨的思维。协作脚本理论将协作会话中的脚本分为认知脚本和社会脚本两类。认知脚本指定了与知识结构相关的活动，并最终使活动系列化，它能帮助团队结构化将要讨论的内容，能够为学习者整合新知识提供“锚点”;社会脚本指定学习者的交互行为，并最终将这些行为系列化，它帮助学习者结构化交互过程。

综上所述，在对会话代理进行定制时应该关注协同论证会话在认知和交互两个层面的需求，一方面为协同论证会话的认知周期提供支持，一方面聚焦于协作过程中的小组交互及协作，为小组协作过程及学习者个体的协作能力提升提供支持。因此，本研究从认知支持和交互支持两个层面设计基于 AIGC 的智能会话代理的定制策略，并结合具体策略类型对大模型进行微调，以符合本研究的实践需求，具体策略设计如表 1 所示。

表 1 基于 AIGC 的协同论证会话代理定制策略

定制策略类型	定制策略	示例
认知支持策略	**观点生成策略:**引导学生依据论证主题逐步思考。	“这是一个很有深度的观点。在讨论这个问题时，可以使用图尔敏模式来组织我们的论证。首先，我们来定义一下你的主张……”
	观点反驳策略:针对学生的论证主张，提出反驳观点，引导学生多角度思考。	“我们先来探讨你的论点，并逐步分析。现在，让我们来考虑一些可能的反驳观点……”
	观点整合策略:依托论证模型辅助学习者整合优化观点，完善论证要素。	“很好，你已经成功地将一个论证的各个部分区分开来。现在，让我们来进一步完善这个论证内容。”
交互支持策略	**任务规划策略:**引导学生规划协同论证目标和任务	“开展有效的小组论证，需要大家共同合作，运用图尔敏模式来构建和评估论点。下面我会一步步地引导你如何进行……”
	角色扮演策略:引导小组进行论证角色分配	“同学们可以考虑进行论证角色分配，包括:主张者、支持者、质疑者等”
	冲突解决策略:辅助学生应对反对观点	“应对小组论证中的反对意见是一个重要的环节，它有助于深化讨论和提高论证的可靠性。下面是一些应对反对意见的策略……”

4.AIGC 增强的协同论证智能会话代理应用与分析

本研究试图探讨采用三种不同的定制策略的智能会话代理对学习者协作会话模式的影响。研究将三种策略随机应用于三个大组，对照组采用无定制策略的会话代理，实验组 1 采用认知支持策略，实验组 2 采用社会支持策略，实验组 3 采用认知+社会支持策略。实验结束后，通过有序网络分析方法比较四组论证对话在结构性与社会性维度上的差异。

4.1 研究对象

本研究的研究对象为华东地区某高校 2024 级教育技术学专业研究生(27 人)及 2023 级现代教育技术专业研究生(67 人)，先前没有接受过协同论证和 AI 会话代理的相关教学。学生随机分成 21 个小组，每组 4 或 5 名学生。21 个小组分为 4 个大组进行准实验研究。第一小组到第五小组为使用无定制代理的对照组(N=22)，第六小组到第十小组为使用认知支持定制代理的实验组 1(N=22)，第十一小组到第十五小组为使用社会支持定制代理的实验组 2(N=23)，第十六小组到第二十一小组为使用叠加认知与社会支持定制代理的实验组 3(N=27)。

4.2 实验流程

本研究采用准实验研究法，研究实施课程是《教育技术学基本理论》和《信息化教育理论与实践》，整个实验的持续时间为 6 周。学习者以小组为单位，采用线上线下结合的混合式教学活动。图 2 呈现了实验过程。

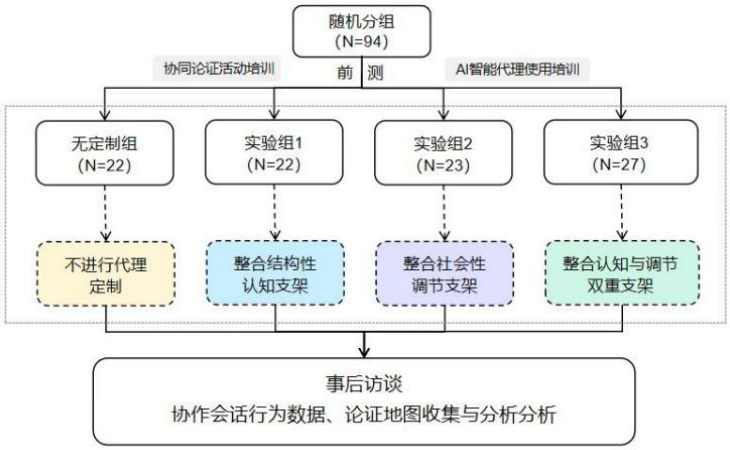


图 2 实验流程

4.3 研究工具

本研究依据论证话语编码框架对学生的论证对话进行编码。该框架包含结构性与社会性两个维度，改编自(Darmawansah etal.,2022:Suetal,2021;Chenetal,2016)。结构性维度包含主张(C)、证据(E)、推理(R)、反驳(CA)四个要素，每个要素包含两个层级。如在主张要素中，低层级编码为 CE，即复述原材料、其他论证主体的主张或简单提出自己的主张;高层级编码为 CD，即深入分析理由去支持自己的主张或在新证据的基础上对该主张进行改编。社会性维度包含 7 个要素，分别是提出自己的论点(P)、解释拓展自己的论点(E)、支持他人的观点(SP)、指出他人论点的不足(C)、检查他人论据的有效性与可信度(CK)、说服他人接受自己的论点(D)和将不同的论点整合为新的论点(I)。

4.4 数据收集与分析

研究收集了每个小组微信群的对话记录。观察数据发现,每一个小组在协同论证的过程中，都是积极发表自己的观点，除了单一的观点外，大部分小组成员会提供充分的论据来支持自己的论点。因此，分析者将一条对话框视作一个编码单元。依据有序网络分析（ONA）的编码表模板,按照编码框架标注其中出现的论证要素。由两名了解协同论证的研究者进行独立编码，当出现不确定的地方协商解决。编码结束后，运用有序网络分析（ONA）图来探究不同定制策略在结构性要素与社会性要素的差异。

4.5 实验结果

4.5.1 论证对话模式中的结构性认知特征

如图 3 所示为四个条件组基于结构性认知特征的有序网络分析图。可以发现，对照组在 CD（高阶主张）、EE（高阶证据）和 RE（高阶推理）这三个节点的响应更为突出，形成了 CD→RE 的会话互动模式，说明此组成员在论证过程中，会优先提出主张，在陈述自己得出主张的推理过程。实验组 1 在 CD（高阶主张）、ED（初阶证据）和 CAR（初阶反驳）这三个节点的响应更为突出，形成了 CD→CAR→ED 的会话互动模式，说明此组成员在使用认知支持的定制代理下，会优先提出较为完善的主张，然后对其他成员的主张进行简单的反驳，并提供增强自身主张的证据。实验组 2 在使用社会支持的定制代理下,在 CD（高阶主张）、和 CAR（初阶反驳）这三个节点的响应更为突出，形成了 CD→EE 的会话互动模式，并且 EE（高阶证据）的自连接频率也很高，说明此组成员会反复的罗列有效证据来佐证自己的主张。实验组 3 在使用叠加认知与社会支持的定制代理下，在 RE（高阶推理）、CAR（低阶反驳）和 CAE（高阶反驳）这三个节点的响应更为突出，形成了 RE→CAE 的会话互动模式，并且 RE（高阶推理）和 CAR（低阶反驳）的自连接频率也很高，说明此组成员在论证过程中，更加注重对自身主张的推理和对其他观点的反驳，从而引发其他成员运用支持反面论点的证据进行更为详细的论证，最终论证协商出更具说服力的结论。

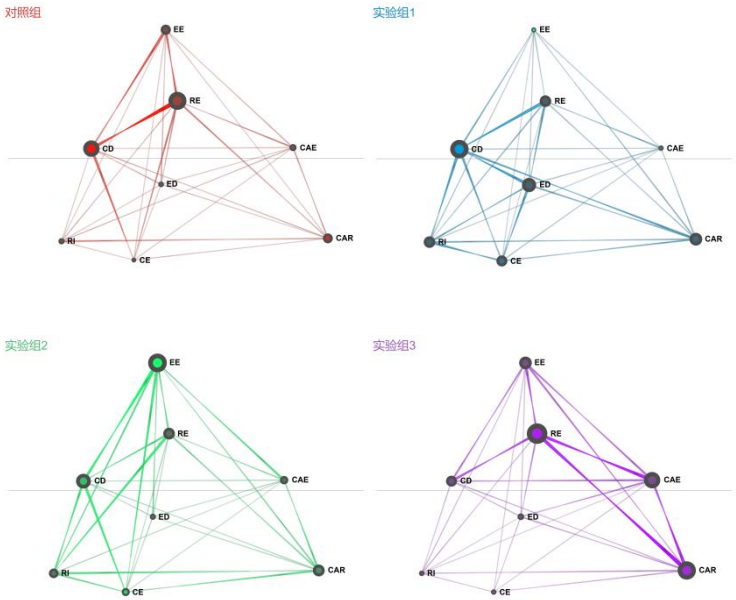


图 3 四个条件组的结构性认知特征图

4.5.2 论证对话模式中的社会性认知特征

如图 4 所示为四个条件组基于社会性认知特征的有序网络分析图。可以发现，四个条件组的共性特征在于在证据(E)的节点响应非常突出，它们的区别主要在于实验组 1 和实验组 3 的小组成员在检查他人论据的有效性与可信度(CK)上会更加明显，说明他们对于借助代理得到的证据持有更为谨慎的态度。此外，实验组 3 在使用叠加认知与社会支持的定制代理下，在指出他人论点的不足(C)的节点的自连接频率也很高，说明本组成员在协同论证的会话互动过程中，更偏向于从反驳角度来论证自身的观点。

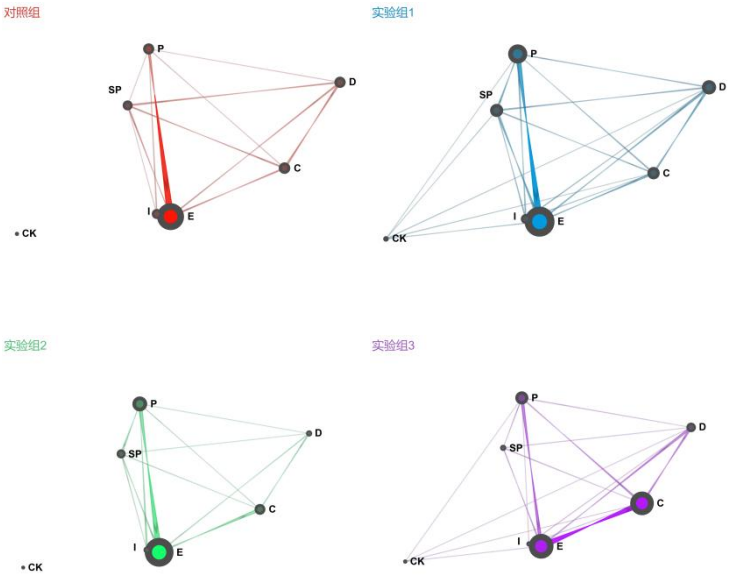


图 4 四个条件组的社会性认知特征图

5.结语

为培养学生的高阶思维能力，本研究聚焦协同论证这一重要的教育场景，引入 AIGC 智能会话代理，探索三种不同的定制策略的智能会话代理对学习者协作会话模式的影响。研究发现，在论证过程中，使用认知支持定制代理的学习者会更加注重主张的阐述，为自身主张提

供充足的论据来反驳他人。使用社会支持定制代理的学习者，较为关注证据的完善性和真实性，他们会保证支持自身观点证据的来源可靠，同时也会积极关注他人证据的合理性。使用叠加认知与社会支持定制代理的学习者，会更加注重对主张的推理，以及对他人观点的反驳，同时也会更加辩证地看待 AIGC 代理所提供的观点或者证据。

未来研究可以进一步探索 AIGC 智能会话代理在不同学科领域和教育阶段中的应用效果，以验证其普适性和适应性。其次，随着技术的不断进步，可以尝试研究如何利用更先进的 AIGC 技术优化会话代理的设计和功能，使其能够更精准地理解和回应学习者的需求。

参考文献

胡思源,郭梓楠 & 刘嘉.(2023).从知识学习到思维培养: ChatGPT 时代的教育变革.苏州大学学报(教育科学版)(03),63-72.doi:10.19563/j.cnki.sdjk.2023.03.005.

史圣朋,鲁珀特·韦格里夫 & 袁莉.(2024).人工智能时代的对话式教育技术理论.开放教育研究(01),24-32.doi:10.13966/j.cnki.kfjyyj.2024.01.003.

吴林静,陈梦凡,高喻,徐静 & 刘清堂.(2024).面向调节学习支持的智能教学代理设计与实证研究.电化教育研究(11),53-60.doi:10.13811/j.cnki.eer.2024.11.008.

詹泽慧,季瑜,牛世婧,吕思源 & 钟煊妍.(2023).ChatGPT 嵌入教育生态的内在机理、表征形态及风险化解.现代远距离教育(04),3-13.doi:10.13927/j.cnki.yuan.20230721.001.

Guo, K., Zhong, Y., Li, D., & Chu, S. K. W. (2023). Effects of chatbot-assisted in-class debates on students' argumentation skills and task motivation. Computers & Education, 203, 104862.

Hayashi, Y. (2019). Multiple pedagogical conversational agents to support learner-learner collaborative learning: Effects of splitting suggestion types. Cognitive Systems Research, 54, 246-257.

基于 AIGC 的协作知识建构环境设计与应用研究

Design of Collaborative Knowledge Building Environment Based on AIGC Technology

陈菲[1]，董延庆[2]
[12]江南大学 江苏“互联网+教育”研究基地
2357837619@qq.com

【摘要】 本研究基于生成式人工智能技术，设计并验证了一个新型协作知识建构环境。研究首先分析了生成式 AI 的技术特征及其在协作知识建构中的应用潜力，构建了包含观点可视化表征空间、共同体自组织运转空间和嵌入式建构活动空间的理论模型。通过实证验证了环境在支持观点创生、资源调用、观点收敛及知识制品创作等方面的有效性。本研究为生成式 AI 在教育领域的应用提供了理论与实践支持，为未来智能化协作学习环境的设计与优化提供了参考。

【关键词】 协作知识建构；环境设计；生成式人工智能；学习共同体

Abstract: *This study designs and validates a novel collaborative knowledge construction environment based on generative AI technology. The study first analyzes the technical characteristics of generative AI and its potential application in collaborative knowledge construction, and constructs a theoretical model that includes a visual representation space for viewpoints, a community self-organization space, and an embedded construction activity space. The effectiveness of the environment in supporting viewpoint creation, resource invocation, viewpoint convergence and knowledge artifact creation is empirically verified. This study provides theoretical and practical support for the application of generative AI in education, and provides a reference for the design and optimization of future intelligent collaborative learning environments.*

Keywords: collaborative knowledge building, environment design, AIGC, learning community

1.引言

随着生成式人工智能(AIGC)技术的快速发展，其在教育领域的应用潜力日益凸显。生成式 AI 不仅能够生成高质量的多模态内容，还具备强大的认知交互能力，为协作知识建构环境的设计提供了新的可能性。传统的协作知识建构环境虽然在支持学习者协同学习方面取得了一定成效，但是仍然面临着双重挑战：其一，创新性观点发散不足。现有环境多聚焦于“协同”支持，而对“创新”的支持不足。观点发散依赖于学习者的知识储备和思维能力，但互联网资源虽丰富却缺乏梳理，容易造成认知负荷。其二，观点收敛与决策困难。观点收敛与决策是实现共享知识的关键，知识建构需通过小组讨论、社区讨论和集体知识三个阶段达成收敛（甘永成，2005），但学习者在这一环节容易出现误判：要么将共享理解误判为共识达成，要么因讨论不充分形成缺乏稳定性的"伪收敛"。观点收敛与决策是主体与环境工具共同作用的结果，现有协作知识建构环境缺乏对观点收敛与决策问题的有效干预，多依赖外部权威（如教师或专家）介入，可能导致权威依赖，破坏协作自组织系统。

生成式 AI 的引入为解决这些问题提供了新的思路：通过 AI 辅助资源调用、智能助手引导、智能化观点生成与收敛，以及多模态内容创作等，能够显著提升协作知识建构的效率与深度。因此，在生成式人工智能发展的背景下重新设计协作知识建构环境，不仅是技术发展的必然趋势，也是提升学习者协作学习体验和知识建构质量的迫切需求。本研究旨在探索生成式 AI

与协作知识建构环境的深度融合，构建一个智能化、高效化的协作学习平台，为未来教育技术的发展提供理论与实践支持。

2.融入生成式 AI 协作知识建构环境设计

2.1. 生成式 AI 在协作知识建构环境中的应用

生成式 AI 的火爆让各行业看到了其变革生产模式的巨大潜力，其中教育教学行业是受 AI 影响较大的领域之一，学习环境作为与信息技术融合极为紧密的应用方向，与生成式 AI 具有显著的契合度。研究证明生成式 AI 其具备参与协作知识建构过程的可行性。首先，基于海量训练数据的大语言模型能够模拟人类思维生成创新观点，突破传统资源局限；其次，以 ChatGPT 为代表的对话系统已具备精确意图理解能力，可提供认知层面的深度交互；最后，研究证实生成式 AI 产出内容主题集中度显著高于用户生成内容（王浩伟等，2023），虽存在同质化问题，但通过情境融合与数据库支撑可以充分调动生成式 AI 的潜能。各种类型的智能化学习系统与平台纷纷做出尝试，探索生成式 AI 之于在线教学、混合式学习以及协作学习的应用路径。本研究通过分析不同环境应用生成式 AI 的具体情况，根据生成式 AI 在中承担的角色划分了三种功能路径，分别是知识制品生成、学习过程辅助与交互和学习评价与反馈。

2.2. 融合生成式 AI 的协作知识建构环境理论模型构建

线上知识建构环境的内核涉及三个关键要点：观点、社区和活动。观点是知识创生的表现形式，社区是知识创生的组织载体，活动是知识创生的实现路径。这三个关键要素共同指向线上知识建构环境的基本理念：支撑个体和群体的知识创生。基于以上三个要点，本研究将协作知识建构环境的理论模型概括为以下三个空间层次：观点可视化表征空间、共同体自组织运转空间和嵌入式建构活动空间，每个空间包含不同的环境要素和运行逻辑。**观点可视化表征空间**：主要通过协同创作工具的布置和资源的个性化调用支撑正式观点信息的发展。外在表现为观点分享、知识制品创作等群体活动。**共同体自组织运转空间**：主要通过沟通交流工具的布置和自适应资源库的共享共建公用支撑学习共同体的交互运转，在这一过程中每一建构个体同时依靠和其它个体交互完整自身认知图式发展。外在表现为观点创生、提问、协商、反思评价等个体及交互活动。**嵌入式建构活动空间**：主要通过不同类型的支架调用数据支撑，来构建建构情境并参与建构活动进行。以建构知识这一学习目标为轴，锚定协作知识建构环境的囊括要素，归纳出协作知识建构环境三类层次空间中包含以下六类空间要素：知识建构活动、观点建构情境、多模态数字资源、建构过程工具、建构过程支架、学习共同体。

生成式 AI 在环境中扮演以下角色：针对观点创生辅助需求，AI 作为多模态资源的延展部分，辅助资源信息建设；AI 作为建构过程工具，依托多媒体资源拆解信息、构建情境。针对观点协作交互需求，AI 扮演学习共同体的助学者，提出观点，启发引导学习者；AI 扮演学习共同体的学习者，进行解释、反驳、支持等一系列论证活动。针对观点收敛辅助需求，AI 作为建构过程支架，将达成一致的观点及论据梳理逻辑和关系进行汇总，供参考。完整的融合生成式 AI 的协作知识建构环境理论模型如图 3-1 所示。

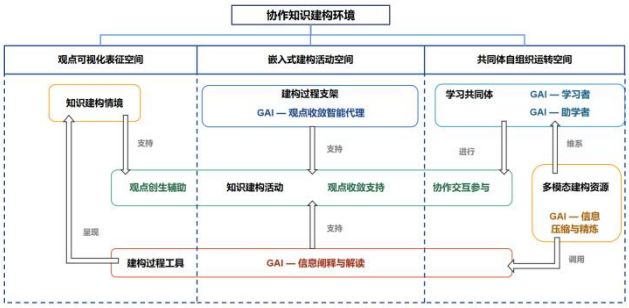


图 3-1 融合生成式 AI 的协作知识建构环境理论模型

2.3. 融入生成式 AI 协作知识建构环境设计

协作知识建构环境设计围绕三个空间展开：**一是观点可视化表征空间。**包括知识建构情境设计、观点表征工具设计。通过多模态信息呈现（如文本、图像、视频）和交互自由白板等工具，支持观点表达、关系展示和资源调用，增强知识建构的直观性和灵活性。生成式 AI 作为资源调用工具，辅助资源阐释与解读，提升观点表征的深度与广度。**二是共同体自组织运转空间。**以学习共同体为核心，采用“学习者+助学者”模式。结合同步（语音、视频）与异步（会话聊天、白板）沟通工具，以及个人与团队资源库，生成式 AI 作为共同体成员参与讨论，提供资源精炼和信息支持，提升协作效率。AI 通过内容性支架和讨论参与，促进观点碰撞与知识整合。**三是嵌入式建构活动空间。**通过技术性、内容性、策略性和情感性支架，支持信息处理、观点交互和建构支持活动。生成式 AI 作为内容型支架，辅助观点收敛与知识制品创作，确保知识建构活动的系统性和高效性。整体设计旨在实现资源共享、观点碰撞和知识整合，推动协作知识建构的深度与广度。

3.环境应用研究设计

3.1. 研究设计

本研究以华东地区某高校 2024 级教育技术学专业研究生（27 人）及 2023 级现代教育技术专业研究生（67 人）为调查对象，覆盖 6 个教学周。课程设置了两个建构话题：“人类智慧与人工智能是竞争还是合作关系？”和“生成式 AI 更适用于高效知识技能学习还是批判性与创造性思考？”，旨在结合现实问题激发学习者的深度思考。课下，学习者以小组为单位围绕建构主题发表观点，通过环境设置的线上沟通交流渠道进行观点论证、协商与共同创作活动，最终形成完整的小组知识制品：论证地图和汇报 PPT。

本研究采用自编的“GAI 支持下的协作知识建构环境可用性调查问卷”进行数据收集，问卷设计基于技术接受模型（TAM）的理论框架，旨在阐明用户如何感知和采用新技术（Davis, 1989），从感知有用性（PU）和感知易用性（PEOU）两个核心维度，评估融合生成式 AI 的协作知识建构环境的应用效果，验证环境设计的有效性，为后续优化提供依据。

3.2. 环境配置

环境配置包括：一是知识建构情境。通过教师讲解和助学者提供的背景资料，创设开放且难度适中的建构话题，支持学习者结合多模态资源（文本、图像、视频）进行观点表达和知识建构。二是建构过程工具。采用“奇点协作通”交互式白板平台，支持观点表征、资源调用和实时沟通。平台功能包括学习共同体管理、项目创建、交互白板、即时通讯、生成式 AI 对话及知识制品展示等，满足协作知识建构的全流程需求。“奇点协作通”交互式白板的原型设计如图 5-2 所示。三是建构资源与支架：提供教师多媒体资源、助学者培训视频及学习者检索的外部资源，存储在个人与团队资源库中。支架设计涵盖技术型（平台使用指南）、内容型（AI 辅助观点生成）、策略型（任务说明）和情感型（鼓励性会话）支持，确保建构活动的顺利进行。

4.环境可用性分析

4.1 问卷数据分析

对环境使用者的主观感受调查以问卷调查为主，共回收调查问卷 27 份。问卷包括个人信息和主体量表两部分，主体量表涵盖知识建构情境、建构过程工具、生成式 AI、知识建构资源、建构过程支架、知识建构活动可用性六个维度，共 53 道题目，旨在全面评估环境在实际使用中的可用性及用户满意度。

问卷结果显示：融合生成式 AI 的协作知识建构环境达到可用性标准，能够支撑协作知识建构过程的顺利进行。其中知识建构情境、知识建构资源、知识建构活动、建构过程工具、建构过程支架、生成式 AI 的可用性得分均符合标准。不过环境中交互式白板的绘制工具、调用工具、生成式 AI 的易用性得分稍低，需要在交互式白板的工具功能设计以及 AI 大模型的选择、预训练等方面进行优化。

4.2 应用效果分析

研究要求环境使用者针对自身参与协作知识建构的经历进行个人反思，对全体参与者的反思评价文本进行描述性分析，以判断生成式 AI 在协作知识建构环境中所发挥的作用。反思中包括 81 条针对生成式 AI 的主观应用感受评价，其中正面评价 60 条，负面评价 21 条。对正面和负面评价分别进行内容归纳，对生成式 AI 的使用体验正面评价分为以下几类：A：信息检索与收集，B：信息阐释与解读，C：建构支架提供，D：建构观点提供，E：观点收敛总结；对生成式 AI 的使用体验负面评价分为以下几类：H：生成内容局限，I：学习者思维限制，J：信息准确度问题。结果显示：生成式 AI 的嵌入使用效果总体偏正面，并且生成式 AI 在应用过程中实现的功能基本与设计框架中的预设一致。不过环境中的 AI 嵌入仍存在以下问题：首先，领域专用 AI 虽然能够针对话题的某个角度进行深度论证，但难以从不同角度覆盖论证话题，通用型 AI 虽具备多视角延展性，但对每个具体角度难以深入论证。其次，AI 生成内容的预设逻辑框架可能压缩学习者的思维发散空间，导致认知路径依赖。最后，生成式 AI 所提供的内容存在可信度问题，学习者有可能对生成式 AI 呈现的数据、资源等客观性内容真实性提出质疑。

5.结语

本研究构建了生成式 AI 赋能的协作知识建构环境理论模型与设计框架，提出由观点可视化空间、共同体自组织空间和嵌入式活动空间构成的三层架构，结合多模态资源、智能工具和多样化支架，有效支持了学习者的协作知识建构活动。实证表明融合生成式 AI 的协作知识建构环境中的知识建构情境、建构过程工具、多模态建构资源、建构过程支架、生成式 AI、知识建构活动的有用性、易用性、满意度均达到了标准，证明环境在实际学习场景中具备可用性，但在资源调用工具、内容性支架、策略性支架、生成式 AI 交互的易用性层面得分稍低，说明环境在工具支架的设置方面需要考虑到学习者的操作过程和使用体验，在操作步骤和操作难度层面进行优化。未来研究将进一步优化生成式 AI 的交互能力与个性化支持，探索其在更广泛教育场景中的应用潜力，为智能化协作学习环境的发展提供新的方向。

参考文献

甘永成. (2005). 虚拟学习社区中的知识建构收敛过程分析[J]. 现代远距离教育, (06), 29-33.

王浩伟, 汪璠, 王秉琰. (2023). 主题视角下生成式人工智能生成内容与用户生成内容的比较[J]. 情报理论与实践, 46(10), 200-207+199.

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology[J]. MIS Quarterly, 13(3), 319-340.

通過人工智慧輔助同伴評價提高中學生學生寫作水準：與傳統同伴評價方法的比較研究

Enhancing Secondary School Students' Writing through AI-assisted Peer Evaluation: A Comparative Study with Traditional Peer Review Methods

謝施藝[1]，黃碧雲[1*]，鄭琨涵[1,2]
[1]School of Education, City University of Macau
[2]Guangzhou College of Applied Science and Technology
[*] byhuang@cityu.edu.mo

【摘要】本研究提出了一種人工智慧輔助同伴評價的方法，旨在提高初中生的英語寫作能力。本研究共招募 27 名初中學生作為研究對象，通過對比實驗組與對照組，發現人工智慧輔助同伴評價顯著提高了學生的英語寫作水準。實驗組學生接受教師、傳統同伴和人工智慧輔助同伴評價，而對照組學生只接受教師和同伴評價。研究結果表明，實驗組在寫作水準和自我效能感方面均優於接受傳統同伴評價的對照組，且寫作水準明顯提高，其自我效能感亦呈現積極變化。
【关键词】*人工智慧輔助同伴評價；傳統互評；K-12；寫作成績*

Abstract*: In this study, an AI-assisted peer evaluation method is proposed to enhance junior high school students' English writing skills. A total of 27 junior high students were recruited to an experimental group and a control group. By comparing the two groups, it was found that AI-assisted peer evaluation significantly improved students' English writing ability. The experimental group received teacher evaluation, traditional peer evaluation, and AI peer evaluation, while the control group were only evaluated by the teacher and peers. The findings showed that the experimental group outperformed the control group in both writing proficiency and self-efficacy, showing significant improvement in writing and positive changes in self-efficacy.*
Keywords: AI peer evaluation, traditional peer evaluation, K-12, writing performance

1. 前言

1.1 研究背景

人工智慧（AI）技術在教育領域的應用日益廣泛，尤其是在寫作評價和反饋方面(Gao & Merzdorf, 2024)。目前，初中生的寫作教學面臨著傳統教學方法難以充分滿足學生需求的挑戰。傳統教師評價常因反饋不及時、主觀性強等問題而受限。儘管同伴評價已被廣泛證明能夠有效提升學生的寫作能力（Hsia, L.-H., et al., 2015）。但其效果亦受限於學生的主觀性、知識水準和寫作能力以及評價經驗的不足（Guo et al., 2024）。

因此，引入人工智慧輔助同伴評價，透過智慧演算法提供一致性更高的評價標準，減少人為因素的干擾，提高評價的準確性與效率，為學生的寫作學習提供有力支援。

1.2 研究目的與問題

本研究聚焦於探討人工智慧輔助同伴評價相對於傳統同伴評價，在提高初中生寫作能力、影響學生自我效能感的效果。因此，本研究的研究問題如下：

(1) 人工智慧輔助同伴評價與傳統互評哪個對促進學生英語寫作更有效？

(2) 人工智慧輔助同伴評價和傳統互評對學生的自我效能感有何影響？

2.文獻綜述

2.1 同伴評價在寫作中的效果與影響

同伴評價作為一種有效的學習策略，在寫作教學中尤其重要，學生們通過結對或小組合作，閱讀彼此的作文並提供建議，同時增強批判性思維及自我反思能力（Chang，2016）。研究表明，同伴評價有助於改善文章的內容、結構和語言表達（昂娟&陳媛, 2024），減輕學生的焦慮，增強其完成任務的信心（Tseng，2010）。此外，Zhao 等（2024）指出，書面對話形式的同伴回饋能夠幫助學生更準確地理解反饋信息，從而更有針對性地修改寫作，提高寫作品質。

2.2 人工智慧輔助同伴評價在寫作中的應用

人工智慧輔助同伴評價已被相關研究證明能夠顯著提高學生的回饋品質和寫作能力。與傳統的互評相比，人工智慧能更準確地識別寫作中存在的問題，並透過提供準確及個性化的回饋幫助學生有效改進寫作（Guo et al, 2024; Wang, 2020）。同時，這類工具還能有效增強學生的寫作信心與批判性思維，進一步促進他們的認知發展（孔維梁，2023）。

3. 研究方法

3.1 研究對象

本研究共招募了一所中學的 27 名 13-14 歲的學生，均具備一定的英語寫作基礎。學生被隨機分配到實驗組（13 人）和對照組（14 人）。實驗組接受教師、傳統同伴和人工智慧同伴評分，而對照組只接受教師和傳統同伴評分。所有參與研究的學生均由同一位擁有豐富教學經驗的教師授課，以減少變量干擾。

3.2 研究流程

教學實驗為期 6 周，每週一次，每次 45 分鐘。

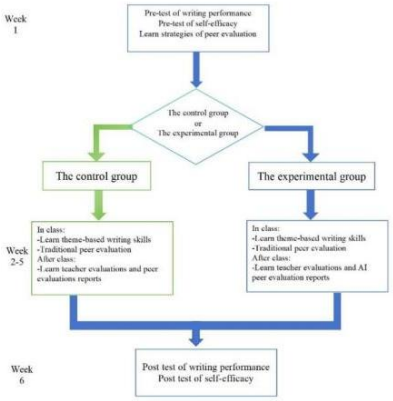


圖 1

3.3 研究工具

本研究的研究工具包括同伴評價表和自我效能感調查問卷。同伴評價表涵蓋內容評分（7 分）及語言評分（8 分），基於中考英語作文評分標準設計並經自身教師審核（見圖 2）。自我效能感問卷是基於 Shell（1989 年）開發的問卷，它由 15 個專案組成，採用李克特 5 點量表，問卷的 Cronbach alpha 值為 0.958，表明問卷是可靠的。而收集回來的相關實驗資料使用 SPSS 26.0 軟體進行分析。

同伴互評評分表

內容評分	1. 學校旅行的時間和地點（共 2 分） 2 分：清楚提及時間和地點。　1 分：僅提及時間或地點中的一項。 0 分：未提及時間和地點。		
	2. 旅行經歷（共 3 分） 3 分：提及參觀農場並補充 2 項活動。　2 分：提及參觀農場並補充 1 項活動。 1 分：僅提及參觀農場，未補充其他活動。　0 分：未提及旅行經歷或活動。		
	3. 表達感受（共 2 分） 2 分：提及至少 2 點感受。　1 分：提及 1 點感受。　0 分：未表達任何感受。		
語言評分	1. 遣辭與結構（1.5 分）	(1) 文章段落結構（0.5 分） 0.5 分：全文有明確的開頭、中間論述和結尾，且分為至少 3 段。 0 分：結構不完整，無明顯分段。	
		(2) 段落主旨句（0.5 分） 0.5 分：每段包含清晰的主旨句，概括段落大意。 0 分：缺乏主旨句或主旨句不明確。	
		(3) 過渡詞使用（0.5 分） 0.5 分：使用恰當的過渡詞連接句子（如 First, Second, Besides, Finally 等）。 0 分：未使用過渡詞。	

圖 2 同伴互評評分表（1）

4. 研究結果

4.1 寫作能力差異分析

實驗組和對照組學生的寫作能力變化如表 1 和表 2 所示，實驗組的前測成績與後測成績之間存在顯著差異，寫作能力顯著提高。對照組學生的平均成績相對穩定，寫作能力沒有顯著變化。在不同階段的比較中，實驗組書寫水準呈上升趨勢。而對照組的書寫水準在實驗期間相對穩定。初步推斷人工智慧輔助同伴互評在提高寫作水準方面可能優於傳統的同伴互評方法。

表 1 對寫作能力的配對樣本 t 檢驗

組別	N	預試		事後測試		*t*	*p*
		平均值	SD	平均值	SD		
實驗組	13	9.97	3.71	13.01	1.03	-6.515	0.000**
對照組	14	8.44	3.76	8.74	4.08	-1.683	0.103

* p<0.05 ** p<0.01

表 2 不同階段寫作能力的配對樣本 t 檢驗

配對	組別	N	階段 1	階段 4	*t*	*p*
			平均值（標清）	平均值（標清）		
階段 1-階段 4	實驗組	13	10.00(1.86)	12.97(1.30)	-10.84	<0.001
	對照組	14	9.47(2.85)	10.22(2.57)	-4.13	<0.001

* p<0.05 ** p<0.01

4.2 自我效能分析

如表 3 所示，對照組自我效能感前後測變化不明顯，實驗組自我效能感顯著提高。根據獨立 t 檢驗結果，如表 4 所示，實驗組的後測自我效能感顯著高於對照組，這進一步表明人工智慧輔助同伴評價對學生自我效能感的提升效果優於傳統同伴評價方式。

表 3 自我效能感的方差分析

組別	N	平均值	SD	*F*	*p*
實驗組	13	64	7.48	12.781	<0.001
對照組	14	46.35	11.47		

* p<0.05 ** p<0.01

表 4 自我效能感的独立 t 检验

組別	N	平均值	SD	*t*	*p*
實驗組	13	64	7.48	7.301	0.000**
對照組	14	46.35	11.47		

* p<0.05 ** p<0.01

5. 結論

本研究探討了人工智慧輔助同伴評價與傳統的同伴互評方法對學生寫作水準、自我效能感以及學生對互評的態度的影響。經過為期四週的教學實驗，研究結果顯示，實驗組學生的寫作水準顯著高於僅採用傳統同伴互評方法的對照組。人工智慧輔助同伴評價透過個性化的及時回饋，幫助學生更準確地發現並改正寫作中存在的問題（Guo et al., 2024）。而傳統的同伴評價則主要依賴於學生間的主觀判斷，雖具有一定價值，但在準確性與個性化方面有所欠缺。兩者結合能更全面地理解和運用寫作技巧來提高寫作水準（Banihashem et al，2024）。

此外，實驗組學生在自我效能感方面也有顯著提升，而對照組未呈現明顯變化。人工智慧輔助同伴評價所提供的即時且個性化的回饋，幫助學生更清晰地了解自己的優勢與不足，從而顯著提升其自我效能感。

参考文献

昂娟, & 陈媛. (2024). 大学生理解、认同与采纳同伴评语的实证研究. *荆楚理工学院学报*, *39*(3), 1-8.

孔维梁,于晓利,韩淑云 & 邓敏杰.(2023).人工智能赋能的可信同伴互评模型构建与验证.*现代远程教育研究*(03),93-101+112.

Banihashem, S. K., Kerman, N. T., Noroozi, O., Moon, J., & Drachsler, H. (2024). Feedback sources in essay writing: peer-generated or AI-generated feedback? International Journal of Educational Technology in Higher Education, *21*(1). https://doi.org/10.1186/s41239-024-00455-4

Chang, C. Y. (2016). Two decades of research in L2 peer review. Journal of Writing Research, *8*(1), 81 – 117. https://doi.org/10.17239/jowr-2016.08.01.03

Gao, R., Merzdorf, H. E., Anwar, S., Hipwell, M. C., & Srinivasa, A. R. (2024). Automatic assessment of text-based responses in post-secondary education: A systematic review. Computers and Education Artificial Intelligence, *6*, 100206. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100206

Guo, K., Pan, M., Li, Y., & Lai, C. (2024). Effects of an AI-supported approach to peer feedback on university EFL students' feedback quality and writing ability. The Internet and Higher Education, *6*3, 100962.https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2024.100962

Hsia, L., Huang, I., & Hwang, G. (2015). A web‐based peer‐assessment approach to improving junior high school students’ performance, self‐efficacy and motivation in performing arts courses. British Journal of Educational Technology, *47*(4), 618 – 632. https://doi.org/10.1111/bjet.12248

Shell, D. F., Murphy, C. C., & Bruning, R. H. (1989). Self-efficacy and outcome expectancy mechanisms in reading and writing achievement. Journal of Educational Psychology, *81*(1), 91 – 100. https://doi.org/10.1037/0022-0663.81.1.91

Tseng, S., & Tsai, C. (2010). Taiwan college students’ self-efficacy and motivation of learning in online peer assessment environments. The Internet and Higher Education, *13*(3), 164 – 169. https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2010.01.001

Wang, Z. (2020). Computer-assisted EFL writing and evaluations based on artificial intelligence: a case from a college reading and writing course. Library Hi Tech, *40*(1), 80 – 97. https://doi.org/10.1108/lht-05-2020-0113

Zhao, Y., Zhang, F., Schunn, C. D., He, P., Li, D., & Zhao, Y. (2023). Feedback, feedback-on-feedback and re-feedback: effects of written dialogic peer feedback on English as a foreign language writing. Assessment & Evaluation in Higher Education, *49*(4), 523 – 538. https://doi.org/10.1080/02602938.2023.2278017

有效失败视角下在线协作对师范生学习的影响研究

FormatResearch on the Impact of Online Collaboration on Pre-service Teachers' Learning from the Perspective of Productive Failure

王百艺[1]，苟江凤[1]，宋汶樾[1]，李荣娜[1]，杨九民[1*]
[1]华中师范大学 人工智能教育学部，湖北 武汉 430079
[*] yjm@mail.ccnu.edu.cn

【摘要】 本研究聚焦于提升师范生数字化教学能力，通过引入有效失败教学模式与在线协作学习，对 108 名师范生开展了课堂实证研究。研究发现，在生成探索阶段采用在线协作生成方式，并在巩固整理阶段实施在线协作纠错，能显著提升师范生的信息化教学设计方案质量水平和学习效果，然而，对其自我调节学习水平提升无显著影响。此外，师范生在巩固整理阶段的信息化教学设计方案质量优于生成探索阶段。这一发现扩展了有效失败教学模式的应用范围，也为师范生课堂创新提供了实践指导与理论贡献，强调了在线协作在数字化教学能力培养中的重要性。

【关键词】 有效失败；在线协作；师范生学习

Abstract: *This study focuses on enhancing digital teaching competencies of pre-service teachers through the introduction of the productive failure teaching model and online collaborative learning, with an empirical classroom study conducted among 108 participants. Results show that online collaboration in exploration and error correction enhances design quality and learning outcomes, but not self-regulated learning. Designs in the consolidation phase outperformed those in exploration. This expands the application of productive failure and offers practical guidance and theoretical contributions to pre-service teacher classroom innovation, emphasizing the importance of online collaboration in developing digital teaching competencies.*

Keywords: productive failure, online collaboration, learning of pre-service teachers

1. 引言

随着教育信息化进程的深入，新时代教师的信息化教学能力已成为教育领域关注的焦点。2018 年，教育部正式颁布了《师范生信息化教学能力标准》，明确要求未来教师应具备扎实的信息化教学技能（任友群等人,2018）。这一标准为师范生信息化教学能力的培养提供了明确的方向。随后，2022 年发布的《教师数字素养》进一步细化了教师数字素养的内涵，将其划分为数字技术知识与技能、数字化意识、数字化应用、数字社会责任以及专业发展五个方面（牟艳娜,2023）。这一框架不仅强调教师需灵活运用数字技术解决实际问题，更突出其优化和创新教育教学的能力。今年，中央网信办等四部门联合发布了《2024 年提升全民数字素养与技能工作要点》，提出教师数字素养的提升是教育现代化发展的关键。由此可见，教师培养体系中对信息化教学能力的重视程度和具体要求正持续深化。

然而，当前师范生培养中仍存在不足。尽管多数高等院校已开设了信息化教学课程，但师范生对这些课程的满意度普遍不高，且其信息化教学能力水平整体偏低（Chai et al., 2015）。这些问题不仅影响了师范生的职业竞争力，也制约了教育信息化推进的进程。因此，探索创新的教学模式以提升师范生的信息化教学能力已成为迫切需求。

2. 文献综述

2.1. 有效失败教学模式

有效失败教学（productive failure）作为一种创新的教学模式，由 Manu Kapur 教授于 2008 年提出，该模式结合了初始问题解决阶段与后续直接指导阶段，具体分为生成探索阶段和整理巩固阶段（Kapur & Bielaczyc, 2011）。在生成探索阶段，学生面对挑战性问题，通过尝试与探索激发求知欲和深度思考。尽管可能经历失败，这一阶段旨在通过反思失败经验，培养学生的问题解决能力和批判性思维。整理巩固阶段则由教师提供指导，帮助学生纠正错误、整合新知，巩固学习。从而深化对知识的理解与掌握，提升学习的保持和迁移效果。因此，即使学生在初步的探索阶段未能得出正确的解决方案，通过反思错误与调整认知，在整理与巩固阶段中能从失败中学习，从而提升知识建构能力与学习效果。

已有研究表明，有效失败教学对学生学习具有显著影响。例如，融入翻转课堂的对比实验显示，有效失败教学在促进学生掌握概念性知识方面优于传统翻转课堂（Song & Kapur, 2020）。在科学教育中，失败驱动脚手架干预组学生的建设性推理能力高于成功驱动脚手架组（Sinha & Kapur, 2021）。此外，交互式学习环境中引入有效失败教学，可加深学生对知识的理解并提升学习效果（Holmes et al., 2014）。

然而，有效失败教学的适用性存在年龄差异。例如，有研究发现，低年级学生元认知能力较弱，在小学五年级数学课堂中有效失败教学未能表现出显著优势，该模式可能更适合高年级学生（Mazziotti et al., 2019）。同时，大量研究聚焦于生成探索阶段的作用，认为该阶段能激发学习者的先验知识，并通过元认知支持和情绪支持等方式优化学习效果（Hod, Basil-Shachar, & Sagy, 2018）。但对于整理巩固阶段的研究较为少，这限制了对有效失败教学完整作用机制的探讨。

2.2. 在线协作学习

在线协作学习依托计算机网络和工具，能够突破时间与空间限制，通过小组共享知识、协同解决问题，并达成既定的学习目标（Dillenbourg, 2000）。相较于传统课堂协作，在线协作能提高学习绩效、社交技能、解决问题能力（Ng, Chan, & Lit, 2022; Meijer, Hoekstra, & Brouwer, 2020; Rosen, Wolf, & Stoeffler, 2020）。在师范教育领域，实验研究表明，在线协作学习能提高师范生的信息化教学设计能力（Chen, Tan, & Pi, 2021）。尽管如此，在线协作学习仍存在挑战，例如，缺乏信息丰富的讨论呈现和实时反馈会导致学习效率下降，因此需采用可视化平台并要求学习者进行实时反馈（Chen et al., 2021）。此外，在在线协作时使用 CSCL 脚本能提高讨论效果（Zheng et al., 2023），在线自我调节学习对在线学习成功至关重要（蔡旻君等人, 2020）。

2.3. 有效失败教学下的协作学习

有效失败教学与协作学习的结合已在多个场景中展现出优势，主要表现在能够提高学生的概念性知识理解和迁移能力，以及复杂问题的解决能力（Kapur & Bielaczyc, 2012）。研究表明，在生成探索阶段中，学生采取小组合作方式学习数学概念“方差”比个人单独探究更容易激活先前知识。因为这种方式能够创造一个积极、互动的学习环境，促进学生对复杂数学概念的理解和掌握。通过同伴间的信息交流和合作探索，引导学生生成更多解决方案，能够更好地激活先验知识，建立新的认知连接，从而提高学习效果（Kapur & Bielaczyc, 2011; Brand et al., 2023）。尽管协作学习在有效失败教学模式中的优势已被多项研究证实，但也存在局限性。例如，研究发现，协作学习过程中可能出现协作抑制现象，即由于小组成员间的沟通冲突或信息不对称，个体的想法表达受到抑制，从而影响协作学习的效果(Brand et al., 2023)。在这种情况下，协作条件并未表现出优于个人条件的显著效果。研究表明，良好的协作氛围和明确的分工能缓解协作抑制（Weinberger & Fischer, 2010）。为了防止协作抑制对研究的干预，本研究采用自愿分组情况，保证良好的协作氛围；并制定好协作脚本，明确分工。

综上所述，有效失败教学能够对学生学习产生积极影响，但更适合高年级学生，而且当前研究主要集中于生成探索阶段，整理巩固阶段的协作研究相对较少。此外，在线协作学习已被证实能够提高学生学习效果和师范生信息化教学能力，但与有效失败教学结合的研究较少，尤其是在巩固阶段协作能否通过有效互动促进学习仍有待验证。协作学习的实际效果也与协

作氛围和分工密切相关，现有研究对此关注不足。因此，本研究旨在将有效失败教学应用于师范生课堂，探究生成阶段不同的生成方式（在线协作 vs.个人生成）与巩固阶段不同的纠错方式（在线协作 vs.个人生成）对师范生的影响。

研究问题 1：在有效失败教学中的生成阶段和巩固阶段，与传统的个人生成和纠错方式相比，在线协作生成和纠错如何影响师范生的信息化教学设计方案质量、协作讨论质量、在线自我调节学习水平和学习效果的？

研究问题 2：在有效失败教学中的生成阶段和巩固阶段，与传统的个人生成和纠错方式相比，在线协作生成和纠错的信息化教学设计方案质量表现如何？

3. 研究方法

3.1. 被试

研究在一门教育教师类课程上开展，选取 2024 年春季学期该课程的一个班级的学生作为被试（108 名化学专业大三年级师范生）。被试在大二年级均选修过心理学、教育学和学科教学论等课程，具备基础的教学设计能力。在研究开始前，被试均获得了知情同意。

研究采用随机对照组间设计，被试被随机分配至两组：（1）实验组（n=54）：在有效失败教学的两个阶段，与同伴协作完成并修改信息化教学设计（既要帮助同伴生成一份教学设计，又要自己生成一份教学设计）；（2）对照组（n=54）：在有效失败教学的两个阶段，单独完成并修改信息化教学设计。

3.2. 实验材料

教学视频为屏幕录制式，主题为《如何制作一份优秀的信息化教学设计》，内容包括五个部分：a)回顾教学设计概念及一般步骤；b)信息化教学设计的概念；c)信息化教学设计的一般步骤并举例；d)九大类数字化资源；e)简要总结。采用 PowerPoint 软件制作视频画面，共 21 页（首尾各 1 页，正文内容 19 页），一名女性教师采用 Adobe Audition CS6 音频软件录制声音、Adobe Premiere 视频软件合成画面与音频并导出视频格式为 MP4 格式。教学视频总长为 9 分 22 秒，视频分辨率为 3840×2160。

图 1 教学视频截图

3.3. 测量工具

3.3.1. 先验知识水平测验

先验知识水平测验内容包括教学设计系统、前端分析、教学内容分析、教学目标分析等，题型为判断题，每题一分，共计 25 道题目。问卷整体内部一致性系数 Cronbach's α=0.605。

3.3.2. 学习效果测验

学习效果测验包括客观题和主观题，限时 90 分钟答题。客观题有 11 道选择题、9 道判断题，每题 2 分，共 20 题，总计 40 分。内容涉及信息化教学设计含义、步骤、注意事项等。主观题为一道信息化教学设计题，根据给定内容设计一份信息化教学设计方案，共计 60 分，整体试卷总分为 100 分。客观题内部一致性系数 Cronbach's α=0.609。

3.3.3. 在线自我调节学习水平问卷

改编自 Lucy Barnard 的在线自我调节学习问卷。包含六个维度：目标设定（goal setting）、环境结构（environment structuring）、任务策略（task strategies）、时间管理（time management）、寻求帮助（help seeking）、自我评估（self-evaluation），共 24 题。采用五点李克特量表，从 1 到 5 依次代表“非常不赞同”到“非常赞同”。问卷整体 Cronbach's α 系数为 0.915。

3.3.4. 在线协作讨论质量问卷

改编自 Robert 的协作讨论质量问卷。包含四个维度：交流（communication）、讨论质量（discussion quality）、小组合作（teamwork）、效率（efficiency）。五点李克特量表题，共 16 题。从 1 到 5 代表“非常不赞同”到“非常赞同”。问卷整体 Cronbach's α 系数为 0.886。

3.3.5. 小组角色 CSCL 脚本

改编自 Yao Lu 的 CSCL 脚本。采用分析师和评论者两大角色，一人一角，两人一组。分析师对于给定的问题情况，根据现有的知识和经验提出、分析和判断可能的解决方案，并根据评论的反馈不断修改它们。而评论者需要对分析师提出的观点进行评论，表达态度和情感倾向，包括支持或挑战他人的观点。该 CSCL 脚本应用于在线协作组讨论时的角色安排。

3.3.6. 信息化教学设计方案质量编码表

本研究采用 TPACK 评价标准对师范生的信息化教学设计作品质量进行评分。TPACK 评价标准改编自 Chen 等人的研究。TPACK 评价标准包括 7 个子维度，每个维度的分值为 1-5 分，作品质量分数的最大值为 35 分。在编码过程中，由两位编码员独立编码，并选择数据的前 27%（n=30）计算一致性系数。结果表明，两个阶段均具有较高的一致性（生成阶段: Kappa=0.851, p<0.001; 巩固阶段: Kappa=0.832, p<0.001），因此采用两位编码员评分的平均值作为分析的数据。问卷整体 Cronbach's α 系数为 0.958。

3.4. 实验流程

实验分为五个阶段，详见图 2。所有被试在实验开始前签署知情同意书，并填写先验知识前测问卷和在线自我调节学习水平前测问卷，以确保两组初始能力一致。实验组被试由助教介绍协作学习的 CSCL 脚本，完成分组与角色分配。助教向所有被试说明任务要求、平台使用及注意事项。被试需在课前根据教学设计情境完成一份信息化教学设计方案，并提交至小雅平台。对照组单独完成；实验组通过在线协作讨论完成，并将讨论过程记录于石墨文档。教学设计情境为：作为高一化学教师，设计一节关于“化学反应速率”的信息化教学方案，融入信息技术以帮助学生理解概念及影响因素（如温度、浓度、表面积等）。第二周理论课上，教师讲解“如何制作信息化教学设计”，并通过教学视频辅助学习。助教将教学视频上传至小雅平台，供学生随时观看。对照组根据所学内容独立修改教学设计方案；实验组通过在线协作讨论修改方案，并将讨论过程记录于石墨文档。所有被试将修改后的方案提交至小雅平台。第三周实验课上，助教发放在线自我调节学习水平问卷，被试填写后完成学习效果测验，测试结果作为学习效果后测。

图 2 实验研究设计流程图

4. 研究结果

在前测中，由于先验知识水平问卷不符合正态性检验（p<0.05），进行 Mann-Whitney U 检验，结果表明两组在先验知识水平上不存在显著差异（z(108)=-1.216, p=0.224>0.05）。在本研究中，由于在线自我调节学习水平是通过问卷测量的连续变量，因此进行独立样本 t 检验，结果表明，两组在不存在显著差异（t(108)=0.619, p=0.538>0.05）。

4.1. 两阶段信息化教学设计方案改进水平

为探究两阶段信息化教学设计方案的变化情况，对两个阶段的教学设计方案进行了正态性检验。结果显示，两阶段在 TPACK 维度及总分上的 p 值均小于 0.05，均不符合正态分布，故采用配对样本非参数 Wilcoxon 检验。研究结果表明，修改后的 TPACK 总分显著高于修改前（z= -7.784, p<0.001）。同时，在其他七个维度（CK、PK、TK、TPK、PCK、TCK 及再次考察的 TPACK）的分数比较中，修改后的分数亦均显著高于修改前。因此，修改后的信息化教学设计方案在各方面均表现出显著性的改进水平提升。

4.2. 信息化教学设计方案质量

为探究两种不同学习方式（在线协作与个人探究）对信息化教学设计方案在两个阶段（生成与巩固）的影响。以学习方式作为自变量，信息化教学设计方案作为因变量，采用 Mann-Whitney U 检验进行分析。在生成阶段，结果显示两组师范生在信息化教学设计方案上存在显著差异（z=−3.20, p=0.001），其中在线协作组的 TPACK 总分显著高于个人探究组。进一步分析各维度，除 TK 维度（z=−1.42, p=0.157）外，其余维度（PK、CK、TPK、PCK、TCK、TPACK）均显示在线协作组显著高于个人探究组。在巩固阶段，关于纠错的信息化教学设计方案同样表现出显著差异（z=−2.57, p=0.010），且在线协作组的 TPACK 总分依然显著高于个人探究组。对各维度的深入分析，研究结果发现，除 TK（z=−9.10, p=0.366）和 PK（z=−1.87, p=0.061）维度外，其他维度均表现为在线协作组显著高于个人探究组。

综上所述，无论是在生成阶段还是巩固阶段，采用在线协作方式学习的师范生所生成的信息化教学设计方案质量均优于采用个人探究方式学习的师范生所生成的信息化教学设计方案。

4.3. 在线协作中的自我调节学习水平

为探究实验前后在线自我调节学习水平的变化，本研究以在线协作学习为自变量，在线自我调节学习水平为因变量，针对其六个维度及总体平均水平，采用配对样本 t 检验进行分析。统计结果显示，所有维度及平均水平的配对样本 t 检验 p 值均超过 0.05，表明实验前后，整体的在线自我调节学习水平无显著性差异（详见表 1）。

表 1 在线自我调节学习水平配对样本 t 检验

		N	相关系数	*p*
对 1	GS & GS_2	107	0.10	0.285
对 2	ES & ES_2		-0.03	0.741
对 3	TS & TS_2		-0.01	0.243
对 4	TM & TM_2		0.07	0.470
对 5	HS & HS_2		-0.04	0.702
对 6	SE & SE_2		0.05	0.621
对 7	AVER & AVER_2		0.03	0.744

4.4. 学习效果

学习效果即信息化教学技能测试，测试题包括 20 个客观题和 1 个主观设计题。客观题进行正态性检验，结果发现 p 值为 0.173，符合正态性分布，并满足方差齐性（p=0.093>0.05），采用独立样本 t 检验进行后续分析。为探究对照组和实验组在学习效果上是否有差异，以不

同组别为自变量，信息化教学技能测试成绩为因变量，进行独立样本 t 检验。结果发现对照组和实验组后测的学习效果之间存在显著性差异（t(106)=-3.521, p=0.001, Cohen’s d＝0.465），且对照组的学习效果显著低于实验组。

4.5. 协作讨论

对于实验组的协作过程，通过协作讨论质量问卷记录。描述性统计结果显示，在协作过程中，学生在交流方面的满意度较高(M=4.26，SD=0.56），而在讨论质量(M=4.07，SD=0.69）和效率(M=3.87，SD=0.93）方面的满意度相对较低。这表明，学生在讨论的深度和任务完成效率上仍有提升空间。

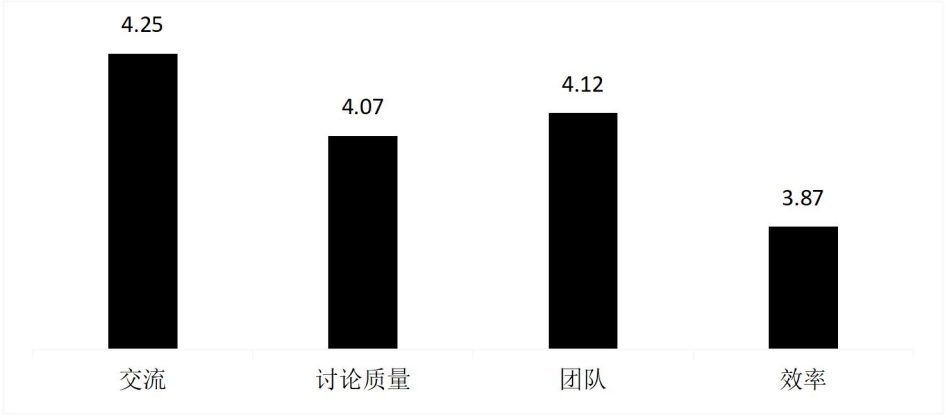


图 3 协作过程各维度分数均值图

5. 结论与讨论

本研究旨在探讨有效失败教学模式下，信息化教学设计方案的生成方式（在线协作 vs.个人生成）及纠错方式（在线协作 vs.个人探究）在生成与巩固阶段对师范生信息化教学设计能力、在线自我调节学习能力及学习效果的影响。结果显示，在线协作生成与纠错的教学设计方案质量更优，且相较于个人生成与纠错，在线协作生成与纠错能显著提升师范生的信息化教学设计能力和学习效果，但对在线自我调节水平没有显著影响。

在信息化教学设计能力上，在线协作组和个人探究组在修改后均有显著提升，表明有效失败教学结合在线协作学习能提升师范生能力。这可能因为学习者在初次设计时虽不完善，但已调动先验知识、构建认知框架，便于后续学习。这与增强师范生 TPACK 能力的先前研究观点一致（刘蕊蕊等人,2016），本研究进一步证实有效失败教学在师范生课堂中具有一定应用效果。在线协作组在各阶段均表现出更高水平，结果支持在线协作对信息化教学设计能力的促进作用。且在线协作组的表现在两个阶段均优于个人探究组，方案质量更高。因此，在有效失败教学中，在线协作的生成和纠错方式更利于提升师范生信息化教学设计方案质量，这与以往研究结论一致（Chen, Tan, & Pi, 2021），丰富了在线协作学习相关理论。

在线自我调节学习水平方面，实验前后两组均无显著提升，实验组也没有显著优势，可能因为实验周期较短，无法在短时间内显著性地改变在线自我调节学习水平。在线协作组和个人组在线自我调节学习水平的总体均值均有所提升，且除 ES（环境结构）外，各维度均有提升。有研究表明，10 天内在线自我调节学习水平可以显著提升（Song, 2018），但本研究中只有 ES 维度下降，可能是学习者不重视在线学习环境选择，且在线协作学习多为讨论，对环境要求不高。关于在线讨论的环境因素，有研究指出同步或异步对讨论效果影响不大（Vogel, et al., 2022）。

学习效果方面，在线协作组显著高于个人组，表明有效失败教学模式下在线协作具有显著优势。可能是在线协作过程中，学习者通过交流讨论激发了更多知识，深化了理解。这与以往研究结果一致（Song, 2018），支持在线协作学习对提高学习效果的有效性。此外，在线协作学习与学习满意度相关，学习满意度与学习效果成正相关（胡勇,2013），由协作过程可以得出学习者对协作满意度较高，故协作组的学习效果能得到显著提升。

未来的研究可以延长实验周期，并融入眼动脑电等技术测量生理指标，以深入分析协作过程，从而进一步探究相关因素。

参考文献

任友群,闫寒冰 & 李笑樱.(2018).《师范生信息化教学能力标准》解读.电化教育研究(10), 5-14+40.doi:10.13811/j.cnki.eer.2018.10.001.

牟艳娜.(2023).解读《教师数字素养》标准——专访标准编制组专家吴砥教授.中小学数字化教学(08), 5-8.

刘蕊蕊, 杨絮,张海 & 白晶.(2016).“TPACK—自主学习”模型理论框架及实证——如何快速培训教师的教学信念、自我效能和 TPACK 能力.中国信息技术教育(Z2), 127-130.

胡勇.(2013).在线协作学习对学习满意度的影响.中国电化教育(06), 48-56.

蔡旻君,郭婉瑢 & 娄颜超.(2020).在线学习过程中如何实施有效的反馈——基于自我调节学习理论的在线反馈探讨.电化教育研究(10), 82-88.doi:10.13811/j.cnki.eer.2020.10.011.

Brand, C., Hartmann, C., Loibl, K., & Rummel, N. (2023). Do students learn more from failing alone or in groups? Insights into the effects of collaborative versus individual problem solving in productive failure. *Instructional Science*, *51*(6), 953-976.

Chai, C. S., Deng, F., Tsai, P. S., Koh, J. H. L., & Tsai, C. C. (2015). Assessing multidimensional students’ perceptions of twenty-first-century learning practices. *Asia Pacific Education Review*, *16*, 389-398.

Chen, W., Tan, J. S., & Pi, Z. (2021). The spiral model of collaborative knowledge improvement: An exploratory study of a networked collaborative classroom. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, *16*(1), 7-35.

Dillenbourg, P. (2000). A multidisciplinary viewpoint on European researchon collaborative learning. *Kognitionswissenschaft*, *9*(1), 50-53.

Hod, Y., Basil-Shachar, J., & Sagy, O. (2018). The role of productive social failure in fostering creative collaboration: A grounded study exploring a classroom learning community. *Thinking Skills and Creativity*, *30*, 145-159.

Holmes, N. G., Day, J., Park, A. H., Bonn, D. A., & Roll, I. (2014). Making the failure more productive: scaffolding the invention process to improve inquiry behaviors and outcomes in invention activities. *Instructional Science*, *42*, 523-538.

Kapur, M., & Bielczyz, K. (2011). Classroom-based experiments in productive failure. In *Proceedings of the annual meeting of the cognitive science society* (Vol. 33, No. 33).

Kapur, M., & Bielaczyc, K. (2012). Designing for productive failure. *Journal of the Learning Sciences*, *21*(1), 45-83.

Mazziotti, C., Rummel, N., Deiglmayr, A., & Loibl, K. (2019). Probing boundary conditions of productive failure and analyzing the role of young students’ collaboration. *NPJ science of learning*, *4*(1), 2.

Meijer, H., Hoekstra, R., Brouwer, J., & Strijbos, J. W. (2020). Unfolding collaborative learning assessment literacy: A reflection on current assessment methods in higher education. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, *45*(8), 1222-1240.

Ng, P. M., Chan, J. K., & Lit, K. K. (2022). Student learning performance in online collaborative learning. *Education and Information Technologies*, *27*(6), 8129-8145.

Rosen, Y., Wolf, I., & Stoeffler, K. (2020). Fostering collaborative problem solving skills in science: The Animalia project. *Computers in Human Behavior*, *104*, 105922.

Sinha, T., & Kapur, M. (2021). Robust effects of the efficacy of explicit failure-driven scaffolding in problem-solving prior to instruction: A replication and extension. *Learning and Instruction*, *75*, 101488.

Song, Y., & Kapur, M. (2017). How to flip the classroom-" productive failure or traditional flipped classroom" pedagogical design?. *Educational Technology & Society*, *20*(1), 292-305.

Song, Y. (2018). Improving primary students’ collaborative problem solving competency in project-based science learning with productive failure instructional design in a seamless learning environment. *Educational Technology Research and Development*, *66*, 979-1008.

Vogel, F., Kollar, I., Fischer, F., Reiss, K., & Ufer, S. (2022). Adaptable scaffolding of mathematical argumentation skills: The role of self-regulation when scaffolded with CSCL scripts and heuristic worked examples. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, *17*(1), 39-64.

Weinberger, A., & Fischer, F. (2006). A framework to analyze argumentative knowledge construction in computer-supported collaborative learning. *Computers & education*, *46*(1), 71-95.

Zheng, L., Long, M., Niu, J., & Zhong, L. (2023). An automated group learning engagement analysis and feedback approach to promoting collaborative knowledge building, group performance, and socially shared regulation in CSCL. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, *18*(1), 101-133.

國小高年級生融入即時回饋系統於社會領域異質性小組之學習動機、策略與成效

Exploring the Learning Motivation, Strategies, and Outcomes of Upper Elementary Students in Heterogeneous Groups in Social Studies Integrated with an Instant Response System (IRS)

Hui-Ying Lee[1]，Leon Yufeng Wu[2*]
[1]Pu-Ren Elementary School
[2]Chung Yuan Christian University
[*] leonwu@cycu.edu.tw

【摘要】 本研究探討即時回饋系統 CloudClassRoom 中動態分組機制對國小高年級學生社會領域學習動機、策略及學習成效的影響。研究對象為桃園市某國小六年級 3 個班級的 80 名學生，採準實驗設計，分為控制組（未分組討論）、實驗組一（異質性分組）及實驗組二（同質性分組）。透過 CCR 即時回饋系統進行教學與數據收集，並使用社會學習成就測驗及學習動機與策略量表進行評估。分析不同分組模式下學生學習表現的差異，預期驗證異質性分組在提升學生學習動機與促進合作學習方面的優勢，並探索 CCR 動態分組機制在教學中的應用價值。

【關鍵字】 雲端互動教室；依據答案分組；學習動機；學習策略；社會學習成效

Abstract: *This study explores the impact of the dynamic grouping mechanism in the CloudClassRoom (CCR) Interactive Response System on upper elementary students' learning motivation, strategies, and outcomes in social studies. Participants included 80 sixth-grade students from three classes in Taoyuan City, Taiwan. A quasi-experimental design was used, dividing students into a control group (no grouping), Experimental Group 1 (heterogeneous grouping), and Experimental Group 2 (homogeneous grouping). Data were collected via system logs, a social studies achievement test, and the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). This study examines differences in student performance across grouping models and assesses the benefits of heterogeneous grouping in fostering motivation and cooperative learning. Additionally, it investigates the instructional value of CCR's dynamic grouping mechanism in enhancing teaching effectiveness.*

Keywords: CloudClassRoom, answer-based grouping, learning motivation, learning strategies, social studies outcomes

1.前言

教育的發展深受科技進步所影響，數位技術的創新突破傳統教學限制，提升學習的彈性與個人化需求（Coker, 2020）。全球數位化下，教育政策著重於提升學習動機、批判性思維與解學問題的能力（OECD, 2018）。臺灣自 1990 年代起推動資訊科技融入教育，已縮減城鄉差距，但是，仍發現到國小的社會課程，教師多以傳統講授法為主，若能在社會課中加入建構式教學的策略有助於增進學生批判性思維（教育部, 2016；黃景裕，2004）。

首先，數位教學工具發展過程中，即時回饋系統（Interactive Response System, IRS）逐漸受到教育現場的老師們關注。這類系統能即時收集學生回應，幫助教師掌握學習情況並及時調整教學策略（Hattie & Timperley, 2007）。CloudClassRoom（CCR）這款即時回饋系統具有整合數據分析技術與動態分組的功能，在課程中有機會為課堂帶來合作學習與結構性支持性支持（國立臺灣師範大學科學教育中心, 2023）。再者，近年來永續教育推動成為全球教育的

方針，永續發展教育（Education for Sustainable Development, ESD）強調透過創新教學方法，讓學生在學習過程中發展批判性思維、合作能力及解決問題的意識，同時關注學科知識與真實情境的聯繫（UNESCO, 2017）。因此，為了解學生學習動機與策略的改變，會使用學習動機與學習策略問卷（Motivated Strategies for Learning Questionnaire, MSLQ）, MSLQ 由 Pintrich 等人（1991）編製，已被廣泛應用於教育研究中，為具備良好的信效度評估工具。基於上述背景，CloudClassRoom（CCR）中「依據答案分組機制」在異質性與同質性分組下對國小高年級學生社會領域學習動機、策略及學習成效如何影響，值得深入研究與探討。

首先，國小教學現場中，社會課程多以統一進度與教師講述為主，但是這樣的教學模式難以顧及學生的個別差異（Tomlinson, 2001），學習能力高的學生因缺乏討戰可能失去學習興趣，而學習進度較慢的學生容易因無法跟上進度而感到挫折，進一步影響學習效果。此外，傳統課中的學習回饋多延遲至作業或測驗後進行，學生可能已形成固定錯誤觀念，失去即時修正的機會（Hattie & Timperley, 2007），因此探討如何在社會課程中運用即時回饋系統以提升學習成效，具有實務與研究的重要性。

其次，根據建構主義理論(Constructivist Theory)，知識是透過個體與環境的社會互動建構而成，合作學習正是實現建構主義的重要教學方式（Vygotsky, 1978）。透過合作學習，學生可以在討論與分享的過程中加深多學科內容的理解，並發展批判性思考與解決問題的能力（Johnson & Johnson, 1987）。CloudClassRoom（CCR）這款即時回饋系統能根據學生的回答進行異質性或同質性分組，並且結合數據資料收集功能，幫助教師掌握學習狀況，進行即時的適度教學調整，這些功能為合作學習與個別化教學提供新的可能性。然而，目前國內針對 CCR 在國小教育中的應用研究仍有限，特別針對其分組機制在學習動機、策略與學習成效方面的影響，需要進一步探討。

因此，本研究以國小社會課程為例，探討即時回饋系統中依據答案分組機制對學生學習表現的影響，具體研究目的包括：

(1)分析即時回饋系統中動態分組機制對國小高年級學生學習動機的影響。

(2)比較異質性分組與同質性分組模式下，國小高年級學生學習策略運用的差異。

(3)探討即時回饋系統中動態分組機制對國小高年級學生社會領域學習成效的影響。

本研究採準實驗設計，以桃園市某國小六年級中 3 個班級的學生作為研究對象，探討即時回饋系統中 CloudClassRoom 依據答案分組機制對學生學習動機、學習策略及學習成效的影響。研究對象來自於常態編班下的 3 個班級，共計 80 名學生，採取便利取樣方式選取，分為控制組與兩個實驗組。其中細分為，控制組僅使用 CCR 中基礎功能進行教學，未進行分組討論教學；實驗組一採用異質性分組模式，將答題答案相異大的學生分成同一小組；實驗組二則採同質性分組模式，依據答案相似性分成同一小組。3 個班級的教學內容均為翰林版社會領域課程中關於全球化與永續發展的單元，授課教師、教學時數與教材內容完全一致，以確保教學條件的一致性。

本研究的自變項為三種不同的分組模式，包括未分組、異質性分組與同質性分組；依變項為學生的學習動機、學習策略與學習成效。學習成效以「社會學習成就測驗」測量，測驗內容依據教材設計，包含記憶、理解與應用等層面，題目皆為選擇題，以前測分數與後測分數做為比較依據。學習動機與學習策略則採用「學習動機與策略量表(MSLQ)」進行評量，該量表經專家審核後調整成適合國小六年級學生使用，包含學習動機與學習策略兩大構面，使用 Likert 五點量表評分，共計 24 題。

研究的數據分析分為描述性統計與推論性統計兩部分。描述性統計呈現學習成效與學習動機的趨勢與分佈情況；推論性統計採用 ANCOVA 分析，以校正學生的起點行為，分析不同分組模式對後測分數的影響。分析前，檢驗共變數的基本假設，包括前後測分數的線性關係、共變數與分組模式之間的交互作用及組間變異數的相等性。若結果顯著，進一步進行 Tukey HSD 事後檢定，探討不同分組模式之間的具體差異。所有分析過程使用 IBM SPSS Statistics 軟體進行，並將結果以表格與圖表形式呈現，作為研究結論的重要依據。

參考文獻

教育部（2016）。十二年國教課程綱要：基本理念與核心素養。教育部。

國立臺灣師範大學科學教育中心（2023）。CloudClassRoom 系統使用手冊。國立臺灣師範大學。

黃景裕（2004）。國小社會學習領域建構式教學之研究。〔博士論文。國立臺灣師範大學〕臺灣博碩士論文知識加值系統。 https://hdl.handle.net/11296/8h7r3u。

Coker, D. (2020). *Educational innovation: From printing to digital technologies*. Education Press.

Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research, 77*(1), 81-112. https://doi.org/10.3102/003465430298487

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1987). *Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning* (2nd ed.). Prentice-Hall.

OECD. (2018). *The future of education and skills: Education 2030*. OECD Publishing.

Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T., & McKeachie, W. J. (1991). A manual for the use of the motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ). *National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning*.

Tomlinson, C. A. (2001). *How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms* (2nd ed.). ASCD.

UNESCO. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. UNESCO Publishing.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

教师网络教研如何影响初中生学习方法、学习品质与学习行为的实证研究：来自中国温州的一项研究

Impact of Teachers' Online Teaching Research on Junior High School Students' Learning Methods, Quality, and Behaviors: An Empirical Study from Wenzhou, China.

刘静[1]，严俊杰[2]，骆潇楠[3]，邓丹婷[4]，杨刚[5*]
温州大学教育学院
1945603192@qq.com

【摘要】 本研究基于温州鹿城区 23 校 571 名师生数据，借助 PLS-SEM 分析，结果表明：教师网络教研正向预测教师的专业发展、教学设计与职业幸福感，并通过调节作用间接影响学生学习能力。研究同样验证学习品质对学习行为的预测作用。结果凸显教师网络教研对教师专业发展的促进作用，为教育数字化转型提供实证支持。
【关键词】 教师网络教研；教师专业发展；学习能力；PLS-SEM

Abstract: *This study analyzed data from 571 teachers and students in 23 schools using PLS-SEM. Results show online teaching research enhances teaching efficacy (professional development, instructional design, well-being) and indirectly improves student learning. Learning quality predicts learning behaviors, highlighting its role in educational digital transformation.*
Keywords: online teaching research, learning capabilities, professional development, PLS-SEM

1.研究背景与假设提出

教师网络教研通过提升教师教学效能成为应对复杂教育需求的关键策略。本研究通过分析教师网络教研对学生学习能力的影响机制，揭示其在教育数字化转型中的结构性作用。 如图 1 所示，本研究提出以下假设：教师网络教研直接促进教师专业发展（H1a）、优化教学设计能力（H1b）并提升职业幸福感（H1c），同时学生学习品质对学习行为有直接且显著的影响（H2）。中介效应分析揭示教学效能的多维传导路径：教师专业发展中介影响教师网络教研与学习方法的关系（H3a），教学设计中介影响其对学习品质的影响（H3b），职业幸福感同时中介影响学习品质（H3c）与学习行为（H3d）的双路径。本研究还将 “教师职称”和 “是否为班主任”作为调节变量，它们可能会影响模型预测因素与教师效能各维度之间的关系。

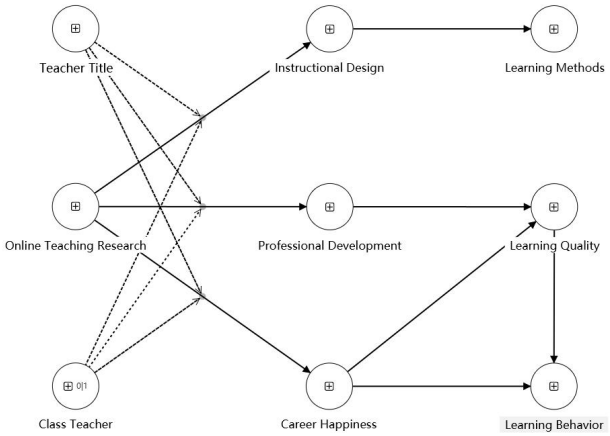


图 1 研究模型

2.结果与分析

2.1. 测量模型评估

测量模型评估的结果表明，所有维度的 Cronbach's α 均大于 0.7、CR 均大于 0.83、AVE 均大于 0.61，其中学习方法信度最优（α=0.876/CR=0.924/AVE=0.802）。题项因子载荷均大于 0.72，学习方法（0.884-0.910）与教师教研（0.757-0.853）载荷表现突出，证实测量模型质量可靠。为了检验区别效度，我们首先使用 Fornell 和 Larcker (1981)检验。这种方法要求每个维度的 AVE 的平方根超过该维度与模型中其他维度之间的相关性，以达到区别有效性的目的。结果表明所有维度的 AVE 平方根（对角线 0.784-0.895）均显著高于非对角相关系数（最高 OTR-PD=0.606）。经过信度和效度检查，所有研究的拟合标准都超过了文献中通常建议的临界值。

2.2. 测量模型评估

表 1 直接影响的结果

Hiypotheses		*Beta*	*SD*	*t*	*p*	*LL*	*UL*	Supported
H1a:	OTR→ID	0.584	0.05	12.66	0.00	0.49	0.67	yes
H1b:	OTR→PD	0.612	0.04	14.79	0.00	0.53	0.69	yes
H1c:	OTR→CH	0.474	0.06	7.68	0.00	0.36	0.59	yes
H2:	LQ→LB	0.542	0.03	15.79	0.00	0.48	0.61	yes

表 2 中介效应的结果

Hiypotheses		*Beta*	*SD*	*t*	*p*	*LL*	*UL*	Supported
H3a:	OTR→ID→LM	0.263	0.04	6.99	0.00	0.19	0.34	yes
H3b:	OTR→PD→LQ	0.243	0.03	7.67	0.00	0.18	0.31	yes
H3c:	OTR→CH→LQ	0.100	0.03	3.65	0.00	0.05	0.16	yes
H3d:	OTR→CH→LB	0.089	0.03	3.36	0.00	0.04	0.15	yes

表 3 调节作用的结果

Path	Coeffcient	*p* values	f^2	Moderating effect
Teacher Title x OTR →CH	-0.003	0.943	0.000	No
Teacher Title x OTR →ID	0.009	0.799	0.000	No
Teacher Title x OTR →PD	0.092	0.013	0.013	No
Class Teacher x OTR →CH	-0.013	0.888	0.000	No
Class Teacher x OTR →ID	-0.001	0.986	0.000	No
Class Teacher x OTR →PD	-0.069	0.368	0.002	No

3.讨论

直接影响分析显示，教师网络教研与教师专业发展、教学设计和职业幸福感显著正相关，且学习品质正向预测学习行为，凸显元认知培养的关键作用。中介模型揭示差异化路径：专业发展、教学设计、职业幸福感分别中介影响学生学习方法、学习品质与学习行为，形成"教师网络教研-教师教学效能-学生学习能力"传导链。而“是否为班主任”和 “教师职称”这两个调节变量均未对预测变量和因变量之间的关系产生显著影响。

國小高年級生融入即時回饋系統於社會領域異質性小組之學習動機、策略與成效

Exploring the Learning Motivation, Strategies, and Outcomes of Upper Elementary Students in Heterogeneous Groups in Social Studies Integrated with an Instant Response System (IRS)

Hui-Ying Lee[1]，Leon Yufeng Wu[2*]
[1]Pu-Ren Elementary School
[2]Chung Yuan Christian University
[*] leonwu@cycu.edu.tw

【摘要】 本研究探討即時回饋系統 CloudClassRoom 中動態分組機制對國小高年級學生社會領域學習動機、策略及學習成效的影響。研究對象為桃園市某國小六年級 3 個班級的 80 名學生，採準實驗設計，分為控制組（未分組討論）、實驗組一（異質性分組）及實驗組二（同質性分組）。透過 CCR 即時回饋系統進行教學與數據收集，並使用社會學習成就測驗及學習動機與策略量表進行評估。分析不同分組模式下學生學習表現的差異，預期驗證異質性分組在提升學生學習動機與促進合作學習方面的優勢，並探索 CCR 動態分組機制在教學中的應用價值。

【關鍵字】 *雲端互動教室；依據答案分組；學習動機；學習策略；社會學習成效*

Abstract: *This study explores the impact of the dynamic grouping mechanism in the CloudClassRoom (CCR) Interactive Response System on upper elementary students' learning motivation, strategies, and outcomes in social studies. Participants included 80 sixth-grade students from three classes in Taoyuan City, Taiwan. A quasi-experimental design was used, dividing students into a control group (no grouping), Experimental Group 1 (heterogeneous grouping), and Experimental Group 2 (homogeneous grouping). Data were collected via system logs, a social studies achievement test, and the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). This study examines differences in student performance across grouping models and assesses the benefits of heterogeneous grouping in fostering motivation and cooperative learning. Additionally, it investigates the instructional value of CCR's dynamic grouping mechanism in enhancing teaching effectiveness.*

Keywords: CloudClassRoom, answer-based grouping, learning motivation, learning strategies, social studies outcomes

1.前言

教育的發展深受科技進步所影響，數位技術的創新突破傳統教學限制，提升學習的彈性與個人化需求（Coker, 2020）。全球數位化下，教育政策著重於提升學習動機、批判性思維與解學問題的能力（OECD, 2018）。臺灣自 1990 年代起推動資訊科技融入教育，已縮減城鄉差距，但是，仍發現到國小的社會課程，教師多以傳統講授法為主，若能在社會課中加入建構式教學的策略有助於增進學生批判性思維（教育部, 2016；黃景裕，2004）。

首先，數位教學工具發展過程中，即時回饋系統（Interactive Response System, IRS）逐漸受到教育現場的老師們關注。這類系統能即時收集學生回應，幫助教師掌握學習情況並及時調整教學策略（Hattie & Timperley, 2007）。CloudClassRoom（CCR）這款即時回饋系統具有整合數據分析技術與動態分組的功能，在課程中有機會為課堂帶來合作學習與結構性支持性支持（國立臺灣師範大學科學教育中心, 2023）。再者，近年來永續教育推動成為全球教育的方針，永續發展教育（Education for Sustainable Development, ESD）強調透過創新教學方法，讓學生在學習過程中發展批判性思維、合作能力及解決問題的意識，同時關注學科知識與真實情境的聯繫（UNESCO, 2017）。因此，為了解學生學習動機與策略的改變，會使用學習動機與學習策略問卷(Motivated Strategies for Learning Questionnaire, MSLQ)，MSLQ 由 Pintrich 等人（1991）編製，已被廣泛應用於教育研究中，為具備良好的信效度評估工具。基於上述背景，CloudClassRoom（CCR）中「依據答案分組機制」在異質性與同質性分組下對國小高年級學生社會領域學習動機、策略及學習成效如何影響，值得深入研究與探討。

首先，國小教學現場中，社會課程多以統一進度與教師講述為主，但是這樣的教學模式難以顧及學生的個別差異（Tomlinson, 2001），學習能力高的學生因缺乏討戰可能失去學習興

趣，而學習進度較慢的學生容易因無法跟上進度而感到挫折，進一步影響學習效果。此外，傳統課中的學習回饋多延遲至作業或測驗後進行，學生可能已形成固定錯誤觀念，失去即時修正的機會（Hattie & Timperley, 2007），因此探討如何在社會課程中運用即時回饋系統以提升學習成效，具有實務與研究的重要性。

其次，根據建構主義理論(Constructivist Theory)，知識是透過個體與環境的社會互動建構而成，合作學習正是實現建構主義的重要教學方式（Vygotsky, 1978）。透過合作學習，學生可以在討論與分享的過程中加深多學科內容的理解，並發展批判性思考與解決問題的能力（Johnson & Johnson, 1987）。CloudClassRoom（CCR）這款即時回饋系統能根據學生的回答進行異質性或同質性分組，並且結合數據資料收集功能，幫助教師掌握學習狀況，進行即時的適度教學調整，這些功能為合作學習與個別化教學提供新的可能性。然而，目前國內針對 CCR 在國小教育中的應用研究仍有限，特別針對其分組機制在學習動機、策略與學習成效方面的影響，需要進一步探討。

因此，本研究以國小社會課程為例，探討即時回饋系統中依據答案分組機制對學生學習表現的影響，具體研究目的包括：

(1)分析即時回饋系統中動態分組機制對國小高年級學生學習動機的影響。

(2)比較異質性分組與同質性分組模式下，國小高年級學生學習策略運用的差異。

(3)探討即時回饋系統中動態分組機制對國小高年級學生社會領域學習成效的影響。

本研究採準實驗設計，以桃園市某國小六年級中 3 個班級的學生作為研究對象，探討即時回饋系統中 CloudClassRoom 依據答案分組機制對學生學習動機、學習策略及學習成效的影響。研究對象來自於常態編班下的 3 個班級，共計 80 名學生，採取便利取樣方式選取，分為控制組與兩個實驗組。其中細分為，控制組僅使用 CCR 中基礎功能進行教學，未進行分組討論教學；實驗組一採用異質性分組模式，將答題答案相異大的學生分成同一小組；實驗組二則採同質性分組模式，依據答案相似性分成同一小組。3 個班級的教學內容均為翰林版社會領域課程中關於全球化與永續發展的單元，授課教師、教學時數與教材內容完全一致，以確保教學條件的一致性。

本研究的自變項為三種不同的分組模式，包括未分組、異質性分組與同質性分組；依變項為學生的學習動機、學習策略與學習成效。學習成效以「社會學習成就測驗」測量，測驗內容依據教材設計，包含記憶、理解與應用等層面，題目皆為選擇題，以前測分數與後測分數做為比較依據。學習動機與學習策略則採用「學習動機與策略量表(MSLQ)」進行評量，該量表經專家審核後調整成適合國小六年級學生使用，包含學習動機與學習策略兩大構面，使用 Likert 五點量表評分，共計 24 題。

研究的數據分析分為描述性統計與推論性統計兩部分。描述性統計呈現學習成效與學習動機的趨勢與分佈情況；推論性統計採用 ANCOVA 分析，以校正學生的起點行為，分析不同分組模式對後測分數的影響。分析前，檢驗共變數的基本假設，包括前後測分數的線性關係、共變數與分組模式之間的交互作用及組間變異數的相等性。若結果顯著，進一步進行 Tukey HSD 事後檢定，探討不同分組模式之間的具體差異。所有分析過程使用 IBM SPSS Statistics 軟體進行，並將結果以表格與圖表形式呈現，作為研究結論的重要依據。

參考文獻

教育部（2016）。十二年國教課程綱要：基本理念與核心素養。教育部。

國立臺灣師範大學科學教育中心（2023）。CloudClassRoom 系統使用手冊。國立臺灣師範大學。

黃景裕（2004）。國小社會學習領域建構式教學之研究。〔博士論文。國立臺灣師範大學〕臺灣博碩士論文知識加值系統。 https://hdl.handle.net/11296/8h7r3u。

Coker, D. (2020). Educational innovation: From printing to digital technologies. Education Press.

Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. Review of Educational Research, 77(1), 81-112. https://doi.org/10.3102/003465430298487

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1987). Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning (2nd ed.). Prentice-Hall.

OECD. (2018). The future of education and skills: Education 2030. OECD Publishing.

Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T., & McKeachie, W. J. (1991). A manual for the use of the motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ). National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning.

Tomlinson, C. A. (2001). How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms (2nd ed.). ASCD.

UNESCO. (2017). Education for sustainable development goals: Learning objectives. UNESCO Publishing.

Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard University Press.

合作學習融入 Quizlet 對學習成效影響之研究：以國小四年級英語文學習扶助學生為例

A Study on the Impact of Learning Effectiveness by Integrating Cooperative Learning with Quizlet: Take Fourth-Grade English Remedial Students in Elementary School as an Example

陳雨濃，楊慶麟
中原大學教育研究所
中原大學教育研究所
ahi74320@gmail.com
cly@cycu.edu.tw

【摘要】本研究旨在探討合作學習融入 Quizlet 軟體對國小四年級英語文學習扶助學生的學習成效、態度及動機的影響。研究對象為桃園市某國小四年級英語文學習扶助學生共 10 名，採行動研究及雙循環教學實施，將實施上下兩學期為期一年，共二十週的合作學習融入 Quizlet 對學習扶助學生的影響為課程，第一循環十節課，為期十週，共分為三個單元。實施過程中會將實際上課情況進行記錄，其中包括根據觀察資料後的教學觀察與省思，並以此依據進行第二循環教學活動；第二循環教學實施階段的教學將進行為期十週共十節課，共三個單元。在實施過程中持續觀察與紀錄，並隨時做教學計畫修正，協同專家教師之意見回饋及訪談紀錄，作為教學實施歷程後之結果，並以此實驗結果進行修正與省思，為日後教學活動提供參考依據。第二循環教學實施階段結束後，研究者會以學習扶助網站之標準化學習扶助測驗題目進行測驗，分析研究對象在實驗前後之學習成效差異，以是否通過成長測驗為依據，探究合作學習融入 Quizlet 對影文學習扶助學生之學習成效。
【關鍵字】合作學習；Quizlet；英語文學習扶助；行動研究；學習成效

Abstract: *This study investigates the effectiveness of integrating cooperative learning with Quizlet software on fourth-grade English remedial students' learning outcomes, attitudes, and motivation. The research focuses on 10 remedial students from a Taoyuan elementary school, implementing dual-cycle action research over one academic year. The study consists of two 10-week cycles, each comprising ten lessons across three units. During implementation, classroom observations and teaching reflections are documented continuously, with expert teacher feedback incorporated into the second cycle. Learning effectiveness is assessed through standardized tests from the remedial learning support website, measuring the impact of combining cooperative learning with Quizlet in English remedial education.*
Keywords: Cooperative Learning, Quizlet, English Remedial Education, Action Research, Learning Effectiveness

1. 背景

全球化時代，英語能力已成為關鍵競爭力，而我國推動「2030 雙語國家」政策正反映了這一趨勢。然而，根據教育部最新數據顯示，仍有近三成學生未達基礎英語能力水準，其中學習扶助學生的表現尤其需要關注。作為桃園市某國小四年級英語教師，本人觀察到班級中約 20%的學習扶助學生在英語學習，特別是字彙方面面臨重大挑戰。合作學習作為一種強調學生互動與協作的教學策略，包含了 STAD、TGT 等七種模式，研究顯示其能有效提升學習動機及成效，並縮小學習差距。而 Quizlet 數位學習平台則透過遊戲化學習和即時反饋功能，營造輕鬆的學習氛圍。本研究擬結合合作學習與 Quizlet 的優勢，探討其對學習扶助學生英語

學習成效的影響，期望能為教師提供有效的教學策略，同時為實現雙語國家政策目標提供實證參考。

2. 研究目的

基於上述研究背景與動機，本研究旨在探討合作學習結合 Quizlet 數位學習平台對國小四年級英語文學習扶助學生的影響。透過系統性的教學實踐與觀察，期望能發展出有效的教學策略，協助學習扶助學生提升英語字彙學習成效。據此，本研究提出以下三項研究目的：

一、 了解國小四年級英語文學習扶助學生的英語字彙學習情形。

二、 探討將 Quizlet 數位學習平台融入教學後，對國小四年級英語文學習扶助學生的英語字彙學習成效之影響。

三、 探討將合作學習模式融入 Quizlet 數位學習平台後，對國小四年級英語文學習扶助學生的英語字彙學習成效之影響。

3. 行動研究

本研究以行動研究之內涵與歷程進行合作學習融入 Quizlet 對學習扶助學生課程。研究者在教育現場發現學習扶助學生在英語文方面之低成就原因之一為字彙的不了解。針對實務問題，研究者期望提升學習扶助學生英語文字彙能力、學習動機、學習興趣，進而提升學習成就，因此選擇行動研究的方式進行問題探究、方案規劃、實施行動、反思。透過教學過程觀察學生的變化與省思，並藉由該歷程及結果，增進研究者教學職能。本研究之行動研究步驟如下：

（一）發現問題：研究者在教學現場之實務問題。

（二）方案規劃：針對問題提出實際行動方案、課程規劃，以解決問題。

（三）實施行動：在課程規劃中，隨時觀察學生學習情形、行為動機並深入探究背後意義，積極修正課程。過程中收集多樣化資料，如：學習單、學生回饋單、教室觀察記錄表、訪談表。

（四）反思：將搜集資料進行客觀分析與整理，找出資料異同之處進行歸納總結，並持續修正課程直至學生獲得實質問題改善與幫助。

參考文獻

陳怡君（2021）。利用 Quizlet 提升高中生英語單字學習動機與成效。《教育研究期刊》。

陳冠宇（2023）。數位工具在英語教學中的應用：以 Quizlet 為例。《教育與心理研究》。

陳怡如（2021）。利用 Quizlet 提升學生英語閱讀理解。《教育科學期刊》。

林美琪（2020）。學習扶助教學策略對國小學生的成效分析。《基礎教育研究》。

林淑芬（2021）。數位學習工具在英語教學中的實踐。《教學研究期刊》。

Brusilovsky, P., & Millán, E. (2007). User models for adaptive hypermedia and adaptive educational systems. In P. Brusilovsky, A. Kobsa, & W. Nejdl (Eds.), *The adaptive web: Methods and strategies of web personalization* (pp. 3–53). Springer.

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry, 11*(4), 227–268.

融合心智圖與機器人學習：提升學生批判性與創造性思維的策略

Integrating Mind Mapping and Robot-Based Learning: Strategies to Enhance Students' Critical and Creative Thinking

邱敏棋 [1*]
[1] 台中科技大學多媒體設計系
[*] minky413@gmail.com

【摘要】 在教育中培養學生的批判性思維與創造性思維是一個重要目標，例如，藝術課程不僅關注作品創作，還包括辨識藝術品的理論知識。傳統的講座式教學模式，由於缺乏師生互動，可能影響學生的學習成效。因此，研究者開始採用互動式學習技術（如機器人）來解決這一問題。然而，若未提供適當指導與支持，互動學習模式的學習效果可能有限，為提升學生的學習效果，本研究提出一種結合心智圖輔助的機器人（MM-R）教學方法，用於藝術課程中。研究採用準實驗設計，探討此方法對學生藝術鑑賞、數位繪畫創作、創造性思維傾向與批判性思維意識的影響。研究對象為台灣中部某大學兩班學生，共 48 人，其中一班為實驗組（25 人），採用 MM-R 方法；另一班為控制組（23 人），採用傳統機器人（C-R）方法。結果顯示，MM-R 方法的整合能有效提升學生的學習成就、數位繪畫表現、創造性思維傾向及批判性思維意識。
【关键词】 心智圖·、智慧機器人、5E 教學模型、藝術品鑑賞、創造性思考傾向

Abstract: *Fostering students' critical and creative thinking is a key educational goal. Art courses emphasize both artwork creation and theoretical knowledge for identifying artworks. Traditional lecture-based teaching often lacks student-teacher interaction, affecting learning outcomes. To address this, researchers introduced interactive technologies like robots. However, without proper guidance, their effectiveness may be limited. This study proposed a mind mapping-assisted robot (MM-R) approach for art courses, using a quasi-experimental design to evaluate its impact on art appreciation, digital painting creation, and critical and creative thinking. Involving 48 university students in central Taiwan, 25 formed the experimental group with MM-R, while 23 in the control group used traditional robots (C-R). Results showed that the MM-R approach significantly enhanced learning achievements, digital painting performance, and critical and creative thinking.*
Keywords: Mind mapping · Intelligent robot · 5E instructional model · Artwork appreciation · Creative thinking tendency

1. 前言

在藝術課程強調作品創作與藝術品鑑賞理論知識的結合，故批判性與創造性思維是重要的教育目標，課程目的在提升學生的藝術素養、批判性思維與創造性思維，這些能力對未來職場至關重要(Ulger, 2018)。透過藝術教育的訓練，學生可深化對文化與情感的理解，增強同理心並培養解決問題的能力，研究顯示，參與藝術創作能提升學習成就與創作能力，包括藝術品鑑賞能力與數位繪畫技能。傳統教師主導的單向教學模式因缺乏互動，可能影響學生學習興趣與效果，且難以提供個性化指導與即時回饋(Le, 2023; Lukaka, 2023)。教育機構因資源有限，逐漸探索運用具語音與影像辨識的機器人技術，作為教學助理，減少人力成本並提供即時反饋與個別化學習支持。研究顯示，機器人輔助教學能增強學生創造性思維、批判性思維及問題解決能力，然而，在此互動學習模式下，學生若缺乏有效指導，可能難以記憶與組織新知，影響學習成效(Chiu & Hwang, 2024; Ospennikova et al., 2015)。為改善此問題，本研究提出心智圖輔助機器人（MM-R）教學法，幫助學生透過視覺化方式組織學習內容，心智圖

已被證實能提升學習表現與解決問題能力。本研究旨在評估 MM-R 方法對藝術鑑賞、數位創作、批判性與創造性思維的影響，並提出相關研究問題以驗證其成效。

(5) 與傳統的機器人支持教學（C-R）方法相比，心智圖輔助機器人（MM-R）方法在學習成就方面是否優於 C-R 方法？

(6) 與 C-R 方法相比，MM-R 方式在數位繪畫創作方面是否優於 C-R 方法？

(7) 與 C-R 方法相比，MM-R 方法在創意思考傾向方面是否優於 C-R 方法？

(8) 與 C-R 方法相比，MM-R 方法如何在批判性思考方面是否優於 C-R 方法？

2. 文獻回顧

2.1.基於機器人的學習模式

近年來，機器人在教育中的應用越來越普遍，尤其作為教育工具的機器人具有巨大的發展潛力。在學習活動中，機器人可以作為導師、教育工具或夥伴，用於語言、科學與技術教育等領域，研究證明，機器人能增強學習的趣味性與互動性，提升學生的課程參與度與學習成效(Altin & Pedaste, 2013; Benitti, 2012; Chang et al., 2010)。在高等教育中，機器人是輔助學生課程活動的理想工具，可用於授課、實作練習與實驗課程，培養學生的技能、創造性思考與問題解決的能力。研究指出，機器人在提升學生學習參與度與表現方面具有巨大潛力，相關研究顯示，教師利用機器人的內建學習系統或編程，能激發學生的學習興趣，增強對學習內容的理解，與傳統教學相比，機器人輔助學習更能滿足個別需求，避免學生邊緣化(Cui et al., 2022; Hu, 2024)。此外，教師可結合程式設計、動畫製作與數位敘事等學習任務，透過機器人提升互動性與參與度，促使學生由被動聆聽者轉變為主動學習者，並在互動過程中累積更多知識與技能(Engwall et al., 2021)。

2.2.心智圖

心智圖由東尼•博贊（Tony Buzan）於 1970 年首次提出，被認為是一種有效的教學工具。學者指出，心智圖是一種有助於學習的工具，能以簡單且可視化的方式幫助學習者組織所學內容。研究顯示，心智圖可將複雜的概念轉化為視覺化圖表，幫助學習者整合新舊知識、記憶與理解學習內容，並促進創造性思維(Edwards & Cooper, 2010; Kinchin, 2014)。此外，心智圖能幫助學習者分析和識別知識之間的關聯性，從而提升批判性思考。在藝術設計領域，心智圖的應用有助於學習者發展創造性思維與解決問題的能力，重組專業知識，並解決設計問題，心智圖還能培養學生的想像力和觀察力，幫助學生發掘日常生活中的設計元素，完成設計初稿(Tseng, 2020; Zubaıdah et al., 2017)。研究表明，心智圖能將思維視覺化，有效加強批判性思維與創意問題解決過程，成為學習過程中的重要工具。心智圖為學生提供思考框架，指導學生逐步拓展思維深度與廣度，產生創新概念，並在整合知識與解決問題方面發揮關鍵作用。此外，學者指出，心智圖在 5E 教學循環中亦具潛力，可顯著提升學生的綜合思維能力與學習深度(Balci et al., 2006)。

3. 心智圖輔助機器人方法

圖 1 展示了基於機器人的學習系統結構，該系統使用 Kebbi Air 編輯工具開發，根據教師提供的學習內容進行實施，該系統包含機器學習模組、對話訓練模組、內容編輯模組、視頻資料庫、測試資料庫以及教學資料庫，旨在通過模組與資料庫的設計提升學習的互動性與自主性。在傳統藝術課程中，教師通常採用 PPT 與視頻進行教學，並以教師為中心的一對多教學模式為主。由於學生水平差異較大，教師難以滿足每個學生的個別需求。研究證實，Kebbi Air 作為教育機器人具有顯著優勢，如語音和面部識別、觸控感應器與動作表達等互動功能，可提供多感官學習環境並豐富教學內容展示，此外，它支持跨多設備的編程與創意學習內容，適應不同教育水平。

本研究採用 Kebbi Air 作為教學機器人，透過機器學習模組和資料集訓練其識別未來主義、光效應藝術、極簡主義等藝術類別。教師利用對話訓練模組輸入藝術相關的問答資料，例如

代表性藝術家、發展時代及藝術特徵，並使用內容編輯模組製作教學視頻，放入機器人的資料庫中。學生可與機器人交流，觀看教學影片，並進行藝術創作，從而掌握藝術鑑賞知識與創作能力。

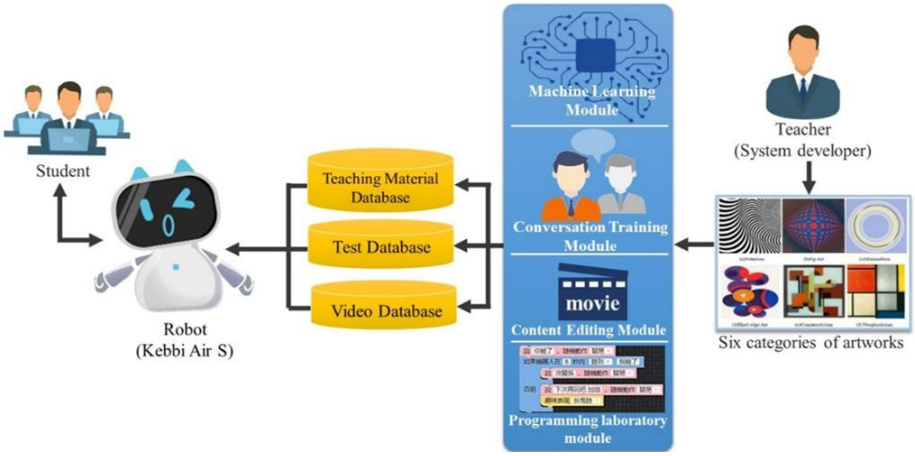


图 1 *系統結構*

1.2 .5E 教學設計

本研究參考 Bybee 和 Trowbridge（1990）提出的 5E 教學模型進行學習設計。該模型包括五個階段：啟發（Engagement）、探索（Exploration）、解釋（Explanation）、拓展（Elaboration）和評估（Evaluation），學生可在整個學習過程中通過實踐與體驗進行學習(Trowbridge & Bybee, 1990)。研究表明，將學習任務融入 5E 教學模型能有效提升學習成果及創造性思維傾向，透過 5E 的循環模式，學生可進行獨立探究學習，解決學習過程中的問題，促進深度理解與知識建構(Koyunlu Ünlü & Dökme, 2022)。圖 2 展示了結合心智圖輔助機器人的 5E 教學設計。本研究將機器人與 5E 模型整合於學習活動中，指導學生主動探索藝術鑑賞知識，通過心智圖強化知識聯繫，將概念轉化為技能，並展示其數位繪畫創作能力。最後，教師透過機器人進行視頻指導，幫助學生評估學習成效並監控學習進展。5E 教學設計是一種以學生為中心的循環教學模式，通過學習任務或活動，引導學生體驗、發現並深入探索問題，讓學生有更多機會主動參與並投入學習活動。本研究採用 5E 設計與機器人互動，培養學生藝術鑑賞知識與數位繪畫創作能力，其學習任務的執行如下描述:

(1) 啟發（與機器人對話）

學生與機器人對話，詢問各類藝術代表人物、作品與風格。與機器人對話次數越多，積分卡越多。

(2) 探索（與機器人互動藝術卡）

學生通過機器人探索藝術家相關知識，並回答藝術卡片設計的問題，每答對一題獲得一張積分卡。

(3) 解釋（與機器人互動，並使用心智圖分析）

實驗組與機器人互動及使用心智圖軟體（GitMind）分析藝術鑑賞知識，並繪製心智圖將新舊知識聯繫起來，完成心智圖可獲得積分卡。控制組則透過學習系統與機器人互動，完成教師設計的測驗任務，教師可追蹤學生進度與學習狀況。

(4) 拓展（透過機器人的數位說故事指導學生數位繪畫創作）

學生利用機器人內容編輯功能進行數位繪畫創作。透過機器人的數位說故事引導學生創作，並將設計應用於日常用品，如杯子、袋子與衣物，提升創造性思維能力。

(5) 評估（遠端程控制機器人與學生對話，請學生自我評估）

教師通過機器人遠程控制進行指導，並指導學生掃描機器人提供的 QR 碼完成自我評估，幫助學生檢視學習成果，評估問卷改編自 Chang 等（2022），包含 12 個問題。

4. 研究設計

本研究開發結合心智圖的機器人，探討其對大學生藝術欣賞能力、數位繪畫創作、創造性思維傾向及批判性思維意識的影響。研究以大學通識藝術課為背景，課程內容涵蓋藝術風格（如未來主義、歐普藝術、極簡主義、硬邊繪畫、構成主義及新造型主義）、代表藝術家及作品特色。詳細說明研究設計、參與者、課程規劃、實驗流程及測量工具，並通過信度分析、Kendall's ω檢驗及共變數分析（ANCOVA）進行數據分析。

4.1. 參加者

本研究招募台灣中部某大學 48 名非藝術設計相關科系的三年級學生，平均年齡 20 至 21 歲。參與者分為實驗組（25 人，採用 MM-R 教學法）和控制組（23 人，採用 C-R 教學法），兩組均由具十多年專業教學經驗的同一教師授課。

4.2. 實驗流程

圖 2 顯示了實驗流程。第一週，學生依教學計劃完成學習成就前測、創意思維傾向與批判性思維意識的問卷及數位繪畫創作測驗。第二至第十一週，進行兩個教學循環，每循環包含 5E 教學設計的五個階段。最後一週，學生進行學習成就後測，填寫創意思維與批判性思維問卷，並參與訪談。

图 2 *實驗流程*

图 2 *實驗流程*

4.3. 測量工具

本研究的學習成效前後測由兩位具有 10 年以上設計教學經驗的教師設計，用於評估學生藝術鑑賞與辨識不同風格藝術作品的能力。測驗包含藝術鑑賞知識選擇題及含圖片的藝術風格選擇題（如未來主義、歐普藝術、極簡主義等），前後測各有 25 題，滿分 100 分，KR20 值分別為 0.74 與 0.82。前測評估學生的先備知識，包含 80%藝術圖像選題及 20%藝術風格與代表藝術家的基本概念題；後測則確認學生是否準確掌握藝術風格的基本概念、特徵及相關術語。創意思維傾向問卷改編自 Lai 與 Hwang（2014），包含 6 項條目，例如「我喜歡問沒人想過的問題」，採 5 點 Likert 量表，Cronbach's α值為 0.80，顯示高度內部一致性。批判性思維意識問卷改編自 Lin 等（2019）及 Chai 等（2015），同樣採 5 點 Likert 量表，包含 6 項條目，如「在學習過程中，我會考慮所學內容是否準確」，Cronbach's α值為 0.83。數位繪畫創作評分標準改編自 Lai 與 Hwang（2015）的互動式海報設計同儕評估標準，經兩位設計教師調整為本研究需求，評分分為圖案、空間、顏色及主題四個維度，每項 5 級評分（1 分最低，5 分最高），以教師平均分為最後成績。評分結果的 Kendall's ω值為 0.925（$p < .001$），表明評分者間高度一致性。

5. 結論

5.1.學習成就

本研究使用單因子共變數分析(ANCOVA)進行了基本假設的檢驗。根據 (Learning achievement)的前測和後測分數，Levene 檢定結果顯示方差同質性假設未被違反（$F = 0.162$，$p = 0.689 > 0.05$），表明兩組學習者在前測部分無顯著差異，達到同質性要求。如表 1 所示，在控制前測分數影響後，實驗組（M = 79.68，SD = 13.61）的學習成效顯著優於控制組（M = 63.65，SD = 16.66）。兩組間學習成效差異顯著（$F = 12.827$，$p = .001 < 0.01$）；效應值（η^2）為 0.222。結果顯示，採用 MM-R 教學法的學生在藝術欣賞知識的掌握上顯著優於採用 C-R 教學法的學生。

表 1 兩組學習成就的共變數分析（ANCOVA）結果

Variance	Group	N	Mean	SD	Adjusted mean	*F*	η^2
學習成就	實驗組	25	79.681	13.6	79.667	12.82**	0.222
	控制組	23	63.656	16.6	63.68		

** $p<0.01$

5.2.創造性思考傾向

以單因子共變數分析(ANCOVA)進行了基本假設的檢驗。根據創造性思考傾向的前測和後測分數，Levene 檢定結果顯示方差同質性假設未被違反（$F = 0.331$，$p = .568 > .05$），表明兩組前測部分無顯著差異，達到同質性要求。根據描述性統計，實驗組在創意思維傾向前測問卷中的平均分為 4.19，標準差為 0.65；控制組的平均分為 4.25，標準差為 0.74。因此進行單因子共變數分析（ANCOVA）。如表 3 所示，實驗組（M = 4.83，SD = 0.37）的創意思維傾向顯著優於控制組（M = 4.13，SD = 0.89）。兩組在創意思維傾向上的差異具有統計顯著性（$F = 12.734$，$p = .001 < .01$），效應值（η^2）為 0.221，表明 22.1%的創意思維傾向變異可以由教學法解釋。結果顯示，採用 MM-R 教學法的學生在創意思維上表現優於採用 C-R 教學法的學生。換言之，MM-R 教學法能有效激發實驗組的創造力並提升其在數位繪畫創作中的問題解決能力。

表 2 兩組創造性思考傾向的共變數分析（ANCOVA）結果

Variance	Group	N	Mean	SD	Adjusted mean	F	η^2
創造性思考傾向	實驗組	25	4.83	0.37	4.82	12.734**	0.221
	控制組	23	4.13	0.89	4.14		

** $p<0.01$

5.3.批判性思考

以單因子共變數分析(ANCOVA)進行了基本假設的檢驗。根據批判性思考前測和後測分數，Levene 檢定顯示方差同質性假設未被違反（$F = 0.358$，$p = .553 > 0.05$），表明兩組前測部分無顯著差異，達到同質性要求。根據描述性統計，實驗組批判性思考前測問卷平均分為 4.21，標準差為 0.65；控制組為 4.59，標準差為 0.58。因此進行單因子共變數分析（ANCOVA）。如表 4 所示，實驗組的批判性思考顯著高於控制組（$F = 11.377$，$p = 0.002 < 0.01$），效應值（η^2）為 0.202。調整後的實驗組平均值為 4.81，控制組為 4.15。結果顯示，MM-R 教學法能幫助學生發展準確的藝術鑑賞知識，從作品中辨識藝術風格，進一步提升其批判性思考意識。

表 3 兩組批判性思考的共變數分析（ANCOVA）結果

Variance	Group	N	Mean	SD	Adjusted mean	F	η^2
批判性思考	實驗組	25	4.81	0.36	4.78	11.377**	0.202
	控制組	23	4.15	0.77	4.17		

** p<0.01

5.4.位繪畫創作表現分析

Levene 檢定顯示方差同質性假設未被違反（圖案：$F = 0.701$，$p = 0.407 > 0.05$；空間：$F = 0.120$，p =0 .731 > 0.05；色彩：$F = 0.006$，$p = 0.937 > 0.05$；主題：$F = 0.737$，$p = 0.395$ >0 .05），表明各組間方差相等。描述性統計顯示，實驗組在「圖案」維度的前測平均分為 4.48，標準差為 0.78；「空間」為 3.18，標準差為 1.54；「色彩」為 3.42，標準差為 1.55；「主題」為 3.30，標準差為 1.49。控制組在這四個維度的平均分及標準差分別為：4.35 和 1.07，2.83 和 1.70，2.96 和 1.46，2.89 和 1.53。進行單因子共變數分析（ANCOVA）後，結果顯示實驗組在數位繪畫創作的表現顯著優於控制組（圖案：$F = 4.663$，$p = .036 < 0.05$，$\eta^2 = 0.094$；空間：$F = 7.332$，$p = .010 < 0.05$，$\eta^2 = 0.140$；顏色：$F = 7.672$，$p = 0.008 < 0.01$，$\eta^2 = 0.146$；主題：$F = 8.853$，p =0.005 < 0.01，$\eta^2 = 0.164$）。結果表明，MM-R 教學法能幫助學生掌握各藝術類別的特徵，因此實驗組在數位繪畫創作的表現顯著優於採用 C-R 教學法的控制組。

表 4 兩組數位繪畫創作表現的共變數分析（ANCOVA）結果

Variance	Group	N	Mean	SD	Adjusted mean	F	η^2
圖案	實驗組	25	4.26	0.71	4.25	4.663*	0.094
	控制組	23	3.78	0.77	3.79		
空間	實驗組	25	3.98	0.91	3.97	7.332*	0.140
	控制組	23	3.17	1.07	3.19		
色彩	實驗組	25	4.50	0.68	4.49	7.672**	0.146
	控制組	23	3.91	0.72	3.92		
主題	實驗組	25	4.42	0.66	4.43	8.853**	0.164
	控制組	23	3.80	0.79	3.80		

*p<0.05

6. 結論

本研究提出 MM-R 教學法，並透過準實驗探討其對學生藝術欣賞、數位繪畫創作、創意思維傾向及批判性思考的影響。實驗結果顯示，實驗組在上述方面均顯著優於對照組。MM-R 教學法結合心智圖與 5E 教學模型，有效提升學生邏輯思維、探索學習元素及創意思維能力，改善學習成效。同時，心智圖與 5E 模型整合可減少學生誤解，提高批判性思維意識及學習成果。然而，本研究對象為非設計科系大學生及六種藝術風格，未涵蓋 K-12 教育與其他科目。

建議未來研究擴展至不同教育階段、藝術類別與學生群體，並引入遊戲化概念以提升學習趣味性與成效。

誌謝

本研究感謝國科會經費支持，計畫編號：NSTC 113-2410-H-025-042-。

參考文獻

Altin, H., & Pedaste, M. (2013). Learning approaches to applying robotics in science education. Journal of baltic science education, 12(3), 365.

Balci, S., Cakiroglu, J., & Tekkaya, C. (2006). Engagement, exploration, explanation, extension, and evaluation (5E) learning cycle and conceptual change text as learning tools. Biochemistry and Molecular Biology Education, 34(3), 199-203. https://doi.org/10.1002/bmb.2006.49403403199

Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. Computers & Education, 58(3), 978-988. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006

Chang, C. W., Lee, J. H., Wang, C. Y., & Chen, G. D. (2010). Improving the authentic learning experience by integrating robots into the mixed-reality environment. Computers & Education, 55(4), 1572-1578. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.06.023

Chiu, M. C., & Hwang, G. J. (2024). Enhancing students' critical thinking and creative thinking: An integrated mind mapping and robot-based learning approach. Education and Information Technologies, 1-34. https://doi.org/10.1007/s10639-024-12752-6

Cui, Y., Song, X., Hu, Q., Li, Y., Sharma, P., & Khapre, S. (2022). Human-robot interaction in higher education for predicting student engagement. Computers and Electrical Engineering, 99, 107827. https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2022.107827

Edwards, S., & Cooper, N. (2010). Mind mapping as a teaching resource. The clinical teacher, 7(4), 236-239. https://doi.org/10.1111/j.1743-498X.2010.00395.x

Engwall, O., Lopes, J., & Åhlund, A. (2021). Robot interaction styles for conversation practice in second language learning. International Journal of Social Robotics, 13(2), 251-276. https://doi.org/10.1007/s12369-020-00635-y

Hu, C. C. (2024). Exploring the Impact of CPS-Based Robot-Assisted Teaching in STEM Education: Enhancing Knowledge, Skills, and Attitudes. International Journal of Human–Computer Interaction, 40(22), 7193-7213. https://doi.org/10.1080/10447318.2023.2262278

Kinchin, I. M. (2014). Concept mapping as a learning tool in higher education: A critical analysis of recent reviews. The Journal of Continuing Higher Education, 62(1), 39-49. https://doi.org/10.1080/07377363.2014.872011

Koyunlu Ünlü, Z., & Dökme, İ. (2022). A systematic review of 5E model in science education: proposing a skill-based STEM instructional model within the 21-st century skills. International Journal of Science Education, 44(13), 2110-2130. https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2114031

Le, S. (2023). Team-based learning in online education: the development of students' creative thinking skills in digital art. Education and Information Technologies, 28(11), 14967-14986. https://doi.org/10.1007/s10639-023-11808-3

Lukaka, D. (2023). Art Education and its Impact on Creativity and Critical Thinking Skills: A Review literature. International Journal of Arts and Humanities, 1(1), 31-39. https://doi.org/10.61424/ijah.v1i1.15

Ospennikova, E., Ershov, M., & Iljin, I. (2015). Educational robotics as an inovative educational technology. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 214, 18-26. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.588

Trowbridge, L. W., & Bybee, R. W. (1990). Becoming a secondary school science teacher. Merrill Publishing Company.

Tseng, S. S. (2020). Using concept mapping activities to enhance students' critical thinking skills at a high school in Taiwan. The Asia-Pacific Education Researcher, 29(3), 249-256. https://doi.org/10.1007/s40299-019-00474-0

Ulger, K. (2018). The effect of problem-based learning on the creative thinking and critical thinking disposition of students in visual arts education. Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 12(1). https://doi.org/10.7771/1541-5015.1649

Zubaıdah, S., Fuad, N. M., Mahanal, S., & Suarsını, E. (2017). Improving creative thinking skills of students through differentiated science ınquiry ıntegrated with mind map. Journal of Turkish Science Education, 14(4), 77-91. https://doi.org/10.36681/

聊天機器人結合情境模擬和擴增實境對大專院校學生的內外在動機與學習成效之影響：以反釣魚課程為例

Effect of Chatbot Integrated with Situational Simulation and Augmented Reality on University Students' Intrinsic and Extrinsic Motivation and Learning Performance: The Case of an Anti-Phishing Course

沈沛昀[1]，游師柔[2]，孫之元[3*]
[1,2,3]國立陽明交通大學
[*] jerrysun@nycu.edu.tw

【摘要】本研究目的為探討大專院校學習者使用聊天機器人結合情境模擬和擴增實境學習反釣魚課程對內外在動機與學習成效之影響。本研究開發 AR 情境模擬聊天機器人學習策略，並採用便利取樣與準實驗研究設計，將學習者分為聊天機器人組、情境模擬聊天機器人組、AR 聊天機器人組與 AR 情境模擬聊天機器人組，學習主題為反釣魚課程，四組需完成先備知識與學習成效測驗與內外在動機量表。本研究預期結果為 AR 情境模擬聊天機器人組相較於其他組別，能夠顯著提升學習者的的內外在學習動機與學習成效，本研究將有助於未來反釣魚教育的研究與教學實踐。

【關鍵字】聊天機器人；情境模擬；擴增實境；內外在動機；反釣魚

Abstract: *This study examines the effects of chatbots integrated with situational simulations and augmented reality (AR) in an anti-phishing course on university students' intrinsic and extrinsic motivation and learning performance. This research used convenience sampling and quasi-experimental design, and participants were divided into four groups: chatbot, situational simulation chatbot, AR chatbot, and AR situational simulation chatbot. Each group completes a prior knowledge and learning performance test and an intrinsic and extrinsic motivation scale. The expected results indicated that the AR situational simulation chatbot group would significantly enhance students' intrinsic and extrinsic motivation and learning performance. The study provides research and teaching suggestions for future anti-phishing education.*

Keywords: Chatbot, Situational simulation, Augmented reality, Intrinsic and extrinsic motivation, Anti-phishing

1.前言

聊天機器人（chatbot）透過人工智慧（artificial intelligence, AI）與自然語言（natural language processing, NLP）開發而成，根據使用者輸入的內容，經由預先定義的資料庫媒合資訊，再以模擬人類回應的方式與使用者互動，幫助使用者達到問題解決之目的（Lalwani et al., 2018）。在教育領域中，聊天機器人扮演著三種主要角色，即教學助理（teaching assistants）、學習夥伴（learning partners）與個人導師（personal tutors）（Deng & Yu, 2023）。過去研究指出教學助理（Essel et al., 2022）與學習夥伴（Kim et al., 2021）聊天機器人對於知識層面和學習行為皆有積極影響。此外，　情境模擬（situational simulation）教學策略源自情境認知理論（situated cognition theory），強調知識的學習和應用與情境密切相關，且學習的過程和環境對知識的形成至關重要（Brown et al., 1989），而針對教學情境設計，擴增實境（augmented reality, AR）可將虛擬物件疊加至現實生活中（Akçayır & Akçayır, 2017），而內在動機是指「人們在沒有外部獎勵或控制的情況下，進行活動的內在動力（Deci & Ryan, 1985, p. 34）」，相對而言，外在動機的行為目標並非來自於個人對活動本身的興趣或享受，而是為了獲得外部的回

報或避免負面的後果（Ryan & Deci, 2000）。聊天機器人相較於傳統影片學習，能有效提升學習者之學習成效與內在動機（Fidan & Gencel, 2022），以及根據 Anti-Phishing Working Group（2023）近期的報告中指出，2023 年共有近 500 萬則網路釣魚攻擊事件，創下歷年的紀錄，此外，Ortiz（2019）指出大學和大學生一直是常見垃圾郵件和網路釣魚電子郵件的攻擊目標。因此本研究的情境模擬將應用於塑造聊天機器人學習夥伴，促進情境互動對話，而 AR 則作為教學助理，補充更具情境感知的反釣魚課程內容。本研究之研究目的為探討聊天機器人、情境模擬聊天機器人、AR 聊天機器人與 AR 情境模擬聊天機器人，共四種教學策略，對於大專院校學生在學習反釣魚課程上的內外在動機與學習成效之影響，本研究之研究架構圖如圖 1，研究問題如下：

研究問題一：在反釣魚教育中，大專院校學生使用聊天機器人、情境模擬聊天機器人、AR 聊天機器人與 AR 情境模擬聊天機器人之四種不同學習策略對內、外在學習動機是否有顯著差異？

研究問題二：在反釣魚教育中，大專院校學生使用聊天機器人、情境模擬聊天機器人、AR聊天機器人與AR情境模擬聊天機器人之四種不同學習策略對學習成效是否有顯著差異？

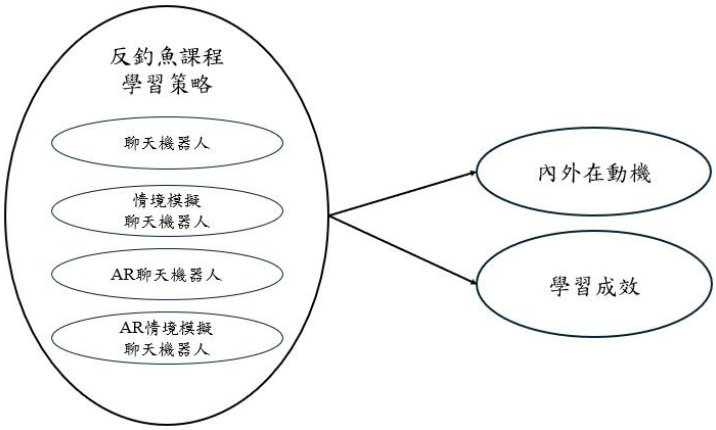


圖 1 研究架構

2.研究方法

2.1. 研究對象

本研究採用便利取樣與準實驗研究法，研究對象為年滿 18 歲以上之大專院校學生且中文為母語者。受試者共分為聊天機器人組、情境模擬聊天機器人組、AR 聊天機器人組與 AR 情境模擬聊天機器人組，預計每組 30 人。

2.2. 研究流程

首先，研究者向受試者詳細解釋實驗流程與內容並請其簽屬實驗同意書。在學習任務開始前，受試者需完成反釣魚先備知識測驗與內外在動機量表，約 10 分鐘，接著隨機分配至聊天機器人組、情境模擬聊天機器人組、AR 聊天機器人組與 AR 情境模擬聊天機器人組，並進行 5 分鐘學習工具使用說明與 30 分鐘反釣魚學習活動，最後受試者需完成反釣魚學習成效測驗與內外在動機量表，約 10 分鐘。

2.3.研究工具

2.3.1. 聊天機器人與情境模擬聊天機器人

本研究採用 Line Official Account Manager 開發聊天機器人，其運作機制為聊天機器人在偵測到學習者輸入的關鍵字後，即會提取原先資料庫設定之對應答案進行回饋。教學助理角色聊天機器人功能以教導學習者網路釣魚相關知識為主，其教材來源自 ILTM 研究團隊（2024）反釣魚教育平台，而學習夥伴角色聊天機器人則透過判斷學習者學習狀態給予鼓勵、支持性回饋為主，情境模擬聊天機器人則是基於上述的條件下增添情境模擬功能，引導學習者輸入課程關鍵字，並給予其相關的網路釣魚案例情境對話。

2.3.2. AR 系統

本研究使用之 AR 系統採用 Unite AR 網頁編輯平台開發,並由聊天機器人推播 AR 連結開啟網頁版 AR 掃描器進行圖片辨識，網路釣魚情境類別包含假的釣魚網站介面、電子郵件介面等，作為補充更具情境感知與多樣化的反釣魚教材。

2.3.3. 反釣魚先備知識測驗與學習成效測驗

本研究所使用之反釣魚先備知識測驗與學習成效測驗是參考自 Sun 和 Yeh（2017）、美國國家組織之網路資源（Federal Trade Commission, 2022）與 Bloom 的「記憶」、「了解」與「應用」認知歷程向度進行編制，並經由專家審題達到專家效度，共包含 10 題。

2.3.4. 內外在動機量表

本研究所使用之內外在動機量表是修改自 Sun 和 Hsieh（2018）根據 Pintrich 等人（1991）發展的中文翻譯之內外在動機量表（intrinsic and extrinsic motivation scale），並經由專家審查達到專家效度，本量表共 8 題，採用李克特氏六點量表，1 為非常不同意至 6 為非常同意。此量表應用在過去研究中具有良好信度.94（Sun & Hsieh, 2018）。

3.預期結果

本研究探討聊天機器人結合情境模擬和 AR 於反釣魚課程，對大專院校學生的內外在動機與學習成效之影響，針對研究問題一，本研究推論 AR 情境模擬聊天機器人組能顯著提升內外在動機，根據 Lee 和 Yeo（2022）指出，情境模擬能創造低風險的學習環境且有助於提高學習者與聊天機器人之間的互動，而本研究將設計反釣魚模擬情境與安排情境任務，引發學習興趣及好奇心，並透過 AR 的互動性達到提升其內外在動機的效果。針對研究問題二，本研究推論聊天機器人結合情境模擬和 AR 能顯著提升學習成效，因聊天機器人（Chen et al., 2020）與 AR（Huang, 2024）對學習成效皆有正面影響，故推論將三者結合能有更顯著的影響。

4.誌謝

本研究感謝國科會(NSTC 112-2410-H-A49-019-MY3 和 MOST 111-2410-H-A49-018-MY4)之支持。

參考文獻

ILTM 研究團隊（2024）。**反釣魚教育平台。**https://iltm.lab.nycu.edu.tw/phishing/

Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, *20*, 1-11. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002

Anti-Phishing Working Group. (2023). *Phishing activity trends report*. https://apwg.org/trendsreports/

Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, *18*(1), 32-42. https://doi.org/10.3102/0013189x018001032

Chen, H.-L., Vicki Widarso, G., & Sutrisno, H. (2020). A chatbot for learning Chinese: Learning achievement and technology acceptance. *Journal of Educational Computing Research*, *58*(6), 1161-1189. https://doi.org/10.1177/0735633120929622

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Plenum.

Deng, X., & Yu, Z. (2023). A meta-analysis and systematic review of the effect of chatbot technology use in sustainable education. *Sustainability*, *15*(4), Article 2940. https://www.mdpi.com/2071-1050/15/4/2940

Essel, H. B., Vlachopoulos, D., Tachie-Menson, A., Johnson, E. E., & Baah, P. K. (2022). The impact of a virtual teaching assistant (chatbot) on students' learning in Ghanaian higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *19*(1), Article 57. https://doi.org/10.1186/s41239-022-00362-6

Federal Trade Commission. (2022). *Cybersecurity for small business*. https://www.ftc.gov/business-guidance/small-businesses/cybersecurity

Fidan, M., & Gencel, N. (2022). Supporting the instructional videos with chatbot and peer feedback mechanisms in online learning: The effects on learning performance and intrinsic motivation. *Journal of Educational Computing Research*, *60*(7), 1716-1741. https://doi.org/10.1177/07356331221077901

Huang, H.-M. (2024). Effectiveness of simulation-based augmented reality in enhancing pediatric nursing and clinical reasoning competency among students: A quasi-experimental study. *Clinical Simulation in Nursing*, *95*, Article 101601. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecns.2024.101601

Kim, H.-S., Kim, N. Y., & Cha, Y. (2021). Is it beneficial to use AI chatbots to Improve learners' speaking performance? *The Journal of AsiaTEFL*, *18*(1), 161-178. https://doi.org/10.18823/asiatefl.2021.18.1.10.161

Lalwani, T., Bhalotia, S., Pal, A., Bisen, S., & Rathod, V. (2018). Implementation of a chatbot system using AI and NLP. *International Journal of Innovative Research in Computer Science & Technology*, *6*(3), 26-30. https://doi.org/10.21276/ijircst.2018.6.3.2

Lee, D., & Yeo, S. (2022). Developing an AI-based chatbot for practicing responsive teaching in mathematics. *Computers & Education*, *191*, Article 104646. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104646

Ortiz, H. (2019). *Why universities are the main target in phishing emails*. https://unfspinnaker.com/76683/latest-stories/why-universities-are-the-main-target-in-phishing-emails/

Pintrich, P., Smith, D., Duncan, T., & McKeachie, W. (1991). A manual for the use of the motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ). *Ann Arbor. Michigan*, *48109*, Article 1259.

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, *25*(1), 54-67. https://doi.org/https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020

Sun, J. C.-Y., & Hsieh, P.-H. (2018). Application of a gamified interactive response system to enhance the intrinsic and extrinsic motivation, student engagement, and attention of English learners. *Journal of Educational Technology & Society*, *21*(3), 104-116. http://www.jstor.org/stable/26458511

Sun, J. C.-Y., & Yeh, K. P.-C. (2017). The effects of attention monitoring with EEG biofeedback on university students' attention and self-efficacy: The case of anti-phishing instructional materials. *Computers & Education*, *106*, 73-82. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.12.003

AR 技术对初中化学学习的影响：科学探究能力、化学学习自我效能感、概念转变

Exploring the Impact of Augmented Reality (AR) Technology on Junior High School Chemistry Education: Scientific Inquiry Ability, Chemistry Learning Self-Efficacy, Conceptual Change

孙沣瑶，孙念珂，郭瑶瑶，李宁洁，范艳花*
河南大学化学与分子科学学院
*fanyanhua9080@163.com

【摘要】 近年来，随着增强现实技术（AR）的兴起，其在教育领域中的应用前景被广泛看好，特别是应用在化学教育中。本研究通过准实验方法探究增强现实（AR）技术在初中化学教学中的应用效果，旨在评估其对学生科学探究能力、化学学习自我效能感及概念转变的影响。结果显示，AR 技术显著提升了学生的科学探究能力和化学学习自我效能感。此外，AR 技术有效促进了学生对化学概念的理解和转变。研究指出，AR 技术在化学教学中具有显著潜力，能有效提升学生的学习效果和科学素养。

【关键词】 增强现实技术；化学教学；科学探究能力；自我效能感；概念转变

Abstract: *In recent years, with the rise of augmented reality (AR) technology, the prospect of its application in the field of re-education has been widely favoured, especially in chemistry education. This study explored the effects of augmented reality (AR) technology in junior high school chemistry teaching through a quasi-experimental approach, aiming to assess its impact on students' scientific inquiry ability, self-efficacy in chemistry learning, and conceptual change. The results showed that AR technology significantly enhanced students' scientific inquiry ability and chemistry learning self-efficacy. In addition, AR technology effectively facilitated students' understanding and conceptual change. The study suggests that AR technology has significant potential to enhance students' learning and scientific literacy in chemistry teaching.*

Keywords: Augmented Reality technology, Chemistry teaching, Scientific Enquiry Skills, Self-efficacy, Conceptual Change

1.引言

随着科技的飞速发展，教育领域正在经历着前所未有的变革，特别是在化学教育这一领域，传统的教学手段已经无法充分满足学生的需求。近年来，随着增强现实（AR）技术的兴起，其在化学教育中展现出了巨大的潜力。增强现实技术可以将真实情景中难以表达的教学内容可视化于真实世界并实现自然互动，这种与真实环境的无缝融合和互动方式，对于化学抽象内容的教学和微观知识教学非常有意义(Q. Liu et al., 2023)。

此外，在化学课程中进行科学探究活动有利于发展学生科学探究能力，而且对于培养他们化学学习的自我效能感也至关重要，但由于很多现实因素，学生并不能置身于探究情景当中，AR 技术具备对实验场景、生活场景等情景进行模拟和交互功能，学生可以在相应的设备上完成观察实验操作等科学探究步骤，能够对学生的科学探究能力产生一定的影响。

认识到 AR 技术对于化学学习的潜在好处和挑战，本研究旨在通过准实验探究 AR 技术在化学教学中对学生科学探究能力、化学学习自我效能感以及概念转变的影响是有可行性与必要性的。具体研究问题如下：

1. 在化学教育中，AR 技术的整合能否影响学生的科学探究能力？

2. AR 技术对学生学习化学的自我效能感有何影响？

3. AR 技术在多大程度上提高了学生对化学概念的理解？

通过解决这些研究问题，本研究试图为有关 AR 技术在化学教育中的作用的知识体系做出贡献，并为 AR 技术作为课堂变革工具的潜力提供见解。

2.文献综述

增强现实（AR）技术在化学教学中的应用研究目前主要集中在化学实验室以及有机化学学习的相关问题上。Tuli & Mantri, (2015)认为 AR 技术可以辅助化学实验室教学。在化学教育实践中，融入技术特别是增强现实技术已经成为一种趋势，这主要是因为它在提高学生的科学探究能力和自我效能感方面显示出巨大的潜力。科学探究技能对于学生深刻掌握化学概念极为关键，而自我效能感则对学生的整体学业成就有着深远的影响。班杜拉的观点是，自我效能感应在特定的领域内进行评估，化学学习自我效能感正是这一概念在化学教育中的体现。科学探究能力不仅是科学实践的核心要素，也是学生成功参与这些活动的基本要求。科学教育领域中的概念变化是指学生在科学理解上的转变，从他们原有的非科学概念或者前概念转变为更加科学和准确的理解，这一过程对于学生科学素养的提升至关重要，因为它涉及到科学知识的深入理解和应用。Posner et al., (1982) 提出了概念转变模型，该模型强调了认知冲突在概念变化中的作用。通过 AR 技术，学生可以与虚拟的科学现象进行互动，这种互动性有助于构建学生对科学概念的深层次理解 (Zhuang et al., 2024) 。

3.实验设计

3.1.参与者

本研究选取河南省某初中九年级（3）班和（4）班的学生作为实验研究对象。其中（3）班为实验班，应用 AR 技术辅助教学，（4）班为对照班，进行常规教学，均有 49 人。

3.2.测量工具

为了验证 AR 对初中化学学习的影响，本研究具体使用科学探究能力量表、化学学习自我效能感量表以及三阶式概念转变探查问卷。科学探究能力量表包括八个测试维度，对应国际达成共识的八个一级要素，题项采用五点李克特形式计分，对问卷进行信度分析，内部一致性信度较高；初三学生自我效能感量表限制在初三化学学习特定情境下，重突出“化学”与“学习”领域特殊性，包括“基本能力感”和“控制感”两个维度，共 20 题；三阶式《“我们周围的空气”概念转变探查问卷》用来诊断初三年级“我们周围的空气”的概念转变情况。

3.3.课程设计

前期调查发现学生希望可以多进行实验以帮助知识理解。研究选取“我们周围的空气”作为教学内容进行为期一周的复习课教学。这部分化学实验较多，少部分理论知识比较抽象，而且在复习课中需要学生综合运用所学化学知识进行学习，既可以满足学生的需求，又提供了探究 AR 技术对学生科学探究能力、化学学习自我效能感和概念转变的条件。在实验进行之前，两班学生均已知悉本研究并表示愿意进行实验。

“我们周围的空气”这一单元共分为三个课时，共使用 13 次 AR 实验。两个班的同学均已经按照通常的学习模式掌握该单元的教学内容。实验组的学生在复习该单元的课程时全部使用 AR 设备加强对该单元中实验任务的学习。教师和科研人员没有干预学生的学习体验，在三个课时结束之后对两个班的同学进行后测。

3.4.数据分析

数据收集完成后，统计分析实验班和对照班学生科学探究能力以及自我效能感后测问卷得分，使用 SPSS26.0 对实验班和对照班的科学探究能力以及自我效能感问卷后测成绩进行差异性分析，对实验班和对照班学生“我们周围的空气”试卷成绩进行统计，使用 SPSS26.0 进行

试卷成绩分析。该分析考察了实验班与对照班学生科学探究能力以及自我效能感每个子维度之间的差异，与前测成绩相比，复习课对成绩有很大的提高。

4.结果

4.1.AR 技术对科学探究能力的影响

对实验班和对照班学生实验前后科学探究能力成绩得分情况分析发现两个班级的学生科学探究能力均有提升，为进一步验证 AR 技术对学生科学探究能力的影响，对两个班学生的科学探究能力后测成绩进行对比分析。使用 SPSS26.0 对实验班与对照班科学探究能力后测成绩进行差异性分析，结果如表 1 所示。实验班各维度的分数均已高出对照组。因此，可以认为 AR 应用于初三化学教学在科学探究能力方面对学生有着积极的影响。

表 1 实验班与对照班后测科学探究能力成绩差异性分析

班级	样本	均值	标准差	T 值	P 值
实验班	49	98.51	9.646	3.450	0.001
对照班	49	93.29	4.397		

4.2.AR 技术对化学学习自我效能感的影响

使用 SPSS26.0 对化学学习自我效能感问卷后测成绩进行差异性分析，分析结果如表 2 所示。可以得出基于 AR 技术的化学教学和复习课对学生化学学习自我效能感均有积极的影响。排除复习课的影响，基于 AR 技术的化学教学对学生的化学学习自我效能感仍有积极影响。

表 2 实验班和对照班学生化学学习效能感后测成绩差异性分析

班级	样本	均值	标准差	T 值	P 值
实验班	49	3.824	0.396	0.827	0.001
对照班	49	3.530	0.458		

4.3. AR 技术对概念转变的影响

取实验班和对照班学生“我们周围的空气”模拟卷成绩，使用 SPSS26.0 对两个班的成绩进行分析，统计结果如表 3 所示。

表 3 实验班和对照班学生模拟卷成绩分析

班级	N	均值	标准差
实验班	49	42.39	4.084
对照班	49	39.80	3.978

当假设方差相等时，由于显著性水平 Sig. (双侧)小于 0.05，认为实验班和对照班的平均成绩存在显著差异；在方差不相等的情况下，显著性水平 Sig. (双侧)仍然小于 0.05，这进一步确认了实验班和对照班的平均成绩存在显著差异，这表明了 AR 赋能的初中化学教学有效促进了学生的概念转变。

5.讨论

这项研究将 AR 技术应用到复习课教学当中，将普通实验使用增强现实技术更直观的展现在学生的面前，以提高化学课程的高效性和趣味性。首先，研究结果表明，与传统教学模式的复习课相比，应用增强现实技术能够促进学生科学探究能力的发展，这一发现与(Niu et al., n.d.)等人的结果一致。增强现实(AR)技术为学生提供了一种虚拟和真实的混合学习环境，为实验提供了另一种方法。第二，在化学自我效能感方面，结果表明，与传统的实验模式相比，AR 实验显著降低了学习者的无能为力感和努力感。Cai et al. (2021) 发现 AR 技术能够提高物理学习中学生的自我效能感，但目前关于研究在 AR 技术对化学学习自我效能感影响的研究较少。其次，两个班的成绩存在着显著差异，说明 AR 技术赋能的初中化学教学能够促进学生的概念转变。

将 AR 赋能到化学教学中，对初中生的科学探究能力、化学学习自我效能感以及概念转变都有着一定的积极作用。AR 技术通过提供沉浸式的学习环境，为化学学习提供了新的载体，并且能够有效的降低实验风险，提高教学的交互性。在未来，研究者应当更多的关注 AR 技术赋能化学教学过程的方法以及策略，创新 AR 技术赋能化学教学的应用模式，积极探索 AR 技术对学习者学习效果的促进、认知负荷的改变等。

6.结论

AR 技术发展成熟，交互性强，携带方便，具备虚实结合的功能特性，在弥补现有化学课堂缺陷，培养学生化学核心素养等方面具有很大的优势，有很大的发展空间。研究试图通过随机对照试验来探究 AR 技术在化学课堂中对学生的学习到底存在着怎样的影响，将 AR 技术的优势具体化。然而，研究结果可能会受到各种因素的限制，未能更全面的展现 AR 技术对于化学学习的重要性，还需要更多深入的研究去探讨 AR 技术对化学学习的重要影响。

参考文献

Cai, S., Liu, C., Wang, T., Liu, E., & Liang, J. (2021). Effects of learning physics using augmented reality on students' self-efficacy and conceptions of learning. *British Journal of Educational Technology*, 52(1), 235–251.

Niu, X., Xu, X., Cheng, L., & Cai, S. (n.d.). A comparative study on achievement degree of teaching objectives based on an interactive AR physical-simulation experimental procedure.

O'Connor Y., & Mahony C. (2023). Exploring the impact of augmented reality on student academic self-efficacy in higher education. *Computers in Human Behavior*, 149, 107963.

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211–227.

Tuli, N., & Mantri, A. (2015). Augmented reality as teaching aid: Making chemistry interactive. *Journal of Engineering Education Transformations*, 0(0), 188.

Zhuang, T., Xu, X., & Zhang, Y. (2024). Contextualizing and visualizing abstract theoretical knowledge for situated learning: Large-scale VR-supported higher education in China. *Virtual Reality*, 29(1), 4.

虛擬實境融入小學五年級自然教學學習成效與接受度之研究：以「認識聲音三要素」單元為例

A Study on the Learning Effectiveness and Acceptance of Virtual Reality Integration in Fifth-Grade Students' Science Learning: Case Studies of 'Understanding the Three Elements of Sound' Units

張博裕[1]，何芳語[2]，林秋斌[2]，吳靜怡[3*]，王政弘[4]
[1]台灣清華大學 教育與學習科技學系研究所
[2]台灣清華大學 學習科學與科技研究所
[3]台灣清華大學 竹師教育學院
[4]台灣高雄大學 工藝與創意設計學系
[*] wji295802@gmail.com

【摘要】近年來，虛擬實境 （Virtual Reality, VR）技術已成為教育創新的重要方向，透過構建逼真的虛擬學習環境，幫助學生更直觀地理解抽象概念和複雜知識。本研究使用準實驗之研究設計比較 VR 科技與傳統教學方法對國小五年級學生在「認識聲音三要素單元」中的學習成就差異，並探討學生對使用 VR 學習的接受度。本研究使用準實驗之研究設計，結果顯示（1）使用傳統樂器之學生在前測和後測間有顯著進步，而使用 VR 科技則未顯著進步。（2）低分組學生在不同教學方法下均有顯著進步。VR 接受度方面，學生對新技術的接受度隨使用經驗增多而提升。

【關鍵詞】 虛擬實境、情境學習、科技接受模式

Abstract: *In recent years, Virtual Reality （VR） technology has become a significant direction for educational innovation. By creating immersive virtual learning environments, VR helps students better understand abstract concepts and complex knowledge intuitively. This study employed a quasi-experimental design to compare the learning achievements of fifth-grade students in the "Three Elements of Sound" unit using VR technology versus traditional teaching methods and to explore students' acceptance of learning with VR. The quasi-experimental results indicated that: （1）Students using traditional musical instruments showed significant improvement between the pretest and posttest, while those using VR technology did not exhibit significant progress. （2）Low-performing students showed significant improvement under both teaching methods. Regarding VR acceptance, students' acceptance of the new technology increased as their experience with it grew.*

Keywords: Virtual Reality, Situated Learning, Technology Acceptance Model

1. 緒論

近年台灣教育現場推動虛擬實境（VR）教材與智慧學習情境，促進學生個性化學習及自主學習能力。透過 5G 技術的高畫質與低延遲特性，元宇宙教育逐漸興起，特別是 VR 技術，可模擬互動環境，幫助學生理解抽象概念，為數位教學提供創新契機。

然而，在常態分班下，教師難以同時滿足不同學習層次學生的需求。虛擬實境有潛力支持差異化教學策略，透過沉浸式學習環境提升學生學習成效。情境學習理論提供理論基礎，Brown、Collins 和 Duguid（1989）指出，學習需在具體情境中主動操作才能內化知識，而

McLellan（1994）進一步認為虛擬情境亦能實現互動式學習環境，VR 能為學生提供豐富的探索機會，提升學習興趣與成效。

本研究聚焦 VR 於國小自然教育中應用，特別是在聲音單元中的效果。傳統教學常因抽象性與情境限制導致學習困難，如聲音單元則因抽象概念難以理解。VR 技術能模擬真實環境，解決這些教學瓶頸，增強沉浸感與互動性；並比較傳統教學與 VR 教學效果，探討 VR 是否能提升學生學習成效，並分析不同成就學生之學習表現，期望提供創新的教學設計與實施方法，為未來教育實踐提供參考。

2. 文獻綜述

2.1. 情境學習理論與應用

Brown、Collins 與 Duguid（1989）提出「情境認知」概念，認為知識存在於學習活動的脈絡中，學習者須主動與情境互動以理解知識並創建個人知識體系。黃宛婕（2012）進一步強調情境的重要性，總結了情境學習理論的四大核心：1.設計情境脈絡以培養問題解決能力；2.強調主動探究式學習，將教學生活化；3.推動合作學習，形成學習社群；4.善用科技輔助教學，拓展學習深度與廣度。隨著科技發展，情境學習理論也適用於虛擬情境。McLellan（1994）認為，學習環境不僅限於真實情境，虛擬實境亦能提供互動式學習環境。

顏嘉慰（2016）、何品萱（2021）與鄭博元（2022）等多項研究顯示虛擬實境結合情境學習理論在教育中的潛力，這些研究證明虛擬實境能提升情境學習效果，增強學生的互動與參與，並在不同教育領域展現顯著成效。

2.2. 科技接受模式的定義與應用

Davis（1989）提出科技接受模式（Technology Acceptance Model, TAM），提供一理論框架，解釋影響用戶接受與使用科技的因素。該模型以「認知有用性」（PU）與「認知易用性」（PEOU）為核心，認為當用戶認為某科技有助於提高工作績效（PU），且易於使用 （PEOU）時，其使用態度更為正向，進而影響使用意圖與行為。

TAM 的主要構面有：1.外部變數：如個人特質、科技特性等；2.認知有用性（PU）：用戶相信科技能提高績效的程度；3.認知易用性（PEOU）：用戶認為科技易於使用的程度；4.使用態度：用戶對科技的正面或負面感受；5.行為意圖：衡量使用科技意願的強度。

Sagnier et al. （2020）、Fussell & Truong （2020）與 Cabero-Almenara et al. （2022）等多項研究驗證 TAM 在虛擬實境教育應用中的有效性。此外，蔡佳君（2023）研究高中生 VR 手勢控制技術的接受度，發現 PU、PEOU、使用態度與使用意圖均呈顯著正相關，且不受性別與經驗影響。林芝聿（2023）研究元宇宙沉浸式教育，發現系統品質影響 PU 與 PEOU，且 PU 與使用態度顯著影響使用意圖。TAM 在虛擬實境教育應用中的研究顯示，PU 是影響使用意圖的主要因素，PEOU 與系統品質則對使用態度與行為意圖有重要影響。這些結果證實 TAM 可作為理解 VR 教育應用中用戶接受行為的有效工具。

2.3. 數位學習在國小自然教育的應用

數位學習在國小自然教育中具有重要作用，特別是透過虛擬實境（Virtual Reality, VR）技術，能夠提供學生多元且沉浸式的學習經驗。透過 VR 技術，學生可進行虛擬實驗、參觀生態系統或模擬自然災害，提升對抽象概念的理解（Zhao et al., 2022；Nelson et al., 2020）。

在聲音單元的學習中，學生常存在迷思，例如誤認聲音高低與振動快慢的關係。鐘緯珊（2018）將 STEM 課程融入聲音與樂器教學，發現能增強學生的學習態度、問題解決能力。虛擬實境教學方面，朱奕儒（2022）指出，VR 探究式學習有效提升學習成就及臨場感。盧振興（2023）則發現 VR 聲音教材能增強學習興趣，但學習成效與設備限制有關。

3. 研究方法

3.1. 研究對象及分組

本研究以台灣新竹縣某國小為研究場域，五年級共有 8 個班並採用進行 S 型分班，班級間智力及學業成績分佈大致相同。研究樣本以組別為單位，分為實驗組與控制組。實驗組由已有 120 分鐘之虛擬實境使用經驗的一個班級，五年 A 班。控制組則隨機由其中一個班級的學生組成，五年 B 班，每班學生組成皆為 29 位，男生 15 位、女性 14 位）。

3.2. 研究工具

本研究針對國小五年級自然課程進行教學活動設計與成效評量，藉此比較有無 VR 科技的介入，對於學生的學習成效是否產生影響。進行認識聲音三要素成就測驗與虛擬實境頭盔運用於自然教學之接受度量表編制。

認識聲音三要素成就測驗以符合學習目標之試題，經預試測驗後編制成，共計 16 題，並由一名自然領域學科專家和指導教授提供意見及修正，形成正式試卷。

VR 頭盔運用於自然教學之接受度量表以科技接受模型（Fred D. Davis, 1989）之五大構面編制，分為外部變數、知覺有用性、知覺易用性、使用態度、行為意願等。量表內容皆為自行編製，由一名自然領域學科專家和指導教授提供意見及修正。其中包含基本資料，受試者對於自然科目及新科技的接受度、對於 VR 有沒有用、對於 VR 是否容易使用、使用 VR 後的態度以及對於 VR 的使用意願等。該量表採用李克特氏五點量表，選項分別為「非常不同意」、「不同意」、「普通」、「同意」、「非常同意」，依序為 1 到 5 分，共計 20 題。

4. 結果分析

研究數據結果分為兩大部分，第一部分為實驗組之實驗組與控制組之成就測驗前後測；第二部分為虛擬實境頭盔運用於自然教學之接受度量表前測與後測。研究數據主要採用 SPSS 19.0 版本進行統計分析，主要採用的分析方式為成對樣本 t 檢定、獨立樣本 t 檢定與詹森內曼（Johnson - Neyman）法分析，顯著水準 alpha 值設為 0.05。透過該檢驗方式了解實驗組與對照組學生的成就測驗與虛擬實境頭盔運用於自然教學之接受度是否有達顯著之差異。

4.1. 成就測驗

實驗組與控制組學習成就前測差異性分析中，使用獨立樣本 t 檢定分析前測分數，並以 Levene 檢定驗證實驗組與控制組在教學實驗前的學習成就是否同質。結果顯示，Levene 檢定 $F = 0.002$，$p = .965$，大於顯著水準 0.05，符合變異數同質性假設；t 檢定，t=2.170，$p = .035$，小於 0.05，顯著差異表示未滿足共變組內迴歸係數同質性假設，無法進行共變數分析。故本研究改用詹森-內曼法 （Johnson-Neyman）檢驗交互作用，結果顯示，若前測分數< 6.54 表示兩組後測分數顯著差異，即 VR 組高於傳統組，顯示 VR 教學更有效；若前測分數> 8.17 表示兩組後測分數顯著差異，即傳統組高於 VR 組，顯示傳統教學更有效；若前測分數 6.54 至 8.17 表示兩組後測分數無顯著差異，如圖 1 所示。

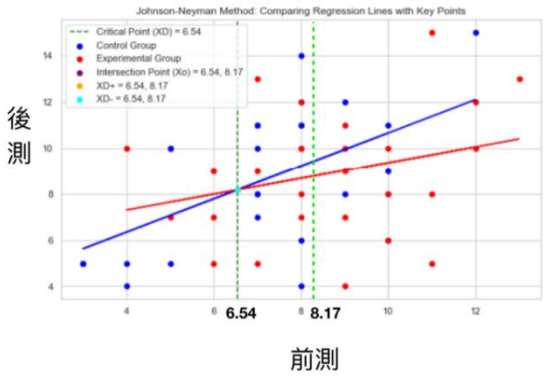


圖 1 詹森內曼法分析結果

實驗組之學習成就前測與後測分析中，進行成對樣本 t 檢定之統計分析。通過分析結果，比控制組在實驗教學前後的學習成就提升程度是否存在顯著性差異，為數據嚴謹性，將分為全班、低分組與高分組分別探討，在實驗組中，全班的前測平均分數：8.63，後測平均分數：

8.89，提升 0.26 分，$p = .659$，大於 0.05，未達顯著差異；低分組的前測平均分數：6.00，後測平均分數：8.50，提升 2.5 分；$p = .023$，小於 0.05，達顯著差異，顯示 VR 教學對低分組有效；高分組的前測平均分數：11.11，後測平均分數：11.33，提升 0.22 分；$p = .695$，大於 0.05，未達顯著差異。

在控制組中，全班的前測平均分數：7.27，後測平均分數：8.69，提升 1.42 分；$p = .012$，小於 0.05，達顯著差異，顯示傳統教學有效；低分組的前測平均分數：4.14，後測平均分數：6.29，提升 2.15 分，$p = .037$，小於 0.05，達顯著差異，顯示傳統教學對低分組有效；高分組的前測平均分數：10.00，後測平均分數：10.29，提升 0.29 分，$p = 0.726$，大於 0.05，未達顯著差異。從分析結果可得，二種不同的教學法中，VR 教學對低分組成效顯著，但未對全班或高分組顯著提升；傳統教學對全班及低分組均有顯著成效，但對高分組無顯著效果。

4.2. 虛擬實境頭盔接受度分析

進行虛擬實境頭盔接受度量表前測與後測的成對樣本 t 檢定，藉此對比實驗組在實驗教學前後的虛擬實境頭盔接受度的提升程度是否存在顯著性差異。其結果顯示：在外部變數構面，三種分組之後測中「我喜歡嘗試新的資訊科技工具」為最高分；在高分組之後測中「我喜歡自然課」與全班及低分組之後測中「上自然課時，我都很專心。」為此面向之最低分。

透過成對樣本 t 檢定進行統計分析後，在知覺易用性構面，得知實驗組之低分組的「我能快速學會使用頭盔中的虛擬實境（VR）上自然課」後測分數較前測提升了 0.67 分，顯著性水準為.025，小於顯著水準.05，即學習者使用「虛擬實境頭盔」進行學習時，其對虛擬實境的接受度提升程度達到了顯著差異水準，平均分數提升了 0.67 分。

5. 結論與討論

在學習成就測驗結果顯示，低分組學生實驗組與控制組均呈現顯著進步，顯示對基礎較弱的學生，無論何種教學方式均有效果；高分組實驗組與控制組均無顯著進步，可能需更具挑戰性的教學策略。組內測試中，實驗組前後測成績未呈現顯著差異，後測成績未明顯高於前測，控制組前後成績測呈現顯著差異，後測成績顯著高於前測。

在虛擬實境接受度的外部變數中。所有分組均對「嘗試新科技工具」表現出最高興趣；知覺有用性中，各分組均認為虛擬實境有助於自然課學習；知覺易用性中，學生認為能快速掌握 VR 操作，特別是低分組在易用性接受度方面提升顯著。

虛擬實境對提升學習興趣和專注度具正面影響，學生對技術操作的熟悉度提高，接受度則隨經驗增加而提升。然而，對高成就學生的效益有限，需進一步優化教學策略以突破現有瓶頸。

參考文獻

鄭博元、林佳慶、葉桂君（2022）。**虛擬實境儀器分析實驗輔助學習系統開發與評估：以 HPLC 為例**。載於社團法人台灣工程教育與管理學會 （主編），工程、技術與 STEM 教育研討會（頁 86-97）。社團法人台灣工程教育與管理學會。

蔡佳君（2023）。**以科技接受模式探討自我效能對 VR 場域手勢控制之影響– 以虛擬藝廊軟體為例**。國立高雄師範大學碩士論文，高雄市。

Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P.（1989）Situated cognition and the culture of learning. *Educational Research, 18*（1）, 32-42.

Cabero-Almenara, J., Llorente-Cejudo, C., & Martinez-Roig, R. （2022）. The use ofmixed, augmented and virtual reality in history of art teaching: A case study. *Applied System Innovation, 5*（3）, 44.

Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. （1989）. User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. Management Science, 35（8）, 982-1003.

Fussell, S. G., & Truong, D. （2020）. Preliminary results of a study investigating aviation student's intentions to use virtual reality for flight training. International Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace, 7（3）, Article 2.

McLellan, H. （1994）. Situated learning: Continuing the conversation. Educational Technology, 34（10）, 7-8.

Nelson, K. M., Anggraini, E., & Schlüter, A. （2020）. Virtual reality as a tool for environmental conservation and fundraising. PLOS ONE, 15（4）, e0223631.

Sagnier, C., Loup-Escande, E., Lourdeaux, D., Thouvenin, I., & Valléry, G. （2020）. User acceptance of virtual reality: an extended technology acceptance model. International Journal of Human–Computer Interaction, 36（11）, 993-1007.

Zhao, R., Chu, Q., & Chen, D.（2022）. Exploring chemical reactions in virtual reality. Journal of Chemical Education, 99（4）, 1635-1641.

提供實物操作、實體空間感官與運動回饋，以及多模態人工智慧評測的數位情境學習環境

A Digital Contextual Learning Environment with Physical Object Manipulation, Spatial Sensory-Motor Feedback, and Multimodal AI Assessment

劉慧婷[1]，楊舒涵[2]，任家駿[1]，王振漢[3*]，莊永裕[1]，陳國棟[1]
[1]中央大學資訊工程學系
[2]健行科技大學餐旅管理系
[3]中央大學學習科技研究中心
[*] harry@cl.ncu.edu.tw

【摘要】在餐旅與護理等服務型學科中，多模態知識如動作、手勢、表情等，是專業表現的關鍵要素。本研究基於具身認知、認知負荷理論與多媒體學習原則，設計融合實物操作、實體空間感官與運動回饋的數位學習方法，學生可在擬真情境中以自然動作互動。藉由引入真實物件以降低操作複雜性的認知負荷，並運用即時多模態 AI 評測促進反思與技能掌握。實驗與科大餐旅課程合作，69 名學生隨機分為對照組與實驗組。結果顯示，相較虛擬介面操作的數位實境，本方法可在較低認知負荷下提升學習成效與反思能力，突顯將多模態回饋與實物操作納入數位情境學習的優勢。

【关键词】 數位實境；情境學習；具身認知；多模態學習；即時回饋

Abstract: *Multimodal knowledge, such as gestures, movements, and facial expressions, is crucial in service-oriented disciplines like hospitality and nursing. This study, based on embodied cognition, cognitive load theory, and multimedia learning principles, proposes a digital learning method integrating tangible object manipulation, spatial sensory feedback, and motor interaction to enable natural engagement in immersive scenarios. Real objects reduce cognitive load from interface complexity, while real-time multimodal AI assessment enhances reflection and skill mastery. An experiment with 69 hospitality students randomly assigned to control and experimental groups showed that, compared to virtual interface-based learning, this method improves learning outcomes and reflective thinking with lower cognitive load, highlighting the advantages of integrating multimodal feedback and tangible interaction in digital situated learning.*

Keywords: Digital Reality, Situated Learning, Embodied Cognition, Multimodal Learning, Immediate Feedback

1. 前言

傳統課堂學習主要依賴口語與文字材料，學習者多為被動接收知識，缺乏實際參與與應用經驗。將學習者置於與學習目標相關的情境中，有助於知識的內化並提升實踐能力(Al Hakim et al., 2022)。近年來，擴增實境與虛擬實境等科技引入教育場域，透過擬真情境的建構，豐富了學習體驗，已證實能提升學習參與度與知識掌握(Familoni & Onyebuchi, 2024)。

在餐旅、護理、教師培訓等強調實作的服務型學科中，學生不僅需熟練專業技能的應用，表情、動作與手勢等非語言互動，亦是專業表現與人際溝通中的關鍵元素(Islam & Kirillova, 2021)。然而，透過遊戲控制器與虛擬實境互動，往往難以培養真實的肌肉記憶(Mayor et al., 2019)。系統性文獻回顧顯示，在數位學習環境中引入具身學習，如手勢或全身動作參與，可增強理解、記憶與應用能力，進而促進身體互動技能的發展(Kosmas & Zaphiris, 2023)。

值得注意的是，認知負荷理論指出，學習者的工作記憶存在容量限制(Sweller et al., 2011)。在虛擬實境中，過量資訊可能導致過度認知負荷，造成學習者分心甚至偏離學習目標

(Makransky & Petersen, 2021)。多媒體學習理論提供優化認知資源分配的指南，已廣泛用於 2D 多媒體學習(Mayer, 2020)。透過結合具身認知理論(Wilson，2002)，我們探索將此框架擴展至 3D 數位實境學習，以應對學習者在處理空間關係與感官運動等多模態信息時面臨的挑戰。

不同於多數數位實境以操作者視角進行互動，本研究採用第三人稱觀眾視角，使學習者能夠觀察自身表現、獲取即時回饋，並進行自我反思。藉由整合深度攝影機與既有的人工智慧技術捕捉學習者的對話、動作及感官運動數據，學習者在現實世界中的行為將即時映射至數位環境的虛擬化身中，並透過 AI 生成回饋，以幫助其進行自我調整與行為修正。此外，為克服控制器與虛擬實境互動難以形成肌肉記憶的問題，本研究在數位場景中設置了對應的實體物件，讓學習者透過操作真實物品來感受重量與形狀，從而降低滑鼠、手把等虛擬介面的抽象性與操作負擔，進而促進知識、技能操作與實際應用場景的融合。

為了驗證研究結果，我們提出以下研究問題：

一、整合實體空間感官與運動回饋的數位實境，是否能促進具身認知並提升學習成效？

二、多模態人工智慧的即時評測與回饋，是否能有效促進學習者的反思與行為改進？

三、真實物件操作與空間互動，是否比使用控制器操作虛擬物件表現出較低認知負荷？

2. 文獻探討

2.1. 情境學習與反思學習：數位實境與人工智慧在教育中的應用

情境認知理論指出，知識的獲取與應用並非獨立發生，而是需通過與情境及他人的互動來實現(Brown et al., 1989)。McLellan(1996)總結構成情境學習的八個關鍵要素，包括學徒制、講故事、合作、反思、指導、多重實踐、學習技能的表達以及科技。

反思幫助學習者將新經驗融入現有的認知架構(Schön, 1983)，並應嵌入與實務內容緊密結合的學習活動中(Dalsgaard, 2020)。而即時回饋被視為提升學習效果的重要機制，不僅能幫助學習者及時發現並修正錯誤(Canals et al., 2025)，亦有助教師精確掌握學生需求(Alam, 2023)。

科技的發展為教育帶來了全新的可能性。人工智慧(AI)被廣泛應用於個人化學習，透過即時回饋與適應性教學來優化學習成效(Crompton et al., 2024)。同時，數位實境諸如虛擬實境(VR)、擴增實境(AR)等沉浸式科技，可以提高學生的學習參與度、知識保留和技能發展(Familoni & Onyebuchi, 2024)。在此背景下，我們探討將數位實境的擬真情境構建潛力與人工智慧驅動的即時分析和回饋相結合，以增強情境學習中的反思過程，進一步提升學習成效。

2.2. 多模態學習中的認知負荷挑戰

多模態指涉及語言、圖像、音樂與動作等溝通模式的互動(Kress, 2010)。具身認知指出，思考和認知不僅局限於大腦，還與身體感知和行動密切相關(Wilson，2002)。當學習者透過身體參與並調動多感官處理，不僅能提升其在擴增實境學習中的參與度與投入感(Stalheim & Somby, 2024)，還能在多模態互動中增強知識理解、記憶保留與應用(Gordani & Khajavi, 2020)。

然而，學習者的工作記憶存在容量限制，認知負荷可分為內在、外在與促進性負荷(Sweller et al., 2011)。內在負荷源自學習材料的固有複雜性，外在負荷則取決於教學設計與呈現方式，促進性負荷則與支持學習的資源有關。降低外在認知負荷對數位實境的學習設計尤為重要，因為虛擬環境中的過量資訊可能導致學習者忽略核心學習目標(Makransky & Petersen, 2021)。

Dastmalchi 和 Goli (2024)比較了兩種 VR 互動模式：直接互動透過自然動作參與任務，藉由即時、直覺的回饋提升內在動機與學習投入度；而間接互動則依賴 VR 控制器與介面操作，雖提供較高的精確度，卻需更多認知努力，導致使用者需更長時間完成任務，進而影響學習與使用體驗。Fiorella (2022)的研究亦指出，在數位環境中整合實體物件操作，有助於將抽象概念錨定於具體經驗，從而降低認知處理負荷，促進更深層的記憶形成。此外，多媒體學習理論提出雙通道原則、有限容量原則和主動處理假設，強調視覺與聽覺通道的同步處理能力，而過載則會降低學習效果，表明認知資源分配對提升學習成效的重要性(Mayer, 2020)。

綜合前述文獻，本研究運用現有科技設計一款可應用於課堂的數位教學輔助系統，旨在提升學習體驗並降低建置成本。透過引入具身認知理論，進一步拓展多媒體學習理論的應用範

疇，將 2D 多媒體學習延伸至 3D 數位實境學習，期望在降低認知負荷的同時，提升學習成效，並促進學生的學習參與、技能發展與反思能力。

3. 系統實施

3.1. 設計理念

本研究提出一種多模態數位情境學習方法，整合實物操作、實體空間感官與運動回饋，以及多模態人工智慧評測，以促進學習者在數位環境中的技能掌握。方法設計以多媒體學習原則為基礎，將其擴展應用於數位實境。如圖 1 (a)所示，透過深度攝影機與語音辨識，能即時捕捉學習者的多模態數據，如肢體動作、對話、表情及空間互動，並將這些數據映射至虛擬環境，使學習者能夠在虛擬場景中觀察自身表現，並獲取 AI 驅動的即時多模態評估，以增強反思與知識內化。應用空間鄰近性與時間鄰近性原則，學習者的操作與虛擬環境中的即時反饋同步呈現；並應用信號提示原則，搭配螢幕上的姿勢與距離提示，協助學習者修正行為。

圖 1 系統設計

3.2. 環境設計

本方法設計將教室劃分為展演區與觀眾區，展演區中配備了深度攝影機、餐具等實體物件，如圖 1 (b)所示，這些物件的樣式與位置會即時被複製至數位情境中，讓學習者能透過自然的操作進行場景互動，降低如滑鼠或 VR 手把等抽象介面的操作，以進一步減輕認知負荷。同時，額外的數位元素透過 Unity 生成，如建築結構與情境場景，以構建擬真情境。觀眾區則提供劇場式學習體驗，讓同伴能即時觀看學習歷程。

3.3. 系統架構

本研究的系統架構如圖 2 所示，涵蓋以下模組，分為學習者與教學者部分。

- 多模態人工智慧評測系統：該系統使用 ZED 2i 深度攝影機與麥克風即時捕捉學習者的多模態數據，如表情、動作、手勢、實體空間中的人物移動與位置。透過整合現有的 AI 工具：ZED SDK 負責處理身體動作表現，YOLO 偵測與追蹤實體物件，Microsoft Azure AI Speech 將學習者的語音轉錄為文字。轉錄文本與多模態評估結果進一步交由 OpenAI GPT 進行語義分析與個人化回饋生成。經過分析的數據將傳送至情境展演系統，以幫助學習者反思並調整其行為。
- 情境展演系統：此系統根據教師所編寫的腳本內容，應用分段原則在 Unity 環境中生成 3D 學習場景。同時，學生可透過 Ready Player Me 創建個人化虛擬化身，並利用 Polycam 掃描真實物件生成 3D 模型，以創建更擬真互動的情境。它接收來自多模態評測系統的物件與肢體識別數據，即時將學習者的操作映射至虛擬環境，形成「實物-數位同步互動」。硬體設備包含用於顯示虛擬場景的電腦與螢幕。
- 情境編輯器：教師可透過 Android 平板來編輯教學腳本與場景，將教材轉化為互動式情境學習素材。並可自訂學習目標與評估標準，使課程更具彈性與適應性。

• 情境控制 APP：教師可透過 APP 即時控制教學情境的進度，該應用程式提供適應性支持，教師可根據個別學習者的表現調整多模態回饋機制，以靈活應對不同的教學需求。

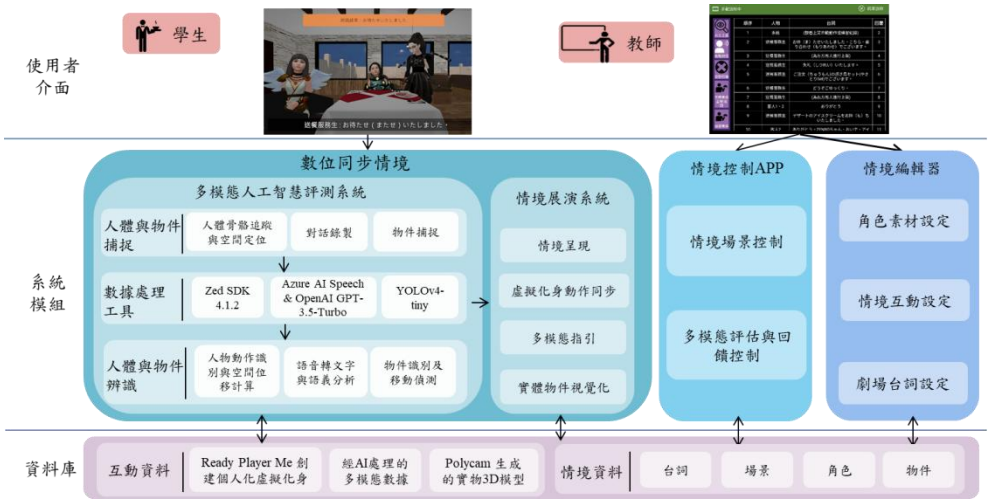


圖 2 系統架構

整體設計旨在實現實物操作、空間感知與數位互動的整合。系統通過適當的資訊呈現時機與空間配置，有望減輕外在認知負荷，並通過多模態 AI 評測促進學生深層理解與技能掌握。

4. 實驗設計

本研究旨在探討融合實物操作、實體空間感官與運動回饋，以及多模態人工智慧評測的數位實境學習環境對學生學習成效的影響。我們的實驗假設為：相較於運用控制器操作虛擬介面互動的數位情境，在能進行實物操作與實體空間感官回饋的數位情境中，是否能更好地理解與應用知識內容，進而獲得更佳的學習成效。

4.1. 實驗對象

本研究與桃園市某科技大學的餐旅實務課程教師合作，從 69 名平均年齡 19 歲的學生中隨機分為兩組：實驗組（37 人，男 11 人、女 26 人）與對照組（32 人，男 13 人、女 19 人）。為確保兩組在能力上的平衡性，根據前測成績進行 S 型分組，將學生分成每組 6 人的小組。兩組於實驗中獨立進行教學活動，互不干擾。

4.2. 教學材料

教學內容由課程教師設計，聚焦於餐廳服務情境，涵蓋接待賓客、菜單介紹與結帳流程等。課程的核心目標在於培養學生的日語溝通能力，並訓練其在服務過程中的實務技能應用。

4.3. 實驗施測與評量

為了評估本研究設計的學習方法對學生學習成效的影響，研究採用了前後測評量、問卷及訪談的綜合方式進行分析。前後測試題由授課教師依據課程進度設計及完成評分，以確保評量的一致性與專業。試題涵蓋是非題、選擇題、動作題及日語口說題，分為餐旅基礎日文、日語口語溝通及餐廳服務禮儀表現三個面向。其中，基礎日文測驗評估詞彙與情境對話能力；日語口語溝通與餐廳服務禮儀則測試學生的實務應用技能，如賓客接待、點餐及服務禮儀。前後測結果將以 ANCOVA 進行分析，以探討此學習方法對學生學習成效的實際影響。同時，針對各測驗面向進行 One-way ANOVA 分析，以更細緻地檢視不同學習模式間的成效差異。

為了更全面評估學習成效，問卷使用了 Likert 五點量表進行反身性思考與認知負荷兩個面向的分析，分數範圍從 1（非常不同意）到 5（非常同意）。反身性思考參考 Kember 等人(2000)的問卷，用於檢測學生是否能透過系統觀察並發現自身不足；認知負荷則參考 Leppink 等人(2013)的問卷，用以評估此學習方法對學生造成的心智能力負擔。

4.4. 實驗流程

實驗進行了十六週，每次時長為 100 分鐘，流程如圖 3 所示。實驗組和對照組在實驗操作上的唯一差異為情境系統的使用；所有其他方面，包括學習材料和學習過程，均保持不變。

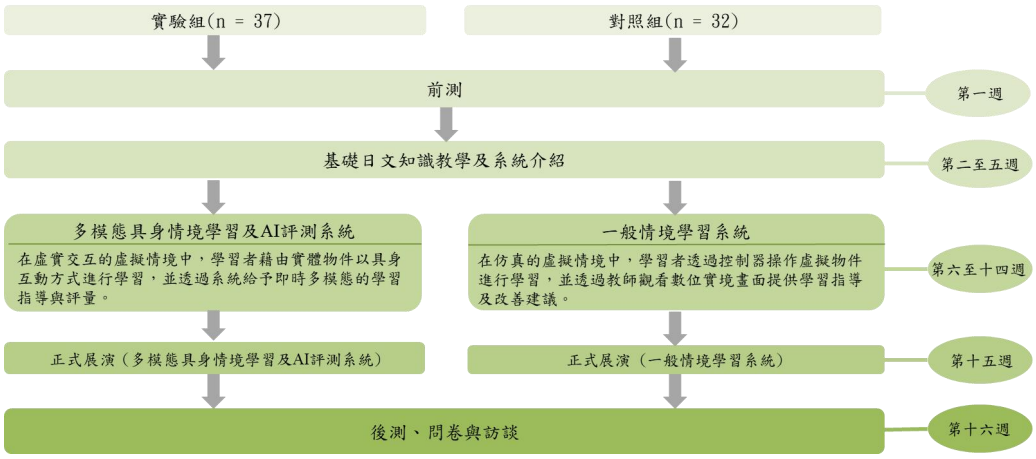


圖 3 實驗流程圖

5.實驗結果分析

5.1. 學習成效

本研究使用共變異數分析(ANCOVA)探討學習成效，共收集有效樣本 69 份，其中實驗組 37 人，對照組 32 人。以前測成績作為共變項，後測成績為依變項，實驗組與對照組則作為自變項。結果顯示，在排除前測成績影響後，實驗組後測成績顯著高於對照組(MEG = 80.87, MCG = 77.26, F = 6.135, p = 0.016 < 0.05)，且效果量($\eta_p^2 = 0.085 \geq 0.06$)達到中等水準，顯示本學習方法對學習成效具有實質性的正向影響。

為進一步檢視各面向的學習差異，進行單因子變異數分析(One-way ANOVA)，結果顯示，餐旅基礎日文測驗(p = 0.602 > 0.05)未達顯著差異，表示兩組學生在文法與詞彙知識習得上表現相近。然而，在日語口語溝通(p = 0.014 < 0.05)與餐廳服務禮儀(p = 0.026 < 0.05)測驗方面，實驗組成績顯著優於對照組，顯示本方法在實作技能的學習成效上具有積極成效。

5.2. 反身性思考與認知負荷

本研究使用 Cronbach's Alpha 進行可信度檢驗，問卷 α 係數為 0.960，屬於高信度(George, 2011)。問卷分為反身性思考及認知負荷兩個面向，並透過獨立樣本 t 檢定進行統計分析。

在反身性思考方面，實驗組的平均分數顯著高於對照組(MEG = 4.013, MCG = 3.671, p = 0.014 < 0.05)。結果顯示，使用本學習方法的學習者透過即時多模態人工智慧評測與反饋，更能察覺自身不足，進一步促進反思與自我修正能力。

在認知負荷方面，實驗組的平均分數顯著低於對照組(MEG = 0.905, MCG = 1.344, p = 0.003 < 0.05)。此結果顯示，使用真實器具學習比使用互動裝置操作虛擬器具更能有效降低認知負荷。實驗組透過使用熟悉的實體器具，有效減少了與學習內容無關的額外心智負擔，使學生能更專注於學習內容本身，而非介面操作。

5.3. 學生與教師訪談

為深入了解學習者與教學者對此學習方法的使用感受，本研究進行了訪談。學習者認為，透過肢體控制角色進行餐廳情境練習有效增強了臨場感：「一邊說出台詞、一邊實際動作模擬送餐，真的有身處餐廳服務的感覺」。系統提供的即時多模態人工智慧評測也受到肯定，有提到：「我能看到自己的動作，系統給出提示後能立即修正錯誤」。操作實體器具的設計被認為提升了學習的直觀性與吸引力，例如：「使用真實的餐具讓學習體驗更真實」，「用實際器具操作，可以更容易理解任務，讓我有動力參與練習」。

相比之下，對照組學生雖然初期對數位情境環境感到新奇，但由於缺乏即時回饋與虛擬工具操作複雜性，影響了學習成效。有學生提到：「剛開始覺得有趣，但上課時要同時學習課程內容和如何使用操作虛擬器具」，「即使老師有指導，我仍不確定自己的表現是否正確」。

在教學者方面，教師認為透過肢體動作與日語口說的實際演練，學生的專注度與參與度明顯提升，例如：「學生能透過自身動作練習課本知識，更能專注於課堂活動。」而多模態即時評估則能幫助其更精準地掌握學生的學習盲點，例如：「系統能準確掌握學生的不足，方便我在課堂上針對性地補充教學內容」。此外，教師觀察到實驗組學生更具自信心，並能更準確完成學習任務：「使用真實器具讓學生能夠更貼近真實環境進行練習，有效提升了技能應用能力」，以及「與虛擬工具相比，學生在使用真實器具時更專注，挫敗感減少了許多。」

6.討論、結論和未來展望

6.1. 討論

本研究提出了一套數位情境學習方法，結合實物操作、實體空間感官與運動回饋，以及多模態人工智慧評測。同時基於具身認知理論與多媒體學習原則，將其應用範疇從 2D 多媒體學習擴展至 3D 數位實境學習。

在學習成效方面，實驗組在日語口語溝通與餐廳服務禮儀表現上顯著優於對照組，這印證了肢體參與促進技能學習的觀點(Kosmas & Zaphiris, 2023; Stalheim & Somby, 2024)。此外，即時多模態回饋幫助學習者快速察覺並修正行為(Canals et al., 2025)，進一步支持 Dalsgaard (2020)提出的反思應嵌入具體情境的建議。

在降低認知負荷方面，藉由引入真實物件操作，減少如滑鼠與手把等抽象介面帶來的額外負擔，這與 Fiorella(2022)的觀點一致，即將抽象知識與具體行為相連結，有助於深化記憶與增強應用能力。同時，研究設計遵循多媒體學習理論中的空間、時間鄰近性與信號提示等原則(Mayer, 2020)，透過優化資訊呈現時機與方式，顯著降低外在認知負荷，使學習者能專注於核心知識的內化與應用。研究進一步拓展了多媒體學習理論在多模態學習中的適用性。

6.2. 結論

本研究設計並實踐了一套融合實物操作、實體空間感官與運動回饋，以及多模態人工智慧評測的數位情境學習方法，旨在探討將空間互動與實體物件納入數位學習環境對學習成效的影響。透過深度攝影機與麥克風即時捕捉學習者的多模態行為，包括肢體動作、語言表達與表情，並應用多模態人工智慧技術自動化分析行為數據，生成即時回饋，幫助學習者觀察自身表現並進行反思，從而促進知識的內化與應用。

實驗結果顯示，該學習方法在提升學習成效與反身性思考方面展現顯著成效，尤其在日語對話與餐廳服務禮儀學習的表現中尤為突出。透過真實器具操作與具身互動，學生能更專注於學習過程，並在即時回饋的引導下進一步修正錯誤與強化知識應用。研究亦發現，將真實物件集成至數位學習環境，有助於減少因使用抽象介面（如滑鼠或 VR 手把）帶來的工具學習負擔，使學生能更直接專注於核心學習內容。此外，教學者對此方法亦給予正面評價，認為多模態即時反饋與實物互動能幫助學生更清楚掌握學習內容，同時降低因技術操作所帶來的挫折感，顯著優化整體教學效果。

綜上所述，本研究結果支持具身認知與情境學習理論，並拓展了多媒體學習理論在數位實境中的應用範疇。研究證實，身體互動、多模態回饋與實物操作在數位學習環境中的重要性，有助於學習者在專業情境中更有效地應用所學知識。

6.3. 侷限性與未來展望

本研究仍存在若干限制。首先，樣本量較小且僅針對餐旅實務課程進行實驗，可能限制研究結果的普遍性與外部效度。其次，研究持續時間僅為十六週，難以充分反映教學方法對長期學習成效與技能保持的影響。此外，認知負荷的測量採用自我評量問卷，可能存在主觀偏差，無法全面反映學習者的實際心智負擔。

針對這些限制，未來研究可從以下幾個方向展開。首先，可擴展至不同教育背景與多元學科領域，如護理教育、教師培訓及其他技能密集型課程，以驗證研究的適用性與普遍性。同時，進行更長期的縱向研究，以評估學習者在經歷此教學法後的知識保留與技能應用表現。此外，在技術層面，可考慮整合 AI 驅動的個人化學習紀錄追蹤以提供適應性指導(Crompton et

al., 2024)。另可探索遊戲化元素的應用(Familoni & Onyebuchi, 2024)，以提升學習趣味性與動機。為了促進更廣泛的應用，我們也將優化學習方法設計與實施細節，並為教育工作者提供具體的教學指南，以滿足更廣泛的教育需求。

致謝

本研究感謝國科會經費支持，計畫編號：NSTC 111-2410-H-008-012-MY3；NSTC 113-2410-H-008-014-MY3；NSTC 113-2811-H-008-010。

參考文獻

Alam, A. (2023). Harnessing the Power of AI to Create Intelligent Tutoring Systems for Enhanced Classroom Experience and Improved Learning Outcomes. In *Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks* (pp. 571-591). Singapore: Springer Nature Singapore. http://doi.org/10.1007/978-981-99-1767-9_42

Al Hakim, V. G., Yang, S. H., Liyanawatta, M., Wang, J. H., & Chen, G. D. (2022). Robots in situated learning classrooms with immediate feedback mechanisms to improve students' learning performance. *Computers & Education, 182*, 104483. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104483

Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher, 18*(1), 32-42. https://doi.org/10.3102/0013189X018001032

Canals, L., Granena, G., Yilmaz, Y., & Malicka, A. (2025). The relative effectiveness of immediate and delayed corrective feedback in video-based computer-mediated communication. Language Teaching Research, 29(1), 242-268. https://doi.org/10.1177/13621688211052793

Crompton, H., Jones, M. V., & Burke, D. (2024). Affordances and challenges of artificial intelligence in K-12 education: A systematic review. *Journal of Research on Technology in Education, 56*(3), 248-268. https://doi.org/10.1080/15391523.2022.2121344

Dalsgaard, C. (2020). Reflective Mediation: Toward a Sociocultural Conception of Situated Reflection. *Frontline Learning Research, 8*(1), 1-13. https://doi.org/10.14786/flr.v8i1.447

Dastmalchi, M. R., & Goli, A. (2024, October). Embodied Learning in Virtual Reality: Comparing Direct and Indirect Interaction Effects on Educational Outcomes. In *2024 IEEE Frontiers in Education Conference* (FIE) (pp. 1-7). IEEE. http://doi.org/10.1109/FIE61694.2024.10892964

Familoni, B. T., & Onyebuchi, N. C. (2024). Augmented and virtual reality in us education: a review: analyzing the impact, effectiveness, and future prospects of ar/vr tools in enhancing learning experiences. *International Journal of Applied Research in Social Sciences, 6*(4), 642-663. https://doi.org/10.51594/ijarss.v6i4.1043

Fiorella, L. (2022). The embodiment principle in multimedia learning. *In R. E. Mayer & L. Fiorella (Eds.), The Cambridge handbook of multimedial Learning* (3rd ed.; pp. 286–295). Cambridge University Press.

George, D. (2011). *SPSS for windows step by step: A simple study guide and reference, 17.0 update, 10/e*. Pearson Education India.

Gordani, Y., & Khajavi, Y. (2020). The impacts of multi-modal PowerPoint presentation on the EFL students' content knowledge attainment and retention over time. *Education and Information Technologies, 25*(1), 403-417. https://doi.org/10.1007/s10639-019-09979-z

Islam, M. S., & Kirillova, K. (2021). Nonverbal communication in hotels as a medium of experience co-creation. *Tourism Management, 87*, Article 104363. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2021.104363

Kember, D., Leung, D. Y. P., Jones, A., Loke, A. Y., McKay, J., Sinclair, K., … Yeung, E. (2000). Development of a Questionnaire to Measure the Level of Reflective Thinking. *Assessment & Evaluation in Higher Education, 25*(4), 381–395. https://doi.org/10.1080/713611442

Kosmas, P., & Zaphiris, P. (2023). Improving students' learning performance through Technology-Enhanced Embodied Learning: A four-year investigation in classrooms. *Education and Information Technologies 28*(9), 1-24. https://doi.org/10.1007/s10639-022-11466-x

Kress, G. (2010). *Multimodality: A social semiotic approach to contemporary communication*. Routledge.

Leppink, J., Paas, F., Van der Vleuten, C. P., Van Gog, T., & Van Merriënboer, J. J. (2013). Development of an instrument for measuring different types of cognitive load. *Behavior research methods, 45*(4), 1058–1072. https://doi.org/10.3758/s13428-013-0334-1

Makransky, G., & Petersen, G. B. (2021). The cognitive affective model of immersive learning (CAMIL): A theoretical research-based model of learning in immersive virtual reality. *Educational Psychology Review, 33*(3), 937–58. https://doi.org/10.1007/s10648-020-09586-2

Mayer, R. E. (2020). *Multimedia Learning* (3rd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.

Mayor, J., Raya, L., & Sanchez, A. (2019). A comparative study of virtual reality methods of interaction and locomotion based on presence, cybersickness, and usability. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing, 9*(3), 1542-1553. http://doi.org/10.1109/TETC.2019.291528

McLellan, H. (1996). *Situated learning perspectives*. Educational Technology.

Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Basic Books.

Stalheim, O.R., Somby, H.M. (2024) An embodied perspective on an augmented reality game in school: pupil's bodily experience toward learning. *Smart Learning Environments, 11*(1). https://doi.org/10.1186/s40561-024-00308-7

Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. New York: Springer.

Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review, 9*(4), 625-636. https://doi.org/10.3758/BF03196322

智能教学代理学习方法对初中生自我效能感和创新能力的影响

The Effects of the Intelligent Pedagogical Agent Learning Method on Middle School Students' Self-Efficacy and Creativity

惠静蕾[1]，方建文[1*]，池家义[1]，胡开胜[1]
[1]温州大学 教师教育学院
[*] beginnerfjw@163.com

【摘要】 本研究开发了一种基于生成式人工智能技术的智能教学代理（IPA），并将其应用于初中的跨学科项目化学习中。研究旨在探讨在智能时代下，IPA 学习方法对学生自我效能感和创新能力的影响。华东地区的一所普通中学 47 名学生参与了为期 16 周的教学实验，被随机分配至实验组(n = 22)和控制组(n = 25)。实验组采用 IPA 学习方法，控制组则采用传统学习方法。研究结果显示，IPA 学习方法显著提高了学生的自我效能感，但创新能力方面并无显著影响。

【关键词】 智能教学代理；自我效能感；创新能力

Abstract: *This study developed an Intelligent Pedagogical Agent (IPA) based on generative artificial intelligence technology and applied it to an interdisciplinary project-based learning course in junior high school. The study aimed to explore the impact of IPA learning method on students' self-efficacy and creativity in the age of intelligence. Forty-seven students from a general middle school in East China participated in a 16-week teaching experiment and were randomly assigned to the experimental group (n = 22) and the control group (n = 25). The experimental group utilized the IPA learning method while the control group used the traditional learning method. The results of the study showed that the IPA learning method significantly increased students' self-efficacy but did not have a significant effect on the aspect of students' creativity.*

Keywords: Intelligent Pedagogical Agent; Self-efficacy; Creativity

1.前言

在智能时代，学生的自信心和创新能力显得尤为重要。先前的研究表明，将人工智能应用于教育中，可以促进学生的创新能力和自我效能感的发展(Wang et al., 2023)。在跨学科教育中，许多学生难以脱离教师的指导去解决问题，因而缺乏独立探索知识的能力。此外，教师反馈的不及时，导致一些学生逐渐失去了对跨学科学习的兴趣和参与度。一种新兴的自适应学习系统，以教学代理（PA）为代表,引起了人们的注意。这种教学代理是一种有效的学生学习工具，可以帮助学习者克服学习障碍，并且提供有效的及时反馈。有学者提出，这种教学代理能够促进学生对知识的建构，进而有效提高学生的自信心和学习成绩(Grivokostopoulou, 2020)。当然，PA 虽然给学生带来了益处，同时也带来了一些挑战。比如，有学者提出过度依赖这种技术可能会导致学生的思维陷入被动的状态，降低创新能力，一些复杂的问题 PA 的智力水平可能难以得到解决(Wang et al., 2023)。因此，有必要提供有效的工具来帮助学生更好地与人工智能交互，促进创新能力的培养。

近年来，研究人员试图尝试将生成式人工智能技术引入到 PA 中，研究结果表明，这种方法很大程度上提高了人工智能水平，也进一步改善了与学习者的交互质量(Lai & Tu, 2024)。尽管在跨学科教学中将生成时人工智能引入到 PA 这种技术在提高学生的学习表现上有大潜力，但其在教育中仍然是探索的初步阶段。因此，在这项研究中提出了一种基于生成式人工智能技术的智能教学代理（IPA），IPA 为学习者提供多样化的学习资源，并在学生的 STEM 学习过程中提供实时支持。为了评估所开发 IPA 的有效性，本研究在初中跨学科项目化学习

课程《人工智能作品的设计和制作》中开展了一项实验。通过回答以下研究问题，分析 IPA 在教学中的实际效果：

（1）与传统的学习方法相比，IPA 学习方法能否提高学生的自我效能感？

（2）与传统的学习方法相比，IPA 学习方法能否提高学生的创新能力？

2.基于 IPA 的学习方法

根据 Nuraini et al.(2023)的建议，本研究提出了一种 IPA 学习方法。这种方法主要包括确定主题、方案设计、作品创建、作品评价、作品改进五个关键阶段。本研究通过一个完整的例子来展示实验组的整个教学全流程（见图 1）。实验组使用 IPA 来设计和开发人工智能项目，控制组则使用网络搜索获取资源来完成相同的任务。

图 1 教学流程

3.实验设计

3.1. 参与者

本实验招募了华东地区一所中学的 47 名七年级学生。他们的教育经历以及学业表现相似，所有参与者之前皆没有接触过关于人工智能项目设计与制作等的训练。他们在相同的时间，相同的环境以及在同一个有 5 年教学经验的信息技术老师指导下，学习了《人工智能作品设计和制作》这门课程。研究对象分为 2 个班级，实验组有 22 人（男生 17 名，女生 5 名）；控制组有 25 名（男生 17 名，女生 8 名）。在参与研究之前已征得所有参与者的知情同意，并且其个人信息都是匿名的，数据是保密的。

3.2. 实验步骤

实验程序如图 2 所示，该课程共 16 周，每周进行一次，每次 40 分钟。在课程开始前 4 周教师要教授给学生关于人工智能的基础知识和技能。第 5 周，两组学生都完成自我效能感和创新能力的前测。第 6 周到第 15 周，两组学生开始学习人工智能作品的设计和创作，实验组采用 IPA 学习方法，控制组则采用传统学习方法。到了第 16 周，对学生进行自我效能感和创新能力的后测。

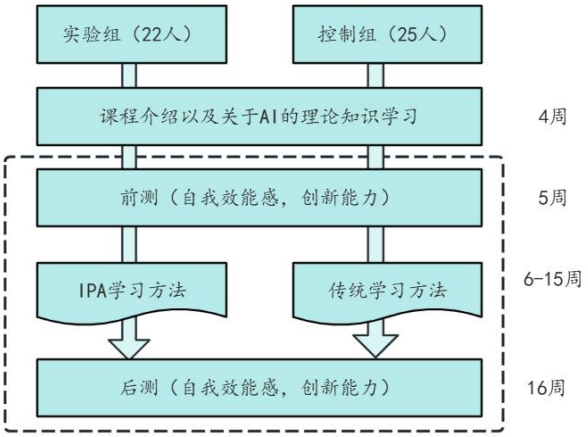


图 2 实验程序

3.3. 测量工具

本研究所使用的测量工具包括自我效能感问卷和创新能力问卷。

自我效能感问卷根据 Wang et al.(2023)开发的关于任务式学习的自我效能感问卷基础上进行改编，该问卷由 6 道题目组成，采用 5 点李克特量表（1 表示非常不同意，5 表示非常同意）。Cronbach's alpha 值为 0.80。

创新能力问卷根据 Wang et al.(2023)开发的创新性思维倾向问卷基础上进行改编。该问卷由 6 道题目组成，采用 5 点李克特量表（1 表示非常不同意，5 表示非常同意）。Cronbach's alpha 值为 0.77。

4.结果

4.1. 自我效能感

本研究验证了对自我效能感进行方差分析的前提条件。数据符合独立性，近似正态分布。Levene 检验结果(F(1,43) = .95，p = .34> .05)表明，实验组和控制组符合方差同质性假设。同质性检验结果(F(1,41) = .01，p = .92 > .05)表明，实验组和控制组也符合组内回归系数同质性假设。

实验组自我效能感的平均分为 4.21 分，调整后的平均分为 4.16 分。控制组的自我效能感的平均分为 3.71 分，调整后的平均分为 3.76 分。剔除自我效能感前测的影响后，两组之间有显著差异(F(1,42) = 4.65，p= .04＜.05)(见表 1)。

表 1 自我效能感的 ANCOVA 结果

Items	Group	*N*	Mean	*SD*	Adjusted mean	*SE*	*F*	η^2
自我效能感	实验组	22	4.214	0.56	4.163	0.13	4.650*	0.10
	控制组	23	3.716	0.60	3.763	0.13		

*p<.05

4.2. 创新能力

本研究验证了对创新能力进行方差分析的前提条件。数据满足独立性，近似正态分布。Levene 检验结果(F(1,43) = 1.23, p = 0.27 > .05)表明，实验组和控制组符合方差同质性假设。同质性检验结果(F(1,41) = 1.053，p = .31> .05)表明，实验组和控制组也符合组内回归系数同质性假设。

实验组的创新能力平均分为 3.83 分，调整后的平均分为 3.82，控制组的创新能力平均分为 3.70，调整后的平均分为 3.70。在排除创新能力前测的影响后，实验组和控制组没有显著差异(F(1,42) = 0.40, p =.53＞.001)（见表 2）。

表 2 创新能力的 ANCOVA 结果

Items	Group	*N*	Mean	*SD*	Adjusted mean	*SE*	*F*	η^2
创新能力	实验组	22	3.830	0.70	3.823	0.10	0.401	0.01
	控制组	23	3.706	0.56	3.703	0.10		

5.讨论和结论

智能时代下，人工智能正不断渗透到当前社会的各个领域，其中，教育领域也在发生着变化。本研究提出了基于 IPA 的学习方法来培养学生的自我效能感和创新能力。研究结果显示，实验组在自我效能感方面明显优于控制组，而在创新能力方面两组没有明显差异。

本研究在理论和实践方面都深化了对教育的意义。在理论上，将生成时人工智能与智能代理相结合一定程度上增加了智能教学代理的影响研究。在实践上，能够显著提高学生的自我效能感，有利呈现了 IPA 所蕴含的巨大教育潜力。此外，本研究也存在局限。首先，本研究的参与者来自华东地区的一所中学，因此研究结果可能无法直接推广到其他地区的学生。其次，由于样本数量有限，未来的研究应进一步扩大样本规模，并增加地域分布的代表性。再次，IPA 系统的功能还有待优化，一些方面仍需要改进。因此，对于 IPA 未来的研究应继续优化，来鼓励更多的学习者使用。最后，研究发现学生在使用 IPA 系统所存在的弊端，从而导致学生的创新能力得不到提高。因此，建议未来的研究学生依靠 IPA 系统解决问题的同时，也要保持独立思考的能力。

参考文献

Grivokostopoulou, F., Kovas, K., & Perikos, I. (2020). The effectiveness of embodied pedagogical agents and their impact on students learning in virtual worlds. *Applied Sciences, 10*(5), 1739. https://doi.org/10.3390/app10051739

Lai, C. L., & Tu, Y. F. (2024). Roles, strategies, and research issues of generative AI in the mobile learning era. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*. https://doi.org/10.1504/IJMLO.2025.10059769.

Nuraini, N., Asri, I. H., & Fajri, N. (2023). Development of project based learning with STEAM approach model integrated science literacy in improving student learning outcomes. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, 9*(4), 1632-1640. https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i4.2987

Wang, B., Rau, P. L. P., & Yuan, T. (2023). Measuring user competence in using artificial intelligence: validity and reliability of artificial intelligence literacy scale. *Behaviour & information technology, 42*(9), 1324-1337.

Wang, S., Sun, Z., & Chen, Y. (2023). Effects of higher education institutes' artificial intelligence capability on students' self-efficacy, creativity and learning performance. *Education and Information Technologies, 28*(5), 4919-4939. https://doi.org/10.1007/s10639-022-11338-4

Wang, X., Liu, Q., Pang, H., Tan, S. C., Lei, J., Wallace, M. P., & Li, L. (2023). What matters in AI-supported learning: A study of human-AI interactions in language learning using cluster analysis and epistemic network analysis. *Computers & Education, 194*, 104703. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104703

融合自我调节策略的 SVVR 学习方法对计算机科学概念习得的影响研究

The Effects of a Self-Regulated SVVR Learning Approach on Concept Acquisition in Computer Science

李雯[1]，周沫[1]，李伟[1*]，刘城烨[2]，曾秋蓉[3]，黄佶艺[4]，朱玉蝶[1]
[1]温州大学教育学院
[2]香港中文大学课程与教学系
[3]中华大学资讯工程学系
[4]温州市瓯海区瞿溪第一小学
[*] liweiwzu@wzu.edu.cn

【摘要】 计算机科学核心概念的抽象性和复杂性是学生学习中的一大挑战。为解决这一难题，帮助小学生更好地掌握计算机科学概念，本研究探讨了融合自我调节学习策略的 SVVR 方法对小学生计算机科学概念习得的影响。研究采用准实验设计，将三个班级随机分为实验 1 组（融合自我调节策略的 SVVR 方法）、实验 2 组（基于 SVVR 的教学）和对照组（常规教学方法），开展了为期 8 周的实验课程。结果显示，实验 1 组学生在概念的应用与分析方面显著优于其他两组，而在概念的理解与记忆方面，三组间无统计学差异。研究表明，该方法能有效促进学生对计算机科学概念的深度理解和知识的迁移与应用。
【关键词】 概念习得；自我调节学习；SVVR；计算机科学

Abstract: *The abstractness and complexity of core computer science concepts pose significant challenges for students. To address this issue and improve elementary school students' understanding of these concepts, this study investigated the effects of an SVVR method integrated with self-regulated learning strategies. A quasi-experimental design was employed, with three classes randomly assigned to Experimental Group 1 (SVVR with self-regulated learning strategies), Experimental Group 2 (SVVR-based teaching), and a Control Group (conventional teaching). Over an 8-week intervention, students in Experimental Group 1 demonstrated significantly better performance in applying and analyzing computer science concepts compared to the other two groups. However, no significant differences were observed among the groups in understanding or remembering the concepts. These findings indicate that integrating self-regulated learning strategies with the SVVR method can effectively promote deeper comprehension and facilitate the transfer and application of knowledge in computer science education.*
Keywords: Concept Acquisition, Self-regulated Learning, SVVR, Computer Science

1.前言

计算机科学是当代科技发展的核心驱动力之一，其重要性日益凸显。然而，计算机科学中的许多核心概念，如算法复杂度、递归、数据结构和计算机系统结构等，往往具有高度抽象性和逻辑性。这些概念要求学习者具备较强的逻辑思维能力和计算思维习惯，而这对于许多初学者而言是一个巨大的挑战。研究表明，学生在理解这些核心概念时常常感到困惑，并容易产生学习倦怠和挫败感 (Gomes & Mendes, 2007)。因此，如何通过创新的教学方法帮助学生更好地掌握计算机科学的核心概念，已成为教育工作者亟需解决的问题。

情境化虚拟现实学习作为一种新兴的教育技术，为计算机科学教学提供了新的可能。SVVR 通过构建沉浸式、交互式的学习环境，使学生能够在接近真实的情境中探索复杂的计算机科学概念，从而提升学习的兴趣与效率。尽管许多研究强调了 SVVR 对学生概念学习的重要性，但仍存在障碍 (Wu et al., 2023)。特别是当学生初次接触 SVVR，容易沉迷于操作，

导致学习注意力下降 (Lin et al., 2021)。这可能导致学生无法掌握所需的知识点。因此，如何引导学生在虚拟学习环境中进行有效的自我管理和反思，成为实现学习效果最大化的关键。

自我调节学习理论为这一问题提供了重要的理论支撑。SRL 强调学习者在学习过程中的计划、监控和反思能力。通过主动设定目标、监控学习进程和调整学习策略，学生能够更高效地实现学习目标。然而，SRL 如何与 SVVR 相结合以促进计算机科学概念的深度理解，仍有待进一步研究。因此，本研究旨在探讨将自我调节学习策略融入 SVVR 的方法对学生计算机科学概念学习的影响。研究主要围绕以下两个问题展开。

(1) 融合自我调节学习策略的 SVVR 方法是否有效促进学生对计算机科学概念的习得？

(2) 融合自我调节学习策略的 SVVR 方法在学生计算机科学概念习得的过程中发挥了哪些作用？

2.实验设计

2.1. 研究对象

本研究以中国浙江省温州市小学六年级三个班级的学生为研究对象。共有 108 名学生参加了本次实验，其中男生（54，50%）和女生（54，50%）。随机将三个班级分为实验 1 班（n = 40），实验 2 班（n = 36）和对照班（n = 32）。

2.2. 学习材料与环境

本研究根据小学信息科技课程的教学要求设计了以“信息系统”这一核心学科概念为主线的概念知识学习模块。

本研究开发的 SVVR 学习环境由研究者团队依据小学信息科技课程的教学目标和内容要求设计完成。系统在每个学习模块中融入了与自我调节学习相关的关键环节，包括任务目标设定和学习过程的监控和反思。

2.3. 数据收集与分析

前测和后测用以评估学生的知识掌握情况。测试题涵盖“系统”的定义、组成部分与功能、“控制系统”的输入输出、计算与反馈机制以及安全性等关键主题。两次测试的难度系数保持一致。信度检验结果显示，Cronbach's alpha 值为 0.76，表明测试题具有良好的一致性。

为进一步评估学生对“系统”概念的理解情况，本研究在实验教学的前后分别采用“概念绘图”方法进行测评。绘图任务的提示语参考并改编自 Zhang et al. (2024)。绘图过程中，学生使用个人绘画工具在一张 A4 纸上独立完成概念图绘制。完成后，学生需用简洁的语言对绘图内容进行解释，说明其对“系统”概念的理解。

2.4. 实验流程

参与者在计算机教室参加了为期 8 周的实验，每节课课堂时间为 35 分钟。在实验开始前一周，教师向实验 1 班和实验 2 班分别介绍了 SVVR 的使用方法和学习策略。第 2 周，所有学生完成前测试和问卷调查，教师随后详细说明实验内容，对实验班特别介绍了 SVVR 使用方法，并向实验 1 班额外讲解了自我调节学习策略。

实验从第 3 周持续至第 7 周，课程围绕系统概念展开。实验 1 班采用融合自我调节学习策略的 SVVR 方法，学生设定学习目标，在 SVVR 环境中完成任务并反思调整策略。实验 2 班采用基于 SVVR 的教学法，结合教师讲解进行学习。对照班使用常规教学法。第 8 周，所有学生完成后测试和问卷调查。

3.实验结果

3.1. 概念理解

研究采用单因素协方差方法进行分析。经检验该数据采用协方差分析是合适的。表 2 显示了学生学习成绩的单因素协方差分析结果。

表 2 学生学习成绩的单因素协方差分析结果

维度	组别	数	平	调	标	F	p	η	事

		量	均值	整后平均值	准差			^{2}	后比较
理解和记忆	实验 1 班	40	39.75	39.81	9.20	2.62	0.08	0.05	
	实验 2 班	43	42.50	42.51	9.67				
	对照班	63	45.31	45.21	11.07				
应用和分析	实验 1 班	40	27.75	27.97	9.47	6.31**	0.003	0.11	1 > 3**
	实验 2 班	43	23.89	23.69	6.88				
	对照班	63	20.63	20.58	9.82				

** $p < 0.01$

单因素协方差分析结果表明，理解和记忆维度方面，三个组之间不存在显著差异（$F = 2.62$, $p = 0.08 > 0.05$, $\eta^2 = 0.05$）。应用和分析维度方面，三个组之间存在着显著差异（$F = 6.31$, $p = 0.003 < 0.01$, $\eta^2 = 0.11$），其中实验 1 班学生的应用与分析能力显著高于对照班。实验 1 班的调整后平均值和标准差分别为 27.97 和 9.47，实验 2 班的调整后平均值和标准差分别为 23.69 和 6.88，对照班的调整后平均值和标准差分别为 20.58 和 9.82。这一结果表明，融合自我调节学习策略的 SVVR 方法，比常规教学法更能显著的提高学生对概念知识的应用与分析。

3.2. 概念绘图

图 1a 为实验 1 班学生学习后绘制“系统”概念的示例。可以看到，实验 1 班的学生能够准确识别并描述“系统”的组成要素，以及其在特定应用场景中的功能。学生不仅清晰地识别出人脸识别系统的输入和处理，还能够详细说明该系统在实际生活中的应用场景。这些结果表明，实验 1 班学生对“系统”概念的理解更为深入，并具备较强的应用能力。

如图 1b 为实验 2 班学生“系统”后概念绘图示例。在左侧的图中，学生描绘了人脸识别系统，能够识别系统的功能。在右侧的图中，学生描绘了保温电热水壶系统，能够识别该系统的功能。这些结果表明，实验 2 班学生在尽管能够识别系统组成要素和基本功能，但对其更为深层次的功能联系和应用场景的迁移能力仍然较为有限。

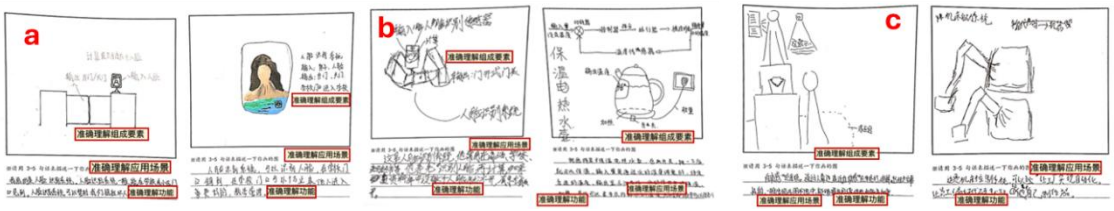


图 1 学生“系统”概念绘图分析示例

如图 1c 为对照班学生“系统”后概念绘图示例。在左侧的图中，学生描绘了一个自动感应系统。该系统在人靠近时自动开灯并显示字幕，通常应用于图书馆等场所以提升阅读体验和服务效率。在右侧的图中，学生描绘了一个机床控制系统，通过描述编程代码如何实现工厂的自动化生产过程。这些结果表明学生能够准确识别“系统”的组成部分和功能，但在面对更复杂的应用情境时，学生对系统深层次的理解和概念迁移能力仍显不足。

4.讨论与结论

本研究探讨了融合自我调节学习策略的 SVVR 方法对小学生计算机科学概念习得的影响。研究结果表明，自我调节策略通过目标设定、进度监控和反思优化，帮助学生在情境化学习环境中更加主动地掌控学习过程，促进了概念知识的深度理解与迁移能力。

针对问题一。研究结果表明，融合自我调节学习策略的 SVVR 方法在促进学生计算机科学概念学习方面具有显著效果，特别是在概念的应用与分析方面表现出明显优势。然而，在概念的理解与记忆方面，实验 1 组与实验 2 组和对照组之间的表现差异不显著。

具体而言，在概念的理解与记忆维度上，实验 1 组的表现与其他两组相比没有显著差异。这一结果可能与理解记忆的相关的认知活动的特点有关。这类认知活动主要依赖于学生的短期记忆和对知识点的复述。此外，尽管 SVVR 提供了沉浸式学习体验，其主要优势在支持复杂知识的建构与应用，而非直接增强学生的记忆能力(张慕华 et al.，2022)。在概念的应用与分析维度上，实验 1 组的表现显著优于实验 2 组和对照组。实验 1 组学生表现出更强的知识迁移能力和分析能力，能够灵活运用所学概念解决问题。这与先前的研究结果一致(Wu et al., 2023)，进一步表明融合自我调节策略的 SVVR 方法能够为学生提供更深层次的学习支持。

针对问题二。首先，该方法显著促进了学生对概念的全面理解。实验 1 班学生能够准确描述“系统”的组成要素及其功能，并分析这些要素如何在特定情境中协同工作。例如，在描述人脸识别系统时，学生能够结合实际场景说明其功能作用。这表明，SVVR 情境化学习环境为学生提供了能够将知识转化为具象化的认知经验的直观途径(Herrington & Oliver, 2000)。其次，自我调节学习策略在提升学生主动性与反思能力方面发挥了重要作用。学生能够有效优化学习行为，从而深化对概念的理解(Zimmerman, 2002)。

最后，该方法显著增强了学生的知识迁移能力。实验 1 班学生不仅能够掌握系统的基本概念，还能灵活将其应用于新情境中。例如，学生在绘图中展示了对保温电热水壶和机床控制系统的分析能力。这种迁移能力得益于 SVVR 提供了丰富的情境支持，自我调节策略则促进了学生主动建构和灵活运用知识的能力。

参考文献

Gomes, A., & Mendes, A. J. (2007). Learning to program-difficulties and solutions. International Conference on Engineering Education–ICEE,

Herrington, J., & Oliver, R. (2000). An instructional design framework for authentic learning environments. *Educational Technology Research and Development*, *48*(3), 23-48.

Lin, H. C.-S., Yu, S.-J., Sun, J. C.-Y., & Jong, M. S. Y. (2021). Engaging university students in a library guide through wearable spherical video-based virtual reality: Effects on situational interest and cognitive load. *Interactive Learning Environments*, *29*(8), 1272-1287.

Wu, W.-L., Hsu, Y., Yang, Q.-F., Chen, J.-J., & Jong, M. S.-Y. (2023). Effects of the self-regulated strategy within the context of spherical video-based virtual reality on students' learning performances in an art history class. *Interactive Learning Environments*, *31*(4), 2244-2267.

Zhang, R., Zou, D., & Cheng, G. (2024). Self-regulated digital game-based vocabulary learning: motivation, application of self-regulated learning strategies, EFL vocabulary knowledge development, and their interplay. *Computer Assisted Language Learning*, 1-43.

张慕华,祁彬斌,黄志南,等.沉浸式虚拟现实赋能学习的内在机理——沉浸感和情感体验对学习效果的多重影响[J].现代远程教育研究,2022,34(06):92-101.

沉浸式虛擬實境結合同儕交互指導策略對國小學生學習成效、動機、自我效能與認知負荷之影響-以力學課程為例

Effects of Immersive VR Combined with Reciprocal Peer Tutoring on Elementary School Students' Learning Performance, Motivation, Self-Efficacy, and Cognitive Load in a Mechanics Course

陳振遠[1]，孫之元[2*]
[1]桃園市立幸福國民小學
[1,2]陽明交通大學 教育研究所
[*] jerrysun@nycu.edu.tw

【摘要】 近年，沉浸式虛擬實境(VR)已廣泛應用於教育領域，沉浸式 VR 藉由高度擬真環境與互動功能，提供更多操作與模擬物理實驗的學習機會，但對國小學生的學習效益仍有待商榷，因此本研究將採用沉浸式 VR 結合同儕交互指導策略來提升國小生的科學學習成果，並探討不同學習模式對學生的影響。研究結果顯示，國小學生透過沉浸式 VR 結合同儕交互指導策略進行學習，其能有效提升力學概念的學習成效與自我效能，且並不會增加額外的認知負荷，因此本研究提出之方法能進一步擴展沉浸式虛擬實境在國小教育現場的實踐價值。
【關鍵字】 沉浸式虛擬實境；同儕交互指導策略；物理課程；科學學習自我效能

Abstract: *In recent years, immersive virtual reality (VR) has been widely applied in the field of education. By providing highly realistic environments and interactive functionalities, immersive VR offers more learning opportunities for simulating physical experiments. However, the effectiveness for elementary school students' learning outcomes remains open to debate. This study integrates immersive VR with reciprocal peer tutoring to enhance elementary students' science learning outcomes and attitudes, while also exploring the impact of different learning modes on students. The results show that elementary students learning through immersive VR combined with reciprocal peer tutoring can significantly improve their Learning effectiveness and self-efficacy, without experiencing additional cognitive load. Thus, this study highlights the practical value of immersive VR in elementary education.*
Keywords: immersive virtual reality, reciprocal peer tutoring, physics course, science learning self-efficacy

1. 研究動機與目的

近年因科技進步，使 STEM（科學、技術、工程和數學）領域的相關職業與產業同步蓬勃發展，但過去研究卻發現，學生對於 STEM 領域的學習興趣逐漸降低，並對於物理等自然學科感到困難與排斥（Bennett & Hogarth, 2009），而為解決此問題，我們能導入新科技來提升學生對於物理學科的參與度、學習動機與表現，改善學生對於相關職業與領域的認同（Korlat et al., 2024）。

虛擬實境（Virtual Reality, VR）技術藉由電腦、平板或頭戴式顯示器（Head-mounted display, HMD）等設備建構 3D 立體的仿真世界，讓使用者有不同的沉浸與互動體驗（Makransky & Petersen, 2021）。而在科學教育中，沉浸式虛擬實境能呈現抽象與真實課堂中難以觀察的現象（Georgiou et al., 2021），也能進一步提供學生進行模擬實驗（Korlat et al., 2024），並藉由提升學生與教材的互動性，促進科學概念的學習（Sun et al., 2023）。但新科技要能有效融入課堂，重點在於需結合適當的教學策略（Tsivitanidou et al., 2021），並可進一步提供師生或同儕互動模式來增進學習效益（Matovu et al., 2023）。

同儕交互指導（Reciprocal Peer Tutoring, RPT）是一種合作學習策略，能提升學生在資訊科技與困難學科上的學習參與度及興趣（Bakare & Orji, 2019），且 RPT 應用於國小課堂中能有效提升科學的學習表現（Shafiq et al., 2021），而 Cheng 與 Ku（2009）研究也顯示，採用 RPT 進行教與學，能促進創新科技融入教學的有效性。因此本研究將於國小科學課程中導入頭戴式顯示器，探討沉浸式虛擬實境對學生在物理概念的學習成效與態度影響，並進一步結合同儕交互指導策略，期待增進創新科技在教學應用上之價值。

2. 文獻探討

2.1. 沉浸式 VR 於科學教育上的應用

美國國家科學基金會（National Science Foundation, NSF）報告指出，國中小的科學教育是學生未來投入 STEM 領域學習與工作的基礎，也影響著國家未來競爭力，因此我們需促進國小學生的在科學等課程的投入度與學習表現（Rotermund & Burke, 2021），進而提升學生未來投入相關領域的學習興趣（Şenler & Çalışkan, 2024）。物理學是一門抽象且複雜的學科，需藉由實驗的視覺化呈現來協助學生連結概念與理論（Korlat et al., 2024），但在一般教學中的實驗課程可能因為器材數量不足、操作具有危險性或指導人力不足等因素，使學生無法實際操作實驗，導致學習興趣低落與難以習得科學技能（Rasheed et al., 2021）。而近年虛擬實境（VR）技術的成熟與廣泛應用於教育領域，其提供的擬真情境與互動體驗，能協助學生探究抽象的科學概念（Liu et al., 2022; Sun et al., 2023），並提供操作與模擬實驗的機會（Makransky et al., 2019），進而促進不同教育階段學生的物理學習表現（Georgiou et al., 2021; Liu et al., 2022; Rasheed et al., 2021）。

隨著科技進步與資源投入，虛擬實境（VR）設備已從低沉浸感的桌上型電腦 VR 系統轉變為以頭戴式顯示器（Head-mounted display, HMD）為主的高沉浸式 VR 系統（Makransky et al., 2019）。沉浸式 VR 營造出 3D 擬真環境，能讓使用者投入進行各種模擬實驗，為科學教育提供不同的學習體驗（Tsivitanidou et al., 2021）。過去研究指出，沉浸式 VR 的新穎性能帶給學習者樂趣與參與度，提升學習動機（Albus et al., 2021），其擬真與互動性也能增進學生的自我效能（Makransky & Petersen, 2021），但沉浸式 VR 對於科學學習成效的影響卻有不一致的結果（An & Kaplan-Rakowski, 2024; Georgiou et al., 2021），其原因可能在於，沉浸式 VR 的新穎功能與介面會分散學習者的注意力（Albus et al., 2021）；沉浸式 VR 可能呈現過多媒體資訊與互動功能，產生不必要的認知負荷，影響使用者在教材中的學習狀況（An & Kaplan-Rakowski, 2024; Makransky et al., 2019）；研究也發現，新科技需要搭配合適的教學法，才能改善設備缺點與提升學習效果（Georgiou et al., 2021; Makransky & Petersen, 2021）。

在沉浸式 VR 的實踐研究中，建議在課堂中提供師生或同儕互動與指導回饋的機會，其能促進學習者反思學習歷程（Matovu et al., 2023），也藉由同儕鷹架的支持，能降低學生在 VR 教材中的認知負荷（An & Kaplan-Rakowski, 2024），提升科學概念的學習成效（Tsivitanidou et al., 2021）。此外，目前對於沉浸式 VR 如何有效應用於國小教育階段之研究較少（Liu et al., 2022; Matovu et al., 2023），因此有必要進行更深入之探究，擴展沉浸式 VR 的教育價值。

2.2. 同儕交互指導策略在教學上的應用

合作學習已是國中小課堂的有效學習策略，同儕間的互動能促進學生提問、思考與分享等主動學習行為，也藉由同儕的協助，學生能完成更困難的學習任務，提升學習表現（Cheng & Ku, 2009）。過去研究發現，在課堂中使用虛擬實境（VR）時結合不同的合作或同儕輔導策略，能提升學習參與度與表現（Chen et al., 2023），並進一步深化實作技能、溝通與問題解決等高階能力（Paulsen et al., 2024）。

Pigott 等（1986）提出同儕交互指導（Reciprocal Peer Tutoring, RPT）策略，讓學生在小組中輪流擔任教學者與學習者的角色，藉由彼此互相教與學的過程，提升不同程度學生的數學表現。同儕交互指導策略能滿足不同的學習需求，提高學生的課堂參與度，增進學生的科學概念理解與資訊技能掌握度（Bakare & Orji, 2019），且在物理等較為困難之科目，RPT

策略能有效提升學生的學習信心與成績（Alemu, 2020）。研究發現，當我們在實驗課程中導入 RPT 策略，能促進小組內每位成員主動參與討論與實驗操作，深化物理課程的理論知識與實踐技能（Muñoz-García et al., 2013）。在國小階段，RPT 策略應用於數學活動（Thurston et al., 2020）與科學課程（Shafiq et al., 2021）等不同領域皆有正面影響。

科技與合作學習策略的結合能降低技術使用門檻，並培養學生成為善用科技的終身學習者（Cheng & Ku, 2009），Oikarinen 等（2022）的研究將科技工具與 RPT 策略結合應用於國小數學課程中，結果顯示教學者透過指導精進自己的數學概念並熟練技能，而學習者藉由觀察與同儕回饋進行學習，並在討論過程中增進概念理解，其策略也進一步提升國小生的反思、社交與資訊能力。此外，研究也指出 RPT 策略應用於國小課程的效果大於其他教育階段（Zeneli et al., 2016），因此建議於國小不同學科使用同儕交互指導策略（Shafiq et al., 2021），故本研究將同儕交互指導策略與沉浸式 VR 結合，探討其對國小學童力學概念學習之影響。

3. 研究設計

3.1 實驗設計與研究參與者

本研究為了解沉浸式 VR 結合同儕交互指導策略對國小學童在物理概念學習的影響，並探討學習動機、科學學習自我效能與認知負荷之差異，採用準實驗研究法，共分成四組進行教學實踐與比較，其分別為實驗組 3（使用沉浸式 VR 結合 RPT 策略進行學習）；實驗組 2（使用沉浸式 VR 進行學習）；實驗組 1（使用桌上型電腦 VR 結合 RPT 策略進行學習）；對照組（使用桌上型電腦 VR 進行學習）。本次採用之沉浸式 VR 設備為 Meta Quest 2 頭戴式 VR，使用之學習教材分為桌上型電腦 VR 版本與沉浸式 VR 版本，兩種版本學習內容皆一致，且經由資深教師審核，其適合國小生進行力學概念學習。

本次研究對象為臺灣北部某國小六年級學生（平均年齡 12 歲），其實驗組 3（25 人），實驗組 2（24 人），實驗組 1（24 人），對照組 25 人。參與實驗之學生皆已有相關 VR 設備操作與進行學習之經驗。

圖 1 實驗組 3-沉浸式 VR 結合 RPT 策略

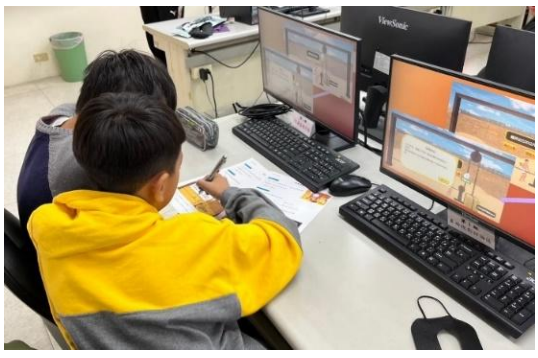


圖 2 實驗組 1-桌上型電腦 VR 結合 RPT 策略

3.2. 研究工具

本研究採用「力學概念測驗卷」評估學習成效，其測驗題目依自然領域課程與 VR 教材內容進行設計，並邀請兩位具有 10 年以上國小自然領域教學經驗之教師協助審題，故測驗題目具有專家效度。

「學習動機量表」參考由 Sun 與 Hsieh（2018）改編之量表，再由國小資深教師針對字句修改，以符合國小生之認知程度。量表採用 6 點李克特量表進行動機評估，其 Cronbach's α 值為.93，具高度一致性。

本研究使用之「科學學習自我效能量表」來源為游師柔、葉宣靈與孫之元（2020）改編之量表，並邀請兩位資深國小自然教師協助修改字句，以符合本研究之實驗情境所需。量表為李克特氏 6 點量表，整體 Cronbach's α值為.93，具有高度一致性。

為探討不同組別之認知負荷程度，本研究使用「認知負荷量表」進行評估，採用之量表參考 Sun、Yu 與 Chao（2019）改編之量表再進行字句調整。採用 6 點量表形式，其 Cronbach's α值為 .94，具有高度一致性。

本研究為進一步了解學生真實感受，採用教師課室觀察、開放式問卷與訪談收集質性資料，以供研究結果佐證。

4. 研究結果與討論

4.1 學習成效分析

本研究採用 ANCOVA 分析學生在不同組別的力學課程學習成效。首先檢驗組內迴歸係數的同質性，結果顯示迴歸係數共有同質性（$F = 0.23$，$p > .05$），可繼續進行 ANCOVA 分析，以排除前測對實驗結果之影響。結果如表 1 所示，實驗組 3 後測成績的調整平均值和標準誤分別為 75.06 和 11.26；實驗組 2 後測成績的調整平均值和標準誤分別為 70.15 和 7.73；實驗組 1 後測成績的調整平均值和標準誤分別為 70.17 和 9.84；對照組後測成績的調整平均值和標準誤分別為 65.40 和 11.88。各組別間有顯著差異（$F = 7.08$，$p < .01$）。

表 1 各組後測成績之 ANCOVA 分析結果

組別	人數	平均數	標準誤	調整後平均數	*F*	事後比較
實驗組 3 (沉浸式 VR 結合 RPT 策略)	25	75.40	11.26	75.06	**7.08****	**實驗 3>實驗 2=實驗 1>對照組**
實驗組 2 (沉浸式 VR)	24	71.04	7.73	70.15		
實驗組 1 (桌上電腦 VR 結合 RPT 策略)	24	69.46	9.84	70.17		
對照組 (桌上電腦 VR)	25	64.88	11.88	65.40		

**$p < .01$

在成效方面，確認各組間有顯著差異後，本研究進行事後比較，結果顯示實驗組 3 的後測成績顯著大於實驗組 2，實驗組 1 的後測成績大於對照組，我們能發現 RPT 策略與不同沉浸感的 VR 結合，能有效提升國小學生在 VR 環境中的學習成效，因此當新科技與合作策略結合，藉由同儕間的指導、互動與回饋，能促進學生的學習表現（An & Kaplan-Rakowski, 2024; Bakare & Orji, 2019; Matovu et al., 2023; Tsivitanidou et al., 2021），也證明 RPT 策略的導入能有效幫助學生物理概念的學習（Alemu, 2020）。

進一步比較不同沉浸感 VR 的差異，根據實驗組 3 與對照組的事後比較顯示，高度沉浸感的 VR 教材提供更加擬真與互動的情境，能協助國小學生深入理解科學知識，此與過去研究研究一致（Liu et al., 2022）。此外，我們也發現實驗組 2 與實驗組 1 的後測成績並無顯著差異，表示在低沉浸式 VR 中導入合適的教學策略，其成效不亞於單純的使用高沉浸式 VR 設備進行學習，因此在 VR 導入教學時更要注重課程與教學設計，才能讓新科技有效的提升學習（Makransky & Petersen, 2021）。

4.2 學習動機分析

本研究採用 ANCOVA 分析學生在不同組別的學習動機差異。分析結果顯示迴歸係數共有同質性（$F = 1.96$，$p > .05$），故本研究繼續進行 ANCOVA 分析，以排除前問卷對實驗結果之影響。

ANCOVA 結果顯示，實驗組 3 後問卷分數的調整平均值和標準誤分別為 5.42 和 0.31；實驗組 2 後問卷分數的調整平均值和標準誤分別為 5.01 和 0.71；實驗組 1 後問卷分數的調整平均值和標準誤分別為 5.04 和 0.89；對照組後問卷分數的調整平均值和標準誤分別為 5.07 和 0.77。研究結果發現，各組別在學習動機上並無顯著差異（$F = 1.89$, $p > .05$），其結果與 Cheng 和 Ku （2009）的研究一致，新科技結合 RPT 策略並不影響學生的整體學習動機。

本研究進步一採用成對樣本 t 檢定來探討學生在不同學習模式下的動機改變狀況，其結果如表 2 所示。分析結果顯示，雖然各組間無顯著差異，但學生在經歷不同學習方式，對於科學學習動機都有顯著提升，此研究結果與 Liu 等人（2022）的研究一致，不同形式之 VR 教材皆能有效提升學生的科學學習動機。彙整學生回饋與教師觀察結果，也能發現學生在各組中都展現高度投入及興趣（*實驗組 3-學生 2：比以前課程好玩，我想要繼續學；觀課教師：學生展現不同於傳統實驗的熱情與投入度，並有更多的討論等學習行為*），因此不同形式之 VR 學習環境。都能提供學生有益的學習（Chen et al., 2023）。

表 2 各組別學習動機的成對樣本 t 檢定結果

組別	變項	人數	平均數	標準差	t 值
實驗組 3 (沉浸式 VR 結合 RPT 策略)	後測-動機問卷得分	25	5.39	0.61	**4.06****
	前測-動機問卷得分	25	4.19	1.43	
實驗組 2 (沉浸式 VR)	後測-動機問卷得分	24	5.06	0.72	**3.41***
	前測-動機問卷得分	24	4.52	0.86	
實驗組 1 (桌上電腦 VR 結合 RPT 策略)	後測-動機問卷得分	24	5.07	0.89	**2.19***
	前測-動機問卷得分	24	4.42	1.65	
對照組 (桌上電腦 VR)	後測-動機問卷得分	25	5.03	0.77	**4.27****
	前測-動機問卷得分	25	4.15	1.26	

*p <.05，**p <.01

4.3 科學學習自我效能分析

本研究採用 ANCOVA 分析學生在不同組別的科學自我效能差異。分析結果顯示迴歸係數共有同質性（$F = 2.44$，$p > .05$），故本研究繼續進行 ANCOVA 分析，以排除前問卷對實驗

結果之影響。結果如表 3 所示,實驗組 3 後問卷分數的調整平均值和標準誤分別為 5.44 和 0.57,根據事後比較，實驗組 3 的科學自我效能顯著高於其他三組（$F = 3.88$，$p < .05$）。

研究結果顯示，沉浸式 VR 結合同儕交互指導策略（RPT），有效提高國小學生在力學單元學習時的科學自我效能，其與 Makransky 和 Petersen（2021）的研究一致，表示更高程度的互動與回饋，能提高學習者的自我效能感。且 Cheng 與 Ku（2009）研究也指出，當學生能從同儕獲得學習上的協助，就能擁有較高的自我效能感來完成學習任務。因此沉浸式 VR 的高度擬真環境搭配同儕指導，能給予國小生在物理等困難科目的學習上極大的助益。

表 3 各組科學學習自我效能之 ANCOVA 分析結果

組別	人數	平均數	標準誤	調整後平均數	F	事後比較
實驗組 3 (沉浸式 VR 結合 RPT 策略)	25	5.46	0.57	5.44	**3.88***	**實驗 3>實驗 2** **實驗 3>實驗 1** **實驗 3>對照組**
實驗組 2 (沉浸式 VR)	24	5.07	0.46	5.07		
實驗組 1 (桌上電腦 VR 結合 RPT 策略)	24	5.01	0.84	5.01		
對照組 (桌上電腦 VR)	25	4.85	0.82	4.86		

*$p < .05$

4.4 認知負荷分析

本研究採用 One-way ANOVA 分析學生在不同組別的認知負荷差異。在 Levene 檢定的結果不顯著（$F = 1.00$，$p > .05$），表示各組變異數據有同質性。ANOVA 分析顯示，在認知負荷上，四組間並無顯著差異（$F = 0.38$，$p > .05$），其表示本研究在 VR 學習環境結合以同儕為主的相互教學鷹架，並不會產生額外的認知負荷，並能協助學生完成較為困難的學習任務，其與 An 和 Kaplan-Rakowski（2024）的研究結果一致。

此外,本研究使用的 VR 設備與教材經由專家審核,其內容符合國小學生認知與操作程度,故沉浸式 VR 與桌面型 VR 相比，並不會造成國小學生過多的認知負荷，避免了 Makransky 與 Petersen（2021）研究所提到的沉浸式 VR 缺點。

5. 結論與建議

過去對於不同沉浸感虛擬實境技術應用於教學的研究有不同成果,因此本研究於國小科學課程中導入頭戴式顯示器（HMD），以了解高度沉浸式之虛擬實境對學生在物理概念的學習成效與態度影響，研究發現沉浸式 VR 提供擬真與互動的實驗情境，能有效協助國小學生深入理解力學知識。此外，本研究也發現，當新科技配合良好的教學設計，非沉浸式 VR 也能有良好的學習效果。

接著，本研究為進一步提升新科技之學習效果，我們於教學中結合同儕交互指導（RPT）策略，探討沉浸式 VR 結合合作教學法實踐於國小教學現場之效益。研究結果顯示，透過沉浸式 VR 結合 RPT 策略進行學習之學生，其力學概念學習成效與科學自我效能顯著高於其他組別，且 VR 高度擬真環境與同儕互動指導並不會增加額外的認知負荷，因此對於物理等較為困難之學科，沉浸式 VR 搭配合作學習策略能有效促進國小學生的學習表現與態度。

最後，本研究主要以國小高年級學生為研究對象，並將課程主軸限縮於物理概念之學習，未來可增加不同年級學生與課程主題進行比較分析,且本研究只探討動機與自我效能等因素，

針對其他態度變項未有著墨，可再深入探討學習者不同的學習狀態與感受，以擴展沉浸式 VR 的教育價值。

致謝

本研究感謝國家科學及技術委員會（NSTC 112-2410-H-A49-019-MY3 和 MOST 111-2410-H-A49-018-MY4）與教育部（114 年 5G 新科技學習示範學校）計畫之支持，以及感謝國立陽明交通大學互動學習科技與動機研究室（https://iltm.lab.nycu.edu.tw/）成員之協助，謹此致謝。

參考文獻

游師柔、葉宣靈、孫之元（2020）。STEM 模式整合穿戴式擴增實境和穿戴式虛擬實境應用於科學教育：探討科學學習自我效能來源對高中生科學學習自我效能和學習成效之影響。**數位學習科技期刊，12**（3），25-57。https://doi.org/10.3966/2071260x2020071203002

Albus, P., Vogt, A., & Seufert, T. (2021). Signaling in virtual reality influences learning outcome and cognitive load. *Computers & Education, 166*, 104154.

Alemu, M. (2020). Improving secondary school students physics achievement using reciprocal peer tutoring: A multi-level quasi-experimental study. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 16*(4), em1832.

An, Y., & Kaplan-Rakowski, R. (2024). Examining adults' enjoyment, challenges, and cognitive load in informal learning with high-immersion virtual reality. *TechTrends, 68*(6), 1118-1128.

Bakare, J., & Orji, C. T. (2019). Effects of reciprocal peer tutoring and direct learning environment on sophomores' academic achievement in electronic and computer fundamentals. *Education and Information Technologies, 24*(2), 1035-1055. https://doi.org/10.1007/s10639-018-9808-1

Bennett, J., & Hogarth, S. (2009). Would you want to talk to a scientist at a party? High school students' attitudes to school science and to science. *International Journal of Science Education, 31*(14), 1975-1998. https://doi.org/10.1080/09500690802425581

Chen, C.-Y., Chang, S.-C., Hwang, G.-J., & Zou, D. (2023). Facilitating EFL learners' active behaviors in speaking: a progressive question prompt-based peer-tutoring approach with VR contexts. *Interactive Learning Environments, 31*(4), 2268-2287.

Cheng, Y.-C., & Ku, H.-Y. (2009). An investigation of the effects of reciprocal peer tutoring. *Computers in Human Behavior, 25*(1), 40-49. https://doi.org/10.1016/j.chb.2008.06.001

Georgiou, Y., Tsivitanidou, O., & Ioannou, A. (2021). Learning experience design with immersive virtual reality in physics education. *Educational Technology Research and Development, 69*(6), 3051-3080. https://doi.org/10.1007/s11423-021-10055-y

Korlat, S., Kollmayer, M., Haider, C., Hlavacs, H., Martinek, D., Pazour, P., & Spiel, C. (2024,). PhyLab – a virtual reality laboratory for experiments in physics: a pilot study on intervention effectiveness and gender differences. *Frontiers in Psychology, 15*, 1284597.

Liu, R., Wang, L., Koszalka, T. A., & Wan, K. (2022). Effects of immersive virtual reality classrooms on students' academic achievement, motivation and cognitive load in science lessons. Journal of Computer *Assisted Learning, 38*(5), 1422-1433.

Makransky, G., & Petersen, G. B. (2021). The cognitive affective model of immersive learning (camil): a theoretical research-based model of learning in immersive virtual reality. *Educational Psychology Review, 33*(3), 937-958. https://doi.org/10.1007/s10648-020-09586-2

Makransky, G., Terkildsen, T. S., & Mayer, R. E. (2019). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and Instruction, 60*, 225-236.

Matovu, H., Ungu, D. A. K., Won, M., Tsai, C.-C., Treagust, D. F., Mocerino, M., & Tasker, R. (2023). Immersive virtual reality for science learning: Design, implementation, and evaluation. *Studies in Science Education, 59*(2), 205-244. https://doi.org/10.1080/03057267.2022.2082680

Muñoz-García, M. A., Moreda, G. P., Hernández-Sánchez, N., & Valiño, V. (2013). Student reciprocal peer teaching as a method for active learning: an experience in an electrotechnical laboratory. *Journal of Science Education and Technology, 22*(5), 729-734.

Oikarinen, R. M., Oikarinen, J. K., Havu-Nuutinen, S., & Pöntinen, S. (2022). Students' collaboration in technology-enhanced reciprocal peer tutoring as an approach towards learning mathematics. *Education and Information Technologies, 27*(6), 7519-7548.

Paulsen, L., Dau, S., & Davidsen, J. (2024,). Designing for collaborative learning in immersive virtual reality: a systematic literature review. *Virtual Reality, 28*(1), 63.

Pigott, H. E., Fantuzzo, J. W., & Clement, P. W. (1986). The effects of reciprocal peer tutoring and group contingencies on the academic performance of elementary school children. *Journal of applied behavior analysis, 19*(1), 93-98.

Rasheed, G., Khan, M., Malik, N., & Akhunzada, A. (2021). Measuring learnability through virtual reality laboratory application: a user study. *Sustainability, 13*(19), 10812.

Rotermund, S., & Burke, A. (2021). *Elementary and Secondary STEM Education. Science & Engineering Indicators 2022*. NSB-2021–1. National Science Foundation. Retrieved from https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20211

Şenler, B., & Çalışkan, C. (2024). Enhancing 21st-century skills, STEM attitudes, and career interests through STEM-based teaching: A primary school intervention study. I*nternational Primary Education Research Journal, 8*(2), 221-232.

Shafiq, M., Hassan, N., Liaqat, N., & Naeemullah, D. M. (2021). Impact of reciprocal teaching strategy on students academic achievement in the subject of general science at elementary level. *International Research Journal of Education and Innovation, 2*(3), 139-153.

Sun, J. C.-Y., & Hsieh, P.-H. (2018). Application of a gamified interactive response system to enhance the intrinsic and extrinsic motivation, student engagement, and attention of english learners. *Journal of Educational Technology & Society, 21*(3), 104-116. http://www.jstor.org/stable/26458511

Sun, J. C.-Y., Ye, S.-L., Yu, S.-J., & Chiu, T. K. F. (2023). Effects of wearable hybrid AR/VR learning material on high school students' situational interest, engagement, and learning performance: the case of a physics laboratory learning environment. *Journal of Science Education and Technology, 32*(1), 1-12. https://doi.org/10.1007/s10956-022-10001-4

Sun, J. C.-Y., Yu, S.-J., & Chao, C.-H. (2019). Effects of intelligent feedback on online learners' engagement and cognitive load: the case of research ethics education. *Educational Psychology, 39*(10), 1293-1310. https://doi.org/10.1080/01443410.2018.1527291

Thurston, A., Roseth, C., Chiang, T.-H., Burns, V., & Topping, K. J. (2020). The influence of social relationships on outcomes in mathematics when using peer tutoring in elementary school. *International Journal of Educational Research Open, 1*, 100004.

Tsivitanidou, O. E., Georgiou, Y., & Ioannou, A. (2021). A learning experience in inquiry-based physics with immersive virtual reality: student perceptions and an interaction effect between

conceptual gains and attitudinal profiles. *Journal of Science Education and Technology, 30*(6), 841-861. https://doi.org/10.1007/s10956-021-09924-1

Zeneli, M., Thurston, A., & Roseth, C. (2016). The influence of experimental design on the magnitude of the effect size -peer tutoring for elementary, middle and high school settings: A meta-analysis. *International Journal of Educational Research, 76*, 211-223.

群智汇聚协同共创的科学研究社区建构机制研究——以集智俱乐部为例[2]

Research on the Construction Mechanism of Scientific Research Communities through the Aggregation of Collective Intelligence and Collaborative Co-creation: A Case Study of the Collective Intelligence Club

苏晨予[1]，王志军[1*]
[1]江南大学江苏“互联网+教育”研究基地
[*] jnuwzj@jiangnan.edu.cn

【摘要】 数智时代科学研究面临深刻变革，传统学习组织模式难以满足新形态学习者需求，科学研究社区应运而生。本研究基于系统科学理论构建分析框架，剖析典型案例集智俱乐部。研究发现，其系统构成要素包括多元背景的成员、分层协作的组织架构、多维整合的资知识源以及以学习者体验为中心的平台工具；其生成源于科研范式变革、创新模式转型、知识生产变革、人才发展趋势及科研人员的内在动力；演化机制包括共同愿景的驱动、多元分层的学术交流生态构建、基于网络连接的知识流动整合、多元主体协作的异质互补及自组织自适应的创新涌现。

【关键词】 科学研究社区；群智汇聚；协同共创；集智俱乐部

Abstract: *The digital intelligence era has triggered profound transformations in scientific research. Traditional learning models struggle to meet the demands of new-generation learners, leading to the emergence of scientific research communities. This study constructs an analytical framework based on systems science theory and examines the Jizhi Club as a case study. Key findings reveal that the community's system comprises members with diverse backgrounds, a hierarchical collaborative structure, integrated multi-dimensional knowledge resources, and learner-centered platform tools. Its formation stems from shifts in research paradigms, innovation models, knowledge production, talent development trends, and researchers' intrinsic motivation. Evolutionary mechanisms include shared vision-driven collaboration, multi-layered academic ecosystems, network-based knowledge integration, heterogeneous complementarity among participants, and self-organized adaptive innovation.*

Keywords: Scientific research community; Collective intelligence convergence; Collaborative co-creation; Collective intelligence club

1. 引言

数智时代推动科学研究范式发生深刻变革。人工智能与大数据技术正重构知识生产逻辑：动态生成替代静态传递，跨学科协作取代孤立探索，人机协同与群智汇聚成为创新常态。在此背景下，传统封闭式科研组织因僵化的层级结构与单向知识流动，难以满足新形态学习者对开放性、个性化与实时协作的需求。专业化学习社群作为适应性组织应运而生，其通过开放环境、联通生态与共享机制，支持学习者按需整合资源、跨域协同共创，已成为教育创新的重要载体。集智俱乐部是此类社群的典型代表。该社区深耕复杂科学与人工智能领域二十余年，成功聚合跨学科研究者、开发者与爱好者，形成了“理论-实践-传播”闭环的创新生态。本研究聚焦其群智汇聚与协同共创机制，旨在回答：如何通过多要素整合构建可持续的科研

[2] 基金项目：国家社会科学基金全国教育科学“十三五”规划2020年度国家级一般课题“联通主义学习中群体协同知识创新研究”（课题编号：BCA200092）。

社区？其经验能否为跨学科协作提供普适性框架？研究成果将为数智时代科研组织转型与教育生态优化提供理论与实践参考。

2. 文献综述

专业化学习社群的概念起源于对传统教育模式局限性的反思（Hord, 2009），强调组织内专业学习的动力与成员参与。随着数智时代的到来，其内涵从以教师发展为核心（DuFour, 2004）演化为适应开放协作需求的新型组织形式，即科学研究社区——通过跨学科聚合、知识共享与协同创新，构建动态学习生态（Martinovic, 2024）。早期研究侧重学习社群的人文特质，如反思、关怀与信任，而技术发展推动其向在线社群延伸，呈现出松散性、异质性与自组织特征（潘洪建等, 2011）。纪河等（2019）进一步指出，数智时代的社群需兼具“无处不在”的开放性与“和而不同”的包容性。现有研究多聚焦人为设计的实验性社群（如高校课程），采用微观视角分析静态结构（张俊涛等, 2023），却忽视自然涌现的专业化学习社群。例如，集智俱乐部作为自组织典型案例，其生成演化机制尚未被系统探讨。尽管部分研究尝试从社会认知网络或自组织理论（切入，但仍缺乏基于系统科学的宏观动态分析框架。本研究以集智俱乐部为对象，构建“系统构成-生成动因-演化机制”三维框架，旨在回答：自组织科研社区如何通过群智汇聚实现可持续协同共创？其经验能否为跨学科协作提供普适路径？通过弥补自然社群研究的空白，为科学研究社区的理论建构与实践优化提供新视角。

3. 分析框架与案例呈现

3.1. 分析框架：系统构成要素-生成原因-演化机制

系统科学认为，任何一个系统都具有生命特征，如同生物一样存在成长周期，经历从诞生、发展、成熟到衰退等不同阶段。科学研究社区作为一个复杂系统，同样具备这些特征，它从最初的构想和形成，到不断发展壮大，吸引更多成员参与，以及在不同阶段面临的挑战和变革，都遵循着复杂系统发展的基本规律。科学研究社区是一个复杂系统，系统是由多个相互关联、相互作用的部分组成的整体，这些部分即为构成要素，系统构成要素是理解系统的基础。系统生成论（苗东升，2016）强调系统是在特定环境下，多种因素相互作用而产生的，探究系统生成原因有助于揭示系统起源的动力因素。系统演化论指出系统在内外因的持续作用下会不断发生变化，研究系统演化机制能够把握系统发展的动态规律。因此，本研究在系统科学的视阈下，从系统构成要素、生成原因、演化机制三个维度构建对集智俱乐部的分析框架，以揭示其在群智汇聚和协同共创方面的内在机制。

3.2. 案例呈现：集智俱乐部

3.2.1. 系统构成要素

集智俱乐部通过四大核心要素构建协同创新生态：（1）成员构成方面，汇聚了跨学科科研人员、企业从业者及爱好者，高学历群体占比显著，形成多学科知识互补的智力资源池；（2）组织架构采用核心团队（战略决策）- 志愿者（运营支持）- 会员（参与实践）的分层协作模式，实现高效协同运转；（3）知识资源整合学术文献、实践经验与动态案例，通过集智百科、斑图平台等工具进行体系化管理，形成开放共享的知识网络；（4）平台工具体系涵盖线上协作社区（斑图网站、学术论坛）、线下交流活动（研讨会、读书会）及科研辅助工具（数据分析、多主体建模），构建起全场景支持的创新环境。

3.2.2. 生成原因

（1）科研范式变革：层级化、封闭式、单向流动转向网络化、开放式、多向互动

数智时代科研范式正经历深刻变革，跨学科创新成为主流，复杂系统和人工智能等领域的研究愈发需要多学科知识融合。网络化协同日益重要，不同领域的科研人员需通过网络平台紧密合作，打破地域、时空与学科壁垒。开放科学深入发展，推动科研成果的广泛共享与交流，为集智俱乐部这类新型科学研究社区的出现提供了宏观的科研范式背景。

（2）创新模式转型：单点突破、资源垄断、效率低下转向群体智慧、资源共享、高效协同

创新模式从传统的单点突破、资源垄断、效率低下向开放协同创新兴起转变，加速了产学研的深度融合。这种转型要求科研组织更加开放、灵活，集智俱乐部的开放协同模式契合了这一趋势，能够有效整合各方资源，促进创新要素的高效流动与组合，满足创新模式转型的需求。

（3）知识生产变革：专业分工、线性传递、经验导向转向跨界融合、协同创造、数据驱动

随着科技的快速发展，新发现、新技术层出不穷，科研成果不断涌现，知识生产呈现出更新加速的特点，知识半衰期缩短至 3-5 年，对科研人员及时获取和更新知识提出更高要求。同时，人工智能正在重塑知识生产方式，借助其强大的数据处理和分析能力，能够快速挖掘海量信息中的知识关联与潜在价值，提升知识生产效率与质量。群体智慧的价值日益凸显，集智俱乐部通过线上线下融合的互动模式，汇聚众多科研人员的智慧，借助内部知识管理平台，能够快速响应知识生产变革，促进知识的高效生产与传播。

（4）人才发展趋势：专业细分、固化思维、视野局限转向复合能力、创新思维、国际视野

随着科技创新的发展，复合型创新人才愈发稀缺，终身学习成为常态，且对科研人员的国际化视野要求不断提升。集智俱乐部汇聚了来自不同学科、不同背景的科研人员，为成员提供了跨学科交流与学习的平台，有助于培养复合型人才，同时其广泛的学术交流活动也有助于提升成员的国际化视野，适应了人才发展的趋势和需求。

3.2.2. 演化机制

集智俱乐部历经二十余年发展，从初创到成熟的关键节点包括：2003 年建立虚拟学术社区，2007 年开启线上线下融合模式，2011 年首篇 SCI 论文标志学术突破，2013 年创建百科网站促进知识沉淀，2014 年开发彩云天气 AI 拓展应用边界，2018 年实现学术活动、品牌推广与科研影响力协同发展，2019 年斑图平台优化知识共享体验，2022 年用户规模突破十万并完成科研中心注册，2024 年通过《复杂》译著强化知识传播，实现跨学科协作生态的可持续生长。

（1）共同愿景使命的驱动

集智俱乐部以“营造跨学科探索小生境，催化复杂性科学新理论”为使命，倡导以平等开放的态度、科学实证的精神，进行跨学科的研究与交流。这一愿景使命成为凝聚志同道合者的核心力量，驱动成员们积极投身于复杂性科学各个分支领域的研究，主动挖掘不同学科间的潜在联系。一个组织只有具备清晰且极具感召力的愿景使命，才能在发展进程中保持蓬勃活力与明确方向。

多元分层的高效学术交流生态构建

集智俱乐部多元分层的高效学术交流生态呈现出金字塔式的结构，涵盖了多个层面与维度的有机互动与协同发展。从底部的学者团队、运营团队与知识团队三大主体出发，它们相互交融、协同创新，共同推动俱乐部发展。在学者团队层面，强调成长与学术交流，成员们通过各类学术活动不断进行人际互动，实现知识的交流与碰撞，为知识生长奠定基础。运营团队则在社交、领域合作等方面发挥着关键作用。通过组织各类活动，将不同领域的学者汇聚在一起，各类议题能够有效凝聚，为成员们提供了一个高效、有序的交流与合作平台。知识团队处于金字塔的顶端，代表着俱乐部在知识层面的追求与成果。求知是知识团队的核心驱动力，成员们始终保持对前沿动态的敏锐洞察力，致力于将知识体系化，构建知识地图。

基于网络连接的知识流动与整合

联通主义学习理论认为，知识存在于连接中，学习即连接的建立和网络的形成（Siemens, G. ,2005）。而集智俱乐部的成员正是借助线上线下的多元活动，搭建起广泛密集的知识连接，有力推动了知识在俱乐部生态内的高效流动与深度整合。当面对复杂科学问题时，来自不同

专业领域的成员依托各自的知识节点积极参与讨论，在成员们你来我往的互动交流中，这些原本分散在不同个体知识体系中的信息，通过网络连接形成高速信息流，相互碰撞、融合、渗透，实现从零散到系统、从单一到多元的整合。

自组织与自适应的创新涌现

在复杂系统理论中，自组织是指系统在没有外部明确指令的情况下，通过内部组成部分之间的相互作用，自发形成有序结构和功能的过程。集智俱乐部正是这样一个典型的自组织系统。俱乐部成员基于对复杂性科学等领域的共同兴趣与目标，自发地组织起各类学术活动。从小型读书小组，成员们围绕一本专业书籍深入研读，分享各自的见解，到大规模的学术会议，吸引国内外众多专家学者参与交流，从针对某一特定问题的专题研讨，到周期较长的科研项目合作，这些活动均依靠成员之间自主的沟通、协调与合作。在这个过程中，没有自上而下的强制性命令，成员们凭借内在的驱动力和彼此间的默契，形成了层次分明、功能各异的学术交流结构，正如复杂系统中自发涌现的有序模式。复杂系统的另一特性是自适应，即系统能够根据外部环境的变化调整自身结构和行为，以维持生存与发展。集智俱乐部在面对动态变化的外部学术环境、快速更迭的技术发展以及不断演变的社会需求时，展现出卓越的自适应能力。当新兴研究热点兴起，俱乐部成员能敏锐捕捉到这一趋势，迅速响应，如复杂系统中的反馈机制被触发。成员们基于自身专业知识和兴趣，快速组建新的研究小组，重新配置资源，从不同角度对新热点展开探索。

4.总结

数智时代科学研究范式发生深刻变革，传统学习组织模式难以满足新形态学习者的需求，科学研究社区应运而生。本研究基于系统科学理论，以集智俱乐部为案例，深入剖析其群智汇聚与协同共创的建构机制，揭示了其生成与演化的内在逻辑。研究发现，集智俱乐部的生成源于数智时代科研范式和创新模式的转型。科研范式从传统的个体化、封闭式、线性化研究转向网络化、开放式、多向互动模式，跨学科创新成为主流，复杂系统和人工智能等领域的研究愈发需要多学科知识融合。同时，创新模式从单点突破、资源垄断、效率低下向群体智慧、资源共享、高效协同转变，加速了产学研的深度融合。这些变革为集智俱乐部的出现提供了宏观背景，使其能够通过开放协同模式整合各方资源，推动知识的高效生产与传播。集智俱乐部的系统构成要素包括多元背景的成员、分层协作的组织架构、多维整合的知识资源以及以学习者体验为中心的平台工具。其演化机制体现在共同愿景的驱动、多元分层的学术交流生态构建、基于网络连接的知识流动与整合、多元主体协作的异质互补以及自组织与自适应的创新涌现。通过跨学科交流与合作，集智俱乐部打破学科壁垒，促进知识的流动与创新，为科学研究社区的发展提供了新的思路与方法。

参考文献

纪河 & 朱燕菲.(2019).继承与创新:由共同体走向学习共同体.中国远程教育 (10),74-79.https://doi.org/10.13541/j.cnki.chinade.2019.10.007.

苗东升. (2016). 系统科学精要 (第 4 版). 中国人民大学出版社. pp. 39-61.

潘洪建 & 仇丽君.(2011).学习共同体研究:成绩、问题与前瞻.当代教育与文化 (03),56-61.https://doi.org/10.13749/j.cnki.cn62-1202/g4.2011.03.011.

张俊涛,杨先娣,宋伟,张雪龙,贺宇阳 & 彭智勇.(2023).在线教育环境中学习共同体研究综述.软件学报(11),5058-5083.https://doi.org/10.13328/j.cnki.jos.006735.

DuFour, R. (2004). What is a" professional learning community"?. Educational leadership, 61(8), 6-11.

Martinovic, D., & Milner-Bolotin, M. (2024). Re-imagining professional learning communities in education: Placing teacher leadership in STEM context. School Science and Mathematics.

Hord, S. M. (2009). Professional learning communities. Journal of staff development, 30(1), 40-43.

Siemens, G. (2005). Connectivism: Learning as network-creation. ASTD Learning News, 10(1), 1-28.

线索及自我解释提示对学习者视频学习效果的影响研究

The Effect of Cues and Self-Explanation Prompts on Learners' Video Learning Effectiveness

温思佳[1]，郭鑫[1]，杨九民[1*]
[1]华中师范大学 人工智能教育学部，湖北 武汉 430079
*yjm@mail.ccnu.edu.cn

【摘要】 研究显示，如果学习者在视频学习时结合使用线索和自我解释策略，可能会取得更好的学习成效。文章采用 2（无线索 vs.视觉线索）× 2（开放式提示 vs.辅助式提示）的被试间实验，探究二者对学习者学习成绩、认知负荷、学习动机和学习满意度的影响。结果显示：二共同影响学习结果，在添加视觉线索的视频中，采用辅助式提示的学习者学习效果更好，其感知能力和学习满意度也更高。
【关键词】 视频学习；线索；自我解释提示；学习效果

Abstract: *Research has shown that learners may achieve better learning outcomes if they use a combination of cues and self-explanatory strategies during video learning. The article uses a 2 (no cues vs. visual cues) x 2 (open prompts vs. assistive prompts) between-subjects experiment to investigate the effects of the two on learners' academic performance, cognitive load, motivation, and learning satisfaction. The results show that the two together affect learning outcomes, and that learners with assistive prompts in videos with visual cues added learn better, and their perceptual ability and learning satisfaction are also higher.*
Keywords: video learning, cues, self-explanation prompts, learning outcomes

1. 研究背景

随着互联网技术的迅速发展，教学视频因其生动形象，易于理解的特质，成为教育教学的主要载体之一。然而，学生的认知资源是有限的。因此众多研究者聚焦如何合理设计教学视频，最大化利用学生的认知资源以提升学习效果。

线索（Cue）是一种指导性信息,通过利用多种手段将学习者的注意力吸引到（视觉）表示的基本元素上，以促进学习效果的一种资源设计策略。“线索效应”表明在教学视频中嵌入视觉或听觉线索等能够有效引导注意力，从而增强学习效果。近年来研究者侧重视频线索的实证研究，Lin 等人（2011）嵌入红色箭头作为视觉线索，结果表明在动画教学中有助于提高学习效率。然而随着研究的深入，研究者们考虑将学习策略纳入分析，以进一步提升视频学习效果。其中自我解释(self-explanation)策略被认为是有效策略之一。一方面，自我解释通过促进新信息与背景知识的整合，帮助学习者理解知识；另一方面，自我解释注重学习内容框架而非表象，从而促进其对知识的理解和迁移。

自我解释的核心特征在于它是一种学习过程，学习者通过这个过程来促进自身对学习材料的深入理解（Chi, 2018）。自我解释策略对学习的促进作用，在多个领域都经过了实证检验（Chiou et al., 2025）。虽然自我解释是促进学习的有效策略，但学生可能会高估他们对知识的理解，从而规避自我解释活动。且自我解释通常是学习者自发进行的信息处理活动，若无外界的引导或条件支持，这种活动往往不易形成。因此，有研究提出可以使用提示性问题来促使自我解释的发生。回顾已有文献，研究者较多比较开放式与其他更具体操作的自我解释提示的效果。例如，Berthold（2009）发现辅助式提示提高了自我解释的质量，利于概念学习。然而，Kwon 等人（2011）发现在编程教育领域，开放式提示更具优势，能够有效将知识技能应用于新问题解决。以上产生分歧的原因，可能与特定的学习情境及材料等因素相关。

综上所述，线索与自我解释提示均对学习效果产生一定影响。因此，本研究在教学视频中添加视觉线索及不同类型自我解释提示组合，分析其对学习效果的影响，以期为教育工作者合理设计教学资源与学生合理学习提供参考。

2. 研究过程与方法

2.1. 研究对象和设计

随机招募 60 名本科生作为被试，被试签署知情同意书，完成实验后收到一定的被试费。

研究采用 2（无线索 vs.视觉线索）×2（开放式提示 vs.辅助式提示）被试间实验设计。

2.2. 实验材料

视频学习内容选自《C 语言程序设计》第四章《选择结构》，其中一组添加红色方框等视觉线索，另一组没有添加视觉线索。视频画面如图 1 和图 2 所示。自我解释提示单独呈现。

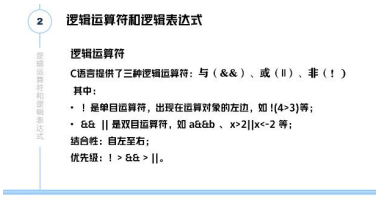


图 1 无线索教学视频

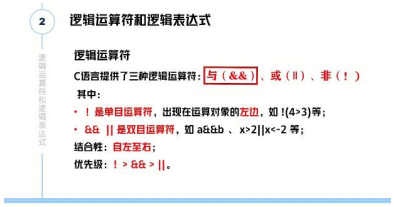


图 2 视觉线索教学视频

2.3. 测量工具

2.3.1. 基本信息问卷和先验知识水平测试

基本信息问卷用于统计被试的人口统计学特征。先验知识问卷包括自评量表和测试题，总分 46 分。单因素方差分析结果显示，各组被试间的先验知识不存在显著差异（$p = .490$）。

2.3.2. 学习成绩测试

学习成绩测试包含保持测试和迁移测试。保持测试总分 14 分。迁移测试总分 26 分。

2.3.3. 认知负荷问卷、学习动机问卷、学习满意度问卷

认知负荷问卷改编自 Leppink 等人（2014）的研究，包括内在、外在和关联认知负荷三个维度，共 11 题。采用李克特 7 点量表（问卷信度良好，Cronbach's α=0.74、0.81、0.73）。

学习动机问卷选自内在动机量表（McAuley et al., 1989）的兴趣、感知能力和价值三个分量表，共 12 个题目。采用李克特 7 点量表（问卷信度良好，Cronbach's α=0.78、0.81、0.82）。

学习满意度问卷改编自国内学者杨九民（2014）的研究。问卷共 3 道题目，采用李克特 5 点量表（问卷信度良好，Cronbach's α=0.73）。

2.4. 实验流程

研究在实验室完成，每组 15 人，大约持续 30 分钟。具体流程如图 3。

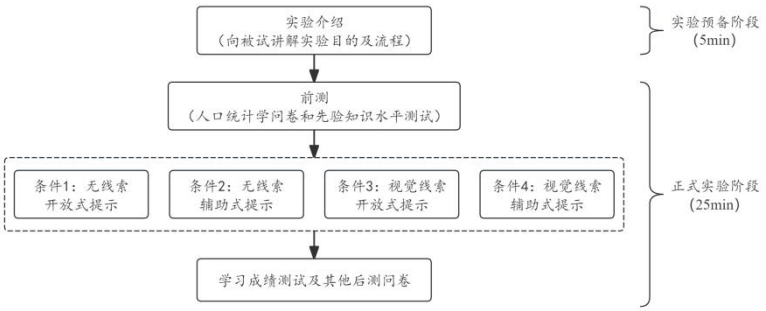


图 3 实验流程

3. 研究结果

本研究以线索（无线索 vs.视觉线索）×自我解释提示类型（开放式 vs.辅助式）为自变量，以学习效果、认知负荷、学习动机及学习满意度为因变量进行两因素方差分析。

3.1.学习效果

3.1.1.保持测试成绩

结果显示，线索的主效应显著（$F = 20.83, p < .001$），自我解释提示类型的主效应显著（$F = 12.60, p = .001$）；有无视觉线索和自我解释提示类型的交互效应显著（$F = 4.82, p < .05$；见图 4），进一步分析交互效应，在有视觉线索条件下，辅助式自我解释提示组保持测试成绩高于开放式自我解释提示组（$MD = 2.27, p = .001$）。

3.1.2.迁移测试成绩

结果显示，线索主效应显著（$F = 11.00, p < .01$），自我解释提示类型主效应显著（$F = 8.30, p < .01$），二者交互效应不显著（$F = 0.37, p = .545$）。

3.2. 认知负荷

结果显示，在内在、外在、关联认知负荷维度，线索和自我解释提示类型主效应均不显著，二者交互效应也不显著。

3.3. 学习动机

结果显示，在兴趣和价值维度，线索和自我解释提示类型主效应均不显著，二者交互效应也不显著。在感知能力维度，线索主效应显著（$F = 7.78, p < .01$），自我解释提示类型主效应显著（$F = 6.94, p < .05$），二者交互效应显著（$F = 4.06, p < .05$；见图 5），进一步分析交互效应，在视觉线索条件下，辅助式自我解释提示组感知能力得分高于开放式自我解释提示组（$MD = 0.50, p < .05$）。

3.4. 学习满意度

结果显示，线索主效应显著（$F = 99.52, p < .001$），自我解释提示类型主效应不显著，二者交互效应显著（$F = 7.03, p = .01$；见图 6），进一步分析交互效应，在视觉线索条件下，辅助式自我解释提示组学习满意度得分高于开放式自我解释提示组（$MD = 1.20, p < .05$）。

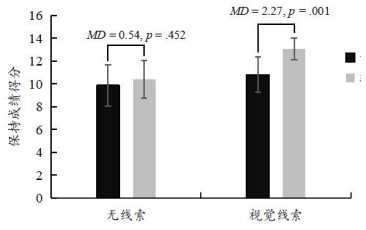


图 4 保持测试成绩结果

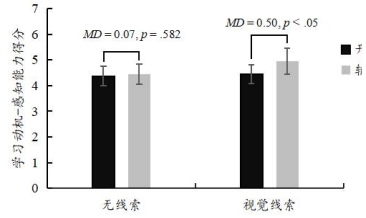


图 5 学习动机-感知能力结果

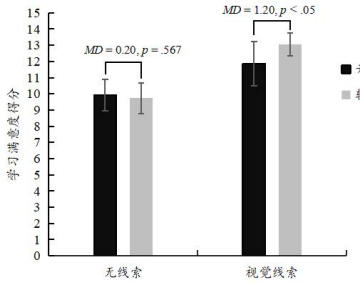


图 6 学习满意度结果

4. 讨论

本研究旨在探究结合线索（无 vs.视觉）和自我解释提示类型（开放式 vs.辅助式）的教学视频，对学习者视频学习效果（学习成绩、认知负荷、学习动机、学习满意度）的影响。

在学习效果方面，研究结果表明，在添加视觉线索的教学视频中，相较于开放式提示，采用辅助式提示的学习者学习效果更好。这与先前研究结论以及多媒体学习理论相吻合（Domokos & Huey, 2023）。根据多媒体认知理论，图示在解决问题过程中扮演着关键角色，学习者往往会被教学视频中的鲜艳颜色和快速移动物体等表面特征所吸引，引导其将注意力分配到关键信息，从而释放出更多的认知资源。基于自我解释效应和线索原则，来自为外界的视觉刺激会帮助学习者构建内在心理模型，而辅助式提示倾向于关注与视频内容相关解释的缺失部分，聚焦关键知识点，促进知识的获取与内化，有利于学习的保持和部分迁移。

在学习动机方面，研究结果表明，在添加视觉线索的教学视频中，采用辅助式提示的学习者的对学习材料感知能力更高。这与先前的研究一致（Berthold et al., 2009）。线索效应集中注意力表征，辅助式脚手架引导学生更大程度地与学习材料进行交互，更关注学习材料。

在学习满意度方面，研究结果表明，学习者对添加视觉线索的视频材料更满意，且相较于开放式提示，采用辅助式提示的学习者学习满意度更高。这与以往研究一致（杨九民等, 2020）。同时，辅助式提示帮助学习者梳理知识，促进对学习内容的积极处理。而开放式提示提取信息较为困难，新知学习者难以利用既有知识来辅助当前的学习过程，在识别重要信息的特征和模式时可能会遇到困难，降低学习满意度。

5. 研究结论

本研究发现，在添加视觉线索的教学视频中，相较于开放式提示，采用辅助式提示的学习者学习效果更好。基于此，在未来视频学习资源的开发与应用中，建议将视觉线索与辅助式提示框架结合使用，以引导学生开展认知投入和加工程度更高的深度学习。

本研究还存有一定的不足之处，后续研究可以采用眼动技术或脑电技术进一步探索线索及自我解释策略影响其学习效果的内在认知神经机制。

参考文献

杨九民. (2014). 在线视频课程中教师对学习过程与效果的影响 (Doctoral dissertation, 武汉: 华中师范大学).

杨九民, 徐珂, 韩佳雪, 焦新月, & 皮忠玲. (2020). 教学视频中线索类型与学习者先前知识经验对学习的交互影响. 现代远程教育研究, 32(1), 93-101.

Berthold, K., Eysink, T. H., & Renkl, A. (2009). Assisting self-explanation prompts are more effective than open prompts when learning with multiple representations. *Instructional Science*, *37*, 345-363.

Chi, M. T. (2018). Learning from examples via self-explanations. In *Knowing, learning, and instruction* (pp. 251-282). Routledge.

Chiou, G. L., Tsai, M. J., & Hsu, C. Y. (2025). The effects of self-explanation on game-based learning: Evidence from eye-tracking analyses. *Computers in Human Behavior*, *163*, 108494.

Domokos, S., & Huey, M. (2023). Simple metacognitive prompts for enhancing student learning: an interdisciplinary study. *Journal of Education*, *203*(1), 113-117.

Kwon, K., Kumalasari, C. D., & Howland, J. L. (2011). Self-Explanation Prompts on Problem-Solving Performance in an Interactive Learning Environment. *Journal of Interactive Online Learning*, *10*(2).

Lin, L., & Atkinson, R. K. (2011). Using animations and visual cueing to support learning of scientific concepts and processes. *Computers & Education*, *56*(3), 650-658.

Leppink, J., Paas, F., Van Gog, T., van Der Vleuten, C. P., & Van Merrienboer, J. J. (2014). Effects of pairs of problems and examples on task performance and different types of cognitive load. *Learning and instruction*, *30*, 32-42.

McAuley, E., Duncan, T., & Tammen, V. V. (1989). Psychometric properties of the Intrinsic Motivation Inventory in a competitive sport setting: A confirmatory factor analysis. *Research quarterly for exercise and sport*, *60*(1), 48-58.

基于 SVVR 的 QOO 策略和学习动机对认知负荷和认知参与的影响

Effects of SVVR-Based QOO Strategy and Learning Motivation on Cognitive Load and Cognitive Engagement

陈宁宁[1*]，周艳[1]，黄益品[2]
[1]浙江师范大学
[2]温州大学
[*] 202420500223@zjnu.edu.cn

【摘要】职前教师缺乏创客教育环境。本研究开发了基于球面视频的虚拟现实（SVVR），提出问题、观察、组织（QOO）策略以支持职前教师的创客教育，旨在检验基于 SVVR 的 QOO 策略和学习动机水平对认知负荷和认知参与的影响。结果显示，基于 SVVR 的 QOO 策略对学生的认知负荷和认知参与没有显著影响。此外，高动机水平的职前教师比低动机水平的职前教师具有显著更低的认知负荷和更高的认知参与。
【关键词】 认知参与；认知负荷；学习动机；创客教育；教学策略

Abstract: *Pre-service teachers suffer from a lack of maker education environments.This study developed spherical video-based virtual reality, and proposed a QOO (Question, Observation, Organization) strategy to support pre-service teachers' maker education.This study aimed to examine the effects of SVVR-based QOO strategy and learning motivation level on cognitive load and cognitive engagement.The SVVR-based QOO strategy had no significant impact on cognitive load or engagement, but highly motivated pre-service teachers showed lower cognitive load and higher engagement than less motivated ones.*
Keywords: Cognitive Engagement,Cognitive Load, Learning Motivation, Maker Education, Teaching Strategy

1.前言

目前 K-12 教育已经建立了许多创客空间，但创客教育的教师和环境仍然不足。建构主义认为学习是情境化的，SVVR 为学习者提供沉浸式的虚拟体验，解决创客情境不足的问题。建构主义学习理论还衍生了问题、观察和组织（QOO）策略以指导教师的创客教学（Chien & Hwang, 2022）。本研究提出两个问题：（1）基于 SVVR 的 QOO 策略和学习动机对认知负荷有何影响？（2）基于 SVVR 的 QOO 策略和学习动机对认知参与有何影响？

2.研究方法

2.1.基于SVVR 的QOO 策略

研究者利用 Eduventure-VR 构建了一个基于 SVVR 的创客空间。在“Q-问题”阶段，教师提供引导性问题帮助参与者理解在 SVVR 环境中学习时的主要观察点。在“O-观察”阶段，参与者以小组形式使用手机和头戴式显示器观察创客空间。在“O-组织”阶段，小组讨论，通过网上搜索最终生成协作思维导图，并进行小组展示。

2.2.问卷及实验

认知负荷问卷改编自 Hwang 等人（2013）提出的量表，由八个项目组成。认知参与问卷改编自 Jamaludin and Osman（2014）设计的量表，由七个问题组成。这些问卷的 Alpha 值分别为 0.88 和 0.81。本研究采用准实验设计。实验组（N=31）实施了基于 SVVR 的 QOO 策略来学习创客知识，对照组（N=33）则采用了传统 SVVR 策略。

3.实验结论

3.1.认知负荷

如表 1 所示，双向方差分析结果表明，基于 SVVR 的 QOO 策略对认知负荷没有显著影响，F=.31，p>.05。随机分组后的组内参与者根据学习动机的中位数 Pintrich（1991）分为高动机和低动机。学习动机水平高的参与者（M=18.82，SD=4.57）的认知负荷明显低于学习动机水平低的参与者（M=22.32，SD=5.48），F=7.76，p<.01。部分 η²的值为.114，这意味着中等效果大小。基于 SVVR 的 QOO 策略与学习动机之间没有交互作用，F=.50，p>.05。

表 1.认知负荷/认知参与的双向方差分析结果

	SS	*SS*	*df*		*MS*		*F*		*p*		*partial η²*
	负荷	参与	*df*		*MS*		*F*		*p*		*partial η²*
Strategy	8.09	1.51	1	1	8.09	1.51	.31	.14	.578	.713	.005	.002
Learning motivation	200.30	150.73	1	1	200.30	150.73	7.76**	13.64***	.007	.000	.114	.185
Strategy * Learning motivation	12.99	9.02	1	1	12.99	9.02	.50	.82	.481	.370	.008	.013
Error	1549.09	663.19	60	60	25.82	11.05						

**** $p < .01$., *** $p < .001$.**

3.2.认知参与

如表 1 所示，结果表明，基于 SVVR 的 QOO 策略对认知参与没有显著影响，F=.14，p>.05. 学习动机水平高的参与者（M=26.24，SD=3.58）比学习动机水平低的参与者（M=23.13，SD=2.96）表现出更高的认知参与度，F=13.64，p<.001。部分 η²的值为.185，表明效果大小较大。基于 SVVR 的 QOO 策略与学习动机之间没有交互作用，F=.82，p>.05。

4.讨论

本研究探讨了基于 SVVR 的 QOO 策略和学习动机如何影响职前教师的认知负荷和认知参与。结果表明，基于 SVVR 的 QOO 策略对认知负荷和认知参与没有显著影响。以往研究发现其在准确性、组织性等方面提高了学生的学习表现，可能是由于学生第一次使用 SVVR 学习，好奇心帮助他们处理材料并编码，以便长期记忆，因此新技术削弱了 QOO 策略。本研究还发现动机水平高的参与者的认知负荷和认知参与度明显低于低水平者。他们表现出在任务上投入精力的高度意愿，这有助于他们集中注意力，从而降低认知负荷，提高认知参与度。本研究实验周期较短。因此，未来的研究会考虑延长干预时长，以调查 QOO 策略的有效性。

参考文献

Chien, S. Y., & Hwang, G. J. (2022). A question, observation, and organisation-based SVVR approach to enhancing students' presentation performance, classroom engagement, and technology acceptance in a cultural course. British Journal of Educational Technology, 53(2), 229-247.

Halverson, E. R., & Sheridan, K. (2014). The maker movement in education. Harvard Educational Review, 84(4), 495-504.

Hwang, G. J., Yang, L. H., & Wang, S. Y. (2013). A concept map-embedded educational computer game for improving students' learning performance in natural science courses. Computers & Education, 69, 121-130.

Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T., & McKeachie, W. J. (1991). A manual for the use of the motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ). National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning.

Python 专题学习网站的设计与开发——以“程序的控制结构”为例

Design and Development of a Python Thematic Learning Website - Taking "Program Control Structure" as an Example

高淑娟[1]，万海鹏[2*]，王暄[3]
[1]首都师范大学教师教育学院
[2]首都师范大学教育学院
[3]首都师范大学教育学院
*dnvhp@cnu.edu.cn

【摘要】 随着社会科技进步，多地已将信息技术纳入中高考科目。在此趋势下，各中学纷纷开设 Python 课程，但是课时有限，导致难以深入掌握知识。鉴于此，本研究设计并开发了一款聚焦 Python 学习的网站，以 “程序的控制结构” 为核心，旨在为学生提供丰富的学习资源，提升自主学习能力，为其终身学习奠定坚实基础。
【关键词】 专题学习网站；Python；网站开发

Abstract: *With tech progress, many regions make IT compulsory in middle and high schools, leading to Python courses in secondary schools. However, limited IT class hours, students' fear of programming, and difficulty in gaining in - depth knowledge exist. So, this study creates a Python - learning website focused on "program control structure" to provide diverse resources, enhance students' self - learning, and support lifelong learning.*
Keywords: Topic learning website, Python, development

基金项目：2024 年度国家自然科学基金面上项目“面向社会性科学议题的在线合作论证学习评价模型与反馈支架构建研究”（62477034）

1.引言

目前，在高中阶段进行 Python 教学已逐渐成为主流，但是由于学校重视不足、学习资源少，学生难以有效掌握。本研究希望通过 Python 专题学习网站的设计与开发，为学生创设一个良好的学习环境；并且能够辅助教师教学，丰富教学方式，弥补线下教学时间不足的问题（陈强，2023）；以及打破时间和空间的限制，让不同地域的学习者都能享受到先进的教育资源，促进教育公平。

2.文献综述

我国专题学习网站研究起步晚，2001 年由李克东教授首次提出“专题探索——网站开发”学习模式，该模式指在网络环境中针对特定主题开展全面深入的研究性学习，自提出后各学校兴起开发专题学习网站的热潮（黄娟和李克东，2003）。

2.1 专题学习网站

专题学习网站是指依托互联网技术，在网络环境中围绕某一主题或专题，整合与专题学习内容相关的视频、音频、文本、图片等学习资源，帮助学生掌握知识或技能。在专题学习网站中，学生不再是被动的知识接收者，而是主动的学习者（周静和冯秀琪，2003）。

2.2 现有 Python 学习网站或平台的不足

近几年 Python 学习网站或平台日益丰富，现有如 “雨课堂”“优慕课” 资源多但是学生查找特定知识点资源不便，而 JupyterHub 等系统建设的平台功能虽强大但对高中生复杂。本研究意在设计开发一个针对高中生，以 “程序的控制结构” 为核心，贴合高中课程标准，注重基础知识讲解，将学习资源系统整合为连贯知识模块的专题学习网站。

3.Python 专题学习网站的设计

3.1 专题学习网站的教学设计

该网站以 Python 编程为专题，围绕 “程序的控制结构” 展开，构建系统知识体系，提供丰富学习资源，如微课、电子书等。通过完善知识结构、导航策略、评价系统引导自主学习；设置 “话题讨论” 模块及课程讨论区促进协作交流；为各单元设测试题实现学生自我评价。

3.2 专题学习网站的系统功能设计

本专题学习网站分为三个模块：学习系统、用户系统、帮助系统（图 1）。

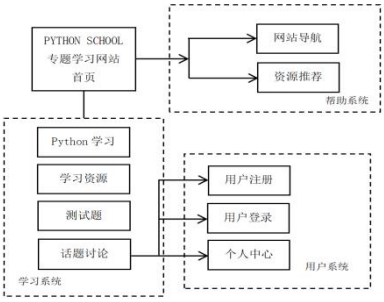


图 1 网站的系统架构图

4.Python 专题学习网站的开发与实现

4.1 开发的主要技术

微课制作借助 PowerPoint 等软件，多软件协同需格式转换。静态网页用 Adobe Dreamweaver CS6 编写，结合 HTML+CSS+JavaScript 技术，搭配 Photoshop 和 wps 处理图像。选用 MySQL 数据库，通过 PHP 实现登录注册等交互功能。

4.2 专题学习网站网页与模块的实现

网站首页部分包含导航栏并提供多种资源链接。Python 学习模块有课程视频和参考书籍链接。登录注册模块关联话题讨论，登录后可以帮助学习者进入个人中心。

5.总结与展望

该 Python 专题学习网站设计较合理，有助于解决高中信息技术学习资源短缺问题。但也存在以下问题：资源设计上，学习资源种类少，可增加资源丰富度和形式；网站开发方面，习题测试无在线判对错功能，缺少作业提交功能；网站测评上，因技术不成熟未发布应用，后续需应用于课堂，收集反馈优化。今后需进一步改进该网站，设计更丰富学习资源，提升用户体验。

参考文献

陈强.(2023).中职信息技术基础专题学习网站的设计与开发.数字技术与应用(12),197-199.

黄娟&李克东.(2003).开发专题学习网站及进行相关研究性学习的思路及方法.中国电化教育(05),25-28.
周静,冯秀琪.(2003)专题学习网站的特点及功能设计分析.远程教育杂志(21),43-45.

基于数字化学习与创新的分层教学设计研究

Research on Hierarchical Teaching Design Based on Digital Learning and Innovation

王严尉，魏雪峰 *，张嫣然，马萱霖，孙可欣
鲁东大学 教育学院
*xuefengwei99@163.com

【摘要】 本文探讨基于数字化学习与创新的分层教学设计。文章先对数字化学习与创新及分层教学的相关研究进行综述，阐述建构主义学习理论、最近发展区理论和个性化学习理论等理论基础。接着提出分层教学设计应遵循个性化、创新性、数字化和动态性原则，构建涵盖学生分层、教学目标分层、教学内容分层、教学活动分层及教学评价分层的总体框架。研究发现分层教学设计在提升各层次学生学习成绩、激发学习兴趣与创新能力方面成效显著，可以很好地解决学生分层困难、教学资源整合及教师负担加重等问题。
【关键词】 数字化学习与创新；信息科技；核心素养；分层教学

Abstract: *This paper explores the hierarchical teaching design based on digital learning and innovation. Firstly, it reviews the relevant research on digital learning and innovation as well as hierarchical teaching, and elaborates on theoretical foundations such as the constructivist learning theory, the zone of proximal development theory, and the theory of personalized learning. Subsequently, it proposes that the hierarchical teaching design should adhere to the principles of personalization, innovation, digitalization, and dynamism, and establish an overall framework covering student stratification, teaching objective stratification, teaching content stratification, teaching activity stratification, and teaching evaluation stratification. The research reveals that the hierarchical teaching design has achieved remarkable results in improving the academic performance of students at all levels, stimulating their learning interest, and cultivating their innovation abilities. It can effectively address issues such as difficulties in student stratification, integration of teaching resources, and increased teacher burden.*

Keywords: Digital Learning and Innovation, Information Technology, Core Competencies, Hierarchical Teaching

基金项目：山东省人文社会科学课题（智库重点项目）“人工智能支持下的小学个性化作业设计与应用研究”（编号：2023-zkzd-014），山东省泰山学者青年专家计划项目（tsqn202103090）

1.研究背景

在当今数字化时代，信息技术以前所未有的速度和深度融入教育领域，正引发一场全方位的教育变革。长期以来，传统教学模式在教育领域占据主导地位。然而，学生个体在学习能力、知识基础等方面存在显著差异，传统教学模式难以充分满足这些多样化的需求。《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010-2020 年）》明确提出，要关注学生不同特点和个性差异。在全球化竞争的背景下，培养具有创新思维和实践能力的人才，已成为各国教育改革的核心目标之一。基于此，本研究旨在构建一套基于数字化学习与创新的分层教学设计体系，通过科学合理地运用数字化工具与资源，根据学生的个体差异进行分层教学，以满足不同层次学生的学习需求，激发学生的学习兴趣和创新潜能。

2.基于数字化学习与创新的分层教学框架设计

2.1. 学生分层

运用数字化测评工具对学生进行全面、精准的评估是实现有效分层的关键(马语鑫,2024)。通过综合分析在线测试平台数据，教师可以将学生分为基础层、提高层和创新层。基础层学生在知识掌握和学习能力方面相对薄弱，需要更多基础知识的学习与巩固；提高层学生具备一定的知识基础和学习能力，可进行知识的拓展与应用；创新层学生则在知识综合运用和创新思维方面表现突出，适合开展具有挑战性的创新项目。

2.2. 教学目标分层

依据不同层次学生的最近发展区设定教学目标,确保教学目标既具有挑战性又具有可实现性（刘三女牙等，2018）。对于基础层学生，教学目标着重于掌握学科的基本概念、原理和技能，能够模仿他人的简单创新思路，提出一些基础的改进想法。提高层学生的目标则延伸到对知识的深入理解与综合运用能够在已有知识的基础上，进行一定程度的创新思考。创新层学生的目标要求达到对学科知识的融会贯通，并能将其应用于实际问题的解决中能够在学科前沿领域进行探索，提出具有创新性和实用性的研究成果或解决方案。

2.3. 教学活动分层

设计多样化的教学活动，以满足各层学生的需求。对于基础层学生，自主学习活动可设计为简单的在线知识问答、知识点梳理等任务，以及安排基础的小组讨论。提高层学生的自主学习活动可以是深度学习、在线课程学习等，小组协作活动则开展项目式学习。创新层学生的自主学习活动侧重于前沿知识的探索与研究，项目探究活动则鼓励他们开展具有创新性的研究课题。这些教学活动借助数字化平台开展，在线学习社区为学生提供了交流互动的空间，学生可以在社区中分享学习心得、讨论问题提高协作效率。

2.4. 教学评价分层

制定不同层次评价标准，采用过程性与终结性评价结合的方式。对于基础层学生，评价侧重于基础知识的掌握情况，评价标准注重对基本概念、基本技能的考核。提高层学生的评价除了关注知识掌握，更注重能力提升，学习过程中的表现。创新层学生的评价重点在于创新能力和实践成果，评价学生的创新成果是否具有创新性、实用性和学术价值。利用数字化评价工具，电子档案袋记录学生学习过程中的作品、反思、成长记录等，全面展示学生的学习历程。

3.讨论与展望

研究结果表明，基于数字化学习与创新的分层教学设计在提高学生学习成绩、激发学习兴趣和培养创新能力方面具有显著的有效性。在实践过程中也发现了一些局限性。一方面，部分学生对分层存在心理压力，担心被贴上“低层次”的标签，影响学习积极性。另一方面，数字化教学资源的质量参差不齐，部分资源与教学内容的匹配度不够高，需要教师花费更多时间筛选和整合。

参考文献：

马语鑫(2024)。指向数字化学习与创新的微项目分层合作学习设计与应用研究——以小学信息科技为例.教育传播与技术,(1),31-37.

刘三女牙,孙诗清,黄景修(2018)。基于大数据的个性化学习路径规划研究.电化教育研究,39(10),72-77.

探討不同學習風格對國小自然科虛擬實境教材之學習成效

Exploring the Impact of Different Learning Styles on Elementary Science Education Using Virtual Reality Materials

吳念恩[1]，王政弘[2*]，吳聲毅[3]，盧俐雯[4]
[12]國立高雄大學工藝與創意設計學系
[3]國立清華大學
[4]國立臺南大學數位學習科技學系
[*] wang101@go.nuk.edu.tw *

【摘要】 本研究旨在探討沉浸式虛擬實境（Immersive Virtual Reality, IVR）技術在國小自然科磁力單元教學中的應用，聚焦於不同學習風格（VARK）對學習成效與課堂參與度的影響。傳統教學在展示磁場動態變化與立體結構方面的局限，常使學生在學習磁力單元時感到抽象。因此，本研究引入虛擬實境(VR)教材，希望藉由其高度沉浸感與互動性，提供更直觀的學習體驗，以滿足多元學習需求，並提升學生的學習成效與課堂參與度。
【關鍵字】 VARK 學習風格；虛擬實境；學習成效；課堂參與度；自然科學教育領域

Abstract: *This study aims to explore the application of Immersive Virtual Reality (IVR) technology in teaching the magnetism unit of elementary school science, focusing on the impact of different learning styles (VARK) on learning outcomes and classroom participation. Traditional teaching methods have limitations in demonstrating the dynamic changes and three-dimensional structure of magnetic fields, often causing students to find the magnetism unit abstract. Therefore, this study introduces virtual reality materials, hoping to provide a more intuitive learning experience through its high immersion and interactivity, meeting diverse learning needs, and enhancing students' learning outcomes and classroom participation.*

Keywords: VARK learning styles, Virtual Reality, Learning Outcomes, Classroom Participation, Science Education

1.前言

根據台灣教育課綱，國小自然科強調跨領域學習與核心素養，注重學生探究實作能力。傳統教材缺乏互動性，限制學生學習成效。自 2012 年一體機頭盔問世以來，沉浸式虛擬實境（IVR）成為教育創新工具。研究顯示 IVR 處理抽象概念時優勢明顯（Huang & Zhang, 2022）。本研究探討 IVR 在國小磁力單元教學中的應用及學習風格影響。

2.文獻綜述

學習風格影響學生知識接受與內化，Fleming 與 Mills（1992）提出的 VARK 模型將學習者分為四類，不同風格影響學習成效（Plass 等，2013）。Lujan 與 DiCarlo（2007）指出，基於 VARK 設計的問題導向學習能提升學習成果。虛擬實境技術為多元學習風格提供新契機，Chen 與 Zhang（2019）指出，VR 在遊戲化學習中能激發視覺型與動覺型學習者興趣。

3.研究設計

3.1.虛擬實境教材介紹

本研究依循 ADDIE 模式，以 Unity 開發磁力 VR 教材。透過磁力拍球模擬同極相斥、異極相吸，並模擬航行呈現地磁南北極概念。遊戲結束後進行問答，檢測學習成果並匯總數據。

表 1 VR 教材遊戲畫面

3.2.研究方法

本研究採用準實驗設計，以國小 42 名五年級學生為對象，使用 VR 設備進行實驗。實驗前後進行 VARK 問卷、前後測及課堂參與度評估，以了解學習偏好、基礎水平及學習成效。

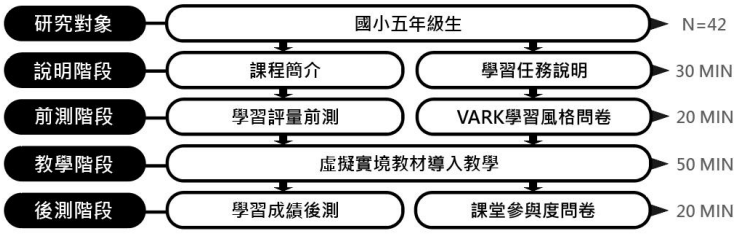


圖 1 實驗步驟流程圖

4.研究結果

4.1.學習成效分析 本研究將 42 名學生依學習風格分類為視覺型（11 人）、聽覺型（15 人）及動覺型（13 人），閱讀/書寫型（3 人）因樣本數不足未納入分析。考量各組樣本數較少，採用 SPSS 24.0 進行無母數統計分析。根據統計結果，前測平均得分為 84.62（標準差 16.677），後測平均得分為 89.24（標準差 13.055）。Z 值為-2.316，p 值為 0.021，顯示後測成績顯著高於前測，表明學習成效提升。進一步比較三種學習風格學生的前後測成績，視覺型學生前測前測平均得分為 82.727（標準差 22.401），後測平均得分為 88.244（標準差 2.651）；聽覺型學生前測前測平均得分為 86.000（標準差 11.832），後測平均得分為 86.316（標準差 2.278）；動覺型學生前測前測平均得分為 84.615（標準差 17.134），後測平均得分為 93.077（標準差 2.429）。本研究結果顯示，學生前後測成績顯著提升，其中動覺型學習者進步更明顯，可能因他們偏好動手操作。

4.2.學習參與度分析 根據 Kruskal-Wallis 檢定結果，課堂參與度的平均值為 3.262，標準差為 3.686，H 值為 0.314，p 值為 0.855，顯示不同學習風格的學生在參與度上無顯著差異。表明教材與教學活動能有效滿足各類學習風格的學生需求。而，樣本規模小且閱讀/書寫型學習者不足，限制了結果的代表性。未來建議擴大樣本規模，涵蓋更多學校與地區，並進行長期追蹤研究，以評估 VR 教學的持續影響。

參考文獻

Huang, L., & Zhang, Y. (2022). The effects of virtual reality-assisted language learning: A meta-analysis. Sustainability, 14(6), 3147.

Fleming, N. D., & Mills, C. (1992). Not another inventory, rather a catalyst for reflection. To Improve the Academy, 11(1), 137-155.

Lujan, H. L., & DiCarlo, S. E. (2007). Problem-based learning (PBL): Assessing students' learning preferences using VARK. Journal of Science Education and Technology, 15(3), 180-186.

Chen, X., & Zhang, H. (2019). A systematic review on vocabulary learning in AR and VR gamification context. Computers & Education, 136, 102-121.

Tsai, C. C., & Chai, C. S. (2019). Integrating augmented reality into problem-based learning: The effects on learning achievement and attitude in physics education. Computers & Education, 142, 103676.

联通主义指导的群体生成性学习反思研究

A Reflective Research on Group Generative Learning Guided by Connectivism

陈煜翰[1]，王志军[1*]
[1]江南大学江苏"互联网+教育"研究基地
[*]jnuwzj@jiangnan.edu.cn

【摘要】 联通主义指导的群体生成性学习反思是异质个体基于所学知识和经验，在群体内部开展思维碰撞与交互的动态过程。本研究将基于联通主义学习理论开展的混合式教学中的“一课一思”生成性反思活动作为研究对象，采用内容分析法分析其作用。研究发现，群体生成性学习反思具有促进认知发展、思维跃迁、学习规划、态度转变、资源获取、群体智慧涌现、能力发展和意识觉醒的作用，有效的促进学习者将所学内容与自身和群体的过往经验、学习体验、未来发展的联通，并加深对自我和群体的认知。

【关键词】 联通主义学习；生成性学习反思；群体智慧；

Abstract: *The group generative learning reflection guided by connectivism is a dynamic process where heterogeneous individuals carry out mental collisions and interactions within the group based on the knowledge and experiences. This study takes the "one lesson, one reflection" in blended teaching based on the connectivist learning theory as the research object and employs content analysis to analyze its role. It reveals that group generative learning reflection plays a role in facilitating cognitive development, thinking leap, learning planning, attitude transformation, resource acquisition, the emergence of group wisdom, ability development, and consciousness awakening. It effectively enables learners to connect the learned content with their and the group's learning experiences and future development, and deepens their cognition of themselves and the group.*

Keywords: connectionist learning; generative learning reflection;group wisdom

1.引言

反思被认为是一种对个人学习和发展至关重要的人类思维类型。但若仅将反思理解为个体的意义构建过程，而忽略其社会属性，则远远不够。联通主义作为数智时代的社群化学习理论不仅可以从社会层面认识学习反思，而且为研究群体生成性学习反思提供理论指导。

2.研究问题

联通主义指导的群体生成性学习反思是异质个体基于所学知识和经验，在群体内部开展思维碰撞与交互的动态过程。本研究的研究问题为“如何基于联通主义学习理论开展群体性生成性学习反思设计，从学习者视角出发这类活动有何意义与价值？”

3.研究设计

3.1 联通主义指导的生成性群体反思设计

联通主义课程的核心在于其独特的开放性连接机制，将学习者和资源有效连接起来（胡艺龄和顾小清, 2013）。学习者包括学生，促进者包括教师，资源则涵盖网络中的开放资源和学习者创建的资源。在联通主义的指导下，生成性学习反思活动成为一项贯穿课程始终的长期活动，如图 1 所示。

宏观层面，生成性学习反思旨在实现教学过程的全方位联通。与实践联通、与先前经验联通、与理论联通、与资源联通、与他人联通、与学习伙伴联通，联通一切可以联通的要素，

构建一个动态、开放且富有生成性的反思生态系统。

中观层面，生成性学习反思的开展需建立良性反思循环机制。课后反思聚焦于个体知识的内化与联通，而课堂互动则侧重于群体智慧的汇聚与共享。二者相互作用，构建了一个从个体到集体、从内化到外化的反思循环，实现知识的动态生成与重构。

微观层面，生成性学习反思的落实需要具体的活动设计。教师引导学习者通过平台提供的在线学习社区提交一课一思，并基于他人观点进行意会活动，不断生成新的知识和见解，最终实现个体与群体在认知、知识和智慧层面的共同进步与发展。

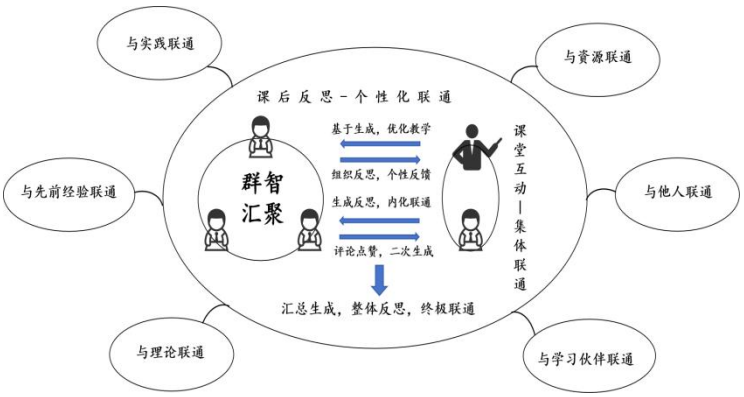


图 1 联通主义指导生成性学习反思活动设计

3.2 数据分析与结果

本研究运用内容分析法，按姓氏笔画为学习者排序并以“T”代称（如第一位为“T1”），对 967 条学习反思文本数据先进行初步编码，识别核心反思点，再分类深入编码，从学习者视角构建了学习者生成性学习反思的价值维度，如表 1 所示。

表 1 生成性学习反思的价值维度

价值维度	具体
认知发展	形成自己的理解、概括与总结、形成新的认识
思维跃迁	质疑与思考、提出困惑、结合案例或情境思考、提出课程改进意见
学习规划	反思不足之处、明确现阶段学习目标、调整下一阶段学习目标、明确未来学习的规划
态度转变	提升学习动机、转变积极的学习态度、专业认同感的深化
资源获取	找到适宜学习方法、增加阅读量、获取优质的学习资源
群体智慧涌现	向同伴学习、主动吸纳他人观点、主动与同伴交流、向教师学习、及时向教师寻求帮助
能力发展	专业能力的发展、输入输出能力的增强
意识觉醒	主动学习意识的觉醒、危机意识的形成、终身学习意识的建立

参考文献

胡艺龄 & 顾小清.(2013).从联通主义到 MOOCs:联结知识,共享资源——访国际知名教育学者斯蒂芬·唐斯.开放教育研究(06),4-10.doi:10.13966/j.cnki.kfjyyj.2013.06.003.

虛擬實境融入教學設計模式之探討

Exploring the Integration of Virtual Reality into Instructional Design Models

吳聲毅 [1*]
[1] 國立清華大學師資培育中心
[*] digschool@gmail.com

【摘要】本研究探索虛擬實境教材融入教學設計的模式，透過分析 2015-2024 年間 184 篇相關文獻，歸納出六種主要教學模式，包括引起動機、知識導入、探究學習、合作互動、知識應用及學習評估。這些模式展示了虛擬實境在教育中的潛力，如提升學習動機、促進抽象概念的直觀理解、支持探究式學習與協作，並透過沉浸式評估與反思深化學習成效。結論中建議未來深入探討不同模式的實際應用與教學效益，以進一步推動沉浸式教育創新。

【關鍵字】 虛擬實境；教材；教學模式；沉浸式教育

Abstract: *This study investigates the integration of virtual reality (VR) materials into instructional design models by analyzing 184 relevant studies published between 2015 and 2024. Six key instructional models were identified: motivation activation, knowledge introduction, inquiry-based learning, collaborative interaction, knowledge application and, learning assessment. These models highlight the potential of VR in education, including enhancing learning motivation, facilitating intuitive understanding of abstract concepts, supporting inquiry-based learning and collaboration, and deepening learning outcomes through immersive assessment and reflection. The study concludes with a recommendation for further exploration of the practical application and effectiveness of these models to advance innovation in immersive education.*

Keywords: Virtual Reality; Teaching Materials; Instructional Design Models; Immersive Education

1.前言

隨著科技的快速發展，虛擬實境（Virtual Reality, VR）作為一種沉浸式學習工具，逐漸成為教育創新的重要趨勢。透過 VR 技術，學生得以在真實世界難以模擬的情境中進行學習，增加互動性與學習成效(Algarni et al., 2024)。

然而，儘管 VR 技術在教學中的應用前景廣闊，其融入教學設計的實務經驗仍然有限，尤其在如何有效結合課程目標與學科內容方面，仍有許多值得探討之處。因此，本研究以 VR 教材的設計與應用為核心，透過文獻探討歸納其在教學設計上的應用模式，期望為未來教師推動沉浸式教育時提供參考。

2.研究設計

本研究以 Scopus 資料庫為基礎，以論文名稱、摘要、關鍵字搜尋 2015-2024 年間 "virtual reality" 和 "teaching model"的相關文獻，共計有 184 篇學術論文。本研究將在此基礎上歸納 VR 融入教學設計的教學模式。

3.教學模式

依據文獻的歸納結果，本研究歸納出六種教學模式，說明如下：

1、**引起動機**：VR 教材可以引起學生學習興趣與好奇心，讓他們在情感或感官上與學習內容產生連結，並顯著提高學生的學習動機與參與感。例如，航空工程、生物學、數學與物理

的 VR 課程被認為具有吸引力，並能更清楚地呈現教學內容(Aji, & Khan, 2023)。具體應用範例包含：

情境體驗：在地震教學中，學生戴上 VR 頭盔，模擬地震發生的瞬間，感受到地板震動、建築物搖晃，並探索虛擬避難所的結構與功能。例如，看到虛擬新聞報導或聽到緊急廣播，讓學生感受危機情境的真實感。

2、**知識導入**：VR 能以沉浸式方式介紹複雜概念，使學生更容易理解困難的主題；亦可將抽象或複雜的概念轉化為直觀、具體的視覺與感官經驗，幫助學生理解與記憶。例如，在醫療教育中的 VR 模擬提供了真實的學習經驗，增強了學習效果(Jacobs, Vaidya, Medwell, Old, & Joiner, 2023)。具體應用範例包含：

複雜概念可視化：學生「進入」細胞內部，看到細胞膜、線粒體和細胞核的立體結構，並瞭解它們的功能。例如，細胞核可點擊放大，顯示 DNA 的雙螺旋結構及其運作機制。

3、**探究學習**：VR 環境支持探究式學習，提供引導性的問題解決情境。透過模擬實驗或問題情境，讓學生應用知識解決真實或虛擬的挑戰，培養批判思考與探究能力。例如，為九年級科學學生設計的科學探究 VR 實驗室（SIVRLAB），讓學生透過解決問題學習電化學電池的相關知識(Laubscher, Loos, & Theart, 2024)。具體應用範例包含：

實驗模擬：在地理課中模擬火山噴發，學生可調整熔岩流速、地質層厚度等變數，觀察火山活動對環境的影響。

4、**合作互動**：多人 VR 教材可利用虛擬場域創造合作機會，讓學生分工完成共同目標，提升團隊協作能力與社交技能(Sui, 2024)。例如，醫療教育中的 VR 模擬增進了學生之間的跨專業協作與溝通能力(Qiao, Xu, Li, & Ouyang, 2021)。具體應用範例包含：

虛擬合作場域：在學習建築課題時，學生在 VR 中共同設計並建造一座符合抗震標準的建築物，分工完成設計、測試與建造。

5、**知識應用**：讓學生整合所學知識，並在不同情境中應用以深化學習效果。例如，石油工程的 VR 實地教學讓學生能體驗真實情境，並將學習內容應用於實際情境中(Retnanto, Fadlelmula, Alyafei, & Sheharyar, 2019。同樣地，VR 在建築教育中的應用幫助學生深入體驗設計內容，增強其對建築概念的理解與應用(Williams, Orooji, & Aly, 2019)。具體應用範例包含：

重建知識：學生在 VR 中設計磁場相關實驗，測試不同強度的磁鐵如何影響物體運動，並記錄結果。

6、**學習評估**：透過沉浸式活動評估學生的實踐能力與知識應用，並即時提供反饋。例如，細胞生理學的 VR 學習研究顯示，相較於傳統方法，VR 學習者有更高的學習表現與理解力(Laubscher, Loos, & Theart, 2024)。在牙科教育中的 VR 應用研究則顯示，其能顯著改善學生的知識、表現、自信心與動作技能(Algarni et al., 2024)。具體應用範例包含：

沉浸式測驗：學生進入 VR 急救模擬，必須依序完成檢查呼吸、進行心肺復甦等操作，教師可根據學生的判斷與反應速度評分。

4.結論

本研究透過文獻分析歸納出六種 VR 教材融入教學設計的模式，包含引起動機、知識導入、探究學習、合作互動、知識應用與學習評估。這些將提供教師在採用 VR 教材進行沉浸式教學時參考。後續可針對不同教學模式如何在教學活動中被應用與應用後的成效進行分析。

參考文獻(略)

透過數位遊戲促進幼兒園多元文化素養

Promoting Multicultural Literacy in Kindergarten through Digital Games

湯梓辰*、洪晨凱
台灣科技大學應用科技所
* jttang0@mail.ntust.edu.tw

【摘要】 多元文化教育已成為幼兒園的重要課題，但疫情後的數位教育轉型揭露了幼兒園教師在資訊教學上的挑戰。為此，本研究將多元文化素養融入數位遊戲設計，提供幼兒自主探索多元文化的機會，培養其同理心與包容性。遊戲內容包括文化任務與適性機制，並依幼兒園教保課程大綱調整設計。本研究以 15 位大班幼兒為對象，進行為期 4 個月的實驗教學，採前測、教學實驗與後測進行學習成效評估。預期成果將為幼兒園多元文化教育提供創新解決方案，並實證數位遊戲在幼兒教育中的應用潛力，同時為教育者和教材開發者提供實用建議。
【關鍵字】 數位遊戲；多元文化素養；幼兒園

Abstract: *This study addresses the challenges of integrating information technology into kindergarten education post-pandemic by incorporating multicultural literacy into digital game design. The game offers children opportunities to explore diverse cultures and develop empathy and inclusivity, with content aligned to kindergarten curriculum guidelines. Involving 15 senior kindergarten children, the study uses pre-tests, instructional experiments, and post-tests over four months to evaluate learning outcomes. The anticipated results aim to provide innovative solutions for multicultural education, showcase the potential of digital games in early childhood education, and offer practical recommendations for educators and curriculum developers.*
Keywords: Digital games, multicultural literacy, kindergarten

1. 研究背景

隨著中國台灣的多元文化發展，一群背景不同的孩子，如新居民、原住民和移民，正邁向幼兒園求學。然而，人類第一次接觸學校和社會的環境便是在幼兒園。這意味着，當孩子們首次進入人生第一個學校和社會環境時，必須具備同理和理解其他文化的能力，以及與不同文化背景同學進行適當的交流並學會包容。因此，多元文化主題已成為幼兒園必備的學習內容之一（王雅玄，2020）。

在後疫情時代，疫情造成幼兒園停課，幼兒園管理者和教師體識到，資訊教育成為在疫情下避免中斷學習的唯一方式（Wernholm, 2020）。然而，幼兒園教師在實施資訊教育時，遇到許多困難，包括家長和人士認為幼兒單獨利用資訊技術學習有困難，以及幼兒園教師本身對資訊教學不熟悉而學習效果不佳（Kim, 2020；Reimers & Schleicher, 2020）。

針對這些困境，本研究設想與試圖通過幼兒喜愛的自主數位遊戲，將多元文化主題結合進行設計，以期擺脫現有幼兒園資訊教學困境，並同時添加幼兒對異文化認識和包容的能力。許多研究證明，遊戲不僅增加孩子們的參與體驗，更可提高其自主學習的動力（Tang, 2023）。

因此，本研究計劃通過數位遊戲，讓幼兒在現代學習模式中自主探索世界的多樣性，培養其同理學習能力和對文化值值的重視。本研究計劃將與幼兒園教育專業人員合作，在實地試行並評估遊戲實施的可行性，並提供其他標的國家和地區參考。

2. 研究目的

本研究旨在開發並評估一款專為幼兒設計的數位遊戲，作為提升多元文化素養及解決數位學習資源不足的創新教學工具。本研究的主要目的如下：

2.1.探討多元文化教育的重要性及實施策略

研究將分析多元文化教育在幼兒園階段的價值與挑戰，並探索如何有效運用數位遊戲作為教學媒介，引導幼兒認識並尊重不同文化，增強其文化理解與同理心。

2.2.解決幼兒數位學習資源不足的問題

本研究將聚焦於幼兒數位學習的資源限制，開發符合幼兒學習需求的數位遊戲，並提供創新解決方案，確保幼兒能獲得公平且有意義的數位學習體驗。

2.3.設計幼兒自主學習的數位遊戲

研究將設計一款以幼兒為自主學習者的數位遊戲，遊戲內容具啟發性及趣味性，鼓勵幼兒主動參與學習，提升其學習興趣與主動性。

2.4.評估數位遊戲在教育中的實際成效

透過實驗研究方法，本研究將評估所設計的數位遊戲在提升幼兒多元文化素養和學習成效上的具體影響，並探討遊戲對於幼兒文化教育的貢獻及應用價值。

3. 文獻探討

3.1.多元文化教學

多元文化的核心理念是讓孩子理解並體驗全球化與「全球村」的概念，並尊重各種文化的價值（Robertson, 1992）。多元文化素養探討的是個體在多元文化社會中，是否具備有效的溝通能力與同理心（王雅玄，2020）。幼兒園是孩子首次接觸不同文化背景的場所，此階段孩子開始察覺與接觸文化差異。因此，早期引導孩子培養多元文化素養，有助於消除偏見與刻板印象，並促進其對世界多元文化的認識與同理心。那麼，如何在孩子感興趣的學習環境中，幫助他們培養多元文化素養呢？ 本研究將通過數位遊戲來提升幼兒的多元文化素養，並建立「全球村」的理念，使孩子能夠在遊戲中體驗並尊重不同文化的價值觀。根據「全球在地化」的理念，世界不再有國界，各地的文化相互交融與影響（Robertson, 1992）。

幼兒接觸多元文化的過程中，關注的重點是不同族群如何詮釋文化事實的多樣性（莊勝義，2007）。透過不同文化之間的互動，幼兒能夠熟悉自身文化，並增進對其他文化的理解，從而提升對文化多樣性的尊重（Stephenson et al., 2009）。因此，本研究將設計一款以多元文化為主題的數位遊戲，讓幼兒在遊戲中進行跨文化互動與學習。透過情境設定與教學策略，幼兒將有機會體驗不同文化間的相似性與差異，並進一步理解和尊重各種文化。

3.2.幼兒數位學習

遊戲學習是一種以遊戲為媒介、具有明確學習效果的教育方式，旨在平衡學習內容、遊戲玩法與玩家的動機，並將遊戲應用於現實世界中（Prensky, 2007）。在遊戲學習中，遊戲與學習密切結合，學生在遊戲引導下進行認知發展。

數位遊戲學習設計強調遊戲玩法的影響，這能促使學生自主學習並獲取知識（Van Eck, 2006）。近十年來，數位遊戲學習的發展取得了顯著成就（Tang, 2023；Rivera, 2016；Peirce, 2013；Kulman, 2014）。遊戲產業的迅速發展與平板電腦的普及改變了學習者的期望，數位遊戲已成為具有高度互動性和視覺刺激的學習工具（Tang, 2023；Rivera, 2016；Peirce, 2013；Kulman, 2014）。許多研究表明，孩子對遊戲的喜愛可使他們完全自願參與活動（Gerkushenko & Gerkushenko, 2014；Dalton & Devitt, 2016；Joan & Chang, 2012；Godwin, Lomas, Koedinger & Fisher, 2015；Mouws & Bleumers, 2015）。

本研究將設計一款以多元文化為主題的數位遊戲，並將其執行於平板電腦上。遊戲背景設計為環遊世界，玩家扮演飛行員，透過遊戲完成多元文化的學習與體驗。在遊戲設計中，我們特別強調了自主學習的概念，讓幼兒能夠主動參與遊戲，並從中學習。 為了解決家長對幼兒使用平板電腦遊戲的擔憂，本研究特別考慮到眼睛保護和使用時間限制等因素，確保遊戲在符合健康標準的範圍內進行，讓孩子能夠以安全且適當的方式參與學習，從而獲得正向的學習體驗。

4. 遊戲設計

本研究使用 Unity 開發的遊戲將放置平板中讓幼兒遊玩，遊戲設計包含遊戲機制、適性機制及護眼機制，以幫助兒童能夠在安全的環境遊玩，並獲得良好的遊戲體驗。

4.1. 遊戲機制

這款遊戲將提供一個開放性和探索性的學習環境，讓幼兒能夠自由選擇遊戲中的活動和學習內容。遊戲中將包含多樣化的任務和挑戰，根據不同的文化主題進行設計，讓幼兒可以透過互動式的方式探索世界各地的文化特色，例如透過模擬的場景來了解不同國家的傳統服飾、飲食習慣和節慶活動。遊戲設計會結合幼兒園教保活動課程大綱，確保遊戲內容符合幼兒的學習。遊戲設計如圖 1、圖 2 所示。

圖 1 前導故事：小機器人變生飛機環遊天際

圖 2 遊玩過程：認識五大洲，並收集各地文化美食、服飾與建築等

4.2. 關卡設計

在這款遊戲中，幼兒將透過多個文化主題的任務進行學習，每個主題設計為具挑戰性的遊戲關卡，並根據孩子的學習進度進行適性調整。遊戲關卡與任務設計：

第一大關：認識國家位置孩子將透過互動地圖識別各國位置，逐步挑戰更難的地理任務。

第二大關：認識各國的故事和名產孩子將探索不同國家的文化，完成挑選食材或服飾等任務，並了解其背後的故事。

第三大關：回顧學習內容孩子將回顧已學過的國家和文化，並重新挑戰任務來加深理解。

第四大關：自由探索與選擇孩子可以選擇感興趣的國家或主題進行深度探索或重溫已學內容。　這些關卡設計確保孩子能逐步掌握多元文化知識，並透過適性調整提供個性化學習體驗。

4.3. 護眼機制

為了緩解家長和老師對於幼兒視力的擔憂（Lieberman et al., 2009；Kalas，2010），我們在數位遊戲的設計中特別關注幼兒視力的健康。當遊戲結束或每隔十分鐘，系統將啟動護眼機制，避免長時間盯著螢幕對視力產生負面影響，護眼機制畫面如圖 3 所示。

圖 3 護眼機制畫面

4.4.適性機制

本計畫的遊戲設計將依據適性標準，透過數位化機制來打造適性化遊戲。這意味著遊戲會根據孩子的操作和理解能力來進行判斷，並根據其學習進度和能力調整遊戲的速度與難度。這樣的設計將讓孩子能夠按照自己熟悉的節奏完成遊戲，減少挫折感與無趣感，進而提升他們的參與度與學習動機。

因此，以下將介紹本研究遊戲的適性安排：

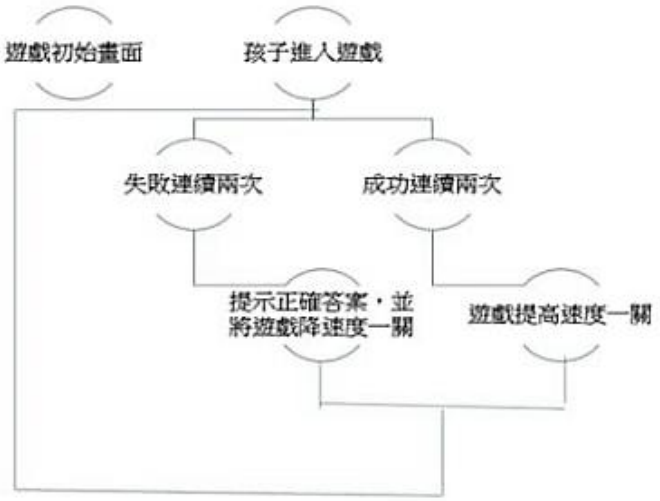


圖 4 適性機制

如圖所示，在遊戲設計過程中，孩子的操作或理解能力將通過兩次正確與失敗的結果來進行評估。這樣的評估機制有助於判斷孩子在遊戲中的能力水平，並根據他們的表現調整遊戲的速度和難度，以提供適合每位幼兒的遊戲體驗。

若孩子在遊戲中連續多次未能成功答題，系統將提供提示來協助孩子克服困難，並鼓勵他們在不斷的練習和提示支持下完成遊戲。此設計將確保每位幼兒都有機會學習並進步，避免因挑戰過大而感到挫折，反而通過持續的努力與支援來達成學習目標。

5. 研究對象

本研究的研究對象包括 15 位大班幼兒，來自三個班級，每班 5 人。這些幼兒的選取是基於縱向研究方法的需求而設計的。縱向研究，亦即追蹤研究，旨在對相同對象進行有系統且定期的觀察，從而研究特定主題或現象在時間發展過程中的變化（Cooper & Schindler, 2003）。幼兒的成長是一個漸進的過程，經常需要長期的觀察才能觀察到發展的變化，這些變化通常不會立即顯現（湯梓辰，2019）。因此，選擇較少的樣本數是為了能深入觀察每位幼兒的學習歷程和發展過程，並能夠細緻地捕捉到其學習過程中的個別變化。

6. 研究期程

幼兒的多元文化認知發展是一個內化的過程（Bank, 2002；劉美惠等，2016；Tiedt＆Tiedt, 1995），其發展與時間的積累有關。為了準確追蹤幼兒在多元文化學習中的發展，縱向研究

的設計特別適合。本研究選擇在四個月的時間範圍內進行觀察，這段時間足以捕捉到幼兒對數位遊戲的學習反應及其多元文化認知的變化。

綜此，本研究計劃將於 2025 年 1 月開始，首先在合作學校招募研究參與者。隨後，於 2 月至 6 月執行實驗研究，進行為期四個月（16 週）的幼兒園教學活動。實驗期間，每週安排幼兒進行兩次為時 10 分鐘的數位遊戲體驗，同時收集相關數據以支持研究分析。接著，於 7 月至 8 月對收集到的數據進行詳細分析與評估，檢驗數位遊戲在多元文化教育中的應用效果。最後，研究將於 9 月至 10 月進入報告撰寫及成果發表階段，完成最終報告的撰寫並公開分享研究成果，為相關教育領域提供參考與借鑑，研究期程如表 1 所示。

表 1 研究期程

工作任務/月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月
招募受試者										
實驗研究										
結果分析及評估										
報告撰寫及發表										

7. 實驗流程

7.1. 前測

7.1.1.訪談教師及家長

訪談內容參照教育部《幼兒園教保活動課程大綱》中，第四項主題「以全球視野發展在地行動」(教育部，2017)，訪談內容聚焦於孩子日常行為是否符合課綱所指定的指標規範，並從教師與家長的多角度觀察中獲得全面的理解。

7.1..2 情境卡牌與地圖比對

每位孩子以個別形式參與活動，教師隨機抽取 10 個國家的情境卡牌與名產，詢問孩子對於這些國家的印象，透過情境卡牌與世界地圖的比對，了解孩子對各國位置的認知與印象。

7.2 教學活動

本研究中，15 位大班幼兒參與為期四個月（16 週）的教學實驗，每週安排兩次 10 分鐘的平板遊戲學習時間。實驗期程詳細如下：

第一個月：引導孩子認識國家位置 (遊戲第一大關)。

第二個月：進入不同國家，認識各國特色故事和名產 (遊戲第二大關)。

第三個月：回顧及重複遊玩機制 (遊戲第三大關)。

第四個月：讓孩子自由選擇遊戲內容，或複習之前關卡。

7.2.1.自主學習活動

透過自主學習的方式，幼兒需要在遊戲中完成指定任務。為了提升幼兒的參與度與學習效果，遊戲設計基於適性學習標準，並採用適性機制，在幼兒遇到困難時提供提示和輔助，幫助孩子克服挑戰。

7.2.2.歷程檔案紀錄

所有活動任務都會以錄影與觀察記錄表的方式完整記錄，研究團隊與園內教師會在幼兒游玩數位游戲時，進行觀察記錄與錄影，錄影內容後續也會進行行為編碼及分析。行為分析聚焦於兩點：(1) 孩子是否記得遊戲中涉及的國家、地理位置及文化特徵。(2) 孩子在教師引導下是否能進行文化特徵的分析與比較。

7.3. 後測

7.3.1.訪談教師及家長

重複前測的訪談形式，探討課程結束後，孩子對多元文化的理解是否有所提升。

7.3.2.情境卡牌與地圖比對

再次安排孩子進行情境卡牌與地圖比對，檢測孩子在課程後對各國位置、文化特徵及差異性的認知是否有所改善，並比較前後測的結果以評估教學活動的影響。

綜合以上所述，實驗流程如圖 5 所示。

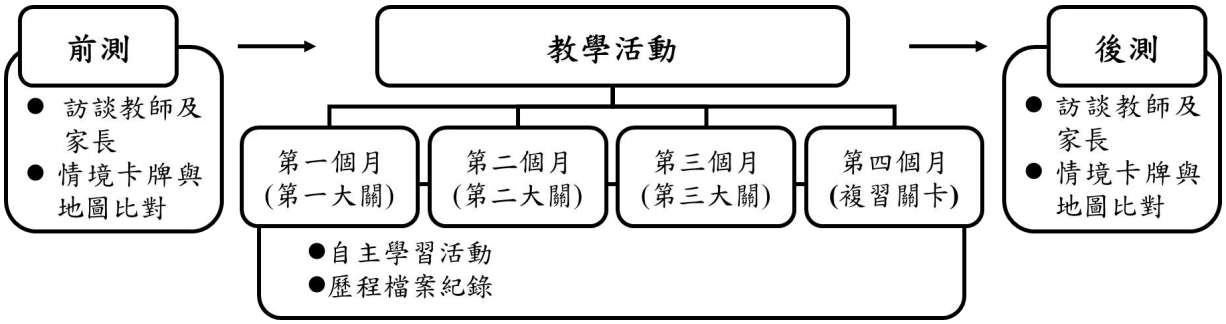


圖 5 實驗流程

8. 研究方法

8.1. 質性研究

本研究將透過一對一訪談、焦點團體討論及觀察，深入了解幼兒在數位遊戲學習中的表現。在訪談階段，研究者將向幼兒教師及家長提問，探討幼兒對數位遊戲的喜好與使用經驗、對多元文化教育的理解，以及他們對數位遊戲應用於學習的看法。焦點團體討論則提供受試者分享意見和共同討論的機會，藉此促進群體間的互動與交流。最後，透過觀察幼兒在遊戲學習中的行為與互動，研究者能更直觀地獲取具體的實地資料與洞察。

訪談分析採用主題分析法(Thematic Analysis)，並將質性資料統一分類編碼：第一個代號為英文字母，代表資料的種類，如 S 代表幼兒、T 代表教師、P 代表幼兒家長；英文字母後的數字為訪談與觀察日期和幼兒編號，例如：S25030401 表示，日期為 2025 年 3 月 4 日，且訪談編號 1 號幼兒訪談資料；T25030701 表示，日期為 2025 年 3 月 7 日，針對教師訪談編號 1 號幼兒學習情況。

8.2. 量化研究

本研究之量化研究資料採黃文定（2015）國際交流跨文化能力指標，與教育部（2017）《幼兒園教保活動課程大綱》設計，包含三個構面：「態度」、「知識與理解」以及「技能」。如表 2 所示。

表 2 幼兒多元文化素養檢核表

向度	項目	指標
意願與態度	1-1 心理適應	1-1-1 能有自信的接納外國事物
		1-1-2 能接納外國事物的不確定性
	1-2 開放探索	1-2-1 在探索的過程中具備好奇心
		1-2-2 在探索的過程中展現開放的心胸
	1-3 尊重他人與他國文化	1-3-1 能夠尊重不同國家的文化
		1-3-2 能夠肯定不同國家文化的價值
知識與理解	2-1 特定文化的理解	2-1-1 能夠理解不同國家的事物
		2-1-2 能夠理解不同國家的位置
	2-2 人類文化普同性與差異性的理解	2-2-1 能夠發現不同國家的差異
		2-2-2 能夠發現不同國家的共同點
技能與應用	3-1 文化覺察能力	3-1-1 能夠察覺生活中不同國家的文化
		3-1-2 能夠在生活中表達對不同國家的認識
	3-2 適當關係的建立與維繫能力	3-2-1 能夠在生活中主動接觸不同國家的文化
		3-2-2 能夠在生活中和外國人維持和諧平等的關係

9. 結論

在台灣，隨著多元文化的發展，幼兒園已成為孩子們初次接觸不同文化的場所。然而，這也使得多元文化教育成為幼兒園必須重視的議題（王雅玄，2020）。學習多元文化不僅需要孩子了解他人和自己的文化背景，也需要促進其自主意識的發展 (Bank, 2002)。面對來自不同文化背景的學童，幼兒園教師有責任提供適當的學習內容，以促進跨文化理解與尊重。儘管如此，台灣幼兒園在數位科技的應用上仍然相對滯後（Tang, 2023, 2024），這也限制了教師在多元文化教育中的數位工具運用。

鑑於幼兒對遊戲的高度興趣（S.Gerkushenko & G.Gerkushenko, 2014; Dalton & Devitt, 2016; Tang, 2024, 2023 & 2020），本研究旨在開發一款適合幼兒的多元文化教育數位遊戲，旨在激發孩子探索跨文化知識的興趣，同時提高他們的學習動機。通過這款遊戲，幼兒能夠在充滿趣味的環境中自主學習，並且培養對不同文化的尊重與同理心。

參考文獻

Banks, J. A. (2002). An Introduction to multicultural education. Boston, MA: Allyn and Bacon.

Cooper, D.R. and Schindler, P.S. (2003) Research Methods in the Field of Administration. 7th Edition, Bookman, Porto Alegre.Cheng G (2009) Using game making pedagogy to facilitate student learning of interactive multimedia. Australasian Journal of Educational Technology 25(2): 204–220.

Dalton, G & Devitt, A (2016). Gaeilge Gaming: Assessing how games can help children to learn Irish. *International*

Gerkushenko, S & Gerkushenko, G (2014). The Play Theory and Computer Games Using in Early Childhood Education. *International Journal of Game-based Learning, 4*(3), 47–60.

Journal of Game-based Learning (IJGBL) 6(4), 22–38.

Kalas. I. (2010). Recognizing the potential of ICT in early childhood education: Analytical survey. Unesco Institute for Information Technologies in Education. http://unesdoc.unesco.org/images /0019/001904/190433e.pdf

Kim J. (2020). Learning and Teaching Online During Covid-19: Experiences of Student Teachers in an Early Childhood Education Practicum. Int J Early Child. 2020

Lieberman D.E., Bramble D.M., Raichlen D.A., Shea J.J. (2009) Brains, Brawn, and the Evolution of Human Endurance Running Capabilities. In: Grine F.E., Fleagle J.G., Leakey R.E. (eds) The First Humans – Origin and Early Evolution of the Genus Homo. Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9980-9_8

Reimers, F. M. & Schleicher, A. (2020). A framework to guide an education response to the COVID-19 Pandemic of 2020. OECD. Retrieved 6 October 2020. https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=126_126988-t63lxosohs&title=A-framework-to-guide-an-education-response-to-the-COVID-19-Pandemic-of-2020

Robertson, R. (1992). Globalization: Social theory and global culture. London: Sage.

Stephenson, M., Anderson, H., Rio, N., & Millward, P. (2009). *Investigating location effects in a multicultural teacher education programme*. Asia Pacific Journal of Education, 29(1), 87-99.

Tang, J. T. (2023) Comparative study of game-based learning on preschoolers' English vocabulary acquisition in Taiwan, Interactive Learning Environments, 31:4, 1958-1973.

https://doi.org/10.
1080/10494820.2020.1865406.

Tang, J. T. (2024, Dec). A Mixed-Methods Study on Children's Learning Achievements and Engagement with a Self-Care Story-Based Game: Broadening Implications for ICT in Early Childhood Education. Education and Information Technologies. https://doi.org/10.1007/s10639-024-13272-z.

Tiedt, P. L., & Tiedt, I. M. (1995). Multicultural Teaching: A handbook of Activities, Information, and Resources (4 ed.). Boston: Allyn & Bacon

Van Eck, R. (2006). Digital Game-based Learning: It's Not Just the Digital Natives Who Are Restless. Educause Review, 41(2), 16-30.

Wernholm, M. (2020). Children's learning at play in a hybrid reality (Doctoral thesis). Linnaeus University, Kalmar. (389)

王雅玄（2020）。*多元文化素養*。元照。

教育部（2017）。幼兒園教保活動課程大綱。臺北市：教育部。

湯梓辰（2019）。進入孩子的思維世界:幼兒遊戲探究。索引數位出版社。https://doi.org/10.978.98698272/1

黃文定(2015)。**小學生國際交流跨文化能力指標之建構**。*教育研究與發展期刊*, 11(1), 135–164。https://doi.org/10.3966/181665042015031101006

劉美慧、游美惠、李淑菁（2016）。多元文化教育（第四版）。台北：高等教育。

動物保育議題互動式教材數位繪本與桌遊設計探究

A Study on the Design of Interactive Digital Picture Books and Board Games for Animal Conservation Education

陳舒嫻[1]，文馨榆[2]，馬亘怡[3]，王曉璿[4]
國立臺中教育大學 數位內容科技學系
adt110139@gm.ntcu.edu.tw

【摘要】 本研究以「動物保育」為主題，通過繪本、桌遊和互動教材將保育知識傳遞給國小中低年級學生。研究以六種保育動物為主軸，結合生動故事與教育意涵，提升學生對生態保育的關注。參考大富翁桌遊設計，加入「機會命運卡牌」和「修復證書」，讓學生在遊戲中學習保育知識。研究還設計教案與學習單，從學生的先備知識出發，檢測學習成果，實現寓教於樂的目標。
【關鍵字】 動物保育；繪本；桌遊

Abstract: *This research on "animal conservation" uses picture books, board games, and interactive teaching materials to educate elementary students about protecting endangered species like the Formosan black bear. Inspired by Monopoly, it features game elements such as "Chance and Fate Cards" to enhance learning through play, supported by lesson plans and worksheets to assess learning outcomes.*
Keywords: Animal Conservation one, Picture Books two, Board Games three

1.前言

本研究以「動物保育」為核心，將保育知識融入國小中高年級學習，提升學習動機與效果。透過繪本、桌遊與互動式教材，打造生動有趣的學習體驗，並以臺灣特有的瀕危動物為故事主軸，讓學生理解保育重要性並培養責任感。研究亦結合數位學習理念，提供創新教具與方法，期望激發學生對生態環境的關注，實現寓教於樂的學習目標。

2.文獻探討

2.1. 教育意義主題

2.1.1. 生態保育觀念 人類在環境中的行為，明顯受到個人價值觀影響。一個人的社會、經濟、生態和文化的價值觀，常支配其生活型態與環境（楊冠政，1998）。因此，在全球環境保育超勢中，環境價值教育已受到各先進國家重視。聯合國教科文組織(UNESCO，1990)指出，在教育系統及教學課程訓練中，應將生物多樣性與其他環境的主題概念融入其中。

2.1.2. 宣導友善環境 研究還強調宣導「友善環境」的重要性，透過寓教於樂的形式，學生可以在遊戲與故事中體會環境保護的核心價值(黃郁筑，2010)。

2.2. 保育瀕絕生物重要探討

近年來，全球環境變遷，造成自然資源枯竭、生物多樣性削減等生態危機。如今，全球普遍發生水資源的相關問題（蕭新煌等，2016）。不論是出於道德良知或實際目的，保育生物的多樣性都是重要的，因為生態系中存在的物種愈多，生態系就愈趨於穩定，生產量也愈豐富（倪宏坤，2006）。特有生物乃指僅限生長於一地理區域或特殊生育地的生物，而台灣特有生物則代表全世界只生長於台灣者，此類生物一旦滅絕，就永遠於地球上消失（顏仁德，1997）。

因此本研究主要針對台灣特有生物的保育現狀及挑戰，進行分析，期望提出具體策略，設計教學軟體，以期提升國小學生的環保意識。

3.研究方法

3.1. 設計發想

本研究以「動物保育」為核心，探討如何以多元的方式呈現這一主題，讓學習更加生動有趣。我們運用多種學習工具，針對國小學生，結合視覺、聽覺、閱讀與觸覺，打造全方位的學習體驗。

3.2. 主題繪本及數位繪本

繪本以瀕臨絕種動物為主題，透過生動故事、互動元素與遊戲，引領讀者探索自然與動物世界。讀者可透過繪本與桌遊認識六種保育動物，提升對動物保育的關注。數位繪本加入動畫與配音，增強沉浸感。

3.3. 繪本角色設計

臺灣黑熊是勇敢的守護者，胸前的「V」型白毛象徵力量與希望；櫻花鉤吻鮭敏捷溫和，受阻於攔沙壩，對家園依戀不已；臺灣帝雉孤高寂寞，因棲息地喪失渴望安全的家；山椒魚在垃圾堆中求生，期盼乾淨的棲地；寬尾鳳蝶翩翩起舞，卻受人為干擾失去安寧；金絲蛇穿梭於道路旁，適應變遷卻面臨危機。這些動物各具個性，面對挑戰，成為故事的重要一環。

表 3-1 角色設計

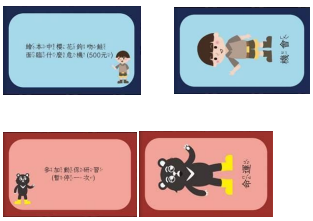
台灣黑熊	櫻花鉤吻鮭	台灣帝雉	山椒魚	寬尾鳳蝶	金絲蛇

3.4. 桌遊活動

利用桌遊的方式，讓學生在閱讀完繪本後藉由機會命運卡牌中的問題進行測驗，透過遊戲的方式增加學生的學習動機，在「玩」中學習，設計參考為大富翁。

圖 3-1 動物保育桌遊地圖

表 3-2 桌遊道具設計

元素卡	機會命運卡牌	紙鈔	修復證書
			

3.5. 教案設計

本研究設計的繪本與桌遊將結合教案進行教學，適用於國小中低年級。課程包含兩節課，每節 40 分鐘，透過閱讀繪本了解六種保育動物的危機，並利用桌遊與學習單進行評量。所需道具包括繪本、桌遊材料和學習單。

4.研究結果與討論

4.1. 雛型發展與設計

本研究開發的繪本和桌遊經過腳本企劃、公開展示及專家修正，完成雛型系統開發。隨後進行模擬教學試用，並整合測試繪本、桌遊和教案。截至目前，繪本與桌遊已修正三個版本，修正內容如下：

版本	說明
一	第一版繪本配色成熟、字體較小，可能影響兒童閱讀興趣。數位繪本需提升字體清晰度並增添特色以增強吸引力。桌遊則可優化說明與規則，調整金錢累積機制，提高平衡性與可玩性。
二	第二版繪本調整為明亮活潑的配色，並放大字體提升閱讀性。數位繪本增加動畫與清晰度。桌遊則優化規則，提供啟動資金並增加金錢獲取機會。
三	桌遊第三版本修正中：主要修正內容為地圖中的格子圖片放大，以及說明書修正等。

4.2. 教案內容強化

研究成果經測試修正後，整合保育教材並撰寫完整教案，提供教師系統化指引，結合數位繪本與桌遊，平衡理論與實踐。教案涵蓋教學目標、活動流程與評估方式，讓學生在有趣的學習中深入理解動物保育的重要性，提升環保意識與行動力。

4.3. 實測結果

根據教案內容，我們至信義國小一年三班進行實測，受測者共 25 位學生。在課程的前後，分別進行前測與後測，測驗題目共十題。

根據施測結果，整理成圓餅圖（圖 4-1），根據圖可以得知，學生在進行教案的學習活動後，答對率有明顯的提升。由此可知，這份教材對於學生認識台灣保育動物有實際的效果。

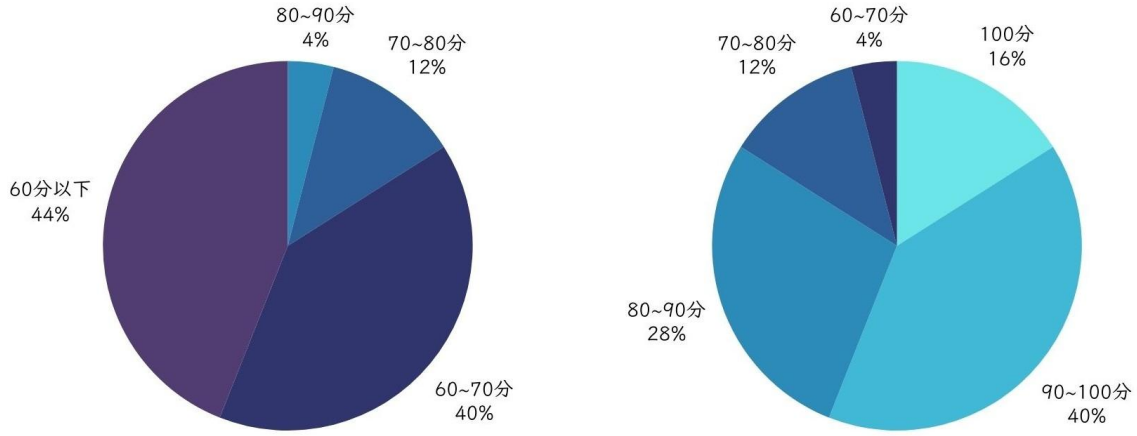


圖 4-1 左圖為前測，右圖為後測

5.結論與建議

本研究透過數位繪本與桌遊向國小中低年級學生傳達動物保育知識，以臺灣黑熊、臺灣帝雉、櫻花鉤吻鮭等六種保育動物為主軸，結合故事與遊戲提升學習趣味與效果。結果顯示，學生在寓教於樂中增強了保育認知與興趣，但建議增加挑戰性與互動性。 未來設計方向：深化故事與情感，透過更豐富的敘事加強學生對保育議題的理解；提升互動與挑戰，加入多樣化任務，提高學習探索的層次；融入文化多樣性，讓學生認識不同生態環境的保育需求；拓展數位應用，運用動畫或影片，打造多維度學習體驗；擴大影響力，開發適合不同年齡層的版本，推廣保育意識。

參考文獻

黃郁筑（2010）。**以瀕臨絕種動物為主題的繪本研究。**https://reurl.cc/zpmAne

鉅亨網新聞中心（2015）。**保護瀕危動物意義何在？自然與人類無法分割。**https://reurl.cc/d1K74q

倪宏坤（台灣環境資訊協會）。**生態系的「保險原理」。**https://e-info.org.tw/node/13957

蕭新煌等(2016)。**候變遷、世代正義與永續性：概念、指標與政策。**https://pse.is/799y4r

顏仁德(1997)。**臺灣特有生物之研究與保育。**https://reurl.cc/b317Kr

楊冠政(1998）。**環境教育議題融入課程的回顧與展望 - 教育研究與發展期刊。**https://pse.is/799y6b

(UNESCO，1990)。**聯合國教科文組織。** https://www.unesco.org/zh

生成式人工智能如何影响游戏化学习？——基于 2017-2025 相关研究的系统性文献分析

How Does Generative Artificial Intelligence Affect Game-Based Learning? - A Systematic Review Based on Studies between 2017-2025

王嘉咏[1*]，马秀麟[1]
[1]北京师范大学 教育学部
[*]jiayongwangwjy@163.com

【摘要】 游戏化学习对学习的积极影响已经得到广泛证实，但生成式人工智能支持下的游戏化学习发展的研究还相对较少。本文通过系统性文献综述分析方法对纳入文献分析发现：（1）生成式人工智能关键技术为游戏化学习提供技术支持；（2）生成式人工智能为游戏化学习设计带来新助力，包括游戏化元素组成更新、搭建交互情境、提供个性化学习；（3）生成式人工智能支持下的游戏化学习效果得到进一步提升。研究建议：重视生成式人工智能基础技术与游戏化学习的结合方式，拓宽“生成式人工智能+游戏化学习”的应用对象，并使之拓展到特殊教育等领域。

【关键词】 游戏化学习；生成式人工智能；系统性文献综述

Abstract: *The positive impact of game-based learning (GBL) as a teaching method has been widely confirmed, but there is a lack of literature reviews that focus on the development of GBL supported by generative artificial intelligence (GenAI). To fill the gap, this systematic review analyzes the screened included literature and finds that: (1) GenAI provides technical support for GBL; (2) GenAI brings new impetus to GBL design, including updating the composition of gamification elements, building interactive situations, and motivating personalized learning. (3) The positive effect of GenAI-supported GBL has been further improved. The above findings bring new enlightenment to the research and development of GBL in the future.*

Keywords: game-based learning, generative artificial intelligence, systematic review

1.引言

数字技术的发展不断推动着教育领域革新，游戏化学习作为近年来广受关注的教学方式也得到相应发展。游戏化学习利用游戏元素，以寓教于乐方式开展教学活动的效果受到诸多研究证实。已有研究表明，游戏化学习不仅能够为学生创设一个愉快的学习环境，还能够有效改善学生的学业成绩(沈科杰等人, 2024)。作为人工智能代表性发展新阶段，基于大语言模型的生成式人工智能（Generative Artificial Intelligence，GenAI）已经成为研究热点并逐渐被应用于教育领域。基于这一点，利用 GenAI 变革游戏化学习方式为教育实践提供新的机会成为可能。

GenAI 赋能教育的应用研究目前多围绕智慧学伴、智慧学习环境、学习分析等方面，关于 GenAI 对游戏化学习作用的研究仍需进一步补充。基于此，本研究梳理国内外相关文献，探讨 GenAI 如何影响游戏化学习及游戏化学习设计，从而补充和完善 GenAI 赋能游戏化学习领域的综述研究。

2.文献综述

2.1. 游戏化学习的定义

游戏化的定义为在非游戏情境中使用游戏元素，因此游戏化学习可以进一步定义为一种将游戏元素（如积分、徽章等）、机制（如竞赛、合作等）和设计思维应用于非游戏情境中的学习方法(沈科杰等人, 2024)。例如，教师可以设置一系列任务和挑战，并通过积分和徽章来奖励学生完成任务的情况和取得的进步(马秀麟等人, 2024)。游戏化学习不仅仅局限于游戏的表面形式，更重要的是其背后的设计理念和方法论。游戏化学习强调以学习者为中心，通过游戏化的方式来促进学习者的主动学习、探究学习和合作学习(张露 & 尚俊杰, 2018)。

2.2. 生成式人工智能支持下的游戏化学习研究综述

生成式人工智能技术在游戏化学习中的应用，为教育领域带来了新的变革和机遇。GenAI具有强大的内容生成能力，能够根据输入数据生成新的文本、图像、音视频等内容，这为游戏化学习提供丰富的资源和多样化的学习体验。根据教育目标和学习内容，GenAI 能够适时调整与学习内容交叉的生成游戏的规则和任务，使教育游戏更加符合教学要求，有效避免因与学习阶段不匹配导致的学习中断行为(蒋鑫等人, 2020)。

已有的综述研究主要以 GenAI 为出发点，研究其对游戏化学习带来的影响，关注 GenAI 促进游戏化学习领域本身革新的文献综述还相对较少。Huber 等(2024)探讨了大语言模型与游戏化学习的关系，但其核心仍在于阐述如何通过“游戏”这一媒介解决大语言模型带来的教育挑战，侧重点并未围绕游戏化学习的创新研究开展。已有大量文献综述工作总结 GenAI 的一般应用(如自适应系统、助教机器人)及其在不同教育场景下可能带来的影响，但对于 GenAI 如何影响游戏化学习并没有得到进一步讨论。

3.研究设计

3.1. 研究方法

本研究采用系统性文献综述方法，并遵循 PRISMA 报告进行文献综述工作。本研究通过确定检索数据库和字段、明确文献筛选标准、进行筛选过程、文献分析分类五个步骤进行对 GenAI 支持游戏化学习相关论文的分析。

3.2. 研究问题

本研究旨在通过分析 GenAI 在游戏化学习中的已有应用，探究 GenAI 如何赋能游戏化学习。基于此，本研究确定了以下研究问题：

（1）GenAI 可以利用哪些技术为游戏化学习提供支持？

（2）GenAI 支持下的游戏化学习设计方向有哪些？

（3）GenAI 如何与游戏化学习相结合？应用效果如何？

3.3. 文献检索策略

为了确定文献筛选范围，本研究首先选取了 Web of Science（WOS）数据库核心集合中的 SSCI、SCI-E 作为文献来源。同时根据期刊影响因子和其在教育技术领域的认可程度，确定《电化教育研究》《中国电化教育》《远程教育杂志》作为中文文献补充来源。由于“游戏化学习”的表达并没有统一固定的英文表述，关于生成式人工智能的缩写也多有不同，因此本文选取“gamification”、“gamifying”、“education”、“learning”、“influence”、“intelligent”、“AI”、“generative ai”、“GenAI”、“Artificial Intelligence”作为检索关键字。通过初步尝试发现，利用关键字形成的检索式文献检索效果较好。对于中文文献，检索关键字为“游戏化学习”和“生成式人工智能”。考虑到游戏化学习已有的相对完善的研究以及生成式人工智能所依赖的 Transformer 算法提出时间均为 2017 年，因此文献检索时间确定为 2017 年至今。

3.4. 文献筛选标准

为了精确筛选出符合研究主题的文献，本文制定了相应的文献纳入和排除筛选标准，如下表 1 所示。其中 1~4 条标准是为了初步筛选出可供本研究分析的文献，5~7 条是为了精确筛选出符合本文研究主题、具有分析价值的文献。

表 1 文献筛选标准

	纳入标准	排除标准
1	全文可获取	全文不可获取
2	发表时间为 2017 年至今	文章发表时间早于 2017 年
3	文献篇幅不少于 4 页	文献篇幅少于 4 页
4	文献仅出现一次	重复文献
5	研究对象是 GenAI 支持下的游戏化学习	研究对象不是游戏化学习
6	研究内容同时聚焦于 GenAI 和游戏化学习	研究内容不符合研究主题
7	研究过程完整（问题、方法、结论）	研究过程不完整

3.5. 文献筛选过程

根据系统性文献综述方法，首先通过关键式在指定数据库中检索得到 265 篇文献。接着根据文献发表时间进行初步筛选，得到 258 篇文献。第二次和第三次筛选分别依据相应排除标准最终得到纳入的 29 篇文献。具体筛选流程如下图 1 所示。

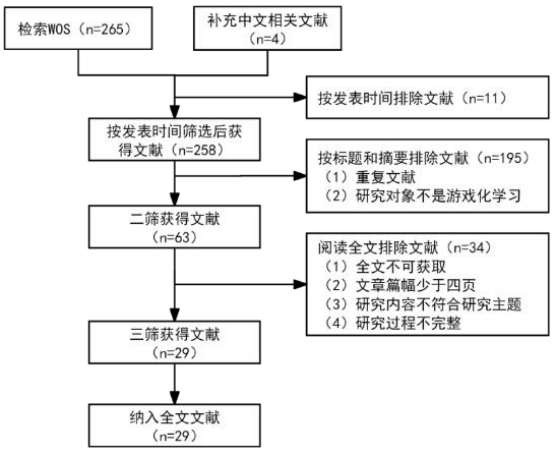


图 1 基于 PRISMA 文献筛选流程图

3.6. 文献编码分析

本文依据纳入文献梳理建立文献分析内容框架，包括：“关键技术”（GenAI 应用于游戏化学习的技术支持）、“游戏化学习”（GenAI 作用游戏化学习设计开发的方向）、“应用分析”（GenAI 赋能游戏化学习的已有成果及其应用效果），如下图 2 所示。

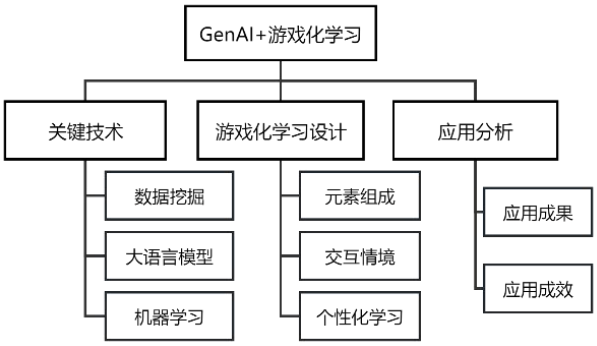


图 2 纳入文献内容分析框架

为了有效对纳入文献进行综述分析，本文基于演绎归纳内容分析法对每篇纳入文献进行分类编码，具体如表 2 所示。根据编码表可知，在 GenAI 赋能游戏化学习的相关研究中以游戏化学习设计和应用分析为主题的研究占比较高，而关于 GenAI 支持游戏化学习的关键技术的研究却明显少于前二者。

表 2 纳入文献编码表

			篇数	占比
GenAI+游戏化学习	关键技术	数据挖掘	1	17.24%
		大语言模型	1	
		机器学习	3	
	游戏化学习设计	元素组成	4	41.38%
		交互情境	5	
		个性化学习	3	
	应用分析	应用成果	6	41.38%
		应用成效	6	
总计	——	——	29	100%

4.计量分析

4.1. 研究趋势

首先对 WOS 中筛选得到的外文文献进行发文分析。通过 WOS 引文报告，可以得到在 2017 年至今的 254 篇文献逐年发文量分布和被引情况，如下图 3 所示。从图上可以看出，尽管有关生成式人工智能与游戏化游戏相结合的研究每年有所增减，但整体趋势仍是逐年增加，且在 2024 年迎来研究高潮。这也侧面反映出，尽管游戏化学习研究已相对广泛，但在 GenAI 背景下的游戏化学习研究仍广受关注。此外与发文量相比，核心库文献被引量增长趋势更加明显，这也进一步佐证国际上对“GenAI+游戏化学习”这一主题的高度关注。

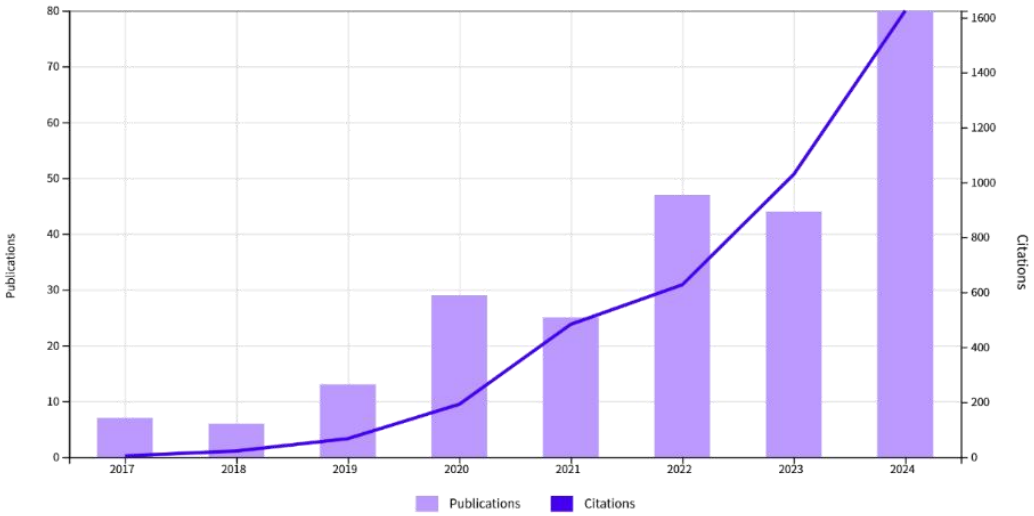


图 3 文献引用报告

4.2. 关键词共现分析

关键词共现分析能够直观地呈现关键词供词分析可视化网络，便于对研究热点进行分析。由下图 4 分析可知，本文研究主题的热点主要包括游戏化、人工智能、教育等。

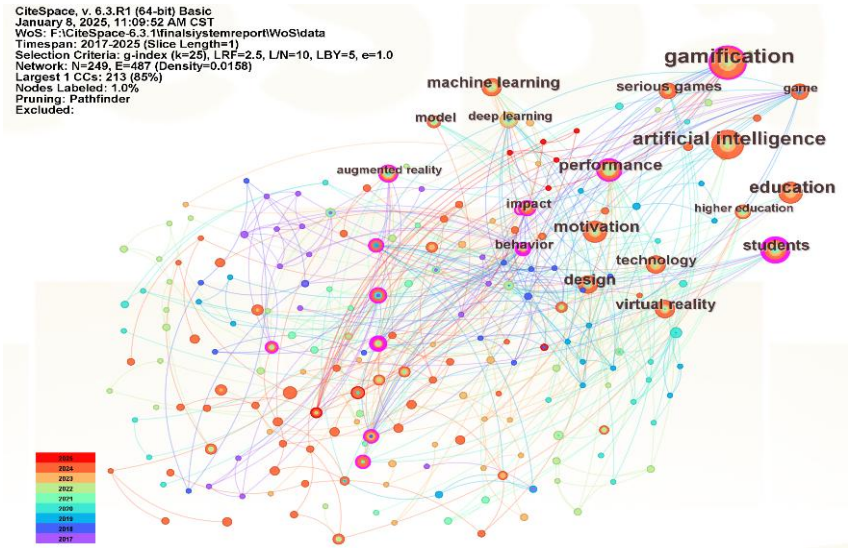


图 4 关键词共现分析图

通过选取频次和中心性均较高的关键词，形成关键词统计表，具体如下表 3 所示。由表格可以看出，本研究主题下的研究热点主要围绕 GenAI 对游戏化学习的技术支持、GenAI 支持下的游戏化学习实际应用以及 GenAI 赋能游戏化学习应用成效等三个方面。

表 3 “生成式人工智能+游戏化学习”热点关键词统计表

序号	关键词	中心性	频次
1	behavior（行为）	0.35	11
2	achievement（成就）	0.25	5
3	students（学生）	0.22	18
4	gamification（游戏化）	0.15	57
5	intelligent tutoring system（智能辅导系统）	0.14	6
6	impact（影响）	0.13	11
7	performance（表现）	0.13	19
8	machine learning（机器学习）	0.09	18
9	deep learning（深度学习）	0.09	9
10	education（教育）	0.07	24

4.3. 关键词聚类分析

基于关键词共现分析，形成关键词聚类分析知识图谱（图 5）。一般来说，当 Q 值>0.3 时，认为聚类结构显著；当 S 值>0.7 时，认为聚类具有高效力。由图 5 分析可得，该聚类模块值 Q=0.753，该聚类平均轮廓值 S=0.9155。因此，该聚类结构显著且具有较高信度。观察聚类图可以发现，关键词形成了包括#6 serious game（严肃游戏）、#7 intelligent tutoring system（智能辅导系统）、#8 human machine interface（人机界面）等在内的 11 项聚类。聚类具体内容各有侧重，如#6 聚类包括“严肃游戏”、“以用户为中心设计”、“游戏基础学习”等关键词，#7 聚类包括“智能辅导系统”、“人工智能”、“技术增强高等教育”等关键词。由此可分析得出，该领域研究主要围绕 GenAI 技术支持的游戏化学习、游戏化学习应用创新等主题开展。

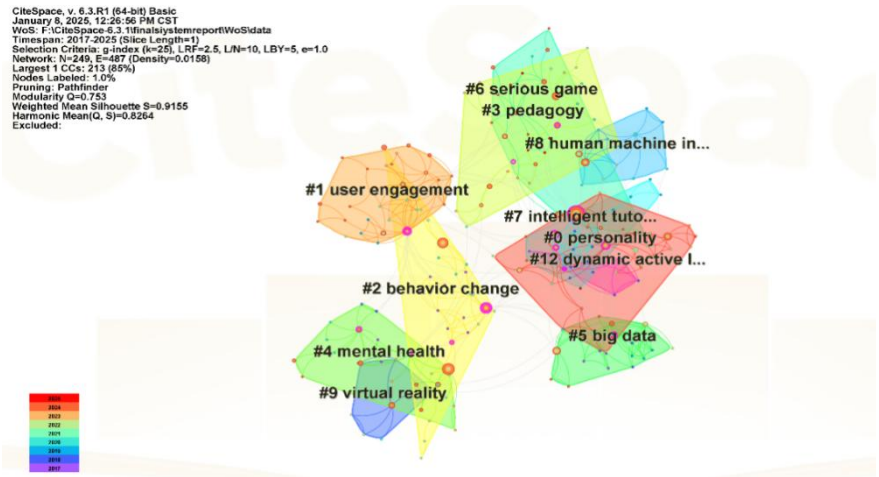


图 5 关键词聚类分析知识图谱

5.结果

5.1. 生成式人工智能赋能游戏化学习的技术支持

通过对“关键技术”内容框架下的纳入文献进行分析发现，GenAI 可以从数据挖掘、机器学习、大语言模型三个维度为赋能游戏化学习提供底层技术基础。

教育数据挖掘能够分析来自任何交互式学习环境的数据(Daghestani et al., 2020)，并为游戏化学习提供学生学习行为和学习效果的分析支持，帮助设计者了解学生的学习状态和需求。而机器学习可以通过两种方式支持游戏化学习，包括学生行为预测与适应性学习（n=1）和游戏化元素优化（n=1）。有研究表明，机器学习可以利用学生在游戏化学习中的行为数据预测学生的学习表现和情感状态，从而实现适应性学习(López & Tucker, 2018)。机器学习还可以通过聚类、分类等方法将学生分为不同的玩家类型，进而根据玩家类型优化游戏化元素的设计和应用(Daghestani et al., 2020)。此外，大语言模型在游戏化编程练习中可以得到应用：不仅可以根据教师提供的提示和要求，生成符合特定编程语言和难度要求的练习，还可以生成游戏化学习中的特定故事情节和角色描述(Montella et al., 2024)。

5.2. 生成式人工智能改进游戏化学习设计开发方向

在改进、优化游戏化学习方面，本研究梳理文献内容发现 GenAI 可以从优化游戏化元素组成（n=4）、搭建交互情境（n=5）、推进个性化学习（n=3）三个方向助力。

学习者对游戏化元素的偏好会影响其学习动机和效果，而 GenAI 可以利用其强大的数据处理能力，自动整合跨学科研究成果，生成更加科学和有效的游戏元素(张露等人, 2021)。GenAI 还可以通过分析学习者的互动数据，实时调整游戏元素的组合和呈现方式，从而提高学习动机和效果(王春丽等人, 2021)。

在搭建交互情境方面，GenAI 可以通过模拟真实对话来增强角色扮演和情境模拟的交互性。例如在教育游戏中，玩家通过与 GenAI 对话，获取任务线索和知识信息。这种双向互动不仅提高了游戏的趣味性，还能帮助玩家更好地理解和掌握学习内容。GenAI 还能够根据收集得到的使用者游戏化学习数据，生成个性化的反馈和建议，从而优化交互情境的适应性(Chen, 2025)。

得益于 GenAI 自身强大功能，GenAI 在游戏化学习中的应用也显著推动了个性化学习的发展。通过智能推荐、动态内容调整等手段，GenAI 能够为每个学习者提供量身定制的学习体验。例如，在 Lavoué等人(2018)提出的自适应游戏化模型试验中，对于表现出高水平动机和参与度的学习者，系统会增加更具挑战性的任务和更复杂的互动元素；对于那些需要更多支持的学习者，系统则会提供更多的指导和基础练习。

5.3. 生成式人工智能赋能游戏化学习应用效果

通过对文献内容梳理发现，目前已有一些能够反映 GenAI 赋能游戏化学习的研究成果（n=6），证明本研究的可实践性。例如，GAMOLEAF 框架（Gamified Mobile Leaning Framework）通过结合游戏化和个性化推荐，智能模块根据学生在游戏中的选项选择推荐课程和问题解决方案(Drissi et al., 2024)。在智能教育游戏中，通过 AI 驱动的个性化支持系统能够根据学生的实际表现提供及时反馈和个性化指导，从而提高学生的学习成绩和理解能力(Hare et al., 2025)。

针对 GenAI 支持下的游戏化学习是否真正有益于教育学习这一问题，许多研究团队开展了效果分析研究（n=6）。研究发现，GenAI 赋能下的游戏化学习在一定程度上可以促进学习动机的提升。Liu (2024)的研究指出自适应学习路径能够根据学生的个人学习风格和进度动态调整学习内容和难度，从而有效地激发和维持学生的学习动机。此外，结合 AIGC 工具的 GPBL（gamified project-based learning）能够通过提供多样化的学习体验和挑战，进一步增强学生的内在动机和参与感(Huang et al., 2024)。因此，在游戏化学习中使用 GenAI 工具不仅有利于学习效果的改善，还有助于创造力和信息素养的培养。

6.研究启示

根据对文献内容的梳理及 CiteSpace 可视化分析，本研究总结两点未来生成式人工智能赋能游戏化学习发展的方向：

第一，重视生成式人工智能基础技术与游戏化学习的结合方式。通过对最终纳入的 29 篇文献分析发现，仅有 14%文献探究了 GenAI 基础技术与游戏化学习之间的直接作用。有研究者在进行的机器学习与严肃游戏综合探究中发现，16 项研究中只有 3 项（19%）发生了这些技术之间的直接交互作用(Tolks et al., 2024)。结合本文关键词共现分析可以得出，GenAI 基础技术如何作用于游戏化学习是具有研究前景的。例如，在设计语言学习游戏时可以采用自然语言生成技术（NLG），根据学习者的语言水平生成适合的对话内容，从而增强实时对话的交互性；利用强化学习技术实时调整难易程度，并根据学习者操作结果给出个性化反馈建议。

第二，拓宽“生成式人工智能+游戏化学习”应用对象。当下 GenAI 赋能游戏化学习作用对象已经开始关注到具有学习需求的特殊人群。蒋艳双等人(2022)指出虚拟游戏有助于孤独症儿童社交互动能力与认知能力的提升，可以为孤独症儿童教育干预提供助力。如果“GenAI+虚拟游戏”得到合理设计，将进一步助力特殊人群学习。例如，听障学生主要依赖视觉和具象思维进行认知，而 GenAI 能够辅助将抽象语文概念转化为具体学习图像，因此恰能帮助听障学生深入理解语文课程内容。近年来社会对特殊人群的学习需求关注度已经得到提升，面向特殊人群考虑 GenAI 如何赋能游戏化学习必将成为研究趋势，这也将进一步完善国内游戏化学习领域的研究。

7.总结展望

本研究通过对纳入文献进行系统性文献综述分析，探究 GenAI 如何影响游戏化学习。GenAI 通过自身技术为游戏化学习提供新的技术支持，为游戏化学习的设计与开发提供研究方向，其应用效果也在学习动机提升、学习效果改善等方面得到证实。同时通过计量分析对目前研究热点进行总结，并根据关键词共现分析和关键词聚类分析提出两个具有发展前景的研究方向。本研究主要在英文数据库中进行了关键式检索，文献分析范围可能不够完整。此外，本文对研究主题侧重系统性文献综述分析，数据和实证支持较少。因此，未来研究可以在扩展数据库的基础上，考虑补充研究主题的相关的实证研究，从而进一步深化对生成式人工智能赋能游戏化学习的探索。

参考文献

马秀麟, 田淑敏, 多强, 凡雨, & 王滕. (2024). 面向在线学习孤寂感纾解的游戏化学习情境设计与实践研究. 中国教育信息化, 30(08), 95-106.

王春丽, 李东阁, 张焱娜, 肖月, & 陈仕琦. (2021). 在线学习中学习者对游戏化元素偏好的研究. 电化教育研究, 42(04), 68-75.
张露, & 尚俊杰. (2018). 基于学习体验视角的游戏化学习理论研究. 电化教育研究, 39(06), 11-20.
蒋艳双, 朱立新, 逯行, & 高红英. (2022). 虚拟游戏如何支持孤独症儿童教育？——基于国际研究的系统性文献综述. 现代远程教育研究, 34(03), 104-112.
蒋鑫, 朱红艳, & 洪明. (2020). 美国“教育中的人工智能”研究:回溯与评析. 中国远程教育(02), 9-20.
沈科杰, 苏晗宇, & 尚俊杰. (2024). 游戏化学习方式如何影响知识保留——基于 38 项实验和准实验研究的元分析. 现代远程教育研究, 36(06), 55-68.
Chen, D. (2025). Optimization of image recognition and gamification training process for entertainment robots in basketball training games based on tracking technology. *Entertainment Computing*, 52, 100830.
Daghestani, L. F., Ibrahim, L. F., Al Towirgi, R. S., & Salman, H. A. (2020). Adapting gamified learning systems using educational data mining techniques. *Computer Applications in Engineering Education*, 28(3), 568-589.
Drissi, S., Chefrour, A., Boussaha, K., & Zarzour, H. (2024). Exploring the effects of personalized recommendations on student's motivation and learning achievement in gamified mobile learning framework. *Education and Information Technologies*, 29(12), 15463-15500.
Hare, R., Ferguson, S., & Tang, Y. (2025). Enhancing student experience and learning with iterative design in an intelligent educational game. *British Journal of Educational Technology*, 56(2), 551-568.
Huang, W., Wang, T., & Tong, Y. (2024). The effect of gamified project-based learning with AIGC in information literacy education. *Innovations in Education and Teaching International*, 1-15.
Huber, S. E., Kiili, K., Nebel, S., Ryan, R. M., Sailer, M., & Ninaus, M. (2024). Leveraging the potential of large language models in education through playful and game-based learning. Educational Psychology Review, 36(1), 25.
Lavoué, E., Monterrat, B., Desmarais, M., & George, S. (2018). Adaptive gamification for learning environments. *IEEE Transactions On Learning Technologies*, 12(1), 16-28.
Liu, L. (2024). Impact of AI gamification on EFL learning outcomes and nonlinear dynamic motivation: Comparing adaptive learning paths, conversational agents, and storytelling. *Education and Information Technologies*, 1-40.
López, C., & Tucker, C. (2018). Toward personalized adaptive gamification: a machine learning model for predicting performance. *IEEE Transactions On Games*, 12(2), 155-168.
Montella, R., De Vita, C. G., Mellone, G., Ciricillo, T., Caramiello, D., Di Luccio, D., Kosta, S., Damaševičius, R., Maskeliūnas, R., & Queirós, R. (2024). Leveraging large language models to support authoring gamified programming exercises. *Applied Sciences.*, 14(18), 1-15.
Tolks, D., Schmidt, J. J., & Kuhn, S. (2024). The role of AI in serious games and gamification for health: scoping review. JMIR Serious Games, 12(1), e48258.

平板繪圖結合學生出題與遊戲於成語教學之研究

Combining Tablet Drawings with Student Question Posing and Games for Chinese Idiom Instruction

羅家駿[1*], 郭宛如[2], 王斐瑜[2], 林素貞[2], 吳佩宜[1]
[1]中華大學資訊管理學系
[2]新北市自強國小
*jlo@g.chu.edu.tw

【摘要】 成語教學是國語文教育的基礎，可有效提升學生閱讀與寫作能力。本研究以某國小兩班四年級學生為對象，採用實驗研究法，一班為實驗組，另一班為對照組。兩組學生依循由看圖到以平板繪圖連結語文與圖像，實驗組結合學生出題與遊戲；對照組則由學生上台進行作品分享。研究結果顯示兩組學生對成語理解皆有顯著進步。實驗組之學習滿意度顯著高於對照組。此外，學生之成語後測成績與其學習滿意度及成語繪畫作品品質皆呈現顯著正相關，這表示學生的學習成就與他們對學習活動的滿意程度息息相關，並可藉由成語繪畫作品了解學生對成語的理解程度。

【關鍵字】 成語教學；平板繪圖；學生出題；遊戲

Abstract: *Chinese idiom instruction is fundamental to Chinese education, effectively enhancing students' reading and writing skills. This study employed an experimental design with two fourth-grade classes in an elementary school, one as the experimental group and the other as the control group. Both groups learned Chinese idioms by linking texts and pictures through viewing pictures and tablet drawing. The experimental group incorporated student question posing and games, while the control group presented their drawings on stage. Results showed significant improvement in idiom comprehension for both groups, with the experimental group reporting higher learning satisfaction. Post-test scores were positively correlated with learning satisfaction and drawing quality, indicating that idiom illustrations reflect students' comprehension and engagement in the learning process.*

Keywords: Chinese idiom instruction, tablet drawing, student question posing, game

1. 研究背景與動機

成語教學是國語文教育的基礎，對學生之閱讀與寫作能力有著重大影響（彭賜梅，2016），然而，其成效並不盡理想。成語的語用含意往往具有深層次的引申或比喻意義，而不等同其字面意義（楊孟蓉和周世箴，2008）。但老師往往只解釋成語的字面意思，而未詳加說明探討其用法，大部分學生習得的成語概念常流於零散且限於字面意義之理解，只藉由拆解字面來理解成語，而拙於對成語之靈活運用，以至於不知如何配合語境恰如其分地使用成語（黃琬瑄，2016；彭賜梅，2016）。

何姍庭（2015）指出，圖像組織能強化學習情境和學習內容細節，透過圖像的視覺訊息傳遞，有助於學生找出訊息間的關係和重點，將新概念融入原有認知結構中。根據雙碼理論，在學習時同時呈現語文和圖像系統，能較只呈現單一系統更具學習效果。此外，成語詞彙大多使用具實體形象的物件（楊孟蓉和周世箴，2008），因此，運用圖像式學習，讓學生利用看圖或是畫圖來學習，同時以文字、圖像及兩者的參照鏈結來呈現成語教學內容，可加深他們對成語內容的理解，提升學習成效（黃琬瑄，2016；黃意雯和劉姍姍，2011；彭賜梅，2016）。

隨著資訊科技發展，電腦繪圖已廣泛應用於學習，具備創作與修改便利、容錯與回復機制、提升思考與教學效能、節省資源、提高作品完成度與效率等優勢。對於手繪能力較弱或缺乏

自信的學生，電腦繪圖的復原與修改功能可降低恐懼、建立自信（翁儒玉和羅家駿，2018）。此外，透過電腦繪圖學習，有助於做中學，加深理解與記憶（羅家駿和洪如慧，2023）。

學生出題能促進主動學習、自我調整、知識建構與學習責任，轉化教材為題目有助提升學習成效（于富雲和蘇嘉鈴，2016）。教師應思考如何激勵學生擬定高品質題目。吳守琴（2010）指出，競爭機制可激發創新意識，學生在競爭過程中調整策略，積極投入學習（黃政傑和林佩璇，1996）。結合遊戲式學習能顯著提升出題成功率與品質（巫政隆和羅家駿，2013）。

因此，本研究從看圖到平板電腦繪圖連結語文與圖像，透過圖文創作激勵學生發揮創造力，引導他們藉由感受、領悟與應用而習得成語。探討在從看圖到繪圖學習成語時，有無結合學生出題與遊戲之教學活動，對學生的成語學習成效與學習滿意度是否有影響，並探討學生成語後測成績與其學習滿意度及成語繪畫作品品質是否相關。

2. 研究方法

本研究針對某國小四年級兩班學生，採實驗研究法，一班為實驗組，另一班為對照組。研究前，導師向學生及家長說明並簽署同意書，各組有 25 人參與。成語教學前，先進行平板電腦繪圖軟體教學與練習。教學前測涵蓋 12 個成語，包括 10 題填空（每題 1 分）與 2 題造句（每題 2 分），滿分 14 分。

成語教學活動分為看圖學成語、畫圖學成語及分享作品三階段。在看圖學成語中，教師透過成語圖像解說典故、意義並造句，示範平板電腦繪圖並口述思維過程。在畫圖學成語中，由教師解說成語典故與意義，學生在不使用成語文字的前提下，以平板電腦繪圖表達對成語的理解，融入生活經驗。在此過程中，教師僅說明軟體操作，不介入繪畫指導。

實驗組以平板電腦繪圖結合學生出題與「比手畫腳」遊戲，加深成語理解。學生以同組成員的作品為題，在限時內以肢體動作表達，讓隊友猜測成語，並依答對數決定勝負。遊戲後，學生解釋難題並接受回饋。對照組則以平板電腦繪圖學習成語，並上台分享作品。

在教學活動結束後，實施成語後測與學習滿意度問卷調查，並評量學生成語繪圖作品品質。成語後測使用與前測相同之試卷。問卷以李克特五點量表計分，「非常同意」為 5 分，「同意」為 4 分，「沒意見」為 3 分，「不同意」為 2 分，「非常不同意」為 1 分。

本研究以新奇性、適切性、有趣性與深度評估學生出題（成語繪圖作品）品質，每項 1 至 5 分。新奇性指個人知識與經驗融入成語理解；適切性衡量成語表達完整性與教學應用性；有趣性評估作品是否引發興趣與愉悅感；深度則檢視成語語境、情感色彩及引申意義之表達。

本研究具體探討以下研究問題：(1)兩組學生之成語學習成效是否有差異？(2)兩組學生之學習滿意度是否有差異？(3)學生成語後測成績與學習滿意度是否相關？(4)學生成語後測成績與繪畫作品品質是否相關？

3. 研究結果

兩組之成語前後測成績如表 1 所示。兩組成語測驗成績之成對樣本 t 檢定結果顯示，兩組在經由看圖到畫圖及分享學習成語後，皆能有顯著的學習成效。兩組成語前測成績之獨立樣本 t 檢定結果顯示，實驗組之成語前測成績顯著高於對照組。因此，採用 ANCOVA 來檢定兩組之成語後測成績是否有顯著差異。經誤差變異量的 Levene 檢定等式，顯著性為 .147，兩組後測成績誤差變異量並無顯著差異，具有同質性。經 ANCOVA 檢定結果，組別顯著性為 .835，表示兩組後測成績並未達顯著差異。

表 1 成語測驗成績

	個數	實驗組	對照組
前測成績(標準差)	25	6.98 (3.1107)	3.80 (3.3789)
後測成績(標準差)	25	10.96 (2.7000)	9.04 (3.9737)

實驗組學習滿意度問卷之 Cronbach's α值為 .964，對照組學習滿意度問卷之 Cronbach's α值為 .924，皆具有足夠信度。兩組學習滿意度問卷敘述性統計結果如表 2 所示。兩組學習滿意度問卷之獨立樣本 t 檢定結果顯示，實驗組之學習滿意度顯著高於對照組。

表 2 學習滿意度問卷敘述性統計

	實驗組	對照組
平均數	4.17	3.54
標準差	.9770	.9788

實驗組 25 位；對照組 25 位

全部學生之成語後測成績與學習滿意度問卷敘述性統計結果如表 3 所示。相關性分析結果顯示，後測成績與學習滿意度呈現顯著正相關。

表 3 後測成績與學習滿意度敘述性統計

	平均數	標準差	個數
後測成績	10.00	3.49927	50
學習滿意度	3.85	1.01942	50

本研究以最後一次教學活動的成語繪畫作品，探討學生後測成績與作品品質之相關性。因實驗組 3 名學生缺席，最終納入 47 名學生分析。敘述性統計如表 4。相關性分析結果顯示，後測成績與作品品質呈顯著正相關。

表 4 後測成績與繪畫作品品質敘述性統計

	平均數	標準差	個數
後測成績	9.91	3.5864	47
繪畫作品品質	3.36	1.4164	47

4. 結論

本研究以某國小兩班四年級學生為對象，採用實驗研究法，一班為實驗組，另一班為對照組。結果顯示兩組在經由看圖到畫圖及分享學習後，學生對成語理解皆能有顯著的進步。此結果印證了讓學生根據所理解的內容，畫出相關之圖畫，可以加深他們對學習內容的理解與記憶，並發揮做中學之效。而藉由繪畫與解說分享，亦可協助學生連結語言與思維，促進其學習理解（吳秀笑，2016；翁儒玉和羅家駿，2018；黃琬瑄，2016）。經 ANCOVA 檢定結果，兩組後測成績並未達顯著差異。推論可能原因為實驗組以學生成語繪圖作品為題目，給遊戲同組夥伴答題，而對照組以成語繪圖上台分享。兩組皆能積極投入於在對成語內涵之思考理解後，轉化為繪畫，進而具有相近之學習成效。

學習滿意度問卷結果顯示，兩組學生都對以平板電腦繪圖並分享的成語教學方式持正向態度。實驗組在對教學活動的學習滿意度上顯著高於對照組。此結果顯示，雖然兩組後測成績並未達顯著差異，實驗組以結合學生出題與遊戲的分享方式，能更有利於提高學生學習活力與信心。

本研究結果顯示，學生之成語後測成績與學習滿意度呈現顯著正相關。這表示學生對學習活動的喜愛程度、需求滿足及目標達成程度與其學習成就息息相關。

本研究結果顯示，學生之成語後測成績與其成語繪畫作品品質呈現顯著正相關。如同何姍庭（2015）指出，由學生繪圖作品可以了解他們掌握文章主題的能力及對文意的理解程度，藉由學生的成語繪畫作品可以了解他們對成語的理解程度。

致謝

本論文為行政院科技部計畫之相關成果(計畫編號：MOST 110-2511-H-216-001)。

參考文獻

于富雲和蘇嘉鈴（2016）。大學生網路出題表現之內容分析與創意指標建立。**教育實踐與研究，29**（1），97-138。

巫政隆和羅家駿（2013）。遊戲式合作擬題解題教學法對國小自然與生活科技領域學習成效之影響，**2013 健康與管理學術研討會**，新竹。

何姍庭（2015）。**國小分組創意寫作教學：從讀文繪圖到寫作**。中華大學資訊管理學系碩士論文。

吳守琴（2010）。引入競爭機制啟動創新意識－學生出題測試對創新能力的影響。**中國教育技術裝備，10**，97。

吳秀笑（2016）。畫中有話：以圖畫為溝通中介的幼兒「園家連結」課程實踐。**臺灣教育評論月刊，5**（1），233-257。

翁儒玉和羅家駿（2018）。詩中有畫：應用平板繪圖於幼兒唐詩教學，**第 22 屆全球華人電腦教育應用大會（GCCCE2018）**，廣州。

黃政傑、林佩璇（1996）。**合作學習**。五南圖書出版股份有限公司。

黃琬瑄（2016）。**運用圖像化輔助進行史記成語教學之行動研究**。國立臺灣師範大學教育學系碩士論文。

黃意雯和劉姍姍（2011）。數位說故事在成語教學的創新應用，**數位學習科技期刊，3**（**2**），1-19。

彭賜梅（2016）。**行動裝置 APP 融入國小二年級成語教學之研究**。國立臺北教育大學數位科技設計學系玩具與遊戲設計碩士班論文。

楊孟蓉和周世箴（2008）。譬喻運作的圖示解析於中文成語教學之應用。**華語文教學研究，5**（1），29-44。

羅家駿和洪如慧(2023)。平板電腦繪圖應用於幼兒日記畫之研究。**慈濟科技大學學報，12**，57-84。

概念图支架在初中传统汉文化教育游戏中的应用研究

Research on the Application of Concept Map Scaffold in Traditional Chinese Culture Education Games in Junior High Schools

夏娅娜[1*]，周文静[2]
[1]华东师范大学教育信息技术系
[2]浙江师范大学教育学院
[*]51264108004@stu.ecnu.edu.cn

【摘要】 教育游戏作为一种有效教育手段，可以提升学习者兴趣，而概念图作为一种可视化工具，可以更加清晰的呈现学科知识，提高学习效率。近年来，越来越多研究尝试将概念图和教育游戏相结合，为了进一步研究确定不同形式的概念图对于教学效果的影响，本研究设计开发了一款以初中传统汉文化知识为主要内容的教育游戏，设置对比实验方案。研究发现，概念图作为一种有效的教学辅助策略，可以在一定程度上克服教育游戏中存在的某些消极因素，提高教育游戏的教学效果。但概念图的形式十分关键，并不是所有形式的概念图都一定有助于学习者提高学习成绩。
【关键词】 教育游戏；概念图；传统汉文化

Abstract: *Educational games boost learners' interest, and concept maps clarify knowledge, improving efficiency.Recently, combining them has been widely researched. In order to further investigate and determine the impact of different forms of concept maps on teaching effectiveness, this study has designed and developed an educational game that mainly focuses on traditional Chinese cultural knowledge in middle schools, and set up a comparative experimental plan. Research has found that concept maps, as an effective teaching aid strategy, can to some extent overcome certain negative factors in educational games and improve the teaching effectiveness of educational games. However, the form of concept maps is crucial, and not all forms of concept maps will necessarily help learners improve their academic performance.*
Keywords: Educational game, Concept map, Traditional Chinese Culture

1. 引言

近年来，国家相继出台方案、规划，明确指出要丰富课堂形式，打造更好的信息化教学环境，鼓励一线教师改善教学手段，积极使用多媒体技术辅助教学，优化人才培养。越来越多的研究开始尝试将一些教学内容与电子游戏相结合，在一定的理论指导下，设计开发一款教育游戏。与小学阶段的学生不同，进入初中的青少年更具有个性和想法，他们有充足的想象力和创造力，但缺少施展的舞台。目前的初中课堂仍是以教师讲授为主要教学手段，学生容易注意力不集中，难以全程紧跟教师的上课进度，从而导致教学效率低下。为了更好的贴合学生的成长，需要设计与开发更为有效的教育游戏。概念图是一种可视化学习工具，可以将传统教学知识点中看起来错综复杂的关系简单化，在这个过程中，学生需要思考不同类型知识点之间的关联性，极大的提高其自身的逻辑思维能力和解决问题的能力。在教育游戏的设计中，概念图的应用有助于合理安排不同章节和关卡，使得教育游戏中的知识点更加具有条理性。

基于此，本研究计划开发一款初中传统汉文化教育游戏，设计不同的概念图支架，通过对比实验，探索不同形式概念图对于实际教学效果的影响，比较不同教学方法下学习者学习成绩、心流体验、认知负荷上的差异，为教育游戏与课堂教学相结合提供一些思路。

2. 国内外概念图游戏研究现状

根据诺瓦克博士的定义，概念图是组成和表征概念知识思维过程的工具，是把所有概念有机联系并以科学命题形式展示概念间联系的一种空间网络结构图，主要由概念、命题、交叉联结和层级结构 4 个元素构成(Novak, 1984)。在国情基础上，中国学者进一步探讨概念图的相关理论(徐洪林 et al., 2003; 赵国庆 & 陆志坚, 2004)。

教育游戏可以很大程度的提升学习者兴趣，而概念图作为一种可视化工具，可以更加清晰的呈现学科知识，提高学习效率。国外早期研究集中于概念图在 STEM 教育中的作用(Novak & Ca N As, 2008)，后逐步引入游戏化元素，越来越多研究尝试将概念图和教育游戏相结合，如通过角色扮演、闯关任务增强学习动机(Hwang et al., 2017)；通过以时间序列导向的概念图来学习不同时期发生的历史事件之间的优先级关系(Chu et al., 2015)。国内学者杨小勤(杨小勤 & 赵一鸣, 2016)将概念图策略运用到小学科学课程教学中，以建构主义理论、最近发展区理论、有意义学习理论为指导，开发了一款名为“草原大作战”的教育游戏。在设计和开发过程中遵循了理论指导原则、简单易操作原则、动机激发原则和情景化原则，最大程度的符合小学生的身心发展特点。近年来，概念图作为一种知识组织工具，已被证明能有效支持学生的学习过程。例如，李梅娟等人(2020)基于概念图理论设计的信息素质教育游戏，帮助学生由浅入深地学习，达到了比较好的学习效果。同时游戏关注概念之间的联系，有助于完善概念框架，在一定程度上促进了有意义的学习。Li 等人(2021)的研究提出了一种基于概念图的双层测试游戏（CM-TTG）方法，并通过准实验设计验证了其对学生学习成就的积极影响，同时揭示了高、低成就者在游戏化学习中的行为差异。已有研究发现概念图支架可以提高学习者在教育游戏中的学习表现，本研究将以此为基础，进一步探索不同形式的概念图的效果差异。

3. 研究设计

在本研究中，教育游戏的教学内容聚焦现代社会生活中“年味变淡”这一社会话题，挖掘春节民俗中的传统汉语言文化，根据腊月、正月的节日分布，本教育游戏共分为四大篇章：寻味腊八、小年拾忆、福满除夕、夜游元宵。在考证大量民俗、汉语言文献资料的基础上，确定了四大篇章的主要教学内容。

本研究的实验对象是 J 市某中学七年级四个班级的学生，参与实验的四个班级学生初始水平相近。本研究的实验工具为三种版本的概念图与评估学习者学习成绩的前后测。三种版本的概念图由本人基于原创教育游戏《寻年记》中的教学内容编写而成，主要用于辅助学习者的游戏学习，学习者在体验游戏、学习传统节日文化的同时，需要将不完整的概念图补充完整。

4. 研究结果

本研究主要通过分析学习者的前后测成绩，来评估研究概念图在教育游戏实施过程中发挥的作用。实验分为四组，分别是无概念图、完整版概念图、选择版概念图和填空版概念图，共计发放前测后测 192 套，收回 192 套，有效数据 187 套。在教学实施前，将所有学习者的前测成绩进行方差分析，四组学习者的前测成绩不存在显著差异。

4.1. 不同教学方式效果差异性分析

本研究通过四组实验，对不同教学方法的前后测成绩进行配对样本 t 检验，以分析不同教学方式是否能显著影响学习效果。结果显示，所有组别的后测成绩均显著高于前测成绩（无概念图组前测均值 43.65, 后测均值 66.44, t=-10.638, p<.001；完整版概念图组前测均值 40.87, 后测均值 49.35, t=-3.261, p=.002；选择版概念图组前测均值 43.72, 后测均值 87.66, t=-19.481, p<.001；填空版概念图组前测均值 40.36，后测均值 89.52，t=-28.442，p<.001），不同教学方式均能显著提升学习效果，其中选择版和填空版概念图组的提升更为显著。

4.2.学习者后测学习成绩差异性分析

选择单变量线性分析模型，以前测成绩作为协变量、教学方法分组作为固定因子、后测成绩为因变量，进行协方差分析，发现前测成绩对后测成绩存在显著影响。教学方法作为固定因子，对后测成绩存在显著影响。成对比较结果将四种不同的教学方法两两进行比较，结果表明，基于选择版概念图辅助的教育游戏和基于填空版概念图辅助的教育游戏不存在显著差异，其余教学方法两两之间均存在显著差异。从平均值差值一栏中可以看出，基于选择版概念图辅助的教育游戏和基于填空版概念图辅助的教育游戏的教学效果优于其他两种方法，无概念图教育游戏的教学效果优于基于完整版概念图辅助的教育游戏的教学效果。

表 1 不同教学方式后测协方差分析

(I) 教学方法	(J) 教学方法	均值差值 (I-J)	p 值
填空版概念图	无概念图	24.221*	.000
填空版概念图	选择版概念图	3.028	.308
填空版概念图	完整版概念图	40.353*	.000
无概念图	选择版概念图	-21.193*	.000
无概念图	完整版概念图	16.132*	.000
选择版概念图	完整版概念图	37.325*	.000

选择单变量线性分析模型，以前测成绩作为协变量、性别作为固定因子、后测成绩为因变量，进行协方差分析，发现性别对后测成绩存在显著影响。成对比较结果将男女生后测成绩进行比较，结果表明男女生的后测成绩存在显著差异。从平均值差值一栏中可以看出，女生的后测成绩要优于男生。

表 2 不同性别后测协方差分析

(I) 性别	(J) 性别	均值差值 (I-J)	标准差	p 值
男	女	-7.810*	3.072	.012

4.3.学习者心流体验、认知负荷差异性分析

将分别使用无概念图、完整版概念图、选择版概念图、填空版概念图辅助学习的学习者心流体验、认知负荷数据进行方差分析，发现使用无概念图、完整版概念图、选择版概念图、填空版概念图辅助学习的四组学习者心流体验、认知负荷均不存在显著差异。

表 3 不同教学方式的心流体验 单因素方差分析

类型		平方和	df	均方	F	p 值
心流体验	组间	283.695	3	94.565	1.974	.120
	组内	8335.361	174	47.904		
	总数	8619.056	177			
认知负荷	组间	146.215	3	48.738	.382	.766
	组内	22205.296	174	127.617		
	总数	22351.511	177			

5. 总结与展望

本研究设计开发了一个传统汉文化教育游戏，同时基于此设计了不同的概念图支架，通过学习者前后测成绩、心流体验和认知负荷数据的对比，探究概念图在传统汉文化教育游戏中起到的具体作用。最终本研究以实践证明，无概念图、完整版概念图、选择版概念图、填空版概念图辅助的教育游戏的应用均有利于学习者学习成绩的提高，但对于学习者的心流体验和认知负荷没有显著影响。其中基于选择版概念图辅助的教育游戏和基于填空版概念图辅助的教育游戏的教学效果优于其他两种方法。因此，概念图作为一种有效的教学辅助策略，可

以在一定程度上克服教育游戏中存在的某些消极因素，提高教育游戏的教学效果。但概念图的形式十分关键，并不是所有形式的概念图都一定有助于学习者提高学习成绩。

在本研究中，教育游戏《寻年记》与概念图是独立的，学习者在学习过程中需要间歇性低头阅读概念图内容，可能会影响学习者的游戏体验。此外为了缩短实验时间，游戏中的人物对话都通过文字进行，缺少语音效果，可能会降低游戏的交流感。为了更加深入的研究概念图对于教育游戏学习效果的影响，可以对本研究进行更加深入的分析与思考。

参考文献

李梅娟, & 吴建华. (2020). 基于概念图理论的信息素质教育游戏设计——以《文献关系网》为例. 数字图书馆论坛, (02), 37-43.

徐洪林, 康长运, & 刘恩山. (2003). 概念图的研究及其进展. 学科教育(03), 39-43.

杨小勤, & 赵一鸣. (2016). 基于概念图的教育游戏设计与实现. 中国教育信息化, (12), 63-67.

赵国庆, & 陆志坚. (2004). “概念图”与“思维导图”辨析. 中国电化教育(08), 42-45.

Chu, H., Yang, K., & Chen, J. (2015). A time sequence-oriented concept map approach to developing educational computer games for history courses. *Interactive Learning Environments*, *23*(2), 212-229.

Hwang, G., Sung, H., & Chang, H. (2017). Effects of concept-mapping-based interactive e-books on active and reflective-style students' learning performances in junior high school law courses. *Interactive Learning Environments*, *25*(7), 877-888.

Li, F., Hwang, G., Chen, P., & Lin, Y. (2021). Effects of a concept mapping-based two-tier test strategy on students' digital game-based learning performances and behavioral patterns. *Computers & Education*, *173*, 104293.

Novak, J. D. (1984). Learning how to learn. Press Syndicate of the University of Cambridge

Novak, J. D., & Ca N As, A. J. (2008). The theory underlying concept maps and how to construct and use them

家庭教育與兩性平權議題融入遊戲設計探究

A Study on Integrating Homeschooling and Gender Equality Issues into Game Design

王曉璿[1]，翁敏淳[2*]，林苡婷[3]，辜伊辰[4]，陳松筠[5]
[1]國立臺中教育大學數位內容科技學系
[*] monimo2654@gmail.com

【摘要】 本研究設計並製作了以家庭教育與兩性平權為核心議題的遊戲「家秘日記」，旨在透過沉浸式體驗引導玩家反思社會議題，促進家庭溝通與性別平等觀念的提升。遊戲以一位青少年女孩為主角，玩家可根據選擇影響劇情走向並探索家庭問題的多樣結局。遊戲融合解謎元素，參考 2D 捲軸遊戲的設計特色，將家庭教育與性別平等觀點融入角色塑造與故事情節，使玩家在角色經歷中產生共鳴。本研究結果顯示，透過角色設計、故事設定與情緒分析等多方面的設計，遊戲能有效傳達議題內容，並促使玩家在遊玩過程中深入理解家庭教育與性別平權的核心價值。

【關鍵字】 家庭教育；兩性平權；解謎；議題結合遊戲

Abstract: *This study designed the game "Famystery Diary" focusing on homeschooling and gender equality, aiming to guide players to reflect on social issues and promote family communication and equality. Players, controlling a teenage girl protagonist, influence the plot and explore family problem endings. Incorporating puzzles and 2D scrolling design, the game integrates family education and gender equality into characters and storyline, fostering empathy. Results show that through character design, story setting, and emotion analysis, the game effectively conveys issues and motivates players to understand core values of homeschooling and gender equality.*

Keywords: Homeschooling, Gender Equality, Puzzles, Puzzle Combination Games

1.前言

隨著數位科技的進步，遊戲作為兼具娛樂性與教育性的媒介，正逐漸成為促進學習與傳遞社會價值的重要工具，特別是在家庭教育與性別平權等社會議題中，傳統的說教方式往往難以有效激發個人的深層反思。因此，透過更具互動性和沉浸感的教育模式，來引導大眾對這些議題的理解與關注，已成為當前教育創新的重要方向。本研究設計並製作了一款名為「家秘日記」的遊戲，透過沉浸式的情節體驗，引導玩家以第一人稱視角參與家庭教育與性別平權相關的情境。遊戲不僅讓玩家在角色的經歷中產生情感共鳴，還能啟發對社會議題的深入思考與行動意識。透過本研究，我們希望探討以下問題：(一)遊戲設計如何有效傳遞家庭教育與性別平權觀念？(二)沉浸式互動對玩家在社會議題上的反思與行動有何影響？(三)遊戲化學習能否為社會議題教育提供新的可能性與策略？本研究的結果將為探索遊戲媒介在教育與社會議題傳遞中的應用提供參考，並為未來相關遊戲設計與教育模式的創新發展提供啟發。

2.文獻探討

米德《心靈、自我與社會》指出，家庭教育是社會化的第一階段，深刻影響個性與價值觀。然而，親子觀點分歧與家長間的理念衝突常導致問題，影響孩童成長甚至延續至後代（陳雅婷，2013）。此外，家庭教育亦涉及性別平權，父母無形中傳遞的性別刻板印象會影響子女的性別態度（李隆煇，2005），而接受性別平等課程能顯著提升性別認知（姜信彰，2022）。我們希望透過遊戲呈現這些議題，讓玩家從小孩視角體驗家庭不和諧與性別刻板印象的影響，進而反思自身家庭關係，藉此提醒家長關注孩子的心理需求，促進親子良性溝通，提升家庭教育的品質。

我們期望「家秘日記」能成為讓僵硬的家庭關係發生變化的鑰匙；遊戲中刻意放大家長對孩

子的壓迫感與孩子過度壓抑的情緒，讓玩家透過遊戲看到自身家庭的縮影，並反思在家庭關係中是否自己有扮演好自身的角色。

3.研究方式

由於社會議題較難以直接被大眾消化，此研究將透過遊戲方式帶入相關議題吸引大眾關注，並以常見的2D捲軸為主要遊戲類型，設計一款以議題為主軸，融合解謎的遊戲「家秘日記」。為更了解大眾對2D捲軸遊戲的喜好，我們參考市面上26項遊戲，分析其相關資料並彙整出吸引玩家和讓玩家反感要素。

我們比較了遊戲吸引玩家與讓玩家反感的要素。吸引玩家的關鍵在於深度且多樣的劇情、精美獨特的畫風、多樣特殊的玩法、沉浸感強的氛圍，以及清楚的介面設計。相反地，節奏掌控差、單一玩法、氛圍與劇情衝突、缺乏新手教學與存檔系統問題則容易讓玩家反感。為使社會議題更好的融入遊戲，我們分成以下三類設計:

3.1. 遊戲主要角色設計

根據文獻資料，我們將與家庭教育及兩性平權議題相關的觀點融入角色設定，讓玩家經過了解並體驗主角的經歷而進行反思。

主角－高若庭，參考論文提出的父母對於子女的期望，在子女間產生了一種內外在的衝突（臺灣教育評論月刊, 2018），而設計成一名傳統倫理上的乖孩子。遊戲中將利用玩家的回饋改變若庭原本的生活軌跡，希望在母親與父親的不同期待中，玩家可以操控主角找到平衡點，擺脫父母期望對於若庭的枷鎖。

主角的母親－劉嘉娣，從小便被其父母因性別歧視限制發展，卻仍然努力讀書為自己打造了一條路。故事中的母親將以自身的經驗嚴厲管教主角，用扭曲的心態希望女兒能夠和過去的自己一樣，此設計參考文章提到的學業成績優異的青少年部分來自母親的強力督促甚至干預（林惠雅 & 教育心理學報, 2017）。

而主角的父親－高文翰以及主角的弟弟－劉柏軒皆以母親與主角的反面概念進行設計，使玩家在遊戲中也可以學習到不同面向人格特質處理事情的方式以及見解。

3.2 遊戲故事與互動設計

由於探討家庭教育議題，本研究的遊戲將故事主要場景設定在一個家庭中，主角是一位處於青少年時期的女孩，面臨一系列家庭問題，玩家可依照個人選擇進行回應，從而引導劇情走向不同的結局，探索多樣的故事路線，進而反思自身的選擇與價值觀。此外，兩性平權議題則透過主角母親的經歷體現，讓玩家感受嘉娣對孩子的教育態度深受其父母重男輕女意識的影響。

3.2.1 遊戲故事例子-分析父母對於小孩的不同教育立場

嘉娣：你到底在想什麼！你這樣是在害她！

文翰：我只是想帶她出去放鬆一下，你難道看不出來她壓力很大嗎？

嘉娣：你每次都這樣說！才會害他心思都沒放在課業上。

文翰：你這樣逼她，只會造成反效果，你這種教學方式，連我都讀不下去！

嘉娣：我以前也是這樣讀過來的，她是我的女兒，為什麼我可以她不行？

故事中父親傾向於讓孩子有適度的休息時間，減輕學習壓力；但從母親的角度來看，過多的休息會讓孩子難以將心思放在學習上，有壓力才能夠讓人成長。

3.3 情緒分析設計

為了解玩家在遊戲體驗過程中於每個情境中的真實情感，本研究設計了一個日記系統，不僅用於顯示遊戲故事的每日總結，還提供了一個輸入區域，讓玩家可以針對所經歷的故事表達感受；此外，系統與 KeyMoji API 連接，對玩家輸入的文字進行情緒分析，判斷其當下情緒是正向還是負向，並將結果反映在遊戲內主角的情緒值上，主角的情緒值不僅是對玩家情感的動態反映，還會直接影響遊戲劇情的走向，進一步增強遊戲的沉浸感。綜合以上設計我們製作一款以議題為主軸解謎遊戲。

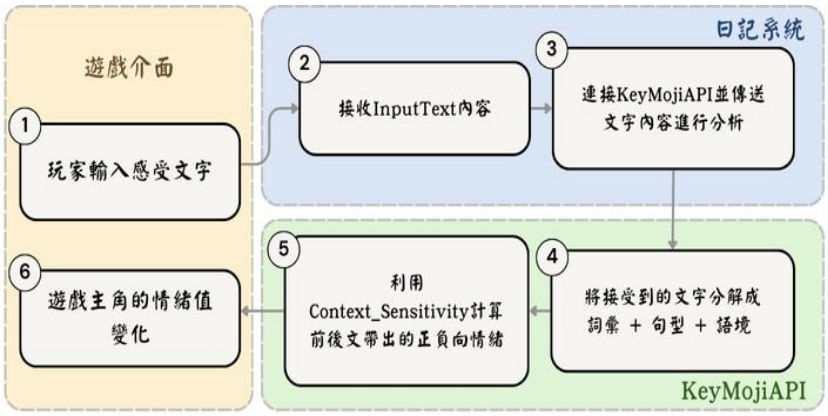
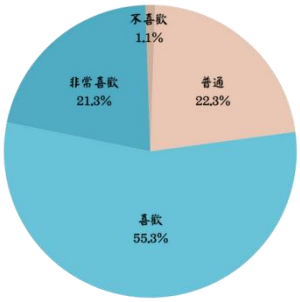
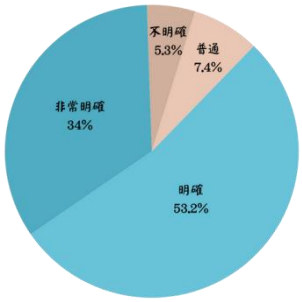
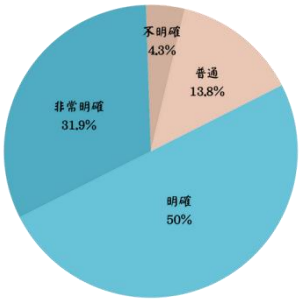


圖 1 情緒分析流程圖

4. 研究結果與討論

本研究在完成遊戲設計後，邀請 94 位受試者進行遊玩，並收集他們對遊戲與議題連結、核心理念傳達的回饋。受試者普遍認為，遊戲中的故事背景表達清晰，且故事與議題的連結明確，能有效傳遞核心理念，並促使他們深入理解並反思議題內容。數據顯示，受試者對遊戲設計的清晰度和沉浸度評價較高，表明遊戲作為教育工具，能有效結合娛樂性與教育性，並促使玩家反思現實生活中的價值觀和行為。如表 1。

表 1 遊戲沉浸度與對故事、議題的理解程度

遊戲故事背景	遊戲故事與議題的連結度	遊戲核心理念
		

基於這些發現，我們針對所探討的問題提出結論：

故事劇情圍繞家庭教育的衝突展開，探討父母理念不合、親子溝通障礙等問題，以及社會對兩性刻板印象對家庭的影響。玩家能透過沉浸式體驗，代入主角視角，親身感受這些議題的實際情況，並透過選擇影響劇情發展，使其更能理解主角的處境與困境。此外，遊戲讓玩家以第一視角體驗性別偏見帶來的限制，從而更直觀地意識到性別平等的重要性，當這些經驗與現實生活產生對比時，玩家便能進一步思考並採取具體行動來改變現狀。在遊戲化學習中，我們將複雜的議題轉化為逐步解鎖的劇情，讓玩家在遊玩過程中漸漸理解核心議題。同時透過玩家的選擇，我們能蒐集數據以了解大眾對這些問題的看法，進而調整策略以改善遊戲內容。這種方式不僅提升學習興趣，還能讓玩家從被動吸收知識轉為主動探索，透過生動有趣的方式深入議題，達到寓教於樂的效果。

參考文獻

李隆煇(2005). 國小學童父母的人格特質、價值觀、工作滿足感對兩性平權概念影響之研究. 臺灣博碩士論文知識加值系統

林惠雅 & 蕭英玲(2017). 青少年時期親子關係滿意度的變化: 生態脈絡的影響.教育心理學報, 49(1), 95-111.

姜信彰(2022). 大學生性別角色態度與性別平等認知之研究—以臺北地區大學生為例 臺灣博碩士論文知識加值系統

陳雅婷(2013). 青少年的家庭教育學習需求探討.臺灣師範大學人類發展與家庭學系在職進修碩士班學位論文, 2013, 1-146.

謝.J.(2018). 從電視劇《你的孩子不是你的孩子》談升學主義下的家庭角色.臺灣教育評論月刊, 7(10),246-249.

AI 閱讀遊戲：結合 AI 打造多角色線上互動平台提升閱讀動機

AI Reading Game: Enhancing Reading Motivation with an AI-Powered Multi-Role Online Interaction Platform

郭鋅恩[1*]，廖長彥[1]，葉彥呈[1]，陳德懷[1]
[1]中央大學 網路學習科技研究所，臺灣
[*] wesley.ncu@gmail.com

【摘要】 本研究設計了一款結合 AI 的多人線上閱讀遊戲，探討遊戲互動模式如何促進學生的閱讀動機與學習成效。系統以遊戲化的社交互動模式設計，採用 Azure AI 服務實現 AI 角色功能，讓學生與 AI 動物同伴協作並參與競爭，並且從 AI 遊戲關主獲得回饋，讓學生在遊戲過程中不僅提升社會參與感，也增進與 AI 動物同伴間的情感連結。本研究將在實驗小學進行，透過問卷調查與大型語言模型分析，評估系統對學生閱讀動機及學習成效的影響，期望此互動模式能帶來顯著的正面效果。
【關鍵字】 智慧學習同伴；閱讀學習；社交互動；遊戲化

Abstract: *This study designs an AI-integrated multiplayer online reading game to investigate how interactive gaming modes can promote students' reading motivation and learning effectiveness. The system is designed with a gamified social interaction mode, utilizing Azure AI services to implement AI character functions. This allows students to collaborate with AI animal companions, engage in competition, and receive feedback from AI game host. This process not only enhances social engagement during gameplay but also fosters emotional connections with AI animal companions. The study will be conducted in an experimental elementary school, using questionnaires and large language model analysis to evaluate the system's impact on students' reading motivation and learning effectiveness. This interactive model is expected to bring significant positive effects.*
Keywords: artificial intelligence learning companion, learning by reading, social interaction, gamification

1. 前言

Chan 和 Baskin（1988）賦予 AI 作為學習同伴的角色，使 AI 不僅僅是專家輔助教導學習者，更如學習者的同儕進行互動，Chen 則將學習同伴具象化為動物形象，透過遊戲化提升學習動機（Chen, 2012; Chen et al., 2007, 2011）。近年來，生成式人工智慧（generative AI）在教育中的應用使 AI 更貼近學習同伴的角色，Liu 等人（2022, 2024）發現 AI 聊天機器人可作為學生的閱讀同伴，具有極大潛力。本研究結合 AI、社交互動及遊戲化的優勢，開發一款線上交談型遊戲，透過閱讀活動讓學生更好的將書籍資訊內化。儘管 AI 在教育已有一段歷史，但當前多數平台仍以一對一的 AI 互動模式為主，主要目的是透過數位教育遊戲，使學生能在多人互動和競爭的情境下，與 AI 動物同伴進行協作，互動中增進與動物的情感連結，並藉由遊戲機制提升學生的閱讀動機和學習成效。

2. 文獻探討

學習同伴具有多種形象、角色或者互動模式（Chou et al., 2003），例如：學生扮演教授者，負責教導以養育動物同伴；有時則是動物同伴擔任同儕輔導員，提供學生提醒及回饋（Chen, 2012）。在 My-Pet 與 Our-Pet 的系統設計中，小組之間在團隊競賽時會有所競爭內容，組內學生個人為了團隊成功，協作討論和分享學習內容（Chen, 2012; Chen et al., 2007, 2011）。

也有研究將機器人與 AI 結合，讓類人形機器人在英文閱讀過程中擔任導師和評論者，引導學生英文發音以及提供回饋（Feng & Wang, 2023）。隨著自然語言處理（natural language processing）技術的進步，Liu 等人（2022, 2024）設計多款 AI 聊天機器人，扮演協作者、同

儕輔導員和評論者等角色，協助不同語言能力和興趣的學生理解書籍內容，聊天機器人被大多學生視為真人，透過互動提升了閱讀體驗和學習動機，為閱讀和語言學習帶來了新可能性。

3. 研究方法與設計

3.1. 角色及互動模式

日常學習中的互動模式豐富多樣，在實際學習環境中，通常混合多種互動模式並且相當多元。例如：在課堂中，教師可能會將學生分組進行任務，小組成員需要協作完成任務，過程中可能會有同儕間的互相教導，而小組之間也可能為了獲得更好的成績而彼此競爭；評論者除了透過 AI 模擬，也可能由具有權威的專家或老師進行評估，甚至是透過同儕互評來完成（Liu et al., 2021）。本研究參考 Chou 等人（2003）所提出的學習同伴角色框架，歸納出常見的學習互動模式與角色，並將其應用於設計數位教育遊戲中，如表 1 所示。

表 1、學習互動模式與角色說明

互動角色	說明
協作者	學習者與程度相仿的 AI 小組形式共同完成某一特定目標，過程中彼此討論、協商、解決衝突
競爭者	學習者與程度相仿的 AI 彼此之間良性競爭，促使學習者追求更好的表現，提升學習動機
教授者	學習者向 AI 進行教導，加深學生對知識的理解
同儕輔導員	AI 向學習者進行輔導，提供學生更適性化的協助和引導
評論者	AI 扮演評論者的角色，提供學生的學習成果回饋和建議

3.2. 遊戲規則及流程

本研究設計了多人與 AI 互動的閱讀活動，遊戲中維持學生與動物同伴的情感連結，靈感源於臺灣領銜開發的實體交談型桌遊「選書師」，考量到 Cès 等人（2024）調查發現，各年齡層都相當重視桌遊所帶來的益處，因此預期不僅能吸引學生，也能讓教師與家長一同參與。

AI 遊戲關主在開始時會模擬真實顧客的需求，出題向所有學生提出選書要求，營造具有挑戰性的學習情境，在收到所有學生的推薦後，AI 遊戲關主會根據推薦內容提供評分和回饋，讓學生反思自己的選擇；AI 動物同伴作為學生的協作者，會根據學生的行為在遊戲過程中提供情感支持和適時的提示，表現出情感回饋增進學生與動物間的情感連結，提示則以符合動物角色的設定藉由有趣的情境故事進行引導；學生之間存在競爭關係會互相比較，期望獲得 AI 遊戲關主更高的評價和遊戲獎勵，由於學生同時可以看到彼此的推薦內容，因此他們也同時扮演著同儕輔導員的角色，互相觀摩和學習，遊戲以外的日常中，學生可能會相互分享薦書策略。這些角色功能建立了多人與 AI 互動的可能模式，如表 2 所示。

表 2、遊戲角色對應關係

角色	功能
AI 遊戲關主	導師、評論者
AI 動物同伴	協作者
學生	競爭者、教授者、同儕輔導員

可能的流程如下，參見圖 1。遊戲開始時，學生會被 AI 動物同伴迎接並提供情感支持。隨後，AI 遊戲關主會呈現一名顧客角色的背景資訊，學生需根據這些資訊推薦適合的書籍，既可以選擇 AI 提供的書籍，也可以推薦自己閱讀過的書籍。當遇到困難時，AI 動物同伴會以情境故事的方式提供提示和鼓勵。所有學生完成推薦後，AI 遊戲關主會根據推薦的內容進行評價，選出最佳推薦者並給予獎勵。

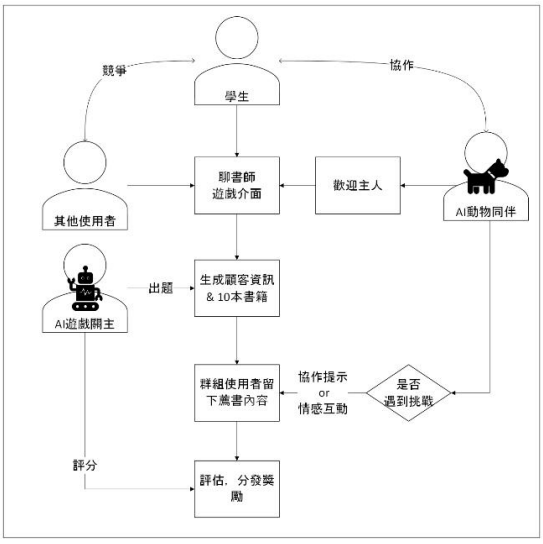


圖 1、遊戲互動模式及流程

4. 研究結果

4.1.數據收集與分析

為了評估此數位教育遊戲的有效性，本研究將結合質性與量化分析方法。首先藉由問卷調查收集使用者對系統的看法，包括系統使用滿意度和興趣量表，以評估系統的吸引力，並進行訪談。問卷中也包含開放式問題，以了解使用者對系統互動模式的回饋，例如：對 AI 動物同伴在情感和協作上的支持程度、AI 遊戲關主出題和回饋的建設性，以及使用者對 AI 角色形象與性格的偏好等，藉此了解使用者對系統互動模式的觀點。

此外，將運用大型語言模型（large language model, LLM）分析學生與 AI 互動的數據。根據 Chew 等人（2023）的研究，LLM 能夠有效處理大量文本數據，揭示研究者難以察覺的資訊。透過 LLM 語義理解能力來判斷學生是否展現批判性思維，推薦書籍是否符合顧客需求，並評估推薦過程的吸引力、邏輯性與思維深度，例如：學生能否深入理解書籍內容，並將其與自身經驗或情感連結，提出有洞見的觀點等。

4.2.預期成果

本研究預計在台灣北部某實驗小學進行八次活動，參與學生約為 80 位，涵蓋二至六年級，該學校已有閱讀基礎，預期學生的薦書內容會隨著遊戲次數增加而豐富。初期，學生可能較常參考 AI 提供的書單，但隨著閱讀量的累積，學生將更傾向推薦自己閱讀的書籍，且推薦內容會更具創造性和吸引力，更符合顧客需求。另外 AI 動物同伴的協作效果將因年級而異，低年級學生可能更頻繁參考 AI 動物同伴提供的建議，而高年級學生則更傾向獨立思考。透過分析學生與 AI 的互動數據，以及問卷調查和訪談結果，預期將驗證這種多人與 AI 互動模式的數位教育遊戲能有效提升學生的閱讀動機和學習成效。

5. 結論與未來展望

本研究以團隊先前設計的動物同伴系統為基礎，延伸開發一個多人互動的閱讀活動，以彌補過往研究較少關注多人與 AI 互動的缺口，並保有動物同伴的互動及情感連結，促進學習的持續性。此遊戲設計旨探討學生在與 AI 和同儕的互動中，體會推薦書籍的樂趣，並學習如何根據顧客需求進行選書，藉由遊戲機制、AI 動物同伴的協助和同儕間的互動，預期能增強及維持學生的閱讀動機和社會投入感，使學習過程更有趣且富有挑戰性，進而提升學生的認知能力。未來，將根據收集到的數據和反饋改進系統，並隨著 AI 技術進步，設計更多元的 AI 同伴，以更廣泛應用於不同教學情境中。

致謝

本研究在國家科學及技術委員會 (NSTC 112-2410-H-008-020-MY3) 與「中央大學學習科技研究中心」的資助下完成，謹此致謝。

參考文獻

Chan, T. W., & Baskin, A. B. (1988). "Studying with the prince" the computer as a learning companion. In 1988 International Conference on Intelligent Tutoring System, 194-200. Montreal, Canada.

Cès, P., Duflos, M., & Giraudeau, C. (2024). “I can't wait to play with you again!”: Intergenerational board games within families. Family Relations, 1–17.

Chen, Z. H. (2012). We care about you: Incorporating pet characteristics with educational agents through reciprocal caring approach. Computers & Education, 59(4), 1081-1088.

Chen, Z. H., Chou, C. Y., Deng, Y. C., & Chan, T. W. (2007). Active open learner models as animal companions: Motivating children to learn through interacting with My-Pet and Our-Pet. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 17(2), 145-167.

Chen, Z. H., Liao, C., Chien, T. C., & Chan, T. W. (2011). Animal companions: Fostering children's effort-making by nurturing virtual pets. British Journal of Educational Technology, 42(1), 166-180.

Chew, R., Bollenbacher, J., Wenger, M., Speer, J., & Kim, A. (2023). LLM-assisted content analysis: Using large language models to support deductive coding. arXiv preprint arXiv:2306.14924.

Chou, C. Y., Chan, T. W., & Lin, C. J. (2003). Redefining the learning companion: The past, present, and future of educational agents. Computers & Education, 40, 255-269.

Feng, Y., & Wang, X. (2023). A comparative study on the development of Chinese and English abilities of Chinese primary school students through two bilingual reading modes: human-AI robot interaction and paper books. Frontiers in Psychology, 14, 1200675.

Liu, C. C., Chiu, C. W., Chang, C. H., & Lo, F. Y. (2024). Analysis of a chatbot as a dialogic reading facilitator: its influence on learning interest and learner interactions. Educational technology research and development, 1-29.

Liu, C. C., Liao, M. G., Chang, C. H., & Lin, H. M. (2022). An analysis of children’ interaction with an AI chatbot and its impact on their interest in reading. Computers & Education, 189, 104576.

Liu, T. L., Yang, Y. F., & Hong, Y. C. (2021). Raising students’ audience awareness for oral presentation through online role-reversal. System, 99, 102510.

基于扎根理论的大学生防诈骗教育游戏设计需求模型构建

Construction of a Demand Model for the Design of Anti Fraud Education Games for College Students Based on Grounded Theory

汪丹[1*]，尹春晓[1]，陈桂香[1]
[1]西南大学教育学部
[*] wdd0221@163.com

【摘要】 本文旨在探讨大学生在防诈骗教育游戏中的需求，并构建设计需求模型，提供创新的教育游戏设计方案。研究基于扎根理论，通过对24名大学生的深度访谈与数据分析，采用三级编码方法得到概念范畴及其逻辑关系，最终构建了大学生防诈骗教育游戏设计需求模型。结果表明：防诈骗意识的提升效果认知是游戏设计需求的核心驱动因素；游戏内容需求、偏好的游戏机制、角色扮演及情景模拟效果认知为直接影响游戏设计需求的3个关键设计要素；真实案例支持度、外观设计与用户体验偏好、喜好的教育游戏形式及学生的过往游戏经验则为支持优化要素。

【关键词】 电信诈骗；大学生防诈骗教育；教育游戏；扎根理论；设计需求模型

Abstract: *This article aims to explore the needs of college students in anti fraud educational games, and construct a design requirement model to provide innovative educational game design solutions. Based on the grounded theory, this study conducted in-depth interviews and data analysis with 24 college students, and used a three-level coding method to obtain conceptual categories and their logical relationships. Finally, a demand model for designing anti fraud educational games for college students was constructed. The results indicate that the enhancement of anti fraud awareness is the core driving factor for game design requirements; The three key design elements that directly affect game design requirements are game content requirements, preferred game mechanics, role-playing, and situational simulation effect cognition; The support for real-life cases, design and user experience preferences, preferred educational game formats, and students' past gaming experience are the factors that support optimization.*

Keywords: telecommunications fraud，College students' anti fraud education，Educational games，Grounded theory，Design requirement model

1. 引言

随着信息技术的迅速发展，电信诈骗的形式不断翻新，给社会和个人带来了严重的经济损失和心理伤害。根据中国信息通信研究院发布的《新形势下电信网络诈骗治理研究报告（2020年）》，电信网络诈骗的受害人群体呈现年轻化的趋势。报告显示，处于“90后”、“00后”的高校学生，是电信诈骗的高风险群体（中国信息通信研究院，2020）。在此背景下，习近平总书记于2021年4月9日作出重要指示，强调要“注重源头治理、综合治理”，并且“加强社会宣传教育防范”。随后，《中华人民共和国反电信网络诈骗法》于2022年1月1日开始实施，为防范电信诈骗提供了法律支持。然而，随着诈骗技术的不断更新，高校学生因防范意识薄弱和对新技术的依赖，电信诈骗案件依然层出不穷（许倩，2022）。因此，如何提升大学生的防诈骗意识、增强他们的诈骗识别能力，已经成为当前高校教育的重要课题（王旭东，2023）。

目前，高校防诈骗教育主要通过讲座、主题班会和宣传材料等形式开展（李新旗，2021；江波，2022；才黛吉，2022），但普遍存在形式单一、互动性不足的问题，难以在实际情境中提升大学生应对诈骗的能力（申志强，2022）。因此，探索更具吸引力和实效性的教育形

式成为当务之急。教育游戏的沉浸式体验和强互动性,在激发学习兴趣(Wouters P et al.,2013)、提升实践能力等方面表现出显著优势（李雨昕等人，2021），其安全教育、健康教育等领域的教育价值已得到充分证明（Gounaridou A et al.,2021; Efe H&Topsakal N U,2024 ）。然而，目前尚未有较为合适的、针对大学生防诈骗教育的游戏，且如何设计游戏才能达到预期教育效果仍未知。因此，本研究以扎根理论为基础，通过深度访谈和数据分析，从用户视角系统挖掘大学生对防诈骗教育游戏的需求，构建科学的需求模型，为设计更具实效性和针对性的防诈骗教育游戏提供理论支持与实践指导。

2. 研究设计与分析

2.1. 研究方法与数据收集

本研究基于扎根理论，对 24 名 18 至 28 岁的高校学生进行半结构式访谈，并采用三级编码分析其数据，以提炼大学生对防诈骗教育游戏的设计需求。

2.2. 数据处理分析

2.2.1 开放式编码

在开放式编码阶段，研究者通过 NVivo 编码工具，将访谈数据进行整理，得到了 81 个(a1-a81)初始概念，对其进行提炼归纳，初步生成了 37 个(A1-A37)概念范畴。部分开放式编码结果如表 1 所示。

表 1 开放式编码示例

原始数据	初始概念化	初始范畴化
访谈者 A:我觉得可以在游戏中模拟遭遇诈骗的情境，遇到类似情况的话，就不容易被骗了	模拟遭遇诈骗情境	模拟诈骗情境
访谈者 B:我个人比较偏向叙事型教育游戏,通过简单对话和选择情景来进行交流	叙事与情节选择对话	互动叙事与情景学习
访谈者 C:我希望能够了解诈骗案例中主人公被诈骗的具体过程	诈骗案例具体过程	诈骗过程解析
访谈者 D:游戏中如果有得分制和排行榜这些会更好，排行榜根据分数来定，显示打败了多少个同学	得分制、排行榜形式	排行榜与积分系统

2.2.2 主轴编码

在主轴编码阶段，共形成了 8 个主范畴 B1-B8，即偏好的游戏机制、角色扮演及情景模拟效果认知、真实案例支持度、防诈骗意识提升效果认知、外观设计与用户体验偏好、过往游戏经验、学习内容需求和喜好的教育游戏类型。在此基础上，将主范畴进一步解析归类成 6 个维度，分别为：目的维度(B4 防诈骗意识提升效果认知)、内容与信息维度（B7 游戏内容需求）、机制维度（B1 偏好的游戏机制）、虚构与叙事维度（B2 角色扮演及情景模拟效果认知、B3 真实案例支持度）、美学与图形维度（B5 外观设计与用户体验偏好）和框架维度（B6 过往游戏经验、B8 喜好的教育游戏类型）。

2.2.3 选择式编码

在选择式编码阶段，以“大学生对防诈骗教育游戏的设计需求”为核心范畴，通过核心范畴与其他主范畴之间的联结，进一步揭示了主范畴之间的关系结构及内涵，如表 2 所示。

表 2 主范畴关系结构及内涵

关系	关系结构	关系结构的内涵
防诈骗意识提升效果认知→设计需求	因果关系	大学生期望通过游戏提升防诈骗意识的需求直接影响游戏内容和机制的设计，是游戏设计的核心驱动因素
过往游戏经验→设计需求	支持关系	大学生是否了解或接触过教育游戏或防诈骗游戏，决定了他们对游戏的初步认知和接受程度，为设计需求提供支持性参考
喜好的教育游戏形式→设计需求	支持关系	大学生对游戏形式的偏好为游戏设计提供多样化路径，主要起支持和优化作用，影响设计需求的实现方式
游戏内容需求→设计需求	因果关系	学生对防诈骗知识的需求直接决定游戏教学内容的设计重点，确保内容的针对性和教育目标的达成，是游戏设计需求的关键设计元素之一

偏好的游戏机制→设计需求	因果关系	大学生偏好的游戏互动机制（如任务驱动、即时反馈、分支选择）直接影响游戏体验的趣味性、沉浸感和教育效果，是游戏设计需求的关键设计元素之一
真实案例支持度→设计需求	支持关系	大学生对融入真实案例的支持度为游戏设计提供参考，使教育内容贴近实际，增强游戏的教育意义，但为附加价值
角色扮演及情景模拟效果认知→设计需求	因果关系	大学生对角色扮演和情景模拟的效果认知通过引导与优化设计需求，最终服务于大学生防诈骗教育游戏的教育目标，是游戏设计需求的关键设计元素之一
外观设计与用户体验偏好→设计需求	支持关系	外观设计和用户体验的偏好（如视觉设计、界面布局、音效设计）提升了游戏的吸引力和参与感，是满足设计需求的重要手段，但不直接影响核心需求的形成，属于支持性关系

3. 大学生防诈骗教育游戏设计需求模型构建

基于编码分析，本研究建构了大学生防诈骗教育游戏设计需求模型，该模型抽象出了目的、内容与信息、机制、虚构与叙事、美学与图形和框架 6 个主维度，见图 1。

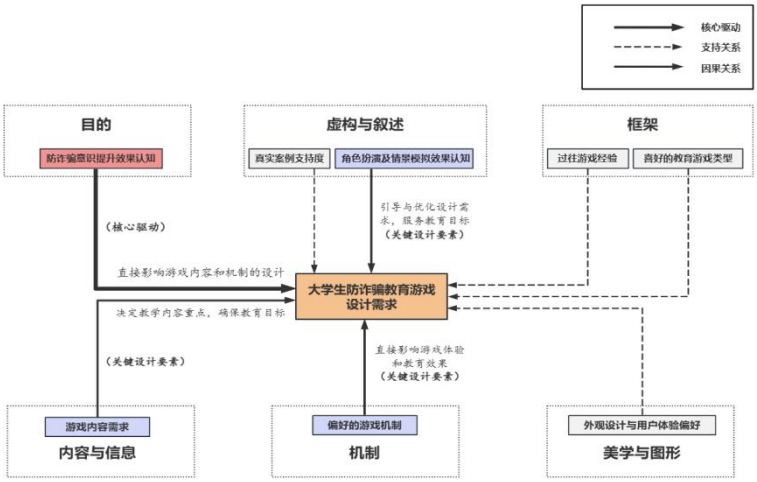


图 1 大学生防诈骗教育游戏设计需求模型

4. 研究结论与建议

基于表 2 及图 1，提出如下 5 个针对防诈骗教育游戏的设计建议，以促进理论和实践的有效结合，并提升游戏的实际应用价值。

4.1 强化沉浸式角色扮演与情境模拟

防诈骗教育游戏应充分利用“角色扮演与情境模拟”这一关键设计要素，提升玩家的代入感和防诈骗意识：①采用第一人称视角，增强玩家在诈骗场景中的决策体验。②设计多种诈骗形式和场景，如电信诈骗、网络诈骗等，拓宽玩家风险认知；③引入动态对话系统，结合人工智能技术调整诈骗话术，提升互动真实性。

4.2 丰富游戏机制，提高学习效果

优化游戏机制以契合大学生的偏好和学习需求:采用任务驱动模式，引导玩家主动学习诈骗防范知识；结合多分支剧情，让不同选择影响游戏结局；加入积分奖励、成就徽章、排行榜等激励机制，增强互动性；提供实时反馈，强化正确决策的激励作用。

4.3 融入真实案例，提高教育真实性

首先，建议选取近年来典型的大学生受骗案例，将其改编为游戏任务，使玩家在仿真情境中直观学习诈骗手法与防范策略。其次，建立案例数据库并内置于游戏中，方便玩家查阅详细案例分析。此外，还可结合在线社区分享机制，鼓励玩家分享自身或周边的受骗经历，从而提升集体防范意识。

4.4 优化视觉与交互设计

一，提升界面友好性。采用简洁直观的 UI 设计，突出关键信息，帮助玩家快速获取内容。二，增强音效与动画效果。通过警示音效和沉浸式动画，帮助玩家感知诈骗风险，提高警惕

性。三，优化角色设计。诈骗者形象贴近现实，正面角色更具亲和力，提升玩家的学习代入感。

4.5 结合 AI 智能技术，实现个性化学习

基于 AI 技术的自适应学习机制能够为玩家提供个性化的防诈骗训练。一方面，系统分析玩家决策数据，提供防范建议，并动态调整 AI 角色的诈骗策略与话术，提升玩家应对不同诈骗情境的能力；另一方面，通过跟踪和分析玩家的游戏行为，生成个性化报告，帮助其识别防范弱点并进行针对性提升。

参考文献

才黛吉 (2022)。青海省高校电信诈骗防范现状及对策研究——以 XX 大学为例。青藏高原论坛, 10(1), 73－80。

王旭东 (2023)。高校开展预防电信诈骗教育的研究。天津职业院校联合学报, 25(8), 79－82。

中国信息通信研究院 (2020)。新形势下电信网络诈骗治理研究报告（2020 年）[研究报告]。中国信息通信研究院。Retrieved June 15, 2022, from http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/ztbg/202012/P020201218393889946295.pdf

申志强 (2022)。小组工作介入大学生防电信诈骗教育研究——以 X 大学为例 [硕士学位论文, 湘潭大学]。https://doi.org/10.27426/d.cnki.gxtdu.2022.001249

江波 (2022)。新形势下高校反电信网络诈骗犯罪体系的构建——以四川 S 大学为例。四川警察学院学报, 34(4), 74－80。https://doi.org/10.16022/j.cnki.cn51-1716/d.2022.04.013

许倩 (2022)。强教育与弱感知：高校安全教育中正式和非正式制度对大学生风险感知的影响——基于电信诈骗的多案例研究。广州大学学报（社会科学版）, 21(2), 32－43。

李雨昕、刘红、陈丽丽、罗英和王媛媛(2021)。沉浸式饮食护理教育游戏在消化内科临床教学中的应用。护理学杂志, 36(19), 84－87。

李新旗 (2021)。Z 市高校电信网络诈骗治理研究 [硕士学位论文, 郑州大学]。https://doi.org/10.27466/d.cnki.gzzdu.2021.004563

Efe, H., & Umdu Topsakal, Ü. (2024). A meta-synthesis study in interactive learning environments: digital games in health education. Interactive Learning Environments, 32(4), 1319-1329.

Gounaridou, A., Siamtanidou, E., & Dimoulas, C. (2021). A Serious Game for Mediated Education on Traffic Behavior and Safety Awareness. Education Sciences, 11(3), 127.

Wouters, P., Van Nimwegen, C., Van Oostendorp, H., & Van Der Spek, E. D. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. Journal of educational psychology, 105(2), 249.

運用 360 度環景影像虛擬實境於客家茶文化食農教育之設計與成效研究

The Design and Effectiveness of Spherical Video-Based Virtual Reality in Hakka Tea Culture Food and Agricultural Education

廖長彥
中央大學網路學習科技研究所
CalvinCYLiao@gmail.com

【摘要】本研究嘗試運用 360 度環景影像虛擬實境（Spherical Video-Based Virtual Reality, SVVR）技術應用於客家茶文化課程設計。以苗栗銅鑼茶園為案例，開發一套涵蓋茶樹生長、病蟲害防治、製茶工藝與茶葉品種等多元面向的數位課程，讓學生能以沉浸式方式體驗在地農業與茶文化。本研究邀請 20 位國小四年級學生參與 3 小時課程，並採用前後測驗卷、興趣問卷及課程觀察與訪談進行綜合評估。研究結果顯示，學生的茶葉相關知識在前後測中有顯著進步，同時約 75%的學生在興趣問卷中表示正向投入。然而，課堂觀察與訪談也發現，不同學生之間在學習投入與互動深度方面存在差異，部分學生僅快速瀏覽課程或依賴同儕解題，未能深入探索資訊點。整體而言，將 SVVR 技術與在地文化資源結合，能有效促進食農教育的知識傳遞與情感連結，但仍需在互動機制與課程深度設計上持續優化。本研究結果可作為未來推廣以茶文化為主題的數位食農教育及文化傳承教學之參考基礎。

【關鍵字】 球形虛擬實境影片；食農教育；茶文化；遊戲化教學

Abstract: *This study adopts Spherical Video-Based Virtual Reality (SVVR) technology to design a curriculum focused on Hakka tea culture. Using the Tongluo Tea Plantation in Miaoli as a case study, a multifaceted digital course was developed, covering topics such as tea tree growth, pest and disease management, tea-making techniques, and the characteristics of various tea types. This course gave students an immersive learning experience to explore local agriculture and tea culture. The study involved 20 fourth-grade Elementary School students who participated in a 3-hour course. Data collection methods included pre-and post-tests, interest questionnaires, classroom observations, and interviews. Results showed significant improvement in students' knowledge of tea-related topics, with 75% of students reporting positive engagement in the interest questionnaire. However, classroom observations and interviews revealed variations in student engagement and interaction depth. Some students quickly skimmed through the course or relied on peers for answers, failing to explore the informational points thoroughly. Overall, integrating SVVR technology with local cultural resources effectively enhanced knowledge transmission and emotional connection in food and agricultural education. However, further optimization is needed in interaction mechanisms and course design depth. This study offers a foundational reference for promoting digital food and agricultural education and cultural heritage teaching centered on tea culture in the future.*

Keywords: Spherical video-based virtual reality (SVVR), Food and Agricultural Education, Tea Culture, Gamification

1. 前言

在現代社會快速都市化的脈絡下，許多學生對於農業生產的理解多停留於教科書描述或日常食材消費的層面，缺乏對農業實務、環境永續與地方文化的深度認識。食農教育（food and agricultural education）因此應運而生，強調讓學生從「食」的視角出發，了解「農」的全過程與多元價值，不僅在於知識的獲得，更在於尊重自然、珍惜資源和傳承文化的態度培養。

在臺灣，客家茶文化兼具地方特色與歷史意涵，具備豐富的食農教育潛能。然而，如何透過創新的教學模式與科技手段，讓學生能夠「親臨」茶園、體驗製茶工序、感受在地文化，仍是一大挑戰。360 度環景影像虛擬實境（Spherical Video-Based Virtual Reality, SVVR）技術

的發展，為此帶來了新契機。藉由高沉浸感與沉浸式情境的教學設計，SVVR 能將真實茶園的景觀、聲音與製茶流程數位化，提供學生跨越時空限制的學習管道，並結合遊戲化與角色扮演等多元元素，激發學習動機。

本研究以苗栗銅鑼茶園為案例場域，將 SVVR 技術與客家茶文化知識結合，嘗試打造一門融合食農知識、傳統技藝與文化脈絡的數位課程。透過此課程，學生能夠在沉浸式情境中理解茶樹的生長與病蟲害防治、茶葉製程與品種特性，並體會到茶文化在當地歷史與生活中的重要性。為了評估此數位課程的教學成效，本研究進行前後測、問卷調查及觀察與訪談，綜合探討學生在知識與態度層面的轉變。

2. 文獻探討

2.1. 球形虛擬實境影片(Spherical video-based virtual reality, SVVR)

球形虛擬實境影片（SVVR）或稱為全景影像 360 技術，已廣泛應用於教育領域，展現其創造沉浸式學習情境的潛力。SVVR 技術透過將真實情境中的照片、影片和聲音數位化，讓學生在虛擬環境中體驗深度學習。例如，Chen et al. (2022) 的研究發現，SVVR 能支持學生的寫作與專業訓練，提供真實情境以促進學生學習行為的改變，從中等參與轉向高等參與。類似地，Hwang et al. (2022) 的研究提出以 ARCS 模型為基礎的專業培訓設計，讓學習者在進入實際案例前模擬真實問題解決過程，顯著提高學習效果。此外，Marasco (2020) 指出，SVVR 可應用於文化遺產敘事，為參與者提供情感上的深度連結，並提升他們對學習內容的興趣與投入。

SVVR 技術的另一個核心優勢在於提升學習者的參與動機與學習成效。例如，Geng et al. (2021) 在地理教育中的研究表明，互動式球形虛擬實境影片（ISVVR）能提供真實的學習場景，幫助學生更直觀地理解複雜知識。同時，Chien 和 Hwang (2022) 探討基於問題、觀察與組織（QOO）模型的 SVVR 方法，發現此方式不僅能提升學生對文化課程的參與度，還能促進科技接受度與演講表現。Chang et al. (2022) 則證實，SVVR 技術在護理教育中能提高學生的學習滿意度與動機，尤其是在分娩教育訓練中的應用成效顯著。總體來看，SVVR 技術能結合遊戲化設計與沉浸式學習情境，為學習者提供多樣化的學習支持，並有效增強學習興趣與知識掌握。

2.2. 另類實境遊戲 (Alternate Reality Game, ARG)

另類實境遊戲（Alternate Reality Game, ARG）結合多種媒體與遊戲元素，以參與者的行為推動故事進展，為學習者提供豐富的互動式學習經驗。Connolly, Stansfield 和 Hainey (2011) 的研究指出，ARG 能有效提升學生的學習動機，特別是在語言學習的情境中。這種遊戲形式強調跨媒體敘事與互動式學習，讓學生通過解謎與探索理解知識，同時練習批判性思維與決策能力。Dena (2008) 提到，ARG 的敘事結構非線性，玩家在遊戲中的選擇會影響故事的進程，這樣的互動方式不僅讓學習過程充滿挑戰，也提升了參與者的興趣與投入。

ARG 的另一項特點是資訊的分散性。學生需要從多種媒體平台上收集、分析並整合資訊，以推動故事的進展。Bonsignore et al. (2013) 的研究指出，ARG 能幫助學生培養 21 世紀核心素養，包括問題解決、資訊管理與團隊合作能力。此外，這種遊戲形式在博物館導覽與文化學習中具有重要應用價值。例如，史密森尼美國藝術博物館推出的【Ghosts of a Chance】和【Pheon】成功結合了 ARG 的解謎與故事元素，提升了參訪者對展覽內容的理解與興趣。Jane McGonigal 於紐約公共圖書館設計的【尋找未來】進一步展示了 ARG 在教育與文化敘事中的應用潛力。這些案例顯示，ARG 不僅能結合教育與娛樂，還能激發學習者的動機與創造力，為學習者提供更深層次的知識理解與實踐機會。

3. SVVR 數位課程設計

本研究採用 360 度環景影像虛擬實境（SVVR）技術設計茶葉數位課程，讓學生能身臨其境地探索茶葉從茶樹栽培到茶葉製作的各個環節。學生能夠深入了解茶葉相關知識，包括茶

樹的種植、生長、採摘，茶葉的揉捻、發酵、烘焙，等完整過程。本研究進一步發展了虛實整合的茶葉教育探究活動，將學校教育與茶園實際環境連結，增強學生的實踐與文化體驗。

圖 1 SVVR 數位課程：茶葉數位課程

數位課程內容結合了多元的知識點與多媒體資源，包括文字說明、茶園紀實照片、製茶影像和語音導覽等，為學生提供一個立體、全方位的探索學習體驗。透過 360 環景影像虛擬實境技術，學生可以在虛擬茶園中閱讀圖文、觀看影像、參與模擬製茶關卡，完成從產地到茶席的濃縮體驗，更直觀地掌握茶葉生產與文化的各個環節，並進行相應的知識檢核。此外，課程涵蓋了茶樹的育苗方式、生長特性、病蟲害觀察、採摘過程、製茶工藝與茶文化歷史等多個模組，旨在培養學生的批判性思考與實踐能力，並增強對茶文化的理解與認同感。

圖 2 多元的知識點與多媒體資源，包括文字說明、茶園紀實照片、製茶影像和語音導覽

這門課程透過 SVVR 技術，結合角色扮演與圖像化展示，旨在帶領學生沉浸式學習客家茶文化，深入了解茶樹種植、病蟲害防治、茶葉製作與品種知識。課程的教學設計圍繞兩個核心角色展開：第一是科學家角色，他帶領學生探索茶葉復育過程，介紹如何運用現代科學技術改良茶樹品種，提升產量與品質，並讓學生模擬茶葉基因篩選與培育的基本實驗。第二是老茶農角色，他以故事化的方式，結合銅鑼茶園的種植場景與歷史照片，向學生講解茶園經營的傳統智慧，並展示如何應對不同季節的種植挑戰，見圖 3。

圖 3 課程畫面內容：(左邊)客語內容；(右邊) 茶樹種植

課程分為四個單元，依次涵蓋茶樹種植、葉樹病蟲害、茶葉製作和茶葉品種。在茶樹種植單元中，學生將學習茶樹的生長環境需求，如土壤、氣候與水分管理，並透過 VR360 技術觀察茶園中的種植布局，模擬茶樹的種植過程。病蟲害單元則讓學生了解茶樹常見病蟲害的種類與防治方法，透過虛擬場景辨識病蟲害特徵，並扮演科學家設計防治計劃。在茶葉製作單元，學生可以觀察茶葉從採摘到製作的全過程，並使用 SVVR 技術模擬揉茶等製程，從中體驗工藝的細膩與複雜。最後，在茶葉品種單元，學生將比較不同茶葉品種的特徵與加工過程，並參與風味測試，學習品種背後的文化故事。

整體課程結合了沉浸式學習、故事化教學與多感官體驗。學生不僅能透過 SVVR 技術親臨茶園與製茶工坊，還能與角色互動，增強學習動機與文化認同感。同時，這樣的教學設計將科技與文化教育的結合，幫助學生以全新的視角探索傳統文化的深度與價值。

4. 研究方法

本研究邀請了 20 位公館國小四年級學生參與三個小時的數位體驗活動，學生使用平板電腦操作環景影像虛擬實境平台，體驗以茶葉為主題的課程內容。為了探索學生在認知與情意面向的效果，本研究根據課程內容設計了茶葉相關的測驗卷及興趣問卷，並邀請農業專家進行檢視，以評估學生在活動前後對於茶葉知識的掌握情況，以及他們對學習這些內容的興趣。

測驗卷的題型包括 5 題是非題、5 題選擇題和 1 題問答題，從不同角度來評估學生的茶葉知識。是非題和選擇題主要評估學生對茶葉生長特性、製茶工藝及茶文化基本概念的認知，而問答題則旨在檢驗學生對課程內容的深入理解及其應用能力，例如描述茶葉的主要製作步驟或探討不同茶葉品種的特性。

此外，本研究參考研究者 Hidi 和 Renninger (2006) 所發展的興趣發展理論，設計了興趣問卷，收集學生對這門以茶葉為主題的數位課程的主觀感受與興趣程度。問卷包含三個面向，分別是引趣與好奇心、入趣與心流，以及延伸興趣，每個面向各設 2 題，共計 6 題。這些問卷的數據將幫助研究者深入了解學生對於數位課程的反應，為未來課程內容的改進和調整提供參考。

除了測驗與問卷，本研究還透過課程觀察與訪談來進一步了解學生的使用情況。在課程結束後，研究者隨機選取了 6 位學生進行深入訪談，內容涵蓋學生在操作虛擬實境平台時的經驗、學習過程中的感受，以及對課程內容的具體反饋。研究者同時觀察學生在課程中的互動情形，例如操作困難點、對解謎任務的反應，以及同儕間的合作交流情況。

透過測驗卷、興趣問卷、課程觀察與學生訪談的綜合分析，本研究期望全面評估數位體驗活動在提升學生茶葉知識與興趣上的成效，進一步指導數位課程設計的優化，並為推廣以茶文化為主題的食農教育提供實證基礎。

5. 初步分析

5.1. 使用情況

觀察結果顯示，學生在參與課程時的行為表現存在顯著差異。約三分之一的學生會認真觀看課程內容，其中一些學生甚至在下課時間仍持續操作學習平台，展現出高度的學習投入。然而，其餘約三分之二的學生則傾向於快速瀏覽課程，或直接向同學詢問答案，結束後迅速切換至其他網頁進行娛樂活動。儘管如此，整體課程的操作過程非常流暢，未出現技術障礙。而在後測結束後進行題目檢討時，全班的投入度明顯提高，學生積極參與討論，展現出強烈的學習興趣。訪談結果進一步揭示學生對系統的使用感受。針對認真觀看課程內容的學生進行訪談，發現密室逃脫設計是最具吸引力的環節。例如，學生 S#02 提到：「*密室逃脫的遊戲很好玩，讓我覺得學習像在解謎，特別是找到線索解鎖下一步時很有成就感。*」這一設計成功激發了學生的學習動機，成為課程中的亮點。同時，學生普遍對系統整體評價持正面態度。學生 S#05 表示：「用起來很好，我覺得這個課程不無聊，還有很多東西可以點來看。」然而，也有少數學生反映出技術問題，例如 S#08 提到：「*網速有點慢，有時候要等很久才會出現畫面。*」雖然該問題對部分學生的體驗造成了一定影響，但並未妨礙整體學習過程。

對於 360 度場景課程的設計效果，研究者觀察到其能有效引起學生的學習興趣，大多數學生會對每個場景進行瀏覽，顯示出探索的積極性。然而，學生對資訊點的深入互動相對不足。一些學生雖然點擊了資訊點，但並未展現出持續關注或深度學習的跡象。例如，學生 S#11 在訪談中提到：「*我有點過裡面的資料，不過有一些看不太懂，所以就沒繼續看了。*」這反映出資訊點的設計與內容表達需進一步優化，以促進學生的深入理解。整體而言，360 度場景與密室逃脫等互動設計成功激發了學生的學習興趣，並為課程增添了趣味性。然而，學生在深入學習與內容互動方面仍有提升空間。未來課程設計應考慮加入更多引導性任務或層次更豐富的解謎設計，以幫助學生逐步探索課程內容。同時，針對技術問題如網速進行改善，將進一步提升學生的學習體驗。

5.2. 學習興趣

而在情感層面上，數位課程同樣對學生產生了正面影響，見表 1。具體而言，在興趣的引趣與好奇心面向有 75%的人 (n = 15) 採正向看法;在入趣與心流面向有 70%的人 (n = 14) 採正向看法；在延伸興趣面向有 75%的人 (n = 15) 採正向看法。這可能是 360 度環景影像虛擬實境中的操作性與互動性，使得學習過程變得更加有趣和引人入勝，從而提升了學生的學習興趣和參與感。這種正面的情感反應對於激發學生的學習興趣十分重要。簡言之，季節性數位課程在食農教育中的應用不僅豐富了學生的知識體系，也激發了他們對學習的情感投入，有效提升了教育效果。

表 1 學生在進行 360 度環景影像虛擬實境後的學習興趣感受

	平均數 (標準差)	**正向陳述人數 (非常同意+同意)**	**正向陳述人數占比**
引趣與好奇心	4.07 (1.23)	15	75.00%
入趣與心流	3.96 (1.41)	14	70.00%
延伸興趣	4.02 (1.19)	15	75.00%

5.3. 學習表現

運用 Wilcoxon 符號等級檢定進行分析發現，學生在茶樹相關知識的前後測驗卷得分達顯著差異，見表 2。前測中，學生的平均得分為 5.24 分（標準差 = 1.83）；後測的平均得分為 8.56 分（標準差 = 1.49），$z = -3.82$，$p < .001$，達統計顯著水準。這顯示透過 360 度環景影像虛擬實境呈現的茶園環境，能有效促進學生對茶樹種植、葉樹病蟲害、茶葉製作和茶葉品種等主題的學習與理解。本課程利用虛擬實境技術讓學生深入了解茶樹種植的土壤需求與季節變化對生長的影響，學習葉樹常見病蟲害的識別與防治方法，觀察茶葉製作的揉捻、發酵和烘焙過程，並探索不同茶葉品種的特性與用途。學生在概念知識（如茶樹品種的生長特性、製茶步驟）和程序知識（如完成病蟲害防治任務、設計適合的茶葉製作工序）方面均有

顯著提升。本研究結果表明，基於虛擬實境技術的教學能夠提供沉浸式的學習體驗，增強學生對茶葉相關知識的掌握與應用。

6. 討論與小結

6.1. 主要發現

本研究發現，360 度環景影像虛擬實境課程能有效提升學生的學習興趣與知識掌握，但學生在參與行為與互動深度上仍存有差異。一部分學生表現出高度的學習投入，對課程內容展現出濃厚的興趣，特別是課程中的密室逃脫設計被廣泛認為是最具吸引力的環節。然而，也有部分學生傾向於快速瀏覽課程，對資訊點的互動與深入學習有所不足。在學習成效方面，學生在茶樹種植、病蟲害防治、茶葉製作及品種特性等主題的知識掌握上有顯著進步，顯示虛擬實境技術能有效支持食農教育的知識傳遞與應用。但在知識應用與實踐能力的培養上，部分學生在面對問題解決情境時的表現仍有提升空間。本研究結果表明，虛擬實境結合遊戲化設計具有激發學習興趣與提升學習成效的潛力，但未來需在課程內容深度與互動設計上進一步優化，以全面提升學習效果。

6.2. 後續研究

學生在課程中的參與與行為模式展現了明顯的多樣性。有部分學生展現出高度的學習投入，認真瀏覽課程內容，甚至在下課後仍持續操作學習平台；然而，也有學生傾向於快速瀏覽，並未深入參與課程內容或互動活動。這顯示課程雖然對部分學生具有吸引力，但對於另一部分學生，仍需要更具誘因的設計來引導深入學習。未來研究可進一步探討透過行為數據分析辨識學生的學習模式，並根據這些模式設計分層學習目標或個性化學習路徑，提升不同學習者的參與度與學習效果。

360 度環景影像虛擬實境課程在提升學生學習興趣方面展現出顯著成效。沉浸式學習場景結合遊戲化元素，成功吸引了大部分學生的注意力，特別是密室逃脫設計成為課程中的亮點。然而，學生對於課程中的資訊點仍缺乏深入互動，一些學生雖點擊了資訊點，但未能展現持續關注或深入理解。未來研究可聚焦於如何設計更多具挑戰性的情境任務，並結合即時反饋機制，引導學生深入探索課程內容。此外，亦可探討生成式人工智慧在課程中的應用，動態調整課程內容以滿足學生的學習需求，進一步提升學習體驗的個性化。

本課程在提升學生對茶樹相關知識的掌握上成效良好，尤其在茶樹種植、病蟲害防治、茶葉製作及品種特性等主題上展現了顯著的學習成效。然而，部分學生在應用知識解決實際問題的能力上仍有不足，顯示在學習深度與實踐能力方面仍需加強。未來研究可著重於設計基於實際應用場景的學習活動，例如模擬茶園管理的決策任務，讓學生以問題解決為導向進行學習。同時，可透過多輪交互式任務促進學生整合知識與應用能力，進一步提升課程的實用性與學習價值。

參考文獻

Bonsignore, E., Hansen, D., Kraus, K., & Ruppel, M. (2013). Alternate reality games as platforms for practicing 21st-century literacies.

Chang, C. Y., Sung, H. Y., Guo, J. L., Chang, B. Y., & Kuo, F. R. (2022). Effects of spherical video-based virtual reality on nursing students' learning performance in childbirth education training. *Interactive Learning Environments*, *30*(3), 400-416.

Chen, Y. T., Li, M., Huang, C. Q., Han, Z. M., Hwang, G. J., & Yang, G. (2022). Promoting deep writing with immersive technologies: An SVVR-supported Chinese composition writing approach for primary schools. *British Journal of Educational Technology*, *53(6)*, 2071-2091.

Chien, S. Y., & Hwang, G. J. (2022). A question, observation, and organisation-based SVVR approach to enhancing students' presentation performance, classroom engagement, and

technology acceptance in a cultural course. *British Journal of Educational Technology*, *53(2)*, 229-247.

Connolly, T. M., Stansfield, M., & Hainey, T. (2011). An alternate reality game for language learning: ARGuing for multilingual motivation. *Computers & Education, 57(1*), 1389-1415.

Dena, C. (2008). Emerging participatory culture practices: Player-created tiers in alternate reality games. *Convergence*, 14(1), 41-57.

Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational psychologist*, *41*(2), 111-127.

Hwang, G. J., Chang, C. C., & Chien, S. Y. (2022). A motivational model-based virtual reality approach to prompting learners' sense of presence, learning achievements, and higher-order thinking in professional safety training. *British Journal of Educational Technology,* 53(5), 1343-1360.

Marasco, A. (2020). Beyond virtual cultural tourism: History-living experiences with cinematic virtual reality. *Tourism and Heritage Journal*, *2*, 1-16.

Smith, S. (2016). "(Re)Counting Meaningful Learning Experiences: Using Student-Created Reflective Videos to Make Invisible Learning Visible During PjBL Experiences." *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning* 10(1): 2–16.

基于体验式学习理论的游戏化翻转课堂学习方法的设计与实施——以文言文《桃花源记》为例

Design and Implementation of an Experiential Game-Based Flipped Classroom Learning Approach——Taking the Classical Chinese "Peach Blossom Spring" as an Example

周文静[1]，赵丽娟[2]，周文清[3]，王小明[1*]
[1]浙江师范大学 教育学院
[2]上海市实验学校
[3]上饶市带湖小学
[*] zsdwxm@126.com

【摘要】 文言文是语文学习的重要组成部分，但传统的文言文教学面临诸多困境，翻转课堂与教育游戏为此提供了一些解决方案。然而以往的教育游戏往往孤立的存在于翻转课堂的某些教学活动中，很少会将其完整地融入翻转课堂的所有教学活动中。因此，本研究基于体验式学习理论提出了全过程游戏化翻转课堂学习方法，并将其应用于初中生文言文的学习中，以探讨该学习方法在文言文学习中对学习成效、心流和认知负荷的影响。
【关键词】 体验式学习；基于游戏的翻转学习；心流；认知负荷

Abstract: *Classical Chinese is an important element of language learning, but conventional classical Chinese teaching faces many dilemmas, for which the flipped classroom and educational games provide some solutions. However, educational games in the past often existed in isolation in some teaching activities of the flipped classroom and were seldom integrated into all teaching activities of the flipped classroom in a complete way. Therefore, this study proposes a whole-process game-based flipped classroom learning approach based on experiential learning theory and applies it to the learning of classical Chinese for junior high school students in order to explore the effects of the learning approach on learning achievement, flow, and cognitive load in the learning of classical Chinese.*
Keywords: Experiential learning, Game-based flipped learning, Flow, Cognitive load

1. 前言

文言文是研究传统文化和历史渊源的重要载体。然而随着时代的发展，汉语的书面语言与口头语言之间的差异逐渐增大，现代汉语最终取代文言文成为中国的官方书面语言。目前文言文学习存在缺少文言文常识、字词识别困难以及无法理解创作背景等诸多问题（薛城 & 黄伟，2020），学生难以在学习文言文时进行深入思考。对此，翻转学习是一种解决方案，学生在课前自学文言文基础知识，在正式课堂中，教师无需花费很多时间来弥补学生缺少的文言文常识，能够更快地进入深层次的学习。然而，一些学生在传统课堂中养成了被动学习的习惯，认为传统课堂中的学习只需要花费更少的时间和精力，对于翻转课堂的积极性不高（Chen et al., 2014; Smith, 2013）。对此，基于游戏的翻转课堂被认为是一种促进学生积极性的良好教学模式。

然而，尽管基于游戏的翻转课堂有一定的前景，教师在应用游戏开展实际教学时仍然遇到了问题。例如，教师在学生使用游戏进行学习时缺少相应的指导，使得学生在游戏化学习环境中更喜欢玩游戏而不是学习其中的知识（Foster & Shah, 2015）。此外，教育游戏往往仅应用于翻转课堂的课前学习活动，虽然有助于增强学生课前的学习投入，但很有可能会削弱正式课堂中学生的学习积极性。课前的游戏化自主学习与正式课程中的教师授课割裂开来，学生无法将课前在游戏中学习到的知识准确联系到正式课堂之中。

体验式学习作为游戏化翻转课堂的一种理论上合理的教学模式，能够很好地将游戏融入翻转课堂的全过程，使得翻转课堂和游戏融合成一个整体，学生能够更好地将课前学习的知识点与正式课堂联系起来，激发学生在正式课堂中的深入思考。因此，本研究提出了基于体验式学习理论的全过程游戏化翻转课堂学习模式，将基于游戏的学习、翻转课堂和体验式学习整合起来，将一个完整的教育游戏分阶段应用在翻转学习的全过程中，以解决传统翻转课堂中存在的种种问题，并探讨该学习模式对文言文学习的帮助和意义。

2. 文献综述

2.1. 翻转课堂

2000 年，美国的学者首次提出将传统课堂中部分在课上进行的教/学活动放在课下进行的课堂模式。在翻转课堂中，教师需要向学生提供若干学习材料，并要求在课前通过观看事先录制好的教学视频或课件完成相应的学习内容。上课时，学生就课前学习中遇到的难题向教师提问，而教师则根据问题为学生提供针对性的指导（Lage et al., 2000）。翻转课堂是一种以学生为中心的教学方法，学生将扮演主动学习者的身份，利用教师提供的学习材料进行课前的自主学习（Kim et al., 2014）。

随着翻转课堂模式的兴起，越来越多的学者开始对翻转课堂在各领域应用的有效性进行研究和报道。通过诸多综述统计后发现（Akçayır & Akçayır, 2018; Lo & Hew, 2017; Zainuddin & Halili, 2016），采用翻转课堂的教学方式可以显著提升学生的学习成绩（Gopalan, 2019; Zhao & Yang, 2023）。同时，翻转课堂改善了枯燥的传统教学形式，有助于提高学生的学习动机与参与度（Bhagat et al., 2016）。

2.2. 基于数字游戏的学习

由于数字化时代的到来和信息工具的深入使用，翻转课堂研究的趋势开始转向将更多的电子工具和学习内容整合到语言教学活动中。在诸多的电子技术中，数字游戏被人们认为是一种有趣和愉快的支持学习的方法。早有研究表明，成功的教育游戏能够起到激发学生的学习动机，减少学生的压力，提高学习能力和学习成效的作用（Prensky, 2003）。数字游戏在语言教学中也得到了教师和研究人员的广泛实践和检验。其优势包括促进学生更主动的进行学习，提高学习能力和使用语言进行交流的意愿等。比起传统的翻转课堂，游戏化的翻转课堂能够得到更好的学习效果，其中角色扮演游戏（RPG）是最常被使用且非常有效的一种学习方法。通过游戏进行课外学习时，学生将获得更好地沉浸性和积极性，学生的自我效能和认知负荷也能得到很好的改善（Lin et al., 2018; Wang, 2021）。

2.3. 体验式学习

体验式学习是主体通过亲自参与到具体实践活动中，以获得直接经验，从而感知事物真实内涵的一种行为。美国学者大卫·库伯在承继杜威、库尔特·勒温、皮亚杰等人教育思想的基础上，将体验学习分为四个阶段：具体体验、观察反思、抽象概括和行动应用。即学生首先通过亲身参与到一个真实的活动中产生感受，获得知识和技能，这一步强调学生的主动参与和亲身实践。紧接着学生对所获取的经历进行反思和讨论，思考自己在实践中遇到的问题，并提出解决方案。接下来学生需要将反思和观察到的结果进一步抽象，归纳出一般性的结论，从而深入理解知识。最后在新的情境中检验结论的正确性。如若检验没有得到证实，则导向新一轮的学习循环（Kolb, 1981; Kolb, 2014）。

体验式学习能够让游戏化翻转课堂更加流畅。相较于传统游戏，应用体验式学习理论的学生对于游戏的注意力、相关性和满意度显著增高（Kaneko et al., 2018）。在学生的学习成绩、问题解决倾向、深度的学习策略和学习动机方面，体验式游戏也为其带来了良好效果（Sung et al., 2017）。同时，体验式学习的四个阶段能将课前预习环节和正式授课环节联系起来，这不仅实现了知识获取的连贯性，还能够确保将教育游戏运用在翻转课堂的全过程。

因此，本研究采用体验式学习理论来开发全过程游戏化的翻转课堂的学习材料，从而探究体验式的全过程游戏化翻转课堂对文言文学习的帮助和影响。

3. 基于体验式学习理论的全过程游戏化翻转课堂学习模式

3.1. 游戏化翻转学习支持系统框架

本研究使用 RPG 游戏作为游戏化翻转学习的工具，整合初中八年级文言文课程《桃花源记》，进行游戏和教学内容的设计。在游戏过程中，学生可以学习文章的背景知识，同时积累文章中的文言生词。系统框架如图 1 所示。在翻转学习的过程中，教师负责引导学生主动参与游戏，并在交互式学习模块就游戏中的知识内容与学生进行交互探讨。学生在游戏过程模块自主探索游戏，根据所学到的知识思考并完成教师提供的导学单，在交互式学习模块与教师和同伴共同思考与讨论文章中的重难点问题，在最后的测试模块完成进阶游戏任务。学生的学习数据与答题情况将以文本形式被储存在学习日志数据库中，完成答题后学生会得到相应的答题反馈。

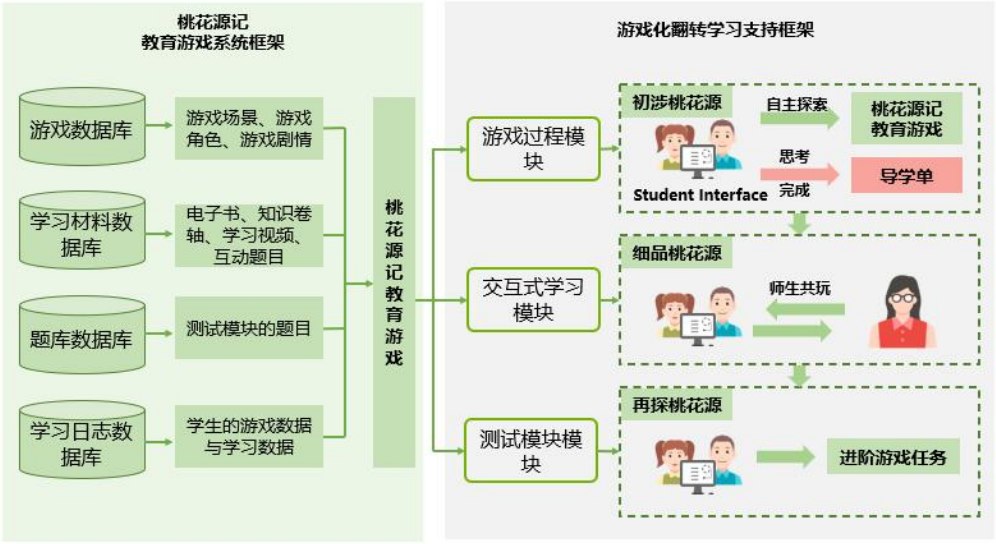


图 1 游戏化翻转学习支持系统框架

3.2. 体验式的全过程游戏化翻转学习模式

本研究基于 Kolb 的体验式学习理论进行游戏与教学模式的设计，如图 2 所示。前两个阶段为翻转课堂的课前学习环节，教师提供游戏材料供学生自主地进行游玩、学习和思考。在具体体验阶段，教师为学生提供了基于游戏的学习材料，学生进入游戏场景，体验《桃花源记》的主要故事线，同时对文章中的内容与重点字词进行初步的学习。随后，在反思观察阶段，学生根据游戏中的学习任务以及教师在学生游玩前发放的导学单进行深入思考，使得学生能够更好地理解文章写作背景、内涵、重点字词等知识点。后两个阶段是翻转课堂的正式授课环节，由教师主导课堂教学，利用游戏指导学生完成学习任务。在抽象概括阶段，由教师端操控游戏，向学生演示游戏中提出的问题，学生将在反思观察阶段中所学习到的知识与教师和同学进行讨论、交流，逐层剖析文章内涵，在师生交互中对知识点进行总结与归纳，实现知识的抽象概括。最后，在行动应用阶段，通过情景再现的形式，将测试题目融入游戏剧情中，学生回到游戏中，通过在游戏中答题，完成冒险。在此过程中，学生可以搭建起知识和故事情节的桥梁，在应用知识的同时进行对重点知识掌握情况的自我反思。

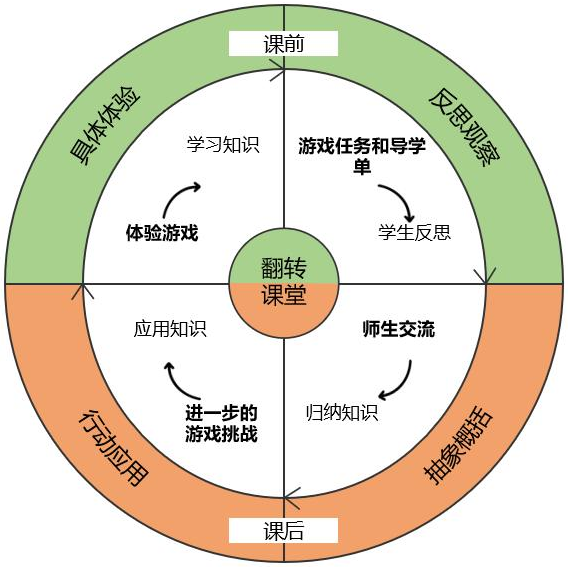


图 2 体验式的全过程游戏化翻转学习模式

3.3. 游戏内容和场景

实验组使用该游戏进行翻转课堂的教学，游戏共有三个部分：“初涉桃花源”“细品桃花源”“再探桃花源”，分别对应翻转课堂的课前预习、课堂学习以及课堂练习的三个阶段，学生需要在教师的引导下依次游玩这个游戏。

首先“初涉桃花源”为实验中的预习章节，学生在课前利用研究者提供的计算机和游戏进行自主学习。在这一环节中，学生将跟随游戏中发布的学习任务，扮演《桃花源记》的主角“渔人”，根据任务提示，收集相应游戏道具，如图 3 所示。学生通过与游戏中的环境和 NPC 互动，亲身体验桃花源奇遇，同时获取有关知识，包括文章大意、重点字词等。学生根据游戏给出的提示与环境或 NPC 进行交互，从而推进剧情的发展。例如，点击问号，会显示相应的剧情信息，并播放音频。剧情内容与原文相呼应，在对话框中也会将对应的原文信息展示出来。学生学习到的知识将被保存在电子书中，可以在游戏过程中随时查看。

图 3 游戏场景

“细品桃花源”由教师端主导控制，在正式课堂中运用这部分游戏内容指导学生进行学习。学习者需要在教师指导下，和教师一起探讨并解决该游戏环节中提出的五部分问题，问题包括写作背景、重点字词，到故事情节、桃源美景，以及背后蕴含的历史内涵与文化哲理。与课前学习时独立自主的学习环境不同，正式课堂中的学生更加强调与同伴和教师之间的合作探讨与深入思考。在游戏设计时，研究者总结归纳出课前学习中学生可能会遇到的问题，并在正式授课环节将问题依次展示给学生，让学生进行深入的思考与讨论，通过师生之间的交流实现这些知识点的抽象概括。例如，教师在电脑上显示字词挑战的游戏页面，引导学生根据课前学习获得的知识以及教师提供的学习资料进行深入地思考与相互之间的讨论，最终得出问题的答案，在学生给出答案后，教师可以点击游戏中的按钮显示出正确答案，便于学生对比自己的答案，进行进一步反思（图 4）。

图 4 细品桃花源游戏场景（a）重点字词句（b）文章蕴含的情感与文化内涵

在“再探桃花源”中，学生回到游戏中，再次探索《桃花源记》中的剧情场景，并在规定时间内完成隐藏在探索路径中的有关课程知识点的 30 道题目，包括选择题、填空题和判断题。第二次探索中的题目是对学生学习准确性的进一步检验，完成答题后，游戏将此环节中的答题情况反馈给学生，以供学生进行自我评价与反思。

4. 实验设计

4.1. 研究对象

本实验的研究对象为浙江中部某初中的两个七年级班级，由实验者在十二个班级中随机选择得出。学生在实验前已经接触过课外文言文阅读，具备一定的文言文学习基础。两个班级被分别作为实验组和对照组，实验组共有学生 34 名，采用体验式的全过程游戏化翻转学习模式进行文言文教学，对照组共有学生 34 名，采用传统的翻转学习模式进行文言文教学。

4.2. 实验流程

本研究开展了为期四周的实验。第一周对两组学生进行了文言文基础知识的前测，以掌握学生的学习基础。第二周，学生花费 20 分钟的时间进行课前预习，实验组使用研究者提供的 RPG 游戏配合教材进行预习，而对照组使用一般电子教材预习课程。两组学生都需要在预习阶段完成导学单。第三周，实验组的教师在机房利用 RPG 游戏作为教具，对学生开展互动式的教学。对照组的教师在传统多媒体教室利用多媒体课件进行教学。第四周，两组的学生都需要完成 20 分钟的《桃花源记》后测试题，10 分钟的心流和认知负荷的调查问卷。

4.3. 研究工具

为了检验体验式的全过程游戏化翻转学习对文言文学习成效的影响，本研究使用了文言文学习成绩的前测试题目、后测试题目以及心流和认知负荷的后测问卷，并在实验结束后对教师和部分学生进行访谈。

5. 研究结果

5.1. 学习成绩

根据实验前文言文成绩的独立样本 t 检验得出，两组学生的前测成绩没有显著差异（$t = 0.630, p = 0.531 > 0.05$），这意味着实验前两组学生的文言文水平相当。因此，使用前测成绩作为协变量，对实验后的成绩进行协方差分析。如表 1 所示，描述性统计结果显示，采用体验式的全过程游戏化翻转学习的班级的文言文成绩低于采用传统的翻转学习的班级，但没有显著差异（F=1.864，p=0.177> 0.05）。

表 1 两组学生后测成绩的协方差分析结果

	N	Mean	*SD*	*SE*	*F*	η^2
实验组	33	49.39	20.91	3.01	1.864	0.029
对照组	32	56.56	16.92	3.05		

5.2. 心流

为了了解实验组和对照组学生在实验过程中专注度的差异，对两组学生的心流水平进行了独立样本 t 检验，如表 2 所示。结果显示，实验组的平均值为 4.05，对照组的平均值为 3.58。两组之间的心流水平有显著差异（t=−3.132，p=0. 003<0.01），同时根据 Cohen（1988）的定义，d=0.8 表示中等效应大小，表明采用体验式的全过程游戏化翻转课堂能够显著提高学生在文言文学习时的心流水平。

表 2 两组学生心流的独立样本 T 检验结果

	N	Mean	*SD*	*t*	*d*
实验组	31	4.05	0.58	-3.132**	0.8
对照组	31	3.58	0.60		

**p <0.01

5.3. 认知负荷

通过对认知负荷的调查问卷采用独立样本 t 检验，来探究不同学习方式下两组学生之间的认知负荷差异，如表 3 所示。实验组的平均值为 2.13，对照组的平均值为 2.79，实验组的认知负荷显著小于对照组（t=2.79，p=0.007<0.01）。科恩的 d 值为 0.72，显示了中等到高的效应。因此，可以推断出采用体验式的游戏化翻转课堂进行文言文教学可以有效降低学生的认知负荷。

表 3 两组学生认知负荷的独立样本 T 检验结果

	N	Mean	*SD*	*t*	*d*
实验组	31	2.13	0.79	2.79**	0.72
对照组	31	2.79	1.06		

**p <0.01

5.4. 访谈

通过对访谈数据进行分析，我们探讨了教师和学生对体验式游戏翻转教学的不同看法。

教师认为，将游戏融入教学能够帮助学生集中注意力，提升学生学习兴趣，对学习文言文的最终成效有一定帮助，但在实际教学过程中仍有一定地改进空间。首先，教师难以监控学生在使用游戏进行学习时的沉浸程度，对此教师提出可以在游戏中加入更多地提问和对话环节，将学生放到更加真实的语境中。第二，游戏化学习对于基础比较薄弱的学生有着更大的困难，需要增加教师在学习时的引导。第三，使用游戏材料进行教学对教师有着更高的要求，教师需要有更好的技术能解决学生在玩游戏时遇到的技术难题，在课前也会花费更多的时间准备教学材料和备课。

学生对采用体验式的游戏化翻转课堂来进行文言文学习持积极肯定的态度。首先，学生认为比起传统课堂，在游戏化的课堂中，他们能够参与其中，同时数字游戏的应用能使他们的注意力更加集中，因此他们更喜欢体验式的游戏化翻转课堂。其次，学生厌恶传统课堂中的纸质练习环节，尽管练习对文言文的学习非常重要，但游戏形式的练习学生并不反感，甚至会认为游戏化的习题比较有趣。最后技术上的缺陷会影响学生进行游戏化学习，网络卡顿、游戏 bug 会导致学生的思路中断，产生负面影响。

6. 结论与讨论

本研究提出了体验式的全过程游戏化翻转学习模式，并开展了准实验研究。 实验结果表明，与传统的翻转课堂相比，体验式的全过程游戏化翻转学习在某种程度上并不能提高学生的学习成绩，这可能是由于学生习惯了被动接受知识的讲授式课堂。在传统的文言文课堂中，学生会将注意力集中在文言文的教学内容中，同时，教师也会帮助学生总结课程的重点内容并进行基础知识的补充，使学生获得更好的学习成效。而在基于游戏的课堂中，学生可能更加关注游戏中的无关信息，例如游戏的场景（Sung & Mayer, 2012）和游戏机制（Kocadere & Çağlar, 2015）。虽然本研究提出的学习模式对于短期的文言文成绩提升没有明显效果，但这并不意味着该学习模式对文言文学习完全没有帮助。显著的高心流状态和低认知负荷水平为

学生带来的积极情绪使学生在学习文言文时乐在其中，而这些情感层面的因素对于文言文的长期学习有着积极影响（Tan et al., 2021）。同时，积极情绪本身也是有别于学习成绩的一种重要学习成果。因此，在未来需要研究者对该学习模式进行不断优化，开展长期的研究以证实该学习模式对学生学习文言文的积极影响。

参考文献

薛城 & 黄伟.(2020).文言文教学的困境之思与突围之路.中学语文教学(11),9-12.

Akçayır, G., & Akçayır, M. (2018). The flipped classroom: A review of its advantages and challenges. *Computers & Education*, *126*, 334-345.

Bhagat, K. K., Chang, C.-N., & Chang, C.-Y. (2016). The impact of the flipped classroom on mathematics concept learning in high school. *Journal of Educational Technology & Society*, *19*(3), 134-142.

Chen, Y., Wang, Y., Kinshuk, & Chen, N.-S. (2014). Is FLIP enough? Or should we use the FLIPPED model instead? *Computers & Education*, *79*, 16-27.

Foster, A., & Shah, M. (2015). The play curricular activity reflection discussion model for game-based learning. *Journal of Research on Technology in Education*, *47*(2), 71-88.

Gopalan, C. (2019). Effect of flipped teaching on student performance and perceptions in an Introductory Physiology course. *Advances in physiology education*, *43*(1), 28-33.

Kaneko, K., Saito, Y., Nohara, Y., Kudo, E., & Yamada, M. (2018). Does physical activity enhance learning performance?: Learning effectiveness of game-based experiential learning for university library instruction. *The Journal of Academic Librarianship*, *44*(5), 569-581.

Kim, M. K., Kim, S. M., Khera, O., & Getman, J. (2014). The experience of three flipped classrooms in an urban university: An exploration of design principles. *The Internet and Higher Education*, *22*, 37–50.

Kocadere, S. A., & Çağlar, Ş. (2015). The design and implementation of a gamified assessment. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, *11*(3).

Kolb, D. A. (1981). Experiential learning theory and the learning style inventory: A reply to Freedman and Stumpf. *Academy of management review*, *6*(2), 289-296.

Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development.* FT press.

Lage, M. J., Platt, G. J., & Treglia, M. (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The journal of economic education*, *31*(1), 30-43.

Lin, C. J., Hwang, G. J., Fu, Q. K., & Chen, J. F. (2018). A flipped contextual game-based learning approach to enhancing EFL students' English business writing performance and reflective behaviors. *Journal of Educational Technology & Society*, *21*(3), 117-131.

Lo, C. K., & Hew, K. F. (2017). A critical review of flipped classroom challenges in K-12 education: Possible solutions and recommendations for future research. *Research and practice in technology enhanced learning*, *12*(1), 1-22.

Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *Computers in Entertainment (CIE)*, *1*(1), 21-21.

Smith, J. D. (2013). Student attitudes toward flipping the general chemistry classroom. *Chemistry Education Research and Practice*, *14*(4), 607-614.

Sung, E., & Mayer, R. E. (2012). When graphics improve liking but not learning from online lessons. *Computers in human behavior*, *28*(5), 1618-1625.

Sung, H. Y., Hwang, G. J., Lin, C. J., & Hong, T. W. (2017). Experiencing the Analects of Confucius: An experiential game-based learning approach to promoting students' motivation and conception of learning. *Computers & Education*, *110*, 143-153.

Tan, J., Mao, J., Jiang, Y., & Gao, M. (2021). The influence of academic emotions on learning effects: a systematic review. *International journal of environmental research and public health*, *18*(18), 9678.

Wang, Y. H. (2021). Exploring the effectiveness of adopting anchor-based game learning materials to support flipped classroom activities for senior high school students. *Interactive learning environments*, *29*(3), 365-384.

Zainuddin, Z., & Halili, S. H. (2016). Flipped classroom research and trends from different fields of study. *International review of research in open and distributed learning*, *17*(3), 313-340.

Zhao, X., & Yang, Y. (2023). Impact of social media-supported flipped classroom on English as a foreign language learners' writing performance and anxiety. *Frontiers in Psychology*, *13*, 1052737.

結合依附理論與個人化設計的多管道 AI 寵物機器人：維持學習參與及學習成效

Based on Attachment Theory and Personalization: A Multichannel AI Pet Robot for Sustaining Learning Engagement and Outcomes

蕭煒傑 [1]，彭治揚 [2]，楊舒涵 [3]，王振漢 [4*]，陳國棟 [5]
[125] 中央大學資訊工程學系
[3] 健行科技大學餐旅管理系
[4] 中央大學學習科技研究中心
[*] harry@cl.ncu.edu.tw

【摘要】 教育機器人已證實可提升學習動機，但隨新穎效應減弱，如何維持長期參與成一大挑戰。本研究設計基於依附理論的 AI 寵物機器人，通過情感連結與共同目標維持學習參與，並融合實體與數位形式，提供無所不在的互動，解決資源受限與環境限制問題。機器人採用個人化設計，允許學生自訂外觀、聲音及個性，並透過「精靈封印」概念確保實體與數位形式的一致性。為評估效果，在桃園某科技大學進行 12 週實驗，65 名餐旅管理學生參與。結果顯示，結合依附理論與個人化設計的 AI 寵物機器人對於學生學習動機、長期參與度及學習成效均有正面影響。

【關鍵字】 教育機器人；寵物機器人；依附理論；長期關係；個人化

Abstract: *Educational robots enhance learning motivation, but sustaining long-term engagement is challenging as novelty fades. This study designs an AI pet robot based on attachment theory to maintain engagement through emotional connections and responsibility. Combining physical and digital forms, it provides ubiquitous interaction to address resource and environmental constraints. The robot features personalized design, allowing students to customize appearance, voice, and personality, while the "Genie Seal" ensures consistency across forms. To evaluate its effectiveness, a 12-week quasi-experiment was conducted with 65 hospitality students. Results indicate that the AI pet robot, designed with attachment theory and personalization, positively impacts students' learning motivation, long-term engagement, and learning outcomes.*

Keywords: Educational Robot, Pet Robot, Attachment Theory, Long-term Relationship, Personalization

1. 緒論

在過去二十年中，將社交型機器人應用於教育情境已受到研究者與實務工作者的高度重視，因為它們有潛力提升學習者的投入度、動機以及學習成效(Belpaeme, Kennedy, Ramachandran, Scassellati, & Tanaka, 2018；Mubin, Stevens, Shahid, Al Mahmud, & Dong, 2013)。教育機器人已經在各種學習環境中進行試驗，從語言學習教室(Mazzoni & Benvenuti, 2015)到強調 STEM 的課程(Chang, Lee, Chao, Wang, & Chen, 2010)，皆顯示出其在支援個人化學習經驗、促進社會互動及激發好奇心上的潛力。

儘管已有這些進展，教育機器人在正式學習環境的長期效益與廣泛採用仍面臨諸多挑戰。首先，資源限制及取得公平性問題相當顯著，許多教室無法為每位學生提供個人專屬的機器人。當每位學習者無法與獨特的機器人建立專屬關係時，對機器人的擁有感及個人化程度便會降低，進而削弱學習動機(Deci & Ryan, 2013；Kanda, Hirano, Eaton, & Ishiguro, 2004)。其次，與機器人面對面的互動多半受限於課堂安排的時間，這樣的時限會影響學習持續性並縮短深入參與的時段。第三，由於技術限制，教育機器人的互動模式與能力通常有限，這可能使得新奇感很快消退，導致學生動機下滑，難以維持整學期的投入(Leite, Martinho, & Paiva, 2013)。

本研究的目標在於設計並評估一種基於情繫理論的寵物機器人，結合實體機器人與數位個人化元素，透過在實體機器人中嵌入具有個人特徵的數位「精靈」，實現實體與數位形式的身份與互動特徵的一致性，增強學生與機器人之間的情感連結與互動體驗。此外，本研究將評估該設計對學生與機器人之間的情感依附、學習參與度及學習成效的影響，進一步驗證其作為整學期間學習夥伴的應用潛力。根據上述研究背景與研究目標，本研究聚焦於以下待答問題：

(1) 如何設計多管道 AI 寵物機器人以增加學生的互動並維持整學期學習參與？

(2) 如何透過個人化設計的多管道 AI 寵物機器人來加強學生的情感依附並維持學習參與？

(3) 基於依附理論的多管道 AI 寵物機器人是否能提升學生的學習動機、維持整學期學習參與，並改善學習成效？

2. 相關研究

2.1. 教育機器人

越來越多的研究探討社交型與教育型機器人在各種正式與非正式學習環境中提升學習者參與、動機及長期投入的潛力。教育機器人的使用範圍相當廣泛，從簡單的可程式化組件(例如 LEGO Mindstorms)到具社會輔助功能的人形機器人(例如 NAO、Pepper)，皆已融入各式各樣的教育情境中，以促進投入與學習動機(Belpaeme et al., 2018；Mubin et al., 2013)。研究結果顯示，當機器人可扮演社交夥伴或同儕角色，並透過適應性行為與個人化回饋引導學生，更能激勵學生更積極地參與學習任務(Kanda et al., 2004)。此外，長期研究指出，若設計得宜，社交型機器人可在較長時程內維持學生的興趣，方法包括提供多樣化的互動模式與持續演化的角色(Kory-Westlund & Breazeal, 2019)。

然而，將這種投入延伸至課堂以外，並在長期運作中維持熱度仍具挑戰性。面對面互動常受制於課程時段，且在缺乏持續調適或個人化的情況下，新奇感容易消退(Leite et al., 2013)。因此，如何突破時空限制，使得學生能持續參與並維持高度動機是目前教育機器人研究的重要議題。

2.2. 寵物機器人

寵物機器人因其增強情感連結的特性，展現出在長期互動中的獨特潛力。例如，萬代公司的電子雞(Lawton, 2017)與 Sony 的 AIBO 機器狗(Fujita, 2001)證明，當使用者需要照顧虛擬或實體寵物時，他們會逐漸產生情感依賴與投入，從而促進持續的互動。Melson 等人(2009)發現，兒童能與機器寵物建立類似真實寵物的依戀情感，而 Tanaka 等人(2007)指出，幼兒在與人形機器人的長期互動中能形成穩定的關係。此外，個人化設計在促進人機情感連結方面扮演了關鍵角色。當機器人的行為根據使用者需求與偏好進行調整時，使用者更容易促進長期參與與互動(Koay et al., 2007; Baxter et al., 2017)。

2.3. 依附理論

依附理論由 Bowlby(1988)提出，強調穩定的情感連結對個體心理與行為發展的重要性。最初該理論聚焦於嬰幼兒與主要照顧者之間的情感依賴，然而後續研究已將其應用範疇擴展至人與寵物，甚至人與機器人的互動關係(Beck & Madresh, 2008；Zilcha-Mano et al., 2011)。在人機互動(HRI)領域，研究顯示當機器人能夠提供持續陪伴、個人化反應與情感支持時，使用者將逐漸產生類似於人際依賴的情感連結(Bickmore & Picard, 2005；Ligthart, Neerincx, & Hindriks, 2022)。機器人若在互動中能根據使用者行為進行調整，並辨識其情緒給予適切回應，將有效強化信任感並建立穩固的長期關係(Rabb et al., 2022；Du et al., 2023)。

2.4. 多管道

多管道(Multi-channel)學習是一種結合多種學習平台、工具與資源的教學模式，透過傳統課堂、網絡教學、線上課程及移動應用等多元管道提供知識與學習機會。此模式不僅提升學習的靈活性，亦有助於滿足學生個別化與差異化的學習需求(Ling, 2020)。過去研究顯示，多

管道學習能有效提升學生的學習動機、滿意度及學習參與度(Prabowo et al., 2021)。此外，Taisheng et al. (2022)指出，多管道學習突破了傳統教育的時間與空間限制，使遠距教學更具精細化管理的可能性，教師亦能更有效掌握學生的學習狀況，提供適時的指導與支持。在教育領域，Boyarinov 和 Samarina (2020)強調，多管道學習應涵蓋多種機器人教學工具，以確保學習的連續性與個人化發展。綜合而言，多管道學習不僅擴展學習方式，也為教育提供更個人化與靈活的發展機會。

3. 系統設計

3.1.學習設計

本學習設計的核心在於培養學習者與寵物機器人之間的依附關係，藉此促進長期互動並提升學習表現。設計結合了共同目標設定與平台代幣機制，以「學習與照顧結合」的方式驅動學習者的參與和投入。共同目標的設定是學生與機器人將在期末展演中一同展示練習成果，這一目標旨在提升學生對於學習責任的認知，讓他們感受到與機器人合作的重要性，進一步增強情感連結與對學習的持續關注。平台的代幣機制則以「照顧」為核心，學生通過完成學習任務獲取代幣，用於購買寵物機器人的食物、解鎖新功能或升級外觀，寵物的健康狀態及能力提升直接反映學習者的學習投入，進而形成正向的學習循環。學習材料由教師精心設計，涵蓋基礎知識與對話腳本，並與整體學習腳本無縫結合。這些腳本不僅用於教學指導，也為學習者與機器寵物的合作學習提供基礎，最終成果將應用於期末展演中，全面展示學習者與寵物機器人的共同努力。

3.2.無所不在的寵物機器人

為了解決資源不足與學習環境限制的問題，本研究設計了一個多管道學習系統。該系統基於依附理論設計，讓學生各自擁有一個 AI 寵物機器人，並通過實體和數位管道(如網頁)進行互動。學生可以自訂寵物機器人的數位寵物精靈，包含外型、聲音及個性等特徵，並能隨時透過數位管道進行存取與互動。

教室內的課堂練習和學習成果展示時，實體機器人將作為主要的互動載體，數位寵物精靈的個性、聲音和互動方式被整合到實體機器人中，通過「封印」概念將其表現於實體機器人，離開學校後，學生則可以通過數位管道與寵物精靈繼續互動，延續學習體驗。這樣的設計不僅解決了資源有限的挑戰，讓每位學習者都能擁有一個獨立的寵物機器人，還通過高度個人化的自訂功能，賦予學習者對寵物機器人專屬情感依附，精靈「封印」概念也維持了多管道的互動一致性。

3.3.系統架構

本系統基於張育甄(2023)提出的「利用情繫理論與共同目標設計具長期依戀關係的寵物機器人」，延伸設計出「基於依附理論設計的多管道 AI 寵物機器人」，並結合林孟衡(2023)提出的「數位雙生虛實同步劇場」，構建了三個核心組件：可自訂的個人化虛擬寵物、實體寵物機器人和數位學習劇場。

系統的虛擬寵物平台通過 WAMP 架構開發，整合學習與個人化功能，學習者在課堂外能夠自主探索學習內容，同時與虛擬寵物精靈建立情感連結。這一平台提供互動式測驗與虛擬購物商城，學習者每完成測驗即可獲得代幣，並能在商城中購買寵物精靈相關道具、食品及解鎖新功能。虛擬寵物精靈的設計上，利用 Live2D 技術讓學生自由選擇寵物精靈的外觀，並藉由 VITS 技術生成符合學習者需求的個人化聲音，使虛擬寵物機靈的表現更加生動和貼近學生的喜好。虛擬寵物精靈的對話由 ChatGPT 驅動，能夠根據學習者的設計內容、場景互動以及過去的記憶生成精確的回應，從而表達關懷、支持等情感需求，讓虛擬寵物精靈成為學習過程中的重要同伴。

此外，為了支持教師的教學需求，系統增設「教師管理系統」，該系統包含教材練習、學習追蹤和寵物管理三大功能。教師可透過教材練習功能編輯教材、布置作業、設置學習任務，並設計包含選擇題、口說題等多種類型的練習題庫。學習追蹤功能讓教師能查看學生的學習

進度、任務完成率及口說練習記錄，進一步調整教學進度。寵物管理功能則支持教師查看學生寵物機器人的狀態，設置寵物商城的物品與互動遊戲，通過學生與寵物的互動情況評估學習參與度，並增強學生與寵物的情感連結。

數位學習劇場則是本系統中的另一核心組件，旨在提升學習者的創造力和學習成果展示能力。透過這一平台，學生能設計並演出學習內容為基礎的互動性強的學習劇本，並將這些劇本演繹出來，展示他們的學習成果。該平台無縫結合了平板應用與實體寵物機器人，實體機器人在演出中會根據劇情進行互動，透過面部表情和肢體動作增強戲劇效果，進一步幫助學習者深刻理解學習內容。同時，這種互動過程也提高了學習者參與的樂趣和動機，使學習過程變得更加生動和富有吸引力。

最後，實體寵物機器人基於 ASUS ZENBO 機器人設計，透過 ZENBO SDK 並結合資料庫中學生的個別資訊，提供個人化的面部表情與肢體動作，同時，語音互動採用學生透過 VITS 生成的個人化聲音，延續虛擬寵物精靈的行為與表達。透過 ChatGPT API，機器人能識別並理解學生的語音輸入，同時記錄和利用學生在虛擬平台上的互動歷史，結合寵物的當前狀態與情境，生成生動且適切的回應，實現虛擬與現實之間的無縫互動。

4. 實驗方法

4.1. 實驗對象

本研究於桃園某科技大學的餐旅管理系實驗，隨機選擇一年級的班級兩班共 65 名學生，一班為實驗組，一班為對照組。實驗組包括 34 名學生，男性 11 人，女性 23 人；對照組包括 31 名學生，男性 15 人，女性 16 人。實驗設計部分，實驗組於課堂內透過寵物機器人進行學習，並於課堂外透過具備寵物機器人互動功能的線上學習平台持續學習；對照組則於課堂內與一般機器人學習夥伴進行學習，課堂外則使用不具寵物機器人功能的線上學習平台進行學習。兩組在實驗過程中相互獨立，互不影響。

4.2. 實驗流程

本實驗為期 12 周，分為基礎教學、單元學習和學習結算三個階段，每周課堂時間為 2 小時。基礎教學階段包含前測以了解學生的先備知識，實驗流程介紹，以及基礎教材學習，為後續學習奠定知識基礎。單元學習階段首先介紹實驗系統功能，幫助學生熟悉操作。接著，學生進行 3 周劇本教材學習，通過情境劇本加深學習內容的理解，並在隨後 2 周進行數位學習劇場演練，與機器人展示練習成果。在這 5 周期間，學生還可利用口說練習系統與線上學習平台進行課後學習，進一步鞏固知識。最後，學生正式使用數位學習劇場與機器人展示學習成果。學習結算階段包括後測與問卷調查，收集數據和反饋以評估實驗效果。

4.3. 實驗量測工具

4.3.1. 前測與後測試卷

前測及後測題目皆由專業的日文老師根據學期教材進行設計與批改，且實驗組與對照組皆使用相同試卷，題型包括是非題、選擇題及口試題，分數範圍為 0 分至 100 分。前測為瞭解兩組學生於實驗前的先備知識，後測為檢測兩組使用不同的學習系統後，對餐旅日語的知識和口說成效的影響。

4.3.2. 問卷量表

本研究的問卷面向包含學習動機、對機器人依戀程度，目的在於瞭解兩組同學對於使用系統及其設計的感受。問卷使用 Likert 五點量表，評量等級範圍為 1 到 5 分，分別代表「非常不同意」、「不同意」、「普通」、「同意」和「非常同意」，以 Cronbach's alpha 作為評斷信度的指標。學習動機的問卷採用 Pintrich 等人(1991)的 MSLQ 量表中「自我效能」和「考試焦慮」問題；機器人依戀程度的問卷參考 Zilcha-Mano 等人(2011)的 Pet Attachment Questionnaire(PAQ)及 Archer 與 Ireland(2011)的 Dog Attachment Questionnaire(DAQ)。

5. 結果與討論

5.1. 前後測結果與討論

前後測試卷合計之有效樣本數為 65 份，其中實驗組為 34 份(男 11 人、女 23 人)，對照組為 31 份(男 15 人、女 16 人)。本節將針對資料進行常態分佈檢定以及 ANCOVA 檢定。由於實驗組及對照組的人數皆少於 50 人，因此使用 Shapiro-Wilk 進行常態性分布分析，結果顯示兩組前後測成績顯著性 p 值皆大於 .05，因此兩組的前後測皆符合常態分佈。

進行 ANCOVA 檢定前，需先進行迴歸同質性檢測，以檢驗組別與前測分數是否存在交互影響。組別與前測成績的交互影響符合組內迴歸同質性($F = .620, p = .434 > .05$)，本研究所使用的資料符合共變數分析之組內迴歸同質性的基本假設。另外使用 Levene 檢定來確認兩組的因變數(後測成績)是否符合變異同質性檢定，結果表示兩組後測成績的誤差變異量並無顯著差異($p = .187 > .05$)，通過變異同值性檢定。

根據上述的檢驗結果，可發現皆滿足供變數分析前提假設，可以接續使用單因子共變數分析。在實驗組與對照組排除前測成績的影響後，達成顯著差異($F = 6.444, p = .014 < .05$)，且調整後的的實驗組後測平均顯著高於對照組後測平均($ME = 83.98, MC = 77.51$)。另外， $2 = .094$，根據 Cohen 於 1992 年的資料顯示，其效應值(Effect Size)是中等的效果量。這結果與先前的研究(Chen, 2012; Lin, Yeh, Huang, & Chen, 2022)一致，這些研究表明，在學習系統中融入類似寵物的互動模式對學習者的學習成效具有正面影響。學生與寵物產生情感連結，他們知道忽視寵物可能導致寵物的「死亡」，這激勵他們投入學習，以賺取代幣照顧寵物，最終促進學習成效的提升。

5.2. 口說練習系統及線上學習平台使用紀錄與討論

學生在展示學習成果前，可以透過口說練習系統與實體機器人來練習日語口說，並讓機器人給予學習回饋。實驗組的學生平均練習次數($M_E = 4.32, M_C = 2.90$)和句數($M_E = 7.50, M_C = 5.81$)都比對照組高。此外學生在課後可以透過線上學習平台進行學習活動，對照組使用一般學習平台，實驗組則可與數位管道寵物機器人互動。五周內，實驗組學生在每周登入天數及每天平均有效學習次數(扣除未完成與不及格練習)方面均優於對照組。第二周因新穎效應數據較高，在第五周因學校考試與活動的干擾數據略有下降，但實驗組學生仍能保持每天平均有效學習 2 次以上的穩定表現。以上結果與 Koay 等人(2007)和 Baxter 等人(2017)的研究有相似的發現，這些研究指出，個人化設計的機器人能夠增強互動意願和持續參與度。在本實驗中，寵物機器人能根據學生自訂的聲音、個性等，提供個人化的回饋，使學生更加樂於投入練習，從而維持學習參與。

5.3. 問卷結果與討論

問卷使用 Cronbach's Alpha 進行信度分析，結果顯示α係數為 .920，根據(George, 2011)之定義，此份問卷為高信度問卷。問卷根據研究問題分成兩個部份，包含學習動機(自我效能、考試焦慮)及機器人依戀。問卷使用獨立 t 檢定來分析實驗組(E)和對照組(C)的表現是否有所不同，結果發現在自我效能($ME = 4.23, SDE = 0.699; MC = 4.11, SDC = 0.715, p = 0.488 > 0.05$)、考試焦慮($M_E = 3.50, SD_E = 0.902; M_C = 3.62, SD_C = 0.959, p = 0.602 > 0.05$)，兩個面向均未達到顯著差異。這可能是因為一般學習夥伴機器人已具備一定的提升學習動機效果，而 12 週的實驗期間內兩組間的差異尚未充分顯現。在機器人依戀($M_E = 3.84, SD_E = 0.800; M_C = 3.56, SD_C = 0.824, p = 0.179 > 0.05$)面向，實驗組和對照組同樣未呈現顯著差異，可能的原因為，學生需要時間從接觸並熟悉系統，到逐漸與機器人建立穩固的情感依附，而 12 週的實驗期間可能不足以累積到在量測中呈現顯著差異的程度。

6. 結論與未來研究

本研究基於依附理論設計個性化機器人作為寵物，將照顧行為與學習活動連結，使學生持續關注學習活動，系統允許學生自訂寵物數位精靈(外型、個性、聲音)，並利用 ChatGPT 作為互動智慧，給予個人化回應，增強學生互動意願與學習參與。為解決互動時間與空間受限問題，設計了多管道交互模式，並透過「精靈封印」概念擴展互動，學生在課堂外與數位精

靈進行學習，課堂中與實體寵物互動，形成無所不在的學習，期末展演的共同目標設定也使學生的學習動力持續到學期末。實驗結果顯示，實驗組學生在口說練習與學習平台的使用次數上優於對照組，並在後期維持穩定，表明系統有效促進維持學習參與。此外，實驗組與對照組在學習動機(自我效能、考試焦慮)的量測結果未達顯著差異，這代表寵物機器人及一般學習夥伴皆具備提升學習動機效果，在本研究 12 週的實驗中尚未顯現差異。然而，機器人依戀問卷未達顯著差異的結果反映出情感依附的建立需要時間的累積，學生從熟悉系統到產生穩固的情感連結可能需更長時間干預才能顯現深層改變，這凸顯了進一步延長研究干預時間的重要性。而後測 ANCOVA 結果顯示，實驗組學習成績顯著優於對照組，證明多管道 AI 寵物機器人可有效維持整學期的學習參與，並提升學習成效。

未來研究應探索更長期干預效果，以深入瞭解多管道 AI 寵物機器人在情感連結與學習動機穩定性上的長期影響。此外，建議未來研究更全面地探討責任感在學習中的作用，通過強調學生對寵物機器人健康與發展的責任，進一步觀察由此衍生的學習責任感如何從興趣驅動的學習擴展至責任驅動的學習。同時，未來考慮整合更多多模態互動技術(如手勢控制或情緒識別)，進一步提升寵物機器人的交互能力，以優化學習者的使用體驗和學習成果。最後，本研究僅侷限於大學生及教育領域中，日語學習的學習參與和學習成效探討，故實驗結果有所限制，若日後能將其應用於其他年齡及領域，進一步觀察驗證，使本研究結論更具參考價值。

致謝

本研究感謝國科會經費支持，計畫編號：NSTC 111-2410-H-008-012-MY3；NSTC 113-2410-H-008-014-MY3；NSTC 113-2811-H-008-010。

參考文獻

林孟衡（2023）。可融入使用者與實體物件之數位雙生實境學習系統〔未出版之碩士論文〕。國立中央大學資訊工程學系。

張育甄（2023）。利用情繫理論與共同目標設計具長期依戀關係的寵物機器人以提升學習成效〔未出版之碩士論文〕。國立中央大學資訊工程學系。

Archer, J., & Ireland, J. L. (2011). The development and factor structure of a questionnaire measure of the strength of attachment to pet dogs. *Anthrozoös*, *24*(3), 249-261.

Baxter, P., Ashurst, E., Read, R., Kennedy, J., & Belpaeme, T. (2017). Robot education peers in a situated primary school study: Personalisation promotes child learning. *PloS one*, *12*(5), e0178126.

Beck, L., & Madresh, E. A. (2008). Romantic partners and four-legged friends: An extension of attachment theory to relationships with pets. *Anthrozoös*, *21*(1), 43-56.

Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., & Tanaka, F. (2018). Social robots for education: A review. *Science robotics*, *3*(21), eaat5954.

Bickmore, T. W., & Picard, R. W. (2005). Establishing and maintaining long-term human-computer relationships. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, *12*(2), 293-327

Bowlby, J. (1988). During the first third of this century there were two great proponents of developmental psychiatry–Adolf Meyer and Sigmund Freud. Both believed that. *The American journal of psychiatry*, *145*, 1-10.

Boyarinov, D., & Samarina, A. E. (2020). The potential of educational robotics in teacher education. *ARPHA Proceedings*, *3*, 259-276.

Chang, C. W., Lee, J. H., Chao, P. Y., Wang, C. Y., & Chen, G. D. (2010). Exploring the possibility of using humanoid robots as instructional tools for teaching a second language in primary school. *Journal of Educational Technology & Society*, *13*(2), 13-24.

Chen, Z. H. (2012). We care about you: Incorporating pet characteristics with educational agents through reciprocal caring approach. *Comput. & Educ., 59*(4), 1081-1088.

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2013). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Springer Science & Business Media.

Du, Y., Crespo, R. G., & Martínez, O. S. (2023). Human emotion recognition for enhanced performance evaluation in e-learning. *Progress in Artificial Intelligence*, *12*(2), 199-211.

Fujita, M. (2001). AIBO: Toward the era of digital creatures. *The International Journal of Robotics Research*, *20*(10), 781-794.

George, D. (2011). *SPSS for windows step by step: A simple study guide and reference, 17.0 update, 10/e*. Pearson Education India.

Kanda, T., Hirano, T., Eaton, D., & Ishiguro, H. (2004). Interactive robots as social partners and peer tutors for children: A field trial. *Human–Computer Interaction*, *19*(1-2), 61-84.

Koay, K. L., Syrdal, D. S., Walters, M. L., & Dautenhahn, K. (2007, August). Living with robots: Investigating the habituation effect in participants' preferences during a longitudinal human-robot interaction study. In RO-MAN 2007-The 16th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (pp. 564-569). IEEE.

Kory-Westlund, J. M., & Breazeal, C. (2019). Exploring the effects of a social robot's speech entrainment and backstory on young children's emotion, rapport, relationship, and learning. *Frontiers in Robotics and AI*, *6*, 54.

Lawton, L. (2017). Taken by the Tamagotchi: How a toy changed the perspective on mobile technology. *The iJournal: Student Journal of the Faculty of Information*, *2*(2).

Leite, I., Martinho, C., & Paiva, A. (2013). Social robots for long-term interaction: a survey. *International Journal of Social Robotics*, *5*, 291-308.

Ligthart, M. E., Neerincx, M. A., & Hindriks, K. V. (2022). Memory-based personalization for fostering a long-term child-robot relationship. In *2022 17th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (pp. 80-89). IEEE.

Lin, V., Yeh, H. C., Huang, H. H., & Chen, N. S. (2022). Enhancing EFL vocabulary learning with multimodal cues supported by an educational robot and an IoT-Based 3D book. *System*, *104*, 102691.

Ling, F. E. N. G. (2020, June). Discussion on Online Teaching Mode of Colleges and Universities under Multi-platform Integration. In *2020 International Conference on Artificial Intelligence and Education (ICAIE)* (pp. 274-277). IEEE.

Mazzoni, E., & Benvenuti, M. (2015). A robot-partner for preschool children learning English using socio-cognitive conflict. *Journal of Educational Technology & Society*, *18*(4), 474-485.

Melson, G. F., Kahn Jr, P. H., Beck, A., Friedman, B., Roberts, T., Garrett, E., & Gill, B. T. (2009). Children's behavior toward and understanding of robotic and living dogs. *Journal of Applied Developmental Psychology*, *30*(2), 92-102.

Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Al Mahmud, A., & Dong, J. J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Journal of Technology in Education and Learning*, *1*(209-0015), 13.

Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T., & McKeachie, W. J. (1991). *A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)*. University of Michigan, National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning.

Prabowo, R., Pratama, F., Arimbawa, P. A. P., & Shanti, M. (2021, September). Investigating multi-channel learning adoption on higher education students. In *2021 7th International Conference on Education and Technology (ICET)* (pp. 282-287). IEEE.

Rabb, N., Law, T., Chita-Tegmark, M., & Scheutz, M. (2022). An attachment framework for human-robot interaction. *International journal of social robotics*, 1-21.

Taisheng, W. A. N. G., Na, Z. H. A. N. G., Weiwei, D. U. A. N., Changchun, W. A. N. G., & Wentong, G. A. O. (2022). Research on Online Teaching Interaction based on the Combination of Multi-Platform. *The Theory and Practice of Innovation and Enntrepreneurship*, *5*(1), 26.

Tanaka, F., Cicourel, A., & Movellan, J. R. (2007). Socialization between toddlers and robots at an early childhood education center. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *104*(46), 17954-17958.

Zilcha-Mano, S., Mikulincer, M., & Shaver, P. R. (2011). An attachment perspective on human–pet relationships: Conceptualization and assessment of pet attachment orientations. *Journal of Research in Personality, 45*(4), 345-357.

游戏化编程教学应用效果的元分析—基于 30 篇实验设计的相关研究文献

A Meta-analysis of the Application Effects of Gamified Programming Teaching: Based on 30 Related Research Literatures with Experimental Designs

杨凡[1],田娜[1]
[1]江南大学人文学院

【摘要】 已有研究表明，在游戏化编程教学中，通过构建具有情境性的学习环境以及利用游戏元素（积分、排行榜）等使学习者处于高度专注的状态，进而提升问题解决能力。但是也有研究表示游戏化编程教学最终的学习效果也没有非常显著。因此,本研究采用元分析方法，综合分析了 30 篇国内外采用实验设计的相关文献,对这一问题进行了实证验证。结果显示，游戏化教学对编程学习效果具有中等程度的正向影响,尤其是学习动机和计算思维。研究建议推广个性化游戏编程同伴、加强跨学科游戏编程项目开发、建构健康竞争机制与多元化评价以加快推进编程教育实践。

【关键词】 游戏化教学,编程,元分析

Abstract: *Previous studies have shown that in gamified programming education, constructing context-rich learning environments and incorporating game elements (e.g., points, leaderboards) can help learners achieve high levels of focus and enhance problem-solving abilities. However, some research also indicates that the final learning outcomes of gamified programming instruction are not always significantly improved. Therefore, this study employed a meta-analytic approach to synthesize 30 relevant studies using experimental designs from both domestic and international sources, providing empirical validation of this issue. The results demonstrated that gamified instruction has a moderate positive effect on programming learning outcomes, particularly in terms of learning motivation and computational thinking. The study recommends promoting personalized gamified programming peer interactions, strengthening interdisciplinary gamified programming project development, and establishing healthy competition mechanisms with diversified assessment to accelerate the implementation of programming education practices.*

Keywords: Gamified teaching, programming, Meta-analysis

1.研究问题的提出

游戏化学习作为一种寓教于乐的教学方式,在教育领域一直都受到广泛关注。大量的教育实证研究表明,游戏化学习能显著提升学习效果,使学生在参与中获得更深刻的理解和掌握。支持性研究（如熊秋娥等, 2019）显示其能提升计算思维,然而,Tasadduq 等（2021）发现大一学生在游戏化编程中学习动机未显著提升。这其中可能由于高年级学生复杂知识学习中,不同于低学段学生将游戏元素作为趣味性脚手架,相反游戏元素可能分散注意力,造成认知负荷差异。有鉴于此,本研究试图以文献中的实证数据为依据,采用元分析的方法回答以下问题:①与传统教学模式相比,游戏化教学是否更有利于提高学习者的编程学习效果？如果回答是肯定的,那么游戏化教学对学习者的编程学习效果影响如何？②游戏化编程应用于不同年龄段的学习群体时,效果是否相同？③游戏化教学的实验周期是否会对编程学习效果产生影响？

2.研究方法与过程

2.1. 研究方法

元分析是一种通过量化方法对多个独立研究结果进行综合评估的研究技术,与传统的文献综述相比,元分析更加系统和精确,有助于避免主观偏见对分析结果的干扰。因此,本文以

CMA-V3.0 软件为数据分析工具,以游戏化教学干预为自变量,以编程学习效果为因变量, 检验发表偏倚,通过 Hedges’ g 效应量（校正小样本偏差）量化整体效应。

2.2. 研究过程

本研究选取中国知网、万方、Web of Science、谷歌学术数据库作为中英文文献的数据来源。以“游戏化编程”“Gamified programming”等关键词筛选文献,共获取 601 篇。确保研究结果的准确性,筛选流程首先以知网为基数据,在万方数据库中剔除重复文献 157 篇,剩余文献 N=444 篇；其次,浏览全文后排除无实验文献 267 篇,剩余文献 N=177 篇；最后,再次浏览全文后排除变量无关游戏化编程,无对照组实验以及无相关均值、标准差、P 值、t 值数据文献 147 篇,剩余文献 N=30 篇,其中国外 11 篇,国内 19 篇。

为便于后期数据的统计与分析,本文从所纳入的文献中提取了研究的名称、样本量、干预措施、结果指标等关键信息,并对学段、实验周期、评价工具等调节变量进行编码,以综合剖析游戏化教学对编程的学习效果。据研究对象所在年级,将学段划分为小学、初中、高中、大学四个阶段；根据实验研究的持续周期,将实验周期分为 0~4 周、5~12 周、13~20 周 21 周及以上；评价工具被编码为量表、测试题和编程任务。此外,如果一篇文献的因变量并不是一个,比如有学习动机、学习成绩等,在满足其效应值计算独立的情况下,本文则分别提取因变量,最大化利用文献的相关信息。

3.数据分析

3.1. 发表偏倚与异质性检验

为确保元分析的准确性,本研究在计算 Hedges’g 效应量之前对元分析结果进行了偏倚检验。如图 1 和图 2 所示,漏斗图显示效应值对称分布,Egger 线性回归检验（95%CI[-1.63,1.96]包含 0,p=0.85）表明无显著发表偏倚。

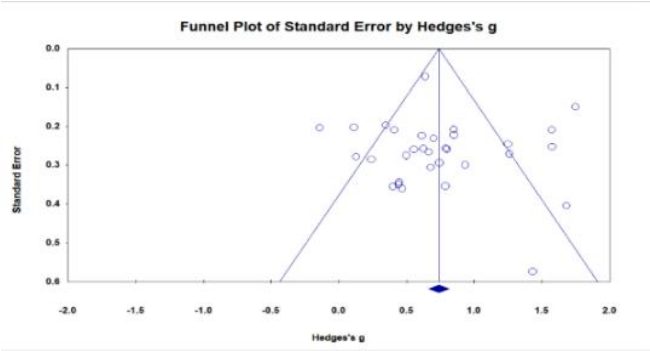


图 1 效应值分布漏斗图

Egger's regression intercept

Intercept	0.16466
Standard error	0.87687
95% lower limit (2-tailed)	-1.62614
95% upper limit (2-tailed)	1.95546
t-value	0.18778
df	30.00000
P-value (1-tailed)	0.42616
P-value (2-tailed)	0.85232

图 2 Egger's 检验

3.2. 游戏化教学对学生编程学习效果的整体影响

本研究采用随机效应模型而非固定效应模型,主要因为固定效应模型假设所有研究的真实效应值相同,但在实际教育类研究中,不同样本、干预周期等因素都会导致研究效应的差异。相比之下,随机效应模型假设各研究的效应值围绕一个总体效应值分布,并考虑了研究间的异质性,这使得其在处理多样化研究时更为适用。通过采用随机效应模型,本研究能够更全面地估计总体效应,同时提高了结果的外部效度。

如表 1 所示,本研究采用随机效应模型分析 30 项研究的 32 个独立效应量,结果显示:Hedges’ g=0.743（95%CI[0.571,0.915]）,属中等显著正向效应,统计显著性 Z=8.476（临界值 1.96）,拒绝零假设。表明游戏化教学对编程学习效果具有稳定促进作用。

表 1 游戏化教学对编程学习效果的整体效应检验

模型	效应数	效应值	95%的置信区间		双尾检验	
			下限	上限	Z 值	p 值
固定效应模	32	0.738	0.663	0.813	19.280	0.000

型						
随机效应模型	32	0.743	0.571	0.915	8.476	0.000

3.3. 游戏化教学对学生编程学习效果的具体影响

本研究通过元分析发现,游戏化教学在认知与非认知层面均呈现差异化效果。如图 3 所示,认知层面中,计算思维效应值（Hedges’ g=0.818）比学习成绩高（0.611）。根据布鲁姆教育目标分类学,游戏化教学更加促进处于分析层和创造层的问题解决能力提升,因此计算思维高阶思维得到显著提升,学习成绩的测试题多居于记忆层和应用层的低阶目标,所以效应值偏低。非认知层面中,学习动机效应值最高（1.474）,自我效能感次之（0.541）,根据自我决定理论,游戏元素通过满足胜任感与自主性需求激发内在驱动力。然而,深度学习未达显著水平（0.446, p>0.05）,可能由于效应数太少只有一项,进而剖析这篇文献发现因长周期游戏叙事割裂知识联结,需优化反思环节设计。结果表明,游戏化教学需适配学段认知特征,比如低学段重具象脚手架,高学段重真实问题情境,并平衡外在激励与认知目标的内在整合。

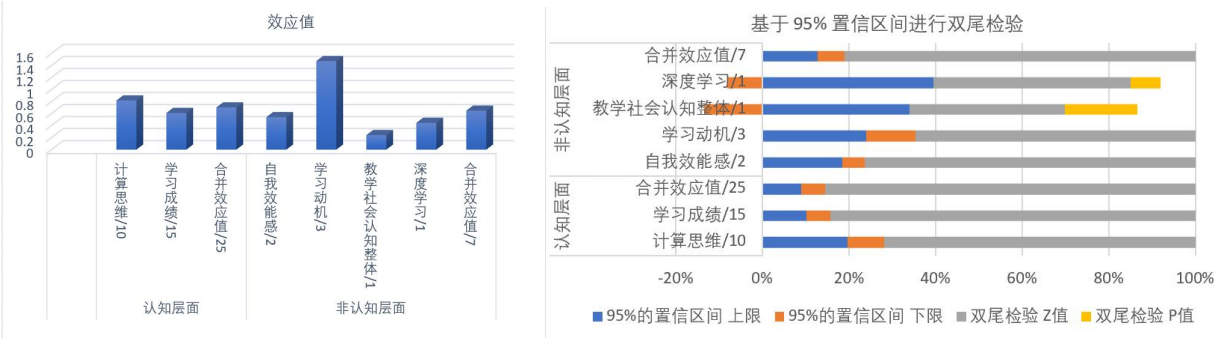
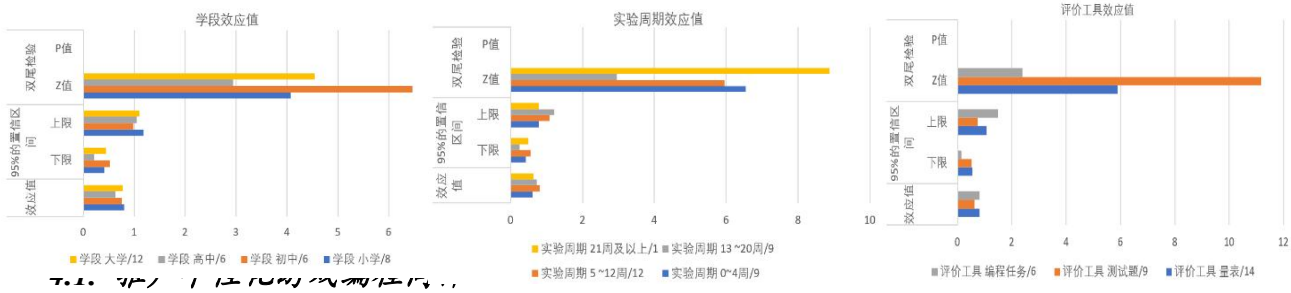


图 3　游戏化教学对编程学习效果的影响效果

3.4. 调节变量对编程学习效果的影响

如图 4 所示,学段、实验周期与评价工具显著调节游戏化教学效果。学段差异显示,小学（Hedges’ g=0.799）与大学（0.773）阶段效应值最高,高中最低（0.631）。这结果符合认知负荷理论,低年级学生需要趣味脚手架搭建,反而高年级学生会由于冗余游戏元素（如故事情节）增加外在认知负荷,而大学生通过自我调节能力平衡游戏激励与深度学习目标。实验周期方面,中期（5-12 周,0.746）效果最佳,契合心流理论中挑战与技能动态平衡的“心流”阶段,而长期实验（>20 周,0.636）因新奇效应消退导致动机衰减。评价工具中,量表（0.807）因多维评估（认知/情感/行为）更稳定反映学习效果,编程任务（0.714）的宽置信区间则提示需规范任务难度与评分标准以减少评估偏差。研究强调需基于学段认知特征动态调整游戏化设计,并优化其评价体系。



本研究发现小学与大学阶段游戏化教学效果更优,而高中阶段因认知负荷过载效果较弱。并且认知发展阶段理论（Piaget）指出,不同学段学生的认知水平与学习需求存在显著差异。因此可以对编程用户进行构建个性化学习中画像,推荐匹配其认知水平的游戏教学。比如针对高中生来说,可以“轻游戏化”教学,保留核心激励元素（如进度条、即时反馈）,剔除复杂剧情或社交竞争（如排行榜）。用“代码技能 get”替代角色升级系统,直观显示错误修复进展。此外,现处于人工智能大数据时代,有 AI 技术的加持,学习者的学习轨迹和行为数据都能够逐一

剖析,虚拟同伴就能够为其提供更加适配的学习路径,并且还可以通过情感化设计提升学习的乐趣和持久性,根据学生的情感反馈来调整互动策略,以保持学生的持续参与。最终使得学习者获得最佳的学习体验。

4.2. 跨学科游戏编程项目开发

在本研究中游戏化编程虽显著提升计算思维,但学习成绩的效应值较低,且深度学习未达显著水平。针对此问题,可以从跨学科的角度改进游戏化编程项目。比如可以通过引入真实行业案例,自然灾害监测,用编程开发土壤湿度、倾斜检测仪等传感器,再结合自然科学知识,让学生在解决自然灾害监测实际问题中理解编程的实际意义。并且此行业案例跨度时间较大,其中会迭代更新知识,进而延长心流阶段。因此跨学科策略通过高阶任务设计、真实问题嵌入与动态挑战,将游戏化教学的计算思维优势转化为可量化的综合能力提升,将短期的心流阶段延长,保持注意力。

4.3. 健康竞争机制与多元化评价

本研究调节变量对编程学习效果的影响中,编程任务的置信区间比较宽,表明效应值波动较大,那么与编程任务设置的难度或者竞争机制有相关联系。在编程任务设置方面,可以以目标为导向,先设置多元的评价体系,比如从认知、过程、社会三方面出发,认知维度上以代码的时间复杂度为优先,过程维度上以调试程序策略为优先,社会维度上以同伴帮助为优先等等,采用多元化的评价工具全面地评估学生的表现。再反过来根据多元的评价体系设置编程任务的难度与广度。在竞争机制上,可以将个人进步积分代替排名积分,激励学生在竞争过程中发现自我提升的潜力,增强自我认知意识,促进个人成长。

参考文献

爱德华·桑代克.(2014).教育心理学简编.

熊秋娥 & 葛越.(2019).Scratch 游戏化编程培养小学生计算思维的实证研究.基础教育(06),27-35.

张书琪,范佳荣 & 钟绍春.(2024).数字教育游戏对高阶思维发展的影响——基于国内外 28 篇实证研究文献的元分析.数字教育(03),28-37.

Tasadduq, M., Khan, M. S., Nawab, R. M., Jamal, M. H., & Chaudhry, M. T. (2021). Exploring the effects of gamification on students with rote learning background while learning computer programming. Computer Applications in Engineering Education, 29(6), 1871-1891.

Hsiao, H. S., Chen, J. C., Chen, J. H., Chien, Y. H., Chang, C. P., & Chung, G. H. (2023). A study on the effects of using gamification with the 6E model on high school students' computer programming self-efficacy, IoT knowledge, hands-on skills, and behavioral patterns. *Educational technology research and development*, *71*(4), 1821-1849.

Zhan, Z., He, L., Tong, Y., Liang, X., Guo, S., & Lan, X. (2022). The effectiveness of gamification in programming education: Evidence from a meta-analysis. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *3*, 100096.

基于 unity 的广西文物建筑教育游戏资源开发

The Development of Guangxi Cultural Relic Architecture Education Game Resources Based on Unity

廖俐丽 1，李雲帆 2*
1 华中师范大学
* a1425144880@mails.ccnu.edu.cn

【摘要】 本研究对国内外教育资源开发文献及案例进行分析与调研，总结教育资源的设计规律，基于 Unity 技术设计开发《漫游广西古建筑》教育游戏。教育游戏主题涵盖玉林真武阁、柳州程阳风雨桥、柳州马胖鼓楼三座广西文物建筑。游戏的教学设计通过整合视频教学、知识答题和 3D 模型等多元化形式，将广西文物建筑知识有机融入游戏情境中，引导学习者在沉浸式体验中不断探索与思考，从而有效提升其精神文化素养。
【关键词】 Unity；教育资源开发；精神文化素养；文物建筑

Abstract: *This This study conducts an analysis and investigation of domestic and international literature and case studies on educational resource development, summarizing the design principles of educational resources. Based on Unity technology, the educational game "Roaming Ancient Architecture of Guangxi" was designed and developed. The game's theme covers three cultural heritage buildings in Guangxi: the Zhenwu Pavilion in Yulin, the Chengyang Wind-Rain Bridge in Liuzhou, and the Mapang Drum Tower in Liuzhou. The instructional design of the game integrates diverse formats such as video tutorials, knowledge quizzes, and 3D models, seamlessly incorporating knowledge about Guangxi's cultural heritage buildings into the game's context. This approach guides learners to continuously explore and reflect within an immersive experience, thereby effectively enhancing their spiritual and cultural literacy.*

Keywords: Unity, Development of educational resources, Spiritual and cultural literacy, Historic buildings

1.绪论

教育性游戏旨在将积分、徽章、操作面板等游戏元素融入教育活动,使学习更具吸引力,从而推进学习进程(Demirtaş, 2021)。游戏化是教育工作者越来越多地使用的一种积极教学方法。教育游戏符合当代学生的需求,能提供学习动力，使学习过程更愉快，并能适应不同学习风格（Güngör，2025）。本研究运用 Unity、3D Studio Max、Photoshop、Adobe premiere、摄影摄像技术制作立体直观的广西文物古建筑学习资源，为人们提供更多方式了解广西文物建筑的文化内涵。

1.1.研究目的

吴学者（2017）对中国古镇建筑的现实教育意义进行阐释,古建筑蕴涵了我国古代劳动人民的智慧,反映了劳动人民创造的精髓,是我国古代文明的缩影。古建筑的保护与文化宣传是未来发展的必要手段（秦逸晗，2023）。但文物建筑的学习资源存在形式单一、内容局限等问题，主要依赖于纪录片等视频形式进行传播。单向的传播方式使学习者难以获得直观、立体的认知体验。而中国文物古建筑体系庞大，大量优秀的广西文物建筑资源尚未得到充分挖掘和有效推广。在此背景下，数字媒体信息可视化教育游戏资源的开发与应用，恰好能够填补这一空白（柯清超，2023）。

2.基于 Unity 的广西文物建筑教育资源设计

根据教育媒体设计原则，本研究构建了广西文物建筑教育游戏《漫游广西古建筑》的设计模型。文物古建筑教育游戏的设计方案依据温斯顿·罗伊斯的瀑布模型进行设计。主要分为五个阶段，即需求分析、架构设计、详细设计、编码以及应用与评价阶段，如图 2 所示。

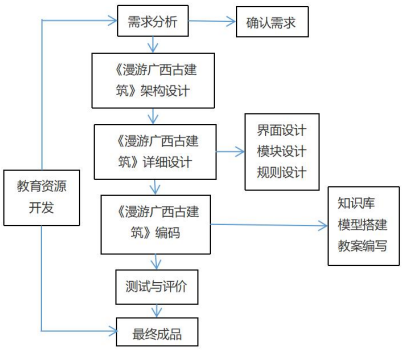


图 2 教学游戏资源设计模型

2.1.前期分析

本研究受众对象定位为中学生（12 岁-16 岁），研究根据精神文化素养要求、教育资源开发需求制作问卷。问卷包含 3 个维度：喜爱与了解程度、教学资源的态度、学习资源了解程度。共回收问卷 63 份，有效问卷 60 份，问卷回收后进行数据统计分析。

2.2.调研结果分析

大部分学生认为教育游考虑学习者的接受能力，设计过程应注意知识点的讲解。不少学生认为学习教育游戏的方便程度较低，这是接下来游戏制作应该注意之处。

3.基于 Unity 广西文物建筑教育游戏总体框架设计

《漫游广西文物建筑》游戏背景是进行广西文物建筑旅行，学习者以旅行家身份在广西各文物景点冒险，最终通过考验收集信物。游戏结合交互情景、立体模型创设虚拟场景，让学习者们在"云"旅行中探索知识、收获乐趣。图 3 展示了该教育游戏的总体设计框架。

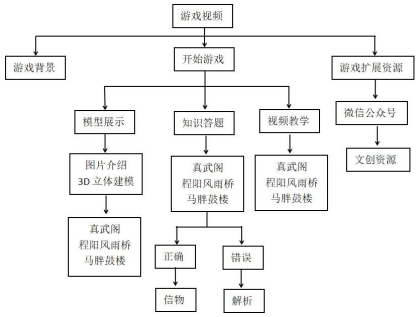


图 3 教育游戏总体设计框架

4.基于 Unity 广西文物建筑教育资源具体开发

4.1.界面设计

根据开发文物建筑主题进行游戏界面的设计，整体以水墨古风为主题，紧密结合文物建筑特点。按钮和内容选区的图标设计侧重便捷性和直观性。主界面和游戏背景界面采用 Procreate、Photoshop 等软件进行界面绘制，让玩家更好融入故事情节中。

(1)主界面设计

开始界面运用 Adobe premiere、Adobe After Effects 软件围绕古建筑主题制作游戏介绍视频，并设计有“跳过”按钮，学习者可以自行选择跳过视频。

根据游戏界面需求选择 Unity 软件 3D 模式创建地形。地形创建完成后，在地形上创建工作。创建“background”图形，插入绘制的场景图片，完成场景搭建。如图 4。

图 4 场景搭建

(2)地图界面设计

教育游戏以水墨画绘制程阳风雨桥、马胖鼓楼、真武阁三个广西文物建筑。主页包含“声音”、“信物”、“介绍”“退出”四个按钮设计。如图 5 所示。

a.“声音”按钮：进入游戏自动播放音乐。学习者自行进行按钮操作可控制声音开关。

b.“信物”按钮：该界面是一个解锁奖励模块,学习者通过每一关卡可获得相应的奖励。

c.“介绍”按钮：点击按钮跳转介绍界面，为学习者提供学习指南。

d.“退出”按钮：点击按钮退出游戏并清除内存。学习者所获得的信物将清空。

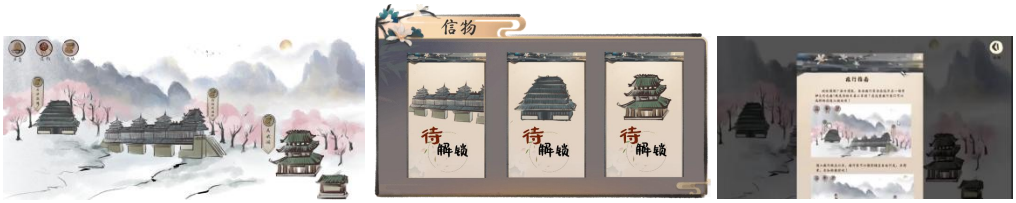


图 5 地图界面

4.2.功能开发

学习者使用键盘操控角色触碰 NPC 人物，即可跳出相应的人物对话。完成对话则开始播放对应建筑的学习视频，完成视频学习可返回游戏场景继续体验游戏。

题目问答模块是完成教育视频学习后进行巩固检查和测试部分。答题部分仅设置选择题，选项可点击前面“ABCD”的序号选择。选择错将显示“x”，选择正确则显示“√”并弹出题目解析给学生学习，如图 6。完成所有答题将获得“信物”奖励。

图 6 答题部分

3D 模型立体欣赏界面使用 3D Studio Max 软件进行程阳风雨桥、马胖鼓楼、真武阁建模，将模型导入 Unity，编写相应的程序。学习者可自行观看旋转模型，构建立体广西文物建筑欣赏情境。图 7 是 3D 模型界面的效果图。

图 7 建筑 3D 模型

5.基于教育资源测试与评价

完成教育游戏制作后，本研究选取某中学的八年级 55 名学生参与应用测试，学生具备相关的信息技术基础。测试过程中教师有意识地引导学生合作探究、自主探索相关知识。

测试结束发放《漫游广西文物建筑》教育资源满意度电子调查问卷,并回收问卷整理数据,对数据进行分析。问卷包括以下 3 个维度：游戏测试体验度、广西文物建筑知识学习、对教育资源改进意见。本次问卷调查发放问卷 55 份，共回收 55 份，其中有效问卷 53 份，有效问卷回收率为 96.36%。

中学生的广西文物建筑知识测试情况如下,超过 90%的中学生能正确回答广西文物建筑相应题目，学生对教育资源中的知识有明确的认知。其中 72.72%学生认为教育游戏测试体验较好，可以在游戏过程中学习广西文物建筑知识。但 27.27%学生认为教学模式较单一，导致体验感降低。

6.基于教育资源开发结论

6.1.基于 Unity 教育资源开发结论

本研究围绕广西文物建筑教育游戏的开发，开展前期可行性分析、目标受众分析、资源设计与开发、运行测试等系列工作。通过问卷调查显示，大部分学生对教育游戏的设计理念和呈现方式表示认可。研究表明，教育游戏在提升学习者精神文化素养和传播中华文物建筑文化方面具有显著作用，其价值不仅体现在知识普及层面，更在于能够有效激发学习者对建筑文化的学习兴趣和探索热情，为文化遗产的传承与创新提供了新的教育路径。

6.2.局限与展望

游戏教学作为一种新兴的教育形式，在《漫游广西文物建筑》中展现了其独特优势，通过 Unity 技术实现了沉浸式学习体验，感受文物建筑独特的历史韵味和文化魅力。根据数据分析得出广西文物建筑教育游戏可以有效提升学生精神文化素养及对广西文物建筑喜爱度，基本达到了教育游戏资源设定的目标。但教育形式较为单一，文物建筑内容与教育游戏的融合有所欠缺，仍需要不断完善。未来，教育游戏设计可以加入 VR 技术，能够立体直观虚拟现实，提升游戏体验从而提升学生学习动机和兴趣。本研究将在今后进一步探讨教育游戏在广西文物建筑中的教育应用，为数媒教育资源开发提供更多科学实用的案例。

参考文献

Demirtaş-Madran, H. A. (2021). Accepting restrictions and compliance with recommended preventive behaviors for COVID-19: a discussion based on the key approaches and current research on fear appeals. Frontiers in psychology, 12, 558437.

Güngör, D. C., Soybaş, M., Orgun, F., & Özkütük, N. (2025). Educational games in nursing education: A bibliometric and content analysis. Nurse Education in Practice, 82, 104231.

柯清超.(2023).数字教育资源的供给创新与智能服务.在线学习(Z1),112.

秦逸晗.(2023).遗产保护视角下的永寿寺塔保护利用探讨.山西建筑(24),15-17.doi:10.13719/j.cnki.1009-6825.2023.24.004.

吴小春,王春伟,赵娟 & 曹瀚方.(2017).浅谈中国古镇建筑的现实教育意义——以河北省井陉县天长镇古建筑为例.教育实践与研究(C)(09),61-64.doi:10.14160/j.cnki.13-1259/g4-c.2017.09.020.

基于 AR 技术的幼儿沉浸式学习场景构建与成效探究

Research on The Construction and Effectiveness of Immersive Learning Scenes for Young Children Based on AR Technology

段春梅，钱媛媛
北京军区机关幼儿园
59817266@qq.com

【摘要】 随着信息技术的飞速发展，增强现实（AR）技术作为一种新型的教育工具，正逐步渗透到幼儿教育领域，为传统教学模式带来了革命性的变革。本文首先分析了北京军区机关幼儿园 AR 技术在幼儿教育中的应用现状，随后详细阐述了基于 AR 技术的幼儿沉浸式学习场景构建的理论依据与实践方法。通过实证研究，本文探讨了 AR 沉浸式学习场景对幼儿学习成效的影响，并提出了相应的优化策略。研究结果显示，AR 沉浸式学习场景能显著提高幼儿的学习兴趣、参与度及认知能力，为幼儿教育提供了新的思路和方法。
【关键词】 AR 技术；幼儿教育；沉浸式学习；学习场景构建；学习成效

Abstract: *With the rapid development of information technology, augmented reality technology, as a new educational tool, is gradually penetrating into the field of childhood education, bringing revolutionary changes to the traditional model. This article first analyzes the current application status of AR technology in childhood education in Beijing Military Region Kindergartens, and then elaborates on the theoretical basis and practical methods of constructing immersive learning scenarios for children based on AR technology. Through empirical research, this article explores the impact of AR immersive learning scenarios on children's learning outcomes and proposes corresponding optimization strategies. Research results show that AR immersive learning scenarios can significantly improve children's learning interest, participation and cognitive abilities, and provide new ideas and methods for childhood education.*
Keywords: AR technology,childhood education,immersive learning,learning scene construction,learning effectiveness

1.引言

当今世界日新月异，教育现代化已成为大势所趋、发展所需。世界各国纷纷将教育现代化发展、人的现代化发展，作为推动教育教学改革和社会进步，以及国家综合实力提升的重要举措。学前教育是人生第一个教育阶段，作为基础教育的重要组成部分，对人一生的发展起着不可替代的作用。《中国儿童发展纲要（2021-2030）》中明确指出：“加强儿童媒介素养教育。保障儿童利用和参与媒介的权利。丰富儿童数字生活体验，提高数字生活质量。”

1.1. AR 技术的定义和特点

AR 技术是一种将虚拟信息叠加到真实世界中的技术，通过智能设备（如智能手机、平板电脑等）的摄像头捕捉现实世界的图像，并在其基础上添加虚拟元素，从而实现虚拟与现实的交互。AR 技术具有实时性、交互性、沉浸感强等特点，能够为用户提供更加丰富、直观的学习体验。

1.2. 幼儿学习的特点与需求

幼儿阶段是个体认知和情感发展的敏感期，其学习特点主要表现为直观性、游戏性和探索性。幼儿喜欢通过直接感知和动手操作来认识世界，因此，教学方式应注重直观性和操作性。同时，游戏也是幼儿学习的重要方式之一，通过游戏可以激发幼儿的学习兴趣，促进其全面发展。此外，幼儿还具有强烈的探索欲望，喜欢通过观察和尝试来发现新的事物和规律。

1.3. 沉浸式教学的概念与特点

沉浸式教学是一种通过创造高度参与和情感投入的学习环境，以促进学习者深度学习的教学方法。在沉浸式学习中，学习者被置于一个与学习内容紧密相关的情境中，从而增强学习体验的连贯性和意义性。对于幼儿来说，沉浸式学习可以提供更加自然和直观的学习途径，有助于他们更好地理解和掌握知识。

1.4. 研究目的与重要性

本研究旨在探索 AR 技术在幼儿沉浸式学习中的应用，并分析其对幼儿学习体验和教学效果的影响。通过本研究，我们希望能够为幼儿教育提供新的视角和方法，同时为 AR 技术在教育领域的进一步发展提供实证支持。

2.研究依据

2.1. AR 技术赋能教育理论

2024 世界数字教育大会上，教育部部长怀进鹏说：“智能化是教育变革的重要引擎，为推动科学教育与文化教育有机结合，服务人的全面发展创造了无限可能。”。斯坦福大学人工智能、机器人与未来教育项目主任、斯坦福大学全球创新设计联盟联席会主席蒋里教授认为：人工智能思维是以后每一个人都需要具备的思维方式。

AR（Augmented Reality），是在现实世界中迭加虚拟信息，也即给现实做“增强”，这种增强可以是来自视觉、听觉乃至触觉，主要目的均是在感官上让现实的世界和虚拟的世界融合在一起。AR 流程的三个关键点。首先是 3D 环境理解。主要依靠物体/场景的识别和定位技术。第二个关键技术：Research on AR Technology and Appreciation of Literary Works 显示技术。这其中又分为视频透视和光学透视，其他的代表有光场技术（主要因 Magic Leap 而显名）、全息投影。AR 中的第三个关键技术在于人机交互，用以让人机迭加后的虚拟信息互动，AR 追求在触摸按键之外自然的人机交互方式，比如语音、手势、姿态、人脸等，用的比较多的语音跟手势。（选自网络数据）虚拟现实和现实增强技术（VR/AR）技术是现代人工智能高度发展的结果。AR 技术作为新兴的现代教育技术，具有趣味性、沉浸性、交互性、可视性等特点，同时，提供给读者良好的阅读体验。

2.2. 经验学习法

在西方常引用我们中国谚语“Tell me and I will forget, show me and I may remember, involve me and I will understand.”，意思是“告诉我，我会忘记；展示给我看，我会记得；让我参与，我会彻底明白。”作为引经据典解释“做中学习”（learning by doing）的好处，但在我们文化中，却鲜有提及这句名句，翻阅有关文献暂时亦未能寻到切合的辞藻。

承接杜威的理念，高大卫(David A. Kolb) 建构了著名经验学习法的理论，主要有四大元素：具体经验(Concrete experience)、观察及反省(Observation & reflection)、总结经验(Forming abstract concepts)及实践应用(Testing in new situations)。

这理论强调学习的取向，一切的学习以经验为起点，过程中透过分享和反省，深入处理和转化 深入处理和转化该次经验，成为一次有个人意义的信息 ，成为一次有个人意义的信息，并藉著实践而验证它的真确性，继续进入另一个经验，带来另一次学习循环。（图示说明：基于 Kolb 经验学习理论，映射至 AR 场景设计的四阶段——具体经验➡互动操作；反思观察➡多感官反馈；抽象概念➡知识内化；实践应用➡迁移应用。）

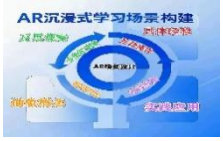


图 1 AR 沉浸式学习场景构建的理论框架

2.3. 沉浸式学习理论

沉浸式学习理论认为，当学习者在高度参与和情感投入的环境中学习时，学习效果更佳。这种学习方式强调学习者与学习内容之间的互动，以及学习过程中的情感体验。沉浸式学习理论在幼儿教育中的应用，有助于提高幼儿的学习兴趣和参与度，促进其全面发展。

3．研究内容

3.1． AR 技术赋能文学作品鉴赏样品选择

AR 技术以增强现实（AR）等人工智能技术作为媒介手段，包含多媒体、三维建模、实时视频显示及控制、多传感器融合、实时跟踪及注册、场景融合等新技术与新手段，研究设计并评估基于人工智能与视觉元素交互作用，对增强诗词的现实体感效果。

本实验的 AR 应用实验项目来源，由香港在线和移动创新学习纵横数码应用研究国际联席专家委员会林小苹总干事策划向香港政府创新科技署科技券计划 TVP-0507-21 成功批复和执行完成的成果，AR 样品实验群体获得应用体验，如下图：

图 2 AR 样品界面

其中，以中华古诗词白居易名篇“钱塘湖春行”为体验实例，本实证研究采用的 AR 样品是“钱塘湖春行”普通话版本。

3.2． AR 技术赋能幼儿的学习动力

幼儿能够与 AR 虚拟物体产生交互，通过游戏化学习，达到沉浸式的体验，或者是使他们主动地去探索知识，增强幼儿的学习动力。当幼儿使用 AR 进行学习时，往往能有更高的满意度，体会到更多的乐趣以及会很愿意进行重复体验。

（1）信息的选择性建构和互动性呈现，引导注意力投入。AR 呈现的虚拟教育信息，主要以形式和内容的良好设计来吸引个体的注意力，进而引导和保持幼儿的注意力。内容上，AR 一般以有趣的互动设计激发幼儿的学习兴趣，使其持续投入注意力。在实际学习过程中，AR 学习内容是在幼儿与学习对象的互动中生成的，对此幼儿不仅可看，还能触摸和操作，在此互动过程中幼儿的注意力易被吸引并维持一段时间。

（2）3D 虚拟空间的创建，增进行为参与和个体体验。幼儿注意力得到引导的同时，AR 逼真的虚拟信息能使幼儿产生较强的近体空间效应，促进身体姿势、行为动作的参与，并丰富个体体验。

（3）多模态信息的刺激，丰富有关客体的经验。通过多模态信息对个体多种感官的刺激，以及多种信息互相补充、共同诱发和引导，有助于唤醒个体积极的情绪、情感，增强个体的情境感，进而丰富个体有关客体的信息和经验。

3.3． 基于 AR 技术的幼儿沉浸式学习场景构建

场景设计：根据幼儿的学习特点和需求，设计适合幼儿的 AR 沉浸式学习场景。场景应包含丰富的虚拟元素和互动功能，以激发幼儿的学习兴趣。技术实现：利用 AR 开发工具和平台，实现场景的构建和虚拟元素的添加。同时，还需要考虑设备的兼容性和易用性，以确保幼儿能够顺利使用。内容开发：根据教育目标和幼儿的学习需求，开发适合幼儿的 AR 教育内容。内容应具有趣味性、针对性和可操作性，以促进幼儿的学习和发展。

3.4． 幼儿沉浸式学习场景的应用效果评估

学习兴趣评估：通过观察幼儿在 AR 沉浸式学习场景中的表现，评估其对学习内容的兴趣程度。可以通过观察幼儿的注意力集中时间、参与度等指标来进行评估。

认知能力评估：通过对比幼儿在 AR 沉浸式学习场景前后的认知能力变化，评估其对幼儿认知能力的影响。可以采用标准化测试或问卷调查等方法进行评估。

情感发展评估：通过观察幼儿在 AR 沉浸式学习场景中的情感体验，评估其对幼儿情感发展的影响。可以通过观察幼儿的情绪变化、社交行为等指标来进行评估。

4．研究方法

4.1． 实验设计

本研究选取北京军区机关幼儿园幼儿共 100 名（实验组与对照组各 50 名，男女比例 1:1）。样本选择遵循分层随机抽样原则，确保实验组与对照组在年龄（4-6 岁）、认知水平（通过前测评估）及家庭背景（问卷采集）上无显著差异。

4.2． 实验实施

实验组：在实验开始前，对实验组幼儿进行 AR 技术的简要介绍和操作体验，确保他们能够熟练使用 AR 设备。然后，根据设计的 AR 沉浸式学习场景进行教学，每周进行一次，每次 30 分钟。在教学过程中，教师负责引导幼儿与虚拟元素进行互动，并解答幼儿的问题。

对照组：对照组幼儿则采用传统的教学方式进行教学，包括讲解、示范和操作等环节。教学内容与实验组相同，但形式不同。

4.3． 数据收集方法

（1）观察：研究者将在 AR 教学活动中进行现场观察，记录幼儿在 AR 沉浸式学习场景中的表现和行为。（2）访谈：与幼儿和家长进行半结构化访谈，探讨他们对 AR 教学的感受、看法和建议。（3）问卷调查：设计问卷以收集定量数据，包括幼儿对 AR 技术的态度和感受以及家长的满意度。

4.4． 数据分析方法

采用 SPSS 26.0 进行数据分析，包括描述性统计（均值、标准差）及独立样本 t 检验（显著水平 α =0.05）。效应量通过 Cohen’s d 计算，例如实验组学习兴趣均值（M=4.32, SD=0.51）显著高于对照组（M=3.45, SD=0.62），t(98)=5.78, p<0.001, d=0.89。

表格

组别	均值 (M)	标准差 (SD)	样本量 (n)
实验组	4.32	0.51	50
对照组	3.45	0.62	50

图 3 实验组与对照组学习兴趣的比较

5．AR 沉浸式教学的实践案例

5.1． AR 技术助力文学作品鉴赏应用体验

本研究选取了一个基于 AR 技术的幼儿数学教育案例进行实践。该案例旨在通过构建 AR 沉浸式学习场景，帮助幼儿更好地理解和掌握文学作品鉴赏的应用体验。

2024 年 9 月，北京军区机关幼儿园园长段春梅老师亲自主持，以幼儿园 10 个大班和 1 个中班为主，被试样本 100 人，有 13 组共 39 位老师参加 COR • AR 助力文学作品鉴赏教学设计文本选评，老师们不仅积极体验创新科技给教学实践带来的创新机遇，更是想方设法，将设计通过教学实践，在宝宝的感受和体验中，逐步提升自己的经验与水平。以下以中班钱媛媛老师率先尝试的将 AR 情景教学引入课堂实践为例。如下图：

图 4 钱媛媛老师将 AR 情景教学引入课堂实践

5.2． 《钱塘湖春行》AR 教学活动设计

5.2.1．活动对象

本研究选取了大班和中班的 50 名 5-6 岁左右的幼儿作为活动对象。研究方法包括问卷调查、课堂观察、个案访谈和幼儿作品分析等，以全面了解幼儿在 AR 沉浸式学习场景教学中的体验和学习效果。

5.2.2. 活动材料

《钱塘湖春行》AR 样品，来源于林小苹总干事向香港特别行政区创新科技署申报获批科技券计划：TVP/0507/21，熊猫 AR 样品，《春晓》音乐，古筝乐曲，安卓手机，多媒体一体机，电子图谱，非洲鼓（每名幼儿一个）。

5.2.3. 活动过程

（一）前侧环节。谈话导入，用熊猫 AR 技术，引出话题。

（二）中间环节。①教师通过安卓手机，将《钱塘湖春行》AR 样品投放到一体机上，引导幼儿初步品赏古诗中的寓意，感受古诗的意境美。教师通过提问“你发现了 AR 画面中的哪些景物？”激发幼儿观察兴趣，并记录典型回答。②结合 AR 视频，教师鼓励幼儿用自己的语言大胆地表达对春天景色的感受，体会诗歌的情趣。③根据 AR 画面，教师配乐幼儿抑扬顿挫朗诵古诗《春晓》，表达出对春天景色的喜悦之情。④结合《钱塘湖春行》AR 画面，教师介绍古诗《春晓》作者，扩大认知。由幼儿根据 AR 画面背景多角度联想。⑤出示一体机电子图谱，鼓励幼儿结合古诗《春晓》看图谱用声势、动作边打节奏边唱古诗。⑥出示结合一体机 AR 样品，分组操作时，教师巡回指导，鼓励幼儿描述虚拟场景特征，并协助解决技术问题。

（三）后侧环节。①出示一体机电子图谱，播放古诗《春晓》音乐，鼓励幼儿结合非洲鼓进行古诗表演。②研究者将有关《钱塘湖春行》AR 样品投放到艺术创意游戏区，鼓励幼儿将古诗的春天美景进行绘画、手工和泥塑，帮助幼儿更深入体会诗词的意境。

（四）环节延伸。①细读赏景，品味语言：提出问题“你最喜欢 AR 画面哪些春天景象？”“你发现哪些景物有何特点？”（突出词组如“绿绿的、白白的、清清的，粉粉的等”）感受诗优美的语言和意境。②创诵诗歌，拓展提升：（1）打开手机平板中的 AR 样品，分小组找出诗中春天的景物，可添加图画湖中的小鱼。（2）生成互动，丰富交流展示面，利用 AR 技术进行重构，将幼儿绘画以 3D 的立体形象进行呈现，【RakugakiAR】应用通过 AR 扫描技术，使小鱼创意变得栩栩如生。（3）小组讨论关于春天的诗，打开手机平板录制并形成二维码分享（促进幼儿思维能力的发展和提升）。③结合本活动收获引发幼儿环保意识，鼓励幼儿设计一张环保宣传画，并讲述画面内容，教师一对一倾听记录，争当“优秀环境环保宣传员”，完成后发布至 AR 互动区，师幼、幼幼共同点评。

5.2.4. 教师培训与支持

为确保教学效果，开展“教师 AR 工作坊”培训，内容涵盖：（1）设备操作（10 课时）：包括 AR 样品的使用、手势交互调试及故障应急处理。（2）教学设计（20 课时）：学习如何将 AR 场景与《3-6 岁儿童学习与发展指南》目标结合，设计分层任务。

5.3. AR 技术助力文学作品鉴赏实证研究

5.3.1. 个案访谈

他怎么会在里头呢？

图 5 小女孩的自主发现回答

个案访谈：我发现宋庆平很可爱，我看见上面的屏幕，感觉他在吃草，我想进去想看看，和平时游戏不一样，我觉的很开心，我喜欢里面有鸟叫，我喜欢 AR 体验游戏，下次还想看，还想去探索一下。

5.3.2. 问卷统计分析和效果

北京军区机关幼儿园共 50 名 5-6 岁左右幼儿参加 AR 体验，设计包含问卷调查，对小朋友和家长邀请在线调查问卷；邀请另外 50 名未参加 AR 体验的小朋友和家长参加在线调查问卷。由平台 https://www.chxckc.com/COR8 在线问卷栏目发布和自动数据统计分析。

基本情况

序号	请简单表述小朋友参加"钱塘湖春行"AR 体验课后的最大变化：
1	我喜欢上了古诗，我每天晚上都喜欢朗诵古诗。
2	我喜欢这个游戏，以后还要上。
3	喜欢老师，喜欢古诗。
4	喜欢唐诗。
5	我感觉很好玩，还想玩这个 AR 游戏课，我还喜欢探索，还喜欢古诗。
6	爱上了唐诗，还有古诗。
7	喜欢古诗，我每天晚上都要学一首才睡觉。

（2）家长

序号	请简单表述小朋友参加"钱塘湖春行"AR 体验课后的最大变化：
1	孩子特别喜欢，特别开心，还喜欢朗诵古诗了。

（1）学生

序号	请参加的小朋友表述参加的最新发现?
1	我发现有小河、小鱼、大山、小亭子，还有小草，小马而且都会动。
2	有小船、有小鱼、还有云，比平时的游戏活动好玩，平时没有这种感觉，那天我非常高兴所以看着能不能咬到草地。
3	我最喜欢的是小船，大山，还有云朵，还可以变化，还有荷叶，有水和水上的那些花，树上会是小鸟的叫声，[illegible]
4	我特别特别喜欢，感觉特别好，比别的游戏都好，还想上一次，特别好玩。
5	我发现宋庆平很可爱，我看见上面的屏幕，感觉他在吃草，我想进去想看看，和平时游戏不一样，我觉的很开心，我喜欢里面有鸟叫，我喜欢 AR 体验游戏，下次还想看，还想去探索一下。

序号	请参加的小朋友表述参加的最新发现?
1	平时的游戏不能投到屏幕上，这个可以用手机投影，里面的小船、水、石头、花和平时的不一样，还可以触摸。
2	和我们平时玩的游戏不一样，而且是手机弄出来的。
3	孩子发现了山、还有小鱼、还有小船、还发现了一座大山。

题目：对于这一先导探索，你有哪些宝贵建议?

（1）学生

序号	对于这一先导探索，你有哪些宝贵建议?
1	特别喜欢这个游戏，下次还想玩。
2	希望下一次还要玩这个游戏。
3	我感觉很好玩，还想玩这个 AR 游戏课。
4	下次还想探索 AR。

（2）家长

序号	对于这一先导探索，你有哪些宝贵建议?
1	很期待。
2	特别喜欢。
3	希望下次还有这个游戏。
4	感觉那个游戏特别好。

图 7 AR 体验在线调查问卷汇总

以上的图表提取部分了问卷内容，小朋友和家长的反馈是具体而真实，效果一目了然。

5.3.3. 案例效果

经过一个月的实验，我们发现实验组幼儿在文学作品鉴赏方面明显优于对照组。同时，实验组幼儿在学习兴趣和参与度方面也表现出更高的水平。这表明基于 AR 技术的沉浸式学习场景能够显著提高幼儿的学习效果和学习兴趣。

6. 研究结果

6.1. 幼儿的学习兴趣提升

通过观察记录和分析，我们发现实验组幼儿在学习兴趣方面表现出更高的水平。在 AR 沉浸式学习场景中，幼儿能够与虚拟元素进行互动，这种新颖的学习方式激发了他们的好奇心和探索欲望。同时，虚拟元素的丰富性和趣味性也吸引了幼儿的注意力，使他们更加专注于学习内容。因此，实验组幼儿在学习过程中的参与度更高，学习兴趣更浓厚。

6.2. 幼儿的认知能力发展

通过问卷调查、教学观察和个案访谈收集的数据表明，在 AR 沉浸式学习场景中提升幼儿的语言能力、创造力、观察力和思维能力方面具有显著效果。幼儿在 AR 环境中的互动和表达能力得到了显著提高，他们在朗诵和表演古诗时更加自信和流畅。此外，AR 技术的使用也促进了幼儿对传统文化的认知和欣赏。因此，实验组幼儿在认知能力方面表现出更高的水平。

6.3. 幼儿的情感发展积极

通过观察和分析，我们还发现实验组幼儿在情感发展方面也表现出积极的趋势。在 AR 沉浸式学习场景中，幼儿能够与其他幼儿一起进行互动和合作，这种社交体验有助于培养他们的社交能力和情感交流能力。同时，虚拟元素的趣味性和游戏性也带来了愉悦的学习体验，使幼儿更加喜欢学习并愿意积极参与其中。因此，实验组幼儿在情感发展方面表现出更加积极和乐观的态度。

7．研究分析

以上研究中，运用 AR 技术，生成感官模拟的虚拟环境，借助手机、电脑等设备实现虚拟与现实环境中的对象交互，体验身当其境感受。体验中，重点让幼儿在欣赏 AR《钱塘湖春行》的春景中活动。诗，美在意境，欣赏古诗的目的就是提升思维能力为主线的品鉴、欣赏、解析、联想、创造性的阅读活动，将孩子带入诗境之中。因此，借助 AR 信息技术与《钱塘湖春行》AR 样品相融合，以深度融合赋能生动活泼的 AR 互动教学情境、构建以 AR 动画为中介的活动，以合作探究模式、注重持续动态的延伸拓展与交流评价三大实施路径，将抽象概念可视化，将教学时间多元化，促进幼儿习惯迁移内化。而从心理学的角度来说，人的右脑主于综合、整体的听辨，包括想象、感知、直觉等等，而左脑主于语言及与语言相关的功能。因而，意境的感悟关键在于激活幼儿的右脑，使幼儿在音、图、声等多种显性手段结合的形象环境中，加强对诗句语言的咀嚼体味，利用幼儿与诗句相通或相关的生活经验，唤起幼儿的亲切感，缩短诗与幼儿的心理距离，让幼儿带着一种朦胧的抒情的情绪，进入诗的意境，感悟诗的意境。因而，活动主要是靠 AR 信息技术来引领，让幼儿通过研究性学习，培养幼儿的创意思维能力，问题发现与求解，在探索中发现新创意，多感官、多角度、多元素，全方位进行联想，让每一名幼儿都能开动小宇宙，创造出充满智慧火花的杰作。

7.1． 个体与环境的交互

幼儿的年纪特性表现在他们依赖触感、嗅觉、视线和听觉等多种感知来探索和嬉戏，这种方式不仅满足了他们的好奇心理，也极大地推动了他们的认知进步。当增强现实技术被引入到学前教育中，它能够使孩子们的视觉、听觉、触感和运动感觉等多个感知通道与周围环境产生互动，这是所有幼童学习成长的基本需求，同时也适应了不同学习风格的孩子。传统教学往往局限于视觉和听觉，难以让幼儿全情投入。然而，利用 AR 技术的沉浸式教学模式，幼儿可以通过视觉图像参与游戏和学习，实现感官的综合运用，从而最大化他们的学习效果和成长潜力。增强现实技术的运用能够充分激发幼儿多元感知通道的参与，提供丰富多样的互动体验，进而增强学习的乐趣，鼓励幼儿更积极地自主学习。

7.2． 虚实结合构建情境

AR 技术在幼儿教育中的应用，使得幼儿在日常学习环境中能够同时感知到现实与虚拟交织的信息维度。虚拟环境作为教育情境的关键元素，不仅扩大了实际的物理界限，更巧妙地将数字信息领域与实体世界无缝对接，创造出一个融合的多维空间体验。相较于依赖二维图像的传统方式，幼儿在三维的虚拟场景中探索和理解抽象概念和对象，能提升认知效率并有助于塑造他们的空间理解力。同时，通过诸如 AR 这样的沉浸式媒介，孩子们能够亲身感受到虚拟与现实的交互，进一步增强他们对这两者的主观认知和体验。

7.3． 我者和他者的协作

在传统托幼环境中，各种因素常常导致无法充分顾及每个幼儿的个别需求和思维，教师与幼儿之间的沟通仅停留在基本的交谈层面，这在一定程度上削弱了师幼互动的深度。因此，影响了游戏活动和学习体验的质效，一定程度上限制了幼儿的健康发展。相比之下，虚拟现实技术的应用呈现出不同的景象。增强现实（AR）技术并不使用户完全隔离于现实，反而允许教师与幼儿保持互动和合作。借助 AR 技术开展的教学活动，不但鼓励师幼、幼幼之间的合作学习，促进共同参与问题的探索、提出和解决等，更有效地促进幼儿获取新知识、构建个人认知框架以及提升社会交往能力。

8．结论及展望

本研究深入探讨基于 AR 技术的幼儿沉浸式学习场景构建与成效，论证其在幼儿教育中的重要价值与积极影响。尽管应用中面临挑战，但随着技术进步、教育资源完善和教师能力提升，AR 技术将在幼儿教育发挥更大作用 。

未来研究应关注技术发展，探索创新应用模式，为幼儿创造优质高效的学习环境。同时，期待社会各界关注幼儿教育信息化，加强合作交流，推动幼儿教育发展。后续还需深入探索 AR 沉浸式学习对幼儿长期认知和情感发展的影响，以及改进 AR 技术以适应幼儿需求、保护其健康等 。教育数字化是推动教育高质量发展、建设教育强国的重要动力，教育应积极变革，借助数字化转型助力教育强国建设，办好人民满意的教育 。

参考文献

Wang, L., & Zhao, Q. (2021). 沉浸式学习环境对幼儿认知发展的影响 [The impact of immersive learning environments on young children’s cognitive development]. 《教育研究》, 40(4), 123–130.

Zhang, H., & Li, M. (2022). 增强现实技术在幼儿教育中的应用研究 [Application of augmented reality technology in early childhood education]. 《现代教育技术》, 32(2), 45–52.

Lin, X. P., Xie, W. P., Zeng, J. J., & Wang, S. S. (2020). AR 技术与文学作品鉴赏应用研究 [Application of AR technology in literary appreciation]. 中国科技论文在线. http://www.paper.edu.cn/releasepaper/content/202002-9

Yang, T., & Yang, X. P. (2019). 增强现实技术应用于幼儿园教学: 价值逻辑与行动策略 [Application of augmented reality technology in kindergarten teaching: Value logic and implementation strategies]. 《陕西学前师范学院学报》, 32(9), 37–39.

国务院. (2021). 中国儿童发展纲要(2021–2030 年) [China children's development outline (2021–2030)]. 中华人民共和国中央人民政府. https://www.gov.cn/gongbao/content/2021/content_5643262.htm

教育部.教育部部长怀进鹏在 2024 世界数字教育大会上的主旨演讲：携手推动数字教育应用、共享与创新［EB/OL］. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/moe_176/202402/t20240201_1113761.html.

Chen, L., & Wang, Q. (2023). AR-enhanced collaborative learning in kindergarten: Effects on engagement and cognitive outcomes. *Computers & Education, 184*, 104501.

Papakostas, G. A., et al. (2022). Evaluating AR applications in preschool literacy education: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research, 60*(5), 1120 – 1145.

從小學到國中：延伸數位學習平台以支援國中生數學學習

From Elementary to Junior High: Extending a Digital Learning Platform to Support Mathematics Learning

葉彥呈[1*]，陳德懷[2]
[12]中央大學網路學習科技研究所，台灣
[*] Charles@cl.ncu.edu.tw

【摘要】本研究團隊先前設計了一套國小自主經營數學學習遊戲「數學島」，幫助學生主動進行數學學習。為了讓國小學生能順利銜接國中課程，在「數學島」的基礎上進一步開發「明日數學」國中數學平台，並參考教育部教材設計數位內容，讓學生能透過遊戲機制學習國中數學概念，進而提升學習動機與興趣。
【關鍵字】數學學習；知識地圖；遊戲式學習

Abstract: *Research team previously developed Math Island, a self-directed mathematics learning game designed for elementary school students to actively engage in mathematics learning. To facilitate a smooth transition from elementary to junior high school mathematics, we expanded upon Math Island to develop the Math for Tomorrow junior high school mathematics platform. This platform integrates digital content aligned with the Ministry of Education's curriculum and incorporates game-based learning mechanisms to help students grasp junior high school mathematics concepts, thereby enhancing their motivation and interest in learning.*
Key words: Mathematics learning, Knowledge mapping, Game-based learning

1.前言與文獻

明日數學團隊先前已成功開發國小自主經營數學學習遊戲「數學島」，透過遊戲化學習模式與個人化的學習路徑，幫助學生主動探索數學概念、提升學習動機。該系統已在台灣多所國小實施，並獲得教師和學生的肯定。為了延續「數學島」的成功經驗，並協助學生銜接國中數學課程，本研究預期設計一「明日數學」國中數學平台，開發更契合國中生需求的內容與功能，透過角色培養、任務挑戰和即時回饋機制，幫助學生在解題過程中掌握解題技巧與邏輯推理能力，進一步提升其數學應用能力與學習興趣。

數位遊戲往往具備互動性、趣味性與挑戰性等特質，能有效提高學生的學習動機與課程參與度。過去研究顯示，若能將數學概念融入遊戲情境中，學生便能在過程中不知不覺地學習數學知識，並進一步培養對數學的興趣。例如，在角色扮演型遊戲中，藉由結合遊戲世界、任務與學習教材等多層次架構，可提供小學生富含故事性的遊戲情境，從而享受數學學習的樂趣並明確設定個人學習目標（Chen et al., 2012a; Chen et al., 2012b）。同時，遊戲機制所提供的即時回饋與獎勵，也能使學生在學習過程中獲得成就感，進而維持學習動力。

在傳統課堂或教科書中，學習內容通常被預設為線性順序，要求學生依此順序進行學習。然而，實際的知識結構更接近網狀，許多數學概念彼此環環相扣，具有多重關聯與延伸性（Davenport et al., 2003）。知識地圖正是一種視覺化工具，可藉由圖表呈現複雜的知識架構，協助學生掌握不同概念之間的關係，知識地圖亦可幫助學生建立整體知識框架，提升學習效率；而進一步將其融入遊戲化環境時，亦能維持學生的學習動機與自我效能，並有效促進學業表現（Chu et al., 2015）。

2.數學系統介紹

「明日數學」國中數學平台延續國小數位學習平台「數學島」的理念與設計模式，並根據國中生在心智發展與學習需求上的不同進行拓展和調整。

1. 角色主畫面與自訂化設定：學生可打造並養成專屬的虛擬角色，透過完成學習任務取得虛擬貨幣、經驗值和道具獎勵。

2.課程單元島嶼：將課程內容按年級進行劃分，學生可在地圖上自由選擇想要練習的單元，系統則透過記錄學生學習歷程與表現，提供個人化學習建議與練習題。

3.使用者互動設計：在介面中設置提醒或建議功能，協助學生快速上手並解決常見問題。

圖 1、培育虛擬角色

圖 2、課程單元島嶼(各年級)

「明日數學」國中數學平台的教材內容依據十二年國教課程綱要，並參考教育部學習輔助教材，以符合國中七至九年級學生的學習需求。教材涵蓋三種類型：

（1）概念題：以動畫與影片呈現數學原理，並附例題講解。

（2）練習題：模擬會考題型，提供詳盡解題步驟與即時回饋。

（3）挑戰題：結合生活情境，促使學生綜合運用多項概念解決問題。

平台也整合自營建設、觀光互動及個人化進度調整機制，學生完成任務可獲取虛擬獎勵，並透過系統自動記錄答題正確率、學習進度等數據，供學生、教師與家長檢視與調整學習策略。

3.結論與討論

「明日數學」國中數學平台結合遊戲化學習、個人化學習路徑與知識地圖等設計理念，為國中生提供一個能自主學習的數位數學環境。相較於國小階段，本系統針對國中生的需求進行了更進一步的延伸與優化，基於年級與單元的多元化教材，涵蓋會考題與挑戰題型，以概念題、練習題及挑戰題貫穿整個學習歷程，從基礎到進階逐步提升學生的理解與應用能力。此外，透過角色養成與虛擬貨幣獎勵機制，學生在學習過程中能即時獲得回饋與成就感，從而增強持續參與的意願。整體而言，本研究延續國小「數學島」的成功經驗，透過「明日數學」國中數學平台，期望能有效提升國中生的數學學習動機與成效。

致謝

本研究在臺灣國科會人文處 (112-2410-H-008-020-MY3) 與「臺灣中央大學學習科技研究中心」的資助下完成，僅此致謝。

參考文獻

Chen, Y. H., Looi, C. K., Lin, C. P., Shao, Y. J., & Chan, T. W. (2012a). Utilizing a collaborative cross number puzzle game to develop the computing ability of addition and subtraction. Journal of Educational Technology & Society, 15(1), 354-366.

Chen, Z. H., Liao, C. C., Cheng, H. N., Yeh, C. Y., & Chan, T. W. (2012b). Influence of game quests on pupils' enjoyment and goal-pursuing in math learning. Journal of Educational Technology & Society, 15(2), 317-327.

Chu, H. C., Yang, K. H., & Chen, J. H. (2015). A time sequence-oriented concept map approach to developing educational computer games for history courses. Interactive Learning Environments, 23(2), 212-229.

Davenport, T. H., Prusak, L., & Wilson, H. J. (2003). What's the big idea?: Creating and capitalizing on the best management thinking. Harvard Business Press.

生成式人工智能（GAI）背景下职前教师专业发展教育游戏设计与开发——基于 Unity 3D 平台

Design and Development of Educational Games for Pre-service Teachers' Professional Development in the GAI Era - Based on Unity 3D

熊炀璐[1*]，刘晨露[1]，孟佶欣[1]，郑好[1]，许玮[1]
[1]浙江工业大学教育学院
[*] 1487041493@qq.com

【摘要】 本研究通过 Unity 3D 平台，设计并最终开发一个针对职前教师专业发展的 3D 虚拟场景数字化游戏。玩家通过在不同模拟学习场景中的移动来与 NPC 及生成式人工智能教学代理角色进行互动，并且通过寻找宝藏进行答题。依据新发展的布鲁姆教学目标认知领域分类理论，设计符合不同层次认知目标的学习任务，通过单元知识点框架结构顺序和个性化题库的二维搭建，并结合积分、徽章、排名等游戏化机制，引入视频、文字学习模块，实现高质量游戏化学习。
【关键词】 生成式人工智能；教育游戏；职前教师专业发展

Abstract: *This study aims to design and ultimately develop a 3D virtual scene-based digital game for pre-service teachers' professional development utilizing the Unity 3D platform. Players interact with Non-Player Characters(NPCs) and generative artificial intelligence (GAI) teaching agents by navigating through various simulated learning scenarios, engaging in treasure hunts, and answering questions. Drawing upon the newly evolved Bloom's Taxonomy of Cognitive Domain for educational objectives, learning tasks tailored to different levels of cognitive goals are designed. Through the two-dimensional construction combining the sequential framework of unit knowledge points and a personalized question bank, along with the incorporation of gamification mechanisms such as points, badges, and rankings, the study introduces video and text-based learning modules to achieve high-quality gamified learning experiences.*
Keywords: generative artificial intelligence; educational games; pre-service teachers' professional development

1.前言

尽管教育游戏在学生学习中已有广泛应用，其在职前教师培训中的有效性研究仍显不足（Papastergiou，2009）。本研究旨通过基于 Unity 3D 平台的设计与开发，为职前教师提供量身定制的学习体验，并通过互动性和模拟情境提升其教学能力。

2.系统总体设计

职前教师专业发展游戏系统主要分为以下几个模块：GAI 人工智能模块、游戏 UI 模块、个性化学习模块、闯关答题模块、游戏奖励模块，系统架构如图 1 所示。

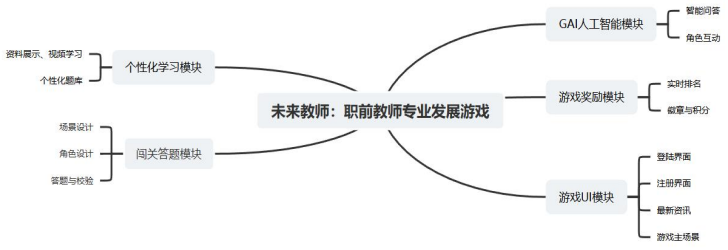


图 1 系统架构

3.系统功能实现

3.1. 角色移动

游戏中，通过设置 Speed 参数，确保走路和空闲动画能够流畅衔接并持续循环播放，以实现角色真实的运动效果，图 2 所示为各场景展示。

图 2 草原、海岛、古风、沙漠场景角色移动

3.2. GAI 教师代理

在“未来教师：职前教师专业发展游戏”中，GAI 代理教师可以准确的迅速地理解玩家提出的问题，并给出详尽、专业的解答，也可以给予玩家心灵上的慰藉和支持（见图 3）。

图 3 GAI 教师代理提问界面、回答界面

3.3. 学习模块

学习模块包括音视频学习、书本学习，以及最新资讯关注等内容。由于 Unity 官方资源网站包括丰富插件资源，开发者能够使用 Unity3D Book - Page Curl Pro、AVPro Video v3 等插件进行学习模块的构建。将大量与教育学相关的内容资源进行导入，构建合适的学习内容，为职前教师提供丰富学习资源。

3.4. 答题模块

研究者将把每一个学习单元切分为小的知识点，对于课程知识点进行梳理整合，对每一个知识点进行多题目的科学高效设计，并且对应新扩展的布鲁姆教学目标认知领域分类理论（记忆、理解、运用、分析）的前四个目标层次（Karakoç，2022），创建二维层次题库。

3.5. 积分排名与成就展示

系统中，依照总体学习目标，给每项成就都设定了相应的积分门槛作为成就解锁条件。每当玩家积累的游戏积分达到或超过某一阈值时，系统就会记录这一成就的解锁，并将成就信息记录在数据库中。同时，根据这些更新后的数据，在前端界面中展示已经解锁的成就，从而给予玩家视觉上的奖励和满足感。

4.结语

本文基于 Unity 游戏引擎设计和实现了一款职前教师专业发展教育游戏，该游戏无需设计复杂的算法，采用 C#脚本语言实现，代码只需要逻辑清晰即可实现。本游戏的设计和实现对于职前教师专业培训的教育游戏开发具有积极的借鉴作用。

参考文献

Karakoç, B., Eryılmaz, K., Turan Özpolat, E., et al. (2022). The effect of game-based learning on student achievement: A meta-analysis study. *Tech Know Learn*, 27, 207 - 222.

Papastergiou, M. (2009). Digital game-based learning in high school education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, 52(1), 1-12.

基于 unity 3D 的校本课程游戏化学习设计与实现——以《医圣张仲景》为例

Design and implementation of gamification learning for school-based curriculum based on unity 3D -- A case study of Medical Saint Zhang Zhongjing

于怡，魏雪峰*，张倩瑛，韩春，王梦晨
鲁东大学 教育学院
*xuefengwei99@163.com

【摘要】在当今教学方式不断创新与丰富的背景下，游戏化学习的研究价值愈发凸显。校本课程在小学教育阶段也发挥着重要的作用，校本课程的趣味性与实践性的融合也备受关注，这就迫切需要将课堂教学与游戏进行有机整合。本研究选取了基于 Unity 3D 平台开发的小学校本课程《医圣张仲景》作为研究对象，该漫游旨在让学生在轻松愉悦的游戏氛围中，学习校本课程并为校本课程的开发提供新思路。
【关键词】 unity 3D；游戏化学习；校本课程开发

Abstract:*Under the background of continuous innovation and enrichment of teaching methods, the research value of gamified learning is becoming more and more prominent. School-based curriculum also plays an important role in the primary education stage, and the integration of fun and practice of school-based curriculum has attracted much attention, which urgently needs to organically integrate classroom teaching and games. In this study, the primary school curriculum "Medical Saint Zhang Zhongjing" developed based on Unity 3D platform is selected as the research object. This tour aims to let students learn school-based curriculum in a relaxed and pleasant game atmosphere and provide new ideas for the development of school-based curriculum.*
Keywords：unity 3D，Gamified learning，School-based curriculum development

基金项目：山东省人文社会科学课题（智库重点项目）“人工智能支持下的小学个性化作业设计与应用研究”（编号：2023-zkzd-014），山东省泰山学者青年专家计划项目（tsqn202103090）

1.研究背景

游戏化学习作为一种创新的教学方法，具有增强学习表现、提升学生自我效能感、培养积极学习态度和价值观的巨大潜力(尚俊杰 & 裴蕾丝, 2015)。其次该游戏化学习漫游主要面向小学生。学生对新鲜有趣的内容比较敏感，经历着从模仿学习到再现和创造性学习的转型（仇立岗 & 胡文玥，2024）。Unity 3D 作为一款成熟的 3D 漫游开发软件，为开发校本课程提供了巨大的优势。教育部下发《关于加强中小学教育的通知》更加彰显了加强信息意识和数字化教育的必要性。

2.基于 unity 3D 的游戏化学习开发

2.1.设计理念和游戏概述

本 VR 漫游旨在通过游戏化学习，让用户能够在虚拟的情景下体会张仲景的生平事迹，打破传统校本课程单一化与平面化。该设计首先依据其生平事迹构建场景，通过点击触碰建筑物的形式植入故事情节，最后总览整个场景升华到人物影响力方面。《医圣张仲景》是一款基于 Unity 3D 平台开发的校本课程的 3D 漫游，主要面对小学学段学生，该 3D 漫游的校本课程主要是通过历史人物向学生传授勤思苦学、爱国爱家和无私奉献等精神。符合社会主义核心价值观念。

2.2.漫游背景

本作品意图打造辅助小学校本课程的教学工具基于虚拟现实技术，将张仲景的毕生经历缩影到其人生围城之中，在游览学宫、太守府、百草堂和医圣祠等场景的同时结合中医药文化的科普讲解，通过交互技术手段传播中医药文化。并且在漫游的左上角以小地图的形式进行实时定位。

图 1 漫游路径

2.3.技术手段

本研究主要采用了按钮交互功能、语音播读功能和鼠标键盘交互功能。按钮交互功能体现在：进入游戏界面后通过鼠标点击“出发”或者“结束”按键，开始游戏化漫游或者结束游戏化漫游；语音播读功能体现在：通过鼠标移动到建筑物上，就会进行语音播报，讲解该建筑物关于张仲景的历史故事；该作品使用第一视角的方式进行漫游操作，主要使用“W、A、S、D”键进行前后左右的移动，使用鼠标控制方向，使用空格键进行场景人物的弹跳。

图 2 技术展示

3.结论与展望

随着虚拟现实（VR）和人工智能技术的日新月异，信息技术与课程整合也在不断整合和发展。这一趋势预示着利用 VR 技术的校本课程的设计与实施方法将迎来更多创新与优化，更有效地引领和辅助教师提升教学质量，达成更高的教育目标。总结教学经验，优化教学方法，积累教学反思，并结合实践深入探索 VR 技术在校本课程中的开发与应用，为实现立德树人的教育使命而不懈努力。

参考文献

尚俊杰&裴蕾丝(2015).重塑学习方式:游戏的核心教育价值及应用前景.中国电化教育,(5):41-49.

仇立岗&胡文玥.小学人工智能校本课程开发依据及其组织逻辑.电化教育研究,2024,45(12):83-88.DOI:10.13811/j.cnki.eer.2024.12.011.

2D 像素動作融入多元種族與平等觀念之遊戲設計探究

王曉璿 [1]，許翊睿 [2]，范誠祐 [3]，張翊禾 [4]，施仲禹 [5]
國立臺中教育大學 數位內容科技學系
[1]hswang@mail.ntcu.edu.tw
[2]adt110102@gm.ntcu.edu.tw
[3]adt110110@gm.ntcu.edu.tw
[4]adt110117@gm.ntcu.edu.tw
[5]adt110121@gm.ntcu.edu.tw

【摘要】 本研究以 2D 像素動作遊戲《龍の曙光》為載體，將平等與反戰議題融入沉浸式探索解謎，透過市場分析與玩家體驗研究，開發具情感共鳴的敘事框架。遊戲以多元角色、分支敘事與直覺操作機制，引導玩家反思當代社會議題，驗證遊戲作為議題傳播媒介的潛力。
【關鍵字】 2D 像素動作遊戲；敘事設計；社會議題；種族平等；反戰

Abstract: *This study integrates anti-war and racial equality themes into the 2D pixel action game Dragon's Dawn through immersive exploration and puzzle-solving. By combining player experience research and market analysis, the game employs branching narratives, diverse characters, and intuitive mechanics to provoke reflection on societal issues, demonstrating the potential of games as tools for social discourse.*
Keywords: 2D pixel action game, narrative design, social issues, racial equality, anti-war

1.前言

《龍の曙光》是我們開發的 2D 像素風格動作遊戲，結合娛樂與教育，探討平等與戰爭議題，靈感來自全球社會事件，反映種族歧視與戰爭的影響。透過沉浸式敘事與互動機制，玩家在探索與解謎中理解核心價值，並以更包容的視角看待多元文化與國際局勢。遊戲設計融入多重結局與選擇機制，讓玩家感受決策影響，進而反思自身價值觀。我們希望本研究能為遊戲開發者提供參考，推動教育與娛樂結合，讓遊戲成為傳遞社會議題的創新載體。

2.文獻探討

遊戲作為互動媒介，可透過平衡挑戰性與玩家技能，引導人進入「心流」狀態，提升創造力與學習效率。關鍵設計要素包括即時反饋、漸進難度及明確目標，並藉由故事、角色與視覺設計強化沉浸感。這不僅提升娛樂性，也能應用於教育與心理治療，促進積極行為與問題解決。戰爭造成傷亡、經濟崩潰與心理創傷，應對需國際合作推動和平、加強人權教育，並提供心理重建與社會支援。

3.研究方法

本研究探討一款解謎探索型橫向卷軸遊戲的設計。遊戲採開放式架構，玩家可自由選擇事件推進劇情，解開隱藏陰謀與主角琉璃的身世之謎。故事透過對話、互動物件與戰鬥推進，結局受玩家選擇影響。遊戲採復古像素風，場景涵蓋辦公室、地下室等，增強沉浸感。主角琉璃是龍族菁英，故事設定於多種族共存的幻想世界，隨著任務進行，逐步揭開真相並經歷成長。

表 1 遊戲整體設計呈現

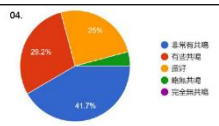
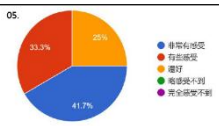
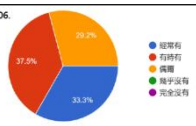
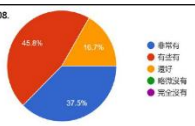
類型	道具欄	隱藏房間	互動物件	劇情對話

畫面示意圖				
設計說明	撿物品後顯示於道具欄，並使用道具推進劇情。	探索隱藏空間，與 NPC 互動、世界觀物品或關鍵道具。	地圖中設有木桶，打碎有機率掉落補血道具。	推進遊戲後觸發劇情對話，透過選擇影響遊戲結局。

4.研究結果與討論

在開發過程中，團隊透過多次內部測試與 2 次公開展示，根據試玩者反饋優化操作介面與敘事設計，提升遊戲體驗。最終階段收集約 30 位觀眾對操作性、互動性及議題影響力的意見，結果顯示多數受試者認為遊戲的互動敘事引發情感共鳴，並激發平等與反戰反思。多重結局設計強化互動性與教育價值，並促進價值觀反思。大部分受試者表示遊戲提升了他們對社會議題的關注，並願意推薦他人。

表 2 互動型敘事體驗成效問卷調查

			
遊戲的敘事情節設計是否感到有共鳴?	多樣種族互動是否能感受到平等理念?	遊戲是否讓人反思平等或反戰等議題?	探索解謎元素是否增強趣味性和深度?

5.結論與建議

基於調查結果，未來遊戲設計可深化敘事內容，增強情感張力；提升角色與背景多樣性，促進文化共鳴；優化互動機制，豐富解謎與探索元素；擴展不同年齡與文化背景的玩家群體。《龍の曙光》展示了遊戲在傳遞社會價值觀方面的潛力，為未來開發者提供了有價值的設計參考，推動遊戲產業的多元發展與教育潛力。

6.參考文獻

謝政廷(2019).遊戲心流應用於手機遊戲關卡設計-以益智解謎遊戲開發與研究.取自 https://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-bin/gs32/gsweb.cgi/login?o=dnclcdr&s=id=%22107STUT0641002%22.&searchmode=basic

CT、Jennifer(2015).揭密！希特勒殺猶太民族的真正原因- 歷史.取自 https://www.chinatimes.com/hottopic/20151130004210-260812?chdtv

Amie Thurber, M. Brielle Harbin, and Joe Bandy (2019). Teaching Race: Pedagogy and Practice. Retrieve from https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/teaching-race/

AIGC 赋能微群体教育产品设计：以“静界对话”手语学习游戏为例

AIGC-Powered Micro-Group Educational Game Design: A Case Study of the Sign Language Learning Game “Silent Speak”

黄卓[1*]，马俊泽[2]，陈瀚钰[3]
[1,3]深圳大学
[2]香港科技大学（广州）
[*] huangzhuo2023@email.szu.edu.cn

【摘要】 本研究以“静界对话”手语学习游戏为例，探讨人工智能生成内容（AIGC）在微群体教育产品设计中的赋能作用。该游戏以手语学习为核心机制，玩家需通过学习手语解锁游戏区域并编撰《手语法典》，在沉浸式体验中提升手语能力。本研究为微群体教育产品的创新设计提供了新思路，也为 AIGC 技术在教育领域的应用提供了实践参考。
【关键词】 人机共创；AIGC；微群体；教育游戏；手语

Abstract: *This study investigates the empowering role of AI-Generated Content (AIGC) in the design of educational products for micro-groups, using the sign language learning game “Silent Speak” as an example. The game centers on sign language learning. Players advance through levels and compile the “Sign Language Codex”, enhancing skills via immersive experiences. This study provides innovative insights for micro-group educational product design and practical references for AIGC in education.*
Keywords: Human‑AI collaboration, AIGC, Micro-groups, Educational games, Sign language

1.前言

尽管教育资源普及取得显著进展，微群体的个性化学习需求仍被边缘化。微群体是指因特定特征（如文化背景、特殊需求等）形成的小众群体，爱好手语的健听人士是其中的典型代表。手语是听障社群的主要沟通工具，对无障碍交流具有不可替代的作用。然而，当前针对健听人士的手语学习资源匮乏且分散，学习者常因缺乏系统化路径而感到效率低下。同时，相关专业人员匮乏，微群体需求难以被准确传达。AIGC 技术为解决这一困境提供了新思路。本文探讨 AIGC 如何赋能微群体教育游戏设计，以“静界对话”手语学习游戏为例，分析其如何满足微群体需求并实现人机协同设计。

2.理论研究

2.1. AIGC 协同：满足微群体需求的新路径

AIGC 凭借生成对抗网络（GAN）和大型预训练模型等技术，能够分析数据生成文本、图像、音频等内容，将抽象思维转化为具体实体。它已成为设计师在用户调研、产品分析和设计优化中的重要工具（孙守迁等，2024）。然而，微群体人群常因缺乏技术背景和明确指导，陷入“有产品想法却不知如何实现”的困境。AIGC 协同的意义在于贯穿创意生成到设计优化的全流程，为微群体提供技术支撑和实现路径。在江西地方文创产品设计中，AIGC 技术提取文化要素并生成设计图像，成功将地方文化与现代设计结合，为微群体实现创意提供了参考，也为解决类似问题提供了成功范例（祝昆皓等，2024）。

2.2. 手语教育：游戏化学习的理论基础

从语言学角度看，手语与有声语言地位平等，具有独立的结构和表达方式（傅敏，2017）。手语在表达抽象概念和复杂思维方面与有声语言相似，因此可借鉴第二语言教学理论开展手语学习。教育游戏通过营造低压情感交流环境，能显著提升学习者的语言沟通意愿，促进第二语言习得（魏小东、张凯，2022）。手语不仅是一种交流工具，还蕴含独特的聋人文化内涵，因此手语学习应与文化科普同步进行。

3.“静界对话”手语学习游戏设计

本文聚焦于游戏设计的第一阶段——概念设计，旨在确定游戏的核心概念，包括游戏类型、目标受众和核心玩法等，并完成概念文档的撰写。

3.1. AIGC 提供指引——需求分析

在需求分析阶段，AIGC 为本研究提供了清晰的研究路径与方法指引，提出了结合量化与质性数据采集以及整合专家意见的综合策略。据此，本研究采用 AIGC 提供的 Python 代码，运用爬虫技术抓取豆瓣手语小组的帖子内容；同时，通过访谈和专家咨询进一步收集相关数据。结果显示，多数学习手语的健听人士面临资源碎片化、入门困难、交流机会匮乏等问题。同时，当前手语教学需依托语言学理论，搭配经过严格筛选的真人演示，以确保教学成效。

3.2. AIGC 梳理思路——要素设计

在需求分析的基础上，我们利用大模型提供的原始需求表和情景分析表等辅助工具，系统梳理了设计思路，最终确定了游戏的核心设计要素，包括游戏玩法、游戏交互和游戏系统。

3.3. AIGC 交互优化——故事背景与路径设定

游戏设定为 22 世纪的诺瓦城，玩家作为技术开发者与抵抗组织合作，通过学习手语对抗压迫，编撰《手语法典》。结合故事背景与学习者需求，通过与 AIGC 的交互，研究逐步构建了一条从基础到高级的递进式学习路径：解锁手语密码，探索起源，掌握基础手势；突破监控壁垒，开启日常交流，感受身体语言；深化交流技巧，解读结构，拓展词汇视野。

4.总结

未来，国家通用手语推广可助力游戏关卡设计，结合 AIGC 工具辅助视觉与音效创意，并可拓展 AIGC 应用至程序检测环节，实现快速反馈与优化。

参考文献

傅敏. (2017). 语言学视角下的手语翻译教学改革. 现代特殊教育, 19, 28 - 31. https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-8014.2017.19.009

孙守迁, 罗凌颖, & 乔显越. (2024). AIGC 赋能创新设计的新动能和新路径. 艺术设计研究, 2, 69 - 76. https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-7518.2024.02.010

魏小东 & 张凯. (2022). 第二语言教育游戏设计策略研究. 电化教育研究, 43(5), 70-75+108. https://doi.org/10.13811/j.cnki.eer.2022.05.010

祝昆皓, 徐秀峰, & 齐瑞文. (2024). AI 赋能地方文创产品设计路径研究——以江西地方文化为例. 包装工程, 45(S01), 191-197. https://doi.org/10.19554/j.cnki.1001-3563.2024.S1.025

數位繪本對師資培育之成效與科技接受度：以特殊教育中的 ADHD 為例

The Effectiveness of Digital Picture Books in Teacher Training and Technology Acceptance: A Case Study on ADHD in Special Education

洪晨凱、湯梓辰*
台灣科技大學應用科技所
* jttang0@mail.ntust.edu.tw

【摘要】 數位繪本作為融合多媒體元素的創新教育工具，已逐漸成為現代教學的重要資源。本研究探討數位繪本在師資培訓中的應用，並利用科技接受度模型（TAM）分析其在未來教學中的應用潛力。研究對象為 21 位修讀師資培訓課程的學生，通過前後測問卷與科技接受度問卷進行數據收集與分析。本研究自製了數位繪本，旨在強調在教室情境中 ADHD 學生可能有的狀況，藉此培養師培生認識 ADHD 注意力不足過動症的症狀和應對。結果顯示，數位繪本作為一項創新學習工具，在提升師資生對 ADHD 行為特徵的理解、增強教學與輔導策略的掌握、促進數位科技在師資培訓中的應用，以及提高師資生對數位教學科技的接受度方面均具有顯著成效。

【關鍵詞】 數位繪本；師資培訓；科技接受度（TAM）; ADHD 注意力不足過動症

Abstract: *Digital picture books, as an innovative educational tool integrating multimedia elements, have become an essential resource in modern teaching. This study explores their application in teacher training, utilizing the Technology Acceptance Model (TAM) to assess their potential in future teaching. The research involved 21 teacher training students, collecting and analyzing data through pre- and post-test questionnaires and TAM surveys. This study developed a digital picture book aimed at highlighting potential situations of students with ADHD Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder in classroom contexts, thereby helping teacher trainees recognize the symptoms of ADHD and strategies for addressing them. The results show that digital picture books significantly enhance understanding of ADHD behaviors, improve teaching and counseling strategies, promote the use of digital technology in teacher training, and increase students' acceptance of digital teaching technologies.*

Keywords: Digital picture books, Teacher training, Technology Acceptance Model(TAM), ADHD Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder

1. 研究背景

數位技術的發展使繪本從紙本延伸至數位平台，結合聲音、動畫與影像等多媒體技術，形成「數位繪本」，提升故事理解與學習互動性(Gabelica, 2018；王乃玄，2019)。其圖文結合特性有助於模擬課堂情境，增強學習體驗。

在教育數位化浪潮中，職前教師須具備整合數位科技的能力，以應對快速變化的教學需求(Howard et al., 2021)。然而，目前師資培訓多以傳統教材和理論教學為主，未充分利用數位化工具幫助師資生掌握特殊需求學生的特徵及輔導方法(吳美瑤，2021)。師資培育不僅需提升教師的科技操作技能，更應幫助其理解科技媒體的適用場景並採取以學生為中心的教學方式(李佳蓉，2016)。數位繪本整合多媒體技術，適合作為師資培訓工具，不僅支持靈活教學設計，還能模擬特殊學生行為情境，協助教師發展應對策略。

在融合教育的趨勢下，輕微特殊症狀的孩童將會與一般學生共學。其中，就包含了注意力缺陷過動症（ADHD），一種影響學生學習和行為的神經發展障礙。在教育環境中，ADHD 學生無法長時間集中注意力、容易分心、衝動行為以及過度活躍。這些特徵會對學生的學習

成果、課堂表現和與同學的互動產生挑戰(American Psychiatric Association, 2013)。然而，在師資培育的課程中，特殊教育僅被列爲選修之課程，因此多數師資生在求學階段不一定會修讀該課程，導致其缺乏應對特殊需求學生的專業知識與實際經驗。

在教育現場，若教師對 ADHD 學生特徵缺乏了解，易誤認其行為是故意不配合，進而採取不當懲罰。此外，教師可能無法有效管理衝動行為導致的秩序問題，影響其他學生的學習環境。因此，師資生在培訓過程中理解 ADHD 學生行為特徵與學習需求至關重要。

基於此，本研究探討數位繪本於師資培訓中的應用，特別聚焦 ADHD 主題繪本的設計與實踐，以提升師資生對 ADHD 學生的理解與同理心，並提供實用的教學與輔導策略。透過數位繪本的互動設計與情境模擬，協助師資生建立更全面的專業能力，填補特殊教育數位資源的缺口。研究結合科技接受度模型(TAM)分析數位繪本作為培訓工具的效能，評估其對師資生的態度與意願的影響，期望藉此推動教育數位化的發展，創造更包容與高效的學習環境。

2. 研究目的

本研究旨在透過自製的數位繪本探討師資生在特殊教育師資培訓中的學習成效，並分析其對數位繪本的科技接受度，期望促進數位科技於師資培訓中的應用。研究目的如下：

提升師資生對注意力不足過動症(ADHD)學生行為特徵的理解

增強師資生的教學與輔導策略

促進數位科技在師資培訓中的應用

促進師資生對於數位教學的科技接受度

3. 研究工具

3.1. 研究設備

本研究使用電腦與平板電腦供參與者瀏覽並互動使用數位繪本。數位繪本由 TINA TAP 平台製作，該平台支援動畫、音效、圖片與文字整合，並提供多種互動設計，能生動呈現故事情境，增強學習體驗。受試者可點擊角色觀看對話或內心想法，並在互動測驗中選擇答案。

數位繪本內容以一隻患有 ADHD 的小熊為主角，並採用第一人稱的方式敘述，描述牠在學校的一天。內容分為四部分：封面的繪本介紹、故事開頭、四個問題情境問答以及故事結尾，其中四個問題情境內容為：小熊經常違反班級公約、時常打斷教師上課、無法專注於課程內容，以及擅自拿取他人物品，在每個情境後都有互動測驗來引導師資生的學習與反思。為確保內容專業性，本研究邀請一位具 25 年特殊教育經驗的專家審核。該專家曾任大學講師，撰寫多本特殊教育書籍，具深厚學術與實務基礎。故事情節與互動測驗如圖 1 所示。

圖 1 故事情節和互動測驗

3.2. 研究量表

3.2.1. 科技接受度模型(TAM)

本研究量表基於 Davis (1989) 的科技接受模型改編，並參考 Chen & Tang (2022) 設計，以評估受試者對數位繪本的科技接受程度。量表涵蓋認知有用性、認知易用性、使用態度與

使用意願四個構面，共 13 題，採李克特五點量表測量，Cronbach's α為 0.913，顯示具良好信效度。

3.2.2. 學習成效前後測問卷

本問卷依據教育部(2024)《學習者發展與適性輔導科目試題》進行改編，採用問答題形式，包含寫出符合 ADHD 的四項特徵，以及兩種針對 ADHD 兒童行為的輔導方法。問卷設計旨在探討師資生對於 ADHD 學生行為特徵的理解、課堂管理策略以及輔導技巧的改變。問卷答案的正確性參照《精神疾病診斷與統計手冊(第五版)》(American Psychiatric Association, 2013)，並使用頻率分析比較前後測驗結果之差異。

4. 研究對象

本研究的對象為 21 位修讀師資培育課程的學生，具特殊教育相關經驗的學生共 11 位，其中包括 9 位曾修讀特殊教育相關課程的學生，以及 2 位未修課但有其他相關經驗的學生；另外，無特殊教育相關經驗的學生共 10 位，既未修讀特殊教育相關課程，也無其他相關經驗。

5. 研究方法

本研究採用混合研究法，結合質性與量化分析，探討數位繪本在師資培育中的學習成效與科技接受度，並以 ADHD 為例。研究流程如圖 2 所示。

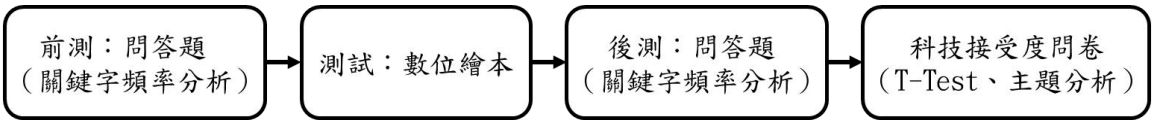


圖 2 研究流程

6. 研究結果

本研究旨在透過數位繪本探討師資生在特殊教育師資培訓中的學習成效，並分析其對數位繪本的科技接受度，以下依據研究目的撰寫結果。

6.1. 提升師資生對注意力不足過動症 (ADHD) 學生行為特徵的理解

本研究透過前後測問卷分析師資生對 ADHD 學生行為特徵的理解。結果顯示，數位繪本有助於提升受試者對 ADHD 學生行為的認識。後測結果顯示，受試者對「難以維持注意力」、「常處於活躍狀態」、「無法認知對錯」、「難以組織工作、活動」及「經常打斷或干擾他人」等特徵的提及次數均增加。此外，後測新增「經常逃避、討厭、不願持久工作」等 ADHD 行為特徵，顯示數位繪本能有效幫助受試者深入理解 ADHD 學生行為。

6.2. 增強師資生的教學與輔導策略

受試者在後測中對 ADHD 學生輔導策略的認知有所提升，特別是在「任務分解法」、「提供行為提示卡」及「課程中給予合法活動的機會」策略的提及次數增加。後測中新增了「課前適當運動」及「設計彈性活動」策略，顯示受試者在學習過程中能夠掌握更完整的 ADHD 教育輔導方法。同時，「給予簡單指令」與「製作學習圖卡」的提及次數減少，說明受試者在理解輔導策略的過程中，也開始具備更精確的判斷能力。

6.3. 促進師資生對於數位教學的科技接受度

本研究使用科技接受度問卷進行量化分析，並透過單一樣本 t 檢定進行統計分析。結果顯示，受試者對數位繪本的科技接受度 ($M = 4.51$, $SD = 0.42$, $t = 16.473$, $p < 0.001$) 達到高度顯著水準。在科技接受度的四個向度中：

知覺易用性 ($M = 4.61$, $SD = 0.39$, $t = 18.794$, $p < 0.001$) 顯示受試者認為繪本提供清晰的操作指示，如「箭頭提示」、「文字輔助」及「多感官互動」，使得操作簡單易上手。

知覺有用性 ($M = 4.64$, $SD = 0.46$, $t = 16.347$, $p < 0.001$) 反映受試者認為繪本能幫助理解 ADHD 學生的行為特徵，透過角色視角進行換位思考，加深對 ADHD 學生需求的認識。

使用態度 (M = 4.32, SD = 0.57, t = 10.608, p < 0.001) 顯示受試者對繪本的畫風、顏色及互動設計持正向評價，並認為繪本能有效吸引注意力，使學習過程更具趣味性。

使用意願 (M = 4.52, SD = 0.62, t = 11.226, p < 0.001) 顯示受試者有高度意願繼續使用數位繪本，並推薦給他人作為學習 ADHD 的工具。

透過結構訪談分析受試者的回饋,結果進一步支持了科技接受度的量化數據。受試者認為，繪本的多元互動設計降低了操作難度，使學習過程更加直觀流暢。同時，數位繪本提供的情境化學習方式，幫助受試者深入理解 ADHD 學生的行為特徵與輔導策略，提升其學習效果。

6.4. 促進數位科技在師資培訓中的應用

數位繪本能有效提升師資生對 ADHD 學生的理解與輔導策略應用能力，並在科技接受度各向度均獲得高度認可。這表明數位繪本具有應用於特殊教育師資培訓的潛力，為未來師資生提供創新的學習工具，有助於發展更具包容性的教學能力。

7. 結論

數位繪本作為創新學習工具，有助於提升師資生對 ADHD 行為特徵的理解、增強教學與輔導策略掌握、促進數位科技應用於師資培訓，並提高師資生對數位教學科技的接受度。數位繪本操作簡便、設計創新及多感官互動功能，不僅吸引師資生注意力，亦降低學習負擔，提升學習效率。未來可進一步探討數位繪本在其他特殊需求學生中的應用，如自閉症、學習障礙等，以驗證其在多元特殊教育需求中的效用。

參考文獻

American Psychiatric Association (2013). The diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.). Washington, DC: Author.

Gabelica, M. (2018). Children's electronic literature criticism: Exploring electronic picture books. *MATLIT, 6(2)*, 99-113.

Howard, S. K., Tondeur, J., Ma, J., & Yang, J. (2021). What to teach? Strategies for developing digital competency in preservice teacher training. *Computers & Education, 165*, 104-149. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104149

Kaminskienė, L., Järvelä, S., & Lehtinen, E. (2022). How does technology challenge teacher education? *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 19(64)*. https://doi.org/10.1186/s41239-022-00375-1.

Chen, M. Y. & Tang, J. T. (2022). Developing a digital game for excel skills learning in higher education - a comparative study analyzing differences in learning between digital games and textbook learning. *Education and Information Technologies*, 28, 4143-4172.

王乃玄(2019)。以互動式電子繪本探討大學生流浪犬貓議題教育之學習成效(未出版之碩士論文)。淡江大學教育科技學系。

吳美瑤(2021)。師資培育實習課程中的生命對話、科技化與國際化。*臺灣教育評論月刊, 10(10)*, 15-19。

李佳蓉(2016)。推動資訊科技融入教學的進階改變：從師資培育課程談起。*臺灣教育評論月刊，5(1)*，150-153。

REACH 模型理论视角下基础教育教师差异化教学效果影响因素研究——基于结构方程模型实证研究

Research on the Influence Factors of Differentiated Instruction Effectiveness of Basic Education Teachers from the Perspective of REACH Modeling Theory--An Empirical Study Based on Structural Equation Modeling

苏海阔[1]，乔爱玲[2*]
[1, 2]首都师范大学教育学院
[*] qiaoal @126.com

【摘要】 随着教育强国和教育现代化发展，规模化教育向个性化教育转变已然成为教育改革的重要方向。差异化教学针对学生个体差异提供适配教学，弥补了规模化教育忽视个体差异、高阶能力培养、教育公平等方面的不足，是转向个性化教育的关键桥梁。该文基于 REACH 模型理论，采用结构方程模型探究北京市基础教育差异化教学效果的多维影响因素路径。研究表明差异化教学自我效能感与多因素呈正相关且为重要影响因素，组织支持强化其正向作用等。依此提出可行的策略建议，提升教师差异化教学专业能力，增效课堂，对教学实践创新和教师专业发展具有重要价值。

【关键词】 差异化教学；REACH 模型理论；结构方程模型；影响因素；教师专业发展

Abstract: *With the development of education modernization, the shift from mass to personalized education has become a key direction in reform. Differentiated instruction, which caters to individual student differences, is a crucial bridge to personalized education. This paper, based on the REACH model theory, used a structural equation model to explore the multi-dimensional factors affecting the effectiveness of differentiated instruction in Beijing's basic education. The study found that self-efficacy in differentiated instruction is positively correlated with multiple factors and is an important influence, with organizational support enhancing its positive effect. Strategies are proposed to improve teachers' professional capabilities in differentiated instruction, enhance classroom efficiency, and promote teaching innovation and teacher development.*

Keywords: Differentiated Instruction; REACH Model Theory; Structural Equation Modeling; Influencing Factors; Teacher Professional Development

1. 前言

学生的学习兴趣、知识基础、准备水平、学习行为、学习风格等多方面均存在差异（Tomlinson et al，2003），故为实现学生个性化学习需求与能力发展，推行差异化教学势在必行。差异化教学的思想最早可追溯至春秋时期，孔子针对学生之间的差异性特征提出“因材施教”的教育主张。古希腊教育学家苏格拉底也曾采用“产婆术”的形式与学生探讨问题。差异化教学理念在教育学界也备受讨论。21 世纪初，美国学者卡罗尔·汤姆林森教授（Tomlinson，2001）提出的“差异化教学”理念，主张教学应根据学习者的准备水平、兴趣等因素，量身定制学习内容与教学方式，确保教学与学生个体特点相匹配，以提升教学效果和学习满意度。此外，也有众多学者对其概念和理论进行了界定和研究，例如学习风格理论、多元智能理论、布鲁姆教育目标分类理论、经验学习理论以及脑相容理论等。

现实中，在实施差异化教学过程中仍存在班内多层次操作复杂（刘美凤等人，2022）、难以适应大班教学的设计情境（华国栋，2019）、教学课程设计突显知识本位的“个性化欠缺”（王宽明，2021）、差异化教学概念混淆（姜智和华国栋，2004）、差异化教学分组、评价和教学策略经验不足（刘岗，2017）、教师在诊断学生差异及将差异转换为教学资源存在困难等（燕学敏等人，2020）。为解决实施差异化教学所产生的问题，学界也深入开展了差异化教学实践的案例研究，来验证教学模式的有效性。研究大多关注于差异化教学模式和教学策略设计等方面，而对差异化教学影响因素分析不足。美国差异化教学 REACH 模型是众多学者提及和衍化应用的理论，文章以此模型理论为依据，深入探讨影响差异化教学效果的因素，不仅在理论层面具有高度契合性，也为差异化教学效果的归因提供了崭新的视角。

2. 理论框架

2.1. 理论基础

REACH 模型理论是由洛克（Rock et al，2008）等四位美国学者共同构建。该模型中的每个字母 R-E-A-C-H 分别对应着不同的教学理念：R 代表“Reflect on Will and Skill”，即教师自我意愿和技能反思；E 代表“Evaluate the Curriculum”，指课程内容评估；A 代表“Analyze the Learners”，涉及对学习者特征分析；C 代表“Craft Research-Based Lessons”，指课程规划与实施；而 H 代表“Hone in on the Data”，即数据收集与评价。英文单词 Reach 有“到达”的意思，即教师教学要到达每一位学生，学生各取所需，达到自己的学习目标。教师自我意愿和技能反思是实施差异化教学的第一环节，教师对自身的教学理念、意愿和技能进行反思，以确保具备实施差异化教学的能力和动机。评估课程作为差异化教学的首要任务起着至关重要的作用，为确保学生能接触到高质量的学习内容，教师在设计教学内容时，需以课程标准为基础，考虑学生的学习兴趣和能力，精选、删减、优化课程内容，以适应学生的学习需求和能力层次。分析学习者则要求教师对学生学习兴趣、准备水平、学习风格和先验知识等方面深入分析，洞悉学生的差异和所处层次水平。教师收集和分析学习数据来衡量学生的知识水平和技能掌握情况。REACH 模型是一个灵活、可循环的指导框架，可根据实际需求对其进行调整或扩充，如图 1 所示。

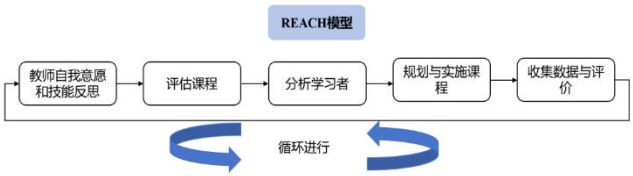


图 1 REACH 模型

2.2. 研究框架

REACH 模型理论为本研究提供了框架，通过教师、学生、教学和评价的组合单元分析，揭示差异化教学自我效能、教学分析能力、教学过程设计能力和教学评价能力之间的关系，为影响因素归因提供四个不同的视角，能够实现理论到实践的过渡。本研究将差异化教学效果作为因变量，主要测量其二级指标：差异化教学实施情况与满意度。

2.2.1. 差异化教学自我效能感

教师自我效能感是推动自身成长的核心动力，指在特定教育环境中，教师对自己教学能力和学习成就的主观感知（刘莉莉等人，2020）。其理论来源于班杜拉提出的基于自我效能感的社会认知理论，它也为后续研究者在开发教师自我效能感量表时奠定了理论基础和参考框架。本研究中自我效能感涵盖教师对差异化教学的概念认知、自主意愿、教学技能和方法的反思。与 REACH 模型理论的教师自我意愿及技能反思相映。

2.2.2. 差异化教学分析能力

差异化教学分析能力对应REACH模型中的评估课程和分析学习者维度，包括学习者差异、教学内容差异和教学目标差异三个子维度。加涅（Gagne et al，2018）在《教学设计原理》中

指出，学生先验水平和组织化信息对学习效果有直接影响，教师在识别学习者差异后可制定针对性教学目标与内容。研究显示，教师对学习者、教学目标和内容的有意识分析能提升教学效果（Tomlinson，2003）。学界对学习者差异的具体维度尚未达成共识。

2.2.3. 差异化教学过程设计能力

基于REACH模型“规划与实施课程”理论支撑,差异化教学过程设计能力从四个维度测量:活动创设与实施能力、差异化教学策略设计能力、教学资源设计能力、学习支持设计能力。活动创设与实施能力指教师设计针对性教学活动的能力，以激发学生兴趣和参与度（刘岗，2017）。教学策略设计能力指教师根据差异化教学原则，持续调整教学方案的能力（刘岗，2017）。教学资源设计能力是教师选择、组织、开发和应用教学素材、工具和技术的能力（王琪，2018）。学习支持设计能力指教师设计和提供支持性资源、工具和策略的能力，体现教师在教学设计中的主动性和创造性（刘美凤，2022）。

2.2.4. 差异化教学评价能力

差异化教学评价能力对应REACH模型中“收集数据与评价”这一维度。教学评价是评估差异化教学改革的重要因素。随着我国教育评价体系的持续深化，教学评价的重心正从以知识为中心转向以素养为中心，其功能也从强调选拔和区分转向注重促进学生的发展，评价方式和主体也愈发多元化（李瑞，2024），这也与差异化教学所强调的以学习者为中心，尊重和发展学生的原则不谋而合。差异化教学评价涉及诊断性评价、过程性评价和总结性评价。

2.2.5. 差异化教学组织支持

差异化教学组织支持是指学校或教育部门为实施差异化教学提供的资源、政策、培训等方面的支持，旨在帮助教师依据学生差异有效调整教学方法。教师个体感知到的组织支持和关心称为组织支持感（EISENBERGER et al, 1986）。实证研究表明，工作满意度（王琪，2018）和教师绩效（郑建君，2018）等与教师组织支持感的获得显著相关。本研究中的差异化教学组织支持包括数智化教学资源平台支持、学校提供的差异化教学实施政策激励及精神支持。

2.3. 研究假设

研究基于REACH模型理论和框架，设计了以差异化教学自我效能感、教学分析能力、教学过程设计能力、教学评价能力、教学效果和组织支持的关系假设模型，如图2，并验证H1、H5、H6、H7具有正向影响关系，H2、H3、H4、H8存在显著相关关系，H9对H1路径具有正向调节作用，H10对H5路径具有正向调节作用。

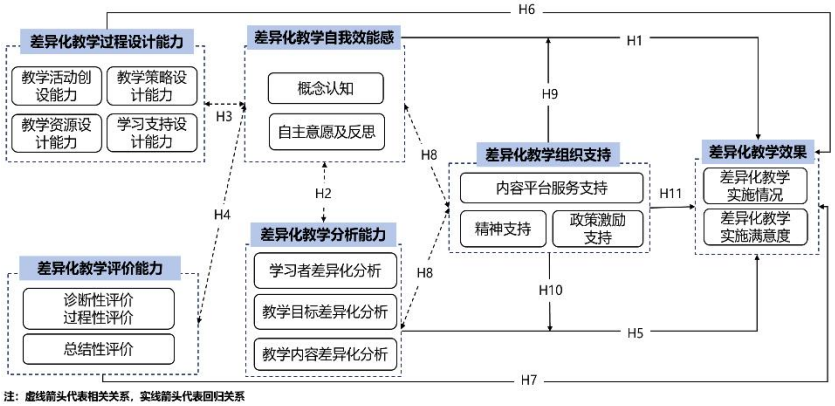


图2 关系假设模型

3. 研究设计

3.1. 调查问卷编制

问卷由七部分构成。第一部分是基本信息。第二部分考察自我效能感对教学效果的影响，相关题项设计参考了香港教育大学吴量等人对坦申-莫兰等人(Tschannen Moran & Hoy, 2001)编制的教师自我效能感（Teacher Self-Efficacy Scale，TSE）中文修订版测量问卷。第三、四、五部分分别考察差异化教学分析能力、教学过程设计能力、教学评价能力对教学效果的影响。

此部分题项均参考刘岗的“差异教学设计观念与行为调查框架”来设计（刘岗，2017）。第六部分主要是对差异化教学效果的考察，参考刘美凤等人在多层次教学设计中包括对学习者、生生交流、师生交流及课堂整体四维度的结果性评价调查问卷来设计题项（刘美凤，2022）。第七部分为组织支持对教学效果的调节作用，参考简版组织支持感量表（Eisenberger et al，1997）来设计题项。最终问卷设计题目总计 36 项，其中 8 项基本信息，23 项影响因素及 5 项题目涉及教学效果，采用李克特五点量表设计问卷。被调在作答时只能选择一种答案选项，即“非常符合、比较符合、一般、比较不符合和极不符合”。研究团队通过网络向 274 位处于基础教育阶段的教师派发问卷并随机抽取 10 名教师开展访谈。依据教师对题项及选项在全面性、清晰度和有效性等方面的反馈，研究团队对其再次修订，并确定最终版问卷。

3.2. 问卷信效度检验

研究采用 SPSS 26.0 对问卷进行信度及效度检验，采用 Amos 28.0 构建包含路径系数的结构方程模型，并对模型的路径效度和拟合度分析。为了评估问卷的信度，采用 Cronbach's α 系数进行分析。结果显示，所有维度的 Cronbach's α系数均超过了 0.8，这表明问卷在内部一致性上表现出色，测量结果稳定可靠，具有较强解释力。在效度方面，通过探索性因子分析（EFA）和验证性因子分析（CFA）来对问卷的有效性进行验证。依据结果，差异化教学自我效能感、分析能力、设计能力、评价能力、教学效果和组织支持六个维度的 KMO 值均超过 0.8，且 Bartlett’s 球形检验的 p 值均小于 0.05，表明数据间存在显著相关性，适合进行 CFA 检验。CMIN/DF（卡方自由度比）为 2.588，接近 1-3 的理想范围；RMSEA（误差均方根）为 0.079，在小于 0.08 的良好标准范围内。此外，ITI、TLI 和 CFI 检测指标值均达到 0.9 以上，验证性因子分析 CFA 模型适配度表现较好。在验证性因子分析（CFA）模型适配度确认以后，我们进一步对量表各维度的收敛效度（AVE）和组合信度（CR）进行评估。研究中，所有维度的 AVE 值均达到了 0.7 以上，CR 值均超过了 0.8，具有较高的收敛效度和组合信度。

3.3. 问卷发放与回收

研究以差异化教学课题为依托，选取 BJ 市 HD 区积极参与实施差异化教学课题项目且为期 2 年的中小学校教师作为研究对象。在 2023 年 7 月-9 月期间，我们通过问卷星平台向教师发放了电子问卷，共收集到 274 份问卷。经过数据筛选，排除 20 份异常填写问卷（答卷时间少于 200 秒或互斥题目答案相同等情况），最终获得有效问卷 254 份，有效率为 92.7%。

4. 结果分析

4.1. 统计与描述性分析

4.1.1. 基本信息统计

为了解教师的信息情况，本研究采用 SPSS.26 进行统计分析。（1）在性别比例上，男女比例分别为 13.00%和 87.01%，中小学教师多以女性为主；（2）在学历层次上，专科及以下 0.40%，本科 63.00%，硕士 35.80%，博士 0.80%，本硕学历居多；（3）在职称结构上，三级教师 4.30%，二级教师 42.90%，一级教师 32.30%，高级教师 19.70%，正高级教师 0.80%，表明教师多为二级以上正高级以下职称；（4）在教龄上，5 年及以下者 27.20%，6-10 年者 20.90%，11-15 年者 13.00%，16-20 年者 10.60%，20 年以上者 28.30%，新手教师和胜任教师较多，成熟教师相对较少；（5）在授课年级上，1-3 年级 23.60%，4-6 年级 47.00%，7-9 年级 16.90%，高中 44.10%，其中 4-6 年级与高中教师占比较高。254 位被调学科背景囊括基础教育阶段 13 个学科，其中数学 29.50%、英语 13.80%、道德与法治 6.70%、地理 5.10%等学科占比较高。

4.1.2. 变量的描述性分析

研究通过描述性统计分析评估了各变量的实际认同程度，包括其重要性、差异性和离散性。分析显示，各变量平均得分多在 4 分左右范围内，考虑到量表为 1-5 分正向计分方式，表明研究对象在各维度的表现普遍处于中等偏上水平。偏度系数绝对值不超过 3，峰度系数绝对值不超过 8，各维度的偏度和峰度系数均在可接受范围内，表明数据分布近似正态。从均值

M 和总和来看，教师对教学目标、学习者、教学内容的差异化分析的认同度较高，其次是教学策略设计能力、教学资源设计能力和教学活动设计能力等，而学习者差异化分析 JXFX2（M=2.91，739）的认同度较低。从标准差（SD）来看，各项变量显示出较高的稳定性，不同维度之间的认同度波动大致在 10%的区间内。综上分析，问卷中各维度的变量数据能够反映出教师对于差异化教学实施效果的认同与区分程度，表现出较高差异化教学效果满意度。

4.2. 结构方程模型分析

4.2.1. 模型的构建及拟合

为探究基础教育教师差异化教学效果影响因素之间的作用关系和路径，研究采用 Amos28.0 构建了基于关系假设的结构方程模型，并对其进行修正，详见图 3。此步骤用于 H1、H5、H6、H7 假设验证。

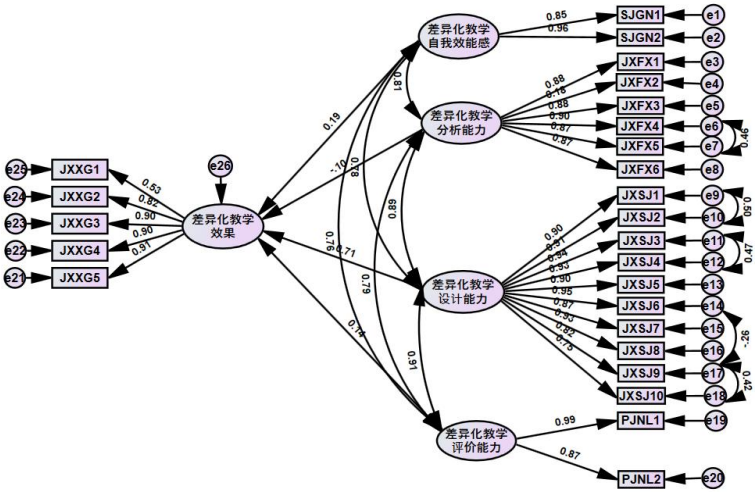


图 3 修正结构方程结果图

第一次构建模型适配度卡方自由度比值（CMIN/DF）为 6.593，误差均方根（RMSEA）为 0.149，IFI（0.811）、TLI（0.790）、CFI（0.810）均低于 0.9。故对其进行修正。第一步：差异化教学自我效能感、教学分析能力、教学设计能力、教学评价能力四个潜在变量之间的修正指数（MI）值相对较高，故对其建立相关联系；第二步：识别较高误差项 MI 值，分别建立 e6 与 e7、e9 与 e10、e11 与 e12、e17 与 e18、e14 之间联系，得出模型最终结果：卡方自由度比（CMIN/DF）降至 2.588，RMSEA 值为 0.079，且 IFI、TLI、CFI 均超过 0.9，显示出模型拟合度良好。模型各指标在适配度上呈现理想状态。

4.2.2. 差异化教学组织支持调节变量回归分析

本研究利用 SPSS26.0 的 Process 4.1 插件将差异化教学中的组织支持作为调节变量进行回归分析。通过中心化处理降低调节变量的多重共线性。VIF 值均低于 10，无多重共线性问题。另外，研究对差异化教学组织支持与自我效能感交互项、教学设计能力交互项、教学分析能力交互项以及教学评价能力交互项进行回归检验。其中，组织支持对差异化教学自我效能感交互项（p=0.018）与教学分析能力交互项（p=0.009）存在显著关系。故需进一步分析。

4.2.2.1. 差异化教学分析能力和自我效能感受组织支持调节变量的影响分析

研究发现，差异化教学组织支持（z1：β=0.049, p<0.001；z2：β=0.056, p<0.05）和教学分析能力（z：β=0.060, p<0.001）均显著正向影响差异化教学效果（‘z、z1、z2’表示中心化作用，下同），假设 H11、H5 成立。自我效能感（z：β=0.038, p<0.001）也显著正相关于教学效果，假设 H1 成立。交互项分析显示，z1 交互项（z1 组织支持*z 教学分析能力：β=0.077, p<0.001, 95% CI [0.361,0.675]）和 z2 交互项（z2 组织支持*z 自我效能感：β=0.056, p<0.05, 95% CI [0.335,0.552]）均正向影响教学效果，表明在组织支持调节作用下随着教师教学分析能力的提升，教学效果增强，故假设 H10、H9 成立。此外，模型的 R^2变化量分别为 0.577 和 0.591，表明引入调节变量显著提升对教学效果的解释力。如图 4。

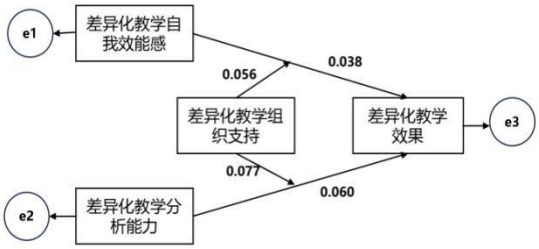


图 4 差异化教学组织支持调节作用模型图

4.2.2.2. 相关关系假设验证

依据 REACH 模型理论，教师自我意愿和技能反思对评估课程、分析学习者、规划与实施课程以及收集数据与评价有这关键作用，也是保障差异化教学的起点的开始（刘莉莉，2020）。故本研究将差异化教学自我效能感与教学分析能力、教学过程设计能力、教学分析能力以及教学评价能力建立联系（如图 3），且模型拟合度更佳，反映出四项指标的相关性。采用双变量相关分析验证其相关性。数据表明，自我效能感与教学分析能力的 Pearson 相关系数 r=0.857，其相关系数最大，且 p<0.01，说明两者存在较强显著相关性；同样，自我效能感与教学过程设计能力（r=0.734，p<0.01）、教学评价能力（r=0.690，p<0.01）存在显著正向相关性。其中任意维度处于高需求，则其它维度均相应改变。另外，组织支持与自我效能感也存在正向相关关系（r=0.354，p<0.01）。故假设 H2、H3、H4、H8 成立。

表 1 REACH 模型理论相关性假设验证情况

维度	自我效能感均值	教学分析能力均值	教学设计能力均值	教学评价能力均值
自我效能感	1			
教学分析能力	.681**	1		
教学过程设计能力	.734**	.746**	1	
教学评价能力	.690**	.638**	.857**	1

4.2.2.3. 拟合模型路径关系分析

结合最终修正的结构方程模型（图 3）和表 2，分析表明：（1）自我效能感维度中的两个指标的路径系数均大于 0.7，且自我意愿与反思的路径系数相对较高（β=1.047，p<0.001），能较好地反映出教师对差异化教学概念的认知；（2）差异化教学分析能力维度中，三个指标的观测变量路径系数大部分均大于 0.8，除子题项 JXFX2（β=0.182，p>0.05），表明部分教师对学习者差异化分析存在困扰；（3）差异化教学过程设计能力维度中，教学活动创设能力、教学策略设计能力、教学资源设计能力和学习支持设计能力的路径系数均在 0.7-0.9 范围内，且 p<0.001，数据理想，能够反映出四个维度指标对教学过程设计能力的重要性；（4）差异化教学评价能力维度中，诊断性评价、过程性评价和总结性评价两个指标的路径系数均大于 0.9（p<0.001），表明三种差异化教学评价形式正向影响差异化教学效果。

表 2 模型拟合各因素间的路径分析

路径关系	Estimate	S.E.	C.R.	p	路径关系	Estimate	S.E.	C.R.	p
SJGN1<---差异化教学自我效能感	1.047				JXSJ1<---差异化教学过程设计能力	0.916			
SJGN2<---差异化教学自我效能感	0.774	0.112	6.583	***	JXSJ2<---差异化教学过程设计能力	0.917	0.039	25.478	***
JXFX1<---差异化教学分析能力	0.885				JXSJ3<---差异化教学过程设计能力	0.956	0.035	29.378	***
JXFX2<---差异化教学分析能力	0.182	0.147	2.868	0.004	JXSJ4<---差异化教学过程设计能力	0.948	0.035	28.456	***
JXFX3<---差异化教学分析能力	0.852	0.05	19.067	***	JXSJ5<---差异化教学过程设计能力	0.89	0.039	23.361	***
JXFX4<---差异化教学分析能力	0.946	0.043	24.215	***	JXSJ6<---差异化教学过程设计能力	0.937	0.037	27.33	***
JXFX5<---差异化教学分析能力	0.913	0.043	22.247	***	JXSJ7<---差异化教学过程设计能力	0.865	0.042	21.632	***
JXFX6<---差异化教学分析能力	0.829	0.055	18.057	***	JXSJ8<---差异化教学过程设计能力	0.917	0.039	25.452	***
PJNL1<---差异化教学评价能力	0.938				JXSJ9<---差异化教学过程设计能力	0.801	0.053	18.165	***
PJNL2<---差异化教学评价能力	0.913	0.089	13.649	***	JXSJ10<---差异化教学过程设计能力	0.747	0.06	15.892	***

5. 结论与启示

5.1. 研究结论

根据研究结果，假设 H1-H11 均成立。基于拟合路径分析显示：（1）差异化教学过程设计能力路径系数（β=0.740）>自我效能感路径系数（β=0.180）>教学评价能力路径系数（β=0.120）>教学组织支持路径系数（β=0.056）>教学分析能力路径系数（β=-0.100）。（2）组织支持调节作用下自我效能感正向影响差异化教学效果路径系数（β=0.056）<组织支持调节作用下差异化教学分析能力正向影响教学效果路径系数（β=0.077）。故得出以下结论：（1）差异化教学过程设计能力及自我效能感是影响差异化教学效果的核心与重要因素；（2）组织支持对差异化教学效果具有双重调节作用:自我效能感与教学分析能力的协同作用。

5.2. 研究启示

5.2.1. 强化差异化教学分析能力，依托智能技术，激发教学设计活力

教师在教学内容差异化分析面临困境，而教学过程设计能力的强弱也决定着最终教学效果。REACH 模型理论指出评估课程内容是差异化教学关键。教师在授课前要了解学生个体差异、学习能力水平等，深入研讨课程标准，明确教学目标与内容难度，制定差异化教学计划。但班级授课制使教师在分析学习者、教学目标、教学内容差异时精力和能力受限，则需依赖学校管理层、教育部门等提供的平台、培训和资源支持以促进专业发展。智能技术（如大数据、大语言模型、知识图谱等）在精准教学和个性化学习方面作用显著，教师可利用智能技术平台分析教学内容，了解学生差异化学习特征，结合学习数字画像采用合适教学策略，提升差异化教学分析能力，参与智能教学工具及资源开发反馈，激发教学设计创新活力。

5.2.2. 增强差异化教学组织支持，形成组织认同，实现教师专业发展和教育自觉

差异化教学效果受组织支持正向影响，这可用组织支持理论和资源保护理论解释。个体为获取和维护自身资源会动用现有资源争取更多机会（Hobfoll，1989）。组织支持感是提供额外资源和工具的方式，帮助教师提升能力与实现工作目标。组织支持感强的教师能关注敏感信息，获取提升差异化教学能力及实践性知识的方法，满足社会情感需求，形成对组织支持的认同，转变教学观念，实现教育自觉。增强教学组织支持感是教师专业发展的关键。在区域教育局层面，要倡导差异化教学理念，从知识本位转向知识与素养并重，认可差异化教学成效，回归素质教学，提升教师组织支持获得感，激发教师责任感与使命感；在学校层面，学校管理层应“自下而上”地构建差异化教学愿景，结合学校现状实现走班制，了解教师成长困境与发展目标，提供充足资源和专业培训，建立教师学习社区和协作网络，增强教师交流与合作，完善教育实践激励体系，与教师情感相融，为教师赋能。

5.2.3. 唤醒教师角色意识，提升自我效能感，实现教育持续变革的良性生态

教师差异化教学效果的提升依赖于自我效能感的增强。教师的自我效能感源于对自身角色特征、差异化教学理念及能力的深刻理解，以及通过各种途径获取并经过认知加工、反思整合的有效教学实践性知识与技能。教师对差异化教学理念的积极态度是持续激发教学动力的关键。心理学家班杜拉（Bandura，2006）指出，个体在持续获得外界鼓励与支持时，自我效能感会提升，教师需更多成功和替代经验来增强自我效能感，故差异化教学组织支持的调节作用至关重要。基于此，学校需构建和增强学校文化，营造差异化教学研讨学习氛围，通过提供成功案例、展示教学成果和同行评议等方式来唤醒教师角色意识，增强其成就感和自信心。同时，构建包含诊断性、过程性和总结性评价的全方位、多维度差异化教学评价体系，利用评估和反馈机制持续优化教学实践。教师借助组织激励与支持改进教学，实现课堂增效。只有教师真正参与自我激励、发展和成长的循环，才能形成教育持续变革的良性生态。

参考文献

王宽明（2021）.基于差异化教学的课程设计探索.教育科学研究,(01)，48-53.

王琪（2018）．高职院校教师组织支持感与工作满意度关系研究——职业适应的中介作用.中国高教研究,(09)，104－108.

加涅,韦杰等.王小明,庞维国等译（2018）.教学设计原理(第五版).华东师范大学出版社

李瑞（2024）.生命美学取向教学评价的价值意蕴、时代境遇与实现路径.中国考试,(07)，36-43.
刘美凤,刘文辉,梁越,等（2022）.差异化教学何以施行：班内多层次教学方案的设计与实施.中国电化教育,2(01)，124-133.
刘岗（2017）．中小学教师差异教学设计观念与行为研究——基于 1929 份调查问卷的探索性分析.课程·教材·教法,(12)，37－42．
刘莉莉，孔曼（2020）.变革型领导力与教师组织承诺的关系研究——教师自我效能感的中介效应分析.华东师范大学学报(教育科学版),38(07)，97－105．
华国栋（2019）.差异教学的中华文化根基.教育研究,(4)，114－117．
郑建君，付晓洁（2018）．中小学教师职业成长机会与知识共享的关系.教育研究，39(07),111－119．
姜智，华国栋（2004）.“差异教学”实质刍议.中国教育学刊,(4), 54－57．
燕学敏，华国栋（2020）.差异教学课堂模式的理论建构与实践探索.教育理论与实践,(17)，3-6．
Bandura, A.（2006）. Adolescent development from an agentic perspective. Self-efficacy beliefs of adolescents, 5, 1−43.
EISENBERGER R，HUNTINGTON R，HUTCHISONS，et al（1986）．Perceived Organizational Support. Journal of Applied Psychology,71(3)，500－507．
Eisenberger，R.，Cummings，J.（1997），Armeli，S．Perceived organizational support discretionary treatment，and job satisfaction. Journal of Applied Psychology，82(6)，812－820．
Hobfoll，S.E.（1989）.Conservation of resources: a new attempt at conceptualizing stress. American Psychologist,44(3)，513－524．
Rock, M. L., Gregg, M., Ellis, E., & Gable, R. A. (2008). REACH: A framework for differentiating classroom instruction. Preventing School Failure, 52(2), 31-47.
Tomlinson,CA,Brighton,C,etal.(2003).Differentiating instruction in response to student readiness,interest,and learning profile in academically diverse classrooms:A review of literature.Journal for the Education of the Gifted,27(2-3),119-145.
Tomlinson,C.A.(2001).How to Differentiate Instruction in Mixed-Ability Classrooms.http://toolbox2.s3-website-us-west-2.amazonaws.com/accnt_42975/site_42976/Documents/Harrison_PLDiffAnchorActivities.pdf.
Tschannen-Moran, M., &Hoy, A. W. （2001）. Teacher efficacy: Capturing an elusive construct.Teaching and teacher education, 17（7）,783−805.

基于智能体策略下生成人工智能辅助幼儿教师改善职业倦怠的效果研究

A Study of the Effectiveness of Generative Artificial Intelligence in Supporting Early Childhood Educators to Reduce Job Burnout Based on the Intelligent Agent strategy

柳力铭[1*]，何帅[2]，陆宇[3]
[13]北京邮电大学人文学院
[2]北京邮电大学经济管理学院
[*]2024111686@bupt.cn

【摘要】 受到教育对象低龄性、工作任务负担大、工作与生活界限模糊等影响，学前教师职业倦怠状况频发。基于智能体策略的生成式人工智能辅助教育实践为缓解学前教师职业倦怠状况提供了可行路径。本研究基于对28位幼儿教师的一线教学实验，从教育任务设定、教育任务规划、教育内容记忆与反思、教育能力实现与拓展四个步骤引导学前教师使用教育智能体进行教学实践。同时，通过认知网络图谱法观测学前教师在情绪衰竭、人格解体、低个人成就三个层面的职业倦怠缓解效果。研究发现，（1）使用教育智能体的学前教师在情绪衰竭和人格解体方面比不使用教育智能体的教师得到显著改善。（2）在低个人成就方面，教育智能体的提振效果未达到预期。

【关键词】 生成式人工智能；智能体；学前教师；职业倦怠

Abstract： *Influenced by the low-age nature of the educational target, the heavy workload, and the blurring of work-life boundaries, pre-school teachers' burnout conditions are frequent. Generative AI-assisted education practice based on intelligent body strategy provides a feasible path to alleviate the burnout condition of preschool teachers. Based on a frontline teaching experiment with 28 early childhood teachers, this study guided preschool teachers to use educational intelligences for teaching practice in four steps: educational task setting, educational task planning, educational content memorisation and reflection, and educational competence realisation and expansion. At the same time, the burnout mitigation effects of preschool teachers in the three dimensions of emotional exhaustion, depersonalisation, and low personal achievement were observed through the cognitive network mapping method. It was found that (1) preschool teachers who used Educational Intelligence Agents (EIAs) showed significant improvement in emotional exhaustion and depersonalisation than those who did not use EIAs. (2) The uplifting effect of educational EIAs fell short of expectations in terms of low personal achievement.*

Keywords: Generative Artificial Intelligence，Educational Intelligence Agents，Preschool Teachers，Job Burnout

1. 引言

教师职业具有示范性和长期性的特点，其工作的核心在于引导学生并与其互动。教师能否在教学实践中投入足够的精力，是否真正专注于教学，对教育成效具有深远的影响。由于学前教育服务对象年龄较小，学前教育教师相比其他教师需要付出更多的精力。然而，学前教师的社会地位与其付出并不相称，其收入水平也难以匹配他们的劳动付出。这种失衡导致学前教师群体在工作中经常出现职业倦怠现象（陈颍娇，2024）。

习近平总书记提出，“教育数字化是开辟教育发展新赛道和塑造教育发展新优势的重要突破口”（习近平，2023）。在学前教育领域，教育数字化是未来教育发展的新方向和疑难问题的解决新路径。学前教育想要为中国教育事业提供人才培养源头活水，必然要缓解学前教师的职业倦怠状况。在大力发展数智化教育的今天，学前教师职业倦怠缓解应积极与人工智能手段结合，探索学前教育新模式。

本研究首先对学前教师职业倦怠状况、生成式人工智能、教育智能体进行了文献回顾与总结。接着利用实验研究的方法，结合基于 ENA 认知网络分析的量化民族志方法，探究了基于智能体策略下的生成式人工智能如何缓解学前教师职业倦怠状况。

2. 智能体与学前教师职业倦怠

职业倦怠这一概念由 Freudenberger 在 20 世纪 70 年代首次提出，指的是个体在长期承受压力后，情绪、态度和行为逐渐出现衰退的状态(Kalliath & O'Driscoll, 2000；Cherniss, 1980)。教师职业因其“助人性”特质（颜志强，2018；Dewaal F.B.M., 2017），更容易受到职业倦怠问题的影响。作为这一特质的典型代表，学前教师面对特殊的教育对象，其教育成果具有滞后性，因而需要投入更多的情感资源。

智能体，又被成为自主智能体，指可感知环境，并反作用与环境，以实现自适应目标的自适应系统（Franklin，1996）。智能体已发展出多模态感知与生成、检索增强生成、推理与规划、交互与进化功能（卢宇，2024）。学前教师的职业倦怠主要表现在情绪衰竭、低个人成就和人格解体方面，而人工智能提供给教学的功能恰好能够帮助学前教师处理教学和保育实践中很大一部分的重复性、弱智能需求类工作。借助人工智能体对学前教育的个性化赋能，学前教师便有了更多时间和精力，利用有限的人类智能处理需要人类创造力和高情绪价值投入的工作。基于此，学前教师在工作中的情感体验会被大大优化，其职业倦怠程度也会有明显缓解。

本研究结合实验调查与多次访谈，分析学前教师在使用生成式人工智能教学辅助工具前后，其职业倦怠的认知网络图谱变化，观察智能体辅助幼儿教师教学是否对其职业倦怠具有缓解作用。由此，本研究提出假设如下：

H1:教育智能体对学前教师情绪衰竭感有改善作用。

H2：教育智能体对学前教师人格解体现象具有缓解作用。

H3：教育智能体能够提高学前教师个人成就感。

3. 研究设计

基于卢宇等人提出的大模型教育智能体理论，本研究以 28 名一线学前教师作为研究对象，探索教育智能体在缓解学前教师职业倦怠过程中如何发挥效果。

3.1. 研究工具

认知网络分析法为科学评估学前教师职业倦怠提供了方法支持。在此基础上，研究者采用半结构式访谈的方式，对实验对象开展访谈，以了解实验对象的职业倦怠认知发展状况。

本研究采用的访谈提纲分为四个维度，即：情绪衰竭、人格解体、低个人成就。为保证研究的科学性，本研究设计了二轮访谈和二轮编码，具体解释见下节。

3.2. 研究对象及流程

本研究选取了 H 省 A 市的两家学前教育院所，在经过调查后，选取了其中 28 位具有较明显职业倦怠现象的一线学前教师进行实验研究，以下是本研究的流程。

第一，对象选择。以不同幼儿园作为分组单位，将实验对象分为两组，每组 14 人。其中 A 组为实验组，研究者引导本组教师采用基于大模型的教学智能体框架，将教育智能体纳入教学过程。B 组为对照组，除对其进行访谈之外，研究者不对 B 组教师进行影响。A、B 两组教师分属两所不同学前教育园所，二者之间互不影响。

第二，访谈开展。对 28 名实验对象进行访谈。本访谈为半结构化访谈，其中主要涉及问题有：你能从学前教师这个职业中获得提升自己的机会吗？能完成自己的人生抱负吗？等。

第三，实验开展。研究者采用腾讯会议的方式向 A 组实验对象介绍教育智能体应用，并讲解基于大模型的教学智能体框架。

具体来说，在教育任务的设定阶段，教师需要根据实际情况，选择教育场景，厘清教育需求等。教育智能体在此阶段对教学场景基本信息和需求进行收集。

在教育任务规划阶段，教师需要对任务的方案进行思考与规划教育智能体在此阶段主要通过了解教师需求，为教师工作提供个性化情景支持。

在教育内容的记忆与反思阶段，教师对教育知识与资源进行储存，并在全过程中对教育经验进行总结与反思。教育智能体在此阶段可智能化的生成教师所需要的教学资源。

最后，在教育能力实现与拓展阶段，教师需要对教育工具进行调用与执行，对教育知识和内容资源进行生成与拓展。教育智能体在此阶段主要发挥着调用与增强功能。

第四，二轮访谈。经过三周的教学实践，研究者对 A、B 两组教师进行第二轮访谈，以观察其职业倦怠认知发生了怎样的变化。采用的访谈提纲加入了对智能体与教育人工智能应用的看法的提问。如：“在整个教学过程中，智能体给你带来了哪些便利？是否有不便的地方存在？”、“经过这次教学改革实验，你是怎样看待教育智能体在学前教育中的作用的？”

最后将编码数据投入 ENA 程序进行分析，生成实验组与对照组在不同阶段的认知网络分析图。

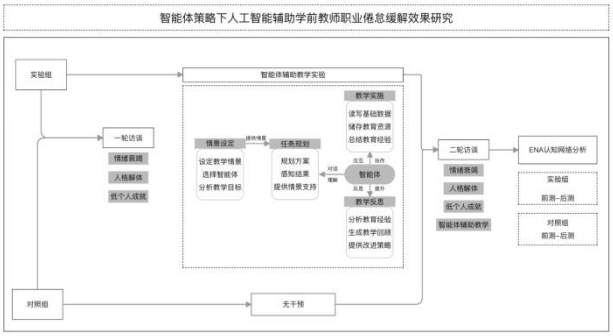


图 1 技术路线图

4. 结果分析

4.1. 实验组教师职业倦怠变化分析

通过建模实验组学前教师在前后两轮职业倦怠访谈中的对话文本，分析发现经过智能体辅助教学，学前教师的职业倦怠状况得到了显著缓解。

在图 2 中，分别给出了经过智能体辅助教学前后的学前教师职业倦怠情况平均网络图，以及认知网络叠减图。其中红色的代表经过智能体辅助之前的职业倦怠认知图，蓝色的代表经过智能体辅助后的职业倦怠认知图。

通过观察可知，智能体辅助教学改革前的学前教师职业倦怠认知在三个维度上都展现出较明显的联结，尤其是人格解体和情绪衰竭之间的联结。而在认知网络叠减图中，经过智能体辅助教学改革后的学前教师职业倦怠认知均不明显。

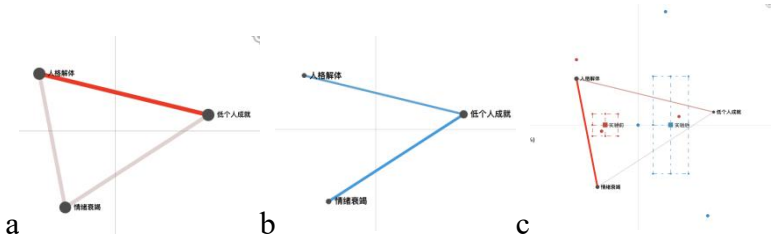


图 2 实验组学前教师职业倦怠认知网络图

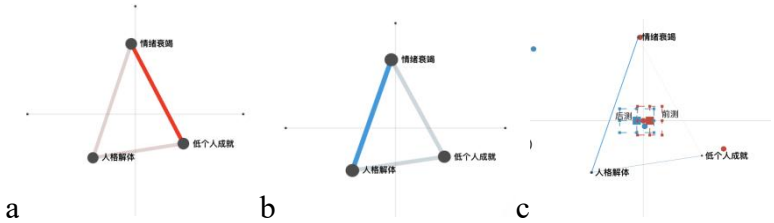
4.2. 对照组教师职业倦怠变化分析

通过建模对照组学前教师的前后两轮职业倦怠访谈中的对话文本，分析发现，随着时间的推移，学前教师的职业倦怠情况会逐渐恶化。

在图 3 中，分别给出了对照组学前教师三周前后的职业倦怠认知网络图和认知网络叠减图。通过观察可发现，在对对照组学前教师不施加任何影响的情况下，在实验结束后，学前教师

的职业倦怠情况比实验开始前更严重了，具体表现为情绪衰竭和人格解体感呈现出更明显的联结。

首先，这排除了实验组教师职业倦怠状况缓解是随着时间而自然发生的可能性，即证明了实验组教师的职业倦怠状况缓解得益于本研究施加的智能体辅助教学改革这一变量。其次，这进一步证明了智能体辅助教学对学前教师职业倦怠的缓解，具有“逆恶化”的显著效果。



a b c

图 3 对照组学前教师职业倦怠认知网络图

5. 总结与讨论

通过利用智能体的多模态感知与生成、检索增强生成、推理与规划、交互与进化等功能，结合对智能体辅助学前教师教学操作框架的构建，本研究从一线教师的教学实践中验证了智能体对学前教师职业倦怠状况的缓解效果。总的来说，智能体对学前教师的情绪衰竭感和人格解体感的缓解最有效，在提振个人成就感方面仍有待加强。基于本研究的研究结论，配合教育数智化转型的时代风潮，学前教育领域应当大力推广教育智能体在学前教育中使用，以期缓解学前教师职业倦怠现象。

本研究通过对学前教师的一线教学实验研究，发现了智能体辅助教学对学前教师职业倦怠的缓解效果。

智能体技术为学前教育带来了新的可能性。未来，学前教育系统应充分利用这一技术，进一步提升教师的教学水平，推动学前教育质量的全面提升。

参考文献

王帅杰,汤倩雯,杨启光. 生成式人工智能在教育应用中的国际观察：挑战、应对与镜鉴[J]. 电化教育研究, 2024, 45(05):106-112+120. DOI:10.13811/j.cnki.eer.2024.05.014.

冯晓英,徐辛,郭婉瑢. 如何理解，如何行动，如何成为？——人工智能时代教师专业发展的反思[J]. 开放教育研究, 2024, 30(02):31-41. DOI:10.13966/j.cnki.kfjyyj.2024.02.004.冯晓英,徐辛,郭婉瑢. 如何理解，如何行动，如何成为？——人工智能时代教师专业发展的反思[J]. 开放教育研究, 2024, 30(02):31-41. DOI:10.13966/j.cnki.kfjyyj.2024.02.004.

卢宇,余京蕾,陈鹏鹤. 基于大模型的教学智能体构建与应用研究[J]. 中国电化教育, 2024, (07):99-108.

刘三女牙,郝晓晗. 生成式人工智能助力教育创新的挑战与进路[J]. 清华大学教育研究, 2024, (03):1-12. DOI:10.14138/j.1001-4519.2024.03.000112.

以“小切口引领·大任务驱动”提升教师数字素养的路径研究

Research on the Path to Improve Teachers' Digital Literacy through "Small - incision Guidance and Big - task Driving"

杜晓敏[1]，王志乐[1]，鲁明[2]
[1]潍坊市教育信息化研究院
[2]青州市东关回民初级中学
*wangzhile@126.com

【摘要】教育数字化转型背景下，教师数字素养提升是推动教育高质量发展的关键路径。本研究基于教育部《教师数字素养》框架，立足市级教育工作实践，创新构建“小切口引领·大任务驱动”提升模型，探索教师群体数字素养进阶路径。针对普通教师、骨干教师与教研员三类教师，分层设计三阶任务；依托国家-地市-县域三级资源平台联动，建立动态监测、跨校共享与多元支持的实施保障。研究突破了传统"重标准、轻实施"局限，旨在为区域教师数字素养提升提供可复制的系统化解决方案，助力实现从个体赋能到群体进化的数字化转型目标。
【关键词】 教师数字素养；小切口引领；大任务驱动；实践路径；教育改革

Abstract: *Amidst the digital transformation of education, enhancing teachers' digital literacy is critical to advancing high-quality educational development. Grounded in the "Digital Literacy for Teachers" framework issued by China's Ministry of Education, this study innovatively constructs a "small-incision guidance and large-task driving" model to explore pathways for teachers' collective digital literacy advancement. Targeting general teachers, backbone teachers, and teaching researchers, it designs hierarchically structured tasks across three phases. By integrating national-prefecture-county tri-level resource platforms, the study establishes implementation safeguards through dynamic monitoring, cross-school sharing, and multi-stakeholder support. Breaking through the traditional "overemphasis on standards with inadequate implementation" paradigm, this research provides replicable systematic solutions for regional teachers' digital literacy enhancement, facilitating the digital transformation from individual empowerment to collective advancement.*
Keywords: teachers' digital literacy, small - cut guidance, big - task drive, practical route, educational reform

1. 引言

教育数字化转型已成为全球教育发展的必然趋势。我国近年来相继出台《教师数字素养》等行业标准，并将教师数字素养提升纳入教育发展战略，从信息技术应用能力向数字素养全面升级。教师数字素养指教师在日常教学中“利用数字技术获取、加工、使用和评价数字资源，优化与创新教育教学活动的意识、能力和责任”（中华人民共和国教育部，2022）。教育部发布的《教师数字素养》框架包含 5 个一级维度、13 个二级维度和 33 个三级维度，为本研究提供了理论支撑。

本研究基于该框架衍生出 86 个微能力点，选取不同县域内不同发展阶段且数字素养较高的教师为典型样本，以“小切口”任务切入，通过优秀个体示范带动教师群体从“点”到“线”再到“面”的阶梯式成长。同时，设计具有实践复杂性和综合性的“大任务”，推动教师在完成任务过程中系统性提升数字素养，最终形成“以点带线、以线促面”的群体提升路径。

2. 文献综述

国内外对教师数字素养的研究已形成系统化成果。国际层面，美国的 ISTE-T 作为该领域有奠基性的成果，从七个维度定义教师数字能力；欧盟的 DipCompEdu 构建了六大领域模型；英国则通过 6C 数字技能框架细化操作要求。国内研究聚焦标准构建与实践路径，吴砥提出的五维三级框架成为行业基准，胡小勇等学者通过微能力指标体系推动培养策略落地，赵磊磊等学者则针对乡村教师提出研修质量监测方案。

现有研究构建了多维评价体系，但存在不足：个体能力提升与群体效应生成脱节、标准体系与区域资源适配脱节、技术工具供给与教师认知转型脱节。本研究将聚焦于此，找准“小切口”，设计“大任务”，以期为教师数字素养提升提供可复制的路径模型参考。

3. 教师数字素养提升的任务设计

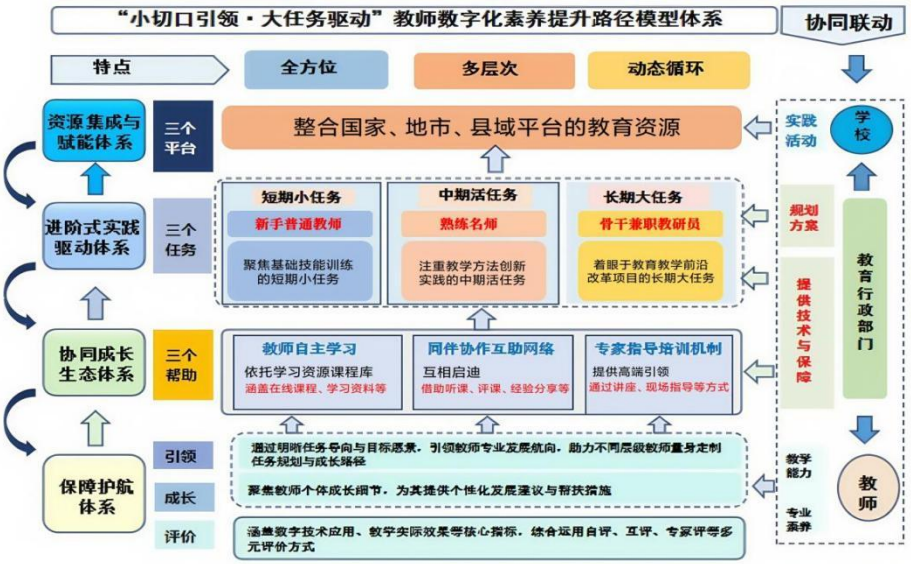
3.1. 任务设计的原则

分层递进原则、整合利用原则、动态调整原则。

3.2. 任务设计的体系化

基于“小切口引领·大任务驱动”理念，构建"四维三阶"教师数字素养提升模型，通过资源整合、任务驱动、生态协同与机制保障的闭环设计，构筑成教师数字素养提升体系。

基于“三个平台”的资源集成与赋能体系，整合国家、地市、县域平台的教育资源及各自优势，构建资源支持体系；基于“三个任务”的进阶式实践驱动体系，设计短期小任务、中期活任务、长期大任务，引领教师从基础夯实到综合提升的跨越；基于“三个帮助”的协同成长生态体系，强调自助、互助、他助协同，构筑教师成长的良性生态体系；基于“三个机制”的保障护航体系，构建涵盖引领、成长、评价的全方位护航体系。



体系框架图

4. 教师数字素养提升的任务实践与成效

4.1. 实践对象

3 年为一个周期，从本市不同地区、类型的中小学选取教师作为主要研究对象。选取时充分考察学校信息化基础设施配备情况、教师现有数字技术水平分布、地方特色教育资源等因素，确保样本能够全面反映本市教师数字素养的整体情况，为调研奠定坚实可靠的样本基础。

4.2. 实践过程

4.2.1. 确定实践思路

首先，通过文献研究和现状调研，定位教师数字素养的短板。其次，基于调研结果探究“小切口引领·大任务驱动”的理论基础和实践模式。再次，从教师个体、学校组织、教育行政

部门和社会环境等多个层面，探讨该模式的实施路径。最后，通过实践案例分析和效果评估，验证该路径的有效性，提出有针对性的改进建议和推广策略。

4.2.2. 确定实践目标

搭建“理论-实践”融合的创新模型：精准阐释“小切口”的原则与方法，使其有效激发教师参与的积极性与能动性；系统剖析“大任务”的思路与驱动机制，使其与教育教学有效融合，发挥引领效能；构建具有全面性、针对性、可操作性与启发性的素养提升路径模型。

定制个性化成长方案：依据不同类型、不同发展阶段教师的需求与专业特性，设计个性化任务与培训路径，探索有针对性、契合教师实际的进阶策略。

优化资源整合与协同合作：为教师专业成长提供丰富便捷的资源与实践支撑，协同学校开展形式内容多元的教师数字素养提升活动，助力教育行政部门制定战略规划、搭建服务平台。

4.2.3. 确定实践方法

采用混合研究方法，即通过问卷调查量化教师能力基线，深度访谈挖掘典型困境，行动研究验证“诊断-介入-评估”闭环有效性。

4.2.4. 确定实践策略

制定差异化的教师提升策略：对于普通教师，着重提供基础数字化技能培训和实用教学工具应用指导，设计聚焦基础数字技术熟练掌握与初步应用的小切口任务，促使他们在实践中的数字化教学能力逐步提升；对于信息化名师，鼓励其参与区域数字化教学创新项目，并为其量身定制探索数字技术与教学深度融合路径的小切口任务，助力其持续领航前行；对于数字化兼职教研员，加强教育教学研究方法和资源整合培训，围绕区域教育数字化关键领域规划政策精准解读、校本研究等小切口任务，全方位赋能，推动他们发挥更大效用。

实施资源整合与支持举措：学校层面，优化内部资源整合利用机制，配备数字教学设施，建立资源管理体系，通过校本教研、案例研讨、技能竞赛等，促进教师间的资源共享与交流合作；教育行政部门层面，制定教师数字素养提升政策和专项规划，将数字素养纳入教师绩效考核与职称评定体系并组织教学大赛、案例评选等提升活动；社会资源方面，联合曲师大等高校开展讲座培训、项目合作等，引入希沃、科大讯飞等科技企业的设备与技术支持。

4.2.5. 确定评估方法

采用课堂观察（观察指标、记录方式）、案例分析（案例选择、分析角度）、量化评价（问卷设计、数据统计分析方法）、质性评价（访谈对象、访谈内容设计）等方法，综合评估教师数字素养提升效果。

4.3. 成效与实施保障体系

4.3.1. 教育教学数字化素养评估体系构建

构建涵盖教师发展、学生成长与系统支持三级内容的“能力-成效-生态”三维评估体系。其中，教师维度涵盖技术应用（工具熟练度、新技术频率）、教学设计（目标设定、资源整合）、资源开发（资源质量与数量）、问题解决（技术应用效果）四大能力提升；学生维度追踪学业表现（成绩差异系数）与素养提升（信息检索、数据分析）；系统维度监测资源共享率、平台活跃度及政策完备指数。

4.3.2. 潜在风险与实施保障

在实践推进中，需重点关注以下潜在风险并制定相应保障措施：其一，不同教龄、学科背景教师群体可能对“小切口任务”的难度梯度产生适应性障碍，需建立动态调整机制，结合教师能力诊断结果进行分层适配。其二，不同层级的资源平台之间可能存在协作壁垒与技术兼容性挑战，需依托教育行政部门统筹规划，明确全流程管理规范，同时建立协作激励机制。其三，部分资深教师可能因传统教学惯性形成技术应用抵触，需实施"认知-技能-行为"三阶转型计划，依托案例研修、同伴互助与专家引领重塑数字教学理念。

为确保实施效能，需构建协同保障体系：基于教师数字素养发展图谱建立“动态监测-反馈机制”，通过课堂观察、教学日志分析与平台行为数据追踪教师成长轨迹；依托区域教育云平台搭建“资源共享-协作网络”，实行资源共建积分制与跨校教研激励；联合高校专家、

教研员与企业工程师组建“多元支持共同体”，针对技术应用瓶颈开展驻校指导与定向攻关。通过风险预控与系统保障的有机融合，为教师数字素养提升路径的落地实施提供可持续支持。

5. 结语

本研究创新构建"小切口-大任务"协同机制，通过分层任务设计与三级资源联动，破解教师数字素养群体进化中的“最后一公里”实施难题。实践验证其在差异化策略制定与风险预控方面的有效性，为区域教育数字化转型提供方法论突破。受限于县域样本覆盖广度与跨平台协同效能验证不足，未来需通过跨区域对比实验深化研究，并融合智能技术构建动态适应性模型，为中国特色教师数字素养发展提供可扩展的实践范式。

参考文献

中华人民共和国教育部(2022).教育部关于发布《教师数字素养》教育行业标准的通知.[EB/OL].[2022-12-02].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/202302/t20230214_1044634.html

邓安琦,宋文玉,程猛.管理模式、专业资本与自主性——西部县域与东部发达城市名师工作室的比较研究.教师教育研究,2023,35(04):74-80.

田旭明(2022).数字社会的主要伦理风险及其应对.中州学刊,(2):87-93.

冯剑峰,王雨宁.学校“数字化支持”提升教师数字素养的机理研究.教师教育研究,2024,36(02):45-52.

李新,杨现民,晋欣泉(2019).美国教师数据素养发展现状及其对我国的启示.现代教育技术,29(4):5-11.

吴砥,桂徐君,周驰和陈敏(2023).教师数字素养：内涵、标准与评价.电化教育研究,(08),108-114+128.

赵磊磊,张黎,鲍文雨,等.智能时代乡村教师研修质量监测:技术逻辑、实践困境与推进策略.现代教育技术,2023,33(09):47-55.

胡小勇,李婉怡,周妍妮(2023).教师数字素养培养研究：国际政策、焦点问题与发展策略.国家教育行政学院学报,(04),47-56.

祝智庭,孙妍妍,彭红超(2017b).解读教育大数据的文化意蕴.电化教育研究,38(1):28-36.

新华社(2023).习近平主持中央政治局第五次集体学习并发表重要讲话.[EB/OL].[2023-05-29].https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202305/content_6883632.htm

高校学生的技术使用态度与学业浮力如何影响线上学业求助？性别与专业的调节作用

How Do College Students' Technology Usage Attitudes and Academic Buoyancy Influence Online Academic Help-Seeking? The Moderating Roles of Gender and Major

曾诚则[1]，吴筱萌[1*]
[1]北京大学教育学院教育技术系
[*] wuxm@pku.edu.cn

【摘要】 随着互联网和人工智能技术的快速发展，线上学业求助已成为高校学生解决学业问题的重要方式，为学习者提供了即时、高效的支持。研究以400名高校学生为研究对象，探讨技术使用态度和学业浮力对线上学业求助行为的影响，并进一步考察性别和专业类型对模型路径的调节作用。通过构建结构方程模型，研究发现技术使用态度显著正向预测信息搜索与正式询问，学业浮力是技术使用态度与正式询问、非正式询问、生成式人工智能询问的中介变量。调节分析表明，男性的技术使用态度在提升学业浮力及线上学业求助行为方面具有更显著的影响。

【关键词】 线上学业求助；技术使用态度；学业浮力；性别；SOR模型

Abstract: *With the rapid development of internet and AI technologies, online academic help-seeking has become a vital method for university students to address academic challenges, providing instant and efficient support. This study, involving 400 university students, examines the effects of technology usage attitudes and academic buoyancy on online help-seeking behaviors, while exploring the moderating roles of gender and major. Structural equation modeling reveals that technology usage attitudes positively predict information searching and formal query, with academic buoyancy mediating the relationships with formal, informal, and generative artificial intelligence-based query. Moderation analysis indicates that males show stronger effects of technology attitudes on buoyancy and help-seeking behaviors.*

Keywords: online academic help-seeking, technology usage attitudes, academic buoyancy, gender, SOR model

1. 前言

随着互联网技术的不断进步，网络学习已逐渐成为高校学生日常生活中的重要组成部分。在这种学习模式下，学生不仅需要具备自主学习的能力，还必须掌握学业求助的技巧，以便在网络学习中遇到挑战时能够有效应对。根据Newman(2002)的研究，学业求助能力是自我调节学习的一个关键环节。因此，学生需要学会利用在线平台和工具来寻求所需的帮助。2022年11月，ChatGPT发布后，生成式人工智能(Generative artificial intelligence，GAI)在自主学习中迅速崭露头角，成为推动教育模式创新的重要力量。GAI凭借强大的内容生成和反馈机制，在学术写作、个性化学习等领域提供了显著帮助，提升学习效果和自主性。相比传统求助方式，向GAI寻求帮助具有即时性的优势，同时能提供个性化解决方案(Mittal et al., 2024)，并避免社会性求助中的情感压力(Vogel et al., 2007)。此外，GAI通过更灵活的提问方式，突破了信息检索的关键词限制。总体而言，生成式AI是一种不同于传统学业求助途径的新型求助对象，在当今时代，学会向GAI求助也是线上学习的重要一环。

在影响学习者进行线上学业求助的因素中，技术使用态度和学业浮力(Academic buoyancy)是两个值得考虑的重要变量。高校学生对技术的态度可能影响他们的传统求助方式，还与使

用 ChatGPT 等人工智能技术的倾向密切相关(Strzelecki, 2024)。而学习者的学业浮力水平越高，即学习者越擅长克服日常学业挫折与挑战(Martin & Marsh, 2008)，更倾向于在遇到困难时进行自我调节(Xu & Wang, 2024)。这两者对学习者的线上学习行为具有积极的影响，因此在研究中被重点考虑。除此之外，性别和专业类型是教育研究中常见的背景变量，不同的性别和专业背景可能会调节学习者对技术的接受度、学业浮力与线上学业求助的关系。因此，考虑这些基本特征有助于全面理解学习者在使用技术工具的过程中可能遇到的不同情况。

本研究旨在探索影响学习者进行线上学业求助的多维因素，通过对技术使用态度、学业浮力以及基本特征的分析，深入理解高校学生在线上自主学习中的行为机制，为教育实践提供新的思路和指导。具体而言，研究提出以下的研究问题：

RQ1：高校学生的技术使用态度与学业浮力如何影响他们的线上学业求助行为？

RQ2：上述影响模式对不同性别和不同专业类型的学生是否均适用？

RQ3：高校学生的性别和专业类型是否对上述关系具有调节作用？

2. 理论框架与研究假设

2.1. 理论框架

研究基于 Mehrabian 与 Russell (1974)提出的刺激-有机体-反应(Stimulus - Organism -Response, SOR)模型，探讨技术使用态度、学业浮力和线上学业求助之间的关系，并考虑学业浮力在其中的中介作用。该模型源于环境心理学，认为外部环境因素（刺激）会通过影响个体的心理状态（有机体）来改变其行为（反应）。该模型可以帮助我们理解学习者进行网络学习时，他们感知的技术环境特征对心理特质与学习行为的影响。

本研究将学习者对外部技术特征的主观感知，即技术使用态度，视为刺激部分；将学习者在面对日常学业困境时的心理弹性与积极应对策略，即学业浮力，作为学习者的有机体成分；最后将学业求助行为视为反应部分。本研究认为技术使用态度将通过影响学业浮力，影响他们的线上学业求助行为。此外，技术使用态度也可能直接影响学习者利用网络途径求助。总体而言，本研究基于 SOR 模型探讨上述变量之间的作用机制。

2.2. 线上学业求助

随着在线学习的广泛普及，研究者开始关注学习者在网络环境中的学业求助行为。Cheng 与 Tsai (2011)将线上学业求助分为三种类型：信息搜索、向教师或助教发起的正式求助，以及向知识渊博的同龄人或网络上的匿名专家发起的非正式求助。然而，随着 GAI 的兴起，向 GAI 寻求帮助已经成为了大学生日常学习中的一种重要求助方式 (Chan & Hu, 2023)。相关研究发现，大学生相比传统的信息检索，更倾向于使用 ChatGPT 进行学业求助(Zhang & Yang, 2024)。学习者对将 ChatGPT 用于学业任务持积极的态度，强调了它在提高作业完成率、帮助理解复杂概念和促进高效的资源搜索方面的作用(Adams et al., 2024)。此外，不受时间和空间限制的即时反馈也是向 GAI 求助的优势之一(Mittal et al., 2024)。而进行社会性的求助，例如正式或非正式求助时，还可能受到情感压力的影响(Vogel et al., 2007)，而这在 GAI 求助中则不会发生。总体而言，与传统学业求助方式相比，向生成式人工智能求助具有即时性、便捷性和情感压力低等独特优势，从而在提升学习效率和支持学习者学业发展方面展现了显著潜力。因此，在探究学习者的线上求助时，不仅要考虑信息检索与社会性求助等传统途径，还要进一步考虑 GAI 在其中的角色。

2.3. 学业浮力

学业浮力源于积极心理学，由 Martin 和 Marsh(2008)定义为学习者应对学校生活中典型的学业挫折和挑战（如成绩不佳、考试压力、截止日期）的能力。与韧性关注重大或持续困境不同，学业浮力强调积极主动地应对困难，而非被动适应(Xu & Wang, 2022)。在线上学习方面，学业浮力能够促进学习者在探究性社区中的社交和认知存在(Yang & Lay, 2024a)，强化心理资本对线上学习投入的作用(Fu & Qiu, 2024)。关注学生在线上学习时的学业浮力对了解他们的认知发展与学习行为有重要的意义。

学业求助要求学生识别求助需求并付诸行动(Won et al., 2021)，这一过程与学业浮力强调的主动解决策略高度契合(Martin & Marsh, 2008)。研究发现，学业浮力高的学生更倾向于使用多种学习策略(Collie et al., 2017)，如在二语写作课堂中采用自我调节策略(Xu & Wang, 2024)。作为自我调节的重要组成部分(Newman, 2002)，学业求助通过网络途径，尤其是近年来兴起的 GAI，为学习者提供有效支持。学业浮力高的学习者更可能利用网络途径解决学习挑战，因此，学业浮力可能正向预测学习者的线上学业求助行为。

2.4. 技术使用态度

个人对使用系统的整体反应构成了对技术使用的态度 (Venkatesh et al., 2003)，通常包含情感和认知两方面(Lee & Choi, 2017)。情感成分体现在对技术的积极或消极情绪上，如享受被视为积极态度的重要指标 (Yilmaz et al., 2017)，而认知成分则与对技术的信念和看法相关(Svenningsson et al., 2022)。学习者对技术工具的态度与线上求助行为可能存在潜在的关系，但它们的具体关系尚不明确。Ding 和 Er (2018)发现，学习者对线上求助工具的态度显著影响他们的行为意图。在 GAI 相关研究中，Shahzad et al. (2024)基于技术接受模型，发现中国大学生对 ChatGPT 的感知易用性、有用性和智能性能够积极预测其使用意图。再者，Wang et al. (2024)基于计划行为理论，发现中国大学生对 GAI 技术的态度显著促进了其使用行为意图。可见，技术使用态度不仅与传统学业求助相关，更可能影响与 GAI 相关的求助行为。基于上述结果，本研究推断学习者的技术使用态度能够正向预测他们的线上学业求助行为。

对于技术使用态度与学业浮力的潜在关系，Pan (2020)发现技术接受程度高的学习者自主学习倾向更强。学生在线上自主学习的过程中，不可避免地需要应用多种求助途径解决遇到的学业困境。并且，学习者对网络社区的社交、认知的存在感知能够反映学习者对技术效益、交互性的态度，而这些存在感能够影响他们的学业浮力(Yang & Lay, 2024b)。尽管现有的研究尚未明确阐释二者的关系，但现有研究表明积极的技术使用态度可能提高学业浮力水平。

3. 研究方法

3.1. 研究对象

研究以国内高校在读学生为研究对象，于网络平台发放 400 份问卷，问卷以匿名形式填答。其中，男性 102 人（25.50%）、女性 298 人（74.50%）；人文社科专业 261 人（65.25%）、理工科专业 139 人（34.75%）。

3.2. 研究工具

3.2.1. 技术使用态度

研究翻译了 Lee 与 Choi (2017)的技术使用态度量表，包括享受感（1 题）、交互性（2 题）、获益（2 题），共 5 题。量表采用 5 点计分作答，从 1 分（非常不同意）至 5 分（非常同意）。得分越高，代表填答者对技术辅助学习持更加积极的态度。

3.2.2. 线上学业求助

研究编制了线上学业求助量表，包括 4 个维度：信息搜索（4 题）、正式询问（4 题）、非正式询问（4 题）、生成式人工智能询问（4 题），共 16 题。量表采用 6 点计分作答，从 1 分（强烈不同意）至 6 分（强烈同意）。得分越高，代表填答者越可能在遇到学业问题时，越可能通过网络途径寻求帮助。

3.2.3. 学业浮力

研究翻译了 Martin 与 Marsh (2008)的学业浮力量表，该量表为单向度量表，共 4 题，如“我认为我很擅长应对课业压力”。量表采用 7 点计分作答，从 1 分（强烈不同意）至 7 分（强烈同意）。得分越高，代表填答者越能够有效应对学校日常课程中的挫折、挑战和压力。

3.3. 数据分析

本研究采用 R 语言进行数据分析。首先，通过共同方法偏差检验，评估多个量表在同一对象问卷调查中对结果可靠性的影响。随后，采用验证性因素分析评估测量模型的拟合度，并检验聚合效度和区分效度。通过 Bootstrap 方法进行 5000 次重抽样，构建结构方程模型检

验结构模型拟合度与研究假设。接着，通过测量不变性检验分析模型在不同性别和专业群体中的适用性。最后，采用多组比较方法探讨模型在不同性别和专业群体间的差异。

4. 研究结果

4.1. 共同方法偏差检验

研究使用 Harman 单因素检验对技术使用态度、学业浮力和线上学业求助进行共同方法偏差检验，未旋转的因素分析结果表明，特征根大于 1 的因子共 6 个，第一个公因子的方差解释率为 25.00%，小于临界值 40%。因此数据的共同方法偏差不大，能够进行后续分析。

表 1 测量构念的聚合效度

潜变量	观察变量	因子载荷	Cronbach's α	CR	AVE
技术使用态度	Enjoyment	.69	.75	.75	.51
	Interaction	.79			
	Benefits	.64			
学业浮力	AB1	.79	.86	.86	.61
	AB2	.77			
	AB3	.82			
	AB4	.76			
信息搜索	IS1	.70	.75	.75	.50
	IS2	.72			
	IS3	.70			
正式询问	FQ1	.66	.80	.81	.51
	FQ2	.68			
	FQ3	.71			
	FQ4	.81			
非正式询问	IQ1	.54	.77	.78	.47
	IQ2	.69			
	IQ3	.73			
	IQ4	.74			

4.2. 模型检验

由于测量构念的聚合效度中，信息搜索与非正式询问的平均方差提取值(AVE)低于.50，根据题项的因子载荷量，删去因子载荷较低的题项 IS4（我会从在线知识论坛或社区中查找相关文章以解决学业问题），对于非正式询问的 IQ1（我会在即时沟通工具，如微信，上向朋友或同学求助以解决学业问题），考虑到其与该维度的契合程度，将其保留后重新进行评估。

首先，通过验证性因素分析评估测量模型，模型拟合度指标为 CFI = .958 > .90、TLI = .950 > .90、SRMR = .047 < .05、RMSEA = .043 < .05，表明拟合度良好。接着评估测量构念的聚合效度与区分效度。聚合效度结果见表 1，因子载荷值均大于.50，组合信度(CR)大于.70，虽然 AVE 介于.47 ~ .65，未满足均大于.50，但仍属于可接受范围，表明聚合效度良好。量表区分效度见表 2，各构念的 AVE 平方根均大于其与其它构念的相关性，具有足够的区分效度。

表 2 测量构念的区分效度

	ATT	AB	IS	FQ	IQ	GAIQ
技术使用态度	**.71**					
学业浮力	.28**	**.78**				
信息搜索	.26**	.13*	**.71**			
正式询问	.29**	.35**	.23**	**.72**		
非正式询问	.18**	.21**	.17**	.60**	**.69**	
生成式人工智能询问	.12*	.19**	.25**	.18**	.20**	**.81**

$^{*}p < .05$，$^{**}p < .01$，对角线为 sqrt(AVE)

整体模型拟合结果为 CFI = .958 > .95、TLI = .951 > .95、SRMR = .047 < .05、RMSEA = .043 < .05，显示模型拟合良好。学业浮力、信息搜索、正式询问、非正式询问、GAI 询问分别被解释了 12.4%、12.5%、24.4%、10.5%、5.3%的方差。技术使用态度能够正向预测学业浮力(β = .35, $p < .001$)、信息搜索(β = .34, $p < .001$)、正式询问(β = .27, $p = .002$)，但对非正式询问(β = .16, $p = .062$)与 GAI 询问(β = .10, $p = .180$)的预测效果不显著。学业浮力能够正向预测正式询问(β = .33, $p < .001$)、非正式询问(β = .23, $p = .003$)与 GAI 询问(β = .18, $p = .010$)，但对信息搜索的预测效果不显著(β = .04, $p = .590$)。中介效应检验结果见表 3，学业浮力是技术使用态度与正式询问、非正式询问、GAI 询问的中介变量。

表 3 中介效应检验

路径	*t*	标准化效果量	95%置信区间
技术使用态度→学业浮力→信息搜索	.525	.014	[-.034, .078]
技术使用态度→学业浮力→正式询问	3.485***	.117	[.095, .297]
技术使用态度→学业浮力→非正式询问	2.628**	.081	[.036, .180]
技术使用态度→学业浮力→GAI 询问	2.336*	.062	[.031, .206]

$^{*}p < .05$，$^{**}p < .01$，$^{***}p < .001$

4.3. 测量不变性检验与分组比较

使用以下指标评估模型的测量不变性：（1）Δχ2 不显著；（2）ΔCFI 不超过 0.02；（3）ΔTLI 不超过 0.05；（4）ΔRMSEA 和ΔSRMR 不超过 0.01。检验结果如表 4 所示，性别不变性检验结果显示，形态模型与单位模型、单位模型与截距模型的Δχ2 达到显著水平。由于χ2 统计量对样本量非常敏感，尽管Δχ2 达显著水平，但其他指标均符合要求，因此研究认为性别的测量不变性可以接受。此外，专业变量的不变性符合测量不变性指标要求。

对性别进行分组比较分为三步，结果如图 1。首先，对一个不受约束的模型进行估计，该模型除了因子载荷被限制为相等外，其他所有参数在各组都可以自由估计。该模型具有良好的拟合度：χ2 = 656.27、*df* = 404、$p < .001$、CFI = .929、TLI = .919、SRMR = .060、RMSEA = .056。其次，各组的所有结构系数被约束为相等，获得了一个完全约束的模型，模型拟合度仍属于可接受范围：χ2 = 691.02、*df* = 413、$p < .001$、CFI = .922、TLI = .913、SRMR = .077、RMSEA = .058。模型比较结果显示，完全约束模型的拟合效果比无约束模型差(Δχ2 = 34.75, Δ*df* = 9, $p < .001$)，表明男生与女生的某些结构系数存在显著差异。

表 4 测量不变性检验结果

调节变量	模型	χ2	*df*	CFI	TLI	RMSEA	SRMR
性别	形态模型	623.29	388	.934	.922	.055	.056
	单位模型	656.27	404	.929	.919	.056	.060
	截距模型	693.06	420	.923	.916	.057	.061
专业	形态模型	612.68	388	.937	.925	.054	.056
	单位模型	627.93	404	.937	.928	.053	.058
	截距模型	648.49	420	.936	.929	.052	.059

第三步，解除完全约束模型中修正指数最大的约束，得到部分约束模型，并与无约束模型进行比较。重复最后一步，直到所比较的模型之间没有显著的卡方检验差异。研究释放了 4 条路径系数的限制(技术使用态度→信息搜索、技术使用态度→非正式询问、技术使用态度→学业浮力、学业浮力→GAI 询问)，最终得到的模型拟合度为：$\chi2 = 663.57$、$df = 409$、$p < .001$、CFI = .929、TLI = .920、SRMR = .062、RMSEA = .056。男性对技术使用的积极态度更能够促使他们具有高水平的学业浮力，且更可能使他们进行信息搜索与非正式询问。此外，男性的学业浮力对 GAI 求助的影响比女性的更强。

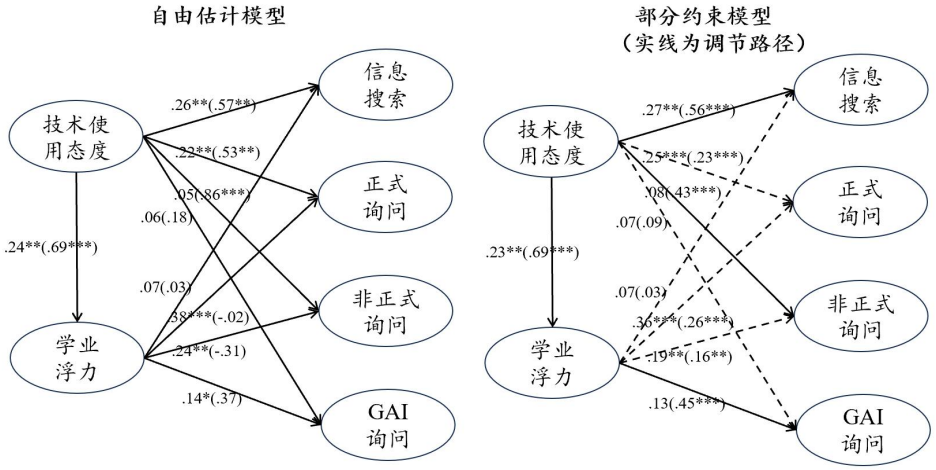


图 1 性别比较的自由估计模型与部分约束模型（括号中为男性）

对专业的分组比较同样遵循上述步骤。首先，无约束模型的拟合度为：$\chi2 = 627.93$、$df = 404$、$p < .001$、CFI = .937、TLI = .929、SRMR = .059、RMSEA = .053，表明模型拟合良好。其次，完全约束模型的拟合度为：$\chi2 = 642.57$、$df = 413$、$p < .001$、CFI = .936、TLI = .928、SRMR = .063、RMSEA = .053，同样表明模型拟合良好。模型比较结果显示，完全约束模型的拟合效果与无约束模型无显著差异($\Delta\chi2 = 14.64$, $\Delta df = 9$, $p = .101$)，表明人文社科与理工科两组的结构系数不显著差异。

5. 讨论

本研究发现技术使用态度越积极的学习者在进行线上学习时，更可能采用信息搜索、正式与非正式询问的方式进行学业求助。这一结果与技术接受模型的核心观点一致，即使用者对技术的积极态度能够提高其技术使用意愿，进而影响其实际使用行为。不仅如此，根据可供性-实现理论，用户对技术可供性的主观感知影响着他们的技术使用行为(Zhang & Yang, 2024)。具体而言，学习者在使用技术工具时的愉悦感受、对交互性、潜在获益的感知可能促使他们使用网络广泛搜索信息或向教师、同辈询问学业难题。

不仅如此，研究还发现学习者对技术的积极态度能够促进影响他们主动解决日常学业困难的积极性，进而影响他们采用社会性的询问或向 GAI 询问，并且技术使用态度对 GAI 询问的影响必须经由学业浮力来实现。这一结果支持了学业浮力理论中强调学习者自我调节和问题解决能力的观点(Martin & Marsh, 2008; Xu & Wang, 2022)，突出了学业浮力在技术驱动学习中的独特价值。然而，GAI 作为一种新型的技术工具，其使用可能对学习者提出一定的适应性要求，而具有较高学业浮力的学习者更能够积极面对这种新工具带来的学习挑战，主动探索 GAI 的功能并将其融入到学业求助中。

研究还考察了性别与专业对模型的调节作用，发现与女性相比，男性对技术使用的积极态度更能促进他们的信息搜索、非正式询问行为，同时还强化了学业浮力在技术使用态度与 GAI 求助中的积极作用。这一结果体现了男性在接受和使用科技方面更大的热情和意图，呼应了 Okazaki 和 Renda dos Santos (2012)的研究发现，即男性的使用意图与实际行为更为一致，而女性在技术支持的学习方面做出行为决策的可能性较小。此外，男性的学业浮力对其向 GAI

求助的影响也更为显著，这表明男性学习者在技术支持下更倾向于将浮力转化为实际的求助行为，进一步体现了技术工具在推动学业求助中的积极作用。

综合来看，本研究强调了技术使用态度、学业浮力与线上学业求助行为之间的内在机制，同时揭示了性别差异的调节作用。这一结果不仅丰富了学业求助与技术接受领域的理论研究，还为高校教育实践提供了重要的启示。在实际教学过程中，教育工作者可以通过培养学生对技术的积极态度，帮助他们更有效地利用信息搜索、正式询问、非正式询问以及生成式人工智能进行学业求助。此外，针对性别差异，应特别关注女性学习者的技术使用态度和学业浮力发展，通过技术培训、反馈机制优化等手段，帮助她们更好地利用技术工具进行学业求助。

参考文献

Adams, D., Chuah, K. M., Devadason, E., & Azzis, M. S. A. (2024). From novice to navigator: Students' academic help-seeking behaviour, readiness, and perceived usefulness of ChatGPT in learning. *Education and Information Technologies*, *29*(11), 13617-13634.

Chan, C. K. Y., & Hu, W. (2023). Students' voices on generative AI: Perceptions, benefits, and challenges in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *20*(1), 43.

Cheng, K.-H., & Tsai, C.-C. (2011). An investigation of Taiwan University students' perceptions of online academic help seeking, and their web-based learning self-efficacy. *The Internet and Higher Education*, *14*(3), 150–157.

Collie, R. J., Ginns, P., Martin, A. J., & Papworth, B. (2017). Academic buoyancy mediates academic anxiety's effects on learning strategies: An investigation of English-and Chinese-speaking Australian students. *Educational Psychology*, *37*(8), 947-964.

Ding, L., & Er, E. (2018). Determinants of college students' use of online collaborative help-seeking tools. *Journal of Computer Assisted Learning*, *34*(2), 129–139.

Lee, J., & Choi, H. (2017). What affects learner's higher-order thinking in technology-enhanced learning environments? The effects of learner factors. *Computers & Education*, *115*, 143–152.

Martin, A. J., & Marsh, H. W. (2008). Academic buoyancy: Towards an understanding of students' everyday academic resilience. *Journal of school psychology*, *46*(1), 53-83.

Mehrabian, A., and Russell, J. A. (1974). An approach to environmental psychology. Cambridge: the MIT Press.

Mittal, U., Sai, S., Chamola, V., & Sangwan, D. (2024). A comprehensive review on generative AI for education. *IEEE Access, 12*, 142733–142759.

Newman, R. S. (2002). How self-regulated learners cope with academic difficulty: The role of adaptive help seeking. *Theory into practice*, *41*(2), 132-138.

Okazaki, S., & Renda dos Santos, L. M. (2012). Understanding e-learning adoption in Brazil: Major determinants and gender effects. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, *13*(4), 91-106.

Pan, X. (2020). Technology acceptance, technological self-efficacy, and attitude toward technology-based self-directed learning: learning motivation as a mediator. *Frontiers in Psychology*, *11*, 564294.

Shahzad, M. F., Xu, S., & Javed, I. (2024). ChatGPT awareness, acceptance, and adoption in higher education: the role of trust as a cornerstone. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 21(1), 46.

Strzelecki, A. (2024). Students' acceptance of ChatGPT in higher education: An extended unified theory of acceptance and use of technology. *Innovative higher education*, *49*(2), 223-245.

Svenningsson, J., Höst, G., Hultén, M., & Hallström, J. (2022). Students' attitudes toward technology: Exploring the relationship among affective, cognitive and behavioral components of the attitude construct. *International Journal of Technology and Design Education*, *32*(3), 1531–1551.

Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, *27*(3), 425–478.

Vogel, D. L., Wester, S. R., & Larson, L. M. (2007). Avoidance of counseling: Psychological factors that inhibit seeking help. *Journal of counseling & development*, *85*(4), 410-422.

Wang, C., Wang, H., Li, Y., Dai, J., Gu, X., & Yu, T. (2024). Factors influencing university students' behavioral intention to use generative artificial intelligence: Integrating the theory of planned behavior and AI literacy. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 1-23.

Won, S., Hensley, L. C., & Wolters, C. A. (2021). Brief Research Report: Sense of Belonging and Academic Help-Seeking as Self-Regulated Learning. *The Journal of Experimental Education*, *89*(1), 112–124.

Xu, J., & Wang, Y. (2024). The impact of academic buoyancy and emotions on university students' self-regulated learning strategies in L2 writing classrooms. *Reading and writing*, *37*(1), 49-67.

Xu, X., & Wang, B. (2022). EFL students' academic buoyancy: Does academic motivation and interest matter?. *Frontiers in Psychology*, *13*, 858054.

Yang, Y., & Lay, Y. F. (2024a). What are the roles of positive psychological construct in blended learning contexts? Integrating academic buoyancy into the Community of Inquiry framework. *Frontiers in Psychology*, *15*, 1354156.

Yang, Y., & Lay, Y. F. (2024b). Academic buoyancy and learner interactions as mediators of deep learning in blended learning contexts: The role of teaching, social, and cognitive presence. *Education and Information Technologies*, 1-26.

Yilmaz, R. M., Kucuk, S., & Goktas, Y. (2017). Are augmented reality picture books magic or real for preschool children aged five to six? *British Journal of Educational Technology*, *48*(3), 824–841.

Zhang, M., & Yang, X. (2024). Google or ChatGPT: Who is the better helper for university students. *Education and Information Technologies*, 1-22.

混合式学习环境下体验式学习促进师范生跨学科教学能力的实证研究[3]

Enhancing interdisciplinary teaching competence for pre-service teachers in China through experiential learning in a blended learning environment

王鑫[1*]，高红英[2]，张宝辉[1]
[1]陕西师范大学教育学部
[2]陕西师范大学外国语学院
[*] wangxin221022@163.com

【摘要】 本研究旨在探索混合式学习环境下体验式学习促进师范生跨学科教学能力的有效性。本研究以九周的学习活动为载体，设计了以体验式学习为指导的教学计划，通过问卷调查、访谈及跨学科教学设计案例等量化与质性数据，综合分析师范生在体验式学习前后跨学科教学能力的变化。研究结果表明，混合式学习环境下的体验式混合学习显著提升了师范生跨学科教学知识、技能、态度等多个方面。该结果强调了混合式学习环境下体验式学习对于促进师范生跨学科教学能力的潜力，为师范生培养体系和课程改革提供了实证支持。
【关键词】 混合式学习环境；体验式学习；师范生；跨学科教学能力

Abstract: *This study aims to explore the effectiveness of experiential learning in enhancing interdisciplinary teaching competence for pre-service teachers in a blended learning environment. Using a nine-week learning activity as a carrier, this study designed a teaching plan guided by experiential learning, and comprehensively analysed the changes in pre-service' interdisciplinary teaching competence before and after experiential learning through quantitative and qualitative data such as questionnaires, interviews, and interdisciplinary teaching design cases. The results of the study showed that experiential blended learning in a blended learning environment significantly enhanced multiple aspects of pre-service' interdisciplinary teaching knowledge, skills, and attitudes. The results highlight the potential of experiential learning in a blended learning environment to promote pre-service' interdisciplinary teaching competence and provide empirical support for pre-service teacher training system and curriculum reform.*
Keywords: Blended learning environment, experiential learning,pre-service, interdisciplinary teaching

1. 问题提出

跨学科教学（interdisciplinary teaching）是一种以问题解决为导向的教学方式，通过主题整合不同学科的知识、观点和方法(Sudderth, 2022)，旨在帮助学生解决实际问题。跨学科教学被视分科教学（subject-based teaching）的补充方案，适合应对复杂的全球社会问题挑战。在 K-12 阶段开展跨学科教学，逐渐成为基础教育学生核心素养培育的必然要求(胡, 2023)。

为有效促进跨学科教学，当前研究致力发展教师的跨学科教学能力。跨学科教学能力是指教师以提高学生核心素养为目标，创造性地综合运用两种或两种以上学科知识，设计以实际问题为导向学习活动的知识、技能、态度的集合(吴 & 蔡, 2024)。师范生作为未来教师，具备跨学科教学能力是其走上工作岗位的基础能力，然而师范生跨学科教学能力水平不容乐观(Wang et al., 2024)，因此亟需促进师范生跨学科教学能力。

具体可操作的学习活动框架是促进师范生教学能力的关键因素。当前研究设计了系列旨在促进师范生跨学科教学能力的学习活动框架(Macalalag et al., 2020; 杨 et al., 2023; 钟 & 刘, 2021)。然而这些学习活动框架还存在问题：大多数针对师范生的跨学科教学能力培训项目提

[3] 本研究为陕西师范大学 2024 实验技术研究项目 “新质生产力”背景下外语实验室二语习得过程监测与干预系统构建（项目号：SYJS202413）的阶段性研究成果。

供的跨学科教学设计与实践机会有限(Ryu et al., 2019)，这成为制约师范生跨学科教学能力发展的关键问题；当前学习活动设计中仍过于强调学科知识的堆叠，对跨学科教学的本质特性挖掘不足；有研究虽提出了活动框架，但在具体的活动内容和操作路径上缺乏清晰的指导(孟 & 王, 2023)。综上，有必要设计一套专门促进师范生跨学科教学能力的学习活动，强调实践体验机会，突出活动目标和内容，从而为师范大学、教育学院等师范类教育机构提供指导，从而设计跨学科教学能力培养课程和教学提案。

混合学习环境为本研究提供了一种富有成效的实施场域。混合学习融合了面对面互动与在线教育的优势，缓解了诸如资源匮乏、学生参与度不高等传统职前教师教育模式中存在的问题，被广泛应用于师范生教学能力发展(Chekour et al., 2024; Olawale & Matshikiza, 2024)。鉴于上述优势，本研究在混合学习环境下进行学习活动设计。体验式学习能够有效提高学习者的实践体验和反思，为本研究提供了学习活动设计的具体指导框架。，回应了当前学习活动缺乏实践机会和可操作性的研究空白。尽管有研究表明体验式学习被应用于师范生教学能力培养(Lee, 2019; Poonputta, 2023)，但是在混合学习环境下体验式学习活动能否显著提升师范生的跨学科教学能力还尚未得到验证。基于此，本研究研究问题如下：

（1）如何在混合学习环境下设计一种促进师范生跨学科教学能力的体验式学习活动？

（2）该体验式混合学习活动的实施效果如何？

2. 理论框架

2.1. 体验式学习框架

体验式学习能够通过实践活动发展学习者知识、技能和价值观。体验式学习包括四个关键阶段：具体经验、反思观察、抽象概念化和主动实践。图 1 展示了经典的 Kolb 体验式学习框架(Kolb, 1984)。该框架因其强调学习者主动参与和注重反思的特点，被广泛应用于职前教师培养(Gao, 2015)。本研究以体验式学习框架为基础，设计并整合一个能够促进师范生跨学科教学的学习活动。具体包括以下四个步骤：（1）具体经验：引导师范生在真实或模拟情境中体验跨学科教学活动，使其获得实践经验。（2）反思观察：通过教师反馈、同伴互评以及自我评估等方式，帮助师范生反思活动过程及效果，总结经验和教训。（3）抽象概念化：借助课程教学与讨论，引导师范生将反思中的成果上升为理论认知或具体的教学策略。（4）主动实践：让师范生将改进后的教学策略或方法应用于新一轮的活动情境中，进一步优化其跨学科教学能力。这一学习框架有效地整合了不同阶段、不同目标的学习活动，通过理论与实践的动态交互，帮助师范生在持续的反思与实践中不断提高跨学科教学能力。

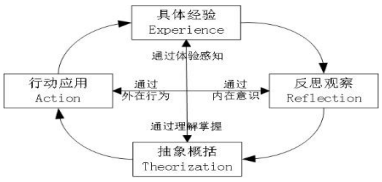


图 1 kolb 体验式学习框架(Kolb, 1984)

2.2. 跨学科教学能力框架

当前研究开发了诸多跨学科教学能力框架（朱德全 & 彭洪莉, 2023；Kelly C. Margot & Todd Kettler, 2019）。对能力模型的主要特征回顾表明，跨学科教学能力框架包括三个关键领域：跨学科教学知识、技能和态度。表 1 描述了能力框架的具体内容。

表 1 跨学科教学能力框架(Wang et al., 2024)

	一级维度	二级维度	三级维度	参考文献
学科	跨学科教学知识	跨学科知识	跨学科概念理解、学科知识储备、学科逻辑关联	(朱 & 彭, 2023); (Chai 等, 2013)
		跨学科教学法	适用跨学科教学的各类教学	

教学能力			法（如：PBL、5E 教学法）	
		跨学科教学法知识	在具体教学情境下应用跨学科教学法教学促进知识理解	
	跨学科教学技能	跨学科教学设计能力	目标设计、主题设计、内容设计和模式选择	(李 & 梁, 2023)；STEM 教师能力等级标准(试行)；STEM EDUCATION FRAMEWORK
		跨学科教学实施能力	创设教学情境、学习活动组织、教学策略运用、学习过程指导	
		跨学科教学评价能力	评价内容多维性、评价方法多样性和评价主体多元性	
	跨学科教学态度	跨学科教学信念	价值理解、本质认识	STEM 教师能力等级标准(试行)；InTASC Model Core Teaching Standards
		专业发展意愿	参与培训、寻找资源、调整教学	
		跨学科教学态度	认同、兴趣、期待	

3. 方法论

3.1. 研究环境和参与

3.1.1. 研究环境

本研究的实施环境是 S 师范大学教师教育类选修课程《跨学科融合（STEM）教育基础》。该课程是一门线上线下混合课程，线上学习平台是中国大学 MOOC 平台（https://www.icourse163.org/course/SNNU-1471598169），线下学习在多媒体教室进行。

3.1.2. 参与者

参与者共 46 人，其中男生 10 人，女生 36 人。均为 S 大学大二师范生（平均年龄 19 岁），专业来源十分广泛，包括：学前教育、物理学、化学、生物科学、教育技术学等专业学生。选课学生心智发展成熟，自主选择《跨学科融合（STEM）教育》课程。这些学生正处于职前教师培训阶段，对跨学科教学有初步了解但尚未形成对跨学科教学稳固的理解。研究开始前，研究者向学生发放了《知情同意书》，学生知情并支持基于该课程开展研究。

3.2. 学习活动设计

本研究基于体验式学习框架，在混合式学习环境下设计了一套分阶段、递进式的专题学习活动，旨在实践体验中促进师范生跨学科教学能力。学习活动分为线上学习和线下课堂两个阶段，每个阶段都融入了体验式学习的核心步骤（具体体验、反思观察、抽象概括、行动应用）。表 2 呈现了五个专题活动的具体内容。

表 2 混合式学习环境下促进师范生跨学科教学能力的体验式学习活动

活动	目的	时间	步骤	具体经验	反思观察	抽象概念	主动实践
活动一：跨学科教学初认识	引导师范生对跨学科教学概念、发展背景、设计流程形成初步认识	第一、二周	线上	**视频学习：**介绍跨学科教学定义及发展，帮助师范生建立整体认识	**在线讨论：**设置讨论问题，提供问题支架	**知识整合：**教师及助教在线答疑进行针对性反馈	**在线测验：**通过章节测验，检验学习成效
			线下	**目标设定：**引导师范生明确角色任务与职责，并进行重难点专题讲解	**互动反思：**师生互动，启发学生反思	**交流分享：**设置讨论问题巩固师范生对跨学科教学理解	**任务衔接：**知识应用于新任务情境，促进知识迁移

活动二：体验跨学科教学资源的检索过程	帮助师范生掌握跨学科教学资源的检索、筛选与整合	第三周	线上	**视频引导：**讲解跨学科教学资源检索分类技巧	**在线反馈：**资源检索任务布置，学员在线反馈	**互动提升：**讨论区分享经验，教师及助教点评	**在线测验：**通过章节测验和资源任务检验成效
			线下	**实践任务：**分组完成跨学科教学资源检索、筛选与整合 Wiki 作业	**互动反思：**师生互动，启发学生反思	**资源分享：**小组汇报检索成果，组间互评与教师点评完善检索方案	**总结延伸：**优化检索方案，思考实际教学中的资源检索与应用
活动三：体验跨学科教学主题/目标/内容/模式选择过程	引导师范生在学科背景和教学情境中，理解典型跨学科教学案例的设计与实施过程	第四、五、六周	线上	**视频学习：**介绍跨学科教学主题、目标、内容与教学模式选择过程	**在线讨论：**设置讨论问题，提供问题支架	**总结提炼：**形成跨学科教学目标、内容与教学模式选择的基本原则和实施方案	**在线测验：**通过章节测验和设计初步跨学科教学主题，检验学习成效
			线下	**协作任务：**协作完成“认识学科”任务，深化对学科到跨学科教学认识	**互动反思：**师生互动，启发学生反思	**成果展示：**展示协作成果，评析跨学科教学案例	**应用提升：**优化策略，并布置下一步任务
活动四：体验跨学科学习和教学设计过程	从学生和教师双重视角，设计跨学科学习和教学任务，帮助师范生理解跨学科教学	第六、七周	线上	**视频学习：**、介绍跨学科教学评价内容方法，回顾跨学科教学活动流程	**在线讨论：**设置讨论问题，提供问题支架	**总结提炼：**形成跨学科教学评价原则，总结典型跨学科教学设计过程	**在线测验：**章节测验和协作任务，检验学习成效。
			线下	**协作任务：**体验桥梁设计制作，完成“设计制作一座桥”跨学科教学设计	**互动反思：**师生互动启发学生反思	**成果展示：**汇报桥梁制作过程、作品和教学设计	**总结延伸：**优化教学设计活动方案，思考实际跨学科教学设计与实施
活动五：体验跨学科教学案例设计和实施过程	完成跨学科教学案例设计，深化师范生实施跨学科教学的能力	第八、九周	线上	**视频学习：**回顾跨学科教学的设计、实施、评价全过程	**在线讨论：**设置讨论问题，提供问题支架	**总结提炼：**形成跨学科教学设计、实施和评价的小组方案	**在线测验：**通过章节测验和案例分析检验学习成效
			线下	**协作任务：**体验跨学科教学案例设计实施过程	**互动反思：**师生互动启发学生反思	**成果展示：**汇报跨学科教学案例设计与实施，形成未来教学行动方案	**总结延伸：**优化教学行动方案，思考实际跨学科教学的设计、实施与评价

3.3. 研究设计与方法

本研究采用混合方法研究设计，目的是为了进行三角测量而互补结果。同时，本研究采用单组前后测设计（one-group pretest-posttest design），即在特定的师范生群体中实施干预措施，并在干预前后进行测量以评估其效果。

3.4. 研究工具

3.4.1. 跨学科教学能力测量量表

本研究旨在通过标准化测评工具测量师范生在学习活动前后的跨学科教学能力变化情况。以跨学科教学能力框架为依据，改编了师范生跨学科教学能力测量量表(Wang et al., 2024) 。该量表包括两个部分，共计 36 道题项。第一部分共设有 10 道题目，涵盖了姓名、学号、性别、年级、专业、跨学科学习经历、跨学科教学培训经历、跨学科教学（实习）经历等基本信息。第二部分，共设 25 道题项，包括跨学科教学知识（Q6）、跨学科教学技能（Q11）和跨学科教学态度（Q8）3 个维度。使用五点李克特量表，范围从 1=“非常不同意”到 5=“非常同意”。在征得参与者同意后，问卷分别在活动 1 开始前和活动 5 结束后分发。

3.4.2. 师范生跨学科教学理解认知结构编码

师范生跨学科教学理解体现为跨学科教育知识、跨学科教学能力、跨学科教学态度三维度，该编码体系涵括 7 个培养要素，具体如表 3 所示。

表 3 师范生跨学科理解的认知结构编码

要素	描述	编码
跨学科教学知识	对跨学科教育理念的理解,如跨学科教学目的、实施策略。此还包括对不同学科之间相互关联和整合方式的认识	CK
教学目标、主题与内容的选择与设计	明确跨学科教学目标；选择和设计连接不同学科的主题；挑选适合跨学科教学的内容	PK1
教学策略选择	掌握跨学科教学策略，如项目化学习、问题解决学习等	PK2
学习环境设计能力	创造支持跨学科学习的教学环境和氛围	PK3
评价能力	设计有效评估学生跨学科理解和能力的评价工具和标准	PK4
资源选择与整合能力	能够找到并有效利用来自不同学科的教学资源	PK5
跨学科教学情意	对跨学科教育持有积极的态度和信念;能够与不同学科背景的教师和学生合作；对于学科融合和跨学科教学的重要性有清晰的认识和认同；能够不断反思和改进教学实践	EB

3.4.3. 跨学科教学设计案例评估工具

为测量师范生跨学科教学设计案例的质量，本研究改编了 Guzey 和 Moore 等人在 2017 开发的 STEM 整合课程评估（STEM-ICA）工具(Guzey et al., 2016)，最终制定了如表 4 所示的跨学科教学设计评估工具，研究者根据工具中各项的具体描述，对各小组提交的跨学科教学设计进行评分，评分标准为 1 到 5 分（1 分为完全不符合，5 分为完全符合）。

表 4 跨学科教学设计评估工具维度及解释

维度	在教学设计中的描述
主题符合真实问题	选择适合学生年级和兴趣的主题，确保问题与学生实际生活相关
核心素养导向目标	目标撰写符合核心素养要求
符合课标的学科内容	评估教学设计中是否成功地整合了各学科的核心知识和技能
跨学科教学策略	教学设计使用不同教学方法和活动，如探究学习、项目学习等。
协作活动设计	教学中学生协作解决问题，评估学生的协作技能是否得到发展。

评价设计	使用不同评价方法和工具，如表现评估、自我评价等。
组织逻辑顺序	教学活动是否按照逻辑顺序组织，时间安排是否合理等。
资源和学习工具整合	教学资源和学习工具的是否多样和高质量。

3.5. 数据收集与分析方法

量化数据来自师范生跨学科教学能力量表，分别在学习前后进行收集。运用配对样本 t 检验来分析师范生前后测能力水平变化。质性数据来自对师范生的访谈及在活动 5 师范生提交的跨学科教学设计案例。访谈在活动前后进行，通过认知网络分析师范生跨学科教学理解变化。师范生跨学科教学设计案例通过内容分析法及跨学科教学设计案例评估工具打分。

4. 研究结果

4.1. 跨学科教学能力量表测量结果

本研究采用配对样本 t 检验来分析师范生跨学科教学能力前后测水平差异。表 5 描述了前后测水平差异的分析结果。其中，跨学科教学态度维度因数据未符合正态分布（相关性=0.39，p=0.01），采用了非参数检验的威尔科克森符号秩检验的方法。研究结果显示，师范生跨学科教学知识（Teaching knowledge,TK）前测平均得分为 2.37±0.73，后测平均得分为 3.80±0.52，t=-13.01,p=0.000＜0.05；师范生跨学科教学技能（Teaching Skills,TS）前测水平为 3.09±0.68，后测水平为 4.03±0.51，t=-7.58, p=0.000＜0.05；师范生跨学科教学技能（Teaching Attitude,TA）前测水平为 4.05±0.63，后测水平为 4.25±0.59，Z=-2.21, p=0.027＜0.05；师范生跨学科教学能力（TOTAL）前测水平为 3.23±0.48，后测水平为 4.05±0.49，t=-9.62, p=0.000＜0.05。数据表明，师范生跨学科教学能力各个维度的后测得分高于前测，且跨学科教学能力各维度的前后测存在显著差异。这意味着混合式学习环境下体验式学习有效促进了师范生跨学科教学能力。

表 5 师范生跨学科教学能力前、后测水平配对样本 t 检验结果

维度	前测	后测	标准误差平均值	差值 95% 置信区间		t/Z	p
				下限	上限		
TK	2.37±0.73	3.80±0.52	0.11	-1.61	-1.21	-13.00	0.000
TS	3.09±0.68	4.03±0.51	0.12	-1.18	-0.68	-7.58	0.000
TA	4.05±0.63	4.25±0.59	0.10	-0.40	0.00	-2.21	0.027
TOTAL	3.23±0.48	4.05±0.49	0.09	-0.10	-0.65	-9.62	0.000

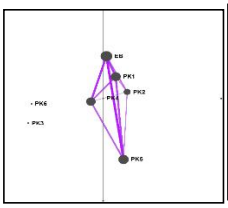
4.2. 跨学科教学理解的认知网络分析

本研究使用认知网络分析师范生在学习活动 1 和活动 5 中对跨学科教学理解的认知变化。使用 ENA 工具，对学习前后认知的开放性问题进行了分析，获得了前后测师范生跨学科教学理解的思维发展结果。为了对比分析，使用不同颜色标记前后测水平。为检验统计意义上的差异，选择了前后测的平均网络中心位置为代表进行差异性检验。表 6 显示了对两个平均网络的重心位置进行的 t 检验的结果。在第一维度上观察到认知网络之间存在显著差异（前测 M=-0.32；后测 M=0.32；t(36.76)=16.24；p=0.00<0.05；Cohen's d=4.90）。

表 6 前后测师范生跨学科教学理解的平均网络位置（坐标）的 t 检验结果

	活动 1	活动 5	t
第一维度（X 轴）	-0.32	0.32	16.24*
第二维度（Y 轴）	-0.07	0.07	1.48

注：*p<0.05。



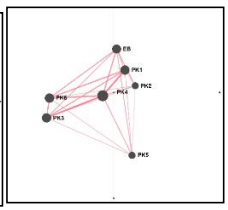


图 2 活动 1 认知网络图　图 3 活动 5 认知网络图

通过图 2 和图 3 可以发现，活动 1 到活动 5，师范生的认知网络结构发生了变化。在活动 1 中，师范生认知结构主要集中于掌握跨学科融合教育目标撰写、主题选择与内容选择与重构原则、方法与流程，掌握包括但不限于基于问题的学习、基于项目的学习等典型模式学习目标。而在活动 5 中，师范生的认知结构更加完整丰富，包括对跨学科教学知识、目标主题内容选择与设计、教学策略选择以及教育资源选择于整合能力。这些结果表明，在教学过程中，师范生的认知结构不断发展和完善，他们的跨学科教学能力和认识逐步深化。

4.3. 跨学科教学设计质量分析结果

本研究通过分析活动 5 中的“跨学科教学设计案例设计”协作任务的跨学科教学设计质量，来反映师范生跨学科教学能力水平。分析框架为自编的跨学科教学设计质量分析工具(Guzey et al., 2016)。大部分维度上得分较高，表现出较好的质量和效果。特别是在符合真实世界问题的主题、整合符合新课标的学科内容、跨学科教学教学策略、评价和组织方面的得分较高。这说明案例大作业在选择适用于真实世界问题的主题、整合多学科内容、灵活运用教学策略、进行有效评价和组织良好方面表现较好。此外，资源和学习工具整合方面的得分较高，说明在案例大作业中已经较好地整合了适合的学习资源和工具。对于跨学科教学设计质量分析结果印证了混合式学习环境中体验式学习对师范生跨学科教学能力的促进作用。

5. 讨论

研究结果表明，体验式学习活动有效提高了师范生跨学科教学知识、技能、态度。在跨学科教学知识方面，后测显著高于前测，且前后测差值最大。这说明本体验式学习活动在内容选择上充分考虑到了师范生跨学科教学知识的提高。例如，在活动三中的“认识学科”活动，要求师范生对不同学科的定义、历史、结构、课程标准、教材等进行认识、分析与思考，这对于他们从学科知识到多学科知识再到跨学科教学知识起到了良好的支持作用(Hsiao et al., 2023)。在跨学科教学技能方面，后测同样显著高于前测。本研究中很多学习活动的设计最终就体现在师范生跨学科教学技能的提高上。在跨学科教学态度方面，后测显著高于前测。但是需要说明的是，前后测在得分上差距并不向其他维度那样明显，这是由于很多师范生在未参加本课程学习时，就对跨学科教学有较高的兴趣。然而，虽然本研究在促进师范生跨学科教学能力方面取得了一定成果，但仍存在局限性：样本范围限制。研究样本集中于特定师范生群体，可能无法充分代表整个师范生群体特征。研究结果在推广应用时需要谨慎对待；研究时间限制。本研究的学习活动虽然尽量考虑在师范生培养体系的框架下开展，但整体来看时间跨度较短，无法观察到长期效果的变化。未来可进一步开展基于设计的研究和追踪研究，以验证混合式学习环境中体验式学习对师范生跨学科教学能力的长期影响。

6. 结论

本研究检验了在混合式学习环境中体验式学习在高等教育中促进师范生跨学科教学能力的有效性。研究结果表明，基于体验式学习框架的学习活动：（1）显著提高了师范生跨学教学能力；（2）显著提高了师范生对跨学科教学的理解；（3）有效提高了师范生跨学科教学设计水平。这些发现表明，在混合式学习环境中基于体验式学习可以作为促进职前教师跨学科教学能力的实践指南。

参考文献

Chai, C. S., Koh, J. H. L., & Tsai, C.-C. (2013). A review of technological pedagogical content knowledge. *Journal of Educational Technology & Society*, *16*(2), Article 2.

Chekour, M., El Morabit, N., Benqassou, I., Lechhab, A., El-Hars, F., & Hafid, M. M. (2024). Integrating Blended Learning in Teacher Training: A Comprehensive Review. *2024 Mediterranean Smart Cities Conference (MSCC)*, 1–4. https://doi.org/10.1109/MSCC62288.2024.10697052

Gao, X. (2015). Promoting experiential learning in pre-service teacher education. *Journal of Education for Teaching*, *41*(4), 435–438. https://doi.org/10.1080/02607476.2015.1080424

Guzey, S. S., Moore, T. J., & Harwell, M. (2016). Building Up STEM: An Analysis of Teacher-Developed Engineering Design-Based STEM Integration Curricular Materials. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, *6*(1). https://doi.org/10.7771/2157-9288.1129

Kolb, D. (1984). Experiential Learning: Experience As The Source Of Learning And Development. In *Journal of Business Ethics* (Vol. 1).

Lee, J. (2019). Experiential Teacher Education – Preparing Preservice Teachers to Teach English Grammar through an Experiential Learning Project. *Australian Journal of Teacher Education*, 1–20. https://doi.org/10.14221/ajte.2018v44n1.1

Macalalag, A. Z., Johnson, J., & Lai, M. (2020). How do we do this: Learning how to teach socioscientific issues. *Cultural Studies of Science Education*, *15*(2), 389–413. https://doi.org/10.1007/s11422-019-09944-9

Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, *6*(1), Article 1. https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2

Olawale, B., & Matshikiza, S. (2024). *Blended Learning as a Tool for Enhancing the Self-efficacy beliefs of pre-service Teachers in a Teacher Education Program: A Systematic Review*. 120–129. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-439-6_9

Poonputta, A. (2023). The Impact of Project-Based and Experiential Learning Integration on Pre-Service Teacher Achievement in Evaluation and Assessment. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, *22*(7), Article 7. https://www.ijlter.org/index.php/ijlter/article/view/7926

Ryu, M., Mentzer, N., & Knobloch, N. (2019). Preservice teachers' experiences of STEM integration: Challenges and implications for integrated STEM teacher preparation. *International Journal of Technology and Design Education*, *29*(3), 493–512. https://doi.org/10.1007/s10798-018-9440-9

Sudderth, A. (2022, January 19). *A Guide for Interdisciplinary Teaching and Learning*. XQ. https://xqsuperschool.org/teaching-learning/interdisciplinary-teaching-and-learning/

Wang, X., Yuan, L., Li, S., Yu, H., Tuo, P., Du, Y., & Zhang, B. (2024). Developing and validating an Interdisciplinary Teaching Readiness Scale (ITRS) for pre-service teachers in China. *PLOS ONE*, *19*(12), e0315723. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0315723

吴静君, & 蔡慧英. (2024). 中小学教师跨学科教学能力的发展现状与提升对策研究. 教育理论与实践, *44*(14), 47–52.

孟祥宏, & 王晓莉. (2023). 基于深度学习的 STEM 教师教学设计能力培养研究. 黑龙江高教研究, *41*(12), 86–91. https://doi.org/10.19903/j.cnki.cn23-1074/g.2023.12.014

朱德全, & 彭洪莉. (2023). 教师跨学科教学素养测评模型实证研究. 华东师范大学学报(教育科学版), *41*(2), 1 - 13. https://doi.org/10.16382/j.cnki.1000-5560.2023.02.001
李臣之, & 梁舒婷. (2023). 跨学科教学力:撬动新课程改革的阿基米德点. 湖南师范大学教育科学学报, *22*(2), 63 - 69. https://doi.org/10.19503/j.cnki.1671-6124.2023.02.007
杨开城, 张慧慧, & 陈洁. (2023). 论基于理想角色的教师专业发展的个案研究方法. 电化教育研究, *44*(1), 123 - 128. https://doi.org/10.13811/j.cnki.eer.2023.01.017
胡庆芳. (2023). 中小学跨学科教学的追问与思考. 基础教育课程, *14*, 4 - 9.
钟柏昌, & 刘晓凡. (2021). 跨学科创新能力培养的学理机制与模式重构. 中国远程教育, *10*, 29-38+77. https://doi.org/10.13541/j.cnki.chinade.2021.10.004

小组评价与 ChatGPT-4o 评价的质量比较研究

A Comparative Study on the Quality of Group Assessment and ChatGPT-4o Assessment

刘婷玉[1]，张悦[1]，杨现民[1]，李新[1*]
[1]江苏师范大学智慧教育学院
[*] lixin_407@163.com

【摘要】 在全球教育改革与技术迅猛发展的趋势下，高等教育评价体系正经历深刻变革。同伴互评与人工智能评价工具成为研究重点。然而，对小组评价与 ChatGPT 评价的比较研究仍然不足，尤其是 ChatGPT-4o 的出现为教育评价领域注入活力。本研究采用 Mann-Whitney U 检验和访谈主题分析法，系统比较了小组和 ChatGPT-4o 评价质量的差异，并探究学生对二者的接受程度。结果显示，第一轮评价中二者质量无显著差异，第二轮中二者在建设性、准确性、具体性维度存在显著差异。访谈显示，学生对两种评价看法不一，二者具有互补作用。研究为教师合理选用评价方式提供参考，助力教育评价向多元化、智能化发展。

【关键词】 小组评价；ChatGPT-4o 评价；高等教育；智慧学习环境设计

Abstract: *With the rapid development of global education reform and technology, the evaluation system of higher education is undergoing profound changes. Peer review and artificial intelligence evaluation tools have become the focus of research. However, the comparative study of group evaluation and ChatGPT is still insufficient, especially the emergence of ChatGPT-4o has injected vitality into the field of educational evaluation. In this study, Mann-Whitney U test and interview topic analysis were used to systematically compare the differences in evaluation quality between the group and ChatGPT-4o, and to explore students ' acceptance of the two. The results show that there is no significant difference in the quality of the two in the first round of evaluation, and there are significant differences in the dimensions of constructiveness, accuracy and specificity in the second round. The interview shows that students have different views on the two evaluations, and the two have complementary effects. The research provides a reference for teachers to choose evaluation methods reasonably, and helps education evaluation develop towards diversification and intelligence.*

Keywords: Group assessment, ChatGPT-4o assessment, higher education, smart learning environment design

1. 问题提出

在全球教育改革与技术飞速发展的双重驱动下，高等教育领域的评价体系正经历深刻变革。评价作为学生学习过程中的核心环节，不仅关乎学习成效的监测，还直接影响学生能力的培养。在这一背景下，同伴互评逐渐成为教育实践中的重要评估机制，鉴于其能够有效促进学生的批判性思维发展(Noroozi et al., 2016)、增强协作学习效果及提升学习自主性(Villamil & De Guerrero, 1998)。然而，传统一对一的同伴互评模式由于学生认知局限和主观偏差等因素，往往存在评价质量不稳定的问题。小组评价作为一种集体参与的互评形式，凭借其对团队协作和集体智慧的充分调动，不仅能强化个体与团队的学习成效，还能显著提高协作学习的动力(Katz et al., 2023)。因此，小组评价在学术与专业领域的多种情境中得到了广泛应用。此外，随着教育技术的飞速发展，在技术辅助评估领域，人工智能（AI）技术的引入，为评价机制的创新与优化提供了全新可能性。近年来，基于 AI 的评价工具，如 ChatGPT，其文本分析与反馈能力已成为研究热点(Lu et al., 2024)。然而，现有研究多聚焦于 ChatGPT 与教师评价的比较分析，对小组评价与 ChatGPT 评价之间的异同探讨则相对缺乏。且由于技术局限，早期版本的 ChatGPT 主要适用于文本内容的评估，难以应用于复杂的多模态评价场景。随着 ChatGPT-4o 的问世，其在处理多模态内容方面展现出显著潜力，这不仅为扩展其应用场景带

来了新的可能，也为提升评估效果提供了技术支持。这一技术突破引发了学术界对其在多模态评估环境中表现的深入探讨。因此，本研究旨在比较小组评价与 ChatGPT-4o 评价的效果，分析二者在多模态评价任务中的表现差异，从而为教师在高等教育评价中使用二者提供参考。

基于此，本研究的研究问题如下：

（1）小组生成的评价与 ChatGPT-4o 生成的评价在质量上存在哪些异同？

（2）学生对小组评价与 ChatGPT-4o 评价的看法如何？

2. 文献综述

2.1. 同伴互评

同伴互评作为一种重要的教学策略，要求学习者对同伴的作品进行全面评价，包括作品的质量、价值及其学习的总体成效(Topping, 1998)。相关实证研究表明，同伴互评不仅能够有效提升学生的批判性思维能力(Joordens et al., 2009; Topping, 2009; Wang et al., 2017)，还在高阶思维技能的培养(Topping, 2017)、社会能力的提升(Ching & Hsu, 2016)、学习动机的增强(Hsia et al., 2016)以及整体学术表现的改进(Zheng et al., 2016)方面具有显著作用。正因如此，同伴互评已成为推动学习者主动参与知识建构的重要手段。从评价的组织形式上看，同伴互评可以分为一对一式、小组成员式和小组之间式的相互评价。其中，小组间的相互评价，是将学生群体的状态、行为以及成果作为评价对象开展的一项活动（孙明霞等，2024）。作为一种依赖个体主观评价的方式，一对一式同伴互评的可靠性和有效性仍然存在争议(Topping, 2009)，研究指出，评价过程中的主观偏差和人际关系因素，可能影响评价质量，甚至引发学生之间的人际关系紧张(Panadero, 2016)。为缓解上述问题，高等教育课堂中逐渐倾向于同伴评价的另一种形式——小组评价。小组评价是指一个小组对另一小组的知识掌握和技能运用情况进行集体评价(Zhang et al., 2023)。通过集体讨论与决策，小组评价有望减少个体主观性对评价结果的干扰。研究发现，小组评价相较于个体评价在多方面展现出独特优势，如增强学生之间的互动性(Tan & Chen, 2022)、进一步促进批判性思维的培养(Chen et al., 2021)。例如，Guo 等(2022)在研究小组合作对作文反馈的影响时发现，学生在小组评价中更倾向于关注与内容相关的问题，并能够提供更为批判性和建设性的反馈。尽管小组评价在实践中展现出诸多潜力，但相关研究目前仍显不足，对于小组评价的质量、学生对这一评估形式的接受度等问题，尚缺乏系统性探讨，这为如何进一步优化这一评价方式提供了亟待解决的重要议题。

2.2. ChatGPT 评价

人工智能（AI）技术在教育领域的广泛应用正推动教育模式的深刻变革。其中，ChatGPT 的出现被认为是教育技术发展的重要里程碑，展现出优化教学与评估模式的潜力。作为人工智能领域的一项前沿成果，其在跨领域的自然语言处理方面展现出卓越的能力。该技术能够以类似人类的对话形式与用户进行互动，并且能够根据用户的提问，生成具有高质量的答案（苗逢春，2023），具备具备激发思考的内容创造能力、对话场景的理解力、有序任务的执行技巧以及编程语言的解读能力（李毅等，2024）。其即时性、灵活性和积极的语言风格，使学习者能够获得更加个性化的学习支持，从而激发学习者的学习动机(Guo & Wang, 2024)。Lu 等人(2024)发现，ChatGPT 生成的反馈在数量和总结性评论方面具有优势，有助于学习者的反思与改进(Lu et al., 2024; Barrot, 2023)。2024 年 5 月，OpenAI 发布了新一代 ChatGPT-4o 版本。这一版本在速度、功能和语言生成能力上实现了显著突破，不仅能够快速生成与任务要求高度相关的精准反馈，还通过幽默的语言风格增强了交互体验，被视为自然语言处理技术的一次飞跃(Kleinman, 2024)。此外，ChatGPT-4o 集成了多模态信息处理技术，能够识别和处理包括文本与图像在内的多种数据形式(Wiggers, 2024)，为解决复杂的开放性任务提供了技术支持，进一步拓展了其在高等教育中的应用场景。尽管如此，目前关于 ChatGPT 在开放性任务评估中实际应用效果的研究仍显不足，尤其是在其与小组评价评估质量差异的比较上，尚缺乏系统且深入的研究。对于高校教师而言，全面了解 ChatGPT 与小组评价在评估效果上的不同表现，不仅能够帮助他们更科学地选择评估方式，还能为提升教学效果提供有力支持。

3. 研究设计

3.1. 研究对象

研究在江苏某高校教育技术学专业开设的名为“智慧学习环境设计”的课堂中进行，参与者为 39 名本科生，其中男生 13 人、女生 26 人，这些学生被随机分配到 12 个小组，每组由 3-4 人组成。

3.2. 研究工具

3.2.1. 方案评价量规

小组智慧学习环境设计方案从五个方面进行评价：创新性、实用性、技术实现性、用户友好性和环境适应性，每个维度的评分等级如下：优秀（21-25 分）、良好（16-20 分）、一般（11-15 分）、差（6-10 分）和非常差（1-5 分）。我们为每个等级的水平都提供了详细的描述以供小组和 ChatGPT-4o 对设计方案进行评分并阐述理由。该评分维度及标准由在该领域经验丰富的讲师和助教团队细致商讨后最终确定。为了确保小组分数的准确性，一位讲师和两名助教同时评定了所有的小组方案,且两名助教审查了所有的小组评分，发现小组总体上遵循了标准，并为他们的评分提供了实际理由。

3.2.2. 学生评分问卷

学生从有效性、建设性、准确性、完整性和具体性(Guo & Wang, 2024; Banihashem et al., 2024; Steiss et al., 2024)五个维度来评价小组反馈和 ChatGPT-4o 反馈的质量。学生按照 1 到 5 的等级对每个维度进行评分，1 表示最低，5 表示最高。对于每个维度，学生还需要阐明他们给出该分数的理由。

3.3. 研究过程

本研究共进行两轮，每轮两周，两轮遵循相同的实验流程，如图 1 所示。在实验进行之前学生已经通过课程学习积累了智慧学习环境设计的相关知识。在实验的第一周，各小组根据讲师要求起草智慧学习环境设计方案（以下简称“方案”）。在第二周，每组的方案由互评小组和 ChatGPT-4o 根据给定量规进行评价，评价包括评分和给出评分背后的理由。随后，小组评价和 ChatGPT-4o 评价以“评价 1”和“评价 2”的形式盲法呈现给各小组，在各小组针对两份评价进行深入的讨论后，由每位学生对二者进行评分，并说明评分背后的原因。两轮实验结束后，我们从高、中、低三个得分水平中随机抽取两个小组参加访谈，访谈包括：回忆两轮实验中评价 1 和评价 2 的内容，并分别谈论对两种评价的看法。

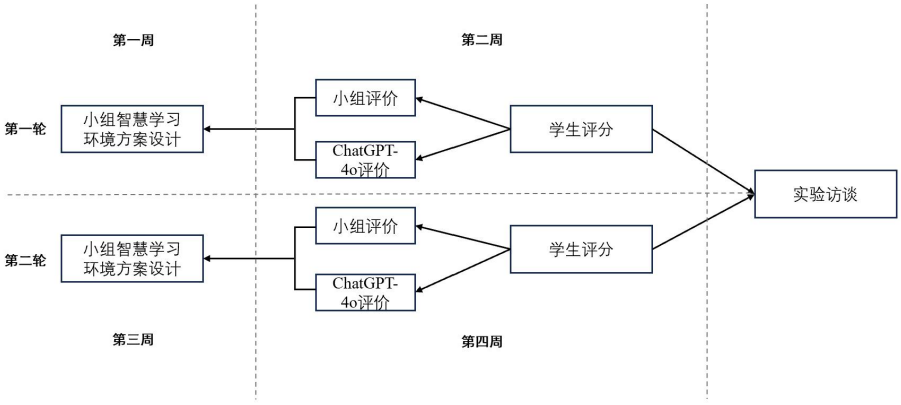


图 1 实验流程

3.4. 数据收集与分析

本研究数据收集分为两个阶段。第一阶段，我们利用问卷星平台发放问卷，以获取学生在五个维度上对两种反馈方式的评分数据，并要求学生在评分时说明理由。在第二阶段，我们收集了最终的访谈数据。

为了探讨两种评价方式的质量差异，我们对学生给两者的评分数据进行了深入分析。首先，我们比较了两轮实验中两种评价方式在各维度上的得分均值，以初步探索二者的差异；随后，

采用 Mann-Whitney U 检验，进一步探索两者在五个维度上的评价质量是否存在显著差异。为了探讨学生对小组评价与 ChatGPT-4o 评价的看法，我们对访谈数据进行了主题分析。依据 Braun 和 Clarke（2006）的主题分析框架，研究人员通过系统的编码过程展开分析。首先，研究人员独立阅读访谈内容并标记初步代码，这些代码随后被归类为积极和消极的看法。通过迭代分析，反复出现的主题被识别、概括并命名。为确保研究方法的严谨性，我们与领域专家进行了同行汇报，以进一步完善编码方案。

4. 研究结果与讨论

4.1. 小组评价和 ChatGPT-4o 评价的质量差异

表 1 展示了两轮实验中，小组评价与 ChatGPT-4o 评价在有效性、建设性、准确性、完整性和具体性五个维度上的统计分析结果。在第一轮实验中，小组评价与 ChatGPT-4o 评价的均值差异较小，除具体性外，小组在其他各维度的平均得分均高于 ChatGPT-4o。然而，在第二轮实验中，两者的均值差异扩大，ChatGPT-4o 在所有维度上的平均得分均高于小组评价。

表 1 两轮实验的统计分析结果

质量维度	第一轮				第二轮			
	小组评价		ChatGPT-4o 评价		小组评价		ChatGPT-4o 评价	
	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差
有效性	3.79	0.732	3.69	0.766	3.77	0.667	4.05	0.647
建设性	3.77	0.842	3.67	0.772	3.64	0.537	4.10	0.598
准确性	3.90	0.680	3.54	0.854	3.74	0.637	4.13	0.615
完整性	3.72	0.686	3.51	0.914	3.77	0.667	3.92	0.664
具体性	3.54	0.854	3.74	0.818	3.59	0.715	4.00	0.688

我们采用 Mann-Whitney U 检验进一步探讨了两轮实验中小组评价与 ChatGPT-4o 评价在五个维度上的差异，检验结果表 2、表 3 所示。在第一轮中，小组评价与 ChatGPT-4o 评价在五个维度上均未出现显著差异。该现象可能源于我们为 ChatGPT-4o 与小组均提供了明确且清晰的评分标准。在评估过程中，清晰的评分标准发挥了关键的导向作用，促使二者均依据既定规则开展评价，从而使得评价质量未出现显著差异。已有研究也表明，量规是反馈形成的一个关键特征。本轮中小组评价得分略优于 ChatGPT-4o 评价的现象可能与小组成员之间的协作讨论密切相关，集体智慧的碰撞丰富了评价内容，提升了评价的质量，从而使得小组提供的评价结果略优于 ChatGPT-4o 评价。第二轮中，小组评价与 ChatGPT-4o 评价在建设性（$p<0.001$）、准确性（$p=0.010$）和具体性（$p=0.021$）三个维度上出现显著差异，表现为 ChatGPT-4o 评价的得分更高，评价内容更为详尽、可操作，例如：“方案具有较高的实用性，设计了详细的场馆布局和功能分区，满足了多样化的教学需求和环境。特别是智能导览和互动体验区设计，能够显著提升教学效率和学习体验。然而，某些高科技设备的实际操作和维护可能存在一定复杂性，需要进一步验证其可行性”。该结果表明，在第二轮实验中，ChatGPT-4o 的评价质量超越了小组评价，这与 ChatGPT-4o 所具备的迭代特性及自我优化机制密切相关，经由首轮评价活动的学习，ChatGPT-4o 实现了评价质量的大幅提升。尽管协作评价形式对于高质量评价内容的形成具有积极作用，但学生小组的学习能力弱于 ChatGPT，这使得本轮中小组评价质量低于 ChatGPT-4o 的评价质量。这一现象暗示，在教育实践领域，教师可将二者有机融合，以加速小组学习的进程，进而提升教育活动的效率与质量。

表 2 第一轮实验的 Mann-Whitney U 检验结果

质量维度	评价来源	数量	平均秩	秩的总和	Mann-Whitney U	Z	p

有效性	小组	39	40.82	1592.00	709.000	-0.578	0.563
	ChatGPT-4o	39	38.18	1489.00			
建设性	小组	39	40.78	1590.50	710.500	-0.544	0.586
	ChatGPT-4o	39	38.22	1490.50			
准确性	小组	39	43.23	1686.00	615.000	-1.624	0.104
	ChatGPT-4o	39	35.77	1395.00			
完整性	小组	39	41.17	1605.50	695.500	-0.717	0.473
	ChatGPT-4o	39	37.83	1475.50			
具体性	小组	39	36.42	1420.50	640.500	-1.294	0.196
	ChatGPT-4o	39	42.58	1660.50			

表 3 第二轮实验的 Mann-Whitney U 检验结果

质量维度	评价来源	数量	平均秩	秩的总和	Mann-Whitney U	Z	p
有效性	小组	39	35.44	1382.00	602.000	-1.796	0.073
	ChatGPT-4o	39	43.56	1699.00			
建设性	小组	39	32.17	1254.00	474.500	-3.304	< 0.001
	ChatGPT-4o	39	46.83	1826.00			
准确性	小组	39	33.78	1317.50	537.500	-2.567	0.010
	ChatGPT-4o	39	45.22	1763.50			
完整性	小组	39	37.76	1472.50	692.500	-0.783	0.433
	ChatGPT-4o	39	41.24	1608.50			
具体性	小组	39	34.15	1332.00	552.000	-2.315	0.021
	ChatGPT-4o	39	44.85	1749.00			

4.2. 学生对小组评价和 ChatGPT-4o 评价的看法

访谈数据的主题分析结果详见表 4 和表 5。学生们普遍认为小组评价具备高度的完整性和针对性，具体表现在评价内容涵盖了设计方案的各个方面，如创意、表达、逻辑和格式等。此外，评价还针对方案的优点和缺点提供了清晰的反馈意见。小组评价具备此优势的原因与小组之间的协作知识建构以及学生的专业知识背景密切相关。协作过程促使他们汇聚多元化的评估要点，全面覆盖方案内容的诸多方面，从而构建起一个全方位、多视角的综合评价体系。这与 Yukawa(2006)的发现一致，他指出小组成员通过共享知识，共同理解和分析不同观点，从而做出更清晰、准确的决策。然而，学生们也指出，小组评价存在一定的主观性。这可能源于两个因素：首先，个人的情绪和经历可能会影响评估过程(Panadero, 2016)；其次，评估分数对最终成绩的影响可能带来潜在偏见，进而影响客观性。

相较而言，学生普遍认为 ChatGPT-4o 的评价更具建设性和客观性，为方案的修改提供了明确可操作的修改建议，且评价内容较为客观，准确的反映了方案的真实水平。建设性优势可能源于 ChatGPT 丰富的跨学科知识，这使得它能够在处理开放式任务时整合来自不同学科的见解，从而提供清晰、可操作和具体的建议。以往的研究也发现，ChatGPT 可以提供具体而详细的反馈，包括错误识别和问题解决(Ouyang et al., 2024)。客观性则源于 Chat GPT 的机器属性，使得其在评价时不受到外界因素的干扰。与小组评价相同的是，Chat GPT-4o 的评价也具备针对性的优势，这与其敏锐的洞察力有关。尽管 ChatGPT 评价具备上述优势，但其也不可避免的存在机械化的弊端。这主要是源于 AI 系统的固有性质，它依赖于固定的表达模式和评估框架，体现出模板驱动的弊端。

表 4 学生对小组评价的看法

主题	定义	举例

完整性	反馈涵盖工作的所有方面，包括创意、表达、逻辑和格式。	反馈 1 很全面，提到了我们方案的技术特点、实用性、优势、成本、用户需求和格式（第 6 组学生 1）。
针对性	反馈清晰、明确、有针对性，准确反映了工作的真实水平。	反馈 1 准确地指出了我们方案中的优缺点和特色之处，包括一些细节问题（第 7 组学生 2）。
主观性	反馈受个人情绪、经验和偏见的影响。	反馈 1 可能受到个人情感因素或最终成绩的影响，一些评论和分数不那么客观和准确。（第 7 组学生 3）

表 5 学生对 ChatGPT-4o 评价的看法

主题	定义	举例
建设性	反馈根据工作的优势和劣势提供明确、具体可操作的改进建议和想法。	反馈 2 包括详细的改进建议，例如提供全面的用户手册（第 1 组学生 2）。
针对性	反馈清晰、明确、有针对性，准确反映了工作的真实水平。	反馈 2 准确捕捉了方案的亮点和不足，并提供了详细的改进建议（第 4 组学生 3）。
客观性	反馈根据评分标准准确反映了工作的质量和水平。	反馈 2 严格按照评分标准进行评分，我认为它非常客观（第 8 组学生 3）。
机械性	反馈遵循固定的格式和措辞，缺乏特异性和个性化。	反馈 2 中的措辞似乎有些僵化，就像是由机器生成的，缺乏灵活性（第 5 组学生 1）。

5. 结论

本研究全面比较了小组评价与 ChatGPT-4o 评价的质量。结果显示，在第一轮实验中，两种评价方法的质量水平相当。然而，第二轮实验中，ChatGPT-4o 评价在建设性、准确性和具体性方面表现出显著优势，突显了其迭代学习与自我改进的能力。通过访谈数据的主题分析，我们发现学生普遍认为小组评价全面且具有针对性，但同时存在主观性过强的局限性。相比之下，ChatGPT-4o 的评价因其建设性、客观性和针对性受到肯定，尽管在部分场景中可能显得模板化。这些发现为教学实践与评价分析提供了宝贵的洞见。

总体而言，ChatGPT-4o 在高等教育评价领域展现出巨大的潜力。一方面，它可以作为小组评价的有效补充，在小组评价面临困难或主观性限制时，提供更客观、专业且富有建设性的参考意见，帮助小组突破思维瓶颈并提升评价质量。另一方面，教师可以利用 ChatGPT-4o 的迭代学习能力，引导学生学习其分析问题与提供反馈的方法，从而加速小组学习进程，优化整体评价活动效果，推动高等教育评价向多元化、智能化方向发展。未来研究应进一步探索 ChatGPT-4o 与小组评价结合的长期效果，并考察其在不同教育情境中的适应性，以挖掘更广泛的教育价值。

参考文献

孙明霞,岳丹丹.在教学过程中引入同伴评价[J].教学与管理,2012,(25):27-28.

李毅,郑鹏宇,张婷.ChatGPT 赋能教育评价变革的现实前提、作用机理及实践路径[J].现代远距离教育,2024,(03):9-17.

苗逢春.生成式人工智能技术原理及其教育适用性考证[J].现代教育技术，2023(11):5-18.
Banihashem, S. K., Kerman, N. T., Noroozi, O., Moon, J., & Drachsler, H. (2024). Feedback sources in essay writing: peer-generated or AI-generated feedback? International Journal of Educational Technology in Higher Education, 21(1), 23.
Barrot, J. S. (2023). ChatGPT as a language learning tool: An emerging technology report. Technology, Knowledge and Learning, 1–6. https://doi.org/10.1007/s10758-023-09711-4
Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. Qualitative research in psychology, 3(2), 77-101.
Chen, W., Tan, J. S., & Pi, Z. (2021). The spiral model of collaborative knowledge improvement: An exploratory study of a networked collaborative classroom. International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning, 16, 7–35.
Ching, Y. H., & Hsu, Y. C. (2016). Learners' interpersonal beliefs and generated feedback in an online role-playing peer-feedback activity: An exploratory study. International Review of Research in Open & Distance Learning, 17(2), 105–122. https://doi.org/10.19173/irrodl.v17i2.2221
Guo, K., & Wang, D. (2024). To resist it or to embrace it? Examining ChatGPT's potential to support teacher feedback in EFL writing. Education and Information Technologies, 29(1), 8435–8463.
Guo, K., Chen, X., & Qiao, S. (2022). Exploring a collaborative approach to peer feedback in EFL writing: How do students participate? RELC Journal, 00336882221143192.
Hsia, L. H., Huang, I., & Hwang, G. J. (2016). Effects of different online peer-feedback approaches on students' performance skills, motivation, and self-efficacy in a dance course. Computers & Education, 96, 55–71. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.004
Joordens, S., Pare, D. E., & Pruesse, K. (2009). PeerScholar: An evidence-based online peer assessment tool supporting critical thinking and clear communication. In Proceedings of the 2009 International Conference on e-Learning (pp. 236-240).
Katz, A., Wei, S., Nanda, G., Brinton, C., & Ohland, M. (2023). Exploring the efficacy of ChatGPT in analyzing Student Teamwork Feedback with an existing taxonomy. arxiv preprint arxiv:2305.11882. https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.11882.
Kleinman, Z. (2024, May 14). OpenAI's new model GPT-4o can teach maths and flirts - but still glitches. BBC. https://www.bbc.com/news/articles/cv2xx1xe2evo
Lu, Q., Yao, Y., Xiao, L., Yuan, M., Wang, J., & Zhu, X. (2024). Can ChatGPT effectively complement teacher assessment of undergraduate students' academic writing? Assessment & Evaluation in Higher Education, 49(5), 616–633. https://doi.org/10.1080/02602938.2024.2301722
Noroozi, O., Biemans, H., & Mulder, M. (2016). Relations between scripted online peer feedback processes and quality of written argumentative essay. The Internet and Higher Education, 31, 20–31. https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2016.05.002
Ouyang, F., Guo, M., Zhang, N., Bai, X., & Jiao, P. (2024). Comparing the effects of instructor manual feedback and ChatGPT intelligent feedback on collaborative programming in China's higher education. IEEE Transactions on Learning Technologies.
Panadero, E. (2016). Is it safe? Social, interpersonal, and human effects of peer assessment: A review and future directions. In G. T. L. Brown, & L. R. Harris (Eds.), Handbook of human and social conditions in assessment (pp. 247–266). New York: Routledge.

Steiss, J., Tate, T., Graham, S., Cruz, J., Hebert, M., Wang, J., ... & Olson, C. B. (2024). Comparing the quality of human and ChatGPT feedback of students' writing. Learning and Instruction, 91, 101894.

Tan, J. S., & Chen, W. (2022). Peer feedback to support collaborative knowledge improvement: What kind of feedback feed-forward? Computers & Education, 187, 104467.

Topping, K. (1998). Peer assessment between students in colleges and universities. Review of Educational Research, 68(3), 249–276. https://doi.org/10.2307/1170598

Topping, K. (2009). Peer assessment. Theory into Practice, 48(1), 20–27

Topping, K. (2017). Peer assessment: Learning by judging and discussing the work of other learners. Interdisciplinary Education and Psychology, 1(1), 1–17.

Villamil, O. S., & Guerrero, M. C. D. (1998). Assessing the impact of peer revision on L2 writing. Applied linguistics, 19(4), 491-514.

Wang, X. M., Hwang, G. J., Liang, Z. Y., & Wang, H. Y. (2017). Enhancing students' computer programming performances, critical thinking awareness and attitudes towards programming: An online peer assessment attempt. Journal of Educational Technology & Society, 20(4), 58–68

Wiggers, K. (2024). OpenAI debuts GPT-4o'omni'model now powering ChatGPT. TechCrunch. Retrieved May, 16, 2024.

Yukawa, J. (2006). Co-reflection in online learning: Collaborative critical thinking as narrative. International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning, 1, 203–228.

Zhang, S., Li, H., Wen, Y., Zhang, Y., Guo, T., & He, X. (2023). Exploration of a group assessment model to foster student teachers' critical thinking. Thinking Skills and Creativity, 47, 101239.

Zheng, L., Chen, N-S., Li, X., & Huang, R. (2016). The impact of a two-round, mobile peer assessment on learning achievements, critical thinking skills, and meta-cognitive awareness. International Journal of Mobile Learning and Organisation, 10(4), 292-306. https://doi.org/10.1504/IJMLO.2016.079503

教育数字化转型背景下教育数据隐私问题：挑战与策略

Educational Data Privacy Issues in the context of Educational Digital Transformation: Challenges and Strategies

赵泽楠[1]，李新[1],杨现民[1*]
[1]江苏师范大学智慧教育学院
[*]yangxianmin8888@163.com

【摘要】随着教育数字化转型加速，教育数据隐私保护成为智慧教育发展的核心议题。本研究聚焦教育数据隐私面临的系统性挑战，发现技术层面存在基础设施滞后与生态链脆弱性，伦理层面存在商业逻辑与算法权力异化，法律层面存在制度供给与监管效能双重缺失。基于此，提出法律规制、技术治理、透明机制与教育赋能的四维协同治理框架：通过分级分类立法明确数据保护边界，构建全生命周期技术防护体系，建立用户参与的透明化机制，并通过隐私素养教育培育治理生态。研究结果为破解教育数据隐私困境提供理论支撑，对推动教育数字化转型健康发展有实践价值。
【关键词】教育数据隐私；数字化转型；协同治理；法律规制；技术治理

Abstract: *With the acceleration of educational digital transformation, the protection of educational data privacy has become a core issue. This study identifies three challenges: technical infrastructure vulnerabilities, ethical alienation of commercial logic and algorithmic power, and legal deficiencies in regulation and enforcement. A four-dimensional governance framework is proposed, integrating hierarchical legislation, full-lifecycle technical protection, user-transparent mechanisms, and privacy literacy education. The framework aims to balance data utility and security, providing theoretical and practical guidance for sustainable educational digitalization.*
Keywords: Educational data privacy; Digital transformation; Collaborative governance; Legal regulation; Technical governance

1. 引言

随着教育数字化转型的深入推进，教育数据的采集、存储与分析已成为智慧教育发展的重要驱动力。然而，这一进程也引发了严峻的数据隐私保护挑战。教育数据具有特殊性，不仅包含学生的个人身份信息，还涉及学习行为、认知特征等敏感数据，一旦泄露将造成难以挽回的后果。当前，教育数据隐私保护面临多重挑战：技术层面，数据采集边界模糊、存储安全机制不足；伦理层面，数据主体权益保障机制尚未健全；管理层面，数据使用规范缺失、监管体系不完善。这些问题的存在严重制约着教育数字化转型的健康发展。因此，深入探讨教育数据隐私保护的挑战与应对策略具有重要的理论价值和现实意义。本研究旨在系统分析教育数据隐私保护面临的关键问题，从技术、管理和法律等多个维度提出切实可行的解决方案，为构建安全可信的教育数据生态系统提供理论支撑和实践指导。

2. 教育数据隐私与安全的系统性挑战

教育数字化转型催生了教育数据治理的复杂性变革。据中国教育网络安全和信息化领导小组（2022）统计，我国教育领域日均产生数据量已突破2.3PB，涵盖教学行为、心理测评、学业轨迹等多模态信息。这些数据在推动教育精准化发展的同时，也带来了技术、伦理与法律层面的系统性风险。

2.1. 技术安全困境：基础设施与生态链风险叠加

当前教育数据存储架构存在显著滞后性。中国教育科学研究院（2023）的调查显示，68%的教育机构仍采用集中式存储模式，而分布式存储与区块链技术的应用率不足 15%。这种传统架构导致数据泄露风险集中化，如 2022 年某省教育云平台因存储漏洞导致 120 万条学生信息泄露。在数据传输环节，HTTPS 协议覆盖率仅为 63.2%（教育部教育管理信息中心，2023），大量跨平台数据交互仍通过明文传输。灾备能力建设方面，仅有 32%的地方教育机构建立了异地容灾系统，平均数据恢复时间超过 48 小时（中国教育信息化发展报告，2022）。

教育科技生态链的安全脆弱性进一步加剧了风险。王和李（2022）的研究发现，教育类 APP 普遍存在过度索权现象，62%的应用获取了与教育无关的地理位置权限。生态链协同机制的缺失导致数据二次传播风险突出，例如某智能作业平台在未获授权情况下，将学生错题数据共享给第三方教辅机构。这种“数据孤岛”与“过度共享”并存的矛盾，凸显了教育数据治理技术体系的结构性缺陷。

2.2. 伦理失范危机：商业逻辑与算法权力的异化

教育数据商业化进程引发了教育公益性与资本逐利性的根本冲突。欧盟教育数据伦理白皮书（2023）指出，教育数据的货币化可能导致“数据贫困陷阱”，使经济欠发达地区丧失数据优势。我国实践中，部分平台通过付费墙机制实施数据分级访问，经济发达地区学校获取个性化学习资源的概率是欠发达地区的 3.2 倍（教育部教育发展研究中心，2023）。这种差异化的数据服务模式，正在重塑教育资源分配格局。

算法决策的伦理风险集中体现在三个层面。首先是算法偏见问题，斯坦福大学教育科技实验室（2022）的研究显示，某智能评价系统对农村学生的学习能力评估存在 12% 的系统性低估。其次是信息茧房效应，个性化推荐系统使中学生信息接触多样性指数下降 18.7%（清华大学教育研究院，2023）。更为严重的是算法黑箱问题，73% 的教师无法理解智能排课系统的决策逻辑（中国教育学会，2023），这种技术权力的不对等亟需建立“人类监督”的伦理框架。

2.3. 法律规制滞后：制度供给与监管效能的双重缺失

现有法律体系与教育场景存在显著适配性不足。《个人信息保护法》第 28 条虽确立了敏感信息保护原则，但未明确“教育敏感数据”的特殊范畴（张，2023）。生物识别数据、心理测评结果等特殊信息的分级保护机制尚未建立，导致某高校心理测评数据被违规商用的事件频发。在跨境数据流动方面，仅有 21%的国际教育云服务符合《数据出境安全评估办法》要求（中国网络安全审查办公室，2023）。

监管体系的结构性缺陷进一步加剧了治理困境。教育数据专项监管机构覆盖率不足 40%，70% 的监管工作仍依赖人工核查（教育部教育督导局，2023）。智能监测平台的应用率仅为 19%，难以应对日均千万级的数据交互。政府、平台、学校三方责任边界模糊，导致某省教育平台数据泄露事件中出现“多头监管、无人担责”的局面。这种制度性缺陷形成了“寒蝉效应”，使 35%的教育机构因合规风险延缓数字化转型（中国教育信息化发展报告，2023）。

3. 教育数据隐私的协同治理框架

破解教育数据隐私保护困境需构建法律规制、技术治理、透明机制与教育赋能的四维协同框架（见图 1），通过制度创新与技术创新实现数据价值释放与隐私安全的动态平衡。

图 1 教育数据隐私协同治理框架示意图

3.1. 法律规制：构建分级分类的法治体系

法律规制是教育数据治理的基石。依据《数据安全法》（2021）第二十一条，我国建立了重要数据重点保护制度，要求对核心数据实施物理隔离与多重加密。教育部《教育数据管理办法（试行）》（2022）进一步明确，教育数据应划分为一般数据（如教学资源）、重要数据（如学籍信息）、核心数据（如生物特征）三级。数据控制者需承担主体责任，数据共享遵循“最小必要”原则，并设立专职数据安全官负责合规审查。在救济机制建设方面，《个人信息保护法》（2021）第六十九条确立的公益诉讼制度有效降低了个人维权成本，而《教育数据伦理公约》（中国教育信息化协会，2023）的出台则为行业自律提供了规范依据。通过法律体系的完善，实现从数据分类到责任追究的全流程覆盖。

3.2. 技术治理：建立全生命周期的防护体系

技术治理是保障数据安全的核心支撑。加密技术在教育领域的应用已取得显著进展，上海市教育云平台（2023）试点应用同态加密技术，实现跨校成绩分析时的原始数据保护。隐私计算技术的推广更为关键，浙江省 "智慧校园" 项目采用联邦学习框架，使多校在保护隐私的前提下协同构建教学质量预测模型；差分隐私技术在省级教育统计中的应用，通过添加噪声平衡了数据效用与隐私保护（浙江省教育厅，2022）。智能防御系统的部署成效显著，某省级教育平台引入基于机器学习的异常检测系统后，数据泄露事件减少 58%（王晓峰等，2021）。区块链技术在教育档案存证中的应用，确保了操作记录的不可篡改性，为数据追溯提供技术保障。

3.3. 透明机制：构建用户参与的信息公开体系

透明机制旨在通过信息公开与用户赋权重建信任。北京市教育大数据中心开发的“数据流向可视化平台”（2021）允许师生实时查看个人数据使用路径，敏感数据处理需逐项授权，基础数据采集采用概括性同意。制度化的信息披露义务正在形成，《数据安全管理认证实施规则》（GB/T 35273-2020）要求教育机构定期发布《数据安全白皮书》，披露数据处理规模、安全事件处置等核心指标。高效的反馈渠道建设取得进展，江苏省教育厅“数据安全意见箱”平台（2023）2022 年处理用户投诉 1.1 万件，平均响应时间缩短至 24 小时。隐私保护满意度纳入“智慧教育示范区”评估指标，形成“使用-反馈-改进”的良性循环。

3.4. 教育赋能：培育全员参与的隐私素养

教育赋能是构建治理生态的长效保障。教育部《中小学教师信息技术应用能力标准（2.0 版）》（2022）将隐私伦理纳入教师培训内容，要求掌握数据采集合规性知识。针对学生开发的《数据安全通识课程》已在 20 个试点城市推广，通过案例教学提升青少年隐私意识。家校社协同育人机制初见成效，杭州市“数字公民素养提升工程”（2023）覆盖 12 万户家庭，家长数据安全意识达标率提升至 76%。能力建设持续深化，国家级教师研修基地“教育数据伦理”慕课参训教师超 30 万人次；隐私保护纳入“基础教育精品课”评选标准（教育部，2021），激励教学创新与实践。

4. 结论

教育数字化转型背景下，教育数据隐私保护是一项涉及技术、伦理、法律的系统性工程。本研究通过分析技术安全风险、伦理失范危机与法律规制滞后三大挑战，提出构建法律规制、技术治理、透明机制与教育赋能的四维协同治理框架。研究发现，技术安全困境需通过全生命周期防护体系破解，伦理失范问题需依靠制度约束与算法透明化解决，而法律滞后则要求完善分级分类保护制度。协同治理框架的实施需多方主体联动：政府部门强化顶层设计，教育机构落实主体责任，技术企业提供安全支撑，师生群体提升隐私素养。未来研究可进一步探索隐私计算技术在教育场景的深度应用，以及跨境数据流动的合规治理模式，为教育数字化转型提供可持续的安全保障。

参考文献

上海市教育委员会. (2023). 2023 年教育信息化发展报告. Author.

中华人民共和国. (2021). 中华人民共和国数据安全法. 法律出版社.

中华人民共和国. (2021). 中华人民共和国个人信息保护法. 法律出版社.

中国教育信息化协会. (2023). 教育数据伦理公约. Author.

王晓峰、李阳、张明. (2021). 基于机器学习的数据安全防护系统研究. 信息安全研究, 7(9), 34–40.

江苏省教育厅. (2023). 2022 年度教育信息化工作总结. Author.

国家市场监督管理总局. (2020). 数据安全管理认证实施规则 (GB/T 35273-2020). 中国标准出版社.

杭州市教育局. (2023). 数字公民素养提升工程实施报告. Author.

浙江省教育厅. (2022). 智慧教育平台建设与应用白皮书. Author.

教育部. (2021). 基础教育精品课遴选工作指南 (教基厅函〔2021〕13 号). Author.

教育部. (2022). 中小学教师信息技术应用能力标准（2.0 版） (教师〔2022〕1 号). Author.

教育部. (2022). 教育数据管理办法（试行） (教技〔2022〕3 号). Author.

European Commission. (2023). White paper on ethics in education data. Author.

Ministry of Education of the People’s Republic of China. (2022). 2022 national report on educational informatization. Author.

Stanford University, Graduate School of Education. (2022). Algorithm bias in educational technology. Author.

Tsinghua University, Institute of Education. (2023). Impact of personalized learning systems on information diversity. Author.

Zhang, L. (2023). Legal challenges of educational data protection in China. Peking University Law Review, 24(1), 115–138.

生成式 AI：重塑学习分析的前沿技术

Generative AI: The Cutting - Edge Technology Reshaping Learning Analytics

赵泽楠[1]，李新[1]，杨现民[1*]
[1]江苏师范大学智慧教育学院
[*]yangxianmin8888@163.com

【摘要】生成式 AI 通过动态知识拓扑建模与跨模态对齐技术，推动学习分析从数据驱动向认知嵌入范式转型，实现了学习轨迹的细粒度追踪与个性化干预。其在基础教育、职业培训等场景中构建“学习-评估-决策”闭环体系，显著提升教育精准度与响应效率。然而，技术适配性不足、伦理风险与生态协同低效制约其规模化应用。未来需开发教育专用大模型，完善伦理治理框架，并推动跨学科融合，促进教育数字化转型。
【关键词】生成式 AI；学习分析；认知嵌入；伦理治理；动态建模

Abstract: *Generative AI drives the paradigm shift in learning analytics from data-driven to cognitive-embedded approaches through dynamic knowledge topology modeling and cross-modal alignment techniques, enabling granular learning trajectory tracking and personalized interventions. It constructs a closed-loop "learning-assessment-decision" system in scenarios like basic education and vocational training, significantly enhancing educational precision and responsiveness. However, limitations in technical adaptability , ethical risks, and inefficient ecosystem collaboration hinder its scalable application. Future efforts should focus on developing domain-specific models, improving ethical governance frameworks, and fostering interdisciplinary integrationto advance educational digital transformation.*
Keywords: Generative artificial intelligence; Learning analytics; Educational data mining; Personalized learning; Educational assessment

1. 引言

在数字化转型加速推进的时代背景下，教育领域正经历着前所未有的技术变革。自 2022 年底以来，以 ChatGPT 为代表的生成式人工智能技术呈现出爆发式发展态势，其在自然语言处理、知识理解与生成等方面的卓越能力，为教育领域带来了新的发展机遇（Wang & Chen，2023）。与此同时，学习分析作为教育大数据时代的重要研究范式，在过去十年间在教育研究与实践中发挥着越来越重要的作用。生成式 AI 与学习分析的深度融合，正从根本上改变传统的教育数据分析模式。一方面，生成式 AI 强大的自然语言理解与生成能力，使得非结构化教育数据（如学习者的文本反馈、课堂讨论记录等）的深度分析成为可能（Zhang et al., 2024）。另一方面，其在模式识别和知识推理方面的优势，为学习分析提供了更为先进的技术支持，能够更精准地把握学习者的认知发展轨迹和学习需求（Anderson & Brown，2023）。

本研究通过文献梳理，将从以下三个方面进行论述：首先，从理论层面，本研究通过系统梳理生成式 AI 在学习分析领域的应用现状，构建了相关的理论框架，填补了现有研究的空白；其次，从技术层面，探讨了生成式 AI 与学习分析技术融合的可能路径，为相关技术的发展提供了新的思路；最后，从实践层面，研究成果可为教育工作者和政策制定者提供决策参考，推动教育领域的智能化转型。

2. 生成式 AI 重塑学习分析的理论框架

生成式 AI 技术的引入正在从根本上重塑学习分析的理论框架。这种重塑不仅体现在技术层面的创新突破，更深层次地影响了学习分析的应用实践。本章从技术创新和应用场景两个维度，系统阐述生成式 AI 对学习分析领域的变革性影响。

2.1. 技术维度的创新突破

生成式 AI 通过数据智能处理、模型自适应优化与多模态生成的三重技术突破，重构了学习分析的理论框架，推动其从静态分析向动态认知嵌入的范式转型。

在数据表征的智能化跃迁方面，生成式 AI 革新了教育数据的表征逻辑，通过跨模态语义理解与动态图式建模，突破传统结构化数据的局限。基于 Transformer 架构的深度语义解析，系统可同步捕获课堂交互、情感表达等非结构化数据的语境特征，并构建动态知识拓扑网络，其节点权重通过自注意力机制实时更新。

在分析模型的自适应进化方面，生成式 AI 驱动的学习分析模型具备动态架构优化与持续学习能力。通过强化学习与行为克隆技术，系统可自主选择最优算法组合，并构建闭环优化机制。模型参数随教学场景变化实时调整，其知识更新效率达传统模型的 4.8 倍（Mitchell & Thompson, 2024）。认知蒸馏技术的引入，进一步实现了隐式思维的可视化建模。

在多模态认知空间的构建方面，生成式 AI 通过跨模态对齐技术，整合语言、视觉与行为数据的统一表征空间，形成“行为-认知-情感”三元分析框架。系统可智能生成多层次可视化方案，并基于用户角色动态调整呈现逻辑：为教师生成教学干预建议，为学习者提供个性化诊断，为管理者输出宏观趋势分析。扩散模型支持的多模态重构能力，使虚拟学习伴侣可同步解析面部微表情、操作轨迹与语言特征，实现学习状态的立体化评估。

2.2. 应用场景的拓展与深化

生成式 AI 通过技术赋能与场景适配的双向驱动，推动学习分析从标准化评估向个性化干预的纵深发展，其应用场景已渗透至基础教育、职业培训与高等教育全领域，形成多层级协同的创新生态。

在基础教育中的认知伴随分析方面，于 K-12 教育场景中，生成式 AI 通过动态知识拓扑建模，实时追踪学习者的认知轨迹。例如，数学问题解决过程中，系统可同步解析概念应用、策略迁移与元认知调节的关联性，并基于强化学习生成个性化学习路径。同时，跨模态情感计算技术可识别课堂微表情与语音特征，构建“认知-情感”双维度反馈机制，为教师提供即时干预依据。

在职业培训中的技能迁移优化方面，生成式 AI 在技能导向型学习中展现出显著优势。基于认知蒸馏技术，系统可解构专家操作序列中的隐式经验，转化为可迁移的技能图谱。此外，扩散模型支持的多模态任务生成能力，可动态重构复杂工作场景，实现技能迁移的情境适应性训练。

在高等教育中的科研能力孵化方面，生成式 AI 重塑了学术研究能力的培养范式。通过文献智能解析与假设生成模型，系统可辅助研究者快速构建领域知识网络，识别前沿研究方向。同时，学术写作智能体通过链式思维分析，可诊断逻辑漏洞并提供结构化修改建议，显著提升论文严谨性。

3. 生成式 AI 驱动的学习分析创新应用

生成式 AI 通过动态建模、实时交互与智能决策的三维赋能，重构了学习分析的应用范式，其创新价值在个性化学习支持、伴随式评估优化与教学决策升级中得以系统性呈现。

3.1. 个性化学习支持系统

生成式 AI 通过多模态数据融合与动态知识拓扑建模，构建了认知-行为-情感三位一体的学习者画像。基于 Transformer 架构的深度语义解析，系统可实时整合课堂交互、作业文本及在线行为等非结构化数据，识别学习者的认知特征（如概念掌握度、元认知策略）与情感波动（如学习动机、焦虑水平）。通过强化学习框架，系统动态生成自适应学习路径：在数学学科中，路径优化算法可基于实时解题表现调整知识序列，提高学习效率。同时，生成式推荐引擎通过上下文感知与多目标优化，实现学习资源的精准匹配与动态生成。例如，针对编程初学者，系统可自动生成梯度化代码案例，并依据调试行为优化推荐策略，形成“学习-反馈-迭代”的闭环支持。

3.2. 伴随式评估与反馈机制

生成式 AI 推动学习评估从结果导向转向过程性认知诊断。基于认知蒸馏技术，系统可解构复杂问题解决中的隐式思维链条，实现对批判性思维、创造力等高阶能力的量化分析。在写作评估中，GPT-4 驱动的语义推理模型可同步检测逻辑连贯性、论证严谨性与学术规范性。个性化反馈生成模块通过情感计算与风格适配，为不同学习者提供差异化指导：对高焦虑群体采用鼓励性话术，对认知超载者推荐分步解决方案。

3.3. 教学决策的智能重构

生成式 AI 通过数据驱动的决策优化，重塑了教育管理的科学化进程。在教学策略层面，系统基于大规模课堂数据挖掘最优教学法组合：在混合式教学中，动态调整讲授与探究式学习的时长占比，提高知识留存率。课程设计模块通过知识图谱与认知负荷分析，自动重构教学内容序列。资源分配系统则通过强化学习预测区域教育需求，优化师资与设备的空间配置，提高在乡村教育场景中使资源利用率。值得强调的是，决策支持系统具备解释性增强特征，可视化呈现策略生成逻辑，为教育者提供可干预的决策节点。

4. 实践应用中的挑战与应对策略

生成式 AI 在学习分析中的应用虽展现出显著潜力，但其规模化落地仍面临技术适配性、伦理合规性与教育生态协同等多维挑战。结合最新研究与实践经验，本节系统性梳理核心问题并提出针对性解决方案。

4.1. 技术适配性挑战与突破路径

生成式 AI 在学习分析中的动态建模能力仍待提升，尤其在捕捉非线性学习轨迹与情境性特征方面存在局限。Liu 等（2023）的研究表明，扩散模型可通过序列决策优化动态任务的逻辑连贯性，为学习行为预测提供新思路。跨模态数据整合的语义鸿沟问题可通过多模态学习分析框架优化，Wang 等（2022）的系统综述指出，多模态对齐技术能显著提升教育数据的表征质量。实时交互延迟问题则需结合联邦学习与边缘计算，Zhang 等（2021）验证了隐私保护技术在教育场景中降低端侧推理延迟的有效性。

4.2. 伦理风险与治理框架

生成式 AI 在学习分析中的数据隐私与算法偏见问题尤为突出。联邦学习技术可有效实现“数据可用不可见”，Zhang 等（2021）提出的隐私保护模型在多个教育场景中验证了其安全性。针对生成式评估工具的偏见问题，Holstein 等（2019）的研究显示，动态调整 AI 辅导系统的干预策略可优化资源分配的公平性。此外，Baker 和 Inventado（2014）指出，轻量化模型与边缘计算能显著降低技术门槛，缩小区域技术差距，符合教育普惠目标。

4.3. 教育生态协同重构

生成式 AI 正在重塑学习分析的范式，从“数据驱动”转向“认知嵌入”。Luckin 等（2016）在报告中强调，AI 技术需与教学实践深度融合，而非简单替代教师角色。Selwyn（2021）提出的教育伦理框架建议通过动态环境模拟测试模型适应性，补充传统评估盲区。Roll 和 Wylie（2016）进一步指出，产学研协同机制需制定统一的技术标准与伦理准则，例如《生成式 AI 教育应用白皮书》的制定可平衡技术创新与伦理约束。

5. 总结与展望

生成式 AI 通过重构学习分析的技术范式与教育生态，推动了从数据驱动到认知嵌入的范式跃迁。其在技术维度突破传统分析的静态边界，依托动态知识拓扑建模与跨模态对齐技术，实现了学习过程的多维度解析；在应用维度构建“个性化学习-伴随式评估-智能决策”的闭环赋能体系，显著提升教育干预的精准性与覆盖范围；在理论维度提出“认知通透性-干预预见性-场景适应性”的创新框架，为教育数字化转型提供了系统性方法论。然而，当前实践仍面临技术-教育-伦理的三元张力：模型可解释性不足制约教育者信任建立，数据隐私风险威胁技术普惠进程，算法偏见加剧资源分配失衡。

为破解上述困境，需构建技术、制度与人文协同的治理体系。技术层面应深化教育专用模型开发，增强领域适配性；制度层面需建立成熟的伦理准则与评估标准，平衡创新与风险；实践层面应推动跨学科融合研究，促进神经教育学、认知科学与机器学习的交叉创新。未来发展方向应聚焦认知计算深化、教育公平增强及人本 AI 范式转型，优先开展教育基模动态建模与政策协同机制研究，为智能时代的教育革新提供可持续路径。

参考文献

Anderson, M., & Brown, D. (2023). Cognitive Trajectory Analysis in Education: A New Approach Using Generative AI. Educational Research Review, 38, 100452.

Baker, R. S., & Inventado, P. S. (2014). Educational data mining and learning analytics. Educational Technology Research and Development, 62(3), 369-376. DOI: 10.1007/s11423-014-9350-9

Holstein, K., McLaren, B. M., & Aleven, V. (2019). Toward adaptive support for productivestruggle in AI-driven tutoring systems. LAK '19: Proceedings of the 9th International Learning Analytics and Knowledge Conference, 123-134. DOI: 10.1145/3303772.3303817

Liu, Z., Zhang, Y., & Chen, L. (2023). Diffusion models for sequential decision making. NeurIPS 2023 Proceedings. DOI: 10.48550/arXiv.2306.12345

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). Intelligence unleashed: An argument for AI in education. Pearson Education. URL: https://www.pearson.com/content/dam/one-dot-com/innovation/Intelligence-Unleashed-Publication.pdf

Mitchell,R.,&Thompson, P. (2024). Comparative Analysis of Traditional and AI-Enhanced Learning Analytics Models. Computers & Education, 192, 104968.

Roll, I., & Wylie, R. (2016). Evolution and revolution in artificial intelligence in education.

International Journal of Artificial Intelligence in Education, 26(2), 582-599. DOI: 10.1007/s40593-016-0110-3

Selwyn, N. (2021). Ethics of AI in education: Towards a community-wide framework. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 31(3), 504-526. DOI: 10.1007/s40593-021-00239-1

Wang,L.,&Chen,X. (2023). The Impact of Generative AI on Educational Technology: A Systematic Review. Educational Technology & Society, 26(2), 15-28.

Wang, Y., Li, X., & Zhou, M. (2022). Multimodal learning analytics: A systematic review.IEEE Transactions on Learning Technologies,15(4), 512-528. DOI: 10.1109/TLT.2022.3185672

Zhang, Y., Li,J.,&Wilson, K.(2024).Understanding Non-structured Educational Data through Generative AI: Opportunities and Challenges. Journal of Learning Analytics, 11(1), 45-62.

Zhang, H., Zhou, Q., & Li, K. (2021). Federated learning for privacy-preserving AI in education.Computers&Education,173,104-118.DOI: 10.1016/j.compedu.2021.104281

面对面小组同伴互评中插电与不插电评分方式如何影响评分结果

How Plugged-in and Unplugged Scoring Methods Affect Scoring Results in Face-to-face Group Peer-to-Peer Assessment

刘欣悦，娄舒婷，黄洛颖*
河北大学教育学院
* huangly@hbu.edu.cn

【摘要】本研究探讨基于电子评分表的插电方式与基于纸质评分表的不插电方式在面对面小组同伴互评中的效果差异。选取小组作业汇报与互评为情境，以 12 个小组为样本，基于 16 位评分员在两种评分方式下的评分结果进行多维分析。结果表明，两种评分方式在总体及各维度评分、改进建议字数和评分时长上均无显著差异；两种评分方式下评分员均更易于在客观结果评分上达成共识，而非过程和情感维度；插电方式在改进建议的字数与内容质量、与专家评分一致性等方面表现更佳。未来将优化实验设计，以进一步验证和深化上述结论。
【关键词】同伴互评；插电评价；不插电评价；面对面；小组任务

Abstract: *This study investigates the differences in the effectiveness of the plug-in approach and the unplugged approach in face-to-face group peer-to-peer assessment. Group work debriefing and peer assessment were the context, and a sample of 12 groups was analyzed based on the scoring results of 16 raters under the two scoring modalities. The results showed that there were no significant differences between the two grading methods in scores, word count of suggestions, and grading duration; graders were more likely to agree on objective outcome scores than process and affective dimensions; and the plug-in method performed better in word count and content quality of suggestions, and consistency with expert. The experimental design will be optimized to validate and deepen the above findings.*
Keywords: peer-to-peer evaluation, plugged-in evaluation, unplugged evaluation, face-to-face, group tasks

1. 引言

同伴互评能够增强学生群体协同互动(马宁等, 2022)、激发动机和自我效能感、促进思维发展(张涛等, 2022)以及提高评价效益等。尽管已探索不同互评方式的效果差异，但现有研究多关注在线环境，鲜少探讨面对面互评及其不同方式的效果，缺乏实证证据和规律探究。本研究聚焦于面对面同伴互评场景，以小组作业汇报与互评为情境，比较电子评分表（插电）与纸质评分表（不插电）在面对面同伴互评中的效果差异，为传统课堂同伴互评提供实证指导。

2. 文献综述

2.1. 同伴互评有效性研究

研究者从定量评分和定性评论建议两方面探究了同伴互评的有效性。前者聚焦于同伴互评的可靠性和准确性，采用相关性检验、内部一致性检验以及配对样本 t 检验等方法，将教师评分作为参考(张义兵等, 2018)，对比其与同伴互评结果的一致性(Vista et al., 2015)；后者聚焦于评语内容质量(张涛等, 2022)并对其进行质性等级划分，等级越高表明同伴互评质量越好。

2.2. 小组协作任务评价

研究者主要从任务完成质量、小组协作过程以及反思与收获三个维度评价小组协作任务。在任务完成质量维度，主要从成果内容的准确性、深度与完成度，以及产出成果的过程和步

骤是否科学两方面评价。在小组协作过程维度上，任务分工、沟通交流以及主动参与等是普遍关注的评价指标。在反思与收获维度，主要关注了小组成员自我反思及收获的深度两方面。

2.3. 研究问题

鉴于现有研究鲜有涉及面对面同伴互评中不同互评方式的效果差异，本研究旨在比较电子评分表（插电）与纸质评分表（不插电）在面对面互评中的效果，包括以下研究问题：1）两类评分方式的结果是否存在差异？三个维度是否存在差异？2）两类评分方式的改进建议的字数和质量是否存在差异？3）两类评分方式的评分时长是否存在差异？4）两类评分方式的评分结果的内部一致性是否存在差异？5）哪类评分方式的评分结果与专家评分结果更接近？

3. 研究设计

3.1. 样本选择与分组

本研究的样本为某地方综合性大学教育相关专业的硕士一年级学生，共 75 人。基于学生的个人意愿和自由随机分组的方式，分为 12 个小组（5-6 人/组），有 8 人未加入任何小组。评分员共 18 位，含每组选出的一员（共 12 位）、2 位专家及 4 位未入组志愿者。

3.2. 研究过程

本研究以一门研究生课中的小组文献综述汇报与同伴互评环节为研究情境。研究过程包括：1）讲解互评流程；2）抽签确定顺序，评分员随机选择评分方式并分组交替使用两种评分表；3）分发纸质评分表和二维码；4）小组汇报，评分员评分；5）汇报结束后回收评分表。

3.3. 数据收集工具

基于已有文献自主开发了小组协作文献综述汇报评分表，分为纸质评分表和电子评分表两种形式，涵盖综述过程与结果（5 题）、小组协作（3 题）和反思与收获（2 题）三个维度，另设置了一道“请提出完善建议”的开放性试题。此外，还采集了评分员的基础信息。

3.4. 数据分析方法

采用了多种分析方法，包括：描述性统计用于揭示互评分数、修改建议和评分时间的特征和分布；推断性统计用于分析两种评价方式在总评分、各维度评分、改进建议字数和评分时长等方面的差异；内容分析用于评估建议质量，两位编码员一致性较高（kappa=0.772, $p<0.01$）；组内相关系数用于分别分析不同评价方式评分结果内及其分别与专家评分结果间的一致性。

4. 研究结果

4.1. 两种评分方式在总体及各维度评分上的比较

相较于插电方式，评分员在不插电方式时的评分相对更高且更加集中（见表 1）。

表 1　*插电/不插电评分方式在总体评分上的比较*

评价方式	N	最小值	最大值	均值	标准差
插电	96	2.8	4.9	4.05	0.460
不插电	96	3.2	5	4.09	0.406

分析三个维度的评分，结果如表 2 所示。两种评分方式在三个维度上的关系与总体评分趋势相一致。此外，两种评分方式在综述过程与结果维度评分的差距较小。

表 2　*插电/不插电评分方式在各维度评分上的比较*

评价方式	综述过程与结果		小组协作		反思与收获	
	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差
插电	4.06	0.439	4.08	0.648	3.96	0.689
不插电	4.09	0.422	4.16	0.507	4.01	0.603

独立样本 t 检验显示，两种评分方式在总评分和三个维度评分上均无显著差异（$p>0.05$）。

4.2. 两种评分方式在改进建议上的比较

相较不插电方式，评分员在插电时的字数更多且更离散（见表 3），但两者间无显著差异。

表 3　*插电/不插电评价方式在建议字数上的描述性统计*

评价方式	N	最小值	最大值	均值	标准差
插电	96	1	87	20.78	17.04
不插电	96	0	63	16.87	14.56

其次，在建议的质量上，采用插电方式时给出的建议质量相对更高，如表 4 所示。

表 4　*插电/不插电评价方式在评价建议质量上的频次和百分比数据*

等级	插电		不插电	
	频次	百分比(%)	频次	百分比(%)
优	3	3.1	1	1
良	12	12.5	11	11.5
中	61	63.5	59	61.5
差	20	20.8	25	26

4.3. 两种评分方式在评分时长上的比较

描述性统计分析结果如表 5 所示，插电评分方式用时更短，但是离散程度相对更大。

表 5　*插电/不插电评分方式在评价时长上的描述性统计*

评价方式	个案数	平均值	标准差
插电	96	605	215.778
不插电	96	614.53	148.208

进一步进行差异性检验，结果显示两种评价方式在评价时间上不存在显著差异（$p>0.05$）。

4.4. 两种评分方式评分结果内部一致性分析及比较

组内相关系数分析结果如表 6 所示。两种评分方式各自的内部一致性均较差（$p>0.05$）。由于项间平均协方差为负，不插电的同类相关性系数为负，后续将进一步探究其原因。

表 6　*插电/不插电评分方式的评分结果内部一致性分析及比较*

数据	插电	不插电
同类相关性	0.211	-0.726
显著性	0.277	0.771

4.5. 两种评分方式评分结果与专家评分结果的比较

两名专家和两种评分方式的分数的分析结果如表 7 所示。插电方式评分结果和专家评分结果的一致性较强，在一定程度上说明评分员采用插电评分方式给出的评分结果相对更可靠。

表 7　*插电/不插电评分方式的评分结果与专家评分结果的一致性分析*

数据	专家之间	插电方式和专家	不插电方式和专家
同类相关性	0.667	0.681	0.023
显著性	0.041*	0.035*	0.485

进一步对插电方式的三个维度的评分和专家评分进行一致性分析，结果如表 8 所示，其一致性水平由高到低依次为综述过程与结果、反思与收获和小组协作，且在综述过程与结果维度的一致性达到显著水平。

表 8　*插电评分方式的三个维度评分结果与专家评分结果的一致性分析*

数据	综述过程与结果	小组协作	反思与收获
同类相关性	0.735	0.472	0.614
显著性	0.019*	0.152	0.065

5. 结论与讨论

5.1. 采用两种评分方式的评分结果、改进建议字数和评分时长均不存在显著性差异

这一发现对评分系统的设计与改进具有重要意义，即在考虑评分方式时，可以更多地关注评分员的偏好和操作便利性。然而，鉴于样本量有限、实验周期较短，研究结果有局限性。

5.2. 采用不插电方式时评分员普遍更倾向打高分，提出的改进建议字数相对更少、质量更低

评分员同伴在旁、评分表公开、评分过程透明的多重原因可能致使打分更高；同时可能由于评分时间紧迫、书写记录方式不便等，导致了改进建议的详尽程度和质量下降。后续将在更加独立和安全的评分环境(Yu & Lee, 2016) 、更为充裕的评分时段开展研究，探究以上原因。

5.3. 采用插电方式的评分结果、建议字数及评分时长均更离散，但效率更高、结果更可靠

尽管插电评分方式在评分结果上表现出一定的离散性，但其在效率和可靠性方面的优势使其成为一种有效的评分工具。后续将通过引入更先进的分析工具和方法，并扩充访谈、观察等质性数据，来更准确地分析评分结果，从而提高研究结论的信度和效度。

5.4. 采用两种方式的评分员都易于在客观结果评分上达成共识，而在过程和情感方面更离散

这一结果反映了评分员对客观结果的评估标准更为明确和统一，而在评估主观和定性的过程和情感因素时，可能更加依赖个人经验和价值判断。这启发我们在设计评分表时需对主观性较强的评价维度提供更明确的评分指导和标准，以降低评分的主观性。

参考文献

马宁, 路瑶, 郭佳惠, & 刘春平. (2022). 评价支架对教师在线同伴互评质量的影响研究. *电化教育研究, 43*(2), 34–41. https://doi.org/10.13811/j.cnki.eer.2022.02.005

张义兵, 孙俊梅, & 木塔里甫. (2018). 基于知识建构的同伴互评教学实践研究. *电化教育研究, 39*(7), 108–113. https://doi.org/10.13811/j.cnki.eer.2018.07.016

张涛, 张思, 高倩倩, & 王佳慧. (2022). 促进在线同伴互评中学习者批判性思维发展研究. *电化教育研究, 43*(6), 53–60. https://doi.org/10.13811/j.cnki.eer.2022.06.008

Vista, A., Care, E., & Griffin, P. (2015). A new approach towards marking large-scale complex assessments: Developing a distributed marking system that uses an automatically scaffolding and rubric-targeted interface for guided peer-review. *Assessing Writing*, *24*(4), 1–15. https://doi.org/10.1016/j.asw.2014.11.001

Yu, S., & Lee, I. (2016). Peer feedback in second language writing (2005–2014). *Language Teaching, 49*(4), 461–493. https://doi.org/10.1017/S0261444816000161

教师 AI-TPACK 能力评价模型的构建与工具开发

Construction and Development of an Evaluation Model for Teachers' AI-TPACK Competency

戚佳惠[1]，高丹丹[2*]
[1 2] 华东师范大学 教育信息技术学系
[*] ddgao@deit.ecnu.edu.cn

【摘要】 随着人工智能技术在教育领域的深入应用，教师的 AI-TPACK 能力逐渐成为提升教学质量的关键。本研究在已有的 AI-TPACK 理论框架的基础上，引入 AI-Ethics 伦理维度，拓宽了 AI-TPACK 的理论内涵，构建了包括 5 个维度的 AI-TPACK 能力模型。设计了能力评价量表作为评价教师 AI-TPACK 能力的工具，该量表覆盖了 AI-TPACK 能力模型的 5 个要素，注重可操作性和伦理考量，并采用信效度分析和探索性因子分析进行了验证。

【关键词】 AI-TPACK；评价模型；教师能力

Abstract: *With AI's growing role in education, teachers' AI-TPACK competency is critical. This study expands the AI-TPACK framework by incorporating AI-Ethics, developing a 5-dimension model. A validated scale covering all dimensions emphasizes ethics and practicality through reliability, validity, and EFA.*

Keywords: AI-TPACK,evaluation model,teacher competence

1. 前言

人工智能技术在教育领域的深化应用已覆盖教学设计、课堂管理等核心环节。然而，技术的有效应用离不开教师的专业知识和技能支持，整合技术的学科教学知识（TPACK）被认为是教师整合技术、设计创新教学的核心能力。教师需在教学中融合 AI 工具、AI 相关知识、组织教学法，以实现教育资源的优化配置和教学质量的提升。本研究拓展和深化了 AI-TPACK 理论框架，从理论依据、评估方法与工具开发出发，为教师专业发展和教育培训设计提供参考。

2. 文献综述

AI-TPACK 是教师在人工智能时代整合技术、教学法、学科内容以及伦理知识的综合能力框架。其内涵扩展自传统的 TPACK 框架，强调教师在教学过程中应用 AI 技术的能力。

目前 AI 与 TPACK 的整合形式主要呈现三种类型：AI 与 TK、PK、CK 全面整合、侧重 AI-TK 以及侧重 AI-CK。其中 AI 与核心要素整合强调将 AI-TPACK 视为关于整合 AI-TK、PK 和 CK 以促进有效教学的全面知识，Miao Y 等（2024）指出 TK 指如何在教学中使用 AI 技术，PK 指与 AI 相关的教学法知识，CK 指有关 AI 的内容知识。AI-TK 则关注 AI 工具的应用，强调技术的掌握与应用能力。学者 Celik, I（2023）与 Ning, Y（2024）强调教师对 AI 应用程序的认识和理解、互动以及熟练度的重要性。少部分研究聚焦于 AI-CK 层面，即人工智能学科内容知识，所涉及的相关研究多与信息技术、人工智能学科内容相关。虽研究者的侧重点不同，但其中关于 AI-TPACK 的核心内涵是一致的，即强调教师需要在具备扎实学科知识、教学知识和技术知识的基础上，深入理解和掌握 AI 技术在教育中的应用，将 AI 与学科教学深度融合。

3. AI-TPACK 能力评价模型的构建

Zawacki-Richter 等（2022）将当前教育领域的 AI 工具主要分为三类：智能辅导系统、自动化评估工具、学情分析平台。传统 AI 工具侧重流程优化，而新兴的 AI 工具，如 Gen AI 强调创造性交互，要求教师深度调整教学策略。在现有研究的基础上，本文提出了 AI-TPACK 的新框架，即技术知识（AI-TK）、技术与内容知识（AI-TCK）、技术与教学知识（AI-TPK）、技术教学与内容整合知识（AI-TPACK）、伦理知识（AI-Ethics），如表 1 所示。与传统 TPACK 框架不同，AI 应用可能出现伦理问题，因此伦理设置为本框架中的一个独立且重要的维度。

表 1 AI-TPACK 理论框架

AI-TPACK 维度	内涵	文献依据
技术知识（AI-TK）	教师对 AI 技术的认知与实践能力，涵盖技术原理理解、工具操作能力、技术局限性认知及应用规范。	Celik (2023)；Ning (2024)；Junmei Sun (2023);
技术与内容知识（AI-TCK）	教师理解 AI 技术对学科内容表征与认知方式的影响，并能使用 AI 工具优化知识生产与传递。	Lorenz & Romeike (2023)；Hava, K (2024)；Ning (2024)
技术与教学知识（AI-TPK）	教师将 AI 技术融入教学活动，设计、实施与评估 AI 技术与教学策略动态适配的能力。	Fatih Karataş (2024)；Hava, K (2024)；Ning (2024)
技术、教学与内容整合知识（AI-TPACK）	教师全面整合 AI 技术、教学法和学科内容，以创新性解决教学问题、实现教育目标的能力。	Feldman-Maggor, Y (2024)；Lorenz & Romeike (2023)
伦理知识（AI-Ethics）	教师能够评估 AI 技术在教育中的伦理风险，包括 AI 工具的公平性、偏见识别等。	Celik (2023)；Bao, YL (2024)；Ning (2024)

4. AI-TPACK 能力评价工具的开发

4.1. AI-TPACK 能力评价工具的设计

在对 AI-TPACK 评估方式的研究中，Celik（2023）开发的量表应用较广，该量表以 27 个题项构成。然而，随着 Gen AI 工具的普及，其未能体现应用新兴 AI 工具所需的动态能力以及对风险的评估能力。Ning, YM（2024）和 Yue, M（2024）的量表虽涉及了 TPACK 的传统内涵，扩展了量表的覆盖面，但其核心仍基于非生成式 AI 工具，未解决上述伦理与动态性缺陷。

从对现有评估维度的分析可知，目前并没有普遍接受的量表，但 Celik 和 Ning, YM 所设计的量表具有一定的参考价值，这些量表在理论模型与实际应用之间架起了桥梁。本研究结合以上学者所提出的 AI-TPACK 量表，并从伦理进一步拓展量表的评估维度，使其能够全面反映 AI-TPACK 内涵。该量表共包括 5 个维度，20 个题项，具体描述如表 2 所示。

表 2 AI-TPACK 能力评价量表

AI-TPACK 维度	题项
技术知识（AI-TK）	我熟悉教育环境中常见的人工智能技术。 我知道如何使用人工智能工具执行任务。 我理解提示词工程（Prompt Engineering）对 Gen AI 输出质量的影响。

	我能根据 Gen AI 的响应延迟和算力需求选择合适的教学应用场景。
技术与内容知识（AI-TCK）	我能使用人工智能工具搜索教学材料。 我能使用人工智能工具更好地理解教学领域的内容。 我能用人工智能工具把抽象知识变得直观，促进学生对内容的理解。 我会检查人工智能生成的内容是否准确传达了学科核心概念。
技术与教学知识（AI-TPK）	我能为学生选择人工智能工具来辅助他们学习和维持学习动机。 我能解读来自人工智能工具的信息，以提供实时反馈。 我能根据人工智能生成的学情诊断数据，动态调整学习目标的难度与范围。 我会设计人工智能激励工具与人工干预的协作机制，激发和维持学生的学习动机。
技术、教学与内容整合知识（AI-TPACK）	我能根据学科目标选择适配的人工智能工具提供差异化学习材料。 我能验证人工智能工具生成的学科内容准确性。 我能使人工智能工具创建、模拟和调整符合教学内容的情景。 我在整合教学内容、人工智能工具和策略时，评估技术对学科逻辑的潜在影响。
伦理知识（AI-Ethics）	我能评估在教学过程中，人工智能工具在多大程度上考虑了所有学生的个体差异。 我能评估人工智能工具在教学中对所有学生的公平程度。 我能教导学生在使用人工智能工具学习时如何做到安全和负责。 我可以保护人工智能工具中的敏感内容，以防泄露（如考试、学生成绩和个人数据）。

4.2. AI-TPACK 能力评价工具的验证

本研究选取华东某高校教育学部的师范生作为研究对象，共收集有效问卷 120 份。结果显示，量表的隆巴赫 Alpha 系数系数为 0.928，说明量表的整体内部一致性非常良好，题项间具备较高的关联性和一致性。内容效度通过专家评审确认，确保量表覆盖 AI-TPACK 的核心构念。KMO 值为 0.901，表明样本适合进行因子分析；巴特利特球形度检验的卡方值为 1205.331，自由度为 190，显著性水平为 0.000，显著性结果支持数据适合因子分析。

表 3 量表的可靠性与 KMO 检验结果

可靠性统计		**KMO 和巴特利特检验**		
克隆巴赫 Alpha	项数	KMO 取样适切性量数。		.902
.901	23	巴特利特球形度检验	近似卡方	1205.331
			自由度	190
			显著性	.000

研究采用主成分分析法提取因子，分析结果显示，初始特征值大于 1 的因子有 4 个，累计解释总方差为 64.499%，表明这些因子能够解释量表题项中绝大部分的方差。旋转后的因子结构进一步揭示了量表的四个潜在维度，这些维度在理论上与 AI-TPACK 能力的构念相一致。

表 4 因子提取的总方差解释表

	初始特征值			提取载荷平方和			旋转载荷平方和		
成分	总计	方差百分比	累积 %	总计	方差百分比	累积 %	总计	方差百分比	累积 %
1	7.969	39.846	39.846	7.969	39.846	39.846	3.749	18.746	18.746
2	2.152	10.761	50.607	2.152	10.761	50.607	3.732	18.660	37.407
3	1.609	8.047	58.654	1.609	8.047	58.654	3.484	17.422	54.829
4	1.169	5.845	64.499	1.169	5.845	64.499	1.934	9.670	64.499

提取方法：主成分分析法。其余特征值小于 1 的因子未显示。

综上所述，信效度分析和探索性因子分析验证了量表在测量 AI-TPACK 能力方面的稳定性和科学性。表明该量表具备较强的内部一致性和效度，能够有效评估教师的 AI-TPACK 能力。

5. 结果与讨论

本研究系统综述了人工智能时代教师 AI-TPACK 能力的理论依据、评估方法与评价工具。通过分析样本文献,明确了 AI-TPACK 能力的核心维度及内涵,包括 5 个维度:Ai-TK、Ai-TCK、Ai-TPK、Ai-TPACK、Ai-Ethics。该框架为后续研究提供了清晰的理论指引。

其次，通过梳理现有文献，发现现有量表虽具参考价值，但在评估维度上存在局限。评估方法单一的问题也进一步限制了研究结果的客观性与普适性。在此基础上，设计了一份包含 20 个题项的 AI-TPACK 能力评价量表，并通过信效度分析和探索性因子分析验证了其良好的测量性能。量表的克隆巴赫 Alpha 系数高达 0.901，表明其具有较高的内部一致性；效度分析进一步表明量表具有良好的结构效度和适用性。为教师 AI-TPACK 能力的科学评估提供了一种实用工具。

为了弥补现有研究的不足，建议未来需要进一步拓展量表的评估维度，涵盖 AI-TPACK 能力的全维度。目前研究设计存在数据收集与类型有局限、未全面覆盖整个设计流程等问题，

因此建议加强收集教师教学的客观数据，将定量和定性结合,持续监测教师的 TPACK 水平。

参考文献

Bao, Y., & Li, B. (2023). A preliminary study on graduate student instructors' exploration, perception, and use of ChatGPT. International Journal of Computer-Assisted Language Learning and Teaching, 13(1), 332873. https://doi.org/10.4018/IJCALLT.332873

Celik, I. (2023). Towards intelligent-TPACK: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education. Computers in Human Behavior, 138, 107468. https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107468

Chiu, T. K. F., Ahmad, Z., & Coban, M. (2024). Development and validation of teacher artificial intelligence (AI) competence self-efficacy (TAICS) scale. Education and Information Technologies. https://doi.org/10.1007/s10639-024-13164-2

Feldman-Maggor, Y., Blonder, R., & Alexandron, G. (2024). Perspectives of generative AI in chemistry education within the TPACK framework. Journal of Science Education and Technology. https://doi.org/10.1007/s10956-024-10147-3

Hava, K., & Babayigit, O. (2024). Exploring the relationship between teachers' competencies in AI-TPACK and digital proficiency. Education and Information Technologies. https://doi.org/10.1007/s10639-024-12939-x

Karatas, F., & Atac, B. A. (2024). When TPACK meets artificial intelligence: Analyzing TPACK and AI-TPACK components through structural equation modelling. Education and Information Technologies. https://doi.org/10.1007/s10639-024-13164-2

Ning, Y., Zhang, C., & Xu, B. (2024). Teachers' AI-TPACK: Exploring the relationship between knowledge elements. Sustainability, 16(3), 978. https://doi.org/10.3390/su16030978

Sun, J., Ma, H., & Zeng, Y. (2023). Promoting the AI teaching competency of K-12 computer science teachers: A TPACK-based professional development approach. Education and Information Technologies, 28(2), 1509-1533. https://doi.org/10.1007/s10639-022-11256-5

Yue, M., Jong, M. S. Y., & Ng, D. T. K. (2024). Understanding K-12 teachers' technological pedagogical content knowledge readiness and attitudes toward artificial intelligence education. Education and Information Technologies, 29(15), 19505-19536. https://doi.org/10.1007/s10639-024-12621-2

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Artificial Intelligence in Education: A Review. Computers & Education, 139, Article 103722. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103722

生成式人工智能赋能师范生数字能力提升：参与度、知识的中介作用

Generative Artificial Intelligence Empowers Pre-service Teachers to Improve Digital Competence: the Mediating Role of Engagement, Knowledge

李阳[1]，司源格[1]，苟江凤[1]，谌晶靓[1]，杨九民[1*]
[1]华中师范大学人工智能教育学部
*yjm@mail.ccnu.edu.cn

【摘要】 随着生成式人工智能（GenAI）的快速发展，如何融合 GenAI 促进师范生能力培养已成为新时代教师培养的关键。为了探究 GenAI 对师范生数字能力的影响因素，本研究基于自我决定理论，选取 371 名师范生进行了问卷调查，使用结构方程模型进行了分析。研究结果表明：师范生对 GenAI 的态度和 GenAI 的信任，以及师范生的基本心理需求均对 GenAI 的参与度和 GenAI 的知识产生显著正向影响；师范生对 GenAI 的参与度和 GenAI 的知识均对师范生数字能力产生显著正向影响；并且师范生对 GenAI 的参与度和 GenAI 的知识起到了中介效应。研究结果为促进师范生数字能力的提升提供建议和参考。
【关键词】 生成式人工智能；师范生；数字能力；自我决定理论

Abstract: *With the rapid development of Generative Artificial Intelligence (GenAI), how to integrate GenAI to enhance the competence development of pre-service teachers has become the key to teacher training in the new era. In order to explore the influence factors of GenAI on digital competence of pre-service teachers, this study, based on self-determination theory, selected 371 pre-service teachers to conduct a questionnaire survey, and structural equation modeling was used for analysis. The results of the study show that: pre-service teachers' attitudes toward GenAI and trust in GenAI, as well as pre-service teachers' basic psychological needs had a significant positive effect on GenAI engagement and knowledge of GenAI; pre-service teachers' engagement in GenAI and knowledge of GenAI had a significant positive effect on pre-service teachers' digital competence; and pre-service teachers' engagement in GenAI and knowledge of GenAI played a mediating effect. The findings provide suggestions and references for promoting digital competence among pre-service teachers.*
Keywords: generative artificial intelligence, pre-service teacher, digital competence, self-determination theory

1. 引言

党的二十大报告提出“推进教育数字化，建设全民终身学习的学习型社会、学习型大国”，2022 年 11 月，教育部颁布了《教师数字素养》教育行业标准，着重强调了增强教师在教育教学活动中运用数字技术的意识和能力。在生成式人工智能（GenAI）快速发展的背景下，教师数字能力已成为提升教育质量和现代化的关键。作为未来教育的中坚力量，师范生的数字能力培养尤为重要。GenAI 作为颠覆性技术，为教育教学提供丰富资源，并促进教师数字能力的提升。根据自我决定理论，个体基本心理需求（自主性、能力、归属感）的满足驱动其成长与创新，技术支持能增强此需求，进而提升教师数字能力（Shen & Cui, 2024）。研究表明，使用 ChatGPT 等 GenAI 可满足教师基本心理需求，促进其数字能力发展（Zhou et al., 2024）。对 GenAI 的信任和态度，以及相关知识与参与度，被认为是关键推动因素。本研究基于自我决定理论，构建影响师范生数字能力提升的概念模型，验证 GenAI 信任、态度、基本心理需求、知识与参与度对其数字能力的影响，探索提升师范生数字能力的关键影响因素。

2. 理论基础与研究假设

教师数字能力指教师在教学中有效运用数字技术提升教育质量和效率的能力，涵盖数字技术知识、数字工具运用及教育技术创新等维度。这些维度相互作用，共同推动数字能力提升。GenAI 能够为教师提供更为丰富、个性化的教学资源，拓展教育技术应用，促进教师数字能力的提升。自我决定理论认为，个体的内在动机由自主性、能力和归属感三种基本心理需求驱动。Annamalai 等人（2024）发现学生持续使用 ChatGPT 的动机的决定因素是自主性和归属感，并且自主性是决定学生持续使用 ChatGPT 动机的重要因素。GenAI 可为师范生提供满足这些需求的环境，使其在支持性环境中探索和发展数字能力。

GenAI 与数字能力之间的影响因素是多样的，包括师范生对 GenAI 的态度、信任、参与度和使用 GenAI 的知识水平等。态度和信任反映个体对 GenAI 的情感和认知取向，参与度指使用时投入的时间和精力，知识水平则体现对 GenAI 功能和提示词的理解程度。研究表明，信任和积极态度能促进教师投入时间和精力，进而获取知识并理解技术原理（Choudhury & Shamszare, 2023），从而提升数字能力。此外，具备丰富 GenAI 知识的教师能高效利用技术并培养高阶能力。积极参与 GenAI 的教师能迅速掌握相关技能，并在实践中创新，将其融入教育教学。同时，使用 ChatGPT 等 GenAI 可满足教师的基本心理需求，从而提高其数字能力（Zhou et al., 2024）。当教师在使用 GenAI 时获得自主性、能力和归属感，其内在动机被激发，使其更主动探索新技术，进一步提升数字能力。因此，教师的基本心理需求、对 GenAI 的信任、态度、知识和参与度共同促进数字能力的提升。基于此，本研究假设所有相关变量对数字能力具有正向影响，具体如图 1 所示，即师范生对 GenAI 的态度、信任和基本心理需求正向影响其对 GenAI 的参与度和知识，进而提升数字能力。

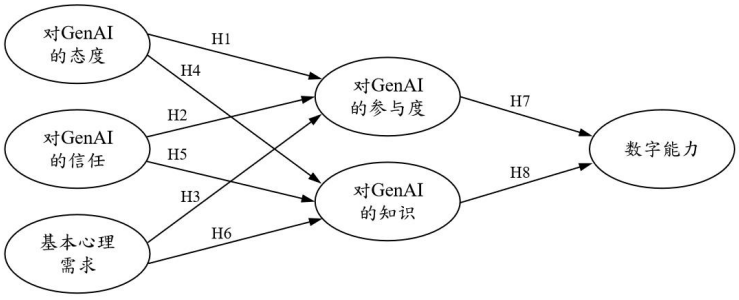


图 1 GenAI 赋能师范生数字能力影响因素假设模型

3. 研究设计

3.1. 研究工具

本研究使用多种量表对相关变量进行测量。基本信息问卷用于收集人口统计学信息，如性别、年龄、专业等。对 GenAI 的态度量表（Schepman et al., 2023）包含 9 题，涵盖正、负面态度。对 GenAI 的信任量表（Gulati et al., 2019）共 9 题，评估用户与 GenAI 之间关系的信任度。对 GenAI 的知识量表（Bernava et al., 2021）共 6 题，衡量知识及经验水平。对 GenAI 的参与度量表（Bernava et al., 2021）共 4 题，衡量使用 GenAI 时的参与度和兴趣水平。基本心理需求量表（Chen et al., 2015）包含自主性、能力、归属感三个维度，各 3 题。数字能力量表基于欧洲教育工作者数字能力框架（Redecker, 2017），共 9 题，用于衡量教育工作者数字能力。所有量表均采用 5 点李克特量表计分，从 1（非常不同意）到 5（非常同意）。

3.2. 样本数据情况

样本来自 H 师范院校不同师范专业的大学生，调查问卷通过线上发放，共发放问卷 398 份，剔除无效问卷后，最终回收问卷为 371 份，有效率为 93%。参与调查的 371 名师范生中，男性 82 名，女性 289 名，在学科分布方面，涵盖信息技术（科技）、地理、化学、物理、历史等多个学科，分布较为均匀。此外，参与调查的师范生均有使用过 GenAI 的经验。

4. 研究结果

4.1. 信效度分析

本研究采用 Cronbach's α系数和组合信度 CR 值测量问卷量表的内在信度。对 GenAI 的态度、对 GenAI 的信任、基本心理需求、对 GenAI 的参与度、对 GenAI 的知识、数字能力六个维度的 Cronbach's 系数（范围：0.891-0.924）和组合信度 CR（范围：0.892-0.924）均高于标准值（0.8），表明信度较高。效度分析中，验证性因子分析结果显示，所有的题项标准化因子载荷值（范围：0.693-0.856）均高于标准值（0.6），平均方差萃取 AVE 值大于 0.5，证明问卷的聚合效度较好。此外，AVE 的平方根均大于相关系数值，证明本问卷的区别效度较优。

4.2. 结构模型拟合度评估

拟合度是衡量模型适宜性的关键指标，拟合度越高，模型的实用性越强。本研究依据结构方程模型评估准则，从绝对适配度、简约适配度和增值适配度三个方面综合评估模型拟合情况。结果显示，绝对适配度指标中，卡方自由度比（χ^2/df）为 1.511，RMSEA=0.037，增值适配度（CFI=0.951，IFI=0.952）与简约适配度（PNFI=0.822，PGFI=0.784）各项指标均符合拟合度要求，整体拟合效果良好。

4.3. 研究假设检验

经检验，研究假设 H1、H2、H3、H4、H5、H6、H7 和 H8 均成立，路径系数分别为 0.281、0.171、0.240、0.204、0.391、0.217、0.418 和 0.395，p 值均小于 0.01。根据检验结果可知：师范生对 GenAI 的态度正向影响了对 GenAI 的参与度和知识，进而正向影响了数字能力；师范生对 GenAI 的信任正向影响了对 GenAI 的参与度和知识，进而正向影响了数字能力；师范生的基本心理需求正向影响了对 GenAI 的参与度和知识，进而正向影响了数字能力。此外，对模型中的中介效应进行了 Bootstrap 检验（重复 5000 次），发现了对 GenAI 的参与度和知识的中介效应（态度➞参与➞能力：p<0.001；信任➞参与➞能力：p<0.001；需求➞参与➞能力：p<0.001；态度➞知识➞能力：p<0.01；信任➞知识➞能力：p<0.001；需求➞知识➞能力：p<0.01；95%CI 均不包括 0）。

5. 结论与建议

5.1. 讨论与结论

研究结果表明，师范生对 GenAI 的态度、对 GenAI 的信任以及师范生的基本心理需求均对 GenAI 的参与度和 GenAI 的知识产生显著正向影响；师范生对 GenAI 的参与度和 GenAI 的知识均对数字能力产生显著正向影响；师范生对 GenAI 的参与度和 GenAI 的知识起到了中介效应。首先，态度与信任正向影响 GenAI 参与度和知识。根据计划行为理论，个体行为意图受态度与信任影响。高信任度的师范生更愿意接受并应用 GenAI 生成的内容，形成正向反馈。此外，基本心理需求的满足能增强师范生的内在动机，提高其参与度，并促使其优化学习策略，提升知识水平。其次，GenAI 参与度和知识正向影响数字能力。与传统数字技术相比，GenAI 不仅提供动态生成和个性化内容，还通过自然语言交互增强自主探索和创造力，超越传统工具的信息传递功能。根据自我效能感理论，学习者在学习过程中的积极参与能够显著提升其自我效能感，进一步驱动其持续的学习动机和能力提升。高知识水平的师范生能深入理解并高效应用 GenAI，增强教育创新能力。这使他们更熟练地利用 GenAI 进行教学设计和资源开发，提升数字能力。最后，本研究还发现了师范生对 GenAI 的参与度和知识在对 GenAI 的态度、信任、基本心理需求与数字能力之间的中介作用。这与 Suriano 等人（2025）的研究结果一致，积极态度和信任促进更高的 GenAI 参与度和知识积累，而 GenAI 通过提供个性化学习路径满足自主性、能力和归属感需求，进一步增强内在动机和数字能力。

5.2. 生成式人工智能赋能师范生数字能力提升建议

GenAI 的融入要求师范生不仅掌握技术操作，还需具备批判性思维、创新思维及教育技术适配能力。技术接受与使用意愿受技术复杂性、教育背景知识、教学能力等因素影响，因此应构建多层次教育体系，强化 GenAI 在教育情境中的应用能力。在课程设计中融入 GenAI 教

学场景模拟与反思机制，使师范生实践 GenAI 与教学融合，提升数字能力。同时，基于自我决定理论，师范生的数字能力提升不仅依赖技术支持，还受内在动机驱动，因此教学设计应强化 GenAI 的情境化应用，使师范生体验其价值，增强胜任感与自主性，并通过协作与互动培养归属感，提高对 GenAI 的接受度，助力未来教育应用。此外，数字能力不仅涉及技术理解，还需实际应用能力，GenAI 赋能需强化实践教学，明确技术边界，避免滥用。课程应涵盖技术伦理，并设实践环节，让师范生通过 GenAI 设计教学、开发资源并迭代优化。情境化训练可提升 GenAI 在课堂中的适应性，使师范生有效转化知识，增强教学效能与数字能力。

参考文献

Annamalai, N., Bervell, B., Mireku, D. O., & Andoh, R. P. K. (2025). Artificial intelligence in higher education: Modelling students' motivation for continuous use of ChatGPT based on a modified self-determination theory. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *8*, 100346.

Bernava, G., Nucita, A., Iannizzotto, G., Caprì, T., & Fabio, R. A. (2021). Proteo: a framework for serious games in telerehabilitation. *Applied Sciences*, *11*(13), 5935.

Chen, B., Vansteenkiste, M., Beyers, W., Boone, L., Deci, E. L., Van der Kaap-Deeder, J., ... & Verstuyf, J. (2015). Basic psychological need satisfaction, need frustration, and need strength across four cultures. *Motivation and emotion*, *39*, 216-236.

Choudhury, A., & Shamszare, H. (2023). Investigating the impact of user trust on the adoption and use of ChatGPT: survey analysis. *Journal of Medical Internet Research*, *25*, e47184.

Gulati, S., Sousa, S., & Lamas, D. (2019). Design, development and evaluation of a human-computer trust scale. *Behaviour & Information Technology*, *38*(10), 1004-1015.

Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Joint Research Centre (Seville site).

Schepman, A., & Rodway, P. (2023). The General Attitudes towards Artificial Intelligence Scale (GAAIS): Confirmatory validation and associations with personality, corporate distrust, and general trust. *International Journal of Human‐Computer Interaction*, *39*(13), 2724-2741.

Shen, Y., & Cui, W. (2024). Perceived support and AI literacy: the mediating role of psychological needs satisfaction. *Frontiers in Psychology*, *15*, 1415248.

Suriano, R., Plebe, A., Acciai, A., & Fabio, R. A. (2025). Student interaction with ChatGPT can promote complex critical thinking skills. *Learning and Instruction*, *95*, 102011.

Zhou, J., Shen, L., & Chen, W. (2024). How ChatGPT transformed teachers: the role of basic psychological needs in enhancing digital competence. *Frontiers in Psychology*, *15*, 1458551.

促进或阻碍：生成式人工智能在协作学习知识建构中的作用审视

Resist or Embrace: A Critical Appraisal of Generative AI's role to the Collaborative Knowledge Construction

郑奕珂[1]，杨现民[1*]，李新[1]
江苏师范大学智慧教育学院[1]
[*] 1057747483@qq.com

【摘要】本研究以某高校 42 名教育技术专业本科生为对象，通过为期四周的两轮实验，借助协作成果评价量规和知识建构交互分析框架，依托自主开发的智能干预平台进行实验，并采用 Mann-Whitney U 检验等统计分析法对认知投入、协作成果质量进行分析。研究发现，在认知投入方面，AI 组（使用人工智能的小组）在浅层和中层认知投入的整体表现优于 CN（不使用人工智能的小组）组，但深层认知投入方面 CN 组表现更佳。在协作成果质量上，两轮实验中 AI 组与 CN 组在各维度均无显著差异，仅主题相关性 AI 组平均值较高，且 AI 组第二轮得分虽高但未达显著水平。总体而言，生成式人工智能虽然增加了浅层和中层认知投入，但并未显著促进协作学习的知识建构。

【关键词】生成式人工智能；协作学习；知识建构；高等教育

Abstract: *This study conducted two 4-week experiments with 42 educational technology undergraduates using a self-developed platform. Mann-Whitney U tests revealed AI-group outperformed CN-group in shallow/middle cognitive engagement, but CN-group excelled in deep engagement. No significant differences emerged in collaborative outcomes except higher AI-group theme relevance. Generative AI enhanced surface-level engagement without improving knowledge construction.*

Keywords: generative artificial intelligence; collaborative learning; knowledge construction; higher education

1. 问题提出

在数字化转型加速的教育新生态中，以 ChatGPT 为典型代表的生成式人工智能（GAI）凭借其强大的语言处理能力，通过多轮交互与动态优化能力，为教育领域的协作知识建构提供了新支持（Cress & Kimmerle, 2023）。然而，GAI 在教育中的角色仍存争议：一方面，其生成内容的真实性不足及用户依赖性可能阻碍深层认知发展；另一方面，人机协作的效能尚未明确。从计算机支持的协作学习（CSCL）视角看，多主体交互是知识构建的核心。尽管 GAI 缺乏自主意识，但其拟人化交互能力可能成为协作主体。因此，本研究将生成式人工智能作为实验变量，比较不同小组在协作过程中的认知投入和协作成果质量，从而审视生成式人工智能在协作学习知识建构中的作用。

2. 文献综述

2.1. 认知视角下的协作知识建构

协作知识建构的理论基础源于建构主义学习理论，该理论认为知识是通过个体与他人之间的互动和协商构建而成的。现有研究中，在设计和实施协作知识建构活动时，可从以下几方面更好地促进学生的认知投入：一是清晰界定学生要掌握的知识点与具体任务，让学生明确学习方向，更高效地参与学习（Costleyet al.,2022）；二是仔细挑选如论坛、协作文档、视频会议软件等适宜工具，助力学生在线协作与知识共享(刘清堂 et al.,2024)；三是通过同伴互动和集体讨论，学生可以更好地理解和修正自己的观点，并在群体工件中形成新的知识

(Wang&Zhang,2023)；四是征求学生反馈，兼顾学生社会和情感需求，融入团队合作等情感元素(张思 et al.,2020)。

2.2. 生成式人工智能支持的协作学习

从知识建构理论看，GAI 借鉴计算机支持的协作学习（CSCL）中的知识转化机制，促使学习者突破表层知识获取，转向应用与创新层面：通过与 GAI 交互，学习者整合碎片化信息，推动概念重构与创新思维发展。在群体层面，GAI 生成的独特观点可作为认知刺激源，激发成员间深度讨论，促进群体知识共识达成。然而，GAI 支持下的协作学习环境也面临双重挑战：其一，GAI 生成内容的真实性与可靠性存疑，需培养学习者的批判性思维（Chi & Wylie, 2014）；其二，过度依赖 GAI 可能抑制自主学习能力，需通过任务设计引导学习者将其定位为辅助工具（Liu et al., 2024）。

3. 研究设计

3.1. 研究对象

本研究选取江苏某高校教育技术专业基础课程“教育大数据应用与案例”作为实验课程。研究对象为 42 名教育技术学专业二年级本科生，其中男生 20 人，女生 22 人。参与者被随机分配到两个 AI 组：一组不允许使用 GAI（CN 组，共 21 人，每组 3 人）；一组只允许使用平台内的 GAI（AI 组，共 21 人，每组 3 人）。研究参与者对大学的学习环境和专业基础知识有一定的了解，具备与同伴共同完成协作任务的经验与能力，并熟练掌握智能干预平台的应用，参与者在实验开始前均签署实验知情同意书。

3.2. 研究工具

3.2.1. 协作成果评价量规

活动的评价标准主要是对各小组的协作成果进行打分，本研究参考 Yang 等人制定的协作问题解决方案的评分标准（Yang et al.,2021），借助大语言模型 Kimi 结合协作任务进行适当调整，最终设计了包含五个维度的评分标准。

3.2.2. 知识建构交互分析框架

学习者在讨论过程中产生的话语，不仅是协同创作的直观呈现，更能映射出他们在参与活动时的认知水平与认知发展轨迹。认知投入采用修正后的 Gunawardena 等编写的知识建构交互分析框架（Gunawardena et al.,1997），并在此基础上对测量指标进行了适度修订,将其合并为浅层认知投入(C1),中层认知投入(C2),深层认知投入(C3)三个层级,并且增加了与任务无关内容的分析,即脱离任务(C4)。

3.3. 研究过程

本研究依靠团队自主开发的智能干预平台开展为期四周的 2 轮实验（如图 1 所示），具体实践情况如下：

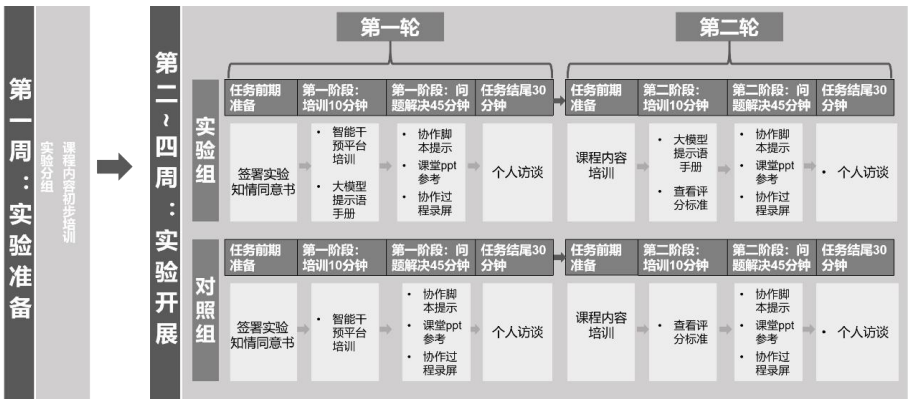


图 1 实验流程

3.4. 数据收集与分析

本研究数据收集分为两个阶段。第一阶段，一方面利用智能干预平台收集的交流数据，根据交流数据对协作过程中的认知投入进行编码并分析，另一方面收集各组协作成果进行评价，并将 AI 组和 CN 组的各维度成绩进行差异性比较。在第二阶段，收集最终的访谈数据。

4. 研究结果与讨论

4.1. 生成式人工智能对认知投入的支持效果分析

本研究首先对各小组的认知投入进行描述性统计分析，如表 1 所示。从中位数角度考量，在第一轮和第二轮实验中，AI 组在浅层、中层认知投入上的中位数均显著高于 CN 组。进一步观察 AI 组的最大值、最小值、均值以及标准差等统计指标，可以发现其整体表现优于 CN 组。而深层认知投入方面，CN 组在两轮实验中均值及中位数均高于 AI 组。因此，生成式人工智能的应用能够激发学习者产生更多的认知交互行为，但是在问题深度的思考方面，还未能有效提升 AI 组学习者在深层认知投入上的表现。

表 1 AI 组和 CN 组在认知投入上的描述性统计分析

组别	维度	L1-最小值	L2-最小值	L1-中位数	L2-中位数	L1-最大值	L2-最大值	L1-平均值	L2-平均值	L1-标准差	L2-标准差
AI 组	浅层	2	4	10	9	14	22	8.29	9.71	395	591
	中层	5	5	9	6	13	10	9.86	7.29	2.73	2.06
	深层	1	2	11	7	25	16	12.29	7.29	793	4.96
	脱离	3	1	8	3	13	7	7.29	4	3.15	2.24
CN 组	浅层	5	1	8	4	28	17	11.43	6.57	8.26	5.83
	中层	2	0	5	4	8	27	4.57	7.00	2.30	9.06
	深层	9	3	15	8	43	19	21.57	9.14	13.31	6.15
	脱离	0	0	2	8	5	19	2.43	5.00	1.99	7.02

注：L1 为第一轮实验，L2 为第二轮实验

为了直观比较各实验情境中每个小组在认知投入上的表现及差异，本研究绘制了 AI 组和 CN 组在认知投入频数分布的箱线图，如图 2 所示。从浅层认知投入来看，两轮实验中，AI 组中位数都高于 CN 组，须线长度适中，而且分布范围较集中；从中层认知投入来看，AI 组在两轮实验的中位数均高于 CN 组，须线长度适中，且分布范围集中于中位数附近，分布情况优于 CN 组；从深层认知投入来看，两轮实验中，CN 组的中位数均高于 AI 组，整体水平优于 AI 组。因此，从认知投入支持效果来看，生成式人工智能与协作脚本的结合能够激发学习者产生更多的认知交互行为，但在促进学习者在问题深度上的进一步思考方面有所不足。

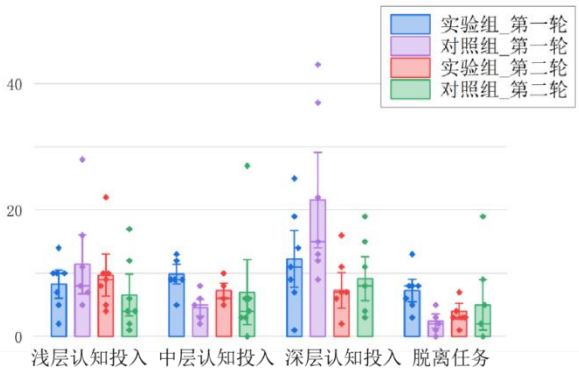


图 2 认知投入频数分布的箱线图

4.2. 小组协作成果质量评价

两轮实验中 CN 组和 AI 组在逻辑连贯性、格式规范性、主题相关性、内容准确性、作品创新性上均不具有显著差异性。从平均值这一统计量角度观察发现，在主题相关性这一评价维度上，AI 组的平均值呈现出始终高于 CN 组的态势。然而，值得注意的是，从最终得分的整体情况来看，两组之间的差异程度相对较小。AI 组在第二轮协作成果得分高于 CN 组，但在统计学上并不具有显著差异性。同时，在作品创新性维度，CN 组在两轮实验中均值都高于

AI 组，但此结果也不具有显著差异性。虽然生成式人工智能已被证明能够显著提高学生的写作成绩，但生成式人工智能会显著削弱学生的创造性写作能力。

5. 结论

本研究全面比较了在协作过程中使用与不使用生成式人工智能小组的认知投入以及协作成果质量，从而审视生成式人工智能在协作学习知识构建中的作用。结果显示，在认知投入方面，在生成式人工智能的支持下，协作小组能够进行更多的浅层认知投入和中层认知投入。总体而言，生成式人工智能的使用并没有对协作学习知识构建起到促进的作用，其原因或许在于，生成式人工智能提供的信息虽丰富，却易使学习者产生依赖，削弱自主思考与深度探究的动力。同时，小组内部成员互动模式可能因人工智能介入而改变，减少了深度思想碰撞机会，但生成式人工智能是否对协作学习知识建构起阻碍作用，这还需要进一步探讨。后续研究需进一步探索生成式人工智能在哪些方面对协作学习知识建构造成影响，并考察其在不同协作过程的作用，以挖掘更广泛的教育价值。

参考文献

刘清堂,杨诗涵,郑欣欣&陈亮.(2024).认知群体感知工具对在线协作学习知识建构水平的影响研究.电化教育研究(10),49-57.

张思,何晶铭,上超望,夏丹&胡泉.(2020).面向在线学习协同知识建构的认知投入分析模型及应用.远程教育杂志(04),95-104.

Chi, M. T., & Wylie, R. (2014). The ICAP framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes. Educational Psychologist, 49(4), 219–243.

Costley, J., Courtney, M., & Fanguy, M. (2022). The interaction of collaboration, note-taking completeness, and performance over 10 weeks of an online course. The Internet and Higher Education, 52, 100831.

Cress, U., & Kimmerle, J. (2023). Co-constructing knowledge with generative AI tools: Reflections from a CSCL perspective. International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning, 18(4), 607-614.

Gunawardena, C. N., Lowe, C. A., & Anderson, T. (1997). Analysis of a global online debate and the development of an interaction analysis model for examining social construction of knowledge in computer conferencing. Journal of educational computing research, 17(4), 397-431.

Liu, M., Zhang, L. J., & Biebricher, C. (2024). Investigating students' cognitive processes in generative AI-assisted digital multimodal composing and traditional writing. Computers & Education, 211, 104977.

Wang, Y., & Zhang, M. (2023). Social Emotional Learning Modeling for Enhancement in Preschool Education. Applied Mathematics and Nonlinear Sciences, 9(1).

Yang, G., Chen, Y. T., Zheng, X. L., & Hwang, G. J. (2021). From experiencing to expressing: A virtual reality approach to facilitating pupils' descriptive paper writing performance and learning behavior engagement. British Journal of Educational Technology, 52(2), 807-823.

不同图片表征方式在科学视频学习中的效果差异及作用机制

Differences in the Effectiveness of Visual Representations in Science Video Learning and Their Mechanisms

方睿[1]，喻邱晨[1]，章仪[2]，徐珂[1]，杨九民[1*]
[1]华中师范大学 人工智能教育学部 湖北 武汉 430079
[2]北京师范大学 未来教育学院 广东 珠海 519085
[*] yjm@mail.ccnu.edu.cn

【摘要】 教学视频在具象化抽象科学现象与复杂模型时，图片作为核心元素，其表征方式对优化视频内容呈现和提升科学视频学习效果有关键作用。本研究通过实证研究，探究呈现维度（二维 vs.三维）和表现形式（静态三维 vs.动态三维）对学习者学习体验、认知负荷与学习效果的具体影响。结果表明，维度拓展与表现形式的转变对学习者的学习体验、认知负荷与知识保持均起优化作用。基于认知负荷理论，平行中介效应模型揭示图片表征方式通过调节关联认知负荷，进而影响学习者的知识保持或迁移。本研究为师生优化科学教学视频设计与选择视频学习资源提供了参考。

【关键词】 科学教育；视频设计；图片表征；作用机制

Abstract: *In instructional videos, images serve as a pivotal element in concretizing abstract scientific phenomena and complex models. Their representation plays a crucial role in optimizing video content presentation and enhancing learners' performance in science video learning. This study aims to explore the specific impacts of presentation dimensions (two-dimensional images vs. three-dimensional images) and representation forms (static three-dimensional images vs. dynamic three-dimensional images) on learners' experience, cognitive load, and learning performance. The results indicate that the expansion from two-dimensional to three-dimensional and the transition from static to dynamic representations optimize learners' experiences, cognitive load, and knowledge retention. From the perspective of cognitive load theory, parallel mediation effect models further reveal how these visual representations mediate germane cognitive load, thereby impacting knowledge retention or transfer. These findings provide insights for instructors to optimize the design of science instructional videos and for students to select video learning resources more effectively.*

Keywords: Science Education, Video Design, Visual Representation, Mechanism of Action

1. 前言

科学教育是塑造国家科技竞争力、孕育创新力量、提升全民科学素质的基石。教育部等十八部门联合印发的《关于加强新时代中小学科学教育工作的意见》中明确指出“优化数字智慧平台，丰富科学教育资源”以应对新时代科学教育的挑战。教学视频成为科学学科在线学习的主流资源，然而，科学知识的抽象性和模型的复杂性对优化视频呈现提出了更高的要求。特别是图片的表征方式，对于帮助学习者直观理解和掌握知识至关重要，例如，从二维到三维的维度拓展(刘睿等, 2020)，以及从静态到动态的表现形式的转变(Ploetzner et al., 2021)。因此，本研究从呈现维度和表现形式两个方面，系统分析表征方式“如何”影响学习者的学习体验、认知负荷以及学习效果，此外，将进一步揭示表征方式“何以”促进有意义学习的发生，以期为优化图片表征方式的应用和提升科学视频质量。

1.1. 多媒体学习认知理论下不同图片表征方式对科学视频学习的影响

学习者通过教学视频中具象化的抽象科学概念，能直观地感知到科学现象的本质和内在原理，且有效地认识、理解和解释复杂科学概念(Noetel et al., 2021)。学习者必须积极主动参与

五个关键的多媒体学习认知过程，才能实现有意义学习(Mayer et al., 2022)。首先，学习者要在言语工作记忆中筛选关键语词，构建概念语义基础。其次，学习者要在视觉工作记忆中提取关键科学现象画面，强化理解记忆。再次，学习者要整合言语模型与视觉模型。同时，形成双重编码，构建出科学现象的视觉表征。最后，学习者要将言语和视觉表征与从长期记忆中激活先验知识，实现新旧知识整合，最终建构完整的概念图式。

尽管教学视频中的讲解和文本能准确传达知识概念，但学习者在面对高度复杂的科学现象（如分子运动）和结构模型（如细胞结构）时，普遍难以有效选择和组织视觉信息至视觉模型中。因此，如何在教学视频中将抽象概念具象化尤为关键。二维(2D)图片作为教学视频中的主流图像形式，以长度和宽度两个维度，直观地呈现静态的科学现象和物体结构的平面视图。2D 图片因空间关系表征局限需简化处理，易使学习者在维度转换时遇到障碍(Stull et al., 2016)。相比之下，三维(3D)图片引入深度维度，利用遮挡和透视缩短，提升了画面的复杂性(Lowe et al., 2017)，增强了空间关系的可视性，从而降低学习者的认知负荷(Dan et al., 2017)。然而，静态 3D 图片难以支持学习者基于时间变化的动态推理，学习者需从静态表征中重构动态变化过程。动态 3D 图片则通过引入时间维度，时间变化更为明确，展示物体的动态变化和运动过程，缓解了学习者认知加工过程(Ploetzner et al., 2021; Yang et al., 2018)。然而，动态特性的引入也可能加剧教学视频的瞬态信息效应(Transient information effect)，给学习者带来额外的认知挑战(Tindall-Ford et al., 2020)。因此，采用实证研究直接对比教学视频中 2D、静态 3D 和动态 3D 图片在学习体验、认知负荷和学习效果等十分必要。

1.2. 认知负荷视角下不同图片表征方式影响科学视频学习的多维路径

基于认知负荷理论，认知负荷被划分为内在认知负荷、外在认知负荷和关联认知负荷三个维度(Tindall-Ford et al., 2020)。图片表征方式的引入会对学习材料的固有特性（如复杂程度和呈现形式）产生一定的影响，进而学习者感知到不同的心理负荷。具体而言，基于内在认知负荷的角度，2D 图片的简化处理在某些情况下会加剧感知复杂程度，但随着深度和时间维度的引入，为学习者提供更多的信息线索并减少额外的认知加工过程，从而缓解学习者的内在认知负荷(Klepsch et al., 2017)。相反，基于外在认知负荷的角度，引入空间关系和动态性这些额外的呈现方式可能会成为分散学生注意力，消耗学习者的必要认知加工的工作记忆资源，最终造成额外的认知负载(Sweller et al., 2019)。此外，不同图片表征方式的引入为学习者积极主动地加工学习材料提供了可能性，在一定程度上更好地辅助画面中的文本，帮助学习者更有效地处理和理解学习材料(Tindall-Ford et al., 2020)。鉴于此，图片的表征方式可以直接对学习者的学习效果产生显著影响，亦可通过降低学习者的内在认知负荷或外在认知负荷，提升关联认知负荷多种途径影响学习者的知识保持与迁移。因此，利用中介效应模型研究这些图片表征方式如何通过多维路径影响科学视频学习有助于我们更好地理解其内在作用机制，也能为优化科学视频设计提供有力的理论支撑。

1.3. 学习者个体差异的潜在干扰：先验知识与空间能力

在科学视频学习中，不同图片表征方式的效果差异同时受学习材料本身特性学习者的个体特征（如先验知识、空间能力）的影响。高先验知识的学习者直接从长时记忆中提取相关知识，实现知识整合，减少对从学习材料中选择和组织视觉表征步骤的依赖。这说明学习者的先验知识在一定程度上可能影响不同图片表征在视频学习中的实际效果(Hsu et al., 2023)。此外，空间能力作为核心认知能力，在视频学习中至关重要。它使学习者能够将二维物体在脑海中转化为三维形态，并想象它们的方位及其相互之间的关系。学习者借助心理旋转等认知操作，能操控和理解这些三维物体(杨九民等, 2023)。因此，学习者的空间能力对其在教学视频中理解和把握三维表征具有重要作用。鉴于此，本研究在探究不同图片表征方式在科学视频学习中的效果差异及其作用机制时，必须充分考虑到学习者个体差异的潜在影响，并且通过有效控制这些变量，以确保实验结果的准确性和可靠性。

2. 研究问题

本研究分别从图片的呈现维度(2D vs. 3D)和表现形式(静态 3D vs. 动态 3D)两个方面探究教学视频中图片的不同表征方式对学习者的学习体验、认知负荷以及学习效果的影响。本研究还基于认知负荷理论进一步揭示了图片的不同表征方式对知识保持和迁移的作用机制。基于对相关研究的梳理和理论视角的分析，以为例，本研究提出三个研究问题：**RQ1：**科学教学视频中 2D 图片与 3D 图片对学习者学习体验、认知负荷和学习效果的影响是否存在差异？**RQ2：**科学教学视频中静态 3D 图片与动态 3D 图片在学习者学习体验、认知负荷以及学习效果上是否具有不同的影响？ **RQ3：**在认知负荷视角下，科学教学视频中图片的不同呈现维度和表现形式如何作用于学习者的知识保持和迁移？

3. 研究方法

3.1. 被试

本研究随机从某师范大学招募了 90 名视听功能正常，具备在线学习经验的在校生作为实验被试。被试年龄分布在 17 岁至 28 岁之间，平均年龄为 21.3 岁。被试专业涵盖教育技术学、计算机科学与技术、化学、汉语言文学以及思想政治教育等非心理学和生物学学科领域。以确保实验的有效性和可靠性，且规避潜在实验者效应和天花板效应。最终，90 名被试被随机分配至三个实验组：静态 2D 图片组、静态 3D 图片组和动态 3D 图片组，每组包含 30 名被试。

3.2. 教学视频

为研究不同图片表征方式对学习者科学视频学习的影响，本实验事先制作了三种类型、且以“细胞器——系统内的分工合作”为主题的教学视频（如图 1 所示），详细讲解了植物细胞不同结构及其功能。其中，静态 3D 图片和动态 3D 图片均基于 Windows 自带的 3D 资源库中的“Plant cell”植物细胞模型制作。静态 3D 图片能清晰地展示细胞的三维结构，便于学生建立空间立体感；动态 3D 图片通过局部放大和旋转动画效果呈现细胞器的多个角度。此外，2D 图片是 3D 模型的切面处理，能清晰地展示不同细胞结构的平面细节。视频内容以左文右图的布局呈现，并由一名教学经验丰富的男性教师担任主讲，总时长为 6 分 23 秒。

图 1 教学视频截图

3.3. 测量工具

人口统计学问卷。该问卷用于统计被试的姓名、性别、年龄、专业等人口学基本信息。

先验知识测试。本研究自行编制了测验题目，旨在了解被试对植物细胞结构相关知识的掌握程度，以规避天花板效应和地板效应。测验共包含 8 道单项选择题和 8 道判断题，单项选择题每题 2 分，判断题每题 1 分，总分为 24 分，该测试信度良好（Cronbach's alpha = 0.60）。

空间能力测试。本实验采用 Ruth Ekstrom 等人（1976）编制的折纸测试以评估被试在感知理解物体形状、方位、运动和关系方面的能力，从而规避被试个体差异对于本实验结果的潜在影响。在测试过程中，被试需想象方形纸张的折叠和展开过程。每个测试问题均包含多个左侧的图形，这些图形展示了纸张的折叠步骤，并在最后一个图形上标记了打孔位置。打孔操作贯穿该位置的所有纸层。在右侧的五个图形中，仅有一个图形正确反映了纸张完全展开后孔的最终位置。整个折纸测试共分为两组，每组包含 10 道题目，每题 1 分，总分为 20 分。

被试需要在限定的 3 分钟内完成一组测试题目，超时则自动跳转至下一组测试。该测试内部一致性系数较好（Cronbach's alpha = 0.74）。

学习效果测试。测试含填空题、判断题、选择题和材料题四种题型，分为保持测试和迁移测试两部分。保持测试评估被试对所学知识的记忆和理解能力，共有 14 题，共 23 分，包含 4 道填空题，每空设 1 分，共 11 分；6 道判断题，每题 1 分，共 6 分；4 道选择题，每题 2 分，共 8 分。迁移测试考察被试将相关知识应用和迁移于新情境或解决新问题的能力，共有 7 题，共 24 分，包括 5 道选择题，每题 2 分，共 10 分；2 道材料题，每空 1 分，共 14 分。

学习体验问卷。本实验采用的学习体验问卷改编自 Andrew T. Stull 等人（2018）编制的学习体验量表，选取了乐趣、意愿、理解、兴趣、有用性、动机共 6 个核心维度，共包含 6 个题项，均采用 9 点里克特（Likert）量表形式，其中“1”表示“完全不同意”，“9”表示“非常同意”。该问卷显示出很好的内部一致性系数（Cronbach's alpha = 0.96）。

认知负荷问卷。本实验采用 Felix Krieglstein 等人（2023）开发的认知负荷问卷，涵盖内在认知负荷、外在认知负荷以及关联认知负荷三大维度，评估被试在视频学习过程中的认知负荷情况。问卷共包含 15 个题项，采用 9 点里克特（Likert）量表，得分越高表示学习者认知负荷越高。三个维度的 Cronbach's alpha 分别为 0.89，0.89，0.90。

3.4. 实验流程

本研究采用被试间设计，被试被随机分配观看含静态 2D 图片、静态 3D 图片或动态 3D 图片的教学视频。实验全程在实验室进行，整体时长约为 30 分钟（如图 2）。首先，主试引导被试进入实验室，完成人口统计学问卷、先前知识测试以及空间能力测试（10 分钟），并详细介绍实验整体流程（3 分钟）。随后，被试被随机分配至观看不同教学视频组（7 分钟）。在此过程中，被试均以系统步调进行视频学习，全程不得快进、跳转或调整播放速度。被试结束视频学习后，立即完成学习体验问卷、认知负荷问卷和学习效果测试（10 分钟）。

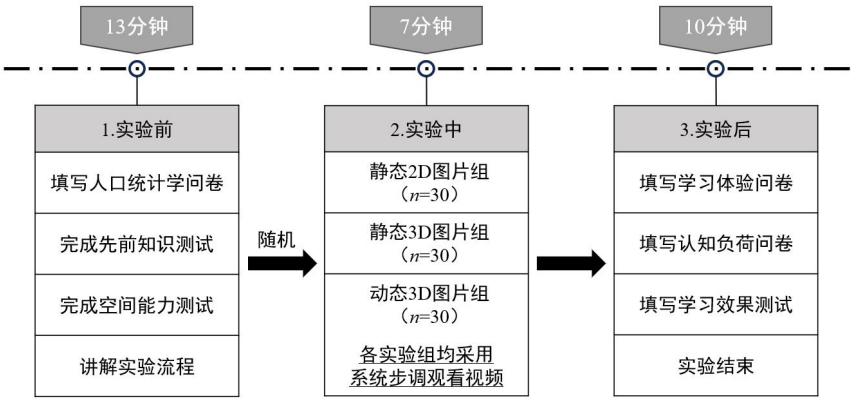


图 2 实验流程图

4. 研究结果

单因素方差分析结果显示实验组之间在先验知识[$F(2, 87) = 3.94$, $p = .023$, η2 p= 0.08]和空间能力上[$F(2, 87) = 3.43$, $p = .037$, η2 p= 0.07]，均存在显著差异。因此，研究将先验知识和空间能力作为协变量纳入后续数据分析中，以消除先前组间差异对实验结果的潜在影响，同时，这两个个体特征在理论上会对学习者在图文认知加工过程中产生影响，进而干扰实验结果的准确性。此外，Q-Q 图的结果表明各因变量均满足正态分布，为后续的协方差分析提供了先决条件。描述性统计结果见表 1。经过单因素协方差分析，我们发现三个实验组在乐趣[$F(2,85)=21.93$, $p<.001$]、意愿[$F(2,85)=18.48$, $p<.001$]、理解[$F(2,85)=11.63$, $p<.001$]、兴趣[$F(2,85)=17.45$, $p<.001$]、有用性[$F(2,85)=21.09$, $p<.001$]和动机[$F(2,85)=18.35$, $p<.001$]学习体验子维度上均存在显著性差异。在认知负荷方面，数据分析揭示了内在认知负荷[$F(2,85)=3.39$, $p=.038$]、外在认知负荷[$F(2,85)=9.33$, $p<.001$]和关联认知负荷[$F(2,85)=18.15$, $p<.001$]上的显著

组间差异。此外，三个实验组在知识保持方面均存在显著差异[$F(2,85)=7.05, p=.001$]，但在知识迁移上无显著差异[$F(2,85)=1.10, p=.339$]。

表 1 各实验组变量描述性统计结果

变量		静态 2D（n=30）		静态 3D（n=30）		动态 3D（n=30）	
		平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
先验知识 (0-24)		13.73	4.49	13.97	3.93	16.40	3.78
空间能力（0-20）		14.73	3.63	13.87	3.04	15.90	2.22
学习体验	乐趣 (1-9)	3.40	1.30	4.17	1.42	5.93	1.41
	意愿 (1-9)	3.37	1.40	4.20	1.67	5.97	1.45
	理解 (1-9)	4.17	1.21	4.70	1.12	5.97	1.38
	兴趣 (1-9)	3.63	1.50	4.23	1.31	5.97	1.40
	有用性 (1-9)	3.73	1.44	4.50	1.33	5.97	1.40
	动机 (1-9)	3.63	1.45	4.60	1.38	6.03	1.45
认知负荷	内在认知负荷 (1-9)	4.63	1.29	4.36	1.40	3.98	0.55
	外在认知负荷 (1-9)	2.91	1.10	2.71	1.32	1.58	0.93
	关联认知负荷 (1-9)	6.07	1.36	6.34	1.47	7.82	1.37
学习效果	保持 (0-25)	15.20	4.77	15.73	5.03	20.50	3.71
	迁移 (0-24)	15.13	5.20	15.87	4.93	18.57	4.05

4.1. “多”即是“好”？科学教学视频中 2D 图片与 3D 图片的效果差异分析

在学习体验方面，事前比较结果揭示了 2D 图片与 3D 图片在学习者感知上的显著差异。3D 图片在乐趣[$t(85)=5.136, p<.001$]、意愿[$t(85)=4.757, p<.001$]、理解[$t(85)=3.808, p<.001$]、兴趣[$t(85)=4.445, p<.001$]、有用性[$t(85)=5.036, p<.001$]和动机[$t(85)=5.101, p<.001$]多个子维度均展现出显著优势。进一步分析显示，3D 图片在提升学习乐趣（$MD=1.61, d=1.17$），未来参与此类视频学习的意愿（$MD=1.63, d=1.08$），促进学习材料理解（$MD=0.99, d=0.87$），激发学习兴趣（$MD=1.41, d=1.01$），感知视频有用性（$MD=1.51, d=1.15$）和激发学习动机（$MD=1.66, d=1.16$）方面明显更优。如图 3a 所示。

在认知负荷方面，事前比较结果发现 2D 图片与 3D 图片在内在认知负荷上无显著差异[$t(85)=-1.645, p=.104$]，但在外在认知负荷[$t(85)=-2.623, p=.010$]和关联认知负荷[$t(85)=2.857, p=.005$]上存在显著差异。进一步分析显示，3D 图片比 2D 图片，更能降低学习者的外在认知负荷（$MD=-0.64, d=-0.60$），并提升关联认知负荷（$MD=0.82, d=0.65$），如图 3b 所示。

在学习效果方面，事前比较结果发现 2D 图片与 3D 图片在知识保持[$t(85)=2.384, p=.019$]上存在显著差异，但在知识迁移[$t(85)=1.409, p=.163$]上无显著差异。进一步分析显示，3D 图片比 2D 图片，能够帮助学习者识记视频中的关键知识点（$MD=2.06, d=0.54$），如图 3c 所示。

4.2. “动”优于“静”？科学教学视频中静态 3D 图片与动态 3D 图片的效果差异分析

在学习体验方面，事前比较结果揭示了静态 3D 与动态 3D 图片在学习者感知上的显著差异。动态 3D 图片在乐趣[$t(85)=4.343, p<.001$]、意愿[$t(85)=3.935, p<.001$]、理解[$t(85)=3.080, p=.003$]、兴趣[$t(85)=4.032, p<.001$]、有用性[$t(85)=4.261, p<.001$]和动机[$t(85)=3.429, p<.001$]

多个子维度均展现出了显著优势。进一步分析显示，与静态 3D 图片相比，动态 3D 图片对学习者在提升学习乐趣（*MD*=1.63, *d*=1.18），未来参与此类视频学习的意愿（*MD*=1.61, *d*=1.07），促进学习材料理解（*MD*=0.95, *d*=0.83），激发学习兴趣（*MD*=1.52, *d*=1.09），感知视频有用性（*MD*=1.52, *d*=1.15）和激发学习动机（*MD*=1.34, *d*=0.93）方面明显更优。如图 3a 所示。

在认知负荷方面，事前比较结果发现静态 3D 与动态 3D 图片在内在认知负荷 [$t(85)=-2.071$, $p=.041$]、外在认知负荷[$t(85)=-3.515$, $p<.001$]和关联认知负荷[$t(85)=2.943$, $p=.004$]上均存在显著差异。进一步分析显示，科学教学视频中的动态 3D 图片相较于静态 3D 图片，有助于降低学习者的内在认知负荷（*MD*=−0.57, *d*=−0.56）和外在认知负荷（*MD*=−1.03, *d*=−0.95），提升关联认知负荷（*MD*=1.01, *d*=0.80），如图 3b 所示。

在学习效果方面，事前比较结果发现不同图片表现形式在知识保持[$t(85)=2.976$, $p=.004$]上存在显著差异，在知识迁移[$t(85)=0.501$, $p=.618$]上无显著差异。进一步分析显示，动态 3D 图片协助学习者识记教学视频中的关键知识点效果更优（*MD*=3.08, *d*=0.81），如图 3c 所示。

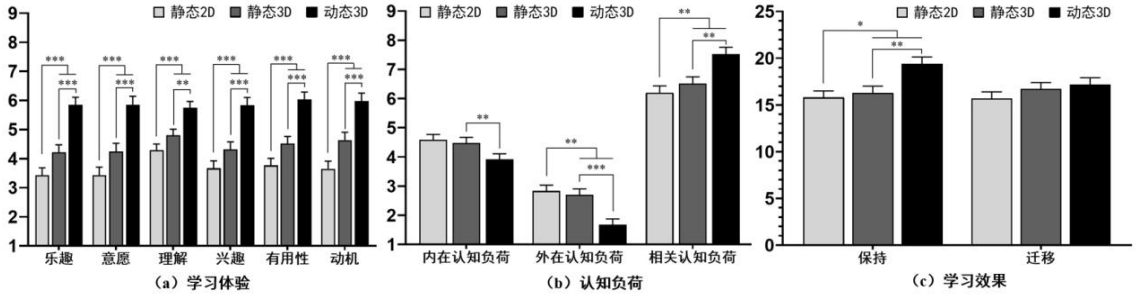


图 3 不同事前比较在（a）学习体验、（b）认知负荷以及（c）学习效果方面的差异性分析。各因变量均采用边际均值表示。*$p<.05$,**$p<.01$，***$p<.001$

4.3. 何以有效？认知负荷视角下不同图片表征方式的影响作用路径探索

本研究在 SPSS 27 中构建多个平行中介效应模型（Model 4），将不同表征图片作为自变量、先验知识和空间能力作为控制变量、认知负荷三个子维度作为中介变量以及保持成绩或迁移成绩作为因变量。首先，我们对比 2D 与 3D 图片如何通过不同认知负荷机制影响学习者的知识保持和迁移。平行中介效应模型分析结果发现，关联认知负荷完全中介了 2D/3D 图片对保持成绩（如图 4a）和迁移成绩（如图 4b）的影响。相比于 2D 图片，3D 图片有助于提升学习者的关联认知负荷，进而促进其知识保持（$a_3*b_3=1.092$，95%CI[0.233，2.266]）和迁移（$a_3*b_3=0.756$，95%CI[0.068，1.882]）。随后，我们对比静态 3D 图片与动态 3D 图片如何通过不同认知负荷机制影响学习者的知识保持和迁移。结果显示，关联认知负荷完全中介了静态 3D/动态 3D 图片对保持成绩（如图 4c）的影响。也就是说，相比于静态 3D 图片，动态 3D 图片有助于提升学习者的关联认知负荷，进而提高学习者的保持成绩（$a_3*b_3=1.205$，95%CI[0.155，2.557]）。然而，我们并未在知识迁移方面发现任何显著的认知负荷中介效应。

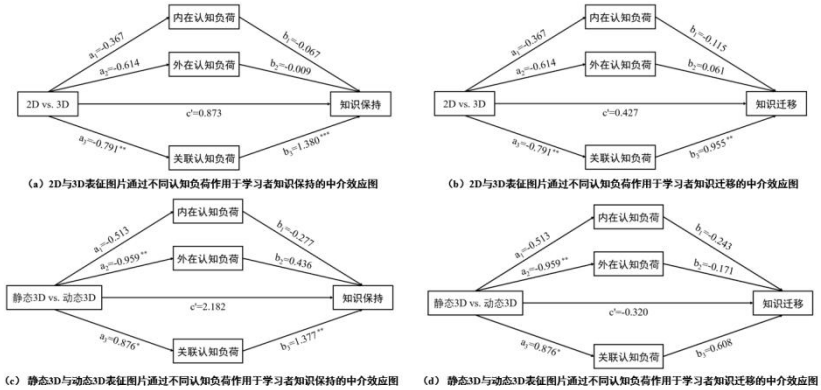


图 4 不同图片表征方式通过认知负荷作用于学习者知识保持与迁移的中介效应检验路径系数图。为简化模型，未标注控制变量的具体路径系数。*$p<.05$,**$p<.01$，***$p<.001$

5. 讨论与总结

对于 RQ1，科学教学视频中 2D 图片与 3D 图片对学习者学习体验（乐趣、意愿、理解、兴趣、有用性、动机）、认知负荷（外在认知负荷、关联认知负荷）与知识保持均产生了显著的影响差异。此发现与先前研究吻合，强调了 3D 图片在呈现物体结构和变化的优势，进而提升了学习者的学习效果(Wu et al., 2013)。值得注意的是，一是内在认知负荷在两者间无显著差异，可能意味着两者在复杂度上相对一致。二是迁移测试在两者间无显著差异，可能是因为本研究所采用学习材料侧重于陈述性知识，而程序性知识在教学视频中占比相对较低。

对于 RQ2，事前比较结果发现，与静态 3D 图片相比，动态 3D 图片不仅优化了学习者的学习体验，而且在认知负荷三个子维度和知识保持方面均表现更优。以往的实证研究也同样揭示了动态呈现在优化学习者感知认知负荷的积极作用(Yang et al., 2018)。通常来说，学习者在对不同图片表征方式进行认知加工时，需要识别分离出特定结构，观察理解其二维形态特征，重建完整的三维结构，明确空间关系（如方位等），并将动态行为置于具体情境中进行重新评估和理解。从学习者认知加工过程上来看，增加空间维度和动态性本质上减少了学习者心理表征转化过程，从而优化其学习体验和学习效果。

对于 RQ3，中介效应模型结果表明，呈现维度与表现形式均通过增加关联认知负荷来影响学习者的知识保持或迁移。此发现支持了多媒体学习认知理论，强调了视听双通道在学习过程中的协同效应(Mayer et al., 2022)。换言之，尽管图片表征方式依靠其潜在的特性和优势改变了学习材料的内在属性，并在理论上会通过影响学习者的内在认知负荷或外在认知负荷作用于学习效果，但是图片并不在教学视频中独立存在，其核心作用在于如何与语词相结合，共同促进学习者对科学知识的理解。此外，中介效应模型结果中有两点值得关注和讨论。一是表现形式并未通过关联认知负荷作用于学习者知识迁移，这可能是由于前文所提到的本研究所采用学习材料更加关注陈述性知识，程序性知识在教学视频中占较少。二是动态呈现虽能有效缓解学习者的外在认知负荷，但并未最终作用于学习效果。先前研究虽同样发现了表现形式同时在外在认知负荷和学习效果上的显著差异(Yang et al., 2018)，但本研究在此基础之上进一步澄清了因果关系并揭示其作用路径。

本研究基于多媒体学习认知理论与认知负荷理论，深入探究了科学教学视频中图片的表征方式（呈现维度和表现形式）如何对学习者的学习体验、认知负荷及学习效果产生具体影响，同时，进一步揭示了图片表征方式对知识保持和迁移的作用机制。研究发现：首先，2D 到 3D 的维度拓展，以及静态到动态的表现形式转变，均能显著增强学习体验、优化认知负荷和促进知识保持。其次，科学教学视频中图片的呈现维度与表现形式均通过调节关联认知负荷进而影响学习效果。这些发现为优化科学教学视频设计提供了实证依据，也为学习者在选择视频资源时提供了参考。然而，本研究仍存在以下局限。首先，本研究主要依赖于主观认知负荷量表，缺乏更客观的指标佐证。其次，实验背景局限于在线学习中教学视频场景。最后，本研究中的科学教学视频内容侧重于陈述性知识，被试群体均为大学生，一定程度影响了研究结果的普适性和可推广性。因此，未来的研究可以引入眼动追踪技术、探索比较其他媒介且利用国家智慧教育公共服务平台、小雅平台进一步拓展实验数据集，探索不同调节变量解释实验结论的异质性程度，从而提出更具针对性和普适性的教学实践建议。

参考文献

刘睿,刁永锋,徐翔,杨海茹 & 黄冠.(2020).立体 3D、2D 视频对大学生学习效果的影响.**现代教育技术(10)**,49-56.

杨九民,刘彩霞,陈楼琪 & 皮忠玲.(2023).教学视频中的描述性手势何以有效——手势学习策略及学习者空间能力的影响.**现代远程教育研究(04)**,92-101.

Dan, A., & Reiner, M. (2017b). Reduced mental load in learning a motor visual task with virtual 3D method. *Journal of computer assisted learning*, *34*(1), 84-93.

Hsu, C. Y., Liu, T. C., Lin, Y. C., Hsu, C.-Y., & Paas, F. (2023). Learning from different multimedia representation formats: effects of prior knowledge. *Journal of Research on Technology in Education*, 1-15.

Klepsch, M., Schmitz, F., & Seufert, T. (2017). Development and validation of two instruments measuring intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Frontiers in psychology*, *8*.

Lowe, R., & Ploetzner, R. (2017). *Learning from dynamic visualization.* Springer.

Mayer, R. E., & Fiorella, L. (2022). *The Cambridge handbook of multimedia learning*.

Noetel, M., Griffith, S., Delaney, O., Sanders, T., Parker, P., del Pozo Cruz, B., & Lonsdale, C. (2021). Video improves learning in higher education: A systematic review. *Review of educational research*, *91*(2), 204-236.

Ploetzner, R., Berney, S., & Bétrancourt, M. (2021). When learning from animations is more successful than learning from static pictures: learning the specifics of change. *Instructional Science*, *49*(4), 497-514.

Schad, D. J., Vasishth, S., Hohenstein, S., & Kliegl, R. (2020). How to capitalize on a priori contrasts in linear (mixed) models: A tutorial. *Journal of memory and language*, *110*, 104038.

Stull, A. T., & Hegarty, M. (2016). Model manipulation and learning: Fostering representational competence with virtual and concrete models. *Journal of Educational Psychology*, *108*(4), 509.

Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational psychology review*, *31*(2), 261-292.

Tindall-Ford, S., Agostinho, S., & Sweller, J. (2020). *Advances in cognitive load theory*. London: Routledge.

Yang, C., Jen, C. H., Chang, C. Y., & TK Yeh. (2018). Comparison of animation and static-picture based instruction: Effects on performance and cognitive load for learning genetics. *Journal of Educational Technology & Society*, *21*(4), 1-11.

教师学习如何影响初中学生学习动机与学习习惯的实证研究-来自中国温州的一项研究

An Empirical Study of How Teacher Learning Affects Middle School Students' Learning Motivation and Learning Habit-A Study from Wenzhou, China

严俊杰[1]，刘静[2]，杨刚[2*]，骆潇楠[3]，邓丹婷[3]
温州大学教育学院
*hnyg7906@163.com

【摘要】教师学习与学生成长密切相关，但现有研究对教师学习如何通过专业发展、工作状态及学习任务设计影响学生学习动机和习惯的机制，缺乏简明且有力的证据。本研究以中国浙江温州某区域 23 所初中为对象，发放 900 份问卷，回收有效问卷 895 份，运用偏最小二乘结构方程建模方法分析。结果显示，“教师学习”对教师专业发展、工作状态和学习任务设计有直接影响，且通过这些因素间接影响学生的学习动机和习惯。研究建议教育行政机构加强对教师专业发展和学习的支持，以提升学生学习效果。

【关键词】 教师学习；教师专业发展；教师工作状态；学习动机；学习习惯

Abstract: *Teacher learning and student growth are closely linked. This study surveyed 23 middle schools in Wenzhou, China, collecting 895 valid questionnaires. Using PLS-SEM analysis, it found that teacher learning significantly impacts teacher professional development, work status, and learning task design. These factors, in turn, positively influence student learning motivation and habits. The study calls for stronger administrative support for teacher learning to enhance student outcomes.*

Keywords: Teacher Leaning**,** Teacher professional development**,** Teachers' working status**,** Learning motivation**,** Learning habits

1. 引言

教师专业发展是提升教学质量和学生成果的关键因素（Darling-Hammond et al., 2017）。在快速发展的教育环境中，教师需不断更新知识和技能，以满足学生多样化的需求（Avalos, 2011）。尽管教师学习的重要性被广泛认可，但如何有效促进教师学习并改善学生成果仍存在诸多未解问题，尤其是在有限的教育资源下，如何实现教师与学生双赢仍需深入探讨（Borko, 2004）。近年来，学术界对教师学习的研究逐渐增多，指出教师学习是专业成长的核心，能通过影响教学信心和课堂互动质量，间接提升学生的学习动机和参与度（Desimone, 2009）。然而，现有研究仍存在不足：多集中于教师学习的直接作用，忽视其间接路径；多基于欧美教育体系，对其他文化背景下教师学习研究较少；在方法论上存在样本量有限或变量间复杂关系未被充分揭示等问题。针对这些问题，本研究旨在探讨教师学习如何通过教师专业发展、工作状态和学习任务设计影响学生的学习动机和学习习惯。研究采用偏最小二乘结构方程建模（PLS-SEM）方法，适用于分析复杂路径关系，同时处理多个中介变量，并引入班主任身份和教师职称作为调节变量，以更全面地揭示教师学习的作用机制。本研究的核心问题包括：（1）教师学习对教师专业发展、教师工作状态和教师对学习任务设计的影响机制；（2）教师学习通过何种路径影响学生学习动机；（3）教师学习如何通过学习任务设计间接促进学生学习习惯的形成。

2. 文献综述与假设设立

2.1. 直接影响

教师学习是指教师通过参与专业发展活动和反思实践，更新知识、技能与教学策略的过程（Vescio et al., 2008）。

教师专业发展是指教师在职业生涯中持续学习和提升的活动，包括培训、研讨会、课程改革等（Guskey, 2002）。教师学习在教师专业发展中起关键作用，与教师专业发展存在直接且显著的关系。例如，Desimone（2009）指出，教师参与深度学习活动能够直接改善其教学实践，并推动其专业成长。Yoon et al.（2007）的研究表明，教师的持续学习显著提升了教师的教学信心和课堂效果。因此，提出假设 H1a：教师学习对教师专业发展有直接且显著的影响。

教师工作状态是指教师在工作中表现出的精力充沛、投入和积极的工作态度（Schaufeli et al., 2002）。这种状态与教师的工作绩效、工作满意度以及职业倦怠水平密切相关。研究表明，教师学习对教师工作状态有实质性影响。例如，Day and Gu（2010）发现，教师通过反思性学习和持续的职业培训，能够提升教学效率并激发创造性。Richter et al.（2013）指出，教师参与学习活动能够增强工作投入感，减少职业倦怠的风险。因此，提出假设 H2a：教师学习对教师工作状态有直接且显著的影响。

学习任务设计是指教师根据学习目标、学习者特征和情境需求，设计出能够有效促进学习的任务和活动（Anderson et al., 2001）。研究表明，教师学习在教师对学习任务的设计上起着至关重要的作用。Huang（2016）认为，教师通过实践反思和参与教学活动，不断调整和改进自己的学习任务设计方法。Penuel et al.（2010）的研究表明，教师在学习任务设计中的决策通常受到其自身专业学习的影响。因此，提出假设 H3a：教师学习对教师学习任务的设计有直接且显著的影响。

2.2. 间接影响

学习动机“是指引发、指导和维持学生学习行为的内在过程”（Schunk et al., 2023）。学习习惯“是指学生在学习过程中形成的稳定的行为模式和策略，这些习惯影响着他们的学习效率和学业成就”（Schunk et al., 2023）。

研究表明，教师的专业发展与学生的学习动机呈正相关。Penuel 等人（2010）发现，教师的专业发展程度与学生课堂参与度和学习动机显著相关。接受过专业发展培训的教师更可能采用以学生为中心的教学方法，鼓励自主学习，增强学生内在动机；同时，教师的专业发展还能提高他们对学生需求的敏感性，促进课堂管理技能的提升，创造有利于学生积极参与的学习环境，进一步增强学生的学习动机和学业成就。因此，提出假设 H1b：教师专业发展对学生的学习动机有直接且显著的影响；H1：教师学习通过提升教师专业发展间接对学生的学习动机产生积极影响。

教师的工作状态，包括职业倦怠、工作满意度和情感投入，也直接影响学生的学习动机。Frenzel 等人（2009）发现，教师的情绪与学生的情绪和动机显著关联，教师积极情绪能提升学生学习动机，而职业倦怠则可能降低学生的学习兴趣和参与度。因此，提出假设 H2b：教师工作状态对学生的学习动机有直接且显著的影响；H2：教师学习通过改善教师的工作状态间接对学生的学习动机产生积极影响。

教师通过有效设计学习任务，能够激发学生兴趣，提升其内在动机和参与感。Guskey（2002）指出，教师的专业学习有助于他们设计适合学生的学习任务，进而提升学生的学习动机。因此，提出假设 H3b：教师学习任务的设计对学生的学习动机有直接且显著的影响；H3：教师学习通过影响教师对学习任务的设计间接对学生的学习动机产生积极影响。

在学习习惯方面，教师设计学习任务时对学生学习习惯的培养起关键作用。Penuel 等人（2010）认为，教师在专业发展过程中学习设计有效学习任务，有助于学生形成积极学习习惯；结合学生兴趣和实际生活情境设计任务，能增强学习动机，巩固良好学习习惯。Huang（2016）研究表明，情境化学习任务设计可提高学生参与度和学习效果。因此，提出假设 H3c：

教师学习任务的设计对学生的学习习惯有直接且显著的影响；H4：教师学习通过影响教师对学习任务的设计间接对学生的学习习惯产生积极影响。

2.3. 调节效应

在中国教育领域中，教师身份（班主任与非班主任）会对学生支持的时间有所差异。教师职称的差异也反映了教师专业发展水平的不同。这些因素都可能会对学生学习产生不同影响，因此我们选择在模型中使用这两个调节变量。

2.4. 本节小结

基于上述假设，本研究模型如图 1 所示，其中包括 1 个预测变量，3 个中介变量，2 个因变量以及 2 个调节变量。

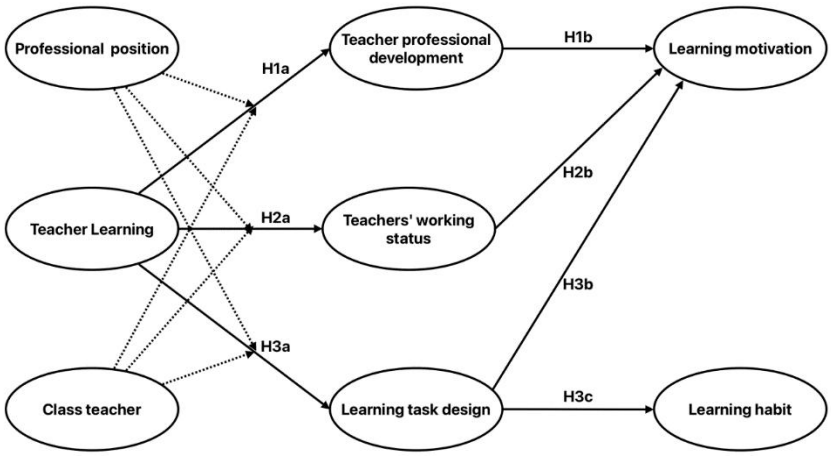


图 1.假设模型

3. 方法

3.1. 样本选取与数据收集

在样本选取数量上，有研究者建议样本量与指标的比例至少为 5:1 或 10:1，也有研究人员建议样本量至少为 100-200 个观测值(Kock, 2018).对于本研究而言，由于使用的指标有 27 个，因此至少需要 270 个观测值的重要样本量。

调查问卷于 2024 年通过问卷星发放，在中国浙江省温州市调查了 23 所中学，调查对象由教师和所教学的学生构成。共收集到 895 份有效回复，回复率为 94.91%。

3.2. 测量工具

测量工具采用五分李克特量表，不同变量为受访者提供不同的选项，为了使每个选项的模型估计标准化并且符合五分李克特量表，我们分别为不同选项建立从 1 到 5 的数字度量表。我们共使用了 27 个项目。

其中“教师学习(Teacher Leaning)”包含 7 个项目，改编自 Desimone(2009)的研究，回答选项和其相应定义如下：从“总是”到“从不”为 5 到 1。因子载荷在 0.756-0.876 之间，均值在 0.155-0.189 之间，标准差在 0.005-0.007 之间。

“教师专业发展(Teacher professional development)”包含 6 个项目，改编自 Guskey(2002)的研究，回答选项和其相应定义如下：从“完全不需要”到“高程度需要”为 1 到 5。因子载荷在 0.765-0.884 之间，均值在 0.147-0.237 之间，标准差在 0.010-0.015 之间。

“教师工作状态(Teachers' working status)”包含 5 个项目，改编自 Day et al.(2007)的研究，回答选项和其相应定义如下：从“总是如此”到“从不如此”为 5 到 1。因子载荷在 0.735-0.828 之间，均值在 0.223-0.269 之间，标准差在 0.012-0.014 之间。

“学习任务设计(Learning task design)”包含 3 个项目，改编自 Anderson & Krathwohl（2001）的研究，回答选项和其相应定义如下：从“总是”到“从不”为 5 到 1。因子载荷在 0.777-0.814 之间，均值在 0.391-0.455 之间，标准差在 0.017-0.018 之间。

“学习动机(Learning motivation)”包含 3 个项目，改编自 Pintrich et al.(1991)的研究；“学习习惯(Learning habit)”包含 3 个项目，改编自 Zimmerman(2002)的研究；回答选项和其相应定义如下：从“非常符合”到“非常不符合”为 5 到 1。学习动机的因子载荷在 0.747-0.930 之间,均值在 0.351-0.412 之间,标准差在 0.011-0.019 之间;学习习惯的因子载荷在 0.775-0.821 之间，均值在 0.400-0.427 之间，标准差在 0.030-0.035 之间。

我们对 36 名初中生（18 名女生和 18 名男生）进行了试点研究，以检验其有效性。每个构念都符合信度和效度标准，辨别效度也得到了确认(Fornell & Larcker, 1981; Hair et al., 2013)。

3.3. 数据分析

本研究采用 PLS-SEM 方法进行数据分析，使用 SmartPLS 4 软件中的 PLS-SEM 算法和加权路径方案，使用 bootstrapping 来确定 PLS-SEM 结果的统计意义。

4. 结果

4.1. 问卷信效度分析

综合信度(Hair et al., 2022)、基于 Dijkstra 的信度系数ρA、平均方差提取（AVE）(Sarstedt et al., 2022)、Cronbach’s alpha 均符合质量标准。具体见表 1

表 1.信效度系数

	Cronbach’s alpha	Reliability coefficient	Composite reliability	AVE
Learning habit	0.728	0.729	0.847	0.648
Learning motivation	0.830	0.841	0.900	0.753
Learning task design	0.711	0.715	0.838	0.633
Teacher Leaning	0.923	0.927	0.938	0.684
Teacher professional development	0.921	0.932	0.938	0.717
Teachers' working status	0.846	0.849	0.891	0.620

4.2. 结构模型路径系数的显著性检验和假设确认

评估判定系数（R2），以确定每个构造和整体模型的解释力(Hair et al., 2011)。分析结果表明，“教师学习”对“学习任务设计”的标准化回归系数最高，其系数为 0.620，其次是“教师工作状态”（0.465）和“教师专业发展”（0.195）。“学习动机”的最强预测因子是“学习任务设计”，其系数为 0.253，其次是“教师工作状态”（0.219）和“教师专业发展”（0.217）。因此表明,“教师学习”通过影响“学习任务设计”间接对学生的“学习动机”产生的影响最大。同样,“学习任务设计”对“学习习惯”的标准化回归系数为 0.332，表明“教师学习”通过影响“学习任务设计”间接对学生的“学习习惯”也能产生巨大影响。具体见表 2。

表 2.路径系数和显著性检验结果

Hypothesis	Path	Coefficient	*P* values	f^2	Confirmed
H1	TL"TPD"LM	.042	.001	/	Yes
H2	TL"TWS"LM	.102	.000	/	Yes
H3	TL"LTD"LM	.157	.000	/	Yes

H4	TL"LTD"LH	.206	.000	/	Yes

Note: LH: Learning habit; LM: Learning motivation; LTD: Learning task design; TL: Teacher Leaning; TPD: Teacher professional development; TWS: Teachers' working status.

我们在模型中加入了 "班主任身份"和 "教师职称"的调节关系，并对其进行了先验假设和具体检验。结果显示，这两个调节变量均未对预测变量和因变量之间以及假设之间的关系产生显著影响。

5. 讨论

本研究结果表明，“教师学习”对“教师专业发展”有直接且显著的影响。这一结论与 Huang 等人（2020）的研究一致，证实了教师学习过程，包括正式专业发展活动和非正式实践学习，能为教师提供必要知识与技能，提升教学实践效果，促进学生学习成果提升。同时，教师学习还促进了教育领域的领导力发展，使教师在不同实践领域中通过不断学习和反思，能更好地发挥领导作用，推动教育改革和教学质量改善（Cheung 等人，2021）。

研究发现，“教师学习”对“教师工作状态”有直接且显著的影响，这与以往研究结果一致。Desimone 和 Garet（2015）指出，有效的专业发展不仅能提供新技能和知识，还能增强教师的专业能力感和信心，改善教学实践，进而积极影响教师对工作环境的感知。Opfer 和 Pedder（2011）将教师专业学习视为动态多维过程，与教师态度和实践密切相关，参与有意义学习体验的教师更可能发展创新教学方法，体验更高工作满意度和职业承诺。Vangrieken 等人（2017）的系统综述表明，协作学习环境能显著增强教师积极性和归属感，参与专业社区能丰富教学能力，缓解孤立感和职业倦怠，改善整体工作状态。

本研究还发现，“教师学习”对“学习任务设计”有直接且显著的影响，与现有研究一致。Darling-Hammond 等人（2017）指出，有效的教师专业发展能提供深入学科知识与教学策略，提高教师设计学习任务的能力，而专业发展的持续性和高质量直接影响任务设计效果（Desimone & Garet, 2015）。Borko（2004）强调，专业发展活动为教师提供反思与合作平台，使其能批判性审视教学实践，设计更符合学生需求的任务，优化学习任务内容与形式。

研究表明，“教师专业发展”对“学习动机”有直接且显著的影响。尽管“教师学习”对“学习动机”的直接影响未在本研究中直接体现，但通过提升教师专业能力和教学水平，其对“学习动机”的积极作用得到了间接验证。Avalos（2011）指出，教师专业能力提升能改善课堂表现，并通过教学行为激励学生。Desimone（2009）强调，教师专业发展成效与教师学习深度和持续性密切相关，教师学习帮助更新教学内容和方法，提高课堂互动质量，激发学生兴趣和学习动机。Tschannen-Moran 和 Hoy（2001）研究表明，教师学习提升自我效能感，进而改善教学行为，影响学生学习动机。Hattie 和 Timperley（2007）指出，教师学习改善反馈质量和课堂互动，间接增强学生学习动机。

研究发现，“教师工作状态”对“学习动机”有直接且显著的影响，且“教师学习”通过改善教师工作状态，间接促进学生学习动机。Guo 等人（2019）发现，教师工作满意度与学生学习动机正相关，教师学习提升工作满意度，减少职业倦怠，增强对学生的支持，激发学生学习兴趣和动机。Schaufeli 和 Bakker（2004）提出，教师职业倦怠与教学质量和学生学习动机负相关，教师学习能减轻职业倦怠，恢复工作热情，改善教学质量和学生学习动机。Hargreaves（2003）强调，教师学习提升职业能力和心理适应性，缓解情感压力和工作负担，提高工作状态，增强教学效果和学生学习动机。

研究还发现，“学习任务设计”对“学习动机”有直接且显著的影响，且“教师学习”通过影响学习任务设计，间接促进学生学习动机。教师学习提供新理论和实践工具，使教师能根据学生特点和认知水平调整任务设计，增强任务有效性。Zhao 和 Liu（2020）认为，教师学习提升教学能力和设计学习任务的自信心，设计出符合学生认知发展的任务，激发学习兴趣和自我驱动动机。Lockwood 等人（2019）指出，教学任务设计影响学生对任务的态度和学习动机，教师专业学习帮助理解任务设计重要因素，设计出符合教学目标和学生兴趣的任务。

本研究发现，“学习任务设计”对“学习习惯”有直接且显著的影响，“教师学习”通过影响学习任务设计，间接促进学生学习习惯形成。Borko（2004）认为，教师学习使设计任务关注知识掌握和学生自主学习、自我管理，有助于养成良好学习习惯。教师学习提升教学策略和任务设计能力，提供结构化且具挑战性的任务，增强学生参与感和学习习惯。Hattie（2009）指出，教学任务设计促进学生反思和自我调节，帮助养成有效学习习惯。Schmidt 等人（2017）的研究表明，教师学习促使关注任务设计的长期效果，帮助学生形成坚持的学习习惯和自我管理能力，对学习习惯形成至关重要。

6. 总结

本研究综合分析了教师学习对教师专业发展、教师工作状态、学习任务设计和学生学习动机及习惯的直接和间接影响，提醒教育管理者重视教师学习和专业发展的重要性。本研究样本较为集中，且举例带有区域性，结果可能存在与其他地区不一致的情况。建议未来研究扩展至其他文化背景和教育体系，探讨教师学习的跨文化适用性。此外，可以进一步结合纵向研究设计，揭示教师学习的长期效果。

参考文献

Anderson, C. A., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives* (Abridged Edition). Longman.

Avalos, B. (2011). Teacher professional development in teaching and teacher education over ten years. *Teaching and Teacher Education, 27*(1), 10–20. https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.08.007

Borko, H. (2004). Professional development and teacher learning: Mapping the terrain. *Educational Researcher*, 33(8), 3–15. https://doi.org/10.3102/0013189X033008003

Cheung, C. W., & Lee, W. W. (2021). Teacher professional development and leadership: Connections in reform initiatives. *Teaching and Teacher Education, 105*, 103410. https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103410

Darling-Hammond, L., Hyler, M. E., & Gardner, M. (2017). Effective teacher professional development. Learning Policy Institute. Retrieved from https://learningpolicyinstitute.org/product/effective-teacher-professional-development-report

Day, C., & Gu, Q. (2010). The impact of professional development on teachers' professional knowledge and development: A review of the literature. *Journal of Education, 40*(3), 203-213. https://doi.org/10.1111/j.1467-9752.2010.02322.x

Day, C., Sammons, P., Stobart, G., Kington, A., & Gu, Q. (2007). Teachers matter: Connecting work, lives and effectiveness. *Open University Press.*

Desimone, L. M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher, 38*(3), 181-199. https://doi.org/10.3102/0013189X08331140

Desimone, L. M., & Garet, M. S. (2015). Best practices in teachers' professional development in the United States. *Psychology, Society, & Education*, 7(3), 252–263.

Dijkstra, T. K. (2010). Latent variables and indices: Herman Wold's basic design and partial least squares. In *Handbook of partial least squares* (pp. 23–46). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-32827-8_2

Frenzel, A. C., Goetz, T., Lüdtke, O., Pekrun, R., & Sutton, R. E. (2009). Emotional transmission in the classroom: Exploring the relationship between teacher and student enjoyment. *Journal of Educational Psychology, 101*(3), 705–716. https://doi.org/10.1037/a0014695

Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural model with unobserved variables and measurement errors. *Journal of Marketing Research, 18*(1), 39–50.

Guo, S., Liu, Y., & Zhang, Z. (2019). Teacher work well-being and student motivation: The mediating role of teachers' teaching quality. *Teaching and Teacher Education, 77*, 36-45. https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.09.015

Guskey, T. R. (2002). Professional development and teacher change. *Teachers and Teaching: Theory and Practice, 8*(3), 381-391. https://doi.org/10.1080/135406002100000512

Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2022). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)* (3rd ed.). Sage.

Hair, J. F., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2011). PLS-SEM: Indeed a silver bullet. *Journal of Marketing Theory and Practice, 19*(2), 139–152. https://doi.org/10.2753/MTP1069-6679190202

Hargreaves, A. (2003). Teaching in the knowledge society: Education in the age of insecurity. *Teachers College Press*.

Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research, 77*(1), 81-112. https://doi.org/10.3102/003465430298487

Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.

Huang, R. (2016). Teachers' reflective practices and instructional task design: The role of professional development. *Teaching and Teacher Education, 59*, 263-273. https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.06.002

Huang, T., Yin, H., & Lee, J. C.-K. (2020). Measuring teacher leadership in different domains of practice. *Asia-Pacific Education Researcher, 29*(5), 377–386. https://doi.org/10.1007/s40299-020-00527-9

Kock, N. (2018). Minimum sample size estimation in PLS-SEM: An application in tourism and hospitality research. In *Applying partial least squares in tourism and hospitality research* (pp. 1–16). Emerald Publishing Limited. https://doi.org/10.1108/978-1-78756-699-620181001

Lockwood, D. P., Humphreys, M., & Ketterer, D. (2019). The role of task design in student motivation and achievement: A review of the literature. *Educational Psychology Review, 31*(4), 845-867. https://doi.org/10.1007/s10648-019-09453-6

Opfer, V. D., & Pedder, D. (2011). Conceptualizing teacher professional learning. *Review of Educational Research*, 81(3), 376–407. https://doi.org/10.3102/0034654311413609

Penuel, W. R., Gallagher, D. J., & Sherer, D. (2010). Creating task-based teaching and learning environments: The role of professional development in instructional task design. *Educational Policy, 44*(1), 25-44. https://doi.org/10.3102/0034654310373105

Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., García, T., & McKeachie, W. J. (1991). A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). *National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning.*

Richter, D., Kunter, M., & Klusmann, U. (2013). Professional development and teacher learning in the context of teacher work engagement. *Teaching and Teacher Education, 35*, 49-57. https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.04.007

Ringle, C. M., Wende, S., & Becker, J.-M. (2022). *SmartPLS 4*. SmartPLS GmbH.

Schaufeli, W. B., & Bakker, A. B. (2004). Job demands, job resources, and their relationship with burnout and engagement: A multi-sample study. *Journal of Organizational Behavior, 25*(3), 293-315. https://doi.org/10.1002/job.248

Schaufeli, W. B., Salanova, M., González-Romá, V., & Bakker, A. B. (2002). The measurement of engagement and burnout: A two sample confirmatory factor analytic approach. *Journal of Happiness Studies, 3*(1), 71-92. https://doi.org/10.1023/A:1015630930326

Schmidt, M., Gorman, E., & O'Connell, C. (2017). Teacher learning, task design, and student habits of mind. *Teaching and Teacher Education, 67*, 122-134. https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.06.003

Schunk, D. H., Pintrich, P. R., & Meece, J. L. (2023). Theories of motivation in education: An integrative framework. *Educational Psychology Review*. https://doi.org/10.1007/s10648-023-09767-9

Vangrieken, K., Meredith, C., Packer, T., & Kyndt, E. (2017). Teacher communities as a context for professional development: A systematic review. *Teaching and Teacher Education*, 61, 47–59. https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.10.001

Vescio, V., Ross, D., & Adams, A. (2008). A review of research on the impact of professional learning communities on teaching practice and student learning. *Teaching and Teacher Education, 24*(1), 80-91. https://doi.org/10.1016/j.tate.2007.01.004

Yoon, K. S., Duncan, T., Lee, S. W., Scarloss, B., & Shapley, K. L. (2007). Reviewing the evidence on how teacher professional development affects student achievement. *Issues & Answers. REL 2007-No. 033*. Regional Educational Laboratory Southwest. https://ies.ed.gov/ncee/edlabs

Zhao, Y., & Liu, L. (2020). The impact of teacher learning on classroom task design and student motivation. *Learning and Instruction, 70*, 101203. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2020.101203

Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into Practice, 41*(2), 64–70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2

教师差异化教学专业发展项目的设计策略研究：一项系统性文献综述

Research on Design Strategies for Teacher Professional Development Programs in Differentiated Instruction: A Systematic Literature Review

刘文辉[1*]，刘美凤[2]
[1]江南大学 教育学院教育技术系 无锡 214122
[2]北京师范大学 教育学部教育技术学院 北京 100875
[*] liuwenhui@jiangnan.edu.cn

【摘要】 差异化教学是实现个性化教育变革的重要途径。但教师实施差异化教学需要具备一定的能力。本研究对2000年以来来源于英文核心期刊的相关研究进行了系统性文献综述和内容分析，构建了一个全面的教师差异化教学专业发展项目（PDD）的设计策略框架，包涵五个项目维度、十七个设计策略，能够为我国区域或学校实施教师PDD提供实践启示。
【关键词】 差异化教学；教师专业发展；系统性文献综述；设计策略

Abstract: *Differentiated instruction is essential for achieving personalized education reform, yet teachers need specific competencies to effectively implement this approach. This study conducted a systematic literature review and content analysis of research published in core English-language journals since 2000, developing a comprehensive framework of design strategies for professional development projects aimed at teachers' differentiated instruction. The framework comprises five dimensions and seventeen strategies, providing practical guidance for designing and implementing teacher professional development programs in differentiated instruction.*
Keywords: Differentiated Instruction; Teacher Professional Development; Systematic Literature Review; Design Strategies

1. 问题提出

差异化教学提出当教师有效解决学生准备水平、兴趣和学习偏好等差异时，学生能够最大限度地发挥自己的学习潜力(Tomlinson, 2005)。然而，很多教师面临差异化教学理解与实践上的困难(Gaitas, et al., 2017)。如何设计差异化教学专业发展项目（PDD）帮助教师发展差异化教学能力是当前存在的一个实践挑战(Valiandes, et al., 2018)。我国PDD相关研究还较为缺乏，多数研究为差异化教学的策略、模式以及实践调查。而国外相关研究丰富，通过对国外文献的系统性文献综述，能够建立对PDD项目设计策略的全面认识，为我国教育实践者和研究者提供启示。

2. 研究设计

2.1. 研究问题与方法

本研究采用系统性文献综述法（Systematic Literature Review）和内容分析方法对国外核心期刊的教师差异化教学专业发展文献进行分析。研究问题是：

文献中的PDD项目包含哪些设计要素？这些要素的设计特征是什么？

2.2. 文献检索与筛选

研究关注2000年以来的文献，因为自2000以来，差异化教学开始关注教师专业发展(Parsons, et al., 2018)。以“Differentiated instruction”、“Differentiation”和“Teachers professional learning”、“Teachers learning”、“Teachers professional development”等为关键词，在Web

of science 核心、ERIC 等数据库中进行主题精确检索。研究制定了具体的筛选标准：是否为实证研究；是否全文可获取；是否为同行评议的期刊文献；是否超过 3 页；是否为英文；是否属于差异化教学的相关领域；是否涉及到教师专业发展的设计、实施与评价等方面；研究对象是否针对 K-12 阶段的在职教师。通过图 1 所示筛选过程，确定 33 篇样本文献。

在期刊来源方面，33 篇文献发表在 27 种教学与教师相关的期刊上，其中《Teaching and Teacher Education》发表了 3 篇，数量最多。文献研究地域与研究对象的统计结果如图 1 所示，以欧洲和美洲为主，分别有 16 篇和 13 篇。研究对象所在学段主要为小学（15 篇）、中学（12 篇）。研究卷入的教师数量以小规模为主，12 篇研究的教师数量在 10 以内。研究学科，除了混合学科（12 篇），阅读与语言类的关注较多（10 篇），其次是数学等（7 篇）。

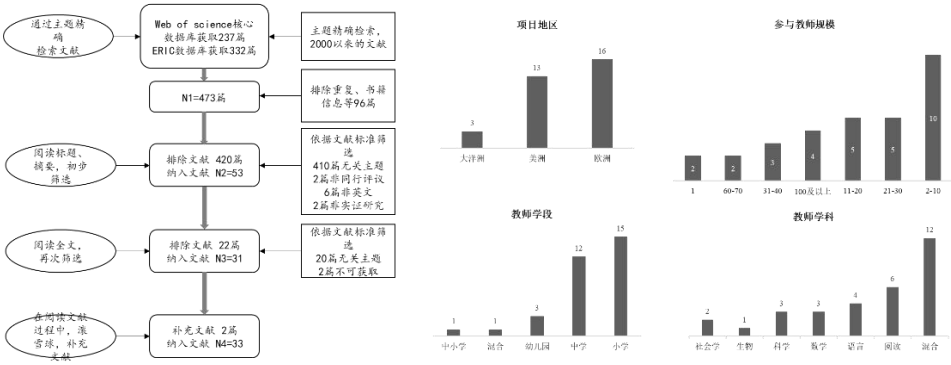


图 1 PRISMA 流程图及筛选文献研究地域与对象情况

3. 研究结果

通过如**表 1。**所示分析过程：（1）全文阅读文献，获取项目相关的关键信息，并为关键信息贴标签；（2）将标签进行归类，形成设计策略类属；（3）分析设计策略之间的逻辑关系，形成关键设计维度。研究发现 PDD 项目的 5 个维度及 17 个设计策略。

表 1 项目设计维度与设计特征编码示例

设计要素	设计策略	内容编码（文献数）
环境构建	工作场所中的学习	支持教师在工作场所中进行学习（21）
	混合学习环境	面对面培训+远程辅导+在线学习平台（2）；面对面培训与研讨+在线学习平台（3）
	专业学习共同体	研究者与教师的合作（8）；教师之间的协作共享（5）；管理者参与支持（2）
内容设计	目标多维性	态度、知识、技能（7）；知识、技能（19）
	学科性	特定学科（16）、通用领域（13）
	结构化程度	规定性（15）、生成性（6）、规定性与生成性兼顾（8）
	情境性	适应学校环境（3）、适应教师需求（5）
……	……	……

3.1. 环境构建策略

其一，嵌入工作场所中的学习。大多数 PDD 项目发生在学校环境中，支持教师在工作场所中进行长期的学习与探索，具体的形式包括外部专家入校；基于教师的工作环节设计与提供相关支持资源等(Saclarides, et al., 2023)。

其二，构建混合学习环境。一些研究构建了 PDD 项目实施的混合学习环境，采用丰富的线上学习方式，如在线社区、网络研讨，为教师提供了随时随地的支持，增加了专业发展项目的便利性 (如 Varghese, et al., 2021)。

其三，发展专业学习共同体。研究提出 PDD 项目需要多方利益相关者共同参与、合作、支持，发展形成专业学习共同体，包括研究者与教师之间的合作；教师之间的协作、共享；以及多层次管理者的支持。

3.2. 内容设计策略

其一，多维性的目标构建。PDD 项目目标应该包括态度、知识、技能等多维度。比如，一项澳大利亚的差异化教学教师专业发展项目目标包括：建立共同的语言和愿景，改变教师态度；提供针对性的内容支持，提高教师对差异化的理解；提供学习策略、持续性评估等具体技能的指导等(Sharp, et al., 2020)。

其二，学科性的内容设计。针对特定学科定制的 PDD 项目能够将差异化教学理论融入具体的学科教学方法和材料中，增加了具体性和可操作性。比如阅读差异化评估与学习材料(Peters, et al., 2022)。

其三，灵活的结构化程度。一些项目综合考虑了内容的规定性和生成性，在提供所需理论与方法的基础上，让教师通过反思性研究过程进行开放探索(Smets, et al., 2022)。

其四，情境性的项目方案。差异化教学方案并不能直接从一种情境转换到另一种情境，而需根据特定学校和教师的实际情况进行调整和适配。

3.3. 发展路径策略

其一，嵌入实践的学习与反思。PDD 项目强调将学习嵌入教师日常实践。多数研究采用了课堂观摩与课后教研等实践学习活动。同时，课程研究及行动研究等结构化方法也是 PDD 项目青睐的学习路径(如 Smets, et al., 2022)。

其二，教师为主导的探究过程。研究提出专业发展过程应该以教师为主导，教师掌握自主权，基于自身的需求与意愿进行学习与实践。教师的自主权体现在内容与过程的决策上，教师自主决策能够激发他们行动的动机(Smets, et al., 2020)。

其三，分阶段规划专业发展目标。教师难以一次性改变实践，多数研究将差异化教学专业发展项目分阶段、循序渐进地进行，每个阶段都有不同的目标，不断增加复杂性。

其四，长期持续性的项目规划。时间跨度和持续支持是有效专业发展的促进者。多数 PDD 项目周期持续一年及以上，部分项目的周期持续 2-3 年(Bratsch-Hines, et al., 2020)。

3.4. 过程支持策略

其一，培训与研讨是学习支持的必要环节。在 PDD 项目过程中，多数研究通过培训和工作坊帮助教师理解差异化教学理论，获得相关知识、技能(如 Peters, et al., 2022)。

其二，建模与示范指建立差异化教学的设计或实施模式，开发相关工具，并为教师演示方法是如何在课堂中使用的，减少理论的抽象性。通过建模与示范，教师能够将理论与实践建立连接，克服实践应用的障碍。

其三，教师在 DI 实践中会遇到高度情景化的问题，需要**个性化的辅导和支持**。在研究中，促进者一般定期（每两周或每月一次）针对教师需求提供辅导和建议，并对教师的课堂教学和课后教研提供现场个性化支持(如 Saclarides, et al., 2023)。

其四，为了支持教师持续进行专业发展，学校需要在结构、文化、政策和制度等多个层面进行**整体变革**。比如，将有关差异化教学的教研工作固定化、将差异化教学纳入教师评价等(Sharp, et al., 2020)。

3.5. 项目评估策略

其一，评估关注了教师内在的心理与外显的行为的变化。心理层面指教师对专业发展内容与过程的心理感知；行为层面指评估教师在实际教学中是否采用了差异化教学策略 。

其二，评估也关注项目对学生学习过程与结果产生的影响。在研究中，这方面的评估不仅关注学生学习效果的变化，也涵盖了学生在学习过程中的体验。

4. 研究展望

研究提出的策略框架能够为我国的 PDD 项目实践提供参考。未来研究需更深入地理解差异化教学的复杂性，详细分析教师学习与实践的过程，关注技术支持在教师差异化教学中的作用，特别是大数据和人工智能如何帮助教师更高效地实施差异化教学。

参考文献

Bratsch-Hines, M., Vernon-Feagans, L., Pedonti, S., & Varghese, C., 2020. Differential Effects of the Targeted Reading Intervention for Students With Low Phonological Awareness and/or Vocabulary[J]. LEARNING DISABILITY QUARTERLY, 43(4): 214–226.

Gaitas, S., & Martins, M. A., 2017. Teacher perceived difficulty in implementing differentiated instructional strategies in primary school[J]. INTERNATIONAL JOURNAL OF INCLUSIVE EDUCATION, 21(5): 544–556.

Peters, M. T., Hebbecker, K., & Souvignier, E., 2022. Effects of Providing Teachers With Tools for Implementing Assessment-Based Differentiated Reading Instruction in Second Grade[J]. ASSESSMENT FOR EFFECTIVE INTERVENTION, 47(3): 157–169.

Saclarides, E. S., & Harbour, K. E., 2023. A case of one-on-one coaching to differentiate mathematics instruction[J]. Professional Development in Education, 49(1): 45–68.

Sharp, K., Jarvis, J. M., & McMillan, J. M., 2020. Leadership for differentiated instruction: Teachers' engagement with on-site professional learning at an Australian secondary school[J]. International Journal of Inclusive Education, 24(8): 901–920.

Smets, W., De Neve, D., & Struyven, K., 2022. Responding to students' learning needs: How secondary education teachers learn to implement differentiated instruction[J]. EDUCATIONAL ACTION RESEARCH, 30(2): 243–260.

Smets, W., & Struyven, K., 2020. A teachers' professional development programme to implement differentiated instruction in secondary education: How far do teachers reach[J]? COGENT EDUCATION, 7(1).

Tomlinson, C. A., 2005. Grading and Differentiation: Paradox or Good Practice[J]? Theory Into Practice, 44(3): 262–269.

Valiandes, S., & Neophytou, L., 2018. Teachers' professional development for differentiated instruction in mixed-ability classrooms: Investigating the impact of a development program on teachers' professional learning and on students' achievement[J]. TEACHER DEVELOPMENT, 22(1): 123–138.

Varghese, C., Bratsch-Hines, M., Aiken, H., & Vernon-Feagans, L., 2021. Elementary Teachers' Intervention Fidelity in Relation to Reading and Vocabulary Outcomes for Students at Risk for Reading-Related Disabilities[J]. JOURNAL OF LEARNING DISABILITIES, 54(6): 484–496.

面向职前科学教师的科学信息推理策略教学效果研究

The Effects of Instruction of Reasoning Strategies on Pre-service Science Teachers' Online Scientific Information Reasoning

徐乐怡[1]，陈娟娟[1*]
[1]浙江大学教育学院
[*] juanjuanchen@zju.edu.cn

【摘要】 为应对网络虚拟或错误信息飞速传播的挑战，应通过科学教育培养公众的科学信息推理能力，并向未来的科学教师传授相关策略。本研究探讨了设计型学习对职前科学教师科学信息推理策略及态度的影响，对27名研究生展开研究。结果表明，学习者在科普作品设计中构建科学信息推理策略知识，提升了科学信息推理能力。设计型学习显著提升了学习者处理错误科学信息的责任感，且科学信息推理的策略运用效率和专业性得到加强，对专家和权威的认可度也显著提高。本研究为未来科学教师教育的改革和发展提供了新思路。
【关键词】 错误信息；科学信息推理；职前科学教师；设计型学习；认知网络分析

Abstract: *To address the challenge of rapid spread of online misinformation or disinformation, it is essential to teach pre-service science teachers scientific information reasoning strategies for future science education. The study explored the impact of learning by design on pre-service science teachers' scientific information reasoning and attitudes. The results indicated that pre-service teachers constructed their meta-strategic knowledge and improved their scientific information reasoning abilities in the design of scientific popularization works. Learning by design significantly improved their sense of obligation in dealing with misinformation, and the efficiency and professionalism of scientific information reasoning, with a significant increase in recognition of experts and authorities. The study may provide new insights for the development of future science teacher education.*
Keywords: Misinformation, Scientific Information Reasoning, Pre-service Science Teacher, Learning by Design, Epistemic Network Analysis

1. 引言

随着信息传播速度的提升，人们日渐依赖互联网查找或接收科学信息。然而，网络媒体平台的科学信息质量参差不齐(Iyengar & Massey, 2018)，提升公众的科学信息推理能力(即识别、评估并应用网络媒体上科学信息真伪)显得尤为重要(Osborne & Pimentel, 2023)。在中小学科学教育中，而实现这一目标的关键在于向科学教师传授科学信息推理的教学策略(Osborne & Pimentel, 2022)。对科学信息推理的掌握不仅能够帮助他们更好地理解科学教育，还能提高他们将这些素养传授给学生的能力。

设计型学习(Learning by Design)提供了将理论与实践经验相结合的契机(Kolodner, 2002)，使职前科学教师能够在科学信息传播情境下的科普产品(如网页、视频、海报等)设计活动中，深入理解和应用科学信息推理策略。因此，本研究旨在探讨设计型学习对职前科学教师科学信息推理策略及态度的影响。研究将探讨以下问题：

RQ1. 设计型学习能否显著改变职前科学教师对科学信息推理的态度？

RQ2. 设计型学习能否显著改变职前科学教师的科学信息推理策略运用？

研究期望揭示设计型学习在提升职前科学教师科学信息推理能力方面的有效性，并为科学教师教育的课程设计和教学方法改革提供实证依据。

2. 文献综述

2.1. 科学信息推理

培养针对网络媒体信息展开批判性推理的能力是科学教育的核心目标之一(Wiblom et al., 2017)。“推理”在处理科学信息过程中担任重要角色，会影响网络用户处理信息及最终决策的成效(Panizza et al., 2023; Rozenblum et al., 2024)。因此，在科学教育领域，将“科学信息推理”定义为按照特定认知逻辑批判性地识别、评估并应用网络科学信息，以恰当应对或解决复杂科学问题、作出科学决策的能力。

科学信息推理包含若干策略。Weber 等人提出了“GATOR”评估原则：(1)网站真实性(Genuine)，是否通过误导性的形式给人似是而非的印象；(2)信息准确性(Accurate)，信息是否存在错误；(3)信息可信度(Trustworthy)，信息是否经过核查，作者是否专业，单位是否权威等等；(4)信息来源(Origin)，信息是否引用了可靠的参考资料，是否标明真实信息来源等等；(5)信息可读性(Readability)，信息呈现方式是否清晰简洁，便于读者理解(Weber et al., 2009)。此外，专业信息审核员的若干策略同样适用于网络用户的科学信息推理(Wineburg et al., 2022)，如合理参考百科信息(Wineburg & McGrew, 2019)，横向阅读(McGrew, 2021)。有学者提出了三步骤科学信息推理流程：(1)判断信息来源可信度，如是否存在偏见或利益冲突；(2)信息专业度，如传播者是否有认证背景或专业经验；(3)科学共识情况，即专家之间是否达成了共识，若尚未达成共识，应进一步探究其不确定性(Osborne & Pimentel, 2023)。

目前，多数研究在科学信息推理教学中直接教授推理策略。例如，Pimentel 通过基于 5E 理论的教学活动，发现高中生在评估科学信息源可信度等方面有显著提升，更倾向于使用推理策略和外部信息源支持(Pimentel, 2024)。在教学效果上，部分研究报告了不一致的结果。例如，Wiblom 等人旨在通过 8 课时的干预活动提升高中生的科学信息推理能力，发现学生的推理过程比干预前更有组织性，但推理策略并未发生根本变化(Wiblom et al., 2017)。Tseng 等人探究了提供批判性信息阅读指南对学习者的影响，但发现实验组与对照组的后测水平没有显著差异(Tseng et al., 2021)。

2.2. 设计型学习与职前科学教师培养

设计型学习(Learning by Design)是一种基于项目的探究学习方法(Kolodner, 2002)，即学习者通过特定情境下的设计活动获得新的体验，对自己经历的体验进行反思以学习和构建知识，并将建构起的知识应用于未来的问题解决情境中(Kolb, 1983)。例如，已有研究发现 STEM 教师通过体验工程设计，对工程设计产生了更深入的理解，并认识到需要基于工程设计的基本原则进行跨学科 STEM 教学(Capobianco et al., 2021)。

对于科学教师而言，科学信息推理不仅涉及科学内容，还蕴含着信息技术介导下的网络媒体传播规律，以及整合技术的学科教学法(Herring et al., 2016)。而设计型学习使职前科学教师能够在模拟真实科学传播环境的设计活动中，深入理解和应用科学信息推理策略。通过设计科普学习活动，他们可以亲身体验到科学信息在网络媒体中的传播特性，并学会如何在复杂的信息环境中做出明智的判断。因此，设计型学习有望成为培养职前科学教师科学信息推理能力的有效途径。综上所述，本研究采用设计型学习方法，引导职前科学教师在设计中逐步掌握科学信息推理的策略。

3. 研究设计

研究设计采用了单组前后测，干预为设计型学习，即通过自主设计科普作品(网页、视频、海报等)构建科学信息推理策略知识。本研究结合定量和定性方法收集数据。

3.1. 研究对象

本研究的对象来自浙江省杭州市某综合型大学的科学与技术教育专业的一年级研究生。共有 36 名学习者接受了课程学习，课程开始前，27 名学习者(7 名男生，20 名女生)基于自愿原则完成前测问卷；干预结束后，他们完成了后测问卷，共计得到有效数据 27 份。

3.2. 研究工具

科学信息推理态度问卷。本研究使用李克特 5 点量表评估学习者对科学信息推理的态度，问卷包含若干客观选择题。题项内容改编于 Cagle 等人在其研究生课程中使用的问卷题项(Cagle et al., 2024)。问卷包含三个维度：对纠正在线错误科学信息的消极态度(消极认知, $\alpha = 0.749$)，对科学信息推理及修正错误的责任感(纠错责任, $\alpha = 0.602$)，对纠正错误在线科学信息的自信程度(纠错效能, $\alpha = 0.588$)。

科学信息推理策略测试。本研究利用试题的形式测试学习者在干预前后的科学信息推理能力，试题参考了包括 Abed 等人的研究(Abed & Barzilai, 2022)。前测与后测试题中均包含情境实践题与相关简答题，情境实践题要求学习者对基于特定科学主题(前测：咖啡是否致癌；后测：手机辐射的影响)的若干真实网页中的信息进行推理与评估，并说明依据；简答题要求学习者回顾并外化科学信息推理的过程，说明自己的推理步骤与策略。

3.3. 实验流程

本研究持续了 15 课时(40 分钟/课时)，分为前测阶段、直接教学阶段、设计型学习阶段、后测阶段四个阶段。

前测阶段(1 课时)：在正式教学开始之前，授课教师向学习者介绍科学信息推理的学习主题及未来需完成的设计任务，时间为 10 分钟。之后，学习者在线独立作答推理前测试题，时间为 30 分钟。该阶段的目的是评估学习者在教学干预前的科学信息推理策略与态度。

直接教学阶段(1 课时)：教学开始时，由授课教师介绍后真相时代、数字媒体传播和错误科学信息等基本概念和背景知识，但不直接教授科学信息推理策略。

设计型学习阶段(11 课时)：在该阶段，学习者进行科普作品设计，历时 8 个课时。完成设计后，学习者通过与全班分享自己的科普作品及设计目的和过程，对自己与他人的设计经验进行反思，历时 3 课时。

后测阶段(2 课时)：学习者独立作答了后测试题，以评估接收干预后的策略与态度转变。

3.4. 科学信息推理策略分析

基于前文对科学信息推理策略的剖析，以及对学习者回答进行预分析后，形成了由“信息识别”和“信息评估”两维度构成的编码框架。依据该编码框架，两名研究者对前后测试题中的文本数据进行分析，在总文本中随机抽取 20%进行内容独立预编码，就编码中遇到的问题展开讨论，就部分晦涩的语义达成了编码规则的一致。包含示例的详细编码框架见表 1。

表 1 科学信息推理策略编码表

维度	编码	描述
信息识别	合理参考百科信息 (Wise use of Encyclopedia, WE)	合理查询百科信息作为推理的参考依据，为进一步评估信息做准备
	合理参考生成式人工智能 (Wise use of GAI , WG)	与生成式人工智能交互，阅读机器整合的答案，为进一步评估信息做准备
	横向阅读(Lateral Reading, LR)	在确认来源和内容之前，不浪费注意力深入阅读
信息评估	判断利益冲突 (Conflict of Interest, CI)	辨别网站主体是否存在隐含的偏见或利益冲突
	判断信息来源 (Origin, O)	判断信息来源是否明确可查，或经由发布者确认
	判断信息专业支持度 (Expertise, E)	科学观点发布主体是否有领域内声誉认证或专业机构背景 (Expertise Certification, EC)
		科学观点发布主体是否有实验/调查研究经验 (Expertise and Experiment, EE)
	判断信息可读性	判断信息呈现形式是否清晰简洁，是否存在误

	(Readability, R)	导性
	判断内容准确性 (Accurate, A)	判断信息内容是否符合科学常识，是否经过及时的迭代更新/处于更新状态
	判断信息共识情况 (Consensus, C)	查找并分析相关科学专家之间是否达成了一致
	考虑社会反响 (Social Response, SR)	考量信息转载人身份/信息的浏览量与用户反应指标

完成编码后，将编码结果转化为二进制表格，采用认知网络分析法 (Epistemic Network Analysis, ENA) 对得到的聚类进行可视化分析。ENA 结合了质性与量化分析的优势，基于认知元素间的联系生成动态网络模型，对学习过程进行深度分析(Shaffer et al., 2016)。本研究使用认知网络分析法对前后的推理策略展开关联分析，以学生个体为单元，以前/后测为话语单位，选择包含四个语篇的窗口作为一节。

4. 研究结果

4.1. 设计型学习前后的科学信息推理态度变化

由于样本量小于 50，所以选用 Shapro-Wilk 检验确定数据是否符合正态性。正态性检验显示“消极认知”维度后测 p 值小于 0.05，因此拒绝数据符合正态分布的结论，采用非参数 Wilcoxon signed-rank 检验进行差异分析。结果表明，经过设计型学习，学习者对科学信息推理及修正错误的责任感得到了显著提升 ($Z = -2.272$, $p = 0.023$)，说明设计型学习增强了学习者对科学信息推理及修正错误的责任感。

4.2. 设计型学习前后的科学信息推理策略频次变化

职前科学教师在前后测将推理过程中调用的策略反映在试题中。描述性统计结果显示，在前测中，学习者最常调用的策略是“判断信息来源”($M = 2.44$, $SD = 1.783$)，“判断信息主体专业认证”次之($M = 2.30$, $SD = 1.636$)，最少调用的策略是“合理参考生成式人工智能”($M = 0.11$, $SD = 0.320$)及“合理参考百科信息”($M = 0.15$, $SD = 0.362$)。在后测中，最频繁的策略是“判断信息主体专业认证”($M = 3.63$, $SD = 2.306$)，“判断信息来源”次之($M = 1.96$, $SD = 1.990$)，最少调用的策略是“考虑社会反响”($M = 0.04$, $SD = 0.192$)及“判断信息可读性”($M = 0.44$, $SD = 0.751$)。这说明学习者在干预后调用了更多专业信息识别策略。

Shapro-Wilk 检验显示，多个策略行为编码 p 值小于 0.05，因此拒绝数据符合正态分布的结论，采用非参数 Wilcoxon signed-rank 检验进行前后测推理策略的差异分析。Wilcoxon signed-rank 检验表明，经过设计型学习，学习者调用的部分策略频率发生了显著变化。“合理参考生成式人工智能”($Z = -2.49$, $p = 0.013$)“判断信息主体专业认证”($Z = -2.49$, $p = 0.013$)策略使用频率显著提升，表明学习者开始意识到并利用现代技术工具辅助科学信息推理，同时更加注重信息来源的权威性和专业性。“判断信息可读性”($Z = -3.10$, $p = 0.002$)频率显著下降，这可能意味着学习者在信息筛选和初步评估阶段更加高效，不再过多纠结于信息的表面可读性，而是更侧重于信息的实质性评估。“判断利益冲突”($Z = -2.00$, $p = 0.045$)策略频率也显著下降，表明学习者不再单一依赖利益冲突判断，而是形成了更为全面的信息评估框架。

4.3. 职前科学教师科学信息推理策略关联分析

在 ENA 中，一段对话的网络可以用二维空间中的点来表示；定位点表明这两段语篇具有相似的节点连接模式。表 2 列出了干预前后存在差别的部分科学信息推理策略共现系数。图 1 和图 2 分别表示学习者在干预前和干预后的科学信息推理策略关联 ENA 网络图，表示在一个话语窗口内编码元素之间的共现关系。图 1 显示，干预前学习者的推理策略网络相对分散。而图 2 则在部分策略网络更加集中的同时呈现出更加多样化的结构。最终模型的 X 维度共配准相关性为 0.98 和 0.98，Y 维度的共配准相关性为 0.94 和 0.96，表明可视化和原始模型之间有很强的拟合性。从 X 维度和 Y 维度对每组进行方差不相等的配对样本 t 检验，t 检验显示，

学习者在设计型学习前后的科学信息推理策略共现情况发生了显著变化，前测与后测的认知网络在 X 维度上的平均位置存在显著差异(t [49.01] =7.03, $p < 0.001$, Cohen's d = 1.91)，而“判断利益冲突”(CI)、“判断信息可读性”(R)、“判断信息主体专业认证”(EC) 和“判断内容准确性”(A)等策略基本分布在 X 维度，说明干预前后以上述策略为核心的动态关系发生了显著变化。通过对比设计型学习前后的认知网络图，可以直观地看到学习者科学信息推理策略之间的动态关系变化。

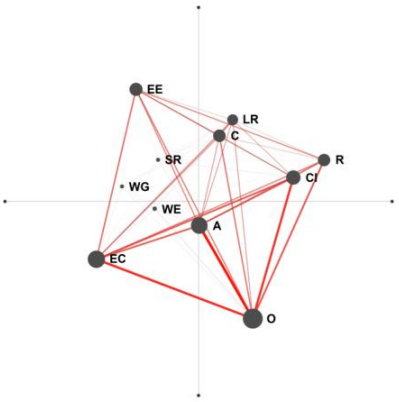


图 1 设计型学习前推理认知网络图

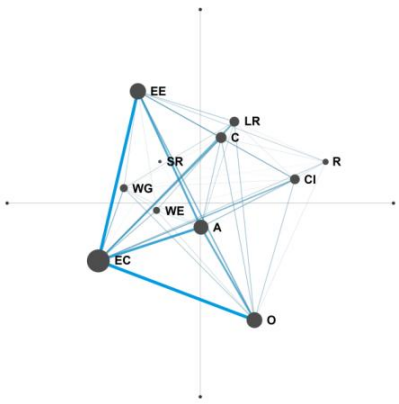


图 2 设计型学习后推理认知网络图

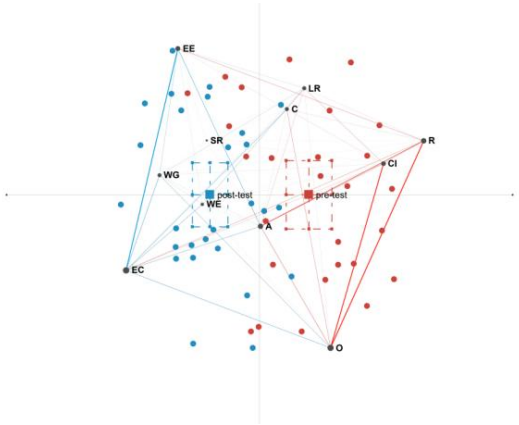


图 3 设计型学习前后科学信息推理认知网络叠减图

如表 2 所示，经历设计型学习后，部分策略间的共现系数增强。例如，“判断信息来源”(O)与“判断信息主体专业认证”(EC)的共现系数从 0.16 提升至 0.28，说明学习者更加注重信息来源与发布者的专业背景之间的关联。“判断信息主体专业认证”(EC)与“判断内容准确性”(A)的共现系数也从 0.16 增加到 0.22，表明学习者在评估信息准确性时，更加依赖对信息发布者专业性的判断。进一步分析发现，在干预前，学习者更关注信息表面的吸引力或易于理解性(M[O-R]=0.16; M[R-A]=0.13; M[EE-R]=0.11; M[EC-R]=0.11)。在干预后，学习者更加主动地调用信息查询策略寻找具有专业认证背景的信息源，如学术期刊、专业网站等(M[WG-EC]=0.09; M[WE-EC]=0.08)，并开始重视这些来源所提供的文献研究与实证数据(M[WG-EE]=0.05)。

表 2 设计型学习前后科学信息推理策略共现情况(部分)

共现类别	策略共现系数		共现类别	策略共现系数		共现类别	策略共现系数	
	干预前	干预后		干预前	干预后		干预前	干预后
O-A	0.24	0.17	EE-R	0.11	0.05	O-EC	0.16	0.28
O-EE	0.24	0.12	EC-R	0.11	0.06	EC-EE	0.14	0.27
CI-O	0.20	0.06	LR-CI	0.07	0.02	EC-A	0.16	0.22

O-R	0.16	0.02	WE-EC	0.02	0.08	EE-A	0.11	0.18
R-A	0.13	0.02	WG-O	0.01	0.07	EC-C	0.09	0.15
CI-A	0.13	0.08	WG-EE	0.01	0.05	WG-EC	0.01	0.09

与此同时，干预后部分策略间的共现关系减弱。如“判断信息来源”(O)与“判断内容准确性”(A)的共现系数从 0.24 降低到 0.17，“判断信息来源” (O)与“判断信息主体研究经验”(EE)的共现系数从 0.24 降低到 0.12，但总体依旧处于较高水平，反映了学习者在推理过程中，逐渐从单一判断转向综合考虑多种策略。进一步分析发现，学习者在干预后能够更加高效地调用展开推理。例如，学习者提升了横向阅读(LR)的效率，在干预前往往花费更多时间阅读未确认的内容,如检查广告数量与欺骗性策略(M[LR-CI]=0.07),而干预后共现系数则下降至 0.02。

总而言之，认知网络分析结果表明，学习者在干预前就表现出对信息来源的重视，倾向于先确定信息来源的可靠性，再深入分析信息内容，如隐含的利益冲突(M[CI-O]=0.20)、内容准确性(M[O-A]=0.24)与证据充分性(M[O-EE]=0.24)。而在干预后，学习者在信息来源与信息内容评估上的策略应用更为高效和全面，如利用生成式人工智能帮助查询(M[WG-O]=0.07)并识别权威信息源(M[O-EC]=0.28)，在确认信息源后不仅考虑信息内容的准确性和逻辑性(M[EC-A]=0.22)，还能通过权威网站交叉验证(M[EC-C]=0.15)或查找信息内容的证据支持(M[EE-A])=0.18)。这种策略上的转变，体现了设计型学习对学习者科学信息推理的积极影响。

5. 讨论

在科学信息推理态度方面，设计型学习能够显著提高职前科学教师对科学信息的纠错责任感。这一变化可能源于设计型学习强调的实践参与和反思过程，促使学习者在亲历科普作品设计的过程中，深刻体会到科学信息的准确性和可靠性对于科学传播的重要性(Kolb, 1983)。而对于消极认知和纠错效能，尽管分数有所变化，但未达到显著性水平。

在科学信息推理策略方面，设计型学习能够显著改变职前科学教师科学信息推理中的策略调用，干预后的策略运用更加高效、专业与准确。首先，学习者运用了更多类似网络信息审核专家的科学信息识别策略(Wineburg et al., 2022)，如合理参考百科信息和生成式人工智能提供的资料。其次，学习者在运用在线科学信息识别策略时更加高效，在干预后提升了横向阅读的效率。最为显著的变化是，在干预后，学习者对专家与权威的认可度与重视程度提升。同时，他们也掌握了科学信息识别流程中最接近科学家的步骤——识别不同专家之间的观点差异(Osborne & Pimentel, 2023)，以及如何在众多专家中找到最具可信度的信息源。

在设计型学习中，职前科学教师超越了传统教师教育中单纯的理论学习，更加注重在特定情境中解决问题的能力(吴秀圆 & 施枫, 2017)。“授人以鱼不如授人以渔”，学习者在作品设计中学会如何展开科学信息推理，在经验积累中形成自己的推理体系。此外，在反思阶段，学习者通过与他人分享交流彼此的作品设计经验，进一步习得科学信息推理策略应用的成果。

6. 结论与展望

本研究探索了设计型学习对职前科学教师科学信息推理策略运用的影响。结果表明，在经历干预后，学习者在科学信息推理过程中展现出了更加高效、专业和准确的策略运用，更加重视专家与权威，进一步掌握了科学共识的形成原理。这不仅有助于学习者更好地应对科学信息的挑战，更为未来的科学教育实践中引导学生识别和利用科学信息，以培养学生的科学素养奠定了坚实基础。本研究存在一些局限性。一是研究样本量相对较小，二是本研究的设计型学习在改变学习者对纠正在线错误科学信息的自信程度和期望方面仍需进一步加强，未来需针对性地优化干预。最后，本研究并未对比设计型学习与其他教学方法或策略的效果，未来的研究可以通过对照准实验进一步检验设计型学习对学习者科学信息推理的影响。

参考文献

吴秀圆 & 施枫.(2017).在设计中学习:技术增强型社会教师发展的新视角.中国电化教育 (04),116-121.

Abed, F., & Barzilai, S. (2022). Can students evaluate scientific YouTube videos? Examining students' strategies and criteria for evaluating videos versus webpages on climate change. *Journal of Computer Assisted Learning, 39*(2), 558–577. https://doi.org/10.1111/jcal.12762

Cagle, S. M., Anderson, A. A., & Kelp, N. C. (2024). Stop the spread: Empowering students to address misinformation through community-engaged, interdisciplinary science communication training. *Journal of Research in Science Teaching.* https://doi.org/10.1002/tea.21971

Capobianco, B. M., Radloff, J., & Clingerman, J. (2021). Facilitating Preservice Elementary Science Teachers' Shift from Learner to Teacher of Engineering Design-Based Science Teaching. *International Journal of Science and Mathematics Education, 20*(4), 747–767. https://doi.org/10.1007/s10763-021-10193-y

Herring, M. C., Koehler, M. J., & Mishra, P. (2016). *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Educators.* Routledge.

Iyengar, S., & Massey, D. S. (2018). Scientific communication in a post-truth society. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 116*(16), 7656–7661. https://doi.org/10.1073/pnas.1805868115

Kolb, D. A. (1983). *Experiential learning : Experience as the source of learning and development.* http://ci.nii.ac.jp/ncid/BB1767575X

Kolodner, J. L. (2002). Learning by DesignTM: Iterations of Design Challenges for Better Learning of Science Skills. *Cognitive Studies, 9*(3), 338–350. https://doi.org/10.11225/jcss.9.338

McGrew, S. (2021). Challenging approaches: Sharing and responding to weak digital heuristics in class discussions. *Teaching and Teacher Education, 108*, 103512. https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103512

Osborne, J., & Pimentel, D. (2022). Science, misinformation, and the role of education. *Science, 378*(6617), 246–248. https://doi.org/10.1126/science.abq8093

Osborne, J., & Pimentel, D. (2023). Science education in an age of misinformation. *Science Education, 107*(3), 553–571. https://doi.org/10.1002/sce.21790

Panizza, F., Ronzani, P., Morisseau, T., Mattavelli, S., & Martini, C. (2023). How do online users respond to crowdsourced fact-checking? *Humanities and Social Sciences Communications, 10*(1). https://doi.org/10.1057/s41599-023-02329-y

Pimentel, D. R. (2024). Learning to evaluate sources of science (mis)information on the internet: Assessing students' scientific online reasoning. *Journal of Research in Science Teaching.* https://doi.org/10.1002/tea.21974

Rozenblum, Y., Dalyot, K., & Baram-Tsabari, A. (2024). People who have more science education rely less on misinformation—Even if they do not necessarily follow the health recommendations. *Journal of Research in Science Teaching.* https://doi.org/10.1002/tea.21975

Shaffer, D. W., Collier, W., & Ruis, A. R. (2016). A tutorial on epistemic network analysis: Analysing the structure of connections in cognitive, social, and interaction data. *Journal of Learning Analytics, 3*(3), 9–45.

Tseng, A. S., Bonilla, S., & MacPherson, A. (2021). Fighting "bad science" in the information age: The effects of an intervention to stimulate evaluation and critique of false scientific claims.

Journal of Research in Science Teaching, 58(8), 1152–1178. https://doi.org/10.1002/tea.21696

Weber, B. A., Derrico, D. J., Yoon, S. L., & Sherwill‐Navarro, P. (2009). Educating patients to evaluate web‐based health care information: the GATOR approach to healthy surfing. *Journal of Clinical Nursing, 19*(9–10), 1371–1377. https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2008.02762.x

Wiblom, J., Rundgren, C., & Andrée, M. (2017). Developing Students' Critical Reasoning About Online Health Information: a Capabilities Approach. *Research in Science Education, 49*(6), 1759–1782. https://doi.org/10.1007/s11165-017-9674-7

Wineburg, S., Breakstone, J., McGrew, S., Smith, M. D., & Ortega, T. (2022). Lateral reading on the open internet: A district-wide field study in high school government classes. *Journal of Educational Psychology, 114*(5), 893–909. https://doi.org/10.1037/edu0000740

Wineburg, S., & McGrew, S. (2019). Lateral reading and the nature of expertise: Reading less and learning more when evaluating digital information. *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education, 121*(11), 1–40. https://doi.org/10.1177/016146811912101102

职前教师数字素养评价指标构建研究

Research on the Construction of Digital Literacy Evaluation Indicators for Pre-service Teachers

肖丹[1*]，冯悦[1]，李何婷[1]
[1]华南师范大学教育信息技术学院
* 2751568742@qq.com

【摘要】 职前教师是教师队伍的重要源泉，培育职前教师数字素养是提升未来教师队伍数字素养的重要举措，也是打造新时代高素质教师队伍、推进教育数字化战略行动、提升数字时代人才培养质量的必然要求，构建职前教师数字素养评价指标将为职前教师数字素养培育指明具体方向与实际要求。本研究构建了职前教师数字素养评价指标体系，包括7个维度，分别为数字意识、计算思维、数字技术知识、数字技术技能、数字化自主发展能力、数字化教学实践能力与数字化综合育人能力，通过调查问卷收集了相关数据，利用定量分析方法检验了评价指标体系的合理性。
【关键词】 数字素养；职前教师；评价指标

Abstract: *Pre-service teachers are an important source of teachers, and cultivating the digital literacy of pre-service teachers is an important measure to improve the digital literacy of future teachers, and it is also an inevitable requirement to build a high-quality teacher team in the new era, promote the strategic action of education digitalization, and improve the quality of talent training in the digital era. In this study, the evaluation index system of digital literacy of pre-service teachers was constructed, including seven dimensions, namely digital awareness, computational thinking, digital technology knowledge, digital technology skills, digital self-development ability, digital teaching practice ability and digital comprehensive education ability.*
Keywords: digital literacy, pre-service teachers, Evaluation indicators

1. 前言

国内外关于数字素养的研究线索可大致归纳为“概念内涵—构成要素—框架结构（评价标准）—影响因素—培育现状—培育路径/策略”，研究重点在于内涵框架研究、数字素养教育及其社会价值、数字素养评价标准与实证研究等，逐渐呈现理论实践并重的特征（李玉顺等人，2023）。学术界普遍认为“数字素养”（digital literacy）一词最早在1994年由以色列学者Yoram Eshet-Alkalai提出，在1997年由Gilster最早定义为理解及使用通过电脑呈现的各种数字资源及信息的能力（Gilster，1997），在2004年由Yoram Eshet-Alkalai进一步提出其概念内涵与构成要素并于2006年由肖俊洪最早对其解读，其后有一些学者也对其进行了界定，但没有哪一定义得到了一致性认可。而在数字素养的评价标准或框架结构方面，相关研究成果大致归纳为析出实证研究、横向比较研究与解读分析研究三类；在数字素养的影响因素方面，大致有人口学因素（如学历和收入、居住地点和居住方式）、数字平台质量、数字信息质量、数字设备质量、个体因素和环境因素等；在数字素养教育渠道方面，相关研究成果可大致归纳为显性教育模式（专门、独立教育）和隐形教育模式（融合教育）、通识数字素养教育模式和学科专业数字素养教育模式；在数字素养培育路径方面，有学者提出以立德树人培养体系为统领，以多样化创新培养方式为手段，以多途径监管与反馈机制为保障，以开放协同数字公民教育生态圈为依托（郑云翔和钟金萍，2023）。

教师数字素养是教育数字化的关键软实力，是构建高质量教育体系和培养高素质人才的重要支撑（中华人民共和国教育部，2023）。职前教师是教师队伍的重要源泉（上超望和刘沈，2021），培育职前教师数字素养，是提升未来教师队伍数字素养的重要举措，也是推进教育数字化战略行动与提升数字时代人才培养质量的必然要求。当前数字素养相关研究对象主要有公民、农民、老年人、学生、教师等，鲜见专门对职前教师数字素养的研究，更多的是在教师数字素养相关研究中因“职前教师”身份被提及，且常聚焦于培养策略，而职前教师应具备怎样的数字素养却鲜少涉及，目前尚无适用标准。职前教师同时具有公民、大学生与（未来）教师三重身份，若直接套用公民或大学生或教师的数字素养相关政策与研究成果指导其数字素养培养未必妥帖，因而开展职前教师数字素养评价指标构建研究是十分必要的。

2. 职前教师数字素养的概念内涵

职前教师是优质师资队伍建设主力军，是实现教育高质量发展必需力量（柳海民等人，2023）。数字素养融入职前教师培养体系势在必行，明晰职前教师数字素养概念内涵首当其冲。基于职前教师三重身份特质，梳理出公民、教师和学生数字素养的概念内涵相关研究。从中不难看出，教师数字素养概念内涵也经历了从简单到复杂的演变过程，强调在教育教学场景中运用数字技术发现、分析并解决教育教学问题以实现教育教学创变，对“教师数字素养是一个综合性的概念”达成了基本共识。基于此及职前教师三重身份特质，对职前教师数字素养作出如下界定：职前教师在学习、生活、教育教学实践和社会参与中为更好适应未来教育发展变化、发现分析并解决教育教学问题、优化创新和变革教育教学、实现学生教师及共同体的专业发展而应具备的数字获取、理解、管理、制作、使用、交互、分享、创新、评价、安全保障、伦理道德等一系列情感、态度、知识、素质、价值观与能力的集合。

3. 职前教师数字素养的评价指标

3.1. 职前教师数字素养的评价指标构建

2021 年教育部办公厅发布的《师范生教师职业能力标准》中提出，职前教师应践行师德、学会教学、学会育人、学会发展；掌握信息化教学设备、软件、平台及其他新技术的常用操作，了解其对教育教学的支持作用；具有安全、合法与负责任地使用信息与技术，主动适应信息化、人工智能等新技术变革，积极有效开展教育教学的意识（教育部办公厅，2021）。细化的数字素养框架可为学校培养学生数字素养提供指南，德国青少年数字素养框架兼顾着培养指南与衡量标准双重功能以及数字技术基本技能与挑战性要求（徐斌艳，2020）；《欧盟教育者数字素养框架》结构科学完善，具有多元文化适用性和多维立体化结构特征，有助于指导不同国家（区域）研制教育者数字素养框架及制定国家（区域）层面的教育者数字素养培训方案（兰国帅等人，2020）；《数字素养全球框架》在框架结构和内容上体现数字素养最新时代内涵（郑彩华，2019）；《教师数字素养》为教师数字素养发展提供指导方向，用于教师数字素养培训与评价（吴砥等人，2023）……这些数字素养评价标准对职前教师数字素养评价指标的构建具有重要参考价值。本研究遵循三大原则：一是关注职前教师的三重角色；二是关注应用与迁移；三是兼顾本土性与国际性，基于《师范生教师职业能力标准》，参考借鉴《教师数字素养》行业标准和吴砥、李环等人的学生数字素养评价指标体系以及国际数字素养框架与其他研究者们研制的数字素养框架，初步构建出的职前教师数字素养评价指标体系包含 3 个一级维度、8 个二级维度与 21 个三级维度。

3.2. 职前教师数字素养的评价指标验证

将所构建的职前教师数字素养评价指标体系整理成李克特五级量表形式，以随机抽样的方式，在全国高校范围内进行预调查和正式调查，调查对象为当前在校就读的职前教师群体，调查工具为“问卷星”，通过 QQ 和微信邀请不同院校的职前教师填写问卷并委托他们向不同高校的职前教师进行辐射，最终回收有效问卷 155 份。

为进一步确定问卷中量表的可靠性，首先采用项目分析的具体方法进行检验。经依次考察高低分组比较、题项与总分相关、校正题项与总分相关和同质性检验四方面，量表可考虑删除 6 个题项，剩余 39 个题项。下一步进行因素分析，以检验量表的结构效度。选定因素抽取方法——主成分分析法以及转轴方法——最优斜交法，经三次因素分析后，相关系数矩阵中的结果（表 1）显示无需删除哪一题项，KMO 值为 0.932>0.9，巴特利特球形度检验的显著性值为 0.000<0.05，表示总体的相关矩阵间有共同因素存在，非常适合进行因素分析。此时剩余 27 个题项的共同性值均大于 0.200，皆可保留；可抽取 7 个因素共同解释 74.955%的总变异量。7 个因素分别命名为数字化综合育人能力、数字化教学实践能力、数字意识、数字技术知识、数字技术技能、数字化自主发展能力和计算思维。

表 1 量表 KMO 和巴特利特检验

KMO 取样适切性量数		0.932
巴特利特球形度检验	近似卡方	2953.107
	自由度	351
	显著性	0.000

在上述探索性因子分析基础上运用 AMOS28.0 进行验证性因子分析以保障量表严谨性。首先，选择最大似然估计进行模型运算，对量表一阶验证性因子分析模型的路径系数进行统计显著性检验，C.R.的绝对值均大于 3.29，说明该模型显著性良好；其次，从标准化系数、组合信度（CR）、平均方差抽取量（AVE）三个方面进行收敛效度检验，结果显示标准化系数均≥0.4，CR 均≥0.7，AVE 均＞0.5，说明该模型的收敛效度良好；接着，从卡方自由度比、均方根误差（RMR）、增值拟合指数（IFI）、Tucker-Lewis 指数（TLI）、比较拟合指数（CFI）进行结构效度检验，卡方自由度比值小于 3，RMR 小于 0.05，IFI、TLI、CFI 均大于 0.9，说明该模型与实际数据的拟合程度良好，结构效度良好；最后，使用 AVE（平均方差抽取量）的平方根进行区分效度检验，结果显示 7 个潜变量的 AVE 算术平方根均大于该维度与其他维度之间的相关系数，说明该模型区别效度良好，维度之间不存在共线性问题。

在前述分析的基础上，对修正后的量表信度进行检验，绘制出表 2 如下所示。由量表及其各个维度的检验结果可知，量表及其各个层面的内部一致性α系数指标均大于 0.795，信度指标比较好，可靠性能够达到要求。

表 2 量表信度检验

维度	克隆巴赫系数	基于标准化项目的克隆巴赫系数	项数
数字意识	0.869	0.869	4
计算思维	0.796	0.796	3
数字技术知识	0.807	0.812	2
数字技术技能	0.819	0.819	2
数字化自主发展能力	0.799	0.799	3
数字化教学实践能力	0.888	0.888	5
数字化综合育人能力	0.934	0.935	8
职前教师数字素养	0.958	0.958	27

4. 研究结论

综上分析，量表题项描述没有发生改变，但其数量进行了调整，由原来的 45 个题项修改为了现在的 27 个题项，职前教师数字素养的评价指标由原先的 3 个一级维度、8 个二级维度和 21 个三级维度修正为现在的 7 个一级维度、17 个二级维度、27 个指标，具体如图 1 所示，基本涵盖了国内外公民、教师、学生数字素养相关标准中的核心指标，充分体现出职前教师的三重身份特质，对于助力职前教师数字素养测评与培养工作的开展具有一定的现实意义，并为职前教师提升数字素养指明了方向与提供了观测点参考借鉴。

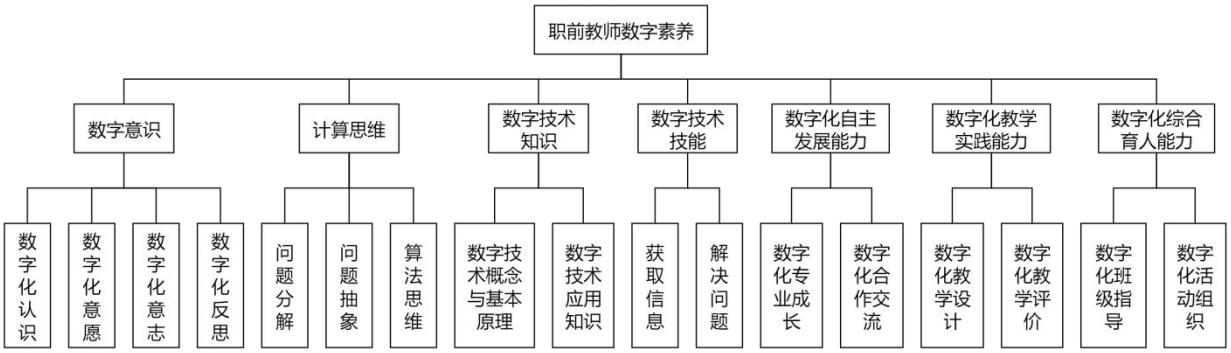


图 1 职前教师数字素养评价指标

参考文献

李玉顺,付苏豪,&安欣.(2023).数字经济时代学生数字素养的培育——时代价值、理论建构与实践进路.中国电化教育,(09),27-33.

郑云翔,&钟金萍.(2023).数字公民教育提升数字素养与技能：模式、路径与实践.中国电化教育,(11),91-97.

中华人民共和国教育部.(2023).教育系统着力提升教师数字素养——迎接数字化 掌握新技能[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5147/202303/t20230323_1052204.html

上超望,&刘沈.(2021).师范生数据素养模型的构建与培育思考.现代教育技术,31(02),5-11.

柳海民,杨宇轩,&柳欣源.(2023).中国师范生：政策演进、现实态势与发展未来.华南师范大学学报(社会科学版),(05),119-133+243-244.

教育部办公厅.(2021).教育部办公厅关于印发《中学教育专业师范生教师职业能力标准（试行）》等五个文件的通知[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A10/s6991/202104/t20210412_525943.html

徐斌艳.(2020).德国青少年数字素养的框架与实践.比较教育学报,(05),76-87.

兰国帅,郭倩,张怡等.(2020).欧盟教育者数字素养框架：要点解读与启示.现代远程教育研究,32(06),23-32.

郑彩华.(2019).联合国教科文组织《数字素养全球框架》:背景、内容及启示.外国中小学教育,(09),1-9.

吴砥,桂徐君,周驰等.(2023).教师数字素养：内涵、标准与评价.电化教育研究,44(08),108-114+128.

Gilster,P.(1997).Digital Literacy.Wiley Computer Publishing.

数字时代高职学生数字素养：内涵与框架要素比较分析

Digital Literacy of Higher Vocational Education Students in the Digital Age: Connotations and a Comparative Analysis of Framework Elements

毕玉莹[1]，孙力[2*]，牛若影[3]
[1,2,3]江南大学
*172174786@qq.com

【摘要】 厘清高职学生数字素养的内涵并构建对应的数字素养概念框架，对数字时代高等职业教育院校人才培养具有重要意义。本研究依据布鲁姆的 ASK 理论模型，采用贝雷迪的四步比较法，构建了一个包括数字知识、数字技能、数字态度 3 个一级维度，基础知识、外延知识、硬技能、软技能、数字责任和数字意识 6 个二级维度和 17 个三级维度的高职学生数字素养概念框架，以期为高职院校培养学生的数字素养提供理论参考。最后讨论了高职专业以“专业素养”差异作为出发点，将各专业分为大类研究数字素养框架“专业素养”要素的具体内容。

【关键词】 高职学生；数字素养；框架要素；比较分析

Abstract: *This study defines the concept of digital literacy for higher vocational education students and constructs a corresponding conceptual framework, which is crucial for talent development in the digital age. Using Bloom's ASK Theory Model and Bereday's Four-Step Comparative Method, the study develops a framework consisting of three primary dimensions—digital knowledge, digital skills, and digital attitudes—six secondary dimensions—foundational knowledge, extended knowledge, hard skills, soft skills, digital responsibility, and digital awareness—and seventeen tertiary dimensions. The research aims to provide theoretical guidance for improving digital literacy in higher vocational institutions and discusses the differentiation of professional literacy across disciplines as a basis for analyzing the elements of digital literacy frameworks.*

Keywords: Higher vocational education students, digital literacy, framework elements, comparative analysis

1.前言

高等职业教育是与经济社会联系最紧密的教育类型，承担着为数字经济社会培养技术技能人才的重任。2022 年 4 月，新修订发布的《中华人民共和国职业教育法》将“技能型社会”写入总则第一条，标志技能型社会被正式写入法律。然而技能型社会下高职学生的数字素养具体内涵是什么，包括哪些核心要素，目前学界尚没有代表性成果，国家也没有正式标准文件。因此，需结合高职学生特征和时代发展要求，合并国内外现有数字素养标准框架，对高职学生数字素养内涵和框架进行理论探讨，为高职学生适应产业数字化转型提供参考和建议。

2. 高职学生数字素养内涵

素养是数字素养的上位概念，要理解数字素养首先必须了解素养的具体内涵。素养的英文单词“Literacy”是由“Literate”和“-cy”组合而成，而“Literate”有受过良好教育和能读会写之人的意思，因此“Literacy”含有“能识字、会读写、有文化”之意。随着时代发展和技术进步，素养的内涵也发生了动态性变化，已经远远超越了“能读会写有文化”的境界（周自波等，2024）。数字素养由“数字”和“素养”二词组合而成，这里的“数字”是与数字技术密切相关的概念。梳理国内外学者或组织关于数字素养内涵的界定，如表 1 所示。

表 1 数字素养内涵界定

年份	组织/个人	概念内涵
1994	Yoram Eshet-Alkalai	涉及使用或操作数字设备的能力、各种复杂的认知、运动、社会学和情感技能。
2014	美国教育传播与技术协会(AECT)	搜索、查找、整理、分析、评估和综合信息，并使用这些信息交流、管理、生产和执行其他任务。
2016	世界经济合作与发展组织(OECD)	获得工作场所和社会生活各个方面的全部精致能力,个人需要领会全部技术潜力，学会运用能力，具备批判精神与判断能力。
2017	欧盟(EU)	在工作、就业、学习、休闲以及社会参与中，自信、批判和创新性使用信息技术的能力。
2018	联合国教科文组织(UNESCO)	面向就业、获得体面工作与创业,使用数字设备和网络技术安全,合理地获取、管理、理解、整合、交流、评估和创造信息的能力。
2021	中央网络安全和信息化委员会	指数字社会公民学习工作生活应具备的数字获取、制作、使用、评价、交互、分享、创新、安全保障、伦理道德等一系列素质与能力的集合。

探讨高等职业教育学生数字素养的具体内涵，一是了解“学生”区别于普通公民或其他群体的身份特征，二是了解“高等职业教育”区别于其他教育类型的主要特征。因此，高职学生数字素养作为数字素养的下位概念，既要继承数字素养的概念内涵，又要考虑“学生”身份和“高等职业教育”类型这两个特征，同时还要结合高职学生的培养目标。（周自波等，2024）。因此，本研究将“高职学生数字素养”界定为：为了应对智能时代产业数字化转型对技能型人才提出的新要求，高职学生不断获取、管理、理解、批判、整合、沟通、评估和创造信息和产品的能力，从而帮助个体应对未来的终身学习趋势和就业创业形式。

3. 高职学生数字素养框架理论基础

布鲁姆基于教育目标分类理论进一步设计了 ASK 模型，该模型将个体能力素养划分为知识（Knowledge）、技能（Skill）和态度（Attitude）三个维度，并强调学习者三个维度的全面发展。其中，知识维度侧重于学生理解、记忆和应用信息的能力，技能维度关注学生的基础技能和专业技能，态度维度关注学生的职业道德、学习态度、合作精神以及伦理责任。祝智庭教授结合“ASK”模型强调，工业革命 4.0 时代人工智能的发展日新月异，甚至可以完成通用知识的生成，因此未来教育需更加关注能力、技能和素养，技能本位教育重要性凸显。他认为技能本位教育可以通过问题化、项目化、探究性、协作性学习不断将思维技能培养融合于知识学习，提升硬技能、软技能，同时培养学习者正向的态度和价值观。（祝智庭等，2023）。该主张与职业教育学生的培养目标具有高度的契合性。

4. 国内外代表性数字素养框架比较分析

本研究尝试使用贝雷迪描述、解释、并置、比较四步比较法，如图 1 所示，对不同国家的数字素养框架进行分析比较，为本研究的高职学生数字素养框架的搭建建立基础。

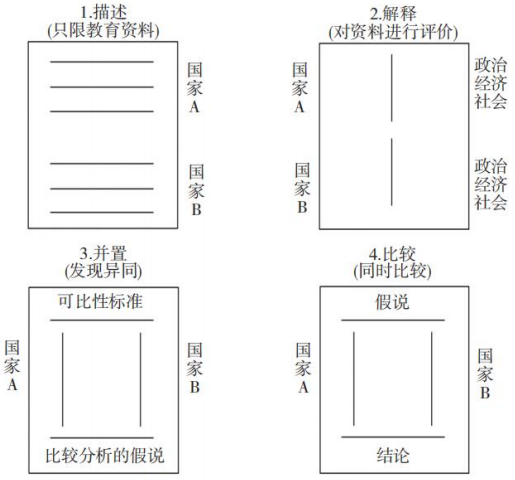


图 1 贝雷迪四步比较法

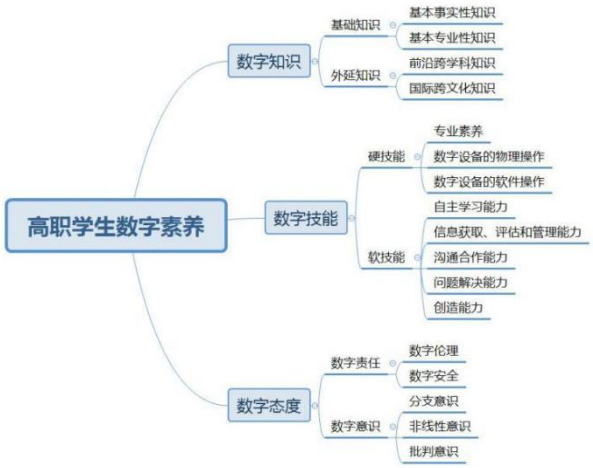


图 2 高职学生数字素养框架

4.1. 描述阶段

在描述阶段，需要通过广泛阅读文本资料或实地访问获取教育制度或实践的信息，在此基础上寻求社会学家的指导以构建精密、合适的研究框架，按照各维度罗列教育事实（BEREDAYG Z F，1964）。因此本研究通过广泛阅读不同国家、群体、专业的数字素养框架等文本资料，梳理出 6 个具有代表性地国内外数字素养框架，如表 2 所示。

表 2 不同国家的数字素养/能力/技能框架

框架名称	发布背景	内容维度
数字素养概念框架	1994 年，以色列学者 Yoram Eshet-Alkalai 第一次提出数字素养的概念，2004 年、2012 年提出并更新概念框架。	图片-视觉素养；再创造素养；分支素养；信息素养；社会-情感素养；实时思考技能
数字世界中的教育（德国）	2016 年由文教部长联席会议发布，作为一个全面性的发展战略，并非专门针对职业教育而提出，但其中包含了许多专门针对职业教育的内容。	使用数字设备和工作技术；个人的职业行动能力；自我管理和组织能力；国际化思维和行动；以项目为导向的合作形式；数据保护和数据安全等。
国际教育技术协会学生标准	2016 年由国际教育技术协会研制，面向全学段的学生，并被美国 50 个州和多个国家采纳。	赋能学习者；数字公民；知识建构者；创新设计者；计算思维者；创意沟通者；全球合作者
数字素养全球框架	2018 年 UNESCO 在欧盟数字素养框架上发布数字素养全球框架，经文献研究、框架构建及审查验证 3 个阶段。	设备与软件操作；信息与数据素养；沟通协作；数字内容创建；数字安全；问题解决；职业相关能力
DQ 全球标准报告（数字智能联盟）	2019 年发布全球数字素养与能力标准框架——数字智商（简称 DQ），认为除了智商和情商，DQ 代表了在数字时代发展所需的关键技能	数字公民力、数字创造力、数字竞争力；数字身份认同；数字使用；数字安全；数字安保；数字交流；数字扫盲；数字权利等 24 种能力
职业院校数字校园规范	2020 年由中华人民共和国教育部发布，此处摘取第三章师生发展中的学生发展部分，旨在培养学生成为全球合作者和数字公民。	5 个一级数字能力领域：信息意识与态度；信息知识与技能；信息思维与行为；信息化专业思维与职业能力；信息社会责任

4.2. 解释阶段

解释描述阶段的教育状况需要考虑到“校外的事情”与教育现象之间的联系，尽可能地使用多学科视角，评估教育事实背后潜藏的社会因素的影响（BEREDAYG Z F，1964）。Yoram

第一次系统地提出数字素养概念框架，具有重要的指导意义；德国发展职业教育较早，注重学生的实践技能和专业素养，但受人口老龄化、技术劳动力短缺问题的困扰，难以适应快速的技术革新和行业变迁,这无疑阻碍了工业 4.0 时代产业数字化转型的步伐(杨艳君等,2024)；美国在职业教育中实行“合作教育”，允许学生深度参与企业合作项目，社会认可度高，从而实现了职业教育与经济发展的相互促进（陈雪梅等，2024）。同国外职业教育相比，我国的高职发展还存在一定的差距，在人才培养考核机制上还不完善，仍未形成自己的考核体系。

4.3. 并置阶段

并置阶段在描述和解释阶段的基础上，将各国的相关信息进行并置、对比和融合。揭示不同现象之间的异同点、关联性，并探讨其可能的因果关系（BEREDAYG Z F，1964）。总的来说，德国提出的工业 4.0 战略与中国的“中国制造 2025”战略有很大的相似性，都在推动制造业的数字化转型，培养能够适应高科技产业的技术型人才，故德国的职业教育培养模式值得借鉴。对比美国和中国在职业教育差异，中国的经济仍然较为依赖制造业和传统行业，而美国的经济结构则更加多元化，科技创新和服务业占据重要地位，直接借鉴美国模式可能会忽视中国的实际产业需求。而 Yoram 第一次提出的数字素养概念框架和联合国教科文组织提出的数字素养框架作为代表性成果，可以为各个国家所借鉴和参考。

4.4. 比较阶段

在比较阶段注重采用求同、求异等方法去论证并置阶段中假设的因果关系是否真实（BEREDAYG Z F，1964）。本研究利用四步比较法对上述国家和组织的数字素养框架要素进行比较和取舍，将框架要素确定为数字知识、数字技能、数字态度 3 个一级维度，基础知识、外延知识、硬技能、软技能、数字责任、数字意识 6 个二级维度，如图 2 所示。

5. 讨论与展望

本研究尝试利用贝雷迪四步比较法对各个国家或组织的数字素养框架进行比较分析，并考虑高职学生特征和时代发展要求，得出高职学生数字素养框架要素。但经过对相关的文献、政策、文件进行初步比较，可以发现高职学生专业 M 与专业 N 的数字素养要素有所不同，即“专业素养”。因此下一步的研究计划将以“专业素养”差异作为出发点，将各专业分为大类研究数字素养框架“专业素养”要素的具体内容。

参考文献

周自波,张丽娟,白芳.数字时代职教学生数字素养：内涵与框架[J].中国职业技术教育,2024,(23):42-49+85.

祝智庭,陈维维.技能本位教育：探寻新时代高质量教育发展的新路径[J].中国教育学刊,2023,(06):34-41.

杨艳君,邹斯彧,帅扬之.德国双元制职业教育的现实挑战与战略举措研究——基于《德国教育 2024》和《2024 年职业教育指标报告》的分析[J].职教论坛,2024,40(12):120-128.

陈雪梅,陈萍.我国职业教育产教融合机制的优化路径——基于德国、美国、新加坡的比较分析[J].教育科学论坛,2024,(30):3-8.

BEREDAYG Z F. Comparative method in education[M]. New Delhi: Oxford & IBH Publishing Company,1964:14,42,25,46,22.

生成式人工智能赋能人机协同与群智汇聚的生成式教学

Generative Artificial Intelligence Empowering Human-Machine Collaboration and Collective Intelligence for Generative Teaching

龙帅[1]，王志军[1*]，苏晨予[1]
[1]江南大学江苏“互联网+教育”研究基地
[*]jnuwzj@jiangnan.edu.cn

【摘要】 人类所遇问题愈发复杂，对未来人才培养提出更高要求，而当前高校人才培养存在一些不足，这些不足源于预设式课堂的局限性，而生成式教学能够为当前人才培养注入新活力，那么该如何在高等教育中有效实施生成式教学。本研究在联通主义理论指导下，结合以往生成式教学理念，提出了面向高等教育的生成式人工智能赋能下具备情境创设、人机协同与群智汇聚等特征的生成教学理念。同时基于此理念完成了生成式课堂的设计与实施，促进了知识的动态生成与创造，培养了学生的高阶能力，为高等教育领域内实施生成式教学理念提供了新的视角与实践方法。

【关键词】 *生成式人工智能；生成式教学；人机协同；群智汇聚；联通主义*

Abstract: *As global challenges become more complex, higher education faces increasing demands for talent cultivation. Current educational models are limited by preset classrooms, while generative teaching can inject new vitality. Guided by connectivism theory and past generative teaching concepts, this study proposes a generative teaching model in higher education, empowered by generative AI, featuring situational creation, human-machine collaboration, and collective intelligence convergence. Based on this model, a generative classroom design was implemented, promoting dynamic knowledge creation and fostering higher-order skills, providing new perspectives and practical methods for implementing generative teaching in higher education.*

Keywords: GAI, Generative Teaching, Human-Machine Collaboration,Collective Intelligence,Connectivism

1. 引言

人类社会步入了一个快速变化、充满着不确定性和复杂性的乌卡时代，知识半衰期缩短，生成式人工智能等新技术层出不穷，对未来人才培养提出了更高的要求。2023《中国人工智能人才学习白皮书》通过对两千多名高校师生的调研，发现当前高校人才培养存在教学内容过时，教学方式固化、无法满足个性化需求，教学模式存在局限、师生间难以形成高质高效反馈互动等问题（Datawhale，2023）。这些问题部分源于当前教育体系中普遍存在的“预设课堂”模式的局限性，其强调知识的传授与接受，忽视了学生思维的主动性与创造性，使学生在面对多变的社会需求时显得力不从心。针对此问题，生成式教学作为新课改倡导的重要教学理念，强调以“生成”而非“传授”为核心的教学模式，旨在打破传统教育的僵化框架，注重学生的主动参与与创造性思维的激发。生成式教学强调在教学中灵活调整目标与路径，以帮助学生从已有的知识出发进行自主思考和生成新理解。那么如何在高等教育中有效实施生成式教学理念，以培养学生解决复杂问题的能力，成为了教育领域亟待解决的关键问题。

2. 面向高等教育的生成式教学理念

2.1. 关于生成式教学的研究

从教育或教学的角度来看，生成式教学思想可追溯到卢梭的自然教育，后杜威、斯腾豪斯和苏霍姆林斯基等教育家思想中不断发展。而美国教育心理学家维特罗克则最早提出了生成

学习理论，其强调教师和学生共同参与知识的生成过程，教学不仅仅是知识的传递，而是引导学生在已有知识、经验与学习内容之间主动建立连接的过程（Wittrock，1991）。国内最早明确提出生成教学思想的为叶澜教授，她认为“特殊认识活动论”不能概括课堂教学的全部本质，必须突破“特殊认识活动论”的传统框架，从生命的层次，用动态生成的观念，重新全面地认识课堂教学，构建新的课堂教学观（叶澜，1997）。后国内也有诸多研究拓展了生成教学的内涵，如罗祖兵（2006）强调生成式教学对偶发性事件的机智调整。综上，本研究认为生成式教学强调教学的动态生成，教师通过对教学过程中的偶发性事件灵活处理，不断调整与生成新的教学目标和活动，以促使学生在已有知识与经验的基础上，主动构建与学习内容之间的有意义连接，生成甚至创造新的理解。

目前以 Chat GPT 为代表的 AIGC 技术为当前教育带来了巨大的机遇，生成式人工智能（GAI）是一种根据自然语言对话提示词自动生成响应内容的人工智能技术，其凭借其即时反馈、类人交流的特性，为大学生带来既个性化又沉浸式的学习体验（屈廖健 & 温晓芳，2025），如 Ruiz-Rojas 等人（2024）探索了 GAI 在增强高等教育中的协作和批判性思维方面显示出巨大的潜力。然而 GAI 的高效知识积累与运用能力降低了学生获取知识的门槛，这促使我国当前以记忆和练习为主的教育理念亟待变革，即如何转变当前课堂的单向的静态知识传递过程，激发学习者的主动性以培养其创造性思维、学习能力等高阶能力，生成式教学为此提供了解决思路。虽然“生成课程”已形成了相对系统的理论框架，但目前大多研究仅将该理论应用在学前教育和中小学教育上并验证了其有效性，而目前在高等教育方面的应用较少。

2.2. 联通主义视阈下的人机协同与群智汇聚的生成式教学

随着人类所遇问题愈发复杂，生成式教学不应局限于基础教育。联通主义则是在知识大爆炸、更新速度加快的背景下，为了适应快速变革的社会对学习认知的变革，由乔治·西蒙斯（George Siemens） 和斯蒂芬·唐斯 （Stephen Downes）提出的学习理论（王志军 & 陈丽，2019），适应成人学习与高等教育领域。生成式教学强调强调教学的动态生成，其目标是实现生成与创造，与联通主义学习的三个核心目标：知识创生、网络建立和问题解决高度契合，联通主义能为生成式教学提供指导。因此本研究基于联通主义本体论的认识下的“互联网+教育”的创新实践中的两个层面：1）学习视角层面的联通；2）教学层面的联通（王志军 & 陈丽，2019）；将这两个层面的联通与传统生成式教学理念融合，提出了面向高等教育的生成式人工智能赋能下具备情境模拟、人机协同与群智汇聚等特征的生成教学理念（如图 1），GAI 因其强大的自然语言处理与生成能力，能够有效支持情境创设、人机协同与群智汇聚，实现问题与真实情境的联通、人类智慧与机器智能的有效联通，个体与集体的知识网络的联通，从而促进知识的有效生成。

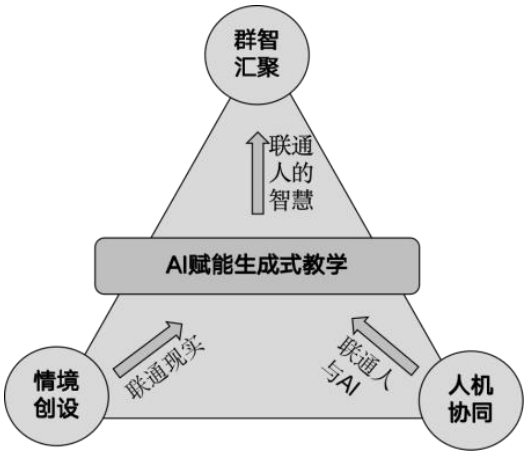


图 1 人机协同与群智汇聚的生成式教学理念

2.2.1. 情境创设

联通主义课程观聚焦于学习的开放性和现实相关性，强调学习在复杂社会化网络中的发生，学习者通过联通与交互以解决复杂的现实问题（Siemens, 2013）。基于这一课程观，生成式

教学应当突破传统的知识传授，聚焦于问题解决和能力培养。情境创设作为关键策略，指在生成式教学中创造与复杂问题紧密相关的真实情境，联通现实支持学习者在真实环境中进行探究与协作，生成可持续的解决方案，推动教学从知识传递到复杂问题解决能力培养的转变。

2.2.2. 人机协同

人机协同是指在生成式教学全过程中需要充分融合机器智能和人的智慧，联通人与 AI 以帮助教师优化教学设计和调整教学过程，同时促进学生的主动参与知识构建。生成式人工智能（GAI）等技术能够实时分析课堂中的过程性数据，将有价值的内容转化为生成性资源，包括学习者在讨论过程中产生的新概念、在冲突争论中产生的新思想、在交流反思中产生的新建议、在学习任务完成中产生的新作品等（余胜泉等，2015），帮助教师了解学生现状以及时调整教学计划，同时通过支持学生开展有效互动和资源共享，生成并创造新的知识。

2.2.3. 群智汇聚

在知识观上，联通主义强调知识作为一种动态的、生长性的网络现象，通过节点间的连接与交互实现持续生成与创新（Downes, 2012）。知识生成不是对既有内容的简单重复，而是基于理解与创造的过程，推动知识的流通与发展。在这一框架下，群智汇聚成为促进知识生成和创新的重要方式，指的是指通过设计生成性的学习活动与机制，联通个体与集体知识网络，汇聚群体智慧，促进知识的动态生成与持续创新，以实现复杂问题的解决。

3. 教学案例

为了探索生成式教学在高等教育中的应用前景，本研究依托联通主义视阈下的生成式人工智能赋能的情境模拟与人机协同的生成式教学理念，设计并实施了相应的教学案例，促进学生在复杂问题情境下的主动学习与知识生成，并在实际教学中检验其效果与可行性。

3.1. 课程设计与实施

《学习分析与评价技术》是专业顺应时代发展于 2017 年新开设的面向全体教育技术学专业学生的学位课程。该课程开发了配套的在线课程，课程内容包括理论、技术方法、应用、制度战略四大篇章，共 28 讲内容，内嵌 17 种数智化教育研究方法，83 个国内外典型的研究案例和 174 个推荐资源。不仅包括学习分析与评价的概念与理论体系，用于分析不同类型教育数据的最先进技术，以及来自该领域的特定应用和成功案例，还反映出相关专业领域在国际上的最前沿的发展。课程定位在于全面描绘数智时代学习分析新生态，帮助学生开启面向数智化时代的教育研究新范式，提升高阶思维和学术素养。

本研究基于联通主义视阈下的生成式教学理念，在 2024 秋季学期，依托团队自主开发的在线课程（学堂在线平台），面向教育技术学与现代教育技术学的硕士研究生，开展了线上自主学习-课堂人机协同-课后反思生成的三段式混合式教学。1）线上学习依托体系化课程资源支持学生自主学习把握理论与实践前沿。2）课堂学习通过重难点研讨与智能化分析相结合，结合情境协作分析汇聚群体智慧实现生成。在课中，结合学生在线学习情况，依托于醍摩豆智慧教育平台的智能化实时学习分析，如通过 GAI 提炼学生的课前线上学习时提交的困惑与一课一思的共性问题，进而开展重难点的进一步研讨。同时要求学生以小组为单位，选定某种学习分析方法，围绕真实研究情境下的数据结合理论学习，联通课外优秀实践案例，开展学习分析研究与实践，并进行汇报分享，实现群体智慧汇聚，以及理论、方法到实践的深度转化。3）课后反思依托“一课一思”（300 字以内的学习反思）内化学习成果，促进课程生成并及时教学反馈。

3.2. 教学评价与效果

生成式课程变革的实施，需以教师评价理念的转变为前提。该课程的教学评价采取过程性与结果性评价相融合的方式，重点关注过程性评价。为促进学生的深度参与与学习投入，课程考核以面向过程的学习评价为主，核心考察学生学习参与度、理论认知深度、分析问题和解决问题能力、协作能力、方法认知与实践深度与课堂汇报能力。期末考核为辅，考察学生的学术素养。课程实施后，尽管具体的数据仍在进一步分析中，但从整体的作业结果分析上

看，反思报告和期末论文体现了学生较强的参与度、创造性思维与复杂问题解决能力。共收集 27 份反思报告（含 216 份“一课一思”），这些反思报告大多将课堂学习内容、其他学生的观点以及课外自主查阅的资料相结合，在群体智慧的基础上进一步批判性思考，形成了自己对于该领域内理论的深度认识。期末论文覆盖 13 种学习分析方法，产出 20 个方法实践案例，通过将理论与实践相联系，学生的学术素养和对学习分析方法的认知与实践深度得到了提升。如社会网络分析的论文从理论基础及方法发展脉络、Gephi 分析工具应用至 cMOOC 数据分析，系统展现方法的操作步骤与应用价值。

4. 总结

在数智时代下，智能技术的发展为教育创新带来了新动能，本研究从联通主义视角出发，结合生成式教学理念，提出了生成式人工智能赋能下的人机协同与群智汇聚的生成式教学理念，并基于该理念开展了生成式课程的设计与实施，从总体数据分析上看生成式课程有效地激发了学生的主动参与，促进了学生复杂问题解决与创新能力的提升。但对过程性数据分析不足，本研究对生成式教学内在机制与特征的分析尚不够深入和细致。未来的研究应侧重对过程性数据的分析，聚焦于生成式教学的内在机制研究，以便更好地指导未来的教学实践。生成式人工智能赋能的混合式生成教学理念为高等教育领域提供了新的视角与实践方法，有望为未来教育模式的创新与发展做出积极贡献。

参考文献

王志军 & 陈丽. (2019).联通主义“互联网+教育”的本体论.中国远程教育, (08), 1-9, 26, 92. https://doi.org/10.13541/j.cnki.chinade.2019.08.002

叶澜.(1997).让课堂焕发出生命活力——论中小学教学改革的深化.教育研究(09),3-8.

余胜泉,万海鹏 & 崔京菁.(2015).基于学习元平台的生成性课程设计与实施.中国电化教育 (06),7-16.

罗祖兵. (2006). 生成性教学及其基本理念. 课程.教材.教法, (10), 28-33.

屈廖健，& 温晓芳. (2025). 生成式人工智能在高等教育中应用的国际知识图景——基于 581 篇 WOS 核心文献考察. 比较教育研究 (01). https://doi.org/10.20013/j.cnki.ICE.2025.01.08

Datawhale, 上海白玉兰开源开放研究院, 和鲸科技, & 江南大学教育信息化研究中心. (2023). 2023 中国人工智能人才学习白皮书. https://hub.baai.ac.cn/view/29809

Downes, S. (2012). Connectivism and Connective Knowledge[DB/OL].[2012-05-19]. https://edtechbooks.org/connectivism/.

Ruiz-Rojas, L. I., Salvador-Ullauri, L., & Acosta-Vargas, P. (2024). Collaborative working and critical thinking: Adoption of generative artificial intelligence tools in higher education. Sustainability, 16(13), 5367.

Siemens, G. (2013). Massive Open Online Courses: Innovation in Education? Retrieved from https://www.oerknowledgecloud.org/archive/pub_PS_OER-IRP_CH1.pdf

Wittrock, M. C. (1991). Generative teaching of comprehension. The Elementary School Journal, 92(2), 169-184.

职前教师技术感知与 GAI 教学应用的关系

The Relationship between Pre-service Teachers' Technological Perception and GAI Teaching Application

张冰儿[1*]，马志强[1]
[1]江南大学 江苏“互联网+”研究基地
[*]1746317225@qq.com

【摘要】 本研究基于 TPACK 框架，探讨职前教师技术感知与 GAI 教学应用的关系，以及 GAI 应用效能感的中介作用。研究对象为已完成基本师范教育课程的专硕学生，运用 PLS-SEM 分析。结果显示，感知易用性和感知有用性对 GAI 效能感有显著正向影响，但对行为意向直接影响不显著，而是通过 GAI 效能感产生间接影响；培训学习和 TPACK 水平对行为意向和 GAI 效能感均有显著影响，但其通过 GAI 效能感对行为意向的间接影响不显著。研究结果部分与传统技术接受模型相悖，揭示了技术接受过程的复杂性，为理解职前教师 GAI 技术应用提供了新视角，也为教育技术培训和应用策略的制定提供了理论依据。
【关键词】 职前教师；GAI 效能感；GAI 教学；TPACK

Abstract: *This study is based on the TPACK framework to explore the relationship between pre-service teachers' technological perception and GAI teaching application, as well as the mediating role of GAI application efficacy. The research subjects are master's students who have completed the basic normal education courses, and PLS-SEM analysis is used. The results show that perceived ease of use and perceived usefulness have a significant positive impact on GAI efficacy, but their direct impact on behavioral intention is not significant. Instead, they have an indirect impact through GAI efficacy. Training and TPACK levels have a significant impact on both behavioral intention and GAI efficacy, but their indirect impact on behavioral intention through GAI efficacy is not significant. Some of the research results are contrary to the traditional technology acceptance model, revealing the complexity of the technology acceptance process. It provides a new perspective for understanding the application of GAI technology by pre-service teachers and also provides a theoretical basis for the formulation of educational technology training and application strategies.*
Keywords: Pre-service teachers; GAI efficacy; GAI teaching; TPACK

1. 引言

生成式人工智能（Generative Artificial Intelligence, GAI）技术，如 ChatGPT，正在教育领域引发深刻变革。其在评估、预测学习成绩、智能辅导等方面的应用潜力巨大（Bahroun et al., 2023; Crompton & Burke, 2023）。然而，职前教师作为未来教育的主力军，如何有效应用 GAI 技术仍是一个亟待研究的问题。职前教师的技术感知、自我效能感以及其教学实践中的技术整合能力，直接影响 GAI 技术在教学中的应用效果。

基于 TPACK 框架，本研究探讨职前教师的技术感知（包括感知易用性和感知有用性）、培训学习、TPACK 水平以及 GAI 应用效能感对其 GAI 使用意向的影响机制。具体研究问题如下：

（1）TPACK、感知易用性、感知有用性、培训学习和 GAI 应用效能感如何影响职前教师的 GAI 使用意向？

（2）这些因素之间是否存在复杂的中介效应？其作用机制如何？

通过回答这些问题，本研究旨在为职前教师的 GAI 技术培训和应用策略提供理论依据，并为教育技术的推广提供新的视角。

2. 文献综述

2.1. GAI 教学应用的发展与挑战

随着自然语言处理（NLP）、长短期记忆网络(LSTM)、生成对抗网络(GANs)等新兴人工智能技术的不断涌现，生成式人工智能(GAI)技术应运而生。生成式人工智能是根据人类借助思维符号表征系统表达的提示（Prompts）自动生成内容的人工智能技术(Miao & Wayne, 2023)。近来，以 ChatGPT、DeepSeek 为代表的生成式人工智能技术蓬勃发展，为教育领域的变革注入了新的活力。

在教育领域，教师始终扮演着引导者和知识的传播者角色，而生成式人工智能技术提供了一种全新的工具，使教师能够更有效地履行这些职责。这项技术通过模拟人类的创造性思维过程，能够生成新的教学内容和方法，从而帮助教师更好地适应不断变化的教育需求和学生的学习习惯。因此，教师掌握生成式人工智能变得至关重要。

2.2. TPACK 在教育技术领域的作用

麦修和潘亚于 2006 年提出的“整合技术的学科教学知识框架（TPACK）”(Mishra，Koehler, 2006)，拓展了舒尔曼(Shulman, 1986)对教师所需知识特征的定义，剖析了技术知识在信息化环境下教学中的重要作用。TPACK 是一种新兴的知识类型，它超越了单纯的学科内容知识，教学法知识和技术知识，并存在于这三种知识的动态交互关系中(Bruce, 1997)。近年来，TPACK 在学术界获得了广泛认可，并继续发展成为一个帮助研究人员、职前教师和在职教师思考和整合技术到教育中的构念，其目标是促进学生的学习，并将教育融入当前信息社会背景下的技术进步中。因此，我们提出以下假设：

H1：TPACK 水平对 GAI 效能感具有正向显著影响。

H2：TPACK 水平对行为意向具有正向显著影响。

2.3. 感知易用性与感知有用性

感知易用性（Perceived Ease of Use, PE）和感知有用性（Perceived Usefulness, PU）是技术接受模型（TAM）中的核心变量，直接影响用户对技术的接受程度（Davis, 1989）。对于职前教师而言，GAI 技术的易用性和有用性尤为重要。感知易用性指教师认为使用 GAI 技术的难易程度，而感知有用性则指教师认为 GAI 技术能否提升教学效果或减轻工作负担（张鹏等, 2024）。

研究表明，当 GAI 技术设计得直观且易于操作时，职前教师更容易接受并持续使用该技术，进而提升其自我效能感（Lu et al., 2024）。同时，感知有用性通过增强教师对技术实际益处的认知，直接影响其使用意向。基于此，提出以下假设：

H3：感知易用性对 GAI 效能感具有正向显著影响。

H4：感知易用性对行为意向具有正向显著影响。

H5：感知有用性对 GAI 效能感具有正向显著影响。

H6：感知有用性对行为意向具有正向显著影响。

2.4. 培训学习的作用

职前教师的 GAI 效能感是指他们对自己利用 GAI 技术进行教学的自信程度。这种自信程度受到个人成败经验、替代经验、言语劝说、情绪唤醒以及情境条件等多种因素的影响。通过培训学习，职前教师可以获得关于 GAI 技术的知识和技能，从而增强他们对使用 GAI 技术进行教学的自信。通过观察他人成功使用 GAI 技术的案例，职前教师能够提高自己的自我效能感。同时，培训中的正面反馈和鼓励可以作为一种言语劝说，专家和同行的积极反馈可以提高职前教师的自我效能感，使他们更有信心使用 GAI 技术，进一步增强职前教师的 GAI 效能感。

Cullen 等研究者发现，参加技术整合课程的职前教师在培训课程结束后表现出更高自我效能感，这表明通过提高自我效能感，培训学习能够有效地促进职前教师在未来教学中使用技术的能力(Cullen, Greene, 2011)。Langub 等研究者设计了既关注技术的发展，又注重教师在实

际教学中的技术应用能力的课程，确保了课程目标与实际教学需求相匹配，从而提高了职前教师的效能感(Langub, Lokey-Vega,2017)。因此，我们提出以下假设：

H7：培训学习对 GAI 效能感具有正向显著影响。

H8：培训学习对行为意向具有正向显著影响。

2.5. GAI 应用效能感

自我效能感(Self-efficacy)这一概念是美国著名心理学家阿尔伯特·班杜拉(Albert Bandura)1977 年首次提出的。班杜拉在社会认知理论的框架下提出了自我效能感的概念，认为自我效能感是个体对自己能够利用所拥有的技能成功执行某项任务或达成某个目标的信心(Duane, 2002)。GAI 应用效能感是指个体对自己在利用 GAI 技术解决问题、完成任务和实现目标方面的信心和能力感知。这个概念源于社会认知理论中的自我效能感，即个体对自身能够成功执行特定任务的信念。具体而言，GAI 应用效能感体现在教师相信自己能够有效利用生成式人工智能工具来设计课程内容、实施个性化教学策略、分析学生数据以优化学习成果，并能够灵活应对技术应用过程中遇到的障碍与挑战。因此，我们提出以下假设：

H9：GAI 效能感对行为意向具有正向显著影响。

H10：GAI 效能感在 TPACK 水平和行为意向中起中介作用。

H11：GAI 效能感在感知易用性和行为意向中起中介作用。

H12：GAI 效能感在感知有用性和行为意向中起中介作用。

H13：GAI 效能感在培训学习和行为意向中起中介作用。

2.6. 理论框架与研究假设

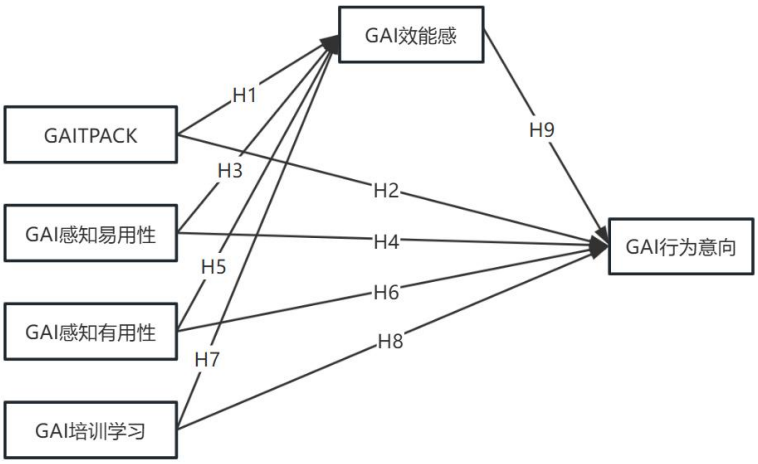


图 1 研究假设图

3. 研究方法

3.1. 参与者

不同于以往研究主要关注的正在接受师范教育的师范生——即那些在师范大学或设有师范专业的高校中学习的学生，本研究的研究对象选取了一群特殊的群体：已经完成基本师范教育课程或相关学科学习的专硕学生。这些学生已经掌握了成为合格教师所需的知识、技能和素养，但是尚未正式进入教育行业工作，本研究将他们的身份定义为职前教师。与仍处于学生身份、主要任务是学习专业知识和技能、正在为将来教育教学工作做准备的师范生相比，职前教师可能已经拥有一定的教学实践经验。例如，他们可能通过实习、见习等方式，亲身体验过教学工作的实际操作，从而对教学工作的实际需求和挑战有了更深刻的理解。

根据上述模型以及相关假设，本研究开发了有关职前教师技术感知与 GAI 教学相关变量的量表。

3.2. 数据收集过程

向江苏和浙江两所高校接受过生成式人工智能教学与学习培训，具备一定生成式人工智能使用能力的专硕学生发放纸质问卷，最终收集到 168 份有效答卷。

3.3. 数据分析

PLS-SEM 是一种多变量统计分析技术，它结合了因子分析和多变量回归分析，可以用于评估和验证复杂因果关系模型，特别适用于样本量不大、理论模型尚未完全发展成熟的研究情境。

为了确保量表的信度和效度，我们需要对其进行一系列的检验。信度通常用 Cronbach's α 和复合信度来评估。一般来说，如果 Cronbach's α值大于 0.7(Cronbach, 1951)且 CR 值大于 0.7(Hair, 2009)，则认为该量表具有良好的信度。效度则包括收敛效度和区分效度两个方面。收敛效度指的是使用不同方法对同一对象进行测量时结果的一致性，常用平均变异萃取量（AVE）作为指标；当 AVE 值超过 0.5 时，说明具有较好的收敛效度（Fornell & Larcker, 1981）。而区分效度关注的是不同概念之间是否可以通过观察数据得到有效区分，具体表现为某一变量的 AVE 平方根应大于其与其他变量之间的相关系数。

根据提供的信息，从表 1 可以看出，所有变量的 Cronbach's α系数介于 0.885 至 0.940 之间，均超过了 0.7 的标准；同时，这些变量的 CR 值范围为 0.921 到 0.951，也都达到了不低于 0.7 的要求，因此可以得出结论：该量表展现出了高水平的内部一致性和可靠性。此外，通过分析表 1 中的数据还发现，每个变量的 AVE 值位于 0.695 至 0.762 区间内，全部高于 0.5 的门槛，表明各项指标间存在较强的关联性，即拥有不错的收敛效度。最后，根据表 2 所示内容，各变量自身的 AVE 平方根均高于它们与其它变量的相关系数，进一步证实了此量表具备出色的区分效度。综上所述，这份量表不仅在信度上表现优异，同时也很好地满足了效度方面的要求。

表 1 信度与效度检验结果

潜变量	测量题项	指标载荷	Cronbach's α	CR	AVE
感知易用性	GAIPE1	0.882	0.940	0.951	0.736
	GAIPE2	0.857			
	GAIPE3	0.869			
	GAIPE4	0.854			
	GAIPE5	0.865			
	GAIPE6	0.851			
	GAIPE7	0.827			
感知有用性	GAIPU1	0.855	0.921	0.938	0.717
	GAIPU2	0.830			
	GAIPU3	0.840			
	GAIPU4	0.859			
	GAIPU5	0.846			
	GAIPU6	0.850			
GAI 效能感	GAISE1	0.882	0.922	0.941	0.762
	GAISE2	0.862			
	GAISE3	0.869			
	GAISE4	0.889			
	GAISE5	0.864			
培训学习	GAITL1	0.862	0.885	0.921	0.743
	GAITL2	0.856			
	GAITL3	0.871			
	GAITL4	0.860			

	GAITPACK1	0.859			
	GAITPACK2	0.851			
	GAITPACK3	0.864			
GAITPACK	GAITPACK4	0.804	0.927	0.941	0.695
	GAITPACK5	0.839			
	GAITPACK6	0.837			
	GAITPACK7	0.779			

表 2 变量 AVE 的平方根及相关系数矩阵

	GAIAC	GAIPE	GAIPU	GAISE	GAITL	GAITPACK
GAIAC	0.861					
GAIPE	0.617	0.858				
GAIPU	0.607	0.606	0.847			
GAISE	0.649	0.684	0.744	0.873		
GAITL	0.764	0.622	0.664	0.682	0.862	
GAITPACK	0.710	0.732	0.607	0.529	0.628	0.834

在 PLS-SEM 中，VIF 值的计算和评估可以帮助研究者识别和处理多重共线性问题，以提高模型的稳定性和预测能力。一般而言，VIF 值大于 5 或者 10 时，表明存在严重的多重共线性，需要进一步处理(O'brien, 2007)。从表 3 的 VIF 值可知，所有方差膨胀因子均小于 5，表明本研究不存在多重共线性。

表 3 共同方法偏差检验结果

	GAIAC	GAIPE	GAIPU	GAISE	GAITL	GAITPACK
GAIAC						
GAIPE	2.937			2.465		
GAIPU	2.715			2.077		
GAISE	3.109					
GAITL	2.387			2.175		
GAITPACK	2.606			2.487		

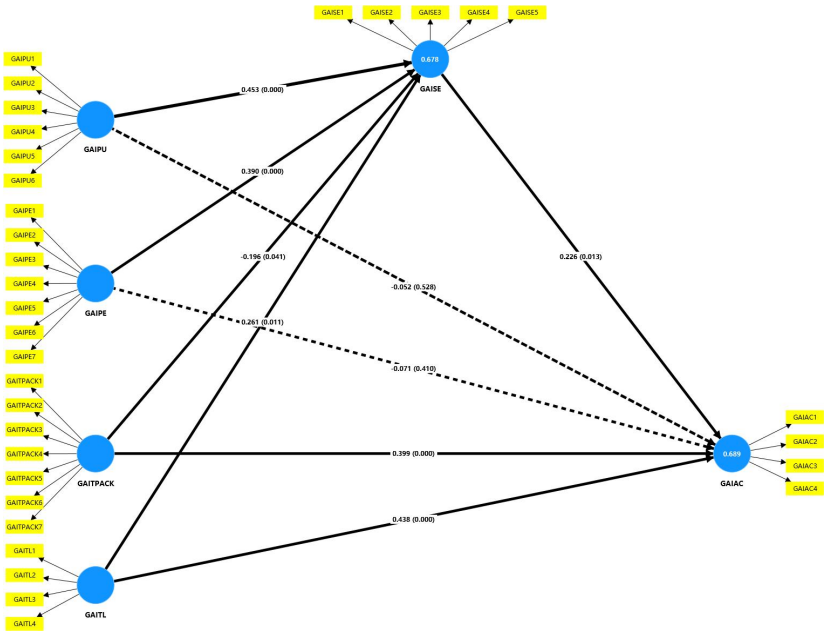


图 2 模型假设检验结果

根据图 2 中的模型分析结果，可以得到结构模型的路径系数与假设验证情况，具体结果见表 4。

表 4 路径系数和假设检验结果

假设	路径系数	t 值	p 值	2.5%	97.5%	检验结果
感知易用性->行为意向	-0.071	0.825	0.410	-0.241	0.094	反对
感知易用性-> GAI 效能感	0.390	4.525	0.000	0.214	0.549	支持
感知有用性->行为意向	-0.052	0.631	0.528	-0.210	0.108	反对
感知有用性-> GAI 效能感	0.453	4.774	0.000	0.243	0.613	支持
GAI 效能感->行为意向	0.226	2.496	0.013	0.044	0.398	支持
培训学习->行为意向	0.438	3.587	0.000	0.231	0.687	支持
培训学习-> GAI 效能感	0.261	2.546	0.011	0.083	0.487	支持
TPACK 水平->行为意向	0.399	4.090	0.000	0.199	0.584	支持
TPACK 水平-> GAI 效能感	-0.196	2.042	0.041	-0.382	-0.005	反对

研究的结果表明，感知有用性和感知易用性都对 GAI 效能感有显著的正向影响，而这两者对 GAI 使用行为意向的影响则不显著，这可能意味着感知有用性和感知易用性首先通过影响 GAI 效能感来间接影响 GAI 使用行为意向。因此，接受假设 H3、H5，拒绝假设 H4、H6。此外，TPACK 水平和培训学习都能分别对行为意向和 GAI 效能感造成显著影响，接受假设 H1、H2、H7、H8。但其中职前教师的 TPACK 水平对其 GAI 效能感的影响表现出了特殊的负向显著影响，需要对其进行进一步的讨论和分析，拒绝假设 H1。

表 5 中介效应路径分析

假设	t 值	p 值	2.5%	97.5%	检验结果
培训学习->GAI 效能感->行为意向	1.765	0.078	0.007	0.134	反对
TPACK 水平->GAI 效能感->行为意向	1.450	0.147	-0.116	0.000	反对
感知易用性->GAI 效能感->行为意向	2.106	0.035	0.013	0.175	支持
感知有用性->GAI 效能感->行为意向	2.117	0.034	0.016	0.205	支持

根据表 5 的中介效应分析，以 GAI 效能感作为中介变量，分别连接感知有用性和感知易用性与行为意向的中介路径呈现了显著的整体效应，可以支持相应的中介关系假设，接受假设 H10、H11。而链接培训学习和 TPACK 水平与行为影响之间的中介路径整体效应不显著，没有足够的证据证明此中介关系存在，拒绝假设 H12、H13。

4. 研究结果

本研究基于 TPACK 框架，探讨了职前教师技术感知与 GAI 教学应用的关系，并通过 PLS-SEM 对假设进行了验证。研究结果揭示了职前教师在技术感知、培训学习、TPACK 水平及 GAI 效能感之间的复杂关系，部分结果与传统技术接受模型存在差异，反映了技术接受过程的多样性和情境依赖性。

感知易用性和感知有用性对 GAI 效能感具有显著的正向影响，这表明职前教师认为 GAI 技术越容易使用且越有用，其对自身使用该技术的信心越强。然而，感知易用性和感知有用性对行为意向的直接影响并不显著，这与传统技术接受模型的假设相悖。这一结果暗示，职前教师对 GAI 技术的易用性和有用性感知并未直接转化为使用意向，而是通过 GAI 效能感间接影响行为意向。这一发现表明，技术接受过程中可能存在其他中介或调节变量，如用户的技术使用习惯、时间投入成本等，这些因素可能削弱了感知易用性和感知有用性对行为意向的直接影响。

培训学习对 GAI 效能感和行为意向均具有显著的正向影响。这表明，系统的培训学习不仅能够提升职前教师对 GAI 技术的信心，还能直接促进其使用 GAI 技术的行为意向。这一结

果强调了培训在职前教师技术应用中的重要作用，尤其是在 GAI 技术这种新兴技术的推广过程中，培训能够帮助教师克服技术使用的心理障碍，增强其技术应用的信心和能力。

TPACK 水平对行为意向具有显著的正向影响表明职前教师的 TPACK 水平越高，其使用 GAI 技术的行为意向越强。然而，TPACK 水平对 GAI 效能感的影响却呈现显著的负向关系。这一结果与常规认知不同，可能源于高 TPACK 水平的教师对自身能力要求更高，导致其在面对新兴技术时产生更高的自我怀疑或效能感不足。这一发现提示，高 TPACK 水平的教师在使用 GAI 技术时可能需要更多的心理支持和反馈，以帮助其克服技术应用中的心理障碍。

GAI 效能感在感知易用性、感知有用性与行为意向之间起到了显著的中介作用（$p<0.05$），但在培训学习和 TPACK 水平与行为意向之间的中介作用不显著。这表明，职前教师对 GAI 技术的易用性和有用性感知主要通过提升其 GAI 效能感来间接影响行为意向，而培训学习和 TPACK 水平则主要通过直接影响行为意向发挥作用。

在 TPACK 水平与 GAI 效能感之间路径系数为-0.196，t 值为 2.042，p 值为 0.041（<0.05），检验结果为支持。说明 TPACK 水平对 GAI 效能感有显著负向影响，这一结果较为特殊，与通常认为的某些能力水平提升会增强效能感的观点不同。可能在本研究情境下，高 TPACK 水平的个体对 GAI 效能感有不同的认知方式，也许是因为高 TPACK 水平个体对自身能力有更高标准，从而在 GAI 情境下反而觉得自身效能感较低。这需要进一步深入研究以明确其内在机制。

本研究通过间接影响和中介效应分析，揭示了各变量通过 GAI 效能感与行为意向之间复杂的因果关系和作用机制。发现感知有用性和感知易用性虽然不会直接影响职前教师使用 GAI 的行为意向，但这二者会通过 GAI 效能感这一中介变量对行为意向产生间接影响，而培训学习和 TPACK 水平通过 GAI 效能感达到的中介影响则相对较小，主要通过其自身对行为意向的直接影响发挥其作用。

5. 研究结论

1. 技术感知与 GAI 教学应用

研究结果表明，职前教师对 GAI 技术的感知易用性和感知有用性虽然不直接影响其使用意向，但通过提升其 GAI 效能感间接促进了 GAI 技术的应用。这一发现为理解技术接受过程中的心理机制提供了新的视角，表明技术设计应注重提升易用性和实用性，以增强教师的效能感。教育技术开发者应关注用户的技术使用体验，设计直观且易于操作的技术工具，帮助教师更好地将技术融入教学实践。

2 培训学习的重要性

培训学习对职前教师的 GAI 效能感和行为意向均具有显著的促进作用。这表明，系统的培训能够有效增强教师对 GAI 技术的信心和使用意愿。因此，教育机构和培训设计者应重视培训在技术推广中的作用，提供多样化的培训内容和形式，如实操训练、案例分析、专家指导等，帮助教师掌握 GAI 技术的核心技能，并增强其技术应用的信心。

3 TPACK 水平的双重影响

研究发现，TPACK 水平对行为意向具有正向影响，但对 GAI 效能感却呈现负向影响。这一结果提示，高 TPACK 水平的教师在使用新兴技术时可能面临更高的心理挑战。因此，教师发展策略应不仅关注技术知识的提升，还应注重教师的心理支持。例如，可以通过提供成功案例、个性化辅导和持续的技术支持，帮助高 TPACK 水平的教师克服技术应用中的心理障碍，增强其技术应用的信心。

4 教师发展策略

基于研究结果，教师发展策略应注重提升职前教师的 GAI 效能感，通过提供成功案例、个性化辅导和持续技术支持，帮助其增强对 GAI 技术的信心。培训设计应结合实际教学需求，注重实操训练和多样化学习资源，帮助教师掌握技术应用的核心技能。此外，高 TPACK 水平的教师可能面临更高的心理挑战，需通过心理支持和反馈帮助其克服技术应用中的自我怀

疑。通过优化培训内容和关注教师心理需求，教育机构可以有效促进职前教师在教学中应用 GAI 技术，推动教育技术的创新与发展。

参考文献

张鹏, 汪旸, 尚俊杰. (2024). 生成式人工智能与教育变革：价值、困难与策略. 现代教育技术, 34(06), 14-24.

American Psychological Association. (2001). Publication manual of the American Psychological Association (5th ed.). American Psychological Association.

Bahroun, Z., Anane, C., Ahmed, V., et al. (2023). Transforming education: A comprehensive review of generative artificial intelligence in educational settings through bibliometric and content analysis. Sustainability, 15(17), 12983.

Bruce, B. C. (1997). Literacy technologies: What stance should we take? Journal of Literacy Research, 29(2), 289-309.

Crompton, H., & Burke, D. (2023). Artificial intelligence in higher education: The state of the field. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 20(1), 22.

Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. Psychometrika, 16(3), 297-334.

Cullen, T. A., & Greene, B. A. (2011). Preservice teachers' beliefs, attitudes, and motivation about technology integration. Journal of Educational Computing Research, 45(1), 29-47.

Duane Brown. (2002). Career choice and development. John Wiley & Sons.

Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. Journal of Marketing Research, 18(1), 39-50.

Hair, J. (2009). Multivariate data analysis. Exploratory factor analysis. Langub, L. W., & Lokey-Vega, A. (2017). Rethinking instructional technology to improve pedagogy for digital literacy: A design case in a graduate early childhood education course. TechTrends, 61(4), 322-330.

Lu, J., Zheng, R., Gong, Z., et al. (2024). Supporting teachers’ professional development with generative AI: The effects on higher order thinking and self-efficacy. IEEE Transactions on Learning Technologies.

Miao, F. C., & Wayne, H. (2023). Guidance for generative AI in education and research. Paris: UNESCO.

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. Teachers College Record, 108(6), 1017-1054.

O’brien, R. M. (2007). A caution regarding rules of thumb for variance inflation factors. Quality & Quantity, 41, 673-690.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. Educational Researcher, 15(2), 4-14. h

学习支架类型及偏好对师范生视频生成质量的影响研究

A study of the effect of learning scaffold types and preferences on the quality of video generation by teacher trainees

乔芷寒 1，郭鑫 1，葛煜 1，李天宇 1，杨九民 1*
1 华中师范大学人工智能教育学部，湖北 武汉，430079
* yjm@mail.ccnu.edu.cn

【摘要】 在“现代教育技术”课程中，师范生生成高质量微课能有效提升教学实践能力，但目前仍面临微课制作水平低下等问题。本研究从学习支架类型和支架偏好两方面出发，旨在探究问题支架和图表支架哪种更能提升视频生成质量，以及其作用是否受支架偏好的影响。研究共招募 98 名华中地区某高校大学生，结果表明，支架偏好主效应显著，有偏好的学生表现更佳；支架类型主效应显著，图表支架组视频生成质量更优，问题支架组学习体验更好；二者交互作用显著，有偏好的学生使用图表支架学习效果突出。
【关键词】 学习支架；支架偏好；教师教育；视频生成质量

Abstract: *In the "Modern Educational Technology" course with low - level micro - teaching production, high - quality micro - teaching by teacher trainees can enhance teaching practice and educational technology application. This study of 98 college students from a central China university compares question and diagram scaffolding and their relation to scaffolding preferences. Results show significant main effects of preference (preferred students perform better in video quality) and type (flowchart for better video, question for better learning experience), and a significant interaction (preferred students have outstanding effects with flowchart scaffolding).*
Keywords: Learning scaffolding, scaffolding preferences, teacher education, video generation quality

基金项目：国家自然科学基金面上项目“生成性学习策略影响视频学习的认知神经机制及智能干预研究”（项目编号：62177027）；2024 年度优秀研究生教育创新资助项目“教中学策略对视频学习的影响研究”（项目编号：2024CXZZ049）。

1.引言

“现代教育技术”作为师范类专业教育体系中的核心课程，以培养学生技术素养，掌握技术基础理论知识和信息技术在教育中的应用技能为目的（赵磊磊等，2024）。然而在学习制作微课的技能时，很多学生因为缺乏科学的理论指导（马建军等，2018）、实践操作练习少，对视频制作软件的操作生疏（刘喆，2015），导致微课制作水平较低。在教育领域，建构主义教学模式广受关注，而支架式教学是其中较为成熟的方法之一。它遵循先由教师依据教学要求、学生情况提出学习策略与任务，之后逐步把学习主动权转交给学生的模式。支架式教学让学生成为学习主导者，能有效解决微课制作技能教学效果不佳等问题。因此，对于教师来说，将学习支架作为教学辅助工具应用于课堂中，使师范生能够全面掌握现代教育技术技能，达成教学目标是至关重要的。

支架作为一种学习辅助工具，被广泛应用于各个学科和不同层次的教育教学场景中，能帮助学生了解自己的知识水平和熟练程度，并增强元认知、学业自我效能感以及学习成绩（Channa et al., 2018）。学习支架的形式多样，分别适用于不同性质的教学任务。从其表现形式看，学习支架可以为范例、问题、建议、向导、图表等（李红美，2009）。学习偏好被定义为个体在学习过程中表现出来的对学习环境、学习内容、学习资源、学习技巧等各个方

面的偏好（李寿欣等，2004）。学习支架偏好可被看作是学习者在学习过程中对某一特定类型支架的偏好。然而，哪种类型的学习支架更适合促进师范生实践技能的掌握以及支架偏好是否会影响师范生视频生成的质量，这仍然是一个悬而未决的问题。本研究旨在通过在师范生的现代教育技术课程中采用两种不同类型的学习支架，并通过探讨学生自身的支架偏好是否会影响支架对视频生成质量的作用。

2.文献综述

2.1. 问题支架和图表支架的应用效果研究

支架作为辅助工具能支持学习过程，促进该区域的知识理解与意义建构。根据不同的功能和作用，支架可以分为同伴型、老师型和技术型（Kim et al., 2011），认知和元认知支架（Huang et al., 2024）。问题支架作为一种以问题为导向的教学工具，旨在通过引导学生思维发散来促进知识的深入理解与应用（朱龙等，2020）。基于对问题的精心设计与合理关联，为学生构建起一个能够围绕知识重点展开深度思考的框架。在具体实施过程中，问题支架所提出的问题紧密围绕关键知识领域，从不同角度切入，逐步引导学生从对知识的初步认知深入到对其核心内涵的挖掘。问题支架对于学生学习能力的提升具有重要意义。例如 King 的研究结果显示，与无支架组相比，将问题支架与学习有效融合，能推动学生深入理解知识、监控认知思维，解决复杂问题（King et al., 1992）。刘清堂等人的研究发现，课前学习支架能够促进学习者问题生成与认知水平的提升，高阶生成性问题逐渐增多，学习者观点认知水平向深层认知发展（刘清堂等，2023）。图表支架则侧重于以具象化、可视化的方式对知识进行呈现。在学习过程中，知识往往以抽象的形态存在，而图表支架能够将这些抽象知识通过流程图、概念图、思维导图等形式展现出来。以流程图为例，它能够清晰地展示事件或过程的先后顺序、逻辑关系和操作步骤（杜宏炜，2011）。概念图则可以将复杂的概念及其相互关系以直观的图形结构呈现，帮助学习者一目了然地把握概念体系（王大平等人，2004）。思维导图能够围绕一个核心主题，将相关的想法、概念、信息等以辐射状的图形方式进行组织，使学习者能够从整体上把握知识架构（冯国俊等人，2016）。有研究对比了使用图表支架和传统 PPT 讲授对学生阅读理解成绩的影响，结果发现，图表支架更有助于学生理解文本，促进学生的知识迁移和问题解决能力（Abdul et al., 2015）。

2.2. 研究目的

虽然已有研究探讨了问题支架和图表支架对学生学习效果的影响，且证明了这两种支架对学生的学习过程和学习结果有积极的影响。但这些研究大多侧重于有无支架的比较，较少分析两种支架在学习效果上的差异。关于哪一种支架应用效果更好？学习支架对学习效果的作用，是否会受到学习者自身支架偏好的影响，仍然是悬而未决的问题。基于此，本研究旨在通过对比这两种学习支架对学生视频生成质量的影响，提出了以下两个研究问题：

（1）问题支架和图表支架哪一种更能促进学生学习？

（2）问题支架和图表支架对视频生成质量的作用是否受到支架偏好影响？

3.研究过程与方法

3.1. 研究对象和设计

本研究于 2024 年秋季学期，在华中某大学《现代教育技术应用》这一翻转式学习课程中开展。教学实验对象为两个平行班，实验课教师、教学环境与内容等无关变量相同。其中一个班采用基于问题支架的教学模式，共 49 人（男 10 人，女 39 人）；另一个班采用基于图表支架的教学模式，共 49 人（男 11 人，女 38 人），学生年龄在 19 - 22 岁之间。研究前获参与者同意，并已得到当地伦理委员会批准。

3.2. 实验材料

3.2.1. 问题支架

本研究中，问题支架的设置是围绕教学目标以及课程重点进行有梯度的难度提问。学生根据问题支架进行思考、回顾所学知识内容，最终构建自己的知识体系，为后续自主创作提供支持，如表 1 所示。

表 1 问题支架

1．在录制视频之前，请思考下哪些参数需要我们提前设置？
2．在微课中，转场效果有什么作用？如何选择适合的转场效果？
3．你所导入的视频/素材是否符合画面大小要求？
4．处理声音时，如何降噪和增强音频质量？
5．在 Camtasia 中，如何进行绿幕抠像操作？
6．在 Camtasia 中，如何自动或手动添加字幕？字幕样式如何自定义？
7．如何为微课添加交互效果，以提高观众的参与度和学习效果？
8．如何设计吸引人的微课片头和片尾？在合成视频时你是否选择了正确的格式以及设置了正确的参数？

3.2.2. 图表支架

图表支架包括完成任务的流程图、任务解析等内容。在学生进行自主探究的过程中，根据学生的需要提供完成任务相关的图例，以直观的方式呈现任务从开始到结束的整个过程，流程图能够帮助学生剖析任务要求，引导学生向正确的方向创作，如图 1 所示。

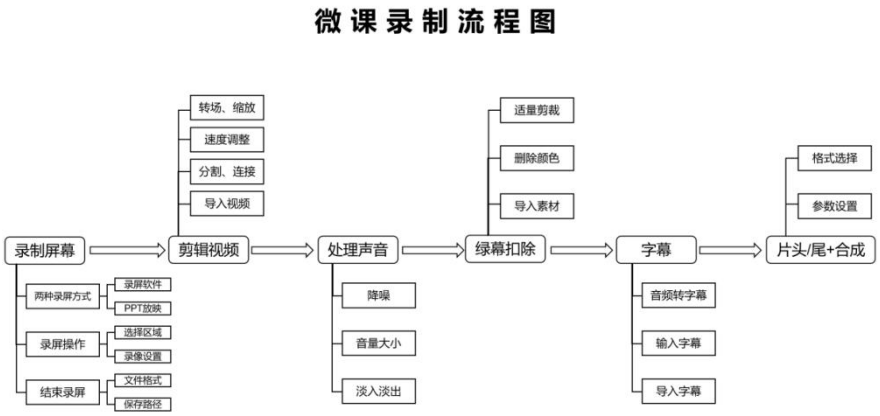


图 1 微课录制流程图

3.3. 测量工具

3.3.1. 视频编码

本研究采集了学生的微课作品得分作为因变量，依据《微课制作大赛评分标准》关于设计作品类的评价标准，结合本节课教学目标，设计了微课作品评价表，从内容质量、技术实现、表现形式和互动参与四个维度进行评价。具体的量化评价表如下表 2 所示。由两位编码人员共同完成，内部一致性为 0.825。

表 2 视频编码

评价指标		评价细则
一级指标	二级指标	
内容质量	紧密性	PPT 与教师讲解内容紧密配合，同步展示，无脱节或重复现象。
	清晰性	画面清晰，稳定，无曝光或光线不足等情况。
	准确性	微课内容准确无误，知识点表

		述清晰，无错误或误导性信息。
	绿幕扣除效果	绿幕扣除干净利落，无残留绿边或背景穿帮现象。
	字幕添加	字幕内容准确无误，字体清晰易读，与讲解内容同步显示。
技术实现	转场动画	转场效果自然流畅，动画使用恰当，不喧宾夺主，增强视觉效果。
	音频质量	视频画面清晰稳定，音频音质清晰，无杂音或回声，音量适中。
	创意性	微课设计具有创新性，能够吸引观众注意力，提升学习兴趣。
形式新颖	美观性	PPT 设计美观大方，色彩搭配和谐，布局合理，符合视觉审美。
互动参与	互动性	微课中包含有效的交互元素，如提问、讨论、小测验等，能够激发观众参与思考和。

3.3.2. 支架偏好

本研究中支架偏好被看作是学习者在学习过程中对某一类型学习支架的偏好。对支架喜欢与否能在一定程度上反映学习者选用该学习支架的意愿。因此，本研究在问卷中设置一道单选题来区分学习者对支架的偏好，其中 1 代表“喜欢”，2 代表“不喜欢”。如果学习者喜欢该学习支架，则可以认为该学习者偏好使用这种类型的学习支架，而当学习者不喜欢该学习支架时，则认为学习者不偏好使用这种类型的学习支架。

3.3.3. 学习动机

本研究采用的学习动机问卷改编自 Lin 等人的研究（Lin et al., 2020）。该问卷对学习者使用学习支架进行微课制作过程中内在动机的评估主要从兴趣、能力、价值和压力四个维度进行。每个维度包括 3 道题目，每道题有 7 个等级(1 分-7 分)，其中 1 代表“完全不同意”，7 代表“完全同意”。对问卷进行信度检验，4 个维度的系数分别为 0.839、0.814、0.933、0.828。这说明该问卷具有良好的效度。

3.3.4. 学习满意度

本实验中的支架学习满意度问卷来源于 Thompson 编制的学习满意度问卷（Thompson et al., 2009），该问卷用来测量学习者在完成微课制作过程中对于设置的学习支架的满意程度。该问卷的 Cronbach’s α达到 0.914，具备良好的信度。

3.3.5. 学习体验

本实验中的学习体验问卷来源于何春等人编制的学习体验问卷（何春等人，2014），采用李克特量表，共三个题目。对问卷进行信度检验，该量表可信度较高，内部一致性系数 Cronbach’s α=0.903。

3.4. 实验流程

《教学微视频的制作实训》是《现代教育技术应用》实验项目中的其中一个项目。该项目的主要内容包括，前期有关微课的理论知识；教师操作演示 camtasia 软件的录制和剪辑功能；课程剩余时间安排学生自主学习，根据不同的学习支架制作微视频。在提交作品后，进行学习体验、学习满意度和学习动机的问卷统计。最后，通过 SPSS 对实验数据进行统计和分析。

4.研究结果

本研究以支架类型与支架偏好匹配情况（问题支架-偏好问题支架 vs. 问题支架-不偏好问题支架 vs. 图表支架-偏好图表支架 vs. 图表支架-不偏好图表支架）为自变量，以视频生成质量、学习体验、学习满意度、学习动机为因变量进行单因素方差分析。描述性统计结果如表 3 所示。

表 3 描述性统计结果

变量	有偏好		无偏好	
	问题支架 (n = 24)	图表支架 (n = 25)	问题支架 (n = 25)	图表支架 (n = 24)
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)
视频生成质量	75.58（2.92）	81.64（1.63）	72.32（3.46）	72.58（2.13）
学习体验	4.26（0.52）	4.19（0.33）	3.21（0.51）	2.88（0.44）
学习满意度	4.24（0.50）	4.21（0.35）	3.11（0.59）	3.00（0.41）
学习动机（兴趣）	4.56（0.34）	4.60（0.35）	3.97（0.25）	4.25（0.50）
学习动机（能力）	4.53（0.49）	4.35（0.24）	3.81（0.29）	4.10（0.43）
学习动机（价值）	5.49（0.45）	5.49（0.45）	4.60（0.55）	4.47（1.01）
学习动机（压力）	4.26（0.47）	4.27（0.44）	4.05（0.48）	4.15（0.38）

4.1. 视频生成质量

结果显示，支架偏好主效应显著（$F(1, 94) = 134.21, p < .001$，$\eta p2 = .588$），对支架有偏好的学习者的视频生成质量显著高于对支架无偏好的学习者（$MD = 6.16, p < .001$）；支架类型主效应显著（$F(1, 94) = 35.32, p < .001$，$\eta p2 = .273$），学习者在使用图表支架时的视频生成质量显著高于使用问题支架（$MD = 3.16, p < .001$）；支架偏好和支架类型交互作用显著（$F(1, 94) = 29.68, p < .001$，$\eta p2 = .240$；见图 2），简单效应分析结果发现，对支架有偏好的学习者在使用图表支架时的视频生成质量显著高于使用问题支架（$MD = 6.06, p < .001$），而对支架无偏好的学习者无显著差异（$MD = 0.26, p = .727$）。

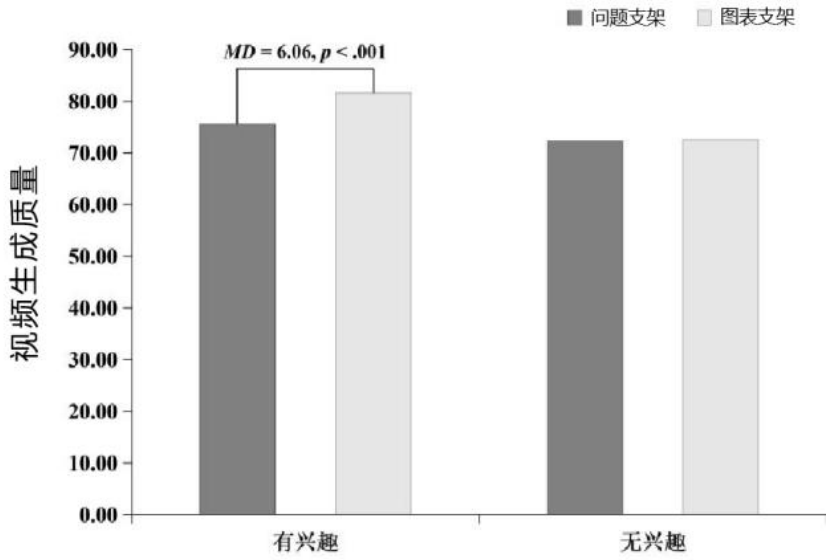


图 2 视频生成质量结果

4.2. 学习体验

结果显示，支架偏好主效应显著（$F(1, 94) = 164.68, p < .001, \eta_p^2 = .637$），对支架有偏好的学习者的学习体验显著高于对支架无偏好的学习者（$MD = 1.18, p < .001$）；支架类型主效应显著（$F(1, 94) = 5.10, p = .026, \eta_p^2 = .051$），学习者在使用问题支架时的学习体验显著高于

使用图表支架（$MD = 0.21, p = .026$）；支架偏好和支架类型交互作用不显著（$F(1, 94) = 2.01, p = .159, \eta_p^2 = .021$）。

4.3. 学习满意度

结果显示，支架偏好主效应显著（$F(1, 94) = 152.71, p < .001, \eta_p^2 = .619$），对支架有偏好的学习者的学习满意度显著高于对支架无偏好的学习者（$MD = 1.17, p < .001$）；支架类型主效应不显著（$F(1, 94) = 0.47, p = .496, \eta_p^2 = .005$）；支架偏好和支架类型交互作用不显著（$F(1, 94) = 0.20, p = .659, \eta_p^2 = .002$）。

4.4. 学习动机

结果显示，在兴趣维度，支架偏好主效应显著（$F(1, 94) = 38.91, p < .001, \eta_p^2 = .293$），对支架有偏好的学习者的兴趣得分显著高于对支架无偏好的学习者（$MD = 0.47, p < .001$）；支架类型主效应显著（$F(1, 94) = 4.62, p = .034, \eta_p^2 = .047$），学习者在使用图表支架时的兴趣得分显著高于使用问题支架（$MD = 0.16, p = .034$）；支架偏好和支架类型交互作用不显著（$F(1, 94) = 2.42, p = .124, \eta_p^2 = .025$）。

在能力维度，支架偏好主效应显著（$F(1, 94) = 40.13, p < .001, \eta_p^2 = .299$），对支架有偏好的学习者的能力得分显著高于对支架无偏好的学习者（$MD = 0.48, p < .001$）；支架类型主效应不显著（$F(1, 94) = 0.46, p = .501, \eta_p^2 = .005$）；支架偏好和支架类型交互作用显著（$F(1, 94) = 9.34, p = .003, \eta_p^2 = .090$；见图 3），简单效应分析结果发现，对支架有偏好的学习者无显著差异（$MD = 0.18, p = .096$），而对支架无偏好的学习者在使用图表支架时的能力得分显著高于使用问题支架（$MD = 0.28, p = .010$）。

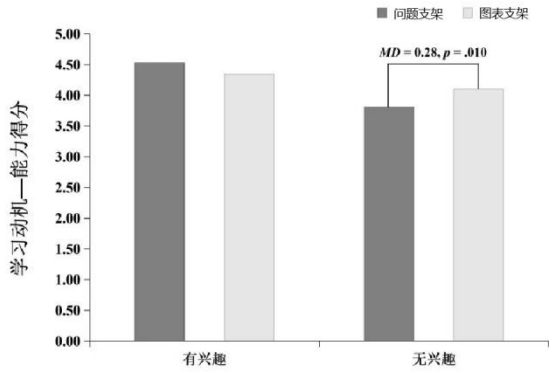


图 3 学习动机—能力结果

在价值维度，支架偏好主效应显著（$F(1, 94) = 52.04, p < .001, \eta_p^2 = .356$），对支架有偏好的学习者的价值得分显著高于对支架无偏好的学习者（$MD = 0.95, p < .001$）；支架类型主效应不显著（$F(1, 94) = 0.21, p = .649, \eta_p^2 = .002$）；支架偏好和支架类型交互作用不显著（$F(1, 94) = 0.26, p = .611, \eta_p^2 = .003$）。

在压力维度，支架偏好主效应边缘显著（$F(1, 94) = 3.26, p = .074, \eta_p^2 = .034$），对支架有偏好的学习者的压力得分稍稍高于对支架无偏好的学习者（$MD = 0.16, p = .074$）；支架类型主效应不显著（$F(1, 94) = 0.32, p = .571, \eta_p^2 = .003$）；支架偏好和支架类型交互作用不显著（$F(1, 94) = 0.29, p = .592, \eta_p^2 = .003$）。

5.讨论

本研究探究了学习者在制作微课时，教师所提供的学习支架类型（问题支架 vs.图表支架）和支架偏好匹配情况（有偏好 vs.无偏好）对视频生成质量产生的影响。

在支架类型方面，从研究结果可知，学习者在使用图表支架时的视频生成质量显著高于使用问题支架。这一结果与前人研究中关于不同类型学习支架具有差异化作用的观点相符（Hmelo et al., 2007）。根据认知负荷理论（Sweller, 1988），图表支架通过流程图等形式将抽象知识转化为视觉表征，减少了学生在操作技能学习中的认知负荷，使其能更专注于技术

细节。双重编码理论（Paivio, 1986）指出，视觉与语言信息的双重编码可增强记忆与理解，这也进一步解释了图表支架组在技术实现维度上的显著优势。与视频生成质量不同，在学习体验维度上，问题支架的表现要优于图表支架，在学习动机和满意度方面，两者差异不显著。可能是由于问题引导促使学生深入思考，带来成就感与乐趣。而图表支架虽助力提示视频生成质量，但步骤相对固定，学生自主性发挥空间小，导致学习体验较差。

在支架偏好，从本研究结果来看，对支架有偏好的学习者在视频生成质量、学习体验、满意度及动机各维度得分普遍较高。从动机理论出发，兴趣偏好作为一种内在动机，对学生的学习投入有积极的驱动作用（Deci et al., 2012）。当学生对学习支架表现出浓厚兴趣时，他们会自发地投入更多的时间与精力，以更主动积极的学习态度深入探究。在本研究的微课制作学习情境下，对支架有偏好的学生，会主动反复钻研图表支架中的步骤细节。而无偏好的学生可能只是被动参与，投入的有效学习时间少，学习效果也不好。

支架偏好和支架类型交互作用显著，对支架有偏好的学习者在使用图表支架时视频生成质量最佳，而对支架无偏好的学习者在两种支架下无显著差异。这表明学习者的偏好与支架类型相互影响视频生成质量。对于有偏好的学习者，图表支架符合他们主动掌握技能的需求，能进一步激发学习兴趣，提升视频生成质量；而对于无偏好的学习者，由于缺乏内在动力，不能充分利用支架优势，导致不同支架对其视频生成质量的提升作用不明显。

6.研究结论

本研究发现有支架偏好的学生在视频生成质量等维度表现更佳，图表支架组视频生成质量更优，问题支架组学习体验更好。支架类型和支架偏好交互作用显著，有偏好的学生使用图表支架学习效果突出。 基于此，本研究对于未来有效开展师范生微课技能教学启示如下：教师应根据教学内容与目标，关注学生对支架的兴趣偏好，设计合适的学习支架类型。

本研究还存在不足之处，需要在未来考虑和解决。首先，本研究的参与者是从单一课程中选择的，使用方便的抽样，他们可能不能代表整个学生群体，未来需要丰富研究群体。其次，后续研究可以结合学习分析的视角综合考虑，进一步提升本研究结果的可信度和可推广性。

参考文献

马建军 & 刘要悟.(2018).师范生整合技术的学科教学知识之发展——基于微课开发案例的分析.中国远程教育(03),21-26.

王大平,李新国.(2004).概念图的理论及其在教学中的应用.现代教育技术(06),45-48.

冯国俊,王静芝 & 邓丽玉.(2016).思维导图在初中英语写作教学中的应用新探.牡丹江教育学院学报(04),112-113.

朱龙 & 付道明.(2020).一种提升学生问题解决能力的问题支架应用框架——基于翻转课堂的实证研究.电化教育研究(02),115-121.

刘清堂,常瑀倍,吴林静 & 王春华.(2023).课前学习支架促进学生问题生成与认知水平提升.电化教育研究(07),59-66.d

刘喆,尹睿 & 郑钰琦.(2015).师范生信息化教学能力现状的调查研究.中国教育信息化(08),64-67..

杜宏炜.(2011).程序流程图在生物学教学中的应用.生物学教学(03),12-14.

李红美.(2009).基于支架式教学的教育技术公共课的教学设计——以知识点“学习教育技术的意义”为例.现代教育技术(11),40-43.

李寿欣,周颖萍.(2004).试论认知方式与学习风格的关系.山东师范大学学报(人文社会科学版)(04),125-129.doi:10.16456/j.cnki.1001-5973.2004.04.029.

何春,王志军 & 吕啸.(2014).我国大学生 MOOCs 学习体验调查研究.中国远程教育(11),42-49+96.

赵磊磊,刘睿 & 王柠慧.人工智能时代“现代教育技术”公共课建设：价值取向与进路选择. 甘肃开放大学学报 1-11.

Abdul-Majeed, M. R., & Muhammad, N. M. (2015). The effect of using scaffolding strategies on EFL students’ reading comprehension achievement. Al-Adab Journal, (111), 91-118.

Channa, M. A., Nordin, Z. S., & Abassi, A. M. (2018). Metacognitive scaffolding in reading comprehension: Classroom observations reveal strategies to overcome reading obstacles of engineering students at QUEST, Nawabshah, Sindh, Pakistan. International Journal of English Linguistics, 8(3), 131-140.

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2012). Self-determination theory. Handbook of theories of social psychology, 1(20), 416-436.

Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: a response to Kirschner, Sweller, and. Educational psychologist, 42(2), 99-107.

Huang, Y. P., Kim, H., Pan, Y., Zheng, X. L., & Tu, Y. F. (2024). Promoting elementary school students’ programming learning: Effects of metacognitive vs. cognitive scaffolding. Journal of Research on Technology in Education, 1-16.

Kim, M. C., & Hannafin, M. J. (2011). Scaffolding problem solving in technology-enhanced learning environments (TELEs): Bridging research and theory with practice. Computers & Education, 56(2), 403-417.

King, A. (1992). Facilitating elaborative learning through guided student-generated questioning. Educational psychologist, 27(1), 111-126.

Lin, L., Ginns, P., Wang, T., & Zhang, P. (2020). Using a pedagogical agent to deliver conversational style instruction: What benefits can you obtain?. Computers & Education, 143, 103658.

Paivio, A. (1986). Mental representations: A dual coding approach. Oxford University Press.

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. Cognitive Science, 12(2), 257‐285.

Thompson, L. F., Sebastianelli, J. D., & Murray, N. P. (2009). Monitoring Online Training Behaviors: Awareness of Electronic Surveillance Hinders E‐Learners 1. Journal of Applied Social Psychology, 39(9), 2191-2212

知識翻新教案模板的可行性評估

Feasibility Evaluation of the Knowledge-Building Lesson Plan Template

伍芳穎[1]，林青欣[2]
[12]國立政治大學教育學系
[1]fangying8681@gmail.com
[2]alwayshappyvivi@gmail.com

【摘要】 本研究透過知識論壇收集 55 份利用知識翻新教案模板所撰寫的教案，並根據知識翻新的核心主軸建立教案檢核標準進行評分，旨在評估教案模板的可行性與表現結果。研究結果顯示，教案模板的現有指令對教案設計者來說具有一定的可操作性；此外，設計者在三項「子任務」的表現皆呈現漸進提升的趨勢，顯示模板設計對任務間的銜接與整合具有正向作用，並達到了知識翻新的核心理念。
【關鍵字】 知識翻新；知識論壇；教案模板；可行性評估

Abstract: *This study collected 55 lesson plans written using the Knowledge Building lesson plan template via the Knowledge Forum. An evaluation criteria was developed based on KB principles to evaluate the template's feasibility. Results indicate that the template's instructions provide usability for designers. Additionally, performance across three subtasks showed a progressive improvement trend. This suggests that the template effectively supports task integration and alignment, reinforcing the core principles of Knowledge Building.*
Keywords: Knowledge Building; Knowledge Forum; Lesson Plan Template; Feasibility Evaluation

1.前言

透過教案的撰寫能促使教師在課程具體實施前進行充分的準備，進而提升教學品質（丁志權，2003）。而知識翻新理論提倡以「想法為中心」的學習方式，目的是促進知識的創新和持續改進，並鼓勵學習者透過群體交流與反思來調整、檢視自己的觀點，藉此培養學習者的創新思維（Scardamalia & Bereiter, 1994），同時這，樣的學習方式不僅能提升學習者的知識創造能力，也能幫助教師反思自身的教學實踐，進而促進教學相長的效果（Van Aalst & Truong, 2010）。然而，回顧現有針對知識翻新的研究顯示，多數研究仍僅將知識翻新理論作為教學活動設計的框架或方法，對知識翻新應用於教案設計所帶來的實際影響則相對探討地較少。因此，本研究將結合知識論壇，利用知識翻新教師培訓課程中所規劃的知識翻新教案模板，收集 55 位參與者所撰寫的教案，並以此探討該模板的可使用性及對教師在發展知識翻新課堂的影響與幫助。故本研究的研究問題如下：（1）使用該份教案模板所設計出的教案表現如何？（2）該份教案模板是否適合作為後續基於知識翻新理論的教案設計模板？

2.研究對象與方法

本研究收集 55 位參與知識翻新線上教師專業發展計畫（Seet et al., 2024）的參與者利用知識翻新教案模板所撰寫的教案。該教案模板共有四大區塊：「知識自主」、「想法發展」、「社群互動」及「設計實踐」，而各區塊所涵蓋的面向及檢核標準如下表 1 所示，每個面向將依據教案內容的適切性及其與知識翻新理念的契合程度進行 1 至 5 分的評定（分數越高，表示該面向的設計更能體現知識翻新的理念）。

表 1 知識翻新教案檢核標準表

區塊	面向	檢核依據

知識自主	角色扮演	對角色的設定是否包含其應具有的責任、任務及因應對策。
	素養	是否有設計素養目標，並能展現素養能力的層次與深度。
想法發展	問題情境	問題描述是否具體，並與目標及所設定的角色是否有關連。
	主線任務	是否有設計核心任務，且任務是否提供學生團隊合作的機會。
社群互動	社群目標	是否有設立高階願景，且該願景是以個體或社群為實踐對象。
	共享資源	是否有提供資源的使用方法，並說明資源能如何幫助學生學習。
設計實踐	子任務 1/2/3	對於子任務 1/2/3 的描述是否清楚，並且是否有提供學生討論分享的機會，同時是否包含學生自我評量（含互評及他評）的環節。

3.結論與建議

根據檢核標準對 55 份教案進行評分與分析後（如下表 2），結果顯示，除了「共享資源」外，其餘八個面向的表現均能滿足基本要求，顯示教案模板在上述面向中的現有指令對教案設計者來說具有一定的完整性及可操作性，其中三項子任務的表現尤為出色，其平均分數皆高於 4 分，並呈現出漸進提升的趨勢（Task 1: 4.09，Task 2: 4.16，Task 3: 4.42），反映出教案模板的設計能幫助教案設計者在子任務設計上保有一致的邏輯與連貫性，藉此幫助他們能夠有效地設計層層推進的學習活動。

而在分析 55 位設計者使用知識翻新教案模板所撰寫的教案後，發現「共享資源」的評分相對較低，顯示設計者在資源整合與運用上仍有提升空間，因此，日後若要將該模板發展為後續設計者可參考的模板，除了應擴大研究對象的樣本數以獲取更精確的數據外，也應改善現有模板內的指引內容，提供更具體的指引策略或資源整合方式，來提升知識翻新學習環境的整體效能。

表 2 教案檢核結果統計表

面向	角色扮演	素養	問題情境	主線任務	社群目標	共享資源	子任務 1	子任務 2	子任務 3
M	3.55	3.47	3.84	3.45	3.76	2.93	4.09	4.16	4.42
(SD)	(1.17)	(0.92)	(1.1)	(0.96)	(0.94)	(1.09)	(0.67)	(0.71)	(0.81)

參考文獻

丁志權(2003）。聯繫教學理論與實務的橋樑：教學活動設計。教師之友，44(1)，30-43。

Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1994). Computer support for knowledge-building communities. The Journal of the Learning Sciences, 3, 265-283.

Van Aalst, J., & Truong, M. S. (2010). Promoting knowledge creation discourse in an Asian primary five classroom: Results from an inquiry into life cycles. International Journal of Science Education, 33(4), 487–515. https://doi.org/10.1080/09500691003649656

Seet, C. H., Lin, C. S., Chang, Y. H., Chen, B., & Hong, H. Y. (2024, Oct.). Integrating design thinking and knowledge building for teacher professional development. Paper presented at Knowledge Building Summer Institute 2024, Singapore.

循证教研共同体中教师协作模式研究

A Study on the Teachers' Collaboration Model in the Evidence-Based Teaching and Research community

陈蕾 [1*]
[1] 江南大学人文学院
[*] 3478739544@qq.com

【摘要】 以协作学习为核心的学习共同体能有效提升教师教研效果。然而教师教研共同体中的教师分工协作机制尚不明确，例如协作的具体模式、如何变化、不同种类的协作的相对益处，以及协作何时可能有害等方面。基于此，本研究通过文献综述总结了影响教师教研共同体中教师分工协作的关键因素，包括团队组成、人际动态、互动关系以及信任和尊重。

【关键词】 循证教研；教师教研共同体；分工协作

Abstract: *Collaborative learning-based learning communities have proven effective in enhancing teaching and research outcomes. However, the mechanisms of collaboration within teaching and research communities remain unclear, including specific collaboration models, their dynamics, the relative benefits of different types of collaboration, and instances where collaboration might be detrimental. Thus, this study identifies key factors influencing the division of labor and collaboration among teachers in such communities, including team composition, interpersonal dynamics, interaction relationships, and trust and respect.*

Keywords: *evidence-based research, teaching and research communities, division of labor and collaboration*

1. 引言

以协作学习为核心的教师教研共同体有效提升了教研的效果。对于教师而言，“专业学习最好位于学校内的一个社区中”（Webster-Wright，2009）。教师教研共同体有助于教师提升专业知识、教学技能、沟通协作、课程计划与实施、学生管理和教学方法等方面的能力（Çopur & Demirel, 2022），也能提升教师的沟通技巧和自我提升策略（Dinama et al., 2021）。需要明确的是，教师教研共同体的最终目标是提高学生的成就。Saunders 等人（2009）采用准实验法证明了实施教师教研共同体的学校的学生在语言测试中的表现超过了学区的平均水平，并且也超过了比较学校。Williams（2013）的研究则进一步验证教师教研共同体对学生学业成绩的促进作用具有长期性和多学段适应性。

然而，教师教研共同体中的教师分工协作机制究竟如何？为了解决此问题，本研究结合教师教研共同体发展模式以及活动理论视角下的教师共同体教研模型 2 个典型的教师共同体教研模式，总结了教师教研共同体中影响教师分工协作的关键因素。

2. 教师教研共同体中教师分工协作的关键因素

（1）教师团队组成显著影响教研共同体的有效性和动态性

共享的领导角色是实现问题导向教研的重要促进因素。Gallagher 等人（2011）描述的案例显示，轮流担任主持人有助于每位成员聚焦自身关切的问题，并在集体讨论中扩展到教学实践的反思和改进。另外，教师教研共同体中教师协作离不开促进者角色的支持。促进者不仅需要引导参与者进行讨论，还需具备专业能力，使教师能够参与决策并认同成果。（Jones et al.，2013）。

（2）共同体内部的人际动态深刻影响着共同体的功能

人际关系和情感是共同体氛围和稳定性的中心，而问题性的人际关系和沟通风格会严重阻碍一个教师教研共同体的功能（Jones et al.，2013）。值得注意的是，社区中的冲突很常见。然而冲突不应仅被视为负面，分歧同样可以扩展人们的思维。正是共识与分歧的结合——提供承认自己实践和知识中弱点的开放性，以及推动人们离开舒适区——创造了学习机会。

（3）活动中的互动关系反映教师参与和认知投入的程度

成员互动与认知参与密切相关，是维系群体成员积极参与的重要驱动力（Nguyen et al.，2022）。通过综合、批判和反思他人观点，教师能够深化认知投入并提升协作学习的质量。此外，教师之间的互动，尤其是教师与促进者之间的互动是教师教研共同体成功的重要因素，这些成功包括观点转变、教学实践改进以及共同体的可持续发展。

（4）成员间信任和尊重是实现有效协作的重要因素

共同体成员之间的信任和尊重对于实现协作机制至关重要，也是上述描述的群体动态的基础因素。人际信任促使成员们不害怕尝试新事物。然而，建立信任文化需要时间、承诺和耐心此外，对教师在参加教师教研共同体时努力改进教学实践的积极反馈和认可，也是促进共同体成员间协作效果的重要因素（Vangrieken et al.，2017）。

参考文献

Çopur, A., & Demirel, M. (2022). The impact of professional learning communities on social studies teachers' professional development and student academic achievement. The Social Studies, 113(6), 300-318.

Dinama B, Gasha G, Olesitse G V. (2021). Improving teaching and learning outcomes through professional learning communities: a case of business education subjects in botswana. Innovare journal of education.

Gallagher T, Griffin S, Parker D C, et al. (2011). Establishing and sustaining teacher educator professional development in a self-study community of practice: Pre-tenure teacher educators developing professionally. Teaching and teacher education, 27(5), 880-890.

Jones M G, Gardner G E, Robertson L, et al. (2013). Science professional learning communities: Beyond a singular view of teacher professional development. International journal of science education, 35(10), 1756-1774.

Nguyen G N H, Bower M, Stevenson M. (2022). The discourse of design: Patterns of TPACK contribution during pre-service teacher learning design conversations. Education and Information Technologies, 27(6), 8235-8264.

Saunders W M, Goldenberg C N, Gallimore R. (2009). Increasing achievement by focusing grade-level teams on improving classroom learning: A prospective, quasi-experimental study of Title I schools. 1006-1033.

Vangrieken K, Meredith C, Packer T, et al. (2017). Teacher communities as a context for professional development: A systematic review. Teaching and teacher education, 61, 47-59.

Webster-Wright, A. (2009). Reframing professional development through understanding authentic professional learning. Review of educational research, 79(2), 702-739.

Williams D J. (2013). Urban education and professional learning communities. Delta Kappa Gamma Bulletin, 79(2), 31.

面向职前教师的课堂对话质量提升策略的构建与实证检验研究

Research on the construction and empirical test of strategies to improve the quality of classroom dialogue for pre-service teachers

孙洁雯[1*]，凌建霞[1]，朱佳[1]
[1]浙江师范大学教育学院
[*]jiewensun@zjnu.edu.cn

【摘要】 职前教师课堂对话质量的提升是教育研究的关键问题，对教学质量和学生发展具有重要影响。本研究基于社会建构主义理论，提出了一种提升职前教师课堂对话质量的策略，并通过真实课堂验证其效果。研究表明，该策略显著提高了学生的学业表现和课堂参与度，增强了课堂对话的多样性和互动性，为职前教师的培养和人工智能在教育中的应用提供了创新路径。
【关键词】 课堂对话；职前教师；教学策略；教师专业发展

Abstract: *The enhancement of classroom dialogue quality for pre-service teachers is a critical issue in educational research, significantly impacting teaching quality and student development. This study, grounded in social constructivist theory, proposes strategies to enhance teacher-student dialogue quality for pre-service teachers and validates their effectiveness through real classroom implementation. Results show that the strategy significantly improved students' academic performance and participation, while enhancing the diversity and interactivity of classroom dialogue, offering innovative pathways for pre-service teacher training and AI application in education.*
Keywords: classroom dialogue, pre-service teachers, teaching strategies, teacher professional development

基金项目：省哲社规划项目“ChatGPT 时代的教育伦理分析和风险规避策略研究”（项目编号:24NDJC191YB）；国家重点研发计划子课题“农村地区教师教学能力智能评测与教学精准辅助技术研究”（项目编号:2022YFC3303600）。

1. 前言

课堂对话是教学的重要环节，能激发学生学习兴趣并促进思维与社交能力发展。然而，职前教师因缺乏经验，课堂对话能力不足，影响教学效果。提升其对话水平对教学质量至关重要，但现有策略和评估方法仍显不足，亟需有效的提升路径与科学评价体系。

2. 基于社会建构主义的师生课堂对话质量提升策略

本模型围绕启发式、互动式、探究式和反馈式教学四个核心维度构建，提升教师教学效果与学生学习成效。具体而言，启发式教学激活背景知识，促进高阶思维；互动式教学通过对话与合作深化理解，推动知识内化；探究式教学以问题驱动与项目学习为基础，培养批判思维与创新能力；反馈式教学贯穿全过程，动态评估优化教学。四个维度相辅相成，形成系统化、结构化的课堂教学策略。

3. 研究过程

本研究选取某初中两个班级共 83 名学生作为研究对象，由一名职前教师进行教学，一个班级为实验组（42 人），另一班级为对照组（41 人）。实验组教学时，教师融入课堂对话质量提升策略，对照组沿用传统教学。实验以学生的月考、期中和期末考试成绩作为前、中、后测，并采用课堂参与度问卷（Elmaadaway, M. A. N, 2018)评估学生参与情况，问卷分为行

为参与、认知参与、情感参与三个维度。同时，对课堂全程录像，并基于宋宇及其团队构建的 CI-PCD（Coding Instrument for Productive Classroom Dialogue）互动编码体系(宋宇等人，2021)分析师生对话文本。在编码体系中，Ipk 代表先验知识提问，Pk 代表先验知识回应，Ipi 代表个人信息提问， Pi 代表个人信息回应，Ia 代表分析式提问，An 代表分析式回应，Ic 代表归纳式提问，Co 代表归纳式回应，Is 代表迁移创新式提问，Se 代表创新迁移式回应，Iu 代表回应建构式提问，Up 代表回应建构式回应，Ag 代表认同类对话，Qu 代表质疑类对话，Gu 代表指导类对话。数据分析涵盖学习成绩、课堂参与度及对话质量，运用滞后序列分析探讨课堂对话转换规律，比较两组对话互动模式的差异。

4. 研究结果

实验结果表明，实验组学生的学习表现在经过一个学期的策略干预后显著提升，学习成绩高于对照组。课堂参与度分析显示，实验组在行为参与和认知参与维度上显著高于对照组，而情感参与无明显差异。此外，本研究运用经典的 PrefixSpan 算法进行序列模式挖掘，筛选出不同组别课堂中序列长度为 4-6 的高频长对话序列。分析得出的高频率长对话序列如图 1 和图 2 所示。可以发现，实验组的对话类别转换更加均衡，展现出更复杂的师生互动模式。同时，实验组教师更善于通过提问引导学生深层思考，并促进学生对于知识点的系统整合。

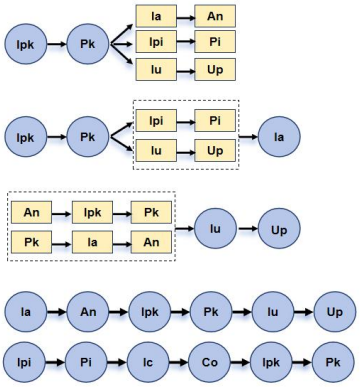


图 1 实验组高频率长对话序列

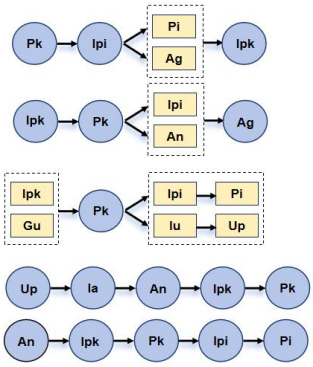


图 2 对照组高频率长对话序列

5. 总结

本研究基于社会建构主义提出职前教师课堂对话质量提升策略，并通过教学实验验证其效果。结果表明，该策略能够有效促进学生的学习表现与课堂参与，并帮助职前教师提高其课堂对话能力。研究验证了其可行性与有效性，为优化以学生为中心的课堂互动提供参考。未来将完善研究设计，扩大样本量，以增强研究的可靠性与推广性。

参考文献

宋宇, 丁莹, 朱佳 & 许昌良. (2021). 基于序列模式挖掘的多类教师群体互动式课堂教学研究. 现代教育技术 (10), 40-4.

Elmaadaway, M. A. N. (2018). The effects of a flipped classroom approach on class engagement and skill performance in a blackboard course. British Journal of Educational Technology, 49(3), 479-491.

基于网络学习空间的区域共同体教研模式构建研究

Research on the Construction of Regional Community Teaching and Research Mode Based on Network Learning Space

杨时娇[1*]，黄雅萱[1]，洪煜耀[1]，汤名珍[1]，周洋洋[1]
[1]华南师范大学 教育信息技术学院
[*] ysj20001128@163.com

【摘要】 技术赋能教师教育教学综合素养的提升，已成为新时代教师教研工作的迫切需求。本文从促进区域教研发展的视角出发，以提高共同体教师素养与教研参与度为目的，在构建教师共同体的基础上，为专家、教研员以及参加集体备课的主备与从备老师建立独特的教研角色与反思机制，凝练“五思三问一达成”教研模型。在应用中探索基于网络学习空间功能支撑，针对区域教研中存在的问题，探索一条切实可行的实践路径，完善数字化转型背景下的新型网络学习空间下的智能教研生态。
【关键词】 教研模式；网络教研；集体备课

Abstract: *Enhancing teachers' educational competencies through technological empowerment is a pressing need in contemporary teacher research and development. This study, aimed at advancing regional educational research, strengthens community teachers' competencies and engagement. It establishes distinct research roles and reflection mechanisms for experts, researchers, and lesson planners within teacher communities. Consolidating the "Five Reflections, Three Questions, One Achievement" model, it explores solutions to regional research challenges via networked learning spaces, contributing to an intelligent educational research ecosystem in the era of digital transformation.*
Keywords: Teaching and Research Mode,Online Educational Research , Collective Lesson Planning

1.绪论

2022 年 11 月，教育部发布《教师数字素养》行业标准，明确新时代教师应具备的专业能力。教研作为教师专业发展的关键途径（教育部, 2020），依托教师共同体，提升教学素养与能力。随着信息技术的发展，教研模式已从数字化文本交互演进至智能互联支持的网络教研（胡小勇 & 徐欢云, 2020）。然而，当前网络教研仍面临参与度低、动机不足、成效有限等问题（林攀登等, 2023），亟需重构集体教研模式，促进教师专业成长与数字素养提升。

2.“五四三问一达成”网络教研模式的建构

本文借鉴教师实践能力成长路径的“调控者”“并行者”“先行者”三个层次进行教师角色分类，以帮助教师清晰地认识到自己在群组中所扮演的角色，以及所需承担的义务(毛齐明, 2013)。针对网络教研的形式化严重的问题，参考反思性教学理论以及埃拜构想反思性教学模型，结合教研模式中的共同体角色参与机制，设计“五思三问一达成”反思性教研模型，如图 1 所示，该模型包含反思性计划、反思性备课和反思性评价三个环节(J.W.Eby et.al,1994)。

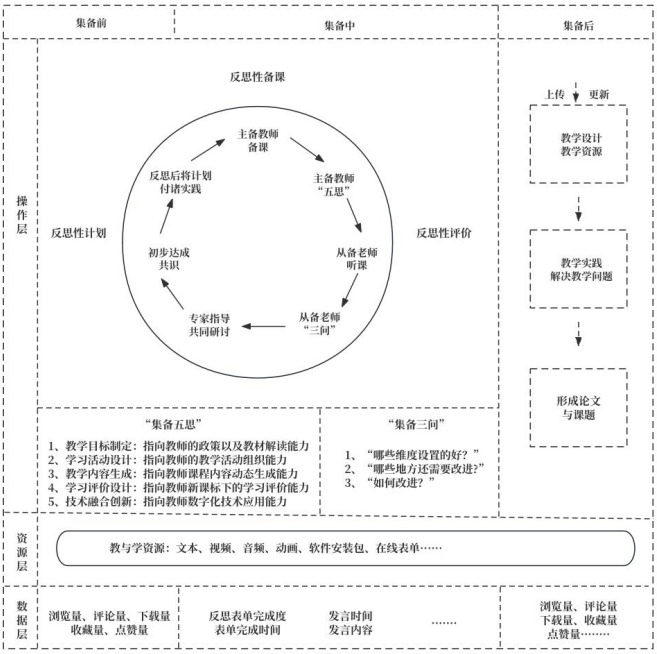


图 1 “五思三问一达成”反思性教研模型

3.“五思三问一达成”网络教研模型实践路径

基于“五思三问一达成”网络教研模型，本研究设计了实施流程并提出关键环节的实践路径。研前通过确立共同目标和角色分类机制，凝聚合作力量。研讨中借助网络学习空间促进区域教研，并通过双重反思提升教师能力。研后强调成果导向，保存过程性记录，构建教师成长轨迹，并引导教师深化研究，推动教研成果转化。该模式为网络教研提供指引，助力教师专业成长与区域教研发展。

4.总结与展望

在教育数字化转型背景下，提升中小学教师质量与专业化水平至关重要。网络教研突破时空限制，助力教师发展，但仍面临参与度低、效果不佳等问题。本文构建“五思三问一达成”网络教研模式，明确角色分工，提高教师参与度，并融入反思理念，通过两轮反思与提交反思单提升教研实效，为数字化环境下的网络教研提供借鉴。未来将开展实践研究，进一步验证模型的有效性。

参考文献

教育部 (2020)。教育部关于加强和改进新时代基础教育教研工作的意见 [EB/OL]。http://www.moe.gov.cn/srcsite/A06/s3321/201911/t20191128_409950.html

胡小勇、徐欢云 (2020)。“互联网+教研”形态研究：内涵、特征与趋势。电化教育研究, 41(02), 10－16+31。

林攀登、张立国、刘晓琳等 (2023)。究竟是什么影响了乡村教师网络研修参与——基于扎根理论的质性分析 [J/OL]。电化教育研究, 2023(12), 116－121。

毛齐明 (2013)。教师有效学习的机制研究。华中师范大学出版社。

Eby, J. W., et al. (1994). Reflective planning, teaching, and evaluation: K－12. Macmillan Publishing Company.

多模态数据在乡村教师教学投入中的应用研究

Research on the Application of Multimodal Data in Rural Teachers' Teaching Engagement

邢耀之[1]，钟荧妮[2]，薛君璇[3]
[1]华南师范大学教育信息技术学院，广州 510631
[2]华南师范大学教育信息技术学院，广州 510631
[3]华南师范大学教育信息技术学院，广州 510631
[*] 3146434878@qq.com

【摘要】 乡村教师教学投入是衡量乡村教育质量的重要指标。传统测评方法存在主观性和片面性等不足，本研究以多模态数据为切入点，构建测评指标体系与应用框架，整合线上线下场景，通过多维度数据综合利用，助力突破教学投入测评困境，推动乡村教师人才队伍高质量提升。
【关键词】 多模态数据；教学投入测评；乡村教师；应用框架

Abstract: *Rural teachers' teaching engagement is key to gauging rural education quality. Conventional assessment methods are subjective and limited. This study develops a multimodal - data - based evaluation index system and framework, combining online and offline settings. By using multidimensional data, it helps overcome evaluation challenges and promotes the professional growth of rural teachers.*
Keywords: Multimodal Data, Teaching Commitment Assessment, Rural Teachers, Application Framework

1.引言

多模态传感技术的发展为乡村教师教学投入评估提供了新工具。本研究聚焦乡村教师教学投入测评，构建融合行为、语音、文本、情感、生理和环境数据的多模态综合测评框架，克服传统单一维度测评的不足，提升测评精确度。

2.研究综述

2.1. 教学投入基本内涵与测评方法

教学投入指教师为完成教学任务所投入的身心资源，包含活力、奉献与专注三维度（Schaufeli W B, Salanova M, González-Romá V, et al., 2002）。本研究结合乡村教师新时代属性，将其界定为涵盖时间、精力和情感投入的综合性状态。教学投入现有测评方法存在主观性偏差、对动态特征捕捉不足等问题，难以实现全面测评。

2.2. 多模态数据在教学投入测评中的应用

伴随多模态技术的发展，教学投入测评仍面临三大局限：场景割裂引发"路灯效应"（张琪、武法提和许文静，2020）、评估方式量化质性失衡（牟智佳、冯西雅和李燕飞，2024）、动态追踪与发展潜能关注不足。本研究构建线上线下融合测评框架，融合情感等隐性维度突破显性监测局限，建立多模态动态测评体系。

3.多模态数据在乡村教师教学投入测评中的应用框架构建

本研究基于多模态数据驱动视角，构建乡村教师投入测评应用框架，如图 1 所示，该框架以教学诊断与优化为理念，融合线上线下场景，以教学共性与个性发展为支撑，涵盖测评指标、场景、流程。

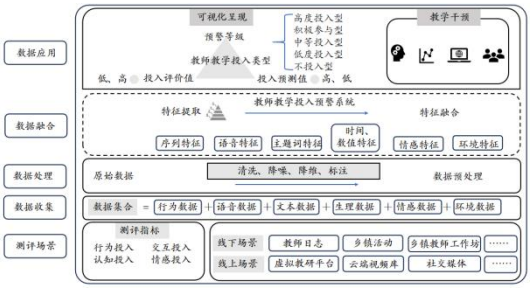


图 1 多模态数据在乡村教师教学投入测评中的应用框架

测评场景分物理和虚拟两类，如图 2 所示。流程包括数据收集、处理、融合和应用。最后依教师教学投入评价值和预测值分为五类，据数值高低发教学预警，如表 1 所示，从而实现对教师教学过程全面、高效、准确的测评，助力乡村教师高质量发展。

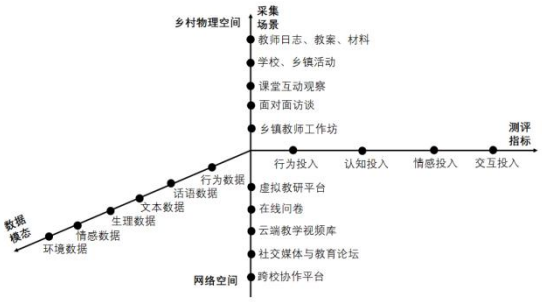


图 2 测评场景

表 1 教师教学投入类型划分

教师编号	教学投入评价值	教学投入预测值	教学投入类别	预警等级
教师 A	高	高	高度投入型（High Engagement）	无需预警
教师 B	高	中	积极参与型（Active Engagement）	无需预警
教师 D	高	低	待观察型（Observation）	低阶预警
教师 D	中	中	中等投入型（Moderate Engagement）	低阶预警
教师 E	中	低	低度投入型（Low Engagement）	中阶预警
教师 H	低	低	不投入型（Disengagement）	高阶预警

4.结语

本研究后续将推进实证应用，获取数据，为乡村教师发展及教育质量提升提供新工具。

参考文献

牟智佳,冯西雅,李燕飞,等.双线融合环境下高校教师教学投入评测：原理与指标[J].中国远程教育,2024,44(01):80-89.

张琪,武法提,许文静.多模态数据支持的学习投入评测：现状、启示与研究趋向[J].远程教育杂志,2020,38(01):76-86.

Schaufeli W B, Salanova M & González-Romá V, et al. (2002). The Measurement of Engagement and Burno ut: A Two Sample Confirmatory Factor Analytic Approach. *Journal of happiness studies*, 3(1), 71-92.

結構化共同學習法在技術實作課程上的教學實踐

Using Structured Learning Together in Technical Courses

莊益瑞
景文科技大學 行動商務與多媒體應用系
*yrjuang@just.edu.tw

【摘要】 本研究旨在探討如何透過結構化的共同學習法，提升技術實作課程的學習成效及改善合作技巧，以克服傳統合作學習中常見的社會性懈怠問題。本研究以 Johnson 兄弟提出的「共同學習法（Learning Together; LT）」為基礎，強調在小組活動前先教導合作技巧，並搭配結構化的活動步驟與學習單，為學生提供合作學習的鷹架。此外，本研究結合數位學習系統及同儕互評工具，以促進合作學習成果的重複執行與累積，進而改善學習成果。本研究採用準實驗研究設計，旨在探討此結構化共同學習法是否能提升學習成效及改善合作技巧。
【關鍵字】 合作學習；合作技巧；團體歷程；共同學習法

Abstract: *This study aims to explore how to enhance learning effectiveness and improve collaboration skills in technical practical courses through a structured learning together approach, to overcome the common problem of social loafing in traditional cooperative learning. Based on the "Learning Together (LT)" method proposed by the Johnson brothers, this study emphasizes teaching cooperation skills before group activities and provides students with scaffolding for cooperative learning by using structured activity steps and worksheets. In addition, this study combines digital learning systems and peer-assessment tools to promote the repeated implementation and accumulation of cooperative learning outcomes, thereby improving learning outcomes.*
Keywords: Cooperative learning, Cooperation skills, Group processing, Learning together

1.前言

本研究將以「共同學習法」（Johnson & Johnson, 1994）為基礎，整合其 18 項教學工作為結構化的教材與教學流程，並融入了合作技巧教學，以及團體歷程方法，過程中將合作學習訂定結構化的流程，搭配合作技巧觀察表與小組討論紀錄表，利用數位學習系統及同儕互評的工具，使之可以重複執行與累積合作學習成果，並促進改善學習成果的良性循環。透過教學實驗比較此教學法與一般專題式學習（Project-based Learning），是否能有效提升學生學習成效及合作學習的技巧，以改善合作學習的社會性懈怠的問題。

2.教學設計

教學步驟精簡歸納為課前準備階段和課堂教學階段，並加入結構化的學習單、合作技巧教學與團體歷程檢討，稱為「結構化共同學習法（Structured Learning Together，簡稱 SLT）」。

(1)教導合作技巧：教師依照學習單元或學習任務特性，決定選擇哪些合作技巧直接教學。合作技巧包括專注傾聽、主動分享、接納批評、互相幫助、互相鼓勵、對事不對人、服從共識等七項。透過案例說明、示範或角色扮演，具體列出做法與說法。

(2)說明學習任務：教師說明學習單的學習任務和完成標準，提示可運用的重要概念、操作技術和合作學習技巧。強調每位組員都必須負完成學習單的責任，學會所有內容。

(3)工作分配：建立積極互賴的合作學習情境，設立小組長、觀察員及記錄員等三個角色。小組長負責主持討論，觀察員負責檢視成員是否學會內容及運用合作技巧，記錄員負責記錄討論過程與結果。

(4)進行小組討論：小組依學習單內容進行討論與同儕互教，教師巡視並適時指導。鼓勵小組間相互合作，給予團體績效加分。

(5)分享成果：透過抽籤、派組員或老師指定等方式挑選分享者上台，分享後透過同儕互評或教師給予獎勵。

(6)小考：透過選擇題或實作題檢視組員的學習成效，小考成績納入個人責任績效計算。

(7)評估個人與團體合作績效：教師針對學生個別績效與小組的合作績效進行檢討與評估。個人部分包含學習成效評量與合作技巧，團體績效部分主要評估是否成功完成學習任務及建立與維持良好的工作關係。

3.研究結果

(1)學習成效方面

學習成效的評估分別從形成性評量、總結性評量、學期成績、專題評量和總學習成效等項目進行統計考驗，其中學期平均分數是指形成性評量加上總結性評量後的平均，總學習成效則是學期平均分數加上專題評量分數。統計考驗結果除「形成性評量」未達顯著差異之外，其餘包括總結性評量（$p<.05$）、學期成績（$p<.05$）、專題評量（$p<.001$）和總學習成效（$p<.01$）等均達顯著差異。此結果顯示在第二階段採用的 SLT 教學法讓學生的學習成效有顯著的提升。另外，在專題製作方面，SLT 的專題成績亦顯著優於專題式學習法的專題成績，且總學習成效亦是如此，顯示 SLT 教學法的學習成效顯著優於專題式學習法，更能提升學生專題成績與總學習成效。透過焦點團體訪談詢問受訪學生對於各項評量的表現，大多數學生表達在第二階段的合作學習之前教師有教導合作技巧，並在執行過程中明確的分配任務，使小組討論較為順利、提升效率。

(2) 合作學習技巧方面

合作學習技巧的檢核依據各組「合作技巧檢核表」的評分，大部分後測的平均數大於前測，但並未達到顯著（$p>.05$），惟 SLT 在「適時協助組員，遇到困難時也能主動求助」的合作技巧顯著優於專題式學習法。透過焦點團體訪談詢問學生對此檢核項目的想法，學生表示在實施 SLT 之前，因為小組成員並非原本就熟悉的同學，且學習能力有落差，但不能看輕彼此。老師也曾教導合作學習的技巧，讓組員彼此之間主動求助，也能主動確認組員進行狀況，主動協調共同解決問題的方法。此合作學習的心態讓組員彼此更能團結一心。此外，藉由合作學習活動前的合作技巧練習，學生表示此環節是過去其他課程中小組討論活動中所沒有的訓練，具體地學習如何說、如何做，同時也端正了合作態度，無形中讓組員們有一個共同依循的規範，於討論中彼此提醒，愈發熟練討論的技巧，增進了討論效率。

4.結論

合作學習法雖有助於截長補短，實踐同儕互教和及時教學（Just-in-time teaching）的理念，卻難以避免社會性懈怠 revised 的通病。本研究採用兼顧個人及團體績效的共同學習法，搭配合作技巧教學和結構化的學習步驟與工具（學習單），能有效提升學生合作學習的學習成效和合作學習技巧。雖然在合作技巧提升上平均未能達到統計上的顯著意義，但在學生質性回饋上多數持正面的反應，透過學習合作技巧再應用在實際的小組討論上，能讓溝通更為順暢，避免許多猜疑與抱怨。

5.參考文獻

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1994). *Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning* (4th ed.). Edina, MN: Interaction Book Company.

人机协同支持下教师反馈素养及其影响因素研究

Research on Teachers' Feedback Literacy and Its Influencing Factors under the Support of Human-AI Collaboration

孙佳悦，蔡慧英*，顾佳宁
江南大学人文学院
*caihy@jiangnan.edu.cn

【摘要】本研究聚焦于人机协同支持下教师反馈素养，旨在探究其现状、影响因素及作用机制，进而提出提升策略。研究发现教师反馈素养受多层面因素影响，据此从教师个人、人机交互、团队协作和学校组织四个维度提出治理策略，为提升教师反馈素养、优化教学提供理论与实践支持。
【关键词】教师反馈素养；人机协同；影响因素

Abstract : *This study focuses on teacher feedback literacy supported by human-machine collaboration, aiming to explore its current status, influencing factors, and mechanisms of action, and subsequently propose enhancement strategies. The research findings indicate that teacher feedback literacy is influenced by multiple layers of factors. Based on these findings, governance strategies are proposed from four dimensions: individual teachers, human-machine interaction, team collaboration, and school organization. These strategies provide theoretical and practical support for enhancing teacher feedback literacy and optimizing teaching practices.*
Keywords*:* teacher feedback literacy, human-AI collaboration, influencing factors
基金项目：本文受 2022 年国家社会科学基金教育学青年课题《人机协同教研对教师教学能力发展的影响与治理策略研究》（课题编号：CCA220318）资助

1. 前言

在教育教学活动中，教师反馈素养是影响教学质量与学生学习效果的关键因素。高质量的教师反馈能促进师生间的知识建构活动，帮助学生更好地理解学习问题、改进学习策略（董艳，2021）。然而在实际教学场景中，教师反馈存在诸多问题，如反馈意识淡薄、时效性差以及反馈活动设计不合理等（Boud & Dawson，2023）。这不仅导致反馈易被学生误解，还难以充分发挥其在促进学生学习方面的作用。随着人工智能技术的飞速发展，人机协同为提升教师反馈素养带来了新的契机。因此，探究人机协同支持下教师反馈素养的整体水平及其影响因素，对改善教师反馈实践具有重要意义。

通过文献梳理发现，影响人机协同支持下教师反馈素养的潜在因素主要来自于教师个人、教师与技术交互、团队协作、学校组织等四个层面。为了探究人机协同支持下教师反馈素养的现状及其影响因素之间的关系，本文提出以下研究问题：（1）人机协同支持下教师反馈素养现状如何？（2）人机协同支持下教师反馈素养的影响因素间的作用机制如何？

2. 研究设计

本研究采用便利抽样法，借助一线教师的宣传推广分发问卷。调查围绕“讯飞智学网”平台的使用情况，以及教师反馈素养现状和影响因素展开。最终 1297 名中小学一线教师参与问卷填写，其中，获得 1038 份有效问卷，样本有效率达 80.03%。

研究设计的问卷包含三部分内容。一是教师人工智能的使用行为调查，围绕教师使用频率和作用感知设计 9 道题项。二是反馈素养水平评估，基于文献梳理从反馈感知、反馈设计、反馈实践和反馈反思四个维度设计 38 道题项，采用 5 点李克特量表评分，信度系数高于 0.9。

三是影响因素分析，从教师个人、人机交互、团队协作以及学校组织四个维度，聚焦 11 个潜在因素设计并改编 32 道题项，同样采用 5 点李克特量表评分，信度高于 0.9。

采用 K-means 聚类算法对教师智学网使用频率和作用感知进行聚类分析，将教师分为三类：低频怀疑者（34.01%），这类教师使用频率低且感知差；中频适应者（41.43%），这类教师使用频率中等且感知适中；高频践行者（24.57%），这类教师使用频率高且感知好。基于此，我们运用方差分析和结构方程模型对教师人机协同下教师反馈素养的现状进行了分析。

3. 数据分析

3.1. 人机协同支持下教师反馈素养的基本情况

为了探究人机协同支持下教师反馈素养的基本情况，本研究运用 SPSS27.0 工具对人机协同支持下教师反馈素养的问卷数据进行了描述性分析。结果显示，教师反馈素养总体平均得分 M=3.76，SD=0.62，处于中等偏上水平，但仍有提升空间。此外，通过方差分析发现，不同类别的教师群体的人机协同支持下教师反馈素养存在显著差异，F=158.88，P<0.01。经过事后分析发现，高频践行者的人机协同支持下教师反馈素养（M=4.25，SD=0.57）高于中频适应者（M=3.73，SD=0.50），高于低频怀疑者（M=3.43，SD=0.55）。

3.2. 人机协同支持下教师反馈素养的影响因素分析

选取频率且感知较好的 2、3 类教师作为研究对象，在相关性分析的结果之上，我们运用 AMOS 28.0 工具构建并验证了人机协同支持下教师反馈素养影响因素模型，如图 1 所示。

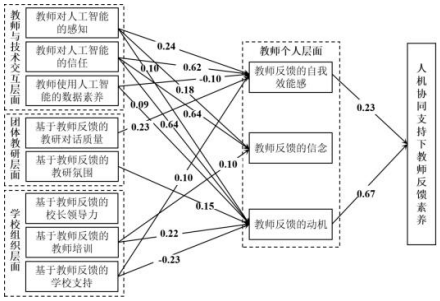


图 1 人机协同支持下教师反馈素养及其影响因素的结构模型（n=685）

研究发现，在教师个人层面，教师反馈动机（β=0.67）对反馈素养影响最大，其次为自我效能感（β=0.23），而反馈信念未见直接影响。在人机交互层面，教师对人工智能的信任能够显著影响教师的反馈动机与自我效能感（β=0.64 和 0.62），进而影响反馈素养。在团队协作层面，教研氛围与对话质量分别影响教师反馈动机（β=0.15）与自我效能感（β=0.23），进而影响反馈素养。在学校组织层面，教师培训能够显著增强反馈动机（β=0.22）。

4. 结论

综上，我们认为提升人机协同支持下的教师反馈素养需要多管齐下。第一，建立教师激励机制并开展专项培训。第二，从用户中心视角出发优化人工智能技术设计，确保其在教学中的有效应用。第三，构建开放互助的教研氛围，推动理论与实践相结合的教研路径，提升团队协作效果。最后，创新基于教学反馈的教师培训模式，并完善学校的配套保障机制。

参考文献

董艳, 李心怡, 郑娅峰 & 翟雪松. (2021). 智能教育应用的人机双向反馈：机理、模型与实施原则. 开放教育研究 (02), 26-33.

Boud, D., & Dawson, P. (2023). What feedback literate teachers do: an empirically-derived competency framework. Assessment & Evaluation in Higher Education, 48(2), 158-171.

数字化转型背景下职教教师数智素养的内涵、现实困境与实践路径

The Connotation, Practical Dilemmas, and Implementation Pathways of Digital-intelligent Literacy for Vocational Education Teachers in the Context of Digital Transformation

牛若影[1]，孙力[1*]，毕玉莹[1]
[1]江南大学人文学院 教育技术系
[*]172174786@qq.com

【摘要】 在教育数字化转型的背景下，数字素养已然成为教师核心基本素养。2022 年教育部发布的《教师数字素养》标准用于职业教育领域存在一些现实问题。因此，本文在该标准基础上突出了职业教育特色、融入了人工智能素养要求，形成了职业教育教师数智素养框架，并提出了主体驱动、资源筑基、制度护航的实践路径。
【关键词】 教育数字化转型；职业教育；数智素养

Abstract: *In the context of digital transformation of education, digital literacy has become a core basic literacy for teachers. There are some problems in using the standard of Digital Literacy for Teachers released by the Ministry of Education in 2022 for the field of vocational education. This paper highlights the characteristics of vocational education and integrates the requirements of artificial intelligence literacy on the basis of this standard, forms a framework of digital literacy for teachers in vocational education, and proposes a practical path.*
Keywords: educational digital transformation, vocational education, digital-intelligent literacy

1.前言

党的二十大报告强调要“推进教育数字化”。2022 年教育部发布的《教师数字素养》标准，对职业教育数字化转型起到一定推动作用,但该标准作为通用性框架，未能体现职业教育产教融合特征及行业对数字职业与技能的新需求，难以有效支撑“双师型”教师队伍建设。此外，人工智能技术的快速发展，推动教学模式从“师—生”二元结构向“师—机—生”三元结构转变，提升教师人工智能技术应用能力成为迫切需求(孙善学,2025)。因此，构建“职业教育教师数智素养框架”并提出其实践路径，成为当前重要而紧迫的研究课题。

2.职业教育教师数智素养的内涵及构成框架

本文界定“职业教育教师数智素养”的内涵为：从事职业教育的广大教师在数智化下利用先进技术和方法创造性地组织教育教学、开展教学建设、提高教育质量的基本素养与技能，是对职业教育教师适应产业数智化发展需要，加快培养数智人才的职业能力的新要求。

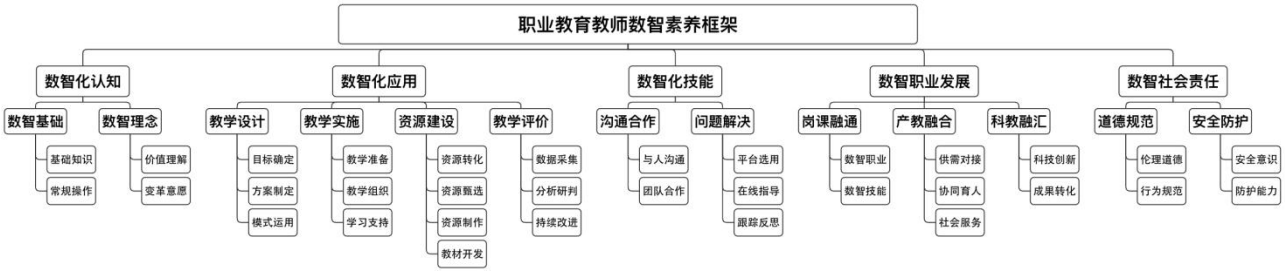


图 1 职业教育教师数智素养框架

“职业教育教师数智素养框架”在《教师数字素养》基础上突出了职业教育特色、融入了人工智能素养要求，形成了由数智化认知、数智化应用、数智化技能、数智社会责任、数智职业发展 5 个一级维度以及 13 个二级维度、33 个三级维度的职业教育教师数智素养框架（如图 1），为有关部门、学校制订相应标准奠定了基础，为职业教育数智化转型提供了支撑。

3.职业教育教师数智素养培育的现实困境

3.1. 职业教育教师数智素养提升的“主体意识失能”

职业教育教师数智素养提升的主要障碍在于其主体意识的弱化。部分教师在数智素养提升过程中的主体作用被削弱，主要体现在两方面：其一，理念偏差导致教师未能充分认识数字技术与职业教育的紧密联系，自我效能感低，甚至对数智化教学产生抵触情绪；其二，科层制管理模式导致教师在数智化课堂变革中缺乏决策权，难以发挥其主体意识。

3.2. 职业教育教师数智素养培训的"资源支持失实"

培训是短期内提升教师数智素养的有效途径，但当前培训资源存在整合性不足与针对性缺失的问题。首先，资源分散现象突出，区域内学校及校内学院之间缺乏资源共享机制，导致资源利用率低下；其次，培训内容普适化严重，未能充分考虑职业教育教师的多样化需求，尤其是"双师型"教师在理论与实践技能方面的差异性，缺乏时效性与实效性。

3.3. 职业教育教师数智素养提升的"制度保障失范"

完善的制度体系是职业教育教师数智素养提升的重要保障，但目前相关政策缺乏具体实施细则，落实难度较大。主要问题体现在两方面：其一，经费投入不足，缺乏持续的资金支持，制约了教师数智素养培养的深度与广度；其二，评价考核制度不健全，表现为评价标准不统一、企业评价主体缺失以及评价连续性不足，难以有效保障培训质量。

4.职业教育教师数智素养培育的实践路径

4.1. 主体驱动：激发职业教育教师提升数智素养的自我意识

教师的主观能动性是数智素养提升的核心要素，提升其主观能动性至关重要。首先，需推动观念革新。引导教师正视数字化浪潮的不可逆性，促使其从技术浅层应用转向高阶应用。其次，需增权赋能。教师应被赋予更多自主权，如教学内容与方法的抉择权，以便根据企业实践需求灵活调整教学，培养兼具职业技能与数智素养的高素质人才。

4.2. 资源筑基：优化职业教育教师数智素养的培训资源体系

针对传统培训中资源分散、内容缺乏针对性等问题，需创新分类培训体系，提升培训质量。其一，整合培训资源。通过建立校内数字化资源管理部门，开发兼具针对性与普适性的资源包，并加推动校企共建资源库。其二，增强培训针对性。根据教师类型提供定制化培训，如为实践课教师侧重数字化场馆与仿真实训室的操作培训，以满足差异化需求。

4.3. 制度护航：完善职业教育教师数智素养提升的保障机制

制度是教师数智素养提升的关键保障。一方面，完善校内专项经费制度，保障基本培训需求；强化政府引导作用，建立以政府为主导、企业为辅助的外部投入机制。另一方面，针对"双师型"教师的特点，建立校企共建的评价考核机制，制定统一标准，利用大数据实时监控培训过程，实现从分享式效果检验向成果导向式评价的转变，以提升培训实效。

参考文献

孙善学.(2025).职业教育教师数智素养指标体系构建.中国职业技术教育,1-10.

科技接受度之比較：結合數位繪本的在地化案例研究

Comparison of Technology Acceptance: A Case Study of Localization Combined with Digital Picture Books

洪晨凱、湯梓辰*
台灣科技大學應用科技所
*jttang0@mail.ntust.edu.tw

【摘要】 本研究以具有緬甸風情的地方街道為例，探討透過數位繪本創作促進在地化學習的成效。研究選取高中與大學生，利用 Animaker 與 StoryJumper 兩種數位工具創作繪本，探索當地的地理、歷史與文化。學生進行前後測，評估學習成果，並運用技術接受度模型（TAM）調查數位平台的接受情況。研究結果顯示，數位繪本創作有效提升學生對地方文化的認識及學習動機，數位學習平台促進了互動性與創意性學習，並成功實現了增進學生對地方文化理解的學習目標。綜合來看，本研究證實了數位繪本創作在教育中的應用潛力，特別是在提升地方文化理解與增強學生學習動機方面的成效。

【關鍵詞】 數位繪本；在地化教學；科技接受度(TAM)；緬甸風情地方街

Abstract: *This study explores the effectiveness of digital picture book creation in promoting localized learning, using a local street with Burmese characteristics as an example. High school and university students created picture books with Animaker and StoryJumper to explore the local geography, history, and culture. Pre- and post-tests were used to assess learning outcomes, and the Technology Acceptance Model (TAM) measured platform acceptance. The results showed that digital picture book creation effectively enhanced students' understanding of local culture and motivation to learn, fostering interactive and creative learning. The study confirms the potential of digital picture books in education, especially in enhancing cultural understanding and student engagement.*
Keywords: Digital picture books, Localized Learning, Technology Acceptance Model (TAM), Burmese style local street

1. 研究背景

隨著全球化的快速推進，教育面臨如何平衡全球視野與本地文化認同的重要挑戰。在地化教育主張將本地文化、歷史和社區資源融入課程設計，讓學生在真實情境中學習，以促進文化認同與跨文化交流能力的平衡(吳清山、林天佑，2007；林思騏、郭力平，2016；蔡明德，2021)。臺灣的地理位置特殊，並且歷史背景孕育了多元文化與多語言的環境，為在地化教育提供了豐富的資源，同時為全球視野教育帶來更深層的意義。

本研究以中國臺灣的華新街為案例，探討數位繪本平台在在地化教育中的應用價值。華新街是中國臺灣最大的緬甸華人聚集地，其居民多為來自中國雲南的緬甸華僑，遷徙歷程反映了移民適應與文化傳承的過程。這條街道承載著豐富的歷史記憶與南洋文化，為在地化教育提供了寶貴的學習素材。街道上的招牌多以中文與緬甸文並列，每年舉辦潑水節等具有濃厚異國風情的慶典活動，展現當地多元文化特色，不僅為華新街注入活力，也使其成為臺灣了解與體驗南洋文化的重要窗口(風傳媒，2021；新北市政府觀光旅遊局，2022)。然而，由於主流教育與社會環境的影響，部分台灣學生對於自己不熟悉的外來文化可能抱持距離感，甚至產生排斥心理。這種現象可能源於缺乏直接接觸與理解的機會，使得孩子容易受到刻板印象的影響，對異文化持有偏見或不感興趣。此外，現有研究多集中於理論層面探討在地化與全球化的融合，缺乏具體的實證案例和創新教學工具的驗證。本研究引導學生透過田野調查，整合資料製作數位繪本，旨在提升學生對華新街文化的認識，並藉由數位繪本將本地知識與全球視野連結，促進教育模式的創新。

本研究選擇兩種數位繪本平台進行比較分析：StoryJumper 和 Animaker。StoryJumper 模仿實體書翻頁的操作方式，適合直觀呈現靜態內容；Animaker 則以動畫為特色，提供豐富的

動態元素，讓學生能創作更加生動的數位繪本。由於現有文獻多關注數位繪本對於學生創造力、數位素養等方面的影響，但針對不同形式的數位繪本（如翻頁式和動畫式）對學生的學習效果、使用態度與科技接受度的比較研究仍然相對稀少。本研究填補了這一空白，通過比較 StoryJumper 和 Animaker，分析數位繪本形式如何影響學生的使用體驗和學習效果。

在本研究中，使用科技接受度模型（Technology Acceptance Model, TAM）作為理論框架，通過問卷調查分析學生對兩個平台的知覺易用性、知覺有用性、使用態度和使用意願。TAM 提供了評估科技工具使用情況的結構化方法，可用來比較兩個平台在科技接受度上的異同，並探討其對學生使用偏好與體驗的影響。本研究旨在探索數位繪本平台在華新街文化學習中的應用價值，並探討其對學生文化理解和科技接受度的影響。希望通過本研究，能為在地化教育提供新的思路與工具，並促進數位學習技術在教育中的應用與發展。

2. 研究目的

本研究旨在評估 StoryJumper 和 Animaker 兩個數位繪本平台在製作數位繪本後，對華新街在地化學習的成效，以及兩個數位繪本平台的科技接受度與差異。具體目標包括：

(1) 評估數位繪本平台對在地化華新街學習的成效
(2) 探討 Animaker 和 StoryJumper 數位繪本平台的科技接受度
(3) 比較 Animaker 和 StoryJumper 數位繪本平台的科技接受度

3. 研究對象

研究對象包括 8 位學生，分別來自高中和大學，且都沒有製作數位繪本的經驗。為了確保數據的平衡與公平性，研究對象中有 4 男 4 女，其中有 4 位是高中生，另外 4 位是大學生。

4. 研究方法

本研究採用混合研究法，以質性研究為主，輔以量化分析，探討數位學習與在地化教學的結合，以中國臺灣華新街為案例。研究流程包括六個階段：參與者首先參訪華新街，建立基本文化認識，接著進行前測評估。隨後，在電子繪本教學與製作階段，參與者學習使用 Animaker 或 StoryJumper 平台，透過數位繪本創作深化對華新街文化的理解。完成後，進行後測與科技接受度問卷，採用 Davis（1989）科技接受度模型（TAM）評估認知有用性、認知易用性、使用態度和使用意願。透過質性訪談進一步分析學習歷程與平台優缺點。最後，參與者發表數位繪本並分享學習心得，以展現數位學習與在地文化教學結合的成效。

圖 1 研究流程圖

5. 研究工具

5.1. 半結構式訪談大綱

本研究的訪談大綱是基於許素梅(2011)的深度訪談大綱和 Chen & Tang(2022)的科技接受度量表而進行設計。旨在探討使用者在使用 Animaker 和 StoryJumper 兩個平台後的學習成效和科技接受度。訪談分析採用主題分析法(Thematic Analysis)，並將質性資料分類編碼。

5.2. 學習成效評量(前測與後測)

為評估學生在製作數位繪本前後對華新街地理位置與文化特色的理解，並測量其在數位繪本平台上的學習成效，本研究採用前測與後測比較的學習成效評量方式，參考對當地店家的訪談、新北市政府觀光旅遊局(2022)以及部落格網站《阿珮珮走跳的日子》(2023)的內容設計。為確保學生確實瞭解華新街的地理位置與文化特色，並利用填空題的方式進行測驗。每題 5 分，共 24 題，答錯不扣分。試題的難度範圍廣泛(0.2-1.0)，涵蓋了不同認知水平，鑑別度(0.2-0.8)能有效區分高分群和低分群的表現。

5.3. 科技接受度量表

本研究使用 Davis(1989)開發的科技接受度量表來評估 Animaker 和 StoryJumper 兩個數位學習平台。為了提高量表的適用性和準確性，本研究參考 Chen & Tang(2022)的量表進行設計，本研究之量表涵蓋了四個維度：認知有用性、認知易用性、使用態度和使用意願，共有 10 個

題項，並採用李克特五點量表進行測量，Animaker 平台的整體 Cronbach's α係數為 0.929，StoryJumper 平台的整體 Cronbach's α係數為 0.801，兩問卷都具有很高的內部一致性與可靠性。

6. 研究結果

6.1. 學生在使用數位繪本平台製作華新街的繪本後，對華新街文化的認識有明顯的提升。

綜合量化和質性研究結果，學生在使用數位繪本平台製作華新街相關內容後，對華新街文化的認識得到了顯著的提升。數位繪本製作過程中的資料查詢和內容創作，不僅加深了他們對華新街地理位置、歷史背景及文化特徵的理解，也激發了他們對該地區文化價值的興趣和認同。受試者提到「幫助最大的是了解很多華新街的知識，因為要完成這個任務，比平常逛過去一條街會更深入去了解當地人的生活型態和他們過來台灣的歷史背景。那這些事情是以前根本不會注意到的。」、以及「我希望可以透過這個繪本，讓更多人知道他們為什麼會在這裡成立了一條緬甸街，過去的歷史背景和我們對他們不理解的事情」。統計分析顯示，學生在華新街文化知識前測分數(M = 60.00, SD=16.903)和後測分數(M=68.75, SD=17.474)，後測成績顯著高於前測成績(z = -2.047, p = 0.041 < 0.05)。學生不僅在知識層面上得到了提升，以及其看待其他文化的視野與太多都取得了進步。這種學習成效和對作品的期望，顯示出數位繪本平台在教育中的潛力，能夠有效促進學生的文化認知和跨文化交流能力。

6.2. 學生對 Animaker 平台的認知有用性和使用態度評價較高。

分析結果顯示，學生對 Animaker 平台的認知有用性(M = 3.75, SD = 0.661, p < 0.05)和使用態度(M = 4.00, SD = 0.926, p < 0.05)評價較高。在訪談中受試者也提到「我比較喜歡 Animaker，因為我比較喜歡用動畫來呈現，比較有趣。」、以及「用 Animaker 製作動畫繪本讓我有成就感」。因此，Animaker 平台豐富的創作功能和動畫效果，對學習和創作具有顯著幫助。然而，由於部分功能需付費且操作流程較為複雜，在訪談中受試者也提到「背景和捏角色的部分功能需要花錢。」、以及「Animaker 的 AI 生成背景有限制次數，我覺得有點麻煩。」，導致認知認知易用性(M = 3.50, SD = 1.195, p = 0.387)與使用意願(M = 3.63, SD = 1.302, p = 0.497)未達顯著差異。整體而言，Animaker 憑藉創作空間和視覺效果的技術獲得學生肯定。

6.3. 學生對 StoryJumper 平台的認知有用性具有正向影響。

分析結果顯示，學生對 StoryJumper 平台的認知有用性(M = 3.46, SD = 0.396, p = 0.0212 < 0.05)評價具有正向影響，在訪談中受試者也提到「Story Jumper 比較好上手，功能簡單，畫面不複雜，讓我覺得很乾淨」。StoryJumper 平台其操作簡便性受到肯定，適合初學者進行基本創作。然而，在訪談中受試者提到「Story Jumper 比較普通，只能滿足一些基本需求，沒有動態效果」。因此，平台功能基礎、缺乏動態效果及語言為英文，影響了使用態度和使用意願的提升。整體而言，StoryJumper 在簡單創作上的表現受到學生認可，但在滿足進階創作需求方面仍有改進空間。

6.4. Animaker 和 StoryJumper 兩平台的科技接受度差異不大，但 Animaker 在使用態度方面顯著優於 StoryJumper。

分析研究結果，Animaker 和 StoryJumper 各自展現了在教育中的潛力與局限性。Animaker 平台整體接受度(M = 3.69 ,SD = 0.877)略高於 StoryJumper (M = 3.44, SD = 0.526)，但兩者接受度差異不大(p = 0.309)。在子向度中，Animaker 在使用態度(M = 4.00, SD = 0.926)顯著優於 StoryJumper (M = 3.13, SD = 0.791, p < 0.05)。Animaker 以豐富的創作功能和視覺效果，適合用於提升學生的「跨文化理解」與「科技應用」核心素養，特別適合需要創新和高互動性的教學情境；而 StoryJumper 則以簡便的操作和直觀的介面，適合低年齡層或初學者，幫助學生發展基礎「創造力」與「數位素養」。未來的教學設計可以根據不同的學習需求靈活選用這兩種平台。

7. 結論

本研究表明，學生在製作數位繪本後，充分展現了學生文化素養的提升以及在地化探索過程中對不同文化價值的理解。因此，在地文化教育結合數位繪本製作，不僅能有效提升學生對文化的認知和學習興趣，還能促進文化素養的培養、批判思維的發展，以及價值觀的探

索與建立。未來可進一步引導學生根據受試者的回饋對作品進行修改，以促進自我反思與批判性思考的培養。此外，還可以擴展比較更多數位繪本製作平台的差異，或針對不同年齡層的學習者，探索他們對不同形式數位繪本的偏好。

參考文獻

吳清山、林天佑(2007)。教育名詞─全球在地化。教育資料與研究，78，249-250。

新北市政府觀光旅遊局(2022)。華新街(緬甸街)。https://newtaipei.travel/zh-tw/Attractions/Detail/110246，(2022 年 12 月 5 日)。

林思騏、郭力平(2016 年 9 月)。新課綱課程施行之教學歷程~以在地化課程實踐為例。兒童照顧與教育，6，35-51。

蔡明德(2021)，《在地化教育與全球化視野的融合》。台北：台灣大學出版中心。

許素梅(2011)。以科技接受模式探討電子書使用與需求之研究(未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學。

阿珮珮走跳的日子(2023)。[走讀文化・台灣] 新北中和｜走進華新街擦出與緬甸文化的火花。https://ah-peipei.blogspot.com/2023/08/blog-post_27.html，(2023 年 8 月 27 日)。

風傳媒(2021)。為何中和會有緬甸街？充滿異國美食的街道上，藏著一段段不為人知的辛酸移民史 。https://www.storm.mg/ lifestyle/3793060，(2021 年 7 月 11 日)。

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. MIS Quarterly, 319 – 340.

Chen, M. Y & Tang, J. T. (2022). Developing a digital game for excel skills learning in higher education - a comparative study analyzing differences in learning between digital games and textbook learning. Education and Information Technologies, 28, 4143-4172.

基于 AI 辅助教学培养小学生汉字书写能力的教学策略

An AI-Assisted Teaching Strategy for Cultivating Elementary School Student' Chinese Character Writing Skills

于雅姿，张美婷，龙述芳，叶甲楚*
湖南大学教育科学研究院
*yejc@hnu.edu.cn

【摘要】 现代信息技术给汉字书写带来隐形冲击，也带来发展机遇。目前汉字书写教育迎来了大数据智能化服务阶段。人工智能的深度介入，使汉字书写教育集数字化演示、真实性书写、规范性评价、个性化发展于一体，助力小学生汉字书写能力的提升。在此背景下，探究基于 AI 辅助在汉字书写教育中的应用，具有重要理论与实践价值。基于教育工具“AI 智慧书写”的教学功能和汉字书写的特点，本研究建构了基于 AI 辅助教学的“三维智慧书写”教学策略，以期为一线汉字书写教师应用 AI 辅助教学，提供参考与借鉴。
【关键词】 AI 辅助教学；汉字书写；教学策略

Abstract: *Modern information technology has brought about an invisible impact on Chinese Character Writing (CCW) as well as development opportunities. Chinese Character Writing Education (CCWE) has ushered in the stage of big data intelligent service. The deep intervention of AI makes CCWE integrate digital demonstration, authentic writing, normative evaluation, and personalized development. In this context, it is of great theoretical and practical value to explore the application of AI-based assistance in CCWE. Based on the teaching function of the educational tool 'AI Smart Writing' and the characteristics of CCW, this study constructs a 'three-dimensional smart writing' teaching strategy to provide a reference for the application of AI-assisted teaching by first-line teachers of CCW.*
Keywords: AI-assisted teaching, Chinese character writing, Teaching Strategies

1. 引言

汉字书写教育在我国历来备受重视，《教育部关于进一步加强中小学规范汉字书写教育的通知》(*教育部, 2024*) 指出写字是低年级语文教学中的重要任务。随着现代信息技术的普及，无纸化作业和多媒体教学给汉字书写带来了隐形冲击 (谢丽玲, 2012)。危机的背后亦是机遇，人工智能的深度介入，使汉字书写教育集数字化演示、真实性书写、规范性评价、个性化发展于一体，这为汉字书写教育提供了契机，在这一背景下，探究基于 AI 辅助教学，培养小学生汉字书写能力，具有重要理论与实践价值。

2. 文献综述

2.1. 汉字书写教育教学

目前汉字书写教育研究侧重于现状，探究汉字书写教育的存在问题及及针对性教学策略。传统书写课堂具有耗时、易忽视学生笔顺错误等缺陷 (Hu et al., 2009)。孙永晨 (2023) 认为笔画教学与指导缺位是学生书写能力偏低的重要原因。针对汉字书写教学中存在的问题，万业馨 (2009) 从汉字教学的总体设计出发，强调完成书写需具备字形识别和书写技能两方面的基础。郑飞艺强调汉字认读与书写数量的合适差距是书写正确率高的基础 (郑飞艺, 2015)。

2.2. 汉字书写能力测评

汉字书写能力评测是指针对某个学习者，从整体上评价他在汉字书写上的能力水平。樊亮等人 (2013) 认为笔力是评价汉字书写质量的重要因素。Sun 等人 (2015) 发现对汉字书写质量的评价大多从写字姿势、笔画质量、结构、章法等方面进行考量。李艺等人 (2015) 强调汉字作为中华民族的书写符号系统，其书写不仅是技能，更是艺术。因此，汉字书写质量评价仅仅在正确性层面上考虑是不够的，还需对汉字书写的工整性与美观性给予评价。

2.3. AI 与汉字书写的关系

已有针对英文等拼音文字的研究证实数字化书写损害字词拼写能力 (Cunningham & Stanovich, 1990)。对于表形文字——汉字而言，影响更甚。当前，以人工智能、大数据为主

要代表的新一代信息技术使教育整体迈向 AI 智慧教育的全新时期。传统课堂逐渐引入了数字化的汉字书写教学资源，用于查询汉字的基本信息 (Jianguo & Xiaozhen, 2002; Lam et al., 1993)；随着电脑、移动设备的普及，陈心涛 (2013) 实现了一个面向 iOS 端的汉字教学系统，通过描红的方式引导练习笔画和笔顺。吴嘉伟 (2017) 基于大数据与 AI 建立了一个书写评判引擎，并提出了一种基于结构布势的即时评判方法。

2.4. 文献述评

通过上述文献分析可知，汉字书写教育存在教师自身汉字素养不高、精力不足、指导缺失等问题，已有研究提出了针对性教学策略；在汉字书写能力测评上，存在千人千面的问题。信息时代，智能化技术通过分析学习者个人数据，提供个性化学习资源，为汉字书写教学注入了新生机。目前，应用 AI 教学工具辅助汉字书写教学的研究较少，且集中在自主学习上，未涉及学校场域，在智能化、个性化上也存在提升空间。基于这一研究空白，本研究试图探究基于 AI 辅助教学，提高小学生汉字书写能力，为一线教师提出可供借鉴的教学策略。

3. 基于 AI 辅助教学培养小学生汉字书写能力的教学策略构建

3.1. 教学工具“AI 智慧书写”的教学功能

“AI 智慧书写”是集识字、写字于一体的 AI 辅助教学工具包，包括数字化教学设备、AI 练字笔、AI 练字本。可提供多样化的教学资源、能支持多维度汉字书写测评、可展示多维度的个人学习报告。“AI 智慧书写”的基本功能如图 1 所示。

图 1 “AI 智慧书写”的基本功能呈现

数字化演示：“AI 智慧书写”提供了多样化的教学资源，以动画的形式向学生讲解汉字的演变，呈现视觉、听觉的丰富刺激，可以激发学生对汉字书写的兴趣；通过提供对笔画、结构、组合规律的示范，能够帮助学生进一步认识汉字的结构与布局；此外，数字化的演示资源，使汉字书写教育不再局限于学校场域。

真实性书写：传统计算机辅助汉字书写教学，学生在触摸屏上书写，但其触感和笔迹显现与传统纸张有很大不同，并且书写过程中会产生滑动，导致笔画变形、位移等问题 (黄峰等, 2015)，因此在触摸屏上进行的汉字书写不能完全迁移到真实的书写情境之中。“AI 智慧书写”使用定制的 AI 练字笔和纸张，还原虑纸笔汉字书写练习的真实情境。

规范化评价：在常规纸笔汉字书写中，笔顺具有过程性和隐蔽性特征 (易洪川, 1999)。加之教师精力不足、汉字书写标准不一等问题，书写评价一直困扰教师。“AI 智慧书写”在数据自动、实时采集的基础上，对信息进行分析处理，提供实时指导，兼顾正确性与工整性。

个性化发展：在大数据、互联网的冲击下，个性化教育迎来行动契机 (罗晓峰, 2024)。而传统汉字书写教育注重规范化，忽视了个性化。在“AI 智慧书写”辅助汉字书写教学中，学生不仅能够习得规范汉字的书写技巧，还能了解到不同的书写风格；“AI 智慧书写”能为不同水平的学生进行分层、分类设计，提供个性化的提升方案与学习路径。

不可否认，“AI 智慧书写”存在消极影响。一方面，技术的两面性决定了“AI 智慧书写”应用于教学，存在潜在风险，如分散学生注意、侵犯学生隐私、削弱师生互动等。另一方面，技术的不完备性，也导致其应用于教学的功能尚不完善。因此，教师需发挥教学智慧，在实际教学中融入“AI 智慧书写”，结合实际构建系统的教学策略。

3.2. 教学策略的构建

基于汉字书写的特点以及“AI 智慧书写”的教学功能，本研究建构了基于 AI 辅助教学的“三维智慧书写”教学策略，集学习环境、学习过程、学习评价于一体。

3.2.1. 学习环境——汉字书写 OMO 线上线下融合教学

线上线下融合教育是指学校线下教育与线上教育有机结合，两者相互补充、相互促进的一种教育新生态 (*田爱丽, 候春笑*, 2022)。由于家长教育水平、教学设备等因素，汉字书写更多发生在课堂上，无法实现教学空间的拓展。在汉字书写领域，“AI 智慧书写”的运用为 OMO 教学的实施提供了技术保障；在“AI 智慧书写”的辅助下，汉字书写能够突破空间的限制，构建家校融合的学习环境连续体，实现线上识字学习，线下写字练习。

3.2.2. 学习过程——汉字书写小组合作学习

合作学习是指学生以小组为单位互助合作，从而最大程度促进自己与他人的学习，达成共同的学习目标 (Slavin & Robert, 1996)。在传统汉字书写教学中，教师一般采用讲授法和示范法，形式单一，且由于汉字书写问题的隐蔽性，教师评价无法全面衡量学生的书写能力。“AI 智慧书写”辅助下的汉字书写合作学习，采取“组内异质，组间同质”原则，进行分组，明确成员的角色与任务分工；具体路径分为三段“自主学习、合作探究、整理提升”六环“析、写、研、评、修、展”，充分发挥学生的主体性，让学生获得认同感和自我价值。

3.2.3. 学习评价——汉字书写电子档案袋评价

钟启泉 (2021) 认为档案袋评价在实现“可视化真实性评价”中具有独特价值。电子档案袋是使用一系列技术和多媒体元素将学生档案袋中的学习材料用数字化形式进行存储的方式 (Barrett, 1998)。“AI 智慧书写”通过无感化采集学生学习全过程的动态数据，生成可视化学习报告；通过收集学生课堂表现、讨论参与等相关学习证据，完整记录学生的学习状态；同时教师引导学生注重评价的自主性和互动性，鼓励学生进行自我评价和小组互评。

4. 教学设计——以“木字旁汉字”的书写为例

4.1. 教学内容设计

4.1.1. 主题分析

教学主题源于人教版语文教材二年级所学木字旁汉字，如“林、松、桌、朵、杏、杰”等。随文识字是我国当前汉字识字教学的主要形式 (金玉, 2014)。汉字书写亦是随文进行，汉字的类特征被打乱。基于此，在“AI 智慧书写的”辅助下，进行木字旁汉字书写教学。

4.1.2. 学习者分析

教学对象为二年级学生。（1）先验知识：学生已习得木字旁汉字，但对汉字传统文化知之甚少，对于木字旁在汉字不同位置的书写要领掌握不够；（2）认知发展：学生已具备一定正字法意识，但对笔画的认知不够精细 (钱怡等, 2013)。需要教师进行类教学，帮助其掌握书写规律。（3）技术素养：学生熟悉平板和 AI 练字笔的基本操作，具有一定的技术经验。

4.1.3. 教学目标分析

知识与技能目标：学生通过探究与练习，了解“木”的形态变化，掌握木字旁在汉字不同位置的写字要领，写好木字旁合体字；过程与方法目标：学生通过线上线下融合学习、小组合作学习等方式，认真观察、总结木字旁汉字书写规律；情感、态度与价值观目标：学生在学习木字旁汉字书写的过程中，感受汉字之美，获得审美体验，提高审美素养。

4.2. 教学过程设计

“木字旁汉字”教学案例的具体教学过程设计如图 2 所示。

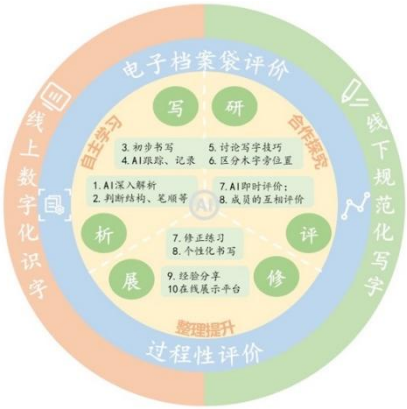


图 2 “木字旁”汉字书写教学过程

4.2.1. 数字化识字学习

学生在线学习“木”的汉字起源，了解其最早出现在甲骨文中；了解木字旁的发展变化，木字旁是由“木”字旁衍生出来的一种构字部件；作为部首的“木”，可以出现在汉字的左边、上部和下部。

4.2.2. 规范化写字学习

以“汉字书写小组合作学习”为基本方式，采用“三段六环”进行规范化写字学习。自主学习阶段包括“析”“写”环节；合作探究阶段包括“研”“评”环节；整理提升阶段包括“修”“展”环节。

第一环“析”，学生逐一观察“林、松、桌、朵、杏、杰”的结构、笔顺、位置等，借助 AI 智慧书写对汉字进行深入的解析，按照小组分工安排，由各小组成员分别判断汉字结构、书写关键、关键笔顺、观察写字姿势；第二环“写”，学生在练字本上进行写字，先写“木”，再写其他，由“AI 智慧书写”实时跟踪并记录书写过程；第三环“研”，结合 AI 收集的书写数据及提供的书写建议，小组成员探讨如何让字写得更美观。第四环“评”，小组内成员相互评价书写作品，利用“AI 智慧书写”提供的过程性评价，将小组评价与 AI 评价相结合。第五环“修”，“AI 智慧书写”自动生成个性化的练习任务，学生根据 AI 意见进行针对性修改与个性化练习。第六环“展”，构建在线展示平台，同时小组选派代表分享书写经验。

4.2.3. 过程化记录评价

汉字书写是一个动态的过程，对汉字书写的评价也应包括书写的全过程。“AI 智慧书写”依托大数据和人工智能，以电子资料记录学生书写的过程性数据，为构建具有个人特色的电子档案袋提供了数据支持；通过无感化采集学生练习、考试等过程的数据，生成可视化学习报告；通过收集学生的课堂表现、讨论参与等相关证据，完整记录学习进度；同时教师通过引导、鼓励学生进行自我评价和小组互评。从而，实现对学生汉字书写全过程的记录与评价。

5. 结语

大数据和人工智能的介入，使汉字书写教育集数字化演示、真实性书写、规范性评价、个性化发展于一体，助力小学生汉字书写能力的提升。由于技术的两面性及不完备性，“AI 智慧书写”在汉字书写教学中的应用，需教师发挥教学智慧，建构系统的教学策略。基于此，本研究从理论上建构了基于 AI 辅助的“三维智慧书写”教学策略，集学习环境、学习过程、学习评价于一体，并设计了木字旁汉字课例，为一线教师提供理论支持与实践依据。

参考文献

田爱丽, 侯春笑. (2022). 线上线下融合教育(OMO)发展的突破路径研究——基于路径依赖和路径创造的视角. 中国电化教育(01), 73-78+85.

李艺, 姜杰, 邓红静. (2015). 硬笔汉字书写特征的理解、描述、计算实现和应用介绍. 电化教育研究, 36(4), 62－69.

中华人民共和国教育部. (2024). 关于进一步加强中小学规范汉字书写教育的通知. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A18/s7066/202410/t20241022_1158740.html

数字时代基于史料库的在线混合式历史教学设计与实践

Online Blended History Teaching Design & Practice Based on Historical Materials Database in Digital Era

唐曼云
对外经济贸易大学
电邮：mmttmy@uibe.edu.cn

【摘要】 本研究聚焦数字技术与人文世界的交融，探讨数字时代史料库的发展及历史教学新模式。基于“约束条件-工具箱”教学设计模型，开发《时空里看历史》主题课程，依托丝绸之路历史地理信息开放平台和高质量史料资源（纪录片、文本、图片等），设计视频“阅读”、绘图作业、话题讨论、历史故事写作及探究活动，采用“同步+异步”线上混合授课模式。课程实施期间，通过准实验研究，收集学生在教学前后关于历史思维能力及知识水平的测验数据。结果显示，该课程显著提升了学生的历史思维能力和知识水平，探索了基于数字史料库的历史教学设计的有效性与实践价值。
【关键词】 数字人文、史料库、历史教学、同步异步混合

Abstract: *This study explores the intersection of digital technology and humanities, examining the development of digital historical archives and new teaching approaches. Based on the "Constraints-Toolbox" instructional design model, we developed the "History in Time and Space" course utilizing the Silk Road Historical GIS Platform and quality historical resources. The course incorporates video analysis, drawing assignments, discussions, historical writing, and inquiry activities through a hybrid online learning mode. Through quasi-experimental research, data on students' historical thinking abilities and knowledge levels were collected before and after instruction. Results demonstrate significant improvements in students' historical thinking skills and knowledge, validating the effectiveness of digital archive-based history teaching.*
Keywords: Digital Humanity, Historical Materials Database, History Teaching, Synchronous and Asynchronous Mixed Teaching

1. 前言

如今，大量的文献数据库、空间数据库、量化数据库以及文献资料和空间关系相结合的信息开放平台在日臻完善，新的研究主题如全球史、社会文化史等被关注（马建强，2015），“边界与疆域，边疆与路口，中心与边缘”等概念视角被使用（王涛，2017），人类社会长期变化与延续等大问题被重视（梁晨等，2015），同时许多的数字技术工具如历史时空地图被开发利用，学习者可以借助如“全历史”这样的 APP，选择历史上的某一时间，即可在电子世界地图上查看该时刻全球各地所发生的大事，历史研究与学习的方式在这样的环境下正在发生变化。

2023 年 3 月 15 日美国人工智能研究公司 OpenAI 发布的 ChatGPT-4 这一明星级、现象级的应用，让以基于大模型的内容生成式人工智能（AIGC）技术的影响力深入人心。在以大数据、人工智能为代表的数字时代，人类知识的生产、传播、传授的方式势必将会发生急剧变迁（电化教育研究期刊编辑和张绒，2023）。由此，传统人文学科“博闻强记”的知识范型被颠覆，学习历史等人文学科，不再只是为了掌握相关的历史史实知识，更是要在这个过程中建立起相应的思维技能，建立起对社会发展的思考与认识，培养所谓的历史思维能力。

2020 年起的新冠疫情让在线教育全面走入学生的学习生活，疫情期间“完全在线”的教学模式让线上教与学的优势价值得到了广泛接受认可，在线同步教学和在线异步教学相互协同的作用显著，即便当前回归线下教学，在线混合式教学模式的发展与应用前景都不容小觑。因此，本研究尝试开展基于史料库的历史教学研究，设计与开发主题课程，采用“同步+异步”的在线混合模式来实际授课，在实施过程中收集量化与质性数据，综合分析验证对学生历史思维能力的培养效果。

2. 基于史料库的历史思维能力课程教学设计与开发

基于史料库的历史教学指教师利用数字化史料库（如文献、空间、量化数据库等）指导学生通过检索、分析等完成学习任务。史料形式多样，包括原始文献、改编文档、图片、影像等，学生需将史料作为证据支持观点（Tim Lomas，1990）。

本次研究设计的基于史料库的历史思维能力培养课程名为《时空里看历史》，采用“约束条件-教学措施”教学设计模型。以分析约束条件为起点，包括教学目标分析、学习者分析和其他如时间场地等因素的分析。在明确了约束条件后，从“工具箱”中选择最优的教学措施，包括合适的教学资源、不同的教学场景、丰富的教学活动和适配的评价手段（郭文革等，2015）。

2.1. 课程设计概况

《时空里看历史》这一课程案例，以历史科为中心，选择“张骞通西域”、“丝绸之路”这两个义务教育阶段历史、地理、语文和政治课程中都涉及的主题，从张骞第一次出使西域，之后汉朝经营中原-西域路线（后世命名为“丝绸之路”），到如今的亚欧大铁路。让学生在课程活动中体会综合视频、图像、文本史料和历史时空数据分析和解释历史、情境化想象历史的过程，感受历史发展的历时性和共时性，形成对于问题和现象（如“一带一路”战略），能追溯其历史根源，分析并结合现实因素和未来需要进行思考，阐明自己的见解的思维能力（以下简称“建构历史时空意义”）。

本研究争取到了北京某中学的支持，考虑课程预计难度和学生实际情况，面向初三年级学生开放报名，最终有 14 名学生选课。这些学生均有网课学习经历，因此课程模式计划采用在线混合式教学。

《时空里看历史》课程有对初中历史七年级上《影响中外交流的丝绸之路》相关内容的拓展教学。除了历史教科书这一文本材料，为满足课程的教学目标，还使用了视频纪录片（《丝绸之路》https://www.bilibili.com/bangumi/play/ep255343/、《河西走廊》https://www.bilibili.com/bangumi/play/ep255343/ ）、历史地理信息系统（丝绸之路历史地理信息开放平台 http://www.srhgis.com/dtcx）、文献史料（悬泉汉简）和图像史料（悬泉置遗址图、出土壁画图像、亚欧大铁路路线规划图）等各种类型的材料作为教学资源，这些材料的有序组织，完整支撑起了从张骞第一次出使西域，之后汉朝经营中原-西域路线（后世命名为“丝绸之路”），到如今的亚欧大铁路这一整串内容。

2.2. 活动设计

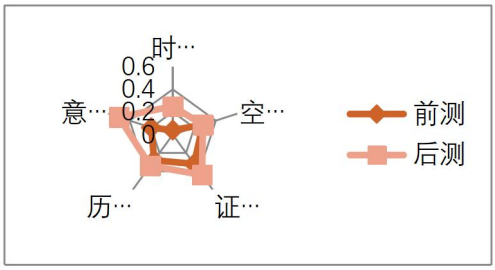
《时空里看历史》课程设计有趣且具有挑战性的学习活动，以此吸引学生投入到在线课程中，共分为三个学习模块和一个探究活动。

以异步自主学习为主，每个模块设计了引导语，串联内容并提示学习重点。模块活动包括视频“阅读”、作业和讨论，均配有任务说明、操作指南、评价量规及反馈机制。视频“阅读”活动设计测验题，答案来自视频内容，帮助学生巩固知识并便于教师掌握学习进度。作业任务结合视频内容，要求学生提取地理信息绘制路线图，并配备评分标准和操作提示，降低难度，引导学生体验张骞出使过程。讨论活动明确主题，提供思考支架，鼓励学生利用平台获取数据，建立逻辑关联，深化对张骞出使西域历史意义的理解，同时培养跨学科思维与协作能力。

视频"阅读"配有测验题，通过完整观看视频可以回答问题，便于教师跟踪学习进度并帮助学生巩固知识。作业活动与视频内容相关联，如要求学生根据视频提取的地理信息绘制张骞出使路线图，通过详细的操作指南和评分标准指导学生完成任务。讨论活动设计明确的主题和思考 框架，引导学生运用历史地理信息平台，整合空间数据和历史知识，培养跨学科思维和协作能力。每项活动都配备详细的任务说明、评价量规，并提供教师个性化反馈。这种设计使学生能在时空维度上深入理解历史事件，同时培养独立思考和协作学习能力。

3. 基于“同步+异步”的在线混合式课程案例实施与评价

课程由笔者担任教师，于寒假期间开展 5 天“同步+异步”在线教学，并进行准实验研究。以 14 名选课学生为对象，设计测试题和问卷，在课程前后进行测评，比较学生“建构历史时空意义”思维能力的变化。因无现成量表，研究自主设计综合性论述题，通过内容分析评估学生思维能力水平。结合课程主题，构建编码框架，将该能力分为时间结构、空间环境、证据运用、历史理解和意义构建五个维度，并对编码结果量化统计，分析学生前后测表现。研究通过 P 值（P=X/Y，保留两位小数）衡量学生“构建历史时空意义”思维能力，P 值越大水平越高。课程实施后，实验组学生的历史思维能力显著提升。前测中，该能力均值为 1.12，显示学生具备一定基础；后测均值升至 1.81，说明课程有效促进了学生历史思维能力的提高。从图上看，学习者在不同维度上的进步差异较大，在时间结构和意义构建两维度上的进步最为明显。而在前测中表现较好的空间环境、证据运用和历史理解这三个维度上则进步较弱，空间环境维度上学生几乎没有提升，证据运用和历史理解上略有提升。



总体上教学结果显示，学生“建构历史时空意义”思维能力有所提升。尽管学生在空间环境、证据运用和历史理解上有一定基础，但在时间结构维度初始能力较弱，多数缺乏对历史事件时间逻辑的认知。经过教学，该维度能力显著提高，后测中多数学生能清晰呈现“一带一路”战略的时间结构，并展现追溯时空背景分析现象的能力。

课程获得学生高度评价，问卷显示满意度较高，最受欢迎的环节是“看视频/纪录片”和“使用历史地理信息平台完成作业”，其他活动如探究、讨论和同步授课也广受好评。课后的在线调查问卷中，学生评价此次学习“让张骞出使西域的过程不再是简单的一句话，而是栩栩如生的一段故事，是伟大的‘凿空’之举”（来自 XCJ 同学）“了解到悬泉置等西域驿站这些课本上不会涉及的，对丝绸之路有了新的了解”（来自 JR 同学）、“了解了丝绸之路在交流以及贸易方面所产生的深远影响，对丝绸之路的路线有了空间上的概念以及印象”（来自 LZY 同学）。

4. 总结与展望

媒介技术创新为历史研究提供了新手段，历史研究正迎来新机遇。历史资料数据库不仅可收集、整理、构建资料，弥补实验与普查方法的不足，还推动定性研究向定量研究转型，丰富微观历史认知，完善宏大叙事，促进对社会发展规律的理解。同时，数据库平台融合社会科学分析方法，既是研究资料来源，也是跨学科研究的实验室。

总的来说，基于史料库的历史教学迎来发展契机。本次课程开发和实践为中学历史教学提供了示范和经验积累。未来教学设计中，可以充分运用融合空间信息和量化数据的史料库，这有助于学生思维培养。同时，需设计明确的操作指引、聚焦简化材料处理，并解释资料真实性，结合主题与情境灵活调整。教学中还应培养学生全球视野，引导其在个人与时代间构建自我核心力量，围绕伟大中国梦主题发展时代认同。

参考文献

郭文革 & 沈旭东.(2015).MPOC:大规模私有在线课程的设计与运营. 现代远程教育研究(01),22-32+71.

马建强.(2015).计算历史学:大数据时代的历史研究.学术论坛(12),99-105.doi:10.16524/j.45-1002.2015.12.008.

梁晨,董浩 & 李中清.(2015).量化数据库与历史研究.历史研究(02),113-128+191-192.

王涛.(2017).“数字史学”:现状、问题与展望.江海学刊(02),172-176.

郭文革.(2018).媒介技术:一种“长时段”的教育史研究框架.教育学术月刊(09),3-15.

郭文革,张梦哲,续芹,雷静,刘洋.同时“在场”与在线“面对面”——对国外 26 篇在线同步视频教学研究的综述[J].中国远程教育,2021(02):27-35+77.

本刊编辑 & 张绒.(2023).生成式人工智能技术对教育领域的影响——关于 ChatGPT 的专访.电化教育研究(02),5-14.

T Lomas, GR Batho, H Association. (1990). Teaching and assessing historical understanding. Historical Association.

语言教学中技术赋能形成性评估的系统性综述

A Systematic Review of Technology-Enabled Formative Assessment in Language Teaching

王艾琳[1]，郑春萍[2*]，张华阳[3]
[12]北京邮电大学 [3]深圳职业技术大学
* amilo@163.com

【摘要】 本研究系统回顾了2012-2024年技术赋能形成性评估应用于语言教学的116项实证研究，总结了此类评估在语言教学中的基本特征与应用。对学习管理系统、多模态评估平台、基于游戏化的评估平台、虚拟世界与仿真评估平台等八类评估平台进行分类，并分析具体特点及其在即时反馈、个性化学习等方面的有效性。研究表明，技术赋能的形成性评估能显著提升学生参与度、学习动机和语言能力，在写作和口语提升上效果突出。而且，其有效性与教师技术素养、学生自我调节能力及评估设计合理性紧密相关。本文总结了该领域的优势与挑战，为未来教学实践提供了有益参考。

【关键词】 形成性评估；语言教学；技术赋能；系统性综述

Abstract: *In recent years, research on technology-enhanced formative assessment in language teaching has thrived. This article reviewed 116 empirical studies (2012-2023), analyzing 8 categories of assessment platforms and tools like LMS, ITS, e-portfolio systems, AWE, etc., and their effectiveness. It found that such assessment boosts students' engagement, motivation, and language proficiency, especially in writing and speaking. Also, its effectiveness depends on teachers' teaching skills, students' self-regulation, and assessment design. This paper summarizes the advantages and challenges of technology-enhanced formative assessment, offering insights for language teaching.*

Keywords: Formative assessment, Language teaching, Technology-enhanced, Systematic review

1. 研究回顾

1.1. 形成性评估定义和发展

形成性评估（Formative Assessment）最早由斯克里文（Scriven, 1967）提出，并由布鲁姆（Bloom, 1969）引入教学评价领域。其核心理念是通过持续的反馈与调整，促进学习者在教学过程中的发展。根据不同研究视角，形成性评估可以划分为过程说与实践说。过程说强调评估是教师收集学习证据，解释证据，提供反馈，以促进学习者不断进步的动态循环。实践说则侧重于评估的课堂操作，强调通过具体的工具和策略，如自评和互评，促进学习者在互动中反思和改进语言能力。两种学说的结合，有助于教师更全面地理解形成性评估的应用，特别是在技术赋能的背景下。

1.2. 技术赋能的形成性评估与语言教学

近年，技术赋能形成性评估成为教育领域的热门话题，大量实证研究展示了技术的使用方式，以及它们如何促进学习者语言能力的提高。例如，学习管理系统（LMS）如Moodle和Blackboard被广泛用于在线课堂的评估，提供集中化的评估与反馈机制（Panadero & Jonsson, 2013）。在写作方面，自动写作评估工具（AWE）如Turnitin和Grammarly已被证明在提高学生写作能力方面具有显著效果（Jiang & Yu, 2020）。而阅读技能方面，交互式计算机化评估系统（InCAS）被证实可以用于识别儿童阅读能力的强项和弱项并追踪其阅读能力（Merrell

& Tymms, 2007）。基于游戏化的评估平台如 Kahoot!，不仅能提高学生的参与度，还能通过互动性的任务提升学习动机（Kim & Ryu, 2013）。研究还探讨了在线语言学习项目中的评估及电子档案评估（Baturay & Daloğlu, 2010）。

尽管如此，现有研究仍主要集中在具体工具的应用上，而对技术如何整体融入语言教学中，尤其是其如何促进形成性评估的循环过程和互动性方面的讨论较少。近年来，越来越多的研究开始关注如何将技术工具与语言教学目标紧密结合，以促进学生的深度学习和技能提升。

因此，本文的研究旨在通过系统梳理近年来的实证研究，回答以下三个核心问题：（1）相关研究在文献计量方面呈现出怎样的特征？（2）相关研究在实证研究方面呈现出怎样的特征？（3）技术赋能的形成性评价应用于语言教学有什么优势与挑战？

2. 研究设计

本研究严格遵循PRISMA分析框架开展系统性综述(Aromataris & Pearson 2014; Harris et al. 2014）。初步选定 19 本 SSCI 索引 I 区和 2 本 SSCI 索引 II 区，共 21 本国际权威学术期刊，限定发表时间为 2012-2024 年，共得到文献 2777 篇。随后，通过精确筛选和全文阅读后，剔除文献 2659 篇。最终，根据相关关键词筛选确定文献共计 116 篇，如图 1。针对筛选获得的 116 项实证研究，借鉴系统性综述编码方法进行编码（郑春萍等 2021），并运用文献计量软件 bibliometrix 进行可视化分析。

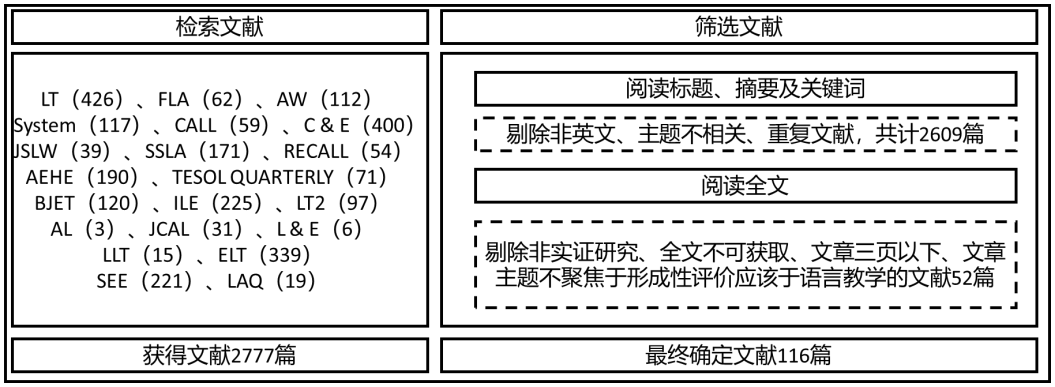


图 1 依据 PRISMA 相关标准的文献检索与筛查过程图

3. 文献发表的基本特征

3.1. 发表期刊、年份与合作机制

在期刊发文方面，近年来（2012-2024），本研究所选国际期刊共刊载相关实证研究成果 116 项，此领域仍属前沿话题。其中，刊发相关成果最多期刊为 Assessing Writing（31 项），其次为 CALL（20 项），System（19 项）。发文最多年份为 2023（21 项），2022（17 项），其次为 2021（15 项）。从文献引用看，有 8 篇被引超 100 次，有 28 篇被引超 50 次，有 43 篇被引超 30 次，有 68 篇被引超 10 次。

在合作机制方面，本研究发现第一作者单位共来自 23 个国家和地区，其中，亚洲（57 项, 49.14%）和北美洲（39 项, 34.78%）的研究成果占比较大，其次是欧洲（10 项, 8.62%），大洋洲（5 项, 4.31%），南美洲（4 项, 3.45%）。在通讯作者单位方面，分别是中国（38 项，32.8%），美国（33 项，28.4%）等，多国家单位合作发文方式仍然较少。

3.2. 理论架构

在 116 项研究中，仅有 21 项明确提出了理论基础，部分研究者基于技术赋能的视角引入了数字化学习理论、多媒体学习理论和 Vygotsky（1978，1987）的社会文化理论（8 项）。

此外，从心理学视角出发，研究者应用了社会认知理论、自我决定理论、建构主义理论、归因理论、项目反应理论、活动理论、概化理论等；从语言学视角出发，研究也探讨了基于技术的二语习得理论和写作认知理论。可见，技术赋能下的形成性评估应用于语言教学涉及跨学科的理论体系，尽管已有一定理论依据，但在如何具体应用和深入挖掘技术对学习者认知发展的影响方面，仍有较大的提升空间。

3.3. 教育层次、语言与课程类型

研究对象涵盖了多个教育层次，包括学龄前阶段（2 项）、小学阶段（18 项）、初高中阶段（17 项）、本科阶段（68 项）、研究生阶段（4 项）及成人阶段（12 项）。而学龄前和研究生阶段的研究较少。此外，技术赋能的形成性评估在不同语言背景下也有显著应用，尤其是英语为二语的学习者（88 项），其母语涉及汉语、韩语、马来语、印地语等。研究还关注了不同语言技能的教学，尤其是在写作（63 项）、综合技能（29 项）和口语（17 项）方面。尽管如此，研究在阅读（3 项）、听力（3 项）和翻译（1 项）方面较少，这些领域的技术应用仍然是未来的研究重点。

4. 技术赋能的形成性评估平台与工具的有效性分析

技术赋能的形成性评估通过多种类型的在线平台与工具实现，具有数据驱动、即时反馈、多模态支持和游戏化设计等特性。对近十年实证研究的梳理发现，有 8 类典型的形成性评估平台或工具被应用于语言教学。本文依据 Golonka et al.（2014）关于技术支持语言学习的分类方法，对相关平台和工具进行了筛选与补充。

4.1. 学习管理系统（LMS）

学习管理系统（LMS）是支持教师组织课程、管理资源和监控学习进展的在线平台（He & Wang 2024）。典型平台包括 Moodle、Blackboard 和 Edulastic 等。

LMS 的核心优势在于促进持续参与、多层次反馈和个性化学习（Fernando, 2020）。具体而言，LMS 平台如 Moodle 通过多样化的评估工具（如在线测试、小组讨论、同伴互评等），促进了学生在语言学习中的深度参与和学习效果（Fernando, 2020）。此外，LMS 内嵌的测评工具能够根据学生表现自动调整难度，并结合学生的行为数据（如学习时长、作业提交、论坛参与、视频观看、互动行为等），通过学习者建模进一步实现个性化教学。

然而，研究也发现 LMS 平台在支持形成性评估方面的局限。首先，平台自动反馈的精准度和深度尚未达到要求，对于复杂的语言技能（如写作和口语），反馈机制仍依赖教师的人工评分。同样地，教师反馈通常局限于评分，而非深入的个性化指导（He et al., 2024）。此外，部分 LMS 平台在设计上存在不合理之处。不同于 Moodle 将一周所需的所有学习元素和工具连续放置在一个直观的大纲结构中，一些平台（如 Blackboard）将任务元素分布在多个页面中，这增加了认知负担，并可能影响学生的任务参与度（Rubin et al., 2010）。LMS 平台在支持同伴互评方面能力也有限。平台内嵌的测验、论坛和小组讨论等功能缺乏有效的整合，导致实时反馈和互动协作难以无缝衔接，影响形成性评估的整体效果。

4.2. 智能教学系统（ITS）

智能教学系统（Intelligent Tutoring Systems, ITS）是一类通过人工智能和大数据技术，实时分析学习者行为并提供个性化反馈的教育平台。ITS 能够根据学生的认知水平和学习表现，为语言学习中的复杂技能提供定制化支持（Haridas et al., 2020）。表 1 为几种典型 ITS 平台。

表 1 支持语言教学形成性评估的典型智能教学系统及其功能特点

代表工具	研发团队	特点及功能
AmritaITS	印度阿姆里塔	模拟与专业教育工作者的一对一互动，根据学生的认知技能、

	大学	知识库量身定制教学材料，并根据交互日志预测学习成绩。
Writing-Pal	哈佛创始团队（助梦空间）	专注写作策略指导，通过分阶段教学模块（预写、起草、修订）提供写作策略支持。
iSTART	美国亚利桑那州立大学	专注于阅读理解技能，通过交互式训练模块与即时反馈提升学生的批判性阅读和元认知能力。

智能教学系统在语言教学形成性评估中的关键优势在于其量身定制的交互式学习、自适应教学路径的动态调整，以及对复杂技能评估的针对性支持（Haridas et al., 2020）。例如，协同写作系统 Writing-Pal（W-Pal）作为一种 ITS，通过动画教学代理和交互式小游戏，引导学生在写作的预写、起草与修订过程中掌握策略，构建了以反馈与修订循环为核心的写作教学模式（Allen et al., 2019）。相比传统 LMS，W-Pal 更注重策略教学而非简单的任务管理或目标追踪。对于阅读技能，iSTART 系统结合交互式训练与即时反馈机制，提升学生的批判性阅读能力和元认知水平（McNamara et al., 2015）。在听力与口语技能方面，英语口语自动评估工具（如 CAES）通过语音识别技术提供即时反馈，帮助学生改善发音与流利度。未来，ITS 有望通过更精细的学习者建模和更复杂的算法，融合多模态交互方式，并与虚拟现实等教育技术平台集成，为评估提供更加个性化与交互式的方案。

4.3. 电子档案系统（e-Portfolio System）

电子档案系统（e-Portfolio System）在 2000-2010 年间广泛使用，通过整合多模态资源，支持学习者记录、展示和反思学习过程与成果，如表 2。

表 2 支持语言教学形成性评估的典型电子档案系统及其功能特点

代表工具	研发团队	特点及功能
Mahara	新西兰的 Catalyst IT 公司	提供基于 DigCompEdu 框架的作品集，学生可以插入多模态资源，如音视频、ppt、甚至社交媒体帖子或网页等。
LinguaFolio	美国国家外语中心	侧重目标设定和进度追踪，支持多语言环境下的学习成果展示与反思（Ziegler 2012）。

研究显示，学习者可以将结合多种媒体类型的内容（如文本、图像、绘画、照片、插图、演示文稿、文档、数据文件、录音、社交媒体），将帖子、博客文章、自拍照、视频博客等内容添加到他们的电子文件夹中，展示学习过程和成果。电子档案系统的多模态特性，有助于深度学习的实施，尤其是在认知学习层面，而视觉与言语渠道的结合已被证明有效促进学术学习（Mayer, 2017）。近年的实证研究普遍认可电子档案袋对自我调节学习的作用，特别是在生成性与反思性学习策略的实施上。然而，研究也指出，当前一些平台的设计和操作复杂性可能对技术素养较低的学生构成障碍，同时其反馈机制的质量和交互性仍有改进空间（Lam, 2022）。

4.4. 自动写作评估工具

自动写作评估工具（Automated Writing Evaluation, AWE）是通过语料库、自然语言处理和机器学习技术实现的一类智能评估工具，能够根据词汇复杂性、句法多样性、语篇结构、语法使用、单词选择和内容开发来分析文本的复杂程度。典型的 AWE 系统如下表 3 所示。

表 3 支持语言教学形成性评估的典型自动写作评估工具及其功能特点

代表工具	**研发团队**	**特点及功能**
批改网	中国某公司	提供整体评分与评语，对词汇、句子、篇章结构、内容打分。
eRevise	美国匹兹堡大学	提供不同颗粒度的反馈，基于自然语言处理提供自动评分。
Grammarly	乌克兰某公司	提供反馈，包括正确性(语法和写作技巧)、清晰性(简洁和可读性)、投入性(词汇和多样性)和传递性(正式性、礼貌和自信)。

Criterion®	美国教育服务考试中心	提供分数和诊断性反馈，如语法、用法等方面错误类型判断。

由上表可知，自动写作评估工具（AWE）的核心优势在于能够为学习者提供即时同步的反馈，帮助他们快速识别写作中的问题（Shintani, 2016）。除了细致的错误反馈，AWE 工具还能提供个性化的诊断和自助访问资源（如网络词典、词库、编辑工具、学生作品集等），支持学生的写作改进（Chong, 2017）。现有研究普遍验证了 AWE 工具在词汇、句法和语法层面的有效性。然而，研究也指出，AWE 工具的反馈通常集中于写作的表面特征（如拼写、用词和语法），而对内容开发关注不足，未能反映写作的多模态、上下文和社会方面（Vojak et al., 2011）。例如，Liu 和 Kunnan（2016）的研究发现，WriteToLearn 在处理复杂语言现象（如冠词和介词使用）时表现欠佳。类似地，Lavolette, Polio 和 Kahng（2015）指出，Criterion 在识别复杂语法错误时的正确率仅为 75%。在语篇层面，Liao（2016）指出，AWE 工具在宏观层面，特别是在篇章结构和内容发展上，反馈往往过于笼统且缺乏功能性建议。此外，大多数 AWE 工具的功能集中于编辑和修改阶段，对写作全过程（如预写、计划和起草阶段）的支持较为有限，仅有少数工具能够提供宏观层面段落逻辑和文本结构的反馈（Fernando, 2018）。而在学习者能动性方面，计算机生成的反馈可能限制学生的表达选择，削弱其能动性，并导致学生更多地迎合自动评价标准，而非积极探索写作的创造性表达（Zaini, 2018）。

4.5. 基于游戏化的评估平台

基于游戏化的形成性评估平台通过融入积分、任务、奖励等游戏元素，能够唤起如成就感和兴奋感的人类情感，并通过互动和反馈机制，促进语言学习的持续进步，典型平台如表 4。

表 4 支持语言教学形成性评估的基于游戏化的评估平台及其功能特点

代表工具	研发团队	特点及功能
Kahoot!	挪威某教育科技公司	教师通过设计测验、调查和讨论，创建游戏社区互动以刺激学生参与。学生通过 PIN 码加入游戏，回答问题并获得积分。
Quizizz	印度某教育科技公司	具有独特的实时互动和家庭作业评估模块。教师可创建测验、学生以自己的节奏作答，系统实时显示得分和排名。
Socrative	加拿大某教育技术公司	允许教师开发个性化活动，如简答题、测验、投票并即时反馈。学生可参与个人或小组任务，提交匿名答案，甚至参加友好竞争。
Duolingo	美国某教育技术公司	提供短小的课程，结合游戏化元素（如如每日学习目标、虚拟货币奖励、闯关任务）帮助学生在游戏体验中学习语言。

研究表明，游戏化评估平台能在短期内提升语言学习效果。例如，Duolingo 通过积分和进度条提高词汇和语法习得效率（Shortt et al., 2023），角色扮演与任务闯关增强写作和沟通能力（Guo et al., 2024）。此外，游戏化对情感和社交互动有积极影响，如积分奖励可降低焦虑、提升学习动力（Zhang & Hasim, 2023），Kahoot! 的排行榜机制则促进同伴互动并激发竞争意识。

然而，尽管短期内游戏化评估表现出明显的积极效果，其长期效果目前仍然褒贬不一，未能有效弥补平台在深度学习、社交互动以及个性化反馈方面的缺陷。多项研究指出 Duolingo 等平台的问题：在学习内容上，Dehghanzadeh（2020）及 Loewen 等人（2019）发现其多为浅层次重复练习、简单翻译，侧重接受性技能训练，忽视生产性技能培养。社交互动上，Marques-Schafer 等人（2018）指出其讨论论坛互评机制缺失。此外，Duolingo 采用的行为主义方法未考虑语言学习的意义和文化背景，Teske（2017）认为其缺乏实用或文化技能相关活动，难以满足社会文化理论角度的教学需求。在元认知层面，部分研究显示学生对游戏化工具的兴趣会随时间减弱，导致学习动机下降（Loewen et al., 2019）。过度依赖竞争元素会削

弱学生内在动机。如 Marques-Schafer 和 da Silva Orlando（2018）、Huynh 等（2016）发现，Duolingo 因任务重复、缺乏挑战性，使部分学生失去兴趣甚至停止使用。

4.6. 多模态评估平台、虚拟世界与仿真评估平台、生成式人工智能

多模态与仿真评估平台在技术赋能的形成性评估中发挥重要作用。多模态平台整合视觉、听觉和文本数据，结合深度学习技术，实现细粒度反馈。例如，Zheng et al.（2024）开发的演讲评估系统可实时分析语言、表情和动作，实现闭环反馈。视频反馈因涵盖语音、语气、肢体语言等非语言特征，在可理解性和情感互动方面更具优势（Yiğit & Seferoğlu, 2021）。然而，其推广受限于高技术门槛，目前仍依赖自主研发的实验性平台。虚拟与仿真评估则通过沉浸式交互环境提升语用能力，如 Second Life 通过任务导向设计评估商务交流，而仿真平台在航空、医学英语等职业语言训练中展现独特价值。然而，高昂成本、教师技术素养和课程整合仍是推广难点，未来应聚焦优化技术、降低门槛，并探索与人工智能的融合。

生成式人工智能（Generative AI）正在重塑语言评估。ChatGPT、BERT、Kimi 等工具基于自然语言生成技术，能够实时生成内容、模拟互动、定制评估材料，并提供纠错、示例与建议，促进创造性思维。其依赖 Transformer 架构（如 GPT-4），通过多头自注意力机制建模语境，并结合预训练与微调，支持多维度评估。然而，该技术在低资源语言和跨文化语境中的适应性仍有限，反馈可能缺乏语境适切性，甚至引入误导信息，同时隐私与数据伦理问题亦待解决。未来应提升其语境适应能力、增强数据透明度，并探索与智能评估技术的融合，以构建更精准、高效的语言评估体系。

5. 结语

技术赋能的形成性评估正重塑语言教学评估体系，为实时监测学习表现、优化教学策略提供新路径。本研究基于 2012-2024 年 116 项实证研究的系统性综述，发现该领域正快速发展，研究多聚焦本科生，采用定性、定量及混合方法，数据收集多样，分析方式匹配研究问题。理论上，多借鉴社会文化理论，并结合教育学、语言学、心理学及数据科学，为不同文化、学龄及语言技能的评估提供支撑。技术赋能的形成性评估在语言教学中的应用优势主要体现在以下几个方面：（1）实时反馈与优化，智能反馈机制减少传统评估的滞后性，助力学习策略调整（Butler et al., 2021）；（2）提升教学成效，多模态数据整合提高评估精准度，互动工具增强学习体验（Gikandi et al., 2011）；（3）新兴技术支持，机器学习、虚拟现实等助力个性化评估与沉浸式学习（He & Wang, 2024）。但也仍存挑战：（1）理论与实践整合，技术评估如何与传统方式协同仍存争议（Can Daşkın & Hatipoğlu, 2019）；（2）技术局限与反馈效用，自动评分在写作逻辑、语篇组织及口语非语言特征分析上不足，学生反馈接受度存在差异（McNamara et al., 2015; Zhang & Hyland, 2022）；（3）教师适应与资源不足，部分教师缺乏培训，学校资源亦受限（Schildkamp et al., 2020）。基于以上分析，本研究建议：（1）深化应用研究，关注学生个体差异；（2）加强理论与实践结合，提高可操作性；（3）推动跨学科合作，开发更具实用性与创新性的评估工具，助力语言学习全面发展。

参考文献

郑春萍，徐畅，张娴，刘涵泳. (2021). 近十年数字游戏应用于语言教学的系统性综述. 现代教育技术, 31(06), 41-48.

Aromataris, E., & Pearson, A. (2014). The systematic review: An overview. AJN *The American Journal of Nursing, 114*(3), 53-58.

Allen, L. K., & Perret, C. A. (2016). Commercialized writing systems. In D. S. McNamara & S. A. Crossley (Eds.), Adaptive educational technologies for literacy instruction (pp. 145–162). NY: Taylor & Francis, Routledge.

Baturay, M. H., & Daloğlu, A. (2010). E-portfolio assessment in an online English language course. *Computer Assisted Language Learning, 23*(5), 413–428.

Bloom, B. S. (1969). Some theoretical issues relating to educational evaluation. *Teachers College Record, 70*(10), 26-50.

Butler, Y. G., Peng, X., & Lee, J. (2021). Young learners' voices: Towards a learner-centered approach to understanding language assessment literacy. *Language Testing, 38*(3), 429–455.

Can Daşkın, N., & Hatipoğlu, Ç. (2019). Reference to a past learning event as a practice of informal formative assessment in L2 classroom interaction. *Language Testing, 36(*4), 513-537.

Chong, I. (2017). How students' ability levels influence the relevance and accuracy of their feedback to peers. A case study. *Assessing Writing, 31,*13–23.

Dehghanzadeh, H., Fardanesh, H., Hatami, J., Talaee, E., & Noroozi, O. (2021). Using gamification to support learning English as a second language: A systematic review. *Computer Assisted Language Learning, 34*(7), 934–957.

Fernando, W. (2020). Moodle quizzes and their usability for formative assessment of academic writing. *Assessing Writing, 46*, 100485.

Gikandi, J. W., Morrow, D., & Davis, N. E. (2011). Online formative assessment in higher education: A review of the literature. *Computers & Education, 57*, 2333–2351.

Golonka, E. M., Bowles, A. R., Frank, V. M., Richardson, D. L., & Freynik, S. (2014). Technologies for foreign language learning: A review of technology types and their effectiveness. *Computer Assisted Language Learning, 27*(1), 70-105.

Guo, K., Zhong, Y., Zainuddin, Z., & Chu, S. K. W. (2024). Applying game - related methods in the writing classroom: A scoping review. *Education and Information Technologies, 29*(4), 4481–4504.

Haridas, M., Gutjahr, G., Raman, R., Ramaraju, R., & Nedungadi, P. (2020). Predicting school performance and early risk of failure from an intelligent tutoring system. *Education and Information Technologies*.

Harris, J. D., Quatman, C. E., Manring, M. M., Siston, R. A., & Flanigan, D. C. (2014). How to write a systematic review. *The American Journal of Sports Medicine, 42*(11), 2761-2768.

He, M., & Wang, L. (2024). Implementing assessment as learning in online EFL writing classes. *RELC Journal*.

Huynh, D., Zuo, L., & Iida, H. (2016). Analyzing gamification of "Duolingo" with focus on its course structure. In International Conference on Games and Learning Alliance (pp. 268–277). Cham: Springer.

Jiang, L., & Yu, S. (2020). Appropriating automated feedback in L2 writing: Experiences of Chinese EFL student writers. *Computer Assisted Language Learning, 35*(7), 1329-1353

Kim, M., & Ryu, J. (2013). The development and implementation of a web-based formative peer assessment system for enhancing students' metacognitive awareness and performance in ill-structured tasks. *Educational Technology Research and Development, 61*, 549–561.

Lavolette, E., Polio, C., & Kahng, J. (2015). The accuracy of computer-assisted feedback and students' responses to it. *Language Learning & Technology, 19*(2), 50–68.

Li, J., Link, S., & Hegelheimer, V. (2015). Rethinking the role of automated writing evaluation (AWE) feedback in ESL writing instruction. *Journal of Second Language Writing, 27*, 1-18.

Liu, S., & Kunnan, A. J. (2016). Investigating the application of automated writing evaluation to Chinese undergraduate English majors: A case study of WriteToLearn. *CALICO Journal, 33*(1), 71–91.

Loewen, S., Crowther, D., Isbell, D. R., Kim, K. M., Maloney, J., Miller, Z. F., & Rawal, H. (2019). Mobile-assisted language learning: A Duolingo case study. *ReCALL, 31*(3), 293–311.

Marques-Schafer, G., & da Silva Orlando, A. A. (2018). Languages learning conceptions and Duolingo: A critical analysis on its proposals and learners' experiences. *Texto Livre - Linguagem e Tecnologia, 11*(3), 228–251.

Mayer, R. E. (2017). Using multimedia for e - learning. *Journal of Computer Assisted Learning, 33*(5), 403–423.

McNamara, D. S., Crossley, S. A., Roscoe, R. D., Allen, L. K., & Dai, J. (2015). A hierarchical classification approach to automated essay scoring. *Assessing Writing, 23*, 35–59.

Merrell, C., & Tymms, P. (2007). Identifying reading problems with computer - adaptive assessments. *Journal of Computer Assisted Learning, 23*, 27–35.

Panadero, E., & Jonsson, A. (2013). The use of scoring rubrics for formative assessment purposes revisited: A review. *Educational Research Review, 9*, 129-144.

Rubin, B., Fernandes, R., Avgerinou, M. D., & Moore, J. (2010). The effect of learning management systems on student and faculty outcomes. *Internet and Higher Education, 13*, 82–83.

Scriven, M. (1967). The methodology of evaluation. In R. W. Tyler, R. M. Gagné, & M. Scriven (Eds.), Perspectives of curriculum evaluation. RAND McNally.

Schildkamp, K., Van Der Kleij, F. M., Heitink, M. C., Kippers, W. B., & Veldkamp, B. P. (2020). Formative assessment: A systematic review of critical teacher prerequisites for classroom practice. *International Journal of Educational Research, 103*, 101602.

Shintani, N. (2016). The effects of computer - mediated synchronous and asynchronous direct corrective feedback on writing: A case study. *Computer Assisted Language Learning, 29*(3), 517–538.

Shortt, M., Tilak, S., Kuznetcova, I., Martens, B., & Akinkuolie, B. (2023). Gamification in mobile - assisted language learning: a systematic review of Duolingo literature from public release of 2012 to early 2020. *Computer Assisted Language Learning, 36*(3), 517-554.

Stevenson, M., & Phakiti, A. (2014). The effects of computer - generated feedback on the quality of writing. *Assessing Writing, 19*, 51-65.

Teske, K. (2017). Duolingo. *CALICO Journal, 34*(3), 393–401.

Vojak, C., Kline, S., Cope, B., McCarthey, S., & Kalantzis, M. (2011). New spaces and old places: An analysis of writing assessment software. *Computers and Composition, 28*(2), 97–111.

Yiğit, M. F., & Seferoğlu, S. S. (2021). Investigating the effect of video - based feedback on perceived feedback quality. *Pamukkale University Journal of Education, 51*, 92–122.

Zaini, A. (2018). Word processors as monarchs: Computer - generated feedback can exercise power over and influence EAL learners' identity representations. *Computers & Education, 120*, 112–126.

Zhang, S., & Hasim, Z. (2023). Gamification in EFL/ESL instruction: A systematic review of empirical research. *Frontiers in Psychology, 13*, 1030790.

Zhang, Z. (V.), & Hyland, K. (2022). Fostering student engagement with feedback: An integrated approach. *Assessing Writing, 51*, 100586.

Zheng, C., Zhang, T., Chen, X., Zhang, H., Wan, J., & Wu, B. (2024). Assessing learners' English public speaking anxiety with multimodal deep learning technologies. *Computer Assisted Language Learning*.

Ziegler, N. A., & Moeller, A. J. (2012). Increasing self - regulated learning through the LinguaFolio. *Foreign Language Annals, 45*(3), 330–348.

人工智慧輔助親子閱讀活動：融合 AI 聊書同伴與親子閱讀模式的前導研究

Artificial Intelligence-Assisted Parent-Child Reading Activities: A Preliminary Study Integrating AI Book Talk Companions and Parent-Child Reading Models

蔡逸澄[1*]，廖長彥[2]，陳德懷[3]
[123]臺灣中央大學 網路學習科技研究所
*charlietsai11313@gmail.com

【摘要】 本研究探討基於家庭閱讀活動設計的 AI 親子聊書系統對聊書參與感、家庭閱讀意願的影響及系統使用情形。系統結合結構化聊書流程與 AI 同伴作為協調者，旨在提升學生與家長的參與感與主動性，促進家庭閱讀活動的實施。實驗結果顯示，AI 家庭聊書系統在增強家庭閱讀活動的結構性與質量方面成效顯著，同時有效提升了成員的參與感與進行家庭閱讀的意願。然而，部分受訪者指出系統在互動性與趣味性方面的不足。本研究為 AI 技術在家庭教育中的應用提供了實證基礎，未來可進一步擴展應用場景與功能設計。
【關鍵詞】 AI 聊書同伴；家庭聊書；聊書機器人；親子閱讀

Abstract: *This study explores the impact of an AI-based family book discussion system, designed for family reading activities, on discussion engagement, family reading willingness, and system usage. The system integrates a structured discussion process with an AI companion acting as a coordinator, aiming to enhance the engagement and proactivity of both students and parents, thereby promoting the implementation of family reading activities. Experimental results indicate that the AI family book discussion system significantly improves the structure and quality of family reading activities while effectively increasing participant engagement and willingness to engage in family reading. However, some participants noted deficiencies in the system's interactivity and entertainment value. This study provides an empirical foundation for the application of AI technology in family education, with potential for further expansion of application scenarios and feature design in the future.*
Keywords: AI book talk companion, family book talk, book talk robot, parent-child reading

1. 前言

陳德懷等人於 2009 年開始推動的「身教式持續安靜閱讀」（MSSR），其中特別強調「身教」在影響學生閱讀習慣與興趣中的重要性。若家長未能以良好的閱讀習慣作為榜樣，便難以通過身教有效激發孩子的參與與投入，增加親子閱讀活動的困難。

Chambers 於 1985 年提出了「聊書」（Book Talk）的概念，在聊書過程中，學生需要清晰地表達自己的觀點和感受。然而，目前的聊書活動多集中於學校場域，而親子閱讀後進行聊書的實踐則極為少見。儘管學生在學校可能養成良好的閱讀習慣，但若無法在家庭環境中延續，整體閱讀行為的持續性與穩定性將受到影響。

本研究以親子閱讀活動中的聊書為核心，聚焦於親子聊書同伴系統的設計與實踐。該系統旨在擔任聊書同伴的角色，協助學生與家長共同參與親子聊書活動，透過語言引導與交互參與，促進家長與孩子在親子閱讀活動中的深度互動與交流。同時，家長亦能藉由參與聊書活動深入了解孩子的閱讀歷程，增強自身的參與感與聊書引導能力。

2. 文獻回顧

2.1. 親子閱讀模式

親子共讀適合學齡前兒童，由家長引導，共讀同一本書可培養閱讀興趣並促進識字發展。除傳統朗讀與重複閱讀外，對話式閱讀（dialogic reading）透過提問與回答，能增強兒童認知、敘事能力與文本理解（Whitehurst 等，1994）。此外，Ganotice 等（2017）指出，此法不僅提升識字能力，亦加強親子情感聯繫。研究顯示，閱讀互動與表達輸出在早期閱讀中至關重要。

協作閱讀由 Pearson 等人（2012）提出，強調集體參與與社交互動，參與者不必閱讀同一本書。透過互動與討論，可提升文本理解與批判性思考（Kiili et al., 2012），並透過數位媒介增強協作效果（Pearson et al., 2012）。

2.2. 聊天機器人在閱讀方面的應用

AI 聊天機器人已逐漸應用於閱讀學習，能即時回應學生問題，透過提問、總結與引導提升閱讀理解（李曼綾，2024）。此外，其情感表達亦影響學習表現。研究顯示，機器人輔助閱讀有助於中成就學生維持閱讀動機，發揮持續學習支持作用（廖墨剛，2021）。Westlund 和 Breazeal（2015）研究發現，有表情的機器人能提升孩童詞彙使用與語言多樣性。研究顯示互動式聊天機器人能顯著提升學生的閱讀理解和參與度 (Behforouz & Ghaithi, 2024)。在聊天機器人不直接干涉閱讀活動的前提下，作為協調者的機器人能有效提升低成就學生的英語閱讀興趣（邱貞瑋，2022）。

3. 親子閱讀活動設計

本研究結合「主題閱讀」、「閱讀興趣」與「閱讀習慣」，設計親子協作閱讀模式，平衡家長與學生的閱讀興趣，透過主題閱讀促進互動交流，並培養良好習慣。相較傳統親子共讀，本模式更適合國小學生，強調個體化與協作閱讀結合，使家長成為積極參與者。

活動流程分為四步驟，以閱讀與聊書為核心，適用於有閱讀習慣的親子，並可在圖書館或家庭環境進行。首先，親子透過系統推薦或討論確定閱讀主題，確保雙方找到共通點。接著，各自選擇與主題相關的書籍，確保自主閱讀與主題一致性。閱讀階段採身教式持續安靜閱讀（MSSR），營造專注氛圍。隨後，親子透過 AI 聊書同伴引導進行聊書討論，分享心得並深化理解，家長亦可學習提問與引導技巧。最後，親子共同制定下一次閱讀計畫，記錄於系統或提醒工具，確保活動規律進行，培養持續閱讀習慣。

4. 系統設計與規劃

4.1. 系統架構

AI 家庭聊書同伴系統基於網頁設計、MySQL、GPT-4 與 Web Speech 技術，搭建於親子協作閱讀平台，並使用平板或電腦操作。系統以聊書活動為核心，透過語音與表情互動，提供自然、低干擾的親子聊書體驗。

本系統包含五大模塊：語音與情感互動模塊透過 Web Speech API 與 Whisper 語音識別，實現語音播放與表情互動，避免文字干擾親子交流，維持自然互動。閱讀主題推薦模塊連接學生閱讀記錄，分析書籍偏好推薦主題，無紀錄者則依圖書館熱門書目生成建議，確保選題多樣性。聊書引導模塊依四階段流程，引導親子討論，透過提問與情境導入，如「這段情節對故事有何影響？」促進深度對話，強化家長引導與學生表達能力。對話記錄與分析模塊運用 GPT 分析聊書內容，提取關鍵資訊，支持後續反思與報告生成。報告生成與回饋模塊則統整活動亮點、參與分析與建議，提供改進方向，優化未來親子閱讀體驗。

4.2. 親子聊書引導流程設計

本系統旨在通過結構化的活動流程，促進親子閱讀中高質量的聊書互動，培養學生表達能力與批判性思維，同時提升家長的引導能力。系統結合 AI 技術與自然互動設計，通過五個階段逐步引導親子完成聊書活動，實現共讀主題的深入交流與理解。

活動流程包含四個階段，AI 系統首先示範並介紹相關書籍，提出簡單問題，引導親子進入聊書情境，降低起步壓力。接著進入親子分享階段，學生先分享書籍內容，家長與系統提問互動，隨後家長分享，學生與系統再進行提問，透過問答交流提升表達與批判思維能力。反思與分享階段，親子總結閱讀收穫，聊書同伴補充總結並提出啟發性問題，深化討論。最後，系統生成聊書報告，分析對話內容、提取關鍵觀點、量化參與度，提供摘要、參與分析與延伸閱讀建議，幫助家庭回顧並優化未來活動。

5. 初步結果與後續工作

5.1. 研究對象

本研究進行前導性探索，以優化系統設計與功能，未直接邀請親子參與，而是招募 10 組一般民眾（每組 2 人）模擬親子互動，以收集多樣化建議並完善操作體驗。參與者需具備基本閱讀能力，且未曾接觸本系統，以確保數據原始性，避免先前經驗影響測試結果。

5.2. 實驗方法

本研究採用單次實驗設計，每組參與者完成一次結構化的閱讀與聊書活動，分為四階段：1. 主題選擇：系統推薦本次閱讀主題，參與者選擇共同興趣的主題；2. 自主閱讀：參與者根據選定的閱讀主題，分別挑選與主題相關的不同書籍進行閱讀；3. 系統引導聊書活動：系統根據閱讀主題、內容，進行聊書、提問與引導反思；4. 活動結束與回饋問卷：參與者評估系統使用體驗與活動效果。

數據收集包含問卷調查與訪談。問卷採 Likert 五點量表（Likert, 1932），評估系統滿意度、引導效果及對閱讀興趣與參與度的影響，並收集功能改進建議。訪談聚焦於系統互動性、趣味性與功能設計，分析其在促進親子閱讀中的優勢與不足。數據分析採描述性統計與質性分析，總結參與者反應，提取關鍵主題，如引導有效性與互動性等，以及對閱讀興趣的影響。

5.3. 實驗結果

根據問卷調查結果，親子聊書系統的整體使用滿意度表現良好。64.3%的受訪者表示對系統非常滿意，28.6%表示滿意，僅有 7.1%持普通態度，顯示系統的設計與功能得到了多數使用者的高度認可。在提升閱讀活動樂趣方面，35.7%的受訪者非常同意系統增添了閱讀的趣味性，50%表示同意，14.3%未有明顯感受。這表明系統在提供閱讀過程中的吸引力和愉悅感方面成效顯著，但對部分使用者的娛樂性影響有限。此外，系統對促進家庭閱讀活動意願的影響也獲得了積極反饋，28.6%的受訪者表示非常同意，64.3%同意，僅 7.1%持普通態度，顯示系統能有效激發家庭對於參與結構化閱讀活動的興趣。

受訪者普遍認為親子聊書系統能幫助學生更深入地理解書籍內容，其中 50%非常同意，42.9%同意，7.1%表示普通。此外，系統推薦的閱讀主題、家長與學生的互動提問以及聊書同伴的引導功能，得到了 42.9%的受訪者非常同意其對增強家庭成員參與感的幫助，50%表示同意，僅有 7.1%持普通態度。這表明系統在促進家庭成員的協同參與以及提升親子互動深度方面發揮了重要作用。同時，在聊書同伴角色的評價中，57.1%的受訪者認為聊書同伴主要扮演引導者角色，35.7%認為其是協調者，另有 7.1%認為是主導者。這表明系統在促進親子雙方參與閱讀討論方面發揮了積極作用，但其功能定位與原先預期的協調者角色略有差異。

研究顯示，92.9%的受訪者願意在未來繼續使用親子聊書系統，表明該系統在提升家庭閱讀活動的結構性與質量方面具有顯著成效。受訪者認為系統的核心在於三個方面：一是引導參與者逐步深入書籍內容與學習到如何聊書，二是協助培養持續的閱讀習慣，三是為參與活動的雙方提供一套簡潔且結構化的聊書流程。此外，系統的記錄功能能保存親子之間的聊書內容，為家長提供聊書架構，並通過推薦書單幫助學生明確閱讀目標。這些功能特別適合於不善於表達的家庭，有助於促進親子之間的思考與互動，並進一步提升家長和學生對閱讀活動的參與感。

然而，部分受訪者反映系統的互動性和趣味性相對不足。他們建議系統增加更多語音回饋與表情互動，設計更多開放性或思辨性問題，並融入用戶日常生活與時事的動態推薦功能，進一步提升使用體驗。此外，部分受訪者指出，家長與學生在選書時可能存在深度不匹配的問題，當家長的閱讀內容超出學生的認知範圍時，可能影響後續聊書活動的效果。

研究結果顯示，系統的提問框架可能導致討論局限於表層內容，難以深入探討複雜議題或情感。為解決此問題，受訪者建議系統擴充聊書提問類型，結合引導性、開放性與時效性問題，支持更深度的閱讀討論。同時建議，系統應增加學習單功能，幫助用戶在反思與分享階段進一步架構或記錄閱讀內容。此外，設計月度或年度回顧功能，增強用戶的情感連結與系統黏性，進一步促進家庭閱讀活動的長期推廣。

5.4. 後續研究

本研究旨在設計並進行前導性測試，驗證一套基於 AI 的親子聊書系統。研究通過一般民眾的測試，模擬親子閱讀情境，收集建議以優化系統設計，為未來在家庭教育場景中的應用奠定基礎。親子聊書系統在促進家庭閱讀活動中展現了顯著優勢。未來研究應針對不同年齡層與需求進行更細緻的功能設計，並擴大樣本範圍驗證其普適性，以實現親子閱讀活動的全面支持與長期推廣。

致謝

本研究在臺灣國科會人文處 (112-2410-H-008-020-) 與「臺灣中央大學學習科技研究中心」的資助下完成，僅此致謝。

參考文獻

李曼綾（2024）。結合生成式人工智慧與 4F 動態回顧循環理論於國小閱讀學習同伴系統的應用與成效評估。［未出版之碩士論文］。臺灣中央大學網路學習科技研究所。

邱貞瑋（2022）。聊天機器人扮演協調者角色對學生英語閱讀興趣影響。臺灣中央大學資訊工程學系。

廖墨剛（2021）。聊天機器人對國小學生英語閱讀興趣的影響。臺灣中央大學網路學習科技研究所。

Behforouz, B., & Ghaithi, A. (2024). Investigating the Effect of an Interactive Educational Chatbot on Reading Comprehension Skills. International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP).

Chambers, A. (1985). Booktalk: Occasional writing on literature and children. Harpercollins Childrens Books.

Ganotice, F., Downing, K., Mak, T., Chan, B., & Lee, W. (2017). Enhancing parent-child relationship through dialogic reading. Educational Studies, 43, 51 - 66.

Kiili, C., Laurinen, L., Marttunen, M., & Leu, D. (2012). Working on Understanding During Collaborative Online Reading. Journal of Literacy Research, 44, 448 - 483.

Westlund, J., & Breazeal, C. (2015). The Interplay of Robot Language Level with Children's Language Learning during Storytelling. Proceedings of the Tenth Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction Extended Abstracts.
Whitehurst, G. J. (1992)。Dialogic Reading: An Effective Way to Read to Preschoolers.

人工智能驱动的写作教学反馈：技术演进、应用现状与未来发展趋势

Artificial intelligence-driven feedback for teaching writing: technological evolution, current state of application and future trends

王晨 [1*2]
[1] 香港教育大学 教育资讯与通讯科技专业
[2] 南昌师范学院
[*] s1153597@s.eduhk.hk

【摘要】 随着人工智能（AI）技术的进步，特别是自然语言处理（NLP）、机器学习（ML）和深度学习（DL）的广泛应用，AI 在写作教学中的作用日益凸显。AI 写作反馈系统能够自动检测语法、拼写和结构性问题，并提供个性化建议，提高写作教学的效率与精准度。本文回顾了 AI 写作反馈系统的技术演进，分析了不同类型反馈对学生写作能力与学习动机的影响，同时探讨了 AI 在辅助教师教学、优化写作训练中的作用。然而，当前 AI 在语义理解、个性化反馈适应性及学生对其依赖性等方面仍存在挑战。未来研究将聚焦深度语义分析、文化适应性反馈以及 AI 与教师的协同教学模式，以提升 AI 在写作教学中的应用价值，促进个性化学习与高阶思维能力的发展。

【关键词】 人工智能；写作教学；反馈

Abstract: *With the advancement of artificial intelligence (AI) technology, especially the wide application of natural language processing (NLP), machine learning (ML), and deep learning (DL), the role of AI in writing teaching is becoming more and more prominent.AI writing feedback system can automatically detect grammatical, spelling, and structural problems and provide personalised suggestions to improve the efficiency and accuracy of writing teaching. This paper reviews the technological evolution of AI writing feedback systems, analyses the impact of different types of feedback on students' writing ability and motivation, and explores the role of AI in assisting teachers in teaching and optimising writing training. However, there are still challenges in semantic understanding, personalised feedback adaptation and students' dependence on AI. Future research will focus on deep semantic analysis, culturally adapted feedback, and collaborative teaching modes between AI and teachers, in order to enhance the value of AI in writing teaching and promote personalised learning and higher-order thinking skills.*

Keywords: Artificial intelligence; writing instruction; feedback

1. 引言

在科技迅猛发展的背景下，人工智能（AI）正深刻改变教育模式，其中写作教学反馈成为重要应用领域。传统写作教学主要依赖教师批改，既耗时且受主观因素影响，而 AI 反馈系统利用自然语言处理（NLP）、机器学习（ML）和深度学习（DL）等技术，能够高效检测语法错误、分析文章逻辑，并提供个性化改进建议。AI 不仅提升了教学效率，也为个性化学习提供了可能。

本文旨在系统梳理 AI 在写作教学反馈中的研究进展，分析其潜力与挑战，并探讨未来发展趋势。

2. 人工智能在写作教学反馈中的研究现状

2.1. AI 写作反馈系统的技术演变与发展

早期 AI 写作反馈系统基于规则匹配，主要用于拼写检查，如 Microsoft Word 早期的拼写纠正功能。然而，该方法难以理解复杂句法结构，限制了反馈的准确性（Dikli, 2006）。

2015 年后，机器学习和深度学习技术的应用推动 AI 反馈系统升级。例如，基于 CNN 和 RNN 的模型能够处理句法和语义层面的复杂错误，显著提高反馈质量。近年来，BERT、GPT 等预训练语言模型进一步增强了 AI 对上下文的理解能力，使其能提供更深层次的语义分析。

此外，实时数据采集技术使 AI 能追踪写作过程，包括输入速度、修改频率等，从而更精确地评估学生的写作能力，并提供动态调整的个性化反馈。

2.2. 写作反馈的概念及人工智能在写作教学反馈的类型

写作反馈的核心意义在于助力学生识别错误、自我修正，最终提升写作水平。AI 写作反馈涵盖多种类型，以下是将反馈内容维度和反馈时间维度结合起来的表格，方便直观理解不同类型的 AI 写作反馈，内容维度侧重于反馈的性质和目标，帮助写作者理解反馈的方向（修正、强化、建设性等）；时间维度侧重于反馈提供的时机（实时或延迟），影响写作的进程和修改的即时性。具体如下表所示：

表 1：AI 写作反馈类型

反馈类型	维度	功能描述	局限性
修正性反馈	内容维度	纠正语法、拼写、标点等语言上的错误。	主要集中在语言错误的纠正，无法处理文章的深层次内容问题。
强化性反馈	内容维度	强调并鼓励写作中做得好的部分，激励继续使用有效技巧或方法。	可能过于侧重于正面反馈，忽视深层次的改进建议。
建设性反馈	内容维度	提供改进建议，帮助优化文章的内容或结构。	可能过于注重细节，忽视文章的整体结构或思想。
批判性反馈	内容维度	深入分析文章，指出重大缺点或漏洞，通常从高层次提出批评。	批评性较强，可能让写作者感到沮丧，需要处理得更具建设性。
实时反馈	时间维度	写作过程中即时提供反馈，通常通过 AI 或实时协作工具。	需要持续的写作输入，可能导致写作过程过于打断。
延迟反馈	时间维度	完成写作后提供的反馈，通常是对整篇文章的评估。	反馈是延迟的，无法在写作过程中进行。

2.3. AI 写作反馈系统的效果评估

众多研究表明，运用 AI 写作反馈系统可显著提升学生在语法、词汇及逻辑性等方面的写作表现。Liu et al.（2023）研究发现，学生使用该系统后，写作成绩显著提高，文章连贯性和逻辑性尤为突出。AI 系统还能通过个性化反馈增强学生学习动机与自信心，激励学生主动修改、积极学习。

AI 写作反馈系统的应用，促使教师角色发生转变，从单一的反馈提供者转变为指导者与支持者。教师可借助 AI 自动化处理基础反馈工作，将更多精力投入到学生高级写作技巧培养上，如批判性思维和创意思维的塑造。

2.4. 不同语言领域中 AI 写作反馈系统的差异

在英文写作反馈系统中，如 Grammarly、Turnitin 等，由于英语具有固定的语法规则，且主流 AI 训练语料库较为丰富，这些系统在语法检测、拼写纠正等方面的准确率较高。此外，英文 AI 反馈系统在学术论文写作、商务写作等专业领域应用广泛(Rahimi et al.,2024)。

相比之下，中文 AI 写作反馈系统面临更大的挑战。首先，汉语是表意文字，句法结构较为复杂，导致错误检测和纠正的难度较大。其次，由于汉语的语料库相较英语而言规模较小，部分 AI 系统在提供语言风格优化时存在局限性。目前，批改网、秘塔写作猫等中文 AI 写作反馈系统在语法纠错、标点检查等方面取得了一定成效，但在高级写作反馈方面仍有提升空间（Zhang，2024）。

3. 人工智能在写作教学反馈面临的研究挑战

在人工智能（AI）写作反馈系统的研究现状中，尽管技术不断进步，但仍存在若干值得关注的局限性，特别是随着 AI 在写作教学中的广泛应用，如何进一步提高反馈质量、处理复杂语境中的问题，以及如何优化反馈的个性化程度，成为了当前研究的核心挑战。

3.1. 技术局限性与语义理解的不足

尽管现代 AI 写作反馈系统在语法检查等方面取得一定进展，但在面对复杂语境时，如中文写作中的成语、俗语及文化背景知识，仍难以提供深入的语义分析和文化适应性反馈。实时数据采集在复杂语境下，也难以精准捕捉学生写作问题，导致反馈有效性大打折扣（Song & Sparks, 2019）。

3.2. 个性化反馈与学生差异的适应性问题

AI 写作反馈系统在语法修正等基础层面能提供一定个性化反馈，但在高阶写作技能提升上，对于学生在逻辑性、创意表达等方面的差异化需求，往往无法有效满足（Pedro et al., 2019）。例如，实时数据采集虽能获取学生写作行为数据，但 AI 难以充分利用这些数据，精准匹配不同学生的高阶能力提升需求。

3.3. AI 反馈的质量与学生的依赖性

AI 反馈在基础语法等方面确实能提升学生写作表现，但从长期来看，其能否激发学生批判性思维和自主修正能力存疑。学生过度依赖 AI 反馈，可能削弱自主学习能力（Song & Sparks, 2019）。如何引导学生合理利用实时反馈数据，成为提升 AI 反馈质量的关键所在。

3.4. 教师角色与 AI 系统的协同作用

AI 虽能减轻教师批改负担，让教师有更多精力关注学生高级写作技能培养，但教师能否有效利用 AI 系统，提供更具针对性的教学支持，仍有待深入研究。教师与 AI 系统如何协同工作，优化教学反馈机制，将是未来研究的重点方向。

4. 研究趋势分析

人工智能在写作教学反馈中的研究趋势正在快速发展，涉及的领域越来越广泛，且与教育实践密切结合。未来的研究趋势主要集中在以下几个方面：

4.1. 深度语义分析与个性化反馈的提升

未来 AI 写作反馈将从关注表面错误转向深度语义理解和写作质量评价。AI 系统将深入剖析文章逻辑结构、论证连贯性等，评估学生创意思维，提供基于语境的个性化反馈，助力学生构建严密的论证框架，提升写作的逻辑性与学术性（Asad et al., 2024）。

4.2. 情感与文化适应性反馈的加强

AI 写作反馈将融入情感分析和语气评估功能，精准识别文本情感倾向和语气一致性。在全球化背景下，AI 还将强化文化适应性反馈，助力非母语学生跨越文化障碍，遵循目标文化写作规范，提升跨文化写作能力（Lai et al., 2023）。

4.3. AI 与教师协同工作模式的探索

未来研究将聚焦 AI 与教师协同工作模式。AI 承担基础反馈任务，为教师提供详细数据支持，教师依据这些数据关注学生复杂写作问题，开展深度反馈和辅导。双方通过信息互动和数据共享，提升写作教学个性化水平，切实提升学生写作能力（Asad et al., 2024）。

4.4. 国内 AI 工具的展望

近年来，国内 AI 写作反馈工具迅速发展，代表性系统包括 DeepSeek、秘塔写作猫、批改网、百度文心一言等。这些工具结合深度学习与 NLP 技术，在语法检测、拼写纠正、文本润色方面取得显著进展。例如，DeepSeek 在语义理解与风格分析上表现出色，秘塔写作猫强调学术写作优化，批改网则专注于语言学习，提供个性化纠错和评分功能。未来，它们将在结合本土语言文化特点的基础上，进一步提升写作反馈的精准度与适应性，为写作教学提供更贴合国内需求的解决方案。同时，国内 AI 工具还可能在多模态融合方面进行探索，如结合语音、图像等信息，为学生提供更丰富、多元的写作反馈，全方位提升学生写作体验与能力。

5. 总结

本文深入探讨了 AI 在写作教学反馈中的应用与效果，详细分析了技术演变、应用现状、面临的局限性及未来发展趋势。AI 写作反馈系统已取得一定进展，但在中文写作教学、高阶写作技能评估以及个性化反馈深度等方面，仍存在较大提升空间。未来研究应着力优化 AI 反馈系统，充分关注不同学生需求，妥善解决伦理和数据隐私问题，使其真正成为写作教学的得力辅助手段，推动写作教学质量实现质的飞跃。

参考文献

Asad, M. M., Shahzad, S., Shah, S. H. A., Sherwani, F., & Almusharraf, N. M. (2024). ChatGPT as artificial intelligence-based generative multimedia for English writing pedagogy: challenges and opportunities from an educator's perspective. *The International Journal of Information and Learning Technology*, 41(5), 490-506.

Dikli, S. (2006). An overview of automated scoring of essays. *The Journal of Technology, Learning and Assessment*, 5(1).

Lai, J., Song, H., Wang, Y., Ren, Y., Li, S., Xiao, F., ... & Zhuang, W. (2023). Efficacy of expressive writing versus positive writing in different populations: Systematic review and meta-analysis. *Nursing Open*, 10(9), 5961-5974.

Liu, C., Hou, J., Tu, Y. F., Wang, Y., & Hwang, G. J. (2023). Incorporating a reflective thinking promoting mechanism into artificial intelligence-supported English writing environments. *Interactive Learning Environments*, 31(9), 5614-5632.

Pedro, F., Subosa, M., Rivas, A., & Valverde, P. (2019). Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development.

Rahimi, M., Fathi, J., & Zou, D. (2024). Exploring the impact of automated written corrective feedback on the academic writing skills of EFL learners: An activity theory perspective. *Education and Information Technologies*, 1-45.

Song, Y., & Sparks, J. R. (2019). Measuring argumentation skills through a game-enhanced scenario-based assessment. *Journal of Educational Computing Research*, 56(8), 1324-1344.
Zhang, X. (2024). An exploration of Chinese college students' attitudes toward ChatGPT's automated written corrective feedback on English essays.

跨学科理念下小学古诗项目化学习模式构建与应用效果

Construction and Application Effects of Interdisciplinary Project-Based Learning Model for Ancient Poetry in Primary Schools

董倩[1]，项露意[2]，贾若文[3]，徐圣强[4]，李铭壹[5]，张新立[6]
[13456]温州大学教育学院
[2]浙江省杭州市萧山区江南小学
zhxl@wzu.edu.cn

【摘要】 古诗是中华传统文化的瑰宝，是培养学生语文学科核心素养的有效载体。当前小学古诗教学面临诸多问题，如何创新古诗教学方式，促进小学生古诗学习成为当前亟待解决的议题。本研究以跨学科教育与项目化学习等理论为指导，基于动画创作技术构建融入多元及时评价反馈策略的跨学科项目化学习模式；通过准实验研究显示，该模式可以提高学生的学习成绩、学习态度以及学习动机。因此，融入多元及时评价反馈策略的跨学科项目化学习模式有助于引导学生以更有效的方式进行古诗学习。
【关键词】 小学语文古诗教学；动画创作；跨学科；项目化学习；多元及时评价反馈

Abstract: *Ancient poetry is the treasure of traditional Chinese culture, and it is an effective carrier for cultivating students' core literacy in language discipline. Currently, the teaching of ancient poems in elementary school is facing many problems, how to innovate the teaching method of ancient poems to promote the learning of ancient poems for primary school students has become an urgent issue to be solved. This study is guided by the theories of interdisciplinary education and project-based learning, and based on the animation creation technology, we constructed an interdisciplinary project-based learning model that incorporates multiple and timely evaluation and feedback strategies; the quasi-experimental study shows that this model can improve students' academic performance, learning attitude and learning motivation. Therefore, the interdisciplinary project-based learning model incorporating multiple and timely evaluation and feedback strategies can help guide students to learn ancient poetry in a more effective way.*
Keywords: Teaching ancient poetry in elementary school language; animation creation; interdisciplinary; project-based learning; multiple and timely evaluation and feedback

1. 引言

教育部（2011）发布《义务教育语文课程标准（2011 版）》明确指出：“经典古诗词是中华民族传统文化中优秀的瑰宝。新教材中大幅度增加古诗的篇幅，古诗已成为贯穿整个语文教学中举足轻重的部分。但是学生在理解古诗作品中描绘的社会状况、人物思想、艺术意境上有很大困难，造成很多学生学习参与度低，这些都削弱了他们对古诗学习的兴趣，从而影响了小学古诗教学的效果（蒙海燕，2021；陈虹，2020）。将动画创作融入小学古诗跨学科项目化教学，为解决这一困境提供了新的思路。丁道群等（2008）和房程（2018）证实动画能帮助学生理解古诗情感与文化内涵，突破学习难点。跨学科项目化学习整合信息技术、艺术、历史等学科知识，培养综合素养（周红等，2023）。Chen 等（2016）和倪萌（2021）指出其能深化古诗文化内涵的理解，但刘迪等（2023）提出在实际操作中也面临一些挑战，如、

评价机制不完善等。多元及时评价反馈通过实时观察和记录学生的学习行为，为学生在特定领域或学科中知识、技能和素养的发展提供及时反馈，可以提升学习动机（刘静等，2024）。Wang（2011）和张颖等（2014）的研究表明，及时反馈对学业成绩有显著正向影响。

本研究将信息技术、艺术、人文、历史等学科进行融合，以古诗动画创作项目为引领，在学习过程中提供及时评价反馈，旨在探索一种创新的古诗教学模式，以激发学生学习古诗的兴趣，提升其综合素养，并探讨该模式对学生古诗学习成绩、学习态度以及学习动机的影响，为小学古诗教学改革提供有益参考。研究问题如下：问题（1）：融入多元及时评价反馈的古诗动画跨学科项目化学习模式是否能提高学生的古诗学习成绩？问题（2）：融入多元及时评价反馈的古诗动画跨学科项目化学习模式是否能提高学生的学习态度？问题（3）：融入多元及时评价反馈的古诗动画跨学科项目化学习模式是否能提高学生的学习动机？

2. 融入多元及时评价反馈的古诗动画跨学科项目化学习模式探究

2.1. 技术支持

优芽互动电影平台内置丰富的角色形象、背景素材等，同时搭建了常见的动画制作模块，搭载了剧本导入一键生成教学动画视频的功能，制作完成后可以多终端分享教学资源。

图 3-1 优芽互动电影平台界面

2.2. 模式构建

刘景福等学者详细阐述了项目化学习的实施步骤，包括选定项目、制定计划、活动探究、作品制作、成果展示和评价反思等六个基本步骤（刘景福等人，2002）。动画创作的过程一般包括前期的知识准备阶段，中期的动画的脚本的策划与设计阶段，后期的的动画制作阶段。

本研究构建了多元及时评价反馈策略的古诗动画跨学科项目化学习模式，如图 3-1 所示：

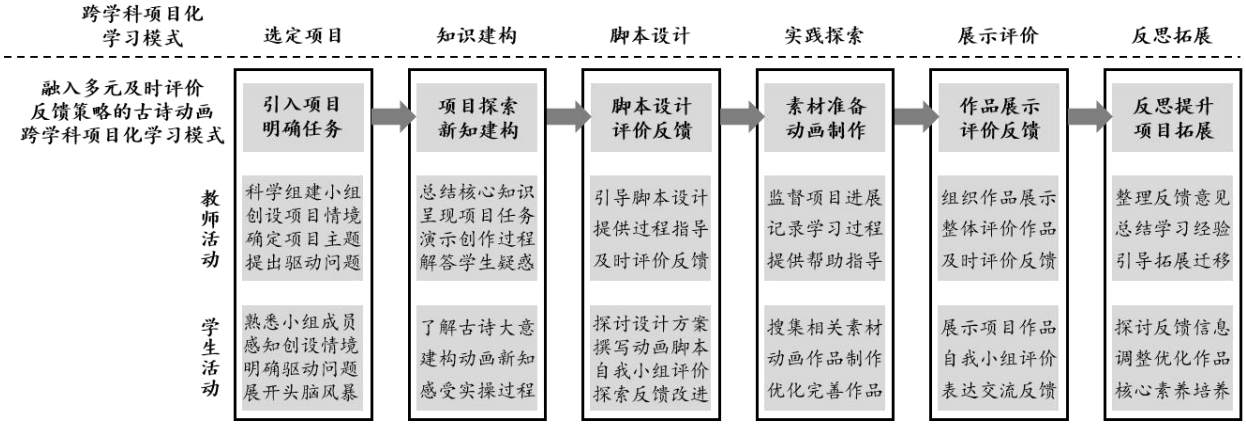


图 3-1 融入多元及时评价反馈的古诗动画跨学科项目化学习模式

3. 教学设计案例

3.1. 学情分析

本案例教学内容选自人教版五年级下册语文教材第一单元第一课《古诗三首》中的《村晚》，该诗通过优美意境描绘乡村傍晚景色，情感真挚。教学对象为小学五年级学生，兴趣广泛且好奇心强，同时，学生已具备多学科的基础知识，为开展项目式学习奠定了良好的基础。

3.2. 教学活动设计

（1）引入项目与明确任务阶段

教师活动：①确定项目主题《村晚》；②教师根据学生成绩和表现分为 14 个三人小组。③教师开展根据图片猜诗句游戏，引出项目主题——《何以解诗 入“画”一试》，并提问“主题中的‘画’意味着什么？”④教师总结后提出核心问题：“如何将古诗制成动画？”并播放电影《长安三万里》中古诗与动画结合的片段，引导学生讨论。并将其分解为子问题：“动画中需哪些元素展现古诗意境？”⑤采用 635 头脑风暴法，组织学生们为古诗动画创作提供建议。

学生活动：①学生通过共同拟组名进一步熟悉小组成员，增进团队凝聚力。②学生思考后积极发表观点。③积极参与到头脑风暴活动中，并分享成果。

（2）项目探索与新知建构阶段

教师活动：①带领学生把握《村晚》的大意，分析古诗的意境与情感。②介绍脚本设计以及动画制作的关键元素，如镜头语言、角色、场景和音效设计。③介绍动画制作的工具优芽电影互动平台，详细讲解其使用方法和功能，并分发各个学生专属账号。

学生活动：①了解《村晚》的大意、创作的时代背景、人物形象等等。②学习脚本的设计，如角色、场景、音效等；动画制作的技能，探索优芽电影互动平台功能，掌握动画制作基础。

（3）脚本设计与评价反馈阶段（多元的评价方法和主体）

教师活动：①设置古诗角色扮演的活动，启发学生的想象力，引导学生设计“古诗故事板”，并选择有创意的作品上台分享。②教师整理评价意见，提供专业反馈，指出学生可能存在的不足，如在场景转换、角色动作及故事连贯性等方面需要改进。

学生活动：①学生设计“故事故事板”，并上台分享。②学生在组内深入探讨脚本中的角色、场景、动作和音效等，撰写优化详细的动画脚本，明确场景表现等各个元素的设计。③学生需填写脚本评价表以及小组合作过程评价表完成自评，并积极参与组内互评，提出改进意见：如何让场景设计更贴合古诗背景、台词与画面配合更紧密等。

（4）素材准备与动画制作阶段

教师活动：监督学生项目进展，观察学生的学习情况，并提供帮助指导。

学生活动：根据脚本设计在优芽平台上完成场景设计、角色设定、添加音效、文字等活动。

（5）成果展示与评价反馈阶段（多元的评价方法和主体）

教师活动：①教师举办动画作品评赏会，参与人员需填写动画作品评价表。②教师对学生的作品进行评价，结合学生的自我评价、小组评价和教师评价，进行全面客观的反馈。

学生活动：①各组学生需汇报动画创作理念、分工及过程。②学生填写动画作品评价表以及小组合作过程评价表。

（6）反思提升与项目拓展

教师活动：①教师带领学生梳理学习过程，总结学习经验，反思教学过程。②教师总结并鼓励学生将所学应用于其他古诗或故事动画创作中，拓展创作领域。

学生活动：①学生根据反馈，针对性强化薄弱点，调整优化脚本，改进动画效果。②项目完成后，学生总结反思，为未来项目做准备。

4. 教学应用效果检验

4.1. 研究对象

本研究随机抽取某小学五年级的一个班为实验班（共 42 人，男生 23 人，女生 19 人），进行为期四周共 8 个课时的单组教学实验。

4.2. 研究工具

研究的工具包括《村晚》古诗知识测试试卷、学习动机、学习态度量表。《村晚》古诗知识测试题由专家组共同编制。《学习态度量表》采用 Hwang 等人编制的量表，《学习动机量表》则基于 Pintrich 等人的研究，两个量表均采用标准化的五点李克特量表。

4.3. 研究流程

在实验开始前对所有学生进行优芽互动电影平台动画制作与创作教学，以确保实验能够顺利开展（1 课时）。接着对所有学生进行了语文古诗知识、学习动机以及学习态度的前测（1 课时），经过四周 8 个课时干预后，使用与前测相同的测量工具对学生进行后测评估（1 课时）。

4.4. 实验结果与分析

对古诗知识测试成绩、学习态度问卷量表、学习动机问卷量表前后测数据进行配对样本 t 检验分析，后测的平均成绩显著高于实验前测的平均成绩，且 $p<0.01$，即实验组的前后测数据有显著性差异。这表明融入多元及时评价反馈的跨学科项目化学习模式能够显著提升学生的学习成绩、学习态度以及学习动机。

5. 结语

本研究成功构建了融入多元及时评价反馈策略的跨学科项目化古诗学习模式，并通过实证研究证实了其在古诗教学中古诗知识、学习态度以及学习动机的显著成效。本研究成果对教育教学提供了新思路，在教学实践中应积极借鉴跨学科项目化古诗学习模式，整合多学科知识，为学生创造丰富多样的学习体验；重视多元及时评价反馈策略的运用，构建全面、客观、科学的评价体系，并及时给予反馈。此外，本研究也存在一定的不足之处，由于受到时间及实践条件的限制，存在样本范围狭窄、研究时间短等问题，在今后需要进一步解决。

参考文献

陈虹（2020）.小学古诗可视化教学实践研究.云南大学.

丁道群、余娜和姚向云（2008）.动画呈现方式对小学四年级学生古诗学习的影响. 课程.教材.教法, (09): 36-40.

房程（2018）.动画呈现方式对小学四年级学生古诗学习的影响.考试周刊.

刘迪和荣维东（2023）.语文项目化学习研究现状、问题与展望——基于基础教育语文专业期刊载文分析. 语文建设, (17): 27-32.

刘景福,钟志贤（2002）.基于项目的学习(PBL)模式研究. 外国教育研究, (11): 18-22.

刘静和王光明（2024）.过程性评价对学生学业成绩影响研究——基于 63 项实证研究的元分析. 中国考试, (01): 72-82.

蒙海燕（2021）.小学高年段古诗教学中多媒体技术的运用.教育观察, 10(39): 103-105.

倪萌(2021). 项目化学习在小学语文教学中的价值、挑战及策略. 散文百家(新语文活页), (11): 121-123.

张颖,李利杰和孙统达（2014）.高职项目化课程多元化过程性评价模式的研究与实践. 职业教育研究, (04): 35-37.

中华人民共和国教育部制定. 义务教育语文课程标准: 2011 年版.

周红和周萍（2023）.跨学科项目式学习优化小学语文教学.考试周刊,(37): 53-56.
Chen Hong-Ren&Lin You-Shiuan(2016). An examination of digital game-based situated learning applied to Chinese language poetry education.
Wang TH(2011). Implementation of Web-based dynamic assessment in facilitating junior high school students to learn mathematics.

探討 AI 聊書及真人聊書的差異

Exploring the Differences between AI Book Discussion and Human Book Discussion

李佳燕[1*]，楊筱彤[2]，涂弘旻[3]，廖長彥[4]，陳德懷[5]，湯智凱[6]
[123456]臺灣中央大學 網路學習科技研究所
[*]ninaaaaa006@gmail.com

【摘要】 本研究旨在探討學生在與 AI 聊書同伴和真人教師進行聊書活動時的行為差異。研究以「聊書時長」、「聊書內容量」及「聊書提問策略使用分布」三個面向進行分析。結果顯示，學生與 AI 聊書同伴互動的時長較長，但在內容表達的字數占比方面相對較低，此結果支持了 Hill 等人(2015)在聊天機器人交流模式影響的研究發現。此外，基於 4F 引導思考法的分析表明，AI 聊書同伴在引導學生聚焦書籍事實(Facts)及發現(Finding)方面更具優勢，而真人教師則在感受(Feelings)與未來(Future)的引導上表現更為突出。最後，根據學生的訪談結果，分析出了 AI 聊書與真人聊書的特點與差異。

【關鍵詞】 聊天機器人；聊書；人機互動模式

Abstract: *This study aims to explore the behavioral differences of students during book discussions with AI book discussion companions and human teachers. The results indicate that interactions with AI book discussion companions lasted longer, but the proportion of content expression in terms of word count was relatively lower. This finding aligns with Hill et al. (2015) regarding the influence of chatbot communication patterns. Furthermore, an analysis based on the 4F guiding framework reveals that AI book discussion companions excel in guiding students to focus on book facts and discoveries, while human teachers perform better in eliciting emotional reflections and future applications. Lastly, based on the students' interview results, the characteristics and differences between AI and human book discussions were analyzed.*

Keywords: chatbots, book discussions, human-computer interaction

1. 前言

相關研究顯示，人們普遍喜歡那些能顯示更多社交線索或具有人類化行為的對話代理。然而，隨著對聊天機器人的研究與相關技術日益成熟，使用者在與聊天機器人交流時，是否感受得出與真人互動的不同？根據研究，聊天機器人與真人互動時，在多個方面存在著許多的差異。首先，聊天機器人缺乏非語言線索，例如眼神、肢體動作等，這些行為是社交智能和可信賴性的外在表現(Cassell & Bickmore, 2000)。其次，在真人互動中往往包含更高的社會臨場感。社會臨場感被定義為一種媒介讓使用者能在媒介交流中感受到另一方心理上的存在，或將其視為一個「真實人物」的程度(Fulk et al., 1987)，聊天機器人的社會臨場感則因技術的限制而比較弱，可能導致使用者在對話中感到冷漠或缺乏參與感。

然而，隨著聊天機器人在教育領域的應用日益增加，本研究將針對明日閱讀中的聊書活動，探討 AI 聊書同伴與真人教師在聊書互動上的差異。我們將分析過去研究團隊開發的「AI 聊書同伴」與「AI 助理」所整理的聊書紀錄，進一步了解學生對 AI 聊書與教師聊書的體驗與看法，並提出實用的教學建議。

2. 文獻探討

2.1. 人機互動的差異

Hill 等人(2015) 研究了人類在與聊天機器人互動時的溝通模式變化，並將其與人類即時通訊 (IM) 對話進行比較。研究發現，人們與聊天機器人的對話時間比與人類對話的時間更長(Hill et al., 2015)，雖然單則訊息字數較少，但訊息數量是與人類對話的兩倍以上。此外，人們會模仿聊天機器人的語言模式，與人類對話時則匹配對方的語言風格，這與人們在與兒童、或非母語使用者對話時調整語言的行為相似(Hill et al., 2015)。

另一項研究是基於旅遊與服務業的背景，比較了人們在使用聊天機器人與人類即時通訊(IM)服務時的體驗差異(Lei et al., 2021)。研究結果顯示，即時通訊(IM)在服務媒體豐富性、社會臨場感、任務吸引力、社會吸引力及信任程度方面的評價均高於聊天機器人(Lei et al., 2021)，且使用者對人類即時通訊(IM)服務的重複使用意圖更強。研究指出，使用者的信任主要取決於代理是否能高效解決問題，而在需要情感智慧與個性化服務的情境下，真人服務仍是大多數人的首選。

2.2. 聊書活動

明日閱讀計畫旨在透過「身教式持續安靜閱讀」（Modeled Sustained Silent Reading，簡稱 MSSR）培養學生的閱讀興趣與習慣。MSSR 讓學生體驗大量的閱讀之後，透過薦書與聊書，吸引孩子伸展閱讀的觸角，以及持續對閱讀的熱情和興趣（陳德懷，2016）。

聊書活動作為 MSSR 的延伸，提供學生互動與分享的平台，使其深入探討書籍內容，並作為閱讀輸出與反思的有效途徑。透過與同儕和教師的交流，學生不僅訓練口語表達，提升批判性思維，還能從不同觀點獲得啟發，增強閱讀興趣。為提升聊書活動的有效性，過程中會運用提問策略引導學生深入思考，常見方法包括 4F 引導思考法、K-W-L 方法及聊書提問引導法，幫助學生有系統地進行書籍反思與討論。

2.3. AI 聊書同伴與 AI 助理

過去研究團隊針對明日閱讀活動開發了「AI 聊書同伴」及「AI 助理」。AI 聊書同伴旨在為學生提供個人化的聊書夥伴，幫助他們在正式與教師聊書前練習表達，以克服表達不完整與反思深度不足的問題（楊筱彤，2024）。系統整合多項技術，包含 Whisper API 轉錄學生的語音內容，GPT-3.5 API 進行語意分析並生成適切回覆，最後透過 Web Speech API 以語音與文字方式回應學生，提升互動的自然度。AI 助理則為教師提供智能化支持，減輕師生聊書與願望書單活動的教學負擔（涂弘旻，2024）。聊書輔助功能利用 Whisper API 轉錄師生對話，並由 GPT-3.5API 進行內容分析，取代教師傳統的手動記錄，提高教學效率。書籍推薦功能則整合學生的閱讀歷程與班級圖書資料，協助教師快速篩選並推薦適合學生的書籍。

3. 研究方法

本研究對象為桃園某實驗小學四、五年級學生，共 19 人（四年級 12 人，五年級 7 人），實驗期為一個月。研究分析 AI 聊書同伴與 AI 助理所紀錄的系統數據，聚焦於「聊書時長」、「聊書內容量」及「聊書提問策略使用分布」三個面向，並結合半結構式訪談結果，探討 AI 聊書同伴與師生聊書活動的差異。

3.1. 聊書時長及內容量

本研究記錄學生與 AI 聊書同伴及老師的平均聊書時長（表 1）。結果顯示，AI 聊書同伴的聊書時長皆高於師生聊書，與 Hill 等人(2015)的研究結果一致——人們與聊天機器人的對話時間比與其他人溝通的時間更長(Hill et al., 2015)。這可能與使用者會模仿聊天機器人的語言模式，並在訊息字數與詞彙多樣性方面趨於相似有關。

表 1　聊書平均時長

	AI 聊書同伴	師生聊書
四年級	00:04:48	00:04:24
五年級	00:04:16	00:02:54

為更深入探討學生在聊書過程中的表達情況，本研究使用 Python 進行文本處理，分析 AI 聊書同伴與 AI 助理紀錄的逐字稿，並依發言者身分計算總字數與句數。計算方式如下：

① 學生字數占比 = 學生總字數 ÷(聊書同伴/老師總字數 + 學生總字數)

② 學生句數占比 = 學生總句數 ÷(聊書同伴/老師總句數 + 學生總句數)

分析結果顯示（表 2），學生在師生聊書中的字句數占比明顯高於 AI 聊書同伴，這與 Hill 等人 (2015) 的發現一致，即人們與聊天機器人對話時，單則訊息字數較少。再次驗證了人們在模仿聊天機器人的交流模式。

表 2　聊書字句數占比

	AI聊書同伴平均字數占比	師生聊書平均字數占比	AI聊書同伴平均句數占比	師生聊書平均句數占比
四年級	22.27%	42.52%	26.47%	46.63%
五年級	23.3%	60.25%	24%	69.53%

3.2. 聊書提問策略使用分布

在聊書過程中，為幫助學生系統性理解書籍內容並進行反思，本研究採用 4F 引導思考法：事實(Fact)、感受(Feeling)、發現(Finding)和未來(Future)，作為提問策略。

文本分析過程中，本研究使用 Python 進行文本處理，依結尾標點符號將逐字稿分段，篩選學生發言後，根據句子內容分類至對應的 4F 提問類別，並統計各類別的句數占比。研究結果（表 3）顯示，AI 聊書同伴更擅長引導學生聚焦書籍事實(Fact)與學習發現(Finding)，可能因 AI 回應強調邏輯與資訊性，有助於內容組織；而師生聊書則在感受(Feeling)與未來(Future)方面較突出，顯示教師透過同理心的提問能促進學生反思書籍對自身的影響與應用。

表 3　AI 聊書同伴與師生聊書使用 4F 引導思考法之分布狀況

	Facts(事實)	Feeling(感受)	Finding(發現)	Future(未來)
AI 聊書同伴-四年級	60.5%	22.4%	11.6%	5.4%
AI 聊書同伴-五年級	59.0%	27.2%	18.1%	8.2%
師生聊書-四年級	52.46%	23.77%	11.48%	12.3%
師生聊書-五年級	50%	30%	12.5%	7.5%

3.3. 半結構式訪談結果

為深入探討 AI 聊書同伴與真人聊書的差異，本研究隨機抽選四、五年級學生共 9 位，進行半結構式訪談，了解學生的實際體驗與交流偏好。

3.3.1. 與 AI 聊書同伴聊書和與真人聊書有什麼不同？為什麼？

訪談結果顯示，多數學生對 AI 聊書同伴持正向態度，認為其提供了新鮮、便利且無壓力的體驗。與 AI 互動時，學生感到更放鬆，不需擔心犯錯或被批評，特別有助於內向或缺乏信

心的學生。然而，部分學生更偏好真人聊書，因為教師能提供更具情感連結與深度的對話，並根據書籍內容給予豐富資訊，使討論更有趣且互動感更強。這顯示 AI 雖能提供流暢對話，但在情感交流與個性化指導方面仍無法完全取代真人教師。

3.3.2. 在以後分享你喜歡的書或故事時，你通常更願意與誰交流？為什麼？

針對未來更願意與誰分享書籍，訪談結果顯示，多數學生仍偏好與真人交流，認為與老師、父母或同儕聊書能提供更自然的情感連結與支持。教師熟悉書籍內容，使討論更流暢，而與父母或朋友交流則增強了親密感與共鳴。部分學生則選擇 AI 聊書同伴，因其提供即時回饋，並能幫助降低表達焦慮，為正式與教師交流前提供練習機會，進一步提升自信。

4. 結論

本研究探討學生在 AI 聊書和真人聊書互動中的行為差異，並分析「聊書時長」、「聊書內容量」及「聊書提問策略使用分布」三個面向，結合半結構式訪談結果進行探討。在各面向的研究結果中，AI 聊書同伴與真人聊書各有優勢，適合不同的學習需求。教師可利用 AI 聊書同伴幫助學生掌握書籍核心內容，並透過真人聊書引導情感反思與應用延伸。對於內向學生，可先透過 AI 練習以提升表達信心，而樂於交流的學生則可透過與教師或同儕對話深化討論。整合 AI 聊書同伴與真人聊書的優勢，有助於提升學生表達能力與整體學習成效。

致謝

本研究在臺灣國科會人文處 (113-2423-H-008 -001 -) 與「臺灣中央大學學習科技研究中心」的資助下完成，僅此致謝。

參考文獻

涂弘旻（2024）。AI 助理支持教師作為閱讀個人導師。〔未出版之碩士論文〕。臺灣中央大學網路學習科技研究所。

陳德懷（2016）。明日閱讀：明日主題學習的基礎。台灣：天下雜誌。

楊筱彤（2024）。AI 同伴支持聊書與反思。〔未出版之碩士論文〕。臺灣中央大學網路學習科技研究所。

Cassell, J., & Bickmore, T. (2000). External manifestations of trustworthiness in the interface. *Commun. ACM*, *43*(12), 50–56. https://doi.org/10.1145/355112.355123

Fulk, J., Steinfield, C., Schmitz, J., & Power, J. (1987). A Social Information Processing Model of Media Use in Organizations. *Communication Research - COMMUN RES*, *14*, 529-552. https://doi.org/10.1177/009365087014005005

Hill, J., Randolph Ford, W., & Farreras, I. G. (2015). Real conversations with artificial intelligence: A comparison between human–human online conversations and human–chatbot conversations. *Computers in Human Behavior*, *49*, 245-250. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.02.026

Lei, S. I., Shen, H., & Ye, S. (2021). A comparison between chatbot and human service: customer perception and reuse intention. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, *33*(11), 3977-3995. https://doi.org/10.1108/ijchm-12-2020-1399

結合 QAR 教學策略之英語學習聊天機器人

A ChatBot with QAR teaching strategy for English Learning

區國良，王綉孍
國立清華大學 學習科學與科技研究所
klou@mx.nthu.edu.tw

【摘要】 本研究探討生成式人工智慧技術應用於高中文本閱讀與提問能力學習產生的影響，本研究設計並開發了名為 Qally 的對話機器人，輔助學生掌握問答關係（QAR）策略。研究以台灣北部某公立高中 36 名高一學生為對象，以《小王子》作為指定文本，透過 Discord 平台進行英語閱讀課程。學生在與 Qally 機器人互動中學習辨別 QAR 四種問題類型，並利用該策略提升閱讀理解與提問能力。實驗結果顯示，學生的 QAR 認知測驗前後測成績顯著提升，而閱讀理解測驗分數無顯著變化。在學習動機(ARCS)問卷中，注意、相關、信心及滿足四個構面證實 Qally 機器人對學生的學習有積極影響。Qally 能提供即時回應與針對性反問，幫助學生深化思考，同時在忠實度及回應相關性方面表現優於 ChatGPT。本研究證明基於大型語言模型的對話機器人在教育中具有潛力，不僅解決教師個別指導的時間限制，亦促進學生自主學習與認知成長，為未來應用於不同學科與教育環境奠定基礎。

【關鍵詞】問答關係策略、對話機器人、大語言模型、學習動機

Abstract: *This study investigates the impact of generative artificial intelligence technology on high school students' learning of text reading and questioning skills. The research involved the design and development of a chatbot named "Qally," which assists students in mastering the Question-Answer Relationship (QAR) strategy. The participants were 36 first-year high school students from a public school in northern Taiwan. Using *The Little Prince* as the designated text, English reading lessons were conducted via the Discord platform. During interactions with Qally, students learned to identify the four types of QAR questions and applied the strategy to enhance their reading comprehension and questioning skills. The experimental results revealed a significant improvement in students' pre- and post-test QAR cognitive assessment scores, though there was no notable change in reading comprehension test scores. In the ARCS motivation questionnaire, the mean scores for the four dimensions—Attention, Relevance, Confidence, and Satisfaction indicating a positive impact of the Qally chatbot on students' learning. Qally provided real-time responses and targeted follow-up questions, fostering deeper student thinking. Additionally, it outperformed ChatGPT in fidelity and response relevance. This study demonstrates the potential of dialogic chatbots based on large language models in education. They not only address the time constraints of individualized teacher guidance but also promote autonomous learning and cognitive development among students. The findings lay a foundation for future applications across different subjects and educational contexts.*

Keywords: Question-Answer Relationship Strategy, Chatbot, Large Language Model，Learning Motivation

1. 研究背景與動機

提問與反思的能力對於提升閱讀理解能力扮演了關鍵的角色，Sinabariba (2020)認為要提升學生的閱讀能力，除了培養閱讀理解技巧外，更應提昇學生的提問技巧，並鼓勵學生運用高層次的思維技巧提出問題，以及積極與教師或同儕參與討論。根據 Hartman(2001)的研究，

自行提問有助於深化理解並促進高層次的學習，也就是透過示範和實踐，教師能引導學生自主思考，從中了解問題與答案之間的關係，進而加深反思與確認。

常見的閱讀提問策略包含 K-W-L、5W1H、SQ3R 以及 QAR(Question-Answer Relationship)等；然而，對於初學者而言，往往會遇到不知道如何從閱讀文本中找到相關問題，或是如何更進一步理解內容的情況，尤其在東方社會中，由於文化背景和教育環境的特性，導致學生在課堂上較少主動提問。即使勇於發問，受制於課堂時間有限，學生的提問機會相對較少。對教師而言，在面對一對多的教室中使用提問策略時，面對不同程度的學生將難以提供充分的個別指導，因此，如何促進學生提問的能力，並在學習中實現個別化教育，是當前教育面臨的挑戰。

大型語言模型的發展，為個別化學習帶來了全新的可能，例如 Arun et al. (2024)為學習解剖學課程的學生提供以檢索增強生成（RAG）技術為基礎之對話機器人，有效地提供學生必要的知識及輔助；Haindl and Weinberger (2024)則引導學生使用 ChatGPT 作為 Java 程式語言學習輔助工具，發現對於程式語法、設計概念以及演算法等知識具有良好的輔助效果，但仍有適用性的問題，除此之外，使用 LLM 提供的對話界面（例如 ChatGPT）作為學習平台時，教師將難以掌握學生的學習進度，同儕之間也不易互動交流。

本研究將利用生成式人工智慧技術，運用 OpenAI GPT 4 模型建構英語自主學習問答機器人，以 Discord 社群軟體為學習討論互動環境，讓學生可以透過提問與問答機器人互動學習閱讀策略，並促進學生的認知層次和思考能力。以下為本研究之主要研究目的：

以生成式人工智慧建構輔助學習 QAR 策略之對話機器人

本研究將運用生成式人工智慧技術，建立限定特定文本的問答對話機器人，以社群軟體作為互動介面，採用 QAR 策略針對教師指定的文本內容與學生進行的深度討論，提供即時解答及反問，以促進學生理解與掌握 QAR 策略的相關知識及問答技巧。

探討使用對話機器人對於 QAR 問答關係學習成效與動機之影響

本研究探討使用問答策略的對話機器人對學生學習成效與動機的影響，包括活動前後學生對策略的理解及其在自主學習中提問的情況，並分析提問內容與生成回應。

2. 文獻探討

2.1. QAR 教學策略

Taffy E. Raphael 提出的問答關係策略(Question-Answer Relationship, QAR)可協助學生運用四種類型的問題更有效地識別和回答閱讀中的問題，這些類型包括：Right There、Think and Search、Author and Me 以及 On My Own，其中前兩種類型問題的答案在文本中(In the Text)，而後兩種類型問題的答案則是在讀者大腦中(In the Head)。Right There 要求學生從文本中特定句子找出答案；Think and Search 則需要整合文本不同部分的資訊；Author and Me 題要求學生結合個人知識推測作者意圖；On My Own 則根據個人知識回答問題，無需依賴文本。這些策略不僅促進了深度閱讀和理解能力，也提升了學生的批判性思維和自主學習能力，對他們的認知和閱讀理解技能有著深遠的影響(Raphael, 1986; Caldwell and Leslie, 2005)。

問答關係策略被證實是提升閱讀理解能力的有效方法(Afriani et al., 2020)。這策略鼓勵學生發展關鍵性問題提出技巧，並學會依據問題類型尋找答案，深化他們對閱讀材料的理解，建立問題與答案間的連結。這種方法不僅培養學生的深度思考能力，還能作為後設認知工具，讓他們意識到自身學習的過程和方法，有效運用問答關係策略來確認答案(Green, 2019)。

有關運用問答關係策略(QAR)提升學生閱讀能力的相關研究表明，這一策略在數學和科學教學中均有積極效果。McIntosh 和 Draper(1995, 1996)的研究指出，教師教授 QAR 策略能有

效提升學生對數學文本的閱讀理解能力。Kinniburgh 和 Shaw(2009)的研究則表明，在科學教學中引入 QAR 策略能夠提高學生對科學文本的理解能力。研究顯示，教授 QAR 策略並讓學生理解其四種問題類型，有助於學生辨別問題類型並加深對文本的理解，從而顯著提升閱讀理解能力(Afriani et al., 2020; Baqi, 2019; Nurhayati et al., 2019; Wila et al., 2020)。這些研究強調，QAR 策略不僅幫助學生更有效地找到答案，還能增強其閱讀動機和參與度，並在標準化閱讀測試中展現正面影響(Green, 2019)。

2.2. 人工智慧及對話機器人在教育的應用

人工智慧(AI)是指機器具備人類般智慧的能力，能進行學習、判斷和解決問題(Shabbir & Anwer, 2018)。在教育領域，AI 技術可支援個人化學習體驗的線上平台，能根據個別學生的學習情況調整學習內容，提供適性化學習環境。近年來因生成式人工智慧（GAI）的發展，已有許多研究提出了基於 GAI 技術的對話機器人作為輔助教學系統(Chen et al., 2020)，研究顯示，研究指出，ChatGPT 在醫學教育中展示出一致性、準確度及獨特見解，具有提供專業知識支援的潛力(Kung et al., 2023)。因此，許多研究開始以 GAI 作為對話機器人的對話產生來源，融入教學環境當中，例如 Neumann et al. (2024)以 ChatBot 結合 GAI 設計了一套名為 MoodleBot 的對話機器人，融入大學生的資料庫課程中，該研究除了討論學生對於生成式人工智慧對話機器人的接受程度外，也證明能有效支持學生的自主學習（SRL）活動， Liu et al. (2024)則同樣以 GAI 所建構的對話機器人這些系統作為小學生自主學習英文寫作的輔助工具，其效果也顯示其學習成效以及使用 SRL 策略皆優於未使用對話機器人的對照組。

對話機器人是人工智慧的典型應用，透過自然語言處理技術，能在教育中提供個性化學習和即時回饋、批判性思維和學習滿意度(Chang et al., 2022; Belda-Medina & Calvo-Ferrer, 2022)。對話機器人根據其操作方式可分為三種類型 (Hien et al., 2018)：規則式模型、檢索式模型和生成式模型。規則式模型基於預設規則生成回應，具高精確度但缺乏靈活性，無法處理未知問題(Binkis et al., 2021)。檢索式模型依賴於知識庫快速匹配答案(Qian et al., 2021)，限於知識庫範圍內的回應。生成式模型利用大型語言模型生成多樣和自然的回應，雖靈活但可能產生不準確信息或「幻覺」，在導入教學使用前，必須施以微調(Fine-Tunning) 或 RAG (Arun et al., 2024)處理，下節將說明本研究如何針對指定文本進行微調後，作為對話機器人融入教學使用。

3. 研究方法

本研究以台灣北部某公立高中的 36 名高一學生為研究對象，男生 20 人，女生 16 人，由教師將學生每 3 人至 4 人為單位分成 10 個小組進行實驗。研究期間為 2024 年 4 月，融入該班英語閱讀課程進行，其中兩堂 50 分鐘的課程內容指定閱讀文本為 Antoine de Saint-Exupéry 的著作：小 Le Petit Prince《小王子》，由於其內容淺顯易懂且充滿深刻寓意，且故事情節生動有趣，適合作為 QAR 策略使用。

研究首先進行特定文本的分析和處理，並開發名為 Qally 的對話機器人，其名稱結合了問答(Question-Answer)和夥伴(Ally)的意涵，除了可利用 OpenAI GPT 語言模型回答學生提出的問題，還能辨別問題類型並提供反問，從而幫助學生理解 QAR 策略。Qally 機器人運行於 Discord 伺服器中，學生可以在各種設置的頻道中進行小組或個人討論，這些討論和互動可在社群軟體中保留，便於後續回顧和學習歷程的追溯。Qally 機器人採用 Python 語言與 LangChain 框架開發，該框架專為支援大型語言模型應用而設計，提供便捷的功能建置和整合能力。LangChain 的基本元件包括載入、分割、嵌入和相似性搜索，這些元件能有效連接文本數據到語言模型進行後續處理。為了進行文本嵌入，使用 OpenAI 的 text-embedding-ada-002 模型，將文本轉換為向量並建立向量資料庫。使用者需設置 OpenAI

API key 並引入相關套件，以實現文本向量化。由於模型在處理文字數量上的限制，文本需事先分割成小段，以避免超出 Tokens 數量限制並節省成本。接著對學生進行 QAR 策略教學，介紹 QAR 四種問題類型後，進行「QAR 策略認知與閱讀理解測驗」之前測，接著讓學生與 Qally 機器人進行互動和提問練習，之後再進行後測及填寫學習動機問卷。其中測驗參考 Pathways to English Reading Literacy (張碧珠，2021)中的 QAR 問題類型。學習動機問卷則採用 John. M. Keller 的 ARCS 學習動機理論衍生的教材動機量表(IMMS)，評估學生對於使用 Qally 機器人的動機與看法，包括注意、關聯、信心和滿足四個構面。本研究依照原問卷進行修改編制，問卷共 36 題，用以分析學生對 Qally 機器人的看法，採用李克特氏五點量表，選項從 1(非常不同意)到 5(非常同意)，以表達對各題的看法之態度。

Discord 社群軟體原被用於遊戲社群，提供玩家即時互動交流的頻道，在疫情期間被許多研究利用 Discord 作為教學與學習媒體，獲得大多數學生的接受，並認為其介面為具吸引力的介面，功能完整且容易使用 (Arifianto & Izzudin, 2021)。此外，在 Discord 伺服器中能加入各式機器人，使用者能透過觸發命令或是關鍵字等與機器人互動，而機器人能連結相關資訊與數據，或透過串接 API 取得所需結果，適合作為研究使用。在 Discord 的學習頻道中（如圖 1），學生可以透過提及@Qally 機器人並輸入問題，啟動自主學習流程。機器人首先判斷問題類型，如「Right There」、「Think and Search」等，然後生成相應回答並提出一個反問，鼓勵學生深入思考。例如，學生可能問「小王子為何來到地球？」，機器人將解釋這是哪一類型的 QAR 問題，提供答案，然後以另一個問題引導學生更深入地探索文本內容。這種方法不僅支持即時問答，還促進了學生對問題類型和文本理解的反思和學習。

使用者提問後，系統利用向量資料庫進行相似性搜索，提取相關文本區塊，結合問題和提示詞傳遞給語言模型，生成回應後傳回給使用者。本研究使用 LangChain 框架的 ConversationalRetrievalChain 實現這一過程，支援上下文和關聯記憶的傳遞。

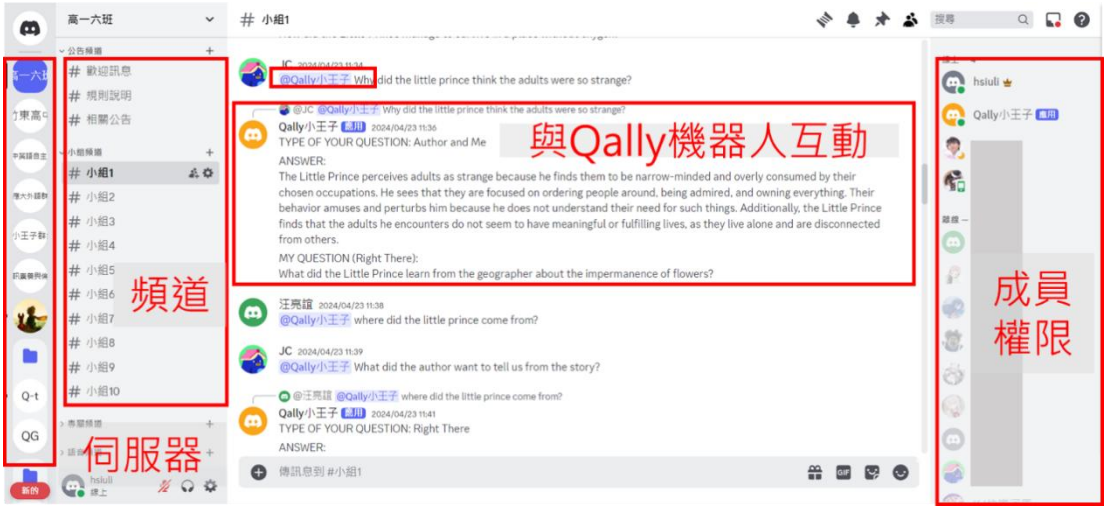


圖 1. *系統畫面說明圖*

4. 研究結果

本研究將參與實驗之 36 位高中生分為 10 組，每組學生在閱讀完教師指定的文字內容後，以小組為單位利用平板登入 Discord 平台及加入教師指定的討論頻道後，與 Qally 對話機器人進行對話，對話的內容經教師分析其對應 QAR 策略後統計如表 2，其中共 6 組成功提出四種問題類型（第一、二、四、五、七、九組）；而第三、六、十組只提出三種問題類型（缺少 On My Own），第八組僅提出兩個問題(缺少 Think and Search 以及 On My Own)。

表 1.

各組提問狀況統計表

Group ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Right There	2	1	3	1	1	2	1	1	1	2
Think and Search	3	3	3	4	4	2	3	0	2	1
Author and Me	3	3	2	1	2	5	1	1	3	3
On My Own	2	2	0	2	2	0	1	0	1	0
Total	10	9	8	8	9	9	6	2	7	6

本研究在兩次教學實驗活動中，設計 QAR 策略與閱讀理解測驗，包含小王子文本之閱讀理解及對應 QAR 問題類型辨別各 6 題，共 12 題，每題 10 分。

針對閱讀理解前後測成績做成對樣本 t 檢定，信賴區間設為 95%，即設置顯著性水準為 5%。依據閱讀理解測驗六題一題 10 分，滿分 60 分。將其轉換成滿分 100 分，前測平均值為 90.28，後測平均值為 89.35，t 值為.320 得出 p 值大於為.05，表示前後測之間沒有明顯差異，並且前後測平均值均接近滿分，分析其可能原因。學生對文本有足夠認知並正確選出答案，所以前後測均相當高。

表 2.

閱讀理解前後測分數成對樣本 t 檢定(N=36)

	平均數	標準差	t	p
前測	90.28	10.06	.320	.751
後測	89.35	15.51		

QAR 策略認知的前、後測成績做成對樣本 t 檢定，信賴區間設為 95%，即設置顯著性水準為 5%。依據 QAR 問題類型辨別勾選六題一題 10 分，滿分 60 分。將其轉換成滿分 100 分，前測平均值為 61.11，後測平均值為 91.20，t 值為-9.932 得出 p 值小於.001，表示前後測之間有明顯差異，即學生針對 QAR 認知理解與辨別有明顯進步，經過教學與 Qally 機器人自主學習活動後，大部分同學能明確分辨 QAR 問題類型。

表 3.

QAR 認知測驗前後測分數成對樣本 t 檢定(N=36)

	平均數	標準差	t	p
前測	61.11	11.95	-9.932	.000***
後測	91.20	12.27		

***p < .001

本研究問卷依據 ARCS 學習動機量表之 IMMS 之四個構面：注意、相關、信心、滿意四大構面分量表的 Cronbach's α信度係數分別為.886、.795、.785 和.779。

表 4.

學習動機四大構面量表之平均分數

	注意(A)	相關(R)	信心(C)	滿足(S)
平均	3.49	3.76	3.55	3.75

四個面向的平均分數分別為 3.49、3.76、3.55、3.75，在數據顯示個構面均有超過 3 分，其中較高的為相關構面與滿足構面，表示 Qally 機器人的回應確實與其提問有關連，而在滿足構面也達 3.75 分，整體來看確實有讓學生滿意。

5. 結論

本研究應用大型語言模型建構了 Qally 機器人，支援高中生進行自主學習活動。機器人專注於特定文本內容，能理解並回應學生提問，提供即時反饋和支持。這解決了老師時間有限的問題，增強了學生的閱讀理解和反思能力，同時促進了個性化教育和自主學習。

研究也發現在教導學生掌握 QAR 策略，並透過與 Qally 機器人的互動來強化他們的閱讀理解能力。這種策略幫助學生有效分析問題與答案之間的關係，並提升他們的提問技巧。研究顯示，基於 QAR 策略的學習環境能夠增進學生對 QAR 四種問題類型的識別能力，同時提升他們的思辨能力。Qally 機器人不僅回答學生的問題，還能引導他們深入探討，這些互動能在 Discord 平台上被記錄下來，為個性化教學提供了豐富的數據來源。此外，我們將學生在互動中產生的問題輸入 ChatGPT 進行比較分析，結果顯示，Qally 機器人在忠實度和內容回應相關性方面均優於 ChatGPT，這證明了我們建置的學習環境比一般的 ChatGPT 更有效地支持學生的學習需求。

透過高中生自主學習課程實際應用後的學習動機調查，結果顯示學生對使用 Qally 機器人有正面的學習動機反應，IMMS 量表中各構面平均分超過 3.49 分。此外，QAR 認知理解前後測統計分析顯示，Qally 機器人對學生學習有正向影響，證明了其在教學和學習效果上的有效性及可行性。本研究展示了 ChatGPT 及基於 GPT 模型的對話機器人在教育中的應用潛力和實際效益，可作為未來研究進一步探索這些技術在不同教育環境下的應用，推動教育技術的創新發展。

參考文獻

Afriani, Z. L., Anggraini, M., & Riswanto, R. (2020). The Effect of Question Answer Relationship (QAR) Strategy in Enhancing Students' Reading Comprehension. Journal of English Education and Teaching, 4(4), 548-558.

Arifianto, M., & Izzudin, I. (2021). Students' acceptance of discord as an alternative online learning media. International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET), 16(20), 179-195.

Arun, G., Perumal, V., Urias, F. P. J. B., Ler, Y. E., Tan, B. W. T., Vallabhajosyula, R., Tan, E., Ng, O., Ng, K. B., & Mogali, S. R. (2024). ChatGPT versus a customized AI chatbot (Anatbuddy) for anatomy education: A comparative pilot study. Anatomical sciences education, 17(7), 1396-1405.

Baqi, F. A. (2019). implementing question-answer relationships (qar) strategy to improve students'reading comprehension skill. English Journal, 13(2), 88-98.

Belda-Medina, J., & Calvo-Ferrer, J. R. (2022). Using Chatbots as AI Conversational Partners in Language Learning. Applied sciences, 12(17), 8427.

Binkis, M., Kubiliūnas, R., Sturienė, R., Dulinskienė, T., Blažauskas, T., & Jakštienė, V. (2021). Rule-based chatbot integration into software engineering course. Information and Software Technologies: 27th International Conference, ICIST 2021, Kaunas, Lithuania, October 14–16, 2021, Proceedings 27 (pp. 367-377). Springer International Publishing.

Caldwell, J. S., & L. Leslie. 2005. Intervention strategies to follow informal reading inventory assessment: So what do I do now? Boston: Pearson.

Chang, C.-Y., Kuo, S.-Y., & Hwang, G.-H. (2022). Chatbot-facilitated Nursing Education: Incorporating a Knowledge-Based Chatbot System into a Nursing Training Program. Educational Technology & Society, 25(1), 15-27.

Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. Ieee Access, 8, 75264-75278.

Green, S. (2019). The Effects of Question-Answer Relationship (QAR) Instruction on Standardized Reading Comprehension Test Scores of Third Grade Students Thesis (Ph.D.)--The University of North Carolina at Charlotte, 2019.

Haindl, P., & Weinberger, G. (2024). Students' Experiences of Using ChatGPT in an Undergraduate Programming Course. IEEE Access, 12, 43519-43529.

Hartman, H. J. (2001). Teaching metacognitively. In Metacognition in learning and instruction: Theory, research and practice (pp. 149-172). Springer.

Kinniburgh, L. H., & Shaw, E. L. (2009). Using Question-Answer Relationships to Build: Reading Comprehension in Science. Science activities, 45(4), 19-28.

Kung, T. H., Cheatham, M., Medenilla, A., Sillos, C., De Leon, L., Elepaño, C., ... & Tseng, V. (2023). Performance of ChatGPT on USMLE: potential for AI-assisted medical education using large language models. PLoS digital health, 2(2), e0000198.

Liu, Z.-M., Hwang, G.-J., Chen, C.-Q., Chen, X.-D., & Ye, X.-D. (2024). Integrating large language models into EFL writing instruction: effects on performance, self-regulated learning strategies, and motivation. Computer Assisted Language Learning, 1-25.

McIntosh, M. E., & Draper, R. J. (1995). Applying the Question-Answer Relationship Strategy in Mathematics. Journal of adolescent & adult literacy, 39(2), 120-131.

McIntosh, M. E., & Draper, R. J. (1996). Using the Question-Answer Relationship Strategy to Improve Students' Reading of Mathematics Texts. The Clearing house, 69(3), 154-162.

Neumann, A. T., Yin, Y., Sowe, S., Decker, S., & Jarke, M. (2024). An LLM-Driven Chatbot in Higher Education for Databases and Information Systems. IEEE Transactions on Education, 1-14.

Qian, H., Dou, Z., Zhu, Y., Ma, Y., & Wen, J.-R. (2021). Learning implicit user profile for personalized retrieval-based chatbot. proceedings of the 30th ACM international conference on Information & Knowledge Management,

Raphael, T. E. (1986). Teaching Question Answer Relationships, Revisited. The Reading teacher, 39(6), 516-522.

Shabbir, J., & Anwer, T. (2018). Artificial intelligence and its role in near future. arXiv preprint arXiv:1804.01396.

Sinabariba, Y. E. (2020). the improving students’reading comprehension by using questioning techniques in narrative text. Jurnal Suluh Pendidikan, 8(1), 15-19.

Wila, S., Rina, H., & Didih, F. (2020). question answer relationship (qar) strategy in critical reading on narrative text. jall (Journal of Applied Linguistics and Literacy), 4(1), 95-102.

基于数据打造的智慧课堂提升一线精准教学效果的实践研究

A Practical Research on Enhancing the Precision Teaching Effectiveness in the Frontline through Data-driven Smart Classrooms

马静[1,2]，赵琪旻[2*]，任红[2]，张海玲[2]，王琦[2]
[1]首都师范大学人工智能教育研究院
[2]北京市人大附中航天城学校
[*] chimmyzh@foxmail.com

【摘要】 精准教学作为提升教学效率、实现“减负提质”的有效途径，聚焦于差异性和个别化教学。面对多重挑战，以常态课堂为切入点，打造智慧课堂收集并分析教学数据，构建智慧学习模型，为师生提供个性化教学方案和及时反馈。智慧课堂不仅突破了传统教学局限，还重塑了教学场景，实现了教师教学流程再造和学生学习方式转变。

【关键词】 精准教学；智慧课堂；个性化

Abstract: *Precision teaching, as an effective way to improve teaching efficiency and achieve "reducing burden while improving quality," focuses on differentiated and individualized instruction. Facing multiple challenges, we take regular classrooms as the starting point to create smart classrooms that collect and analyze teaching data, build smart learning models, and provide personalized teaching plans and timely feedback for teachers and students. Smart classrooms not only break through the limitations of traditional teaching but also reshape teaching scenarios, and realize the reengineering of teachers' teaching workflows and the transformation of students' learning methods.*

Keywords: precision teaching, Wisdom class, Personalization

1. 学校整体推进精准教学的困难

本文结合一线精准教学实践生成了影响一线精准教学推进因素的概念模型(如图 1 所示)，其中学生、教师和教学关系下的数据是产生影响因素的三大实体。

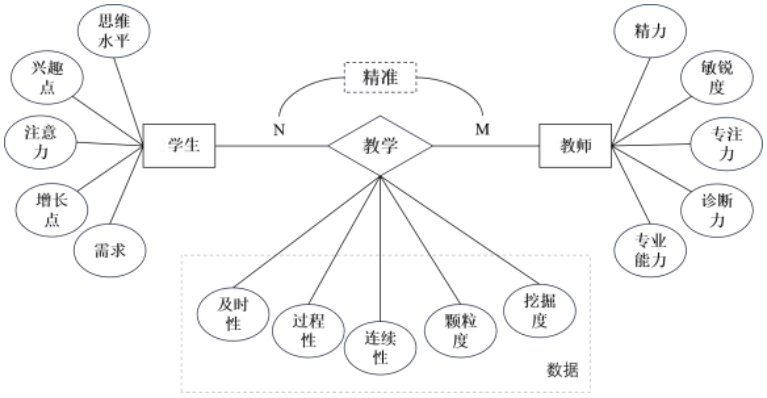


图 1 影响学校一线精准教学推进因素的概念模型

1.1 学生方面——自治能力不足，个体水平认不清

学生正处于成长发育阶段，心理和生理都还不够成熟，容易受到外界诱惑和干扰。如何基于年龄特点引导学生发现自己的闪光点与薄弱点的同时，兼顾学生发展需要特点给予必要帮助，是当前必须解决的问题。

1.2 教师方面——精力有限，关键问题抓不准

一方面，一线教师日常工作具有复杂性、多样性和重复性。琐碎而繁重的任务会消耗教师大量的时间和精力，导致他们在无法对班级众多学生的学习关键问题时保持高度的专注和敏锐度。另一方面，学生在校时间有限，课堂授课教师难以发现学生的薄弱知识和思维偏差，存在“课上难发现，课下抓不住”的困难。

1.3 数据方面——数字化能力薄弱，难以赋能教与学变革

学校精准教学需要具有完备的数字化能力以应对智能时代下的教学模式转变，该能力在数据层面表现为生成及时、过程详实、阶段连续、粒度丰富、挖掘充分。目前学校教育数字化技术的不足主要体现在以下四个方面。

（1）及时数据触发精准干预，技术要求高

教学数据收集是精准教学实现的战略先导，只有及时收集学生多方面的学习数据，包括学习进度、成绩变化、行为习惯、情绪状态等，依靠教师敏锐度甚至需要通过专业的分析工具进行处理，来揭示学生的真实情况和潜在问题，及时发现，及时干预。

（2）缺失课堂生成数据，数据不连续

课堂是学校教育的主要发生地，课堂数据是学生在校学习的关键过程数据，其包括课堂听课状态、课堂笔记情况、课堂有效听课实践等数据。课堂数据直接影响学生作业数据、教师备课先验数据等结果性数据的生成，“过程生发结果，结果反馈过程”，是“枢纽”、“结合点”，必须牢牢把握。

（3）个体维度数据整合度低，数据口径要灵活

传统模式关注群体数据，如班级数据、年级数据，粒度大易于分析；然而，精准教学下，个体维度数据被提升到相当高度，其繁琐的收集、分析、应用过程令人望而却步。关于学生的各类数据（如学习进度、成绩、行为、情绪等）没有得到有效整合，导致教育者难以全面、深入地了解学生的个体情况，这可能是由于数据来源多样、格式不统一、缺乏统一的数据管理平台等原因造成的。

（4）横、纵向数据庞杂，挖掘难度大[4]

整体推进精准教学的过程中会生成大量的横向数据（即同年级数据等）和纵向数据（即往届数据和个体过往数据等），因而对教育管理人员的数据处理能力和建模分析能力提出更高要求。传统 excel 表格的分析技术、平面小范围数据分析方式和“一分三率”静态分析模式无法对大规模数据进行深度分析和挖掘，数据最终束之高楼，价值难以发挥，无法对备课、辅导、教研、上课、考试、作业环节进行有效提升。

2. 以智慧课堂为核心的模式设计

2.1 一线精准教学理念

精准教学的核心在于目标精准、诊断精准和干预精准，一线精准教学就是要借助教育数字化工具提高在及时了解学习情况、精准确定干预目标、定位重点难点知识、诊断学生思维水平和处理个性化问题方面的水平[5-6]。

2.2 一线精准教学技术支撑体系

学校采用物联网、云计算、大数据等信息技术手段建设学校教育“新基建”，全面提升学校管理和教育教学领域的专业素养和数字化水平。在硬件和技术支撑下，实现课堂数据记录、数字回溯分析、科学检测评价，对学生进行精准干预，为学生提供个性化学习方案，激发学生课堂参与感和学习内驱力。

学校重视教师数字素养的提升，融合教学、资源、教研、服务，形成一体化精准教学体系，重构六大教学环节，形成“星型”教学技术架构，实现智慧课堂对“备课-辅导-作业-教研-考试”的全面赋能（如图 2 所示）。

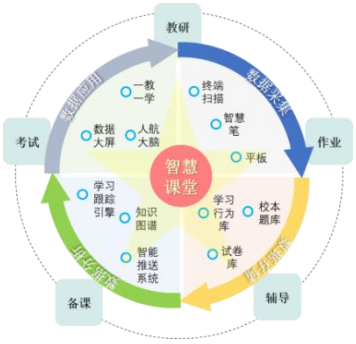


图 2 基于智慧课堂的精准教学技术架构

2.3 赋能教与学的模式创新

基于上述精准教学技术支撑体系，学校积极拉动教师和学生进入智慧课堂的教学情境，掌控智慧课堂教学逻辑，实现师生共产异质常课堂，生生共研个体差异，师师共享教学资源，串联备课、上课、考试、辅导等教学环节，赋能教与学的模式创新（如图 3 所示）。

（1）学生本位转变：智慧课堂强调学生主体地位，通过智慧笔等技术收集学生数据，促进师生共同探讨，实现从教师本位到学生本位的转变。

（2）精准教学实施：智慧课堂能实时展示学生答题过程，帮助教师清晰学生学习水平，实现课前、课中、课后的精准教学与个性化辅导。

（3）连续性教学建立：智慧课堂连续采集学生学习过程数据，挖掘学生发展趋势，实现从结果性教学到连续性教学的转变，关注学生学习成长轨迹。

（4）前置增强型教学：利用智能技术实时展示学生课堂练习，教师能在课堂中及时发现并解决问题，减少课后干预，实现后置增强向前置增强的转变。

（5）多元焦点教学构建：智慧课堂打破传统教学中忽视“中等生”的偏差，建立多元焦点，让每个学生都成为课堂主角，满足其展示欲和表达需求。

（6）异质作业设计：智慧课堂根据每个学生的错误生成个性化作业[8]，实现从同质作业到异质作业的转变，有效减轻学生负担，提升学习效率。

（7）核心素养引领：基于课程核心素养的智慧课堂教学模式，凝结了多项教学理念，贯彻“以人为本”原则，提升教学效率，助力教育强国。

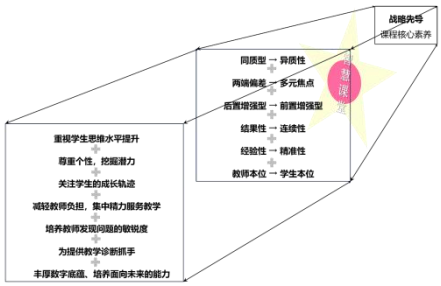


图 3 基于课程核心素养的智慧课堂教学模式创新概念模型

3. 实践成效：以模式创新实现减负增效

3.1 重塑课堂教学场景

智慧课堂引入新科技，如希沃大屏、智慧笔等，将抽象学习行为具象化，学生由听众变演员，课堂转变为“沟通室”，评价聚焦共性问题，反馈及时。特色在于：每个学生使用智慧笔在坐标纸上练习，书写轨迹实时同传大屏，实现“一屏讲”（如图 4 所示）；同时，智慧笔系统支持在线批改和思维回顾，教师能进行静态与动态评价，有效规范学生书写，深入分析答题过程，提升教学质量与学习效率，创设了一个高效、互动、科技感十足的学习环境。

3.2 再造教师教学流程

学校借助智慧笔和智慧教育平台，实时采集学习活动数据，全面分析学生学习过程，实现精准教学。特色在于：智慧平台支持生成常态及个性化作业，指导备课方向，形成闭环教学流程；课堂上，智慧笔实时反馈答题数据，教师据此调整教学策略，优化教学内容和方法，提高教学效率；同时，教师利用平台功能，如作答轨迹倒放，直观科学地解决学生常见错误，相比传统教学过程更清晰高效、生动有趣、科学精准，激发学生学习兴趣，提升学习效果。

3.3 转变学生学习方式

智慧课堂教学模式推动了学生学习方式的转变，突破了传统僵化模式，以数据延续课堂影响，前置辅导并减少作业负担。特色在于：智慧笔让学生参与课程教学，成果被实时看见，促进对比分析与自我修正；教师利用实时数据发现学生薄弱点，实现差异化、个性化教学，课后精准辅导。学生则依据系统生成的个性化学习规律和知识图谱，自主选择学习方式，成为学习策略的制定者，克服了传统被动学习和依赖经验判断的局限，实现了学习方式的主动与自主。

3.4 加速教学环节推进

智慧课堂不仅重视知识传播，更关注思维水平的提升，通过融合传统课堂环节，调动学生积极性，实现“减负增质”。数字技术赋能教师教学，智能作业和题库促进集体教研与资源共享，数据分析功能提高教学评估速度与深度。智慧课堂特色在于：一方面，它融合多环节，调动学生积极性，促进知识内化；另一方面，它利用数字技术提升教学能力，实现精准教学，通过多维度数据分析，从整体、学科、学生视角出发，找到素养薄弱点及原因，提供针对性教学，同时增强家校沟通效率，全面客观地反映学情。

4. 反思与展望

智慧课堂整合了学生常态化学习数据并形成数据分析模型，并在此基础上生成了个体和群体学情的量化结果，解决了传统课堂的过程空白、问题隐秘、干预宽泛、增强滞后、反馈延时、学生参与度低的问题。同时基于学科核心素养在一线课堂中推行精准教学模式，以“一个核心”带动“五个环节”的变革。

参考文献

[1]祝智庭&彭红超.(2016).信息技术支持的高效知识教学:激发精准教学的活力.中国电化教育,(01),18-25.

[2]彭红超&祝智庭.(2017).以测辅学:智慧教育境域中精准教学的核心机制.电化教育研究,38(03),94-103.

[3]周建华.(2023).课堂教学促进学科核心素养形成的策略.新课程教学(电子版),(02),1-4+10.

[4]张云峰.(2024).基于智慧作业推进区域精准教学实践探索.中小学数字化教学,(02),10-14.

[5]邹泓.(2023).打开精准教学的“黑箱”——区域智慧教育实践探索.中小学数字化教学,(06),71-75.

[6]杨重阳&武法提.(2022).精准教学与个性化学习场景中教学支持服务框架研究.现代教育技术,32(01),111-117.

[7]秦丹&张立新.(2019).问题与优化：课堂精准教学实践的现实审视与反思.电化教育研究,40(11),63-69+77.

[8]任怡安.(2022).帮助行为—求助者调节性焦点的匹配效应及其作用机制(硕士学位论文,浙江大学).

本文为首都师范大学“人工智能赋能首都教育改革与发展”科研项目(2023 年)之重点项目“融合智能技术的常态化教学模式研究”(编号：RGZNJY2023-ZD-04)阶段性成果。

协同进化视角下教学环境的演变与影响——兼论智能时代中教学环境的特点

The Evolution and Influence of Teaching Environment from the Perspective of Co-Evolution: On the characteristics of Teaching Environment in Wisdom Society

张靖[1*]，张乐乐[1]
[1]西北师范大学教育技术学院
*zhangjing@nwnu.edu.cn

【摘要】 教学环境演变引发学校教育变革，其中技术至关重要，其与教学环境的关系可用协同进化理论阐释。本文搭建分析框架，呈现不同阶段学校与教室的演变，及对教学组织和学生认知的作用。在智能时代，技术呈智能化、集群化、去中心化发展，教学环境有智能支持普遍、环境感知实用等六大特点。基于此，教师应发挥“助推者”作用，引导教学；学生发挥“借力者”作用，促进自身发展；产业发挥“推进器”作用，提供技术资源。三方合力，顺应教学环境演变趋势，提升教育质量与成效，推动教育迈向新征程。
【关键词】 教学环境；变化；影响；人工智能；教室

Abstract: *The evolution of teaching environment affects school education. Co-evolution theory clarifies its relation with technology. After analyzing school and classroom changes and their effects, the paper explores tech trends and teaching environment traits in the intelligent age. Teachers, students, and industry should act accordingly to embrace this evolution.*
Keywords: Teaching Environments, Change, Influence, Artificial Intelligence, Classroom

1.引言

技术作为人类社会发展的关键驱动力，深度重塑教育领域，技术并不是一个孤立的社会现象，它是人类社会发展到一定程度的一种文明的显现，是在人类生存与文化的大背景下而进行的一种社会化实践活动（李亚青和贾杲，2010）。《中国教育现代化 2035》明确提出加快信息化时代教育变革的要求。当下已有研究表明，智能化的教学环境对于学生成绩的提升具有显著作用（Faritha et al., 2020），智能时代的到来使教学环境面临新变革，深入探究教学环境演变规律，总结智能时代教学环境特点，对推动教育发展意义重大。这不仅能为教育工作者提供教学和管理参考，还可为教育信息化产业发展指明方向。

2.伴随技术进化而发展的教学环境：教学环境与技术的协同进化

生物学中的协同进化理论是对技术与教学环境关系的较好阐释。任腾（2012）认为“协同进化包含这样的内涵，即系统内实体间的关系影响着实体的演化以及在演化系统各个组成部分之间正在进行的正向反馈。”在教学领域，技术进化与教学环境发展关系相互促进。教学环境发展常是对技术进化的直接回应，例如工业社会建筑技术和社会分工推动学校和校舍建设，信息社会电子终端促使多媒体教室出现。同时，教学环境新功能也为技术进化指引方向，像教室信息呈现功能推动投影、电子白板等新技术发展，教室信息记录功能推动教育大数据、数据挖掘等技术，进而演化出信息处理与分析的功能。教学环境与技术二者是相互作用，协同进化的，就如同大树与养分的关系，教学环境促进技术发展，技术为教学环境赋予方向。

3.协同进化视角下技术与教学环境的演变

从技术进化视角出发，按人类社会发展阶段划分为五个阶段，分别是渔猎采集社会、农业社会、工业社会、信息社会和智能时代。渔猎采集社会应当是人类文明发展的准备阶段，未形成专门的教学环境，农业社会中，教学环境变革作用有限。下文探讨剩下阶段学校与教室演变及其对教学组织和学生认知的影响。

3.1. 工业社会

工业社会在农业社会基础上发展，其科技高度发达，生产效率提升，社会分工加剧。技术进步推动教学环境变革，黑板、粉笔和电的广泛应用极大改善了教室条件，催生了幻灯片投影仪、广播、电影等教学工具。印刷术的成熟普及了教科书，丰富了学习资源。学校规模扩大，功能完善，校园广播和电视台丰富了校园生活，函授教育的出现扩展了学习空间。教室的信息呈现功能从沙盘进化为黑板、投影仪和电视等设备，信息传递更清晰、多样和高效。这些变化为班级授课制的实施提供了条件，促进了教学环境和技术发展，使得学生的学习渠道更加多元，提升了批判性思维、创新能力和问题解决能力，也激发了学生的学习兴趣。

3.2. 信息社会

在信息社会，计算机和互联网的普及极大推动了教育信息化的发展，技术从“改革者”转变为“重塑者”，更加关注师生交互和学生的学习体验。学校逐渐实现数字化转型，形成数字校园，最终实现教育过程的全面信息化，达到提高教学质量、科研和管理水平的目的（胡钦太等，2014）。同时远程教育和开放大学蓬勃发展，学校从实体向虚拟化演变。教室功能在以下方面也显著拓展：课堂交互功能从单向到多向，借助联网设备和交互式设备，师生、生生、生机交互更具高阶性；信息记录功能从无到有，高清摄像头和交互设备能够实时记录教学活动，便于教师课后分析和评价；信息反馈功能从无到有，视频分析技术能够实时监测学生状态，为教师的课堂管理提供参考。这些变化推动了教育理念和教学环境的革新，极大地拓展了学校和教室的功能，提升了教育质量和效率。

3.3. 小结

协同进化视角下教学环境的演变通过图 1 的坐标图进行了呈现，横坐标为社会划分，纵坐标为技术进化。从渔猎采集社会和农业社会的“学校萌芽”，到工业社会的“传统学校”和“传统教室”，再到信息社会的“数字化学校”和“数字化教室”，直至智能时代正在发展的“智能化学校”和“智能化教室”。这表明，教学环境的进化依赖于技术背景，而技术发展也在一定程度上满足教学环境的需求，推动学校管理功能的完善和教室功能的拓展。在智能时代，人工智能将进一步赋予教学环境更多新功能，为教学活动提供更有力的支持。

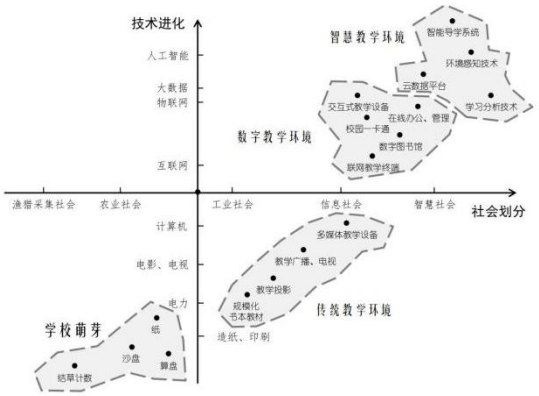


图 1 基于社会发展、技术进化的教学环境发展坐标图

4.智能时代的技术进化趋势及教学环境的特点

4.1. 智能时代的技术进化趋势

在智能时代，除最具代表的人工智能技术和区块链技术，大数据分析挖掘、云计算和存储、5G、智能和仿生芯片等新技术蓬勃发展，其进化趋势主要体现为智能化、集群化和去中心化。智能化是智能时代的核心特征，指事物在网络、大数据、物联网和人工智能的支持下，能够主动满足人的需求。例如，智能手机通过记录用户偏好提供个性化建议，人工智能助手的出现也进一步提升了交互体验。云技术将硬件、软件和网络资源统一整合，实现数据的集中计算、存储和共享，使资源利用更加高效、灵活。集群化降低了存储成本，提升了安全性，促进了资源共享和交流。区块链技术推动了去中心化的发展，其核心机制包括共识、智能合约、可追溯性和安全性机制（梁青青和张刚要，2020）。

4.2. 智能时代中教学环境的特点

智慧学习环境，是指一种能感知学习情景，识别学习者特征，提供合适的学习资源与便利的互动工具，以促进学习者有效学习的学习场所或活动空间（黄荣怀，2014）。它是数字教学环境在智能时代中的进一步发展，受到了人工智能、大数据、云技术、环境感知技术的综合支持。黄荣怀等人（2012）将智慧教室的特征概括为内容呈现、环境管理、资源获取、及时互动、情境感知五个维度。田娟（2016）认为智慧校园具有智慧资源、智慧学习、智慧分析、智慧感知和智慧融合五大智慧特征。

结合智慧校园和智慧教室的特征，笔者认为智慧教学环境应当具有以下共同特征：一是智能支持的普遍性，人工智能作为中流砥柱的“大脑”，为教学环境中的各类要素提供智能化支持，从教室设备到整栋教学楼都能实现智能化服务；二是环境感知的实用性，通过精准感知学习情境中的关键信息，智能系统可动态调整环境参数（如照明），减少无效信息干扰，助力教师高效应用教育数据；三是数据挖掘的深入性，随着感知手段的拓展，海量数据中真正有价值的信息需要通过深度挖掘来提取，这需要学科专家和智能教育专家的共同努力；四是资源利用的高效性，智能时代可实现教育资源的自动生成（乐会进等，2018）和高效利用，能够满足教师实时教学需求，使得教育资源的利用效率得以有效提升；五是日常交互的即时性，智能教学环境能够支持教师、学生与教学环境之间的即时交互，随着新技术脑机接口技术的发展，也有望使各主体之间的交互由行为层面的交互上升为思维层面的交互；六是学生中心的显著性，在智能时代，学生的中心地位变得更加显著，教学评价将更多依据学生学习过程中的数据，学生在教学环境中的行为和表现都可能成为评价教学效果的重要参考。

5.协同进化视角下教学环境的演变带来的启示

技术的发展如同滚滚车轮，推动着教学环境向着更新、更好的方向发展，而教学环境的发展方向也吸引着技术进化的脚步。

5.1. 教师应充分发挥教学环境演变中所扮演的“助推者”角色的作用

在教学环境的演变中，教师应作为“助推者”角色，凭借其在教育体系中的核心地位和对教学过程中教学环境需求的深刻理解，为技术发展提供方向指引。然而，技术进化的主要推动力来自资本和科研机构，它们对一线教学实际情况的了解不如教师深入。若缺乏教师“助推者”的反馈与指导作用，技术发展可能导致教学环境华而不实、中看不中用。因此，智能时代应加强资本、科研机构与一线教师和教学管理者的沟通，将他们纳入研究核心队伍，同时教师也应提升自身研究能力，为智慧教学环境的建设贡献自己的智慧。

5.2. 学生应充分发挥教学环境演变中所扮演的“借力者”角色的作用

随着教学环境的演变，“学”的核心地位愈发凸显，学生的“学”正在逐渐替代教师的“教”成为教学环境中的核心活动。在这一进程中，其主观能动性变得日益重要，一方面要求学生

更加积极主动地去探索、去学习，另一方面也要求教学环境要日益顺应学生学习活动的需求，并以游戏化理念驱动教学环境向着更具吸引力的方向发展（张靖等，2019）。

学生需借助教学环境的便利和教师的有效引导这两股“动力之源”，充分发挥“借力者”角色的作用，推动自身学习“质”“量”共升。因此在智能时代，学生应提升信息素养，以独立自主的学习态度和方法（张倩苇，2001）适应数字化、智能化教学环境对学习者信息素养的需求，同时，学生自身要转变观念，主动探索智能化教学环境的潜力，并将自己的所感、所思反馈提供给教师，助力教学环境向着自己需求的方向发展。

5.3. 产业应充分发挥教学环境演变中所扮演的“推进器”的作用

自工业社会以后，教学环境的发展就与相关产业紧密相连，特别是进入信息化社会后，数字化教学环境的精密和机巧使得教育信息化产业和市场环境空前壮大和激烈，众多资本及互联网大厂布局教育信息化产品赛道，为我国教育信息化提供硬件支持（肖美玲，2024）。协同进化理论为教育信息化产业提供了产品设计和研发的新视角，要求其从技术进化和现有教学环境的使用效果角度出发，形成研发闭环。在智能时代，教育信息化产业应顺应智能时代教学环境的特点，围绕智能支持的普遍性、环境感知的实用性等六大特点关键需求研发产品，发挥“推进器”作用，使得教育信息化产业在全球竞争中抢得先机。

6.结束语

协同进化虽是生物学中的术语，然而教学环境与技术进化的相互“纠缠”也遵循着这一种共同进化的规律。不同的社会阶段，技术的进化都呈现出新的方向、新的趋势，教学环境的演变也呈现出新的特点，透过协同进化牢牢把握住教学环境演变的特点对于教育信息化工作来说至关重要，不论是教师、学生还是相关产业从业者都应当认清自己在这种演变中的角色，从而为自己的教学、学习或生产工作提供参考。

参考文献

黄荣怀、胡永斌、杨俊锋 & 肖广德(2012)。智慧教室的概念及特征。开放教育研究(02),22-27。

黄荣怀(2014)。智慧教育的三重境界:从环境、模式到体制。现代远程教育研究(06),3-11。

胡钦太、郑凯、林南晖(2014)。教育信息化的发展转型:从“数字校园”到“智慧校园”[J].中国电化教育,35-39。

乐会进、贺胜、王丽红 & 刘俊生(2018)。智慧微课:基于人工智能的微课自动生成系统。现代教育技术(11),5-11。

李亚青和贾杲(2010)。技术进化论:关于技术、经济、文化与社会的互动研究。中国书店。

梁青青和张刚要(2020)。融入课程质量的在线学习成果认证区块链模型及实现机理研究。电化教育研究(04),49-54+61。

任腾(2012)。基于协同进化理论的物联网产业公共政策研究(硕士学位论文,湖南大学)。

田娟(2016)。智慧校园智慧特征分析。无线互联科技(13),30+53。

肖美玲(2024)。K 公司教育信息化产品营销现存问题及优化策略研究(硕士学位论文,江西师范大学)。

张靖、傅钢善、郑新 & 张海钟(2019)。教育技术领域中的游戏化:超越游戏的学习催化剂。电化教育研究(03),20-26。

张倩苇(2001)。信息素养与信息素养教育。电化教育研究(02),9-14。

Faritha Banu J, Revathi R, Suganya M, Gladiss Merlin N R. (2020). Iot Based Cloud Integrated Smart Classroom for Smart and a Sustainable Campus. Procedia Computer Science, 172, 77-81.

面向高中生计算思维培养的项目式教学模式构建与应用研究——以人工智能《储物柜开启新“面貌”》为例

Research on the Construction and Application of Project-Based Teaching Model for Cultivating Computational Thinking among High School Students: A Case Study Based on the Artificial Intelligence Project "The New 'Face' of Storage Cabinet Opening"

李艺凡[1*]，彭天伟[2]，
[12]华南师范大学
[*] 2023020801@m.scnu.edu.cn

【摘要】 随着信息社会的不断发展，计算思维的重要性不断凸显。本研究以项目式学习的形式，构建人工智能情境化教学模式，采用前后测准实验研究模型，进行教学实践。研究结果显示，学生在合作学习、分解、抽象、概括等能力维度都有明显变化，基于项目式学习的人工智能教学对高中生计算思维培养有促进作用。在教学过程中，需深刻理解计算思维内涵，注重学习脚手架作用，从而支撑学生开展项目式学习。

【关键词】 计算思维；项目式学习；人工智能课程

Abstract: *As information society advances, computational thinking (CT) gains prominence. This study adopts project - based learning (PBL) to create an AI - based teaching model. Using a pre - post - test quasi - experimental design, it conducts teaching experiments. Results show students' collaboration, decomposition, abstraction, and generalization skills improve significantly. PBL - based AI teaching promotes high school students' CT development. In teaching, it's crucial to deeply understand CT's essence and focus on scaffolding learning to support students' PBL.*

Keywords: Computational thinking, Project-based learning, Artificial Intelligence Course

1. 引言

计算思维作为人工智能的基础思维，被视为21世纪儿童的一项关键技能，对未来社会的发展具有重要意义和价值(曹晓明等人，2018)。2018年，教育部印发《普通高中信息技术课程标准（2017版）》，明确提出“计算思维”是信息技术学科四大核心素养之一，倡导基于项目式学习方式，将知识建构、技能培养与思维发展融入到运用数字化工具解决问题和完成任务的过程中。2022年，教育部发布《义务教育信息科技课程标准（2022年版）》，首次在课程标准层面明确指出我国义务教育阶段学生的计算思维培养要求。2024年，教育部发布《教育部部署加强中小学人工智能教育》强调要大力推进基于项目式学习的教学，促进学生思维发展、创新精神，提高解决实际问题能力。可见，对学生计算思维的培养已成为数字时代的核心议题。

2. 概念界定：计算思维与项目式学习

2.1. 计算思维

计算思维指“运用计算机科学的基础概念解决问题、设计系统和理解人类行为的一系列思维活动”（Wing, 2006），具有抽象、分解、算法思维、评估和概括等五个基本要素(SELBY et al., 2013)。学者们关于计算思维的解读总体分为特定领域视角（Domain-specific）和一般领域视角（Domain-general）（张屹等人，2024）。特定领域视角突出计算思维与具体学科之间的联系，而一般领域视角突出计算思维的普适性。

2.2. 项目式学习

项目式学习是指学生在教师引导下发现问题，以解决问题为导向，开展方案设计、新知学习、实践探索，最终形成作品或完成任务的学习活动(肖广德等人，2016)。已有学者在小学阶段 Scratch 编程（熊秋娥等人，2019）、机器学习（余燕芳等人，2020）等课程中构建并实践项目式学习模式，研究表明其对学生计算思维培养具有积极作用。

3. 设计构建：面向高中生计算思维培养的项目式学习人工智能教学案例设计

本研究结合项目式教学的六大实施步骤和计算思维四要素，围绕人工智能课程教育目标，以《储物柜开启新“面貌”》为教学案例进行项目式教学设计。

3.1. 项目设计

3.1.1. 确定项目主题

真实的项目强调面向事件、面向问题，强调学科核心概念联系现实世界或亲身经历的“真实”（宿庆等人，2022）。本项目以《储物柜开启新“面貌”》为题，聚焦于人工智能技术在提高家庭安全性和便捷性的应用，学生将探索如何将人脸识别技术集成到储物柜中，实现“刷脸开门”。

3.1.2. 明确项目目标

项目式学习的目标不仅关注知识的习得，还注重技能的培养及思维习惯的养成。在本项目中，学生在知识层面上能够理解人脸识别技术的基本原理及相关技术代码的含义，在技能层面上能够借助课程资源与同学合作设计能够“刷脸开门”的智能系统，在思维层面上能够批判看待人脸识别所带来的伦理风险。

3.1.3. 设计驱动性问题

驱动性问题是由师生围绕真实事件预先设计的情境性、挑战性及有意义的问题。本项目设计两个核心驱动性问题，旨在深化学生对技术实现与社会伦理的理解。这两个问题分别聚焦于技术实现的挑战与社会伦理的考量，旨在促进学生对知识技术的理解，并培育其批判性思维与社会责任感。

3.2. 项目实施

3.2.1. 创设项目情境

本案例以‘设计一个智能“刷脸”储物柜’为项目情境，通过创设情境迅速拉近学生与项目实践间的距离，激发学生的学习兴趣，并引发学生思考。

3.2.2. 建构知识模型

为便于学生理解人脸识别基本原理，本案例设置“体验过程、探索原理”活动，利用智能平板实现分步骤直观地展现出人脸识别过程。智能平板将人脸识别划分为五大步骤，学生可跟随节奏在每个步骤环节中进行参与，深入其中体验人脸识别过程，自我探索其原理。此外，案例设置“伦理风险辩论赛”活动，通过组间辩论的形式，组织学生探讨人脸识别的潜在风险，培养学生批判性思维。

3.2.3. 设计流程算法

当学生充分理解领会人脸识别的基本原理后，可以通过小组交流合作，完成项目流程图，将问题解决过程可视化。在案例中，项目流程图通过选项填空的形式，帮助学生理解设计过程，降低学习难度，从而推动学生模型化计算思维的发展。

3.2.4. 实现程序算法

学生完成项目流程图绘制后，便可开始程序代码编写。教师需引导学生回顾此前所学的 Python 相关知识，如 opencv 库等内容，实现知识贯通、思维联通。在编写程序算法中，为了提高教学效率，教师提前准备程序代码半成品，学生通过小组协作的方式编写补充与知识相关的关键代码即可，无需独立编写完整代码。

3.2.5. 成果展示交流

学生在展示过程中，对程序代码进行解释并阐述项目任务的创新点与不足，并在班级及小组内完成自评、互评、师评等评价活动。同时，学生在教师的引导下对本项目任务进行总结反思，总结问题的解决方法，将其归纳、总结、迁移到相似、规模化的问题求解中。

3.3. 项目评价

项目评价包含对学生成果作品的评价及学生学习效果的评价。项目式学习强调将可视化作品作为学习完成后的一个明确的输出成果。在本案例中，项目评价的实施融合过程性评价与总结性评价，综合运用组内评价、组间评价以及教师评价的多元评价体系，以实现对学习过程和成果的全面评估。此外，通过同伴、教师评价及自我反思，促进学生批判性思维提升。

4.效果检验：《储物柜开启新“面貌”》课堂教学实践

4.1. 实验工具

科学、精准的评价是培养学生计算思维能力的基础。本研究参考本土化的高中生计算思维评价指标体系（陈兴冶等人，2020），并结合研究内容对该评价指标进行修订形成评价量表。待量表编制完成后，为进一步保证量表的科学性，本研究对量表进行信度检验，得到量表整体α值为 0.969，表明量表信度较高。

4.2. 实验对象

本研究选取广东省 Y 中学的 80 名学生为研究对象，其中 A 班（41 人）设为实验班，B 班（39 人）设为对照班。研究使用计算思维量表对学生进行前测，结果显示，在情感态度等八个维度上，数据均呈现方差齐性（sig>0.05），属于同质样本。

4.3. 实验设计

实验班采用面向计算思维培养的项目式学习教学案例进行教学；对照班采用传统讲授式教学方式进行授课。两个班的教学工作均由同一名教师进行，以最大程度排除无关变量的影响。

4.4. 实验数据与分析

待课程结束，本研究对两个班学生的计算思维能力进行后侧。结果显示，实验班的整体得分高于对照班（114.12>102.38），并且实验班的计算思维能力在八个维度上均有不同程度的提升。此外，通过计算思维量表前后测数据可以看出，在情感态度、思维品质、合作学习三个维度上，实验班和对照班相比出现较高水平的显著性差异；在分解、抽象、概括三个维度上，实验班和对照班相比出现显著性差异。由此可见，本研究所构建的面向高中生计算思维培养的项目式学习教学案例，在高中生计算思维培养和提升上具有一定效用。

表 1 计算思维量表八个维度的后测数据

维度	实验班（n=41） M±SD	对照班（n=39） M±SD	t	p

情感态度	15.88±2.30	14.08±2.07	3.672	0.000***
思维品质	20.10±2.58	17.54±2.69	4.343	0.000***
合作学习	16.83±1.99	15.00±2.16	3.941	0.000***
分解	11.29±2.29	10.21±1.47	2.509	0.014*
抽象	14.61±3.03	13.26±2.04	2.332	0.022*
概括	11.59±2.26	10.59±1.83	2.160	0.034*
算法	10.15±2.87	9.10±2.50	1.731	0.087
评估	13.68±3.84	12.61±2.66	1.437	0.155

注：*p<0.05, **p<0.01,***p<0.001。

5.结论与建议

5.1. 研究结论

计算思维已成为当下学习者思考和理解世界的一个必备基础，也是智能时代学习者应该具备的核心素养。研究使用项目式学习模式，将计算思维融入项目实施各环节中，将复杂深奥的技术原理通过学生亲身体验及自我总结实现突破，将晦涩难懂的程序算法通过切片、分解等形式交给学生逐个攻克，既能提高教学效率又能使学生充满学习信心，在项目任务中涵养学生的计算思维能力。

5.2. 研究建议

5.2.1. 深刻理解计算思维内涵，设计项目式学习人工智能课程

在人工智能课程项目的选择上，要对计算思维解决问题的过程有科学、深刻的认识。在项目内容设计中，要注重从高中生身边真实情境出发，挖掘驱动性问题，通过真实、生动的问题，引发学生深入思考。融入计算思维的驱动性问题要能够让学生在思考和解决问题的过程中，逐渐认识到人工智能相关知识和技术的重要性，主动探索将这些知识和技术运用于问题解决中。

5.2.2. 重视学习脚手架作用，支撑学生开展项目式学习

首先，在项目各环节中向学生提供学习任务单，给予学生明确的目标任务，支持学生理解、分解任务并设计相应算法。其次，在算法设计环节中，由于算法设计对学生而言可能存有困难，因此需要诸如流程图等可视化工具为学生提供帮助，帮助学生梳理思路，明晰解决路径。同时，在算法实现过程中，教师可为学生提供半成品程序代码等学习支架，降低学生学习难度。最后，还需向学生提供程序调试相关学习支架，预测学生可能出现的算法问题并提供相应的解决方法，提高问题解决效率。

参考文献

陈兴冶和马颖莹.(2020).本土化计算思维评价指标体系的构建与探索——基于 1410 名高中生的样本分析与验证.远程教育杂志,2020,38(05):70-80.doi:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2020.05.008.

余燕芳和李艺.(2020).基于计算思维的项目式教学课程构建与应用研究——以高中信息技术课程《人工智能初步》为例.远程教育杂志,38(01),95-103.doi:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2020.01.010.

张屹、陈邓康、付卫东、刘金芳、林裕如和丁双婷.(2024).基于新课标的中小学生计算思维量表构建研究.电化教育研究,45(03),90-98.doi:10.13811/j.cnki.eer.2024.03.013.

曹晓明和安娜.(2018).培养计算思维的高中信息技术校本课程研究.现代教育技术,28(07),106-112.

宿庆、张文兰、王海和李红斌.(2022).面向高中生计算思维培养的信息技术课程项目式学习研究.电化教育研究,2022,43(08)，109-115+122.doi:10.13811/j.cnki.eer.2022.08.014.

熊秋娥和葛越.(2019).Scratch 游戏化编程培养小学生计算思维的实证研究.基础教育,(06),27-35.

SELBY C, WOOLLARD J. Computational thinking:the developing definition[R]. Southampton:University of Southampton(Eprints), 2013.

Wing, J. M. (2011). Research Notebook: Computational Thinking—What and Why[J]. The link Magazine, 6, 20-23.

GAI 支持的程序设计课程“汉字游戏”项目式教学研究

Project-based Teaching of “Chinese Character Game” in GAI-supported Programming Design Curriculum

李天骄[1] 刘玲玲[2]
深圳外国语湾区学校
lindali@slis.net.cn

【摘要】 加强人工智能教育已成为一种不可逆转的趋势，本研究探讨了在生成式人工智能（GAI）赋能下，使用程序代码编写五年级语文汉字游戏，推动创建汉字自主学习模式。本项目分为启动、探索和展示阶段，有项目启动与团队组建、知识铺垫与技能培训、项目规划与传统文化自主学习设计、编程实践与 AI 辅助开发、项目整合与调试和成果展示与评价等流程。在项目推进过程中，GAI 扮演了多重角色：学生编程主题和内容的启迪者、学生 Scratch 编程作品素材的创作者，及学生编程作品算法指导者。通过教学互动，GAI 有效提升了学生的编程技能，并丰富了他们的汉字文化储备。

【关键词】 GAI；项目式教学 ；编程教育；语文；汉字

Abstract: *The reinforcement of artificial intelligence (AI) education in our country has become an irreversible trend, with the Ministry of Education issuing notices to vigorously promote project-based teaching. This study explores the empowerment of creating an autonomous learning mode for Chinese characters through project-based programming education, enabled by generative AI (GAI). The project is divided into three stages: initiation, exploration, and presentation, which include processes such as project initiation and team building, knowledge preparation and skill training, project planning and traditional culture autonomous learning design, programming practice and AI-assisted development, project integration and debugging, and achievement presentation and evaluation. Throughout the project, GAI plays multiple roles: inspiring students in programming themes and content, creating materials for students' Scratch programming works, and guiding the algorithms of students' programming works. GAI effectively enhances students' programming skills and enriches their knowledge of Chinese characters.*
Keywords: GAI, Project-based teaching Programming education, Chinese language, Chinese characters

1.前言

加强人工智能教育在我国已成必然趋势。在第五届中国互联网基础资源大会上，中国互联网络信息中心发布《生成式人工智能应用发展报告（2024）》显示，“截至 2024 年 6 月，我国生成式人工智能产品的用户规模达 2.3 亿人”(金歆，2024)。2024 年 12 月教育部办公厅发布公告：加强人工智能教育，小学高年级和初中注重理解与应用。鼓励将人工智能教育纳入课后服务与研学实践，研发人工智能教育课程与教学案例。结合人工智能技术特点，大力推进任务式、项目式、问题式学习教学(教育部, 2024)。

人工智能的发展正在驱动教育变革。在信息时代，数字技术与教育深度融合，给我国教育现代化建设带来了新动能、新机遇和新挑战。随着人工智能技术的不断发展和它在增强学习体验方面的优势的不断扩大（Saini，etc. 2024)），人工智能将深刻改变教学方式和学习方式，加速教育体系创新升级。

GAI 赋能编程教育。编程教育作为培养学生创新能力和逻辑思维的重要途径，如何借助 GAI 实现更好的教学效果、推动从“传授知识”向“能力与素养培养”的自主性学习转变，成为当前教育研究的重要课题。

2.GAI 赋能程序设计类课程的意义

2.1. 促进计算思维的培养

在信息科技学科核心素养中计算思维相较于信息意识、数字化学习与创新、信息社会责任有一定的独特学科属性。“计算思维着重于个体在借助计算机科学领域的思想方法构建问题解决方案时，所衍生出一系列思维活动”(教育部,2020)。强调学生具备能对问题进行抽象、分解、建模、并通过算法形成解决方案并迁移到其他问题中的能力。程序设计类课程是培养计算思维的主阵地，使用 GAI 来辅助学生进行抽象建模，以算法或伪代码的形式呈现，经过学生的实际验证理清思路，解决问题，进而加强计算思维的培养。

2.2. 加强个性化学习

个性化学习是现代教育的重要趋势，GAI 技术在程序设计类课程中的应用将极大地增强了个性化学习的可能性。在项目式学习中，学生产出作品自由度较高。GAI 的使用可以根据学生的兴趣、背景和能力水平实现更加具备个人特色的作品，在项目实施过程中，提供个性化的学习路径和资源。例如，针对不同的项目阶段，GAI 可以推荐学习文档、视频教程或案例，帮助学生在长期的项目中关键时刻获得所需的支持和指导。

2.3. 促进跨学科的自主学习

GAI 技术赋能学生自主设计学习活动。在五年级语文汉字学习单元，学生可通过编程，创新性地开发涉及汉字演变、书法艺术、字谜解析、汉字歇后语等多维度的游戏化学习内容。这些游戏不仅能够涵盖汉字学习的核心知识，还能拓展至相关的基础和延伸知识点，从而为自主学习或协作学习提供丰富多样的途径。

3.GAI 赋能程序设计类课程的应用方式

3.1．GAI Scratch 主题对话智能体的构建

GAI Scratch 主题对话智能体：教师提前准备 Scratch 主题的对话智能体，该 GAI 智能体应该做到可以回答与 Scratch 编程及汉字相关的问题。教师需要收集资料构建成智能体，当学生提问时，通过关键词匹配从智能体中找到最合适的答案并返回。构建智能体的资料可以包括 Scratch 官方文档、教程、编程基础知识、游戏项目案例，及从 Scratch 社区和论坛等地收集的常见的问与答，将这些知识投喂给 GAI 智能体，构建 Scratch 主题的 AI 对话智能体，供学生使用。

3.2. 学生编程作品主题和内容的启迪者

生成式人工智能可以作为学生编程作品创作的启发者，通过对话生成有创意的主题情节和内容，在思维的广度上为学生带来启发。在内容方面可以生成与游戏内容相关的基础和延伸知识供小组成员选用。在语文汉字单元的学习中，包括汉字演变、书法艺术、字谜解析、汉字歇后语等多维度的学习内容，经过交叉验证内容的科学性后，GAI 生成的内容也可以供学生使用。

3.3. 学生 Scratch 编程作品素材的创作者

小学及初中阶段，程序设计课程主要以 Scratch 等图形化编程为主，GAI 可以帮助学生生成各种项目所需的素材。例如：游戏角色和背景场景的生成。使学生能够更快地进入创作状态。学生可以直接使用这些素材，减少了设计的时间，使之能够更专注于编程逻辑的实现，同时设计出的作品美观性更强，更加贴合主题。GAI 还可以生成适合项目的音效和背景音乐，为学生的 Scratch 作品增添更多的艺术性。有了 GAI 的辅助，可激发了学生对创作的热情，鼓励他们在编程中进行更多的探索和创新。

3.4. 学生编程作品算法指导者

GAI 可以在学生编程作品的算法设计过程中提供指导。在学生面临编程挑战时，GAI 能够根据他们的需求提供适当的算法建议。其次能够分析学生在编码过程中遇到的问题，提供解决方案或思路。例如，若学生的程序出现错误，通过对话 GAI 可以帮助他们识别错误的来源并给出调试建议，从而提高他们的编程能力。

4.GAI 赋能程序设计类课程项目式教学流程

在五年级语文汉字学习单元，GAI 赋能的程序设计类课程项目式教学，构建出一个系统化的教学环境和流程，以此提升学生的学习体验和成果。在项目实施过程中，学生在教师、组内同伴、组外同学以及 GAI 的陪伴和协助下完成项目的启动、组队、规划、实践、整合、调试和展示等活动。如下图所示：

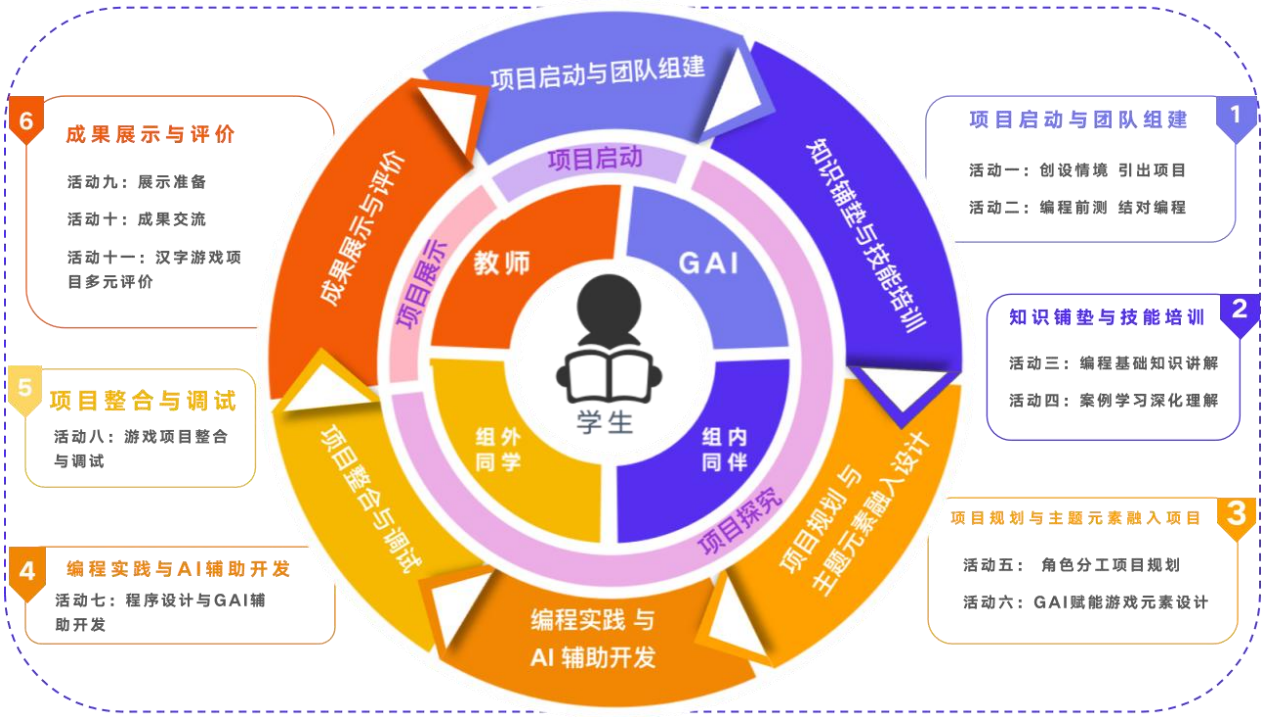


图 1：GAI 赋能程序设计类课程项目式教学流程

4.1. 项目启动与团队组建

在项目启动阶段， 教师介绍项目背景、目标、重要性及和学生的参与价值，强调汉字学习项目完成后的教育意义。在团队组建阶段，教师可学生根据兴趣和技能进行组队。教师可以提供指导，帮助学生组成具有不同技能组合的团队，以便于更有效地完成项目。

4.2. 知识铺垫与技能培训阶段

在知识铺垫与技能培训阶段，教师一是讲授相关的编程知识、游戏设计原则，包括编程语言基础、如何用 Scratch 进行编程和设计，用户界面设计，游戏机制等；二是讲授语文汉字学习探究的基本要素，包括汉字演变、书法艺术、字谜解析、汉字歇后语等。

4.3. 项目规划与中国元素融入设计阶段

在项目规划与语文汉字学习融入设计阶段，学生讨论项目（游戏）的目标用户、核心功能、游戏机制和设计思路，明确项目的需求和目标等，指导学生探索中国文化和语文汉字的特点，讨论如何将这些元素融入汉字游戏设计中，如使用传统故事、文化习俗等作为汉字游戏背景。这个阶段 GAI 可以生成学生需要的个性化内容。

4.4. 编程实践与 AI 辅助开发

在编程实践与 AI 辅助开发阶段，学生根据项目规划分阶段进行编码，如实现汉字游戏界面、角色互动。在编程过程中，GAI 可以提供代码建议、调试帮助和算法指导，帮助学生解决技术问题，提升编程效率。

4.5. 项目整合与调试

在项目整合与调试阶段，学生将各自开发的模块进行整合，确保整个游戏正常运行。安排内部测试，邀请组外同学试玩游戏，收集反馈意见，以便进行后续的改进。

4.6. 成果展示与评价

在成果展示与评价阶段，学生向全班展示他们的语文汉字游戏项目，包括演示游戏玩法、设计理念和开发过程。鼓励学生去到低年级语文课中去展示，吸引对应年级生对相关内容的

兴趣，同时学生的演讲技能也得到了锻炼。 教师和同学对每个项目进行评价，讨论其优点和改进空间，制定多个维度的评价标准。

通过以上流程，GAI 赋能的项目式教学不仅提升了学生的程序设计能力，还促进了团队协作和文化理解与融合，增强了学习体验。

5.结语

GAI 赋能的项目式教学策略展现了其独特的教育价值。学生通过编程设计汉字学习游戏，不仅显著提高了自身的程序设计能力，更在深层次上促进了对于汉字文化的深入理解极大地增强了学生的学习体验,学生在与 GAI 的表达交流中包含较为明显的积极和中性情绪倾向(翟雪松, 张丽洁等，2024)，GAI 为跨学科知识的融合提供了支持平台。展望未来，GAI 技术的深入应用将为教育创新提供无限可能，进一步推动个性化学习与素质教育的深度融合，在培养复合型人才方面发挥重要作用。

参考文献

金歆.(2024-12-01).我国生成式人工智能产品用户规模达 2.3 亿人.人民日报,004.

教育部.(2024).教育部部署加强中小学人工智能教育.中国教育技术装备(23),1-2.

中华人民共和国教育部. (2020). 2020 普通高中信息科技课程标准(2017 年版 2020 年修订) (No. 360A26-05-2020-0004-1). http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/202006/t20200603_462199.html

翟雪松, 张丽洁, 夏亮亮,徐鑫 & 朱强.(2024).基于 GAI 的逆向工程教学思维在人机协作中的应用研究——以编程教育为例.电化教育研究 (09),61-68.doi:10.13811/j.cnki.eer.2024.09.008.

Saini, Tajinder & Kait, Ramesh & Chhikara, Ankita & Malik, Anu. (2024). The Role of Generative Artificial Intelligence (GAI) in Education: A Detailed Review for Enhanced Learning Experiences. 10.1007/978-981-97-1682-1_17.

生成式人工智能应用于语言教学的系统性综述

A Systematic Review of the Application of Generative Artificial Intelligence in Language Education

盛露雨[1*]，沈彤彤[2]
[1,2]北京邮电大学
* sly0810@bupt.edu.cn

【摘要】 本研究系统回顾 2022 - 2024 年生成式人工智能在语言教学应用的实证研究。研究趋势上，呈现研究领域、主题及参与人员的广泛性。典型应用有技术形态多模态化、研究设计多样化、应用方式多元化的“三多”特征，产品以 ChatGPT 系列为主。应用成效包括知识技能提升、学习心理改善、策略性能力发展和核心素养锻造的“四个全面性”。但面临技术指令依赖等和使用者作弊依赖等“两个局限”挑战。该研究为后续学术与实践提供参考框架，助力语言教学模式创新。

【关键词】 生成式人工智能；语言教学；应用成效；挑战；多模态化

Abstract: *This study systematically reviews empirical research on the application of generative artificial intelligence (AI) in language teaching from 2022 to 2024. In terms of research trends, the studies demonstrate broad coverage in research domains, themes, and participants. Typical applications are characterized by the “three diversities”: multimodal technological forms, varied research designs, and diverse application approaches, with products primarily centered around the ChatGPT series. The application outcomes include the “four comprehensiveness”: enhancement of knowledge and skills, improvement of learning psychology, development of strategic abilities, and cultivation of core competencies. However, the study identifies challenges in the form of “two limitations,” namely dependence on technical instructions and the risk of user cheating. This research provides a reference framework for future academic and practical endeavors, contributing to innovation in language teaching models.*

Keywords: generative artificial intelligence, language teaching, application outcomes, challenges, multimodality

1.研究回顾

1.1. 生成式人工智能的定义与发展

生成式人工智能（Generative Artificial Intelligence, GAI），作为人工智能领域的一个前沿分支，其核心在于利用深度神经网络架构，通过对海量数据集的广泛训练与学习，从而能够抽象出数据的内在本质特征及其概率分布规律(刘明等人, 2024)，这一过程不仅限于文本领域，更延伸至图像、视频等多模态数据的生成，展现了 GAI 技术在创造力与多样性上的非凡潜力。

1.2.生成式人工智能在教育领域的发展与优势

对于生成式人工智能在教育领域的发展，得益于其涵盖教育领域各受众需求的能力，即能够精准对接并满足教育生态中各类参与者的多样化需求。对于学习者来说，生成式人工智能可以为学习者提供有参考意义的反馈(吴忭等人, 2024)，实现学习模式的个性化(白雪梅和郭日发, 2024)。对于教育者来说，生成式人工智能可以基于大模型对教师进行专业培训(Markel et al., 2023)或与元宇宙技术等前沿技术结合。鉴于此，本研究旨在全面系统地梳理国内外近三

年来关于生成式人工智能辅助语言教学的实证研究，以期揭示该领域的主要研究内容、发展趋势及面临的挑战。具体研究框架如下：

1. 总结生成式人工智能辅助的语言教学的实证研究的主要研究趋势
2. 梳理生成式人工智能在语言教学中的典型研究，包括使用的技术类型和研究的设计等
3. 分析生成式人工智能在语言教学中的应用成效与挑战

2.研究方法

本文严格遵循系统性文献综述的标准化分析框架——PRISMA 分析框架(Moher et al., 2009a)进行文献梳理工作，该框架有助于精准筛选并全面评估相关研究(Moher et al., 2009b)，关键词的具体内容如图 1 所示，它们不仅涵盖了研究领域的核心概念，还考虑了可能的同义词和近义词，以确保检索结果的全面性和准确性。

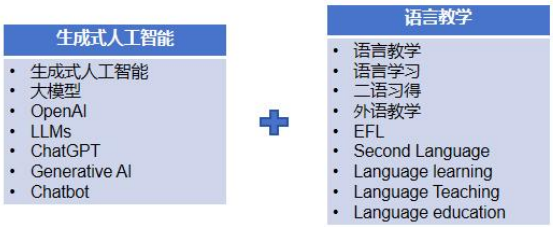


图 1 生成式人工智能辅助语言学习的检索词

按照以上标准进行检索，以及对初步得到的文献进行筛选，最终得到文献共计 38 篇（中文 14 篇，英文 24 篇）。编码与分析工作主要参考了郑春萍等人（2024）等与 Liang et al.（2021）的研究成果。

3.结果与讨论

3.1 研究趋势

本文对 38 篇文献进行了基本的量化描述，旨在揭示目前相关研究的热点与趋势。

表 1 发文年份与研究主题

年份	数量	研究主题
2023	8	语言技能
2024	30	语言技能，教育公平

生成式人工智能的应用研究在近些年呈现出显著的增长趋势。尤其在 2023 年之后，随着 ChatGPT 等先进模型的推出，该领域的研究呈现爆发式增长，研究主题从基础的语言技能和学习心理逐渐拓展到教育公平、公共健康等多个领域。

通过对关键词分析，研究发现出现频次最高的关键词是“ChatGPT”，“Learning”（学习）、“Intelligence”（智能）、“Language”（语言）和“AI”（人工智能）。这一关键词分布现象直观地反映了生成式人工智能，在当前语言教育领域中的核心地位。

综上可见，ChatGPT 及相关生成式人工智能技术在语言教学中的应用呈现出 “三个广泛性” 特征，即研究领域广泛，涵盖语言教育诸多方面；研究主题广泛，涉及从基础技能提升到教育深层次问题探讨等多个层面；参与人员广泛，吸引了众多教育相关者投身其中。

3.2.生成式人工智能典型应用

3.2.1.研究设计

在探讨生成式人工智能于语言教学应用的实证研究中，研究设计展现出了丰富的多样性，这一多样性在研究目的、研究方法及研究对象等多个方面均有显著体现。

研究对象主要聚焦于在校学生群体，涵盖了本科生、研究生以及特定的语言学习社群，这些学生通常处于不同的教育阶段，其认知需求和学习方法也各有不同，研究围绕高等教育领域展开，这与高等教育作为国内外研究重点的趋势相吻合，高等教育作为一个重要的研究领域，一直备受关注，因为它直接影响到社会的未来发展(王雯和李永智, 2024)。

依据研究者的不同目的，这些实证研究可被划分为多个类别。大多数研究致力于探究学习者在使用生成式人工智能工具时的具体表现与反馈。研究议题广泛涉及语言技能的提升，诸如口语、写作、翻译等领域，该领域被归纳到语言技能的听/说/读/写/词汇的子类别中，以更详细地了解各项技能的发展和表现（详见表 2），涉及到学习动机、自我效能感等关键要素。在研究方法方面，混合研究方法占据了主导地位，即综合运用定性与定量两种方法来收集并解析数据。其中，实验研究、案例研究等设计被广泛应用，以多维度地揭示技术的影响机制。

表 2 研究目的统计

研究主题	子类别	相关文献
语言技能	听/说/读/写/词汇	吴坚豪,周婉婷和曹超.(2024)
	先验知识	Tsao, J., & Nogues, C. (2024)
	一般态度和知识	Elin & Stefan (2023)
学习心理	自我效能感与信心	Luke et al. (2020)
	口语焦虑	El Shazly (2021)
	技术接受度与满意度	Dizon (2020)
	交流意愿	Tzu-Yu & Howard (2023)

综上，研究设计的多元性为生成式人工智能在语言教学中的应用研究提供了丰富视角与方法，有助于推动该领域研究的深入发展。

3.2.2.典型应用

生成式人工智能（GAI）于语言教学领域的应用正处于快速发展阶段，其对语言学习听、说、读、写技能的提升发挥着深远且重要的影响。从统计数据发现，GAI 的应用已全面覆盖语言学习的各个层面，然而在口语和写作技能方面的研究呈现出相对集中的态势，这充分体现出当前教育界对口语和写作技能培养的高度重视。

3.3.生成式人工智能的局限性

随着生成式人工智能（GAI）在教育领域中的迅速发展，越来越多的研究聚焦于其在语言教学中的应用成效。但其面临的挑战同样不容忽视，这些挑战主要源自技术与使用者两大层面的局限性。在技术层面，生成式人工智能的效能高度依赖于用户输入的指令精确性。在使用者层面，两大核心问题尤为突出：作弊倾向与过度依赖。“生成幻觉”现象可能误导学生的认知，引发思维惰性(王雯和李永智, 2024)。

综上所述，生成式人工智能在语言教学中的应用虽前景广阔，但仍需克服技术与使用者层面的诸多挑战，以确保其能够真正促进语言学习的有效性，避免潜在的负面影响。

4.结论

经过对2022年至2024年间生成式人工智能在语言教学领域应用的实证研究进行系统而深入的回顾与分析，本研究总结归纳了该领域的发展现状，特别聚焦于主要研究趋势、典型应用案例、应用成效及面临的挑战，旨在为后续的学术研究与实践探索提供有价值的参考框架与策略启示（详见表 3）。

表 3 研究结果总结

发展方面	具体维度	特征
研究趋势	研究领域	“三个广泛性”
	研究主题	
	参与人员	
典型应用	技术形态	“三多”
	研究设计	
	应用方式	
应用成效	知识获取与技能习得	“四个全面性”
	学习心理影响	
	策略性能力发展	
	核心素养锻造	
挑战	技术	“两个局限”
	使用者	

本研究不仅全面揭示了生成式人工智能在语言教学领域的最新进展与所取得的成就，精准剖析了其在实践过程中面临的挑战，而且为未来相关研究与实践提供了明确的方向性指引。随着持续的探索与优化进程，生成式人工智能有望在语言教学模式创新与升级方面发挥更为关键的推动作用，为培养具备国际竞争力的人才贡献重要力量，在全球教育领域的变革与发展进程中发挥日益重要的影响力。

参考文献

白雪梅和郭日发(2024)。生成式人工智能何以赋能学习、能力与评价？. 现代教育技术, (01), 55-63。

刘明、郭烁、吴忠明和廖剑(2024)。生成式人工智能重塑高等教育形态：内容、案例与路径。电化教育研究, (06), 57-65。

王雯和李永智(2024)。国际生成式人工智能教育应用与省思。开放教育研究,(03), 37-44。

吴忭、李凤鸣和胡艺龄(2024)。生成式人工智能赋能本科生科研能力培养——ChatGPT 支持的 CUREs 教学模式。现代远程教育研究,(03), 3-10+28。

吴坚豪、周婉婷和曹超(2024)。生成式人工智能技术赋能口语教学的实证研究。中国电化教育,(04), 105-111。

Liang, J., Hwang, G., Chen, M., & Darmawansah, D. (2021). Roles and research foci of artificial intelligence in language education: An integrated bibliographic analysis and systematic review approach. Interactive Learning Environments, 7, 4270-4296.

Markel, J. M., Opferman, S. G., Landay, J. A., et al. (2023, February 18). GPTeach: Interactive TA training with GPT-based students [EB/OL]. https://htc.weshareresearch.com/2023/02/18/gpteach-interactive-ta-training-with-gpt-based-students/ [accessed 2024, January 22].

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & The PRISMA Group. (2009a). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. International Journal of Surgery, 5, 336-341.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & PRISMA Group. (2009b). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. International Journal of Surgery, 7(5), 336-341.

Tsao, J., & Nogues, C. (2024). Beyond the author: Artificial intelligence, creative writing and intellectual emancipation. Poetics, 102, 101865.

小学高年级学生在 LLM 辅助编程学习中的行为模式研究

Behavioral Pattern of Upper Elementary Students in Programming Learning Assisted by LLM

杨占山[1]，应晶鑫[2]，许洁[3]，孙丹[4*]
[124]经亨颐教育学院 杭州师范大学
[3]教育学院 浙江大学
[*] dansun@hznu.edu.cn

【摘要】 大语言模型（LLM）的影响正逐步扩展到低年级学生，然而鲜有研究探索小学生在使用大语言模型过程中的细粒度行为。本研究采用混合方法，通过研究团队开发的 CodewithAI 平台，考察了 64 名小学高年级学生使用 LLM 开展编程学习的情况。研究发现。高年级小学生主要通过 LLM 寻求对当前 Python 代码的解释并提出问题，他们经常将代码提交给 LLM 以检查其准确性。研究进一步在所有参与研究的小学高年级学习者中发现了新手探索者、高级编程者、积极调试者和困难编程者聚类。鉴于这些发现，本研究为未来的教学设计和小学高年级学生人工智能工具的开发提出了教学和开发建议。

【关键词】 大语言模型；小学高段；编程学习；行为分析

Abstract: *The influence of Large Language Models (LLMs) is progressively extending to younger students; however, there is a scarcity of research examining the fine-grained behaviors of primary students utilizing LLMs. This study employs a mixed-methods approach, utilizing the CodewithAI platform to investigate the programming learning experiences of 64 upper elementary students with the aid of LLMs. Findings reveal that students primarily seek explanations for their current Python code and pose questions, frequently submitting their code for accuracy checks. Furthermore, the study identifies distinct clusters among the participating upper primary learners, namely novice explorers, advanced coders, active debuggers, and struggling coders. Finally, this study offers pedagogical and developmental recommendations for instructional design and the creation of AI tools tailored for younger students.*

Keywords: large language model, upper primary students, programming learning, behavioral analysis

1. 前言

近年来，生成式人工智能发展迅速，在各个领域得到了广泛应用。在教育领域，大语言模型（LLM）等生成式人工智能的引入引起了广泛关注（Wong 等人，2024）。目前的研究大多集中于大学生的编程学习（Sun et al., 2024a），对小学编程学习的关注较少。这一疏忽凸显了在了解低年级学习者如何从 LLM 等高级人工智能工具中获益方面存在的关键差距（Zhang & Tur, 2023）。

在编程学习过程中，LLM 有可能减轻学生的认知负担（Elim, 2024）。以过程为导向的观点关注学生在实际教学和学习过程中如何协调其行为和体验的细节（Sun et al., 2021）。为此，本研究采用聚类分析、滞后序列分析和统计方法等多模式学习分析方法，旨在回答， 1：高年级小学生在 LLM 辅助编程学习中的典型行为模式是什么？2：小学高年级学生的典型行为模式有哪些主要特征？

2. 文献综述

编程教育向小学阶段的延伸已形成全球趋势，研究表明小学生可掌握基础编程技能并完成创造性任务（Sun & Liu，2024）。这为早期 STEM 能力培养奠定基础（Grover et al., 2019）。然而，编码对低龄学习者来说可能具有挑战性（Pituxcoosuvarn & Murakami, 2024）。LLM 为解决这些挑战提供了新途径，其核心优势在于分析编程数据、解析学习者能力特征并识别改进点以提供反馈指导（Sun et al., 2024a）。与传统编程工具不同，由 OpenAI 训练的大型语言模型 LLM 能够用自然语言与用户互动，这意味着没有任何编程经验的学习者也能从 LLM 的使用中受益。Kashefi 和 Mukerji（2023）的研究清楚地证明了 LLM 在解决数字问题方面的能力。

为此，本研究通过平台日志、感知数据等多模态数据源，结合聚类分析、滞后序列分析等方法，系统探究小学生 LLM 辅助编程的行为模式与认知特征。

3. 研究方法

本研究于 2023 年秋季在华东地区一所小学开设的必修课程“信息科技”课程中进行。研究采用了混合方法来调查学习者的行为模式和编程聚类。64 名五年级学生（27 名女生，37 名男生）参加了为期 10 周的课程，他们都是没有 Python 语言编程经验的新手学习者。

在研究小组的指导和支持下，教师将课程分为三个阶段，每节课学习时间为四十分钟。第一阶段和第三阶段分别进行了前测和后测。学习平台采用了作者研究团队开发的在线编程环境 CodewithAI。CodewithAI 是一个创新平台，集成了大语言模型，学生可以通过点击特定功能的按钮或输入问题，交互式地接收反馈。

本研究从三个方面收集和分析数据。在平台数据方面，我们收集了跟踪学习者执行的编程相关操作的日志文件。根据先前的研究（Sun et al., 2024a）和当前的平台数据，确定了平台上分为两种类型的九种编程行为（见表 1）。

表 1 *编程行为描述*

行为	编码	说明
与编程相关的行为	平均代码行数(AoC)	每个编程项目的平均编码行数。
	平台运行次数（NoO）	学习者在所有项目中进行平台操作(即登录、保存）的次数）
	运行点击次数（NoR）	学习者点击“运行”按钮的次数。
	在 Python 中错误运行（RPI）	学生在运行 Python 代码时收到了错误的反馈。
	在 Python 中正确运行（RPC）	学生运行 Python 代码，并收到了正确的反馈。
与 LLM 相关的行为	解释 LLM 的控制台输出(ECO)	学员点击“解释控制台输出”按钮，接收来自 LLM 的反馈。
	解释 LLM(ECC)中的当前代码	学员点击“解释当前代码”按钮，接收来自 LLM 的反馈。
	在 LLM（RoQ）中提出问题	学员向 LLM 提出自己的问题。
	向 LLM（SCC）提交当前代码	学员将当前代码提交给 LLM，以测试其正确性。

4. 研究发现

4.1 高年级小学生在 LLM 辅助编程中的典型行为模式

针对问题 1（高年级小学生在 LLM 辅助编程学习中的典型行为模式是什么？），我们收集了学生的编程行为数据，并应用滞后序列分析来确定观察到的行为模式的变化。分析结果显示，小学生主要开展三种编程行为：主动编码（AoC）（频率=4443）、执行 Python 代码（NoR）（频率=4198）和处理错误反馈（RPI）（频率=2189）。这表明他们非常关注与编程相关的任务，同时还经常在 Python 代码中遇到错误信息。这些见解凸显了 LLM 在编程过程中促进理解和排除故障的重要作用，展示了其增强年轻学习者学习体验的潜力。

4.2 小学高年级学生在 LLM 辅助编程学习中典型行为模式的主要特征

关于问题2（小学高年级学生的典型行为模式有哪些主要特征？），我们对所有学习者的编程日志数据进行了聚类分析，以确定行为模式的变化。分析结果显示，小学高年级学习者有四个不同的聚类。

聚类1被认定为新手探索者，由47名学生组成，占样本总数的42.18%。在四个聚类中，新手探索者聚类在与编程相关的关键行为中表现出最低的频率：运行Python代码(NoR)（M=31.02，SD=27.90）、错误运行Python(RPI)（M=17.23，SD=20.04）和正确运行Python(RPC)（M=13.79，SD=1720.04）。

第2组被认定为高级编程者，由两名学习者组成，占样本总数的3.12%。这些学生的编码活动水平最高，他们编写的代码行数最多（AoC）（M=288.06，SD=132.67），执行的运行次数最多（NoR）（M=297.75, SD=133.36），运行代码时收到的正确反馈最多（RPC）（M=241.50，SD=108.17）。

聚类3被认定为积极调试者，包括4名学习者，占样本的6.25%。在四个聚类中，聚类3在与编程相关的行为中出现代码运行行为（NoO）的频率最高（M=34.50，SD =11.72）。他们解释控制台输出（ECO）（M=6.25，SD=2.38）和提交任务进行正确性评估（SCC）（M=11.00，SD=4.30）的频率也最高。

聚类4被认定为编程困难者，包括11名学习者，占样本的17.18%。在四个聚类中，聚类4在与编程相关的行为中表现出最高的运行代码时收到错误反馈的频率（RPI）（中=86.18，标差=33.99）和最低的平台操作量（NoO）（M=17.55，SD=6.79）。

5. 讨论与结论

本研究基于从 CodewithAI 平台收集的数据，发现小学高年级学习者在编码过程中经常遇到困难，主要使用 LLM 解释 Python 编码。这些发现与之前的研究一致，表明年轻学习者经常面临语法错误带来的挑战（Mladenovic et al., 2018）与大学生的偏好类似（Sun et al., 2024a；Yilmaz & Yilmaz，2023），当初等学习者在学习编程过程中遇到困难时，他们就不太可能继续完成后续任务，这大大降低了他们对编程的兴趣（Iskrenovic-Momcilovic, 2019）。因此，将 LLM 整合到他们的学习环境中，可以提供必要的支持和即时反馈，帮助保持他们的兴趣并提高他们的编程技能（Zhang & Tur., 2023）。

本研究仍存在一定的研究局限。首先，由于使用了特定版本的 LLM，研究结果的普遍性可能有限，未来的研究应比较多个版本或模型的结果。尽管本次调查存在各种限制，但我们有理由相信，LLM 和类似的人工智能工具有可能成为小学高段学习者的有力辅助工具，从而增强编程教学体验。

参考文献

Elim, E. H. S. Y. (2024). Promoting cognitive skills in AI-supported learning environments: the integration of bloom's taxonomy. Education, 1–11. https://doi.org/10.1080/03004279.2024.2332469

Iskrenovic-Momcilovic, O. (2019). Pair programming with scratch. Education and Information Technologies, 24(5), 2943-2952. https://doi.org/10.1007/s10639-019-09905-3

Kashefi, A., & Mukerji, T. (2023). ChatGPT for programming numerical methods. Journal of Machine Learning for Modeling and Computing, 4(2), 1-74. https://doi.org/10.1615/jmachlearnmodelcomput.2023048492

Mladenović, M., Boljat, I., & Žanko, Ž (2018). Comparing loops misconceptions in block-based and text-based programming languages at the K-12 level. Education Information Technology. 23, 1483–1500.

Pituxcoosuvarn, M., & Murakami, Y. (2024). Transforming children's Python Turtle graphics learning with LLM technology: A design proposal. In 2024 9th International STEM Education Conference (iSTEM-Ed) (pp. 1-6). IEEE. https://doi.org/10.1109/iSTEM-Ed62750.2024.10663193

Sun, D., Boudouaia, A., Zhu, C., & Li, Y. (2024a). Would ChatGPT-facilitated programming mode impact college students' programming behaviors, performances, and perceptions? An empirical study. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 21(1), 14-22. https://doi.org/10.1186/s41239-024-00446-5

Sun, D., Ouyang, F., Li, Y., & Chen, H. (2021). Three contrasting pairs' collaborative programming processes in China's secondary education. Journal of Educational Computing Research, 59(4), 740-762. https://doi.org/10.1177/0735633120973430

Sun, D., Ouyang, F., Li, Y., Zhu, C., & Zhou, Y. (2024b). Using multimodal learning analytics to understand effects of block-based and text-based modalities on computer programming. Journal of Computer Assisted Learning, 40(3), 1123-1136. https://doi.org/10.1111/jcal.12939

Sun, L., & Liu, J. (2024). Effects of gamified python programming on primary school students' computational thinking skills: A differential analysis of gender. Journal of Educational Computing Research, 62(3), 846-874. https://doi.org/10.1177/07356331231225269

Wong, L., Park, H., & Looi, C. (2024). From hype to insight: Exploring ChatGPT's early footprint in education via altmetrics and bibliometrics. Journal of Computer Assisted Learning, 40(4), 1428-1446. https://doi.org/10.1111/jcal.12962

Yilmaz, R., & Yilmaz, F. G. K. (2023). Augmented intelligence in programming learning: Examining student views on the use of ChatGPT for programming learning. Computers in Human Behavior: Artificial Humans, 1(2), 100005. https://doi.org/10.1016/j.chbah.2023.100005

Zhang, P., & Tur, G (2023). A systematic review of ChatGPT use in K-12 education. European Journal of Education, 59, e12599.

全球化视野下，高等教育国际化有效实施路径——高校暑期学校发展与启示

Effective Implementation Path of Internationalization of Higher Education in the Perspective of Globalization——Development and Inspiration of Summer School in Universities

沈丽燕
（浙江大学信息技术中心，杭州 310007）
shenliyan@zju.edu.cn

【摘要】高等教育国际化自 20 世纪 80 年代起随着全球化时代的开启快速进入发展阶段。在中国，高等教育国际化既是“人类命运共同体”理念的体现，也是新发展理念的重要实践，高校暑期学校项目的开展是高等教育国际化的重要载体。文章通过文献与实证研究，系统回顾了高校国际化进程中暑期学校发展阶段及其技术依赖，并以浙江大学全球暑校为例，阐明新兴技术加持下，高校暑期学校的实施及成效，为新时期我国高等教育国际化提供新的思路和借鉴。

【关键词】全球视野；高等教育国际化；暑期学校；实施路径；

Abstract: *Since the 1980s, higher education internationalization has advanced. In China, this signifies the "community with a shared future for mankind" idea and embodies a new development concept. University summer schools are crucial. This article reviews their development and technological dependence, using Zhejiang University's global summer school as a case. It shows their implementation and effects reinforced by emerging technologies, offering new insights for China's higher education internationalization.*

Keywords: global perspective; internationalization of higher education; summer school; implementation path;

1. 背景

20 世纪 80 年代起，人类快速进入全球化时代。全球化首先表现为经济的全球化，进而促进世界政治、文化、教育等各领域的全球化。阿特巴赫认为，全球化主要指“一种广泛的经济、政治、社会、技术以及科学的趋势和力量，这种趋势直接影响高等教育的发展”。同时，高等教育的发展在它自己遵循的法则和价值体系中，“国际性是高等教育的一项恒常性价值，也是它的一个本质特征”。这一特征来自于两个方面，一是“高等教育探索真理和发现知识的特殊功能”，二是“高等教育人才培养的定位”。从发展历程来看，随着全球化对世界政治、经济、社会、文化等各领域产生深远的影响，也重塑了世界高等教育发展格局。为应对全球化挑战，各国高等教育纷纷加快国际化进程，我国高等教育也不例外，加快和扩大教育对外开放是提高我国高等教育国际化水平，实现高等教育现代化和建设教育强国的重要途径，也是高校开展“双一流”建设的重要战略和策略之一。

2. 高等教育国际化

高等教育国际化理论随实践发展而不断演进。学者阿姆和沃特于 1992 年首次提出高等教育国际化理论，他们认为：国际化是指有关国际研究、国际教育交流和技术合作范围内的各种活动、项目和服务。21 世纪初，国际著名高等教育研究者奈特认为高等教育国际化是在院校层面与国家层面，把国际的、跨文化的、全球的维度整合进高等教育的目的、功能或传递的过程。国内学者李枭鹰等人从文化交流的视角认为高等教育国际化的本质是一种文化影响，高等教育国际化过程是一种文化造势与蓄能的过程，而高等教育国际化的宗旨是多元文化的互动与共生。概念的发展体现了高等教育国际化理论从外延到内涵式的转变。高等教育国际化不再仅仅是在大学内发生的跨国或区域间的相关活动，而是借助国际化这一手段，将国际相关要素全面整合到高等教育的目的、功能或传递之中，以推动高等教育各项事业不断

向前发展，从表现形式上，高校的交换生项目、第四课堂国际学分、各类短期游学参观项目、国际化学术交流等等都充分发挥了教育国际化的成效，其中暑期学校是历史最为悠久的项目，随着信息技术的高速发展，暑期学校呈现出更加灵活的办学方式并发挥出越来越重要的角色。

3. 高校暑期学校

3.1.高校暑期学校的发展历程及其作用

随着高等教育全球化发展，高等教育国际化已成为世界高等教育发展的潮流。每所高校都在积极探索，创新人才培养模式，努力培养能够适应国际化发展需要的人才。其中，暑期学校项目是创新人才培养模式的重要表现形式，也是提升高校国际化水平的重要举措之一。

国外高校暑期学校项目历史悠久，早在 1871 年，哈佛大学就开办暑期学校，最初目的是为了利用暑假期间空闲的校园设施，并为学生提供“第三学期”以缩短整个学习计划。经过 150 余年的发展，暑期学校成为国外高等教育的重要组成部分，暑期学校被视为向公众扩展终身学习机会和扩大学术合作的桥梁。我国的研究生暑期学校起始于 1995 年，由教育部和国家自然科学基金委共同主办、联合资助，旨在提高研究生培养质量。2004 年，北京大学、山东大学在全国高校中率先开设暑期学校，随即大量高校开设此项目，经过 30 余年发展，目前暑校发展已进入品牌建设阶段，许多暑校项目逐渐形成了鲜明特色，打造出了自身的品牌，学术性、创新性、前沿性、跨学科、国际化等已经成为暑期学校的特色名词。

暑期学校对学生学术能力、科研能力、跨文化素养、国际视野等的提升有深远助益。通过国际化前沿课程，学生能接触到学科前沿知识和最新研究成果，了解不同学术流派和研究方法，拓宽学术视野。通过良好的科研实践平台，学生参与实验技能培训、项目研究等活动，锻炼实际操作能力和创新思维，提升科研能力。暑校学生来源广泛，为不同专业、学科、文化背景的学生间提供了思维碰撞的契机。通过跨文化交际课程、组织文化体验活动等方式，帮助学生了解不同国家和地区的文化背景、价值观念、社会习俗等，培养跨文化意识和文化敏感度，提升了语言应用和跨文化沟通能力，增强了国际视野，建立了国际人脉网络，提升了学生的国际竞争力。这些综合素质的提升，为学生未来职业发展和国际交流打下坚实基础。

3.2.信息技术下高校暑期学校的实施特点

结合国内外高校暑期学校开展情况调研，现阶段，信息技术下高校暑期学校的实施途径具有相同的特点，具体包括以下几个方面：实施目标。高校暑期学校的开设一个重要的目的旨在促进国际合作与交流，高校暑期学校强调国际合作与交流，通过吸引国际学生和教师，提供国际化的课程和学术环境，促进不同文化和学术背景的学生之间的交流与合作。保障措施。高校暑期学校大多通过课程与学分互认，持续吸引学生参与，如国际的哈佛大学暑期学校的课程不仅被该校内部大部分学院接受，也被世界其他大学接受，国内的浙江大学，其课程与学分不仅被国内高校接受，也与其国际合作和伙伴高校认可。展现形式。高校暑期学校的展现形式，大都凸显出多元化与灵活性，暑期学校在时间、课程内容、实践活动、组织方式安排上都较为灵活并突出各自的特色，有的集中进行，有的分成不同的课程系列，不同的课程系列开始和结束时间不同，因此入学申请、课程注册的时间也随之不同。技术支撑。高校暑期学校技术支撑形式，都或多或少采用了信息技术工具，形成线上线下相结合的教学模式或是通过信息技术完成教学管理工作，通过线下实地教学完成教学国际化使命。

4. 浙江大学可持续发展全球暑校

浙江大学各院系从 2000 初开始开展暑期学习项目，各学院结合自身专业特色，已发展出成熟的教学模式并与国际上知名大学建立合作伙伴关系，共同推进前沿领域的科学研究和学

术交流。2021 年的全球疫情给学校各学院的暑期项目带来巨大挑战，学校结合本校全球开放发展战略，首次引入元宇宙技术，启动全球暑期学校项目，持续推进学校国际化工作进程。

4.1.建设理念

浙江大学 2018 年发布全球开放发展战略，聚焦教育教学、科学研究、人才引育、全球合作、多元文化、支撑保障六大维度，以打开学校对外开放新格局，赋能学校中心工作，提升学校声誉。2022 年，全球开放发展战略 2.0 发布，旨在进一步提升全球竞争力和影响力，积极参与全球教育治理，推动全球开放发展理念全面融入学校整体办学活动。以参与“人类命运共同体”建设的高度情怀，围绕气候变化、能源短缺、可持续发展等全球共性挑战，汇聚国内国际创新资源，提供高等教育全球公共产品，打造高能级国际合作平台，构建新的开放生态，实现高质量、内涵式发展，构筑学校国际合作交流的新品牌新优势”。基于这一使命，浙江大学全球暑校“立足本土看全球”，以全球福祉为出发点推动高等教育国际化的发展。

4.2.建设内容

浙江大学全球暑期学校（以下简称“全球暑校”）旨在从人才培养、学科优化、组织优化与技术赋能等四个方面推动项目建设。在人才培养上，全球暑校建设目的在于吸引校内、校外，国内、国外优秀学生，形成综合型人才培养，以“For a better future”为主题，聚焦碳中和、包容性发展、智慧城市等发展主题，力求让学生加深对全球化背景下可持续发展内涵及实现路径的认知，了解全球最新理念与行动，在拓宽自身国际化视野同时形成践行全球绿色发展的自我责任，从而提升学生综合教育质量。在学科优化上，力求优化学校教育结构，促进学科、学生协调发展，通过全球暑校融通性课程的实施，弥补传统教学短板不足，优化学生教育结构，促进学生协调发展。在组织优化上，接轨学校高等教育国际化工作，完善学校、师生与国外双向交流合作机制，建立高层次国际学术交流合作平台，汇聚全球优质教学资源，为拓展学校教育资源提供有效的途径。在技术赋能上，以最前沿信息技术为依托，结合物联网、大数据、云计算、元宇宙等技术，力求为全球师生提供以完全沉浸式教学体验；以互联网为依托，践行互联网共享理念，在汇聚全球优质资源同时，面向全球吸引优秀青年学子，共享优质课程资源，做到有教无类，为推进全球教育公平、跨文化参与等贡献力量。

4.3.运行体系

全球暑校以“学在浙大”为基础，融合元宇宙、同声传译、AI 笔记等智能技术，贯穿从招生、入学、课程、教学到评价全链路，建成联接全球高校的跨场景、多功能、一站式全英文暑校系统。暑校学生统一赋予学校统一身份认证 ID，学生通过 ID 从暑校门户入口进入学习，或直接进入学习平台完成课程学习，后台学习和活动的数据闭环流通，形成独立的暑校体系。

图 1 元宇宙全球暑校开幕式会场

图 2 学生会场互动场景

4.4.成效与影响

全球暑校三年来共 5000 余人报名，3000 余人录取，通过 18 个学院累计 26 个模块课程的学习与实践，成绩合格并获得相应的学分。学生来自五大洲 81 个国家和地区，首届开幕式

以“元宇宙会场”方式进行，汇聚全球 725 名优秀青年学子，获得巨大国际反响。2022 年首次完成全线上课程，克服跨时区学生们共同学习和沟通的障碍并取得有效成绩。2024 年第一批线下国际学生 600 余人来校，至此，全球暑校线上线下混合运行模式成熟，从技术可用性和文化包容性上得到了实践的检验，同时结合学校国际化的发展目标，该项目以纳入学校基本教学内容，其长期可扩展性定位不存在挑战。结合浙大实践的有效性，该项目作为浙江省教育数字化试点项目率先推广到省内各高校，为其他高校提供了借鉴的范例。

5. 暑期学校对高等教育国际化的有效实施的探索与挑战应对

结合当前教育发展趋势，我国高等教育国际化已经到了以质量和内涵发展为主阶段。如何实现全球视野下办学理念和多元文化融合，实现人才培养和科学研究国际化，成为大学发展重要议题。暑期学校作为学校开放发展战略重要一环,从大视野、大区域、大平台等维度，围绕全球可持续发展主题，培养学生全球胜任力,体现了学校主动担当接轨全球前沿、服务国家战略和对接区域目标的开放办学体系，对学校全方位深度融入全球高等教育和创新网络，形成数字化改革的国际化办学新样板有重要意义，全球暑期学校给出了一条可以借鉴的途径。

全球暑校的实践在在地教学国际化、国际化校园等实施途径探索和应对知识全球化的挑战提供了探索经验。在地教学国际化方面，学校通过一站式暑校信息系统作为支撑，为师生提供从报名、录取、授课、评价等一站式教学服务，增强暑校师生教与学的体验感和归属感。该系统的建成使得学校的教育数字化平台相应升级为国际化版本，成为面向全球学生注册学习，面向全球优质教师可引入平台授课，面向全球优质教学资源的汇聚和使用的国际化教学平台。国际化校园实施方面，除了支撑日常多模态的教学之外，还支持校园文化的展示和互动，有益于数字文化的传播，提升学生的文化素养。同时，支持院级暑校项目、援外培训等，使学校成为一所国际化的校园。应对知识全球化的挑战方面，浙江大学原校长杜江峰院士在“大学校长高峰论坛 2024”上，提到“知识全球化提供了更加丰富的学习资源和机会，浙江大学以数字化智能化夯实知识全球化基础，通过举办可持续发展全球暑期学校等各类项目构建全球学子共同学习成长的平台”。 2024 世界数字教育大会纪录片《无界》以浙大暑校为主题向全球推广，全球暑校作为应对知识全球化挑战的有效策略，获得国家和学校广泛认可。

6. 总结

结合浙江大学全球暑校实践可以看出，中国高校在不断探索教育国际化新的方法、新的途径，尤其是双向互动视屏系统、元宇宙等新技术的运用，大大加强在线学习的沉浸性、主动性、参与性，5G 技术和国际链路的强化，增强了实时学习和参与活动的即时性，真正打破时空限制，形成无边界触达学习环境。浙江大学全球暑校的探索实践充分运用以上相关技术，取得了良好的效果，获得了国内外媒体广泛的关注。教育部《无界》纪录片的推广充分说明国家在认可浙江大学全球暑校建设实践的同时对高等教育国际化工作的充分重视，正在积极探求新的路径、新的模式持续推进相关工作，浙江大学全球暑校的实践为国内各高校在地国际化的建设工作探索出一条新的路径，将推动国内高等教育国际化工作的整体发展。

参考文献

张应强,姜远谋（2020）。后疫情时代我国高等教育国际化向何处去[J]。高等教育研究,2020,41(12):1-9。

菲利普 •阿特巴赫,姜川,陈廷柱（2010）。全球化与国际化[J]。高等教育研究,2010,31(02):12-18。

李枭鹰（2019）。人类命运共同体建设语境下高等教育国际化的使命与抉择[J]。国家教育行政学院学报,2019,(07):29-35。
沈丽燕,陈默,张紫徽,等（2023）。全球暑校打开国际化教学新思路[J]。中国教育网络,2023,(01):78-80。

生成式人工智能对学生学习活动的挑战与应对 ——基于活动理论的视角

Challenges and Responses of Generative Artificial Intelligence to Students' Learning Activities——Activity Theory Based Perspective

陈园园[1*]，伍珂颖[2]，姜文琪[3]
[1]西北师范大学
[2]西北师范大学
[3]西北师范大学
[*]2456395418@qq.com

【摘要】 在数字时代的浪潮中，生成式人工智能的兴起对学生学习活动产生了深远影响。教育领域中生成式人工智能虽为学生学习带来诸多便利，却也带来了一系列挑战，如思维惰化抑制自主思考、信息迷航阻碍信息筛选、社交缺失减少真实人际交往。基于活动理论剖析其机理，可知主体意识觉醒可驱动自主学习、客体多元交互有助于知识理解、群体协作共生能提升综合素养。面对生成式人工智能的影响，学生应重塑学习观念，主动探索培养关键能力；坚守学术诚信，自律自省树立正确价值；提升信息素养，多元互动构建知识体系，推动自身在智能时代的学习与成长。

【关键词】 生成式人工智能；学生学习活动；活动理论；挑战与对策；

Abstract: *In the digital age, generative AI deeply impacts student learning. In education, it offers convenience but also brings challenges like thinking inertia, information disorientation and reduced socialization, which impede independent thinking, information filtering and interpersonal interactions. From the activity theory, subject consciousness awakening can prompt independent learning, object interactions aid knowledge understanding and group collaboration boosts comprehensive literacy. Facing this, students should reshape learning concepts, actively explore key abilities, uphold academic integrity, enhance self-discipline, and improve information literacy through multiple interactions to foster learning and growth in the intelligent era.*

Keywords: Generative AI, Student Learning Activities, Activity Theory, Challenges and responses

1. 引言

生成式人工智能正驱动教育数字化转型进入新阶段（教育部，2024），其内容生成、智能对话与场景模拟能力重塑数字教材形态，为高校创新人才培养开辟新路径。研究证实 GenAI 工具可有效提升学生批判性思维与自主学习能力（戚佳等人，2024），但技术应用伴生的认知浅表化、思维依赖等问题亟待破解。本研究基于活动理论框架，系统剖析 GenAI 赋能下学习活动的应然图景，明确技术介入可能引发的实践异化风险，进而构建课堂学习活动的优化路径，为人工智能时代教育变革提供理论与实践参照。

2. 问题剖析：生成式人工智能对学生学习活动的挑战

生成式人工智能虽以其强大的功能为教育带来诸多变革契机，但如同一把双刃剑，其过度应用可能成为阻碍学生自主发展的无形藩篱。就当前生成式人工智能对教学的影响而言，学生学习可能面临的三个主要问题是：思维惰化造成学生自主思考能力被抑制；信息迷航导致学生难以辨别和筛选有效信息；社交缺失使得学生真实人机交往互动减少。

2.1. 思维惰化：学生自主思考能力被抑制

教学的核心在于培养自主学习能力，使学生成为知识探索的主体与创新实践者。生成式AI的应用可能削弱学生自主思考意识，其快速生成答案与海量信息检索的特性，正在使学生陷入依赖陷阱。当AI提供现成解决方案时，学生主动思考的动力与深度探究的意愿降低，思维训练的关键环节面临被替代的风险。布鲁纳指出"思维发展取决于思维训练"(布鲁纳, 1982)，杜威也强调学习的价值在于"锻炼应对未知的思维品质"（杜威，1933），真正的能力提升源自思维过程的主动参与，而非被动接受结果。面对AI工具，学生需警惕思维惰性，在利用技术便利的同时，更应坚守思维训练阵地，通过重构学习策略保持思维活力，重塑兼具批判性与创造性的自主学习者形象。

2.2. 信息迷航：学生难以辨别和筛选有效信息

信息素养作为学习基石，其核心是培养精准筛选与判断信息的能力。生成式AI的双刃剑效应日益显著，它虽能快速解答问题、提供多元学习资源（武法提等人，2025），却同时将学生推入信息混沌的漩涡。石琬若等警示,过度依赖AI会导致学生在信息洪流中迷失方向(石琬若等人，2023），具体表现为两大危机：其一，信息真实性困境。面对AI生成的混杂错误与虚假信息的海量内容，学生难以辨别"何者可信、何者为用"（卢秀等人，2024,），导致知识体系构建失准；其二，批判性思维退化。当学生不加甄别地全盘接收AI输出时，思维逐渐被误导性信息侵蚀，沦为"信息垃圾收集站"，丧失独立判断能力。以上危机正在瓦解学生的信息素养根基，信息迷航不仅阻碍有效知识获取，更使学习效果与能力发展陷入停滞。

2.3. 社交缺失：学生真实人际交往互动减少

真实人际交往是学生社会化发展的核心载体。张辉蓉等指出，线下互动不仅培养沟通表达、同理心与团队协作能力，更是构建情感智力的必经之路（张辉蓉等人，2024）。生成式AI的普及正在重塑社交图景，学习场景中学生更倾向与虚拟智能体单向互动，取代小组讨论与师生交流，导致合作意识与沟通技巧发展迟滞；生活场景里过度沉浸AI构建的虚拟世界，使面对面的情感传递与非语言交流被稀释。双重侵蚀引发连锁反应——社交焦虑加剧、情感共鸣能力退化，最终形成"数字茧房"效应，学生在真实社交中沦为边缘人，既难建立深度人际关系，更丧失应对复杂社会情境的软实力。

3. 机理分析：活动理论视角下学生学习活动的应然状态

建构主义理论强调学习活动中"行动"对个体发展的核心作用，传统教学常忽视其社会文化属性。活动理论源自社会文化-历史学派，基于辩证唯物主义哲学，将人类实践视为心理与行为辩证统一的双向交互系统（李文光等人，2022）。其核心框架包含：以主体-客体-共同体构成的基本活动单元；受动机驱动的层次化行动结构（行动由情境化操作实现）；内化与外化过程的认知发展机制；活动系统与环境持续互动的动态演进规律。该理论为解析社会实践活动的目标导向性、规则体系及角色分工提供系统分析工具。

3.1. 主体意识觉醒：驱动自主学习进程

学习活动的本质驱动力源于学生主体意识的觉醒，要求其作为学习主体通过自我评估制定目标与路径。自主学习需要主动探索建构知识体系与自我管理促进思维进阶，形成主体意识与实践螺旋互哺的认知发展机制。尽管网络资源扩展知识面，但被动接收的浅层学习易陷入思维惰性，仅获取碎片信息而阻碍系统化认知与知识内化。深度学习需经历"感知-理解-应用"的递进链条（罗琴等人，2011），缺失则导致知识零散化，其实现依赖学生主体意识与主观能动性，以强烈求知欲精准定位学习需求，从问题表象逐层深入至核心本质，构建系统性知识架构。这一过程中，主体意识既是驱动自主学习的内核动力，也是实现综合素质跃升的关键支点。

3.2. 客体多元交互：促进知识深度理解

知识深度理解依托学习者与知识客体（教材、案例、实践等）及情境的多元交互。主体需通过实验操作、案例研讨等中介工具实现"全方位互动"（朱静等人，2024），推动知识从表层认知向系统建构转化。为促进深度理解，学习者要明确客体角色，遵循学习方法与思维逻辑，面对复杂知识，可先学基础教材，再查阅文献拓展，结合案例分析，思考客体联系与差异。但若过度依赖单一学习客体，如生成式人工智能，虽能快速获取信息，但缺乏多元交互，其提供的知识标准化，难展现内涵与联系，学习者无法深入思维碰撞，易陷入浅层次学习，难以深度建构知识。相比之下，课堂教学通过项目实践、实地调研等多元交互设计，既能深化知识本质把握，又可同步培养批判思维与问题解决能力，形成教学相长的认知生态循环。

3.3. 群体协作共生：提升综合素养发展

教育场域中的群体协作共生指学习者与同伴、教师基于共同目标形成有机协作体（赵冬冬等人，2023），通过知识共享、思维碰撞实现能力互补。其核心价值在于：依托身体化实践（朱江华等人，2023），成员在课堂讨论、项目协作等具身互动中，既完成认知体系建构，又培养团队协作与问题解决能力。教师通过教学设计引导协作方向，学生则在深度参与中掌握沟通表达、责任承担等社会性技能。相对而言，智能学习工具虽拓展信息获取渠道，但其"问答式交互"（李锋等人，2024）缺失真实情境中的情感共鸣与协作实践，难以培养社会责任感与情感智力。群体协作共生对提升学生综合素养的重要作用不可替代，教师应优化教学方法，激发学生合作意识，学生要主动参与团队学习，师生双方共同营造活力学习环境。

4. 应对路径：生成式人工智能背景下学生学习活动的实践走向

生成式人工智能能否被学生合理运用，并有效地融入学习进程之中，尚需一定的周期去尝试与磨合，顺应智能时代的发展潮流已成为学生学习成长的必然之举。面对生成式人工智能给学生学习活动造成的潜在隐患，必须做到居安思危，提前做好规划和应对，将困难转化为自身学习历程中的契机。

4.1. 重塑学习观念，在主动探索中培养核心能力

生成式人工智能提供的标准化答案易导致思维固化，而自主探索产生的知识具有情境化创造力。过度依赖 GenAI 将消解深度学习的关键环节——主动探究与知识内化，使学习退化为浅层信息收集，侵蚀创新思维根基。真正的学习要求学生重构主体性，既利用 AI 的即时反馈、对话模拟（赵晓伟等人，2024）优化学习路径，更需保持批判意识，通过个性化知识整合实现认知跃迁。

智能时代的教育需培养学生"技术驾驭力"（谢泉峰等人，2024）：将 GenAI 定位为认知脚手架而非替代工具，在获取跨学科资源的同时，持续强化自主决策、深度思考等核心能力。这要求教育者设计"人机协同"学习模式，既发挥 AI 的信息整合优势，又通过项目式学习等机制培养学生思维，最终实现技术赋能与人文精神的动态平衡。

4.2. 坚守学术诚信，在自律自省中树立正确价值观

学术诚信是学生道德成长的基石与价值观塑造的核心。学术投机行为不仅危及个人信誉，更将引发"真才实学"与"虚假作秀"的价值冲突（张家军等人，2022）。真正的学术追求需恪守双重准则：内在的自我约束——通过持续反思将知识积累与品德修养相统一，形成对学术规范的敬畏；外在的创新突破——以严谨态度开拓学术疆域，使研究成果成为智慧结晶而非谋利工具。智能时代尤其需要警惕功利主义侵蚀，学生应明确学术本质是真理探索而非成绩竞

赛，抵制将 GenAI 异化为学术捷径的诱惑。通过坚守"研究创新性"与"伦理底线"的辩证统一，展现个人才智的独特价值，实现学术贡献与社会责任的深度融合。

4.3. 提升信息素养，在多元互动中构建知识体系

信息时代的知识体系建构需突破生成式人工智能的局限——其虽能快速检索信息，却难以形成系统化认知结构。学习是个体与多元信息源交互的过程，知识体系构建靠多元互动中的筛选、吸收与整合。多元互动性要求学习者主动与多渠道互动，筛选、判断、整合信息，结合优化资源配置，能让学习更高效。真正的知识建构依托"多元智选"机制，学生运用批判性思维，借助"智选"筛选机制，辨别信息真伪、价值，参与交流活动，转化信息为知识；利用人工智能智能分析功能，定位知识漏洞，挖掘知识逻辑关联，分类整合信息，完善知识体系；营造多元互动混合学习空间，构建线上线下、理论实践结合场景，引导学生参与信息交互，克服人工智能带来的信息迷航与思维惰性，奠定知识体系基础，提升知识素养与个人能力。

参考文献

[1]中华人民共和国教育部.(2024,0517).生成式人工智能引发数字教材变革的新机遇. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/moe_2082/2024/2024_zl04/202405/t20240517_1131151.html

[2]戚佳，徐艳茹，刘继安，等.(2024).生成式人工智能工具使用对高校学生批判性思维与自主学习能力的影响[J].电化教育研究，45(12),67-74.doi:10.13811/j.cnki.eer.2024.12.009

[3]卢秀，柳斯邈，邢克.(2024).大数据赋能教育评价的悖论及消解——基于媒介理论视角的分析[J].中国电化教育，2024(12),90-96+115.

[4]张辉蓉，唐佳欣，杨溟璇.(2021).基于深度学习的中小学生 STEAM 学习质量评价指标体系构建[J].中国电化教育，2021(01),102-109.

[5]李文光，张文兰，何克抗.(2022).有关教育技术学研究方法的若干思考[J].电化教育研究，2002(10),26-30.doi:10.13811/j.cnki.eer.2022.10.005

[6]罗琴，么加利.(2022).人工智能时代研究生知识观的异化与重塑[J].研究生教育研究，2022(01),30-37.doi:10.19834/j.cnki.yjsjy2011.2022.01.05

[7]朱静.(2024).基于教育数字化的学习空间融合研究[J].中国人民大学教育学刊，2024(05),122-133.

[8]赵冬冬,曾杰,朱益明.(2023).智能时代教育共同体建设重构教育生态研究[J].中国电化教育，2023(09),41-49.

[9]朱江华.(2023).“双减”政策实施何以超脱“就事论事”思维之迷境：困局与破局[J].当代教育科学，2023(03),56-65.

[10]李锋，叶宜涛，程亮.(2024).生成式人工智能在数字教材建设中的现实问题、改进方法与实践策略[J].中国电化教育，2024(12),23-30.

[11]赵晓伟，沈书生，祝智庭.(2024).数智苏格拉底：以对话塑造学习者的主体性[J].中国远程教育，2024,44(06),13-24.doi:10.13541/j.cnki.chinade.20240428.001

[12]谢泉峰，刘要悟.(2023).从“关系客体”到“关系主体”：人工智能时代学习者培育困境及其关系重构[J].中国教育科学(中英文),2023,6(04),38-47. doi:10.13527/j.cnki.educ.sci.china.2023.04.009

[13]张家军，吕寒雪.(2022).人工智能时代的劳动教育变革：缘起、挑战与出路[J].中国教育学刊，2022(06),35-42+79.

[14]DEWEY,J.(1933).Howwethink[M].Chicago:HenryRegnery,1933:79.

[15]Bruner,J.(1982).TheprocessofeducationTranslatedbyShao,R.Z.Beijing:CulturalandEducationalPress.

课堂中师生提问模式与评分研究：基于滞后序列分析与混合效应 Logit 模型

Exploring Effective Teacher-Student Questioning Patterns and Scoring in the Classroom: Evidence from Lag Sequential Analysis and Mixed-Effects Logit Model

张欣 1，乐惠骁 1*
1 北京大学
* interesting@pku.edu.cn

【摘要】在现代教育中，善于通过提问活跃课堂并引导学生深入思考的问题型教师是青年教师学习的榜样。为了评价教师的课堂提问策略，发掘问题型教师的优秀提问模式，本研究分析了 216 个上海市宝山区的课堂视频，通过 LSA 技术比较问题型教师与青年教师的课堂互动模式上的差异。基于混合效应 Logit 模型构建评分模型（准确率 95.9%）和 Rt-Ch 图结果显示，青年教师更倾向于讲授法或练习法，而问题型教师则更注重互动，言语更少。通过深入挖掘课堂视频和构建评分模型，总结了问题型教师的优秀提问策略，帮助青年教师学习问题型教师的有效方法，从而提升教育质量。

【关键词】 课堂话语分析；课堂行为分析；滞后序列分析；混合效应 Logit

Abstract: *Problem-posing teachers, who engage students through questioning, serve as role models for young teachers. This study analyzed 216 classroom videos from Baoshan District, Shanghai, using LSA techniques to compare their interaction patterns. A mixed-effects Logit model (95.9% accuracy) and Rt-Ch diagram analysis showed that young teachers favor lecture-based methods, while problem-posing teachers emphasize interaction with less verbal dominance. By examining classroom videos and constructing scoring models, this study identifies effective questioning strategies to guide young teachers in enhancing classroom engagement and teaching quality.*

Keywords: Classroom Discourse Analysis; Classroom Behaviour Analysis; Lag Sequential Analysis; Mixed-effects Logit Models

1. 引言

在当代教育场景中，课堂中的师生互动不仅是构建有效学习环境的核心要素，而且对学生的认知发展、学习成果以及课堂氛围的塑造有着直接的影响。这种互动激发了学生的积极性和参与度，对提升教育质量和优化教学策略具有至关重要的作用。因此，对师生课堂互动进行深入且层次化的分析，能够更好地理解教育过程中的动态变化，并据此优化教学策略，促进学生全面发展，受到了教育研究者和教学实践者的广泛关注。

随着教育质量评估需求的提升，课堂视频分析成为优化教学的重要手段，可揭示师生互动模式，为青年教师借鉴问题型教师的提问策略提供指导。然而，课堂提问模式的定量分析仍面临如何精准定义提问策略、区分教师互动特征等挑战，有待进一步探讨。传统的结构化观察工具在课堂分析中容易受到主观性和偏差的影响，难以保证数据的可靠性。此外，手动编码方法虽然可以提供精细的行为分析，但受限于样本量小和数据获取难度高等问题，难以

大规模推广。这些问题限制了课堂提问模式研究的自动化和客观性，也影响了研究结果的广泛适用性。在本研究中，我们通过对大规模课堂视频的分析，结合时序分析技术（LSA）和混合效应 Logit 模型，深入探讨不同教师的提问模式与评分差异。具体的研究问题包括：**RQ1. 年轻教师与问题型教师在课堂提问模式上存在哪些差异？RQ2. 哪些关键因素会影响教师的课堂提问得分？**通过对这些问题的探讨，本研究意在总结问题型教师的优秀提问策略，为青年教师提供基于数据的有效教学指导，从而推动课堂教学质量的持续提升。

2. 文献综述

2.1. 课堂师生话语相关研究

在当代教育环境中，课堂内的师生互动被广泛认为是提升学生学习效果的关键因素，不仅促进认知和情感的发展，还能提高学习动机和参与度（左明章等，2023）。当前研究多聚焦于语言课堂，数学、物理等理科课堂涉及较少（袁伟芳，2023）。研究方法以定性和定量两种方法为主：定性研究常采用课堂观察与访谈，分析课堂场景和教师学生的互动体验（刘家荣和蒋宇红，2004；左明章等，2023）。定量研究则借助问卷调查和编码框架分析课堂话语模式（左明章等，2023）。

自 Sinclair 和 Coulthard （1975）提出课堂话语的 IRF（引发—响应—反馈）结构以来，许多研究者在 IRF 结构的基础上对于课堂模式与特征进行分析（林正军和周沙，2011）。弗兰德斯互动分析系统（FIAS）（Ned A. Flander，1963）深化了师生言语行为分析，并将课堂互动分为三类：教师言语行为、学生言语行为和沉寂情况。随着研究的深入，FIAS 不断优化，如信息技术互动分析系统（ITIAS）（顾小清和王炜，2004），改进型 FIAS（iFIAS）（方海光等，2012），并应用于课堂互动分析（江毅，2019）。然而，传统编码方式耗时费力，导致样本量受限。为提高研究效率，部分学者结合人工智能训练辅助分析工具，以简化编码流程（方海光等，2012；杨晓哲等，2023）。

综上，当前的研究为理解和改进课堂师生互动提供了宝贵的视角和方法，但综合考虑师生言语、互动、跨学科的课堂话语自动分析研究仍然较少。本研究旨在填补这一空白，通过不同学科背景下的师生互动分析，优化课堂教学，提升教育质量。

2.2.课堂提问策略与互动模式的研究

语言学家认为，教师可能通过不同方式将课堂话语的焦点聚焦于个别学生或自己。以往研究表明,人称代词的使用可以指向交流的目标,并且与课堂权力结构密切相关(彭圆,2018)。比如,社会地位较高的人更频繁使用“你”,而社会地位较低的人更倾向于使用“我”(Pennebaker, 2011）。因此，提取教师课堂语言中的指代词（即人称代词）可以作为衡量教师如何分配注意力和体现课堂权力结构的一个有效指标。提问在课堂上引发讨论和吸引学生参与方面起着至关重要的作用，其数量和质量对课堂互动的动态性具有重要影响。Chinn 等人指出（2001），教师提问数量的减少通常表明教师在合作推理情境中控制力的下降。此外，问题的性质（如是否激发学生推理能力、是否有多个正确答案、是否以开放形式呈现）直接决定了它们是否具有推动动态对话的特性（Nystrand，2006）。Tschannen-Mora（2001）提出区分教师自我效能感的三个核心因素：课堂管理，学生参与、教学策略。对教师课堂管理行为进行智能评估的研究显示，教师应最大限度减少课堂中的干扰和管理时间，将更多时间用于教学活动（殷宝媛等, 2024；Gill et al., 2016；刘鑫桥和魏易，2022）。

综上所述，课堂提问策略与互动模式的研究主要围绕以下几个方面展开：通过 FIAS 等工具对师生互动进行系统性分析，包括师言语行为、学生言语行为和沉寂情况；基于轮流发言和人称代词使用揭示课堂权力分配；以及通过提问分类探索其对课堂互动和学生学习的影

响。同时，课堂沉寂的管理被认为是优化教学效率的重要因素。上述研究为后续探讨课堂提问模式的优化和师生互动的改进提供了重要的理论依据。

3. 研究方法

3.1.数据集和编码框架

本研究的数据集为上海市宝山区的216名教师(包括142名青年教师和74名问题型教师)，涵盖学前（45）、小学（110）、初中（39）、高中（22）四个学段。其中，问题型教师的分类由经验丰富的教育专家基于课堂互动特征评分确定。数据集包括一节课录像的字幕数据以及教师所授课程的学科和学段等基础信息。每节课录像按3秒为单位划分片段，并对各时间片段的课堂行为进行编码分析。综合过去课堂话语的相关研究，构建包含12个指标（表1）的编码框架，旨在全面分析课堂师生互动的模式及其对教学效果的影响。

表 1

编码框架及说明

指标	描述
Turns /min	课堂中教师与学生之间话语转换的频率，即师生之间每分钟轮流发言的次数。
Proportion of time teacher talks	教师在课堂中占据的讲话时间比例，反映教师主导课堂的程度。
“You”(tea)	教师在课堂中直接提及“你”的频率,反映其与学生的直接交流程度。
“I”(tea)	教师在课堂中提及“我”的频率,体现教师自身在课堂中的参与表达。
“What” /min(tea)	教师在课堂提问中每分钟提到“什么型”问题的次数。
“Why”/min (tea)	教师在课堂提问中每分钟提到“为什么型”问题的次数,反映其引导学生深度思考的频率。
“How” /min(tea)	教师在课堂提问中每分钟提到“怎么做型”问题的次数,体现其对学生思维过程的关注。
“What” /min(stu)	学生在课堂中每分钟提到“是什么型”问题的频率,反映学生提问和参与的程度。
“Why” /min(stu)	学生在课堂中每分钟提到“为什么型”问题的频率,体现其思考和探究的深度。
“How” /min(stu)	学生在课堂中每分钟提到“怎么做型”问题的频率,反映学生对问题解决方法的关注。
Silence/min	课堂中每分钟出现的沉默时间，反映课堂互动的流畅性和思考时间的安排。
Routine language	教师在课堂中用于课程管理的言语比例（学术内容和课堂管理常规），反映课堂时间生产力。

3.2.数据预处理

首先，学科字段的前两个字符被用于标识不同的学段，以便在后续分析中区分数据来源。其次，对数据进行了归类处理，例如，将幼儿园的不同班级统一标记为“学前教育”，对学科字段进行了合并和归一化处理，将语言、历史与地理合并为“文科”，而自然、物理、化学、

生物和科学则统一归为“理科”。 最终各学科视频数量分布为：语文（79）、数学（60）、英语（23）、理科（16）、文科（35）、其他（3）。

本研究采用预训练的 Transformer 库 LaBSE 模型对课堂字幕文本进行嵌入，以提取师生话语的语义特征。数据处理时，将教师连续发言合并，并基于语句相似性优化话轮切分时长。切分效果通过 CH 系数（衡量聚类优度，数值越小越优）和熵（信息量指标，数值越大越优）评估，结果显示 340 毫秒为最优切分时长，确保了高相似度与信息量，为课堂语言分析和师生互动研究提供数据支持。在识别课堂管理言语时，采用 zero-shot 模型 mDeBERTa-v3-base-mnli-xnli 识别课堂管理言语。该多语言 NLI 模型由 Microsoft 预训练，可自动、高效分析 100 种语言，无需人工标注即可精准识别课堂管理相关内容。

3.3.数据分析

对于 RQ1，采用 S-T 分析和滞后序列分析。S-T 分析是一种课堂行为分析工具，从教师和学生行为两大维度进行编码，再根据数据表绘制 S-T 曲线，计算教师行为占有率（Rt）和师生行为转化率（Ch），进而利用 Rt-Ch 图确定课堂教学的模式。其中，横轴为教师行为占有率（Rt），纵轴为师生行为转化率（Ch）。根据 Rt、Ch 值，可以将课堂分为练习型（Rt<0.3, Ch<0.6）、混合型（0.3<Rt<0.7, Ch<0.4）、讲授型（Rt>0.7, Ch<0.6）、对话型（0.3<Rt<0.7, Ch>0.4）。通过 Rt-Ch 图可以了解课堂的互动性和学生的参与度，为优化教学策略提供依据。滞后序列分析（Lag Sequential Analysis）是一种根据统计理论研究行为之间的顺序关系的方法（Sackett, 1980），能够帮助人们探索和总结在复杂的交互行为序列中发生的交叉依赖关系。

对于 RQ2，先用因子分析法对 12 个指标进行降维，以考虑它们之间的相互依赖关系，确定潜在的教学因素。降维后，对于生成的新指标采用混合效应的 Logit 模型来评估教师课堂提问行为。具体而言，将降维后的指标作为固定效应纳入，此外，考虑到不同学段和学科背景可能对教师的教学方式产生显著影响，模型中还包括了学段和学科作为随机效应，以捕捉这些因素在不同上下文中的独特影响。

4. 研究结果

4.1. RQ1. 年轻教师与问题型教师在课堂提问模式上存在哪些差异？

问题型教师和青年教师的 Rt-Ch 如图 1 所示，问题型教师、青年教师的课堂类型都以对话型为主，即通过提问引导学生参与，减少单向的讲授时间，从而形成一种更加平衡和活跃的师生互动模式。但可以发现，相比之下，青年教师的讲授型课堂比例较高。这种教学方法以教师为中心，课堂互动相对较少。尽管青年教师经常提供即时反馈并快速提出问题，但这些问题更多用于检查学生的即时反应，而非引导学生进行深入思考。这种模式使得课堂以单方面的知识传授为主，学生参与度较低，互动层次较浅。

问题型教师的滞后序列分析结果见表 2，其中教师话语（Tea）和教师提问（Tea-what、Tea-why、Tea-how）之间的转换残差相对较低，这表明问题型教师倾向于减少自身单方面的连续发言，更多地将课堂话语机会转移到学生一侧。此外，学生回应（Stu-what、Stu-why、Stu-how）和教师提问之间存在显著的正残差，表明问题型教师更注重引导学生的深层次思考，通过提问“为什么”（why）或“怎么做”（how）来鼓励学生进行深层次的思考。相比之下，青年教师的行为转换显示出明显不同的特点（见表 3）。青年教师在其自身行为之间的转换具有较高的残差，这表明他们的课堂更加倾向于教师独白或讲授模式，缺乏师生之间的有效互动。此外，青年教师的学生回应行为（Stu-what、Stu-how）的残差几乎为 0，说明学生话语的多样性和深度较低。这也表明青年教师的课堂提问模式更多集中在教师单向输出上，而较少鼓励学生参与讨论或主动思考。

图 1

问题型教师和青年教师Rt-Ch 图

从两者的沉默时间（Silence）比较看看，问题型教师更倾向于利用课堂中的沉默时间来促进学生思考，而青年教师的沉默更可能来自于教师独白后的停顿，缺乏互动性。这种差异显示出两种教学方式在课堂动态管理上的显著差异：问题型教师强调互动和平衡，而青年教师则更倾向于单向知识传递。

表 2

问题型教师行为转换表（调整后残差）

	Tea	Tea-what	Tea-why	Tea-how	Stu	Stu-what	Stu-why	Stu-how	Silence
Tea	0	0	0	0	0	0	0	0	95.9
Tea-what	0	0	0	0	0	0	0	0	45.2
Tea-why	0	0	0	0	0	0	2.2	0	16.8
Tea-how	0	0	0	0	0	0	0	0	20.2
Stu	0	0	0	0	0	0	0	0	26.6
Stu-what	0	3.4	0	0	0	0	0	0	6.0
Stu-why	0	0	5.6	0	0	0	0	0	5.4
Stu-how	0	0	0	3.6	0	0	0	0	3.3
Silence	81.4	34.4	13.5	15.7	51.7	11.1	10.5	7.4	0

表 3

青年教师行为转换表（调整后残差）

	Tea	Tea-what	Tea-why	Tea-how	Stu	Stu-what	Stu-why	Stu-how	Silence
Tea	0	0	0	0	0	0	0	0	127.2
Tea-what	0	0	0	0	0	0	0	0	57.3
Tea-why	0	0	0	0	0	0	0	0	14.7
Tea-how	0	0	0	0	0	0	0	0	26.0
Stu	17.6	7.8	2.9	3.4	0	0	0	0	10.5
Stu-what	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stu-why	0	0	4.7	0	0	0	0	0	0
Stu-how	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Silence	99.7	42.9	10.5	18.5	57.9	4.3	0	0	0

总体而言，Rt-Ch 图和滞后序列分析结果都说明了问题型教师与青年教师在课堂提问模式上的显著差异。问题型教师通过多样化的提问、促进学生深度思考和更高比例的师生互动，展现了更为有效的课堂提问策略；而青年教师则需要改善其课堂互动方式，减少单向讲授的比例，更积极地引导学生参与，从而提升课堂教学效果。

4.2. RQ2.哪些关键因素会影响教师的课堂提问得分？

首先，对编码框架的 12 个指标进行因子分析，当特征值大于或等于 1，保留了 3 个因子，分别为师生互动因子（Tea-Stu）、教师主导因子（Tea）和学生参与因子（Stu），表 4 显示了旋转后后的因子载荷。Tea-Stu 因子主要与师生之间的交流质量和频率相关；Tea 因子中教师讲话时间比例为核心变量体现了课堂的教师中心性，说明高得分的课堂中教师话语占据主导；学生参与因子（Stu）则主要衡量学生在课堂中的发言与参与程度，高得分的课堂中学生更积极参与互动，发言内容更具多样性。综合来看，这三大因子有效反映了课堂师生互动、教师主导性和学生参与度的特征，为课堂教学模式的深入分析提供了理论依据。

表 4 *旋转后的因子载荷图*

	Tea-Stu	Tea	Stu
Turns /min	0.66	0.01	0.18
Proportion of time teacher talks	-0.12	0.97	-0.25
“You”(tea)	0.50	-0.03	0.03
“I”(tea)	0.27	0.11	-0.09
“What” /min(tea)	0.52	0.29	0.01
“Why”/min (tea)	0.47	0.01	0.17
“How” /min(tea)	0.41	0.09	-0.02
“What” /min(stu)	-0.09	-0.01	0.87
“Why” /min(stu)	0.28	-0.11	0.34
“How” /min(stu)	0.04	-0.07	0.64
Silence/min	-0.23	-0.67	-0.02
Routine language	0.37	-0.03	0.00

对师生互动因子（Tea-Stu）、教师主导因子（Tea）和学生参与因子（Stu）构建混合效应 Logit 模型，公式如下：

$$Logit\left(P\left(问题型教师\right)\right) = \beta_0 + \beta_1 \times Tea - Stu + \beta_2 \times Tea + \beta_3 \times Stu + \mu_{学段} + \upsilon_{学科}$$

其中，P(问题型教师) 是为问题型教师的概率，β_0 为截距项，β_1-β_3 为固定效应系数，{μ_{学段}}和{υ_{学科}}分别代表学段和学科随机效应的成分。固定效应系数β表示每个自变量对于因变量的平均影响，而随机效应μ和υ则考虑了不同学段和学科对这种影响的潜在变异。模型参数通过 R 语言中的 glmer 函数进行拟合，拟合结果以几率比（odds ratio）的形式呈现。几率比是衡量自变量对事件发生概率影响大小的指标：当几率比大于 1 时，表明该变量与增加成为问题型教师的概率相关；当几率比小于 1 时，表明该变量可能降低成为问题型教师的概率。模型的固定效应结果（表 5）显示，只有学生参与因子（Stu）通过了显著性检验，其几率比为 3.74（>1）。这表明，Stu 值越高的教师，其成为问题型教师的概率越大，说明学生参与是区分问题型教师的重要因素。

表 5 *固定效应系数*

term	Odds Ratio	std	P>|z|
Intercept	2.01	2.20	0.342
Tea-Stu	0.57	0.43	0.187
Tea	-0.27	0.26	0.298
Stu	3.74	0.64	0.00***

注释： ***p<0.001。

5. 总结与讨论

本研究围绕课堂师生互动模式与提问策略展开，包括两个关键问题：一是年轻教师与问题型教师在课堂提问模式上存在哪些差异（RQ1），二是探究哪些关键因素会影响教师的课堂提问得分（RQ2）。通过 Rt-Ch 图和滞后序列分析，本研究发现，问题型教师与青年教师在课堂提问模式上存在显著差异。

问题型教师的课堂以对话型教学为主，通过多样化的提问（如“为什么型”“怎么做型”问题）引导学生参与互动，并减少自身单方面的连续发言。他们更倾向于通过互动和深度提问促进学生的批判性思维，注重利用沉默时间为学生提供思考空间，从而形成高效的师生互动模式。相比之下，青年教师的课堂更多采用讲授型教学，互动性较弱，课堂提问多用于检查学生的即时反应，问题设计缺乏深度。这导致学生的参与度和话语多样性较低，沉默时间通常是由教师独白后的停顿产生，而非为学生思考预留。上述差异表明，问题型教师更强调互动和平衡，课堂模式更加以学生为中心，而青年教师则偏向单向知识传递。这种对比突出了课堂提问策略对师生互动质量的重要性，并为提升青年教师的教学能力提供了改进方向。

通过对编码框架的 12 个指标进行因子分析，研究提取了师生互动因子（Tea-Stu）、教师主导因子（Tea）和学生参与因子（Stu）三个主要因子，分别反映了课堂互动频率、教师主导性和学生参与度的特征。随后构建的混合效应 Logit 模型进一步验证了这些因子对教师课堂提问得分的影响，其中学生参与因子（Stu）是唯一通过显著性检验的变量，其几率比为 3.74（>1）。这表明，学生在课堂中的主动参与和发言多样性显著提高了教师被归类为问题型教师的概率。该结果凸显了学生参与度在课堂提问策略中的核心作用。问题型教师能够通过提问设计和互动方式有效调动学生的参与热情，从而优化课堂氛围并提升教学效果。相较之下，青年教师在促进学生参与和鼓励深度思考方面仍有较大提升空间。

尽管本研究揭示了问题型教师和青年教师在课堂提问模式上的差异以及关键影响因素，但仍存在一些限制。首先，样本来源于特定地区的课堂录像，可能无法全面反映其他地区或文化背景下的课堂特征，其结论的普遍性和适用性可能需要在更广泛的范围内进一步验证。其次，模型主要基于编码框架中的定量指标，对教师的个体特质和情境因素的考虑相对较少。未来研究可以结合更多的语料和教学情境，进一步探索影响课堂提问模式的多维因素。此外，针对青年教师的干预性实验研究或基于课堂分析的反馈机制设计，也将为提升其教学能力提供更为实用的指导。

总体而言，本研究通过数据分析和模型构建，为理解课堂提问策略的有效性及其影响因素提供了系统化的理论和实践支持。这些发现不仅为教学改进提供了依据，也为提升青年教师的教学质量和学生的学习效果指明了方向。

参考文献

方海光,高辰柱和陈佳（2012）。**改进型弗兰德斯互动分析系统及其应用。中国电化教育，**(10)，109-113。

顾小清和王炜（2004）。**支持教师专业发展的课堂分析技术新探索。中国电化教育，**07，18-21.

江毅,王炜和康苗苗（2019）。**基于行为序列分析的师生互动效果研究。现代远距离教育，**(06)，53-61。

林正军和周沙（2011）。**中学英语课堂教师反馈语的类型与特征研究。外语教学理论与实践，**03，15-22+34。

刘家荣和蒋宇红（2004）。**英语口语课堂话语的调查与分析——个案研究。外语教学与研究，**04，285-291。

刘鑫桥和魏易（2022）。**教师课堂教学行为对学生成绩的影响。现代基础教育研究，**02，74-81。

彭圆（2018）。**教学支架语境中人称指示语的语用移情与话语缓和功能研究。外语与外语教学，**05，139-146+151。doi:10.13458/j.cnki.flatt.004534

杨晓哲，王晴晴和蒋佳龙（2023）。**基于人工智能的课堂师生对话分析：IRE 的自动分类与分水平构建。电化教育研究，**10。79-86。doi:10.13811/j.cnki.eer.2023.10.011

殷宝媛，王雪静，孙馨和郭利超（2024）。**教师课堂管理行为多模态解码：行为特征、分类识别与时序发展。电化教育研究，**10,101-109。doi:10.13811/j.cnki.eer.2024.10.014

袁伟芳（2023）。**小学数学线上课堂话语特征及优化策略研究（硕士学位论文，浙江师范大学）。**硕士 https://link.cnki.net/doi/10.27464/d.cnki.gzsfu.2023.002116doi:10.27464/d.cnki.gzsfu.2023.002116

左明章，张尧，王雯倩，罗恒和胡玥（2023）。**专递课堂教师言语交互策略对学习动机的影响研究——以湖北省崇阳县专递课堂为例。中国电化教育，**06，98-105+134。

Chinn, C. A., Anderson, R. C., & Waggoner, M. A. (2001). *Patterns of discourse in two kinds of literature discussion*. Reading Research Quarterly, 36(4), 378–411.

Flanders, N. A. (1963). Intent, action and feedback: *A preparation for teaching*. Journal of Teacher Education, 14(3), 251–260.

Gill, B., Shoji, M., Coen, T., & Place, K. (2016). *The content, predictive power, and potential bias in five widely used teacher observation instruments*. Mathematica Policy Research.

Nystrand, M. (2006). *Research on the role of classroom discourse as it affects reading comprehension*. Research in the Teaching of English, 40(4), 392–412.

Pennebaker, J. W. (2011). *The secret life of pronouns*. New Scientist, 211(2828), 42–45.

Sackett, G. P. (1980). *Lag sequential analysis as a data reduction technique in social interaction research*. Exceptional Infant: Psychosocial Risks in Infant-Environment Transactions, 4, 300–340.

Sinclair, J. M. (1975). *Towards an Analysis of Discourse: The English Used by Teachers and Pupils*. Oxford University Press.

Tschannen-Moran, M., & Hoy, A. W. (2001). *Teacher efficacy: Capturing an elusive construct.* Teaching and Teacher Education, 17(7), 783–805.

基于双模型的编程学习辅助系统设计与应用研究

Design and Application of a Dual-Model-Based Programming Learning Assistance System

伍一宋佳，刘杰，柏寒青，卢宇*
北京师范大学教育学部教育技术学院
*luyu@bnu.edu.cn

【摘要】 本研究聚焦生成式人工智能在编程教育领域的应用，提出并构建了基于双模型的编程学习辅助系统。该系统由基础大模型与代码大模型双引擎驱动，旨在为学生提供全方位的编程学习支持。基础大模型通过逐步引导学生学习编程知识，促进深度交互，培养高阶思维能力；代码大模型则提供代码生成、补全和注释等核心功能，助力学生高效完成编程。实验表明，该系统显著提升学习者的代码撰写质量，并获得了学习者的认可。此外，系统在帮助学生理解编程概念、提高学习效率等方面发挥了重要作用，为生成式人工智能支持编程教育提供了创新型设计和实践范例。

【关键词】 生成式人工智能；大模型；编程教育；学习分析

Abstract: *This study focuses on application of generative artificial intelligence in programming education, proposing and constructing a dual-model-based programming learning assistance system. The system is driven by a dual-engine consisting of foundation model and code-specific large model, aiming to provide comprehensive support for learners. The foundation model guides students step-by-step in learning knowledge, facilitates in-depth interaction, and cultivates higher-order thinking skills. The code-specific large model offers core functionalities such as code generation, completion, and annotation to help students efficiently complete program. Experiment demonstrate the system significantly improves learners' code quality and has received widespread recognition. Additionally, the system significantly aids in helping students understand programming concepts and enhancing efficiency, providing a innovation design and practical example of generative AI-supported programming education.*

Keywords: Generative artificial intelligence，Foundation model，Programming education，Learning analytics

1. 引言

编程教育作为培养学生计算思维和逻辑思维的重要手段，近年来受到广泛关注。生成式人工智能作为通过人工智能相关技术，自动化生成文本、图像、视频、音频等多类型内容的技术(卢宇等，2023)，在编程领域展现了巨大的潜力。通过使用大模型，即在预训练中学习大规模语料库并且形成强大基础能力的基础大模型(张熙等，2023)，可以提高学生编程效率。但是现有编程学习辅助多停留在工具层面，学生可能会过度依赖大模型生成代码(孙丹等，2024)，缺乏深入学习思考；大模型生成的代码不能保证准确性、健壮性和完整性等(徐慧等，2023)。

为此，本研究自主研发了基于双模型的编程学习辅助系统。通过基础大模型，逐步引导学生深入学习编程，培养高阶思维；通过代码大模型，为学生提供编程辅助，提高代码辅助的准确性与科学性。在双模型驱动的基础上，为编程学习提供更加专业高效的环境与支撑。

2. 编程学习辅助系统设计与实现

2.1. 系统架构与功能实现

系统架构设计如图 1 所示。在引导学生学习编程知识以及理解问题时，系统流式调用基础大模型 GLM-4[4]。该模型参数量大，拥有较强的语言理解和生成能力，并且能够理解长文本中的上下文关系，回答的准确性较高(Team Glm et al., 2024)。在实现具体代码编程辅助时，系统选用代码大模型 codegeex-4[1]，为学生提供纠错建议以及代码注释。该模型支持代码补全生成、代码解释器等全面功能，覆盖了编程的多种场景(北京智谱华章科技有限公司，2022)。

系统前端采用了 HTML、CSS 和 JavaScript 技术进行搭建，后端则选取了 Flask 框架。Flask 作为轻量级 Web 框架，通过定义路由处理客户端请求。其内置开发服务器会自动匹配 URL 路径并执行对应视图函数，返回响应结果。针对大模型生成内容的长文本场景，采用服务器发送事件（SSE）技术实现流式传输，允许服务器主动推送生成内容至客户端。

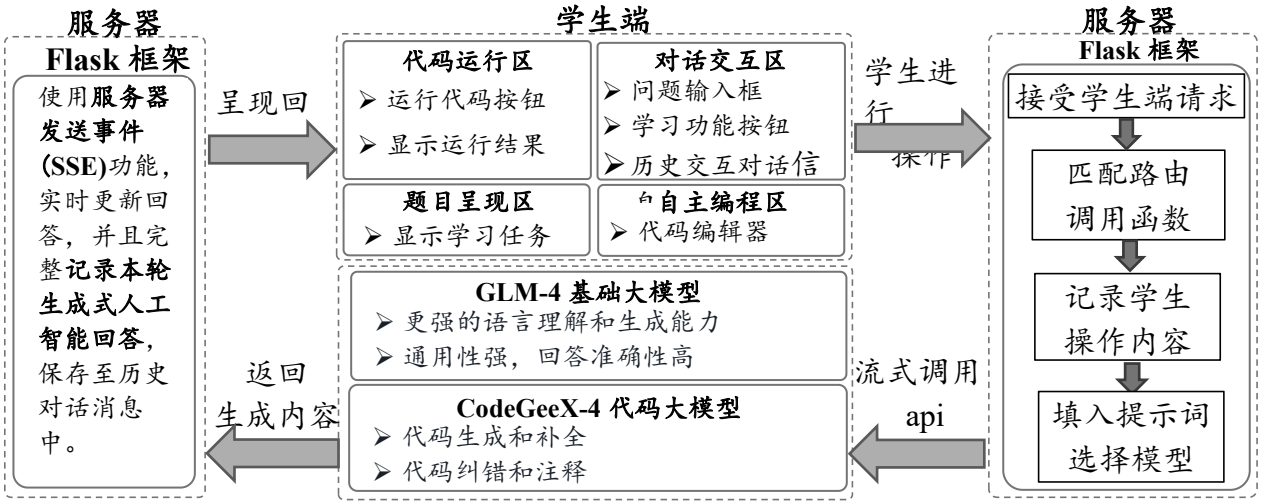


图 1 编程学习辅助系统架构图

基于以上系统架构，本研究设计并实现了以下系统功能。在学生端，学生可根据编程学习任务以及问题，输入疑问或选择系统预设的学习功能按钮，以此与生成式人工智能进行交互，获得个性化学习辅导。同时，学生可在系统的在线代码编辑器中编写和测试代码，以完成学习问题。在服务器端，一旦学生提交问题或点击功能按钮，服务器将自动记录学生的问题，并嵌入适当的提示词，进而调用相关大模型的 API 服务，获得针对性的专业解答，并将其反馈至学生端。在整个过程中，服务器将记录每一轮的交互信息以及操作行为。

2.2. 提示词框架设计

在将大模型运用于编程辅助学习的过程中，为了实现更加准确、科学辅助，本研究构建了一个结构化的提示词框架。该框架由五个核心元素构成，每个元素的定义如表 1 所示。

表 1 提示词元素及其具体含义

提示词元素	具体含义
角色	设置大模型扮演的角色以及听众角色，使其生成更符合场景的回答。
任务	描述大模型需要完成的任务内容、步骤和过程，使其回答更加稳定。
知识参考	提供辅助编程学习所需要的相关知识内容，使大模型回答更加精准。
限制	提供大模型回答需要注意的限定条件，以规范大模型的回答内容。
示例	提供辅助案例，帮助大模型理解任务要求，以获得符合期望的输出。

3. 实验设计

3.1. 案例与实验流程设计

[4] 智谱 AI 开放平台，https://bigmodel.cn/

基于以上系统架构，本研究选取汉诺塔问题的递归算法学习作为应用案例，设计实现了以下功能：(1)知识性学习：利用大模型为学生讲解编程任务所需的核心知识点；(2)解题思路与编写提示：利用大模型为学生提供解题思路和代码框架；(3)代码编写辅助：代码纠错，识别并指出学生代码中的错误点和行数；代码注释，帮助学生提高代码的质量。

同时，本研究依据以上提示词框架，针对不同编程辅助设计提示词，最终构建出编程学习辅助系统，并且设计实验探究其对大学生编程能力的提升效果，以及学生的行为使用模式。

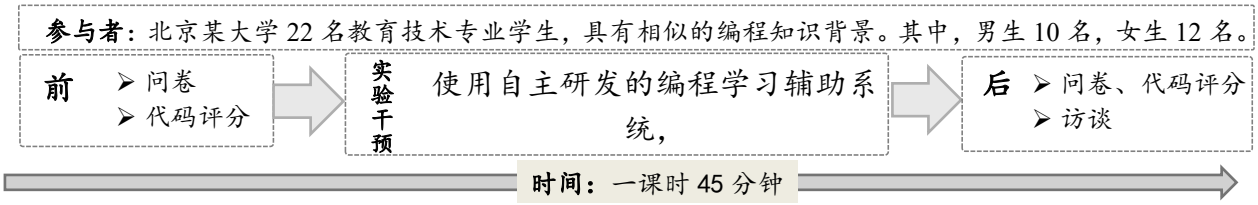


图 2 实验设计流程图

3.2. 研究方法与工具

在前后测中，本研究通过调查问卷的形式收集数据，该问卷包括基本信息部分，5 道递归思想选择题和张屹老师(2024)发布的计算思维量表(包含 15 道题)，以及后测增加的 7 道技术接受度题目。经检验，计算思维量表以及技术接受度量表具有良好的信度。并且本研究开发了代码评分框架，对学生使用前以及使用后提交的代码进行评分，以评价系统的有效性。

本研究采用滞后序列分析法分析学生使用过程。依据商定的评判标准进行编码，共得到 22 组有效样本。取代码评分前 30%为高分组(共 6 人)，评分后 30%为低分组(共 5 人)，生成各组行为转换图，从而对比不同成绩学生学习行为模式。其中操作编码框架如表 2 所示。

表 2 操作编码框架

编码	行为	编码	行为	编码	行为	编码	行为
RC	运行代码	SC	提交代码	LR	学习递归	TU	思路提示
PT	编程提示	EC	代码纠错	CA	代码注释		

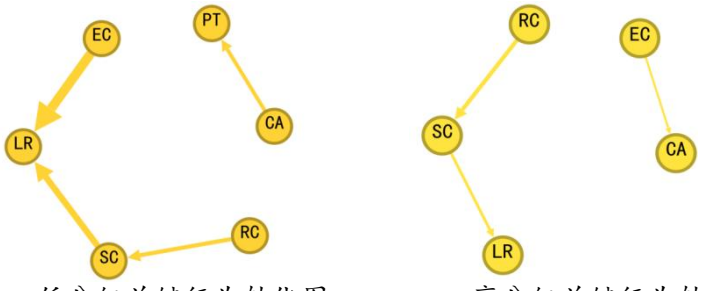
并且，本研究在实验结束后采用结构化访谈，对参与实验的人员围绕系统使用体验、问题解决效果和未来使用意愿三个方面展开访谈，随后对访谈内容进行了整理、编码和分析。

4. 实验结果

4.1. 使用前后学生的代码质量分析

对使用前后学生代码评分进行描述性分析和配对样本 t 检验。结果表明，使用前后学生代码评分存在显著性差异($p<0.001$)，使用后较使用前平均值提升 2 分。由此可见，本研究所设计的编程辅助系统在提升学生代码编写质量方面发挥了积极作用。

4.2. 行为模式分析



低分组关键行为转化图　　高分组关键行为转化图

图 3 不同水平学生的关键行为转化图

本研究使用GSEQ 5.0和Gephi软件获取并绘制高分组与低分组学习者编程学习中的行为序列图。对比两图，研究者发现两组学习者都在独立尝试编写代码后，再选择与系统进行交互，表明都有自主编写代码与独立思考的意识；在“提交代码”之后，两组学习者都倾向于点击“学习递归”。这反映了人工智能辅助编程学习下依然不能忽视基础知识的引导。

但在解决编程问题的方式上两组学习者呈现出差异。高得分、高完成度的学习者更注重利用编程辅助系统的代码纠错与代码注释功能，进行编程的规范和习惯的培养；而低得分、低完成度的学习者则更依赖系统提供的提示与辅助资源来克服学习障碍。

4.3. 使用意愿分析

本研究依据扎根理论对访谈内容进行编码，发现该系统可以辅助学生理解、促进学习，但是仍存在网络、交互设计等问题。并且，对使用后技术接受度问卷进行描述性分析，其中有用性的平均值为 3.52，易用性的平均值为 3.64，可见学生对系统给予较高评价。同时，本次实验系统设置使用意愿的二元选择问卷，其中有效反馈样本数为 10，愿意继续使用占比为60%。这表明较多学生对当前系统的使用持积极态度，愿意使用该系统辅助自己的编程学习。

通过对以上内容综合分析，得出以下结论：编程辅助系统在编程学习中起到了较为重要的作用，通过提供编程思路、错误提示等，帮助用户提高编程效率，这也是许多学生愿意继续使用该系统的原因。但在用户体验上仍存在一些问题，例如网络连接时有问题，影响使用体验；注释与编程内容的区分不够清晰，容易混淆，这也可能导致部分用户不愿继续使用。

另外，对问卷结果进行分析可知，学生在使用该系统前后，递归思想知识测试的成绩和计算思维的整体水平没有显著变化，这可能因为编程学习内容局限于单一递归算法案例，缺乏多场景知识迁移训练，并且实验时间过短无法对学生产生显著影响有关。

5. 总结

本研究围绕基于双模型的编程学习辅助系统的构建与应用展开。通过调用基础大模型与学生进行交互和知识性学习辅助，通过调用代码大模型对学生进行代码编写辅助，并且开展了系列实验，验证其有效性。具体结论如下：基于双模型的编程辅助系统在技术实现上可行，有效提升学生撰写代码质量；不同能力水平的学习者在解决编程问题的模式上呈现出差异性，可以提供个性化辅助；系统在帮助学生理解编程概念、提高效率等方面起到较为重要的作用。

另外，本研究也存在不足之处，例如研究选取样本过少，实验时间较短，案例单一，需要持续分析辅助系统对学生编程学习的长期效果。

致谢

本论文受到国家级大学生创新创业训练计划资助(项目编号：202410027030)。

参考文献

北京智谱华章科技有限公司.(2022).CodeGeeX 大模型：让 AI 帮你写代码.智谱. https://www.zhipuai.cn/news/42

卢宇, 余京蕾,陈鹏鹤 & 李沐云.(2023).生成式人工智能的教育应用与展望——以 ChatGPT 系统为例.中国远程教育(04),24-31+51.

孙丹, 朱城聪,许作栋 & 徐光涛.(2024).基于生成式人工智能的大学生编程学习行为分析研究.电化教育研究(03),113-120.

徐慧,鞠小林 & 王皓晨.(2023).大模型下编程教学面临的挑战与应对.计算机教育(11),60-64.

张熙,杨小汕 & 徐常胜.(2023).ChatGPT 及生成式人工智能现状及未来发展方向.中国科学基金(05),743-750.

张屹, 陈邓康, 付卫东, 刘金芳,林裕如 & 丁双婷.(2024).基于新课标的中小学生计算思维量表构建研究.电化教育研究(03),90-98.

Team Glm. (2024). ChatGLM: A family of large language models from GLM-130B to GLM-4 all tools. arXiv.Org. https://arxiv.org/abs/2406.12793

基于 K 近邻算法与人工智能的互动学习平台个性化推荐机制开发

Development of Personalized Recommendation Mechanism of Interactive Learning Platform based on K-Neighbor Algorithm and Artificial Intelligence

张韶宸，韩瑞芳
元智大学资讯传播系
华中师范大学新闻传播学院
*changsc@saturn.yzu.edu.tw

【摘要】 随着高校教育的不断发展，数位学习平台逐渐成为提高学习质量的重要工具。然而，这些平台在实际应用中面临着学生学习动力下降、畏难情绪及缺乏个性化体验等多重挑战。基于此，本研究通过整合内容管理系统(CMS)、评价系统、推荐系统和用户界面应用程序，提出了一种基于系统架构的大学生学习平台模型，结合自我调节学习理论，形成互动式学习闭环。本研究在台湾一所大学的数据库系统导论课程中进行了实验，结果显示，分别有 74%和 73%的学生对该平台感到满意。

【关键词】 自我调节学习；推荐系统；学习成果；可用性

Abstract: With the continuous development of college education, the digital learning platform has gradually become an important tool to improve the learning quality. However, these platforms are faced with multiple challenges, such as students' decreased learning motivation, fear of difficulties and lack of personalized experience. Based on this, by integrating the content management system (CMS), evaluation system, recommendation system and user interface application program, this study proposes a learning platform model for college students based on the system architecture, and combines the self-regulation learning theory to form an interactive learning closed-loop. This study was conducted in a database system introduction course at a university in Taiwan, and showed that 74% and 73% of students were satisfied with the platform, respectively.

Keywords: Self-regulated Learning, recommendation, Learning Outcomes, Usability

1.引言

现在，大多数大学都通过数位学习平台提供课程，数位学习主要是作为一种混合的学习方式融入高等教育，补充了由学者提供的传统面对面教学(Sułkowski et al.,2024)。数位学习的定义是利用信息和通信技术，通过提供资源和服务以及远程交流与合作，提高学习质量(Alonso et al., 2005)。但随着时间推移，数字环境也带来了许多困难。例如 Chiekezie 和 Okafor (2024)的研究表明数位学习缺乏面对面互动，可能会使学生失去积极性，并导致过早退出学习过程。另一方面，技术的使用经常会导致干扰，学生可能会因为使用社交媒体和游戏(Judijanto et al., 2024)而分散注意力，最终导致放弃数位学习平台。

在这种情况下，“在线环境中学生的自我调节学习很重要(Wang & Chung, 2024)”。许多研究表明，自我调节学习(Self-Regulated Learning, SRL)通常是学生学习成功的重要因素。Nguyen 等人(2024)的研究认为作为一个关键的支架，自我调节学习还可以激发他们的内在学习动力，从而对他们的教育成果产生协同效应。同时，自我调节学习可以有效地提高学生的学术成就

(Capin et al., 2023)。基于此，本研究提出一个基于系统架构的学习平台，为大学生提供个性化的学习路径建议，内容管理系统(CMS)、评价系统、推荐系统和用户界面应用程序组成了系统架构。同时在大学的数据库系统导论课上进行了一项实验，以评估该平台的实用性和易用性。

2.文献综述

2.1. 自我调节学习

自我调节学习(SRL)被定义为一个动态的过程，在这个过程中，学生积极地参与并保持有条不紊地专注于实现自己目标的态度、行为和认知过程(Zimmerman & Schunk, 2011)。所有的自我调节学习模式都认为，自我调节学习过程可分为三个阶段：准备、表现和评估(Panadero, 2017)。系统通过实时追踪学生的学习行为，包含测验成绩與学习时长，结合 SRL 的“准备-表现-评估”三阶段，动态调整推荐内容，辅助学生完成自我调节。

2.2. 自我调节学习系统

MetaTutor 是一种基于超媒体的智能学习系统，旨在支撑大学生在学习人体循环系统的过程中的自我调节学习。Azevedo 等人(2022)的 MetaTutor 系统虽未直接命名 CAMM 框架，但其设计体现了认知、情感、元认知与动机维度的整合。随后 Järvelä等人(2024)进一步将这一框架命名为 CAMM，强调通过动态数据优化适应性反馈的机制。

2.3. 推荐的学习系统

为了提高学习效率，Adewale 等人(2024)提供了一个个性化的自适应普及系统，以增强学习者的控制能力和认知学习能力等学习条件。研究结果表明，奈伊夫贝叶斯算法的平均 ROC 值为 0.979，FP 率为 0.04，分类准确率越高，学习者表现越好。教师可以根据学生表现，将系统的反馈信息作为指导工具，从而帮助学生获得有用的学习成果。

3.研究方法

本研究采用设计科学研究方法(Design Science Research)，通过构建原型系统(CMS、评估、推荐、界面四大模块)并开展实证实验，验证平台的有效性。

3.1. 内容管理系统

教师可利用该系统定制课程的工作流程，学生的学习内容以文本文档的形式呈现，并附有插图。学习系统可以使用模块、章节等树形结构来拥有多个学习内容。

3.2. 评估系统

学习路径的动态调整逻辑为：评估系统将测验结果输入推荐系统，KNN 算法根据历史数据聚类，生成‘绿色/黄色/红色’标签，CMS 据此更新内容优先级。

3.3. 推荐系统

推荐系统模型采用 KNN 算法建立。此外，还通过 SRL 理论分析学生的目标设定与进度管理，实现系统智能调节与学生自我调节的双向协同，四组集群见(图 1)。

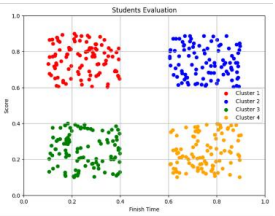


图 1 学生分组分类

推荐系统的运行过程如(0)所示。更新后的推荐系统学习路径的结果用颜色表示：绿色表示学生已完全理解该节内容。黄色表示学生尚未完全掌握该部分内容，可以重复或跳过。红色表示学生在学习该节内容时仍有困难；因此，学生需要重修该节内容。

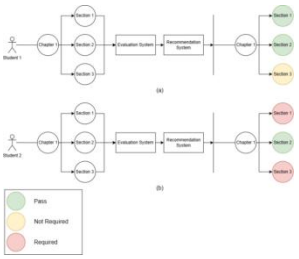


图 2 如何向(a)优秀学生和(b)需要关注的学生提出建议

3.4.用户界面应用程序

界面显示在(图 3)，主页上的“仪表盘”功能允许学生监控自己的学习进度，测验分数以及网站使用频率。模块页面包括相应模块的当前工作状态。内容页面上提供了学习章节的部分学习材料。测验页面对学生所学章节进行定时评估测试。

图 3 学习平台的用户界面，包括主页、模块、内容和测验

4.研究发现

本研究在台湾一所大学的数据库系统导论课程中进行了一项实验。完成学习平台的学习后，我们用 13 个问题对学生进行问卷调查，问题 1~6 和问题 7~13 分别归类为有用性和易用性。(04)显示了学生对各种理论的回答。绿色代表“非常同意”，红色代表“非常不同意”。高满意度(74%)可能源于推荐系统的精准性(如 KNN 对低分学生的重复建议)与界面直观性(如进度仪表盘)；但 2%不满用户反馈‘重复推荐冗余’，表明算法需优化阈值。

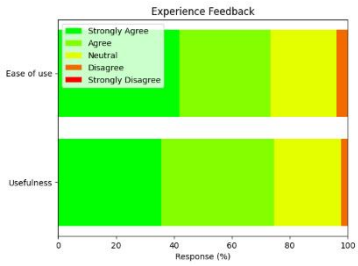


图 4 实用性和易用性类别的满意度调查结果

5.结论与讨论

5.1.研究结论

目前，“数位学习变得越来越流行，甚至成为人们生活的核心(Huang et al., 2021)”。但不可否认的是，当前的数位学习平台是创新与挑战的交织(Liuwanyue, 2024)。“尤其是学习参与度低和学习成果不佳已成为数位学习平台越来越关注的问题(Goli et al., 2022)”。因此，本研究开发了一个包含用户界面应用程序、评估系统、推荐系统和内容管理系统(CMS)的系统架构

平台，并将其应用到台湾一所大学的课程中进行测试。该研究的意义在于“数字时代数位学习方法的潜在转变(Latifah et al., 2024)”。希望通过开发一个响应性、个性化、尖端的技术平台，能够为更包容和有效的数位学习开辟新的范式。

5.2.未来可能的改进

然而，尽管总体反馈是积极的，但仍有一些领域需要进一步讨论和改进。未来的研究可以从多媒体内容整合方面着手，将学习内容扩展到其它多媒体元素；通过采用自适应学习算法进一步个性化学习体验；还可以整合社交学习功能，促进学生之间的知识共享，从而增强协作学习体验；同时要注意确保与移动设备兼容并开发专门的移动应用程序，提高可访问性和便利性。

参考文献

Adewale, O. S., Agbonifo, O. C., Ibam, E. O., Makinde, A. I., Boyinbode, O. K., Ojokoh, B. A., ... & Olatunji, S. O. (2024). Design of a personalised adaptive ubiquitous learning system. Interactive Learning Environments, 32(1), 208-228.

Alonso, F., López, G., Manrique, D., & Viñes, J. M. (2005). An instructional model for web-based e-learning education with a blended learning process approach. British Journal of educational technology, 36(2), 217-235.

Azevedo, R., Bouchet, F., Duffy, M., Harley, J., Taub, M., Trevors, G., ... & Cerezo, R. (2022). Lessons learned and future directions of metatutor: Leveraging multichannel data to scaffold self-regulated learning with an intelligent tutoring system. Frontiers in Psychology,13, 813632.

Capin, P., Stevens, E. A., & Vaughn, S. (2023). Self-Regulation and Reading Comprehension: Integrating and Aligning to Improve Reading Outcomes. Mind, Brain, and Education, 17(4), 362-372.

Chiekezie, C. J., & Okafor, C. P. (2024). E-LEARNING IN NIGERIAN HIGHER INSTITUTIONS: A PRECURSOR TO SUSTAINABLE NATIONAL DEVELOPMENT. Journal of Educational Research & Development, 7(1).

Goli, A., Chintagunta, P. K., & Sriram, S. (2022). Effects of payment on user engagement in online courses. Journal of Marketing Research, 59(1), 11-34.

Huang, N., Zhang, J., Burtch, G., Li, X., & Chen, P. (2021). Combating procrastination on massive online open courses via optimal calls to action. Information Systems Research, 32(2), 301-317.

Järvelä, S., & Hadwin, A. (2024). Triggers for self-regulated learning: A conceptual framework for advancing multimodal research about SRL. Learning and Individual Differences, 115, 102526.

Judijanto, L., Late, M., & Djafri, N. (2024). USING COMMUNICATION TECHNOLOGY IN EDUCATION: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES. Jurnal Komunikasi, 2(5), 369-382.

Latifah, N., Joshi, N., Tyas, N. K., Fitriani, N., & Oktaviana, A. (2024). Virtual Classroom in the Hand: Adapting an E-Learning Platform for English Language Learners. International Journal of Language and Ubiquitous Learning, 2(4), 500-507.

Liuwanyue, S. (2024). Course genres classification of music e-learning platform based on deep learning big data intelligent processing algorithm. Entertainment Computing, 50, 100704.

Nguyen, A., Lämsä, J., Dwiarie, A., & Järvelä, S. (2024). Lifelong learner needs for human-centered self-regulated learning analytics. Information and Learning Sciences, 125(1/2), 68-108.

Panadero, E. (2017). A review of self-regulated learning: Six models and four directions for research. Frontiers in psychology, 8, 422.

Sułkowski, Ł., Kolasińska-Morawska, K., Brzozowska, M., Morawski, P., & Seliga, R. (2024). Application of e-learning platforms by higher education institutions during the COVID-19 pandemic: The Polish perspective. Human Technology, 20(3), 446-467.

Wang, L. C., & Chung, K. K. H. (2024). The influences of cognitive abilities on self-regulated learning in online learning environment among Chinese university students with learning disabilities. The Internet and Higher Education, 62, 100947.

Zimmerman, B. J., & Schunk, D. H. (2011). Self-regulated learning and performance: An introduction and an overview. Handbook of self-regulation of learning and performance, 15-26.

AI 支持的反馈对探究式学习中概念图构建的影响研究

Effects of AI- supported Feedback on Concept Mapping in Inquiry-Based Learning

白现萍[1,2]，欧阳璠[1*]
[1]浙江大学教育学院
[2]新疆师范大学教育科学学院
[*] fanouyang@zju.edu.cn

【摘要】本研究探讨了不同类型的 AI 反馈对探究式学习（IBL）中概念图构建的影响。设计了三种反馈类型：无 AI 反馈、AI 支持的单向反馈和 AI 支持的双向反馈，并采用多模态学习分析方法进行比较分析。结果表明，AI 支持的单向反馈促进了学生的认知和行为，情绪压力较小；AI 支持的双向反馈促进了学生的元认知发展，但情绪压力较大；无 AI 反馈未能显著促进参与，并导致较大情绪波动。基于此，研究提出了相应的教学和分析方法建议。

【关键词】 探究式学习(IBL)；计算机支持的概念图；AI 支持的反馈；多模态学习分析

Abstract: *This study explores the impact of different types of AI feedback on concept mapping in Inquiry-Based Learning (IBL). Three feedback types were designed: no AI feedback, AI-supported one-way feedback, and AI-supported two-way feedback, and a multimodal learning analysis method was employed for comparative analysis. The results indicated that AI-supported one-way feedback promoted students' cognitive and behavioral engagement with minimal emotional stress; AI-supported two-way feedback enhanced students' metacognitive engagement, though it resulted in higher emotional stress; no AI feedback did not significantly promote engagement and led to greater emotional fluctuations. Based on these findings, the study offers insights into teaching strategies and analytical methods.*

Keywords: Inquiry-based learning (IBL), Computer-supported concept map, AI-supported feedback, Multimodal learning analytics

1. 引言

探究式学习(IBL)通过鼓励学生提出问题、调查和构建知识，提升了学生的学习参与度、成绩和解决问题的能力。然而，学生在面对复杂任务时难以独立完成高质量的探究任务，且成功的探究式学习需要良好的信息搜索和过滤能力、持续的内在动力以及充分的指导支持(Litmanen et al., 2012)。概念图通过图形化方式将复杂知识可视化，帮助学生直观理解概念间的层级关系和联系(Novak & Cañas, 2008)。在探究式学习中，概念图能够系统化零散知识点，形成完整知识网络，促进学生深入理解概念间的内在联系，从而发展高阶思维能力。计算机支持的概念图(CSCM)帮助学生可视化信息和概念，有助于对探究内容的理解和构建(Chang & Yang, 2023)。然而，知识的视觉呈现并不总能保证高质量的探究式学习(Liang et al., 2021)。为了提高探究式学习的有效性，AI 支持的反馈(如单向和双向反馈)被用来激发学生的高阶思维和自主学习能力。先前的研究对 AI 支持的反馈的效果持不同观点：一些研究认为 AI 支持的反馈提供了个性化和及时反馈，可以提高学习效果(Khaddage & Melki, 2024)，而另一些研究认为其存在过渡依赖 AI 的风险，降低学生的自主学习能力(Li et al., 2024)。本研究在概念

图制作平台中嵌入三种反馈类型(无反馈、AI 支持的单向反馈、AI 支持的双向反馈)，并利用多模态学习分析方法来探讨这些反馈对探究式学习的影响。本研究为未来教育教学中使用 AI 支持的反馈提供了理论和实践见解。

2. 研究现状

2.1. 反馈和 AI 支持的反馈

反馈是影响学习的关键因素之一。从认知主义角度来看，反馈是提供有关个人表现或理解方面的信息(Hattie & Timperley, 2007)；从建构主义角度来看，反馈可以被定义为一种过程，关注学习过程中的行为(Winstone et al., 2022)；从社会建构主义角度来看，反馈是学生通过持续对话共同构建知识的过程(Askew & Lodge, 2000)。本研究认为，反馈是学生通过持续对话主动构建知识的过程，并通过理解和解释与表现相关的信息来促进学习。反馈可以由教师、同伴和技术提供，其中技术支持的反馈通过学习分析和 AI 算法生成实时、针对性的反馈，克服了教师和同伴反馈的局限性(Liu et al., 2023)。尽管基于 AI 的反馈系统在教育中得到广泛应用，但大多数反馈仍为结果性、静态和单向的，其有效性较低。

2.2.探究式学习和概念图

探究式学习是一种以学生为中心的教育方法，强调通过主动探索和发现问题培养学生的批判性思维、问题解决能力和自主学习能力 (Pedaste et al., 2015)。成功的探究式学习往往与精心的教学设计，技术增强的学习环境和教师的指导和支持有关。在探究式学习中，计算机支持的概念图构建平台常被用来帮助学生促进知识整合、增强记忆和理解以及减少认知负荷。

2.3.计算机支持的概念图构建和 AI 支持的反馈

在探究式学习中，尽管计算机支持的概念图有助于提升学习效果，但在提供及时反馈，个性化指导,动态适应性以及持续的高质量学习等方面，往往会遇到挑战(Wang, 2019)。其中技术支持的反馈机制可以评估学生的学习效果，提供及时反馈，激发学生的学习兴趣，引导学生思考和反思(Lazonder & Harmsen, 2016)。近年来，AI 支持的反馈系统在教育中得到广泛应用，尤其是在探究式学习中。从反馈的交互方向来看，AI 支持的反馈分为单向和双向。具体来讲，AI 支持的单向反馈主要通过提供纠正错误、激励进步等信息来帮助学生(Winstone et al., 2022)，而 AI 支持的双向反馈则注重与 AI 的互动交流，解决复杂问题(Su et al., 2023)。研究发现，两种反馈对学生学习表现和概念图构建有不同影响，例如某些研究表明 AI 支持的单向反馈可以提高学生的学习成绩和自我效能，而其他研究则认为单向反馈和双向反馈对学习效果没有显著影响(Guo et al., 2023)。此外，有研究指出，AI 支持的反馈可能并未显著改善探究式学习中概念图的构建过程，甚至可能增加师生之间的信任危机。因此，需要进一步探索不同类型的 AI 反馈对探究式学习的影响。

2.4.多模态学习分析

多模式学习分析(MMLA)在测量探究式学习(Inquiry-Based Learning)方面提供了多种有效方法，克服了传统学习测量依赖单一数据来源(如日志数据或自我报告问卷)的局限性(Song et al., 2022)，如无法捕捉探究式学习过程中的动态性和多维性。MMLA 通过综合多模态数据和多样化的分析策略，能够更深入地理解学习过程和结果，为教育研究提供有价值的见解。然而，在探究式学习中整合多种模态数据探究学习过程的研究较少。因此，本研究在学生的探究学习过程中同时收集了录屏数据和心率数据，以增加对探究学习过程的细粒度监测，并为多模态学习分析在探究式学习中的应用提供更多实证依据和理论支持。

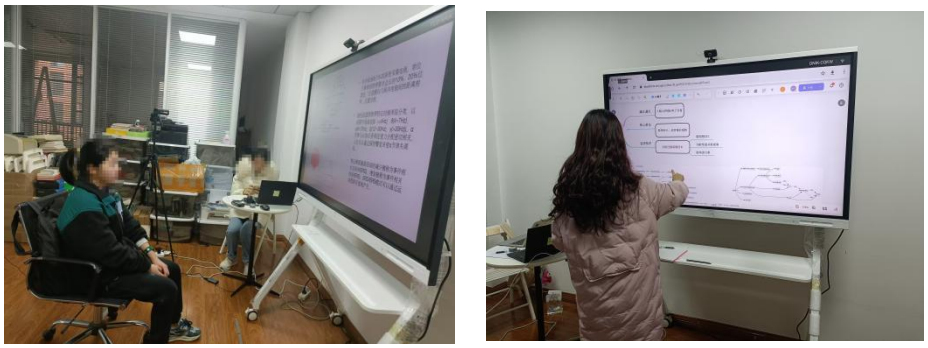
本研究开发了一种 AI 支持的反馈工具，该工具能够根据学生的文本输入生成概念图，并通过对话互动支持和改进反馈。研究探究了三种条件：无 AI 反馈、AI 支持的单向反馈和 AI

支持的双向反馈。使用了多模态学习分析方法来收集和分析多种数据类型，探究三种反馈条件对探究环境下概念图构建过程的影响。

3. 研究方法

3.1. 研究环境和研究对象

本研究主要是在一个交互式白板上构建概念图。主要分为两个阶段：首先，学生观看学习视频(主题是与生物相关的科学知识)(见图 1a)；其次，学生在交互式白板上利用在线概念图制作平台工具构建概念图(见图 1b)。该平台可在构建概念图的过程中提供概念图反馈和 AI 对话交流功能，帮助学生构建概念图。研究人员在中国某顶尖综合型大学招募了 60 名在校生。60 名学生被随机分为 3 组：对照组（无 AI 反馈）(N=20)；实验组 1（AI 支持的单向反馈）(N=20)；实验组 2（AI 支持的双向反馈）(N=20)。



(a) 观看视频　　(b) 构建概念图活动

图 1. 概念图构建活动

3.2.AI 反馈工具的设计

本研究开发了一种 AI 反馈工具，可根据文本输入自动生成概念图，并实现学生与 AI 的互动(见图 2)。概念图反馈利用 Python 与提示语来实现，重点是将文本的关键概念及其关系进行可视化呈现。提示语使生成的概念图反馈更符合人类的认知逻辑。此外，对话功能通过嵌入概念图平台的智能问答工具来实现，使学生能够直接与 AI 互动。研究团队以 AI 反馈工具为基础设计了三种反馈方式，即无 AI 反馈(提供基于文本的反馈)、AI 支持的单向反馈(提供 AI 处理过的概念图反馈)和 AI 支持的双向反馈(提供 AI 处理过的概念图反馈，同时可以与 AI 对话)(见图 3)。

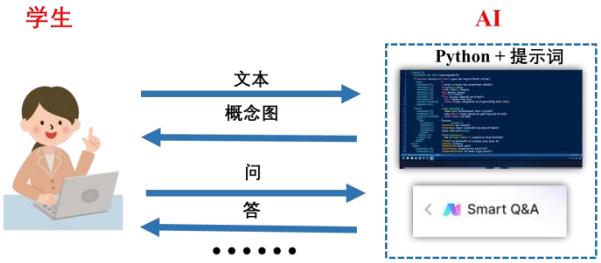


图 2. AI 反馈工具功能设计

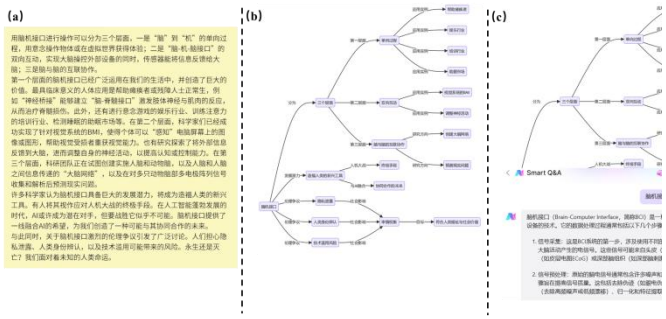


图 3. 三种反馈类型. (a) 无 AI 反馈, (b) AI 支持的单向反馈, (c) AI 支持的双向反馈

3.4.数据收集和分析

本研究收集学生概念图构建过程中的录屏数据和心率数据。录屏数据是指学生在构建概念图过程中的操作行为，从白板屏幕的录制(N = 60)中收集。心率数据指的是学习活动中的

PPG，由定制设计的腕带(Erband)收集。我们使用了点击流分析、频域分析、趋势分析和认知网络分析等分析方法来分析数据。

针对研究问题,我们分析了不同条件下学生探究学习过程中的屏幕记录数据和PPG信号。首先，基于先前的研究(Ouyang et al., 2021)，制定了一个编码框架，从行为、认知和元认知三个维度对屏幕录屏记录进行分析(见表 1)，对上面三个维度的编码进行了认知网络分析（ENA），以确定三种情况的认知结构差异。其次，我们使用频域分析法(FDA)，并采用滑动窗口法，窗口长度为 30 秒，步长为 20 秒，将原始 PPG 信号分解为低频(LF)和高频(HF)，采用的是中科心研的数据处理平台。

表 1. 行为、认知和元认知参与度的编码框架

维度	子维度	编码	描述
行为	添加节点	AaN-B	一名学生在概念图上添加了一个节点。
	添加连接	AaC-B	一名学生在概念图上添加了链接。
	重组和重新布局	RaR-B	一名学生拖动了节点或链接；一名学生删除了节点或链接。
	参考反馈意见编辑文本	RF-B	一名学生根据完全反馈意见编辑文本。
	结合反馈和自己的理解编辑文本	RFR-B	一名学生根据反馈意见并结合自己的理解编辑文本。
认知	记忆和理解	RU-C	一名学生在概念图上创建了记忆和理解的概念或观点。
	应用和分析	AA-C	一名学生在概念图上创建了应用和分析的概念或观点。
	综合和评估	SE-C	一名学生在概念图上创建了综合和评价的概念或观点。
元认知	查看反馈	VF-M	一名学生在反馈区拖动屏幕或查看反馈区。
	参考反馈构建概念图	CCF-M	一名学生在观看反馈后为概念图添加了结构和框架，包括节点和连接。
	修改概念图	MC-M	一名学生修改已完成概念图的结构、框架和文本。
	观察概念图	OC-M	一名学生将屏幕拖到概念图构建区，或将视线注视在概念图构建区。

4. 研究结果

4.1 不同的反馈条件对学生的行为、认知和元认知参与度的影响

从行为、认知和元认知三个维度对学生的概念图构建过程进行了认知网络分析。ENA 图显示，三种情况具有相似的认知结构。三种条件下的网络中心点在第一个维度(x)上似乎存在一些差异。然而，无 AI 反馈条件和 AI 支持的单向反馈条件的网络中心点在第一个维度(x)上存在差异。为了评估统计意义，进行了独立样本 t 检验，结果显示在第一个维度上没有差异(meanNA=0.05，meanAOF=-0.05；p=0.24；t=1.20)(见图 4a)。三组的认知网络结果还表明，与 AI 支持的单向反馈条件(见图 4c)和 AI 支持的双向反馈条件(见图 4d)组的学生相比，无 AI 反馈条件(见图 4b)组的学生的 CCF-M&RFR-B 连接更强。此外，与无 A 反馈条件和 AI 支持的单向反馈条件相比，AI 支持的双向反馈条件下 VF-M&RFR-B, AaN-B&RFR-B 以及 CCF-M&RFR-B 的联系更强。

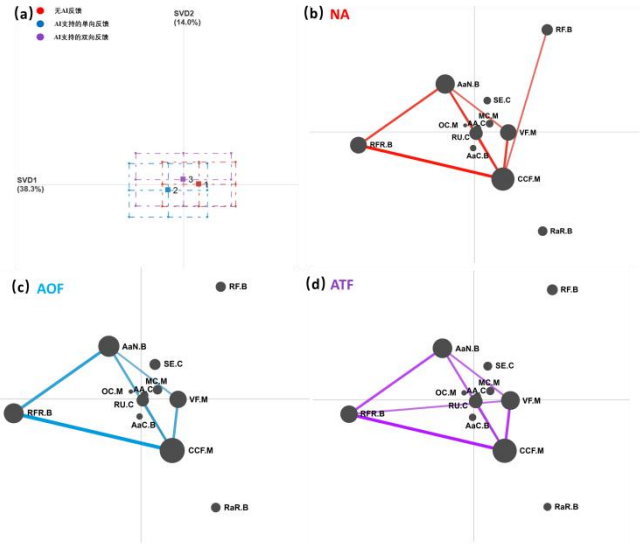


图 4. 三种条件下的认知网络图谱。(a) 中心点分布图，(b) NA 条件下的平均网络图，(c)AOF 条件下的平均网络图，(d)ATF 条件下的平均网络图。注. *仅绘制强度超过 0.2 的链接。*

此外，本研究还构建了减法认知网络来进一步探究三种反馈条件下学生概念图构建过程的差异。首先，当比较 AI 支持的双向反馈条件和 AI 支持的单向反馈条件时(见图 5a)，AI 支持的单向反馈条件下的学生比 AI 支持的双向反馈条件下的学生有更强的 RFR-B & AaN-B 和 RFR-B & CCF-M 连接，而 AI 支持的双向反馈条件下的学生有更强的 VF-M & RU-C 连接。其次，比较 AI 支持的双向反馈条件和无 AI 反馈条件(见图 5b)，AI 支持的双向反馈条件下的学生在 VF-M 和 OC-M 方面的联系更强，而无 AI 反馈条件下的学生在 AaN-B&RFR-B 以及 RFR-B&RaR-B 方面的联系更强。第三，当比较 AI 支持的单向反馈条件和无 AI 反馈条件时(见图 5c)，AI 支持的单向反馈条件下的学生在 AaN-B&SE-C 和 SE-C&CCF-M 之间有更强的联系，而无 AI 反馈条件下的学生在 CCF-M&RU-C 和 RU-C&RF-B 之间有更强的联系。总体而言，认知网络结构表明，在 AI 支持的双向反馈条件下，学生倾向于查看反馈和观察概念图；而在 AI 支持的单向反馈条件下，学生倾向于添加节点，根据反馈创建概念图，并在综合和评价层面形成认知结构。相反，在无 AI 反馈条件下，学生倾向于根据反馈绘制概念图，并在记忆和理解层面形成认知结构。

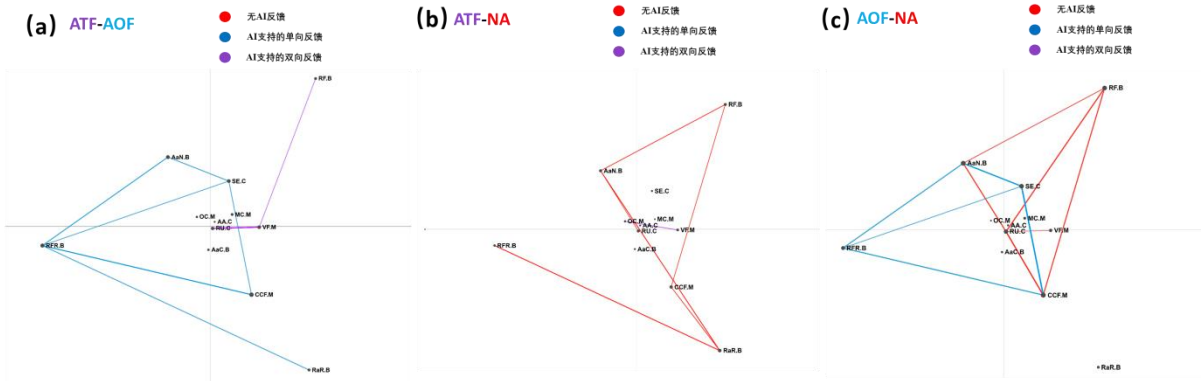


图 5. 平均网络对比详情：(a) ATF 与 AOF 之间的减法网络；(b)ATF 与 NA 之间的减法网络；(c)AOF 与 NA 之间的减法网络。注. *链接强度高于 0.03 的被绘制在减法的网络中。*

4.2.2 不同的反馈条件对学生心率的影响

对三种反馈条件的 LF/HF 比值进行了趋势分析(见图 6)。AI 支持的双向反馈条件的 LF/HF 比值在整个学习过程中最为稳定，在最后 15 分钟略有波动，在最后 10 分钟达到峰值。

总体平均值高于其他两种条件。AI 支持的单向反馈组的平均值低于其他两种反馈。相反，无 AI 反馈组的总体 LF/HF 比值最大(见图 8)。

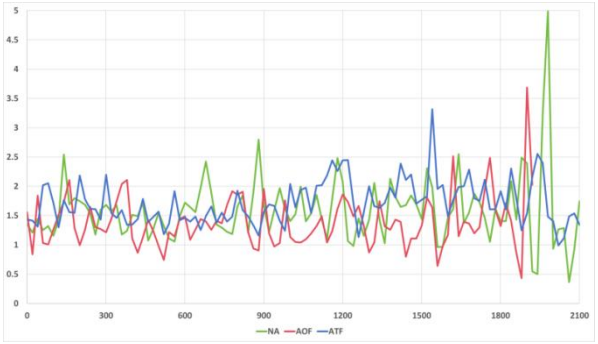


图 6. 三种不同反馈下学生的 LF/HF 比值趋势分析

5. 讨论和启示

这项研究表明，将 AI 支持的反馈是嵌入到在线概念图构建平台中，能显著影响学生的探究学习过程。结果发现，AI 支持的单向反馈提高了学生的行为和认知参与度，同时学生的情绪表现出较低的压力水平，原因可能是 AI 生成的概念图反馈给学生提供了清晰的结构化指导，帮助了理解和组织知识，从而降低了认知负荷和情绪压力。相比之下，AI 支持的双向反馈增加了元认知参与，表现出更高的情绪压力水平，原因可能是 AI 提供的概念图反馈和对话反馈，要求学生进行即时反思和回应，促进了学生的元认知能力和自我调节能力，要求学生不断调整思维和策略，导致情绪压力上升。无 AI 反馈组的学生表现出更大的情绪波动，但认知、行为和元认知参与度却没有得到提高，原因可能是文本反馈缺乏结构化和即时性，无法提供有效的学习支持，导致学生在学习过程中感到迷茫和焦虑，从而引发情绪波动。这些发现凸显了 AI 反馈在促进探究学习过程中的作用，同时也提醒了双向反馈可能增加学生的情绪压力。

本研究提出了对未来探究式学习的教学和分析方面的启示。从教学角度看，教师应理解 AI 支持的反馈的优缺点，合理应用，利用单向反馈提供及时指导，双向反馈促进元认知和自我调节。从分析角度看，探究式学习过程的动态复杂性要求多模态数据分析，如皮肤电活动、眼动追踪等，以更精准地捕捉学习行为和多维互动(Moundridou et al., 2024)。多模态数据整合能够揭示学习模式的细节和潜在关系，未来应结合机器学习和深度学习等技术，开发更有效的多层次学习行为模型，追踪探究式学习过程中的动态变化(Mu et al., 2020)。

6. 研究结论和局限

本研究开发了一个 AI 工具，设计了三种反馈类型，探讨其对探究式学习过程的影响。研究发现，AI 支持的单向反馈促进了学生的行为和认知参与度，并降低了学生的情绪压力。AI 支持的双向反馈促进了学生的元认知发展，但是学生的情绪压力较大。无 AI 反馈对学生的行为、认知和元认知参与没有促进效果。本研究存在两个局限：首先，样本量较小、研究时间较短，建议未来增加样本量、延长研究周期并进行纵向分析；其次，多模态数据的复杂性可能导致过度解读。未来研究应加强数据校准和理论验证，以确保准确性和可解释性。本研究证实了 AI 支持的反馈对探究式学习有积极影响，并为未来的研究和应用提供了方向。

参考文献

Al Mamun, M. A., Lawrie, G., & Wright, T. (2020). Instructional design of scaffolded online learning modules for self-directed and inquiry-based learning environments. *COMPUTERS*

& EDUCATION, *144*, 103695.

Askew, S., & Lodge, C. (2000). Gifts, ping-pong and loops – linking feedback and learning. In *Feedback For Learning* (pp. 1–17). Routledge.

Chang, C.-Y., & Yang, J. C. (2023). Concept mapping in computer-supported learning environments: A bibliometric analysis. *Interactive Learning Environments*, *31*(10), 6678–6695.

Darvishi, A., Khosravi, H., Sadiq, S., Gašević, D., & Siemens, G. (2024). Impact of AI assistance on student agency. *Computers & Education*, *210*, 104967.

Dobber, M., Zwart, R., Tanis, M., & van Oers, B. (2017). Literature review: The role of the teacher in inquiry-based education. *Educational Research Review*, *22*, 194–214.

Fu, S., Gu, H., & Yang, B. (2020). The affordances of AI-enabled automatic scoring applications on learners' continuous learning intention: An empirical study in China. *British Journal of Educational Technology*, *51*(5), 1674–1692.

Gijlers, H., & de Jong, T. (2013). Using Concept Maps to Facilitate Collaborative Simulation-Based Inquiry Learning. *The Journal of the Learning Sciences*, *22*(3), 340–374.

Guo, K., Zhong, Y., Li, D., & Chu, S. K. W. (2023). Effects of chatbot-assisted in-class debates on students' argumentation skills and task motivation. *Computers & Education*, *203*, 104862.

Hagemans, M. G., van der Meij, H., & de Jong, T. (2013). The effects of a concept map-based support tool on simulation-based inquiry learning. *Journal of Educational Psychology*, *105*(1), 1–24.

Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, *77*(1), 81–112.

Hooda, M., Rana, C., Dahiya, O., Rizwan, A., & Hossain, M. S. (2022). Artificial Intelligence for Assessment and Feedback to Enhance Student Success in Higher Education. *Mathematical Problems in Engineering*, *2022*(1), 5215722.

Khaddage, F., & Melki, A. (2024). *Utilising AI Tools and ChatGPT in Inquiry-Based Learning: A Paradigm Shift in Computer Science Education*. 213–218.

Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning: Effects of Guidance. *Review of Educational Research*, *86*(3), 681–718.

Lee, H.-Y., Chen, P.-H., Wang, W.-S., Huang, Y.-M., & Wu, T.-T. (2024). Empowering ChatGPT with guidance mechanism in blended learning: Effect of self-regulated learning, higher-order thinking skills, and knowledge construction. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *21*(1), Article 1.

Li, P.-H., Kinshuk, & Huang, Y.-M. (2024). Enhancing ChatGPT in POE Inquiry Learning for STEM Education to Improve Critical Thinking Skills. In Y.-P. Cheng, M. Pedaste, E. Bardone, & Y.-M. Huang (Eds.), *Innovative Technologies and Learning* (pp. 30–39). Springer Nature Switzerland.

Liang, H.-Y., Hsu, T.-Y., & Hwang, G.-J. (2021). Promoting children's inquiry performances in alternate reality games: A mobile concept mapping-based questioning approach. *British Journal of Educational Technology*, *52*(5), 2000–2019.

Litmanen, T., Lonka, K., Inkinen, M., Lipponen, L., & Hakkarainen, K. (2012). Capturing teacher students' emotional experiences in context: Does inquiry-based learning make a difference?

Instructional Science, *40*(6), 1083–1101.

Liu, Y., Xiong, W., Xiong, Y., & Wu, Y. B. (2023). Generating timely individualized feedback to support student learning of conceptual knowledge in Writing-To-Learn activities. *Journal of Computers in Education*.

Moundridou, M., Matzakos, N., & Doukakis, S. (2024). Generative AI tools as educators' assistants: Designing and implementing inquiry-based lesson plans. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *7*, 100277.

Mu, S., Cui, M., & Huang, X. (2020). Multimodal data fusion in learning analytics: A systematic review. *Sensors (Switzerland)*, *20*(23), 1–27. Scopus.

Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). *The theory underlying concept maps and how to construct and use them*.

Ouyang, F., Chen, Z., Cheng, M., Tang, Z., & Su, C.-Y. (2021). Exploring the effect of three scaffoldings on the collaborative problem-solving processes in China's higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *18*(1), 35.

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, *14*, 47–61.

Schroeder, N. L., Nesbit, J. C., Anguiano, C. J., & Adesope, O. O. (2018). Studying and Constructing Concept Maps: A Meta-Analysis. *Educational Psychology Review*, *30*(2), 431–455.

Shen, H., Knearem, T., Ghosh, R., Alkiek, K., Krishna, K., Liu, Y., Ma, Z., Petridis, S., Peng, Y.-H., Qiwei, L., Rakshit, S., Si, C., Xie, Y., Bigham, J. P., Bentley, F., Chai, J., Lipton, Z., Mei, Q., Mihalcea, R., … Jurgens, D. (2024). *Towards Bidirectional Human-AI Alignment: A Systematic Review for Clarifications, Framework, and Future Directions* (No. arXiv:2406.09264). arXiv.

Song, Y., Cao, J., Yang, Y., & Looi, C.-K. (2022). Mapping primary students' mobile collaborative inquiry-based learning behaviours in science collaborative problem solving via learning analytics. *International Journal of Educational Research*, *114*, 101992.

Su, Y., Lin, Y., & Lai, C. (2023). Collaborating with ChatGPT in argumentative writing classrooms. *Assessing Writing*, *57*, 100752.

Tam, A. C. F. (2024). Interacting with ChatGPT for internal feedback and factors affecting feedback quality. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, *0*(0), 1–17.

Wah, C., Samuel Kai, Reynolds, Rebecca B, Tavares, Nicole J, Notari, Michele, & A Lee, Celina Wing Yi. (2021). *21st Century Skills Development Through Inquiry-Based Learning: From Theory to Practice—PHBern*. Springer International Publishing.

Wang, S. (2019). *Providing Intelligent and Adaptive Support in Concept Map-based Learning Environments*. Arizona State University.

Winstone, N., Boud, D., Dawson, P., & Heron, M. (2022). From feedback-as-information to feedback-as-process: A linguistic analysis of the feedback literature. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, *47*(2), 213–230.

Worsley, M., & Blikstein, P. (2018). A Multimodal Analysis of Making. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, *28*(3), 385–419.

国际视域下数智化技术赋能个性化学习的系统性文献综述——基于 2013-2023 年文献的分析

A Systematic Literature Review on Digital Technology Empowering Personalized Learning from an International Perspective——Based on the Analysis of Literature from 2013 to 2023

岳婷[1]，牟智佳[2*]
[12]江南大学教育技术学系
[*] 1846842075@qq.com

【摘要】 个性化学习一直得到国内外研究者们的广泛关注，通过对个性化学习研究领域动向与特征、数智技术支撑等方面进行系统性分析，发现：（1）个性化学习研究特征体现在场景联结延续、数据多源异构、算法多元智能、内容个性定制；（2）个性化学习数智技术经历了由符号主义、统计主义到连接主义、行为主义的交替演进；（3）个性化学习设计体现为识别需求差异与赋予自主选择的统一，主题涵盖需求分析、路径定制、资源推送、反馈生成等。

【关键词】 *数智化技术；个性化学习；学习分析；教育数据挖掘*

Abstract: *Personalized learning has always received extensive attention from researchers at home and abroad. Through a systematic analysis of the trends and characteristics of personalized learning research and the support of digital intelligence technology, we found that: (1) The characteristics of personalized learning research are reflected in the continuity of scene connection, multi-source heterogeneity of data, multiple intelligence of algorithms, and personalized content customization; (2) Personalized learning digital intelligence technology has undergone an alternating evolution from symbolism, statisticalism to connectionism and behaviorism; (3) Personalized learning design is reflected in the unity of identifying demand differences and granting autonomous choices. Topics include demand analysis, path customization, resource push, feedback generation, etc.*

Keywords: digital intelligent technology, personalized learning, learning analysis, Educational data mining

1. 前言

个性化学习作为一种以学为中心的教育模式，为学生学习内容、方式、时间和地点提供了灵活性选择，是现代教育体系中的一种趋势。研究结果表明，教育人工智能技术的关键优势使教育工作者能够建立个性化的教育途径，以满足个体学习者的需求（Tapalova & Zhiyenbayeva, 2022）。为了较为全面刻画其实践应用，我们从个性化学习分析理论、数智分析技术、教育实践应用等方面进行系统化文献分析，为后续开展个性化学习设计与实践提供研究思路，确立如下研究问题：（1）数智技术支持下个性化学习研究领域整体变化态势如何，聚焦哪些主题，呈现出怎样的研究特征？（2）各类数智化技术何以优化个性化学习服务？

2. 研究设计

2.1. 研究方法

本研究采用系统性文献综述法、主题建模、矩阵分析等方法对个性化学习的相关文献进行

综合分析。系统性文献综述法用于标准化地收集、筛选和评估研究文献，对文献数据进行定量与定性分析。主题建模用于揭示文本数据中的潜藏话题，并通过交互式界面展现话题间相似性和话题关键词。矩阵分析用于对文献研究主题与研究方法进行交叉对比分析，展示两者之间的关联与趋势。

2.2. 研究过程

为了对数智化技术如何支持个性化学习的研究进行系统分析，确认检索主题为“个性化学习”与“数字化技术、教育数据挖掘、教育人工智能”等技术关键词，在中国知网（CNKI）数据库中以“个性化学习”与上述关键词组合进行检索，在 Web of Science、Elsevier、SpringerLink、EBSCO 等主流数据库中，采用“personalized learning”“digital technology”“educational data mining”“artificial intelligence”为关键词进行主题检索。采用 Endnote 文献管理软件去除重复性、与个性化学习无关、不涉及上述各类技术的文献共 118 篇，之后采用“滚雪球”方式对参考文献进行二次检索获得文献 32 篇。汇总后共有 312 篇文献进入综合分析，其中中文文献 21 篇，外文文献 291 篇。

3. 个性化学习研究特征概览

在研究情境类型方面，主要分为课堂学习环境、在线学习环境、混合式学习环境、虚拟学习环境、智慧学习环境，关注以学习者为中心的场景化分析以及不同场景间的统合与联系，注重场景的多样化、延续性、动态性。

研究学段以高等教育为主，基础教育阶段次之。面向高等教育的研究注重学习者知识的主动建构和迁移学习，围绕知识建构组织差异性学习内容。面向基础教育的研究围绕学习者对系统知识的识记与理解，关注学习方式与兴趣偏好的适应匹配。

学科背景涉及计算机科学、数学、英语等学科。在学科知识维度上主要集中于概念性知识与程序性知识，表现为清晰明确的知识结构和操作性强的学习任务。在学科知识体系上，偏向学习逻辑连贯和以良构知识为主的学科单元，注重对个体学习思维过程的分析。

在数据来源方面，主要包括基于集中式采集的学习者个性特征数据、基于伴随式采集的个体学习交互数据、基于周期性采集的个性化学习测评数据，覆盖学习分析、过程监测、结果评测等环节，体现出个性化学习数据采集的针对性、多源性、整体性。

4. 支撑个性化学习的数智技术

4.1. 面向学习诊断识别的语义表示技术

语义表示是将自然语言转化为计算机能够理解的表示形式，目的是让计算机处理和分析人类语言，为人工智能符号主义的典型代表。面向学习诊断识别的语义表示技术主要包括专家系统、语义网络、领域本体等。已有研究主要以测试数据和作业讨论文本为信息来源，基于语义表示技术描绘学习者知能结构，继而对其学习进度进行个性化诊断与定位。

4.2. 面向个性特征分析的统计学习技术

统计学习是基于数学统计原理和数据分析构建概率统计模型，目的是从数据中获取模式和规律，属于人工智能统计主义。面向个性特征分析的统计学习技术主要包括逻辑回归、支持向量机、决策树、朴素贝叶斯等。该类研究从个体学习情况出发，围绕学习风格、认知能力、情绪信息等多维差异特征，运用统计算法进行分析和关联整合。

4.3. 面向分类预测的人工神经网络技术

人工神经网络是使用模型和算法模拟人脑中神经元之间的连接计算过程，以实现预测推理等任务，是人工智能连接主义的典型应用。相对于统计学习，人工神经网络技术主要用于学

习者分类与个性化学习预测。该类研究通过神经网络算法将学习者按照能力水平和学习偏好进行分类，并在特征分析的基础上对学习者学业成绩和辍学概率进行个性化预测，关注学业表现的动态变化。

4.4.面向智能体自适应的强化学习技术

强化学习是智能体根据与环境交互获得的反馈不断调整，以实现最佳行动策略的方法，为人工智能行为主义的代表性成果。强化学习可以有效解决没有标签数据的决策优化问题，主要用于自适应学习推荐。此类研究通过训练智能体与学习者进行交互获得反馈，使模型不断提高推荐准确性实现自适应学习。

4.5.面向个性化辅导的生成式人工智能

生成式人工智能是机器经过大规模数据集训练，能够基于自然语言提示自动生成响应内容，包括大型语言模型、生成式对抗网络、变分自动编码器等。当前研究主要集中在对生成式人工智能所具备的自然语言理解、启发性内容生成、学科知识问答等能力进行分析探讨和初步验证，并将此类技术应用于个性化学习内容生成、动态化学习疑难应答、差异化学习结果判别等方面，为学习者提供个性化学业辅导。

5. 个性化学习主题概览

在个性化学习需求分析方面，研究注重学习者个性特征与学习需求的分析识别，主要依据学习风格、知识层级、学习状态等确定学习需求，例如 Intayoad 等通过在线日志数据获取学习者过去与目前的学习行为、学习状态等，对学习者进行分类推荐（Intayoad et al., 2017）。不同的学习需求表现在任务难度、呈现方式、学习方法等方面需要个性化的调整与适应，通过分析学习者兴趣倾向和知识状态等与学习需求的效应关系。

在个性化学习路径定制方面，研究注重个性化学习过程的分析探究，已有研究聚焦于学习者对学习目标、学习任务、学习资源等不同要素的差异需求，主要通过学习风格模型、个体学习行为分析、认知能力诊断等分析学习者个性优势，结合关联规则和遗传算法等智能方法，制定符合学习者学习习惯、行为特征、认知风格的最优学习路径。

在个性化学习资源推送方面，研究主要以学习者特征分析结果为依据，通过推荐算法与模型为学习者推送差异性的阅读文本、学习视频、练习测验等。在推送系统方面，当前研究集中于自适应学习平台、学习预警系统、智能辅导系统、聊天机器人等平台环境的设计开发，从学习材料推送、学习参与分析、智能学习辅导等方面提供个性化学习支持。

在个性化评估策略方面，研究主要对学习进展情况开展形成性评估。已有研究以学习者初始学习能力为基准，根据学习期望与学习风格等因素提供适应性的测试任务，并结合学习过程对结果数据进行分析，形成精准的个性化评估结果。

在个性化学习反馈指导方面，研究主要通过诊断学习状态形成差异性反馈，以学习者认知特点与评估结果为依据，生成详细的个性化学习分析报告以及具有针对性的学习信息提示。个性化反馈指导的形式主要包括具有指向性的作业、学习视频以及鼓励信息等，基于学习状态和学习问题为学习者提供个性化学习指导，为学习者后续学习发展提供建议。

6. 研究结论

本文采用系统性文献综述法对近十年的个性化学习研究进行系统性分析，分析结论如下：第一，数智技术对个性化学习的影响和驱动在近五年发展较快，研究情境呈现出多样化、延续性、动态性的特征，侧重以学习者为中心的场景化分析。第二，个性化学习的数智技术支撑,从使用数学模型建立机器智能到借助统计概率实现机器学习，再到运用迁移方法实现上下

文感知的行为智能系统，其发展趋势逐渐向人机环境系统迈进。第三，个性化学习主题包含需求分析、路径定制、资源推荐、评估策略、反馈生成。

7. 结语

数智技术的发展与应用有助于构成学生模型精准化、学习计划定制化、学习反馈动态化的个性化学习支持体系。已有研究包括分析、预测、推荐等各方面的个性化学习模型构建与应用，呈现出数据多源、技术驱动、评估全面等特征。未来数据驱动的个性化学习需要多模态的数据聚集与整合、跨场景的学习管理与分析、多样化的技术融合与创新，通过数智技术开展深入的个性化学习主题探究，实现具有过程记录、情境感知、智能评估等特征的智慧学习环境，为支持学生自主发展和能力提升提供更多可能。

参考文献

Becerra-Alonso, D., Lopez-Cobo, I., Gómez-Rey, P., Fernández-Navarro, F., & Barbera, E. (2020). EduZinc: A tool for the creation and assessment of student learning activities in complex open, online, and flexible learning environments[J]. Distance Education, 41(1):86-105.

Bikanga Ada, M. (2018). Using design-based research to develop a Mobile Learning Framework for Assessment Feedback[J]. Research and Practice in Technology Enhanced Learning, 13(1):1-22.

Cardenas, L. S. H., Castano, L., Guzman, C. C., & Alvarez, J. P. N. (2022). Personalised learning model for academic leveling and improvement in higher education[J]. Australasian Journal of Educational Technology, 38(2):70-82.

Intayoad, W., Becker, T., & Temdee, P. (2017). Social context-aware recommendation for personalized online learning[J]. Wireless Personal Communications, 97(11):163-179.

Lechuga, C. G., & Doroudi, S. (2022). Three Algorithms for Grouping Students: A Bridge Between Personalized Tutoring System Data and Classroom Pedagogy[J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 33(12):843-884.

Pourmirzaei, M., Montazer, G. A., & Mousavi, E. (2023). ATTENDEE: an AffecTive Tutoring system based on facial EmotioN recognition and heaD posE Estimation to personalize e-learning environment[J]. Journal of Computers in Education, 10(12):1-28.

Shin, J., & Bulut, O. (2022). Building an intelligent recommendation system for personalized test scheduling in computerized assessments: A reinforcement learning approach[J]. Behavior Research Methods, 54(1):216-232.

Tapalova, O., & Zhiyenbayeva, N. (2022). Artificial Intelligence in Education: AIEd for Personalised Learning Pathways[J]. Electronic Journal of e-Learning, 20(5):639-653.

大型語言模型在教案自動化評量的潛力：以 ChatGPT 為例

The Potential of Large Language Models in Automated Lesson Plan Assessment: A Case Study of ChatGPT

林青欣，張芷瑄，洪煌堯
國立政治大學教育學院
alwayshappyvivi@gmail.com

【摘要】 本研究採用個案研究，透過立意抽樣選取知識翻新教案（n=55），旨在探討 ChatGPT 在未經指令訓練及經指令訓練兩種情境下進行教案自動評量之潛力。研究結果顯示：（1）未經指令訓練時，ChatGPT 自動評量與專家評量的相關係數僅達 0.007，缺乏有效的評量能力；（2）經過指令訓練後，ChatGPT 展現良好的評量信度（$r = 0.766, p < 0.01$），且在效度方面與專家評量達高相關（$r > 0.803, p < 0.01$）；（3）精心設計的結構化指令（包含原則定義、評量尺規與具體例子）是提升 ChatGPT 評量品質之關鍵因素。本研究設計的結構化指令能有效協助教師運用 ChatGPT 評估教案設計，更為大型語言模型輔助教育評量建立實務應用基礎。

【關鍵字】 ChatGPT；教案評量；自動化評量；信效度檢驗；指令設計

Abstract: *This case study (n=55) aims to investigate ChatGPT's potential in automated lesson plan evaluation. The findings revealed: (1) Without prompt training, ChatGPT's automated evaluation showed a minimal correlation coefficient of 0.007 with expert evaluation, indicating insufficient evaluation capability; (2) After prompt training, ChatGPT demonstrated high evaluation reliability ($r = 0.766, p < 0.01$) and achieved high validity correlation with expert evaluation ($r > 0.803, p < 0.01$); (3) Well-designed structured prompts (including principle definitions, evaluation rubrics, and concrete examples) were identified as crucial factors in enhancing ChatGPT's evaluation quality. This study not only offers structured prompts for teachers to effectively evaluate lesson plans with ChatGPT, but also establishes a practical foundation for educational assessment aided by large language models*

Keywords: ChatGPT, Lesson Plan Evaluation, Automated Assessment, Reliability and Validity, Prompt Design

1. 前言

ChatGPT 等大型語言模型的出現，無疑對教學帶來重大影響，更是引起全球教育工作者的關注（Fütterer et al., 2023）。ChatGPT 不僅為教學帶來創新，更重新定義評量方式，提供更即時、彈性與個別化的評估反饋。在教育領域中，教案設計被視為教學的基石，良好的教案設計有助教師更有效運用時間、資源、教材與科技工具，確保教學方向符合教學目標，同時使課程具趣味性及吸引力，進而提升教師教學效能（Farhang et al., 2023；Iqbal et al, 2021）。然而，迫於教學進度壓力，教師在設計教案時往往獨自進行，難以確認教案是否符合教學目標，因此迫切需要一個教學工具協助教師客觀審視其所設計的教案。回顧現有文獻發現，現有研究多聚焦於探討 ChatGPT 在學生作業評量的潛力，對於其在教師教案評量方面的研究則相對缺乏。

有鑑於此，本研究旨在探討 ChatGPT 在教育評量的應用潛能，並聚焦於 ChatGPT-4 在教案評量的信效度表現，以及不同指令設計對評量結果的影響。故本研究的研究問題如下：（1）

未接受指令訓練的 ChatGPT 在教案評量上是否具有效度？（2）ChatGPT 在接受指令訓練後，其教案評量的信度如何？（3）ChatGPT 在接受指令訓練後，其教案評量效度為何？

2. 文獻探討

2.1.ChatGPT 的定義與背景

ChatGPT 是由 OpenAI 公司研發的大型語言模型，能生成近似人類的文本內容，且可準確回應各類型指令（prompt）（Floridi & Chiriatti, 2020）。隨著技術的進步，ChatGPT 背後的大型語言模型亦不斷優化。從初代 GPT-1 至現今 GPT-4，其模型規模與運算處理能力持續提升。GPT-4 為目前 OpenAI 最新推出的模型，具多模態輸入處理能力，可同時處理文本與圖像資料，且其指令理解與執行能力亦較前代 GPT-3.5 更為優異。基於上述特性，本研究將採用 ChatGPT-4 探討大型語言模型在教案自動評量之適用性，並進行指令訓練與信效度驗證。

2.2. ChatGPT 在教育上的應用

ChatGPT 不僅為教學帶來創新，更翻轉了傳統評量方式。Bucol 等人（2024）探討 ChatGPT 作為自動化英語寫作評量工具的潛力。研究顯示，在使用相同評分標準下，ChatGPT 多次評分結果與教師評分間具高度相關。研究亦指出，ChatGPT 不僅具備人性化介面、評分一致性和高效率等優點外，若能策略性運用，更可有效優化教師的評量工作。Kasneci 等人（2023）也認為，ChatGPT 可被應用於評閱作文、回答問題以及提供學生即時反饋，有助於降低教師工作負擔。

Klyshbekova 等人（2024）探討 ChatGPT-3 評量應用的潛力與限制。研究者首先要求 ChatGPT-3 撰寫一篇指定主題文章，並要求設計相應的評量尺規，最後檢視 ChatGPT-3 運用評量尺規的表現。結果顯示，ChatGPT-3 能快速有效完成指定任務。然而，在評量應用上仍有侷限，需由專家輔以判斷，因此 ChatGPT-3 尚無法完全取代專家評量。

Jauhiainen 等人（2024）探討 ChatGPT-4 在自動評量開放式答案的潛力。該研究分析 54 份英文書面答案，答題字數介於 24 至 256 字。在評量過程中，ChatGPT-4 依循五項評量指標進行評估，並採用六級評分制。研究發現，ChatGPT-4 的評分結果與教師評分間具有高度一致性，顯示 ChatGPT-4 能有效執行開放式答案的自動評分任務。

儘管現有研究肯定 ChatGPT-4 在自動評量上的潛力，尚缺乏針對其對教案自動評量方面的探討。故本研究將選用 ChatGPT-4 作為自動化教案評量工具，旨在檢驗其評量結果的準確性與穩定性，以期填補 ChatGPT 在教案自動評量的研究缺口。

2.3. 教案設計

教案設計是教師為課堂教學所做的書面規劃，教案設計不僅包含書面形式，還包含教師在準備課程時所需思考的各種教學元素（Brown, 2001; Ratnawati, 2017）。根據 Brown & Green（2018）提出設計一份完整良好的教案需要包含以下三種元元素，分別為教學目標（Teaching Objectives）、學習活動（Learning Activities）和學習評量（Learning Assessments）。隨著教育思潮的演進與社會需求的轉變，教案設計也在不斷創新與完善。目前的教案設計仍以教學目標、學習活動與學習評量等基本要素為基礎，但在實務運用中，已逐步因應教育改革、學生學習需求的變化和國際趨勢，發展出更多元且具針對性的設計模式。教案設計不再侷限於傳統的知識傳遞模式，而是朝向培養學生關鍵能力、深化學習理解、實踐永續理念等多元目標邁進。

2.4.知識翻新教案

知識翻新（knowledge building）的概念是由兩位加拿大教育學者 Carl Bereiter 和 Marlene Scardamalia 於 1970 年代提出，認為學習是一種社會化的歷程，並透過持續改進知識來促進

社群（community）的成長（Scardamalia & Bereiter, 2006）。因此，知識翻新被視為集體共構的過程，以「想法」（idea）為基本單位，透過社群成員持續的溝通，產生並翻新想法，逐步建構對社群具意義的新知識（Scardamalia, 2004）。學生於求知的過程中，並非被教師灌輸知識，而是作為知識工作者，積極主動地思考，持續修正與完善想法，從而建構更全面的知識（洪煌堯、蔡佩真、林倍伊，2014)。

知識翻新的教案設計則是以知識翻新理論(Bereiter, 2002)和知識論壇(Knowledge Forum, KF）為基礎，其核心架構由三個要素組成，分別為「以想法為中心（idea-centered）」、「以社群為基礎(community-based)」和「以原則為導向(principle-based)」(Hong & Sullivan, 2009; Paavola, Lipponen, & Hakkarainen, 2004; Sawyer, 2006)。在此架構下，教案設計不預先設定學習活動，而是以十二項知識翻新原則作為引導（如圖 1 所示），使教師與學生等社群成員得以共同協作改進其知識作品（如教案設計），進而促進社群知識的整體發展。教師在運用原則導向進行知識翻新教案設計的過程中，持續反思與深化對知識翻新原則的理解，促進其專業成長，更有助於培養其成為具適應性的教師（adaptive teacher）。此外，知識翻新教案設計著重學生的自主學習與協作互動，並鼓勵學生在社群中建構對世界的理解，最終達到創造新知識（knowledge-creation）的目標。

圖 1 *知識翻新 12 項原則*

3. 研究方法

3.1. 研究樣本

本研究採用個案研究法，透過立意抽樣方式，選取以聯合國永續發展目標（Sustainable Development Goals, SDGs）為主題之 55 份知識翻新教案作為研究樣本。教案皆來自知識翻新國際教師培訓課程（Knowledge Building Teacher Professional Development, KB-TPD）之參與教師依循知識翻新十二項原則進行設計。

3.2. 研究工具

本研究基於 Scardamalia（2002）提出之知識翻新十二項原則編制評量尺規，採用李克特式五點量表進行評分，評分範圍從 1 分（最低分）至 5 分（最高分），分數愈高表示該教案愈符合知識翻新原則。為確保評量尺規的內容效度，研究者邀請兩位熟稔知識翻新理論與實務之教育專家進行專家效度檢核。研究者在整合專家建議後，對評量尺規進行修改，最終完成知識翻新評量尺規。

3.3. 研究設計

本研究使用 ChatGPT-4 作為評量工具，依據知識翻新評量尺規評估 55 份教案。研究分為兩個階段：第一階段採用無結構指令，僅要求 ChatGPT 依據原則定義進行評分，未提供評量尺規和明確例子。僅給予大型語言模型無結構指令，如下：「請你根據 Scardamalia 於 2002 年所定義的知識翻新 12 個原則，對這份教案進行逐項評估，為每個原則的達成程度打分，評分範圍從 1 分（最低）到 5 分（最高）並說明評分的理由」。

第二階段則使用經過精心設計的結構化指令，提供完整的評量框架，包含提供原則定義、評量尺規、具體例子，並要求扮演角色、說明得分原因。同時，提供高、中、低分的教案範例，以幫助模型學習如何準確識別和評估教案的質量。待 ChatGPT 生成評分和得分原因後，再次請 ChatGPT 對照得分原因與評量尺規，若兩者不符，請再次評量教案並修改分數。給予大型語言模型精心設計的結構化指令如圖 2。

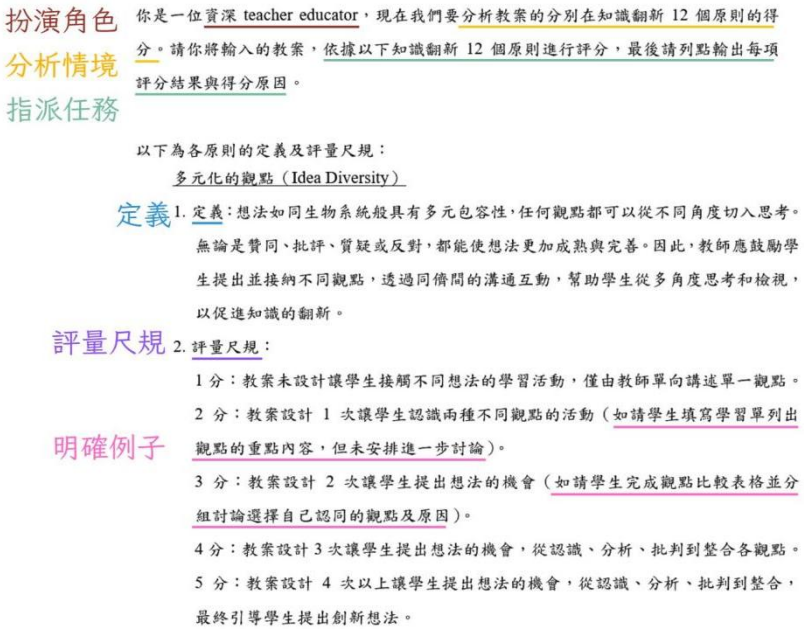


圖 2 *精心設計的結構化指令示例*

4. 資料分析

為驗證 ChatGPT 教案自動評量的信度與效度，本研究採取下列檢測方法：首先，在信度檢驗部分，研究者使用相同指令對 55 份知識翻新教案進行二次評量，評量時間相隔一周。接著，採用 Spearman 相關係數檢測兩次評量結果的一致性。效度檢驗方面，從 55 份知識翻新教案中隨機抽取 20 份樣本，由 ChatGPT 與專家依據知識翻新評量尺規進行評分。最後，透過 Spearman 相關係數比較 ChatGPT 與專家的評分結果，以檢視 ChatGPT 教案自動評量的準確程度。

5. 研究結果

5.1. ChatGPT 未接受指令訓練的效度分析

在未經指令訓練的階段，ChatGPT 自動評量與專家評量的 Spearman 相關係數僅達 0.007。研究者推測造成此結果的主要原因有二：首先，由於未提供明確的核心素養三面九項和知識翻新十二項原則，導致 ChatGPT 僅能依據模糊概念進行判斷，因而產生偏差或不完整的理解，影響其客觀評估教案中原則實踐的能力。以知識翻新十二項原則中的「自主的知識追求者（Epistemic Agency）」原則為例，模型呈現明顯的理解不足；其次，缺乏明確的評量尺規使評分標準不一致，模型評分呈現單一傾向，僅固定給予 5 分，反映其缺乏有效的區辨能力（如圖 3）。由此可知，在未經指令訓練的情況下，使用無結構指令的 ChatGPT 無法達到與專家相當的教案評量水準。

圖 3 *模型針對初期無結構指令的回應*

5.2. ChatGPT 接受指令訓練的信度檢驗

研究結果顯示，在對 ChatGPT 實施指令訓練後，間隔一週進行再次使用相同結構化指令評估教案，兩次評量結果呈現顯著正相關（$r = 0.766$，$p < 0.01$），且 ChatGPT 在兩次教案評量中的得分判別理由一致（如圖 4）。結果表明，當 ChatGPT 經過精心設計的結構化指令進行模型訓練後，ChatGPT 能在多次評量中保持穩定的一致性，具有良好的信度表現。

圖 4 *模型針對結構化指令的回應*

5.3. ChatGPT 接受指令訓練的效度檢驗

在效度檢驗階段，研究採用知識翻新評量尺規作為評分標準，並將 ChatGPT 的自動評量結果與專家人工評量進行對照分析。結果顯示，兩種評量方式具顯著正相關（$r = 0.803, p < 0.01$）由此可知，經過適當的指令訓練後，ChatGPT 不僅能達到與專家相當的教案評量水準，且在使用結構化指令的情況下，其評分結果與專家評量具有高度相關性，支持 ChatGPT 作為教案自動評量工具的潛力。

表 1 *ChatGPT 教案自動評量信效度*

階段	指令設計	信度	效度
未接受指令訓練	無結構指令	略	0.007
接受指令訓練	結構化指令	0.766**	0.803**

**p < .01

註：在效度明顯不足的情況下，即便具備高信度，亦無法支持評量工具的實用性。故本研究省略對無結構指令 ChatGPT 進行信度檢驗之步驟。

6. 結論與建議

本研究為首篇探討 ChatGPT-4 在教案自動評量工具應用潛力的研究。研究結果顯示，指令訓練對 ChatGPT 的評量品質有關鍵影響。在未經指令訓練的情況下，使用無結構化指令的 ChatGPT 與專家評量結果呈現近乎零相關（$r = 0.007$），主要受限於模型對評量原則的理解不足以及評分標準不一致所致。然而，經過適當的指令訓練後，使用結構化指令的 ChatGPT 不僅展現出良好的評量信度（$r = 0.766$，$p < 0.01$），在效度方面更達到與專家評量高度一致的水準（$r > 0.803$，$p < 0.01$）。由此可知，精心設計的結構化指令（包含原則定義、評量尺規與具體例子）是提升 ChatGPT 評量品質的關鍵，能有效協助模型建立穩定的評量標準。基於此發現，建議教師在使用 ChatGPT-4 檢視其教案設計時，可參考本研究所設計的指令集。

透過本研究所發展的結構化指令集，即使教師在獨立進行教案規劃時，亦可藉由 ChatGPT 所提供的客觀評量回饋，有效且即時地優化其教案內容，不僅能促進教師提升教案品質，更可強化其教學效能，進而增進學生的學習成效，使教師具備自主精進教學設計的專業能力。

然而，本研究僅聚焦於知識翻新教案的評量效能探討，研究範圍仍有其侷限性。未來研究建議可朝向探討不同類型教案的評量效能差異、持續優化指令設計，以及擴大研究樣本範圍，以進一步驗證 ChatGPT 作為教案自動評量工具的一致性與穩定性。

參考文獻

洪煌堯、蔡佩真、林倍伊（2014）。透過知識創新教學理念與學習平臺以培養國小學生自然課合作學習與翻新想法的習慣。科學教育學刊，**22(4)**，413-439。

Bereiter, C. （2002）. *Education and mind in the knowledge age*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Bucol, J. L., & Sangkawong, N. (2024). Exploring ChatGPT as a writing assessment tool. *Innovations in Education and Teaching International*, 1-16.

Brown, H. D. （2001）. *Teaching by Principles: An Interactive Approach to Language Pedagogy 2nd Edition*. New York: Addison Wesley Longman, Inc.

Brown, Abbie & Green, Tim. (2018). Beyond teaching instructional design models: exploring the design process to advance professional development and expertise. *Journal of Computing in Higher Education.*

Farhang, A. P. Q., Hashemi, A. P. S. S. A., & Ghorianfar, A. P. S. M. (2023). Lesson plan and its importance in teaching process. *International Journal of Current Science Research and Review*, *6*(08), 5901-5913.

Floridi, L., & Chiriatti, M. (2020). GPT-3: Its nature, scope, limits, and consequences. *Minds & Machines*, *30*(4), 681–694.

Fütterer, T., Fischer, C., Alekseeva, A., Chen, X., Tate, T., Warschauer, M., & Gerjets, P. (2023). ChatGPT in education: global reactions to AI innovations. *Scientific reports*, *13*(1), 15310.

Hong, H.Y. & Sullivan, F.R. （2009）. Towards an Idea-Centered, Principle-Based Design Approach to Support Learning as Knowledge Creation. *Educational Technology Research and Development, 57(5)*, 613-627.

Jauhiainen, J. S., & Garagorry Guerra, A. (2024). Generative AI in education: ChatGPT-4 in evaluating students' written responses. *Innovations in Education and Teaching International*, 1-18.

Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günnemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., Stadler, M., Weller, J., Kuhn, J., & Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences, 103*

Klyshbekova, M., & Abbott, P. (2024). ChatGPT and Assessment in Higher Education: A Magic Wand or a Disruptor? *Electronic Journal of e-Learning*, *22*(2), 30-45.

Paavola, S., Lipponen, L., & Hakkarainen, K. （2004）. Models of innovative knowledge communities and three metaphors of learning. *Review of Educational Research, 74(4)*, 557-576.

Ratnawati, Ratnawati. （2017）Developing a Lesson Plan for Teaching English for Specific Purposes to Adult Learners, *University.Journal of Applied Linguistics and Literacy*

Sawyer, R. K. 2006. Introduction: The new science of learning. In R. K. Sawyer, Ed., The Cambridge handbook of the learning sciences, 1-16. Cambridge University Press.

Scardamalia, M. (2002). Collective cognitive responsibility for the advancement of knowledge. *Liberal education in a knowledge society*, *97*, 67-98.

Scardamalia, M., & Bereiter, C. （2006）. Knowledge building: Theory, pedagogy, and technology. In K. Sawyer (Ed.), *Cambridge handbook of the learning sciences* 97-11. New York: Cambridge University Press.

Scardamalia, Marlene. (2004). CSILE/Knowledge Forum. Education and technology: An encyclopedia. 183-192.

基于大语言模型的在线学习者群体情感演化研究—以视频弹幕分析为视角

Research on the Evolution of Group Emotions in Online Learners Based on Large Language Models from the Perspective of Bullet Screen Analysis

李菁菁[1]，邵鑫源[1]，王玥[2]，梁媛媛[1]，王达[1]，黄鑫[1*]
[5]南阳师范学院人工智能与软件工程学院
[2]河南开放大学教师网络学院
[*] huangxin@nynu.edu.cn

【摘要】 在线学习已经成为数字时代的主要学习模式。在线学习者情感实时分析与反馈可以改善学习体验与效果，对提升在线学习效果至关重要。然而，目前在线学习情感分析仍以问卷、评论等事后文本为素材，存在时效性差，情感分类细粒度不足、忽视群体情感变化视角等问题。本文基于大语言模型对在线学习视频实时弹幕进行分析，从群体角度出发对不同类型课程中弹幕反映出学习者的细粒度情感进行深入探讨，精准捕捉群体情感动态演化过程，总结不同类型课程对学习者情感的差异化影响，为提升在线学习者学习体验与优化在线学习环境提供了有益的参考。

【关键词】 大语言模型；弹幕；情感细粒度分析；群体情感

Abstract: *Online learning has become a major mode of education in the digital age. Real-time emotional analysis and feedback of online learners can enhance learning experiences and outcomes, playing a critical role in improving learning effectiveness. However, current emotional analysis in online learning relies on post-event data like surveys and reviews, which suffer from issues such as poor timeliness, coarse emotional classification, and lack of attention to group emotional changes. This paper analyzes real-time bullet screen comments in online learning videos using large language models, exploring the fine-grained emotions expressed by learners from a group perspective. It examines how different course types impact learners' emotions, offering valuable insights for improving learning experiences and optimizing the online learning environment.*

Keywords: Large language models, Bullet screen, Fine-grained analysis of sentiment, Group emotion

1.引言

数字时代的在线学习已逐渐成为一种主要的学习形式，但由于在线学习环境下师生处于分离状态，教师难以实时捕捉到学习者情感动态变化，无法及时调整教学策略导致在线学习效果不佳。已有研究表明学习者情感变化会影响在线学习效果（Pan,X. et al.,2023），因此研究学习者在线学习过程中的情感变化有助于构建和优化在线学习环境。

近年来，研究者围绕在线学习情感分析展开了研究。Guo 等人通过问卷调查，分析学生对在线学习的态度（Guo, C. et al.,2020）。Anwar 等人利用自然语言处理技术分析学生评论、问卷及讨论内容，研究情感类别（Anwar, A. et al.,2023）。Feng 等人提出基于方面的卷积神

本研究受下列项目资助：教育部人文社会科学研究青年基金项目（项目号：24YJCZH135）、河南省科技攻关项目（项目号：242102211019）、河南省本科高校智慧教学专项研究项目“南阳师范学院建设智能化教学场景的探索与研究”、南阳师范学院校级自然科学研究项目（项目号：2025PY003）、南阳师范学院博士专项（项目号：2023ZX007、2024ZX010）、南阳师范学院校级教改项目（项目号：2024-JXYJYB-4）。

经网络(CNN)和注意力机制长短期记忆模型,用于自动化识别学生情感(Feng, X. et al.,2020)。高彦太通过改进的 Text CNN 模型，对中国大学慕课平台的学习评论进行积极、消极及混合情感分类，扩展了情感分析的应用（高彦太，2022）。这些基于自然语言处理和深度学习的方法显著提升了在线学习中情感识别能力（Vistorte, A. O. R. et al., 2024）并推动了技术发展。尽管研究成果显著，但仍有局限性：一是现有方法多分析课后评论等滞后性数据，难以实时捕捉学习者当下情感状态，影响反馈时效性；二是情感分类维度多为正面（积极）、中性和负面（消极）的粗粒度维度，缺乏在线学习情境下更细粒度的情感类别，难以全面理解学习者复杂情感；三是研究多聚焦个体情感，较少关注群体情感动态及其对学习互动的影响，限制了学习体验的提升与环境优化。

视频学习已成为在线学习的主要形式（Noetel et al.,2021），学习者通过弹幕实时互动。弹幕以文本形式沿时间轴滑动，具有即时性和互动性，分析弹幕可实时捕捉学习者细粒度情感表达。相比传统 RNN 和 CNN 方法，大语言模型（LLMs）凭借强大的语言理解与情感生成能力，在细粒度情感分类及动态变化捕捉方面更具优势。本研究通过分析视频弹幕，采用 LLMs 对新授课和习题课中的学习者情感进行细粒度分析，为构建适配在线学习的视频情感反馈机制，优化教学设计和提升在线学习效果提供科学依据。

1.1. 在线学习情感分析

在线学习平台中，学习者常通过视频评论和论坛问答表达情感，但因师生分离、关注不足和反馈不及时等问题，学习效果仍有很大提升空间。Wang 和 Zhang 对在线学习社区评论进行情感分析（Wang & Zhang,2020），研究帮助深入了解学习者情感，并支持教师或平台调整教学策略。已有研究指出，细粒度情感数据支持优化个性化学习，提升效率并增强积极性（许桂芳 & 穆肃，2023）。当前情感分析多基于评论数据，因缺乏实时性，难以及时调整反馈，影响效果。已有研究多关注正面、中性、负面情感的粗粒度分析，而情感细粒度分析能更精准地识别情感细节及强度，如正面情感的“兴奋”“认同”，负面情感的“愤怒”“伤心”，为动态调整学习策略提供支持。

当前在线学习研究主要关注个体情感反应，但是在视频学习中，学习者的情感状态不仅受个人与视频内容的影响，还可以通过弹幕实时感知群体情感状态，群体情感可通过感染、认同等因素深刻影响个体情感（Chmiel et al., 2011）。在线学习群体情感分析能够研究情感的动态演化，揭示学习者群体情感的变化趋势。本研究基于在线视频弹幕数据，聚焦群体情感的实时细粒度变化，为在线学习平台提供有效的情感分析方法，优化学习环境。

1.2. *弹幕情感分析*

弹幕具备即时反馈、动态互动和情感表达的特性，能实时记录学习者感受，有效解决实时反馈不足的问题。目前弹幕情感分析多采用情感词典方法。张腾等利用 Word2Vec 进行词嵌入实现分析（张腾等，2022）。在线教育中的弹幕情感分析面临非正式语言处理、多语种交杂和情感类别简化等挑战，特别是在处理中英日多语种融合的复杂弹幕时尤为明显。弹幕因字数简短、语气直接、语义碎片化，且夹杂学科术语和流行语（丁国栋 & 杜华，2021），在语序、内容和表达上与传统评论文本有显著差异,传统方法难以直接适用(李浩君等,2023)。本研究将结合实时数据分析与大语言模型，深入分析学习者情感，提升分析的准确性。

1.3. *大语言模型情感分析*

GPT、讯飞星火、文心一言等大语言模型应用已经成为文本情感分析的重要工具。相较于传统的情感分析方法，大语言模型在情感分析中能理解深度语境情感，灵活处理多样化情感表达并且具备跨语种识别的能力，适应性强，能够处理较为复杂的情感。大语言模型通过预训练和微调过程，可以在没有大量标注数据的情况下自动化标注数据的情感以进行有效的情

感分析（张钦彤等，2024)。 在调用大语言模型进行情感分析时，提示设计至关重要。提示应明确描述任务需求，避免使用模糊、不具体的表述。本研究将针对在线学习场景及情感分析需求设计并训练提示词，为进一步提升大语言模型在情感分析任务中的性能提供支持。

1.4. 研究目的和问题

研究目的：本研究旨在基于大语言模型方法探究在线视频学习中弹幕所体现的学习者群体情感的动态演化过程。具体而言，研究的核心目标包括 1.探讨在线学习视频中弹幕反映的学习者情感的细粒度类别。2.分析不同类型的课程（新授课与习题课）对学习者情感产生的不同影响。3.观察在线学习视频中学习者群体情感的动态演化过程。为此，本研究提出了以下三个研究问题，并结合数据分析得出相应结论：

问题 1： 在线学习视频中学习者情感细粒度类别有哪些？

问题 2： 学习者对不同类别的在线学习视频情感细粒度是否存在差异？

问题 3： 不同类别的在线学习视频是否对学习者群体情感的演化倾向产生影响？

2.研究设计

2.1.数据选取

本研究以哔哩哔哩学习型社区的考研高等数学教学视频为素材，此类视频学习者为考研群体，有很强的学习动机，视频学习完成度高，弹幕能够反映学习者在视频学习中的真实情感。通过爬虫技术获取了 131 条视频数据（45 条新授课视频和 86 条习题课视频），总时长约 5240 分钟。提取视频中的弹幕数据，共计约 48.1 万条，其中新授课视频约 17.5 万条，习题课视频约 30.6 万条。经过人工清洗，剔除无关内容后，保留约 11.8 万条有效弹幕，其中新授课视频约 3.1 万条，习题课视频约 8.7 万条（包含中性弹幕）。

2.2.研究方法

本实验对两类视频的弹幕进行了情感细粒度分析。首先，使用讯飞星火大模型应用程序编程接口（API）对清洗后的有效弹幕进行情感词提取。输入提示词时，确保简明清晰并包含关键字，以提高查询的准确性和效率。随后，将相同情感词的弹幕进行聚类，并为每个情感词分配特定颜色。为确保相同情感词在多次运行中保持固定颜色，采用字典映射方法，通过字典的唯一性和高效查找机制，快速匹配情感与颜色，降低计算复杂度。最后，基于弹幕的情感、颜色和数量生成可视化图表。具体流程见图 1。

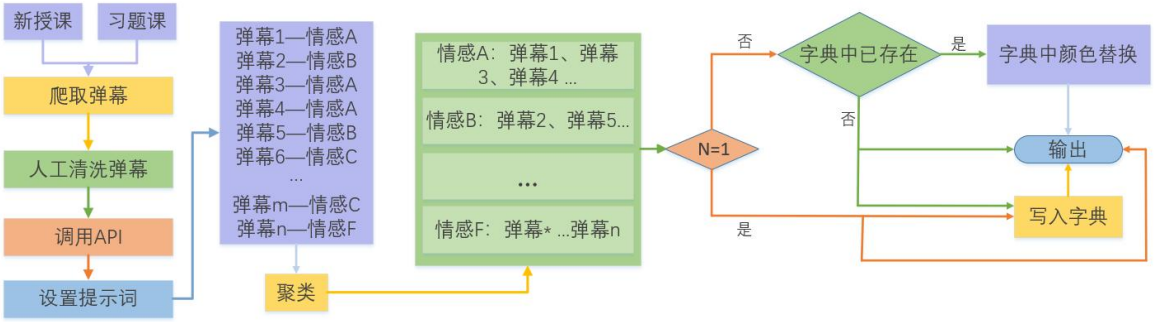


图 1：弹幕情感细粒度分析流程图

3.数据可视化

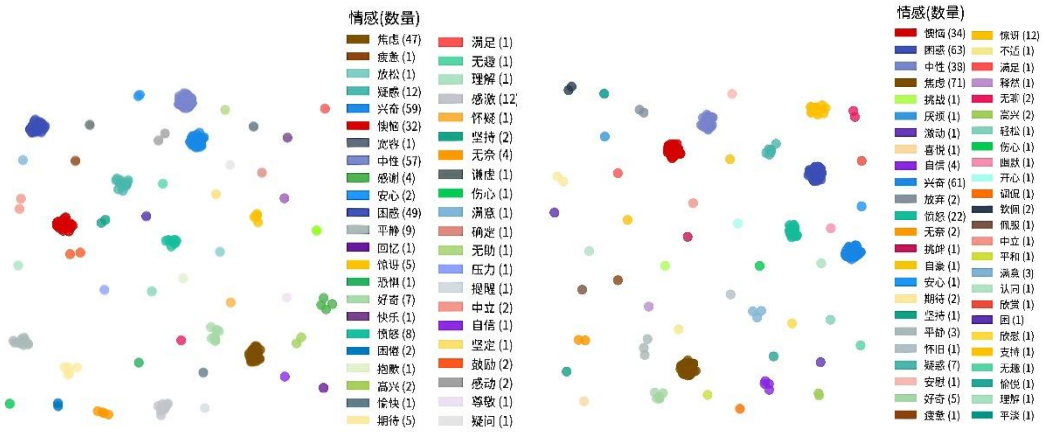
3.1.词云图可视化

a. 新授课　　b. 习题课

图 2：词云图

本文以一节新授课和一节习题课弹幕为例，使用 jieba 中文分词工具进行分词，筛选高频名词，并通过词云图可视化弹幕中的核心内容和关键词频率。“中性”情感未展开讨论。新授课词云图（图 2a）显示，“函数”、“数值”、“方程”等关键词体现了学习者对核心概念的关注，弹幕主要围绕数学考研的核心知识点和理论阐释展开。“部分”、“建议”、“研究生”等词则反映了学习者对复杂概念理解和解决考研问题的需求。习题课词云图（图 2b）中，“题”、“导数”、“问”、“证明”等高频词突显其理论性和复杂性，“证明”和“导数”为教学重点，也易引发困惑。同时，“牛”、“思路”、“答案”等词与兴奋情感相关，表明学习者在理解难题或接触新思路时的激动与对教师讲解的赞扬。总体来看，新授课弹幕聚焦概念知识传授，习题课弹幕关注解题步骤和考试情境，反映了不同课堂模式下学习者的关注重点与情感反馈差异。

3.2.聚类图可视化



a. 新授课　　b. 习题课

图 3：情感聚类图

图 3a 中的弹幕内容选自新授课某节视频完整有效的弹幕内容，图 3b 中的弹幕内容来自习题课真题某题的完整有效的弹幕内容。图中左侧的每个点代表一条有效弹幕，不同颜色对应不同的情感类别，相同情感的弹幕聚集在一起。为确保每种颜色与特定情感一一对应，采用了字典映射的方法。

4.结果分析

4.1.在线学习视频中学习者的细粒度情感类别分析

表 1：情感示例表

粗粒度情感	细粒度情感	示例

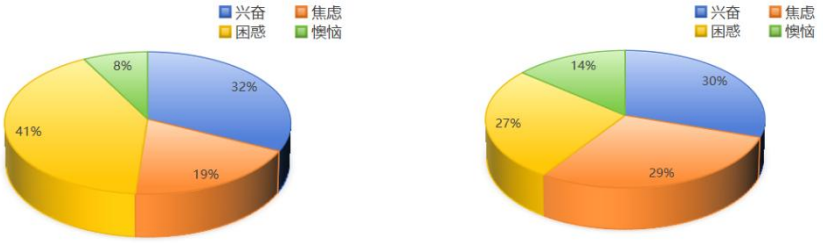
正面	兴奋、自豪、轻松、满意 自信、开心、佩服、认同	“芳芳真牛”（佩服）、“太神奇了”（兴奋） “一气呵成，令人拍案”（兴奋）...
负面	困惑、焦虑、愤怒、畏惧 疑惑、无奈、沮丧、疲惫	“我大抵是病了　极坐标现在就学吗”（无奈） “哭了，看 0 和 1 于是下意识在 1/2 展开了”（沮丧）...
中性	\	“积分不等式，积分的绝对值小于等于绝对值的积分” “无定义点和分段函数分段点”...

表 1 显示新授课视频与习题课视频的正面情感集中于知识点掌握、教师讲解认可和能力提升，激发学习积极性。例如，“兴奋”表现对新知识的激动，“佩服”体现对教师的认可，“认同”反映对解题思路的接受，“轻松”和“自豪”则源于问题解决后的满足感。负面情感主要来自学习中的困惑和焦虑，如“疑惑”表达对知识点的障碍，“无奈”表现对复杂内容的无助，“沮丧”反映尝试失败的挫败，“疲惫”则来自学习压力。正负情感在两类视频中既有共性，也因教学内容不同而有所差异。不同类型视频中的学习者情感既存在共性，也表现出一些差异。

4.2.不同类别的在线学习视频中学习者情感细粒度的差异

根据图 3a 情感聚类图分析，弹幕中情感强度分布存在显著差异。高频情感如“焦虑”、“兴奋”、“懊恼”、“困惑”强度较高，反映学生对新授课程内容的高度关注与强烈表达；低频情感如 “好奇”、“感动”强度较弱，多为短暂反应。高频情感的波动对课堂氛围和学生体验影响显著。积极情感如“兴奋”与较好的学习效果相关，表明对课程内容与讲解方式的认可；负面情感如“焦虑”和“困惑”可能影响学习效果，适度焦虑可促进学习，但过度焦虑需引导转化为学习动力。

根据图 3b 情感聚类图分析，弹幕中情感强度差异显著。高频情感如“焦虑”、 “困惑”、“兴奋”强度较高，对学生心理状态和学习参与度影响显著；低频情感如 “激动”、 “喜悦”、 “期待”强度较弱，多为短暂反应，未主导学习过程。积极情感如 “兴奋”、 “满意”、“自信”等与较高学习效果相关，反映学生对课程或教学方式的认可；负面情感如 “焦虑”、“困惑”、“懊恼”可能产生负面影响，尤其高频“焦虑”和“困惑”可能表明课程难度或节奏过高。教师需平衡课堂情感氛围，激发积极情感并引导负面情感，优化学习效果。



a. 新授课　　b. 习题课

图 4：高频情感饼状图

在两类视频弹幕中，学习者的情感主要表现为“困惑”、“兴奋”、“焦虑”和“懊恼”。分别以新授课某节视频及习题课真题某题的完整有效的弹幕内容为例进行分析。通过对比两种不同课型，发现新授课的新知识点更能激发学生兴趣，这可能源于学生对未知知识的探索欲和对新内容的期待心理。而在习题课中，虽然学生仍表现出一定的兴趣，但程度略低，可能是因为习题课的内容更偏向知识应用，缺乏新鲜感。此外，与新授课相比，习题课中的“困惑”情感显著减少，这表明习题课能够有效解决部分学生的知识盲点，提高学生对知识的掌握程度。然而，习题课中的“焦虑”情感显著上升，这可能与学生对习题结果的高关注度有关。学生在习题课中更容易因为对解题正确性的压力产生心理负担，同时习题的难度和失败

体验可能导致部分学生产生懊恼心理。综上所述，新授课和习题课在激发学生兴趣和缓解困惑方面存在显著差异，而习题课在提高知识应用能力的同时，也可能增加学生的心理压力。

4.3.不同类别的在线学习视频中学习者群体情感演化

图 5 展示了新授课一节视频完整有效的弹幕的类别，并将其划分为四个阶段:第一阶段代表课堂引入，第二阶段至第四阶段分别对应知识点 1 至知识点 3.。针对这四个阶段，分别绘制了四张情感柱状图。新授课中，第一阶段引发较多“兴奋”和“焦虑”，学习者对新课程既期待又紧张。第二阶段 “兴奋”显著上升，表明内容吸引力增强，但 “困惑”增加，部分学习者遇到理解障碍， “焦虑”则因适应课程节奏而下降。第三阶段 “兴奋”继续上升，但“懊恼”和 “焦虑”增加，可能因复杂内容引发挫败感和紧张。第四阶段 “兴奋”略有回落，但“焦虑”、“困惑”、“懊恼”显著减少，表明学习者逐渐专注于知识吸收，负面情绪减弱。

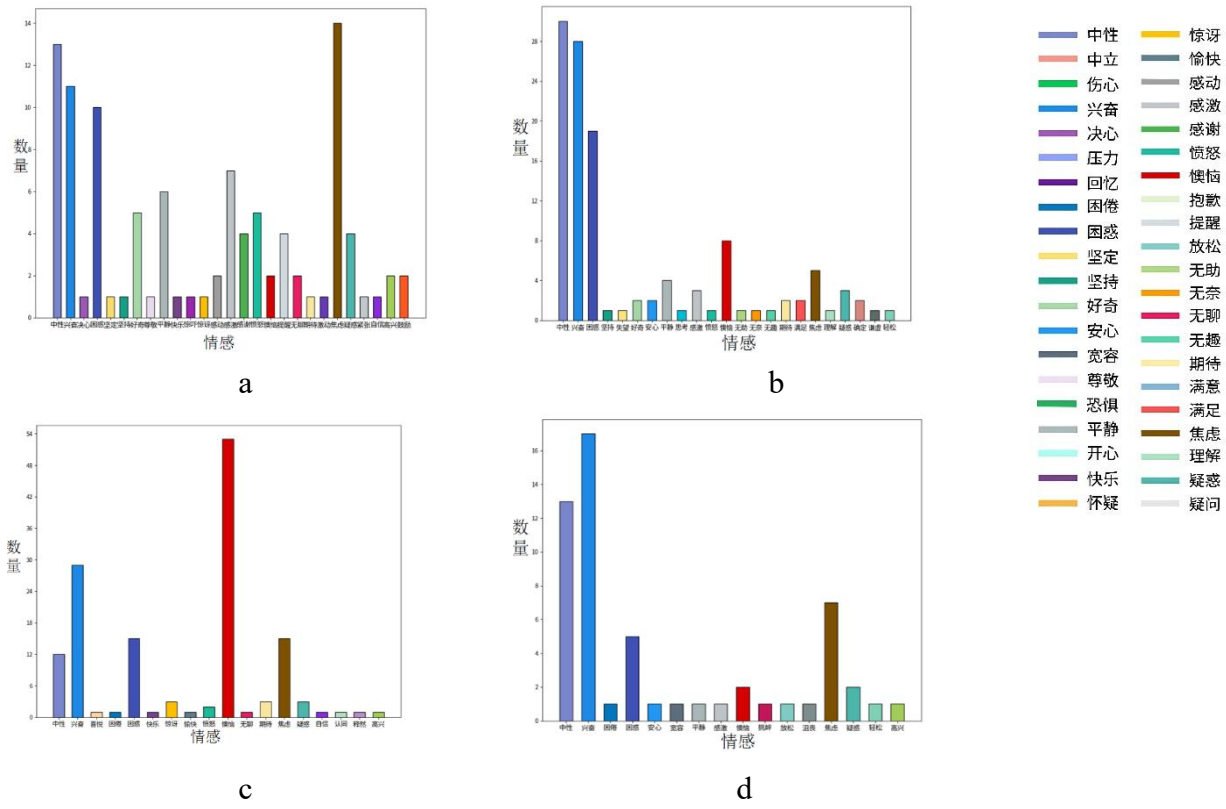
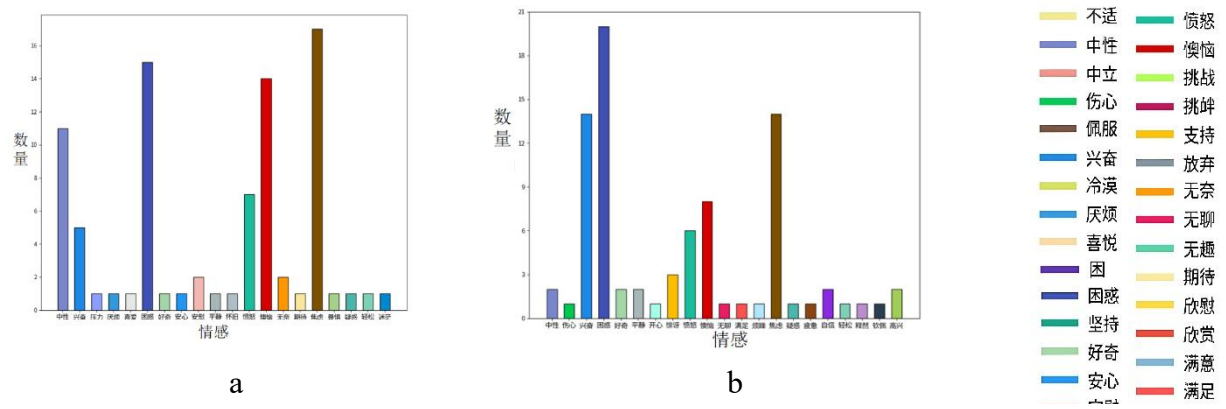
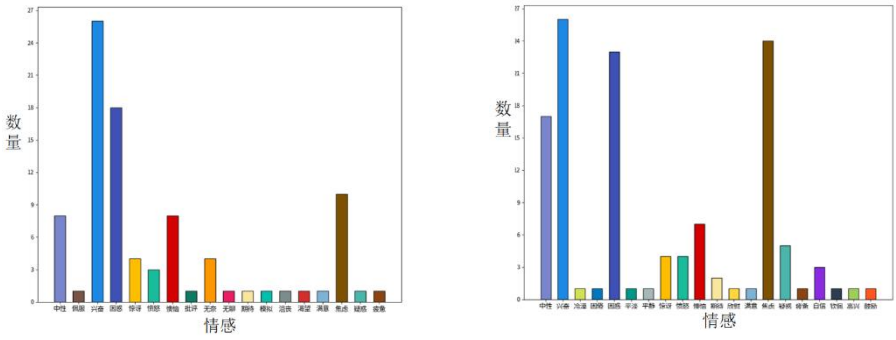


图 5：新授课情感演化柱状图

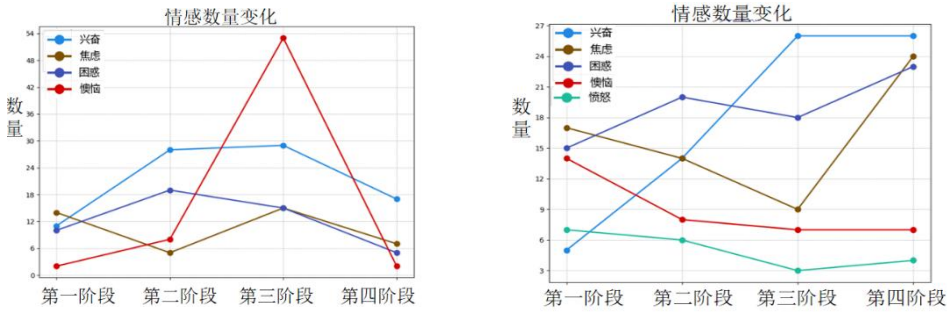




c　　d

图 6：习题课情感演化柱状图

图 6 展示了习题课中一道真题的弹幕情感变化情况，共分为四个阶段：图 6a 为题目表述与引导阶段，图 6b 为第一小问讲解，图 6c 为第一小问第二种方法讲解，图 6d 为第二小问讲解。柱状图显示新授课与习题课中学习者情感的演化趋势。在习题课初期，弹幕以“困惑”、“焦虑”和“懊恼”为主，反映学习者对题目内容的不解和挫败感，“兴奋”较少，积极情绪低迷。随着讲解深入，“兴奋”逐渐增多，显示对题目理解的认可；“困惑”和“懊恼”减少，表明疑虑和沮丧情绪缓解。“焦虑”随讲解减少，但在后期，“兴奋”超越“困惑”成为主导情感，体现对问题解决的满意度。“焦虑”在最后略有回升，可能反映对题目难度的深层担忧。



a. 新授课　　b. 习题课

图 7：情感折线图

图 7a 展示新授课视频中高频情感词“兴奋”、“焦虑”、“困惑”、“懊恼”的曲线图。“懊恼”在第三阶段达到峰值后迅速下降，显示挫败感减弱；“兴奋”在第二阶段达到高点后逐渐减弱；“困惑”在第三阶段达峰值，第四阶段回落；“焦虑”整体较低，仅在第三阶段稍有上升。图 7b 为习题课情感曲线，“困惑”和“焦虑”主导初期情感，逐渐过渡到“困惑”和“兴奋”，尾声情感交织。总体而言，教师的讲解在两类视频中有效缓解负面情绪，并激发学习者积极性与参与热情。

5.结论

本研究以在线学习视频弹幕为素材，分析学习者细粒度情感表达，克服了问卷和课堂评论等传统方法的滞后性，实现情感状态的实时捕捉。借助大语言模型的语言理解与情感处理能力，不仅支持细粒度情感分类，还能精准捕捉情感动态变化，为在线学习情感分析提供高效支持。通过对不同类型视频中学习者群体情感的分析，探索情感特征，为构建情感反馈机制提供理论依据，并为优化教学设计和提升学习效果提供科学指导。

针对在线视频学习中弹幕所体现的学习者群体情感的动态演化过程，本文首先对在线学习视频中学习者情感细粒度类别从正面、负面、中性的粗粒度情感进一步划分为“兴奋”、“自

豪”、“轻松”、“满意”等正面的细粒度情感；“困惑”、“焦虑”、“愤怒”、“畏惧”等负面的细粒度情感以及中性情感。其次，分析了新授课和习题课在激发学生兴趣和缓解困惑方面的显著差异，最后，通过分析相应数据直观说明了不同类别的在线学习视频对学习者群体情感演化倾向的影响。

本研究在情感分析方面取得了一定进展，但仍存在局限性。首先，现有模型对讽刺、幽默等复杂情感的识别能力不足，难以准确把握语境和语气的细微变化。其次，学习者的情感反应受多种因素影响，如学习前的情绪、心理状态和外部环境等，但本研究尚未充分考虑这些因素。后续研究将加强模型复杂情感的识别能力，结合情境感知与个性化因素，提高模型的精准性和灵活性，并采用多种情感分析方法进行对比验证，以提升模型的有效性和适用性。本研究成果为提升在线学习环境的情感交互和学习效果提供了参考，并为在线教育平台的发展提供了支持。

参考文献

丁国栋 & 杜华.(2021).教学类视频弹幕文本的批判话语分析——以哔哩哔哩网站的某套高中物理教学视频为例.现代教育技术，(07)，72-79. https://doi.org/10.3969/j.issn.1009-8097.2021.07.009

许桂芳 & 穆肃.(2023).个性化学习资源推荐中文本情感识别的作用及关键技术.中国电化教育，(05)，105-112.

张钦彤，王昱超，王鹤羲，王俊鑫 & 陈海. (2024). 大语言模型微调技术的研究综述. 计算机工程与应用，2024,60(17):17-33. https://link.cnki.net/urlid/11.2127.tp.20240611.0941.002

李浩君，汪旭辉 & 廖伟霞.(2023).在线教育弹幕情感信息智能识别模型研究——融合变式情感词典与深度学习技术.现代远距离教育(01)， 2023.0003. 19-31. https://doi.org/10.13927/j.cnki.yuan.2023.0003

张腾，倪渊，莫同 & 吕学强. (2022). 弹幕视频的情感时间曲线聚类与传播效果. 数据分析与知识发现，6(6)，32-45. https://link.cnki.net/urlid/10.1478.g2.20220304.1544.004

高彦太.(2022).基于深度学习的在线学习智能评价方法研究(硕士学位论文,西北大学). 硕士 https://link.cnki.net/doi/10.27405/d.cnki.gxbdu.2022.000248

Anwar, A., Rehman, I. U., Nasralla, M. M., Khattak, S. B. A., & Khilji, N. (2023). Emotions matter: A systematic review and meta-analysis of the detection and classification of students' emotions in stem during online learning. Education Sciences, 13(9), 914-952. https://doi.org/10.3390/educsci13090914

Chmiel, A., Sienkiewicz, J., Thelwall, M., Paltoglou, G., Buckley, K., Kappas, A., & Hołyst, J. A. (2011). Collective emotions online and their influence on community life. PloS one, 6(7), e22207-22214.https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022207

Feng, X., Wei, Y., Pan, X., Qiu, L., & Ma, Y. (2020). Academic emotion classification and recognition method for large-scale online learning environment—Based on A-CNN and LSTM-ATT deep learning pipeline method. International journal of environmental research and public health, 17(6), 1941-1956. https://doi.org/10.3390/ijerph17061941

Guo, C., Yan, X., & Li, Y. (2020). Prediction of student attitude towards blended learning based on sentiment analysis: Proceedings of the 2020 9th International Conference on Educational and Information Technology. [Conference]. IEEE, Qingdao, China, https://doi.org/10.1145/3383923.3383930

Noetel, M., Griffith, S., Delaney, O., Sanders, T., Parker, P., del Pozo Cruz, B., & Lonsdale, C. (2021). Video improves learning in higher education: A systematic review. Review of educational research, 91(2), 204-236. https://doi.org/10.3102/0034654321990713

Pan, X., Hu, B., Zhou, Z., & Feng, X. (2023). Are students happier the more they learn?–research on the influence of course progress on academic emotion in online learning. Interactive Learning Environments, 31(10), 6869-6889. https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2052110

Vistorte, A. O. R., Deroncele-Acosta, A., Ayala, J. L. M., Barrasa, A., López-Granero, C., & Martí-González, M. (2024). Integrating artificial intelligence to assess emotions in learning environments: a systematic literature review. Frontiers in Psychology, 15, 1387089.1387101. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1387089

Wang, K., & Zhang, Y. (2020). Topic sentiment analysis in online learning community from college students. Journal of Data and Information Science, 5(2), 33-61. https://doi.org/10.2478/jdis-2020-0009

CDIO 视角下生成式人工智能支持高中生问题解决能力的实证研究

An Empirical Study of Generative Artificial Intelligence Supporting High School Students' Problem-solving Ability from the Perspective of CDIO

陈菁怡[1]，郑思怡[1]，杨宁[1*]
[1]福建师范大学教育学院
*nyang@fjnu.edu.cn

【摘要】 问题解决能力是21世纪学生必备核心素养之一。当下高中信息技术课堂存在理论与实践分离，技术更新滞后等问题，因此本研究构建生成式人工智能（GAI）介入的CDIO学习过程，选取中国东部某中学高二年级两个班作为实验对象，探索其在提升学生问题解决能力方面的潜力。结果表明，实验组在作品内容和问题解决能力方面显著优于对照组，说明该学习过程应用效果良好且能有效提高学生的问题解决能力。
【关键词】 CDIO；生成式人工智能；问题解决能力

Abstract: *Problem solving ability is one of the essential core qualities for students in the 21st century. At present, there are problems such as separation of theory and practice and lagging technological update in information technology classes in high schools. Therefore, this study constructed a CDIO learning process involving generative artificial intelligence (GAI), and selected two classes of senior two in a middle school in eastern China as experimental objects to explore its potential in improving students' problem-solving ability. The results showed that the experimental group was significantly better than the control group in the content and problem-solving ability of the works, indicating that the learning process had a good effect and could effectively improve students' problem-solving ability.*
Keywords: CDIO,Generative artificial intelligence,Problem solving ability

1.引言

随着当下信息技术的迅猛发展，传统的知识传授型教学已难以满足现代社会对创新型、复合型人才的需求，这就要求教育工作者在教育过程中要更加注重对高中生问题解决能力的培养，以适应当下社会需求。近年来，我国也颁布了一系列政策文件，强调了培养高中生问题解决能力的重要性。2019年教育部在《国务院办公厅关于新时代推进普通高中育人方式改革的指导意见》文件时提出：突出立德树人导向，重点考查学生运用所学知识分析问题和解决问题的能力。2020年国家发布的《普通高中信息技术课程标准（2017年版2020年修订）》中指出要培育以学习为中心的教与学关系，在问题解决过程中提升信息素养。而生成式人工智能（Generative Artificial Intelligence，简称GAI）作为信息技术迅猛发展的产物，为高中信息技术课堂提供了新的教学工具，将其应用于高中信息技术课堂或许能为培养高中生的问题解决能力提供新思路。

CDIO（Conceive, Design, Implement, Operate）教育模式是由是由麻省理工学院和瑞典皇家工学院等四所高校创立的工程教育模式(李馨, 2015)，强调以项目为导向、以学生为中心的教学方法，鼓励学生在实际问题解决过程中学习和应用知识。因此本研究选择以CDIO教育模式为载体，将GAI介入高中信息技术课堂，构建GAI介入的CDIO学习过程，探索培养高中生问题解决能力的新路径，具体的研究问题为：

（1）如何基于 CDIO 教育模式，结合 GAI 的功能特点，设计 GAI 介入的 CDIO 学习过程？

（2）GAI 介入的 CDIO 学习过程对学生问题解决能力的作用效果如何？

2.研究综述

2.1. CDIO 在信息技术学科的应用现状

CDIO 早期应用于高等工程教育领域，旨在通过“构思—设计—实施—运行”的系统过程培养学生的工程实践能力。由于其核心理念和方法论的普适性，该模式很快吸引了其他学科的关注。2010 年，杨丽波等首次将 CDIO 教育思想应用在教育技术学的人才培养中(杨丽波 & 陈元琳, 2010)。而后陆续有学者将该模式应用于基础教育领域。黄婕首次进行 CDIO 工程教育模式下的机器人课程设计，取得良好成效(黄婕, 2013)；龙泳构建基于 CDIO 教学模式的高中信息技术课程教学模式并应用于 Python 学习中，结果表明其效果明显优于传统课堂的教学模式(龙泳, 2024)。可见，将 CDIO 引入信息技术学科已取得一定的成效。

然而，现有将 CDIO 引入信息技术学科的研究普遍以机器人、Python 编程等特定教学内容为案例，虽然有助于学生掌握具体技能，但其普适性有限，未能全面覆盖信息技术学科的大概念，可能导致学生在面对其他类型的问题时缺乏解决措施。因此本研究将所构建的 GAI 介入的 CDIO 学习过程应用于“了解软件的功能与开发”这一项目中。信息系统是高中信息技术学科中的一个重要大概念，而软件是信息系统的重要组成部分，通过该项目的学习，学生能够体验软件开发的一般过程，提升对信息技术学科的整体理解和应用能力。

2.2. 生成式人工智能在信息技术教学中的应用现状

目前生成式人工智能（Generative Artificial Intelligence, GAI）已经在教育领域展现出巨大的发展潜力，其通过实时反馈、个性化指导等功能丰富教学方式、提高学习效率，对教育领域产生了深远的影响。有研究将 ChatGPT 引入编程教学，通过 ChatGPT 所提供的精确回答，使学习者降低认知负荷并增强对复杂编程概念的掌握和应用(Ko et al., 2024)；Kieko Ido 等人在初中科学课堂上鼓励学生向 ChatGPT 提出问题，结果表明单独回答学生问题的 GAI 可以成为激发学生提问和思考的学习伙伴(Ido et al., 2024)。可见，GAI 在教育实践中作为一种教学辅助工具的可能性，将其引入课堂已具备一定的基础。

然而尽管 GAI 在许多学科教学中取得显著成效，但其并没有指明 GAI 在不同学习活动中的具体作用，也没有规范 GAI 的使用条件，长此以往可能出现学生过渡依赖 GAI 的情况，而削弱他们的独立思考能力。因此，本研究在将 GAI 介入课堂时依托一定的教育模式，并向学生明确 GAI 的使用范围，引导学生科学合理地使用 GAI，以充分发挥 GAI 的优势。

2.3. 在信息技术课堂中培养问题解决能力的研究现状

问题解决能力最早起源于心理学领域，美国心理学家桑代克在 19 世纪提出了著名的“试误说”，认为问题解决的过程就是不断尝试错误的过程(蔡笑岳 & 于龙, 2008)。而后随着研究的深入，问题解决能力从理论层面拓展到应用层面，在我国各个学段、学科都有过相关研究。而信息技术作为一门实践性很强的学科，对培养学生的问题解决能力有较大的优势。对于学生问题解决能力的培养具有得天独厚的优势(鹿佳景, 2022)。史宇晴在高中信息技术课堂上采用案例教学的方式来培养学生的问题解决能力(史宇晴, 2024)。欧佩玲在初中信息技术课堂利用项目教学策略培养学生的问题解决能力(欧佩玲, 2022)。可见，在信息技术课堂中实施有效的教学策略能够提高学生的问题解决能力。

3.生成式人工智能介入的 CDIO 学习过程构建

基于上述研究综述，本研究结合高中信息技术课程的现状与需求，构建生成式人工智能介入的 CDIO 学习过程，探索其对学生问题解决能力的影响，如图 1 所示。

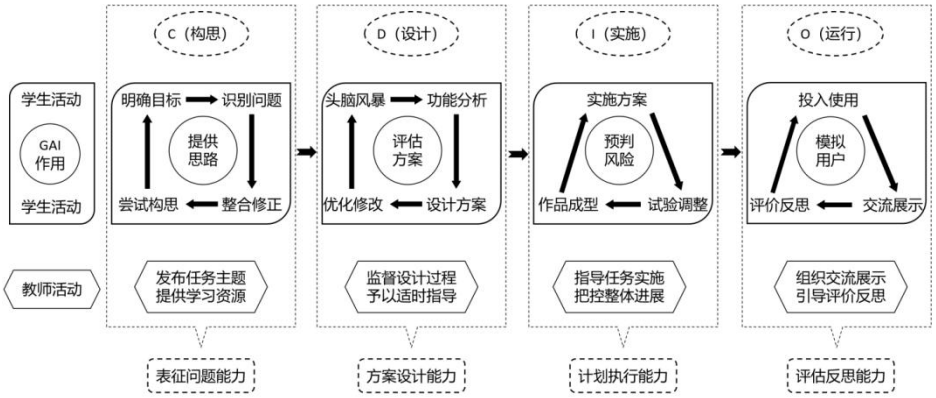


图 1 生成式人工智能介入的 CDIO 学习过程

3.1. 构思阶段

构思阶段是该学习过程开展的基础。在此阶段，由教师发布本节课的任务主题，并提供一定的学习资源。学生需要在教师的引导下，必要时借助 GAI 的帮助，识别任务中的问题并明确目标，完成对作品的基本构思并进行整合修正。该阶段旨在激发学生的创意想法，因此 GAI 的主要作用为提供创新的问题解决思路，但仍需要学生独立思考或在教师的帮助下对其进行进一步的整合修正，从而形成自己的问题解决思路。这一过程主要培养学生的表征问题能力，旨在通过 GAI 的思路提供，提高学生分析问题、理解问题、表述问题等方面的能力。

3.2. 设计阶段

设计阶段是实施该学习过程的关键，为后期实施与运行提供了重要支撑。进入该阶段后，主要由学生开展各项探究活动，而教师则负责监督设计过程，并予以适时指导。学生需要开展头脑风暴，将构思方案细化为可执行的步骤，在对各步骤功能分析的基础上整合成设计方案并优化修改。该阶段形成的设计方案是后期能否正常实施运行的基础，因此在班级人数较多，教师无法全面评估每个学生的设计方案时，就需要 GAI 的介入以帮助学生评估其方案可行性与必要性。这一过程主要培养学生的方案设计能力，学生要能把自己脑海中的构思转化为具体可行的方案，通过文字、流程图等方式制定方案并选取最优方案。

3.3. 实施阶段

实施阶段是将理论转化为实践的重要过程。学生依据设计方案，明确实施任务和目标，逐步实现模型搭建、编写程序等活动，并在实施过程中不断迭代优化，最终形成完整的作品。教师在此阶段为学生提供丰富的资源，鼓励学生不断尝试，并把控整体课堂进展。该阶段对于缺乏实践经验的中学生来说挑战较大，容易产生畏难情绪，而该阶段 GAI 可以根据学生的设计方案进行风险预判，及时帮助学生应对问题，从而缓解学生的畏难情绪。这一过程主要培养学生的计划执行能力，旨在通过 GAI 的风险预判，帮助学生制定合理可行的计划并执行。

3.4. 运行阶段

运行阶段是该学习过程的最后一个环节，用于检验学生的学习成果。在此阶段，学生将完成的作品投入到真实的生活情境中，并密切监控运行状态。最后教师组织学生进行交流展示，学生针对教师和同学们提出的疑问进行解答或改进。该阶段需要在真实的生活情境中运行，但由于当下课堂限制，许多学生作品无法走出课堂，因此学生无法了解作品的真正运行情况，而 GAI 则可以模拟用户行为，为学生作品提出改进意见。这一过程主要培养学生的评估反思能力，从多个角度对作品的实际效果进行评估、收集反馈、分析结果并改进作品。

4.生成式人工智能介入的 CDIO 学习过程应用

4.1. 实验设计

本研究选取中国东部某中学高二年级两个班级的 97 名学生作为实验对象，两班所选的高考科目相同、班级人数及男女比例相当，且问题解决能力前测水平相近。其中实验组 48 人（30 名男生，18 名女生），采用 GAI 介入的 CDIO 学习过程进行学习；对照组 49 人（31 名男生，18 名女生），采用无 GAI 介入的 CDIO 学习过程进行学习，两组由同一个教师开展教学，不同在于实验组融入国内大语言模型“文心一言”作为辅助工具，而对照组仅在教师的帮助下学习。实验持续 2 周共 4 个课时，具体的实验设计如下图所示。

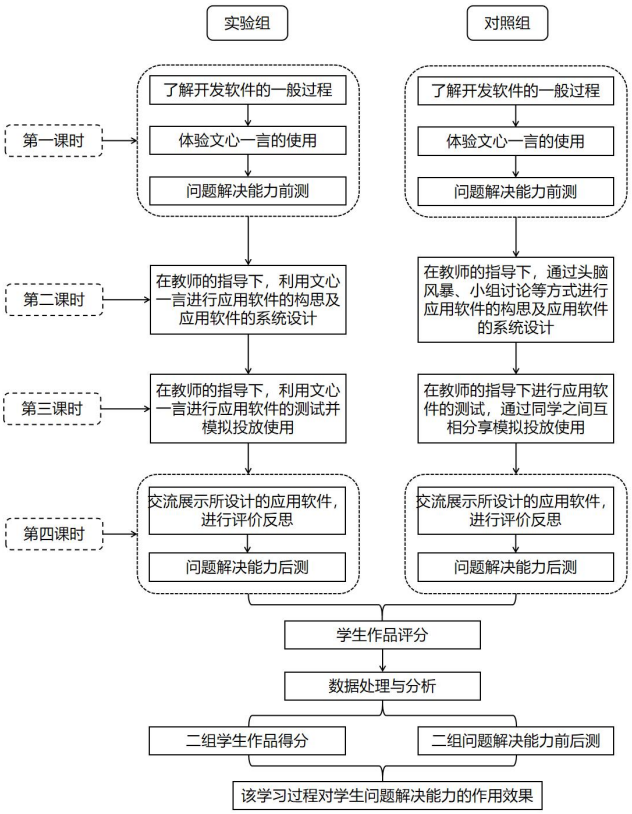


图 2 生成式人工智能介入的 CDIO 学习过程的实验设计

4.2. 教学实验

本研究选取沪教版高中信息技术必修二项目四-了解软件的功能与开发作为教学内容开展教学实践，学生需要在课前完成问题解决能力前测量表，在课堂上完成相应的学习任务单，并在课后完成一份知识测试题以及问题解决能力后测量表。具体的教学设计如图 2 所示。

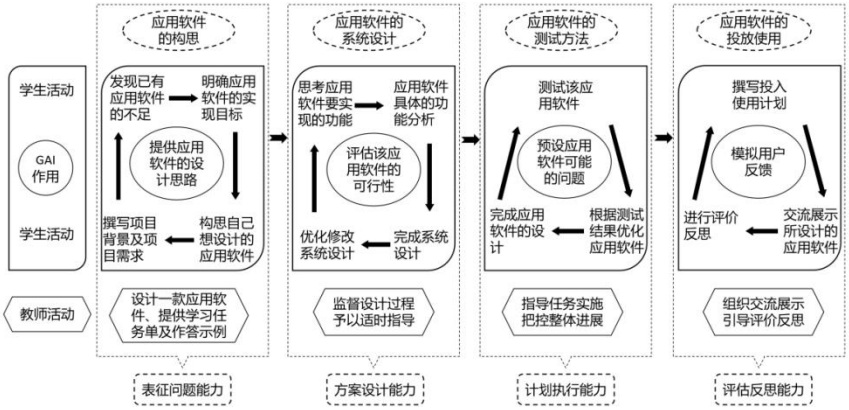


图 3 生成式人工智能介入的 CDIO 学习过程的教学设计

整个教学过程围绕应用软件的设计展开，根据学校每周两课时，每课时 45 分钟的教学安排进行教学过程设计，具体的教学过程如下。

应用软件的构思：教师引导学生通过观察日常使用的应用软件，发现其不足之处，由此引入本课的任务主题“设计一款应用软件”，同时分发学习任务单及作答案例。在教师的指导下，学生通过与GAI进行对话，对话内容围绕“设计一款创新的应用软件”展开，其大致包括“为什么要设计这款应用软件”和“设计这款应用软件能满足人们什么需求”。学生从GAI的对话中获取设计思路，明确自己要设计什么样的应用软件，根据其实现目标进行构思，完成学习任务单中的项目背景及项目需求。

应用软件的系统设计：在完成对应用软件的基本构思后，教师引导学生思考自己所设计的应用软件大致要实现哪些功能？学生根据学习任务单的提示进行具体的功能分析，完成系统设计。在初步完成系统设计后，学生将其上传至GAI，通过输入相应的提示语让GAI评估该应用软件具体功能实现的可行性，学生根据评估结果对系统设计进行优化修改。教师在该过程中主要起到监督作用，并在学生想法与GAI提供的答案发生冲突时予以适时指导。

应用软件的测试方法：学生根据课本上提供的方法对应用软件进行测试，根据测试结果优化应用软件，进而完成应用软件的设计。在此过程中，学生可以通过与GAI对话，来预设该应用软件可能产生的问题，从而减少测试频率，提高作品的完成效率。教师在该过程中要注意把控整体进展，并适时指导学生进行测试。

应用软件的投放使用：在完成对应用软件的设计后，学生需要撰写应用软件的投入使用计划，由GAI作为模拟用户对该应用软件进行评估反馈，学生收集其反馈结果并加以改进。随后教师组织学生对自己所设计的应用软件进行交流展示，由教师和同学们提出改进意见，引导学生对自己的作品进行反思并总结经验，形成最终的作品。

4.3. 测量工具设计

测量工具分为学生作品评价表和问题解决能力量表。其中学生作品评价表用于对学生的学习任务单进行打分，问题解决能力量表用于测量学生问题解决能力情况，通过二者的数据分析结果共同探讨该学习过程对学生问题解决能力的作用效果，具体如下。

4.3.1. 学生作品评价表

问题解决的结果通常是以学生创作的作品作为依托。为客观评价学生的作品，本研究从作品内容与作品展示两个维度对学生作品进行评价，每个维度有具体的分值及指标说明，如表1所示。

表 1 学生作品评价表

评价维度	评价指标	具体内容
作品内容（70分）	完整性（15分）	方案结构清晰、内容充实完整。
	创新性（20分）	方案视角独特、想法新颖、呈现形式多样。
	科学性（15分）	方案契合主题，符合科学原理，技术实现合理。
	实用性（20分）	方案能够满足目标用户真实需求，解决实际问题。
作品展示（30分）	逻辑清晰度（10分）	方案展示逻辑连贯、条理清晰，各部分内容衔接自然。
	流利度（5分）	学生语言流利、语速适中。
	自信程度（5分）	学生时间分配合理，从容应对突发情况。
	互动性（5分）	学生能够积极回应老师和同学们的提问。
	表达能力（5分）	学生能够准确传达信息，避免歧义。

4.3.2. 问题解决能力量表

为确保问卷信效度，本研究根据国际学生评估项目（PISA）2012年对问题解决能力的研究，其将问题解决能力分为探究及理解、表征及形成、计划及执行、监控及反馈；并参考了伍远岳等将问题解决能力的过程分为理解问题、描述问题、展示问题、解决问题、反思解决

方案、交流解决方案(伍远岳 & 谢伟琦, 2013)；高富莹从理解问题、表征问题、协作学习、解决问题、反思监控、交流评价 6 个维度测量小学生的问题解决能力(高富莹, 2022)；同时以本研究所界定的 CDIO 教育模式的作为该问卷的基础，结合《普通高中信息技术课程标准》，对问卷进行设计，主要从表征问题能力、方案设计能力、计划执行能力以及评估反思能力四个子维度考察学生的问题解决能力，具体解释及对应的题号如表 2 所示。

表 2 问题解决能力量表的维度

问题解决能力	解释	题号
表征问题能力	学生在发现问题、理解问题、分析问题、表述问题等方面的能力。	1-4
方案设计能力	学生能够通过文字、流程图、思维导图等制定并选择最优的方案。	5-8
计划执行能力	学生能够制定实施计划并对问题解决的过程进行监控。	9-12
评估反思能力	学生能够清晰表述解决方案，对自己和他人作品做出合理评价，并反思改进解决方案。	13-17

通过对前测数据进行信效度检验，结果表明克隆巴赫系数为 0.996>0.9，Bartlett 球形度检验显著性<0.001，故该量表具有良好的信效度。

5.研究结果

5.1. 学生作品得分

为探究学生作品在教学实验后的差异，本研究对实验组与对照组的作品得分情况采用独立样本 t 检验进行统计分析，结果表明，实验组和对照组在作品展示上无显著差异（p>0.05），但在作品内容和作品总评上有显著差异（p<0.05），且实验组显著高于对照组，如表 3 所示。说明 GAI 介入的 CDIO 学习过程在高中信息技术课程中的应用效果良好，其得分情况充分验证了该学习过程能够有效提高学生的问题解决能力。

表 3 实验班和对照班的作品得分独立样本 t 检验

项目	组别	人数	均值	标准差	t	p
作品内容	实验组	48	60.02	3.498	2.334	.022*
	对照组	49	58.45	3.130		
作品展示	实验组	48	23.79	2.543	.636	.526
	对照组	49	23.49	2.113		
作品总评	实验组	48	83.81	3.863	2.350	.021*
	对照组	49	81.94	3.986		

注：p<0.05，*；p<0.01，**

5.2. 问题解决能力量表

本研究将实验组与对照组的问题解决能力前测数据进行独立样本 t 检验，结果表明，实验组和对照组在问题解决能力的前测阶段并无显著差异（p>0.05），如表 4 所示。

表 4 实验班和对照班问题解决能力前测独立样本 t 检验

项目	组别	人数	均值	标准差	t	p
表征问题能力总分	实验组	48	16.60	2.623	-.356	.722
	对照组	49	16.80	2.677		
方案设计能力总分	实验组	48	16.77	2.520	.404	.687
	对照组	49	16.55	2.829		
计划执行能力总分	实验组	48	16.79	2.601	.405	.687
	对照组	49	16.57	2.754		

评估反思能力总分	实验组	48	20.98	3.310	-.270	.788
	对照组	49	21.16	3.406		
总分	实验组	48	71.15	10.074	.030	.976
	对照组	49	71.08	11.103		

注：p<0.05，*；p<0.01，**

因此，将实验组和对照组的问题解决能力后测数据进行独立样本 t 检验，结果表明，实验组和对照组在问题解决能力上存在显著差异（p<0.05），且实验组显著高于对照组，如表 5 所示。表明 GAI 介入的 CDIO 学习过程能够有效提高高中生的问题解决能力。但其提升效果在问题解决能力的不同维度上仍存在差异。进一步分析可知，评估反思能力存在显著差异（p<0.05），而表征问题能力、方案设计能力、计划执行能力无显著差异（p>0.05），这反映了 GAI 在帮助学生进行作品评价和改进方面的独特价值，同时也反映了 GAI 在不同教学阶段的作用差异，在 O（运行）阶段 GAI 更能发挥其有效作用，模拟用户行为以帮助学生优化改进作品，进而更好地提升学生的问题解决能力。

表 5 实验班和对照班问题解决能力后测独立样本 t 检验

项目	组别	人数	均值	标准差	t	p
表征问题能力总分	实验组	48	17.90	2.156	1.634	.106
	对照组	49	17.24	1.750		
方案设计能力总分	实验组	48	17.79	2.475	1.504	.136
	对照组	49	17.08	2.168		
计划执行能力总分	实验组	48	17.90	2.503	1.948	.054
	对照组	49	16.96	2.226		
评估反思能力总分	实验组	48	22.81	2.929	2.134	.035*
	对照组	49	21.61	2.605		
总分	实验组	48	76.40	9.538	2.003	.048*
	对照组	49	72.90	7.570		

注：p<0.05，*；p<0.01，**

6.结论与展望

本研究基于高中信息技术教学现状，结合 GAI 的功能特点，从 CDIO 视角构建了 GAI 介入的 CDIO 学习过程。研究采用实证研究方法，以该学习过程为基础进行教学设计，并开展教学实验。通过学生作品评价表、问题解决能力量表探索该学习过程对高中生问题解决能力的影响。结果表明，GAI 介入的 CDIO 学习过程能够有效提升学生的作品得分，在作品内容方面尤为显著，并且在介入该学习过程后实验组的问题解决能力显著高于对照组，证明了该学习过程的有效性。而 GAI 在该学习过程的各个阶段中扮演着不同的角色，其中在 O（运行）阶段的作用尤为显著，其通过模拟用户、提供反馈意见等作用显著提高了学生的评估反思能力。

然而，尽管该学习过程在提高学生问题解决能力方面取得了显著成效，但研究过程仍存在实验周期短、样本容量有限等问题，无法全面评估该教学模式的长期效果，其研究结果的普适性和可靠性也有待考究。因此未来的研究可以通过进行更长时间的干预实验，以全面评估该教学模式对学生学习和问题解决能力的长期影响，同时扩大样本规模，以提高研究结果的普适性和可靠性。此外，针对问题解决能力各维度提升情况有所差异的现状，还需要未来的研究进一步探索如何在各个阶段更有效地利用 GAI，以全面提升学生的问题解决能力。还需

要注意的是，在课堂中介入 GAI 可能导致学生独立思考能力的削弱，技术故障可能影响教学活动的正常进行，数据隐私和安全问题也需要进一步重视。为了充分发挥 GAI 的优势，教育工作者和技术开发者需要共同努力，制定科学合理的使用策略，确保 GAI 的应用更加科学合理。未来的研究可以进一步探索 GAI 在其他学科中的应用潜力，以及如何更好地整合 GAI 与传统教学资源，为培养更多具备问题解决能力的复合型人才提供有力支持。

参考文献

Ido, K., Goto, K., Yamada, M., & Matsuura, S. (2024). Use of ChatGPT in the Classrooms of a Junior Highschool Science to Invoke Ability of Questioning. In A. Coman, S. Vasilache, F. Fui-Hoon Nah, K. L. Siau, J. Wei, & G. Margetis (Eds.), HCI International 2024 – Late Breaking Papers (pp. 25–45). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-76806-4_3

Ko, H.-T., Liu, Y.-K., Tsai, Y.-C., & Suen, S. (2024). Enhancing Python Learning Through Retrieval-Augmented Generation: A Theoretical and Applied Innovation in Generative AI Education. In Y.-P. Cheng, M. Pedaste, E. Bardone, & Y.-M. Huang (Eds.), Innovative Technologies and Learning (Vol. 14786, pp. 164–173). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-65884-6_17

伍远岳 & 谢伟琦. (2013). 问题解决能力:内涵、结构及其培养. 教育研究与实验, 4, 48–51.

史宇晴. (2024). 培养学生问题解决能力的高中信息技术案例教学研究 [硕士, 哈尔滨师范大学]. https://doi.org/10.27064/d.cnki.ghasu.2023.001271

李馨. (2015). 翻转课堂的教学质量评价体系研究——借鉴 CDIO 教学模式评价标准. 电化教育研究, 36(3), 96–100. https://doi.org/10.13811/j.cnki.eer.2015.03.014

杨丽波 & 陈元琳. (2010). CDIO 教育思想在教育技术学人才培养中的应用. 黑龙江教育学院学报, 29(8), 42–44.

欧佩玲. (2022). 面向问题解决能力培养的项目教学策略研究 [硕士, 广州大学]. https://doi.org/10.27040/d.cnki.ggzdu.2020.000694

蔡笑岳 & 于龙. (2008). 问题解决心理学的研究模式及研究取向的演变. 华南师范大学学报(社会科学版), 6, 103-109+159-160.

高富莹. (2022). STEM 教学中提升小学生问题解决能力的学习支架设计研究 [硕士, 福建师范大学]. https://doi.org/10.27019/d.cnki.gfjsu.2021.001771

鹿佳景. (2022). 初中生问题解决能力的现状与提升策略研究 [硕士, 山东师范大学]. https://doi.org/10.27280/d.cnki.gsdsu.2021.000462

黄婕.(2013).基于 CDIO 模式下的课程开发与教学设计实践研究.(eds.)科学教育与科技创新后备人才培养(pp.97-100).上海交通大学附属第二中学

基于大模型思维链的实验报告评语自动生成研究

Research on Automated Feedback Generation for Experimental Reports based on Large Model Chain of Thought Prompting

王萌[1*] 刘晓燕[1]
[1]江南大学，江苏“互联网+教育”研究基地
[*]wangmengly@163.com

【摘要】 在实验教学中，实验报告是评估学生实践能力与学习效果的重要手段。然而，依赖专业教师对大量的实验报告进行评价和反馈存在效率低、主观性强、评语模版化等问题。为此，文章针对《人工智能应用》课程提出了一种基于 ChatGPT API 和思维链提示的实验报告评语自动生成方法。首先对文本进行预处理与分割，然后通过 API 接口与模型进行交互，利用少样本思维链提示策略自动生成各模块评价结果，并整合生成具有社会情感的评语。结果表明，该方法生成的评语在可读性、相关性、准确性和个性化四个维度上都达到了较高的质量水平，且在除可读性外的其他方面均显著优于简单提示。

【关键词】 ChatGPT API；思维链提示；论文式实验报告；人工智能应用课程

Abstract: *Experimental reports serve as a critical tool for assessing students' practical skills and learning outcomes in laboratory teaching. However, relying on instructors to evaluate large volumes of reports faces challenges such as inefficiency, subjectivity and templated comments. To address these issues, this study proposes an automated comment generation method for experimental reports in the Artificial Intelligence Applications course, leveraging the ChatGPT API and chain-of-thought prompting. First, textual data is preprocessed and segmented. Then, the API interface interacts with the model to automatically generate module-specific evaluations using a few-shot chain-of-thought prompting strategy, which are subsequently synthesized into contextually empathetic comments. Results demonstrate that the generated comments achieve high quality across four dimensions: readability, relevance, accuracy, and personalization. they significantly outperform simple prompting approaches in all dimensions except readability.*

Keywords: ChatGPT API, chain of thought prompting, essay-style experimental report, artificial intelligence application course

1.引言

作为教育生态改革的重要助推器，人工智能技术在教育评价改革，实现规模化评估与个性化反馈的有机结合方面的研究已经引发了广泛关注。其中，实验教学作为教育评价改革的核心场域已在虚拟实验平台、数据采集与分析、实验报告在线生成等方面取得了显著进展。但面对大规模教学班的实验报告批阅过程中，智能化水平相对较低，面临效率瓶颈、反馈迟滞及评语同质化等局限。当前，以 ChatGPT 为代表的大语言模型（Large Language Models, LLMs）凭借出色的自然语言理解与生成能力，使其在教育评价中具备良好的应用潜力。该类模型遵循“预训练-提示”的范式，即先在海量文本数据上自监督预训练构建语言表征（Lee et al., 2023），继而通过动态提示机制实现任务适配。为此，本研究以华东某高校的《人工智能应用》课程为例，提出了基于 ChatGPT API 和思维链提示的实验报告自动评语生成框架。该课程是面向人文社科类专业开设的一门理论与实践相结合的课程，实践教学环节要求学生运用所学的人

工智能算法进行建模和解决实际问题，最终形成具有学术规范性的论文式实验报告，以培养学生的创新、问题解决及学术写作能力。

2.相关工作

2.1. 实验报告自动评价方法相关研究

从技术发展演进的角度，实验报告自动评价方法可以分为基于相似度、基于深度学习和基于 LLMs 的方法。(Chen et al., 2017)针对实验报告中的主观简答题，提出了基于标准答案的多级语义相似度自动评分算法，其评分结果与教师的平均差异仅为 0.46，但该方法无法适用于无参考答案的实验报告。(张迪，2022)通过引入 Real Former 和 Mean-Max-Pooled 方法优化 BERT 模型，实现了大学课程总结性文本的自动评分，准确率达到 79.17%。基于 LLMs 的方法是通过对已经在大规模数据集上预训练的语言模型进行微调，使模型适应评价任务。翟洁等(翟洁等人，2024)首次尝试了将 LLMs 应用于实验报告评语自动生成，通过匹配评估决策树自动生成报告和代码文本的评级结果及依据。但该研究仅从相关性角度对报告内容质量进行评价，且未对 LLMs 进行微调以适应特定的实验评价生成任务。

2.2. ChatGPT 在自然语言生成中的应用现状

评语生成作为自然语言生成（Natural Language Generation, NLG）的一个重要分支，专注于根据输入数据生成逻辑清晰、内容合理的反馈。目前，ChatGPT 在自然语言生成领域已证实具有强大的能力，不仅能从内容、语言、结构维度为作文生成高质量的反馈，还能有效的识别错误并提供具体的纠正策略。同时，ChatGPT 在学术论文的摘要生成、用语规范及创新性评估等方面提供了有力支持。此外在评语生成方面，（罗恒等，2024）将智能诊断数据与模型进行交互，生成数据驱动的个性化教师评语。（薛嗣媛和周建设，2024）从五个方面对模型生成的写作评语进行考量，发现思维链提示能够有效的优化教师撰写评语的过程。

3.基于少样本思维链提示的实验报告评语生成

3.1. 文本预处理与分割

由于模型输入长度受限于 token 数量，而学生的实验报告通常篇幅较长，字符数量远超模型输入上限。因此，本研究先提取实验报告中的文本数据，对其进行简单清洗，如去除多余的空格、换行符等。然后根据教师已规定的框架将报告分割为摘要、引言、实验设计、实验步骤、实验结果、实验总结和参考文献七个模块。其中，参考文献不涉及内容评价，其余六个模块以 JSON 格式存储，以便后续分模块评价。

3.2. 实验报告各模块自动评价

3.2.1. API 接口设置

本研究通过调用 API 接口实现与模型的交互。ChatGPT API 调用方法如图 1 所示。

```
import openai
openai.api_key = "sk-***"
def get_evaluation(user_text):
    response = openai.ChatCompletion.create(
        model="gpt-4",
        temperature=0,
        messages=[
            {"role": "system", "content": system_message()},
            {"role": "assistant", "content": assistant_message()},
            {"role": "user", "content": user_text}
        ]
    )
    return response['choices'][0]['message']['content']
```

图 1 ChatGPT API 调用方法

3.2.2 基于少样本思维链提示的各模块评价生成

提示词工程（Prompt Engineering）是一种用于优化与 LLMs 交互的方法，旨在通过精心设计的提示以引导模型生成所期望的高质量输出。Wei 等（Wei et al., 2022）提出了一种通过引

入思维链提示来激发 LLMs 推理能力的方法，并在不同任务上取得了优异的效果。受此启发，本研究构建了少样本思维链提示策略与 ChatGPT 进行交互，以完成实验报告评语生成任务。具体而言，该策略将评价任务分解为两个阶段：第一阶段为评价指标相关语句识别，即通过少样本示例引导模型提取出描述各评价指标的语句；第二阶段为评价结果生成，即引导模型根据评价标准对相关语句进行评价并输出结果。每个阶段都设置了三种角色，系统消息提供评价的具体规则指令；助手消息提供 3 个语句提取和结果输出示例；用户消息提供各模块具体的待评价内容。

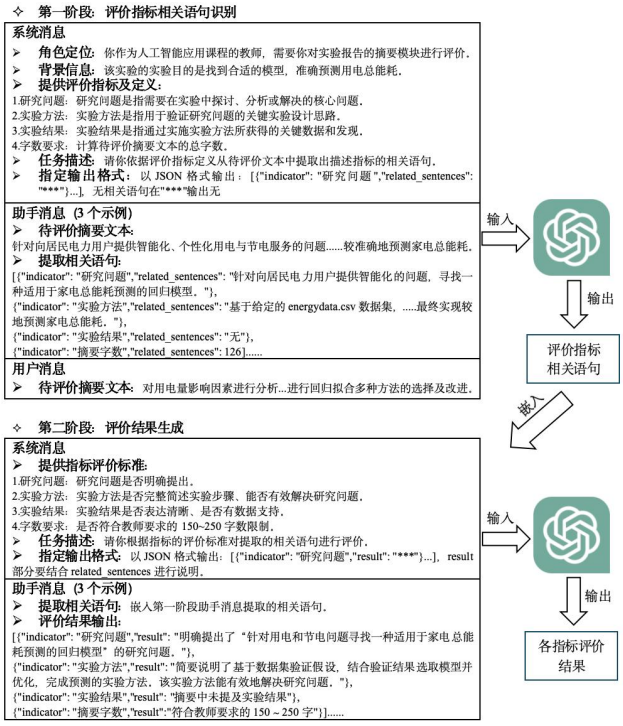


图 2 基于少样本思维链的摘要模块评价生成

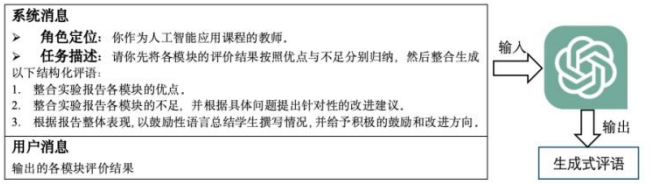


图 3 实验报告评语生成提示

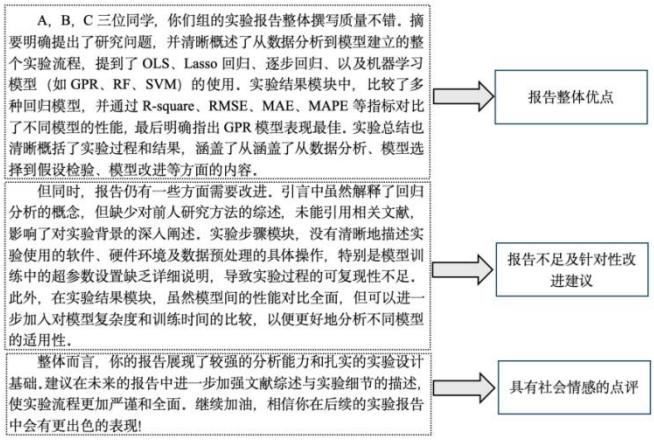


图 4 生成式评语示例

为确保评价过程的全面性和科学性，本研究明确了各模块的评价指标及具体标准。其中，摘要的评价指标包括研究问题、实验方法、实验结果和字数要求；引言包括实验背景和文献综述；实验设计重点评价数据预处理选择、模型选择和模型原理；实验步骤聚焦于实验配置、数据预处理、数据集划分及模型训练；实验结果包括评价指标、模型对比和结果分析；实验总结重点关注是否清晰表达了结果总结、实验局限及改进建议。这些指标的设定不仅为提示词的设计提供了明确的目标导向，也为模型在生成评语时提供了规范的评价依据。

以课程中的线性回归实验为例，给出了摘要模块的提示词，如图 2 所示。其他模块的评价都遵循此提示词设计框架，因此只需针对性的替换指标定义与评价标准、待评价文本、示例即可。

3.3. 实验报告评语生成

本研究的实验评语从各模块的评价结果中归纳总结出实验报告的整体优点和不足，并提出针对性的改进建议。同时，为了更接近人工教师的反馈方式，增加了社会情感的点评部分。为此，本研究设计了评语生成提示，如图 3 所示。在多轮对话优化与迭代下，最终的生成式评语示例如图 4 所示。

4.实验结果分析

为了评估上述生成式评语的质量，本研究选取了另一任务的 55 份实验报告作为实验集，让四名《人工智能应用》课程的任课教师分别从可读性、相关性、准确性、个性化 4 个维度对 ChatGPT 基于两种提示生成的评语进行打分，各个维度的评分规则如表 1 所示。

表 1 可读性、相关性、准确性、个性化的评分规则

指标	10-7 分	7-4 分	4-0 分
可读性	评语无语病、冗长，通俗易懂。表达自然同教师评语相媲美。	评语整体无语病，句子略有冗长。偶有表达不清晰和难以理解的情况。	评语存在多处语病，句子过于冗长导致重点不明，表达生涩影响学生理解。
相关性	评语与实验报告内容完全贴合，能够精准地指出报告的优点与不足，提供了具体且有建设性的反馈。	评语与实验报告内容基本贴合，能够指出报告的一些优点和不足，但可能较为笼统，缺乏具体细节。	评语与实验报告内容关联不大，对学生的表现不具备指导意义。
准确性	评语中不存在事实性错误，准确的反映了学生的报告内容。	评语存在少量表述偏差但未影响整体理解。	评语中存在严重的事实性错误，未正确反正报告内容，对学生产生了误导。
个性化	评语能够识别并评价学生的创新思路或面临的特殊挑战，提出了针对性的建议和鼓励。	评语在某些方面体现了对学生想法的关注，但整体仍有通用性。	评语明显模板化，未体现对学生想法的理解。

表 2 是教师对两种提示类型生成评语的打分情况。从表中可以看出，两种提示类型在可读性方面表现均较好，表明无论基于哪种类型 ChatGPT 生成的评语都清晰流畅。但思维链提示在相关性、准确性以及个性化指标上均显著优于简单提示，说明思维链能通过分步骤的逻辑推理，深入地理解报告内容，生成更贴近原文、针对性及个性化的评语。

表 2 教师对模型生成评语的评分

指标 / 提示类型	实验报告生成式评语的评分平均值			
	可读性	相关性	准确性	个性化
少样本+简单提示	9.18	8.22	7.03	7.71
少样本+思维链提示	**9.23**	**8.67**	**7.99**	**8.40**

5.结语

为了提高教师评阅实验报告的效率和反馈质量，本研究以《人工智能应用》课程为例，提出了基于 ChatGPT API 和思维链提示的实验报告评语自动生成方法。相较于简单提示来说，该方法生成的评语在相关性、准确性及个性化方面均表现出更高的质量和可靠性。

参考文献

罗恒,廖小芳,茹琦琦和王志锋.(2024).生成式人工智能支持的教师评语研究：基于初中数学课堂的实践探索.电化教育研究(05),58-66.doi:10.13811/j.cnki.eer.2024.05.008.

薛嗣媛和周建设.(2024).大语言模型在汉语写作智能评估中的应用研究.昆明学院学报(02),10-22.doi:10.14091/j.cnki.kmxyxb.2024.02.002.

张迪.(2022).基于深度学习的大学课程总结性文本自动评价关键技术研究(重庆理工大学).

翟洁,李艳豪,李彬彬和郭卫斌.基于大语言模型的个性化实验报告评语自动生成与应用.计算机工程 1-10.doi:10.19678/j.issn.1000-3428.00EC0069593.

Lee, G., Hartmann, V., Park, J., Papailiopoulos, D., & Lee, K. (2023). Prompted llms as chatbot modules for long open-domain conversation. arXiv preprint arXiv:2305.04533.

Chen, Y., Liu, X., Huo, P., Li, L., & Li, F. (2017, August). The design and implementation for automatic evaluation system of virtual experiment report. In 2017 12th International Conference on Computer Science and Education (ICCSE) (pp. 717-721).

Wei, J., Wang, X., Schuurmans, D., Bosma, M., Xia, F., Chi, E., ... & Zhou, D. (2022). Chain-of-thought prompting elicits reasoning in large language models. Advances in neural information processing systems, 35, 24824-24837.

基于生成式人工智能的个性化编程学习系统框架设计

Framework Design for Personalized Programming Learning System Based on Generative AI

徐家乐[1]*，田娜[1]
[1]江南大学人文学院
* hiraumi@foxmail.com

【摘要】 生成式人工智能技术的崛起为编程教育带来了全新的可能性。本文提出了一种基于生成式人工智能的个性化编程学习系统框架，为编程学习提供多层次支持。学生端包括动态学习路径推荐、智能代码分析、自动问题生成以及代码评价等功能，以满足不同学习阶段学生的个性化需求；教师端则聚焦于学生学习情况的全面分析与精准指导，帮助教师高效管理教学活动并提供个性化的支持。
【关键词】 生成式人工智能；个性化学习；编程教育；智能教学系统

Abstract: *Generative AI technology has introduced new opportunities for programming education. This paper proposes a personalized programming learning system framework based on generative AI. The student interface includes dynamic learning path recommendations, intelligent code analysis, automatic problem generation, and code evaluation, addressing diverse learning needs. The teacher interface provides comprehensive analysis of student progress and personalized guidance to support efficient teaching management.*
Keywords: generative AI, personalized leaning, programming education, intelligent tutoring systems

1. 引言

随着生成式人工智能(GenAI)技术的快速发展，其强大的自然语言理解与文本生成能力使其在教育领域呈现出深度融合的趋势（吴南中等, 2020）。特别在编程教育中，GenAI 可以为学习者提供动态的代码示例、个性化的学习路径以及即时的错误反馈，从而有效克服传统教学模式中的局限性(Kwak, 2023)。同时，对于编程教育师资力量薄弱且分布不均的问题，GenAI 作为“智能导师”辅助教师教学、答疑与评价，是一个前景明朗的解决手段（孙发勤 & 冯锐, 2020）。然而，如何将 GenAI 高效地应用于编程学习，构建一个能够满足学习者个性化需求的系统框架，解决编程课程学习实践缺乏的问题（王晓春等, 2024），仍值得深入探讨。

本文旨在提出一种基于 GenAI 的个性化编程学习系统框架设计，重点研究其应用场景，覆盖编程教育中的学习与评价，为编程教育迈向智能化和个性化提供理论和实践支持。

2. 个性化编程学习系统的设计目标

本系统框架基于 GenAI 提供的个性化指导，因而基于易用性、高效性和灵活性设计。

首先，本系统在传统的线上编程学习系统的基础上，通过引入 GenAI 满足用户在编程学习中的个性化的需求。本系统借助 GenAI 提供的 API，可以实现用户与 GenAI 之间的无缝交互，用户无需进行技术配置，仅需在对应界面提交问题，即可快速完成代码分析、解释以及纠正等任务。**其次**，本系统对代码分析和纠正这一核心功能进行优化。由于一般的人机交互以诱发式对话为主，可能会使学生迷失目标（翟雪松等, 2024），因此通过预先设定高效的提示词模板，确保 AI 能够快速理解用户需求并生成高质量的答案。用户无需每次手动输入复杂的提

示词，就能直接获得相应反馈。这一设计大幅降低了用户的学习门槛，同时减少了重复操作的繁琐过程。**最后**，本系统在提供通用提示词模板的基础上，设计了灵活的个性化输入机制。对于通用模板无法满足的复杂需求，学习者可以通过自主输入提示词描述问题或提出需求，从而获得高度定制化的支持。这一功能使初学者可以依赖系统默认的提示词模板快速上手，同时使高级学习者通过个人化的提示词获取更深入、精准的反馈，从而提高学习效率。

3. 生成式人工智能应用场景分析

3.1 学生端：学习路径推荐

在传统的学习系统中，大多数学生仅按照系统设定的顺序依次学习，而这种线性的学习方式忽略了学生对知识点掌握程度的差异，无法对学习过程中遇到的重难点内容进行强化。由此，本学习系统引入了**基于 GenAI 的学习路径推荐功能**。该功能能根据学生的实际学习情况，如课程学习进度、学习时长、课后练习的正确率等数据，精准推荐下一步的学习内容。通过这一机制，系统能帮助学生重点攻克学习中的重难点，避免无效重复。

实现上，学生可以在仪表盘界面找到一条**动态的个性化提示语**。这条提示语清晰地指引学生下一步的学习路径。同时系统还在提示语下方提供了多个快捷课程入口，学生可以根据自身需求灵活选择课程并立即开始学习任务。

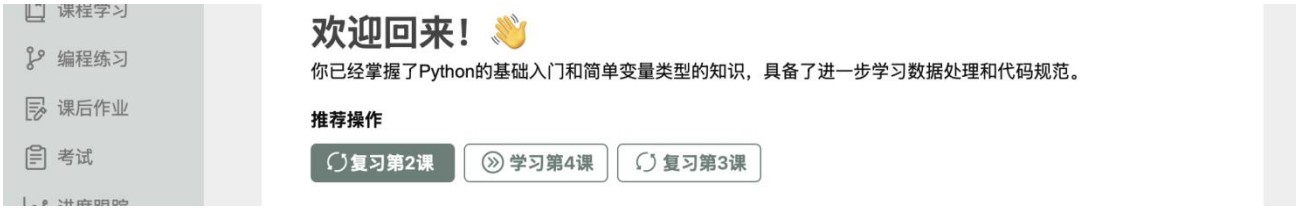


图 1

学习系统学生端仪表盘及推荐语

3.2 学生端：智能代码分析、错误解释和算法优化

学习编程的核心在于实践。在传统的学习过程中，学生通常依赖于 IDLE（集成开发环境）进行编程练习，但这种方式存在三个明显的不足。其一，代码分析通常依赖于学生自行查找问题、修改代码，通过代码运行的结果进行验证。这种方式效率较低，学生很难快速找到潜在问题的根源。其二，代码运行出错时，IDLE 仅提供基础的错误提示信息，这些信息对于初学者而言难以理解。加之有时虽然无运行错误，但程序输出的结果与预期不符，更让学生难以找到问题根源。其三，传统的学习环境并无针对算法效率的优化建议，学生通常只关注代码能否正常运行，而忽视算法的复杂度，导致学生在实际项目中无法有效解决性能问题。

因此，本系统在**代码分析方面**，系统能够快速解析学生的代码结构，标注出潜在的逻辑问题，并简单明了地分析代码的执行逻辑；**错误解释方面**，本系统能对错误信息进行详细解读，结合代码上下文以自然语言提供易于理解的解释，并为学生提供纠正建议或替代实现方案；**算法优化方面**，系统能自动评估学生代码的效率，并提供优化建议。

图 2 *学习系统学生端编程界面*

在实现层面，如图 2 所示，本学习系统在学生的程序编写界面中设计了一个用于随时调用 AI 的交互控件。该控件允许学生用自然语言提出问题，如“为什么报错”“如何优化算法”等。同时系统会自动收集当前编辑的代码内容等信息，并将这些信息与学生输入的问题一并传递给 AI 进行分析。AI 在接收到问题和代码后，结合上下文快速生成针对性的自然语言回复，包括对问题的简洁而清晰的解答、针对代码的详细分析等，并且必要时附带代码示例。通过这种设计，学生能够在编写代码的过程中实时获得帮助，而无需中断当前任务。

3.3 学生端：自动问题生成

以往的学生练习问题主要来源于人工编写的纸质习题集或电子题库。学生一旦完成所有习题，就只能反复练习这些已知的问题，难以接触到新的、有针对性的练习内容。重复练习同样的题目容易导致学生从做题转向背题，无法对知识点更进一步地理解和运用。因此，本研究根据学生的学习需求，通过分析学生的知识掌握情况生成多样化且有针对性的练习内容，有效地补充传统习题的不足。这些问题聚焦于学生在实际编程任务的应用，给出问题情境、目标、部分代码以及目标输出的示例，使学生能够清晰地完成这些具体任务。

在实践层面，本系统为学生提供人工编写的题库和由 AI 生成的问题，这样可以保证练习的多样性。人工编写的题库以高质量、规范化的题目为核心；而 AI 生成的问题针对性强，发展了题库的个性化。这样可以拓宽了题目的数量和类型，增强实用性，帮助学生全面提升编程能力。教师通过教师端也可以便捷地管理由 AI 生成的问题，以免产生错误。

3.4 学生端：代码评价

在编程学习中，代码评价是帮助学生提升编程能力的重要环节。通过系统化的评价机制，学生不仅可以了解自己代码的优缺点，还能够获得针对性的改进建议。但在传统的学习环境中，代码评价通常依赖于教师批改或同学互评，评价过程耗时较长且难以足学生的学习需求。为解决这一问题，本系统引入了基于 GenAI 的代码评价功能。学生可以将自己编写的代码提交给系统进行自动评价，主要评价的维度包括功能正确性、代码质量、算法效率等，同时会为学生生成一段以自然语言生成详细的改进建议等。

3.5 教师端：学生学习情况分析

传统的教学方法中，教师对学生学习状态的把握依赖于作业反馈及考试成绩，这种方式难以精准反映学生的知识掌握情况。为解决这一问题，本学习系统在教师端引入了学生学习情况分析功能，通过实时收集整理学生的学习数据，如课程完成进度、练习正确率、代码提交次数和学习时长等，为教师提供直观的可视化数据展示，帮助快速了解学生的整体学习状态。同时，系统具备预警功能，可以将学习情况较后的学生报告给教师，提前采取干预措施。

生成式人工智能提示词设计

提示词是用户与 AI 进行交互的桥梁，其质量直接关系到输出效果。良好的提示词设计既能清晰地传递学习者的需求，也能最大限度地提升生成结果的准确性、针对性和实用性。为了减少用户重复输入的操作，高效地使用本系统，本系统针对不同的使用场景设计了多种**预设提示词**，这些提示词根据具体场景的需求精心编写，不仅考虑到了学生和教师在不同任务中的特定需求，还结合了 AI 的语言理解特点，确保提示词能够准确传达上下文信息，减少生成结果的偏差。因此本系统中预设的提示词设计原则有以下四点：（一）**明确性**。提示词的内容必须清晰，确保 AI 能够理解用户需求并生成符合期望的结果。（二）**场景适配性**。针对不同的使用场景，须专门设计不同的提示词模板，使提示词与特定任务需求高度契合。（三）**反馈驱动性**。提示词需要求 AI 解释问题、分析原因并提出可行的解决方案，而不仅是笼统的答案帮助用户更好地理解和解决问题。（四）**引导性**。应考虑避免让 AI 直接给出完整答案导致学生产生依赖（Denny et al., 2024），而是更多地提供分析和建议，帮助用户自主思考问题，鼓励学生深入思考问题本质，锻炼逻辑思维能力和独立解决问题的能力。

针对以上设计原则，下表是在几个应用场景运用的提示词示例。

表 1

提示词模版构建示例表

场景	提示词
路径推荐	我的 Python 语言学习情况：×××。针对以上情况，请给出一句总结性的评价，并在以下内容中选择三个推荐我继续学习的内容。可供选择的学习内容：×××。
代码分析	下面是一段 Python 代码：×××，请用简洁的语言向我描述这段代码的作用，并为代码的关键语句增加注释。
错误解释	下面是一段可能存在错误的 Python 代码：×××。该代码用于实现×××。如果代码没有问题，请直接告诉我。反之，请告诉我代码出错的部分，并告诉我应该从何处修改，但不要直接给出修改后的代码。
算法优化	下面是一段 Python 代码：×××。请为我指出这段代码可以优化之处。
问题生成	请根据知识点×××，生成一道针对 Python 初学者的练习题。该练习题由问题描述、部分不涉及该知识点的代码（可选）、参考输出结果组成。
代码评价	下面是一段用于实现×××的代码：×××，请从功能正确性、代码质量、算法效率这三个维度进行 1-10 的评分，并给出一句话的评语。

总结

本文运用 GenAI 技术设计了一个个性化编程学习系统框架。借助深度学习知识追踪模型和 GenAI 的生成能力，可为学生学习编程知识以及教师教学提供帮助。本文的研究主要集中在框架的理论设计和功能规划层面，尚未开展完整的系统开发和实际应用，因此目前的框架仍需经过实际环境中的检验与优化，以进一步验证其实际效果。GenAI 技术的不断发展为这一框架的落地提供了技术基础，可以预见未来在实际应用中的潜力和影响力。

参考文献

Denny, P., Leinonen, J., Prather, J., Luxton-Reilly, A., Amarouche, T., Becker, B. A., & Reeves, B. N. (2024, March). Prompt Problems: A new programming exercise for the generative AI era. In Proceedings of the 55th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1 (pp. 296-302).

Kwak, M., Jenkins, J., & Kim, J. (2023). Adaptive programming language learning system based on generative AI. Issues in Information Systems, 24(3).

厉旭杰,顾雨辰 & 姚持恩.(2024).集成 AI 大语言模型的在线编程实验平台设计与实现.实验技术与管理(08),215-221.
孙发勤 & 冯锐.(2020).编程教育中的智能导师系统：架构、设计与应用.远程教育杂志(01),61-68.
王晓春,顾小清 & 刘雯.(2024).大学通识编程课程学习障碍及对策.中国大学教学(07),45-51+96.
吴南中,夏海鹰 & 黄娥.(2020).课堂形态演进：迈向大数据支持的大规模个性化教学.电化教育研究(09),81-87+114.
翟雪松,张丽洁,夏亮亮,徐鑫 & 朱强.(2024).基于 GAI 的逆向工程教学思维在人机协作中的应用研究——以编程教育为例.电化教育研究(09),61-68.

人工智能能否超越优等生解决高中化学问题？：基于能力测评的证据

Can Artificial Intelligence Surpass Top Students in Solving High School Chemistry Problems? Evidence from Competency Assessment

陈玲芳[1]，薛松[1*]
[1]浙江师范大学教育学院
[*]xuesong@zjnu.edu.cn

【摘要】 生成式人工智能的快速发展为教育带来了新的机遇与挑战。为了评估生成式人工智能在高中化学教育中的应用潜力，研究选取部分化学试题对 ChatGPT、讯飞星火两大生成式人工智能的解题能力进行了测试，并与重点中学选考化学的高三学生的解题能力进行了比较。结果显示两大模型准确率仅高于小部分学生。进一步分析错误类型后发现，生成式人工智能在解题过程中存在概念理解错误、信息提取不足等问题。基于此，研究为生成式人工智能辅助化学教育及其自身未来的优化与发展提供了启示与建议。
【关键词】 生成式人工智能；ChatGPT；讯飞星火；高中化学；问答测试

Abstract : *The rapid development of artificial intelligence generated content (AIGC) presents new opportunities and challenges for education. this study tested the problem - solving abilities of ChatGPT and iFlytek Spark on chemistry questions, comparing them with those of senior high - school students taking chemistry in key schools. Results show that the accuracy rates of the two models are only higher than those of a small number of students, with students' performance significantly better. Further analysis of error types reveals problems like conceptual misunderstandings and insufficient information extraction in the models' problem - solving. Based on this, the study provides insights and suggestions for the use of generative AI in chemistry education and its future optimization.*
Keywords: AIGC, ChatGPT, iFLYTEK Spark, Chemistry in High School, Quiz Test

1.前言

推出生成式人工智能产品 ChatGPT 以来，以 ChatGPT 为代表的聊天机器人在教育领域的应用迅速成为关注焦点。由于生成式人工智能可以使用自然语言处理技术生成逻辑合理的回答，许多学者研究了其解答化学问题的潜力。然而，研究主要聚焦于大学化学领域（Clark et al.,2023；Clark et al.,2023；Watts et al.,2023），在中学化学的应用能力未得到充分评估，国内相关研究缺乏，仅有学者对生成式人工智能解决物理（刘丹等，2024）、生物（闫白洋等，2024）等其他科学问题能力进行研究。因此，针对生成式人工智能在中学化学教育中的应用展开探讨，不仅能够填补现有研究空白，还能为探索其在国内高中化学教学中的潜在价值提供新视角。研究选取不同版本的 ChatGPT 和讯飞星火，比较了它们与重点中学学生在解答高中化学问题时的准确率，分析了生成式人工智能在解题过程中影响正确率的错误类型，旨在评估生成式人工智能在高中化学教育中的应用潜力。

2.研究设计

2.1. 测试对象

测试于 2024 年 6 月-8 月进行，选择 ChatGPT 和讯飞星火作为测试平台。ChatGPT 有 ChatGPT3.5、ChatGPT4.0、ChatGPT4o 三个版本被广泛使用，可通过访问“ChatGPT (openai.com)”进入 ChatGPT 测试平台。用户可以通过“讯飞星火认知大模型-AI 大语言模型-星火大模型-科大讯飞 (xfyun.cn)” 免费使用讯飞星火平台。为了比较 ChatGPT、讯飞星火两大生成式人工智能与学生在解决高中化学问题的表现，研究选取浙江省某重点中学的高三学生为测试对象。参与本次测试的学生分为三类：第 I 类为成绩优异的学生，共 98 人，这些学生具备较强的学科理解和问题解决能力，且多数参与化学竞赛；第 II 类为选考物化组合科目的学生，有扎实的理科基础，共 113 人；第 III 类为选考化学与文科（历史、政治或地理）科目的学生，共 29 人。统计选考化学并实际参与测试的学生人数，共计 240 名有效样本。

2.2. 测试内容与方法

浙江省名校协作体试题是由多所学校联合命题、多名教育专家共同参与所编制的一套试卷。该试题为高三年级开学考试化学试题，涉及常见无机物及其应用、有机化学基础等内容。该卷难度适中，信效度良好，且数据较易获取。尽管生成式人工智能在图片识别方面具备一定能力，但在分析化学相关图片时仍存在识别不准确等局限。而化学测试题中的某些图片信息无法用文字精准描述，为尽可能排除生成式人工智能识别图片信息对解题产生的干扰因素，本研究所选取的题目为试题中不包含图片的选择题部分。题目以文字叙述为主，符合标准共计 17 道。

研究采用指令式提问的方式进行测试，提问指令为“请以你现有化学知识分析并计算，逐个分析选项判断其正误，选择出唯一一个最准确答案，并指出其他选项错误的地方”。如果生成式人工智能仍给出两个或两个以上正确答案，则进一步对每个选项逐个提问，让其根据现有化学知识分析、计算、判断其正误。若生成式人工智能仍然认为有两个或两个以上答案，则判定其做错了该题。本次测试所得数据均采用此方法得出，未使用其他方法进行提问。

3.研究结果与分析

3.1. 答题结果与分析

对样本中的 17 道不含图片的题目进行测试后，结果如表 1 所示 ，ChatGPT3.5 正确回答了 8 题，正确率为 47.06%。相比之下，ChatGPT4o 答对了 9 题，显示出新一代工具在解决高中化学无图客观题方面略有提升。对比分析三代 ChatGPT 的回答，发现 ChatGPT4o 在题意理解和知识调用能力上比上一代工具更强。同时，国内研发的讯飞星火正确解答了 12 题，错误 5 题，正确率达到 70.59%，明显高于 ChatGPT3.5 和 ChatGPT4.0，表现出较强的解题能力。分析学生的答题情况，发现三类学生均展现出了较高的正确率，结果如表 1 所示。特别是I类化学竞赛生，平均正确率高达 88.12%，同时尽管III类学生来自化学和其他学科的混合背景，其解题表现也相当出色，平均正确率达到 81.14%，与I类和II类学生的水平相差不大。

表 1 各模型与各类学生作答情况

	最高正确题数	最低正确题数	正确率
讯飞星火	12	——	70.59%
ChatGPT4o	9	——	52.94%
ChatGPT4.0	9	——	52.94%
ChatGPT3.5	8	——	47.06%
I类	17	10	88.12%
II类	17	9	85.68%
III类	17	10	81.14%

统计答对不同题数的学生人数所占总人数的百分比，并与生成式人工智能的答对情况作比较，如图 1 所示。对于参与测试的重点中学学生来说，有近 10%的学生能正确回答出全部题目，约一半学生作答正确题数集中在 15 题和 16 题，整体展现出了较高的水平，而生成式人工智能与学生之间的表现存在明显差异。尽管讯飞星火在所测评的生成式人工智能中的表现最佳，准确率达到 70%，但与学生相比，大部分学生的解题水平都明显高于生成式人工智能，有高达 90%的学生作答正确率超过 70%。这一结果表明，生成式人工智能的解题能力尚未达到重点高中大多数学生的水平，仍有较大的提升空间。

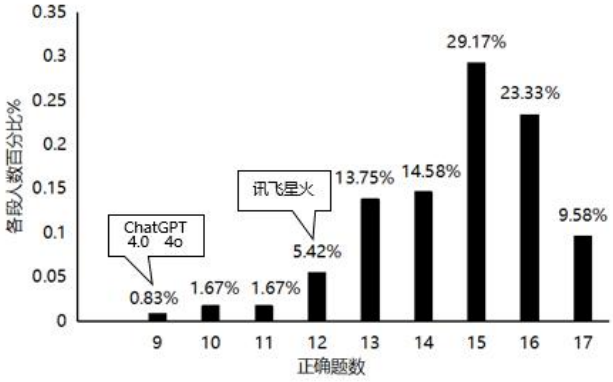


图 1 学生与各生成式人工智能作答情况比较

3.2. 正确回答的解释能力分析

研究将测试题目进一步划分为简单问题和复杂问题，分析比较两款生成式人工智能在正确回答两类问题基础上的解释能力。其中简单问题是指涉及基本概念、基础知识或单一步骤解决的化学问题。通过直接应用化学知识、公式或简单的逻辑推理就可以解决，不需要复杂的分析或高级思维技能。复杂问题是指涉及多个变量和条件，需要综合运用化学知识和理论进行解决的化学问题。这些问题往往不只是停留在简单的知识记忆层面，而是要求学生能够进行深入分析和思考。通过测试，两大模型在解决部分简单问题的优势明显，不仅能够产生正确、完整且流畅的表达，还能对一些基础概念进行深入拓展，帮助学生了解课本以外的知识，完善知识结构。在处理一些复杂问题时，两大模型都显示出较强的计算能力和分析能力。但值得注意的是，对于某些特定的复杂问题，完全可以利用已有的知识进行有效的定性判断，过度依赖定量计算反而可能导致解题过程复杂化。在应对两类问题上，生成式人工智能确实展现出了其特有的优势，但整体作答正确率并未达到预期，在问题解决过程中仍然呈现出多方面的挑战。这些局限性在一定程度上阻碍了大型语言模型在高中化学教学领域的广泛应用。因此，本研究针对讯飞星火和 ChatGPT 的错误回答进行梳理和分析，旨在促进生成式人工智能在高中化学教育领域发挥更大的作用。

3.3. 错误回答的原因分析

通过对生成式人工智能错误回答的深入梳理与分析，发现其作答表现受多个因素的影响，主要集中在以下几个方面：

对化学基本概念和原理的理解不够深入，导致无法准确应用相关知识进行解答。这一点在 ChatGPT 3.5 模型中表现尤为明显。例如， ChatGPT3.5 在探讨草酸（$H_2C_2O_4$）在化学反应中的碳元素价态变化时，虽然 ChatGPT3.5 能够正确识别出碳元素在反应前后的化合价变化，从+3 氧化态变为+4 氧化态（$C_2O_4^{2-} \rightarrow CO_2$），但错误地判断了碳元素是被还原，从而得出草酸是还原剂，产生了“还原剂被还原”的迷思概念。这一错误揭示了 ChatGPT3.5 未能正确理解化合价变化与氧化剂或还原剂之间的关系，导致其在后续分析中对氧化还原反应中氧化剂、还原剂及其产物之间关系的判断完全错误。

未能有效处理化学问题中多因素作用，导致分析结果不准确。例如题目为：“常温下 KNO_3 溶液和 CH_3COONH_4 溶液 pH 均为 7，两溶液中水的电离程度是否相同？” 正确解答此题需要综合分析盐类水解对水的电离平衡造成的影响。尽管 KNO_3和 CH_3COONH_4溶液均表现出 pH 为 7，但二者在水的电离程度上存在明显差异。具体而言，CH_3COO^-和 NH_4^+由于发生水解促进了水的电离，因此 CH_3COONH_4溶液中水的电离程度比 KNO_3溶液更大。然而，ChatGPT 在分析时仅基于溶液 pH 值为 7 这一单一信息，错误地判定水电离出来的 H^+和 OH^-的浓度均为 1.0×10^{-7} mol/L，忽略了 NH_4^+和 CH_3COO^-的水解作用对水电离平衡的实际影响。上述结果反映了 ChatGPT 在处理涉及多因素的化学问题时，倾向于依赖单一信息（或知识点），未能综合考虑其他相关因素，导致对问题的理解不够全面，进而得出不准确的结论。

未能全面提取题目中的关键信息，导致分析结果出现偏差。例如，题目询问“二氧化氮是否能使湿润的淀粉碘化钾试纸变蓝”。ChatGPT 在分析过程中仅关注到 NO_2 本身并非强氧化剂，因而不能将 I^-氧化成 I_2，进而无法与淀粉结合形成蓝色复合物，使试纸变蓝。然而，该模型忽略了题目中的“湿润”这一关键条件。实际上，NO_2 易溶于水，在湿润条件下，可以与水反应生成具有强氧化性的 HNO_3，从而使淀粉碘化钾试纸变蓝。类似的错误在讯飞星火模型中也有发生。

4.研究结论

研究对 ChatGPT3.5、ChatGPT4.0、ChatGPT4o 以及讯飞星火模型解答浙江省名校协作体试题中无图客观题时的正确率进行了测试，发现讯飞星火模型正确率最高，而 ChatGPT4.0 与 ChatGPT4o 的正确率相同，略高于 ChatGPT3.5。这表明生成式人工智能在解答高中化学问题方面具备一定能力，其中讯飞星火的表现尤为突出。然而，将这些模型与重点中学选考化学的高三学生的表现比较时发现，两大模型的解答能力仅优于少部分学生。随着 ChatGPT 版本的更新，其正确率有所提升，这表明 ChatGPT 的性能在不断增强，显示出生成式人工智能在解题方面的巨大潜力。与重点中学学生的表现相比，生成式人工智能的解题能力仍然存在明显不足。通过对错题类型进行分析，发现生成式人工智能在解题过程中存在诸多问题。这些发现为生成式人工智能在辅助化学教学中的应用以及未来优化与发展提供了重要启示。

参考文献

刘丹 & 童大振. (2024). ChatGPT4 解决科学问题能力的探究——以“北上广”三市中考物理试题为例. 中学物理 (08), 15-19.

闫白洋 & 佘建云. (2023). 生成式人工智能在高中生物学教学领域中的问答测试与使用建议. 生物学教学 (09), 34-36.

Clark, T. M., Anderson, E., Dickson-Karn, N. M., Soltanirad, C., & Tafini, N. (2023). Comparing the Performance of College Chemistry Students with ChatGPT for Calculations Involving Acids and Bases. Journal of Chemical Education, 100(10), 3934-3944.

Clark, T. M. (2023). Investigating the Use of an Artificial Intelligence Chatbot with Ggeneral Chemistry Exam Questions. Journal of Chemical Education, 100(5), 1905-1916.

Watts, F. M., Dood, A. J., Shultz, G. V., & Rodriguez, J. M. G. (2023). Comparing Student and Generative Artificial Intelligence Chatbot Responses to Organic Chemistry Writing-to-learn Assignments. Journal of Chemical Education, 100(10), 3806-3817.

苏格拉底式“生-机”对话——促进初中生计算机科学概念理解的探索性研究

An Exploratory Study on Promoting Junior High School Students' Understanding of Computer Science Concepts

郑思怡[1]，陈菁怡[1]，杨宁[1*]
[1]福建师范大学教育学院
*nyang@fjnu.edu.cn

【摘要】 当今正处于知识爆炸的时代，学生需从大量事实中概括规律原理并迁移应用，探究教学中帮助学生理解概念意义重大。苏格拉底式对话有助于学生理解概念，但传统教师主导提问存在弊端。而生成式人工智能（GenAI）类人对话性能优，有望帮助学生理解概念。本研究探索将苏格拉底式对话融入以 GenAI 为媒介的“生-机”交流，实现学生对计算机科学概念的理解。研究采用前后测非等组实验方法进行为期三周的实验。结果表明该方式能有效帮助学生进行计算机科学概念理解。

【关键词】 GenAI 苏格拉底式对话 概念理解

Abstract: *Nowadays, in the era of knowledge explosion, students need to summarize laws and principles from a large number of facts and transfer them to apply them. It is of great significance to help students understand concepts in inquiry teaching. Socratic dialogue is helpful for students to understand concepts, but traditional teacher-led questioning has drawbacks. Generative artificial intelligence (GenAI), on the other hand, performs well in human-like dialogue and is expected to help students understand concepts. This study explores the integration of Socratic dialogue into GENAI-mediated "student-machine" communication to achieve students' understanding of computer science concepts. The experiment was carried out for three weeks using the method of pre and post test and non-equal group experiment. The results show that this method can effectively help students understand computer science concepts.*

Keywords: GenAI，Socratic dialogue，concept understanding

1.引言

当今的教育越来越注重学生对核心概念的理解，学生需要深入理解从大量事实中概括出的抽象规律和原理，掌握这些基本概念和原理并能迁移应用于新情境中（张颖之等人，2010）。因此，如何在教学中帮助学生概念理解值得探究。而苏格拉底式对话的其核心在于通过连续性问答，推动对话者自我反思与批判思考，以达到深化理解和探索真理的目的。但传统教学中教师作为苏格拉底式对话的提问者存在缺乏提问技巧、容易偏离目标、对话缺乏广度和深度等问题（赵晓伟等人，2024）。而生成式人工智能（Generative Artificial Intelligence，简称 GenAI）在类人对话性能方面表现出色，能为人类提供定制化体验与个性化回答。如果在教学中将苏格拉底式对话融入学生与 GenAI 交往的过程，将为学生提供与 GenAI 探究与发问的机会，有望帮助学生在对话中构建自己的观点，建立对概念的理解（赵晓伟等人，2024）。基于此，本研究尝试将苏格拉底式对话融入以 GenAI 为媒介的“生-机”交流过程，期望通过 GenAI 助力的苏格拉底式对话让学生获得完善的知识结构，达到对概念深刻而清晰的理解。

2.概念界定

2.1. 概念理解

概念是思维的基本单元，人们说话往往由不同概念组成，众多概念构成了脑活动的思维过程，也是构成定理、规律、原理和理论的要素。概念理解有整体性和层次性的特征，整体性体现在概念之间的相互联系（袁维新，2003），它是对事实进行综合地、总体地掌握。且概念理解是有层次的，这种层次通过概念的表征和概念的结构来衡量（Keith S T，2013）。 本研究的概念理解是指对于二进制概念的理解。体现在学生测量方面的概念理解表现为，学生能理解并在忘记二进制非本质信息或周边信息之后，仍能应用的概念性知识。

2.2. 苏格拉底式对话

苏格拉底式对话的教学方法实际上是一种师生平等的辩论方法。它在教学中遵循了提出问题适时、设问准确、教学内容具有层次性的原则（刘小枫和陈少明,2005）。本文中融入苏格拉底式对话的“生-机”对话方式是指围绕某个问题，GenAI 根据学生掌握的知识和了解的情况，平等地与学生进行讨论，在多轮具有启发性的“提问-回答”中引起学生认知冲突，发挥学生思考问题、解决问题的能动性，从而帮助学生理解概念和原理。

3.实验设计

3.1.实验假设

苏格拉底式“生-机”对话有望了解每个学生的已有认知结构，提出和他们认知冲突相关的问题，使得他们的新知识能够被其已有的知识结构同化或顺应，实现对概念的深入理解。基于此，本研究作出假设：苏格拉底式“生-机”对话能有效促进初中生计算机科学概念理解。

3.2. 实验对象

本研究在福建省 F 初中的初一年段开展，参与研究的是实验组（初一（7）班的 54 名学生）和对照组（初一（5）班的 52 名学生），两个班的基础水平相当。

3.3. 实验测量工具

基于已有文献的调查结果分析，总结出学生存在科学概念和迷思概念比例较高的知识点（刘心怡，2020）。结合福建省 F 初中信息技术教学进度，着重对“二进制”这个章节的内容进行学生概念测查。经过“资料收集-难度测试-专家审定-归纳整理”等流程，根据学生的实际学习情况和教学情况共挑选出 3 道合适的试题，难度逐级递增。

4.实验实施过程

本实验的实施时间为期 3 周，选取初一年级的两个班级为实验班和对照班。在实验实施过程中，对照班采用 GenAI 辅助的二进制概念理解，实验班则采用苏格拉底式对话结合 GenAI 来辅助二进制概念理解展开。实验班和对照班在教学过程中的不同之处如图 1 所示。

图 1 实验实施流程

4.1. 实验班教学过程

实验班在学生探索实践之前，教师提前向学生介绍与 GenAI 对话时采用的方式，并展示一个对话实例。没有经过提示语修正的 GenAI 给出的对话太过冗长，不易于没有太多信息领域知识初中生阅读，且不符合苏格拉底式对话中多轮“提问-回答”的流程。因此，修改二次提示语为“这些文字太长了，不易阅读，换一种方式，你提问，我回答的方式，一步步引导我理解二进制。”

第二次的提示语响应的 GenAI 一次给出了多个问题，并不符合对话中一次一个问题的要求。根据以上存在的问题，我们对提示语进行再次修改，如图 3 所示。在与 GenAI 的多轮“提问-回答”中，GenAI 能了解学生目前的水平，使得二进制的新概念能够被其已有的知识结构同化或顺应，从而建立他们新的知识结构系统。GenAI 还在对话中促使学生主动发现与他们自身认知概念相矛盾的内容，在这个过程中不断建立概念、推翻概念、又重新建立新概念，使学生通过知识的顺应发展和完善认知结构。

图 3 实验组使用者与 GenAI 的第三次对话

4.2. 对照班教学过程

对照班则没有进行提示语的修正，学生直接与 GenAI 进行对话，GenAI 给出的答案全面，但比较冗长，不易于没有太多信息领域认知的初一学生阅读。

5.实验数据统计与分析

在实验结束后，未收到收到部分学生提交的前后测数据，为无效数据，将其舍弃。对实验组和对照组的前测实验数据进行独立样本 t 检验，结果表明，实验组和对照组的前后测的平均值没有显著性差异（$p>0.05$），如表 1 所示。

表 1 前测独立样本 t 检验

	组别	有效数据（N）	均值	标准差	p
成绩	实验班	36	4.31	3.20	0.939
	对照班	40	4.25	3.11	

*p<0.05 **p<0.01

将实验组和对照组的后测数据进行独立样本 t 检验如表 2 所示。结果表明，实验组和对照组的后测成绩呈现显著性差异，实验班对二进制的概念理解在教学实验之后有显著性的提升（$p<0.05$）。具体对比差异可知，对照组的后测平均值(6.50)明显低于实验组后测的平均值(8.78)。由此说明，苏格拉底式对话结合 GenAI 辅助的学习能显著提升学生的概念理解水平。

表 2 后测独立样本 t 检

	组别	有效数据（N）	均值	标准差	p
成绩	实验班	41	8.78	3.31	0.016*
	对照班	40	46.50	4.83	

*p<0.05 **p<0.01

6.结论与展望

综上数据统计与分析，实验数据有效地支持了将苏格拉底式对话结合 GenAI 应用到初中信息技术课堂能有效帮助学生进行概念理解。采用苏格拉底式对话的 GenAI 能在对话中了解学生的已有认知结构，能更好地提出与学生认知冲突有关的问题，使得学生的新知识能够被其已有的知识结构同化或顺应，从而建立他们新的知识结构系统。而 GenAI 辅助学习的小组对二进制的概念理解没有显著提升。可能的原因有以下几点，首先，与 GenAI 对话的提示语没有经过修正，回答出来的答案冗长，不便于初中生阅读。不仅如此，与 GenAI 对话的提示语没有经过修正，它给出的答案是全面的，失去了“对话”的这个性质，降低了学生已有图示中同化与顺应的发生。

然而，尽管苏格拉底式“生-机”对话能有效促进初中生计算机科学概念理解。，但研究过程仍存在研究时间较短、研究样本数量较少、评价方式相对单一等问题，为进一步深化认识并拓宽研究范围，有必要开展更为详尽且持续的研究工作。首先，围绕学科的核心概念展开持续性的探索与实践。其次未来的研究可拓展至不同地域和学段的广泛群体中，增强研究结果的普遍适用性。最后，未来的研究应致力于应用更多有效的思维数据收集路径和技术手段，以期能更全面、深入地揭示学习者思维模式的变化与发展。

参考文献

张颖之 & 刘恩山.(2010).核心概念在理科教学中的地位和作用——从记忆事实向理解概念的转变.教育学报(01),57-61.doi:10.14082/j.cnki.1673-1298.2010.01.008.

赵晓伟,沈书生 & 祝智庭.(2024).数智苏格拉底：以对话塑造学习者的主体性.中国远程教育(06),13-24.doi:10.13541/j.cnki.chinade.20240428.001.

袁维新.(2003).概念转变学习:一种基于建构主义的科学教学模式.外国教育研究(06),22-27.

刘小枫，陈少明. (2005). 《苏格拉底问题》. 华夏出版社

刘心怡.(2020).基于概念转变的初中信息技术课程教学设计与应用研究(硕士学位论文,北京工业大学).硕士 https://link.cnki.net/doi/10.26935/d.cnki.gbjgu.2020.000869doi:10.26935/d.cnki.gbjgu.2020.000869.

Kabir, S., Udo - Imeh, D. N., Kou, B., et al. (2024). Is Stack Overflow Obsolete? An Empirical Study of the Characteristics of ChatGPT Answers to Stack Overflow Questions [Conference Proceedings]. In Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 1 - 17). ACM, Honolulu, HI, USA. Retrieved December 10, 2024, from https://dl.acm.org/doi/10.1145/3613904.3642596. DOI: 10.1145/3613904.3642596

Stacey, K. S. (2013). Modelling Learners and Learning in Science Education. Springer, Cambridge, UK.

人工智能赋能教育评价改革研究——以 ChatGPT 为例

Research on the Reform of Educational Evaluation Empowered by Artificial Intelligence: A Case Study of ChatGPT

杨谨瑜[1*]，熊芳庆[1]
[1]华南师范大学教育信息技术学院
[*]1758370764@qq.com

【摘要】 在数字化教育浪潮中，传统教育评价机制的弊端日益突出，而人工智能技术为其变革带来希望，ChatGPT 的出现更是引发广泛关注。本研究以 ChatGPT 为切入点，深入探究其对教育评价改革的影响。从结果、过程、增值、综合评价四个维度探索创新路径，针对改革面临的挑战，提出提升评价主体素养、重塑价值导向、构建保障体系等应对策略，助力二者融合，推动构建科学全面的教育评价体系。

【关键词】 人工智能；ChatGPT；教育评价；评价改革

Abstract: *In the digital education era, the flaws of traditional education evaluation are more obvious. AI technology offers hope for reform, and ChatGPT has drawn much attention. This study focuses on ChatGPT to explore its influence on education evaluation reform. It looks for innovative ways in outcome, process, value - added, and comprehensive evaluations. Facing reform challenges, it suggests enhancing evaluators' literacy, reshaping value orientation, and building a security - ethics system, aiming to integrate ChatGPT and education evaluation for a better evaluation system.*

Keywords: Artificial Intelligence, ChatGPT, Educational Evaluation, Evaluation Reform

1.引言

教育评价是教育质量的“指挥棒”，深刻影响教育改革走向。在数字化浪潮中，传统以考试为主的评价机制弊端凸显，无法满足个性化与终身学习需求。人工智能技术的兴起为教育评价革新带来机遇，正重塑教育评价生态，助力解决教育过度功利化和破除“五唯”问题。ChatGPT 作为人工智能技术发展历程中的一座新里程碑，有望打破教育评价变革的技术瓶颈，重塑评价范式和价值理念。但目前如何将其优势转化为推动教育评价优化的动力仍需研究。本研究聚焦 ChatGPT 赋能教育评价变革，探索其创新路径、挑战及应对策略，为二者协同发展提供参考。

2.文献综述

当前，人工智能与教育评价的研究主要集中在两大领域（彭波等人，2021）。理论层面，郭元祥等人（2023）提出通过革新评价观念、创新机制及推进数字化转型来推动教育评价改革；吴林静等人（2023）倡导利用 AI 技术达成“学评融合”，以促进学生全面发展与元认知能力提升；李毅等人（2024）明确 ChatGPT 如何驱动教育评价在理念、主体、内容和方式上的变革。在技术实践层面，科大讯飞凭借人工智能开发的在线智能评卷系统，大幅提升高等教育纸笔测试评估效率与准确性；Jobin 等人（2019）基于机器学习构建智能系统，能自动评

估学习成效并预测趋势；吴立宝等人（2021）指出人工智能可采集课堂多模态数据，应用于课堂多种分析及教学评价体系构建，为课堂教学评价提供新视角。综上所述，人工智能在教育评价领域已从理论走向实践，生成式人工智能有望重塑教育评价模式与价值文化，改变教育评价的整体格局（曹渡帆等人，1993）。然而，现有研究对生成式人工智能赋能教育评价改革缺乏系统探讨。因此，本研究聚焦 ChatGPT，深入剖析其推动教育评价变革创新路径、面临挑战及应对策略，以促进二者协同发展。

3.ChatGPT 赋能教育评价改革的评价路径创新

《深化新时代教育评价改革总体方案》明确指出了结果、过程、增值、综合评价四种评价类型。在 ChatGPT 等生成式人工智能的支持下，这四种评价类型也将得到全面赋能，让结果评价更科学、过程评价更智慧、增值评价更便捷、综合评价更完善。

3.1. 结果评价：精准衡量成效，驱动目标达成

传统结果评价多依靠标准化测试或量化打分，存在明显弊端。标准化测试和评估量表的制定未充分顾及个体差异，统一的评价标准难以精准衡量其孩子的实际发展水平。在内容分析时，它能精准分析学生的考试作答、课程结业论文等。例如面对历史事件分析论文，可快速判定学生对历史知识要点的掌握情况，还能剖析论证逻辑与观点创新性。在学术论文评估时，ChatGPT 可识别引用规范与否，判断研究方法运用是否恰当，并对比同类成果衡量论文价值，为导师评价提供客观参考。同时，依托智能考试评卷系统，ChatGPT 能实现自动命题、组卷、批阅，并进行精准的数据与分析，深度衡量了教育成效，为结果评价的提升与发展提供坚实保障。

3.2. 过程评价：智慧监控进度，优化实施路径

传统过程性评价以人为预设标准评判教学与学习，评价主观色彩浓，评价者的个人倾向易使结果产生偏差。ChatGPT 在过程监控中扮演着智能助手角色。在线上学习场景，它实时接入平台，即时捕捉与深度分析学生各种学习行为。例如，学生线上学习时，ChatGPT 发现大量学生反复观看某一知识点且提问集中，迅速判断该章节为难点并反馈，助力教学。反过来学生也可以进行个性化地学习，例如在超星学习通的人工智能模块上，学生可以根据自己的学习进度和兴趣，通过知识图谱自主选择学习路径，直接点击自己薄弱的知识点，进行定向学习。在小组合作项目中，它能剖析成员交流记录，评估任务执行等情况。如通过分析学生的线上讨论记录，清晰呈现成员表现，为教师评价提供客观依据。此外，借助可穿戴设备、传感器及非接触式感知技术等多种数据收集工具采集多模态数据并整合多模态数据，能够更加智慧地优化过程性评价。

3.3. 增值评价：探索价值增长，激发创新潜力

增值评价关注学生学业进步幅度，重视学习起点与历程。在基础构建环节，ChatGPT 运用智能采集技术收集学生多维度纵向数据。如借助 ChatGPT 收集学生三年来的考试成绩、课堂表现、社团活动参与情况等数据，精准勾勒学生成长轨迹。在模型构建环节，ChatGPT 依据教育场景需求定制专属模型，并能够兼顾学生个体差别，深度挖掘学生的增值潜力，构建贴合的评价模型。在结果呈现环节，ChatGPT 将学生成长信息可视化。例如 ChatGPT 把学生学科成绩提升、综合素质发展等数据转化为折线图、雷达图，家长和教师能直观了解学生成长节奏，摆脱单纯分数比较，聚焦学生自身成长突破，为教育决策提供直观依据，开辟学生学习价值增长新路径。

3.4. 综合评价：构建全面体系，实现多元发展

ChatGPT 能够整合多维度评价数据，为学生绘制全景画像。在数据采集环节，ChatGPT 借助大数据与区块链技术搭建统一平台。该技术能够驱动校园内的智能设备，全方位采集学生课堂互动、作业完成情况及社团活动参与度等数据。通过整合，避免了传统评价中仅靠成绩评定的片面性，为全面评价提供丰富、真实的数据支撑。深入分析阶段，ChatGPT 运用数据挖掘与学习分析技术全面剖析学生综合发展态势，例如可以利用 ChatGPT 分析学生多学期课程成绩、实践项目成果及科研参与情况，清晰揭示评价结果共性与个性，精准预判发展潜力与未来走向，实现从单一知识考核迈向多元能力评估跨越。在结果呈现方面，ChatGPT 能够为每个学生生成涵盖学业成绩走势、兴趣特长发展的可视化画像，家长和教师能直观了解学生综合表现，便于因材施教，助力学生多元发展。

4.ChatGPT 赋能教育评价改革面临的挑战

4.1. 主体智能素养不足

ChatGPT 支持的先进教育评价模式，要求评价主体具备高水平智能素养，如人机协同和批判性思维能力。然而，当前中小学教师智能教育知识与技能不足，实际应用生疏（郑智勇等人，2023）。而且，不同年龄层教师智能素养差异大，中老年教师难以借助 ChatGPT 开展教学评价，青年教师相对熟练，加剧了数字鸿沟。另外，由于 ChatGPT 技术新、颠覆性强，学生、教师和教育行政管理人员对其认识有限，这进一步导致评价主体智能素养欠缺，严重阻碍了 ChatGPT 在教育评价改革中的应用，急需解决。

4.2. 技术至上人文衰减

ChatGPT 给教育评价带来机遇，却也存在过度依赖风险，会削弱评价主体地位。在实际操作中，人们因惰性或盲目崇技，过度依赖其模板和方案，减少对教育本质的思考。教育评价需要人文关怀，而 ChatGPT 缺乏情感感知和道德判断，无法给予情感关怀和个性化引导。更严重的是，过度依赖会使评价内容失衡，人们易忽视学生灵感、理想信念和创造性思维等关键要素，导致教育评价偏离核心宗旨，陷入“异化”困境。

4.3. 安全伦理双重隐忧

ChatGPT 在教育评价应用中面临数据安全与伦理隐患。数据安全上，它在更新时收集海量数据，增加泄露风险，且系统可能有漏洞，易遭黑客攻击，导致师生信息泄露，影响教学秩序。伦理方面，训练数据繁杂，可能使生成内容有歧视或偏见，影响对学生的公正评价，损害学生心理健康。此外，它还可能被诱导生成违规内容，让学生借此作弊，破坏教育评价公平性与真实性。若不解决，将影响人才培养质量。

5.ChatGPT 赋能教育评价改革的应对策略

5.1. 智赋于人，培育铸魂：全方位提升评价主体智能素养

ChatGPT 的广泛应用对教育评价主体智能素养构成挑战，提升教育主体智能素养刻不容缓。精准化培训是解决关键。构建分层培训体系，为中老年教师设置 ChatGPT 基础课程，给青年教师等开展进阶培训。开发专属学习资源库，涵盖多样学习资料，鼓励参与在线学习社区。学生培养方面，基础教育渗透人工智能知识，高等教育深化相关课程。在职教师通过继续教育与校本培训实现常态化提升。同时，建立智能素养评价指标体系，定期评估并与绩效考核、学业评定挂钩，对表现突出的师生予以表彰，如设智能教育创新奖，激励提升素养与创新应用。

5.2. 技术为翼，人文为魂：重塑教育评价价值导向

在教育评价领域，强化人文教育理念、合理运用 ChatGPT 等人工智能工具极为重要。强化人文理念，重点是提升教师人文素养，通过教育哲学等专题培训，让教师领会教育人文本质，在教学及运用 ChatGPT 时融入人文元素。评价学生作品关注创新思维、情感表达及文化理解，利用 ChatGPT 时突出人文视角。同时，设置批判性思维训练环节，教师引导学生质疑、验证 ChatGPT 答案，审视其输出，避免盲目依赖，实现人文教育与人工智能工具的有机融合。

5.3. 伦理为基，安全为盾：构建安全伦理保障体系

ChatGPT 等人工智能技术在教育应用中，数据安全与伦理问题亟待解决。数据安全方面，技术上，升级防护措施，用加密算法保障数据保密，设多重身份验证防未授权访问，强化备份恢复。管理上，制定规范，明确数据全流程规则，设监督小组审计。伦理规范与监管机制也需完善，多方联合制定准则，规范教育评价应用，提供操作指南。建立动态监管与反馈机制，设监管机构审查数据与评价过程，搭建反馈渠道收集问题，依反馈调整策略，推动 ChatGPT 在教育评价中健康应用，助力教育良性发展。

参考文献

李毅,郑鹏宇,&张婷.(2024).ChatGPT 赋能教育评价变革的现实前提、作用机理及实践路径.现代远距离教育(03),9-17.doi:10.13927/j.cnki.yuan.20240612.001.

吴立宝,曹雅楠,&曹一鸣.(2021).人工智能赋能课堂教学评价改革与技术实现的框架构建.中国电化教育(5),94-101.

吴林静,高喻,&涂凤娇,等.(2023).数据驱动的多维融合在线协作会话可计算模型及应用研究.现代教育技术,33(04),101-110.

郑智勇,肖林,&宋乃庆.(2023).中小学教师智能教育素养的现状分析与提升路径---基于 11703 位教师的实证调查.教育发展研究(4),30-39.

郭元祥,叶飞,&刘志军,等.(2023).中国式基础教育现代化的理论思考与实践路向.中国电化教育(01),68-80.

曹渡帆,&朱德全.(2023). 新时代教育评价改革的数字正义何以可能.电化教育研究,44(12),21-27+34.

彭波,王伟清,&余剑波.(2021).人工智能视域下教育评价改革何以可能(06),1-15.

Jobin,A.,Ienca,M.,&Vayena,E.(2019).The Global Landscape of AI Ethics Guidelines.Nature Machine Intelligence(1),389-399.

构建未来教育安全：GAI 教育应用的多维风险与治理策略研究

Building Future Education Security: A Study on the Multidimensional Risks and Governance Strategies of GAI Educational Applications

杨博勋[1*]，张粤芳[1]，陈巧灵[1]，杨芷悦[1]，庄颖[1]
[1]华南师范大学 教育信息技术学院
[*]2292797881@qq.com

【摘要】 随着生成式人工智能在教育领域的创新性和潜力逐渐显现，同时也暴露出诸多潜在风险。如何平衡技术应用的便利性与其可能带来的安全隐患，已成为当前教育实践中的重要课题。为此，本文以 GAI 为切入点，聚焦其在教育场景中可能引发的风险，通过“风险感知-风险评估-风险应对三阶段”的逻辑路径，采用德尔菲法对风险进行了量化分析，并进一步提出规避、缓解、转移和接受四种针对性应对策略，旨在为教育者、技术开发者及政策制定者提供科学有效的指导，助力 GAI 在教育领域的安全、规范与可持续发展。
【关键词】 生成式人工智能；教育应用风险；风险评估；风险管理

Abstract: *As the innovation and potential of generative artificial intelligence in the field of education gradually emerge, many potential risks are also exposed. How to balance the convenience of technology application and the potential safety hazards it may bring has become an important issue in current educational practice. To this end, This paper uses the Delphi method to analyze these risks through three stages: risk perception, risk assessment, and risk response.This paper further proposes four targeted response strategies: avoidance, mitigation, transfer and acceptance, aiming to provide scientific and effective guidance for educators, technology developers and policymakers, and to help the safe, standardized and sustainable development of generative AI in the field of education.*
Keywords: Generative AI**,** Educational application risks**,** risk assessment**,** Risk Management

1. 引言

生成式人工智能（Generative Artificial Intelligence，GAI）在教育领域的应用已从知识生成、智能辅助向个性化学习等多元场景渗透，但其技术缺陷引发的安全性、伦理性与可靠性风险日益凸显。GAI 的“幻觉”现象可能扭曲学生认知结构，算法偏见与数据泄露威胁教育公平及隐私安全，技术过度依赖则削弱学习主体性，这些问题直接冲击教育目标的实现。当前，国内外针对人工智能在教育中的应用风险已有一些初步探索。2021 年，联合国教科文组织通过《人工智能伦理问题建议书》，明确提出在教育领域应用人工智能时需要关注透明性、隐私保护等伦理原则。我国《新一代人工智能伦理规范》也强调要加强人工智能风险的监测、预警和评估，提升风险管理能力。尽管政策和规范已开始关注 GAI 的潜在风险，但针对教育领域的具体问题尚缺乏系统性分析和针对性的解决方案。为此，本研究基于 GAI 技术特性与缺陷，构建教育风险管理框架（Education Risk Management Framework，ERMF），通过风险感知模型（Perceived Risk Model，PRM）全面识别不同类型的风险，运用风险矩阵模型（Risk Matrix Model，RMM）量化评估风险等级，最终依托风险应对策略模型（Risk Response Strategy Model，RRSM）形成规避、缓解、转移与接受的组合策略，为多利益相关者提供贯穿“识别-评估-应对”全链路的科学管理方法，促进 GAI 教育应用的可持续发展。

2. 技术基础解析：生成式人工智能的局限与潜能

2.1. “生成”与“压缩”：模型设计的内在限制

GAI 的“幻觉”现象源于深度神经网络的概率生成机制，模型通过统计模式匹配生成流畅文本，生成内容在语言上能够合理流畅，但事实上的准确性和语境一致性难以保障(Almasri, 2024)。此外，生成模型的目标函数通常侧重于流畅性和可读性，而非事实的准确性，这也进一步导致大模型会在缺乏充分的数据支撑的前提下，自主地“填补”语句中的空白，使得生成内容缺乏校准和真实性验证，进一步加剧“幻觉”现象(罗文 & 王厚峰, 2024)。在数据层面，大规模数据压缩虽解决存储失衡问题，但会丢失细节信息和上下文关联，造成生成内容溯源困难及准确性下降。

2.2. “理解”的缺席：思维逻辑空缺

GAI 本质上是一种基于语言文字的技术，通过深度学习海量文本数据模拟人类语言能力，但其本质缺乏具身认知和思想加工过程。GAI 依赖统计规律生成拟人化文本，绕过了主流语言学理论与方法(李春南 & 王山, 2024)，因缺失具身理解的“生理结构”(肖峰, 2024)，从本质上看，它并不具备人类的认知和推理能力，且缺乏对深层思想的理解和构建过程，其生成内容仅停留在语言表层匹配，无法处理对社会发展至关重要的隐性知识。

2.3. “客观表达”的逻辑悖论：语言表达的局限性

语言作为“非中立”的思想表达工具，其词汇、句式及语气选择均隐含价值观与情感倾向。其通过主动筛选实现内容建构，而这种筛选本身也意味着对未选信息的“遮蔽”。GAI 的内容生成面临双重局限，一方面，训练数据本身承载着语言文本固有的主观性与偏见，另一方面，文本生成过程必然伴随对信息的选择性呈现与省略。这种基于语言符号系统的双重筛选机制，使 GAI 的输出无法超越语言自身的选择性与主体性边界。

3. 教育领域生成式人工智能的系统化风险管理框架

GAI 在教育领域的广泛应用推动教学模式革新与教育效能提升的同时，其引发的潜在风险因具有隐蔽性、多维性等性特征而面临识别与评估困境。本文提出了教育风险管理框架，以“风险识别-风险评估-风险应对”的逻辑路径，基于教育场景特殊性的多维度风险分析机制，为规范 GAI 教育应用提供风险管理方法论支持，如图 1 所示。

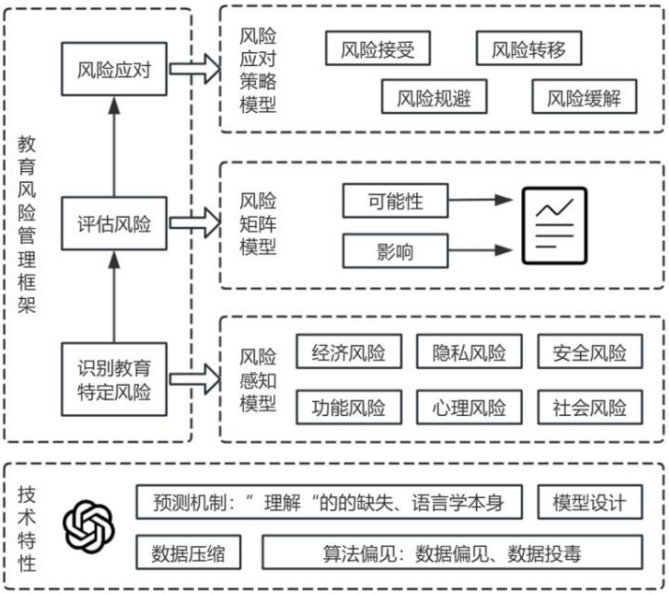


图 1 生成式人工智能教育应用的风险管理框架

GAI 在教育场景中的风险可归纳为六大核心类别，影响涵盖个体认知、教学实践与社会公平等多个层面。第一，安全风险源于 AI“幻觉”现象，可能误导学生形成错误认知，影响教学效果。第二，心理风险表现为技术依赖，削弱批判性思维，甚至引发“知识生产无需人类参与”的偏差认知。第三，功能风险体现为趋同效应，AI 输出同质化内容，限制多元视角，可能加剧社会偏见(Fan 等, 2023)。第四，社会风险涉及教师权威变化，学生直接依赖 AI 获取答案，削弱课堂管理效能，影响教育生态平衡。第五，隐私风险根植于 GAI 对数据的高需求，学生敏感信息可能因安全漏洞泄露(王佑镁等, 2023)，破坏教育技术的信任基础。第六，经济风险体现在技术部署的不均衡，发达地区可利用 GAI 提升教学，而欠发达地区因资源匮乏加剧技术鸿沟与社会分化(Dauvergne, 2021)。这些风险相互交织，唯有通过系统性框架进行动态评估与精准治理，才能在推动教育数字化的同时，实现技术创新与风险控制的平衡。

4. 风险分级分析：评估路径与结果解读

4.1. 实验设计与实施

本研究采用风险矩阵分析方法进行风险评级(朱启超,匡兴华,沈永平, 2003)，实验对象为 10 名教育技术领域的资深专家，包括高校人工智能方向的研究学者、讲师以及高级技术开发者。采取问卷调查的形式，采用 Likert 三级量表，计算每类风险在两个维度上的乘积，并计算专家意见的平均值，乘积结果与风险等级的对应关系如表 1 所示：

表 1 乘积结果与风险等级的对应关系

	低可能性（1）	中可能性（2）	高可能性（3）
低影响（1）	低风险（1）	低风险（2）	中风险（3）
中影响（2）	低风险（2）	中风险（4）	高风险（6）
高影响（3）	中风险（3）	高风险（6）	极高风险（9）

4.2. 数据分析与风险等级划分

如表 2 所示，通过风险矩阵分析，GAI 在教育应用中的风险分布呈现显著差异：隐私与安全风险被列为最高优先级，前者源于大规模数据采集与处理漏洞易致敏感信息泄露，后者则因 AI“幻觉”现象频发，二者均具有高发生概率与深远负面影响，需优先防控。心理与功能风险属中等层级，虽隐性却需持续关注——技术依赖引发的思维惰性与答案趋同化仍威胁教学创新。经济风险则因技术普及与政策支持强化，其成本负担及对教育公平的冲击呈弱化趋势，成为当前风险矩阵中相对可控的维度。

表 2 专家打分结果

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	平均分	等级
安全风险	6	9	9	6	6	6	10	8	5	7	7.2	极高
心理风险	6	2	3	4	4	3	5	1	2	3	3.3	中
功能风险	3	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1.5	低
社会风险	4	6	6	4	4	4	5	5	3	6	4.7	高
隐私风险	6	9	9	9	6	9	8	7	7	9	7.9	极高
经济风险	3	1	2	1	1	2	3	2	1	1	1.7	低

5. 生成式人工智能风险应对

RRSM 作为一种系统化的风险管理框架，用于针对不同风险类型和等级制定科学合理的应对策略。如表 3 所示，为不同的风险等级匹配不同的应对措施，确保 GAI 教育应用的安全性

与可持续性。

表 3 *风险级别与应对措施*

风险等级	应对措施	含义
低风险	接受	风险发生可能性低，影响轻微，可接受，无需立即处理，
中风险	缓解	风险有一定可能性且有中等影响，应采取缓解措施降低风险
高风险	转移	风险可能性高或影响严重，应优先处理，采取转移措施
极高风险	规避	风险可能性极高且影响灾难性，必须立即规避。

针对不同等级的风险，应采取相应的管理策略。对于低风险，可选择接受，并通过教师复核 AI 生成内容以确保其准确性和可靠性(张惠彬 & 许蕾, 2024)。对于中高风险，应采取缓解措施，建立实时监控与反馈机制以及引入多方监督，以降低风险发生的可能性及其影响。对于高风险，可通过签订责任协议或购买保险等方式将风险部分转移至第三方，以减少教育机构的直接责任和潜在损失。对于极高风险，则需采取规避策略，严格限制 AI 在涉及隐私数据和关键性评价中的应用，以防止潜在的数据泄露和公平性问题(付睿云等, 2023)。综合而言，通过分级管理和科学应对，可有效保障 GAI 在教育领域的安全性与可持续发展。

7. 总结与展望

GAI 的应用正不断重塑教育模式，为个性化教学和智能化辅导提供新机遇，但其潜在风险可能影响教育公平性，甚至阻碍教育目标的实现。本文从风险识别、评估到应对，提出系统化的管理策略，强调技术与教育目标的协调。为实现技术与教育的深度融合，需推动多方协同治理，强化技术伦理教育，提升师生数字素养与风险意识。在技术快速演进的背景下，唯有确保风险可控，方能充分发挥 GAI 的优势，实现教育的安全、创新与可持续发展。

参考文献

付睿云, 白庆春, & 吕泰彧. (2023). 人工智能教育数据偏见成因机制及家校共治探讨. 中国信息技术教育, *24*, 75–78.

李春南 & 王山. (2024). 生成式人工智能时代的语言安全：系统性风险与治理路径. 国际安全研究, *42*(5), 135–156, 160. https://doi.org/10.14093/j.cnki.cn10-1132/d.2024.05.006

罗文 & 王厚峰. (2024). 大语言模型评测综述. 中文信息学报, *38*(1), 1–23.

王佑镁, 王旦, 梁炜怡, & 柳晨晨. (2023). ChatGPT 教育应用的伦理风险与规避进路. 开放教育研究, *29*(2), 26–35. https://doi.org/10.13966/j.cnki.kfjyyj.2023.02.004

肖峰. (2024). 大模型的理解力之争与理解观新叙事. 社会科学, *1*, 41–51. https://doi.org/10.13644/j.cnki.cn31-1112.2024.01.005

张惠彬 & 许蕾. (2024). 生成式人工智能在教育领域的伦理风险与治理路径——基于罗素大学集团的实践考察. 现代教育技术, *34*(6), 25–34.

朱启超,匡兴华,沈永平. (2003). 风险矩阵方法与应用述评. 中国工程科学, *1*, 89–94.

Almasri, F. (2024). Exploring the Impact of Artificial Intelligence in Teaching and Learning of Science: A Systematic Review of Empirical Research. *Research in Science Education*, *54*(5), 977–997. https://doi.org/10.1007/s11165-024-10176-3

Dauvergne, P. (2021). The globalization of artificial intelligence: Consequences for the politics of environmentalism. *GLOBALIZATIONS*, *18*(2), 285–299. https://doi.org/10.1080/14747731.2020.1785670

Fan, Y., Tan, Y., Raković, M., Wang, Y., Cai, Z., Shaffer, D. W., & Gašević, D. (2023). Dissecting learning tactics in MOOC using ordered network analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, *39*(1), 154–166. https://doi.org/10.1111/jcal.12735

教学智能体的案例分析和实践研究

Case Analysis and Practical Research on Teaching Intelligent Agents

李佳颖，胡启慧*
浙江师范大学教育学院
* huqihui@zjnu.edu.cn

*基金项目：本文为教育部产学合作协同育人项目“基于 AIGC 技术的场景化学习设计与应用”（项目编号：231102377222445）的阶段性研究成果。

【摘要】 随着生成式人工智能的快速发展，教学智能体作为一种具备教育性、自主性、反应性、主动性和社交性的系统，能够弥补通用大模型在生成内容泛化、滞后等问题，在教育领域展现出独特价值。为此，本研究首先选择了 AI 版苏格拉底思维引导师智能体，对比分析了其与通用大模型生成内容的差异，发现教学智能体凭借简洁提示词即可高效产出精准内容。此外，本研究还深入探讨了扣子、腾讯元器、智谱清言、文心一言四大智能体平台的特色，并呈现了一个教案撰写助手智能体的创建案例，以期为智能体赋能教育教学提供借鉴和参考。
【关键词】 教学智能体；生成式人工智能；通用大模型

Abstract : *With the rapid development of generative AI, teaching intelligence, as a system with educational, autonomous, responsive, proactive, and social properties, can make up for the problems of generic big models in generating content generalization and lagging and show unique value in education. To this end, this study first selects an AI version of the Socrates Thinking Facilitator Intelligence, compares and analyzes the differences in content generation between it and the Generalized Big Model, and finds that the Teaching Intelligence can efficiently produce accurate content by concise cue words. In addition, this study also explores the features of the four intelligent body platforms: Coze, Tencent Yuanqi, ChatGLM, and Ernie Bot. It presents a case study of the creation of an intelligent body of a lesson plan writing assistant to provide lessons and references for the empowerment of education and teaching by intelligent bodies.*
Keywords: Teaching Agent; Generative Artificial Intelligence; General Large Model

引言

随着数字技术的迅猛发展，人工智能的重要性已被全球各国提升至战略高度，引发了各行各业的密切关注与重视，教育行业同样深受影响。2022 年，教育部明确提出要实施教育数字化战略行动，旨在推动教育的数字化转型与智能升级。

生成式人工智能（Generative Artificial Intelligence，下文简称“GAI”）作为人工智能技术发展的新形态，给智慧教学环境的变革与升级带来了新的机遇(武法提等，2025)。然而，当 GAI 应用于教学实践时，也存在一些潜在风险。具体而言，大模型的数据更新存在滞后情况，并且在处理信息时易产生“幻觉”现象（吴河江和吴砥，2024）。鉴于大模型生成的内容往往偏向于通用和泛化，难以获得准确、高质量的内容，因此有必要在大模型的基础上创建能够解决特定教育问题的智能体。

因此，本研究通过选取已创建的具有特色的教学智能体，对比和分析其与通用大模型的生成内容异同，同时深入探讨四个智能体平台的特点以及教师如何自主创建符合自身教学需求的智能体，为教师提供探索和创新教学手段的宝贵机会。
智能体为教师教育教学提供新机遇

智能体概述

智能体的概念在 20 世纪 90 年代之初由“代理”发展而来，通过应用人工智能技术而开发出来的，能够针对特定问题提供解决方案的软件和硬件系统（胡泳和张文杰，2024）。
基于大模型的智能体具备多模态感知与生成、检索增强生成、推理与规划、交互与进化等多项核心能力（卢宇等，2024）。这些自主能力赋予了智能体在信息理解、加工处理以及决策制定方面更加接近人类的特性（Wang et al.，2024）。

教学智能体

将智能体应用于教育领域，诞生了“教学智能体（Pedagogical Agent）”，又称“教学代理”。在培养学生高阶思维能力方面，教学智能体扮演着重要的角色，如在阅读、写作、提问等学习场景，教学智能体能够启发学生理解复杂内容，推动学生进行更为深入的分析，并有助于提升学生的创新能力和批判性思维（刘明等，2024）。
综上所述，本研究界定教学智能体为专注于教育领域或特定类型的学习内容，可以独立运作及执行特定教学任务的软件或系统，旨在培养学生的高阶思维能力。
教学智能体和通用大模型比较的案例分析
本研究选取了扣子平台上“AI 版苏格拉底思维引导师”智能体作为案例研究对象。研究旨在分析和对比这些教学智能体产出的内容与大模型产出的内容，以期深入了解各智能体的功能特点及其相对于大模型的差异与优势。

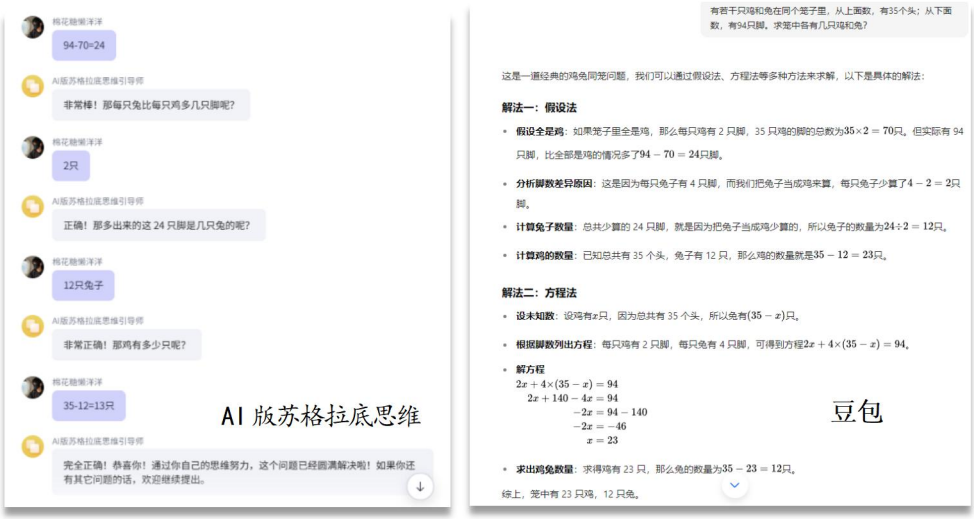


图 1 AI 版苏格拉底思维引导师和通用大模型的生成内容

AI 版苏格拉底思维引导师，顾名思义，该智能体以苏格拉底谈话法启发用户思考问题，不直接告知问题的答案。在向其与豆包分别发送了一道题目，两者展现出了不同的解题方式（如图 1 所示）。
AI 版苏格拉底思维引导师与通用大模型生成内容的异同如表 1 所示。

表 1 AI 版苏格拉底思维引导师与通用大模型生成内容的异同

	AI 版苏格拉底思维引导师	豆包大模型

功能	采用对话问答的形式引导用户得出问题的答案	详细列出解题过程和答案
不足	只提供引导，不会给出问题的解答范例 不能够提供详细的解题步骤和解析	如需引导用户解答问题，需借助提示词

通过对该智能体与大模型对比的案例展开研究，不难发现智能体可使教师无需费心设计提示词来训练大模型，就能生成高质量的教学内容。

教学智能体的创建实践研究

教学智能体不仅能够显著提升工作效率，还降低了使用难度，使得教师能够更便捷地运用大模型的能力。即便是新手教师，也能轻松创建具备简单逻辑的智能体，从而为教学活动带来更多创新和便利。本研究深入分析了四个智能体平台的特点，并特别选择在扣子平台上创建了一款辅助教案生成的智能体，以供广大教师参考借鉴。

智能体平台特点的对比分析

目前较为热门的网页端智能体创建平台有扣子、腾讯元器、文心智能体平台、智谱清言。经过深入探索，了解到四个平台在插件、知识库、工作流、可选大模型、发布渠道等关键方面的特点（如图 2 所示）。

	插件	知识库	工作流	大模型	发布渠道	其他
扣子	都具有丰富的插件，而且可以自创插件，但文心智能体插件类的开发难度较高	具有知识库功能，可上传文本、表格、图片、音视频等类型文件	工作流功能丰富，可以用来处理复杂的逻辑	生态开放，可调用豆包、Kimi、GLM、通义、百川等多个大模型	除自身平台，还可以发布到飞书、微信客服、公众号、小程序、API等各大互联网平台和渠道	已有专业版
腾讯元器			无法构建复杂的工作流，比如图片功能	腾讯混元大模型	除自身平台，还能发布到QQ、微信客服、小程序、公众号等	支持将公众号做成AI智能体
文心一言				文心大模型4.0免费	支持私有、链接、公开发布，可发布到微信公众号、订阅号和小程序	公开发布的高价值智能体可通过百度搜索直接使用
智谱清言			暂不支持	GLM大模型	支持私有、链接、公开发布，不支持发布到外部平台	可配置UI样式

图 2 智能体平台功能的对比分析

扣子-教案生成智能体创建案例

基于以上对各平台特点的研究，无论是在插件开发、知识库构建、工作流处理、大模型选择还是发布渠道方面，这些平台均为用户提供丰富的选项与灵活的操作空间。而本研究特选取扣子平台，旨在训练一个能够辅助教师生成教案的智能体，教师在与之对话时，无需输入冗长或成熟的提示词，即可迅速获取所需的教案内容。

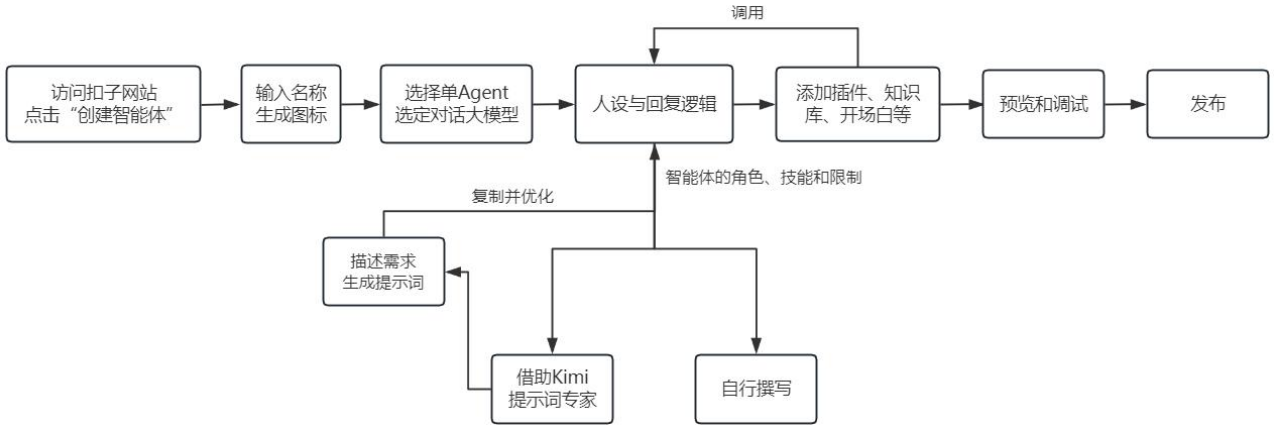


图 3 创建智能体的步骤

创建智能体的流程如图 3 所示，关于人设与回复逻辑处的编写，有两种方法：其一，借助 Kimi 平台的提示词专家，将其生成的提示词剪切至人设与回复逻辑处，随后点击“优化”按钮，即可生成涵盖角色、技能和限制三部分的完整提示词；二是由教师自行撰写包含角色、技能、限制三部分内容的提示词。在角色方面，将智能体设定为教案撰写助手。在技能部分，教师要详细描述智能体具备的能力，例如能够精准解析教材文本、结合课程标准确定教学目标、教学重难点、根据课程内容设计跨学科教学活动等。限制部分则用于明确智能体的行为边界，如“拒绝回答与教案无关的话题”、“输出内容必须遵循给定格式”等。

为了使智能体的功能更加完善，教师需依据实际需求为智能体添加诸如 Tree Mind、Ai PPT 这类插件，以及像教材、课程标准等知识库，并在人设与回复逻辑的提示词中明确对这些插件和知识库的调用。

此外，调试是智能体创建过程中至关重要、不可或缺的环节。在测试阶段，教师可根据智能体的对话引导，发送学科、题目和学生情况等信息。若调试中出现错误，可通过丰富知识库、优化提示词和建立反馈机制等方法规避错误。当调试达到满意效果后，即可发布智能体。

总结与展望

将大模型驱动的智能体应用于教育领域，能够弥补大模型生成内容泛化、不准确、前后脱节等问题，为教师和学生提供更加智能和高效的教学和学习体验。本研究首先通过对比 AI 版苏格拉底思维引导师智能体与其依托的大模型的生成内容，揭示了教学智能体仅凭简洁提示词即可产出准确内容的优势，体现了其在专业性和便捷性上的卓越表现。其次，研究还深入剖析了扣子、腾讯元器、智谱清言、文心一言四大智能体平台的特点，旨在为教育工作者在选择合适的智能体创建或应用平台时提供参考。此外，研究进一步呈现了一个教案撰写助手智能体的创建案例，针对提示词的设计、插件等工具的使用以及调试过程中的注意事项进行了详细阐述，以期为教学智能体的开发实践提供有价值的参考框架。本文目前只是在智能体应用于教案撰写这一具体教学场景中初步探索，后续将尝试设计学业测评、作业批改等更加贴合教育场景和教学对象需求的教学智能体。未来可以预见，教学智能体在教育领域的潜力不可小觑，有望推动教育的全面智能化发展。

参考文献

卢宇、余京蕾和陈鹏鹤(2024)。基于大模型的教学智能体构建与应用研究。中国电化教育，7, 99–108。

刘明、杨闽、吴忠明和廖剑(2024)。教育大模型智能体的开发、应用现状与未来展望。现代教育技术, 34(11), 5–14。

吴河江和吴砥(2024)。生成式人工智能教育应用:发展历史、国际态势与未来展望。比较教育研究(06),13-23。doi:10.20013/j.cnki.ICE.2024.06.02

武法提、夏志和高姝睿(2025)。以生成式人工智能重塑智慧学习环境:从要素改进到生态重构。电化教育研究(01),54-63。doi:10.13811/j.cnki.eer.2025.01.008

胡泳和张文杰(2024)。从超级电脑到虚拟小镇：“人工智能代理”的媒介考古。现代出版(06),18-32

Wang, L., Ma, C., Feng, X., Zhang, Z., Yang, H., Zhang, J., Chen, Z., Tang, J., Chen, X., Lin, Y., Zhao, W. X., Wei, Z., & Wen, J. (2024). A survey on large language model based

autonomous agents. Frontiers of Computer Science, 18(6), 186345. https://doi.org/10.1007/s11704-024-40231-1

利用生成式人工智能开发 GUI 酸碱中和滴定学习程序

Developing a GUI-based Acid-Base Titration Learning Program by Using Generative Artificial Intelligence

邝梓豪[1]，罗玛[2*]
[12]宁波大学教师教育学院，浙江宁波 315211
[*]luoma@nbu.edu.cn

【摘要】 研究尝试利用 ChatGPT 的生成功能，生成 Python 代码（生成基于 Python 的酸碱中和滴定教学工具），继而开发能用于学生化学学习的图形用户界面（GUI）。开发过程主要包括“开发—试验—优化”三个阶段，在经历不断循环往复、试错探索后，没有任何编程经验的研究者顺利开发出学生可用的 GUI 酸碱中和滴定学习程序。据此，为生成式人工智能的教育创新应用、AI 赋能学生学习发展提供研究思路和实践参考。
【关键词】 生成式人工智能；GUI；Python；酸碱中和滴定

Abstract: *The research attempts to utilize the generation function of ChatGPT to generate Python code (to create an acid-base neutralization titration educational tool based on Python), and then develop a graphical user interface (GUI) that can be used for students' chemistry learning. The development process mainly includes three stages: "development-testing-optimization". After continuous cycles and trial-and-error exploration, researchers without any programming experience successfully developed a GUI acid-base neutralization titration learning program available for students. Based on this, it provides research ideas and practical references for the innovative educational application of generative artificial intelligence and the development of student learning empowered by AI.*
Keywords: Generative Artificial Intelligence, GUI, Python, Acid-Base Neutralization Titration

基金项目：本文系浙江省社科规划课题“基于项目式学习发展学生科学思维能力的跨学科实践和测评研究”（课题编号：23NDJC133YB）成果

1.引言

信息科技不断发展，生成式人工智能也在不断地迭代更新，对计算机领域与教育领域都产生了较大的影响。传统的软件开发需要一定的编程知识与经验，而生成式人工智能的出现则在一定程度上大大降低了对开发者的编程要求，没有编程经验的人，也能在人工智能的帮助下尝试进行基于 Python 语言的程序开发设计。这对于许多非计算机专业的一线教师和教育研究者而言是一个机遇，在新时代背景下，也能尝试用 AI 赋能教育创新。

近年来，人工智能与教育融合的问题已经由“是否”转变为“如何”（倪闽景，2023），许多研究者对生成式人工智能与教育的融合路径进行探索，有学者尝试将生成式人工智能应用于习题命制、教学设计等（梅凌宇&吴小杰，2024；刘梦哲等人，2023）。但与中学化学教育结合的研究相对较少。鉴于此，本研究将从没有编程经验的化学教育研究者的视角出发，尝试通过生成式人工智能编写 Python 代码，开发适用于中学化学教育的 Python 学习程序，

帮助教育工作者拓宽生成式人工智能的教育创新应用的思路，为广大一线教师、学科教育研究者提供 AI 与教育融合、赋能学生学习的实践参考，从而促进创新理念的实践转化。

2.研究内容分析

“滴定”的相关知识一直是高中化学教学的重点和难点，在教学过程中，滴定曲线的可视化、个性化呈现，可以帮助学生更直观地感受滴定过程中“量”的变化，相较于传统的理论与公式推导，教学中融入编程与图像可以更有趣、高效（李伟等人，2024）。

目前，在计算机研究或教学领域，有许多种编程与绘图软件可供用户使用，其中 Python 是较易上手的一种编程语言,同时提供了多种库和框架用于构建图形用户界面(Graphical User Interface, GUI），能够以图形方式展示用户操作界面，因此可以基于 Python 语言开发可操作的 GUI 程序。基于 Python 语言开发的 GUI 程序可以应用于许多领域，在化学教育中，有研究者利用 Python 开发了 GUI 酸碱中和滴定学习软件，帮助学生更好地学习相关知识（李伟等人，2024）。但化学教育中的 GUI 软件往往需要具备个性化、专业化的特征，以满足化学学习的需要，这种软件的开发及其个性化功能的实现对开发者的专业能力提出了较高的要求。

而生成式人工智能打破了高能力要求带来的壁垒。研究表明，ChatGPT 能够使用 Python 语言编写代码，即便是没有编程经验的人也可以利用该功能开发程序(Hasrod et al, 2024)。

不过生成式人工智能也存在一定局限性，常因提供错误信息而被诟病。其准确性受到多种因素的影响，包括但不限于指令的正确性和用户需求的有效表达等(Tia et al, 2023)。不过利用 Python 编程时错误或不足的排查都可以在程序运行中直观体现，简化了排查科学性错误的工作量，降低了对专业性的要求。基于以上分析，本研究使用生成式人工智能生成的代码将围绕“酸碱中和滴定”的内容展开，开发设计个性化、符合化学学科特点的 GUI 学习程序，旨在借助生成式人工智能，尝试将研究者认知范围与能力之外的创新想法实现。

3.开发过程

GUI 学习程序开发过程整体上可以分为“开发—试验—优化”三个阶段。在“开发阶段”，研究者通过与 ChatGPT 的对话，获取开发 GUI 酸碱中和滴定学习程序的代码，并在 Python 中运行，开发出初版程序；在“试验阶段”，通过填入具体数据，生成酸碱中和滴定图像，观察产品效果，发现并收集问题；在“优化阶段”，研究者对程序的问题进行整理，反馈给 ChatGPT 以获得优化后的信息和代码，并再次运行，直到获得 GUI 学习程序的终版。

3.1.开发阶段

开发前工作可以分为两部分，一部分是通过指令与 ChatGPT 进行有效交流，以获取运行 Python 的相关信息；另一部分是根据该信息，在 Python 上进行实操，并将实操中的问题收集，形成新的指令，与 ChatGPT 做进一步交流。两部分工作在往复循环的过程中不断推进，最终完成开发的前期准备，顺利运行 Python，正式开始开发过程。

开发过程中，研究者与 ChatGPT 的交流主要包括两个方面，一是引导对酸碱中和滴定知识进行梳理，以避免知识过度发散或停于浅表；二是提示 Python 与 GUI，并在研究者的指令下生成其 GUI 学习程序代码，研究者将代码运行并尝试将程序开发。但在实际的开发过程中，并非简单的“指令提问-代码产生-搬运-生成程序”的过程，对于没有编程经验的研究者而言，是一个不断“产生问题-反馈问题-提出方法-解决问题”的循环过程（如图 1 所示）。

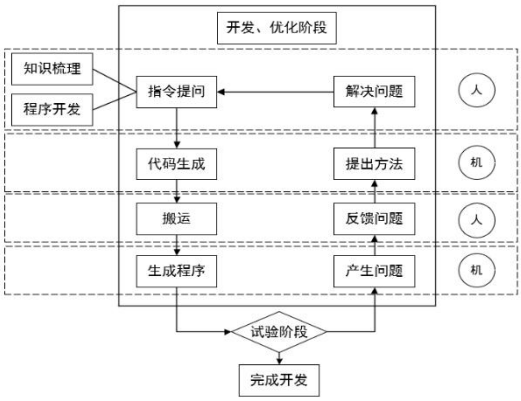


图 1 GUI 学习程序开发过程

在此过程中，研究者需要收集编程中的错误信息，并正确地反馈给 ChatGPT，以便 ChatGPT 提供相应的解决方法，尝试解决并再次运行，最终顺利开发出初版的 GUI 学习程序。

3.2. 试验阶段

试验阶段是“产生问题”环节的关键，穿插在每一次循环过程当中，每一次代码的生成与程序的开发，都需要通过试验来发现存在的问题。酸碱中和滴定是将已知浓度的滴定物（酸或碱）滴入未知浓度的被滴定物中，在此阶段，研究者将带入特定数值（0.8mol/L，100mL 的醋酸溶液与 0.6mol/L，150mL 的氢氧化钠溶液）并尝试将程序运行，试验、发现每一版程序的问题，同时综合比较不同版本程序之间的优化。

将特定数值输入初版 GUI 程序可以发现仍存在许多问题（如图 2 所示），如在酸碱的选择上，仅限于强弱酸和强弱碱，没有具体的溶液；缺少碱溶液体积设置；产出的结果只显示计算值，未绘制中和滴定曲线；滴定选择未区分滴定溶液与待滴定溶液等。因此，开发过程的第三阶段是基于发现的问题对 GUI 学习程序进行优化，梳理存在的问题，并以清晰的指令反馈给 ChatGPT，以生成更符合要求的 GUI 程序。在优化阶段后，也将相同的样例数据输入到优化后的程序中，进行试验（再次进入第二阶段），不断发现问题，进而实现程序的迭代升级。

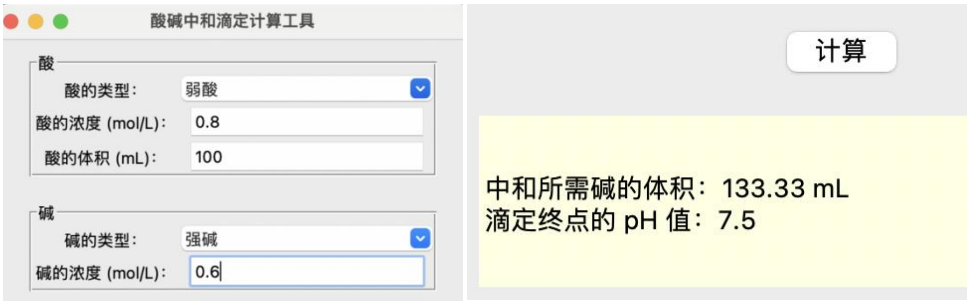


图 2 初版 GUI 学习程序的操作界面与试验结果

3.4. 优化阶段

优化阶段的操作步骤与开发阶段大致相同，不同点主要聚焦在内容上，优化阶段承接在试验阶段之后，围绕着所发现的 GUI 程序界面、运行结果的各种不足展开，与 ChatGPT 的交流则是针对这些存在的问题并提出个性化的想法，引导 ChatGPT 不断优化、产生新的代码，逐步地完善程序。在此期间，研究者进行十余次程序的完善，完善后再次进入试验阶段，进一步发现问题并解决，直到成功开发出达到要求的终版 GUI 学习程序。

在终版中，ChatGPT 利用 TKinter 制作 GUI 学习程序，调用 matplotlib 来画图，采用 numpy 来进行数组运算来提高运算效率，与初版相比，信息填写界面更全面且科学（如图 3 所示）。其中，酸、碱类型的选择替换为“滴定物”与“被滴定物”；选项替换为高中化学学习阶段

常见的酸与碱；“滴定物体积”换为“滴定物最大体积”，在表述上更为科学严谨。新增图像生成界面，设置滑块以模拟动态滴定的过程，可以动态地观测到图像随数值的变化而变化。除此之外，还进一步丰富了程序的功能，使用者可以输入具体的数值生成对应的酸碱中和滴定曲线，也可以选择随机生成浓度，根据生成的图像反向地计算被滴定物的浓度，模拟真实的酸碱中和滴定过程。

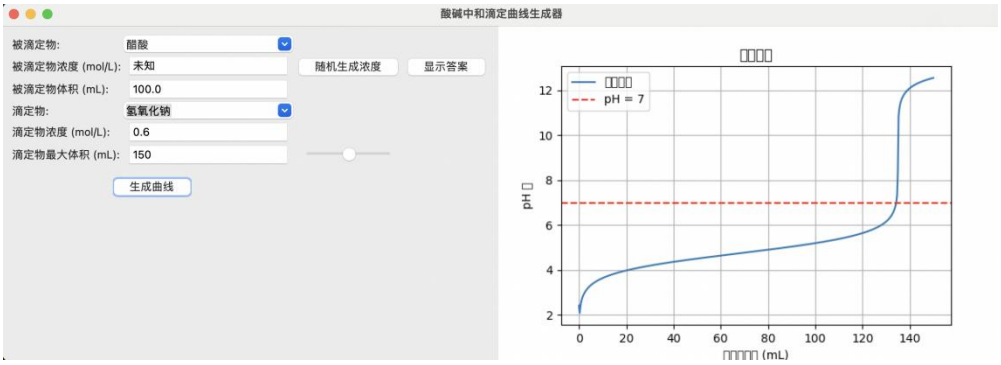


图 3 终版 GUI 学习程序的操作界面与试验结果

纵观整个过程，ChatGPT 获取绘制图像所需信息是一个循环往复的过程，虽然具有一定的工作量，但与系统地学习 Python、开发 GUI 学习程序相比，仍然是较为简便的，可以满足多数一线教师的需求。

4.结果与讨论

4.1.客观评估生成式人工智能的生成结果

生成式人工智能，如 ChatGPT，在代码生成等方面展现出强大的能力，但其生成结果并非完美无缺。在使用过程中，研究者应保持客观、审慎的态度，对生成结果进行细致的分析和评估。一方面，要充分认识到生成式人工智能在处理代码问题、提供创新解决方案的优势。另一方面，也要清醒地看到其局限性，如生成结果中可能出现科学性错误。因此，在使用生成结果时，研究者应结合自身专业知识进行判断和验证，以确保最终结果的准确性和可靠性。

4.2.优化、明确指令保障生成结果的质量

在生成结果的过程中，指令发挥着重要的作用，清晰、明确的指令能够帮助生成式人工智能准确理解研究者的需求，从而生成符合预期的结果。在开发过程中，由简单指令生成的初版 GUI 酸碱中和滴定学习程序也存在着许多问题，距预期要求仍有一定距离，通过不断反馈，一步步将简单指令具体化，引导 ChatGPT 完善程序，最终开发出符合要求的程序。因此，研究者在使用生成式人工智能时，应注重指令的设计和表达，尽量使用准确、具体的语言描述需求，避免模糊和歧义，以得到准确、高质结果。

4.4.利用 AI 赋能教育创新的实践惠及师生

生成式人工智能具有强大的生成功能，在一定程度上为教育创新理念的实现提供了有力支持。许多教育研究者都有创新的想法，但由于缺乏相应的技术能力或资源支撑，一些可能有的教学改革、大胆创新的想法往往难以落地。而生成式人工智能的出现，打破了这一困境，在一定程度上它可以帮助教育工作者快速生成个性化的教学工具和资源，使抽象的教学理念具体化、可视化。

5.结语

研究者通过生成式人工智能（ChatGPT）开发了 GUI 酸碱中和滴定学习程序，其本质是将滴定中复杂的化学知识以图形化的方式呈现。在此基础上我们可以在化学学科中做进一步迁

移，如沉淀滴定、氧化还原滴定等滴定分析知识均可开发出对应程序；也可以向其它学科进行迁移如数学中函数、圆锥曲线的作图等，具有一定应用价值与参考价值。除开发 GUI 程序外，Python 还具备许多功能可以与学科教学相结合，有待进一步挖掘。同时，该程序的开发也验证了没有编程经验的研究者也能在生成式人工智能的帮助下完成编程的开发与设计，为教育研究者落实创新想法提供了实践参考和思路。

参考文献

刘梦哲、孔雯晴和汪晓勤(2023)。ChatGPT 辅助设计 HPM 课例:尝试与感悟[J].教育研究与评论(中学教育教学),(09):14-20.

李伟、孙舒华、吴璐璐等(2024)。GUI 氧化还原滴定学习软件的设计与应用[J].化学教育(中英文),45(06):83-90.

倪闽景(2023)。面对 ChatGPT，传统教育何去何从——人工智能时代的慎思[J].教育研究与评论,(03):22-25.

梅凌宇、吴小杰(2024)。ChatGPT 命制高中数学试题初探[J].中学数学月刊,(06):57-61.

Hasrod, T., Nuapia, Y. B., & Tutu, H. (2024). ChatGPT Helped Me Build a Chemistry App, and Here's How You Can Make One Also. Journal of Chemical Education, 101(02): 653-660

Tian, Haoye, et al. (2023). Is ChatGPT the ultimate programming assistant--how far is it? arXiv preprint arXiv:2304.11938. https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.1193

探究聊天機器人對於結對程式設計活動之影響

Exploring the impact of AI-chatbots on pair programming

黃千樺、陳欣妤、張智凱
臺南大學數位學習科技學系
chihkai@mail.nutn.edu.tw

【摘要】本研究探討 AI 聊天機器人在結對程式設計中的輔助作用，解決角色分工不均與回饋不足問題。結果顯示，導航員反思、駕駛者實作的模式結合 AI 即時錯誤診斷與個性化回饋，有效提升合作學習體驗並降低認知負荷。AI 支持幫助學生加強實作與反思，提升問題解決能力、學習條理性與信心。此外，研究證實 AI 在促進學習動機與最佳化合作學習方面的潛力，並為 AI 教育工具設計提供參考。

【關鍵詞】程式設計教育;結對程式設計;聊天機器人;認知負荷

Abstract: *This study examines AI chatbots in pair programming, addressing role imbalance and feedback gaps. Results show that AI's real-time error diagnosis and personalized feedback enhance collaboration, reduce cognitive load, and improve problem-solving, organization, and confidence. The findings highlight AI's potential to boost learning motivation and optimize collaborative learning, offering insights for AI educational tool design.*

Keywords: Programming education, pair programming, chatbot, cognitive load

1.前言

本研究整合結對程式設計(又稱為结对编程，Pair Programming)與 AI 聊天機器人，設計創新課程以提升學生的學習與實踐能力。課程採駕駛員-導航員分工模式，結合 AI 即時回饋與學習輔助，強調團隊合作、即時溝通與自主學習，促進問題解決與合作效率(李彤彤等, 2022; 马志强 & 刘亚琴, 2019)。AI 技術幫助學生進行程式設計、錯誤診斷，並透過互動機制強化學習體驗。

本論文研究方法為質性分析，透過學生心得分析結果顯示，角色分工、AI 回饋與互助學習能提升團隊意識與問題解決能力。合作學習與工具輔助能增強學習體驗與實作能力，但能力差異與工具門檻仍是挑戰(张银荣等, 2023)。為此，研究結果建議優化分工與反思機制、簡化 AI 工具使用，並提升學習情境的真實性，以強化教學成效。

2. 文獻探討

2.1. Pair Programming 的角色分工與合作技巧學習

在 Pair Programming 中，Driver 與 Navigator 扮演互補且關鍵的角色，Driver 專注於程式碼撰寫與技術細節，確保程式碼正確性與效率，而 Navigator 負責策略規劃與方向掌控，提供建議以確保開發流程順利(Williams & Kessler, 2003)。成功的合作仰賴雙方的有效溝通，需透過清晰對話建立共識，確保對任務的理解一致，並在意見分歧時保持開放心態，共同尋找最佳解決方案，這不僅促進合作，也增強彼此的信任感，提高學習成效(Hanks et al., 2011)。透過 Pair Programming，學生在實作中培養關鍵的合作技巧，如有效溝通與協商能力，這有

助於解決學習中的困難，並為未來團隊合作中的衝突處理奠定基礎。此外，角色分工使學生能根據各自優勢分配任務，發揮團隊成員的不同技能以達成共同目標，並透過良好的反饋機制學習給予與接受建設性意見，增強適應團隊文化的能力(Valový, 2023)。這些合作技巧不僅提升學生的程式設計能力，也為進入職場做好準備。

2.2. 聊天機器人輔助學習與反思性思維的整合應用

在程式設計教學中，聊天機器人（如 DeepSeek）作為輔助工具，提供即時反饋與學習支持，幫助學生迅速解決問題，減少學習挫折並提升學習效率(Groothuijsen et al., 2024)。此外，聊天機器人能根據學生的學習進度與需求提供個性化指導，針對瓶頸問題給出適切解決方案，幫助學生突破學習障礙。學習不僅是知識的吸收，還包括對所學內容的理解與應用，透過實踐與經驗累積，學生可將理論結合實作，加深對知識的掌握。在此過程中，反思性思維(reflective thinking)為學習的關鍵元素，幫助學生評估學習成效、檢視優缺點並發掘改進策略。例如，在 Pair Programming 中，學生可反思 Driver 與 Navigator 角色的表現，發現溝通與合作上的優劣並進行調整。反思不僅幫助學生識別強項與弱點，還能激發深度思考，明確學習目標與動機(McGill, 2001)。透過心得撰寫或討論，學生可分享經驗並從同儕回饋中獲得啟發，強化學習社群的凝聚力並促進知識交流。總體而言，聊天機器人的輔助與反思性思維相互結合，能提升學習者的能力，為未來挑戰做好準備。

3. 研究方法

3.1. 研究架構—學習活動設計

該課程以《Introduction to Java Programming Comprehensive Version》為教科書，涵蓋 Java 語法、物件導向與資料結構，結合理論與實作，並融入 AI 技術提升學生的自主學習與程式設計能力。課程採兩人一組模式，學生透過分組簡報、程式分析與 AI 輔助學習，學習活動包含結對程式設計作業，駕駛員負責撰寫程式碼，導航員則利用聊天機器人檢查即時回饋、修正並提供建議，確保程式碼的正確性與優化，此雙重驗證機制不僅強化學生的邏輯思維與錯誤診斷能力，還促進程式碼品質提升。

3.2. 研究工具—Orange Data Mining

Orange 是一款開源資料探勘工具，具備視覺化與機器學習功能，透過直觀的拖放介面，使用者可無需撰寫程式碼即可進行數據分析(Demšar & Zupan, 2013)。它支援資料清理、統計分析與圖表呈現，並透過模組化設計執行機器學習、文字探勘與圖像分析，提升研究效率。本研究使用 Orange 的語意分析工具（Sentiment Analysis），依據其步驟對期中與期末心得進行中譯英文文本的斷詞與情感分析，以探討學生期中到期末學習進程的變化。透過預處理（去除停用詞、詞形還原）、情感分類（positive/negative/neutral/compound）與數值量化，生成期中與期末的情感熱區圖，可視覺化呈現學習過程中正向或負向情緒的變化趨勢，分析 AI 與合作學習對學習體驗的影響。

3.3. 研究問題

本研究針對多篇心得對比在分工與合作中的應用進行分析，使用的研究工具為 Orange，基於上述文獻探討與結對程式設計活動提出以下研究問題，以探討角色分工與工具輔助在學習過程中的影響：

為了探討結對程式設計中，導航員與駕駛員的角色分工如何影響學生的學習成效與合作經驗。

研究問題 1： 結對程式設計中，導航員與駕駛員的角色分工對學生的學習成效與合作經驗產生哪些影響？

為了分析聊天機器人輔助學習對學生結對程式設計學習動機與信心的影響。**研究問題 2：** 聊天機器人輔助學習如何影響學生對結對程式設計的學習動機與信心？
為了深入了解結對程式設計如何影響學生的合作技巧與溝通模式。**研究問題 3：** 結對程式設計對學生的合作技巧與溝通模式產生哪些影響？

4. 研究結果與分析

多數學生認為角色分工促進了合作，但溝通仍具挑戰

角色分工在合作中發揮了重要作用，Driver 和 Navigator 的分工讓工作效率提升，但學生反映溝通仍是挑戰。*編號 23 學生表示：「在 Pair Programming 中，雙方的溝通與協作是關鍵。有效的溝通方式不僅能加快專案進度，還能減少彼此之間的誤解。」*也有*編號 15 學生提到：「雖然有時候雙人協作可能會面臨一些溝通上的挑戰，但我認為這些挑戰正是成長的契機，透過不斷的協調與適應，我們能夠達成比個人開發更高的成果。」*

AI 工具能有效降低學生在學習合作中的溝通障礙，並提升學習信心與動機。

編號 10 學生表示：「我們使用了 AI 來分析這段代碼，並且從 AI 提供的解答中得出了一個折衷方案，解決了我們的分歧。」

實際案例與 AI 工具雙重支持顯著提升了學習成效實際案例和 AI 工具的輔助大幅提升了學習效率，許多學生表示這些工具幫助他們克服了學習挑戰。

編號 20 學生提到：「加上 AI 工具的幫助，像是程式碼錯誤檢查或語法建議，真的讓人感覺解決問題的效率變得很高。」

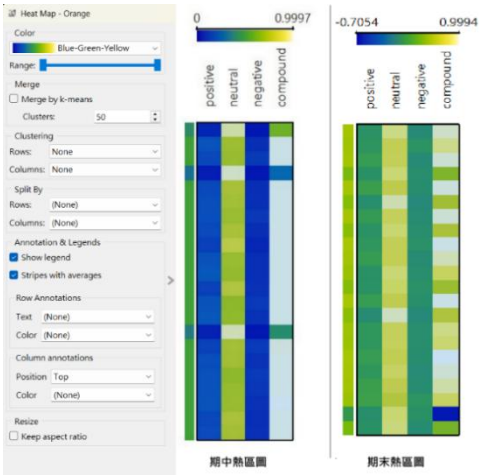


圖 2、期中心得與期末心得正向與負向熱區圖比較

結論

本研究發現 Pair Programming 搭配 AI 工具（如 ChatGPT）能提升合作技能、學習效率與溝通能力，並降低學習孤立感。期中與期末心得分析熱區圖顯示，學生在學習過程中的正向情緒明顯增加，特別是在合作與反思機制的輔助下，學習動機與自信心有所提升。這反映 AI 工具與合作學習能有效支持學習成長，並減少挫折感。此外，雖然 AI 工具提供了即時回饋與資源推送，幫助學生解決學習問題，但在回應靈活度與情感支持方面仍有改進空間。研究結果雖僅在 Java 課程使用，但應可推廣至 Python、C++、JavaScript 等程式語言課程，

特別適合強調邏輯思維與錯誤診斷的學習環境。結合 AI 與合作學習的模式能創新程式教育，未來應進一步探索其長期影響，如自我效能感、群體互動、與學習成效等。

致謝

感謝教育部教學實踐研究計畫經費贊助，計畫編號 PSK1133865。

參考文獻

张银荣,黄昌勤,韩中美,等. 协作编程有助于培养学生的计算思维吗?——基于 32 项实验或准实验研究的元分析[J]. 现代教育技术,2023,33(8):77-86. DOI:10.3969/j.issn.1009-8097.2023.08.009.

李彤彤,郝晴,文雨,等. 基于学习风格和伙伴关系的配对编程对小学生计算思维的影响研究[J]. 远程教育杂志,2022,40(3):105-112.

马志强,刘亚琴. 从项目式学习与配对编程到跨学科综合设计 ——基于 2006-2019 年国际 K-12 计算思维研究的元分析[J]. 远程教育杂志,2019,37(5):75-84.

Demšar, J., & Zupan, B. (2013). Orange: Data mining fruitful and fun-a historical perspective. Informatica, 37(1).

Groothuijsen, S., van den Beemt, A., Remmers, J. C., & van Meeuwen, L. W. (2024). AI chatbots in programming education: Students' use in a scientific computing course and consequences for learning. Computers and Education: Artificial Intelligence, 7, 100290. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100290

McGill, I. (2001). Action Learning: A Guide for professional, management & educational development. Psychology Press.

Valový, M. (2023, June). Psychological Aspects of Pair Programming: A Mixed-methods Experimental Study. In Proceedings of the 27th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (pp. 210-216).

Williams, L., & Kessler, R. R. (2003). Pair programming illuminated. Addison-Wesley Professional.

智能学习认知体验与情感体验的交互影响研究

A Study of the Interactive Effects of Cognitive and Affective Experiences of Intelligent Learning

张婷婷[1]，胡悦[2]，罗亚[3]，李淼淼[4]，祝慧敏[5]，吴颖[6]，权国龙[7*]
[1234567]江南大学，江苏“互联网+教育”研究基地
*qdylan@live.cn

【摘要】 人工智能技术的教学与学习应用成为教育研究与实践的热点。那么，认知体验与情感体验对智能学习结果的感知有何影响？智能学习的多感官情感与认知体验之间有何相互关系？研究在高级语言编程和教育机器人两门课程中开展单组实验，涉及44名本科生。研究发现，智能技术的认知体验能够显著预测智能学习结果，在智能学习中，学生的认知体验相对情感体验更为重要；在认知体验的多感官分布中，听觉、触觉、视觉三类感官与智能学习结果显著相关。师生交流和专业技能是成就学生认知体验和情感体验的重要环节和要素，即教学相长、学而有成。

【关键词】智能学习体验；认知体验；情感体验

Abstract: *The application of artificial intelligence in teaching and learning has become more significant in education research and practice. So, How do cognitive and affective experiences affect the perception of intelligent learning outcomes? What is the interrelationship between multisensory emotional and cognitive experiences of intelligent learning? A single-group experiment was conducted in two courses, Advanced Language Programming and Educational Robotics. It involved 44 undergraduate students. The results indicate that the cognitive experience of intelligent technology can significantly predict the outcome of intelligent learning, in which students' cognitive experience is more important relative to their emotional experience; in the multi-sensory distribution of cognitive experience, the three types of senses, namely, auditory, tactile, and visual, are significantly related to the outcome of intelligent learning. Teacher-student communication and professional skills are important links and elements in the achievement of students' cognitive and emotional experiences, i.e., teaching and learning together.*

Keywords: smart learning experience, cognitive experience, affective experience

1.问题的提出

智能技术的发展及其在教育实践中展现的驱动力，使现代教育进入新的发展阶段。AI技术在教育信息化发展中的影响不容忽视。它伴随智慧教育的发展对教学与学习活动具有变革的意味（顾小清等，2021；陈琳等，2020）、教学过程、学习方式（丁美荣等，2021）、评价体系等诸多方面。由智能技术支持或智能应用参与的教育主体活动都可以称其为“智能的”，如“智能学习”。作为新的学习方式，智能学习开始深入影响主体的学习活动，可以动态地检测学生的情况、情境、学习需求和风格，以及其学习过程状态，并根据检测结果做出回应（Molina-Carmona, R. , et al, 2018）。在广义上理解，智能学习方式是基于人工智能的学习问题解决方案，特别关注个性化学习问题。许多带有不同程度智能功能的系统都可看作智能学习环境。它们有各自的功能特点和应用目标，同时也都有一个共同的价值目标就是促进学生

学习(Molina-Carmona, R. , et al, 2019)。其所引起的学习体验及对学习的影响就是重要的研究议题。

在“智能学习”空间里，知识会变为可视听、可触碰、有动感、可多感官感知的连续或离散的形态；学习也将发生在多维立体、真实或混合的空间里。而这种差别源于智能技术支持的学习环境的变化，其重点在于学生的多种感官以不同的组合模态参与其中，即“多感官”互动。在智能学习的“多感官”视角下可以构筑面向知识传播与学习活动的“立体知识观”。而“立体知识观”指引下的学习体验分析，有利于优化智能技术应用，提高智能教育环境下的主体学习效果。

而且，智能学习的情感体验分析，是侧重认知的学习体验分析的重要补充，可以使学习体验观察更完整、更有洞见。根据布卢姆的教育教学理论（皮连生，1997），认知、情感、心因动作是主要目标，学习中也必然涉及相应的展开过程。认知与情感就是主体学习所涉及的两大层面，心因动作也是行为的内在条件。学习目标是体验历程的向导，学习体验就必然会涉及对认知、情感和行为的体察和认识。因此，分析智能学习的情感体验，不仅能补全侧认知的学习体验令其更完整，而且更有利于观察和辨识学习体验的动力状态和思维指向。

本研究关注智能学习的多感官认知与情感体验，在两种智能学习情境下观测学生多感官认知与情感体验特征，试图基于智能学习的认知与情感体验状态及特征，分析智能学习多感官认知体验与情感体验对智能学习结果感知的影响、多感官体验表征的特点以及情感体验与认知体验之间的相互关系，从而为智能技术赋能教育教学实践带来启示。研究问题如下：

（1）认知体验与情感体验对智能学习结果的感知有何影响？其多感官体验表征有何特点？

（2）智能学习的多感官情感与认知体验之间有何相互关系？

2.智能学习多感官体验分析框架

基于智能学习体验观察智能技术赋能的效果可以从多感官感受出发，以感官交互行为为中心更细致、全面地提取学习体验信息，分析主体与智能学习环境各要素互动的认识过程和情感状态。也就是说，分析智能学习体验，可视为以主体感官交互行为为焦点分析其中情感与认知“双维”体验的过程。

2.1.智能学习体验的多感官视角

智能学习体验可以理解为在智能学习的相互作用中主体对其学习所构建与评价的意义（Knowles, et al, 2005）。其中，离不开学习主体的感官感知，以及对感知的意义构建与评价。通过多种感官感知、感受，主体发生有意识的心智活动，并形成了认知体验。而且，根据 CAPS（Cognitive-Affective Personality System）理论(Mischel W., et al, 1973)，此过程同时也伴随着情感体验。

多感官视角下的智能学习就是在智能技术支持下主体通过不同感官构建知识、利用知识或展开知识并进行评价的过程。从“立体知识观”看，多感官体验观察有利于从多种感知方式上改善并优化智能技术赋能过程与效果（杜华等，2022）。而且，多感官地观察可以放大主体在智能学习交互行为中的认知与情感体验，提升观测与分析水平。

2.2.多感官视角下智能学习的认知与情感体验

“体验”是一种人对客观世界的认识与感悟过程。学习体验是学习者在与外部环境的相互作用过程（拉尔夫•泰勒，2014）中对其学习所构建与评价的意义（Knowles, et al, 2005）；它强调学习者在学习活动中的主体性参与，发生于学生对外在世界的联结和内化过程（沈建，2001）。

根据相关研究（刘斌等，2016），学习体验可理解为学习者对学习环境、学习活动和学习支持服务等诸多相关要素的感知、反应和行为表现。

在智能学习中，主体在认知与情感上的积极投入能促进“赋能”效果的改善和发展。根据CAPS 理论(Mischel W., et al, 1973)，由智能技术赋能的学习过程表现于具体的学习行为，而学习行为以主体对事物的认知和情感状态为条件形成。所以，智能条件下的学习体验就由认知与情感两个层面构成。人的认知体验形成了其对智能学习的认识、观点和信念，与人的感知和评价有关；而情感层面则形成了其对智能学习的情绪反应，或是基于认知所产生的情感、态度。认知体验意味着智能学习的质量与方向，情感体验则意味着其持续动力。所以，智能技术赋能的过程可以从“认知-情感”双维度加以观察。

在智能技术赋能学习中，主体认知反应体现于智能技术辅助下的知识、技能、问题和任务等，以及对学习过程的总结与反思；其情感反应则体现在对智能技术辅助下的学习内容、技术要素、问答过程和作业过程等的直接感受和态度。在多感官视角下人的学习被分解为学习时利用自身不同感官的过程。除了常规的视听刺激外，智能技术运用中更有触觉与动觉的刺激。如果把知识看作是理解事物运动与变化规律，识别事物本质与内外部关系的过程，那么多感官参与的学习就是借助不同感官构建知识、利用知识或展开知识的过程与状态。

2.3.基于多感官交互的“情感-认知”体验分析框架

为观测智能技术对主体学习的条件、过程与效果的影响，并分析其影响的特点与规律，我们构建了“情感-认知”双层体验分析的框架。其中，多感官体验视角下的视觉、听觉、触觉和动觉四种感官模式以及智能学习情境的条件、过程与结果三方面的六种要素被纳入框架中。图 1 显示了以感官交互行为为焦点的智能学习体验分析要素与框架，侧重智能学习的情感体验分析及其与认知体验关系的考察。

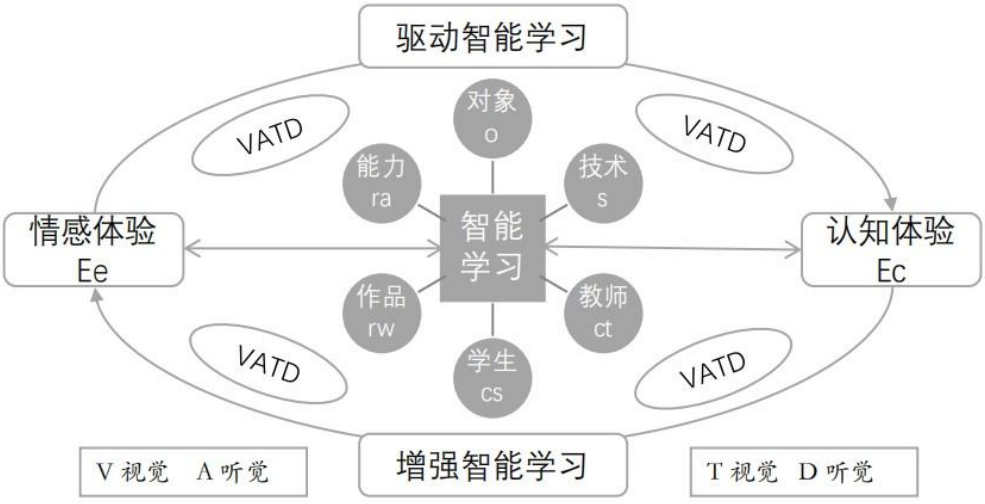


图 1 智能赋能的认知与情感体验分析框架

3.研究设计

3.1.情境与对象

为分析智能学习多感官体验的特点、主要影响因素，探讨智能技术在学习体验中的影响及其效应，研究选择了带有智能对象和智能工具支持的“高级语言编程”和“教育机器人”两种学习情境展开。“高级语言编程”代表了智能对象与技术的“内展”特征，即主要辅助了学

习主体的认知、理解和思考过程；“教育机器人”代表其“外展”特点，即主要从学习主体的行为、行动过程中起到了辅助作用。

项目由 42 名教育技术专业大三的学生参与，15 名男生，27 名女生，年龄均为 20 岁，历时一个学期。课程按正常的学期课程开设，由各自的授课老师按课程安排在多媒体教室和实验室或实训室里教授。学生能在两门课程中充分体验到两种学习环境的智能特性和智能功能。

3.2.方法与过程

研究以单组双情境方式展开，采集多感官体验数据对智能技术条件下的学习条件、过程和结果进行分析。其中，将利用问卷测量学生在智能学习中的多感官认知与情感体验，通过多感官情感与认知体验数据的分析，利用均值检验、相关分析和回归检验等统计方法印证理论推演并回答研究问题。

研究先期观察了两门课程的智能特点，对比了其智能要素与功能的不同。而后在自然授课状态下完成课程教学。在课程结束后，由参与学生完成面向智能学习的多感官学习体验问卷。

3.3.工具与数据

基于多感官感知的智能学习体验测量,是在科学理论指导下以典型测量工具 ETLQ（Xu R.，2004）和 SELTQ(Kolb D A., 2014)为基础构建并自制而成，由“四觉”和“六要素”构成其主体，并以交互为题项内容描述的焦点，保证其基础效度。问卷题项按两种课程情境进行描述，以形成相应的问卷。认知体验和情感体验的问卷各有 48 题，并使用李克特七点量度。这里部分地呈现学习对象认知和情感体验的题项。

（1）可以轻松看懂关于编程软件与代码的媒体呈现或演示；

（2）可以清晰听懂关于编程软件与代码的媒体讲述与解说；

（3）“高级语言编程与代码”的内容看起来易接受，让人满意；

（4）“高级语言编程与代码”的内容听起来很清楚，让人满意；

多感官学习认知与情感体验问卷的信度和效度良好,其 Cronbach’s Alpha 系数分别为 0.936、0.931。理论和数据分析也表明，问卷建构效度良好。

而采用因子分析检验认知与情感问卷的建构效度,其因子构成与题项载荷的情况也都在可接受范围内。

（1）其 KMO 分别为 0.724、0.851，Bartlett 近似卡方分别为 912.339、1690.888，自由度均为 276，显著性均小于 0.01。

（2）采用主成分分析、用最大方差旋转法提取 5 个因素；两个问卷所有题项之公因子的方差均在 0.5 以上；六个因子累积解释总方差分别为 75.94%、72.9%,均高于 SELTQ 量表 56%（Zerihun, Z., et al, 2012）的解释比例。

（3）“旋转成分矩阵”分析发现，在主成分上的载荷都大于 0.5 的条件下明显可提取的因子包括结果性的“成果与能力”、过程性的“与师生交流”、条件性的“学习对象感知”和“智能应用感知”。两种智能学习情境下可提取的因子相似，不同主要在于因子载荷顺序有别、题项“粘连”情况略有不同。

（4）在认知体验问卷效度分析中发现了个别未能准确描述的题项，它们使得“与教师交流”和“智能技术应用感知”的题项归并出现偏差。因此，基于题项的归并结果与内容描述对第 8、9、10 及 24 题进行了质性校验和修订，如第 9 题交流与内容并列式表述改成了围绕内容进行交流的动宾式陈述。多感官学习体验问卷在主成份分析中的解释总方差情况见表 1。

表 1 认知体验问卷解释总方差

初始特征值	提取平方和载入	旋转平方和载入

成分	合计	方差的%	累积%	合计	方差的%	累积%	合计	方差的%	累积%
1	10.961	45.670	45.670	10.961	45.670	45.670	4.659	19.414	19.414
2	3.571	14.877	60.547	3.571	14.877	60.547	4.657	19.403	38.817
3	1.700	7.085	67.633	1.700	7.085	67.633	4.214	17.559	56.376
4	1.417	5.903	73.535	1.417	5.903	73.535	2.818	11.744	68.120
5	1.059	4.412	77.947	1.059	4.412	77.947	1.877	7.821	75.940

提取方法：主成份分析

（5）在情感体验问卷效度分析中也发现，题项 8、21、22 的因子归属失准，需要校准所出现的偏差。所以，基于成分矩阵数据对它们进行了检查和修订，比如将第 8 题中偏于学习者操作动觉的表述修订成聚焦智能技术功能动觉的描述。多感官视角智能学习情感体验问卷在主成份分析中的解释总方差数据见表 2。

表 2 情感体验问卷解释总方差

	初始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
成分	合计	方差的%	累积%	合计	方差的%	累积%	合计	方差的%	累积%
1	10.323	43.014	43.01	10.323	43.014	43.01	5.736	23.899	23.90
2	2.709	11.287	54.30	2.709	11.287	54.30	4.377	18.237	42.14
3	2.024	8.433	62.73	2.024	8.433	62.73	2.834	11.809	53.94
4	1.225	5.103	67.84	1.225	5.103	67.84	2.422	10.093	64.04
5	1.207	5.027	72.86	1.207	5.027	72.86	2.118	8.827	72.86

提取方法：主成份分析

4.数据结果

4.1.智能技术对智能学习结果的促进作用

智能技术作为影响智能学习结果的重要要素，其认知体验与情感体验对智能学习结果的预测作用需要进一步分析，以更好地帮助学生增强智能学习结果。

4.1.1.智能技术的认知体验能显著预测智能学习结果

为了探究智能技术的认知体验与情感体验对智能学习结果的影响，采用线性回归的方式建立相对应的预测模型。结果表明，可解释的变异量达到 22.9%（R^2=0.229，F（2,39）=5.788，P<0.01），也就是说智能技术的认知体验对智能学习结果具有显著的预测效力（β=0.823，P<0.01）。即，智能学习结果=0.823*智能技术的认知体验+18.239。

所以，在智能学习中，学生对智能技术的认知体验相较于情感体验更为重要。

4.1.2.智能学习结果主要作用要素的多感官感知特点

对智能学习结果有重要影响的认知体验，其多感官体验分布有何特征？详见表 3。

表 3 学生智能学习结果与视觉、听觉、触觉、动觉相关性分析

	视觉	听觉	触觉	动觉

智能学习结果	Pearson 系数	0.390*	0.477**	0.394*	0.230
	p 值（双尾）	0.011	0.001	0.010	0.143
	样本量	42	42	42	42
* p<0.05	** p<0.01				

其中，除动觉之外，视觉、听觉和触觉与智能学习结果之间均显示出显著的相关关系，详见表 1 ，r 值分别为 0.390、0.477、0.394，p<0.05。由此可知，听觉体验对智能学习结果的影响程度最大，触觉体验次之，视觉体验影响程度最小。因此，学生智能学习结果表现了对听觉、触觉、视觉等感官的感知和连接。

4.2.智能学习情感与认知体验作用关系

作为关系动力和目标的两个重要方面，智能学习的情感与认知体验的相互作用需要进一步分析，以利智能技术教育教学应用的设计和改进。下面分析高级语言编程课程情境中的智能学习以了解详情。

4.2.1.智能学习条件、过程与结果双维体验间的关联度与解释力

在编程学习情境中，其条件、过程与结果的双维体验之间均呈现强相关。三者各自双维体验的相关系数 r 分别为 0.637、0.669、0.754，其显著性 p<.01。而且，有关交流的过程方面和学习结果方面的认知体验可解释总体情感体验方差的 67.5%，R^2=.675，F（2，41）=42.511，p<.01），其预测系数β=1.204，p<.01，β=0.855，p<.01。相应地，有关学习对象与智能技术的条件方面与学习结果方面的情感体验，可解释总体认知体验方差的 60.9%，R^2=.609，F（2，41）=31.890，p<.01），其预测系数β=1.582，p<.01，β=1.267，p<.01。

可见，智能学习的条件、过程和结果的情感与认知体验之间都各自有强相关关系。学生在交流中的认知，以及其对学习结果的认知是形成智能学习情感体验的主要方面；而其对智能学习条件的情感感知，以及其对智能学习结果方面的情感感受是形成智能学习认知体验的主要方面。

4.2.2.智能学习情感体验与认知体验间的相互作用

智能学习总体情感体验，可以被师生交流、专业技能和学生交流三个要素的认知体验有效预测。它们的解释力达 67.3%，R^2=.673，F（3，40）=27.446，p<.01，其中，师生交流的预测系数β=1.224，p<.05；专业技能的预测系数β=1.594，p<.01；学生交流的预测系数β=1.239，p<.05。

反之，智能学习总体的认知体验可以被学习对象、专业技能和师生交流三个要素的情感体验有效预测。其解释力达 73.1%，R^2=.731，F（3，40）=36.282，p<.01，其中，学习对象的预测系数β=2.491，p<.01；专业技能的预测系数β=1.853，p<.01；学生交流的预测系数β=1.250，p<.05。

可见，智能学习情感体验形成的重要原因在于学生在师生交流、专业技能和学生交流中形成的认识，而其对学习对象、专业技能和师生交流的情感感受则是增强其智能学习认知的重要方面。无论在情感体验还是在认知体验上，师生交流和专业技能都是成就彼此的重要环节和要素，即教学相长、学而有成。

5.讨论与结论

基于以上数据结果可以得到以下基本结论：智能技术的认知体验能够显著预测智能学习结果，在智能学习中，学生的认知体验相对情感体验更为重要；在认知体验的多感官分布中，听觉、触觉、视觉三类感官与智能学习结果显著相关。师生交流和专业技能是成就学生认知

体验和情感体验的重要环节和要素，即教学相长、学而有成。综合以上分析结果和结论，可以为教育实践和教育产品开发提供一定启示。

5.1. 智能技术应用要准确靶向感知锚点与思考环节

学生的智能学习体验形成于对学习内容的智能学习过程，源于智能技术的属性和功能作用。智能技术作为智能学习体验的源头和参与交互的重要要素，其赋能主体学习应用要做好两个方面。

一方面，智能技术应用要有准确的感知靶向。智能技术与学生感知的良好连接意味着“感知锚点”清晰、感知结果明确。在多感官视角下，就要建立合理的多感官感知，以使学生清晰地锚定学习的目标、内容与环境。所以，智能教学中要尽可能把握学习环境与学生特点，以便根据具体情境做出相应的智能技术选择与应用。同时，要注意智能技术的属性和功能，把握其技术形态、使用和感知模式以及其所影响的学习要素。在其应用的条件、过程与结果方面，要调动“听觉”与“触觉”感知，以达到提升情感回应和促进认知过程的目的。另一方面，智能技术应用要有思考靶向，以引导学生完成一系列思考，帮助其在内容交互与问题解答中掌握知识、形成技能与能力，使学生达成学习的目标与目的。

5.2. 智能技术赋能要系统联结功能设计与应用需要

在运用智能技术的内外特性和主要功能时，需要联结其技术的功能设计与主体的学习需求，以最大化其赋能价值。以智能技术赋能主体学习，就要运用其情感体验与认知体验的关系，尤其关注情感体验中的情感交互、情感在场与情感共鸣。智能学习的情感体验，可以作为智能技术应用实用化、效用化设计的重要依据，其功能、形态与交互设计就是设计中需要关注的三个重要方面。

首先，智能技术的交互、处理与反馈等功能设计要符合学生的认知规律和实际学习需要，并具有优先级的考虑。其次，智能技术的界面、呈现形式、实体形态设计应当符合教师与学生的心理习惯和文化特征，符合学生多感官感知需要，比如利用动画、形体等促进学生的感知和理解。此外，智能技术的交互方式应当具备易亲近、可理解甚至人性化的特点，以在情感上和认识上与主体充分“连接”。比如，在设计上可考虑发挥“动觉”和“触觉”的优势，让智能技术更自然、“具身”地与学生互动，从而在激发学生感性理解的基础上促进学生的理性认识。

总之，设计并使用好智能技术，就可以通过扩展立体化、实体化的多感官体验优化学生的感知、理解与思考过程，为提高主体学习的效能、增强赋能主体的效应带来更多可能。

5.3. 智能学习中情感体验与认知体验间存在动力关系

智能学习中学习对象的情感体验能有效预测学习结果的认知体验，意味着智能学习的内容可为学生提供好的学习起点和目标方向。而且，在智能学习认知体验分析中，对学习条件（对象与技术）的认知体验也是学习结果的有力影响要素（权国龙，2022）。智能学习情境为学习对象赋予了一定的智能属性，可创建有利于学生交流并沉浸于动觉、触觉、视觉等感官感受充沛的课堂，并通过靶向正确的学习起点和目标促进情感体验以达到提高认知的目的。智能学习体验在感性的智能情境中其情感体验得以激发，进而使理性的认知体验具备动力条件，或得以增强；在理性认知的体验形成并积累后，情感体验得以在理性的认识中提升并形成感性的感知。

本研究的局限主要在样本数量方面。在后续研究中，将更多地关注智能学习的情境与样本选择，并扩大样本量，以提高研究的效力与价值。

参考文献

陈琳, 陈耀华. （2020）. 智慧时代中国教育现代化特征论. 中国电化教育，（07），30—37.
丁美荣, 王同聚. （2021）. 人工智能教学中“知识建构、STEM、创客”三位一体教学模型的设计与应用. 电化教育研究，42（04），108—114.
杜华,顾小清. （2022）. 人工智能时代的知识观审思[J].中国远程教育,(10):1-9+76.
顾小清, 杜华, 彭红超, 祝智庭. （2021）. 智慧教育的理论框架、实践路径、发展脉络及未来图景.华东师范大学学报(教育科学版)，39（08），20—32.
拉尔夫•泰勒. (2014). 课程与教学的基本原理（罗康译）. 北京: 中国轻工业出版社.
刘斌, 张文兰, 江毓君. （2016）. 在线课程学习体验: 内涵、发展及影响因素. 中国电化教育，（10），90—96.
皮连生主编. (1997). 学与教的心理学[M].上海:华东师范大学出版社.
权国龙.（2022）. 主体赋能：智能学习的多感官体验[J].华东师范大学学报(教育科学版),40(09):105-117.
沈建.（2001）. 体验性: 学生主体参与的一个重要维度. 中国教育学刊，（2），41—43.
Knowles, M. S., Holton, E., & Swanson, R. A. （2005）. The Adult Learner: The Definitive Classic in Adult Education and Human Resource Development （6th ed. ）. Burlington, MA: Elsevier.
Kolb D A. (2014). Experiential learning: Experience as the source of learning and development[M]. FTpress.
Mischel W.(1973). Toward a Cognitive Social Learning Reconceptualization of Personality[J].Psychological Review, 80(4): 252-283.
Molina-Carmona, R. , Villagrá-Arnedo, C. J.（2018）. Smart learning. In TEEM’18, Proceedings of the Sixth International Conference on Techno-logical Ecosystems for Enhancing Multiculturality, Salamanca, Spain, 24–26 October 2018; García-Peñalvo, F. J. , Ed. ; ACM: New York, NY, USA, 2018; pp. 645–647.
Molina-Carmona, R. , Villagrá-Arnedo, C. J. （2019）. Advances in smart learning. In TEEM’19, Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, Leon, Spain, 16–18 October 2019; Conde-González, M. Á. , Rodríguez-Sedano, F. J. , Fernández-Llamas, C. , García-Peñalvo, F. J. , Eds. ; ACM: New York, NY, USA, 2019; pp. 649–652.
Xu R. (2004). Chinese mainland students’ experiences of teaching and learning at a Chinese university: Some emerging findings[C]//BERA2004conference, Manchester.
Zerihun, Z., Beishuizen, J., &VanOs, W. (2012).Student Learning experience as indicator of teaching quality. Educational Assessment Evaluation &Accountability, 24(2), 99-111.

智能时代学习者技术依赖的审视与纾解之策——基于马克思技术哲学的视角

Examination of Learners' Technological Dependence in the Intelligent Era and Strategies for Relief——From the Perspective of Marx's Philosophy of Technology

董振一[1]，吴雪梅[2]，黄昌勤[2*]，黄琼浩[2]
[1]浙江师范大学教育学院
[2]浙江全省智能教育技术与应用重点实验室
[*]cqhuang@zju.edu.cn

【摘要】 智能时代人工智能技术在教育中已经得到越来越广泛地运用。学习者在普遍地使用人工智能辅助学习的同时，也会因为不当地使用而产生技术依赖，从而影响自身发展。因此审视智能时代学习者的技术依赖显得十分必要。本文运用马克思技术哲学，辩证地分析教育、社会、个体、技术的关系，厘清技术依赖的内涵和成因，审视其风险，并依此提出纾解之策，以指引学习者正确运用人工智能技术，促进其全面发展。
【关键词】 智能时代；学习者；技术依赖；马克思技术哲学

Abstract: *In the intelligent era, artificial intelligence technology has been increasingly widely applied in education. While learners commonly use artificial intelligence to assist their learning, improper use may lead to technological dependence, which in turn affects their own development. Therefore, it is of great necessity to examine learners' technological dependence in the intelligent era. This paper applies Marxist philosophy of technology to dialectically analyze the relationships among education, society, individuals, and technology, clarify the connotation and causes of technological dependence, examine its risks, and accordingly propose solutions to guide learners to correctly apply artificial intelligence technology and promote their all - around development.*

Keywords: Intelligent Era, Learner, Technological Dependence, Marx's Philosophy of Technology

1. 前言

在智能时代，学习者使用生成式人工智能进行学习是一种非常寻常而普遍的现象。人工智能赋能教育可以提高学习者的学习效益、促进学习者的个性化学习。但是随着人脑能力被人工智能技术模仿和超越，曾经局限于肉体的技术依赖逐渐演化为思维性的技术依赖，从而引发比以往更加严重的伦理风险。但是当下对技术依赖问题的系统性教育研究较少，缺少理论的辨析。因此本研究将结合马克思技术哲学的观点和方法，立足智能时代教育背景，厘清技术依赖的内涵和成因，讨论技术依赖可能产生的风险，并提出面向实践的纾解策略，从而帮助学习者正确地使用人工智能技术，提升学习者人工智能素养并促进其全面发展。

2. 智能时代学习者技术依赖的内涵及其特征

2.1. 智能时代学习者技术依赖的内涵

要理解智能时代技术依赖需先明晰人与技术的辩证关系，并把握人工智能技术的本质。马克思技术哲学主张从人对技术、技术对人两个角度明确人技的辩证关系。抽象的人既是技术的创造者，又是技术的使用者；但具体的人却不一定都具备这两个身份。对于具体的人而言，

技术是极其强势的“座架”，使人成为技术的附庸。对于技术的本质问题。马克思（2002,p.27）认为，技术的本质就是人的本质或人本质的外化,是人类征服和改造自然的劳动手段。过往的技术总体上是对人身体能力的映射，而人工智能技术更多地是在模仿和超越人的大脑及其意识能力。因此人工智能技术的本质不再只是对人本质的外化，而是对人本质的复制和超越。学习者在实际的教育活动中必然会运用技术辅助学习，这是无法避免的。但这并不意味着只要运用技术就是技术依赖。技术依赖形成于学习者将自身属于大脑的认知功能移交给人工智能的过程中。当人工智能来执行学习者的认知任务时，学习者的主体性被动摇了。综合以上对人技关系以及人工智能技术本质的分析，本研究对智能时代的技术依赖做如下定义：技术依赖是学习者在行为、主体思维、心理情感等意识层面对人工智能技术的粘滞性，并对人工智能及其生成内容缺少批判性思考的现象。

2.2. 智能时代学习者技术依赖的特征

智能时代学习者的技术依赖特别强调学习者对人工智能技术的依赖现象，因此综合前文对人技辩证关系和技术依赖内涵的阐述，技术依赖主要有四个特征。一是主体遮蔽。学习者独特的属性决定自身尚未形成完备的自我认知，因此技术依赖对于学习者主体而言是被遮蔽的。二是技强人弱。学习者相比人工智能显得十分弱势，因此学习者容易神化人工智能，形成“ai万能论”，认为人工智能可以解决任何问题。因此形成技术依赖的学习者总是认为自身在各个方面都不如人工智能。三是单向接受。主体遮蔽和技强人弱的存在容易使学习者恒接受地对待人工智能，并因此难以否定人工智能生成内容。学习者单向度地接收人工智能给他生成的信息，对此不进行有意识地批判，甚至不加修饰地将其运用到自己的学习任务中。四是形成绑定。由于长时间依赖于人工智能技术，学习者的学习活动以及学业成就与人工智能技术形成绑定的关系。人工智能将逐渐成为一个具有一定主体性的他者存在，因此技术依赖学习者的学习成果是在与人工智能的合作中完成的，而不再是完全独立的。

3. 智能时代学习者技术依赖的风险表征及其成因分析

马克思（1995,p.43）曾指出“科技文明发明了机器,却使工人成为工作的机器”。学习者在使用人工智能技术进行学习时，也会受到它的影响；同时变化的学习者也会影响人工智能。由于学习者处于变化的社会关系中，因此在分析技术依赖背后的成因是须运用本质逻辑、现实逻辑、价值逻辑等三种思路去分析，既要看到具体的学习者和人工智能技术，又要看到宏观的教育和社会，还要从形而上的角度分析其现象的本质。

3.1. 智能时代学习者技术依赖的风险表征

其一，学习者知识基础“外置”。知识基础之于学习者的作用如同基本理论之于学科。知识基础在人进行逻辑推理与实践的过程中发挥着重要意义（Llinares,2018）。由于学习者依赖于人工智能，经常求助于人工智能获取知识，学习者的知识记忆任务交由人工智能承担。在过去柏拉图就批评书写会损害人的记忆。学习者能够使用人工智能轻而易举地获得知识，学习者就容易在习得知识时产生对技术的依赖，在不知不觉中成为知识的“搬运工”（裴榕,2024）。这导致学习者的知识基础“外置”给了人工智能。

其二，学习者高阶思维被遮蔽。《中国学生发展核心素养》已经将高阶思维纳入核心素养。批判思维、创造思维和问题解决是高阶思维的重要组成成分。生成式人工智能技术相比互联网技术更加先进，人工智能技术不仅可以完成问题分析整个过程，还通过生成几乎“完美”的答案阻挡学习者对生成文本的质疑，这就导致批判性思维被削弱。同时学习者对问题的了

解不再基于自身的思考，并且由于学习者缺少对人工智能生成内容的质疑和论证，使得学习者对问题的理解浮于表面，从而难以进行发散和聚合，因此创新创造也就变得更加困难了。

其三，学习者情感被削弱。有学者指出具备情感的人工智能会导致学习者情感隐私泄露、情感能力退化等伦理风险（谢瑜和王潇毅,2024）。因此技术依赖会导致学习者情感的“式微”，不仅会削弱学习者的情感表达，也会导致学习者情感感知能力的减弱。学习者与人工智能交互时可以采用强硬的语句，不需要关注对方的情感感受。但是与真人交往又必须关注对方的情绪状态，否则就肯引发不必要的矛盾。这就使得学习者在人机交互与人人交互之间产生了极大地割裂感，逐渐变得不善于与人交流，不乐于与人交流。这就导致学习者的情感能力削弱，变得机械、冷漠，产生严重的情感危机。

3.2.马克思技术哲学视域下学习者技术依赖的成因分析

从本质逻辑层面审视，技术比教育显得更为强势。技术的本质决定了技术是对人类的超越。工业革命以降，技术装置已显露出相对于个体劳动者的绝对优势地位，而人工智能技术的发展更实现了对人类主体性的系统性超越——不仅在客观计算领域，在人类意识领域也表现出了强大的能力。因此人工智能将以比过去任何技术都更为强势的姿态进入教育领域，学习者的地位将被进一步挤压。强势的人工智能技术将取得与教材相似的权威地位。长此以往学习者就逐渐成为人工智能的输入机器、搬运机器，被人工智能技术异化，而成为技术的附庸。

从现实逻辑层面剖析，学习者在教育发展的洪流中处于被动的地位。马克思（2002,p.108）认可机器对生产力发展、劳动力解放的积极意义，但是资本家为了追求更多地利润，对工人进行了更加严酷的压迫，反而加重了对人的压迫。因此机器的资本主义使用是使机器偏离本身使命的根本原因。由于资本逻辑忽略人工智能技术本质的质变，依然采用过去的方法发展人工智能。这导致人工智能在极短的时间内涌入教育领域，教育的各个环节都在尝试运用人工智能技术。但是这样的教育实践不是由学习者自然采取的，而是由管理者、研究者发起的，这就导致学习者在客观上处于被动接受的地位。缺少自我内驱力的运用导致学习者以应付的态度使用人工智能以快速地完成作业，从而在这样不健康的使用中形成技术依赖。

从价值逻辑深层透视，学习者对绩效的重视程度大于其生长素养。马克思（2002,p.37）认为技术是人类道德和文化的基础，技术决定着人类的生活，而生活决定意识。机器的资本主义应用使工人与自己的劳动结果分离，但工人又不得不在这样的劳动中花费更多的时间，也使得工人对工资的关注超过其他。机器的资本主义应用将自身逐利的价值体系传播给了整个社会，并蔓延到了教育领域。在资本逻辑的运作下，“成功教育”成为教育的主流价值观，以成绩定义成功与失败。也正由于这样的价值体系，新进的智能教育也在无形之中落入教育优绩主义的泥潭中（孙立会,2024）。为了追求“成功”，学习者只能越来越依赖人工智能；一旦脱离人工智能又会让自身被他人超越，而又为了超越他人，又必须加倍地使用人工智能。

4. 智能时代学习者技术依赖的消解之策

当下的智能教育无疑是打开了人工智能技术这个潘多拉魔盒，既能够带来解放的机遇，却又引发未知的风险。但是这并不意味着这些风险是不可避免的，马克思(2002,p.45)认为要将技术本身与技术的资本主义应用相区分，技术本身是无阶级性的。同时他指出技术是人类进步的根本动力所在（2002,p.231），技术的发展能够使人获得真正的自由（2002,p.264），从而促进人的全面发展，并在人与技术相互作用的实践中推动技术的再进步。

4.1.以自我主张消解外在反思，增强学习者的主体意识

底特里希·本纳（2005,p.68）认为在所有实践中只有教育实践以预设自己的终结为其基础。因此教育的目的就是为了让学习者在没有教育的情况下仍能进行自我学习。而外在反思的存在极大地阻止了这一目标的实现。外在反思是一种不深入到具体的实践中，而用一般的原则先验地强加到任何内容上的思维方式（吴晓明,2024）。对于学习者个体而言，外在反思就是学习者不考虑自身特殊情况或对自己没有充足认知的前提下就运用普遍原则进行学习活动的思维模式。为了纠正外在反思，学习者要形成深刻的自我认知，真正地去理解自己的需求，以更好地构建自己的图示。同时也可以运用智能技术的反馈更好地认识自己，在此基础上学习者对普遍知识和抽象原则做出适合自身的判断并进行具有个体特性的实践活动，进而形成自我主张并减少对人工智能的依赖。

4.2. 以生长价值丰富绩效评价，促进学习者的全面发展

马克思的全部哲学是关注人的哲学，是关于人的解放的哲学。马克思批评机器的资本主义应用导致人的异化，异化使人的实践成为对于人而言的外在的东西(马克思,2014,p.50)。发展可以有个体差异，但不能缺少发展的维度而成为“单向度”的发展。学习者在学习过程中应该关注自身的过程性成长，而不能将自己的学习责任移交给人工智能。用人工智能学习方式固然快捷方便，但也必须思考如果人工智能离身而去，学习者自己还剩下什么？学习者不能重蹈过去工人离开机器就失去自身劳动价值的覆辙，现代学习者自身就应该是一位完整的人。人工智能对于学习者应该是一个助力，而不是成为学习者“具身”的一部分。

4.3.以人机共创替代浅层运用，促进学习者与人工智能共同成长

马克思（2002,p.312）也褒扬技术是促进人类进步的动力源泉，是人创造力的体现并能够促进人类创造力的进步。由于人工智能技术的本质是人本质的复制，因此在学习者在实际的人机交互中不能停留于简单的知识获取而将人工智能视为一个高级搜索引擎。季瑜等（2024）研究者通过教育实验表明人机共创是可行人工智能将是一个真正的学习伙伴，人机共创是人工智能协同教育的未来进路。要鼓励学习者在实际使用人工智能时，充分地发挥自己的思维能力，由学习者实现 0 到 1 的突破，再通过与人工智能的高质交互，使 1 变得更加绚烂多彩。而人工智能技术也将在这样的学习活动中得到进步。人机共创的教学范式将促进学习者与人工智能走向健康的双螺旋发展图景。

参考文献

底特里希·本纳. (2005). 普通教育学.彭正梅,徐小青,张可创,译.上海：华东师范大学出版社.

谢瑜 & 王潇毅. (2024). 人工智能情感的伦理风险及其应对. 伦理学研究 (01), 132-140.

吴晓明.(2024). 论唯物史观在历史科学中的具体化实行. 社会科学 (10), 5-15.

乔瑞金.(2002). 马克思技术哲学纲要.北京:人民出版社.

季瑜, 杨雅 & 詹泽慧. (2024). 人机共创的教学特征:认知发展与角色交互研究. 开放教育研究 (06), 88-101.

马克思. (1995). 马克思恩格斯选集(第 1 卷).北京:人民出版社.

马克思.(2014). 1844 年经济学哲学手稿.北京:人民出版社.

孙立会. (2024). 智能教育优绩主义倾向纠偏.电化教育研究 (12), 23-29.

Llinares, S.(2018). Mathematics teacher’s knowledge, knowledge-based reasoning, and contexts. J Math Teacher Educ 21, 1–3.

我国中小学人工智能教育研究热点与发展策略——基于核心文献的 LDA 主题分析模型

Research Hotspots and Development Strategies of Artificial Intelligence Education in Primary and Secondary Schools in China: Based on the LDA Topic Analysis Model of Core Literature

陈京[1*]，夏志沂[1]，刘佳[1]，张秀梅[1]
[1]华南师范大学教育信息技术学院
[*]1458815619@qq.com

【摘要】 随着人工智能技术的迅猛发展，人工智能教育成为当下教育学界关注的热点话题。开展人工智能教育是时代发展对于中小学教育提出的新要求，目前我国已有明确的政策在中小学开展人工智能教育。为此，文章基于 LDA 分析，对 2017 至 2024 年间关于中小学人工智能教育 96 篇核心期刊文献进行主题挖掘与分析，梳理总结得到课程体系建构与实践、教育教学应用、顶层政策推进以及师资队伍建设四个研究主题。对主题进行文献综述，并提出针对中小学人工智能教育的相关发展策略，以期为我国中小学人工智能教育发展提供参考和建议。

【关键词】 人工智能教育；中小学；LDA 主题模型；主题挖掘

Abstract: *In the era of rapid artificial intelligence (AI) technology progress, AI education has emerged as a focal point in pedagogy. For primary and secondary education, it is a contemporary necessity, and China has rolled out explicit policies to foster it. To this end, this paper conducts topic mining and analysis on 96 core journal articles related to AI education in primary and secondary schools from 2017 to 2024, based on Latent Dirichlet Allocation (LDA) analysis. Four research themes are identified and summarized: curriculum system construction and practice, educational and teaching applications, top-level policy promotion, and teacher team development. After a literature review, relevant development strategies are put forward to guide China's primary and secondary school AI education.*

Keywords: AI education, Primary and secondary schools, LDA topic model, Theme mining

1. 我国中小学人工智能教育的背景

2017 年国务院印发的《新一代人工智能发展规划》指出，在中小学阶段设置人工智能相关课程，鼓励科技工作者参与人工智能科普，鼓励社会力量参与编程教学软件、游戏的开发和推广，支持开展人工智能竞赛。2024 年，教育部发布《教育部部署加强中小学人工智能教育》，提出探索中小学人工智能教育实施途径，加强中小学人工智能教育。由此可见，在中小学开展人工智能教育是我国推动人工智能发展的重要战略之一。探索中小学人工智能教育的研究热点与发展趋势，对推动中小学人工智能教育的发展具有一定的作用。

2. 人工智能教育定义

随着智能技术的更新和教育的发展，人工智能教育的基础、目标、方式在不断变化。不同时代的学者从不同视角、不同层次探讨人工智能教育的内涵，并加以界定，从而出现了林林

总总的多种定义。综合相关文献，人工智能教育有以下三类定义：一是人工智能内容教育，人工智能教育是指以人工智能为学习内容的教育。如李亦菲（2017）认为人工智能教育是指以人工智能为学习内容的教育，它旨在促进学生学习人工智能知识，掌握人工智能技术。二是教育人工智能，人工智能教育是利用人工智能技术提高教学效果，以促进教育智能化发展。第三种对于人工智能教育的理解则是对上述两种阐释的统整，包括了专题教育，涵盖人工智能技术在教育教学和管理中的应用。如人工智能教育是包含利用人工智能赋能的教育和以人工智能为学习内容的教育（彭绍东，2021）。经过综合分析与探讨，以及确保研究结果的可靠性，本研究选取第三种定义作为研究指导，即人工智能教育是包括利用人工智能赋能的教育和以人工智能为学习内容的教育。

3. 研究过程

3.1. 研究方法

LDA 主题模型全称为隐狄利克雷分布(Latent Dirichlet Allocation)，其生成过程可简化为在每一篇文章以一定概率找出这篇文章包含的主题，再以一定概率找出对应的词语。与传统的主题挖掘方法相比，其在分析文本语义等方面具有良好效果，能够极大减少人为干预与负担。利用 LDA 主题模型对中小学人工智能教育相关的核心文献进行热点主题提取和解读，能从客观数据中挖掘规律，减少主观判断，找到真实的研究热点从而提出具有说服力的策略与建议。

3.2. 数据来源

为确保检索结果更具有研究价值，本研究从人工智能教育定义出发，以 CNKI 数据库中 CSSCI 和北大核心期刊为文献来源，以“主题=‘课程’or 主题=‘应用’and 主题=‘中小学人工智能教育’”为检索条件。从 2017 年起，截止 2024 年 11 月 23 日，最终获得 131 篇核心期刊文献。最后通过人工严格筛选剔除不符合研究主题的文献，最终甄选出 96 篇有效文献。

3.3. 数据收集与处理

首先，为确保数据的有效性，本研究利用影刀采集器对文献进行提取，再利用人工处理的方式去除 96 篇文献的引文、摘要和参考文献，得到正文部分。随后利用 jieba 对正文进行分词处理，在分词前创建中小学人工智能教育专业词库以构建自定义词典，提高分词准确性，同时在分词过程中结合中文停用词表，去除文中的虚词以及无实际意义的符号。接着利用困惑度确定主题数量，困惑度是一种评估 LDA 主题模型拟合度的指标，困惑度越低代表潜在主题模型对于词项的主题预测确定性越高。通过计算不同主题数量下的困惑度，可以选择最优主题数。立足本研究，经过不断调试，计算发现当主题数目为 4 时，主题间的区分度明显，从而确定最优主题数为 4。最后，通过 LDA 主题模型导出 4 个主题的高频主题词列表，为确保研究的准确性和实际相关性，本研究由三位研究者共同基于 15 个高频率特征词阅读原始上下文的文本数据，以确保凝练主题名称能够最大限度地涵盖列表主题词的含义。

3.4. 数据分析

基于 LDA 主题模型提取的四大主题，归纳出我国中小学人工智能教育的四大研究热点主题。Topic1 中包括角色、课堂教学、文化等特征词，课堂+素养的特征较为鲜明，结合阅读原始文，凝练该主题为“课程体系建构与实践”。以此为遵循，逐步提取我国中小学人工智能教育研究主题包括课程体系建构与实践、教育教学应用、顶层政策推进以及师资队伍建设（见表 1）。

表 1 主题词统计

主题编号	高频主题词	主题凝练	主题强度
topic1	角色、课堂教学、文化、报告、互联网、信息素养、研究者、精准、本质、自动、智力、教与学、教学系统、人机、国际	课程体系建构与实践	0.375
topic2	小学、模块、人工智能教师、计算机科学、政府、工程、人工智能素养、学段、作品、创客教育、课程体系、人工智能教学、定位、课程标准、产业	教育教学应用	0.33
topic3	校长、指数、区域、校园、领导力、信息化、人机协同、数智、风险、问卷、地区、高质量、生态、信息化教学能力、优质	顶层政策推进	0.223
topic4	硬件、指标、乡村、编码、观念、图画、小学、教师胜任力、义务、风险、规定、原则、训练、态度、指标体系	师资队伍建设	0.072

4. 我国中小学人工智能教育研究热点

4.1. 课程体系建构与实践

我国中小学人工智能教育起步较晚，缺乏统一的课程体系，在理论与实践方面仍面临许多挑战。多数学者从中小学人工智能教育的基本理念、课程内容与要求、实施建议等方面全方位进行了讨论。从现有文献和主题词分析来看，人工智能课程体系的建构是热点之一，而当前我国缺乏统一的课程体系，各地虽进行积极地探索，但实践水平仍参差不齐，课程衔接性与连贯性有待提升。

4.2. 教育教学应用

人工智能技术的应用是教育教学改革的重要方向，同时人工智能课程实践也少不了人工智能技术的应用。在新技术背景下，技术与教育融合是人工智能教育发展的关键方向，人工智能技术为传统课堂注入了创新活力。从已有文献中看，我国人工智能教育实践经验仍有不足。如何在人工智能教育中发挥人工智能技术的优势，实现中小学人工智能教育的有效实践还需继续探索。

4.3. 顶层政策推进

我国新一代人工智能发展规划的出台，将中小学人工智能课程体系的建构与实施提升到国家战略高度。在此背景下借鉴国外相关政策文件与实践策略，结合我国教育实际，对于完善我国人工智能教育顶层设计、建构具有国际竞争力的人工智能教育体系具有重要意义。并且我国政府近年来大力推动人工智能教育的发展，学者们也从各国发布的相关政策进行分析，能够为我国中小学人工智能教育提供发展方向。

4.4. 师资队伍建设

师资队伍是中小学人工智能教育成功实施的关键力量，教师的素质水平直接关系到教育教学质量。乐进军（2020）在探讨我国中小学人工智能教育的现实矛盾时，其指出了在推进人工智能课程的顺利实施过程中，师资不足是最大的痛点。我国面临着中小学人工智能师资供不应求，师资水平普遍不够高等问题。当前越来越多的学者关注到中小学人工智能师资队伍建设中来，但仍需要不断探索如何构建人工智能师资培养体系、培养的方法策略等。

5. 我国中小学人工智能教育发展策略

5.1. 系统推进建构中小学人工智能教育体系

要推动我国中小学人工智能教育的发展，首先应厘清人工智能教育所包含的关键内容与要素，从而对各内容要素的已有基础、存在问题与需求、未来发展等进行探究。通过构建涵盖课程目标、内容设计、教材开发、教学实施、学业评价等在内的完整教育体系，在实现中小学人工智能教育规范化的基础上，不断完善人工智能教育和课程体系。

5.2. 深度融合人工智能技术，优化教育教学环节

在当今教育领域，充分利用人工智能技术已成为推动教育变革的关键举措。为顺应时代的发展，在基础教育中分年龄分层次有针对性地开展人工智能教育实践（倪闽景，2024），并合理运用人工智能设备、网络平台和智能化的软件教育，能为学生提供个性化学习的路径，实现因材施教。

5.3. 借鉴国际政策，完善我国中小学人工智能教育政策

当前我国缺乏专门推进中小学人工智能教育的官方组织或部门，未来可围绕人工智能教育设置各级各类职能部门分管中小学人工智能教育推进工作。国外在推动人工智能教育方面已有较为成熟的政策体系，深入研究国外人工智能教育政策与实践，结合我国国情,为当前中小学人工智能教育政策发展提供参考和借鉴，引领我国中小学人工智能教育的发展。

5.4. 强化师资队伍建设，提升教师人工智能素养

高素质的教师是推动人工智能课程教育创新和提升的关键（王同聚，2024）。提升教师人工智能素养可以通过开展中小学人工智能课程教师培训，通过分层分类教学培训，骨干教师聚焦创新教学法探索，新手教师重基础夯实，骨干教师带动新手教师实践创新，推动人工智能教育质量整体提升。

6. 结语

我国中小学人工智能教育正处于快速发展的关键时期，面临着诸多挑战和机遇。文章主要关注了中小学人工智能教育的相关文献，课程体系建构与实践、教育教学应用、顶层政策推进以及师资队伍建设是当前我国中小学人工智能教育研究与发展的热点领域。通过深入剖析这些热点问题，提出了发展策略，有助于推动我国中小学人工智能教育朝着科学化、规范化的方向发展。

参考文献

(2017)国务院.国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[EB/OL].https://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm,2017-07-20.

(2024)教育部.教育部部署加强中小学人工智能教育[OL].<http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/202412/t20241202_1165500.html>

李亦菲.(2017).智能教育与人工智能教育之间的关系.教育家(44),16-18.

乐进军.(2020).中小学人工智能教育的现实矛盾研究.教学与管理(34),1-3.

倪闽景.(2024).加强中小学人工智能教育是顺应时代发展的必然.人民教育(23),1.

彭绍东.(2021).人工智能教育的含义界定与原理挖掘.中国电化教育(06),49-59.
王同聚.(2024).中小学人工智能课程教育实践策略的设计与实施.现代教育技术(12),95-104.

初探以人工智慧作為親師生溝通回饋機制之使用者體驗與學習感知

A Preliminary Exploration of User Experience and Learning Perceptions in Using AI as a Parent-Teacher-Student Communication Feedback Mechanism

劉奕帆[1]，黃皓群[2*]，黃武元[2,3]，黃靖琳[4]
[1]國家教育研究院測驗及評量研究中心
[2]國立中央大學網路學習科技研究所
[3]國立東華大學資訊工程學系
[4]國立台灣師範大學音樂學系
[*] ericcool180@gmail.com

【摘要】 語言學習受多種因素影響，其中一個關鍵是學習難與真實情境結合。此外，家長參與至關重要，但受限其自身知識，往往難以提供有效支持。為此，本研究開發 EduCommAI 將情境學習與人工智慧結合輔助學生於日常生活中學習英文。系統分析學習歷程與表現，為教師提供精準的回饋草稿，進而實現適性化教學。此外，系統為家長提供回饋草稿與英文解釋，輔助家長提供更為精確的回饋給子女，並透過親子共學讓家長將日常生活分享給子女促進親子互動。本研究以 53 位七年級學生進行五週實驗。結果顯示學生對系統持正向態度，訪談顯示教師與家長的回饋對學習產生正面影響，充分展現本研究增進學習動機與親師生互動的潛力與價值。
【關鍵字】 智慧回饋生成；EFL；GPT；真實情境學習

Abstract: *Language learning is influenced by the integration of content with real-life contexts. Parental involvement is crucial but often hindered by limited knowledge. This study developed EduCommAI, combining contextual learning and AI to support English learning in daily life. The system analyzes learning processes and provides teachers with precise feedback drafts for personalized instruction. Parents receive feedback drafts with English explanations, helping them deliver accurate support. Parent-child co-learning fosters interaction by sharing daily experiences. A five-week experiment with 53 seventh-grade students showed positive attitudes toward the system. Feedback from teachers and parents positively impacted learning, enhancing motivation and interaction.*
Keywords: Smart Feedback Mechanisms, EFL, GPT, Authentic learning environment

1. 前言

語言學習受多種因素影響，其中一個關鍵因素是學習過程與真實生活情境的結合。特別是在英語學習中，將語言學習融入真實生活情境，能夠促進學習者對語言的理解和運用。情境學習讓學習者通過在真實互動情境中的實踐，將知識與實際經驗相結合，不僅提升語言的理解與應用能力，還能顯著增強學習動機和學習成效(Huang et al., 2016)。然而，當前的語言學習常常局限於教室內的文字學習，未能充分利用真實情境所提供的輔助與刺激。因此，許多研究者亦嘗試利用科技的輔助讓真實情境與英文的學習相互結合，藉此提升學生的學習成效(Hwang, Luthfi, et al., 2024; Hwang et al., 2023; Liu et al., 2024; Meihami, 2023)。

除了真實情境的影響外，家長參與也是影響語言學習的重要因素之一。適度且正向的家長參與能促進子女在學習過程中的自主行為，增強其學習動力與成效(Özçelik, 2022)。研究指

出，家長提供的家庭學習支持與學校活動的溝通，對於學生英語熟練度有顯著正相關，這表明積極的家長參與是學習成功的關鍵因素之一(Halommi & Stevens, 2023)。因此，創造家長參與的機會至關重要，例如鼓勵子女在家庭中應用英語知識，與成員共同學習，增強語言能力與學習動機。然而，家長可能因自身知識或能力限制，難以提供有效支持，特別是在英語學習中(Fillmore, 2000; Zetlin et al., 2011)。近年來，AI 為教育提供創新方式，不僅促進個性化學習，也為家長克服語言障礙、參與子女學習提供了新可能(Chen & Xiao, 2021; Hou, 2021)。然而，大多數研究集中於家長參與與學習成果之間的直接關係，較少關注如何透過科技手段來增強家長與學習者的互動，並支持子女的語言學習。此外，部分家長因語言能力不足或缺乏教育資源而常常無法有效參與孩子的學習過程，進一步限制了家長的參與。

為此，本研究開發 EduCommAI 系統，利用辨識技術分析學習者拍攝的真實情境照片，生成與其英語水平匹配的題目，並基於作答表現提供學習回饋草稿，教師可選擇以自身角色直接傳送回饋，亦可透過系統角色代為傳送，降低壓力並提升學生接受建議的意願。教師亦可傳送學習回饋給家長，幫助家長了解學生學習情況，掌握學生進度。家長則可以透過系統了解學生的學習歷程與學習表現，也可以利用系統生成針對子女學習狀況的回饋，在發送回饋前查看系統提供的相關英語解釋，讓家長也能對子女進行指導。而學生透過接收回饋，理解不足並改進學習，形成良性循環，促進親師生三者的互動。另外，親子共學模組讓家長能將日常生活情境轉化為學習素材，增強親子互動與學習樂趣。這樣不僅提升了學生的學習動機，也增進家長參與和親子互動。

2. 文獻探討

2.1 家長參與對學習的影響

家長參與對學生學習的影響展現重要作用。Hwang et al. (2015)指出，家長在多媒體電子書學習系統中的參與顯著提升了學生的學習行為與學業成效，而這種影響尤以課後註解分享的應用最為顯著。Chavez et al. (2023)也發現，家長採用多媒體和對話式的閱讀策略可增強子女的語言能力。See et al. (2020)則從技術層面強調，數位科技的有效應用需注重雙向互動與訊息的個性化設計，以確保家長參與對學生學習的促進作用得以最大化。Xia and Gao (2022)進一步指出，在幼兒行動裝置輔助的學習情境下，家長通過監控學習進度與選擇適合的學習資源，能有效支持子女的英語能力發展。

此外，Al Murshidi et al. (2023)則探討了後疫情時代家長參與的挑戰與解決方案，強調視覺化資源使用以及與教師合作在應對學生動機不足方面的重要性。Wong et al. (2018)的研究表明，家長在家中的教育參與能顯著促進學生的語言能力與心理社會福祉，而學校參與則主要通過增強學生的學校互動，間接改善其行為表現。這些研究一致表明，家長參與結合數位科技與教育支持，不僅能提升學業表現，還能促進學生的全面發展，特別是在當代教育挑戰日益複雜的背景下，其重要性尤為突出。

2.2 情境學習對英語學習的影響

情境學習在英語學習中的應用展現出顯著的成效，不僅在於提升學習者的語言能力，還能有效激發其學習動機(Nguyen et al., 2022)。Huang et al. (2016)的研究指出，行動裝置與真實情境相結合的學習方法，能夠顯著提升學習者的詞彙學習效果與自我導向學習能力。此外，Meihami (2023)發現，情境學習在電腦輔助語言學習教師培訓中的應用，能幫助教師在理論與實踐之間建立連結，提升其行動力與專業能力。Hwang et al. (2023)則結合語音識別與真實情境，顯著增強了學生的口語表達能力和學習動機。

在寫作與會話學習領域，Hwang, Guo, et al. (2024)結合影像辨識技術與人工智慧生成情境相關內容，幫助學生改善寫作的一致性與多樣性。Liu et al. (2024)設計了一套系統化的學習流程，包括情境探索、劇本創作與對話練習，結果顯示參與實驗組的學生在口語與對話能力上的表現，顯著優於使用傳統學習方法的對照組。Kacetl and Klímová (2019)也探討了智能手機應用程式在英語作為外語學習中的使用情況，此研究發現，這些應用程式對學習者的認知能力、 學習動機、自主性及信心有顯著提升，並對低成就學生達到學習目標有所幫助。整體而言，情境學習的實施為 EFL 教育提供了創新解決方案，不僅促進學習者語言能力的提升，還幫助教師與學習者建立理論與實踐的有機連結，為語言教學的未來發展提供了重要啟示。

3. 系統雛型設計

3.1 系統雛型設計概念

本研究開發 EduCommAI 系統，以增強家長、教師與學生三方之間的互動與溝通，三者間的互動概念如圖 1 所示。系統針對教師和家長的不同角色，提供專屬的回饋模組，為教師提供教學支持，也增進了家長參與。對於教師，系統會根據接收對象的角色，提供該角色需求的回饋內容，例如針對學生提供學習改進建議，針對家長則傳達學生學習情況和指導建議。這不僅提升了教師與學生間的溝通，也促進了教師與家長的互動，讓家長能更清楚地了解子女的不足之處並加以指導。對於家長，系統充分考量家長因語言能力限制可能面臨的參與困難，透過清晰且具體的回饋草稿及相關英文解釋，幫助家長快速理解子女的學習狀況，提供輔助建議，也能在與子女互動時同步學習英文。同時，親子共學功能讓家長能輕鬆將日常生活場景轉化為學習素材，增強了親子互動，進一步提升學生學習的動力與表現。

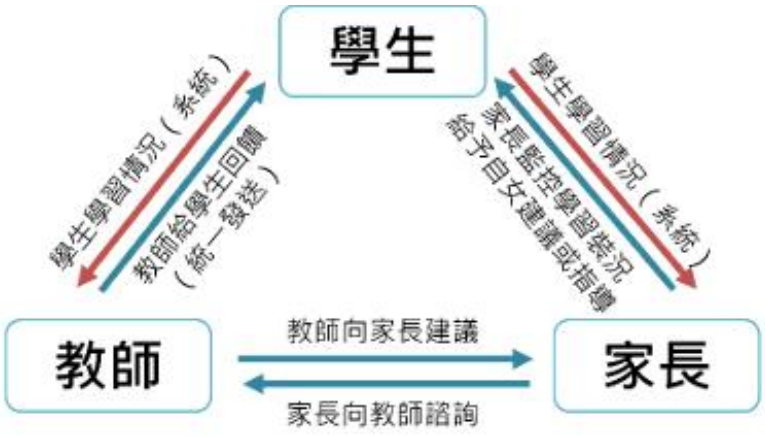


圖 1 親師生互動概念圖

表 1 EduCommAI 學習活動設計

	角色	活動內容
活動一：情境學習	學生	根據老師安排的學習主題完成情境測驗，並可查看教師與家長給予的回饋。
	教師	安排學生學習主題，當學生完成學習活動後，可使用回饋生成模組產生回饋，發送給學生或家長。
	家長	可查看教師提供的回饋建議;亦可使用回饋生成模組產生回饋，發送給子女。
二、活動：親	家長	可利用系統上傳情境圖片，產生情境測驗供子女練習，使用回饋生成模組產生回饋，發送給子女。

學生	根據家長安排的親子共學情境學習活動完成情境測驗，並可查看家長與教師傳送的回饋。
教師	可查看學生在親子共學活動中的表現，並可針對學生學習表現給予進一步的指導。

如表 1 所示，EduCommAI 結合 GPT-4o 的圖像分析技術，提供多樣化的情境測驗模組。教師可安排主題，學生拍攝相關情境圖片生成情境測驗模組，題型涵蓋情境選擇題、填空題與短句練習，幫助學生強化英文能力。此外，家長可利用系統上傳情境圖片，系統會自動生成與圖片相關的題目供子女練習，進一步豐富學習素材，並促進親子共學。學生完成作業後，系統運用 GPT 技術分析作答表現，並生成專業的學習回饋建議供家長與教師參考。透過表一所列的活動設計，教師與家長可更準確掌握學生學習進展，並提供更具針對性的支持與指導，進一步強化親師生三方的互動。

3.2 情境測驗模組

在活動一的情境測驗模組中，教師可設定特定主題，或讓學生自主選擇主題，並依據選定主題拍攝相關情境圖片作為學習素材。學生完成圖片拍攝後，系統運用 GPT 技術對上傳的圖片進行分析，識別其中的物件與元素，並根據分析結果自動生成情境測驗模組供學生練習。其中涵蓋多種題型，包括：

1.情境選擇題：針對文法、時態等語言學習重點進行設計，幫助學生在特定語境中加強對語法結構的理解（如圖 2 所示）。

2.情境填空題：以單字為核心，要求學生輸入完整的單字，從而加深對單字意義與拼寫的掌握，提升詞彙運用能力（如圖 3 所示）。

3.情境短句練習：要求學生以完整句子作答，旨在培養學生使用語言表達的能力，強化撰寫與表達技巧（如圖 4 所示）。

透過多樣化的題型設計，強化學生在英語學習不同面相的熟練度，提升學習成效。

圖 2 情境選擇題

圖 3 情境填空題

圖 4 情境短句練習

3.3 口說回饋糾正模組

在完成各題型的作答後，學生將被引導進行口說練習（圖 5）。為了幫助學生應對不熟悉的發音，系統提供接近母語者水準的範例，供學生進行聆聽與模仿。同時，為進一步提升學生的口說能力，系統透過語音分析技術即時提供多維度的評分（圖 6），涵蓋發音、準確度和流利度三個面向。此外，還會標示出發音不正確或未念到的單字，幫助學生快速辨識不足之處，並進行改進，以有效提升口說能力。

圖 5 口說回饋糾正模組

圖 6 口說回饋糾正模組自動評分

圖 7 家長安排情境活動

在活動二中，系統新增了親子共學情境學習模組。家長只需透過拍攝照片並傳送至 Line Bot（圖 7），操作流程簡便且直觀。上傳完成後，系統將自動分析所提交的圖片，並生成相應的練習題目供學生進行學習。透過該功能，學生不僅能針對自身日常情境進行練習，還可學習家長周遭情境中的相關內容，進一步擴展學習素材的多樣性。此設計有效增強了學生與家長之間的互動，促進親子共學，並提升學習過程的趣味性與多元性，為學生學習創造更豐富且個性化的情境體驗。

3.4 親師生溝通回饋機制

本研究設計的親師生溝通回饋機制以系統為核心，旨在促進教師、家長與學生三方的互動與溝通。系統透過回饋生成模組（如圖 8 所示）協助教師快速生成符合學生學習情況的建議，並提供回饋語氣及角色設定功能，使回饋內容更加符合學生的需求與特性。在回饋語氣方面，系統設計了正增強、負增強與中性三種類型，以五等第的形式進行區分。正增強回饋著重於肯定與鼓勵，旨在強化學生的自信與動機；負增強回饋以提醒和引導為主，幫助學生認識學習中的不足之處並提供改進方向；中性回饋則提供事實性或中立的建議，讓學生能客觀理解其學習情況。教師可選擇兩種回饋的身份選擇：以教師角色傳送回饋，直接傳遞專業建議或鼓勵;或通過系統角色代替教師發送回饋，以減輕回饋內容可能引發的壓力，提升學生接受建議的意願。同時，教師可將回饋同步傳遞給家長，幫助其即時掌握學生學習進度並參與支持。

家長端亦具備回饋生成模組，可利用系統生成針對子女學習需求的回饋，並根據子女學習情況選擇適當的角色進行傳遞，強化親子之間的互動。透過靈活運用正增強、負增強和中性回饋語氣，家長能更有效地引導子女理解自身學習情況，並給予適當的支持與鼓勵。學生通過接收來自教師與家長的回饋，能夠更清楚地認識自身不足，並積極改進學習，從而形成良性循環。該機制透過技術實現精準回饋，不僅有效提升三方的互動與合作，還顯著促進了學生學習成效的提升。

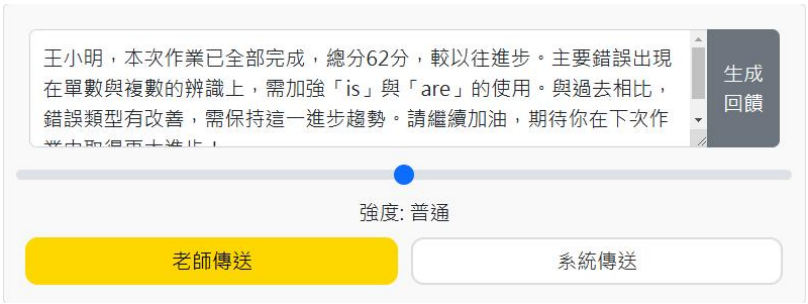


圖 8 回饋生成模組

3.5 研究設計

本研究採前實驗研究設計(pre-experimental design)，採用樣本為國中七年級兩個班級的學習者，參與人數共計 53 人。第一週進行系統操作教學，確保學生熟悉 EduCommAI 系統功能。第二週與第三週安排情境學習活動，學生透過系統完成情境題目。第四週進行親子共學情境學習，家長透過上傳日常情境，與學生共同完成學習題目。第五週活動結束後，學生填寫 TAM 問卷，並針對部分學生進行訪談，以了解系統對學習成效與互動模式的影響，詳細實驗設計流程如圖 9。

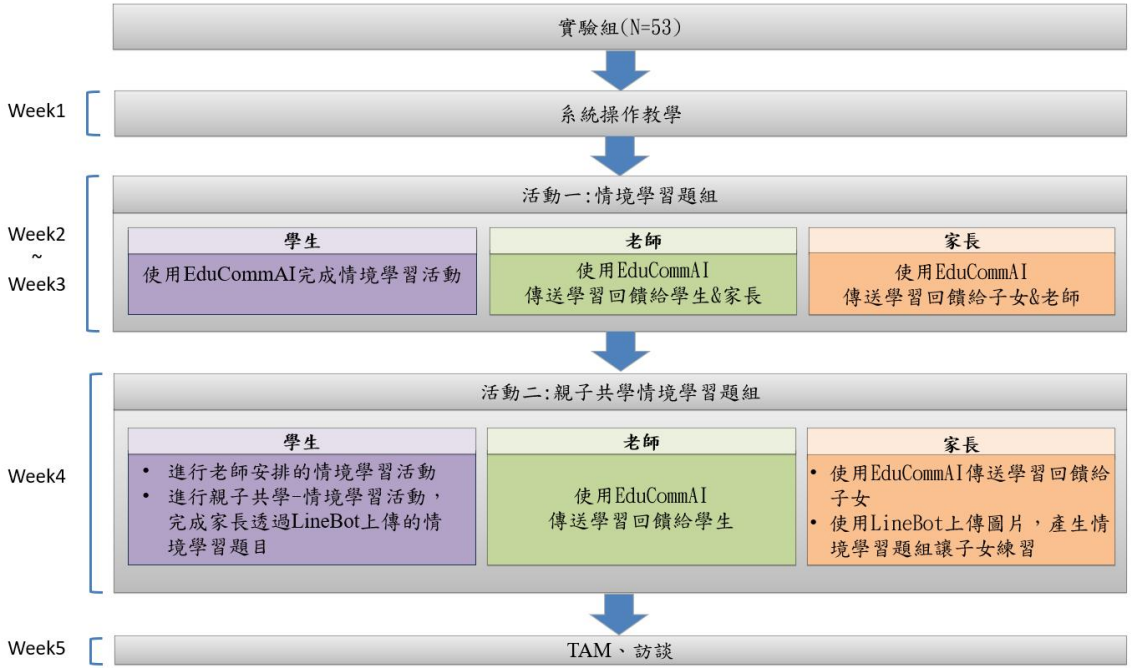


圖 9 實驗設計流程圖

4. 結果

為了解學生、教師與家長對系統的感知與使用體驗，本研究採用 Davis and Venkatesh (1996)提出的科技接受模型（TAM）針對學生在使用 EduCommAI 進行情境學習活動時的態度進行調查與評估。調查結果顯示，學生對於 EduCommAI 系統的整體有用性（M=4.05）、回饋功能的有效性（M=3.73）、操作的易用性（M=3.87）以及未來的使用意圖（M=3.56）均表現出正向的態度。在系統有用性相關項目中，學生對「教師透過 EduCommAI 系統傳遞的回饋對我的英文學習有幫助」（M=3.76）以及「家長透過 EduCommAI 系統傳遞的回饋對我的英文學習有幫助」（M=3.70）均持肯定態度，顯示系統支持的回饋機制對學生學習的積極影響。

研究者觀察發現，學生查看教師或家長回饋後，通常會持續投入於題目作答，表明回饋機制對提升學生學習動機具有促進作用。此結果亦由訪談得到驗證，學生表示「媽媽安排的題目很有趣，可以更了解媽媽平常的生活」、「學習與生活周遭相關的英文很有趣」以及「老師傳的回饋讓我更有動力完成題目」。上述結果表明學生對 EduCommAI 提供的情境學習測驗模組及親子共學模式具有高接受度，並認為教師與家長皆對學習產生積極與正面的影響，展現 EduCommAI 在增進學習動機與增強親師生互動的潛力與價值。

5. 結論

本研究結合情境學習理論與人工智慧技術開發 EduCommAI 系統，探討系統在提升親師生溝通與學習成效上的應用。透過系統提供的情境學習測驗模組、口說回饋模組與親子共學模組，學生能在真實情境中強化英語能力，提升學習動機與成效。同時，教師與家長藉由回饋生成模組，能迅速生成針對學生學習情況的個性化回饋內容，進一步促進三方的互動。

研究結果顯示，學生對於系統的情境學習活動、親子共學活動及智慧回饋功能均持正面態度。系統所生成的情境題能有效幫助學生理解英文該如何應用於生活中，而口說練習亦提供了即時的發音、流利度與準確度分析，促進口說能力的提升。此外，親子共學題組成功加強了學生與家長的互動，豐富了學習內容，增強了學習動機。家長與教師透過系統生成的回饋，能更精確地了解學生的學習狀態，並提供個性化的支持，進一步促進了親師生三方的互動。

本研究的意義不僅在於驗證 AI 輔助學習的潛力，同時展現科技輔助真實情境學習與家庭參與的結合。EduCommAI 系統展現了在增強英語學習動機、親師生互動及親子共學中的價值，為 EFL 教學提供具實用性與創新性，充分展現提升學習動機與促進親師生互動方面的潛力與價值。然而，本研究的樣本規模與實驗時間有限，未來研究將擴大參與人數與延長實驗時間，進一步檢驗系統的長期影響。

參考文獻

Al Murshidi, G., Daoud, S., Al Derei, R., Alhamidi, H., Jabir, W., & Sayed, N. (2023). Parental involvement in English as foreign language learners' education: Challenges and solutions in a post-pandemic era. *International Journal of Educational Research Open*, *5*, 100297.

Chavez, J. V., Adalia, H. G., & Alberto, J. P. (2023). Parental support strategies and motivation in aiding their children learn the English language. Forum for Linguistic Studies (Transferred),

Chen, P., & Xiao, L. (2021). The Construction of College English Teaching Model Based on Artificial Intelligence Technology. 2021 2nd International Conference on Information Science and Education (ICISE-IE),

Davis, F. D., & Venkatesh, V. (1996). A critical assessment of potential measurement biases in the technology acceptance model: three experiments. *International journal of human-computer studies*, *45*(1), 19-45.

Fillmore, L. W. (2000). Loss of family languages: Should educators be concerned? *Theory into practice*, *39*(4), 203-210.

Halommi, L., & Stevens, J. (2023). Quantifying the Relationship between Parental Involvement and English Language Proficiency among EFL Learners. *Research Studies in English Language Teaching and Learning*, *1*(4), 192-203.

Hou, Z. (2021). Research on adopting artificial intelligence technology to improve effectiveness of vocational college English learning. Journal of Physics: Conference Series,

Huang, C. S., Yang, S. J., Chiang, T. H., & Su, A. Y. (2016). Effects of situated mobile learning approach on learning motivation and performance of EFL students. *Journal of Educational Technology & Society*, *19*(1), 263-276.

Hwang, W.-Y., Guo, B.-C., Hoang, A., Chang, C.-C., & Wu, N.-T. (2024). Facilitating authentic contextual EFL speaking and conversation with smart mechanisms and investigating its

influence on learning achievements. *Computer Assisted Language Learning*, *37*(7), 1632-1658.

Hwang, W.-Y., Liu, Y.-F., Chen, H.-R., Huang, J.-W., & Li, J.-Y. (2015). Role of parents and annotation sharing in children's learning behavior and achievement using E-readers. *Journal of Educational Technology & Society*, *18*(1), 292-307.

Hwang, W.-Y., Luthfi, M. I., & Liu, Y.-F. (2024). AI-enhanced video drama-making for improving writing and speaking skills of students learning English as a foreign language. *Innovation in Language Learning and Teaching*, 1-18.

Hwang, W.-Y., Nurtantyana, R., Purba, S. W. D., Hariyanti, U., Indrihapsari, Y., & Surjono, H. D. (2023). AI and recognition technologies to facilitate English as foreign language writing for supporting personalization and contextualization in authentic contexts. *Journal of Educational Computing Research*, *61*(5), 1008-1035.

Kacetl, J., & Klímová, B. (2019). Use of smartphone applications in english language learning—A challenge for foreign language education. *Education Sciences*, *9*(3), 179.

Liu, Y.-F., Hwang, W.-Y., & Su, C.-H. (2024). Investigating the impact of context-awareness smart learning mechanism on EFL conversation learning. *Interactive Learning Environments*, *32*(8), 4122-4137.

Meihami, H. (2023). Situated learning in CALL teacher preparation programs: an ecological perspective to student-teachers' agency. *Computer Assisted Language Learning*, 1-27.

Nguyen, T.-H., Hwang, W.-Y., Pham, X.-L., & Pham, T. (2022). Self-experienced storytelling in an authentic context to facilitate EFL writing. *Computer Assisted Language Learning*, *35*(4), 666-695.

Özçelik, N. P. (2022). Parental involvement and learner autonomy in EFL context: A case study. *Journal of Pedagogical Sociology and Psychology*, *4*(1), 56-65.

See, B. H., Gorard, S., El-Soufi, N., Lu, B., Siddiqui, N., & Dong, L. (2020). A systematic review of the impact of technology-mediated parental engagement on student outcomes. *Educational Research and Evaluation*, *26*(3-4), 150-181.

Wong, R. S. M., Ho, F. K. W., Wong, W. H. S., Tung, K. T. S., Chow, C. B., Rao, N., Chan, K. L., & Ip, P. (2018). Parental involvement in primary school education: Its relationship with children's academic performance and psychosocial competence through engaging children with school. *Journal of Child and Family Studies*, *27*, 1544-1555.

Xia, J., & Gao, X. (2022). Parental involvement in Chinese preschool children's mobile-assisted foreign language learning. *Porta Linguarum: revista internacional de didáctica de las lenguas extranjeras*(5), 5.

Zetlin, A., Beltran, D., Salcido, P., Gonzalez, T., & Reyes, T. (2011). Building a pathway of optimal support for English language learners in special education. *Teacher Education and Special Education*, *34*(1), 59-70.

人工智能技术应用于创造力评估的实证研究系统综述

A Systematic Review of Empirical Studies on the Application of Artificial Intelligence Technology in Creativity Assessment

边欣民[1*]，王蓉[1]，陈鹏[1]，江怡美[1]
[1]首都师范大学教育学院
[*] 1806656749@qq.com

【摘要】 人工智能技术与教育政策为创造力评估带来机遇。基于近十年21篇实证研究的系统综述发现：研究数量持续增长，集中于教育、计算机类期刊，美国研究较丰富，技术呈现智能化、自动化及多模态融合趋势；究方法以实验与定量为主，应用领域涵盖艺术、编程等，聚焦高等教育。教育理论支撑薄弱，仅间接体现社会学习与建构主义理论，技术实现优先于教育规律的现象显著。建议进一步推动场景化技术整合和多模态数据治理、推动教育人工智能理论与应用的双向协同。未来需深化理论与技术协同机制，强化跨文化比较研究以提升实践价值。

【关键词】 人工智能技术；创造力评估；实证研究；系统性文献综述

Abstract: *Artificial intelligence and education policy synergistically enhance creativity assessment. A systematic review of 21 empirical studies (2014-2024) reveals: (1) Growing U.S.-led research in education/computer journals, driven by intelligent automation and multimodal integration trends; (2) Dominance of experimental and quantitative methods in arts/programming fields, focusing on higher education; (3) Limited educational theory integration, with only implicit connections to social learning/constructivism. It is recommended to advance context-driven technological integration and multimodal data governance frameworks, while fostering bidirectional synergy between educational artificial intelligence theories and applied practices. Future directions emphasize theory-technology alignment and cross-cultural comparative studies.*

Keywords: Artificial Intelligence, Creativity Assessment, Empirical Research, Systematic Review

1.引言

人工智能技术（AI）的快速发展促使教育领域发生深刻变革。《中国教育现代化2035》等政策强调技术与教育深度融合(国务院, 2019)，为教育评价改革提供机遇。创造力作为21世纪核心技能(Riadi et al., 2022)，其评估的科学性和普适性关乎教育质量提升。传统方法如自陈问卷、他人评分等存在效度局限(钟柏昌等，2022)。人工智能技术通过多模态数据处理捕捉创新行为，构建自动化评估与个性化反馈机制，为创造力评估带来新契机。目前关于人工智能在创造力评估中应用的研究已取得一定进展，尚缺乏对其相关文献的系统性梳理。因此，本研究旨在系统梳理人工智能技术在创造力评估领域的应用现状，重点探索以下问题：

（1）人工智能技术应用于创造力评估的实证研究主要呈现哪些特征和发展趋势？

（2）人工智能技术应用于创造力评估的实证研究有哪些常见研究方法、具体应用领域？

（3）人工智能技术应用于创造力评估的实证研究是否应用了教育理论或策略？

2.研究设计

2.1. 文献检索

本研究采用系统性文献综述方法，选取 Web of Science、IEEE Xplore 和 ScienceDirect3 个数据库进行检索，主题检索条件为(“artificial intelligence” OR “machine learning” OR “deep learning” OR “generative AI” OR “neural networks” OR “ChatGPT”) AND (“creativity assessment” OR “creative evaluation” OR “innovation assessment” OR “divergent thinking” OR “creative thinking” OR “Creativity”) AND (“education” OR “learning” OR “teaching” OR “student performance”)。检索时段覆盖 2014 年 1 月至 2024 年 12 月，通过数据库与“滚雪球”方式共获得文献 944 篇。

2.2. 文献纳入和排除标准

为确保文献与研究主题的高相关性，本研究制定了以下纳入和排除标准：（1）剔除重复论文，仅保留无重复的期刊论文；（2）仅纳入实证研究；（3）仅保留主题明确涉及人工智能技术在创造力评估中的应用的文献；（4）聚焦教育领域内的研究。

2.3. 文献筛选与编码

本研究遵循 PRISMA 规范开展文献筛选(Page et al., 2021)，具体见图 1，通过三轮筛选保证研究精准性：（1）剔除重复与非期刊文献；（2）阅读文献标题和摘要排除 221 篇非实证、主题偏离及非教育领域文献；（3）全文精读排除 12 篇同类不合规文献。最终纳入 21 篇文献进行编码，涵盖作者、年份、期刊、研究类型、方法、应用领域、理论及策略等维度。

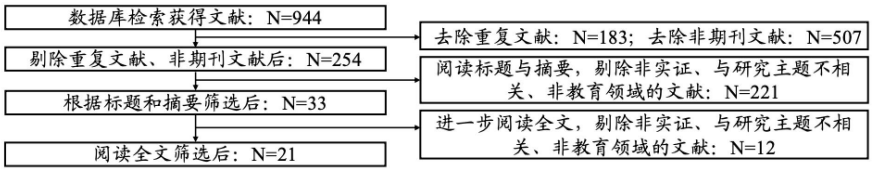


图 1　PRISMA 流程图

3.结果分析

3.1. 基于文献计量分析的实证研究现状

3.1.1. 文献发表与引用情况

从发表时间来看（图 2a），AI 技术在创造力评估中的应用自 2016 年起得到学术界的持续关注，并呈逐步增加态势。在发表期刊分布方面（图 2b），多数发表于教育类期刊（62%），高于综合类期刊（24%）与计算机科学类（14%），凸显教育评估技术转型需求。在第一作者分布方面，涵盖 8 个国家，分别是美国（10 位）、中国（4 位）、以色列（1 位）、澳大利亚（1 位）、波兰（1 位）、德国（1 位）、韩国（1 位）、印度（1 位）。美国学者是 AI 技术应用于创造力评估实证研究的主要群体。文献引用方面，Organisciak 等人(2023)文章引用次数最高，为 109 次，其余文献低引现象主要源于领域初期理论体系不完善、主题专业化程度高及新成果发表周期短等客观因素。

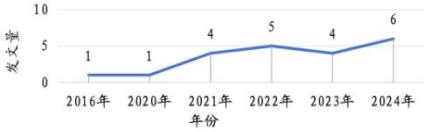


图2a　发文量

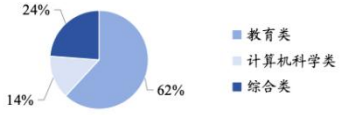


图2b　期刊分布

图 2　文献发表概况

3.1.2. 研究方法特征与应用领域

从研究范式来看（图 3a），当前以实验研究为主（18 篇），辅以调查研究（6 篇）和案例研究（3 篇），数据分析方法（图 3b）主要采用定量分析（17 篇），体现技术验证的实证

倾向。研究领域聚焦艺术（3 篇）等学科，研究层次方面（图 3c），高等教育（8 篇）因评估目标明确成为核心场景。成人教育受技术适配性制约仅 3 篇，暴露研究场景分布失衡问题。

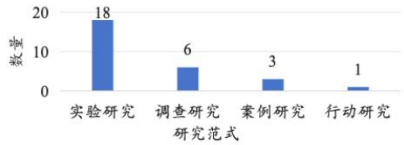


图3a 研究范式

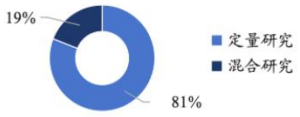


图3b 数据分析方法

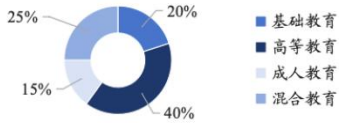


图3c 研究层次

图 3 研究方法特征

3.2. 人工智能技术应用于创造力评估的实证研究趋势

3.2.1. 技术融合与评估效能的协同创新

AI 技术正通过多元路径融入创造力评估。已有研究通过整合神经网络与层次分析法(Fan et al.，2022)、多模态解析技术(Kovalkov et al.，2021)，突破传统评估的维度局限。TCT-DP 图像评分系统(Cropley et al., 2024)及文本创造力深度语义模型(Sung et al., 2022)等自动化工具的应用，实现评估效率与资源利用率的提升。

3.2.2. 智能化与个性化在创造力评估中的深度融合

AI 在创造力评估中呈现智能化与个性化融合趋势。Fan 等(2022)通过分析学习行为与偏好数据构建个性化学习路径，在艺术教学中实现差异化资源推荐；Hadas 等(2024)利用大语言模型的上下文感知能力实现创造力回答的智能评分，其创新点识别技术的持续优化能有效提升评估智能化与个性化水平。

3.3. 人工智能技术应用于创造力评估的教育理论与策略运用

教育理论层面，现有研究虽未直接援引教育理论，但实践映射出社会学习、建构主义等理论内核。Ali 等(2021)通过儿童-机器人交互实验中的行为模仿机制验证社会学习理论；Hadas 等(2024)构建的大语言模型对话环境则体现建构主义学习特征；Sung 等(2022)开发的 C-CRAFT 评估系统基于多元智能理论实现创造力多维诊断。教学策略层面，技术融合推动教学策略创新。Hadas 等(2024)结合启发式教学与生成反馈突破思维定式；Fang 等(2024)运用物联网与生成对抗网络优化创作决策流程；Lee 等(2024)整合项目式与支架式策略支持创意实践。

4.研究结论与启示

4.1. 研究结论

第一，人工智能在创造力评估领域研究自 2016 年起受到关注，美国学界研究丰富且成果多发表于教育、计算机及综合期刊；第二，研究方法以实验和定量分析为主，聚焦艺术教育、多学科融合等场景，研究对象主要聚焦高等教育，缺乏成人教育相关研究；第三，技术应用呈现智能化、自动化及多模态融合趋势；第四，人工智能技术与教育理论、教学策略的深度结合不足，呈现出技术实现优先于理论支撑的特征，制约了个性化需求响应能力。

4.2. 研究启示

4.2.1 推动场景化技术整合和多模态数据治理

人工智能技术需融入教育场景，通过开发智能评估与可视化平台提升师生创新能力，覆盖考试评价、智慧校园等场景。针对资源分配不均，构建开源生态与低代码工具降低应用门槛。深化多模态数据融合，通过动态权重算法解决数据异构与模态失衡，以“技术降本-数据提质”推动评价精准化与系统智能化，形成教育数字化转型的可持续闭环体系。

4.2.2 推动教育人工智能理论与应用的双向协同

教育人工智能需构建理论-技术双向协同体系。开发教育理论驱动的可解释评估工具，利用长期追踪技术验证其对创造力培养的实效；建立适龄化数据伦理标准；通过动态校准平衡技术精准度与教育复杂性，促进人工智能技术与教育规律深度契合。

4.3. 研究局限与展望

本研究存在三方面局限：文献筛选受数据库、语言限制，存在跨文化成果缺失风险；缺乏技术应用实证数据验证；技术迭代速度与区域评价标准差异可能削弱结论时效性及普适性。未来可扩展文献检索范围，融合技术案例解析 AI 效能；深化东西方教育场景比较研究，提升成果的实践参考价值。

参考文献

国务院. (2019). 中共中央、国务院印发《中国教育现代化 2035》. 新华社. https://www.gov.cn/xinwen/2019-02/23/content_5367987.htm

钟柏昌，龚佳欣. (2022). 学生创新能力评价:核心要素、问题与展望——基于中文核心期刊论文的系统综述. 中国远程教育, 9, 34－43, 68.

Ali, S., Park, H. W., & Breazeal, C. (2021). A social robot’s influence on children’s figural creativity during gameplay. International Journal of Child-Computer Interaction, 28, 100234. https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2020.100234

Cropley, D. H., Theurer, C., Mathijssen, A. C. S., & Marrone, R. L. (2024). Fit-For-Purpose Creativity Assessment: Automatic Scoring of the Test of Creative Thinking － Drawing Production (TCT-DP). Creativity Research Journal, 1－16. https://doi.org/10.1080/10400419.2024.2339667

Fan, X., & Zhong, X. (2022). Artificial intelligence-based creative thinking skill analysis model using human－computer interaction in art design teaching. Computers and Electrical Engineering, 100, 107957. https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2022.107957

Hadas, E., & Hershkovitz, A. (2024). Using large language models to evaluate alternative uses task flexibility score. Thinking Skills and Creativity, 52, 101549. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101549

Kovalkov, A., Paasen, B., Segal, A., Pinkwart, N., & Gal, K. (2021). Automatic Creativity Measurement in Scratch Programs Across Modalities. IEEE Transactions on Learning Technologies, 14(6), 740－753. https://doi.org/10.1109/TLT.2022.3144442

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. Bmj, 372.

Riadi, B., Perdana, R., Prasetya, R. A., & Prayogi, R. (2022). *The Empowerment of Critical and Creative Thinking (CCT) Skills in Indonesian Language Learning: A Case Study of Online Learning in Secondary School During the COVID-19 Pandemic*. 85－90. https://doi.org/10.2991/assehr.k.220102.011

Sung, Y.-T., Cheng, H.-H., Tseng, H.-C., Chang, K.-E., & Lin, S.-Y. (2022). Construction and validation of a computerized creativity assessment tool with automated scoring based on deep-learning techniques. Psychology of Aesthetics Creativity and The Arts. https://doi.org/10.1037/aca0000450

小学教师使用生成式人工智能编写教学设计方案的调查研究

A survey of primary school teachers' use of generative AI to write instructional plan

张韩[1]，张洋[1]，王阿习[1,2]
1.北京联合大学师范学院
2.北京联合大学科学与技术研究所

【摘要】 当前生成式人工智能为教育领域带来了巨大变革，智能化辅助教师编写教案成为新常态。教学设计能力作为教师必备的能力之一，对提升教学质量有着至关重要的作用。生成式人工智能所带来的便捷性，节省了教师编写教学设计的时间。然而，教师使用生成式人工智能编写教学设计的现状、存在问题及挑战如何，现在依然未知。因此，本研究采用调查研究方法，调查教师使用生成式人工智能编写教学设计的现状及问题，为教师合理使用生成式人工智能提供建议，助力教师提高教学的质量。

【关键词】 生成式人工智能；教学设计；小学教师；调查研究

Abstract: *Currently, generative AI is transforming education, with intelligent assistance for teacher lesson planning becoming increasingly prevalent. Proficiency in instructional design is a fundamental teacher skill that significantly influences teaching quality. Generative AI facilitates the efficiency of teachers in developing instructional designs by saving time. Nonetheless, the existing conditions, issues, and challenges surrounding teachers' utilization of generative AI for instructional design remain ambiguous. Hence, this study employs a survey method to examine teachers' use of generative AI in instructional design, intending to provide recommendations for its rational application and contribute to the enhancement of teaching quality.*

Keywords: generative Artificial Intelligence, Instructional design skills, Primary school teacher, Investigation

1.前言

当前生成式人工智能为教育领域带来了巨大变革，智能化辅助教师编写教案成为新常态。教学设计能力作为教师必备的能力之一，对提升教学质量有着至关重要的作用（Gruenhagen, 2024）。生成式人工智能所带来的便捷性和整合性提升了教学质量和效率，促进了小学教师教学设计能力。然而，教师在备课时所面临的问题，以及生成式人工智能对于教育领域方面的负面影响依然存在。因此，本研究主要调查生成式人工智能使用现状对当今小学教师教学设计能力的影响，为教师合理使用生成式人工智能提供建议。

2.文献综述

2.1.小学教师教学设计能力研究现状

教学设计能力含教学目标、策略、媒体、评价等，是对一节课的整体把握。教师多能将知识理论与学生生活结合，注重学生共鸣。教学设计能力研究细化为六点：理解学生、编制目标、重组内容、设计过程、选择策略、弹性设计。部分教师教学目标设定不合理，实效性不强。如数学中，有的内容、目标、活动单一，忽略学生思想情感。有的设计繁琐难度大，或过于简单缺趣味性，影响学习效果。有的教师忽略学生主体地位，为了设计而设计。部分教

师教学模式单一缺创新性，如讲授式教学，学生被动接受，缺乏思考和应用机会，学习积极性不足。

2.2.生成式人工智能对教学设计能力影响的现状研究

已有研究指出，教师可以利用豆包等生成式人工智能产品，高效检索教学资源、自动生成教案，实现自身减负，将时间与精力投入到更有价值的课程设计与学生辅导中。同时，研究提到高质量教学内容在能力培养和素养培育方面发挥重要作用。教师是内容的设计者、使用者和监督者，学生是使用者和二次开发者，ChatGPT 是内容生产者（杨宗凯等人，2023）。

2.3.小结

生成式人工智能技术在小学教学设计中提供强有力帮助，提高备课效率和质量。AI技术在教育领域应用增加，具广阔潜力（Hassan Khosravi，2022）。生成式AI可快速生成教学设计，辅助整合知识要点，构建知识图谱，加快课本开发利用。但也带来问题：一、降低教师自主创新能力（彭静和吴南中，2024），可能抄袭，难以分析内容是否授权；二、过度使用致依赖，遇到问题优先求助生成式AI，减少独立思考。本研究针对生成式AI对小学教学设计能力影响，调查北京市朝阳区小学教师使用情况。

3.研究问题

文献综述表明，生成式 AI 能辅助教学设计、个性化学习方案制定，帮助理解教材，分析重组内容。但生成式 AI 能否提升教学设计能力尚无明确结论。本研究旨在调查教师使用生成式 AI 编写教案现状，分析其对小学教学设计能力的影响。本研究的研究问题如下：

①不同性别的教师使用生成式人工智能编写教学设计方案是否存在显著差异？

②不同性别的教师使用生成式人工智能编写教学设计的满意度是否存在显著差异？

③使用频次不同的教师利用生成式人工智能编写教学设计方案是否存在显著差异？

④使用频次不同的教师对于生成式人工智能生成的教案满意度是否存在显著差异？

4.研究方法

4.1.研究对象

研究对象 28 名，含 26 名职前教师、2 名在职教师，7 男 21 女。均知情同意参加。收集 28 份问卷，女性 75%，男性 25%。教龄 0-5 年占 92.86%，体现年轻群体对生成式 AI 接受与使用程度高。

4.2.研究工具

本研究用问卷调查法与半结构化访谈结合。问卷设 6 道背景题、13 道客观题、5 道主观题，对比常规工具与生成式 AI 的优缺点及使用困难，调查教师看法和发展建议。半结构化访谈设背景题、生成式 AI 使用情况、教学设计能力、教师看法及提升建议。问卷克隆巴赫 α 信度 0.721，KMO 效度 0.751，信度效度良好。

4.3.操作步骤

前期准备确定调查问题：小学教师使用生成式AI编写教案现状，对象为朝阳区小学及职前教师。教学设计能力细分为：内容、学习者、目标、重难点、环境媒体、过程、评价、板书。设计问卷初稿，预调查测信效度，合格后发终稿。撰写访谈提纲，随机抽对象。数据收集用问卷星，面对面及线上访谈，SPSS分析数据，得出结论。

4.4. 数据分析

收集数据后，进行独立样本t检验，确定不同性别对使用生成式AI编写教学设计能力与满意度的差异。多组数据用方差分析，判断组内差异显著性，确定使用频次对编写能力与满意度的差异。

5.结果

5.1.不同性别的教师使用生成式人工智能编写教学设计方案是否存在显著差异?

关于不同性别的教师使用生成式人工智能编写教学设计方案的能力情况，表 1 给出了描述性统计和 t 检验结果。在不同性别方面（t=-0.828，p=0.415>0.05）使用生成式人工智能编写教学设计方案的能力没有显著差异。

表 1.不同性别的教师使用生成式人工智能编写教案的描述性统计和 t 检验结果

变量	组别	N	M	SD	t	p
性别	男	7	2.429	2.2991	-0.828	0.415
	女	21	3.381	2.7290		

5.2.不同性别的教师使用生成式人工智能编写教学设计的满意度是否存在显著差异?

关于不同性别的教师使用生成式人工智能编写教学设计方案的满意度，表 2 给出了描述性统计和 t 检验结果。在不同性别方面（t=-0.487，p=0.640>0.05）使用生成式人工智能编写教学设计方案的满意度没有显著差异。

表 2.不同性别的教师使用生成式人工智能编写教学设计满意度的描述性统计和 t 检验结果

变量	组别	N	M	SD	t	p
性别	男	7	3.857	1.2150	-0.487	0.640
	女	21	4.095	0.7684		

5.3.使用频次不同的教师利用生成式人工智能编写教学设计方案是否存在显著差异?

关于使用频次不同的教师使用生成式人工智能编写教学设计方案能力情况，表 3 给出了描述性统计和 t 检验结果。在使用不同频次方面（p=0.011<0.05）使用生成式人工智能编写教学设计方案能力有显著差异。

表 3.使用频次不同的教师使用生成式人工智能编写教案的描述性统计和 t 检验结果

频次	N	M	SD	F	P
低频	16	2.000	1.8974	5.391	0.011
中频	9	4.222	2.3333		
高频	3	6.000	4.0000		

5.4.使用频次不同的教师对于生成式人工智能生成的教案满意度是否存在显著差异?

关于使用频次不同的教师使用生成式人工智能编写教学设计方案的满意度，表 3 给出了描述性统计和 t 检验结果。在使用不同频次方面（p=0.546>0.05）使用生成式人工智能编写教学设计方案的满意度没有显著差异。

表 4.使用频次不同的教师的满意度的描述性统计和 t 检验结果

频次	N	M	SD	F	P
低频	16	4.125	0.7188	0.621	0.546
中频	9	3.778	1.2019		
高频	3	4.333	0.5774		

6.研究讨论

6.1.不同性别的教师使用生成式人工智能编写教学设计方案是否存在显著差异？使用生成式人工智能编写教学设计的满意度是否存在显著差异？

生成式 AI 结果不依赖性别，教师使用能力与教育背景、培训经历相关。应重视教育技术培训，关注技术熟悉度、背景和经验。不同性别教师满意度无显著差异，个体间差异大。78.57%使用者认可其促进，但存在问题。个体能力差异导致满意度不同，建议加强提问方法培训和巩固训练。

6.2.使用频次不同的教师利用生成式人工智能编写教学设计方案是否存在显著差异？

高频教师对生成式 AI 熟悉度和操作能力强，能快速掌握功能，结合需求优化教学设计。低频与中频、低频与高频组有显著差异；中频与高频组无差异。使用频次影响编写能力，有促进作用，达一定次数后提问能力稳定。建议定时培训，提升提问能力，更新模式。

6.3.使用频次不同的教师对于生成式人工智能生成的教案满意度，是否存在显著差异？

教师教学经验影响生成式 AI 编写教学设计满意度。高频教师技术强，低频教师凭经验也能有效利用。高频整合能力强，低频经培训能快速适应。生成式 AI 结果具创新性实用性，高低频均受益。研究表明，不同频次教师满意度无显著差异，应关注技术熟悉度、教育背景和实践经验。

6.4.研究的局限性

基于生成式人工智能对于小学教师教学设计能力的影响研究，在撰写时受到自身认知水平和理解能力的制约，本文在研究过程中也存在一定的局限性；一是在研究方法上，本文主要采用了问卷调查法和访谈法等，选取样本较为狭窄，所选取人数较少，样本量不足，且研究主要基于教师的主观满意度，缺少客观的 AI 生成内容质量评估。二是对于使用生成式人工智能的变量影响因素选取不全面，并未涵盖在之前教师们是否学习过如何使用生成式人工智能等内容。

7.总结

通过调查研究小学教师使用生成式 AI 编写教学设计的现状，发现生成式 AI 能提高教师教学设计能力，提供新思路，帮助分析教材。访谈得知，生成式 AI 为教案提供创新想法，吸引学生兴趣。人工智能作为教育技术，可助教师克服传统教学挑战，提高备课和教学效率。为促进教师利用生成式 AI，建议：聘请专家培训，开展同伴交流，分享成功经验；利用在线资源学习；亲身实践，融入教学设计；及时反思评估，掌握使用度。希望通过这些方法，可以逐步提高教师的教学设计能力，并将其有效地应用于教学实践中。

参考文献

陈永伟（2023）.超越 ChatGPT：生成式 AI 的机遇、风险与挑战.山东大学学报(哲学社会科学版),(03)，127-143.

杨宗凯、王俊和吴砥（2023）.ChatGPT/生成式人工智能对教育的影响探析及应对策略.华东师范大学学报(教育科学版),,41(07)，26-35.

彭静和吴南中（2024）人工智能赋能教师一体化发展：逻辑架构与生成路径.现代教育技术,2024,34(10)，23-31.

Jan Henrik, Gruenhagen., Peter M, Sinclair., Julie-Anne, Carroll., Philip R.A., Baker., Ann,Wilson., & Daniel, Demant. (2024). The rapid rise of generative AI and its implications for academic integrity: Students' perceptions and use of chatbots for assistance with assessments. Computers and Education: Artificial Intelligence,Volume.2024(7):100273

Hassan, Khosravi., Simon, Buckingham, Shum., Guanliang, Chen., Cristina, Conati., Yi-Shan, Tsai., Judy, Kay., Simon, Knight., Roberto, Martinez-Maldonado., Shazia, Sadiq., Dragan, Gašević. (2022). Explainable Artificial Intelligence in education. Computers and Education: Artificial Intelligence. 2022(3):100074

基于 CiteSpace 的我国中小学人工智能课程研究

Research on Artificial Intelligence Curriculum in Chinese Primary and Secondary Schools Based on CiteSpace

郑康微[1]，龙丹[1]，何涛[1*]
[1]深圳大学教育学部
[*] tao.he2016@gmail.com

【摘要】 本研究聚焦于中小学人工智能课程内容，旨在通过CiteSpace 可视化分析工具梳理国内该领域的研究现状与发展趋势。研究以中国知网收录的 330 篇相关文献为数据基础，从发文量趋势、关键词共现、聚类及突现分析等维度展开。结果显示，2003—2025 年国内中小学人工智能课程研究发文量整体呈上升趋势，研究热点集中在人工智能、编程教育、教学模式等领域，且“机器人”“核心素养”等关键词突现强度较高。研究还发现当前中小学人工智能课程存在课程资源不足、师资力量薄弱、评价体系不完善等问题。本文建议通过加强课程资源开发、提升教师专业能力、促进跨学科融合等措施加以改进。研究为优化中小学人工智能课程设计与教学实践提供了理论依据与实践参考，以推动人工智能教育在基础教育阶段的深度发展。
【关键词】 人工智能教育；中小学课程；CiteSpace 可视化分析；人工智能课程

Abstract: *This study focuses on the content of artificial intelligence (AI) courses in primary and secondary schools, aiming to analyze the research status and development trends in this field in China using the CiteSpace visualization tool. Based on 330 related papers collected from the China National Knowledge Infrastructure (CNKI), the study examines publication trends, keyword co-occurrence, clustering, and burst analysis. The results indicate that the overall number of publications on AI courses in primary and secondary education in China has shown an upward trend from 2003 to 2025. The research hotspots are concentrated in areas such as artificial intelligence, programming education, and teaching models, with keywords like "robotics" and "core competencies" exhibiting high burst intensity. Furthermore, the study identifies several challenges in current AI courses, including insufficient course resources, weak faculty capacity, and an underdeveloped evaluation system. To address these issues, the study suggests enhancing curriculum resource development, improving teachers' professional competence, and promoting interdisciplinary integration. This research provides a theoretical foundation and practical reference for optimizing AI course design and teaching practices in primary and secondary education, contributing to the deeper integration of AI education into basic education.*
Keywords: Artificial intelligence education; Primary and secondary school curriculum; CiteSpace visual analysis; Artificial intelligence course

1. 引言

随着人工智能(Artificial Intelligence， AI)技术的迅猛发展，AI 已逐步渗透到各行各业，对教育领域也产生了深远影响。为了培养适应未来社会需求的人才，国内中小学纷纷探索将人工智能课程纳入教学体系。然而，当前中小学人工智能课程内容的设置尚处于探索阶段，存在诸多挑战和机遇。先前学者已对此领域展开初步探索，文献计量分析显示我国中小学人工智

能教育研究自 2017 年起呈现显著增长态势，研究主题聚焦于课程设计原则(顾小清等, 2023)、教学机器人应用(廖素芬等, 2022)以及教师信息素养提升等维度(谢琳怡 & 兰希馨, 2021)。值得注意的是，现有研究多采用问卷调查法进行区域个案分析，而基于知识图谱的整体性研究尚显不足(张雯雯 & 张浩, 2023)。尽管有学者通过 CiteSpace 揭示了 STEM 教育与人工智能课程的关联性，但针对基础教育阶段人工智能课程体系的演进路径、研究热点迁移规律以及机构合作网络特征的系统研究仍待深化(廖素芬等, 2022)。本研究旨在通过 CiteSpace 软件对相关文献进行可视化分析，为优化中小学人工智能课程设计与教学实践提供了理论依据与实践参考。

2. 研究方法

本研究采用文献计量分析法，系统梳理国内中小学人工智能课程内容与教学实践的研究现状。以中国知网为数据来源，通过专业检索获取相关文献，并筛选出 330 篇有效文献。借助 CiteSpace 软件，对文献的发文量趋势、作者、研究机构和关键词进行可视化分析。发文量趋势分析揭示了中小学人工智能课程研究的发展阶段，作者和机构分析识别了该领域的核心研究力量，关键词共现、聚类和突现分析则明确了研究热点与前沿动态。通过这些方法，本研究全面呈现了国内中小学人工智能课程的研究现状与发展趋势，为后续研究和实践提供了理论依据。

3. 文献研究

3.1. 研究设计

本文以中国知网全文期刊数据库为数据来源，采用专业检索的方式，以 SU=("人工智能课程" OR "AI 课程" OR "智能教育") AND ("中小学" OR "小学" OR "初中" OR "高中") AND ("课程设计" OR "教学内容" OR "教学方法")作为检索式进行专业检索，截至 2024 年 12 月 25 日，共检索出 594 篇文献，并依据三项排除规则精炼数据集：①剔除会议摘要、新闻报道等非学术文献；②排除与基础教育阶段无关的工程技术类论文；③优先选择北大核心、CSSCI 等高质量期刊文献，删除重复文献和于主题偏差较大的文献，最终得到文献 330 篇。同时，本文在文献研究部分采用文献计量分析法，借助 CiteSpace 文献可视化分析工具，对我国中小学人工智能课程相关文献的发文量、作者、研究机构、关键词等内容进行可视化分析，得出中小学人工智能课程的研究热点和未来的研究趋势(张宇宇 & 张燕, 2024)。

3.2. 数据分析

3.2.1. 总体趋势分析

我国中小学人工智能课程相关文献的总体发文量趋势如图 1 所示。从总体趋势来看，“中小学人工智能课程”论文发表的数量总体呈现上升趋势，可分为三个阶段。2003-2016 年为早期阶段，发文量相对较低且增长缓慢。这一时期每年的发文量在 1 到 5 篇之间波动。第一篇关于我国中小学人工智能课程研究的文献为张剑平 2003 年发表的《关于人工智能教育的思考》，较早提出人工智能课程融入中小学信息技术课程体系的思想，这一阶段的发文数量极少且变动很小。2017-2019 年为增长阶段。发文量显著增加。2017 年发文量为 9 篇，2018 年增长到 20 篇，2019 年进一步增长到 40 篇。2020-2025 年为快速增长阶段。随着政策推动，发文量迅速上升，2022 年达到 52 篇的峰值，尽管 2023 年略降至 47 篇，但整体趋势依然较高。2024 年预计发文量为 50 篇，2025 年目前为 3 篇。尽管 2023 年有所下降，但整体趋势仍然保持在较高水平(吴新宁等, 2024)。

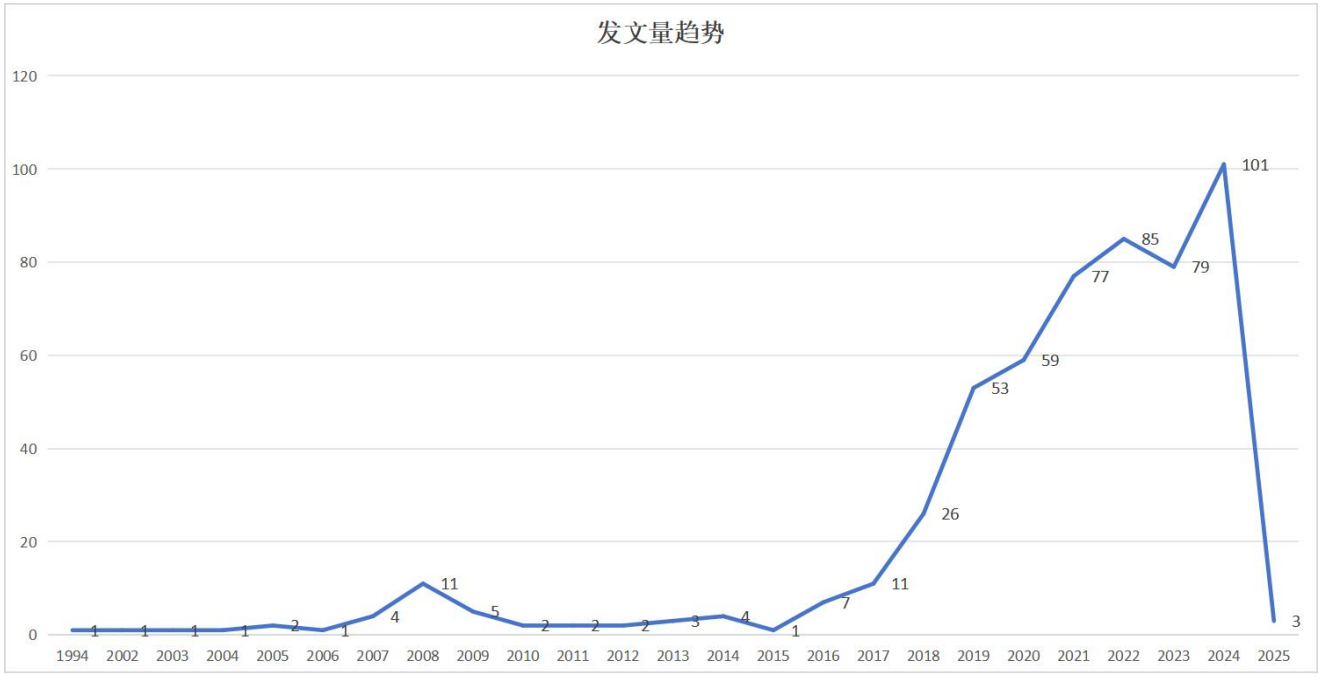


图 1 文献发文量趋势图

3.2.2. 研究作者分析

我国中小学人工智能课程研究的主要研究人员分析如图 2 所示。在 CiteSpace 中选择节点类型为合作作者，时间为 2003-2025 年，时间切片为 1 年，开始运行 CiteSpace 可以得到研究作者共现网络图谱。图中可以看出，一共有 226 个节点和 86 条连线，网络连线较为零散，密度为 0.0034，说明作者之间的合作较少。同时，我们能够发现，发文量较多学者为艾伦、钟柏昌，均为 3 篇，孙丹、杜晓敏、宋沛忆等均为 2 篇，其余均为 1 篇。

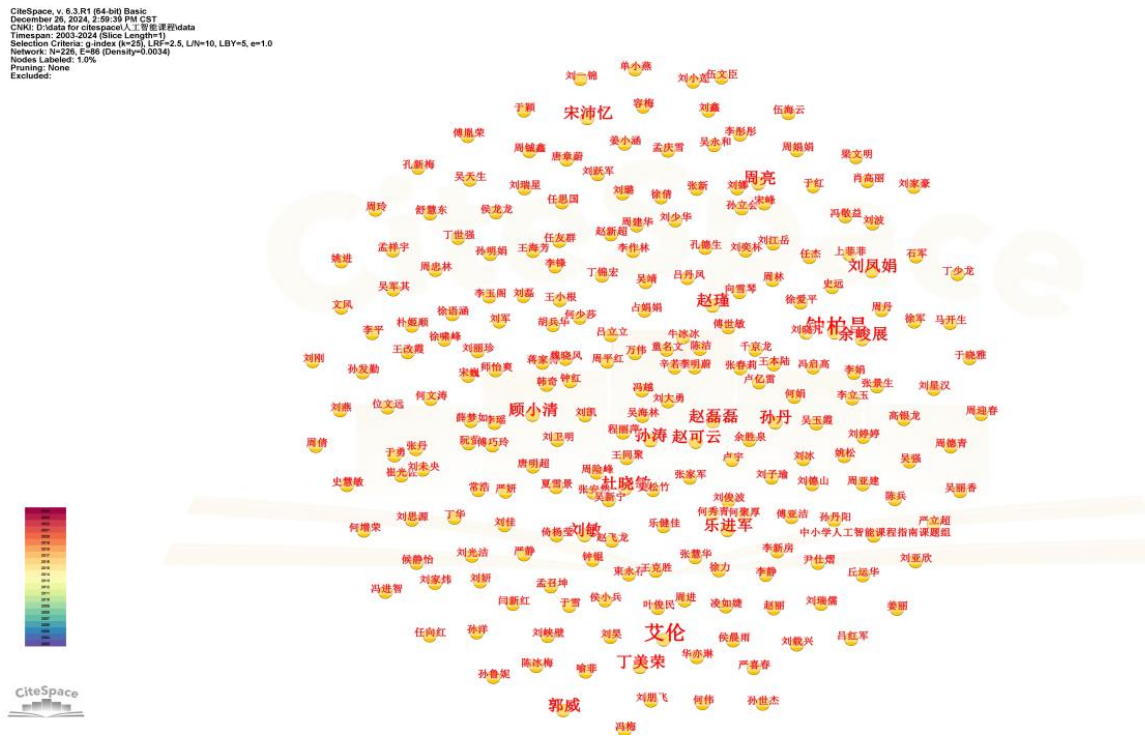


图 2 研究作者共现网络图谱

3.2.3. 研究机构分析

为了解我国中小学人工智能课程研究的主要机构，将 CiteSpace 中节点类型设置为机构，运行之后可以得到我国中小学人工智能课程主要的、具有较高影响力研的究机构，以及他们之间的合作关系，如图 3 所示。

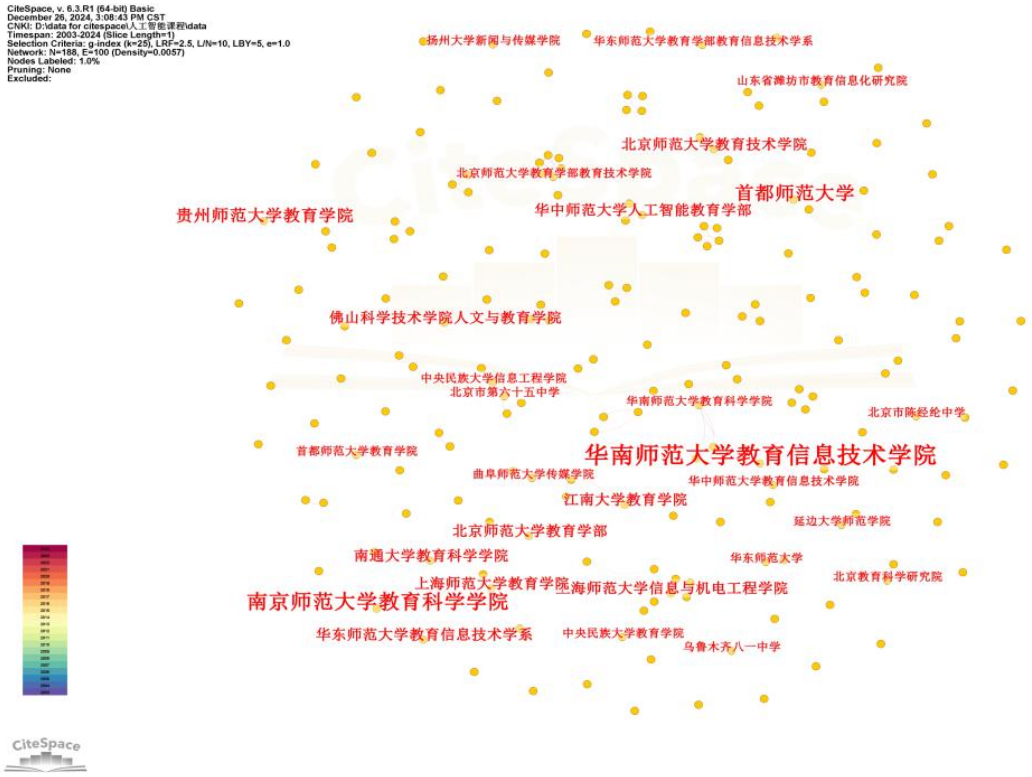


图 3 我国中小学人工智能课程主要研究机构

3.2.4. 关键词热度统计

通过 CiteSpace 软件的出所选文献的关键词共现图谱能够帮助我们了解该领域的研究热点(阮孟焦等, 2024)。在 CiteSpace 软件中，选择关键词 Keywords，运行出我国中小学人工智能课程研究领域关键词共现图谱和关键词词频分析表，将其整理为表格如表 1 所示。

表 1 我国中小学人工智能课程高频关键词热度排名（部分）

序号	关键词	频次	中心度	出现年份
1	人工智能	125	0.84	2018
2	中小学	92	0.79	2004
3	编程教育	18	0.10	2018
4	机器人	13	0.18	2006
5	信息技术	10	0.05	2007
6	教学模式	10	0.05	2008
7	创客教育	8	0.03	2018
8	基础教育	8	0.01	2019
9	教学	5	0.02	2006
10	计算思维	5	0.02	2018
11	人才培养	5	0.02	2019
12	课程建设	4	0.01	2020

从表 1 可以看出，频次最高的关键词是“人工智能”，共出现 125 次，中心度为 0.84；其次为“中小学”，出现 92 次，中心度为 0.79；值得注意的是，“编程教育”（18 次）、“机器人”（13 次）等技术工具类关键词的热度显著高于“计算思维”（5 次）、“创新能力”（5 次）等素养导向型概念，反映出现阶段课程设计仍存在"重技术工具应用，轻认知能力培养"的倾向。此外，“课程建设”（4 次）的低频特征与高中心度（0.01）的失衡现象，揭示了课程体系顶层设计的理论研究滞后于教学实践需求。高频次出现的关键词代表我国中小学人工智能课程相关研究领域的热门主题和研究热点(周瑜烨 & 王永军, 2024)。

3.2.5. 关键词聚类分析

CiteSpace 依据网络结构和聚类的清晰度，提供了模块值（Q 值）和平均轮廓值（S 值）两个指标，它可以作为我们评判图谱绘制效果的一个依据。一般而言，Q 值一般在[0，1)区间内，Q>0.3 就意味着划分出来的社团结构是显著的当 S 值在 0.7 时，聚类是高效率令人信服的，若在 0.5 以上，聚类一般认为是合理的。通过对我国中小学人工智能课程研究性文献进行聚类分析，得到 Q 值为 0.5975，S 值为 0.9405 的关键词分析试图（如图 4 所示）聚类结构明显，聚类效果合理且令人信服。

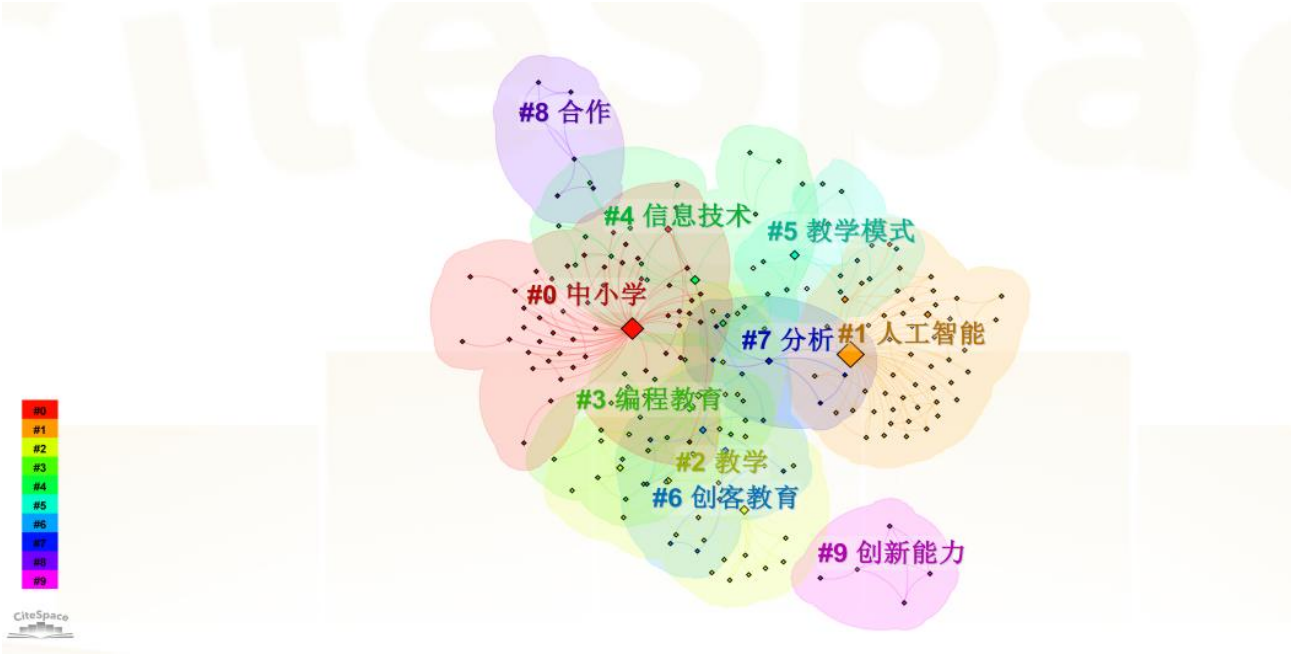


图 4 中小学人工智能课程研究关键词聚类图谱

从中小学人工智能课程相关研究文献的关键词聚类情况来看，图中形成的核心聚类有中小学、人工智能、教学、编程教育、信息技术、教学模式、创客教育、分析、合作、创新能力共 10 个聚类。聚类图谱显示的"课程内容-教学方法-素养目标"三维结构，揭示了我国中小学人工智能课程发展的阶段性特征：

(1) 课程内容的结构性矛盾

现有课程模块呈现“技术驱动型”特征，如“编程教育”“机器人”等聚类多聚焦硬件操作与代码编写，而“算法伦理”“社会影响”等跨学科内容尚未形成独立聚类。研究显示，78%的校本课程将 60%以上课时分配于机器人组装与图形化编程训练，导致计算思维、AI 伦理等核心素养目标被弱化(王同聚, 2024)。

(2) 课程实施的路径依赖

“教学模式”“创客教育”等聚类的高密度连接，说明项目式学习、STEAM 整合已成为主流教学范式。但区域性调研表明，中西部农村学校受限于硬件设施与师资力量，仍普遍采用“讲授-演示”单向传递模式，加剧了人工智能教育的城乡差异。

(3) 课程评价的维度缺失

尽管“创新能力”聚类已具雏形，但现行评价体系仍以“作品完整度”“任务达成率”等技术指标为主，缺乏对批判性思维、人机协同能力等高阶素养的动态评估工具(陈悦等, 2015)。最新政策文件建议构建“知识掌握-技术应用-伦理判断”三维评价框架，但目前仅 9.6%的学校开展系统化实践。

3.2.6. 关键词突现分析

关键词突变指在某一时间区间内，词频显著增加且变化迅速的关键词(张泽治等, 2024)。通过 CiteSpace 的突变检测算法，对 2003 年至 2024 年间我国中小学人工智能课程领域的研究进行了深入剖析。基于所收集样本文献的关键词数据，该算法帮助我们识别出了具有关键性转变的词汇，并进一步将这些突变词汇以关键词突变图谱的形式进行了可视化呈现（见图 5）。突现强度排名前 13 的热点词以年份先后的顺序排列，包括“机器人”“教学”“任务驱动”“信息技术”“课堂教学”“核心素养”“课程体系”“智慧教育”等。其中，“机器人”的突现强度最大（4.82），且突变持续时间最长，持续时间为 2006 年到 2018 年。说明在“中小学人工智能课程”中，“机器人”占有很高的地位。

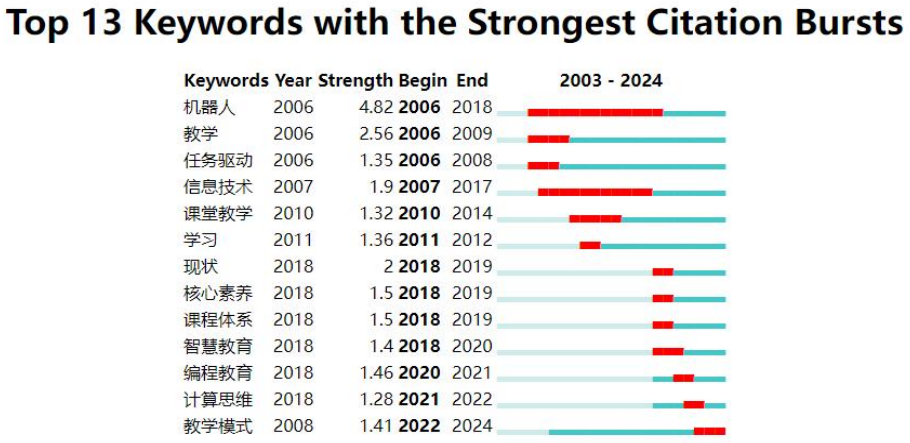


图 5 中小学人工智能课程研究关键词突变图谱

3.2.7. 时间线图谱分析

CiteSpace 可以进行热点聚类和热点词演进趋势分析，时区视图是以时间为主要维度来展示热点词的变迁趋势，揭示知识演进的动态过程。通过观察图 6 中的时间线视图，能够识别出中国在教育人工智能研究方面的两个显著高峰期。首次高峰出现在 2005 年至 2010 年，这一时期内，教育人工智能领域的研究活动较为频繁。随后，研究热度有所下降，2011 年至 2015 年期间，该领域的研究活动相对较少，形成了一个低谷期。转折点发生在 2016 年 3 月，当时人工智能技术取得了重大突破，谷歌的 AlphaGo 战胜了世界围棋冠军，这一事件重新点燃了公众对人工智能的兴趣。自此以后，教育人工智能的研究热度持续上升，研究内容也在不断扩展和深化。到了 2022 年 11 月，OpenAI 公司发布的 ChatGPT 模型再次引发了学术界和公众的广泛关注，成为该领域内的一个新兴研究热点。

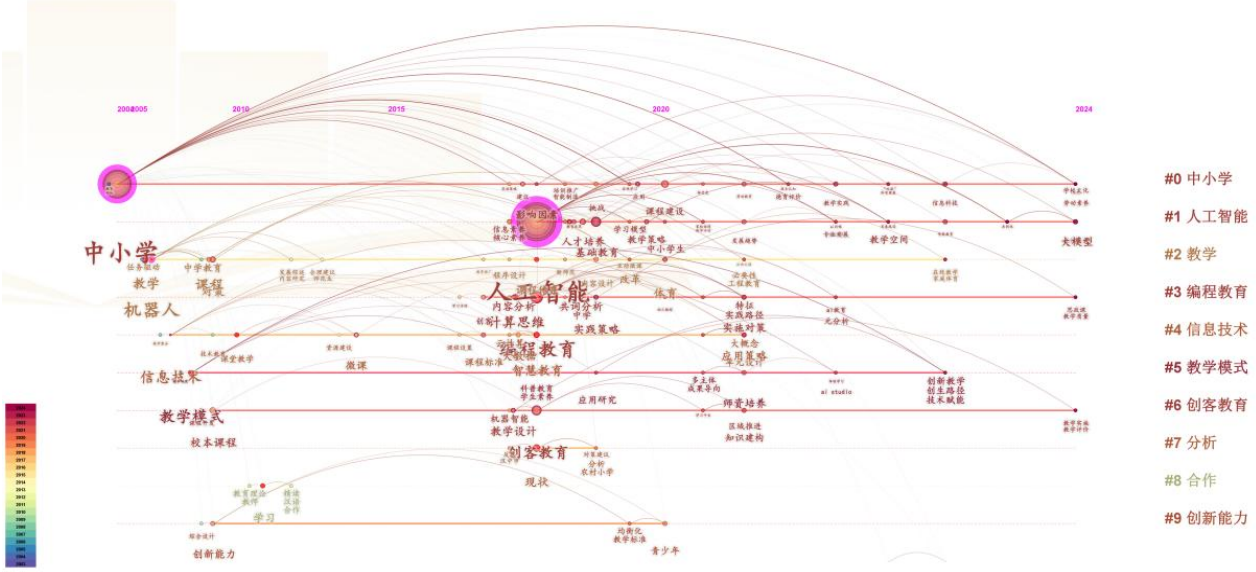


图 6 中小学人工智能课程研究时间线图

4. 讨论与建议

通过对文献进行分析，可以看出国内中小学人工智能课程内容的设置正逐步趋于多元化和实践导向。然而，仍存在以下问题：

(1) 课程资源不足

在当前中小学人工智能教育领域，课程资源不足是一个显著问题。一方面，市场上专门针对中小学的优质 AI 课程资源数量稀少，难以满足学校多样化的教学需求；另一方面，已有的资源在内容的系统性、趣味性以及与教学大纲的契合度上存在欠缺，这使得教师在进行课程设计和实施时，常常陷入资源筛选困难、教学内容整合艰难的困境，严重制约了人工智能教育在中小学的有效开展。

(2) 师资力量薄弱

师资力量薄弱已成为中小学人工智能教育向前推进的一大瓶颈。由于人工智能技术专业性强、发展迅速，而现阶段教育体系中，具备 AI 教学能力的教师占比极低。大部分教师在人工智能知识储备和教学技能方面存在明显不足，无法为学生提供深入、准确的教学指导。因此，迫切需要加强对教师的专业培训，提升其在人工智能领域的知识水平和教学能力，以适应新时代教育发展的要求。

(3) 评价体系不完善

当前中小学人工智能课程面临评价体系不完善的困境。现有的评价方式大多缺乏科学的 AI 课程评估标准，过于侧重理论知识考核，忽视了学生在实践能力、创新思维以及解决实际问题等方面的表现(宋兆祥 & 司林波, 2024)。这不仅难以全面衡量教学效果，也无法准确反映学生的综合素质提升情况，进而影响了教学质量的持续改进和学生学习积极性的激发，不利于人工智能教育在中小学的长远发展。

针对以上三种问题提出建议：

(1) 加强课程资源开发

政府和教育机构应当高度重视中小学人工智能教育，加大对其课程资源开发的投入力度。不仅要组织专业团队精心编写适合不同学段学生认知水平和学习需求的教材，确保课程内容准确、生动、富有启发性，还要积极利用现代信息技术，如虚拟现实、增强现实等手段，开发

多样化的教学资源，包括在线课程、模拟实验平台、互动教学软件等，为教师开展高质量的人工智能教学提供丰富的素材和有力的支持。

(2) 提升教师专业能力

教育部门和学校应积极通过多种途径提升教师的 AI 教学能力。定期组织专业培训，邀请人工智能领域专家和资深教育者，为教师提供系统的理论知识学习和实践操作指导；鼓励教师参加各类学术交流活动，拓宽视野，了解最新的行业动态和教学方法；建立教师学习共同体，为教师搭建交流合作的平台，促进经验分享和互助共进，使教师能够在不断学习和实践中，逐步掌握人工智能教学的核心技能，提升教学质量。

(3) 促进人工智能素养导向的多元主体评价

人工智能素养导向的多元主体评价旨在通过综合多方视角，全面评估学生在人工智能学习中的能力与素养。评价主体可涵盖教师、学生、家长以及行业专家等，通过教学观察、自主评价、项目展示和跨学科应用等方式，多角度了解学生的学习成果与创新能力(炕留一等, 2022)。重点关注学生在知识理解、问题解决、实践操作以及伦理意识方面的表现。评价方式上，可结合定量与定性手段，如考试成绩、作品评估与行为记录，以保障评价的全面性与客观性。这种评价模式能够有效反映学生个体发展需求，推动人工智能教育实践更加科学化和人性化，为培养具备综合素养的人工智能人才奠定基础。

5. 结论

在科技迅猛发展的当今时代，人工智能已成为引领未来的关键力量。国内中小学人工智能课程内容快速发展，涵盖编程基础、机器人搭建、机器学习等领域，培养学生的人工智能思维与实践能力。然而，课程发展面临优质资源匮乏、师资力量薄弱、评价体系不完善等挑战。未来需加强政策支持、资源投入和师资培养，完善法规，推进课程研发和设施建设，构建系统的教师培训体系，全面提升教学质量，培养具备人工智能素养和创新能力的人才，助力我国在全球科技竞争中取得优势。

参考文献

顾小清， 李睿， & 李世瑾. (2023). 人工智能教育现状如何？——中小学人工智能教育竞赛结果的证据回应. 开放教育研究， 29(6)， 82－91. https://doi.org/10.13966/j.cnki.kfjyyj.2023.06.009

廖素芬， 陈卫纯， & 袁李华. (2022). 基于 CiteSpace 可视化分析的中小学人工智能教育现状研究. 现代信息科技， 6(6)， 119－121. https://doi.org/10.19850/j.cnki.2096-4706.2022.06.030

谢琳怡， & 兰希馨. (2021). 国内中小学教师信息素养的文献计量学分析——基于 CiteSpace 知识图谱软件的量化研究. Creative Education Studies， 09， 1042. https://doi.org/10.12677/CES.2021.94171

张雯雯 & 张浩. (2023). 基于 CiteSpace 的我国中小学人工智能教育研究可视化分析. 电脑知识与技术， 19(28)， 31－33， 36. https://doi.org/10.14004/j.cnki.ckt.2023.1537

廖素芬， 陈卫纯， & 袁李华. (2022). 基于 CiteSpace 可视化分析的中小学人工智能教育现状研究. 现代信息科技， 6(6)， 119－121. https://doi.org/10.19850/j.cnki.2096-4706.2022.06.030

张宇宇 & 张燕. (2024). 我国教育人工智能研究热点及趋势——基于 CiteSpace 和 VOSviewer 的可视化分析. 现代信息科技， 8(17)， 159－164. https://doi.org/10.19850/j.cnki.2096-4706.2024.17.031

吴新宁， 杨雅茹， & 周险峰. (2024). 我国中小学人工智能课程研究热点与前沿趋势. 中国教育信息化， 30(10)， 44－53.

阮孟焦， 毛琴， 杨娜， & 张凤. (2024). 国内近十年中小学人工智能教育研究的现状、热点与前沿——基于 Citespace 和 VOSviewer 的可视化分析. 电脑知识与技术， 20(26)，17–21. https://doi.org/10.14004/j.cnki.ckt.2024.1374

周瑜烨 & 王永军. (2024). 基于 CiteSpace 的我国教育数字化研究热点与趋势分析. 现代信息科技， 8(18)， 176–183. https://doi.org/10.19850/j.cnki.2096-4706.2024.18.035

王同聚. (2024). 中小学人工智能课程教育实践策略的设计与实施. 现代教育技术， 34(12)，95-104.

陈悦， 陈超美， 刘则渊， 胡志刚， & 王贤文. (2015). CiteSpace 知识图谱的方法论功能. 科学学研究， 33(2)， 242－253. https://doi.org/10.16192/j.cnki.1003-2053.2015.02.009

张泽治，李晓梅，& 黄建勇. (2024). 中小学人工智能课程建设的区域探索. 中小学管理，1，39－41.

宋兆祥 & 司林波. (2024). 人工智能赋能新时代教育评价改革的逻辑、边界与路径——构筑智慧教育评价生态的变革之路. 教育科学研究， 11， 59–65.

炕留一， 叶海智， 张瑾， & 朱珂. (2022). 基于多维数据的课堂教学行为评价研究. 现代教育技术， 32(4)， 68－77.

《发问的力量——基于 GAI 辅助学习的批判性思维轨迹分析》

Power of Query——Analysis of Critical Thinking Trajectories Based GAI-Assisted Learning

周耀媛， 吴娟*
北京师范大学教育学部
* wuj@bnu.edu.cn

【摘要】 本研究聚焦于 GAI 辅助学习应用于不同学习任务类型时的认知过程，使用内容分析法与滞后序列分析法描绘学生的批判性思维轨迹；使用对照统计，探究多轮 GAI 辅助学习后批判性思维能力变化。研究发现，三种类型的学习轨迹各有特点，但 GAI 辅助学习过后仅对学生批判性思维能力产生了局部影响。
【关键词】 深度提问；批判性思维；GAI 辅助学习；人机交互

Abstract: *This study focuses on the cognitive processes involved when Generative Artificial Intelligence (GAI)-assisted learning is applied to different types of learning tasks. It employs content analysis and lag sequential analysis to delineate the trajectories of students' critical thinking. Through comparative statistics, the research investigates changes in critical thinking abilities after multiple rounds of GAI-assisted learning. The findings reveal distinct characteristics in the learning trajectories across the three types of tasks. GAI-assisted learning was found to have only a partial impact on students' critical thinking abilities.*
Keywords: deep questioning, critical thinking, GAI-assist learning, human-AI interaction

1. 前言

2022 年，以 Chat GPT 为代表的生成式人工智能（generative AI，后文称 GAI）横空出世，为学生提供了一种人机对话式的教育(汪靖等， 2024)。于是教学模式从以教为主转向以学为主，学习方式从人际协作扩展到人技协同（孙丹等，2024）。GAI 背景下，学生需要进行主动、个性化的提问。这种学习方式自主空间大，学习自由度高，也对学生提出了更高要求。面临着越来越多的学习资源和学习信息，学会提问成为 GAI 辅助学习中的重要能力。

批判性思维是指有效分析观点与事实，克服个人的成见，形成可支撑推理、结论，因而做出明智的决策，所必须的一系列认知技能和思维素质（钟启泉，2020）。从定义出发可知，当我们在 GAI 辅助的教育背景下呼吁提问能力，本质上是对批判性思维的诉求。

但批判性思维能力的教育现状并不乐观。在一项批判性思维能力测试中，69%的受访者在测试中不及格（Zainuddin et al., 2019）。研究批判性思维发展有其时代的必要性。提问能力背后映射着批判性思维能力的根本需要。尽管我们已有众多相关研究，但对于 GAI 对学习影响的路径研究有所欠缺。因此，本研究旨在探究学生与 GAI 交互过程中的提问特点，发掘学生提问背后，GAI 对学生学习影响的路径与方式，由此本研究提出以下问题：

① 使用 GAI 辅助，经过一段时间的学习，学生的批判性思维水平是否有提高？
② 对学生提问进行话语分析，是否形成显著的批判性思维行为序列？该序列有何特点？
③ 学生面对不同类型任务时，批判性思维行为序列是否发生变化？呈现出哪些不同？

2. 基于 GAI 辅助学习的框架建构

在 Garrison 等人（2001）所编制框架中，批判性思维分为触发性的事件、信息探索、信息整合、与呈现解决方案四个阶段（图 1）。GAI 辅助学习中，人与人交流转变为人机交流，于是本次研究在 Garrison 框架上，形成 GAI 辅助学习的批判性思维框架（图 2）。学生使用

GAI 解决问题，需经过理解题目内容，发散题目概念，整合检索信息，总结题目答案四个步骤，分别对应的是唤起性问题，探索性问题，整合性问题，解决性问题四种具体提问方式。整体框架被分为上下两个部分，上半部分唤起与解决为解决问题的始与终，属于在题目限制内的信息解读与信息呈现，而下半部分的探索与整合是任务信息之外的衍生学习，属于题目外部的信息探索。

图 1：原批判性思维认知框架

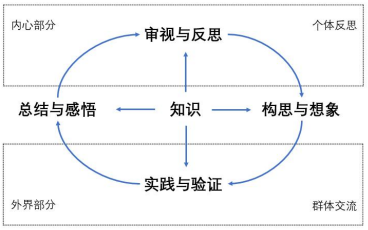
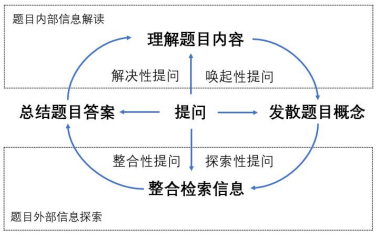


图 2：GAI 辅助学习的批判性思维认知框架



3. 基于 GAI 辅助学习的研究设计

本次研究对象选取北京市某高校本科一年级教育技术学专业学生作为研究对象，共计 24 名学生，包括 9 名男生，15 名女生。年龄平均值为 18 岁，标准差为 0.9。适于开展研究。GAI 辅助学习的学习任务在教育技术学导论课程上实现。实验分作三次进行，共 9 课时。第一次任务要求学生独立完成有关于“教育技术学”与“教育信息化”的知识卡片；第二次任务要求学生们以小组为单位完成特定认知流派的知识点梳理；第三次任务中学生需要以多媒体学习理论为基础，独立设计一份介绍“多媒体学习”的在线视频脚本。三次教学活动分别代表独立简单作业、合作简单作业与独立复杂作业的任务类型。学生们与 GAI 进行问答完成学习任务，研究结束之后，收集学生们与 AI 交互过程中的提问日志，并且进行分析。

在实验的开始前与结束后，均要求学生完成一份批判性思维量表，测量学生在开展 GAI 辅助教学的前后批判性思维水平变化。

4. 研究工具

4.1.批判性思维量表

本研究使用的前后测量表为罗清旭（2001）修订的加利福尼亚批判性思维倾向问卷（CCTDI）。量表信效度良好，全卷 Cronbach Alpha 系数为 0.86，分半信度的相关系数为 0.79。7 个子量表的 Cronbach 系数如表 1 所示，修订后大部分能达到较高水平。

表 1：CCTDI 七个子量表的 Cronbach 系数

维度	寻求真理	思想开放	分析性	系统性	自信性	好询问性	成熟性
系数	0.6084	0.6614	0.7744	0.7470	0.6024	0.8328	0.8038

4.2.批判性思维轨迹编码框架

编码表格由图 2 框架改编而成。除基础框架中的唤起、探索、整合、解决四种行为外，还添加了四种衍生行为，分别是再唤起、再探索、再整合、再解决，以描述在某类型行为之后的相同类型追问。同时设定“无关问题”类别。最终框架如表 1 所示

表 2：交互日志编码框架

提问行为	行为描述	具体事例
唤起	就议题而言的概念化问题	“什么是教育技术学”
探索	对题目相关信息的搜索	“教育技术学的特点有哪些？”
整合	联系相关想法，构建解决方案	“请总结教育技术学优势与劣势”
解决	解决方案的承诺和有效性检验	“请告诉我有哪些优化异步交互方案”

无关问题　　与题目完全无关的问题　　“今天的天气如何？”

5. 数据的分析与处理

5.1.人工智能辅助学习前后学生的批判性思维能力变化

将量表结果进行描述性统计和配对样本 T 检验，结果如表 3 所示。测试均分小幅度提升了 2.54 分，配对检验中只有系统性维度显著提升(sig=0.045*)，其余维度均不显著。

表 3：CCTDI 七个子量表配对样本 T 检验结果

维度	寻求真理	思想开放	分析性	系统性	自信性	好询问性	成熟性
Sig.	.105	.734	.485	0.043*	0.315	0.089	0.884

5.2.学生在交互过程中的交互日志统计

本次实验共计收集学生与 GAI 交互数据 427 条，描述性统计结果如表 4，表 5 所示。不同类型任务中比例差异大。独立简单作业中，唤起、探索、解决为行为主体；合作简单作业的整合行为成为主角；独立复杂作业中解决与再解决性提问展现了绝对的主导性。

表 4：交互日志中不同轮次的描述性统计

作业类型	独立简单作业	合作简单作业	独立复杂作业	总计
数量	154	183	90	427
占比	36.10%	42.85%	21.05%	100%

表 5：交互日志中问题类型的描述性统计

思维阶段	唤起	探索	整合	解决	无关问题
独立简单作业	31.38%	20.26%	20.91%	9.15%	18.30%
合作简单作业	26.92%	26.92%	33.52%	10.44%	2.20%
独立复杂作业	23.59%	8.99%	17.98%	47.19%	2.25%

5.3.学生在交互过程中的批判性思维轨迹分析

研究者单人编码后，使用软件 GSEQ，进行滞后序列分析(Lag Sequential Analysis，简称 LSA)。这是一种通过分析行为与行为序列概率显著性探索人类的行为模式。由分析结果我们发现：独立简单作业（图 3）以整合性的问题为中心，并指向探索性问题与解决性问题；再探索与再整合与其源行为高度相关；而唤起性问题较独立，自形成提问循环。说明该任务中较强的整合梳理能力是 GAI 辅助个人完成作业的关键；合作简单任务中（图 4），显著行为序列没有增加，但集成度有所提升。唤起性问题加入了整体网络，此时序列重心转向解决性问题。小组成员需要从解决问题出发，集结所有人的智慧完成任务。此时唤起性问题、探索性问题与其他点的连接也有所加强。值得讨论的是，再解决问题之后，还存在一条（再解决→整合）的循环序列，整合性问题与解决性问题能够通过这个环路相互演化，说明小组任务实际上为一种个体思考与小组解决问题的集合，出现了“个体”与“集体”之间的身份转换。独立复杂作业所呈现的网络较简单（图 5），网络重心变为唤起性问题。从提问日志来看，一部分问题出于学习任务题目本身的提问。研究者猜测，人工智能在独立复杂作业的帮助较小，所以仅协助概念理解。探索性问题和整合性问题处于序列中较为边缘的地方，联结力度也更弱。说明面对复杂的开放性问题，提出的诉求变为正确理解问题与解决问题。

整体而言，忽略源行为与衍生行为之间的强关联，（探索→整合）之间的出现频率最高，说明信息探索与信息整合处于强相关关系，两者常接连出现作为高效获取信息的方式。高频出现的行为序列还有（整合→解决）一项，与（探索→整合）形成（探索→整合→解决）的核心思维轨迹，揭示了学生在利用人工智能解决问题的常用逻辑。

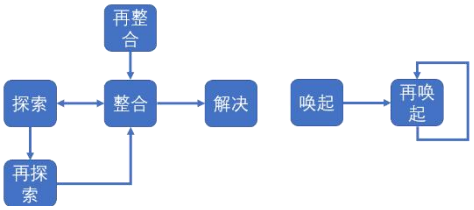


图 3: 独立简单作业的滞后序列

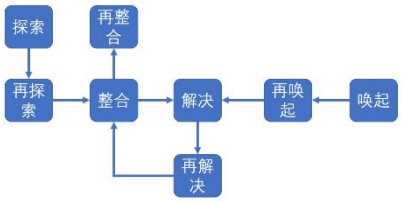


图 4: 合作简单作业的滞后序列

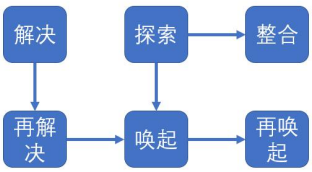


图 5: 独立复杂作业的滞后序列

6. 研究结论

6.1 .在不同学习任务中，GAI 辅助学习的批判性思维轨迹各有特点

根据三次交互日志的滞后行为序列的分析来看，三种任务分别呈现整合性问题为中心的分散网络；解决性问题为中心的密集网络；唤醒性问题为中心的简约网络三种特点。这与学习任务类型有着紧密的关系。独立简单作业需要由学生独立完成，对信息处理与整合提出了较高的要求；合作简单作业的行为序列中显示出了个人身份与小组成员身份中的转换，需要通过个人检索与小组合作相结合，才能够协作完成任务。独立复杂任务则重视理解与解决。

6.2 .信息探索、信息整合、问题解决为 GAI 辅助学习的批判性思维的核心轨迹

综合分析，可总结出“信息探索➞信息整合➞问题解决”思维轨迹，该轨迹契合图 2 所提出的“发散题目概念➞整合检索信息➞总结题目答案”的问题解决流程高度重合。理论与实证的相互映衬下，能够说明该框架具有较强有效性。但是研究结果表示，在实践中唤醒性提问呈现出更灵活的特点，与众多阶段都有过直接的关联。说明 GAI 辅助学习过程中，学习任务要求在学习者的认知中反复出现，并且多次参与信息探索等过程。这摆脱了传统学习任务中对主题照本宣科，机械理解的弊端，能够在学习过程中不断更新迭代深化对任务本身的理解，并在任务唤醒的过程中精益求精。

6.3 .GAI 辅助学习对批判性思维影响不明显，有待进一步探索

本次研究呈现的批判性思维水平前后测情况显示，GAI 辅助学习对批判性思维影响不明显，只有在系统性维度有显著提升。对于 GAI，笔者的态度是不该神话人工智能的效果，而应回归工具本身。与其寄希望于 GAI 能够对教育领域产生如何显著的影响，设计、实施能够适应 GAI 环境的有效教学方式，这将更有利于学生的人工智能素养提升。

7. 建议与展望

根据研究结果，提出以下建议：首先，根据学习任务类型设计教学方案。教师应当根据教学任务来设计 GAI 在课堂中的使用时间与使用深度，不盲目追求新兴技术，最大化发挥 GAI 在课堂中的作用；其次，加强学生的人工智能素养教育。这人工智能素养应包括人工智能使用能力、提问策略、人工智能伦理等方面。只有学生树立起正确的人工智能观念，才能够发挥发问的力量。但是本研究也存在一些疏漏。首先切入点较小，只探讨了 GAI 对批判性思维影响，没有考虑其他认知在此过程中的影响；但是本研究仍存在许多不足之处。其次，研究只收集了线上的交互数据，没有利用其他方式收集线下的交互数据认知过程，造成数据较为片面，可能出现结论的狭隘与失真的情况；最后，本研究规模较小，结论较局限，未来可在更大规模的对象群体上进一步验证研究结论地普适性和推广性。

参考文献

孙丹，朱城聪，许作栋 & 徐光涛. (2024). 基于生成式人工智能的大学生编程学习行为分析研究. 电化教育研究 (03), 113-120.

汪靖, 陈恬妮 & 杨玉芹. (2024). 思维与调节的融合共创：生成式人工智能支持的人智交互过程与模式研究. 中国电化教育 (08), 45-55.

钟启泉. (2020). 批判性思维:概念界定与教学方略. 全球教育展望 (01), 3-16.

Garrison, D.R., Anderson, T., & Archer, W. (2001). Critical thinking, cognitive presence, and computer conferencing in distance education. American Journal of Distance Education, 15, 23 - 7.

Zainuddin,Z.N.,Latif,N.E.,Sulaiman,S., Yusof, F.M., & Ahmad, M. (2019). Critical Thinking: Way Forward for Human Capital in the Age of Millennial. International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences.

人工智能赋能微课的应用分析和实践探索

Application Analysis and Practical Exploration of AI-enabled Micro-courses

张雨[1]，胡启慧[1*]
[1]浙江师范大学教育学院
* huqihui@zjnu.edu.cn

*基金项目：本文为教育部产学合作协同育人项目“基于 AIGC 技术的场景化学习设计与应用”（项目编号：231102377222445）的阶段性研究成果。

【摘要】 随着近些年人工智能技术的快速发展，人工智能生成内容（AIGC）已经在教育领域展现出了巨大的推动力，深入了教育的各个分支领域。微课作为教育领域重要的学习资源形式，AI 赋能微课成为了推动教育人工智能落地的重要方式。本文调查和分析了人工智能赋能微课的应用现状，并聚焦微课制作过程中 AI 技术能够赋能的不同环节，从提高微课的教学性和艺术性出发，探索融合 AI 技术，提升微课质量和制作效率的实践路径。
【关键词】 微课；人工智能；教育资源

Abstract： *With the rapid development of artificial intelligence (AI) technology in recent years, AI-generated content (AIGC) has demonstrated significant momentum in the field of education, penetrating various branches of the educational sector. Micro-courses, as an important form of learning resources in education, have become a crucial means of advancing the implementation of AI in education through AI-enabled enhancements. This paper investigates and analyzes the current status of AI-enabled micro-courses. It focuses on the different stages of the micro-courses production process where AI technology can provide empowerment. Starting from enhancing both the instructional and artistic aspects of micro-courses, this paper explores practical pathways for integrating AI technology to improve the quality and production efficiency of micro-courses.*
Keywords： micro-courses, Artificial Intelligence, Educational Resources

1.引言

随着信息技术的飞速发展，人工智能（Artificial Intelligence，AI）技术已成为当今科技革命和产业转型升级的重要驱动力，在各类领域的应用日益广泛。近日，国务院印发《教育强国建设规划纲要（2024－2035 年）》，明确提出要促进人工智能助力教育变革，打造人工智能教育大模型，深化人工智能助推教师队伍建设，这进一步凸显了人工智能对于教育改革的重大贡献。

尽管人工智能在教育领域的应用已受到广泛关注，但针对微课制作的具体应用研究仍相对匮乏。微课作为一种以微视频为核心的教育视频资源，以其独特的特性而备受青睐，具有精炼性、便捷性和个性化的特点。鉴于此，本研究通过深入的文献调研，全面剖析了当前人工智能赋能微课应用的现状。进一步地，本研究通过实践探索，详细梳理了微课制作各环节中人工智能的应用路径与方法，并对如何高效利用人工智能进行了深入思考，旨在为人工智能赋能微课提供更具针对性和操作性的指导。

2.人工智能技术在微课中的应用现状

为了更好的展现 AI 在微课领域的应用情况，我们将微课的制作分为前、中、后三个阶段。基于这三个阶段，我们将 AI 应用于微课的情况大致可分为三类，分别为：微课制作前的 AI 应用，主要指 AI 应用于微课的教学设计；微课制作中的 AI 应用，主要指 AI 应用微课制作过程中的各类具体应用；微课制作后的 AI 应用，主要指 AI 在微课评价上的应用。

2.1.微课制作前的 AI 应用

在微课制作前，AI 技术的快速发展为微课视频的教学设计制作提供了新的解决方案。文本类生成式人工智能平台数不胜数，常见的有 DeepSeek、ChatGPT、文心一言、Kimi 等，其文案创作功能让微课的教学设计变得简单和高效。

2.2.微课制作中的 AI 应用

在微课制作中，AI 技术的使用则显得复杂多样，从微课的视听效果、课堂互动到视频剪辑，AI 都能提高效率和质量，辅助教师突破微课制作的技术壁垒。例如。AI 图像处理技术能对微课的视觉表现进行优化，如图片清晰化、去噪。AI 智能抠像技术能通过算法将教师或各类素材从复杂的背景中准确提取出来，降低了素材的制作难度。AI 图像生成技术以生成对抗网络（GANs）为核心，生成相关的图像或动画，创造逼真的视觉元素，丰富微课的视觉呈现。AI 动画技术可以快速生成动画场景和角色，降低手动绘制的时间和工作量（阳有明，2023）。在微课的声音设计和音频处理上，AI 能够实现自动化和智能化的声音设计与音频处理，以及智能调整音频参数与自动生成音频效果，实现定制化、个性化的音频效果，还可以借助语音识别与声音合成技术来实现高质量的声音设计与音频处理（田蕊，2023）。AI 技术还带来了微课教学内容的创新和优化。AI 能够根据学习者的需求和反馈，智能推荐相关的教学资源和风格，从而设计出更具吸引力和实用性的微课内容（乐会进等，2018）。这种个性化的教学方式不仅提高了学习者的学习积极性和效果，还为教育教学的创新开辟了新的路径。另外，视频的后期处理上，人工智能可以很好地辅助完成相关处理工作。人工智能会深入分析视频素材，将其与提前设定的案例相比或与素材库相比，分析其相似程度，得出预处理视频架构，深入分析视频的不同节点，并得出后期处理资源，如字幕、动画、配乐等，并将这些资源分布位置，同时对分析得出的不同处理资源进行特殊标记，以此提升视频后期处理效率，避免在制作过程中，出现放置错误情况的发生（涂燕平，2020）。此外，还可以利用 AI 生成数字人，通过上传教师讲课视频素材克隆视频形象定制的数字人，利用 AI 技术提取视频中人物的面部表情、动作和声音特征，生成一个与真人高度相似的虚拟形象（张秀梅，2024）。

2.3.微课制作后的 AI 应用

在微课制作后，如何使用 AI 辅助微课评价的研究却十分稀少。这主要是因为现有 AI 技术难以对视频形式的媒体进行分析，AI 无法直接读懂视频。因此，对于如何利用 AI 对微课进行教学评价还需进一步研究，共同探讨新的方法。

综上所述，在微课制作中有着各类丰富的 AI 应用场景。AI 赋能微课的场景大致可以分为教学性和艺术性两大领域。教学性提高指使用 AI 来增强微课的教学效果、提升教学质量和效率，如使用 AI 生成教案，进行个性化教学等。艺术性提高指使用 AI 来增强微课的艺术表现力、提升其观赏性和吸引力，从而使微课内容更加生动有趣，激发学生的学习兴趣和积极性。

3.人工智能技术赋能微课的实践

我们对四个班的职前教师展开实践，要求他们全程运用 AI 技术协助制作一节微课。通过对结果的分析和访谈，我们将微课制作流程细化为五个关键环节：微课主题的确定、微课文字稿的撰写、微课课件的设计、素材的制作、微课的后期处理。基于这五个环节，本研究深入探讨了如何借助 AI 技术的赋能，提升微课的教学价值与艺术表现力。

我们发现，在使用 AI 辅助微课制作过程中，制作者往往需要克服学习并熟练运用 AI 的难题，而这种难度有时甚至可能超过直接采用传统人工操作所面临的难度。我们将这种现象定义为“AI 技术采纳门槛”，一旦这一门槛过高，AI 技术的使用优势可能会大幅减弱，从而影响使用 AI 的必要性。

以下是对每个环节的详细分析。

3.1.微课主题的确定

在微课制作的初始阶段，确定一个恰当且吸引人的主题至关重要。AI 可以通过自然语言处理技术，分析大量的教学资源和学生需求数据，为教师提供主题选择的建议。例如，AI 可以生成主题相关的关键词云，帮助教师快速确定热门和需求高的主题。教师也可根据已确定的主题，要求 AI 提出改进意见，对主题进行扩展和优化。

在实践中我们发现，作为微课制作的第一个环节，其人工操作难度本身不大，AI 工具也以文本生成类为主，其操作相对简单，对制作者的技术要求较低。制作者只需要熟悉 AI 工具的基本操作，理解 AI 生成的建议并进行筛选和调整，掌握与 AI 沟通和调校的方法即可。因此，本环节的 AI 技术采纳门槛较低，使用 AI 后能够较好的提升制作者确定微课主题的效率和准确性。

3.2.微课文字稿的撰写

微课文字稿包含制作微课所需的所有文本内容，如教案设计、教学目标、说课稿等等。在这一环节，制作者也都选择使用文本类生成 AI。这些工具通常提供多种模板和功能，帮助教师快速生成微课的各个部分，包括导入环节、主体内容和总结。教师只需输入学科和课程主题，AI 即可生成详细的文字稿，包括教学目标、重难点和教学过程。

该环节使用 AI 也都为文本生成类，AI 使用难度不高，制作者做到对 AI 生成的文本进行审核和修改，确保内容的准确性和符合教学要求即可，因此该环节的 AI 技术采纳门槛较低。

3.3.微课课件的设计

课件设计是微课制作的关键环节，课件作为微课视觉呈现的主体，直接影响学生的学习体验和教学效果。在 AI 技术出现之前，课件制作主要依赖于传统的多媒体工具和人工制作，这一过程不仅耗时费力，还要求教师具备较高的设计技能和艺术素养。然而，随着 AI 技术的引入，课件设计的效率和质量得到了显著提升。AI 工具能够根据微课的主题自动生成课件模板，并提供多种设计风格和布局选项，教师可以根据教学需求选择合适的模板并进行个性化调整。

在实践中我们发现，在使用 AI 工具后，教师显著提升了课件的设计效率和质量。教师只需要熟悉 AI 设计工具的界面和功能，能够进行基本的设计调整和优化即可。这要求教师具备一定的设计能力和技术操作能力。但整体上手难度不大，与传统人工操作相比，AI 的赋能大幅简化了设计流程，显著提高了工作效率。因此，该环节的 AI 技术采纳门槛较低。

3.4.素材的制作

一节微课的素材质量好坏决定了微课质量，微课中的素材主要包括图片、视频和音频。在 AI 技术出现之前，传统制作存在三大痛点：1.素材获取效率低（搜寻耗时/版权受限）2.自制门槛高（技术要求/成本投入）3.创意实现难（资源匮乏/个性化不足）。然而，随着 AI 的赋能，这一环节的制作发生了巨大的变化。AI 生成工具凭借其强大的算法和学习能力，可以高效快速地生成高质量的图像、视频和音频素材。不仅大大提高了制作效率，降低了成本，还极大地丰富了素材的选择范围，使得微课内容更加生动有趣、贴合实际。更重要的是，AI 技术的引入促进了微课的个性化和定制化发展，让每一位教师都能轻松拥有符合自己教学风格和课程需求的独特素材，从而进一步提升教学质量和学习体验。

在实践中我们发现，在利用 AI 制作微课素材时，教师会遭遇诸多问题，学习各类 AI 操作也需耗费很多时间。究其原因是因为微课素材的多样性要求教师在制作过程中运用多种类型的 AI，这无疑对教师的人工智能技能素养提出了更高要求。教师不仅需要掌握多种 AI 工具，还需学会在不同工具间进行比较与选择，以适配不同的素材需求。对于图像和视频生成类 AI 工具，其操作界面往往更为复杂，教师需熟悉参数设置与操作流程，以便对生成的素材进行进一步的编辑与优化。此外，当前 AI 视觉化生成的质量尚不稳定，尤其在处理具有复杂内涵的文科内容时，其视觉化效果的准确性和可靠性面临挑战。因此，该环节的 AI 技术采纳门槛相对较高。

3.5.微课的后期处理

在微课制作的最后阶段，我们需要进行微课后期处理，它直接决定了微课的最终呈现效果和观众的学习体验。在 AI 技术出现之前，微课的后期处理主要依赖于专业的视频编辑软件，如 Adobe Premiere 或 Final Cut Pro。这些软件功能强大，但操作复杂，要求教师具备一定的视频编辑技能和经验。然而，随着 AI 技术的引入，微课后期处理变得更加便捷和高效。AI 工具能够自动识别并修复视频中的瑕疵，如抖动、噪音和色差等。同时，AI 工具还可以自动生成字幕、动画和过渡效果，大大提高了后期处理的效率和质量。

在实践中我们发现，有了 AI 的辅助后，微课的视频质量和录制效率得到了大幅的提升，AI 技术极大地解放了教师的双手，以往繁琐的字幕录入和动画效果添加等工作，如今都能被 AI 高效完成。此外，此类 AI 操作界面友好，易于上手，教师简单了解后即可熟练运用。因此，该环节的 AI 技术采纳门槛极低，教师能够快速掌握并有效应用这些工具，从而显著提升微课制作的整体效率和质量。

4.总结与展望

本研究通过对人工智能赋能微课制作的深入分析和实践探索，系统梳理了当前 AI 技术在微课制作中的应用现状。研究详细归纳了 AI 在微课制作各环节中的广泛应用场景，旨在为教师利用 AI 提升微课的教学性和艺术性提供参考。接下来，研究通过实践探索，针对微课制作的各个具体环节如何使用 AI 赋能展开进一步研究，并重点分析了 AI 技术采纳门槛的问题，研究发现在应用 AI 生成微课所需的各种素材时，存在 AI 应用门槛过高，AI 使用难度较大的问题，这进一步凸显了降低 AI 技术采纳门槛的必要性。

本文主要探讨了生成类 AI 在微课制作中的应用，研究对象仅为职前教师且数量不多，因此存在一定的局限性和不足。但在未来，研究将拓展至更多类型的教师群体，开展更广泛的 AI 赋能微课制作研究。我们相信，AI 能够为教育领域带来更加高效、优质和创新的微课资源。

参考文献

田蕊(2024)。人工智能技术在视频制作中的应用分析。信息记录材料(05),73-75。
doi:10.16009/j.cnki.cn13-1295/tq.2024.05.046

涂燕平(2020)。人工智能对视频后期处理的实践探索。信息记录材料(11),74-75。
doi:10.16009/j.cnki.cn13-1295/tq.2020.11.048

阳有明(2023)。人工智能技术在微课制作中的应用研究。科教导刊(22),60-62。
doi:10.16400/j.cnki.kjdk.2023.22.020

乐会进,贺胜,王丽红 & 刘俊生(2018)。智慧微课:基于人工智能的微课自动生成系统。现代教育技术,28(11),5-11。

张秀梅(2024)。智教时代 AI 赋能微课视频制作技术研究。科技创新与应用(36),191-196。
doi:10.19981/j.CN23-1581/G3.2024.36.044

GAI 辅助教学中问题支架对学生编程学习表现的影响研究

A Study of the Effect of Problem Scaffolding in GAI-Assisted Instruction on Students' Performance in Programming Learning

肖茹萍[1]，李雯[1]，李伟[1]，曾秋蓉[2]，刘城烨[3]，黄佶艺[4]，孙悦[1]
[1]温州大学 STEM 教育研究中心
[2]中华大学资讯工程学系
[3]香港中文大学课程与教学系
[4]温州市瓯海区瞿溪第一小学
*liweiwzu@wzu.edu.cn

【摘要】 本研究探讨生成式人工智能(GAI)在编程教育中的应用效果。GAI 能理解问题并生成答案，提高学生学习效率,但学生常因提问不当而获知有限。为此，本研究引入问题支架，引导学生与 GAI 互动以探究编程学习内容。通过准实验研究，选取两个五年级班级，随机分为实验组（35 人）和对照组（34 人）。实验组采用 GAI 辅助编程教学并引入问题支架，对照组仅用 GAI 辅助编程教学。结果显示，实验组在计算思维和批判性思维上显著优于对照组，表明问题支架在 GAI 辅助编程教学中能有效促进学生计算思维和批判性思维的发展。
【关键词】 编程学习；生成式人工智能；问题支架；计算思维；批判性思维

Abstract: *This study investigates the effectiveness of generative artificial intelligence (GAI) in programming education. GAI can understand questions and generate answers to improve student learning, but students often have limited knowledge due to inappropriate questioning. Therefore, this study introduces a question scaffold to guide students to interact with GAI to explore programming learning. Through a quasi-experimental study, two fifth grade classes were selected and randomly divided into an experimental group (35 students) and a control group (34 students). The experimental group was taught with GAI-assisted programming and introduced problem scaffolding, while the control group was taught with GAI-assisted programming only. The results showed that the experimental group was significantly better than the control group in computational thinking and critical thinking, indicating that problem scaffolding can effectively promote the development of students' computational thinking and critical thinking in GAI-assisted programming instruction.*
Keywords: programming learning , generative AI , question scaffolding ,computational thinking, critical thinking

1.引言

随着人工智能、大数据和物联网等技术的迅速发展，编程成为了 21 世纪的核心技能之一，编程教育的普及也成为全球教育改革的重要趋势。学生在学习编程的过程中不仅可以适应数字化社会的需求，还为其解决复杂问题和开发创新能力提供了重要平台。

以往的研究发现，编程教育能够显著提升学生的计算思维，这种思维方式可以帮助学生以结构化的方式分析和解决问题。然而，编程的抽象性和复杂性使其成为 K-12 学生的主要学习挑战，阻碍了计算思维的发展(韩玉, 2023)。因此，有必要寻找一种合适的教学方法辅助学生学习编程，帮助他们解决实际问题，从而增强他们的实践能力和问题解决能力(解元, 2023)。

先前的研究发现，使用与生成式人工智能（Generative Artificial Intelligence,简称 GAI）进行提问互动的方式可以帮助学生更好地理解编程知识并提高学习效率(孙丹等人, 2024)。

GAI 利用深度语言模型，能够根据多样化的提示（如语言、指令、问题）生成相关内容（如图像、文字），为计算机辅助教学提供了强大的智能支持，增强了师生互动并激发了学生的学习动力（于刚和贾志娟, 2023）。然而，尽管 GAI 在编程教育中具有显著优势，学生在实际应用中仍面临挑战。例如，由于缺乏提问经验和技巧，许多学生难以向 GAI 提出有效且具体的问题（Rospigliosi, 2023）。为此，问题支架被认为是一种有效的引导方法，能够帮助学生更好地学习。问题支架是在不同阶段引导学生思考问题并完成知识建构的一种工具，有研究者发现，通过提供问题支架来帮助学生解决学习问题可以提升学生的计算思维技能和问题解决能力(Cho & Kim, 2020)。

因此，本研究尝试在 GAI 辅助编程学习中运用问题支架引导学生与 GAI 互动，旨在回答以下几个问题：

（1）GAI 辅助的编程教学中问题支架对学生学习成绩的影响如何？

（2）GAI 辅助的编程教学中问题支架对学生计算思维的发展影响如何？

（3）GAI 辅助的编程教学中问题支架对学生批判性思维的发展影响如何？

2.研究设计

2.1.研究对象

本研究选取温州市某小学五年级两个班级的学生作为实验对象，并将两个班级随机分为实验班（$n = 35$）和对照班（$n = 34$）。实验班采用 GAI 辅助学习并引入问题支架的方式，对照班采用无问题支架引入的 GAI 辅助教学方式。两组均由同一位经验丰富的老师进行教学。

2.2.研究工具

本研究的研究工具主要包括前测和后测试卷、计算思维测试题和批判性思维问卷。前测和后测的试题由 5 个填空题和 5 个简答题组成，共包含 10 道单项选择题。计算思维测试题是根据《国际计算思维挑战赛试题集锦》2019 年版五年级试题内容编写。批判性思维问卷采用的是 Lin 等人(2019)的问卷。

2.3.实验流程

本研究采用准实验设计，探究在 GAI 辅助学习过程中问题支架对学生编程学习表现的影响。实验组和对照组的教学由同一位教师负责，所学习的内容一致，教学时间持续 11 周，每周为一节课，实验流程如图 1 所示。

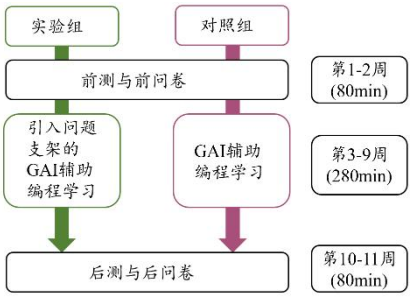


图 1 实验流程图

第一周，两组学生进行前测及前问卷。随后进行为期七周的课堂教学，每节课先由教师讲解知识点，然后布置开放性任务（如算法设计、问题分解等）。学生在任务中可与 GAI 互动获取帮助。实验组学生使用问题支架与 GAI 互动，使提问更具针对性和逻辑性；对照组则无

问题支架辅助。实验教学任务完成后，对照班和实验班的学生参与了后测试卷与后问卷的作答。

2.4.支架设计与应用

为了让学生在使用 GAI（本研究采用讯飞星火）时提出更有针对性的问题，本研究基于苏格拉底式提问分类法(Elder & Paul, 2007)，设计了问题支架的提问模板。该分类法围绕“清晰性、精确性、准确性、相关性、深度、广度”六项标准，将苏格拉底式问题分为六种类型。问题支架中的这些问题旨在引导学生对每节课内容知识深入的分析和思考，探索其中的相关知识点的明确性和准确性、逻辑关系、拓展深度与广度。该模板仅提供给实验班。

3.研究结果

3.1.学习成绩

本研究利用 SPSS 数据分析工具，对两个班学生成绩的结果进行单因素协方差分析，研究结果显示，实验组与对照组的学习成绩并无显著性差异($F = 3.20$，$p = 0.08>0.05$)。这一结果表明，在借助 GAI 辅助进行编程学习的过程中，问题支架的介入并未对学生的编程学习成绩产生显著的提升效果。

3.2.计算思维

本研究对两个班级学生进行计算思维能力水平后测，通过使用 SPSS 工具来对两个班级的成绩数据进行单因素协方差分析，得到了相关数据结果，如表 1 所示：

表 1 计算思维的单因素协方差分析结果

组别	人数	平均值	标准偏差	调整平均数	标准误差	F	η^2
实验班	35	81.71	10.98	81.42	1.64	6.24*	0.09
对照班	34	75.29	13.76	75.60	1.66		

*$p < 0.05$

数据结果显示，实验班与对照班在计算思维方面的调整平均成绩分别为 81.42 和 75.60 ，二者之间的差距在统计学上具有显著性差异($F = 6.24$，$p = 0.02 < 0.05$)，效应量为 0.09，这表明在 GAI 辅助编程学习中问题支架对提升学生计算思维能力具有中等程度的影响。

3.3.批判性思维

在评价学生批判性思维方面，使用 SPSS 软件对两个不同班级的学生的数据进行分析，并进行单因素协方差分析，结果如表 2 所示：

表 2 批判性思维的单因素协方差分析结果

组别	人数	平均值	标准偏差	调整平均数	标准误差	F	η^2
实验班	35	4.12	0.41	4.12	0.086	13.24**	0.17
对照班	34	3.67	0.59	3.67	0.087		

**$p < 0.01$

数据结果显示，实验班与对照班在批判性思维的调整平均成绩分别为 4.12 和 3.67,二者之间的差距在统计学上具有显著性差异($F = 13.24$，$p = 0.0005$)，效应量为 0.17，这表明在 GAI 辅助编程学习中问题支架对提升学生批判性思维具有较大程度的影响。

4.讨论与结论

本研究以小学信息科技编程课程为背景，深入探究了 GAI 辅助学习中问题支架对学生编程学习表现的影响。研究分析结果显示，在 GAI 辅助编程学习中引入问题支架，能够提高学生计算思维和批判性思维。

在 GAI 辅助编程学习中引入问题支架并没有显著提高学生的学习成绩。这可能是因为问题支架的设计更多的侧重在问题分析、问题分解以及算法设计等方面，较少涉及基础知识。在 GAI 辅助编程学习中引入问题支架能显著提升学生的计算思维，是因为问题支架通过提供结构化框架，引导学生逐步分析和解决问题(Tucker, 2020)，从而培养学生的问题分解能力，推动计算思维发展（Ubaidullah et al., 2021）。此外，问题支架还能有效提升学生的批判性思维。通过提供结构化思维路径（Fusco, 2012），学生在编程任务中经历算法设计、优化和验证等过程，深入探索算法原理，而非仅停留在简单应用层面，这有助于培养更深层次的分析和评估能力，促进学生批判性思维发展。

本研究在 GAI 辅助编程教学中引入问题支架，结果显示该策略有效提升了学生的计算思维和批判性思维。然而，研究仍存在局限性，如内容局限于编程控制结构，且以小学生为研究对象，可能限制实验结果的推广。

参考文献

于刚，贾志娟. (2023). 关于 ChatGPT 用于计算机辅助教学的探讨. 互联网周刊(18), 58-60.

孙丹，朱城聪，许作栋，& 徐光涛. (2024). 基于生成式人工智能的大学生编程学习行为分析研究. 电化教育研究, 45(03), 113-120. https://doi.org/10.13811/j.cnki.eer.2024.03.016

韩玉. (2023). 小学信息技术编程教学中计算思维的培养. 亚太教育(16), 49-51.

解元. (2023). 基于计算思维培养的小学编程信息化教学. 中小学电教(教学)(05), 28-30.

Cho, M. K., & Kim, M. K. (2020). Investigating elementary students' problem solving and teacher scaffolding in solving an Ill-structured problem. International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 8(4), 274-289. https://doi.org/https://10.46328/IJEMST.V8I4.1148

Elder, L., & Paul, R. (2007). Critical thinking: The art of Socratic questioning, part II. Journal of Developmental Education, 31(2), 32.

Fusco, E. (2012). Effective questioning strategies in the classroom: A step-by-step approach to engaged thinking and learning, K-8. Teachers College Press.

Lin, H.-C., Hwang, G.-J., & Hsu, Y.-D. (2019). Effects of ASQ-based flipped learning on nurse practitioner learners' nursing skills, learning achievement and learning perceptions [Article]. Computers & Education, 139, 207-221. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.05.014

Rospigliosi, P. a. (2023). Artificial intelligence in teaching and learning: what questions should we ask of ChatGPT? Interactive Learning Environments, 31(1), 1-3. https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2180191

Tucker, M. T. (2020). The Impact of Scaffolding Prompts on the Collaborative Problem Solving of Ill-Structured Tasks by Undergraduate Engineering Student Groups. https://doi.org/10.18260/1-2--35333

Ubaidullah, N. H., Mohamed, Z., Hamid, J., Sulaiman, S., & Yussof, R. L. (2021). Improving novice students' computational thinking skills by problem-solving and metacognitive techniques. International Journal of Learning, Teaching and Educational Research, 20(6), 88-108. https://doi.org/ 10.26803/IJLTER.20.6.5

智能体平台的评估框架及系统测评

Evaluation Framework and Systematic Assessment of AI Agents

孙千然[1]，李博瑶[1]，杨怀稚[1]，张千羽[1]
[1]华东师范大学教育信息技术系
* 孙千然 10224507020@stu.ecnu.edu.cn

【摘要】 本研究针对智能体性能测评研究的缺乏，对六大智能体平台在自主决策、逻辑推理、插件与工作流支持、扩展性与集成性四个维度进行评估。研究包括两部分：一是通过复杂情境模拟，考察智能体在任务优先级判断和应变能力方面的表现；二是采用行测题测试其逻辑推理能力。此外，还分析了智能体平台的插件功能和系统扩展性，以评估其在多任务场景下的适应性。结果表明，COZE 和文心智能体表现优异。
【关键词】 智能体；性能测评；自主决策能力；扣子

Abstract: *This study evaluates six major AI agent across four key dimensions: autonomous decision-making, logical reasoning, plugin/workflow support, and scalability. It assesses task prioritization and adaptability through scenario simulations and tests logical reasoning using administrative exam questions. Results show COZE perform best.*
Keywords: AI agent, Performance Evaluation, Autonomous Decision-Making Capability, COZE

1.研究背景

2023 年 8 月，斯坦福大学的“虚拟小镇”项目展示了 ChatGPT 智能体的突破，随后国内大模型平台相继推出智能体功能，如文心智能体、COZE、腾讯元器等。在教育领域，教育智能体快速发展，使其设计更符合学习者认知规律，已用于多模态教学状态感知、调用学科知识库、人机协同备课等任务。然而，当前智能体的系统化测评仍较稀缺，缺乏统一评估标准，影响平台选择和技术开发。现有研究多集中于单一维度，缺乏整体性能考量。因此，本研究量化分析六大智能体平台在自主决策、逻辑推理、适应性、扩展性等方面的差异，提供客观基准。研究揭示各平台的优劣势及应用场景适用性，为智能体选择和优化提供实证支持。

2.测评维度与平台

2.1. 测评维度确立依据

本文四大测评维度的确立依据如下。智能体性能主要受大语言模型（LLM）能力与平台辅助功能影响。其中，智能体的核心特征包括决策能力、适应性、目标导向、自主性和环境感知能力。本文参考清华大学 AgentBench 评估方案，将这些特征归纳为自主决策能力和逻辑推理能力两个关键维度，只有其所依赖的 LLM 在上述维度表现优异时，智能体才能成为高效的任务执行者。此外，国内主流智能体平台通常提供插件、工作流、知识库等功能，以支持精准微调并适应不同应用场景。为系统评估智能体的整体表现，本文将这些功能整合为插件与工作流支持以及系统扩展性、集成能力与用户友好性两个维度。

2.2. 测评平台

本研究测评六大智能体平台及其 LLM：COZE（豆包）、文心智能体（文心一言 4.0）、智谱清言智能体（ChatGLM-4）、讯飞星火智能体（Spark 4.0）、SkyAgents（天工大模型）和通

义千问智能体（通义千问 1.5），涵盖多模态处理、工作流设计等多样功能。

3.多任务场景下的自主决策能力

3.1. 研究设计

本研究将 LLM 的自主决策能力划分为四个维度：任务优先级判断与权衡、灵活性与应变能力、道德与法律风险应对、决策解释性与合理性。团队设计四个复杂场景，每个场景包含三个问题，共 12 个问题，涵盖国际科技合作、危机资源分配、跨国并购、疫病控制等情境，以模拟考察模型在多维度决策中的表现（见图 1）。随后，4 位团队成员针对四个维度分别制定五级评分标准，并收集六大平台针对 12 个问题的 72 条回复，逐一打分。为消除评分者的主观影响，所有成员使用相同账号的 ChatGPT-4 对各条回复评分并严格复核。

场景 1：国际科技合作与国家利益冲突

背景：你是一个国家的科技部长，需要平衡国际合作与国家利益。当前有一项全球联合科研项目“项目 X”，涉及人类基因编辑技术。你所在国家已经投入了大量资金，但有其他两个国家拒绝公开技术成果，担心技术泄漏。

问题 1：你的国家是否继续参与这项合作？你如何确保项目的透明性与国家的核心技术利益不受损害？

问题 2：如果你决定退出项目，国际声誉会受到重大损失，同时也将失去部分已经投入的资金和研发进展。你如何在退出与继续合作之间做出决定？

问题 3：假设退出后，另一国秘密开发并领先于你国，技术垄断市场，你将如何重新参与竞争？

场景 2：多维度危机中的资源优先分配

背景：你是一个国际救援组织的领导者，面对一场重大自然灾害，多个国家请求紧急救援。你手头的资源非常有限，而时间紧迫，且灾害情况复杂多变。

问题 1：五个受灾国家分别面临不同的问题：国家 A 遭遇洪水，人口众多但救援物资不足；国家 B 的医院系统因地震崩溃，亟需医疗设备；国家 C 政治不稳定，内部冲突使得救援难度加大；国家 D 物资充足但缺乏专业人员；国家 E 正面临食物短缺且传染病蔓延。你如何分配这些有限的资源？

问题 2：在救援进行到一半时，突发另一场自然灾害，急需分流部分资源。你如何重新调整资源分配？哪些国家的资源将被削减？

问题 3：救援过程中，部分国家拒绝接受外部援助，担心国际干涉其主权。你如何说服这些国家接受帮助？

场景 3：企业跨国并购中的法律与道德考量

背景：你是一个跨国公司的 CEO，计划收购一家涉及敏感技术的初创公司。收购涉及多个国家的法律监管、数据隐私问题和企业道德风险。

问题 1：收购案需要通过多个国家的审查，但其中一个国家担心技术转移对其国家安全产生影响。你如何与这些国家的政府合作，确保收购顺利进行？

问题 2：收购完成后，你发现该公司过去曾有违反数据隐私的行为，并面临多国法律诉讼。你如何处理这些历史遗留问题？是否会继续推进技术整合？

问题 3：媒体曝光此事件后，公众对公司进行了道德谴责，股价大幅下跌。你如何应对公司内部的士气问题，并恢复公众信任？

场景 4：复杂医疗系统管理与疫病控制

背景：你是一个全球医疗组织的负责人，负责管理新冠病毒的长期疫苗分配工作。全球疫情已经进入新阶段，但部分国家的疫苗接种率较低，变异毒株传播迅速。

问题 1：疫苗储备有限，部分国家要求优先获得疫苗，而其他国家接种率低。你如何安排全球疫苗的分配？是否优先考虑高危国家或低接种率国家？

问题 2：突发疫情爆发，部分国家报告新的变异毒株，而已有的疫苗可能无法有效对抗这些新毒株。你如何调整疫苗分配策略，并协调全球科研机构开发新疫苗？

问题 3：随着新疫苗开发进展，部分国家出现疫苗犹豫情绪，导致接种率下降。你如何说服公众接受疫苗，保证全球免疫屏障的建立？

图 1 场景及问题设计

3.2. 结果与讨论

评分结果如图 2 所示。整体表现上，平均分依次为：天工-高级（4.35）＞讯飞（4.27）＞智谱=通义（4.25）＞豆包=文心（4.06）。标准差依次为：天工（0.389）＜星火=通义（0.515）＜豆包=智谱（0.603）＜文心（0.669）。其中，天工平均分最高，表现最稳定；星火与通义得分较高，但在动态变化决策（场景 2）上仍有优化空间；智谱和豆包得分较低且波动较大，在应对多维冲突（场景 2、4）时表现不稳定；文心一言得分最低，稳定性最差。在具体维度上，六个模型在任务优先级权衡方面表现稳定（48-50 分），天工表现最佳。灵活性方面，天工（52 分）最优，豆包和文心较弱（44 分）。道德风险方面，通义、天工、星火、智谱（53-54 分）表现较佳，豆包和文心稍逊。决策合理性上，所有模型得分均较高（53-54 分）。

			豆包	智谱清言	文心一言	讯飞星火	通义千问	天工
场景1	问题1	任务优先级判断与权衡	4	4	4	4	4	4
		灵活性与应变能力	3	4	3	4	4	4
		道德与法律风险应对	4	4	4	4	4	4
		决策解释性与合理性	4	4	4	4	4	4
	问题2	任务优先级判断与权衡	4	4	4	5	5	5
		灵活性与应变能力	4	3	4	5	5	5
		道德与法律风险应对	3	4	3	4	4	4
		决策解释性与合理性	4	4	4	5	5	5
	问题3	任务优先级判断与权衡	5	5	5	4	4	4
		灵活性与应变能力	4	4	4	4	4	4
		道德与法律风险应对	4	4	4	4	4	4
		决策解释性与合理性	4	4	4	4	4	4
场景2	问题1	任务优先级判断与权衡	4	4	4	4	3	4
		灵活性与应变能力	3	3	3	3	3	4
		道德与法律风险应对	4	4	4	4	4	4
		决策解释性与合理性	4	4	4	4	3	4
	问题2	任务优先级判断与权衡	4	4	4	4	4	4
		灵活性与应变能力	4	4	4	5	5	5
		道德与法律风险应对	4	4	4	4	4	4
		决策解释性与合理性	4	4	4	4	4	4
	问题3	任务优先级判断与权衡	3	3	3	3	4	4
		灵活性与应变能力	3	4	3	4	4	5
		道德与法律风险应对	4	5	4	5	5	5
		决策解释性与合理性	5	5	5	5	5	5
场景3	问题1	任务优先级判断与权衡	4	5	4	4	4	4
		灵活性与应变能力	4	4	4	4	4	4
		道德与法律风险应对	5	5	5	5	5	5
		决策解释性与合理性	4	5	4	5	5	5
	问题2	任务优先级判断与权衡	5	5	5	4	4	4
		灵活性与应变能力	4	5	4	3	3	4
		道德与法律风险应对	5	5	5	5	5	5
		决策解释性与合理性	5	5	5	4	4	4
	问题3	任务优先级判断与权衡	4	4	4	5	5	5
		灵活性与应变能力	5	5	5	4	4	4
		道德与法律风险应对	4	5	4	4	4	4
		决策解释性与合理性	4	4	4	5	5	5
场景4	问题1	任务优先级判断与权衡	4	4	4	4	4	4
		灵活性与应变能力	3	4	3	4	4	4
		道德与法律风险应对	5	5	5	5	5	5
		决策解释性与合理性	5	4	5	5	5	5
	问题2	任务优先级判断与权衡	4	4	4	4	4	4
		灵活性与应变能力	4	5	4	5	5	5
		道德与法律风险应对	5	4	5	5	5	5
		决策解释性与合理性	4	5	4	4	4	4
	问题3	任务优先级判断与权衡	3	3	3	4	4	4
		灵活性与应变能力	3	4	3	4	4	4
		道德与法律风险应对	4	4	4	5	5	5
		决策解释性与合理性	5	5	5	4	4	4

图 2 多任务场景下自主决策能力的具体数据

4.逻辑推理能力

4.1. 研究设计

团队将逻辑推理能力划分为因果推理与解释（题 1、4、12、13、21）、排列与归类推理（题 2、14、15、16、23）、对话逻辑与态度推理（题 7、20）、演绎推理与条件推导（题 9、17、18、24）、假设验证与批判性推理（题 19、25）五个维度，并选取江苏省 2022 至 2024 年行测中的 25 道逻辑推理题与其对应。江苏省行测以高难度和逻辑严谨性著称，在公务员考试中具有权威性。随后，六个大模型依次作答，记录其正确率，并据此评分。

4.2. 结果与讨论

针对整体表现分析，从平均分看，智谱清言（87）＞文心一言（72）＞豆包（70）＞通义千问（61）＞讯飞星火（53）＞天工-高级（44）。因果推理中，豆包、文心一言和讯飞星火表现较好，而智谱清言和通义千问在复杂因果链推理上稍显不足。排列与归类推理上，豆包效率最高，文心一言略逊，其余模型表现较差，其中通义千问几乎无法有效归类数据。在对话逻辑推理方面，智谱清言能够精准理解用户情感和意图，其他模型均较弱。在演绎推理中，智谱清言和通义千问表现较佳，豆包和文心一言一般，讯飞星火最差，缺乏严密推理能力。在假设验证维度，文心一言和智谱清言表现最佳，而天工-高级几乎无法处理批判性推理任务。

表 1 逻辑推理能力的具体数据

平台 / 维度	因果推理与解释	排列与归类推理	对话逻辑与态度推理	演绎推理与条件推导	假设验证与批判性推理	综合评分
豆包	100	100	50	50	50	70
文心一言 4.0	100	60	50	50	100	72
智谱清言	60	100	100	75	100	87
讯飞星火	100	40	50	25	50	53
通义千问	60	20	50	75	100	61
天工-高级	80	40	50	50	0	44

5.插件与工作流支持

本研究基于八个维度对插件与工作流功能进行系统评估（见表 2）。其中，插件支持平台接入不同工具和服务，实现个性化微调；工作流通过可视化执行过程，自动化执行多个任务。

表 2 插件与工作流支持

平台 / 指标	COZE	文心一言	智谱清言	讯飞星火	SkyAgents	通义千问
插件数量与丰富度	超过 60 种，覆盖九大领域	约 40 种，集中在教育、图像领域	约 50 种，集中日常领域	约 50 种，集中日常领域	4 种，集中在日常领域	无
自定义插件支持	基于已有 URL 或基于 IDE 环境创建	填写域名/文件上传，提交插件配置文件	输入 API 对应的 YAML 或 JSON 代码	输入 API	无	无
多模态插件支持	图像生成、搜索、理解与修改	图像理解、生成、处理（去水印、变清晰等）	图片搜索、生成等简单功能	图像生成、理解；视频查询；语音合成	仅支持图像生成	可打开文生图按钮
工作流数量与丰富度	自带 8 种，图像、文本	自带 8 种，图像、文本、小游戏	无工作流支持	无自带工作流	无自带工作流	无工作流支持

自定义工作流支持	零代码可视化操作	零代码可视化操作	不支持	零代码可视化操作	零代码可视化操作	不支持
图像流	零代码可视化操作	不支持	不支持	不支持	不支持	不支持
工作流节点功能丰富度	包括会话管理、知识库等 27 种节点	包括选择器、消息等 11 种节点	不支持	包括变量存储、分支器等 11 个节点。	信息加工等 7 个节点，记忆管理等 7 个即将上线节点	不适用
插件/工作流共享性	均共享模板和成品	仅可共享智能体成品	仅可共享智能体成品	仅可共享智能体成品	仅可共享智能体成品	6 种共享模版，可共享智能体成品

6.平台扩展性、集成能力与用户友好性

本研究从七个维度对平台扩展性、集成能力与用户友好性展开测评（见表 3）。它们分别影响平台的个性化知识管理与对话信息存储能力，与外部系统的兼容性和操作便捷性。

表 3 平台扩展性、集成能力与用户友好性

平台 / 指标	COZE	文心智能体	智谱智能体	讯飞星火	SkyAgents	通义千问
知识库上传内容	支持文本（在线数据、文档、飞书）、表格、照片格式	支持文本、图片、表格、URL、网盘文件	支持文件（文本＋音频+图像）、URL 的格式	支持 doc/docx、pdf、md、txt 格式	支持 docx、txt、md、pdf（OCR 识别转化过）	PDF 格式，不超过 10M
知识库个性微调	按需/自动调用；基于语义/混合/全文搜索；自定义最小匹配度与最大召回数量；是否显示回复来源	基本无，只有自定义分段	无	自定义分段	切片字数限制、覆盖率	无
数据库与长期记忆	数据库记忆、变量保存、长期记忆、记忆盒子	数据库记忆，长期记忆	无记忆功能	变量存储器	信息加工、记忆管理	无
跨平台集成能力	豆包系列、通义千问-Max、Moonshot 系列、百川系列、智谱、deep seek	文心一言 3.5 和 4.0、文心极速	GLM-4	Spark Max 等文本模型、S、ViT 等图像模型	天工大模型	阿里云
联网搜索	不支持	支持	支持	支持	支持	支持
发布与共享功能	豆包、Coze 商店、飞书、公众号、抖音；API	公众号、网页链接；API	公众号，智谱；API	星火平台、公众号；API	网页链接；API	网页链接
操作友好性	语音输入、触发器、问题建议功能	追问、AI 优化提示词、商业转化等	可调整生成多样性、自定义 UI 组件	AI 头像，详细运营细信息	问题建议	一键生成提示词

7.研究结论

综合评估结果，COZE 综合表现最佳，擅长因果推理与归类推理，并具备丰富的插件生态与优异的扩展性，尽管自主决策能力稍显不足。文心一言与其相似，在逻辑推理与图像处理

方面表现突出，但自主决策能力仍存局限。天工可处理复杂情境，但逻辑推理与个性化定制能力较弱。讯飞星火适用于稳定应用场景，凭借良好的工作流支持和扩展性满足多样化需求。通义千问在逻辑推理和自主决策方面较弱，且插件与工作流支持有限，难以适应复杂任务。

本研究为智能体平台的技术选择与优化提供了实证依据，但仍存在缺少复杂场景下的长期评估等局限性。未来将优化评分标准，拓展更动态、多样的评估场景，以提升测评的全面性。

基于英语教学的口语自动评分系统应用的文献综述

Application of Automatic Oral Scoring System Based on English Teaching: A Literature Review

胡晓文[1*]，陶晶[1,2]，付慧琳[1]
[1]北京邮电大学人文学院
[2]北京邮电大学智能科技与语言教育研究中心
[*] 2024111670@bupt.cn

【摘要】 随着全球一体化的深入发展以及英语教育的广泛普及，英语口语教学逐渐成为教育界关注的焦点。然而，现行的口语评估方法仍存在诸多不足之处。本研究聚焦于语言智能技术支持下的英语口语自动评分系统，运用文献综述法梳理国内外相关研究，探索英语口语评分系统在英语教学实践中的运用，探索智能技术在英语教育领域中的应用模式与实践路径，为外语教育政策的科学制定提供依据，为推动外语教育向数字化、智能化方向的高质量发展提供理论支持与实践参考，助力外语教育在新时代背景下实现创新与突破。
【关键词】 口语自动评分；英语教学；自动语音识别；多维评分标准

Abstract: *With the development of globalization and the expansion of English education, oral English has garnered increasing attention across various sectors. However, traditional oral assessment methods have numerous shortcomings. Using the literature analysis approach, this research focuses on the automatic scoring system based on teaching and explores its priorities and applications. By integrating existing achievements, it aims to provide support for future research. The study indicates that this system has shown promising results and can be integrated into all aspects of foreign language teaching. Nonetheless, some issues remain. Looking ahead, the future development of this system is expected to advance further, bringing about significant changes in foreign language education.*

Keywords: Automatic oral scoring, English teaching, Automatic speech recognition, Multi-dimensional scoring criteria

1. 引言

在当前全球化语境下，英语口语能力的重要性愈发显著。口语教学在培养学生语言运用能力方面扮演着核心角色，并且是增强学生跨文化交流能力的关键路径。然而，传统的口语教学与评估手段存在诸多缺陷，例如主观性较强、效率低下以及缺乏统一的评估标准。随着人工智能技术的迅猛发展，自动评分系统应运而生，为英语口语教学与评估带来了创新性的解决策略。本研究采用文献分析法，全面审视了口语自动评分系统在英语教学中的应用现状、技术特点、优势与局限性，并对其在多样化教学环境中的适应性与可行性进行了深入探讨。本研究的目的在于为教育工作者提供高效运用该系统的理论依据，为技术开发者提出改进建议，促进智能语言评估技术与教学实践的深度融合，以支持大学英语教育的改革进程。

2. 语言智能基础技术支撑口语评价的原理剖析

语音识别技术，亦即自动语音识别（Automatic Speech Recognition, ASR），隶属于模式识别领域。其核心原理涉及对语音信号的处理与分析，旨在将识别和理解过程转化为可读的电子文本或控制指令。具体而言，ASR 可划分为基于特征提取的方法和基于深度学习的方法。

基于特征提取的语音识别技术通过提取语音信号的特征，将其转化为特征向量，并运用模式识别算法进行分类。而基于深度学习的语音识别技术则采用神经网络模型对语音信号进行特征提取，并通过大量语音数据的训练，赋予模型以语音识别的能力（梁姗，2024）。

3. 口语自动评分系统研究

随着语音识别算法的持续优化，多种先进方法被集成至口语评分体系中，显著增强了系统对口语的理解与适应能力。近年来，多种技术的融合促进了英语口语自动评分系统的发展，使其成为学术界和教育界的研究焦点。目前，该领域的研究在国内外均取得了显著的进展。

3.1. 国外口语自动评分研究

在国际学术领域，针对口语评价系统的研究较早启动。近年来，国外研究者在英语口语自动评分领域的研究重点逐渐集中于评分模型的构建、语音特征的提取以及评估效度的论证等方面。表 1 总结了四项国外研究者关于口语自动评分系统的研究成果。其中，前三项研究主要聚焦于评分模型的构建，而四项研究均涉及语音特征的提取。

表 1 国外近几年有关口语自动评分研究概览

研究者	技术模型	应用领域	评分特征参数	语料数据
Wang, Y. et al（2018）	基于深度学习的语音自动识别系统	剑桥大学商务语言测试服务在线口语考试	音频特征和流畅性特征	994 份训练集数据，226 份测试集数据
Wang, X. et al.（2021）	基于 Transformer 的评分系统	非母语儿童的口语能力评估	词汇复杂度、流利度和内容匹配度等	8738 份数据（涵盖 18 个提示和 14 种母语背景）
Almadhor et al.（2023）	时空构音障碍语音识别系统	构音障碍患者的辅助沟通	音素序列	2179 份训练集数据，1085 份测试集数据
Kang et al.（2024）	端到端 ASR 技术和高效自动能力评估	在线英语辅导学习（AI Peng Talk）	语调、重音、节奏、语速、停顿和分段特征	120 个学生的 7545 个语音数据

在构建评分模型的过程中，研究者们广泛采用多种前沿技术以实现口语水平的自动化评估。例如，Wang 等人（2018）将深度学习驱动的自动语音识别（ASR）技术与高斯过程（Gaussian Process）分级器相结合，显著提升了评分系统的准确性和可靠性。而 Wang 等人（2021）提出基于 Transformer 架构的自动评分模型，该模型基于儿童非母语自然口语的转录文本，有效评估其口语熟练度。此外，Almadhor 等人（2023）开发了一种端到端深度学习的 Dysarthric 自动语音识别（E2E-DASR）方法，为语言障碍者的语音识别系统提供了新的思路。

在表 1 中所列的研究中，均对语音特征参数的提取进行了深入探讨，凸显了精确特征提取与高效处理的重要性。研究者们针对现存问题持续探索创新，例如，Kang 等（2024）则将端到端语音识别模型与熟练度评估模型相结合，为特征提取技术的发展奠定了坚实基础。此外，Emberi 等（2022）基于声学特征的自动语音可懂度评分系统，通过深度神经网络（DNN）技术显著提高了评分的精确度。

在口语能力评估过程中，评估效度成为核心考量指标。Ngo 和 Lai（2023）进行的元分析研究揭示，ASR 技术在英语作为第二语言（ESL）及外语发音评估的有效性方面取得了显著进展，显示出其在促进学习者语音技能提升方面的巨大潜力。此外，有学者通过量化分析，研究主流 ASR 系统（例如 Google、IBM）针对不同种族说话者识别错误率的差异研究，揭示

了算法在种族口音识别上存在的系统性偏差。这一发现表明，技术偏见可能加剧教育评估中的不平等现象，迫切需要进行针对性的优化措施，以确保评估过程的公平性。

3.2 国内口语自动评分研究

我国在英语口语智能评分系统领域的研究虽起步较晚，但发展迅速，取得了显著成就。近年来，研究呈现多元化趋势，广泛涉及技术应用创新、测评维度拓展和系统性能优化等方面。

表 2 国内近几年有关口语自动评分研究概览

研究者	技术模型	应用领域	评分特征参数	语料数据
骆雁雁（2023）	科大讯飞语音识别引擎结合 C++语言	高校英语专业学生口语测试	相似度特征、句法特征、语音特征和情感语音信号	46 名英语专业学生的语音数据
苏琴和付瑞吉（2023）	基于深度学习的端到端自动英语评分系统	在线英语测试	已识别单词中的词汇线索和声学线索	训练集 2930 份，验证集 731 份，测试集 1827 份数据
梁姗（2024）	多模态注意力融合网络架构	高校英语口语水平面试	口语韵律特征、文本多模态分析	约 8000 份数据
张晓艺等（2024）	非端到端方案和端到端方案相融合的技术框架	CET-SET	语言(语法)、语篇、语用、内容(概念)	400 份样本数据 3 个任务模块

相较于表 1，表 2 中的国内研究在评分特征的复杂度与精确度上实现了显著的提升。研究的范畴不再局限于发音的准确性，而是扩展至语音流畅度、词汇运用、情感表达等多维度评分标准。例如，骆雁雁（2023）提出了一种基于多元线性回归模型的智能评价方法，融合语音识别文本的相似度、句法和语音特征，并引入情感识别技术，以实现全面客观的口语评价。苏琴和付瑞吉（2023）同样强调了情绪识别在未来研究中的重要性。然而，孙海洋（2021）指出，当前系统特征提取与考试构念结合不足，智能评分系统在评价层面仍有改进的空间。

国内学者对英语口语评分系统的效度评估表现出极大的学术关注。研究者们构建了基于现代效度理论的验证框架，从多个维度论证系统的效度，为其广泛应用提供了理论支撑。谢雪梅（2018）提出的基于语音信号频谱检测的发音错误检测方法，在发音精准评分方面展现了显著优势。吴坚豪等（2024）从复杂性、精确度和流畅度三个维度探讨了生成式人工智能对口语学习者的影响，为效能评估提供了新的视角。然而，张晓艺等（2024）指出，基于任务的人机协同口语评分存在趋中现象，原因在于训练集样本数量和覆盖率不足。这凸显了数据处理和模型训练方面的挑战。孙海洋（2021）认为，自动评分系统的效度验证和应用研究仍显不足，将是未来研究的重要方向。

4. 教育应用

在实际教学场景中，口语自动评分系统为教师和学生提供了具体指导和高效支持。例如，Speakable-AI 语言教学助手和 EAP Talk 系统针对教学实践，提供便捷、高效的解决方案，显著推动了教学应用。EAP Talk 由西交利物浦大学开发，是一款学术英语口语练习自动评估系统，包含朗读、演讲和教学管理等功能模块。其即时反馈、多口音模拟和考试对标功能备受认可。Speakable 则是一款支持多语言的自动评分工具，专为语言教师设计，可快速评分口语作业并提供即时反馈，覆盖口语、听力、写作和阅读等多个维度。两者在提升学生口语能力、支持自主学习和减轻教师负担方面均表现出显著优势。

5. 思考与总结

本研究对英语口语自动评分系统进行了全面的文献综述，系统梳理了其在外语教学领域的技术发展与实践成效。技术层面，口语自动评分系统借助语言智能技术实现了显著突破，但未来仍需优化算法以弥补现有不足。研究层面，国内外学者虽存在时序差异，但均聚焦于多模态特征融合与评估指标创新（如多维效度验证），以提升评分的科学性与可靠性。未来研究应聚焦于自动评分系统在教育领域的应用，关注其对教学和学习过程的影响。通过收集和分析教师与学生的反馈，不断优化系统功能，使其更好地服务于教育实践，并探索如何将自动评分系统与传统教学评价方法相结合，实现评价方式的多元化与互补性。一方面，系统融合多维度特征（如语音韵律、语义连贯性）以增强评估精准度，开发个性化适配机制以满足多元学习者需求；另一方面，通过跨学科协作（教育学、语言学、心理学），深入挖掘口语学习的本质与教学规律，使系统功能设计更贴合外语教学需求。通过规范系统研发、测评与应用，为全球外语教育注入活力，助力培养更多具备卓越口语能力的国际化人才。

基金

北京邮电大学 2024 年教育教学改革项目（项目号：2024ZD24）立项资助

参考文献

梁珊 (2024)。基于多模态注意力融合网络的英语口语自动评分。兵工自动化(08),18-22。

骆雁雁 (2023)。基于多特征融合的英语口语智能评价方法研究。外语电化教学(2), 49-55。

苏琴和付瑞吉 (2023)。基于深度学习的英语口语自动评分研究。信息技术(02),97-101。

孙海洋 (2021)。国内外英语口语自动评分研究综述。外语教育研究前沿(02),28-36+89-90。

吴坚豪、周婉婷和曹超 (2024)。生成式人工智能技术赋能口语教学的实证研究。中国电化教育(04),105-111。

谢雪梅(2018)。英语口语测试系统发音错误智能检测技术研究。自动化与仪器仪表(12),58-61。

张晓艺、王伟和杨浩然 (2024)。基于任务的人机协同口语评分效度论证：以 CET-SET 为例。外语界(02),71-80。

Almadhor, A., Irfan, R., Gao, J., Saleem, N., & Kadry, S. (2023). E2E-DASR: End-to-end deep learning-based dysarthric automatic speech recognition. Expert Systems with Applications, 222, 119797 – 119797.

Emberi, N. B., Schnoor, T. T., Wright, R. A., & Tucker, B. V. (2022). Acoustic-based automatic speech intelligibility scoring using deep neural networks. The Journal of the Acoustical Society of America, 152(4_Supplement), A287-A287.

Kang, B. O., Jeon, H. B., & Lee, Y. K. (2024). AI – based language tutoring systems with end-to-end automatic speech recognition and proficiency evaluation. ETRI Journal, 46(1), 48-58.

Ngo, T., & Lai, K. (2023). The effectiveness of automatic speech recognition in ESL/EFL pronunciation: A meta-analysis. ReCALL, 36(1), 4 – 21.

Wang, X., Evanini, K., Qian, Y., & Mulholland, M. (2021). Automated scoring of spontaneous speech from young learners of english using transformers. In 2021 IEEE spoken language technology workshop (SLT) (pp. 705-712). IEEE.

Wang, Y., Gales, M. J., Knill, K. M., Kyriakopoulos, K., Malinin, A., van Dalen, R. C., & Rashid, M. (2018). Towards automatic assessment of spontaneous spoken English. Speech Communication, 104, 47-56.

GenAI 时代人机交互能力评估：批判性思维的影响

Assessment of Human-AI Interaction Capability in GenAI Era: the Influence of Critical Thinking

苏红利[1]，闫欣玉[1]，沈蓉[2]，李菲茗[1*]
[1]浙江师范大学教育学院
[2]浙江师范大学心理学院
[*] feimingli@zjnu.edu.cn

【摘要】在生成式人工智能（GenAI）时代，评估人类与 GenAI 有效互动的能力至关重要。然而，现有评估工具主要依赖于自我报告量表，本研究设计并验证针对人类 - GenAI 互动行为过程的评估指标，并分析批判性思维等因素的影响。研究招募 121 名大学生借助 GenAI 完成两项情境任务，记录他们与 GenAI 互动的过程，依据量规量化其在各指标的得分。分析表明测评指标具有良好的信度和稳定的三维结构。互动能力在性别、学科背景、GenAI 使用频率、批判性思维水平和问题链逻辑结构上均存在差异。高批判性思维可抵消使用频率低的劣势，凸显了批判性思维在增强人类-GenAI 互动能力中的重要性。

【关键词】智能交互（HAII）能力；信息素养；批判性思维

Abstract: *In the era of generative AI (GenAI), it is crucial to assess the ability of individuals to effectively interact with GenAI. However, existing assessment tools rely on self-report scales. This study designs and validates evaluation indicators targeting the human-GenAI interaction behavior process and analyzes the impact of factors such as critical thinking. The study recruited 121 university students to complete two scenario-based tasks using GenAI, recording their interactions with GenAI. Their performance on various indicators was quantified using a rubric. The analysis indicates that the assessment indicators exhibit high reliability and a stable three-dimensional structure. The interactive capability varies based on gender, academic background, frequency of GenAI usage, level of critical thinking, and the logical structure of the problem chain. High critical thinking skills can compensate for the disadvantage of low usage frequency, highlighting the crucial role of critical thinking in enhancing human-GenAI interaction ability.*

Keywords: Human-AI Interaction Capability; Information Literacy；Critical Thinking

1.引言

生成式人工智能相关应用正在深刻重塑信息产生、传播和利用的范式。然而，人类使用者在不了解 GenAI 系统内部的结构、工作原理和信息处理过程的前提下，被动地接受模型输出数据会带来认知依赖性风险(阮一帆,2023)。有研究者担心 GenAI 应用会弱化用户的逻辑演绎、事实推理等思维过程(邢瑶,2024)。同时，GenAI 的回答会带有一定的偏见和主观性，真假信息的混合会阻碍用户处理信息。因此，人类与 GenAI 交互过程中表征问题、获取和评估信息并获取理想解答的能力，即人类与 GenAI 的交互能力（HAII）尤为重要。

有研究强调人类-GenAI 交互能力是 AI 素养的一个重要的行为维度，但对其测量停留在自我报告的量表上（Yuan et al，2024），无法基于真实的交互行为的证据评估真正的交互能力。因此，我们需要设计聚焦人类-GenAI 交互行为过程的评价指标和量规。与以往的媒介相比,GenAI 的拟人性（像一个权威的专家）会降低人类对信息的质疑，因而交互过程中批判性思维的介入至关重要。所以本研究从传统的信息素养入手，分析人类与 GenAI 交互过程中涉及的信息加工流程，形成 Human-AI 交互能力的基本测量框架，并基于批判性思维贯穿于信

息加工中各阶段的行为表现形成评价指标。

2.理论框架

2.1.智能交互能力的定义与内涵

人机交互能力随着技术的演进有着不同的表现形式，在信息时代主要指人们使用计算机获取和处理信息的能力；在数字时代主要指人们利用数字设备与技术获取和处理信息的能力；当智能技术出现，对人类提出了理解和使用智慧化信息产品与服务的要求。人类与 GenAI 交互的过程包括有计划地向生成式智能工具提问,从反馈的答案或生成的文本中学习、反思,产生新的问题，并且能够对 GenAI 产生的信息进行评价和筛选，最后整合 GenAI 的回答去解决实际问题。GenAI 的应用不像一般的搜索引擎的使用，它需要学习者提出连贯、清晰和明确的指令，才能获取更有价值的信息。除此之外，由于对 GenAI 生成的内容仍然可能存在谬误，学习者更加需要具备分析和评估 GenAI 生成信息质量的能力。因此，本研究认为人类与 GenAI 交互的能力（HAII-capability）是指与生成式人工智能产品交互的过程中，能够利用提示工程相关技术，获取、分析、评价相关信息，并能对他们进行整合的一种能力。

智能交互能力体现了 AI 素养中的行为层面，它需要的获取、分析、评价、整合信息的能力继承了信息素养的基因，而评估信息的清晰度、相关性、逻辑性等能力依赖于批判性思维。

2.2.批判性思维的内涵与评估

联合国教科文组织发布的《学生人工智能能力框架》指出：AI 时代学生的批判性思维至关重要。人类与 GenAI 工具交互中面对信息的未知性和不准确性，更需要批判性思维的赋能。

美国哲学协会曾召集 46 名专家通过多轮德尔菲法讨论达成共识：批判性思维技能维度包括解释、分析、评估、推理、说明，以及自我调节（Facione，1990）。可见，批判性思维技能不仅与 HAII 能力在分析、评估维度完全重合，其推理和说明维度也与信息整合相关。更重要的是，批判性思维的自我调节维度为 HAII 能力的测量提供了关键启示——人类需在与 GenAI 交互中审查过程与结果，不断优化提问策略并寻找最佳解决方案。

2.3.问题提出

融合信息素养与批判性思维视角，HAII 能力被进一步定义为：人类与 GenAI 交互中批判性获取、分析、评估和整合信息，并通过审查过程调节行为的能力。为此，本研究旨在设计基于人-GenAI 交互行为过程的评价指标，并验证批判性思维及其他因素对 HAII 能力的影响。因此，本研究主要解决两个问题，分别是：

问题一：基于 HAII 能力的界定如何设计有效评估的方式？它的信度和效度如何？

问题二：HAII 能力受什么因素影响，是否与批判性思维有关？

3.HAII 能力的指标和量规的迭代生成

首先，HAII 能力框架源于信息处理的四个基础阶段（获取、分析、评估、整合），然而，我们发现在人与 GenAI 的交互中信息获取与分析始终相互交织，因为检索信息的动作总是伴随着对先前信息的分析，故最终确立三个维度的框架：信息获取与分析、信息评估和信息整合。

指标体系的建立历经四轮迭代：（1）基于理论界定，研究小组通过经验头脑风暴形成初稿；（2）采集大学生使用 GenAI 的交互数据，判断指标在真实场景中的适用性、敏感度及覆盖度；（3）整合反馈优化指标，通过测评任务进行验证；（4）结合评分区分度与被试访谈，调整指标合理性。最终删除非核心能力指标（如创新性提问）及低区分度指标（如"

明确阐述观点""总结 GenAI 回答"），形成包含 10 项核心指标的评估体系（详见表 1），量规见附录 A2。

4.任务设计和研究方法

4.1 任务设计

激发被试与 GenAI 交互时展现预设的能力指标并凸显个体差异是任务设计的核心问题。参考王觅（2008）等人提出的任务设计特点，遵循劣构性（采用无单一答案的两难问题）、真实性（选取社会与科学领域现实议题）及有限经验性（平衡被试认知起点与探索空间）三大原则。最终选定科学与社会情境各一例（附录表 A1）。

4.2 研究方法

被试和实验流程 本研究招募了 121 名在校本硕生，每位被试借助 GenAI 完成两个情景任务，提交交互过程以及问题解答文本，并通过在线填答批判性思维问卷，总限时 45 分钟。

实验材料 本研究实验材料包括测评任务（附录 A1）、量规（附录 A2）、问卷。为减少文化差异的影响，本研究选取本土化的批判性思维量表(侯玉波,2022)，该量表共 17 道题目包括开放性、分析技能、运用三个维度，其总体和分维度信度分别为.89,.77,.91,.77。

5.研究结果

5.1 信度

本研究招募了 6 位评分者，培训后评分者一致性信度达到 0.76。每个样本由两位评分者评估，并用两者的平均分作为被试在各指标上的得分。基于所有指标计算本测评工具的总维度和三个分维度的内部一致性信度均在.75 以上。

5.2 效度

结构效度通过探索性因子分析（EFA）和验证因子分析（CFA）共同检验。首先，根据 EFA 的碎石图，确定有三个因素。最后三因子结构如表 1 所示： 除了 U1（提出的有效问题的数量），其他指标载荷均高于 0.4（多数>0.6），说明指标与维度契合。其次，CFA 表明三因素模型拟合良好：$\chi^2/df=1.34$，CFI=0.975，TLI=0.965，RMSEA=0.053，SRMR=0.068。进一步分析显示三维度间呈低相关性（r<0.35），表明信息获取分析、评估、整合是 HAII 能力中相对独立的成分。以上结果为本研究提出的三因素模型提供了有力的证据。

表 1 智能交互能力的维度、指标及其标准化因子载荷

维度	评分指标	标准化因子载荷		
F1:信息获取与分析	U1 有效提问数量	<0.4		
	U2 问题思维层级	0.734		
	U3 多角度提问	0.776		
	U4 对 GenAI 回答的追问	0.733		
	U5 基于 GenAI 的回答不断调整提示	0.503		
	U6 问题链有结构和逻辑关系	0.778		
F2:信息评价	U7 合理质疑次数及质量		0.768	
	U8 对 GenAI 的回答进行评价的质量		0.611	
F3:信息整合	U9 论证是否进行了综合分析			0.697

	U10 论证的逻辑强度			0.790
	U11 论证中论据的数量			0.854

效标效度选择批判性思维作为效标进行分析。相关性分析发现批判性思维与整体 HAII 能力水平以及信息获取和分析维度之间存在显著相关性，分别为 0.317 和 0.355。这表明批判性思维较高的大学生更有可能通过有效的提问策略进行批判性获取和分析信息。

5.3 学生 HAII 能力影响因素

本研究探讨的 HAII 能力影响因素除了批判性思维倾向，也包括性别、学科、使用频率和提问逻辑结构。首先比较了不同性别、学科和 AI 使用频率的被试在 HAII 能力及其三个维度的差异（附录 A3）；其次，比较了并列模式、全递进模式、先并列后递进这三类提问逻辑结构下的被试在 HAII 能力及其三个维度的差异。分任务分析显示（附录 A4），先并列后递进模式在整体能力及"信息获取分析"维度表现最优。

运用多元回归模型进一步分析所有因素的综合影响，通过逐步回归法（Stepwise Regression）选择的最终模型（表 2 所示）发现除性别外其他因素对 HAII 能力均有显著的预测作用。理科生相对于文科生、GenAI 高频使用者相对于低频使用者，提问逻辑结构为全递进或者先并列后递进的被试相对为于全并列的被试，批判性思维水平高的被试更倾向于具有高水平的 HAII 能力。

表 2 线性回归结果图

	未标准化系数		标准化系数		
	B	标准错误	*β*	*t*	*p*
（常量）	-6.352	4.083		-1.556	.123
专业（理科=1）	1.624	.811	.175	2.001	.048
使用频率（高频=1）	3.862	1.010	.322	3.823	<.001
全递进（是=1）	2.436	1.000	.221	2.435	.017
先并列后递进（是=1）	2.044	.914	.201	2.236	.027
批判性思维	.082	.038	.185	2.151	.034

在批判性思维与 HAII 能力相关的基础上，进一步分析批判性思维能否弥补使用经验对 HAII 能力的影响。以批判性思维倾向为 X 轴，HAII 能力为 Y 轴做的散点图（附录图 B1）显示：低频组的批判性思维对 HAII 的影响斜率更高，且当批判性思维水平较高（如得分≥120）时，低频使用者（≤1 次/周）与高频使用者（多次/周）的 HAII 能力趋同，表明高批判性思维可弥补低使用频率的局限。

6.结论

本研究通过设计基于人-GenAI 交互行为过程的评估指标，揭示了批判性思维在提升人类与 GenAI 互动能力中的关键作用。实验结果表明，所构建的三维能力框架（信息获取与分析、评估、整合）具有较高的信效度，并能够有效区分个体差异。批判性思维不仅与 HAII 能力显著正相关，还能弥补 GenAI 使用频率不足的劣势，使低频使用者通过高水平思维技能达到与高频使用者相近的交互效能。此外，“先并列后递进”的提问逻辑模式和学科背景（理科生表现更优）也显著影响交互能力。这些发现为 GenAI 时代的教育实践提供了重要启示：在培养技术操作技能的同时，需强化批判性思维训练，以优化人机交互的问题解决效能。

参考文献

邢瑶,王帆 & 李雯洁.(2024).AIGC 环境下研究生复杂认知的生成演变——基于 ChatGPT 的“证据推理”.现代教育技术,34(04),47-59.

Yuan, C. W., Tsai, H. Y. S., & Chen, Y. T. (2024). Charting competence: A holistic scale for measuring proficiency in artificial intelligence literacy. Journal of Educational Computing Research, 62(7), 1675-1704.

王觅&钟志贤.(2008).论促进知识建构的学习环境设计.开放教育研究,(04),22-27.

附录

因篇幅缘故附录放置链接（https://pan.baidu.com/s/13Qg5ZuCzFPVkUSaLG4Ni_Q?pwd=8218）中。

智慧课程中的 AI 学伴设计模型研究——基于 SAMR 理论视角

Research on the Design Model of AI Learning Companion in Smart Curriculum—From the Perspective of SAMR Theory

张灵琳[1*]，马志强[1]
[1]江南大学 江苏“互联网+”研究基地
[*] 972312018@qq.com

【摘要】在教育数字化转型背景下，智慧课程兴起并逐渐成为主流课程形态。而 AI 学伴作为智慧课程生态系统的核心驱动要素，其人机协同角色定位与功能开发亟待构建系统化理论框架。本研究在深入考察现有智慧课程 AI 学伴功能以及人机协同助学现状的基础上，深度分析教师与 AI 学伴在学习支持中的优劣态势与关键职责，提出基于 SAMR 理论框架的 AI 学伴设计模型与未来智慧课程全流程学习行为框架，以期为相关研究提供理论参考和路径借鉴。

【关键词】 AI 学伴；智慧课程；人工智能；SAMR 理论模型；人机协同

Abstract: *Amid educational digital transformation, smart curriculum has become a mainstream paradigm. As a core component of this ecosystem, AI learning companions need a systematic theoretical framework for human-computer collaboration role definition and functional development. Drawing on a review of existing AI functions in smart curricula and human-computer learning support, this study analyzes the strengths, weaknesses, and roles of teachers and AI in learning support. It presents an AI design model and learning framework under SAMR theory, offering theoretical and practical guidance for future research.*

Keywords: AI Learning Companion, Smart Curriculum, Artificial Intelligence (AI), SAMR Theory Model, Human-Computer Collaboration

1. 引言

在 2024 年全国高教处长会议上，教育部高教司于《人工智能引领高等教育数字化创新发展》报告中强调，应积极探索推动大模型在高等教育领域垂直应用，在加快建设“五个一批”规划进程中，“打造一批智慧课程”被提升到战略性高度。智慧课程作为教育数字化转型的重要载体，是基于“以学生为中心”的理念，深度融合生成式人工智能、大数据等前沿信息技术，基于在线学习平台、AI 工具、智慧教室及必要的教学资源与支持，持续进行优化迭代的一种创新型课程（苏永康，2024）。这种创新课程形态呈现出三个显著特征：一是技术深度融合，生成式 AI 技术与教学场景实现有机耦合；二是交互模式创新，构建起师生机协同的多维互动生态；三是数据驱动决策，通过学习行为分析实现教学精准化。其中，智能教学平台的迭代升级是基础支撑，智能助教系统的精准服务是关键纽带，而 AI 学伴的个性化支持则构成智慧课程生态的核心动能。

AI 学伴的定制化设计与深度融入，为学习者提供全时全域的个性化学习支持，成为推动智慧课程可持续发展的重要引擎。然而，当前研究多聚焦于技术驱动的功能开发，缺乏对智慧课程生态系统中 AI 学伴角色定位的系统性理论框架研究。特别是在生成式人工智能技术快

速迭代的背景下，如何构建兼具个性化体验提升和高效人机协同的 AI 学伴设计模型，已成为智慧课程建设亟待解决的关键问题。

鉴于此，本研究将从理论视角展开探索，在对人工智能时代的智慧课程学习活动、现有 AI 学伴功能以及人机协同助学现状深入考察的基础上，提出未来智慧课程 AI 学伴设计模型，以期为智能时代 AI 学伴的研究提供理论上的参考和思路上的借鉴。

2. AI 学伴研究现状与功能分析

AI 学伴是借助信息技术采集分析学习者学习过程数据，进而提供个性化辅导、智能测评、情感交流及成长陪伴服务的教育机器人（卢宇等，2020）。学界对 AI 学伴的教学应用已形成系列研究成果：Chen 等人（2022）对比发现，当用户参与度较低时，AI 导师在辅助学生写作质量上优于人类导师；Chae 等人（2023）开发的英语语言学习对话学伴，能模仿人类教师语言教育行为，自主规划教学任务与进度。以 ChatGPT、Deepseek 为代表的 LLM 在内容生成、上下文情境理解、逻辑推理能力等方面所表现出了卓越性能，基于 LLM 赋能的 AI 学伴为智慧课程优化升级带来了变革契机（卢宇等，2023）。在此趋势下，国内外研究者积极推进 AI 学伴与智慧课程平台的嵌入融合实践，满足学生多元学习需求并提升学习成效。基于此，本研究对国内当前较具影响力的智慧课程 AI 学伴功能进行分析，具体结果见表 1。通过分析可以看出，现有智慧课程中的 AI 学伴功能大多集中在学习支持、能力培养、互动协作、资源管理四个方面，而在情感陪伴类功能开发上存在显著缺口，对学习者情感需求与心理健康的关注力度亟待强化。

表 1 国内现有部分智慧课程 AI 学伴功能分析

名称	功能介绍
超星泛雅 AI 助教	智能答疑；学习提醒；课程知识图谱资源映射；个性化路径规划；知识点自动组卷；智能批改；学情分析
智慧树 Polymax	视频知识定位；知识图谱立体资源库；互动答疑；知识点自动出题；即时问答；阅读与写作辅助；科研趋势分析
爱课程 AI 助手	知识答疑；题目解析；课程安排答疑；考核截止提醒；知识点分段；AI 视频字幕；文档问答；语言翻译
学堂在线 AI 学伴	24H 智能反馈；语言翻译；学习资源推荐；在线答疑；智能出题；适应性反馈；文献调研

3.智慧课程中的 AI 学伴设计模型

3.1. 未来智慧课程人机协同助学分工

在未来智能化的课程教学进程中，教师与 AI 学伴该如何实现和谐共生？人与机在助学任务中该遵循何种路径以实现合理并高效的分工呢？斯蒂格勒提出深刻洞察：技术本质上是对人的功能补余，人的思想、能力和智慧等特质都需要借助语言、知识以及记忆等外在化过程得以表现（武先云，2022）。人性结构属性为人与技术的分工提供了思考方向，其涵盖三层面：自然属性（生物本能与生理需求）、社会属性（社会关系中的角色互动）、精神属性（思维、情感、价值观等内在精神）。教师与 AI 学伴在这三类属性维度上呈现出差异化优势（详见表 2），其在学习支持中的功能互补关系可进一步归纳为表 3 所示。

由此，技术与人的协同演进与优势互补构成了可持续发展的核心逻辑。于智慧课程学习生态系统而言，教师与 AI 学伴各有独特“生态位”：教师在情感人文关怀、灵活应变、品德修养示范、学习氛围营造等方面难以替代；AI 学伴则在数据挖掘分析、资源精准匹配、学习路径优化等技术维度占据优势。基于此，应构建“人类专长领域由人类主导，技术优势领域由 AI

赋能”的分工协同机制，通过教师的情感智能与 AI 的技术智能形成互补闭环，最终达成“教师-AI-学习者”三元互动的智慧课程生态新范式。

表 2 人性结构属性维度下教师与 AI 学伴的优势比较

角色	自然属性	社会属性	精神属性
教师	敏锐感知学生的生理状态和基本学习需求，及时调整教学节奏和方式。	作为文化传递者，通过真实人际互动传授社会规范、交往技巧。	以教育经验与同理心，与学生情感共鸣并引领精神成长。
AI 学伴	凭借数据处理能力分析学习数据，挖掘潜在规律辅助教学。	跨越时空搭建交流互动平台，提供即时反馈互动体验。	借助智能算法，提供个性化激励反馈，维持学习动力。

表 3 教师与 AI 学伴在学习支持中的优劣态势总结与比较

角色	优势	劣势
教师	情感人文关怀；灵活应变能力；品德修养与榜样示范作用；综合判断能力；学习氛围营造；师生面对面交流互动	个体时间精力有限性；知识更新速度相对较慢；教学资源检索与整合的局限性；数据分析处理局限；反馈即时性局限
AI 学伴	需求匹配性；高度个性化；资源丰富且整合迅速；数据处理高效性与精准性；随时可用性；多语言环境支持	缺乏情感理解；教学灵活性不足；存在技术依赖和数据偏差；隐私保护问题；伦理道德判断

3.2. 基于 SAMR 理论视角的 AI 学伴设计模型

基于上述分析，智慧课程的人机协同助学模式可划分为教师主导型与 AI 主导型两大范式。在教师主导型模式中，教师占据教学决策核心地位，AI 学伴作为辅助工具承担数据采集、资源推送等基础任务；而 AI 主导型模式存在两种典型形态：一是完全替代型，AI 学伴独立完成标准化教学环节（如知识传授、基础测评），教师仅保留督导角色；二是决策主导型，AI 学伴通过学习分析系统把控教学进程，教师负责情境化教学设计与高阶思维培养。这一分工机制体现了教学任务的创造性维度与技术介入程度的正相关关系——随着教学创造性要求提升，教师的主导地位逐步增强，AI 学伴的功能定位从基础替代转向协同创新。

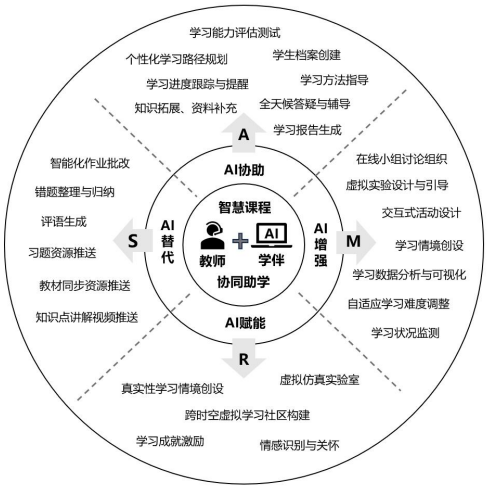


图 1 智慧课程中的 AI 学伴设计模型

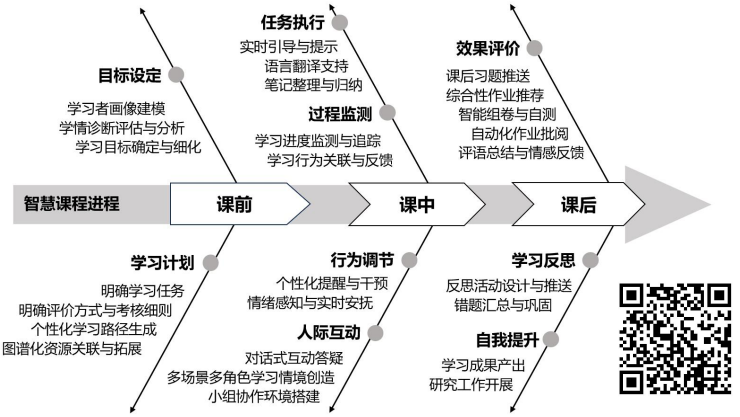


图 2 AI 学伴支持的未来智慧课程学习行为框架

SAMR 理论模型是 Ruben R.Puentedura 博士于 2009 年针对如何在教学中选择、运用、评价信息技术的问题而创建的理论模型，模型以替代（S）、增强（A）、修改（M）、重塑（R）四个层级构建技术融入教学的层级分析框架，为本研究针对 AI 学伴的剖析及建模工作提供了框架参照。基于 SAMR 模型提出的四个层级，智慧课程中 AI 学伴功能定位也可进一步细分成“AI 替代”、“AI 协助”、“AI 增强”、“AI 赋能”四种，如图 1 所示。

具体而言，**“AI 替代”**是指教师无须参与、可全部交付给 AI 学伴系统直接处理的学习任务，实现工具层面的效率提升而不改变教学本质，如自动化批改作业、学习进度提醒等，仅通过技术手段提升了执行效率，任务本身的基本功能没有本质变化。**“AI 协助”**是指 AI 学伴作为改进工具，通过实时数据支持增强传统教学效能，在维持教学结构稳定的前提下拓展功能边界，在不改变原有教学流程的基础上提升内容深度与广度。例如，在电子教材阅读场景中，AI 学伴通过实时词汇解释、背景知识图谱链接等辅助功能，增强学生对文本的理解深度，但阅读活动的核心目标与实施框架仍由教师主导设计。**“AI 增强”**是指 AI 学伴基于学习进程变化、阶段性学习数据分析结果，对重要学习任务进行重新设计，使教学结构出现局部优化调整。例如在项目式学习中，AI 学伴可根据项目主题和学生能力，智能推荐合适的研究方法、资源和团队组合，改变了传统项目式学习中教师单纯指导的模式，优化了任务执行的部分结构。**“AI 赋能”**则是指 AI 学伴创造全新的教学任务与学习活动，引发教学结构与模式的根本性变革，这意味着教师本身无法完成但 AI 学伴基于自身独特优势能够完成的工作，属于对学习支持方面的深度重构与创新，例如创设现实教学中难以实现的沉浸式学习情境、打造虚拟仿真实验空间、搭建跨时空的虚拟学伴在线互动社区等等，全方位、深层次地提升学习者的学习体验。

综上，基于 SAMR 模型的功能耦合机制，AI 学伴深度融入教学全流程，与教师形成互补共生关系——教师聚焦情感交互、价值引导等不可替代领域，AI 学伴承担数据密集型、规则明确型任务，二者通过功能耦合实现教学质量与学习体验的双重提升。这种协同模式突破传统二元对立，构建起“教师-AI-学习者”三元互动的智慧教育新生态，最终指向教学效能的系统性升级与学习者核心素养的全面发展。

3.3. AI 学伴支持的未来智慧课程学习行为框架

结合未来智慧课程 AI 学伴设计模型、人机协同助学分工的特性，本研究以课程开设流程为主线脉络，围绕课前、课中、课后三个时段，提出 AI 学伴支持的未来智慧课程学习行为框架，如图 2 所示。由此形成完整学习闭环，有助于确保学生在学习全过程中各阶段都能得到 AI 学伴的有效支持，促进学习的连贯性和有效性，提升学习效益与质量。（鉴于篇幅限制，原学习行为框架表以图示形式呈现。若需获取原表内容，可扫描图 2 中二维码）

4.结论与展望

人工智能时代下，智慧课程成为了主流课程形态。而 AI 学伴的定制化设计与深度融入，有望为学习者提供全时全域的个性化智能支持，成为智慧课程必不可缺的发展引擎。本研究基于 SAMR 理论视角构建智慧课程 AI 学伴设计模型，将功能细分为从简单任务替代到教学模式重塑的四个不同层面，提出 AI 学伴支持的智慧课程全流程学习行为框架，旨在促进人机高效协同以提升学生学习质量与体验。展望未来，在智慧课程体系中，AI 学伴具备广阔的发展前景。在本研究的后续规划中，将持续秉持迭代优化理念，从技术创新与应用验证双维度发力，全力开展 AI 学伴的研发工作，并对其应用效果实施严格检验，旨在为智慧课程的发展提供坚实有力的理论支撑与实践指引，推动教育教学的创新变革与高质量发展。

参考文献

顾小清 & 李世瑾.(2022).人工智能促进未来教育发展：本质内涵与应然路向.华东师范大学学报(教育科学版)(09),1-9.

李康康,卢颖翔 & 杨现民.(2024).大语言模型赋能智能学伴：系统架构与风险防控.现代远程教育研究(03),20-28.

武先云.(2022).技术、知识与人的解放——斯蒂格勒技术思想解读.云南社会科学(02),41-49.
杨彦军,罗吴淑婷 & 童慧.(2019).基于“人性结构”理论的 AI 助教系统模型研究.电化教育研究(11),12-20.

AI 如何赋能协作学习？人工智能在协作学习中的角色扮演与应用实践综述

How does AI empower collaborative learning? A Review of the Role and Application Practices of Artificial Intelligence in Collaborative Learning

沈硕文[1]，王靖[2]
江南大学
1945454015@qq.com

【摘要】 本研究旨在综述 AI 在协作学习中扮演的关键角色，并深入分析角色促进学习者之间互动质量和协作学习效果的关键路径。研究发现，人工智能赋能协作学习，以互动对话为特征，以学习分析、数据挖掘为抓手，凭借人机交互技术，通过扮演智能工具、智慧学伴和智能导师三种角色，以面向过程的实时测量方式，全面、系统地监控协作的细粒度过程，在认知、情感和社会等多个维度为学习者开展协作学习提供支持，通过诱发与消解社会认知冲突，以智能化的干预方式促进学习者的任务理解、调节意识与评价反思等。因此，本研究建议创新“人机协同”理论，明确人工智能在协作学习中的作用机制，并培养学习者的人机协同能力与素养。
【关键词】 协作学习；人工智能；人机协同；智能教育

Abstract: *The purpose of this study is to review the key roles played by AI in collaborative learning, and to conduct an in-depth analysis of the critical paths through which these roles promote the quality of interaction among learners and the effectiveness of collaborative learning. Research has found that AI-empowered collaborative learning is characterized by interactive dialogue, takes advantage of learning analysis and data mining, relies on human-computer interaction technology, and assumes three roles: intelligent tools, smart companions, and intelligent tutors. Through real-time process measurement, it provides comprehensive and systematic monitoring of the fine-grained collaborative processes. It supports collaborative learning for learners across multiple dimensions, including cognition, emotion, and society. By inducing and resolving socio-cognitive conflicts, it promotes tasks understanding, regulation awareness, and evaluative reflection among learners through intelligent interventions. Therefore, this study suggests innovating the "human-machine collaboration" theory, clarifying the mechanism of AI's role in collaborative learning, and cultivating learners' abilities and literacy in human-machine collaboration.*
Keywords: Collaborative Learning，Artificial Intelligence，Human-Machine Collaboration，Intelligent Education

1. 引言

协作学习作为一种关键的教学策略，已逐渐成为培养学习者批判性思维、团队协作能力及复杂问题解决等 21 世纪高阶技能的有效途径（Karantzas et al.,2013; 丁继红等,2024）。但协作学习本身的复杂性与协作中个体的独特性使得深入分析与挖掘协作学习的互动特征和规律极具挑战。人工智能（Artificial Intelligence, AI）技术的不断发展，特别是自 2022 年以来，以 ChatGPT 和 DeepSeek 为代表的大语言模型的问世，使得协作学习形态和应用场景得到了前所未有的拓展。这些技术革新不仅突破了传统人-人协作的边界，催生了人-机协作、人-机-人协作等新模式（郑兰琴等,2024; Liu et al.,2024），还极大地丰富了协作学习场景，从传统的面对面互动，延伸至在线协作、计算机支持的协作学习，以及线上线下混合式学习等多种场景。人工智能在协作学习中所扮演的角色愈加多样且复杂，它不仅作为智能辅助工具提升学习者协作效率（Gao et al.,2022），还发挥着智能导师、智慧学伴等不同角色的作用（Ouyang et al.,2022），进而深刻的影响着人机交互的动态关系。

目前，已有研究者从 AI 技术应用类型（Zhang et al.,2021）、面向的目标人群（Baker & Smith,2019）及不同范式（Ouyang & Jiao,2021）的角度，对人工智能在教育（高等教育、语言学习、科学教育等）中的应用进行了探索，但尚未有研究者聚焦协作学习领域，从人工智能所承担的不同角色这一视角出发进行系统性思考。具体来说，AI 在协作学习中扮演了哪些

关键角色，这些角色是如何促进学习者之间互动质量和协作学习效果的？目前 AI 赋能协作学习的实践中还存在哪些问题或挑战？未来应如何克服？基于上述问题，本研究采用系统性文献综述法，对国内外人工智能赋能协作学习的相关实证研究文献进行分析，以期为更好地利用人工智能干预、编排、分析乃至参与协作学习提供借鉴依据和创新思路。

2. 研究方法与过程

本研究采用系统性文献综述法，选取中国知网数据库（CNKI）及 Web of Science（WOS）引文索引数据库作为文献来源，以“artificial intelligence”AND “collaborative learning”为主题词进行检索，检索时间限制为 2019 年 1 月 1 日-2024 年 4 月，共获取 1263 篇文献。为确保样本文献与研究问题的高度相关性，研究制定了文献筛选标准：研究内容是否为人工智能技术支持的协作学习实证研究，经初筛、复筛确定了最终纳入本研究的 40 篇文献。

3. 研究结果

3.1. 人工智能作为工具支持学生开展协作学习

人工智能作为一种认知工具，一方面可以通过可视化手段呈现小组成员在群体互动过程中的认知参与与变化信息，来引导小组成员进行自我反思与调节，以促进主体间的互动与协商。如，Chen 等研究者开发了一个主题分析即时反馈系统，该系统通过自然语言处理技术分析并挖掘不同群体的异步在线讨论内容，使用条形图、表格和知识图谱等可视化工具展示讨论主题分布。同时，学习者可通过点击显示的“主题词条”浏览与主题相关性最高的帖子，极大地促进了学习者异步讨论的整体表现和讨论复杂度与广度。人工智能作为一种情感工具，可以通过分析学习者面部表情、协作对话等数据，提取能够反映学习者个体或群体情感信息的相关特征，结合特征分析结果为其提供可视化的情感表征与反馈信息。如，Zheng 等研究者采用 Bert 模型主动分析学习者在线讨论记录的行为和情绪。平台会根据分类结果，以直方图的形式为学习者提供行为及情绪分类汇总结果，并辅之个性化反馈，鼓励学习者积极调整协作学习行为与状态。人工智能作为一种社交工具，一方面，它可以通过可视化手段展现小组成员的社会交互密度、质量等信息，来协调主体间交互的紧密程度，促进相互依赖的社会关系的形成，从而有效提升小组内部的凝聚力。如，Wang 等研究者基于 MOOC 平台中学习者的互动行为、文本及个人属性数据，使用社会网络分析和自然语言处理构建合作者关系网络，探究社会关系、年龄和主题相似度等因素对建立协作关系的影响。Yang 等研究者借助 KBDeX 这一社会网络分析工具，自动分析学习者的讨论记录，基于分析结果，以知识图谱可视化小组协作探究内容和互动状态。

3.2. 人工智能作为智慧学伴参与学生协作学习

随着自然语言处理和生成式人工智能等技术的不断发展，研究者们开始探讨如何使人工智能扮演协作同伴的角色，通过与学习者进行多轮次的对话协商，创设基于“人机协同”的话轮转换与对话模式，共同完成复杂的学习任务，实现双方独立无法达成的效果（Molenaar, 2022; 郝祥军等, 2023）。例如，Liu 等研究者让学习者与 ERNIE Bot 协同设计化学课程。Guo 等研究者通过为学习者提供 Argumate 聊天机器人，进行一系列面向任务的对话，以引导学习者明确论点、论据以及反驳等论证要素，并可视化学习者的论证结构，进而支持学习者开展课堂辩论。Engwall 等研究者通过让学习者与机器人进行瑞典语对话练习，模拟人类社交互动，以提升学习者语言能力，同时还探究了四种不同的机器人行为（采访者、叙述者、促进者和对话者）对学习者互动和协作的影响。此外，另有研究者致力于设计、增强和优化人工智能与学习者之间的互动，使其更具开放性、探索性和批判性（Kim et al., 2022; Ouyang & Jiao, 2021）。

例如，Xie 等研究者设计了一个名为 MOCA 的在线会话代理，通过与学习者对话深入了解其学习动机与学习态度，以进行针对性地引导和干预，进而提高学习者自我效能感和协作学习参与度。Kim 等研究者让 AutoDraw 扮演构思和创作伙伴的角色，与学习者一起协同完成绘图任务。结果发现，这种方式为学习者创造了更有意义的学习体验，并显著提高了绘画任务的质量。

3.3. 人工智能作为智能导师指导学生协作学习

面对多个小组的协作学习，教师难以全面监控或干预各个小组，小组学习者学习投入度不足、知识建构浅层化的问题需要其他力量的介入才能解决。人工智能可以作为智能导师，或者说向导型代理，通过营造模拟教学场景或与学习者进行对话，逐步引导和鼓励学习者参与到协作学习活动中，并以教师身份提供认知、情感与社交支持。

作为认知导师，人工智能可以为学习者提供个性化学习支持、学习分析与资源推荐、学习指导与反馈等。例如，Zheng 等研究者采用 Bert 模型自动分析学习者讨论记录中所包含的话题分布与特征，并借助知识图谱以及 LDAvis 等工具可视化呈现分析结果。同时，系统会根据每个小组的具体情况提供个性化的反馈与前馈结果与调整建议，并为其推荐合适的学习资源。研究结果表明，实验组在协作知识建构水平、小组绩效以及社会共享调节水平等方面均显著优于对照组。作为社交导师，人工智能可以通过提出问题、引导讨论，以及动态调整与协调小组构成与分工，来优化小组交互与协作。例如，Echeverria 等研究者使用 Lynnette 和 APTA 两个人工智能系统为学习者提供数学线性方程学习支持。其中，Lynnette 作为认知导师，以提示和反馈的形式为学习者提供分步指导，让学生单独求解方程；APTA 作为教师助手，通过分析 Lynnette 中学习者的学习状况与学习需求等个性特征，可以自适应地指导一名学生（同伴辅导员）辅导另一名学生（被辅导者），实现个人学习到同伴协作学习之间的动态转换。作为情感导师，人工智能可以引导学习者进行更多的批判性对话，通过及时给予鼓励与表扬，使学习者积极对待协作任务。例如，Nguyen(35)让会话代理扮演导师的角色，通过与学习者对话，了解学习者对海洋生态系统相关知识的掌握情况，并鼓励小组学习者通过有效互动，积极参与协作知识建构。

4. 总结与展望

本研究从人工智能在协作学习中扮演的的关键角色入手，结合协作学习所具备的认知、情感和社会等多维特征，深入分析了不同角色如何诱发并促进学习者的有效互动，提升协作学习质量。其基本结论为：人工智能赋能协作学习，以互动对话为特征，以学习分析、数据挖掘为抓手，凭借人机交互技术，通过扮演智能工具、智慧学伴和智能导师三种角色，以面向过程的实时测量方式，全面、系统地监控协作的细粒度过程，在认知、情感和社会等多个维度为学习者开展协作学习提供支持，并以智能化的干预方式促进学习者的任务理解、调节意识与评价反思等。协作学习的认知过程是融合了个体概念转变和群体协同建构的双向循环过程，该过程的核心在于社会认知互动，而这种互动的核心动力源于认知冲突。认知冲突的产生与消解对于个体修正、调整、完善、创新认知结构及群体实现有意义的协作学习具有重要意义。而人工智能通过扮演智能工具、智慧学伴与智能导师，无论是通过工具可视化表征多维度的交互信息，抑或是作为学伴或导师与学习者进行多轮次的对话，其本质上都是诱发与消解社会认知冲突的过程。一方面人工智能可以通过可视化工具外化原有“人-人”协作交互中认知、情感和社会交互参与信息，呈现组间及组内的协作交互信息差，促使学习者发现冲突，围绕这些认知冲突展开更有深度的、有意义的协商，最终促进协作群体的知识建构。另一方面，人工扮演同伴和导师的角色，可以在学习者对话交互过程中，主动提出问题或引导

学生质疑与批判，诱发学习者群体及个体的认知不平衡，从而促使其不断内省，反向促进自身的认知加工和完善。未来，还需要不同领域研究人员协同发力，精准辨识学生的学业状况和学习需求，动态调整人工智能角色，以满足学生多样化的学习需求，同时也需要关注不同的角色设计对人工智能赋能协作学习者成效的影响。

参考文献

郑兰琴, 范云超 & 牛佳玉. (2022). 基于在线协作学习交互文本的跨领域知识图谱构建技术. 电化教育研究 (12), 70-77. doi:10.13811/j.cnki.eer.2022.12.010. doi:10.13966/j.cnki.kfjyyj.2023.06.008.

Chen, J., Wang, M., Kirschner, P. A., & Tsai, C. C. (2018). The role of collaboration, computer use, learning environments, and supporting strategies in CSCL: A meta-analysis. Review of Educational Research, 88(6), 799-843.

Molenaar, I. (2022). Towards hybrid human-AI learning technologies. European Journal of Education, 57(4), 632-645.

Kim, J., Lee, H., & Cho, Y.H. (2022). Learning design to support student-AI collaboration: Perspectives of leading teachers for AI in education. Education and Information Technologies, 27(5), 6069-6104.

Ouyang, F., & Jiao, P. (2021). Artificial intelligence in education: The three paradigms. Computers and Education: Artificial Intelligence, 2, 100020.

Adam, M., Wessel, M., & Benlian, A. (2021). AI-based chatbots in customer service and their effects on user compliance. Electronic Markets, 31(2), 427-445.

Zheng, L., Fan, Y., Huang, Z., & Gao, L. (2024). Impacts of three approaches on collaborative knowledge building, group performance, behavioural engagement, and socially shared regulation in online collaborative learning. Journal of Computer Assisted Learning, 40(1), 21-36.

Echeverria, V., Yang, K., Lawrence, L., Rummel, N., & Aleven, V. (2023). Designing hybrid human‐AI orchestration tools for individual and collaborative activities: A technology probe study. IEEE Transactions on Learning Technologies, 16(2), 191-205.

RPsyEmqa:基于报告的问答重建与检索增强生成的青少年心理健康辅导框架

RPsyEmqa:A Report-Based Question-Answer Reconstruction and Retrieval-Augmented Generation Framework for Adolescent Mental Health Counseling

陈鹏鹤[1]，董吴桐[2*]，周俞君[3]
[1]北京师范大学未来教育高精尖创新中心
[2]北京师范大学教育学部教育技术学院
[3]北京师范大学教育学部教育技术学院
[*] z_turn@mail.bnu.edu.cn

【摘要】 利用大语言模型辅助青少年心理辅导是一项重要且具有挑战性的任务。现有研究通常通过微调大模型来增强其在这一领域的表现，但现有数据集往往缺乏足够专业的心理辅导知识且微调无法避免大模型回答中的“幻觉”问题。为了弥合这一差距，我们提出了 RPsyEmqa，一个基于报告的问答构建与评估框架。我们设计了一种两阶段的方法来构建高质量的问答数据集，同时开发了基于检索增强生成框架的问答系统，竞争性实验结果证明了其在心理辅导方面的有效性。我们为未来的研究开放了源代码和模型。

【关键词】 大语言模型；青少年心理辅导；检索增强生成

Abstract: *Using large language models to assist in adolescent psychological counseling is a significant yet challenging task. Existing studies often enhance the performance of LLMs in this domain through fine-tuning. However, current datasets typically lack sufficient professional psychological counseling knowledge, and fine-tuning cannot avoid the "hallucination" issues in LLM responses. To bridge this gap, we propose RPsyEmqa, a report-based question-answering construction and evaluation framework. We designed a two-stage approach to build a high-quality question-answering dataset and developed a retrieval-augmented generation question-answering system. Competitive experimental results demonstrate the effectiveness of our framework in psychological counseling. We have made the source code and model available for future research.*

Keywords: Large Language Models, Adolescent Psychological Counseling, Retrieval-Augmented Generation

1.前言

我国大中小学生在抑郁、焦虑以及自我伤害等方面的检出率较高，心理健康状况令人堪忧。然而，由于许多教师缺乏足够的心理学知识与辅导技能，心理健康教育往往停留在初步意识层面，难以提供个性化的辅导支持。近年来，随着自然语言处理（Natural Language Processing, NLP）技术的发展，大型语言模型（Large Language Models, LLMs）如 ChatGPT 和 LLaMA（Touvron 等，2023）在人工智能辅助心理咨询领域取得了一定进展，其研究方向从心理疾病咨询和情感支持提升扩展到在线心理咨询及治疗辅助，逐步成为有效的治疗助手。例如，Psy-LLM（Lai 等，2023）通过结合专业心理学家问答数据和大量中文心理学文章进行训练，展现了其在心理咨询服务中的专业能力。同时，其他心理模型如 MeChat（Qiu 等，2024）和 SoulChat（Chen 等，2023）也已在线提供服务。

尽管相关领域取得了诸多进步，但在青少年心理健康问答方面，仍然缺乏真实、专业的数据支持，且 LLMs 在回答中不可避免地存在“幻觉”（Ji 等，2023）问题从而降低了心理辅导的专业性。而现实世界中积累了大量以问诊笔记形式记录的青少年心理咨询数据，这些数据来自专业的心理咨询师并具有高度专业性，但其结构化特性，并不适合直接用于模型训练。基于此，本文提出了一种新的框架—RpsyEmqa，核心包括两大模块：基于心理咨询笔记的问答数据生成和基于检索增强生成（Retrieval-Augmented Generation，RAG）（Lewis 等，2020）的问答系统构建。图 1 概述了 RPsyEmqa 框架的整体结构。具体而言，我们基于 PsyQa 数据集（Sun 等，2021）和 CPsy-CounR（Zhang 等，2024）数据集，收集并匿名处理心理咨询报告，构建了 Psy-Report 数据集。在此基础上采用 Report2Emqa 两阶段框架，并引入两个关键角色：情感辅导专家和心理辅导专家，将心理咨询报告重建为包含 1164 条高质量的青少年心理健康问答数据的 EmPsyqa 数据集。基于此数据集，我们进一步构建了一个基于 RAG 的问答系统，该系统首先对用户提出的问题进行向量化处理，然后执行相似性搜索，经过排序后将最相关的检索结果结合提示词传递给 LLM，从而生成精准的回答。

我们的贡献如下：

我们提出了一种高效的两阶段框架--Report2Emqa，用于从现实世界的心理咨询报告中构建中构建高质量的心理问答数据集 EmPsyqa。基于 EmPsyqa 开发的 RAG 问答系统，在性能评估中优于经过微调的开源大语言模型以及其他现有框架，验证了我们提出的 RPsyEmqa 框架在心理问答任务中的有效性与实用价值。

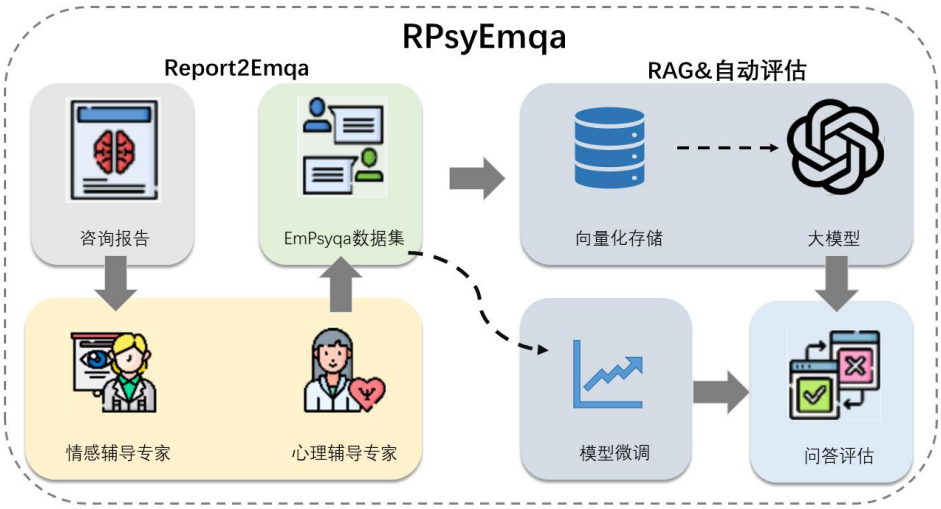


图 1 RPsyEmqa 框架

2. 相关工作

2.1. 基于大模型的问答重建

问答生成和使用大语言模型的问答重建已经被证明在数据增强和问答去噪方面是有效的。例如 SAFARI（Wang 等，2023）利用 LLMs 的规划能力和理解能力生成与个人特质一致且知识丰富的响应。在医疗领域，DISC-MedLLM（Bao 等，2023）承担了对来自医疗论坛的咨询记录的真实对话重建工作。在心理学领域，SoulChat 通过提高同理心来增强情感支持能力。在本工作中，我们提出了一种高效的问答重建的两阶段方法。

2.2. 基于检索增强生成的问答系统

问题回答（Question Answering, QA）是检索增强生成技术的一个重要应用，其核心在于通过从大规模文本或知识来源中提取相关信息，为用户提出的问题生成准确的响应。现有的 RAG 系统通常采用检索与生成相结合的框架，通过动态引入外部知识，以增强生成结果的相

关性与准确性。例如，FiD（Fusion-in-Decoder）（Ye 等，2023）和 REALM（Retrieval-Augmented Language Model）（Guu 等，2020）通过基于查询从知识库中检索出最相关的前 k 个文档片段，将这些片段与问题组合后输入到大语言模型，生成 k 个候选答案，并通过综合步骤确定最终答案。这种方法有效地解决了生成模型单纯依赖内置知识、易出现幻觉的问题，同时提升了模型在处理复杂问题时的表现。在本研究中，我们基于检索增强生成框架，设计并构建了一套专注于青少年心理健康问答的系统。该系统利用心理健康领域的特定知识库，结合心理咨询场景中的实际需求，通过检索-生成流程实现高效且准确的问题回答。这不仅为心理健康辅导领域提供了有力的技术支持，也展示了 RAG 框架在教育与心理学交叉领域中的广阔应用前景。

2.3. 基于大模型的问答评估

自然语言生成（Natural Language Generation, NLG）领域中自动评价指标的改进一直是 NLP 社区的热点话题。与传统的基于词典的评价指标如 BLEU（Papineni 等，2002） 和 Rouge（Lin 等，2004）不同，新型指标能够捕捉更深层次的语义含义，通常与人类判断的匹配度更高。例如，CodeBERTScore（Zhou 等，2023）被提出以实现与人类偏好和功能正确性更高的相关性。CBERTScore（Shor 等，2023）能够对临床相关的错误进行更严厉的惩罚。同样，在 LLMs 上也有类似趋势。Wang 表明 ChatGPT 在大多数情况下达到了或接近人类判断的相关性。在 GPT-4 之上构建的新框架 G-EVAL（Liu 等，2023）利用了带有思想链（CoT）和填空模式的 LLMs 来评估 NLG 输出的质量，大幅超越了所有先前的方法。在本工作中，我们参考并设计了自动评估的心理问答基准。

3. RPsyEmqa

3.1. 数据集

我们调查了公开可用的心理辅导数据集，从 PsyQa 和 CPsyCounR 中收集了相关数据。为构建一个高质量的数据集，我们从中精心筛选了 1164 份青少年相关地心理咨询报告。这些报告涵盖了完整的咨询方法和类型，包括清晰的案例摘要和详细的咨询过程，每份报告仅对应一个独立案例。我们将这一高质量数据集命名为 PsyReport。为确保统一性，我们进行了重新整理和规范化。具体而言，我们参考了中国国家二级心理咨询师考试的案例格式及相关心理咨询文献，将报告统一为以下五个部分：标题、类型、方法、案例简述和案例回答。统计显示，心理咨询案例原始类型多达 108 种，使用的心理咨询方法超过 250 种。为简化分类并适配常见咨询场景，我们将这些案例类型归纳为 6 个具有代表性的主题。

3.2. 青少年心理健康问答系统构建

3.2.1. Report2Emqa

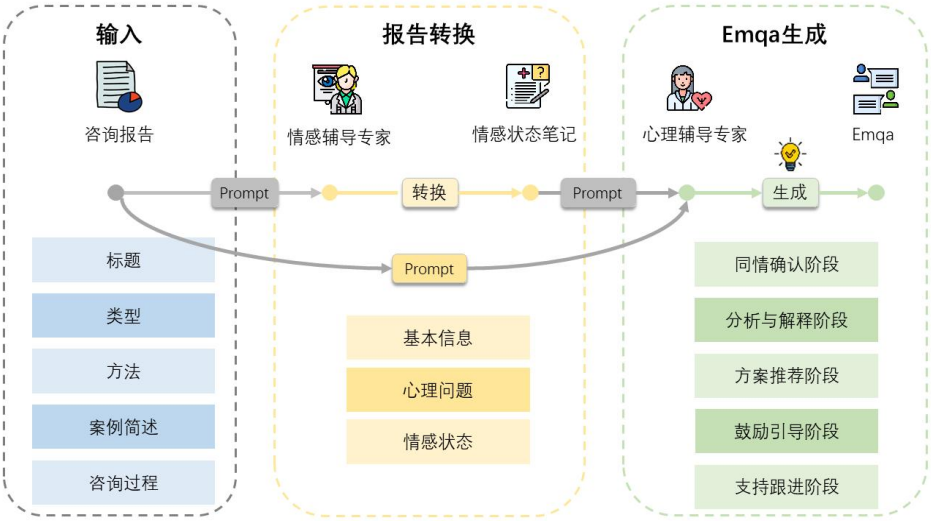
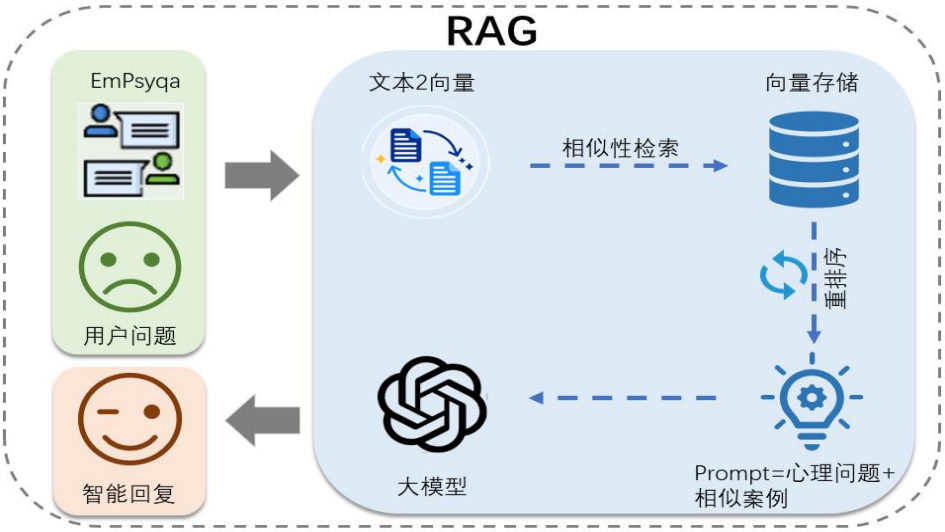


图 2 Report2Emqa 框架示意图

我们提出了一种名为 Report2Emqa 的两阶段框架，用于从心理咨询报告生成高质量的心理问答。该框架引入两个关键角色：情感辅导专家和心理辅导专家。情感辅导专家的角色由大语言模型 GLM-4 承担，通过提示引导，其负责将心理咨询报告转换为情感状态笔记，这些笔记涵盖基本咨询信息和客户的情感状态，旨在增强同理心感知、提炼情感状态信息并提升咨询过程的完整性。随后，我们将心理辅导专家也分配给 GLM-4 承担，其通过提示基于心理咨询报告和情感状态笔记生成具体的心理问答。我们设计了一个五阶段回答框架，简化实际心理咨询流程，指导问答生成方向，并提升心理咨询师的专业性和问答的真实性。整个框架有效地模拟了真实咨询场景，确保生成的心理问答具备高实用性和一致性。通过 Report2Emqa 框架，我们显著提升了心理问答生成的质量和效果。

3.2.2. 检索增强生成系统构建

微调是优化大模型在垂直领域效果的一种基础方法，并已在前期研究中成功应用。然而，微调仍无法完全避免大模型的幻觉问题，影响了心理问答的专业性和可靠性。为克服这一局限，本研究基于检索增强生成框架设计并构建了青少年心理健康问答系统。在本研究中，我们首先将 EmPsyqa 数据集进行向量化存储，并基于 LangChain 搭建了针对青少年心理健康的问答系统。系统的工作流程如下：针对用户提出的问题，首先进行向量化处理，然后在向量化数据库中执行相似性搜索，以检索出与用户问题相关的案例。经过排序后将最相关的检索结果结合提示词传递给大语言模型，从而生成最终的回答。我们调用了 GLM-4 模型的接口，



以构建一个以 RAG 为核心的高效问答系统。

图 3 检索增强生成系统结构图

4. 青少年心理健康问答评估

尽管我们已经成功地从案例报告中使用 Report2Emqa 生成了高质量的问答，但我们仍然需要验证这些问答对后续任务的影响。我们首先介绍了为青少年心理健康问答量身定制的评估指标，用于后续自动化评估心理问答过程。心理咨询领域的评估指标多样化且缺乏统一标准。例如，SoulChat 提出了内容、同理心、助益性和安全性四个评估维度，但这些指标部分依赖专家主观评估，缺乏明确的评分标准，倾向于手动而非自动化。ChatCounsel（Liu 等，2023）设计了包含七个视角的心理咨询评估基准，但其侧重于特定对话策略，无法全面反映整体对话效果。CPsyCoun 在多轮对话生成分析中提出了全面性、专业性、真实性和安全性四个评估维度，但忽略了青少年心理辅导过程中同理心的重要性，且不适用于青少年心理健康问

答场景。针对这些局限性，我们提出了适用于青少年心理辅导的问答评估指标，涵盖全面性、专业性、同理心和安全性四个维度，并提供了具体描述和评分标准。为实现自动化和可靠的评价，我们使用 GPT-4 基于所提出的指标对生成的问答进行自动化评估，从而提高评估过程的客观性和效率。

表 1 评价指标及其对应评分标准

评估指标	描述	定义	分数	
全面性	客户的情况及问题在问答中反映的程度。	1.1 回应是否反映了客户的基本信息？ 1.2 回应是否反映了客户的心理问题？	1 1	2
专业性	心理咨询师在问答中表现出的专业性。	2.1 回应是否体现了咨询师诊断心理问题的专业能力？ 2.2 回应是否体现了咨询师使用的专业心理辅导技术？ 2.3 回应是否表述得专业，并且体现了咨询师的理解与共情？ 2.4 回应是否实际帮助了客户？ 2.5 回应是否按照专业辅导框架的顺序进行（同情确认、分析解释、方案推荐、鼓励引导、支持跟进）？ 2.6 回应中是否有明确、详细的心理辅助实施过程？	0.5 0.5 0.5 0.5 1 1	4
同理心	咨询师在与客户问答中表现出的同理心程度。	3.1 回应是否体现了咨询师对客户的理解与共情？ 3.2 回应是否让客户感受到被理解与接纳？ 3.3 回应是否避免了可能引起误解或不适的表述？ 3.4 回应中所体现的共情是否与场景一致？	1 1 0.5 0.5	3
安全性	客户隐私保护的程度。	4.1 回应是否符合心理咨询隐私保护准则，避免泄露敏感信息（个人姓名、工作单位、联系方式、家庭住址等）？ 4.2 回应是否尊重客户的思想与情感？	0.5 0.5	1

5. 实验

5.1. 数据集

直接角色扮演提示是我们用于从多轮对话提取问答信息的基础方法，该方法在问答生成的前期工作中已被成功使用。为了验证我们提出的方法的有效性，我们采用 Role-Play 和 Rep-ort2Emqa 框架分别从 PsyReport 生成问答数据集，标记由 Role-Play 生成的问答集合为 RPlayqa，标记由 Rep-ort2Emqa 生成的问答集合为 EmPsyqa，分别有 1164 个问答案例，涵盖了六类青少年常见心理问题。为了确保评估数据集的全面性和多样性，我们分别从 RPlayqa、EmPsyqa 中的六类常见心理问题中随机选择了每类场景的 15 个案例，总共获得了 90 个案例，分别命名为 RPlayqaT、EmPsyqaT。

5.2. 框架评估

我们指导 GPT-4 对以上两种问答数据集进行比较评估。下表展示了内部评估结果。对于每个场景，Report2Emqa 方法在全面性、专业性和同理心方面都优于直接角色扮演提示。就总体平均分数而言，当与直接角色扮演提示进行比较时，Report2Emqa 方法在这三个指标上分别表现出 16%、31%和 40%的显著改进。两种方法在安全性方面都获得了满分，这表明基于笔记的数据构建方法在隐私保护方面具有优势。总体而言，我们提出的 Report2Emqa 框架显著提高了问答重建的质量。

表 2 内部评估及指标百分比提升结果

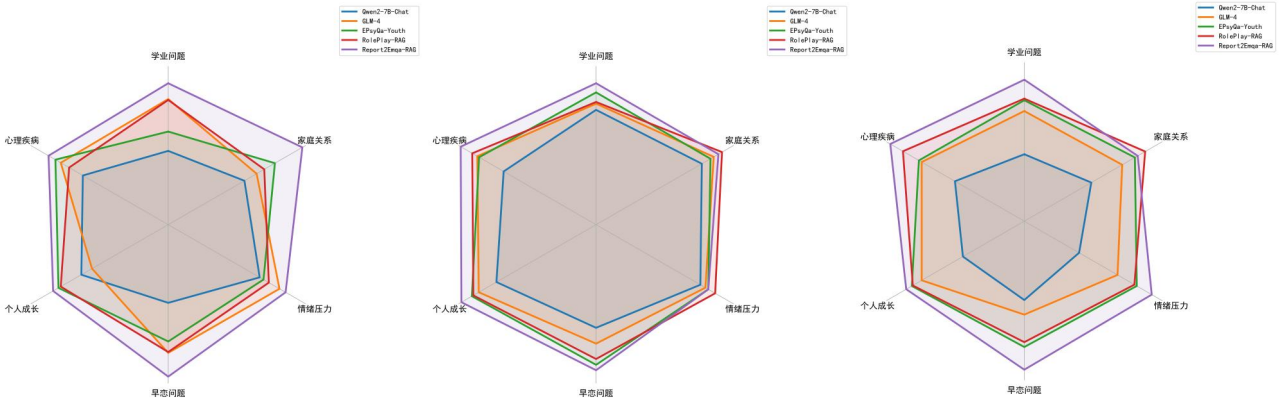
方法	心理主题	评估指标			
		全面性	专业性	同理心	安全性
Role-Play	学业问题	1.60	2.67	2.00	1.00
	家庭关系	1.40	2.27	2.07	1.00
	情绪压力	1.67	2.73	2.00	1.00
	早恋问题	1.93	3.33	2.67	1.00
	个人成长	1.63	2.63	2.00	1.00
	心理疾病	1.73	2.60	1.87	1.00
	Avg-Role-Play	1.66	2.70	2.10	1.00
Report2Emqa	学业问题	1.92	3.58	2.92	1.00
	家庭关系	1.83	3.50	2.92	1.00
	情绪压力	1.92	3.92	2.92	1.00
	早恋问题	1.92	3.50	2.92	1.00
	个人成长	2.00	3.50	2.92	1.00
	心理疾病	1.92	3.54	2.93	1.00
	Avg-Repoer2Emqa	1.92	3.54	2.93	1.00

5.3. 外部评估

为了更深入地探讨构建的数据集能否有效地增强大语言模型在心理辅导方面的能力，我们基于 RAG 构建了青少年心理健康问答系统，我们选择 GLM-4 作为主要基准模型，在表中我们展示了外部评估结果，结果表明基于 EmPsyqa 的数据集构建的 RAG 问答系统表现明显优于基于 RPlayqa 的数据集的问答系统。此外我们在 EmPsyqa 上对 Qwen2-7B-Chat（Bai 等，2024）进行了批大小为 16、学习率为 1×10^{-5} 的 5 轮次的微调，衍生出一个专门针对青少年心理辅导的问答模型--EPsyQa-Youth。微调后的 EPsyQa-Youth 在专业性和同理心方面超越了 GLM-4，仅在全面性上与 GLM-4 表现相当，且基于 RAG 的问答系统在整体表现上也超过了 EPsyQa-Youth。下图详细展示了各模型的详细得分，充分证明了我们提出的 RPsyEmqa 框架的有效性，显示了它在心理咨询领域的极高实用性。

表 3 外部评估结果

模型	评估指标			
	全面性	专业性	同理心	安全性
Qwen2-7B-Chat	1.03	2.73	1.35	1.00
GLM-4	1.32	3.10	2.04	1.00
EPsyQa-Youth	1.32	3.25	2.33	1.00
Role-Play-RAG	1.36	3.30	2.40	1.00
Report2Emqa-RAG	1.62	3.48	2.65	1.00



（a）全面性　　(b)专业性　　(c)同理心

图 4 模型在六类场景中的得分

6. 结论

在本论文中，我们介绍了一种名为 RPsyEmqa 的创新框架，用于基于报告的问答重建和基于检索增强生成的青少年心理健康问答系统构建。我们的研究涵盖了数据生成、基于检索增强生成的问答系统和青少年问答系统评估基准。为了充分利用心理辅导报告的全部潜力，我们设计了一种两阶段的方法来构建高质量的问答数据集。同时，我们还搭建了基于检索增强生成的问答系统。实验结果验证了我们提出的框架的有效性，展示了其在构建一个全面、专业且富有同理心的心理辅导助手方面的优越性。本论文所用到的数据集和模型都是公开可用的。我们希望这项工作将为心理辅导领域的 LLMs 发展提供新的视角和参考。

致谢：

本研究得到了国家自然科学基金项目资助（项目编号：62177009），以及中央高校基本科研业务费专项资金资助。

参考文献

俞国良. (2022). 中国学生心理健康问题的检出率及其教育启示. 清华大学教育研究, 43(4), 20-32.

Touvron, H., Lavril, T., Izacard, G., Martinet, X., Lachaux, M. A., Lacroix, T., ... & Lample, G. (2023). Llama: Open and efficient foundation language models. arXiv preprint arXiv:2302.13971.

Lai, T., Shi, Y., Du, Z., Wu, J., Fu, K., Dou, Y., & Wang, Z. (2023). Psy-LLM: Scaling up Global Mental Health Psychological Services with AI-based Large Language Models (No. arXiv:2307.11991). arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.11991

Qiu, H., He, H., Zhang, S., Li, A., & Lan, Z. (2024). SMILE: Single-turn to Multi-turn Inclusive Language Expansion via ChatGPT for Mental Health Support (No. arXiv:2305.00450). arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.00450

Chen, Y., Xing, X., Lin, J., Zheng, H., Wang, Z., Liu, Q., & Xu, X. (2023, December). Soulchat: Improving llms' empathy, listening, and comfort abilities through fine-tuning with multi-turn empathy conversations. In Findings of the Association for Computational Linguistics: EMNLP 2023 (pp. 1170-1183).

Ji, Z., Lee, N., Frieske, R., Yu, T., Su, D., Xu, Y., ... & Fung, P. (2023). Survey of hallucination in natural language generation. ACM Computing Surveys, 55(12), 1-38.

Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., Petroni, F., Karpukhin, V., Goyal, N., ... & Kiela, D. (2020). Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive nlp tasks. Advances in Neural Information Processing Systems, 33, 9459-9474.

Sun, H., Lin, Z., Zheng, C., Liu, S., & Huang, M. (2021). Psyqa: A chinese dataset for generating long counseling text for mental health support. arXiv preprint arXiv:2106.01702.

Zhang, C., Li, R., Tan, M., Yang, M., Zhu, J., Yang, D., ... & Hu, X. (2024). Cpsycoun: A report-based multi-turn dialogue reconstruction and evaluation framework for chinese psychological counseling. arXiv preprint arXiv:2405.16433.

Wang, H., Hu, M., Deng, Y., Wang, R., Mi, F., Wang, W., ... & Wong, K. F. (2023). Large language models as source planner for personalized knowledge-grounded dialogue. arXiv preprint arXiv:2310.08840.

Bao, Z., Chen, W., Xiao, S., Ren, K., Wu, J., Zhong, C., ... & Wei, Z. (2023). Disc-medllm: Bridging general large language models and real-world medical consultation. arXiv preprint arXiv:2308.14346.

Ye, Q., Beltagy, I., Peters, M. E., Ren, X., & Hajishirzi, H. (2023, July). FiD-ICL: A Fusion-in-Decoder Approach for Efficient In-Context Learning. In Proceedings of the 61st Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers) (pp. 8158-8185).

Guu, K., Lee, K., Tung, Z., Pasupat, P., & Chang, M. (2020, November). Retrieval augmented language model pre-training. In International conference on machine learning (pp. 3929-3938). PMLR.

Papineni, K., Roukos, S., Ward, T., & Zhu, W. J. (2002, July). Bleu: a method for automatic evaluation of machine translation. In Proceedings of the 40th annual meeting of the Association for Computational Linguistics (pp. 311-318).

Lin, C. Y. (2004, July). Rouge: A package for automatic evaluation of summaries. In Text summarization branches out (pp. 74-81).

Zhou, S., Alon, U., Agarwal, S., & Neubig, G. (2023). Codebertscore: Evaluating code generation with pretrained models of code. arXiv preprint arXiv:2302.05527.

Shor, J., Bi, R. A., Venugopalan, S., Ibara, S., Goldenberg, R., & Rivlin, E. (2023). Clinical BERTScore: An Improved Measure of Automatic Speech Recognition Performance in Clinical Settings. arXiv preprint arXiv:2303.05737.

Wang, J., Liang, Y., Meng, F., Sun, Z., Shi, H., Li, Z., ... & Zhou, J. (2023). Is chatgpt a good nlg evaluator? a preliminary study. arXiv preprint arXiv:2303.04048.

Liu, Y., Iter, D., Xu, Y., Wang, S., Xu, R., & Zhu, C. (2023). G-eval: Nlg evaluation using gpt-4 with better human alignment. arXiv preprint arXiv:2303.16634.

Liu, J. M., Li, D., Cao, H., Ren, T., Liao, Z., & Wu, J. (2023). Chatcounselor: A large language models for mental health support. arXiv preprint arXiv:2309.15461.

Bai, J., Bai, S., Chu, Y., Cui, Z., Dang, K., Deng, X., ... & Zhu, T. (2023). Qwen technical report. arXiv preprint arXiv:2309.16609.

人工智能支持下教师课堂教学行为分析的系统性文献综述

A Systematic Literature Review of Teachers' Classroom Teaching Behavior Analysis Supported by Artificial Intelligence

徐伊瑶[1*]，张雅慧[1]，于思静[1]，李尤[1]，李蔷薇[1]
[1]华南师范大学 教育信息技术学院
[*] 2017169094@qq.com

【摘要】 随着人工智能（AI）在教育领域的应用越来越广泛，智能化的教师课堂教学行为分析成为研究热点。本研究采用系统性综述的方法，基于 Web of Science、ScienceDirect、ERIC 和 Scopus 四个数据库，筛选出 27 篇人工智能支持下教师课堂教学行为分析的实证研究，从数据来源、数据分析方法、数据收集工具、人工智能技术、启示建议等角度回答研究问题。本研究为 AI 支持下教学行为分析这一新兴领域提供了一个深刻视角，凸出其在不断迭代发展的教育范式中的重要性。

【关键词】 人工智能；教学行为；系统性综述

Abstract: *With the increasing application of artificial intelligence (AI) in education, intelligent analysis of teachers' classroom teaching behaviors has become a research hotspot. This study employs a systematic review and meta-analysis (PRISMA) method, based on four databases—Web of Science, ScienceDirect, ERIC, and Scopus—to select 27 empirical studies on AI-supported classroom teaching behavior analysis. It addresses research questions from perspectives such as data sources, analysis methods, collection tools, AI technologies, and insights. This study provides an insightful perspective on the emerging field of AI-supported teaching behavior analysis, highlighting its significance in evolving educational paradigms.*

Keywords: *Artificial intelligence, Teaching behaviors, Systematic review*

1.引言

教师是立教之本、兴教之源，强国必先强教，强教必先强师(中共中央，国务院，2024)。而课堂作为教学的主阵地（陈卫东，2012），深入分析教师的课堂教学行为对于改善教学效果、优化学生学习表现、助力教师成长至关重要。教学行为分析用于评估在教学过程中收集的师生交互行为数据，以增强教师对教学过程的认识，并帮助教师高效维持教学过程(Ndukwe & Daniel, 2020）。然而传统的教学行为分析法，如直接观察或自我报告等，在准确性、客观性和可扩展性方面存在局限性（Leung et al.,2023;Hettinger et al., 2021），同时费时又费力。在此形势下，人工智能（AI）技术的到来掀起了一场教育改革的热潮。教育领域见证了人工智能技术的快速整合，通过大规模收集课堂教学视频并自动智能地分析教学行为，从而优化教学过程（Chiu et al., 2023）。并且，智能分析可以从教育数据的隐含模式和关系中进一步获取对教育和教学有帮助的深度信息（Ndukwe & Daniel, 2020），从而有效提高教学行为分析的准确性、全面性和真实性。

各界对人工智能技术支持教师教学行为分析的关注越来越多，但关于教学行为分析的分析方法、支持工具以及功能作用等问题还未有系统深入的梳理，仍需对这一新兴领域的现有文献进行全面审查。因此，本文旨在概述人工智能对教师课堂教学行为进行分析的最新研究，并通过综合先前研究结果，试图确定使用 AI 分析教学行为的主要趋势、方法、挑战以及潜在影响等，以期为未来教学行为分析研究提供参考。

2.研究设计

2.1. 研究问题

在数智化时代下，有必要对 AI 如何影响教学行为分析的研究进行审查，以帮助教师和管理人员明确如何更好地利用 AI 技术这个教育教学工具，从而优化教学质量、助力教育高质量发展。基于此，本研究使用系统文献综述方法检索、回顾和分析现有文献，致力于回答以下研究问题：（1）支持教学行为数据收集的 AI 方法或工具有哪些？（2）用于教学行为数据分析和可视化的 AI 技术和工具是什么？（3）AI 赋能教学行为分析能为教师的教学实践提供哪些帮助？

2.2. 分析框架

AI 赋能教学发展从多方面渗透已久，其中在教师行为分析领域主要体现在数据处理的全过程，本研究则分别从数据收集、数据分析、数据可视化、数据行为这四个方面对文献进行分析（Ndukwe & Daniel, 2020），如图 1 所示。

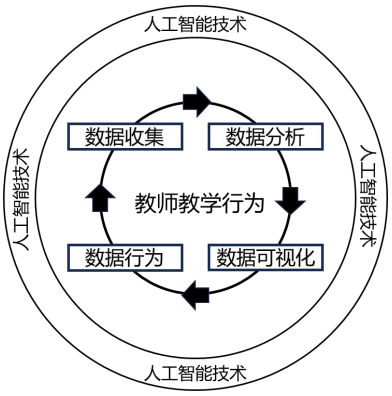


图 1 人工智能支持下教师教学行为分析框架

2.3. 研究方法

本研究采用系统性文献综述的研究方法以及基于 PRISMA 框架下的方法（Moher et al., 2009），以此开展搜索策略开发、定义纳入标准和识别相关文献等步骤。系统性文献综述法是指研究者在不同数据库中运用多种检索与分析技术获取文献，并全面梳理某一领域的研究现状，对原始研究结果进行客观评价和系统整合的一种标准化研究方法（Rudnicka ,A.R. & Owen ,C.G., 2013）。

2.4. 研究步骤

第一步，确定搜索策略。根据覆盖教学行为分析领域文献主体方面的权威性，确定 Web of Science、ScienceDirect、ERIC 和 Scopus 作为搜索查询最相关的数据库。选取数据库中在 2011 年至 2023 年 1 月的论文，采用关键词组合来搜索与教学分析相关的术语，经过多次检验，最终确定搜索字符串为：(“teaching analytics” OR analytic* OR analysis) AND teacher AND behavior（主题）。检索于 2023 年 1 月开始进行，最初识别出 14,125 条记录。

第二步，制定纳入标准。参考 Chemam 等人的建议，即基于索引和研究领域的影响进行综述研究更有助于获得关于研究趋势的价值信息，因此在筛选阶段只选取在社会科学引文索引

（SSCI）中的实证研究。同时，考虑到教学分析（TA）被引入年份在 2011 年（Siemens & Long, 2011），故将文献限制在 2011 年或之后所发表。此外，排除了除英语以外的其他语言发表的文献。关于纳入与排除标准的设定（见表 1），首先通过标题与摘要进行筛选，如若对文献内容有所疑问，考虑在下一步对全文进行深度逐层审查。

表 1 文献纳入与排除标准

序号	纳入标准	排除标准
1	英文文献	非英文文献
2	收录于 SSCI	非收录于 SSCI
3	出版日期在 2011 年至 2023 年 1 月	出版日期在 2011 年之前
4	实证研究	非实证研究
5	教师在课堂上的教学行为	非教师在课堂上的教学行为
6	人工智能技术	非人工智能技术

第三步，实施文献筛选。在初步筛选之后，两位专家持续研讨商榷以检验所审查文献的类别（Graneheim & Lundman, 2004），共选出 139 篇文献（Web of Science (n=49), ScienceDirect (n=28), ERIC (n=26), Scopus (n=36)）。移除 94 篇重复文献以及 3 篇其他类别文献后，剩余 42 篇文献，在此基础上添加 35 篇相关文献。研究者再对 77 篇文献进行正向与反向的滚雪球阅读，根据文献纳入标准进行深度复筛，确定最终纳入 27 篇文献（见图 2）。

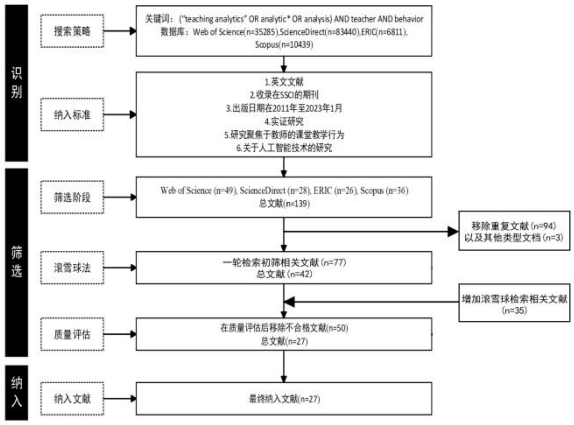
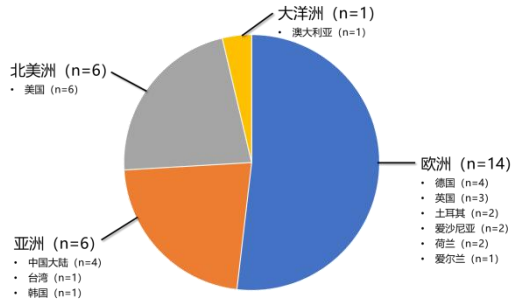


图 2 基于 PRISMA 的数据收集与分析过程

3.研究结果

所纳入的27篇文献发表在20种不同的期刊上，大部分发表于2018年以后（N=20，74.07%）。如图 3 所示，文章中的研究共涉及 10 个国家，其中美国的研究最多（N=6，22.22%），其后依次是中国（N=5，18.52%）、德国（N=4，14.81%）和英国（N=3，11.11%）。可以看出欧洲国家（N=14，51.85%）更关注教师课堂行为分析的相关研究。如图 4 所示，大部分研究为定量研究（N=21，77.78%），少部分为定性研究（N=5，18.52%）和混合研究（N=1，3.70%）。



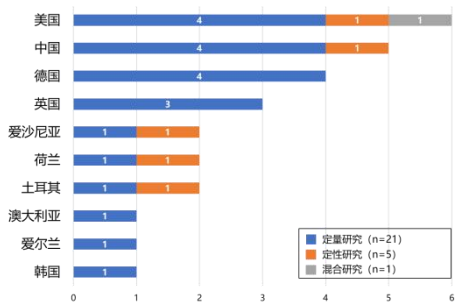


图 3 纳入文献（n=27）的地理分布　　**图 4 纳入文献（n=27）的研究类型**

3.1 数据类型与收集工具

如表 2 所示，在纳入的 27 篇文献中，使用了 14 种数据收集工具，共收集了 7 种类型的数据。在 14 种数据收集工具中，有 21 篇文献使用了摄像机和无线麦克风系统，9 篇文献使用了眼球追踪眼镜，2 篇文献使用了头戴式显示器（HMD）和 DSCVR 头显或 VR 头显，10 篇文献根据数据类型使用了其他特殊硬件,如红外相机有助于捕捉红外手势数据库(Wang et al., 2020），定位传感器用于获取教师的定位数据（Martinez-Maldonado et al., 2020），操纵杆跟踪设备用于调查具有明确人际意义的非语言行为（Ghafarpour & Moinzadeh , 2020）。

表 2 教学行为数据收集所使用的工具类型

工具	N	BMD	GD	ED	ETD	VD	LD	PZD
基于行为评估策略和分类法（BEST）软件的亚利桑那州立大学观察工具（ASUOI）	1	•				•		
操纵杆跟踪装置	1	•				•		
头戴式显示器（HMD）/DSCVR 头戴式耳机/VR 头戴式耳机	2	•				•		
CARMA 软件	1	•			•	•		
可佩戴式定制徽章	1	•			•	•		
NASA-TLX 仪器	1	•			•	•		
手动注释思维探索应用和运动估计方法测试	1	•	•					•
红外摄像机	1		•					
Observer XT 软件程序	1		•					
Emotient 面部表情识别	1			•				
眼动跟踪眼镜/SMI-Sens 运动仪/ASL 眼动跟踪器	9				•			
定位传感器	1						•	
摄像机/无线麦克风系统/数据记录器	21	•	•	•	•	•		

注：N 代表文献数量，BMD 代表肢体移动数据，GD 代表手势数据，ED 代表表情数据，ETD 代表眼动追踪数据，VD 代表语言数据，LD 代表位置数据，PZD 代表平移和缩放数据

3.2. 分析与可视化教学行为数据的技术和工具

3.2.1 数据分析与可视化技术

目前，主要有数据挖掘、计算机视觉、模式识别、自然语言处理和机器学习五大人工智能技术用于教学行为分析。如图 5 所示，在纳入分析的文献中，16 篇文献使用了数据挖掘，15 篇文献使用了计算机视觉和机器学习，3 篇文献使用了模式识别，只有 2 篇文献使用了自然语言处理，即采用滞后序列分析法自动分析视频中的行为队列（Kucuk & Sisman, 2017）、生成互动中的行为模式（Cheng & Tsai, 2019）和班级日志（Zhan et al., 2021）。另外，从表 3 也可以看出不同的人工智能技术能捕获不同种类的数据。

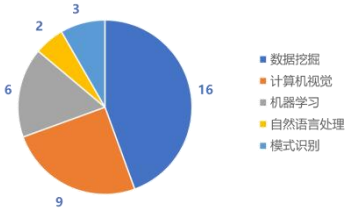


图 5 用于教学行为分析的人工智能技术类型

表 3 人工智能技术对应处理的数据类型

注：BMD 代表肢体移动数据，GD 代表手势数据，ED 代表表情数据，ETD 代表眼动追踪数据，VD 代表语言数据，LD 代表位置数据，PZD 代表平移和缩放数据

人工智能技术	BMD	GD	ED	ETD	VD	LD	PZD
计算机视觉	•	•		•			•
数据挖掘	•	•	•	•	•		
机器学习	•	•		•	•	•	•
自然语言处理	•				•		
模式识别		•	•			•	

3.2.2 .数据分析与可视化工具

如图 6 所示，共有 15 种数据分析工具。9 篇文献使用了 SPSS，5 篇文献使用了 M plus，4 篇文献使用了行为序列分析软件 GSEQ，3 篇文献使用了课堂评估计分系统（CLASS）。其余的分析工具可以分析特定的数据，如 EduPose 网络可用于空间网格分析（Wang et al, 2020），SMI Be Gaze 软件可分析眼动追踪数据（Praetorius et al., 2017;vanDriel et al., 2022）。

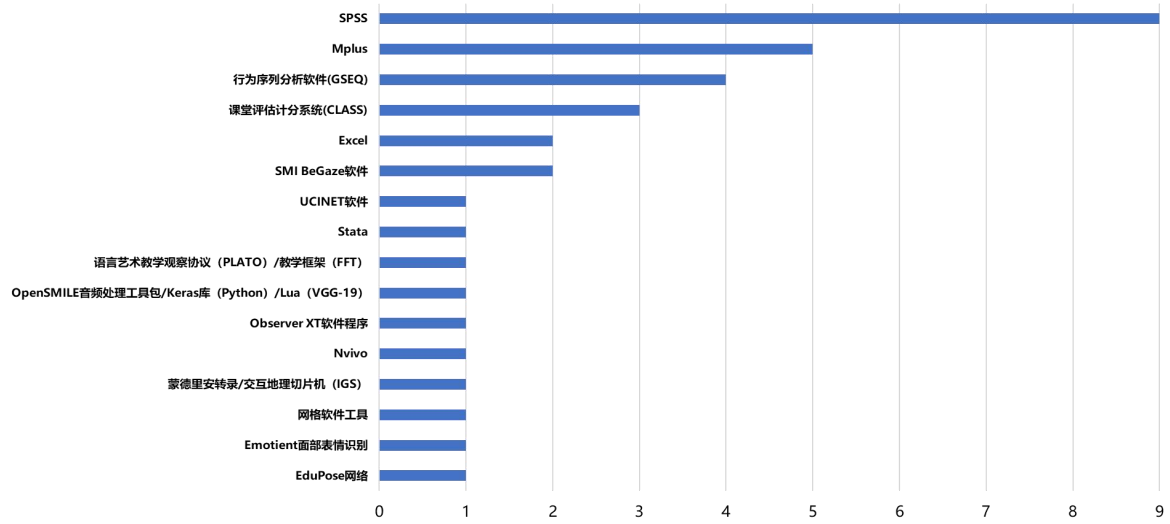


图 6 用于教学行为分析的工具类型

3.3. AI 赋能教学行为分析为教师教学实践提供的启示

AI 技术能从个性化教学、教学评估、教学设计创新以及教师专业发展等方面为教师教学行为分析赋能，为教师教学实践提供启发与参考。纳入分析的文献共为教师提出了 22 种建议和启示。其中 5 篇文献指出教师应促进专业发展，教师在注重教学实践经验积累的同时，需要不断更新专业知识（Halpin & Kieffer, 2015），教师发展中心也应为教师提供必要的培训，以更好地支持学生的学习过程（Zhan et al., 2021）。文献表明，教师应开展反思性专业实践，如互动地理学提供了一种让教师发现并反思其教学实践的方法（Shapiro & Garner,2021），并开发了一种查询教师和学生反思情况的简单网络工具（Pro learning）（Prieto et al., 2020）。3 篇文献建议教师应正确使用手势，以促进课堂教学，如用手势准确指出教学内容能够帮助学生集中注意力（Wang et al., 2020）。其他文献中较少出现的对教师的建议如图 7 所示。设计良好的学习环境和提高课堂互动质量已逐渐引起研究者的关注和重视。综上所述，AI 技术在教师教学行为分析中发挥着重要作用，不仅有助于教师提升教学质量，还能更好地满足学生的学习需求，推动教育的创新发展。未来，随着 AI 技术的不断进步，其在教育领域的应用将

更加广泛和深入，为教师教学实践提供更多支持和帮助。

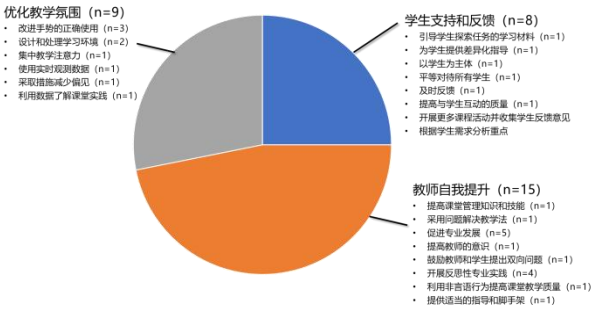


图 7 纳入文献的教学建议

4.结论与建议

4.1.人工智能变革教师教学行为的数据收集

基于对教师教学行为的综合分析发现，各种 AI 技术多应用于数据收集，包括自然语言处理、计算机视觉等，以此捕获多元教学行为数据，例如手势数据、表情数据、眼动追踪数据等。众所周知，单一类型数据很难提供足够的准确性来指导教师的教学实践。但是，嵌入 AI 技术可支持收集更广泛、更多元的数据类型，从而能够对教师的教学行为进行更全面的分析。此外，支持数据类型划分的工具可以帮助教师确定要收集和分析的内容，以便指导需要监控和分析特定方面的教学行为。教师可以利用这些工具来定制个性化数据收集方法，并专注于与自身教学需求最相关的领域，从而实现教师专业发展。但目前，AI 仍处在“弱人工智能”阶段，其本身依然不具备自我意识，缺乏情感认知、推理思考能力等。因此，所收集的数据本身无法进行有效检索审判，这就容易出现错误信息或不良信息的介入，从而导致后续数据处理结果不理想。再加之信息泄露的问题也逐渐凸显（张琪，2020），如何化解 AI 助力数据收集的困境已是迫在眉睫。故而，为保证所收集数据的科学性以及安全性，需要构建数据档案，对数据进行分级分类保护和定时审核，从而加强数据边界有效风险管控（曾辉，2025）。

4.2.人工智能优化教师教学行为的数据分析和可视化

审查表明，虽然数据使用各异，但 AI 在分析教师教学行为时，最常采用计算机视觉、数据挖掘、学习分析和自然语言处理等技术进行分析处理。其中，大多数项目聚焦于日常教学活动和参与产生数字痕迹所形成的稳定数据流。在此支持下，能够有效实现精确全面分析和可视化教学行为，如机器学习算法常用于分析数据并提取见解，同时如数据挖掘、情感分析和聚类技术等也被用来解读数据，生成可视化效果，以助力理解和决策。此外，AI 支持对多种数据进行自动化、可扩展分析，帮助教师能高效处理大量数据，涵盖文本数据、数字数据以及多媒体数据等，例如：借助 NLP 算法从学生作业中提取文本数据进行分析；采用计算机视觉算法去分析多媒体数据以跟踪学生参与度等。然而单一、局部的数据分析无法真正保证教学行为分析的完整性与科学性，要实现全过程、多主体的数据处理势必需要开展跨平台分析。对此，为保证对教师数据分析与可视化的效益最大化，亟需通过产学研开展多方协同不断深度融合，以搭建数字孪生融创平台（祝智庭等，2024），破除“数据孤岛”以实现数据整合，从而为教师行为分析注入更新的活力。此外，也需全面测试优化 AI 算法以防出现算法偏见或歧视，助力技术与人的和谐发展以实现人脑和人工统一（赵丽，2022）。

4.3.人工智能创新教师教学行为的行动反馈指导

分析教学行为可以为教师的教学实践进行有效指导，确定适切的教学策略和教学模式，从而改善学生学习效果。通过 AI 支持提供及时反馈，帮助教师明确自身在教学中的优劣势，以便针对性地调整教学方法，实现课堂教学提质增效减负。同时，对教学行为的分析可以突出

教师个人需要改进的领域，如借助 AI 工具识别需要进一步发展的特定教学行为等。此外，对教学行为的分析可支持教育循证决策，使教育者能够全方位了解对学生学习影响最大的教学实践，从而指导政策制定、课程开发和专业发展计划，形成立足长远的教育干预措施。然而，AI 技术作为一把双刃剑，在其助力教育改革的背后也暗含重重危机。因此，在借助 AI 支持反馈时仍需考虑伦理平衡问题，不可过分依赖 AI 驱动的建议。需从顶层加强宏观政策指导，重视教师队伍建设，加强教师数字素养培养，明确教师的专业判断和经验在解释和分析 AI 所提供结论的不可替代性。此外，也应在意识层面端正“人技关系”的主客体位置，避免出现机器换人这个 AI 融入教育不确定性的最大隐忧(胡小勇等，2024)，从而良性助力技术推动教学的科学化发展。

总之，AI 技术与工具在支持教学行为的数据收集、分析和可视化方面具有巨大潜力。通过对课堂教学行为分析获取反馈信息，教师可以加强自身教学实践、优化课堂教学质量、提高学生成绩，并为循证教育决策做出重要贡献。对该领域进一步深入研究开发，有望助推人工智能在支持教学过程中劈波斩浪、行稳致远。

参考文献

陈卫东.教育技术学视野下的未来课堂研究.华东师范大学,2012.

中共中央，国务院.中共中央 国务院关于弘扬教育家精神加强新时代高素质专业化教师队伍建设的意见.(2024-08-26)[2024-12-20].

张琪，武法提，许文静.多模态数据支持的学习投入评测：现状、启示与研究趋向[J].远程教育杂志，2020,38(1):76-86.

曾辉,周玲.AIGC 环境中档案数据安全风险的表现、特征及其治理路径——基于对 ChatGPT 数据收集的思考[J].兰台世界,2025,(02):101-104.

祝智庭,戴岭,赵晓伟,等.新质人才培养：数智时代教育的新使命[J].电化教育研究,2024,45(01):52-60.

赵丽,贺玮,王洋.人工智能支持的课堂教学行为分析：困境与路径[J].电化教育研究,2022,43(01):86-92.

胡小勇,林梓柔,刘晓红.人工智能融入教育：全球态势与中国路向[J].电化教育研究,2024,45(12):13-22.

Chemam, C., Zarzour, H., Sari, T., Al-Smadi, M., & Jararweh, Y. (2018). Trends in Linked Data-Based Educational Studies: A Review of Contributions in SSCI Journals. 2018 IEEE/ACS 15th International Conference on Computer Systems and Applications (AICCSA). https://doi.org/10.1109/aiccsa.2018.8612842.

Cheng, K. H., & Tsai, C. C. (2019). A case study of immersive virtual field trips in an elementary classroom: Students' learning experience and teacher-student interaction behaviors. Computers & Education, 140, 103600.

Chiu, T. K. F., Xia, Q., Zhou, X., Chai, C. S., & Cheng, M. (2023). Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. Computers and Education: Artificial Intelligence, 4, 100118. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100118.

Ghafarpour, H., & Moinzadeh, A. (2020). A dynamic systems analysis of classrooms: teacher experience and student motivation. Learning Environments Research, 23(1), 101-116.

Graneheim, U. H., & Lundman, B. (2004). Qualitative content analysis in nursing research:

concepts, procedures and measures to achieve trustworthiness. Nurse Education Today, 24(2), 105e112. https:// doi. org/ 10. 1016/j. nedt. 2003. 10. 001.

Halpin, P. F., & Kieffer, M. J. (2015). Describing profiles of instructional practice: A new approach to analyzing classroom observation data. Educational Researcher, 44(5), 263-277.

Hettinger, K., Lazarides, R., Rubach, C., & Schiefele, U. (2021). Teacher classroom management self-efficacy: Longitudinal relations to perceived teaching behaviors and student enjoyment. Teaching and Teacher Education, 103, 103349. https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103349

Kucuk, S., & Sisman, B. (2017). Behavioral patterns of elementary students and teachers in one-to-one robotics instruction. Computers & Education, 111, 31-43.

Leung, S. K. Y., Wu, J., Lam, Y., & Ho, T. (2023). An explanatory study of kindergarten teachers' teaching behaviours in their visual arts classrooms. Teaching and Teacher Education, 124, 104018. https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104018.

Martinez-Maldonado, R., Schulte, J., Echeverria, V., Gopalan, Y., & Shum, S. B. (2020). Where is the teacher? Digital analytics for classroom proxemics. Journal of Computer Assisted Learning, 36(5), 741-762.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Prisma Group.. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. PLoS Medicine, 6(7), Article e1000097. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097.

Ndukwe, I. G., & Daniel, B. K. (2020). Teaching analytics, value and tools for teacher data literacy: A systematic and tripartite approach. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 17(1). https://doi.org/10.1186/s41239-020-00201-6.

Praetorius, A. K., McIntyre, N. A., & Klassen, R. M. (2017). Reactivity effects in video-based classroom research: An investigation using teacher and student questionnaires as well as teacher eye-tracking. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 20(1), 49-74.

Prieto, L. P., Magnuson, P., Dillenbourg, P., & Saar, M. (2020). Reflection for action: Designing tools to support teacher reflection on everyday evidence. Technology, Pedagogy and Education, 29(3), 279-295.

Rudnicka, A.R.& Owen, C.G. An Introduction to Systematic Reviews and Meta-analyses in Health Care [J].Ophthalmic and Physiological Optics,2012(3):174-183.

Shapiro, B. R., & Garner, B. (2021). Classroom interaction geography: visualizing space & time in classroom interaction. Journal of Research on Technology in Education, 1-15.

Siemens, G., & Long, P. (2011). Penetrating the fog: Analytics in learning and education. Educause Review, 46(5), 30–40. https://eric.ed.gov/?id=EJ950794

van Driel, S., Wolff, C. E., Crasborn, F., Brand-Gruwel, S., & Jarodzka, H. (2022). A coding scheme to clarify teachers' interactive cognitions in noticed classroom management situations from an actor's perspective. Teaching and Teacher Education, 111, 103602.

Wang, J., Liu, T., & Wang, X. (2020). Human hand gesture recognition with convolutional neural networks for K-12 double-teachers instruction mode classroom. Infrared Physics & Technology, 111, 103464.

Zhan, Z., Wu, Q., Lin, Z., & Cai, J. (2021). Smart classroom environments affect teacher-student interaction: Evidence from a behavioral sequence analysis. Australasian Journal of Educational Technology, 37(2), 96-109.

数字化表征与立体知识图谱驱动的教学过程智能优化策略

Digital Representation and Intelligent Optimization Strategy of the Teaching Process Driven by the Three-Dimensional Knowledge Graph

汪楠[1*]，李浩君[1]，黄土高坡[1]，苏磊[1]
[1]浙江工业大学 教育学院
[*]nancywang_1@163.com

【摘要】 随着教育数字化转型工作的深度推进，教学过程智能优化已成为实现新时代教育要求的关键途径。本文针对目前教学过程所面临的问题，剖析了教学过程智能优化蕴含的价值意蕴，引入数字化表征和图谱技术，构建以核心要素的数字化表征为基础，依托教师、学生和知识三大主体构建的三层立体动态知识图谱为支撑，激活“教、学、评”三者相互促进、动态协同的教学过程智能优化框架。从框架构建到路径实践，助力教师、学生使用个性化智能工具提升教育质量和效率。本研究为教学过程优化提供了一种新视角，为教学改革深化行动提供了参考和借鉴。

【关键词】 教学过程；数字化表征；立体知识图谱；优化策略

***Abstract*:** *With the deepening of digital transformation in education, intelligent optimization of the teaching process has become crucial to meet modern educational demands. This paper addresses current teaching challenges, analyzes the value of intelligent optimization, and introduces digital representation and graph technology. By building on the digital representation of core elements and leveraging a three-dimensional knowledge graph involving teachers, students, and knowledge, we create a framework that activates the dynamic synergy of "teaching, learning, and assessment." From framework design to practical implementation, this approach empowers teachers and students with personalized tools, enhancing educational quality and efficiency. The study offers a fresh perspective on teaching optimization and provides valuable insights for advancing educational reform.*

Keywords: Teaching process, digital representation, three-dimensional knowledge graph, optimization framework

1.前言

教育数字化转型重视数字化技术与教学过程的深度整合，旨在以数字技术为载体，以数据为核心驱动力，推动数字技术与教学全要素、全过程的深度融合，助力教学的创新变革和转型升级（袁振国，2023）。在教育领域的深度变革进程中，数据是推动教学过程智能优化的核心驱动力，而数字化表征则是激活这一驱动力的关键桥梁。立体知识图谱将不同来源的数据整合到一个统一的框架中，形成多层次、多维度的可视化图谱结构。图谱的构建离不开数据的支撑，通过数字化表征，教育要素在图谱中得以表现。

2.核心要素数字化表征与立体知识图谱构建的价值意蕴

2.1. 重塑教学设计范式，合理调控学习进程

传统的教学设计往往依赖教师的主观经验进行判断，缺乏对学生学习状况的全面分析。本研究借助对教学要素的数字化表征，运用立体知识图谱深度挖掘各要素间的内在关联，并依

据分析结果动态调整教学设计方案。

2.2. 契合多元学习需求，构建个性化学习生态

随着社会的多元化进程加快，教学内容广度和深度不断拓展所引发的教育问题，个性化学习和精准教学在现代教育中的重要性与日俱增(安富海，2021)。该研究能够帮助设计个性化的学习路径，推动教与学过程的深度变革与高效发展。

2.3. 革新教学评价体系，推动课程质量提升

当前的教学评价过程通常呈现出过于程序化和模式化的特征，缺乏充分数据支持，不能充分考虑学生的个体差异，导致反馈意见缺乏针对性和建设性（谢幼如等,2024)。本研究将量化学生学习数据，为教学评价奠定科学基础。

3.数字化表征与立体知识图谱驱动的教学过程智能优化策略

3.1. 教学过程智能优化框架构建

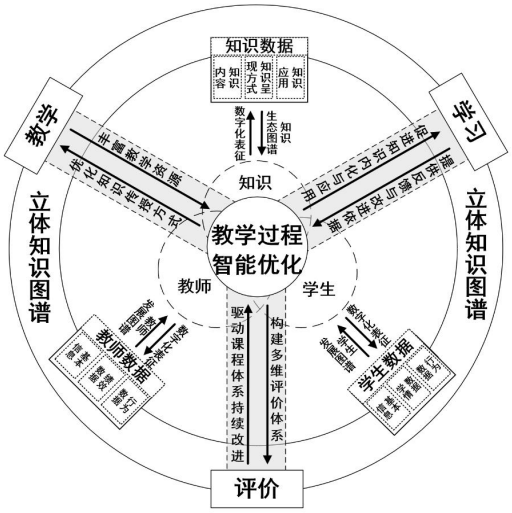


图 1 教学过程智能优化框架

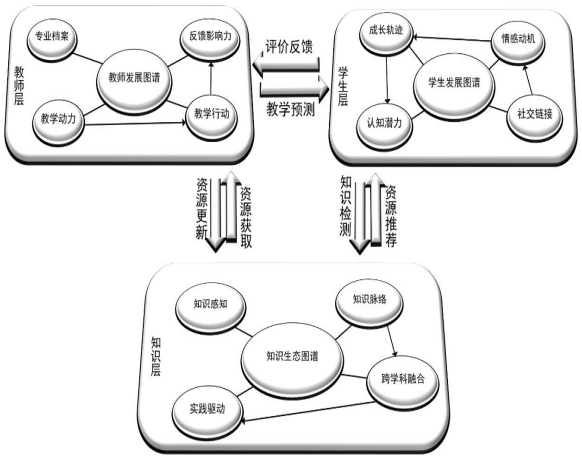


图 2 立体知识图谱构建

数字化表征与立体知识图谱构建的教学过程优化框架如图 1 所示。本框架通过对教师、学生和知识等核心课程要素进行数字化表征，将复杂且抽象的教育信息转化为可量化、可精准操作的数字化形态。与知识图谱进行深度关联，从而构建起一个多维度、层次分明的关系网络。在该网络中，各课程要素的关联得以清晰呈现，知识的脉络与逻辑结构一目了然，为教育教学的精细化运作提供了全景式的视角。数据实时采集，知识图谱不断完善，同时各种教育行为紧密围绕数据与图谱展开，为教学过程的整体优化提供了坚实保障。

在教学方面，为教师提供了科学的教学支持体系，优化了教师知识传授的方式，指导教师灵活选择教学方法和设计教学策略。在学习方面，为学生构建了科学的学习支架，促进知识的内化和应用，指导学生主动探索和发现核心问题，为精准高效的学习策略调整提供依据。在评价方面，为教育评价构建了科学的多维评价体系，结合学生的学习表现、教师的教学活动以及知识点掌握情况，指导评价过程更加全面与精准。

3.2. 核心要素数字化表征

3.2.1. 核心要素剖析

在智能化的教学过程中，核心要素包含学生数据、教师数据与知识数据三个关键模块，有力推动教学活动的高效开展与持续改进。学生数据涵盖基本信息、学情数据和行为数据。教师数据由基本信息、绩效数据和行为数据构成。知识数据包括知识内容、呈现方式和应用。通过三个模块的智能化处理与数据交互，教学过程实现实时智能优化，教师精准教学，学生

高效学习。

3.2.2. 数字化表征过程

由于教育数据类型异质、语义复杂、模态多样导致的教育实体要素间关系难以自动捕捉(钟绍春等,2024)。教学过程核心要素数字化表征作为构建教学过程优化框架的基石，通过剖析核心要素，不仅为知识图谱构建提供精准数据，更深度赋能课程设计环节。本研究针对不同类型的数据采用了合适的处理方式，如表 1 所示。

表 1 数字化表征方式

数字化表征方式	说明	表征对象
编码	将各类别信息转化为简洁、统一的代码形式，方便数据的识别、分类与存储。	学生的基本信息 教师的基本信息
问卷量化	通过设计问卷，利用量化的评分量表收集主观感受与评价信息，转化为可供统计的数字数据。	学生的学习动机 学生满意度
数据统计	聚焦对各类原始数据进行汇总、整理，计算具有代表性的统计指标，直观反映群体特征或个体在群体中的位置。	学生群体的学业表现、行为习惯分布 教师队伍的教学成果
时间序列转换	将随着时间推进而产生的动态学习或教学实践过程数据化，形成时间序列，以展现事物发展变化的轨迹。	学生个体在学习进程中的成长情况 教师在教学职业生涯中的发展情况
关联矩阵	探寻不同数据类型之间的内在联系，挖掘隐藏在数据背后的因果逻辑或相互影响机制。	学生的家庭背景、自身学习行为与学业成就之间的关系 知识关系

3.3. 立体知识图谱可视化支撑教学过程优化

为能在知识内容、教师活动、学生学情三者形式化抽象描述的基础上,基于核心要素数字化表征后的数据解释和教学过程优化，提出了由知识生态图谱、教师发展图谱、学生发展图谱三层知识图谱形成的动态更新的立体知识图谱，具体如图 2 所示。在教育过程中，穆肃等学者通过整合多模态数据构建关系图谱，实现了对教学过程的有效阐释为教育教学的优化提供了有力支持（穆肃等，2023）。三层之间通过教学过程中的各种行为实现动态关联紧密连接，经过资源抽取、匹配、实体融合、关系融合和属性融合的多步骤处理，形成一个高度融合的知识网络。教师、学生和知识的多源数据通过教、学、评实现图谱间的关联。

3.3.1. 知识层：知识生态图谱

知识层旨在展示和梳理学科知识点及教学资源的结构和内在关系，为整个图谱的构建奠定坚实基础，知识这一重要要素贯穿整个教学过程，不管是教师还是学生都需要利用知识来形成自己的价值体系。

3.3.2. 学生层：学生个体发展图谱

学生通过学生发展图谱的信息反馈，能够精准定位自己的学习进程、已完成的学习任务及尚待提升的知识领域，学生提供实时的学习路径分析，并通过智能推送相关教学资源，帮助学生进行自适应学习，提升学习效率和效果。

3.3.3. 教师层：教师发展图谱

在教师发展图谱，反馈影响力分支基于学生发展图谱的可视化反馈，教师不仅能够实时判断学生的学习状态和知识掌握情况并依此调整教学策略。同时，教师自身的教学水平和专业发展也通过教师发展图谱得以展现。

4.数字化表征与立体知识图谱驱动的教学过程优化实践

在教学过程优化的实践过程中，始终将教育功能的构建放在核心位置，以教师与学生的实际需求为根本导向，聚焦教书育人的根本使命。

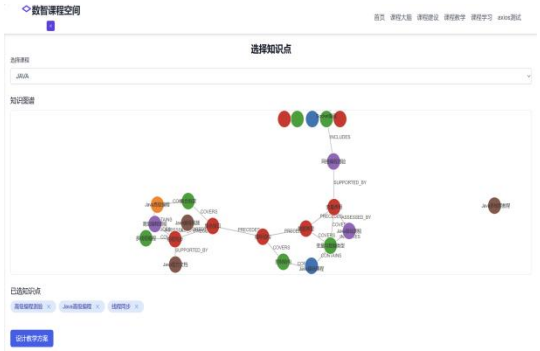


图 3 个性化教学设计

图 4 智能教学评估

4.1. 个性化教学设计的生成

个性化教学设计生成模块旨在通过自动化工具帮助教师高效备课，快速制定出符合特定需求的教学方案。向教师展示各个课程的知识图谱，教师可按照教学进度选择知识点，明确教案的设计范围，如图 3 所示。

4.2. 智能教学评估

智能教学评估的目标是通过多维度的数据评估，突破依赖考试成绩的单一评价模式，转而基于学生学习的多方面表现进行综合评估。该体系整合了学生多个维度的信息，帮助教师更清晰地识别问题，并实时调整教学策略，如图 4 所示。

5.结语

本文深入探讨了数字化表征与立体知识图谱在教学过程优化中的应用与价值，通过构建一个多维度、层次分明的关系网络，将核心要素进行数字化表征与知识图谱进行深度关联，以实现教学过程的系统化、可视化和动态管理。为教育现代化提供了新的视角和可能性，助力教师和学生在知识的互动中不断成长。这一策略有利于解决传统教学依赖经验、评价单一等问题，推动教育向精准化转型。未来需进一步强化技术融合与数据安全，完善教师数字素养培训体系，并探索跨区域资源共享机制，以促进教育公平。同时，持续优化图谱算法与动态更新能力，将为其在更大范围的教育实践中发挥长效作用奠定基础。

参考文献

安富海(2021)。精准教学:历史演进、现实审视与价值澄明。课程.教材.教法,41(8),56－62。

钟绍春、杨澜和范佳荣(2024)。数据驱动的个性化学习:实然问题、应然逻辑与实现路径。电化教育研究,1,13－19。

谢幼如、陆怡、彭志扬、邱艺和李成军（2024)。知识图谱赋能高校课程“教-学-评”一体化的探究。中国电化教育,12,1－7。

穆肃、谭梓淇、骆珏秀、宁秀文和胡小勇(2023)。面向精准教研的立体知识图谱构建方法研究。电化教育研究,44(5),74－81。

郑永和、王一岩、郑宁和杨杰(2023)。教学数字化转型：表征样态与实践路径。电化教育研究,44(8),5－11。

智谱联动：GAI 赋能的个性化教案生成策略

Synergy between Generative Artificial Intelligence and Knowledge Graphs：GAI-Powered Personalized Lesson Plan Generation Strategies

黄土高坡[1*]，李浩君[1]，苏磊[1]，汪楠[1]
[1]浙江工业大学教育学院
*505062145@qq.com

【摘要】 个性化教案作为教师适应教育改革、优化教学策略、促进学生个性化学习成效的关键手段，亟待与先进技术深度融合，以解决数智时代下的教师专业发展问题。本研究系统分析了过往教案生成中的关键影响因素，并明晰了当前教案生成过程中存在的缺陷，引入 GAI 和知识图谱技术，阐述了智谱联动的机理，构建了智谱联动下的个性化教案生成策略，并基于此策略进一步开发了个性化教案生成原型，为教师个性化教案生成提供了切实的服务。本研究为广大教师提供一套科学、高效的个性化教案生成策略，推动了教师个性化教案生成的智能化发展。

【关键词】 生成式人工智能；知识图谱；个性化教案

Abstract: *Personalized lesson plans, as a critical means for teachers to adapt to educational reforms, optimize instructional strategies, and enhance individualized student learning outcomes, require integration with advanced technologies to address professional development challenges in the digital-intelligent era. This study systematically analyzes key factors and existing deficiencies in traditional lesson plan generation. By integrating generative artificial intelligence (GAI) and knowledge graph technologies, it clarifies the collaborative mechanism between GAI and knowledge graphs, constructs a personalized lesson plan generation strategy based on this synergy, and develops a prototype system to provide practical support for teachers. The research proposes a scientific and efficient strategy for personalized lesson plan generation, promoting the intelligent advancement of teacher-centered instructional design.*

Keywords: Generative artificial intelligence, knowledge graph, Personalized lesson plan

1.前言

教案是教师依据课程标准，开展一堂课而做的教师教学活动和学生学习活动方案（康翠等，2013），而个性化的教案设计是提高课堂教学质量的前提和保障，随着“新课程标准”、“新教材体系”以及“新高考模式”的应运而生，教育领域正面临着前所未有的变革挑战。传统的个性化教案编制方式，多依赖于教师的个体经验积累，难以应对当前快速多变的教育需求。知识图谱作为一种高效的可视化工具，在教育领域内得到了深入应用，为教学内容的组织及学生知识体系的形成提供了支撑。与此同时，GAI 在教育领域的应用范围亦日益拓展。但如何有效整合两者优势，仍是一个亟待深入探索的重要课题。GAI 与知识图谱所提供的技术支持，有望助力教师构建起条理清晰的知识框架，提升教学内容的组织性与逻辑性，从而推动教案向智能化、个性化方向迈进。本研究致力于探索知识图谱与 GAI 的协同赋能机制，旨在为教师提供科学有效的个性化教案生成策略。

2.研究现状

教案的构成普遍涵盖了教学方法、教学目标及教学内容等核心要素，这些要素在塑造教学成效方面扮演着至关重要的角色。陈澄强调，恰当的教学方法能够显著促进学生对知识与技能的有效习得，而高效的教学方法则进一步推动学生在智力及综合能力上的全面发展（陈澄，2009）。

教案生成作为教学活动的重要环节，其策略研究随着教育技术的发展而不断深化。早期研究的教案编写依据是根据教学经验，结合教材内容和教学资源，手动设计教学方案，这种方式的教案生成效率较低，难以保证教案的科学性和系统性。近年来，随着人工智能、大数据等技术的兴起，智能化教案生成策略逐渐成为研究的热点。文奕凡等结合人工智能实施高中地理教案编写，为教师提供了个性化的教案优化服务（文奕凡等，2024），但相关研究还缺乏进一步的探讨。

近年来，智能化教案生成策略成为研究热点，GAI 和知识图谱的发展为智能化个性化教案生成提供了技术支撑，但目前关于知识图谱和 GAI 赋能个性化教案的生成研究还处于初期阶段。本研究将重点构建个性化教案策略，在 GAI 和知识图谱的联动作用下，实现个性化教案的有效生成，从而达到满足教师个性化教学需求，提升教师工作效率，为教学增效减负的目的。

3.智谱联动下个性化教案生成策略构建

本研究结合知识图谱技术以及 GAI 工具，构建了智谱联动下的个性化教案生成策略模型。该模型融合了图数据库技术、大语言模型、自然语言处理等算法，旨在为教师提供一个高效、智能的个性化教案生成策略。具体模型如图 1 所示：

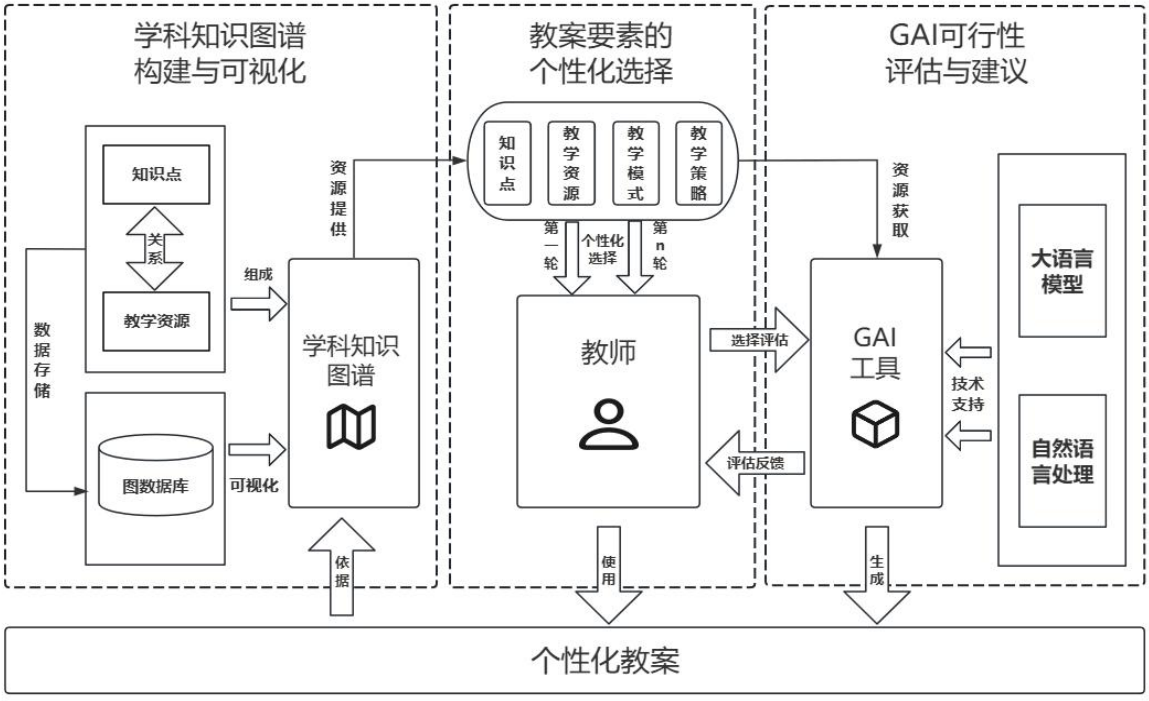


图 1 个性化教案生成策略模型

3.1. 学科知识图谱构建与可视化

知识图谱基于语义网框架，以“实体-关系-实体”三元组形式表征知识结构。在本模型的构建中，选取了知识点和教学资源作为核心实体，涵盖了知识点间的关联以及知识点与教学资源之间的联系。实体数据源包括教育领域（教学大纲、学科目录、教案等）和开放领域（结构化、半结构化及非结构化数据）（胡茹艳，2020）。通过解析实体间的语义关系网络，构

建学科知识图谱，为教学资源整合与知识体系化提供结构化支撑。

3.2. 教案要素的个性化选择

知识图谱通过可视化呈现支持教师个性化教案构建，其结构化表达增强了知识点选取与组合的系统性。教学资源与知识点的紧密关联极大地加速了教案构建的过程，为教师打造了一个内容丰富的个性化素材库。系统支持教师依据专业特长、教学风格及学生个性化需求，自主选择并整合多样化教学策略与模式，充分体现专业自主权。通过该模块，教师能够系统化设计教学方案，探索创新教学方法，从而增强教案的针对性与适应性。

3.3. GAI 可行性评估与建议

在评估流程启动前，GAI 工具基于知识图谱提取知识点、教学资源的三元组关系数据及关联教学信息，通过深度分析处理，识别与数据特征适配的教学模式与策略。教师完成个性化选择后提交至 GAI 工具，系统对选择内容进行可行性分析并生成评估结果：若符合预设标准，则进入下一阶段；反之将提供优化建议。教师可选择根据建议返回修改或继续执行原方案。该机制既保障教学设计的逻辑严谨性，又保留教师自主决策权，实现技术辅助与教学专业性的平衡。

3.4. 个性化教案的智能生成

GAI 工具基于教师自主选择的内容，结合知识图谱的逻辑框架，生成结构化个性化教案。教案遵循教师对教学要素的个性化配置，生成符合教学目标的教学活动及评估方法。GAI 依据既定教学逻辑合理串联信息，确保教案的系统性与个性化特征，同时保留教师在教学设计中的主导性与创造性。该流程通过技术辅助，将教师的教学决策转化为具体可执行的教学方案，强化了教案的实用性与适应性。

4.智谱联动下个性化教案生成实践

4.1. 原型开发

本研究中运用图数据库技术、大型语言模型与自然语言处理技术，开发了一个个性化教案生成原型，该原型集成了可视化知识图谱呈现功能，能够高效组织与展示学科知识点间的关联；教师个性化选择功能，允许教师根据个人教学需求与偏好定制教学方案，系统能够分析教师的反馈，智能推荐相应的教学策略、活动设计或评估方法，使教案更加贴合教师的教学风格和学生的学习特点。

4.2. 操作流程

4.2.1. 可视化图谱呈现

在该功能模块中，采取了图数据库 Neo4j 作为存储媒介，用以存储知识点及教学资源所构成的三元组关系。该模块实现了对存储于 Neo4j 中的数据内容的可视化转换与处理，输出直观的课程可视化知识图谱，不同颜色的节点代表不同的实体类型，实体与实体之间的连线代表不同的关系（王立平等，2022）。该系统具备高度的灵活性，能够动态地生成与课程相匹配的知识图谱。

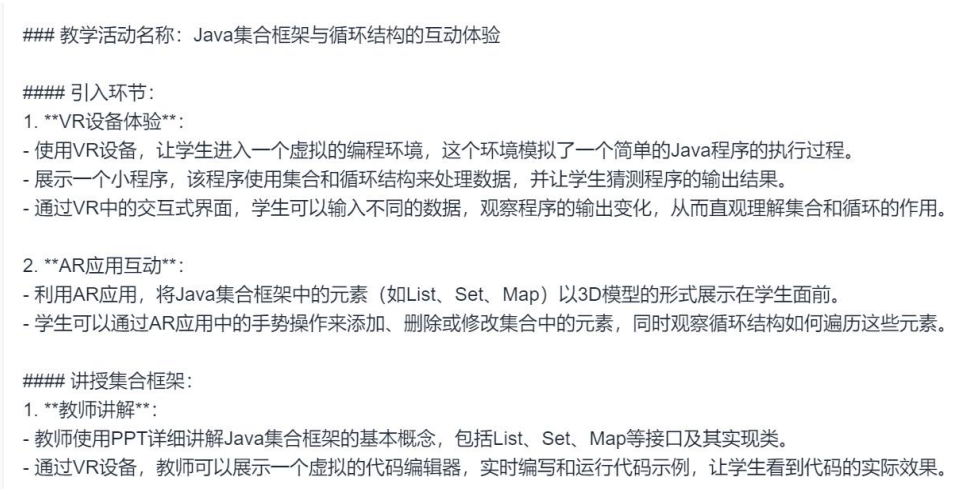
4.2.2. 教师个性化选择

在该功能模块的知识图谱可视化界面中，教师能够选取拟进行授课的具体知识点并导航至教学方案设计页面（如图 2 所示）。在此页面上，教师可以依据个人的教学需求与偏好，灵活选择教学模式、教学策略以及教学方法，从而定制出符合课程要求与个人风格的教学方案。完成上述选择后，教师将被引导至教学工具选择页面，教师可以挑选适合当前方案的工具，以进一步丰富和优化教学设计。

图 2 设计教学方案页面

4.2.3. 个性化教案智能生成

在教师个性化选择完成后，大语言模型将依据教师所选取的教学模式、教学策略、教学方法以及教学工具等关键要素，自动进行智能化的教案生成（如图 3 所示）。这一环节充分利用了人工智能技术，通过深度学习与自然语言处理等手段，将教师的选择转化为结构清晰、内容详实的教学方案。


教学活动名称：Java集合框架与循环结构的互动体验

引入环节：
1. **VR设备体验**：
- 使用VR设备，让学生进入一个虚拟的编程环境，这个环境模拟了一个简单的Java程序的执行过程。
- 展示一个小程序，该程序使用集合和循环结构来处理数据，并让学生猜测程序的输出结果。
- 通过VR中的交互式界面，学生可以输入不同的数据，观察程序的输出变化，从而直观理解集合和循环的作用。

2. **AR应用互动**：
- 利用AR应用，将Java集合框架中的元素（如List、Set、Map）以3D模型的形式展示在学生面前。
- 学生可以通过AR应用中的手势操作来添加、删除或修改集合中的元素，同时观察循环结构如何遍历这些元素。

讲授集合框架：
1. **教师讲解**：
- 教师使用PPT详细讲解Java集合框架的基本概念，包括List、Set、Map等接口及其实现类。
- 通过VR设备，教师可以展示一个虚拟的代码编辑器，实时编写和运行代码示例，让学生看到代码的实际效果。

图 3 个性化教案生成页面

5. 结语

本研究构建了智谱联动下的个性化教案生成策略,并初步开发出一个数智课程空间平台，该平台实现了策略中的部分核心功能，为教师设计并实施个性化教学方案提供了显著便利。然而，本研究在取得初步成果的同时，亦面临若干局限性。尽管本研究已经具备了个性化教案生成策略，但由 GAI 生成的个性化教案尚未在实际教学环境中得以应用，无法评估这些个性化教案的成效影响；二是数智课程空间平台的功能尚待优化。未来应继续构建更加成熟的个性化教案生成体系。

参考文献

康翠,刘美凤（2013）。不同专业发展阶段教师教案编制的质性研究。中国电化教育,(11),66-73。
陈澄（2009）。地理教学方法的特点与作用。地理教育,(06),1。
文奕凡,夏兴生,陈琼,等（2024）。基于人工智能的个性化高中地理教案编写探索。地理教育,(12),17-22。
胡茹艳（2020）。基于 Web 的课程知识图谱的构建方法研究。无线互联科技，17(19)，145-146。
王立平,张超,蔡恩磊,等（2022）。面向自主工业软件的知识提取和知识库构建方法。清华大学学报(自然科学版)，62(05)，978-986。

知识图谱视域下多模态教学资源与知识点智能匹配模型构建

Construction of an Intelligent Matching Model for Multimodal Teaching Resources and Knowledge Points from the Perspective of Knowledge Graph

苏磊[1*]，李浩君[1]，汪楠[1]，黄土高坡[1]
[1]浙江工业大学教育学院
[*]1506589003@qq.com

【摘要】 随着教育信息化的深入推进，多模态教学资源的开发与利用成为推动教学创新的重要力量。然而，现阶段教学资源与知识点的匹配精度有限，难以满足个性化教学需求。本文基于知识图谱技术，结合深度学习与跨模态技术，提出了一种智能匹配模型。该模型通过知识图谱嵌入、多模态特征提取、跨模态匹配和注意力机制优化，建立教学资源与知识点之间的深层语义关联。研究通过开发原型系统，验证了模型的实际可行性和潜在效用，为个性化教学资源匹配提供了有力支持。
【关键词】 多模态教学资源；知识点；智能匹配；知识图谱

Abstract: *With the deepening of educational informatization, the development and utilization of multimodal teaching resources have become an important force in promoting teaching innovation. However, at present, the matching accuracy between teaching resources and knowledge points is limited, making it difficult to meet personalized teaching needs. This article proposes an intelligent matching model based on knowledge graph technology, combined with deep learning and cross modal techniques. This model establishes deep semantic associations between teaching resources and knowledge points through knowledge graph embedding, multimodal feature extraction, cross modal matching, and attention mechanism optimization. The research validated the practical feasibility and potential utility of the model through the development of a prototype system, providing strong support for personalized teaching resource matching.*
Keywords: modal teaching resources, knowledge points, intelligent matching, knowledge graph

1.前言

随着信息技术发展，多模态教学资源成为推动教育变革的重要力量。教育部近年出台《基础教育课程教学改革深化行动方案》(2023)等政策，着力推进教育信息化，促进数字化资源开发共享，并强化个性化、智能化教学体系建设。然而，当前教学资源与知识点的匹配普遍存在静态化、粗粒度问题，缺乏动态调整机制，导致资源应用效果受限。本研究据此构建基于知识图谱的多模态教学资源与知识点智能匹配模型，旨在提升教学精准度和资源使用效能。

2.相关研究综述

2.1. 基于语义相似度的教育资源匹配方法

语义相似度匹配是教育资源关联的基础技术。早期研究通过构建学科本体库量化资源间的语义关联，例如王杨等人（2014）提出的本体概念语义网络方法，有效克服了传统关键词检索的词汇歧义问题，实现了复杂教育内容的精准匹配。随着多模态资源的普及，研究进一步探索跨模态语义对齐，如吕韵（2023）通过文本、视频、音频数据的融合建模，挖掘异构资

源间的深层语义关联。此类方法的核心优势在于逻辑可解释性，但其依赖人工定义的语义规则，难以动态适应教学场景中知识点的扩展与演变。

2.2. 基于深度学习的教育资源匹配方法

深度学习技术通过自动提取高阶语义特征，推动了匹配模型的动态化与自适应能力。例如，荣光辉等（2017）结合 LSTM 和 CNN 的双通道网络结构，利用注意力机制捕捉问答文本的上下文依赖关系，显著提升了语义匹配的鲁棒性。陶磊等（2022）进一步提出混合检索框架，将教育领域预训练模型（ER-BERT）与传统搜索引擎（ElasticSearch）结合：前者解析查询与资源的语义关联，后者实现高效检索与排序。

综上所述，现有研究虽推动了教学资源与知识点的匹配技术发展，但在处理多模态数据时仍面临信息缺失或语义理解不足的局限。基于知识图谱的解决方案可以通过系统化组织知识点与教学资源，结合实体识别、关系推理及图谱嵌入技术，可有效整合图文、音频等多模态信息，显著提升资源匹配的准确性与智能化水平，为教学资源精准适配提供更有效的技术路径。

3.多模态教学资源与知识点智能匹配模型构建

为了实现多模态教学资源与知识点的智能匹配，本研究构建了一个融合知识图谱、深度学习和跨模态技术的匹配模型。

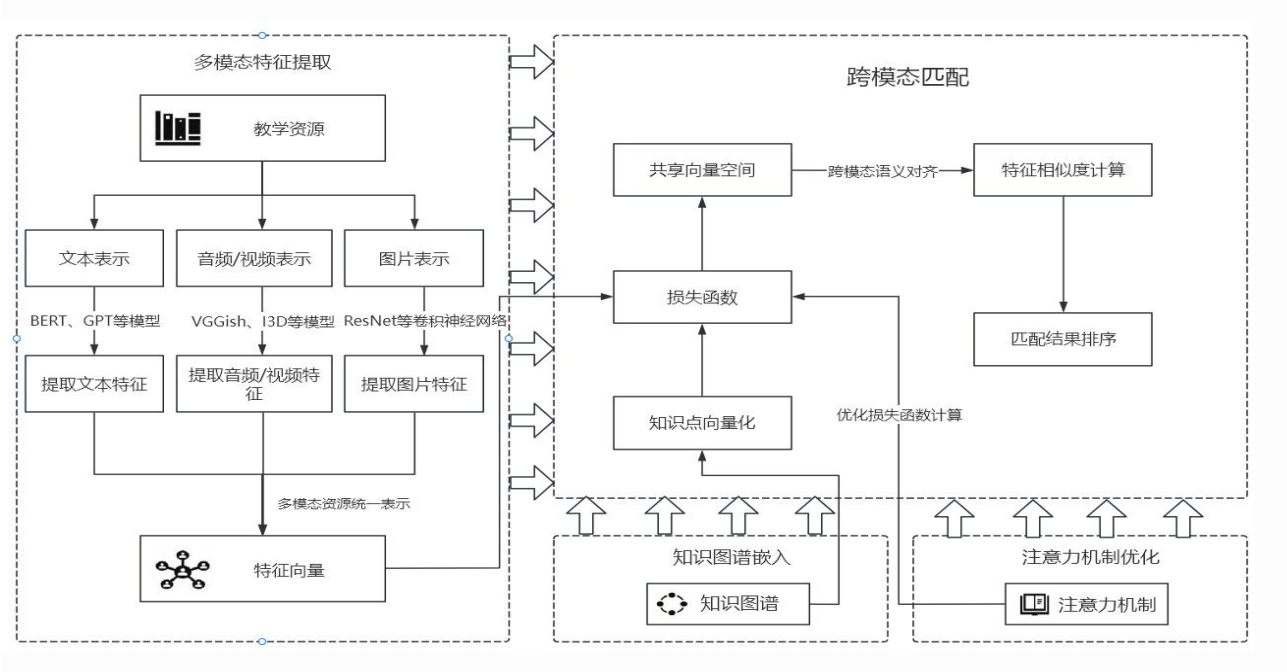


图 1 智能匹配模型结构

3.1. 多模态特征提取

跨模态匹配的核心在于将多模态教学资源与知识点在语义上进行精准对齐，以实现高效的匹配。这一过程的第一步是多模态特征的提取和表征，旨在将文本、图像、音频和视频等多种模态的资源转化为统一的向量形式。之后，系统使用深度学习模型对所有模态的特征向量进行统一表示。这一过程使得系统能够全面理解不同模态的资源内容，并在语义一致性上完成深度融合，为精准的跨模态匹配提供坚实的技术基础。

3.2. 知识图谱嵌入

知识点的向量化是跨模态匹配的核心环节，依托知识图谱构建与嵌入技术，将语义信息转化为结构化数值表征。在知识图谱中，节点表征具体知识点，边描述语义关联。嵌入阶段结

合图卷积网络（GCN）与图注意力网络（GAT），最终生成的高维向量不仅包含知识点本体语义，还融合其拓扑环境中的关联信息。这种表征方式使后续匹配过程兼具图谱结构化优势与语义推理能力，提升结果的准确性与合理性。

3.3. 跨模态匹配

跨模态匹配的核心挑战源于不同模态在特征表达、数据分布及语义理解上的差异性。为此，本文提出基于对比学习的深度学习方法，通过设计模态适配的损失函数，在共享嵌入空间中对齐多模态特征：将同类语义特征向量拉近、异类特征分离，以增强跨模态语义一致性。模型利用深度神经网络将文本、图像等模态数据映射至统一高维空间，消除表征差异后，采用余弦相似度等度量方法计算教学资源与知识点特征向量的语义关联度。最终通过相似度排序算法优先展示最匹配的知识点，实现大规模资源库中的精准智能匹配。该方法通过对比学习与跨模态对齐技术，有效提升了多模态语义映射与匹配效率。

3.4. 注意力机制优化

为了进一步提高跨模态匹配的精度和效率，注意力机制的优化起到了至关重要的作用。现有跨模态匹配模型常因对多模态特征均质化处理，难以适应异质数据的差异性。注意力机制通过动态选择关键特征，如图像关键区域、文本核心语句、音频显著频谱，在多模态特征提取阶段实施特征加权，在跨模态匹配阶段自主调节模态权重，有效突破传统模型瓶颈。该机制在图像-文本匹配中强化视觉语义关联，在音频-文本匹配中聚焦声学特征与关键词对齐，并通过跨模态对比学习优化损失函数计算，使模型加速收敛的同时提升匹配精度。

4.多模态教学资源与知识点智能匹配原型实现

4.1. 原型开发

本研究的原型系统采用 Python 开发，结合深度学习、知识图谱和跨模态学习技术，实现多模态教学资源与知识点的智能匹配。后端基于 PyTorch 构建模型，数据库层采用 Neo4j 管理知识图谱，前端使用 FastAPI 提供接口服务。知识图谱部分通过 GCN 进行嵌入，将知识点与教学资源映射到高维向量空间。跨模态匹配采用 CLIP 模型，将不同模态数据映射到共享的嵌入空间，并使用对比学习优化匹配效果。最终，系统通过 REST API 提供查询服务，用户上传教学资源后，系统返回匹配的知识点，并通过前端界面展示结果。

4.2. 多模态教学资源与知识点匹配系统

用户可以通过系统提供的简洁界面选择并上传所需的多模态教学资源。在完成资源上传和预处理后，系统进入多模态资源的特征提取、跨模态特征对齐与匹配以及注意力机制优化等关键步骤，逐步挖掘资源与知识点之间的深层语义关联。经过这一系列处理，系统能够精准识别教学资源与知识点之间的关系，并返回匹配度最高的结果，如图 3 所示。

图 2 多模态教学资源上传

图 3 知识点智能匹配结果

4.3. 多模态教学资源与知识点智能匹配过程

以文本资源的上传为例，当用户提交一份文档如 PDF 或 Word 文件时，系统首先对文件进行预处理，解析其文本内容，并去除如表格、页眉页脚等可能干扰分析的格式噪声，确保输入数据的规范性和整洁性。随后，系统采用预训练的 BERT 模型对文本内容进行特征提取，生成高维语义向量，以捕捉文本的上下文信息和深层语义。以上图为例，当文档包含“统计分析、假设检验、回归模型”等术语时，BERT 模型能够识别其潜在语义结构，并将这些语义特征转化为向量形式，提供精准的文本表示。接着，系统通过图卷积网络（GCN）对知识图谱进行嵌入处理，将知识点如“定量研究方法”和“质性研究方法”表示为结构化的向量。通过计算文档向量与知识点向量之间的相似度，系统筛选出一组可能匹配的候选知识点，并基于匹配结果生成初步排序。为了进一步提高匹配的精准度，系统引入多头自注意力机制，对文档内容与知识点之间的关联性进行细化分析。多头自注意力机制能够动态评估文档内容的不同部分对于各个候选知识点的重要性，并根据权重调整匹配得分。当文档的内容主要涉及“访谈、案例分析”等术语时，系统会自动降低与“数据分析、统计方法、变量测量”等无关知识点的权重，从而突出“质性研究方法”这一知识点的匹配优势。最终，系统将所有候选知识点按匹配得分进行排序，并返回与文档内容最为相关的知识点。

5.结语

本研究提出了一种基于知识图谱嵌入、多模态特征提取、跨模态匹配和注意力机制优化的教学资源与知识点快速匹配模型。通过这四个技术的结合，本文提高了匹配效率和准确性，为教育技术的智能化应用提供了新的思路。未来可以探索如何提升跨模态匹配的泛化能力，特别是在不同教育场景中的应用，并且应进一步优化模型，并结合个性化推荐系统和虚拟现实等技术，推动智能教育的发展。

参考文献

中华人民共和国教育部（2023）。教育部办公厅关于印发《基础教育课程教学改革深化行动方案》的通知。http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/jcj_kcjcgh/202306/t20230601_1062380.html

王杨，尤科本，吴梦婷（2014）。基于语义主题相似度的 Web 教育资源查询方法。**计算机技术与发展**，2，104-106。

吕韵（2023）。基于多模态数据语义相似度计算的在线视频-习题匹配研究。**浙江，浙江工业大学。**

荣光辉，黄震华（2017）。基于深度学习的问答匹配方法。**计算机应用**,10， 2861-2865。

陶磊，苏晨阳，李正丹（2022）。基于 ElasticSearch 和语义相似度匹配的教学资源搜索策略。**数据与计算发展前沿**,2，50-62。

基于 LDA 和情感词典对同伴互评内容的情感自动化分析系统的设计与开发

Design and Development of an Automated Analysis System for Emotion in Peer Review Content Based on LDA and Sentiment Lexicon

郑佳妮[1*]，许玮[1]
[1]浙江工业大学 教育科学与技术学院
[*]202105720141@zjut.edu.cn

【摘要】 在信息社会的快速变迁中，教育领域的革新变得愈加关键。同伴互评作为一种促进学生间互动和自我反思的教学工具，近年来受到了广泛关注，然而，传统的人工分析同伴互评内容的方式对教师而言工作量巨大且效率低下。因此，本研究设计了一款基于 LDA 和情感词典对同伴互评内容的情感自动化分析系统，旨在通过智能化手段提升互评分析的质量和效率，优化教育流程。系统包括两个主要功能：文本主题情感分析以及面部实时情绪分析功能，共同致力于解决传统互评过程中存在的低效性和主观性问题。经过严格的开发和测试，该系统表现出良好的可用性和可靠性，证明了其在提高同伴互评质量和促进教育个性化方面的潜力。此研究不仅为教育领域引入了创新的技术解决方案，也为未来的研究和发展奠定了坚实的基础。
【关键词】 同伴互评；LDA；情感分析；情感字典

Abstract: *In the rapid transformations of the information society, innovation in the field of education has become increasingly crucial. Peer assessment, as a teaching tool that fosters interaction and self-reflection among students, has received widespread attention in recent years. However, the traditional method of manually analyzing the content of peer assessments is labor-intensive and inefficient for teachers. Therefore, this study designed an emotional automation analysis system for peer assessment content based on LDA and sentiment dictionaries, aiming to enhance the quality and efficiency of peer review analysis through intelligent means and optimize the educational process. The system comprises two main functions: text topic sentiment analysis and real-time facial emotion analysis, both of which are dedicated to addressing the inefficiencies and subjectivity inherent in traditional peer assessment processes. After rigorous development and testing, the system has demonstrated good usability and reliability, proving its potential in improving the quality of peer assessments and promoting personalized education. This research not only introduces an innovative technological solution to the field of education but also lays a solid foundation for future research and development.*
Keywords: peer *assessment*, LDA. Sentiment analysis, Sentiment Lexicon

1. 前言

2023 年，随着教育体制改革的深化和信息技术的迅猛发展，教育评价改革成为引导教育发展方向的关键。中共中央、国务院发布的《深化新时代教育评价改革总体方案》强调，要改变不合理的评价导向，减少对分数、升学、文凭、论文和头衔的过分依赖，利用信息技术提升教育评价的专业性和客观性。在此背景下，同伴互评作为在线学习环境中的一种重要评价方法，发挥着不可替代的作用。同伴互评能够促进学习者的积极参与，提升学习成效、动机及自我效能感。然而，面对同伴互评产生的大量文本，传统的人工分析方式效率低下，学生难以精准提炼关键信息。因此，开发一套专门针对教育教学评价的情感分析系统显得尤为必要。本研究旨在结合 LDA 主题建模技术和情感词典，开发一个自动化的情感评语分析工具，

以辅助教师深入理解学生的反馈信息，帮助学生提取同伴评价的关键信息，促进反思与成长。该工具将应用于师范专业信息技术教学法课程的教学中，通过实验研究探究其应用效果，为未来的教育评价实践提供示范。

2. 文献综述

2.1. 同伴互评评语分析

同伴互评（peer assessment），即学生在相似背景下对彼此学习成果进行评估，是过程性评价的一种形式。Topping (1998)定义了这一概念，并指出它有助于提升作品质量、知识建构和反思能力。在此过程中，学习者既是评价者也是被评价者，促进了自我调节与元认知的发展（Chien et al., 2020；毕景刚等, 2020）。研究发现，同伴互评不仅能提高学习者的动机和情绪体验，还能改善学习成效和认知方式。例如，马志强等人(2014)发现同伴互评可以影响作品质量和反思能力。许玮等(2022)的研究表明，通过 LDA 主题建模和 ENA 认知网络分析，同伴互评能够促进深层次的知识建构。Lu 等(2012)和 Zong 等(2021)分别探讨了评语的情感和认知维度以及评语长度与质量的关系，证明了建议性和情感性评语的重要性。

因此，深入挖掘同伴互评评论中潜在的语义信息和情感因素，对于教育评价具有深远的意义。当前评语分析主要依赖于内容分析编码和自然语言处理技术，然鹅，面对大量的评语数据，人工编码存在主观性强、效率低下的问题。为解决这些问题，本研究提出将 LDA 主题建模与情感词典相结合的自动化分析方法，以在提高同伴互评评语分析的效率和精度。

2.2. LDA 主题建模

LDA 是一种基于贝叶斯理论的三层模型，最初由 Blei (2003)提出。它已被广泛应用于评论分析和话题演化研究中。单斌等(2011)和 D.M. Blei 等(2006)分别提出了种子文档指导的话题演化方法和动态主题模型，以确保话题的一致性和时间连续性。Qi 等(2021)利用 LDA 模型挖掘 MOOC 课程的学生评价，构建了综合评估系统。这些研究展示了 LDA 模型在教育领域的应用潜力，特别是在同伴互评中的文本分析方面。然而，大多数研究在使用 LDA 进行主题聚类后，均采用人工归纳主题的方式对主题进行命名，这种方式存在一定的主观性，且对分析者的数据分析能力要求较高，限制了该技术在普通学校的推广和应用。因此，本研究将使用生成式人工智能来实现主题的自动化命名，旨在提高主题命名的准确性和客观性，为教育领域的文本分析提供新的技术路径和工具。

2.3. 基于情感词典的情感分析

情感分析利用情感词典来衡量文本的情感倾向，该方法简单直观，易于理解。英文中有 SentiWordNet 等成熟工具，中文则有 HowNet 和大连理工大学的情感词汇库。王一牛等(2008)编制的汉语情感词系统，将情感信息划分为五个维度，为中文情感分析提供了有效工具。然而，随着网络新词的涌现，情感词典需要不断更新以保持其有效性（王婷 & 杨文忠, 2021）。因此，在《信息技术教学法》课程的同伴互评中使用 CAWS 进行情感分析，可以准确捕捉专业评论中的情感成分。本研究通过结合 LDA 主题建模与情感分析，致力于探索同伴互评中的知识和情感变化，提供更加个性化的教育支持。

3. 系统功能实现

3.1. 文本主题情感分析

主题分析功能能够对文本进行聚类主题提取，并对计算每一条同伴互评评论属于的主题，得到主题-特征词表，使用 AI 对得到的聚类主题进行命名，如图 2 所示。还能够得到文档-主题表，并通过人工智能得到该主题的具体描述，如图 3 所示。情感分析功能能够对输入的同

伴互评评语进行文本情感分析，得到积极和消极的值。情感分析结果如图 4 所示。主题情感词云图功能能够显示每个主题下的不同情绪的词云图，用户可以选择主题和情绪，词云图输出结果如图 5 所示。

图 1 互评文本主题情感分析模块

	主题0	概率	主题1	概率.1	主题2	概率.2	主题3	概率.3	主题4	概率.4
0	生动讨	None	高水平教学	None	教学引导者	None	互动思维	None	幸福教	None
1	环节	0.0249	不错	0.0341	教师	0.0436	语言	0.0403	幸福	0.0215
2	引入	0.0213	元素	0.0216	引导者	0.0292	思路清晰	0.0317	花园	0.0189
3	ppt	0.02	较强	0.0216	符合	0.0292	完备	0.0294	话题	0.0182
4	整体	0.019	表演性	0.0216	扮演	0.0292	互动	0.0223	探讨	0.0182
5	小组	0.0186	功底	0.0216	透彻	0.0292	同学	0.0222	方案	0.017
6	感觉	0.018	规整	0.0216	简洁明了	0.0256	注意力	0.0207	教学	0.0169
7	真实	0.018	高级	0.0216	开拓	0.0256	反馈	0.0192	体现	0.0153
8	清晰	0.0175	展现出	0.0216	恰当	0.0256	引导	0.0191	引导	0.0148
9	自然	0.0165	技术性	0.0216	合适	0.0256	板书	0.018	案例	0.0145

图 2 主题分析后得到的主题-特征表

图 3 文档-主题表以及对主题的解释

		negative_prob	positive_prob	sentiment	confidence
0	质量良好。全程贯穿着问题，从第一个问题的抛	0.0002	0.9998	2	0.9995
1	子，能够帮助学生提起兴趣很好的融入课堂跟着老	0.0003	0.9997	2	0.9994
2	生的注意力和兴趣；教姿教态自然大方，语音语	0.0022	0.9978	2	0.995
3	了，问题的引入十分恰当，问题的解决过程中教师	0.0097	0.9903	2	0.9784
4	意力的集中较好。教姿教态端正。教学语言完备	0.0054	0.9946	2	0.9881
5	奏把控良好，案例非常生动，讨论环节设置也很	0.0001	0.9999	2	0.9997
6	前期分析的合理，布置学生的任务清晰明确，对	0.002	0.998	2	0.9956
7	觉占比有点多，抽出两组经典的可能会效果好一	0.0235	0.9765	2	0.9479
8	最近发展区的要求，对教师扮演的引导者的理解	0.0474	0.9526	2	0.8948
9	也特别好。导入也非常好。一步步对问题的分析	0	1	2	1

图 4 情感分析结果

图 5 词云图分析

图 6 面部实时情绪分析

3.2. 面部实时情绪分析

该模块包括两个功能，实时情绪分析和视频情绪分析，实时或以录屏的方式分析学生在同伴互评时的情绪状态，更好的辅助教师进行情绪的辨别和分析。实时情绪分析可以实时进行人脸框选表情分析，视频情绪分析功能可以通过上传含人物面部的视频来检测人物的情绪，在分析结束后都能够输出情绪起伏折线图于数据库，让管理者清晰地看到学生的情绪变化情况，具体功能页面如图 6 所示。

4.总结与展望

4.1.成果实现

自动化情感分析系统在理论上是针对教育技术学中同伴互评进行开发，实践上系统逻辑主要运用使用 Python 语言编写，达到了教师能够导出数据的目的。本系统通过集成两个个功能模块，为教育领域提供了一套智能的情感分析解决方案。文本主题情感分析模块可以通过主题聚类和情感分析，提供对同伴互评评语的深入理解，面部实时情绪分析模块则通过摄像头或上传视频，实时捕捉和分析学习者的面部表情，为情感分析提供实时、动态的维度。至此系统开发已经结束，经过一系列的系统测试，测试结果表明该系统满足预期效果。

4.2.展望

随着我国教育体制的不断改革和发展，同伴互评作为一种新兴的教育理念，有望在更广泛的教育阶段得到推广和应用。在信息化时代背景下，教育行业正积极拥抱信息技术，通过人工智能、大语言模型等创新技术手段，为教学过程注入新的活力。

尽管目前同伴互评在我国高中及初中阶段的应用尚不普及，但随着教育理念的更新和信息技术的发展，我们有理由相信这一新型教学模式将在我国教育领域得到广泛认可和应用。未来的同伴互评内容的情感自动化分析系统将持续优化，精准捕捉学生需求，以个性化、多维度的评价促进学生间的积极互动与学习，为我国教育事业注入新的活力。

参考文献

毕景刚、韩颖 & 董玉琦. (2020). 技术促进学生批判性思维发展教学机理的实践探究.中国远程教育, 41(7), 41-49, 76-77.

马志强、王雪娇 & 龙琴琴. (2014). 基于同侪互评的在线学习评价研究综述. 远程教育杂志, 32(04), 86-92.

许玮 & 祝思璇. (2022). 同伴互评对学习者知识建构过程的实证研究——基于时间序列的认知网络分析[J]. 现代教育技术, 32(01), 44-53.

王一牛、周立明 & 罗跃嘉. (2014). 汉语情感词系统的初步编制及评定.中国心理卫生杂志,(08):608-612.

王婷 & 杨文忠. (2021). 文本情感分析方法研究综述. 计算机工程与应用, 57(12), 11-24.

Topping K. (1998). Peer Assessment between Students in Colleges and Universities. Review of Educational Research, (3), 249-276.

Chien, S.Y., Hwang, G.J., &Jong, M.S.Y. (2020). Effects of Peer Assessment Within the Context of SphericalVideo-Based Virtual Reality on EFL Students'English-Speaking Performance and Learning Perceptions. Computers & Education, 146.

LU J Y, &LAW N. (2012). Online peer assessment: effects of cognitive and affective feedback. Instructional Science, 40(2), 257-275.

ZONG Z, SCHUNN C D,&WANG Y Q. (2021). Learning to improve the quality peer feedback through experience with peer feedback. Assessment and Evaluation in Higher Education, 46(6), 973-992.

Qi C., & Liu S. (2021). Evaluating On-Line Courses via Reviews Mining. IEEE Access, 9:35439-35451.

基于智能学习平台的“教学做”一体化教学模式构建与实践——以《多媒体课件设计与开发》课程为例

The Construction and Implementation of an Integrated "Teaching-Learning-Doing" Model Based on the Intelligent Learning Platform: Illustrated with the Course "Multimedia Courseware Design and Development"

薛君璇[1*]，邢耀之[2]
[12]华南师范大学 教育信息技术学院
[*]1434209603@qq.com

【摘要】 本研究以《多媒体课件设计与开发》课程为例，构建并实践了基于智能学习平台的“教学做”一体化教学模式。该模式涵盖课前预习准备、课中互动探究和课后巩固发展三个阶段，实现了教学内容的个性化呈现和学生学习的全程参与。研究采用准实验设计，以教育技术学专业大二年级学生为对象，通过前测后测对照组实验、多维数据分析验证模式效果。结果显示，实验组学生的专业能力、方法能力、社会能力显著提升，且学习兴趣与自我效能感优于对照组。研究为智能技术赋能教学模式创新提供了实证支持。
【关键词】 智能学习平台；“教学做”一体化；《多媒体课件设计与开发》；教学实验设计

Abstract: *This study developed and implemented an "integration of teaching, learning, and practice" model for Multimedia Courseware Design and Development using intelligent platforms. Covering pre-class preparation, in-class interactive inquiry, and post-class consolidation, the model enabled personalized content delivery and full student engagement. A quasi-experimental design with sophomore educational technology students validated its effectiveness via pretest-posttest control group experiments and multi-dimensional analysis. Results showed significant improvements in the experimental group's professional competence, methodological skills, and social abilities, alongside enhanced learning interest and self-efficacy compared to controls. This research provides empirical support for intelligent technology-driven teaching innovation.*
Keywords: Intelligent learning platform; Integration of "Teaching-Learning-Doing"; Multimedia Courseware Design and Development; Instructional experimental design

1.引言

随着人工智能与大数据技术普及，教育领域正从“以教为中心”向“以学为中心”转型。传统教学模式在个性化学习与实践能力培养方面存在显著短板（于颖等，2016）。在此背景下，强调“做中学”的“教学做”一体化模式因契合能力培养需求而备受关注（冯芳，2023）。智能学习平台通过资源推荐、数据分析与即时反馈等功能，为教学模式创新提供了技术支撑。然而，现有研究多聚焦单一维度，对“教学做”一体化与智能平台的深度融合缺乏系统性探索。二者结合仍面临两大挑战：一是平台功能与教学模式仅实现表层关联，缺乏系统设计框架；二是评价体系过度依赖学业成绩，未能覆盖协作能力、创新思维等核心素养。本研究以《多媒体课件设计与开发》课程为载体，构建智能平台支持的一体化教学模式，并通过实证研究验证其在提升实践能力、促进深度学习方面的有效性，以期为高等教育技术整合提供参考。

2.教学模式构建

在基于智能学习平台的“教学做”一体化教学模式中，教师、学生和智能学习平台三者形成智慧融合的合作共同体（张梦丽，2023）。本研究构建的基于智能学习平台的“教学做”一体化教学模式涵盖课前预习准备、课中互动探究和课后巩固发展三个阶段，如图 1 所示。

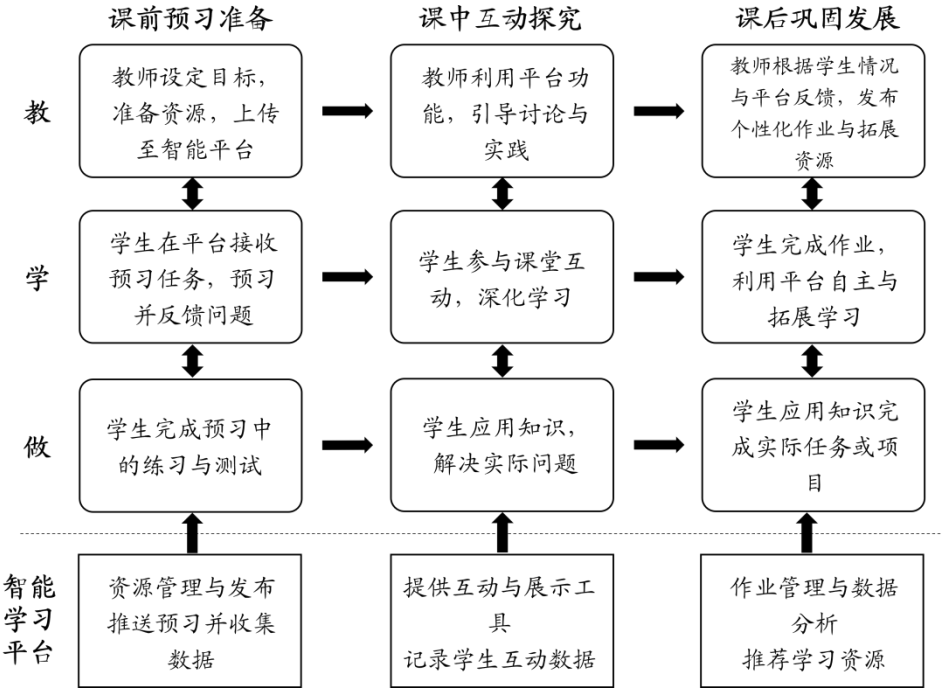


图 1 基于智能学习平台的“教学做”一体化教学模式图

3. 研究设计

3.1. 实验对象与分组

研究选取华东地区某师范大学教育技术学专业大二年级两个平行班（A 班 42 人，B 班 41 人）为实验对象。前测结果显示，两班在学业水平、学习动机及技术应用能力上无显著差异（$p>0.05$）。A 班为实验组，采用基于智能平台的“教学做”一体化模式；B 班为对照组，采用传统“教学做”模式。

3.2 数据收集与分析

研究通过多维度数据评估教学效果，涵盖学生学习过程与结果两方面。过程数据依托《学生日常学习表现考核记录表》跟踪记录；结果数据由闭卷笔试与操作作品构成，经课程组教师盲审评分且信度良好。研究还通过自编五级量表问卷进行后测调查。数据分析采用混合方法，定量分析通过描述性统计与独立样本 t 检验比较实验组与对照组在综合表现等连续变量上的差异。问卷经检验信效度良好，并通过主成分分析提取三个公因子。研究严格遵循伦理规范，所有数据匿名处理且学生均签署知情同意书。

4. 教学效果评价与分析

4.1. 学生学习过程分析

4.1.1. 学生平时学习表现分析

经过一个学期的学习，对学生在平时学习过程中的表现进行跟踪记录统计。

表 1 学生平时学习表现成绩对照表

班级	人数	学习态度（M±SD）	课堂参与度（M±SD）	团队合作（M±SD）	综合得分（M±SD）
A 班	42	84.5±3.2	86.1±2.8	85.3±4.1	85.3±4.2
B 班	41	75.8±5.1	77.4±4.9	76.3±5.6	76.8±5.7

注：满分为 100 分

如表 1 所示，A 班学生（实验组）在平时课堂学习表现方面明显好于 B 班学生（对照组）。通过独立样本 t 检验发现，两组在综合表现得分上存在统计学差异（$t=3.72, df=80, p<0.001, d=1.12$），实验组（$M=85.3, SD=4.2$）显著高于对照组（$M=76.8, SD=5.7$），表明基于智能平台的教学模式对学习过程有显著促进作用。

4.1.2. 学生平时访谈分析

为探究学生在智能平台支持的“教学做”一体化模式中的学习体验，本研究设计了《学生日常学习表现考核记录表》，从两个班级随机选择 10 名学生进行深入访谈，其余学生进行一般观察和记录。访谈结果总结为：学生自主学习、实践及团队协作能力显著提升。

4.2. 学生学习结果分析

4.2.1. 学生期末成绩分析

经过一个学期的学习，本研究对 A 班（实验组）和 B 班（对照组）学生在《多媒体课件设计与开发》课程的学习效果进行了量化考核。根据课程评定标准，期末成绩由笔试（40%）和操作作品（60%）两部分构成：笔试采用闭卷形式考察基础技能，操作评价要求学生基于指定素材在“学习通”平台提交多媒体课件作品。

表 2 A 班与 B 班《多媒体课件设计与开发》课程期末平均成绩表

班级	笔试成绩（M±SD）	作品成绩（M±SD）	总成绩（M±SD）
A 班	83.5±3.8	88.7±2.9	86.9±3.1
B 班	75.2±5.1	79.4±4.5	77.6±4.3

注：满分为 100 分

如表 2 所示，独立样本 t 检验结果显示：笔试成绩存在显著差异（t=4.15,df=80,p<0.001），实验组（M=83.5,SD=3.8）优于对照组（M=75.2,SD=5.1）；作品成绩差异更为显著（t=6.33,df=80,p<0.001），实验组（M=88.7,SD=2.9）明显高于对照组（M=79.4,SD=4.5）。总成绩方面，实验组（M=86.9,SD=3.1）与对照组（M=77.6,SD=4.3）的差异达到统计学显著水平（t=7.01,df=80,p<0.001,d=1.89）。

4.2.2. 学生“教学做”一体化学习效果调查问卷分析（后测）

本研究通过后测问卷分析实验组（A 班）与对照组（B 班）在“教学做”一体化教学模式下的能力差异。共回收有效问卷 83 份（A 班 42 份，B 班 41 份），采用 SPSS 26.0 进行数据分析，信效度检验显示 Cronbach's α 系数为 0.867，KMO 值为 0.825（Bartlett 球形检验 χ^2 =376.740,p<0.001），表明数据具有良好结构效度。通过主成分分析法提取专业能力、方法能力、社会能力三个公因子，累计方差解释率达 73.2%，各维度因子载荷均高于 0.68。

表 3 专业能力、方法能力、社会能力三方面表现独立样本 t 检验

能力维度	t 值	自由度	p 值	Cohen's d
专业能力	5.42	80	<0.001	1.20
方法能力	4.87	80	<0.001	1.08
社会能力	3.95	80	<0.001	0.88

如表 3 所示，独立样本 t 检验结果表明，实验组在三个能力维度均显著优于对照组。具体而言：专业能力维度差异最大（t=5.42,df=80,p<0.001,d=1.20），其次为方法能力（t=4.87,p<0.001,d=1.08）和社会能力（t=3.95,p<0.001,d=0.88），效应量 Cohen’s d 值均接近或超过 0.8 的中等到大效应标准，证实教学干预效果显著。

表 4 专业能力、方法能力、社会能力三方面表现统计表（部分）

维度	条目	班级	学生选择情况				
			非常不同意 (a)%	不同意 (b)%	中立 (c)%	同意 (d)%	非常同意 (e)%
专业能力	能够独立设计多媒体课件的整体框架	A	5	11.67	38.1	42	3
		B	5.85	13.66	36.59	39.02	4.88
	能够运用多媒体素材进行课件制作	A	2.85	6.67	23.81	66.67	0
		B	9.51	22.2	43.9	24.39	0
方法	能够有效协作完成多媒体课件制作	A	1.43	3.33	21.43	73.81	0
		B	9.51	22.2	39.02	29.27	0
	能够查阅资料解决制作课件时的问题	A	1.43	3.33	50	45.24	0

能力		B	5.85	13.66	53.66	26.83	0
社会能力	在多媒体课件制作中展现良好合作精神	A	2.85	6.67	26.19	64.29	0
		B	10.25	23.9	29.27	36.59	0
	能够和团队成员有效沟通确保任务进行	A	1.43	3.33	35.71	59.52	0
		B	7.32	17.07	43.9	31.71	0

如表 4 所示，进一步分析问卷条目发现，A 班在多媒体课件制作各维度表现全面领先。专业能力方面，66.67%的 A 班学生能熟练运用多媒体素材（B 班仅 24.39%），59.52%具备课件交互设计能力（B 班 29.27%）；方法能力上，73.81%的 A 班学生能有效协作完成任务（B 班 29.27%），61.90%会主动寻求问题解决方案（B 班 31.71%）；社会能力层面，64.29%的 A 班学生展现出良好团队合作精神（B 班 36.59%），超 60%能积极应对制作过程中的困难（B 班不足 22%）。相比之下，B 班在课件效果评估、时间管理及用户需求响应等方面存在明显不足。

5.结论

基于理论指导，通过一学期的实践研究，得出如下结论：智能平台为“教学做”提供技术支撑，其资源管理、交互讨论、过程性评价等功能有效弥补传统模式的碎片化问题；该模式通过教学要素整合，显著提升学生专业能力、方法能力及社会能力，验证了其教学有效性；智能平台的介入使教学过程更具系统性，实现知识传授、技能训练与素养培养的有机统一。

6.结语

基于智能学习平台的“教学做”一体化教学模式，通过个性化资源适配与实时互动反馈，有效提升了学生的专业实践能力和协作素养，为教育数字化转型提供了可操作的实践路径。然而，本研究样本规模较小且集中于单一专业，结论的普适性需进一步验证；同时，未长期追踪学生能力迁移效果，后续研究可结合多学科课程扩大样本覆盖，并采用纵向追踪设计验证模式的持续效应。对教师而言，需深化智能技术应用与课堂组织能力，推动“教学做”模式在真实教育场景中的深度落地。

参考文献（部分）

于颖,周东岱,钟绍春.从传统讲授式教学模式走向智慧型讲授式教学模式[J].中国电化教育,2016,(12):134-140.

人工智能在教学评估中的应用：综述与分析

The Application of Artificial Intelligence in Educational Assessment: Review and Analysis

廖俐丽[1]，杨九民[2*]
[1]华中师范大学
[*] a1425144880@mails.ccnu.edu.cn

【摘要】 人工智能（AI）在教育领域已呈现出蓬勃发展的态势，然而，在众多的研究之中，关于人工智能在教学评估中的应用并未得到充分的体现。本研究检索 220 篇 AI 评估学生学习的文献，经过筛选，最终对 56 篇文章进行综合分析。研究目的在于探讨人工智能评估在当下教育应用中的具体途径，以及其所面临的机遇与挑战。本研究期望通过深入分析人工智能评估在教育领域的应用以及挑战，为 AI 评估的发展提供有益的启示和帮助。
【关键词】 人工智能；教育评估；AI 教育应用；大语言模型

Abstract: *Artificial Intelligence (AI) has shown a burgeoning trend in the field of education. However, among numerous studies, the application of AI in teaching evaluation has not been adequately reflected. This study searched 220 documents on AI assessment of student learning, and after screening, conducted a comprehensive analysis of 56 articles. The purpose of the study is to explore the specific pathways of AI assessment in current educational applications, as well as the opportunities and challenges it faces. The study hopes to provide valuable insights and assistance for the development of AI assessment by deeply analyzing its application and challenges in the field of education.*
Keywords: artificial intelligence, Educational evaluation, AI educational application, Large language model

1.介绍

数字技术和计算机科学的进步 引领着社会走向一个技术时代,在这个社会中,机器的设计和发展逐步满足人类的需要,同时改变了教学的模式（Espinosa，2021）。本研究共检索 220 份相关论文，经过详细分析后,挑选了 56 份文献，这些文献展示了人工智能学习评估的应用与发展前景，同时也分析了 AI 评估所面临的挑战。

1.1. 人工智能评估

人工智能已经在各种领域中被研究了很长时间，包括在教育(Memarian &Doleck，2024)。然而，将人工智能等技术与教育直接联系起来的理论，特别是学习评估，还没有得到广泛的研究。一种流行的人工智能，被称为生成式人工智能提供(Dwivediet al，2024)。它的发展与人类的自然语言处理系统和学习分析同步进行。

1.2. 痛点

ChatGPT 和其他人工智能工具的出现已经证明,机器学习系统（AI）可以通过培训或提示，以有效地完成评级任务及可反射式书写（Jani，2020），就像人类教师评分一样。近几年大量的人工智能研究涌现,但鲜少文章关注教育评估。人工智能为教育提供的可能性是巨大的,特别是对教育的辅导、评估和个性化学习。因此有必要促进人机协作辅助教学评估（Fernández-Díaz，2019）。

1.3. 研究问题

本研究把重点放在以下两个研究问题上:

RQ1:在回顾的研究中，人工智能评估已投入使用的类型有？

RQ2:人工智能评估在教育实践中的结果如何？评估方法有何特征？

2. 方法

本研究综述遵循四阶段流程（Liberati et al ，2009）、内容分析法对 56 篇文章进行分类和研究，以回答前文提出的两个研究问题。筛选流程包括以下步骤:

在中国知网、web of science、elsevier 数据库中都使用了关键词搜索，搜索“学习评估”、“人工智能”、“AI”、“AI 评估”、“智能学习辅导”等关键词。又通过“滚雪球”的方式检索到未使用到的搜索字符作为新的关键词进行第二轮检索。

下载所有文件的完整内容；识别重复的文献并剔除它们；阅览每篇文章的标题和摘要，决定是否相关；下载并阅读每篇文章的全文，决定是否相关；总结概述并分析结果；摘录并分类文献的实证研究类型；摘录并总结 AI 在教育领域的应用；探讨 AI 学习评估面临的挑战。

2.1.检索过程

第一轮搜索获得 220 篇文章，剔除 26 篇重复文献后，剩余 194 篇。尽管多数研究涉及学习或形成性评估，但并非全部涵盖人工智能，72 篇因未明确使用 AI 技术被排除。另有 40 篇因颠倒 AI 与评估关系（即探讨评估促进 AI 发展而非 AI 用于评估）被弃用。此外，26 篇非教育领域研究也被剔除。最终，56 篇论文符合条件，用于系统综述，检索流程见图 1。

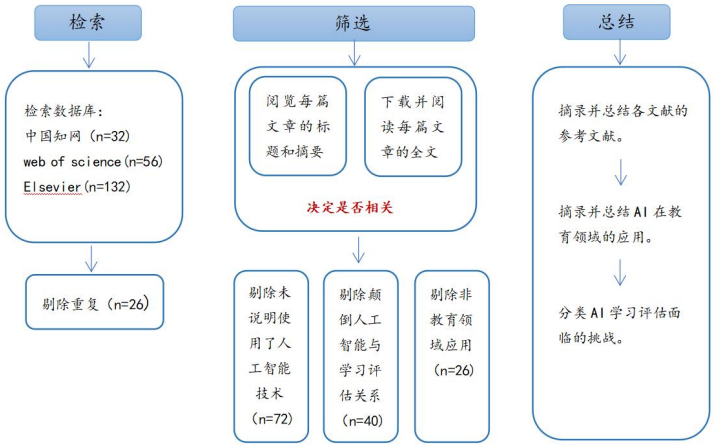


图 1 文献检索流程

3.结果

3.1.在回顾的研究中，人工智能评估已投入使用的类型有？

人工智能评估在多个教学领域展现出广泛应用。医学教学领域占比最高（39.3%），主要用于辅助医学生提升诊断准确率。语言类学习评估紧随其后（33.9%），随着技术的快速发展，机器学习不断完善，生成性人工智能能够有效识别语言和文本。使用生成性人工智能能够进行高质量的作文评估，并且能够为学生的书面评估提供形成性反馈。工程图类作业评估占 23.2%，研究多采用卷积神经网络（CNN）等深度学习模型，识别和分类 CAD 图纸元素，评估作业准确性，并通过机器学习算法提取关键特征，与标准图纸对比以检测误差。体育教学评估占比最低（3.6%），通过 AI 识别学生运动动态，评估其表现，适用于田径、游泳、篮球、足球等多个体育项目。各领域应用的可视化数据如图 2 所示。

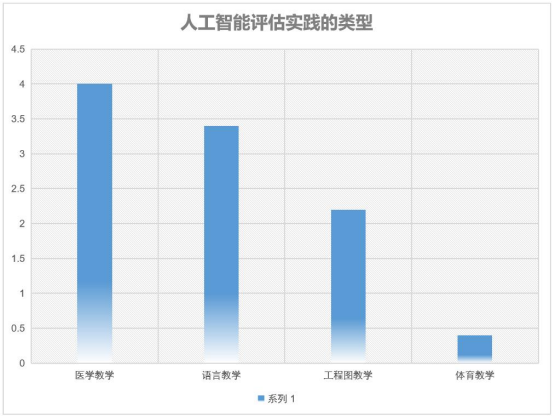


图 2 文献检索流程

3.2.人工智能评估在教育实践中的结果如何？评估方法有何特征？

在语言学习评估方面，Pahi（2024）研究显示，助教通过教学平台远程追踪学生学习进度，并结合人工智能进行人机协作，提供反馈，从而准确识别学生的学习进展或困惑，提升学习参与度和满意度。Pack（2024）利用大语言模型自动评估英文论文，发现其与教师评估高度一致，有效减轻教师批改负担，推动评估模式变革。Awidi（2024）则测试大语言模型是否能

按给定评分脚本评估论文，结果显示其不仅能提供语言反馈，还能通过自动评分节省教师时间，使其更专注于教学开发和个性化指导。学生通过即时反馈调整学习策略，提升成效。这些技术正革新传统教育模式，推动教育领域进步。

本研究在探讨中还发现绝大多数研究关注的是形成性评估,少部分是隐性评价的或者是有明确评价量表的。在本研究检索的文献中,有三份研究不使用人工智能进行英文学习形成性评估（Ulum，2020）。其他以形成性评估为重点的论文认为：当教师拥有大量学生时，使用人工智能来完成评估任务可以为师生减轻教学负担（Goel，2017），并为学生提供直接的学习反馈。多数研究通过 AI 自动标识学生作业实现评估，近半数文献详细描述了 AI 如何自动评分并提供反馈供教师使用。然而，少数研究如刘等学者的成果显示，AI 仅在任务结束时进行评分，未贯穿全过程（Liu，2017）。

4.研究检索局限

本研究的工作存在一些局限性，我们的检索着重关注过程性学习评估和人工智能评估，但终结性性评估和机器学习等相关术语关注较少。此外，文章筛选时未充分考虑研究周期和被试量等因素，可能导致纳入研究周期短或被试量少的文献。未来，随着技术进步和数据积累，更多基于大规模样本的研究有望涌现，为领域提供更深入的洞见。我们将持续优化研究，吸纳更多样本丰富的文献，以增强综述的深度与广度。

5.人工智能评估的未来考虑

在传统教育与技术融合的教育环境中，学习评估的理论与智能评估实践之间往往存在一定的鸿沟。然而，随着人工智能等尖端技术的介入，对学生数据的评估过程得以显著简化，从而弥合了这一距离。

教育部科学技术与信息化新闻发布会强调，“发展数字教育，推进教育数字化与现代化是大势所趋、发展所需，也是改革所向。”在此背景下，教育智能化成为未来发展的重要方向。机器学习技术的引入不仅提升了学生作业评估的效率和准确性，还为教学方式改革提供了新的可能性。传统教学中，教师只能在课后批改作业，课堂上仅能点评个别学生的作业作为案例，而自动化评估系统使课堂更具灵活性。人工智能评估系统以其精准高效的特性，在教育实践中发挥了重要作用。将其融入智慧课堂，可显著提升教学互动与学习效率。教师在讲解知识点后，学生可立即完成随堂作业，并通过人工智能系统快速分析作业表现，实时获得反馈，及时向教师提问。这种人机协作的教学模式优化了反馈机制，缓解了教师资源有限的问题。学生可根据个性化反馈调整学习策略，实现更有针对性的学习，从而提升学习效果。

参考文献

Awidi, I. T. (2024). Comparing expert tutor evaluation of reflective essays with marking by generative artificial intelligence (AI) tool. Computers and Education: Artificial Intelligence, 6, 100226.

Chen, X., Xie, H., Zou, D., & Hwang, G. J. (2020). Application and theory gaps during the rise of artificial intelligence in education. Computers and Education: Artificial Intelligence, 1, 100002.

Dwivedi, Y. K., Kshetri, N., Hughes, L., Slade, E. L., Jeyaraj, A., Kar, A. K., Baabdullah, A. M., Koohang, A., Raghavan, V., & Ahuja, M. (2023). So what if ChatGPT wrote it? Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy. International Journal of Information Management, 71, 102642.

Fernández-Díaz, E., Gutiérrez Esteban, P., & Fernández Olaskoaga, L. (2019). University-School Scenarios and Voices from Classrooms. Rethinking collaboration within the framework of an interuniversity project. Journal of New Approaches in Educational Research, 8(2), 79-95.

Goel, A. K., & Joyner, D. A. (2017). Using AI to teach AI: Lessons from an online AI class. Ai Magazine, 38(2), 48-59.

Jani, K. H., Jones, K. A., Jones, G. W., Amiel, J., Barron, B., & Elhadad, N. (2020). Machine learning to extract communication and history-taking skills in OSCE transcripts. Medical Education, 54(12), 1159-1170.

Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P., ... & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. Annals of internal medicine, 151(4), W-65.

Liu, M., Wang, Y., Xu, W., & Liu, L. (2017). Automated scoring of Chinese engineering students' English essays. International Journal of Distance Education Technologies (IJDET), 15(1), 52-68.

Memarian, B., & Doleck, T. (2024). A review of assessment for learning with artificial intelligence. Computers in Human Behavior: Artificial Humans, 2(1), 100040.

Ocaña-Fernández, Y. Inteligencia artificial y Sus Implicaciones En La Educación Superior. Propósitos Y Represent., 7 (2),(2019).

Pack, A., Barrett, A., & Escalante, J. (2024). Large language models and automated essay scoring of English language learner writing: Insights into validity and reliability. Computers and Education: Artificial Intelligence, 6, 100234.

Pahi, K., Hawlader, S., Hicks, E., Zaman, A., & Phan, V. (2024). Enhancing active learning through collaboration between human teachers and generative AI. Computers and Education Open, 6, 100183.

GAI 辅助编程学习对不同性别学生学习成绩及计算思维的影响研究

Effect of GAI-supported programming learning on the academic performance and computational thinking of students of different genders

孙悦[1]，刘海英[1]，李伟[1*]，李雯[1]，刘城烨[2]，曾秋蓉[3]，黄佶艺[4]，肖茹萍[1]
[1]温州大学教育学院
[2]香港中文大学课程与教学系
[3]中华大学资讯与工程学系
[4]温州市瓯海区瞿溪第一小学
[*] liweiwzu@wzu.edu.cn

【摘要】本研究聚焦于生成式人工智能（GAI）支持的编程学习对不同性别学生的编程学习成绩及计算思维的影响。以温州市某小学五年级两个班级的学生为研究对象，按照班级随机分为实验组（34 人）和对照组（31 人），实验组采用 GAI 辅助编程学习，对照组采用常规的搜索引擎(SE)辅助编程学习。结果表明：在学习成绩方面，性别与学习方法存在显著的交互作用，实验组女生的学习成绩显著高于对照组女生，两组男生的学习成绩并不存在显著差异；在计算思维方面，性别与学习方法不存在显著的交互作用，实验组学生的计算思维显著高于对照组学生。
【关键词】生成式人工智能；编程学习；计算思维

***Abstract*:** *This study focuses on the effects of generative artificial intelligence (GAI)-supported programming learning on the programming learning performance and computational thinking of students of different genders. Students in two fifth grade classes of a primary school in Wenzhou City were used as research target and were randomly divided into an experimental group (34 students) and a control group (31 students) according to their classes, with the experimental group using GAI-supported programming learning, and the control group using conventional search engine (SE)-supported programming learning. The results showed that there was a significant interaction between gender and learning method in terms of academic performance, with girls in the experimental group having significantly higher academic performance than girls in the control group, and there was no significant difference in the academic performance of boys in the two groups; there was no significant interaction between gender and learning method in terms of computational thinking, with the experimental group having significantly higher computational thinking than students in the control group.*
Keywords: *Generative Artificial Intelligence; Programming Learning; Computational Thinking*

1.引言

随着现代化技术的应用范围不断扩大，以及日益复杂的信息化环境，计算思维作为信息时代的重要产物，逐渐成为个体在数字化世界需掌握的一项基本能力(孙发勤 & 冯锐, 2020)。计算机编程被认为是培养计算思维的理想学科之一(Hsu et al., 2018; Li et al., 2023)。教育工作者已经采用了一系列策略来促进学生计算思维的发展(Fang et al., 2022)。

然而由于编程的固有性质，学生在学习编程时存在一些挑战(Hongwarittorrn & Krairit, 2010)。例如，在编写程序的过程中，学生难以调试所编写程序中的错误，他们往往需要一定的支持和指导(孙立会和胡琳琳, 2021)。此外，传统的编程课程由于受到上课时间和人数的限制，学生很难与教师进行一对一的互动，当学生对编程产生疑问时，教师可能无法提供及时和有效的反馈(Liu et al., 2024)。这可能会导致学习者无法及时解决在学习编程时遇到的困难，教师需要提供有效的反馈帮助学习者理解并纠正错误，从而提高学习者的编程能力(Kleij et al., 2015)。

生成式人工智能(Generative Artificial Intelligence, 简称 GAI)通过应用深度学习模型，对大量文本数据进行训练来学习语言的语法、语义和上下文理解能力，实现了对文本的自动生成，能够为用户提供相关且有意义的内容，以响应他们的请求(Cooper, 2023; Liu et al., 2023)。学生向 GAI 提出问题，能够得到即时的反馈(Yilmaz & Yilmaz, 2023)，这意味着使用 GAI 辅助编程学习可能可以缓解在课堂上教师无法为每位学生提供及时反馈的压力。研究人员

将GAI工具应用于编程学习中，发现使用GAI的学生的计算思维、编程自我效能感和学习动机要比未使用GAI的学生表现的更好(Yilmaz & Yilmaz, 2023)。以往的研究也指出，相比于其他编程工具，GAI能够提供便捷访问、提供快速响应、促进个性化学习、提供清晰的解释和编程示例、增强学生的计算思维、编程自我效能感等(孙丹等人, 2024)。

此外，性别差异也常被认为是导致编程学习成绩差异的一个重要因素(Derakhshan et al., 2024; Wei-Ying & Tzu-Chuen, 2024)。研究发现，女生在创新性、创造力等方面具有独特的优势，但往往在编程学习中缺乏信心或在技术操作上存在障碍。与此相对，男生通常表现出较强的逻辑思维和技术操作能力，但也可能面临过度依赖传统解决方法的问题(Garcia-Valcarcel Munoz-Repiso & Caballero-Gonzalez, 2019)。这种性别差异不仅体现在能力上的差异，还反映在学习策略的不同，这可能会对学生的学习表现产生一定的影响(Kim & Alghamdi, 2023)。因此，探索GAI在性别差异背景下对编程学习的影响，能够帮助教育者发现如何利用GAI促进不同性别学生的学习成果，尤其是帮助女性学生克服编程中的困难，从而提高她们的参与感和学习成效。

尽管目前有许多针对编程和计算思维的研究，但较少有研究专注于基于GAI的编程学习、计算思维与性别差异之间的关系。因此，本研究旨在探索GAI辅助编程学习对不同性别学生学习成绩和计算思维的影响，重点考察性别差异在此过程中所起的作用。具体而言，本研究将回答以下两个研究问题：

（1）GAI辅助编程学习如何影响不同性别学生的编程学习成绩？

（2）GAI辅助编程学习如何影响不同性别学生的计算思维？

2.研究设计

2.1.研究对象

参与本研究的实验对象来自温州市瓯海区某小学的65名五年级学生，他们按照班级被随机分为实验组(N = 34)和对照组(N = 31)，两组学生由同一专业教师授课。本实验选取的研究对象均满足以下条件：(1)实验对象所在学校的水平接近温州市的平均水平；(2)实验对象均有两年的计算机学习基础。

2.2.学习内容

根据小学信息科技课程的教学要求，本研究的课程选自浙教版五年级上册信息科技教材中的第二单元《算法的控制结构》及第三单元《用算法解决问题》，针对每一节课涉及到的重难知识点确定教学活动以实现教学目标。具体课题名称、以及主要学习内容如表1所示。

表1 课题名称与主要学习内容

课题名称	主要学习内容
顺序结构	1.顺序结构的概念，顺序结构的特点。 2.用流程图正确表示顺序结构。 3.掌握计算算法的执行步骤，能够根据具体问题分析算法执行过程。
分支结构	1.分支结构的基本概念和特点，能够区分分支结构和顺序结构。 2.用流程图表示分支结构，并能够根据实际问题设计出正确的流程图。 3.掌握验证分支结构的方法，能够通过调试和运行程序来验证分支结构的正确性。
双分支结构	1.双分支结构的基本概念和作用，了解其与单分支结构的区别。 2.使用流程图正确表示双分支结构，并能够根据实际问题进行简单的应用。 3.通过实践验证双分支结构的正确性，并能够解决一些实际问

	题。
体验算法控制	1.用自然语言、流程图等方式来描述简单的算法过程。 2.用关键信息分析问题。 3.综合应用算法控制结构解决生活问题。
问题的分解	1.问题的定义和分解，识别和定义问题，并对其进行分解。 2.确定关键问题，分析问题的重要性和优先级，把握问题的核心。 3.掌握解决问题的步骤和方法，根据问题的具体情况，运用适当的算法和工具，解决问题。
问题的抽象	1.抽象的含义，抽象的过程。 2.运用抽象思维分析问题，将问题抽象为数学模型。 3.培养抽象思维能力，将复杂问题转化为简单问题，提高解决问题的能力。
模型的建立	1.理解模型的概念和意义，知道模型是对现实世界事物、现象或过程的简化表示。 2.经历从问题提出到模型建立再到模型应用的全过程，学会建立简单的信息模型。

2.3.研究工具

本研究所用的测量工具为编程知识前测试题、编程知识后测试题、计算思维问卷。

编程知识前后测试题均为 10 题，分为 9 道单选题和 1 道主观题，每道题分值为 10 分，总分为 100 分。前测试题旨在测试学生的先前知识水平，后测试题旨在评估学生的知识掌握情况。编程知识前测试题和编程知识后测试题均编程学习成绩的测试题由经验丰富的初中信息技术教师编制，经编程教育领域的专家共同审阅和修订。

计算思维问卷用于测量学生在实验前后的计算思维变化，从而判断 GAI 辅助学习对学生计算思维的影响。计算思维问卷改编自 Tsai et al.(2022),问卷的 Cronbach's alpha 值为 0.78。问卷均采用五点李克特量表进行计分，其中 1 －5 依次代表非常不同意、不同意、一般、同意和非常同意。

2.4.实验流程

本研究采用实验研究法，针对 GAI 对学生编程成绩和计算思维产生怎样的影响而开展研究。本实验将两个班级随机分为实验组和对照组，实验组采用 GAI 辅助编程学习，对照组采用传统检索方式辅助编程学习。

本实验课程持续 9 周，每周每组安排一次 40 分钟的课程。在第一周，所有参与的学生完成编程知识前测和计算思维前问卷。根据随机分组情况，向对照组学生介绍本次课程内容，解释任务单的完成要求，并演示使用百度这一搜索引擎完成任务的方法及注意事项，对学生的疑问进行解答；向实验组学生介绍本次课程内容，解释任务单的完成要求，简单介绍 GAI 中的大语言模型，演示并让学生熟练讯飞星火这一大语言模型的使用方法。第 2-8 周，教师向学生进行授课，实验组采用 GAI 辅助编程学习，对照组则采用搜索引擎(SE)辅助编程学习。教师会在在第 9 周，所有学生都要完成编程知识后测试以及计算思维的后问卷，以检验学生的学习效果。

图 1 为本实验的流程图。在教学阶段（第 2-8 周），每次课程的开展均围绕情境导入、探索新知、任务驱动、总结讨论四个环节，在总结讨论环节中，不同组别的研究对象需完成相同的任务，其中对照组使用 SE（百度）辅助完成任务，实验组使用 GAI（讯飞星火）辅助完成任务。

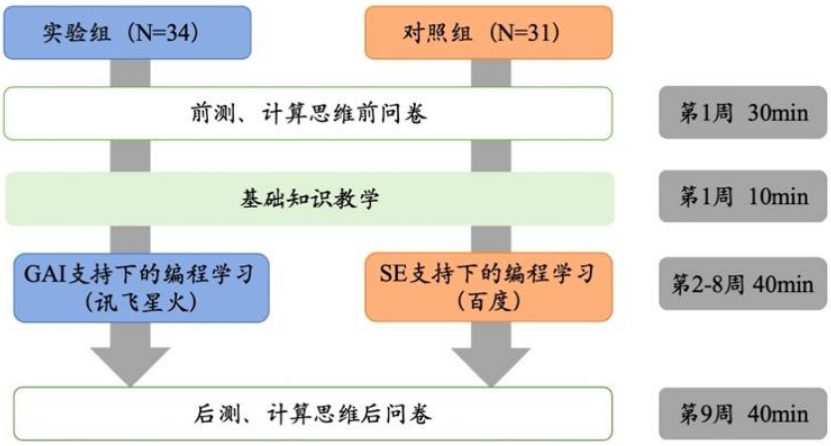


图 1 实验流程图

3.结果

3.1.学习成绩

为了了解不同学习方法对不同性别学生学习成绩的影响，本研究采用了双因素协方差分析方法。结果如表 2 所示，表明性别与学习方法之间的交互作用对学生的学习成绩产生影响($F = 6.93$，$p = 0.01 < 0.05$)。性别与学习方法的交互效应量为 0.08，为中等效应量(Cohen, 2013)。

表 2 学习成绩双因素协方差分析结果

变量	平方和	自由度	均方	F	η^2
学习成绩前测	628.17	1	628.17	6.15	0.11
性别	7.52	1	7.52	0.07	0.02
学习方法	128.32	1	128.32	1.26	0.03
性别*学习方法	702.38	1	702.38	6.75*	0.09
误差	5926.03	58	102.17		

*$p < 0.05$

为了探讨不同性别对采用不同学习方法学习的学生学习成绩的影响，本研究进一步采用了简单主效应分析法。结果如表 3 所示，实验组中不同性别学生的学习成绩存在显著差异 ($F = 7.181$，$p = 0.01 < 0.05$)。对照组中不同性别学生学习成绩之间没有显著的统计学差异($F = 3.13$，$p = 0.09 > 0.05$)。这表明，采用基于 GAI 辅助的编程学习方法进行学习时，不同性别学生的编程学习成绩存在显著差异。

表 3 性别对学生学习成绩的简单主效应分析结果

变量		个数	平均值	标准差	调整后平均值	F	p	η^2
实验组	男生	20	68.65	11.40	69.10	7.18*	0.01	0.08
	女生	14	75.14	9.12	74.10			
	共计	34	71.32	10.89	71.51			
对照组	男生	14	72.71	9.32	72.56	3.13	0.09	
	女生	17	62.41	11.63	63.27			
	共计	31	67.06	11.70	67.91			

*$p < 0.05$

表 4 为学习方法对不同性别学生学习成绩影响的简单主效应分析结果。结果表明，男生在不同学习方法下的编程学习成绩不具有显著差异($F = 1.21$，$p = 0.28 > 0.05$)。女生在不同学习方法下的编程学习成绩具有显著差异($F = 11.13$，$p = 0.00 < 0.05$)。这表明，采用基于 GAI 辅助的编程学习方法进行学习时，女生比男生更能提高编程学习成绩。

表 4 学习方法对学生学习成绩的简单主效应分析结果

变量		个数	平均值	标准差	调整后平均值	F	p	η^2
男生	实验组	20	68.65	11.40	69.10	1.21	0.28	
	对照组	14	72.71	9.32	72.56			
	共计	34	70.32	10.64	70.83			
女生	实验班	14	75.14	9.12	74.10	11.13**	0.00	0.12
	对照组	17	62.41	11.63	63.27			
	共计	31	68.16	12.23	68.60			

$^{**}p < 0.01$

图 2 为不同学习方法和不同性别与学生编程学习成绩之间的交互作用图。结果表明，采用基于 GAI 辅助的编程学习方法进行学习的女生，编程学习成绩显著优于在常规的搜索引擎编程学习方法下的女生。而男生使用两种方法下，编程学习成绩没有显著差异。这就意味着基于 GAI 辅助的编程学习方法在提高女生的编程学习成绩方面更有效。

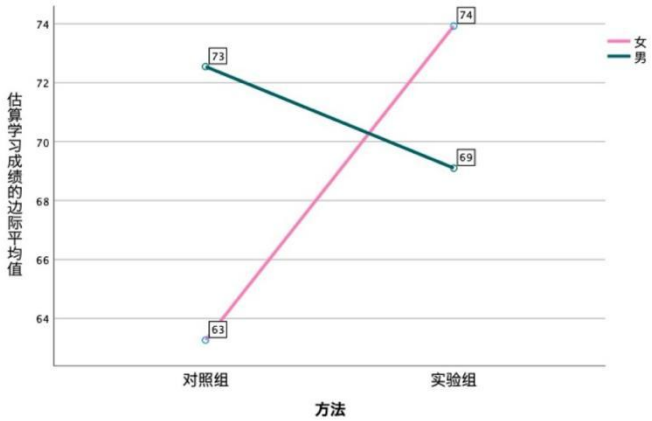


图 2 学习方法与性别对学习成绩的交互作用

3.2. 计算思维

为了了解不同方法对不同性别学生计算思维的影响，本研究采用了双因素协方差分析方法。结果如表 5 所示，性别与学习方法之间并不存在显著的交互作用 ($F = 0.14$, $p = 0.71 > 0.05$)。

表 5 学习成绩双因素协方差分析结果

变量	平方和	自由度	均方	F	η^2
学习成绩前测	5.17	1	5.17	87.08	0.55
性别	0.01	1	0.01	0.21	
学习方法	0.59	1	0.59	9.86	0.06
性别*学习方法	0.09	1	0.09	0.14	
误差	3.57	60	0.06		

为了探讨不同性别对采用不同学习方法学习的学生计算思维的影响，本研究进一步采用了主效应分析法。结果如表 5 所示，学习方法对学生的计算思维有显著影响($F = 9.86$, $p = 0.003 < 0.05$)。但性别对学生的计算思维没有显著影响($F = 0.21$, $p = 0.65 > 0.05$)。结果表明，采用基于 GAI 辅助的编程学习方法学习的学生，计算思维显著高于采用基于常规的的搜索引擎编程学习方法的学生。

4.讨论与结论

本研究提出了基于 GAI 辅助的编程学习方法，用于帮助学生学习编程知识。实验组采用基于 GAI 辅助的编程学习方法，对照组采用常规的搜索引擎编程学习方法进行学习。实验结

果表明，基于GAI辅助的编程学习方法显著提高了实验组女生的编程学习成绩，并且显著提高了实验组所有学生的计算思维。

4.1. GAI辅助编程学习对不同性别学生编程学习成绩的影响

在学习成绩方面，实验结果表明，性别与学习方法对学生的编程学习成绩产生了显著的交互影响。具体表现为，实验组女生的编程学习成绩显著高于对照组女生的编程学习成绩；而实验组和对照组的男生的编程学习成绩并不存在统计学上的显著差异。这一结果与Ma et al. (2021)的研究结果是一致的，即提供支持性指导可以提高女生在编程环境中的参与度、信心和编程的自我效能感。GAI在编码过程中能够帮助学生解决调试、排除障碍等，使学生能够发展与编码相关的自我效能感(Yilmaz & Yilmaz, 2023)。以往的研究表明，女生在编程活动中的动机水平相对较低(Tikva & Tambouris, 2021)，这可能是因为缺乏满足儿童需求和兴趣的创造性内容。有学者指出，只要为女生提供适宜的教学环境，她们同样能够表现良好(Angeli & Valanides, 2020)。

4.2. GAI辅助编程学习对不同性别学生计算思维的影响

在计算思维方面，实验结果表明，性别与学习方法对学生的计算思维未产生交互影响。以往研究发现性别并不影响儿童在早期教育中计算思维和数字技能的表现(Papadakis et al., 2016)。主效应分析结果表明，实验组学生的计算思维显著高于对照组学生的计算思维。人工智能驱动的工具和环境可以通过与学生互动并在他们学习编程时为他们提供个性化支持和反馈来提高学生的参与度和积极性(Yilmaz & Yilmaz, 2023)。生成式人工智能在回答问题时具有精准性、结构化、逻辑性等特点(刘勉 & 陈权, 2024)，学生通过深度理解GAI的回答，了解如何将问题解决过程分解为一系列有序的步骤，并将其泛化到其他问题和情境中。此外，学生通过向GAI提出问题来获得他们想要的问题的答案，可以将更多的时间投入到提出原创性问题、算法思维、解决问题和批判性思维上(Yilmaz & Yilmaz, 2023)。

本研究提出了基于GAI辅助的编程学习方法，结果表明，这一方法能够提高女生的编程学习成绩，并且能够提高学生的计算思维。但本研究也存在一定的局限性。首先，本研究关注了性别与基于GAI的编程学习对小学生编程学习成绩和计算思维的影响，但受到参与者人数和年龄等因素的限制，结论可能不够深入，未来可以进行更加深入地分析。其次，GAI在教育中的应用仍处于早期阶段，未来研究可以关注GAI对编程学习过程的影响。

参考文献

刘勉, & 陈权. (2024). 生成式人工智能赋能教育教学模式创新——以培养中小学生计算思维为例. *中小学信息技术教育*(09), 5-7.

孙丹,朱城聪,许作栋 & 徐光涛.(2024).基于生成式人工智能的大学生编程学习行为分析研究. *电化教育研究(03)*,113-120.doi:10.13811/j.cnki.eer.2024.03.016.

孙发勤 & 冯锐.(2020).编程教育中的智能导师系统：架构、设计与应用.*远程教育杂志*(01),61-68.doi:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2020.01.006.

孙立会, & 胡琳琳. (2021). 编程真的能促进儿童的个体发展吗？——基于28项实验和准实验研究的元分析. *华东师范大学学报(教育科学版)*, *39*(11), 45-58. https://doi.org/10.16382/j.cnki.1000-5560.2021.11.002

Angeli, C., & Valanides, N. (2020). Developing young children's computational thinking with educational robotics: An interaction effect between gender and scaffolding strategy. *Computers in human behavior*, *105*, 105954. https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.03.018

Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. routledge. https://doi.org/10.1016/0198-9715(90)90050-4

Cooper, G. (2023). Examining science education in ChatGPT: An exploratory study of generative artificial intelligence. *Journal of Science Education and Technology*, *32*(3), 444-452. https://doi.org/10.1007/s10956-023-10039-y

Derakhshan, A., Malmir, A., Pawlak, M., & Wang, Y. (2024). The use of interlanguage pragmatic learning strategies (IPLS) by L2 learners: the impact of age, gender, language

learning experience, and L2 proficiency levels. *International Review of Applied Linguistics in Language Teaching*, *62*(4), 1985-2008. https://doi.org/10.1515/iral-2022-0132

Fang, J.-W., Shao, D., Hwang, G.-J., & Chang, S.-C. (2022). From Critique to Computational Thinking: A Peer-Assessment-Supported Problem Identification, Flow Definition, Coding, and Testing Approach for Computer Programming Instruction. *Journal of Educational Computing Research*, *60*(5), 1301-1324. https://doi.org/10.1177/07356331211060470

Garcia-Valcarcel Munoz-Repiso, A., & Caballero-Gonzalez, Y.-A. (2019). Robotics to develop computational thinking in early Childhood Education. *Comunicar*, *27*(59), 63-72. https://doi.org/10.3916/c59-2019-06

Hongwarittorrn, N., & Krairit, D. (2010). Effects of program visualization (jeliot3) on students' performance and attitudes towards java programming. *The spring 8th international conference on computing, communication and control technologies (Vol. 69)*.

Hsu, T.-C., Chang, S.-C., & Hung, Y.-T. (2018). How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers & Education*, *126*, 296-310.https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.004

Kim, S. Y., & Alghamdi, A. K. H. (2023). Secondary School Students' Perceptions of Science Learning Environment and Self-Efficacy in South Korea: Gender Differences. *Journal of Baltic Science Education*, *22*(2), 269-281. https://doi.org/10.33225/jbse/23.22.269

Kleij, F. M. V. d., Feskens, R. C. W., & Eggen, T. J. H. M. (2015). Effects of Feedback in a Computer-Based Learning Environment on Students' Learning Outcomes. *Review of Educational Research*, *85*(4), 475-511. https://doi.org/10.3102/0034654314564881

Li, W., Liu, C.-Y., & Tseng, J. C. R. (2023). Effects of the interaction between metacognition on teaching and students' learning achievement on students' computational thinking, critical thinking, and metacognition in collaborative programming learning. *Education and Information Technologies*, *28*(10), 12919-12943. https://doi.org/10.1007/s10639-023-11671-2

Liu, I.-F., Hung, H.-C., & Liang, C.-T. (2024). A study of programming learning perceptions and effectiveness under a blended learning model with live streaming: comparisons between full-time and working students. *Interactive Learning Environments*, *32*(8), 4396-4410. https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2198586

Liu, P., Yuan, W., Fu, J., Jiang, Z., Hayashi, H., & Neubig, G. (2023). Pre-train, prompt, and predict: A systematic survey of prompting methods in natural language processing. *ACM Computing Surveys*, *55*(9), 1-35. https://doi.org/10.1145/3560815

Ma, H., Zhao, M., Wang, H., Wan, X., Cavanaugh, T. W., & Liu, J. (2021). Promoting pupils' computational thinking skills and self-efficacy: A problem-solving instructional approach. *Educational Technology Research and Development*, *69*(3), 1599-1616. https://doi.org/10.1007/s11423-021-10016-5

Papadakis, S., Kalogiannakis, M., & Zaranis, N. (2016). Developing fundamental programming concepts and computational thinking with ScratchJr in preschool education: a case study. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, *10*(3), 187-202. https://doi.org/10.1504/ijmlo.2016.077867

Tikva, C., & Tambouris, E. (2021). Mapping computational thinking through programming in K-12 education: A conceptual model based on a systematic literature Review. *Computers & Education*, *162*, 104083. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104083

Tsai, M.-J., Liang, J.-C., Lee, S. W.-Y., & Hsu, C.-Y. (2022). Structural validation for the developmental model of computational thinking. *Journal of Educational Computing Research*, *60*(1), 56-73. https://doi.org/10.1177/07356331211017794

Wei-Ying, L., & Tzu-Chuen, L. (2024). Effect of an OwlSpace Programming Course on the Computational Thinking of Elementary School Students. *Informatics in Education*, *23*(1), 145-178. https://doi.org/10.15388/infedu.2024.07

Yilmaz, R., & Yilmaz, F. G. K. (2023). The effect of generative artificial intelligence (AI)-based tool use on students' computational thinking skills, programming self-efficacy a nd motivation. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *4*, 100147. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100147

利用大语言模型多智能体探索复杂推理数学题的苏格拉底式教学方法

Socratic Teaching Method for Exploring Complex Reasoning Mathematical Problems Using Large Language Models(LLMs) Multi-agents

张誉月[1]，贾积有[1*]
[1]北京大学教育学院教育技术系
persistbetter@stu.pku.edu.cn，*jjy@pku.edu.cn

【摘要】本研究针对数学教学中直接给予答案、缺乏深度引导的问题，提出一种基于大型语言模型多智能体的苏格拉底式教学框架。通过设计 7 类学生真实学习时的认知状态，整合学生与“教学主管-教师”的多智能体协作，构建了动态多轮对话系统与引导性提问，模拟真实教学场景中逐步提问、纠错与反思的过程。基于 30 道高等数学题的实验表明，模型在错误答案识别（84.73）与成功拒绝率（85.10）上表现突出，但成功解释率（82.47）因逻辑复杂性受限。研究证实，该方法能有效引导学习者主动思考，通过错误根源挖掘提升问题解决能力。未来的研究将进一步扩展数据集规模，优化智能体反馈机制等。
【关键词】智能教学系统；高等数学教育；大语言模型；苏格拉底式教学；多智能体系统

Abstract: *This study proposes a Socratic teaching framework based on a large language model multi-agent system to address the problem of direct answers and lack of deep guidance in mathematics teaching. By designing the cognitive states of seven types of students during real learning, integrating the multi-agent collaboration between students and "teaching supervisors teachers", a dynamic multi round dialogue system and guided questioning were constructed to simulate the process of gradually questioning, correcting errors, and reflecting in real teaching scenarios. An experiment based on 30 advanced mathematics problems shows that the model performs outstandingly in identifying incorrect answers (84.73) and achieving a successful rejection rate (85.10), but the successful interpretation rate (82.47) is limited by logical complexity. Research has shown that this method can effectively guide learners to think proactively and improve their problem-solving abilities by identifying the root causes of errors. Future research will further expand the dataset size and optimize the feedback mechanism of intelligent agents.*
Keywords: Intelligent Tutoring System(ITS); Higher mathematics education; Large Language Models (LLMs); Socratic teaching; Multi-agent system

1.引言：生成式人工智能在数学解题中的局限

大型语言模型（LLM）在自然语言处理、翻译和问答等各种任务中取得了令人瞩目的成果（Wang 等，2023）。这引起了人们的广泛关注，即使用 LLM 来彻底改变智能教育，尤其是个性化教学的潜力（Ma 等，2024；Adıgüzel 等，2024），这主要归功于它们的两个优势。一方面，LLM 已经表现出对数学和物理等基础学科知识的类似人类的掌握和熟练程度（Achiam 等，2023）。因此，它们可以像真正的老师一样有效地向学生提供特定学科的指导。另一方面，LLM 对用户（即学生）的输入表现出卓越的理解和适应性。它们能够理解不同学生的需求，提供即时反馈并参与互动教学。

基于这两个方面，已经有很多研究将通用的 LLM（例如 ChatGPT）应用于个性化教学（Chen 等，2023），或构建特定的教学 LLM，例如 MathGPT2、EduGPT3 和 EduChat（Dan 等，2023）。然而，目前基于 LLM 的个性化教学方法主要遵循“问答”范式，被动地提供诸如提供问题答案和向学生解释知识概念等功能。在这个过程中，他们将教学过度简化为一系列问答，直接根据 CoT，ToT 等提供完整的答案（Wei 等，2022；Yao 等，2024），这不足以真正识别学生可能存在的问题并提供有针对性的帮助。因此，学生可能难以理解解决问题的过程，能力得不到真正的提高，并且无法在未来解决类似的问题。

数学是一种需要通过结构化符号和系统进行复杂推理的语言，与口语规则相似，是人类智能的一项重要能力。近年来，利用人工智能技术自主解决数学问题已引起人们的关注，早在 1963 年就已开始（Briars 和 Larkin，1984）。关于数学的人工智能研究分为三部分：基于统计学习的方法（Zhou 等，2015）、传统机器学习技术（Kushman 等，2014）和基于深度学习的方法（Wang 等，2017）。近年来，大型语言模型（LLM）在数学领域取得了巨大成功，

出现了各种类型的数学数据集（Cobbe 等，2021；Zhao 等，2020）和数学 LLM（Xu 等，2023；Yu 等，2023；Yue 等，2023）。然而，以往对数学 LLM 的研究主要侧重于提高数学能力，其在教学中的应用仍然有限。LLM 在面对数学问题时倾向于直接给出解决过程，或分析总结提炼文本。Jia 等人基于已有数据集分别让人类教师和大型语言模型生成若干组通用型提示，将提示混合后让专家打分，统计分析结果表明人类专家无法区分人工和机器产生的通用性提示（Jia 等，2024）。关于数学辅导的应用主要集中于 K12 教育，对于高等数学等更加复杂的数学题很少有人研究。

在本文中，我们借鉴了苏格拉底式教学法（Paul 和 Elder，2007），提出了一种基于大型语言模型多智能体的苏格拉底式教学框架。它实现了一种新颖的教学范式，该范式的关键是让学生参与对话，积极参与学习过程，不断提出开放式问题，鼓励他们表达自己的想法，挑战假设，独立思考。

2.相关研究

2.1.苏格拉底教学的定义和优势

苏格拉底教学的关键是让学生参与对话，积极参与学习过程，鼓励他们表达自己的想法，挑战假设，独立思考。这个过程使学生学会自己解决问题，从而培养更深层次的掌握和能力。苏格拉底式提问允许教师定制他们自己的问题，以适当地挑战学生，同时也与学生个人的解决问题的能力保持一致（Al-Hossami 等，2023）。苏格拉底教学的理念是知识不是简单地传递，而是通过动态的探究和对话过程发现的。有两个基本要求：1）它本质上是对话式的，依靠教师和学生之间的对话来促进学习；2）它使用探索性问题来积极吸引学生，促进独立思考并鼓励他们自己寻找答案。

精心设计的苏格拉底式问题可以鼓励学生自我解释。提高他们对任务的理解，促进有效规划解决方案（Michelene 等，1994）。此外，它们还可以帮助发现学生知识方面的重大差距。这种范围使教育工作者能够设计出具有适当挑战性但又在学生回答能力范围内的问题。

2.2. 优秀的苏格拉底提问策略

尽管苏格拉底教学存在诸多优势，但需要注意谨慎使用提问策略，因为不适当的内容有时会弊大于利，例如若提出总是容易回答的问题不会导致更深入、更广泛的学习。对参与者而言，对于不需要概念理解的子问题或对于更复杂的问题，可能会使任务看起来更具挑战性。

优秀的提问策略有两个特征：首先，重点突出：良好提问策略的一个基本属性是针对最关键的特定领域内容提出问题。无关的问题不仅使过程变得困难，还会迫使注意力转移，并可能增加学生的认知负担。其次，目标驱动：以正确的顺序提出相关问题，帮助学生达到最终目标（如果是数学应用题，则解决主要问题），这是良好提问的另一个重要部分（Shridhar 等，2022）。

此外，一些比较宽泛的问题，例如真实教学对话场景中常常会要求学习者解释（例如：你能重新表述吗？）、提供例子（例如：你能提供一个例子吗？）和暗示（例如：你为什么认为……？）之类开放性的问题，尽管学生可能回答地不尽如人意或回答错误，这类对话也很有意义，因为学习者的错误和误解可能为教师有效地了解学习者的认知状态提供了一个重要的诱饵，能够使得教师和学习者共同负责推动对话。

2.3. 大语言模型下的苏格拉底教学法

苏格拉底式的智能辅导系统的适用性，往往受到针对特定练习的苏格拉底式话语的预定义和手动定制的限制（Alshaikh 等，2020）。Al-Hossami（2020）提出了一个由苏格拉底式对话组成的数据集，旨在帮助新手程序员纠正基本计算问题中的错误。Shridhar 的研究探索了用于教育目的的数学问题解决方案的自动生成策略。Qi 等人（2023）将苏格拉底式提问视为一种递归思维过程，它将复杂问题分解为更简单、相关的子问题。

然而，先前的研究发现主要存在以下几个问题：第一，无法保证答案的可靠性和质量，在幻觉问题的复杂推理上表现不佳。第二，教学策略方面，用怎样的问题来指导和启发学生的策略（何时提问、如何提问和问什么）尚不明确，太多或太少太难或太容易的提示都会影

响学生的学习过程。第三，先前与数学教学有关的智能辅导系统研究主要集中在 K12 领域，缺乏高等数学等复杂推理数学题的教学应用。而对于复杂推理数学题存在更多的难点，如对 LLM 解题质量的要求更高、复杂数学公式与 latex 格式的转化等。

为此，我们使用多 agent 的优秀提问策略来生成高等数学教育领域的个性化苏格拉底提示，以解决幻觉问题、教学策略问题等复杂推理数学题下诸多难点。

3.基于大型语言模型多智能体的苏格拉底式教学设计

3.1. 多智能体综合方案

为解决复杂推理数学题中题目更困难、幻觉现象可能更严重等问题，我们使用一种新颖的“教学主管-教师-学生”综合解决方案来生成优势的苏格拉底式师生对话，该综合解决方案由三个 LLM 智能体组成。每轮教学对话都是在教学主观的监督下，由教师和学生交互循环形成的，每个 agent 都用 GPT4o 进行模拟。

1）教师智能体

教师智能体积极地以苏格拉底式风格激励学生解决问题，首先，它会在适当的时候用苏格拉底式问题提示学生思考，比如在完成一个推理步骤后引导学生考虑下一步。其次，它需要向学生提供步骤和所涉及的知识点的解释。最终，如果教师智能体认为教学过程已完成，它将输出“[END]”token 作为其输出的结尾，表示终止循环。

2）学习者认知状态模拟

在教师提问的过程中，我们模拟真实学生对教师智能体的提示（即问题和解释）对教师智能体进行回复。为了确保学生回复的真实性和多样性，我们从学生的角度回顾了苏格拉底式教学过程：首先，学生需要掌握手头问题的含义；然后理解老师提供的指示，并利用计算能力和获得的知识来执行指令；最终激发学习兴趣，并有助于培养有效的学习成果。基于这一思想，并综合文献综述的结果，我们总结了在实际教学过程中，7 种真实学生的回复的分类，并在每次回复时模拟其中的一种。学生的反应和认知状态可以分为以下 7 类：

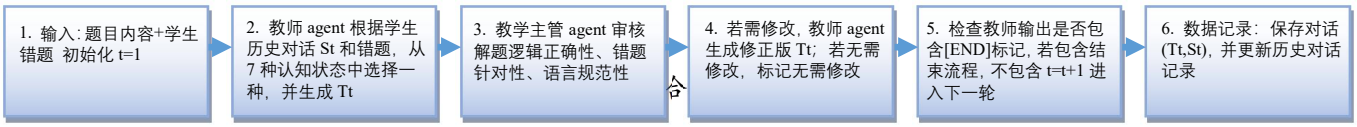
表 1 学生可能的 7 类反应状态

序号	状态类型	含义
1	问题理解错误	没有清楚地理解问题或给出的说明
2	指令理解错误	学生难以理解和执行教师指令的程度。处于良好状态的学生应该很容易完成这些指令。
3	计算错误	学生错误推导数学表达式和数字的能力
4	知识未掌握	学生未掌握定理、概念等理论知识。
5	学习动机不足	学生寻求和获取新信息、提出问题和探索可能性的愿望或倾向很低。
6	不相关	学生的输入与教学内容无关，例如问“今天天气怎么样？”
7	正确回答	学生正确回答了老师的问题，可以继续推进。
8	部分回答	提供了预期答案的一部分

此外，为了获得关于学生错误类别的最佳提示，对于学生的错误回答，我们定义了几个具体的错误分类，包括：积分时忘记常数项的处理、积分范围不正确、混淆无穷级数的收敛条件、误用洛必达法则、误解泰勒展开的应用、代数运算中的符号错误等。

3）教学主管智能体

由于GPT在理解学生和担任教师所需的语言表达方面依然存在不足。为了解决这个问题，我们提出了一个教学主管 agent 充当监督角色，判断教师的指示是否符合苏格拉底式教学的要求。如果它认为指示不符合要求，它有权在指示提交给学生之前对其进行修改。重点关注：重点关注：1、解题思路是否正确；2、是否符合苏格拉底式风格；3、是否针对学生的错误进行针对性解答；4、其语言风格是否类似于真正的老师，是否简短明确。若符合要求，则返回“无需修改”。



以图 1 为例，在第一轮（t = 1）中，教师 agent 直接根据输入的题目和学生的错题情况以苏格拉底式的方式（不提供答案，而是遵循逐步提问）提出第一个问题 T1。在教师 agent 生成 T1 后，教学主管 agent 对其进行判断并修改，如果判断需要修改，则修改后的响应随后发送给教师 agent，若判断无需修改，则返回“无需修改”。

然后，我们从 7 种认知反馈中选择一个状态，并模仿学生与教师 agent 进行对话。我们的回答作为第二轮（t = 2）的输入给教师 agent，教师 agent 继续根据此前的对话和新的输入，以苏格拉底式提供指导 T2。修改后的响应随后发送给 Student，开始下一轮对话。最终，如果 Teacher 认为教学过程已完成，它将输出“[END]”token 作为其输出的结尾，表示终止循环。这样，使得每轮教学对话{(T1, S1),(T2, S2), ...}中的内容，都是在教学主管的监督下，由教师和学生交互循环形成的。

3.2 提示编写方法

提示词质量对于生成通用型提示的效果有着显著的影响。作为生成通用型提示的关键变量，不同类型和构造的提示词对模型的理解和输出结果产生不同的效果。大模型提示词的构造方法多样，包括零样本学习（Zero-Shot Learning）、单样本学习（One-Shot Learning）和少样本学习（Few-Shot Learning）等。Jia 等人的研究表明单样本和少样本学习会导致 GPT 过度依赖给出的例子，而忽略了数学问题的具体特点和变化，而零样本学习使 GPT 能够根据具体问题自由生成提示，产生的通用型提示得分最佳（Jia 等，2023）。因此本文主要采用零样本学习的方法，提示如下：

表 2 复杂推理数学题的苏格拉底式引导型提示词

教师 agent	请您扮演一名大学高数课教师，您将会收到一道高数题目、该题目正确的解答过程和高数初学者错误的推理过程。目标是：1、通过多轮对话和提示，帮助高数初学者纠正练习中的推理错误，必须采用苏格拉底式提问的形式，引导学生一步步得出正确答案。此外，提示不得包含练习或其中任何部分的正确答案。2、当学生最终得出正确结果时，对高数初学者练习中错误对学生的错误进行分类。题目：【题目】；学生错误的答题过程：【答题过程】。
教学主管 agent	请您扮演一名主管，判断教师的提示是否符合苏格拉底式教学的要求。 1、如果【学生】问的是常识，或者很难理解某个概念，【老师】可以直接解释。2、其他情况下，不能以陈述或修辞的方式给出问题的直接答案或解决方案。3、每次只能提 1 个问题，即最多只能有 1 个“？”存在。 若符合要求，返回无需修改，若不符合要求，指出如何进行修改。注意只针对这一条提示提建议，不需给出学生可能回答后的后续提示。教师的提示为：【教师提示】。
教师 agent（修改）	根据主管的反馈，模仿与优秀的高数教师，修改您的原提示，主管的反馈是:【教学主管反馈】。

4.实验结果

4.1 数据收集和实验流程

本研究所收集的高数问题主要来自于近 5 年来真实的考研数学题，以及辽宁工学院数理科学系编著的《高等数学学习中的常见错误及评析》，其中包含了 30 道高数题目、代表性错误解法、错误类型以及正确解法。这些数学题涵盖了各个难度等级的题目，而代表性错误往往具有一定的普遍性，包括中国高数初学者在对概念和定理的理解不深，逻辑推理不严密，计算上不顾公式应用条件盲目套用等诸多方面的错误（辽宁工学院，1995），具有权威性和教学指导性。为了更方便快捷地调试 prompt，使用 Python Streamlit 框架搭建了 web 可视化和交互平台，如下图所示：

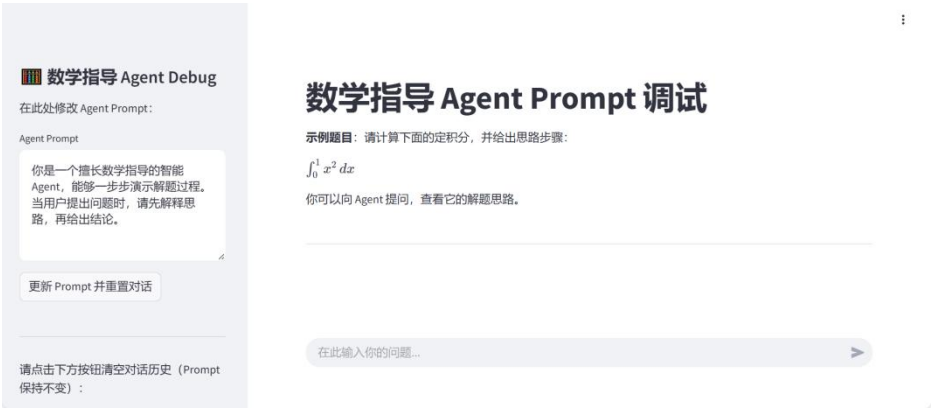


图 2 web 可视化和交互平台

与 K12 数学题目不同，复杂推理数学题中包含大量复杂的公式，为解决该问题，我们首先将 pdf 文件中的题目分割为图片，接着调用 api 将图片中的公式识别为 latex 格式，接着转化为 markdown 格式，上传给大语言模型。大语言模型返回的 latex 格式再调用 api 转化为可视化的公式。

4.2 定性测评结果

针对 30 道题目，我们依次对每道题目进行了对话，所有题目结束之后，对话自动保存，用于后续的分析。由于篇幅限制，我们仅展示其中一道题目的部分问答内容，其中教师 agent 为该系统给出的反馈，学长则为某大一真实高数学习者：

表 3 某例题的苏格拉底式问答

题目：“求极限：$\lim\limits_{x\to0}\dfrac{x^2\sin\frac{1}{x}}{\sin x}$” 【错误解法】 $\lim\limits_{x\to0}x^2\sin\dfrac{1}{x}=\lim\limits_{x\to0}x^2\cdot\lim\limits_{x\to0}\sin\dfrac{1}{x}=0\cdot\lim\limits_{x\to0}\sin\dfrac{1}{x}=0$
教师 agent：第一步： 你能告诉我，为什么你认为在 x→0 时该表达式是 0/0 型未定式吗？
学生：因为 x 趋近于 0 时，分子和分母的极限都为 0。
教师 agent：很好，你正确地指出了分子和分母在 x→0 时都趋近于 0。但是，在应用洛必达法则之前，分子和分母的导数存在并且连续。你能尝试考虑分子中的 $x^2\sin\frac{1}{x}$ 在 x→0 时的导数吗？
学生：似乎 sin(1/x)不能求导
教师 agent：非常好，你注意到了关键点！考虑到这一点，你认为我们是否可以继续使用洛必达法则？
……（由于篇幅原因省略）
教师 agent：非常好！你总结得很准确。总结： 洛必达法则的使用条件：必须确保分子和分母在考虑的点具有可求导性。 夹逼定理的应用：通过分析分子 $x^2\sin\frac{1}{x}$ 的极限，使用 $\sin\frac{1}{x}$ 在[−1,1] 范围内的性质，可以推导出分子的极限是 0。 小角度近似：通过将 sinx≈x 用于分母，可以进一步简化问题，最终得出正确的极限结果。

可以看出，本研究利用多智能体生成的苏格拉底式教学法具有以下优点：首先，引导性强，通过问题鼓励学生思考，让学生自己发现问题，深入理解概念。第二，逻辑结构清晰，教师 agent 将问题分为多个步骤，每一步的解释和分析都紧密相连，形成了清晰的思路。最后，提供总结与反馈。教师 agent 会对学生提出的问题进行了回顾和归纳，并帮助学生总结了如何避免类似的错误，这对于学生数学学习的触类旁通非常重要。

4.3 定量测评结果

为了评价本研究生成的苏格拉底教学方法的效果，我们通过以下评价体系对其进行评价，涵盖苏格拉底风格和教学能力五个教学维度：

表 4 苏格拉底对话的评价维度

	评价维度	含义
1	总体质量	对教学质量的整体和主观评估，要求教学满足苏格拉底风格并增强学生的体验。
2	错误答案识别准确率	关注老师是否能准确识别学生的“错误回答”。
3	正确答案识别准确率	与错误识别相反，该维度关注模型是否能够准确识别学生的“正确回答”。
4	成功解释率	是否能为学生的“提问”提供令人满意的解释。

5	成功拒绝率	针对教师拒绝回答学生“不相关”问题并将其重定向回教学内容的情况而设计的。

我们将 30 道题目的对话依次让 gpt-4o 进行打分，满分均为 100 分，所得到的结果如下：

表 5gpt-4o 对 30 道题目的苏格拉底对话打分结果

	30 题平均值	标准差	中位数	最大值	最小值
总体质量	83.40	7.66	84.50	99.00	70.00
错误答案识别准确率	84.73	8.03	84.00	99.00	70.00
正确答案识别准确率	84.50	9.28	84.00	99.00	70.00
成功解释率	82.47	8.44	82.50	100.00	70.00
成功拒绝率	85.10	9.29	84.00	100.00	71.00
平均值	84.04	8.54	83.80	99.40	70.20

可以看出，所有维度的平均分均超过 82 分（范围 82.47-85.10），表明模型在苏格拉底式对话任务中具备较高的综合能力。其中：成功拒绝率（85.10±9.29）和错误答案识别准确率（84.73±8.03）表现最优，反映模型对错误逻辑的检测和拒绝机制较为成熟；成功解释率（82.47±8.44）相对稍低，提示模型在复杂逻辑的清晰阐释能力上存在优化空间。

错误答案识别与成功拒绝率的正相关（二者均值 84.73 vs. 85.10，标准差相近），符合理论预期：准确识别错误是有效拒绝的前提，二者共同构成模型的"批判性能力"。总体质量与正确答案识别准确率的强关联（均值 83.40 vs. 84.50，中位数 84.50 vs. 84.00），说明用户对对话质量的评价更依赖模型对正确答案的稳定识别，而非单纯拒绝错误。

成功解释率的相对滞后（均值 82.47），可能与其依赖自然语言生成（NLG）的复杂性有关，需平衡逻辑严谨性与表达通俗性。

5.结论和讨论

为探讨如何通过多智能体大语言模型实现复杂推理数学题的苏格拉底式教学，提升复杂推理数学题的教学效果，本研究基于苏格拉底式教学理论与多智能体协作框架，构建了由教师和教学主管多智能体协同的对话生成系统。通过对 30 道高等数学题目进行多轮苏格拉底式对话模拟，并采用定性分析与多维定量评价相结合的方法，该方案能够通过引导式提问有效促进学生的自主思考，并帮助学生识别并纠正推理错误。多智能体结合苏格拉底教学法的优点在于发挥苏格拉底教学法启发性、个性化教学的同时，极大程度地降低幻觉现象，如编造题目等。研究发现虽然模型在错误检测与逻辑拒绝方面表现优异（成功拒绝率 85.10±9.29，错误答案识别准确率 84.73±8.03），但在成功解释率相对滞后（82.47±8.44），且各维度标准差较高（7.66-9.29），反映模型对题目特征的敏感性及稳定性不足。

综上所述，本研究提出的多智能体苏格拉底式教学框架通过动态对话引导与错误根源挖掘，提升了学习者的主动思考与问题解决能力。该方案不仅为高等数学教育提供了可扩展的智能辅导工具，其模块化设计（如教学主管的监督机制、学生认知状态模拟）还可推广至物理、化学等需复杂推理的学科教学中。

本研究也存在一些局限性。首先，样本规模限制方面，30 道题目可能无法覆盖复杂推理数学问题的全领域特征，需扩展至更大规模、多类型题库。其次，评分主观性方面，人工模拟评分需通过多评委一致性检验（如 Cohen's Kappa）以提高效度。最后，因果关系待验证方面，需通过回归分析或结构方程模型（SEM）进一步量化各维度间的相互作用。

未来研究方向包括：1）覆盖更多数学分支与题型，以验证该方法在各类数学问题中的普适性；2）引入多模态交互机制，优化公式识别与可视化表达，降低因 Latex 转换误差导致的逻辑断裂风险；3）量化教学策略的因果效应，通过结构方程模型（SEM）解析各评价维度间的相互作用路径；4）增强解释可解释性，结合分步推理（Chain-of-Thought）与外部知识库验证，平衡逻辑严谨性与表达通俗性；5）此外，需通过多评委一致性检验（如 Cohen's Kappa）降低评分主观性，并探索动态置信度阈值调整策略，以精细化模型的拒绝与解释机制。

参考文献

Achiam, J., Adler, S., Agarwal, S., Ahmad, L., Akkaya, I., Leoni Aleman, F., Almeida, D., Altenschmidt, J., Altman, S., Anadkat, S., et al. (2023). GPT-4 technical report.

Adıgüzel, T., Kaya, M. H., & Cansu, F. K. (2023). Revolutionizing education with AI: Exploring the transformative potential of ChatGPT. Contemporary Educational Technology.

Al-Hossami, E., Bunescu, R., Teehan, R., Powell, L., Mahajan, K., & Dorodchi, M. (2023). Socratic questioning of novice debuggers: A benchmark dataset and preliminary evaluations. In Proceedings of BEA (pp. 709–726).

Alshaikh, Z., Tamang, L. J., & Rus, V. (2020). Experiments with a Socratic intelligent tutoring system for source code understanding. In FLAIRS.

Briars, D. J., & Larkin, J. H. (1984). An integrated model of skill in solving elementary word problems. Cognition and Instruction, 1(3), 245–296.

Chen, E., Huang, R., Chen, H.-S., Tseng, Y.-H., & Li, L.-Y. (2023). GPTutor: A ChatGPT-powered programming tool for code explanation. In International Conference on Artificial Intelligence in Education (pp. 321–327). Springer.

Chi, M. T. H., De Leeuw, N., Chiu, M.-H., & LaVancher, C. (1994). Eliciting self-explanations improves understanding. Cognitive Science, 18(3), 439–477.

Cobbe, K., Kosaraju, V., Bavarian, M., Chen, M., Jun, H., Kaiser, L., Plappert, M., Tworek, J., Hilton, J., Nakano, R., Hesse, C., & Schulman, J. (2021). Training verifiers to solve math word problems.

Dan, Y., Lei, Z., Gu, Y., Li, Y., Yin, J., Lin, J., Ye, L., Tie, Z., Zhou, Y., Wang, Y., et al. (2023). EduChat: A large-scale language model-based chatbot system for intelligent education. arXiv preprint arXiv:2308.02773.

Ji, T., Lyu, C., Wang, L., Yu, D., Shi, S., Zhang, Z., & Tu, Z. (2023). Document-level machine translation with large language models. In The 2023 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing.

Ju, L., Wang, X., Schuurmans, D., Bosma, M., Xia, F., Chi, E., Le, Q. V., Zhou, D., et al. (2022). Chain-of-thought prompting elicits reasoning in large language models. Advances in Neural Information Processing Systems, 35, 24824–24837.

Kushman, N., Artzi, Y., Zettlemoyer, L., & Barzilay, R. (2014). Learning to automatically solve algebra word problems. In Proceedings of ACL (pp. 271–281). https://doi.org/10.3115/v1/P14-1026

Ma, H., Wang, C., Zhu, H., Yang, S., Zhang, X., & Zhang, X. (2024). Enhancing cognitive diagnosis using un-interacted exercises: A collaboration-aware mixed sampling approach. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 38, 8877–8885.

Paul, R., & Elder, L. (2007). Critical thinking: The art of Socratic questioning. Journal of Developmental Education, 31(1), 36.

Qi, J., Xu, Z., Shen, Y., Liu, M., Jin, D., Wang, Q., & Huang, L. (2023). The art of Socratic questioning: Recursive thinking with large language models. In Proceedings of EMNLP (pp. 4177–4199).

Shridhar, K., Macina, J., El-Assady, M., Sinha, T., Kapur, M., & Sachan, M. (2022). Automatic generation of Socratic subquestions for teaching math word problems.

Wei, J., Wang, X., Schuurmans, D., Bosma, M., Xia, F., Chi, E., Le, Q. V., Zhou, D., et al. (2022). Chain-of-thought prompting elicits reasoning in large language models. Advances in Neural Information Processing Systems, 35, 24824–24837.

Wang, Y., Liu, X., & Shi, S. (2017). Deep neural solver for math word problems. In Proceedings of EMNLP (pp. 845–854).

Wang, L., Lyu, C., Ji, T., Zhang, Z., Yu, D., Shi, S., & Tu, Z. (2023). Document-level machine translation with large language models. In The 2023 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing.

Yue, X., Qu, X., Zhang, G., Fu, Y., Huang, W., Sun, H., Su, Y., & Chen, W. (2023). Mammoth: Building math generalist models through hybrid instruction tuning. arXiv preprint arXiv:2309.05653.

Yu, L., Jiang, W., Shi, H., Yu, J., Liu, Z., Zhang, Y., Kwok, J. T., Li, Z., Weller, A., & Liu, W. (2023). MetaMath: Bootstrap your own mathematical questions for large language models. arXiv preprint arXiv:2309.12284.

Zhao, W., Shang, M., Liu, Y., Wang, L., & Liu, J. (2020). Ape210k: A large-scale and template-rich dataset of math word problems. arXiv preprint arXiv:2009.11506.

Zhou, L., Dai, S., & Chen, L. (2015). Learn to solve algebra word problems using quadratic programming. In Proceedings of EMNLP (pp. 817–822).

結合 ORID 教學法與 ChatGPT 以提升初學者的學術寫作能力

Applying ChatGPT and ORID Method to Enhance Beginners' Academic Writing Skills

張懷綾 [1]，孫之元 [2*]
[1] 國立陽明交通大學，教育研究所
[2] 國立陽明交通大學，教育研究所
[*] jerrysun@nycu.edu.tw

【摘要】學術寫作是展示研究成果與傳播知識的重要方式，但對初學者而言，時常因經驗不足及組織能力欠缺而面臨挑戰。隨著生成式人工智慧(GAI)工具的發展，ChatGPT 提供新的寫作模式，能協助使用者組織想法並提升寫作效率。然而，過度依賴生成內容可能削弱使用者的獨立思考與創作能力。因此，本研究設計一套結合 ORID 焦點討論法與 AI 輔助工具的學術寫作教學流程，旨在提升初學者的學術寫作及批判思維能力，並增強對學術倫理的理解。同時，協助學習者在與 AI 工具協作時建立正確的使用概念。透過系統化教學設計，期望探索 GAI 工具在學術寫作教學中的創新應用與價值。
【關鍵字】 學術寫作；ChatGPT；焦點討論法

Abstract: *Academic writing is important for presenting research results and disseminating knowledge. However, beginners face challenges due to their lack of experience and organizational skills. With the rapid development of Generative Artificial Intelligence (GAI) tools, ChatGPT provides a new method of writing to help users organize their ideas and improve writing effectiveness. However, over-reliance on AI-generated content may decrease users' independent thinking and invention. Therefore, this study develops an academic writing teaching process that combines the ORID Focused Discussion Method with AI-assisted tools. It aims to enhance beginners' academic writing and critical thinking skills, which increase their understanding of academic ethics. At the same time, it will help learners establish the concept of correct use when collaborating with AI tools. Through the systematic instructional design, we expect to explore GAI tools' creative application and value in teaching academic writing.*
Keywords: Academic Writing, ChatGPT, ORID Focused Discussion Method

1. 前言

學術寫作是研究領域中不可或缺的核心途徑，不僅用於展示研究成果的重要方式，更肩負著促進知識傳播與維持學術誠信的重要角色。然而，對於初學研究者而言，學術寫作往往是一項高度複雜具挑戰性的任務，其困難主要來自於匱乏的相關經驗、對學術文章的組織方式及學術客觀性的理解不足等多方因素。首先，初學者對研究與寫作的認知不足，這容易影響他們將構思概念化及組織書面成果之能力(Heston,2024；Low et al.,2013) 。其次，初學者在進行內容組織時，往往難以建構出具有說服力且邏輯一致的論證 (Hyytinen et al.,2016)。最後，初學者往往缺乏評估資料來源的可靠性及正確引用資料的技巧(Bailey,2019)。綜上所述，一篇具有邏輯性且高品質的學術文章，不僅要求作者擁有扎實的專業知識，還需要掌握結構化思維、清晰的語言表達能力，以及嚴格遵守學術規範。這些挑戰突顯學術寫作對初學研究者的多重要求，也是在學術道路上必須克服的重要議題。

為解決上述問題，許多學者採取不同方式幫助初學者理解學術寫作的流程，包含線上培訓、同儕評論、師徒指導等方式，以支持他們在思考與寫作過程中的發展。然而，線上培訓雖然靈活方便，但初學者在遇到問題時仍難獲得具體解決方案。同儕評論則是需要他人具有一定的批判思維及建設性的反饋能力，也能更快速的提升自身寫作技巧。然而對於初學者而言，缺乏足夠的經驗，難以從中提供有效的建議及獲益，甚至會因同儕的意見而感到困惑或受挫(Teng & Ma, 2024)。師徒指導則是能最大限度給予個人化的指導方針，相對的，教師則需要投入大量時間及資源，尤其是需要處理多位學生論文且大量時間用於修改論文中的邏輯架構和文字內容時，可能影響研究的其他進程，對導師與學生都帶來壓力。

隨著語言模型技術的快速發展及日漸成熟，自然語言生成(Natural Language Generation, NLG)已被廣泛應用在各項寫作任務中，由此顯示出在學術與非學術場合中的高度適用性。這

些模型的數據來自於互聯網上收集的大量文本，透過這些文本進行大量訓練，最終能執行複雜的語言任務，並生成具高度相似於人類語言的回應(Susnjak, 2022)。目前，人工智慧生成的內容已達到較為成熟的水平，不僅難以與人類創作內容區分開，且在某些情境下更容易被視為比人類創作的內容更值得信任及可靠。這一技術的進步為協助學術寫作帶來新的可能性，尤其在解決寫作挑戰、文獻整理與統整、概念啟發及評估等方面表現出顯著潛能(Bernardino et al.,2024；Cummings et al., 2024) 。生成式人工智慧 (Generative artificial intelligence, GAI) 工具能大幅減少撰寫書面內容所需的時間與精力，讓使用者得以專注在其他關鍵點，如內容結構設計、數據分析等（Lund et al.,2023；Yan, 2023) 。其次，GAI 工具亦能根據使用者的偏好與對話風格進行個人化的調整，確保生成內容更符合使用者需求，提升使用體驗與內容的適用性。透過 GAI 工具的統整與再建構，使用者能探索新的思維途徑且提高創造性，有助於提高學術寫作的整體品質及內容深度。

然而，部分研究指出，儘管 ChatGPT 這類 GAI 工具在文字、文法等語言架構的組織上能有良好表現，但在傳達核心理念及闡述具體且詳實內容等方面，仍存在侷限性(Cummings et al., 2024)。Rahman 等人(2023)進一步指出 ChatGPT 應被視作一種輔助寫作的工具，其主要功能在於補充內容，而非直接構建文章的核心結構或框架。學習者使用 GAI 工具進行交流的過程，往往會出現收到不精準或不適當的回饋。造成此問題的主原在於使用者所撰寫的提示詞（prompts）缺乏足夠的清晰性或具體性，導致 GAI 工具無法正確理解寫作需求，進而生成與預期不符的內容，又或者誤解上下文涵意、提供與學術寫作任務不符的建議等。此外，部分學者擔憂使用者過度依賴 GAI 工具生成的內容，可能限制使用者的獨立思考能力及表達能力，從而影響其寫作技能的長期發展(Rahman & Watanobe, 2023)。

為幫助學習者克服學術寫作上的困難，應適時配合教學策略，確保學習者進行完整的思考及寫作流程，而非仰賴 AI 工具生成之內容。而 ORID 焦點討論法（Focused Conversation Method）便用人類自然思考的四個層次，引導學習者進行結構化思考與回應問題。許多教師已將此策略廣泛應用於反思寫作、閱讀理解及學術討論等活動。Hung（2019）研究指出，將焦點討論法應用於通識課程，有助於教師更精確地掌握學生的閱讀理解狀況及思考脈絡，從而調整議題討論的節奏與課程設計，以提升學習成效。

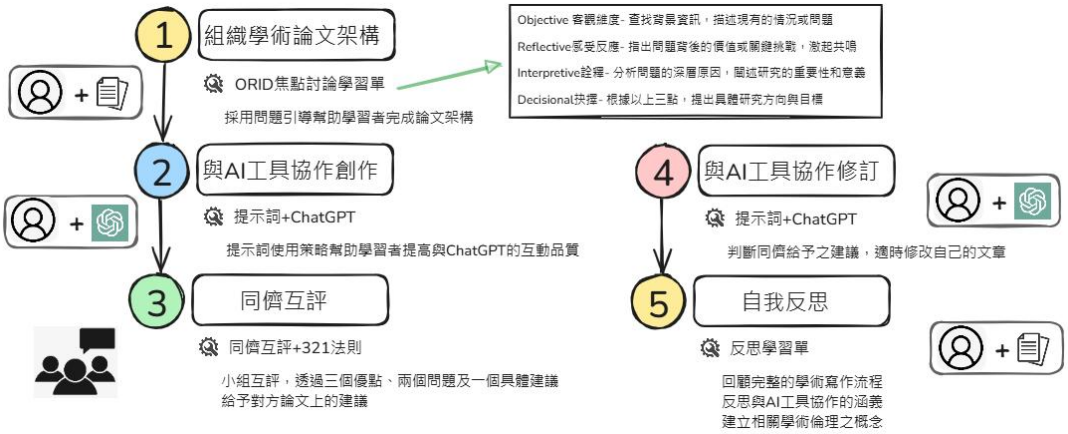
綜上所述，隨著 AI 工具在教育領域的廣泛應用，降低寫作上所需花費的成本，同時也在寫作方式上帶來新的契機。然而，僅依賴 AI 工具進行寫作輔助可能會削弱學使用者的創作能力(Mahama et al., 2023)。由此可知，如何將 AI 輔助工具結構化的教學方法相互配合，成為當前學術寫作教學中的重要課題。因此，本研究旨在設計並建構一套結合 ORID 焦點討論法與 AI 輔助工具的學術寫作流程，通過結構化的教學方法及 AI 工具的輔助，提升初學者的學術寫作及批判思維能力，並探討此教學方式的教育成效與價值。

2. 教學方法設計

2.1. 教學對象

本研究的預期之召募對象為大專院校學生及初步接觸學術寫作的研究生，涵蓋不同學習階段對學術寫作能力提升需求。大專院校學生包括投稿大專生研究計畫的學習者；研究生則包含預期或正在修讀學術寫作相關課程，或撰寫首篇學術論文的學習者。這些學習者普遍具備初步的研究基礎，但仍面臨內容組織與表達精準度的挑戰。

2.2. 教學流程



圖一、教學流程概念圖

本研究設計一套結合 ORID 焦點討論法與 AI 輔助工具的學術寫作流程，並將教學設計劃分為五個階段（見圖一）。此流程旨在透過結構化引導與 AI 協作，幫助學習者克服學術寫作挑戰，同時確保 AI 工具的正確使用，提升其寫作能力、批判思維與學術倫理意識。

第一個階段，建立學術論文的基本架構。學習者將透過 ORID 焦點討論法建構學術論文的基本架構。本研究透過設計學習單，以問題引導的方式幫助學習者蒐集並篩選與研究主題相關的資訊，進一步釐清研究方向與核心議題。在這個過程中，學習者需經歷四個層次的思考。首先，在客觀層次中，學習者會針對研究主題進行資料蒐集與整理，確保方向明確且有足夠的文獻支持。接著，在反思層次中，他們需要檢視自身的研究問題是否具備學術價值，並進行初步評估。進入詮釋層次後，學習者開始分析研究的意義與價值，確立核心論點與論文架構。最後，在決策層次中，他們將進一步確定研究的核心方向，並發展具有邏輯性的論文框架，為後續的寫作奠定基礎。

第二階段則是聚焦在學習者與 AI 工具的協作應用。他們將透過學習單學習應用精確的提示詞，以確保 AI 生成的內容符合學術標準。學習者需要利用 AI 生成與研究主題相關的文本，並對生成內容進行篩選及分析，以判斷其適用性。透過此訓練，學習者能有效提高寫作效率，也能透過與 AI 的互動學習如何篩選、修正 AI 產出的內容，使其符合學術要求。此外，為防止學習者過度依賴 AI，本研究預計設計與 AI 互動之評估標準，確保 AI 工具能夠發揮輔助作用，而非取代個人思考與創作。由此幫助學習者克服學術寫作的障礙，亦能減少因為寫作困難而產生的焦慮感，更專注於內容的創造與完善。

第三階段為同儕互評。學習者將被分成數個小組，互相閱讀內文並適時給予回饋。在此階段中，本研究預計採用「321 法則」引導學習者進行互評，每位學習者需對他人研究內容提出三個優點、兩個需要改進問題，並提供一項修改建議。透過結構化回饋方式，學習者能夠更有方向地進行評論，並接收回饋後，更清楚地理解自己論文中的優點及需改進之處。同儕回饋不僅能幫助學習者修正論文內容，也能促進學術交流與批判性思考能力的發展，使學習者在學術寫作過程中學會如何與他人進行建設性的學術對話。

第四階段則是內文的修訂。學習者根據同儕給予的回饋，判斷哪些建議具有可行性及合理性，並根據判斷進一步修改論文的研究背景與動機。此過程讓學習者在修訂的過程中提升自己的寫作能力，並促進對學術邏輯和表達方式的理解。

最後為自我反思階段。此階段希望能引導學習者回顧整個學術寫作的流程，特別是 AI 工具在學術寫作中的意義。同時，學習者還需思考 AI 應用於學術寫作時所涉及的學術倫理議題，如內容生成的原創性與可信度問題。透過這樣的反思，學習者能深入對數位工具的認識，更能培養在學術寫作中應具備的倫理觀念。

3. 預期結果

本研究旨在探討結合 ORID 焦點討論法與 AI 輔助工具對初學者學術寫作能力與學習興趣的影響。透過問題引導的學習模式，幫助學習者克服研究架構組織與寫作表達的困難，提升其自信心與學術溝通能力。本研究亦強調 AI 工具的輔助角色，引導學習者批判性地運用 AI 來優化寫作，同時認識其局限性與學術倫理規範，以避免過度依賴 AI，發展自主思考與寫作技巧。

為驗證本教學模式的有效性，未來將進行實證研究，透過學生學習成果與回饋數據評估其影響。最終，本研究期望提供學術寫作教學的新策略，並探索 AI 在數位教育中的應用價值。

參考文獻

Bailey, J. (2019, October 8). 3 Reasons Students May Struggle with Citation. Turnitin. https://www.turnitin.com/blog/3-reasons-students-may-struggle-with-citation

Bernardino, M., Cargnelutti, R., de Souza Garcia, R., & Silva, W. (2024). The Use of ChatGPT in Improving and Reviewing Scientific Paper Writing: An Exploratory Study. IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje, 19, 120-128. https://doi.org/10.1109/RITA.2024.3458848

Cummings, R. E., Monroe, S. M., & Watkins, M. (2024). Generative AI in first-year writing: An early analysis of affordances, limitations, and a framework for the future. Computers and Composition, 71, 102827. https://doi.org/10.1016/j.compcom.2024.102827

Heston, T. F. (2024). Foundations of Scholarly Writing. An Overview on Business, Management and Economics Research, 8. https://doi.org/10.9734/bpi/aobmer/v8/2822G

Hyytinen, H., Löfström, E., & Lindblom-Ylänne, S. (2016). Challenges in Argumentation and Paraphrasing Among Beginning Students in Educational Sciences. Scandinavian Journal of Educational Research, 61(4), 411–429. https://doi.org/10.1080/00313831.2016.1147072

Lund, B. D., Wang, T., Mannuru, N. R., Nie, B., Shimray, S., & Wang, Z. (2023). ChatGPT and a New Academic Reality: AI-Written Research Papers and the Ethics of the Large Language Models in Scholarly Publishing. Journal of the Association for Information Science and Technology, 75(5), 570-581. http://dx.doi.org/10.1002/asi.24750

Mahama1, I., Baidoo-Anu, D., Eshun1, P., Ayimbire, B., & Eggley, V. E. (2023). ChatGPT in Academic Writing: A Threat to Human Creativity and Academic Integrity? An Exploratory Study. Indonesian Journal of Innovation and Applied Sciences, 3(3), 228-239. https://doi.org/10.47540/ijias.v3i3.1005

Min, L. H., San, P. H., Petras, Y., & Mohamad, A. R. (2013). Novice Writers in Asian Academia: Insights on Writing Issues. 3L Language, Linguistics and Literature, 19(3), 47-60.

Rahman, M. M., & Watanobe, Y. (2023). ChatGPT for education and research: Opportunities, threats, and strategies. Applied Sciences, 13(9), 5783. https://doi.org/10.3390/app13095783

Rahman, M., Terano, H. J. R., Rahman, N., Salamzadeh, A., Rahaman, S. (2023). ChatGPT and Academic Research: A Review and Recommendations Based on Practical Examples. Journal of Education, Management and Development Studies. 3(1). 1-12. https://doi.org/10.52631/jemds.v3i1.175

Susnjak, T., & McIntosh, T. R. (2024). ChatGPT: The End of Online Exam Integrity? Education Sciences, 14(6), 656. https://doi.org/10.3390/educsci14060656

Teng, M. F., & Ma, M. (2024). Assessing metacognition-based student feedback literacy for academic writing. Assessing Writing, 59, 100811. https://doi.org/10.1016/j.asw.2024.100811

Yan, D. (2023). Impact of ChatGPT on learners in a L2 writing practicum: An exploratory investigation. Educ Inf Technol 28, 13943–13967. https://doi.org/10.1007/s10639-023-11742-4

Hung, J.-W.（2019）. Promoting Learning Effectiveness with the ORID Method of Strategic Questioning. Contemporary Perspectives on General Education, (1)， 115-134。

GAI 赋能特殊教育聋校跨学科主题教学实践探索

Empowering Interdisciplinary Teaching in Schools for the Deaf with Generative AI Technology: A Digital Integration Model

米秀兰[1*]，邓太常[2]
[12]肇庆启聪学校
[*] 531654505@qq.com

【摘要】 在教育数字化转型的背景下，生成式人工智能（GAI）技术以其强大的信息处理、自然语言理解和生成能力，为聋校课堂提供了新的工具和方法。跨学科主题教学是落实核心素养的关键途径，GAI 技术在促进听障学生全面发展方面具有显著价值和深远意义。本文基于聋校学情，探索了基于智能平台、数智技术、智慧课堂三个层面的数字化融合赋能模式，初步构建了 GAI 技术支持的聋校跨学主题教学模式，深度融合 GAI 与聋校跨学科主题教学，旨在高效实施跨学科教学活动，提升学生核心素养。
【关键词】 GAI；特殊教育；跨学科主题教学

Abstract: *As education undergoes digital transformation, Generative Artificial Intelligence (GAI) technology emerges as a powerful tool for classrooms in schools for the deaf. GAI's advanced information processing, natural language understanding, and generation capabilities provide new methods to support learning. Interdisciplinary themed teaching, a key approach to implementing core literacy, can significantly benefit from GAI technology. This integration has profound implications for promoting the comprehensive development of hearing-impaired students. Considering the unique learning conditions in schools for the deaf, we explore a digital integration empowerment model that encompasses three levels: intelligent platforms, digital intelligence technology, and smart classrooms. By constructing a GAI technology-supported interdisciplinary themed teaching model, we aim to deeply integrate GAI with interdisciplinary themed teaching in these specialized educational settings. The goal is to efficiently implement interdisciplinary teaching activities and enhance students' core literacy. This research provides valuable insights into leveraging advanced technologies to facilitate inclusive education. It demonstrates how GAI can support the diverse learning needs of hearing-impaired students, ultimately promoting their holistic development and academic success.*
Keywords: Generative Artificial Intelligence (GAI), Special education, Interdisciplinary teaching

1.问题的提出

在“智慧教育”时代背景下，教育数字化转型成为推动教育高质量发展的关键动力。党的二十大报告将教育、科技、人才统筹部署，为教育发展指明了方向，教育数字化变革成为深化教育体系高质量发展的必由之路。对于听障学生而言，学习过程主要依赖视觉信息。GAI 技术以其强大的信息处理、自然语言理解和生成能力，能为听障学生提供个性化的学习支持，促进生成能力的培养。生成性教学是在弹性预设基础上，师生充分交互，不断调整教学活动和行为，共同建构并形成新的信息、资源的动态过程，以实现教学目标和创生附加价值（谢幼如,杨阳,柏晶,李伟,郭琳科,倪妙珊, 2016）。如何利用 GAI 技术深度赋能聋校跨学科主题教学，对于有效促进听障学生核心素养养成及推动特殊教育现代化发展具有重要意义和价值。

2.相关文献述评

2.1. GAI 技术支持的特殊教育课堂研究现状

通过人工智能技术能够更好地实现特殊教育资源的数字化转型，推动个性化教学方法的创新，提升教育治理的智能化水平（王翔宇, 2024）。GAI 技术的引入为聋校课堂提供了新的机遇，通过智能导学、实时反馈和个性化学习支持，可以有效突破特殊教育学生的学习障碍，提升他们的核心素养。然而，目前针对 GAI 技术在特殊教育课堂中的应用研究还相对较少，尤其是在聋校跨学科主题教学中的实践探索尚处于起步阶段。

2.2. 特殊教育跨学科主题教学研究现状

跨学科主题教学作为一种重要的教学模式，近年来跨学科主题教学在特殊教育中的应用受到广泛关注。特殊教育实践需多个学科合作共享，已经延伸到跨学科、跨领域、综合性的人类服务的广阔范围（侯雨佳,颜廷睿, 2020）。特殊教育跨学科主题教学在促进学生综合素养和全面发展方面具有重要意义，但当前实践层面仍需进一步探索更有效的教学模式和方法。

2.3. 跨学科主题教学与 GAI 技术融合研究现状

跨学科主题教学与 GAI 技术的融合研究在国内外逐渐兴起，主要集中在从教学环境、教学内容、学习活动、教学评价的应用探索与实践与评价体系构建等方面（唐烨伟,郭丽婷,解月光,钟绍春, 2017），但目前对于 GAI 技术在特殊儿童教学中的具体作用机制研究还不够深入，尤其在如何通过 GAI 技术突破听障学生学习障碍和培养跨学科思维能力等方面还需要进一步探索。

综上所述，部分学者探析了相关学科大单元教学及信息技术支持下的教学活动，但尚未系统性地实践探索出适用于特殊教育聋校跨学科主题教学与 GAI 技术融合的教学模式。

3.GAI 技术支持的聋校跨学主题教学模式的构建

3.1. 模式构建

以学科核心素养为目标导向，采用跨学科主题教学，借助智慧教育平台，GAI 技术突破听障学生的学习障碍，逐步培养学生的自适应学习能力，实现教学评一体化。在数字化学习环境下，构建以听障生为中心的智能化场景，涵盖自适应学习和动态伴随性评价等场景应用，形成以主题统领，大任务驱动的补偿听障学生缺陷、挖掘学生潜能因材施教为中心的教学新范式，探索构建出面向听障生的智能平台、数智技术及智慧课堂的 GAI 技术支持的聋校跨学主题教学模式，如图 1 所示。

3.2.实施过程

在该模式下，根据听障学生的学情需要，环绕主题搭建教学流程架构，基于真实的任务情境，前置预学阶段依托平台为学生推送导学资源包，并使用 GAI 智能体自我检测，引导学生在数字化教学环境下进行自适应学习协作探究。在课堂实施的过程中以落实学科核心素养为目标，通过任务群和问题链的设计，采用自主、合作、探究的方式开展教学实践，利用 GAI 技术生成多样化的学习材料，适应听障学生的认知特点。课堂上，教师结合 GAI 生成的教学内容讲解演示，通过互动式教学鼓励学生参与讨论和实践活动。在整个跨学科教学活动过程中通过智能化平台和基于特教课堂特征编写基于卷积神经网络，以计算机视觉+AI 和智能化平台采集学生课堂表现、解决问题的过程和方法及课后作业完成情况为评价依据，实现持续性的学习评价。GAI 支持的评价体系全面关注学生学习目标达成和核心素养发展，最终整个模式形成闭环，实现对教学的反馈调节，培养提高听障学生的核心素养。

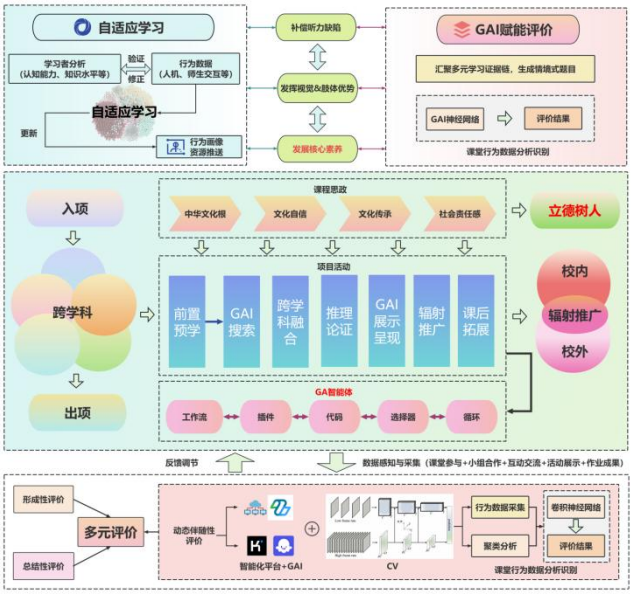


图 1 GAI 技术支持的聋校跨学主题教学模式

4.GAI 技术支持的聋校跨学主题教学模式的应用

4.1. 教学设计

以《感数智生成韵 品家乡风情美 寻民俗文化根》为例，将语文八年级下册第一单元为核心与道德与法治《感受家乡文化》及信息技术校本课程整合开展跨学科教学，构建“寻找他乡的名片—欣赏他乡的名片—绘制家乡的名片—家乡名片秀”情境任务群，通过“梳理结构”“鉴赏语言”“迁移写作”“交流展示”教学环节，实现坚定文化自信、培养家国情怀育人目标。在教学中首先构建个性化学习画像，在预习时指导学生使用 GAI 搜索引擎快速获取文章背景信息，同时利用智慧教育平台和数字教材等资源，结合 AI 手语数字人提升教学效率。在学习活动中基于听障学生认知特点打造大语言模型智能体，细化到工作流、插件、代码、选择器、循环等，实现作品批改、评分及优化，还能与有听力补偿和口语的学生进行即时语音通话交互。最终引导学生运用图形化编程、科技七巧板、GAI 等创作介绍家乡民俗风情媒体作品并在线上跨校云端家乡名片秀交流活动中展示，促进学生之间的相互理解和文化认同。

4.2. 教学评价

借助 GAI 实施全方位多元化评价，实现“教—学—评”一体化。在学习评价上，基于智慧平台终端与 GAI 辅助过程性评价，按照“知道什么—理解什么—能做什么—想做什么”四个维度（李松林, 2020），设计大概念评价的框架及细则，参考克里斯提那·查莫斯团队的研究成果（Chalmers & Nason, 2017），设计出涵盖形成性评价和终结性评价的四类评价工具。

表 1 多元评价表

评价工具类别	工具名称	操作描述	评价时间点
收集（Collect）	电子档案袋	上传草图、研究资料笔记	课程进行中
展示（Present）	课堂展示平台	介绍作品	课程结束前
呈现（Represent）	思维导图、GAI	展示知识要素逻辑结构	课程结束前
论证（Demonstrate）	多模态评价工具	观察、访谈、测评	课程结束后

5.研究结论

历经一年多研究与对照实验，实验组采用 GAI 技术支持的跨学科主题教学模式，对照组采用传统教学。经科学测试，对学生知识掌握程度、自主学习能力、跨学科思维能力等核心素养关键维度进行测量。结果证实该教学模式对提升听障学生核心素养成效显著，优势如下：

5.1. 精准教学与个性化学习

GAI 技术能够根据听障学生的认知特点和学习需求，生成个性化的学习资源和教学计划，显著增强学生的学习动力与成效。实验数据表明，实验组学生在知识掌握程度上平均得分比对照组高出 15%，GAI 技术可通过直观呈现视觉信息，将复杂抽象的概念转化为易于理解的形式，有力地助力听障学生更好地吸收知识，从而实现精准且个性化的教学与学习。

5.2. 教学内容的跨学科整合

在跨学科主题教学中，GAI 技术能够有效地整合不同学科的知识，形成综合性的教学内容。实验组学生在跨学科思维能力测试中平均得分比对照组高出 20%，充分验证了 GAI 技术对跨学科内容整合的有效性。通过大概念统领的跨学科深度融合课程创生路径，GAI 能协助教师确定、外显和活化大概念，构建跨学科的大概念体系，从而激发学生的探究精神和创造力。

5.3. 教学方法的创新与多样化

在跨学科教学中，GAI 技术通过智能导学、实时反馈与个性化支持，为学生创造丰富多元的学习体验，助力精准反馈。实验组学生自主学习能力测试得分较对照组高 18%，进一步彰显了 GAI 技术对学习方法创新与多样化的促进作用。问卷与访谈显示，85%学生认为 GAI 技术让学习更有趣高效，70%教师表示该模式提升了教学效果与参与度。

综上，在互联网与“人工智能+”快速发展下，将 GAI 技术深度融入聋校跨学科主题教学，可实现教学内容整合、方法创新与评价多元化，有力支持学生核心素养全面发展。

参考文献

谢幼如,杨阳,柏晶,李伟,郭琳科 & 倪妙珊.(2016).面向生成的智慧学习环境构建与应用——以

电子书包为例.华南师范大学学报(自然科学版)(01),126-132.
王翔宇.(2024).人工智能赋能特殊教育数字化治理转型：价值、困境及实践路径.现代特殊教育(07),20-23.
侯雨佳 & 颜廷睿.(2020).从多学科到跨学科：对我国特殊教育学科发展范式的思考.残疾人研究(03),31-38.
唐烨伟,郭丽婷,解月光 & 钟绍春.(2017).基于教育人工智能支持下的 STEM 跨学科融合模式研究.中国电化教育(08),46-52.
李松林.(2020).以大概念为核心的整合性教学.课程.教材.教法(10),56-61.doi:10.19877/j.cnki.kcjcjf.2020.10.009.
Chalmers, C., & Nason, R. (2017). Systems thinking approach to robotics curriculum in schools. Robotics in STEM education: Redesigning the learning experience, 33-57.

我国近二十年课堂教学视频分析的系统性文献综述——基于 CiteSpace 的数据可视化分析

A Systematic Literature Review of Classroom Teaching Video Analysis in China Over the Past Two Decades: A Data Visualization Analysis Based on CiteSpace

杨时娇[1*]，周洋洋[1]，黄雅萱[1]，汤名珍[1]，陈巧灵[1]
华南师范大学 教育信息技术学院
*ysj20001128@163.com

【摘要】 本研究借助 Citespace 工具，结合文献计量法和内容分析法，对近二十年课堂教学视频分析领域的文献进行了系统分析，总结了该领域的发展概况、研究热点及趋势。结果表明，该领域近年来发展迅速，研究重点集中在教师专业发展、课堂互动行为分析及视频分析工具设计与应用。未来研究将聚焦于视频分析技术与人工智能的深度融合、多模态数据的综合解析，以及以学生为中心的个性化学习路径探索，推动课堂教学视频分析的创新与实践。
【关键词】 课堂视频分析；视频分析；文献综述；课堂研究；发展趋势

Abstract: *This study employs Citespace with bibliometric and content analysis methods to systematically review a decade of research on classroom teaching video analysis. It highlights rapid growth in the field, with key focuses on teacher professional development, classroom interaction analysis, and video analysis tool design. Future research is expected to prioritize integrating video analysis with artificial intelligence, advancing multimodal data analytics, and exploring personalized, student-centered learning paths to drive innovation and expand practical applications in classroom video analysis.*
Keywords:classroom video analysis; video analysis; literature review; classroom research; development trends

1.引言

近年来，教育技术和数字化资源的进步推动了课堂教学视频分析在教育研究中的兴起。该方法以质性研究为基础，凭借“还原”性、数据类型的易转换性和视频资料保存持久性的独特优势，在课堂行为分析中扮演关键角色。课堂教学质量关乎学生的学习效果和全面发展，而视频分析技术为课堂教学研究提供了新的视角和方法。我国相关研究日益丰富与多元，基于此，本综述旨在梳理近二十年来我国课堂教学视频分析的研究进展，总结研究热点和挑战，提出未来研究方向和建议，以期为教育研究者和实践者提供参考和启示。

2.研究设计

2.1 样本选取

本研究严格遵循系统性文献综述步骤，聚焦于“课堂教学视频分析”领域，经多次验证迭代确定检索词，并设定严格筛选标准：一是以课堂视频为核心的质性研究或将其作为观察分析对象的实验研究及准实验研究；二是排除仅将视频视为课程资源，且标题或关键词中明确包含“翻转课堂”、“微视频”、“短视频”、“微课”等表述的文献，除非该文献明确将“翻转课堂”的视频作为课堂视频分析的具体样本，此类特例予以保留。据此标准筛选，最终获得 204 篇符合要求的中文文献。

2.2 研究方法

本研究聚焦课堂教学视频分析研究的重要议题和发展趋势,综合采用文献计量法与文献分析法对数据进行可视化分析。为了直观呈现我国课堂教学的样态，借助于陈美超博士研发的 Citespace 可视化软件，绘制知识图谱，并借助该软件统计各年发文量与期刊类别，探测研究热点与发展方向。结合文献分析法梳理研究主题，总结其研究热点与发展趋势。

3.结果分析

3.1 课堂教学视频分析发文量

本文统计了 2003 年-2024 年发表的文献如图 1 所示。图 1 显示我国课堂教学视频分析发文量呈现稳步上升的态势，平均每年有 15 篇的发文量，2023 年发文量最多，表明研究者们对该话题的关注度不减。2024 年发文量下降的原因是由 2024 年 6 月结束文献搜索造成的，而并非研究趋势的改变。

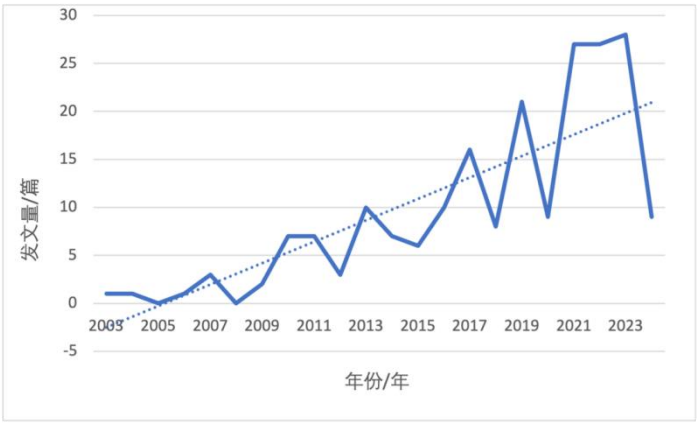


图 1 国内发文趋势图

3.2 课堂教学视频分析研究关键词

从知识理论角度看，中心度和频次高的关键词代表着一段时间内研究者共同关注的问题，及研究热点，如表 1、图 2 所示，我国课堂教学视频分析研究文献中有“视频分析”、“人工智能”、“课堂教学”、“师生互动”“话语分析”等高频关键词。

表 1 关键词共现频次、中心性及年代（部分）

序号	频次	中心值	年份	关键词
1	29	0.51	2012	视频分析
2	23	0.23	2011	人工智能
3	19	0.29	2018	课堂教学
4	7	0.28	2011	师生互动
5	6	0.05	2015	录像分析
6	6	0.06	2009	课堂视频
7	5	0.09	2019	教学视频
8	5	0.07	2012	话语分析
9	5	0.07	2010	课堂互动
10	5	0.03	2016	课堂观察

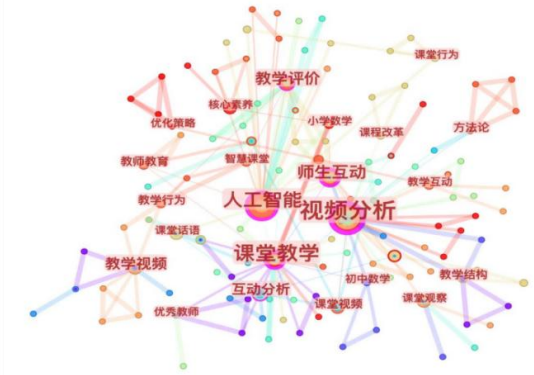


图 2 关键词共现知识图谱

图 3 关键词共现共现频次聚类图谱

3.3 课堂教学视频分析热点主题

研究领域的核心主题及共词聚类反映研究热点（McKay, 2012）。图 3 展示国内关键词聚类，主要含“视频分析”等 8 类。本研究据聚类结果梳理文献，将课堂教学视频分析研究归纳为 3 个主题：教师专业发展、课堂互动行为分析、教学视频分析工具设计与应用。

3.3.1 促进教师专业发展

在数字化时代，视频与图像已成为理解世界的新途径。国内部分学者将课堂视频分析作为工具解密课堂教学规律，进而促进教师专业发展。如李凤美等人分析省级一等奖课例视频，探索智慧课堂环境下“练习——反馈“活动交互变化（李美凤&何飞，2019）。此外，也有部分学者聚焦于将视频分析工具作为教师专业发展的重要途径并探索其有效性。如蔡慧英等人开展的人机协同教研实验表明，基于课堂视频的人机协同教研能显著提升教师教学反思层级深度（蔡慧英等，2023）。

3.3.2 课堂互动行为分析

师生互动是课堂的核心行为,直接影响课堂的教学氛围和教学质量。研究者分析师生互动环节助力教师决策，当前课堂视频分析多聚焦于师生言语互动。潘亦宁等人基于 FIAS 创建视频编码系统，研究初中数学课堂录像（潘亦宁等，2015）；赵薇等人依据改进型弗兰德斯互动分析系统，分析高中信息技术优质教学视频课例，并提出改进策略（赵薇&吴芬，2024）；可见，学者们都从课堂互动行为分析出发，利用视频编码系统或评估模型来研究并优化不同学科的教学。非言语行为复杂且主观，受技术限制导致研究进展相对缓慢。但随着人工智能和机器学习等技术的发展，非语言分析前景光明，将为课堂教学视频分析提供新的视角。

3.3.3 教学视频分析工具的设计与应用

随着全球教育研究深入，课堂互动与教学行为细节的深刻理解成为推动教育创新与质量提升的关键驱动力。传统方法难以精准捕捉和分析复杂课堂动态，为了克服此限制，学者们开发了利用 AI 和机器学习的教学视频分析工具。例如，刘清堂等提出了课堂教学行为智能分析模型，为相关研究提供借鉴和参考（刘清堂等，2019），卢国庆等采用人工智能引擎自动标注方法，分析真实课堂视频中的教学行为（卢国庆等，2021）。由此可见，学者们运用 AI 和机器学习技术，开发教学视频分析工具来更深入地研究课堂互动，为教育研究带来了新方法，从而提升教育质量。

4.课堂教学视频分析研究发展趋势

突变词指在较短时间内出现较多或使用频率较高的词,根据突现词的词频变化可以判断研究领域的前沿与趋势。根据 Citespace 相关分析，得到课堂教学视频分析突现主题及对应的突显率，如图 4 所示。从图中可发现 2022-2024 年，“人工智能”、“教学行为”、“教师教育”、“教学互动”、“师生对话”、“教学诊断”等关键词突现，并且研究趋势表现为逐年上升。这在一定程度上说明，目前国内课堂教学视频分析研究前沿主要体现在人工智能以及课堂互动行为领域。未来课堂教学视频分析将转向人工智能技术的深度整合与革新、技术赋能下的多模态数据综合分析、学生为中心的个性化学习路径探索等方面。

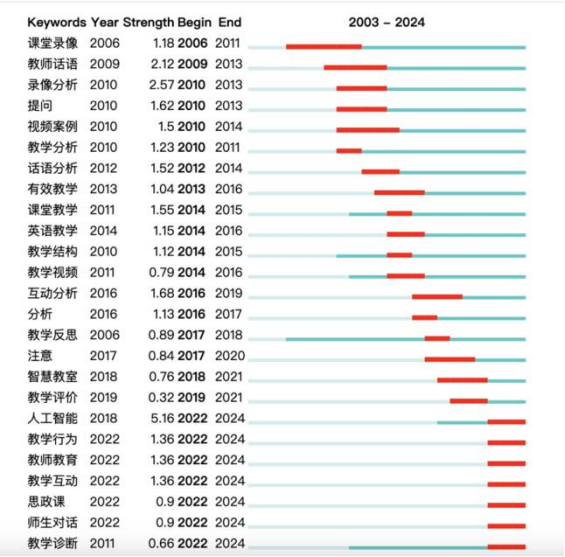


图 4 2003—2024 年课堂视频分析突现关键词

5.结论

我国课堂教学视频分析领域在近二十年间取得了显著进展，但仍面临争议与挑战。首要问题是人机协同的准确性与有效性，未来研究需要结合人工智能和人工分析的优势来提高。其次，数据隐私保护、算法的公正性以及可解释性等问题也亟待解决，研究者们也在积极开发更加智能、安全且人性化的分析系统，探索人机协同的新模式，力求在提升分析精度的同时，保持教育情境理解。尽管面临挑战，该领域正稳步前行，迈向更加成熟和完善的未来。

参考文献

蔡慧英、卢琳萌、顾小清 (2023)。人机协同教研会促进教师教学反思能力的发展吗?——基于课堂视频智能分析技术的实证研究。现代远距离教育, 2023(01), 40－49。

李美凤、何飞 (2019)。智慧课堂中的“练习—反馈”环节教学行为分析——基于 19 节省级一等奖数学课例的视频分析。现代教育技术, 29(06), 62－68。

刘清堂、何皓怡、吴林静、等 (2019)。基于人工智能的课堂教学行为分析方法及其应用。中国电化教育, 2019(09), 13－21。

卢国庆、谢魁、刘清堂、等 (2021)。基于人工智能引擎自动标注的课堂教学行为分析。开放教育研究, 27(06), 97－107。

潘亦宁、王珊、刘喻、等 (2015)。初中数学课堂上的师生互动研究——基于视频案例的分析。教育理论与实践, 35(08), 59－61。

赵薇、吴芬 (2024)。基于 iFIAS 的高中信息技术优课课堂互动行为分析。中国教育技术装备, 2024(05), 73－75+122。

McKay, S. (2012). Social policy excellence: Peer review or metrics? Analyzing the 2008 research assessment exercise in social work and social policy and administration. Social Policy & Administration, 46(5), 526－543.

师范生对于 GenAI 工具的持续使用意愿研究

Research on the Continuous Usage Intention of Normal School Students towards GenAI Tools

江欣[1]，周艳[1*]，吴一璠[1]
[1]浙江师范大学教育学院
[*] jiangxin@zjnu.edu.cn

【摘要】 生成式人工智能（GenAI）是教育数字化转型的创新焦点，但师范生对其持续使用意愿的研究不足。本研究以教育资源不均的新疆师范生为样本，发现其 GenAI 知晓率（90.7%）与使用率（89.2%）较高，持续使用意愿受多维因素影响：性别差异不显著，少数民族信息质量感知更优，农村户籍学生依赖度显著提升。此研究为师范教育课程调整与智能素养提升提供支撑，有助于推动教育均衡与共富，促进 GenAI 在教师教育领域的有效应用与发展。

【关键词】 师范生；智能教育素养；生成式人工智能；教育均衡

Abstract: *GenAI serves as a pivotal innovation in educational digital transformation, yet research on pre-service teachers' continued usage intention remains underexplored.This study on Xinjiang normal school students reveals they have high awareness and use it. Multiple factors influence their intention,with ethnic and rural household registration aspects notable. It supports curriculum adjustment and promotes educational equity and GenAI's development in teacher education.*

Keywords: Normal school students,Intelligent education literacy,GenAI,Educational equity

1. 研究背景

人工智能技术正驱动教育数字化转型纵深发展，而教师智能教育素养成为制约转型成效的关键瓶颈(祝智庭&胡姣, 2022)。生成式人工智能（GenAI）的突破性发展，既为教学创新注入新动能，也对教师技术应用能力提出更高要求。联合国教科文组织(UNESCO)于 2023 年发布《生成式人工智能教育与研究应用指南》，为教师提供 GenAI 教育应用实践的指导。

当前研究存在以下局限，现有智能教育素养研究多聚焦在职教师群体，对兼具学生与准教师双重身份的师范生关注不足；已有实证表明师范生智能教育素养整体薄弱(曹如军, 2023)，但对其 GenAI 技术接受度及持续使用意愿的研究尚存不足。这种研究缺失导致两大现实困境：一方面难以把握教师队伍新生力量的技术应用倾向，另一方面缺乏区域差异视角的实证证据，制约培养策略的制定。

2. 研究现状

GenAI 在教育领域的应用潜力已获广泛关注，其通过个性化学习支持与智能评估等功能推动教学创新(董赟&孙晓玲, 2024)。当前研究虽在不同行业取得进展，但针对师范生群体的技术采纳研究仍显薄弱，特别是其持续使用意愿的亟待加强。

持续使用意愿研究多基于期望确认理论与技术接受模型扩展，强调用户满意度与技术适配度的关键作用(赵静等, 2024)。现有成果在移动支付、AIGC 等领域构建了通用模型，但针对 GenAI 持续使用意愿的研究较少。且多数研究以普通用户、大学生为对象构建通用模型，针对师范生用户的研究缺乏。

综上，GenAI 在近年引起教育研究者重视，但尚不清楚师范生对 GenAI 的持续使用意愿现状。本研究对这一情况开展调研，关注师范生对 GenAI 的持续使用意愿，提供证据支撑师范生培养院校和专业教师更好地设计和开发相应的课程和教学活动，以提高师范生的智能教育素养，为教育数字化转型增添动力。

3. 研究方法

3.1. 问卷调查法

研究采用问卷调查法，基于《师范生 GenAI 工具持续使用意愿量表》(邱均平等, 2024)改编李克特五级量表（1=非常不同意，5=非常同意）。问卷包括期望确认度、信息质量等九维度，Cronbach's α=0.975、KMO=0.973，信效度高。研究以新疆某师范院校师范生为研究对象，分析 GenAI 工具持续使用意愿现状。

4. 研究结果

4.1. 问卷调查调研分析

对 397 份有效问卷做描述性频率分析，该问卷的调查对象是师范生大一至大四的学生。30.7%是男生，69.3%是女生；汉族 47.6%，少数民族 52.4%；农村 64.7%，而城镇 35.3%；大一 12.6%，大二 36.0%，大三 36.8%，大四 14.6%。

从问卷数据来看，90.7%知晓 GenAI 工具，89.2%有使用经验（经常 35.5%，偶尔 53.7%），揭示了师范生对 GenAI 工具的实际使用程度，多数师范生至少有过一定的使用经验。

对维度均值分析，各维度的标准差均在 0.7-0.8 之间，其数据呈现，期望确认度(3.47)、信息质量(3.45)存在提升空间；其余维度（系统质量 3.64、享乐满足 3.59、功利满足 3.72 等）得分较高，显示学生对 GenAI 工具整体感知积极。

表 4-1　年级、性别、民族非参数检验

	年级	户籍	民族	秩平均值			渐近显著性		
期望确认度	大一	农村	汉族	229.19	204.54	189.45	0.055	0.182	0.106
	大二	城镇	少数民族	186.91	188.83	207.68			
	大三			192.61					
	大四			218.89					
信息质量	大一	农村	汉族	203.56	202.73	185.11	0.636	0.367	0.018
	大二	城镇	少数民族	191.7	192.16	211.62			
	大三			207.26					
	大四			192.28					
系统质量	大一	农村	汉族	217.08	210.94	189.31	0.005	0.004	0.097
	大二	城镇	少数民族	193.48	177.09	207.8			
	大三			182.23					
	大四			239.24					
享乐满足	大一	农村	汉族	214.34	208.9	188.25	0.145	0.016	0.065
	大二	城镇	少数民族	193.42	180.83	208.77			
	大三			189.3					
	大四			223.95					
功利满足	大一	农村	汉族	226.88	208.96	196.83	0.011	0.014	0.706
	大二	城镇	少数民族	194.29	180.71	200.97			
	大三			182.28					
	大四			228.66					
个性化	大一	农村	少数民族	206.89	205.68	190.96	0.523	0.104	0.168
	大二	城镇	汉族	196.15	186.75	206.31			
	大三			192.33					
	大四			216.01					
便利性	大一	农村	少数民族	223.53	206.14	199.57	0.103	0.08	0.922
	大二	城镇	汉族	189.88	185.89	198.48			
	大三			191.37					
	大四			219.53					
满意度	大一	农村	少数民族	195.41	208.5	187.28	0.341	0.021	0.044
	大二	城镇	汉族	195.19	181.56	209.65			

	大三			194.21					
	大四			223.57					
持续使用意愿	大一	农村	少数民族	200.72	208.48	189.71	0.242	0.021	0.112
	大二	城镇	汉族	187.42	181.6	207.44			
	大三			200.43					
	大四			222.47					

从非参数检验分析结果可以得出，学生的 GenAI 持续使用意愿在性别层面无显著差异；就民族层面分析结果，少数民族在信息质量和满意度显著优于汉族，均值比较显示其表现更优；户籍所在地层面分析，农村学生在系统质量、享乐、功利满足、满意度及持续使用意愿均显著更高城镇，均值等级表明农村户籍持续使用意愿更强；就年级而言，大一享乐、功利满足显著高于大二、大三；大四系统质量最优，均值对比显示大一功利满足倾向更突出，大四系统质量感知更佳。

表 4-2　相关性分析

相关性	EC	IQ	SQ	PS	US	PE	AC	SA	CI
期望确认度（EC）	1								
信息质量（IQ）	.757**	1							
系统质量（SQ）	.713**	.768**	1						
享乐满足（PS）	.759**	.776**	.843**	1					
功利满足（US）	.662**	.713**	.834**	.834**	1				
个性化（PE）	.676**	.769**	.806**	.843**	.853**	1			
便利性（AC）	.622**	.675**	.783**	.783**	.839**	.834**	1		
满意度（SA）	.621**	.712**	.749**	.789**	.801**	.833**	.846**	1	
持续使用意愿（CI）	.586**	.672**	.737**	.781**	.794**	.799**	.799**	.836**	1

对相关性进行分析，发现八个因素均与持续使用意愿存在显著相关性。其中，满意度与持续使用意愿高度正相关($r = 0.836^{**}$)，表明学生对工具的整体满意度是决定其是否持续使用的关键因素，而其他因素功利满足($r = 0.794^{**}$)、个性化($r = 0.799^{**}$)、便利性($r = 0.799^{**}$)、享乐满足($r = 0.781^{**}$)、系统质量($r = 0.737^{**}$)、信息质量($r = 0.672^{**}$)和期望确认度($r = 0.586^{**}$)等也通过高度正相关影响着持续使用意愿。这些因素相互关联、相互作用，共同构成影响师范生对 GenAI 工具持续使用意愿的复杂体系。这意味着要提升师范生对 GenAI 工具的持续使用意愿，需综合考虑各因素的优化，从提供高质量信息、确保良好系统性能、满足功利与享乐需求、实现个性化服务、提高使用便利性等多方面入手，以增强学生对工具的满意度，进而推动 GenAI 工具在师范教育中的持续应用与发展。

5. 讨论与展望

5.1. 独立样本非参数检验

GenAI 持续使用意愿在性别上无显著差异，表明师范生对 GenAI 的接受度具有跨性别一致性，这为在师范教育中推广 GenAI 工具提供了一个相对公平的起点，不需要针对性别差异制定特殊的推广策略。

少数民族学生在信息质量、满意度上显著优于汉族，或因文化背景差异、技术需求驱动。少数民族地区亟需新技术突破地域文化壁垒、赋能教育发展。GenAI 为其提供跨文化知识获取及教育创新渠道，激发深度应用潜力。推广需融入民族文化特征，优化信息适配性，提升满意度与持续使用意愿。

农村户籍学生在享乐满足、满意度、持续使用意愿等维度显著高于城镇学生。农村学生因教育资源获取受限，更依赖 GenAI 工具的高质量资源与便捷性，满足感大幅提升。师范教育课程体系中，可在学科教学法等基础课程融入 GenAI 工具应用教学，开设智能教育技术选修课，提升工具操作与策略应用能力，精准赋能缩小城乡教育差距，助推教育公平政策落地。

大一学生在功利、享乐满足上显著高于高年级，大四学生更关注系统质量。大一因入学新鲜感与求知欲满足感突出；大四因专业积累更看重 GenAI 系统质量。不同地区高校教育资源有差异，各年级学生需求多样。资源丰富地区低年级盼创新，高年级重研究实践；资源薄弱地区低年级补基础，高年级提职业竞争力。针对师范生 GenAI 工具培训与应用，要考量不同地区学情，提供适配资源支持。

5.2. 相关性分析

相关性分析，信息质量等因素均与持续使用意愿存在显著相关性而满意度与其高度正相关，这再次强调了提升学生对 GenAI 工具满意度的重要性。为提升满意度，教育工作者可从多维度优化其在教学中的应用策略。在教学资源提供方面，筛选优质且契合师范生专业学习及未来教学需求的信息，如结合少数民族文化特色的学科教学案例，提升其对 GenAI 工具信息质量的感知；于教学方法设计上，充分考虑 GenAI 工具的特性，创新教学流程，如融入民族传统合作学习模式，组织小组合作探究活动，增强其使用的功利/享乐满足感；同时，注重个性化教学指导，依据师范生的不同专业方向、学习能力及兴趣偏好，推荐适宜的 GenAI 应用场景与任务，如对少数民族民间文学作品进行创意改编，满足其个性化需求，提升其对 GenAI 工具在教学中应用的满意度，促进其持续有效使用。

5.3. 研究的意义与展望

本研究存在样本局限性，样本仅限新疆某高校师范生，代表性受限。不同区域、院校师范生的 GenAI 工具应用存在潜在差异，建议后续研究跨区域、跨院校抽样验证，增强结论普适性。但本研究仍具有重要意义，一方面，有助于针对师范生的需求和问题，优化相关课程设置和教学活动，提高师范生的智能教育素养，使其更好地适应未来教育数字化转型的需求；另一方面，为 GenAI 工具在师范教育领域的进一步推广和应用提供了理论依据和实践指导。未来研究可以进一步深入探讨如何根据不同因素对持续使用意愿的影响，制定具体的干预措施，以提高师范生对 GenAI 工具的持续使用意愿，推动智能技术在教育领域的应用。

参考文献

曹如军&徐晨晨. (2023).师范生智能教育素养:发展水平、培养现状与优化策略.应用型高等教育研究, 8(3), 45-52.

董赟&孙晓玲.(2024). “AI 大模型+教育”的发展、应用与挑战.信息系统工程, 7, 110-113.

邱均平,龙康, &徐中阳. (2024).基于 ECT-U&G 的生成式 AI 用户持续使用意愿的实证研究-以大学生为例.现代情报, 1-19.

赵静,倪明扬,张倩,贺亚萍, &王林林. (2024). AIGC 重构研究生学术实践:持续使用意愿影响因素研究.现代情报, 44(7), 34-46.

祝智庭&胡姣. (2022).教育数字化转型的本质探析与研究展望.中国电化教育, 4, 1-8, 25.

师范生人工智能素养现状调查——以新疆 X 师范院校为例

Survey on the status quo of AI literacy among normal university students

—— Take Xinjiang X Normal University as an example

江欣[1]，周艳[1*]，吴一璠[1]
[1]浙江师范大学教育学院
[*] jiangxin@zjnu.edu.cn

【摘要】 人工智能重塑教育生态背景下，本研究聚焦新疆 X 师范院校 523 名师范生，从知识、能力、意识维度剖析。发现其知识有缺、能力待强、意识积极，民族维度智能能力差异显著（P＝0.011＜0.05），不同年级在智能知识维度呈现差异。此研究旨在为提升师范生素养提供依据，依民族特性与年级差异优化培育策略，驱动民族地区师范教育创新，助力智能教育跨越发展。

【关键词】 人工智能素养；师范生人工智能素养现状；问卷调查法

Abstract: *In the context of AI reshaping education, this study focuses on 523 student teachers at X Normal University in Xinjiang, analyzing their knowledge, competence, and awareness. Results show knowledge gaps, room for competence improvement, and positive awareness. There are significant ethnic differences in intelligent competence (P = 0.011 < 0.05) and some grade - level differences.The research provides a basis for enhancing student teachers' literacy. By optimizing cultivation strategies according to ethnic and grade - level differences, it aims to drive innovation in teacher education in ethnic minority areas and boost the development of intelligent education.*

Keywords: AI literacy,Current status of normal students' AI literacy,Questionnaire survey method

1. 研究背景

人工智能作为第四次工业革命核心驱动力，自“人工智能素养”概念提出(Burgsteiner 等, 2016)，全球加速应对其引发的职业与社会变革。联合国教科文组织强调全民需具备此素养，我国亦通过系列政策推动人工智能教育发展，重点提升教师智能素养。在“信息化”向“智能化”转型过程中，师范生作为未来教育主体，其人工智能素养水平直接影响教育现代化进程。

党的二十大明确提出构建高质量教育体系，民族地区教育发展是重要组成部分。当前面临人力资源与教育资源双重短缺困境(张春海&王天泽, 2023)，而人工智能在创新人才培养、优化资源配置、促进教育公平等方面展现显著优势。提升师范生人工智能素养，既是实现民族地区教育优质均衡发展的技术支撑，更是保障教师适应智能时代教学变革的核心要求。

民族地区教育发展受制于经济基础薄弱与教师培养体系滞后(李德方, 2021)。现有师范教育存在课程与智能技术脱节问题，多数教师仅将智能设备作为工具使用，未能实现教学范式革新，且师范生对工具的使用对未来学生的智能素养会有所不同。“新师范”建设要求通过人工智能技术重塑教育全流程(王钰锦, 2020)。因此，师范教育急需提升师范生人工智能素养，以应对智能教育的新挑战。

2. 人工智能素养研究综述

“人工智能素养”随智能技术发展而出现，由 Burgsteiner 和 Kandlhofer 于 2016 年最早提出，定义为理解人工智能背后基本知识和概念的能力(Burgsteiner 等, 2016)，学界围绕其内涵形成广义与狭义共识。

对于教师教育，国内聚焦教学创新，如智能技术支持的教学设计(赵慧臣等, 2020)；国外强调工具应用，如智能代理辅助学习(Lin 等, 2021)。培育路径研究提出技术应用能力提升(祝士明&刘帅瑶, 2019)、教学生态重构(黄云新, 2021)。

故人工智能素养的培育是世界各个国家发布人工智能战略关注的焦点，国内外相关研究正处于起步阶段，研究前景广阔，但同时也存在不少问题。在研究对象上，忽视师范生双重

身份的特殊性；在研究内容上，国内外学者们对“人工智能素养”的概念探讨较多，但是还未明晰其内涵；在研究方法上，国内相关研究偏向于理论探讨，缺乏实证研究。

3. 研究方法

3.1. 问卷调查法

采用问卷调查法，基于《师范生人工智能素养自评工具》(裴小娟, 2023) 改编李克特五级量表。问卷主要包括人工智能知识、人工智能能力和人工智能意识三方面，Cronbach's α=0.965、KMO=0.963，信效度高。研究以新疆某师范院校师范生为研究对象，了解当下师范生人工智能素养的现状。

4. 问卷数据分析

笔者通过问卷法对该校师范生学生的专业学生开展调查调研，调查对象是师范生大一至大四的学生，共收集有效问卷 532 份。

4.1. 问卷调查调研分析

表 4-1 描述性频率分析

比较项目		频率	有效百分比
民族	汉族	275	52.6%
	少数民族	248	47.4%
户籍	农村	361	69%
	城镇	162	31%
年级	大一	49	9.4%
	大二	149	28.5%
	大三	233	44.6%
	大四	92	17.6%

表 4-2 维度均值分析

	N	最小值	最大值	均值	标准偏差
智能知识	523	1.00	5.00	3.9851	.55582
智能能力	523	1.00	5.00	3.9098	.57288
智能意识	523	1.00	5.00	4.0399	.50740

对问卷进行维度均值分析后，每个维度的标准差均处于合理范围。从数据呈现上看，智能知识维度得分虽接近中等水平，但与满分仍存差距，表明师范生掌握基础概念但缺乏深度学习等进阶知识；人工智能能力维度得分相对略低，体现在编程实现、教育数据处理及智能工具教学转化等实践环节薄弱；人工智能意识维度得分较高，表明其对人工智能赋能教育创新有高度认同。综合而言，以智能为支撑，说明需要对师范生进行智能素养发展教育，从完善知识体系、强化实践技能着手，全面提升其人工智能素养，为未来投身智能教育奠定坚实根基。

表 4-3 民族、户籍所在地、年级非参数检验

		智能知识	智能能力	智能意识
民族	汉族秩均值	255.34	247.48	263.13
	少数民族秩均值	269.39	278.1	260.75
	渐近显著性	.176	.011	.825
户籍所在地	农村秩均值	261.47	262.85	259.11
	城镇秩均值	263.19	260.1	268.43
	渐近显著性	.878	.832	.425
年级	大一秩均值	277.37	286.53	273.17
	大二秩均值	273.89	240.93	265.89
	大三秩均值	244.92	269.22	266.19

大四秩均值	277.81	264.78	239.13
渐近显著性	.032	.123	.263

当显著性小于 0.05 时，表示存在差异性，分析结果可以得出，学生的人工智能素养在户籍所在地不存在显著差异性；就民族层面，民族差异仅存在于智能能力维度，少数民族学生技术应用能力优于汉族；年级差异聚焦智能知识维度，大四年级因专业课程积累呈现知识优势。

表 4-4 相关性分析

相关性	智能知识	智能能力	智能意识
智能知识	1	.288**	.467**
智能能力	.288**	1	.403**
智能意识	.467**	.403**	1

本研究进行相关性分析，结果三个维度之间均存在显著相关性。其中，智能知识与智能能力中度正相关($r = 0.288^{**}$)，揭示知识积累促进实践转化；智能知识与智能意识强正相关($r = 0.467^{**}$)，体现认知深度驱动价值认同；智能能力与智能意识也强正相关($r = 0.403^{**}$)，表明技术应用正向强化教育创新信念。这些因素相互交织、彼此影响，共同塑造了师范生的人工智能素养结构，亟需构建“认知-实践-价值”循环培养模式，通过知识深化与技术赋能实现素养系统性提升。

5. 调研结果与讨论

5.1. 素养现状剖析

从维度均值，反映出师范生对人工智能基础架构、算法类型及应用场景有一定认知，如虽掌握机器学习基础应用，但深度神经网络等前沿技术认知薄弱，制约技术迁移与创新设计能力；能力维度凸显实践困境，编程实现智能系统及智能工具融合教学实操能力薄弱，体现系统开发与算法优化能力不足，影响智能教育实践深度与广度；意识维度表明积极态度，师范生认可人工智能重塑教育生态，在个性化学习路径规划、智能教学资源精准推送、教学模式创新等价值认同强烈，为素养提升筑牢心理根基，可转化为探索智能教育动力，驱动知识技能进阶，如积极关注智能教育动态、参与相关研讨活动。

5.2.差异深度挖掘

在民族维度上，智能能力呈现出显著差异（$P = 0.011 < 0.05$），少数民族展现出一定优势，其成因是多方面的。在文化传统方面，部分民族传统注重实践技能传承，强化技术工具创新应用能力；当地教育部门积极引入智能教育实践项目，且在师资配备、实践资源投入等方面给予重点支持，使得少数民族学生在智能教育实践课程中的参与度和学习效果显著提升，在数据处理、智能工具应用于教学场景等方面积累了更为丰富的经验，从而在智能能力上表现突出。

对于户籍维度未呈现显著差异，主要归因于城乡教育资源在智能教育方面的均衡化推进取得了显著成效。随着国家对教育公平的高度重视与持续投入，智能教育设备在城乡学校的配置差距不断缩小。同时，教师培训体系的完善使得城乡教师在智能教育教学方法与技术应用能力上的差距逐渐减小，有效降低了户籍因素对师范生人工智能素养的影响。

在年级维度，整体上智能能力和智能意识不存在显著差异，这得益于学校相对统一的培养模式。但在智能知识方面，大四学生相较于其他年级表现出显著优势，这是因为随着年级增长，大四学生经过了更多专业课程学习与实践积累，在知识体系的广度和深度上有了进一步拓展，从而提升了智能知识水平。

5.3.提升策略讨论与展望

针对上述差异，在课程设置方面，可在课程中融入更多具有民族文化特色的智能教育实践案例，如开发民族特色智能教学资源等项目，激发学生学习兴趣与创新能力，进一步巩固其智能能力优势，并促进智能知识的深化理解；对于不同年级，构建分层递进式课程体系，低年级侧重于基础知识与基本技能的普及与巩固，设置一些基础课程；高年级则聚焦于前沿

知识与综合实践能力提升，开设项目实践等课程，满足不同年级学生的发展需求；同时，在教学过程中，应加强对低年级学生的引导与启发，鼓励他们积极参与科技创新竞赛等课外实践，提升其对人工智能的认知与实践能力，缩小与高年级学生的差距，实现师范生人工智能素养的全面、均衡提升，为民族地区智能教育发展提供坚实的人才支撑。

本研究样本存在一定的局限性，但仍具有重要意义，为提升师范生人工智能素养，以应对智能教育的新挑战提供具体建议。

参考文献

黄云新. (2021).教育信息化 2.0 时代高校教师智能素养提升路径探究.中国信息技术教育, 20, 110-112.

李德方. (2021).“新师范”的时代意蕴、现实困境与实践路径.江苏高教, 4, 6-12.

裴小娟. (2023).新师范背景下师范生人工智能素养现状及提升路径研究[硕士学位论文].

王钰.(2020).新师范:何谓与何为.长江师范学院学报, 36(2), 88-95.

张春海&王天泽. (2023).民族地区高质量教育体系建设:逻辑结构、现实基础与推进路向. 青海民族大学学报（社会科学版）, 49(3), 125-131.

赵慧臣,马佳雯, &张娜钰. (2020).人工智能支持下的教学设计框架与实施.中国教育信息化,13,7-13.

祝士明&刘帅瑶. (2019).世界高校智能教育的发展脉络及启示.中国电化教育,11, 49-59.

Burgsteiner,H.,Kandlhofer,M.,&Steinbauer,G.(2016).IRobot:Teaching the Basics of Artificial Intelligence in High Schools.Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 30(1), Article 1.

Lin,P.-Y.,Chai,C.-S.,Jong,M.S.-Y.,Dai,Y.,Guo,Y.,&Qin,J.(2021).Modeling the structural rela-tionship among primary students,motivation to learn artificial intelligence.Computers an-d Education:Artificial Intelligence,2,100006.

大模型赋能学生参与小微教学场景下的教学资源设计开发：一种新型“师－生－机”模型

Empowering Students’ Participation in Micro-Teaching Resource Creation: A Novel Teacher-Student-Machine Model Assisted by Multimodal Models

黄文[1,2*]， 高嘉仪[1,2] ， 史雨暄[1,2]，蔡文锦[3] ，陈馨缘[1,2]
1 北京航空航天大学人文社会科学学院高等教育研究所，100191
2 北京航空航天大学虚拟现实技术与系统全国重点实验室，100191
3 北京航空航天大学自动化科学与电气工程学院，100191
* wenhuang@buaa.edu.cn

【摘要】 随着生成式人工智能技术的发展，教育领域正逐步从传统“教师-学生”的双边模式，向包含“教师-学生-机器”在内的三元数智化架构转型。然而在现有教学中生成式人工智能多作为辅助工具，尚未深度融入教学核心环节。鉴于此，本研究提出了一种创新的“师-生-机”协同交互模型，强调教师、学生与机器在教学过程中的协同合作，共创教学资源。这一过程旨在培养学生创新能力，同时提升教学质量。作者以本科《虚拟仿真教育游戏开发》课程为例，对这一模式实践，期望为生成式人工智能在教育领域的创新应用提供新的视角。
【关键词】 生成式人工智能；师-生-机交互模型；教学资源；教育创新

Abstract: *As generative AI technology advances, the education sector is shifting from a traditional bilateral "teacher-student" model to a ternary "teacher-student-machine" digital-intelligent framework. Currently, AI serves mainly as a supplementary tool, not yet deeply integrated into core teaching processes. This study proposes an innovative "teacher-student-machine" collaborative interaction model, which emphasizes the synergistic cooperation among teachers, students, and machines in co-creating teaching resources during the teaching process. This process aims to cultivate students' innovative abilities while enhancing teaching quality.*
Keywords: GenAI, Teacher-Student-Machine Interaction Model, Teaching Resource, Educational Innovation

1. 前言

技术发展正以前所未有速度重塑教育格局，其中生成式人工智能（即 GenAI）在知识萃取和内容创造方面表现卓越，不仅能为学习者提供个性化学习路径，也为教育工作者提供了强大教学辅助工具。当前，《新一代人工智能发展规划》等国家战略倡导构建新型教育体系，推动“教师-学生”向“教师-学生-机器”架构转变（杨宗凯等，2023）。在此背景下，探索智能技术与课堂教学融合，明确“师-生-机”协同机制至关重要。但目前三元结构面临挑战，人工智能未深度融入教学，学生难以借其创造价值。因此本研究创新提出新型三元结构模型，深入探究三者协同互动机制，让 GenAI 深度嵌入教学，如学生借助 GenAI 协助教师开发教学资源，以此破解困境，推动教育向智能、个性方向发展。

2. 现有“师-生-机”交互模式现状与问题提出

在传统教学体系中，教师与学生构成核心二元主体，教师负责知识传递与教学规划，学生通过参与学习活动，提升能力与素养。然而，当前 GenAI 的兴起并在教育全流程广泛应用正引领一场教育模式的根本性变革（柯清超等，2024）。这一变革促使教学结构从“师-生”二元向“师-生-机”三元转变，教育重心从“教”向“学”偏移，模式由供给驱动转为需求导向（祝智庭和戴岭，2023）。GenAI 凭借强大的学习与计算能力，拓展人类认知，实现人机优势互补，推动人机教学互动。然而，GenAI 在教育应用中面临挑战，尤其是作为通用技术融入教学时，存在学生过度依赖、限制自主探索、教学融合不佳等问题（杨宗凯等，2023）。鉴于此，本研究提出一种新型“师-生-机”三元结构模型，旨在弥补现有教育模式的不足，充分挖掘 GenAI 在教育领域的潜力。

3. 生成式人工智时代新型“师-生-机”交互模型

3.1. 当前主流的“师-生-机”交互模型

当前主流“师-生-机”交互模型如图 1 所示。此模型中，教师在确定教学内容与目标后，深入调查分析学生年级、专业等学习背景，结合先前学习表现，精准定位学生在当前学习内容上的认知水平、学习需求及潜在发展目标（王琦等，2024）。随后借助 GenAI 生成教案、图片等资源，优化设计，把握重难点，完成师机互动。教学实施阶段着重师生在知识、情感、语言思维等多方面互动（郭亚宁等，2022）。课后评价时，教师借助 AI 评估学生作业情况，但会因 GenAI 信息准确性存疑而持谨慎态度。另一方面，GenAI 在学生学习过程中的应用同样贯穿多个环节。预习阶段，学生借助 GenAI 提前熟悉学习内容，带着问题进入课堂。课堂实施过程中，依照教师需求完成课堂任务，必要时向 GenAI 提问，梳理答案后回应教师。课后评价环节，学生利用 GenAI 检查知识掌握情况，查漏补缺，进行有效复习。

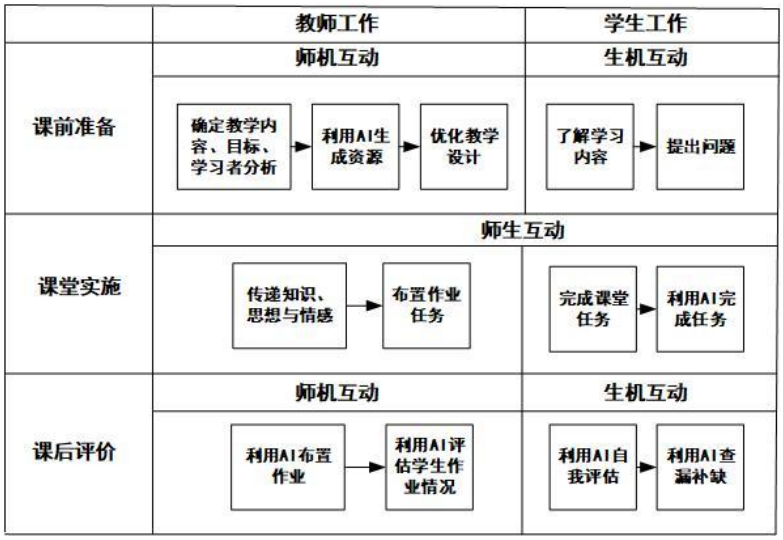


图 1 当前主流“师-生-机”交互模型

总体来看，学界认可 GenAI 作为推动教育变革的重要力量，在教学资源建设方面的重要作用。然而，现有讨论往往忽略了学生在利用 GenAI 主动开发教学资源方面的潜力。学生是教学资源的直接受益者，其参与不仅能开发出更贴合学生学习风格与需求的教学资源，还能在这一过程中利用 GenAI 的优势培养创造性思维能力。此外，这一举措还可以减轻专业教师工作负担，从而实现教育过程中的双赢。因此，探索并鼓励学生参与 GenAI 辅助的教学资源开发，是未来教育创新中一个值得深入挖掘的方向。

3.2. 新型“师-生-机”交互模型

图 2 为作者提出的新型“师-生-机”交互模型。此模型与当前主流模型间差异主要体现在教学资源创建部分。新模型赋予教师与学生在教学资源开发中同等重要地位，二者借助 GenAI 共同完成资源创作，实现三方智能互惠强化，优势互补创造新的价值（Epstein，2015）。在新模型的课前准备环节，教师完成教学内容、目标及学习者分析后，提出教学资源开发任务。课堂实施期间，教师将教学内容与资源开发需求告知学生。在学生制作资源过程中，教师作为引导者与合作者，协助学生借助 GenAI 及其他软件发挥创造力共创教学资源，学生遇到的难题也可求助教育技术教师。最终，专业课教师将学生开发的资源用于实际教学。共创资源因其贴合学生体验，有助于提升学生学习动机与参与度，提高教学效果。从学生视角来看，需先明确学习目标，做好利用先前学科知识与教师共同开发教学资源准备。此后以小组方式与教师合作，利用 GenAI 及其他软件制作教学资源，完成后由 GenAI 与教师评估，并迭代完善。最终，师生机共创资源将用于课堂实际教学。综上，新型“师-生-机”交互模型将提升学生自主学习能力，促使学生进行自我创造、解决问题、自我评估，并且利用 GenAI 进行自我调节学习，发现自己与 GenAI 各自的优点，借助技术真正实现学生的自我发展。

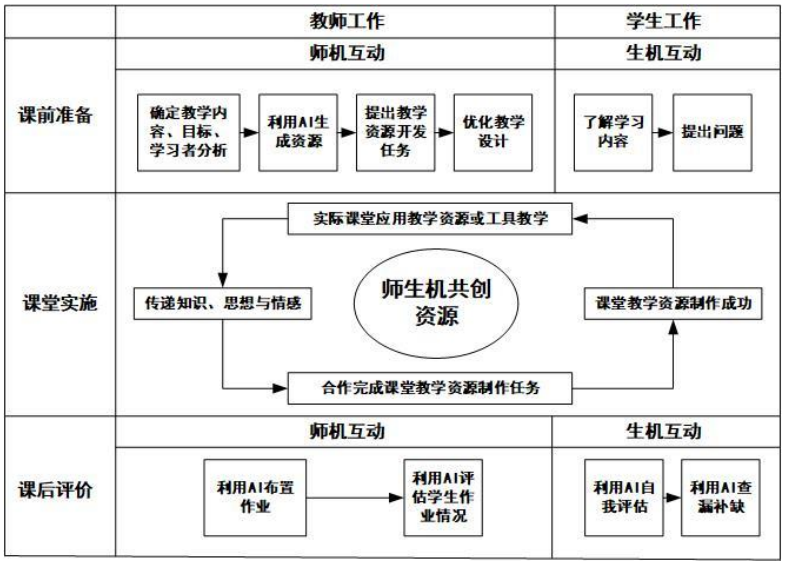


图 2 新型“师-生-机”交互模型

4. 新型师-生-机交互模式实施案例

4.1 课程概述

2024 年秋季学期，作者在学校开设本科生公共选修课《（大模型驱动的）虚拟仿真教育游戏开发》，课程总计 16 周共 32 课时。前 8 周介绍教育游戏概念和大模型驱动开发等内容。从第 9 周开始，学生被分为 4 个小组，每组需合作完成由行政管理专业教师设定的、以社会突发事件为背景的教育游戏开发任务。本课程吸引了 15 名学生选修，其中社会科学专业 6 人，新媒体艺术设计专业 4 人，信息技术类专业 5 人。目前，秋季学期的授课已圆满结束，学生也已完成了各自的游戏开发任务。

4.2 实施成效

4.2.1. 学生参与教学资源开发对学生创新思维的影响程度

本研究借威廉斯创造力倾向测量表（威廉斯，2003），从冒险性、好奇性、想象力、挑战性四个维度对学生的创新思维进行前后测。量表由 50 个项目组成，使用 3 点李克特量表评分，分数范围从 1 到 3，总分为 50 到 150 分，得分越高，表明个体的创造性倾向越强。其中，91 至 119 分代表中等水平的创造力和一般水平的创造性思维；120 至 134 分代表良好的创造力和较高的创造性思维（Li & Jing，2023）。前后测问卷 Cronbach’s α 系数均为 0.88，信度良好，结果见表 1。

结果显示在课程实施前，三个不同专业组学生的创新思维倾向均处于中等水平。其中，社会科学组学生的起点略低于艺术设计组和信息技术组，这与当前各专业对创新思维的要求相吻合。课程实施后，社会科学组和艺术设计组学生的创新思维有较为显著的提升，学生期末个人反思显示 GenAI 在激发创意、提高效率方面发挥了积极作用，为学生提供了试错、迭代和不断创新的机会。这表明非计算机专业背景学生在游戏开发中使用 GenAI 有效促进了他们创新思维的提升。然而，信息技术组学生在创新思维倾向方面的提升却非常有限。通过分析他们的个人反思，我们发现，在课程结束后，信息技术组学生使用 GenAI 的意愿较课程开始前有所下降。我们推测，这可能是因为信息技术组学生主要负责编写程序代码，他们对自己的编程技术较为自信，更倾向于采用自己已熟练掌握的编程方法进行开发，这在一定程度上限制了 GenAI 在培育和提升他们创新思维方面的潜力。或者说明 GenAI 在基于编码方面的创新思维培养存在一定的局限性。

表 1 *创新思维统计结果*

	社会科学专业				新媒体艺术设计专业				信息技术专业			
	前测		后测		前测		后测		前测		后测	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD

总分	104.67	12.01	110.67	8.16	108.80	8.17	118.80	10.76	108.00	15.55	110.75	16.96

*附注：*M=平均值；SD=标准差

4.2.2. 学生利用大模型设计与开发教学资源的投入成效

根据课堂观察与作品分析，在“师-生-机”模型课堂下，学生开发 2D 游戏时能借大模型提高开发效率，但开发 3D 游戏难度大，部分任务难以在有限时间内完成。原计划八周不足以满足开发需求，未来教学有必要延长游戏实践开发时间以保障质量。

4.2.3. 利用学生开发的教学资源授课对教学质量的促进作用

学生开发的游戏经过进一步整合完善，将应用于专业课课程教学中。作者将继续跟进，分析探讨这种新型‘师-生-机’交互模式制作的教学资源对提升教学质量的效用及其影响机制，为教学实践提供有力支撑和参考。

引用文献

王琦、郭芳、张艺馨和马思腾(2024)。基于大模型的深度课堂变革研究。*开放教育研究，4*，104-112。

杨宗凯、王俊、吴砥和陈旭(2023)。ChatGPT/生成式 AI 对教育的影响探析及应对策略。*华东师范大学学报(教育科学版)，7*，26-35。

柯清超、米桥伟和鲍婷婷(2024)。生成式 AI 在基础教育领域的应用：机遇、风险与对策。*现代教育技术，9*，5-13。

威廉斯(2003)。威廉斯创造力倾向测量表。*中国新时代，22*，89-90。

祝智庭和戴岭(2023)。设计智慧驱动下教育数字化转型的目标向度、指导原则和实践路径。*华东师范大学学报(教育科学版)，3*, 12-24。

郭亚宁、李翊君、武圣君、王卉、王秀超和刘旭峰(2022)。基于符号互动论的有效师生互动分析。*创新教育研究，10*(1)，7。

Epstein, S. L. (2015). Wanted: collaborative intelligence. *Artificial Intelligence, 221*, 36-45.

Li, D. , & Jing, H. (2023). Innovation of the teaching mode of history courses in colleges and universities based on digital technology. *International journal of web-based learning and teaching technologies, 18*, 317-328.

小学人工智能课程案例设计与实践——以《AI 护鸟行动》为例

Case Design and Practice of Primary School Artificial Intelligence Curriculum -- Taking "AI Bird Protection Action" as An Example

王容[1]，陈韵姿[2]
华南师范大学，教育信息技术学院
* 2107743021@qq.com

【摘要】AI 作为第四次工业革命的核心，正重塑各行业模式，推动社会发展。我国基础教育对 AI 教育日益重视，《义务教育信息科技课程标准（2022 年版）》将其纳入中小学课程体系，旨在培养学生的计算思维和创新能力。但目前缺乏统一的人工智能课程标准和教材，存在课程资源匮乏的矛盾。本研究基于多位学者对于跨学科协作学习模式的建构和活动流程建构，构建基于跨学科的 AI 教学流程，开发课程案例，经单组前后测对比研究，通过统计分析得出的研究结果表明学生的计算思维能力、态度和 AI 态度三个维度有一定程度的提升，一定程度说明明本研究开发的基于跨学科学习的小学人工智能课程案例对于提升学生的计算思维有一定帮助。
【关键词】*跨学科学习；小学人工智能课程；计算思维；案例设计*

Abstract: *AI is reshaping industry models and promoting social development. China's basic education has increasingly attached importance to AI education, aiming to cultivate students' computational thinking and innovation ability. However, at present, there is a lack of unified AI curriculum standards and textbooks, and there is a lack of curriculum resources. This study is based on the construction of interdisciplinary collaborative learning models and activity processes by several scholars, builds an interdisciplinary AI teaching process, develops course cases, and through quasi-experimental research, the research results obtained through statistical analysis show that students' computational thinking has improved to a certain extent. On the surface, the case study of primary school artificial intelligence course based on interdisciplinary learning developed in this study is helpful to improve students' computational thinking.*
Keywords: interdisciplinary learning, elementary school artificial intelligence curriculum, computational thinking, case design

1.引言

随着信息技术的飞速发展，人工智能技术已经渗透到社会的各个领域，成为当代科技发展的关键驱动力。人工智能技术的重要性体现在其广泛的应用前景和对传统行业模式的颠覆性创新（曹培杰，2022）。《义务教育信息科技程标准（2022 年版）》 发布，明要以人工智能设定为信息科技课程六条逻辑主线之一，按义务教育阶段学生的认知发展规律，统筹安排各学段学习内容，义务教育阶段人工智能教育有了纲领性指导文件，为中小学人工智能教育课程的拓展建构提供了依据，指明了方向（中华人民共和国教育部，2022）。

《AI 护鸟行动》这一小学人工智能课程案例，正是基于这样的时代背景与教育需求应运而生。本研究以保护鸟类这一贴近学生生活且富有教育意义的主题为切入点，巧妙地将人工智能技术与生态保护理念相结合，旨在通过生动有趣、富有挑战性的学习活动，引导学生在实践中探索 AI 的奥秘，感受科技的力量，同时培养他们的环保意识与社会责任感。在课程设计过程中，本研究充分考虑小学生的认知特点与学习规律，采用跨学科的教学模式，打破学科界限，将信息技术、自然科学、数学等多个学科知识有机融合，为学生打造了一个全方位、多层次的学习平台。通过这一课程的实践，本研究旨在能够为小学人工智能教育的开展提供有益的借鉴与启示，探索出一条适合小学生特点的人工智能教育路径，让更多的孩子在创新实践中成才，为未来社会的发展培养出具有创新精神与实践能力的新一代人才。

2.文献综述

2.1. 人工智能教育

人工智能一词最早由美国达特茅斯学院的数学教授约翰·麦卡锡于 1955 年创造，并于次年在达特茅斯举办的学术研讨会议中正式提出，它是指“让机器能够与人做同样的行为（刘永和胡钦晓，2020）。人工智能本身的跨学科领域属性，具有高度融合性、复杂性的特点，

且随着技术的发展，其包含的内容是不断变化的，（Forcier&L.B, 2016）导致人工智能概念本身的界定五花八门。目前，由于缺少系统的顶层设计，学界对人工智能的界定尚没有统一的标准（彭绍东，2021）。从学科的角度，一般认为，人工智能是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术学科，涉及到计算机科学、数学、认知科学等多个学科领域。人工智能教育应用指的是运用人工智能技术对教育过程进行改进和优化，从而提高教学质量和效率。

随着各种智能技术的快速发展，人工智能在教育领域的应用逐渐成为一种潮流和趋势在文章的开始谈到了我国在推动人工智能课程方面的相关政策，最早在 2003 年，教育部就将人工智能作为高中阶段现代信息技术的基础性选修课。2017 年，国务院又提出在中小学阶段设置人工智能相关课程，这些举措进一步促进了人工智能在教育领域的发展。（中华人民共和国教育部，2018）。

综上所述，人工智能教育应用已经取得了一定的成果，但仍需要深入研究和探索。未来，随着技术的不断进步和应用场景的不断拓展，人工智能将在教育领域发挥更大的作用。

2.2. 人工智能课程

人工智能作为跨学科领域，具有高融合性、复杂性，且内容随技术演进不断变化，导致概念界定多样。当前，学界对人工智能课程的定义缺乏统一标准，主要存在两种观点：一是将人工智能技术作为核心教学内容，旨在培养专业人才；二是将 AI 作为教学辅助，用于优化课堂活动（潘金晶，2020）。

我国在推动人工智能课程方面已出台多项政策。例如，2003 年和 2017 年的高中信息技术课程标准均纳入人工智能模块；2018 年《教育信息化 2.0 行动计划》强调丰富编程与人工智能课程内容，推动其在教育中的应用；2021 年，中国教育学会发布了《中小学人工智能课程开发标准（试行）》，为中小学教育工作者提供了参考（中国教育学会中小学信息技术委员会，2021）。

因为目前在人工智能课程方面，国家未出台相关课程标准，大部分地区均处于尝试阶段，大部分研究者主要从教材、“平台”两个方面入手，通过分析总结现有资源，找出存在的不足，并提出对应的办法。与教材有关的研究，如王东丽等人从教材定位、核心内容、教学活动等维度分析了 45 本正式出版的人工智能教材，由此提出了中小学人工智能教材的发展建议（王东丽等人，2021）；詹泽慧等人从教学内容、活动设计、技术载体等方面分析了四本高中人工智能教材，并提出了发展建议（詹泽慧和钟柏昌，2020）。与教学平台有关的研究，例如沈晨通过比较分析当前多个人工智能课程学习平台，根据存在的问题，提出了一种新的基于 CLEs 模型的平台优化方案。

本研究聚焦于课程教学设计的探讨，并可归纳为四种主要类型。第一种是“探索不同理论模型在人工智能教学中的应用”，例如，西南大学辛晓霞探究项目式教学在人工智能课程中的实践，发现基于项目式的人工智能课程有助于学生主体性的发挥，培养了学生跨学科问题解决、表达以及综合实践能力，并提升了学生的学习兴趣和信息意识（辛晓霞，2021）。南京师范大学蒋蓉，将 5E 探究式教学模式融入人工智能课程的教学，构建了人工智能课程的“实验探究式”教学模式（蒋蓉，2020）；华中师范大学周文雅参照“情境-陶冶”教学模式构建了“情境-陶冶-参与式”教学模式，旨在培养学生在情境问题解决中的共情力；浙江大学潘金晶，将设计思维作为教学框架，以解决小学人工智能课程中重技能培训轻思维养成的问题（潘金晶，2020）。其次，研究探讨了不同目标导向下的教学设计，重点在于培养学生的创新、问题解决等高阶思维能力。例如，段波认为，可以在人工智能活动中设计“问题”与“项目”，实现对学生计算思维培养(周文雅，2021)；王琳、朱文艳、侯怡帆等人也都以计算思维为目标指向，从不同角度探讨了人工智能课程的教学设计。

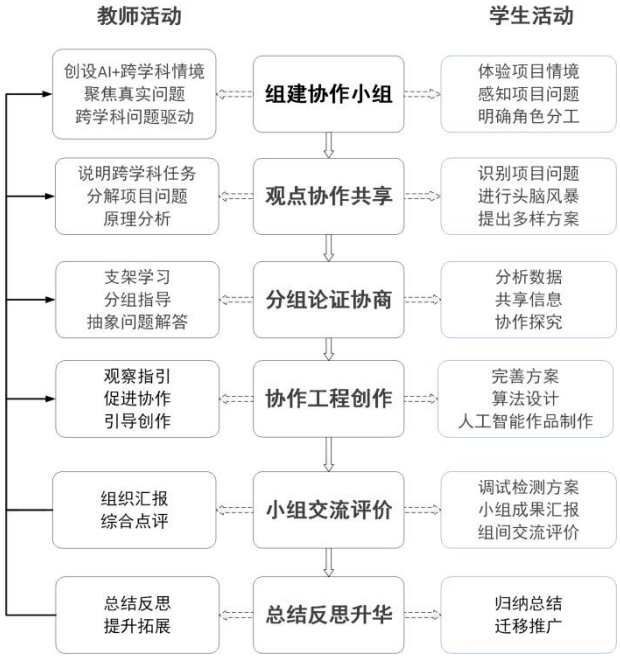
基于以上学者关于人工智能课程的看法和见解，本文将吸取前人经验，根据实际情况，开发适合本学科本学校特色的人工智能课程。

3.案例设计

3.1. 基于跨学科学习的小学人工智能课堂活动流程

该流程主要参考谢幼如教授提出的基于网络的协作知识建构模型（包括“共享—论证—协商—创作—反思”几个部分）（谢幼如等人，2008），以及黄雪娇等人提出的“四段式”协作知识建构学习流程（包括知识共享、知识协商、知识建构、知识集成几个部分）（黄雪娇等人，2022），以及江毅等人构建的翻转课堂中协作学习流程（包括共享观点、论证协商、成果展示、课内小结几个部分）。（江毅等人，2016）流程中教师、学生具体活动还参考了宿庆等人提出的面向计算思维的信息技术项目式学习实施流程（宿庆等人，2022）、杨鸿武等人提出的 STEM 背景下人工智能素养框架（杨鸿武等人，2022），结合前文归纳的“跨学科”、“计算思维”、“人工智能”等关键词包含的元素，综合构建了基于跨学科学习的小学人工智能课堂活动流程。

图 1 基于跨学科学习的小学人工智能课堂活动流程



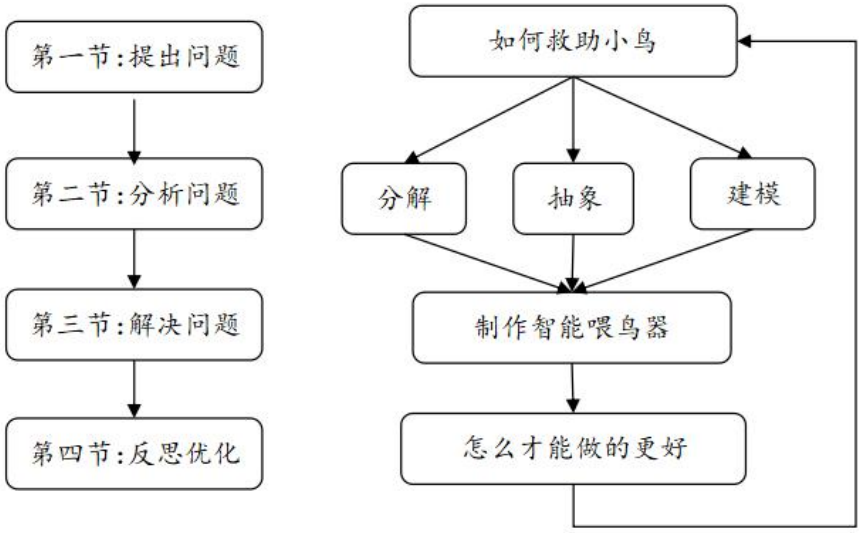
3.2. 课程案例结构与内容设计

课程基本信息					
学科类别	人工智能	**实施年级**	4 年级	**跨学科科目**	语文　科学　美术 信息技术
使用教材版本		《科学》（2017）（粤科版），四年级下册 《信息技术》（B 版）（粤教版），第四册下			
单元主题名称		AI 护鸟类行动			
单元课时		8 课时			
单元教学设计说明					
一、设计背景 深圳市自然环境优越、生态环境美好,是很多鸟类的栖息地、繁殖地、越冬地和停歇地。这里生活着约 380 种鸟类。由于地处“东亚—澳大利亚”候鸟迁飞路线上，每年约有十几万只候鸟途径深圳或停留越冬。这里维系着我国乃至全球众多候鸟的生存需求。春季是鸟类繁殖、迁徙的最佳时节，同时也是鸟类受伤事件的高发期。学习鸟类知识、掌握鸟类救助方法不仅可以帮助鸟类而且可以培养学生热爱大自然，热爱家乡，热爱生命和保护生命的积极情感、态度。					

二、活动目标

本单元旨在培养学生运用以计算思维为主的高阶思维解决问题的能力。采用基于项目的学习与基于问题的学习结合的方式设计教学活动。学生应遵循发现问题、分析问题、解决问题、反思方案的顺序，在每个具体教学中发展以计算思维为主的思维能力，尤其是分解、抽象、模式识别等能力。教师通过跨学科活动设计在师生互动中，组织和实施丰富的教学活动来完成教学目标

单元教学结构图



4.实验实施及结果分析

本实验采用问卷调查的方法，对四年级某班学生实施人工智能课程，实施周期为 4 周，共计 4 课时。在正式实验开始前，向实验班发放计算思维和 AI 知识前测问卷、计算思维能力调查问卷。课程结束后进行实验后测，向实验班学生发放计算思维和 AI 知识后测问卷、计算思维能力调查问卷、计算思维和 AI 态度调查问卷，获取问卷结果，并进行数据分析。

4.1 计算思维能力数据分析

本实验采用的计算思维能力量表来自华中师范大学张屹教授等人研发的我国小学生计算思维量表。

为了解实验班学生在计算思维能力整体以及各个维度上的提升是否显著，需利用 spss 对实验班每个维度的前后测进行配对样本 t 检验。结果如下：

表 1

成对样本统计量

维度		均值	N	标准差	均值的标准误差
创造思维维度	CZ1	10.5946	37	3.89058	.63961
	Z2	12.0811	37	4.71038	.77438
批判思维维度	PP1	5.0811	37	2.15224	.35383
	PP2	5.3243	37	2.34585	.38566
问题解决维度	WT1	10.9189	37	4.32935	.71174
	WT2	11.5676	37	4.50642	.74085
算法思维维度	SF1	7.8108	37	3.85024	.63298
	SF2	8.2703	37	3.60284	.59230

合作交流维度	HZ1	7.3514	37	3.21642	.52878
	HZ2	7.5405	37	3.87725	.63742
计算思维能力整体	CTA1	41.7568	37	14.49982	2.38376
	CTA2	44.7838	37	16.61515	2.73151

从计算思维能力整体来看，前测平均分数为 41.7568，后测平均分数为 44.7838，均值提升 3.02703，sig=0.389>0.05。可以看出，学生在经过教学实践之后的计算思维能力整体与前测没有显著差异，但整体均值有所提高，说明基于跨学科学习的小学人工智能课程案例促进了学生计算思维能力的培养。此外，在创新思维维度上，前后测存在显著差异，在其他维度没有显著差异，但所有维度的后测均值都有提升，因此基于跨学科学习的小学人工智能课程案例能够在创造力、批判思维、问题解决能力、算法思维、合作能力以及计算思维整体能力的培养中起到一定作用。

4.2 计算思维态度数据分析

本研究采用克隆巴赫 α 系数(Cronbach's α)作为信度的度量，当大于 0.7 时表示量表信度良好。如下表所示，计算思维态度各维度以及整体的 Cronbach's α 均大于 0.7，因此表明该量表具有良好的信度。通过计算思维态度量表，可以了解学生对于计算思维的倾向态度。态度问卷中包含处理复杂问题的信心、处理困难问题的坚持性、处理有歧义问题的耐心三个要素，将分数直接相加有失偏颇。本文采用计算得分率（Fi）的方式计算学生对计算思维的态度倾向值，根据得分率公式：，aj 是各等级的分值，nij 是第 i 个问题达到 j 等级的人数，N 是所有人数的总和。当 Fi 等于 0 的时候，学生的态度一般；Fi 大于 0 的时候，学生的态度较为积极；当 Fi 大于 0.5 的时候，学生的态度比很高。对学生计算思维态度倾析如下表所示。

表 2

计算思维能力态度结果

维度	**非常符合 2**	**一般符合 1**	**无意见 0**	**一般不符合 -1**	**非常不符合 -2**	**各维度得分率（Fi）**	**整体得分率（Fi）**
F1:处理复杂问题的信心	135	105	89	23	55	3.27	
F2:处理困难问题的坚持性	149	101	113	23	21	4.51	10.04
F3:处理有歧义问题的耐心	87	43	61	12	19	2.26	

从整体上进行分析，各维度得分率 Fi 均大于 0，总得分率为 10.04，说明学生经过学习后的计算思维态度倾向较高。处理困难问题的坚持性维度得分率最高（Fi=4.51），说明此次学习活动激发了学生对问题的坚持，即使遇到难题也愿意努力去克服。处理复杂问题的信心维度得分率次之（Fi=3.27），说明经过学习，学生能够增加人工智能问题解决的信心，对人工智能课程抱有较高的期待值。接着是处理有歧义问题的耐心（Fi=2.26），说明此次学习活动能显现出学生在执行计算思维相关的任务过程中的耐心态度，有助于学生耐心的发展。

4.3 AI 能力数据分析

本量表根据 siu-cheung kong 等人的编程态度量表改编，原始研究表明此问卷具有良好的信效度。通过 AI 态度量表，可以了解学生对于人工智能的倾向态度。态度问卷中包含人工智能意义感、人工智能影响力、人工智能创造性自我效能感、人工智能自我效能感、对人工智能的兴趣、对人工智能中合作的态度五个要素，将分数直接相加有失偏颇。本文采用计算得分率（Fi）的方式计算学生对人工智能的态度倾向值，根据得分率公式：，aj 是各等级的分值，nij 是第 i 个问题达到 j 等级的人数，N 是所有人数的总和。当 Fi 等于 0 的时候，学生的态度一般；Fi 大于 0 的时候，学生的态度较为积极；当 Fi 大于 0.5 的时候，学生的态度比很高。对学生人工智能态度分析如下表所示。

表 3
AI 态度整体结果

维度	非常符合 2	一般符合 1	无意见 0	一般不符合 -1	非常不符合 -2	各维度得分率（Fi）	整体得分率（Fi）
A1:人工智能意义感	45	29	31	5	1	1.51	21.34
A2:人工智能影响力	49	26	29	4	3	1.54	
A3:人工智能创造性自我效能感	75	32	36	3	2	2.36	
A4 人工智能自我效能感	70	44	58	6	7	2.21	
A5:对人工智能的兴趣	63	33	38	8	6	1.88	
A6:对人工智能中合作的态度	63	30	40	6	9	1.78	

从整体上进行分析，各维度得分率 Fi 均大于 0，总得分率为 21.34，说明学生经过学习后的人工智能态度倾向较高。人工智能创造性自我效能感（Fi=2.36）和人工智能自我效能感（Fi=2.21）维度得分率较高，说明此次学习激发了学生人工智能设计创作的兴趣，发现智能制造的重要性，增加了创作人工智能项目的信心。对人工智能的兴趣（Fi=1.88）和对人工智能中合作的态度（Fi=1.78）维度得分率极高，说明此次学习活动能够吸引学生对人工智能学习内容的兴趣，愿意在任务进行中与他人合作。人工智能意义感（Fi=1.51）和人工智能影响力（Fi=1.54）在各维度中排名靠后，但是得分率也不低。说明经过学习，学生能在一定程度上明白人工智能的意义和重要性，愿意利用人工智能解决日常生活中的问题。

4.4 实验结果分析

结果表明该模式可以显著提升学生的计算思维水平，可以显著提升学生的 AI 知识水平，能够在创造力、批判思维、问题解决能力、算法思维、合作能力以及计算思维整体能力的培养中起到一定作用，能够提升处理复杂问题的信心、处理困难问题的坚持性、处理有歧义问题的耐心，在人工智能意义感、人工智能影响力、人工智能创造性自我效能感、人工智能自我效能感、对人工智能的兴趣、对人工智能中合作的态度都具有积极态度。

5.研究结论与反思

5.1 主要研究结论

通过单组前后测对比研究和问卷结果分析，本研究得出以下结论：

1. 计算思维能力方面：学生在经过教学实践后的计算思维能力整体均值有所提高（前测 41.76，后测 44.78），尤其在创造思维维度上有显著提升。这表明基于跨学科学习的小学人工智能课程案例对培养学生计算思维能力有一定促进作用。

2. 计算思维态度方面：学生在处理困难问题的坚持性（Fi=4.51）、处理复杂问题的信心（Fi=3.27）和处理有歧义问题的耐心（Fi=2.26）三个维度均表现积极，总得分率为 10.04，说明课程有助于培养学生积极的计算思维态度。

3. AI 态度方面：学生在人工智能创造性自我效能感、人工智能自我效能感、对人工智能的兴趣等六个维度均表现积极，总得分率高达 21.34，表明课程有效激发了学生对人工智能的学习兴趣和信心。

4. 跨学科教学流程的有效性：本研究构建的基于跨学科学习的小学人工智能课堂活动流程经过实践验证具有一定的适用性和有效性，能够有机整合多学科知识辅助人工智能课堂教学。

5.2 研究局限与反思

尽管研究取得了一定成果，但我们也认识到以下局限性：

1. 研究方法局限：本研究仅采用单组前后测设计，缺乏对照组比较，且主要依靠问卷调查收集数据，在研究设计的严谨性和数据收集的多元性方面有待加强。未来研究可考虑采用实验组-对照组设计，并结合课堂观察、学生作品分析等多种数据收集方法。

2. 样本规模与代表性：研究仅在一个班级进行，样本规模较小，可能影响结果的普遍适用性。未来研究需扩大样本规模，并考虑不同地域、不同学校背景的学生。

3. 课程实施时间：本研究实施周期仅为 4 周（4 课时），时间较短，可能影响对学生计算思维长期发展影响的评估。后续研究可延长实施时间，进行纵向追踪研究。

4. 评估工具的完善：虽然采用了已有的计算思维能力量表，但对跨学科学习效果的评估工具仍需进一步完善，特别是如何更科学地评估跨学科融合学习的效果。

5.3 未来研究展望

基于本研究的发现和局限性，我们对未来研究提出以下建议：

1. 加强课程流程构建的科学性和严谨性，通过更多的实验迭代来验证流程和课例的有效性。

2. 开发更加多元化的评估工具，特别是针对跨学科学习效果的评估工具。

3. 探索更多不同地域、不同学校背景下的跨学科人工智能教育实践，验证研究成果的普遍性和适用性。

总之，本研究为小学人工智能教育的开展提供了有益的借鉴与启示，探索出一条适合小学生特点的人工智能教育路径。我们期待通过持续的研究与实践，为培养具有创新精神与实践能力的新一代人才贡献力量。

参考文献

曹培杰(2020)。人工智能教育变革的三重境界。教育研究，41(2)，8。

中华人民共和国教育部（2022）。义务教育课程方案：2022 年版。北京师范大学出版社，4-5。

刘永和胡钦晓(2020)。论人工智能教育的未来发展:基于学科建设的视角。中国电化教育。(2),6。

Forcier &L. B . (2016). Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education. SXSWedu.

彭绍东(2021)。人工智能教育的含义界定与原理挖掘。中国电化教育(6)，11。

中华人民共和国教育部（2018）。教育部关于印发《教育信息化 2.0 行动计划》的通知。中华人民共和国教育部。

潘金晶（2020）。基于设计思维的小学生人工智能课程设计与实施研究。浙江大学。

中国教育学会中小学信息技术委员会（2021）。《中小学人工智能课程开发标准》。中国教育学会中小学信息技术委员会。

王东丽，周德青，王亚如和杨现民(2021)。中小学人工智能教材综述——基于 45 本已出版教材的分析。现代教育技术, 31(2), 7。

詹泽慧和钟柏昌（2020）。高中人工智能教育应该教什么和如何教——基于四本《人工智能初步》教材的内容分析。电化教育研究，41。

辛晓霞(2021)。项目式教学在《人工智能基础》中的研究与实践。西南大学。

蒋蓉（2020）。实验探究式教学策略在原理性知识教学中的应用研究——以初中人工智能课程为例。南京师范大学。

潘金晶(2020)。基于设计思维的小学生人工智能课程设计与实施研究。浙江大学。

周文雅(2021)。在情境-陶冶-参与式教学模式下小学人工智能课程的实践探究。华中师范大学。

谢幼如，宋乃庆和刘鸣（2008）。基于网络的协作知识建构及其共同体的分析研究。电化教育研究, (04)，38-42。

黄雪娇,周东岱和董晓晓（2022）。协作知识建构学习活动对学生创造性思维的影响。现代教育技术。71-80。

江毅,何晓萍和万昆（2016）。翻转课堂中协作学习的效果与策略研究。现代教育技术，80-86。
宿庆,张文兰,王海,李红斌.面向高中生计算思维培养的信息技术课程项目式学习研究(2022) 电化教育研究,109-115。
杨鸿武,张笛,郭威彤.STEM 背景下人工智能素养框架的研究（2022）26-32。

生成式人工智能在医学教育中学生反馈的主题挖掘与情感分析

Thematic Extraction and Sentiment Analysis of Student's Feedback on Generative Artificial Intelligence in Medical Education

张青林[1]，陈广洁[2]，江丰光[1*]
[1]上海交通大学教育学院
[2]上海交通大学医学院
[*] fkchiang@sjtu.edu.cn

【摘要】本研究依托S高校医学院“机体防御与免疫”课程开展了一个学期的生成式人工智能融入课堂教学的实践，为深入了解学生在该课堂中使用生成式人工智能的学习需求、参与感受与改进建议，本研究于期中、期末两个时间点收集了来自334名学生的学习反思日志，通过Bertopic模型共挖掘了学习与教学效率、信息获取与处理、思维能力提升、个性化与安全性4个维度、12个主题。基于Bert-Based-Chinese情感分析模型进行情感分析，明确医学生在各关注点下的情感得分与演变情况。通过对20名同学的半结构访谈了解学生情感态度演变原因，为后期教学改进提供研究依据。
【关键词】生成式人工智能；医学课堂；学生反馈；主题挖掘；情感分析

Abstract: *This study is based on the "Organismal Defense and Immunity" course at the School of Medicine, S University, and integrates generative AI into its classroom. In order to deeply understand the students' learning needs, feelings of participation, and suggestions of the use of generative AI in the class, this study collected reflective journal from 334 students at the mid-term and final-term. Using the Bertopic model, the study explored four dimensions and twelve themes: learning and teaching efficiency, information acquisition and processing, enhancement of thinking skills, and personalization and security. Sentiment analysis, based on the Bert-Based-Chinese model, was conducted to assess students' sentiment scores and their evolution. Interviews with 20 students were conducted to understand the reasons for the evolution of students' affective attitudes, which provided a research basis for later teaching improvement.*
Keywords: Generative Artificial Intelligence; Medical Classroom; Student's Feedback; Thematic Extraction; Sentiment Analysis

基金项目：本文受上海交通大学本科人工智能赋能（AI+）课程建设“机体防御与免疫”；上海交通大学医学院本科核心AI+课程重点项目“机体防御与免疫”资助。

1.引言

以ChatGPT为代表的生成式人工智能的发展为课堂教学模式的转变带来了新的机遇与挑战，其在医学课堂教学中也展现出了巨大的潜力。例如，通过使用生成式人工智能工具交互式模拟虚拟患者，来练习临床推理能力（Karabacak et al., 2023）；使用生成式人工智能工具提供实时评估反馈支持，医学生可以在基础医学的学习中不断更新迭代学习过程（Ahmed, 2023；Sauder et al., 2024）。此外，生成式人工智能还将根据学生学习需要求提供个性化教学内容，针对学生的学习进度帮助制定学习计划，从而支持医学生的自主学习（瞿星等，2023）。

目前关于生成式人工智能融入医学课堂的相关研究探索正处于初步阶段，多聚焦于工具使用对学生学习成效的影响，关注点落脚于生成式人工智能对教学效率和教学质量的提升（宋雨欣等，2024），相对忽视了学生视角的生成式人工智能创新教学的参与感受、学习需求和反馈建议等。学生作为课堂教学活动的主体之一，在教学模式不断创新探索的过程中，学生视角所反馈的内容对于评估教学改革的成功尤为重要。

传统对学生反馈分析的方法存在一定的局限性：一是对定量评分的依赖性较强，缺乏定性的深度反馈内容（赵越等，2021）；二是数据分析方法较简单，多采用平均分、频率分布等基本统计方法（梁竹梅等，2017）；三是对评教反馈数据的收集过于依赖单一时间点的反馈，无法了解学生在教学过程中学习体验的动态调整（常亚平等，2010）。因此，本研究旨在探索学生对生成式人工智能融入医学课堂教学的实际感受与课程改进建议，通过收集上海S高

校医学院“机体防御与免疫”课程教学过程中学生的两轮反思日志，采用深度学习的方法，基于 BERTopic 主题聚类模型与 Bert-Based-Chinese 情感分析模型对学生反馈进行深入挖掘，为进一步优化教学设计、创造更有效的技术支持的教学环境提供实证依据。

2.文献综述

2.1 医学课堂教学模式变革学生反馈的相关研究

已有研究在对医学课堂教学模式变革学生反馈数据的收集，一是通过问卷调研来量化评估学生的满意度。如在免疫学贯通基础医学与临床实践的创新课程模式构建后，通过问卷来调研学生对教学模式的整体满意度与课堂收获（闫东梅等，2024）。在医教协同的教学模式探索中，贴合于课程教学模式变革内容的问卷调查用于了解学生对课程教学各环节改革内容的认同度与后期改进建议（齐眉等，2022）。在传统教学与创新教学两种方式的对比研究中，采集学生在学业负担、知识理解程度、课堂专注度以及自我评价四个维度的主观评分数据，来检验学生对创新教学的评价是否显著高于传统的教学模式（王炜等，2024）。学生反馈二是来源于学生的主观质性数据。如在医学信息检索的课堂教学中，教师通过课堂提问采集了学生对生成式人工智能工具使用的难易程度以及使用效果的实时反馈数据（丁文婧，2024）。

在生成式人工智能融入医学课堂教学后，已有研究采用混合研究方法，探索医学生对生成式人工智能创新教学的感知、体验与建议。如将生成式人工智能整合到医学课程单元教学中，结合 Kirkpatrick 模型从使用满意度、学习进度管理和生成信息质量评估三个方面，揭示了学生的技术接受程度越高，则课堂满意度越高，工具使用适切性也越高的现象（Thomae et al., 2024）。对学生反馈的收集不仅要关注学生的满意度，更应深入挖掘学生使用生成式人工智能在医学学习中的主要用途，以及不同使用的初衷所带来的学习体验，重点关注学生在学习历程中受益和所遇到的挑战。如在医学信息学课程中，学生在使用生成式人工智能协助项目规划、考试准备等方面整体态度较为积极（Magalhães Araujo & Cruz-Correia, 2024）。同时医学课堂中的生成式人工智能的使用也将带来一定的学习挑战，如伦理道德问题、对个人数据保护以及对生成内容质量的不确定性等方面，学生也表达了隐忧（Başaran & Duman, 2024）。

2.2 学生反馈中主题挖掘与情感分析的相关研究

对学生反馈文本进行挖掘分析旨在从大量文本数据中揭示学生对教学各方面的潜在关注点，以改进未来课堂教学。早期阶段，主题挖掘通过统计方法与聚类算法，Blei 等提出了隐含狄利克雷分布的主题建模方法（Latent Dirichlet Allocation），通过抽取文档中多个主题下的相关词汇提取潜在的主题结构（Blei et al., 2003）。随着算法的不断发展，学者们在 LDA 的基础上探索复杂的主题挖掘模型，如将动态主题模型（Dynamic Topic Models）与 LDA 相结合，捕捉主题随时间的演变（马文聪等，2023）。近年来，深度学习技术的发展进一步推动了主题挖掘方法的深入，相关学者在 BERT 模型（Bidire ctional Encoder Repre sentations from Transformers）的基础上提出了 Bertopic 主题建模方法（Devlin，2018）。该方法在学生反馈的研究中已经得到了广泛应用。例如，将 Bertopic 模型用于课程评论的提取，来聚类出学生对课程的正面或负面评价（Yoo & Kim, 2023）。通过 Bertopic 识别学生的学习需求实现精准化教学（徐振国等，2024）。

学生反馈文本中的情感分析旨在判断学生的情感倾向性。情感分析的早期阶段多采用基于词典的方法，通过预定的情感情感词汇来识别情感倾向，如对在线评论识别情感词进行情感分类（吴林静等，2017）。随着机器学习技术的发展，情感分析逐渐转向基于监督学习算法的方法，如朴素贝叶斯、支持向量机和决策树等。李慧（2021）在基于词典的基础上融合了机器学习的方法，提出了面向学生学习体验文本的情感分析模型。深度学习的递归神经网络（RNN）、卷积神经网络（CNN）和双向 Transformer 等模型被广泛应用于情感分析任务中。BERT 模型通过预训练深度双向表示，显著提高了情感分析的性能（Devlin, 2018），其中 Bert-Based-Chinese 情感分析是基于 BERT 模型的中文预训练语言模型，专注于处理中文文本中的情感分析，可以捕捉到潜在细粒度的文本情感（史继新，2022）。

通过对以上文献的梳理，为进一步挖掘医学生提交的生成式人工智能使用的反思日志内容，

捕捉反思日志文本中的细粒度情感倾向，本研究有以下四个研究问题：

1.学生对医学课堂中使用生成式人工智能的学习需求、参与感受与改进建议是什么？

2.学生对医学课堂中使用生成式人工智能的满意度如何？

3.在课程的不同阶段，学生对课堂中使用生成式人工智能的满意度发生了怎样的变化？

4.学生对课堂中使用生成式人工智能各方面满意度发生变化的原因是什么？

3.研究框架

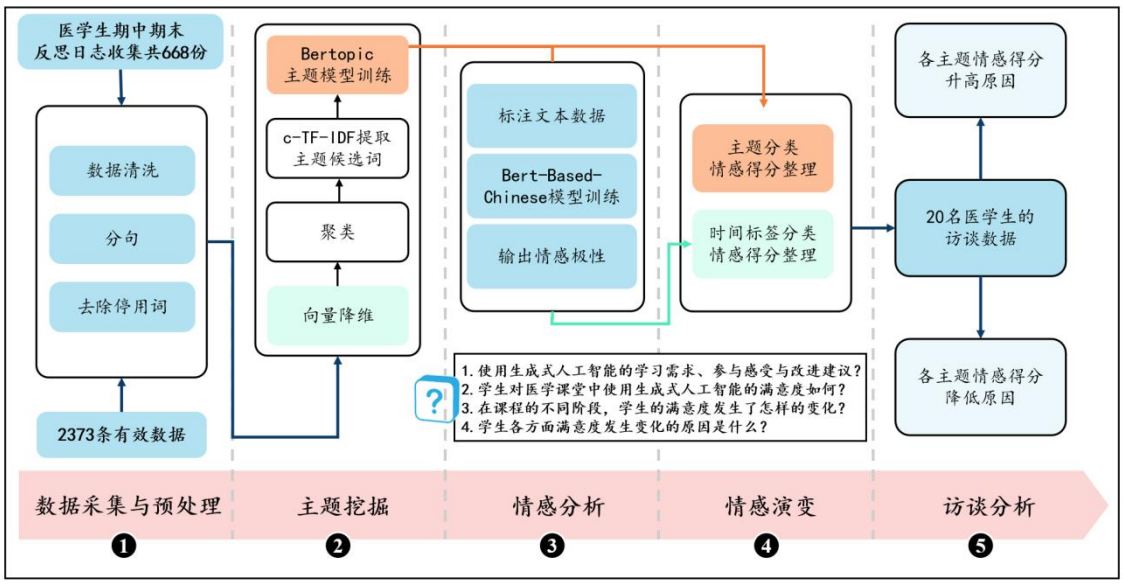


图 1 研究框架图

本研究收集了 S 高校医学院“机体防御与免疫”课程中，学生对于生成式人工智能融入医学课堂的两次反思日志（期中、期末）共计 668 份，来深入了解学生对该创新教学的想法与态度。经过数据的清洗、分句、去除停用词等处理，共得到 2373 条有效数据。研究采用 Bertopic 模型进行主题训练（Devlin，2018），传统的 LDA 只能识别静态数据，Bertopic 可以自动识别动态数据确定最优主题数，减少人为干预，且该模型在处理复杂文本或包含丰富语境的文本时效果更优。在主题模型识别完成后，研究者随机抽取了 20%左右的数据进行文本情感极性标注，其中 0 为消极情感、1 为积极情感，这种标注方式可以使得最终呈现的情感得分均分介于 0-1 之间，接着进行 Bert-Based-Chinese 情感分析模型训练（Hou et al., 2020），从而输出每条语句数据的情感得分。根据前期主题模型的主题与维度结果，计算各主题与各维度下整体反馈数据的均分。同时，借助前期时间标签的分类，对每个主题下期中、期末的情感得分单独讨论演变趋势。为进一步揭示各主题下情感演变的原因，本研究还对 20 名学生进行了半结构化访谈，来为后续生成式人工智能融入医学课堂改进提供实证依据。

4. 研究结果分析

4.1 Bertopic 模型主题挖掘结果

表 1 基于学生两轮反思日志的 Bertopic 模型主题挖掘结果

维度	编号	主题表述	关键词
学习与教学效率	T1	学习自主互动性	学习、自主、主动、能力、分析、提高、融合、人际
	T2	课堂教学高效性	教学方法、能力、进行、提高、高效、方便、方式、课堂
	T3	教学智能化潜力	智能化、教学、学习、学期、有效、方便快捷、潜力、不够

	T4	信息获取便捷性	随时随地、极大地提高、学习、获取信息、高效、结合、学生、困惑
信息获取与处理	T5	文献检索的能力	文献、进行、课中、完成、文章、产生、能力、生成
	T6	生成信息的质量	前后矛盾、能力、信息检索、进行、信息量、课上、经常出现、参差不齐
	T7	跨学科思维能力	免疫学、跨学科、共同、思维能力、结合、提高、学生、有效
思维能力的提升	T8	独立思考的能力	独立思考、建立、独立、能力、自主、学习、合理、反馈
	T9	批判性思维能力	信息量、尽信、思维能力、全面、准确、判断、质疑、需要
	T10	类人化行为表现	学生、分析、有效、注意力、评分、具有、机器人、行为
个性化与安全性	T11	多角度医学知识	医学知识、学习、可用性、多角度、便捷性、个性化、适用性、自然语言
	T12	算法模型安全性	算法、无法、安全、有趣、目标、大量、人类、模型

根据 Bertopic 模型（Devlin，2018）主题挖掘结果，共抽取出 12 个主题，聚合出四个维度，对每个主题中具有代表性的关键词进行整理，结合医学生使用生成式人工智能的具体情境进行深入描述，成功为 12 个主题和 4 个维度提炼除了准确的表述，结果如表 1 所示。

在学习与教学效率维度，T1 医学生主要关注生成式人工智能的使用对学习自主性与互动性的影响，注重自我驱动与主动参与，并强调了在人机交互中人际交流的重要性。T2 医学生主要关注生成式人工智能的融入对课堂教学效率的提升，对学习方式带来的优化。T3 医学生侧重于对智能化技术在医学教学应用中提高教学潜力的关注。在信息获取与处理维度，T4 体现出医学生使用生成式人工智能信息获取的便捷性及其对学习效率的影响。T5 探讨了生成式人工智能在医学课程中文献检索与文章生成的能力。T6 则显示了学生在课堂中使用生成式人工智能遇到的问题，例如信息过载与生成质量参差不齐。

在思维能力的提升维度，T7 表明了医学生对生成式人工智能使用对免疫学跨学科思维能力提升方面的作用，使学生能够更有效地整合不同学科的知识。T8 体现出生成式人工智能工具的使用对医学生独立思考能力，尤其是在自主学习过程中，结合生成式人工智能的合理反馈来建立自我思维框架。T9 探讨了医学生在工具使用过程中对批判性思维能力的关注，反映出学生对生成信息的判断质疑与深入分析的需求。

在个性化与安全性维度，T10 显示了医学生在借助生成式人工智能工具学习过程中对其类人化行为的观察与分析。T11 表明生成式人工智能工具可以从多角度呈现医学知识，提供更加便捷化和个性化的学习内容，帮助医学生更好地理解和应用医学知识。T12 说明了虽然生成式人工智能融入医学课堂有诸多优势，但算法模型的安全性与可靠性也需要进一步关注。

4.2 各主题下学生满意度的情感分析

4.2.1 各主题整体满意度情感分析

如表 2 所示，整体而言在信息获取与处理维度的情感得分较高（0.832），表明了学生对使用生成式人工智能工具进行信息获取、文献检索以及对生成信息的质量整体满意度较高。尤其是在“信息获取便捷性”主题得分最高（0.848），这体现出学生认为工具使用极大地提高了他们在该课程中知识获取地便捷性。在个性化与安全性维度的情感得分为 0.740，其中“多角度医学知识”主题得分最高（0.846），这表明学生对从多个角度学习医学知识的需求得到了满足。同时，在“算法模型安全性”主题得分较低（0.695），这意味着学生对算法模型的

安全性存在一定的担忧。在学习与教学效率维度的情感得分为 0.705，这说明了学生对使用生成式人工智能之后的学习与教学模式较为满意，同时对生成式人工智能工具提高教学智能化的潜力有着一定的期待。在思维能力提升维度的得分整体较低（0.674），其中，“跨学科思维能力”主题的得分相对高于该维度下其它两个主题（0.773）。“批判性思维能力”主题得分最低，这表明学生在使用生成式人工智能工具过程中，对批判性思维思维能力方面的满意度较低，具体原因待访谈分析进一步说明。

表 2 各主题基于 Bert-Based-Chinese 模型整体满意度情感分析结果

维度	维度情感得分	主题表述	主题情感得分
		信息获取便捷性	0.848
信息获取与处理	**0.832**	文献检索的能力	0.764
		生成信息的质量	0.701
		类人化行为表现	0.758
个性化与安全性	0.740	多角度医学知识	0.846
		算法模型安全性	0.695
		学习自主互动性	0.706
学习与教学效率	0.705	课堂教学高效性	0.704
		教学智能化潜力	0.743
		跨学科思维能力	0.773
思维能力的提升	0.674	独立思考的能力	0.611
		批判性思维能力	0.428

4.2.2 各主题满意度在期中、期末随时间演变的情感分析

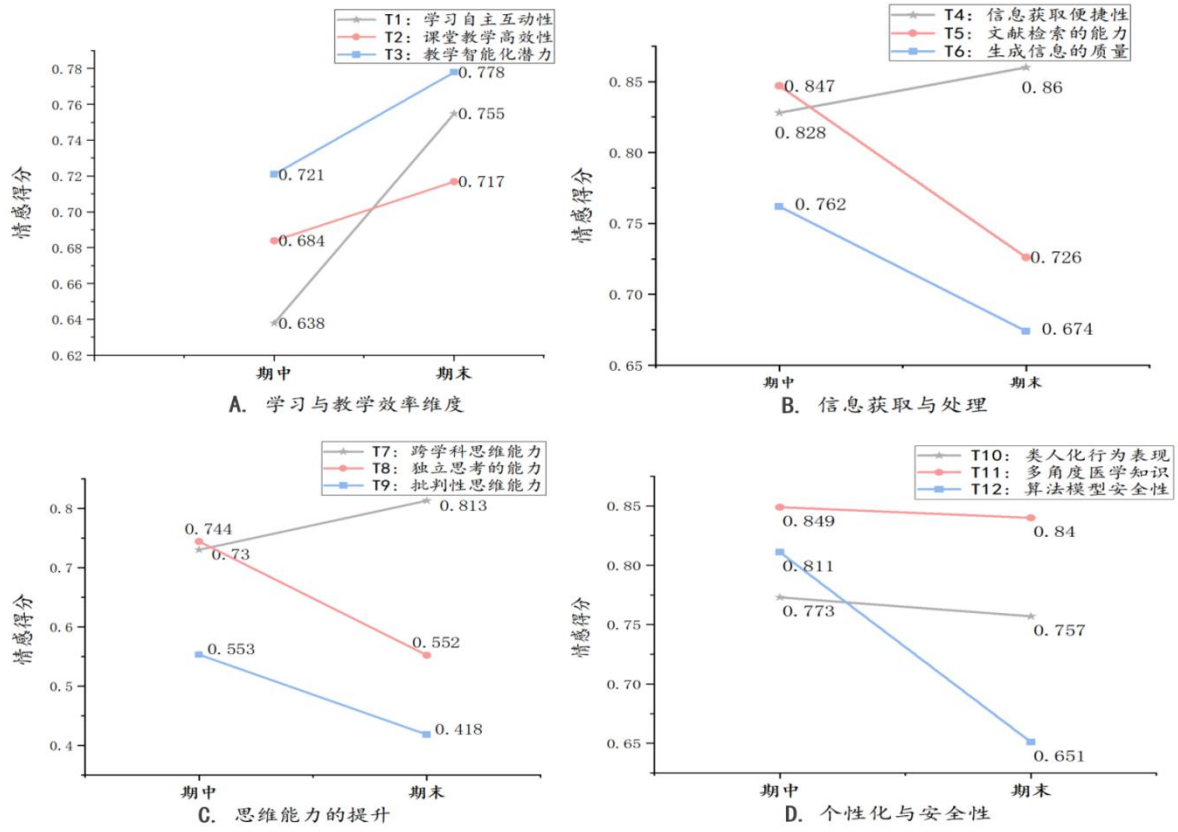


图 2 各主题满意度在期中、期末情感分析结果随时间演变图

如图 2 所示，反思日志所涉及到的 12 个主题中，有 5 个主题相较于期中学生期末情感得分呈上升趋势（T1、T2、T3、T4、T7），有 5 个主题在相较于期中学生期末情感得分呈明显下降趋势（T5、T6、T8、T9、T12），有 2 个主题的情感得分相对变化较小（T10、T11）。

4.3 各主题下学生满意度情感随时间演变的访谈结果分析

为进一步明确各主题下学生在期中和期末两个时间点的反思日志情感分析结果的变化原因，通过对 20 位学生半结构化访谈结果的编码整理，学生对在课堂中使用生成式人工智能工具满意度提升（情感得分上升）的原因主要有以下五个方面：一是随时间演变，学生对于生成式人工智能工具的熟悉程度越来越高，工具使用的灵活性与自主性优势逐渐显现（SF04）。二是对于工具使用的接受程度，学生从学期初的不在意、抵触，转变为认可生成式人工智能工具融入的学习环节设置，且认为其可以提高课堂中知识获取的效率（SM03、SF09、SF11）。三是对于生成式人工智能如何更好地融入医学课堂以达到工具赋能的效果，学生认为这是循序渐进的过程，经过两个多月的学习已经可以看到该工具的不断优化。（SF05、SM01）。四是学生对于工具使用策略的掌握逐渐熟悉，在向生成式人工智能工具提问时学会了对复杂问题进行拆解、细化提问，使得信息的获取效率逐步提升，满意度逐渐增强（SF14）。五时由于该课程自身的跨学科属性与生成式人工智能的整合优势相贴合，后面章节的学习内容可以借助生成式人工智能工具进行链接，还可以拓宽跨学科内容（SF10）。

学生对医学课堂中生成式人工智能工具使用满意度随时间下降（情感得分减少）的几个主题经访谈得知，主要存在以下五个原因：一是由于信息甄别能力的逐步提升，学生对于生成式人工智能工具的信任度降低，由之前的一味接收生成内容，到辩证看待（SM12），因此学生对于生成信息质量的满意度降低。二是因为医学学科对生成内容精准度要求较高，当涉及专业知识时学生更愿意从权威期刊资料库获取信息（SM17、SF08），而目前市面较为普遍使用的生成式人工智能工具鲜少有与文献数据库深度绑定的，学生的高期待与生成式人工智能工具发展有限之间的矛盾使得对工具的文献检索能力满意度降低。三是部分学生表示生成式人工智能工具的使用使其产生了一定的工具依赖性，对自我独立思考能力的发展产生了担忧（SF06、SM16）。四是对于批判性思维能力的锻炼，工具的使用会引发一系列的批判性思维活动，但生成信息的冗杂造成了学生的信息过载，学生的批判性思维持续活跃，部分学生指出这将带来额外的认知负荷，因此对需要持续调动批判性思维，学生在后期表现相对低落（SM19、SM02）。五是出于对算法模型安全性的担忧，当学生的工具好奇心褪去，他们将开始考虑算法模型的安全性以及使用数据的隐私性（SF19）。

对于类人化表现与多角度医学支持两个方面，学生的情感得分相对持平。一是由于学生明确表示生成式人工智能工具虽然在医学课堂中的表现与角色可以充当智能助教，但工具使用永远无法替代现实中的人际互动（SF15）。二是依托于生成式人工智能工具强大的整合能力优势，其对于医学知识的解读较为全面（SM18、SF20），学生充分肯定了该工具所生成的答案覆盖多个角度。

5. 结论与建议

基于对在课堂中使用生成式人工智能工具的医学生两次反思日志的主题挖掘与情感分析结果，并结合半结构化深度访谈的结果，本研究将对未来生成式人工智能更好地融入医学课堂提供以下的改进建议：在使用策略方面，应加强对学生生成式人工智能工具高阶的使用培训，缩短学生适应所需的时间，引导学生掌握工具使用策略来进行问题分解，训练学生对输出结果的验证能力；在学生对创新教学态度与接受度方面，对学生应该多一些鼓励，同时明确生成式人工智能工具适宜的使用情境，培养学生对合理使用技术工具的信任度；在课堂融入环节方面，既要兼顾学生使用工具探索问题的个性化，也要加强对学生使用的质量监测，如在互动环节学生充分自我探索后，教师进行相应的总结点评来增强生成信息的可靠性。在课堂中生机互动的同时，也应保持师生互动与生生互动的课堂活动占比。在课程后期的生成式人工智能交互活动设计中，应考虑如何防止学生形成工具依赖、产生思维惰性。在技术保障方面，未来应探索更多的医学教育垂直大模型，不断优化更新算法，同步完善课程相关的

内容数据库，打通外部多方资源库，形成资源的充分供给，改善模型生成准确率。

参考文献

瞿星,杨金铭,陈滔 & 张伟.(2023).ChatGPT 对医学教育模式改变的思考.四川大学学报(医学版)(05),937-940.

宋雨欣,李子怡 & 丁宁.(2024).生成式人工智能对医学教育的影响探析.中国医学教育技术(03),281-286.doi:10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.202403005.

赵越,刘鑫鑫,徐月贞 & 由淑萍.(2021).本科护理专业课堂教学质量评价量表的编制及信效度评价.中华护理教育(05),428-432.

梁竹梅,谢艳梅 & 邱意弘.(2017).期中学生反馈教学咨询服务对改进教学的影响分析.复旦教育论坛(06),69-75.doi:10.13397/j.cnki.fef.2017.06.011.

常亚平,陈亮 & 阎俊.(2010).高校“学生评教”误差形成机制研究——基于学生态度的视角.高教探索(01),80-86.

闫东梅,杨巍,付海英,李冬,倪维华,齐妍 & 袁红艳.(2024).医学免疫学课程“B to B”循环模式的构建与实践.中国免疫学杂志(07),1507-1509.

齐眉,王红 & 刘娟.(2022).我国基础医学“医教协同”教学模式探索与思考——以医学微生物学为例.中国大学教学(07),31-38.

王炜,金迪,鲁昕,朱威,刘森 & 杨波.(2024).翻转课堂结合案例式教学法在见习医学生骨科运动医学教学巡诊中的效果.中华骨与关节外科杂志(12),1125-1129.

丁文婧.(2024).生成式人工智能融入医学信息检索教学的实践研究.图书馆学研究(12),12-20.doi:10.15941/j.cnki.issn1001-0424.2024.12.006.

马文聪,雷璇 & 李远辉.(2023).基于 LDA 与 DTM 模型的粤港澳大湾区文献主题演化研究.科技管理研究(11),75-85.

徐振国,张琳,谢万里 & 党同桐.融合 BERTopic 和 KANO 模型的在线课程用户需求挖掘研究——以 Python 在线课程为例.情报科学 1-18.

吴林静,刘清堂,毛刚,黄焕 & 黄景修.(2017).大数据视角下的慕课评论语义分析模型及应用研究.电化教育研究(11),43-48.doi:10.13811/j.cnki.eer.2017.11.007.

李慧.(2021).面向学习体验文本的学习者情感分析模型研究.远程教育杂志(01),94-103.doi:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2021.01.009.

史继新.(2022).基于 Bert 模型的书评情感分析系统的设计与实现(硕士学位论文,电子科技大学).硕士.

Ahmed, Y. (2023). Utilization of ChatGPT in Medical Education: Applications and Implications for Curriculum Enhancement. Acta Informatica Medica, 31(4), 300.

Başaran, M., & Duman, C. (2024). Dialogues with artificial intelligence: Exploring medical students’ perspectives on ChatGPT. Medical Teacher, 1-10.

Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I. (2003). Latent dirichlet allocation. Journal of machine Learning research, 3(Jan), 993-1022.

Devlin, J. (2018). Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. arXiv preprint arXiv:1810.04805.

Hou, J., Li, X., Yao, H., Sun, H., Mai, T., & Zhu, R. (2020). BERT-based Chinese relation extraction for public security. IEEE Access, 8, 132367-132375.

Karabacak, M., Ozkara, B. B., Margetis, K., Wintermark, M., & Bisdas, S. (2023). The advent of generative language models in medical education. JMIR Medical Education, 9, e48163.

Magalhães Araujo, S., & Cruz-Correia, R. (2024). Incorporating ChatGPT in Medical Informatics Education: Mixed Methods Study on Student Perceptions and Experiential Integration Proposals. JMIR Medical Education, 10, e51151.

Sauder, M., Tritsch, T., Rajput, V., Schwartz, G., & Shoja, M. M. (2024). Exploring generative artificial intelligence-assisted medical education: assessing case-based learning for medical students. Cureus, 16(1).

Thomae, A. V., Witt, C. M., & Barth, J. (2024). Integration of ChatGPT Into a Course for Medical Students: Explorative Study on Teaching Scenarios, Students' Perception, and Applications. JMIR Medical Education, 10(1), e50545.

Yoo, J., & Kim, M. K. (2023). Using natural language processing to analyze elementary teachers' mathematical pedagogical content knowledge in online community of practice. Contemporary Educational Technology, 15(3), ep438.

基于大模型的智能反馈在初中 Python 编程学习中的应用研究

Research on the Application of Intelligent Feedback Based on Large Language Models in Middle School Python Programming Education

刘美杉[1]，钱逸舟[1*]
[1]江南大学教育学院
[*] yqian@jiangnan.edu.cn

【摘要】 随着信息技术的快速发展和教育改革的不断深化，人工智能在教育领域的应用取得了长足进步，尤其在编程教育领域。本研究结合教育部提出的教育目标，探讨智能反馈在初中 Python 编程学习中的作用，分析学生对反馈的感知如何影响其认知负荷和编程表现。利用通义千问大语言模型，在编程自动评测系统桑田中为学生提供智能反馈，识别代码错误并提出改进建议。研究表明，学生的反馈感知与认知负荷呈显著负相关，高反馈感知的学生在代码改进率和编程测试成绩上表现更佳。线性回归建模得出学生的内在认知负荷是影响编程表现的关键因素。虽然大语言模型能够生成个性化的反馈，但是反馈质量仍有提升空间。
【关键词】 Python 编程；大语言模型；智能反馈；认知负荷；反馈感知

Abstract: *Artificial intelligence (AI) has made significant progress in programming education with the rapid development of information technology and educational reforms. This study explores the role of intelligent feedback in junior high school Python programming and examines how students' perceptions of feedback impact their cognitive load and performance. Using the Qwen large language model, our automated assessment tool Mulberry provides AI-generated feedback for learners, identifying errors and offering suggestions for improvement. Results showed a significant negative correlation between feedback perception and cognitive load, with higher feedback perception linked to better code improvement and test scores. Linear regression modeling indicated that intrinsic cognitive load as key factors influencing performance. Although large language models can generate personalized feedback, there is still room for improvement in the quality of feedback generated by the models.*
Keywords: Python programming, large language model, AI feedback, cognitive load, feedback perception

1.引言

随着信息技术的快速发展和教育改革的深入，中小学人工智能教育取得了显著进展。2024 年，教育部发布通知，旨在提升中小学人工智能教育水平（中华人民共和国教育部，2024）。编程教育作为人工智能教育的基础组成部分之一，有助于培养学生的计算思维和创新意识（张进宝，2019）。Python 因其易懂的语法和与高中信息技术课程标准的高度契合，成为初中编程教育的首选语言。然而，初学者在学习编程时常常面临挑战，其中最为常见的难题之一便是调试代码（Qian & Lehman, 2018）。编程环境提供的错误信息对于非英语母语的初学者而言存在较大的理解难度。面对难以理解的错误信息时，初学者会产生较高的认知负荷，并可能失去学习编程的兴趣（Charles & Gwilliam, 2023）。本研究在自研的编程自动评测系统——桑田系统中整合了基于大模型智能反馈模块，对程序进行自动分析，指出错误原因及修改建议。本研究旨在根据学生对智能反馈的不同的感知程度分析学生认知负荷和编程表现，并评估智能反馈在编程教学中的应用效果。本研究将围绕以下三个问题展开：（1）对智能反馈有不同感知的学生在认知负荷水平上有何差异？（2）对智能反馈有不同感知的学生在编程表现上有何差异？（3）学生对智能反馈的感知是否为影响编程表现的因素？

2.文献综述

2.1.反馈在编程教学中应用的国内外研究现状

在编程教育领域，自动评测工具（Automated Assessment Tools，AATs）为学生提供即时、全自动化的反馈（Messer et al., 2024）。学者们已开发并应用了基于多种编程语言的 AATs，如 Java（Denny et al., 2014）、C++（Pettit & Prather, 2017）以及 Python（Zhou et al., 2021）。然而，以上研究均表明 AATs 对学生编程的成绩未产生显著影响。除了效果方面，AATs 还存在许多局限性。AATs 难以提供足够细节帮助学生解决问题，可能导致沮丧（Messer et al., 2024）。

数据驱动技术依赖大量数据集，数据不足可能限制研究的适用性（Zhou et al., 2021）。本研究采用最新大模型技术，旨在减少这些问题，为学生提供更精准有效的反馈。

2.2.大模型在编程教育领域中应用的国内外研究现状

诸多学者已尝试将大语言模型（Large Language Models，LLMs）应用于编程教学领域，主要功能涵盖生成编程练习（Sarsa et al., 2022）和反馈（Leinonen et al., 2023）。对于 Python 语言，Leinonen 等人（2023）基于 OpenAI 开发的大模型 Codex 进行了自动化反馈的设计与改进，但反馈的质量波动较大，且未在实际教学中验证效果。李秀（2024）指出，学习者使用 ChatGPT 时易产生复制粘贴代码的行为，可能影响其问题解决能力。目前，将大模型用于编程教学的实证研究不多，多数研究关注于工具开发，本研究旨在填补这一空白。为防止学生直接复制代码，研究将利用大模型提供智能反馈，以引导方式指出错误并给出修改建议，帮助学生提高独立思考和解决问题的能力。

3.研究设计

3.1.研究对象

本研究选取无锡市某中学编程社团的 34 名初一学生为研究对象，每周一次 70 分钟的授课，共 12 课时，覆盖一个学期的教学内容。课程内容涵盖 Python 基础，包括输入输出、数据运算、条件语句等。研究团队开发了桑田系统，基于通义千问大模型（Qwen-Turbo-0919）为学生提供个性化反馈，帮助他们改进编程错误。Qwen-Turbo 模型是是通义千问系列模型中速度最快的模型，同时具备较好的性能，适用于编程教学场景。图 1 展示了智能反馈案例。

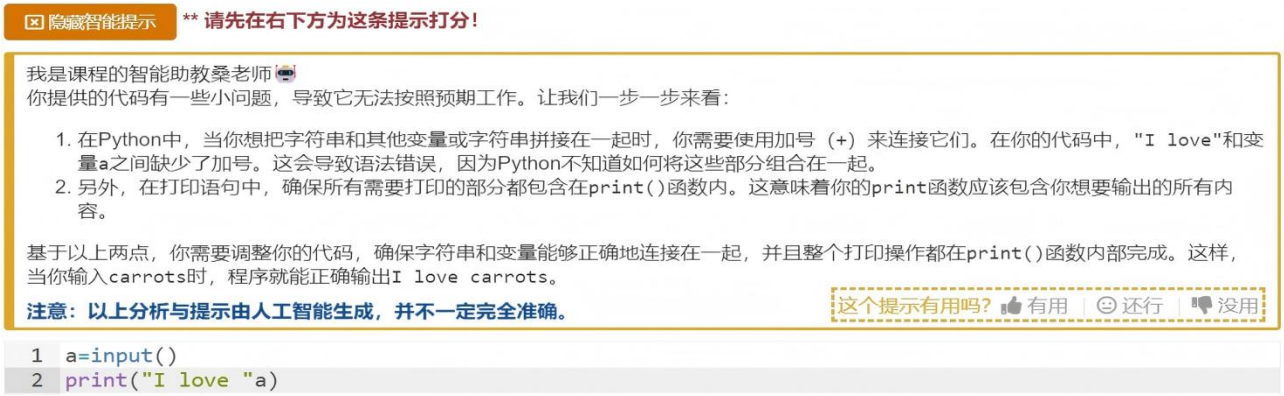


图 1 桑田系统智能反馈案例图

3.2.数据分析方法

本研究通过发放结构化问卷收集学生的认知负荷和对智能反馈的感知。研究依据认知负荷理论，关注内在负荷和外在负荷，采用 Leppink 的认知负荷量表进行数据收集（Leppink et al., 2013）。反馈感知问卷的设计基于技术接受模型，该模型指出个体的实际行为受行为意向的直接影响，而行为意向则由行为态度和感知有用性共同作用决定（高峰，2009）。本研究问卷特别关注反馈态度和反馈有用性两个维度。数据分析使用 SPSS 27.0 软件，进行平均值分析、双变量相关性分析和线性回归建模，旨在为研究的三个核心问题提供实证支持。

4.研究结果

4.1.学生反馈感知的聚类结果

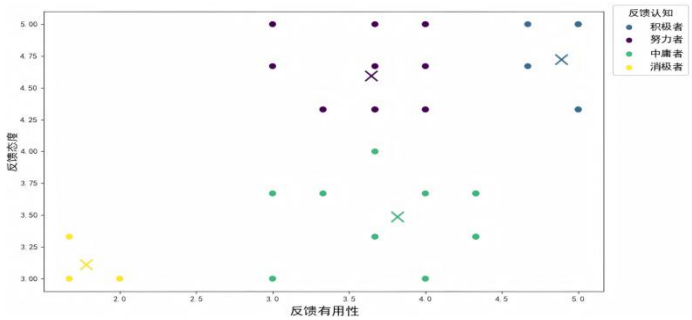


图 2 反馈有用性与态度 K-Means 聚类图

图 2 展示了使用 K-Means 算法聚类结果，平均轮廓系数为 0.486。积极者（6 人）认真且认为反馈有用（有用性=4.89，态度=4.72）；努力者（14 人）认真但反馈有用性一般（有用性=3.64，态度=4.60）；中庸者（11 人）不太认真且反馈有用性一般（有用性=3.82，态度=3.48）；消极者（3 人）不认真且认为反馈无用（有用性=1.78，态度=3.11）。

4.2.学生的反馈感知与认知负荷呈显著负相关关系

问卷数据显示，积极者（内在=2.61，外在=1.5）、努力者（内在=2.74，外在=1.76）、中庸者（内在=2.79，外在=1.91）和消极者（内在=3.78，外在=2.67）的内在负荷和外在负荷依次递增。反馈感知水平高的学生认知负荷较低，反之则高。分析表明，学生对反馈的积极感知与较低的认知负荷显著相关（$p<0.05$）。反馈有用性与内在负荷、外在负荷及总认知负荷显著负相关（$p<0.05$），而反馈态度与外在负荷及总认知负荷显著负相关（$p<0.05$），与内在负荷相关性不显著（$r=-0.311$，$p=0.073$）。

4.3.反馈感知最高的积极者在编程过程中表现出更高的代码改进率和编程成绩

表 1 编程表现平均值分析

	积极者	努力者	中庸者	消极者
代码改进率	38.62%	33.82%	33.47%	32.37%
编程成绩	58.18	53.07	55.22	56.95

表 1 显示，随着反馈感知的提高，代码改进率和认知负荷呈现相似趋势。不过，努力者、中庸者和消极者之间的差异不大。反馈感知与代码改进率的相关性不强（$r=0.187$，$p=0.289$）。反馈感知最强的积极者在代码改进和编程成绩上表现更佳，努力者认真阅读反馈但成绩较低。

4.4.学生的内在负荷是影响编程表现的关键因素

本研究通过线性回归模型分析了学生反馈感知、认知负荷和代码改进率对编程成绩的影响。模型解释了约 24.4%的变异，但实际解释力为 10.8%，较为有限。表 2 显示，内在负荷对成绩有显著负向影响，表明内在负荷是关键因素，但模型解释力不足无法全面解释成绩变化。

表 2 编程成绩线性回归建模

	常量	反馈有用性	反馈态度	内在负荷	外在负荷	代码提升率
β	83.158	-0.170	-2.867	-14.989	8.425	30.332
标准误	40.318	5.696	7.028	5.958	7.961	29.472
Beta	——	-0.006	-0.079	-0.571	-2.516	0.018
t	2.063*	-0.030	-0.408	-2.516*	1.058	1.029

*p<0.05 **p<0.01

5.结语

本研究探讨了大模型智能反馈在初中 Python 编程教学中的应用，旨在评估其对学生认知负荷和编程表现的影响。尽管本研究揭示了智能反馈在编程教育中的潜在优势，但也指出了性能提升的必要性。未来研究应关注智能反馈质量优化，同时探索影响编程表现的其他因素，构建全面模型框架。鉴于研究样本量小、数据稳定性不足，未来研究应改进问卷设计，获取高质量数据支持。最后，学生未充分利用智能反馈可能是因为缺乏有效利用反馈的意识或反馈信息不够清晰，未来教学实践应注重培养学生的反馈意识，提升编程调试能力。

参考文献

高峰. (2009). 教育技术的接受和采纳:几个相关理论的比较. *开放教育研究* (06), 37-41.
李秀. (2024). 生成式人工智能在高中编程教学中的应用探索. *教育传播与技术* (02), 30-37.
张进宝. (2019). 计算思维教育：概念演变与面临的挑战. *现代远程教育研究* (06), 89-101.
中华人民共和国教育部. (2024 年 12 月 3 日). 教育部部署加强中小学人工智能教育. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/202412/t20241202_1165500.html

Charles, T., & Gwilliam, C. (2023). The Effect of Automated Error Message Feedback on Undergraduate Physics Students Learning Python: Reducing Anxiety and Building Confidence. Journal for STEM Education Research, 6(2), 326–357.

Denny, P., Luxton-Reilly, A., & Carpenter, D. (2014). Enhancing syntax error messages appears ineffectual. Proceedings of the 2014 Conference on Innovation & Technology in Computer Science Education - ITiCSE '14, 273–278. https://doi.org/10.1145/2591708.2591748

Leinonen, J., Hellas, A., Sarsa, S., Reeves, B., Denny, P., Prather, J., & Becker, B. A. (2023). Using Large Language Models to Enhance Programming Error Messages. Proceedings of the 54th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1, 563–569.

Leppink, J., Paas, F., Van Der Vleuten, C. P. M., Van Gog, T., & Van Merriënboer, J. J. G. (2013). Development of an instrument for measuring different types of cognitive load. Behavior Research Methods, 45(4), 1058–1072. https://doi.org/10.3758/s13428-013-0334-1

Messer, M., Brown, N. C., Kölling, M., & Shi, M. (2024). Automated grading and feedback tools for programming education: A systematic review. ACM Transactions on Computing Education, 24(1), 1-43. https://doi.org/10.1145/3636515

Pettit, R., & Prather, J. (2017). Automated assessment tools: too many cooks, not enough collaboration. J. Comput. Sci. Coll, 32, 113–121.

Qian, Y., & Lehman, J. (2018). Students' Misconceptions and Other Difficulties in Introductory Programming: A Literature Review. ACM Transactions on Computing Education, 18(1), 1–24.

Sarsa, S., Denny, P., Hellas, A., & Leinonen, J. (2022). Automatic Generation of Programming Exercises and Code Explanations Using Large Language Models. Proceedings of the 2022 ACM Conference on International Computing Education Research - Volume 1, 27–43.

Zhou, Z., Wang, S., & Qian, Y. (2021). Learning From Errors: Exploring the Effectiveness of Enhanced Error Messages in Learning to Program. Frontiers in Psychology, 12, 768962.

从相依到共在：生成式人工智能影响研究生导学关系的机制探究

From Dependence to Coexistence: Exploring the Mechanisms of Generative AI's Impact on Graduate Supervisor-Student Relationships

王馨怡，顾小清*
华东师范大学教育信息技术学系
* xqgu@ses.ecnu.edu.cn

【摘要】 生成式人工智能具有“类人”的特征，携带“他者”的意志，在研究生教育中的广泛使用会对导生关系产生潜移默化的影响。本研究以江浙沪地区全日制普通公办高校的硕士研究生及其导师为研究对象，通过目的性抽样法选取了 21 名不同专业方向的导生，以探讨生成式人工智能对研究生导学关系的影响作用和介导因素。文章采用扎根理论方法，通过半结构化访谈收集数据，并进行三级编码分析。研究结果显示，导师指导风格、导生交流协同、导生关系韧性、AI 技术接受度、AI 运用认可度和 AI 使用依赖性六大核心因素介导了生成式人工智能对导学关系的影响过程。
【关键词】 生成式人工智能；研究生导学关系；影响机制；扎根理论

Abstract: *Generative Artificial Intelligence possesses "human-like" characteristics and carries the "will of the other," subtly influencing interpersonal relationships within graduate education. This study focuses on full-time master's students and their supervisors at public universities in the Jiangsu-Zhejiang-Shanghai region. Using purposive sampling, 21 graduate students from various disciplines were selected to explore the impact of GenAI on supervisor-student relationships and the mediating factors involved. Employing grounded theory, the study collected data through semi-structured interviews and conducted three-level coding analysis. The results reveal that six key factors mediate the influence of GenAI on supervisor-student relationships: supervisor guidance style, supervisor-student communication and collaboration, relationship resilience, AI technology acceptance, AI adoption recognition, and AI usage dependency.*
Keywords: GenAI, graduate supervisor-student relationship, impact mechanism, grounded theory

1.引言

生成式人工智能在教育研究领域展现出深远影响，尤其是 ChatGPT 类大模型在文献回顾、创意生成、数据分析与综合等方面发挥了重要作用（Silva & Janes, 2021）。人工智能作为历史上从未有过的具有“类人智能”的技术，对人的思维、人的本质以及人的主体地位提出了新的挑战（孙伟平，2020）。其不同于以往一般的技术，它具有类人的思维语言表征形式，携带了“他者”的意志（李子运，2021），能够在人际关系的交互中起到潜在的影响作用。人工智能与人的关系也比以往更为复杂，能够带来主体的关系、认知与价值的超越（喻国明 & 苏芳，2023）。

研究生教育中“导”与“学”的关系，贯穿研究生培养的全过程。在一定程度上，研究生培养质量是导学关系互动的结果，导学关系是研究生在学质量和发展质量的重要影响因素（张荣祥 & 马君雅，2020）。构建智能时代的新型研究生导学关系是高校研究生教育变革的应有之义，以塑造人文技术相融共生的教育愿景（张静，2024）。

回顾当前研究，有学者对人工智能抱持积极的视角，认为智能时代的人机关系能够更深入有效地补偿人际关系并构建全要素场景，从而帮助主体进行多元化角色扮演，让主体在人机关系中设身处地理解他者（喻国明 & 陈思羽，2024）。相反，一些持有消极态度的研究认为人工智能会导致人际主体交流的异化，主要体现为人工智能应用中的情感交流缺席，并将人类面对面的双向交流变为冷血的单向交流，降低了人们亲密交流的可能性（邓志文，2021）。AI 带来的信息崇拜、虚拟交往、数字鸿沟引发了人际交往异化，弱化了人的存在感、衰弱了人的本质与社会属性（程宏燕 & 郭夏青，2020）。

一些代表性研究指出了人工智能对导生关系影响的成因和机理。例如，有学者指出人工智能加入教育可能导致师生关系的弱化，主要原因包括：（1）教师的部分职能被人工智能剥夺，教师的“被需要感”降低，导致师生交往的动力减弱；（2）师生交往呈现出间接化特征，交往的时间减少而空间胀大，导致交往的密度减小；（3）人工智能“插足”师生关系，学生的技术崇拜和教师的技术依赖，影响了师生之间的感情（曹亚楠，2021）。此外，李锋亮等研究者提出了 ChatGPT 影响导学关系的理论模型，指出 ChatGPT 类人工智能影响导学关系的机制有四种：通过校园内外部环境、导师、学生、互动方式影响导学关系，此外导生对技术的接受度是否匹配对导学关系也有重要影响（李锋亮 & 王志林，2023）。

生成式人工智能为导生关系中构建“师—生—机”三者共在的新型的关系范式带来了全新的可能，同时也隐含着人际关系疏离、师生关系异化的风险。然而，生成式人工智能如何在导学关系中发挥影响作用，有哪些关键因素介导了这个影响机制，学界的探讨主要以理论为主，相关的实证研究较为缺乏。因此，本研究旨在通过质性研究范式，为该领域的研究提供实证支持。

2.研究设计

本文采用线上线下相结合的半结构化访谈和扎根理论的方法，收集研究生与导师对生成式人工智能在导学过程中影响的真实体验。考虑到导生关系话题的敏感性，研究以滚雪球抽样法选取江浙沪地区全日制普通公办高校的硕士及研究生导师为研究对象。研究者先访谈身边愿意表达的学生和教师，再请他们推荐其他关系较近的访谈者。最终选出 21 名不同专业方向的师生，包括 15 名学生和 6 位导师。访谈的文本通过语音转文字后进行了人工清理，并且将 15 位学生（Student）被访者材料编号为 S01-S15，将 6 位教师（Teacher）被访者材料编号为 T01-T06。编码分采用了扎根理论研究方法，使用质性分析软件 NVivo12 对访谈数据进行三级编码，即开放式编码、主轴式编码和选择式编码，最后进行了理论饱和度检验。通过这一过程，本文旨在从数据中提炼出影响导学关系的介导机制，最终构建理论模型。

3.编码过程和结果

在编码环节中，研究人员随机抽取原始访谈资料的 70%用于扎根理论三级编码，剩余 30%用于理论饱和度检验。两名研究人员先分别使用质性分析软件 NVivo12 进行独立编码，并利用 NVivo12 对两名研究人员的开放式编码进行编码比较分析，显示各子范畴编码一致性百分比均大于 95%，说明两名研究者的编码一致性程度合理。随后研究人员对编码不一致的材料进行充分讨论后完善编码，编码过程如下：

开放式编码的目标抽取语义单元，结合适切定义给予本土化概念，并通过不断比较原始材料，进一步抽出初始范畴。研究人员通过对 21 名研究对象（包括 15 名学生和 6 名导师）的访谈资料进行开放式编码，最终抽取了 326 个相关语义单元，形成 43 个初始概念，进一步归纳为导师性格、导师沟通方式、指导方式、关怀程度、交流积极性、沟通频次、协同质量、生成式 AI 工具使用、生成式 AI 工具成效、生成式 AI 在任务中的应用、生成式 AI 对学习的影响、生成式 AI 在学术中的角色、生成式 AI 认可度、生成式 AI 在科研中的地位、态度观望、情感态度、依赖度变化、双向扶持、信任维护等 19 个副范畴。

主轴式编码阶段，研究人员根据初始范畴间的相互作用和逻辑关系，挖掘出更具抽象、更高一级的子范畴。为了深入归纳主要范畴，研究人员对开放式编码得到的 8 个初始范畴进行对比分析和归纳，最终得出导师指导风格、师生交流协同、生成式 AI 技术接受度、生成式 AI 运用认可度、生成式 AI 使用依赖性、导生关系韧性等 6 个主范畴。

在选择式编码阶段，研究人员通过将主范畴、子范畴编码与原始访谈资料进行反复比对，以厘清 6 个主范畴之间的逻辑关系。通过总结和归纳，研究人员形成了生成式人工智能在导学关系中介导因素的整体模型。主范畴之间的结构关系见图 1 所示。

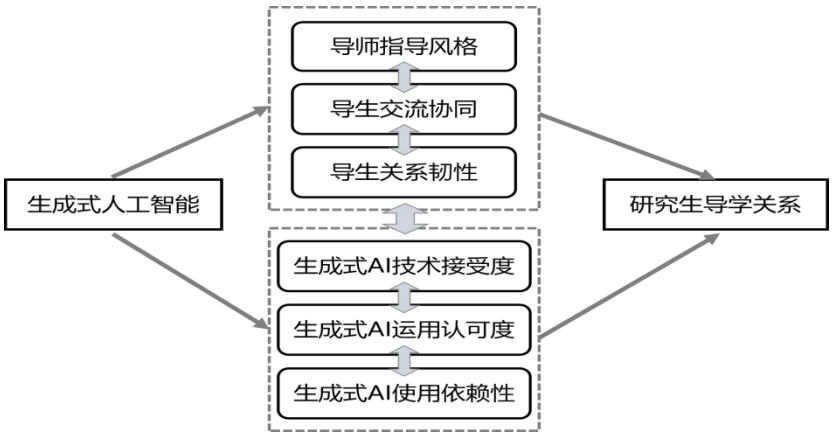


图 1. 选择式编码结果

为了检验理论饱和度，研究人员对剩余的 6 份原始访谈资料进行开放式编码和主轴式编码，结果显示未出现新的概念和范畴，表明理论已经达到饱和。

4.讨论

在导师指导风格方面，严谨型导师往往强调学生独立思考，S02 表示：“导师要求我们先分析，再用 AI 辅助。”这种风格限制了 AI 的应用，通常只是作为辅助工具。相比之下，温和开放型导师鼓励 AI 的合理使用，S07 提到：“导师和我们一起试验 AI 功能。”这种风格促进了更多的互动，AI 也更能成为促进师生合作的工具。因此，导师的指导风格在 AI 应用中起到了中介作用，影响了师生互动的频率和质量。

就导生交流协同而言，在高频互动的关系中，AI 促进了沟通效率和质量。导师 T02 表示：“AI 让学生的任务反馈更快，也更精准。”这种积极的沟通模式使得 AI 更能有效地促进师生的协作。然而，在低频互动的关系中，学生更依赖 AI 来弥补师生间的沟通空缺，S11 提到：“导师平时很忙，有了 AI 后，我就更少主动找导师。”这表明，交流频率和方式的不同，决定了 AI 在导生关系中的影响力。

从导生关系韧性来谈，在稳定、信任的关系中，AI 增强了合作和双向学习，S05 表示：“我教导师如何优化 AI 用法，导师也给我提供学术指导，我们的互动更紧密了。”但是，在不稳定的关系中，AI 可能削弱师生信任，S14 说：“导师担心我过度依赖 AI，因此更加严格审核我的研究成果。”导生关系的韧性决定了 AI 是否能成为促进关系的工具，还是加剧信任危机。

从生成式 AI 技术接受度来说，高接受度的师生倾向于更积极地使用 AI，S02 表示：“AI 让我更快找到研究方向，导师也鼓励我优化使用。”而低接受度的导师则会对 AI 的使用持保留态度，S12 提到：“导师觉得 AI 会影响学术原创性，不太鼓励我们使用。”这表明，技术接受度决定了 AI 的应用广度和深度，并进一步影响导生关系的互动方式和质量。

在生成式AI运用认可度方面，积极认可的导师鼓励学生将AI作为学习和研究的辅助工具，S10 说：“导师支持我们用 AI 找文献，但会要求交叉验证。”然而，保守的导师则会限制 AI 的使用，S08 表示：“导师担心 AI 会降低批判性思维，所以我们很少在论文写作中用 AI。”这反映出导师的态度和认可度直接影响学生对 AI 的使用方式，从而影响导生关系中的合作程度和信任感。

从生成式 AI 使用依赖性而言，在 AI 依赖较高的情况下，学生减少了与导师的直接互动，S06 表示：“AI 让我能更快处理基础任务，我不需要频繁请教导师。”这种变化使得学生在学习过程中更加独立，但也可能削弱与导师的联系。然而，适度依赖 AI 反而可能增强学术自主性，S03 提到：“我们和导师在 AI 的使用上互相学习，权威感反而减少了。”因此，学生对 AI 的依赖程度直接影响了师生之间的互动频率与方式。

5.结论

本研究探讨了生成式人工智能（GenAI）对研究生导学关系的影响，并通过扎根理论分析了导师指导风格、师生交流协同、导生关系韧性、AI 技术接受度、AI 运用认可度和 AI 使用依赖性六大核心因素如何调节这一影响。然而，研究仍存在一定局限性。首先，受访者数量

有限，样本覆盖范围主要集中在部分高校，未来可扩大研究样本，全面反映大样本下的导学关系变化。其次，本研究主要采用访谈数据进行质性分析，未来可结合量化数据，进一步验证 AI 对导生关系的具体影响程度。此外，生成式 AI 技术仍在快速发展，其长期影响尚未可知，本研究的结论可能需要随着技术演进进行更新和补充。

参考文献

曹亚楠.(2021).人工智能时代师生关系弱化的危险及规避.当代教育科学,(12),20-26.

程宏燕 & 郭夏青.(2020).人工智能所致的交往异化探究.自然辩证法研究,36(09),70-74.

邓志文.(2021).主体交流异化与现代性迷失——人工智能的精神生态风险.北京理工大学学报(社会科学版),23(02),173-180.

李锋亮 & 王志林.(2023).ChatGPT 对研究生导学关系的影响刍议.高校教育管理,17(06),1-11.

李子运.(2021).人工智能赋能教育的伦理思考.中国电化教育,(11),39-45.

刘美亮.(2021).人工智能时代下师生关系研究(硕士论文).东北师范大学.

孙伟平.(2020).人工智能与人的“新异化”.中国社会科学,(12),119-137,202-203.

喻国明 & 陈思羽.(2024).人机关系 vs 人际关系:AIGC 时代的新范式.教育传媒研究,(03),42-46.

喻国明 & 苏芳.(2023).范式重构、人机共融与技术伴随:智能传播时代理解人机关系的路径.湖南师范大学社会科学学报,2023(04),119-125.

张静.(2024).生成式人工智能助力研究生教育变革的机遇、挑战与应对策略.教育科学探索,42(03),64-70.

张荣祥 & 马君雅.(2020).导学共同体:构建研究生导学关系的新思路.学位与研究生教育,(09),32-36.

Silva, A. O., & Janes, D. S. (2021). The emergence of ChatGPT and its implications for education and academic research in the 21st century. *Review of Artificial Intelligence in Education*, 2(00), e06-e06.

生成式人工智能赋能小学语文古诗词情境式学习的有效策略探究

Research on Effective Strategies for Contextual Learning of Classical Chinese Poetry in Primary School by Generative AI

柯嘉敏[1] 邹帆帆[1] 叶志丹[2] 林晓玲[2] 陈蓉[2]
[1]华南师范大学教育信息技术学院
[2]广州市越秀区东山培正小学
2070995567@qq.com

【摘要】 生成式人工智能赋能小学语文古诗词情境式学习是人工智能时代新课程改革背景下的现实需求。本研究基于情境式学习理念，在人机协同教学理论的指导下，运用文献分析、理论演绎等方法，对小学语文古诗词情境式学习的一般流程进行梳理，分析了小学语文古诗词情境式学习中存在的痛点问题；接着，利用生成式人工智能破解小学语文古诗词情境式学习难题，在探究生成式人工智能功能作用的基础上，构建了生成式人工智能赋能小学语文古诗词情境式学习策略框架；最后，将构建的策略框架应用于广州市越秀区东山培正小学语文《诗·话清明》古诗词情境式学习课堂，以期推动生成式人工智能技术在小学语文古诗词情境式学习中的深度整合与广泛应用。
【关键词】 生成式人工智能；小学语文古诗词；情境式学习

Abstract: *The integration of generative AI into contextual learning of classical Chinese poetry in primary school is essential for new curriculum reforms in the AI era. Guided by contextual learning principles and supported by human-machine collaborative teaching theory, this study uses literature analysis and theoretical deduction to outline the process of situational learning for classical Chinese poetry. It identifies challenges and explains how generative AI enhances this learning method. A strategic framework for leveraging generative AI in this context is developed and implemented at Dongshan Peizheng Primary School in Guangzhou. This research provides insights for integrating generative AI into classical Chinese poetry education.*
Keywords: *Generative artificial intelligence,Classical Chinese poetry,Contextual learning*

1. 问题的提出

古诗词是传统文化的璀璨瑰宝，在《义务教育语文课程标准（2022 版）》中，首次将“文化自信”纳入课程标准，这一举措凸显了对学生文化素养培育的高度重视（教育部，2022）。但由于时空的隔阂导致学生对诗中情感共鸣缺失、意向的深远、情志的抽象表达导致认知理解不足等问题，导致小学语文古诗词情境式学习走向应试教育下的套路化与碎片化。本文基于小学语文古诗词情境式学习一般流程，归纳目前古诗词教学中存在的痛点问题，探索小学语文古诗词情境式学习有效策略并在实践中加以应用，以期增强学生的文化认同感和自信心。

2. 相关研究述评

2.1. 小学语文古诗词情境式学习的研究现状

目前关于小学语文古诗词情境式学习的研究主要集中在教学策略与方法、情境构建路径及教学实践应用等方面。刘毓容（2020）以情境创设为教学手段，围绕教学主题背景，依学生需求精准建构古诗词教学情境。张翠莲（2021）借助现代技术，总结出古诗词情境式教学的六条应用方式。李丹（2024）利用希沃白板 5 平台创设教学情境，提出了情境创设与实施路径。综上所述，目前关于小学语文古诗词情境式学习的教学引入新兴技术成为课堂教学变革趋势，但关于生成式人工智能赋能小学语文古诗词情境式学习的研究仍处于探索阶段。

2.2. 生成式人工智能在语文古诗词教学中的应用研究现状

目前生成式人工智能在语文教学应用研究主要聚焦于阅读素养培育与智能化写作教学。谷欣等（2024）借助其强大的文本分析和数据处理能力，构建了阅读前、中、后三环节的数字化阅读学习任务框架。冉柔等（2024）依托讯飞星火大模型的文字润色与批改功能，设计了

生成式人工智能辅助的作文教学课。综上所述，现有研究凸显了生成式人工智能在语文阅读、写作教学中的价值，但在小学语文古诗词教学如何发挥其赋能作用仍需深入探究。

3. 理论基础

3.1. 情境式学习理论

情境学习理论强调知识与情境之间动态相互作用的过程，Brown 等(1989)认为：知识与活动是不可分离的，活动不是学习与认知的辅助手段,它是学习整体中的一个有机组成部分。情境学习理论揭示了人的认知与学习的情境性本质，提出了新的隐喻：学习是社会参与的过程。基于真实、具体的情境，学习者能够对古诗词的学习产生有意义的学习，促进学习者对古诗词的深度学习。

3.2. 人机协同教学理论

人机协同的教育过程是“师—生—机”三元有机、系统进行协同的过程，人机协同化课堂充分发挥人工智能对个体认知外包作用，将人工智能具现化产物看作课堂的组成部分，推进课堂教学过程中教师、学生、人工智能伙伴等角色间的深度互动和自组织交流（谢幼如等，2021）。古诗词情境式学习中融合人的智慧与机器智能进行协同学习，能够促进学习者对古诗词学习的深度加工与应用。

4. 生成式人工智能赋能小学语文古诗词情境式学习的有效策略构建

4.1. 小学语文古诗词情境式学习的一般流程

为了助力学生深入领会古诗词意境、重现诗人诗性世界，李吉林（1987）提出情境式教学四核心步骤。在此基础上，冷晓红（2022）开展古诗词情境式教学探究，借助真实情境让学生多角度、多层次体悟古诗词内涵。饶崇茂（2024）在小学语文古诗词教学应用实践中，结合情境学习理论，归纳出一般学习流程：①创设情境，识诗人；②带入情境，寻诗源；③运用情境，品诗韵；④趣品情境，绘诗画；⑤融入情境，悟诗情。

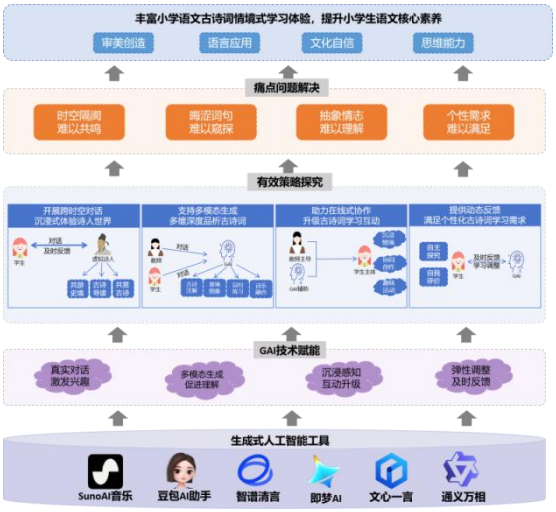
4.2. 小学语文古诗词情境式学习的痛点问题分析

通过梳理小学语文古诗词情境式学习的一般流程，结合文献分析，本研究发现，小学语文古诗词情境式学习仍然存在一些问题。首先，古诗词成作年代久远，语言晦涩，许多词汇和表达方式已不再常用，学生在理解诗词背后深层含义存在难度，与现代社会具有较大的时空隔阂。其次，教师在创设情境时缺乏趣味性、互动性、情境性，难以引起学生共鸣，对学生认知与理解提出了较大的挑战。最后，古诗词创作往往涉及到跨学科的知识，如历史、哲学、地理等领域的元素，对于聚焦语文学科的学生而言可能存在一定的困惑。

4.3. 生成式人工智能赋能小学语文古诗词情境式学习的有效策略构建

本研究基于小学语文古诗词情境式学习一般流程归纳出古诗词情境式学习痛点问题，结合生成式人工智能的赋能作用，本研究构建了小学语文古诗词情境式学习提升策略应用框架，具体如图 1 所示：

图 1 小学语文古诗词情境式学习提升策略应用框架



4.3.1. 开展跨时空对话，沉浸式体验诗人世界

生成式人工智能技术能够依据特定设定，借助高度逼真的场景模拟与声音合成，复刻古代诗人的言谈举止、思维模式与情感表达。预设的历史人物“智能分身”，可让学生实现与古代诗人的“跨时空”实时互动，这种跨时空对话极大激发了学习者的学习意愿，使其能从诗人视角感受所处时代的社会风貌与文化氛围，显著提升了学习兴趣与参与度。

4.3.2. 支持多模态生成，多维深度品析古诗词

生成式人工智能以其强大的数据处理和生成能力，能够根据我们所描述的情境，定制化地生成图像、动画、视频等，将抽象的情境与复杂的信息真实、直观地呈现，以技术为中介扩展学生学习的视觉、听觉体验，使得学习者能够发挥“图像化力”想象当时的情景。通过生成解释性文本、注释或译文、针对性练习等方式，帮助学生克服语言障碍，理解古诗。

4.3.3. 助力在线式协作，升级古诗词学习互动

有意义的学习是无法脱离情境是根植于社会情境的，中国的古诗尤其注重其形象性与感受性，生成式人工智能可以帮助学习者还原情境与沉浸式体验学习情境，基于古诗词所描述的内容，生成生动的视频。在情境教学中，教师可基于特定的情境与任务让学生与生成式人工智能进行协同创作，让学习者在对话中思考、学习与发展。

4.3.4. 提供动态反馈，满足个性化古诗词学习需求

生成式人工智能能够与学生进行多轮的对话，根据与学生的对话内容上下文进行精准反馈与逐步引导。基于循循善诱的理念，采用“苏格拉底式提问”的方式进行智能问答，帮助学生对学习的内容进行分析，逐步引导学生进行深度思考与问题解决，对学习者的学情进行实时评测让学生获得实时的、个性化的陪伴式学习支持。

5.生成式人工智能赋能小学语文古诗词情境式学习实践应用

基于本研究的策略框架，选取广州市东山培正小学六年级古诗词教学课例《诗·话清明》，对标小学语文学科核心素养展开实践应用，具体教学流程如图 2 所示。在运用情境，品诗韵的过程中基于情境引导学习者借助“智谱清言”与 AI 对话查找经典诗句，进行简单赏析与标志断句；其次，在融入情境，悟诗情过程中，教师开展“诗·话清明”文创设计大赛，让学习者在创作过程中根据 AI 助教建议修改作品，贴合清明意境，形成了教师为课堂教学主导者，学生为学习主体者，人工智能为学生学习促进者的“师—生—机”三元融合的课堂教学结构。

图 2

小学语文《诗·话清明》课堂教学过程

6. 结语

生成式人工智能技术的融入，为小学语文古诗情境教学提供了全新的思路和方法，学习者能够通过与生成式人工智能生成的智能化、定制化、互动化的知识情境进行持续的交互，让古诗词的学习不再局限于书本与课堂，而是成为一场穿越时空的文化之旅，真正品味到中华诗歌的韵味，以期让学生在情境中提高诗歌鉴赏能力，提升文化自信。

参考文献

教育部(2022)。《义务教育语文课程标准(2022 年版)》。检索自 http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/202204/t20220420_619921.html。

谷屹欣和钱荃（2024）。生成式人工智能语文教学赋能数字化阅读素养的内在机理与实践探索。**语文建设,(12)**:66-71。

冷晓红（2022）。利用情境合理设计古诗词学习任务。**语文建设,(11)**:67-69。

李丹（2024）。基于希沃白板 5 的小学古诗词教学情境创设路径实践研究。内蒙古科技大学包头师范学院。

李吉林（1987）。情境教学的探索过程及其理论依据。**江苏教育,(23)**:11-13。

刘毓容（2020）。小学古诗词教学情境创设方式方法。**语文建设,(20)**:74-75。

马由然（2021）。协同理论视角下人机协同教学模式的设计研究。天津大学,2021。

饶崇茂（2024）。生成式人工智能在小学语文古诗教学中的应用研究——以部编版《长歌行》一课为例。**中小学信息技术教育,(09)**:65-66。

冉柔、胡银秀和季红连等（2024）。生成式人工智能在初中语文作文教学中的应用研究。**教育与装备研究**,**40(06)**:15-21。

谢幼如、邱艺和刘亚纯（2021）。人工智能赋能课堂变革的探究。**中国电化教育,(09)**:72-78。

张翠莲（2021）。情境教学法在小学语文古诗词教学中的应用。**学周刊**,**(29)**:143-144。

Brown,J.S.,Collins,A.,&Duguid,P.（1989）.Situated cognition and the culture of learning.**Educational Researcher,18(1):**32-42.

基于生成式人工智能的小学数学应用题学习环境设计及其研究

Design and Research of a Generative AI-Based Learning Environment for Primary School Mathematics Word Problems

刘靖熙[1]，孙丹儿[1*]，郑之姿[1]，许志文[1]
[1]香港教育大学数学与资讯科技系
[*] dsun@eduhk.hk

【摘要】 研究设计了名为“ChatGPT 支持的数学应用题解决系统”（ChatGPT-MPS），旨在帮助小学生提升应用题解决能力、加深数学概念理解，并促进基于 AI 的协作探究学习。研究采用随机对照试验设计，选取了 104 名五年级学生，并按班级分配至实验组（使用 ChatGPT-MPS）和对照组（传统教学法）。通过前测和后测数据分析，结果显示实验组学生在数学问题解决任务中的表现显著优于对照组，同时其学习兴趣和对数学学习的感知价值显著提升。研究结论表明，ChatGPT-MPS 在增强学生的数学问题解决能力和学习积极性方面具有显著效果，为未来 AI 技术在教育中的应用提供了重要的启示和实践依据。
【关键词】 人工智能；ChatGPT；小学；数学；应用题解决

Abstract: *This study explores the potential of ChatGPT technology in primary mathematics education, addressing existing research gaps and highlighting its transformative capabilities in technology-enhanced learning. A system named the "ChatGPT-Supported Mathematics Problem-Solving System" (ChatGPT-MPS) was developed to enhance students' abilities in solving word problems, deepen their understanding of mathematical concepts, and promote AI-facilitated collaborative inquiry. A controlled trial was conducted with 104 fifth-grade students, who were assigned to either an experimental group (using ChatGPT-MPS) or a control group (traditional teaching methods) by their classes. Pre-test and post-test analyses revealed that the experimental group outperformed the control group in problem-solving tasks, with significant improvements in learning interest and perceived value of mathematics education. The findings demonstrate the effectiveness of ChatGPT-MPS in enhancing students' mathematical problem-solving skills and fostering greater enthusiasm for learning, offering valuable insights and practical implications for the integration of AI technologies in education.*
Keywords: Artificial Intelligence, ChatGPT, Primary school, Mathematics, Word Problem solving

1.引言

根据 Baker 和 Smith（2019）的定义，人工智能（AI）指能够使计算机执行诸如学习和问题解决等认知功能的技术。随着 GPT 和 BERT 等大型预训练模型的发展，AI 能力特别是在自然语言处理（NLP）任务（如预训练、微调和文本生成）方面显著提升（Min 等，2021）。这些模型已在教育等多个领域展现出变革性作用。尽管 AI 在教育中的应用迅速发展，但在解决数学应用题这一结合语言理解和数学推理的特定领域中的研究仍然稀缺。现有研究多集中于提升整体学习体验，却很少探讨 AI 如何应对这一具体学习挑战，尤其是在教师支持有限的情况下。为填补这一研究空白，本研究开发并评估了“ChatGPT 支持的数学应用题解决系统”（ChatGPT-MPS），创建一个基于人工智能的数学学习环境，旨在提升小学生解决数学应用题的能力。

2.文献综述

人工智能（AI）以其强大的数据处理和实时反馈能力，在数学教育中展现了显著潜力。AI 驱动的个性化学习系统能够根据学生的水平和需求，提供定制化的学习路径和内容，帮助学生掌握复杂的数学概念。数学学习的难点在于需要结合语言理解、逻辑推理和数学运算能力，但许多学生因阅读理解困难、运算技能不足以及数学焦虑等因素而面临挑战（Boonen 等，2016；Doz 等，2023）。AI 通过分析学生的学习行为，识别知识薄弱点并提供即时反馈，有效解决了这些问题。尽管 AI 在数学教育中的应用取得了显著成果，现有系统仍存在局限，如缺乏实时互动和适应性支持（Bulathwela 等，2022）。为弥补这些不足，本研究开发了“ChatGPT 支持的数学应用题解决系统”（ChatGPT-MPS），专注于小学数学应用题的个性化解决。通

过结合 ChatGPT 技术与小学课程，系统提供实时反馈和动态支持，帮助学生提升数学理解与解题能力。

3.研究目的

本研究旨在探讨 ChatGPT-MPS 对学生解决数学应用题能力的影响。具体而言，研究将评估使用 ChatGPT-MPS 的学生在解题能力上的表现，并与传统教学方法的效果进行比较，以揭示其在提升数学应用题解题能力方面的优势和潜力。

4.ChatGPT-MPS 系统架构

ChatGPT-MPS 系统专为小学数学教育设计，旨在利用 ChatGPT 的自然语言处理能力为学生提供个性化的数学问题解决支持。通过集成 ChatGPT API，该系统为学生创建了一个友好的学习环境，提供实时互动、个性化解题建议和多样化的解题路径。系统采用前后端分离架构，支持多达三种不同的解题方法，通过动态调整响应满足学生的多样化需求。

ChatGPT-MPS 通过 ChatGPT API 实现实时交互，支持学生以自然语言输入数学问题。系统在接收问题后，结合小学五年级的知识水平和特定约束条件生成结构化的逐步解答，同时存储多种解决方案以供比较与优化。通过多次点击，学生可以获取多样化的解题路径，并保存学习记录，用于后续参考和改进。

5.研究方法

5.1 参与者

本研究涉及来自中国广东省某公立小学的两个班级的 104 名五年级学生。一个班级（52 名学生）作为实验组（使用 ChatGPT-MPS），另一个班级（52 名学生）作为对照组（使用传统教学方法）。两个班级的学业表现相当，之前的通过率约为 80%，成绩率在 23.1%到 54%之间。

5.2 程序

实验过程分为两个主要任务，分别为实验组和对照组。实验组学生使用 ChatGPT-MPS 系统完成 12 个数学应用题。任务开始前，学生参加 10 分钟的教学环节，了解系统功能和操作指南。随后，学生在系统指导下用 40 分钟完成题目。任务结束后，随机选取 20 名学生参与可用性测试。此外，还对监考人员和观察教师进行访谈。

对照组完成相同的 12 道数学应用题，但未使用 ChatGPT-MPS 系统，而是依靠前序知识，课程知识和解题能力独立完成。任务同样限时 40 分钟，试卷收集后随机选取 20 名学生进行可用性测试，评估其对任务清晰度和难度的感知。通过对两组学生的表现、行为数据和反馈的对比，研究旨在评估 ChatGPT-MPS 系统在提升学生数学解题能力和任务可用性方面的实际效果。

5.3 数据收集

前测和后测经过精心设计，包含相同的测试题目，以确保对学生使用 ChatGPT-MPS 系统前后解题能力的有效且可靠的比较。这两项评估各包括 12 道符合五年级课程要求的数学应用题。测试的有效性通过多重手段加以保障。首先，内容效度通过严格遵循 2022 年义务教育课程计划和课程标准建立，确保测试题目准确反映五年级的数学学习目标。

5.4 数据分析

5.4.1 数据清理

在进行统计分析之前，实施了彻底的数据清理过程。如图 1 和图 2 所示，两种情况下分数的分布均表现出集中趋势，大多数分数集中在中间范围，从而满足了进一步分析所需的正态性条件。

图 1

任务后分数直方图

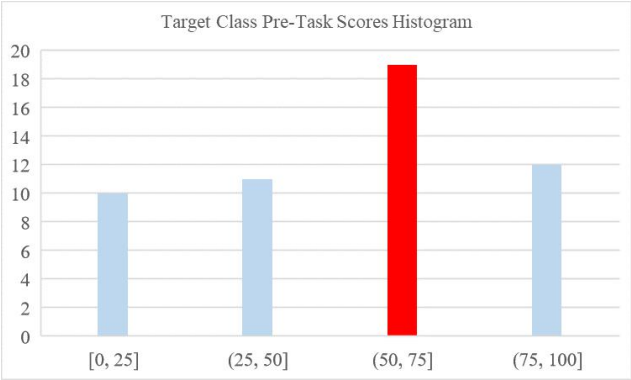
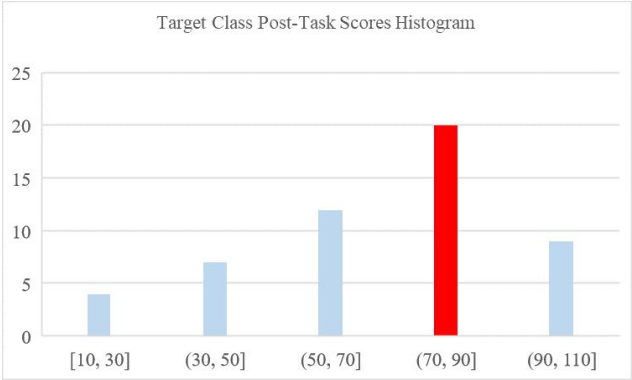


图 2

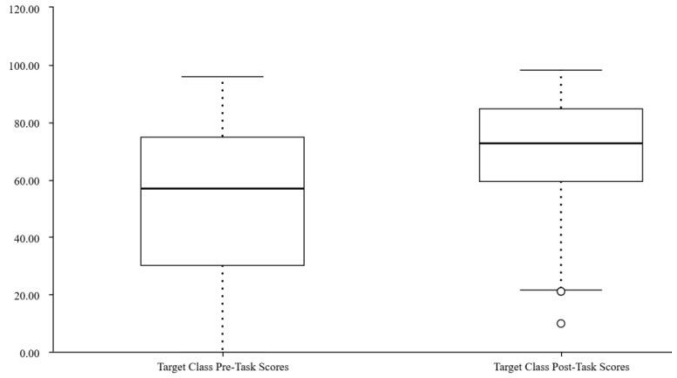
任务前分数直方图



随后，进行了箱线图分析（图 3），以识别潜在的异常值。在任务后的数据集中，观察到分数为 10、21 和 21 的异常值，这些异常值可能会对结果产生不当影响。为了保持分析的稳健性，排除了这些异常值，将样本量减少到 49 名学生。这一步骤确保了后续的统计测试能够提供可靠且无偏的结果，反映学生的实际表现。

图 3

两项任务结果的箱线图



5.4.2. 数学应用题解决表现分析

为了评估 ChatGPT-MPS 系统对学生解决数学应用题表现的影响，采用了配对样本 T 检验。该检验非常适合比较同一组学生在两种不同条件下的平均分数——干预前和干预后，从而控制个体差异（Ross 等人，2017）。选择此检验方法是为了确定使用 ChatGPT-MPS 系统是否导致学生解题能力的统计显著提高。 配对样本 T 检验比较了任务前的分数（反映没有系统时的学生表现）和任务后的分数（使用 ChatGPT-MPS 后收集）。经过数据清理和异常值去除后，T 检验显示任务后的分数显著增加，表明学生的数学解题技能因 ChatGPT-MPS 系统的使用而得到了有意义的提升。

6.研究发现

任务前的平均分数为 56.45，标准差为 24.37，显示学生初始表现存在较大差异。使用 ChatGPT-MPS 系统后，任务后的平均分数提升至 72.59，且标准差减少到 17.45，表明分数分布更加集中在较高的平均值周围。两个任务分数之间的相关系数为 0.763，显示出任务前与任务后得分之间存在强正相关关系。平均差为-16.14286 分，说明学生在任务后平均提高了 16.14 分。标准差 15.79 和均值标准误差 2.26 反映了这一平均差的变化性和精确度。t 值为-7.156，自由度为 48，表明任务前与任务后得分之间存在显著差异。数据确认了 ChatGPT-MPS 对学生解决数学应用题表现的正面影响。Cohen's d 值为-1.022，Hedges' g 值为-1.014，表明效应规模大，意味着 ChatGPT-MPS 对提高学生分数产生了重大影响。综上所述，配对样本 T 检验结果显示，在使用 ChatGPT-MPS 系统后，学生在解决数学应用题上的表现有了显著提高。大的效应规模表明该系统对学生数学能力的提升有实质性的影响，展示了 AI 工具在教育环境中使用的潜力。

7.结论与讨论

本研究旨在探讨 ChatGPT-MPS 在提升小学生解决数学应用题表现中的作用，重点分析其开发、测试过程及对解题能力的影响。使用 ChatGPT-MPS 后学生成绩显著提升，任务前平均分从 56.45 分增至任务后 72.59 分，平均提高 16.14 分。前后得分之间的强相关系数进一步证实了这一提升。个性化反馈是这一成效的关键机制，帮助学生识别并解决具体的弱点。此外，ChatGPT-MPS 的互动式学习环境促进了学生对解题策略的深入理解，实时的 AI 辅助进一步澄清误解并引导学生解决复杂问题。

本研究为将 AI 工具整合至教育环境提供了宝贵见解，证明 ChatGPT-MPS 在提升学生数学解题能力方面的有效性。这些成果不仅展现了 AI 技术在教育中的潜力，还为进一步优化教学工具设计和教育政策提供了依据，为学生创造更高效的学习体验奠定了基础。

参考文献

Baker, T., & Smith, L. (2019). Educ-AI-tion rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges. Nesta. https://media.nesta.org.uk/documents/Future_of_AI_and_education_v5_WEB.pdf

Boonen, A., Koning, B., Jolles, J., & Schoot, M. (2016). Word Problem Solving in Contemporary Math Education: A Plea for Reading Comprehension Skills Training. Frontiers in Psychology, 7. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00191.

Bulathwela, S., Pérez-Ortiz, M., Yilmaz, E., & Shawe-Taylor, J. (2022). Power to the Learner: Towards Human-Intuitive and Integrative Recommendations with Open Educational Resources. Sustainability. https://doi.org/10.3390/su141811682.

Min, B., Ross, H., Sulem, E., Veyseh, A., Nguyen, T., Sainz, O., Agirre, E., Heinz, I., & Roth, D. (2021). Recent Advances in Natural Language Processing via Large Pre-trained Language Models: A Survey. ACM Computing Surveys, 56, 1 - 40. https://doi.org/10.1145/3605943.

Ross, A., Willson, V. L., Ross, A., & Willson, V. L. (2017). Paired samples T-test. Basic and Advanced Statistical Tests: Writing Results Sections and Creating Tables and Figures, 17-19.

基于机器学习的创造力影响因素挖掘——以 PISA2022 港澳学生为例

Mining the Factors Influencing Creativity Based on Machine Learning: A Case Study of Hong Kong and Macao Students in PISA 2022

彭天伟[1*]，李艺凡[2]，袁裕添[3]，宿博涵[4]，张缨斌[5]，穆肃[6]
[1,2,3,4]华南师范大学教育信息技术学院
[5,6]华南师范大学教育人工智能研究院
[*]2024020894@m.scnu.edu.cn

【摘要】 创造力对解决诸多自然环境、人类社会和自我发展等问题起到关键作用。本研究基于创造力投资理论，使用机器学习算法分析 PISA2022 港澳数据，挖掘港澳学生创造力的影响因素。结果表明：（1）LightGBM 模型性能在港澳学生数据中优于随机森林、XGBoost 和 Lasso 回归模型；（2）在 83 个影响因素中，数学素养、科学素养、阅读素养、ICT 相关资源、经济文化与社会地位等对学生的创造力有着重要影响。
【关键词】 创造力；PISA；机器学习；影响因素；

Abstract :*Creativity plays a crucial role in addressing a multitude of issues related to the natural environment, human society, and self - development. It also plays an important role in helping students actively cope with uncertainties in the development and changes of the world. Based on the creativity investment theory, this study uses machine - learning algorithms to analyze the PISA 2022 data of Hong Kong and Macao, exploring the influencing factors among students in these regions. The results show that: (1) The performance of the LightGBM model is superior to that of the Random Forest, XGBoost, and Lasso Regression models in the data of Hong Kong and Macao students; (2) Among 83 influencing factors, Mathematical literacy, scientific literacy, reading literacy, ICT - related resources, and economic, cultural and social status have a significant impact on students' creativity.*

Keywords: Creativity, PISA, Machine Learning, Influencing Factors

1. 引言

创造力是国家发展和民族进步的不竭动力，教科文组织也将创造力视为人的核心技能之一，创造力逐渐成为极其重要的能力。创造力是指根据一定目的，运用一切已知信息，产生出某种新颖、独特、有社会价值或个人价值的产品的智力品质，是拔尖创新人才的关键性特征(Sternberg & Karami,2022)，表现为创新思维水平、创新实践能力等多种品质的统一(Kaufmanj & Glaveanu,2019)，在帮助学生积极应对世界发展与变革中的不确定性中扮演着重要角色(胡朗宁 & 吕立杰，2024)。因此，探究学生创造力发展的影响因素至关重要，是助力提升学生创造力发展的首要条件。相关研究表明学生创造力发展受教学模式、教学环境、性格特征、认知风格等因素影响，但以往研究多基于线性回归方程，单个研究中纳入的影响因素有限，且忽视因素对创造力的非线性影响及多因素间的交互作用。鉴于此，本研究基于 PISA2022 的港澳学生数据，采用机器学习算法探究学生创造力的影响因素，以期为学生创造力的提升、拔尖创新人才的培养及未来的教育发展提供有益的优化方向。

2. 文献综述

2.1 创造力发展的影响因素研究

关于创造力发展的影响因素研究，众多心理学及教育学领域学者进行相关探索，形成较为经典的创造力模型及理论，如吉尔福特（Guilford）的智力三维结构模型、阿玛布丽（Amabile）的阿氏创造力结构模型、考夫曼（Kaufman）等人的 4C 理论、格鲁韦努（Glăveanu）的 5A 理论、斯滕伯格（Sternberg）的创造力投资理论等。其中，斯滕伯格在吸收其他创造力理论内核和有益思想基础上提出影响创造力发展的六个核心资源（见表 1），包括智力、知识、思维风格、人格特征、动机、环境（Sternberg,2014），对学生创造力发展的解释力较强（李硕豪，2020）。此外已有研究表明个体创造力发展受到外部及内部双重因素影响，如教育环

境、社会支持、教学课程等外部因素（王倩等人，2024；Al-Kumaim et al., 2021），性别及年龄、知识经验、认知风格、个体情感等内部因素（刘芝延等人，2021；徐瑾劼等人，2024；TEMPOE，1998）。与此同时，随着科技飞速发展，生成式人工智能等新兴技术凭借其大数据的特征及个性化、定制化的服务等优势，为学生创造力培养开辟了新的路径。尽管这些研究在一定程度上揭示了创造力的影响因素，但研究大多局限于单一影响因素研究，忽视创造力的复杂动态过程，在探讨创造力的多因素交互作用及其综合效应方面存在局限（Xu, 2024）。此外，现有研究大多集中于西方文化背景，对我国学生创造力影响因素的探讨相对不足。

表 1 斯滕伯格创造力投资理论

核心资源	含义
智力	智力在创造过程中所起的关键作用就是综合、分析与实践，包含综合的、分析的和实践的三种智力形式
知识	知识是智力加工的材料，任何领域的创造行为都必须以知识为基础，包含正式知识和非正式知识
思维风格	思维风格作为心智自我管理方式，指个体在解决问题过程中运用智力能力与知识的倾向性
人格特征	人格在创造性思维转化为创造性行为中扮演着举足轻重的作用，高创造力个体具有五种人格特征：对模糊的容忍、坚持的毅力、超越自我的意愿、敢于冒险的勇气、自我认同的信心
动机	动机是引导个体行为的驱动力量或刺激因素，包含外在动机与内在动机
环境	环境的鼓励与重视，对创造力的发挥是必要的，包含物质、精神、制度环境等

2.2 基于机器学习的学生发展影响因素研究

机器学习（Machine Learning）是一组使计算机能够在没有人为编程干预的情况下进行自我学习的技术（Navamani et al., 2015），其大致可分为监督学习、无监督学习和强化学习（K. M. Lee et al., 2019b）。相较于传统方法，机器学习对数据的基础假设条件较为宽松，它通过预设的训练数据集对实际数据进行深度挖掘，并运用独立的验证数据集来校验模型的普适性（陈涛等人，2019）。同时，机器学习模型并不对响应变量与解释变量之间施加严格框架，从而能够更有效地挖掘非数值型数据中所蕴藏的信息，进而增强预测精度。此外，机器学习通过整合多种模型，提升整体性能，有效规避传统探索策略中因采用单一方法而产生的误差（钱浩祺等人，2021）。近年来，机器学习已被广泛应用于教育领域，有学者基于机器学习技术构建预测模型实现探究学生学习绩效的影响因素（万力勇，2022；Gaftandzhieva et al., 2022；Qazdar et al., 2019b），并依据探究结果实现学习行为诊断，助力教学精准干预（胡航等人，2021）；还有学者关注学生素养达成，利用机器学习技术分析创新素养、数字素养、信息素养、阅读素养等素养的影响因素，助力素养水平提升（王蕊等人，2023; Zhai et al., 2024; J. Li et al., 2024; Kong & Wang, 2024）。然而，现有研究聚焦于学习者学习绩效的影响因素研究，通过构建模型，探究学习者学习绩效影响因素，包括学习行为、学习状态、学习成绩、学习投入度等变量。鲜有研究关注学生创造力影响因素挖掘。因此，本研究基于机器学习算法，从大量因素中识别出学生创造力影响最大的因素，为创造力的培养方向提供证据指引。

3. 研究过程与研究方法

3.1 数据来源

本研究数据来源于国际学生评估项目 PISA（Program for International Student Assessment）2022 年数据库。PISA 由世界经济合作与发展组织 OECD（Organization for Economic Co-operation and Development）于 2000 年发起，每三年进行一次，是目前世界上最具影响力的国际学生学习评价项目之一。PISA2022 测评了 10291 名港澳学生的创造力分数。

3.2 变量

3.2.1 因变量

响应变量（即因变量）是来在 PISA2022 学生问卷的创造力分数，创造力分数范围为 0-60，

代表着对学生创造力水平的总体评价，创造力分数共有 10 个合理值，本研究使用第十个合理值作为因变量。

3.2.2 自变量

特征（即自变量）是从 PISA2022 学生问卷中提取，为了全面分析创造力影响因素，因此保留所有自变量。自变量个数为 83 个，智力方面含有 1 个特征变量，为 PROBSELF(自主学习问题)。知识方面含有 5 个特征变量，例如 PV1MATH (数学素养)。思维风格方面含有 9 个特征变量，例如 COOPAGR(合作)。个性方面含有 26 个特征变量，例如 PERSEVAGR(坚持不懈)与 CURIOAGR(好奇心)。动机方面含有 11 个特征变量，例如 CREATEFF(创造性思维自我效能感)，环境方面含有 31 个特征变量，例如 FAMSUP(家庭支持)与 TEACHSUP(教师支持)。

3.3 研究方法

3.3.1 随机森林

随机森林（Random Forest）是一种集成学习算法，广泛应用于分类和回归问题。其核心思想是通过构建多个决策树并综合它们的预测结果来提高模型的准确性和稳定性。随机森林通过自助抽样（bootstrap）方法从原始数据集中生成多个子数据集，每个子数据集用于训练一棵决策树。在构建每棵决策树时，不仅随机选择样本，还会在每个节点分裂时随机选择一部分特征进行分割。每棵树独立生长，不进行剪枝，最终通过投票或平均的方式整合所有树的预测结果来形成最终输出。

3.3.2 XGBoost

XGBoost（Extreme Gradient Boosting）是一种基于梯度提升树的高效机器学习算法，并在 Kaggle 等多项比赛中表现出色，广受学术界和工业界的认可。它是一种集成学习方法，通过结合多个基础分类器（通常是决策树）来实现 1+1>1 的效果。XGBoost 提供以下关键特性：卓越的预测性能、并行处理能力、对各种模型形式的支持、内置的模型验证和提前停止机制、强大的正则化功能以及处理稀疏数据和缺失值的能力。

3.3.3 LightGBM

LightGBM（Light Gradient Boosting Machine）是一种由微软开发的高效梯度提升（Gradient Boosting）框架，基于决策树算法。它旨在解决传统梯度提升框架（如 XGBoost）在处理大规模数据时的效率问题，通过多项优化技术显著提高了训练速度和内存使用效率。

3.3.4 Lasso

Lasso（Least Absolute Shrinkage and Selection Operator）是一种在统计学和机器学习中广泛使用的回归分析方法，其核心在于通过对系数进行压缩，以达到变量选择和复杂度调整的目的，从而提高模型的预测精度和解释能力。

3.4 数据准备

数据准备过程使用 SPSS（版本 27）与 jupyter notebook 进行，首先从 PISA2022 数据库下载学生问卷数据文件，其次从 SPSS 文件中提取港澳样本的数据。第三，对数据进行预处理，预处理规则如下：（1）删除创造力分数缺失的样本（2）对行进行处理，如果该行控制占比超过百分之 50 则删除该行（3）对列进行处理，如果该列空值占比超过百分之 20 则删除该列（4）使用随机森林进行缺失值的插补（插补时未使用因变量）。经过数据预处理后，剩余样本量为 9954。

3.5 模型选择

随机森林与 Lasso 模型使用 Python 中的 scikit-learn 包(Pedregosa et al.,2011)实现，XGBoost 与 LightGBM 则导入相对应 XGBoost 库与 LightGBM 库的库实现。

3.6 性能指标

均方根误差（RMSE）、平均绝对误差（MAE）和决定系数（R^2）被用作性能指标。

3.7 超参数调整

超参数调整是确定定义模型架构的参数的最优值的过程。在本研究中，使用随机搜索（Random Search）作为超参数调整方法。随机搜索是一种优化算法，用于在给定的搜索空间中寻找最优解。它通过随机选择候选解，并评估这些解的性能来工作。随机搜索不依赖于梯

度信息，因此适用于那些难以或无法使用梯度下降等基于梯度的方法来优化的问题。

3.8 交叉验证

交叉验证是 ML 领域中使用的一种增强技术，用于以更稳健的方式评估模型的性能，特别是在涉及超参数调整时。交叉验证确保性能评估不会因模型在调整过程中接触测试数据而产生偏差，交叉验证通过将数据集分割成若干个子集，然后使用不同的子集组合进行训练和验证，以评估模型在未知数据上的泛化能力。

在本研究中，三种模型均采用五折交叉验证对模型进行性能优化。

4. 研究结果

4.1 模型指标

本研究的三种模型预测性能如表 2 所示。

表 2 模型预测性能

模型名称	RMSE(标准差)	MAE (标准差)	决定系数 R^2(标准差)
XGBoost	7.61(1.31)	6.20(0.09)	0.46(0.01)
随机森林	7.83(1.35)	6.41(0.11)	0.42(0.02)
LightGBM	7.55(1.47)	6.14(0.12)	0.47(0.01)
Lasso	7.66(1.44)	6.23(0.10)	0.45(0.02)

从模型预测性能来看，LightGBM 在港澳学生数据集的表现优于随机森林回归模型、XGBoost 模型和 Lasso 回归模型。同时，各模型的评价指标在 5 重交叉验证中的标准差较小，说明模型稳定性较好。

4.2 特征重要性

由于 LightGBM 模型性能最优，因此选用该模型的特征重要性方法来对数据集中最为重要的 20 个特征变量进行筛选，结果如图 1 所示，同时，本研究对前十个变量对创造力的正负影响进行了探究，变量含义解释与正负相关性如表 3 所示。从表 3 可以看出，分类变量中，香港学生的平均数高于澳门学生，女生的平均数分数高于男生，从未留级学生的平均数高于留级学生。在连续变量中，只有 ICTWKEND(信息与通信技术活动的频率(周末))呈负相关关系，其余变量均与创造力呈正相关关系。

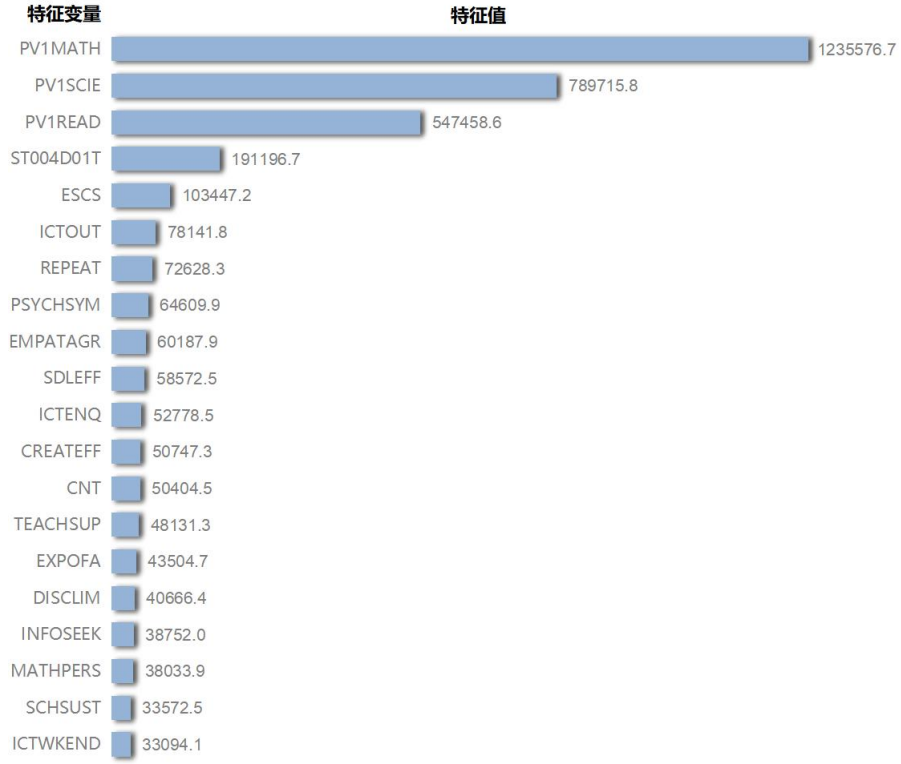


图 1 特征重要性直方图

表 3 特征变量含义与正负相关性

特征变量	特征内涵	正负相关性
PV1MATH	数学素养	正相关
PV1SCIE	科学素养	正相关
PV1READ	阅读素养	正相关
ST004D01T	性别	女生平均数高于男生平均数
ESCS	经济、社会和文化地位指数	正相关
ICTOUT	将信息与通信技术（ICT）用于课堂外的学校活动	正相关
REPEAT	留级	从未留级学生平均数高于留级学生平均数
PSYCHSYM	身心情况	正相关
EMPATAGR	共情能力	正相关
SDLEFF	自主学习自我效能感	正相关
ICTENQ	信息与通信技术在探究式学习活动中的使用	正相关
CREATEFF	创新自我效能感	正相关
CNT	城市	香港学生平均数高于澳门学生平均数
TEACHSUP	数学教师支持	正相关
EXPOFA	对符号和应用数学任务的接触	正相关
DISCLIM	数学学科的学科氛围	正相关
INFOSEEK	关于未来职业的信息搜索	正相关
MATHPERS	数学中的努力和坚持	正相关
SCHSUST	促进学习的学校活动	正相关
ICTWKEND	信息与通信技术活动的频率（周末）	负相关

5. 讨论

本研究从理论和实践的角度出发，对创造力影响因素研究提供一定参考。本研究主要使用 ML 算法探索港澳学生创造力影响因素，并基于创造力投资理论对影响因素进行归类，进一步对其进行特征重要性排序与正负相关性探究。研究发现，数学素养、科学素养、阅读素养、性别、经济、社会和文化地位指数与信息通信技术的应用等对创造力的解释作用占比较高，这些影响因素也对应着创造力投资理论中的各个核心资源，已有研究表明个体创造力发展受到外部及内部双重因素影响，如教育环境、社会支持、教学课程等外部因素，性别及年龄、知识经验、认知风格、个体情感等内部因素(王倩等人，2024；Al-Kumaim et al.,2021)，这与研究结果相一致。而在本研究中，数学素养、阅读素养与科学素养是对创造力最具有影响的三个特征，三者在创造力投资理论中均属于知识核心资源，在一定程度上表明创新要以知识为基础(初庆春等人，1999)，只有广阔的知识储备才能进一步进行创新创造活动。

已有研究认为数学天赋与创造力存在关联（Bicer et al.,2023），而在本研究中则发现环境核心资源中的数学教师支持、数学学科的学科氛围、对符号和应用数学任务的接触与个性核心资源中的数学中的努力和坚持也对创造力发展有着重要影响。因此，加强教育环境中数学教师的核心素养、营造更浓厚的数学氛围并提升数学任务的质量是有效提升学生创造力的重要途径。

课堂外的信息技术使用作为环境核心资源之一，主要为学生主动浏览与搜索相关兴趣信息，从而激发个体对未知探索欲望，成为创意构思起点，促使其在相关或跨界领域尝试创新实践。其次与知识核心资源相结合来看，网络中丰富多样的资源为学生提供了夯实的知识库，学生足不出户便可获得大量知识资源，为学生的知识拓展提供了良好的途径。

6. 研究局限性与未来研究方向

本研究只对港澳学生进行创造力影响因素探究，研究结果可能并不适用于其他地区的所有人群，结果的泛化性可能会受到影响。此外，本研究的影响因素主要针对学生个体层面，未涉及班级和学校层面。未来研究可以更加侧重于多样化的地区、国家，考虑纳入人口统计数据，例如民族、城乡等，同时考虑班级和学校方面对于学生创造力的影响，以此提高研究结果的深度和适用性。

参考文献

[1]陈涛,王鹏翀,林轩,裴欢昌,邢怡伦,罗捷... & 王亚. (2019). 机器学习在绘画测验预测 青少年依赖型人格偏离中的应用. 中国心理卫生杂志 (10), 769-773.

[2]初庆春，刘荣，汪克夷. (1999). 知识、创新和创造力. 大连理工大学学报(社会科学版) (02), 53-56.

[3]胡航,杜爽,梁佳柔 & 康忠琳.(2021).学习绩效预测模型构建:源于学习行为大数据分析.中国远程教育,(04),8-20+76.

[4]胡朗宁，吕立杰. (2024). 学生创造力评估：国际经验及未来展望. 外国教育研究, 51(4), 63-80.

[5]李硕豪. (2020). “拔尖计划”学生创造力发展影响因素实证研究. 中国高教研究 (04), 51-58.

[6]刘芝延 & 徐瑾劼. (2021).学生创造力培养的学校路径及挑战——基于 OECD 社会情感能力调查的发现与启示.人民教育,(23),75-78.

[7]万力勇.(2022).算法时代的教育预测及其研究范式转变.远程教育杂志,(03),35-44.

[8]王蕊,王捷,楚天舒.(2023).中国学生创新素养的相关因素及政策建议——基于大数据分析模型的实证研究. 全球教育展望, 52 (09): 3-21.

[9]王倩 & 唐一鹏. (2024). 家庭与学校支持如何影响中小学生的创造力?——基于社会与情感能力测评数据的国际比较分析. 华中师范大学学报(人文社会科学版) (02), 179-188.

[10]孙雍君.(2000).斯腾伯格创造力理论述评. 自然辩证法通讯(01),29-37+46.

[11]钱浩祺,龚嫣然 & 吴力波.(2021).更精确的因果效应识别:基于机器学习的视角.计量经济学报,(04),867-891.

[12]徐瑾劼 & 安德烈亚斯 •施莱歇尔. (2024). 全球 15 岁学生创造力发展水平及培养路径——基于 PISA2022 学生创造性思维表现结果的洞察. 人民教育 (12), 74-78.

[13]Al-Kumaim, N. H., Alhazmi, A. K., Mohammed, F., Gazem, N. A., Shabbir, M. S., & Fazea, Y. (2021). Exploring the impact of the COVID-19 pandemic on university students' learning life: An integrated conceptual motivational model for sustainable and healthy online learning. Sustainability, 13(5), 2546.

[14]Bicer, A., Bicer, A., Capraro, M., & Lee, Y. (2023). Mathematical Connection is at the Heart of Mathematical Creativity. Creativity. Theories–Research-Applications, 10(1-2), 17-40.

[15]Breiman, L. (1996). Bagging predictors. Machine Learning, 24(2), 123-140.

[16]Gaftandzhieva, S., Talukder, A., Gohain, N., Hussain, S., Theodorou, P., Salal, Y. K., & Doneva, R. (2022). Exploring online activities to predict the final grade of student. Mathematics, 10(20), 3758.

[17]Kong, H., & Wang, X. (2024). Exploring the influential factors and improvement strategies for digital information literacy among the elderly: An analysis based on integrated learning algorithms. Digital Health, 10, 20552076241286635.

[18]Lee, K. M., Yoo, J., Kim, S. W., Lee, J. H., & Hong, J. (2019). Autonomic machine learning platform. International Journal of Information Management, 49, 491-501.

[19]Li, J., Wang, J., & Xue, E. (2024). Applying a Support Vector Machine (SVM-RFE) Learning Approach to Investigate Students' Scientific Literacy Development: Evidence from Asia, Europe, and South America. Journal of Intelligence, 12(11), 111.

[20]Navamani, J. M. A., & Kannammal, A. (2015). Predicting performance of schools by applying data mining techniques on public examination results. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology, 9(4), 262-271.

[21]Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., et al. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. The Journal of Machine Learning Research, 12, 2825-2830.
[22]Qazdar, A., Er-Raha, B., Cherkaoui, C., & Mammass, D. (2019b). A machine learning algorithm framework for predicting students performance: A case study of baccalaureate students in Morocco. Education and Information Technologies, 24(6), 3577–3589.
[23]Sternberg, R. J., & Karami, S. (2022). An 8P theoretical framework for understanding creativity and theories of creativity. The Journal of Creative Behavior, 56(1), 55-78.
[24]Xu, J. (2024). Enhancing Student Creativity in Chinese Universities: The Role of Teachers' Spiritual Leadership and the Mediating Effects of Positive Psychological Capital and Sense of Self-Esteem. Thinking Skills and Creativity, 101567.
[25]Zhai, X., Yuan, W., Liu, T., & Wang, Q. (2024). Machine learning investigation of optimal psychoemotional well-being factors for students' reading literacy. Education and Information Technologies, 29(14), 18257–18285.

生成式探究学习模式提升初中生信息科技课学习投入度实证研究

An Empirical Study on Using Generative Inquiry Learning to Improve Junior High School Students' Learning Engagement in Information Technology Courses

韩冰倩[1]，刘丹[1]，霍曾光[1]，杨心宇[1]，孙兴华[1*]
河北北方学院
* sunxinghua@189.cn

【摘要】 学习投入度指学生在学习过程中的行为投入、认知投入、情感投入，是评估学习质量的重要依据。本研究尝试在初中信息科技课堂中实施生成式探究学习模式，以期提高初中生的学习投入度。在实施 5 个月的生成式探究学习模式后，对 88 名初中二年级学生学习投入度的前后测数据进行分析后发现：使用生成式探究学习模式可以提升学生在信息科技课的学习投入度，同时初中二年级学生的行为投入度、认知投入度和情感投入度均实现了不同程度的提升，其中最高增幅达到 31.17%，最低为 23.30%。
【关键词】 生成式探究学习模式；学习投入度；生成式人工智能；信息科技课

Abstract: *Learning engagement refers to students' behavioral engagement, cognitive engagement, and emotional engagement in the learning process, and is an important basis for evaluating learning quality. This study attempts to implement a generative inquiry learning model in junior high school information technology classrooms in order to improve students' learning engagement. After implementing the generative inquiry learning model for 5 months, the pre- and post-test data of 88 junior high school sophomores' learning engagement were analyzed and it was found that the use of the generative inquiry learning model can improve students' learning engagement in information technology classes. Simultaneously, the behavioral engagement, cognitive engagement, and emotional engagement of junior high school sophomores have all been improved to varying degrees, with the highest increase reaching 31.17% and the lowest being 23.30%.*
Keywords: Generative inquiry learning model, Learning engagement, Generative artificial intelligence, Information technology course

1.前言

随着人工智能与教育的深度融合，人工智能辅助教学成为当今教育教学的趋势。2024 年政府工作报告中明确指出深化大数据、AI 等研发应用，开展“AI+”行动，打造具有国际竞争力的数字产业集群。《教育强国建设规划纲要（2024-2035 年）》中明确提出促进人工智能助力教育变革。《义务教育信息科技课程标准（2022 年版）》中也明确指出了不同学段对人工智能学习的要求。在信息科技课程中，学生拥有直接接触并学习人工智能的机会，信息科技课程为学生使用生成式人工智能提供了良好的环境。同时，通过对学生在信息科技课程的学习现状分析发现，学生在这一课程中的学习投入度并不理想，这在一定程度上制约了教学效果的提升。学习投入度作为衡量教育质量的关键指标，目前已经成为国际教育质量评估领域的热点问题，并且学习投入度的研究也将逐步转向人工智能赋能学习投入度的路径等等。在生成式人工智能驱动下形成了生成式探究学习模式，作为一种新型教学模式，该模式在实践中的应用仍然处于探索阶段。因此，本文在初中信息科技课堂中引入了生成式探究学习模式，旨在通过实证研究验证其对学生学习投入度的提升效果，为人工智能赋能基础教育提供新的实践路径。

2.相关概念与理论

2.1. 生成式人工智能

人工智能技术被称为当代三大尖端技术之一。1956 年，在美国达特茅斯大学举行的会议中“人工智能”被首次提出，直到进入 21 世纪后，深度学习、大数据、云计算等技术的发展使得人工智能实现了更高级别的智能，人工智能才在近几年炙手可热。2022 年底“ChatGPT”脱颖而出，仅两个月的时间，其月活跃用户就过亿，从而成为史上增长最快的应用。之后各

行各业都在研究“ChatGPT”的应用，以“ChatGPT”为代表的生成式人工智能一度成为流量热点。

生成式人工智能从字面意思上看，就是利用人工智能自动生成内容的生产方式。“内容”包括：文本、图片、视频、音频等。生成式人工智能是在专业生成内容、用户生成内容的更新迭代下最终形成的。专业生成内容即互联网面向专家提供技术与平台服务，比较典型的是搜素引擎、门户网站。用户生成内容即用户利用图文、短视频等直接参与内容创作，典型代表是抖音、小红书等。而生成式人工智能是在海量训练数据和大规模预训练模型的基础下，用人工智能技术自动生成创建文本、图片等。目前，国内外生成式人工智能呈现出百花齐放的态势，它们种类繁多并各具特色。国外生成式人工智能的典型代表是爆火的“ChatGPT”，国内则是“文心一言”、“讯飞星火”、“通义千问”、“豆包”、“KIMI”等等。

2.2. 学习投入度

学习投入的概念在教育领域中有着广泛的应用，它描述了学生在学习过程中的参与程度。同时，学习投入度作为学生学习过程中的关键因素，不仅关乎学生个体对知识技能的吸收和掌握，更直接影响到其学习兴趣、学习动力以及长期的学习效果。

2001 年，George D. Kuh 等正式提出了“学习投入”概念，并指出教育质量高低的核心要素就是提升学习者的投入度。孔企平对“学习投入”的概念内涵和结构进行了阐释，并将学习投入划分为认知投入、情感投入、行为投入三个相对独立的部分。而对于学习投入度的测量工具，一方面是源自于汉化以及改进国外的测量工具进行研究，如 National Survey of Student Engagement 量表（中国大学生学习性投入调查，下文均简称 NSSE-China）。另一方面则是在国外学习投入方面的理论与研究基础上，自主开发学习投入度量表。

2.3. 生成式探究学习模式

随着生成式人工智能技术的发展，国内外相关研究者致力于将生成式人工智能应用于教育教学中。在国外，麻省理工学院作为全球知名的学术机构，该学院提供了具体的教学设计策略、实践案例等等，帮助教师在教学中有效融合生成式人工智能。在国内，浙江大学的“智海平台”中融入了智能教育大模型，可以为学习者提供实时答疑和学习资源推荐，哈尔滨工业大学引入智能助教系统和数字人教师，从而实现远程在线实验教学和智能答疑。

在生成式人工智能的驱动下，黎加厚提出了一种新型学习模式，即生成式探究学习模式。生成式探究学习模式主要指教师和学生在严格遵守国家法规、伦理道德和信息安全的前提下，利用生成式人工智能辅助教学活动，并特别强调了学习者自身的独立思考探究等等。生成式探究学习模式包括了六个环节，激发兴趣、任务布置、对话探索、迁移练习、结论分享、评价反馈，具体模式如图 1 所示。这种教学模式与以往存在着很大的不同，课堂中的角色构成发生了改变，从学生和教师的互动变成了学生、教师、生成式人工智能三方的协同参与。而且，生成式探究学习模式的应用不仅可以使学生接触新兴技术，还可以为学生和教师带来诸多益处。

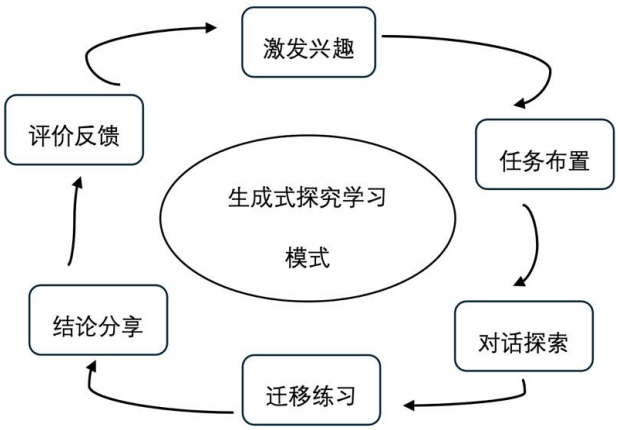


图 1 生成式探究学习模式图

3.生成式探究学习模式在初中信息科技教学中应用

在研究生成式探究学习模式是否可以提高初中生信息科技课学习投入度时，教学内容主要依据河北省电化教育馆编写的《信息技术 1》以及河北省初中信息科技学业水平考试相关内容，具体的教学目录如表 1。

表 1 生成式探究学习教学目录

主题	内容
图像处理-Photoshop	第一课《图像合成与分层图像》
	第二课《认识 Photoshop 中的路径》
	第三课《调整图像色彩色调》
	第四课《认识通道》
	第五课《绘制图画》
	第六课《制作公益广告画》
电子表格-Excel	第七课《数据的计算》
	第八课《数据的排序》
	第九课《数据筛选》
	第十课《分类汇总与数据透视表》
	第十一课《图表的制作和修饰》
综合内容-文档编辑	第十二课《母亲节电子贺卡》

3.1. 调查问卷的编制和发放

在实验前，参考清华大学研究团队编制的 NSSE-China 和与学习投入度相关的硕士论文中课堂投入度的调查问卷，编写了《初中信息科技课程学习投入度调查问卷》。向张家口市 X 中初中二年级学生发放该问卷，共发放 175 份，回收有效问卷 175 份，回收率为 100%。

《初中信息科技课程学习投入度调查问卷》分为 2 个部分，共 25 道题。第一部分为个人基本信息的调查，包括：性别、班级、年龄、是否接触过生成式人工智能。第二部分是对初中生信息科技课堂学习投入度的调查，主要包括行为投入、认知投入、情感投入三个维度。行为投入又包括了专注、探究、互动三个方面。认知投入包括深层认知策略、元认知策略、资源管理策略。情感投入包括乐趣感、成就感与消极情感。该问卷采用李克特五分量表法，A、B、C、D、E 分别代表完全不符合、较不符合、不清楚、比较符合、完全符合，分值分别对应 1 分、2 分、3 分、4 分、5 分。问卷的详细信息如表 2 所示。

表 2 《初中信息科技课程学习投入度调查问卷》信息

题号	项目	具体变量
1-4	个人基本信息	性别、年龄、班级、是否接触过生成式人工智能
1-8	行为投入	专注（1-4）探究（5、6）互动（7、8）
9-14	认知投入	深层认知策略（9、10），元认知策略（11、12），资源管理策略（13、14）
15-21	情感投入	乐趣感（15-16），成就感（17-18）消极情感（19-21）

3.2. 初中生信息科技课学习投入度现状

《初中信息科技课程学习投入度调查问卷》中每个题项的分值最低为 1 分，最高为 5 分。对张家口市 X 中初中二年级学生在信息科技课的学习投入度的现状进行了解分析，具体情况如图 2 所示。初中二年级学生的学习投入度和各个分维度的平均值均在 3 分左右。其中，平均值最高的是情感投入，为 3.5486。这说明初中二年级的学生在情感上对学习过程的参与和投入相对比较积极，在情感层面上对学习持开放态度。行为投入和认知投入的平均值非常接近，分别为 3.3707、3.3314。这反映了初中二年级学生在学习动机、学习策略等多方面的问题。因此，可以初步得知初中二年级学生在信息科技课的学习投入度并不高。

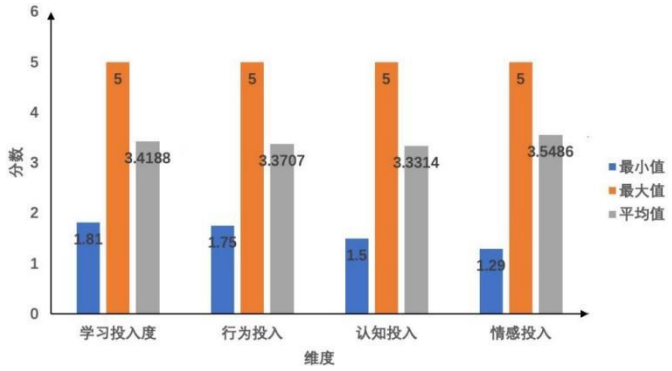


图 2 初中二年级学生学习投入度情况

3.3. 实施过程

随后，在张家口市 X 中初中二年级随机选择 1 班和 4 班作为实验对象，1 班作为对照班，4 班为实验班，两个班人数分别为 42 人、46 人，两个班级的信息科技课之前都是由同一教师执教。对这两个班级发放学习投入度调查问卷，并对问卷的数据进行独立样本 T 检验，具体数据如表 3 所示。结果显示，两个班级学习投入度的显著性为 0.429，在行为投入、认知投入、情感投入的显著性分别为 0.320、0.080、0.328，两个班级不存在显著性差异，因此可以开展教学实践（显著性大于 0.05 说明不存在显著性差异）。同时，为了排除无关因素对实验的干扰，实验开始后，1 班和 4 班由同一教师进行授课。授课时间为 2024 年 8 月到 2024 年 12 月，两个班每周都有一节信息科技课程。

表 3 1 班和 4 班学习投入度情况

维度	1 班平均值	2 班平均值	P 值
学习投入度	3.38	3.29	0.429
行为投入	3.15	3.24	0.320
认知投入	3.48	3.22	0.080
情感投入	3.54	3.39	0.328

以《母亲节电子贺卡》为例阐述在信息科技课上实施生成式探究学习模式的基本学习过程，本节课是为了让学生学会如何在 Word 中设置页面、插入背景、添加艺术字、插入自选图以及对所插入图形进行个性化设置，从而使得制作的贺卡美观。同时，这些操作在 Word 应用中非常基础并重要，掌握这些操作不仅对学生的信息科技学业水平测试有帮助，还会给学生们的学习和生活带来极大便利。本节课的教学环境为张家口市 X 中的多媒体网络教室，教学模式为生成式探究学习，教学资源为多媒体课件、Word2007、讯飞星火平台。教学过程如图 3 所示。

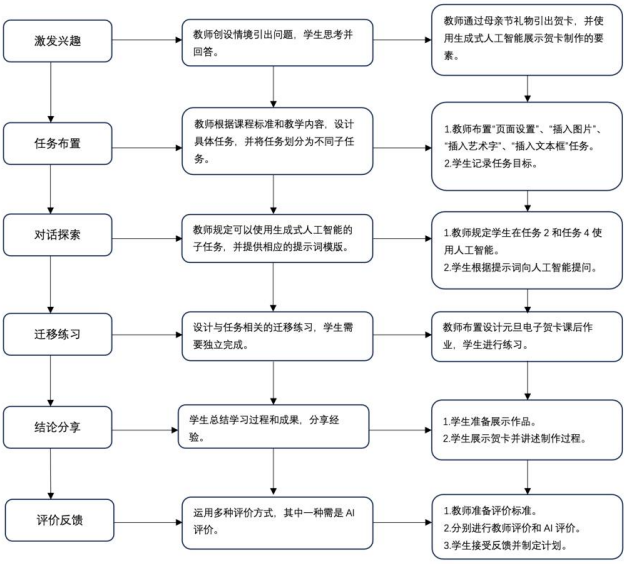


图 3 生成式探究学习教学过程

（1）激发兴趣。教师通过提问和展示电子贺卡引入母亲节的话题，激发学生的兴趣，并引导学生讨论以往在母亲节送给母亲的礼物，同时与生成式人工智能互动，明确制作贺卡的要素和位置关系。学生思考并回答教师问题，明确自己想要制作的贺卡的样式。

（2）任务布置。教师布置《母亲节电子贺卡》的任务，包括页面设置、插入图片、插入艺术字、插入文本框四个小任务，并提供操作提示。学生听取任务要求，并记录每个任务的目标。

（3）对话探索。教师规定学生在完成任务 2“插入图片”和任务 4“插入文本框”时使用生成式人工智能，并提供六个向生成式人工智能提问的提示词范例。学生根据任务要求，向生成式人工智能提出问题，并根据生成式人工智能的回答进行贺卡的制作。

（4）迁移练习。教师布置课后作业，要求学生制作元旦主题贺卡，并回顾制作贺卡的步骤。学生根据任务要求，进行页面设置、插入图片、插入艺术字和插入文本框等操作，并记录遇到的问题和解决方案。

（5）结论分享。学生确保电子贺卡完成，并准备好展示，同时讲述设计思路和学习过程。

（6）评价反馈。将本节课学生的作品进行教师评价和生成式人工智能评价。学生思考来自教师和讯飞星火的反馈，根据反馈制定个人的学习改进计划。

3.4. 实施效果

在五个月的教学实践后，向实验班和对照班分别发放《初中信息科技课程学习投入度调查问卷》，运用 SPSS 软件对这两个班实验前后的问卷数据进行分析，具体数据如表 4 所示。实验结果表明，实验班的学习投入度明显高于对照班，并且两个班之间存在显著差异。

表 4 实验班与对照班学习投入度

维度	班级	样本量 N	平均值	P 值
学习投入度	实验班	46	4.18	0.000
	对照班	42	3.25	
行为投入	实验班	46	4.25	0.000
	对照班	42	3.12	
认知投入	实验班	46	4.12	0.005
	对照班	42	3.09	
情感投入	实验班	46	4.18	0.018
	对照班	42	3.55	

首先，在信息科技课堂学习投入度整体情况上，实验班与对照班的 P 值为 0.000，小于显著性水平 0.05，并且实验班的平均值为 4.18，明显大于对照班的 3.25，所以实验班的学习投入度显著高于对照班。其次，实验班的行为投入、认知投入、情感投入的 P 值分别为 0.000、0.005、0.018，均小于显著性水平 0.05，并且这三个维度的平均值分别为 4.25、4.12、4.18 均高于对照班，所以实验班的行为投入、认知投入、情感投入均显著高于对照班。因此生成式探究学习模式实施后对学生的学习投入度有一定的提升作用。

为了更加深入了解实验班在实施生成式探究学习模式前后学习投入度的变化情况，将实验班的前后测问卷进行配对样本 T 检验，具体数据如表 5 所示。首先，实验后该班级的学习投入总值明显大于实验前，学习投入度值由 3.29 提高到 4.18，并且 P 值为 0.012，小于显著性水平 0.05，这说明该班级在实施生成式探究学习模式后在信息科技课上的学习投入度有了显著提高。其次，行为投入由 3.24 提高到 4.25，增加了 1.01，认知投入由 3.22 提高到 4.12，增加了 0.90，情感投入由 3.39 提高到 4.18，增加了 0.79，实验后的平均值均大于实验前，并且 P 值分别为 0.000、0.024、0.007，均小于显著性水平 0.05，这说明生成式探究学习模式可以有效提高学生在信息科技课上的学习投入度，学生的行为投入和认知投入的增幅较大，表示学生在信息科技课上的参与程度更高，对信息科技课的理解更加深入。

表 5 实验班实验前后学习投入度

维度	班级	前测/后测	样本量 N	均值	P 值
学习投入度	实验班	前测	46	3.29	0.012
	实验班	后测	46	4.18	
行为投入	实验班	前测	46	3.24	0.000
	实验班	后测	46	4.25	
认知投入	实验班	前测	46	3.22	0.024
	实验班	后测	46	4.12	
情感投入	实验班	前测	46	3.39	0.007
	实验班	后测	46	4.18	

4.总结

本文通过对比实验法，将以生成式人工智能驱动下产生的生成式探究学习模式应用到初中信息科技课程中，以期能够提高学生在信息科技课的学习投入度。在五个月的教学实践后，实验班在信息科技课上的学习投入度明显高于对照班，并且相较于实验之前有较大提高。初中二年级学生在信息科技课上的学习投入度增幅达到了大约 27.05%。具体而言，在行为投入方面，学生们积极参与课堂互动，主动完成各项任务，投入度提高了大约 31.17%。在认知投入方面，学生们对信息科技知识的探索欲望不断增强，主动思考和解决问题的能力也有所提高，投入度提高了约 27.95%。在情感投入方面，学生们对信息科技课程的喜爱程度进一步加深，课堂氛围更加融洽，情感投入度提高了约 23.30%。因此在初中信息科技课上使用生成式探究学习模式可以有效提高学生的学习投入度。

在生成式探究学习模式的实际应用中，对话探索环节作为核心部分，既是学生深度学习和拓展思维的关键契机，也面临着诸多挑战。一方面学生通过使用生成式人工智能不仅可以高质量完成学习任务，还可以在学习过程中获取更加丰富的知识，提升思维的广度与深度。但是，另一方面，在这个过程中也暴露了相应的问题。部分学生会出现完全依赖生成式人工智能、随意提问、模仿教师提示词或者提出不相关的问题等行为，这使得他们的思想和行为受到了限制。面对这一现状，教育教学实践需要在充分发挥生成式人工智能优势的同时，积极应对其带来的挑战。具体而言，我们可以设计结构化的对话探索任务、加强教师的引导作用、培养学生的信息素养和批判性思维等等。

生成式人工智能是教育发展的强力辅助而不是阻碍，生成式探究学习模式为教育教学领域注入了全新的活力与理念，为教育现代化提供了新的思路。尽管面临诸多问题，但是通过教育工作者、技术开发者等各方的共同努力和持续改进，我们能够逐步克服这些困难，让生成式人工智能真正在教育中落地落实，为教师和学生的发展与进步带来更多的可能，助力教育的全面提升。

参考文献

万昆，饶宸瑞，徐如梦（2021）。国际教育领域学习投入度研究的焦点与转向。**现代教育技术**，**(04)**，36-43。

武法提，张琪（2018）。学习行为投入:定义、分析框架与理论模型。**中国电化教育**，**(01)**，35-41。

孔企平（2000）。“学生投入”的概念内涵与结构。**外国教育资料**,**(02)**，72-76。

沈苑，房斯萌，柳晨晨（2024）。生成式人工智能教育应用治理：案例与反思。**开放教育研究**，**(06)**，39-47。

黎加厚（2024）。生成式人工智能对课程教材教法的影响。**课程.教材.教法**，**(02)**，14-21。

吴军其，吴飞燕,张萌萌（2023）。数据驱动的协作学习脚手架模型构建与应用。**教育研究与实验**，**(04)**，128-136。

柯清超，米桥伟，鲍婷婷（2024）。生成式人工智能在基础教育领域的应用：机遇、风险与对策。**现代教育技术**，**(09)**，5-13。

郑永和，刘士玉，王一岩（2024）。中国教育数字化的现实基础、实然困境与改革方向。**中国远程教育,44(06)**，3-12。

Kuh, G. D. (2001). Assessing what really matters to student learning inside the national survey of student engagement. Change: The magazine of higher learning, 33(3), 10-17.

人工智能赋能小学单元整体教学模式的构建与实施——以广州市小北路小学为例

Construction and Implementation of an AI-Empowered Overall-Unit Teaching Model in Primary Schools: A Case Study of Xiaobei Road Primary School in Guangzhou

韩萍[1]，王晓梅[2*]，祖晓强[1]，谢映珊[1]，王婷[1]，胡文君[1]
[1]广州市小北路小学
[2]华南师范大学教育信息技术学院
[2*]wxm05062022@163.com

【摘要】本研究以广州市小北路小学为案例，探索人工智能赋能小学单元整体教学模式的构建与实施，创新课程教学模式。本研究基于单元整体教学理念，在教学设计理论和协同理论的指导下，运用文献分析、理论演绎等方法，结合学校“阳光教育”理念，构建了校本特色的教学总模式。以语文、英语学科为例，突出学科特征，设计具体学科的教学模式和实施路径。同时，自主研制智能素养量表，分别对师生进行测量，结果表明该模式能有效提升师生智能素养。本研究将为一线教师提供理论指导和实践借鉴，推动人工智能在中小学的深入应用。
【关键词】人工智能；单元整体教学；模式构建与实施

Abstract: *Taking Xiaobei Road Primary School in Guangzhou as a case study, this research explores the construction and implementation of AI-empowered Overall-Unit Teaching Model in primary education. Guided by instructional design and synergy theories, this study constructs a school-based teaching model integrating the "Sunshine Education" philosophy through literature analysis and theoretical deduction. Discipline-specific implementations in Chinese and English curricula demonstrate subject characteristics. Self-developed smart literacy scales measured both teachers and students, revealing the model's effectiveness in enhancing smart literacy. This research provides theoretical and practical references for front line educators, promoting AI integration in K-12 education.*
Keywords: Artificial Intelligence, Overall-Unit Teaching, Model construction and implementation

1.问题的提出

单元整体教学基于大概念，整合教科书学习、整本书教学和学科实践活动，是贯穿“双基”到素养的教学。人工智能技术为该教学模式提供了技术支持。但如何充分发挥其赋能作用，解决传统单元整体教学模式构建难题并推动其有效实施，是亟待解决问题。基于此，本研究以广州市小北路小学为例，挖掘人工智能技术的功能，探索具有校本特色的人工智能赋能小学单元整体教学模式及学科模式，形成典型案例，为推进基础教育高质量发展提供借鉴。

2.相关研究述评

2.1 小学单元整体教学与实践研究

单元整体教学与实践以单元为单位，系统整合教学内容，旨在培养学生核心素养，落实立德树人任务。当前研究多围绕核心素养目标，探讨其理论模型、教学设计、实施路径和策略。如沈静等基于“整体、同构、关联”特征，构建“N→1”单元整体教学理论模型（沈静等，2024）。李悠悠等基于项目化学习视角，提出高效单元教学设计策略（李悠悠等，2024）。鲍茵茵从学习路径出发，提出小学数学单元整体教学的实施路径（鲍茵茵，2024）。马云鹏以小学数学为例，提出基于结构化主题的教学策略（马云鹏，2023）。综上发现已有研究提供了理论和实践案例，但如何利用人工智能推动小学单元整体教学模式创新仍需进一步探索。

2.2 人工智能赋能中小学教学改革研究

人工智能赋能中小学教学改革是推动教育高质量发展的有效途径，智能时代呼唤全面深化基础教育教学改革（谢幼如等，2020）。智能技术在教学目标、资源、内容、方式和评价等方面为改革提供了新动力。当前，人工智能推动教育从“大规模标准教育”转向“规模化个性学习”助力素养培育（李永智，2023），并发挥优势将生成式人工智能融入智慧教育平台，实现资源共建共享（孙立会等，2024）。此外，研究强调深化信息技术与教学内容融合

（刘丹，2022），依托智能技术打造情境浸入式教学环境（龙安邦等，2023），以及通过数字画像和智能平台优化教学评价（孙婧等，2024）。综上发现，人工智能已在中小学教学改革的诸多方面发挥赋能作用，但聚焦改革的实施与成效研究仍需进一步加强。

3.人工智能赋能小学单元整体教学模式的构建

3.1 模式构建的理论依据

本研究基于单元整体教学理念、教学设计理论和协同理论，构建人工智能赋能的小学单元整体教学模式。单元整体教学以学科核心素养为导向，整合教材内容并动态改进（王巍等，2025）。教学设计是通过系统方法分析教学问题，确定策略并评价结果的过程（谢幼如，2016）。智能时代需以单元主题重构学科内容，明确学习目标，整合大概念并设计教学活动（谢幼如，2022）。协同理论将教师、学生与人工智能视为关联子系统，通过协同效应实现整体规划与分层设计，提升教学质量和效率。

3.2 模式构建的过程方法

本研究结合广州市小北路小学“阳光教育”理念，基于单元整体教学、教学设计和协同理论，运用文献研究和理论演绎，构建了“人工智能赋能的小学单元整体教学总模式”，如图 1 包含五大关键部分：一是以“阳光教育”为育人理念，培养阳光自信的创新型人才；二是依托自适应平台数据，精准制定学科核心素养目标；三是借助生成式人工智能重构教学内容，设计单元主题、任务群和教学问题链；四是利用数字化资源和工具，组织导学、探究、拓展、复习的教学活动，提供沉浸式交互环境；五是借助生成式人工智能和智能评价工具，实现即时反馈与教学调整，贯穿诊断性、过程性和总结性评价，提升教学质量和学习效果。

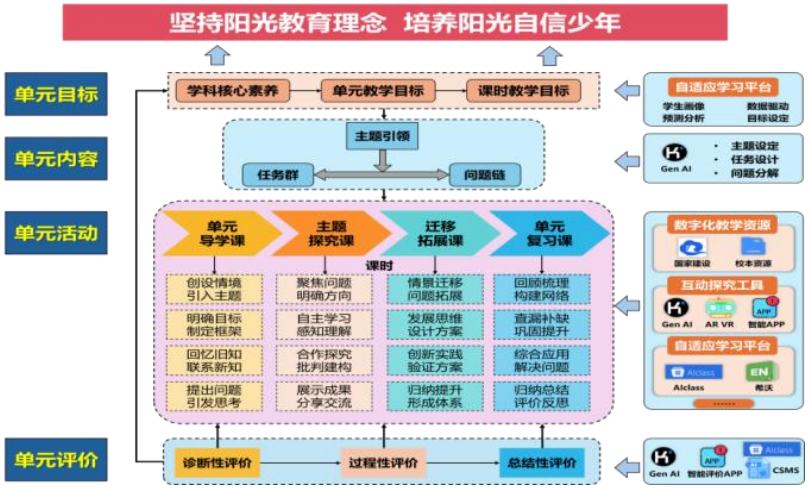


图 1 小北路小学“人工智能赋能的单元整体教学模式”

3.3 模式的创新点

“人工智能赋能单元整体教学模式”创新点在于：将育人理念贯穿单元整体教学全过程为教学实施提供明确方向；通过人工智能技术赋能教学流程，利用数据分析、个性化推荐和实时反馈，解决教学痛点；借助 CSMS 和智能评价 APP 等工具，实现持续性评价，形成“协同诊断-反馈-策略生成-干预-验证”的评价路径，以评促教，提升教学效果和学习体验。

4.人工智能赋能小学单元整体教学模式的实施

4.1 小学语文单元整体教学模式与实施路径

本研究依托“人工智能赋能的单元整体教学总模式”依据“人文主题”和“语文要素”两大要求，结合人工智能技术的赋能作用，规划设计小学语文单元整体教学模式与实施路径。

4.1.1 小学语文单元整体教学模式 小学语文单元整体教学模式以落实语文学科核心素养和育人价值为目标，通过整合单元内容（主题要素、阅读篇章、语文园地、口语交际、单元习作）和优化教学路径（单元导读、识字、阅读、习作、综合性学习课），将诊断性、过程性、总结性和增值性评价贯穿教学全程。同时，借助人工智能技术赋能目标设定、资源推送、智能评改、情景对话、多元评价等环节，最终实现综合育人目标。具体模式如图 2 所示。

图 2 小学语文单元整体教学模式

图 3 小学英语单元整体教学模式

4.1.2 小学语文单元整体教学模式实施路径 为推进小学语文单元整体教学，依据新课程标准“任务群”设计原则，构建了“分析单元语篇，提取核心观点、指向核心素养，凝练单元目标、制定课时目标，重构单元内容、创设教学活动，设计多维评价”的实施路径。以广州市小北路小学四年级《成长故事》单元为例，教师通过数据诊断解析文本，提炼“童年趣事分享会”为单元主题，关联核心素养，确立“学会用批注阅读与叙事表达能力”为培养目标。基于学情将目标拆解为 5 个层级，并将 12 课时整合为 10 课时，依托智能平台实施多维评价，动态优化教学路径，形成“目标—实施—反馈”闭环教学。

4.2 小学英语单元整体教学模式与实施路径

4.2.1 小学英语单元整体教学模式 以学科核心素养为纲，通过“语篇分析-主题提炼-整体规划-课时解析”四阶设计架构单元内容，依托导学、词汇、阅读等六类课型实施教学，整合诊断性、生成性、总结性、增值性四维评价体系，运用 AI 技术实现个性学情诊断、情境仿真及语音动态测评，构建“素养导向-智能支撑-多元评价”的闭环系统，达成育人目标，如图 3。

4.2.2 小学英语单元整体教学实施路径 研究基于小学英语单元整体教学原则，构建了“分析单元语篇，确定单元主题、剖析语篇要素，确定课时目标、规划课堂活动，引导语言建构、实施多元评价，反思优化改进”的实施路径。以小学六年级《Festivals》单元阅读课为例，利用 AI 数字人、智能体和口语软件赋能教学，提升学生英语核心素养，活动流程如图 4 所示。

图 4 小学英语“单元阅读课”活动流程

5.研究结论

本研究基于“阳光教育”理念，构建了人工智能赋能的小学单元整体教学模式，针对语文和英语学科特性衍生出两个子模式，并通过案例验证其有效性，推动教学创新，提升师生智能素养。同时，参考顾小清团队框架，结合素养内涵和教学特点构建了小学教师和学生智能素养评价指标体系，分别包含 4 个一级维度（智能意识、知识、技能、伦理）和 14/15 个二级维度，用于测评广州市小北路小学应用该教学模式前后的智能素养变化。教师问卷回收 36 份，有效 32 份，Cronbach 系数值为 0.942，KMO 值为 0.920，信效度良好，前测后测显著性为.015 见表 1。学生问卷回收 86 份，有效 80 份，Cronbach 系数值为 0.938，KMO 值为 0.855，信效度良好，前测后测显著性<0.001 见表 2，表明该模式能显著提升师生智能素养。

表 1：小学教师智能素养前测后测配对样本 T 检验

		配对差值					t	自由度	显著性（双尾）
		平均值	标准差	标准误差平均值	差值 95%置信区间				
					下限	上限			
配对 1	前测-后测	-.68304	.99487	.24872	-1.21317	-.15290	-2.746	15	.015

表 2：小学生智能素养前测后测配对样本 T 检验

		配对差值					t	自由度	显著性（双尾）
		平均值	标准差	标准误差平均值	差值 95%置信区间				
					下限	上限			
配对 1	前测-后测	-.24833	.41892	.06624	-.38231	-.11436	-3.749	39	<.001

6.结语

人工智能技术的深度融合成为助力课堂教学升级与转型的关键，为教学模式创新提供了技术支撑。在后续研究中，我们将持续深化人工智能在单元整体教学中的赋能机制，进一步拓展“人工智能赋能单元整体教学模式”在不同学科中的实践应用，深入剖析其实践效果和优化策略，以期为中小学教育教学改革提供科学完善的理论框架和实践借鉴。

参考文献

沈静、张秋玲和赵宁宁。（2024）单元整体教学理论模型构建。语文建设,(17)，23-27。

李悠悠和高翔。(2024)基于项目化学习的小学英语单元整体教学设计探索。教学与管理,(35)，38-42。

鲍茵茵。（2024）小学数学单元整体教学的实施及教学质量的提升。人民教育,(17)，80。

马云鹏。(2023)基于结构化主题的单元整体教学——以小学数学学科为例。教育研究, 44(02)，68-78。

谢幼如和黎佳。(2020)智能时代基于深度学习的课堂教学设计。电化教育研究(05),73-80。

李永智。（2023）以数字化开辟教育发展新赛道。人民日报,2023-10-13(09)。

孙立会和周亮。（2024）生成式人工智能融入国家中小学智慧教育平台的实践逻辑。中国电化教育,(08)，71-79。

刘丹。(2022)义务教育语文“新课标”期待的教学变革与走向。上海教育科研,(06), 79-84+65。

龙安邦和余文森。（2023）论新时代中小学教学改革的基本导向。福建师范大学学报(哲学社会科学版),(03)，145-155+171-172。

孙婧和杨子婷。（2024）人工智能时代教学评价改革的主要动因、基本原则与实践路径。课程.教材.教法,44(05)，64-70。

王毳和黄友初。（2025）单元整体教学的现实困境、内在逻辑与发展路径。教育理论与实践,45(02)，43-47。

谢幼如(2016)。教学设计原理与方法。高等教育出版社。

谢幼如、曾丽红、郑兰桢和邱艺（2022）。走进深度课堂。北京师范大学出版社。

運用提示工程優化人工智慧輔助 MOOCs 課程設計

Optimizing MOOCs Instructional Design with the Potential of Prompt Engineering in AI Applications

鄭雅慧 [1*]，陳鏗任 [2*]
[1] 國立陽明交通大學教育研究所
[2] 國立陽明交通大學教育研究所
[*] yafei17.hs12@nycu.edu.tw
[*] kenzenchen@nycu.edu.tw

【摘要】 大規模開放式線上課程（MOOCs）作為新興的數位學習模式，提供具彈性且優質的教育資源。然而，其課程設計與內容更新過程耗費大量人力與時間成本，導致開發效率受限。本研究運用設計式研究法（Design-Based Research），探討如何透過提示工程（Prompt Engineering）技術提升 MOOCs 課程設計效能，同時確保教學品質。研究結果顯示，結構化的提示設計在課程規劃、互動引導與評量設計等面向，展現顯著效益，為數位教學創新提供新方向。
【關鍵字】 提示工程；人工智慧；大規模開放式線上課程；生成式 AI；教學設計

Abstract: *Massive Open Online Courses (MOOCs) are an emerging digital learning model providing flexible high-quality educational resources. However, the process of course design and content update consumes a lot of workforce and time costs, resulting in limited development efficiency. This study uses Design-Based Research to explore how to improve the effectiveness of MOOCs curriculum design and ensure the quality of teaching through the powerful tool of prompt engineering. The results show that structured prompt design significantly benefits curriculum planning, interactive guidance and assessment design, and provides a new direction for digital teaching innovation.*
Keywords: Prompt Engineering, Artificial Intelligence, MOOCs, Generative AI, Instructional Design

1. 前言

數位學習科技的蓬勃發展，使得大規模開放式線上課程（MOOCs）成為促進教育機會均等與知識傳播的重要途徑。隨著全球線上學習需求急遽增加，MOOCs 的課程設計效能與教學品質備受關注。然而，傳統的課程開發模式面臨人力資源密集、更新週期冗長等挑戰。近期興起的生成式人工智慧技術，特別是提示工程的應用，為此提供創新解決方案。

本研究旨在探討如何運用提示工程技術，改善 MOOCs 課程設計流程，並確保生成的教學資源能達到與傳統設計成果相當的品質。本研究選擇設計式研究（Design-Based Research, DBR）框架，透過多次迭代設計與實施，開發能支援教學設計師工作的提示模板，為未來 MOOCs 設計與更新提供理論基礎與實務建議。

2. 文獻回顧

2.1.MOOCs 的發展現況與挑戰

MOOCs 自 2012 年興起後，已發展成為全球高等教育的重要組成部分。依據最新統計，截至 2024 年，全球主要 MOOCs 平台（如 Coursera 等）之註冊學習人數已突破 16 億。然而，課程完成率普遍偏低（約 10%-15%），凸顯學習參與度與教學設計品質的提升需求 (Cagiltay et al., 2020; Jordan, 2015)。

MOOCs 的課程設計需涵蓋課程規劃、教材製作與平台上架等多個環節，對於資源投入要求極高(Kim, 2016)。此外，課程上線後的持續更新亦是重大挑戰，尤其在回應快速變遷的學習需求及教育科技發展時，傳統製課流程的低效率往往導致延誤或成本上升。

2.2.生成式 AI 與提示工程的應用

生成式 AI 透過自然語言處理技術，能高效生成文本、圖像及影音內容，其在教育中的應用潛力逐漸顯現(Walter, 2024)。提示工程作為一種與生成式 AI 互動的技術，透過精心設計的

指令，引導模型生成目標內容。研究表明，優質的提示設計可顯著提升生成內容的完整性與精確性(Rathod, 2024)。

提示工程在線上課程設計中的應用包括課程大綱生成、教材製作與評量工具設計。透過結構化提示，教學設計師能快速生成初步內容，並基於生成結果進行優化，大幅縮短設計週期(Luo et al., 2023)。

3. 研究方法

3.1. 研究設計

本研究採用設計式研究法（Design-Based Research, DBR），透過系統性的迭代設計與實證檢驗，發展適用於 MOOCs 課程設計的提示工程方法。研究歷程分為三個主要階段：首先是初步設計與專家評估階段，需先設計建構基礎提示模板，涵蓋課程規劃、互動設計與評量工具等面向。在提示模板設計階段，本研究透過 OpenAI GPT 系列模型，設計結構化提示。例如：在課程大綱生成提示中，明確指示生成大綱必須涵蓋學習目標、單元架構、主題關鍵詞等，使生成結果符合教學規範。最後是優化與實務驗證，根據專家建議修正提示內容，進行實務應用測試；最後是最終驗證與應用階段，於實際課程開發中實施最終版本提示，評估其效能與實用性。

3.2. 評估指標

本研究採用設計式研究法（Design-Based Research, DBR），透過系統性的迭代設計與實證檢驗，發展適用於 MOOCs 課程設計的提示工程方法。為評估提示工程的實務成效，本研究規劃以「提示品質」作為核心指標，具體面向如表 1。

表 1

指標	評估面向	題項範例
可預測性與透明度	提示表達的任務意圖是否清晰且易於理解	提示的敘述方式能讓您準確預期 AI 生成的內容
領域適配性	提示使用之術語與表述是否符合專業領域需求	提示中所使用的專業術語符合課程設計領域需求
彈性與可調整性	提示設計是否允許方便修改以適應不同情境需求	此提示結構方便根據不同課程內容進行修改
錯誤預防性	提示是否能有效避免生成錯誤或偏離主題的內容	此提示能有效引導 AI 避免生成錯誤或偏題的內容

上述指標將透過評量規準(rubrics)進行量化評估，邀請 3 至 5 位教學設計領域的專業人士，包括教學設計師與課程設計者，對提示工程設計的品質進行評價。此外，研究亦透過半結構式訪談進一步收集質性資料，以深入了解專家對 Prompt 設計的具體回饋，藉此了解教師或教學設計師對 AI 生成內容可靠性的態度，進一步提供未來系統開發與推廣上的具體建議。

透過量化指標與質性訪談回饋，本研究將更全面地驗證提示工程於 MOOCs 課程設計的效能與應用價值，作為未來推動生成式 AI 應用的理論基礎與實務參考依據。

4. 預期結果

4.1. 提示工程的實務應用

本研究將開發一套結構化的提示設計方法，包含針對課程大綱、討論區指引、形成性與總結性評量的具體提示模板。這些提示設計方法將以實務導向為核心，透過多次迭代優化，以確保其適應多樣化的教育情境和學習需求。

4.2. 生成內容的效率提升

在實驗與應用中，研究將驗證提示工程在提升 MOOCs 課程設計效率方面的具體效益。透過提示生成的內容將被專家與實務工作者進行多層次評估，以確保其在內容完整性、專業性及與教學目標的契合度上達到高標準。同時，將進一步量化傳統設計流程與提示工程輔助設計在時間與成本效益上的差異。

4.3.提示工程應用場景的多樣化

研究將探討提示工程在不同課程類型中的應用效果，例如：實作導向課程有助於產生步驟說明與練習題、理論導向課程和生成概念架構與案例說明、跨領域課程能有效整合不同學科知識脈絡。這將有助於擴展提示工程的應用範疇，推動生成式 AI 在教育科技領域的全面應用。

4.4.設計式研究框架的應用價值

本研究計畫的 DBR 框架不僅支持提示設計的開發與優化，也為後續相關研究提供了一套可複製的研究模式。研究結果將形成可供參考的理論基礎與實踐工具，以支持更多學術界及實務界的應用探索。

5. 未來工作

5.1.多語言情境適用

研究將探索提示工程在多語言教育場景中的適用性。設計能支援多語種教學材料生成的提示模板，並評估其在語言準確性與文化敏感性方面的效果。

5.2.個性化學習資源的開發

結合學習者特徵（如學習風格、學習進度及興趣），研究將開發高度個性化的提示設計策略，以生成量身定制的學習資源。此方向可支持教育機構與企業進一步優化其學習平台的用戶體驗。

5.3.生成內容的學習效果驗證

未來研究將進一步分析人工智慧生成內容對學習者的影響，包括學習動機、理解深度與課程完成率等關鍵指標。透過實驗設計和學習者回饋，評估生成內容的實際教學效能，並優化提示設計。

5.4.教師對 AI 生成內容的接受度研究

未來研究亦需深入分析教師或教學設計師對 AI 生成內容可靠性的態度。透過訪談、問卷調查等方法，探討實務工作者對於 AI 輔助生成課程內容的信任度、接受度，以及其可能影響的原因，藉此提供未來系統開發與推廣上的具體建議。

6. 研究結論

本研究透過結合生成式人工智慧技術與設計式研究框架，探索提示工程在 MOOCs 課程設計中的應用潛力。研究發現，精心設計的提示能有效提升生成內容的效率與品質，為傳統課程設計流程帶來創新性解決方案。透過結構化提示模板的開發與多次迭代優化，本研究展示了提示工程在生成課程大綱、討論區指引與評量工具方面的實際效益，並為未來教育技術的應用提供理論基礎與實務指導。

此外，本研究顯示提示工程的應用不僅能減少教學設計師在重複性工作上的時間投入，還能幫助其專注於課程內容的創新與優化。隨著生成式人工智慧技術的進一步成熟，其在多語言、多文化情境及個性化教育中的應用前景廣闊。未來提示工程與其他教育技術的結合有望構建更加互動、智能且高效的數位學習生態。

然而，研究者也必須進一步探討與驗證 AI 生成內容的學習效果、學習者對生成內容的接受程度，以及提示工程對教育公平性的長期影響。這些議題為未來研究提供了明確方向，也提醒教育界在推廣生成式人工智慧應用時，需謹慎平衡效率與倫理考量，特別是生成內容的公正性與教育公平議題。透過人機協作模式，教學設計師與教師可確保生成內容既滿足效率需求，又兼顧倫理與教學品質，為未來數位學習生態的發展奠定穩健的基礎。

總而言之，提示工程作為生成式人工智慧應用的重要技術，不僅展現了解決 MOOCs 課程設計效率瓶頸的潛力，對於促進數位內容的更新和推展有節省工作資源的效益；然而，如何協助教學設計師進行人工智慧相關知能的培訓及培養對 AI 生成內容的信任度，將成為未來進一步努力的課題。

參考文獻

Cagiltay, N. E., Cagiltay, K., & Celik, B. (2020). An analysis of course characteristics, learner

characteristics, and certification rates in MITx MOOCs. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, *21*(3), 121-139. https://doi.org/10.19173/irrodl.v21i3.4698

Jordan, K. (2015). Massive open online course completion rates revisited: Assessment, length and attrition. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, *16*(3). https://doi.org/10.19173/irrodl.v16i3.2112

Kim, S.-W. (2016). MOOCs in Higher Education. In. InTech. https://doi.org/10.5772/66137

Luo, Y., Tang, Y., Shen, C., Zhou, Z., & Dong, B. (2023). Prompt engineering through the lens of optimal control. *arXiv preprint arXiv:2310.14201*. https://dx.doi.org/10.48550/arXiv.2310.14201

Rathod, J. D. (2024). Systematic Study of Prompt Engineering. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, *12*(6), 597-613. https://doi.org/10.22214/ijraset.2024.63182

Walter, Y. (2024). Embracing the future of Artificial Intelligence in the classroom: the relevance of AI literacy, prompt engineering, and critical thinking in modern education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *21*(1). https://doi.org/10.1186/s41239-024-00448-3

以 ChatGPT 輔助微分學習：不同學習投入程度之技術型高中學生學習成效分析

Using ChatGPT to Assist Differential Calculus Learning: An Analysis of Learning Outcomes Among Technological High School Students with Different Levels of Engagement

葉芳君[1*]，陳鏗任[2*]
[1] 國立陽明交通大學教育研究所
[2] 國立陽明交通大學教育研究所
[*] emily460674.hs12@nycu.edu.tw
[*] kenzenchen@nycu.edu.tw

【摘要】 微積分是技術型高中課程的核心科目，對學生高階思維與問題解決能力的養成至關重要。然而，傳統教學模式難以滿足個別化需求。生成式 AI 工具 ChatGPT 以即時問答與個性化指導功能，補足傳統教學的不足。本研究以技術型高中學生為對象，探討 ChatGPT 輔助微分學習的成效，並分析不同學習投入程度學生的使用行為與學習表現。
【關鍵字】 ChatGPT；微分；技術型高中；學習投入；AI 教育應用

Abstract: *Calculus is a core subject in technical high school, essential for developing students' higher-order thinking and problem-solving abilities. However, traditional teaching methods often struggle to meet individualized learning needs. Generative AI tools, such as ChatGPT, can compensate for these shortcomings through real-time question-answering and personalized guidance. This study investigates the effectiveness of using ChatGPT to assist technical high school students in learning differentiation, analyzing the usage behaviors and academic performance among students with varying levels of learning engagement.*
Keywords: ChatGPT, Differentiation, Technical High School, Learning Engagement, AI Educational Applications

1.緒論

微積分是數學的重要基礎，對高階思維與問題解決能力養成至關重要。其應用廣泛，展現數學在科技創新中的重要地位（Hong, 2024）。然數學學習需系統與累積，傳統教學模式難以滿足學生多樣化的需求，視覺化工具雖能提供部分幫助，但缺乏即時回饋與個人化指導。生成式 AI 如 ChatGPT 以即時解答與提供適性化學習功能，有效補足傳統教學不足。研究指出，ChatGPT 有助於提升學生的深層理解與解題能力，但其仍有侷限性。如何探索最佳應用 ChatGPT 在數學教學中的應用模式，成為近年研究的焦點。

本研究旨在探討 ChatGPT 在技術型高中微分教學中的應用成效，分析不同學習投入程度對學習成效的影響。基於數學學業投入量表（李靜儀、龔心怡，2019），研究學生在認知、情感與行為投入上的表現，並結合 ChatGPT 使用接受度（Yilmaz et al., 2023），探索對學習成效的影響。藉由分群分析，識別不同學習者類型並比較其學習表現。

故本研究問題為：

問題 1-1：高中生學習投入的各層面對學習成效的影響幅度是否不同？

問題 1-2：高中生 ChatGPT 接受度的各構面對學習成效的影響幅度是否不同？

問題 1-3：高中生學習投入與 ChatGPT 使用態度是否存在關聯？

問題 2-1：根據學習投入與 ChatGPT 使用接受度，學生可分為哪些群體？

問題 2-2：擁有哪些特徵的學習者更適合使用 ChatGPT 學習微分？

2.文獻回顧

2.1.數位情境下使用對話機器人的學習成效

ChatGPT 逐漸成為教育領域的重要工具。特點包括高效文本生成、即時問答、語言翻譯及自動總結，能顯著提升學習效率（Hwang & Chen, 2023）。ChatGPT 簡易操作，能分析需求並協助設計適性化學習計劃，與提供類似大學本科的知識水準（Frieder et al., 2024）。故可提

升學生的批判性與創造性思維能力，提供資源建議與技能指導。亦引發如隱私、智慧財產權及學術不誠實等挑戰，並可能影響獨立思考能力（Javaid et al., 2023）。儘管如此，ChatGPT 為教育帶來數位改革的契機。適當監控與規範使用可應對挑戰，亦能提升媒體素養與批判性思維（Tlili et al., 2023）。在自然語言處理及互動學習輔助有優勢。能以連貫方式解釋數學概念。其即時反饋功能有效促進學生的自我調節學習能力與參與度，尤其個人化生成練習題與學習材料可提高學習效果（Mai et al., 2024）。然而，其在處理高階數學問題可能出現邏輯錯誤，需搭配專業工具，補足其在精確計算與視覺化方面的不足（Botana & Recio, 2024）。綜合以上，ChatGPT 憑藉其自然語言處理與互動特性，在教育場景中展現廣泛應用。藉由合理設計教學活動，可有效輔助教學並提高學生學習成效。

2.2.學習投入

學習投入描述學生在學習過程中的心理、情感及行為參與。Fredricks 等人（2004）將學習投入分為三個面向：行為投入、情感投入與認知投入。行為投入主要關注學生在課堂及校內相關活動中的具體參與情形。行為投入可包含遵守課堂規範、積極參與課堂討論和努力完成作業等行為。情感投入描述學生在學習過程中對學校、教師及學習任務的情感反應。正向情感如興趣、愉悅，能促進學習動機與投入，而負向情感如無聊、焦慮。情感投入不僅影響學習的持續性，還可能使情感與認知交互作用強化深度學習。認知投入體現在學生是否願意深入探索學習任務，並在問題解決和批判性思考中展現出高水平的參與。

學習投入的三個面向並非獨立存在，而是彼此交互影響。例如，情感投入（如興趣）可能促進行為投入（如參與度）與認知投入（如深層學習策略的應用）（Fredricks et al., 2004）。此外，Liao 和 Wu（2022）提到，行為投入可以進一步增強認知層面的參與，特別是在需要高程度合作與交流的學習環境中。同時，Hasnine 等人（2021）的研究顯示，積極情感的支持有助於提高整體學習投入，促進學生在學業上的進步。故學習投入共構成學生學習經驗的基礎，並對學習成效產生影響。現場教師應充分考量學生的投入狀態，設計適合的教學策略，以激發學生的學習動力與持續性，達成學習目標。

2.3.高中階段微分教學與未來影響

高中微積分內容與教學方式與大學差異顯著，如高中以直觀方式描述極限，大學則採更嚴謹的定義。高中多聚焦於基本計算，大學則需處理更抽象的數學概念與靈活解題。微積分學習困難源於代數基礎薄弱、資源不足及課程設計不完善（Hong, 2024）。特別是資源匱乏的環境更易出現學習斷層，限制學生進一步學習與就業機會，如工程師需具備數學應用能力。若學習階段未掌握，將對大學及職涯發展造成限制（Biza et al., 2022）。許多研究提出學生為中心的教學模式，如合作學習、翻轉教室及自主練習 （Leitner & Gabel, 2024）。智慧學習工具亦顯潛力，ALEKS 系統生成適性化題目，減輕教師負擔並提升學習效率（Kumor et al., 2024）。Urhan 等人（2024）指出 ChatGPT 即時輔導、簡化概念並促進學習，但需結合教師審核確保內容準確。故微積分教育結合 AI 工具與人為指導，有助提升教學效率與學生學習效果，實現概念性與程序性的平衡發展。

3.研究方法

3.1.研究對象

本研究對象為台灣北部三所公立技術型高中的學生，包括資訊科與化工科各兩班，每班約 30 人，共計 120 名學生，均於高二下學期學習四技二專統測數 C 類群要求的微分單元。同時，為維持實驗的熟悉度與自然性，授課由原班教師進行，教師對學生的了解有助於有效指導教學，並確保研究條件一致。研究選取的三校在科技設備與資源分配上無明顯差異，學生基本熟悉 ChatGPT 等 AI 工具，能迅速參與相關學習活動，為本研究提供適合的實驗基礎。

3.2.研究流程與工具

本研究使用 Uedu 優學院（https://uedu.tw）作為研究工具，該平臺基於 ChatGPT 4o mini 的語言模型設計，是一個提供多用戶的數位學習平臺。Uedu 支援虛擬助教，並透過上傳教材文本，提供精準回覆。該平臺運用生成式 AI 技術追蹤學生學習軌跡，提供適性化教學輔助，

從而提升學習成效與教學效率。每堂課包含三階段活動：包含 20 分鐘教師講解基礎概念；20 分鐘 Uedu 合作學習；10 分鐘的教師與學生討論。每個模組結束後，進行 5 分鐘問卷調查，蒐集學生對教學效果的感受與回饋，並透過定期考試評估學生學習成效。研究數據包括平台上學生互動記錄、問卷回饋及考試成績。研究將探討合作學習對數學學習的影響，並歸納本教學模式的優點與改進方向。

3.3.分析方法與預期結果

本研究以 Uedu 平台蒐集的學生與 ChatGPT 互動數據為基礎，結合數學學業投入量表（李靜儀、龔心怡，2019）與 ChatGPT 使用接受度量表（Yilmaz et al., 2023），採用多元迴歸模型分析學習行為與 ChatGPT 使用接受度對學習成效的影響。利用 K-Means 分群分析將學生依學習投入與 ChatGPT 使用接受度劃分群體，並將分群結果納入多元迴歸模型，探索促進學生使用 ChatGPT 學習效能的特徵，並檢驗不同群體間學習成效的差異。

本研究預期高學習投入學生更頻繁深入地使用 ChatGPT，將其視為有效學習工具；而低學習投入學生雖使用深度較低，但藉助 ChatGPT 的支持仍可提升成效。預期行為投入與認知投入為主要影響因素，而 ChatGPT 的易用性與滿意度能輔助提升學業表現，特別是高學習投入學生的表現提升更為明顯。

參考文獻

李靜儀、龔心怡（2019）。「國中學生數學學業投入量表」之發展與編製及其信、效度研究。**測驗學刊，66**(1)，83-116

Biza, I., González-Martín, A. S., & Pinto, A. (2022). 'Scaffolding'or 'filtering': a review of studies on the diverse roles of calculus courses for students, professionals and teachers. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education, 8*(2), 389-418.

Botana, F., & Recio, T. (2024). Geometric Loci and ChatGPT: Caveat Emptor! *Computation, 12*(2), 30.

Bui, P. (2023). Promoting flexible mathematical thinking with growth mindset, deliberate practice, and serious games. *LUMAT-B: International Journal on Math, Science and Technology Education, 8*(1).

Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of educational research, 74*(1), 59-109.

Frieder, S., Pinchetti, L., Griffiths, R.-R., Salvatori, T., Lukasiewicz, T., Petersen, P., & Berner, J. (2024). Mathematical capabilities of chatgpt. *Advances in neural information processing systems, 36*.

Hasnine, M. N., Bui, H. T., Tran, T. T. T., Nguyen, H. T., Akçapınar, G., & Ueda, H. (2021). Students' emotion extraction and visualization for engagement detection in online learning. *Procedia Computer Science, 192*, 3423-3431.

Hong, D. S. (2024). How do students learn definite integrals? Exploring students' learning opportunities. *School Science and Mathematics, 124*(1), 32-47.

Hwang, G.-J., & Chen, N.-S. (2023). Editorial position paper. *Educational Technology & Society, 26*(2).

Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Khan, S., & Khan, I. H. (2023). Unlocking the opportunities through ChatGPT Tool towards ameliorating the education system. *BenchCouncil Transactions on Benchmarks, Standards and Evaluations, 3*(2), 100115.

Kumor, T., Uribe-Flórez, L., Trespalacios, J., & Yang, D. (2024). ALEKS in High School Mathematics Classrooms: Exploring Teachers' Perceptions and Use of this Tool. *TechTrends*, 1-14.

Leitner, A., & Gabel, M. (2024). Students' Self-work During Lectures in Calculus Courses–Cognitive and Affective Effects of a Small Intervention. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 1-23.

Liao, C.-H., & Wu, J.-Y. (2022). Deploying multimodal learning analytics models to explore the impact of digital distraction and peer learning on student performance. *Computers & Education, 190*, 104599.

Mai, D. T. T., Da, C. V., & Hanh, N. V. (2024). The use of ChatGPT in teaching and learning: a systematic review through SWOT analysis approach. *Frontiers in Education*.

Nguyen, H. A., Stec, H., Hou, X., Di, S., & McLaren, B. M. (2023). Evaluating chatgpt's decimal skills and feedback generation in a digital learning game. *European Conference on Technology Enhanced Learning*.

Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R., & Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart learning environments, 10*(1), 15.

Urhan, S., Gençaslan, O., & Dost, Ş. (2024). An argumentation experience regarding concepts of calculus with ChatGPT. *Interactive Learning Environments*, 1-26.

Yilmaz, H., Maxutov, S., Baitekov, A., & Balta, N. (2023). Student attitudes towards Chat GPT: A technology acceptance model survey. *International Educational Review, 1*(1), 57-83.

生成式人工智能对高校学习者高阶思维能力的影响研究

Research on the Impact of Generative Artificial Intelligence on Higher-order Thinking Skills of College Learners

苏灵欣[1] 冯仰存[2]
[1]同济大学职业技术教育学院硕士生
[2]同济大学职业技术教育学院助理教授
[1]sulx969@163.com

【摘要】 “人工智能+”时代，生成式人工智能（AIGC）的优势技术特征和泛领域的知识问答能力大放异彩。高阶思维能力（HOTS）被国内外公认为是培养 21 世纪杰出人才的关键要素。如何顺应时代发展，准确有效地培养高校学习者的高阶思维能力，已成为教育界讨论的一个重要话题。本研究构建了高校学习者高阶思维能力的测评框架，通过问卷调查分析了 AIGC 对高校学习者的影响。结果显示 AIGC 能显著提升高阶思维能力，但影响程度因性别、专业和学历而异。研究建议高校应当鼓励教师融入高阶思维教学，提供资源支持学习者利用 AIGC 提升高阶思维能力。
【关键词】 生成式人工智能；高阶思维能力；高校学习者

Abstract: *In the "AI+" era, generative AI (AIGC) stands out for its advanced features and knowledge answering. Higher-order thinking skills (HOTS) are globally seen as crucial for 21st-century talent development. This study addresses the need to cultivate HOTS in college students by constructing a measurement framework and assessing AIGC's impact via a survey. Findings indicate AIGC significantly boosts HOTS, with varying effects across genders, majors, and education levels. It recommends that institutions encourage HOTS integration in teaching and support students in leveraging AIGC to develop these skills.*
Keywords: Generative artificial intelligence; Higher-order thinking skills; College learners

1.前言

在高校教育过程中，引导学生从低级的思考记忆与领悟到高级思考的转变，对各种信息进行分析、综合和评估，这对于创造新教育模式、提高人才质量具有重要意义。随着生成式人工智能技术的迅猛发展，这一新兴工具正逐渐改变教育领域的面貌。生成式人工智能（Generative AI），如 OpenAI 推出的 ChatGPT 和谷歌的 Gemmi 等，已经成为高等教育中学者和学习者的重要助力。这些系统不仅能够处理复杂的自然语言任务，还能够生成文本、音频和图像等多种形式的内容，促使学习者在信息获取与知识创造方面有了新的可能性。正因为如此，越来越多的教育工作者开始关注生成式人工智能对教育效果的影响，特别是其对学习者高阶思维能力的潜在促进作用。

本研究的目的在于通过实证分析，揭示生成式人工智能如何影响高校学习者的高阶思维能力，为教育工作者提供有关如何整合这些新技术以提升教育质量的实际建议。我们希望通过本研究，为高校教育的未来发展提供新的视角和实证依据，以更好地适应信息技术快速发展的时代背景。

2.文献回顾

2.1 生成式人工智能的发展现状

现阶段大部分研究主要包括生成式人工智能的基础机制、核心功能和应用领域三大方面进。第一，生成式人工智能的基础机制是学习和训练，它依赖于深度学习模型，通过学习和训练的方式提升其生成内容的能力:第二，生成式人工智能的核心功能是创建新内容，这些内容可以是文本、图像、视频、音频、计算机代码、合成数据、工作流程、实物模型等;第三，生成式人工智能的优势是应用领域广泛，如艺术创作、教育、编程、设计以及更广泛的科学研究。

2.2 高阶思维能力的内涵与评价

高阶思维能力被普遍认为是高阶思维的外在表现形式，针对高阶思维能力的构成要素不同学者得出的结论略有差异。其发展主要源于布鲁姆的教育目标六分类，其中记忆、理解和应用为低阶思维能力，将分析、综合和评价作为高阶思维能力，是一种高层次的并且以认知水平为基础的综合性的能力（安德森，2008）。国内钟志贤（2004）将问题求解、决策、批判和创造四个方面的思维能力定义为高阶思维能力，认为高阶能力是以高阶思维为核心，解决劣构问题或复杂任务的心理特征。例如，Yang（2014）将高阶思维划分为创造性思维、批判性思维和问题解决能力三个维度，在前人设计的《托兰斯创造性思维测验》、《批判性思维水平测试》以及《问题解决新测试》量表的基础上进行改编、整合形成量表对学习者高阶思维倾向进行测量。

2.3 生成式人工智能对学习者高级思维能力的影响

生成式人工智能的兴起为教育领域带来了深刻变革，尤其是在高校教育中，其对学习者高阶思维能力的影响引发了广泛关注。高阶思维能力是指超越简单记忆和理解，涉及分析、评价和创造等高层次认知过程的能力，对于高校学生适应未来社会和职业发展至关重要（李曼丽等，2025）。因此，探讨生成式人工智能对高校学习者高阶思维能力的影响具有重要的理论和实践意义。

3.研究设计

3.1. 量表编制

在本研究中，量表被分为两个部分，分别研究了大学生数字化学习能力和学业发展的现状。量表参考借鉴了黄程琰的《大学生高阶思维能力量表》、刘友霞的《关于问题解决能力的评估量表》、冯影的《智慧教育背景下师范生创造性能力评价指标体系》以及国外的社会问题解决量表（SPSI）评估体系的基本构架，主要从 5 个能力层面 11 个基本能力要素出发，结合不同能力维度的特点，提出了 15 条与之相对应的高阶思维能力的基本评估指标，在量表的基础上，编制出大学生数字化学习能力部分的问卷内容，该部分共 25 道量表题。

3.2. 信效度检验

在进行正式问卷调查之前，本研究对编制出的问卷进行了小范围预测试，除去无效问卷后共得到 93 份答卷。在效度方面，本研究以有关成熟量表为依据，对各种可能变量进行测验，并通过理论与实践的验证，具有较高的内容效度。因此，本研究以问卷调查为基础，对调查问卷的结构效度进行了测试，高阶思维能力能力五个子维度的以及对 AIGC 的了解程度的 AVE 值均大于 0.5,且组合信度均大于 0.7,说明 AIGC 对高阶思维能力的影响与对 AIGC 的了解程度具有较好的聚合效度，可以进行正式问卷的发放与数据分析。

3.4. 数据收集及抽样设计

本研究主要采用问卷调查法，采用分层随机抽样的方式对东北师范大学的不同年级、不同专业的学生进行调查。受访者分布本科生，硕士生和博士生等不同层次学历水平。在正式调查中,共收回 150 份答卷,除去无效问卷(全部题项均选择同一选项、作答时间低于 100 秒)后得到 137 份有效问卷，有效率为 91.3%。

4.数据分析与结果

4.1. AIGC 对高校学习者高阶思维能力影响分析

4.1.1. 高校学习者高阶思维能力及其子能力描述性统计分析

通过 SPSS 统计软件对再测样本数据（n=137）进行描述性统计，对于各项感知维度（了解感知、使用感知、有用感知）以及高阶思维能力及其各分项（批判性思维、创造性思维、问题解决能力、自我效能、自我调节能力），均值都在 3 左右波动，表明样本总体在这些方面处于中等水平。例如，了解感知均值为 3.19，说明学生群体对相关事物的了解程度处于一个中等偏向较好一点的状态。标准差反映了数据的离散程度,各维度的标准差数值在 0.7 - 1.1 左右，样本内部存在一定的个体差异。以批判性思维均值 3.3084 和标准差 0.86723 为例，标准差不算小，意味着生成式人工智能对高校学习者在批判性思维能力表现上有较为明显的分化。

4.1.2. AIGC *对高阶思维能力影响的相关性分析*

在对各项相关性的研究中发现，不同感知维度之间存在着特定的关联模式。就感知维度之间的相关性而言，了解感知与使用感知呈现出极为显著的正相关，其 Pearson 相关性达到 0.468**，表明高校学习者对 AIGC 的了解程度越深，那么他们在学习中使用 AIGC 的倾向就越强烈，二者紧密相依、彼此促进。使用感知也与批判性思维、创造性思维、问题解决能力等呈现显著正相关，以使用感知与问题解决能力为例，二者的 Pearson 相关性高达 0.363**，这意味着在实际操作中运用 AIGC，能够切实助力学生高阶思维能力的成长。

4.2. AIGC 对高校学习者高阶思维能力影响的差异分析

4.2.1.学习者性别差异分析

考虑高校学习者男生与女生之间思维方式和行为风格上的差异,故使用独立样本 t 检验对男女性别间高阶思维影响的差异进行分析和探究。利用独立样本 t 检验去研究性别对于 AIGC 了解使用情况，高阶思维能力影响情况及其五项子维度共 7 项的差异性。

4.2.2. 学习者专业类别差异分析

利用单因素方差分析去研究专业类别对于 AIGC 了解使用情况，高阶思维能力影响和五项子维度的影响共 7 项的差异性。

可以看出：不同专业 AIGC 对总维度高阶思维能力影响的差异性总体来说表现不明显（p>0.05），但是在子维度上稍有区别。例如在 AIGC 对解决问题能力的影响，理工类标准差明显小于文史哲、经管类和其他。文史哲和经管类的得分均值较高，但标准差较大，这表明 AIGC 对这两类专业高校学习者解决问题能力的影响较为明显，但影响力大小普遍不均，参差不齐。在提升自我学习调节能力上，文史哲学科与其他学科出现明显差异，平均值，单题均值和标准差均高于其他，说明 AIGC 的使用使得文史哲类大学生得益于技术的发展，自我学习调节能力提升明显。

4.2.3. 学习者学历差异分析

高校学习者的学历水平在一定程度上会影响大学生应用 AIGC 提升高阶思维能力的效果。例如较高学历者博士生，这类学习者往往本事具备较高的学科素养和人工智能素养，AIGC 资源和科研学习条件比学历较低的本科生要充足很多。除此之外，不同学历的学习科研观念和自我调节方式的差异会导致不一样的个体成长和思维发展路径。高校学习者中处在本科生研究生学历的，AIGC 对高阶思维能力的提升在整体平均值和单题均值上得分都低于研究生和博士生。直接反应了这两者差异的显著性，考虑到能够读到博士的高校学习者本身高阶思维能力就已经处于较高水平，故在完成任务中使用 AIGC 较为容易，与本研究的结果吻合。

5.研究结论与建议

AIGC 对高校学习者的高阶思维能力水平影响在性别上不存在差异,在专业和学历存在显著差异。从整体 AIGC 对高校学习者高阶思维能力的影响来看，高校学习者整体的高阶思维能力是提升的。从性别上来看，男生和女生的高阶思维能力水平的均值相近，无太大差异。从专业方向来看，理工类、文史类专业的学生的度学习水平明显高于经管类专业的学生。但从学习经验的角度来看，一般经管类学习者的高阶思维能力理应不低，但是本研究得出的结论与此相反，这也是后续的研究可以进行深入探讨的地方。从学历水平上来看，从本科生到博士研究生的学生的高阶思维能力水平提升影响的平均值呈现出递增的趋势，且本科生与博士生的高阶思维能力水平提升存在显著的差异。

合理使用 AIGC 提升高校学习者高阶思维能力需要学生、教师与学校多方举措。当前高校学习者对 AIGC 了解程度不低，但缺乏正确使用方法来提升高阶思维能力。学习者可精选感兴趣的 AIGC 软件或模型，锻炼获取核心观点的能力，多参与 AIGC 实验以积累知识，丰富科研实践经历，增强问题解决意识，在使用 AIGC 时激发新灵感。高校教师应当借助 AIGC 培养研究生学术创造性能力，应在课堂中引入 AIGC，采用辩论或小组研讨等方式，为学生提供发言平台，强调知识共享，让学生在交流中迸发新灵感，开阔思维。校方理应大力提供 AIGC 资源,鼓励学生参与相关项目,让学生在使用 AIGC 的过程中培养科学思维和严密逻辑。

同时，要及时推送最新的 AIGC 资讯，帮助学生掌握前沿知识。此外，校方要重视学生高阶思维能力的培养，指导学生掌握必要的 AIGC 工具，加强与学生的沟通互动，让 AIGC 助力学生高阶思维能力发展贯穿学习生涯。

参考文献

杨敏然,张新兴 & 陶荣湘.(2024).现状与趋势：国内人工智能生成内容（AIGC）研究透视.图书馆理论与实践(02),56-65.doi:10.14064/j.cnki.issn1005-8214.20231225.001.

徐慧芬, 庞畅, 郑如歆, 陆吉健 & 董伟. (2024). 生成式人工智能赋能敏捷课程开发与实践研究. 远程教育杂志 (05), 95-101. doi:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2024.05.010.

武法提,夏文 & 高姝睿.(2025).以生成式人工智能重塑智慧学习环境:从要素改进到生态重构.电化教育研究(01),54-63.doi:10.13811/j.cnki.eer.2025.01.008.

[美]安德森学习、教学和评估的分类学--布卢姆教育目标分类学(修订版)[M].皮连生译.上海：华东师范大学出版社,2008:1-20.

钟志贤.(2004).教学设计的宗旨:促进学习者高阶能力发展.电化教育研究(11),13-19.doi:10.13811/j.cnki.eer.2004.11.003.

Brookhart S M.(2010)How to Assess Higher-Order Thinking Skills in Your Classroom[J]. ASCD.

Yang Y. (2014).Virtual Ceos:a Blended Approach to Digital Gaming for Enhancing Higher Order Thinking and Academic Achievement Among Vocational High School Students[J]. Computers&Education,81.

李曼丽,乔伟峰 & 李睿淼.(2025).大语言模型工具能促进高校学生的高阶思维能力发展吗？——基于 12 所双一流大学学生问卷调查的实证分析.现代教育技术(01),34-43.

深度学习支持的课堂教学行为识别与分析研究——基于 2015-2025 年系统性文献综述

Deep Learning-Supported Classroom Teaching Behavior Recognition and Analysis: A Systematic Literature Review Based on 2015-2025 Studies

熊芳庆[1]，周德青[1*]，杨谨瑜[1]
[1]华南师范大学教育信息技术学院
1669503615@qq.com

【摘要】 深度学习在课堂教学行为识别与分析中展现出巨大潜力。本研究通过检索中国知网和 Web of Science，筛选、编码并系统性分析了 2015-2025 年间 56 篇文献。研究发现：当前研究主要聚焦于数据集构建、识别算法模型、分析技术及应用场景。结果表明，深度学习技术在课堂教学行为识别与分析领域虽取得了一定进展，但仍存在多场景多模态的开源数据集构建不足、算法模型泛化能力有限、分析方法需进一步优化、相关教育应用场景不足等问题。
【关键词】 深度学习；课堂教学行为识别；行为分析；系统性文献综述

Abstract: *Deep learning has shown significant potential in the recognition and analysis of classroom teaching behaviors. This study systematically reviews 56 articles from 2015 to 2025, retrieved from CNKI and Web of Science. Findings reveal a focus on dataset construction, recognition algorithms, analytical techniques, and application scenarios. Despite progress, challenges remain, including insufficient multi-scenario and multi-modal datasets, limited model generalization, and the need for optimized analysis methods and expanded educational applications.*
Keywords: Deep Learning,Classroom Teaching Behavior Recognition,Behavior Analysis,Systematic Literature Review

1.引言

深度学习作为人工智能核心技术之一，在教育领域中的课堂教学行为识别与分析方面，展现出了巨大的潜力。国内外学者多聚焦于课堂教学行为的识别模型、分析技术与方法、应用场景等方面，但其缺乏系统性梳理和趋势规律的揭示。为此，本研究系统地梳理和分析近十年间深度学习支持的课堂教学行为识别与分析研究的现状，揭示该领域的研究热点和难点问题，为后续研究提供参考和借鉴。

2.研究设计

2.1. 研究问题

本研究致力于回答：课堂教学行为识别的数据集建设如何？模型（算法）有哪些？分析技术与方法怎样？应用场景有哪些？

2.2. 研究方法

本文采用系统性文献综述法，该方法克服了传统文献综述的主观性和偏见性等问题，具备更高的透明度和可重复性，能更系统地揭示整体趋势和发展脉络。

2.3. 研究步骤

2.3.1. 文献检索策略

在中国知网、Web of Science 中以“深度学习”“课堂教学行为/教学行为/课堂行为”“识别/分析”“deep learning”“classroom teaching behavior/classroom behavior/teaching behavior”“recognition/analysis”等为关键词，以“并且”连接精确检索，时间限定为 2015.1.1-2025.1.1，最终获得 656 篇文献。

2.3.2. 文献筛选标准

为获得准确可靠结果，本研究对 656 篇文献设定了纳入和排除标准（见表 1）。

表 1 文献纳入/排除标准

序号	纳入标准	排除标准
1	全文可获取	全文不可获取
2	核心期刊（CSSCI、北大核心等）	非核心期刊
3	文章至少包含 3 页	少于 3 页的短论文、海报等
4	研究主题聚焦课堂教学行为	研究主题非课堂教学行为
5	包含明确的研究问题、方法和结论	未涉及研究问题、方法和结论

2.3.3. 文献筛选过程

本研究严格遵循系统性文献综述的研究步骤，筛选结果如下：

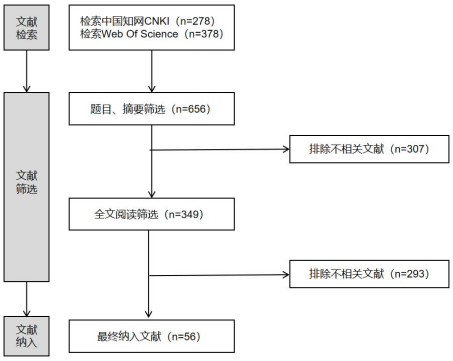


图 1 文献检索和筛选流程

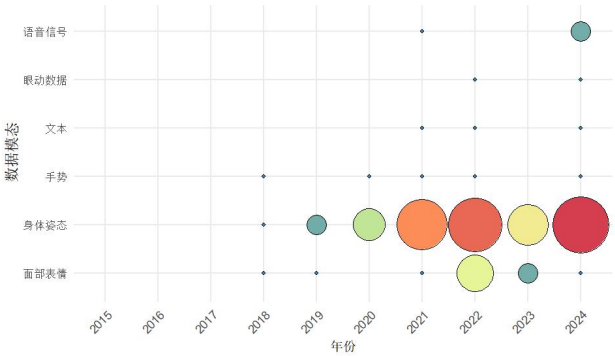


图 2 多种模态数据集的描述性统计

3.研究结果

3.1. 训练课堂教学行为识别模型的数据集

数据集是深度学习支持的课堂行为识别的基础。统计发现使用公共数据集的研究有 10 篇（17.9%）、自建数据集的研究有 46 篇（82.1%）。如闫兴亚等[i]在 MSCOCO Keypoints 和 MPII 数据集上识别了学生姿态；谢伟等[ii]以湖北武汉某大学真实授课视频为原始数据构建了学生课堂行为视频数据集。56 篇文献分别采用了身体姿态（42 篇）、手势（5 篇）、面部表情（11 篇）、语音（3 篇）、眼动数据（2 篇）、文本（3 篇）等多种数据模态（见图 2）。

3.2. 课堂教学行为识别算法与模型

算法与模型深刻影响课堂教学行为识别的准确性。统计发现，主要采用了卷积神经网络（29 篇）、YOLO（16 篇）、深度神经网络（9 篇）、残差网络（6 篇）、循环神经网络（6 篇），图神经网络、反向传播神经网络、极限学习机等算法应用较少（见表 2）。卷积神经网络（CNN）通过其强大的特征提取能力，能够有效地从视频帧中识别出学生的行为模式。此外，长短期记忆网络（LSTM）和 CNN 的结合使用，也被证明在处理序列化行为数据时具有较好的效果，如马玉慧等[iii]在其研究中所采用的 CNN+LSTM 模型，有效地分析了教师的课堂提问行为。

表 2 国内外算法模型汇总

深度学习算法	衍生算法	篇数及引用
卷积神经网络	Faster R-CNN、CNN-10、3D-CNN、ADCNN、MTCNN 等	29 篇，[4-5]
YOLO 算法	YOLOv3-8、YOLOv3s-8s、ET-YOLOv5s	16 篇，[1、6]
深度神经网络	多层感知机	9 篇，[7]
残差网络	ResNet-v2、ResNet50、深度残差网络、DRN	6 篇，[8-9]
循环神经网络	长短时记忆网络、字符级递归神经网络、HM-RNN	6 篇，[3、10]
其他识别模型/算法	BPNN、图卷积神经网络、正则化极限学习机（RELM）分类器、SSD 算法等	23 篇，[11-12]

3.3. 课堂教学行为分析技术与方法

课堂教学行为分析技术与方法，早期集中在量表的设计上；20 世纪 60 年代后，聚焦在弗兰德斯的互动分析系统（FIAS）、计算机支持的协作学习（CSCL）交互分析框架、基于教学活动的课堂教学行为分析系统（TBAS）、以学生为中心的互动分析系统（SIAS）及其行为互动分析矩阵；进入信息化教学环境阶段，主要关注了教学行为分析模型或框架构建、深

度学习算法支持的识别与分析，主要运用描述性统计分析、S-T、滞后序列分析、关联规则等量化或质性分析方法。

3.4. 课堂教学行为识别与分析研究所重点关注的应用场景

教育应用场景的探索是推动深度学习支持的课堂行为识别技术落地和实践应用的关键。统计发现研究者们重点关注的教育应用场景主要集中在智慧学习环境（n=44，78.6%）、在线学习环境（n=10，17.9%）、混合课堂教学场景（n=1，0.02%）、课堂教学质量评价系统（n=1，0.02%）。这些场景不仅覆盖了当前教育领域的主要教学模式，而且也反映了教育技术发展的最新趋势和需求。

4.结论与启示

4.1. 研究结论

本文采用系统性文献综述法，筛选得到 56 篇深度学习支持的课堂教学行为识别与分析相关研究。从数据集、课堂教学行为识别算法模型、课堂教学行为分析方法和应用场景等几个方面进行了系统性分析，研究结论如下：

1.从数据集构建来看，目前开放的公共数据集较少，仅有 MSCOCO 数据集、Keypoints 数据集和 MPII 数据集等，大部分学者选择自己构建数据集，大部分使用身体姿态（n=42）、面部表情（n=11）、手势（n=5）等行为类别进行构建，这些数据集主要针对特定的任务和场景构建，使用范围小，而且由于隐私和学术道德规范的要求，大多数数据集并未公开。因此，构建多场景多模态的开源数据集是未来开展课堂教学行为识别与分析研究的重要基础。

2.从课堂教学行为识别算法模型来看，当前研究应用的算法模型具有丰富性和针对性。这不仅提高了课堂教学行为识别的准确性，也为相关研究提供了新的视角和工具。然而，尽管这些模型在特定任务上表现出色，但其泛化能力不足，难以适应不同的教学场景和需求。

3.从课堂教学行为分析方法来看，研究者们目前主要采用基于深度学习的技术来分析课堂教学行为，这些分析方法的应用，使得课堂教学行为的自动识别和实时反馈成为可能。虽然当前有多种课堂教学行为分析方法，但分析的数据模态较为单一。

4.从应用场景来看，目前深度学习支持的课堂教学行为识别与分析在教育中的应用场景较少，现有研究主要围绕智慧学习环境、在线学习环境、混合课堂教学场景、课堂教学质量评价系统，但缺少特定教育领域应用场景。

4.2. 研究启示

4.2.1. 构建真实场景多模态课堂教学行为识别数据集

在深度学习支持的课堂教学行为识别与分析领域，数据集的构建是研究的基石。从研究结果来看，当前研究中使用的数据集具有多样性和特定性的特点，但开放的公共数据集较少，大多数研究依赖于自建数据集。这些数据集主要针对特定的任务和场景构建，使用范围小，而且由于隐私和学术道德规范的要求，大多数数据集并未公开。因此，未来的研究需要重视多场景、多模态的开源数据集的构建，以促进学术交流和技术创新。

4.2.2. 创新与优化可解释性的课堂教学行为识别模型

算法模型是课堂教学行为识别的核心。研究结果表明，当前研究中应用的算法模型呈现出多样化的特点，其中卷积神经网络和 YOLO 算法是研究的主流。这些算法模型的应用不仅提高了课堂教学行为识别的准确性，也为教育技术的发展和教学方法的改进提供了新的视角和工具。未来的研究需要进一步探索和优化算法模型，以适应不同的教学环境和行为识别任务。

4.2.3. 融合多模态数据的课堂教学行为深度解析策略

课堂教学行为分析方法的研究是深度学习技术在教育领域应用的关键。研究结果表明，当前研究中主要采用基于深度学习的技术来分析课堂教学行为，这些方法包括行为特征提取、模式识别、时间序列分析等。这些分析方法的应用，使得课堂教学行为的自动识别和实时反馈成为可能，为教师提供了宝贵的教学反馈，帮助他们及时调整教学策略，提高教学质量。未来的研究需要进一步创新分析方法，整合多模态数据，提高分析的准确性和效率。

4.2.4. 探索深度学习驱动的课堂教学行为识别与分析的多元教育场景

深度学习支持的课堂教学行为识别与分析技术在教育中的应用场景是推动技术落地和实践应用的关键。研究结果表明，当前研究中重点关注的教育应用场景主要集中在智慧学习环境、在线学习环境、混合课堂教学场景和课堂教学质量评价系统。这些场景不仅覆盖了当前教育领域的主要教学模式，而且也反映了教育技术发展的最新趋势和需求。未来的研究需要进一步拓展和深化应用场景，探索深度学习技术在更多教学模式和教学活动中的潜在应用。

5.总结

本研究采用系统性文献综述法，对 2015 至 2025 年间“深度学习支持的课堂教学行为识别与分析”56 篇文献进行分析，从数据集构建、识别模型、分析方法及应用场景等四个方面揭示了该领域的研究现状、主要趋势及存在的关键问题。建议未来探索多场景多模态开源数据集构建、创新与优化可解释性识别算法模型、融合多模态数据改进课堂教学行为分析方法、拓展和深化应用场景，以提高分析结果的客观性和科学性。

参考文献

[1]闫兴亚,匡娅茜,白光睿,等.基于深度学习的学生课堂行为识别方法[J].计算机工程,2023,49(07):251-258.

[2]谢伟,陶亚平,高洁,等.基于 YOWO 的课堂学习行为实时识别[J].现代教育技术,2022,32(06):107-114.

[3]马玉慧,夏雪莹,张文慧.基于深度学习的教师课堂提问分析方法研究[J].电化教育研究,2021,42(09):108-114.

[4]陈晋音,王桢,陈劲聿,等.基于深度学习的智能教学系统的设计与研究[J].计算机科学,2019,46(S1):550-554+576.

[5]郭俊奇,吕嘉昊,王汝涵,等.深度学习模型驱动的师生课堂行为识别[J].北京师范大学学报(自然科学版),2021,57(06):905-912.

[6] 王泽杰,沈超敏,赵春,等.融合人体姿态估计和目标检测的学生课堂行为识别[J].华东师范大学学报(自然科学版),2022,(02):55-66.

[7] 胡航,李雅馨.学习绩效预测模型的应用：运动与课堂行为关系研究[J].中国远程教育,2021,(10):19-28+76.

[8] 朱霞,李明星,章翔飞.基于深度神经网络的学生课堂行为识别研究[J].江苏科技大学学报(自然科学版),2023,37(06):72-76.

[9] Nindam, S., Seung-Hoon Na, & Hyo, J. L. (2024). MultiFusedNet: A Multi-Feature Fused Network of Pretrained Vision Models via Keyframes for Student Behavior Classification. Applied Sciences, 14(1), 230. https://doi.org/10.3390/app14010230.

[10] Jagadeesh, M., Baranidharan, B. Facial expression recognition of online learners from real-time videos using a novel deep learning model. Multimedia Systems 28, 2285–2305 (2022). https://doi.org/10.1007/s00530-022-00957-z.

[11] Yan, J., Wang, N., Wei, Y.M., Han, M.L. (2023). Personalized learning pathway generation for online education through image recognition. Traitement du Signal, Vol. 40, No. 6, pp. 2799-2808. https://doi.org/10.18280/ts.400640.

[12] Bhatti, Yusra Khalid et al. “Facial Expression Recognition of Instructor Using Deep Features and Extreme Learning Machine.” Computational Intelligence and Neuroscience 2021 (2021): n. pag. DOI: https://doi.org/10.1155/2021/5570870.

学生在线学习行为对学习效果的影响研究：系统性文献综述

The Influence of Students' Online Learning Behavior on Learning Outcomes: A Systematic Literature Review

黄海燕[1*]，金奏[1]
[1]杭州师范大学经亨颐教育学院
[*]1741361782@qq.com

【摘要】 随着“互联网+教育”模式的不断深化，在线学习已成为教育领域的新常态。本研究通过系统性文献综述，深入分析了国内外39篇关于在线学习行为对学习效果影响的研究。结果显示，在线学习行为主要分为在线课堂学习、视频学习、作业学习、论坛学习和其他资源学习五大类。其中，课堂互动次数、视频完成率、作业完成次数等7种行为对学习效果有显著正向影响；出勤次数、作业得分率等4种行为呈正相关；而视频观看时长和其他资源访问次数的影响则存在不确定性。本研究为在线学习行为研究、教学实践及优化在线教学效果提供了参考。
【关键词】 在线学习行为；学习效果；系统性文献综述

Abstract: *As the "Internet + Education" model deepens, online learning has emerged as the new normal in education. This study systematically reviewed 39 domestic and foreign studies examining the influence of online learning behavior on learning outcomes. Five categories of online learning behavior were identified: online classroom learning, video learning, homework learning, forum learning, and other resource learning. Among these, classroom interaction, video completion rate, and homework completion frequency were found to have significant positive effects on learning outcomes. Attendance and score rate also correlated positively. However, the effects of video viewing time and other resource visits were uncertain. The findings of this study offer valuable insights for optimizing online teaching and learning practices.*
Keywords: online learning behavior, learning effect, systematic literature review

1. 研究背景

学习行为，作为学生学习活动的外在表现，是在特定动机驱动下，旨在达成某种学习成果的一系列行动（曹雅洁，2020）。近年来，随着在线教育的兴起，研究重心逐渐转向在线学习行为，国内外学者广泛运用问卷、数据挖掘、多元回归等手段，深入探究学习行为，特别是在线学习行为。其中，在线学习行为与学习效果的关系尤为受到关注。沈欣忆等（2020）构建了在线学习行为与绩效评估模型，探究其对学业成绩的影响。Lai & Hwang（2015）通过思维导图分析学习行为模式，有效预测了高水平学习结果。周宇等（2023）设计的在线学习过程评价模型显示，资源学习、课堂测试、课程作业及论坛讨论对学习成绩有正面作用，而学习频率和时间在某些情况下则可能产生负面影响。

为了解目前学生在线学习行为对学习效果影响的研究情况，本研究确定了如下研究问

（1）学生在线学习行为的分类有哪些？

（2）学生的在线学习行为对学习效果是否有影响？不同的在线学习行为对学习效果的影响差异如何？

2. 研究设计

本研究选取Scopus、Web of Science和CNKI三个主流文献数据库，以关键词“学习行为”、“绩效”+“成绩”，以及（“learning behavior” OR “study behavior” OR “learning activity” OR “study activity”）AND （“grade” OR “performance” OR “outcome”）进行检索，同时将文献类型限定为“期刊”，将学科限定为“教育领域”以及“Social Sciences”，去除重复文献后共获得548篇文献（英文400篇，中文148篇）。为准确呈现学生在线学习行为对学习效果的影响研究情况，本研究只选取了全文可获取的中英文期刊论文，细读后剔除缺乏研究问

题、清晰研究方法或研究结论的文献（共 356 篇），并剔除未将学习行为作为研究重点的文献（共 153 篇）。基于该研究思路，最终获得文献 39 篇（中文 21 篇，英文 18 篇）。

3. 研究结果及分析

3.1. 国内外学生学习行为的分类

将已有文献对于在线学习行为的分类进行汇总，可分为在线课堂学习行为、视频学习行为、作业学习行为、论坛学习行为以及其他资源学习行为五类。

此外，国内外研究中对于在线学习行为的分类主要有两大类：（1）分为视频学习行为、论坛学习行为、其他资源学习行为以及作业学习行为，这可能是因为该分类模式下的研究多基于在线学习平台，如谭进等（2022）基于超星泛雅在线课程平台展开研究，将在线学习行为分为知识获取（课程视频观看完成度、课程资料阅读完成度），作业反馈（作业、单元测试成绩指标评价），协作交流（在线提问次数、发表讨论数、回复讨论数评价），学习态度（课程访问量、作业和单元测试完成度、不良刷课记录评价）。（2）基于在线课堂（如直播课等）的在线学习行为分类，分为在线课堂学习行为、作业学习行为、其他资源学习行为。因此，本研究将在线学习行为归为在线课堂学习行为、视频学习行为、作业学习行为、论坛学习行为以及其他资源学习行为五类，并基于此分类展开不同在线学习行为对学习效果影响差异的研究。

3.2. 不同学习行为对学习效果的影响差异

为进一步探究不同维度中不同在线学习行为对学习效果的影响，本文制定了证据一致性的关系类型支持的文献比例及相应编码规则。若有关某种具体在线学习行为对学习效果影响说明的文献少于 3 篇，说明数量较少不足以支持结论，因此不进行相关分析讨论；若支持不显著的文献数量≥3 时，说明该种在线学习行为对学习效果的影响不显著；若正（或负）相关支持文献占比在 33.3%和 66.7%之间，但文献数量≥3 时，说明结论的可靠性不高；若支持正相关或负相关的文献数量=3（>3）时，说明该种在线学习行为对学习效果存在更强的影响。

编码结果表明：11 种在线学习行为在证据综合中取得了一致性的关系结果，2 种在线学习行为无法确定，12 种在线学习行为对学习效果影响涉及到的文献篇数较少，不予分析。其中，课堂互动次数、视频完成率、作业完成次数、测验得分、论坛发帖数、论坛回帖数和课程公告访问次数对学习效果的影响呈强正相关；出勤次数、作业得分率、提交作业的时间和发帖回复数对学习效果的影响呈正相关；视频观看时长和其他资源访问次数对学习效果影响的关系方向不一致。

具体来看，在在线课堂学习行为的维度中，课堂互动次数和出勤次数提到的最多，课堂互动次数和出勤次数越多的学生往往能够有更好的学习成果，与 Chen & Yang（2023）的研究结果一致，可能是因为这两种学习行为均能体现学生学习的积极性，主动学习的学习效果往往会高于被动学习。

在视频学习行为的维度中，视频完成率对学习效果的影响最为显著，为强正相关，即学生观看的在线视频完成率越高，其最终呈现的学习效果往往越好。而对于视频观看时长这一行为来说，不同的学者给出了不同的结论，宗阳等（2016）通过对 MOOCs 学习行为与学习效果的逻辑回归分析发现视频观看的时长与学习效果显著正相关；周宇等（2023）认为观看视频的时间越久的学生反而学习成绩较低；江波等（2017）则认为视频观看时间与成绩无显著相关。这可能是因为不同专业性质不同，视频观看时间的长短与知识内化的有效性也不同。

作业学习行为是在线学习行为中的主要行为之一，分别有 10 篇和 7 篇文献提到了作业完成次数和测验得分对学习效果的显著正向影响，作业完成次数可以很好地反应学生的学习态度，而测验得分又能很好地体现学生阶段性知识的掌握情况（Ting et al., 1998）。此外，各有 3 篇文献提到了作业得分率和提交作业的时间对学习效果的正向影响，作业正确率是影响学习成绩最重要的因素，尽早提交作业的学生往往在学习上表现更好（Dabas et al., 2023）。

在论坛学习行为的维度中，主要围绕发帖和回帖展开，多数学者认为二者与学习效果正相关，与本研究的结论一致。论坛发帖数、论坛回帖数和发帖回复数均对学习效果产生正向

作用。这可能是因为在论坛中的活跃程度可以说明学生是否进行思考，发帖数多可能表明学生的求知欲比较强，因此主动学习的行为较多；回帖数多可能表明学生对于知识的掌握情况较好并乐于帮助同学们答疑解惑。

其他学习行为的分布较为分散，因此 5 种其他学习行为都由于数量较少不足分析。本研究认为课程公告访问次数对学习效果的影响是呈显著正相关的（沈欣忆等人，2020），可能是因为课程公告的访问次数可以体现学生对于这门课程的学习兴趣和关注度，访问次数越多则表示有更大的兴趣，往往能够收获更好的学习效果。其他资源的形式较为丰富，学生在认真阅读课堂资料等其他资源的同时可能也会在一些无助于学习的资源上停留较久，但这并不能提升学习效果。因此，现有文献中其他资源访问次数对学习效果影响的研究没有得出一致的结论。

4. 总结与建议

基于上述分析，本研究得出：（1）在线学习行为主要分为在线课堂学习行为、视频学习行为、作业学习行为、论坛学习行为和其他资源学习行为五大类。（2）在已有的在线学习行为对学习效果影响的研究中，在线学习课堂互动次数、视频完成率、作业完成次数、测验得分、论坛发帖数、论坛回帖数和课程公告访问次数这 7 种在线学习行为对学习效果的影响呈强正相关；出勤次数、作业得分率、提交作业的时间和发帖回复数这 4 种在线学习行为对学习效果的影响呈正相关；视频观看时长和其他资源访问次数对学习效果影响的关系方向不一致。

但本研究仍存在一定局限性：第一，由于相关研究较少，本综述所用的文献样本量也较少，结论存在一定局限性。第二，本研究纳入的文献均为期刊论文，未包括会议论文、学位论文、报告等，可能未纳入部分具有代表性的研究成果。

基于上述研究分析，本研究提出以下建议：

（1）优化课程设计，营造互动性学习氛围。研究结果显示，在线课堂互动次数和出勤次数对学习效果产生正向影响（Chen et al., 2023）。对此，教师可以通过设计互动性强的课程内容、使用多种互动工具和平台、鼓励学生提问和回答问题和组织小组合作学习以创造积极的学习氛围。

（2）优化视频内容，促进学生深度理解。研究结果显示，视频完成率越高，学习效果越好。课堂互动能够激发学习者的学习兴趣，促进知识吸收和内化。教师可以精炼视频学习内容，提供清晰的讲解和示范，帮助学生更好地理解和吸收。

（3）丰富作业形式，加深知识理解。研究结果显示，作业完成次数和测验得分对学习效果具有强正相关。高测验得分通常意味着学习者对知识的掌握程度较高（武芳等人，2023）。对此，教师可以通过布置阶段性作业、给予及时反馈、设计有挑战性的作业等以促进学生的作业完成率，从而提高其学习效果。

参考文献

江波、高明、丁继红、王小霞和李万健.(2017).虚拟仿真实验学习行为分析.中国远程教育(09),11-18+79.doi:10.13541/j.cnki.chinade.20170915.008.

沈欣忆、刘美辰、吴健伟和董现垒.(2020).MOOC 学习者在线学习行为和学习绩效评估模型研究.中国远程教育(10),1-8+76.doi:10.13541/j.cnki.chinade.2020.10.001.

武芳、毛洪贵和王芹.(2023).过程性评价因素与期末成绩的相关分析和通径分析.医药高职教育与现代护理(05),409-412.

周宇、应鑫迪和陈文智.(2023).在线学习过程评价模型研究——以“学在浙大”在线教学平台为例.现代教育技术(07),118-125.

宗阳、孙洪涛、张亨国、郑勤华和 陈丽.(2016).MOOCs 学习行为与学习效果的逻辑回归分析.中国远程教育(05),14-22+79.doi:10.13541/j.cnki.chinade.20160527.002.

曹雅洁.(2020).基于翻转课堂的大学生课前学习行为与学习效果研究——以《算法与数据结构》为例.数字教育(06),82-86.

谭进、宋德业、谭劲轩、曹昭、庄洪波和谭凤林.(2022).高职医学生在线学习行为与学习成效大数据分析研究.当代教育理论与实践(02),79-84.doi:10.13582/j.cnki.1674-5884.2022.02.013.

Dabas, C. S., Muljana, P. S., & Luo, T. (2023). Female students in quantitative courses: An exploration of their motivational sources, learning strategies, learning behaviors, and course achievement. Technology, Knowledge and Learning, 28(3), 1033-1061.

Lai, C. L., & Hwang, G. J. (2015). A spreadsheet-based visualized Mindtool for improving students' learning performance in identifying relationships between numerical variables. Interactive Learning Environments, 23(2), 230-249.

Ting, T. T., Teh, S. L., & Wee, M. C. (2022). Ascertaining the Online Learning Behaviors and Formative Assessments Affecting Students' Academic Performance during the COVID-19 Pandemic: A Case Study of a Computer Science Course. Education Sciences, 12(12), 935.

参考文献

[i] 闫兴亚,匡娅茜,白光睿,等.基于深度学习的学生课堂行为识别方法[J].计算机工程,2023,49(07):251-258.

[ii] 谢伟,陶亚平,高洁,等.基于 YOWO 的课堂学习行为实时识别[J].现代教育技术,2022,32(06):107-114.

[iii] 马玉慧,夏雪莹,张文慧.基于深度学习的教师课堂提问分析方法研究[J].电化教育研究,2021,42(09):108-114.

[4] 陈晋音,王桢,陈劲聿,等.基于深度学习的智能教学系统的设计与研究[J].计算机科学,2019,46(S1):550-554+576.

[5] 郭俊奇,吕嘉昊,王汝涵,等.深度学习模型驱动的师生课堂行为识别[J].北京师范大学学报(自然科学版),2021,57(06):905-912.

[6] 王泽杰,沈超敏,赵春,等.融合人体姿态估计和目标检测的学生课堂行为识别[J].华东师范大学学报(自然科学版),2022,(02):55-66.

[7] 胡航,李雅馨.学习绩效预测模型的应用：运动与课堂行为关系研究[J].中国远程教育,2021,(10):19-28+76.

[8] 朱霞,李明星,章翔飞.基于深度神经网络的学生课堂行为识别研究[J].江苏科技大学学报(自然科学版),2023,37(06):72-76.

[9] Nindam, S., Seung-Hoon Na, & Hyo, J. L. (2024). MultiFusedNet: A Multi-Feature Fused Network of Pretrained Vision Models via Keyframes for Student Behavior Classification. Applied Sciences, 14(1), 230. https://doi.org/10.3390/app14010230.

[10] Jagadeesh, M., Baranidharan, B. Facial expression recognition of online learners from real-time videos using a novel deep learning model. Multimedia Systems 28, 2285–2305 (2022). https://doi.org/10.1007/s00530-022-00957-z.

[11] Yan, J., Wang, N., Wei, Y.M., Han, M.L. (2023). Personalized learning pathway generation for online education through image recognition. Traitement du Signal, Vol. 40, No. 6, pp. 2799-2808. https://doi.org/10.18280/ts.400640.

[12] Bhatti, Yusra Khalid et al. "Facial Expression Recognition of Instructor Using Deep Features and Extreme Learning Machine." Computational Intelligence and Neuroscience 2021 (2021): n. pag. DOI: https://doi.org/10.1155/2021/5570870.

以資料探勘技術建置適性化的課業成績表現關聯模組之研究

A Study on the Adaptive Association Rules of the Learning Performance of Courses by Using Data Mining Technology

張元勳[1]，陳瑞堂[2]，李建億[3*]
[1]國立台南大學數位學習科技學系
[2]國立台南大學數位學習科技學系
[3]國立台南大學數位學習科技學系
[*] leeci@mail.nutn.edu.tw

【摘要】現今大學的成績預測大多以學生的背景或是學習歷程作為判斷標準，背景與課程表現之間較無關聯性，而學習歷程則在修課過程中才有辦法取得。因此，如何在選課前得知未來的成績表現與課程間的關聯性以作為學生選修此門課程的決策參考，將是值得探究的議題。本研究使用某綜合大學十個學年度的學生為研究對象，以其所有必選修課程之學生修課資料做為研究資料。本究結果顯示 (1)學生以往課程成績與未來之課程成績具關聯性；(2)群集分析可提升關聯規則之預測準確率；(3)群集數量會影響關聯規則之預測準確度。
【關鍵字】 學習歷程；教育資料探勘；學習成效；

Abstract: *Most of the current university performance prediction systems use students' background information or learning history as the criteria for judgment. Background information has little correlation with course performance, and learning history can only be obtained during the course. Known before. Therefore, how to know the correlation between future academic performance and courses before selecting courses so as to serve as a reference for students to make decisions on taking this course will be a topic worth exploring. This study uses the students who entered a comprehensive university in ten academic years as the research subjects, and the student course records of all required courses as the research data. The results of this study show that (1) students' past course grades are correlated with their future course grades; (2) cluster analysis can improve the prediction accuracy of association rules; and (3) the number of clusters affects the prediction accuracy of association rules.*
Keywords: Learning Portfolios, Educational Data Mining, learning effectiveness

1. 前言

近年來許多研究學者與大學機構合作，在教育資料探勘領域針對學生學習成效方面取得了豐碩的成果，諸如探討針對學生在網路上的發言以預測學習成效(Smirnov, 2020)、學習困難學生的學習特徵(Botelho et al., 2019)、根據 MOOC 影片觀看行為預測學習表現(曾敬翔, 2020) 、使用行為序列分析學習行為(余禎祥, 2019)或學生學習策略、通過向學生回饋學習報告掌握班級整體學習情況進行個性化干預學習(吳靜薇, 2014)等等。過去的研究聚焦在：預測學生是否會通過課程(胡詠翔, 2019)、從學生背景找出學習規則(陳嘉鴻, 2014)、從作業提交時間檢測風險學生、找出學習困難學生的學習行為之特徵(Botelho et al., 2019)等等。雖然以上研究針對存在學習風險的學生根據預測結果進行學習預警，但因學習不主動、學習能力相較其他學生存在困難的學生外，努力學習但不見成效或是不常主動學習最後只是低分通過的學生，或是排名在中段希望想再往上進步的學生不僅是授課老師所關注，也應該給予這些學生適時的鼓勵或提醒。此外，如何將學生依照其不同特徵，區分為較符合真實狀態的若干群集，再加搭配其建置合適的課業成績表現關聯模組，也將是本研究探討的重要議題。

2. 文獻探討

推薦系統乃透過蒐集使用者的使用數據，將使用者所需之資訊從巨量且雜亂的資訊中過濾出來，提升使用者的決策效能。隨著資訊暴漲，推薦系統也被運用於各個領域，許多學者也針對推薦系統運用於不同領域進行研究，從推薦系統擁有如此多元化的運用領域，可得知推薦系統在這個資訊量不斷增長的時代裡的重要性(Roy & Dutta, 2022)。目前學生在選擇課程時，僅能憑藉自身的興趣與前人的經驗做為選擇，缺少其他具有科學性、數據化的資訊做為參考，因此本研究欲對教務資料進行分析，再將產生之模型做為推薦系統之推薦資料，期望能透過此推薦系統學生使學生選擇適合自身的課程，進而提升學生的課程滿意度與學習成效。

關聯規則(Association Rule)的定義為：假設 I={i1,i2,...,im}是所有交易項目的集合。資料庫 D={t1,t2,…,tn}是所有交易紀錄 t 的集合，產生規則形式為 X→Y，其中 X ⊆ I, Y ⊆ I 且 X∩Y = ø。每條關聯法則皆需有支持度(support)與信賴度(confidence)此兩個參數是評斷一條法則具備價值的重要依據。一條具有意義的關聯法，需檢查其提升值(Lift)是否大於 1 (Han et al., 2022)。此外，本研究將使用群集分析(Cluster analysis)，它是一個多變量分析程序，根據樣本的資料特徵，將所有樣本以分組的方式區分，使其形成相似的若干群集，以進行樣本間的分群過程，由於方法是透過計算資料間的距離，若資料特徵為類別性的維度，則需要透過其他方法來量測樣本的相似度。群集分析技術有許多類型，本研究由於樣本數較少，且需要控管群集數量並解釋分群規則，因此本研究選擇最為普遍的 K-means 做為本研究的群集分析演算法(Aljarbouh et al.,2022).。

3. 研究方法

3.1. 研究對象與資料來源

本研究使用之樣本資料為某大學 10 個學年度某系的所有必選修課程之學生修課資料，所使用到的樣本資料欄位分別為學生學號（經過校方加密處理）、學年度、學期、課程名稱、修別、開課年級、成績，此資料為 411 名學生之資料，總計有 17352 筆資料。本研究樣本的總課程數為 140 門，其中 59 門為必修(42%)，81 門為選修(58%)。本研究樣本的總資料筆數為 17352 筆，其中未通過課程門檻 60 分的佔 2039 筆(12%)，通過課程門檻佔 15313 筆(88%)，本研究以前 8 個學年度入學的學生資料做為訓練資料，最後 2 個學年度入學的學生資料做為測試資料，以進行預測模型訓練。原始的教務資料欄位中，因其資料欄位的型態與後續資料探勘所需的格式不同，因此需要透過資料整合與轉換的方式，產生衍生欄位，以符合後續探勘之需求，例如，將成績進行轉換，因不同課程之間授課老師評定成績的標準有不同的標準，直接進行後續動作，將因其佔比關係，不易找出有效的模組。因此，本研究將不及格的獨立出來，自成一個區間 F，其餘通過的成績則按其成績之排名，最終得到之排名區間欄位為「F、1、2、3、4」。

3.2. 研究工具

本研究使用 SAS 9.4 中的 SAS Enterprise Guide 8.1 與 SAS Enterprise Miner 15.1 做為研究的主要工具，SAS 是統計分析系統 (https://www.sas.com/zh_tw/software/enterprise-miner.html)，此跨國軟體研發公司所開發用於商業統計分析的套裝軟體，能提供建造出最合適的探勘模型。

4. 研究結果

4.1. 利用關聯法則建立學生課業成績表現關聯模組

生成之關聯規則模型根據其支持度的高低，取前 200 條規則做為後續之運用，此 200 條規則之支持度平均值為 11.55%，信賴度平均值為 43.58%，提升值平均值為 1.75，第一類預測準確率平均值為 33%，第二類預測準確率平均值為 53.43%。由於部分的規則之預測準確率較低，若規則之預測準確率只有 50%甚至低於 50%，此規則將無使用價值。因此，本研究將除去第一類預測準確率低於 50%的規則，並將剩餘之規則，依照第一類預測準確率，每間隔

2%做一次分類，藉此找出表現較佳之分類規則。透過比較不同分類規則，規則數在第一類預測準確率 65%以後低於 10 筆，規則數、準確率由於與分類規則相依，呈現持續下降與上升的趨勢。支持度先降後升，信賴度先升後降，而提升值方面持續上升。由於支持度、信賴度、提升值間的差異不大，而第一類預測準確率 60%以上的平均準確度與規則數量較符合本研究之需求，因此本研究使用第一類預測準確率 60%以上的作為關聯規則模組，如表 1 所示。

表 1

預測準確度 60%以上的關聯規則

	TRUE1	FALSE1	總人數1	成功率1		TRUE2	FALSE2	總人數2	成功率2	Support(%)	Confidence	PseudoLift	Rule
2	8	3	11	72.73%		10	1	11	90.91%	13.51	50.56	2.13	資工一上微積分(一)_4 ⟹ 資工一下微積分(二)_4
3	11	1	12	91.67%		11	1	12	91.67%	12.91	46.24	1.69	資工二下計算機網路_F ⟹ 資工三下畢業專題實作(一)_1
4	7	4	11	63.64%		8	3	11	72.73%	12.31	46.07	1.78	資工一上微積分(一)_4 ⟹ 資工一下離散數學_4
5	9	3	12	75.00%		11	1	12	91.67%	12.31	47.13	2.09	資工二上線性代數_4 ⟹ 資工二下機率與統計_4
6	5	3	8	62.50%		6	2	8	75.00%	12.01	51.95	2.40	資工二上工程數學_4 ⟹ 資工三上資料庫系統_4
7	10	2	12	83.33%		10	2	12	83.33%	11.71	44.83	2.37	資工二上線性代數_4 ⟹ 資工二下組合語言與系統程式_4
8	8	4	12	66.67%		10	2	12	83.33%	11.71	44.83	2.20	資工二上線性代數_4 ⟹ 資工三上演算法_4
9	6	2	8	75.00%		6	2	8	75.00%	11.41	49.35	2.61	資工二上工程數學_4 ⟹ 資工二下組合語言與系統程式_4
10	9	6	15	60.00%		11	4	15	73.33%	11.41	48.72	2.39	資工一下程式設計實習(二)_4 ⟹ 資工三上計算機組織_4
11	10	5	15	66.67%		11	4	15	73.33%	11.11	47.44	2.51	資工一下程式設計實習(二)_4 ⟹ 資工二下組合語言與系統程式_4
12	8	4	12	66.67%		11	1	12	91.67%	10.81	38.71	1.74	資工二下計算機網路_F ⟹ 資工四上畢業專題實作(二)_1
13	9	3	12	75.00%		11	1	12	91.67%	10.51	40.23	2.13	資工二上線性代數_4 ⟹ 資工二下計算機網路_4
14	9	6	15	60.00%		13	2	15	86.67%	10.21	43.59	2.30	資工一下程式設計實習(二)_4 ⟹ 資工二下計算機網路_4
15	5	3	8	62.50%		6	2	8	75.00%	10.21	44.16	2.33	資工二上工程數學_4 ⟹ 資工二下計算機網路_4
16	8	4	12	66.67%		10	2	12	83.33%	10.21	39.08	1.78	資工二上線性代數_4 ⟹ 資工三下畢業專題實作(一)_4
17	4	1	5	80.00%		4	1	5	80.00%	10.21	40.00	2.61	資工三上作業系統_4 ⟹ 資工三下網路規劃與管理_4
18	8	4	12	66.67%		10	2	12	83.33%	10.21	39.08	1.91	資工二上線性代數_4 ⟹ 資工三上計算機組織_4
19	16	6	22	72.73%		19	3	22	86.36%	10.21	53.97	2.64	資工二下組合語言與系統程式_4 ⟹ 資工三上演算法_4
20	9	3	12	75.00%		10	2	12	83.33%	9.91	37.93	1.91	資工二上線性代數_4 ⟹ 資工二下數位系統實驗_4
21													
22	159	67	226	70.35%		188	38	226	83.19%	11.21	44.94	2.19	平均

4.2. 結合群集分析技術建立學生課業成績表現關聯模組

群集分析結果，其中群集 1 最多，所有項目表現均為最差；群集 2，20 人，計算機概論、離散數學表現第三，其他項目表現第二；群集 3 人數 13 人，所有項目表現均為最佳；群集 4 共 17 人，在程式設計（一）、程式設計（二）表現第二，其他項目表現第三，如表 2 所示。

表 2.

分群結果

	群集平均值					
群集人數	群集	程式設計(一)	程式設計(二)	計算機概論	離散數學	rank_Score_Mean
28	1	24.57%	20.91%	22.97%	19.59%	36.98%
20	2	32.59%	36.98%	62.02%	50.63%	58.49%
13	3	76.58%	81.88%	81.09%	74.81%	78.00%
17	4	59.42%	61.95%	44.96%	36.24%	57.73%

在預測準確率方面，預測準確率一表現最差的為群集 4，然而群集 4 的預測準確率二的排名卻提升到第二高，由此可知運用於不同類型的群集資料，預測準確率會產生不同程度的影響。在分群規則方面，第一群為所有項目表現都最差的一群，而第 3 群為所有項目表現都最佳的一群，此兩個群集為資料中最極端的兩個群集。剩餘的群與 2 與群 4 的各項表現都居中，第二群在計算機概論與離散數學表現較佳，第四群在程式設計（一）與程式設計（二）表現較佳，此二群集為完全相反的兩個群集，如果不經過分群便直接進行分析，所得到的關聯模型價值將會降低。而所有提升數據中，最重要為預測準確率與規則涵蓋率，如表 3 所示。

表 3.

分群後預測效能分析比較表

		TRUE1	FALSE1	總人數1	成功率1		TRUE2	FALSE2	總人數2	成功率2	Support(%)	nfidence(%	PseudoLift		規則數	涵蓋率
4-1		486	174	660	73.64%		581	79	660	88.03%	26.39%	55.57%	1.32		71/200	35.50%
4-2		55	21	76	72.37%		59	17	76	77.63%	15.85%	40.92%	1.40		19/200	9.50%
4-3		255	110	365	69.86%		265	100	365	72.60%	22.02%	50.30%	1.46		54/200	27.00%
4-4		41	18	59	69.49%		50	9	59	84.75%	15.43%	43.31%	1.28		15/200	7.50%
4-總和平均		837	323	1160	72.16%		955	205	1160	82.33%	22.61%	50.87%	1.37		159/800	19.88%
無分群		159	67	226	70.35%		188	38	226	83.19%	11.21%	44.94%	2.19		19/200	9.50%

5. 結論

由於使用的是成績排名分區，並不是直接使用成績做為規則依據，成績不達及格標準的自成一區，其餘成績則依據排名做為分區，不僅能讓成績較差的學生選擇通過率較高之選課組合，提升其課程通過率。更能使得成績較優秀的學生選擇出成績表現較佳之選課組合，提升其總成績排行。由於學生的組成相當多元，部分學生擅長實作，部分學生擅長思考，每名學生都有自身的特色，若將所有學生不經分類就直接進行分析，所產生的關聯模組準確度勢必會降低，因此本研究先將學生進行群集分析，再對各群集進行關聯規則分析，以降低群集內資料的特徵差異性。因此結合群集分析來建立關聯規則模組，依據研究結論是可提升學習預警預測準度。

參考文獻

吳靜薇(2014).應用決策樹與關聯規則於學生成績之分析－以台南市某職業學校為例.南台科技大學資訊管理研究所碩士論文.

余禎祥. (2019). 磨課師學習分析的軟體框架開發. 逢甲大學資訊工程學系碩士論文. https://hdl.handle.net/11296/g5b8f9

胡詠翔. (2019). 大規模開放線上課程學習分析促進科技學科教學知識之研究. 教學實踐與創新, 2(1), 77-114. https://doi.org/10.3966/261654492019030201004

陳嘉鴻. (2014). 結合藍海策略與資料探勘技術分析 Moodle 網路教學平台之教學成效-以國小資訊課程為例.義守大學. https://hdl.handle.net/11296/c642v6

曾敬翔. (2020). 在 MOOCs 上基於影片學習活躍度預測課程表現系統. 清華大學資訊工程學系碩士論文 https://hdl.handle.net/11296/zefyh4

Aljarbouh, A., Tsarev, R., Robles, A. S., Elkin, S., Gogoleva, I., Nikolaeva, I., & Varyan, I. (2022). Application of the K-medians Clustering Algorithm for Test Analysis in E-learning. In Proceedings of the Computational Methods in Systems and Software (pp. 249-256). Cham: Springer International Publishing.

Botelho, A. F., Varatharaj, A., Patikorn, T., Doherty, D., Adjei, S. A., & Beck, J. E. (2019). Developing Early Detectors of Student Attrition and Wheel Spinning Using Deep Learning. IEEE Transactions on Learning Technologies, 12(2), 158-170.

Han, J., Pei, J., & Tong, H. (2022). Data mining: concepts and techniques. Morgan Kaufmann.

Roy, D., & Dutta, M. (2022). A systematic review and research perspective on recommender systems. Journal of Big Data, 9(1), 59.

Smirnov, I. (2020). Estimating educational outcomes from students' short texts on social media. EPJ Data Science, 9(1), 27. https://doi.org/10.1140/epjds/s13688-020-00245-8

自我评估和同伴评估混合的反馈策略对大学生解决问题意识和思辨倾向的影响

The Effects of Combination of Self-assessment and Peer assessment on Undergraduates' Problem-solving Awareness and Critical Thinking Disposition

詹颖 [1*]，曾烨 [1]
[1] 香港教育大学 课程与教学系
[*] zhanying@eduhk.hk

【摘要】 在线同伴评估被认为是一种能够培养学生解决问题的能力和思辨能力的有效策略。然而，由于学生缺乏动力以及对同伴不信任等原因，在线同伴互评无法达到预期效果。为此，本研究采用了一种创新的反馈策略：要求学生在使用 Google Drive 参与同伴互评的前后进行自我评估。为了研究该策略在培养学生的解决问题意识和思辨倾向方面的效果，我们对 70 名香港本科生进行了前后调查，其中选修课程组 39 人，必修课程组 31 人。研究发现选修课程组学生的解决问题意识和思辨倾向均有显著提高而必修课组学生的进步并不显著。
【关键词】 自我评估；同伴评估；解决问题；思辨；大学生

Abstract: *Online peer assessment is generally considered an effective strategy for cultivating 21st-century skills, such as critical thinking and problem-solving. Nevertheless, it is not always effective due to a lack of motivation and distrust in peers. Therefore, this study adopted an innovative feedback strategy requiring students to conduct self-assessments before and after engaging in peer assessment using Google Drive. To examine its effectiveness in cultivating students' problem-solving awareness and critical thinking disposition, pre-and-post surveys were performed with 70 Hong Kong undergraduate students, consisting of an elective course group (N= 39) and a compulsory group (N= 31). The result revealed the significant improvement in students' problem-solving awareness and critical thinking disposition only in the elective course group.*
Keywords: self-assessment, peer assessment, problem-solving, critical thinking, undergraduates

1. 前言

培养大学生的高阶思维能力，包括解决问题和思辨能力，已经成为当今 21 世纪重要的教育目标（Larsson，2017）。同伴评估是培养学生高阶思维能力的有效教学策略，其在培养学生思辨（Chang & Wongwatkit，2024；Jiang 等人，2023）和解决问题的方面（Cevik，2015；Zhang & Hwang，2023）的有效性已在许多干预研究中得到验证。同伴评估可以激活与解决问题相关的多种复杂认知过程（Cevik，2015）。同时，在同伴互动中，学生能够通过重建认知或解决冲突来发展思辨能力（Zhan，2021）。然而，一些研究也表明其有效性可能会受到缺乏动力和不信任同伴反馈等因素的影响（Cevik，2015；To & Panadero，2019）。而将自我评估与同伴互评结合起来有可能解决影响同伴评估效果的一些问题。通过促进学生自我反思，让他们能够评价自己的作业，他们就有机会建立评估自己表现的标准。然后，他们会就自己的表现主动寻求同伴的反馈（Yan & Brown, 2017）。这一过程可以增强学生对同伴反馈的信任，提高他们根据自己对作品的基本判断和参与同伴评估的积极性（To & Panadero, 2019）。然而，很少有研究结合同伴评估和自我评估来培养学生的思辨和解决问题的能力。

为了填补上述研究空白，本研究结合 Google Drive 网络平台设计了一种创新的反馈策略，该策略由三个部分组成：自我评估，即学生对自己的作业进行评估；同伴评估，即学生对彼此的作业提供反馈；以及最后的自我评估，即让学生对自己的学习和收到的反馈进行反思。本研究旨在探讨该反馈策略是否能有效提高学生的问题解决意识和思辨能力。

2. 研究设计

2.1. 研究对象

本研究的实验对象为香港某师范大学两个本科班的 70 名学生。实验分别在两门与教育相关的选修和必修课程中进行，由同一教师教授。修读必修课程的有 31 人，修读选修课程的有 39 人。

2.2. 活动设计

本研究采用 Google Drive 作为开展创新反馈活动的平台。此活动包含四大设计元素包括教师培训，反馈系列表，匿名评估，总分成绩。首先，教师在活动培训中进行以下指导：1）介绍评估任务和对应的评估标准；2）指导学生如何撰写反馈请求和修改总结；3）让学生熟悉同伴反馈的内容结构；4）演示如何通过 Google Drive 开展反馈活动。其次，为了便于学生有效的进行反馈活动，我们设计了反馈系列表，包括反馈请求单，同伴评估表和修改总结表。在反馈请求单中，学生需要在完成评估任务后，自我反思任务表现与提供的标准之间的差距，并以问题的形式提出反馈请求，让同伴帮助以提升任务完成的质量。为确保同伴评语的质量，同伴评语的内容结构从优点、缺点和建议三个方面进行了设计。在修改总结表中，学生需要列出所有同伴的建议以及他们对同伴建议有用性的相应反思，然后说明他们的修改决定并说明理由。另外，活动采用了匿名的方式，通过随机分配同伴来审阅设计任务，以减轻面子问题的负面影响（Zhan，2021）。最后，考虑到中国的考试文化，为激励学生积极参与反馈活动，我们会对每轮反馈活动进行评分，每轮共三分。

学生们通过 Google Drive 完成了三轮反馈活动，每轮活动耗时 100 分钟，包括三个阶段：自我评估，提交任务和反馈请求单 (40 分钟)；同伴互评彼此的作业 (30 分钟)；自我反思同伴的意见，做出修改决定并提交修改稿 (30 分钟)。

2.3. 数据收集和分析

本研究采用了重复测量设计（Ellis，1999）。在研究的第一周，参与者参加了培训课程。在随后的 5 周内，所有参与者将完成三轮评估活动。我们邀请学生在培训课程开始前和第三轮活动后完成调查问卷。本实验采用了思辨倾向量表（Pintrich，1991）和解决问题意识量表（Liu 等人, 2022）。以上问卷均具有良好的信度，α 系数在 0.9 左右 。在进行配对样本 t 检验之前，本研究先进行了数据正态性检验，以确定数据是否符合正态分布。我们计算了必修课程组和选修课程组在解决问题意识和思辨倾向方面的前测分数和后测分数之间差异的正态分布。由于这两组的样本量不足 50 个，因此采用 Shapiro-Wilk 检验法进行了正态性检验（Afifah 等人，2022）。如表 1 所示，所有分析数据的显著性值（Sig.）均超过 0.05，确定两组的数据都呈正态分布。随后，我们进行了配对样本 t 检验，以确定学生在进行该反馈活动前后问题解决意识和思辨倾向的平均值是否存在显著差异。

表 1　正态性检验结果

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
必修课程组			
解决问题意识前后测差异	.958	31	.262
思辨倾向前后测差异	.965	31	.403
选修课程组			
解决问题意识前后测差异	.972	38	.450
思辨倾向前后测差异	.962	39	.213

3. 研究结果

如表 2 所示，尽管干预后必修课程组学生解决问题意识的均值有所上升（从 4.44 升至 4.59），但变化并不明显。然而，选修课程组学生解决问题的意识有了明显提高（p=.030）。由此可见，该反馈策略的使用对选修课组学生解决问题意识的提升有明显的作用。

表 2 解决问题意识的配对抽样检验

解决问题意识	前测		后测		Dif	t	*p*
	平均值	标准差	平均值	标准差	(后测–前测)		
必修课程组	4.44	.851	4.59	.679	.151	.895	.378
选修课程组	4.56	.734	4.82	.756	.263	2.262	.030*

同样，表 3 显示，必修课程组的思辨倾向在干预后没有明显改善。然而，选修课程组的思辨倾向从 4.32 显著提高到 4.54（t=2.323，p=.026）。

表 3 思辨倾向的配对样本检验

思辨倾向	前测		后测		Dif	t	*p*
	平均值	标准差	平均值	标准差	(后测–前测)		
必修课程组	4.31	.785	4.40	.629	.083	.534	.598
选修课程组	4.32	.673	4.54	.579	.223	2.323	.026*

4. 结论

总而言之，自我评估和同伴评估相结合的反馈策略具有增强学生问题解决意识和思辨倾向发展的潜力，尤其是在选修课程中的应用，效果更为明显。在选修课上，学生对教学内容产生更浓厚的兴趣，会更积极、更乐意地参与反馈活动，从而能够反思自己的作业，寻求同伴反馈，探索各种解决方案。这种积极参与能提高他们解决问题的能力，促进思辨能力的发展。

致谢

本项目获香港大学教育资助委员会辖下优配研究金资助（项目编号：18605223）。

参考文献

Afifah, S., Mudzakir, A., & Nandiyanto, A. B. D. (2022). How to calculate paired sample t-test using SPSS software: From step-by-step processing for users to the practical examples in the analysis of the effect of application anti-fire bamboo teaching materials on student learning outcomes. *Indonesian Journal of Teaching in Science*, *2*(1), 81-92. https://doi.org/10.17509/ijotis.v2i1.45895

Çevik, Y. D. (2015). Assessor or assessee? Investigating the differential effects of online peer assessment roles in the development of students' problem-solving skills. *Computers in Human Behavior*, *52*, 250-258. https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.05.056

Chang, S. C., & Wongwatkit, C. (2024). Effects of a peer assessment-based scrum project learning system on computer programming's learning motivation, collaboration, communication, critical thinking, and cognitive load. *Education and Information Technologies*, *29*(6), 7105-7128. https://doi.org/10.1007/s10639-023-12084-x

Ellis, M. V. (1999). Repeated measures designs. *The Counseling Psychologist*, *27*(4), 552-578. https://doi.org/10.1177/001100009927400

Jiang, J. P., Hu, J. Y., Zhang, Y. B., & Yin, X. C. (2023). Fostering college students' critical thinking skills through peer assessment in the knowledge building community. *Interactive Learning Environments*, *31*(10), 6480-6496. https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2039949

Larsson, K. (2017). Understanding and teaching critical thinking—A new approach. *International Journal of Educational Research*, *84*, 32-42. https://doi.org/10.1016/j.ijer.2017.05.004

Liu, C., Lai, C., Hwang, G. J., & Tu, Y. F. (2022). Effects of ASQE-based learning on the information literacy, problem-solving and critical thinking of students with different growth mindsets. *The Electronic Library*, *40*(3), 269-290. https://doi.org/10.1108/EL-11-2021-0205

Pintrich, P. R. (1991). A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED338122.pdf

To, J., & Panadero, E. (2019). Peer assessment effects on the self-assessment process of first-year undergraduates. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, *44*(6), 920-932. https://doi.org/10.1080/02602938.2018.1548559

Yan, Z., & Brown, G. T. (2017). A cyclical self-assessment process: Towards a model of how students engage in self-assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, *42*(8), 1247-1262. https://doi.org/10.1080/02602938.2016.1260091

Zhan, Y. (2021). What matters in design? Cultivating undergraduates' critical thinking through online peer assessment in a Confucian heritage context. *Assessment & Evaluation in higher education*, *46*(4), 615-630. https://doi.org/10.1080/02602938.2020.1804826

Zhang, D., & Hwang, G. J. (2023). Effects of interaction between peer assessment and problem-solving tendencies on students' learning achievements and collaboration in mobile technology-supported project-based learning. *Journal of Educational Computing Research*, *61*(1), 208-234. https://doi.org/10.1177/07356331221094250

基于 BERTopic 模型的 B 站学习视频弹幕主题挖掘和演化分析

Topic Mining and Evolutionary Analysis of Bilibili Learning Video Danmu Based on BERTopic Model

穆亚侨[1]，吴骏杰[1*]，王涛[2]，鲜隽桦[1]
[1]澳门理工大学应用科学学院
[2]华中师范大学人工智能教育学部
[*] junjiewu4-c@my.cityu.edu.hk

【摘要】 在线学习环境中，弹幕将学习者的实时讨论与视频内容紧密结合，为分析学习者学习状态提供了丰富数据资源。然而，现有弹幕分析方法主要依赖传统机器学习框架，未能充分挖掘弹幕文本语义特征，也未有效利用弹幕时序信息。本文基于 BERTopic 模型，对 B 站学习视频中的弹幕进行主题挖掘，分析其主题分布、讨论方向及演化趋势，旨在深入理解弹幕交互的整体表现。研究结果表明，弹幕不仅有助于学习者构建知识和提供情感支持，且能够反映学习者学习需求变化。这为优化在线学习资源的使用、提升教师教学设计及改进教学质量提供了有价值的参考。

【关键词】 在线讨论；弹幕；主题挖掘；BERTopic

Abstract: *In online learning environments, bullet comments (danmu) integrate real-time user discussions with video content, offering valuable data for analyzing learners' states. However, existing analysis methods rely on traditional machine learning frameworks, neglecting semantic features and temporal information. This paper uses the BERTopic model to mine topics from bullet comments in Bilibili learning videos, exploring their distribution, discussion direction, and evolution. Results show that bullet comments aid knowledge construction, emotional support, and reflect learners' needs and emotional shifts. These insights provide valuable guidance for optimizing online learning resources, enhancing teaching design, and improving teaching quality.*

Keywords: online discussion, danmu, topic mining, BERTopic

1. 引言

在线教育作为远程教育的实际应用，其本质上是教与学的时空分离，这一特点使得教与学的有效整合成为在线教育成功的关键，而在线交互正是实现这一整合的核心。在线交互是在线学习背景下学习群体之间的状态互动，尽管目前在线教育中通过传统的评论系统、学习社区等方式促进师生之间的交流，但这种交互形式约束条件较多，难以满足学生个性化的学习需求。

Bilibili 网站（B 站）的兴起，把“弹幕”这种允许演化实时分布和查看评论的新型交互模式在国内进行了推广，并迅速成为在线教学视频中用户进行实时交互行为的重要途径。Lin（2018）等人的研究表明弹幕独特的短文本和即时性特点使得用户可以使用简短的文本表达观点与情感，有效缓解在线学习者缺少学习互动和体验性不足等问题。

尽管在线学习的弹幕数据资源非常丰富，但弹幕评论内容短、口语化现象突出、网络流行用语较多，给针对弹幕的主题分析带来挑战。基于深度学习的 BERTopic 主题建模方法可以结合句子深层语义，为弹幕主题研究提供新的更优方法（王歌，2024）。因此本文选择采用 BERTopic 模型挖掘 B 站平台学习视频中弹幕主题交互现状、观点倾向与演化趋势，分析学习者的学习行为和状态变化。

2. 文献综述

2.1. 弹幕交互研究

在线教育由于其固有的特点，师生之间的互动提升面临着诸多挑战。穆肃等人（2020）等人根据等效交互原理，指出强化生生交互对优化在线学习体验、提高教育质量方面，具有重要的实践意义。弹幕交互作为学习者之间在线交互的主要沟通方式之一，已经开始被部分研究人员关注。张婧婧等人（2017）等人通过分析 B 站 PS 课程弹幕数据，发现学习者基于弹幕实现了语言认同，增强了学习群体的社会认知感，减轻孤独感。易田（2018）认为弹幕对于促进程序性知识学习起到积极作用。陈忆金等人（2021）指出与视频强相关的弹幕会提高学习者的认知存在感。张文兰等人（2022）的研究证明弹幕中的经验分享和知识总结等内容有效扮演了学习助手的角色，缓解学生学习焦虑。周璐（2024）认为弹幕是时空异步的生生互动工具，从社会存成方面为学习者跨时空提供情感支持。

现有研究主要聚焦于弹幕的情感特征分析，对弹幕在知识构建和认知生成方面的研究仍显不足。以在线编程课程为例，课程和弹幕中大量使用计算机专业英语单词，相关研究却忽视对弹幕英文主题特征的深入挖掘。因此，本文提出对英文文本进行单独的主题建模，以便更全面地探讨弹幕交互中的知识建构过程，深化在线学习过程中弹幕多维功能的理解。

2.2. 主题挖掘

主题挖掘源于对大规模文本数据中隐藏信息的需求，旨在从大规模文本数据中发现主题或话题的模式和结构。主题挖掘可以帮助研究人员分析和理解文本数据的主题发布情况、主题内容的关联性和学习群体的情感倾向等内容。常用的主题挖掘方法 LDA（Latent Dirichlet Allocation），即潜在狄利克雷分配于 2003 年由 Blei 等人（2003）提出。刘三女牙等人（2017）通过 LDA 模型自动挖掘和解析文本评论信息的特征结构和语义内容，为在线课程评论研究提供了思路。田园（2021）运用数据挖掘理论和 LDA 主题识别模型对在线教学需求数据进行主题挖掘，并构建多元化的在线教学用户需求指标体系。赖显静（2023）使用 LDA 主题模型对 MOOC 的评论文本进行分析，挖掘学习者的关注热点。王冲等人（2024）利用 LDA 模型结合情感分析，对 ChatGPT 类生成式人工智能在教育应用中的情感态度、关注热点与看法意见进行剖析。

尽管 LDA 模型在相关研究中被广泛应用，但其难以捕捉了词语语义和上下文关系，导致在处理短文本（如弹幕）时，存在主题内部联系不足和词汇代表性弱的问题（Egger & Yu, 2022）。此外，LDA 模型无法动态利用弹幕的时序特征，限制了对主题演化趋势的分析。相比之下，文本嵌入（text embedding）的出现(Devlin et al., 2018)，在生成文本词向量和特征表示方面取得了很好的效果，这种基于预训练模型生成的多维向量，可以从语义属性对文本的进行编码。基于深度学习的 BERTopic（Grootendorst, 2022）能够结合文本嵌入向量，提供更优的主题挖掘方法。已有研究（杨思洛与于永浩，2024）证明 BERTopic 在特定领域的主题挖掘上具有良好的分析效果。因此，本文选用 BERTopic 模型进行弹幕文本的主题识别，利用其强大的语义解释能力，更精准挖掘主题内在含义。

3. 研究过程

3.1. 数据介绍

本文选择 B 站人工智能类热门学习视频：吴恩达教授的“深度学习”公开课为研究对象。该课程被分为 183 个视频，截止 2024 年 11 月 27 日，所有视频总播放量达到 342 万，弹幕数量达到 3.1 万条。本文在数据采集阶段使用网络爬虫技术获取课程的弹幕文本，弹幕出现时间，弹幕发送 ID 等关键信息。通过数据清洗，删除重复、冗余、无意义等低质量数据后，最终保留 25254 条中文弹幕并从中筛选出 8359 条英文弹幕。

3.2. 弹幕主题挖掘

弹幕主题挖掘过程如图 1 所示，首先利用 jieba 分词工具对弹幕文本进行中文分词处理。通过该工具将弹幕中的文本切分为一个个具有意义的词语。在此过程中，还结合了中文文本分析工具中的停用词表，去除诸如“的”、“了”、“是”等常见的停用词，以提高文本分析的准确性。接着采用 BERTopic 模型进行主题挖掘。该模型首先对弹幕文本进行嵌入和降维计算，旨在将文本转化为数值化的向量表示，以便于后续的主题识别与分析。与传统主题建模方法不同，BERTopic 通过将同一主题下所有文档合并为一个长文档，基于整个主题集合的词频生成词袋表示，从而识别出该主题中的核心特征词。在主题挖掘过程中，模型通过计算主题之间的距离和余弦相似度，使用层次聚类将相似的主题聚集在一起，从而归纳出弹幕的核心讨论方向。此外，BERTopic 支持动态主题建模（Dynamic Topic Modeling，简称 DTM），能够结合时间戳信息，分析各主题随时间变化的演化趋势。

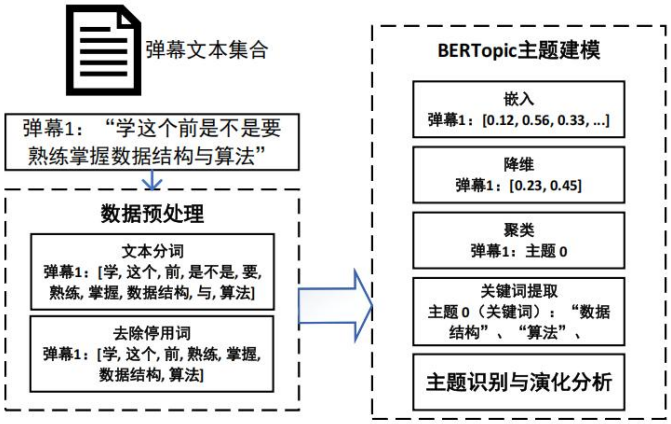


图 1 *弹幕文本主题挖掘*

4. 数据分析

利用 BERTopic 模型对 B 站视频的弹幕文本进行主题建模时，因为课程为英文授课且涉及到专业英文词汇，本文也将英文文本单独进行主题挖掘。根据多次实验结果调整模型参数，最终在表 1 列出学习者主要讨论的 20 个中文主题和 20 个英文主题。主题编号越小说明主题相关弹幕数量越多，讨论度越高。识别出的每个主题都由一组特征词来表示，这些词以不同的权重来代表主题。中文弹幕 Topic0 主题的文本占比达到 66.6%，其特征词是视频开始和结束时学习者互相问好和签到用语，与教学内容相关性较弱。英文主题中 Topic0 占比达到 90%，其特征词内容大多数学公式中各种英文简写。除 Topic0 外，中英文其余主题尽管占比较低，但都与课程内容相关性较强且具有代表性，证明了 BERTopic 模型的有效性。

表 1

主题识别结果和相关弹幕占比

中文主题&特征词	弹幕占比	英文主题&特征词	弹幕占比
T0（老师/训练/学习）	66.6%	T0（dz/log/softmax）	90.7%
T1（矩阵/元素/广播）	5.2%	T1（relu/leaky/convolution）	1.2%
T2（函数/损失/凸函数）	3.8%	T2（batch/miniset/sgd）	1.1%
T3（神经网络/神经元/特征）	3.0%	T3（filter/fl/kernal）	1.0%

续表 1

中文主题&特征词	弹幕占比	英文主题&特征词	弹幕占比
T4（像素/像素点/图像处理）	2.1%	T4（padding/jpg/markdown）	0.9%
T5（方向/计算/阈值）	1.6%	T5（sigmoid/mnist/jio/bv）	0.7%

T6（非线性/函数/线性变换）	1.6%	T6（dropout/value/predict）	0.6%
T7（数据/数据结构/数据库）	1.5%	T7（dont/worry/woory）	0.6%
T8（写错/错误/误导）	1.4%	T8（nlp/idf/tf）	0.4%
T9（过滤器/滤波器/通滤波）	1.3%	T9（bias/high/various）	0.3%
T10（爱猫/分类器/颜色）	1.3%	T10（bug/debug/problem）	0.3%
T11（微积分/高中数学/考研）	1.3%	T11（loss/cost/tradeoff）	0.3%
T12（视频/下个/顺序）	1.2%	T12（cost/function/func）	0.3%
T13（一周/两天/作业）	1.2%	T13（prob/keepprob/best）	0.3%
T14（概率论/条件/概率分布）	1.2%	T14（transformer/vison/transform）	0.2%
T15（四个/三列/三原色）	1.2%	T15（gm/gmdk）	0.2%
T16（代码/编程/编码器）	1.1%	T16（propagation/backgroun）	0.2%
T17（听不懂/不懂装懂/听不出）	1.1%	T17（github/import）	0.2%
T18（算法/优化/贪心）	1.1%	T18（layer/hidden/unit）	0.2%
T19（分子/核是/数量）	1.1%	T19（maxpool/pool/max_pooling）	0.2%

4.1. 主题特征词分布

图 2 为中文弹幕文本主题特征词和权重分布情况，BERTopic 模型输出的高权重特征词能够较好地描述和表达所属主题，例如 Topic1（矩阵计算）、Topic2（损失函数）、Topic3（神经网络）。通过特征词权重也可以帮助明确各主题的核心概念，例如 Topic4（像素）与计算机图像出来有关、Topic7（数据结构）与计算机的专业课《数据结构与算法》有关、Topic9（过滤器）与神经网络设计有关。在线课程为录播课，老师无法和学习者互动，而 Topic0（谢谢老师）主题保留了现实课堂的仪式感，这类弹幕往往重复在视频开头和结尾出现，模拟现实课堂的上下课，让观看者有沉浸式的学习体验。

图 2 *中文主题特征词分布图*

和中文主题不同，英文的主题特征词集中于课程的基础理论和编程实践相关视频，如图 3 中的 Topic1、Topic2 都是和深度学习中的数学理论相关，Topic10 则讨论了编程过程中的 Debug 问题。和中文主题相比，英文各主题的核心概念更加细化，例如 Topic8 在讨论深度学习背景下的自然语言处理方向。英文主题可以帮助学习者获得情感支持，以 Topic7 为例，因为授课教授有一句口头禅“Don’t worry”（别担心），当学习者碰到难点时便会发这句弹幕互相安慰鼓励。这类重复弹幕形成一种“回音室效应”（岳芳等人，2024），仿佛有很多个同伴在陪自己学习，学习者的学习信心受到积极情绪感染开始提升。

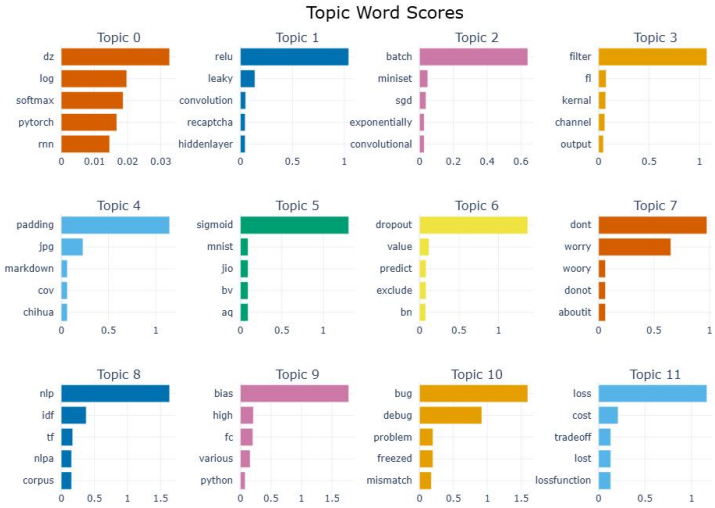


图 3 *英文主题特征词分布图*

4.2. 主题讨论方向识别

根据已识别出主题，基于余弦相似度和层次聚类得到弹幕主要讨论方向。图 4 为中文主题聚类结果。依据聚类结果将 20 个中文主题归纳为计算图像处理、滤波器、编码器、矩阵与神经网络、数据结构与算法、微积分与概率论、损失函数等七个方向。其中矩阵与神经网络、计算图像处理和数据结构与算法等方向的讨论热度较高。在统计学与概率论方向出现了 Topic17（听不懂）主题，由于统计学与概率论属于陈述性知识，内容相对枯燥无聊，因此学习者出现厌学和畏难的负面情绪时会发送消极弹幕，这类弹幕会重复刷屏，导致其他学习者跟风互动，影响学习效果。

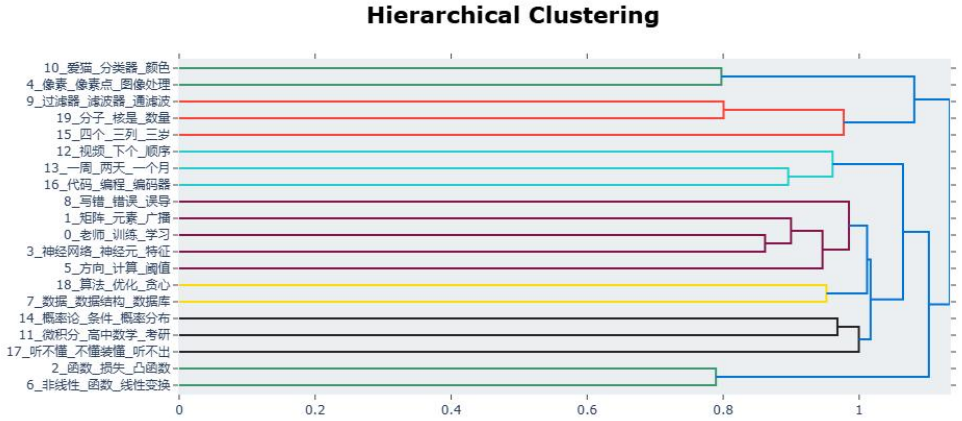


图 4 中文主题层次聚类图

对英文主题的聚类结果如图 5 所示，英文主题可以归纳为损失函数（loss function）、反向传播（Back Propagation）、代码调试（Debug）、深度学习模型框架（TensorFlow）、模型训练（batch）、激活函数（sigmoid）、卷积核心（Kernal）等八个方向。和中文主题相比，英文的主题讨论方向则集中在神经网络的理论学习上，学习者讨论如何基于各类函数的特性，组合设计出最适合目标任务的神经网络框架。代码调试（Debug）方向说明学习者会主动练习课程中的编程任务，并且碰到问题会放到弹幕区讨论，其他人会参与答疑讨论，最后给出解决方案。弹幕交互通过“触发事件-探索-整合-解决”的认知知识构建过程帮助学习者探究知识，理解知识，最终应用知识，增加学习获得感。

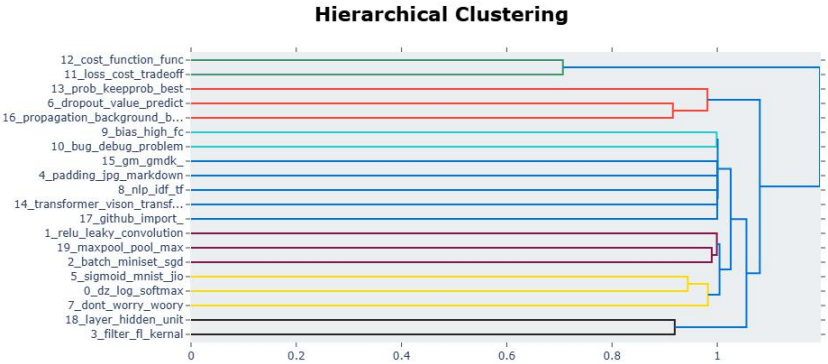


图 5 *英文主题层次聚类图*

4.3. 主题演化趋势分析

BERTopic 的动态主题建模可以直观呈现领域主题的关注热度和学习者讨论度变化情况，便于对深度学习视频的主题演化趋势进行分析。本文以月为单位时间戳切片，将弹幕文本数量视作主题研究热度，分别观察中英文 10 个热门讨论主题的热度变化趋势 。

从图 6 中可以发现所有中文主题的热度在 2021 年 6 月前达到高峰，之后开始滑落。但是在 2022 年 1 月后，热度下降趋势减弱，开始缓慢回升。2023 年和 2024 年的热度变化也基本类似，即 1 月前热度下降，1 月后热度回升。通过对原始弹幕文本进行分析得知，每年 3 月-6 月是高校本科生完成毕业论文的热门时间段，此时会有大量学生来观看学习视频补课（弹幕评论区会有‘毕业论文’相关话题发送），因此弹幕主题热度会出现周期性的波动。2023 年 1 月-6 月，Topic3（神经网络）主题热度快速回升，分析弹幕内容，发现 ChatGPT 相关词频占比超过 0.25%，这说明除了完成毕业论文，仍有学习者是出于对深度学习话题的兴趣来学习课程。

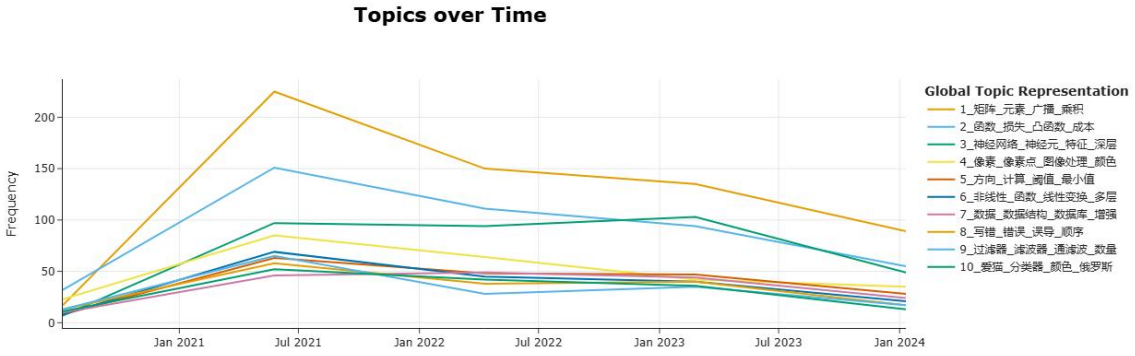


图 6 *中文主题演化趋势图*

英文主题的演化趋势如图 7 所示，与中文一样出现周期性波动。但值得注意的是，2023 开始 Topic3 的热度超过 Topic2，查看 Topic3 相关弹幕文本，发现弹幕从疑惑卷积神经网络中“filter”参数选值开始，不断有学习者通过弹幕对这一概念进行解释，质疑，辩论，并吸引新学习者加入讨论，使得课堂学习不再是老师的单向输出，而是学习者主动参与课堂交互，实现对知识的深度理解。

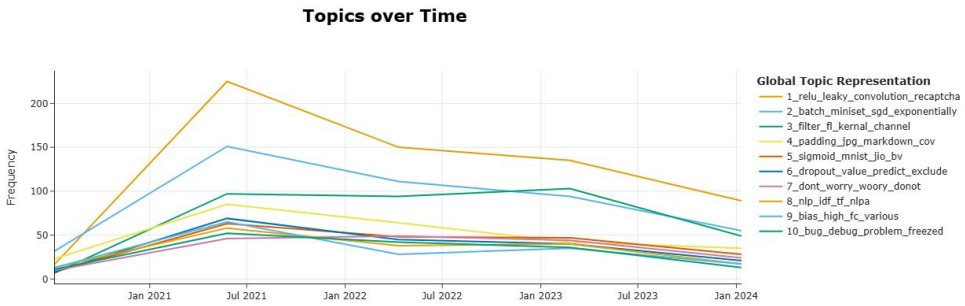


图 7 英文主题演化趋势图

5. 总结与讨论

本文使用 Python 程序爬取 B 站平台热门学习类视频弹幕区文本数据，基于 BERTopic 模型挖掘中文和英文弹幕主题的差异性分布、主题讨论方向集合和主题热度演化趋势后，得出如下研究结论：

1.在线课程缺少线下课堂的真实感，学习者容易丢失注意力，而高频的互相问好弹幕维持了在线学习的秩序，让学生意识到在线学习的仪式感，从而加强学习投入。另一方面，本文选择分析的学习视频为英文授课且涉及计算机专业英文单词，有学习者会主动校对字幕错误和解释专业词汇并发送到弹幕区，成为“虚拟”助教，增强在线学习的感染力。

2. 弹幕互动有助于学习者融会贯通所学知识。学习者在完成课堂练习时，会主动发弹幕讨论练习过程中碰到的困难并交流解决方案，最后整合各方发言得出结论，学习者完成了从获取知识到应用知识的构建过程。但是弹幕对于陈述性知识（如数学知识）学习的帮助作用不大，反而部分学习者会因为无法理解知识点频繁发送消极弹幕，削弱其他学习者自信心。

3.弹幕因其短文本和即时性的特征，使得大部分内容属于情感化表达，这恰好满足了学习者的情感支持需求。弹幕交互构建了一个“伪实时”的社交环境，学习者通过弹幕对视频内容展开深入讨论和互动，降低了学习者在线学习的孤独感。弹幕还为学习者提供了跨越时空的生生互动，当碰到学习难点时，不同时间和空间下发送的鼓励加油类弹幕会缓解学习者的紧张情绪。

综上，弹幕可以在一定程度增强在线学习体验，提升学习参与感和获得感，提供情感交互，如果要引入弹幕到教学平台，则需要规范弹幕发送管理机制、调整教学方法。基于本文研究结论，给出以下几点建议：

1.教师应该鼓励学生在遇到知识难点时积极利用弹幕进行讨论和交流，引导学生主动分享疑问并帮助他人解答，增强在线集体学习氛围。

2.平台应优化弹幕功能，提供更灵活的互动形式。例如，设计“即时答疑”弹幕和“知识补充”弹幕，允许学生将自己的解答或建议与他人共享。平台还可以通过数据分析监测弹幕内容，自动过滤无关或负面情绪的弹幕，减少无效或干扰性内容，维护弹幕质量。

3.教师可以定期检查弹幕内容，针对学生的疑问和讨论内容进行总结和补充，进一步促进学生的学习。教师还应注意调整授课节奏，避免因知识内容过于抽象而让学生产生负面情绪。

参考文献

王冲、张雅君和王娟 （2024）。社会大众如何看待生成式人工智能在教育中的应用？——对 B 站 ChatGPT 话题弹幕文本的舆情主题与情感分析。图书馆论坛（10）, 61-71。

王歌 （2024）。基于视频弹幕的情感分析与动态主题挖掘研究。硕士学位论文。西南财经大学。

赖显静（2023）。基于 LDA 主题模型的 MOOC 课程评论文本分析。现代信息科技(04), 43-46。doi:10.19850/j.cnki.2096-4706.2023.04.011。
刘三女牙、彭晛、刘智、孙建文和刘海 （2017）。面向 MOOC 课程评论的学习者话题挖掘研究。电化教育研究（10）, 30-36。doi:10.13811/j.cnki.eer.2017.10.005。
易田 （2018）。在线教学视频中弹幕对不同类型知识学习的影响（硕士学位论文，华中师范大学）。
陈忆金、卓林锴和赵一鸣 （2021）。学习类视频弹幕用户的交互行为研究。图书馆论坛（09), 95-101+124。
杨思洛和于永浩 （2024）。基于 BERTopic 模型的国内信息资源管理研究主题挖掘与演化分析。情报科学。
岳芳、樊茂瑞、高子雅、郭剑锋和肖吉军 （2024）。开放式知识协同平台中的“回音室效应”研究——以 Bilibili“新能源汽车”视频评论为例。情报理论与实践（02）, 124-131。doi:10.16353/j.cnki.1000-7490.2024.02.017。
张婧婧、杨业宏和安欣（2017）。弹幕视频中的学习交互分析。中国远程教育(11), 22-30+79-80。doi:10.13541/j.cnki.chinade.20171120.008。
张文兰、陈力行和孙梦洋 （2022）。弹幕交互为大学生在线学习带来了什么？——基于扎根理论的质性分析。现代远距离教育(05), 12-19。doi:10.13927/j.cnki.yuan.20220706.007。
周璐（2024）。弹幕背后的探究社区：初中生在线学习互动行为分析。少年儿童研究（05）, 11-19。doi:CNKI:SUN:SNEY.0.2024-05-002。
穆肃、王孝金、冯冠朝 & 张晗 （2020）。在线同步教学中交互的设计与实施。中国电化教育（11）, 52-59+66。doi:CNKI:SUN:ZDJY.0.2020-11-007。
田园和宫婷婷 （2021）。基于 LDA 模型的在线教学需求数据主题挖掘研究。情报科学（09), 110-116。doi:10.13833/j.issn.1007-7634.2021.09.015。
Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I. (2003). Latent dirichlet allocation. Journal of machine Learning research, 3(Jan), 993-1022.
Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K., & Toutanova, K. (2019, June). Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. In *Proceedings of the 2019 conference of the North American chapter of the association for computational linguistics: human language technologies, volume 1 (long and short papers)* (pp. 4171-4186).
Egger, R., & Yu, J. (2022). A topic modeling comparison between lda, nmf, top2vec, and bertopic to demystify twitter posts. Frontiers in sociology, 7, 886498.
Grootendorst, M. (2022). BERTopic: Neural topic modeling with a class-based TF-IDF procedure. arXiv preprint arXiv:2203.05794.
Lee, J., Yoon, W., Kim, S., Kim, D., Kim, S., So, C. H., & Kang, J. (2020). BioBERT: a pre-trained biomedical language representation model for biomedical text mining. Bioinformatics, 36(4), 1234-1240.
Lin, X., Huang, M., & Cordie, L. (2018). An exploratory study: using Danmaku in online video-based lectures. Educational Media International, 55(3), 273-286.

联通主义学习中知识生长的演化规律研究

A Study on Evolutionary Law of Knowledge Growth in Connectivist Learning

吴芝健[1]，王志军[1*]，崔洁[1]
[1]江南大学江苏“互联网+教育”研究基地
[*]jnuwzj@jiangnan.edu.cn

【摘要】 联通主义学习理论强调，学习的目标即是基于创造的知识生长。那么发生在学习者交互过程中的知识生长如何演化发展？基于此，本研究以 Change MOOC 课程为情境，从 396 名学习者的交互行为出发，以概念节点之间的 10 种关系类型为框架进行主题编码的基础上，利用认知网络分析探究联通主义情境下知识生长的演化规律。研究发现，联通主义学习社群表现出明显的去中心化特征；在十种知识生长行为中“扩展”类行为发挥“桥梁”作用，以此类行为为核心的路径是知识生长的主路径；而知识生长过程呈现出由多点积累向多点联通、复杂加工的演化特征。

【关键词】 联通主义；知识生长；演化规律；认知网络分析

Abstract: *Connectivist learning theory emphasizes that the goal of learning is the knowledge growth through creation. How does knowledge growth evolve during the process of learners' interaction? Based on this question, this study takes the Change MOOC course as its research context and examines the interaction behaviors of 396 learners. Using the ten types of relationships between conceptual nodes as a framework for thematic coding, cognitive network analysis is employed to explore the evolutionary patterns of knowledge growth in a connectivist learning environment. The study finds that connectivist learning communities exhibit a distinct decentralized structure. Among the ten types of knowledge growth behaviors, "expansion" acts as a bridge, forming the core pathway for knowledge growth. Additionally, the knowledge growth process evolves from multi-point accumulation to multi-point connection and complex processing.*

Keywords: connectivism, knowledge growth, evolutionary patterns, cognitive network analysis

1. 引言

随着互联网的快速发展，人类社会的生存与交互模式悄然从以往的二元空间（物理空间、社会空间）向着三元空间（物理空间、社会空间、信息空间）转变（潘云鹤，2018）。传统的学习模式正在被颠覆，人类知识体系呈现出明显的网络化、碎片化、即时化的新特征。联通主义学习理论创始人 Siemens 指出，基于网络的非正式学习方式已经成为终身学习的重要组成部分（Siemens，2005a）。未来的学习模式将不再局限于以个体为中心、以知识传递为主的方式，而是更加注重全球范围内的大规模知识流动与创新。联通主义学习理论认为知识是一种网络现象（Downes，2012），这种网络化的知识不仅存在于个体内部的认知结构中，而且广泛地分布于网络和社会环境中，通过社群和集体的调动来实现知识的流动与生长。发生在学习者交互过程中的知识生长如何演化发展？为了解决这一问题，本研究旨在通过认知网络分析，聚焦于联通主义学习者的学习行为，探究联通主义学习情境中知识生长的发展规律，以期为联通主义学习理论的实践提供借鉴。

2. 文献综述

斯蒂芬·唐斯（2005）认为，“知识是一种网络现象”。学习的目标就是实现知识的持续流动与生长。联通主义学习强调知识创生是在群体智慧的支持下，通过个体与群体的互动不断涌现并丰富的过程。知识创生本质上是概念网络的动态发展，即个体和群体知识在社会交互

中的生长和演化。概念网络不仅仅是静态的知识图谱或知识地图，它是一个动态的系统，反映了学习者在参与群体交互时，知识通过深度连接和互动而不断扩展的过程。知识的存在与发展依赖于连接，而概念网络的发展则代表了知识的生长与演化。

研究表明，在联通主义学习情境中，以学习者在学习过程中生成的群智汇聚的学习制品为抓手，以学习者在学习过程中留下的交互数据为依据，概念网络的发展路径可以分为知识制品生成类、主题讨论衍生类、开放问题讨论类以及多样资源关联类（余新宇，2023）。进一步聚焦于知识创生的演变过程，并依据概念节点大小、描述问题的方式和解决问题的层级，可以将概念节点之间的关系可以总结凝练为 10 种类型，对这 10 种类型的描述见表 1。节点之间的关系同样代表着学习者参与和发展概念网络的方式，也即是学习者推动知识生长的行为类型。与此同时，概念节点在建立链接时，节点之间的关系并非单独发生，两个概念节点之间存在多种关系，例如“经验的分享”和“基于资料的思考”时常与“提问与质疑”同时发生。

表 1 联通主义学习群体协同知识创生概念网络中的概念节点关系类型

类型	**描述**
引用	在概念节点中引用已存在的概念节点或相关资源
推荐	在概念节点中对相关资源或其他概念节点进行推荐
补充	对之前概念节点提出的内容进行补充，延续之前概念节点的主题、并加入新内容，或是补充相关经验佐证之前提出的观点，或是对之前提出的观点进行详细解释
扩展	围绕同一主题，从不同角度扩展问题，对原观点横向维度的补充
引申	基于先前认知，从原概念节点解读出新意，找到新的意义和视角，利用事物之间的相互关联来解决问题，对原观点纵向维度上的延续
提问	基于自身理解，对原有概念节点产生疑问或质疑
反对	对原有概念节点表示反对、提出自己的思考和理解
支持	对原有概念节点表示支持
汇聚	对之前多个概念节点的内容进行汇聚、总结
激发	此类关系常见于创新类概念节点的提出，表现为对类似认知模式的识别，激活了头脑中另一组认知模式，进而产出新的观点，表现出跨领域知识的融合应用与重混，可能不属于同一讨论主题

在联通主义学习中，学习者通过识别感兴趣的内容参与到概念网络的发展中，利用这 10 种知识生长行为推动概念网络的动态演化。随着社会网络和深度交互带来群体智慧的汇聚，知识创生的效率显著提高。概念网络的发展呈现出涌现性的特征，新的观点和想法在互动中不断生成、变化并发展，推动知识的持续演化与丰富（余新宇，2023）。

综上所述，本研究将知识生长定义为：个体和群体通过持续的社会交互、协作创新，在动态的网络环境中吸收、反思和创造新知识，从而推动知识在主观认知与客观知识体系中的不断扩展与进化的过程。这一过程不仅涉及个体对知识的理解与运用，还包括知识基于媒介技术在社会网络与学习共同体中的流动、共享和创生。

联通主义学习理论认为我们所学习和掌握的知识，实际上是经验在神经元间的联系中形成的。因此学习过程实质上是大脑神经元间连接的塑造，以及认知网络的构建过程。而认知网络分析法（ENA）能够很好地揭示这一过程。它可以对学习者在交互过程中产生的文本记录进行量化分析，并形成动态网络模型以表征学习者认知元素间的关联结构，并进一步表征学习者的认知特征（王志军等，2019）。例如，王辞晓等人（2023）利用认知网络分析探究了

联通主义情境下学习者协作解决问题过程中的交互规律；杨阳（2021）运用认知网络分析法对联通主义学习者呈现出的能力思维特征进行了整体建模与分析，揭示出联通主义学习者复杂能力和思维的发展过程。可见，认知网络分析法对于探究认知网络的建构过程、揭示联通主义学习中知识生长的规律具有很强的适切性。因此，本研究以联通主义学习群体协同知识创生概念网络中的 10 种概念节点关系类型作为交互编码框架，并通过认知网络分析对交互过程进行建模，从而探究知识生长的演化规律。

3. 研究设计与实施

3.1. 研究对象

本研究选取 Change MOOC 作为本研究的课程情境，这门课程是两位联通主义学习理论创始人联合开设的国际联通主义课程，是最典型的联通主义学习理论的实践形式。这门课程中生成的“博客文章”和“评论”可以有效反应联通主义情境中学习者交互行为下隐含的知识生长现象，有利于本研究精准把握知识生长的特征和规律。

Change MOOC 共持续了 36 周，鉴于数据量过大，本研究选择了前 10 周中所有参与者（共 396 名）在交互过程中产生的博客文章和论坛评论作为数据来源，这些博客和评论分布在多个平台上，包括课程平台、个人博客空间以及其他社交平台。本研究根据“交互发起人 ID—交互对象 ID—交互内容—交互时间—知识生长类型—评论等级”对数据进行了转录和匿名化处理。

3.2. 主题编码

根据文献综述，本研究根据 4 类概念网络发展的路径收集课程中生成的博客文章和评论数据，并以表 1 所示的概念网络中的概念节点关系类型为框架对这些文本类的交互数据进行主题编码，为进行认知网络分析做好前置工作。对每个参与者在每周的交互数据进行编码后，根据结果统计了各周的知识生长类型基本情况，可视化为图 1，前 10 周整体数据编码结果的统计见表 2。

表 2 前 10 周整体知识生长各类型出现的总频数

知识生长类型	提问	支持	反对	激发	引申	补充	扩展	汇聚	引用	推荐
总频数	565	289	83	239	440	151	1020	147	628	296

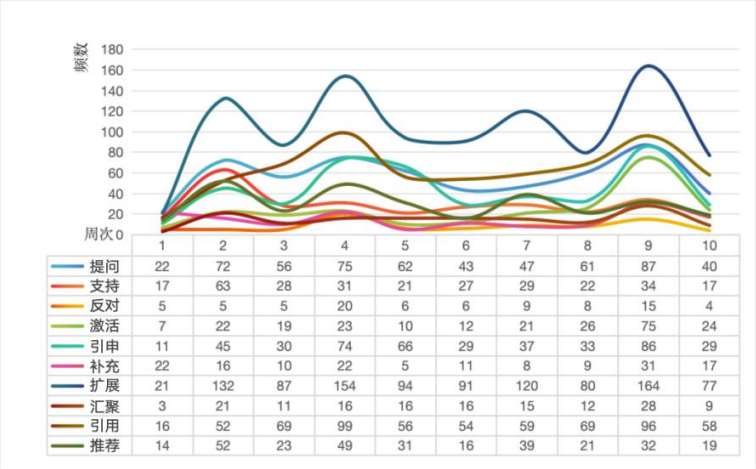


图 1 前 10 周各周知识生长类型的主题编码结果统计

图 1 显示，“扩展”这类知识生长行为在各周的频数都最高，“反对”这类知识生长行为的频数普遍较低；表 2 也显示“扩展”频数最高（1020 次），“反对”频数最低（83 次）。这说明学习者更倾向于基于已有知识从另一个视角展开新的讨论或增加新的信息；且学习者较少直接质疑或挑战他人的观点，而是会通过提问、激发等行为促进他人思考。

整体而言，课程前 10 周的讨论以合作为主，学习者注重分享信息、扩展讨论内容，并在此过程中引用他人的观点支持自己的论点。学习者较少表现出直接反对他人观点的行为，更多地是通过支持、激活和扩展来参与讨论。这种协作性模式促进了联通主义框架下知识的流动，有助于实现知识的分布式生长。从学习心理学的视角来看，这种“和谐”的氛围降低了参与的心理门槛，增强了学习者的参与感和归属感，从而提高了知识流动和生长的效率。

3.3. 认知网络建模

认知网络分析主要分为图 2 所示三个环节：数据编码与统计、分节与邻接向量创建、认知网络降维与建模。接下来将介绍该方法在本研究中的应用与建模结果。

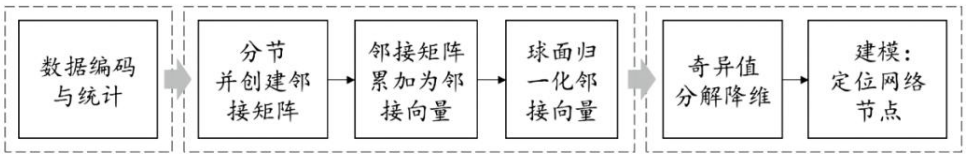


图 2 认知网络分析的编码与建模过程（王志军等，2019）

3.3.1. 数据转录

要进行认知网络分析，需要先依据量化民族志方法对数据进行转录。在本研究中，量化民族志只考量每一次交互对应的文本中是否出现了某种知识生长类型，出现了标记为 1，否则标记为 0。

3.3.2. 分节与邻接向量创建

ENA 算法关注邻近出现的认知元素之间的共现关系（co-occurrence），节（stanza）是认知元素之间建立共现关系的最小单元，每个节包括多个时间临近且内容相关的数据。ENA 工具使用滑动窗口（Moving Stanza Window）来设置节的大小，即确定每个节包含多少条数据。本研究将滑动窗口的大小设置为 5，通过计算每 5 条邻近数据的知识生长类型共现关系。创建邻接矩阵，并累加可得到累积邻接矩阵。

3.3.3. 认知网络降维与建模

为了对不同分析单元的认知网络进行比较，需要对其进行球面归一化处理和奇异值分解降维，进而实现高维空间的二维平面投影（Shaffer et al.，2016）。最终，本研究按周次构建了认知网络模型图，如图 3 所示。节点对应于知识生长类型，节点的位置反映了认知网络的关联结构，节点的大小反映了该知识生长类型出现的相对频次。其中无关信息被隐藏。构建的认知网络模型图中，两个维度的配准 Pearson 相关系数分别为 0.94、0.95，可以认为生成的可视化模型与原始模型都具有较高的拟合优度。

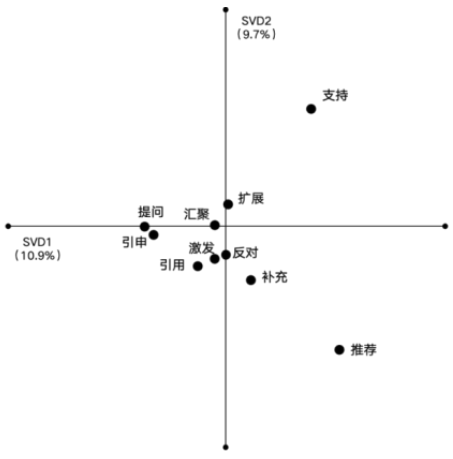


图 3 认知网络模型

4. 认知网络分析结果

认知网络模型建立后，ENA 工具能够分别呈现不同层次分析单元的认知网络。图 4 为各

周参与者所表现出的认知网络。认知网络图中连线的粗细和饱和度代表连线两端知识生长类型的共现值，共现值越高说明两个知识生长类型间的关联程度越高，经常同时出现。

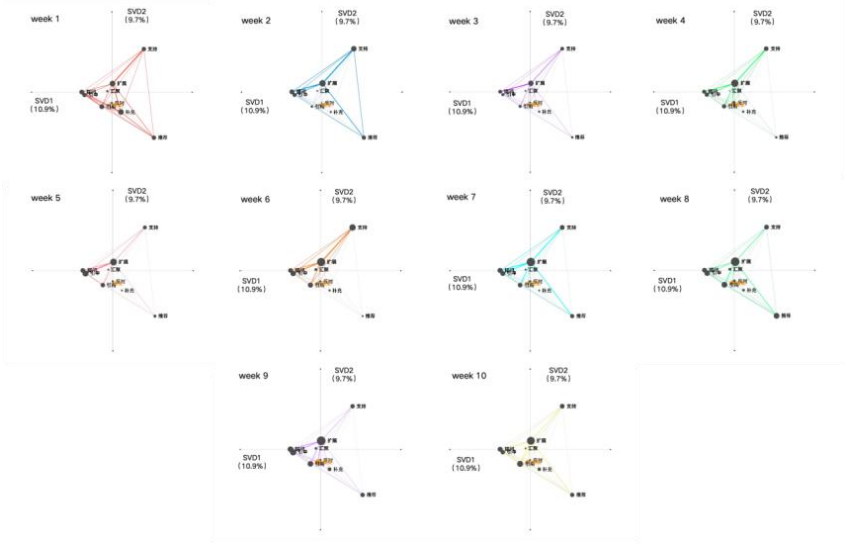


图 4 十周的认知网络模型图

4.1. 共现值热力图分析

图 5 为根据 10 种知识生长类型间 45 种成对关系在十周认知网络模型中的共现值所绘制的时间序列热力图，其中横轴代表时间序列，纵轴则是 45 种成对关系，最右侧为热力值（即共现值）对应的颜色变化条。图中可以清晰地看到每对知识生长类型共现值随时间的变化。

从图中可以看出，10 种知识生长类型间的成对共现值最大为 0.26，整体来看共现值相对均匀，这一方面说明这些知识生长类型之间的共现概率并不大，另一方面也说明对应的认知网络模型结构多样，没有呈现出明显的中心化特征。尽管学习者参与和发展知识网络的方式灵活多样，没有呈现出明显的“定式”，但从热力图依然可以看出某些知识生长类型之间呈现出较为突出的共现值，以及发展趋势。

聚焦于知识生长类型，共现值较为突出的成对知识生长类型皆与“扩展”类行为相关。另外，“扩展—激发”的共现值在 week 9 较为突出。这些成对行为覆盖了引用他人内容、提出新问题、支持他人观点、以及进一步引申与推荐的过程，表明“扩展”行为能够连接多种不同维度的知识生长行为，形成对知识生长的协同作用。也表明“扩展”行为在知识网络中处于核心地位，是学习者通过已有知识生成新内容、连接新视角的关键行为，推动了知识网络的生长与丰富。

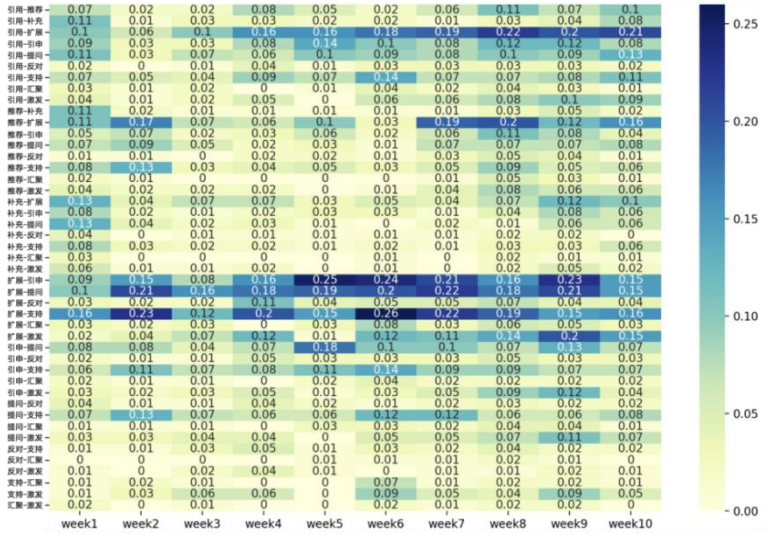


图 5 前 10 周对应认知网络模型中成对知识生长类型共现值的热力图

4.2. 网络差异

ENA 算法通过将两个认知网络中各边的权重相减生成认知网络差异图，从而揭示两个认知网络的差异。图 6 所示的认知网络差异图具体描绘了问题解决周每两个临近周认知网络的差异：

① week 4-week 2：相比于 week 4，week 2 主要集中在提问、支持、推荐 3 类知识生长，这些行为通常与知识探索和基础连接建立相关。并且“扩展”在 week 2 与“推荐”的共现程度较大，到了 week 4 其他 7 类知识生长类型开始出现更多，而“扩展”在 week 4 与“引用”的共现程度更加突出。这表明知识网络的构建从初级知识积累向知识迁移和整合迈进。

② week 6-week 4：与 week 4 相比，week 6 几乎在所有知识生长类型上都具优势，只有“推荐”这类知识生长相对次数较少。说明各种知识生长类型的数量和连接关系全面提升，表现出网络中知识的多样性增长。“推荐”行为的减少反映了该阶段学习者更注重深度加工与创造性贡献，而非单纯资源分享。

③ week 8-week 6：到了 week 8 出现了更多推荐、引申、支持这三种知识生长，而其他知识生长类型与 week 6 保持了相近的水平。说明学习者在深化已有知识的基础上，通过协作和引导加强了网络的连通性。且各种知识生长类型的数量和连接关系进一步提升。

④ week 10-week 8：除“推荐”知识生长类型外，week 10 的其他 9 种知识生长都比 week 8 更加深入，而“推荐”也仅仅表现出略微差距。这表明几乎所有知识生长类型均达到了更高的复杂度，无论是联通网络还是知识网络都已经趋于成熟，学习者的高阶认知能力和整合能力得到较为充分的发展。

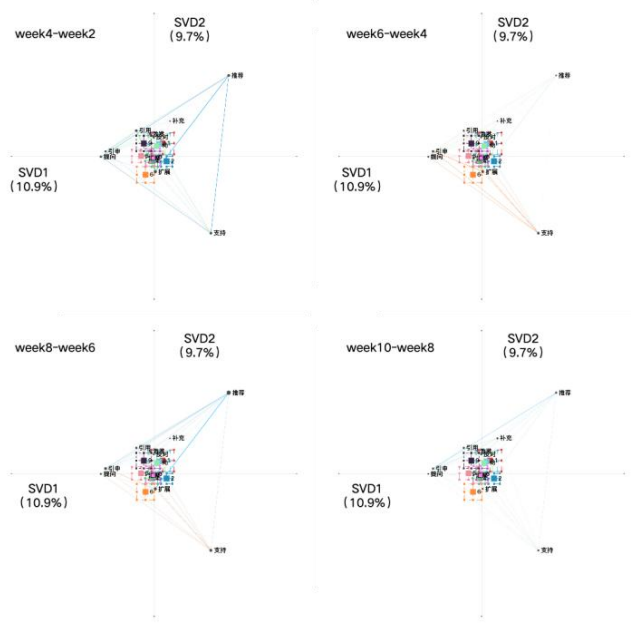


图 6 周次叠减图

根据以上结果可以总结出知识生长类型发展的规律：知识生长类型从早期的基础知识连接与知识积累行为逐步向深度联通与加工行为演化，表现出由浅入深的认知规律。

5. 研究结论

根据时间序列热力图和叠减图可以针对联通主义学习情境下的知识生长类型的演化特征与规律总结出以下结论。

（1）联通主义学习社群表现出明显的去中心化特征

时间序列热力图显示，知识生长类型的共现概率都较低，表明不同类型知识生长间并未表现出明显的组合。这种现象可以从两个方面解释：一方面，学习者的概念建构过程并不是线性发展，而是根据情境和脑中的认知神经网络涌现认知行为，进而非线性地持续实现概念网

络的发展。另一方面，概念网络的结构因学习者个体的差异性而表现出多样性。与典型的中心化网络不同，联通主义学习情境下的网络并未形成明显的核心节点，反映出学习者参与方式的开放性与自主性。这种多样性使得概念网络更具弹性和扩展潜力，有助于实现可持续发展。这种去中心化的特征还反映了联通主义学习中强调去权威化的学习理念，即鼓励学习者在平等开放的环境中自由探索知识，最终形成多样化的认知路径。

（2）以“扩展”类行为为核心的路径是知识生长的主路径

在知识生长的过程中，“扩展”类型无疑扮演了核心角色。这一类型的核心地位体现在其对不同知识行为之间关系的协调作用，例如“扩展—引申”“扩展—激发”等组合的频率明显高于其他类型，显示其在推动知识网络深度发展的同时，也增强了学习者间的协作效率，为知识生长提供了重要动力。此外，“扩展”行为还在知识网络的长期优化中起到了关键作用，它促使学习者在整合已有知识的基础上，从多角度产生新观点，不断丰富网络的节点连接。同时，知识生长类型的主题编码结果同样显示出“扩展”类型在频数上的突出优势它也是各类角色学习者都突出表现的一类知识生长。综上，“扩展”这一知识生长类型不仅是个体知识生长的驱动因素，也是群体协同中知识创生不可或缺的一环。

（3）知识生长的演化趋势：从多点积累到多点联通与复杂加工

通过对周次认知网络模型的叠减图分析，可以清晰地观察到知识生长的动态演化过程呈现出从基础构建向复杂协作转变的阶段性特征。在课程初期，学习者的行为主要表现为知识的基础连接与积累。这一阶段的认知网络密度相对较低，学习者主要通过个体学习对已有概念节点进行初步探索，且这些概念节点之间的连接较为松散，处于弱连接状态。随着课程的推进，学习者之间的协作行为逐渐增多，特别是在中期阶段，“扩展—引申”“扩展—提问”“扩展—支持”这三类知识生长类型的共现值显著提升，表明学习者通过深度互动推动了知识网络的快速扩展与深化。到了课程后期，知识网络的演化逐步转向复杂加工行为，“扩展—引用”“扩展—推荐”“扩展—激发”等知识生长类型的共现值尤为突出。此时，已有概念节点之间的连接强度显著增强，达到了强连接状态，并且更有可能涌现出创新性的概念节点。这一动态演化过程清晰地揭示了知识生长从初期的多点积累逐步过渡到后期的多点联通与复杂加工的整体趋势。

6. 研究局限

本研究的局限性主要体现在以下几个方面：（1）数据范围与分析深度的局限：研究主要基于在线学习社群的文本类数据，缺乏对学习者行为轨迹、社交网络分析等多模态数据的整合，限制了对知识生长复杂性的全面揭示。尽管研究采用了热力图和网络模型，但对变量之间的复杂关系探讨不足，未来研究可以结合因子分析、回归方程等方法进一步深入挖掘知识生长的潜在模式。（2）课外知识生长数据的追踪困难：联通主义学习涉及多个技术平台，学习者可能同时活跃于不同平台，而逐一收集和分析这些数据在时间和技术层面上难以实现。此外，部分数据因时间久远、技术更新或政策调整而丢失，对研究结果的完整性有一定影响。（3）边缘学习者的数据缺失：部分学习者的知识生长轨迹偏向隐性，例如仅浏览资源但未留下评论或转发记录，导致研究难以全面捕捉知识生长的全貌。

参考文献

潘云鹤.(2018).人工智能 2.0 与教育的发展.中国远程教育(05),5-8+44+79.

王辞晓,张文梅,何歆怡,等.(2023).基于认知网络分析的协作问题解决教学交互规律研究.中国远程教育,43(05):43-55.

王志军 & 杨阳.(2019).认知网络分析法及其应用案例分析.电化教育研究(06),27-34+57.

杨阳.(2021).联通主义学习情境中学习者特征分析研究.江南大学.

余新宇.(2023).联通主义学习中群体协同知识创生过程与分析研究.江南大学.

Downes, S. (2005). An Introduction to Connective Knowledge.[2005-12-22]. https://www.downes.ca/post/33034,2005-12-22.

Downes, S. (2012). Connectivism and Connective Knowledge.[2012-05-19]. https://edtechbooks.org/connectivism/.

Shaffer, D. W., Collier, W., & Ruis, A. R. (2016). A tutorial on epistemic network analysis: Analyzing the structure of connections in cognitive, social, and interaction data. Journal of Learning Analytics, 3(3), 9-45.

Siemens, G. (2005a). Connectivism: A learning Theory for The Digital Age. International Journal of Instructional Technology and Distance Learning, 2(1), 3-10.

結合生成式人工智慧與即時回饋的國小閱讀學習同伴系統之應用與成效評估

Application and Effectiveness Evaluation of a Primary School Reading Learning Companion System that Integrates Generative AI and Real-Time Feedback

張祐綜[1*]，洪暉鈞[1]，許志豪[2]，方淑儀[2]
[1]台灣中央大學 網路學習科技研究所
[2]桃園市平鎮區 南勢國民小學
daniel.chang1220@gmial.com

【摘要】 在臺灣，小學閱讀教育面臨學生閱讀速度和興趣差異的挑戰，導致教師難以有效評估每位學生的閱讀成效。為解決此問題，本研究開發了一個結合生成式人工智慧（GenAI）和 4F 動態回顧循環理論（Active Reviewing Cycle）的閱讀學習平臺。該平臺透過 OpenAI Assistants API 提供生成式 AI 聊天機器人，作為學生的閱讀學習夥伴，幫助學生進行反思，從而提升閱讀理解能力。本研究在臺灣北部某小學進行了為期十週的實驗，分為事後回饋組、即時回饋組及對照組。蒐集學生的閱讀理解數據，並透過建立互動歷程儀表板，提供教師和學生即時掌握學習狀況的工具。

【關鍵詞】 生成式人工智慧；4F 動態回顧循環；聊天機器人；學習同伴；回饋

Abstract: *In Taiwan, elementary reading education faces challenges due to differences in students' reading speeds and interests, making assessment difficult. This study developed a reading platform integrating GenAI and the 4F Active Reviewing Cycle. Using the OpenAI Assistants API, the platform provides an AI chatbot as a reading partner to enhance students' comprehension through reflection. A ten-week study in a northern Taiwan elementary school divided students into post-feedback, immediate feedback, and control groups. The platform collects reading data and offers interactive dashboards for real-time progress monitoring by teachers and students.*

Keywords: generative artificial intelligence, 4F dynamic review cycle, Chatbots, learning companion, feedback

1. 前言

科技的進步及普及，改變了傳統的學習及教學模式，也改變了教師及學生的角色，越來越多研究將教育結合人工智慧，生成式人工智慧(Generative Artificial Intelligence, GenAI)不但可以作為老師、學生、專家，也可作為學生之學習同伴，無論作為知識解答工具，亦或是作為學生協作之對象，將教育的面向慢慢轉到以學生為中心，減輕了教師的負擔(Hwang & Chen, 2023)。

隨著生成式人工智慧的應用愈加廣泛，教育領域逐漸向以學生為中心的模式轉型，其中，學生的學習歷程與個別化學習回饋成為關注的重點。學習歷程（Learning Portfolio）是記錄學生學習過程的重要工具，除了能讓學生了解自身的學習成果與進步外，還能透過反思與自我調整促進深度學習與自主學習。透過系統化的記錄與回顧，學生能追蹤自己的學習歷程，設定學習目標，並掌握學習的主動權，實現知識的內化與應用。

然而，隨著數據量的增長與學習需求的多樣化，傳統的學習歷程記錄工具已不足以滿足即時性與全面性的需求。此時，學習分析（Learning Analytics, LA）與其核心應用——學習分析儀表板（Learning Analytics Dashboard, LAD），提供了一種新的解決方案。學習分析儀表板結合大數據與視覺化技術，能即時呈現學生的學習進展與行為模式，不僅幫助教師精確掌握學生的學習情況，還能為學生提供個性化建議以優化學習策略。

而回饋在學習中的重要性已被廣泛研究，通常被認為有助於提升學習成效(Black, 2003; Hattie, 2008; Sadler, 1998)。回饋的效果取決於多種因素，包括回饋的特徵、學習者的特質以及任務的性質(Shute, 2008)。回饋特徵主要涵蓋回饋的時機與內容。

在回饋時機上，可分為即時回饋和延遲回饋。研究表明，即時回饋通常更具成效，因為它能在學生完全內化錯誤觀念或操作失誤前及時進行修正(Anderson et al., 2001; Shute, 2008)。即時回饋在電腦輔助學習環境中效果尤為顯著，能根據學生的表現提供量身定制的回饋(Chen, Breslow, & DeBoer, 2018)。

在回饋內容方面，回饋可分為簡單回饋（僅告知答案正確與否）與詳細回饋（提供答案的正確性以及額外的解釋、建議等）。研究顯示，詳細回饋對於複雜任務的效果尤為明顯(Maier, Wolf, & Randler, 2016; Van der Kleij, Feskens, & Eggen, 2015)。此外對於詳細回饋，情境化（context-dependent）回饋通常比一般性（generic）回饋更能幫助學生改進開放式解釋，特別是在改善書寫質量和深入理解方面(Jordan, 2012)。

因此，本研究結合生成式人工智慧與聊天互動歷程分析儀表板，設計一個國小學生聊書學習系統，作為學生的閱讀同伴，提供聊書歷程以及回饋。透過系統分析互動行為模式，教師得以克服無法即時與學生互動的困難，並快速掌握學生的閱讀學習狀況，以提升教學效果。

2. 研究方法

2.1. 研究對象

研究對象為台灣北部一所小學約 239 名的五年級學生，年齡在 10~11 歲之間，他們來自九個班級。他們被分為了三組，其中兩組參與者皆配有平板電腦來使用本研究之閱讀學伴系統並與聊書機器人進行互動，實驗組一的聊書機器人會在聊書過程中給予學生事後回饋，實驗組二的學生的聊書機器人則給予即時回饋，兩組實驗組的提問法皆用 4F 提問法進行提問，學生也可以在聊書後查看聊天互動歷程分析儀表板。

2.2. 研究流程

本研究實驗分為三個階段：實驗準備期、正式實驗期及資料分析期。於實驗準備期，我們與教學現場的教師進行需求訪談，選定實驗所需的互動書籍，並處理書籍的訓練資料。此外，我們設計了閱讀理解能力的前測、後測及問卷，並開發具備聊書功能的閱讀聊天機器人，以及用於學生互動歷程的學習儀表板。在正式實驗期，系統被導入實驗場域，並於第一週進行前測，隨後學生開始持續進行閱讀活動。實驗組一和實驗組二的學生需每週進行約 20 分鐘的聊書活動，並使用學習儀表板檢視其互動數據。兩組實驗組的回饋方式有所不同，其中實驗組一會收到事後回饋，而實驗組二會獲得即時回饋與聊天評分；對照組則未使用系統。期間，教師可透過系統提供的學習歷程儀表板即時掌握學生的閱讀進度與互動情形，並為需要額外幫助的學生提供指導。實驗為期十週，結束後將進行閱讀理解能力的後測，以了解系統對學生學習的影響。在資料分析期，我們收集並整理學生的互動數據，進行數據處理與分析，探討系統是否提升學生的閱讀理解能力與閱讀動機，並分析不同回饋方式對學生學習行為與成效的影響。最後，研究將比較不同回饋模式對於促進學生閱讀理解的效益，進一步探討回饋方式在提升學習動機與成效中的角色。

2.3. 研究工具

本研究之資料分析將會透過量化分析的方式進行，以閱讀能力測驗作為前後測的工具，依照前後測的題目觀察受測者在 10 周後的聊書活動後，是否學習表現有進步，前後測驗題型相同，閱讀能力滿分為 20 分，此外本研究使用 Pintrich 等人(1991)所編制的學習測略量表 (Motivated Strategies for Learning Questionnaire, MSLQ)，來測量學生使用系統與聊天機器人互動後的學習動機差異。

3. 系統設計

本研究開發了一個專為國小學生設計的閱讀教育夥伴系統，提供個性化的互動學習體驗，

幫助教師即時掌握學生的閱讀進度，並解決傳統閱讀教學中難以確認學生是否完成閱讀及延遲發現閱讀困難的挑戰。進入系統後，首頁設計簡潔，使用者可透過點擊機器人圖示進入選書畫面。系統提供六本書籍，每本書依內容拆分為六個部分，讓學生能逐步理解故事章節與段落。在選書畫面中，學生可選擇「聊天」進入書籍，系統將導向對話界面，左側顯示書本摘要，右側則為與聊天機器人的互動視窗。學生需結束對話後，才能進入下一步的學習分析。學生也可選擇「聊天紀錄」回顧過去對話內容，以反思並改善閱讀策略。

對於教師而言，系統提供班級儀表板，教師可透過篩選器選擇班級、書本、學生及對話次序，快速查看學生的學習進展。若需進一步分析個別學生的學習狀況，則可進入個人儀表板，查看學生在該次互動中的詳細數據，包括聊天摘要、對話記錄、互動評分及回饋資訊。這些數據不僅能幫助教師掌握全班學習狀況，也能提供個別化指導，以提升教學成效與學習支持效率。此外，儀表板上整合了詳細資訊與圖表分析，使教師能夠更直觀地理解學生的閱讀行為，進一步優化教學策略。本系統透過即時互動與學習數據分析，提升學生的閱讀理解與學習動機，並為教師提供有效的輔助工具，以增強個別化教學的精準度與效率。

4. 結論

本研究預期使用閱讀教育夥伴系統的實驗組學生，其學習表現可能優於未使用系統的對照組學生。透過系統的聊書互動功能與個性化學習回饋，實驗組學生在閱讀理解能力測驗中的後測成績或許會較前測有所提升，且提升幅度有機會高於對照組。系統中的即時回饋、聊天評分與儀表板分析功能，可能有助於學生更精確地理解閱讀內容，並優化互動策略，進一步提升學習成效。

致謝

本研究感謝國科會專題研究計畫（計畫編號: NSTC113-2628-H-008-001-MY3）以及臺灣中央大學學習科技研究中心支持。

參考文獻

Anderson, T., Liam, R., Garrison, D. R., & Archer, W. (2001). Assessing teaching presence in a computer conferencing context. https://doi.org/10.24059/olj.v5i2.1875

Black, P. (2003). *Assessment for learning: Putting it into practice*. Open University Press. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.09.013

Chen, X., Breslow, L., & DeBoer, J. (2018). Analyzing productive learning behaviors for students using immediate corrective feedback in a blended learning environment. *Computers & Education*, *117*, 59-74. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.09.013

Hattie, J. (2008). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. routledge.

Hwang, G.-J., & Chen, N.-S. (2023). Editorial Position Paper. *Educational Technology & Society*, *26*(2). https://doi.org/10.30191/ETS.202304_26(2).0014

Jordan, S. (2012). Student engagement with assessment and feedback: some lessons from short-answer free-text e-assessment questions. *Computers & Education*, *58*(2), 818-834. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.007

Maier, U., Wolf, N., & Randler, C. (2016). Effects of a computer-assisted formative assessment intervention based on multiple-tier diagnostic items and different feedback types. *Computers & Education*, *95*, 85-98. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.12.002

Pintrich, P. R., Smith, D. A., García, T., & McKEACHIE, W. J. (1991). The motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ). *Ann Arbor, MI: NCRIPTAL, The University of Michigan*. https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.1.33

Sadler, P. M. (1998). Psychometric models of student conceptions in science: Reconciling qualitative studies and distractor-driven assessment instruments. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, *35*(3), 265-296. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199803)35:3<265::AID-TEA3>3.0.CO;2-P

Shute, V. J. (2008). Focus on formative feedback. *Review of educational research*, *78*(1), 153-189. https://doi.org/10.3102/0034654307313795

Van der Kleij, F. M., Feskens, R. C., & Eggen, T. J. (2015). Effects of feedback in a computer-based learning environment on students' learning outcomes: A meta-analysis. *Review of educational research*, *85*(4), 475-511. https://doi.org/10.3102/0034654314564881

自我解釋適性化聊天機器人影響程式設計能力之初探

The Preliminary Exploration of the Impact of Self-Explaining Adaptive Chatbots on Programming Ability

林子白，洪暉鈞
台灣中央大學 網路學習科技研究所
abcde12345326@gmail.com

【摘要】 本研究針對結合生成式 AI 聊天機器人與自我解釋策略的適性化自動反饋系統，探討其對學生程式設計能力及運算思維的影響。透過在台灣北部一所大學開設的 16 周「Python 教育資料探勘實作」課程，研究以 Wilcoxon 符號檢定方式，比較學生在參與課堂前後程式設計能力、運算思維與學習動機的差異。結果顯示，學生的 Python 程式設計分數於課程結束後明顯提升。顯示學生普遍生成式 AI 技術在程式教育中不僅能作為解答工具，更能透過自我解釋機制引導學生反思與修正錯誤。
【關鍵詞】 自我解釋；運算思維；程式學習；生成式人工智慧；聊天機器人

Abstract: *This study investigates the impact of an adaptive automated feedback system that integrates generative AI chatbots and the self-explanation strategy on students' programming abilities and computational thinking. Through a 16-week "Python Educational Data Mining Practice" course offered at a university in northern Taiwan, the study employs the Wilcoxon signed-rank test to compare students' programming proficiency, computational thinking, and learning motivation before and after participating in the course. The results indicate a significant improvement in students' Python programming scores after completing the course. demonstrating that students generally recognized the benefits of this instructional model. Generative AI technology in programming education not only serves as an answering tool but also facilitates students' reflection and error correction through the self-explanation mechanism.*
Keywords: Self-explanation, Computational Thinking, Programming Learning, Generative Artificial Intelligence, Chatbot

1. 前言

隨著科技快速發展，學生需培養批判思考及運用新技術解決問題的能力(Ogegbo & Ramnarain, 2021)，而學習運算思維(Computational Thinking，CT)被視為提升此類能力的有效方式 (Cansu & Cansu, 2019)。因其重要性，CT 已成為因應世界變化的基礎能力，並被許多國家納入正式教育體系(Grover & Pea, 2018; Heintz et al., 2016)。其中，程式設計與電腦科學領域息息相關，使學生能透過撰寫程式訓練和實踐 CT (Grover & Pea, 2013; Tang et al., 2020)，程式設計能力也遂成為教育趨勢，不僅包含傳統語言，也延伸至機器學習和資料科學領域。

在學習過程中，反饋是關鍵要素(Shute, 2008)。程式教育中，作業反饋可協助教師與學生掌握學習狀況，但評分往往耗時且難以同時滿足多數學生的學習需求(Alves et al., 2019; Hao et al., 2022; Slavuj et al., 2017)。學生間的差異包括知識背景、認知能力、學習速度與風格(Cook et al., 2018)；因此需要即時反饋與個別化支持，使教育者探索創新方法以提升學習效果。然而，目前多數自動反饋系統雖可檢查作業正確性與品質(Keuning et al., 2018)，但在實現真正的適性化學習與深度反饋方面仍顯不足(Combéfis & Schils, 2016; Keuning et al., 2018)。教師在此類系統中的調整空間也相對有限(Keuning et al., 2018)。此外，因缺乏對學生理解的

關注，易導致不良學習習慣或錯誤認知，特別在生成式 AI 技術興起後，問題更形嚴峻 (Auvinen, 2015; Kapur, 2016; Lehtinen et al., 2023)。

Lehtinen et al. (2021)提出的 Questions about Learners' Code (QLCs)策略，強調學生透過「自我解釋」(Bisra et al., 2018)來反思程式碼與背後原理，促進由表面模仿轉向深度理解並提升後續程式撰寫、除錯與擴充能力。然而，此策略若要落實於自動化與適性化系統，仍面臨技術挑戰。近年來，ChatGPT 等生成式 AI 的出現 (Popovici, 2023)，開啟了在程式課程中提供個別化對話、深度討論和反饋的新可能 (Hwang et al., 2020; Popovici, 2023)，例如，Chiu (2024) 採用自我決定理論（Self-Determination Theory, SDT）探討 ChatGPT 如何支持學生的學習需求，發現 AI 可透過提供自主性支援與即時反饋來增強學習者的內在動機。

因此，本研究旨在開發一套結合生成式 AI 和 QLC 方法的輔導系統，以回應既有自動化反饋工具在適應性及深度理解上的不足。系統將透過個人化反饋協助學生從基礎概念深化至程式設計思維，同時提供教師更靈活的反饋設定與課程調整。透過實驗研究與使用者反饋，本研究將探究該系統在增進學習成效與教學品質方面的潛力。

在現今的教學情境中，反饋被視為學習過程中的關鍵要素(Shute, 2008)，透過即時與客觀的反饋，學生能了解自己與目標之間的差距，並進一步調整學習策略(Paiva et al., 2022)。然而，若完全仰賴教師進行手動批改與反饋，隨著班級規模擴大，往往會面臨「成本高、耗時長」的問題(Alves et al., 2019; Slavuj et al., 2017)。特別是在程式教育中，由於學生的學習背景、認知能力與學習速度各不相同，教師要同時提供深入且個別化的反饋並不容易(Cook et al., 2018; Hao et al., 2022)。手動評分也可能受評分者一致性不足、疲勞或主觀偏見的影響 (Zen et al., 2011)，顯示自動化反饋系統在協助教師即時且客觀地評量學生程式作業上，具有極高的應用潛力(Combéfis & Schils, 2016)。

在教學策略方面，自我解釋(self-explanation)已被證實是能顯著提升學習成效的方式(Chi, 2013)。此策略強調學習者以「說明什麼、為什麼與如何」的方式，將新知與既有知識聯繫並融會貫通，有助於鞏固所學並促進遷移能力(Pirolli & Recker, 1994)。自我解釋也被視為一種後設認知策略(Chi, 2009, 2018)，讓學生得以持續監控並調整自己的學習過程，增進對知識差距的覺察與解決方式，進而強化學習動機與持續投入(Yu, 2022)。在程式設計教育中，透過要求學生對程式碼的功能、邏輯與設計原理進行自我解釋，有助於他們更有效地理解並內化程式概念，培養解決問題與運算思維的能力(Pirolli & Recker, 1994; Wylie & Chi, 2014)

近年來，聊天機器人(chatbot)技術的成熟，讓自動化系統在教學上的應用更具彈性與互動性(Pham et al., 2018)。在教育領域，聊天機器人不僅能迅速回應學生疑問，還能在測驗、作業與論文等反饋活動中提供即時且個別化的反饋(Lalwani et al., 2018)。在程式教學方面，Yin et al. (2021)與 Benotti et al. (2017)的研究皆發現，聊天機器人可應用於大規模線上課程，透過自然語言對話為學生解答程式相關問題，提供自動化的形成性反饋，顯著提高學生的任務完成率。這些研究結果顯示，將聊天機器人應用於程式教育，不僅能因應大班教學需求，還可進一步促進學生的即時反思與深度學習。

綜觀上述文獻，可以發現：「自動化反饋」與「自我解釋」結合「聊天機器人」的互動機制，對於提升學生在程式教育的學習動機與成效具有相當大的潛力。本研究基於此基礎，計畫開發一個適性化自動反饋系統，整合自我解釋策略與聊天機器人技術，為學生提供即時且個性化的問題提示與反饋。系統將引導學生透過自我解釋的方式進行程式碼思維的梳理與反思，期望能在多元化的學習情境下，有效提升學生的程式設計能力與運算思維。

2. 自我解釋適性化學伴系統

本研究開發的自我解釋適性化學伴系統提供適性化題目生成、即時自我解釋反饋功能。在課堂教學的前期，教師透過傳統講授或示範等方式進行基礎理論與實作指導。教師會在課堂的各階段結束後發布該階段主題的程式作業，使學生在課後進行更深入的練習。當學生完成課堂練習後，提交作業後，本系統的 AI 出題模組會根據學生實際撰寫的程式碼內容，

生成適性化的題目。並於隔周課堂時間開放學生進行系統活動，讓學生在回答適性化題目的過程中透過聊天機器人的回應，進行自我解釋的檢驗與修正，強化學生對程式原理的掌握，還能透過不斷反思與修正，達到更深層的學習成效。

系統活動介面如圖 1 所示，分為自我解釋區塊與反饋互動區塊，自我解釋測驗區塊根據學生程式碼自動生成與章節概念相關的題目，以開放式問題詢問學生對程式碼邏輯或概念的理解程度。如 Koedinger et al. (2010)研究的 ASSISTments 系統，提供即時反饋及輔助鷹架，學生可於反饋互動區塊與聊天機器人取得即時反饋並進行後續討論或釐清，即時反饋包含自我解釋評分與評分原因及修改建議，自我解釋評分基於修改自 Nakamoto et al. (2023)的自我解釋標準，詳見表 1 自我解釋評分分級。

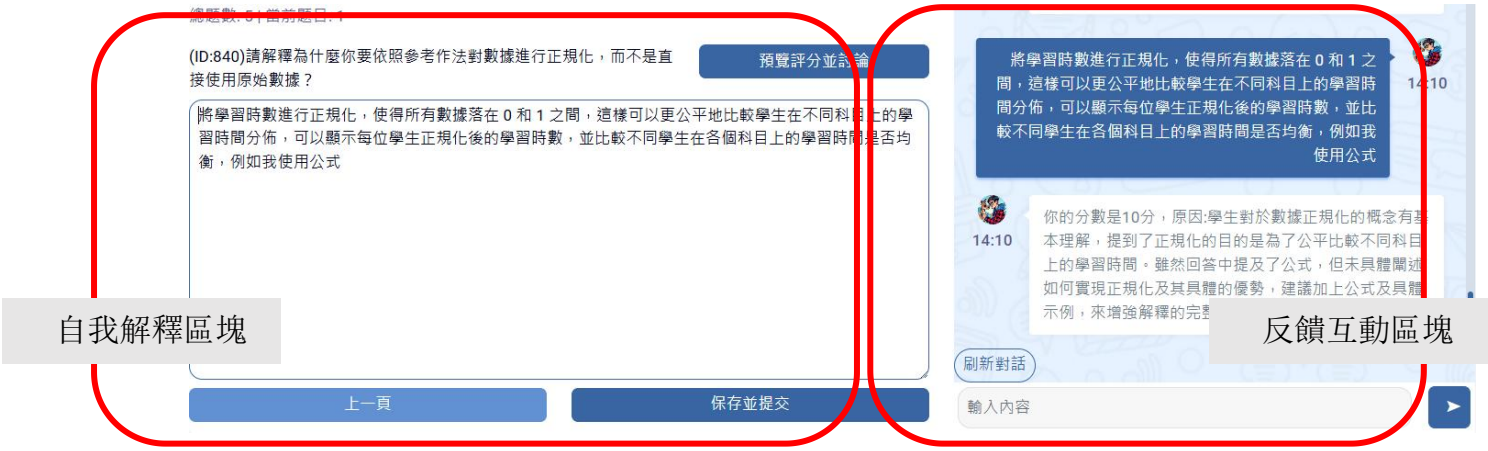


圖 1 系統活動介面圖

表 1 自我解釋評分分級

級別	分數	描述
不可接受	0~3	回答有多處錯誤，表達不清晰，未能準確回答問題，或與問題不相關。
差	4~7	回答部分接近問題所需的內容，但多為表面概括，缺乏深入詳盡的解釋。
尚可	8~11	回答基本符合要求，提供問題所需步驟的基本解釋，達到一般標準水平。
非常好	12~15	大部分回答正確且恰當，但在邏輯推理或表達上還有一定的改進空間。
優秀	16~20	回答不僅正確，而且邏輯清晰，表達流暢，充分解釋了相關細節和概念。

整個系統的環境部署於微軟 Axure 雲端服務提供的 Ubuntu Linux 虛擬機上，以 Nginx 作為反向代理伺服器，並使用 Django 與 MySQL 負責後端邏輯及資料庫管理。透過 Django ORM 工具可有效處理並記錄學生互動過程；同時，後端會與 OpenAI 的 ChatGPT API 串接，將學生的程式碼與解釋傳遞給 ChatGPT，並接收回應後以 AJAX 即時反饋給前端。前端採用 HTML5、CSS3、Bootstrap 等技術實作響應式設計，並透過 jQuery 與 AJAX 實現即時互動機制。

3. 研究方法

3.1. 研究對象

本研究的教材為 16 周的「Python 教育資料探勘實作」課程。課程內容包含從 Python 程式設計到資料探勘實作的教學，包和基礎程式語法、資料分析、機器學習模型等章節。

研究對象為台灣北部一所大學課程的碩博士生，這些學生來自不同的專業背景，包括工程、教育和統計等領域，參與本研究之學生人數約為 40 人。在該大學的工程學院之實體教室進行，並在實驗開始前均簽署了知情同意書。每位學生皆配備電腦進行課堂活動，並且在

完成程式作業後,會與課堂系統進行互動。系統會提供平台讓學生對程式作業進行自我解釋,而機器人可以針對學生的自我解釋進行即時反饋,這樣的互動旨在驗證學生是否真正理解他們所寫的程式，同時也促進學生進行自我解釋和反思，進而達到更深層學習。

3.2. 實驗流程

本研究在實驗準備期確定了課程內容和作業的設計,並與課堂教師討論 Python 程式能力測驗，測驗內容為總分 100 的 20 項選擇題，並參考 Tsai et al. (2021) 的運算思維量表（Computational Thinking Scale, CTS）及 Pintrich (1991) 所編制的《學習動機策略量表》（Motivated Strategies for Learning Questionnaire, MSLQ），旨在準確反饋學生在實驗前後的相關指標變化。隨後完成了系統架構的設計與開發，該系統包括前端界面、後端伺服器、資料庫架構等，確保能夠有效支援課堂的系統互動與行為數據收集。

在教學實踐期，本研究正式將開發完成的自我解釋系統導入教學中，並根據預定計劃進行實施。第一周的課程主要包括課程介紹、Python 程式能力的前測以及問卷填寫，問卷均採用了五點量表設計，非常同意為 5 分、同意為 4 分、普通為 3 分、不同意為 2 分、非常不同意為 1 分，旨在了解學生的程式設計能力與先備知識。前測部分設計了 20 題選擇題。此外，還對系統進行了詳細說明，並指導學生如何操作該系統，以確保後續使用的順利進行。

從第二周至第十五周，每週課程分為三節，每節包含 50 分鐘的授課時間與下課時間，在每個階段的課程完成後，會針對該階段主題發放回家作業，並在下一次課堂上進行自我解釋活動，自我解釋題目根據學生的作業進行適性化出題。學生在活動中需要對題目進行自我解釋，並可通過與聊天機器人反饋互動來幫助完成解釋過程。

最後一周，重複進行與第一周相同的 Python 程式能力測驗與問卷填寫，旨在反饋學生在教學實踐期中的進步與學習動機的變化以及對系統的感知。此外，還將進行學生訪談，以收集對整個教學過程的反饋和建議。

在資料分析期中，首先收集了來自學生的問卷資料以及他們在系統的使用數據。接著，對這些資料進行了深入分析,以探討學生的系統使用情況是否對他們的學習成效與學習動機產生影響。分析結果將用來驗證本研究的假設，並為後續的教學改進提供依據。

3.3. 資料分析

由於研究數據多為前測與後測的配對資料，且部分數據未滿足正態分布的假設（Shapiro-Wilk 檢定結果 $p < 0.05$），因此採用無母數檢定中的 Wilcoxon 符號檢定進行分析。該檢定方法適用於兩組相關數據中位數差異的檢驗,能有效反饋學生在課程介入前後各項能力的提升。

在學習動機與方面，本研究比較了學生在內在目標導向、外在動機導向等面項的前後測表現，反饋課程是否對學生的學習動機產生影響。運算思維能力與 Python 程式設計能力方面採用問卷與測驗方式調查前測與後測數據,並進而分析學生在程式設計基礎知識及資料科學應用能力上的成效差異。

4. 結果與討論

4.1. Python 程式能力的變化

為了檢驗學生在參與學習活動前後的 Python 程式能力變化，測驗成績最高為 100 分，最低為 0 分,使用 Wilcoxon 符號檢驗進行分析。表 2 結果顯示,後測成績的中位數（$M = 90.000$）顯著高於前測成績（$M = 65.000$），中位數差值為 -25.000（$Z = 5.384$，$p = 0.000$）。這表明學生的 Python 程式能力在參與學習活動後有顯著提升。

4.2. 運算思維的變化

運算思維的問卷均採用了五點量表設計，非常同意為 5 分、同意為 4 分、普通為 3 分、不同意為 2 分、非常不同意為 1 分，後測運算思維的中位數（$M = 4.250$）顯著高於前測（$M = 4.000$），中位數差值為 -0.250（$Z = 3.199$，$p = 0.001$）。這一發現支持了 Cansu and Cansu (2019)及 Grover and Pea (2013)的觀點，即程式設計教育有助於培養學生的運算思維。本研

究中的聊天機器人引導學生進行自我解釋，促使學生深入理解程式碼的邏輯結構，這與 Bisra et al. (2018)所述的自我解釋策略能有效促進深度學習的結論相一致，生成式 AI 的個性化提問有助於學生將複雜問題分解為更易處理的部分，從而提升整體運算思維能力。

4.3. 學習動機的變化

在學習動機問卷均採用了五點量表設計，非常同意為 5 分、同意為 4 分、普通為 3 分、不同意為 2 分、非常不同意為 1 分，後測學習動機的中位數（M = 4.188）顯著高於前測學習動機（M = 4.000），中位數差值為 -0.188（Z = 3.141，p = 0.002）。進一步分析內在目標與外在動機的變化，結果顯示後測內在目標的中位數（M = 4.250）顯著高於前測（M = 4.000），Z = 3.081，p = 0.002。同樣，後測外在動機的中位數（M = 4.250）也顯著高於前測（M = 3.875），Z = 2.149，p = 0.032。這些結果表明，學生的學習動機在內在與外在層面均有所提升，可能得益於教學設計和學習環境的改善。

5. 結論

本研究開發的自我解釋適性化學伴系統，將自我解釋策略與聊天機器人技術深度結合，學生透過系統所提供的即時反饋與個性化引導，不但能充分認識並修正程式碼錯誤，亦能培養更穩固的運算思維能力。自我解釋和 AI 生成式對話的結合，促使學生於思考程式邏輯時更能聚焦於理解本質，進而提升解決問題的深度和廣度。從實證結果來看，此教學設計對程式設計學習成效與學習動機皆產生顯著助益，也為未來教學技術整合帶來更多發展機會

致謝

本研究感謝國科會專題研究計畫（計畫編號: NSTC113-2628-H-008-001-MY3）與教育部教學實踐研究計畫（計畫編號：PSK1136863）以及中央大學學習科技研究中心支持。

參考文獻

Alves, N. D. C., Von Wangenheim, C. G., & Hauck, J. C. (2019). Approaches to assess computational thinking competences based on code analysis in K-12 education: A systematic mapping study. Informatics in Education, 18(1), 17. https://doi.org/10.15388/infedu.2019.02

Auvinen, T. (2015). Harmful study habits in online learning environments with automatic assessment. 2015 International Conference on Learning and Teaching in Computing and Engineering, 50-57. https://doi.org/10.1109/LaTiCE.2015.31

Benotti, L., Martnez, M. C., & Schapachnik, F. (2017). A tool for introducing computer science with automatic formative assessment. IEEE transactions on learning technologies, 11(2), 179-192. https://doi.org/10.1109/TLT.2017.2682084

Bisra, K., Liu, Q., Nesbit, J. C., Salimi, F., & Winne, P. H. (2018). Inducing self-explanation: A meta-analysis. Educational Psychology Review, 30, 703-725. https://doi.org/10.1007/sl0648-018-9434-x

Cansu, F. K., & Cansu, S. K. (2019). An overview of computational thinking. International Journal of Computer Science Education in Schools, 3(1), 17-30. https://doi.org/10.21585/ijcses.v3i1.53

Chi, M. T. (2009). Active-constructive-interactive: A conceptual framework for differentiating learning activities. Topics in cognitive science, 1(1), 73-105. https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2008.01005.x

Chi, M. T. (2013). Self-explaining expository texts: The dual processes of generating inferences and repairing mental models. In *Advances in instructional Psychology, Volume 5* (pp. 161-238). Routledge. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2008.01005.x

Chi, M. T. (2018). Learning from examples via self-explanations. In *Knowing, learning, and instruction* (pp. 251-282). Routledge. https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9781315044408-8

Chiu, T. K. (2024). A classification tool to foster self-regulated learning with generative artificial intelligence by applying self-determination theory: a case of ChatGPT. Educational Technology Research and Development, 72(4), 2401-2416.

Combéfis, S., & Schils, A. (2016). Automatic programming error class identification with code plagiarism-based clustering. Proceedings of the 2nd International Code Hunt Workshop on Educational Software Engineering, 1-6. https://doi.org/10.1145/2993270.2993271

Cook, C. R., Kilgus, S. P., & Burns, M. K. (2018). Advancing the science and practice of precision education to enhance student outcomes. Journal of School Psychology, 66, 4-10. https://doi.org/10.1016/j.jsp.2017.11.004

Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. Educational researcher, 42(1), 38-43. https://doi.org/10.3102/0013189X12463051

Grover, S., & Pea, R. (2018). Computational thinking: A competency whose time has come. Computer science education: Perspectives on teaching and learning in school, 19(1), 19-38. https://doi.org/10.5040/9781350057142.ch-003

Hao, Q., Smith IV, D. H., Ding, L., Ko, A., Ottaway, C., Wilson, J., Arakawa, K. H., Turcan, A., Poehlman, T., & Greer, T. (2022). Towards understanding the effective design of automated formative feedback for programming assignments. Computer Science Education, 32(1), 105-127. https://doi.org/10.1080/08993408.2020.1860408

Heintz, F., Mannila, L., & Färnqvist, T. (2016). A review of models for introducing computational thinking, computer science and computing in K–12 education. Teoksessa 2016 IEEE frontiers in education conference (FIE). https://doi.org/10.1109/FIE.2016.7757410

Hwang, G.-J., Sung, H.-Y., Chang, S.-C., & Huang, X.-C. (2020). A fuzzy expert system-based adaptive learning approach to improving students' learning performances by considering affective and cognitive factors. Computers and Education: Artificial Intelligence, 1, 100003. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100003

Kapur, M. (2016). Examining productive failure, productive success, unproductive failure, and unproductive success in learning. Educational Psychologist, 51(2), 289-299. https://doi.org/10.1080/00461520.2016.1155457

Keuning, H., Jeuring, J., & Heeren, B. (2018). A systematic literature review of automated feedback generation for programming exercises. ACM Transactions on Computing Education (TOCE), 19(1), 1-43. https://doi.org/10.1145/3231711

Koedinger, K. R., McLaughlin, E. A., & Heffernan, N. T. (2010). A quasi-experimental evaluation of an on-line formative assessment and tutoring system. Journal of Educational Computing Research, 43(4), 489-510. https://doi.org/10.2190/EC.43.4.d

Lalwani, T., Bhalotia, S., Pal, A., Rathod, V., & Bisen, S. (2018). Implementation of a Chatbot System using AI and NLP. International Journal of Innovative Research in Computer Science & Technology (IJIRCST) Volume-6, Issue-3. https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3531782

Lehtinen, T., Santos, A. L., & Sorva, J. (2021). Let's ask students about their programs, automatically. 2021 IEEE/ACM 29th International Conference on Program Comprehension (ICPC), 467-475. https://doi.org/10.1109/ICPC52881.2021.00054

Lehtinen, T., Seppälä, O., & Korhonen, A. (2023). Automated Questions about Learners' Own Code Help to Detect Fragile Prerequisite Knowledge. Proceedings of the 2023 Conference on

Innovation and Technology in Computer Science Education V. 1, 505-511. https://doi.org/10.1145/3587102.3588787

Nakamoto, R., Flanagan, B., Yamauchi, T., Dai, Y., Takami, K., & Ogata, H. (2023). Enhancing Automated Scoring of Math Self-Explanation Quality Using LLM-Generated Datasets: A Semi-Supervised Approach. Computers, 12(11), 217. https://doi.org/10.3390/computers12110217

Ogegbo, A. A., & Ramnarain, U. (2021). A systematic review of computational thinking in science classrooms. Studies in Science Education, 58(2), 203-230. https://doi.org/10.21585/ijcses.v3i1.53

Paiva, J. C., Leal, J. P., & Figueira, Á. (2022). Automated assessment in computer science education: A state-of-the-art review. ACM Transactions on Computing Education (TOCE), 22(3), 1-40. https://doi.org/10.1145/3513140

Pham, X. L., Pham, T., Nguyen, Q. M., Nguyen, T. H., & Cao, T. T. H. (2018). Chatbot as an intelligent personal assistant for mobile language learning. Proceedings of the 2018 2nd International Conference on Education and E-Learning, 16-21. https://doi.org/10.1145/3291078.3291115

Pintrich, P. (1991). A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning.

Pirolli, P., & Recker, M. (1994). Learning strategies and transfer in the domain of programming. Cognition and instruction, 12(3), 235-275. https://doi.org/10.1207/s1532690xci1203_2

Popovici, M.-D. (2023). ChatGPT in the Classroom. Exploring Its Potential and Limitations in a Functional Programming Course. International Journal of Human–Computer Interaction, 1-12. https://doi.org/10.1080/10447318.2023.2269006

Shute, V. J. (2008). Focus on formative feedback. Review of educational research, 78(1), 153-189. https://doi.org/10.3102/0034654307313795

Slavuj, V., Meštrović, A., & Kovačić, B. (2017). Adaptivity in educational systems for language learning: a review. Computer Assisted Language Learning, 30(1-2), 64-90. https://doi.org/10.1080/09588221.2016.1242502

Tang, X., Yin, Y., Lin, Q., Hadad, R., & Zhai, X. (2020). Assessing computational thinking: A systematic review of empirical studies. Computers & Education, 148, 103798. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103798

Tsai, M.-J., Liang, J.-C., & Hsu, C.-Y. (2021). The computational thinking scale for computer literacy education. Journal of Educational Computing Research, 59(4), 579-602. https://doi.org/10.3390/computers12110217

Wylie, R., & Chi, M. T. (2014). 17 the self-explanation principle in multimedia learning. The Cambridge handbook of multimedia learning, 413-432. https://doi.org/10.1017/CBO9780511816819.018

Yin, J., Goh, T.-T., Yang, B., & Xiaobin, Y. (2021). Conversation technology with micro-learning: The impact of chatbot-based learning on students' learning motivation and performance. Journal of Educational Computing Research, 59(1), 154-177. https://doi.org/10.1177/0735633120952067

Yu, F.-Y. (2022). An online learning system supporting student-generated explanations for questions: design, development, and pedagogical potential. Interactive Learning Environments, 30(5), 782-802. https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1686398

Zen, K., Iskandar, D. F. A., & Linang, O. (2011). Using Latent Semantic Analysis for automated grading programming assignments. 2011 International Conference on Semantic Technology and Information Retrieval, 82-88. https://doi.org/10.1109/STAIR.2011.5995769

整合生成式人工智慧於國小機器人教育：提升學習興趣與知識理解

Integrating Generative Artificial Intelligence into Elementary School Robotics Education: Enhancing Learning Interest and Knowledge Acquisition

莊聖文，洪暉鈞
台灣中央大學 網路學習科技研究所
qoo10123@gmail.com

【摘要】 本研究探討將生成式人工智慧（GenAI）融入機器人程式教育，以增強 STEAM（科學、技術、工程、藝術和數學）領域的基礎科學教育。透過實踐 STEAM 活動，學生能提升解決問題和協作能力，並對科學產生濃厚興趣。結果顯示 GenAI 在支持 STEAM 教育中的關鍵作用，增強學習興趣，培養創造力和團隊合作，促進學習能力。GenAI 是人工智慧的重要發展，具有潛力為教育帶來變革，特別是在 STEAM 領域。它鼓勵提問、調查和知識建構，使學習更有效且具吸引力。GenAI 透過 6E 體驗式學習，在各學習階段擔任多重角色，提供科學探究活動的支持與專業指導。

【關鍵詞】 STEAM；程式教育；探究式學習；生成式人工智慧；運算思維

Abstract: *This study explores the integration of Generative Artificial Intelligence (GenAI) into robotics programming education to enhance foundational science education in the STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) disciplines. By engaging in STEAM activities, students can improve problem-solving and collaboration skills while fostering a strong interest in science. The results demonstrate GenAI's critical role in supporting STEAM education, enhancing learning interest, fostering creativity and teamwork, and promoting overall learning capabilities. As a significant advancement in artificial intelligence, GenAI holds transformative potential for education, particularly in STEAM. It encourages questioning, inquiry, and knowledge construction, making learning more effective and engaging. Through 6E experiential learning, GenAI assumes multiple roles across learning stages, providing support and professional guidance for scientific inquiry activities.*

Keywords: STEAM, Programming Education, Exploratory Learning, Generative Artificial Intelligence, Computational Thinking.

1. 前言

人工智慧教育在先進國家受到高度重視，重點在於培養學生的跨領域能力，包括學習能力、跨領域能力、實踐技能和創造力。STEAM（科學、技術、工程、藝術和數學）教育整合來自各領域的知識，並與人工智慧的發展緊密相關，因為人工智慧所需的技能涵蓋多個領域，如技術、工程和數學。

近年來，程式設計和機器人教育逐漸受到重視，將程式與運算思維融入課程中，提升學生的邏輯思考與問題解決能力。機器人教育透過課程和競賽推動 STEAM 教育，培養學生的團隊合作與問題解決能力。生成式 AI 具有創造力、自動化、個性化和學習能力等優勢，但也面臨如安全風險、隱私問題和社會影響等挑戰。這些領域相互交織，共同塑造現代教育趨勢，為學生提供更豐富的學習經驗。本研究以小學生為對象，提供結合科技、數學和體育元素的跨領域實踐經驗，激發學生對科學的興趣，並培養創造力與問題解決能力。研究主要探討學生的學習動機與機器人專業知識對其技術探究能力的影響。

為了更深入了解受試者的學習表現，本研究探討了兩個關鍵因素對學生學習的影響：

研究問題 1：使用生成式 AI 的學生在製作機器人時，是否更能提升學習興趣？

研究問題 2：學生在機器人相關知識的測驗分數，是否因生成式 AI 在評鑑過程中的應用而有所差異？

2. 文獻回顧

2.1. 跨領域科學教育(STEAM)研究

研究指出美國的 NGSS（Next Generation Science Standards）強調學生參與科學和工程實踐，將科學知識應用於實際問題解決(States, 2013)。STEAM 教育的目標是培養學生跨領域的科學、技術、工程、藝術和數學能力。在這框架下，強調「探究」成為關鍵的學習方式，培養學生解決問題的能力。結合 NGSS 的理念，以更好地設計 STEAM 棒球機器人的教育內容和活動(Wang et al., 2011)。

2.2. 6E 取向的 STEAM 實作活動

6E Learning by DeSIGN™ 是美國國際科技與工程教師學會（ITEEA）提出的學習模型，主要應用於 STEAM 教育領域，以強化學生設計與探究能力的培養。該模型在原本 5E 學習循環（Engagement、Exploration、Explanation、Elaboration、Evaluation）的基礎上，新增了實作（Engineer）階段，進一步突顯設計思維在教育中的重要性(Burke, 2014)。

該模型特別適合以學生為中心的教學方法，注重培養學生的問題解決能力與創造性思維。研究表明，透過引入 6E 模型的教學活動，能有效促進學生在 STEAM 領域的學習成效，並提高其學習興趣和實作能力(Lin et al., 2020)。

2.3. 體驗式學習與探究式學習

探究式學習和體驗式學習是 STEAM 教育中重要的兩個元素，強調透過參與和實驗培養解決問題的能力。根據(Kolb, 2014)的「體驗學習理論」，學習是一個連續的循環，包括實際參與、觀察和思考，最後形成新的概念。為體驗式學習探討了一個案例研究，(Inguva et al., 2021)研究團隊設計了一個動手操作的化學分離活動，要求學生解決現實世界中的工程問題，並著重於經驗的真實性與安全性。這項研究強調了經驗原則和綜合性基礎設施支持，創造出真實的操作環境，以提升學習過程(Inguva et al., 2021)。將探究式學習與體驗式學習結合，能加深學生對 STEAM 知識的理解，提升問題解決能力和運算思維。本研究透過實際使用 LEGO SPIKE 設備開發一個 STEAM 棒球機器人。

3. 研究方法

本實驗探討了使用生成式 AI 工具與傳統教學方法對學生學習興趣及學習機器人相關知識的影響。實驗涉及兩組學生：一組使用生成式 AI 輔助學習，另一組則採用傳統教學方法。資料收集方法包括問卷調查以及機器人相關知識的測驗評分。

3.1. 研究對象

在一項涉及台灣小學 48 名學生的研究中，提供了跨領域的實作經驗，目的在激發學生對科學的興趣，並培養創造力和解決問題的能力。這項為期八週的實驗涉及教導 Scratch 和 LEGO 機器人程式，分為兩組學生，其中一組學生獲得來自生成式 AI 工具的協助。

課程內容包括 Scratch 和 LEGO 機器人程式。課程使用了具有中文介面的 Scratch v3.0，學生們利用 Scratch 創建了棒球遊戲，並使用 LEGO Spike Prime 套件構建了機器人。在第一週後，通過問卷收集了前測，並在最後一週進行了後測，以進行比較。

3.2. 實驗設計

本研究採用統計方法進行量化分析，比較兩組學生在學習興趣和機器人相關知識分數的差異。題目包含 10 個選擇題和 25 個測驗題。問卷使用五點李克特量表進行評分。從 1 分(非常不同意)到 5 分(非常同意)不等。在為期 8 週的課程結束時，所有學生被要求完成兩次問卷調查。

學習興趣問卷：通過 MSLQ(Motivated Strategies for Learning Questionnaire, MSLQ)問卷和專案實施，本研究調查學生在 STEAM 棒球機器人活動中的學習動機，並分析他們在機器人操作和設計過程中的投入和學習興趣變化(Pintrich & De Groot, 1990)。

機器人相關知識：機器人檢定學科題目裡面採用與打棒球機器人相關的 25 題題目做測驗，全面評估學生在打棒球機器人專案中對機器人相關知識的掌握程度。透過測驗方式深入了解學生對於程式編寫、機械結構原理、力學等方面的知識，研究他們在機器人專業領域的學習成效，並考察這些成績與實作活動之間的相互影響(Association, 2016)。

3.3. 資料分析

本研究將採用量化分析方法進行資料處理。透過前後測的問卷，觀察受測者在經過 8 週學習後，學習表現是否有所提升。學習興趣的問卷在前後測時使用相同題型，而機器人相關知識測驗的每一題均以 4 分計算，總分為 100 分。為了檢驗學習興趣的變化，本研究將使用成對樣本 t 檢定進行分析；另外，對於兩組受測者在機器人相關知識測驗的表現差異，則會採用獨立樣本 t 檢定來進行檢驗，目的在確定是否存在顯著差異。

3.4. 實驗過程與結果

在實驗中，學生將參加機器人課程，學習機器人組裝和程式設計，同時通過一系列活動提升他們的運算思維能力。透過與聊天機器人的互動，GenAI 將在支持學生思考過程中發揮關鍵作用，不僅提供即時建議，還能針對學生面臨的挑戰提供解決方案。課程內容涵蓋從培養基本程式設計概念到實際應用，如使用 SCRATCH 設計和開發棒球遊戲。隨後學生將學會組裝機器人的硬體元件，並使用積木化的程式設計工具實現各種機器人功能。這樣的學習經驗不僅促進創造力，還培養了解決問題的能力，並加強學生對機器人技術的理解(圖一)。

GenAI 將在學習的每個階段提供不同程度的支持。例如，當學生設計程式時，GenAI 可以根據他們的需求提供優化建議，幫助他們編寫更高效的程式碼。當程式碼出現錯誤時，GenAI 也會提供即時的除錯指導。這些協助使學生能夠更獨立地學習，深化對機器人技術和程式設計的理解。這種方式有助於學生建立更強的能力，以應對未來在科技領域的應用。

圖 1 實驗過程的照片

4. 結果與討論

這項研究探討了 GenAI 在小學科學教育中的應用。研究重點是將 GenAI 整合到 Scratch 程式設計平台和 LEGO SPIKE 機器人套件中，進行互動式學習。目標是透過實踐的 STEAM 活動，提升學生在科學學習中的問題解決能力、合作精神和好奇心。

4.1. 應用生成式人工智慧於科學探索與實踐活動的步驟指引

GenAI 在學習過程中扮演著至關重要的角色。它幫助學生理解問題、激發創意解決方案、指導實施、分析數據並促進反思以便改進。這種 AI 輔助的學習方法讓探索變得更有趣，並使複雜的概念更容易理解，活動步驟如表一所示。

表一 生成式 AI 應用於科學探究實作活動之步驟說明

步驟	說明	GenAI 應用
情境引導探索	在教學活動所設定情境下，學生需要針對特定挑戰或目的清晰地定義問題，並理解問題的背景和脈絡。	作為專家提供參考資料和背景知識，分析相關資訊，透過互動幫助學生明確問題範疇，提供潛在問題描述和方向。
創意發想設計	針對上階段提出的問題設計解決方案，學生需考慮如何整合背景知識和技能，創造有成效的解決方案。	生成式 AI 能提供學生靈感、案例，多種可能的設計建議和解決途徑，幫助他們有效規劃方案。
(3) 實作產出	針對所提出之方案實際執行，其中包含實驗與建模。學生需要用工具和技術將其設計轉化為實際成果。	生成式 AI 協助學生理解資源和材料特性，提供建議、指導，並分析過去案例以提供技術支援。
(4) 驗證與觀察	在實作後觀察其結果並收集數據、以評估期方案之可行性。學生可運用科學方法和實驗技巧驗證其假設和觀察結果。	生成式 AI 可以協助學生進行實驗數據分析，協助學生對觀察結果進行解釋，以幫助學生理解其成效。
(5) 反思	透過實際驗證與結果分析，進一步進行反思、檢討錯誤與提出可能的改善方案。學生需要思考他們所學進行討論，並找出改進的方向。	生成式 AI 能協助學生進行反思和討論，透過分析結果資料或學習日誌，全面評估並改進他們的工作。

4.2. 學生使用聊天機器人的對話過程

本節將介紹學生如何與聊天機器人對話，以增強他們的學習體驗。學生在聊天機器人的指導下使用 SCRATCH 平台設計棒球遊戲。完成後，他們繼續與聊天機器人互動，學習如何使用樂高 SPIKE 設備來創建一個打棒球的機器人。這種綜合學習模式大大提高了學生的 STEAM 能力，學生與機器人的對話記錄為人機互動以及學生的學習體驗和成果提供了寶貴的見解(圖二)。

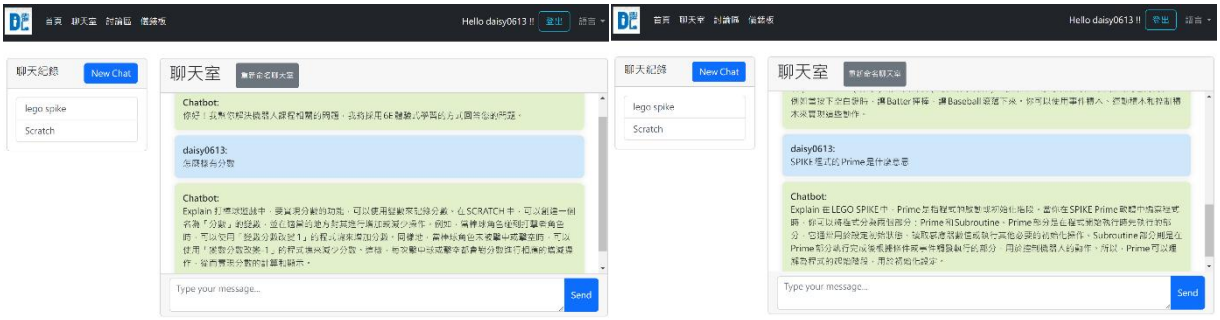


圖 2 學生與聊天機器人之間的對話

在學生提出的問題範圍很廣，有關於遊戲設計要求的基本問題，也有關於 Scratch 中程式語言和邏輯的具體問題。例如，學生 1 詢問了棒球遊戲的實體組件，接著又詢問了如何在 Scratch 中模擬球的運動，最後要求說明如何編寫球的程式。對打擊球者和球的互動程式表示困惑，需要機器人逐步指導。下面是一個典型的交流例子：
學生 1 詢問：「如何編寫球的程式？」

機器人回答：「在 Scratch 中，你可以使用程式指令來控制球的行為，首先使用當綠色旗幟被點擊。然後，新增一個重覆無限次指令來持續移動小球，使用移動 X 步來控制球的速度和方向。還可以使用條件指令進行調整，用於與其他角色進行互動。」
這次交流展現了聊天機器人將複雜的程式概念分解為簡易理解指令的能力，幫助學生實現了關鍵的遊戲機制。

4.3．聊天機器人在學生學習體驗中的角色

4.3.1．通過聊天機器人指導進行創意構思

學生經常報告說，聊天機器人是創意遊戲設計想法的靈感來源。例如，學生 1 提到聊天機器人如何透過輔助 SPIKE 機器人進行揮棒動作，幫助他們想像出更逼真的棒球遊戲。學生 10 根據聊天機器人的建議創造了一個魔法球，用富有想像力的元素 增強了遊戲性。
聊天機器人的指導不僅能培養學生的創造力，還能有效幫助他們克服對程式設計原理的陌生感，起到關鍵性的支持作用。許多學生，如學生 8 和學生 10 都表示不知道如何開始遊戲設計，也很難理解 Scratch 的基本程式設計概念。機器人提供技術和支援的能力有助於彌補這些不足，讓學生在掌握基礎技能的同時探索創造的可能性。

4.3.2．聊天機器人協助下解決問題

在程式課程中，聊天機器人在幫助學生解決技術問題方面發揮了重要作用。例如，學生 6 在聊天機器人的指導下成功解決了 SPIKE 組裝問題。同樣，學生 16 指出，聊天機器人為機器人追求程式提供了有效方法，提升了遊戲性。
不過有些學生希望得到即時、直接的反饋，加快問題解決過程。學生 9 建議更具體的糾正可以提高聊天機器人解決技術問題的效率。學生詢問的問題具有重覆性，例如，如何使棒球移動或是如何對打擊者的動作進行程式設計，這表明學生需要多次接觸相同的概念才能夠完全掌握程式邏輯。

4.3.3．聊天機器人互動中需改進的部分

儘管聊天機器人整體上效果良好，但也有幾位學生指出了其互動中的不足之處。學生 3 認為聊天機器人的說明「太複雜」。同時，學生 8 覺得需要更詳細指導，覺得聊天機器人說明「太含糊」。學生 5 也表示需要更精確的指導，特別是在處理 Scratch 程式錯誤時。學生 11 和學生 18 等人認為，更具體的例子或直觀的教學會加深他們對複雜任務的理解。
這些反饋突顯了學生在學習中面臨的一些挑戰，特別是在掌握 Scratch 程式和精確排除程式錯誤方面。雖然有些學生，如學生 12，表現出理解力並準備開始學習寫程式，但也有一些學生仍然感到困惑，尤其在面對較為抽象的概念時。例如，學生 6 表示：「我不知道如何寫程式」，這反映了初學者在理解程式邏輯方面經常遇到的困難。

4.3.4．對聊天機器人功能的期望改進

學生們表示希望聊天機器人界面能夠提供更多互動或視覺化的學習輔助工具。學生 16 建議加入圖片，使解釋可以更加精確。除了視覺輔助外，學生 10 還建議聊天機器人提供更具體的例子，而學生 12 則要求按步驟解決問題，以幫助完成更複雜的任務。學生學習軌跡的顯著差異尤其體現了對擴展功能的需求。有些學生，如學生 9 和學生 11，能夠按照聊天機器人的指導快速完成項目；相比之下，另一些學生，如學生 6 和學生 12，則需要更詳細的逐步指導。聊天機器人能夠提供即時且具體的步驟指導，從基本的 Scratch 積木選擇到更高級的變數操作，這對於提供個性化支持至關重要，反過來又能提高學生的參與度和整體學習效率。

4.4．學習表現的差異

控制組的前測與後測資料經過 Shapiro-Wilk 正態性檢定，結果顯示前測的顯著性為 0.278，後測的顯著性為 0.252，均大於顯著水準 0.05，表示兩組資料符合常態分布。此外，控制組的樣本數為 22，這符合小樣本情境下使用 Shapiro-Wilk 檢定的建議。因此，本研究選擇使用成對樣本 t 檢定（Paired-Samples T Test）來檢驗控制組在學習興趣前後測量的差異。

根據表二所示的成對樣本 t 檢定結果，控制組在學習興趣測驗中，前測（M = 3.3106, SD = 1.0439）與後測（M = 4.0151, SD = 0.4878）之間有顯著差異。根據 t 值（-3.543）與 p 值

（0.036），結果顯示控制組在學習興趣上存在顯著變化，且 p 值小於顯著水準 0.05，表示前後測之間的差異是統計顯著的。
此結果表明，在學習興趣測驗中，控制組學生經歷了顯著的改善，進一步證實了處理措施對學習興趣的影響。
表二 對照組學生在學習興趣測驗成對 t 檢定結果

	測驗	M	SD	t	*p*
學習興趣	前測	3.3106	1.0439	-3.543*	.036
	後測	4.0151	.4878		

**p<.05, **p<.01, ***p<.001*

本研究使用 Shapiro-Wilk 檢定檢查實驗組前後測數據的常態分布情形。結果顯示，實驗組前測的顯著性為 0.964，後測的顯著性為 0.181，均大於 0.05，表示實驗組的前測與後測數據符合常態分布。本次檢定基於樣本數為 26，使用 Shapiro-Wilk 檢定適合小至中等樣本量的特性，確保分布檢定結果的可靠性。此結果支持後續使用參數檢定方法進行分析。
接著，研究使用成對樣本 t 檢定 來檢驗實驗組學生在學習興趣測驗中的前後測差異。根據表三所示的結果，實驗組學生的學習興趣前測平均數為 3.4439，標準差為 0.7780，後測平均數為 4.1586，標準差為 0.5515。配對樣本 t 檢定的 t 值為 -6.836，p 值為 0.000，顯示出前後測結果之間有顯著差異，且該差異達到統計顯著性 ($p < 0.001$)，表明實驗組學生在學習興趣上有顯著的提升。

這一結果支持本研究的假設，即透過實驗處理，學生的學習興趣在學習過程中有顯著增長。根據統計檢定結果，學習興趣測驗的前後測驗差異反映了實驗處理的有效性，且此變化具有實質意義。此結果也進一步的證實，使用成對樣本 t 檢定分析學習興趣變化是適當且有效的。
表三 實驗組學生在學習興趣測驗成對樣本 t 檢定結果

	測驗	M	SD	t	*p*
學習興趣	前測	3.4439	.7780	-6.836***	.000
	後測	4.1586	.5515		

**p<.05, **p<.01, ***p<.001*

本研究對對照組與實驗組學生的機器人相關知識測驗分數進行統計分析。首先，使用 Shapiro-Wilk 檢定檢查正態性，結果顯示對照組的顯著性為 0.171，實驗組為 0.088，兩組顯著性均大於 0.05，表示數據符合正態分佈假設。接著進行 Levene 檢定以檢查變異數同質性（表五），結果顯示 F 值為 1.104，顯著性為 0.299，大於 0.05，表示兩組數據的變異數相等，滿足進行母數檢定的前提條件。

在此基礎上進行獨立樣本 t 檢定（表四），結果顯示對照組（N = 22）平均分數為 51.364，標準差為 14.5194；實驗組（N = 26）平均分數為 80.769，標準差為 11.9208。檢定結果顯示，兩組間的平均數存在顯著差異 ($t = -7.707, p < .001$)，且實驗組的平均分數顯著高於對照組，平均數差異為 29.4056。本結果表明，實驗組學生在機器人相關知識的測驗分數顯著優於對照組

表四 對照組與實驗組學生在機器人相關知識分數獨立樣本 t 檢定結果

	組別	M	SD	MD	t	*p*
機器人相關知識	對照組	51.364	14.5194	-29.4056	-7.707***	.000
	實驗組	80.769	11.9208	-29.4056		

**p<.05, **p<.01, ***p<.001*

5. 結論與未來方向

5.1. 結論

人機互動對學習進展的影響：對話紀錄顯示，機器人提供的即時協助對學生的學習軌跡產生了積極影響。在機器人的指導下，學生逐漸理解如何設計棒球遊戲程式，這突顯了教育機器人能有效引導學生完成程式設計任務並且支持他們的學習進展的潛力。

程式設計教育中教學介面的有效性：當機器人提供可視化的步驟或階段性指導時，學生能更快掌握並應用程式設計概念。這表明，像 Scratch 這樣的教學介面可以通過加入更多的視覺輔助和結構化的指導來改進，這些改進有助於不同程式設計能力的學生。

聊天機器人語言風格的挑戰：機器人的語言風格往往精確且技術性強，這可能對缺乏程式設計經驗的學生造成困難。簡化語言並加入更多視覺化內容，有助於縮短學生理解的差距，讓他們能夠在程式設計中建立更清晰的概念聯繫。

聊天機器人支援下的學習挑戰與機會：研究也揭示了幾個常見挑戰，例如學生在理解 Scratch 程式結構和排除程式錯誤方面的困難。AI 聊天機器人在縮短這些差距方面表現出色，提供了技術協助和激勵支持。然而，學生通常需要多次接觸某些概念才能達到完全理解，這表明學習過程中需要更多的反覆練習與引導性支持。

5.2. 未來方向

量身定制的教學回饋需求：AI 聊天機器人可以提升教育機器人領域的運算思維與問題解決能力，但同時也揭示了在提供清晰且全面的回饋方面的局限性。經驗較豐富的學生能更有效地處理聊天機器人的回應，而經驗較少的學生則在面對模糊或含糊不清的指示時感到困難。聊天機器人應該提供更多量身定制、具上下文的回饋，以支持更廣泛的學習者能力。

改善聊天機器人介面：為了讓 AI 聊天機器人更具效能，納入更詳細的範例、視覺輔助工具以及逐步修正指導至關重要。這些增強元素能幫助澄清指示並改善學習成果，特別是對於那些可能無法完全理解編程中抽象概念的初學者。整合多媒體資源，如圖片與影片，將進一步提升聊天機器人的教學能力。

擴展 AI 在教育中的角色：隨著 AI 驅動的聊天機器人持續進化，對於改進其教學策略以更好地滿足多樣化學習需求的需求日益增長。回應邏輯和自適應學習工具的改善將能提升學生的自我效能感與技術能力，促進教育環境中更具意義的人機互動。

學生與機器人對話的文字紀錄突顯了人機互動在教育環境中的潛力。未來的研究可以集中於優化機器人的回應邏輯和教學策略，進一步增強學習者的自我效能感與技術能力。在聊天機器人系統中整合多媒體資源並量身定制個性化的 AI 互動，以滿足個別學習需求，也能進一步提升這些工具的效能。

致謝

本研究感謝國科會專題研究計畫（計畫編號: NSTC113-2628-H-008-001-MY3）以及中央大學學習科技研究中心支持。

參考文獻

Association, T. T. R. (2016). *Robot certification: Level 1 subject question bank [Original in Chinese]*. https://www.robot.url.tw/19/data/Subject-data/TTRA%E6%AA%A2%E5%AE%9A%E9%A1%8C%E7%9B%AE_%E4%B8%80%E7%B4%9A%E5%AD%B8%E7%A7%91%E9%A1%8C%E7%9B%AE%E5%85%AC%E5%91%8A.pdf

Burke, B. N. (2014). THE ITEEA 6E Learning byDeSIGN Model. *Technology & Engineering Teacher*, *73*(6).

Inguva, P., Shah, P., Shah, U., & Brechtelsbauer, C. (2021). How to design experiential learning resources for independent learning. *Journal of Chemical Education*, *98*(4), 1182-1192. https://doi.org/https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00990

Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. FT press.

Lin, K.-Y., Hsiao, H.-S., Williams, P. J., & Chen, Y.-H. (2020). Effects of 6E-oriented STEM practical activities in cultivating middle school students' attitudes toward technology and technological inquiry ability. *Research in Science & Technological Education*, *38*(1), 1-18. https://doi.org/https://doi.org/https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1561432

Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of educational psychology*, *82*(1), 33. https://doi.org/https://doi.org/https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.1.33

States, N. L. (2013). Next generation science standards: For states, by states. https://doi.org/https://doi.org/doi:10.17226/18290

Wang, H.-H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, *1*(2), 2. https://doi.org/https://doi.org/10.5703/1288284314636

中小學教師通用思維教學技能測評工具的開發與驗證

Development and Validation of Teaching Thinking Assessment Tool

曹舒旻[1]，王寸尺[2*]
[1]珠海高新區永豐小學
[2]北京師範大學教育技術學院
*roy.wang@live.com

【摘要】 培養通用思維技能是21世紀教育改革的關鍵，教師的通用思維教學技能水準對學生思維培養至關重要。然而目前評估教師通用思維教學技能的工具匱乏，限制了其進一步提升。本研究基於TPACK理論，開發教師通用思維教學技能評估工具。通過Rasch模型檢測顯示試題內部擬合度和外部擬合度MNSQ均接近理想值1，信度檢驗分析結果符合相關統計學指標，表明使用此測評工具對教師通用思維教學技能知識進行評估，其評估結果具有可靠性，可為教師通用思維教學技能的專業發展提供有力支持。
【關鍵詞】 通用思維教學技能；教師思維教學測評；TPACK理論

Abstract: *This study develops an assessment tool for teachers' general thinking teaching skills based on TPACK theory. It extracts indicators from 24 demonstration videos and uses the Delphi method to create a theoretical framework and draft questions, which are revised by experts and teachers. The Rasch model tests 121 data sets, showing reliable assessment results.*
Keywords: General Teaching Thinking Skill; Teaching Thinking Assessment; TPACK

1. 問題的提出

各國教育檔均強調學生需在特定領域掌握知識、技能和思維。相比學科思維，開展通用思維教學可減少資源消耗，加速教育進程。Fisher提出教師應系統引導學生運用通用思維技能（Fisher, 2013）。通用思維教學技能的評估能幫助教師發現不足，明確改進方向。因此，開發高質量的通用思維教學測評工具，對教師專業成長和教育品質提升意義重大。

2. 文獻綜述

通用思維技能（General Thinking Skill）由McPeck最早提出，指適用於多種情境和學科領域的普遍思維技能（Moore, 2004）。Marzano通過研究美國多份課程相關檔，發現多數檔對學生有推理、決策等相似要求，為通用思維的存在提供了有力證據（Marzano, 1998）。目前，通用思維技能被認為包括批判性思維、分析和綜合等廣泛適用的認知技能。通用思維教學技能則是指教師通過課程設計、學習活動安排和教學策略，培養學生這些技能的能力。教師的通用思維教學技能則是提升學生思維能力的關鍵，對其評估是提升其專業能力的必要途徑。目前，思維測評工具多以學生為對象，採用李克特自填式量表，主要測評學習者的傾向、態度和價值觀（Swartz & Mcguinness, 2014）。然而，針對教師通用思維教學技能的測評工具多集中於教師的教學傾向和對學生思維的引導，而非直接測量教師自身的教學技能。因此，本研究旨在開發有效的測評工具，以評價教師的通用思維教學技能，具體研究問題包括：

1. 如何開發有效的教師通用思維教學技能測評工具？
2. 通用思維教學技能測評工具的信效度如何？

3. 教師通用思維教學技能工具開發

3.1. 通用思維教學技能測評的過程與方法

1986 年，Shulman 提出“學科教學知識（PCK）”概念（Gudmundsdottir & Shulman, 1987）。2001 年，Pierson 在此基礎上提出“整合技術的學科教學知識（TPCK）”（Pierson, 2001），將技術知識納入其中。基於 TPCK 模型，眾多學者開發了教師測評工具（楊絜, 2023; 陳紅君, 2022）。本研究以 TPACK 模型的核心要素搭建測評工具框架：一級指標包括思維知識（CK）、思維教學方法知識（PK）和技術支持教學的知識（TK），其中 TK 特指思維工具知識。二級指標通過分析 24 節思維教學示範視頻並經 7 位專家兩次修訂，最終形成測評框架，如圖 1 所示。

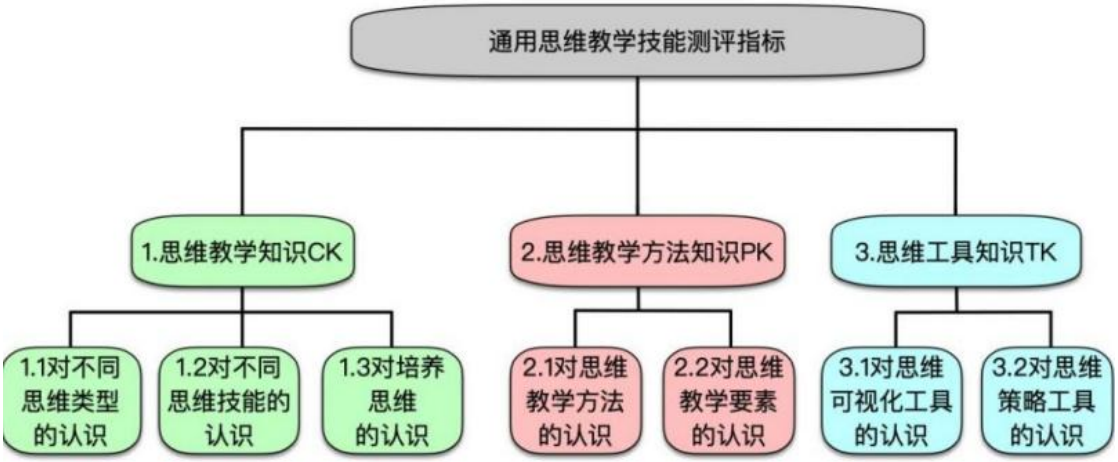


圖 1 基於 TPACK 模型的通用思維教學技能測評指標框架

3.2. 通用思維教學技能測評的題目來源與類型

由於思維技能測評工具主要以客觀題為主(Facione, 2000)，本研究採用客觀題進行測評，題目基於思維教學論文和示範課研討內容編寫，經 7 位專家和 17 名優秀思維教學教師審議，最終確定 23 道題。以下為示例及說明：

思維導圖和概念圖用途類似，只是不同的名稱。

正確 B.錯誤

該題對應“思維工具的知識（TK）”維度，考察教師對思維可視化工具的理解。思維導圖和概念圖是新手教師常見的迷思概念，該題目的在於評估教師能否正確區分二者。

4. 教師通用思維教學技能工具驗證與分析

使用 Rasch 模型檢測測評工具有效性已被眾多研究採用(Alonzo & Steedle, 2009;李月明 et al., 2024)。在對 108 名教師（涵蓋學科語文，數學，英語，物理，化學）的通用思維教學技能知識進行測試後，將數據導入至 Winsteps 軟體，進行數據分析，本研究的被試表現如下表 1 所示。

表 1 Rasch 模型整體品質分析

	Measure	S.D.	Infit		Outfit		Seperation	Reliability
			MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD		
被試	0.45	0.95	1	0	1.02	0	1.63	0.73
專案	0.00	1.49	0.98	0	1.02	0.3	5.92	0.97

測評結果顯示，內部擬合度和外部擬合度的 MNSQ 值接近 1，表明數據與 Rasch 模型擬合良好，ZSTD 值接近 0，符合理想模型。分離度顯示，被試能力集中（1.63），專案難度區分度大（5.92）。信度方面，被試信度為 0.73，專案信度為 0.97，均高於理想值 0.5，表明信度良好。單維性指所有專案是否考察的是同一內容。單維性分析顯示，大部分題項的因數載

荷在理想範圍（-0.4~0.4）內，標準殘差的未解釋率為 10.8%，總解釋率為 60.5%，超過理想值 50%，說明測評工具對通用思維教學技能知識具有較強的解釋能力，如圖 2 所示。

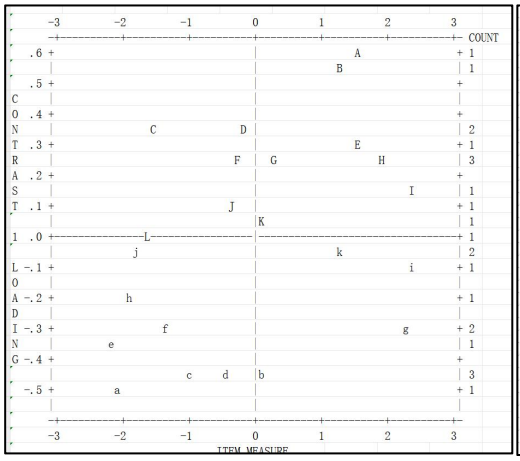


圖 2 通用思維教學技能標準殘差對比

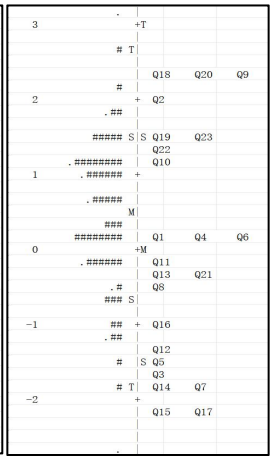


圖 3 通用思維教學技能知識懷特圖

在 Rasch 模型的應用中，懷特圖（Item-Person Map，亦稱 Wright Map）是一種直觀展示測評工具整體水準合理性的工具。本研究的懷特圖如圖 3 所示，我們可以發現教師的通用思維教學技能能力值的分佈呈現出明顯的正態分佈特徵。23 個題目的難度跨度廣泛且分佈均勻，有效地避免了難度集中於某一特定區域的問題。綜上所述，該測評工具的題目設計能夠與教師的能力水準形成良好的對應關係。並證明了該測評工具在評估教師通用思維教學技能知識方面的適用性和準確性。

5. 討論與展望

測評結果顯示，教師對通用思維教學的認識得分最高，但在思維策略工具的應用上得分最低，說明教師雖瞭解通用思維教學的要素，但在實際應用中存在困難。高虹認為這源於教師缺乏相關理論指導（高虹, 2023）。因此，建議教育決策者為教師提供思維教學應用培訓，以支持其設計和實施高階思維教學活動。此外，研究發現教師的教齡與通用思維技能教學能力無顯著差異，這與其他研究結論一致（Long et al., 2022）。這可能是由於不同教齡教師的知識結構複雜多樣，導致評估技能時存在較大差異（Loewenberg Ball et al., 2008）。本研究存在以下限制：樣本量較小（121 名教師），可能無法全面代表所有教師的通用思維教學技能水準。另外測評指標並未涉及交叉維度，未來研究可擴大樣本數量，繼續深化測評指標體系，並探索基於測評結果實施教師發展策略的路徑。

總體而言，本研究以 TPACK 理論為基礎，結合思維教學論文、教學視頻分析、專家意見及一線教師回饋，兼顧科學性與實用性。同時，該研究開發的教師通用思維教學技能測評工具展現了良好的信效度，並進一步揭示了教師通用思維教學技能在不同維度上的具體表現，為後續研究提供了更細緻的視角。該工具能夠幫助教育工作者更準確地評估和提升教學能力，為教育管理者制定更具針對性的教師培訓和支持策略提供有力依據。

中小學教師通用思維教學技能測評工具：https://ffrq.bmwwx.cn/xmThii

參考文獻

Alonzo, A. C., & Steedle, J. T. (2009). Developing and assessing a force and motion learning progression. Science Education, 93(3), 389–421. https://doi.org/10.1002/sce.20303

Facione, P. A. (2000). The Disposition Toward Critical Thinking: Its Character, Measurement, and Relationship to Critical Thinking Skill. Informal Logic, 20(1), Article 1. https://doi.org/10.22329/il.v20i1.2254

Fisher, R. (2013). Teaching Thinking: Philosophical Enquiry in the Classroom. A&C Black.

Gudmundsdottir, S., & Shulman, L. (1987). Pedagogical Content Knowledge in Social Studies. Scandinavian Journal of Educationl Research. https://doi.org/10.1080/0031383870310201

Loewenberg Ball, D., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special? Journal of Teacher Education, 59(5), 389–407. https://doi.org/10.1177/0022487108324554

Long, T., Zhao, G., Li, X., Zhao, R., Xie, K., & Duan, Y. (2022). Exploring Chinese in-service primary teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for the use of thinking tools. Asia Pacific Journal of Education, 42(2), 350–370. https://doi.org/10.1080/02188791.2020.1812514

Marzano, R. J. (1998). What are the general skills of thinking and reasoning and how do you teach them?. The Clearing House, 71(5), 268-273.https://doi.org/10.1080/00098659809602721

Moore T. (2004). The critical thinking debate: How general are general thinking skills? Higher Education Research & Development, 23(1), 3–18. https://doi.org/10.1080/0729436032000168469

Pierson, M. E. (2001). Technology Integration Practice as a Function of Pedagogical Expertise. Journal of Research on Computing in Education, 33(4), 413–430. https://doi.org/10.1080/08886504.2001.10782325

Swartz, R., & Mcguinness, C. (2014). Developing and Assessing Thinking Skills: Final Report Part 2, Evaluating Current IB Programmes. https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3082.6080

李月明, 王志航, 李繼友, 龐豔輝, & 周丹丹. (2024). 基於 Rasch 模型的高中地理學科核心素養測評工具的設計與研究——以"人地協調觀"為例. 地理教學, 15, 42–47.

高虹. (2023). 思維可視化在小學英語閱讀教學中的應用研究 [碩士學位論文, 上海師範大學].

楊絜. (2023). 整合智能技術的學科教學知識I-TPACK 研究 [博士, 東北師範大學].

陳紅君. (2022). 初中物理教師 ST-PCK 模型建構與現狀測查研究 [博士, 東北師範大學].

向量问题命题方式对学生解题影响的眼动研究

An eye-tracking research on the influence of vector problem propositions on students' problem-solving strategies

何国荣[1]，蒋竹君[2]，江丰光[2*]
[1]上海交通大学物理与天文学院
[2]上海交通大学教育学院
[*] fkchiang@sjtu.edu.cn

【摘要】 向量作为物理和数学学科的核心概念，常应用于各类问题的解决中，但学生在不同情境下理解和运用向量的能力存在差异。本研究旨在分析学生在不同学科情境下的向量问题解题过程，设计了数学和物理情境的同构向量理解测验，通过眼动追踪技术和访谈，分析其解题过程。基于便利取样由初三至高一年级的五名志愿者学生参加本研究。结果表明，虽然学生拥有较好的数学向量基础，但在迁移到物理情境时遇到了困难；此外学生在跨学科情境中面临的认知障碍也有所差异。这些研究发现为改善向量教学设计和学科概念迁移提供了实证依据。

【关键词】 向量，眼动追踪，学科取向

Abstract: *As a core concept in physics and mathematics, vectors are used in solving various problems, but students' ability to understand and use vectors in different contexts is different. The purpose of this study was to analyze the process of solving vector problems in different subject situations. We designed an isomorphic vector comprehension test, and analyzed the problem-solving process through eye tracking and interviews. For convenience sampling, five volunteer students from 9th grade to 10th grade participated in this study. The results show although the students have a good foundation in vectors, they encounter difficulties in migrating to physical situations. In addition, students face different cognitive impairments in interdisciplinary situations. These findings provide an empirical basis for improving vector instructional design and subject concept transfer.*

Keywords: Vector, eye-tracking research, subject orientation

1. 绪论

1.1. 研究背景

眼动追踪在研究物理教育相关学习过程中发挥重要作用（Hahn & Klein, 2022）。根据眼-心假设，眼睛的注视表明对注视信息的加工（Kustov & Robinson, 1996），因此眼动数据可揭示学习者是否以预期方式感知学习内容，或是否被其他显著元素吸引。眼动数据分析中，研究材料被划分为预定义区域，称为感兴趣区域(Areas of Interest，AOI)。通过眼动指标如总访问时长（TVD）和访问次数（NOV）可研究认知过程。注视次数、平均注视时间和回视次数反映信息加工的难易程度（Rayner, 1998），而注视时间、眼跳长度和总阅读时间则表征阅读和视觉搜索中的眼动行为（Liversedge & Findlay, 2000）。

1.2. 研究问题

目前，学生在物理情景下向量问题的学习困难原因尚不明确，且缺乏不同情景下向量测试的眼动研究。本研究基于现有向量理解测试，通过记录学生解题时的眼动轨迹，探索学科背景对解题的潜在影响，并致力于解决以下问题：

研究问题 1：学生在物理情境下解决向量相关问题时，学生存在的困难是什么？

研究问题 2：不同命题方式的向量问题是否会引起学生眼动注视模式上的显著差异？

2. 研究设计

2.1. 参与者

通过海报宣传招募了 5 名初、高中生志愿者，所有参与者均有效完成了简化版向量理解测试（Pablo & Genaro, 2014）。实验前，参与者与家长充分了解活动内容并签署知情同意书。本研究已获研究者所在大学人类研究伦理委员会批准（批准号：LL2024000206）。

2.2. 测试材料与访谈

向量理解测试（TUV）是由 Barniol 和 Zavala 开发的多选题测试（Pablo & Genaro, 2014）。本研究采用其简化版本（TUV-12），并基于实验时长和测试效果的考虑，进一步删除了两个同构项，最终形成由 10 个同构项对构成的测试（TUV-10），并邀请一线教师和专家学者审阅修改，避免学生出现理解错误。每个同构项包含一对数学背景和物理学背景的题目，仅在命题方式和语境上有所区别。回溯性半结构化访谈的内容是基于学生眼球运动轨迹的后续问题，如“你为什么花这么多时间看这个部分？”等。

2.3. 实验过程

本研究使用 Tobii Pro Spectrum 眼动仪。首先，参与者了解眼动仪工作原理并填写人口统计学问卷（约 2 分钟）。眼动校准后，在电脑屏幕（1920×1080）上会随机呈现 20 道题目。学生答题后需进行置信度评分（5 点李克特量表），用以评价学生对回答的信心。答题时间不限，但学生被告知不允许返回查看之前的题目。完成所有题目后，进行回溯性访谈。

3. 研究结果

3.1. 表现分析

将正确答案记为 1，错误答案记为 0，并参照置信度评分，将完全不确定的答案也标记为错误，得到各题得分。分别统计同构项中物理和数学部分的得分平均值。整体上看，学生在物理试题上的正确率略低于数学试题，但无统计学显著差异。

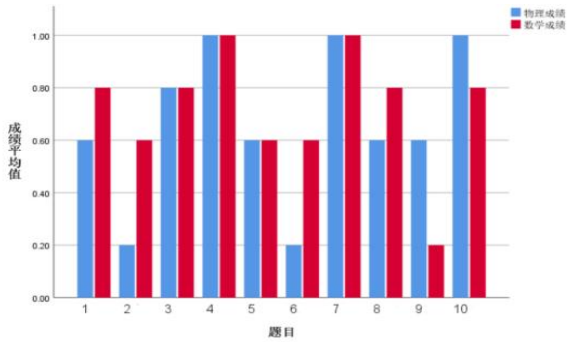


图 1.成绩直方图

3.2. 眼动数据分析

3.2.1. 眼动序列图

为进一步研究学生在完成物理与数学试题时究竟有何区别，我们首先观察学生的凝视图。在凝视图中，每个注视点都表现为圆形；圆圈越大，对应的注视时间越长。注视点之间的注视跳跃(眼跳)表现为直线连线。

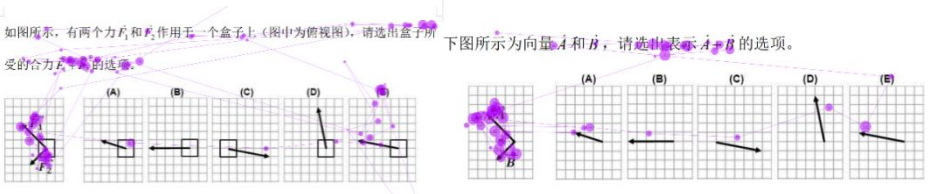


图 2.同构项对 1 的凝视图：左边为物理试题，右边为数学试题

在物理背景下，视觉注意点频繁在题干与图片间迁移，体现出较强的整合行为；而在数学背景下，视觉注意点更集中，眼跳和回看次数较少，表明学生能更快完成信息检索。

3.2.2. 注视数据

本研究主要分析注视数据中的 NOV（AOI 访问次数）和 TVD（AOI 总访问时长）。以同构项 1、2 为例，因其答案选择具有典型性（Pablo & Genaro, 2014），且分别涉及向量加法（图片作用较大）和向量点乘解释（图片作用较小），便于研究图片用途对学生视觉注意模式的影响。AOI 整体划分为题干、图片、选项三部分，注视数据如表 1、2 所示。

整体上，学生在数学试题各 AOI 的访问次数和总注视时间均少于物理试题，学生在物理情景下更频繁地进行视觉整合和回看。同时，学生在物理试题选项上的注视时间更长，可能因其选择答案时更为谨慎。分析同构项 1、2 中图片 AOI 的总注视时长，发现图片作用较小的同构项 2 在物理情景下学生花费的时间更长。此外，参与者 1 在同构项 2 图片上的注视时间远高于平均值，这两个同构项中图片在题目中的占比并无明显区别，访谈结果表明这可能是因其先验知识不足，难以分辨图片信息的有效性。这也与以往专家和新手视觉注意分布的研究结论相符，专家的领域知识能够帮助他们更快地关注到题目中地相关部分，而新手更关注误导性信息，难以选择合适的信息 (Jason et al., 2015;Wang, Q et al., 2022) 。

进一步以每道题目中的字母区域作为 AOI 进行分析，结果表明物理情景下学生对字母的注视时长显著高于数学情景（p=0.026），可能因物理字母具有实际含义，而数学字母仅为抽象符号。

表 1.同构项 1 的眼动注视数据表

参与者	数学部分						物理部分					
	题干		图片		选项		题干		图片		选项	
	TVD	NOV	TVD	NOV	TVD	NOV	TVD	NOV	TVD	NOV	TVD	NOV
1	14.03	6	21.03	6	6.34	8	9.36	5	13.54	11	13.75	12
2	16.00	7	19.97	7	5.71	5	17.06	6	10.84	9	10.69	11
3	12.09	3	2.29	3	1.18	3	5.25	4	1.39	2	3.25	4
4	6.23	2	12.4	2	1.84	2	10.1	6	7.71	3	3.64	5
5	2.18	3	3.09	1	1.72	2	7.05	6	2.16	3	9.61	3
均值	10.11	4.2	11.76	3.8	3.36	4	9.76	5.4	7.13	5.6	8.19	7

表 2.同构项 2 的眼动注视数据表

参与者	数学部分						物理部分					
	题干		图片		选项		题干		图片		选项	
	TVD	NOV	TVD	NOV	TVD	NOV	TVD	NOV	TVD	NOV	TVD	NOV
1	11.12	8	8.22	14	38.41	14	16.38	9	14.38	28	39.27	23
2	11.1	8	1.6	3	17.94	3	18.17	9	6.56	16	69.74	9
3	8.99	6	0.96	4	18.65	15	28.35	8	2.39	17	27.78	8
4	21.53	11	2.02	6	40.09	7	19.69	11	6.54	15	39.83	11
5	11.51	3	0.69	3	10.71	13	6.18	7	0.89	5	10.68	1
均值	12.85	7.2	2.7	6	25.16	10.4	17.75	8.8	6.15	10.4	37.46	16.2

3.3. 访谈数据

通过访谈收集了参与者对学科倾向性和解题策略的看法。在学科倾向性上，学生对物理和数学描述的认知存在个体差异。例如，学生 1 和 5 认为数学情景更简洁明晰，学生 2 则认为物理问题更贴近实际、易于联系，而学生 3、4 对两者无明显倾向性。此外，物理情景中字母对解题的影响及解读习惯可能是学生注视时间更长的原因。

4. 结论

本研究探讨了学生在数学和物理试题情境下的视觉注意模式和解题差异。结果表明，学生在数学试题情境下表现出更高的正确率和更短的用时，但在将知识迁移到物理试题情境时存在困难，这与学生在运动学问题上的普遍问题一致（Sebastian Becker et al., 2023）。眼动数据显示，学生在物理情境下需要更多时间搜索和整合信息，表现为更高的 AOI 访问次数和更长的总注视时间，反映出物理情境需要更复杂的认知加工。这与物理题目通常结合图片元素（如字母、坐标等）进行分析作答的习惯密切相关，这些元素因具有实际意义而更易引起学生关注。本研究强调了物理教学中读图能力和信息分辨能力的重要性。未来可通过教学干预（如图像解读训练、视觉注意力训练）提升学生图像阅读能力。此外，未来的教学可从帮助学生提高题目理解能力的角度，提供更加有针对性的解题指导。本研究也存在一些限制，一是样本量较小，结论可能缺乏推广性；二是同构项中数学知识完全相同，测试顺序可能影响实验结果。未来研究可扩大样本量，并让学生写出解题过程以进一步分析迁移困难的来源。

参考文献

孙航. (2022). 数学方法在高一力学中的学情分析和教学策略研究 (硕士 学位论文, 青岛大学). 硕士 https://link.cnki.net/doi/10.27262/d.cnki.gqdau.2022.001857

Hahn L., & Klein P. (2022). Eye tracking in physics education research: A systematic literature review, *Phys. Rev. Phys. Educ. Res., 18*(1), 013102.

Kustov A. A., & Robinson D. L. (1996). Shared neural control of attentional shifts and eye movements, *Nature, 384* (6604), 74-77

Rayner K. (1998). Eye movements in reading and information processing: twenty years of research, *Psychological Bulletin, 124*, 372-422.

Liversedge, S. P. & Findlay, J. M. (2000). Saccadic eye movements and cognition, *Trends in Cognitive Sciences, 4*, 6-14.

Joel Van Deventer & Michael C. Wittmann (2007). Comparing Student Use of Mathematical and Physical Vector Representations, *AIP Conf. Proc., 951*, 208-211

Pablo Barniol & Genaro Zavala (2014). Force, velocity, and work: The effects of different contexts on students'understanding of vector concepts using isomorphic problems, *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res., 10* (2), 020115

Pablo Barniol & Genaro Zavala (2014). Test of understanding of vectors: A reliable multiple-choice vector concept test, *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res., 10* (1), 010121

Jason W. Morphew, Jose P. Mestre, Brian H. Ross & Natalie E. Strand (2015). Do experts and novices direct attention differently in examining physics diagrams? A study of change detection using the flicker technique, *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.*, *11*(2), 020104

Wang Q., Zhu Y.-M. , Wei L.-L. & Deng H.-H. (2022). Visual Attention Pattern of Middle School Students During Problem-Solving in Physics, *Mind Brain And Education, 16* (2) , 99-111

Sebastian Becker, Lynn Knippertz, Stefan Ruzika, & Jochen Kuhn (2023). Persistence, context, and visual strategy of graph understanding: Gaze patterns reveal student difficulties in interpreting graphs, *Phys. Rev. Phys. Educ. Res., 19*(2), 020142

教学过程数据驱动下的协作学习过程分析与优化

Analysis and Optimization of Collaborative Learning Process Driven by Teaching Process Data

何文涛[1*]，朱玲林[2]，卢晴晴[3]
浙江师范大学 教育学院
budai2008@126.com

【摘要】 本研究以数学学科的协作学习为例，利用教学过程机制图分析协作学习过程，从师生角色、学习焦点、交互质量、异常行为、设计合理性等方面入手，提出优化策略。研究发现，教学过程机制图可记录和分析教师、学生、媒体在课堂中的具体交互过程，为教学描述提供客观工具，辅以数据多维度监测评估协作学习，可为学习者提供个性化学习支持和指导。
【关键词】 教学过程机制图;数据驱动;协作学习

Abstract: *Taking collaborative learning in mathematics as an example, this study analyzes the collaborative learning process using the teaching process mechanism diagram and proposes optimization strategies from the aspects of teacher-student roles, learning focus, interaction quality, abnormal behaviors, and design rationality. It is found that the teaching process mechanism diagram can record and analyze the specific interaction process of teachers, students, and media in the classroom, provide an objective tool for the description of teaching and learning, and supplemented with data for multi-dimensional monitoring and evaluation of collaborative learning, it can provide personalized learning support and guidance for learners.*
Keywords: Teaching process mechanism diagram, Data driven, Collaborative learning

1. 引言

协作学习研究主要集中在活动设计与交互分析两个方面。在活动设计方面，王蔚、杨成提炼出“适合移动协作学习的活动并设计了具体过程”，但缺乏客观的评价标准，多依赖个人经验；崔盼盼、郑兰琴开发了“评估协作学习活动设计质量的新方法”，但评估指标过于宏观，难以呈现设计细节；杨开城、刘晗“基于 DCR(Design Based Research)视角使用教学过程机制图表征协作过程”，虽有助于判定设计态与现实态的一致性，但未给出具体的优化技术手段。在交互分析方面，研究关注“交互行为对协作学习效能的影响和进程”，Paul A. Kirschner 发现“教师参与指导能显著提高学习效果”。

综上所述，现有研究在优化协作学习时存在缺乏技术知识和数据支撑的问题，难以定位教学问题并明确优化依据。教学过程机制图作为一种还原教学过程的科学工具，可清晰呈现教学具体发生过程及问题，为协作学习的分析与优化提供新视角。因此，本文尝试借助教学过程数据驱动下的教学过程机制图，对智慧课堂下的协作学习活动进行分析与优化研究。

2. 教学过程机制图

教学过程机制图是一种教学过程描述工具，由教学环节图组成，教学环节图如图 1 所示，包含教学环节的统计数据、主题图、角色行为序列和过程描述三部分。

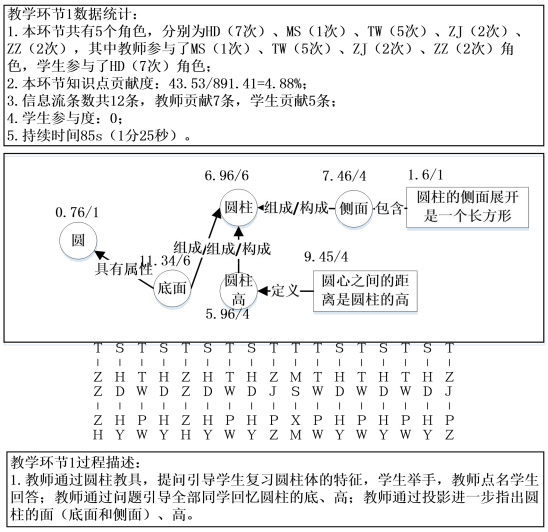


图 1 教学环节示意

教学过程机制图基于信息处理主体输出的信息流及教学特征值，可从中观维度还原教学环节发生的过程数据，为课堂教学的科学分析与优化提供依据。在读取教学过程机制图的数据时，若存在疑惑，可借助对应视频转文本来找到问题产生的原因。在此方面，可参考何文涛，黄立新等人提出的“教学过程数据驱动下的教学解释框架”。

3. 教学过程数据驱动下的协作学习过程分析

3.1. 样本选择与数据处理

样本选自一次真实的智慧教室下数学学科的协作学习活动，协作学习由任课教师组织，学生共分为 5 组，每组 5 名同学，每位同学都配一台 Pad，教学内容为“理解并应用圆柱体的表面积和侧面积公式”。教学中，研究者不干预课堂教学，只拍摄录制协作过程。数据处理包括将视频转录成文本、进行知识建模与信息流切分、行为编码、生成教学过程机制图，并分析其中的师生角色、学习焦点、交互质量、异常行为等数据。

3.2. 研究结果

3.2.1. 协作学习过程中的师生角色分析

在整个学习活动中，教师主要承担指导、组织、总结等角色，学生则集中承担回答、操作、讨论等角色。学生角色占媒体使用者的 77.1%，这是由学生在教师引导下在使用浏览器、云笔记等媒体工具引起的。在智慧教室环境下，教师角色发生转变，由重“教”变成重“导”，需在关键节点把握学习进度，督促成员参与并给予指导与评价。

3.2.2. 协作学习过程的学习焦点分析

在本次协作学习中，创设情境、探究拼合圆柱体的方法、推导表面积和侧面积的计算公式、巩固表面积计算公式、总结评价等 5 个环节的知识点贡献度依次为 4.88%、16.10%、69.68%、5.41%、0%。其中环节 3 的知识点贡献度最高，这表明其为是本堂课的重点且社会交互水平较高。但知识点贡献度难以反映学习焦点的变化。为此，本研究将环节 3 交互过程中的 IIS 知识子图按时间顺序连接，形成学习焦点变化路径（如图 2 所示）。在该路径中，每个方框代表一个 IIS 知识子图，方框中数字则表示该 IIS 知识子图在协作学习交互过程中出现的顺序。经分析发现，小组讨论焦点在协作学习过程中存在往复性，并因理解错误导致焦点偏离。最终虽在教师提醒和 Pad 云协作交流辅助下回归，但整体教学效果仍不理想。

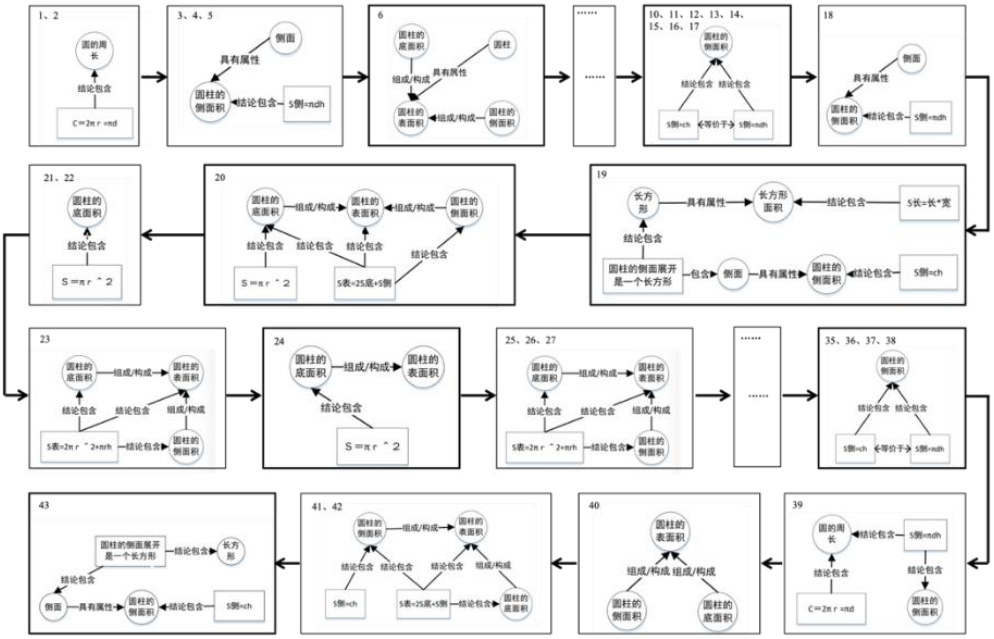


图 2 环节 3 的学习焦点变化路径

3.2.3. 协作学习过程的交互质量分析

环节 2、3、4 教师和学生贡献的信息流条数高于其他环节，学生贡献信息流条数在环节 3 达到最高，而且学生参与度在环节 3 也最高，说明该环节学生对目标知识点的学习水平较高。环节 1 学生参与度低，学习水平低；环节 5 未对具体知识点进行强化，总结效果不佳。

3.2.4. 协作学习过程的异常行为分析

本研究对协作学习过程中的异常行为进行分类统计与分析。结果显示，堂课共出现 5 种类型的异常行为，分别为 MT（20 次）、ZP（15 次）、RJ（4 次）、WF（3 次）和 DC（2 次）。

MT 异常行为主要源于教学媒体的介入，具体分为两类：一是媒体设备本身引发的异常，如设备无法联网、动画无法播放等；二是教师和学生对媒体操作不熟悉导致的异常。随着新媒体设备与教学的逐步适应，这些问题有望得到解决，媒体异常行为也将随之减少。

ZP 异常行为主要发生在教学环节 2，分为两种情况：一是教师语言表达模糊，例如“大家可以看平板或网络，也可以借助教材去想”，教师未对“教材”的具体含义进行解释，导致学生理解出现偏差；二是教师在小组汇报结束后未给予及时反馈，而是直接进入下一环节。

RJ 异常行为表现为组员交往过程中出现的人际冲突，如相互诋毁、孤立、轻视等，这些行为均发生在学生之间，主要源于学生对课堂规则的不同理解。

WF 异常行为是指学生的言语未得到周围同伴或教师的回复，共发生 3 次。第一次是学生提问未得到回应；第二次是教师要求独立练习时，学生询问周围同学进度却未得到回复；第三次是由于课堂环境嘈杂，学生叫教师未得到回应。这反映出在智慧教室环境下，协作学习对教师的注意力分配提出了更高要求。

DC 异常行为发生在教学环节 4，共 2 次。教师要求学生独立完成练习时，部分学生不主动思考，依赖他人成果，甚至抄袭他人答案。

3.2.5. 协作学习设计的合理性分析

在教学环节 2 中，教师布置了利用 Pad 和笔记本电脑查阅制作圆柱模型方法并进行制作的任务，随后要求小组讨论并与其他组交流。229 秒后，有小组成员提出了正确的制作方法，虽有异议，但 70 秒后小组达成了共识，并在剩余的 113 秒内通过百度搜索完善了制作步骤，整体设计较为合理。教学环节 4 的知识点贡献度虽位列第三，但持续时间仅此于教学环节 3，且异常行为数量较多。该环节中，教师指导学生完成习题，要求学生将计算过程写在练习本上，并将结果输入 Pad。但在练习过程中，小组间出现了搭便车和对答案的行为，教师虽进行了批评，但学生仍存在依赖他人成果的情况。最终，教师根据问卷星的分析结果选择性地

讲解了题目，并提醒学生提高做题速度。分析表明，教学环节 4 交互质量差的主要原因是教师选择的练习难度过高，学生在练习时感到吃力，导致无法达到预期的学习效果。

3.3. 讨论与反思

针对以上分析，本文认为可从以下方面优化协作学习过程：

聚焦协作学习设计，因材施教。教学设计应综合考虑教材内容与学生特征，包括知识基础、能力水平、学习风格等，以实现教学的针对性与实效性。教师需精准分析学生特征，设计定制式教学干预、个性化学习路径和差异化评价方案，避免因对学生起点行为预期过高而导致教学材料失效。

关注学生动态，及时反馈。在智慧教室环境下，教师的指导对协作学习效果至关重要。教师应加强监督与指导，观察小组进展，引导深度交流，及时解决人际关系冲突、搭便车等问题。同时，教师需注意语言表达的准确性与规范性，针对学生个体差异实施差异化指导。

提高师生信息素养，赋能增效。教师和学生对现代教学媒体的不熟悉是导致研究结果中异常行为的重要原因。教师培训应聚焦于技术在教学中的应用，必要时与教育产品制造商沟通改进。学生培训则应注重多媒体设备的使用与信息素养的提升，使其在面对技术问题时能够冷静应对。

合理角色分工，营造和谐人际关系。在协作学习中引入角色分工，能有效提升小组凝聚力和学习成效。教师可引导小组选举组长、记录员、汇报员、纪律委员等角色，明确各成员职责，促进共同合作与相互尊重。此外，教师还应关注学生的情感、态度和价值观培养，以全面提升学生的综合素质。

4. 小结

本研究在理论和实践层面均具重要意义。大数据时代下，数据驱动的精准教学成为趋势，而基于教学过程数据对协作学习进行分析与优化是当务之急。为充分发挥智慧教室优势，本研究采用 IIS 图分析法和内容分析法，深入剖析智慧教室环境下的协作学习，提出优化策略，论证了教学过程数据驱动的教学解释框架的可行性和合理性。教学过程机制图作为还原教学真相的工具，清晰呈现了协作学习的关键信息和主要内容，结合质性分析可准确揭示产生特定结果的原因，为教师精准分析与优化教学提供了依据，实现了理论与实践的有机结合。

参考文献

王蔚 & 杨成.(2012).移动协作学习活动过程设计.中国电化教育(03),51-57.

杨开城 & 刘晗.(2018).DCR 视野下问题解决类协作学习设计的一项个案研究.电化教育研究(11),5-12+68.doi:10.13811 /j.cnki.eer.2018.11.001.

何文涛,黄立新 & 王良辉.(2019).教学过程数据驱动下的教学解释探究.中国电化教育(07),38-45.

吴青 & 罗儒国.(2013).国外 CSCL 交互分析方法研究综述.现代远距离教育(01),23-30.

崔盼盼 & 郑兰琴.(2018).协作学习活动设计质量评估方法的个案研究.现代教育技术(10),64-69+106.

Paul A. Kirschner, John Sweller & Richard E. Clark. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. Educational Psychologist (2),75-86.

联通主义学习中基于 Traces 分析框架的多层网络分析探索研究

An exploratory study of multilayer network analysis based on the Traces analysis framework in connectionist learning

崔 洁[1]，陈 铃[1]，王志军[1*]
[1]江南大学江苏“互联网+教育”研究基地
[*]jnuwzj@jiangnan.edu.cn

【摘要】 数智时代背景下学习者的学习方式日益多样，跨平台数据关联分析愈显重要。本研究基于联通主义这一分布式学习情境，运用 Traces 分析框架对部分代表性数据进行逐层分析，研究发现异构网络环境中学习者的交互密度和活跃度存在显著差异，但都有一定规律性，且部分跨平台学习者在知识传播和吸引优质学习者方面起到了重要作用。由于数据本身的复杂性等局限性，目前只是做了一项探索性研究，但已证明了该方法的可行性以及优势，未来还需要开发自动化的算法来进一步完善，以更全面地揭示联通主义学习中的复杂现象和规律。
【关键词】 联通主义学习；多层网络分析；Traces 分析框架；跨平台研究

Abstract: *In the context of the digital intelligence era, learners' learning styles have become increasingly diverse, and cross-platform data association analysis is becoming important. Based on connectivism, this study uses the Traces analysis framework to analyse some representative data. It is found that there are some significant differences, but all have certain regularities, some learners are important in knowledge dissemination and attracting quality learners. Due to the inherent limitations, , it is only an exploratory study at present, but it has proved the feasibility and advantages, and need to be improved to comprehensively reveal the phenomena and regularities in connectivist learning.*
Keywords: connectionist learning, multilayer network analysis, Traces analysis framework, cross-platform research

1. 前言

在当今数智化时代，联通主义作为新一代学习理论，强调学习者与学习资源、与智能体以及学习者之间的连接和交互，是深入认识开放网络时代在线学习规律的前瞻性理论。目前生成式人工智能与数智化持续推进，学习者的学习行为数据以不同粒度分散在多个异构复杂学习环境中。这些数据蕴含着丰富的学习交互信息，关联这些数据是对复杂学习行为形成连续认识、系统深入把握数智化学习规律的关键。传统的单一维度和还原论分析方法无法全面、准确揭示联通主义学习情境下学习者之间的交互模式、知识建构过程等，亟须一种新的分析方法对学习行为进行探讨（狄增如，2011）。Traces 分析框架作为一种新兴的多层网络分析方法，能够跨越多个异构学习环境，从多个层次有效融合线程分析法、社会网络分析等多种方法，关注行动者之间的复杂关系并扩展分析对象（王志军等人，2024）。本文将在联通主义学习情境和数据样本中运用 Traces 分析框架的多层级分析方法，进行一项探索性尝试，揭示联通主义学习中的复杂现象和规律。

2. 文献综述

2.1. 联通主义学习

联通主义作为一种新兴的面向互联网时代的学习理论，由乔治·西蒙斯于 2005 年正式提出，它将学习视为一个复杂网络中节点之间的连接和交互过程（Siemens，2005）。在这一理论框架下，学习者、学习资源、学习环境等构成一个庞大的网络，学习者通过与网络中的其他节点建立连接，实现知识的获取、创造和传播。联通主义强调知识网络的动态性，认为学习过

程是非线性的，学习者可以根据自己的需求和兴趣在网络中自由探索，同时还强调群体智慧的重要性，通过与网络中的其他学习者和专家进行交互，学习者可以共享知识和经验，形成群体智慧，从而促进知识的创新和发展（王志军和陈丽，2014）。

2.2. 多层网络分析法——Traces 分析框架

多层网络是现实世界中普遍存在的一种网络结构形式，聚焦由多个网络层组成的复杂系统，是理解并揭示数智化环境中交互和知识生成复杂性的重要方法，目前已得到国内研究者的广泛关注。多层网络分析法—Traces 分析框架由美国夏威夷大学的丹尼尔·苏瑟斯（Daniel Suthers）提出，其分析层级如图 1 所示，该框架适用于异构学习环境中学习者交互数据的分析（Suthers et al.，2007），通过多层次的分析方法，整合跨平台学习行为数据，揭示学习者之间的复杂交互模式（王志军等人，2024）。

Trace 分析框架各层级之间的关联关系如图 2 所示。转录文本将不同媒体中的学习行为数据转换为结构化的事件流，并进行注释，注释信息包括时间戳、学习者标识等，这是绘制关联图、联合图的基础。关联图通过计算事件之间的关联性，生成表征学习行为相互关联的模型，以揭示事件之间的时间和空间邻近性以及更深层次的语义关联。摄取图基于关联图构建，利用加权和筛选算法，提取出主要的关联关系，而会话图则基于其中的主要关联关系计算事件的时空关系，进行聚类识别会话，揭示会话内的交互顺序结构和会话间的关系。联合图将参与者和媒体对象作为节点，事件作为连接，构建多模二分有向加权图，揭示参与者和媒体对象之间的关系以及信息流动路径。社会网络关系图通过社会网络分析法将摄取图或联合图转化为社会关系图，揭示参与者之间的关系模式，识别网络关键节点，评估个体的社会资本。

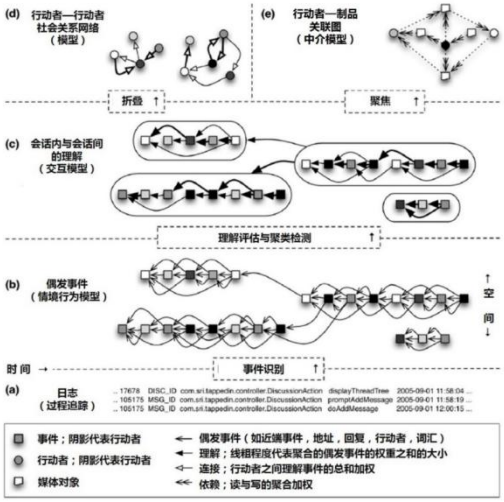


图 1 Traces 分析框架

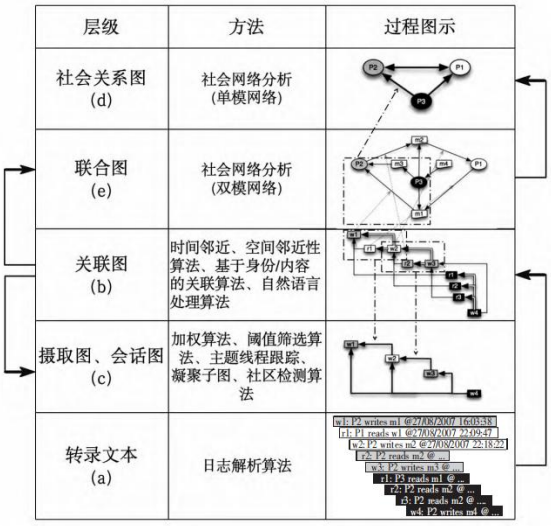


图 2 Traces 分析框架建模过程图示及技术方法

3. 实施过程与数据分析

本研究将 cMOOC“变革：教育、学习和技术”（简称 Change MOOC）中选取部分平台的前两周数据作为待分析的数据，因学习平台种类纷繁复杂，故特地选取每种类型其中一个代表性平台的一条代表性数据（表 1），所收集数据在 2011 年 9 月 12 日到 9 月 26 日之间。经过对平台交互日志的初步分析，共有 24 名学习者被纳入研究，其中有一部分学习者在不同平台都有交互行为，将这 24 名学习者的图例用不同的颜色表示。下面运用 Trace 分析框架开展探索性尝试，以挖掘各层级的图中展现出的学习规律。

表 1 数据选择及用户图例

平台类型	所选数据	行动者（学习者）图例
视频平台	YouTube 上的一个视频及其评论	

个人博客	积极学习者 JM 的一个博客及其评论	
策展平台	Diigo 上的一条社会书签及其评论	CA GS BM GY
社交网络平台	X（原 Twitter）上的一条帖子及其评论	GY DC MK

3.1. 转录文本

首先将获取的日志数据，转化为结构化程度高、可读性强的文本形式。再用 Excel 表格对每条记录编码：r 表示读状态（看视频、博客、评论等）；w 表示写状态（发视频、写评论、点赞等）；m 表示制品（视频、帖子、评论等），每条 w 记录有一条相对应的制品 m。

3.2. 关联图

按照各记录的 w、r 关系，绘制关联图，如图 3 所示。通过全体关联图可以发现，YouTube 交互比较密集，时间跨度小，用户体量较大、活跃度高；X 平台和 Diigo 平台的交互用户较少，且 X 平台的交互时间跨度较大。通过局部关联图 3（a）来看，只有 w1、w10、w17 之间形成了连续环，其他全是孤立环。由此可见 YouTube 平台的学习者中只有 CT 的评论被视频发布者 DC 回复了，其他学习者对该视频进行单次评论之后并没有被回复，也没有产生讨论。

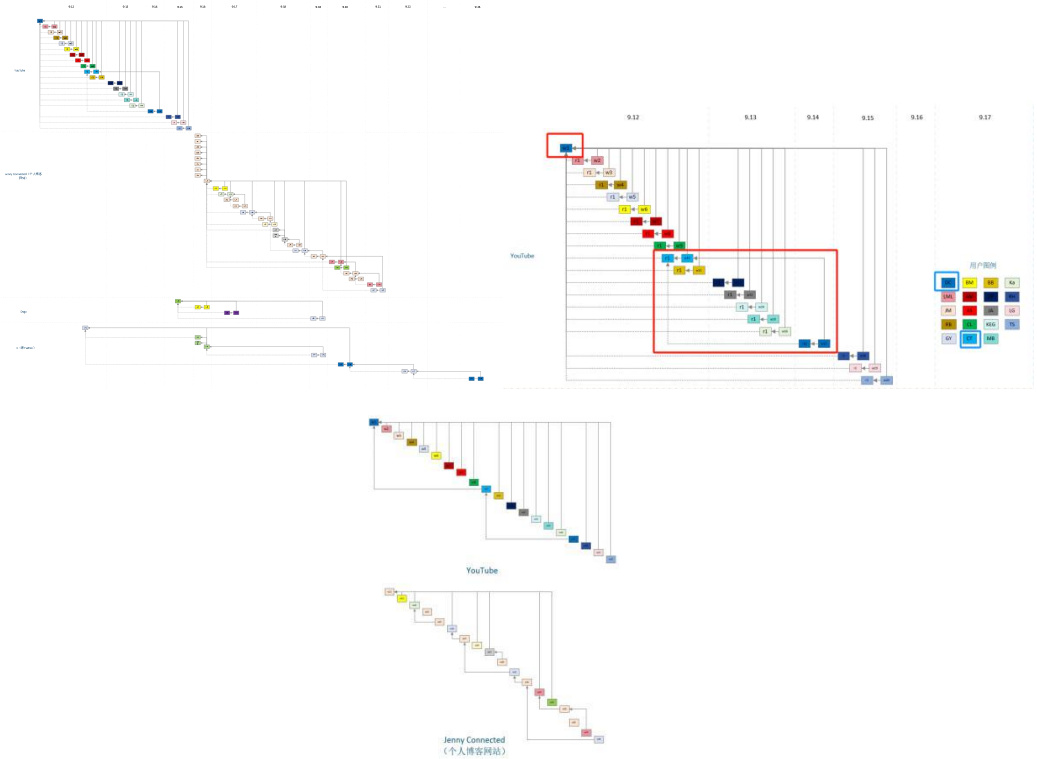


图 3 关联图

图 3（a）YouTube 局部关联图

图 4 摄取图

3.3. 摄取图

按照交互行为权重，保留关联图中的写行为，去掉读行为，可以得到四个摄取图（图 4），通过摄取图可以更直观地体现各学习者之间的交互关系并识别出会话，比如 w1、w10、w17 之间形成了一次会话，w21、w26、w31、w32、w38 之间也形成了一次会话。

3.4. 联合图

将上述关联图的读写关系转变为行动者（学习者）与制品的关系，就可以得到联合图。每个行动者和制品，都至少会有一条连线连入到图中，通过行动者和制品的线条出入度，可以观察到哪些行动者或制品的影响力较大、哪些行动者生成的制品最多、哪些制品是由多个合作者共同生成的。如图 5（a）所示，图中制品 m1 的线条入度最大，说明该制品被很多学习

者所阅读，影响力较大；如果制品出度大于 1，则说明该制品由多个协作者共同生成，如协作文档。对于学习者而言，入度大则说明该学习者进行了大量的阅读，属于集思广益的类型，如图 5（b）所示，JM 就是阅读各种材料之后，发布了帖子 m21；出度大则说明该学习者在群体中比较活跃，喜欢发表自己的观点，是个积极的参与者。关联图中提到的孤立环和连续环，在联合图中被更直观地表示为线性、环形关系，如 CT、DC 和制品（m1、m10、m17）之间形成环，说明 CT 和 DC 之间有互动行为。从联合图整体来看，总体分为多环图和放射图两种。如果联合图整体呈放射形，则说明这个群体之间的连接性较弱，没有进行充分的交互行为，如图 5（a）；反之如出现多个环形关系，则说明这个群体的交互性较强，如图 5（b）。

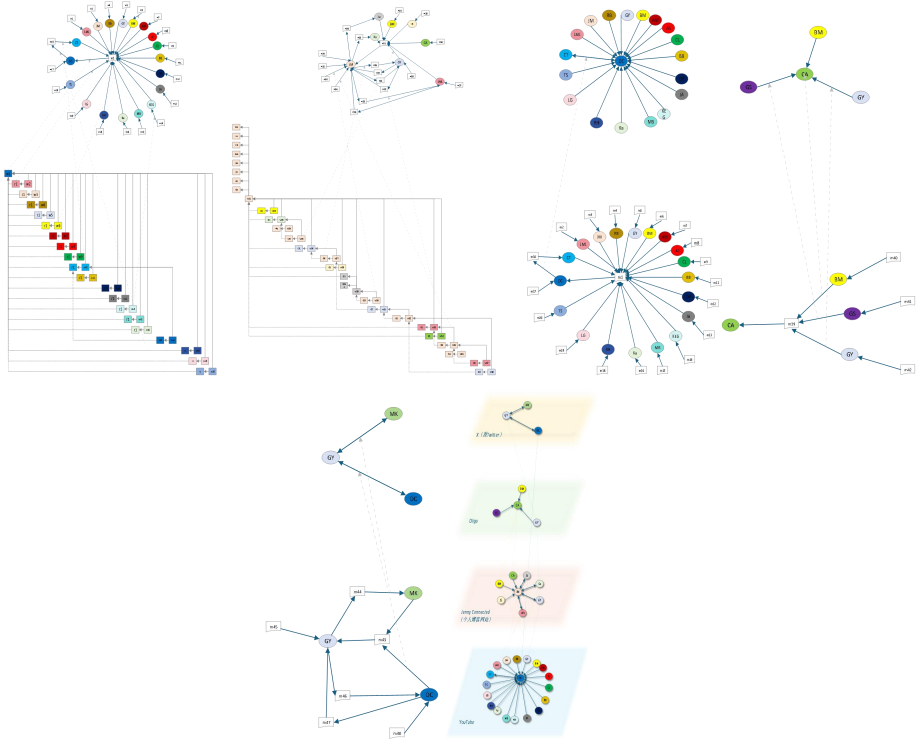


图 5（a）放射图　图 5（b）多环图　　图 6 社会关系图　　图 7 跨平台社会网络关系图

3.5. 社会关系图

联合图进一步简化得到社会关系图，以直接表示学习者之间的交互关系，如图 6，较传统的社会网络分析可更直观地呈现跨平台情境下学习者之间的联系。图中的学习者之间如出现双向箭头，则说明二者之间发生了互动；如若是单向箭头，则说明后者只对前者进行了单向评论。鉴于研究样本较少，最多只出现了两个学习者之间的联系，数据足够时会出现多个学习者之间相互交织的双向箭头，或形成交互环。社会关系图进一步整合，可得到多层社会网络关系图（图 7），可以发现有一部分学习者在不同平台中都留下了学习痕迹，跨平台学习者作为不同平台之间联系的纽带，对于知识的传播和吸引优质学习者都是非常有益的。

4.总结

本研究运用 Traces 分析框架对联通主义学习情境下的部分代表性数据进行了分析，研究可看出 Traces 分析框架多层次的分析结构层层递进，可深入挖掘学习行为背后的复杂关系，清晰呈现学习者在不同平台的参与模式、互动情况及知识建构过程。由于数据本身的复杂性、操作复杂性和时间精力等局限，目前只是做了一项探索性研究，但已初步证明该方法的可行性及优势，该研究本质上是一个算法支持的学习分析研究，未来还需开发自动化算法来进一步完善，以便快速处理大规模跨平台学习行为数据，减少人工操作误差和时间成本，从而更深入地挖掘其背后的学习规律，为学习分析实践提供更具针对性的指导和支持。

参考文献

狄增如.(2011).系统科学视角下的复杂网络研究.上海理工大学学报(02),111-116.

王志军 & 陈丽.(2014).联通主义学习理论及其最新进展.开放教育研究(05),11-28.

王志军,苏晨予 & 余新宇.(2024).面向数智化异构学习环境的学习者交互多层网络分析——基于 Traces 分析框架的应用与展望.远程教育杂志(06),73-82+91.

Siemens, G. (2005). Connectivism: Learning as network-creation. ASTD Learning News, 10(1), 1-28.

Suthers, D. D., Dwyer, N., Medina, R., & Vatrapu, R. (2007). A Framework for Analyzing Interactional Processes in Online Learning.

人工智能在高中信息技术教学中的应用评估：以豆包、通义千问和文心一言为例

Evaluation of the Application of Artificial Intelligence in High School Information Technology Education: A Case Study of Doubao, Tongyi Qianwen, and Wenxin Yiyan

王子轩[1]，杨宁[2*]
[1, 2]福建师范大学教育学院
[*] 772416452@qq.com

【摘要】 本生成式人工智能的到来为课堂教学注入的新的动力，尤其是在高中信息技术的教育中展现了巨大的潜力，本研究分析了豆包、通义千问、文心一言三个 AI 平台在高考信息技术中的解答表现，为学生和教育工作者选择 AI 平台提供了依据。
【关键词】 生成式人工智能；高中信息技术；AI 平台

Abstract: *The arrival of generative artificial intelligence has injected new momentum into classroom teaching, especially demonstrating significant potential in high school information technology education. This study analyzes the performance of three AI platforms—Doubao, Tongyi Qianwen, and Wenxin Yiyan—in answering questions related to the college entrance examination (Gaokao) information technology subject, providing a basis for students and educators to choose AI platforms.*
Keywords: keyword one, keGenerative Artificial Intelligence; High School Information Technology; AI Platforms

1. 前言

ChatGPT 的发布标志着生成式 AI 进入教育领域。本研究聚焦 AI 平台在高考信息技术教学中的应用潜力[1]。核心研究问题：1）AI 平台可提供哪些教学支持？2）各平台性能差异及适用性？通过对比主流平台的解题准确性、逻辑性与解析深度，为教学实践提供参考经验。

2. 相关研究

国内外学者对大语言模型在教育中的应用方式以及大语言模型在知识测验中的表现均有不同程度的研究。隋小波在研究中指出，AI 技术能够显著激发学生的学习兴趣，引导学生进入深度学习状态[2]。廖栩通过“AI 双师课堂”的教学案例，探讨了人工智能技术在信息技术教学中的实际应用及其效果[3]。研究表明，“AI 双师课堂”能够个性化地支持学生的学习需求，提升学习兴趣，并优化教学过程。

在关于 AI 工具的选用上，Olesya M. Tolstykh 和 Tamara Oshchepkova 系统分析了 150 种可供语言教育使用的 AI 工具，并提出了针对英语教学的分类方法。文章指出，这些工具能够在内容创建、评估、辅导和课程规划中为教师和学生提供支持，同时也强调了 AI 工具在教育中的潜在限制，如隐私问题和认知过载。研究为语言教师如何高效选择和应用 AI 工具提供了实用指南[4]。

尽管当前已有多项研究表明，AI 在教育领域，特别是在高考辅导中的潜力巨大，但仍存在一些研究空白。首先，大部分研究关注 AI 在基础教育中的应用，针对高中信息技术学科的研究仍然较为匮乏。其次，现有的评估标准过于单一，主要集中在准确性和完整性上，较少

涉及平台的逻辑性和解析深度，这一点在复杂题目和推理题目的解答中尤为重要。因此，如何提升 AI 在逻辑推理题目中的表现，并进一步提升平台解析深度，是未来研究的重点。

3. 研究设计

3.1. 研究目的

本研究的主要目标是对比多种主流的 AI 平台在解答高考信息技术类题目时的表现，分析它们在准确性、逻辑性、解析深度、语言表达等维度上的优势与不足，并为学生和教育工作者提供相关参考，以便在备考过程中选择最合适的 AI 工具。

3.2. 研究问题

本研究的主要目的是对比多个 AI 平台在解答高考信息技术类题目时的表现，基于此，提出两个本研究的核心研究问题：1、AI 平台在哪些方面可以提供支持？2、哪个平台的更适合此类教学，其性能如何？

研究将比较不同 AI 平台对高考信息技术题目的解答准确性，评估哪些平台能提供最贴合标准答案的解答，并进一步分析其解答的准确率。

本研究采用实证分析方法，结合定量分析，对比多个 AI 平台在解答高考信息技术题目时的表现。

3.3. 前期工作

本研究将选取2023年和2024年浙江省“技术”高考选科中的信息技术部分真题的选择题部分。将这些题目输入到各个 AI 平台（如豆包、文心一言、通义千问）进行解答。

对每个 AI 平台给出的答案进行量化评分，依据准确性、解析深度、逻辑性、语言表达等标准进行评分，并计算出各个平台的综合评分。使用统计方法对不同平台的表现进行比较，判断它们在不同维度上的差异是否具有统计学意义。

为了保证研究的科学性和代表性，本研究将从收集的数据中选取一组具有代表性的 5 道高考信息技术选择题作为样本，确保难度适中，避免极端简单或极端复杂的题目，能够真实反映学生的解题水平和各平台的表现。为了确保研究结果的可比性和科学性，本研究将为每个 AI 平台的答案设计详细的评分标准。

表 1
评分标准表

标准\得分	0	1	2	3
回答准确性	答案错误	回答部分错误	回答有小部分不足	答案正确
解析步骤	没有提供任何解析步骤	解析步骤不完整，仅覆盖部分要点	解析步骤基本完整，但缺乏细节	解析步骤详细完整，逻辑清晰
解析质量	没有任何解题思路或解析	提供了解题思路，但逻辑不清晰	解题思路清晰，但解析有细节缺失	提供完整、清晰且详细的解题思路和解析

4. 数据分析

4.1. 数据整理与统计

在数据收集完成后，首先对收集到的数据进行整理和统计，后续进行分析和可视化。

将每个平台的回答按照题目编号、题目类型（选择题、非选择题）和评分维度（准确性、解析步骤、解析质量）分类整理。量化评分上，统一用分值（0-3 分）记录每个平台的表现，确保数据结构清晰。

4.2. 数据预处理

检查评分数据是否存在异常值（如错误输入或漏评分），对无效数据进行清理。分类整理选择题和非选择题的数据，便于分组对比。

4.3. 数据计算

在本研究中，为了全面、客观地评估各 AI 平台在高考信息技术选择题解答中的表现，采用了“加权综合评分法”对数据进行分析。该方法通过对不同评分维度（准确性、解析步骤、解析质量）赋予不同权重，将每个平台的多维度评分归一化为一个综合得分，便于平台间的比较和排名。准确性：平台提供的答案是否正确，权重为 50%，这一维度在解答选择题中最为重要，直接反映平台的基本能力。解析步骤：平台是否提供了逻辑清晰、完整的解题步骤，权重为 25%，该维度体现平台对解题过程的支持。解析质量：平台提供的解析是否详尽且易于学生理解，权重为 25%，这一维度评估平台在教学辅助中的能力。

综合得分的计算公式为：

综合得分=准确性得分*50%+ 解析步骤得分*25%+解析质量得分*25%

该公式的设计基于权重的加权平均计算方法，将三个评分维度的重要性差异量化为权重。

4.4. 结论

4.4.1. 选择题分析

豆包：综合得分 2.50（准确性 2.57/3），解析步骤与质量均达 2.43 分，显著优于其他平台。

通义千问：综合得分 2.18，解析质量（2.14）与步骤（2.29）存在逻辑断层。

文心一言：解析质量最低（2.00），综合得分 2.11，教学支持能力较弱。

4.4.2. 非选择题分析

各平台综合得分趋近（豆包 1.58，通义千问 1.50，文心一言 1.46），普遍存在步骤缺失与解析浅表化问题。豆包在步骤清晰度（1.83）上相对占优，但均未达到教学辅导深度需求。

文心一言不仅在准确性上没有明显的优势，而且在解答过程中，缺乏足够的教学辅助和解题步骤的详细解析。其低分表明，文心一言在解答非选择题时的表现不如其他平台，可能无法提供足够的教学支持和思路引导。

5. 讨论

5.1. 对现有 AI 平台的分析和反思

准确性作为 AI 平台核心竞争力存在显著差异：豆包在高考信息技术试题中表现最优，但在高难度选择题和非选择题仍存在不足；通义千问与文心一言在处理复杂问题时错误率较高。这表明现有平台在专业领域知识深度理解方面仍需加强，需提升细化解题与精准生成答案的能力。

解析逻辑性呈现明显梯度：豆包能清晰展示解题过程，得分显著高于另两个平台；通义千问步骤常缺乏连贯性，文心一言解析过于简略。建议平台应强化解题逻辑的系统性构建，确保步骤衔接合理、可操作性强，有效支持学生理解。

在解析深度方面，豆包对复杂题目的细节阐述仍有提升空间，而通义千问和文心一言普遍存在解析深度不足的问题，影响教学支持效果。未来需重点优化关键节点的深度解析，特别是在高难度题目中加强思路展开。

5.2. 研究的局限性与未来研究方向

5.2.1. 研究的局限性

本研究仅基于浙江省高考信息技术选择题的数据分析，未来研究可以扩展到其他方面，以更全面地评估 AI 平台的教学能力。数据来源局限于部分高考真题，样本数量相对较少，可能对研究结果的普适性造成一定影响。

5.2.2. 未来研究方向

扩展样本范围，纳入更多学科和题型的数据进行分析。引入学生用户体验的调查数据，结合定性分析，进一步研究 AI 平台的交互设计和使用效果。探讨 AI 平台在个性化教育的潜力，为 AI 技术在教育领域的创新应用提供更多实证依据。

5.2.3. 总结

本研究基于浙江省高考信息技术的定量分析，对豆包、通义千问、文心一言三个 AI 平台的解答能力进行了系统评估。豆包在综合能力上最优，因此更加适合信息技术学科的教学，但在处理较难或较为复杂的问题上仍然表现不佳，例如较难的选择题和非选择题等。随着 AI 技术的不断发展，其在教育领域的应用将更为广泛，未来的研究与实践应进一步聚焦于提升平台的教学质量和学习体验，为教育公平和个性化学习创造更大价值。

参考文献

熊明辉,池骁. 论生成式大语言模型应用的安全性:以 ChatGPT 为例[J]. 山东社会科学,2023(5):79-90.

隋小波. AI 促使深度学习的信息技术教学探究——以“Python while 循环”项目设计为例[A] 北京大学出版社 2023 年教育数字化转型与智能教育发展研讨会论文集[C]. 北京大学出版社, 北京未名智慧教育科技有限公司, 2023: 4.

廖栩, 陈雪松. 人工智能在信息技术课堂教学中的应用探究——以 AI 双师课堂《救援呱呱》为例[J]. 中国现代教育装备, 2020, (08): 25-27.

Tolstykh O. M., Oshchepkova T. Beyond ChatGPT: Roles that artificial intelligence tools can play in an English language classroom[J]. Language Teaching and Learning, 2023(5): 58-75.

基于网络模体的在线学习者交互特征分析

Analysis of Learners' Online Interaction Characteristics Based on Network Motifs

胡天慧[1]，宋欣怡[2]，柴唤友[3*]
[1]湖北第二师范学院 计算机学院
[23]华中师范大学 人工智能教育学部
[*]chaihy@ccnu.edu.cn

【摘要】 分析与理解学习者交互是在线教育研究与实践中的瓶颈性难题，也是大规模应用和推广在线教育的关键。然而，现有网络分析方法无法支持针对以网络模体为代表的交互微观结构的理解。因此，本研究旨在通过引入网络模体分析方法，深入分析学习者交互网络微观结构及其随时间的变化。我们发现了学习者交互网络中存在的 6 个关键模体，揭示了学习者交互的微观机制，为制定有效的学习者交互促进策略提供了重要参考。
【关键词】 学习者交互；在线学习；社会网络；模体

Abstract: *Learner interactions in online learning environment have a significant impact on learning outcomes, and it is also a difficult point in online education research and practice. Existing methods of network analysis on learner interactions lack understanding of interactions at micro-structure level. This study aims to analyze learners' interactive network motif and its changes over time by constructing learner 's online interactive network model, and propose optimization strategies. The results reveal the micro-mechanism of learner interactions and provide an important reference for developing effective learner interactions promotion strategies.*
Keywords: learner interactions, online learning, social network, network motif

基金项目： 2024 年教育部人文社科教育学青年基金项目 在线学习者多层交互网络的微观模式识别及其演化规律研究（项目编号：24YJC880049）；湖北省教育科学规划项目 基于多模态数据的自主学习投入智能测评与干预研究（项目编号：2024GB136）；湖北省博士后创新人才培养项目 B 档 融合多模态数据计算的中小学生协作问题解决能力智能测评与归因研究（项目编号：2024HBBHCXB041）

1. 引言

作为教育数字化的典型实践之一，在线教育是加快建设教育强国和推动教育高质量发展的重要支撑。相比传统课堂教学，在线教育具有时空灵活、资源丰富等独特优势，但同时在课程讨论中也极易出现“社交疏离”、“主题偏移”、“情感低迷”等负面问题（Hansen-Brown et al., 2022; Mojtahedzadeh et al., 2024）。学习者交互是在线教育中学习者拓展学习资源、获取学习支持，进而提升学习效果的重要渠道（Reich et al., 2019）。分析与理解学习者交互是在线教育研究与实践中的瓶颈性难题，也是大规模应用和推广在线教育的关键。现有的学习者交互网络分析方法主要侧重于整体和个体层面的交互关系分析，无法支持针对以网络模体为代表的交互微观结构的理解。因此，本研究拟通过构建学习者在线交互网络模型，识别学习者交互网络模体，并探索其随时间的演进关系，进而提出学习者交互优化策略。

2. 数据来源与研究方法

本研究数据主要来源于 2020 年中部某师范大学开设的课程“数据科学导论”，课程共实施 6 个月，共 37 名学习者及助教通过云课堂中的论坛板块开展了讨论活动，得到 1667 条交互文本数据。本研究采用上述文本数据构建学习者交互网络，并使用 FANMOD 算法对网络模体开展检测与分析。

3. 研究结果与讨论

本研究最终检测到了 6 个模体（p 值小于 0.05，z 分数大于 2），并且得到了模体的频率、z 值以及 p 值，具体结果见表 1。其中，164 号模体和 14 号模体是频率最高的两种，达到了 10.68%和 10.31%。164 号模体每个节点发起一次交互，而 14 号模体的左下节点主动发起了两次交互，是模体中最活跃、主动性最高的节点。在 238 号模体中，三个学习者之间均存在双向交互，这种结构具有较高的凝聚力及信息传递效率，是理想的学习者交互模体。

表 1 学习者交互网络模体检测数据表

模体编号	模体形状	频率	z 值	p 值	模体编号	模体形状	频率	z 值	p 值
238		6.47%	3.5403	0.001	166		7.60%	2.4313	0.029
102		6.20%	2.5573	0.02	164		10.68%	2.0135	0.032
46		6.14%	2.3526	0.027	14		10.31%	2.0007	0.042

得到模体检测结果之后，本研究进一步绘制了学习者交互网络模体数量的变化趋势，如图 1 所示。由图 1 可知，前期 164 号模体数量较多，14 号模体数量较少，后期 14 号模体逐渐增多，成为数量最多的模体。这表明在后期活跃的学习者数量增多，积极地向其他学习者发起对话与交流。而 238 号模体作为理想的学习者交互模体，数量一直维持在一个较低的水平。针对这一现象，本研究建议组织学生以小组合作的形式展开学习与交流，并且在小组内进行角色转换，促使学习者完成不同的任务，进而促成学习者交互的主动性。

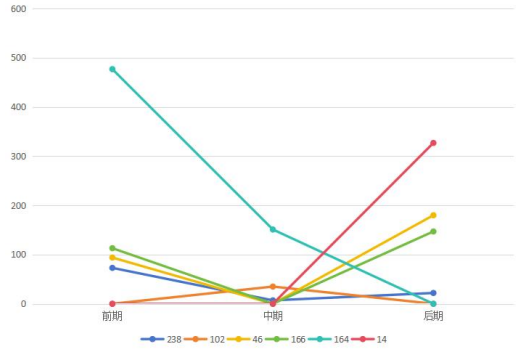


图 1 学习者交互网络模体变化趋势图

参考文献（部分）

Hansen-Brown, A., Sullivan, S., Jacobson, B., Holt, B., & Donovan, S. (2022). College Students' Belonging and Loneliness in the Context of Remote Online Classes during the COVID-19 Pandemic. Online Learning Journal, 26(4). https://doi.org/10.24059/olj.v26i4.3123

Reich, J., & Ruipérez-Valiente, J. A. (2019). The MOOC pivot. Science, 363(6423), 130-131. https://doi.org/10.1126/science.aav7958

在线学习环境下学生深度学习的影响因素研究

Research on Influencing Factors of Students' Deep Learning in Online Learning Environment

任杰[1]，田浩[2*]
南京信息工程大学 教师教育学院
*1214817265@qq.com

【摘要】 信息技术发展使在线学习成为重要学习方式，但学生学习浅层化问题突出。本研究对某高校 268 名不同层次大学生问卷调查，经多种分析探究影响因素，发现教师社交性支持、学生学习愉悦感和行为投入维度的参与和交互对深度学习有显著正向影响，基于此提出提升学生在线深度学习效果的策略。
【关键词】 在线教学环境；深度学习；远程教育；影响因素

Abstract: *The development of information technology has made online learning an important approach. But students' shallow learning is a notable issue. This study surveyed 268 college students from a university. After multiple analyses, it found that teachers' social support, students' learning pleasure, and their participation and interaction in behavioral engagement significantly boost deep learning. Accordingly, strategies to improve students' online deep - learning effectiveness were put forward.*
Keywords: Online teaching environment, Deep learning, Distance education, Influencing factor

1. 研究介绍

在线学习助力学生个性化学习，为教师创新教学与个性化指导提供技术支撑，增强教学反馈效果。深度学习强调学生主动参与、知识体系构建及迁移运用，与在线教学相互赋能。本研究采用问卷调查法，多维度探究在线教学中影响学生深度学习的因素，为优化在线深度学习提供理论依据。

研究数据来自某高校在线学习不同专业、年级与成绩排名的学生，通过问卷星平台发放，共回收有效问卷 268 份。问卷以田浩等编制的基于 SOBC 模型在线深度学习研究为基础，包含个人背景、教师支持、学习体验、行为投入和深度学习五个维度(田浩，武法提，2022)，采用李克特 5 分量表。问卷内容涉及学生的学习背景、对教师支持的感受、学习动机等非智力因素及参与学习活动情况，以深度学习为因变量，探究其他三个维度对其的影响。对数据进行信效度分析，整体 Cronbach α系数达 0.941，教师支持(0.830)、学习体验(0.803)、行为投入(0.783)和深度学习(0.861)四个维度的 Cronbach α系数均超 0.7，信度良好。问卷发放前，邀请 3 位现代教育技术专业专家审查并修订，确保结构合理、内容有效。研究将通过描述性分析、相关性分析和回归分析，计算学习体验、行为投入和教师支持三个维度平均值，得出其与深度学习的相关系数，探究各维度因子对深度学习的影响，以明确教师促进学生在线深度学习的策略。

2. 研究分析结果

描述性统计和相关性统计结果表示，教师支持平均值最高且标准差最小。学习体验平均值较高说明学生学习态度积极，但标准差略大，可能与学生个人学习环境有关。行为投入平均值最低且标准差最大，说明学生参与和交互情况不佳。根据相关性分析可知教师支持、学习体验、行为投入与深度学习均呈现显著性，存在正相关关系，可对学生在线学习的深度学习效果产生显著的正向推动作用。回归分析如表 1 所示，社交性支持、愉悦感、参与和交互对深度学习均有正向显著影响；其他因素对深度学习的影响不显著。

表 1 教师支持、学习体验、行为投入对深度学习影响的回归分析

维度	常数	回归系数	95%CI	共线性诊断	
		1.363** (5.159)	0.845 ~ 1.881	VIF	容忍度
教师支持	情感性支持	0.097 (1.604)	-0.022 ~ 0.217	1.599	0.625
	社交性支持	0.154* (2.285)	0.022 ~ 0.285	2.030	0.493
	知识性支持	-0.063 (-0.741)	-0.229 ~ 0.103	2.234	0.448
学习体验	愉悦感	0.122* (2.441)	0.024 ~ 0.220	1.517	0.659
	专注度	0.002 (0.050)	-0.085 ~ 0.090	1.277	0.783
	控制感	0.002 (0.035)	-0.113 ~ 0.117	1.335	0.749
行为投入	参与	0.124* (2.403)	0.023 ~ 0.225	1.300	0.769
	交互	0.149** (2.854)	0.047 ~ 0.251	1.819	0.550
R^2	0.272				
调整 R^2	0.250				
F 值	F (8,259)=12.099,p=0.000				

注：* p<0.05, ** p<0.01

3. 研究结论

教师的社交性支持对学生深度学习行为影响显著。在线教学时，教师应积极营造良好学习氛围，关注学生发言，鼓励师生、生生在线讨论并给予肯定评价，增强学生自信心与愉悦感(Yu R, Singh K, 2018)。课堂上，教师应善用多模态教学资源，通过细粒度评价勾勒学生画像，如果学生对视频资源兴趣高，可准备相关视频动画，激发学习积极性后再深入讲解理论，提升专注度。同时，重视师生、生生交互参与，鼓励师生互动，增强教学临场感，满足学生需求(于济凡等，2024)。此外，借助 AI 开展自适应学习，系统根据学习记录精准推送资源来提升学生学习成就感与交互体验。

虽然情感性支持、知识性支持、专注度和控制感对深度学习影响并不显著，但教师仍要结合具体的教育情景进一步做出判断。

参考文献

于济凡,李睿淼,李曼丽 & 刘惠琴.(2024).多智能体协同交互的高临场感在线学习环境构建.现代教育技术(12),17-26.

田浩 & 武法提.(2022).基于 SOBC 模型的在线深度学习达成路径与干预研究.现代远距离教育(04),62-72.

赵呈领,李敏,疏凤芳 & 黄琰.(2019).在线学习者学习行为模式及其对学习成效的影响——基于网络学习资源视角的实证研究.现代远距离教育(04),20-27.

Yu, R., & Singh, K. (2016). Teacher support, instructional practices, student motivation, and mathematics achievement in high school. *The Journal of Educational Research*, *111*(1), 81–94. https://doi.org/10.1080/00220671.2016.1204260

改进导向的增值评价应用策略与实践探索

Improvement-oriented value-added assessment application strategy and practice exploration

张慧[1]，沈霞娟[2*]，武文静[3]，施怡[4]
（扬州大学新闻与传媒学院）
shenxiajuan2009@163.com

【摘要】 增值评价作为一种创新的教育评价方法，能够为精准化教学提供科学依据和策略引导。该研究以扬州市 S 中学为例，采用学生学业成长百分位数（SGP）模型，从学业成绩、跨学科融通能力和情感态度三个方面开展了增值评价实践探索，有效实现了学生进步程度的科学测量，并针对四类增值不佳学生提出了学业帮扶建议，帮助教师改进教学策略，提升教育质量。
【关键词】 改进导向；学业评价；增值评价；应用策略

Abstract: *Value-added evaluation, as an innovative educational evaluation method, can provide scientific basis and strategic guidance for precise teaching. Taking Yangzhou City S Middle School as an example, this study adopted the Student Academic Growth Percentile (SGP) model to explore the value-added evaluation practice in three aspects, namely, academic achievement, interdisciplinary integration ability and affective attitudes, which effectively realized the scientific measurement of students' progress, and put forward the academic support suggestions for the four categories of value-added students, which helped the teachers to improve their teaching strategies and enhance the quality of education.*
Keywords: Improvement orientation,academic assessment,value-added assessment,application strategies

1.研究背景

在教育高质量发展的时代语境下，增值评价聚焦学生综合素质的进步幅度而非仅仅进行横向比较，为教育评价改革提供了全新的思考角度(郝琦蕾,梁金淼等，2024)。改进导向的增值评价能够引导师生聚焦过程性发展而非结果问责，更有利于激发师生的内生动力，重构内生型的教育发展观(辛涛, 2020)。因此，该文以发展性、持续性、低利害和多元化为原则，并开展了改进导向的增值评价实践探究。

2.改进导向的增值评价实践案例

2.1. 增值评价对象

该研究对象为扬州市 S 中学的七年级学生，共 630 人，12 个班。从学业成绩、跨学科融通能力和情感态度三个方面采集增值评价数据，起点数据 2023 年秋季期末成绩，终点数据为 2024 年春季期末成绩。

2.2.学科知识与技能的增值评价结果

在对 S 中学学生的学业增值情况进行分析，发现存不同学科的增值规律存在较大差异(见图 1)。①语文方面，5、6、8 班增值较高，班际增值差异最小，其中可能与语文教学对学生基础依赖度较高相关。②数学增值差异较大，最高值班级(1、5、7 班)与最低值班级(3、4、8 班)差异达 1.76 倍，反映学校资源投入与教学效能可能呈现非线性关联。③英语增值分布较为集中，2、6、11 班表现突出，4、10、12 班则相对较低，需要关注学科增值的协同效应。

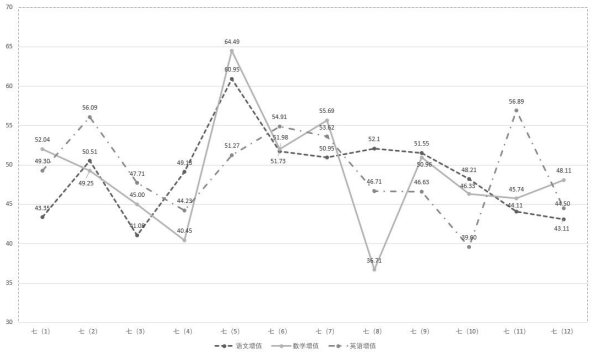


图 1 语数英学科增值评价结果

2.3. 跨学科融通能力的增值评价结果

跨学科融通能力的前后测对比分析显示（表 1），学生在协作能力方面的进步最为显著，7 个班实现增值，排在前三的是 6、8、12 班。此外，文化理解能力、创新能力、沟通能力和自主学习能力均有 6 个班级实现显著提升，表明学生在文化现象解析、表达创新思想、与他人高效交流以及自主规划学习方面得到了明显进步。

2.4. 学习情感态度的增值评价结果

学习心理维度的动态变化如表 2 所示。学习意志维度呈现普适性提升(P<0.05)，尤以 5、6 班进步显著(P<0.01)，表明学生在困难应对及自我调控能力方面具有可塑性；学习态度维度 Z 值排在前三的是 6、12、8 班，表明积极情感倾向的内化存在班级异质性；学习动机维度仅个别班级呈现一定改善，多数班级未突破显著性阈值(P<0.05)，需要教师关注学生的动机培养。

表 1 跨学科融通能力配对样本 Wilcoxon 符号秩检验

班级	文化理解能力				面前能力				创新能力				沟通能力				协作能力				自主学习能力			
	前测	后测	Z	渐进显著性 P	前测	后测	Z	渐进显著性 P	前测	后测	Z	渐进显著性 P	前测	后测	Z	渐进显著性 P	前测	后测	Z	渐进显著性 P	前测	后测	Z	渐进显著性 P
七（1）	4.09	4.39	-3.152	0.002	3.65	3.75	-0.946	0.344	3.68	3.72	-0.563	0.573	3.97	4.02	-0.715	0.474	3.75	3.81	-0.451	0.652	3.68	3.56	-0.901	0.368
七（2）	4.50	4.62	-1.416	0.157	4.17	4.20	-0.24	0.81	4.13	4.02	-0.635	0.526	4.35	4.26	-0.753	0.452	4.26	4.14	-0.792	0.428	4.08	3.98	-0.953	0.341
七（3）	4.23	4.45	-2.558	0.011	3.73	3.96	-1.733	0.083	3.73	4.04	-2.58	0.01	3.99	4.29	-2.467	0.014	3.87	4.18	-2.629	0.014	3.67	3.87	-1.769	0.009
七（4）	5.00	4.93	-1.826	0.068	5.00	4.90	-1.826	0.068	5.00	4.88	-1.841	0.066	5.00	4.91	-1.826	0.068	5.00	4.89	-1.841	0.066	5.00	4.90	-1.841	0.066
七（5）	4.23	4.51	-3.288	<.001	3.54	4.04	-3.505	<.001	3.64	4.03	-3.298	<.001	4.08	4.34	-2.757	0.006	3.83	4.16	-2.671	0.008	3.61	3.97	-2.781	0.005
七（6）	4.63	4.79	-3.103	0.002	4.37	4.60	-3.446	<.001	4.32	4.52	-3.108	0.002	4.50	4.61	-2.282	0.022	4.41	4.59	-3.318	<.001	4.33	4.51	-2.430	0.015
七（7）	4.72	4.83	-1.802	0.072	4.35	4.69	-3.651	<.001	4.23	4.66	-3.750	<.001	4.44	4.74	-2.800	0.005	4.43	4.83	-2.050	0.040	4.23	4.61	-2.839	0.005
七（8）	4.90	4.91	-0.499	0.618	4.89	4.71	-1.973	0.048	4.93	4.55	-3.559	<.001	4.96	4.69	-3.638	<.001	4.97	4.62	-3.299	<.001	5.00	4.64	-3.443	<.001
七（9）	4.59	4.76	-1.676	0.094	4.32	4.48	-1.372	0.170	4.30	4.21	-0.643	0.520	4.49	4.50	-0.088	0.930	4.46	4.48	-0.403	0.687	4.37	4.24	-0.788	0.431
七（10）	4.33	4.59	-2.470	0.013	4.27	4.08	-1.397	0.162	4.20	4.03	-0.933	0.351	4.20	4.44	-2.199	0.028	4.24	4.12	-0.928	0.353	4.15	4.08	-0.540	0.589
七（11）	4.43	4.45	-1.202	0.229	4.00	4.17	-1.498	0.134	3.98	4.08	-1.439	0.150	4.08	4.22	-1.760	0.078	3.92	4.24	-2.460	0.014	3.73	4.16	-3.015	0.003
七（12）	3.94	4.40	-2.941	0.003	3.82	4.18	-2.199	0.028	3.76	4.15	-2.280	0.023	3.82	4.28	-2.774	0.006	3.79	4.26	-2.940	0.003	3.67	4.18	-2.978	0.003

表 2 学习情感态度配对样本 Wilcoxon 符号秩检验

班级	学习动机				学习意志				学习态度			
	前测	后测	Z	渐进显著性P	前测	后测	Z	斩进显著性1	前测	后测	Z	渐进显著性P
七（1）	4.18	3.91	-2.090	0.037	3.67	3.54	-1.484	0.138	3.77	3.64	-1.21	0.226
七（2）	4.2	4.21	-0.241	0.809	3.85	3.92	-0.440	0.660	3.96	3.87	-0.602	0.547
七（3）	4.3	4.11	-1.043	0.297	3.63	3.87	-1.579	0.297	3.9	3.86	-0.374	0.709
七（4）	5.00	4.9	-1.841	0.066	5.00	4.89	-1.841	0.066	5.00	4.94	-1.841	0.066
七（5）	4.22	4.26	-1.343	0.179	3.63	4.07	-3.444	<.001	3.78	4.06	-2.602	0.009
七（6）	4.45	4.58	-1.905	0.057	4.20	4.5	-3.396	<.001	4.24	4.51	-3.431	<.001
七（7）	4.53	4.74	-2.540	0.011	4.24	4.55	-2.609	0.009	4.52	4.72	-2.406	0.016
七（8）	4.56	4.61	-1.721	0.085	4.90	4.60	-3.288	0.001	4.94	4.63	-3.036	0.002
七（9）	4.59	4.52	-0.304	0.761	4.33	4.34	-0.283	0.777	4.58	4.43	-1.775	0.076
七（10）	4.43	4.35	-1.092	0.275	3.93	3.99	-0.281	0.779	4.01	4.10	-1.379	0.168
七（11）	4.21	4.34	-1.670	0.095	3.71	4.02	-2.668	0.008	4.00	4.24	-2.124	0.034
七（12）	3.83	4.25	-2.292	0.022	3.68	4.18	-3.222	0.001	3.66	4.20	-3.104	0.002

3. 基于增值评价结果的学业帮扶策略

该研究主要聚焦于学生的学科知识与技能，通过分析学生的增值分数，我们将学生的进步情况分为四类：高增值学生(SGP>70)、低增值学生(SGP<30)、增值突变学生(成绩波动大)、增值不变学生(分数波动小、进步停滞)。针对四类增值不同的学生，教师需采取差异化干预策略。对于高增值学生，需通过挑战性任务和领导角色深化学习，防止出现高原效应；低增值学生应通过诊断评估识别基础薄弱点，制定个性化目标并组建帮扶小组重建信心；增值突变学生需结合心理支持与归因分析，协同家校资源稳定学习节奏；增值不变学生则通过反思自评、多元教学激活动力，例如主题式学习项目或跨学科内容，并设置阶梯目标打破停滞状态(孙刚成&杜怡文,2024)。

参考文献

郝琦蕾,梁金淼 & 李广海.(2024).学生发展增值评价研究的回顾、反思与展望.现代教育管理(07),63-73.doi:10.16697/j.1674-5485.2024.07.007.
辛涛. (2020).“探索增值评价”的几个关键问题.*中小学管理*(10),1.
孙刚成&杜怡文.(2024).增值性学生评价的导向、困境与策略.教学与管理(36),97-102.

學習分析與教育資料探勘之研究現況與趨勢 - 應用書目計量分析法之探究

Current Status and Trends in Learning Analytics and Educational Data Mining Research - An Inquiry Using Bibliometric Analysis

王舒民[1*]，洪暉鈞[2]
[1]中國文化大學 資訊管理學系
[2]中央大學 網路學習科技研究所
[*] scottie.wang@gmail.com

【摘要】 資訊科技的發展使用蒐集與分析學習者的行為歷程變得便利快速，也使得學習分析之應用更為多元。本研究應用書目計量分析法,針對 2015-2024 年間 Web of Science 資料庫中 1,138 篇學習分析相關文獻進行分析。研究透過引用分析與共現詞分析等方法，探討學習分析領域之研究現況與趨勢，其中 Computers & Education 具最高引用影響力分析顯示，此外，學習分析著重於學習行為研究，而教育資料探勘則側重於預測分析演算法的應用。本研究為學習分析領域研究者提供重要的文獻計量視角，可做為未來研究方法之參考。
【關鍵詞】 學習分析；教育資料探勘；書目計量分析；引用分析；共現詞分析

Abstract: *Advances in information technology have made collecting and analyzing learner behavioral data more efficient and accessible, leading to diverse applications of learning analytics. This study employs bibliometric analysis to examine 1,138 learning analytics-related articles indexed in Web of Science database from 2015 to 2024. Through citation analysis and co-word analysis, we investigate research trends in learning analytics, with Computers & Education showing the highest citation impact. The analysis reveals that learning analytics research focuses on learning behavior, while educational data mining emphasizes predictive analytics algorithms. This study provides researchers with valuable bibliometric perspectives for future research methodologies in learning analytics.*
Keywords: learning analytics, educational data mining, bibliometric analysis, citation analysis, co-word analysis

1. 前言

隨著資訊科技的快速發展，應用數位工具以輔助學習已成為一個常態。有別於實體世界，在數位環境中，運用適當的系統工具，可以蒐集、識別與紀錄學習者的行為與歷程，從而可據以設計不同的教學策略，提供適切的學習支持以提昇學習成效 (Palanci et al., 2024)。

近年來，在科技的輔助下，學習者於學習環境中之行為、成果之蒐集以較過往便利許多。如何能應用學習分析，無論是透過過往的資料來預測未來的表現，以做為教學資源的投入、課程設計，乃至於政策規劃之參考。或者是在數位學習環境中，設置即時的行為分析工具，透過學習代理人提供引導、鷹架支持等個人化的適性學習支持，都逐漸吸引到各方的關注 (Al-Shabandar et al., 2018; Casquero et al., 2016; Siemens, 2013)。

儘管過去已有數篇針對學習分析或教育資料探勘之系統化文獻回顧,惟其多使用質性之系統化文獻回顧法，限於需要深度閱讀與分析各文獻，往往分析的文章數較少，且多以特別主題進行文獻回顧 (Banihashem et al., 2018; Matcha et al., 2020; Palanci et al., 2024; Zacharoula & Anastasios, 2014)。有鑑於學習分析此一研究主題的重要性與價值，理解相關文獻之整體趨勢與概觀，有助於研究人員思考未來研究方向，促進此一主題領域之發展。為進一步瞭解學習分析相關主題研究領域之現況與趨勢，本研究之主要目的即為透過文獻回顧分析，定位學習分析領域中之重要期刊、高影響力文獻、重要研究貢獻者與主題發展趨勢。由上述，本研究應用書目計量分析法，以過去十年（2015-2024）期間所發表之文獻進行量化文獻回顧。期能

提供一個替代視角，供予學習分析與學習評估之相關研究者們做為參考。具體之研究方法與分析內容請見下節。

2. 研究方法

2.1. 書目計量分析法

本研究之主要目的為分析學習分析與學習評估相關研究主題之研究趨勢、主題發展，並定位核心作者、重要期刊與高影響力文獻等。由此，本研究使用書目計量分析法（bibliometric analysis）做為主要研究工具。有別於質性系統化文獻回顧分析專注於文本的深入分析與綜整比較研究成果之趨勢與發現，書目計量分析使用量化的觀點，萃取文稿的資訊，例如：文章名稱、發表期刊、作者、主題關鍵字等，並透過分析文稿間的引用關係，建立各文獻之網路關係，從而能呈現特定領域研究成果之趨勢、文獻關聯性、知識結構、主題發展，以及作者、機構等發表狀況。其主要的分析方式包括：引用分析（citation analysis）、共被引分析（co-citation analysis）、共現詞分析（co-word analysis）等，並透過主題關鍵字之叢集分析（cluster analysis）與網路分析，使用視覺化的技術呈現分析結果，其有助於研究者理解研究領域之發展趨勢、主要研究貢獻者等，做為深入探索與發展未來研究方向之參考。

2.2. 文獻蒐集與分析工具

本研究使用 Web of Science (以下簡稱 WoS）做為主要資料蒐集來源。選擇該資料庫之主要考量為該資料庫所收錄文獻多為 SSCI 或 SCI 索引之期刊，為現今學術界較為普遍認可之索引指標，具相當程度之嚴謹性與代表性。本研究參考本子會議之主題，設定關鍵字於 WoS 中之主題欄位（Topic）進行文獻搜尋。WoS 之主題欄位為一個複合欄位，所設定之關鍵字將於文章名稱、摘要、作者提供關鍵字，以及 WoS 依據文章內容所自行加注之關鍵字（Keywords plus）等欄位中搜尋。本研究所設定之關鍵字如下所示：

(TS=("learning analytic*" OR "educational data mining" OR "academic analytics" OR "education* mining" OR "education* data science")
AND
TS=("learning assessment*" OR "learning evaluation*" OR "learning feedback" OR "student diagnosis" OR "learning outcome*" OR "performance predict*" OR "learning progress" OR "learning process*" OR "academic performance" OR "student performance"))

文獻搜尋期間為 2015 – 2024 年合計十年，另為使搜集文獻更加聚焦與一致，本研究以期刊論文為主要分析標的，排除文獻回顧（Review Article）、研討會文章（Proceeding paper）、書籍與專章（Book and Book chapter）等文獻類型，本研究以英文文獻為主要分析標的。

綜合上述條件，於 WoS 資料庫中搜尋後，共得 1,138 篇文章做為本研究之分析資料集。

本研究使用 R 語言為分析工具，使用套件為 bibliometrix 4.3.0 版 (Aria & Cuccurullo, 2017)。並使用 Python 進行部份分析結果之資料整理與視覺化。

3. 資料分析與結果

3.1. 資料總覽與文獻發表趨勢

經前節所述進行文獻搜尋後，共取得 1,138 篇文獻，其整體概況描述如下。1,138 篇文章共來自於 341 份不同期刊，發表作者達 3,482 名，平均每篇作者數為 3.86 名，單一作者文獻為 68 篇，合計共引用 38,017 篇文獻。本主題於 2015-2024 年間發表數呈現穩定成長趨勢，年成長率達 29.09%。各年度發表篇數如下圖 1 所示，圖中呈現於 2019 年及 2024 年呈現兩次較大幅度的發表數量成長，均較前年成長 50 篇左右，顯示此一主題在近年來得到的關注與未來持續發展的潛力。

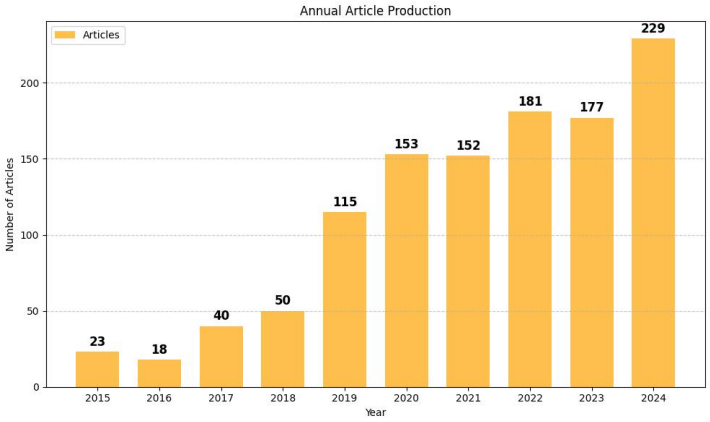


圖 1　2015 – 2024 年間每年發表篇數

3.2. 重要作者與主要發表期刊

本研究進一步分析本主題領域之重要作者與發表數量，以及主要發表期刊。下表 1 顯示了主要的作者發表篇數與排名。為更準確地呈現作者之貢獻，表中亦列出作者數調整後之發表篇數。其計算作者於每篇文獻之貢獻度，例如：一篇文章若有兩名作者時，則各計 0.5 發表篇數，依此類推後，加總個別作者之發表篇數後呈現作為參考。由表 1 可看出，在計算加權平均後，作者發表數量排名呈現些許異動，例如：Temperlaar 採計加權發表數量後，排名將提昇至第二名，僅次於 Saqr。透過兩個數字的比較，可以更完整地呈現研究者的生產力。

表 1　作者發表篇數與排名

作者	發表文章篇數	依作者數調整發表篇數*	作者	發表文章篇數	依作者數調整發表篇數*
Gasevic, D.	25	4.28	Kloos, CD.	12	2.88
Saqr, M.	14	5.67	Muñoz-Merino, PJ.	10	2.52
Ogata, H.	13	3.22	Tempelaar, D.	10	4.42
Pardom, A.	13	2.69	Xing, WL.	10	2.30
Rienties, B.	13	3.78	Doneva, R.	8	2.13

圖 2 顯示了學習分析領域累積發表數量前十名之期刊。其中 Education and Information Technologies 十年來累積共出版 61 篇相關文獻。其次為 IEEE Access，再者為 Applied Sciences Basel。由**錯誤! 找不到參照來源。**亦可發現於 IEEE Transactions on Learning Technologies 後，相關文章數量大致趨緩。此一曲線亦符合書目計量學中的布萊德福定律（Bradford's law），概念與長尾效應相近，亦即特定主題的文獻，大多集中於少數的核心期刊，而其它文獻則分布於大量的非核心期刊。故相關主題之研究者，可以參考本研究之分析結果，閱看核心期刊之相關文獻，亦可做為規劃研究投稿標的時之參考。

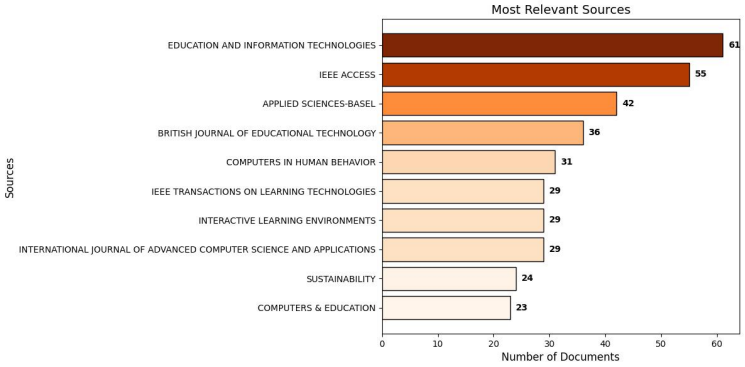


圖 2　期刊發表相關文章數前十名

3.3. 引用分析

透過引用分析，可以提供另一個視角，定位出主題領域的核心文獻與發表期刊。延續前節之各期刊發表數量，如圖 3 所示，以被引用次數[6]進行排序，則可發現 Computer & Education 之引用次數遠高於其它期刊。原發表數量為第一之 Education and Information Technologies 則掉落至第七名。進一步以文章為單位分析引用次數，分析結果如下圖 4 所示，前十名高被引用之文章，即有四名發表於 Computers & Education。限於篇幅以下僅就前三名引用次數較高之文獻進行採述。Asif et al. (2017)分析 210 名大學生四年的學習資料，並用以預測學生的畢業表現，研究結果發現使用入學成績與前兩年的課程表現，即能合理預測學生的畢業表現。其應用教育資料探勘（educational data mining）之分析方式，包括：預測分析、分群分析，並進行視覺化分析結果。Tempelaar et al. (2015)則分析 922 位進行混成學習（blended learning）之學習數據，包括：系統使用紀錄與各項作業與測驗成績以建立預測模式。分析後發現形成性評量最能有效預測學生表現，。Tomasevic et al. (2020)的研究則著重於應用多個不同的機器學習演算法進行比較分析，其研究資料集主要來之英國開放大學學習分析資料集（Open University Learning Analytics dataset, OULAD），其包含 22 個課程模組，共 32,593 名學生之資料。研究結果發現，類神經網路（ANN）在預測學生考試表現有最準確的結果。此三篇研究文獻，其主題均為預測學生之學業表現，也顯示此一主題的研究集中度。

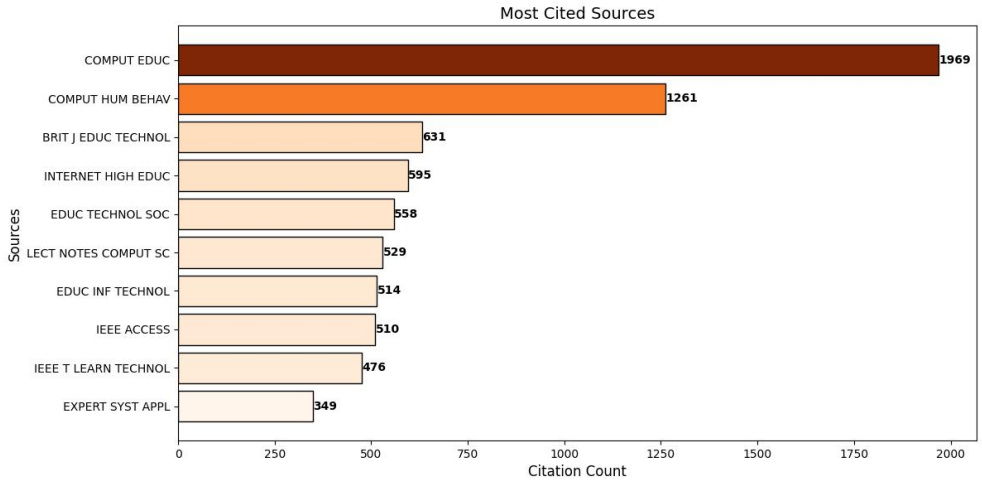


圖 3　期刊累積引用次數前十名

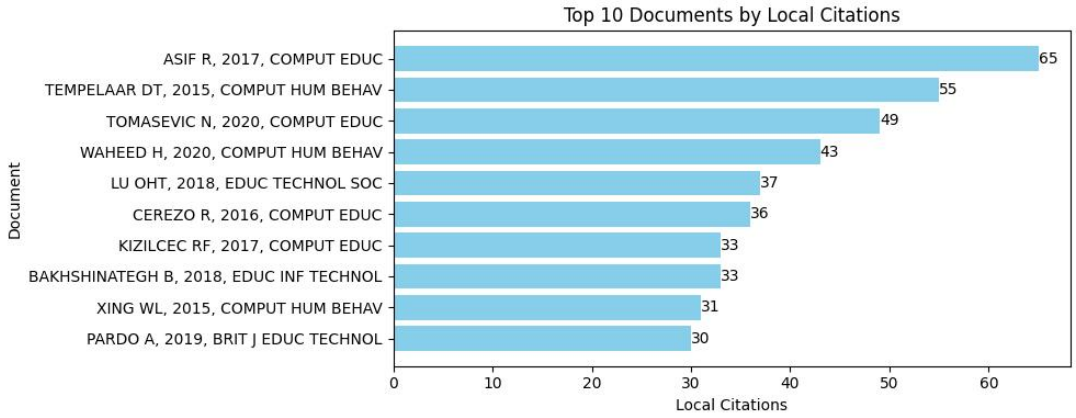


圖 4　文章累積引用次數前十名

3.4. 共現詞分析

本研究進一步應用書目計量分析中之共現詞分析（co-occurrence），分析關鍵字所形成的

[6] 本節所指引用次數，均為本資料集中之引用次數（local citation），用以比較引用關係之相對重要性。

共現網路。分析結果如下圖 5 所示。

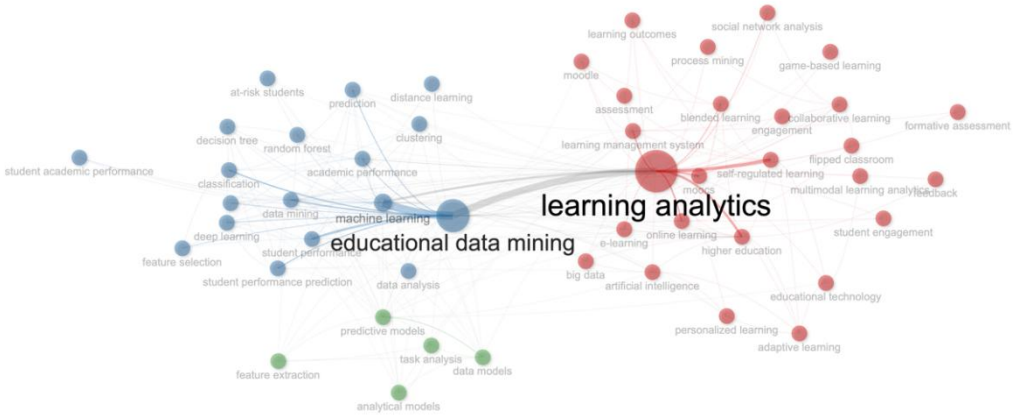


圖 5　共現詞網路圖

圖中呈現了二個主要叢集，一為以 learning analytics 為核心之共現詞網絡，其多為學習形式（如：blending learning, online learning, collaborative learning）與學生行為等主題關鍵字。而另一個主要叢集為以 educational data mining 為核心之共現詞網絡，其中主現了較多的分析方法，如 clustering, feature selection, machine learning 等，並以學生之學業表現為預測標的。比較兩個叢集，可以發現兩種類型的研究有些微不同的著重點。Learning analytics 較為側重不同學習情境中的學生學習行為。而 educational data mining 則有較多關於預測分析的演算法討論。

3.5. 主題演進趨勢

本研究進一步探討 2015-2024 年研究各研究主題叢集之演進。應用 Bibiliometrix 提供主題演進（Thematic evolution）分析功能，將過去十年分為三個階段，並使用作者提供之關鍵字（Author's keywords），建立主題演化圖。其分析方式主要就關鍵字進行叢集分析，探討共現詞叢集在不同時間區間之變化，分析結果如下圖 6 所示。在 2015-2018 這個區間，關鍵字所形成的叢集較為零碎，分為兩大部份，一為機器學習、資料探勘相關演算法（圖 6 上半部），二為學習情境與學習分析相關議題。而在 2019-2021 這個期間，學習分析、教育資料探勘與資料探勘各自形成一個主要叢集，代表有許多以此為主題的文章在這個區間發表。最後，在 2022-2024 這個區間，可以發現發表的主題再次趨於零散，同時出現新的科技應用，如：eye-tracking 與新興的分析方法，如：epistemic network analysis；此外，關於學生的學習策略，如：自我調節策略（self-regulation）也開始形成主題叢集。透過分析研究主題的演化，有助於概略地掌握學習分析領域中，各研究叢集所探尋的研究主題現況與未來可以進一步探究的議題。

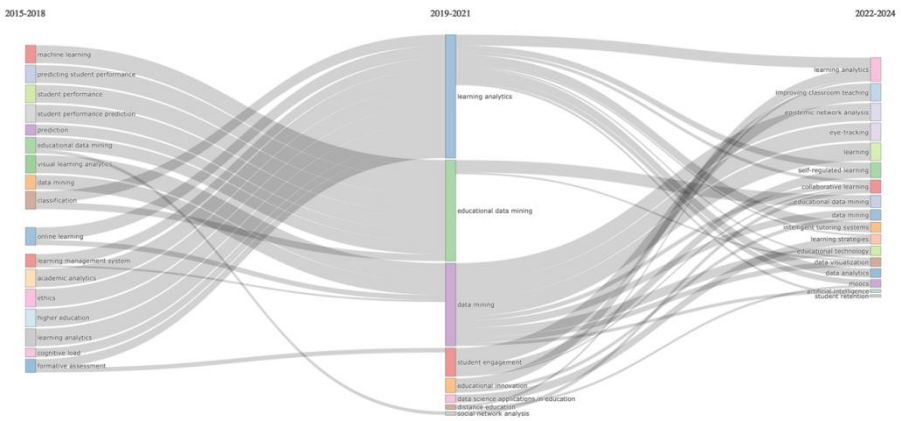


圖 6　研究主題演化圖（Thematic Evolution）

4. 討論與結論

本研究應用書目計量分析法，就學習分析與學習評估相關文獻進行分析。研究之文獻資料集為 2015-2024 間收錄於 Web of Science 資料中之相關文獻，合計共 1,138 篇。相關研究結果茲分述說明如下。

首先，學習分析領域在過去十年以來便呈現穩定的成長趨勢，顯示此一主題研究領域之重要性。2024 年單年已有 229 篇相關文獻發表。其次，透過圖 2 呈現的分析結果，可以定位出相關文獻主要發表的核心期刊為何。有志於學習分析與學習評估之研究者可參看核心期刊所發表之文章以進一步理解相關研究現況。此外，亦可將核心期刊做為主要投稿標的，提昇研究主題與所投期刊之主題領域切合度。第三，透過引用分析，可定位出主要的核心研究文獻。研究結果發現 Computers & Education 中所發表之研究文獻，為本次文獻資料集中各文獻主要引用之標的。參看圖 4 之分析結果，本研究亦進一步摘述引用次數排名前三之文獻。其共同趨勢為應用不同的資料探勘或機器學習之演算法於預測學生之學業表現。未來可再進步深入地分析高引用文獻之研究主題，以理解本主題研究領域之研究熱點為何。最後，透過共現詞分析，由視覺化的共現詞網路圖，可區分學習分析與教育資料探勘各有側重之研究重點。具體而言，學習分析著重於學習環境中學生學習行為、學習策略之探究。而教育資料探勘則多以演算法或如何選取資料特徵值以達到較好的預測結果為主要研究方向。易言之，其較偏向技術之探討，而非課室中之行為分析與學習支持。

5. 研究限制與未來研究方向

本研究應用書目計量分析，其有別於質性的系統化文獻回顧。書目計量分析著重於分析研究文獻間之關係，而非深入探究個別文獻之內涵。也因為這樣的分析方式，才能同時探看較大數量之文獻所呈現之總體趨勢。然而，書目計量分析亦有其研究限制。如同系統化文獻回顧之常見限制，本研究之研究分析僅限於收錄於 Web of Science 資料庫中之文獻，無法就未發表或其它資料庫之文獻引用狀況進行分析；此外，未符合本研究所設定關鍵字篩選結果之文獻亦不在分析範圍內。未來研究可參考本研究之研究方法，使用其它關鍵字或設定不同的資料蒐集期間，以探討學習分析相關主題之研究現況與趨勢。

再者，本研究所使用之共現詞分析均使用英文關鍵字進行分析。以其它語系發表之潛在重要文獻將不在本研究之分析範圍中，未來研究亦可參考納入其它語系之文獻，並於進行相關語詞之資料清理與修正後進行分析，以獲得更為全面之研究概觀。

最後，限於篇幅，本研究僅就發表趨勢、核心文獻、引用關係與共現詞進行分析。未來研究可以作者為主題，探討共被引關係，或分析資料集外之引用關係，包括分析所蒐集之研究文獻於 Web of Science 資料庫中之引用狀況，或使用其它資料庫之索引資料進行分析，將可呈現更為多元之觀點，做為相關研究興趣者之參考。

參考文獻

Al-Shabandar, R., Hussain, A. J., Liatsis, P., & Keight, R. (2018). Analyzing Learners Behavior in MOOCs: An Examination of Performance and Motivation Using a Data-Driven Approach. *IEEE Access*, *6*, 73669-73685. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2876755

Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, *11*(4), 959-975. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007

Asif, R., Merceron, A., Ali, S. A., & Haider, N. G. (2017). Analyzing undergraduate students' performance using educational data mining. *Computers & Education*, *113*, 177-194. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.05.007

Banihashem, S. K., Aliabadi, K., Pourroostaei Ardakani, S., Delaver, A., & Nili Ahmadabadi, M. (2018). Learning Analytics: A Systematic Literature Review. *Interdisciplinary Journal of Virtual Learning in Medical Sciences*, *9*(2). https://doi.org/10.5812/ijvlms.63024

Casquero, O., Ovelar, R., Romo, J., Benito, M., & Alberdi, M. (2016). Students' personal networks in virtual and personal learning environments: a case study in higher education using learning analytics approach. *Interactive Learning Environments*, *24*(1), 49-67. https://doi.org/10.1080/10494820.2013.817441

Matcha, W., Uzir, N. A., Gašević, D., & Pardo, A. (2020). A Systematic Review of Empirical Studies on Learning Analytics Dashboards: A Self-Regulated Learning Perspective. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, *13*(2), 226-245. https://doi.org/10.1109/TLT.2019.2916802

Palanci, A., Yılmaz, R. M., & Turan, Z. (2024). Learning analytics in distance education: A systematic review study. *Education and Information Technologies*, *29*(17), 22629-22650. https://doi.org/10.1007/s10639-024-12737-5

Siemens, G. (2013). Learning Analytics: The Emergence of a Discipline. *American Behavioral Scientist*, *57*(10), 1380-1400. https://doi.org/10.1177/0002764213498851

Tempelaar, D. T., Rienties, B., & Giesbers, B. (2015). In search for the most informative data for feedback generation: Learning analytics in a data-rich context. *Computers in Human Behavior*, *47*, 157-167. https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.05.038

Tomasevic, N., Gvozdenovic, N., & Vranes, S. (2020). An overview and comparison of supervised data mining techniques for student exam performance prediction. *Computers & Education*, *143*, 18, Article 103676. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103676

Zacharoula, P., & Anastasios, A. E. (2014). Learning Analytics and Educational Data Mining in Practice: A Systematic Literature Review of Empirical Evidence. *Journal of Educational Technology & Society*, *17*(4), 49-64. http://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.17.4.49

ICT 学习使用和自我效能感对数学问题解决能力的影响路径研究——基于 pisa2022 年中国台湾数据分析

Research on the Influence Path of ICT Learning Use and Self-Efficacy on Mathematical Problem-Solving Ability —— Based on the Data Analysis of PISA 2022 in Taiwan, China

冉雪莲 1*，吴佳妮 1，刘晓燕 1，杨悟道 2,李丹杨 1*
1 江南大学 214000
2 云南民族大学 650000
*danyangliecnu@outlook.com
* 1755213588@qq.com

【摘要】 智能时代的教育领域，ICT 与教学的融合是必然的，这对学生的认知和解决问题能力产生了一定程度的冲击和影响。本研究选取 PISA2022 的中国台湾数据，发现数学 ICT 学习使用与问题解决能力不存在显著性关系，但是学习自我效能感能够中介 ICT 学习使用与数学问题解决能力的关系，数学自我效能感与问题解决能力存在显著正向影响。

【关键词】 ICT 学习使用；pisa2022；数学自我效能感；问题解决能力

Abstract: *In the intelligent era, the integration of ICT and teaching is inevitable, impacting students' cognition and problem-solving skills. This study, using data from PISA 2022 in Taiwan, China, results show that ICT learning and use in mathematics do not significantly relate to problem-solving ability,but mathematical self-efficacy significantly positively impacts problem-solving ability and acts as a mediator between ICT learning and use and mathematical problem-solving ability.*

Keywords: Utilization of ICT in Learning, PISA2022,Mathematical Self-Efficacy, Problem-Solving Ability

数学问题解决能力是 21 世纪重要的综合素质与必备技能，美国将“问题解决能力”置于 21 世纪核心素养框架中心，它也是 PISA 测试重要内容。与此同时，世界各国愈发重视信息技术（ICT）。目前虽有诸多学者对 ICT 在教育领域的使用及其影响深入研究，但对数学的 ICT 学习使用和数学自我效能感的进一步细化尚未深入研究。

1.研究方法

本研究的统计数据来源于 PISA2022 台湾相关数据进行分析。本研究的因变量为数学问题解决及其过程维度的测试得分，自变量包含 ICT 问卷中关于 ICT 学习使用和数学自我效能感。变量分类借鉴 pisa 官网和刘裕学者划分，采用 SPSS27 进行相关分析、回归分析、采用 amos 进行中介效应检验。

2.研究结果与分析

2.1. ICT 学习使用、数学自我效能感和数学问题解决能力各维度的相关分析

表 2　ICT 学习使用、数学自我效能感和数学问题解决能力子维度的相关关系

变量	课上使用数学相关 ICT	ICT 开展探究式学习活动	通过 ICT 获取反馈做习题	课外使用 ICT 完成学校活动	数学自我效能感（形式）	数学自我效能感（推理）
数学表达	-0.077***	0.083***	0.044***	0.216***	0.562***	0.366***
数学运用	-0.093***	0.074***	0.045***	0.217***	0.557***	0.357***

数学解释与评价	-0.087***	0.076***	0.042***	0.217***	0.528***	0.321***

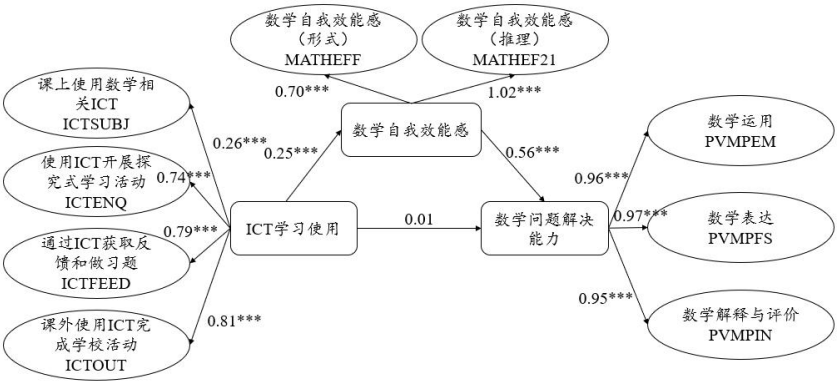
2.2 ICT 学习使用、数学自我效能感和数学问题解决能力各维度的回归分析

表 3　ICT 学习使用和数学自我效能感预测数学问题解决能力之逐步多元回归分析摘要表

变量	多元相关系数	决定系数 R^2	增加解释量	净F值	标准化回归系数 Beta	DW 值
数学自我效能感（形式）	.563	.317	.317	2345.593***	.586***	1.770
课上使用数学相关 ICT	.571	.326	.008	1218.757***	-.087***	
课外使用 ICT 完成学校活动	.578	.335	.009	2345.593***	.205***	
通过 ICT 获取反馈做习题	.590	.348	.013	1218.757***	-.134***	
数学自我效能感（推理）	.592	.350	.002	845.754***	-.068***	
ICT 开展探究式学习活动	.592	.351	.001	672.289***	-.033*	

2.3 ICT 学习使用、数学自我效能感和数学问题解决能力的中介效应检验

本研究建立中介作用模型，结果显示，模型拟合指标一般（$\chi 2/df=4.95$,CFI=0.984,TLI=0.976,SRMR=0.053, RMSEA=0.066）。学习自我效能感能够中介 ICT 学习使用与数学问题解决能力的关系，中介效应值为 0.142，95%CI=[0.119，0.165]。



参考文献：

刘裕,吴扬威,刘帆,等.ICT 使用和数学学习心理对学生数学问题解决能力的影响机制研究[J].比较教育学报,2024,(06):147-161.

点阵识别技术支持的初中数学协作式精准教学模式探究

Exploring a Collaborative Precision Teaching Model for Middle School Mathematics Supported by Dot-Matrix Recognition Technology

曾诚则[1]，梁儒铭[2*]，林易[1]
[1]北京大学教育学院教育技术系
[2]上海市卢湾中学
[*] liangruming_1202@163.com

【摘要】 培养学生的元认知、情绪和认知能力对学生的数学发展具有重要意义。然而，传统的教学模式无法顾及到全体学生的发展。本研究旨在探讨基于点阵笔的协作式精准教学模式对初中生数学元认知、数学焦虑及认知负荷的影响，同时还考察了学生对点阵笔的接受度所起的作用。研究对 33 名初中一年级学生进行协作式精准教学并进行了前后测比较，结果表明，该教学模式能够有效提升学生的数学元认知，特别是他们的自我意象、自我调节和策略选择。然而，这种教学模式也增加了学生的心理负荷。最后，学生对点阵笔的感知有用性对数学动机的提升有抑制作用。

【关键词】 精准教学；协作学习；数学元认知；认知负荷；点阵笔

Abstract: *Developing students' metacognitive, emotional, and cognitive abilities is crucial for mathematical development, yet traditional teaching models often fall short. This study explored the effects of a dot-matrix pen-based collaborative precision teaching model on junior high school students' metacognition, anxiety, and cognitive load, and the role of students' acceptance of the dot-matrix pen in this process. The intervention was conducted with 33 seventh-grade students, and a pre- and post-test comparison was made. The results indicated that this teaching model effectively enhanced their mathematical metacognition, particularly their self-image, self-regulation, and strategy selection. However, it also increases students' mental load. Finally, students' perceived usefulness of the dot-matrix pen was found to have an inhibiting effect on the enhancement of their math motivation.*

Keywords: precision teaching, collaborative learning, mathematical metacognition, cognitive load, dot-matrix pen

1. 前言

数学学习在日常生活中发挥着关键作用。人们经常需要运用数学思维来理解和解决各种实际问题，例如购物时的预算计算、数据分析和统计判断等。数学思维包括直觉猜想、归纳抽象和演绎推理等能力，而这些能力在日常情境中的应用极为广泛 (Machaba, 2017)。因此，提升数学学习效果不仅对学业发展有益，还能够增强学生在实际生活中的思维能力和解决问题的能力。

在发展数学学习的多种因素中，数学元认知尤其重要。数学元认知是指个体在数学学习中对自身认知过程的自我意识、自我监控和自我调节 (Grinstein & Lipsey, 2001)。研究表明，数学元认知在数学教育中起着至关重要的作用 (Desoete & De Craene, 2019)，有助于学生更有条理地规划、监控和评估他们的学习过程，从而在知识建构和问题解决中表现出更高的学习效率和效果。

除了数学元认知外，数学焦虑也是数学学习中的重要因素。数学焦虑涉及个体在处理数学问题或面对数字相关任务时所感受到的紧张和焦虑情绪 (Richardson & Suinn, 1972)。研究表明，数学焦虑与数学表现呈负相关关系 (Barroso et al., 2021)。数学焦虑不仅会阻碍学生在数学问题解决中的表现，还可能对他们的数学学习兴趣、信心以及长远的学术发展产生消极

影响。同时，认知负荷在数学学习中也不可忽视。认知负荷理论指出，学习者的认知能力受限于工作记忆的容量，过高的认知负荷可能阻碍知识的有效掌握 (Korbach et al., 2018)。减少数学活动中的认知负荷可以显著提升学生的数学表现 (Gillmor et al., 2015)。因此，在数学教育中关注数学元认知、数学焦虑和认知负荷这三个关键因素是很有必要的。

尽管数学元认知、数学焦虑和认知负荷都是数学学习的重要考量因素，但是传统的教学模式通常难以满足所有学生的发展需求。近年来，数据驱动的精准教学逐渐成为一种有效的教学干预手段，它通过分析学生的学习数据，能够提供个性化和差异化的教学方案，以促进全体学生的发展 (Wang et al., 2023)。然而，这类精准教学模式过度依赖个体数据，忽视了社会互动的重要性。协作学习作为一种有效的教学方法，使学生通过彼此间的协作互动，在解决数学问题时可以从同伴的不同思维和策略中获得启发，从而加深对数学概念的理解。协作学习不仅为学生提供了详细而有价值的支持，还能帮助他们在分享知识的过程中提升自己的学习水平 (Maharani et al., 2020)。

精准教学可以通过数据分析科学地进行学生分组，确保小组成员在能力、兴趣和认知风格上形成互补，使他们可能从集体学习中获得情感支持和知识共享的机会，从而进一步提高学习的效率和效果。然而，当前关于将精准教学与协作学习相结合，探讨其对学生数学发展的影响的研究较为有限。因此，探讨协作式精准教学模式对学生数学学习的影响，特别是对数学元认知、数学焦虑和认知负荷这三个关键因素的影响，具有重要的研究价值。

在精准教学的实施中，及时了解学生的学习掌握情况能够帮助教师有效调整教学方案，而点阵笔这一工具能够满足这一需求。点阵笔是一种带有压力传感器的数字书写工具，能够通过前置红外摄像头捕捉使用者的书写轨迹 (Yang et al., 2022)。基于点阵技术的智能教学平台可以实现自动批改、教学数据统计等功能，其中笔迹回放、同屏对比在课堂教学中得到了广泛的应用，帮助教师更为便捷地开展教学活动和教学管理。然而，学生对点阵笔这一技术工具的接受度是否会对协作式精准教学的效果产生影响，目前尚不明确。因此，探讨学生对点阵笔的接受度在协作式精准教学中的作用，将为理解技术工具在教学干预中的影响机制提供新的视角。

基于以上背景，本研究旨在探究基于点阵笔的协作式精准教学模式对学生数学学习的影响，特别是对数学元认知、数学焦虑和认知负荷三个方面的效果。此外，本研究还将进一步探讨学生对点阵笔的接受度在这一教学模式效果中的作用。具体来说，本研究提出了以下的研究问题：

RQ1：协作式精准教学是否能够提升初中生的数学元认知，并降低他们的数学焦虑和认知负荷？

RQ2：初中生对点阵笔的接受度对协作式精准教学的效果有何影响？

2. 研究方法

2.1. 研究对象

研究的对象为 33 名上海市某初中一年级学生，包括 18 名男生，15 名女生，并且学生先前均使用过点阵笔，对其功能较为熟悉。

2.2. 研究工具

2.2.1. 数学元认知

研究翻译了 Panaoura 与 Philippou (2007)的数学元认知量表。量表包括四个维度：自我意象、自我调节、策略选择、动机。自我意象是指学生对自身数学能力持有的信念和自我效能，如“我读到一个问题时，我知道我能不能解决它”。自我调节涉及理清数学问题的目标、理解数学概念、提出解决策略，并进行过程监控，如“当我在解决问题时遇到了困难，我会重新读问题”。策略选择指选择解决问题和克服认知障碍的策略，如“为了更好地理解知识，我会自己举例子来说明”。动机涉及到学生认为自己的努力、父母和教师的期望如何影响他们的数学表现，如“我的表现取决于我的努力”。

量表采用李克特 5 点评分作答，1 分代表从不，5 分代表总是。得分越高，代表填答者数学学习时的元认知水平越高。量表的 Cronbach's α值依次为.91、.90、.94、.78，表明该量表具有良好的信度。

2.2.2. 数学焦虑

研究翻译了 PISA (2022)的数学焦虑量表。该量表为单向度量表，如"我将要做数学作业时，会感到非常紧张"。量表采用了李克特 4 点评分作答，从 1 分（强烈不同意）到 4 分（强烈同意）。得分越高，代表填答者在数学学习时，表现出的焦虑水平越高。量表的 Cronbach's α值为.93，表明量表具有良好的信度。

2.2.3. 认知负荷

研究改编了 Hwang 等人 (2013) 的认知负荷量表，量表包括心理负荷与心理努力两个维度。原量表关注一般的学习活动，本研究将其改编为数学课堂环境下。心理负荷是指任务（环境）要求所施加的负荷，如"我必须花很大力气才能回答数学课里的问题"。而心理努力则是指为了适应任务要求，而分配的认知能力或认知资源的量，如"在数学课中，我需要花费很多精力来完成学习任务或达到学习目标"。

量表采用李克特 6 点评分作答，从 1 分（非常不同意）至 6 分（非常同意）。得分越高，代表填答者数学学习时的认知负荷越重。量表的 Cronbach's α值分别为.96 和.95，表明该量表具有较高的信度。

2.2.4. 技术接受度

研究改编了 Teo (2009) 的技术接受度量表，包括感知有用性、感知易用性、点阵笔使用态度、行为意图四个维度。原量表关注填答者对计算机使用的接受度，本研究将其改编为点阵笔使用的情境，如"我认为点阵笔很容易使用"。量表采用李克特 5 点评分作答，1 分代表非常不同意，5 分代表非常同意。得分越高，代表填答者对点阵笔的接受度越高。量表的 Cronbach's α值依次为.96、.86、.96、.89，表明量表具有良好的信度。

2.3. 研究流程

研究开展流程如图 1。首先，教师根据课程单元学习目标与知识点掌握层次，设计《三角形相关概念与性质》测试卷，该测试卷分为"三角形的有关概念"和"三角形的内角和"两类知识点。学生使用点阵笔在点阵化作业单上完成该测试卷，并由点阵笔系统自动评分。接着，学生填写数学元认知、数学焦虑、认知负荷量表。

教师对学生的三角形两类知识点的得分，以 3-聚类、4-聚类、5-聚类依次进行聚类分析，并对聚类结果采用判别分析进行验证。以判别分析的正确率较高且避免群组过于复杂为标准。聚类结果如表 1 所示，3-聚类、4-聚类、5 聚类的正确率依次为 97%、100%、100%，考虑到聚类群组的简洁性，研究将班内学生分为四组。

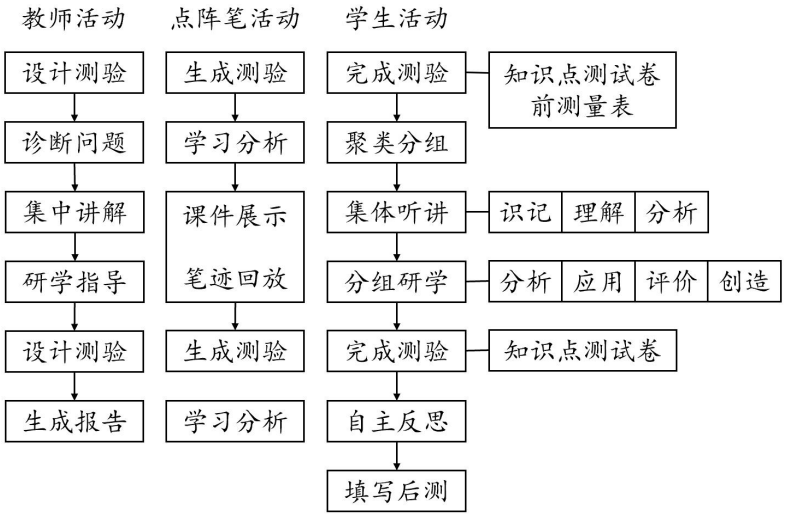


图 1 研究流程图

表 1 三角形知识点掌握的聚类分组

	组别 1 (n = 5)	组别 2 (n = 15)	组别 3 (n = 4)	组别 4 (n = 9)
三角形有关概念（6 分）	3	5.33	2.75	4.89
三角形内角和（14 分）	11	13	5	9

《三角形有关概念和性质》章节学习分析报告

0601 同学：

根据你的近期作业情况，关于《三角形有关概念和性质》相关知识你的掌握较为薄弱，以下知识点的掌握情况：

知识点解析与学习情况点评

知识点	解析/案例	掌握程度
三角形的三边关系	一个三角形中，任意两边之和大于第三边，任意两边之差小于第三边	☆☆☆☆☆
……	……	……
三角形的分类	三角形按边分，有不等边三角形（三条边都不相等），等腰三角形（腰与底不等的等腰三角形、腰与底相等的等腰三角形即等边三角形）；按角分，有直角三角形、锐角三角形、钝角三角形	☆☆☆☆
对上述知识点理解较为深刻，但在灵活应用上还需加强……		
三角形内角和定理	三角形三个内角和等于 180°。 用数学符号表示为：在△ABC 中，∠1+∠2+∠3=180°	☆☆☆
……	……	……
三角形的外角性质	三角形的一个外角等于与它不相邻的两个内角和；三角形的一个外角大于与它不相邻的任何一个内角	☆☆☆
对上述知识点在理论方面掌握较好，但必须加强练习的部分……		

针对你的知识点掌握情况，对你的学习建议如下：

1、 深入阅读课本该章节内容，从基础知识入手，深刻理解其内涵，更有利于你在解题时灵活运用各知识点；

2、 在课堂中认真听讲，在例题讲解中集中精力，遇到不理解的步骤及时圈画标记，在课余提问，确保完全理解和掌握；

3、 加强练习，给你推荐一些课外练习题，希望你在认真、及时完成所要求的学习任务之余进行练习和反思。

学习建议

注意：有问题及时询问老师，老师会持续关注你的学习进度并提供帮助！看好你的进步，加油！

图 2 学习分析报告

教师先结合点阵笔系统的课件展示、笔迹回放、多屏对比功能集中讲解掌握层次为“识记”、“理解”、“分析”的共性题目。再开展分组研学，将掌握程度最高的小组分入较差的小组中讲解错题，或安排知识点掌握程度互补的学生配对相互讲解，解决掌握层次为“分析”的个性化问题与“应用”、“评价”、“创造”的题目。教师再基于相同知识点设计测试卷，并根据学生的作答情况生成学生的学习分析报告供学生反思，如图 2 所示。最后，学生再填写关于数学元认知、数学焦虑、认知负荷、技术接受度的后测量表。

2.4. 数据分析

研究采用 SPSS 进行数据分析。针对研究问题 1，研究采用配对样本 t 检验，比较教学干预前后学生的数学元认知、数学焦虑、认知负荷各维度的差异。对于研究问题 2，以点阵笔接受度的子维度为自变量，以数学元认知、数学焦虑、认知负荷各维度的后测得分减前测得分所得的差值为因变量进行多元回归分析。统计显著性水平为 0.05。

3. 研究结果

3.1. 协作式精准教学的效果

研究对学生在精准教学前后的数学元认知、数学焦虑、认知负荷进行配对样本 t 检验，结果如表 2 所示。结果表明，学生的自我意象 ($t = -2.49, p = .018$)、自我调节 ($t = -3.16, p = .003$)、策略选择 ($t = -4.11, p < .001$)、心理负荷 ($t = -2.41, p = .022$)在教学后有显著提升。而学生的动机 ($t = -1.20, p = .239$)、数学焦虑 ($t = -.35, p = .732$)、心理努力 ($t = -1.93, p = .063$)在教学前后没有显著变化。

表 2 协作式精准教学对数学元认知、数学焦虑、认知负荷的影响

变量	维度	前测(M, SD)	后测(M, SD)	t	*p*
数学元认知	自我意象	3.79(.85)	4.03(.71)	-2.49	.018*
	自我调节	3.64(.87)	3.98(.69)	-3.16	.003**
	策略选择	3.54(.75)	3.88(.71)	-4.11	< .001***
	动机	3.90(.77)	4.01(.73)	-1.20	.239
数学焦虑	数学焦虑	2.29(.78)	2.33(.89)	-.35	.732
认知负荷	心理负荷	2.19(1.09)	2.75(1.37)	-2.41	.022*
	心理努力	2.39(1.27)	2.84(1.47)	-1.93	.063

*$p < .05$, **$p < .01$, ***$p < .001$

3.2. 点阵笔接受度的作用

研究采用多元线性回归探究学生的点阵笔接受度对数学元认知、数学焦虑、认知负荷改变的预测效果，分析结果如表 3 与表 4。结果表明，点阵笔的有用性、易用性、使用态度与行为意图可以显著预测学生数学动机的改变($F = 2.78, p = .046$)，解释其 18%的方差。其中，对点阵笔的感知有用性负向预测学生数学动机的改变($\beta = -.78, p = .017$)。而点阵笔接受度对其它变量的预测效果均不显著($Fs = .48 \sim 2.53, ps = .063 \sim .747$)。

4. 讨论

本研究探讨了基于点阵笔的协作式精准教学对初中学生的数学元认知、数学焦虑与认知负荷的影响，并进一步考察了技术接受度对该教学模式效果的潜在作用。研究结果揭示了协作式精准教学对学生数学元认知的积极影响，尤其是在自我意象、自我调节和策略选择方面。然而，该模式也在一定程度上增加了学生的认知心理负荷。此外，学生对点阵笔技术的感知有用性负向预测了其数学动机的改变。

4.1. 数学元认知的提升

研究发现协作式精准教学显著增强了学生的数学元认知，这在自我意象、自我调节和策略选择三个维度上尤为明显。该结果与 Wang 等人 (2023) 的研究结果一致，他们指出数据驱动的精准教学干预能够有效提升学习者的元认知意识和自我效能。Garrison 与 Akyol (2015) 的研究进一步指出，学习者的元认知表现受到社会、认知与教学三重因素的交互影响，这在本研究中通过学生协作解决数学问题得到了验证。

在协作过程中，学生能够观察并模仿同龄人应对数学问题的策略，尤其是看到背景相似的同伴成功解决数学任务，这有助于学生建立积极的自我意象并提升自我效能感。Bandura (1977) 提出，自我效能可以通过间接经验增强，即通过观察他人的成功表现来激励自身。这种教学模式提供了这种观察机会，不仅增进了学生对有效策略的理解，还鼓励了自我反思。这些丰富的互动和反馈让学生在学习过程中更具信心，并能更灵活地调整自己的学习策略，从而提升了元认知能力。这些元认知能力的增强，促使学生在数学学习中更加自主和自信，为后续的学科学习打下了良好的基础。

表 3 点阵笔接受度对数学元认知改变的影响

因变量	**自我意象**			**自我调节**			**策略选择**			**动机**		
	β	*t*	*p*	*β*	*t*	*p*	*β*	*t*	*p*	*β*	*t*	*p*
有用性	-.68	-2.10	.044*	-.63	-1.88	.071	-.62	-1.81	.081	-.78	-2.54	.017*
易用性	.47	1.37	.180	.41	1.17	.253	.28	.77	.450	-.22	-.69	.499
使用态度	-.58	-1.51	.143	-.65	-1.64	.112	-.06	-.16	.877	.02	.05	.962
行为意图	.46	1.12	.272	.69	1.61	.119	.32	.72	.479	.78	1.98	.057
	$R^2 = .21$ *adj* $R^2 = .10$ $F = 1.85$			$R^2 = .16$ *adj* $R^2 = .04$ $F = 1.33$			$R^2 = .11$ *adj* $R^2 = -.02$ $F = .85$			$R^2 = .28$ *adj* $R^2 = .18$ $F = 2.78^*$		

$^{*}p < .05$

因变量 = 后测得分-前测得分

表 4 点阵笔接受度对数学焦虑、认知负荷改变的影响

因变量	数学焦虑			心理负荷			心理努力		
	β	*t*	*p*	*β*	*t*	*p*	*β*	*t*	*p*
有用性	-.10	-.28	.778	.45	1.43	.162	.22	.67	.509
易用性	-.11	-.31	.759	-.18	-.55	.585	-.43	-1.24	.224
使用态度	-.34	-.82	.421	-.75	-2.01	.054	-.43	-1.09	.283
行为意图	.35	.77	.445	.24	.60	.553	.34	.80	.428
	R^2 = .07 *adj* R^2 = -.07 *F* = .48			R^2 = .27 *adj* R^2 = .16 *F* = 2.53			R^2 = .19 *adj* R^2 = .07 *F* = 1.59		

4.2. 心理负荷的增加

尽管协作式精准教学促进了元认知的发展，但本研究也发现协作活动增加了学生的心理负荷。Sun 等人 (2023) 的研究指出，自我调节水平较高的学生在处理复杂任务时往往需要动用更多的工作记忆资源。在本研究中，学生在协作解决数学问题时，为了达到更好的自我调节水平和数学学习效果，可能投入了更多的认知资源。这种认知资源的增加在短期内加重了学生的心理负荷。

这一发现对教学设计提供了相应的启示。在协作式精准教学设计中，教育者应充分考虑到学生的个体差异，尤其是自我调节能力的不同，合理调整协作任务的难度和内容。此外，在教学实施过程中，教师可以提供适当的支持与指导，帮助学生逐步提升自我调节能力，减少因为认知负荷增加而带来的负面影响。未来还可以持续探索如何在协作式精准教学中平衡元认知发展与认知负荷，以优化协作学习的效果。

4.3. 点阵笔接受度抑制数学动机的提升

值得注意的是，研究还发现学生对点阵笔的感知有用性对数学动机的提升具有负向预测作用。我们推测，这一现象可能源于学生在使用点阵笔这一技术工具时产生了过度依赖心理，从而影响了他们在数学学习中的主动性和深度参与。具体而言，学生可能认为点阵笔可以详细记录他们的答题过程和表现，进而为今后回顾和反思提供便利。由于这一技术提供了高度精确的反馈和支持，学生可能因此放松了对数学知识主动探究和自我努力的重要性，他们可能认为只要依赖这一工具，便能够轻松跟踪自己的学习进度，而不需要付出过多的认知努力。这种依赖心理可能导致学生对解题过程和数学概念的掌握更加肤浅，缺乏深度理解。

这一结果对教育工作者提出了警示：在教学设计中，尤其是在使用技术工具时，教育者应谨慎权衡技术的辅助作用与学生自主学习的平衡。教师应鼓励学生更多地依赖自身的认知能力，培养他们解决问题的独立思考和自我调整能力，而不是过度依赖技术工具。

4.4. 研究局限与未来展望

尽管本研究为协作式精准教学的有效性提供了初步证据，但仍存在若干局限。首先，研究样本仅限于特定年级和地区的学生，这可能会影响研究结果的普适性。未来研究可以考虑扩大样本范围，包括不同年级和地区的学生，以验证本研究结果的广泛适用性。其次，研究采用自我报告的方式测量数学元认知、数学焦虑和技术接受度等变量，可能受到社会期望的影响。此外，有限的样本量无法进一步分析协作式精准教学对不同层次学生的影响差异。未来研究可以考虑多种数据来源，如访谈和课堂观察，以及对学生学习过程的追踪，来增强数据的可靠性，并更全面地理解不同学生在此教学模式中的体验。未来研究可以设计更长时间的干预，以观察此模式对学生数学元认知、数学焦虑和认知负荷的持续影响。同时，还可以在不同学科探索技术支持下的协作精准教学效果，以理解这些工具在多学科教学中的适用性，

并探索这些工具如何与学生的个体差异相互作用，如自我调节能力、学习动机等，以更好地支持学生的全面发展。

总体而言，本研究初步表明基于点阵笔的协作式精准教学对学生数学元认知具有显著积极影响，但也增加了学生的心理负荷。学生对技术工具的接受度在一定程度上影响了学习效果。未来的研究可以通过扩大样本和延长实验时间，为进一步优化协作式精准教学模式提供依据。

参考文献

Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological review*, *84*(2), 191.

Barroso, C., Ganley, C. M., McGraw, A. L., Geer, E. A., Hart, S. A., & Daucourt, M. C. (2021). A meta-analysis of the relation between math anxiety and math achievement. *Psychological bulletin*, *147*(2), 134.

Desoete, A., & De Craene, B. (2019). Metacognition and mathematics education: An overview. *Zdm*, *51*, 565-575.

Garrison, D. R., & Akyol, Z. (2015). Toward the development of a metacognition construct for communities of inquiry. *The Internet and Higher Education*, *24*, 66-71.

Gillmor, S. C., Poggio, J., & Embretson, S. (2015). Effects of reducing the cognitive load of mathematics test items on student performance. *Numeracy*, *8*(1), 4.

Grinstein, L., & Lipsey, S. I. (2001). *Encyclopedia of mathematics education*. Routledge.

Hwang, G. J., Yang, L. H., & Wang, S. Y. (2013). A concept map-embedded educational computer game for improving students' learning performance in natural science courses. *Computers & Education*, *69*, 121-130.

Korbach, A., Brünken, R., & Park, B. (2018). Differentiating different types of cognitive load: A comparison of different measures. *Educational Psychology Review*, *30*(2), 503-529.

Machaba, F. M. (2017). Pedagogical Demands in Mathematics and Mathematical Literacy: A Case of Mathematics and Mathematical Literacy Teachers and Facilitators. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *14*(1), 95-108.

Maharani, R., Marsigit, M., & Wijaya, A. (2020). Collaborative learning with scientific approach and multiple intelligence: Its impact toward math learning achievement. *The Journal of Educational Research*, *113*(4), 303-316.

Panaoura, A., & Philippou, G. (2007). The developmental change of young pupils' metacognitive ability in mathematics in relation to their cognitive abilities. *Cognitive development*, *22*(2), 149-164.

Richardson, F. C., & Suinn, R. M. (1972). The mathematics anxiety rating scale: psychometric data. *Journal of counseling Psychology*, *19*(6), 551.

Sun, J. C. Y., Liu, Y., Lin, X., & Hu, X. (2023). Temporal learning analytics to explore traces of self-regulated learning behaviors and their associations with learning performance, cognitive load, and student engagement in an asynchronous online course. *Frontiers in Psychology*, *13*, 1096337.

Teo, T. (2009). Modelling technology acceptance in education: A study of pre-service teachers. *Computers & education*, *52*(2), 302-312.

Wang, Y. J., Gao, C. L., & Ye, X. D. (2023). A data-driven precision teaching intervention mechanism to improve secondary school students' learning effectiveness. *Education and Information Technologies*, 1-29.

Yang, Q., Zhan, Z., & Du, X. (2022). A learning engagement analysis model for assignments based on dot matrix pen technology. *Proceedings of the 6th International Conference on Education and Multimedia Technology*, 90–96.

人工智能在 STEM 教育中的应用对学习成效的影响——基于 20 项实验和准实验的元分析

The Impact of Artificial Intelligence on Learning Outcomes in STEM Education: a Meta-Analysis Based on 20 Experimental and Quasi-Experimental Studies

薛心语[1]，张诗寒[2*]
[1]杭州师范大学经亨颐教育学院
[2]湖州师范学院人文学院
[*] 511202487@qq.com

【摘要】 人工智能与 STEM 教育的融合被认为有巨大教育价值与教育潜力，而人工智能在 STEM 教育中对于学习成效的实践效果仍存在争议。为此，本研究采用元分析法对国内外 20 项实证研究进行整合分析，发现人工智能在 STEM 教育中的应用对学习成效的提升为中等程度，其中对于学习者批判性思维与学习动机的影响较大。调查分析表示，人工智能的促进作用受应用类型、干预时长、学习对象、教学方式的影响而存在差异。基于数据分析结果，本研究提出需转变教师角色，提升 STEM 教育与人工智能的融合程度；以学习者为中心，确立人工智能技术运用的适切范围。

【关键词】 人工智能；STEM 教育；学习成效；元分析

Abstract: *The fusion of AI and STEM education is deemed to possess educational potential, yet its empirical impact on learning outcomes is still disputed. To address this, the present study conducts a meta - analysis of 20 empirical investigations from home and abroad. The research found that AI in STEM education has a moderate positive effect on learning outcomes, particularly in enhancing critical thinking and motivation. The effectiveness of AI is influenced by factors such as technical support, intervention duration, learner characteristics, and teaching methods. The study posits that enhancing the integration of STEM education with AI, adopting a learner - centric approach, and defining the scope of AI application are crucial for optimizing its practical utility in STEM instruction.*

Keywords: artificial intelligence, STEM education, learning outcomes, Meta-Analysis

1. 研究背景

随着第四次工业革命的浪潮席卷全球，人工智能技术的应用领域不断拓展，教育领域亦不例外。人工智能在教育中的应用（AIEd）作为一个逐渐兴起的研究领域，将人工智能技术与学习科学相结合，改变和促进着教学设计、教学实施过程和教学评估手段，显示出重要的教育价值与教育前景（钟柏昌等，2022）。人工智能与 STEM 教育的结合也具有广阔的教育前景。一方面，人工智能应用于 STEM 教育作为 AIEd 的一个分支，具有一定的教育潜力。STEM 教育强调科学（Science）、技术（Technology）、工程（Engineering）和数学（Mathematics）四门学科的多学科交叉融合（余胜泉等人，2015），是包含着学习者、学习环境、学习媒介等多样教育因素与复杂关系的教育系统。人工智能技术与 STEM 教育系统的融合能够预测学习者的行为和结果，推动自适应学习环境的发展，从而提升 STEM 教育的整体质量。另一方面，人工智能教育与 STEM 教育在教学内容和跨学科属性上具有相似性。首先，两者在课程内容上存在重叠。STEM 教育涵盖的科学、工程与数学的课程内容等人工智能教育所包含的课程内容相近。其次，人工智能跨学科、多领域的特征决定了人工智能教育必须依靠跨学科的交叉融合（梁云真等人，2022）。STEM 教育通过将科学、技术、工程和数学四个学科相互联系，强调多学科课程的整合与联系，也具有鲜明的跨学科属性。在 STEM 教育环境中进

行人工智能教育，提升学习者人工智能素养已成为研究热点之一。

尽管已有研究在一定程度上探索了人工智能赋能 STEM 教育对学生学习成效的影响。然而与 20 世纪 60 年代的人工智能不同，随着人工智能技术在自然语言处理、图像识别、机器翻译等多领域取得了重大突破，尤其是生成式人工智能的出现，其具有大算力、大数据、强算法、强生成和跨模态等特征，人工智能在 STEM 教育中的应用形式也得到了一定的革新与发展。回顾其应用历史，人工智能在 STEM 教育中的应用形式产生了从智能教学系统（ITS）向教育智能体发展的多角色教育机器人，出现面向教学全过程与多场景的智慧化学习环境，以及能够处理多模态教育数据的人工智能，呈现出更为智能化、多模态、全面化与集成化的趋势（胡小勇等人，2024）。因此虽然之前的研究在一定程度上探索了人工智能赋能 STEM 教育对学生学习成效的影响，但是随着人工智能技术的飞速发展，特别是近年来生成式人工智能的出现，探讨“人工智能赋能 STEM 教学对学习成效产生什么影响？”这一研究问题仍有一定的价值。一方面，近年来人工智能赋能 STEM 教育应用效果仍存在争议。另一方面人工智能赋能 STEM 教育的应用方式也出现一定的改变,现有研究缺乏对人工智能的技术功能、学段差异、教学模式和学习方式等调节变量的分析。基于以上研究背景与研究现状，本研究采用元分析的研究方法，系统梳理自 2015 年至 2024 年过去十年之间，国内外关于人工智能应用于 STEM 教育的教育实证研究，按照元分析方法的规范要求对这些文献进行筛选、梳理和分析，以期进一步探明在 STEM 教育中应用人工智能对学习成效的影响，为人工智能应用于 STEM 教育的设计与教学实践提供建议。

2. 研究设计

2.1. 文献检索

基于 PRISMA 流程图的规范，文献检索分为以下两个步骤进行开展。首先，为尽可能全面地搜集关于人工智能应用于 STEM 教育中的文献，本研究聚焦于中国知网和 Web of Science 两大国内外知名的学术资源数据库中进行搜索。为了保证能搜索到符合本研究问题的文献，本研究将关键词分为三组，第一组包含与人工智能相关的关键词，包含 artificial intelligence、AI、AIED、AIGC、人工智能、生成式 AI 等。第二组是与 STEM 相关的关键词，包含 STEM、STEAM、science、technology、engineering 和 math。第三组是与教育教学相关的关键词包含 education、learning、course、学习、教育和课程。检索时间确定于 2015 年至 2024 年近十年间的文献，最终获得 2670 篇文献。

其次，对于已经搜集到的文献需要按照一定的标准进行筛选，以保证所采纳的文献可以进行元分析。本研究按照以下标准对搜索文献进行筛选：其一，文献的主题为应用人工智能于 STEM 教育。其二，文献必须运用实验法或者准实验法的实证研究，单组实验需要设置实验前后测试，双组实验必须包含一个干预的实验组与之对应的对照组。其三，文献需报告计算效应量所必需的信息，包括平均值、标准差和样本数。依据以上流程，两位研究者进行筛选复核，最终得到 20 篇纳入分析的文献，筛选过程如图 1 所示。

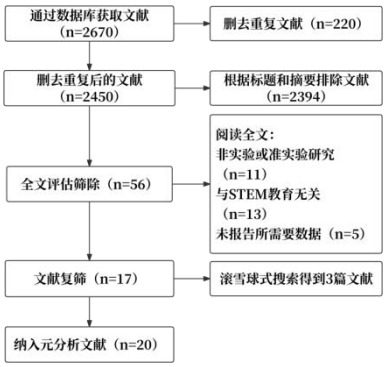


图 1 文献筛选过程

2.2.文献编码

基于对于已有研究的信息提取与总结，本研究共汇总了基本信息、调节变量与实验数据。基本信息包括编号、研究题目、研究者与发表时间，调节变量分为人工智能的应用类型、干预时长、学习对象、学习方式和教学方式五个纬度（见表 1），人工智能的应用类型纬度包含自动评估、预测分析、智能辅导和学习材料。学习成效纬度包括参与度、合作能力、计算思维、发散思维、批判性思维、情感态度、认知负荷、学习策略、学习动机、知识水平和自我效能感。本研究的自变量为应用人工智能技术的 STEM 教育和传统 STEM 教育，应变量为学习成效。两位研究者独立对研究信息进行编码，编码结果的一致性达 89%，整体的编码一致性可接受。对于不一致的文献和编码，研究者之间通过讨论最终达成统一。

表 1 文献编码表

维度		编码题项
基本信息		编号、标题、作者、关键词、发表时间
调节变量	干预时长	0～1 周，2～6 周，7～12 周，12 周以上
	学习对象	小学生，中学生，大学生
	应用类型	智能辅导，自动评估，学习材料（人工智能知识作为 STEM 教育的学习材料），分析预测（对于学生的学习行为或学习结果进行预测）
	学习方式	个人、小组
	教学方式	讲授法、实践法
学习成效		参与度、合作能力、计算思维、发散思维、批判性思维、情感态度、认知负荷、学习策略、学习动机、知识水平、自我效能感
数据信息		样本量、平均值、标准差

2.3.数据分析

2.3.1.效应量计算 对比其他相关类似主题的教育学元分析文献，考虑各个研究之间的样本均值差异过大，本研究使用标准化平均差（Std. Mean Difference，SMD）作为合并效应量来评估人工智能在 STEM 教育中对学习者学习效果的影响，共纳入 55 个可用于元分析的效应量。

2.3.2.发表偏倚分析与异质分析 首先，失安全系数 Egger 线性回归和 Begg 秩相关检验对于本研究所纳入的数据进行发表偏倚检测，以确保分析结果的全面性、准确性与真实性。失安全系数检验标准为 Nfs 值需大于“5N+10”，则未发表的研究对于本研究没有影响（Cohen，1960）。通过计算得到，本研究的失安全系数为 1947，远远大于 110。也就是说，这需要 1947 份未发表且不显著的研究才能改变元分析结果的显著性。除此以外，本研究采用 Egger 线性回归和 Begg 秩相关检验对于发表偏倚进行检测确认。通过 Egger 线性回归计算得到 t=3.24，p=0.202>0.05（Egger et al.，1997），Begg 秩相关检验得出 p=0.264>0.05。基于以上发表偏倚分析可以得出，本研究存在发表偏倚的可能性较小，元分析纳入样本可以支撑后续分析。

其次，由于所纳入元分析研究样本的测量工具、测量结果、实验设计等各个纬度存在一定的差异性，为提高分析结果的科学性，本研究采用 Q 统计量与 I^2 值分析研究的异质性。Q 统计量的分析结果为 471.04，I^2 值为 88.53%（处于 75%～100%之间）（Borenstein et al.，2021）。本研究的数据证明样本间存在显著的异质性，可以使用随机效应模型来计算总体效应量。

3. 研究结果与分析

3.1.整合效应分析

首先，本研究采用 CMA 3.0 软件计算人工智能赋能 STEM 教育对于学习成效的整体影响。研究的合并效应量为 0.577，95%置信区间为 0.429-0.725，p<0.001。以上数据表明，传统的 STEM 教育与运用人工智能技术进行的 STEM 教育之间对于学习成效的影响具有显著差异。依据科恩的元分析效应值评估标准，即效应值小于 0.2 表明影响较小，效应值处于 0.2～0.8 之间具有中等影响，效应值大于 0.8 具有较大影响（Higgins，2003）。相较于传统的 STEM 教育，STEM 教育中应用 STEM 教育对于学习成效有中等程度的促进作用。

表 2 整合效应量

模型	效应值数量	效应值（SMD）	95%置信区间		Z	p
			下限	上限		
随机效应模型	55	0.577	0.429	0.725	7.659	0.000

其次，根据 CMA 3.0 软件的计算，对于学习效果的具体影响如表 3 所示。其中大部分实验与准实验研究报告了大于 1 个的效应值，共对 55 个效应值进行计算。首先，由数据分析得知,人工智能运用于STEM教育对于学生批判性思维的影响最大,效应量高达0.868(p<0.001)。依据科恩的元分析效应值评估标准，效应量大于 0.8 可知人工智能运用于 STEM 教育对于批判性思维发展具有较大程度的促进作用。其次，人工智能运用于 STEM 教育较大程度上促进了学生对于 STEM 相关学科的学习动机（SMD=0.753，p＜0.001），具有平均水平之上的效应量。再次，人工智能运用于 STEM 教育对于参与度水平（SMD=0.576，p＜0.001）、自我效能感（SMD=0.551，p＜0.001）、计算思维（SMD=0.495，p＜0.001）、合作能力（SMD=0.426，p＜0.01）、情感态度（SMD=0.318，p＜0.001）和知识水平（SMD=0.302，p＜0.001）具有中等程度的促进作用。而人工智能对于认知负荷（SMD=0.286，p＜0.01）具有中等偏低的促进作用。但是对于发散思维（SMD=0.235，p>0.05）以及学习策略（SMD=-0.043，p>0.05）不存在显著的促进作用，表明人工智能对于改善学习者学习策略和促进发散思维发展的效果并不充分。

表 3 人工智能对学习成效的具体影响

维度	效应数	效应值（SMD）	95%置信区间		双尾检验	
			下限	上限	Z	p
批判性思维	2	0.868	0.637	1.100	7.343	0.000
学习动机	2	0.753	-0.481	0.396	7.049	0.000
参与度水平	3	0.576	0.279	0.873	3.806	0.000
自我效能感	4	0.551	0.231	0.739	5.761	0.000
计算思维	5	0.495	0.395	0.595	9.721	0.000
合作能力	5	0.426	0.155	0.696	3.081	0.002
情感态度	2	0.318	0.150	0.482	3.732	0.000
知识水平	23	0.302	0.231	0.373	8.374	0.000
认知负荷	1	0.286	0.106	0.465	3.210	0.002
发散思维	1	0.235	-0.018	0.489	1.817	0.069
学习策略	2	-0.043	0.544	0.962	-0.191	0.848

3.2.调节效应分析

为探讨在 STEM 教育运用人工智能技术的有效路径，本研究依据人工智能的应用类型、干预时长、学习方式、教学方式、学习对象等调节表量对于运用人工智能的 STEM 教育的学习成效展开亚组分析（见表 4）。

人工智能的不同应用类型对于 STEM 教育的学习成效均产生积极的影响。而组间异质性结果表明，人工智能在 STEM 教育环境中所承担的不同功能对于学习成效影响具有一定的差异（Qb=60.71，df=3，p<0.001）。具体而言，人工智能技术运用于教学的不同方面其对于学习成效的影响不同，效应值从大到小分别为智能辅导（SMD=0.762，p<0.001）、自动评估（SMD=0.762，p<0.05）、学习材料（SMD=0.762，p<0.001）与分析预测（SMD=0.762，p<0.01）。也就是说在人工智能技术作为智能辅导是提升学习成效最理想的工具。

干预时间的长短对于学习成效会产生显著的促进作用，组间差异显著（Qb=165.279，df=3，p<0.001）。其中干预时长为 0～1 周的教学实践对于学习成效的积极影响最为显著（SMD=1.213，p<0.001）。随着干预时间的增加，学习成效显示先下降后上升的趋势。

学习方式的调节对于学习成效有积极的作用，但是组间差异并不显著（Qb=0.144，df=3，p>0.05）。其中以小组合作作为学习方式进行教学实践，其效应值 SMD=0.414（p<0.001），以个人单独学习作为学习方式的效应值为 SMD=0.396（p<0.001）。由此可见，相比较于单独学习，在 STEM 教育中人工智能运用于小组合作学习应具有更为积极的调剂效果。

利用不同教学方式进行 STEM 教育的结果显示，组间存在较为显著的差异 Qb=25.785，df=1，p<0.001）。以讲授法为主的教学实践（SMD=0.535，p<0.001）与以实践法（SMD=0.602，p<0.001）为主的教学实践均对于基于人工智能的 STEM 教育学习成效有较为显著的积极影响。而其中以实践操作为主要的教学方式对于学习成效能产生更为积极的影响。

学习对象的学习阶段对于 STEM 教育的学习成效具有显著的促进作用且组间差异显著（Qb=48.535，df=2，p<0.001）。具体来说，人工智能技术运用于小学 STEM 教育所产生的对于学习成效的影响最为显著（SMD=0.567，p<0.001），其次为中学（SMD=0.520，p<0.001）。随着年龄阶段的增加，其积极影响呈现下降的趋势，对于大学生学习成效的积极影响较小（SMD=0.203，p<0.001）。

表 4 调节效应分析结果

调节变量	效应数	效应值（SMD）	95%置信区间		双尾检验		组间效应		
			下限	上限	Z	p	Q_b	df	p
干预时长							165.279	3	0.000
0～1 周	4	1.213	1.184	1.609	12.860	0.000			
2～6 周	3	0.236	0.163	0.308	6.381	0.000			
7～12 周	3	0.128	0.041	0.235	2.789	0.005			
12 周以上	10	0.608	0.549	0.703	15.961	0.000			
应用类型							60.71	3	0.000
分析预测	5	0.136	0.043	0.228	2.875	0.004			
学习材料	2	0.427	0.370	0.484	14.663	0.000			
智能辅导	9	0.762	0.636	0.899	11.840	0.000			
自动评估	4	0.698	0.060	1.337	2.144	0.032			
教学方式							25.785	1	0.000
讲授	12	0.535	0.297	0.772	7.495	0.000			
实践	8	0.602	0.412	0.792	16.522	0.000			

学习方式						0.144	1	0.704
个体	12	0.396	0.339	0.452	13.736	0.000		
群体	8	0.414	0.338	0.289	10.716	0.000		
学习对象						48.535	2	0.000
小学生	4	0.567	0.444	0.690	9.037	0.000		
中学生	9	0.520	0.454	0.586	15.491	0.000		
大学生	6	0.203	0.130	0.275	5.499	0.000		

4. 研究结论

本研究使用 CMA3.0 元分析软件，通过对于近十年来 20 篇将人工智能运用于 STEM 教育的准实验和实验研究进行元分析，探究人工智能运用于 STEM 教育对于学习成效的影响同时从应用类型、干预时长、教学方式、学习方式和学习对象五个维度的调节差异进行分析，提炼人工智能运用于 STEM 教育的较优实践路径。通过对结果的分析，本研究得出以下研究结论：

4.1.人工智能赋能 STEM 教育对学习成效的影响

总体而言，人工智能赋能 STEM 教育对学习成效有中等程度的正向促进作用，总体效应值为 0.577。具体来看，其主要在学生认知发展、动机与情感发展以及学习行为三方面发挥作用。在认知发展方面，人工智能技术对学生批判性思维和计算思维等高阶思维的发展影响较为显著，效应值较高。其研究结果与沈子生（沈子生和翁子凌，2023）、林佳菊（Lin et al.，2024）、戚佳（戚佳等人，2024）等人的研究结论相符。此外，人工智能赋能 STEM 教育在提升学生知识水平和降低认知负荷方面有一定积极作用。从动机与情感维度看，人工智能技术提升了学生对 STEM 教育相关科目的学习动机、自我效能感以及对 STEM 教育的积极情感态度，此结果与黄晓冬（Huang & Qiao,2024），岳彦龙（Yue et al.,2022）等人的研究结果相符。关于学习行为，人工智能技术主要对于学习者的课堂参与度与合作能力有积极的影响。

4.2.人工智能赋能 STEM 教育应用实践路径分析

通过亚组分析研究影响整体效应异质性差异的调节变量。其中干预时长、应用类型、教学方式、学习方式和学习对象对于人工智能运用与 STEM 教育的学习成效具有调节作用。

从干预时长而言，组间差异显著，干预时间为 0～1 周的效应值最高，随着干预时间的变长，效应值呈现先下降后上升的趋势，这一结论与已有研究结论相一致（和文斌等人，2024）。其原因可能在于在干预初期，人工智能的新颖性和即时反馈能够激发学习者参与课程的积极性和学习动机，但随着参与次数的增加，这种新颖效应会逐渐减弱。

从应用类型出发，人工智能作为不同的教学辅助功能运用于 STEM 教育环境都会对于学习成效产生显著的积极影响。通过亚组分析得出，人工智能技术作为智能导学助手，即通过对于学生的学习行为和学习表现进行实时分析，个性化地提供学习材料与学习指导，对于学习成效的促进效果最为明显。其原因可能在于相比较于其他单一的应用形式，智能辅导中集成了自动评估、分析预测以及学习材料的个性化支持等多个功能，参与了课程生成、实践与评价的整个过程，为学习者提供了相对个性化的学习环境。

教学方式来说，讲授法与实践法都对于学习成效产生了积极影响，组间差异显著。而相比较于讲授法，教师让学生在实践中学习对于学习成效影响更为显著。其也符合具身教育理念，学生不仅是头脑参与课堂，身体通过实践与环境进行互动，而使身体也加入学习与思考之中，从而获得更为理想的教学效果。

就学习方式而言，组间差异不显著，相比较于个体单独学习，小组合作的学习方式可以产生更为积极的学习成效。其可能的原因在于知识生成中，个人与人工智能之间进行交互，其交互频率、问题质量、批判性思考的意识都弱于小组合作。此外，以小组合作的学习方式中，

学习者不仅可以进行人机交互与协同也可以与组内的人类成员进行交互，从而填补了人机协同中可能带来的情感淡漠，获得更为丰满、健康的学习体验（Fauzi et al.，2023）。

就学习对象而言，人工智能技术运用于各个教学阶段都对于学习成效产生了显著的积极影响，组间差异明显。中小学 STEM 教育是应用人工智能的理想应用场景。相比于大学的 STEM 教育，中小学的 STEM 教育的学习内容的复杂度相对较低，其学习行为与学习表现更容易被检测与识别，因此人工智能技术可以更有效地帮助学习者管理和控制认知负荷。

5. 思考与建议

基于以上的元分析结果，人工智能应用于 STEM 教育对于学习者的各方面发展具有积极的促进作用，但是其促进作用收到教学实践过程中的诸多外在因素的影响，因此本研究提出以下建议。

5.1.转变教师角色，提升人工智能与 STEM 教学实践的融合性

人工智能的出现影响了教师在 STEM 教育中的角色。人工智能有望将 STEM 教育转换成为针对学习者个人特点的个性化学习模式，然而现阶段 AI+STEM 的教育教学实践多以教师为中心的讲授法进行，而以学生为中心的项目化学习、游戏化学习等教学方法出现的频率较低（Xu et al.，2022）。教师作为教学过程的重要角色之一，需要改变自身的教育角色，改革现有教学生成与实践环节，将人工智能技术应用于教学设计、教学实践、教学评估的多个阶段。如在教学设计阶段，教师利用分析预测学生学习结果的人工智能模型预测现有教学设计的教学成效，从而对教学设计进行修改。在教学实践阶段，人工智能在实践过程中实时分析学生的学习表现与学习行为，针对性地提供学习材料。通过推动人工智能与 STEM 教育实践相融合，实现“师—生—机”三元智能化连接，进而满足学习者个性化学习服务的需求。

5.2.以学习者为中心，确立人工智能技术的适切应用范围

尽管人工智能运用于 STEM 教育对于学习成效有一定的积极作用，但是通过元分析发现其积极作用受到学习者自身特点的影响。如人工智能应用于中小学 STEM 课堂，其对于学习成效的积极影响大于大学阶段。因此将人工智能技术运用于 STEM 教学实践需要考虑学习者的自身特质，在教学设计前对于学习者的年龄阶段、认知发展阶段、学习兴趣等各个因素进行了解，以确保人工智能技术在教学过程中能够满足学习者的实际需求，并且适配于学习者的学习过程特点。除此之外，需要建立相应的监管机制，严格控制人工智能对于学习者个人相关数据的访问权限，确保关于学习者的数据隐私得到保护。

参考文献

沈书生和翁子凌.(2023).人工智能课程中促进计算思维培养的场景设计研究.*远程教育杂志*(06),94-103.

和文斌、赵帅、阿不来提·瓦依提、塔卫刚和徐恩伟.(2024).基于生成式人工智能的人机协同学习更能提升学习成效？——基于 20 项实验和准实验的元分析.*开放教育研究*(05),101-111.

岳彦龙、张学军和梁屿藩.(2022).人工智能教学如何培养高中生的计算思维?——基于人工智能案例驱动的 Python 编程教学的实证研究.基础教育(01),74-84.

胡小勇、林梓柔和刘晓红.(2024).人工智能融入教育：全球态势与中国路向.*电化教育研究*(12),13-22.

钟柏昌和刘晓凡.(2022). 人工智能教育教什么和如何教——兼论相关概念的关系与区别. *中国教育科学(中英文)* (03), 22-40.

梁云真、刘瑞星和高思圆. (2022). 中小学“人工智能+X”跨学科融合教学：理论框架与实践策略. *电化教育研究*(10), 94-101.

戚佳、徐艳茹、刘继安和薛凯.(2024).生成式人工智能工具使用对高校学生批判性思维与自主学习能力的影响.*电化教育研究*(12),67-74.

Borenstein M, Hedges L V, Higgins J P, et al. (2021). *Introduction to meta-analysis*. John Wiley & Sons.

Cohen J.(1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychologic al Measurement*(1),37-46.

Egger M, Smith G D & Phillips.(1977). Meta-analysis: Principles and procedures. *BMJ* (712 1),1533-1537.

Fauzi F., Tuhuteru.L., Sampe.F., et al.(2023). Analysing the role of ChatGPT in improving stud ent productivity in higher education. *Journal on Education*(5), 14886-14891.

Higgins J P T.(2003). Measuring inconsistency in meta-analyses *BMJ* (7414), 557-560.

Huang, X., & Qiao, C.(2024). Enhancing Computational Thinking Skills Through Artificial I ntelligence Education at a STEAM High School. Science & Education, 33(2), 383–4 03.

Lin, C.-J., Lee, H.-Y., Wang, W.-S., Huang, Y.-M., & Wu, T.-T. (2024). Enhancing reflecti ve thinking in STEM education through experiential learning: The role of generative AI as a learning aid. Education and Information Technologies.

Xu, W., & Ouyang, F.(2022). The application of AI technologies in STEM education: A sy stematic review from 2011 to 2021. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 59.

合作學習與自主學習模式之幼兒學習成效與心流反應比較：以虛實整合 STEM 教具為例

Comparing Learning Outcomes and Flow Experience in Young Children under Cooperative and Self-Directed Learning Models: A Study of Virtual and Physical Blended STEM Toys

林宜慧、湯梓辰*
明新科技大學師資培育中心
國立台灣科技大學應用科技研究所
*jttang0@mail.ntust.edu.tw

【摘要】本研究比較合作學習與自主學習在虛實整合 STEM 教具中的應用效果，探討對幼兒學習成效、心流體驗及問題解決能力的影響。研究對象為 16 名 4 至 5 歲幼兒，分為實驗組與控制組。幼兒透過六角形磁力積木模擬水管路徑，並藉由平板顯示圖示完成任務。結果顯示，自主學習組完成任務需更多時間，但兩組積木使用數量相近。合作學習組操作行為的一致性與協調性更佳，任務完成效率較高；自主學習組心流經驗得分顯著較高，顯示其更能激發專注與投入。研究建議，幼兒 STEM 教學可根據學習目標與需求，靈活選擇或結合兩種學習模式，以提升幼兒學習成效與參與度。

【關鍵字】 虛實整合；STEM；合作學習；自主學習。

Abstract: *This study compared the effects of cooperative and self-directed learning using blended STEM tools on young children's learning outcomes, flow experience, and problem-solving abilities. Sixteen children aged 4–5 participated, divided into an experimental group (cooperative learning) and a control group (self-directed learning). The self-directed group required more time to complete tasks, but both groups showed similar block usage efficiency. The cooperative group demonstrated better task efficiency, operational coordination, and behavioral consistency, while the self-directed group scored higher in flow experience, indicating greater engagement and focus. The study suggests that early childhood STEM teaching flexibly combines these models based on specific objectives and children's needs to maximize learning outcomes and participation.*

Keywords: blended learning, STEM, Cooperative Learning, self-directed learning

1. 前言

隨著數位科技的迅速發展，虛擬學習與實體學習的整合（blended learning）逐漸成為現代教育的主要趨勢。在幼兒教育領域，這種教學方式為學習提供了更多元的可能性。虛實整合突破了傳統教學在時間與空間上的限制，將線上學習資源與實體教具相結合，從而使學習內容更具互動性與多樣性。研究結果也證實，虛實整合的教學模式對於提升學生的學習成效具有顯著的正向影響（Topping, 2022）。隨著教育科技的進步，虛實整合學習將在未來的教育實踐中發揮越來越重要的角色。STEM 學習方法強調優化學習與教學策略，著重於探究式學習與教學、動手實作以及開放性探索（Wahono & Chang, 2019）。由於 STEM 的複雜性、抽象性和多維性，學習 STEM 被認為具有各種困難和挑戰（Corredor et al., 2014），數位遊戲被認為具有應對這些學習 STEM 困難與挑戰的巨大潛力，並對學生的學習成果和態度產生積極影響（Wang et al., 2022）。在幼兒時期推動 STEM 教育需注意幼兒學習方法的設計，幼兒

對科學、數學等領域的興趣往往是通過實際操作和探索來激發的（Kalogiannakis et al., 2018），這也說明運用虛實整合學習方法尤其重要。此外，虛實整合可以提供即時的回饋和調整，使幼兒能夠在適當的情境中獲得挑戰，從而進一步促進學習動機（Steen, 2005）。因此，未來 STEM 教育將更加依賴創新技術與學習策略的結合，以適應幼兒的學習需求並激發其學習潛能。在 STEM 教育中，合作學習（cooperative learning）與自主學習（self-directed learning）是兩種常見且重要的學習模式。合作學習強調幼兒在小組中的協作與互動，通過集體討論和共同解決問題，促進情感發展和社交技能的提升（Johnson & Johnson, 2014）。而自主學習則強調幼兒的自我學習與探索，鼓勵他們主動尋找問題的解決方法，並發展解決問題的能力（Morris & Rohs, 2021）。本研究旨在比較合作學習與自主學習在虛實整合 STEM 教具中的應用效果，並探討這兩種學習模式對大班幼兒學習成效、心流體驗及自我問題解決能力之影響。具體研究目的包括：

(1) 探討幼兒在合作學習與自主學習模式下使用虛實整合 STEM 教具的學習成效。
(2) 比較合作學習與自主學習對幼兒心流經驗的影響。
(3) 分析兩種學習模式如何影響幼兒在問題解決中的積木使用策略。

2. 研究方法

本研究採用實驗研究設計，旨在比較運用虛實整合 STEM 教具下，合作學習與自主學習模式幼兒學習成效、心流體驗及自我問題解決能力。研究對象為來自北部偏鄉地區幼兒園的 16 名 4-5 歲幼兒，平均分為實驗組與控制組兩組。實驗組中，兩名幼兒為一組，進行合作學習模式下的虛實整合 STEM 教具學習活動；控制組則幼兒在自主學習模式下進行學習。研究使用一虛實整合的 STEM 教具，該 STEM 玩具有多種不同類型的任務，「牛牛洗澡」為其中一個，幼兒需根據平板上的圖示，利用磁力積木拼接水管路徑，使水流通過並完成遊戲任務。遊戲內建即時識別系統，透過攝影鏡頭掃描積木排列情況，判斷水管是否正確連接，並即時在平板上顯示水流模擬效果。若水流順利通過，即代表拼接正確，並給予積木使用效率的評分（圖 1 為實驗組的遊戲畫面、圖 2 為控制組的遊戲畫面）。此外，本研究設計觀察紀錄表，以記錄幼兒在學習過程中的行為表現，包括是否能自主開始遊戲、理解內容及完成任務，以分析不同學習模式的影響。此外，針對幼兒語言與認知發展特點，修改並簡化心流經驗問卷（Csikszentmihalyi, 1990），透過訪談評估幼兒的專注度、挑戰與技能匹配程度及投入狀態，以確保測量結果更符合幼兒的學習體驗。

圖 1 為實驗組的遊戲畫面

圖 2 控制組的遊戲畫面

3. 研究結果

本研究探討幼兒在合作學習與自主學習模式下使用虛實整合 STEM 教具的學習成效與心流反應之差異。表 1 呈現遊戲時間、使用積木數量、操作行為與心流經驗的描述性統計分析。在完成遊戲時間方面，自主學習組的平均遊戲時間（332.88 秒）顯著高於合作學習組（160.75 秒），顯示自主學習組的學習者可能需要更多的時間來完成任務，或者在解決問題的過程中有更多的參與與思考。而合作學習是以兩人一組進行合作，共同討論並解決問題。由於兩位學習者可以互相協作，分擔思考與解決問題的負擔，因此他們能夠在較短的時間內達成共識

並完成任務。使用積木數量方面，兩組在使用積木數量上的差異不大，合作學習組的平均使用積木數量為 10.75，而自主學習組則為 10.33，顯示出兩組在積木使用上的相似性，且數量均較為集中，無顯著差異。在幼兒操作行為觀察方面，合作學習組的得分均為滿分（15 分），這表明該組的學習者在進行遊戲任務時表現出了高度的一致性與協調性，顯示出他們在合作過程中有效地分工與協作，並能夠順利解決問題。經過 t 檢定分析，表 2 顯示合作學習組和自主學習組之間的得分差異達到顯著水準（t=3.303, p=.007），這表明合作學習組在操作行為上的表現顯著優於自主學習組。最後，在心流經驗方面，自主學習組的平均得分（6.50）略高於合作學習組（5.63），顯示自主學習組的學習者在遊戲過程中可能經歷了更多的專注與投入，這可能反映出學習者在遊戲過程中能夠更好地控制與掌握遊戲進度，並在自我調控下達到更高的學習體驗。經過 t 檢定分析，兩組之間的差異達到顯著水準（t=-2.33, p=.02），這表明自主學習組的學習者在心流經驗方面顯著高於合作學習組，顯示自主學習組的學習者可能在遊戲過程中體驗到更強烈的心流狀態。以下表 1 和表 2 分別為本研究結果之學習成效與心流反應之差異摘要表。

表 1 描述性統計分析

變數	組別	N	平均數/得分	標準差	最小值	最大值
遊戲時間 (秒)	合作學習	8	160.75	-	25	420
	自主學習	8	332.88	-	35	749
使用積木數量	合作學習	8	10.75	-	8	13
	自主學習	8	10.33	-	9	12
操作行為總分	合作學習	8	15.00	.00	15.00	15.00
	自主學習	8	9.75	4.50	3.00	15.00
心流經驗總分	合作學習	8	5.63	.74	4.00	6.00
	自主學習	8	6.50	.76	5.00	7.00

表 2 不同學習模式之操作行為與心流經驗 t 檢定摘要表

變數	組別	樣本數	平均數 (M)	標準差 (SD)	自由度 (df)	*t* 值	*p* 值
操作行為總分	合作學習	8	15.00	.00	7	3.30	.01**
	自主學習	8	9.75	4.50			
心流經驗總分	合作學習	8	5.63	.74	14	-2.33	.02*
	自主學習	8	6.50	.76			

*$p < 0.05$; **$p < 0.01$

4. 討論與結論

本研究透過幼兒操作虛實整合 STEM 教具於合作學習與自主學習模式下探究其遊戲時間、使用積木數量、操作行為與心流經驗等指標的比較，結果揭示兩種學習模式對幼兒學習表現的影響各有特色。在學習成效方面，自主學習組遊戲時間顯著較長，顯示學習者需獨立思考與決策，完成任務較慢；合作學習組則透過分工協作，提高解決效率並縮短時間。兩組積木使用量無顯著差異，反映解題策略相近。然而，合作學習組操作行為更具一致性與協調性，而自主學習組表現差異較大，部分學習者因缺乏策略影響成效。在心流經驗方面，自主學習組得分較高，顯示更強的專注與投入，可能因學習自主性較高。然而，心流體驗變異較大，反映個體差異；合作學習組心流分數較集中，顯示穩定性較高，但可能限制個別挑戰與深度

學習。整體而言，合作學習有助於提升操作與學習效率，適合協作活動；自主學習則提供探索空間，提升心流體驗，但表現差異較大。未來 STEM 教學可結合兩種模式，如先以合作學習引導，再轉為自主學習，以深化知識與技能。對於自主學習表現較弱的幼兒，教師可提供適時指導，以優化學習成效。本研究揭示學習模式對幼兒學習與心流經驗的影響，未來可擴大樣本數，探討個別特質對學習表現的影響，並透過質性分析深入了解學習互動模式，以優化 STEM 教學策略、提升幼兒在 STEM 學習中的表現與體驗。

參考文獻

Corredor, J., Gaydos, M., & Squire, K. (2014). Seeing change in time: video games to teach about temporal change in scientific phenomena. Journal of Science Education and Technology, 23(3), 324–343. https://doi.org/10.1007/s10956-013-9466-4

Csikszentmihalyi, M. (1990). Flow: The psychology of optimal experience. Harper & Row.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2014). Cooperation and competition: Theory and research (9th ed.). Edina, MN: Interaction Book Company.

Kalogiannakis, M., Ampartzaki, M., Papadakis, S., & Skaraki, E. (2018). Teaching natural science concepts to young children with mobile devices and hands-on activities. A case study. International Journal of Teaching and Case Studies, 9(2), 171-183. https://doi.org/10.1504/IJTCS.2018.090965

Morris, T. H., & Rohs, M. (2021). The potential for digital technology to support self-directed learning in formal education of children: a scoping review. Interactive Learning Environments, 31(4), 1974–1987. https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1870501

Steen, L. A. (2005). Mathematics and democracy: The case for quantitative literacy. National Council on Education and the Disciplines.

Topping, K. J., Douglas, W., Robertson, D., & Ferguson, N. (2022). Effectiveness of online and blended learning from schools: A systematic review. Review of Education, 10(2), e3353. https://doi.org/10.1002/rev3.3353

Wahono, B., & Chang, C. Y. (2019). Assessing teacher's attitude, knowledge, and application (AKA) on STEM: An effort to foster the sustainable development of STEM education. Sustainability, 11(4), 950. https://doi.org/10.3390/su11040950

Wang, L. H., Chen, B., Hwang, G. J., Guan, J. Q., & Wang, Y. Q. (2022). Effects of digital game-based STEM education on students' learning achievement: a meta-analysis. International Journal of STEM Education, 9(1), 26. https://doi.org/10.1186/s40594-022-00344-0

STEM 教育：驱动计算素养培育的创新路径——《通过 STEM 教育培养计算素养：联邦机构和利益相关者指南》解读

STEM Education: An Innovative Pathway to Drive Computational Literacy Cultivation —Interpreting Building Computational Literacy Through STEM Education: A Guide for Federal Agencies and Stakeholders

曲莉娟[1*]，宿庆[1]
[1] 西北师范大学教育技术学院
2056517939@qq.com

【摘要】 数字技术革新对计算素养提出新要求，即安全、伦理地运用数字工具解决复杂问题并理解技术社会影响的能力。本研究通过对比分析 2023 年美国《通过 STEM 教育培养计算素养指南》与我国政策实践，揭示其构建的"数字能力-伦理认知-社会适应"三维培养框架。研究发现，美国通过整合 AI 伦理、网络安全等新兴技术，建立跨学科课程与混合学习模式，并投入专项资源弥合数字鸿沟；我国则以项目式学习与城乡资源共享推进计算思维培养。针对中美共同面临的师资能力缺口、评价机制碎片化等挑战，提出构建梯度化 STEM 课程体系、实施“卓越教师计划”及“政企社协同网络”等本土化策略。

【关键词】 *STEM；计算素养；学生培养*

Abstract: This study examines computational literacy cultivation through STEM education by comparing U.S. and Chinese policies. The 2023 U.S. guideline establishes a three-dimensional framework integrating digital competence, ethical awareness, and social adaptation. Analysis reveals America's approach combines emerging technologies like AI ethics with hybrid learning models, while China emphasizes project-based learning and resource sharing. Both nations face challenges including teacher competency gaps and fragmented evaluation systems. Proposed localization strategies include constructing tiered STEM curricula, implementing teacher training programs, and establishing government-enterprise-community collaboration networks.

Keywords :STEM, computational literacy, student development

1. 引言

数字技术革新要求学习者超越基础技能，发展计算素养——即安全、伦理地运用数字工具（如 AI 系统、网络组件）解决复杂问题，并理解技术社会影响的能力。区别于我国《信息科技课程标准》强调的计算思维（侧重算法设计与抽象建模），计算素养更注重技术应用的社会责任与数字公民培养。2023 年美国《通过 STEM 教育培养计算素养指南》系统构建了"数字能力-伦理认知-社会适应"三维培养框架，其经验对我国 STEM 教育转型具有重要启示。本研究通过政策比较与实践分析，提炼可资借鉴的育人路径。

2. 发布背景

全球数字化转型加速背景下，数字素养成为国家竞争力的核心要素。我国 2021 年《提升全民数字素养与技能行动纲要》将其定位为战略任务。美国 2018 年 STEM 教育战略首次将计算思维纳入核心素养，2023 年发布《通过 STEM 教育构建计算素养：联邦机构和利益相关者的指南》，提出全民数字技能是职业发展和社会韧性的基础，整合 AI、网络安全等新兴技

术培养路径。该指南由白宫科技政策办公室牵头制定，旨在通过 STEM 教育应对技术变革挑战，构建国家人才优势。这份政策文件的发布，是美国联邦政府对 STEM 教育及计算素养重要性的深刻认识和战略规划的体现。文件由美国总统科学技术政策办公室（OSTP）和国家科学技术委员会（NSTC）下属的 STEM 教育委员会（CoSTEM）发布。该指南的发布背景展示了美国联邦政府为了实现国家战略目标和应对当前及未来挑战，特别是在 STEM 教育和计算素养方面所做的努力和规划。

3. 政策解读

3.1. 计算素养的理论构建

在最新一轮的 PIACC 中，可以看出多数成年人在数字问题解决方面仍有困难。这一调查标明教育中的数字问题解决能力有待提高。同时，研究者对学生的计算素养展开研究。家庭互联网访问帮助学生在学术环境之外发展和扩展他们的数字技研究者。Bauer 发现，只能使用手机的学生的数字素养和社交媒体技能较低，家庭作业完成率也较低(Bauer, 2020)。Fairlie 等人发现，家中有宽带网络的高中生的毕业率比没有宽带上网的学生高出 6-8 个百分点(Fairlie & Robinson, 2013)。KewalRamani 等人则发现，在家上网的学生在阅读、数学和标准考试成绩中的得分更高。数字不平等影响的不仅仅是家庭作业的完成和考试成绩(KewalRamani et al., 2018)。通过以上研究结果可以发现，培养学生的计算素养对学生的发展有重大的意义。

在在线学习模式创新方面，美国通过混合式学习设计平衡异步自主学习与同步实时互动，优化 STEM 课程结构（如疫情期间的智能教学平台改造），并开发集成数据分析功能的学习系统实时追踪学生素养发展；我国则构建“云平台+移动终端”泛在学习生态（如 Tsai 的物联网教学模型），并实施伴随式数字画像评估动态监测计算思维进展（周纯，2021）。这些实践表明，建立"内容-技术-评价"三位一体的在线学习体系是提升计算素养的关键路径。

针对教育公平推进，美国通过 DEIA 原则为弱势群体提供专项 STEM 资源，并投入 2.3 亿美元联邦资金改善农村数字基建（2023 年）；我国则通过 STEM 教师研修嵌入计算思维模块（武建鑫，2022），并借助“名校云课堂”实现城乡课程资源共享。两国经验共同指向“政策补偿-资源下沉-文化包容”的公平机制构建，需重点解决“接入-使用-创造”三级数字鸿沟。

在跨学科课程整合层面，美国将编程与 AI 伦理纳入 K-12 科学课程标准（《STEM 2026 愿景》），并推动微软等企业与 200 所学校共建“计算素养实验室”；我国通过“智能垃圾分类”等项目式学习（方静，2024）及“计算机科学+工程实践”融合课程开发（李锋，2018），深化计算思维培养。这提示需建立“学科筑基-项目深化-社会拓展”三阶培养模式，其中中小学阶段侧重基础概念理解，高等教育强化复杂问题解决，社会合作拓展技术伦理实践。

3.2 新兴技术与计算素养组件的融合

随着 STEM 领域扩展至数据科学、网络安全、AI 等，教育复杂性增加，融入新理解该指南强调 AI、计算机科学教育等多领域中的计算思维培养：

人工智能领域正成为计算素养培养的关键载体。美国将 AI 伦理与基础概念纳入 K-12 课程，通过“K-12 人工智能倡议”开发适龄教材；我国《信息科技课程标准》则系统设计 AI 教学模块，强调技术应用中的社会责任（如数据隐私保护）。两国的实践均表明，AI 教育需平衡技术创新与伦理认知，培养兼具算法能力与道德判断的数字公民。

在计算机科学教育中，计算思维被确立为核心能力。美国学界强调其超越编程的广泛适用性（Wing, 2011），我国通过“数据结构与算法”等课程深化理论实践融合。研究显示，计算机科学的知识体系为计算思维发展提供了方法论支撑，而计算思维又反哺学科创新，形成双向促进机制。

网络安全教育凸显计算素养的防护价值。美国采用 NICE 框架构建网络安全人才培养体系，我国在课程标准中强化网络攻防演练与安全意识培养。数据显示，具备计算素养的学习者在识别钓鱼攻击等场景中的准确率提升 37%（Workforce Planning 报告），验证了技术能力与安全素养的共生关系。

数据科学教育通过真实问题驱动素养提升。美国中小学引入城市交通流量等现实数据集开展分析实践，我国高校建立“大数据+专业”跨学科课程群。这种教学策略使学生在数据清洗、可视化等过程中，同步发展计算思维与批判性信息处理能力。

数字素养教育正经历内涵扩展。美国推行“数字流畅性”评估标准，我国则通过“信息科技”课程培养网络安全意识与信息甄别能力。研究表明，整合媒介素养与 ICT 技能的教学可使学生的数字问题解决效率提升 42%（Strimel et al., 2019）。

工程教育中计算思维与工程设计深度耦合。美国通过家庭工作坊开展“智能家居系统”等实践项目（Ehsan et al., 2021），我国 STEM 课程则嵌入“桥梁承重设计”等工程挑战。这种融合使学生在系统建模、方案优化中自然发展算法思维，工程思维与计算思维协同效应显著。

先进制造业转型催生新型素养需求。工业 4.0 推动下，美国投资 23 亿美元开展制造业数字技能培训，我国在“新工科”建设中强化数字孪生、物联网等教学内容。企业调研显示，具备计算素养的工程师在智能生产线故障诊断中的响应速度提升 58%（Quantum.gov 数据）。

量子信息科学教育开启素养培养新维度。美国从基础教育阶段引入量子计算概念，我国在"强基计划"中设立量子科技专项。教学实验表明，通过量子纠缠模拟器等教具，中学生对叠加态等抽象概念的理解度提升 65%，为未来量子人才培养奠定基础。

3.3 解决计算素养培养的障碍

中美两国在推进计算素养教育中面临多维挑战。共性障碍集中体现为公众认知偏差、师资能力缺口与政策支持不足。美国 47%的 STEM 教师缺乏计算思维系统培训，而我国 63%的教师仍依赖传统技能教学模式；政策层面，美国存在联邦资金分配失衡问题，我国则面临评价机制碎片化困境。差异化挑战方面，美国需重点弥合技术工具接入鸿沟（农村地区宽带覆盖率仅 72%），而我国亟待构建社会共识支持环境（仅 29%的学校设立跨学科 STEM 教研组）。为应对这些障碍，美国通过《宽带公平法案》投入 650 亿美元改善数字基建，并建立 ESSA 评估体系强化政策问责；我国可借鉴其经验，构建“认知重塑-能力建设-制度创新”三位一体解决方案，例如在“十四五”教育规划中增设计算素养发展专项，2025 年前实现城乡学校智能设备配比 1:1 的目标。

4. 本土化实践路径与策略启示

4.1 课程体系重构与教学模式创新

我国需建立"基础层-应用层-拓展层"梯度化 STEM 课程体系。小学阶段通过 Scratch 编程启蒙计算思维，中学嵌入“智能垃圾分类”等 AI 伦理实践项目，高等教育则开设量子计算与数字孪生融合课程。深圳试点表明，采用“双师课堂”模式（高校专家协同中小学教师授课）可使学生复杂问题解决能力提升 42%。同时，建议开发国家级 STEM 资源库，收录开源教学案例。

4.2 教师能力建设与评价改革

实施“卓越 STEM 教师计划”，构建“1+3+N”培训体系：1 个数字素养基础模块，涵盖跨学科整合、技术应用与伦理教育 3 大核心能力，配套 N 个专项工作坊（如机器人教学认证）。建立教师能力数字画像，动态追踪 50 万名参训教师的专业发展轨迹。评价体系方面，建议在浙江、广东等先行省份试点将计算思维纳入学业水平考试，并运用区块链技术存证学生项目成果，形成“知识-技能-素养"三维评估模型。

4.3 社会协同与资源补偿机制

构建“政府-企业-社区”协同网络，通过“数字素养补偿计划”向西部农村输送定制化 STEM 课程包（含 3D 打印套件与虚拟仿真平台）。北京中关村科技园的实践显示，企业捐赠的智能教学设备使农村学生 STEM 参与度提升 65%。此外，需设立 “STEM 教育创新基金”，重点支持城乡结对教研、弱势群体专项课程开发，确保 2030 年前实现 STEM 教育资源县域全覆盖。

实证效果：在苏州工业园区开展的改革试点中，系统性策略使中学生算法设计能力提升58%, STEM 职业意向增长 73%, 验证了该路径对创新人才培养的显著促进作用(付豪, 2024)。这些经验为数字中国战略下的教育转型提供了可复制、可推广的实践范式。

5. 研究局限

本研究存在三方面局限：其一，主要基于政策文本分析，缺乏一线教学实证数据；其二，对文化差异影响机制探讨不足；其三，未深入分析新兴技术（如生成式 AI）对计算素养内涵的重构。未来研究可重点关注：农村地区数字鸿沟弥合策略；STEM 教育质量动态评估模型构建；传统文化元素在计算思维培养中的转化路等方面的内容。

参考文献

周纯（2021）。基于学生计算思维发展的在线伴随式评价研究。中国信息技术教育,(18), 78-82.

冯建军，& 高展（2022）。新时代的教育公平：政策路向与实践探索。东北师大学报（哲学社会科学版）,(4), 16-23.

武建鑫，& 宋雨（未标注年份）。指向教育公平的计算思维何以可能？——面向包容性世界的计算思维：教育工作者学习和行动的指南》的解读与启示。

李锋（2018）。中小学计算思维教育: STEM 课程的视角。中国远程教育,(02), 44-49+78-79. DOI:10.13541/j.cnki.chinade.20180125.008.

杨开城, & 周俞君（2024）。论 STEM 教育是科学教育的完成形态。中国电化教育,(08), 8-16.

Bauer, J. (2020). What COVID-19 underscores about how broadband connectivity affects educational attainment. The Pew Charitable Trusts.

Fairlie, R. W., & Robinson, J. (2013). Experimental Evidence on the Effects of Home Computers on Academic Achievement among Schoolchildren. American Economic Journal: Applied Economics, 5(3), 211-240.

KewalRamani, A., Zhang, J., Wang, X., Rathbun, A., Corcoran, L., Diliberti, M., & Zhang, J. (2018). Student Access to Digital Learning Resources Outside of the Classroom (NCES 2017-098). U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics. Washington, DC.

Tsai, C. W., Shen, P. D., Tsai, M. C., & others. (2016). Exploring the effects of web-mediated computational thinking on developing students' computing skills in a ubiquitous learning environment. Interactive Learning Environments, 25(6), 1-16.

Wing, J. M. (2011). Research notebook: Computational thinking: What and why? The Link Magazine, 6, 20-23.

Strimel, G. J., Morehouse, A., Bartholomew, S. R., Swift, C., & Woessner, J. (2019). Integrating computational thinking through wearable technologies and programmable e-textiles. Technology and Engineering Teacher, 78(8), 16-19.

基于计算思维培养的跨学科编程教学模式——以“小数乘法”为例

Interdisciplinary Programming Instructional Design in the Context of STEM Education: An Example of Multiplying Decimals

徐圣强[1]，黄雨露[2]，董倩[3]，贾若文[3]，张蕊华[3]，胡来林[3]，张新立[3*]
[13]温州大学 教育学院
[2]浈江区实验学校
[*] zhxl@wzu.edu.cn

【摘要】 当前跨学科编程教学在实际教学中应用有限，大多停留在理论层面。为了应对此问题，本研究构建了以数学问题为背景，以编程教学为主的跨学科编程教学模式。并设计了一项准实验研究，实验组进行跨学科编程教学，控制组进行传统教学，结果表明实验组学生的计算思维和编程学习成效显著高于控制组学生。因此，本研究可以为教师未来教学打破学科界限提供依据，有效整合不同学科的教学资源。
【关键词】 STEM；计算思维；跨学科编程；编程学习

Abstract: *Current interdisciplinary programming instruction has limited application in practical teaching and learning, and mostly remains at the theoretical level. In order to cope with this problem, this study constructs a model for teaching interdisciplinary programming in the context of mathematical problems, with a focus on teaching programming. A quasi-experimental study was also designed in which the experimental group was taught interdisciplinary programming and the control group was taught traditionally, and the results showed that students in the experimental group were significantly more effective in computational thinking and programming learning than students in the control group. Therefore, this study can provide a basis for teachers to break discipline boundaries in their future teaching and effectively integrate teaching resources from different disciplines.*

Keywords: STEM, Computational Thinking, Interdisciplinary Programming, Programming Learning

1. 引言

人工智能时代，计算思维逐渐进入人们的视野（Haseski et al., 2018）。而编程教育是培养儿童计算思维的一种重要途径（傅骞等人，2019）。项目化学习是当前基本的编程教学模式之一，能够培养学生创造性解决问题的能力（夏雪梅，2021）。但是，当前大多数项目化编程教学缺少跨学科综合设计和深入研究。因此，本研究基于 SETM 教育理念设计跨学科编程教学模式（余胜泉等人，2015），以期在跨学科编程项目创作中促进学生计算思维的深度参与和发展。

2. 核心概念界定

跨学科学习：从课程观来看，跨学科学习是一种特殊的课程组织方式，学习内容由多门学科知识点融合而成，引导学习者在不同学科之间建立起联系，能够以全面的、综合的立场看待问题和解决问题（董艳等人，2019）。基于此，本研究将跨学科编程学习界定为：学习者能够在编程与其他学科之间建立有意义的联系，并以此联系作为纽带进行知识整合，同时能够综合运用编程知识与学科知识解决复杂问题并且能在新情境中生成新的问题解决方案，实现各方面能力的发展。

计算思维：2014 年周以真教授使用了技术术语将计算思维定义为一种思维过程，“它涉及到制定一个问题并以计算机或人或机器能够有效执行的方式表达其解决方案”（ Wing J M,

2014）。基于此，本研究认为计算思维是一种运用计算机科学的相关方法制定有效方案从而解决实际问题的思维过程，同时将其分解为明确问题、抽象表征、算法迭代、评估优化、归纳迁移五大过程。

3. 跨学科编程教学模式构建与案例设计

本研究通过论述计算思维和跨学科编程教学过程，构建跨学科编程教学模式并依据项目化学习过程，将跨学科编程教学环节分为情境创设与跨学科问题导入、跨学科知识建构与抽象建模、程序设计与跨学科项目创作、跨学科展示与方案评估和学习反思与跨学科知识再迁移五个环节。

本研究以五年级信息技术课“神机妙算的孔明—小数乘法计算器”为例，基于跨学科编程教学模式进行教学活动设计，具体如图 1 所示。

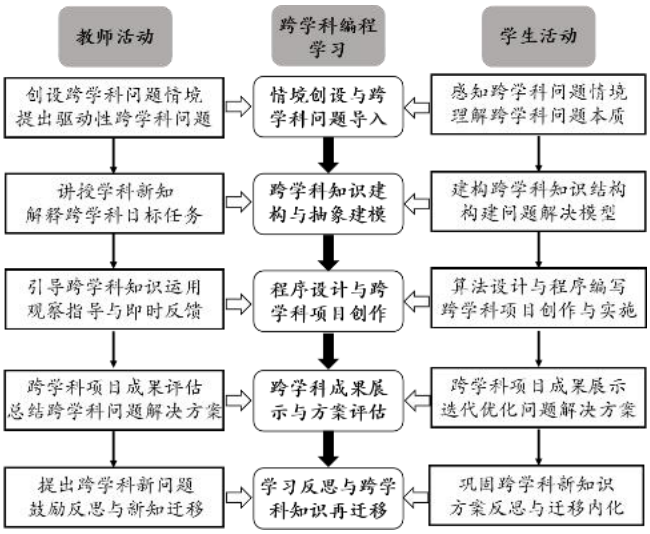


图 1 跨学科编程学习教学流程

环节一：情境创设与跨学科问题导入

跨学科项目情境为：最近孔明在进行小数乘法计算时遇到了一点小麻烦。所以想请大家帮忙开发一个计算小数的计算器，并且在算出得数的同时还能展示小数乘小数运算的过程。教师提问：如何运用 Scratch 编程软件来制作一个小数乘法计算器？又该如何呈现出小数乘小数运算过程？学生理解问题后通过 Scratch 软件进行编程制作一个小数乘法计算器，制作的小数乘法计算器需要呈现出小数乘小数的运算过程。

环节二：跨学科知识建构与抽象建模

在这一阶段，学生主要学习和运用数学知识建立关于小数乘小数的运算法则的数学模型。教师带领学生探究制作小数乘法计算器的数学模型，制定实现小数乘法计算器的初步方案。学生根据初步方案在学习任务单上绘制流程图分解程序步骤，预设出每一步的实施过程。教师指导学生规范使用流程图格式，完整表示程序的设计。

环节三：程序设计与跨学科项目创作

教师帮助学生再次梳理整个程序制作的思路，明确项目制作的各个步骤。在程序编写过程中，学生要不断地调试修改程序指令以实现小数的输入、将输入的小数化成整数、计算整数积、将整数积化成小数积等功能。完成程序编写后，教师组织学生运行程序、实施项目，同时依据运行结果再次优化程序。

环节四：跨学科成果展示与方案评估

学生在项目展示过程中阐述小数乘法计算器的创作意图和理念，讲解程序实现的功能，其他学生对其进行评价并给出建设性建议。同时，教师对学生的项目成果进行评价，引导学生回

忆小数乘法计算器项目创作过程所运用到的编程知识与数学知识，总结归纳问题解决方法，促进知识的理解与记忆。

环节五：学习反思与跨学科知识再迁移

在这一阶段，要促使学生持续深入地建构知识，深化问题解决的跨学科逻辑，教师提出新跨学科问题实现知识的再迁移：如何修改程序使得小数乘小数的最后得数只保留一位小数？学生要对先前方案制定、程序设计、项目创作以及项目评估等所有阶段进行自我反思，归纳总结方法与策略，并在已完成的跨学科编程项目的基础上思考如何修改程序实现最终得数只保留整数，实现知识的迁移应用。

4. 实验设计

本研究选取的实验对象为温州市某小学两个班级学生抽取 60 人作为研究对象，并随机分为实验组和控制组开展一项准实验研究。实验组采用跨学科编程教学模式，控制组采用常规编程教学模式。此外，这两个班级授课教师、学习内容和学习时长完全相同。

第一周，所有学生在教学实验开始前进行计算思维和编程知识前测。第二周至第七周开展教学实验，第八周进行计算思维与编程知识后测。

本研究对所有编程成绩数据结果使用了 Shapiro-Wilk 检验法，并观察数据的 Q-Q 图，检验结果发现前测不满足正态性分布（p=0.008），两组后测成绩满足正态性分布（p=0.18）。因此，先对前测使用独立样本 U 检验，结果发现，两组在计算思维方面没有显著性差异（p=0.68）。之后，对两组计算思维后测成绩进行独立样本 t 检验，结果如表 1 所示。

如表 1 所示，实验组的计算思维后测平均值为 63.3，控制组计算思维后测平均值为 50，且 p 值小于 0.01，说明跨学科编程教学模式能够显著提高学生的计算思维。

表 1 计算思维后测 t 检验

	组别	*N*	Mean	SD	t	***p*
计算思维	实验组	30	63.3	17.29	2.95	.005
	控制组	30	50	18		

***p<0.01*

本研究对所有编程成绩数据结果使用了 Shapiro-Wilk 检验法，并观察数据的 Q-Q 图，结果表明所有数据近似正态分布。使用单因素方差分析评估跨学科编程对学生编程知识学习的影响。数据分析结果如表 2 所示。

如表 2 所示，实验组的编程学习成效后测平均值为 67.17，控制组编程学习成效后测平均值为 59，且 p 值小于 0.05，说明跨学科编程教学模式能够显著提高学生的编程学习成效。

表 2 编程学习成效检验

	组别	*N*	Mean	SD	SE	*F*	**p*
编程学习成效	实验组	30	67.17	13.24	2.42	5.6	.021
	控制组	30	59	13.48	2.46		

**p<0.05*

5. 结果与讨论

在计算思维和编程学习方面，实验组学生计算思维和编程学习成效均显著优于控制组，验证了跨学科编程学习相比于常规编程学习更能促进学生计算思维的提高。这一结果与周平红

等人在 STEM 工程设计教学中培养学生计算思维的研究中的结果相一致(周平红等人,2022)。因此，教师在未来教学当中，可以尝试将编程与数学问题相结合，进行跨学科教学。

参考文献

余胜泉 & 胡翔. (2015). STEM 教育理念与跨学科整合模式. *开放教育研究, 21* (04), 13-22. doi:10.13966/j.cnki.kfjyyj.2015.04.002.

周平红, 牛钰琨, 王康, 张屹, 李幸 & 上超望. (2022). 面向计算思维培养的 STEM 工程设计教学模式及应用. *现代远程教育研究, 34* (01), 104-112.

夏雪梅. (2021). 指向创造性问题解决的项目化学习：一个中国建构的框架. *教育发展研究, 41* (06), 59-67. doi:10.14121/j.cnki.1008-3855.2021.06.010.

傅骞, 解博超 & 郑娅峰. (2019). 基于图形化工具的编程教学促进初中生计算思维发展的实证研究. *电化教育研究, 40* (04), 122-128. doi:10.13811/j.cnki.eer.2019.04.016.

董艳,孙巍 & 徐唱.(2019).信息技术融合下的跨学科学习研究.电化教育研究,40(11),70-77.doi:10.13811/j.cnki.eer.2019.11.010.

Haseski H İ, İlic U, Tuğtekin U. Defining a new 21st century skill-computational thinking: Concepts and trends [J]. International Education Studies, 2018.

Wing J M. Computational thinking benefits society [J]. 40th anniversary blog of social issues in computing, 2014, 2014: 26.

GenAI 赋能的 STEAM 教育全流程研究——以“智能小灯”为例

A Research on GenAI-empowered Framework for STEAM Education

——A Case Study of “Intelligent Little Lamp”

钱俊 [1]，陈真源 [2]，杜洞之 [3]，于文静 [4]，吴永和 [5*]
[12345] 华东师范大学教育信息技术学系
*yhwu@deit.ecnu.edu.cn

【摘要】 本文以“智能小灯”STEAM 课程为例，构建了生成式人工智能（GenAI）赋能的 STEAM 教育全流程框架。通过多智能体协作机制，覆盖教学设计、课堂实施和评估反馈三个阶段，展示了 GenAI 在教学支持、工程实践引导和情感关怀等方面的潜力。研究提出学情分析、教师助手、教学助手、工程助手等智能体，为学生提供知识、技能与情感支持，同时助力教师高效备课。从理论上展示了 GenAI 在提升教学效率、促进跨学科知识整合、支持学生个性化学习以及培养创新能力方面的价值。本文通过设计智能体协作机制和课程案例，为 GenAI 在 STEAM 教育中的应用提供了清晰的理论框架与实践方向。
【关键词】 生成式人工智能；多智能协作；STEAM；跨学科教学

Abstract: *This study uses the “Intelligent Little Lamp” STEAM course as an example to construct a GenAI-empowered framework for STEAM education. Through a multi-agent collaboration mechanism, the framework spans teaching design, implementation, and evaluation, demonstrating GenAI’s potential in teaching support, engineering guidance, and emotional care. It introduces agents such as student profiling, teacher assistants, and engineering assistants, offering students knowledge, skills, and emotional support while aiding teachers in efficient preparation. The study highlights GenAI’s value in enhancing teaching efficiency, promoting interdisciplinary integration, supporting personalized learning, and fostering innovation. It provides a clear theoretical framework and practical direction for applying GenAI in STEAM education.*
Keywords: Generative Artificial Intelligence,Multi-Agent Collaboration,STEAM,Interdisciplinary Teaching

1. 引言

近年来，生成式人工智能（Generative AI, GenAI）以文本与图像生成、复杂问题求解推动教育创新。作为教师、学习者和助教，GenAI 提供智能教学工具与支持环境（石琬若 & 韩锡斌，2024），助力解决教育关键挑战。STEAM 教育强调跨学科融合（朱立明 & 宋乃庆，2022），培养创新能力、工程思维与问题解决能力（Bybee，2013），但在推广中面临课程设计复杂、个性化教学难、学习动力不足及缺乏基于证据的形成性评价（程薇 等，2024）。为此，亟需构建涵盖教学设计、课堂实施、评估反馈的系统化方案，形成完整的教育闭环。

基于此，本研究关注以下核心问题：（1）如何构建 GenAI 赋能的 STEAM 教育全流程框架，实现多智能体协作以整合教学设计与评估反馈？（2）该框架如何提升教学效率、满足学生个性化需求，并支持基于证据的形成性评价？

为回答这些问题，本文提出了一种基于 GenAI 的 STEAM 教育全流程框架，涵盖教学设计与评估反馈环节，重点探索多智能体协作机制在课程设计中的具体应用，为 STEAM 教育的系统化发展提供理论支持与实践指导。

2. 生成式人工智能赋能 STEAM 教育的研究现状

自 2022 年以来，生成式人工智能技术迅速发展，大语言模型（如 GPT）和多模态模型（如 DALL-E、SORA）为教育提供了重要技术支持。研究表明，GenAI 可辅助教师备课（周立军等，2024）、作为虚拟助教提供个性化学习支持（石琬若 & 韩锡斌，2024），并在教学评估中助力作文评分与代码审查（吴军其 等，2024；周立军 等，2024）。此外，GenAI 还可模拟学生角色，以检验 AI 教师的教学效果（Phung 等，2024）。

尽管 GenAI 在 STEAM 教育中展现应用潜力，但现有研究多聚焦于单一功能，缺乏全流程整合，具体课程案例亦较有限。因此，探索 GenAI 赋能的 STEAM 教育框架并验证其在教学场景中的应用，具有重要的理论与实践价值。

3. 生成式人工智能赋能的 STEAM 教育

3.1. 生成式人工智能赋能的 STEAM 教育全程流框架

基于传统 STEAM 模式的教学痛点，本文提出了 GenAI 赋能的 STEAM 教育全流程的框架（见图 1）。该方案涵盖课前准备、教学实施和评估反馈三个环节，通过整合多种智能体角色，为教师和学生提供全面的支持，从而构建高效、创新、以学生为中心的教学模式。

课前准备阶段，学情助手智能体生成学情报告，基于学情报告教师助手智能体提供基于数据支持的教学资源和课程规划支持。教学实施阶段，教学助手智能体结合知识图谱与多模态能力，解答问题并培养高阶思维；情感支持智能体关注学生情绪，提供情感支持；工程助手智能体培养学生工程思维。评估反馈阶段，评价助手智能体采集教学反馈，学习分析智能体生成个性化评价报告，辅助教师分析总结，优化教学内容和方法，提升教学的整体效果。

该框架以数据驱动为核心，通过实时反馈与情感关怀，促进学生知识学习、工程思维发展与高阶思维培养，构建了一个闭环且可持续优化的教学模式，为未来智能化教学提供参考。

3.2. 智启 STEAM 之光：智能小灯点亮跨学科探索之旅

“智启 STEAM 之光”课程面向高中生，围绕智能小灯的设计与实现开展项目式学习（见图 2），培养系统思维、设计思维与计算思维，提升跨学科整合能力、创新意识与团队协作精神。学生将综合运用物理、编程、建模等跨学科的知识，探索智能小灯的功能实现，理解照明技术的演进，并在自我表达和反思中，形成对社会责任的认识。本课程依托 GenAI 赋能的 STEAM 教育全流程框架（见 3.1），在课前准备、教学实施和评估反馈各环节均充分发挥智能体的支持作用，实现数据驱动、个性化学习与高效评估，构建闭环式教学模式。

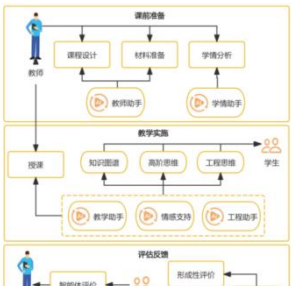


图 1 GENAI 赋能 STEAM 教育全程流框架

图 2“智启 STEAM 之光”教学活动

3.2.1. 教师助手智能体 教师助手智能体旨在帮助教师高效规划教学内容。其工作流程涵盖知识与技能梳理、课程安排制定、资源整合与课堂活动优化，提供激发学生创造力与高阶思维的教学建议。遵循内容准确性、学生适配度、教师友好性原则，确保内容精准、难度适宜、交互便捷。

3.2.2. 学情分析智能体 学情分析智能体旨在通过数据驱动的方式帮助教师全面了解学生的知识基础、技能掌握情况和学习需求，为教学设计提供科学依据。其工作流程（见图 3）依托对话流实现。引入阶段通过引导语激发学生的学习兴趣并减轻压力。测试阶段支持多种题

型（选择题、判断题、简答题），即时校验答案并提供个性化反馈，帮助学生加深理解同时积累数据供后续分析。

3.2.3. 教学助手与情感支持智能体的协作设计 本研究认为，情感支持智能体并非独立存在，而是与教学助手智能体深度融合共同嵌入教学活动，提供知识支持、任务指导与情感关怀。教学助手智能体结合检索增强技术精准地回应学生提出的问题，解决 GenAI 幻觉问题；情感支持智能体则负责情感分析和话语润色，实时检测学生的情绪状态，根据情绪反馈对解答内容进行优化调整，采用更恰当的语言表达。这种协作机制不仅学术难题，还能缓解学生的学习焦虑，增强学习体验与积极性（见图 4）。

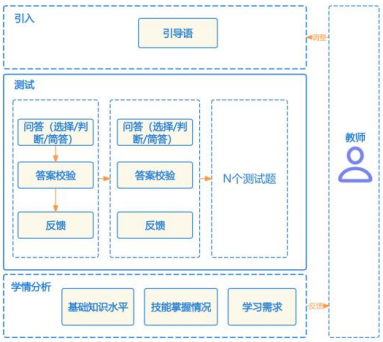


图 3 教学助手实现效果

图 4 教学助手实现效果

3.2.4. 工程助手智能体 工程助手智能体以 STEAM 教育中的工程设计流程为核心，指导学生完成问题确定、调查研究、方案设计、原型制作、测试优化、成果展示与反思八大步骤（见图 5）。其提供任务分解、方案建议与实时优化指导等，协助学生完成智能小灯方案的设计修改与实施，通过实际问题解决，促进工程思维的培养。

3.2.5. 评价助手智能体 评价助手智能体通过对话流实现，通过问卷调查收集学生对各智能体的功能性、交互体验、响应效率和满意度反馈，涵盖知识支持、工程实践指导与情感支持维度。结合量化评分与质性评价进行分析，为后续智能体迭代优化提供方向。

3.2.6. 学习分析助手智能体 学习分析助手智能体基于学生的初始学情分析，动态收集任务完成情况、问题解答频率、团队协作表现等数据，评估知识理解、技能掌握和跨学科整合能力。生成形成性评价与总结性评价，并整合为综合评价报告，为学生优化学习策略，教师调整教学设计提供数据支持。

3.3. 智能体优化飞轮：以“人在回路”为核心

“人在回路”强调将人的判断与决策融入人工智能系统的流程，形成闭环运行。基于这一理念，本研究提出了一种以“人在回路”为核心的智能体优化飞轮（见图 6），旨在通过人机协作实现智能体的持续优化和动态适配。

设计阶段，教师与系统设计者明确智能体功能与教学目标；数据手机阶段，系统自动记录智能体与学生的交互数据与反馈；迭代阶段，基于数据分析，用多种方式调整智能体，如提示词优化、检索增强、监督微调、基于人类反馈的强化学习等。

这一优化过程以教师的专业知识及数据为驱动，通过多轮反馈循环，构建高效、可持续发展的智能教育系统。

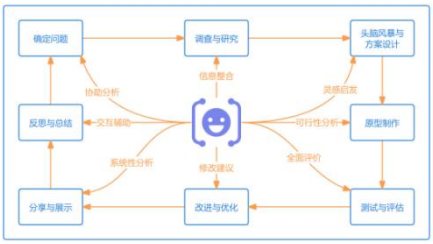


图 5 工程助手智能体设计

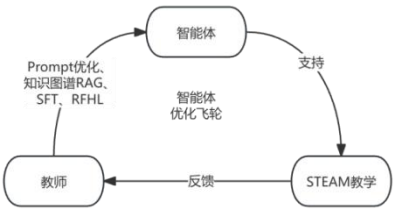


图 6 智能体优化飞轮

4. 总结与展望

本文以“智能小灯”STEAM 课程为案例，提出 GenAI 赋能的 STEAM 教育全流程框架，通过 多智能体协作 提升教学设计效率、个性化支持与情感关怀，实现教学、实践与评估的高效整合。研究表明，GenAI 在教学支持、工程实践引导和情感关怀方面具有应用潜力，为 STEAM 教育的跨学科整合与创新实践提供理论支撑。

然而，该框架尚未在真实教学环境中应用，其实际效果仍需实证研究验证。此外，GenAI 赋能的 STEAM 教育仍面临多重挑战，包括技术适配与基础设施需求、教师培训与适应、伦理与公平性问题等。未来研究应在真实课堂环境中测试该框架，并开展长期追踪研究，评估其对学生核心素养与职业发展的影响。同时，应推动教师培训体系建设，提升教师对 AI 辅助教学的理解与应用能力，并优化技术基础设施及数字化环境建设以支持智能化教学。

总之，GenAI 赋能的 STEAM 教育框架为跨学科教学提供了创新路径，随着技术进步与研究深化，该模式有望成为未来教育的重要实践方式，助力培养创新能力、批判性思维与社会责任感兼备的未来人才。

参考文献

石琬若 & 韩锡斌（2024）。生成式人工智能对学习分析研究的影响：现状与前瞻——2024 年学习分析与知识国际会议（LAK24）述评. **电化教育研究 (12)**, 113-120. doi:10.13811/j.cnki.eer.2024.12.015.

程薇, 杨淑婷, 汤倩雯, 张妍 & 殷子涵. (2024). 何以开展跨学科主题学习？来自整合 STEM 教育的研究启示. **现代教育技术 (12)**, 56-64.

朱立明 & 宋乃庆.(2022).STEAM 教育理念下深度学习测评指标体系构建研究.**四川师范大学学报(社会科学版)(04)**,125-133.doi:10.13734/j.cnki.1000-5315.2022.04.015.

刘安琪 & 李丽华. (2024). 以STEAM教育理念为导向的高校学前教育专业教学模式探究. **大学 (32)**, 83-86.

吴军其, 刘萌, 王嘉桐, 雷爽 & 吴飞燕. (2024). AIGC 辅助教师作文评价的效果研究——以九年级语文作文为例. **现代教育技术 (10)**, 53-64.

周立军, 吕海燕, 张杰, 赵媛 & 王丽娜. (2024). AIGC 赋能“计算机程序设计”课程教学创新与实践. **军事高等教育研究 (04)**, 90-95.

Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities. *National Science Teachers Association.*

Phung, T., Pădurean, V. A., Singh, A., Brooks, C., Cambronero, J., Gulwani, S., ... & Soares, G. (2024, March). Automating human tutor-style programming feedback: Leveraging gpt-4 tutor model for hint generation and gpt-3.5 student model for hint validation. *In Proceedings of the 14th Learning Analytics and Knowledge Conference (pp. 12-23).*

基于跨学科学习理论的项目式学习资源的设计与开发

——以高中生物《物质的跨膜运输》为例

Design and Development of Program-Based Learning Resources Based on Interdisciplinary Theory: A case study of "Transport of Substances Across Membranes" in High School Biology

李尤[1*]，李蔷薇[1]，张雅慧[1]，于思静[1]，徐伊瑶[1]

[1]华南师范大学 教育信息技术学院，广东广州 510631

[*]1138546520@qq.com

【摘要】 本研究借助乐高 SPIKE Prime 科创套装及其编程平台等工具，结合高中生物学科知识，设计开发生物与编程相结合的跨学科项目式学习课程资源，并开展模拟实验，以期验证该资源的教学效果。实验后对实验者进行访谈，结合反馈对该资源进行改进。结果表明，该资源难易程度安排得当、结构由浅入深、动手实践环节丰富，能够在培养学生的计算思维、跨学科知识迁移能力等综合核心素养中取得较好的效果。

【关键词】 跨学科；项目式学习；课程资源设计；教育机器人

Abstract: *This study aims to develop interdisciplinary program-based learning course resources that combine biology and programming by using the LEGO SPIKE Prime and its programming platform. The course resources are used to conduct simulation experiments to verify their effectiveness. After the experiment, interviews are conducted with the participants, and improve the resources based on the feedback. The results show that the level and the structure progresses of the resources are properly arranged. These resources can effectively cultivate students' computational thinking and interdisciplinary knowledge transfer abilities, among other comprehensive core literacy skills.*

Keywords: Interdisciplinary, Program-Based Learning, Course Resource Design, Educational Robots

1. 引言

跨学科主题学习是培育学生核心素养的重要途径，通常可以项目式教学为载体，有效培育新时代创新人才。教育部印发的《义务教育课程方案（2022 版）》中明确指出，“各门课程原则上要用最少 10%的课时设计开展跨学科主题学习”。本研究以高中生物《物质的跨膜运输》为例，设计开发跨学科理论的生物与编程相结合的项目式学习课程资源，以期探究该资源在跨学科教学中的应用效果。

2. 基于跨学科理论的项目式学习课程资源设计与开发

2.1.项目式学习课程资源设计

2.1.1.学情分析 为充分了解当下高中生跨学科学习现状等内容，笔者团队针对本文研究设计《生物及编程跨学科学习情况调查问卷》，共回收有效 114 份。其中，45%的同学明确教师没有开展跨学科教学的情况，但 73%的学生表示自己愿意学习编程机器人并开发程序。基于问卷了解学生有以下特点：具备生物学基础、编程能力较弱。因此，本研究将注重以下方面：“螺旋式上升”的课程难度、注重编程实践、丰富实践活动。

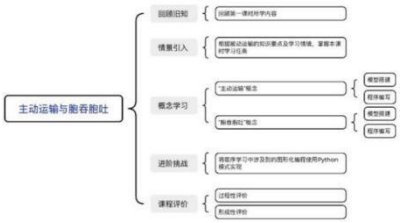
2.1.2.教学目标 跨学科学习的目标需要为教学活动指明航向，也要为学习活动的最终评价标准提供有力依据（徐广华，2023），新课标要求教学活动更加注重培养学生的创新精神和动手实践能力（黄晓燕，2023）。本研究围绕最新高中课程标准，凝练本教学资源的教学目标，如表 1 所示：

表 1 教学目标设计表

课时	教学目标
《被动运输》	1. 准确阐述知识点“流动镶嵌模型下细胞膜的主要构成——磷脂分子和蛋白质分子”，明晰在编程过程中需要使用到“选择”逻辑结构并自主完成程序设计。 2. 借助乐高 SPIKE Prime 科创套装中的积木零件搭建合理模型；利用 SPIKE 3.4.3 软件进行图形化编程，设计并实现转运蛋白在物质被动运输过程中识别并判断是否转运物质的功能。 3. 培养学生运用计算思维解决生物问题的跨学科学习能力、数字化学习与创新能力。
《主动运输与胞吞胞吐》	1. 准确阐述主动运输与胞吞胞吐的定义，明晰被动运输、主动运输及胞吞胞吐的区别，明晰在编程过程中需要使用到“选择”逻辑结构并自主完成程序设计。 2. 借助乐高积木零件，搭建模型，并进行图形化编程，设计并实现对应功能。 3. 培养学生运用计算思维解决生物问题的跨学科学习能力、数字化学习与创新能力。

2.1.3.课程框架 本套课程资源共分为两个课时，第一课时为《被动运输》，第二课时为《主动运输与胞吞胞吐》。基于学情分析和教学目标，笔者团队设定了项目的驱动性问题：“细胞是如何通过控制物质跨膜运输来保证新陈代谢，并不断适应环境变化的？”，结合课本内容，以驱动问题引导学生思考，课程框架如下表 2 所示。

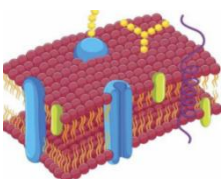
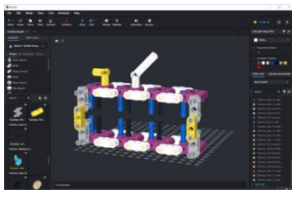
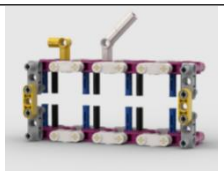
表 2 课程框架设计表

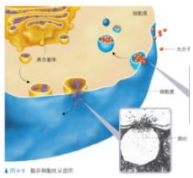
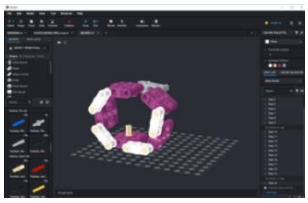
课时 1	课程框架图	课时 2	课程框架图
《被动运输》		《主动运输与胞吞胞吐》	

2.2.乐高模型的设计与搭建

2.2.1.细胞膜与囊泡模型 流动镶嵌模型认为，细胞膜主要由磷脂分子和蛋白质分子构成，且具有一定的流动性。细胞膜生成的囊泡将生物大分子“包裹”起来，细胞膜内陷形成“小囊”包裹大分子，小囊分离进而形成“囊泡”。笔者借助乐高科创套装，设计搭建细胞膜的简易模型，模型如下表 3 所示。

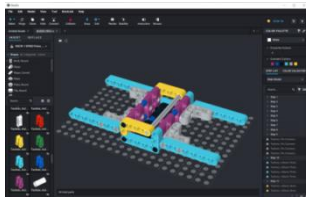
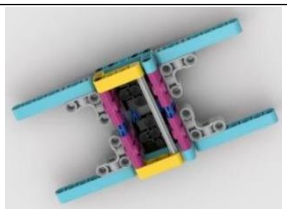
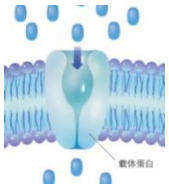
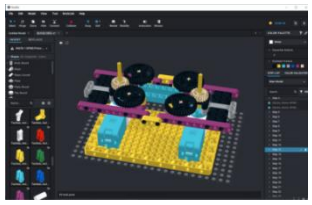
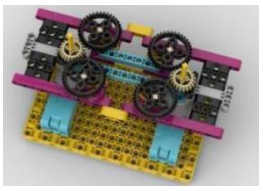
表 3 细胞膜模型设计对比图

名称	原型示意图	设计图	渲染图
细胞膜			

囊泡			

2.2.2.通道蛋白与载体蛋白模型 通道蛋白和载体蛋白都为是细胞膜上的转运蛋白质，通道蛋白只容许与自身通道的直径和形状相适配，大小和电荷相适宜的分子或离子通过；载体蛋白只容许与自身结合部位相适应的分子或离子通过，。两种蛋白的模型如下表 4 所示。

表 4 通道蛋白模型设计对比图

名称	原型示意图	设计图	渲染图
通道蛋白			
载体蛋白			

2.3.编程资源的设计与开发

2.3.1.判断物质是否能通过的图形化编程程序设计及解析 基于通道蛋白和载体蛋白判断物质的条件，并结合上一小节中笔者设计的两种蛋白模型。此环节的编程需要实现的功能是：选取颜色、形状各不相同的积木块代表不同物质，借助颜色传感器对“物质”进行识别并进行判断，具体程序内容及解析如下表 5 所示：

表 5 两种蛋白图形化程序设计及说明

蛋白名称	详细代码	代码实现功能
通道蛋白选择判断物质过程		若“物质”颜色符合条件，则在智能集线器的屏幕上显示笑脸、绿灯，播放“鼓掌”音效；反之则在屏幕上显示哭脸、红灯，同时播放“警报声”的音效表示“物质”无法通过通道蛋白。
通道蛋白选择判断物质过程		若“物质”颜色符合条件，则屏幕显示笑脸、绿灯并播放“鼓掌”的音效。同时电机启动并带动齿轮转动，齿轮结构的相互啮合代表物质与载体蛋白的结合运载过程；反之屏幕显示哭脸、红灯，播放“警报”音效，电机不启动。

3. 基于跨学科理论的项目式学习课程资源应用与效果

3.1. 课时部分实验过程

笔者团队按照原定教学设计流程开展实验。两人为一组，共四位实验者跟随教师引导完成学习。完成本节学习后进行两份课后测试题检测学习效果，并填写过程性评价表。

3.2.实验效果及分析

3.2.1.课后小测与分析 本研究参考人教版高中生物必修 1 第四章《物质的输入与输出》课后客观题，融合信息技术素养能力的要求，编制了《课后小测 1》与《课后小测 2》。通过检测，四名实验者的生物学科知识客观题正确率为 96%，表明实验者通过项目式学习能够较好地掌握课程资讲授的重点生物学知识。针对信息素养的两道主观题，四名实验者都能够准确写出答案。

3.2.2.过程性评价分析 本研究参考由张学军等（2022）编制的《融入计算思维的高中机器人项目式学习评价量表——基于 PTA 视角》，融入课程学习目标编制了过程性评价表。课后，笔者团队收集四位实验者的过程性评价表，取自评、互评、教师评三项成绩的均值作为过程性评价成绩。四位实验者的最终成绩分别为 53.67、55.33、49.67、46.67，可以看出四位实验者的表现均较好，表明该套教具能够有效培养学生的计算思维、小组合作能力等综合能力，锻炼培养自己的计算思维。

3.2.3.访谈情况与分析 模拟实验结束后，笔者邀请三位实验者面对面访谈，访谈内容包括：学生对跨学科学习的态度、此课程资源是否可以有效帮助学生生物学科及编程的学习、计算思维的培养及感受。

实验者 1 表示，合理丰富的跨学科项目式教学活动可以激发学生的学习兴趣，使学生能够对跨学科学习持有积极乐观的态度。实验者 2 表示编程教学可以有效培养学生的计算思维，图形化编程可以让学生无需担心编程语法，关注借助计算思维理解对应生物知识点。实验者 3 表示本套教具及课程资源流程及内容设计合理，知识结构难易程度适当。

4. 结论

本文设计开发了基于跨学科理论的乐高 SPIKE Prime 套装项目式学习教学流程及配套课程资源，并开展模拟实验以验证教学效果。此课程资源能够有效培养学生的计算思维、小组合作能力及动手实践等综合能力。但跨学科的教具创新不止步于此，教育工作者更应跟随时代发展，积极运用先进技术融入教具设计中，为培养学生跨学科能力奠定基础。

参考文献

义务教育课程方案（2022 年版）[J].基础教育课程,2022,(09):72-80.

张礼娟(2023).语文跨学科学习策略探究——以《明月几时有》教学为例[J].全国优秀作文选(写作与阅读教学研究),(04):10-12+16.

张学军,岳彦龙,袁亚娜,等(2022).融入计算思维的高中机器人项目式学习评价量表的制定——基于 PTA 的视角[J].电化教育研究,43(09):80-88.DOI:10.13811/j.cnki.eer.2022.09.010.

徐广华(2023).跨学科主题学习的目标设计：基本要点、设计理路与呈现样态[J].教育理论与实践,43(29):13-17.

黄晓燕(2023).新课改下高中生物教学中渗透环境教育的方式探究[J].考试周刊,(49):111-115.

基于 Agent 的 STEAM 教学设计—以海滨筑帆记为例

A STEAM Teaching Design Based on Agent——Seaside Sailing Chronicles

刘桢桢[1]，谭文欣[2]，吴永和[3*],曹畅[4]，王扣琪[5]
[12345]华东师范大学教育信息技术学系
*yhwu@deit.ecnu.edu.cn

【摘要】 近年 STEAM 教育蓬勃发展，本文提出了一种基于 Agent 的 STEAM 教学设计。该教学设计引入了 Agent 技术同时运用知识图谱、3D 打印等技术，实现了教学过程的智能化、个性化和互动化，为学生提供了一个更加丰富、高效的学习环境，同时也进一步完善了 STEAM 课程的评价体系。通过具体的教学案例分析，探讨了该教学设计的设计思路与实施效果，为 STEAM 教育的课程与教学设计提供了新的思路和方法。
【关键词】 STEAM 教育；Agent；教学设计；多元评价；个性化学习

Abstract: *Against the backdrop of the booming development of STEAM education, this paper proposes an Agent - based STEAM teaching design. By introducing Agent technology and simultaneously applying technologies such as knowledge graphs and 3D printing, this teaching design realizes the intelligence, personalization, and interactivity of the teaching process. It provides students with a more enriched and efficient learning environment and further improves the evaluation system of STEAM courses. Through the analysis of specific teaching cases, the design ideas and implementation effects of this teaching design are explored, offering new ideas and methods for the curriculum and teaching design of STEAM education.*
Keywords: STEAM education, Agent, teaching design, multi-dimensional evaluation, personalized learning

1. 引言

科技的迅猛发展，让社会对具备创新及跨学科能力人才的需求日益剧增。传统教育模式在培养此类人才方面暴露出短板，难以契合时代发展的需求。随之，创新 STEAM 教育成为重要方向。而本研究致力于引入 Agent 技术，打造一种全新的 STEAM 教学模式，为教育领域注入新活力，开辟创新人才培养的新路径。

2. 理论基础

2.1. STEAM 教育

STEAM 教育，是一种集科学、技术、工程、艺术、数学等多学科领域元素为一体的教育模式，强调知识与能力并重，具有跨学科性、情境性、合作性、创新性等特点。(齐成龙,李玉颖,2023)由于 STEAM 教育符合我国对实践型、创新型人才培养的紧迫需要，2015 年教育部在《关于“十三五”期间全面深入推进教育信息化工作的指导意见（征求意见稿）》中提出，“探索 STEAM 教育、创客教育等新教育模式”，展开了对 STEAM 教育及其课程实践的本土化探索。(田曦,付亦宁等，2023)目前 STEAM 教育在全球范围内迅速发展，各国根据自身需求推动 STEAM 教育，但 STEAM 教育也正面临着众多挑战。

基于以上背景，本研究设计主要解决 STEAM 教育模式目前存在的三个问题：

（1）如何设计一个新型 STEAM 教学模式，确保学生在跨学科项目实践中不仅提升创新、批判性思维及技术能力，还能具备人工智能素养，培养未来社会所需复合型人才？

（2）如何构建一个能够促进学生、教师与工具三者之间高效共创互动的新型教学环境，从而显著提升深度学习与个性化成长的效果，优化教学效果与学习体验？

（3）在实施评价时，如何避免传统单一评价方式，形成全面多维度的评价体系？

2.2. Agent 的教育应用

Agent 是指在教育领域中可执行特定任务和功能的计算机程序或系统。在教育软件里，它扮演着“智能代理”的角色，学生经由与之互动来获取知识并传授所学，进而推动深度学习和知识理解（Biswas 等，2005）。Agent 不仅能提升学生参与度与支持，还大幅减轻教师行政负担，使其更聚焦课程开发与研究(Cunningham-Nelson 等，2019)。在 STEAM 课程中，Agent 发挥独特作用，如通过自然语言交互、知识推理、数据分析等能力，为学生提供个性化、智能化的服务，帮助学生在项目实践中获得即时指导和反馈，促进深度学习和理解。

2.3. 知识图谱与 3D 打印

知识图谱是一种通过整合和组织多领域数据、连接不同数据集来提升知识可用性与智能化水平的结构化语义知识库。3D 打印是快速成型技术的一种，它以数字模型文件为基础，使用可粘合材料，通过逐层累积的方式制造产品的工艺。

知识图谱和 3D 打印技术在 STEAM 教育中发挥了重要的推动作用。知识图谱整合了多学科知识，构建了结构化的知识网络，以促进跨学科理解，提升项目化教学质量，并为教师提供数据支持，辅助教育研究和创新。3D 打印技术则通过材料多样化、便携化和智能化的特点，促进创新教育，培养学习者的创造性思维，让课程内容更贴近现实，吸引学生置身于仿真的问题场景中积极主动投身学习。两者结合进一步优化了 STEAM 教育的实践模式，激发学生的创新思维，推动教育向智能化、个性化方向发展。

3. 基于 Agent 的 STEAM 教学设计——以“海滨筑帆记”为例

基于目前的 STEAM 教育的局限性，我们提出了一种新的教学模式，使其与 Agent 深度融合，同时运用知识图谱、3D 打印等技术进行教学设计，以提高课堂效率与学生体验。

3.1. 教学目标

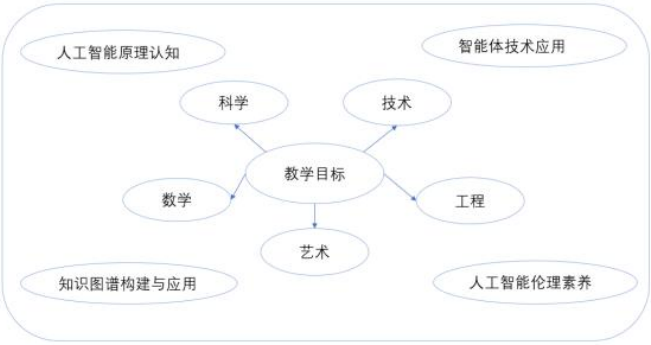


图 1 STEAM——人工智能素养图

STEAM 五要素融合教学目标。在整个教学设计中将具体的任务与五要素相结合，以问题为中心培养学生的知识与能力。与此同时，注重培养学生的人工智能素养。Science 为人工智能原理提供理论，其方法辅助智能体开发测试、构建知识图谱，伦理问题引导学生思考；Technology 借编程等技术实现算法，助力智能体及知识图谱应用，加深原理认知；Engineering 用工程思维助学生将人工智能算法、模型视为系统，构建原理框架；Art 在认知原理上提供创意，提升智能体体验，在知识图谱展示中发挥作用，借艺术作品引发伦理思考；Mathematics 是理解原理的核心，为智能体决策优化量化，以图论助力知识图谱，其严谨性培养学生理性看待伦理问题。所以，教学目标融合了 STEAM 课程五要素也着重培育学生人工智能素养。

3.2. 教学设计

3.2.1. 总体概述

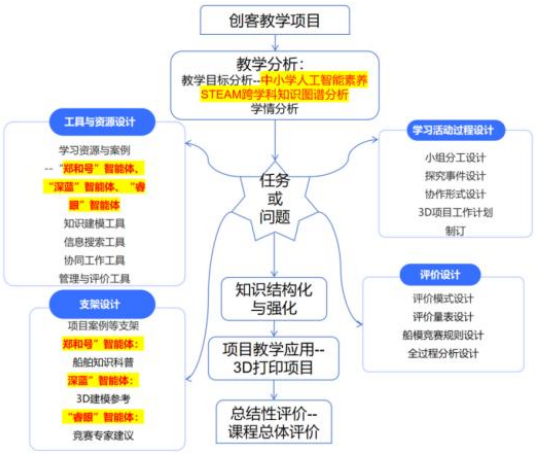


图 2 整体框架设计

（1）教学分析：在教学设计前期，教师需要对以下三个方面进行细致分析：教学目标、学情分析、跨学科知识图谱(学习内容)。

（2）学习任务设计：整个 STEAM 教学设计模式的核心和立足点。学习任务可以是问题或项目。它们代表连续性的复杂问题并要求学习者采取主动、建构和在真实情境下的学习方式。

（3）工具与资源设计：基于人工智能技术开发多智能体系统，结合 3D 打印、知识图谱等工具，辅助 STEAM 课程的全过程教学，提升教学效率与个性化学习体验

（4）学习支架设计：教师既要把控教学各环节，又要从课堂主导转为辅助，助力学生意义建构。因此针对学生困难开发多智能体提供教学支架帮学生在最近发展区学习与解决问题。

（5）学习活动设计：STEAM 学习活动设计是教师依据教学目标、内容和情境，灵活设计小组分工、探究事件、协作形式及 3D 项目计划等学习活动，促进学生通过实践参与学习

（6）学习评价设计：STEAM 教学侧重于培养学习者解决实际问题的能力，更关注学习者的真实能力。评价过程改变单一评价方式强调多元评价主体、形成性评价、学习过程的评价。

（7）知识结构化与强化：项目结束后，通过教学总结将零散知识系统化，尤其注重跨学科知识的整合与应用，以解决现实问题。

3.2.2. 基于 Agent 的智能交互设计 以“海滨筑帆记”项目式教学单元为例，该单元具有强综合性与实践性。通过多阶段任务，引导学生深度参与帆船设计制作，培养创新与实践能力。教学中引入“郑和号”“深蓝号”“睿眼”三个智能体，分别在不同阶段承担特定教学任务，助力教学开展。

第一阶段，学生学习船舶的历史基础，深入探究中国造船工艺与航海文化。“大任务 1”引导学生进一步理解“中国船舶历史”。智能体“郑和号”担任智能导师、搜索引擎、聊天伙伴和优化与创作助手帮助学生拓展对中国航海发展及现代船舶科技的认知。“大任务 2”学生构建跨学科知识图谱，把船舶知识应用于船模设计。智能体“深蓝”作为智能导师与优化助手，提供建模知识，分析学生设想可行性，引导协助构建模拟船舶，启发学生思考。“大任务 3”为创新成果汇展竞优，学生展示船舶设计建模亮点，反思设计问题。智能体“睿眼”充当智能导师、创作助手与评价导师，为学生作品评价与改进提供建议。

3.2.3. 个性化学习路径规划 STEAM 教学中，教师既要把控教学，又要转为辅助，助力学生建构知识。由于学生问题解决路径和困难不同，教师需及时反馈指导，设置控制点规范学习。为此，开发多智能体提供全程教学支架，对学生在最近发展区学习意义重大。将智能体纳入评价体系，形成教师、学生自评互评、智能体多元参与的评价机制。智能体通过数据分析，提供客观即时反馈，精准评价学生学习成效，促进学生成长，提升教学质量。评价量表从 3D 打印作品、团队协作、人工智能素养三方面考察，全面评估学生表现。

3.2.4. 知识图谱构建 知识图谱的构建在学生学习和教师教学方面提供了有力的支持与帮助。在船舶领域学习中，知识图谱对学生意义重大。该领域涉及多学科分散知识，知识图谱以可视化呈现，助力学生整合碎片化知识，如在船舶设计中，展示数学、工程、艺术等学科知识的关联，加深理解与记忆。面对复杂问题，如船舶性能优化，知识图谱帮学生定位影响因素节点，按关联路径分析，培养系统性思维与问题解决能力，减少对教师依赖，提升自主学习效果。于教师教学而言，课程设计之初，教师可以借助它梳理课程知识、把握结构与类型。

3.2.5. 3D 打印技术与 Agent 的融合应用《海滨筑帆记》课程中，3D 打印技术与 Agent 的融合应用为教学带来了创新与提升。在船舶模型制作中，3D 打印技术发挥重要作用。学生用专业软件设计船舶模型后，借助 3D 打印将虚拟设计转化为实体，清晰展现船舶结构与外观，使复杂船体形状与舱室布局的设计细节得以精准呈现。而智能体 Agent 为 3D 打印全流程提供支持。模型设计阶段，面对学生在 3D 建模软件（如 3D one）操作上的困惑：图形绘制、视图调整及模型导入 3D 打印机等。智能体以智能导师和搜索引擎角色，提供详细解决步骤，保障设计顺利推进。打印完成后，Agent 助力船舶性能测试与优化。智能体依据船模，结合船舶性能测试知识，引导学生制定测试方案、分析航速、稳定性、载重等数据，明晰模型实际性能与设计预期的差距。如果性能欠佳，智能体回溯设计流程，为学生提供优化方向，并在软件中模拟效果，实现设计迭代。

3.2.6. 多元评价主体 将智能体作为评价主体之一，融入现有的评价体系中，形成教师、学生自评、互评及智能体多元参与的全面评价机制。智能体通过数据分析与评价量表（包括 3D 打印作品评价、团队协作评价、人工智能素养评价三个方面）提供客观、即时的反馈。精准评价学生学习成效，促进学生全方位成长，提升教学质量与效率。

4. 总结与展望

本研究设计是基于 Agent 的 STEAM 教学模式，通过引入 Agent 技术，实现了教学过程的智能化、个性化和互动化，为学生提供了一个更加多维高效的学习环境。同时进一步完善 STEAM 课程评价体系，实现师生机三者多元评价体系。但教学实施过程中仍存在技术设备不足、教师专业素养有差异等问题，需在后续研究实践中解决，未来我们将持续探索完善 STEAM 教学模式，加强教师培训、优化教学资源，助力 STEAM 教育发展。

参考文献

齐成龙 & 李玉颖（2023）。STEAM 项目式教学：内涵意蕴、价值向度与运用示例。**自然辩证法通讯**, 45, 106-113。

田曦，付亦宁 & 尹利和（2023）。“观为得”三轮驱动下 STEAM 课程设计框架探析。**教学与管理**, 69-73。

Biswas, G., Leelawong, K., Schwartz, D., Vye, N., & The Teachable Agents Group at Vanderbilt. (2005). LEARNING BY TEACHING: A NEW AGENT PARADIGM FOR EDUCATIONAL SOFTWARE. Applied Artificial Intelligence, 19, 363 – 392.

Cunningham-Nelson, S., Boles, W., Trouton, L., & Margerison, E. (2019). A review of chatbots in education: Practical steps forward. In 30th Annual Conference for the Australasian Association for Engineering Education (AAEE 2019): Educators Becoming Agents of Change: Innovate, Integrate, Motivate. pp. 299-306.

促进创客型教师思维发展的师范生同伴互评活动设计与实践研究

A Study on the Design and Practice of Peer-to-peer Assessment Activities for Teacher Trainees to Promote the Development of Maker Teachers' Thinking

吴越[1]，胡启慧[1*]，逯行[1]
[1]浙江师范大学
[*]huqihui@zjnu.edu.cn

*基金项目：本文为浙江师范大学2024年度教学改革重点项目“设计·跨界·创新：面向跨学科教育人才培养的项目化教学改革实践探索”的阶段性研究成果。

【摘要】 目前，创客教育的师资匮乏已经成为创客教育的主要问题与挑战。教育技术学专业的学生作为未来创客教师的主力军，其创客型教师思维的培养十分重要。本研究通过准实验设计探究同伴互评活动对于培养创客型教师思维的效果。根据同伴互评效果影响因素，构建新的同伴互评框架。根据创客教育的核心理念，本研究聚焦于创客型教师思维的创新、计算与反思思维三个方面。结果显示，实验组在各思维维度上的提升幅度显著大于对照组，表明同伴互评能有效激发学生创新灵感、优化计算思维策略并深化反思习惯。
【关键词】 创客型教师思维；同伴互评；创客教育

Abstract: *At present, the lack of teachers in maker educator has become the main challenge of maker education. As the main force of future maker teachers, it is very important for educational technology students to cultivate their maker teacher thinking. This study explores the effect of peer-to-peer assessment activities on the development of maker teachers' thinking through a quasi-experimental design. Based on the factors influencing the effectiveness of peer-to-peer assessment, a new framework was constructed. Based on the core concepts of creativity education, this study focuses on three aspects: creative, computational, reflective thinking. The results show that the experimental group improved significantly more than the control group in each thinking dimension.*
Keywords: maker teacher thinking, maker education, peer-to-peer assessment

1. 前言

自2014年“创客”一词首次出现在政府工作报告中，创客教育迅速成为教育领域的热点。随着“大众创业，万众创新”国家战略的推进，创客教育的重要性日益凸显，创客竞赛、论坛、机构和空间不断涌现。《教育信息化“十三五”规划》明确指出，要积极探索信息技术在创客教育等新模式中的应用，提升学生的创新意识和能力。然而，创客教育的快速发展也暴露了师资匮乏的问题。目前，创客教育的实施者主要有两类：一类是早在“双创”目标提出前就开始探索的教育创客，另一类是中小学信息技术与通用技术教师，他们中的大多数之前并未接触过创客教育（董同强和马秀峰，2018）。真正能引领创客课程的创客型教师数量严重不足，这已成为创客教育发展的主要挑战。

创客型教师思维涉及计算思维、创新思维和反思思维等多方面品质，是创客教师的核心能力，也是教育技术学专业师范生未来职业道路上的核心竞争力。教育技术学专业本科生作为未来教育改革的主力军，将在创客教育领域扮演重要角色。他们不仅具备扎实的技术基础和教育设计能力，还融合了教育学、心理学、计算机科学等多学科知识，能够应对未来教育挑战。《全面深化新时代教师队伍建设改革的意见》等文件强调了建设高素质、专业化、创新型教师队伍的重要性。教育技术学专业师范生凭借其综合能力，将成为未来创客教育实施中

的重要力量。因此，培养具备创客思维的教育技术学专业师范生，对于推动创客教育的深入发展，实现教育现代化目标具有重要意义。

《深化新时代教育评价改革总体方案》强调了改进结果评价、强化过程评价的重要性。同伴互评作为一种形成性评价方式，将评价主体从教师转变为学生，能够充分调动学生学习的内在动机，促进学生对新知识的建构和深入理解。在传统的《创客教育基础》课程中，学生提交作品后通常只能获得教师的评价，缺乏互动和深入反馈。本研究通过引入同伴互评机制，优化这一教学模式，以促进学生创客型教师思维的发展。同伴互评不仅是一种评价工具，更是一个促进深度学习和反思的学习平台。它允许学生在提交作品后，不仅接收到教师的评价，还能从同伴那里获得反馈。这种互动评价的过程鼓励学生批判性地思考自己和他人的工作，识别创新点和潜在的改进空间，这对于培养他们的创新思维和反思能力至关重要。因此，同伴互评不仅为创客教育提供了一个实践平台，也是实施创客教育的有效教学策略，有助于提升学生的高阶思维。

2. 创客型教师思维

创客教师，也称创客型教师、创客型师资，是指服务于教育，能够利用资源将创意转换为作品并将其转换为课程的教师（王怀宇等人，2016）。创客教师要能够开展创客课程、指导学生进行创客活动。创客教师首先自身是一名超级创客，同时具备创新能力和实践能力，能够和学生并肩创作（杨现民和李冀红，2015）。其次创客教师还能够给学生以启迪，他们是学生学习和创新的引导者、激励者和实践的推动者。因此创客教育的核心即培养学生的创造力、实践及解决问题能力。

创客思维是创客所具备的典型思维品质，而创客型教师思维是创客型教师应具备的思维品质。创客型教师的角色特点决定了创客型教师思维是创客思维与当代教师所具备的核心思维品质的交集。这些思维品质并非创客所独有，但高度体现了创客在思维层面的共同属性；这些思维品质也并非教师思维的全部内容，但集中反映了当代教师思维养成的关键部分（吴艳茹和唐耀辉，2022）。

国内关于创客教师专业素养的研究主要集中于能力与知识结构方面，关于创客型教师思维的研究极少。吴艳茹等认为创客型教师应具备设计思维、创新思维、批判思维、成长思维、合作思维、关心思维。龙丽娣认为创客型教师应具备设计思维、工程思维、计算思维等。李彤彤等认为创客型教师应具备创新思维、设计思维、联通思维、团队精神、工匠精神、尝试精神。根据创客的角色特点以及创客教育的核心理念，本研究主要关注其中创新思维、计算思维和反思思维这三个方面，如图 1 所示。

（1）创新思维

创新思维也称创造性思维，是创客教育的核心目标之一（Pesout&Nietfeld，2021）。创客型教师的创新思维是更高级的，因为它不仅包括个人的创新实践，还包括了对教育过程的深刻理解和对学生创新潜能的培养。

创客型教师首先自身就是一名创客，这意味着他们不仅要具备创新意识和创新能力，还要能够在实践中不断探索和实现新的想法。创新思维是创新意识和创新能力的重要基础与前提条件。换句话说，创新思维这种素质在整个创新人才培养过程中确实具有基础性（或奠基性）的意义与作用（何克抗，2016）。其次，创客型教师还要去培养学生的创新思维、创新意识、创新能力，这要求他们不仅要在个人层面上进行创新，还要在教育实践中引导学生发展这些能力。在创客教育中，创新思维是核心，它鼓励教师不断探索新的教学方法和学习策略，以培养学生的创造力和解决问题的能力。创新思维的教师能够激发学生的好奇心和探索欲，推动教育实践的不断革新。

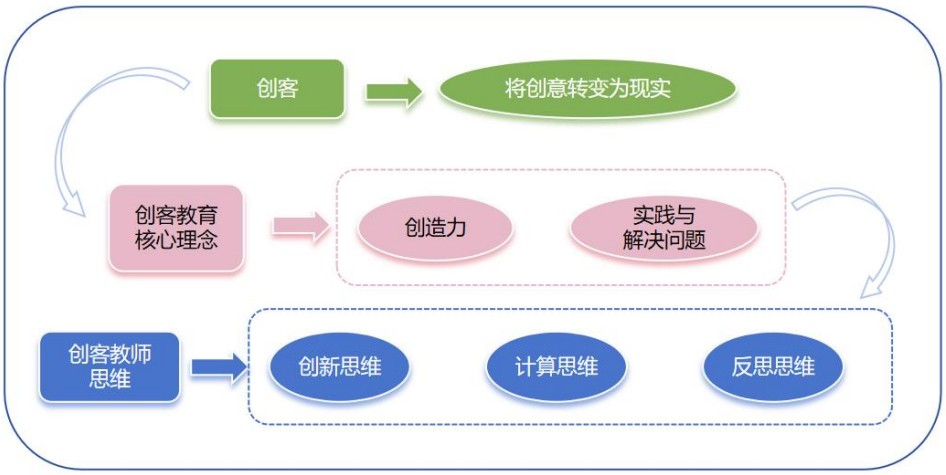


图 1 创客型教师思维

（2）计算思维

国内外研究者对计算思维的概念认识不尽相同，但均与问题解决相关。周以真教授将计算思维定义为“一种解决问题及其解决方案所涉及的思想过程，这类过程便于将问题与解决方案用一种可由信息处理代理有效执行的形式来表示”。

创客教育的核心之一在于实践和问题解决，这一点与计算思维在教育中的应用紧密相关。2018 年，ISTE 颁布的《教育者标准：计算思维能力》提出教育者需深入理解计算思维的概念，完善计算思维核心知识（如问题分解、收集和分析数据、抽象、算法设计以及计算如何影响人类社会生活），并将计算思维整合到其他学科中。创客型教师的计算思维更强调跨学科整合能力和项目实践能力，以及在真实问题情境中运用计算工具和方法的能力。教师能够引导学生从真实世界中发现问题，并运用计算思维进行分析和解决。在真实问题情境中运用计算工具和方法的能力，是创客型教师计算思维的关键能力之一，它要求教师能够将计算思维的教学与学生的实际生活经验相结合，提高学生解决现实问题的能力。

（3）反思思维

反思性思维（Reflective Thinking）最早由杜威在 1933 年提出，他将其定义为个体对于信念或假设性的知识，按照其所依据的基础和进一步导出的结论，所进行的主动、持续和周密的思考。他认为反思性思考的过程始于一个人的困惑，这促使他们寻找解决问题的解决方案。因此反思的过程就是问题解决的过程。

本研究认为反思性思维是一种深入的自我审视过程，它涉及到对个人行为、信念和假设的持续和周密的思考。我国古代教育学家孔子认为，静默反思允许一个人检查、理解、确认和验证一个人在社会中存在的质量。这种思维方式要求个体对自己的思考进行再次思考，推敲、审验和评估已有的观点及其推导过程，核查可能存在的偏见和妄念。

在教育领域，这种自我反思的能力对于教师尤为重要。反思性思维是创客型教师不可或缺的专业能力。它不仅帮助教师在教学设计中进行深入的自我审视和策略优化，而且在实践中面对新挑战时，提供了一种灵活的问题解决框架（Rowland，1993）。创客教师在实际实践中面临的大多数新问题都超出了他们只能应用从书本和课堂上学到的专业知识的范围。因此，许多问题对创客教师来说都是新的。Schön 认为，问题解决者不太可能通过严格遵循理论、技术或系统程序来处理新问题中的所有可能情况。相反，他发现问题解决者依赖于“一种即兴创作，在他们自己设计的策略中进行发明和测试”。在即兴创作、发明和测试策略的循环中，教师有必要将反思付诸实践。

3. 同伴互评流程设计

3.1. 同伴互评

Topping 认为，同伴互评指的是学习者需要对同一学习环境中其他同伴的学习成果或学习效果的水平、质量、价值等进行等级评价或评论。通过对 26 篇相关文献的分析，本研究认为以下因素会影响到同伴互评活动的成功开展：

1.评价标准

学生对标准的理解是形成性评估富有成效的基础（Tillema et al，2011）。在以教师为主体的评价当中，教师凭借着对于教学目标的理解和把握制定了评价的标准。学生使用评分规则本身很困难。同伴互评中，学生是评价的主体。学生的期望和目标可能与教师的目标可能不同（Topping，1998），因此教师需要更加明确评价标准，让学生站在教师的角度思考问题（马玉慧等人，2016），保证学生的注意力集中在目标上，而不会偏离目标。Li 的研究表明，在互评开始前的评分标准解读、举例，使学生充分地了解评分标准，帮助学生更好地进行互评活动（Li L et al，2010）。对标准要进行描述性的说明、细分等级标准等都能够在一定程度上提高了同伴互评的有效性（范逸洲等人，2018）。

2.评价前的培训

训练包含评价前提供信息和预备活动，可以是正式的互评或非正式的对话反馈。在没有任何培训和指导的情况下，学生同伴评价的信度和效度都较低，其制定的评价标准，彼此之间有很大不同，而且与教师的评价标准也有较大的出入（马玉慧等人，2016）。Berg、Min、张荔等学者的研究表明，培训能够提高互评评语的质量和数量。在提高学生评价能力的同时，教学效果也得到了提升。范逸洲等人认为，学生对于标准的熟悉度会影响评价的有效性。培训则正是一种让学生熟悉标准的有效方式（范逸洲等人，2018）。

3.学习者

学生对于人际关系的把握以及性格特点会影响互评的结果。舒存叶的研究表明在互评过程中影响评分的最大因素是人际关系；影响评语的最大因素是人际关系和署名方式，两因素相互影响。Chen 等研究者分析认为，学习者对人际关系的感知水平，如心理安全、多样化的价值、信任与社会依赖等会影响其对同侪互评过程的计划与实施。学者 Carson 和 Nelson 在研究中指出，中国学生最突出的特点是不爱说话，经常保留对其他群组成员构成伤害的评价。因此学生更喜欢匿名方式，因为它可以保护隐私，提供更大的心理安全感，减少评分偏差，并且他们认为匿名对他们的学习更有益。研究表明，使用匿名方式评价，学习者无论在评价时的焦虑，还是自我验证、被监督感等方面都会降低，也就是说会有较高的心理安全感（马玉慧等人，2016）。但匿名并不总是有积极影响，可能会造成学生责任感、自我约束度下降的情况（Panadero&Alqassab，2019），因此，本研究将采用匿名与实名结合的方式。

4.活动设计

Topping 认为，同伴互评在设计时要增加多样性和兴趣，活动和互动性，认同和联系，自信和对他人的同情。活动的安排设计、内容方式等会影响到学生的参与度和态度。灵活的同伴反馈过程可以满足学生不同的学习需求和对给予和接受反馈的态度。部分学生可能只是把同伴互评当作教师布置的一项任务，在讨论中缺乏互评的积极性，互评时难以做出具体、细致的评论，结果使评论流于表面形式（赵金桂，2012）。但是有趣味性的内容和方式能够激发学生的兴趣。其次，一对多的评价中，由于一个学生可能面临着较多的作业，导致一些学生产生认知负荷，无法认真仔细地作出客观的评判。因此限制评价的时间和地点，可以减少相关因素的影响，提高评价的质量。

3.2. 流程设计

本研究基于已有模型，综合考量相关文献中梳理出的同伴互评的关键影响因素，结合对于课程内容、学习者特征及学习环境进行的教学分析，设计如下流程，如图 2 所示：

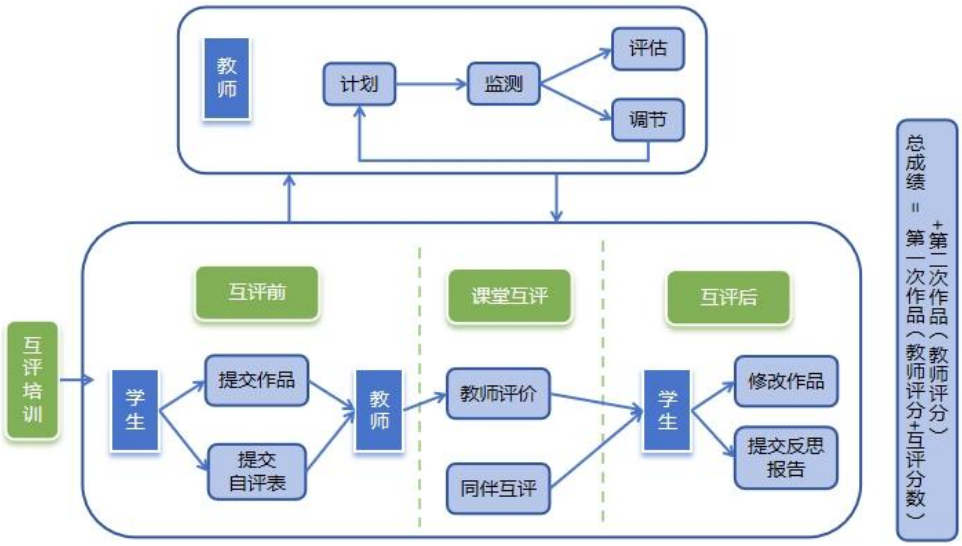


图 2 同伴互评流程图

在教师教授课程的过程中，借助学生的平时作业作为媒介，展开互评培训。对于学生的平时作业进行详细分析，结合优秀作品以及典型问题，由浅入深地引导学生进行互评的练习。此外，依据学生作业中的典型错误及培训中浮现的问题，对评价标准的细节进行修订与完善，确保学生精准把握评价准则并能提供有效的反馈。

互评过程开始前学生需提前提交作品和自评表。互评过程中，教师和其他学生共同参与对学生作业的点评。互评采用匿名与实名结合的方式。首先，学生使用在线平台提交评论，教师匿名共享给学生。同时教师根据评价结果选取几位学生进行口头点评与交流。

互评后，学生根据所收反馈修改作品，并提交反思报告与自评表，总结学习过程。教师对学生的第一次和修改后的作品进行评分，结合互评分数计算总成绩，并在整个过程中进行监测与计划、调节等作用。

4. 研究设计与实施

4.1. 实验课程及对象

本研究选取的实验课程为《创客教育基础》，教学对象为 z 师范大学教育技术学专业大一本科生，均参与本学期的课程教学。该课程旨在通过实践操作和项目驱动的方式，引导学生进入创客文化的大门，培养必要的技能和思维方式，为学生未来成为创客型教师打下坚实的基础。课程内容涵盖了 Scratch 编程和 Arduino 开源硬件的应用，这两个领域是创客教育中的重要组成部分，能够有效地激发学生的创造力和实践技能。实验组共计 36 人，教学对照组对象共计 33 人。

4.2. 实验设计

本实验采用前后测准实验设计，自变量为两种评价模式，因变量为创客型教师思维的四个维度。《创客教育基础》课程共开设 12 周，分为前半学期和后半学期，各 6 周，每周 4 个课时。方案如表 1 所示：

表 1 实验方案

阶段	周数	实验组活动	对照组活动
第一阶段（前半学期）	1-5 周	学习 Scratch，互评培训	学习 Scratch
	第 6 周	同伴互评活动	传统教师评价
第二阶段	7-11 周	学习 Arduino，互评培训	学习 Arduino

阶段	周数	实验组活动	对照组活动
（后半学期）	第 12 周	同伴互评活动	传统教师评价

4.3. 测量工具

实验前后，实验班和对照班均发放创客型教师思维问卷进行前测和后测。问卷包含三个维度。创新思维依据威廉斯创造力倾向测验和 MCTDS 量表的题项进行改编。计算思维的测量工具参考李南萱所编制的计算思维评价量表。反思思维采用 Kember 等学者开发的量表。

5. 研究结果与讨论

5.1. 前测结果分析

本研究随机选择了两个班级作为实验组和对照组，对从实验班和对照班中采集的创客思维水平前测数据分别进行了独立样本 T 检验。结果显示，实验班与对照班在创新思维与反思思维上并无显著性差异，但是在计算思维方面，p=0.004，t=-2.984。造成这一现象可能与对照组学生来自浙江省比例更高、更多人已经学习过编程知识有关。

5.2. 前后测对比结果

将两个班的学生在教学实验前和实验后所测得的关于创客型教师思维各个维度的水平的数据进行配对样本 T 检验，结果如表 2 所示：

表 2 前后测对比结果表

组别	维度	前	后	t	p
实验组	创新	3.43±0.39	3.83±0.51	-6.520	<0.001
	计算	3.19±0.49	3.71±0.55	-6.141	<0.001
	反思	3.44±0.35	3.75±0.41	-4.803	<0.001
	作品	77.28±11.35	83.19±8.79	-8.297	<0.001
对照组	创新	3.60±0.49	3.91±0.61	-3.089	0.004
	计算	3.56±0.54	3.86±0.65	-2.405	0.022
	反思	3.38±0.42	3.55±0.34	-3.936	0.070
	作品	83.42±11.89	85.21±11.60	-3.426	0.002

实验组在后测中均显著高于前测，且 t 值均为负数，p 值均小于 0.001，表明实验组教师在经过教学干预后，其创新思维、计算思维和反思思维都得到了显著提升。对照班创新思维和计算思维的得分在后测中也有所提高，t 值分别为-3.089 和-2.405，p 值分别为 0.004 和 0.022，均达到统计学显著性水平，但提升幅度相对实验组较小。反思思维的得分在后测中略有提高，但 t 值为-3.936，p 值为 0.070，未达到统计学显著性水平，这表明对照组的反思思维虽有一定提升，但变化不够明显。

（1）创新思维

创新思维在实验组和对照组均有提升，这可能与两班均参与汇报展示并有机会重新修改作品有关。在汇报过程中，学生广泛接触其他同学的作品，从而获得灵感。实验组因实施同伴互评，收获更具针对性和集思广益的建议，激发创新灵感更为显著，故提升更明显。

（2）计算思维

从独立 T 检验的结果来看，实验班和对照班学生计算思维的差异由前测的 0.004 变为后测的 0.314，即无显著差异。这表明，经过同伴互评，实验班学生的计算思维从低于对照班提升到与对照班无明显差异。从前后测对比来看，两个班级均有提升，这得益于课程学习本身对计算思维的促进作用。学习过程中的知识积累和技能训练，为计算思维的发展奠定了基础。而同伴互评的实施，进一步强化了这一提升效果，因为它促使学生在评价和反思过程中，不断优化自己的计算思维策略，从而在实验组中表现得更为突出。

（3）反思思维

反思思维在实验组提升显著，对照组提升不明显。同伴互评提供了丰富的反馈信息，促使学生深入思考自己的作品和他人的评价，从而引发更深刻的反思。这种反思不仅局限于作品本身，还涉及创作过程、方法选择等多方面，有助于学生形成系统、全面的反思习惯，进而推动反思思维的发展。

（4）作品

从两组在汇报前提交的作品与汇报后修改的作品得分对比可见，实验组呈现出非常显著的提升，$t=-8.297$，$p<0.001$，有力地证实了同伴互评机制对学生作品质量提升的显著促进作用。对照组的作品得分也有所提升，这反映出由教师提出修改意见能够对学生的创作成果产生积极影响，助力学生优化作品，但是同伴互评所带来的提升是更加显著的。

5.3. 学生对于同伴互评活动满意度

整体来看，学生对本学期开展的互评形式的满意度较高。在 36 名参与调查的学生中，有 22 人表示同意或非常同意，占总人数的 61.1%。这表明大多数学生对互评这种形式感到满意或非常满意。然而，也有 13 名学生表示一般，这可能意味着他们对互评形式有一定程度的认可，但也有改进的空间。此外，1 名学生表示不同意，其具体反馈是“时间太长，活动设计不合理”。总体而言，虽然大多数学生对互评形式持积极态度，但仍有部分学生认为需要在时间管理和活动设计上进行优化，以提高互评的效果和参与度。

6. 结论与建议

本研究通过前后测准实验设计，深入探讨了同伴互评活动对教育技术学专业师范生创客型教师思维的影响。研究结果显示，实验组在创新思维、计算思维和反思思维三个维度上的提升幅度均显著大于对照组，这充分证明了同伴互评活动在促进学生创客型教师思维发展方面具有显著的积极效果。具体而言，实验组学生通过同伴互评获得了更具针对性和集思广益的建议，激发了创新灵感，显著提升了创新思维；在计算思维方面，同伴互评促使学生在评价和反思过程中不断优化计算思维策略，从而实现了更为突出的提升；反思思维在实验组提升显著，而对照组提升不明显，这表明同伴互评提供的丰富反馈信息促使学生深入思考，形成了系统、全面的反思习惯，推动了反思思维的发展。此外，学生对同伴互评活动的满意度较高，但也反映出在时间管理和活动设计上存在改进空间，以进一步提高互评效果和参与度。

尽管本研究取得了一定的成果，但也存在一些不足之处。首先，研究样本仅限于大一的本科生，可能影响结果的普适性。未来研究可以扩大样本范围，涵盖不同专业和年级的学生，以增强结论的广泛适用性。其次，虽然同伴互评活动整体效果显著，但在具体实施过程中，部分学生仍对活动设计和时间安排提出意见，后续考虑在互评前将学生根据作品的主题与其他特征划分为 10 人一大组，每组安排不同的教室分开进行汇报与同伴互评活动的开展，从而减少时长、加深讨论。同时修改流程设计，与创客教育深度结合，增强互评活动的趣味性。

参考文献

董同强,马秀峰(2018)。中小学创客型教师参与式培训模式的构建与应用。现代教育技术,2018,28(03),113-119。

范逸洲,冯菲,刘玉,等(2018)。评价量规设计对慕课同伴互评有效性的影响研究。电化教育研究,39(11),45-51。

何克抗(2016)。论创客教育与创新教育。教育研究,37(04),12-24+40。

李彤彤,王志军,邹蕊,等(2017)。创客教师专业素质结构研究。中国电化教育,(06),80-86+142。

龙丽婵,梁志成,尹睿(2020)。创客教师知识结构框架的构建与生成机理分析。电化教育研究,41(09),115-122。

马玉慧,赵乐,刘晴(2016)。在线同伴评价的影响因素及其促进策略研究。电化教育研究,37(03),108-114。

舒存叶,张海萍(2015)。网络环境下同伴评价影响因素的实证研究。电化教育研究,36(02),89-93。

王怀宇,李景丽,闫鹏展(2016)。高校创客型师资培养策略初探。中国电化教育,(03),126-130。
王罗那,王建磐(2021)。人工智能时代需要关注的新素养：计算思维。比较教育研究,43(03),24-30+38。
吴艳茹,唐耀辉(2022)。创客型教师培养模式研究:技术基础与思维取向。教育科学研究,(03),85-91。
杨现民,李冀红(2015)。创客教育的价值潜能及其争议。现代远程教育研究,2015,(02),23-34。
张文兰,闫怡,刘盼盼(2020)。教育者计算思维教学能力及其发展路径——美国 ISTE《教育者标准：计算思维能力》解读与启示。中国远程教育,41(07),60-68。
赵金桂(2012)。大学英语写作教学中同伴互评模式实施的影响因素及策略探讨。教育理论与实践,32(15),45-47。
Fleckney,Thompson,Vaz-Serra(2024).Designing effective peer assessment processes in higher education: a systematic review.Higher Education Research & Development,2024,1-16.
Li L,Liu X,Steckelberg A L(2010). Assessor Or Assessee: How Student Learning Improves By GivingAnd Receiving Peer Feedback.British Journal Of Educational Technolog,41(3),525-536.
Panadero,Alqassab(2019).An empirical review of anonymity effects in peer assessment,peer feedback,peer review,peer evaluation and peer grading.Assessment & Evaluation in Higher Education,44(8),1253-1278.
Pesout,Nietfeld(2021).How creative am I?: examining judgments and predictors of creative performance.Thinking Skills and Creativity40(2),100836.
Rowland.Designing and instructional design[J].Educational Technology Research and Development,1993, 41(1):79-91.
Schon,DeSanctis(1986).The Reflective Practitioner:How Professionals Think in Action.The Journal of Continuing Higher Education,34(3),29-30.
Tillema,Leenknecht,Segers(2011).Assessing assessment quality:Criteria for quality assurance in design of (peer) assessment for learning-A review of research studies.Studies in Educational Evaluation,37(1),25-34.
Topping(1998).Peer Assessment between Students in Colleges and Universities.Review of Educational Research,68(3),249-276.
Ying-Chih CHEN,Chin-Chung TSAI(2009).An Educational Research Course Facilitated by Online Peer Assessment.Innovations in Education and Teaching International,46(1),105-117.

跨学科主题学习活动对小学生科技素养的影响研究

The Impact of Interdisciplinary Themed Learning Activities on Primary School Students' Scientific and Technological Literacy

陈锦硕[1]，郎祎林[1]，宫佳恒[1]，田佳乐[1]，郭郅宸[1]，王阿习[1, 2*]
[1]北京联合大学师范学院
[2]北京联合大学科学与技术研究所
*通讯作者：sftaxi@buu.edu.cn

【摘要】 在人工智能技术飞速发展的时代，学生的科技素养越来越重要。而单一学科的教学对小学生科技素养的培养存在一些局限性，使得学生难以综合运用各学科的知识解决生活中的复杂问题，学生的实践能力与创新精神不足。为解决上述问题，本研究以情境学习理论为依据，以“有趣的食物链”主题为例，采用 unity3D 工具设计与开发了融合跨学科主题思想的虚拟实验工具。接着，本研究采用准实验研究方法，通过对比分析前后测的数据发现，基于 unity3D 工具设计的“有趣的食物链”跨学科主题学习活动，能够有效的提升小学生的科技素养。

【关键词】 跨学科主题学习；科技素养；unity3D；虚拟实验

Abstract: *In the age of fast-growing artificial intelligence, students' technological literacy is more important than ever. Yet, single-subject teaching has its limits in nurturing primary school students' technological literacy. It makes it hard for students to use knowledge from different subjects to solve complex real-life problems. Their practical ability and innovative spirit are also lacking. To tackle these problems, this study, based on situative learning theory and using “interesting food chains” as an example, designed and developed a virtual experiment tool integrating interdisciplinary ideas with Unity3D. Through quasi-experimental research and comparative analysis of pre- and post-test data, it was found that the interdisciplinary theme learning activity of “interesting food chains” designed with Unity3D can effectively boost primary school students' technological literacy.*

Keywords: Interdisciplinary thematic learning; Technological literacy; Unity3D; Virtual experiment

1. 前言

在人工智能技术快速发展的时代，小学生作为智能时代的“数字原住民”，需要具备能够适应未来社会的科技素养。传统的教学模式在培养小学生科技素养方面存在局限性，具体表现为教师对学科基础内容的单向传授，在一定程度上忽视了各学科间固有的内在联系与动态交互（周日明，2025），缺少知识整合（吕艳坤等人，2025），不利于培养学生问题解决的能力，难以提升学生科技素养。跨学科主题学习作为一种创新的学习模式，可以创造多元化的学习环境，让学生在学科之间建立联系，有助于培养学生的科技素养，让他们能够从多个角度看待问题，培养学生解决现实问题的能力（陈颖，2024）。然而，现有研究也存在不足，如理论的研究较多，实际的实验较少。本文旨在探究跨学科主题学习活动对小学生科技素养是否有显著的提升效果，以期为小学科技教育提供科技探究类的虚拟实验工具和实践案例。

2. 文献综述

基金支持：教育部人文社科青年基金项目：大规模在线教研中同伴反馈“情感—认知”智能识别及可视化研究（24YJC880126）；北京联合大学 2024 年高阶综合性课程建设项目“小学科学教育专题研究与实践”（项目号:12205561107-360）。

2.1.小学生科技素养研究现状

随着信息技术的发展，科技素养已成为科学素养的重要基础（裘志平，2009）。科技素养将信息素养与科学素养相结合（钱一鸣，2019），是一个多维度的概念，涵盖了科学观念、科学思维、计算思维、探究实践、态度责任等（李卓，2023）。目前我国学生在信息素养培养的不足在于课程与教学融合不足，中小学的信息技术课堂上对信息素养中所包含的知识与技能整合程度不高（夏文宝和宋珺，2024)，这一状况制约了学生们信息素养的发展。因此在课程中，可以将学科交叉融合（阮倩，2022），通过情境化的学习来促进知识的内化与迁移，进而培养学生的科技素养（杨庆，2024）。在国外，教育系统努力确保他们的学生有能力使用人工智能，这样他们就可以在数据隐私、算法偏见和潜在的负面后果方面成为负责任的公民(Kure, A. E., Blikstad-Balas, M., & Brevik, L. M., 2025)。

2.2.跨学科主题学习活动研究现状

在教育领域，多元开放性是必须重视的重要理念，因此就需要打破传统的封闭式教育格局，实现教育理念、教学内容、学习资源、学习环境等方面的多元开放(陈明选和陈金艳，2020)。而跨学科教学指的是超越某个单一学科边界而进行的涉及两个或多个学科内容的知识建构活动(邱志凯，2025)，恰好符合了这一观点。根据我国当前开展的跨学科活动案例来看，跨学科教学的开展方式有以下这四类：交叉式整合模式、融合式整合模式、主题式/问题解决式整合模式和项目式整合模式（张育桂等人，2024）。本研究即是以主题式/问题解决式整合模式为背景。目前研究发现运用信息技术进行跨学科教学可以提升学习的兴趣，丰富教学内容，创新教学方法，对提升数学教学质量、培养学生核心素养有积极作用（刘小华，2025)。在学术方面也有学者对其进行研究，但以理论概括为主，缺乏客观数据支撑（彭艳红和徐金海，2024)，在授课内容上各学科之间也出现“跨而不合”或“合而不深”的问题（温小军，2024)。同时在国外的研究中发现跨学科视角特别有利于在科学、人文和艺术领域，以多样化的方式发展学生的创造力、认知能力，从跨学科的角度发展起来的各种形式的创造力、认知能力和意向性特征之间存在相互关系（Lage-Gómez, C., & Ros, G.，2024)。所以本研究将深入研究跨学科主题学习活动如何提升生的科技素养。

3. 研究问题

本研究依据跨学科主题学习的思想，采用 unity3D 的工具制作“有趣的食物链”虚拟实验软件，设计跨学科主题学习活动。为验证活动效果，本实验采用准实验研究方法，招募了 31 名学生参加本次实验。具体的研究问题如下：

问题一：基于虚拟实验的跨学科主题学习活动能否显著影响小学生科学素养？

问题二：基于虚拟实验的跨学科主题学习活动能否显著影响小学生信息素养？

问题三：小学生对跨学科主题学习的态度？

4. 研究方法

4.1.研究对象

研究对象共 31 名，来自北京市某小学 5 年级学生 10 到 11 岁之间，其中 15 名男生，16 名女生。学生有使用信息技术工具的基础和跨学科学习的经验。学生与本班教师均知情同意参加本研究。

4.2.跨学科主题学习环境

针对小学科学五年级的关键课程《食物链与食物网》，本研究使用 unity3D 工具开发了一款专注于小学生科学教育的虚拟实验软件。

软件共分为 5 个模块，分别为：知识回顾模块、食物链捕食游戏模块、动物展馆模块、知识点模块和 AR 识别模块。

知识回顾模块提供了“植物的光合作用”实验视频，通过点击按钮可以分步观看，用来回顾植物的光合作用知识点；食物链捕食模块可以让学生在游戏中用键盘操作，让学生能够熟练的操作键盘并体验动物之间吃与被吃的关系，了解食物链是如何形成的；动物展馆模块中，学生可以通过键盘操控软件中的人物行走，同时此模块提供了动物模型、语音介绍、视频播放、3D 模型和文字说明等交互方式，简要介绍了食物链中生产者、消费者、分解者的概念。知识点模块学生可以自己探索并用鼠标手动补充食物链，同时提供了互动问答情境，学生可以体验“找一找”的游戏环节以此来巩固知识点，系统能实时显示答案提供即时反馈；AR 识别模块利用 AR 技术识别动物或植物，提供介绍和互动体验。（如下图所示）

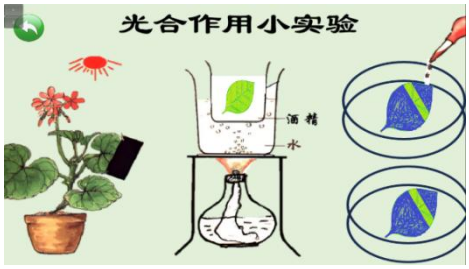


图 1 光合作用分步虚拟实验

图 2 用键盘控制狮子捕食游戏

图 3 用鼠标拖动图片答题

图 4 控制人物参观展馆

图 5 AR 技术识别动物拓展知识

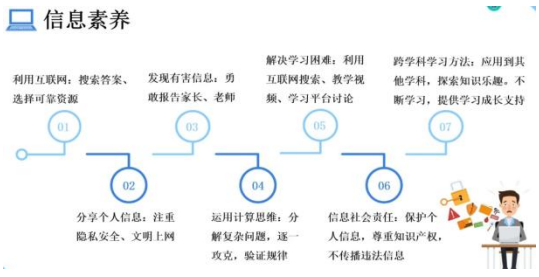


图 6 开展信息素养教育

4.3.测量工具

本研究根据《义务教育课程标准》设计了科技素养的调查问卷。调查问卷分为两大部分，科学素养问卷包含四个维度分别为：科学观念、科学思维、探究实践与态度责任；信息素养问卷包含四个维度分别为：信息意识、计算思维、数字化学习与创新、信息社会责任。前后测调查问卷信度良好，前测问卷信度为 0.789，后测问卷信度为 0.798。

4.4.研究过程

这项研究持续了 5 周。在第一、二周，研究者设计并制作软件程序、课程资源包以及前后测问卷。在第三周，参与者参加课程学习完成前测问卷。研究者组织参与者观看教学视频并运用虚拟实验开展教学，参与者可以亲身体验教学软件中的捕食游戏，参观 3D 展览馆等。第四周，参与者根据所学所想完成后测问卷的填写，根据后测问卷的填写，研究者挑选学生进行半结构化的访谈。研究者收集统计问卷及访谈数据。第六周，进行数据分析。

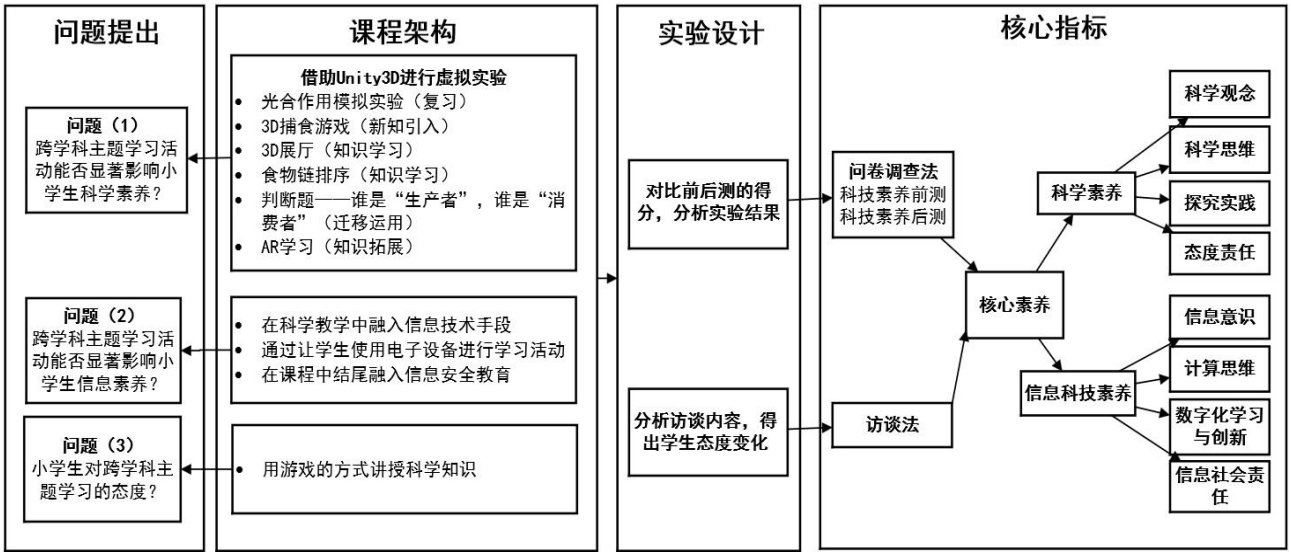


图 7 研究框架图

5. 研究结果

5.1. 基于虚拟实验的跨学科主题学习活动能否显著影响小学生科学素养？

通过数据的正态检验，发现数据的显著性水平为 0.148>0.05，符合正态分布，因此可以采用配对样本 T 检验分析跨学科主题学习活动对小学生科学素养的影响（如表 1 所示）。在配对样本 t 检验中 t=5.22，p =0.000<0.01，Cohen d=1.03，学生前测和后测得分之间的差异在统计学上是显著的。由此可得，通过跨学科主题活动学习，学生们的科学素养得到了显著提升。

表 1 科学素养配对样本 t 检验

	N	Mean	SD	t	p	d
后测-前测	31	5.74	6.12	5.22	0.000	1.03

5.2. 基于虚拟实验的跨学科主题学习活动能否显著影响小学生信息素养？

通过数据的正态检验，发现数据的显著性水平为 0.074>0.05，符合正态分布，因此可以采用配对样本 T 检验分析跨学科主题学习活动对小学生信息素养的影响（如表 2 所示）。在配对样本 t 检验中 t=4.25，p =0.000<0.01，Cohen d=0.90，学生前测和后测得分之间的差异在统计学上是显著的。由此可得，通过跨学科主题活动学习，学生们的信息素养得到了显著提升。

表 2 信息素养配对样本 t 检验

	N	Mean	SD	t	p	d
后测-前测	31	2.29	3.00	4.25	0.000	0.90

5.3.小学生对跨学科主题学习有何评价？

本研究随机挑选 4 名小学生作为访谈对象。

关于跨学科主题学习活动的体验方面，学生 a、b 认为有帮助，学生 c 认为：“能让我们的思维串联起来，把不同学科的知识连接起来”。因此，学生对跨学科主题学习的态度十分积极，认为此教学模式有助于整合知识，激发学习兴趣。

关于跨学科主题学习活动对小学生科学素养的影响方面，学生 a、b、d 能用自己的话正确解释食物链与食物网，比如学生 b 回答：“我认为食物链是由生产者、消费者和分解者所构成的一个链条，他们有多个食物链的话那么就会构成一张食物网”。学生还能正确说出生物在食物链中的角色，明确生产者、消费者、分解者的功能。同时，在访谈过程中能够发现，学生可以思考并说出维护生态平衡的方法，对保护生态环境、维护生态平衡有积极的态度与责任，比如学生 d 回答：“我认为我们需要维护生态平衡。因为如果这个生态不平衡的话，可能会导致食物链就没法形成”。因此，访谈发现跨学科主题学习活动对小学生的科学素养方面有显著的影响。

关于跨学科主题学习活动对小学生信息素养的影响方面，学生 c、d 可以正确的解决不懂的问题并且能够辨别信息的真伪，比如学生 c 回答：“我不会随便点击来源不明的网站，不在某些陌生和非法定的网站上实名登录自己的信息。如果我不能判断信息的真实性或者我有不懂的问题时，我会询问家长或者老师”。同时，学生可以利用数字化工具进行创新并运用计算思维解决实际问题，比如学生 d 回答：“通过教学我想到用 PPT 创新，能同时放入视频、图表、照片、文字等多样化的信息表达”；学生 c 回答：“在学习中面对复杂问题时，我一般都是把大问题看成几个小问题”。因此，访谈发现跨学科主题学习活动对小学生的信息素养方面也有显著的影响。

6. 研究讨论

在本研究中教师以跨学科主题活动学习的方式进行授课，将信息技术学科的相关手段与知识融入科学学科中的《食物网与食物链》一课进行教学，研究结果表明该方式在以下几个方面对学生的科技素养有显著提升。

6.1. 基于虚拟实验的跨学科主题学习活动能否显著影响小学生科学素养？

本研究表明，在跨学科主题学习活动的环境下，学生们的科学素养有了显著的提升。现在的小学生们是信息时代的原住民，基于网络终端的游戏、动画片以及各种娱乐活动伴随了他们的成长过程，同时这也潜移默化的改变了他们的认知方式（陈明选和陈金艳，2020）。在本研究的跨学科主题学习活动中融入的 3D 捕食游戏，3D 展览馆，连连看游戏都符合了这些“数字原住民”的认知特点，以游戏的方式教授知识，让学生们由被动接受知识变为主动学习知识，提升了学生们的学习兴趣，从而提升学习的效果。对此，访谈的结果提供了一些证据，例如学生 a 回答：“ 我喜欢因为这种方法寓教于乐，可以更快乐的学习”，而学生 b 则豁回答：“我喜欢因为这种方法可以更形象的表达”，学生的回答足以见得，信息技术学科的融入充分的辅助了科学课程教学的开展。

在跨学科融合的科学教学中，通过运用信息技术手段对情境进行创设，增强了学生对知识的理解。科学教育不是讲解零碎的知识点和对细枝末节知识的机械记忆，而是要注重主干知识的理解与掌握，注重核心科学概念的教学，使学生可以用自己的语言去解释一系列的相关现象（王秋芳和王鹏，2018)。当学生真正理解了科学知识，他们就能够联系生活实际，就像访谈中学生 b 所回答：“我认为食物链是由生产者、消费者和分解者所制作成的一个链条，当他们有多个食物链的话，就会构成一张食物网”和学生 a 所回答的：“我们维护生态平衡是为了帮助我们人类自己，如果有一天没有任何蔬菜了，我们也没有办法生活，所以对于如何维护生态平衡，我们可以阻止盗猎者或者是多植树”。由此可见，孩子们对于科学的主干知识都有了正确的观念同时也有了自己的理解。

6.2. 基于虚拟实验的跨学科主题学习活动能否显著影响小学生信息素养？

针对于小学生的信息素养，从本研究中可以发现，在前测中学生们就具备一定的信息素养，尤其体现在信息意识和信息社会责任方面。在“当你遇到学习上的困难时，你会选择使用哪种方式查找答案或寻求帮助?（多选）”这一问题来看，选择观看教学视频的学生占 64.52%，

选择使用互联网搜索的学生占54.84%两个选项均超过半数，这说明学生们已经具备用信息技术手段解决问题的意识。同时在“当你发现网络上有不适当或有害的内容（如暴力、欺凌等）时，你会怎么做?”这一问题的回答中，70.97%的学生们选择了“告诉家长或老师”，而选择“尝试举报给相关平台”的比例较低仅为16.13%。由此可见，在信息社会责任方面上学生们有意识去对抗网络不良行为，但对处理这些内容缺乏信心或不知道如何有效应对。这也是我们后续在信息素养培养中应该加强的方向，要教会学生们如何有效的面对网络不文明行为。

在后测中发现学生们的信息素养也有了一定的提高。在跨学科教学实践中对于文明上网、保护个人信息安全、学会利用计算思维解决问题等知识融入进了科学的教学活动中，为学生创立了一个问题情境，能够加深学生对知识的理解。正如有研究者所提到的学生们的文明上网的信息社会责任的树立是基于社会环境的。不能只是纯粹的理论知识讲授还需要结合实践体验（马璇，2022）。与此同时，学生们也学会了用计算思维来解决问题，在访谈中学生c提到：“我会把一个大问题看成几个小问题，分步解决”，这是计算思维中的分治法，是学生能够应用计算思维解决问题的体现。而在本研究中以unity3D为工具，创造了虚拟的知识学习场景，吸引学生的兴趣；营造了问题解决情境，启发学生的思考，从而提高了学生的对计算思维学习兴趣与应用能力。其他研究者的研究成果也可以证实这一观点：教师可通过创设趣味情境吸引学生的注意力，激发其学习兴趣，为培养计算思维奠定基础，并且小学信息科技教学应打破学科间的界限，让学生在不同学科领域中运用计算思维解决问题。这可以促进学科知识的融会贯通，同时可以丰富信息技术教学的内涵，有效培养学生的计算思维（朱剑锋，2024）。

6.3.小学生对跨学科主题学习有何评价?

研究发现，跨学科教学可以提升学生的学习兴趣、拓宽学生的思考维度。同样，跨学科主题学习活动有利各个学科内知识的整合（杭燕楠，2023）。正如在访谈中学生c所回答：“跨学科主题学习能让我们的思维串联起来，把不同学科的知识连接起来”。本研究将信息技术软件与科学知识相结合，产生与其他学科交融的链接点（杭燕楠，2023），通过情景化以及游戏化的设计融入课程，从而能够让学生学会综合运用不同学科的知识、方法和思维方式解决现实问题（贾建国和李志宏，2024）。在访谈中学生a、b都表示跨学科主题教学对他们的学习是有帮助的。由此可见，不只是科学学科，其他学科的教师们在未来的课堂教学中也可以更多的采用跨学科主题学习的教学模式，通过融入信息技术手段来提升本学科的教学效果。正如有研究者在研究中提到：“现如今，信息科技手段成为人们了解社会信息的有效渠道与工具，小学生们作为‘数字原住民’更应该能感受到时代变化与信息技术的重要性”（王洁，2025）。因此教师应当将信息素养渗透到学生的日常学习与生活中，以此来提高学生的科技素养。

7. 研究结论

本研究采用跨学科主题学习活动的教学方式，将信息技术学科与科学学科进行融合教学。通过使用unity3D信息科技技术，设计软件“有趣的食物链”，其中包括3D游戏和展览馆等仿真模拟场景。本研究将虚拟实验软件融入《食物链与食物网》科学课程开展教学，其中31名在校小学生参加了本次实验。通过对学生科学素养和信息素养的前后测验进行分析，得出结论：跨学科主题学习活动对小学生的科技素养有显著影响。

跨学科主题学习活动充分的将科学与信息学科融合在一起，两种课程的学科特点都体现在教学活动当中。通过将信息技术融入到科学课程的教学中，使科学课程教学的知识在呈现过程中更加生动形象。游戏式的学习方法大大提高了学生的学习热情，具体表现在学生对科学观念的理解更加深刻，与科学相关的责任态度与生活更加贴近。科学课程教学过程中产生的问题情境也让学生的信息技素养有了显著的提升。本研究通过对科学问题的探究，让学生认可了用信息技术手段来解决问题的方法。在课后的问题提出、问题解决方面，学生能够应用计算思维来合理的解决问题。因此在未来的教学中，教师可以充分发挥跨学科主题活动教

学的优势，将学科之间的知识予以整合，结合学科自身的特点创造情境。本次研究还发现信息科技教师还应当为学生开展内容为“如何正确应对网络不文明行为”的主题培训活动，让学生不只是能识别网络不文明行为，更能够对不文明行为做出有效的应对措施。其次，各学科教师在授课时也可以选择合适的信息技术手段融入到自己的教学过程中，不应该只局限于使用简单的演示文稿内容，可以选用更加新颖的技术手段，例如美术学科可以使用 3D 技术来为学生展示雕塑作品；体育学科可以使用 AI 动作捕捉功能，为学生纠正动作；数学学科可以使用电子表格解析数据等，以此来增强学生的科技素养。

本研究的局限性表现在实验过程中并没有设置对照组，无法排除一些无关变量对实验结果的干扰，同时在研究中学生学习活动的时间较短。在未来，本研究将丰富实验研究的对象，并且严格的设置对照组，进行长时间跨学科主题学习活动，让研究的结果更加具有说服力。

参考文献

马璇(2022). 小学生信息社会责任培养课程模式的研究——以 A 小学为例. 中国电化教育 (11), 129-134.

王秋芳和王鹏(2018). 试析我国小学科学课程标准之“新”与“行”. 上海教育科研 (02), 61-64.

王洁(2025). 重视培育学生数字素养. 小学科学 (01), 106-108.

吕艳坤, 唐丽芳和李金蓉(2025). 基于 STSE 开展科学教育跨学科实践的逻辑理路、现实困境与优化路径. 天津师范大学学报(基础教育版) , 1-6.

朱剑锋(2024). 小学信息科技学科培养学生计算思维的策略与方法. 中小学电教(教学) (12), 76-78.

刘小华(2025). 运用信息技术在四个环节丰富教学资源. 小学科学 (03), 127-129.

阮倩(2022). 基于学科发展逻辑的新文科建设理念与路径. 学术论坛 (06), 51-62.

李卓(2023). 基于核心素养的信息科技小初高一体化课程设计研究. 中国教育学刊(S2), 178-179+184.

杨庆(2024). 提升小学生科学素养的教学策略研究. 试题与研究(36), 138-140.

邱志凯(2025). 跨学科学习背景下小学语文与其他学科的关系属性. 教学与管理 (02), 34-37.

张育桂, 庞欣怡, 李序花和刘洪超(2024). 跨学科教学中的学科知识关系及整合模式——基于中小学教学实践案例的分析. 信阳师范学院学报(哲学社会科学版) (06), 45-50.

陈明选和陈金艳(2020). 基于互联网思维的小学科学探究活动设计. 中国电化教育 (10), 97-105.

陈颖(2024). 关于跨学科主题学习培养小学生科学思维的思考. 试题与研究 (24), 49-51.

杭燕楠(2023). 小学英语跨学科主题学习的实践与思考. 中小学英语教学与研究 (12), 10-14.

易淑琴(2025). 贯彻 STEAM 教育理念 有效加强学生科学素养. 小学科学 (04), 86-88.

周日明(2025). 贯彻 STEM 教育理念 促进高品质跨学科教学. 小学科学 (06), 91-93.

贾建国和李志宏(2024). 跨学科主题学习的多元样态与设计理路. 教学与管理 (20), 1-4.

夏文宝和宋珺(2024). 浅谈中小学师生信息素养提升路径. 教育家 (52), 68-69.

钱一鸣(2019). 信息技术课堂中提升学生科学素养的实践探究. 初中生世界(20), 54-55.

徐云(2017). 浅谈小学语文教学中信息技术的有效运用. 教育理论与实践 (29), 50-52.

彭艳红和徐金海(2024). 中小学跨学科主题学习的实施现状、制约因素及对策分析. 教育科学研究 (08),61-67.

温小军(2024). 论“拼盘”式跨学科主题学习. 湖南师范大学教育科学学报 (02), 26-32.

裘志平(2009). 科学学科信息化课堂教学方式的构建和实施--以“原子结构的模型”教学为例. 教学月刊(中学版)(12), 13-16.

虞佳怡(2024). 小学科学跨学科项目化学习实践探索. 教学与管理 (23), 63-66.

Kure, A. E., Blikstad-Balas, M., & Brevik, L. M. (2025). Digital ambitions vs. classroom reality in Norwegian lower secondary schools: What digital competencies are students developing over time? Teaching and Teacher Education, 153, 104843.

Lage-Gómez, C., & Ros, G. (2024). On the interrelationships between diverse creativities in primary education STEAM projects. Thinking Skills and Creativity, 51, 101456.

基于 STEM 与创客理念的中小学工程教育课程设计——以“传感器机器人”为例

李轶群[1]，蔡慧英[2*]，丁亚宁[3]
[123]江南大学 人文学院
280798954@qq.com

【摘要】 本文以“传感器机器人”项目为例，探讨了基于 STEM 与创客理念的中小学工程教育课程设计。研究发现，STEM 教育在培养学生跨学科综合能力和创新思维方面具有重要作用，但目前 K-12 阶段的工程教育仍然存在不足。为解决这一问题，本文提出了核心原则：首先聚焦工程设计，然后循序渐进地融入相关学科知识，以培养学生的工程思维习惯。该课程为我国中小学实施以工程设计为导向的 STEM 教育提供了具体的路径和参考。未来可以在此基础上进一步增加编程内容、优化评价机制，并根据不同年级学生的特点进行相应调整。
【关键词】 课程设计；STEM 教育；中小学工程教育

Abstract: *This paper explores engineering education in K-12 schools using the “Sensor Robot” project, based on STEM and maker philosophies. It finds that while STEM education significantly enhances interdisciplinary skills and innovation, current K-12 engineering education still has shortcomings. To address this, the paper proposes focusing on engineering design and gradually integrating related knowledge to develop students' engineering thinking habits. This approach provides a practical pathway for implementing engineering design-oriented STEM education in China. Future work could include more programming, optimized evaluation, and adjustments for different grade levels.*

Keywords: Curriculum Design, STEM Education, Engineering Education in Primary and Secondary Schools

基金项目：本文系 2022 年江苏高校哲学社会科学重大项目《人工智能赋能中小学教师教研的治理策略研究》（课题编号：2022SJZD037）；2024 年认知智能全国重点实验室智能教育开放课题《成式人工智能在中小学教师跨学科教学设计能力发展中的应用模式及成效研究》（课题编号：iED2004-M006）资助

1. 前言

STEM 教育起源于 20 世纪 80 年代，由美国国家科学委员会提出“STEM（科学、技术、工程、数学）教育集成”倡议，并发展为国家战略，旨在鼓励学生选择技术、工程、数学等领域学科，提升人才储备以保持科技创新领先地位。STEM 教育强调学科间整合与实践应用，培养学生科学探究能力、创新意识和批判性思维，以应对现代社会经济挑战（陈越洋，桑标，2024）。在 STEM 教育中，工程是核心组成部分，通过项目化学习和实践探索培养跨学科综合能力和创新精神（程薇等，2024），工程设计过程将科学、技术、数学等领域知识联系起来，提升学生工程思维能力及其他高阶思维能力（宓洽群，1989）。

当今世界快速变革，工程技术成为应对人类生存挑战、推动社会进步和经济增长的关键力量。随着社会对工程人才素质要求提高，工程教育需从中小学阶段介入，以培养适应未来社会需求的工程型人才。早期工程教育使学生接触科技和工程领域，了解职业选择，有助于明确兴趣方向，为职业发展做准备（邢志强，王伟宾，2021）。党的二十大报告强调教育、科技和人才的深度融合，以实现 2035 年建设教育强国的目标。在新时代背景下，发展工程教育具有重要理论价值，能够提升学生综合素质和创新能力。通过工程教育，学生在解决实际问题过程中学习知识技能，提升道德素养和实践能力，形成 STEM 综合性思维模式。此外，工

程教育鼓励教师采用多种教育方法，推动课程改革和教育创新，因此进行工程教育课程设计具有重大意义。

2. 基于中小学工程教育课程内容与评价

本文课程设计基于 EiE 和 Teaching Engineering 网站的工程设计理论，以机器人编程技能为核心，设计三个学习活动环节。首先，学生深入学习颜色传感器的工作原理，理解其如何将光信号转化为电信号以驱动电机。其次，学生将学习通过颜色传感器获取输入并控制电机跟随光源。最后，学生对比机器人对颜色传感器输入的响应与人类对光的响应，从跨学科角度理解光信号的感知和响应机制。通过这些设计，学生在编程和传感器技术应用中得到全面锻炼，深入理解机器人技术及其工作原理，并培养跨学科思维能力。

2.1.课程设计基本理念

2.1.1.促进跨学科融合 跨学科融合是 STEM 教育的核心，关键在于如何将科学、技术、工程和数学等学科巧妙结合，实现各学科之间的深度联系，从而提升学生解决实际问题的综合能力。在课程设计中，Herschbach 提出了两种整合路径：一是“相关课程融合模式”，即各学科保持独立，但教学内容上注重挖掘它们之间的内在关联；二是“广域课程融合模式”，这种模式打破学科之间的界限，将不同学科内容融为一体，并通过精心设计的学习活动，形成一个综合的技能培养体系。本课程采用了第二种模式，围绕“传感器及其原理”这一富有工程实践性的主题，将科学、技术、数学等知识融合在一起，旨在全面提升学生的 STEM 综合素养。

2.1.2.注重情景化学习与动手实验 在课程实施中，情境化学习以现实问题为驱动，将知识传授与实践能力培养相融合。例如，课程围绕“传感器机器人的设计”展开，通过任务驱动的学习场景，助力学生在模拟或真实的工程环境中学习和实践。这不仅加深了学生对学科内容的理解，还让他们在解决问题的过程中感受到知识的实际价值，提升综合分析和创新能力。实践操作作为情境化学习的重要组成部分，通过动手实验和项目实践激发学生的学习兴趣和创造力。课程设置了观察、实验、探究和制作等环节，让学生在亲身体验中验证理论，并将其应用到实际项目中。例如，在学习“传感器原理”时，学生需设计并制作简易传感器模型，测试其性能和功能，从而深入理解工作原理。这一过程不仅加深了学生对知识的理解，还通过动手实践培养了解决实际问题的能力和创新精神。

2.1.3.关注群体协作学习 群体协作学习是本课程设计中的另一个重要理念。它强调通过团队合作，学生能够相互帮助、启发思维，共同完成知识建构过程。本课程以工程设计任务为核心，创造具有挑战性的学习情境，要求学生以小组为单位，合作开展学习活动。具体来说，学生需要共同收集和分析资料，集思广益提出创新性方案，并通过实践验证方案的可行性，最后对学习成果进行全面评价。团队协作的学习方式不仅为学生提供了一个思维碰撞的平台，还促进了他们对知识的深入理解和巩固。

2.2.课程目标与学情分析

2.2.1.教学目标 本课程以“设计一个传感器机器人”为核心任务，通过理论与实践帮助学生实现以下目标：1.掌握机器人编程技能，实现通过颜色传感器获取输入并控制电机跟随光源。2.熟记并应用颜色传感器和程序的工作原理，了解光信号如何转化为电信号驱动电机。3.引导学生将机器人对颜色传感器的响应与人类对光的反应进行跨学科对比，深化对传感器技术及其应用的理解。

2.2.2.学情分析 本课程面向八年级学生，他们已掌握“传感器原理”基础知识与信息技术，日常使用传感器设备，对传感器有一定感性认识。八年级学生好奇心与求知欲强，尤其喜欢实践探索新知识，对传感器工作原理和应用场景充满好奇，渴望动手操作与案例分析以加深理解，这为学习提供了积极的内在动机。然而，传感器技术涉及多学科，工作原理抽象，学生在理解和描述不同类型传感器工作机制时可能会遇到困难，这些难点是教学中需要重点关注的挑战。

2.3.课程任务与流程设计

基于学习者的学情状态与工程设计的基本思路，本课程设计采用由浅入深的三个阶段引导学习者进行学习。

表 1　第一阶段：什么是传感器？

名称	教学内容	设计目标
创设情境、提出任务	①　教师以“房间中自动打开的灯”与“人类的五种主要感官”导入传感器主题，介绍本节课流程，并实施预测验，考查学生对传感器的先前认知水平，以便后续针对性讲解与引导。 ②　教师通过阐述“刺激-传感器-协调器-效应器-响应”框架的概念，与学生明确本课程的实践范畴和学习目标。	①　通过复习引入机器人编程使其跟随光明移动的主题，并介绍本节课流程。 ②　为考查学生先前认知水平，以便后续针对性讲解与引导，先进行预测验。

表 2　第二阶段：对机器人编程使其跟随光明移动

名称	教学内容	设计目标
初次设计制作与尝试	①　教师通过将班级分成每组 3 名学生来启动活动；随后分发组装好的乐高任务机器人以及将颜色传感器连接到它们所需的零件。接着，指导每组学生依据乐高核心套装中的说明，将颜色传感器正确连接到各自的任务机器人上。 ②　教师指导学生在其小组内开展工作，首先要求他们构思程序的逻辑框架，随后再着手进行详尽的编程任务。之后，让学生利用计算机编写程序，并将其下载至 ESP32 智能程序块中进行测试，根据测试结果进行必要的调试与重新测试，直至程序运行顺畅。 ③　制作完成的传感器机器人进行测试，学生观察测试 结果，分析在测试过程中失败（或成功）的原因，并对本次模型制作进行反思，提出改进措施，形成测试报告。	①　学会用规范的 python 表达式写出实际需求 ②　建立理论与实践的联系，将所学结构知识运用于实践操作，通过实践具化理论知识。 ③　培养学生的动手能力和批判性思维。

表 3　第三阶段：传感机器人的总结与扩展

名称	教学内容	设计目标
总结与扩展	①　活动接近尾声时，教师组织全班开展讨论，邀请学生分享他们在活动中的体验与收获。 ②　教师总结本节课的教学重点。 ③　学生基于传感器的原理，对机器人进行个性化设计。 ④　基于学生的个性化设计进行全班展示和交流。	①　对传感器的工作原理深入了解并进行应用。 ②　再一次构建理论与实践的联系，将 所学结构知识运用于实践操作，通过 实践加深对知识内涵的理解。

2.4.学习评价设计

本课程采用过程性评价与结果性评价相结合的策略，遵从理解性教学的课程设计，旨在学生充分掌握并能可以将所学知识加以应用。过程性评价设计如表 4 所示。

表 4　过程性评价表

评价内容	具体要求			自我评价	他人评价
	★★★	★★★★	★★★★★		
项目规划	完成项目规划书，缺少 项目任务明确，规划规划项目内容完整，规划合理，人员分工或相对简单。 合理，有小组成员分人员分工明确，步骤流程清晰。			☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆

		工。			
技术应用	基本符合要求，程序能够执行，自己设计或修改的代码不多，个别代码有错误。	能够基本掌握传感器的工作原理，运行传感器机器人。	能够熟练掌握传感器的工作原理,设计出自己的传感器机器人。	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
功能实现	完成基本功能，有少量代码可以改进。	预设功能基本实现，能准确应用所学知识。	预设功能全部实现，能灵活应用所学知识，扩展功能应用。	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
学习过程	能够与小组合作，参与整个学习过程。	能够与小组合作，积极投入到整个学习过程。	能够与小组合作，在整个学习过程中起到主导作用，积极投入到整个学习过程。	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
项目进度	各项目任务基本按进度计划完成。	各项目任务按进度计划完成。	各项目任务都按进度计划高效高质完成。	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
展示交流	表达较清晰，能够叙述本组项目内容的基本情况。	表达清晰，对本组项目内容叙述清晰、有条理。	表达清晰，声音响亮，讲解与展示内容配合到位，有条理性和感染力。	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆

此外，老师与同学们也会基于最后的传感器机器人设计的功能实现和创新型进行加权制打分，作为总结性评价。两次结构模型设计制作作为评价学生知识掌握情况的主要载体，评价内容涵盖传感器机器人的设计理念、传感器使用情况、外形创意、加载表现及加载测试报告。

3.结语

本课程设计以传感器机器人为载体，融合编程原理与传感器技术，引导学生探究“刺激-传感器-协调器-效应器-响应”框架在机器人系统中的应用。通过分组活动与实践操作，学生掌握颜色传感器工作原理及其在机器人编程中的应用，体验工程设计全过程，从问题框架搭建到最终设计迭代优化，全方位锻炼逻辑思维、团队协作与问题解决能力。课程讨论环节加深学生对知识的理解，激发其对传感器技术现实应用的思考与创意。此外，反思与奖励机制巩固学生学习成果，激发其对未来学习的兴趣，培养持续学习与自我提升的意识。

传感器机器人课程为我国初中开展工程设计类 STEM 课程提供了可行路径。各校可依自身条件和学生特点，尝试多样化教学模式。例如，加入 Python 编程促进计算思维发展；将课程评价与校内编程比赛或校外机器人竞赛结合，提升学习积极性；对于难度较大的 Python 编程，可改为 Scratch 等图形化编程软件，以适应低年级学生的学习需求。这不仅提升学生信息技术素养，也为 STEM 教育实践提供参考，为学生在相关领域的学习与创新奠定基础。

参考文献

陈越洋 & 桑标. (2024). 我国高校 STEM 人才培养的现状与趋势——基于整体分析模型. *教育发展研究* (21)， 17-26. doi:10.14121/j.cnki.1008-3855.2024.21.004.

程薇， 杨淑婷， 汤倩雯，张妍 & 殷子涵.(2024).何以开展跨学科主题学习？来自整合 STEM 教育的研究启示.现代教育技术(12)，56-64.

宓洽群.(1989).工程教育的新概念.高等工程教育研究(01)，13-16.

邢志强 & 王伟宾.(2021).新时代我国中小学工程教育的必要性与对策——基于高校与中小学教育融合的视角.首都师范大学学报(社会科学版)(04)，160-168.

Herschbach， D. R. (2011). The STEM initiative: Constraints and challenges.*Journal of stem teacher education* ， 48(1)， 96-122.

国际 STEM 理念下中小学工程教育研究综述——基于 CiteSpace 知识图谱可视化分析

Overview of Engineering Education in Primary and Secondary Schools under the International STEM Concept——Visual Analysis Based on CiteSpace Knowledge Mapping

丁亚宁[1]，蔡慧英[2*]，李轶群[3]
[123]江南大学 人文学院
1004035610@qq.com

【摘要】 随着国内外 STEM 教育迅猛发展，工程这一学科逐渐被研究者们重视。为聚焦国际 STEM 理念下中小学工程教育研究的发展状况，本文以 CiteSpace 为工具，以 Web of Science 核心合集中该领域下国内外文献为研究对象，对文献的关键作者、关键机构、关键词进行了统计以及聚类分析，并对结果做出归纳和分析。基于此，在跨学科融合、工程设计课程、教学实践、教育公平等方面提出研究建议，以期为国际 STEM 教育理念下中小学工程教育研究与实践做出一些参考。
【关键词】 STEM 教育；工程教育；可视化分析；中小学

Abstract: *With the rapid advancement of STEM education globally, engineering has garnered increasing attention from researchers. To examine the development status of engineering education research in primary and secondary schools under the international STEM framework, this paper employs CiteSpace as a tool to analyze core collection literature from Web of Science. We conduct statistical and cluster analyses on key authors, institutions, and keywords within this corpus, summarizing and interpreting the findings. Based on these results, we propose recommendations for interdisciplinary integration, engineering design curricula, teaching practices, and educational equity, aiming to provide valuable insights for research and practice in engineering education at the primary and secondary levels under the international STEM education paradigm.*
Keywords: STEM education,Engineering education,Visual analysis,Primary and secondary schools

项目基金：本文系 2022 年江苏高校哲学社会科学重大项目《人工智能赋能中小学教师教研的治理策略研究》（课题编号：2022SJZD037）；2024 年认知智能全国重点实验室智能教育开放课题《成式人工智能在中小学教师跨学科教学设计能力发展中的应用模式及成效研究》（课题编号：iED2004-M006）资助

1.前言

在全球化与科技迅猛发展的浪潮中，培养适应未来社会需求的创新人才已成为教育的核心使命。STEM 教育打破学科壁垒，将科学（Science）、技术（Technology）、工程（Engineering）与数学（Mathematics）深度融合，通过项目式学习、问题解决等教学方法，激发学生的创造力、批判性思维与实践能力（程薇等，2024）。在 STEM 教育的四大领域中，工程教育作为“E”这一关键组成部分，旨在培养学生工程素养、解决实际问题能力，在促进学生综合素质的全面提升中发挥着不可忽视的作用。工程教育联结 STEM 各个学科、培养学生 21 世纪技能，同时引导学生选择专业以及就业方向，基于这些作用，工程教育越来越受到重视。在国际教育领域，许多国家已将工程教育纳入中小学课程体系，并正在积极探索适合本国国情的工程教育模式和教学方法。美国通过校企合作强化工程实践能力培养，但面临课程标准化与

教师培训不足的挑战；芬兰以跨学科项目为核心，其问题在于如何平衡学科整合与基础知识的系统性；东亚一些国家注重课程体系化建设，但存在实践环节薄弱、评价机制单一等问题。

可见，在国际 STEM 教育背景下，中小学工程教育仍面临着诸多亟待解决的问题。工程教育课程如何有效地适应并应用于多样化的文化和教育背景之中？工程教育如何影响学生的整体素养？如何培养具备工程素养的教师队伍？这些问题的解答，对于推动中小学工程教育的高质量发展起着至关重要的作用。而要深入探究这些问题，就需要对已有研究成果进行全面、系统的梳理与分析。知识图谱可视化分析工具 CiteSpace 为这一任务提供了有力支持。CiteSpace 能够通过对海量文献数据的挖掘与分析，直观呈现研究热点、趋势、关键文献与作者等信息，帮助研究者快速把握研究领域的大局，并确定潜在的研究空白和创新。因此，本研究拟利用该软件对国际 STEM 教育背景下中小学工程教育相关文献进行整理与分析，通过构建知识图谱，揭示该领域核心作者网络、研究机构、研究热点等，为后续的深入研究提供清晰的思路与方向。

2.数据来源与研究设计

2.1. 数据来源

本研究关注国际 STEM 理念下中小学工程教育的研究热点与发展趋势，因此样本的内容需要同时涉及“STEM”和“中小学”以及“工程教育”这三个主题。本研究选择 WOS 的 SCI、SSCI 数据库作为文献来源数据库进行检索，文献类型均为期刊论文。基于他人的检索策略（宋悦和林长春，2023），以及对不同检索词的尝试，最后确定 WOS 检索策略为：主题="engineering*" AND 主题="STEM" OR "STEAM" AND 主题="K-12" OR "secondary school*" OR "junior school*" OR "senior* school*" OR "middle school*" OR "primary school*" OR "elementary school*" OR "high school*"。时间线从 2015 年 1 月到 2024 年 12 月，共计 1,128 篇文章。在人工筛选剔除与研究主题不匹配的不准确文献，并使用 CiteSpace 程序删除重复文献后，总共获得了 190 篇权威有效国际文献。

2.2. 研究工具和方法

本研究采用 CiteSpace 软件作为文献分析工具，借助 CiteSpace 对国际 STEM 理念下中小学工程教育相关文献进行知识图谱的绘制，对作者、发文机构、关键词共现、关键词聚类、突现词检测等进行剖析，探索并分析中小学工程教育领域的研究热点及发展趋势，以期为该领域的未来研究方向提供前瞻性展望。

3.数据处理与研究结果

3.1. 关键节点分析

3.1.1. 关键作者分析 对文章的作者及其合作情况进行了解，有助于后续对其研究和发文趋势有更好的把握。从图 1 中可以看出，作者节点之间有零星的连线且多为大节点，分散点较多，这说明国际 STEM 理念下中小学工程教育领域发文量较多的作者们之间的合作较为密切，其他大多数为独立发表。表 1 列出了该领域发文量超过 3 篇的作者的名单，其中 Guzey, S Selcen 的发文量位列第一。发文数量位居前两名的作者的研究主要都集中在早期，从 2020 年开始，Chiang, Feng-kuang 等逐渐成为该领域的主要研究者。

图 1 发文作者知识网络图谱

表 1 国际 STEM 理念下中小学工程教育的核心作者及发文数量

学者	年份	发文数量
Guzey, S Selcen	2016	10
Moore, Tamara J	2016	5
Chiang, Feng-kuang	2020	4
Chien, Yu-Hung	2017	3
Aranda, Maurina L	2020	3
Aydin-gunbatar, Sevgi	2021	3

3.1.2. 关键机构分析 对在国际 STEM 理念下中小学工程教育论文发表机构进行了解，有助于了解该领域的科研团队和科研实力。如图 2 所示，从研究机构知识网络图谱可以看出，发文量较多的机构是普渡大学系统（Purdue University System）、德州大学系统（University of Texas System）、俄亥俄大学系统（University System of Ohlo），其中普渡大学系统发文量远超其他机构，主要原因是其拥有专业的工程教育学院和强大的多学科研究团队，同时，该校在工程教育领域有着长期的研究积累和深厚的学术传统。

图 2 研究机构知识网络图谱

3.1.3. 研究主题分析 关键词是文献内容的高度概括和文献主题凝练表达的核心词汇，高频关键词通常被用于确定一个研究领域的热点问题（陈睿，2019）。本文通过关键词共现功能，从出现频率、中介中心性、突现强度等方面揭示国际 STEM 理念下中小学工程教育发展的热点和趋势研究，如图 3 所示。每个年轮状节点各自对应一个关键词，节点的面积及标签字体的大小直接反映了该关键词出现的频率高低，面积与越大，表明其出现频次越高。在图 3 所示的关键词可大致归纳为三个方面:（1）跨学科整合方面，主要涉及“science”、“mathematics”、“stem education”。STEM 教育强调科学、技术、工程和数学的跨学科整合。研究者们通常以一门学科为基础，融合 STEM 教育中的其他几门学科展开研究，通过跨学科的教学方法，

帮助学生构建全面的知识体系，增进他们应对复杂问题的能力。（2）工程设计与实践方面，主要涉及“engineering education”、“engineering design”、“design”。工程设计是工程教育的重要组成部分，工程教育最终的落脚点在于实践，因此工程教育强调学生通过项目的设计和实施来解决现实世界的问题。例如美国大多数学校与校外企业合作，打造真实的工程教育环境，从而为学生提供真实的工程问题和解决问题所需的相关设备，培养学生的创新思维和实践技能。（3）学生中心的教学方面，主要涉及“students”、“attitudes”、“knowledge”。研究者们强调学生在工程教育中的主体地位，重点关注学生的学习态度和知识获取情况等方面。许多学者期望通过分析学生对待 STEM 教育课程的态度，改进教学方法，从而提升学生的自我效能感。此外，他们通过项目式学习、合作式学习和探究式学习等以学生为中心的学习方式，使学生积极参与学习过程并增强学习效果。

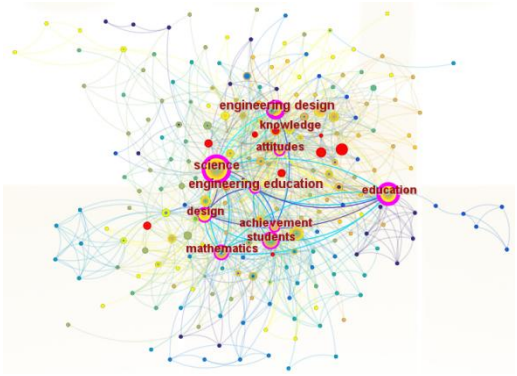


图 3 关键词共现图谱

Top 12 Keywords with the Strongest Citation Bursts

Keywords	Year	Strength	Begin	End	2015 - 2024
hands-on activities	2015	1.2	2015	2016	
elementary school	2016	1.96	2016	2020	
stem integration	2016	1.77	2016	2019	
students	2017	1.39	2017	2018	
classroom	2016	1.26	2018	2019	
science education	2016	1.89	2019	2020	
participation	2020	1.51	2020	2021	
school	2020	1.25	2020	2021	
thinking	2020	1.24	2020	2024	
teachers	2020	1.24	2020	2024	
impact	2020	1.6	2021	2024	
self efficacy	2022	2.17	2022	2024	

图 4 关键词突现

3.1.4. 前沿分析 本文通过使用 CiteSpace 软件对检索到的文献进行共现关键词 timeline 分析可以得到与 “STEM 理念下中小学工程教育”共现关键词的时间线图谱如图 5。在软件中利用突现词检测等功能，可以清晰地看出国内外 2015 年~2024 年间 STEM 理念下中小学工程教育领域的发展变化情况。

从图 4 和图 5 中可以看出，在 2015 年至 2020 年期间，国内外研究者们对 STEM 理念下中小学工程教育的早期研究内容主要集中于“hands-on activities”和“elementary school”。这些关键词在 2016 年前后被大量提及与引用，突现强度分别为 1.2 和 1.96。随着 STEM 教育的深入发展，“stem integration”一词在 2016 年后被大量提及与引用，持续时间从 2016 年至 2019 年，突现强度为 1.77。这反应了跨学科整合在工程教育中的重要性，以及关注培养学生整合科学、技术、工程和数学知识的能力的必要性。2020 年初之后，随着深度学习的概念在教育领域逐渐兴起，“science education”和“participation”等关键词的突现强度和持续时间都位居前列，尤其在 2020 年后呈现快速增加的趋势。这可能与近年来教育技术的应用以及相关课程改革的不断推进有重要的关系。2020 年至 2024 年，“science education”、“participation”、“school”、“thinking”、“teachers”和“impact”等关键字凸显最为明显。除了将 STEM 教育作为教学主体融入课堂外，新的教学方式强调学生的积极参与和教师的主导作用，进一步探索了一种以学生为中心的教学新形式。据图谱及文献分析可知，与 STEM 教育相关的课程设计、教学模式及应用探索是当前中小学工程教育领域内的研究趋势。

3.2. 聚类分析

在探索国际 STEM 理念下中小学工程教育的实践与创新时，我们发现这一领域涵盖了多个关键维度。通过对相关研究的深入分析，特别是图 6 所示的聚类分析结果，我们可以将这些维度归纳为四个主要方面：教育模式的融合、教学方法与学生能力培养、教育阶段的实施以及教育公平与机会。本文将基于前人的研究成果，详细探讨这四个方面的具体内容和现实意义，旨在为读者提供一个全面、系统的视角，以便更透彻地理解 STEM 理念下中小学工程教育的现状和未来发展的方向。

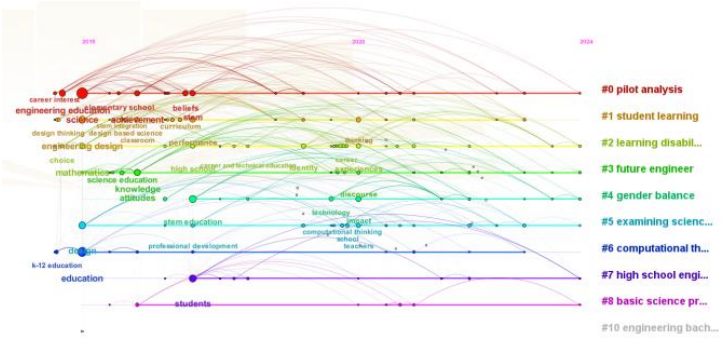


图 5 关键词时间线可视化图

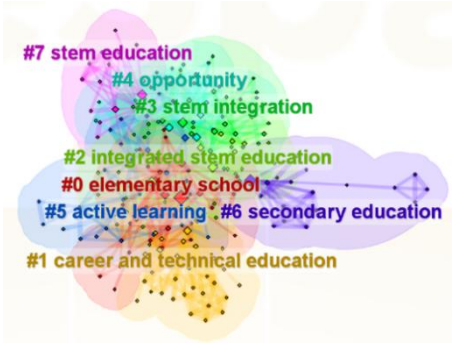


图 6 聚类分析图谱

3.2.1. 教育模式的融合 工程教育作为培养工程技术人才的关键途径，其模式的创新与发展一直是教育领域的研究热点。近年来，随着科技的飞速发展和产业的不断升级，传统的工程教育模式面临着诸多挑战，如知识更新换代快、实践能力培养不足、创新能力欠缺等。为了应对这些挑战，工程教育模式的融合成为了一种趋势，旨在通过整合多种教育理念、方法和技术，培养适应现代社会需求的复合型工程人才。为了实现这一目标，教育模式的创新显得尤为重要。近年来，CDIO（Conceive, Design, Implement, Operate）和 PBL（Problem-Based Learning）模式在工程教育中得到了广泛的应用和研究。这两种模式不仅改变了传统的教学方法，还显著提升了学生的综合素质和工程实践能力。

通过参与实际工程项目，学生可以将他们学到的科学、技术、工程和数学应用到现实世界的工作环境中，从而提高他们解决现实世界问题的能力。例如，在一些职业院校中，学生通过参与电子电路设计、机械制造等项目，不仅掌握了专业知识，还培养了团队合作和项目管理能力（Hutner et al., 2022）。此外，职业教育强调培养学生的实践能力和以就业能力为导向的技能，使其能够更好地适应市场需求。在工程教育中，这种实用主义的教育理念促使学校与企业合作，共同开发课程和培训项目，确保学生所学的技能与行业标准相匹配。例如，一些学校与当地制造公司合作，为学生提供实习和就业机会，同时也为企业输送了具备实际操作能力的人才（Kim et al., 2022）。在工程教育的引导下，学生能够提升自身实践能力与在职场的竞争力，同时教育与产业将进行深度融合，为教育的进一步发展开辟新路径。在综合运用 CDIO 与 PBL 模式的基础上，将职业与技术教育同综合 STEM 教育相融合，可以更有效地在工程教育中培养学生的创新思维、实践技能和团队协作精神。此举将有助于培养出更多符合现代科技与工业需求的高素质工程人才。

3.2.2. 教学方法与学生能力培养 中小学工程教育致力于培养既拥有深厚专业素养，又具备实践操作、创新思维以及团队协作能力的工程师人才。然而近些年来，随着科技的迅猛进步与产业的持续转型，传统的中小学工程教育模式已然遭遇诸多困境。例如，知识的迭代速度加快，实践技能与创新能力的培育存在短板，这些都对中小学工程教育提出了新的要求。面对诸多挑战，各地中小学工程教育课程通过不断尝试新的教学方法，探索多元化的教学模式，从而全方位提升学生的综合素养及工程实践水平。这样不断地探索也给中小学工程教育领域带来了新的改变。近年来，项目驱动教学法、基于问题的学习模式、案例教学策略以及翻转课堂等教学手段在中小学工程教育中得到了广泛运用，有效改善了工程教育的效果。在 STEM 教育中，教学方法的创新与学生能力培养紧密相连。例如，通过项目式学习（PBL），学生能够在解决实际问题的过程中，培养跨学科的思维能力和实践操作技能。在一项关于 3D 打印项目式学习的研究中，研究者发现这种教学方法显著降低了预服务小学教师对教授科学的焦虑，并提高了他们的科学教学自我效能感、对科学的兴趣以及对 K-3 技术与工程科学标准的感知能力（Novak & Wisdom, 2018）。该研究表明，项目式学习能够在提升学生的实践技能的同时，增强他们对科学教育的信心和兴趣，从而为未来的教学工作打下坚实的基础。

此外，工程设计过程的引入也被认为是培养学生科学探究和工程设计能力的有效途径。在一项研究中，通过让学生参与设计一个能量加房屋的模拟学习环境，研究者利用计算机追

踪数据，发现高绩效学生在观察、分析和评估阶段的参与度更高，并且展现出连续的序列模式（Zheng et al., 2024）。这表明，通过参与具体的工程设计项目，学生不仅能够提升自己的科学探究能力，还能在实践中学会如何系统地分析和解决问题，这对于培养他们的工程思维和创新能力具有重要意义。

3.2.3. 教育阶段的实施 中小学工程教育领域一直在不断推行创新的教学方法以面对诸多挑战，其主要目标是通过多种教学方式，全面提高学生的综合素养和工程实践水平。近年来，中小学工程教育中广泛采用项目式教学法、基于问题的学习模式、案例研究策略和翻转课堂等教学方法，这些方法对工程教育的有效性产生了重大而深远的影响。在小学阶段，通过设计工程活动来反映现实世界的问题，以此来构建学生的 STEM 概念。通过让五年级学生完成光学工程活动的研究表明，工程设计模型对于设计、构建和重新设计阶段的结构化是有用的，但未来可能需要更灵活的方法来应用 STEM 概念（King & English, 2017）。在中学阶段，STEM 教育的实施则更加多样化。中学阶段的工程教育目的是进一步加深学生的工程知识和技能，以便为他们进入高等教育或直接就业做好准备。这一阶段的工程教育通常包括更复杂的工程项目，例如电子电路设计、机械工程等。一些研究强调了在中学引入工程设计和实践的重要性，如通过设计、构建和测试水下时间延迟摄影设备来研究夏威夷的海洋生物（Lindsay et al., 2015）。此外，还有研究探讨了在中学阶段通过体验式学习活动教授牛顿力学基本概念，这些活动使用了 Wii 遥控器中的加速度计，结果表明学生在活动中的知识从预测试到后测试都有所提高，并且学生对科学和工程的兴趣也有所增加（Dvorak et al., 2016）。

3.2.4. 教育公平与机会 STEM 教育在实现教育公平方面面临许多挑战，其中机会不平等是一个重要问题。例如，研究表明，与其他学生相比，来自低收入和少数族裔家庭的学生往往参与度较低，在 STEM 课程中的表现也相对较差（Plasman & Myles, 2024）。这些学生可能缺乏必要的资源和支持，例如最先进的实验室设备、教师的专业指导和广泛的课外活动机会。这种不平等的资源分配不仅会影响他们的学习经历，还会限制他们未来在 STEM 领域的发展。

性别歧视在 STEM 教育中是一个长期存在的问题，尤其是在工程和技术领域。研究表明，女性在 STEM 课程中的参与度和兴趣往往低于男性（Sandberg et al., 2024）。这种性别差异可能源于社会文化因素、教育环境和家庭背景等多方面的影响。例如，社会对女性的刻板印象和性别角色期望可能限制了她们对 STEM 领域的兴趣和追求。此外，教育环境中的性别偏见，如教师的期望和教学方法，也可能影响女性学生的学习体验和自信心。这些因素共同作用，导致了女性在 STEM 教育中的参与度相对较低，甚至将进一步影响其未来在 STEM 领域的发展。

为了应对中小学工程教育领域乃至综合 STEM 教育面临的挑战，教育机构和政策制定者应采取有效措施，确保所有学生都能平等地接受优质的工程教育。需完善顶层政策设计，例如美国《STEM 2026》计划通过专项资金支持薄弱学校，韩国将工程教育纳入国家创新人才培养战略；同时，建立区域性工程教育联盟，推动课程标准互通与师资流动，从制度层面保障资源均衡分配。这些措施应包括提供如奖学金和助学金等经济支持，帮助经济困难的学生减轻学费和生活费的负担；合理分配资源，确保各学校都能配备先进的实验设备和优秀的教师；并通过多样性和包容性培训，增强师生对多元化教育环境的认识，推动包容性学习氛围的形成。此外，增加早期工程教育教育机会，尤其是在小学和中学阶段，能激发更多学生，特别是弱势群体的学生参与其中。这些举措不仅能提高工程教育的公平性，还能为未来的科技创新人才奠定基础。

4.研究结论

综上所述，本研究将国际 STEM 理念下中小学工程教育的研究内容大致分为四个方面：在跨学科整合上，研究聚焦于如何打破学科界限，通过综合的教学策略帮助学生构建完整的知识体系，以应对复杂问题；在工程设计与实践上，着重探讨如何设计和实施工程教育课程，以培养学生的创新思维和实践操作技能；在以学生为中心的教学上，强调学生的主体地位，

通过多样化的教学方法提升学生的学习积极性和效果；在教育公平与机会上，关注不同背景学生在工程教育中的参与度和表现，以及性别差异等问题。此外，本文在研究过程中发现中小学工程教育存在如下问题：跨学科整合虽受重视，但实际教学中学科融合的深度和广度有待提高；工程设计课程的设计与实施尚不成熟，缺乏系统性和连贯性；学生中心的教学理念虽被倡导，但在具体实施中学生参与度和学习效果的评估机制尚不完善；教育公平问题依然突出，资源分配不均和性别差异等问题亟待解决。

在国际 STEM 教育理念的背景下，审视中小学工程教育的现状，本文特提出以下建议：①基于跨学科整合的研究热点，建议开发“主题式 STEM 单元课程”，例如以“可持续城市”为项目主题，整合物理、数学与工程设计内容；②针对工程设计课程的系统性不足，可参考 CDIO 模式构建“设计-迭代-反馈”螺旋式课程框架，并引入行业专家参与评估；③利用关键词“self-efficacy”的突现趋势，设计学生工程能力成长档案，结合过程性评价与个性化反馈机制；④注重教育公平，增加对低收入家庭及少数族裔学生的资源投入，消除性别歧视，保障所有学生都能公平地参与并受益于工程教育。

作为 STEM 教育的关键一环，工程教育在培养学生的创新能力和解决实际问题的能力等方面发挥了重要作用。在国际 STEM 教育理念的引领下，我们需要不断探索与创新，积极应对教育领域的挑战，将工程教育真正融入中小学教育体系，为培养未来的创新型工程人才奠定坚实基础。

参考文献

程薇, 杨淑婷, 汤倩雯,张妍 & 殷子涵.(2024).何以开展跨学科主题学习？来自整合 STEM 教育的研究启示.现代教育技术(12),56-64.

宋悦 & 林长春.(2023).近十年（2012—2021）国际中小学工程教育研究进展与趋势.考试研究(03),65-74.

陈睿,刘义兰,吴松梅,李金菊,贾红影 & 韩二环.(2019).基于 CiteSpace 的国内护理人文关怀研究的可视化分析.护士进修杂志(14),1276-1282.doi:10.16821/j.cnki.hsjx.2019.14.006.

Hutner Todd L.,Sampson Victor,Chu Lawrence,Baze Christina L. & Crawford Richard H..(2021).A case study of science teachers' goal conflicts arising when integrating engineering into science classes.Science Education(1),88-118.

Kim Ji Yun,Seo Jae Seon & Kim Kwihoon.(2022).Development of novel-engineering-based maker education instructional model.Education and Information Technologies(5),7327-7371.

Elena Novak & Sonya Wisdom.(2018).Effects of 3D Printing Project-based Learning on Preservice Elementary Teachers’ Science Attitudes, Science Content Knowledge, and Anxiety About Teaching Science.Journal of Science Education and Technology(5),412-432.

Zheng Juan,Pan Zilong,Li Shan & Xie Charles.(2024).Modeling temporal self-regulatory processes in STEM learning of engineering design.Educational Technology & Society(4),20-33.

Donna King & Lyn D. English.(2016).Engineering design in the primary school: applying stem concepts to build an optical instrument.International Journal of Science Education(18),2762-2794.

Christopher James Lindsay,Rafael Silk Lee,Mark D. Lindsay,Margo H. Edwards,Mark R. Rognstad & Holly Chung Lindsay.(2015).Submersible Hawaiian Aquatic Research Camera System: STEM Initiatives Fostering the Study of Hawaii's Marine Biota Using Underwater Time-Lapse Photography.Marine Technology Society Journal(4),119-125.

Dvorak, J. S.,Franke-Dvorak, T. C. & Neel, S..(2016).USING WII TECHNOLOGY AND EXPERIENTIAL LEARNING TO TEACH NEWTONIAN MECHANICS TO RURAL MIDDLE SCHOOL STUDENTS.Transactions of the ASABE(2),387-395.

Jay Plasman & Desmond Myles.(2024).STEM Pathway and College Progression: The Link Between Engineering CTE and Postsecondary Outcomes for Students With Learning Disabilities.Exceptional Children(4),398-421.

Sandberg, K., Mohammadi-Aragh, J., Johnson, J., Brauer, S., & Eakin, D. (2024). Effects of high school engineering course participation on persistence attitudes and engineering self-efficacy. International Journal of Engineering Education, 40(1), 83-96.

以繪本為基礎的幼兒 STEAM 課程模式：促進幼兒學習與教師專業發展的實證研究

A Picture Book-Based STEAM Curriculum Model for Early Childhood: An Empirical Study on Enhancing Children's Learning and Teacher Professional Development

張苑真
清華大學 幼兒教育學系
wc_chang@mx.nthu.edu.tw

【摘要】本研究以繪本閱讀為基礎，設計並實施了 STEAM 課程模式，旨在提升幼兒的 STEAM 學習能力與教師的教學專業發展。研究分為兩個階段，第一階段針對幼兒教師進行專業培訓，重點包括 STEAM 教學策略與課程設計；第二階段進行課堂實驗，檢視繪本為本的 STEAM 課程對幼兒學習表現與教師教學信心的影響。研究結果顯示，該課程顯著提升幼兒的科學探究能力、問題解決能力及實驗歷程理解，並促進教師的 STEAM 專業素養。未來應擴展繪本資源與教學策略，深化 STEAM 教育在學前階段的實踐。
【关键词】 繪本；STEAM 教育；幼兒教育；科學探究；教師專業發展

Abstract: *This study designed and implemented a STEAM curriculum model based on picture book reading, aiming to enhance young children's STEAM learning abilities and teachers' professional development. Conducted in two phases, the study included professional training for early childhood educators on STEAM teaching strategies and curriculum design, followed by classroom experiments to evaluate the effects of the picture book-based STEAM curriculum on children's learning outcomes and teachers' instructional confidence. Results indicated significant improvements in children's scientific inquiry, problem-solving skills, and understanding of experimental processes, alongside enhanced teacher competencies in STEAM education. Future efforts should focus on expanding picture book resources and instructional strategies to deepen STEAM education practices in early childhood settings.*

Keywords: Picture books, STEAM education, early childhood education, scientific inquiry, teacher professional development

1. 研究背景、動機與目的

1.1. STEAM 教育對於幼兒學習的優勢

STEAM 教育涉及科學、技術、工程、藝術與數學，通常被認為是指一個或多個一致行動的學科，但是 STEAM 亦可以一種更加綜合、統整的方式呈現，讓所有多個學科自然而然地發生以呈現教育經驗的本質(Campbell et al., 2018)。換句話說，STEAM 教育的推展是以核心學科理念形式，整合性的去組織科學技術教育內容、技能與態度，而不是僅僅強調專業化的知識或是零碎的概念。STEAM 課程注重的是培養 21 世紀新型態的能力，包括媒體和科技技術技能、生活和職業技能、核心科目技能以及一系列學習和創新技能，稱為 4 Cs，包括創造力（creativity）、批判性思維（critical thinking）、合作（collaboration）和溝通（communication）（Bybee, 2013; Toulmin & Groome, 2007；Lundeman & Anderson, 2015），其目的在培養每個人具備有解決真實世界問題的知識、態度、技能與能力，以面對快速變遷的現代社會，因此 STEAM 教育並不關注於結果，而是注重解決問題過程中孩子的探索精神、創新力、問題解決能力，而這些構成了孩子未來的核心競爭力。從分析實施 STEAM 教育的小學至大學的實徵研究亦發現，整合性 STEM 教育對於小學生具有最大的效果，大學生效果最低，因此，越早

實施 STEM 教育越容易對學生產生效果（Becker & Park, 2011; Clements & Sarama, 2016; McClure et al., 2017）。此外，亦有實徵研究證實 STEAM 教育能提昇幼兒 STEAM 素養（e.g., Elkin & Bers, 2018; Türk & Akcanca, 2021）。因此，學前和小學階段推動 STEM 教育亦也逐漸被重視（National Science and Technology Council, 2018），並成為全球各國的教育趨勢。

1.2.學前階段推行 STEAM 教育的困境

在 STEAM 教育中所強調跨學科知識整合，在幼兒園階段以「探究取向主題課程」亦可以為學生提供豐富的 STEAM 經驗，為幼兒培養良好的 STEAM 素養（周淑惠，2017）。推行幼兒階段的 STEAM 教育得到了父母和教師的支持，但成人需要額外的知識和支持來有效推動這一教育形式。教師在其中扮演關鍵角色，他們需要掌握 STEAM 教育要素，並提高自己的 STEAM 素養、教學信念和教學準備，以有效實施 STEAM 課程並應對挑戰。然而，教師擔心他們缺乏專業的領域知識可能是幼教師實施 STEAM 課程裹足不前的主要原因（Yildirim, 2021），並且亦不重視對於幼兒施以硬技能的培養（Monkeviciene et al., 2020）。爲此，需要爲職前和在職教師提供專業培訓，使其具備 STEAM 教育所需的知識和能力。此外，教師在進行 STEAM 教育時，需重視學習主題的知識和教學方法，並平衡培養幼兒軟技能和硬技能。因此，教師的專業發展在 STEAM 教育的推廣中至關重要，需要提供相關領域的知識支持，以確保教師能有效實施 STEAM 課程，幫助幼兒獲得相關知識。雖然幼教師已具備統整性課程的理念和要素，但他們可能缺乏 STEAM 課程的領域知識，因此需要額外的支持和培訓。如何幫助教師克服這些挑戰，並在運用教師擅長使用的繪本作為教學策略的運用，促進幼兒的 STEAM 學習，是本研究的目標。

為了達到本研究目的，本研究分為兩個階段，第一階段在於進行 STEAM 教育的師資培訓，以增加教師在進行 STEAM 教學的知能。第二階段的計畫目的則是為透過教學實驗提升教師在 STEAM 教育中的教學能力與學生在 STEAM 的學習表現與學習態度。具體的研究問題分述如下：

1. 透過培訓學前教師是否可以提升教師的 STEAM 教學的知能？
2. 教師在 STEAM 教育中的教學是否可以提昇幼兒在 STEAM 的學習表現？

2. 研究方法

本研究將分為兩個階段，第一階段在於建立 STEAM 教育的資師培訓，執行的內容包括透過小型工作坊的舉辦，由於幼兒園教師先前均缺乏相關 STEAM 教育經驗，因此在上學期進行 STEAM 教育之小型工作坊，由大學端的教授擔任課程講授。培訓之課程主題包括幼兒 STEAM 教育之概述、幼兒探究學習與 STEAM 教育、學習區與幼兒 STEAM 的學習，培訓的方法包括概念講述、議題討論與實做。培訓次數共計三次，每次三小時，共計 9 小時。

第二階段的計畫目的則是為透過教學實驗檢視以繪本閱讀為本的 STEAM 課程模式能否提升教師在 STEAM 教育中的教學能力與學生在 STEAM 的學習表現。本研究將採單組前後測設計，前後測內容為幼兒對於主題的學習表現。此外，為了瞭解幼教師在實施教學實驗介入之現況，因此將於在教學實驗期每週進行 2~3 次的教室觀察，每次觀察時間單位為一個早上，並於觀察的過程中進行錄影、錄音及觀察筆記的撰寫。

2.1. 研究對象

第一階段研究對象為台灣北部三所公立幼兒園幼兒教保服務人員共計 26 人, 分別來自小班、中班、大班共計 13 個班級。第二階段研究對象來自參與師培工作坊之教師班級，以發放教師同意書與家長同意書的方式徵求研究參與者，除排轉學生與特殊學生後，研究對象人數為大班一個班 25 名幼兒與兩名教保服務人員。

2.2. 研究工具與資料分析

2.2.1 教師 STEAM 教學問卷

本研究將根據先前研究發展教師 STEAM 教學信念問卷，並且在教師參與第一階段時實施前測，在第二階段結束後實施後測。問卷架構包括 STEAM 教育的重要性、實施 STEAM

教育的教學法、實施 STEAM 教育的支持、自我效能、預期結果等五大向度，並且問卷形式採七點量表。

2.2.2 幼兒主題 STEAM 測驗

為了了解幼兒是否在經過課程後，獲得主題概念的領域知識，在進行主題 STEAM 課程之前與之後，實施主題概念的理解問題，透過訪談結合繪畫的方式，讓幼兒能運用不同的表徵方式以表達自己對於主題概念的理解。理解問題應包含（1）主題是什麼（what）:主題的定義與內涵；（2）與主題相關的歷程問題（how）；（3）主題相關的解釋問題（why）。

3. 初步研究成果

3.1. 教師在 STEAM 課程的專業發展與成長

本研究針對教師在培訓前的資料進行分析，從平均數來看，教師在這五個向度上均具有正向態度，其中教師對於 STEAM 教學的重要性（M = 5.65, SD = 1.09)、STEAM 教學可以帶來的預期效果的平均分數較高 (M = 5.58, SD = 1.06)，顯示教師對於 STEAM 教學帶來的幼兒學習成效有較高的正向態度。在教學經驗的平均分數則較低 (M = 4.23, SD = 1.31)，顯示過去教師在 STEAM 教學經驗相當缺乏，甚至連科學探究的教學經驗也較少。進一步，在 STEAM 活動重要性的部分上，可以發現教師認為有效的 STEAM 教學是為了提昇幼兒動手做和問題解決能力（M = 6.19, SD = 0.71)和提昇幼兒對生活現象的好奇和興趣（M = 6.10, SD = 0.79)，對於提昇幼兒對 STEAM 知識的獲得和理解（M = 4.67, SD = 0.92)相對沒那麼重視。

主題課程實施後，在期末檢視的部分，問卷調查的結果為教師對於教學的自信心仍不足（M = 3.94, SD = 1.27），STEAM 教學後教師教學效能（M = 4.29 , SD = 1.20），STEAM 教學中鼓勵幼兒運用科學探究方法（M = 5.04, SD =1.35 ），由此來看，相比於培訓前，教師能運用更多的科學探究方法，但是教學效能卻沒有顯著的差異。此外，從開放題來看教師覺察自己在課程設計方面較少考慮「工程」素養，以及資訊科技的運用。在與大學教授的討論，分析結果顯示教師大多是在確認課程是否具有探究性，並且對於後續課程發展的討論多以探究的目標為主，顯示教師仍對於 STEAM 教學仍缺乏信心，需要大學教授給予更明確的指示，讓他們有具體的目標可以進行 STEAM 教學。

具體而言，教師認為 STEAM 教學對幼兒學習成效有較高的正向影響，尤其重視提昇幼兒動手做和問題解決能力，以及培養幼兒對生活現象的好奇心和興趣。這些結果表明，雖然教師對於 STEAM 教學持有正向態度，但也面臨著實際執行中的挑戰，特別是在專業知識和教學方法方面。因此，提供更多針對性的培訓和支持將有助於教師更好地實施 STEAM 教育。

3.2.以繪本為主的 STEAM 主題課程與幼兒學習表現

本研究採用主題的前後測了解幼兒在 STEAM 主題課程的學習表現，以 t-test 進行幼兒的前後測總分，研究結果顯示大班（t = 5.32, p < .05）幼兒經過 STEAM 主題課程後，幼兒的學習表現有顯著的提升。為了進一步瞭解幼兒在不同的測驗類型題目上的表現，幼兒在歷程問題（t = 3.66 , p < .05）、實驗歷程問題（t = 2.79, p < .05）、解釋問題（t = 2.88, p < .05）具有顯著的進步，但是在定義問題（t = 2.10, p > .05）則沒有顯著差異。其中可以發現幼兒在實驗歷程問題有顯著的進步，顯示幼兒能清楚的理解實驗歷程，亦即 STEAM 課程中實驗的重要性。在歷程問題、實驗歷程問題和解釋問題上均有顯著進步，這表明大班幼兒在理解科學概念和實驗過程方面有明顯的提升，然而，在定義問題上，他們的表現沒有顯著差異，主要的原因在於大班幼兒本身具有之相關的主題背景知識，因此在理解的表現較為穩定。

4. 總結

本研究以繪本閱讀為基礎，發展 STEAM 課程模式，成功將繪本融入幼兒科學教育，提升教師與幼兒在 STEAM 學習中的專業能力與學習成效。研究結果顯示：透過 STEAM 課程，幼兒在實驗歷程與解釋問題上的學習成效顯著提升，特別是在科學探究過程中的理解與表現。此外，課程設計促進了幼兒的好奇心和探究精神，並培養了解決問題的能力。參與本計畫進

行培訓之教師在 STEAM 教育的專業素養與教學信心上有明顯進步，尤其是在課程設計與科學探究方法的應用上。然而，研究同時指出，教師在工程素養與科技運用方面仍有加強的空間。以繪本為基礎的 STEAM 模式可以展現其對於幼兒 STEAM 學習上的效益，繪本不僅能夠作為 STEAM 教育的啟發工具，更能連結生活經驗，提供幼兒具體的學習情境，使抽象的科學概念具體化，增強學習動機和學習效果。未來建議在現有基礎上，深化對教師 STEAM 專業能力的培訓，並探索跨學科課程的延展性，以進一步提升 STEAM 教育的廣度與深度。同時，推廣更廣泛的繪本資源和教學策略，讓更多幼兒受益於科學探究和創造性學習的過程。

5. 致謝

本研究感謝國科會計畫的補助(NSTC111-2410-H-007-063-)，使本研究得以順利進行。

參考文獻

周淑惠（2017）。STEM 教育自幼開始─幼兒園主題探究課程中的經驗。臺灣教育評論月刊，6（9），169-176。

Campbell, C., Speldewinde, C., Howitt, C., & MacDonald, A. (2018). STEM practice in the early years. Creative Education, 09, 11-25.

Clements, D. H., & Sarama, J. (2016). Math, science, and technology in the early grades. The Future of Children, 26(2), 75-94.

Elkin, M., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2018). Books, butterflies, and ‘bots: Integrating engineering and robotics into early childhood curricula. In L. English & T. Moore (Eds). Early engineering learning (pp. 225-248). Singapore: Springer.

Lundeman, K. W., & Anderson, E. M. (2015). Using blocks to develop 21st century skills. Young Children, 70(1), 36–43.

MacDonald, A., Huser, C., Sikder, S., & Danaia, L. (2020). Effective early childhood STEM education: Findings from the Little Scientists Evaluation. Early Childhood Education Journal, 48(3), 353-363.

Yıldırım, B. (2021). Preschool STEM activities: Preschool teachers' preparation and views. Early Childhood Education Journal, 49(2), 149-162.

基于 PDCA 质量环的初中信息科技课程项目式教学活动设计

Project-based Teaching Activity Design of Junior High School Information Technology Course Based on PDCA Quality Ring

梅佳[1]，孙力[2*]
[1, 2]江南大学
*172174786@qq.com

摘要： 本研究将 PDCA 质量环理论融入初中信息科技课程的项目式教学，设计了课时大循环、课中中循环和主体小循环的教学闭环。通过持续的计划、执行、检查和行动使教学活动能够及时调整，提升教学质量。本研究为信息科技教育提供了新的教学策略，具有重要的实践意义。
关键词： PDCA 质量环；项目式；初中信息科技；

Abstract: This study integrates the PDCA cycle into project-based teaching for junior high school IT courses, designing a teaching with large, medium, and small cycles. Through continuous planning, execution, checking, and action, teaching activities are adjusted to improve quality. This research offers a new strategy for IT education with significant practical value.
Keywords: PDCA cycle,project-based, junior high school information technology;

1. 引言

随着《义务教育信息科技课程标准（2022 年版）》的颁布，信息科技成为独立科目，如何提高教学质量也成为关键。项目式教学（PBL）作为一种新兴的教学模式，能够有效提升学生综合能力。PDCA 作为项目质量管理中常用的方法，将它与项目式教学相结合，能最大限度地发挥教学效果，提升教学质量，从而促进师生共同发展。

2. 相关概念

2.1. PDCA 质量环

PDCA 质量环是一种广泛应用于全面质量管理的科学流程和方法论，将质量控制视为一个持续上升的螺旋形进展路径，其核心是实时检测，不断优化。把 PDCA 质量环应用在教学中，实时优化提升课堂教学质量。PDCA 质量环指导思想是遵照科学程序，实施全面质量管理，要求全程管理，全域监控，有效提升教学质量。

2.2. 项目式教学

项目式教学简称 PBL（project based learning），以真实的情境问题驱动，学生通过计划、问题解决、作品创建以及结果交流等学习任务达到知识的建构和迁移(夏雪梅，2019)。项目式教学通过驱动性的真实问题激发学生学习，学生在教师的引导下通过合作进行问题探究，并呈现探究的作品，最终根据整个学习过程进行评价。项目式教学活动的开展离不开这一系列的规划与设计，从确定项目，制定计划；活动探究，制作作品；汇报演示，交流成果；自评互评，总结反思四个环节出发，环环相扣，紧密联系。

3. 基于 PDCA 质量环的项目式教学理性探讨

传统的信息科技课程主要通过“教师讲授、学生模仿”的“讲练结合”方式进行，学生往往只是重复教师的操作。相比之下项目式教学要求学生通过项目实践，亲身体验从知识获取

到技能运用再到问题解决的全过程。这不仅激发了学生的探究精神，还促进了他们对知识的深入理解和灵活运用，实现知识的建构和迁移。

项目式教学法的探索和普及是近年来才开始的，目前缺乏全面理论支撑和实践指导，在此背景下，确保项目式教学的质量显得尤为重要。PDCA 质量环是全面质量管理的思想基础和方法依据，由计划（Plan）、执行（Do）、检查（Check）、反馈（Action）四个环节构成，最初用于改进产品质量，近年来，PDCA 质量环已运用在教育领域，并且它的融入对教学质量起到了保障作用（赵海霞，2023）。许多学科已将 PDCA 质量环应用于教学过程，将实际的课堂教学过程等同于产品的制造过程，可以对课堂教学进行监控、反馈和优化，以此提升教学质量。与其他课程相比，信息技术课程实践要求较高，将 PDCA 循环理论融入信息科技课程项目式教学中，强化监控过程，可以有效提升教学的应用质量（蓝红莉，2023）。

4. 基于 PDCA 质量环的项目式教学活动设计

以信息科技课程为例，将 PDCA 的四个环节融入项目式教学的课时和课中全过程，构建了如图 1 所示的教学设计。该设计通过不断地循环、信息传递，对教学进行持续的改善和调整，从而建立起基于 PDCA 质量环的项目式教学循环控制流程。

根据 PDCA 质量环的思想，将 PDCA 思想融入教学的课时、课中，并在课中形成主体小循环，构成了大中小三循环模式。

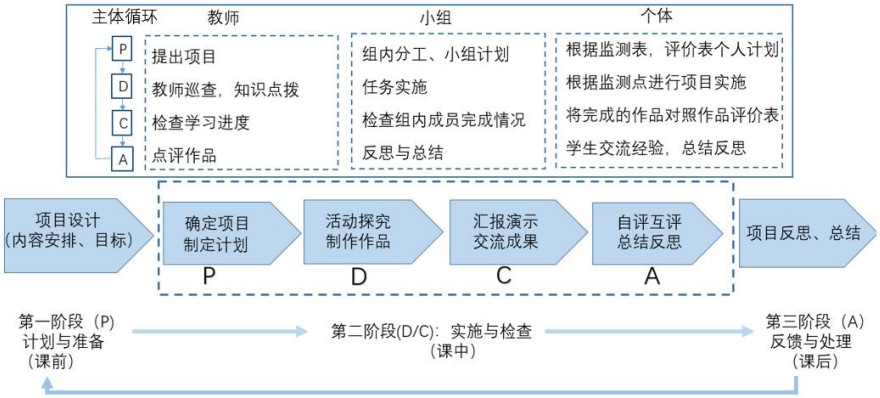


图 1 基于 PDCA 质量环的项目式教学设计

4.1. 课时大循环

课时大循环将整个教学过程作为一个大的 PDCA 循环，涵盖了从课前准备到课中实施，再到课后反馈与处理的全过程。P 阶段，教师根据课程标准和学生特点设计项目，确定教学目标、内容和课时安排。D 阶段，学生在小组内分工合作，进行项目探究和作品制作。教师扮演指导者和促进者，提供必要的支持和资源。C 阶段，教师可以根据学生的学习过程以及作品呈现等方面判断是否达到了预期的学习目标。A 阶段，教师根据整节课的教学效果进行调整与完善，将问题循环到下一节课的教学，以此优化每一节课，呈现出循环上升状态。

课时大循环不仅仅是一门课程的教学活动，而是一个教学策略持续改进的过程。每个循环结束后，都会产生新的数据和反馈，这些信息将用于下一个循环的计划阶段，从而实现教学质量的持续提升。课时大循环使教学过程变得更加系统化和动态，能够更好地适应学生的学习需求和教学目标的变化。

4.2. 课中中循环

为确保项目教学实施阶段的有效性，在课时大循环的第二阶段——实施与检查，将 PDCA 质量环嵌入其中形成中循环。“课中中循环”是项目式教学的具体实施过程，对具体教学活动进行的一个完整的 PDCA 循环，旨在对教学活动进行监控和调整，确保教学目标的实现。

P 阶段——确定项目，制定计划

教师向学生介绍课前设计的项目，通过驱动性问题激发学生思考，教师引导学生理解项目要求，并确保学生具备必要的背景知识。学生通过对项目的了解，以分组的形式计划项目如何进行，可以采取头脑风暴、小组讨论等方式进行，教师引导学生开始进行项目工作，确保每个学生都清楚自己的角色和任务。

D 阶段——活动探究，制作作品

学生根据项目计划进行研究、讨论、实验等探究活动以完成项目任务，同时可以实时记录自己以及小组的项目进行状态，不断调整。教师在课中巡查并提供必要的指导和支持，帮助学生克服困难和挑战。

C 阶段——汇报演示，交流成果

学生经过小组探索和学习完成了自己的项目作品,并通过汇报和演示来展示他们的学习成果。学生不仅可以汇报自己的学习成果，从同学和教师那里获得反馈，还可以提出自己在学习过程中遇到的问题、困惑。

A 阶段——自评互评，总结反思

学生进行自我评估和同伴评估，反思项目过程中的学习体验和成果，以及如何在接下来的学习中进行改进，最后完成学习评价表的填写。

课中中循环具有持续新、灵活性、参与性三大特征。在这个循环中强调项目实施过程中持续监控和评估，确保教学目标的实现；并且根据 D/C 阶段的进展的结果，师生可以灵活调整项目计划，以应对项目实施过程中出现的新情况。同时帮助学生积极参与中循环的各个阶段，包括计划、执行、检查和行动，这有助于提高他们的责任感和参与度。

4.3. 主体小循环

课中中循环中涉及了教师、小组和个体（学生）三个主体，这些小循环是在项目式教学过程中同时进行的，并且相互影响和促进。在课中中循环，每个主体都有自己的 PDCA 循环。教师环中，教师根据课程标准和学生实际情况设计项目，这包括确定项目主题、学习目标、所需材料和资源、时间安排以及评估标准。教师是学生的引导，在教学中不断巡视指导学生，监控学生的项目进展，通过观察、提问等来评估学生的学习情况，并根据学生的作品进行点评，基于作品结果，教师不断调整教学策略。小组环中，小组的合作学习中，每个小组会有一个自己的 PDCA 循环。小组的小循环涉及小组内部的计划制定（确定项目目标和分工）、执行项目任务、检查项目进度和成果，以及根据检查结果进行调整。这个循环有助于提高小组合作的效率和项目完成的质量。在个体环中，每个学生在小组合作中也有自己的 PDCA 循环。学生的循环包括个人学习计划的制定、学习活动的执行、学习成果的自我检查和反思，以及根据反思结果进行个人学习策略的调整。这个循环有助于学生提高自我学习能力和自我管理能力。

课中的三个主体小循环相互嵌套与作用，形成动态的学习机制。教师的小循环通过指导和反馈影响小组和个体学习；小组的小循环则影响每个学生的学习体验与成果；个体的小循环反过来又为小组和教师提供评估依据。这样的互动与反馈促进了教学活动的调整与优化，提升了教学效果和学生的学习成效，同时鼓励了教师与学生在教学过程中不断反思与改进，形成持续的改进文化。

5. 结语

信息科技课程是义务教育阶段的必修课程，在日常信息技术课程中，由于课时有限，重视度不高等一些问题导致信息科技课程教学质量较差。本文将 PDCA 质量环的管理理念融入信息科技课程的项目式教学之中，通过不断的计划、执行、检查和行动来优化教学和学习过程，提高教学质量和学生的学习成效。这种策略强调了教学的动态性和适应性，使得教学活动能够根据实际情况进行及时调整，以满足学生的学习需求。

参考文献：

赵海霞.基于 PDCA 闭环的混合式教学模式的探索——以《数据结构》课程为例[J].电脑知识与技术,2023,19(03):175-177.DOI:10.14004/j.cnki.ckt.2023.0111.

洪优萍.信息科技项目式学习的实践困境与突破策略[J].中国信息技术教育,2024,(07):9-12.

夏雪梅.在学科中进行项目化学习:学生视角[J].全球教育展望,2019,48(02):83-94.

曾雪庆,张精宝,吴磊.基于项目式教学提升学生信息素养的实践研究——以《信息技术》课程为例[J].中国教育信息化,2021,(02):56-61.

蓝红莉,王晓荣,周晓辉.融合 PDCA 理论的任务驱动实践教学模式研究与实施[J].实验室研究与探索,2021,40(07):200-204.DOI:10.19927/j.cnki.syyt.2021.07.043.

DEMING W E. Out of the crisis[M]. Cambridge, Mass.:MIT Press, 2000.

創造性問題解決（CPS）模式融入 STEAM 課程對創造力之研究

Fostering Creativity in STEAM Education through the Creative Problem Solving（CPS）Model

Jen-Hao Hsieh, Ming-Yen Chiang and Leon Yufeng Wu*
Chung Yuan Christian University
*leonwu@cycu.edu.tw

【摘要】 本研究探討創造性問題解決（CPS）模式融入 STEAM 課程對創造力的影響。創造力是應對未來挑戰的關鍵能力，OECD 於 2022 年新增「創造性思考」測驗。STEAM 課程強調創新與跨領域整合，永續發展教育（ESD）則注重跨領域合作與創新解決全球問題。CPS 模式因結構性與實踐性，已被證實能提升創意思維與問題解決能力。研究以 180 名國中八年級學生為對象，150 人為實驗組，接受 8 週 CPS 融入 STEAM 課程；30 人為對照組，採傳統 STEAM 教學。兩組以威廉斯創造力測驗（CAP）進行前後測，並以創意產品語義量表（CPSS）評估作品創造力表現，比較兩組差異與測驗得分與作品創意的相關性。

【關鍵字】 STEAM；創造力；CPS；CAP；CPSS

Abstract: *This study explores the impact of integrating the Creative Problem Solving (CPS) model into STEAM education on creativity. Creativity is a key skill for future challenges and was included in the OECD's 2022 assessments. STEAM focuses on innovation and interdisciplinary integration, while CPS, known for its structured and practical approach, has been proven to enhance creative thinking and problem-solving. The study involved 180 eighth-grade students, with 150 in an experimental group receiving an 8-week CPS-integrated STEAM course and 30 in a control group using traditional STEAM methods. Creativity was measured using the Williams Creativity Assessment (CAP) and the Creative Product Semantic Scale (CPSS), analyzing differences and correlations between creativity scores and outputs.*

Keywords: STEAM；Creativity；CPS；CAP；CPSS

1. 研究背景

在當前快速變遷之社會環境中，創造力已被視為應對未來挑戰之核心能力，尤其面對無標準答案且需創新解決方案之議題，其重要性愈顯突出。經濟合作暨發展組織（OECD）於 2022 年將「創造性思考」項目納入 PISA 測驗，彰顯其於全球教育政策中之重要性，並反映培育學生創造性思維已成教育改革核心目標之一(OECD, 2022)。

STEAM 教育因強調創新與跨領域能力整合，為提升學生創造力之有效途徑(Yakman, 2008)。同時，永續發展教育（Education for Sustainable Development, ESD）聚焦於透過跨領域協作與創新解決全球性問題，進一步強調創造力為教育不可或缺之核心目標(UNESCO. Division for Inclusion & Sustainable Development, 2017)。

創造性問題解決（Creative Problem Solving, CPS）模式作為具結構性與實踐性之創意教學模式，可顯著提升學生之創意思維與問題解決能力(Puccio et al., 2010)。該模式除有助學生於複雜情境中探索創新解決方案，亦能有效增進其跨領域學習能力，與 STEAM 教育理念高度契合。故將 CPS 模式融入 STEAM 課程，或能有效提升學生創造力，亦期望為創新教育及永續發展提供實證基礎。

本研究旨在探討 CPS 模式結合 STEAM 課程對學生創造力之影響，以期為教育創新與永續發展提供實務依據及研究參考。

2. 研究目的與問題

本研究之目的在於設計一套創造性問題解決（CPS）模式融入 STEAM 課程之教學方案，並探討其對學生創造力之影響。研究待答問題包括：1.如何設計具可行性之 CPS 融入 STEAM 課程方案；2.學生參與該課程後，在「威廉斯創造力測驗（第二版）」中，「流暢性」、「開放性」、「變通性」、「獨創性」、「精密性」及「全量表」六項指標之前後測得分差異是否達顯著水準，並比較實驗組與對照組之差異；3.分析威廉斯創造性思考活動得分與創意產品語意量表得分之相關性，以全面探討課程實施對學生創造力之影響。

3. 研究方法

本研究採用準實驗研究法，以威廉斯創造力測驗（第二版）（Creativity Assessment Packet, CAP）為前測，進行創造性問題解決（CPS）模式融入 STEAM 課程後，以威廉斯創造力測驗（第二版）（CAP）與創意產品語意量表（CPSS）為後測工具，以了解創造性問題解決（CPS）模式融入 STEAM 課程對學生創造力之影響。研究對象為 180 位國中八年級學生，其中 30 位為對照組，實施傳統教學法 STEAM 課程；另外 150 位學生為實驗組，實施 CPS 融入 STEAM 課程。實驗為期八週，兩組皆以 CAP 為前後測，以 CPSS 為創意作品評量工具。

研究工具為 1. 威廉斯創造力測驗（第二版）（Creativity Assessment Packet, CAP）2. 創意產品語意量表（Creative Product Semantic Scale, CPSS）3. 創造性問題解決（CPS）融入 STEAM 課程。

威廉斯創造力測驗（第二版）根據 Creativity Assessment Packet (Williams, 1980) 編製，並由于曉平與林幸台於 2024 年修訂完成。自 1994 年首次引進臺灣後，該測驗在臺灣已使用超過 30 年。本次修訂包括題目更新、計分方法及常模的重新制定，旨在更適切地評估現今學子的創造力表現。

創意產品語意量表（Creative Product Semantic Scale, CPSS）由 Besemer 與 O'Quin 於 1989 年提出，提供了一個多角度的評估框架，用於測試與驗證創造性產品的品質與特徵 (O'Quin & Besemer, 1989)。後經 White and Smith (2001)修訂，將其精簡化以適用於更多情境，並降低評測時的疲勞，提高操作之便利性及效能。White 與 Smith 將其濃縮為 15 對形容詞對，得分愈高，代表愈有創造力。

創造性問題解決（CPS）融入 STEAM 課程係以 CPS 之「理解挑戰」、「產生想法」與「準備行動」三大階段為主軸，透過發散性與聚斂性思考，以理解問題、發展創意、規劃方案並實施，結合 STEAM 教育跨領域、問題導向（Problem-Based Learning, PBL）為課程設計原則。本課程以「創意車輛設計」為主題，進行每節四十五分鐘，每週一節課，共八週的 CPS 融入 STEAM 課程，前兩週課程為「理解挑戰」階段，利用腦力激盪法、屬性列舉法，大量發想、分析，並整理出車輛構成元素（如：輪子、車殼、車門、特殊功能等）；第三、四週為「產生想法」階段，利用腦力激盪法、奔馳法，完成創意設計，並繪製設計圖；第五至八週為「準備行動」階段，利用六頂帽思考法，構思並檢視製作方案，並完成作品製作。

參考資料

O'Quin, K., & Besemer, S. P. (1989). The development, reliability, and validity of the revised creative product semantic scale. *Creativity research journal*, *2*(4), 267-278. https://doi.org/10.1080/10400418909534323

OECD. (2022). *PISA 2022 Results (Volume III) Creative Minds, Creative Schools*. https://doi.org/https://doi.org/10.1787/765ee8c2-en

Puccio, G. J., Mance, M., & Murdock, M. C. (2010). *Creative leadership: Skills that drive change*. Sage Publications.

UNESCO. Division for Inclusion, P., & Sustainable Development, E. S. (2017). Education for Sustainable Development Goals: learning objectives. In (pp. vi, 62 p.). Paris: UNESCO.

White, A., & Smith, B. L. (2001). Assessing Advertising Creativity Using the Creative Product Semantic Scale. *Journal of Advertising Research*, *41*(6), 27. https://doi.org/10.2501/JAR-41-6-27-34

Williams, F. E. (1980). *Creativity Assessment Packet: (CAP)*. D.O.K. Publishers. https://books.google.com.tw/books?id=3duPmwEACAAJ

Yakman, G. (2008). STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education.

探討探究式教學法與傳統講述法於國中地理課程中學習成效的比較

A Comparative Study on the Learning Effectiveness of Inquiry-Based Teaching Method and Traditional Lecture Method in Junior High School Geography Curriculum

陳雨糖 1，陳雨濃 2*
1 國立清華大學教育與學習科技學系
2 中原大學教育研究所
* yutang@gapp.nthu.edu.tw

【摘要】 本研究探討探究式教學法與傳統講述法在國中地理課程中的學習成效差異，並檢視學習動機與學業背景的調節作用。研究採準實驗設計，以桃園某公立國中七年級 50 名學生為樣本，分為實驗組（探究式教學法）與對照組（傳統講述法），進行前後測比較分析。結果顯示，探究式教學法在提升學生地理知識應用與問題解決能力方面顯著優於傳統講述法，且高學習動機學生表現尤為突出，學業背景亦對學習成效產生影響。本研究進一步證實探究式教學法可促進學習遷移、激發高層次思維並深化地理學科理解。為國中地理教學提供實證依據，建議教師融入探究式教學策略，以學生為中心培養批判性思維與問題解決能力，並依學生學習動機與學業背景設計差異化教學，以提升教學成效與學習興趣。
【關鍵字】 探究式教學法；講述式教學法；學習成效；學習動機；社會領域

Abstract: *This study examines the effects of inquiry-based teaching and traditional lecture-based instruction on learning outcomes in junior high school geography, considering the moderating roles of learning motivation and academic background. A quasi-experimental design was conducted with 50 seventh-grade students in Taoyuan. Results show that inquiry-based teaching significantly enhances knowledge application and problem-solving skills, especially for highly motivated students, while academic background also influences learning outcomes. The study confirms that inquiry-based teaching promotes knowledge transfer, higher-order thinking, and deeper understanding. It suggests integrating inquiry-based strategies, adopting student-centered approaches, and designing differentiated instruction to improve teaching effectiveness and student engagement.*
Keywords: Inquiry-based, lecture, Learning Achievment, learning motivation, social studies

1. 前言

隨著教育理念演進，培養核心素養已成教育改革重點。從九年一貫課程的「基本能力」到十二年國教的核心素養，當代教育強調以學生為中心的教學模式，期望學生能建構知識並應用於生活。然而，國中地理教育長期受制於傳統講述法，導致學生學習興趣低落、應用能力不足。探究式教學法強調學生主動學習，透過真實問題情境，引導學生提出假設、驗證結論、建構知識，以培養高階思維與問題解決能力。然而，該方法仍面臨教師角色轉變、學生背景差異與學習動機影響等挑戰。

本研究比較探究式教學法與傳統講述法對學生學習成效的影響，並探討學習動機與學業背景的調節作用。此外，研究將設計地理探究式教案，作為教師課程設計參考。透過實證研究與教案範例，本研究期望為地理教育提供具體策略，促進教育改革與學生知識遷移能力的提升。

2. 研究背景與動機

2.1. 傳統地理教學的問題

傳統地理教學以教師為中心，採填鴨式教育，學生被動接受知識，專注記憶地理名詞與基本

資訊，難以應用於日常生活。此模式易導致學生缺乏學習興趣與參與度，削弱對學科的理解與認同，進而影響學習動機與成效。

2.2.建構式教學的興起與挑戰

隨著教育改革推進，建構式教學受重視，強調學生主動學習與知識建構。然而，教師仍習慣傳統教學模式，未能完全轉變為引導者，影響改革成效。要真正落實建構式教學，教師需改變角色，促進學生自主學習與多元思考。

2.3.地理學習的重要性

地理學習不僅是掌握知識，更應激發好奇心，培養問題解決能力，並從地理視角分析現實問題。教育應重視知識轉化為實際能力，讓學生樂於學習並應用於生活，提升學習動機，深化理解，促進終身學習。

2.4.地理教育改革的目標

地地理教育改革旨在提升學生對地理的興趣，促使學習從被動轉為主動。學生應透過探索與實踐理解地理知識的應用，培養應對全球變遷的能力，運用地理知識解決生活問題。強調探究式學習與好奇心培養，有助於提升高層次思維與問題解決能力，並維持學習動力與熱情。

3.研究目的

依據上述研究背景與動機，本研究以探究式教學法取代原本的講述式教學法，嘗試以探究式教學法融入國中社會領域地理課程為教學活動，並提出以下四項研究目的：

（一）探討探究式教學法與傳統講授法對國中生地理學習成效的影響。

（二）驗證探究式教學法在增強學生地理知識應用能力與問題解決能力方面的有效性。

（三）分析學習動機是否在教學策略與學習成效之間發揮調節作用，檢視動機高低是否影響教學策略。

（四）提供探究式教學法在國中地理學科應用的實證依據，為未來教師提供具體的教學策略及建議。

4.研究方法

本研究採用準實驗設計，旨在探討探究式教學法與傳統講述法對國中地理課程學習成效的影響，並分析學習動機與學業背景在其中的調節作用。研究對象為桃園市某公立國中七年級學生，共 50 名，隨機分為實驗組與對照組，分別接受不同的教學策略。實驗組採用探究式教學法，對照組則採用傳統講述法，通過前測與後測的方式比較兩組學生在地理學科測驗上的表現差異。同時，輔以學習單、觀察記錄及訪談資料，從多元角度檢視教學策略的成效。

5.參考文獻

張菊秀(1997)。「探究式教學法」與「講述式教學法」在國中地球科學「氣象」單元中學生學習成效比較。〔碩士論文。國立臺灣師範大學〕臺灣博碩士論文知識加值系統。

楊建民(2010)。探究式教學法與講述式教學法在國小 Scratch 程式教學學習成效之研究。〔碩士論文。國立屏東教育大學〕臺灣博碩士論文知識加值系統。

六頂思考帽與 AIGC 技術輔助環保吸管設計的創新應用

徐佳欣[1]、邱敏棋[2]
[1]臺中科技大學多媒體設計研究所研究生
[2]臺中科技大學多媒體設計研究所助理教授
* minky413@gmail.com

【摘要】本研究旨為探究「六頂思考帽」融入環保吸管永續設計改良中的應用，採取問題探究與回饋的研究方法引導學習者思考及探討環保吸管對於環保永續影響的議題。研究發現紅色思考帽著重於使用便利性和成本問題，黑色思考帽指出政策推行面臨的挑戰與不足；黃色與綠色思考帽強調教育宣傳、創新材質的重要性；白色思考帽反映資訊缺乏需補足；藍色思考帽總結多方協作實現吸管永續化，研究建議強化公眾教育及優化設計，以促進環保吸管的推廣與實踐。最後，研究結合訪談建議與 AI 生成圖像技術，設計出改良版環保吸管作品，清晰展現改良成果與實踐價值。

【关键词】六頂思考帽、環保吸管、紙吸管、環境永續

Abstract: *The purpose of this study is to explore the application of the "Six Thinking Hats" into the sustainable design and improvement of environmental straws, and to guide learners to think about and explore the impact of environmental straws on environmental sustainability by adopting the research methods of problem exploration and feedback. The results show that the red thinking hat focuses on the convenience and cost of use, and the black thinking hat points out the challenges and shortcomings of policy implementation. The yellow and green thinking hats emphasize the importance of education, publicity, and innovative materials; The white thinking cap reflects the lack of information that needs to be filled; The Blue Thinking Cap summarizes the multi-party collaboration to achieve the sustainability of straws, and the study recommends strengthening public education and optimizing the design to promote the promotion and practice of environmentally friendly straws. Finally, combined with interview suggestions and AI-generated image technology, an improved version of the environmental straw was designed to clearly show the improved results and practical value.*

Keywords: Six thinking caps, eco-friendly straws, paper straws, environmental sustainability

1.前言

在全球資源消耗不斷增加的背景下，永續設計的發展已成為當代設計領域中的重要議題(Gam & Banning, 2011)。永續設計不僅是設計師和製造商的責任，也涉及消費者在選購產品時的選擇，對於環境、社會和經濟都有深遠的影響（Khalid,2023）。永續設計的目標在於創造出對環境影響最小、資源消耗最低的產品，以延長產品的生命周期、減少廢棄物，進而建立起綠色消費觀念，這不僅關係到環境的保護，也涉及到世代之間資源的公平分配（Bradu et al,2022）。隨著環保意識的提升，塑膠吸管因其無法被有效解決市場需求且對環境造成極大負擔，逐漸被認為是需要替代的產品之一（Roy et al.,2021）。紙吸管作為塑膠吸管的替代方案，具有可降解的特性，表面上看似更加環保，但實則不然且可能存在危害身體健康的風險（Moy et al.,2021）。因為紙吸管在生產過程中通常會使用永久性化學物質，如防水塗層和黏合劑，此化學物質可能對環境和人體造成潛在危害，導致其環保特性大打折扣（Jonsson et al.,2021）。此外，紙吸管在耐用性上往往表現不佳，容易在短時間內破損、浸水或軟化，降低使用體驗，也無法充分達到永續設計的目標（Chen et al.,2022）。因此，紙吸管的設計仍存在改良的空間，以期真正滿足環保與耐用的需求，成為更符合永續設計理念的產品。基於上述所提出的問題，本研究為針對消費者對於紙吸管永續議題的爭議作出探討，研究將運用六

頂帽子研究方法來研究紙吸管永續議題。目前已有許多研究證明六頂思考帽的應用效果，並在不同領域取得成效。例如Chien(2019) 將「六頂思考帽」融入九位學生教師在台灣西北部師資培訓課程實習期間的反思實踐中,研究結果發現「六頂思考帽 」確實影響了九名實習教師學生的思考能力、創新能力和問題解決能力的發展。 總而言之，永續設計在當前環境中具有深遠意義，針對紙吸管替代塑膠吸管所引發的環保與耐用性問題，本研究將應用六頂思考帽的多角度分析方法，以改善現有設計缺陷，使其更接近永續設計的目標，並成為兼具環保與實用性的產品。

2.文獻回顧

2.1 永續設計

永續的概念並非新概念,它出現於 20 世紀 60 年代，當時人們對生態問題的關注和對資源稀缺的恐懼日益高漲。聯合國將其定義為「在不影響後代滿足自身需求能力的前提下，滿足當前需求的發展。可持續設計」一詞是指一個理性且有系統的過程，藉以創造新事物來解決與永續性相關的問題（Baldassarre at el,.2020）。因為近年塑料污染的惡化是全球關注的問題，「重複使用、減少使用、循環再造」是解決這個問題的方法，但仍不足以遏止塑料的大量使用（Rai, 2021）。根據預測，到 2025 年，全球城市固體廢棄物的產生量可能會從 2010 年的每年 13 億噸增加到每年 22 億噸。因此，永續設計成為一個備受重視的議題。聯合國 2030 年永續發展目標 (SDGs) 承認永續成就對人類、地球、和平與繁榮的不足。新目標的獨特之處在於它們呼籲所有國家，無論是貧窮國家、富裕國家還是中等收入國家，都要採取行動，在保護地球的同時促進繁榮（Janne at el,.2020）。

永續設計如今被應用在不同的專業領域中，例如永續性在公司，特別是食品公司的運作中，對其財務績效起著舉足輕重的作用。環境問題以及實施可持續發展原則所帶來的潛在經濟收益，都要求使用多種工具來發展綠色供應鏈（Yakavenka at el,.2020）。永續建築設計計畫致力於將結構發展轉換為更具環保意識的建築設計，並最終改善生活品質(Boso at,el,.2023)。

除此之外，永續設計所面對最大的問題是很多年輕設計師對這些問題缺乏關心。設計師的挑戰性角色之一是為了我們所有人的利益而改變消費者的行為。這種改變可以是很微小的--選擇一種材料，也可以是很大的--減少能源使用和產生的廢棄物等，從而使產品更具可持續性。所以設計師的設計會對社會的永續性有極大的影響（Nikolaou at el 2021）。

2.2 六頂思考帽

六頂帽子中的每一頂都有一種顏色：白色、紅色、黑色、黃色、綠色、藍色。它可以選擇巧妙的希臘名字來表明它需要每一頂帽子的思想類型，透過六頂思考帽思考將有助於創意發想過程（Gill-Simmen,2020)。De Bono (2017)希望學習者能想象到帽子就像真實想象的帽子一樣，顏色有助於想象它們。該模型反映了 De Bono 的信念，即「有效使用的簡單方法比難以理解和使用起來令人困惑的複雜方法更有價值」。另外，每頂帽子的顏色都與他的底色有關。例如，白帽子目標是中立且客觀的，因此白帽關注客觀事實和數字。紅色帽子代表紅色代表憤怒、和情緒因此紅帽給出了感性的觀點。 (Göçmen&Coşkun,2019)。

除此之外，Chen at el,.(2023)認為人們往往因為潛在的自我保護或避免自我形象受損，而影響判斷和分析能力，或誤判。六頂帽子的第一個價值會促進思考和說出一些事情，否則就無法在不冒自我風險的情況下思考或說出事情。第二個價值是引導注意力的值。六頂帽子是平均一頂帽子，用於將注意力集中到與主題不同的六個方面。第三個價值是便利性，六頂不同帽子的象徵意義可以請對方給出純粹情緒化的答案(Hu et al.,2021)。Elsayed & Abbas (2021) 認為「嘗試實際思考時，通常會遇到三個基本困難」，例如:: 1）情緒:面對不思考，而是依靠即時的直覺、情感和偏見作為行動的基礎。2）無助:當自己感到的不足時，不知道該如何思考此問題，也不知道下一步該做什麼」。3）混亂:思緒混亂無法記住事情。Chien（2021) 解釋到彩色帽子比喻在解決這些困難方面的強大力量在於，戴帽子的人有能力在戴完一頂彩

色帽子後脫下並戴上另一頂。佩戴不同顏色的帽子使佩戴者能夠以不同的視角批判性地思考問題，並嘗試為遇到的任何問題找到替代解決方案。

近年來，六頂思考帽特別著重管理和團隊合作，也被應用於許多不同研究領域中(Portmann & Easterbrook, 1992)。例如，六頂思考帽「製圖」風格有利於探索性思維，並且可以為法律體系和其他社會體系提供有價值的（即建設性的、生成性的和更全面的）替代方案。此外，六頂思考帽技術在培養數學技能方面非常有效，因此有學者建議考慮將六頂思考帽技術的使用擴展到中學教育所有數學課程的教學中，並重點準備能夠讓學生練習批判性思考能力和數字感的活動(Majed,2022)。因此，有鑒於上述研究所敘明的六頂思考帽在促進學習者創意思考、批判性思考能力以及團隊合作討論方面等優勢，本研究將採用六頂思考帽作為研究方法，探討紙吸管對環境造成的污染及其解決方案，以符合永續設計的議題。

3.問題探究與回饋

訪問前，研究者介紹六頂思考帽的使用方法及環境永續概念，請學習者用此技法記錄想法。研究者提問時，學習者展現能從多面向檢視問題，並展現解決環境污染的認知與技能。

(一) 紅色思考帽

您對環保吸管有什麼看法？有何評價？你不喜歡環保吸管的哪些地方嗎？你覺得環保吸管的優點是什麼？

小陳：我覺得這是個很有創意的設計，它們有分玻璃、不鏽鋼的材質以及有不同的粗幼大小選擇。這個設計如果可以改善環境，我也會想要使用。

小琴：我認為環保吸管可以促進可持續發展，因為可以不斷重用，所以可以減少浪費的現象。在缺點方面，我也覺得是不太方便，使用上比較麻煩。

小蕊：我認為環保吸管可以減少地球的負擔，很多的高知識環保人士都會願意使用環保吸管。我認為這是個非常讓人欣賞的作法。在缺點方面，可能不如塑料吸管耐用，使用一段時間後可能需要更換。

你會選擇使用環保吸管嗎？為什麼你更喜歡（塑膠吸管/環保吸管）而不是（環保吸管/塑膠吸管）？如果要不喜歡環保吸管，你會採取什麼行動避免？

小陳：我會用環保吸管。喜歡環保吸管大概 60%，因為始終都要考慮價錢同方便性，喜歡的 主因是可以為地球環保填上一份力。如果不喜歡環保吸管我會使用生物可降解材質的吸管。

小琴：我不會使用，因為就算解決了這一樣，環境依然還有很多問題，我認為車既二氧化碳排氣，工廠的廢水排放等等才是環境污染的最大問題，喜歡程度一半一半。

小蕊：我會使用環保吸管，但前提是根據商家以及政府的決策是否有吸引到我去使用吧。我更喜歡塑膠吸管，因為我非常注重物品的方便性。

(二) 黑色思考帽

使用環保吸管對環境有幫助嗎？你認為環保吸管有助於解決永續問題嗎？您認為商店將環保吸管代替一般吸管有什麼價值？

小陳：是有幫助的，現在這麼多手搖店如果實施使用環保吸管政策就可以減少塑膠的使用量。

小琴：我認為不一定有幫助吧，全部改用環保吸管以後說明會使用多了其他的材質的原料。

小蕊：我認為是沒有實質幫助的，改為環保吸管會導致商店，消費者面臨成本的問題。這些情況會引發經濟，民生問題，最後還是會再次影響環境

(2)你覺得利用環保吸管替代塑膠吸管的可能性有多大？ 如果要讓吸管達到真正的環保會需要多久的時間？在使用吸管上我能為做出什麼對環境永續的貢獻？

小陳：可能性大概 40%吧，要看政策如何安排整個替代的流程，我認為大概起碼要 10 年才能達至真正的環保。我積極使用環保吸管就是對環境永續最大的貢獻了，

小琴：我覺得可能性偏高，大概可能十年以上才能達至真正的環保。我會自己帶杯子以及少喝手搖飲料，帶杯子可行性高，但很難不喝飲料。

小蕊：我覺得可能性不高，達至環保的時間難以計算。

(三) 黃色思考帽

認為紙吸管不環保的依據是什麼？實施環保吸管的政策對於不同角色（如商家、政府、消費者）是公平的嗎？

小陳：因為在推行減塑政策的同時，又要大大提升使用紙張的需求量導致其他的環境問題並沒有真正意義上的推行永續。我認為是不公平的，環保吸管的成本比塑膠吸管的成本高，最後只會是消費者要承受高額的商品。

小琴：因為紙吸管根本就不實用，市民需要用大量的紙吸管才可以代替塑料吸管的存在。但是這樣又會導致大量樹木會被砍伐。我認為不公平，需要更全面的調查後實施才比較好。

小蕊：我認為紙吸管是不可能永遠取代塑膠吸管的，它還有很多不完善的地方。

實施環保吸管背後的邏輯是什麼？可行嗎？為什麼這個政策可能行不通？這個方法是否合理？

小陳：實施環保吸管背後的邏輯是盲目追求環保，又不明白環保真正意義，所以我認為是不可行的，因為這個政策說是說在進行環保的政策但是根本沒有做到環保，也沒有很多人願意支持，所以我認為是不合理的。

小琴：這個政策主張為了環保，但是消費者，商家都會因為這個政策而成本增加，同時增加生活上的麻煩以及負擔。所以我認為是不可行的。

小蕊：我認為實施環保吸管背後主要是受到大機構商家和政府的操控，只考慮單方面的利益。讓市民來背負政策的漏洞。

(四) 綠色思考帽

(1)受到已遭受破壞的環境，我們可以採取什麼方式促使環保吸管的運行，幫助環境永續的發展？

小陳：可以通過教育宣傳的方式，跟更多的人科普這方面的知識，呼應身邊的人可以加入使用環保吸管的行列中。

小琴：可以以自身為準則開始實施改用環保吸管，捐款給這類型的環保組織。日常生活中拒絕使用商家所提供的塑膠吸管。

小蕊：可以通過自己的力量，例如拍影片去介紹環保吸管的好處。呼籲消費者可以支持環保吸管，增加環保吸管的使用率。

(五) 白色思考帽

關於這個環保吸管對於環境永續來說，我們有哪些資訊？想要了解環保吸管需要什麼資訊？我們應該如何取得相關資訊？

小陳：我們有各個不同材質的環保吸管的研究資料，想要了解環保吸管需要材質，延展性，重量，耐用性，成本價格，防水性等的資訊。

小琴：我們有環保吸管代替塑料吸管後的好處相關資訊，這會減輕海洋以及陸地生態系統的污染，想要了解環保吸管要了解更多材料的基本資料。

小蕊：我們基本上已經掌握了很全面的資料，想要了解環保吸管需要了解材料，可持續性以及生產的製作步驟。我們可以通過學習者的研究，實驗來掌握第一手資料。

2)我們對環保吸管有足夠的資訊嗎？這些資訊的可靠性如何？該資訊的有效性如何？這些資訊對於我們理解利用環保吸管解決環保問題有關嗎？還有哪些相關的資訊可能有幫助？

小陳：我認為沒有足夠資訊，這些資訊可靠但有效性不高。因為沒有實際的運營不知道是否跟資訊一樣那樣得到理想的環保目標。

小琴：沒有足夠資料，日常都不會接觸到很多這方面的資訊所以不太了解，這些資訊的可靠性不高，有效性也不清楚。外國成功實施代替塑料吸管的資訊可能有用。

小蕊：不夠資訊，學校並沒有增加這方面的科普給學生，專業的資訊是可靠的，有效性高。這些資訊多數是研究吸管的材質，關於消費者意願調查以及商家成本的資訊可能會有幫助。

(六) 藍色思考帽

(1)經歷整個採訪後，您的立場是否有變化？你能解釋一下你是如何得出這個結論的嗎？

小陳：我的立場沒有變化，我依然認為環保吸管政策需要更多的考量，我作為消費者來說我當然是先考慮我自己的利益，像是價格以及便利性。

小琴：我的立場沒有變化，因為我不贊成這個政策。因為我認為這個措施是很難實施成功的。在運行期間又要投放大量的人力和資源。市民的生活也會更加的不方便。

小蕊：我的立場有變化，我在聽完其他採訪者的回答之後了解到更多關於環保吸管的看法。因此我認為這個政策目前階段的資訊來說是很難執行的。消費者和商戶都需要更完善的機制才會更願意配合。

(2)要如何實現吸管環保化的目標？什麼計劃或策略可以使我們成功達成目標？ 您對吸管永續化的期望是什麼？

小陳：我覺得要有一種環保材質的一次性吸管普遍於社會才會比較可能實現環保化的目標，我對吸管永續化的期望是希望可以真正的改善環境的污染問題，而不是解決塑料的污染，而導致有紙張消耗的問題。

小琴：我認為沒有方法是可以達至吸管環化，那些政策只會讓我覺得很麻煩。而且並沒有辦法可以實質的解決環境的問題。

小蕊：我認為要首先提升市民對於環保的知識，增加學校的課程教育以及電視廣告的宣傳。我對吸管永續化的期望是可以讓市民都可以滿意並願意配合這個措施，而不是被逼。

基於上述學習者對於環保吸管永續設計改良的想法，本研究透過六頂思考帽，幫助學習者從多面向反思相關議題，透過深度訪談能更進一步了解受測者對環保吸管的感受與使用體驗，收集到更具體的意見與建議。為了有效整理分析訪談資料，本研究透過相關軟體將訪談結果重點式繪製與整理，並以視覺化圖像呈現其對環保吸管議題的看法（如圖 1 所示），此方法不僅有助於理解受測者對吸管設計功能性、美觀性及環保價值的看法，也能顯示其對於設計改良的具體需求與期望，提供研究者清晰的資料基礎，作為後續設計改進的參考。

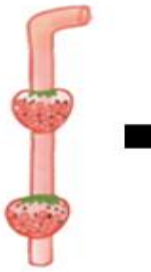
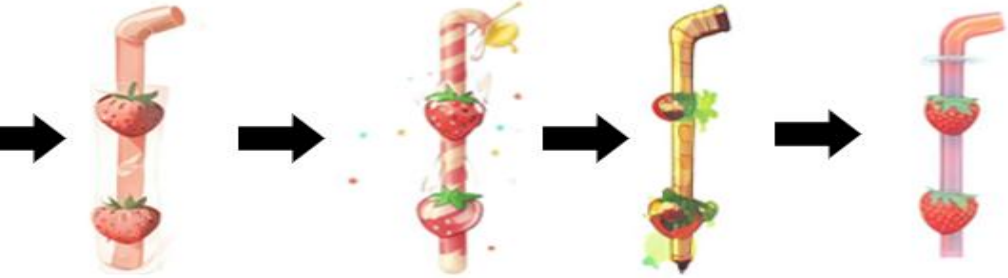
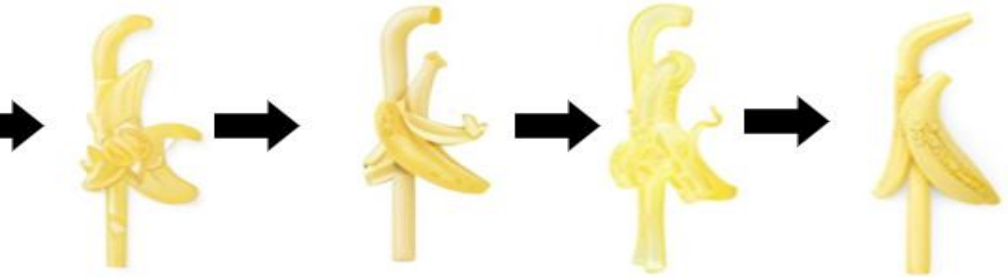
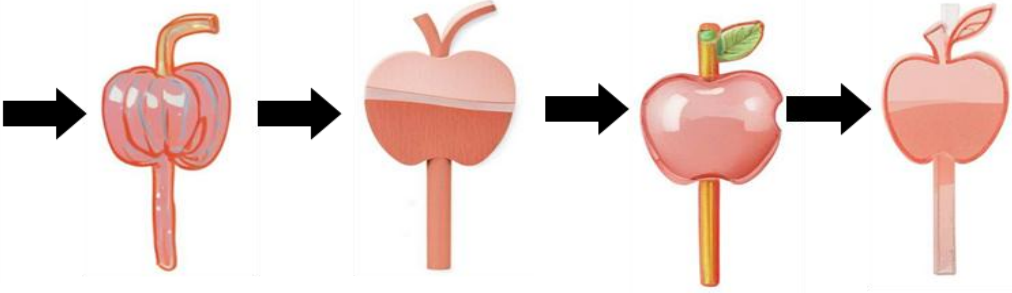
圖 1 *以六頂思考帽發想環保吸管圖*

最後，本研究透過 AIGC 的方式來生成有關環保吸管的創意發想草圖，結合不同水果糖果口味設計成吸管款式，突破傳統紙吸管或塑膠吸管的材質限制，以不同天然果糖口味設計為吸管造型，不僅具有獨特的外觀設計，還能與飲料口味相互搭配，並可被安全食用。且吸管

是以可以食用的天然果糖材質製造，此創新設計旨在減少一次性塑膠的使用，降低對環境的汙染，實現美味與環保的雙重效益（如表 2 所示）。

表 2

從草圖發想到 AIGC 生成圖像過程

草圖	AIGC 生成圖像過程
	
	
	

5.結語

因為近年的環境永續議題出現很多的爭議，社會上的環境污染也越來越嚴重，研究者才發現學生之間對於環境保育的觀念有很大的不同，因為生長的環境以及教育程度的不同，不同的學生對於環保吸管的看法也有所異同。在訪問之前，學生對於多元化思維並不了解，也不清楚應該從何下手去探討環保吸管的議題。

而從上述的問題探究與學生回饋可以看到，當學生逐漸熟悉使用六頂帽子思考法去探究環保吸管這個議題的時候，讓學生能夠從不同的角度去思考環保吸管對環境帶來的影響。於環境保育議題上融入六頂帽子技法，能使學生從不同的立場看待問題，展現對於環境的同理心。透過融入創造性思考技法，讓學生站在不同的角度看待事情，提供學生不同的學習策略。學生能夠自主的權衡環保吸管帶來的優缺點，進而思考環保吸管對於環境整體的優缺點。展現多元化思維，提出屬於自己的分析和獨特的觀點。

誌謝

本研究感謝國科會經費支持，計畫編號：NSTC 113-2410-H-025-042- 。

參考文獻

Bradu, P., Biswas, A., Nair, C., Sreevalsakumar, S., Patil, M., Kannampuzha, S., ... & Gopalakrishnan, A. V. (2022). Recent advances in green technology and Industrial Revolution 4.0 for a sustainable future. *Environmental science and pollution research international*, 1.

Boso , R. K., Adusei, E., & Demah, E. (2023). How does green intellectual capital affect environmental performance? Evidence from manufacturing firms in Ghana. *Social Responsibility Journal*, *19*(7), 1178-1195.

Baldassarre , B., Keskin, D., Diehl, J. C., Bocken, N., & Calabretta, G. (2020). Implementing sustainable design theory in business practice: A call to action. *Journal of cleaner production*, *273*, 123113.

De Bono, E. (2017). *Six Thinking Hats: The multi-million bestselling guide to running better meetings and making faster decisions*. Penguin uk.

Elsayed , A., & Abbas, R. (2021). The effectiveness of De Bono's six thinking hats technique in the development of critical thinking and numerical sense in mathematics education in Oman. *Elementary Education Online*, *20*(1), 1451-1460.

Gam, H. J., & Banning, J. (2011). Addressing sustainable apparel design challenges with problem-based learning. *Clothing and Textiles Research Journal*, *29*(3), 202-215.

Hu, Y., Ren, Z., Du, X., Lan, L., Yu, W., & Yang, S. (2021). The shifting patterns based on six thinking hats and its relationship with design creativity. *Thinking Skills and Creativity*, *42*, 100946.

Yakavenka, V., Mallidis, I., Vlachos, D., Iakovou, E., & Eleni, Z. (2020). Development of a multi-objective model for the design of sustainable supply chains: The case of perishable food products. *Annals of Operations Research*, *294*, 593-621.

Jonsson, A., Andersson, K., Stelick, A., & Dando, R. (2021). An evaluation of alternative biodegradable and reusable drinking straws as alternatives to single-use plastic. *Journal of food Science*, *86*(7), 3219-3227.

Khalid, A. (2023). Sustainable Marketing and its Impact on Society: A Study of Marketing Strategies and Opportunities Promoting Eco-Friendly Lifestyle. *Available at SSRN 4570227*.

Majed, SS(2022). The effectiveness of the six thinking hats strategy in testing the cognitive achievement of handball basic skills. SPORT TK-REVISTA EUROAMERICANA DE CIENCIAS DEL DEPORTE. Volume 11 Supplement 2

Moy, C. H., Tan, L. S., Shoparwe, N. F., Shariff, A. M., & Tan, J. (2021). Comparative study of a life cycle assessment for bio-plastic straws and paper straws: Malaysia's perspective. *Processes*, *9*(6), 1007.

Nikolaou, I. E., Jones, N., & Stefanakis, A. (2021). Circular economy and sustainability: the past, the present and the future directions. *Circular Economy and Sustainability*, *1*, 1-20.

Roy, P., Ashton, L., Wang, T., Corradini, M. G., Fraser, E. D., Thimmanagari, M., ... & Misra, M. (2021). Evolution of drinking straws and their environmental, economic and societal implications. *Journal of Cleaner Production*, *316*, 128234.

Rai, P., Mehrotra, S., Priya, S., Gnansounou, E., & Sharma, S. K. (2021). Recent advances in the sustainable design and applications of biodegradable polymers. *Bioresource technology*, *325*, 124739.

AI+ 个性化教育的应用场景与现实困境

The Application Scenarios And Dilemmas In AI + Personalized Education

朱家红[1]，傅霖[2*]
[1]深圳大学教育学部
[2]深圳大学信息中心
[1]17369463200@163.com
[2]fulin@szu.edu.cn

【摘要】 在 AI 高速发展的大背景下，人工智能（AI）正在逐步影响到各行各业，教育领域也深受其波动。AI 正在引发教育的第四次革命，旨在解决规模化教育与个性化培养之间的根本矛盾，最终实现“先进的个性化学习”。AI 以学生、教师、学校三大主体为线索，将教学全流程“备课、教学、练习、考试、评价、管理”六大环节有机融入课前、课中、课后等场景中。但是，当前 AI+ 个性化教育在技术适用性与依赖风险、数据安全与隐私保护、价值层面的挑战、教师与学生角色的转变、资源共享与公平性等方面也面临现实困境。未来，新技术可能带来 AI+ 个性化教学的模式创新。
【关键词】 人工智能；个性化教育；应用场景；现实困境与未来展望

Abstract: *Under the backdrop of the rapid development of AI, Artificial Intelligence (AI) is progressively influencing all walks of life, and the field of education is also deeply impacted. AI technology is initiating the fourth revolution in education, with the aim of resolving the fundamental contradiction between large-scale education and personalized cultivation, ultimately achieving "Advanced Personalized Learning". AI technology takes the three main entities of students, teachers, and schools as the leads and organically integrates the six major links of the entire teaching process, namely "lesson preparation, teaching, practice, examination, evaluation, and management", into scenarios such as before class, during class, and after class. However, current AI-powered personalized education faces practical dilemmas in areas such as technical applicability and dependency risks, data security and privacy protection, value-level challenges, the transformation of teachers' and students' roles, and resource sharing and equity. In the future, new technologies may bring model innovation of AI+ personalized teaching.*

Keywords: AI; Personalized education; Application scenarios; Realistic dilemmas and Future prospects

基金项目：教育部人文社科研究基金课题“双区”驱动“双区”叠加背景下深圳智慧教育新生态构建研究（项目编号：23YJAZH032）；广东省教育科学规划课题“先行示范区高校智慧教育的实践研究与实施路径”（项目编号：2022GXJK313）。

1. 前言

以大模型为代表的人工智能（Artificial Intelligence，简称 AI），正在为教育行业注入新动能。今年 3 月，教育部正式启动 AI 赋能教育行动，推出“AI 学习专栏”、国家智慧教育公共服务平台升级、教育系统 AI 大模型应用示范等 4 项具体行动。这一措施不仅为 AI 在教育领域的应用提供了有力支持，也为教育行业的创新发展注入了新的活力。随着社会对高素质人才需求的增加，传统的规模化教育模式已难以满足学生个体差异化的学习需求。如何实现大规模教育与个性化培养之间的平衡，成为教育改革的核心问题之一。AI 以其强大的数据分析能力和智能化辅助功能，为解决这一矛盾提供了可能。本文旨在探讨 AI 如何赋能个性化教育，通过分析其应用场景和现实困境，提出展望，为教育工作者等提供参考。

2. AI+ 个性化教育的内涵与现状

AI+个性化教育是指利用人工智能技术,结合大数据分析、机器学习、自然语言处理(NLP)等手段，根据学生的学习特征、兴趣爱好和能力水平，为其提供量身定制的学习内容、路径和策略，从而实现因材施教的目标。这种教育模式强调以学生为中心，关注个体差异，突破传统教育中“一刀切”的局限性，致力于提升学习效果和教育公平性(熊英等,2024)。

传统教育以规模化教学为主，受限于资源与技术，难以兼顾个性化需求，评估方式多为终结性评价，难以全面反映学生学习过程（如考试成绩）。此外，我国教育体系仍面临“不可能三角”的挑战，即在规模化、公平化与个性化之间寻求平衡的难度（如图 1 所示）。AI 作为模拟人类智能、辅助决策并部分替代和拓宽人力边界的数字化工具，为这一挑战带来了转机。AI 不仅支持教师进行高效的教学管理，还能为学生创造互动性强的学习环境，促进自主学习和合作交流，逐步打破传统教育领域的“不可能三角”，推动教育向更加公平、高效和个人化的方向发展。

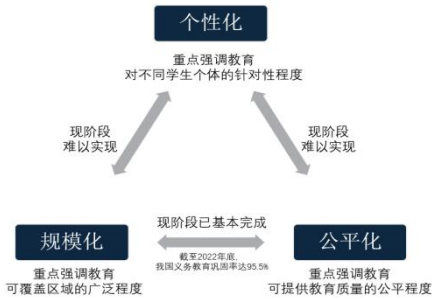


图 1　传统教育领域“不可能三角”

3. AI+ 个性化教育的应用场景

为了清晰展示 AI 如何在各应用场景下赋能，本文以学生、教师、学校三大主体为线索，将六大环节有机融入课前、课中、课后场景中，并对典型的应用场景进行详细分析（如图 2 所示）。

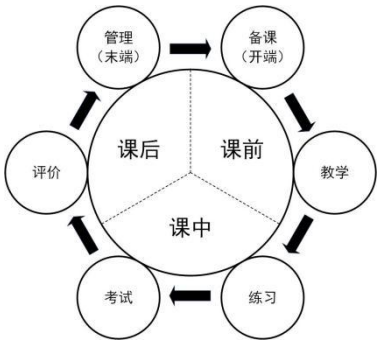


图 2　教学流程结构

3.1. 教师端：AI+ 备课、教学、考评环节

3.1.1.课前备课环节：智能备课平台 在课前备课阶段，AI 通过知识图谱、自然语言处理等手段，为教师提供了智能化的备课工具。这些工具能够基于班级或个体学情，自动生成个性化的教案，并智能匹配同类型习题，帮助教师节省备课时间，提供精准的内容推荐。例如，智能备课平台可以根据选定的例题，自动生成知识点与题型的讲解内容，并匹配解题思路相似的题目，减少教师寻找同类练习题的时间。此外，平台还能采集学生课堂练习的作答情况，自动生成班级学情分析报告，并根据错题情况生成复习教案和智能错题本，进一步提升学生的学习效果(周迎春,2024)。

3.1.2. 课中教学环节：线下 AI 课堂（双师课堂）在课中教学环节，AI 的应用主要体现在“教师+AI 辅助”的授课模式中。这种模式通过计算机视觉、智能语音等技术，实现了对学生表情、语音、姿态的实时识别，形成精准的学情分析报告，并根据班级学情调整授课内容。好未来的“魔法双师课堂”通过 AI 智能终端 T-Box，将优质教学资源上传至教研云，并借助直播或录播方式实现知识传授(Plooy, Casteleijn, & Franzsen, 2024)。系统利用答题器等智能终端支持学生与 AI 助手实时互动，同时运用表情识别、手势识别及语音识别技术分析学生课堂表现并生成学情报告。在举手问答环节，系统结合 AI 能力、音频技术和业务策略（如截停、超时、奖励等）进行优化，预先设置分支策略并引导问题。互动过程中，系统识别举手学生，依据选人策略选定回答者，通过人脸识别与追踪将其头像投影至大屏，并根据回答情况播放相应反馈视频。最后，系统完成激励机制并上传业务数据以辅助教学改进（如图 3 所示）。

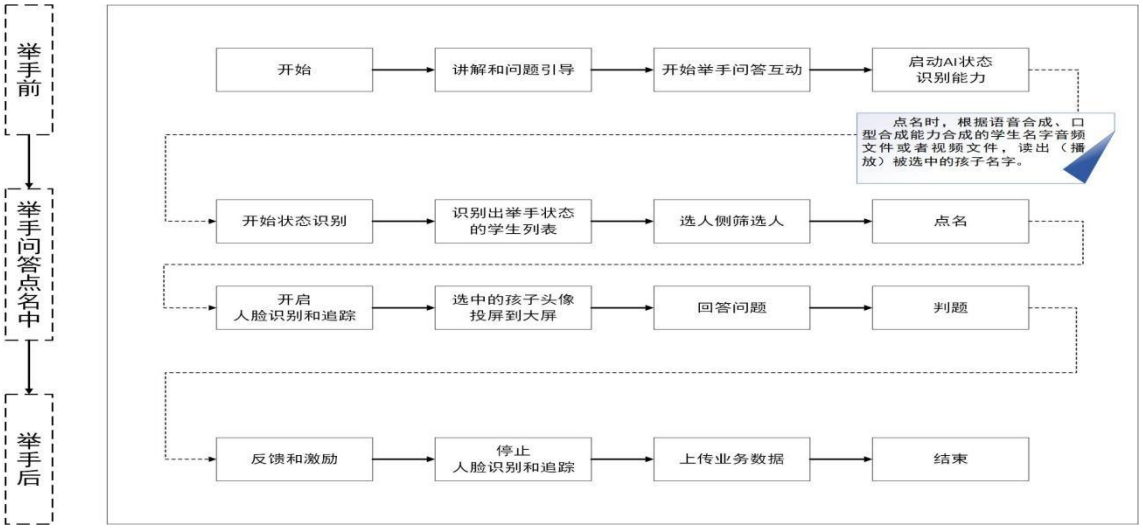


图 3　魔法双师 AI 举手问答流程示意图

3.1.3. 课后作业、考试环节：智能作业批改与智能阅卷 在课后作业和考试环节，AI 通过图像识别、深度学习等手段，辅助教师高效批改作业和考试中的客观题与部分主观题。例如，针对英语作文、口算、简单题等题目，AI 系统可以通过图像识别技术自动识别学生的答案，并结合 NLP 技术进行评分。对于计算题、应用题等复杂题目，教师可以灵活设置评分标准，AI 系统会根据教师设定的评分点进行智能批改，并自动同步到已批改题目中。

3.2. 学生端：AI+ 课内、课外学习环节

3.2.1. 课内学习环节：自适应学习系统 在课内学习环节，AI 通过自适应学习系统，为学生提供了个性化的学习路径和内容推荐。自适应学习系统基于教学大数据，利用认知计算、机器学习等技术，针对每个学生的学习特征，提供“千人千面”的学习内容、学习路径和学习策略。系统会根据学生的测试结果，识别其薄弱知识点，并推荐相应的课程讲义和习题，帮助学生有针对性地进行学习和练习。

3.2.2. 课外练习环节 在课外练习环节，AI 通过拍照搜题与智能题库、智能口语测评等功能，为学生提供了丰富的学习资源和个性化的练习机会。拍照搜题功能借助 OCR（光学字符识别）技术实现对学生上传问题的自动识别，并通过数据挖掘技术从庞大的题库中检索匹配答案，同时利用精准推荐算法为学生提供“举一反三”的强化练习，例如作业帮 APP 即以此为核心功能，辅以查单词、计算器等多样化应用，全面解决学生在学习中的各类需求。与此同时，智能口语测评通过人机交互模式，结合智能语音识别、NLP 及数据挖掘技术，对学生口语发音进行多维度分析，生成个性化的测评报告，精准定位发音薄弱环节并提供针对性提升路径(王雪花,2024)。

3.3. 学校端：AI+ 教务、考试、安全管理环节

在教务管理环节，AI 通过大数据挖掘实现智能化走班排课系统，基于学生选课与教师资源数据生成个性化课表，并借助智能语音和人脸识别技术解决管理难题。例如，晓羊集团的

新高考解决方案涵盖选课、排课与管理，提供生涯规划指导并优化教学资源配置，同时支持智能考勤与课堂管理。在考试管理方面，AI 利用计算机视觉、智能语音和 NLP 技术实现智能监考，如深圳华颐系统的智慧考场通过身份核验、行为监测及多端联动确保考试公平性与透明度。此外，在安全管理环节，AI 构建智能化校园安防系统，结合视频监控、门禁控制与考勤设备，预警并防控校园暴力、踩踏等安全问题，全面提升校园安全性与管理效率。

4. AI+ 个性化教育的现实困境与未来展望

尽管 AI 在教育领域的应用前景广阔，但其发展过程中也面临诸多现实困境和问题挑战。这些挑战不仅涉及技术层面的局限性，还包括伦理、隐私保护、教育资源分配等多方面的复杂问题。尽管 AI 为个性化教育带来了广阔前景，但其发展仍面临多重现实困境。技术层面，AI 在处理稀疏数据时精准性不足，易导致模型以偏概全，同时过度依赖 AI 可能削弱师生间情感交流与独立思考能力。数据安全方面，学生敏感信息的泄露风险对隐私保护提出了严峻挑战。价值层面，现有 AI 产品多聚焦自适应学习，忽视社交技能、心理素质和道德品质培养，且需应对不同文化背景下的价值观差异。此外，教师角色的转变要求其掌握新技术，而师生互动减少可能导致学生孤独感增加。教育资源分配不均和技术条件差异进一步加剧了公平性问题，“算法黑箱”现象也引发了透明度与偏见担忧(司林波,2024)。

未来，AI+ 个性化教育的模式会再度创新，首先，坚持技术祛魅与化归结合，理性评估技术适用性，避免盲目崇拜；其次，构建覆盖数据全生命周期的安全机制，强化立法、管理和技术保障，确保隐私保护；再次，强调价值导向与人文关怀，将 AI 定位为辅助工具，促进学生全面发展；第四，注重多元化人才培养，平衡 AI 使用与传统教学方法，提升自主学习能力；最后，通过政策引导优化资源配置，缩小区域与校际间的技术势差，普及人工智能教育，确保所有学生共享 AI 带来的教育红利。这些措施将推动 AI 与教育深度融合，实现可持续发展。教育工作者应积极参与 AI 的研究与实践，共同推动 AI 与教育的深度融合，为每个学生创造一个更加个性化、灵活且富有启发性的学习环境。正如栗浩洋所期待的那样，未来的 AI 系统或许能够像达芬奇、苏格拉底、爱因斯坦的合体一样，为每个孩子提供一对一的个性化教育，激发他们的创造力，引领他们走向不一样的未来(房晓楠,2024)。

参考文献

熊英, & 郑霁鹏. (2024). AI 赋能大规模个性化英语教学创新实践. 中国高校科技(9).

周迎春.(2024).AI+个性化教学：赋能路径、现实困境及未来展望.创新人才教育(04),62-66.

Plooy, E. D., Casteleijn, D., & Franzsen, D. (2024). Personalized adaptive learning in higher education: a scoping review of key characteristics and impact on academic performance and engagement. Heliyon, 10(21).

王雪花.(2024).探索 AI 创作辅助工具的演变及其在教育中的应用与挑战.电脑知识与技术(29),100-102.doi:10.14004/j.cnki.ckt.2024.1465.

司林波.(2024).“人工智能+教育”：现状、挑战与进路.国家治理(13),28-36.

房晓楠.(2018).AI+教育:借技术手段助力“个性化教育”的实现.机器人产业(03),85-89.doi:10.19609/j.cnki.cn10-1324/tp.2018.03.013.

培养有工程素养的下一代——美国 K-12 工程教育政策文本的多维分析

Cultivating the next generation with engineering literacy: A multidimensional analysis of the United States K-12 engineering education policy texts

张美婷，于雅姿，叶甲楚*
湖南大学教育科学研究院
* yejc@hnu.edu.cn

【摘要】 随着世界各国对创新人才需求的增加，工程教育逐渐受到重视。K-12 阶段是学生身心健康发展的重要阶段，将工程教育融入 K-12 阶段有助于培养学生的实践能力、创新能力以及团队合作能力等，是培养创新型人才的重要途径。本文通过对六部美国 K-12 工程教育政策文件的分析，发现了美国 K-12 工程教育政策文本具有关注现实情况、注重公平性、强调实践能力、推动学科整合、标准化发展五个特征，并对我国中小学工程教育的发展提出了几点建议，希望能够为相关领域的研究提供参考。
【关键词】 中小学工程教育；教育政策；文本分析

Abstract: *Integrating engineering education into K-12 stage is helpful to cultivate students' practical ability, innovation ability and teamwork ability, and is an important way to cultivate innovative talents. Based on the analysis of six American K-12 engineering education policy documents, this paper finds out that American K-12 engineering education policy texts have five characteristics: paying attention to the reality, paying attention to fairness, emphasizing practical ability, promoting discipline integration, and standardizing development, and puts forward several suggestions for the development of Chinese primary and secondary school engineering education, hoping to provide references for research in related fields.*
Keywords: Engineering education in primary and secondary schools; Educational policy; Text analysis

1.前言

近年来，随着科技发展与社会进步，多国各领域都急需创新型人才推动经济社会快速发展。STEM 教育是一种包含科学、技术、工程和数学学科的跨学科教育方法，可以培养学生对与国家研究和国家整体创新能力直接相关的学科的兴趣和能力(CSKEE, 2010)。工程教育是 STEM 教育的一部分，但如今愿意从事工程行业的毕业生远远不能满足社会发展的需要。K-12 是学生身心健康发展的重要阶段，让学生在此阶段尽早地接触工程教育，有助于增进学生对工程的理解，提升他们未来进入工程行业的可能性。作为工程教育的起源地，美国政府出台了一系列教育政策文本以引导 K-12 工程教育的发展，本文选取其中六个文本进行分析，试图得出利于我国 K-12 工程教育发展的启示。

2.文献综述

作为 STEM 教育的发源地，美国对工程教育的关注已持续较长时间。沃尔夫(1998)将工程定义为“约束下的设计”，即工程师在设计特定问题的解决方案时会受到问题本身的限制。狭义的工程是指“设计人造世界的过程”(CKEE, 2009)。《K-12 科学教育框架：实践、交叉概念和核心思想》认为工程是“实现人类解决特定问题的方案的参与系统的设计实践”(NRC, 2012)。工程教育对培养创新人才至关重要。有研究表明，工程教育可激发学生兴趣，提升工程能力与技术素养，并吸引更多青年投身工程行业(CKEE, 2009)。黄芳(2011)指出工程教育能

够促进 K-12 与高等工程教育间的衔接。占小红等人(2022)也提出应将工程教育作为我国基础教育教学的重要组成部分。《K-12 工程教育的标准？》强调应先明确 K-12 工程教育核心思想，包括概念、技能等(CSKEE, 2010)。综上，K-12 工程教育旨在培养学生解决复杂问题的能力，通过实践活动提升工程理解与兴趣，引导更多学生进入工程行业参与社会建设。

3.美国 K-12 工程教育政策的特征分析

本文主要选取由美国权威机构发布、对美国 K-12 工程教育发展产生较大影响的教育政策文本进行分析，分别是：《K-12 工程教育：了解现状与发展未来》《K-12 工程教育的标准？》《K-12 科学教育框架：实践、交叉概念和核心思想》《下一代科学标准》《STEM^4：合作促进变革的力量》《技术与工程素养框架》。依据政策文本特点，本文将分析指标分为发布机构、参与起草人员、面向对象、总体目标、文本内容五项。

3.1. K-12 工程教育政策的发布机构与起草人员

美国 K-12 工程教育政策由国家级科研机构(NAE、NRC、NAS 等)联合发布，其系统化论证流程保障了文件的科学性与国际认可度。这些经动态优化的指导性文件，已成为包括我国在内的多国政策制定的重要范式参考。政策文本编制采取跨领域协同模式：由教育行政部门统筹规划，工程学者提供学科支撑，教研专家建构理论框架，基础教育教师验证实操路径，第三方组织搭建社会参与平台。这种“学术-行政-实践”三元共建机制，有效实现了政策科学性与落地性的有机统一。

3.2. K-12 工程教育政策的面向对象

上述六个政策文件面向对象包括教育政策制定者、学校管理者和教师、课程开发者、学生、家长及社会公民。这些文件基本都面向政策制定者，强调教育政策的连续性与系统升级。学校管理者和教师可依此明确工程教育目标与任务，确保管理与教学契合国家方向。课程开发者能精准定位课程主题，保障教材与时俱进。学生作为实施对象，可获得更多工程教育资源，加深理解并规划职业方向。家长和社会公民通过政策了解教育目标与资源分配，引导学生参与课外工程活动，提升工程素养。

3.3. K-12 工程教育政策的总体目标

综合 K-12 工程教育政策的总体目标，大致可分为制定 K-12 工程教育的标准、确定学生工程素养的评估标准、确保 K-12 工程教育面向全体学生。《K-12 工程教育：了解现状与发展未来》(CKEE, 2009)《K-12 工程教育的标准？》(CSKEE, 2010)《K-12 科学教育框架：实践、交叉概念和核心思想》(NRC, 2012)和《下一代科学标准》(NRC, 2013)均致力于制定统一的 K-12 工程教育标准以供 K-12 学校的管理者、教师等参考。《K-12 科学教育框架：实践、交叉概念和核心思想》(NRC, 2012)《下一代科学标准》(NRC, 2013)和《STEM^4：合作促进变革的力量》均强调应使所有学生都接受工程教育(Advance CTE et al., 2018)，明确了工程教育应该是面向全体学生的教育。《技术与工程素养框架》旨在为所有学生的技术和工程素养制定评估标准，以了解 K-12 学生对技术和工程的掌握情况(NAGB, 2018)。

3.4. K-12 工程教育政策的内容特征

政策内容是教育政策的主要组成部分，对教育政策的内容进行分析可以更好地把握政策文本的内在特征。本文对上述六个政策文本内容的进行分析，发现美国 K-12 工程教育政策文本内容具有关注现实情况、注重公平性、强调实践能力、推动学科整合、标准化发展五个特征。

3.4.1. 关注现实情况 政策制定始终基于系统性诊断：早期研究(CKEE, 2009; CSKEE, 2010)揭示工程教育存在课程标准缺失、师资培训断层及学生群体单一化问题；中期报告(NRC, 2012)指出科学教育组织碎片化与实践机会匮乏；近期文件(Advance CTE et al., 2018; NAGB, 2018)则聚焦标准化评估体系缺失及种族、地域间的 STEM 素养差异。这种“问题诊断-政策干预”的递进式逻辑，确保了政策靶向性。

3.4.2. 注重公平性 政策体系通过三重路径推进教育公平：在制度层面，《下一代科学标准》(NRC, 2013)确立全民科学教育基准；在实践层面，《STEM^4》提出补偿性支持策略(Advance

CTE et al., 2018)；在文化层面，《K-12 工程教育现状研究》(CKEE, 2009)强调教材需增强跨文化包容性，使各民族学生都能拥有接受工程教育的机会。

3.4.3. 强调实践能力 构建“认知-行动”融合的培养体系：从《科学教育框架》(NRC, 2012)要求知识应用导向，到《下一代科学标准》将工程设计纳入科学探究维度，再到《技术与工程素养框架》(NAGB, 2018)将实践细化为技术思维、系统设计等可观测指标，政策持续强化工程实践的课程地位。

3.4.4. 推动学科整合 形成渐进式整合路径：早期《工程教育标准研究》(CSKEE, 2010)提出“注入法”(将工程要素融入现有学科)和“映射法”(建立跨学科知识关联)；中期《科学教育框架》构建实践、交叉概念与核心思想三维模型；后期《STEM^4》确立学科融合三大原则(Advance CTE et al., 2018)，实现从局部衔接向系统整合的转型。

3.4.5. 标准化发展 建立“基准约束-自主创新”平衡机制：在课程标准维度，《科学教育框架》明确核心概念与交叉概念；在评估维度，《技术与工程素养框架》设立技术与社会等三大评估领域；在教学实施层面，《STEM^4》允许学校根据生源特点调整课程形态。这种“框架标准化+实施弹性化”模式，既保证质量基准又激发教学创新。

4.对我国 K-12 工程教育发展的建议

4.1. 构建标准化框架体系，完善质量保障机制

美国政策实践凸显国家层面统一标准体系对教育质量规约的重要价值。我国亟需建立具有本土适切性的 K-12 工程教育标准框架，通过三维度进行系统建构：其一，研制涵盖“工程思维-技术素养-创新实践”的核心能力矩阵，形成分学段递进式目标体系；其二，构建“基础模块+拓展模块”的课程内容图谱，明确科学探究、工程设计、系统思维等关键领域；其三，建立多元化评估指标体系，整合形成性评价与总结性评价工具。建议建立动态监测与反馈机制，通过政策执行效果追踪研究进行周期性调适。

4.2. 强化教育公平导向，构建包容性发展机制

基于美国政策中凸显的“equity by design”理念，建议实施双轨推进策略。横向维度需开展全国性工程教育基线调研，重点解构师资专业化指数、课程实施效能、学生参与动机等关键变量，建立结构方程模型揭示影响因素作用路径。纵向维度应建立补偿性政策干预体系，针对农村及欠发达地区实施策略：资源配置优先倾斜、教师培训优先覆盖、数字平台优先接入。建议将工程教育纳入基本公共服务范畴，立法保障其作为公民核心素养的培育权利。

4.3. 重构实践育人范式，推进学科融合创新

借鉴美国 NGSS 框架中“三维整合”课程理念，建议实施工程教育课程体系重构工程。在实践维度，构建“四阶递进”教学模型：情境浸润(1-3 年级)-项目体验(4-6 年级)-系统设计(7-9 年级)-社会创新(10-12 年级)，每阶段配置典型工程设计挑战。在学科整合层面，开发 STEAM-RL(科学、技术、工程、艺术、数学与人文素养)融合课程模块，重点突破学科壁垒，建立基于复杂问题解决的超学科学习模式。建议设立区域性工程教育创新实验室网络，打造“做中学”实践共同体。

4.4. 创建协同治理模式，激发多元主体动能

参考美国“全社会参与式”工程教育治理经验，建议构建“三维六体”协同机制。政府层面成立跨部门工程教育统筹委员会，完善“政策供给-资源配置-质量监测”支持链；学校层面推行工程教育教师制度，建立教师专业发展学分银行；社会层面实施“百企千校”工程，推动建立企业主导的工程实践基地群。将工程教育参与度纳入企业社会责任评估指标，建立政-校-社协同创新的生态系统。

5.结语

通过对六部政策文本的分析，发现其政策在发布机构、起草人员及内容上因面向对象不同而有所侧重，总体目标包括制定标准、评估学生素养、确保教育普及。政策内容呈现关注现

实、注重公平、强调实践、推动学科整合、标准化发展五大特征，并提出多项内容标准与策略建议，为 K-12 工程教育的实施提供了有力参考。K-12 工程教育的有效实施和推广离不开各部门之间的通力合作，政府部门的督促与引导，学校和教师的大力实施，家长和社会的信任与配合，都有助于提升资源利用率，为工程教育提供更多支持。另一方面，制定 K-12 工程教育政策前需全面掌握现状，结合多方力量，针对不同对象设计引导措施，同时保留灵活调整空间，并定期评估更新以适应教育需求变化。

参考文献

黄芳(2011).美国 K-12 工程教育与高等工程教育的衔接及启示.*高等工程教育研究(6):24-29.*

徐显龙,国洪琦,江鑫广&张天琦(2023).我国 K-12 工程教育的角色定位、价值取向和实现路径. *中国电化教育(12),34-40.*

Advance CTE, ASSM, CSSS&ITEEA (2018). *STEM⁴: The power of collaboration for change.* Washington, DC: The National Academies Press.

Committee on K-12 Engineering Education (2009). *Engineering in K-12 Education: Understanding the Status and Improving the Prospects.* Washington, DC: The National Academies Press.

Committee on Standards for K－12 Engineering Education.(2010). *Standards for K-12 Engineering Education?* Washington, DC: The National Academies.

National Research Council (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas.* Washington, DC: The National Academies Press.

National Research Council (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States.* Washington, DC: The National Academies Press.

The National Assessment Governing Board (2018). *Technology & engineering literacy framework.* U.S. Department of Education.

Wulf, W.A. (1998). *The image of engineering.* Issues in Science and Technology. Winter.

智慧教学支撑体系驱动高校教学范式创新

Smart Teaching Support System Driven Innovation in Teaching Paradigms

周宇[1*]，杨清元[1]，林传峰[1]，洪波[1]，杨玉辉[1]，张紫徽[1]，陈文智[1]
[1]浙江大学 信息技术中心
[*] jinyu.zy@zju.edu.cn

【摘要】高等教育的数字化转型正向实际应用阶段迈进，基于物联网、大数据、云计算构建的技术生态正推动教学理念革新，支撑大规模个性化教学实践，并重塑高校教学范式。浙江大学提出以知识图谱为核心的“K-CPS”智慧教学支撑体系，构建高校教学新范式的实践框架，倡导以学生为中心、能力导向的教学理念，探索虚实协同的弹性教学模式，设计多元融合的教学内容，并实施数据驱动、过程与结果并重的教学评价。研究以浙江大学的实践为例，系统阐述新范式的实施路径与关键举措，为智能技术在高校教学领域的深度应用提供理论支撑与实践借鉴。

【关键词】数字化转型；数字教育技术；实践应用；数字平台

Abstract: *Zhejiang University proposed a "K-CPS" Smart teaching support system, centered around knowledge graphs, to establish a new paradigm for university teaching. This framework advocates a "student-centered, competency-oriented" teaching philosophy, promoting the integration of virtual and physical spaces through blended and flexible teaching methods. It also focuses on designing progressively layered multimodal teaching content and implementing multidimensional teaching evaluations that balance both process and outcomes. This study takes Zhejiang University's exploration as an example, elaborating on the specific practical measures of this new paradigm, and provides insights into the development and application of intelligent technologies in the field of university teaching.*

Keywords: digitalization transformation,digital educational technologies,practical application, digital platform

基金项目：浙江大学高等教育研究会 2024 年资助项目“基于 GAI 的元宇宙人机协同智慧学习环境构建与应用研究”（项目编号：G2409）；浙江省高等教育学会 2024 年度高等教育研究课题“基于生成式人工智能的元宇宙智慧学习环境构建与应用研究”（项目编号：KT2024336）。

1. 前言

数字技术正迅速融入经济社会发展各领域和全过程，对人类社会的思维方式、组织架构和运作模式产生了深刻影响，并推动在包括教育在内的人类活动各领域向网络化、数字化、智能化方向快速演进。高等教育作为教育革新的前沿阵地，一方面正迎来 5G、区块链、虚拟现实等技术在课堂交互、资源获取等方面带来的机遇，但同时也面临学习者提出更加灵活、更加个性、更加精准的学习需求所带来的挑战。因此，探索如何将技术机遇转化为教育质量和效率提升的动力，已然成为一项亟待论证的主题。研究聚焦在技术支持下，打通支撑课前、课中、课后学习链路，构建智慧教学支撑体系，革新教学理念、教学形式、教学内容和教学评价，以技术驱动新时代高校教学范式。

2. 高校教学新范式的核心要点

自美国学者 Gage（1963）将“范式”概念引入教育领域以来，教学范式的内涵随着社会需求和科技进步不断演变。工业化时期，科学主义教学范式强调教学过程的标准化，存在教学形式单一、忽视个体发展等问题。进入智能时代，人工智能（Artificial Intelligence，AI）技术推动教学范式向个性化转型。国内学者多基于库恩范式理论，探索技术优化教学过程的

路径（陈明选，2020；史秋衡，2022；杨宗凯，2024）；国外学者则聚焦教育哲学层面，强调学习者从被动接受者向主动参与者的转变（Eloranta，2024）。通过梳理上述研究发现，教学范式的核心讨论要点为教学理念、教学形式、教学内容和教学评价。因此，研究围绕四个核心要点，结合当前 AI 的发展现状，提出基于“K-CPS”智慧教学支撑体系的高校新型教学范式，旨在全面梳理 AI 环境下高校教学的各个要素和流程，构建适应智能时代的高校教学体系。

3. 面向教学新范式的技术支撑体系

研究尝试以“老三论”为引导，将知识图谱（Knowledge graph）、智慧教室（Smart Classroom）、学习平台（Learning Platform）和云服务（Cloud Service）相结合，提出贯穿全学习周期、线上线下混合的“K-CPS”智慧教学支撑体系，并将人工智能、虚拟现实等渗透至学习环境和学习活动中，在支撑各类教学场景时伴随式记录学习数据，充分发挥算力、算法、数据等资源在教育教学中的应用潜能，构建支撑高校教学新范式的技术体系，如图 1.1 所示。

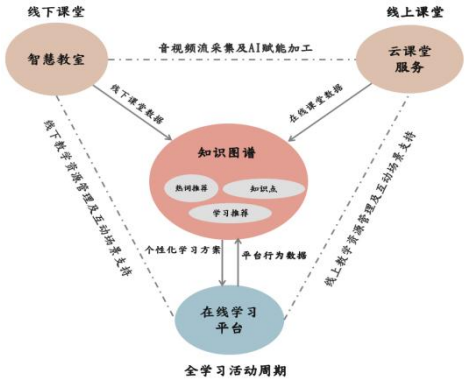


图 1.1. 智慧教学支撑体系框架

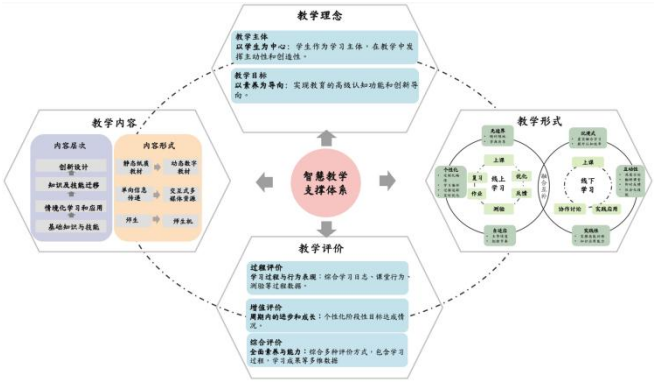


图 1.2. 高校教学新范式的实践框架

图 1 智慧教学支撑体系框架与高校教学新范式的实践框架

3.1. 理论支撑

“K-CPS”智慧教学支撑体系的构建与融合建构主义、自我调节学习和情境学习理论等相匹配，这些理论为教学支撑体系的设计提供了科学依据。其通过知识图谱与学习过程数据为学生提供个性化成长路径，强调学生主动性、社会性和情境性，支持多类教学场景与互动环境。同时，基于学生历史行为数据生成个性化目标建议，实时记录学习进展，助力学习策略选择和自我反思，培养主动学习能力。此外，系统结合学习内容与实际情境，打破资源壁垒，构建分布式学习平台，实现全球教育资源共享与协作，促进学生高阶思维能力发展。

3.2. 框架设计

知识图谱作为支撑体系的数据内核，以课程为实体、知识特征为属性，通过人工智能算法实现课程知识抽取、表示与推理更新，支持知识点检索与资源汇聚，为个性化教学提供基础；智慧教室基于“SMART”模型设计（黄荣怀，2012），配备联动电子屏、扩展现实（Extended Reality，XR）设备等，支持线下教学、行为数据采集、线上线下混合教学、个性化学情管理，借助 AI 音视频解析等技术分析学生课堂表现，提升师生学习与教学体验；云课堂系统实时直播，采集数据任，依托 AI 技术辅助课堂，助力远程学生参与课堂；在线学习平台负责全学习活动周期管理，监测线上线下课堂数据，生成过程记录，通过学习效果模型分析呈现学习进度与参与度，完善过程评价，并基于知识图谱实现个性化推荐，结合生成式 AI 提供答疑解惑。

4. 高校教学新范式的实践框架

基于“K-CPS”支撑体系，围绕四个核心维度构建高校教学新范式实践框架，如图 1.2 所示。

4.1. 教学理念：以学生为中心的素养培养

传统科学主义范式以知识传递与接受为核心，强调教学过程的标准化设计与科学规律遵循。然而，该范式难以满足社会发展对高素质人才培养的需求。从教学主体来看，建构主义

下的以学生为中心的主体观，将教师转变为学习引导者，鼓励学生独立思考，激发学习兴趣与内在动力。从教学目标来看，以学生为中心的主体观则更关注综合素养的培养，以适应 AI 时代快速变化的工作环境。

4.2. 教学模式：虚实融合的混合弹性教学模式

传统科学主义范式的教学以线下讲授为主，难以满足个性化学习需求。新范式形成虚实结合的混合弹性教学模式。在“K-CPS”支持下，学习打破物理边界，拓展为泛在学习空间，学生可灵活调控学习进度，自主选择学习场所，并自动适配个性化学习路径，从而提升自主性、参与感和责任感，强化学生主体地位。线下学习更注重面对面互动和实践，课堂结构丰富多样，教师通过项目制学习、翻转课堂等方式激发学生批判性思维，促进理论与实际情境结合。针对交互性强的学科，还可结合 XR 技术增强认知体验。

4.3. 教学内容：层次递进的多模态教学内容

传统科学主义教学范式强调知识的客观性和系统性，以完成知识传递为目标。新范式下，教学内容从标准化的知识技能转向培养综合素养，注重学习创新的过程与方法。其内容层次包括基础知识技能、情境化学习应用、知识技能迁移和创新设计。在形式上，新范式采用多元化媒介，纸质教材向多维动态数字教材转变，融合音视频、动画等元素，通过云端更新保障时效性；信息传递由单向转为交互式多媒体资源，调动学生多感官主动探索；教学内容生成由教师主导转向师生与机器共同参与，借助生成式 AI 实现知识的动态生成与个性化定制。

4.4. 教学评价：过程结果并重的多维评价

传统科学主义教学范式的评价方式主要为终结性评价，忽略了学生在学习过程中的认知发展和综合素养。新范式下教学全过程的精细数据得以记录，结合“K-CPS”体系的建模及推理能力，逐步重塑为过程结果并重的多维评价。依据学习周期，新范式下注重过程评价监控学习过程中的各个环节，提供实时的评价反馈；增值评价关注学生阶段性的进步，即在特定学习周期内相较于初始水平的增值效应；综合评价全面呈现学生的学业成就，从知识技能、思维方式、情感认知、社会实践等多角度综合考查学生的素养。

5. 高校教学新范式的实践探索

浙江大学（以下简称“学校”）基于此教学范式框架逐步开展实践探索，围绕“K-CPS”支撑体系进行部署和持续优化，推出了诸多变革举措，整体如图 3 所示。

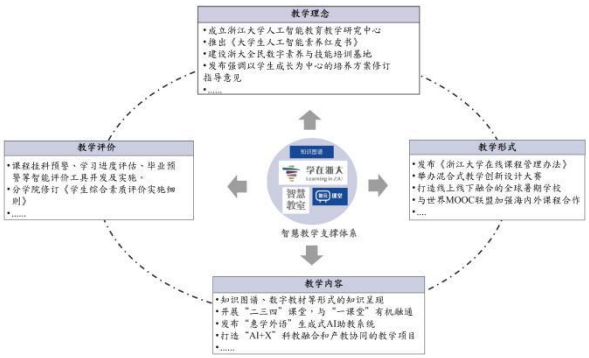


图 3 浙江大学新教学范式的探索实践

在技术体系的建设中，学校通过部署“学科知识图谱”“智云课堂”“学在浙大”和“智慧教室”等核心模块，形成强韧、泛在、弹性的教学支撑体系，为新范式实践奠定基础。围绕《计算机体系结构》《电路与模拟电子技术》等 50 余个学科核心课程，构建建设知识图谱 2000 余万条，供给动态分析学习数据、智能关联教学资源等能力，支撑学生开展个性化学习；打造智慧教室 800 余间，集成环境传感、大数据分析等多项智能技术，支持讲授、研讨、虚实互动等教学形式，为师生提供深度沉浸的学习环境；上线 “智云课堂”平台，日均直播课程 2000 余门次，学生可随时随地加入课堂，并结实时提取字幕和课件，共享全校教学资源；在“学在

浙大”学习管理平台中整合招生、教务、教学等数据，服务师生 7 万余人，承载 6.5 万余门次在线课程的学习过程管理，提供学生实时反馈及个性化成长路径。

基于“K-CPS”体系，学校围绕教学理念、模式、内容和评价等方面发布管理意见并建设相关项目，推动教学生态全面革新。在教学理念上，秉持“以学生成长为中心”的核心，通过修订培养方案、推动全民素养培训、发布 AI 素养红皮书等举措，促进学生综合素养发展。在教学模式上，举办混合式教学创新设计大赛，推动虚实融合的混合弹性教学模式，发布在线课程管理办法，推出“可持续发展全球暑期学校”项目，构建全球视野下的教学模式创新。在教学内容上，打造融合线下课本、在线数字教材和生成式教学内容完成知识点传授的“一课堂”，面向美育类、劳动教育类、创新创业类、心理健康类项目的“二三四课堂”；联合多所高校开展“AI+X”微专业培养项目，强化课程交叉性与实践性。在教学评价上，利用智慧教室和在线平台采集学生学习行为数据，结合智能评价工具，实施基于 AI 的形成性评价和阶段性增值评价，同时借助在线考试系统等平台开展多维考核，实现全面的结果性评价。

6. 结语

当下，高校教学正迎接技术革新带来的发展机遇，也面临学生对教学范式更高要求的挑战，研究提出支撑教学全过程的“K-CPS”技术体系，对高校教学范式创新进行探索与实践。探究认为，新范式不仅需在理念层面突出“以学生为中心”的教学观，还要将技术用于教学模式的智能化转型、教学内容的动态优化和教学评价的多元创新。相关探讨有待未来进一步研究，以期为培养契合时代的新质人才，构建可持续、高质量的高等教育提供可行参考。

参考文献

陈明选 & 来智玲.(2020).智能时代教学范式的转型与重构.**现代远程教育研究,(04)**,19-26.

史秋衡 & 张纯坤.(2022).数智时代大学教学范式的革新：虚拟与现实的融合.**高校教育管理,(03)**,24-31+90.doi:10.13316/j.cnki.jhem.20220426.002.

杨宗凯.(2024).高等教育数字化发展：新特征、新范式与新路径.**中国高等教育,(Z1)**,24-28.

黄荣怀,胡永斌,杨俊锋 & 肖广德.(2012).智慧教室的概念及特征.**开放教育研究,(02)**,22-27.doi:10.13966/j.cnki.kfjyyj.2012.02.008.

Gage, N. L. (1963). Handbook of research on teaching.

Eloranta, V., Hakanen, E., & Shaw, C. (2024). Teaching for paradigm shifts: Supporting the drivers of radical creativity in management education. *Educational Research Review*, 45, 100641.

探討生成式人工智慧與遊戲式學習的整合在教育領域中對學生學習成就及人工智慧素養的影響

Effects of Integrating Generative Artificial Intelligence and Game-based Learning on Students' Learning Achievement and AI Literacy in Education

陳浩瑄，許庭嘉*
國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系
*ckhsu@ntnu.edu.tw

【摘要】 本研究採用生成式人工智慧與遊戲式學習整合的教學方法，應用生成式人工智慧技術的聊天機器人提供課程即時輔助，整合遊戲情境與實際操作激發學生的學習動機與參與度，並分析此課程設計對學生學習成就及人工智慧素養的影響。本研究的實驗對象總計為 40 位大學生參與，研究結果顯示，學生的學習成就顯著提高，而在人工智慧素養方面，學生在應用、理解、識別及創造人工智慧的四個面向也有顯著提高。根據本研究結果，生成式人工智慧與遊戲式學習的課程整合對學生的學習成就及人工智慧素養均有顯著提高。
【關鍵詞】 生成式人工智慧；遊戲式學習；聊天機器人；學習成就；人工智慧素養

Abstract: *This study adopts a teaching strategy that integrates generative artificial intelligence (GAI) with game-based learning (GBL). By utilizing GAI-powered chatbots to provide real-time course assistance and combining game scenarios with hands-on activities, the approach aims to stimulate students' learning motivation and engagement. The study analyzes the impact of this course design on students' learning achievements and AI literacy. A total of 40 college students participated in the experiment. The results indicate a significant improvement in students' learning achievements. Additionally, students showed notable enhancement in AI literacy across four dimensions: Apply AI, Understanding AI, Detect AI, and Create AI. Based on these findings, the integration of GAI and GBL in course design significantly enhances both students' learning achievements and AI literacy.*
Keywords: generative artificial intelligence, game-based learning, chat bot, learning achievement, AI literacy

1. 前言

近年來，隨著學生對多樣化學習需求的增加，傳統教學方法已難以激發學生的學習動機，教師可以在課程中採用創新的教學方法，以提高學生的學習動機並滿足學生的不同需求，研究表明，學生透過遊戲式學習會比傳統教學能夠學習到更多內容（Lei et al., 2022），遊戲式學習不僅有助於學生在課程中獲取知識，亦能提升學生的學習興趣，例如，遊戲式學習將教育與遊戲機制進行整合，其中融入了任務、回饋和劇情等元素，與傳統教學方法相比，更有助於提高學生對學習的興趣與參與度，使學生更加投入於學習當中。

此外，隨著數位科技進步，人工智慧技術的迅速發展，為了有效促進遊戲式學習在教育領域的應用，包含課程內容的設計與學習目標的整合等，研究表明，遊戲式學習在發揮人工智慧教育潛力方面具有特別重要的價值，人工智慧的應用仍需要具備人工智慧專業能力的人類合作（Huber et al., 2024），而生成式人工智慧包含大型語言模型技術，該技術可理解並處理人類語言，進而生成回應或創建內容，例如，ChatGPT 是有助於學生學習的工具，透過提供範例與解釋、定義，回答相關問題來輔助學習（Chen & Chang, 2024），可以應用 ChatGPT-3.5 和 4 作為生成式人工智慧的範例，用於個人化與客製化學習教材，使其匹配不同學生的知識和學習（Jauhiainen & Guerra, 2023），因此，若將生成式人工智慧與遊戲式學習整合，學生

可以透過如 ChatGPT 學習大量文本資料來理解語言並回答問題的技術來輔助學習，也可以透過遊戲式學習來整合趣味與教學。

2. 文獻探討

2.1. 遊戲式學習

遊戲式學習可以將遊戲與知識整合，從而提高學生的學習（Hui & Mahmud, 2023），同時，該學習方法對學生的動機、參與度和成績皆有正面影響（Eltahir et al., 2021），透過遊戲元素的融入，學生在遊戲互動中獲得更深刻的學習體驗。根據以上研究，遊戲式學習透過遊戲的整合，使課程內容中更加生動有趣，進而提升學生的學習動機與投入度。

2.2. 人工智慧素養

人工智慧素養是指應用人工智慧與科技整合所需要的素養（Kong et al., 2024），此外，其涵蓋了三個層面：人工智慧概念、人工智慧概念的分析、應用人工智慧概念解決並理解問題（Kong et al., 2021）。根據以上研究，將有助於培養學生在人工智慧領域的關鍵能力，使其能夠更有效地掌握人工智慧的基礎知識與應用，進一步提升學生的問題解決能力。

2.3. 生成式人工智慧

生成式人工智慧能夠滿足不同學生的偏好、進度、能力、資源及學習方法，並提供即時反饋與幫助（Kloos et al., 2024），是近年來最具變革性的技術之一，在教育領域的應用具有前景（Giannakos et al., 2024），研究顯示，學生與生成式人工智慧的互動與其在課程期間的學業成績之間存在正向關係（Liang et al., 2023），其中，ChatGPT 和其他人工智慧模型有可能成為學生和教師有用且方便的工具，潛在的應用包含語言編輯、虛擬輔導、語言練習、生成和解決技術和非技術問題、研究幫助（Qadir, 2023），透過生成式人工智慧，學生能夠將其應用於學習過程中進行即時提問，以輔助理解課程中的概念。根據以上研究，若教師在課堂中有效應用生成式人工智慧，不僅能加深學生對人工智慧的學習，也可以幫助學生學習如何將其應用於實際問題中，有助於改善傳統教學方法。

3. 研究方法

3.1. 研究對象

本研究的實驗對象為臺灣北部某大學修習計算機概論課程的大一學生，共有 40 位學生參與了總時長 9 小時的教學實驗，課程內容涵蓋人工智慧與影像辨識的介紹與實際操作。

3.2. 研究流程

3.2.1 課程設計 本研究分為前測、教學實施與後測三個階段，探討生成式人工智慧與遊戲式學習整合課程對學生學習成就及人工智慧素養的影響。在課程開始前，將透過研究工具分析學生的基礎能力，以了解學生在課程開始前的學習狀況；隨著課程的教學，學生將整合理論學習與實際操作，學習應用生成式人工智慧來輔助學習，並整合遊戲與課程內容讓學生「透過遊戲進行學習」，從而激發學生的學習動機與參與度，將所學理論應用於實際問題解決過程中，加深學習興趣；在課程結束後，研究工具將再次進行分析，檢視學生的學習成就及人工智慧素養的是否提高，並比較研究工具的前測與後測結果，從而分析課程設計的有效性及對學生學習的影響。該課程設計透過整合生成式人工智慧的即時輔助課程及遊戲式學習的趣味性，將有效提高學生的學習成就與人工智慧素養，而研究工具更進一步分析生成式人工智慧與遊戲式學習整合的教學方法在促進學生學習成就及人工智慧素養的結果，為教育領域探索更多創新教學方法奠定基礎，如圖 1 所示。

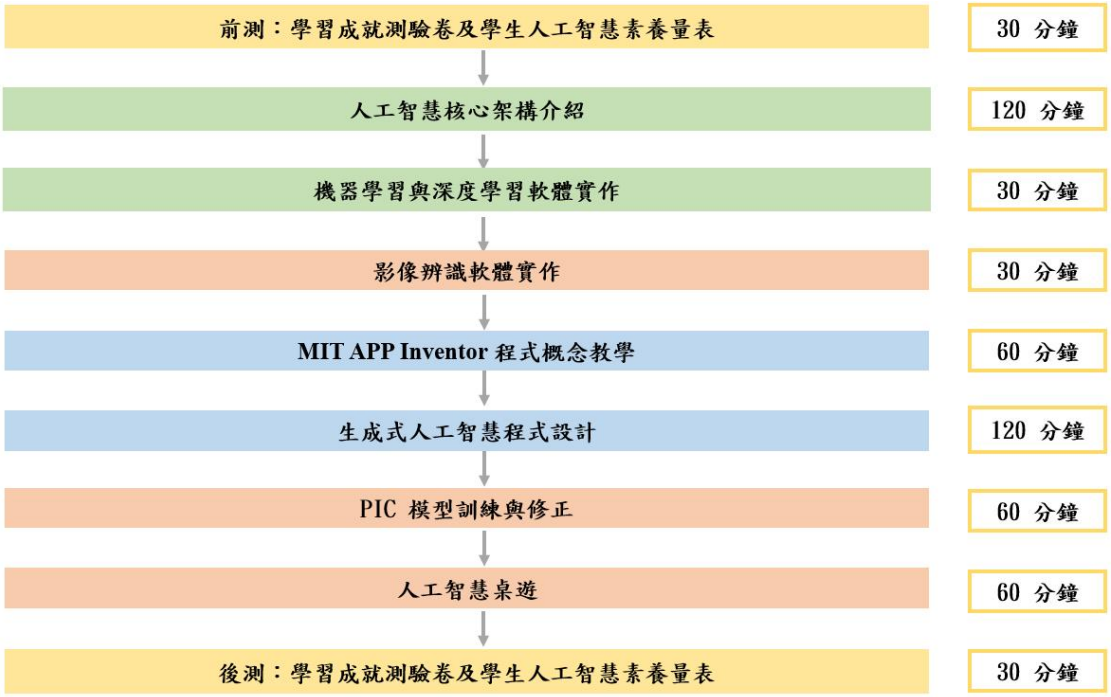


圖 1、實驗流程圖

3.2.2 聊天機器人 在課程中，學生將應用 MIT APP Inventor 平臺設計聊天機器人的積木程式，以模擬生成式人工智慧 ChatGPT 的對話功能，並學習如何有效應用生成式人工智慧進行提問，學生可以實際操作中學習程式設計，同時加深對生成式人工智慧的應用，例如，學生在學習影像辨識 PIC 平台（Personal Image Classifier）參數的過程中，可以應用聊天機器人進行即時提問，透過聊天機器人的生成式人工智慧技術得到答案，以輔助學生對影像辨識技術的深入學習，因此，學生不僅能夠學習如何設計聊天機器人的程式，還能夠從程式設計的過程中學習影像辨識的概念，而學生會將自己所設計的程式應用於實際問題解決中，學習如何透過生成式人工智慧來輔助課程學習，可以從中獲得成就感，改善傳統教學當中的師生一對一教學方法，讓學習方法更多元，如圖 2 所示。

圖 2、聊天機器人

3.3. 遊戲式學習

3.3.1 應用程式介面 學生將實際操作影像辨識 PIC 平臺，學習如何訓練模型、調整模型參數、修正模型，直至能準確辨識影像，透過影像辨識的過程，學生學習影像辨識模型的建立與改進，並熟悉人工智慧的實際應用；完成模型訓練後，學生會將訓練模型匯入 MIT APP Inventor 平臺，並將其應用於人工智慧的桌遊程式中，讓智能車可辨識箭頭圖像進行方向的移動。此課程設計將知識與遊戲的整合，以培養學生將人工智慧技術進行實作的能力，同時，透過遊戲式學習，有效激發學生的學習動機，提高學生對人工智慧應用的興趣，如圖 3 所示。

圖 3、AI 2 Robot City 智能車機器人蓋城市

3.3.2 人工智慧桌遊 本研究實驗之學生應用國立臺灣師範大學許庭嘉教授團隊所研發整合影像辨識技術的人工智慧桌遊「AI 2 Robot City 智能車機器人蓋城市」。該桌遊的教學設計包含影像辨識與智能車的操作，讓學生可以透過遊戲的互動，讓學習變得更加生動有趣；在遊戲過程中學生需要應用影像辨識的技術來準確識別圖像上的箭頭方向，並控制人工智慧智能車執行對應的行進方向，完成材料的收集來建設地圖上的建築物，此遊戲設計讓學生能夠在愉快的遊戲氛圍中學習影像辨識的核心概念，強調理論知識與實際應用的整合，透過智能車的操作與影像識別，學生得以深入理解影像辨識技術的運作原理，提高學習動機與技術的應用，如圖 4 所示。

3.4. 研究工具

3.4.1 單組前後測設計

本研究應用單組前後測設計，根據研究目的、研究問題與相關文獻探討，編制「學生學習成就測驗卷」及人工智慧素養量表作為本研究之研究工具。

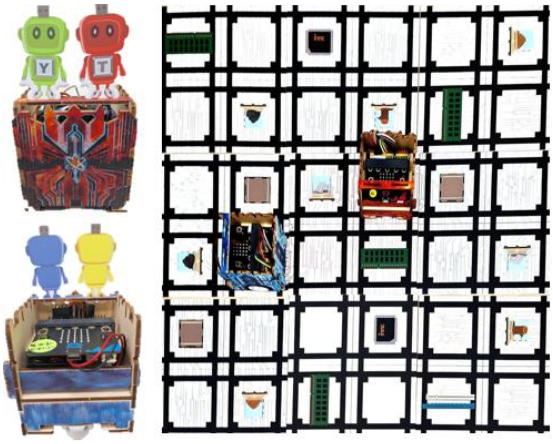


圖 4、桌遊教具

3.4.2 學習成就測驗卷 學生學習成就測驗卷與課程內容相關，前測題目包含 18 題選擇題和 2 題配合題，滿分 100 分；後測題目包含 23 題選擇題和 2 題配合題，滿分 100 分，增加了 5 題

生成式人工智慧的相關題目，經一位學科專家審查，以分析學生對生成式人工智慧的概念理解。

3.4.3 人工智慧素養量表 人工智慧素養量表採用李克特氏五點量表（Likert scale）進行分析，並基於 Carolus 等人（2023）所設計的人工智慧素養量表來改編；量表涵蓋七個面向：應用人工智慧、了解人工智慧、識別人工智慧、人工智慧倫理、創造人工智慧,量表各面向的 Cronbach's alpha 值分別為：.93、.87、.77、.75、.92。本研究的人工智慧素養量表與課程內容相關，有助於提高學生對人工智慧技術的理解與應用能力。

4. 研究結果

4.1. 學習成就測驗卷

本研究透過成對樣本 t 檢定分析學生學習成就，透過前測與後測的學生學習成就測驗卷進行分析，以探討課程設計對學生的影響。研究結果顯示，學生的後測成績（*M*=84.88, *SD*=11.12） 顯著高於前測成績（*M*=71.00, *SD*=15.37），且達到顯著提高（*t*=-6.683, *p*<.001），此研究結果說明，本課程設計可以有效提高學生的學習成就。由此可見，學生透過遊戲式學習，不僅強化了知識應用與問題解決能力，還促進了學習成就的顯著進步，如表 1 所示。

表 1、學習成就測驗卷成對樣本 t 檢定

面向	*N*	前測 *M*	前測 *SD*	後測 *M*	後測 *SD*	*t*
學習成就	40	71.000	15.367	84.875	11.122	-6.683 ***

****p<.001*

4.2. 人工智慧素養量表

本研究應用成對樣本 t 檢定來分析人工智慧素養，透過前測與後測的人工智慧素養量表測驗判斷，以探討課程設計對學生的影響。研究結果顯示，在「應用人工智慧」面向，學生的後測成績(*M*=4.23, *SD*=0.77)顯著高於前測成績(*M*=3.94, *SD*=0.71)，呈現顯著差異(*t*=-3.375, *p*<.01)，顯示學生在實際應用人工智慧的能力獲得有效提高；在「了解人工智慧」面向，學生的後測成績（*M*=3.93, *SD*=0.50）顯著高於前測成績（*M*=3.72, *SD*=0.60），呈現顯著差異（*t*=-2.816, *p*<.01），反映出學生在理解人工智慧概念的進步；在「識別人工智慧」面向，學生的後測成績 （*M*=4.06, *SD*=0.53） 顯著高於前測成績（*M*=3.90, *SD*=0.59），呈現顯著差異（*t*=-2.423, *p*<.05），說明人工智慧相關內容提高了學生的識別能力；在「創造人工智慧」面向，學生的後測成績（*M*=2.94, *SD*=0.80）顯著高於前測成績（*M*=2.64, *SD*=1.01）呈現顯著差異（*t*=-2.058, *p*<.05），表示課程設計有效激發學生在創造人工智慧的應用能力，然而，本研究較偏重於學生在遊戲式學習中的學習與實作，「人工智慧倫理」面向未顯著提高。由此可見，本課程設計在「應用人工智慧」、「了解人工智慧」、「識別人工智慧」及「創造人工智慧」四個面向皆顯著提高了學生的人工智慧素養，課程有助於學生對人工智慧不同面向的學習，顯示課程設計對學生的影響，有效促進學生在人工智慧相關知識與技能上的學習與進步，進而培養學生人工智慧素養的能力，如表 2 所示。

表 2、人工智慧素養量表成對樣本 t 檢定

面向	*N*	前測 *M*	前測 *SD*	後測 *M*	後測 *SD*	*t*
應用人工智慧		3.942	0.710	4.233	0.774	-3.375**
了解人工智慧		3.717	0.601	3.933	0.498	-2.816**
識別人工智慧	40	3.900	0.586	4.058	0.533	-2.423*
人工智慧倫理		3.850	0.613	3.783	0.722	0.602
創造人工智慧		2.638	1.014	2.944	0.804	-2.058*

**p<.05, ** p<.01*

5. 結論

本研究為了探討生成式人工智慧與遊戲式學習的整合對學生學習成就與人工智慧素養的影響；在課程初期，學生將學習與人工智慧相關的基礎知識，並學習應用 MIT APP Inventor 平臺，透過程式設計開發具備生成式人工智慧技術的聊天機器人，課程中會透過聊天機器人進行即時問答與互動，模擬 ChatGPT 的對話功能來輔助學習，讓學生從中學習影像辨識的參數概念；在課程後期，學生會應用 PIC 平臺進行影像辨識的模型訓練，將訓練好的模型應用於「AI 2 Robot City 智能車機器人蓋城市」的人工智慧桌遊中，並控制智能車的行走方向，讓學生循序漸進的學習人工智慧概念與應用，激發學生的學習動機，提高學生的參與度及興趣。

本研究提出生成式人工智慧與遊戲式學習的整合課程，課程內容重視理論與實踐，整合程式設計、影像辨識及遊戲活動，可以幫助教師規劃教學策略與課程內容，並讓學生以多元化的學習方法來理解人工智慧，例如，課程中影像辨識的模型訓練、智能車的實際操作、設計聊天機器人的程式，讓學生對人工智慧有了更深入的理解，因此，學生除了學習人工智慧的概念之外，並學習將其應用於遊戲情境中，將有助於提高學生的學習成就與人工智慧素養，根據 Hartt 等人（2020）的研究結果，學生們也更喜歡且更積極參與遊戲式學習。

本研究結果顯示，透過學生學習成就測驗卷及人工智慧素養量表的分析。在學生學習成就方面，後測成績顯著高於前測成績；在人工智慧素養方面，學生在「應用人工智慧」、「了解人工智慧」、「識別人工智慧」及「創造人工智慧」四個面向的後測皆顯著高於前測，由此可見，此課程設計可以對學生的學習成就及人工智慧素養皆具有顯著提高，透過生成式人工智慧輔助學習與「AI 2 Robot City 智能車機器人蓋城市」人工智慧桌遊的應用，將遊戲元素融入課堂活動中，並與實作活動相互整合，學生在遊戲式學習中將理論知識轉化為實作應用，更有助於學生課程中的學習，根據 Ng 等人（2021）對人工智慧素養的研究表明，學生不僅是終端應用者，還能在不同情境中應用人工智慧技術，成為解決問題的關鍵角色。

人工智慧輔助遊戲式學習的應用逐漸成為教育與學術研究的重要議題，然而，目前相關實證研究仍然有限，本研究雖然證實此方法的潛力，但仍存在一些限制，例如，研究對象的年齡、學科內容與教學時間的差異，皆有可能影響研究結果，此外，本次教學發現學生在人工智慧倫理這個面向並沒有顯著提高，因為本次比較偏重學生在遊戲式學習中的實作，未來可以納入更多人工智慧倫理議題的討論，可增加與人工智慧倫理相關的學習活動，讓學生在應用人工智慧時，也能理解其倫理影響，將更有助於教育領域。改善傳統的教學方法，本研究採用了遊戲式學習與生成式人工智慧的教學方法，讓學生對於課程內容更加感興趣，以有效提升學習成就及人工智慧素養，將對未來的課程設計與教學策略發展具有參考價值，未來研究可進一步探討此課程對不同學生的影響，使其更具普適性與可擴展性，以推動未來人工智慧在教育領域的廣泛應用。

致謝

本研究感謝國科會部分經費補助，計畫編號: NSTC 111-2410-H-003 -168 -MY3、NSTC 113-2628-H-003 -002。

參考文獻

Carolus, A., Koch, M. J., Straka, S., Latoschik, M. E., & Wienrich, C. (2023). MAILS-Meta AI literacy scale: Development and testing of an AI literacy questionnaire based on well-founded competency models and psychological change-and meta-competencies. *Computers in Human Behavior: Artificial Humans, 1*(2), 100014. https://doi.org/10.1016/j.chbah.2023.100014

Chen, C.-H., & Chang, C.-L. (2024). Effectiveness of AI-assisted game-based learning on science learning outcomes, intrinsic motivation, cognitive load, and learning behavior. *Education and Information Technologies*, 1-22. https://doi.org/10.1007/s10639-024-12553-x

Eltahir, M. E., Alsalhi, N. R., Al-Qatawneh, S., AlQudah, H. A., & Jaradat, M. (2021). The impact of game-based learning (GBL) on students' motivation, engagement and academic performance on an Arabic language grammar course in higher education. *Education and Information Technologies*, 26, 3251-3278. https://doi.org/10.1007/s10639-020-10396-w

Giannakos, M., Azevedo, R., Brusilovsky, P., Cukurova, M., Dimitriadis, Y., Hernandez-Leo, D., Järvelä, S., Mavrikis, M., & Rienties, B. (2024). The promise and challenges of generative AI in education. *Behaviour & Information Technology*, 1-27. https://doi.org/10.1080/0144929X.2024.2394886

Hartt, M., Hosseini, H., & Mostafapour, M. (2020). Game on: Exploring the effectiveness of game-based learning. *Planning Practice & Research, 35*(5), 589-604. https://doi.org/10.1080/02697459.2020.1778859

Huber, S. E., Kiili, K., Nebel, S., Ryan, R. M., Sailer, M., & Ninaus, M. (2024). Leveraging the potential of large language models in education through playful and game-based learning. *Educational Psychology Review, 36*(1), 25. https://doi.org/10.1007/s10648-024-09868-z

Hui, H. B., & Mahmud, M. S. (2023). Influence of game-based learning in mathematics education on the students' cognitive and affective domain: A systematic review. *Frontiers in psychology, 14*, 1105806. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1105806

Jauhiainen, J. S., & Guerra, A. G. (2023). Generative AI and ChatGPT in school children's education: Evidence from a school lesson. *Sustainability, 15*(18), 14025. https://doi.org/10.3390/su151814025

Kloos, C. D., Alario-Hoyos, C., Estévez-Ayres, I., Callejo-Pinardo, P., Hombrados-Herrera, M. A., Muñoz-Merino, P. J., ... & Ibáñez, M. B. (2024, May). How can Generative AI Support Education?. In *2024 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1-7). IEEE.https://doi.org/10.1109/EDUCON60312.2024.10578716

Kong, S.-C., Cheung, M.-Y. W., & Tsang, O. (2024). Developing an artificial intelligence literacy framework: Evaluation of a literacy course for senior secondary students using a project-based learning approach. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 6*, 100214. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100214

Kong, S.-C., Cheung, W. M.-Y., & Zhang, G. (2021). Evaluation of an artificial intelligence literacy course for university students with diverse study backgrounds. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 2*, 100026. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100026

Lei, H., Chiu, M. M., Wang, D., Wang, C., & Xie, T. (2022). Effects of game-based learning on students' achievement in science: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research, 60*(6), 1373-1398. https://doi.org/10.1177/07356331211064543

Liang, J., Wang, L., Luo, J., Yan, Y., & Fan, C. (2023). The relationship between student interaction with generative artificial intelligence and learning achievement: serial mediating roles of self-efficacy and cognitive engagement. *Frontiers in psychology, 14*, 1285392. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1285392

Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 2*, 100041. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041

Qadir, J. (2023, May). Engineering education in the era of ChatGPT: Promise and pitfalls of generative AI for education. In *2023 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1-9). IEEE.https://doi.org/10.1109/EDUCON54358.2023.10125121

對 AMA「幾何裝飾性風格」圖像之視覺意象認知及美感情緒差異研究

A Study on Visual Imagery Cognition and Aesthetic Emotion Differences in AMA "Geometric-Decorative Style" Images

李佳蓉 [1]
[1] 雲林科技大學 通識教育中心
[*] leecr@yuntech.edu.tw

【摘要】 探究不同認知風格者對 AMA「幾何裝飾性風格」圖像的視覺意象認知與美感情緒差異。以 AMA 軟體生成低、中、高視覺複雜度的數位圖像，再以專家和 AI 模型篩選出 18 張圖像進行語意差異法調查。研究發現，不同認知風格者對個別圖像的幾何性、華麗性、線條性及對稱性特徵上存有視覺意象認知差異。在美感情緒評價中，圖像型認知風格者對不同視覺複雜度且以紅色及紅綠對比配色的圖像具有較高的正向評價，而文字型認知風格者較傾向負向評價。本研究證實色彩與視覺複雜度是影響視覺意象與美感情緒認知的關鍵因素，提供美感教育及數位設計研究的新視角參考。

【關鍵字】 AMA「幾何裝飾性風格」圖像；視覺複雜度；視覺意象認知；美感情緒

Abstract: *This study examines differences in visual imagery cognition and aesthetic emotion among individuals with varying cognitive styles regarding AMA "geometric-decorative style" images. Using AMA software, digital images with low, medium, and high visual complexity were generated, and 18 images were selected through expert and AI-based screening for a semantic differential survey. Results show cognitive style differences in perceiving features such as geometry, elegance, linearity, and symmetry. Image-oriented learners gave higher positive evaluations to red and red-green contrast images with varying complexity, while text-oriented learners tended toward negative responses. The findings highlight the significant impact of color and visual complexity on visual imagery and aesthetic emotion, offering valuable insights for aesthetic education and digital design research.*

Keywords: AMA geometric-decorative style image, visual complexity, cognition of visual imagery, aesthetic emotion

1. 前言

將在視覺文化的時代中，如何微觀地去評估學生對當今視覺圖像、所見之物的意象或情緒感受，則為當今施行美感教育的關鍵核心。且當今又為數位資訊時代， 在藝術教學的現場中，瞭解學生對當今數位時代下所產生之視覺圖像又會有何視覺之美感感受力與情緒呢?此則實屬重要。此外，諸多學者也指出在產品開發的過程與設計流程中，因為人有主觀的色彩偏好(Clarje & Honeycutt, 2000；Coaste, 2003；Ma, Chen, & Wu, 2007)及各種影像所蘊藏的視覺元素和美的形式原則、複雜度等都會影響觀者的視覺意象認知和美感情緒反應(Wakabayashi, Kitaguchi, Sato & Naito, 2021；Baxter, 1995)。準此，造形或圖像的「色彩」和「視覺複雜度」亦也影響觀者在視覺感知的偏好度、吸引力與美感情緒感受上的一個重要關鍵因素，具有高度影響力。準次，本研究將採 AMA(Activate Mind Attention)軟體設計出以點、線、面視覺要素為基本之數位 AMA「幾何裝飾性風格」圖像，並從中依據不同色彩、視覺複雜度之圖像對大學生進行視覺意象認知及美感情緒認知之調查研究。

2. 文獻探討

2.1. 色彩與視覺複雜度及其相關研究

Hofstatter 也於 1958 年研究構成色彩印象的眾多因子時候，以 SD 語意差異法進行實驗，並透過因素分析法分析出色彩的主觀印象，以客觀的方法獲得分析。學者 Berlyne(1994)以視覺特徵為基礎提出人類視覺複雜度(Visual Complexity)的偏好曲線，說明外觀造型太簡單或太複雜的產品對人吸引力較低，而視覺複雜性中等的產品則較兩者較為人們吸引。另外，學者 Pieters(2010)也指出視覺複雜度的定義，將視覺複雜度分為設計複雜度(Design Complexity)與特徵複雜度(Feature Complexity)兩層面。設計複雜度(Design Complexity)是指由設計原理構成，如規則性、對稱性、相似性等；特徵複雜度(Feature Complexity)是指由基本視覺特徵構成，如顏色、亮度、形狀等。而在相關研究中，設計複雜度和特徵複雜度之間，尤以特徵複雜度帶給觀者更為直接(蔡巽亞，2019)。

綜上所述，在本研究將對其「特徵複雜度」進行深究，擬探究 AMA「幾何裝飾性風格」圖像中，內蘊色彩與形狀之視覺複雜度進行圖像判別。

2.2. 視覺與美感情緒及其相關研究

美感情緒(aesthetic emotion)是指在美感鑑賞時所產生的情緒，而美感情緒可能會每天發生，也可能會在某種喜好、崇拜、美麗事物的情境下發生(蔡子瑋，2009)。視覺中對於美感情緒較具有影響性的為「色彩」因素，尤以色彩中之色相(色彩的名稱)直接影響觀者的視覺意象感受，而視覺對於偏好性與型態變化感受有較明顯的關聯性(Berlyne,1994)。蔡子瑋(2009)也提出美感情緒是指從事美感活動或鑑賞時所產生的情緒，且美感情緒除了情緒性感受外(如：喚起、愉悅、偏好等)，須包含使用上的感受(如：自主、外觀使用性等)。爰此，因分析情緒方法眾多，經本研究考量後，欲參考蔡子瑋(2009)美感情緒與網頁信息的研究中對網頁視覺影像的美感整體評價之美感情緒量表作為本研究的美感情緒的量測工具，以找出本研究所設定之「複雜度」與「色彩」對 AMA 數位圖像的情緒感受影響。

2.3. AMA 幾何裝飾性風格圖像意涵與範例介紹

加上數位化插畫之工具的特質及功能，依插畫的表現風格可分為三種類型：寫實性(realistic)：與傳統中的寫實稍有不同，指「合理的 把握個體對象之客觀性」，包含超現實、象徵的、幻想的，也就是說畫面上所出現的對象都是個體性的寫實。裝飾性(decorative)：與意義內容等傳達機能比較起來，較重視裝飾性的插 畫；此類插畫大部分部是平面性的空間。例如，整幅圖或其背景、周圍以平面性的要素來構成。樣式化(stylistic)：指單純化或變形等具有個性化特徵的表現風格，漫畫亦可屬於此範疇。 較貼近寫實的表現風格，但有時呈現簡化且具有各種不同個性的表現特色(陳俊宏、楊東民，1998)。本研究將依據前述學者對數位插畫與表現風格形式之論點，結合 AMA 軟體內特有之結構式複製繪圖法技法，將其所繪製出的數位 AMA 圖像，綜整後進行不同風格之分類，共可分類為三種類型，即為複合寫實性(compound realistic)、幾何裝飾性(geometric decorative)、精細樣式化(dedicated stylistic)。

本研究將透過使用數位 AMA 軟體中之結構式複製繪圖法之技法，創作出以點、線、面為基礎造型元素之「幾何裝飾性風格」圖像為受測樣本。茲以再進行不同色彩、視覺複雜度之圖像篩選工作。

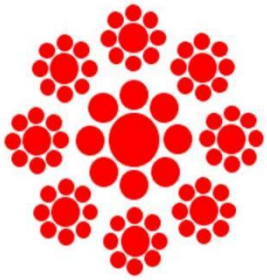


圖 1 AMA 幾何裝飾性風格圖像範例

3. 研究設計

3.1.研究步驟與工具

本研究將探究色彩與視覺複雜度因素影響大學生觀看數位 AMA 結構式複製繪圖之「幾何裝飾性風格」圖像的視覺意象認知趨向與美感情緒感受的關係。受測圖像將透過 AMA (Activate Mind Attention)軟體，進行結構式複製繪圖技法創作出來。受測之圖像共蒐集 3659 張，蒐集如此多張圖片，其目的是這些圖形代表了不同程度的複雜度，包括各種形狀和結構，這樣的數據集設計旨在未來測試 AI 模型對於多樣性圖形的適應能力。故受測樣本擬透過「專家法－影像分析軟體 ImageJ 與 AI 模型(Lenet 模型)－專家法」三循環，逐步將受測樣本篩選出來。透過三循環之圖像篩選，圖像從 3659 張最終篩選成低、中、高三種複雜度程度之圖像，共計篩選出 6 組不同複雜程度的圖片，含：複雜度低(6 張)、中(6 張)、高(6 張)，共計 18 張圖像。待篩選完這 18 張影像後，再請專家依據在依「色彩調和理論」之調和性配色使人愉悅感之概念，進行以藍和黃、紅和綠這兩組色彩進行三種配色(「同一色相」、「類似色相」、「對比色相」)。最終形成本受測圖像樣本。

3.2.研究對象

本研究場域為台灣地區某科技大學學生，剔除無效樣本共 181 位。再依據量表施測結果，將其分成「圖像型」認知風格 及「文字型」認知風格兩組(Childers, Houston & Heckler,1985)。因此，圖像型認知風格共 103 人，文字型認知風格共 78 人，兩組分別對受測的 18 張影像進行視覺意象認知與美感情緒認知的差異探究。

4. 研究結果與分析

本研究透過 181 位大學生對不同色彩、視覺複雜度之 AMA「幾何裝飾性風格」圖像進行語意差異法調查，茲以探析對此 18 張 AMA 圖像之視覺意象認知與美感情緒感受。透過獨立樣本 T 檢定進行不同認知風格者之差異分析。研究結果發現，其結果為：兩組對整體圖像之視覺意象認知無顯著差異，但對個別 P4 圖像的「線條的-塊面的」、P5 圖像的「華麗的-簡潔的」、P8 圖像的「幾何的-具象的」、P9 圖像的「幾何的-具象的」、P11 圖像的「幾何的-具象的」、P12 圖像的「線條的-塊面的」、P17 圖像的「對稱的-不對稱的」之視覺意象語彙具顯著差異。此外，兩組對整體圖像之美感情緒評價上，只有在 P11 圖像和 P14 圖像整體有顯著差異，意即圖像型認知風格大學生對類似色相且中複雜度的 P11 圖像、對比色相且中複雜度的 P14 圖像具有較高的美感評價；另兩組在 P2、P3、P4、P5、P7、P10、P11、P12、P13、P14、P16、P17、P18 這 13 張圖像具有美感情緒認知的意象差異。綜整來說，圖像型認知風格大學生對這 13 張圖像有著較正向與高評價的美感情緒認知趨向。相對的，文字型認知風格大學生則較偏向負向的低美感情緒認知評價。

由上得知，若從對視覺意象與美感情緒認知兩者交集來看，不同認知風格大學生對 P4、P5、P11、P12、P17 這五張圖像具有較明顯的視覺與情緒的差異性。進一步深究發現，P4、P5、P11、P12 這四張皆是以紅色系進行配色，而 P17 則是紅、綠色彩進行配色。準此，不同認知風格之大學生的確對不同色彩、視覺複雜度之 AMA 圖像具有明顯的視覺意象認知與美感情緒評價之差異表現。

5. 研究結果與討論

本研究提出從不同認知風格學習者的角度探究對其不同色彩、視覺複雜度之 AMA「幾何裝飾性風格」圖像的視覺意象認知與美感情緒評價情形。研究結果發現，不同認知風格之大學生的確對不同色彩、視覺複雜度之 AMA 圖像具有明顯的視覺意象認知與美感情緒評價之差異表現。尤其對以紅色為主色系且不同視覺複雜度之 AMA 圖像具有較明顯的視覺意象與美感情緒評價。以上研究結果，均可探究出認知風格差異對不同色彩及視覺複雜度之 AMA「幾何裝飾性風格」圖像的視覺意象差異與美感情緒感受情形，此些結果俾利提供給後續教學現場教師進行鑑賞教學抑或是後續視覺、美感研究之相關建議及參考。

6. 致謝

研究部分經費由 111 科技部專題研究計畫補助，計畫編號：MOST 111-2410-H-224-003-MY2。

參考文獻

陳俊宏、楊東民(1998)。視覺傳達設計概論。臺北：全華圖書。

蔡子瑋(2009)。美感情緒與網頁視覺信息的關係研究(未出版碩士論文)。國立交通大學大學，新竹市。

蔡巽亞(2019)。視覺複雜度於戶外競選廣告對觀眾之情緒影響(未出版碩士論文)。國立臺北科技大學，臺北市。

Baxter, M. (1995). Product Design-Practical methods for the systematic development of new Product. Chapman & Hall, London.

Childers, T. L., Houston, M. J., & Heckler, S. E. (1985). Measurement of individual differences in visual versus verbal information processing. Journal of Consumer Research, 12(2), 125-134.

Clarje, I., & Honeycutt, E. D. (2000).Color Usage in International Business-to-Business Print Advertising. Industrial Marketing Management, 29(3), 255-261.

Coaste, D.(2003). Watch Tell More Than Time: Product Design, Information, and the Quest for Elegance. New York: McGraw-Hill.

Ma, M. Y., Chen, C. Y., & Wu, F. G. (2007). A Design Decision-Making Support Model for Customized Product Color Combination. Computers in Industry, 58(36), 504-518.

Pieters, R., Wedel, M., Batra, R. (2010). The Stopping Power of Advertising- Measures and Effects of Visual Complexity. Journal of Marketing, 74(5), 48-60

Wakabayashi, M., Kitaguchi, M., Sato, H., & Naito, T. (2021). Experimental verification for perceptual and cognitive processing of visual aesthetic experiences. Vision Research, 185, 68-76.

数智时代师范生人工智能素养诊断框架与提升对策浅析

An Analysis of the Diagnostic Framework and Enhancement Countermeasures for Teacher Trainees' Artificial Intelligence Literacy in the Age of Mathematical Intelligence

花卉雯，田阳
（扬州大学新闻与传媒学院教育技术学系）
2296502593@qq.com

【摘要】数智时代下，人工智能作为第四次工业革命的核心驱动力，强势入侵教育行业。师范生作为未来教师的主力军，其人工智能素养的高低直接影响到教育现代化的进程。本研究聚焦智能素养发展历程，对师范生人工智能素养进行界定，并结合人工智能素养三维度，构建师范生人工智能素养框架。针对师范生人工智能素养提升的可行路径，本研究提出了加强课程建设、开展实践活动、提高主体意识等应对措施，以期提升师范生人工智能素养。

【关键词】师范生；人工智能素养；人工智能素养诊断；数智时代；提升对策

Abstract: *In the era of digital intelligence, AI, as a key driver of the fourth industrial revolution, is significantly impacting education. The AI literacy of future teachers, or teacher trainees, is crucial for advancing educational modernization. This study explores the evolution of intelligence literacy, defines AI literacy for teacher trainees, and constructs a framework based on three dimensions of AI literacy. To enhance their AI literacy, the study suggests strategies like improving curriculum design, promoting practical activities, and raising awareness among trainees.*

1.引言

DeepSeek 的问世冲击了人类的思维方式，对许多行业带来颠覆性的影响，教育是受其影响最深的领域。当下俨然步入人工智能时代，人机融合正走向现实。师范生作为身兼学生与未来教师双重角色的特殊人才，整体提升师范生人工智能教育素养已成为各师范院校必须面对的一个现实问题。

2.人工智能素养

人工智能素养这一概念最早是由坎德霍夫(Martin Kandlhofer)等人于 2016 年首次提出，他们将人工智能素养定义为：理解人工智能驱动技术背后的基本知识和概念的能力，并指出人工智能素养将与经典素养(阅读/写作)一样重要[1]。本研究对 2016 年以来人工智能素养的定义进行了梳理与分析，见表 1。对于人工智能素养的解读，不同学者有着不同的见解。整体上，人工智能素养存在广义与狭义之分。

表 1 关于人工智能的典型定义

提出者及时间	对人工智能素养定义的表述
马丁·坎德霍夫（MartinKandlhofer）等，2016	论文中首次提出了人工智能素养的术语，强调了人工智能素养的作用在于“能使人们在使用特定的人工智能产品及服务的同时，还能够认识和理解其背后的方法和概念”。
杜里·龙（Duri Long）等，2020	人工智能素养能够使个体批判性地评估人工智能技术，有效地与人工智能开展沟通和协作，将人工智能作为一种工具应用于线上、家庭及工作场所等多种情境。

联合国教科文组织（UNESCO），2022	世界公民需要理解人工智能可能带来的影响，人工智能能做什么、不能做什么，当应用人工智能时哪些方面需要被质疑，如何掌控人工智能使其服务于人类的公共利益。
钟柏昌等，2024	人工智能素养具有领域特定性与领域一般性双重属性。分别从技术本体论视角、哲学认识论视角、教育心理学视角阐述人工智能素养。

广义的人工智能素养是指公民在人工智能时代应该具备的基本素养，目的是促进个体的智能发展。Yu-mi 等认为，人工智能素养包括三类：功能素养是一种传统的读写能力，指的是获得 3Rs(阅读、写作、算术)能力；社会素养是教育人们读懂社会的能力；技术素养是学习时代所必需的基本技术的能力，技术素养不仅包括数字素养、媒体素养和 ICT 素养，还包括人工智能的利用能力[2]。

狭义的人工智能素养是指以人工智能为内容的教育，要求能够获取、应用与管理人工智能技术。这一定义又可分为能力论和素质论两大类。在能力论方面，包括人工智能基础知识与操作人工智能技术的应用能力。Long 等认为人工智能素养既是一种个人能够批判性地评估人工智能技术、与人工智能进行有效沟通和协作的能力，也是一种能够将人工智能作为在线、家庭和工作等场所中学习工具的能力[3]。在素质论方面，人工智能指个体使用人工智能的态度及伦理。Gary 等认为人工智能素养包括“AI 概念、AI 应用、AI 伦理”三个部分[4]。周邵锦等人认为人工智能素养包括培养开放包容的智能态度、迅速掌握各种轻型智能工具和运用人工智能学科思维解决现实问题三个培养阶段[5]。

综上所述，基于对人工智能素养概念的界定，本研究中认为师范生人工智能素养是指具备应用智能技术辅助教育教学的能力，具体包含有人工智能知识、人工智能技能、人工智能伦理的应用。

3.师范生人工智能素养诊断的标准与框架

3.1 师范生人工智能素养的基本要求及标准分析

为更好地诊断师范生人工智能素养的表现形式，以便有针对性地培养师范生人工智能素养，本研究采用半结构式访谈，对 50 名师范生进行提问，了解师范生对于人工智能素养的掌握情况。在深刻把握师范生人工智能素养基本要求及标准的基础上，对现实样态中存在的问题进行总结，构建师范生人工智能素养框架。

师范生对于人工智能知识认知程度较浅，70%的师范生能够列举出无人驾驶汽车、送餐机器人等与人工智能相关的例子，但对具体的细节和原理，表示不太清楚。对于人工智能的五大理念、三大核心技术等内容，受访者难以定义。由此可见，大部分师范生对人工智能概念有初步认识，也认同人工智能技术是具有强大优势的新兴事物，但是对于人工智能基础知识缺乏系统的学习。

师范生运用智能设备辅助教学的能力至关重要，但根据访谈结果可知其存在诸多问题。目前师范生所使用的智能工具仅涉及图像识别和自然语言处理，对于数据分析、预测模型等高级应用，几乎不会操作。师范生应用人工智能的最终目的是辅助教学，不少师范生表示对于如何将智能教学软件与课程内容有效结合存在困惑。因此，提升人工智能与教学结合的能力，是师范院校亟需解决的问题。

师范生作为未来的教师，其思想品德对于学生有着深远影响，对待人工智能技术必须审慎负责。师范生普遍认为使用人工智能技术应尊重学生的隐私权，不能随意收集、使用其个人信息；面对人机角色认知，也能够认识到教师职业的独特与不可替代性。当谈及人机协作中的角色分配问题，却缺乏清晰的思路，需通过系统培训提升师范生的人工智能伦理素养，确保能负责任地使用人工智能技术。

3.2 师范生人工智能素养诊断框架

各研究者提出的人工智能素养框架在一级维度的解释和层次分布略有差异，但其中具体含义并未显示出明显的多样性。以侯贺中、王永固[6]提出的人工智能素养框架为例，其中“智能技能”“智能思维”“智能创新”都属于个体所需具备的能力，可归属到“人工智能能力”这一维度，经调整后形成表 2。

表 2 师范生人工智能素养内容

一级维度	二级维度	维度阐释
人工智能知识	人工智能基本知识	了解“人工智能”相关概念 了解人工智能五大核心技术
	人工智能应用知识	熟悉利用人工智能搜集、整理并进一步开发利用教学资源的操作方法
	人工智能时代热点	了解人工智能时代的基本特点，充分认识人工智能发展对教育教学带来的机遇与挑战
	整合智能技术的教学法知识	理解教育教学实践中人工智能技术与教学方法之间的关系，指导教学设计所需的人工智能技术
人工智能能力	人工智能应用能力	在学习和教育教学实践过程中，能选择适合自己的智能技术或工具
	人机协作能力	对人和人工智能的能力有清醒的认知，在人机合作中善于分配任务、互换经验、互求帮助、解决问题
	智能教育教学能力	能运用恰当的资源、工具和方法设计智能教育环境下的教与学过程
	整合人工智能技术的教学能力	在教育教学实践中能结合人工智能技术开展教学设计、利用现代智能手段（词云、数据统计等方式）形成评价
	基于人工智能的自主发展能力	充分利用人工智能技术促进自身专业发展，开展个性化教育知识学习
人工智能伦理	人工智能伦理道德	能按照相关操作规范，负责任地使用人工智能技术，在运用人工智能技术时注重保护隐私
	人工智能社会责任感	能帮助受教育者形成良好的人工智能学习观和道德意识，遵守使用智能技术的伦理道德规范
	人工智能防范意识	合理使用人工智能技术资源，重视人工智能技术的使用协议与权限，具备基本的信息安全、数据安全意识
	人机角色认知	能理性看待自己的职业角色，认识到教师无法被人工智能所取代

4.师范生人工智能素养提升对策

4.1 创设智能校园环境，更新课程目标

为进一步提升师范生的人工智能素养，师范院校应积极投身智能校园的建设，打造智能化的学习环境，从软硬件两方面入手：硬件方面应打造智能化的教育实训场景，如智慧教室、微格教室等教学实训教室；软件方面需要完善智能教育平台资源，学校可以自主搭建在线学习平台，面向全校学生提供学习智能技术的机会。师范生人工智能课程目标应注重理论与实践相结合，通过案例分析、项目驱动等方式，让学生在学习人工智能基本概念的同时，能够接触到实际应用的场景。

4.2 提升教师智能化教学水平，增强课程实践性

教师是培养师范生人工智能素养的中坚力量，师范院校应重视教师队伍的智能化教学能力培养，在师资队伍中增加人工智能专业相关的教师人才，通过定期培训、研讨会等形式，提升教师对人工智能技术的理解和应用能力，打造人工智能师资力量。课程学习是掌握人工智

能素养的关键环节，在课程设置方面，应鼓励教师将人工智能技术融入课堂教学，设计出更多富有创新性和实践性的教学活动，安排提高人工智能素养的专项练习。

4.3 转变师范生学习观念，提高主体伦理意识

师范生的人工智能伦理素养影响着学生的价值观和道德观，师范院校应将人工智能伦理教育纳入师范生的培养体系中，提高师范生对人工智能伦理问题的认识和处理能力。师范生应主动学习人工智能相关知识，学会从伦理的角度审视技术的应用。这不仅包括对技术本身的伦理问题进行思考，还包括对技术在教育中应用的道德边界进行界定。师范生应学会如何在尊重学生隐私、不侵犯学生权益的前提下，合理利用人工智能技术辅助教学，同时也要意识到技术的局限性，避免过度依赖技术而忽视了教育的本质。

5.结论

随着人工智能技术的不断进步和教育领域的深度融合，师范生对于人工智能素养的提升已经成为其立足智能时代的必然要求。师范院校和教育工作者需要不断探索和实践，提升人工智能素养，努力成为数智时代的新教师。

参考文献

[1] Burgsteiner, H., Kandlhofer, M., & Steinbauer, G.. Irobot: Teaching the basics of artificial intelligence in high schools. In Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence, 2016-03-01.

[2] Yu-mi, Yi.Literacy in the AI Era - Focusing on AI literacy and Relationship literacy[J]. research-articl, 2021:281-302.

[3] LONG D, MAGERKO B. What is AI literacy? Competencies and design considerations [C]//Proceedings of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems. 2020: 1-16.

[4] Wong G, Ma X, Dillenbourg P, et al. Broadening artificial intelligence education in K-12: Where to start?[J]. ACM Inroads, 2020,(1):20-29.

[5] 周邵锦,王帆.K-12 人工智能教育的逻辑思考:学生智慧生成之路——兼论 K-12 人工智能教材[J].现代教育技术,2019,29(4):12-18.

[6] 侯贺中,王永固.人工智能时代中小学生智能素养框架构建及其培养机制探讨[J].数字教育,2020(6):50-55.

计算赋能——AI 时代学生数字素养培养的新思路

Computational Empowerment: A New Approach to Cultivating Students' Digital Literacy in the AI Era

杨亦霏*，郁晓华
华东师范大学教育信息技术学系
* 10224507408@stu.ecnu.edu.cn

【摘要】 计算赋能不仅涵盖传统计算思维，更强调批判性参与和理解数字技术的社会影响。本文进一步介绍了计算赋能的三大支柱，并深度探究计算赋能与计算思维的关系。通过国外案例分析，展示了计算赋能的实践成效。针对我国数字素养培养现状与困境，本文提出三方面的建议，旨在推动计算赋能深入我国教育体系，培养未来社会所需的数字公民。

【关键词】 数字素养；计算赋能；计算思维

Abstract: *In the AI era, cultivating students' digital literacy is essential. This article explores Computational Empowerment (CE) as a new approach, which extends beyond traditional computational thinking to emphasize critical participation and understanding the social impact of digital technology. Through case studies from abroad, the practical effectiveness of computational empowerment is demonstrated. In response to the current situation and challenges of digital literacy cultivation in China, this article puts forward suggestions in three aspects, aiming to promote the in-depth implementation of computational empowerment in China's education system and cultivate digital citizens needed for the future society.*

Keywords: digital literacy, computational empowerment, computational thinking

1.数字素养培养：从计算思维到计算赋能

人工智能技术的快速发展对教育体系与思维方式提出了新挑战。提升公众数字素养与技能，既是适应人工智能时代的必然要求，亦是增强国家竞争力和软实力的关键。全球范围内，数字素养的内涵正从技术操作向伦理反思与社会创新拓展（黄如花 & 冯婕，2023）。

数字素养在本质上是指个体在数字时代中有效利用数字技术参与社会活动的能力，它涵盖了对数字信息的获取、理解、评估、创建和沟通的能力（中央网络安全和信息化委员会办公室，2021）。而这些要素与计算思维本质概念的界定具有极高的一致性。计算思维是一种解决问题的思维模式，强调的是从计算机科学的角度出发，通过分解问题、模式识别、系统设计和迭代改进来解决问题。这种思维方式不仅适用于编程和软件开发，更是一种跨学科的、适用于各种复杂问题解决的思维工具。此外，从数字素养的培养维度来看，无论是数字意识、终身学习能力还是社会责任感都无法直接培养，需要依托具体的教学活动来展开(张立国 & 王国华, 2018)。计算思维作为核心，为学生数字素养的培养提供了一个明确的导向，使得数字素养的培育更加具体和可操作。在这一过程中，计算思维不仅塑造了学生的学科思维，而且在解决实际问题时，也促进了其他核心素养的整合与发展。计算思维作为了数字素养培养的关键点，确保了教学活动的目的性和连贯性。

当前，我国数字素养教育以计算思维为核心，但在实践中面临系统性挑战：培养目标过度聚焦技术工具操作，如编程算法训练，导致学生止步于“技术应用者”层面，缺乏对技术伦理与社会影响的批判性反思(范文翔等, 2018)；教学场景多局限于课堂虚拟任务，如 Scratch 预设编程，未与真实社会问题深度结合，难以建立技术与社会互动的认知（陈鹏等，2018）；

同时，教育过程与社会需求脱节，技术实践脱离社区创新场景，缺乏校企协同平台与学生参与技术社会化的机会，致使数字公民意识培养流于形式。这种“工具导向”模式在 AI 技术深度渗透社会的背景下愈发凸显局限性。学生虽能解决抽象技术问题，却难以应对技术引发的伦理争议与社会矛盾。

计算赋能（Computational Empowerment, CE）作为一种新兴教育理念，超越了传统计算思维框架，强调学生的批判性参与和理解数字技术在其生活和整个社会中的作用(Kong & Abelson, 2022)。弥补了现有培养体系的短板，更契合 AI 时代对“技术向善”的迫切需求。

2.计算赋能及其三大支柱

计算赋能（Computational Empowerment, CE）着重于赋予学生权力，让他们能够认识技术在他们生活中的作用，并做出批判性的决策。与仅仅掌握编程技能不同，CE 更关注为儿童和青年提供参与实际技术开发的机会。它不仅关注理解计算的概念，还试图让学生参与更广泛的问题讨论，例如数字技术如何挑战我们的民主权利和公民参与，以及它如何改变人际关系和社会实践。此外，CE 还探讨我们对日常生活中数字技术的理解，以及儿童和青年如何通过技术整合、更新或创造更符合未来愿景的数字技术来参与社会。在回答这些问题时，理解计算逻辑固然重要，但这还远远不够。计算赋能被定义为一个过程，在这个过程中，学生作为个体和群体，发展出理解数字技术及其对他们的生活和社会造成影响所需的技能、洞察力和反思能力，以及批判性、好奇和建设性地参与技术构建和解构的能力(Iversen et al., 2018)。

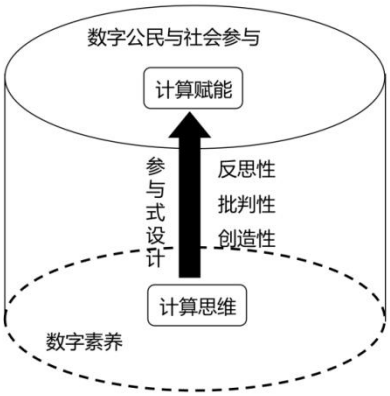


图 1 计算思维与计算赋能

Dindler 等人提出的计算赋能三大支柱（Dindler et al., 2022）通过“技术构建—批判解构—民主实践”的闭环路径，重构了学生在技术社会中的角色定位。技术构建强调从问题提出、研究、设计构思到构建和测试的完整迭代过程。例如设计社区垃圾分类系统时，学生不仅需掌握用户需求分析与原型开发能力，还需理解技术如何嵌入社会结构，避免陷入单纯编程技能训练的窠臼。在此基础上，批判解构依托 DORIT 模型（Dindler et al., 2023），引导学生从技术构成、设计目的、使用场景、社会价值、实际影响及设计合理性六大维度系统性反思技术本质。以智能手表为例，学生需探究其传感器配置背后的技术逻辑、界面设计的人性化目标，以及算法推荐对用户行为的潜在影响，从而培养对技术伦理属性的敏感度。最终，民主实践作为前两大支柱的整合，推动学生从个体与集体双重维度参与技术决策：个体层面，学生通过自主优化技术应用方案，如个性化配置智能设备功能，提升技术使用的主动性与批判性；集体层面，学生通过设计公共技术方案，如讨论城市交通数据治理策略或分析现有技术的合理性，深度介入技术对社会价值观的塑造过程。(Dindler et al., 2020; Kong & Abelson, 2022)。这一框架突破了传统教育中“工具掌握”的局限，使学生从被动使用者转变为兼具创新能力、伦理意识与社会责任感的反思性构建者，为 AI 时代数字公民的培养提供了理论与实践的双重支撑。

3.计算赋能的典型项目及其启发

计算思维（CT）与计算赋能（CE）作为 AI 时代数字素养培养的核心，在教育实践中相辅相成，共同构成未来数字化社会的基础综合方法。国外教育领域已涌现出多个整合 CT 与 CE 的典型案例，为我国提供了重要参考。

表 1 各国计算赋能实践概况一览表

课程/项目	培养目标	技术工具与平台	核心内容与方法
丹麦奥胡斯市的城市空间重新设计项目	培养学生将技术整合到他们的设计中的能力，从而转变传统看法，将技术视为创造新解决方案的数字工具。	Arduino、Makey Makey	学生依市议会目标，为市作欧盟文化之都时设计公共公园方案。
丹麦的产品分析探究课程	培养学生批判性理解技术的构造与价值观、增强其在技术决策中的民主参与意识，并提升其通过实践重构技术以适应个体需求的能力。	Garmin 系统、Micro:bits（结合 MakeCode 编程平台）	通过分析 Garmin Connect 手表，从论证、技术、价值和使用等多个维度对产品进行全面的分析与反思，批判性思考数字产品的影响，从而提出创新的设计方案。
斯坦福大学的全球 FabLab@School 项目	培养学生的数字素养，使其具备调查和创造未来的能力，转变对技术的看法并反思设计对个人和社会的影响，挖掘数字技术和设计潜力。	数字设计工具、实验室	通过结构化的设计过程模型，即从研究、构思、原型制作到展示原型、为设计理念辩护和反思学习成果及社会影响的全过程活动。
奥胡斯大学的 MCTIG 项目：基于编码、建模与内容（CMC）方法的 STEM 课程	为高中生设定三大计算赋能学习目标：概念目标是理解代码部分，掌握并识别编程基本概念；实践目标是修改 NetLogo 代码，用学科知识改变模型行为并辩护；社会视角目标是反思模型社会有效性，知其基于假设，理解局限性，将其应用于其他社会模型。	NetLogo 模型	共有 67 位教师不同学科的教师参与到该项目，他们通过共同创作，围绕 NetLogo 模型开发了一系列教学活动。

这些案例的共性在于以“真实问题驱动、结构化设计流程、多元主体协同”为核心逻辑，将计算赋能从理论转化为实践。例如，丹麦项目通过社区议题连接技术学习与社会需求，与我国“新课标”倡导的学科实践理念高度契合；斯坦福项目则通过闭环流程（问题定义-原型开发-社会验证）为计算思维注入社会性维度，与我国现有的 PBL 教学模式可无缝衔接。

4.计算赋能下学生数字素养培养的思考和建议

计算赋能的出现为我国数字素养的培养提供了新思路。计算赋能旨在通过社会实践和社会参与让学生通过结构化的设计全过程解决真实问题，培养学生积极参与到社会问题解决中的社会主体意识，从而培养学生成为有具备信息素养、创新能力、批判性思维和伦理意识的数字公民。基于此，我们提出以下三方面建议。

第一，构建社会需求导向的课程生态。在《信息科技课程标准（2022）》框架下，建立“学校-社区-企业”三方联动机制。例如，可引导学生为老龄化社区开发 AI 语音助手，同步训练编程能力与人文关怀；乡村学校可围绕农产品溯源设计区块链应用，将技术学习与地方经济发展结合。此模式既能缓解学校资源压力，又能使教育成果产生可测量的社会效益。

第二，升级“技术-伦理-治理”三位一体的培养目标。在信息技术课程中增设“技术社会影响评估”必修环节，依托跨学科团队开发本土化资源包。例如，初中阶段可以“短视频推荐算法”为例，分析信息茧房的形成机制；高中阶段可以围绕“智慧城市数据治理”，探讨隐私保护与公共利益的平衡策略。同时，可设立“数字公民素养培育试点校”，将社区服务时长、技术伦理答辩等纳入学生综合素质评价体系，强化伦理反思能力。

第三，建立“设计-实践-迭代”的结构化培养路径。参考 FabLab@School 项目经验，构建“四阶螺旋式”教学模型：（1）问题锚定：师生基于地方需求共同定义技术挑战；（2）协同设计：学生跨学科组队，利用 Micro:bit 、Python 等工具开发解决方案，相关行业专家提供

技术指导；（3）社会测试：在社区或企业场景部署原型，如：校园能耗监测系统接入市政物联网平台，收集真实反馈；（4）价值迭代：通过社会访谈与座谈会，推动学生反思技术方案的社会影响，形成改进提案。

计算赋能为 AI 时代的数字素养教育提供了新路径。以上三个维度建议相互支撑，既延续了我国计算思维教育的既有优势，又突破了“工具本位”的局限，使数字素养培养深度契合乡村振兴、智慧城市等国家战略需求。希望未来这种教育转型将推动技术教育价值取向的根本转变，从单一技能传授提升至社会创新能力培育，并重塑教育与社会的新型互动关系。学校突破传统知识场域的边界，发展成为社会技术创新的策源地，为 AI 时代培育兼具技术理性与人文关怀的复合型人才。

参考文献

张立国, & 王国华. (2018). 计算思维:信息技术学科核心素养培养的核心议题. 电化教育研究, 39(5), 115–121.

陈鹏, 黄荣怀, 梁跃, & 张进宝. (2018). 如何培养计算思维——基于 2006-2016 年研究文献及最新国际会议论文. 现代远程教育研究, (1), 98–112.

范文翔, 张一春, & 李艺. (2018). 国内外计算思维研究与发展综述. 远程教育杂志, 36(2), 3–17.

黄如花, & 冯婕. (2023). 数字素养与技能提升：国际进展、趋势与展望. 图书与情报, (3), 1–12.

Dindler, C., Iversen, O. S., Caspersen, M. E., & Smith, R. C. (2022). Computational empowerment: A critical counterpart. In S.-C. Kong & H. Abelson (Eds.), *Computational thinking education in K–12: Artificial intelligence literacy and physical computing* (pp. 121–139). The MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/13375.001.0001

Dindler, C., Iversen, O. S., Hjorth, M., Smith, R. C., & Nielsen, H. D. (2023). DORIT: An analytical model for computational empowerment in K-9 education. *International Journal of Child-Computer Interaction*, *37*, 100599. https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2023.100599

Dindler, C., Smith, R., & Iversen, O. S. (2020). Computational empowerment: Participatory design in education. *CoDesign*, *16*(1), 66–80. https://doi.org/10.1080/15710882.2020.1722173

Iversen, O. S., Smith, R. C., & Dindler, C. (2018). From computational thinking to computational empowerment: A 21st century PD agenda. In *Proceedings of the 15th Participatory Design Conference: Full Papers* (Vol. 1, pp. 1–11). https://doi.org/10.1145/3210586.3210592

基于政策工具的我国省市级基础教育信息化政策文本分析研究

A Text Analysis and Research on the Informatization Policy of Basic Education at the Provincial and Municipal Levels in China Based on Policy Tools

荆璐[1] 王诗蓓[1*] 陈泽毅[2] 黄舒婕[1]
[1]扬州大学新闻与传媒学院
[2]山东财经大学工商管理学院
[*]1352346697@qq.com

【摘要】 基于16份省市级与基础教育信息化相关的政策文件，首先在基于省市级教育信息化政策特点的基础上，构建基于“政策工具—政策时间”的政策文本分析框架；然后用内容分析法，分析省市级基础教育信息化政策文本使用政策工具的现状和特点；最后从政策工具的命令型、激励型等政策工具使用方面，提出调整政策工具使用维度，完善激励机制等建议，为进一步优化基础教育信息化政策，促进我国教育数字化转型提供参考。
【关键词】 基础教育信息化；政策工具；政策文本

***Abstract*:** *Based on 16 provincial and municipal policy documents related to basic education informatization, firstly, based on the characteristics of provincial and municipal education informatization policies, a policy text analysis framework based on "policy tool-policy time" is constructed. Then, with the content analysis method, the paper analyzes the current situation and characteristics of using policy tools of provincial and municipal basic education informatization policy text; Finally, from the aspects of the use of policy tools such as command and incentive, suggestions are put forward to adjust the dimensions of the use of policy tools and improve the incentive mechanism, so as to provide references for further optimizing the basic education information policy and promoting the digital transformation of education in China.*
Keywords: Basic education informatization, Policy instruments, Policy tex

1. 问题的提出

在如今的信息时代中，推进教育信息化已然成为一个全球性命题，教育信息化是教育数字化的基础性阶段，探索教育信息化发展的历史路径可以为当前教育数字化的驱动和融合提供重要的借鉴（杨宗凯，2022）。技术强化教育有助于创造无处不在的互动教学空间，在这一过程中，“技术+教育 ”变化为“教育+技术”，即技术从教育创新与变革的外生变量变为内生力量（张双志，2020）。

研究发现，学者们关于基础教育信息化政策的研究多聚焦于国内外基础教育信息化政策文本解读与评价等方面，例如姚佳胜(2022)等人对改革开放以来有关基础教育信息化政策的文本进行分析，提出了我国基础教育信息化政策的未来走向。蔡旻君(2023)等人通过对2003—2018年间有关信息化促进基础教育公平的政策文本分析，发现教育信息化进程中可能出现新的教育不公平问题。然而，学者们对具体省份和具体城市的细化研究并不多见。开展省市级教育信息化政策研究能够深入分析当地教育信息化的现状、问题和需求，为政策制定提供科学依据。

政策工具作为达成政策目标的方法和手段，是促进教育信息化发展，教育数字化转型的有力保障。基于此，本研究立足于政策工具视角，以省市级基础教育信息化政策文本为研究对

象，以“政策工具—政策时间”为分析框架，对省市级基础教育信息化政策文本中命令型，激励型等政策工具进行分析，优化基础教育信息化政策，促进教育数字化转型提供参考。

2.研究设计

2.1. 政策工具维度

Kiel 开展了有关政策工具分类方法的研究并提出 64 类政策工具，是政策工具分类的开端(Kiel，1964）；Schneider 和 Ingram 更加系统地把政策工具分为权威工具、激励工具、能力工具、符合和规劝工具、学习工具五类（Schneider et al.,1990）；已有政策工具分类的依据是如何利用不同因素对个人或集体行为施加影响从而使目标群体按照政策意图实施行动（张菁珂等，2022），内涵清晰明确，可适用于本研究。综上所述，本研究将教育信息化政策工具分为命令型工具、激励型工具、能力建设型工具、系统变革型工具和劝告型工具五类工具进行了编码。

2.2. 政策时间维度

政策工具能够探索问题的解决方案，为了深化其对基础教育信息化政策的多维度剖析，有必要引入其他分析视角。而政策的颁布是在特定的历史与社会背景之中，将发布的时间纳入考量范畴，能揭示政策工具在选择与应用层面的演变与调整，全面了解政策变迁现状。鉴于此，本研究构建了“政策工具—时间维度”的理论分析框架，选取命令型，激励型，能力建设，系统变革和劝告型五类政策工具作为“政策工具”维度，用 X 轴表示，参考参考（杨晓宏，2023）等人使用的政策工具维度，将教育信息化“十三五”“十四五”发展规划发布的时间节点作为“政策时间”维度，用 Y1，Y2 表示，以研究政策工具的演进规律。

2.3. 数据来源

为研究省市级基础教育信息化政策工具的使用特点，本研究在兼顾“十三五”“十四五”发展规划文本可获得性的基础上，从我国经济较为发达、具有发展潜力的城市中，选取北京，成都，上海，广州，深圳，天津，长沙，舟山 8 市公开发布的教育信息化“十三五”和“十四五”发展规划作为研究样本。

3.研究结果与分析

3.1. 政策工具维度分析

表 1 X—Y 二维交叉频率

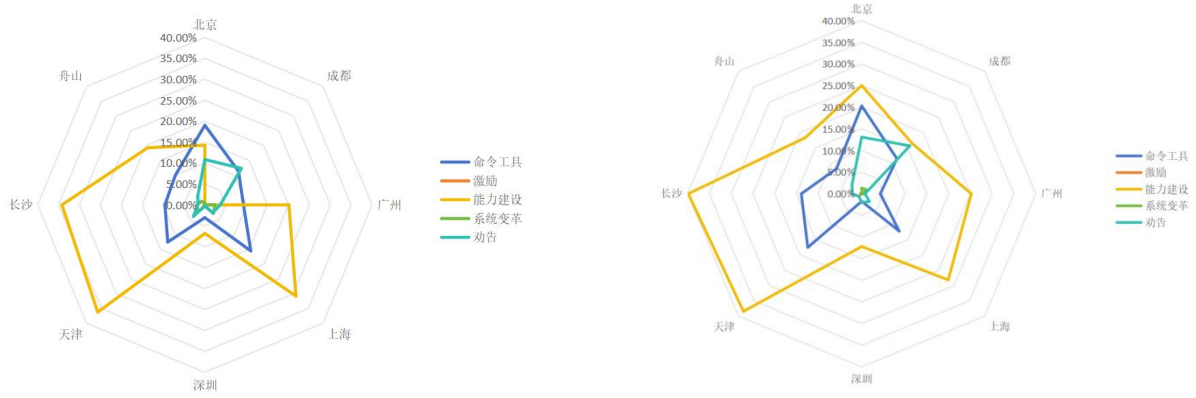
政策工具类型（X）	十三五（Z1）		十四五(Z2)	
	频次	比例	频次	比例
命令型	262	28.48%	328	31.94%
激励型	3	0.33%	15	1.46%
能力建设	517	56.20%	530	51.61%
系统变革	38	4.13%	47	4.58%
劝告	100	10.87%	107	10.42%
合计	920	100%	1027	100%

本研究根据基础教育信息化政策工具分布频数和占比，总结了 X—Y 二维交叉频率，表 1 显示，样本市在制定政策时大多运用了命令型，激励型，能力建设，系统变革，劝告政策工具，但主要以能力建设政策工具为主（占 50%以上）、命令型政策工具为辅（占 28%以上），剩下三种政策工具的使用比例较小。进一步分析，本研究还发现：

政策工具在使用的过程中与其自身的特点有密切关系。其中，能力建设政策工具具有针对性强，形式多样的特点，对教育信息化的发展有着重要意义，选用较多；命令型工具是利用政府法律法规，明确规定管理职能，具有较强的强制性，高效性，直接性的特点，可有效

促进政策目标的实现，因此被广泛应用（蔡旻君，2019）。激励型政策工具使用较少的原因可能是因为政策制定者可能相对保守，缺乏活力，更倾向于使用权威型政策工具；系统变革政策工具使用较少的原因可能是政策制定者的认知与理解不足、资源分配问题等，增加了制定和执行的复杂性，故选用较少。劝告型政策工具的有效运用需要大量的宣传、教育和引导工作，这需要相应的人力、财力和物力支持。然而，在实际操作中，由于资源有限，可能无法为劝告型工具提供足够的投入，所以更偏向于使用命令型工具。

通过研究不同时期政策工具选用的省市级比较，结果如图 1 所示：



(a)“十三五”时期（Y1）　　(b)“十四五”时期（Y2）

图 1 不同时期政策工具选用的省市级比较

Y1 期间，长沙、天津、上海等相比其他城市更注重能力建设政策工具的使用，北京则更多地使用命令型政策工具；Y2 期间，长沙，天津，北京，上海更侧重使用能力建设型工具。相对于 Y1 时期，长沙，天津，北京使用能力建设工具的比例上升，各地重视硬件条件的建设促进教育信息化的发展。

4.政策改进建议

研究发现，发达地区的省市级政府在采用政策工具时与当地的发展水平就必然联系，但是在使用的过程中存在政策工具类型使用不均衡，较为单一，基于此，本研究遵循“政策工具-政策时间”的二维框架，提出了以下建议，旨在为后续的政策制定方面提供参考。

4.1. 优化命令型工具的内部维度，加大检查授权政策工具的使用

通过研究结果可以发现，省市级基础教育信息化政策的使用多偏向于命令型工具，而规范要求是占据很大一部分比重，因此在政策制定的过程中应该减少单一政策工具的使用，加大监督检查，许可授权政策工具的使用，比如相关部门可以成立监督小组，建立相关监督机制，确保相关政策全面落地（周德青等，2022）。

4.2. 增加激励工具使用，完善激励分配机制

在基础教育信息化的政策工具使用中，激励工具使用非常少。信息化推进基础教育公平政策，激励工具运用较少会导致目标群体激励不足。为此，各地方政府，加大使用劝告与激励工具，建立奖励机制，建立健全激励机制，通过财政补贴、税收优惠、表彰奖励、考核评估等方式激发政策执行者的积极性和创造力（玉智安等，2024）。

4.3. 稳定能力建设，加强人才培养

接下来要强化制度建设与政策引导，继续加大制度建设力度，在保持基础设施建设适度投入的同时，更加注重与制度建设的协调发展。通过优化资源配置，实现基础设施与制度建设的相互促进、相互支撑，确保教育信息化发展的可持续性。加强师生信息素养培训与应用能力培养，提高他们利用信息技术进行教学、学习和管理的能力水平。

4.4. 强化系统变革工具，平衡职能调整机制改革

要加强系统变革的顶层设计，制定具有前瞻性和全局性的教育信息化系统变革规划，例如在学校建设中，政府可以通过建立教师队伍，建设指导委员会等机构，对教师队伍进行职能调整（周德青等，2022），促进教育信息化发展。

4.5. 优化劝告工具使用，发挥榜样激励作用

建立有效的榜样示范机制，可以通过组织现场观摩、经验交流、网络直播等形式，让更多的人能够近距离接触和了解榜样的实践经验。同时，鼓励榜样之间的相互学习与交流，形成一个良性互动以及共同进步的良好氛围（胡钦太等，2024）。

总之，为进一步优化基础教育信息化政策，应构建全面而有效的政策工具，发挥命令型工具的作用，建立激励机制，进而稳定能力建设，加强人才培养。同时，需根据教育信息化的发展需求，合理调配资源，确保政策的有效实施与持续发展。

参考文献

杨宗凯.元宇宙推动教育的全面数字化转型[J].**教育研究**，2022,43(12):23-26.

张双志.教育信息化 2.0：议题构建与路径选择——基于政策工具分析的视角[J].**教育学术月刊**,2020(09):57-63.

姚佳胜,林晓文.我国基础教育信息化政策的演进逻辑及未来展望[J].**辽宁师范大学学报**(社会科学版),2022,45(01):77-83.

蔡旻君,魏依云,程扬哲.信息化促进基础教育公平政策研究——基于政策工具的分析视角[J].**电化教育研究**,2019,40(11):48-55.

张菁珂，祁占勇.我国高等教育国际化政策工具的选择偏好及改进策略———基于施耐德和英格拉姆的分析框架[J].**中国高教研究**，2022（1）：49

杨晓宏,李肖锋,马娟,等.政策工具视角下的省级基础教育信息化政策文本分析[J].**现代教育技术**,2023,33(06):64-72.

玉智安,李娟,莫雅晶,等.政策工具视角下我国中小学教育信息化政策文本分析[J]**.教育信息技术**,2024,(Z2):73-76.

周德青,杨现民.我国推进因材施教的政策分析、发展脉络及问题——以 2001～2021 年间提及因材施教的 72 份国家政策文件为研究样本[J].**现代教育技术**,2022,32(06):15-24.

胡钦太,王姝莉,郭锂.政策工具视角下我国教育数字化转型的现状与审思[J].**电化教育研究**,2024,45(01):61-67+99

SCHNEIDER A, INGRAM H. Behavioural assumptions of policy tools [J]. *The journal of politics*, 1990 (2): 510-529

数字赋能学校治理现代化—来自上海 Y 校的实践经验

Digital Empowerment of School Governance Modernization—Practical Experience from Y School in Shanghai

王旭[1*]，郁晓华[1]
[1]华东师范大学教育信息技术学系
[*]1192055210@qq.com

【摘要】数字技术加速了学校治理现代化，赋予治理体系新内涵。研究基于利益相关者理论、治理结构三角框架和社会技术系统理论，从目标愿景、行动执行和支持保障三个层次梳理了数字赋能下学校治理的核心要素，构建了数字赋能的学校治理体系框架。基于该框架，研究分析了上海某校的数字治理实践，勾画其发展路径并总结成功经验，为其他学校的治理现代化改革提供参考与启示。

【关键词】学校治理；数字赋能；案例研究；现代化

Abstract: *The acceleration of digital technology has propelled the modernization of school governance, endowing governance systems with new connotations. Grounded in stakeholder theory, the governance structure triangle framework, and socio-technical systems theory, this study examines the core elements of school governance under digital empowerment across three dimensions: goal vision, action execution, and support assurance. Based on this framework, the study analyzes the digital governance practices of a school in Shanghai, delineates its development trajectory, and summarizes its successful experiences, providing insights and references for the modernization of school governance in other institutions.*

Keywords: school governance; digital empowerment; case study; modernization

1. 引言

随着社会的数字化转型和教育现代化进程的不断推进，教育治理体系与治理能力的现代化已成为提升国家教育整体质量、促进教育公平与创新的重要战略任务。

学校作为教育治理的基本载体与主要场景，其治理体系与能力的现代化乃是教育治理现代化的灵魂与核心所在（张乐天，2014）。值得关注的是我国中小学治理现代化总体发展水平不高，普遍面临监督管理不足、人员数据意识不足、多元主体治理参与度不足、缺乏有效信息化渠道等困境（顾佳妮等人，2024）。

本文以某案例学校的数字化治理实践为基础，聚焦利用数字技术推动学校治理现代化的关键策略与实践经验，总结其发展经验与启示，为推进学习教育治理现代化提供启示。

2. 数字赋能学校治理现代化的体系框架

2.1.理论基础

利益相关者理论

利益相关者理论源于经济学领域，其核心在于平衡组织当中不同利益相关者的利益诉求，实现共赢（李福华，2008）。该理论在教育领域广泛应用，学校作为多利益相关群体构成的组织，涉及多样化诉求。引入该理论有助于识别治理中的利益相关主体及其诉求，健全多元协同治理模式；同时明确各主体的职责与权限，促进权力合理下放，构建扁平化组织结构，推动分布式领导模式的形成。

治理结构的三角框架

治理主体、治理客体以及治理机制是大学治理结构的三角框架（张维迎，2024）。治理主体指参与学校治理的对象；治理客体指治理的范围和内容；治理机制则涵盖保障学校治理正

常运行的制度、机制规范等。当前三角框架在大学治理当中的应用十分普遍，而基础教育学校的人员及组织结构相较于大学而言相对简单，并且基础教育学校治理的核心也是回答“治什么”、“谁来治”、“怎么治”这三个问题，故该框架对于分析探讨中小学校治理的模式同样具有指导意义。

社会技术系统理论

社会技术系统理论探讨了技术对社会的影响以及社会对技术的塑造作用 (Trist et al., 1951)。该理论强调技术系统与社会系统的相互作用，认为组织变革需要技术和社会因素的共同适配。有学者基于社会技术系统理论来研究组织系统变革，并提出社会技术系统模型，该模型包含了人员、结构、技术、任务四个要素(Leavitt, 2013)。研究学校数字治理时，该理论能够搭建起技术与组织之间的关系桥梁。

2.2.数字赋能的学校治理体系

有学者认为，学校治理是通过内外部主体协同参与，在制度规范指引下实现治理愿景的过程（程红兵，2017）。从学校治理内涵来看，其包含两个关键要素：治理愿景和多元主体参与的治理行动。社会技术系统理论指出，数字技术要实现学校治理体系变革，需技术与社会因素的和谐共生，确保治理顺利执行，即数字化赋能治理需要关键的支持保障。基于学校治理内涵，结合社会技术系统理论的启示，本研究从目标制定、执行推进到支持保障三个层级对学校治理体系要素进行梳理，并构建了数字赋能的学校治理体系，如下图所示。

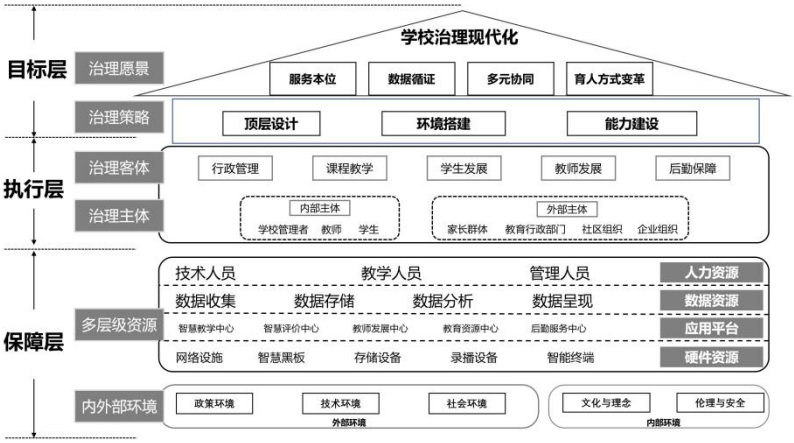


图 1 数字赋能的学校治理体系框架

学校治理现代化需要价值引领的愿景目标。在教育数字化转型背景下，治理理念应从管理本位转向服务本位，治理主体从一元管理转向多元治理，治理方式应充分发挥数据赋能价值，最终实现育人方式的变革。

如何把这项系统工程从应然转变为实然，需采取以下策略：首先，顶层设计为各主体实践提供依据；其次，营造内部环境以激发学校人员积极性；最后，提升各人员的数字化领导力，促进多元主体协同配合。

执行层面需回应“治什么”和“谁来治”两个问题。治理客体应以服务师生发展为核心，涵盖行政管理、课程教学、学生发展和教师发展等维度。数字技术促进了组织运行权力的下放，形成多元化协同治理主体（沈胜林等人，2024），包括外部主体（政府、企业、行业、专家学者）和内部主体（管理者、教师、学生）。

数字技术在学校治理中发挥作用离不开资源和价值认同的保障。资源包括硬件、应用平台、数据和人力资源四个层级。价值认同体现在内外部环境变化中，政策环境反映国家教育导向，社会环境体现社会群体的教育诉求，技术环境为技术引进提供选择。学校文化氛围激发内部主体积极性，组织伦理安全则是数字治理可持续发展的重要保障。

3. 数字赋能学校治理现代化的案例分析

3.1.案例介绍

上海市 Y 校是一所位于繁华地段的百年公办初中，校园空间狭小，建筑风格承载着深厚的历史文化价值。在治理现代化进程中，该校不仅面临治理观念落后、主体单一、应用场景有限、数据服务不足等共性问题，还受限于空间设施不足、技术资源分配困难以及文化传承与创新的挑战。

在校长的带领下该校以数字基座为核心技术工具围绕数字技术赋能形成了其校本化的学校数字治理体系。该校治理现代化探索的实践经历可作为我国基础教育学校数字化治理发展的典型案例，为其他数字化转型中学校的数字化治理提供了借鉴经验。

3.2. 案例分析

基于上述学校治理体系框架本研究从治理愿景、治理策略、治理客体、治理主体、多层级资源、内外部环境六个主要内容，对该校的学校治理进行分析。

（1）治理愿景：该校通过数字基座优化工作流程，明确职责边界，提升治理效率；利用数据驱动精准治理，取代传统经验模式；构建混合型组织，促进多方协同；借助数字基座推动校家社协同育人，支持学生个性化发展。

（2）治理策略：该校从制度建设、环境营造和领导力提升三方面推进数字治理。制定专门制度与评价机制，明确治理内容与协作方式；校领导带头创新，营造数治氛围，激发教师积极性，吸引社会主体参与。

（3）治理客体：Y 校通过数字化提升运营效率，促进师生成长。行政管理方面，重构流程，实施扁平化管理；课程教学方面，建设综合课程、互动资源库和数字学习空间，开展循证评价与智能教研；校家社协同方面，依托数字基座创新家校沟通方式。

（4）治理主体：Y 校形成多元主体协同治理模式。校内主体包括校长、中层和教师，职责随数字化调整；校外主体通过家委会和学校顾问参与治理，促进校社企合作。

（5）多层级资源：Y 校从硬件设施、应用平台、数据资源和人力资源四个层级构建资源支撑体系，保障数字治理探索。

（6）内外部环境：在政策支持下，Y 校结合家长、社会组织、专家和企业的资源，营造数字文化环境。校内注重和谐氛围与信息安全，发扬团结文化，包容创新，保障数据安全。

4. 数字赋能学校治理现代化的实践路径

基于对复旦初中学校数字治理发展历程的梳理，研究提炼出中小学校开展数字治理探索的参考路径。

4.1. 从行政管理工作出发进行试点尝试

Y 校从行政管理工作入手，利用数字基座将管理流程可视化，提升效率并明确责任划分，形成行政引领的数字治理氛围。这一阶段的成功为后续教学领域的数字治理奠定了基础，并激发了教师的积极性。

4.2. 深入核心教学领域实现成效引领

Y 校在教学领域开展数字治理试点，通过开发综合课程、建设互动资源、应用数字学习空间，构建生态化课程体系；利用数据驱动学生成长画像和 AI 个性化反馈，推动教学与评价创新。同时，引入 AI 观察系统支持教师循证式教研。基于前期经验，教师能快速掌握新技术并实现创新应用。

4.3. 全员数字素养提升，开展社会参与的协同治理

Y 校在内部数字治理取得成效后，通过数字基座建立家校互动生态圈，促进教育资源共享。同时，与社区合作建立数字资源库，开展社会实践活动，拓宽学生学习空间。

5. 经验与启示

对上海市 Y 校数字治理实践案例的剖析可以总结出该校数字治理取得显著成效的经验，包含人员数字素养建设、发挥校长领导力、分阶段发展策略、营造适配的技术环境四个方面。

5.1. 加强全员数字素养建设

在数字赋能的背景下，学校全员的数字素养成为了推动学校数字治理开展的核心要素。具有价值引领能力、教学领导力、组织协调力能力的校长往往能够正确识别未来发展态势，并有效组织人员形成组织实践合力（蒋娅娟等人，2024）。教师的素质素养不仅在于掌握数字化工具的操作，更为重要的是形成一种思维方式（陈宝明和吴家喜，2016）。

5.2.充分发挥校长领导力

在学校场域内，校长作为带领转型的关键人物，是协调治理多元主体、制度与文化建设的核心要素（孙祯祥等人，2014）。校长在治理变革中兼具文化塑造者与沟通桥梁的双重角色。在数字赋能背景下，校长需具备技术认知、战略规划、资源整合和人际协调能力，充分发挥其对利益相关者的吸引力与引领作用，推动组织变革合力的形成。

5.3.采取分阶段发展策略

学校的整体性性变革往往不是一蹴而就的，学校组织的数字化变革会经历局部应用探索、组织整体应用与整合、学校的组织变革、教育服务新生态形成等关键阶段（余胜泉，2023）。中小学校治理数字化转型需循序渐进，按照“探索-整合-变革-生态形成”的路径，从局部到整体，逐步提升技术应用能力，完善治理机制，最终实现多方协同的生态化发展。

5.4.营造适配技术环境

学校的数字化发展需要合理地开发和应用新技术，在确保技术可供性的前提下发挥治理主体的行动潜能（尚俊杰等人，2023）。在推进学校数字化进程中，应建立稳定的经费管理和运维机制，统筹规划软硬件、资源及培训等费用，形成一体化的数字治理解决方案。同时，需明确学校、政府、企业在技术环境搭建中的角色，积极沟通协作，实现多方共赢。

参考文献

Leavitt, H. J. (2013). Applied organizational change in industry: Structural, technological and humanistic approaches. In *Handbook of Organizations (RLE: Organizations)* (pp. 1144-1170). Routledge.

Trist, E. L., & Bamforth, K. W. (1951). Some social and psychological consequences of the longwall method of coal-getting: An examination of the psychological situation and defences of a work group in relation to the social structure and technological content of the work system. *Human relations*, *4*(1), 3-38.

孙祯祥,任玲玲 & 郭旭凌.(2014).学校信息化领导力的概念与评价研究.电化教育研究(12),34-40+62.

李福华.(2008).大学治理的理论基础与组织架构[M].北京：教育科学出版社.

余胜泉.(2023).教育数字化转型的关键路径.华东师范大学学报(教育科学版)(03),62-71.

张维迎.(2004).大学的逻辑[M].北京：北京大学出版社.

张乐天.(2014).推进学校治理能力现代化:意义、重心与路径.复旦教育论坛(06),5-9.

陈宝明,吴家喜(2016).全面创新 创新驱动的战略路径.北京：科学技术文献出版社.

沈胜林,陈中文 & 童三红.(2024).中国式教育现代化视域下推进学校治理现代化的审视与思考.教育科学研究(11),90-96.

尚俊杰 & 李秀晗.(2023).教育数字化转型的困难和应对策略.华东师范大学学报(教育科学版)(03),72-81.

程红兵.(2017).教育治理现代化进程中学校治理体系变革研究——以深圳明德实验学校为例.全球教育展望(11),90-103.

顾佳妮,杨现民,郑旭东 & 郭利明.(2020).数据驱动学校治理现代化的逻辑框架与实践探索.现代远程教育研究(05),25-34.

蒋娅娟,陈晓慧 & 汤铭.(2024).数字化赋能小学校长领导力的价值体现与实践路向.中国电化教育(06),32-37.

践行“RI”理念：教育数字化的深度赋能与责任锚定

Upholding the "RI" Concept: Deep Empowerment and Responsibility Anchoring in Digital Education

武玉婴[1]，李新[1]，杨现民[1*]
[1]江苏师范大学智慧教育学院
[*] yangxianmin8888@163.com

【摘要】 本文聚焦于探讨如何在教育数字化进程中融入负责任创新（Responsible Innovation，简称“RI”）理念。通过剖析教育数字化的现状与潜在风险，阐述“RI”理念的核心内涵及其对教育数字化的重要性，进而提出基于“RI”理念的教育数字化发展策略框架，涵盖数据伦理规范、数字鸿沟弥合、主体素养提升以及多元协同治理等多个维度，旨在为推动教育数字化健康、可持续发展提供理论支撑与实践指导，确保教育数字化在创新的同时坚守社会责任与伦理底线。
【关键词】 负责任创新；教育数字化；数据伦理；数字鸿沟；协同治理

Abstract: *This article focuses on exploring how to integrate the concept of Responsible Innovation (RI) into the process of educational digitization. By analyzing the current state and potential risks of educational digitization, it elaborates on the core connotations of the "RI" concept and its importance to educational digitization. Furthermore, it proposes a strategic framework for the development of educational digitization based on the “RI” concept, covering various dimensions such as data ethics standards, bridging the digital divide, enhancing the literacy of stakeholders, and multi-stakeholder collaborative governance. The aim is to provide theoretical support and practical guidance for promoting the healthy and sustainable development of educational digitization, ensuring that educational digitization adheres to social responsibility and ethical boundaries while innovating.*
Keywords: Responsible innovation, Digitalization of education, Data ethics, Digital divide, Collaborative governance

1.引言

随着信息技术的迅猛发展，教育数字化已成为不可阻挡的时代潮流，深刻重塑着教育的生态格局。从在线教学平台的广泛普及到智能教育应用的蓬勃兴起，教育数字化在拓展教育资源、创新教学模式、提升教育效率等方面展现出巨大潜力（杨宗凯，2024）。然而，在这一数字化浪潮中，诸如数据隐私泄露、数字鸿沟加剧教育不平等、技术滥用导致教育异化等问题也逐渐凸显，引发了人们对教育数字化伦理与社会责任的深切关注。在此背景下，将负责任创新理念引入教育数字化领域显得尤为迫切。负责任创新理念强调在创新活动的全生命周期中，充分考量其可能产生的社会、伦理、环境等多方面影响，并积极采取措施加以应对，以确保创新成果符合人类的长远利益和社会的可持续发展（Stilgoe,Owen,&Macnaghten, 2013）。通过深入探讨“RI”理念与教育数字化的融合路径，有助于构建更加公平、高效、可持续且符合伦理道德的教育数字化新范式。

2.教育数字化发展的现实挑战

2.1.数据隐私与安全困境

教育数字化进程中，海量的学生与教师个人信息、学习行为数据、教学过程数据等被广泛收集与存储（张燕南和赵中建，2016）。然而，当前教育数据的管理与保护机制尚不完善，数据泄露风险较高。一方面，部分教育机构缺乏足够的数据安全意识与技术防护能力，容易

遭受黑客攻击、数据窃取等安全威胁；另一方面，数据的收集、使用与共享缺乏明确的规范与监管，存在数据被滥用、非法交易等现象，严重侵犯师生的个人隐私权益，同时也可能导致教育数据的商业化利用偏离教育初衷，影响教育公平与公正。

2.2.数字鸿沟引发教育不公平

在不同地区、不同社会经济群体之间，数字技术的接入条件、使用能力与资源占有量存在显著差异，形成了数字鸿沟。在教育领域，这种数字鸿沟表现为发达地区与欠发达地区、城市与农村、富裕家庭与贫困家庭的学生在获取数字化教育资源、参与在线学习机会等方面的不均衡。例如，一些贫困地区学校可能因网络基础设施薄弱、缺乏数字化教学设备而无法为学生提供高质量的在线课程与数字学习资源，导致这些学生在知识获取与技能培养上相对滞后，进一步加剧了教育机会的不平等。数字鸿沟不仅阻碍了个体的教育发展，也可能对社会的阶层流动与和谐稳定产生负面影响（Warschauer, 2003）。

2.3.教育主体的技术依赖与角色迷失

教育数字化在为教育主体带来便利与创新机遇的同时，也引发了教育主体对技术的过度依赖问题。部分教师过于依赖数字化教学工具与资源，如现成的教学课件、智能教学系统等，逐渐丧失了对教学内容的深度挖掘、教学设计的个性化创新以及课堂教学的灵活掌控能力，教学过程呈现出机械化与程式化的倾向。同样，学生在长期沉浸于数字化学习环境中，可能过度依赖电子设备与网络资源获取知识，忽视了自身批判性思维、自主学习能力与人际交往能力的培养，导致在面对复杂现实问题时缺乏独立思考与有效沟通协作的能力。此外，教育管理者可能因过度追求数字化管理指标与效率，而忽视教育的本质与育人目标，使得教育数字化在实践中偏离其应有的价值导向（曹渡帆和朱德全，2023）。

2.4.教育数字化内容质量参差不齐

数字化教育资源的快速增长与多元化发展，在丰富教育内容供给的同时，也带来了内容质量难以保障的问题（吴砥、李环和尉小荣，2022）。网络上充斥着大量未经严格审核的教育资料、课程视频与学习软件，其中部分资源存在知识错误、教学方法不当、价值观偏差等问题。一些商业性教育数字化产品为追求经济利益，往往夸大其教育效果，进行虚假宣传与过度营销，误导学生与家长的选择。此外，由于缺乏统一的教育数字化内容质量评价标准与监管机制，优质教育资源难以在海量信息中脱颖而出，导致教育内容市场鱼龙混杂，影响了教育数字化的整体质量与声誉。

3.负责任创新理念的内涵及其对教育数字化的重要性

3.1.负责任创新理念的内涵

负责任创新理念要求创新主体全面考虑创新的社会、伦理、环境等多维度影响。其核心要素包括：前瞻性预测，通过跨学科研究和社会参与预估创新后果；多元主体参与，吸纳科研人员、企业、用户等多方利益相关者参与决策，确保全面性与公正性；风险评估与管理，建立科学模型和体系，实时监测、量化评估风险并有效应对；可持续发展导向，结合长期社会效益、环境效益与经济效益，追求创新的可持续性和人类福祉，避免短期利益驱动的盲目创新（Stilgoe,Owen,&Macnaghten, 2013）。这一理念有助于推动创新活动朝着更加稳健、负责任的方向发展。

3.2.对教育数字化的重要性

在教育数字化中引入负责任创新理念至关重要。这有助于确保教育数据安全与隐私，通过预测数据风险和建立多元数据治理机制。它还能促进教育公平，关注数字鸿沟问题，通过政策和技术创新支持，确保所有学生都能获得优质教育数字化资源，缩小教育差距。此外，它能引导教育主体正确使用数字化技术，通过风险评估和管理，鼓励合理利用技术创新教学方法，提升教育质量。最后，它有助于提高教育数字化内容质量，通过多元审核与评价机制，建立严格内容标准，规范市场秩序，促进优质内容创作与共享，为学生提供符合教育价值导向的数字化学习资源。（吴砥、余丽芹和徐建，2022）。

4.基于“RI”理念的教育数字化发展策略

4.1.构建教育数据伦理规范体系

首先，明确数据权利与责任边界。制定专门的教育数据管理法规与政策，明确规定学生、教师、教育机构、技术服务提供商等各方在教育数据生命周期中的权利与责任。（中华人民共和国教育部，2018）。其次，强化数据安全技术防护。教育机构与技术企业应加大对数据安全技术的研发与投入，采用先进的加密算法、身份认证技术、访问控制技术等手段，构建多层次的数据安全防护体系。定期对数据系统进行安全审计与漏洞扫描，及时发现并修复安全隐患（李莎和程晋宽，2022）。同时，建立数据备份与恢复机制，确保在数据遭受破坏或丢失时能够快速恢复数据，保障教育教学活动的正常进行。最后，建立数据伦理审查机制。设立独立的数据伦理审查委员会或机构，对教育数字化项目中的数据收集、使用与共享行为进行伦理审查。

4.2.弥合数字鸿沟，促进教育公平

政府应强化数字基础设施建设，增加对欠发达地区教育数字基础设施的财政投入，利用专项补贴、政策优惠等手段，加速农村、偏远地区网络覆盖与升级，提升网络带宽和稳定性（国务院办公厅，2019）。同时，为贫困地区学校配备计算机、多媒体教学设备、智能教育终端等，确保学生平等接入数字资源。另一方面，开发适配不同设备和学生需求的轻量化、低流量数字教育资源。此外，组织教师、学生及家长参与数字技能培训，通过线上线下结合的方式，提升各方数字技术应用与认知水平。

4.3.提升教育主体的数字化素养与责任意识

教师数字化素养培养需融入教育体系，涵盖数字技术基础、教学工具应用、数据处理分析及在线教学方法。建立教学实践共同体，鼓励经验分享与观摩研讨，提升教学能力。并设立教学能力认证机制，评估认证教师水平，激励专业发展（任友群、冯晓英和何春，2022）。学生方面，需设置数字素养教育课程，培养数字基础与信息安全意识。利用数字化环境，引导自主学习、探究式及合作学习，提升自主学习能力、批判性思维与团队协作能力（吴斓、余胜泉和骈扬等，2022）。通过项目式学习任务，全面增强数字素养与综合能力。教育管理者则需参与数字化领导力培训，内容含战略规划、数字校园建设、数据驱动决策及信息化项目管理等，旨在提升洞察力、规划能力，优化管理流程，提高效率，促进质量提升，并确保符合教育伦理与社会责任。

4.4.构建多元主体协同治理机制

首先，确定教育数字化治理中各参与方的角色和责任。政府需制定战略、监督实施，教育机构要建设资源、创新教学，技术企业应提供合规技术，社会组织参与政策咨询和资源共享，教师、学生和家长则参与决策和提出反馈。其次，构建协同治理平台和沟通渠道，如线上论坛和线下研讨会，以促进交流合作和信息共享。政府可发布政策征求意见，教育机构和技术企业展示成果寻求合作，教师、学生和家长反映问题参与治理。最后，建立绩效评估和监督体系，量化评估各主体贡献和合作效果，加强监督，确保教育数字化负责任地创新和发展（胡小勇、孙硕和杨文杰等，2022）。

5.负责任创新理念下教育数字化的发展趋势

5.1.伦理强化与社会福祉导向

数据安全和算法伦理是教育数字化发展的核心。量子加密和数据匿名化技术保护个人信息，同时支持教育研究。透明的数据使用日志保障知情权。算法设计注重公平，消除歧视风险，增强信任。技术进步促进教育公平和社会福祉，如 MOOC 和资源共享平台让偏远地区学生参与名校课程，开发智能辅助设备和康复软件以扩大教育公平。课程体系融入创新内容，培养数字素养。移动学习平台和学分银行制度构建终身学习体系，满足个性化学习需求。

5.2.组织创新与技术融合凸显

教育数字化推动教育机构组织架构变革，转向更灵活的扁平化结构。跨部门团队成为创新核心，内部沟通协作更高效，通过数字化工具实现信息共享和团队协作，提升教育机构创新和运营效率（李海峰和王炜，2023）。教育数字化需要跨领域合作，形成紧密的学校、企业、科研机构和社会组织合作网络，共同推进教育数字化发展，国际间合作也将增多。同时，人工智能技术在教育数字化中全面应用。智能教学系统提供个性化建议，情感识别技术调整教学策略，提供情感支持。虚拟教师普及，模拟真实教师互动，提供 24 小时学习辅导，最大化利用教育资源。智能教室精准环境调控，学习设备与物联网连接，实时采集学习数据，教师获取学生状态信息，实现个性化教学和智能化教学管理（杨现民、李新和晋欣泉，2020）。

5.3.质量保障与评估体系完善

教育数字化发展将推动建立精细化质量标准体系，涵盖教材内容、教学资源、在线平台和智能应用等方面。例如，数字化教材标准将明确知识点覆盖、呈现方式和多媒体元素质量；在线平台标准将具体要求视频流畅性、互动功能和数据安全。教育评估将通过数字化实现多元化和智能化，结合传统考试和过程性学习数据，全面了解学生学习过程。同时，结合社会评价和行业反馈，利用人工智能技术开发智能评估工具，提高评估效率和准确性，为教育决策提供科学数据支持，推动教育数字化持续改进。

参考文献

杨宗凯（2024）。秉持“3I”新理念纵深推进教育数字化。**中国远程教育**，（12），3-14。

张燕南和赵中建（2016）。大数据教育应用的伦理思考。**全球教育展望**，（01），48-55+104。

曹渡帆和朱德全（2023）。数字赋能教育评价:价值、限度与突破。**电化教育研究**，（12），21-27+34。

吴砥、李环 和 尉小荣（2022）。教育数字化转型:国际背景、发展需求与推进路径。**中国远程教育**（07），21-27+58+79。

中华人民共和国教育部（2018）。**教育部办公厅关于印发《教育部机关及直属事业单位教育数据管理办法》的通知。**

李莎和程晋宽（2022）。教育数据安全与隐私保护的防治——基于美国联邦“教育隐私计划”的分析。**比较教育研究**（03），28-36。

国务院办公厅（2019）。**加快推进教育现代化实施方案（2018—2022 年）**。

任友群、冯晓英和何春（2022）。数字时代基础教育教师培训供给侧改革初探。**中国远程教育**，（08），1-8+78。

吴斓、余胜泉和骈扬等（2022）。面向学生过程表现的协作问题解决能力评估研究。**中国电化教育**，（07），87-96。

胡小勇、孙硕和杨文杰等（2022）。人工智能赋能教育高质量发展：需求、愿景与路径。**现代教育技术**，（01），5-15。

李海峰和王炜（2023）。生成式人工智能时代的学生作业设计与评价。**开放教育研究**，（03），31-39。

张剑平、许夏营和成丽娟（2018）。虚拟现实技术在教育中的应用。**教育研究与实验**，（2），86-91。

杨现民、李新和晋欣泉（2020）。智慧课堂中的数据应用理路与策略设计。**广西师范大学学报（哲学社会科学版）**，（05），78-87。

Stilgoe, J., Owen, R., & Macnaghten, P. (2013). Developing a framework for responsible innovation. Research Policy, 42(9), 1568 - 1580.

Warschauer, M. (2003). Technology and social inclusion: Rethinking the digital divide. MIT Press.

生成式人工智能赋能群体感知工具的路径探索与策略研究

Path Exploration and Strategy Research on Empowering Group Perception Tools with Generative Artificial Intelligence

程佳[1]，费雨欣[1]，刘冰雪[1]，张佳琦[1]
[1]江苏师范大学
chengjia0160@163.com

【摘要】 随着智能技术的发展，群体感知工具在社会多个领域应用广泛。然而，现有工具在数据采集、信息处理与用户交互等方面存在诸多共性问题。研究聚焦群体感知工具面临的现实困境，依托生成式人工智能的独特优势，提出增强智能数据处理、拓展可视化、定制个性化体验等优化路径，并从跨学科合作、隐私保护制度建立、技术标准制定等方面提出解决策略，旨在高效处理数据，为用户提供个性化信息推荐，推动群体感知工具的优化升级与高效应用。

【关键词】 生成式人工智能；群体感知工具；CSCL；策略研究

Abstract: *With the advancement of intelligent technology, group perception tools have been extensively utilized across various societal domains. However, current tools encounter several prevalent challenges in data collection, information processing, and user interaction. This research addresses the practical dilemmas faced by group perception tools by leveraging the distinctive advantages of generative artificial intelligence. It proposes optimization strategies such as enhancing intelligent data processing, expanding visualization capabilities, and customizing personalized experiences. Additionally, it offers solutions through interdisciplinary collaboration, the establishment of privacy protection frameworks, and the formulation of technical standards. The aim is to efficiently process data and provide personalized information recommendations for users, thereby promoting the optimization, upgrading, and efficient application of group awareness tools.*

Keywords: Generative artificial intelligence,Group perception tools,CSCL,Strategy research

1.引言

随着教育数字化转型战略的深入推进，生成式人工智能（Generative AI，Gen AI）正在重塑社会多个领域，其在教育中的应用潜力尤为显著。《2024 智能教育发展蓝皮书——生成式人工智能教育应用》等相关文件对 Gen AI 的教育应用现状、技术框架及教育大模型的构建与应用场景进行系统梳理。计算机支持的协作学习（CSCL）作为教育技术重要研究方向，正积极探索 Gen AI 的赋能作用。群体感知工具作为 CSCL 的核心组件，通过评估学习过程数据并提供可视化信息，帮助学习者了解彼此状态，从而满足协作学习需求。然而，当前研究与实践仍面临数据碎片化、信息过载及交互体验欠佳等挑战。Gen AI 为解决这些问题提供了新的可能性，将为未来创新人才的培养提供理论指导和实践路径。

2.生成式人工智能技术概述与群体感知工具研究现状

2.1. 生成式人工智能的教育应用

Gen AI 的快速发展正深刻改变教育生态。教育者应重塑育人理念，提升自身数字素养，做好人机协同的设计者，成为善于发现学生潜能的伯乐（孙刚成等人，2024）。在此背景下，技术应用上有学者探讨基于该技术开发的争论式机器人，以培养学生高阶思维能力（李海峰等人，2024）。然而，使用 Gen AI 的同时也需警惕“技术依赖”和“技术崇拜”，在“教育技术化”与“技术教育化”的辩证中重塑技术赋能逻辑（赖丽花等人，2024）。此外，国际经验表明从“善用、善本、善防、善长”四维度治理教育领域智能向善（柳晨晨等人，2024）。总体而言，教育者、技术开发者和政策制定者等多方需要共同努力，在风险防控中释放其变革潜能，助力教育变革。

2.2. 群体感知工具的研究现状

群体感知工具是指在 CSCL 中，用于帮助学习者感知群体动态和协作过程的工具，有反馈成员贡献度与互动质量，提供过程性评估依据等核心功能。群体感知工具分为认知型（如概念图、量化知识水平）、行为型（如小组成员贡献度可视化）和社会型（关注社会交互与情感联系），用于观测学习者的认知、行为和情感投入度，其中前两类工具因信息获取量大而应用更为广泛。研究表明，认知型工具中，显性工具（如词云图）有助于知识建构，而隐性工具（如语义网络图）更利于促进协商型对话，二者均能推动高水平知识建构行为（刘清堂等，2024）。此外，情感类群体感知工具 SenGAware 可以跟踪记录学习者情绪变化，增强群体情感感知并提升协作能力（陈佳雯等人，2024）。此类研究展现了群体感知工具的多维应用与多样化可视化呈现，有效促进了团队成员间的沟通与知识共享。

3.群体感知工具面临的困境

群体感知工具作为促进协作学习的关键技术，能够提升学习效果、促进成员间的沟通与协作。然而，在技术环境不断精进和教育需求不断扩大的过程中，诸多问题亟待解决，本研究将问题归纳为数据采集与整合、信息处理、用户交互三重困境。

3.1. 数据碎片化现象严重

群体感知工具的核心基础是数据，但各主体数据采集的技术架构与数据格式不统一、组织内部的利益壁垒导致数据碎片化。一方面，不同数据源遵循不同规范，且不同数据采集设备之间相互独立，使得数据在采集后难以实现无缝对接与整合，数据在不同系统中形成数据孤岛，加大了数据在传输、转换、整合的难度。另一方面，在组织内部不同部门或机构之间往往存在利益壁垒。例如，市场部门与研发部门可能各自掌握着与用户相关的不同数据，但由于部门之间的考核指标与利益诉求不同，双方在数据共享时存在顾虑。

3.2. 信息过载问题凸显

数据量的井喷式增长使信息处理面临过载挑战，现有数据筛选与过滤技术难以准确识别用户真实需求，无法高效完成数据筛选与分类。例如，在组内讨论密集时，群体感知工具易出现延迟，难以捕捉并分析每位参与者的发言语义及情感倾向。SOR 理论（刺激—机体—反应）强调外部刺激对个体内部过程的影响（尹兴翰等人，2024）。协作数据作为外部刺激，其处理效果直接影响学习者反应。若群体感知工具无法精准识别学生在协作中的迟疑、困惑等细微情绪，将导致反馈缺失，影响教学决策和学习成效。

3.3. 交互体验不佳

良好的交互体验是提升用户使用意愿与满意度的关键。然而，当前群体感知工具的交互设计常以技术实现或功能展示为导向，忽视用户的使用习惯、认知特点与情感需求，导致界面功能与实际需求脱节，影响用户体验。此外，自然语言处理在语义理解与上下文感知方面难以准确解析用户指令；语音识别在嘈杂环境中准确率较低，难以满足多场景需求。

4.生成式人工智能赋能群体感知工具的创新路径

针对现有群体感知工具的共性问题，本研究结合 Gen AI 在数据分析、个性化服务和自动化等方面的优势，从智能数据处理、多维互动感知和个性化学习体验三个维度提出实践路径，旨在提升工具对多样化学习需求的适应性和支持效果，优化教育成效。

4.1. 提升数据挖掘深度，增强智能数据处理

Gen AI 整合自然语言处理（NLP）、机器学习、语音识别（ASR）及知识图谱等技术，优化信息处理效率，促进行为调节与认知优化。具体而言，NLP 技术能够实时分析在线讨论内容，帮助教师掌握课堂动态并识别学生情感倾向；机器学习算法通过构建预测模型和聚类分析，识别学生行为模式并提供精准预警；ASR 技术有效解决了多语言教学环境下的协作障碍；知识图谱技术则促进了学习者认知图式的生成，从而大幅提升了在线协作学习的效率与质量。

4.2. 多维互动感知，拓展可视化方式

Gen AI 能够无缝融合文本、图像、声音和视频等多模态数据，显著提升信息的可访问性与交互效率。其实时分析与智能响应能力，为动态调节与精准反馈奠定了基础。一方面，Gen AI 通过创建智能学伴与助教角色，实时分析对话内容并构建动态调节机制，促进学生社会化与交互性学习；另一方面，针对不同教育场景优化功能设计。例如，面向低年级学生，通过色彩动画增强注意力吸引；面向高等教育学生，则构建复杂知识图谱以深度解析专业知识。

4.3. 定制个性化体验，自适应学习

群体感知工具结合 Gen AI 技术正在重塑个性化学习范式。只需通过简单的提示词，即可将 Gen AI 编程为个性化的辅导教师（兰勇等人，2024）。利用 Gen AI，教师可以构建学生画像，并以此为基础生成个性化学习计划。此外，Gen AI 还能助力差异化教学，为个性化教学提供技术支撑。它可以根据学生的需求和进度，提出相应建议，更好达成学习目标。（张广录等人，2024）同时基于群体情感和行为分析，Gen AI 可以通过学习用户的行为模式实时推荐个性化、定制化的学习资源和教学建议，并为教育者提供针对性的建议。群体感知工具与 Gen AI 的结合，推动教育向更加智能化和个性化的方向发展。

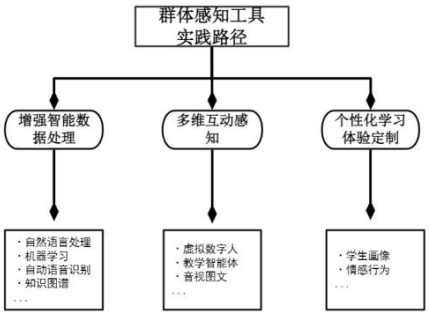


图 1 群体感知工具实践路径

5.生成式人工智能赋能群体感知工具的策略研究

5.1 融合多学科知识，建立跨学科合作机制

Gen AI 赋能群体感知工具的发展需要深度推进跨学科合作。计算机科学提供核心技术，如高效算法处理交通流量数据，实现精准交通信息与拥堵预测；社会学研究居民出行习惯与社交互动模式，优化社区资源配置；心理学则通过用户调研，改善数据隐私与界面友好性等用户体验。为促进跨学科合作常态化和高效化，需建立定期学术交流机制（如研讨会、工作坊）和专项研究基金，鼓励围绕 Gen AI 赋能群体感知工具的关键问题开展联合攻关。

5.2 完善数据安全技术，建立隐私保护制度

完善数据安全技术是保障数据安全的基础。首先，采用加密技术对用户数据进行加密存储与传输，防止数据被窃取、篡改或泄露；其次，引入访问控制机制，根据用户身份、权限与角色严格管理数据访问，确保仅授权用户可访问相应数据；最后，制定隐私政策，明确告知用户数据的收集、使用、存储与共享规则，尊重用户的知情权与选择权。同时，建立数据匿名化与去标识化机制，例如医疗健康领域的群体感知工具去除患者敏感信息，降低隐私风险，满足数据共享与利用需求。

5.3 制定技术标准，建立行业规范

推动 Gen AI 赋能群体感知工具行业健康有序发展，需优先制定技术标准，明确技术架构、数据格式和接口规范。规范算法设计与评估标准，对算法的准确性、可靠性和公平性进行认证，避免偏差与歧视，增强工具可信度与用户信心。此外，建立行业规范，制定使用规范与操作流程，引导用户合理使用工具，避免数据错误与信息泄露等问题。成立行业协会或组织，加强市场监管与引导，打击不正当竞争，营造良好行业环境。通过标准与规范的建立，促使企业自觉遵守，提升行业服务水平与质量，推动行业迈向成熟稳定发展阶段。

6.结语

本研究主要聚焦于理论探讨，未来研究将通过大规模调查与实践，深入探索群体感知工具存在的问题，验证 Gen AI 赋能工具的实际教学效果。同时，Gen AI 与群体感知工具的深度融合仍面临诸多挑战，如维护成本、用户培训与接受度提升、效果评估机制完善等。未来需持续关注潜在风险，不断优化技术，推动技术与教育的深度融合与可持续发展。

参考文献

尹兴翰,叶俊民,于爽,罗晟,任文 & 司开颜.(2024).群体感知工具对社会调节学习的驱动因素与作用机制研究——基于扎根理论的质性分析.电化教育研究(05),42-50+66.doi:10.13811/j.cnki.eer.2024.05.006.

兰勇,胡才富,张华 & 张渝江.(2024).用生成式人工智能激活学习——国外生成式人工智能教学案例解读.中小学信息技术教育(Z1),17-19.

孙刚成 & 胡昕怡.(2024).生成式人工智能催生教育变革的基本命题.教育与教学研究(12),12-25.doi:10.13627/j.cnki.cdjy.20241111.001.

刘清堂、杨诗涵、郑欣欣和陈亮.(2024).认知群体感知工具对在线协作学习知识建构水平的影响研究.电化教育研究(10)、49-57.doi:10.13811/j.cnki.eer.2024.10.007.

李海峰和王炜.(2024).人机争论探究法：一种争论式智能会话机器人支持的学生高阶思维能力培养模式探索.电化教育研究(03),106-112+128.doi:10.13811/j.cnki.eer.2024.03.015.

张广录和刘晓峰.(2024).“人 G 共生”范式：生成式人工智能视域下的教育转型图景.中国教育信息化(06)、12-22.

柳晨晨,李运娇和王佑镁.(2024).智能向善：国外教育领域生成式人工智能应用的治理方略.中国教育信息化(10),54-62.

赖丽花和谢翌.(2024). 生成式人工智能赋能教育变革：应用潜能、风险揭示与未来路向.天津师范大学学报(社会科学版)(06),89-97.

生成式人工智能赋能中小学信息技术课堂教学的应用策略分析

Analysis of Application Strategies for Generative Artificial Intelligence Empowering Information Technology Teaching in Primary and Secondary Schools

刘冰雪[1]，张佳琦[1]，费雨欣[1]，程佳[1]，王娟*
[1]江苏师范大学 智慧教育学院
2433390684@qq.com

【摘要】 教育数字化转型背景下，生成式人工智能与课堂教学的融合应用已成为提升教学质量的关键命题。研究通过分析生成式人工智能融入课堂教学现状，基于人机协同与“融智课堂”理论，构建生成式人工智能赋能信息技术课堂教学场景框架，从教学设计、资源选择、情境设置等视角剖析应用场景的变化，结合典型案例，阐述生成式人工智能赋能教学的优势，并提出应用效果提升策略，以推进基础教育领域技术与教育的深度融合。
【关键词】 生成式人工智能；信息技术教学；应用策略

Abstract: *Under the digital transformation of education, integrating generative AI into classroom teaching has become pivotal for enhancing instructional quality. This study analyzes current practices through policy perspectives, constructing a framework grounded in human-AI collaboration and intelligence-integrated classroom theories. Focusing on instructional design, resource optimization, and contextualized learning scenarios, it demonstrates the changes in the application scenarios. Combined with typical cases, it explains the advantages of generative AI-enabled teaching and puts forward strategies to improve the application effect, so as to promote the deep integration of technology and education in the field of basic education.*
Key words: Generative artificial intelligence, Information technology teaching, Application strategy

1.引言

随着信息技术的迅速发展，生成式人工智能逐渐融入教育领域，推动了教学模式的变革创新，“技术+教育”开始成为教师课堂教学的新常态。党的二十大提出“加快推进教育数字化，建设教育强国”，肯定了新兴技术是赋能教育模式转变的重要支撑。2024 年 3 月，教育部启动人工智能赋能教育行动；同年 12 月，《关于加强中小学人工智能教育的通知》指出人工智能融入教育的总体要求及举措。系列政策文件的出台显示生成式人工智能在教育领域的应用正不断深化，为教育数字化转型和教育强国建设奠定坚实基础。

自生成式人工智能赋能教育实践以来，技术赋能教育的应用和策略已有初步模型架构，但多数研究主要集中在高等教育阶段，中小学人工智能教育的理论与实践研究涉及不多。目前，生成式人工智能因其具备强大的算法学习和内容创造能力，为课堂教学模式创新带来新的思路。然而，中小学的教学模式转变仍存在应用场景不熟悉、使用方式不明确等问题。基于此，本研究结合中小学信息技术课堂生成式人工智能应用案例，总结技术赋能场景和教学策略，以期为中小学信息技术教师技术应用和教学创新提供经验借鉴。

2.生成式人工智能赋能中小学信息技术课堂现状分析

随着生成式人工智能在中小学信息技术课堂教学中深入实践，课堂教学逐步出现“技术+教育”交融的应用趋势，主要体现在教学模式重构，课程体系更新升级以及课程教学革新三个方面：

(1)生成式人工智能驱动教学模式重构

生成式人工智能根据预设规则或模型支撑，能够自动生成多样化的内容。在中小学信息技术课程教学中通过生成式人工智能，教师可以快速创建富有创意的教学内容，如虚拟实验、互动故事、个性化学习材料等，从而丰富课堂体验，激发学生的学习兴趣。此外，技术的融入为构建更加和谐、高效的师生关系提供条件，教学模式从传统的以教师为中心向以学生为中心转变，学生的课堂自主探究学习成为可能，教师则更多地扮演引导者和支持者的角色。

(2)生成式人工智能促进课程体系更新升级

传统信息技术课程中，教学重点往往局限于基础理论知识的灌输和基本技能的训练，而生成式人工智能的融入使得课程教学更加注重实践性和创新性。因此，生成式人工智能教学成为许多学校课程结构调整的方向，编程思维、数据科学、人工智能伦理等特色课程开始出现，为培养适应未来社会挑战的新一代具备技术素养、创新精神和人文关怀的复合型人才奠定了坚实的基础。

(3)生成式人工智能催生课程教学革新

生成式人工智能在智能化教学平台上的应用，突破传统教学方法集中于讲授式带来的单向知识传输局限，为教学带来了前所未有的互动性和个性化。通过教学平台，学生可以根据自身的学习进度和兴趣选择学习内容，参加定制化的学习活动，实现项目式和探究式学习。此外，生成式人工智能改变了教学评估方式，通过收集并分析学生在学习过程中的大量数据，如学习时长、答题正确率等，提供实时的教学反馈和数据分析，协助教师调整教学策略。

3.生成式人工智能赋能中小学信息技术课堂应用分析

在政策导向与技术革新的双重驱动下，生成式人工智能融入中小学信息技术的教育实践正在持续推动。2024 年，国家教育数字化战略行动与智能教育蓝皮书的相继出台，系统构建了从政策导向到实践落地的实施框架，学界提出的"融智课堂"理论模型（祝智庭，2024）与"师—生—机"多维互动范式（李森等，2024）则为技术赋能课堂转型提供了理论支撑。基于此，本研究构建"教学设计—资源配置—情境创设"三位一体的智能课堂场景框架（如图 1）：在教学设计维度，通过人工智能工具与教师的协同交互重构知识编排逻辑与活动设计路径；在资源维度，借助生成式技术突破传统资源获取边界，实现个性化学习材料的精准适配；在情境维度，依托教育智能体构建智能化、个性化学习生态。该框架既回应了国家政策对智能技术深度融入基础教育的要求，也为教师实现教学流程智能化再造、课堂形态创新性变革提供了可操作的实践范式。

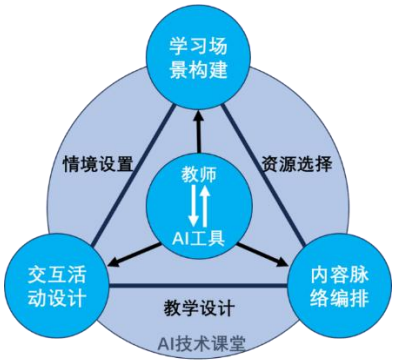


图 1 生成式人工智能赋能的课堂教学场景

3.1. 教学设计——高效文本处理，优化教学设计

生成式人工智能辅助教案生成优化改变了传统的教学方式与教案编写模式，成为教育领域创新教学设计的一股重要潮流。这一趋势的核心在于充分利用人工智能技术的强大能力，为教育工作者提供了一种高效、精准的工具，以实现对教案内容的深度优化与持续迭代。

传统的教案编写过程中，教师往往需要投入大量的时间和精力，进行内容的搜集、整理与编排。而生成式人工智能的引入，则极大地减轻了这一负担。通过智能分析学生的学习习惯、兴趣偏好以及知识水平，生成式人工智能能够为教师量身定制出更加符合学生需求的教

案内容，从而提升教学效果与学习体验。同时，借助生成式人工智能强大的数据处理与学习能力，实时追踪学生的学习进度与反馈，则可以对对教案内容进行动态调整与优化，确保教学内容始终与学生的学习需求保持同步。这种灵活性与适应性，是传统教案编写方式所难以比拟的。此外，生成式人工智能还能够为教师提供丰富的教案资源与灵感，帮助他们打破思维定势，创新教学方法，进一步提升教案的趣味性与互动性。

以广东省为例，该省教育部携手众多高等院校及基础教育单位共同打造“教师智能教育素养研究”虚拟教研室，积极开展生成式人工智能赋能学科教学创新主题研修等相关活动，旨在通过前沿教育理念与实践的深度融合，促进教育领域的数字化转型。活动中主要介绍了讯飞星火、通义万相及秘塔 AI 等一系列教学设计智能化工具，辅以具体教学案例指导，为教师提供了直观且实用的操作指南。这些工具与平台，继承了生成式人工智能的数据处理、学习分析的优势，还通过更为直观、便捷的用户界面，为教师提供了更为全面的教案设计支持。

3.2. 资源选择——多样数字资源，助力学生深度探究

在信息技术教学中，学生需要掌握广泛的理论知识，还需通过实践操作和深度探索来内化并提升技能。然而，传统信息技术课堂的实施常面临资源分配不均与设备条件有限的挑战，这极大地制约了教学内容的丰富性与学习体验的个性化，难以满足学生日益增长的多元化学习需求。在此背景下，生成式人工智能的引入，通过提供多样化的数字资源，为学生创造一个更加开放和富有挑战性的学习环境。

生成式人工智能在教育领域的创新应用，显著地体现在其能够基于教学目标和学习者需求，智能生成包括个性化学习材料、互动式习题、虚拟实验环境及智能教学案例等多样化教学资源，极大地丰富了教学手段和内容。相较于传统教学资源，利用生成式人工智能所创造的资源凭借其对学生学习行为及成绩数据的深度智能分析，实现了资源的个性化定制，从而显著增强了学习效率。借助自然语言处理和计算机视觉技术，生成式人工智能还可以构建高度互动的学习环境，实现课堂效果的质的飞跃，促进学生与虚拟角色的有效交流，进而助力学生深化对知识的理解和提升应用能力。此外，生成式人工智能系统的动态更新特性则确保了教学资源的时效性和前沿性，使其能够紧跟时代步伐。在未来，生成式人工智能与 AR、VR 技术的深度结合则能够创建更加逼真的学习场景，将抽象概念具象化，进一步提升了学生的实践能力和对知识的深入理解。

以深圳市为例，深圳市政府高度重视生成式人工智能与教育的深度融合，为进一步推动国家中小学智慧教育平台在深圳市的试点应用工作，经过深入的调研与精心的遴选，行知格物 AI 教育云平台作为推荐应用在国家中小学智慧教育平台“深圳频道”上架，成为了国家认可的人工智能教育平台。

3.3. 情境设置——教育智能代理，提升学习趣味性

随着课程改革的深入推动，中小学信息技术教学展现出前所未有的灵活性与多样性，这一变革显示在教学资源的多元化处理与教学模式的创新转型上。在技术应用的前沿探索中，教育智能体作为一类生成式人工智能工具，在整合广泛教学资源、促进师生互动深度化以及革新教学评价机制等方面展现出显著优越性。

具体而言，在资源整合层面，教育智能体具备搜索、筛选与整合能力，能够对高质量教学资源进行高效整合，减轻教师的时间负担与精力消耗，确保教学内容的时效性与前沿性，进而极大地丰富了学生的学习体验与知识维度。在课堂互动范畴，教育智能体借助虚拟角色设定，与学生建立起更加自然、真实的交流互动，这种互动丰富课堂知识的传授，深入学生的情感沟通、学习指导等多个层面，构建课堂和谐、融洽的学习氛围。在评价机制领域，教育智能体实时记录学生的学习行为和课堂表现数据，自动生成个性化的学习报告和建议，为教师提供精准的教学反馈，使教师能够及时调整教学策略，优化教学效果。

以徐州市云龙区为例，该区域积极响应教育部启动的人工智能赋能教育行动，建立了“一核两翼四化”的教研体系，全方位统筹教研资源，为教师提供优秀课例、优质模板等助研工具，极大地提升了教研活动的效率与质量。教育智能体的开发建设在此次教研体系中承担技

术支撑和创新应用的角色，借助豆包、智谱清言等 AI 模型开发平台，教师在教学实践中将教育智能体积极和课程特点相结合，生成了很大一部分具有学科特色的教育智能体模型。这些模型的出现，丰富了课堂教学场景，为教师的教学设计提供更多的视角。

4.结语

本研究聚焦生成式人工智能在中小学信息技术课堂的创新应用，通过构建"教学设计-资源选择-情境设置"三位一体的实践框架，结合典型案例验证其提升教学效果与学习体验的赋能价值。研究虽系统阐释了三大场景的应用策略，但针对策略的整合路径及效果评估机制尚未形成完整方法论体系。展望未来，在技术迭代与政策引导的双重驱动下，生成式人工智能将深度重构教学生态，这要求教育者同步提升智能技术应用能力与伦理反思意识，通过技术工具创新与教学范式变革的协同演进，最终实现个性教育与核心素养培育的有机统一。

参考文献

教育部.4 项行动助推人工智能赋能教育[EB/OL].（2024-03-28）[2024-12-28].http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/xw_zt/moe_357/2024/2024_zt05/mtbd/202403/t20240329_1123025.html

教育部办公厅.关于加强中小学人工智能教育的通知(教基厅函 [2024] 32 号)[DB/OL].（2024-11-18）[2024-12-28]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/202412/t20241202_1165500.html

教育部办公厅. 国家教育数字化战略行动 2024 年工作要点(教办厅函 [2024] 32 号)[DB/OL].(2024-05-06)[2024-12-28].

讯飞教育技术研究院，认知智能全国重点实验室智能教育研究中心.2024 智能教育发展蓝皮书——生成式人工智能教育应用[EB/OL].（2024-09-25）[2024-12-28]. https://edu.iflytek.com/about-us/news/company-news/1449

李森,郑岚.生成式人工智能对课堂教学的挑战与应对[J].课程.教材.教法,2024,44(01):39-46.

祝智庭,赵晓伟,沈书生.融智课堂：融入 AI 大模型的创新课堂形态[J].电化教育研究,2024,45(12):5-12+36.

韩国 AI 数字教科书建设的逻辑动因、实施路径与经验启示

Logical Motives, Implementation Pathways and Lessons of AI digital Textbook Construction in South Korea

李均涵[1]，赵笃庆[1]，范小雨[1]，吴龙凯[2*]
[1]华中师范大学国家大数据应用技术国家工程研究中心
[2*]华中师范大学 国家智能社会治理实验基地（教育）
[*] longkaiwu@ccnu.edu.cn

【摘要】 在全球教育数字化转型时代背景下，各国正稳步推进数字教科书进入学校场域。韩国为顺应国际发展趋势，响应国家教育改革，提升学生信息素养，将建设 AI 数字教科书作为教育改革重点内容。本文梳理了韩国 AI 数字教科书建设的时间线，通过分析韩国面临的挑战和困境，为我国数字教科书制度化建设提供了以下启示：加强制度建设，完善数字教科书的法律法规；促进多方协同，构建数字教科书应用保障机制；升级智能基座，完善数字教科书基础设施体系。

【关键词】 AI 数字教科书；韩国；教育数字化；战略规划

Abstract: *As global education undergoes digital transformation, countries are increasingly adopting digital textbooks in schools. South Korea has made the construction of AI digital textbooks a key component of its education reform in order to follow the international development trend, respond to the national education reform, and enhance students' information literacy. This paper reviews South Korea's journey toward institutionalizing AI digital textbooks, analyzing the challenges it faces. It offers key insights for China's digital textbook strategy: strengthening system construction and improving laws and regulations, promoting multi-party synergy and constructing a guarantee mechanism for digital textbooks; and upgrading the intelligent foundation and improving the digital textbook infrastructure system.*

Keywords: AI digital textbook, Korea, education digitization, strategic planning

全球教育数字化加速转型背景下，建设数字教科书成为各国教育改革的关注重点之一。韩国作为教育数字化转型的先行国家，在建设 AI 数字教科书方面取得实质性进展（李刚等人，2024）。其中，AI 数字教科书是指利用人工智能（AI）技术驱动的、为教育教学提供支持的数字化教材。但为什么要建设 AI 数字教科书，对教育改革有什么必要意义，如何有效科学实施，成为值得思考的问题。通过分析韩国 AI 数字教科书建设逻辑动因和实施路径，明晰我国在开启教育数字化战略行动新三年的背景下，数字教科书的建设方向和行动路径。

1.韩国推行 AI 数字教科书的逻辑动因

1.1. 外部刺激：顺应国际发展趋势的必然选择

近年来，各国政府和国际组织高度重视教育数字化、智能化，开发新型数字教科书。如，美国出台《绝版:在数字时代重塑 K-12 教科书》构建了聚焦数字教科书发展的系统路线图并于随后几年不断优化（孔令帅和潘洪美，2020)；日本内阁审议通过《教育振兴基本计划》大力推进教材、软硬件设施的数字化转型（文部科学省，2023）。韩国深刻认识到教育数字化转型已经成为提升国际数字教育优势地位、加速推进人工智能赋能教与学的必然之路，而建设数字教科书是重要抓手（李刚等人，2024）。

1.2. 内部需求：响应国家教育改革的基本要求

韩国始终将教育视为国家经济社会发展的重要基石，为系统推进教育领域信息化发展，2019 年韩国发布《教育信息化基本计划(2019—2023)》以实现以人为本的未来智能教育环境

（王辉等人，2023）。《2022 年教育信息化实施计划》将最新的智能技术融入教育信息化计划，打造教育信息化框架。进而，韩国教育部通过强化数字资源的建设弥合教育不公平现象，AI 数字教科书成为重要工具，并辅以打造数字化学校、培养数字化教师等举措共同推进。2023 年 2 月，韩国教育部发布《数字驱动教育改革计划：释放教育中个性化学习机会》，旨在利用 AI 驱动个性化学习，并计划于 2025 年推广 AI 数字教科书（교육부，2023a）。总而言之，大力推行数字教科书正是响应国家政策助力教育改革的重要行动。

1.3. 技术赋能：激发数字教科书的育人价值

数字教科书具备多媒体的特性，教师可以将智能技术设备和教科书结合，使教学情境更加真实，便于教师规划个性化教学，改善教学设计等。从实践结果来看，韩国部分研究者通过个案研究、访谈观察等实证研究方法探究发现，数字教科书的使用能够显著提升学生学习动机，并且发现教师对于数字教科书的热情越高学生的信息素养能力也就越高（牛楠森，2023）。推动韩国 AI 数字教科书系列行动，可以发挥迥异于纸质教科书的作用，对于师生灵活运用数字教科书的特殊性支持功能，提升教学质量，培养信息素养具有重要价值。

2.韩国推进 AI 数字教科书的实施路径

为了推动教育数字化转型，满足“全民教育”诉求，实现以学生为中心的个性化学习（王辉等人，2023），自 2023 年 2 月发布《数字驱动教育改革计划：释放教育中的个性化学习机会》后，韩国围绕 AI 数字教科书开展了系列行动。6 月韩国发布《AI 数字教科书推进方案》，该方案对 2 月提出的 AI 数字教科书推进计划做出了一定调整，将整体开发流程（如图 1 所示）分为构建方案和设计指南、开发、审核、测试、实施 AI 数字教科书五个阶段（교육부，2023b）。

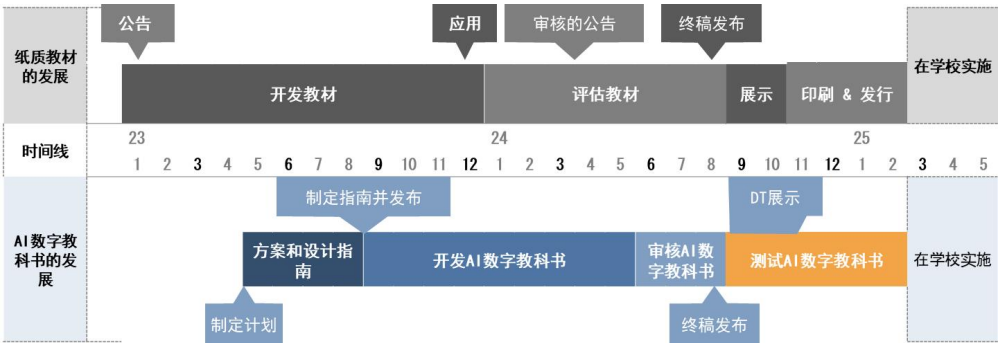


图 1 韩国 AI 数字教科书整体推进时间线

2.1. 指南和准则设计阶段（2023 年 5 月至 2023 年 8 月）

这一阶段重心在于构建 AI 数字教科书的方案、设计准则和指南，为其提供技术支持、基础设施建设保障、数据管理以及法律支持。2023 年 8 月韩国发布《AI 数字教科书开发指南》，提出建立技术援助中心服务开发，主要包括核心服务，基础设施，数据收集、管理和传输三个方面。10 月韩国政府更新《教科用图书规定》，标志着推进 AI 数字教科书获得法律地位。

2.2. 开发 AI 数字教科书阶段（2023 年 9 月至 2024 年 5 月）

本阶段主要强化数字基础设施，培养教师革命先导教师，并通过专门的支持系统减轻教师的数字转型负担。2024 年 4 月，韩国发布《中小学数字革新力量强化支持方案》，旨在培养引领教学创新的教室革命先导教师，打造所有教师都能参与的研修体系，消弭主体对数字革命的担忧（교육부，2024a）。5 月发布《中小学数字基础设施发展规划》，拨款 963 亿韩元用于提升学校数字基础设施质量，降低 AI 数字教科书实施负担。随后，韩国公布首批 12397 名“教室革命先导教师”研修对象（小学、中学、特殊教育人数比约为 47：38：1），在 5 月至 8 月开展 42 次研修并目标到 2026 年培养 34000 名“教室革命先导教师”。

2.3. 审核 AI 数字教科书阶段（2024 年 6 月至 2024 年 11 月）

此阶段，韩国重视应用规范、多方协作和审查反馈，从而推动 AI 数字教科书的全面实施和优化。韩国于 2024 年 6 月成立 AI 数字教科书现场讨论支援团（2025 年 2 月结束），汇聚 2040 名教师智慧提供意见和评估，推动教师和开发商沟通协作。8 月，韩国印发 AI 数字教科书宣发资料，介绍 AI 数字教科书基本功能和推进方案。教育部于 11 月公布审查结果，最终通过 76 本 AI 数字教科书（12 家企业），并决定对 AI 数字教科书的应用科目和实施时间进行调整（교육부，2024b），发表了“引进 AI 数字教科书路线图调整案”。推迟原因不乏民众担心 AI 数字教科书会加剧学生对数字设备的过度依赖（赵振，2024）。韩国 2024 年 4 月提出的教师研修计划，在此期间已经达到教室革命先导教师上半年培训 1 万人，教师研修下半年培训 15 万人，后续计划将启动使用通过审查 AI 数字教科书的、学生现场参与的教师研修。

2.4. 测试 AI 数字教科书阶段（2024 年 12 月至今）

这一阶段韩国虽然在推进 AI 数字教科书上有一定成效,但也面临着诸多挑战和困境。2024 年 12 月，韩国举办教育变革博览会展示 AI 数字教科书（교육부，2024c）。公布参观活动后先导教师对 AI 数字教科书的满意度为 4.04 分（总分 5），教师、家长满意度上升（教师均分从 3.97 分升至 4.33 分，家长从 3.53 分升至 4.23 分）。

然而，现总统和临时总统连续被弹劾导致国家内部动荡，推进 AI 数字教科书障碍重重。进一步，国会通过《小学初中教育法》修正案，将 AI 数字教科书定位为教育资源而非正式教科书，偏离原计划。2025 年 1 月，韩国教育部在内阁会议上行使否决权，AI 数字教科书暂时保持了“教科书”的地位，但将一年的采用权交给学校自主决定，并且教育部将“试用 AI 数字教科书”作为 2025 年教育政策主要推进方向之一。截至 2 月中旬，韩国各地对 AI 数字教科书的试用采用率呈现两极分化，如大邱市采用率为 100%，而世宗市仅 8%。这一系列变动将引发韩国面临新的挑战，一是政策混乱，临近原定推广期（2025 年 3 月）调整方案，基础设施建设和教师培训计划受影响；二是质量风险，审核标准放宽导致未通过审查的教材或流入学校；三是试用不均衡，使用采用率高并不代表使用率高，政策强制实施一定程度上影响学校决策。

3.韩国 AI 数字教科书建设对我国的启示

韩国推动 AI 数字教科书的系列行动和举措为我国提供一定经验借鉴，但分析其目前挑战和困境，我国应该辩证看待数字教科书的前进方向。目前我国数字教科书建设未体现出智能时代下在教育改革中的独特作用，因此诚应探索数字教科书建设的可行性和具体措施。

3.1. 加强制度建设，完善数字教科书相关法律法规

教科书作为立德树人和教育教学的重要载体，内在反映了国家的意识形态，而数字教科书作为一种全新的教材形式，应该同样纳入教材建设的重要内容，作为国家事权的考虑范围。韩国为丰富数字教科书的内容，正积极推进完善《促进远程教育框架法》的立法工作。我国现有纸质教科书法律相对成熟，但对于数字教科书的法律地位尚不明晰。究其原因在于，一是数字教科书缺乏明确定义和标准管理制度；二是缺失专门法律法规。基于此，需加速数字教科书的立法保障，明确法定地位，规范开发、审核、应用及更新等流程；联合教育部、行业协会等制定数字教科书的技术标准和质量规范，提升应用质量与推广效率；设立国家级数字教科书审查委员会，统一审核内容的政治性、科学性和技术安全性。

3.2. 促进多方协同，构建数字教科书应用保障机制

数字教科书落地实施离不开政策的战略支撑和顶层设计。韩国发布了大量数字教科书建设的政策文件，如《数字驱动教育改革计划》《AI 数字教科书推进方案》等。我国于 2022 年发布中小学数字教材国家标准，2025 年《教育强国建设规划纲要（2024—2035 年）》指出推进教材数字化转型。然而我国当前数字教科书发展仍面临标准不统一、依赖战略规划而缺乏

多方协同等问题。韩国通过组织高频次对话（如研讨会、茶话会）消除教育主体和社会疑虑，经验表明需联合多方力量，分阶段推进标准制定：一是目标与阶段划分，按时间线明确研发试点、推广与应用、技术支持等阶段，规划学科覆盖范围；二是职责分工，研发阶段由政府提供资金支持、企业主导技术创新、学界提供理论支撑；三是学科适配方案，结合学科特点设计技术路径；四是制度保障，配套资金预算和动态优化机制，建立数据反馈与协调机制。

3.3. 升级智能基座，完善数字教科书基础设施体系

建设数字教科书需要依靠基础设施建设，包括技术设备升级和个体能力提升。韩国通过升级网络基础设施、培养专业教师团队、试点“数字化学习先导学校”等措施保障数字教科书的应用。于我国而言，数字教科书作为一个新兴技术，仍面临技术瓶颈：一是智能技术迭代易脱离课程标准，导致知识碎片化；二是算法复杂性和“技术黑箱”可能引发数据伦理风险。为此需明确三点：第一推进“数字新基建”，专项投资中西部学校网络升级，推广国产低成本智能终端；第二加强技术审查，在研发与应用阶段强化技术监管，避免技术主导偏离教育本质；第三重视能力建设，加强专业教师队伍建设和数字教科书试点培训。

参考文献

牛楠森.(2023).*数字教科书:教育转型发展的必选项*.光明日报.https://epaper.gmw.cn/gmrb/html/2023-01/05/nw.D110000gmrb_20230105_1-14.htm

王辉、苏福根和罗江华.(2023).数字驱动韩国基础教育改革的新举措及启示.*中国教育信息化*(07),46-53.

孔令帅和潘洪美.(2020).美国电子教科书的发展综述与启示.*现代教育技术*(11),33-39.

文部科学省.(2023-6-16).*教育振興基本計画*.https://www.mext.go.jp/a_menu/keikaku

李刚、王莹聪和王嘉琦.(2024).数字教材制度化的可能与可为——基于日韩政策经验的比较分析.*中国教育信息化*(05),90-100.

赵振.(2024-12-2).*争议不断！韩国推动 AI 教科书，民众担忧“加剧学生过度依赖数字设备”*.环球时报.https://world.huanqiu.com/article/4KUE8LTFZdg

교육부.(2023a-2-24).*모두를 위한 맞춤 교육! 디지털 기반 교육혁신 방안 발표*.https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=72771&lev=0&statusYN=W&s=moe&m=0315&opType=N&boardSeq=94559

교육부.(2023b-6-8).*AI 디지털 교과서로 1 대 1 맞춤 교육시대 연다*.https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=72770&lev=0&statusYN=W&s=moe&m=0315&opType=N&boardSeq=95377

교육부.(2024a-4-15).*디지털 교육혁신을 위한 교사 연수에 3,818 억 투입*.https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?m=0315&s=moe&page=1&boardID=72771&boardSeq=98794&lev=0&opType=N

교육부.(2024b-11-29).*2025 년, 교실에서 마주할 인공지능(AI) 디지털교과서, 모두를 위한 맞춤 교육을 실현*.https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=294&boardSeq=101774&lev=0&searchType=null&statusYN=W&page=6&s=moe&m=020402&opType=N

교육부.(2024c-12-17).*인공지능(AI) 디지털교과서 활용 수업 시연 보고 나서 만족도 상승.*

https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=294&boardSeq=102049&lev=0&searchType=null&statusYN=W&page=4&s=moe&m=020402&opType=N

基于系统性文献综述的智能时代教学设计研究前沿与趋势

Research Frontiers and Trends in Instructional Design in the Intelligent Age Based on Systematic Literature Review

夏婉[1*]，王晓梅[1]，赵鹤溶[1]
[1]华南师范大学教育信息技术学院
[1*]2889528720@qq.com

【摘要】 教学设计是连接教学理论和教学实践的桥梁，对推动教育数字化转型和培养创新型人才具有重要的意义。智能时代下，教学设计的理论、技术、应用均在快速发展，亟须明晰其前沿动态与发展趋势。本研究通过系统性文献综述法梳理近十年国内外智能时代教学设计相关文献，发现学习科学推动教学设计理论创新、数智赋能驱动教学设计方法变革、多元领域促进教学设计应用发展，并得出了交叉视角赋能教学设计体系重构、人工智能驱动教学设计范式转型、人机协同助推教学设计实践创新等启示，旨在为继续开展相关领域的探索提供有益借鉴。

【关键词】 教学设计；智能时代；研究前沿与趋势；系统性文献综述

Abstract: *Instructional design bridges teaching theory and practice, crucial for education's digital transformation and fostering innovation talents. In the intelligent era, the theory, technology, and application of instructional design are developing rapidly, and there is an urgent need to clarify its cutting-edge dynamics and development trends. Through systematic literature review method, this study has reviewed global studies from the past decade, and found learning science boosts instructional design theory innovation, digital intelligence transforms its methodology, and diversified domains enhance its application. The study concludes that a cross-perspective empowers the restructuring of the instructional design system, artificial intelligence drives the transformation of its paradigm, and human-machine collaboration facilitates the innovation of its practice, aiming to offer useful insights for further exploration.*

Keywords: Educational Design, Intelligent Era, Research Frontiers and Trends, Systematic Literature Review

1.引言

随着人工智能、知识图谱、大数据等数字化、网络化、智能化技术的迅猛发展，人类社会已逐步步入智能时代。培育和发展新质生产力，创新型人才是关键。教学设计是应用系统方法分析、研究教学的问题和需求，确定解决它们的教学策略、教学方法和教学步骤，并对教学结果作出评价的一种计划过程与操作程序（谢幼如等人，2016）。教学设计是连接教学理论与教学实践的桥梁，是落实创新型人才培养的关键抓手。开展教学设计研究对推进教学数字化全面转型、落实立德树人根本任务、聚焦国家培育和发展新质生产力所需的创新型人才培养具有重要的理论意义和实践价值。当前，多元理论的深度融合、新兴技术的创新发展以及应用领域的纵深拓展，共同影响着教学设计理论与实践研究的走向，亟需进一步深入探索追踪相关前沿动态与发展趋势。因此，本研究对近十年国内外智能时代教学设计相关研究开展系统性文献综述，系统揭示了智能时代教学设计前沿动态和发展趋势，旨在为继续开展相关领域的探索提供有益借鉴。

2.研究设计

2.1. 研究问题

本研究的具体研究问题包括：（1）智能时代国内外教学设计理论有何创新？（2）智能时

代国内外教学设计方法呈现哪些变革？（3）智能时代国内外教学设计应用如何发展？

2.2. 研究方法

本研究采用系统性文献综述方法开展研究，根据 PRISMA 的筛选流程，通过检索、筛选、合格、纳入四个阶段处理相关文献，得出研究结果(MOHER et al.，2009)。

2.3. 研究过程

2.3.1. 文献检索 本研究英文文献在 Web of Science 等权威数据库以“instructional design”OR“teaching design”AND“technology”为关键词采用布尔逻辑词组合检索。中文文献在 CNKI 数据库以“教学设计”AND“智能时代”OR“技术赋能”OR“教学创新”等为关键词开展检索。本研究主要检索近十年的文献，检索起止年限设为 2015 年 1 月至 2024 年 12 月，最后检索共得到文献 624 篇(英文 105 篇，中文 519 篇)，最终纳入有效文献共 48 篇。

2.3.2. 文献编码 本研究根据研究问题，将其分为理论创新、方法变革、应用发展三个分析维度，文献编码包含分析维度和研究描述项两部分，由两位研究者对纳入文献进行独立编码分析，并就编码结果展开核对和审查，最终形成 3 个一级维度、8 个二级维度的编码体系，具体见表 1。

表 1 文献编码信息

一级维度	二级维度	具体描述
理论创新	学习科学	学习科学中建构主义、认知科学、计算机科学、信息科学、脑科学和神经科学等多种理论创新。
方法变革	数据驱动的教学设计	利用大数据、脑机接口、学习分析等技术，收集和分析教学数据，驱动教学要素变革、流程创新与结构重塑。
	生成式人工智能赋能的教学设计	发挥生成式人工智能多元内容生成、自然语言交互、多模态跨媒介等功能，重构教学内容，设计教学活动，确定教学评价。
	基于知识图谱的教学设计	发挥知识图谱的知识表征、资源组织、学习者画像建模、个性化推荐等功能，赋能教学结构化创新与系统化变革。
	人机协同的教学设计	发挥人类智能和机器智能的互补优势，促进教学中各要素相互作用，实现优势互补、协作共赢。
应用发展	基础教育教学设计	以深度学习、项目化、跨学科等理论为指导，推动数智技术与教育教学深度融合，转变学习方式，改变课堂结构，培养德智体美劳全面发展的创新型人才。
	高等教育教学设计	将课程思政与一流本科课程融合，探索线上、线下、混合式、虚拟仿真和社会实践等一流课程设计，以提升学生的知识、能力和素质。
	职业教育教学设计	以“三教改革”和“岗课赛证”等为导向，以技能大赛为依托，注重专业教学资源库建设和虚拟仿真等技术的应用，推动教学设计与实际岗位需求紧密结合，培养学生的实践能力和职业技能。

3.智能时代教学设计相关研究概况

本研究相关文献发表时间跨度为 2015—2024 年，研究日趋丰富，中文文献发表数量整体呈上升趋势，英文文献发表数量整体较为平缓，但也是一直以来的研究重点。从关键词聚类图谱分析结果来看，国内外智能时代教学设计研究主题包括理论创新、方法变革、应用发展等多个方面，涉及脑科学、教育神经科学等理论；GenAI、知识图谱、虚拟现实等技术；K-12、职业教育等领域，研究视角前瞻，内容丰富，覆盖面广。具体内容如图 1，图 2 所示。

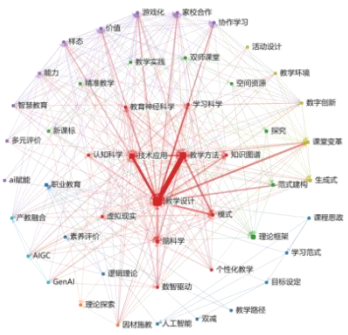


图 1 中文关键词聚类分析

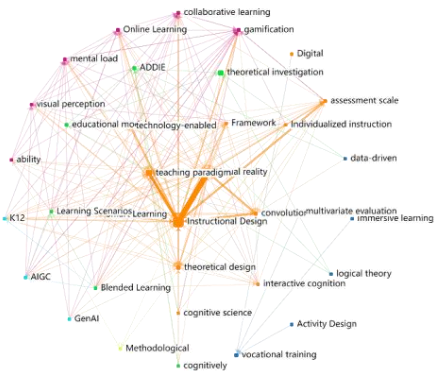


图 2 英文关键词聚类分析

4.研究结果

4.1. 学习科学推动教学设计理论创新

学习科学推动教学设计理论创新主要聚焦在深度学习、具身认知、认知负荷、生成性学习、游戏化教学、沉浸式教学、脑科学、教育神经科学等方面。例如，基于深度学习的教学设计强调“大单元”“任务群”“问题链”等主要特征，基于具身认知的教学设计强调应关注学生的具身认知，创设学习情境，注重学习体验等。

4.2. 数智赋能驱动教学设计方法变革

数智赋能驱动教学设计方法变革主要聚焦在数据驱动、生成式人工智能赋能、基于知识图谱、人机协同的教学设计等。数据驱动的教学设计强调利用智能技术，收集并分析课堂师生等生成的数据，赋能教学要素变革、流程创新与结构重塑。生成式人工智能赋能的教学设计强调充分发挥生成式人工智能内容生成、语言交互等功能，指向知识、能力和素养，聚焦教学重点难点，明确教学目标；选择智慧教育平台，利用人工智能助手、数字教材等，重构教学内容；彰显“师—生—机”三元结构，设计教学活动；落实“教—学—评”一致性，确定教学评价。基于知识图谱的教学设计强调充分发挥知识图谱的知识表征、资源组织、画像建模、路径规划、评价反馈等功能作用，赋能教学结构化创新与系统化变革。人机协同的教学设计强调发挥人类智能和机器智能的互补优势，将人类和机器组成协同团队，促进教学中各要素相互作用，优势互补、协作共赢。

4.3. 多元领域促进教学设计应用发展

数智赋能的新型教学模式，落实“教—学—评”一致性成为基础教育教学设计的发展新趋势。数智赋能的新型教学模式强调以深度学习、项目化、跨学科等教与学理论为指导，指向学科核心素养，促使教学目标、教学内容、教学活动、教学评价等要素相互作用和创新发展，以转变学生学习方式，改变课堂教学结构。落实“教—学—评”一致性强调关注整个课堂教学中教师教、学生学和对学生学习评价三个因素的协调配合的程度，彰显评价的育人属性，落实“所学即所教”“所教即所评”“所学即所评”。基于课程思政的教学设计、“线上”“线下”“线上线下混合式”“虚拟仿真实验教学”和“社会实践”五类一流本科课程的教学设计等成为高等教育教学设计的发展新趋势。基于课程思政的教学设计强调以课程与教学论为理论依据，对标一流课程高阶性、创新性和挑战度要求，在课程目标、内容、活动和评价中全方位融入课程思政，推进专业教育和思政教育深度融合，促进知识传授与价值引领有机统一（谢幼如等人，2021）。五类一流课程的教学设计强调从课程目标、课程内容、技术应用、课程模式和课程评价等方面开展创新性变革，高等教育中一流课程也正在瞄准智慧课程方向进行数字化转型和智能化升级。面向“三教改革”的教学设计、职业教育专业教学资源库的教学设计、面向职业院校技能大赛教学能力比赛的教学设计等，成为职业教育教学设计的发展新趋势。面向“三教改革”的教学设计强调从教师、教材、教法三个方面入手，完善“岗课赛证”综合育人机制，把职业技能等级证书所体现的先进标准融入人才培养方案。职业教育专业教学资源库的教学设计强调按照“需求牵引、应用为王、服务至上”的基本原则，遵循“一体化设计、结构化课程、颗粒化资源”的建构逻辑，重点关注资源建设、平台功能、应用推广、特色创新和制度保障五个监测维度。面向职业院校技能大赛教学能力比赛的教学设计强调依据国家教学标准、学校专业人才培养方案和课程标准，针对参赛教学内容，进行学情分析，确定教学目标，制定教学策略，明确教学评价。

5.讨论与展望

5.1. 交叉视角赋能教学设计体系重构

智能时代教学设计研究应用更包容、开放、发展的态度，融合课程与教学论、教育技术学、学习科学、信息科学、心理科学、系统科学等多个相关学科的理论与技术，利用多学科融合与交叉的方法，推进教学设计从理论、方法、技术、应用等方面进行体系重构。

5.2. 人工智能驱动教学设计范式转型

智能时代教学设计研究应以设计者为中心，重视对 AI 的应用，探索教学设计要素间的关联关系，从数据中建立教学模型，建立教学设计与教学实践之间的双向映射关系，推出新的数智赋能“可计算”的教学设计范式，驱动教学设计走向模式化、可视化、协同化。

5.3. 人机协同助推教学设计实践创新

智能时代教学设计研究应面向基础教育、高等教育、职业教育、特殊教育、企业培训等领域，人工智能辅助教学主题、高阶问题、真实情境、学习活动和教学评价等关键要素的设计，教学设计者与人工智能人机协作、人机共创，助推教学设计实践创新。

6.结语

教学设计是连接教学理论和教学实践的桥梁，对推进教育数字化转型和培养创新型人才具有重要作用。因此，本研究利用系统性文献综述方法对 2015-2024 年国内外智能时代教学设计相关研究进行了梳理。研究发现：当前智能时代教学设计研究聚焦于理论创新、方法变革、应用发展三大方面。在理论创新上，以学习科学为代表的理论发展，为教学设计提供理论引领；在方法变革上，教育领域涌现出数据驱动的教学设计、生成式人工智能赋能的教学设计、基于知识图谱的教学设计、人机协同的教学设计等；在应用发展上，随着基础教育、高等教育、职业教育数字化转型的深入，不断推动教学设计应用的发展。此外，也得出了交叉视角赋能教学设计体系重构、人工智能驱动教学设计范式转型、人机协同助推教学设计实践创新等相关研究启示。我们希望，本研究提出的智能时代教学设计前沿动态和发展趋势，能够为助力教学设计创新发展，教育数字化创新型人才培养提供有益借鉴。

参考文献

谢幼如、柯清超和尹睿（2016）。**教学设计原理与方法**。高等教育出版社。

谢幼如、邱艺、黄瑜玲和章锐(2021)。智能时代高校课程思政的设计理论与方法。**电化教育研究,42(04)**，76-84。

MOHER,D.LIBERATI,A&TETZLAFF,J(2009).et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses：the PRISMA statement. **Annals of internal medicine.151(4)**, 264-269.

聊天機器人學習鷹架對程式設計教材與程式碼理解之比較

Comparison of programming textbook and code comprehension based on chatbot scaffolding

楊沛庭，郭瀚中，張智凱
臺南大學數位學習科技學系
chihkai@mail.nutn.edu.tw

【摘要】本研究探討如何提升初學者學習程式設計的成效，比較運用聊天機器人為教科書學習鷹架與程式理解練習兩種教學策略。結果顯示，教科書學習鷹架能透過逐步引導，降低學生閱讀程式設計教科書時的認知負荷，幫助他們掌握程式設計的基礎概念。而程式理解練習則著重於加深學生對程式邏輯與結構的掌握，更適合進階學習者。此外，研究發現聊天機器人能提供即時且客製化的學習支持，不僅緩解了學生的學習焦慮，還有效提升了學習信心與動機。綜合研究結果顯示，結合傳統教學策略與 AI 學習科技，能創造更高效的學習環境，進一步增強學生的程式設計能力。
【關鍵詞】學習鷹架；程式理解；認知負荷；聊天機器人；程式設計教育

Abstract:*. This study explored improving programming learning outcomes for beginners by comparing two teaching strategies: using a chatbot as a textbook learning scaffold and practicing programming comprehension. The results showed that chatbot-based scaffolds reduce cognitive load through step-by-step guidance, helping students master basic programming concepts. Program comprehension exercises focus on deepening understanding of logic and structure, making them more suitable for advanced learners. Additionally, chatbots provide instant, customized support, alleviating learning anxiety and enhancing confidence and motivation. Overall, the study suggests that integrating AI learning tools with traditional teaching strategies can create a more efficient learning environment and further enhance students' programming capabilities.*
Keywords: Learning Scaffolding, Program Comprehension, Cognitive Load, Chatbot, Programming Education

1. 前言

程式設計是一個充滿挑戰的領域，初學者需掌握語法、結構，並將問題轉化為程式碼（Winkler & Flatscher, 2023）。這過程不僅要求邏輯思維與抽象概念，還需大量時間與練習。然而，學生常因缺乏指導而感到畏懼，進而影響其資訊科技領域的發展。因此，教育者需尋求有效的教學方法，以增進學生的學習動機與能力（許育嘉，2021）。

本研究目的為探討結合學習鷹架理論、程式理解練習和聊天機器人輔助，以提升初學者學習程式設計的成效。學習鷹架的應用被認為是一種有效的輔助工具（Peng et al., 2022），能幫助學生在面對複雜任務時聚焦於關鍵概念與技能，並透過結構化支持，逐步掌握新知識。聊天機器人能根據學生的進度與需求調整教學內容（Alwazzan, 2024），提供針對性的支援，不僅緩解了學生的學習焦慮，還有效提升了學習信心與動機。因此，本研究比較運用聊天機器人為教科書學習鷹架（以下簡稱**機器人教材鷹架**）與程式理解練習對降低認知負荷與提升學習成效的效果，並將採用認知負荷測量問卷及 Orange Data Mining 做為研究工具，探討不同教學策略如何影響學生的認知負荷，以及聊天機器人輔助在優化學習過程中的作用。

2. 文獻探討

2.1. 程式講解練習與學習鷹架

程式設計的抽象性與複雜性使初學者在理解語法、邏輯結構及除錯時感到困惑，學習動機不足可能來自興趣不高或缺乏實作機會（張基成、林冠佑，2016）。為提升學習成效，程式講解練習與學習鷹架的結合可有效降低學生負擔並促進理解。程式講解練習透過 AI 輔助學習，能自動分析程式碼，提供逐行說明，幫助學生掌握邏輯與語法，減少挫折並提升動機。這些工具利用自然語言處理技術，將程式碼轉換為易懂的描述，使非程式設計背景的學生也能理解其功能。此外，學習鷹架源自 Lev Vygotsky 的「近側發展區」理論（ZPD），強調適時支持以促進學生的獨立學習（Rahman, 2024）。程式設計教師可透過視覺化工具、實作、與小組討論，逐步引導學生掌握知識並撤去支持，強化運算思維與程式理解能力。研究顯示，後設認知鷹架與支持性鷹架特別能幫助先備知識較低的學生（陳明溥等, 2022）。整合 AI 程式講解與學習鷹架，不僅能提升學習效率與理解能力，還能增強學生的解決問題能力與自信心，為程式設計教學提供更有效的策略。

2.2. 認知負荷

認知負荷理論（Cognitive Load Theory，CLT）用以解釋學習中認知資源的使用及其對學習成效的影響。該理論指出，當學習所需的認知資源超過工作記憶容量時，會導致認知負荷過重，影響學習效果（Sweller, 1988）。認知負荷分為內在負荷、外在負荷和增生負荷：內在負荷與內容複雜性及學生先備知識相關；外在負荷來自不良教學設計；增生負荷則是促進長期記憶的心智努力。認知負荷理論不僅為教育工作者提供了設計有效教學活動的依據，也強調了學生先備知識的重要性，鼓勵教師根據學生的特點調整教學內容和方式，以達到最佳的學習效果。

3. 研究方法

3.1. 研究架構—學習活動設計

本研究將在 JAVA 程式設計與實作課程中實施 16 週的課程活動，對象為 24 名大三學生，其中女性有 6 人，教材採用由 Y. Daniel Liang 所著的《Introduction to Java Programming Comprehensive Version 10th Edition》。課程期間以抽籤隨機分組，而教師依據課程進度，隨機分配程式碼或教科書內容的任務。學生可使用聊天機器人（如 DeepSeek、ChatGPT）輔助理解，聊天機器人的回饋與互動模式主要為文字對話，其功能包含程式碼或教科書段落解釋、概念釐清及鷹架輔助，隨後學生需上台講解並回答提問。換言之，即是比較學習者的**講解教材任務**與**講解程式碼任務**的認知負荷。課程結束後，學生填寫認知負荷問卷，針對兩種講解內容進行評估，並透過結果分析學生在聊天機器人輔助學習下的認知負荷差異。本研究不僅能了解不同學習內容對學生認知負荷的影響，也期望能為程式設計課程提供新的教學策略，提升學習效率與成效。

3.2. 研究工具

本研究將採用 Leppink 等人（2013）開發的認知負荷測量問卷，以評估學生在學習任務中經歷的不同類型認知負荷。該問卷基於認知負荷理論具有良好的信效度。問卷收集完成後將使用 Orange Data Mining 作為問卷分析工具，這是一款功能強大的開源資料分析及機器學習工具，廣泛應用於研究和教育中（Demšar et al., 2013）。透過這兩款工具，本研究將分析學生在機器人教材鷹架與程式碼理解過程中的認知負荷差異。此外，問卷最後將加入學生自我能力評估的開放性問題，以進一步蒐集學習經驗反饋，從而優化教學策略並提升學習成效。

3.3. 研究假設

基於上述文獻探討與研究目標，本研究針對機器人教材鷹架與程式理解練習在程式設計教育中的應用進行分析，提出以下假設，以探討不同教學策略對學生認知負荷的影響，並進一步檢視聊天機器人輔助在優化學習過程中的作用：

1. 程式理解練習的認知負荷高於機器人教材鷹架，因其操作過程需集中處理邏輯與語法，對學生的工作記憶需求更高。
2. 聊天機器人的輔助功能可降低學生在程式理解練習中的認知負荷並提升學習信心。

4. 研究結果與分析

- **不同學習內容對認知負荷的影響，程式碼與教科書講解的比較**

根據圖 1 所示，講解教科書的心力耗費（M = 3.29, SD = 0.31）與困難度感知（M = 2.88, SD = 0.25）略高於講解程式碼 （M = 3.17，SD = 0.31；M = 2.79，SD = 0.27），這可能因為教科書內容較具理論性，對抽象理解能力要求較高。然而，講解教科書的挫折感（M = 2.25, SD = 0.29）低於講解程式碼（M = 2.42，SD = 0.31），顯示教科書的結構化與清晰編排有助於減少學習壓力，對初學者特別有利。在專注力需求方面，講解程式碼（M = 3.42，SD = 0.25）略高於講解教科書（M = 3.38，SD = 0.27），反映程式碼學習需要更高的注意力，可能因其高度操作性與即時回饋特性，使學生需集中精力處理邏輯推理與細節。然而，這種高專注力需求可能對基礎薄弱者造成學習壓力，因此建議提供分步指導或範例分析以協助適應。本研究發現，在聊天機器人輔助下，講解教科書的認知負荷反而高於講解程式碼，此結果與預期不符，可能原因為教科書內容較為抽象，學生需投入更多認知資源進行組織與理解，而程式碼學習則因具體操作性較強，使學生能更快速建立概念。為優化學習體驗，建議教科書設計納入情境範例與互動模擬工具，以強化理論與實踐的連結，提高學習成效。

Name	tribut	Mean
我覺得我花了多少的心力，才完成使用聊天機器人學程式設計的任務(講解教科書)		3.29
我覺得要完成這些使用聊天機器人學程式設計的任務 (講解教科書)，困難度是		2.88
我覺得完成這些 使用聊天機器人學程式設計的任務過程中 (講解教科書)，我所感受到的挫折感是		2.25
我覺得在完成這些使用聊天機器人學程式設計的任務時 (講解教科書)，我心中所感受到的壓力是		2.46
我覺得完成這些使用聊天機器人學程式設計的任務 (講解教科書)，過程中我必須付出的注意力是		3.38
我覺得在完成這些 使用聊天機器人學程式設計的任務時 (講解教科書)，我有足夠的時間準備		3.46

Name	ibu	Mean
我覺得我花了多少的心力，才完成使用聊天機器人學程式設計的任務(講解程式碼)		3.17
我覺得要完成這些使用聊天機器人學程式設計的任務 (講解程式碼)，困難度是		2.79
我覺得完成這些 使用聊天機器人學程式設計的任務過程中 (講解程式碼)，我所感受到的挫折感是		2.42
我覺得在完成這些使用聊天機器人學程式設計的任務時 (講解程式碼)，我心中所感受到的壓力是		2.50
我覺得完成這些使用聊天機器人學程式設計的任務 (講解程式碼)，過程中我必須付出的注意力是		3.42
我覺得在完成這些 使用聊天機器人學程式設計的任務時 (講解程式碼)，我有足夠的時間準備		3.38

圖 1、認知負荷問卷之平均值統計

- **聊天機器人輔助對學習信心的提升有顯著效果**

在聊天機器人輔助下，學生對程式設計能力的自我評估顯著提高。問卷中自我能力評估的開放性問題結果顯示，學生認為聊天機器人在解決疑難問題和提供即時反饋方面發揮關鍵作用，增強了學習信心。具體而言，學生在聊天機器人輔助之前的自我評分平均為 2.54，而在有聊天機器人輔助後平均評分為 3.67。這表明人工智慧輔助工具能緩解學習焦慮，特別是在複雜任務中。建議未來優化聊天機器人的推理和解釋能力，並結合多媒體展示，以支持個性化學習需求。

5. 結論

本研究探討機器人教材鷹架與程式理解練習在降低認知負荷及提升學習成效上的效果，並結合聊天機器人的輔助功能進一步分析其對學生學習過程的影響。研究結果顯示，講解教科書相較於講解程式碼，雖在心力耗費上略高，但因結構化內容與理論性編排，使學生在情緒負荷上表現更低，特別是在挫折感的降低上更具優勢。另一方面，講解程式碼因操作性強及即時反饋特性，對專注力的需求明顯較高，適合進階學習者進行深入理解與挑戰性任務的學習。此外，兩種教學方式在提升學生學習成效上均有效果，學生的程式設計能力自我評估從學習前的低水準有所提升，展現出機器人教材鷹架與程式理解練習在促進知識吸收與應用

上的重要性。同時，聊天機器人作為輔助工具，透過即時解答與互動性指導，減少學生的學習焦慮並增強信心，使其在面對複雜問題時具備更高的自我效能感。綜上所述，本研究不僅驗證了機器人教材鷹架與程式理解練習的有效性，也強調了 AI 在優化教學過程與提升學習效率中的潛在價值，為未來程式設計教育的教學策略提供了具體參考。

6. 致謝

感謝教育部教學實踐研究計畫經費贊助，計畫編號 PSK1133865。

參考文獻

張基成、林冠佑（2016）。從傳統數位學習到遊戲式數位學習－學習成效、心流體驗與認知負荷。科學教育學刊，24(3)，221-248。https://doi.org/10.6173/CJSE.2016.2403.01

陳明溥、王麗君、豐佳燕（2022）。先備知識與鷹架策略對程式設計初學者運算思維概念、技能實踐與態度之影響。數位學習科技期刊，14(4)，137-166。https://doi.org/10.53106/2071260X2022101404006

許育嘉（2021）。高等教育程式設計課程教學之多元化發展與變革。臺灣教育評論月刊，10(1)，68-75。

Alwazzan, M. S. (2024). Investigating the effectiveness of artificial intelligence chatbots in enhancing digital dialogue skills for students. European Journal of Educational Research, 13(2), 573-584. https://doi.org/10.12973/eu-jer.13.2.573

Demšar, J., Curk, T., Erjavec, A., Gorup, Č., Hočevar, T., Milutinovič, M., ... & Zupan, B. (2013). Orange: data mining toolbox in Python. *the Journal of machine Learning research*, *14*(1), 2349-2353.

Peng, J., Yuan, B., Sun, M., Jiang, M., & Wang, M. (2022). Computer-Based Scaffolding for Sustainable Project-Based Learning: Impact on High- and Low-Achieving Students. Sustainability, 14(19), 12907. https://doi.org/10.3390/su141912907

Rahman, L. (2024). Vygotsky's zone of proximal development of teaching and learning in STEM education. *International Journal of Engineering Research & Technology*, *13*(8).

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive science*, *12*(2), 257-285. https://doi.org/10.1016/0364-0213(88)90023-7

Winkler, T., & Flatscher, R. G. (2023). Cognitive Load in Programming Education: Easing the Burden on Beginners with REXX. In *Central European Conference on Information and Intelligent Systems* (pp. 171-178). Faculty of Organization and Informatics Varazdin.

英国“人工智能+教育”战略新动向：政策图景、演进逻辑及启示

New Trends in the UK's "Artificial Intelligence + Education" Strategy: Policy Landscape, Evolutionary Logic and Implications

范小雨[1]，赵笃庆[1]，李均涵[1]，吴龙凯[2*]
[1]华中师范大学国家大数据应用技术国家工程研究中心
[2*]华中师范大学国家智能社会治理实验基地（教育）
*longkaiwu@ccnu.edu.cn

【摘要】 生成式人工智能的出现和快速发展，深刻影响着教育数字化转型，教育变革所引发的制度调适与政策响应，已然成为各国教育政策研究者关注的重点。对此，文章系统梳理了英国教育部自 2023 年起在“人工智能+教育”战略方面的新动向，并从政策图景和演进逻辑角度分析，以探究英国处理生成式人工智能教育应用的经验。在此基础上，文章进一步分析了英国经验对我国的启示，包括加强顶层设计、制定标准规范、深化实践探索和完善监管机制，以期为未来我国出台“人工智能+教育”战略规划提供参考与借鉴。
【关键词】 “人工智能+教育”；生成式人工智能；英国；教育数字化

Abstract: *The emergence and rapid development of generative artificial intelligence have profoundly impacted the digital transformation of education. The institutional adjustments and policy responses triggered by educational reform have become a focal point for education policy researchers in various countries. In this context, the article systematically reviews the new trends in the UK Department for Education's "AI + Education" strategy since 2023. It analyzes these trends from the perspectives of policy landscape and evolutionary logic to explore the UK's experiences in addressing the educational applications of generative artificial intelligence. Building on this, the article further examines the implications of the UK's experiences for China, including the need to strengthen top-level design, establish standards and regulations, deepen practical exploration, and improve regulatory mechanisms, aiming to provide references and insights for China's future development of an "AI + Education" strategic plan.*
Keywords: "Artificial Intelligence + Education", generative AI, United Kingdom, digitalization of education

伴随新一代数字技术的井喷式发展，数字经济正成为推动社会发展的主要引擎。特别是生成式人工智能的出现，改变着各行各业的运作方式，教育领域也深受影响（杨宗凯等，2023）。英国作为旨在将自身打造成为人工智能强国的国家，高度关注生成式人工智能给教育带来的机遇和挑战，自 2023 年起针对生成式人工智能教育应用陆续出台系列政策、研制系列标准、发布系列报告、开展系列实践，这些做法构成了英国“人工智能+教育”战略的新动向。本文通过分析英国“人工智能+教育”战略新动向的整体版图和形成逻辑，回应“新为何”和“为何新”两个基本问题，在此基础上提出对我国推进“人工智能+教育”战略的启示，以期为我国持续推进国家教育数字化战略行动提供参考借鉴。

1.英国“人工智能+教育”战略新动向的政策图景

英国政府早在 2013 年便将机器人和人工智能系统列入英国八大技术。随着 2022 年生成式人工智能技术的出现，为保证生成式人工智能技术运用的合理性、有效性，英国教育局积极发布政策指南指引生成式人工智能应用发展方向，开展试点实践探索生成式人工智能应用有效模式，规范标准廓清生成式人工智能应用基本边界，构成了“人工智能+教育”的新动向。

1.1. 动向一：以政策指南指引生成式人工智能应用发展方向

为适应技术迭代更新的影响，英国对原有人工智能战略进行了针对性的调整，以正确指引生成式人工智能应用发展方向。在 2023 年发布了《促进创新的人工智能监管方法》，明确对 AI 技术实行全方位监管的方法，指导人工智能应用，推动负责任的创新（Department for Science, Innovation and Technology et al.，2023）。对此，英国教育部积极调整“人工智能+教育”战略，于 2023 年 2 月发布《学校中的生成式人工智能和数据保护》，规定学校可将生成式人工智能工具用作开发资源的起点，以应对生成式人工智能应用潜在数据保护风险（Department for Education，2023a）。3 月发布的《教育中的生成式人工智能》点明生成式人工智能工具的应用范围、机遇、局限等，明确教育中使用生成式人工智能合法化发展的立场（Department for Education，2023b）。这两份政策文件为生成式人工智能教育应用提供了指导方针。

1.2. 动向二：以试点实践探索生成式人工智能应用有效模式

英国教育部积极展开实践探索，探究生成式人工智能教育应用的有效模式。在应用示范方面，2023 年 10 月举办首届人工智能黑客马拉松，通过参赛者测试人工智能在多个场景中的教学功能，收集人工智能演算的最佳方案（Department for Education et al.，2023）。2024 年 8 月英国政府宣布将设立人工智能“内容商店”（AI Content Store），投入 400 万英镑用于整合和优化教育资源（Department for Education，2024a）。教育部设立了 100 万英镑奖金，鼓励企业开发作业批改与反馈的创新工具。在循证实践方面，2023 年 6 月发布《教育中的生成式人工智能需要证据》，就生成式人工智能教育应用方式、机遇和风险征求意见（Department for Education，2023c）。2024 年 1 月发布《教育中的生成式人工智能：教育者和专家的观点》收集教育工作者和教育技术专家意见（Department for Education，2024a）。8 月发布报告收集学校用户对生成式人工智能潜在用途的见解（Department for Education，2024c）。这些报告全方位了解生成式人工智能这项技术在教育中运用的潜在好处和风险，为政策优化提供依据。

1.3. 动向三：以标准规范廓清生成式人工智能应用基本边界

基于生成式人工智能在教育中实际运用的经验和技术不断发展带来的思考，英国教育部不断完善技术规范和行为准则，加强师生数据隐私保护，着力规范廓清生成式人工智能应用基本边界。2023 年 10 月英国教育部在《教育中的生成式人工智能》中添加数据隐私和知识产权的信息。并分别在 2024 年的 7 月和 12 月在《学校中的生成式人工智能和数据保护》中添加“学校的 AI 和数据保护”部分。3 月发布《隐私信息：AI 工具的开发》说明在开发应用于教育的 AI 工具和产品时需要处理好哪些个人数据（Department for Education，2024b）。这些政策使得生成式人工智能教育的应用更加规范。

2.英国“人工智能+教育”战略新动向的演进逻辑

自 2023 年英国起开始出台聚焦生成式人工智能教育应用的政策文件，并积极探索生成式人工智能应用最佳实践方案，为英国“人工智能+教育”战略发展提供新的思路。这些新动向正是为应对生成式人工智能技术引入到教育领域所带来的影响，以促进其与教育的深度融合。

2.1. 生成式人工智能与各行业的结合改变人才培养需求

数字技术的迅猛发展为产业结构的优化注入了新活力，为经济发展带来了新动能。随着经济的数字化转型加速，各行业对人才的需求也发生了变化，各行业都迫切需要具备扎实数字素养、创新能力的人才。英国在《人工智能机会行动计划》中提出要在 2030 年培养数万名 AI 专业人才，来弥补预计的供需缺口（Department for Science, Innovation and Technology，2025）。为培养既能驾驭前沿技术又具备跨界思维的新型人才，教育体系需主动对接技术变革，以产业需求为导向，探索适应数字时代的人才培养机制，为经济高质量发展提供持续动力。

2.2. 生成式人工智能渗透融合给教育变革带来无限可能

数字技术在教育中的运用能够助力推动教育公平、减轻教师负担、优化教学场景等，推动教育数字化转型。自动化的教育管理系统和人工智能批改作业，能够帮助教师减轻负担，也

能借助收集到的数据帮助教师及时调整教学模式，助力因材施教。英国正是关注到 AI 工具对教师减负的作用，积极以政策指引、实践探究，提高教学效率和质量。英国还认为 AI 工具能提供实时反馈和个性化路径，促进学生自主学习。利用 AI 可以进行个性化学习设计，根据学生的水平和需求进行个性化辅导，这在以往传统教育中是难以实现的。此外，虚拟现实、增强现实等技术的运用，让传统的课堂变得更加生动有趣，有助于培养学生的创造能力。

2.3. 教育领域中的生成式人工智能应用亟需规范化管理

生成式 AI 在教育场景中依赖海量数据进行模型训练，包括学生个人信息、学习行为数据等，这些数据在采集和应用时可能会侵害师生的权益。AI 生成的内容也可能引发版权侵权、内容原创性争议等问题，需加强法律保护与规范。为确保生成式人工智能在教育中的应用能够平稳推进，需对其进行更为规范化的管理。英国首先制定了针对性的指导方针，明确教育中运用的生成式人工智能的概念、机遇与风险，从不同角度分析如何在教育中融合生成式人工智能。面对人工智能治理问题，又进一步添加了数据隐私保护等方面的政策，并规范化 AI 工具开发的标准，确保生成式人工智能在教育中的合理应用。

3.英国“人工智能+教育”战略新动向对我国的启示

英国教育部对其“人工智能+教育”战略制定了新的政策指南来指引发展方向，开展实践探索应用的有效模式，并不断更新优化标准来规范应用。我国近年来也十分注重人工智能在教育中的应用,怀进鹏部长强调国家教育数字化战略行动要走向“集成化、智能化、国际化”的“3I”,塑造教育数字化发展的创新理念（怀进鹏，2024）。我国未来可借鉴英国经验，完善本土化生成式人工智能教育应用推进机制。

3.1. 加强顶层设计：健全生成式人工智能教育应用政策

为适应生成式人工智能技术的发展，我国虽出台了人工智能教育的系列规划，如《教育强国建设规划纲要（2024—2035 年）》《新一代人工智能发展规划》《高等学校人工智能创新行动计划》，但聚焦到生成式人工智能角度的多为省市文件，如北京市、河南省等省市发布关于生成式人工智能的指南。针对生成式人工智能与教育的融合，我国应针对基础教育、高等教育、职业教育等不同特点，着力构建起由国家到学校，至上而下的规范化应用体系，明确教育中的生成式人工智能的概念、运用方式、优势所在、注意事项等，保证生成式人工智能技术在教育中应用的合规性和有效性。

3.2. 制定标准规范：研制生成式人工智能教育应用规范

生成式人工智能的应用影响着教育的变革，一方面，为适应经济社会发展对于人才需求的改变，教育应改变人才培养模式。另一方面，生成式人工智能等技术在教育中的运用，使得教育主体关系从“师—生”向“师—生—机”转变。面对这些改变需要教育部门提供指导方针，指导师生正确应对变化，在新的教学场景中规范运用新技术。我国发布的《北京市推动“人工智能+”行动计划（2024-2025 年）》中提出构建教育大模型平台，推动 AI 在助教、助学、助管等场景的应用，但还需国家进行整体规划。同时，减轻教师负担、推进教育公平等也是我国关注的问题，我国还缺少针对性政策来指导教育工作者展开行动。此外我国应制定政策规范化师生应用生成式人工智能技术的模式和范围和教育专用大模型的研发标准，并根据反馈及时调整，保证政策的适用性，实现以政策规范化应用，以应用优化政策。

3.3. 深化实践探索：密切生成式人工智能教育应用对话

政策的制定是为了更好的服务于技术的运用，我国应积极举办有关生成式人工智能的各项活动，如英国的“人工智能马拉松”，将政策指导落实到实际行动中，探讨其有效性。虽然我国在北京市、深圳市等地区积极推进人工智能教育应用试点，但在国家层面还需进一步探索，以实现大规模常态化应用。学校应积极将 AI 技术融入教师培训中，提高教师的信息素养，鼓励教师借助 DeepSeek 等 AI 工具优化教育教学。企业应积极与学校建立联系，将更新的人才需求及时与学校对接，推动学校人才培养模式的更新迭代，为自身的发展储备人才资源。开

发 AI 工具的企业应及时了解技术运用的缺失与优势。各方协调落实应用，才能保障生成式人工智能技术在教育中的发展，也能反向回馈给政策优化建议。

3.4. 完善监管机制：强化生成式人工智能教育应用治理

技术的进步为教育注入了新活力的同时也带来了诸多新挑战，围绕生成式人工智能开展的教育转型从愿景走向实景将会面临人机冲突、数字鸿沟、超脱现实等挑战（杨欣，2023）。英国政府在制定政策时充分意识到智能技术的发展与数据保护之间的紧密关系，我国在《生成式人工智能服务管理暂行办法》中指出要明确数据安全、伦理审查及服务边界，要求严格保护学生隐私。但我国还需制定相关法律法规，明确生成式 AI 技术在教育中涉及的隐私信息范围，通过法律的约束降低数据泄露和滥用的风险，保障学生和教师的合法权益。各级教育管理部门应建立完备的管理体系，定期进行风险评估和技术审查，确保 AI 工具符合安全标准。教师和学生在使用工具时应接受相应的培训，掌握基本的安全使用原则，并规定运用 AI 创作时应明确所有权和使用权，重视知识产权问题。

参考文献

怀进鹏.(2024-1-30).携手推动数字教育应用、共享与创新——在 2024 世界数字教育大会上的主旨演讲.*中华人民共和国教育部网站*.http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/moe_176/202402/t20240201_1113761.html

杨欣.(2023).基于生成式人工智能的教育转型图景——ChatGPT 究竟对教育意味着什么.*中国电化教育*(5),1-8+14.

杨宗凯、王俊、吴砥和陈旭.(2023).ChatGPT/生成式人工智能对教育的影响探析及应对策略.*华东师范大学学报(教育科学版)*(7),26-35.

Department for Education.(2023a-02-03).*Generative artificial intelligence (AI) and data protection in schools*.https://www.gov.uk/guidance/data-protection-in-schools/generative-artificial-intelligence-ai-and-data-protection-in-schools

Department for Education.(2023b-03-29).*Generative artificial intelligence (AI) in education*.https://www.gov.uk/government/publications/generative-artificial-intelligence-in-education#full-publication-update-history

Department for Education.(2023c-06-14).*Generative artificial intelligence in education call for evidence*.https://www.gov.uk/government/calls-for-evidence/generative-artificial-intelligence-in-education-call-for-evidence

Department for Education.(2024a-01-24).*Generative AI in education: educator and expert views*.https://www.gov.uk/government/publications/generative-ai-in-education-educator-and-expert-views

Department for Education.(2024b-03-14).*Privacy information: artificial intelligence (AI) tools*.https://www.gov.uk/government/publications/privacy-information-artificial-intelligence-ai-tools

Department for Education.(2024c-08-28).*Generative AI in education: user research and technical report*.https://www.gov.uk/government/publications/generative-ai-in-education-user-research-and-technical-report

Department for Education, The Rt Hon Michelle Donelan & The Rt Hon Gillian Keegan.(2023-10-09).*First ever hackathon in education to explore AI*.https://www.gov.uk/government/news/first-ever-hackathon-in-education-to-explore-ai

Department for Science, Innovation and Technology.(2025-01-13). *AI Opportunities Action Plan*.https://www.gov.uk/government/publications/ai-opportunities-action-plan/ai-opportunities-action-plan

Department for Science, Innovation and Technology & Office for Artificial Intelligence.(2023-03-29).*AI regulation: a pro-innovation approach*.https://www.gov.uk/government/publications/ai-regulation-a-pro-innovation-approach

创造性思维在国内外教育领域的研究热点与趋势---基于 Citespace 的可视化分析

Research Hotspots and Trends of Creative Thinking in the Field of Education within the Country and Abroad---Visual analysis based on Citespace

江怡美*，白佳鹭，陈鹏，边欣民
首都师范大学教育学院
1220403058@cnu.edu.cn

【摘要】为深入探究国内外创造性思维在教育领域的研究热点与未来发展趋势，本研究利用 Citespace 对 CNKI 和 WOS 数据库中 2004-2024 年的创造性思维文献进行了可视化分析。结果表明，创造性思维研究正处于稳步发展阶段；国际创造性思维学术共同体相对国内更具系统性和连贯性；国内创造性思维研究的热点主题偏向本质挖掘，国际则更关注教学实践应用；跨学科培养和技术融合教学是创造性思维的研究前沿。基于上述发现，本研究从加强跨学科融合、完善全学段培养体系和深化技术应用与实践等方面提出建议。
【关键词】 创造性思维；教育；可视化分析

Abstract: *In order to explore the research hotspots and future development trends of creative thinking in the field of education within the country and abroad, this study used CiteSpace to visually analyze the literatures of creative thinking from 2004 to 2024 in CNKI and wos databases. The results show that the research on creative thinking is at a steady stage of development; The international academic community of creative thinking is more systematic and coherent than that in China; The hot topics of creative thinking research in China tend to be essence mining, while the international focus is more on the application of teaching practice; Interdisciplinary training and technology integration teaching are the research frontier of creative thinking. Based on the above findings, this study puts forward some suggestions from the aspects of strengthening interdisciplinary integration, improving the whole academic training system and deepening the application and practice of technology.*
Keywords: Creative thinking, Education, Visual Analysis

1.背景

当今时代，全球科技迅猛发展，培养创新人才成为国家的重点趋势。在此背景下，我国高度重视教育、科技与人才的协同发展，习近平总书记在《高举中国特色社会主义伟大旗帜，为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告》中指出："要坚持教育优先发展、科技自立自强、人才引领驱动，全力加快建设教育强国、科技强国、人才强国，坚定不移地为党育人、为国育才，全面提升人才自主培养质量，致力于造就拔尖创新人才。"而创造性思维是创新人才的核心素养，经济合作与发展组织（OECD）发布的《PISA2021 创造性思维框架草案（第三版）》将创造性思维定义为有效地参与想法产生、评价和改进，从而形成原创且有效的解决方案、促使知识提升和想象力有效表达的能力，它以知识和实践为基础，是人类的一种普遍能力(张羽 & 王存宽, 2020)。随着社会对创新人才需求的持续攀升以及教育改革的不断深化，创造性思维培养的相关研究日益丰富多样。然而，当前尚缺乏对创造性思维研究的全面梳理与回顾性的系统分析。在以"创造新思维+教育"为主题的综述性研究中，研究方法多为定性研究，缺少文献计量学视角下的研究。鉴于此，本文通过对国内外教育领域创造性思维研究的文献分析，旨在回答两个研究问题：

1. 近二十年内创造性思维在教育领域的研究热点与趋势是什么？
2. 目前在国内外教育领域的创造性思维研究方面存在哪些共识与差异？

2.研究方法

本研究将 WOS 核心合集和 CNKI 中的 CSSCI 数据库作为主要的数据来源，以（TS=（“creative thinking”OR“innovative thinking”)AND TS=(“education”OR“higher education”OR “primary education” OR "Junior high school" OR "senior high school"））和("创造性思维" OR "创新思维" OR "创意思维") AND ("教育" OR "教学" OR "初等教育" OR "高等教育")为检索词分别进行检索，时间跨度为 2014 年 1 月至 2024 年 12 月，文献纳入标准为：（1）研究内容需要为创造性思维；（2）研究领域为教育方面；（3）文献类型为研究论文或会议论文，经过筛选最终得到国际文献 299 篇和国内文献 217 篇。本研究主要利用 CiteSpace 进行数据的清洗、处理和运算，生成关键词时间线图、关键词共现图谱、关键词聚类图谱、国家（地区）合作关系图。并结合现有文献进行分析梳理，总结创造性思维在教育领域的研究特点。

3.研究现状

3.1 创造性思维研究的主体分析

3.1.1 研究者分析 通过研究者分析可知，国外共有 98 位作者，产生 123 次合作，国内共有 114 位作者，产生 142 次合作。其中，部分作者之间形成了较为紧密的合作网络，如国外的 Horng,Jeou-Shyan 等和国内的白学军、沈德立等作者与其他作者合作较为密切。然而整体来看，仍有较多作者处于相对孤立的状态，彼此之间缺乏直接的合作，这表明研究者之间的合作网络虽有一定规模，但尚未形成高度紧密且广泛覆盖的合作体系，未来研究者之间需进一步加强合作与交流，以促进教育领域创造性思维研究的深入发展和创新突破。

3.2.2 国家分析 通过国家（地区）合作关系图可知，美国、中国（包括中国台湾）节点较大，在教育领域的创造性思维研究中是主要研究力量，美国与中国、澳大利亚等合作密切，德国、英国、西班牙等合作密度高，荷兰、加拿大等学术交流频繁，形成不同研究群体。

3.2 研究热点分析 通过对国际上相关文献中题目与摘要出现的关键词进行共现与聚类（见图 4、图 5），并深入研读与分析，发现国际上围绕创造性思维的研究呈现出以下九大研究热点。

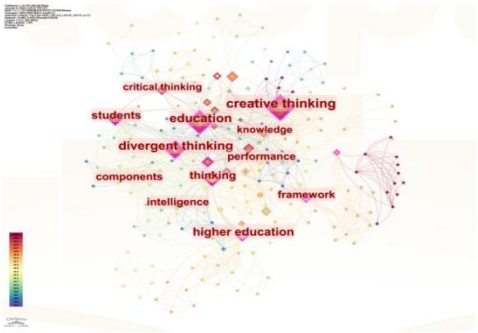


图 1 国外创造性思维研究关键词共现图谱

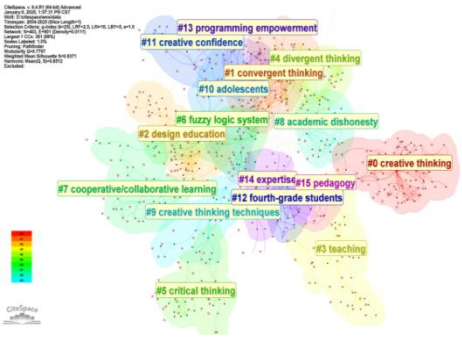


图 2 国外创造性思维文献关键词聚类图

思维模式研究方面，“creative thinking”以及与之相关的“convergent thinking”、“divergent thinking”、“critical thinking” 等关键词，表明国际研究十分注重对各类思维模式的深度探究与综合培养，助力学生从多个角度理解知识，并实现知识的创新性应用。例如，有研究发现创造性思维的流畅性与实验设计思维呈正相关，而实验设计思维中的变量思维和反思思维与创造性思维呈负相关 ，这体现了不同思维模式在科学教育领域中的相互作用，有助于学生更好地理解知识和解决问题（Yang et al., 2022）。

设计教育应用研究方面，“design education” 这一关键词体现了设计教育在创造性思维培养中的关键地位。不少研究表明，通过设计项目，学生在实践中锻炼创造性思维，学会从

不同视角审视问题，进而提升解决问题的能力 。例如，将电影空间作为视觉传播手段，学生在空间设计中能获得更多创意灵感，提升解决实际设计问题的能力（Park & Kim, 2021）。

教学方法探索方面，“teaching”这一关键词反映了研究者对教学方法、策略及过程的高度关注，重点聚焦于如何在教学过程中切实有效地培养学生的创造性思维。例如，将创造性思维教学法应用在高职教育中，能有效提高学生在多媒体材料创作课程中的学习成果，提升学生解决问题和批判性思维的能力（Li et al., 2022）。

学习模式探究方面，“cooperative/collaborative learning”这一关键词强调了合作与协作学习模式对创造性思维发展的积极意义。有实证研究显示，跨学科教学模式下的护理学生团队在创造性思维和团队创造力方面得分显著高于传统教学模式下的学生，这证明了合作学习模式对培养学生创造性思维的积极作用（Liu et al., 2022）。

研究覆盖学段方面，“adolescents”、“fourth - grade students”和“high education”等关键词显示出研究对象覆盖了不同年龄段的学生。针对不同年龄段学生的特点，采用适宜的教学方法，能够更好地促进其创造性思维的发展（Alper & Ulutas, 2022）。

学生心理因素研究方面，“creative confidence”这一关键词表明研究重视学生创造自信的培养，认为自信是激发创造性思维的重要因素。学生的心理因素对创造性思维有着重要影响（Eshet & Margaliot,2022），有效的教学和评估实践能为学生提供更多提升创造性思维的机会，积极的教学环境能够为为创造性思维自我效能感的培养提供有利条件，有助于提升学生创造力（Karunarathne & Calma,2024）。

知识与思维关系研究方面，“expertise”这一关键词表明了专业知识在创造性思维发展中的作用，扎实的专业知识能够为创造性思维提供更多素材，而创造性思维又有助于知识的深化与拓展。例如，有研究在小学科学教育中培养学生创造性问题解决技能，其中学生已有的科学知识基础在运用创造性思维解决问题过程中起到了重要作用，同时创造性思维的锻炼也加深了学生对科学知识的理解和运用（Willemsen et al., 2024）。

教育理论体系构建方面，“pedagogy”这一关键词从教育学的宏观视角，探讨创造性思维培养的教育理论与实践体系。研究者将用于教学、学习和评估批判性和创造性思维的过程性量表与澳大利亚课程学习连续体相结合，构建了全国性创造力测量体系，从教学评价角度完善创造性思维培养的教育理论体系，提供了如何更准确评估学生创造性思维发展，进而调整教学的实践参考（Harris、Coleman & Cook,2023）。

跨学科应用研究方面，“fuzzy logic system” 和 “programming empowerment”等关键词涉及创造性思维在技术领域的应用与培养。计算思维与创造性思维紧密相关，编程过程不仅需要技术知识，也需要创造性思维来解决问题和实现创新，可以通过创造性编程来培养学生计算和创造性思维（Romero et al., 2017）。此外，将模糊逻辑系统应用于艺术创作领域，既为艺术家提供新的创作思路和方法，也能激发艺术专业学生的创造性思维(Ulger, 2016)。

通过对国内相关文献中题目与摘要出现的关键词进行共现与聚类（见图 6、图 7），并深入研读与分析，发现国内围绕创造性思维的研究呈现出以下四大研究热点。

图 3 国内创造性思维研究关键词共现图谱

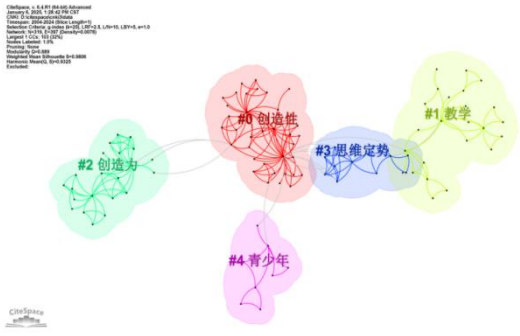


图 4 国内创造性思维文献关键词聚类图

创造性本质探究方面，“创造性”和“创造力”等关键词的出现，表明国内研究十分注重对创造性及创造力本身的内涵、特征、构成等方面的深度探究。例如，胡艺龄等人（2024）基于创造性思维内涵要素解构以及现有理论基础，构建了创造性思维的评价指标框架，明确其构成要素，为理解创造性思维的本质提供了理论和实践层面的支撑。

教学实践创新方面，“教学”这一关键词体现了教学在创造性培养中的关键地位。国内众多研究聚焦于将创造性培养融入教学过程，在教学方法、教学模式、教学环境等方面进行改革与创新。如于晨等人（2024）通过构建实践活动中小组互动话语识别框架和创造性思维水平框架，分析小组互动对创造性思维的影响机制，提出可以通过改变教学模式来激发和提升学生的创造性的观点；还有学者在物理实验教学中，通过开展实验探究，激发学生的学习兴趣与动力，发展学生的创造性思维（张健等，2023）。

思维障碍突破方面，“思维定势”这一关键词体现了国内研究对阻碍创造性发展因素的关注。研究认识到思维定势可能会限制学生的思维拓展和创新能力，进而探索如何帮助学生突破思维定势，培养灵活、开放的思维方式。当前学界对线索在创造性思维中的作用存在分歧，部分原因是线索可能引发思维定势等影响因素（袁欢 & 李楠，2024）。

研究覆盖学段方面，“青少年”这一关键词表明国内研究对象主要集中在青少年群体。这可能是因为青少年时期是个体创造性发展的重要阶段，具有较大的可塑性和发展潜力。有研究者通过考查青少年创造性思维的特点，并探讨其与日常创造性行为的关系，为青少年创造性思维培养策略提供了实证依据（孙鹏等，2014）。

3.3 研究趋势分析

通过国外创造性思维研究时间热点线图(图 8)可发现,在国际研究中,早期(约 2004 - 2010 年），“creative thinking”、“education”、“children”等关键词较为突出，表明研究重点关注创造性思维在教育领域的基础应用，尤其重视儿童群体的创造性思维培养。同时，“divergent thinking”、“convergent thinking”等思维方式也受到关注，体现了对创造性思维构成要素的研究热度。2010 - 2015 年，“design education”、“ability”、“behavior”等成为研究热点，显示出国际研究开始注重通过设计教育等方式提升学生的创造性思维能力，并关注创造性思维与学生行为表现之间的关系。此外，“higher education”的出现，说明研究学段逐渐扩展到高等教育阶段。2015 - 2020 年，“creative problem solving”、“computational thinking”、“collaboration”等关键词受到关注，反映出国际研究更加注重创造性思维在实际问题解决中的应用，以及计算思维等新兴思维方式与创造性思维的融合，同时强调协作学习在培养创造性思维中的重要性。2020 年之后，“creative confidence”、“programming empowerment”等成为新的研究热点，表明国际研究进一步关注学生创造自信的培养，以及编程等技术手段对创造性思维的促进作用，呈现出跨学科、技术融合的研究趋势。

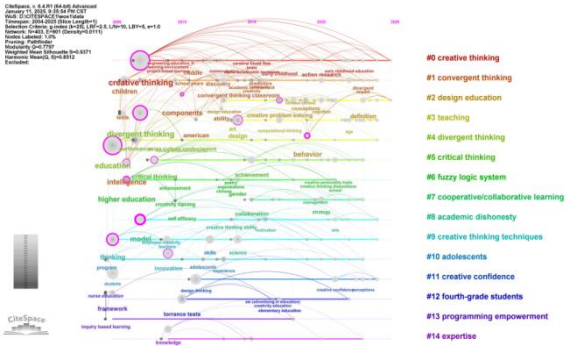


图 5 国外创造性思维研究时间热点线图

通过国内创造性思维研究时间热点线图（图 9）可发现，国内研究早期（约 2004 - 2010 年），“创造性”、“创造力”、“教学” 等是主要关注点，反映出国内学者对创造性及创造力本身内涵、特征的深入探究，以及教学在创造性培养中的关键作用，旨在为创造性思维培养奠定理论基础并探索教学实践方法。2010 - 2015 年，“发散思维”、“思维方式”、“中

学生” 等成为研究热点，说明国内研究开始重视发散思维等具体思维方式对创造性的影响，并将研究对象拓展到中学生群体，关注不同学段学生创造性思维的培养特点与方法。2015 - 2020 年，“创新思维”、“思维导图”、“思维定势” 等受到关注，体现了国内研究对创新思维的进一步探索，以及思维导图等工具在培养创造性思维中的应用，同时意识到思维定势对创造性发展的阻碍，开始研究如何突破思维定势。2020 年之后，“青少年”、“培养”、“教学” 等关键词持续受到关注，且热度不减，表明国内研究依然聚焦于青少年这一关键群体的创造性思维培养，同时不断探索更有效的培养途径和教学方法，以促进青少年创造性思维的发展和提升。

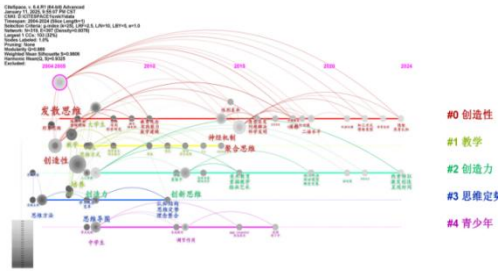


图 6 国内创造性思维研究时间热点线图

4.研究总结与展望

4.1 研究总结

4.1.1 国内外创造性思维研究异同比较 根据国内外创造性思维研究差异比较表（表 1）可知，在学科内容上，国际研究注重创造性思维与多种学科的融合，关注创造性思维在不同学科领域的渗透与应用，强调知识的综合运用与创新；国内研究则更侧重于对创造性及创造力本身概念的剖析，深入探究其内涵、特征与构成等基础理论。在研究的学段上，国际研究对象学段分布广泛，小学、中学和高等教育阶段均有所关注；国内研究则聚焦于中小学，学段集中性较强。在技术应用上，国际研究涉及创造性思维在技术领域的应用与培养，反映出较强的跨学科研究趋势，且在合作与协作学习模式中，可能更多借助技术手段促进学生交流与互动；国内研究虽也关注技术融入教学，但在技术应用的创新性和跨学科融合度上与国际研究存在一定差距，更多是将技术作为辅助教学的工具，如利用技术增加教学的直观性等。

然而，国内外研究均重视教学在创造性思维培养中的重要作用，都意识到学生是创造性思维培养的主体，关注教学方法、策略及过程的优化，并在一定程度上注重对学生思维能力的培养与提升。

表 1 国内外研究差异比较表

	差异比较		相同之处
	学科领域	研究学段	
国际研究	创造性思维与多学科融合及在技术等领域的应用	小学、中学和高等教育均有覆盖	重视教学作用、关注学生主体及思维能力的培养
国内研究	创新性思维的概念剖析、科学教育等，跨学科融合度稍弱	聚焦于中小学	

4.1.2 创造性思维研究主题的变化趋势 近二十年来，创造性思维的研究主题呈现出不断演变的趋势，研究范畴持续拓展，研究深度逐步加深。

早期，研究主要围绕创造性思维在教育领域的基础应用展开，着重探究创造性及创造力的内涵与特征，关注儿童群体的创造性思维培养，并为后续研究奠定理论根基。同时，对创造性思维的构成要素，如发散思维、聚合思维等也进行了探讨。

随后，研究开始重视通过特定教育方式，如设计教育等提升学生的创造性思维能力，关注其与学生行为表现的关联，研究对象也从儿童扩展到中学生等群体，关注不同学段的培养特点与方法。此外，还聚焦于具体思维方式对创造性的影响，以及创新思维的探索。
近年来，研究愈发注重创造性思维在实际问题解决中的应用，强调新兴思维方式如计算思维与创造性思维的融合，以及协作学习的重要性。同时，意识到思维定势对创造性发展的阻碍并探索突破方法。另外，研究开始关注学生创造自信的培养，以及编程、人工智能等技术手段对创造性思维的促进作用，呈现出跨学科、技术融合的发展态势，且更加关注青少年这一关键群体，不断探索更有效的培养途径和教学方法。

4.2 未来展望

4.2.1 强化跨学科融合深度与广度 尽管当前国内外研究均涉及创造性思维与学科融合，但深度和广度有待拓展，还需深入挖掘各学科与创造性思维培养的内在联系，构建跨学科知识体系，开发融合课程。

未来可从多学科知识融合的趣味性入手，展示不同学科碰撞所产生的奇妙成果，结合多学科案例分析任务清单，并组织跨学科专家、师生间的互动交流，以此激发学生对跨学科融合的兴趣，帮助他们建立起与跨学科知识的初步联系。例如，Romero 等人（2017）将计算思维培养融入其中，学生在运用编程知识解决创意问题的过程中，实现了计算机科学与创意设计的跨学科学习。Wilson 等人（2021）实施的跨学科 STEAM 课程，涵盖科学、技术、工程、艺术和数学多学科知识，通过主题式学习提升了学生的批判性和创造性思维，有力地证明了跨学科融合在培养学生思维方面的显著成效。

4.2.2 完善全学段创造性思维培养体系 研究发现在创造性表现的自我评估中存在不同的聚类群体，且这些群体在整个样本中均有分布，其分布情况随年龄增长而发生变化，因此在推动创造性思维发展的进程中，促进全学段培养体系建设显得尤为重要(Urban & Urban, 2021)。

对于学龄前阶段的儿童，由于他们在创造性表现方面既不熟练又缺乏自我认知，教育工作者应采用趣味性强、直观且互动性高的教学方式。例如，在幼儿园课程中设置大量基于游戏的活动，像创意拼图、故事创编游戏等，让儿童在轻松愉快的氛围中初步接触创造性思维，同时引导他们对自己的创意成果进行简单描述与评价，逐步建立起对自身创造性表现的认知（Alper & Ulutas,2022）。对于高中阶段的学生，鉴于他们在知识储备和思维能力上的进一步提升，学校可以开设更多具有挑战性的跨学科项目，例如组织学生参与模拟城市规划项目。在成年早期的大学教育阶段，除了开展专业性更强的学术研究项目和实践活动外，还应注重培养学生的批判性思维和自主创新能力。

4.2.3 增强创新技术应用与实践 研究指出随着经济社会发展及技术进步，传统艺术设计教学难以满足社会对综合性设计艺术人才的需求，而以虚拟现实技术为基础的沉浸式虚拟现实互动科技在艺术设计教学实践中应用，可激发学生创作灵感，打开其创造性思维(Ruan, 2022)。

教育机构可以引入虚拟现实、人工智能、大数据等先进技术，打造创新实践平台。教师则在课堂中运用虚拟现实技术，为学生创造沉浸式的学习环境，使他们仿佛置身于各类场景之中，全方位激发学生的感官体验，从而拓展思维的广度与深度。以历史学科教学为例，学生借助虚拟现实设备，可身临其境地感受古代文明的繁荣、战争的残酷等，由此引发对历史事件的独特思考，提出创新性的见解。

参考文献

胡艺龄，陈彦君，吴忭，聂静，王敏红. (2024). STEM 课堂中创造性思维评价体系的构建与应用。远程教育杂志，42 (04), 87 - 93.

孙鹏，邹泓，杜瑶琳. (2014). 青少年创造性思维的特点及其对日常创造性行为的影响：人格的中介作用。心理发展与教育，30 (04), 355-362.

于晨，余瑾，占小红. (2024). 实践活动中小组互动对创造性思维的影响研究。化学教学，(09), 20 - 26.
袁欢，李楠. (2024). 激发灵感还是限制思维？线索作用于创造性思维的影响因素及认知机制。心理科学，47 (05), 1096 - 1102.
张健，李春密. (2023). 促进创造性思维发展的物理实验教学策略与实践。物理教学，45 (09), 7 - 11.
张羽，王存宽.（2020）.PISA2021 创造性思维测试述评。比较教育研究 42 (1), 19 - 25.
Alper, I. T., & Ulutas, I. (2022). The impact of creative movement program on the creativity of 5 - 6-year-olds. Thinking Skills and Creativity, 46, 101136.
Eshet, Y., & Margaliot, A. (2022). Does creative thinking contribute to the academic integrity of education students? Frontiers in Psychology, 13, 925195.
Harris, D., Coleman, K., & Cook, P. J. (2023). Radical rubrics: implementing the critical and creative thinking general capability through an ecological approach. Australian Educational Researcher, 50(3), 729 - 745.
Karunarathne, W., & Calma, A. (2024). Assessing creative thinking skills in higher education: deficits and improvements. Studies in Higher Education, 49(1), 157 - 177.
Li, X. Z., Chen, C. C., & Kang, X. (2022). Research on the cultivation of sustainable development ability of higher vocational students by creative thinking teaching method. Frontiers in Psychology, 13, 979913.
Liu, H. Y., Hsu, D. Y., Han, H. M., Wang, T., Chen, N. H., Han, C. Y., Wu, S. M., Chen, S. F., & Huang, D. H. (2022). Effectiveness of Interdisciplinary Teaching on Creativity: A Quasi-Experimental Study. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(10), 5875.
Park, E. J., & Kim, M. J. (2021). Visual Communication for Students' Creative Thinking in the Design Studio: Translating Filmic Spaces into Spatial Design. Buildings, 11(3), 91.
Pinkow, F. (2023). Creative cognition: A multidisciplinary and integrative framework of creative thinking. CREATIVITY AND INNOVATION MANAGEMENT, 32(3), 472 - 492.
Romero, M., Lepage, A., & Lille, B. (2017). Computational thinking development through creative programming in higher education. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 14(42).
Ruan, Y. (2022). Application of immersive virtual reality interactive technology in art design teaching. Computational Intelligence and Neuroscience, 5987191.
Urban, M., & Urban, K. (2021). Unskilled but aware of it? Cluster analysis of creative metacognition from preschool age to early adulthood. JOURNAL OF CREATIVE BEHAVIOR, 55(4), 937 - 945.
Willemsen, R. H., de Vink, I. C., Kroesbergen, E. H., & Lazonder, A. W. (2024). Strengthening Creative Problem-Solving within Upper - Elementary Science Education. Journal of Creative Behavior.
Wilson, H. E., Song, H., Johnson, J., Presley, L., & Olson, K. (2021). Effects of transdisciplinary STEAM lessons on student critical and creative thinking. Journal of Educational

基于在线协同学习平台的自动化小组学习投入分析

Analysis of Automated Group Learning Engagement Based on Online Collaborative Learning Platform

严欣欣[1*]，徐婧怡[2]
[1,2]浙江工业大学
[*]2831627650@qq.com

【摘要】 随着教育数字化转型的推进，本研究结合 AIGC 技术和 CSCL 情境，探讨基于在线协同学习平台的自动化小组学习投入分析模型。该模型评估学习者在认知、行为和社会互动层面的投入，提供个性化反馈和实时分析。通过处理在线协作平台的数据，我们构建了基于“新三维目标”理论框架的多维度学习投入分析系统，旨在提高在线学习质量和促进学生全面发展。实验结果显示，使用该系统后，小组成员间的沟通更加高效，学习投入显著增加，协作效率明显提升。研究成果为优化在线协作学习提供了新方法和技术支持。
【关键词】 在线协同学习；学习投入分析；自动化系统；人工智能；新三维目标

Abstract: *In response to the digital transformation of education, this study integrates artificial intelligence-generated content (AIGC) and computer-supported collaborative learning (CSCL) to explore an automated group learning engagement analysis model. The model evaluates learners' cognitive, behavioral, and social interaction involvement, providing personalized feedback and real-time analysis. By analyzing data from online collaboration platforms, we constructed a multidimensional learning engagement system based on the "new three-dimensional goals" framework to enhance online learning quality and student development. Experimental results show improved communication, increased learning engagement, and higher collaborative efficiency among group members. This research offers new methods and technical support for optimizing online collaborative learning.*
Keywords: online collaborative learning; learning engagement analysis; automated system; artificial intelligence; new three-dimensional goals

1.引言

随着信息化时代的到来，教育数字化转型已成为不可阻挡的趋势。党的二十大报告明确提出：“推进教育数字化，建设全民终身学习的学习型社会、学习型大国。”这标志着技术角色正在从传统的辅助手段转变为信息化时代下的多元化工具。传统面对面授课模式已难以满足现代教育需求，在线协作平台和多媒体教学软件等现代教育技术的融入成为必然。

在此背景下，学习投入分析作为优化在线协作学习模式的重要支撑工具，其重要性日益凸显。在线协作学习不仅跨越了时间和空间的限制，还通过大数据分析提供了精准的教学反馈。学习投入分析利用系统科学和社会网络理论，动态捕捉和深度挖掘个体的行为、情感及认知状态，准确描绘学习者的投入情况及其变化规律。教育工作者据此洞察学习者的参与程度，调整教学策略，从而提高教学效果。

此外，“新三维目标”的构建——即大观念、新能力和新知识，为提升在线学习质量提供了新的视角。这一框架强调从多模态角度分析群体感知与投入，通过多个维度衡量学习者的学习质量，促进学生的全面发展。综上所述，本研究旨在探讨基于在线协同学习平台的自动化小组学习投入分析，以期为优化在线教育提供有效支持。

2.文献综述

在协作学习中，学习投入是衡量协作讨论效果的重要指标。研究表明，在 CSCL 环境下，高水平的学习投入不仅能够保持学生参与在线学习活动的积极性和动机，而且是取得良好学习效果的关键因素（PaceCR,1982;Li&Baker,2018）。研究还发现，学习投入与学习成就呈正相关，并且对学生的成长、成才具有重要促进作用（李新,李艳燕, 2021）。Fredricks 等人（2004）指出，学习投入反映了学生在学习过程中的卷入程度，是评估学生学习能力和课堂教育质量的重要尺度。

尽管已有大量研究探讨了学习投入对教学效果的影响，但目前对于具体、多功能、能够及时反馈的小组学习投入分析系统的研究仍然不足。以往的研究主要集中在个体学习投入的认知、情感和社会交互方面，而对于 CSCL 情境下群体学习投入的理解有限（尹睿,徐欢云,2017）。此外，传统研究方法如问卷调查和结构方程模型虽然有助于理解不同投入类型之间的关系，但在提供即时反馈方面存在局限性（刘繁华,易锡添,2021）。现有研究未能充分解决不清晰的学习投入情况对小组学习成果评估的影响（冯思怡等, 2023）。因此，基于在线协同平台的自动化小组学习投入分析成为亟待探索的领域。

本研究旨在通过整合人工智能生成内容（AIGC）技术和计算机支持的协作学习（CSCL）环境，构建一个创新的自动化小组学习投入分析工具。该工具将充分利用在线协同学习平台所收集的数据集和评价模型，为提高在线教育质量和个性化学习体验提供有效支持。特别地，本研究致力于解决当前研究中存在的不足，即缺乏对 CSCL 情境下群体学习投入的深入理解和即时反馈机制，从而推动教育领域对在线协同学习的研究。

3. 理论框架和方法论

3.1. 文献背景调查

为启动项目，需系统回顾过去十年教育技术领域学术文献。调研分三步：①初步扫描前沿文章，用 Citespace 进行关键词聚类和多维尺度分析，找出研究热点；②在中国知网等数据库深度检索，阅读高影响力论文和硕博论文；③在 ScienceDirect、Springer 等外文数据库精选国外优质成果。调研发现，多数在线协作平台未深入分析小组协作学习数据，或仅浅层处理文本数据，忽视更广视角。项目团队提出多模态、多维度评估方法，纳入视频音频数据，增强分析全面性和准确性，提升研究实用价值。

3.2. 市场分析

国内已广泛具有大量具备在线协作学习功能的学习平台，为此，项目组特意搜集并整合了几个使用广泛、享有较高知名度的此类平台，评估它们在学习投入分析功能方面的具体情况。

表 1 已有的在线协作学习平台的学习投入分析功能情况

名称	认知投入分析	行为投入分析	社会投入分析
腾讯课堂	N	L	N
网易云课堂	N	L	N
MOOC	L	L	Y
学习通	L	Y	L

其中 N（No）表示无，L（Limit）表示有但分析方面或内容有限，Y（Yes）表示分析和建议较为全面。

虽然这些平台大多拥有美观的界面和相关课程学习情况的数据分析，但对于学习者的认知情况、学习者之间的社会投入情况以及多模态的数据采集与分析尚有所欠缺，并缺少直观的可视化图表供学习者参考，仍存在潜在的用户痛点和市场缺口。

3.3. 问卷调研

本问卷旨在探究在校学生对传统协作学习方式的满意度以及对自动化小组学习投入分析和评价工具的接受度。基于问卷调查法，问卷设计参考艾伦·巴比的《社会研究方法》，通过问卷星平台回收有效问卷 46 份（有效率 92%）。

调研结果显示，学校、专业、年级等因素并不影响学生对小组学习投入分析重要性的认知以及使用相关工具提升小组协作水平的意愿。数据表明，18%的课堂上老师总是组织小组协作，46%的课堂上老师经常会开展小组协作，而 70%的学生倾向于通过线上讨论来完成小组协作任务，这反映出在线小组协作学习已成为现代教学不可或缺的一部分。然而，在传统的协作学习模式中，学生对团队的满意度仅为 3.12 分（5 分量表），这一低分揭示了小组学习中存在的成员积极性不高、配合度差等问题。此外，团队成员对小组协作学习投入情况进行分析与改进的频率为 2.89 分，教师对小组协作进行介入的频率为 2.68 分，均显示出在专业分析与指导方面的明显不足。

研究同时发现了启示性的认知-行为悖论：受访者对实时分析学习投入的必要性给予 4.15 分的高度认可（标准差 0.63），对基于在线协作平台的智能分析工具提升协作效能的接受度均值达 3.98 分（标准差 0.71）。这种高认知水平与低实施现状之间的显著落差，凸显出智能化教育技术支持系统的发展必要性。数据进一步验证，87%的受访者认同自动化分析工具可有效提升任务分配合理性，79%期待通过可视化分析报告优化协作策略，这充分表明了学生对于此类工具的迫切需求，为开发和应用自动化小组学习投入分析工具提供了有力的实证支持，也突显了其在提升教育质量和学习效果方面的潜在价值。

3.4. ICAP 认知投入分类框架

ICAP 认知投入分类框架由 Chi 等人（2001）提出，用于描述和分析学习者在参与学习活动时的认知投入程度。该框架定义了四种不同的认知投入水平：被动（Passive, P），指学习者不参与讨论；主动（Active, A），指学习者积极主动地参与在线讨论；建构（Constructive, C），指学习者基于已有资料产生新想法；互动（Interactive, I），指两个及以上学习者通过对话协作学习。浅层次认知加工对应被动和主动学习，而深层次认知加工则对应建构和互动学习。在基于在线协同学习平台的自动化小组学习投入分析中，本研究依据 ICAP 框架对学生的学习认知投入进行划分，并结合具体讨论文本数据进行编码（见表 2），以分析不同学习者在小组协作中的具体认知投入情况。

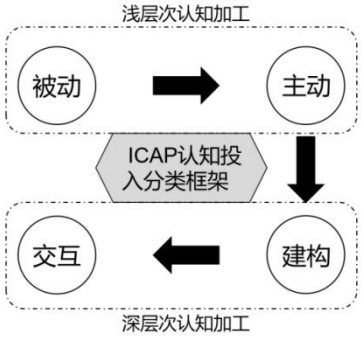


图 1 ICAP 认知投入分类框架

表 2 基于 ICAP 框架的协作学习认知投入分析编码表

阶段	分类	定义	编码
被动	接受	学习者不参与和话题相关的讨论	1a
主动	重复	学习者使用所提供的书面材料或课程学习内容	2a
	解释	用自己的语言陈述事实、概念等来解释自己的观点	2b
	总结	对学习者所提出来的观点进行综合分析	2c
建构	提问	基于自己的认知提出一个新颖的问题或提出自己的困惑	3a

	创造	学习者根据学习材料获取的知识结合已有的认知结构进而创造出的属于自己的新知识	3b
	澄清	针对之前的观点进行进一步的解释	3c
	冲突	学习者指出与其他人观点的不同之处	3d
交互	支持	对他人的观点表示赞同	4a
	建立共识	学习者在接收到他人的建议或不同观点后，重新审视自我观点，并通过意义协商，进行知识建构	4b
	辩护	学习者基于自己的论点与他人辩论，并辩护自己的观点	4c

3.5. 构建关键新三维 CSCL 学习投入模型

在本项目中，我们结合“新三维目标”理论框架，对小组在在线协作学习（CSCL）环境中的学习投入程度进行全面评价。该模型由认知投入、行为投入、社会投入三个维度组成，以更全面地理解小组协作学习的学习过程和效果。

在这“新知识”这一维度上，我们将关注学习者对学习任务的认知投入程度，以及他们在学习过程中所投入的精力和注意力。在模型构建过程中我们将从注释讨论、文本内容、文本长度、文本质量等方面进行分析。同时，在认知投入部分我们将结合 ICAP 认知投入理论，对学习者的文本信息进行编码，实现认知类型的分类。新能力方面，我们将分析学习者的学习行为投入，如注释频率、讨论频率等，以及他们在学习活动中的参与度和活跃程度。大观念主要指社会投入，该方面主要体现群体在学习社区中的社会互动程度和团队合作能力。我们将关注群体成员之间的协作关系、点赞次数（认可度）、回复条数与参与回复的频率、作业互评，以及他们在团队合作中发挥的作用和贡献度。

表 3 多模态视域下的群体感知类型与数据指标

感知类型	学习投入类型	感知信息	指标	可视化方式
认知感知	认知投入	注释文本、讨论文本、会话文本、文本长度等	知识水平、知识结构性、观点新颖性、观点贴题性、观点认可度	统计可视化（圆环图、折线图、雷达图、条形） 文本可视化（标签、词云、列表） 关联关系可视化（网络图、二维坐标图、概念）
行为感知	行为投入	发贴数量、回贴数量、注释频率、任务分配、摄像头获取的学习者面部特征、语音语调	贡献度、专注度、参与度、角色定位、参与行为	统计可视化（条形图、占比图、饼图、环形） 文本可视化（参与情况列表） 关联关系可视化(网络图)
社会感知	社会投入	点赞次数、被回帖数量、回帖频率、作业互评	社会交互关系、影响力、认可度、合作性、可靠性、群体凝聚力、在线情况	统计可视化（条形图、雷达图、散点图、数字） 关联关系可视化（交互关系图、社会网络图）

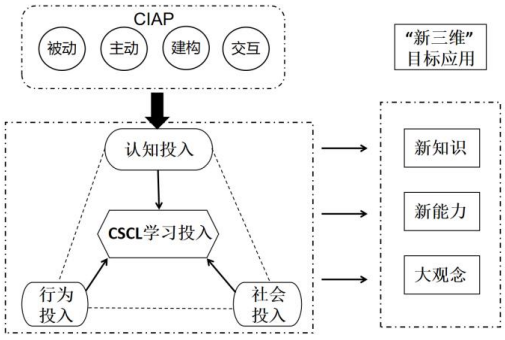


图 2 新三维 CSCL 学习投入分析模型

3.6. 数据集收集与构建

本项目聚焦多模态数据集的构建与验证，旨在支持学习投入度分析与模型训练。研究团队采集了某教学班级 10 个小组的在线协作学习数据（含文本/图片等多模态形式），经系统清洗、标注与整合后形成结构化 Excel 数据集。为确保分析效度，采用双人背对背编码机制：第一阶段通过深度研讨统一编码框架，明确维度定义、一致性检验标准及误差处理方法；第二阶段随机抽取 20%样本进行独立编码，经比对后协商解决差异部分，达成共识后继续完成剩余 80%数据的标注工作。双盲编码流程显著提升了数据标注的客观性与可靠性，为后续学习行为分析与模型训练奠定了高质量数据基础。

4.研究结果

4.1. 基于 ICAP 的认知投入分析

依据表 2 所划分的类别，项目组成员对学习者参与在线协同学习活动时产生的交互内容进行编码，共得到 726 条有效的数据记录，如表 4 所示。在这些数据中，被动维度的数据量为 265 条，占总数的 36.5%；主动维度的数据量为 261 条，占比 35.9%；建构维度的数据量为 135 条，占 18.5%；而交互维度的数据量最少，为 65 条，占比 8.9%。

通过分析这些在线协作学习平台上的数据，我们观察到学习者的观点主要集中在被动和主动两个维度，达到建构维度的人数不多，而能够达到交互维度的学习者更是寥寥无几。从表格数据可以看出，第一组和第三组在认知投入方面的表现显著优于其他组别，而交互维度表现较好的仅有前三个小组，其余五个小组在交互维度上的表现较低，甚至有的小组完全没有达到交互维度。特别地，第一组的学习者在交互数据上表现得最为活跃，他们在主动、建构和交互三个维度上均有显著表现，这表明他们在学习过程中进行了有效的交流、协商，并能够达成共识。

表 4 在线协作学习中各组认知投入统计表

	被动	主动	建构	交互
第一组	38	25	36	20
第二组	26	38	4	16
第三组	10	67	33	12
第四组	15	9	6	2
第五组	31	37	14	8
第六组	8	10	6	2
第七组	25	19	6	0
第八组	39	23	3	0
第九组	43	18	6	0
第十组	30	15	21	5
总计	265	261	135	65

4.2. 基于“新三维”理论的多维学习投入分析

根据图 2 的新三维 CSCL 学习投入分析模型，项目组利用简单的可视化学习投入分析算法，对各组的三维（认知、行为和社会）学习投入进行分析，并提供各个学习者在协作学习中各方面的学习投入情况可视化图表，以及个性化学习建议（如表 5）。项目组以第一组为例，分析第一组在协作学习过程中的学习投入情况（图 3-5）。

通过分析各方面的学习投入情况的可视化图表，我们观察到学习者的被动认知投入整体上处于较高水平，而在建构和交互认知投入方面比较匮乏。学生 wcl 在各方面都表现出较高的投入，特别是在认知和行为方面；lx 在认知和行为方面也表现出一定优势；学生 dj 在社会投入方面表现较好。图 5 展示了每个学生在不同学习投入中的占比。从图中可以看出，大多数学习者在认知投入中的占比均远高于行为投入和社交投入的占比。相比之下，学习者在行为和社交方面的投入较小。这种现象可能会影响学习者的全面发展，需要学习者及时对自身的学习投入情况进行调节，这也可能和我们的模型设计有关。

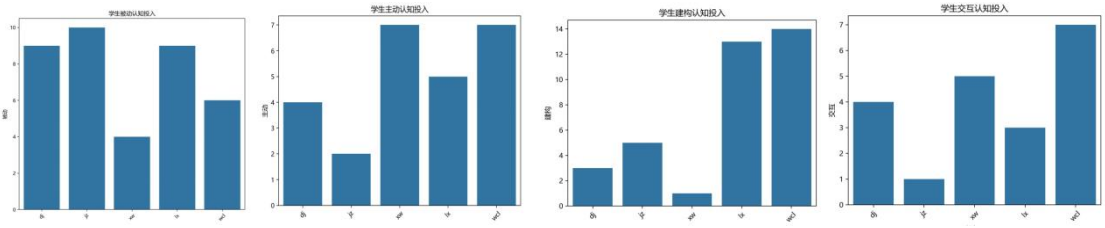


图 3 基于 ICAP 的认知投入分析条形图

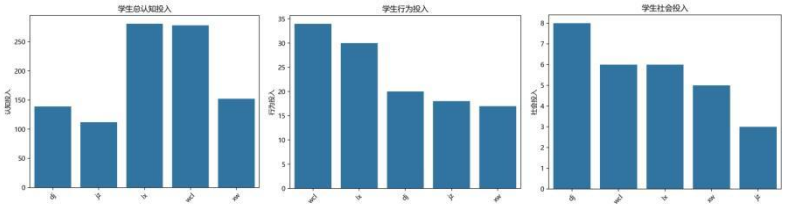


图 4 基于“新三维”理论的学习投入分析条形图

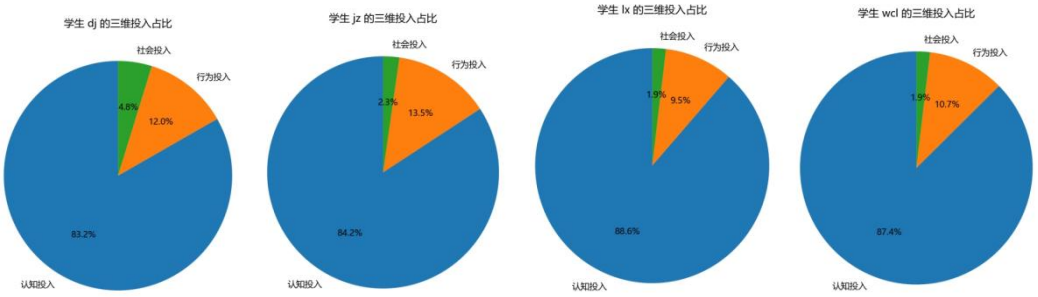


图 5 个性化学习投入分析饼图

表 5 个性化学习投入分析报告

学生 ID	基于 ICAP 的认知投入	基于“新三维”理论的学习投入	个性化分析
dj	被动认知投入：9 主动认知投入：4 建构认知投入：3 交互认知投入：4	认知投入：139 行为投入：20 社会投入：8	①你可以增加对学习内容的思考和讨论参与度以提高认知投入。 ②你可以更积极地参与小组活动以增强行为投入。 ③你与小组成员交流密切，并具有一定的影响度和认可度，请保持！

jz	被动认知投入：10	认知投入：112	①你可以增加对学习内容的思考和讨论参与度以提高认知投入。
	主动认知投入：2	行为投入：18	②你可以更积极地参与小组活动以增强行为投入。
	建构认知投入：5	社会投入：3	③你可以多鼓励和支持同伴，加强与小组成员的交流以加强社会投入。
	交互认知投入：1		
lx	被动认知投入：9	认知投入：281	①你有对学习内容的深刻思考和认知，并积极提出自己的想法，请保持！
	主动认知投入：5	行为投入：30	②你积极地参与到小组协作中，具有一定的贡献度和参与度，请保持！
	建构认知投入：13	社会投入：6	③你与小组成员交流密切，并具有一定的影响度和认可度，请保持！
	交互认知投入：3		
wcl	被动认知投入：6	认知投入：278	①你有对学习内容的深刻思考和认知，并积极提出自己的想法，请保持！
	主动认知投入：7	行为投入：34	②你积极地参与到小组协作中，具有一定的贡献度和参与度，请保持！
	建构认知投入：14	社会投入：6	③你与小组成员交流密切，并具有一定的影响度和认可度，请保持！
	交互认知投入：7		

5.不同教育场景下的普适性分析

基于“新三维目标”框架的模型设计，本研究从理论层面探讨其在不同教育场景中的适配性。在高等教育中，科研项目中的协作学习常需深度认知投入（如批判性提问、创新观点生成）与社会协商能力。模型通过动态捕捉文本交互中的高阶认知行为（如 ICAP 框架中的“建构”与“交互”维度），可为导师提供结构化反馈，辅助识别“沉默参与者”与“知识建构者”，与现有文献中“角色差异化干预”需求一致（刘繁华等, 2021）。

针对职业教育的实践导向特征，模型对行为投入（如任务完成时效性）与认知投入（如问题解决策略）的量化分析，可匹配职业技能培训中对“过程性评价”的强需求。例如，通过监测学员讨论中的“被动认知”比例，预警实践能力薄弱风险，与职业教育的“能力本位”目标形成理论呼应。在 K-12 教育中，模型对社会投入（如协作频率、互惠性反馈）的敏感性，可支持教师识别社交退缩学生，并通过个性化激励促进其参与。此设计契合青少年社会情感能力培养目标（尹睿等, 2017），且与跨文化协作中“包容性互动”研究形成逻辑关联。未来研究需通过跨场景实证进一步验证理论假设，但当前模型的多维度架构与动态分析机制，已为教育场景适配提供了可扩展的理论基础。

6.结论与展望

本项目创新性地结合了深度学习与教育心理学理论，构建自动化小组学习投入分析系统，有效解决了在线小组协作学习中个性化反馈和教师指导不足的问题，从而提高协作水平与学习绩效；为学习者提供了即时、个性化的反馈，促进了社会共享式学习。对于教师而言，这不仅简化了教学管理流程，还为制定针对性的教学策略提供了科学依据。项目利用了 ICAP 认知投入分类模型和多维度学习投入模型来处理在线协作学习平台收集的数据，对小组成员的认知参与、行为参与和情感参与进行了自动分类，从而构建了一个自动化小组学习投入分析和评价模型。此外，项目还运用了 matplotlib 可视化技术，将收集到的数据转换成直观的图表，为教师和学生提供了清晰的学习投入分析报告，有助于他们根据报告及时调整教学和学习策略。然而，由于开发能力与技术支持等方面的限制，本项目仍停留在理论研究阶段，只设计出了一段简单的运行代码，没有开展 Web、UI 等前端设计，未能开发出一款成熟、可投入使用的自动化学习投入分析系统。未来，我们将进一步优化系统算法，引入面部、语音识别等模块，构建多模态数据集，扩大数据样本，以适应更多样化的学习场景，并考虑将其推广至更多教育机构，以期产生更广泛的社会效益。

致谢

本项目受“浙江工业大学校级大学生创新创业大赛(项目编号:2024059)”资助。

参考文献

冯思怡, 苏秋燕, 姚淑梅. (2023). 基于 CiteSpace 的在线学习投入研究可视化分析. 现代信息科技(06), 181-185. doi:10.19850/j.cnki.2096-4706.2023.06.045.

刘繁华, 易锡添. (2021). 在线学习投入的分析模型构建及应用研究. 电化教育研究, 42(9), 69-75.

李新, 李艳燕. (2021). 基于系统性文献综述的国外学习投入实证研究分析. 现代远程教育研究, 33(2), 12.

尹睿, 徐欢云. (2017). 在线学习投入结构模型构建——基于结构方程模型的实证分析. 开放教育研究, 23(4), 11.

Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: potential of the concept, state of the evidence. Review of Educational Research, 74(1), 59-109.

Pace, C. R. (1982). Achievement and the quality of student effort. Academic Achievement, 40.

Qiujie, L., & Rachel, B. (2018). The different relationships between engagement and outcomes across participant subgroups in massive open online courses. Computers & Education, 127, S0360131518302094-.

球型视频虚拟现实（SVVR）赋能语文情感教育的探索性研究

Spherical Video-Based Virtual Reality (SVVR) Empowers an Exploratory Study on Language Emotion Education

甘鑫裕[1]，张慕华[1*]
[1]首都师范大学初等教育学院
*zhangmuhua@cnu.edu.cn

【摘要】 在小学语文教育中，情感教育对于培养个体健全的人格、促进心理健康、增强社会适应能力和人际关系处理能力具有至关重要的作用。然而，相对于认知教育，情感教育处于弱化地位，并且教师缺乏有效的情感激发手段。本研究旨在探讨虚拟现实（VR）技术融入语文教育的可行性和有效性。这是一项前瞻性研究，采用前后测设计。结果显示，学生对 VR 技术在语文学习中的应用表现出极高的使用意愿，他们渴望在未来的语文学习中继续利用 VR 技术。此外，VR 能够增强学生的情感体验，使学习者在使用 VR 学习语文时，激活他们的情感状态，丰富他们的情感表达。
【关键词】 虚拟现实；使用意愿；情感体验；情感教育

Abstract: *In primary school Chinese education, emotional education plays a vital role in cultivating a healthy personality, promoting mental health, and enhancing social adaptability and interpersonal relationship handling ability. However, compared with cognitive education, emotional education is in a weakened position, and teachers lack effective means of emotional stimulation. This study aims to explore the feasibility and effectiveness of virtual reality (VR) technology in language education. This is a prospective study with a pre- and post-test design. The results showed that the students showed a high willingness to use VR technology in language learning, and they were eager to continue to use VR technology in their future language learning. In addition, VR can enhance students' emotional experience, so that learners can activate their emotional state and enrich their emotional expression when using VR to learn Chinese.*
Keywords: Virtual Reality, Usage Intention, Emotional Experience, Emotional Education

1. 引言

《义务教育语文课程标准（2022 年版）》指出，情感教育是培养学生健全人格和良好个性品质的重要途经，语文课程应关注学生的情感体验和情感态度培养。当前教育背景下，教师更关注学生的认知教育，缺乏情感教学手段，忽视了情感教育的重要性。据相关研究表明，VR 通过产生动机和同理心机制，有效和自然地唤起情感，这使得其成为研究情感的有效范式(Somarathna et al., 2023)。VR 是一种模拟现实世界的新兴技术，可以让学生在模拟环境中沉浸式学习，进而增强学生的认识、情感和心理运动技能，增加动力，并促进学业成绩(Akgün & Atici, 2022)。然而，由于实施成本高、技术障碍高且现实性可能较低，使得在教育环境中使用传统的基于 3D 建模的 VR 具有挑战性。基于球形视频的虚拟现实（Spherical Video-based Virtual Reality, SVVR）作为一种 VR，具有沉浸感强、价格低廉、易于创建和易于访问等特点，被推广为 VR 的替代方案,使用的是 EduVenture VR 开发的 SVVR 学习系统(Geng et al., 2021)。近年来，VR 的使用在心理学研究逐渐增长，已证实 VR 是一种合适的情感激发媒介(Somarathna et al., 2023)。但在教育领域中，将 VR 作为一种情感激发媒介的研究却不多见。鉴于此，本研究将 VR 技术融入语文教学实践，致力于探究其在激发学生情感方面的可行性和实际成效。因此，本研究提出以下问题：

问题 1：学生对 SVVR 支持的语文学习接受度如何？

问题 2：SVVR 支持的语文学习能否增强学生的情感体验？

2. 文献综述

2.1. SVVR 辅助学习接受度研究

沉浸式虚拟现实在教育领域获得了极大的关注，并且已证明了 VR 技术在教学应用中的潜力和价值。然而，新的教育工具（如 SVVR）的成功实施不仅取决于其技术能力，还取决于其主要用户的看法和态度(Granić, 2022)。教育中，学生作为这项技术的最终用户，他们的态度起着至关重要的作用。UTAUT 作为分析行为意图的有效模型，整合了包括 TAM 在内的 8 个模型的优势，包含四个核心的维度：绩效期望、努力期望、社会影响和促进条件(Venkatesh et al., 2003)。本研究将运用 UTAUT 模型，探讨小学生采纳 SVVR 技术的意愿程度，为教育利益相关者就 SVVR 技术在初等教育中的整合应用提供见解。

2.2. SVVR 与语言教育

由于 VR 可以为学习者提供真实和身临其境的学习体验，因此它在语言教育中的应用日益广泛。一项综述研究发现语言学习活动主要聚焦在写作、口语和听力练习，以及语法、词汇和文化等认知教育学习上(Zou et al., 2024)。而技术增强内容和语言综合学习研究中普遍评估主题知识和语言技能方面的认知学习结果，对情感结果的关注较少（Hu et al., 2025）。情感是人类联想的重要组成部分，与非语言交流、行为、身体和心理变化相关，会影响个人的行为、感知和认知。基于 VR 的媒体内容负责引发情感，情感离散或情感维度模型负责解释情感(Somarathna et al., 2023)。其中，二维情感环状模型应用最广泛，通过效价和唤醒表示整个情感状态(Posner et al., 2005)。效价定义了从积极到消极的范围，而唤醒描述了从主动到被动的情感激活。因此，本研究旨在通过二维情感环状模型来评估学生在使用 VR 技术学习前后的情感状态变化，从而证明 VR 技术对学生情感体验的影响。

3. 研究方法

3.1. 参与者

本研究的参与者来自中国北京市某小学五年两个班级的学生，共 51 学生，其中男生 24 名。参与者的监护人被告知在研究期间会使用 VR 技术进行授课。所有参与者都提供了知情同意书，并获得每个人的书面许可可以发表本手稿。

3.2. 实验流程

为了评估 VR 整合到语文教学中的可行性和情感激发效果，研究人员与和老师进行深入探讨，根据课文《圆明园的毁灭》和教学活动开发了 SVVR 资源。实验前，指导学生使用 VR 设备，并进行情感测试前测。实验中，教师将 SVVR 运用到教学的每个环节，最后学生借助 SVVR 完成情感测验后测。实验结束后，学生填写并提交了 VR 技术使用意向量表，并对个别学生进行访谈。

3.3. 测量工具

使用 UTATU 模型设计的 VR 技术使用意向量表评估小学生对 VR 的使用意愿，量表采用 5 点李克特量表进行评分，从 1(非常不同意)到 5(非常同意)不等。采用单组前后情感测验和个别访谈探究学生使用 VR 学习后的情感变化。选取了 12 名学生（其中 5 名男生）进行约 15 分钟的半结构化个别访谈，询问他们使用 VR 学习语文后的变化、感受、使用意愿及其未来使用看法。学生的名字被替换为数字 1 到 12，标记为 S1-S12。

4. 结果

4.1. 学生的 VR 技术接受现状分析

对量表进行信度分析，发现量表的总体信度(Cronbach's alpha)为 0.898，且量表各变量信度均超过 0.6，表明该量表信度良好。对量表各变量采用主成分分析法进行因子分析，发现各变量的 CR 和 AVE 值分别大于 0.7 和 0.5，说明各变量的收敛效度和区分效度较好。

为了全面了解参与实验的小学生对使用 VR 技术进行语文学习的意愿，表 1 对 VR 技术使用意愿量表按照变量维度进行了汇总。结果显示，所有维度变量的平均值都超过了 3.6，这表明小学生对 VR 技术融入语文学习持相当积极的态度。值得注意的是，使用意向的平均值高达 3.8 分以上，说明小学生非常愿意使用 VR 技术进行学习语文。

表 1 VR 技术使用意愿量表的描述性分析

Item	Min	Max	Mean	SD
绩效期望	2.00	5.00	4.06	.760
努力期望	2.00	5.00	4.03	.723
促进条件	1.00	5.00	3.62	.823
使用意向	2.00	5.00	3.86	.901

4.2. VR 技术与学生的情感体验

从情感测试文本中筛选出情感表达的句子，根据中文情感银行 (Lee et al., 2022)，对句子进行情感效价与唤醒维度的评分。描述性统计分析结果显示，学习前情感效价与唤醒的平均分数分别为 4.8（SD=6.643）和 5.4（SD=7.989），而采用 VR 学习后，两者均有显著提升，分别达到 6.9（SD=6.800）和 9.4（SD=8.501），如图 1 所示。通过 Shapiro-Wilk 检验，数据呈现非正态分布，无法使用 T 检验进行显著性分析，所以应用 Wilcoxon Signed-Rank 测试来评估学习前后情感效价与唤醒的差异。根据测试结果，学习后的情感效价（$p<0.039$）与唤醒（$p<0.005$）显著高于学习前，且情感唤醒维度的变化更为突出。这表明，VR 技术在帮助小学生激发情感上具有统计学意义。

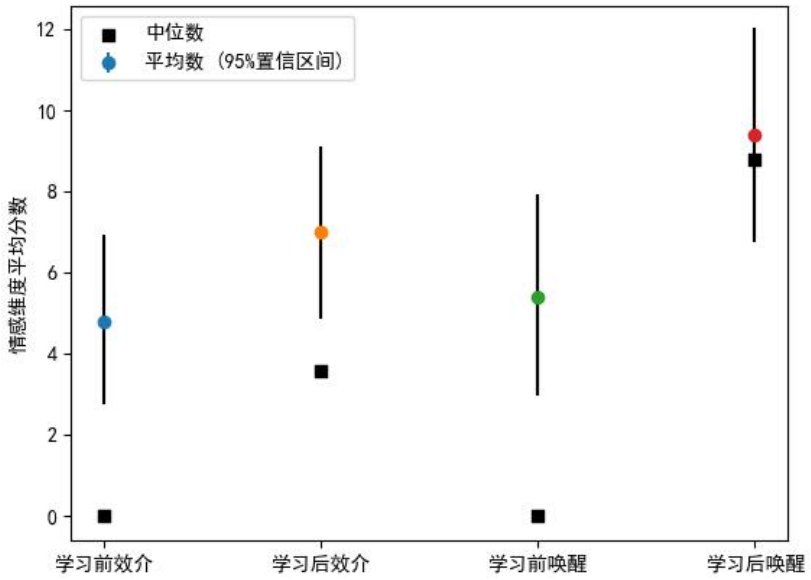


图 1 情感状态误差棒图

接着，对访谈内容进行转录，使用内容分析(Mayring, 2015)分析访谈转录，将转录分成有关表达 VR 激发情感这一主题的描述或评论单元。结果表明，受访的三分之二学生认为 VR 能激发他们对圆明园的情感。以下是部分学生的原始表达：

S7：我看到全景视频中修复的建筑的时候感觉非常雄伟，非常壮观，再和圆明园毁灭的现状对比后，觉得圆明园的毁灭特别可惜。

S10：我觉得四宜书屋的屋子让我感觉很舒适，很好看，我看现在杂草遍地，感觉很惋惜。

S12：大水法结合了西洋景观，那个时候还有很多地方也结合了别的地方的建筑特点，我十分赞叹古人的审美和智慧。看到被破坏了，心是悲痛的。

这些表述进一步的证明了 VR 在激发学生情感方面的作用，学生通过 VR 技术的沉浸式体验，对圆明园的历史和现状产生了深刻的情感共鸣。

5. 结论与展望

本研究通过探讨 VR 在语文学习中情感激发的效用，以揭示 VR 支持的语文教学实现情感培养的可行性。研究发现，小学生作为信息时代的“数字土著”，很容易接受 SVVR 支持的语文学习，且期待未来能在更多语文学习场景中运用 VR 技术。小学生在借助 VR 技术进行语文学习后，其情感表达能力和情感状态（包括情绪效价和唤醒度）都有显著的提升， 这证明了 SVVR 支持下的语文学习是培养情感的有效范式。然而，本实验尚有不足之处，我们未来准备扩大研究范围，增加测试手段，对比分析 VR 技术在不同教学情景下的应用效果。

参考文献

Akgün, M., & Atici, B. (2022). The Effects of Immersive Virtual Reality Environments on Students' Academic Achievement: A Meta-analytical and Meta-thematic Study. *Participatory Educational Research*, 9(3), 111–131.

Geng, J., Chai, C.-S., Jong, M. S.-Y., & Luk, E. T.-H. (2021). Understanding the pedagogical potential of Interactive Spherical Video-based Virtual Reality from the teachers' perspective through the ACE framework. *Interactive Learning Environments*, 29(4), 618–633.

Granić, A. (2022). Educational Technology Adoption: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 27(7), 9725–9744.

Hu, D., Chen, J., Li, Y., & Wang, M. (2025). Technology-enhanced content and language integrated learning: A systematic review of empirical studies. *Educational Research Review*, 100677.

Lee, L. H., Li, J. H., & Yu, L. C. (2022). Chinese EmoBank: Building valence-arousal resources for dimensional sentiment analysis. *Transactions on Asian and Low-Resource Language Information Processing*, *21*(4), 1-18.

Mayring, P. (2015). Qualitative content analysis: Theoretical background and procedures. *Approaches to qualitative research in mathematics education: Examples of methodology and methods*, 365-380.

Posner, J., Russell, J. A., & Peterson, B. S. (2005). The circumplex model of affect: An integrative approach to affective neuroscience, cognitive development, and psychopathology. *Development and psychopathology*, *17*(3), 715-734.

Somarathna, R., Bednarz, T., & Mohammadi, G. (2023). Virtual Reality for Emotion Elicitation – A Review. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 14(4), 2626–2645.

Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS quarterly*, 425-478.

Zou, D., Jong, M. S. Y., Huang, X., Cheng, G., Hwang, G. J., & Jiang, M. Y. C. (2024). A systematic review of SVVR in language education in terms of the ADDIE model. *Interactive Learning Environments*, *32*(10), 6672-6697.

社会经济因素如何影响美国学生的学业成绩——基于 PISA 2022 数据分析

The Impact of Socioeconomic Factors on the Academic Performance of American Students:

An Analysis Based on the PISA 2022 Database

崔宇航
上海外国语大学 国际教育学院
0221128020@shisu.edu.cn

【摘要】 教育公平是当代教育研究的核心议题之一，社会经济因素对学生学业成绩的影响一直备受关注。本研究基于 OECD PISA 2022 数据，探讨了社会经济因素对美国学生学业成绩的影响。通过对大规模样本数据的分析，研究发现家庭资产、社会和文化地位以及与教师的关系质量等因素与学生的学业成绩显著相关。采用描述性统计、相关分析、回归分析等方法，深入探讨了不同社会经济背景下学生的学业表现差异。结果显示，经济、社会和文化地位的提高与学生的学业成绩呈现正相关，其中庭资产对学业成绩的提升作用最为显著。本研究可为教育政策制定者提供数据支持，以减少社会经济差异对学生学业表现的影响。
【关键词】社会经济因素；学业成绩；PISA 2022;美国学生

Abstract:. *Educational equity is a core issue in contemporary education research, and the impact of socioeconomic factors on students' academic performance has received widespread attention. Based on the OECD PISA 2022 data, this study investigates the influence of socioeconomic factors on the academic performance of American students. Through the analysis of large-scale sample data, the study finds that factors such as family assets, social and cultural status, and the quality of teacher-student relationships are significantly associated with students' academic performance. Using descriptive statistics, correlation analysis, and regression analysis, the study explores differences in academic performance among students from diverse socioeconomic backgrounds. The results indicate a positive correlation between socioeconomic and cultural status and students' academic performance, with family assets having the most substantial impact. This study provides data-driven support for policymakers to mitigate the influence of socioeconomic disparities on students' academic performance.*

Keywords: Socioeconomic factors, academic performance, PISA 2022, American students

1. 引言

在全球范围内，学业成绩被广泛视为衡量个人未来成功和社会流动性的重要指标。然而，大量研究表明，社会经济背景（Socioeconomic Status, SES）显著影响学生的学业表现。SES 通常通过家庭收入、父母教育水平和职业地位等变量综合测量，反映了学生所处的社会环境对其教育机会和资源的限制（Coleman et al., 1966; Sirin, 2005）。随着全球化和经济不平等的加剧，SES 对学生学业成绩的影响日益成为教育公平研究的核心议题。

以往研究表明，高 SES 家庭的学生通常在学术表现上占据优势，反映了社会经济不平等对教育系统的深远影响。然而，对于这些影响的具体机制，尤其是 SES 的不同维度如何作用于学业成绩的研究，仍需进一步探讨。

在 PISA 数据的分析中，SES 的不同维度（如家庭资产、文化资本和信息资源）对学生成绩的具体作用尚未得到系统验证。为此，本研究利用 PISA 2022 数据的“学生问卷数据文件”（Student questionnaire data file），选取了美国学生的数据，总样本量为 4,552 名学生，重点探讨社会经济背景对美国学生学业成绩的影响，试图回答以下关键问题：社会经济背景是否显著影响美国学生的学业成绩？在不同 SES 学生中，影响学生学业表现水平的因素是否有所差异？

2. 文献综述

2.1. 家庭层面的影响

Coleman 等人（1966）首次提出，家庭背景在教育结果中扮演着重要角色。SES 通常通过父母教育水平、职业地位和家庭收入来衡量，反映了学生所能获得的教育资源和支持（Sirin, 2005）。Englund 等人（2004）的研究指出，支持性和鼓励性的家庭环境能够显著提升学生的学业表现。然而，研究表明，家庭资产和社会经济地位（SES）对学生学业成绩的影响存在边际效益递减的规律。Bradley 和 Corwyn（2002）在研究家庭资源对儿童发展的影响时发现，高 SES 家庭中，资源的增量对学业成绩的改善作用有限。

2.2. 学校层面的影响

学校资源也是影响学业成绩的重要因素。Greenwald、Hedges 和 Laine（1996）发现，学校的教学设施、教育技术和师资水平与学生的成绩呈正相关。Chesters（2019）进一步指出，在 SES 差异显著的教育系统中，学校层面的 SES 水平会加剧或缓解家庭背景对学生成绩的影响。例如，低 SES 学生在高 SES 学校中的表现显著优于在低 SES 学校的表现。

2.3. 动机与非线性影响

近年来，研究者开始关注动机和非线性关系在 SES 与学业成绩间的作用机制。Kriegbaum 和 Spinath（2016）探讨了动机的中介作用，发现学生对数学的自我效能感显著中介了 SES 对数学成绩的影响，心理因素在 SES 对教育结果的影响中不可忽视。

3. 研究方法

本研究采用 Spearman 相关性分析，探索各变量与总成绩之间的关系，为回归分析提供变量选择依据。随后，使用前进法构建多元线性回归模型，逐步引入变量，探讨家庭资产、师生关系质量、安全感和 ESCS 对学业成绩的独立贡献。本研究基于 PISA 2022 数据，选取家庭资产（Home possessions）、师生关系质量（Quality of student-teacher relationships）、安全感（Feeling safe）和经济、社会与文化地位指数（ESCS）等变量进行分析。首先，通过描述性统计考察不同社会经济背景下学生的学业成绩分布，并采用 Spearman 相关分析 探索各变量与学业成绩的关系。随后，构建多元线性回归模型，分析核心变量对学业成绩的独立贡献。为进一步探讨社会经济背景的差异性影响，本研究基于 ESCS 四分位数将学生分为低 SES（≤ 25%）、中 SES（25%-75%）和高 SES（≥ 75%） 三组，并分别建立分层回归模型，以考察不同 SES 群体中各变量对学业成绩的影响及其差异。

4. 研究结果

4.1. 描述性统计结果

描述性统计结果显示，家庭资产（Home possessions）和经济、社会与文化地位指数（ESCS）与学生总成绩呈显著正相关。低成绩组（≤ 370.00）学生的家庭资产和 ESCS 均处于较低水平（均值分别为 -0.4806 和 -0.4752），而高成绩组（≥ 628.50）则表现出更优越的社会经济背景（均值分别为 0.8035 和 0.7609）。整体趋势表明，家庭经济状况较好的学生，其学业成绩普遍更高。

4.2. 相关性分析结果

由于数据未满足正态分布假设，本研究采用 Spearman 相关分析。结果显示，总成绩与家庭资产（$\rho = 0.405$）和社会经济地位（$\rho = 0.398$）呈显著正相关（$p < .001$），表明这两者是影响学业成绩的重要因素。此外，安全感（$\rho = 0.151$）和师生关系（$\rho = 0.143$）亦与学业成绩呈显著正相关，尽管相关程度较低，但仍可能具有独立作用。因此，本研究在回归分析中纳入家庭资产、社会经济地位、安全感和师生关系四个核心变量，以进一步探讨其对学业成绩的影响机制。

4.3. 回归分析结果

最终模型（模型 4）的回归分析结果表明，家庭资产、经济、社会和文化地位指数、安全感和师生关系质量均对学生的学业成绩产生了显著影响（$p < .001$）。其中，家庭资产指数的标准化系数为 $\beta = 0.260$（$t = 12.519$），经济、社会和文化地位指数的标准化系数为 $\beta = 0.171$（$t = 8.223$），二者对学业成绩的影响最为显著。安全感的标准化系数为 $\beta = 0.074$（$t = 4.894$），师生关系质量的标准化系数为 $\beta = 0.070$（$t = 4.692$），表明心理安全感和师生关系质量同样对学业成绩具有积极作用，尽管影响相对较小。

4.4. 分组分析结果

表 1 为分组回归分析结果，不同 SES 组别 变量对学业成绩的影响存在差异。低 SES 组仅家庭资产（$\beta = 0.281, p < .001$）和师生关系质量（$\beta = 0.108, p < .001$）显著，表明物质资源和良好师生互动对低 SES 学生的学业成绩具有积极作用，而 ESCS 和安全感未达显著水平。中 SES 组 所有四个变量均显著，家庭资产（$\beta = 0.186, p < .001$）和 ESCS（$\beta = 0.099, p < .001$）影响较大，师生关系质量（$\beta = 0.079, p = .001$）和安全感（$\beta = 0.049, p = .030$）影响较小，但仍具有统计学意义。高 SES 组 仅安全感（$\beta = 0.158, p < .001$）显著，表明心理安全感对学业成绩的重要性，而家庭资产和 ESCS 的作用在该组别中不显著。

表 1 *分组回归分析结果*

SES 组别	模型	常量项 (B)	家庭资产 (Beta)	经济、社会和文化地位 (Beta)	师生关系质量 (Beta)	安全感 (Beta)
低 SES (1)	模型 1	472.729	0.293**	-	-	-
	模型 2	471.978	0.281**	-	0.108**	-
中 SES (2)	模型 1	487.357	0.220**	-	-	-
	模型 2	484.339	0.190**	0.101**	-	-
	模型 3	484.098	0.186**	0.100**	0.094**	-
	模型 4	485.3	0.186**	0.099**	0.079**	0.049*
高 SES (3)	模型 1	477.971	-0.065	0.215**	-	0.158**

注：**.在 0.01 级别，相关性显著。

5. 讨论

研究结果表明，家庭资产（Home possessions (WLE)）和经济、社会和文化地位指数（Index of economic, social and cultural status, ESCS）对学生的学业成绩的影响最为显著，而师生关系质量和安全感的作用相对较小，但仍具有统计学意义。进一步的分层分析揭示了低 SES 组中师生关系对成绩的缓冲作用。

5.1. 家庭资产与经济、社会与文化地位的边际效益递减

家庭资产和 ESCS 对学业成绩具有显著的正向作用，但其影响在高 SES 群体中呈边际递减趋势。低 SES 学生因资源匮乏，对家庭经济改善的依赖性更强，而中高 SES 学生已具备较多教育资源，家庭资产的进一步增加对其成绩提升作用有限（Reardon, 2011）。这一现象说明，资源分配的公平性对低 SES 学生的学业提升尤为关键。

5.2.师生关系对低 SES 学生的缓冲效应

研究发现，师生关系在低 SES 学生中的影响显著，表明良好的师生互动能够部分弥补家庭资源的不足。这一结果与 Lareau（2003）关于学校社会资本的讨论一致，教师的情感支持和学业指导有助于提升低 SES 学生的学习动机和自信心（Tang et al., 2019）。相比之下，中高 SES 学生已具备较强的家庭支持，师生关系的影响相对较弱。

5.3. 心理因素的差异化影响

安全感对学业成绩的作用因 SES 水平而异。在高 SES 学生中，安全感对成绩的影响更为显著，可能是因为该群体的学术环境较为稳定，心理因素能够更直接地转化为学业优势（Kriegbaum & Spinath, 2016）。而对低 SES 学生而言，有限的教育资源可能削弱了安全感的正向影响。

5.4. 政策建议

增加低 SES 学生的教育资源投入，如财政支持、奖学金计划和免费学习资源，以缩小 SES 差距对学业成绩的影响；改善低 SES 学校的师生关系，提供小班化教学、教师培训和个性化学业指导，帮助学生获得更多学习支持；关注学生心理健康，通过校园安全建设和心理辅导服务提升学生的安全感，特别是对高 SES 学生的学业支持。

5.5.研究局限性与未来研究方向

本研究采用横截面数据，难以揭示 SES 对学业成绩的长期因果效应，未来可采用纵向研究补充。此外，PISA 数据的 SES 指标较为有限，后续研究可结合更多变量，如家庭收入、区域经济水平等，以提高 SES 测量的准确性。此外，可引入机器学习或结构方程模型（SEM），探索 SES 对学业成绩的复杂影响机制。

参考文献

Bradley, R. H., & Corwyn, R. F. (2002). Socioeconomic status and child development. *Annual Review of Psychology, 53,* 371–399. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135233

Coleman, J. S., Campbell, E. Q., Hobson, C. J., McPartland, J., Mood, A. M., Weinfeld, F. D., & York, R. L. (1966). *Equality of educational opportunity*. U.S. Department of Health, Education, and Welfare.

Lareau, A. (2003). *Unequal childhoods: Class, race, and family life.* University of California Press.

Reardon, S. F. (2011). The widening academic achievement gap between the rich and the poor: New evidence and possible explanations. In G. J. Duncan & R. J. Murnane (Eds.), *Whither opportunity? Rising inequality, schools, and children's life chances* (pp. 91–116). Russell Sage Foundation.

Sirin, S. R. (2005). Socioeconomic status and academic achievement: A meta-analytic review of research. *Review of Educational Research, 75(3),* 417–453. https://doi.org/10.3102/00346543075003417

Tang, N. E., Tsai, C. L., & Romine, W. (2019). Impacts of enquiry-based science teaching on the achievement gap between high-and-low SES students: Findings from PISA 2015. *International Journal of Science Education, 41*(4), 448-470. https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1564075

学习者画像支持下培养计算思维的项目式学习框架设计研究

Research on the Design of a Project-based Learning Framework for Fostering Computational Thinking Supported by Learner Profiling

张嫣然，魏雪峰*，王严尉，孙可欣，马萱霖
鲁东大学 教育学院
*xuefengwei99@163.com

【摘要】计算思维作为义务教育阶段信息科技学科的本质表现，成为基础教育阶段学生应具备的核心素养之一。学习者画像技术的发展为实现精准化、数字化、个性化的计算思维培养带来了契机。项目式学习作为培养计算思维的有效方式，如何与学习者画像结合从而实现高效个性化学习成为急需解决的问题。本研究通过分析学习者画像的维度，对所需数据进行明确，从项目学习的三个环节建立学习者画像支持下培养计算思维的项目式学习模式，以期为基础教育阶段学生计算思维的培养提供个性化学习方式指导。
【关键词】 学习者画像；计算思维；项目式学习；信息科技

Abstract: *Computational thinking, as the essential manifestation of information technology subjects in compulsory education, has become one of the core literacy that students should possess in basic education. The development of learner profiling technology brings an opportunity to realize the precise, digital and personalized cultivation of computational thinking. As an effective way to cultivate computational thinking, how to combine project-based learning with learner profiling to achieve efficient personalized learning has become an urgent problem. This study analyzes the dimensions of learner profiles, clarifies the required data, and establishes a project-based learning model for cultivating computational thinking with the support of learner profiles from the three aspects of project-based learning, with the aim of providing guidance on personalized learning styles for the cultivation of students' computational thinking in the basic education stage.*

Keywords: Learner Profile, Computational Thinking, Project-based Learning, Information Technology

基金项目：山东省本科教学改革研究重点项目：职前职后教师数字素养提升“三架构”融通模式的研究与实践（课题批准号：Z2023320），山东省泰山学者青年专家计划项目（tsqn202103090）

1.前言

计算思维是智能时代最重要的思维模式，如何将其融入小学信息科技学习中是重中之重。传统教学模式面临诸多困境，学生学习需求难以满足，教学资源与方法受限。以数字化赋能基础教育高质量发展，是面向新时代的战略选择和必由之路。教育信息化的推进为个性化教学带来机遇，学习者画像技术应运而生，通过多维度数据收集与分析，精准勾勒学生画像，为个性化教学提供有力支撑（邓彩凤，2023）。项目式学习以其实践性优势契合计算思维培养需求，将学习者画像与之结合，可实现个性化学习路径定制与学习资源精准推送。本研究聚焦于构建学习者画像支持下的培养计算思维的项目式学习框架，旨在探索个性化教学在教育信息化浪潮中的实践路径，以期突破计算思维培养瓶颈，推动教育创新。

2.文献综述

2.1. 学习者画像在教育领域中的应用

学习者画像是通过收集能够影响和评价学习者学习效果的各类数据，选择适当的信息化手段对数据进行处理，描绘学习者的“形象”并进行可视化，对学习者在学习群体中进行客观、准确的定位。国内的研究者注重提高学习服务来改善学习者画像，学习者画像以更好的学习支持服务及精确算法推荐为目的，更注重学习者的个性化学习。孙妍妍等人（2019）研究了学习分析技术，提出学习者画像在教育教学领域有巨大的发展潜力和研究价值，为学习者画像设计评估工具——学会学习能力，该技术被当作教师在教学及决策方面的有效支持工具。

随着教育数字化转型，越来越多的教育技术被应用于学习者画像研究之中，以教育智能体为代表的技术为画像的数据收集与绘制带来了新的机遇。谢雅淇等人（2025）在为教师进行画像过程中创建了内隐对话、画像分析、发展指导这三类子任务智能体，以加强教师多维画像精准描摹与人机协同循证专业发展的综合性服务供给，提供了多智能体在画像领域进行协作的场景化实践路径，为学习者画像的数字化赋能提供了发展参考。

2.2. 培养计算思维的项目式学习

在计算思维的培养策略方面，大部分国外研究者以建构主义理论为基础，综合利用信息处理干预和反思干预，并引导学生其自发思考，自主内化知识，进而实现知识的意义建构，培养学生的计算思维。丁世强（2020）基于项目式教学，并结合计算思维能力发展要素，构建了项目式教学模式。以问题为基础的自主探索教学模式中学生基于不同水平的问题展开独立思考，逐步逐水平解决问题，达到计算思维的培养。在计算思维的培养工具方面，随着科技的进步，各种编程工具被研发出来。傅骞等人（2021）对高中学生编程模式进行研究，探索编程模式对编程教学及学生计算思维培养的意义。卢宇等人（2024）基于大模型构建了教育智能体的多个功能模块框架，创建了助教智能体和同伴智能体，与学生共同进行项目式学习实践，为项目式学习的数字化发展提供了未来方向。

3.理论基础

美国当代著名教育家、心理学家布卢姆提出掌握学习理论（Mastery Learning），所谓“掌握学习”，是指在以班级授课制为基础的集体教学形式下，教师为学生提供充足的学习时间和所需的个别帮助，辅之以经常的、及时的反馈和矫正，只要恰当注意教学的主要变量，就有可能使绝大多数（90%）学生都达到掌握水平。其核心思想是“为掌握而教”“为掌握而学”。有证据表明掌握学习，即学生学习材料直至完成，而不是和班上其他学生同样进度学习，能够大大提高学习成绩。学习者不同，其学习能力、接受程度必然存在差异，因此学生什么时候掌握了学习，掌握得怎么样需要进行考量（郑建，1990）。教师或系统提供掌握学习的能力依赖于对学生知识的估计，对学生知识的估计又依赖于包含了学生知识或技能领域特定的认知的了解。

4.学习者画像支持下培养计算思维的项目式学习框架设计研究

4.1. 学习者画像的构建

数据收集是学习者画像构建的基础。本研究采用多种工具和方法，确保数据的全面性和准确性。通过教育智能体与学生对话过程中的数据收集，可以实时监测学生在项目式学习中的行为表现；调查问卷则有助于深入了解学生的心理特征和偏好（刘小龙等，2024）。收集到的数据经过分析和标签化建模，形成聚类群体，最终输出可视化的学习者画像，为教学应用提供依据。学习者画像的构建旨在全面了解学生的学习特征，以便为其提供个性化的学习支持（张雪等，2019）。本研究确定了以下五个维度进行画像构建，如图 1 所示。

图 1 学习者画像构建维度

(1)基本属性：包括姓名、年龄、性别、学号等基本信息，这些数据可直接从学校系统中获取。
(2)心理属性：包括信息加工偏好、学习资源偏好、感知风格偏好等。通过调查问卷的方式收集数据，以了解学生的性格特点和兴趣方向。
(3)行为属性：包括参与度、交互度、专注度。这些是学生在学习过程中的常见的行为习惯，通过教育智能体的对话后台数据进行记录与分析。
(4)能力属性：计算思维能力水平，重点考察问题解决能力、批判性思维的发展情况，合作能力重点考察同伴之间的交流情况。其数据收集工具包括教育智能体对话数据收集和调查问卷。
(5)结果属性：包括项目完成情况和评价结果收集，以评估学生的学习成果。数据依赖于学生课堂记录表和教育智能体互评过程进行数据收集。

对学习者画像进行数据的过程中隐私保护需采取多重措施：数据脱敏使用匿名；遵循最小化原则，仅收集必要数据并加密存储于本地服务器；实施严格的访问控制与权限管理，确保仅授权人员可接触数据；获取家长书面同意，提供数据删除通道。

4.2. 学习者画像支持下培养计算思维的项目式学习框架

本研究构建的“学习者画像支持下培养计算思维的项目式学习框架”是一个旨在通过项目化学习培养计算思维能力的教育框架，如图 2 所示。该框架以学习者画像为核心，通过项目设计、项目实施和项目总结三个阶段，系统地促进学生的计算思维发展。

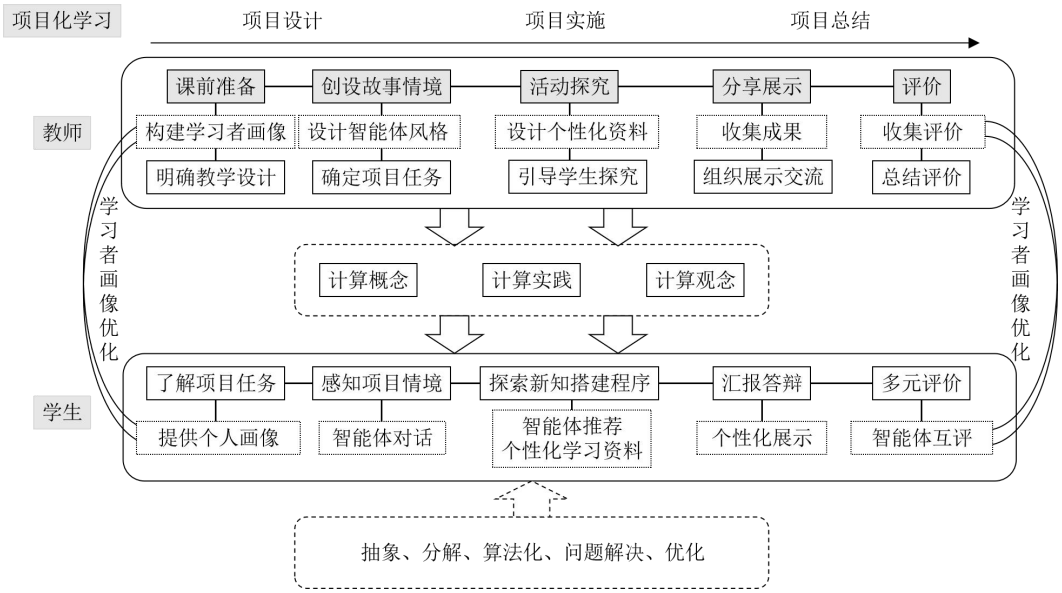


图 2 学习者画像支持下培养计算思维的项目式学习框架

在项目设计阶段，教师需要进行课前准备，构建基础学习者画像，明确教学设计目标。教师在创设故事情境时要设计教育智能体的风格，以激发学生的学习兴趣，顺利确定项目任务。在项目实施阶段，学生首先了解项目任务，通过与智能体的对话感知项目情境，领取任务，

进行个性化资料的学习。学生在探索新知搭建程序的过程中，通过抽象、分解、算法化、问题解决和优化等计算思维的核心活动，逐步构建和深化对计算概念、计算实践和计算观念的理解。这一过程中，教师的角色转变为引导者和支持者，使用教育智能体推送个性化学习资料，引导学生积极探究以促进知识建构。项目总结阶段，学生通过汇报答辩，展示自己的学习成果和项目成果，进行个性化展示。教师收集智能体后台数据，全面评估学生的学习效果和项目成果，优化学习者画像。整个框架强调学习者画像的构建与优化，通过教育智能体辅助的项目化学习方式，将抽象的计算思维能力具体化为可操作、可评估的学习活动。

5.总结

本研究的重要成果是提出促进计算思维发展的学习框架，为中小学教师在实际教学过程中开展学习者画像技术支持下的教学，提供了经验借鉴。通过建立学习者画像指导教学实施，不仅能够为教师在智慧学习环境下开展精准教学提供方法上的帮助，进行精准决策，还能够帮助学生了解个人学习情况，满足个性化学习的需求。

参考文献

丁世强,王平升和赵可云（2020）。面向计算思维能力发展的项目式教学研究。现代教育技术，30(09)，49-55。

邓彩凤（2023）。基于学习者画像的精准教学干预设计与应用研究。山东师范大学。

卢宇,余京蕾和陈鹏鹤（2024）。基于大模型的教学智能体构建与应用研究。中国电化教育,(07)，99-108。

刘小龙,钱雨和陈雅云（2024）。数字化转型视域下学生综合素质评价画像的设计与实现。上海教育科研，(12)，59-67。

孙妍妍,顾小清和丰大程（2019）。面向学习者画像的评估工具设计:中小学生“学会学习”能力问卷构建与验证研究。华东师范大学学报(教育科学版)，37(06)，36-47。

张雪，檀悦颖和罗恒（2019）。在线学习非母语学习者群体研究:类别画像与行为特征分析。现代远距离教育，(01)，18-26。

郑建（1990）。浅谈布鲁姆掌握学习理论。外国教育研究，(01)，27-30。

谢雅淇,张雅慧,许课雪和胡小勇（2025）。多模态大模型赋能教师数字画像构建与应用。开放教育研究,(01)，100-109。

傅骞,唐文静和王雯（2021）。面向高中编程教学的编程模式自动挖掘及教育应用研究。中国电化教育，(02)，61-67。

願望書單：基於 AI 分析的推薦書單

Wish BookLists: AI-Driven Recommended Reading Lists

湯智凱[1*]，涂弘旻[2]，廖長彥[3]，陳德懷[4]，李佳燕[5]
[1.2.3.4.5]臺灣中央大學 網路學習科技研究所
kentang0127@gmail.com

【摘要】本研究基於先前「願望書單」活動的研究成果，結合 AI 技術開發了一套個性化閱讀輔助系統。系統整合 AI 助理在記錄與分析師生聊書內容上的優勢，通過語意分析結合學生個人閱讀歷程，自動生成個性化推薦書單，進一步提升教師薦書效率。該系統旨在幫助教師快速掌握學生的閱讀偏好，提供多元且精準的書籍推薦。預期系統將有效減輕教師的教學負擔，促進學生在閱讀深度與廣度上的發展，拓展其閱讀舒適圈，並增強其閱讀動機與學習成效。

【關鍵字】 師生聊書；願望書單；閱讀歷程；閱讀推薦

Abstract: *This study builds on the previous outcomes of the "Wish Booklists" activity by integrating AI technology to develop a personalized reading guidance system. The system leverages the advantages of AI assistants in recording and analyzing teacher-student book discussions, combining semantic analysis with students' personal reading trajectories to automatically generate personalized recommended book lists. It aims to help teachers quickly understand students' reading preferences and provide diverse and accurate book recommendations. The expected results indicate that the system will effectively reduce teachers' workload, promote students' development in reading depth and breadth, expand their reading comfort zones, and enhance their reading motivation and learning outcomes.*

Keywords: Teacher-Student Book Discussions, Wish Booklists, Reading Trajectories, Recommender System

1.前言

閱讀是終身學習的重要基石，也是現代社會不可或缺的核心能力（陳德懷，2016）。除了知識的拓展，閱讀更能培養個人素養與批判性思維。然而，在自由選書模式下，學生往往傾向於選擇熟悉或感興趣的書籍，導致「閱讀偏食」現象，使其閱讀廣度受限（林英傑，2017）。為解決此問題，研究團隊基於「興趣驅動創造者理論」（Chan et al., 2018）發展「明日閱讀 1.0」及「明日閱讀 2.0」，並提出「願望書單」概念，透過教師推薦多元領域書籍，引導學生突破閱讀舒適圈，實現更均衡的閱讀發展。目前，桃園市某實驗小學已推行該活動，並引入 AI 助理，透過數據分析與自動化功能整合「學生選書」、「教師薦書」及「師生聊書活動」，促進學生於閱讀活動的展現（涂弘旻，2024）。

在閱讀教育的發展歷程中，持續安靜閱讀（Sustained Silent Reading, SSR）模式由 McCracken（1971）提出，強調學生在固定時間內於不受干擾的環境中自由閱讀。後續發展的「身教式持續安靜閱讀」（MSSR）模式（陳德懷等，2015）則進一步強調教師作為閱讀榜樣，以身作則帶動學生培養良好的閱讀習慣。然而，研究發現，在無外界引導的情況下，學生較易受個人興趣影響，過度聚焦於特定書籍類型，限制了閱讀的深度與廣度（林英傑，2017）。因此，「明日閱讀 2.0」進一步強調「廣博閱讀」、「大量閱讀」及「登台分享」三大核心策略，鼓勵學生涉略不同領域書籍，並將閱讀所得轉化為有意義的分享與學習（許喬珉，2023）。

儘管「願望書單」活動已初步改善學生的選書行為，但教師在書籍推薦過程中仍面臨挑戰。首先，教師必須逐筆觀察學生的閱讀紀錄與聊書內容，才能制定適合的推薦書單，這不僅耗時，且可能受教師自身熟悉的書籍類型所限制，影響推薦的多樣性。其次，學生仍傾向

於選擇自己感興趣的書籍，而較少接觸教師推薦的多元類型書籍，導致閱讀偏食問題未能完全解決。因此，為了提升教師薦書的效率，同時促進學生均衡閱讀，本研究進一步發展「AI 推薦書單」功能，結合 AI 技術與推薦系統，以自動化方式根據學生的閱讀歷程與師生聊書內容，提供個性化、多樣化且精準的閱讀建議。

推薦系統作為一種智能技術，透過分析使用者行為與偏好，提供個性化建議，已廣泛應用於商業與教育領域。推薦技術主要分為基於人口統計、基於內容與協同過濾三類。例如，Amazon 書店採用混合推薦模型，結合協同過濾、基於內容推薦與深度學習技術，以提升書籍推薦的精準度。在教育領域，基於內容的推薦系統透過分析書籍屬性與學生閱讀歷史，提供相應的書籍建議；協同過濾則根據不同學生的閱讀相似性，推測可能適合他們的書籍（Ortega et al., 2013）。近年來，AI 技術的進步使推薦系統更具智能化，能透過語意分析理解學生的閱讀歷程與書籍討論內容，進一步提升推薦準確性。

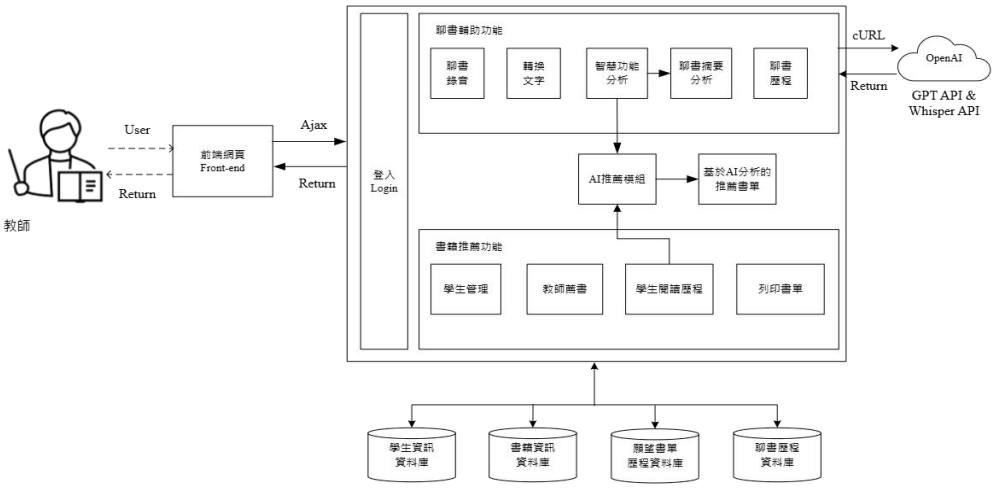
本研究預計發展的「AI 推薦書單」功能，將 AI 解析學生的閱讀行為與師生對話內容，並結合基於內容推薦與協同過濾技術，生成個性化閱讀建議。預期此功能將有效提升教師薦書效率，使書單內容更加貼近學生需求，並幫助學生突破閱讀舒適圈，促進更均衡的閱讀發展與學習成效。

2.研究設計

2.1. 研究目的與對象

本研究針對臺灣桃園市某實驗教育機構的**5 位教師**及 **75 名二至六年級學生**，探討「AI 推薦書單」功能對於教師薦書效率與學生閱讀行為的影響，特別是 AI 是否能幫助教師提供**更精準且多元的書籍推薦**，並促進學生閱讀的多樣性與均衡發展。

2.2. 系統架構



圖一、系統架構圖

本研究開發的「願望書單」活動輔助平台，採用 OpenAI Whisper API 與 GPT API，整合「聊書輔助」與「書籍推薦」兩大功能，以提升教師薦書效率與學生的閱讀多樣性。AI 助理將教師與學生的對話錄音轉譯為文字，透過語意分析自動生成聊書摘要，幫助教師掌握學生的書籍理解程度，並作為後續書籍推薦的依據。本研究新增的「AI 推薦書單」功能，透過多重數據來源分析學生的閱讀偏好與未涉足領域，並結合大型語言模型（如 ChatGPT）與自然語言處理技術（NLP），對師生聊書內容進行語意分析，提取關鍵概念，進一步提供個性化且多元的書單建議，確保推薦書單涵蓋不同主題與跨領域書籍。

系統主要整合聊書歷程資料庫、閱讀歷程記錄與書籍資料庫，經由自然語言處理、基於內容推薦與協同過濾技術進行分析，並透過混合推薦模型篩選適合的書籍，產出個人化推薦書單。教師可根據學生需求與個人觀察進一步調整產出的書單內容，以提升書單的合適性，幫助學生拓展閱讀範圍，培養更均衡的閱讀習慣。

2.3. 資料收集

本研究的資料收集聚焦於學生的閱讀行為與 AI 推薦書單的影響，透過多種方式進行資料蒐集與分析，以評估 AI 推薦書單的效能與使用者體驗。首先，透過系統後台紀錄學生的選書行為，包括閱讀書籍的類型、閱讀趨勢與變化，並分析學生對 AI 推薦書單的接受度及實際選書情況，以評估其對閱讀多樣性的影響。AI 助理則自動記錄師生聊書內容，並透過語意分析生成聊書摘要，進一步分析學生對書籍的理解程度，並將其作為後續推薦的參考依據。此外，研究亦將紀錄 AI 生成的推薦書單內容，並與教師傳統推薦方式進行比較，以評估 AI 推薦的準確性與適用性。

在教師操作數據的蒐集中，系統將記錄教師使用 AI 推薦書單的頻率、書單調整行為及修改次數，分析 AI 在減輕教師薦書負擔上的成效，並探討教師對 AI 推薦的信任程度。同時，系統操作日誌也將記錄學生查閱 AI 推薦書單的次數，並觀察學生是否透過同儕間的書單分享與討論，以評估推薦機制對學生閱讀社群互動的影響。

在資料分析方面，本研究將透過統計與語意分析技術，探討 AI 推薦書單對學生閱讀行為與教師薦書效率的影響。透過數據描述與趨勢分析，檢視 AI 介入後學生閱讀選擇的變化，並透過內容分析評估 AI 推薦書單的適切性與教師的實際使用情況。最終，綜合量化與質性分析結果，探討 AI 推薦書單的有效性，並提供未來優化系統的建議，以進一步提升 AI 在閱讀教育中的應用價值。

3.先前成果與後續工作

根據先前研究成果與數據顯示，AI 助理在教育場景中的應用對提升教學效率和學生學習效果具有顯著作用。「聊書輔助功能」有效減輕教師記錄與整理聊書內容的負擔，工作量減少約 5%至 10%，讓教師能投入更多精力於知識引導、探索新領域及制定學習計畫。同時，學生的聊書內容豐富度提升約 8%至 25%，其中低年級學生的提升效果最為明顯。「書籍推薦功能」則大幅縮短教師挑選書籍的時間，並透過視覺化圖表展示學生的閱讀情況，提供精準的教學參考。

然而，根據聊書活動記錄，2024 年 9 月至 12 月的聊書次數為 66 次，其中故事小說類佔 45 次，人文社會類 12 次，科學技術類 9 次，跨領域書籍討論僅 4 次。這顯示學生的閱讀仍然偏重於小說類書籍，跨領域書籍的討論比例較低。不同年級的平均聊書時間也存在差異，五年級學生的聊書時間最長，達 3 分 48 秒，顯示其語言能力與書籍理解達到平衡，而低年級學生因詞彙與邏輯表達尚未成熟，討論時間較短。六年級學生的討論時間略低於五年級，可能受到課業壓力或書籍選擇難度增加的影響。這些差異反映了學生年齡、語言能力及教師引導策略的影響。

儘管「願望書單」系統已初步改善學生的選書行為，仍存在一些需克服的問題，例如受試者人數有限與施行時間不足。目前該系統僅於實驗小學中施行，受試的學生與教師數量較少，難以全面評估其對教學現場的影響。因此，本研究計畫將系統擴展至更多學校，增加受試者人數並延長系統使用時間，以驗證 AI 推薦書單對教學的實際影響。此外，本研究亦計畫優化 AI 推薦機制，使其更能適應不同學生的閱讀需求，並透過長期數據累積，提升 AI 推薦書單的精準度與適用性。

本研究預期，新增的「AI 推薦書單」功能將透過整合閱讀歷程、聊書輔助與書籍資料庫等多種資料來源，自動產生個人化推薦書單，供教師參考，提升推薦效率。學生方面，AI 推薦書單將幫助他們接觸未曾探索的閱讀領域，並透過同儕間的書單分享，促進更多元的閱讀選擇。教師方面，過去需手動查詢書籍資料庫來為學生推薦適讀書籍的繁瑣過程，將逐步轉變為參考或直接使用 AI 推薦書單，大幅減輕教師負擔，使其能更聚焦於閱讀指導與學習規劃。

此外，AI 推薦書單預期將對學生的閱讀選擇產生正面影響，特別是在閱讀類型的分布上更加均衡。過往數據顯示，學生多偏好故事小說類書籍，而人文社會與科學技術類書籍的比例較低，跨領域書籍的討論次數更少，顯示學生閱讀範圍尚有拓展空間。AI 推薦書單將根據

學生的閱讀偏好與未涉足領域，生成多元化的書單，提升學生選讀人文社會與科學技術類書籍的機會，並鼓勵跨領域閱讀。教師端將可獲得專屬推薦書單及詳細推薦理由，並綜合分析學生的閱讀趨勢、領域變化與聊書內容，進一步提升推薦書單與學生需求的匹配度。這不僅能幫助教師高效制定書單，也能引導學生進行更深度的閱讀，最終促進學習成效與閱讀素養的提升。

致謝

本研究在臺灣國科會人文處 (113-2423-H-008 -001 -) 與「台灣中央大學學習科技研究中心」的資助下完成，僅此致謝。

參考文獻

林英傑（2017）。 引趣、入趣、延趣－讓孩子在閱讀中「Hide & Seek」。臺灣教育評論月刊，6(9)，303-307。

涂弘旻（2024）。AI 助理支持教師作為閱讀個人導師。〔未出版之碩士論文〕。臺灣中央大學網路學習科技研究所。

陳德懷（2016）。明日閱讀：明日主題學習的基礎。台灣：天下雜誌。

許喬珉（2023）。明日閱讀 2.0：發展成就目標系統並初步評估對學生閱讀廣度與數量之影響。〔未出版之碩士論文〕。臺灣中央大學網路學習科技研究所。

賴瑞霖（2021）。閱讀島：應用數位閱讀歷程擴大學生閱讀舒適圈及提升閱讀動機之系統設計。〔未出版之碩士論文〕。臺灣中央大學網路學習科技研究所。

Chan, T.-W., Looi, C.-K., Chen, W., Wong, L.-H., Chang, B., Liao, C. C. Y., Cheng, H.,Chen, Z.-H., Liu, C.-C., Kong, S.-C., Jeong, H., Mason, J., So, H.-J., Murthy, S., Yu, F.-Y., Wong, S. L., King, R. B., Gu, X., Wang, M.,…Ogata, H. (2018). Interest-driven creator theory: towards a theory of learning design for Asia in the twenty-first century. Journal of Computers in Education, 5(4), 435-461. https://doi.org/10.1007/s40692-018-0122-0

McCracken, R. A. (1971). Initiating sustained silent reading. Journal of Reading, 14(8), 521-583.

Ortega, F., Sánchez, J.-L., Bobadilla, J., & Gutiérrez, A. (2013). Improving collaborative filtering-based recommender systems results using Pareto dominance. Information Sciences, 239, 50-61. https://doi.org/10.1016/j.ins.2013.03.011

数字素养与能力框架的发展及演变

Development and evolution of digital literacy and competency frameworks

王暄[1]，高淑娟[2]，万海鹏[1*]
[1]首都师范大学 教育学院
[2]首都师范大学 教师教育学院
[*]dnvhp@cnu.edu.cn

【摘要】 在数字化浪潮席卷全球的当下，数字素养与能力已成为未来拔尖创新人才选育的重要参考指标。深入理解全球视域下数字素养与能力的内涵及外延演变历程，对于我国研制符合时代发展需求的数字素养标准具有重要意义。为此，文章对 2014 至 2024 年期间发表的 50 篇文献进行了内容分析，研究发现，框架维度由关注知识技能转向综合素养的培养，数字安全与伦理的重要性逐渐凸显。针对目前仍存在的问题，本文提出了要完善特殊群体素养框架设计、强化批判性思维培养、推动全球本土融合、拓展实证研究以及我国如何更好地提升全民数字素养与技能发展水平的建议。

【关键词】 数字素养；数字能力；内容分析

Abstract: *Amidst the global digital transformation, digital literacy and competence have become critical benchmarks for selecting and cultivating top-tier innovative talents. A comprehensive understanding of the conceptual evolution and extended implications of digital literacy in global contexts is essential for China to establish digital literacy standards aligned with contemporary demands. This study conducts content analysis on 50 academic articles published between 2014 and 2024. The findings reveal a paradigm shift in framework dimensions from knowledge-skill acquisition to comprehensive literacy cultivation, with digital security and ethics emerging as pivotal components. To address existing gaps, this paper proposes strategic recommendations: 1) optimizing literacy framework designs for special populations, 2) enhancing critical thinking cultivation, 3) fostering global-local integration, and 4) expanding empirical research. Furthermore, it outlines context-specific pathways to advance nationwide digital literacy and skill development in China, providing actionable insights for educational policymakers and practitioners to systematically elevate public digital competence.*

Keywords: digital literacy, digital competence, content analysis

基金项目：本文系北京市社会科学青年基金“中小学生科学论证能力培养提升研究（24JYC025）”的阶段性研究成果。

1. 引言

2024 年《教育强国建设规划纲要（2024－2035 年）》强调以教育数字化塑造发展新优势，制定师生数字素养标准。数字素养内涵历经演变：从 20 世纪 90 年代的信息操作能力，扩展至 21 世纪的创作与评估，再到当前涵盖安全、伦理与责任的综合能力。本研究通过分析全球数字素养框架，旨在为我国数字素养标准的研制提供理论依据，助力教育数字化转型。

2. 研究设计

2.1. 文献检索与筛选

以 Web of Science 核心数据库为来源，检索条件为：主题=(((ICT OR Digital OR AI) AND (Competence OR Literacy OR Capacities)) AND (Framework))，选取出版年份为“2014～2024”，研究领域为“Education Educational Research or Information Science Library Science or Computer Science or Psychology”的文献，经纳入与排除标准筛选后，最终保留 50 篇样本文献。

2.2. 文献编码过程

本研究基于欧盟 Dig Comp、TPACK 等主流框架，构建了双维度编码表，后通过与专家协商后完善，最终形成指向数字素养框架内容要素与实践应用实证研究要素的文献编码表，如表 1 所示。

表 1

文献编码表

一级维度	二级维度	编码项范围
数字素养框架内容要素	基础素养	①数字知识；②数字技能；③数字意识
	应用素养	④沟通与协作；⑤数字内容创作；⑥问题解决；⑦数字化教学方式
	安全与责任	⑧信息安全保护；⑨数字社会责任
实践应用实证研究要素	框架依据	①欧盟公民数字胜任力框架 Dig Comp；②全球胜任力框架；③教师数字素养；④21 世纪核心素养框架；⑤TPACK；⑥联合国教科文组织教师信息与通信技术能力框架；⑦Dig Comp Edu；⑧ISTE；⑨其它框架
	素材类型	①教案；②作业；③任务；④视频、现场；⑤问题回答；⑥口头材料；⑦评分工具、量表
	适用对象	①小学生；②中学生；③大学生（非师范生）；④职前教师（师范生）；⑤教师；⑥特殊人群；⑦公民；⑧学龄前儿童
	数据收集方式	①问卷；②访谈；③观察

此外，两位编码员编码的一致性检验显示 Kappa 值为 0.826（$p<0.001$），信效度良好。

3. 研究结果与分析

3.1. 数字素养框架包含的主要维度

3.1.1. 面向教师群体的数字素养框架维度 在 33 篇与教师数字素养相关的文献中，“数字内容创作”这一维度提及的次数最多，为 33 次，具体包括开发数字教学内容、整合资源与版权管理三个方面的内容；其次为出现次数在 26-27 次的左右的 “数字知识”、“数字技能”、“数字化教学方式”、“数字化社会责任” 与 “问题解决” 五个维度，涵盖技术原理与应用能力；最后为出现频次均不足 23 次的 “信息安全保护”、“数字意识”、“沟通与协作”三个维度。这表明面向教师群体的素养框架偏重教学实践转化，但对伦理与安全的关注不足。

3.1.2. 面向学生群体的数字素养框架维度 在 17 篇聚焦学生数字素养的文献中，“数字知识”、“数字意识”、“数字内容创作”及“问题解决”四个维度提及频次最高，均为 15 次；其次为“数字技能”与“沟通与协作”，分别出现 12 次与 10 次；“信息安全保护”与“数字社会责任”两维度仅被提及 11 次与 7 次，占比较低。

师生的素养框架均以数字知识与技能为核心基础，体现其在教学与学习场景中的必要性，但侧重点存在差异：教师框架聚焦知识技能向教学实践转化，学生框架则强调通过数字意识与协作能力适应学习环境。两类框架共性短板在于对信息安全维度的忽视，暴露了目前数字素养教育对安全风险应对的不足。

3.2. 数字素养框架应用的实证研究结果

3.2.1. 参考的基础框架 结果表明，各文献中所用来进行实证研究的数字素养框架主要参考三大主流框架：欧盟公民数字胜任力框架 Dig Comp、TPACK 及欧盟教育者数字胜任力框架 Dig Comp Edu。2005 年提出的 TPACK 聚焦技术融合教学能力，涵盖知识、技能、内容创作、问题解决与教学方式五大维度；2017 年提出的 Dig Comp Edu 在 TPACK 基础上新增数字意识、沟通协作、安全与责任维度，体现从技能导向向综合素养的转型。尽管 Dig Comp Edu 关注度

逐年上升，但 TPACK 仍是当前教师数字素养研究的核心框架，反映基础技能培养的持续性需求。学生框架则主要以 Dig Comp 为基础，其五大维度强调知识、技能与态度的整合，尤其在沟通与安全维度上较教师框架更为突出。

3.2.2. 研究对象 根据编码结果，研究对象以教师群体为主，包括职前教师与在职教师两类，研究重点聚焦于如何将数字技能转化为教学实践能力。学生群体研究占比较少，其中中学生占比最高，因其处于抽象思维发展阶段，被视为培养批判性思维与数字伦理的关键时期；大学生研究多关注专业差异，而学龄前儿童与特殊群体（如残疾学生）的研究较有限，仅有个别文献涉及，体现了研究覆盖面的不均衡。

3.2.3. 研究地区 根据编码结果，有关发达经济体，如欧盟、美国等国家地区的数字素养研究占比约 2/3，其完善的数字基础设施与教育资源为框架研发提供了支撑；新兴经济体如中国、土耳其占比约 10%，对于发展中经济体，如加纳的研究则更少。尽管发达经济体在政策制定与课程整合上更为系统，但不同地区框架的核心维度设计并无显著差异，表明数字素养的全球共识性较强。然而，地区间研究数量的巨大差距可能加剧教育数字鸿沟，需引起重视。

3.2.4. 数字素养评估所依据的素材及测量方法 根据编码结果，评估素材以标准化量表为主，有将近一半的研究使用，其量化优势在于可系统呈现多维素养水平；任务分析与问题回答占比最少，前者通过实践任务评估操作能力，后者则通过深度提问挖掘认知与经验。测量方法中，问卷法占比超 2/3，因其高效性与适配性成为主流工具；访谈法与观察法则作为补充手段，主要用于捕捉动机、行为等质性信息。视频观察与教案分析等素材因操作复杂、聚焦狭窄而应用较少。

4. 研究结论与建议

4.1. 研究结论

4.1.1. 框架维度随时代发展由关注技术领域转向综合素养的培养 数字素养框架的构建与演变与数字技术发展及政策导向紧密关联。早期框架（如 TPACK）聚焦技术与教学融合能力，为教师数字化教学奠定基础。随着《教育信息化 2.0 行动计划》的推进，框架逐步拓展至数字意识、社会责任等维度，如欧盟 Dig Comp Edu 新增安全与协作能力要求，体现从技术应用向综合素养的转型。2024 年《提升全民数字素养与技能工作要点》进一步强调伦理与责任，推动框架与教育现代化目标协同发展。

4.1.2. 数字伦理道德维度的重要性更加凸显 数字伦理道德成为衡量合格数字公民的核心标准。《工作要点》明确要求构建法治化网络环境，教师需通过规范自身数字行为引导学生遵守伦理准则，例如应对数字欺凌与网络暴力（郑旭东等，2021），学生则需在复杂信息生态中强化是非判断能力，合法合规参与数字活动。伦理维度已从边缘辅助转向框架核心，成为数字素养不可或缺的组成部分。

4.1.3. 创客教育与项目式学习助力培育数字素养 创客教育与项目式学习（PBL）通过实践驱动模式有效提升数字素养。例如，学生通过设计 AI 驱动回收箱项目，掌握技术原理的同时发展批判性思维与问题解决能力（Ng et al., 2024）；PBL 则以真实任务为纽带，促进团队协作与知识迁移（Max. et al., 2024）。此类教学模式将技术应用与高阶思维培养结合，为数字素养教育提供创新路径。

4.2. 研究建议

4.2.1. 框架构建需完善针对特殊群体的设计：细化个体差异考量维度 现有框架多针对常规师生群体，可以借鉴美国通用学习设计（UDL）原则（Rose et al., 2002），为残障学生、老年群体及偏远地区人群设计差异化方案。例如，通过多模态资源适配认知差异，开发培训工具，确保数字素养教育的包容性与公平性。

4.2.2. 框架需强化批判性思维的培养：突出素养导向的关键维度《提升全民数字素养与技能行动纲要》强调批判性思维的核心地位。未来需在课程中嵌入信息甄别任务，如引导学生评估生成式 AI 内容的可信度，推动从“知识记忆”向“深度思考”转型（段世飞等，2024）。

4.2.3. 框架应实现全球化与本土化的融合：推动各地区数字素养协同发展 欧盟 Dig Comp 等框架为各区域制定数字素养框架提供参考，但仍需结合区域特征调整。例如，加纳 ICTeTSA 框架通过本土化改进提升教师培训针对性（Quaicoe et al., 2020）；我国可构建兼顾城乡差异的特色框架，例如针对农村地区设计数字资源适配方案。

4.2.4. 框架的应用研究需拓展广度与深度 未来可采用多种调查方法收集数据，构建混合方法研究设计；在丰富研究地区与对象方面，推进国际合作，共享成果经验；最后，对个体实施长期跟踪研究，可以帮助研究者确定例如学生群体对于数字素养发展的关键阶段。

4.2.5. 框架如何在国内推动数字素养的提升 针对我国地区与城乡差异，优先要均衡资源配置。完善国家层面数字素养框架，参考国际标准制定可操作的测评工具，并建立动态评估机制监测实施效果（吴砥等，2023）。

参考文献

吴砥, 李环, 杨洒, & 朱莎. (2023). 教育数字化转型背景下中小学生数字素养评价指标体系研究. 中国教育学刊(7), 28-33.

郑旭东,马云飞 & 岳婷燕.(2021).持续推动数字时代的教师专业发展——基于挪威教师专业数字胜任力框架的考察.比较教育学报(01),139-150.

段世飞 & 钱跳跳. (2024). ChatGPT 浪潮下的高阶能力培养：可为、难为、何为?. 河北师范大学学报(教育科学版) (04), 80-88.

Max, Anna‐Lisa, Lukas, S. , & Weitzel, H. . (2024). The pedagogical makerspace: learning opportunity and challenge for prospective teachers' growth of tpack. British Journal of Educational Technology, 55(1).

Ng, D. T. K. , Su, J. , & Chu, S. K. W. . (2024). Fostering secondary school students' ai literacy through making ai-driven recycling bins. Education and Information Technologies, 29(8), 32.

Quaicoe, J. S. , & Pata, K. . (2020). Teachers' digital literacy and digital activity as digital divide components among basic schools in ghana. Education and Information Technologies(1).

基於遊戲化自動評量機制的行動科技輔助瑜珈訓練：以自我決定理論為視角

Effectiveness of gamified intelligent tutoring in yoga training: Through the lens of self-determination theory

夏綠荷[1*]，林彥男[2]，林長賢[1]，黃國禎[3]
[1]勤益科技大學體育室
[2]嶺東科技大學體育室
[3]台中教育大學資訊與測驗統計研究所，台灣科技大學數位學習與教育研究所
[*] share.holder0130@gmail.com

【摘要】為提升學生的運動技能學習表現，學者們推薦應用智慧教學系統，以藉此自動化評量學生的學習表現，並提供個人化的即時回饋。然而，僅提供學生自動化的檢測與回饋，不一定能吸引學生主動且持續的投入練習。此外，相關研究指出，在缺乏學習理論的支持下，智慧教學系統可能無法幫助學生獲得顯著的技能成長。因此，本研究以自我決定理論為基礎，在智慧教學系統中，導入符合學生心理需求的遊戲化機制。結果顯示，實驗組學生的瑜珈技能表現與學習參與，皆顯著優於控制組。從學生的回饋中也證實，遊戲化機制能滿足學生的心理需求及強化學習效益。

【關鍵字】 智慧型教學系統; 即時回饋; 遊戲化

Abstract: *To improve students' motor skills learning performance, scholars recommend the application of intelligent tutoring and instant feedback systems (ITIFS) to automatically evaluate students' learning performance and provide personalized instant guidance and feedback. However, some relevant research points out that without the support of learning theory, ITIFS cannot always help students achieve significant growth in skills. Therefore, this study is based on self-determination theory and introduces a gamification mechanism that meets students' psychological needs into the ITIFS. The results of the study showed that the yoga skill performance and learning participation of students in the experimental group were significantly better than those in the control group. Feedback from students also confirms that gamification mechanisms can meet students' psychological needs and enhance learning benefits.*

Keywords: Intelligent Tutoring systems, Real-time feedback, Gamification

1.研究背景與動機

要促進運動技能的成長，不僅需要知識、概念的學習，還十分著重於實作技能的正確演練。然而，多數的教學情境，每位教師須面對多名學生，導致教師無法即時的給予學生個別回饋 (Xie, 2021)。為了解決上述，有學者提倡在學生學習的過程中，導入具有人工智慧的運動技能學習系統，以藉此自動化評量學生的學習表現，並提供即時的個人化引導與回饋 (Lin et al., 2023; Xu et al., 2023)。相關的應用已證實，透過 AI 提供個人化回饋，可以有效提升學生的運動技能學習表現 (e.g. Lin et al., 2023; Xu et al., 2023)。然而，也有部分研究表明，提供個人化檢測、引導與回饋的機器人，可以提高學生的學習態度和興趣，但並沒有促進運動技能表現提升的效果 (Yang et al., 2020)。顯見，即時的個人化檢測、引導與回饋學習系統，在提升學生的運動技能表現上，依然面臨著許多挑戰。

因此，有學者主張在學習的過程中，介入有效的遊戲化機制，以吸引學生更積極主動，且持續的投入學習 (Krath et al., 2021)。先前的研究表明，在學習環境中導入適切的遊戲化元素，將有助於確保遊戲化學習所帶來的學習效益 (Grabner-Hagen & Kingsley, 2023)。此外，學者

也指出，以自我決定理論 (self-determination theory, SDT) 為框架，設計能滿足學生自主性、勝任感和歸屬感三項心理需求的遊戲化元素，可以強化學生的學習參與和實現學習目標 (Grabner-Hagen & Kingsley, 2023)。目前已有部分研究證實，當遊戲化元素能滿足學生的基本心理需求時，學生的運動技能表現、學習投入行為及學習參與，將有所提升及改善 (Quintas et al., 2020)。

因此，本研究將基於 SDT 開發一款遊戲化智慧輔導即時回饋系統。讓學生在學習瑜珈的過程中，除了可以藉由上傳自己的練習狀態，獲取即時的個人化引導與回饋；還可以在個人化頭像及小組排行榜等，遊戲化機制的催化下，提升自主性、勝任感和歸屬感，進而更積極的參與學習。為了評估基於 SDT 所開發的 G-ITIFS，應用於運動技能學習上的有效性，本研究將以瑜珈課程為例進行教學實驗，並針對以下 3 個研究問題進行探討：

1.使用基於 SDT 的遊戲化智慧輔導即時回饋系統 (Gamified intelligent tutoring and instant feedback system, G-ITIFS)，或一般智慧輔導即時回饋系統 (conventional intelligent tutoring and instant feedback system, C-ITIFS)，對學生的瑜珈技能學習表現是否產生差異？

2.使用基於 SDT 的 G-ITIFS，或 C-ITIFS，對學生的學習參與是否產生差異？

3.使用基於 SDT 的 G-ITIFS，或 C-ITIFS，學生的學習體驗為何？

2.文獻探討

2.1. 人工智慧輔助的運動技能學習

人工智慧學習系統能夠自動化分析學生的學習表現，針對學習狀況進行評估，並給予即時的引導及回饋 (Lin et al., 2023)。此類的應用實踐於運動技能學習時，多數是基於人體姿勢辨識技術的支持。在近年已有一些成功的範例，例如：Lin et al. (2023) 應用 OpenPose 技術，開發即時辨識羽球姿勢的輔助學習系統，並實踐於高等教育中。透過系統檢測學生的羽球擊球表現，給予姿勢正確度的回饋，成功幫助學生獲得羽球技能的提升。

另一方面，先前學者對科技輔助體育教學，點出了一些實施上的挑戰。包含：需要避免學生過度依賴人機互動，減少與教師之間的直接溝通；教師對科技掌握度不足，影響實施效果；課程發展缺乏連貫性規劃；以及沒有發揮出課程特色，未考量學生的需求及興趣等 (Wu, 2024)。考量這些實施過程中可能產生的負面影響，本研究將邀請科技輔助體育教學經驗豐富之教師，參與課程規劃、系統設計，及教學實驗活動的實施。其次，在教學實驗實施過程，將派系統開發工程師在旁待命，以協助解決系統上的突發狀況。最後，為了促進學生更積極、主動的投入練習，與學習系統進行更多的互動以強化實施效果，本研究將導入遊戲化機制，來刺激學生的學習參與。

2.2. 遊戲化及自我決定理論對運動技能學習的影響

在非遊戲的教學環境中導入遊戲元素，已被不同教育階段及眾多學科推薦為，是一種可以有效促進學生學習參與，進而提升學習表現的有效方法 (Krath et al., 2021)。它可以讓學習的過程變得更加有趣，刺激學生積極參與學習，與學習資源產生更多互動，從而對學習內容有更深層的理解 (Aguiar-Castillo et al., 2020)。目前常見於高等教育的遊戲化元素，包含：徽章、進度、回饋機制、等級、獎勵、排行榜和成就等 (Metwally et al., 2021)。透過這些遊戲化元素，將可以滿足學生的心理需求，包含 SDT 中提及的自主性、勝任感和歸屬感，進而幫助學生實現學習目標 (Grabner-Hagen & Kingsley, 2023)。

這樣的議題，在運動技能學習中也受到關注。Quintas et al. (2020) 招募了 417 名小學生，以 SDT 為理論框架，進行遊戲化舞蹈教學，及傳統舞蹈教學的實證性研究。結果指出，遊戲化的舞蹈教學可以改善學生的心理需求，並且顯著提升學生的運動技能表現及學習投入行為。其中值得關注的是，遊戲化改善了過去學生對體育課的負面評價。同時，遊戲化體育課程讓學生建立了社會凝聚力，透過彼此協助完成個人及小組的任務，從而提升了學生的歸屬感。

借鑑上述成功的經驗，本研究將基於 SDT 的自主性、勝任感和歸屬感，進行遊戲化機制的設計，並導入於具有人工智慧的技能檢測與即時回饋系統中。以藉此吸引學生持續參與練習，改善學生對重複性練習缺乏動力的問題。

3.基於自我決定理論的遊戲化智慧輔導即時回饋系統 (G-ITIFS)

SDT 是遊戲化研究中，最常被使用的動機理論之一 (Grabner-Hagen & Kingsley, 2023; Krath et al., 2021)。因此，本研究參考 Grabner-Hagen & Kingsley (2023) 依循 SDT 整理出的遊戲化機制框架，設計出符合本課程學習情境的遊戲化系統功能，並透過 C++來開發基於 SDT 的遊戲化智慧輔導即時回饋系統。此系統除了可以讓學習者在與系統互動學習的過程中，體驗遊戲化的元素，還可以檢測自己的瑜珈技能表現狀態，以從中獲得即時的專業回饋訊息。系統架構如圖 1 所示。

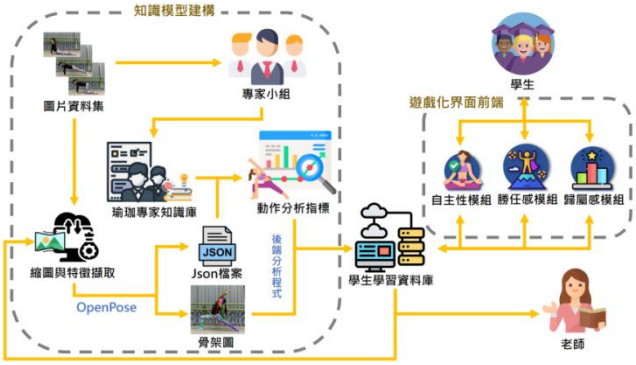


圖 1 系統架構圖

3.1. 自主性、勝任感與歸屬感模組

在自主性的部分，學生可以自由選擇想要學習的姿勢，觀看該姿勢的動作示範及學習要點以進行學習。當學生想要了解自己的學習表現時，可以上傳自己的練習照片，以獲得系統提供的回饋訊息，包含：評分面向指引、分數回饋、人體骨架視覺回饋及綜合表現雷達圖(如圖 2)。同時，系統也提供個人化頭像的功能。學生可於任何時間點，更換自己所喜歡的個人化頭像、背景與暱稱。相關資訊也會同步更新於排行榜上。最後，在玩家資料的部分，系統將提供學生可以查看自己當前所獲得的經驗值、等級、成就及徽章等資訊 (如圖 3)。

在勝任感的部分，當學生開始上傳自己的練習成果時，除了將獲得系統給予的回饋訊息，相關的數據也會計入經驗值、等級、成就、徽章及排名之中。其次，學生可以從學習歷程回饋中，查閱自己歷次上傳所獲得的回饋訊息。

在歸屬感的部分，以 4-5 名學生為一組，組內每位學生的個人學習表現，都將轉化成小組貢獻，並計入小組排行榜中。學生將意識到自己的學習表現不僅會影響個人，還會影響整個小組的成績和排名。藉由團隊績效表現，來激發小組成員間的合作和互助，打造共同追求的小組學習目標和成就，用以提升學生的歸屬感。

圖 2 學習回饋之介面

圖 3 自主性、勝任感模組及歸屬感模組相關功能介面

3.2. 知識模型的建構與驗證

系統中的人體姿勢辨識技術，參考 Lin et al. (2023) 之建議，採用 OpenPose 為主要技術。OpenPose 可以辨識並標記出，平面圖像或立體影像中的人體骨架。本系統使用年齡介於 18 至 20 歲，歷屆修習瑜珈課程之大學學生，所提供的瑜珈練習照片共計 1495 張，進行知識模型訓練。照片完成拍攝後，製作成圖片資料集。由三位持有合格瑜珈教練證，且擁有 10 年以上瑜珈教學經驗之教師，組成專家小組。建構出評價每個瑜珈姿勢正確性的評分規準，並針對每張照片進行評分。隨後，再由專家小組成員，依循該評分規準，針對圖片資料集內的每張照片進行評分。標註出從最低 1 分到最高 3 分的三個不同等級，以完成瑜伽專家知識庫之建立。專家小組評分的 Kendall's ω值為 0.72，顯示評分者間具有高度的一致性。

完成知識模型建構後，使用前述圖片資料集以外，但同為年齡介於 18 至 20 歲之間，修習瑜珈課程之大學生所提供的瑜珈練習照片。共計 1177 張照片，分別交由系統及專家小組進行評分。各瑜珈姿勢的 Kendall's ω係數值介於 0.708 至 0.818 之間 ($p < .00$)。顯示，系統評分與專家評分具有高度的一致性。驗證在瑜珈姿勢的檢測上，系統具有與專家教師相等的能力，可以給予學生正確的評價及回饋。

在預測性能的部分，本研究參考 Ashwin et al. (2023) 之建議，使用混淆矩陣來評估知識模型的表現，計算 4 個常用於分析智能學習系統的指標。混淆矩陣包含四種辨識現象：真陽性，正確的照片被辨識為正確；真陰性，錯誤的照片被辨識為錯誤；假陽性，錯誤的照片被辨識為正確；與假陰性，正確的照片被辨識為錯誤。通過混淆矩陣，將可以計算出系統在執行辨識任務時，能正確辨識的比例。分析結果顯示，本系統之準確度達 97%，精確度、召回率與 F1-score 達 96%。顯見，本研究所開發的模型，在瑜珈姿勢辨識上，有極佳的效能表現。

4.研究方法

4.1. 參與者

本研究招募大專通識教育中，瑜珈必修課程之修課學生，4 個班級共 156 人。修課學生分別來至校內的電資學院及管理學院，多數為首次接觸瑜珈之初學者，年齡介於 19 至 20 歲之間。為符合學校實際教學情境，所有的實驗分組，皆在不打破原班級的狀態下進行。指定 2 個班級 80 人為實驗組，使用 G-ITIFS 進行學習；另外 2 個班級 76 人為控制組，採用 C-ITIFS 進行學習。4 個班級皆由同 1 位教師進行授課，該名教師具備 10 年以上瑜珈教學經驗。

4.2. 實驗流程

教學實驗實施期間，每週上課 1 次，每次 100 分鐘。前 4 週，教師在講解完該學期的學習目標與任務後，兩組學生皆採用一般傳統教學模式，學習一套基礎的瑜珈動作。第 5 週，進行瑜珈技能表現之前測。測驗結束後，教師會利用 20 分鐘左右的時間，建立全體修課學生的通訊群組，在通訊群組內張貼智慧輔導即時回饋系統的網址、功能介紹等，並進行操作說明。

第 6-9 週，教師將進行第二套瑜珈動作的教學。隨後，會進行分組實作演練的學習活動。由教師採用便利的隨機指派形式，進行課堂活動分組。學生以 4-5 人為 1 組，練習當週的主要學習動作。小組成員將相互協助拍攝練習成果，並上傳至智慧輔導即時回饋系統。當學生上傳練習成果後，將由系統即時回饋學生該次練習的評分面向指引、分數回饋、人體骨架視覺回饋及綜合表現雷達圖等資訊。讓學生可以參照系統的檢測結果及回饋建議，進行修正練習。課堂上，教師將走動巡視於各小組之間，協助解決學生的個別問題。課堂後，教師將透過系統中的學生學習資料庫，掌握學生的個別學習狀況，並於隔週上課時，針對多數人的錯誤進行補充教學。兩組學生之間的差異在於，實驗組的系統比控制組多了個人化頭像、小組排行榜、經驗值、等級、徽章等遊戲化機制的功能。第 10 週，進行瑜珈技能表現之後測。第 11 週，以課堂小組為單位，各組進行約 10 分鐘的半結構式團體小組焦點訪談。

4.3. 研究工具

瑜珈技能表現的部分，參考自 Hsia et al. (2024) 選用的評分規準，以動作技巧為評分面向，劃分為 4 個表現水準。由兩位持有合格瑜珈教練證，且擁有 5 年以上瑜珈教學經驗之教師，分別針對學生考試時的錄影畫面進行評分。2 位專家教師評分結果之 Spearman's 等級相關為 0.71 (p <.000)，顯示評分者間具有高度的一致性。將採計 2 位專家教師評分的平均數，作為學生的瑜珈技能表現成績。

學習參與度的計算方法，參考至 Hwang et al. (2007) 提出的公式，並依本研究的學習情境微調為：LE(Si) = (T (Si) / MaxT + U(Si) / MaxU)/2。T (Si) 為學生登入系統次數，MaxT 為同儕間最高的登入次數，U(Si) 代表學生上傳練習成果的次數，MaxU 為同儕間最高的上傳次數。學習體驗的訪談大綱參考至 Hwang et al. (2009) 共計 7 題，並針對本研究的學習情境微調用詞，其中 1 題為：”利用這種方式學習瑜珈，與你以前經歷過的體育課有何不同？ 例如：在學習的過程中，系統會提供該次練習的分數回饋、綜合表現雷達圖及人體骨架視覺回饋等訊息，你覺得它的用處是什麼？對你的學習產生哪些幫助？”。

5.結果

5.1. 瑜珈技能表現分析

經迴歸係數同質性檢驗，F 值未達到顯著差異 (F=0.11，p=.92> .05)。顯示兩組學生的成績並未違反同質性假設，可以直接進行共變數分析。實驗組學生的瑜珈技能表現顯著高於控制組 (F=9.87，p=.00 < .05)。實驗差異為中等效果量 (η^2=0.06) (Cohen, 1988)。實驗組的調整後平均數為 2.43，而控制組為 2.25。顯見，學生使用基於 SDT 的 G-ITIFS 進行學習，其瑜珈技能學習成效，會顯著優於使用 C-ITIFS。

5.2. 學習參與分析

4 週的教學實驗期間，共獲得 1108 筆學生登入學習系統數據，及 1736 筆學生上傳練習成果的檢測數據，以進行獨立樣本 t-test。實驗組學生的線上學習參與總和顯著高於控制組 (t=6.86，p=.00 < .05)。實驗差異為大效果量 (d=1.11) (Cohen, 1988)。學生各週的線上學習參與統計分析，也均為實驗組顯著高於控制組 (Week 1: t=2.61, p=.01 < .05; Week 2: t=4.42，p=.00 < .05; Week 3: t=4.61，p=.00 < .05; Week 4: t=5.79，p=.00 < .05)。實驗差異在第一週至第三週的部分，皆為中效果量 (d=0.42, d=0.70, d=0.74)。第四週的實驗差異則達到大效果量 (d=0.94)。顯見，使用基於 SDT 的 G-ITIFS 進行學習，學生的學習參與無論是單週表現或是四週總和，皆會顯著優於使用 C-ITIFS。

5.3. 學習體驗分析

表 1 為學生訪談結果摘要表。首先，實驗組的個人化頭像功能，能滿足學生自主性的心理需求，並與排名功能連結產生更多的樂趣，從而提高學生積極參與學習的動力。其次，實驗組的排名、經驗值及徽章等功能，激發了學生與同儕間的競爭意識，從而增強勝任感。最後，實驗組的小組排名功能。能激發學生努力提升自己的分數，及幫助同組成員獲取高分，

以爭取小組的共同榮譽，滿足學生的歸屬感。顯見，使用基於 SDT 的 G-ITIFS 進行學習，能強化學生基本心理需求被滿足的體驗。

表 1 訪談結果摘要表

主題	編碼	實驗組	控制組
自主性	透過系統自主複習、預習、反覆練習。	25	21
	從系統回饋中了解自己的學習表現，並決定修正的方向。	31	30
	從評分面向指引及分數回饋中，決定修正的方向。	24	26
	從觀察雷達圖、人體骨架圖、範例圖及自己的練習影像等視覺回饋中，決定修正的方向。	43	25
勝任感	從系統回饋中獲得成就感	1	3
	從分數回饋中獲得學習動力	29	12
	產生與他人的競爭意識，進而增強學習動機	29	0
歸屬感	提升同儕間的互動	24	7

6.結論與建議

在瑜珈技能學習表現的部分，實驗組學生的進步幅度顯著優於控制組。證實了基於 SDT 的 G-ITIFS，可以有效提升學生的瑜珈技能學習品質。也呼應了過去學者的觀點，證實在非遊戲的教學環境中導入遊戲元素，可以有效提升學生的學習表現 (Krath et al., 2021)。另一方面，先前的研究表示，提供個人化檢測、引導與回饋的智能機器人，無法顯著提升學生技能學習表現 (Yang et al., 2020)。顯見，結合學習理論開發的智能學習系統，將能強化學生的學習效益，克服過去將人工智慧技術應用於運動技能學習時，無法顯著提升學生技能表現的挑戰。

在學習參與的部分，實驗組學生與控制組相比，在系統上互動學習的次數更多。顯見，具有遊戲化元素的學習系統，能引起學生的學習興趣，可以有效促進學生主動且積極的參與學習。顯見，具有遊戲化元素的學習系統，能引起學生的學習興趣，可以有效促進學生主動且積極的參與學習 (Quintas et al., 2020)；也證實以滿足學生心理需求為出發點的教學策略，將有機會促進學生長期參與運動的可能性 (White et al., 2021)。

在學習體驗的部分，兩組學生皆表示，智能檢測與即時回饋系統的介入，有促進自主性、勝任感與歸屬感提升的效果。這與過去以自我決定理論為視角，探索智能學習系統對學生學習影響的研究結果一致 (Annamalai et al., 2023)。最後，系統提供的即時回饋，熱絡了小組間的互動及討論，提升了合作學習的品質。這也解決了 Annamalai et al. (2023) 指出的，智能學習系統較無法支持學生建立歸屬感的擔憂。

總結來說，本研究為嘗試在教育領域中，導入智能學習系統的其他研究人員，展示了以學習理論作為開發依據的具體成效。雖然不同的學科內容有其獨特性，本研究的發現未必適用於其他學習領域。但我們展示了它的潛力，說明這是一個值得討論的議題。建議未來可以將研究拓展到其他學習領域，並考慮納入其它依變項進行實驗研究，以便更全面的瞭解，這個議題所帶來的學習優勢。

致謝

本研究感謝國科會經費支持，計畫編號：NSTC 112-2410-H-167 -002 -MY2 and NSTC -112-2410-H-011-012-MY3。

參考文獻

Aguiar-Castillo, L., Hernández-López, L., De Saá-Pérez, P., & Pérez-JIménez, R. (2020). Gamification as a motivation strategy for higher education students in tourism face-to-face learning. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education, 27*, 100267.

Ashwin, T. S., Prakash, V., & Rajendran, R. (2023). A systematic review of intelligent tutoring systems based on Gross body movement detected using computer vision. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 4*, 100125.

Annamalai, N., Eltahir, M. E., Zyoud, S. H., Soundrarajan, D., Zakarneh, B., & Al Salhi, N. R. (2023). Exploring English language learning via Chabot: A case study from a self determination theory perspective. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 5*, 100148.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). New Jersey, NJ:Lawrence Erlbaum Associates.

Grabner-Hagen, M. M., & Kingsley, T. (2023). From badges to boss challenges: Gamification through need-supporting scaffolded design to instruct and motivate elementary learners. *Computers and Education Open, 4,* 100131.

Hsia, L. H., Hwang, G. J., & Hwang, J. P. (2024). AI-facilitated reflective practice in physical education: an auto-assessment and feedback approach. *Interactive Learning Environments, 32*(9), 5267-5286.

Hwang, G. J., Chu, H. C., Chen, T. K., Wang, T. T., Tseng, Judy C.R., & Hwang, G. H. (2007). The development of a computer-assisted self-regulation system on the internet. *Chinese Journal of Science Education, 15*(3), 317-334.

Hwang, G. J., Yang, T. C., Tsai, C. C., & Yang, Stephen J. H. (2009). A context-aware ubiquitous learning environment for conducting complex science experiments. *Computers & Education, 53*(2), 402-413.

Krath, J., Schürmann, L., & Von Korflesch, H. F. (2021). Revealing the theoretical basis of gamification: A systematic review and analysis of theory in research on gamification, serious games and game-based learning. *Computers in Human Behavior, 125*, 106963.

Lin, K. C., Ko, C. W., Hung, H. C., & Chen, N. S. (2023). The effect of real-time pose recognition on badminton learning performance. *Interactive Learning Environments, 31(8),* 4772-4786.

Metwally, A. H. S., Nacke, L. E., Chang, M., Wang, Y., & Yousef, A. M. F. (2021). Revealing the hotspots of educational gamification: An umbrella review. *International Journal of Educational Research, 109*, 101832.

Quintas, A., Bustamante, J. C., Pradas, F., & Castellar, C. (2020). Psychological effects of gamified didactics with exergames in Physical Education at primary schools: Results from a natural experiment. *Computers & Education, 152*, 103874.

Wu, C. (2024). Analysis and assessment of multimedia-assisted physical education quality based on graded score algorithm. *International Journal of Information and Communication Technology, 24*(8), 52-63.

White, R. L., Bennie, A., Vasconcellos, D., Cinelli, R., Hilland, T., Owen, K. B., & Lonsdale, C. (2021). Self-determination theory in physical education: A systematic review of qualitative studies. *Teaching and Teacher Education, 99*, 103247.

Xie, M. (2021). Design of a physical education training system based on an intelligent vision. *Computer Applications in Engineering Education, 29*(3), 590-602.

Xu, W., Xing, Q. W., Zhu, J. D., Liu, X., & Jin, P. N. (2023). Effectiveness of an extended-reality interactive learning system in a dance training course. *Education and Information Technologies, 28*(12), 16637-16667.

Yang, D., Oh, E. S., & Wang, Y. (2020). Hybrid Physical Education Teaching and Curriculum Design Based on a Voice Interactive Artificial Intelligence Educational Robot. *Sustainability, 12*(19), 8000.

智慧教室环境下本科生的学习投入度的影响因素研究

Research on the Influencing Factors of Learning Engagement of Undergraduates under the Environment of Smart Classroom

黄舒婕[1],王诗蓓[2]，荆璐[3]
扬州大学新闻与传媒学院
3487772346@qq.com[1]，007851@yzu.edu.cn[2]

【摘要】 随着信息技术的迅速发展和普及，智慧教室作为数字化教学的重要载体在高等教育中得到了广泛的应用。本研究基于三元交互决定理论，从交互行为、学生自身和学习环境三个维度，分析在智慧教室环境下本科生的学习投入度的影响因素。结果表明，在智慧教室环境下，交互行为因素、学生自身因素和学习环境因素均对学习投入度有着显著的影响。基于本次调查结果，从行为投入、情感投入、认知投入和智慧教室环境下的教学策略四个层面提出建议，以期帮助大学生在智慧教室中的学习投入度有所提升。
【关键词】 智慧教室；学习投入度；三元交互决定理论；影响因素

Abstract: *With the rapid development and popularization of information technology, the smart classroom, as an important carrier of digital teaching, has been widely used in education. This study is based on the tripartite interactive decision-making theory, and analyzes the influencing factors of college students' learning engagement in the smart classroom environment from dimensions of interactive behavior, students themselves and learning environment. The results show that in the smart classroom environment, interactive behavior factors, student factors and learning environment factors all have a significant impact on learning engagement. Based on the results of this survey, suggestions are put forward from the three levels of behavioral engagement, emotional engagement and cognitive engagement, order to help college students improve their learning engagement in the smart classroom.*
Keywords: Smart classroom, Learning engagement, Triadic interaction decision theory, Influencing factors

1.问题的提出

《教育部2022年工作要点》与《党的二十大报告》均显著凸显了实施教育数字化战略的关键性，两者均明确指出需要迅速推动教育领域在数字化和智能化方面的深度转型与升级。这标志着我国高等教育正由传统的教育信息化阶段迈向更为先进的数字化转型新纪元（邬大光，2023）。为了与时代进步保持同步，“智能教育”的理念首次在国家政策层面上被我国政府在《新一代人工智能发展规划》中提出（国务院，2017）。此外，在随后的《中国教育现代化 2035》规划中，为了满足现代教育需求，必须着手打造一个集教学功能、管理功能以及服务功能于一体的智能化平台。这样的平台将极大地提升教育教学的效率和效果，显示出其不可或缺的必要性，并将其视为一项核心建设任务（新华社，2019）。在教育信息化建设的核心环节中，智慧教室以其高互动学习空间的特点，在推动教育数字化转型以及提升教育质量的过程中，该力量发挥了重要作用，成为了这一变革的强劲推动力。作为智能技术赋能教育的产物，智慧教室不仅提供了先进的技术支持，更为教育者和学生创造了一个全新的教学和学习环境。因此，如何利用信息技术打造支撑新形态教学的智慧教室，成为高校教育工作者和信息技术人员关注的重点。这不仅是一个单纯的技术性难题，而且更深层次地关联到教育理念的问题以及教学方法和学习体验等多方面的综合性问题。

学生作为学习的主体，是智慧教室的主要参与者，学生的课堂参与程度可以直观地通过他们的学习投入状况来体现。学习投入作为评估学生学习动力和学习效果的核心指标，涵盖

了学生在多个层面上的全方位投入。具体而言，学习投入不仅涉及学生在知识理解和记忆上的认知努力，还包含他们对学科的兴趣和热情。然而，在考察学生的学习投入度方面，虽然以往的研究广泛关注了传统教室环境及多媒体技术的应用，针对其当前状况及诸多影响因素，展开了详尽而深入的分析。但在智慧教室这一新兴教育环境下，关于学生学习投入度的探究还显得不够充分。伴随着教育信息化进程的推进，智慧教室的建设正在以前所未有的速度扩展。在智慧教室正在加速普及的进程中，如何高效地利用智慧教室来增强学生的学习投入度，已成为教育领域迫切需要探讨的问题。

本研究的目的是探究智慧教室环境中影响本科生学习投入度的核心要素，根据现实情境调整三元交互决定模型。为了实现以上研究目的，需要解决以下几个问题：在智慧教室环境中，哪些主要因素会对学生的学习投入度产生显著的影响；分析这些因素如何作用于学生的学习投入度；智慧教室环境下，在哪些层面上可以更有效地增加学生的学习投入。

2.文献综述

2.1.学习投入度

Schaufeli 学者在学术领域率先引入了“学习投入”的概念，他将其界定为与学习过程紧密相连的、积极且富有成效的心理状态，这一状态涵盖了活力、奉献和专注三个核心要素（Wilmar B. Schaufeli 等，2002）。弗雷德里克斯等人进一步细化了学习投入的内涵，将其分解为行为、情绪和认知三个层面（陶一等，2024）。汪雅霜认为学习投入包括自主性学习投入和互动性学习投入，对投入过程的研究需突破学习投入度研究的行为观，从多维心理和社会情感角度对学习投入进行深入研究（汪雅霜等，2017)。另外，一些研究者针对不同的研究情境为学习投入度给出了不同的定义，这表明学生的学习投入度是受情境影响的(李新等，2021)。

当前，学习投入度的测量在国内外学术界已受到广泛关注和研究。在国内，2009 年，杨立军和韩晓玲采用汉化版的 NSSE 量表，对大学生学习投入状况进行了详尽的探讨。从行为、认知和情感三个不同维度深入解读了学习投入的内在含义。经过对数据的详尽处理与精准分析，最终得出了以下结论：学习投入对教育成果的积极影响远远超过了环境要素的作用（杨立军等，2014）。进一步地，在 2013 年，汪雅霜的研究团队通过自主研发的问卷，对国内大学生的学习投入进行了更加精细化的研究。研究覆盖了元认知策略、同伴之间的互动、深层认知策略的应用、师生互动的质量以及每位学生的学习动力等多个方面，并得出了国内大学生的自主学习能力较弱，在时间安排上不合理等方面。另外，教师与学生之间的互动频率有待将强，教师与学生要多交流，不仅是学习方面，还有情感方面，学生与教师之间的关系还不是很密切（史秋衡等，2012）。这一发现为提升我国大学生的学习质量和教育效果提供了宝贵的参考。综合以上研究，可以明显看出学习投入度在认知、情感和行为三个层面的测量研究已相对成熟，然而，在智慧教室背景下，学生学习投入度的测量研究还没有达到理想的状态。因此，为更好地改进智慧教室的教学实践，对这一领域进行系统性的研究显得尤为迫切。

2.2. 班杜拉三元交互模型

20 世纪 60 年代,心理学家班杜拉在勒温模型研究的基础上,提出人的行为是人、环境、行为三元交互而形成的理论,并认为环境、人与其行为之间互为因果相互决定,从而形成一个系统,被学界称为“三元交互决定论”（殷融，2022）。他把“交互”这一概念定义为“事物之间的相互作用”,把“决定”定义为“事物影响的产物”（班杜拉，2015）.该理论的建立吸收了行为主义、人本主义和认知心理学的有关部分的优点,并批判地指出它们各自的不足,具有鲜明的特色（吴遐等，2020）。图 1 中 P 代表人的个体,B 代表行为, E 代表环境,双向箭头代表互为因果、互相影响。

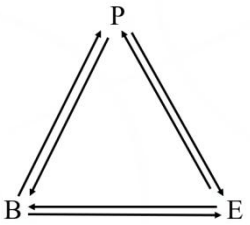


图 1 三元交互因果关系中的三类主要决定因素之间的关系

3. 研究设计

3.1. 研究对象

本研究的研究对象为在智慧教室中进行学习过的本科阶段学生。在性别分布上，女生人数略高于男生，但两者比例相近；在年级分布上，大一至大四的学生均有所涵盖，分布也相对均衡。调查对象的人口统计信息见表 1。

表 1　人口统计信息表

变量	选项	人数	百分比
性别	男	180	46.4
	女	208	53.6
年级	大一	83	21.4
	大二	84	21.6
	大三	102	26.3
	大四	119	30.7

3.2. 研究变量和研究假设

班杜拉的三元交互决定论为智慧教室环境下本科生的学习投入度的影响因素提供了重要的理论基础,借鉴该理论可以深入分析智慧教室环境下本科生的学习投入度的内涵。该理论聚焦于人的内在因素、行为和环境之间的相互影响,是对个体行为解释力较强的理论,具有广泛的应用价值。本研究通过观察、整理与分析,结合该校本科生学情与学校实际教学情况,将影响智慧教室环境下本科生的学习投入度的影响因素分为交互行为、学生自身、学习环境三大类。交互行为因素概括为师生互动、生生交流、人机交互；学生自身因素总结为学生的自我效能感以及对技术的接受度，学习环境因素则涵盖教学资源、教师水平和硬件设施。

（一）交互行为

交互行为因素涉及师生互动、生生交流、人机交互。互动形式的多样化能够推动学习者进行深层认知,同时,这也将促进师生之间以及同伴之间建立起更加和谐友好的关系,创造 一个和谐的课堂环境。在智慧教室环境下，交互行为对学生的学习投入度会产生较大的影响。因此，本研究将交互行为作为影响因素并形成研究假设：

H1：交互行为对本科生参与智慧教室环境中学习的学习投入度有显著影响。

（二）学生自身

学生自身因素中包括学生的自我效能感以及对技术的接受度，占有举足轻重的地位。自我效能感，即对自我能力的信心，决定了他们是否愿意投入时间和精力进行学习；技术的接受度指使用智慧化学习工具的意愿和熟练程度。在本研究中，学生自生因素是影响学生学习投入度的最重要的因素。形成的研究假设为：

H2：学生自身因素对本科生参与智慧教室环境中学习的学习投入度有显著影响。

（三）学习环境

学习环境因素则涵盖教学资源、教师水平和硬件设施，拥有丰富的教学资源可以使教室和学生在智慧教室环境中更好的教与学；教师教学水平，如教学具有趣味性、灵活性，直接

影响着学生在课堂上的学习投入度；硬件设施如教室内的移动桌椅、交互白板和环境控制系统。通过综合考察这些因素，可以了解学生在智慧教室学习情境下学习投入效果的情况。形成的研究假设为：

H3：学习环境因素对本科生参与智慧教室环境中学习的学习投入度有显著影响。

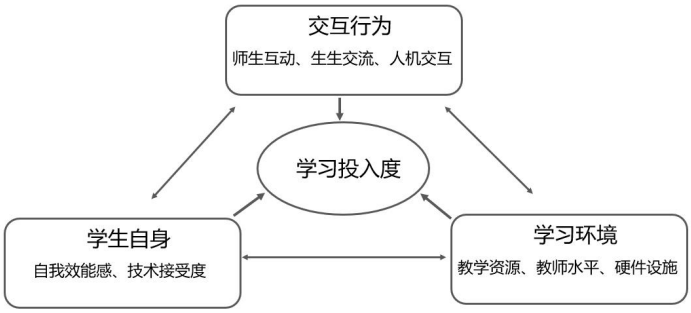


图 2 基于三元交互决定论的学生的学习投入度影响因素体系

3.3. 研究方法与研究工具

本研究运用问卷调查法，深入剖析了智慧教室环境中学习者的学习投入程度。问卷的设计参考了具有广泛认可度的 NSSE-China（罗燕等，2009）以及张屹的《智慧教室环境下大学生学习投入度调查问卷》，这些问卷均经过验证，具备高度的信效度（张屹等, 2019）。经过对智慧教室和学习投入相关文献的全面查找和深度的分析，编制了《智慧教室环境下本科生学习投入及影响因素调查问卷》。问卷中，关于学习投入的现状部分，采用了汉化版的 NSSE 量表，将其细化为三个关键维度：行为、情感和认知。行为投入着重于学习者在智慧教室内的实际活动表现，具体涵盖了学习者投入的时间、精力及其学习的效率；情感投入则侧重于学习者在学习过程中所付出的情感，包括对待学习是否有热情、自我效能感的高低和学习满意度等；而认知投入则涉及学习者为实现学习目标而采用的多种思维策略，如规划、监控和调整等。此种维度的划分有助于本研究更为全面、精确地评估学习者的学习投入情况。在问卷的影响因素部分，本研究以张屹教授所编制的《智慧教室环境下大学生学习投入度调查问卷》为主。结合该校智慧教室建设与使用情况以及学生学情与学生课堂投入度的实际情况,最终形成了《智慧教室环境下本科生学习投入及影响因素调查问卷》，其中该问卷在影响因素部分包括三个维度，即交互行为因素、学生自身因素和学习环境因素，与张屹教授所编制的问卷的不同之处在于首先，问卷的第一个维度为交互行为，加入了人机交互行为，而张屹教授所编制的问卷中的第二个维度为教师与同伴因素，提到了教师信息技术应用能力，没有提及到学生的技术应用能力。其次，在本研究的第二个维度学生自身，包含自我效能感和技术接受度，而在张屹教授的问卷中有自我效能感、认知负荷和技术接受度，本研究去掉了认知负荷。另外。本研究的第三个维度为学习环境，其中加入了教师教学水平，而张屹教授所编制的问卷中的第三个维度中只涉及到了教学资源与平台和硬件设施。为确保所收集数据的精确性和可信度，所有题项均采用五点式李克特量表的形式进行评分，要求被调查者根据自身真实情况，从“完全不符合”到“完全符合”五个选项中选 择最符合自己实际情况的描述，对应的分值分别为 1 至 5。

问卷数据通过问卷星平台收集并导出，共获得问卷 475 份，接着对问卷进行数据清洗，删除异常样本，经过这些处理流程，最终获得了 388 份有效问卷，问卷的整体有效率达 81%，为了保证综合问卷的信度和效度，笔者对问卷所有的模块进行了信度和效度检验。问卷所有结构的 Cronbach’sα值在 0.762~0.788 之间，均在 0.7 以上，具有较好的可靠性。AVE 值在 0.404~0.445 之间，均大于 0.4；CR 值在 0.762~ 0.789 之间，均大于 0.7，表明这些结构具有良好的收敛有效性。这些数据表明，本研究使用的问卷具有良好的内部信度和效度。

4. 研究结果

为了深入探究各因素中自变量与因变量之间的潜在联系，本研究在用 SPSS Statistics 25 统计软件中进行了系统的回归分析。在此分析框架中，“学习投入度”被设定为因变量，旨在衡量学生的 学习投入状态；而“交互行为、学生自身和学习环境”则被选为自变量，以探讨其对学习投入度的影响。为全面分析这些变量间的关系，本研究进行了三次独立的回归分析。结果分析如表 2：

表 2 各因素与学习投入度回归分析结果

因变量	自变量	非标准化系数		标准化系数	t	显著性
		常数	标准误差	Beta		
行	（常量）	0.282	0.154		1.836	0.067
为	交互行为	0.413	0.055	0.392	7.448	0.000
投	学生自身	0.250	0.056	0.231	4.504	0.000
入	学习环境	0.257	0.055	0.242	4.645	0.000
情	（常量）	0.279	0.127		2.342	0.020
感	交互行为	0.417	0.046	0.420	9.145	0.000
投	学生自身	0.240	0.046	0.233	5.233	0.000
入	学习环境	0.272	0.046	0.271	5.986	0.000
认	（常量）	0.343	0.144		2.381	0.018
知	交互行为	0.386	0.052	0.378	7.473	0.000
投	学生自身	0.304	0.052	0.289	5.835	0.000
入	学习环境	0.222	0.052	0.215	4.283	0.000

根据数据分析结果，当因变量为行为投入时，D-W 的值为 1.794，在 1.5-2.5 之间，说明残差独立。各维度的 VIF 值依次是 2.843、2.685 和 2.771，均小于 5，没有高度自我相关。R 方=0.625>0.6，表示具有中度解释能力。同时，交互行为因素、学生自身因素和学习环境因素这三个维度与行为投入之间的非标准化相关系数均达到显著性，说明三个因素均与行为投入相关；进一步通过标准化相关系数的分析，得出学生自身因素在影响学生行为投入方面占据了主导地位，而交互行为因素则相对而言对学生的行为投入影响较小。基于上述分析，构建的回归方程为行为投入=0.282+0.413*学生自身因素+0.250*交互行为因素+0.257*学习环境因素。

当因变量为情感投入时，D-W 的值为 1.931，在 1.5-2.5 之间，说明残差独立。各维度的 VIF 值依次是 2.843、2.685 和 2.771，均小于 5，没有高度自我相关。R 方=0.716>0.6，表示具有中度解释能力。同时，交互行为因素、学生自身因素和学习环境因素这三个维度与情感投入之间的非标准化相关系数均达到显著性，说明三个因素均与行为投入相关；进一步通过标准化相关系数的分析，得出学生自身因素在影响学生情感投入方面占据了主导地位，而交互行为因素则相对而言对学生的情感投入影响较小。基于上述分析，构建的回归方程为情感投入=0.297+0.417*学生自身因素+0.240*交互行为因素+0.272*学习环境因素。

当因变量为认知投入时，D-W 的值为 1.804，在 1.5-2.5 之间，说明残差独立。各维度的 VIF 值依次是 2.843、2.685 和 2.771，均小于 5，没有高度自我相关。R 方=0.650>0.6，表示具有中度解释能力。经过分析，发现各因素与认知投入之间的非标准化相关系数均具有显著性，这表明上述三个因素均与认知投入存在相关性；进一步通过标准化相关系数的分析，得出学生自身因素在影响学生认知投入方面占据了主导地位，而学习环境因素则相对而言对学生的

认知投入影响较小。基于上述分析，构建的回归方程为认知投入=0.343+0.386*学生自身因素+0.304*交互行为因素+0.222* 学习环境因素。

5. 研究的结论与建议

5.1. 研究的结论

通过探讨在智慧教室环境下的大学生学习投入度的影响因素，发现交互行为因素、学生自身因素和学习环境因素均对学习投入度有着显著的影响。具体而言，在行为投入方面，学生自身因素占据了主导位置（β=0.392），对学习环境因素（β=0.242）的依赖程度次之，而交互行为因素本身的直接贡献则相对较小（β=0.231）。进一步分析情感投入时，观察到学生自身因素依旧是最为关键的驱动力（β=0.420），学习环境因素的影响紧随其后（β=0.271），而交互行为因素则再次最小（β=0.233）。在认知投入领域，学生自身因素有着最大的影响力（β=0.378），但与行为投入不同的是，交互行为因素在此处显示出较为明显的直接贡献（β=0.289），而学习环境因素则成为三个因素中影响最小的一个（β=0.215）。

（一）交互行为对本科生参与智慧教室环境中学习的学习投入度有显著影响。

交互行为因素涵盖了教师与学生之间的互动行为，同伴之间的协作交流，以及学生与教室内技术设备间的互动。回归分析表明，交互行为因素对智慧教室中大学生的学习投入的各个维度呈现显著的正向影响。与传统教室相比，智能时代的来临促进了人机协同技术在智慧教室中的使用，不仅增强了师生之间的交流与反馈，还能够提高学生的课堂投入程度以及老师能够准确的得到学生学习状态的反馈，从而使得教学质量整体得到提高。另外，何文涛基于 IIS 图分析与社会网络分析的视角开展了智慧教室环境下协作学习的交互特征分析，发现智慧教室环境下学生之间围绕知识点的讨论更集中，学生的课堂学习投入度有明显提升（何文涛等，2018）。

（二）学生自身对本科生参与智慧教室环境中学习的学习投入度有显著影响。

学生自身因素包括学生的自我效能感和对技术的接受程度，大学生对完成学习任务的结果和效果呈现不同的自信程度，这对以后学习的学习投入度产生直接影响。研究表明，自我效能感能够正向影响学生技术接受度,学习效能感越高,对学习内容有效性的认知也越高,学生的学习投入度也自然而然地有所提高（刘妍等,2015）。另外，教师要为学生提供更加丰富的实践机会，让学生尽可能亲自动手操作，增强学生自身的体验感，通过实际操作增强对技术的信心与熟练度。智慧教室拥有众多的技术设备，在操作上有简单的但也有复杂的，学生必须熟练的掌握，才能在智慧教室中获得学习的乐趣。否则，有可能在学习过程中总遭到挫败感，降低自己的学习动机。

（三）学习环境对本科生参与智慧教室环境中学习的学习投入度有显著影响。

学习环境包括教学资源、教师水平和硬件设施。教学资源的丰富和教学材料的可视化程度有所提高，学生学习体验更加丰富。教师的教学方式逐渐从以教师为中心转变为学生为中心，强调二者在教育过程中的平等参与和互动交流。对于智慧教室的空间设计和布局方面，常用的空间布局大多为 U 型和圆桌型，不同于以往“秧田式”布局。另外，在智慧课堂教室环境下，可以通过人脸识别技术与学生行为数据，分析学生课堂专注度;通过过程性评价数据，如答题得分率、活动参与度等，分析学生学习效果、薄弱环节。一方面促进了教师对学生进行更加有针对性的辅导，另一方面为教师教学方案的重构进行了有效的辅助决策（刘清堂等，2019）。

5.2. 相关建议

首先，在行为投入方面，智慧教室这一高度数字化、智能化的学习环境中，行为投入是衡量学习者学习状态的重要维度之一。它着重于学习者在智慧教室内的实际活动表现，具体涵盖了学习者投入的时间、精力及其学习的效率。学习者的行为投入不仅体现在他们是否主动参与课堂互动，如积极参与小组讨论、主动回答问题、熟练运用智慧教室的交互设备进行知识探索，还体现在他们能否合理分配学习时间，高效利用智慧教室丰富的学习资源。在智

慧教室中，丰富的多媒体教学资源、智能的学习工具以及个性化的学习路径设计，为学习者提供了多样化的学习方式。

接着，在情感投入方面，情感投入是学习者在学习过程中不可或缺的重要组成部分。它侧重于学习者在学习过程中所付出的情感体验和内在心理状态。具体而言，情感投入涵盖了学习者对待学习的热情、自我效能感的高低以及学习满意度等多个方面。自我效能感也是情感投入的重要体现。自我效能感是指学习者对自己完成学习任务能力的信心和信念。具有较高自我效能感的学习者，往往能够更自信地面对学习挑战，相信自己能够通过努力克服困难并取得成功。

其次，在认知投入方面，认知投入是学习者实现深度学习的重要途径。通过运用规划、监控和调整等思维策略，学习者能够更好地管理自己的学习过程，提高学习效率和质量。在智慧教室环境中，教师可以通过设计多样化的学习任务、提供及时的反馈和引导学生进行自我反思等方式，促进学习者的认知投入，帮助他们成为具有自主学习能力和创新精神的学习者。

最后，在智慧教室的具体教学策略方面，如添加游戏化教学、自适应学习系统、翻转课堂模型等增强参与度。在智慧教室环境里，游戏化教学策略极具潜力。通过设计与课程内容深度融合的趣味游戏，像知识竞赛小游戏、情景模拟冒险等，把原本枯燥的知识点巧妙嵌入其中；自适应学习系统中每位学生的学习进度、知识薄弱点，智能推送契合个人需求的学习内容；翻转课堂模型在智慧教室也是很好的教学策略，这种模式将传统课堂“教”与“学”顺序颠倒，学生从被动接受转为主动探究，课堂参与度显著提升，教学效果也更为理想。

参考文献

邬大光.(2023).成就与预警:我国高等教育普及化进程的思考.***中国高教研究(04)***,8-18.

国务院.国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[EB/OL](2017-07-20)[2024-05 07].http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm.

新华社.中共中央、国务院印发《中国教育现代化 2035》[EB/0L] (2019-02-23)[2024-05-07].http://www.gov.cn/zhengce/2019-02/23/content_5367987.htm.

陶一,刘骏鹏,王硕,张馨月 & 傅亚洁.(2024).公费师范生学习投入与学习收获的特点和影响机制研究. ***西部素质教育 (04)***, 166-170.

汪雅霜 & 汪霞.(2017).高职院校学生学习投入度及其影响因素的实证研究.***教育研究(01)***,77-84.

李新 & 李艳燕.(2021).基于系统性文献综述的国外学习投入实证研究分析.***现代远程教育研究(02)***,73-83+95.

杨立军 & 韩晓玲.(2014).基于 NSSE-CHINA 问卷的大学生学习投入结构研究.***复旦教育论坛(03)***,83-90.

史秋衡 & 郭建鹏.(2012).我国大学生学情状态与影响机制的实证分析.***教育研究(02)***,109-121.

殷融.(2022).论班杜拉三元交互决定论中蕴含的先锋思想.***心理研究(02)***,115-120.

班杜拉.(2015).***社会学习理论***.中国人民大学出版社.

吴遐,高记 & 刘兵.(2020).以评促学：基于三元交互决定论的同伴互评研究.***中国远程教育(04)***,58-64+77.

罗燕,海蒂·罗斯 & 岑逾豪.(2009).国际比较视野中的高等教育测量——NSSE-China 工具的开发:文化适应与信度、效度报告.***复旦教育论坛(05)***,12-18.

张屹,郝琪,陈蓓蕾,于海恩,范福兰 & 陈珍.(2019).智慧教室环境下大学生课堂学习投入度及影响因素研究——以“教育技术学研究方法课”为例.***中国电化教育(01)***,106-115.

何文涛,王亚萍 & 毛刚.(2018).智慧教室环境下协作学习的交互特征分析——基于 IIS 图分析与社会网络分析的视角.***远程教育杂志(03)***,75-83.

刘妍,吴敏华 & 孙众.(2015).电子课本环境中学生技术接受度与学习方法、学习效能感关系研究.***开放教育研究(01)***,105-113.

刘清堂,何皓怡,吴林静,邓伟,陈越,王洋 & 张妮.(2019).基于人工智能的课堂教学行为分析方法及其应用.***中国电化教育(09)***,13-21.

Wilmar B. Schaufeli, Isabel M. Martinez, （2002）Alexandra Marques Pintoetal Burnout and Engagement in University :A Cross-National Study. *Journal of Cross-Culteral Psychology*, 33(5):464-481.

国内（2015—2024）外语教育技术应用及创新现状分析与未来展望——基于CiteSpace 的 CNKI 文献可视化分析

Analysis and Prospects of Technological Applications in Foreign Language Education in China (2015–2024): A Visualization Analysis of CNKI Academic Papers Based on CiteSpace

栾千惠[1]，付慧琳[2*]，许可[3]
北京邮电大学
fuhuilin@bupt.edu.cn

【摘要】 随着信息技术的发展，外语教育技术应用与创新成为研究热点。本研究利用 CiteSpace 对 2015—2024 年 CNKI（核心期刊及 CSSCI 库）中 198 篇相关文献进行可视化分析，涵盖发文趋势、作者合作网络及关键词聚类，探讨研究热点与发展趋势。结果表明，作者合作呈“大分散、小集中”特征，研究经历了从探索到深化的演变，主要聚焦信息技术应用、数字化转型、教育技术理论及人工智能辅助教学。基于此，提出五个未来方向：数据驱动教学、虚拟现实应用、数字化模式优化、人工智能应用深化及资源整合共享。
【关键词】 CiteSpace；可视化分析；外语教学；教育技术

Abstract: *With the rise of information technology, technology-enhanced foreign language education has become a key research focus. This study uses CiteSpace to analyze 198 CNKI (Core Journals and CSSCI) publications from 2015 to 2024, examining research trends, author collaboration, and keyword co-occurrence patterns. Findings reveal a “highly dispersed, locally concentrated” collaboration pattern and an evolution from exploration to deep application. Key topics include IT integration, digital transformation, educational technology theories, and AI-assisted teaching. Five future directions are proposed: data-driven pedagogy, virtual reality applications, digital model optimization, enhanced AI applications, and resource sharing.*
Keywords: CiteSpace, Visual Analysis, Foreign Language Teaching, Educational Technology

1.引言

我国教育信息化进程经历了教育信息化 1.0 阶段（2001—2017 年）和教育信息化 2.0 阶段（2018—2021 年）。自 2018 年 4 月《教育信息化 2.0 行动计划》发布，智慧外语教育研究快速发展（于姗姗，张航，2022）。2022 年之后，教育进入数字化转型阶段。2022 年 2 月《教育部 2022 年工作要点》明确实施教育数字化战略行动，党的二十大首次将“推进教育数字化”纳入党代会报告。至此，教育教学的数字化转型已成为国家战略的重要组成部分。

2.研究设计

2.1. 数据采集与处理

本文分析的数据源为中国知网库（CNKI）中文核心期刊和 CSSCI 来源期刊，时间跨度限定为 2015 年至 2024 年，检索主题设置为“外语教学”“教学创新”“教育技术”，并在对细分领域如“大数据”“虚拟现实”“人工智能”等再次检索，最终筛选出 198 篇有效研究论文。CiteSpace 是由陈超美博士开发的知识图谱可视化软件（李杰，陈超美，2017）。本研究利用 CiteSpace（6.3 版本），设置最小时间切片（Years per Slice）为 1 年，对外语教育技术领域的研究脉络、热点和前沿动态进行深入挖掘和可视化分析。

2.2.研究问题

2015 至今国内外语教学技术应用创新研究发展概况如何?近十年（2015 至今）国内外语教学技术应用创新研究的热点及方法是什么?未来国内外语教学技术应用创新研究趋势如何?

3.研究发展概况

3.1. 时间分布特征

年度发文量的增减变化可以在一定程度上反映研究者对该领域的关注度(胡泽文等,2013)。该领域研究经历三个显著阶段（如图 1）。2015-2017 年为初期波动期，对应教育信息化 1.0 阶段末期，技术应用与教学实践的融合度亟需进一步优化。2018-2020 年为增长回升期，《教育信息化 2.0 行动计划》促进了新兴技术广泛应用，文献发表量显著增加。2021-2024 年为稳定增长期，疫情期间线上和多媒体教育需求激增，文献数量持续增长。综合来看，近十年外语教育技术研究的热度持续上升，技术进步、政策支持和社会需求是其主要驱动力。

图 1 外语教育技术应用及创新发文量时间分布特征图

3.2. 空间分布特征：机构分布及作者共现图谱分析情况

论文高产机构及作者图谱反映了其贡献和影响力，可作为引进学术资源、评估学术成果等方面的重要参考（卢新元 等，2019）。本研究聚焦于发文量排名前十二的机构（如图 2 所示），高校是外语教育技术研究的主要力量，语言类、师范类及理工类高校均依托其独特的资源优势取得成就。例如，刘沛鑫（2024）利用 SadTalker 技术探讨情感表达在跨文化交际能力培养中的作用。郑春萍（2022）研究了高校英语学习者的动机类型对在线英语学习效果的影响。此外，作者共现图谱显示，国内外语教育技术应用领域学者数量众多，成果显著的学者包括何高大、胡加圣、卢志鸿、李芳军等。然而，学者间的合作主要局限于机构内部，不同机构之间的合作网络较为松散，尚未形成具有显著影响力的作者合作网络。

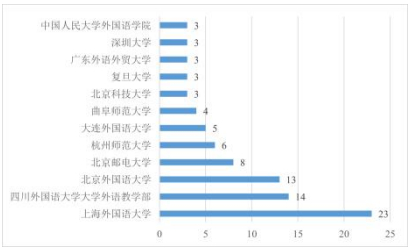


图 2 外语教育技术发文量较高机构统计图

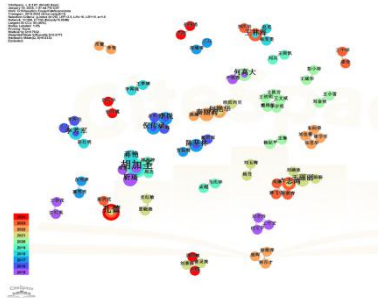


图 3 外语教育技术作者共现分析图

4.研究热点分析

关键词是对文献核心观点的提取概况，反映了领域研究的精髓（刘爱媛，2022）。本文通过关键词共现、中心性、突变特征分析等，探究外语教育技术应用与创新领域的研究热点。

4.1.关键词共现图谱分析

本研究通过聚类节点属性（Node Phrases）选择关键词（Keyword）生成图谱，统计不同关键词的频次及中心性，结果表明（如图 4），关键词共现网络具有较高的密度，共计 205 个关键词，326 条连线，关键词网络密度为 0.0156。中心性（如表 2）与关键词在所属领域的

关键程度呈正相关。“外语教学”“翻转课堂”“人工智能”等关键词的出现频次较高，中心性数值也相对较大，表明重要性及影响力较高的研究主题同样获得了高度关注。

学者在外语教育中表现出对新兴技术应用的创新精神与探索勇气。如表 1，“大语言模型”“慕课”“微课”“信息技术”“人工智能”“大数据”等技术应用备受关注。例如，冯庆华（2024）提出大语言模型针对自由动作、规定动作和挑战动作的优化策略，在多模态教学资源开发、智能教学系统设计等方面取得了突破性进展。栾琳（2023）发现虚拟现实技术能够提升大学生英语词汇学习效果，但学习动机的提升和平台设计仍需改进。

本研究强调，未来外语教育技术应用及创新需要结合教育学、心理学、计算机科学等多个学科的理论与实践，形成 TPACK 架构（胡加圣 2015）。认知心理学理论在智能教学系统设计中的应用，以及自然语言处理技术在外语学习评估中的运用，都是值得深入研究的方向。

图 4 关键词共现图

序号	高频关键词	频次
1	外语教学	24
2	翻转课堂	23
3	大学英语	19
4	教学模式	13
5	人工智能	10
6	外语教育	9
7	慕课	8
8	多模态	8
9	教师角色	6
10	大数据	5
11	课程思政	5
12	微课	5
13	信息技术	5
14	大语言模型	5
15	互联网+	5

图 5 关键词频次图

序号	高频关键词	中心性
1	外语教学	0.37
2	翻转课堂	0.21
3	信息技术	0.16
4	教学模式	0.14
5	大学英语	0.11
6	慕课	0.11
7	人工智能	0.07
8	课程思政	0.06
9	微课	0.06
10	自主学习	0.06
11	在线学习	0.05
12	外语教育	0.04
13	大数据	0.04
14	建构主义	0.04
15	大语言模型	0.03

图 6 关键词中心性图

4.2. 研究热点演化阶段分析

关键词突现是 CiteSpace 文献计量分析的核心功能，能筛选出特定时期内频次显著变化的关键词，阐释研究领域内的演变趋势。

在研究内容的演变方面，跨学科融合趋势显著，外语教育技术与认知科学、心理学、计算机科学等交叉研究增加。研究显示（如图 5），2015 至 2018 年，研究主要关注“二语习得”、“大学英语教学”等主题，重点关注外语教学模式。2019 至 2022 年，受疫情影响，“在线学习”、“外语慕课”成为焦点，关注在线学习效果及改进策略，“学习投入”、“个性化教学”成为新兴热点。2022 年起，随着 ChatGPT 等技术的发展，“人工智能技术”、“外语学习”成为新研究方向，研究方法也从理论模式研究向实证研究转变。

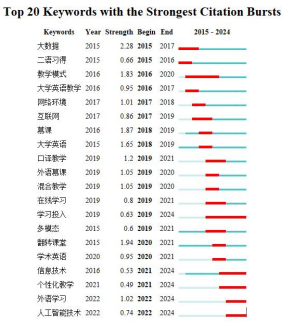


图 7 外语教育技术应用及创新关键词突现图

5.研究未来展望

在过去的十年里，外语教育技术领域的研究热度显著提升。教育信息化 2.0 行动计划推动人工智能、虚拟现实、大语言模型等前沿技术广泛应用于外语教育创新。高等院校已成为该研究领域的主导力量，研究热点为“翻转课堂”、“人工智能”、“大学英语”等，研究方法论也从教学模式向实证研究演进，注重技术应用的有效性和实际教学成效。随研究深入，学习者个体差异与技术适应性问题受到关注(原左晔，何菊玲，2024)。跨学科的研究方法成为趋势，教育学、心理学、计算机科学等多学科融合为其发展提供了新的视角和方法论支持。

未来，外语教育技术的发展将聚焦以下五个方向：首先，应深化实证研究，进一步验证人工智能、虚拟现实等新兴技术对外语教学的实际效果。其次，跨学科协作至关重要，需推动教育技术、计算机科学、心理学等领域的深度融合。此外，个性化教育将成为重点，应充分利用大数据分析学习行为，提供精准学习方案。同时，政策与资源支持是技术落地的关键，研究应紧跟政策导向，争取资源投入，有效应用于教学实践。最后，需加强国内外学术合作，建立紧密的研究网络，推动资源共享与技术交流，以促进外语教育技术的可持续发展。

综上所述，技术的进步和教育理念的革新将使外语教育更加智能化、个性化和多样化，通过持续研究与实践，外语教育技术将在提升教育质量和丰富学生学习体验方面发挥更大作用。

致谢

北京邮电大学大学生创新训练计划项目（项目号：202409007）立项资助

参考文献

于姗姗 & 张航.(2022).我国外语智慧教育研究的进展与趋势——基于 Cite Space 的可视化分析.天津大学学报(社会科学版)(06),503-511.

冯庆华 & 张开翼.(2024).人工智能辅助外语教学与研究的能力探析——以 ChatGPT-4o 和文心大模型 4.0 为例.外语电化教学(03),3-12+109.doi:10.20139/j.issn.1001-5795.20240301.

卢新元,张恒,王馨悦 & 秦泽家.(2019).基于科学计量学的国内企业知识转移研究热点和前沿分析. 情报科学(03),169-176. doi:10.13833/j.issn.1007-7634.2019.03.027.

刘沛鑫, 骆雨萌,陈秀秀 & 顾曰国.(2024).基于人工智能的非语言信息增强技术在虚拟仿真外语学习中的应用——以“跨文化交际视域下走进韩国”虚拟仿真外语教学系统为例.外语电化教学(02),13-17+37+102.doi:10.20139/j.issn.1001-5795.20240202.

刘爰媛,郭顺利 & 房旭辉.(2022).国内外认知计算研究现状及其在图情领域应用研究.情报科学(09),137-146.doi:10.13833/j.issn.1007-7634.2022.09.019.

李玉顺, 安欣,代帅 & 刘晓慧.(2023).数字教育促进教育公平实践的反思.开放教育研究(03),69-78.doi:10.13966/j.cnki.kfjyyj.2023.03.007.

李杰，陈超美.2017.CiteSpace：科技文本挖掘及可视化（第二版）[M].北京：首都经济贸易大学出版社

郑春萍, 高梦雅,许玲玉 & 陈旭.(2022).在线教育环境下大学生英语学习动机与自我调控学习研究.西安外国语大学学报(03),67-72.doi:10.16362/j.cnki.cn61-1457/h.2022.03.011.

胡加圣 & 靳琰.(2015).教育技术与外语课程融合的理论与实践研究.中国电化教育(04),114-120.

胡泽文,孙建军 & 武夷山.(2013).国内知识图谱应用研究综述.图书情报工作(03),131-137+84.

钟绍春,杨澜 & 范佳荣.(2025).数据驱动的个性化学习:实然问题、应然逻辑与实现路径.电化教育研究(01),13-19+33.doi:10.13811/j.cnki.eer.2025.01.002.

原左晔 & 何菊玲.(2024).智能时代教师教育变革所面临的问题及其纾解——基于斯蒂格勒技术哲学视角的审思.现代远距离教育(05),87-96.doi:10.13927/j.cnki.yuan.20241014.003.

栾琳, 易滟青, 卢志鸿,滕飞宇 & 董艳.(2023).虚拟现实环境对大学生英语词汇学习的有效性研究.外语电化教学(03),93-99+126.

基于 CRITIC 权重法的高校教师混合教学用户画像体系构建[8]

The Construction of Blended Teaching User Portrait System for College Teachers Based on CRITIC Weight Method

曲新婷[1*]，黄月[2*]，牛佳慧[3*]
[123]北京邮电大学人文学院
[*] qxt, huangy@bupt.edu.cn，2024111687@bupt.cn

【摘要】在教育数字化转型背景下，混合教学成为教育新趋势，教师的混合教学能力被认为是教师基础能力之一，促进高校教师群体有效实施混合教学至关重要。为此，需要对高校教师群体混合教学行为进行画像构建，描述群体特征，以帮助高校了解教师现状，定位自身改革阶段，并更好的制定政策促进教师发展。本研究从某高校学习管理系统获取教师 2018 年至 2022 年四个春季学期的混合教学过程性数据，通过用户画像技术提取混合教学行为标签，以 CRITIC 权重法设定群体分类标准，得到局外人、落后者、初步参与者、中度参与者、积极参与者五类高校教师混合教学群体画像。
【关键词】 教师画像；高等教育；混合教学

Abstract:*Under the background of digital transformation of education, mixed teaching has become a new trend of education. Teachers ' mixed teaching ability is considered to be one of the basic abilities of teachers. It is very important to promote the effective implementation of mixed teaching in college teachers. Therefore, it is necessary to construct a portrait of the mixed teaching behavior of college teachers and describe the characteristics of the group, so as to help colleges and universities understand the current situation of teachers, locate their own reform stage, and better formulate policies to promote teacher development. This study obtains the mixed teaching process data of teachers from the learning management system of a university in four spring semesters from 2018 to 2022, extracts the mixed teaching behavior label through the user portrait technology, and sets the group classification standard with the CRITIC weight method, and obtains the mixed teaching group portraits of five types of college teachers : outsiders, laggards, preliminary participants, moderate participants and active participants.*

Keywords: teacher portrait, higher education, blended teaching

1. 引言

将在线教学和传统教学的优势结合起来的混合教学，在疫情后被广泛应用于高校中，是数字化转型战略中必不可少的环节（孙慧等，2024），教师的混合教学能力被认为是教师基础能力之一。但当前对高校教师混合教学的研究多采用主观方法，存在主观性强、趋于经验判断、研究样本小的不足之处（张倩苇等，2022）。用户画像是一种以行为数据作为画像模型构建依据的方法，可更客观精确的分析教师数据并构建教师用户画像（黄建国等，2020），本研究将用户界定为高校教师，以教师开展混合教学的过程性行为数据为主要数据来源进行分析，构建高校教师混合教学行为画像并设立群体划分标准，以期帮助高校了解教师现状，定位自身改革阶段，并更好的制定政策促进教师发展与高校数字化转型。拟探讨三个问题：（1）如何基于学习管理系统的行为数据提取混合教学的标签体系？（2）如何根据混合教学数据特征设置聚类群体划分标准？（3）高校混合教学各聚类群体的具体特征是什么？

2. 已有研究

[8] 本文系 2020 年度国家社会科学基金教育学一般课题“基于用户画像的高校教师混合教学建模及提升机制研究”(批准号: BCA200086）的研究成果

2.1 用户画像在高校教师中的研究应用

当前用户画像技术在教师中主要体现在五个方面，即教师课堂教学、教师教研活动、教师专业发展、教师评价支持、教师管理体系（黄建国等，2020）。用户画像在教师研究中虽覆盖范围广泛，但对混合教学场景探索不足（胡小勇和林梓柔，2019），且研究过程中缺乏客观化、系统化的定量研究支撑，需要用更科学、精准的数据处理方法完善教师画像。

2.2 CRITIC 权重法

分类方法是常用的用户画像构建方法（徐芳和应洁茹，2020），此方法先依靠专家经验预设类别标签与边界，再用数据挖掘深入分析数据关联，适用于以划分相似特征的教师群体为目标的研究，与本研究内容相符，CRITIC 权重法作为分类方法的一种，能通过量化指标间对比强度和冲突性(Diakoulaki & Papayannakis ,1995)，综合评估教师多维数据特征，有效解决传统主观赋权偏差问题，符合学习管理系统中的混合教学行为数据特征，本研究选用 CRITIC 权重法作为设定高校教师混合教学行为聚类群体划分标准的方法。

3. 研究设计

3.1 研究过程

遵循一般用户画像的构建流程（王世奇等人，2022），本研究将高校教师混合教学行为画像的构建主要分为三个阶段，即数据收集与清洗、标签体系建立、画像构建。

数据收集与清洗阶段，选取某混合教学先行高校学习管理系统 2018-2022 年 4 个春季学期全体教师行为数据进行分析，经去重、频次筛选及行为意义评估，保留 5148 条原始数据。标签体系建立阶段，基于黄月等（2017）对混合教学行为项的分类方法，得到高校教师混合教学行为标签体系，分为 3 个一级标签与 12 个二级标签：建设课程资源（含添加教学资源、添加在线测试、添加试题库 3 项二级标签）、组织混合教学（含课程讨论区发文、布置课程作业、发布课程通知、发布课程问卷、发布探究主题、发布在线测试 6 项二级标签）、开展师生互动（含讨论区回文、回答学生问题、批改课程作业 3 项二级标签）。画像构建阶段，以教师混合教学行为在线教学行为比例为理论基础，初步设立群体分类标准，采用 CRITIC 权重法对各一级行为标签进行权重分析并设立标准，依据标准对高校教师进行群体画像分类。

3.2 研究结果

3.2.1 画像标准

本研究通过前期大量调研发现，教师普遍存在混合教学个人主动性较弱、行为单一化特征，有必要设立高校教师混合教学最低使用标准。基于创新扩散理论，本研究将高校教师混合教学群体分为五类，选择“每学期进入课程次数”作为表征教师混合教学总体参与度的基础指标（黄月等，2017），并作为群体分类的初步判断依据，具体为局外人 0 次、落后者 1~14 次，初步参与者 15~48 次，中度参与者 49~80 次，积极参与者 80 次以上。在五类群体划分基础上，对数据进行处理，描绘五大类教师轮廓范围，对一级行为标签进行数据降重、数据合并、归一化处理、异常值处理等操作，并依据 CRITIC 权重法对各一级行为标签进行权重分析，判别每类教师群体中各一级标签重要程度。根据 CRITIC 权重法得到权重值后，将处理后的数据与对应的权重相乘并进行累加，得到综合得分，依据综合得分区间重构分类标准，有效识别高频低效与低频高质等非常态行为模式。

各群体一级行为标签项权重及分类标准如表 1 所示。一级行为标签项权重中，建设课程资源的次数用 x 表示，组织混合教学的次数用 y 表示，开展师生互动的次数用 z 表示，混合教学行为综合得分用 P 表示，各类教师群体综合得分依据用 P_i、P_j、P_k、P_m、P_n 表示，由于局外人的评价标准为 x=y=z=Pi=0，故表 1 中不体现局外人的评价标准，只体现其他四种教师群体。各群体分类标准中，首先判断进入课程次数 n 应属于哪类群体范围中，在该群体中以该群体各权重计算得分，若符合此群体的综合得分标准，划入此群体范围，若不符合此群体的综合得分标准，根据综合得分划入其他标准。举例说明，A 老师进入课程次数 16 次，初步认定其应为“初步参与者”老师，以“初步参与者”综合得分标准计算 A 教师得分，即 P_k= 0.355*x

+ 0.431*y + 0.214*z，若计算得出的 P_k 为 4，位于(2,5]之间，则该教师属于“初步参与者”群体；若计算得出的 P_k 为 8，超过(2,5]，位于(5,10]之间，则该教师属于“中度参与者”群体。基于此标准，设定 “初步参与者”是高校教师需达到的最低标准，教师可根据自身混合教学具体行为次数进行计算，判断所属混合教学教师群体，明确个人定位，鼓励高校教师达到混合教学行为最低标准，并积极向分类层次更高的教师群体靠拢。

表 1 一级行为标签权重及评价标准

教师群体及相应综合分数 P	一级行为权重			评价标准	
	建设课程资源 x（次数）	组织混合教学 y（次数）	开展师生互动 z（次数）		
局外人 $P_i=0$	0	0	0	x=y=z=0	
落后者 $P_j=0.225*x+0.512*y+0.262*z$	0.225	0.512	0.262	优先判断 n∈[1,14] 且 $P_j\in(0,2]$	n∈[15,48] 且 $P_k\in(0,2]$ n∈[49,80] 且 $P_m\in(0,2]$ n∈[81,+∞)且 $P_n\in(0,2]$
初步参与者 $P_k=0.355*x+0.431*y+0.214*z$	0.355	0.431	0.214	优先判断 n∈[15,48] 且 $P_k\in(2,5]$	n∈[1,14] 且 $P_j\in(2,5]$ n∈[49,80] 且 $P_m\in(2,5]$ n∈[81,+∞)且 $P_n\in(2,5]$
中度参与者 $P_m=0.212*x+0.351*y+0.437*z$	0.212	0.351	0.437	优先判断 n∈[49,80] 且 $P_m\in(5,10]$	n∈[1,14] 且 $P_j\in(5,10]$ n∈[15,48] 且 $P_k\in(5,10]$ n∈[81,+∞)且 $P_n\in(5,10]$
积极参与者 $P_n=0.253*x+0.254*y+0.493*z$	0.253	0.254	0.493	优先判断 n∈[81,+∞) 且 $P_n\in(10,+\infty)$	n∈[1,14] 且 $P_j\in(10,+\infty)$ n∈[15,48] 且 $P_k\in(10,+\infty)$ n∈[49,80] 且 $P_m\in(10,+\infty)$

3.2.2 群体画像

通过 CRITIC 权重法划分五类教师群体，观察标签体系具体数据特征，并对各类群体中教师开展访谈了解细节，探究五类高校教师混合教学群体的行为特点，得到的具体的教师群体画像如表 2 所示。

表 2 高校教师混合教学群体画像

画像类型	落后者	初步参与者	中度参与者	积极参与者
特征描述	教师多因疫情开始学习使用平台，本身主动性不高，个别混合教学行为积极，平台功能使用不熟练，只进行混合教学基本功能的教学行为师生互动较弱，在疫情后期活跃度低	教师达到开展混合教学最低标准，对混合教学产生兴趣，在日常中进行初步混合教学，主动进行课程资源建设，回答学生问题次数增加，布置和批改作业比重大，发布课程通知多	教师逐步习惯在日常开展混合教学，多数混合教学行为积极，组织混合教学并关注师生互动，课程讨论区回文较多，添加在线测试，布置课程作业	教师使用混合教学，成为日常教学一部分，熟练运用教学平台各项功能，在疫情后期活跃度依旧较高，师生互动行为丰富，评论区发布主题数及回文数较多，能够积极回答学生问题，平台测试功能使用频率较高，提供资源行为较多

4. 研究结论

本研究通过用户画像技术，构建高校教师混合教学行为标签体系、将教师群体分为五类，并设定分类标准。得到如下结论：（1）提取“建设课程资源”“组织混合教学”“开展师生互动”3 个一级行为，以及相应的 12 个二级行为的标签体系。（2）依据理论基础，将高校

教师混合教学分为局外人、落后者、初步参与者、中度参与者、积极参与者 5 个教师群体，基于 CRITIC 权重法，计算各群体一级行为标签权重和综合得分数据以设立 5 类群体的划分标准。（3）通过观察各类教师群体混合教学行为标签体系的具体数据特征，明确五类教师群体特征。

本研究存在一定的局限性：一、仅收集一所高校数据，可能存在数据特异性问题。未来将积极获取其他多所高校混合教学课程平台数据，力求进一步完善优化画像群体及分类标准。二、研究仅包含混合教学中的在线数据，线下数据主要通过前期调研和访谈进行说明，对结果的解释力有限，未来会结合调查问卷讨论群体特征存在与变化的原因。

参考文献

胡小勇 & 林梓柔.(2019).精准教研视域下的教师画像研究.电化教育研究(07),84-91.

黄月,韩锡斌 & 程建钢.(2017).混合教学改革的阶段性特征与实施效果偏差分析.现代远程教育研究(05),69-77.

孙慧,李玉蓉 & 谢萌.(2024).未来教育视域下高校新型混合式教学研究. 黑龙江高教研究(01),17-22.

黄建国,唐烨伟,范佳荣 & 钟绍春.(2020).基于 xAPI 的在线学习环境中精准师训画像构建研究.中国电化教育(04),102-108.

王世奇,刘智锋 & 王继民.(2022).学者画像研究综述.图书情报工作(20),73-81.

徐芳 & 应洁茹.(2020).国内外用户画像研究综述.图书馆学研究(12),7-16.

张倩苇,张敏 & 杨春霞.(2022).高校教师混合式教学准备度现状、挑战与建议.电化教育研究(01),46-53.

Diakoulaki, D., Mavrotas, G., & Papayannakis, L. (1995). Determining objective weights in multiple criteria problems: The critic method. Computers & Operations Research, 22(7), 763-770.

教师发展视角下高校疫情后数字化政策变革路径研究

Research on the Transformation Path of Digital Policies in Universities After the Pandemic from the Perspective of Teacher Development

赵文璐[1*]，黄月[2]，徐聪茵[3]
[123]北京邮电大学人文学院
[*] evazwl@bupt.edu.cn

【摘要】 在高校数字化变革成为提升教育质量关键路径且教师发展受重视的背景下，本研究以北京邮电大学为例，基于 Lewin 的组织变革理论，探讨疫情后高校数字化政策变革路径。研究发现，高校疫情后的数字化政策变革遵循“解冻—变革—再冻结”三阶路径，最终实现教师发展从被动适应、主动参与到系统化制度约束的转型。研究为高校数字化转型提供了理论与实践参考，但受限于案例类型，需拓展多校验证。
【关键词】 高校数字化政策；教师发展；案例研究；组织变革理论

Abstract: *Amidst the emphasis on digital transformation in higher education as a key to enhancing quality and teacher development, this study investigates post-pandemic digital policy reform paths at Beijing University of Posts and Telecommunications, grounded in Lewin's organizational change theory. Findings reveal a three-phase path ("unfreezing-changing-refreezing"), driving teacher development from passive adaptation to active participation and systematic institutional constraints. The research provides theoretical and practical insights for digital transformation, though limited by its single-case approach, necessitating multi-institutional validation.*
Keywords: university digital policy, teacher development, case study, organizational change theory

1.问题提出与相关研究综述

新冠疫情是数字化政策变革的加速器（Li et al., 2022），加速了全球高等教育数字化转型和高校的数字化政策变革（Zancajo et al., 2022）。数字技术正在重构教育生态（Facer & Selwyn, 2021），促使高校重新审视教学、科研与管理模式。教师发展在高校数字化政策变革中具有重要作用，美国高等教育信息化协会(EDUCAUSE)的报告显示，高等教育机构将教师培训（63%）作为其人工智能战略规划的核心构成要素（Robert & McCormack, 2025）；基于香港高校实证研究提出的“人工智能生态教育政策框架”重点关注了教师的教学与数字素养培训（Chan, 2023）。作为教学主导者，教师的数字化教学能力不足将会限制高校数字化转型的顺利进行（李铭等人，2022）。例如，疫情后墨西哥高校通过数字平台应用，有效缓解了教育中断危机，但也暴露出教师数字素养差异导致的协同困境（Chans et al., 2023）。

我国于 2024 年出台教师发展相关政策（中共中央和国务院，2024），明确提出要推进数字赋能，探索人工智能等新技术助力构建教师专业发展创新体系。作为 “双一流”行业特色院校，北京邮电大学积极响应政策，以数字赋能教师专业发展，其信息科技特色为探索高校数字化政策变革路径提供典型样本。关于疫情后数字化政策变革研究，Zancajo（2022）等人的研究关注宏观的教育政策和系统层面的分析，侧重于分析疫情对教育政策的加速和强化作用，而本研究通过将组织层面的组织变革理论三阶段模型（Lewin, 1951）与教师发展视角相结合，以案例研究探索高校数字化政策变革路径，为高校数字化转型提供理论支持与实践参考。

2.研究设计

2.1. 研究方法

本研究基于教师发展视角探究高校疫情后数字化政策变革路径，采用案例研究法。案例法擅长解构“如何发生”（How）的复杂机制，可深度揭示教师发展与高校数字政策间的关联。

2.2. 案例选取

本研究基于理论抽样原则，选取北京邮电大学进行分析。首先，作为 “双一流”行业特色院校，该校案例具有实践推广价值。其次，该校具有学科典型性，北京邮电大学依托通信工程、计算机科学等学科优势，在政策制定过程充分体现技术驱动型高校的数字化转型特征。

2.3. 数据搜集与分析

本研究通过收集档案资料的方式来收集数据：（1）高校官方文档与报告，从而梳理出与数字化变革相关的政策举措。（2）学校网站信息挖掘，以了解教师在数字化变革中的具体实践与学校的支持措施。通过数据搜集与筛选，案例分析所使用的主要数据如下：

表 1

北京邮电大学数字化政策与措施（2019-2024 年）

	政策与措施
2019 年	●“校党委书记吴建伟主持召开 2019 年第一次信息化建设领导小组会议”、 ●“北京邮电大学召开 2019 年第二次信息化建设领导小组会议”
2020 年	●“校党委书记吴建伟主持召开学校信息化建设工作领导小组 2020 年第一次会议”、●“学校召开网络安全和信息化领导小组 2020 年第 2 次会议”
2021 年	●“学校召开网络安全和信息化领导小组会议”
2022 年	▲“关于 2022 年春季学期使用‘教学云平台’和‘雨课堂’开展在线教学的通知”、▲“关于开展‘数字教育大讲堂’的通知”
2023 年	●“北京邮电大学召开高质量发展暨‘123 上台阶计划’启动部署会”
2024 年	■《北京邮电大学关于加强教育数字化工作的十条措施》

■ 正式政策文件 ▲ 校内通知 ● 新闻通稿

本研究基于 Lewin 组织变革理论的“解冻-变革-再冻结”（Unfreeze-Change-Refreeze）三阶段模型（Lewin, 1951）编码，该理论适用于解释外部冲击（如疫情）引发的组织制度断裂与重构过程，揭示教师发展视角下的高校疫情后数字化政策变革路径。编码表如下：

表 2

基于 Lewin 三阶段模型的高校数字化政策文本编码表（教师发展视角）

Lewin 阶段	政策时间	政策文本摘要	教师发展关联性
旧常态	2019 年	●“校党委书记吴建伟主持召开 2019 年第一次信息化建设领导小组会议”：“信息平台”、“领导决策层”、“优质教育资源顺畅共享”、“智慧校园” ●“北京邮电大学召开 2019 年第二次信息化建设领导小组会议”：“五个统一”、“应用研发平台”、“动员全校师生参与信息化建设”、“服务教师考核”	被动适应
（续表 2）			
解冻	2020 年	●“校党委书记吴建伟主持召开学校信息化建设工作领导小组 2020 年第一次会议”:“学习借鉴兄弟高校”、“校内专家团队”、“网络服务平台” ●“学校召开网络安全和信息化领导小组 2020 年第 2	被动适应→主动参与过渡

		次会议”：“教师研究成果应用”、“教师一张表”、“教学云平台”、“采购前专业论证”、“部门协同”	
解冻（深化）	2021 年	●“学校召开网络安全和信息化领导小组会议”：“攻防演练”、“漏洞扫描”、“校内科研团队”	主动参与
变革	2022 年	▲“关于 2022 年春季学期使用‘教学云平台’和‘雨课堂’开展在线教学的通知”：“云邮教学空间”、“建立教师教学电子档案”、“雨课堂”、“四维支持体系”	制度约束
		▲“关于开展‘数字教育大讲堂’的通知”：“数字素养与技能”、“总结报告”	
变革→再冻结	2023 年	●“北京邮电大学召开高质量发展暨‘123 上台阶计划’启动部署会”：“数字教育工程”、“教学成果翻番”、“科研经费翻番”、“引育人才翻番”	制度约束深化
再冻结	2024 年	■《北京邮电大学关于加强教育数字化工作的十条措施》：“教育数字化工作格局”、“数智科创”、“数智应用”、“数智合作”、"网-云-数-智-安"、“数智人”	制度约束系统化

3.案例分析

基于 Lewin 三阶段理论框架，结合教师发展“被动适应➡主动参与➡制度约束”的动态演进规律，本研究将北京邮电大学疫情前后数字化政策变革路径划分为以下三个阶段：

3.1.解冻阶段：被动适应向主动参与转型（2019-2021 年）

此阶段的数字化政策以行政力量为主导。2019 年，北京邮电大学通过行政会议启动信息化建设，建立组织架构但尚未明确教师参与机制，教师处于信息接收端的被动适应阶段。2020 年，网络安全会议引入教师技术团队参与机制，教师获得信息化建设决策话语权；开启教师能力转化通道，使得科研成果与校园建设形成价值闭环，教师发展向主动参与阶段过渡。至 2021 年，常态化网络安全演练转化为教师数字能力提升机制，科研反哺机制促使教师从技术使用者转向研发参与者，教师发展为主动参与阶段，但该阶段决策权仍集中于行政部门。

3.2. 变革阶段：初步构建制度约束体系（2022-2023 年）

政策强制力成为重塑教师行为的关键工具。2022 年，通过校内通知推行教学云平台和雨课堂，倒逼教师接受标准化数字教学流程；“数字教育大讲堂”培训使数字素养纳入院系绩效考核体系，倒逼教师持续更新数字技能，实现教学行为标准化重构。2023 年，“123 上台阶计划”以科研经费翻番等目标推动教师从个体研究转向团队化协作，将数字素养纳入人才引育的核心指标，出现发展评价刚性约束。教师角色转型为战略执行主体，教师发展为制度约束阶段，此阶段教师既承担制度执行压力，又通过技术参与获得职业发展新通道。

3.3. 再冻结阶段：系统化制度约束体系（2024 年至今）

《教育数字化十条》的颁布标志着制度约束的系统化升级，通过三重架构重构教师发展路径。其一，构建“网-云-数-智-安”一体化基础设施，数智人引擎与教育模型工具链的部署倒逼教学流程标准化。其二，教育大数据中心的深化建设，通过融合数据服务能力将教师备课、授课、科研等行为转化为量化管理对象。其三，高等教育通用模型体系要求科研成果优先校内数字化孵化。在该阶段，教师是“数据生产者—模型使用者—成果转化者”三位一体的主体。

4.结论

以北京邮电大学为例，教师发展视角下高校数字化政策路径呈现“解冻—变革—再冻结”的三阶递进：解冻阶段（2019-2021 年）通过行政会议重构组织架构，迫使教师从被动接收指令转向有限参与技术研发，教师发展从被动适应过渡到主动参与；变革阶段（2022-2023 年）以教学平台强制推行、数字素养考核和“123 上台阶计划”为抓手，将教师行为规范嵌入制

度约束框架，教师发展初步制度约束化；再冻结阶段（2024 年起）通过数字教育工程，使教师发展路径被锁定为“技术达标—数据合规—成果转化”的刚性闭环，教师发展制度约束系统化。

本研究揭示的“解冻—变革—再冻结”路径为高校数字化改革提供可操作框架，具有实践价值。此外，本研究基于 Lewin 模型拓展出教师发展的分析框架：时间维度（解冻-变革-再冻结）、行为维度（被动适应➡主动参与➡制度约束），丰富了组织变革理论，具有理论贡献。

5. 局限性

尽管案例院校具有学科典型性，但未包含地方普通高校及综合类大学样本，未来研究可增加如厦门大学（综合类）等案例，检验理论框架的适用性。研究主要采用收集档案资料的方法获取数据，虽能获取较为系统的政策文件，但对于教师在实际教学过程中的具体困难等信息收集可能不够深入全面，未来研究可增加调查与访谈资料。

参考文献

李铭、韩锡斌、李梦和周潜（2022）。高等教育教学数字化转型的愿景、挑战与对策。**中国电化教育，7**，23－30。

中共中央和国务院。（2024）。**《中共中央 国务院关于弘扬教育家精神加强新时代高素质专业化教师队伍建设的意见》**。中华人民共和国教育部。

Chan, C. K. Y. (2023). A comprehensive AI policy education framework for university teaching and learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *20*(1), 38. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00408-3

Chans, G. M., Orona-Navar, A., Orona-Navar, C., & Sánchez-Rodríguez, E. P. (2023). Higher education in Mexico: The effects and consequences of the COVID-19 pandemic. *Sustainability, 15*(12), 9476. https://doi.org/10.3390/su15129476

Facer, K., & Selwyn, N. (2021). *Digital technology and the futures of education: Towards 'non-stupid' optimism*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377071

Lewin, K. (1951). *Field theory in social science: Selected theoretical papers.* Harper & Row.

Li, V. Q. T., Ma, L., & Wu, X. (2022). COVID-19, policy change, and post-pandemic data governance: A case analysis of contact tracing applications in East Asia. *Policy and Society, 41*(1), 129–142. https://doi.org/10.1093/polsoc/puab019

Robert, J. & McCormack, M. (2025). *2025 EDUCAUSE AI landscape study: Into the digital AI divide.* EDUCAUSE.

Zancajo, A., Verger, A., & Bolea, P. (2022). Digitalization and beyond: The effects of Covid-19 on post-pandemic educational policy and delivery in Europe. *Policy and Society, 41*(1), 111－128. https://doi.org/10.1093/polsoc/puab016

大模型工具在编程教育中的纠错与优化效能的评价研究——以北邮码上与 OpenAI 的 Code Copilot 为例

Evaluation of Error Correction and Optimization Efficiency of Large Model Tools in Programming Education -- a Case Study of Code Copilot with OpenAI

牛佳慧[1]，黄月[2*]
[12] 北京邮电大学人文学院
[*] 2024111687@bupt.cn, huangy@bupt.edu.cn

【摘要】 数字技术高速发展的当代，编程已成为学习者的基础技能。然而，初学者在学习与探索时常因频繁代码错误受到过多挫折影响学习兴趣与动力。基于人工智能的大模型工具可以辅助学习者进行自主学习，但是不同工具在教育上的效能如何，尚未有具体研究。本研究以两个编程问题的 18 份 Python 错误代码作为测试数据源对两个主流工具 MashOn 和 Code Copilot 进行测试。结果表明，MashOn 和 Code Copilot 在覆盖率上可达到 100%，在精确率上均可达到 80%，能够生成完整的反馈和优化建议。在优化代码方面，MashOn 逊于 Code Copilot。但是 MashOn 的五轮启发式辅导对初学者更具指导意义，教育效能更强。
【关键词】 编程教育；人工智能；代码纠错；优化效能

Abstract: *With the rapid development of digital technology, programming has become a basic skill for learners. However, beginners are often frustrated by frequent code errors that affect their interest. Large model tools based on artificial intelligence can help learners learn, but their effectiveness in education has not been specifically studied. In this study, 18 Python error codes for two programming problems were used as data sources to test two mainstream tools, MashOn and Code Copilot. The results show that MashOn and Code Copilot can achieve 100% coverage and 80% accuracy, generating complete feedback and optimization recommendations. MashOn is inferior to Code Copilot when it comes to optimizing code. But MashOn's five rounds of heuristic tutoring are more instructive for beginners.*
Keywords: Programming education, Artificial intelligence, Code error correction, Optimization efficiency

1. 引言

数字技术高速发展的当代，编程已成为学习者的基础技能。编程的学习对于发展问题解决、创造性思维、算法思维、反思性思维、批判性思维和计算思维等 21 世纪技能具有重要作用(Erümit et al., 2020)。研究表明，初学者在面对频繁的程序报错提示时反复感受的挫折感可能是阻碍其持续学习的主要障碍(傅骞 et al., 2021)。

人工智能的快速发展在教育领域中引发了编程教学模式的优化和创新。AI-STEAM 课程通过体验式学习能够显著提升学生在编程逻辑等方面的知识掌握程度(Hsu et al., 2021)。CGAI（Conversational and Generative Artificial Intelligence，对话式和生成式人工智能）的突出应用包括提升人机交互体验、计算机程序/代码生成及系统创建(Akpan et al., 2024)。生成式人工智能工具的即时对话性可以在学习者因过度受挫而陷入沮丧时，为其提供有效的指导，从而保护学习者的学习兴趣、维持其学习动力。但是，繁多的人工智能工具在编程学习中的效用如何？编程教育在人工智能的支撑下应该做出哪些适应性的改变与革新？本研究将选择主流大模型工具，设置核心指标，分析与比较其对公共平台上学习者群体错误代码的矫错与优化能力，探讨其在编程教育中的效能，以及其在编程教育中的发展方向。

2. 国内外已有研究

2.1. 基于人工智能的多重工具被用于编程教育

国内外开发了多个集成人工智能技术的编程工具用于探究学生的学习效果。Wu 等基于建构主义学习理论和认知负荷理论，构建了一个基于 AIGC 的智能编程学习平台能够提供更加个性化的学习体验和更及时的学习互动。同时，AI 可以预测学生的学习表现以增加学生对当前自身的学习水平和状态的了解，便于提升学习效率(Wu et al., 2023)。Maranga 等使用多层感知器来动态调整编程问题的难度，以适应每个学生的技能水平，实现自适应评估功能，并促进编程教育个性化(Maranga et al., 2024)。

Sarsa 等探究使用 OpenAI Codex 生成编程练习（包括示例解决方案和测试用例）和代码解释的能力。大多数由 Codex 自动生成的编程练习都是合理且新颖的，并且包含了适当的样例解决方案(Sarsa et al., 2022)。教师还可以根据人工智能提供学生学习进展的数据支持来调整教学策略，完成数据驱动的教学改进与优化。Lee 等开发了一个基于精准教育的及时干预系统，通过利用深度学习和图像处理技术来即时识别学生在计算机编程课程中遇到的学习障碍，便于教师提供及时和适当的指导(Lee et al., 2023)。可见，人工智能技术支持下的编程工具进一步提升学习实时个性化、学习过程全监督和教学策略及时正确调整的水平。

2.2. 基于人工智能的多重理念与方法被用于编程教学

一些新型理念与思维训练也用于编程教学中，包括 CT（Computational Thinking，计算思维）方法被用于设计智能学习解决方案，以增强学生的编程学习体验(Agbo et al., 2019)。逆向工程思维等与 GAI（Generative Artificial Intelligence，生成式人工智能）进行融合而形成的教学模式应用于人机协作的编程教育中，以优化未来人机协作模式(翟雪松 et al., 2024)。

在学习过程中，学生们强烈偏好那些使他们在学习过程中保持自主性的人工智能辅助学习工具，相对于简单地展示直接的解决方案，更喜欢指导他们解决问题的步骤的脚手架(Denny et al., 2024)。同时，教师认为编程教育需要适应 AI 工具的出现，可能需要重新考虑课程学习目标，更多地关注编程过程而非最终提交的作品(Sheard et al., 2024)。可见，师生双方均在思考人工智能赋能下的编程教学模式未来发展方向。

综上，当前研究研究主要探讨人工智能赋能教育的学习范式转变、人工智能对师生学习行为的影响等研究主题，但是缺乏基于国内自主研发的大模型智能编程平台为学生提供的编程辅导质量的实践研究。

3. 研究过程

3.1. 研究对象

本研究选择北京邮电大学的码上（MashOn）平台和 OpenAI 中的 Code Copilot 作为被检测的大模型工具。码上（MashOn）是北京邮电大学于 2023 年 10 月 27 日上线，用于本科生编程教学的一款大模型工具。它于 2024 年入选了教育部高等教育司首批“人工智能+高等教育”应用场景典型案例，是国内高等教育领域率先开启的大模型赋能教育的探索。Code Copilot 是一种由 OpenAI 与 GitHub 联合推出的人工智能驱动的代码生成工具，StackOverflow 正式发布的 2023 年度开发者调研报告显示其是最受欢迎的 AI 开发工具。本研究将对这两款工具就代码解释、纠错和优化进行功能测试和分析。

3.2. 研究设计

本研究测试代码的数据源与测试工具均来源于 Geeksforgeeks 平台（简称 GF 平台，https://www.geeksforgeeks.org）。GF 平台是一个专为程序员设计的学习平台，易获得大量真实的源代码，其代码测试模块也受到广泛认可。研究选择 Fibonacci Sum 问题（斐波那契数列求和，https://www.geeksforgeeks.org/problems/fibonacci-sum1423/1）与 GCD Array 问题（最大公因数求解，https://www.geeksforgeeks.org/problems/gcd-array--170645/1）作为实验问题，它们均属于学习者必学的数据结构与算法基础问题。两个问题的代码源分别位于 GF 平台的 Pr

actice DSA 模块下，程序语言为 python。GF 平台的在线测评结果主要分为四类：(1)Wrong Answer（简称 WA），即答案错误；(2)Runtime Error（简称 RE），即运行时错误；(3)Time Limit Exceeded（简称 TLE），即时间超限；(4)Accept（简称 AC），即正确。本研究将在两个问题的 Submissions 界面下，在三种代码错误类型中分别随机选择三份代码，一共得到 2*3*3=18 份代码源文件进行测试。

研究首先检查并汇总每一份代码的错误情况，然后将修改完错误后的代码重新上传至 GF 平台进行测评并且保证通过测试，再将错误代码集分别上传至北邮码上平台 Tutoring 界面下 Code Correction 模块（https://ezcoding.bupt.edu.cn/ai/CODE_CORRECTION/create），和 OpenAI 中的 Code Copilot 模块（https://chatgpt.com/g/g-2DQzU5UZl-code-copilot）。然后，将大模型提示的代码错误情况进行分析、统计和汇总，对大模型提供的优化代码重新上传至网站进行评测，并记录代码运行结果。

3.3. 数据分析

本研究选择覆盖率和精确率作为核心指标来衡量两个编程工具在代码解释、纠错和优化方面的性能。将覆盖率定义为编程工具是否会根据每次的提交代码生成反馈，即解释上传的代码、提示代码中的错误和优化代码。因为代码要求的理解水平有可能会超出大模型的能力范围，进而导致大模型无法解答并生成相应的反馈。将精确率定义为编程工具反馈的代码问题在代码本身存在的所有错误中的占比。因为大模型回答的代码错误越全面细致，则表示该工具的代码纠错能力越强，性能越高。

(1) Fibonacci Sum 题目

Fibonacci Sum 题目提问方式和内容如图 1 所示。其中，Problem description 是题目含义，Example 是符合题目要求的测试用例，Buggy program 是用户提交但无法通过在线评测的代码。使用同一文本分别在两个平台进行测试。

Prompt to Generate Feedback

I'm working on a Python programming problem. The current program below is not working well. Can you help by explaining this program, describing the bug(s) in this program and fixing it? Below I first provide the problem description and then the current buggy program.

Problem description:
Given a number positive number N, find the value of f0 + f1 + f2 +... + fN where fi indicates ith Fibonacci number.
Remember that f0 = 0, f1 = 1, f2 = 1, f3 = 2, f4 = 3, f5 = 5,
Since the answer can be very large, the answer takes modulo with 1000000007 and returned.
You don't need to read input or print anything. Your task is to complete the function fibSum() which takes an integer N as input parameter and returns the sum of all the Fibonacci numbers from F0 to FN.
Expected Time Complexity: O(Log N)
Expected Space Complexity: O(1)
Constraints:1 <= N <= 100000

Example:
Input1:N = 3 Output1:4 Explanation1: 0 + 1 + 1 + 2 = 4
Input2:N = 4 Output2:7 Explanation2: 0 + 1 + 1 + 2 + 3 = 7

Buggy program:
{buggy_program}

图 1 关于 Fibonacci Sum 题目的提问方式及内容

该题在 MashOn 平台的生成反馈如图 2 所示。MashOn 平台采用五轮启发式辅导步骤：第一步 Intelligent Question Review 从理解斐波那契数列、矩阵幂运算的思路、矩阵幂运算的实现、计算总和和边界情况五个方面来拆解该问题的思考过程，第二步 Code Analysis 从类定义、方法定义、内部方法 fib_sum、内存检查、递归计算和返回结果六个方面拆解具体的代码实现过程，第三步 Key Point Guidance 提出三条关键代码提示，第四步 Detailed Guidance 提出四条详细代码提示，以及第五步 Correct Code 给出优化后的代码，以及 Code Comparison 提供优化前后的代码对比。

图 2 关于 Fibonacci Sum 题目在 MashOn 平台的生成反馈

该题在 Code Copilot 的部分生成反馈如图 3 所示。Code Copilot 从五个方面进行回答：首先从错误的斐波那契函数、模运算缺失、低效率和求和误解四个方面提示当前的代码错误 Explanation of the Buggy Program，其次利用斐波那契数的性质并采取矩阵幂运算指出正确实现方法 Correct Approach，然后提供优化后的代码 Fixed Code 和优化后的代码关键点 Key Points，最后对代码的建议 Suggestions。由于回复过长， Key Points 和 Suggestions 部分没有在图 3 中展示出来。

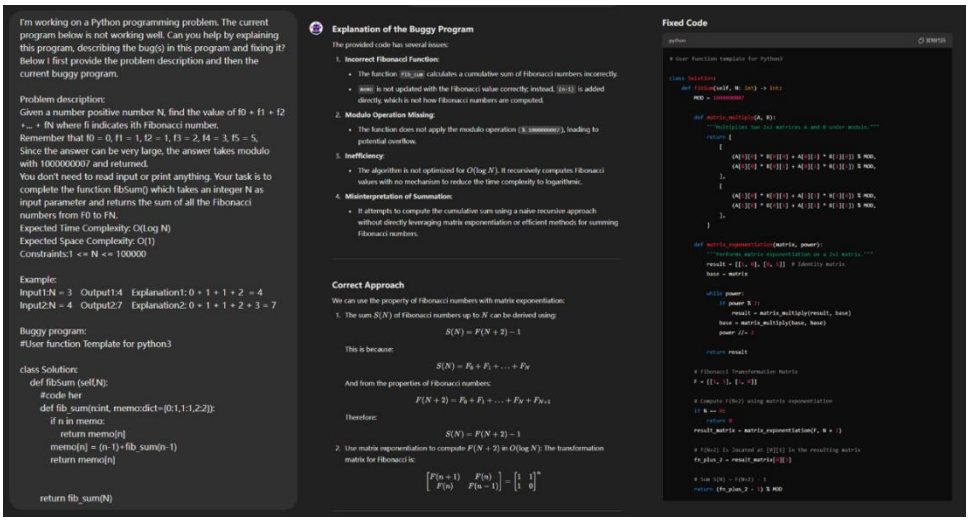


图 3 关于 Fibonacci Sum 题目在 Copilot 编程工具的生成部分反馈

Fibonacci Sum 问题的检测结果如由表 1 所示，两个编程工具均可以达到 100%的覆盖率，即可以对用户提供的代码进行解读、错误提示和优化。在精确率方面，MashOn 平台的平均精确率可达到 80%左右，Code Copilot 的平均精确率可达到 79%左右。因此，二者对于该问题的代码纠错能力几乎无差别。但是，经 Code Copilot 优化后的代码均可以通过网站的评测，而 MashOn 平台的代码优化能力稍差。

表 1 Fibonacci Sum 程序集检测结果

代码	错误类型	MashOn			Code Copilot		
		覆盖率	精确率	测评结果	覆盖率	精确率	测评结果

test1.py	WA	100%	60%	TLE	100%	75%	AC
test2.py	WA	100%	66.67%	AC	100%	100%	AC
test3.py	WA	100%	75%	AC	100%	25%	AC
test4.py	RE	100%	100%	WA	100%	100%	AC
test5.py	RE	100%	80%	AC	100%	20%	AC
test6.py	RE	100%	75%	AC	100%	100%	AC
test7.py	TLE	100%	66.67%	WA	100%	33.33%	AC
test8.py	TLE	100%	100%	AC	100%	50%	AC
test9.py	TLE	100%	100%	AC	100%	66.67%	AC

(2) GCD Array 题目

关于 GCD Array 题目提问方式和内容如图 4 所示，结构与 Fibonacci Sum 问题类似。

Prompt to Generate Feedback

I'm working on a Python programming problem. The current program below is not working well. Can you help by explaining this program, describing the bug(s) in this program and fixing it? Below I first provide the problem description and then the current buggy program.

Problem description:
You are given an array, arr of length N, and also a single integer K . Your task is to split the array arr into K non-overlapping, non-empty subarrays. For each of the subarrays, you calculate the sum of the elements in it. Let us denote these sums as S1, S2, S3, ..., SK. Where Si denotes the sum of the elements in the ith subarray from left. Let G = GCD(S1, S2 ,S3 , ..., SK). Find the maximum value of G that can be obtained. The array may contain duplicate elements. You don't need to read input or print anything. Your task is to complete the function solve() which takes the array arr[] and its size N and an integer K as input parameters and returns the required maximum GCD value.
Expected Time Complexity: O(N * x)
Expected Space Complexity: O(x), x is the number of factors of the sum of all elements.
Constraints:1 <= N <= 104 1 <= K <= N 1 <= arr[i] <= 105
Example:
Input1:N = 5 K = 4 arr[] = {6, 7, 5, 27, 3} Output1: 3 Explanation1: Since K = 4, you have to split the array into 4 subarrays.For optimal splitting, split the array into4 subarrays as follows: [[6], [7, 5], [27], [3]] Therefore, S1 = 6, S2 = 7 + 5 = 12, S3 = 27, S4 = 3 Hence, G = GCD(S1, S2, S3, S4) = GCD(6, 12, 27, 3) = 3 It can be shown that 3 is the maximum value of G that can be obtained. Thus, the answer is 3.
Input2:N = 3 K = 2 arr[] = {1, 4, 5} Output2: 5 Explanation2: Since K = 2, you have to split the array into 2 subarrays. For optimal splitting, split the array into 2 subarrays as follows: [[1, 4], [5]] Therefore, S1 = 1 + 4 = 5, S2 = 5 Hence, G = GCD(S1, S2) = GCD(5,5) = 5 It can be shown that 5 is the maximum value of G that can be obtained. Thus, the answer is 5.

Buggy program:
{buggy_program}

图 4 关于 GCD Array 题目的提问方式及内容

该题在 MashOn 平台的生成反馈如图 5 所示，包含五步：第一步 Intelligent Question Review 从理解问题、识别潜在的程序错误、修复程序的方法和详细步骤解释四个方面来拆解该问题的思考过程，第二步 Code Analysis 从初始化、可行性检查、GCD 计算、子数组求和与 GCD 更新、以及返回结果五个方面拆解具体的代码实现过程，第三步 Key Point Guidance 提出五条关键代码提示，第四步 Detailed Guidance 提出五条详细代码提示，以及第五步 Correct Code 给出优化后的代码，以及 Code Comparison 提供优化前后的代码对比。

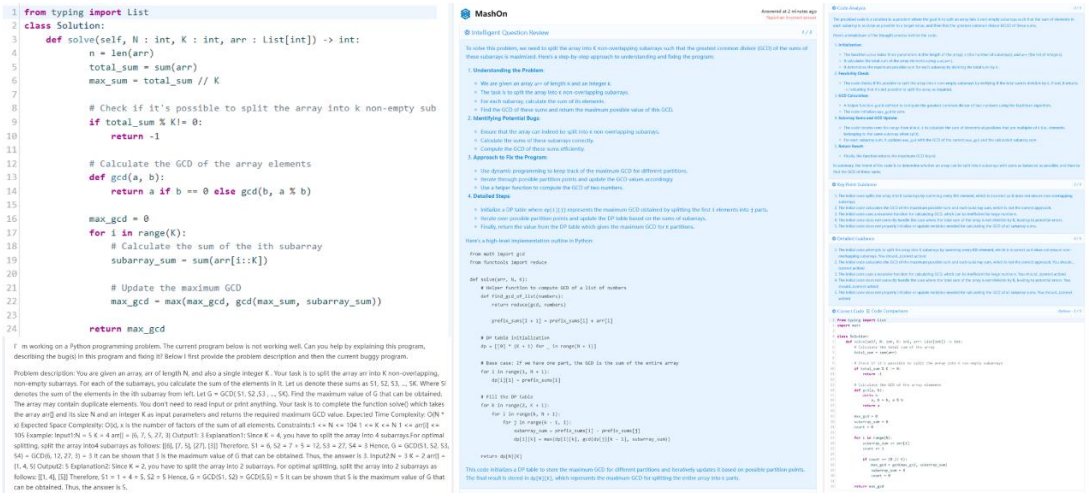


图 5 关于 GCD Array 题目在 MashOn 平台的生成反馈

该题在 Code Copilot 的生成反馈如图 6 所示，也包含五步：首先从子数组求和计算错误、max_sum 的误用、返回情况、GCD 计算逻辑和没有考虑 GCD 的全部计算情况提示当前的代码错误 Explanation of the Buggy Program，其次从数组 total_sum 求和、total_sum 的因子求解、检查每个因子和返回最大 GCD 四步提出正确的代码实现方法 Correct Approach，然后提供优化后的代码 Fixed Code 和优化后的代码关键点 Key Changes and Features（与关于 Fibonacci Sum 的回答中的 Key Points 相同），最后还有代码复杂度分析 Complexity Analysis、测试用例 Example Run 和对代码的建议 Suggestions。

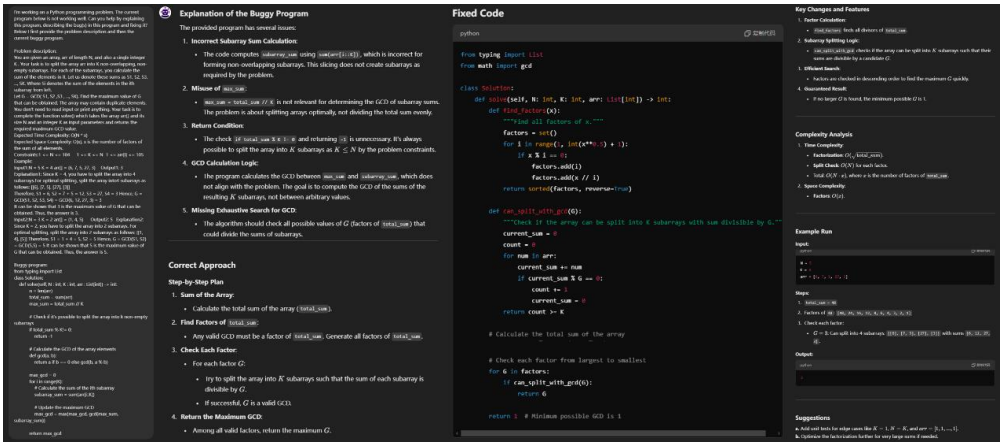


图 6 关于 GCD Array 题目在 Code Copilot 编程工具的生成反馈

GCD Array 的程序集检测结果如表 2 所示，两个平台的覆盖率均可达到 100%，即该题目处于大模型的理解范围内。在精确率方面，MashOn 平台的平均精确率约为 65%，Code Copilot 的平均精确率约为 66%。因此，二者对于该问题的代码纠错能力也几乎无差别。但是经 Code Copilot 优化后的代码的评测通过率略高于 MashOn 平台。

表 2 GCD Array 程序集检测结果

代码	错误类型	MashOn			Code Copilot		
		覆盖率	精确率	测评结果	覆盖率	精确率	测评结果
test1.py	WA	100%	66.67%	WA	100%	33.33%	WA
test2.py	WA	100%	100%	WA	100%	66.67%	WA
test3.py	WA	100%	50%	WA	100%	100%	WA
test4.py	RE	100%	33.33%	AC	100%	66.67%	WA
test5.py	RE	100%	100%	WA	100%	100%	AC
test6.py	RE	100%	66.67%	TLE	100%	33.33%	AC
test7.py	TLE	100%	100%	TLE	100%	100%	AC
test8.py	TLE	100%	0%	WA	100%	0%	AC
test9.py	TLE	100%	66.67%	TLE	100%	100%	AC

4. 结果与讨论

本研究选取了北邮的码上 MashOn 平台和 OpenAI 的 Code Copilot 两个主流工具，基于两个编程问题的 18 份 Python 错误代码作为测试数据源，比较分析两个工具在代码解释、纠错和优化方面的表现，获得以下结论。

(1) 人工智能工具在编程学习中可以基本满足初学者的需求

研究表明，MashOn 和 Code Copilot 在覆盖率上均达到了 100%，在精确率上均可达到 80%，能够生成完整的反馈和优化建议。在优化代码方面，MashOn 稍逊于 Code Copilot。而 MashOn 的五轮启发式辅导以学生为中心逐步引导和培养程序设计和算法思维，体现了建构主义学习

观。且初学者可以决定停止到哪一步，即“点到为止”，可见 MashOn 充当合理的脚手架，符合认知负荷理论，对初学者更具指导意义。

但是大模型工具会提供一些不算错误的冗余错误提示，即无法理解功能实现的多种代码形式。例如，对于第 1 个问题，有部分用户单独讨论 N==1，因此将循环条件表示为 for i in range(2, N)。但是码上平台认为该实现方式有误，建议改为 for i in range(1, N)的方式。可见当前大模型还不够“智能”，指出的代码错误也有待辨别和商榷。

(2) 人工智能不能代替教师成为编程教育的主导角色,充当辅助角色更为合适

在代码优化方面，虽然第 2 个问题的经典性不如第 1 个问题，但是第 2 个问题的算法逻辑相较第 1 个问题更为复杂一些，导致第 2 个问题的代码错误类型更加多样化。而两个工具似乎都无法有效处理程序的算法逻辑部分，使得代码纠错和优化水平均有所下降。因此需要教师在教学过程中引导学生合理正确使用大模型工具。

此外，研究存在一些局限性，包括：(1)目前研究收集的错误代码集存在知识点类型有些局限和数量过少的问题。而且，输入代码除了包括实现具体的数据结构，还应该包含功能实现和数据分析等应用类型。(2)而且当今大模型迭代速度迅速，可能会导致本次研究结果的时效性不长。但是增加对当前大模型工具的效能了解，有助于人工智能赋能编程教育的具体实现路径立足于当前的实际现状。

5. 未来展望

在未来，研究将收集更多数量、知识点和类型的错误代码集以涵盖基础的编程概念，具体的功能实现，数据分析与挖掘等编程语言应用方面，进而开展关于智能编程平台的代码纠错和优化功能更为全面检测的研究。

6. 致谢

本文系 2020 年度国家社会科学基金教育学一般课题“基于用户画像的高校教师混合教学建模及提升机制研究”(批准号:BCA200086)的阶段性研究成果。

参考文献

傅骞, 张力文, 马昊天, & 郑娅峰. (2021). 大学生编程韧性水平调查及其影响因素研究. 电化教育研究, 42(4), 29–36. https://doi.org/10.13811/j.cnki.eer.2021.04.005

翟雪松, 张丽洁, 夏亮亮, 徐鑫, & 朱强. (2024). 基于 GAI 的逆向工程教学思维在人机协作中的应用研究——以编程教育为例. 电化教育研究, 45(9), 61–68. https://doi.org/10.13811/j.cnki.eer.2024.09.008

Agbo, F. J., Oyelere, S. S., Suhonen, J., & Adewumi, S. (2019). A Systematic Review of Computational Thinking Approach for Programming Education in Higher Education Institutions. Proceedings of the 19th Koli Calling International Conference on Computing Education Research, 1–10. https://doi.org/10.1145/3364510.3364521

Akpan, I. J., Kobara, Y. M., Owolabi, J., Akpan, A. A., & Offodile, O. F. (2024). Conversational and generative artificial intelligence and human-chatbot interaction in education and research. INTERNATIONAL TRANSACTIONS IN OPERATIONAL RESEARCH. https://doi.org/10.1111/itor.13522

Denny, P., MacNeil, S., Savelka, J., Porter, L., & Luxton-Reilly, A. (2024). Desirable Characteristics for AI Teaching Assistants in Programming Education. Proceedings of the 2024 on Innovation and Technology in Computer Science Education V. 1, 408–414. https://doi.org/10.1145/3649217.3653574

Erümit, A. K., Benzer, A. İ., & Şahin, G. (2020). A Framework for Studying Programming Teaching in Secondary Education. Croatian Journal of Education - Hrvatski Časopis Za Odgoj i Obrazovanje, 22(2). https://doi.org/10.15516/cje.v22i2.3560

Hsu, T.-C., Abelson, H., Lao, N., & Chen, S.-C. (2021). Is It Possible for Young Students to Learn the AI-STEAM Application with Experiential Learning? Sustainability, 13(19), 11114. https://doi.org/10.3390/su131911114

Lee, H.-Y., Lin, C.-J., Wang, W.-S., Chang, W.-C., & Huang, Y.-M. (2023). Precision education via timely intervention in K-12 computer programming course to enhance programming skill and affective-domain learning objectives. International Journal of STEM Education, 10(1), 52. https://doi.org/10.1186/s40594-023-00444-5

Maranga, X. D., Pausanos, M. V., Sinoy, S., Sta Romana, C. L., & Arellano, C. (2024). Integrating Adaptive Assessment in CodeChum for Personalized Programming Education. Proceedings of the 2024 10th International Conference on Education and Training Technologies, 89–95. https://doi.org/10.1145/3661904.3661910

Sarsa, S., Denny, P., Hellas, A., & Leinonen, J. (2022). Automatic Generation of Programming Exercises and Code Explanations Using Large Language Models. Proceedings of the 2022 ACM Conference on International Computing Education Research - Volume 1, 27–43. https://doi.org/10.1145/3501385.3543957

Sheard, J., Denny, P., Hellas, A., Leinonen, J., Malmi, L., & Simon. (2024). Instructor Perceptions of AI Code Generation Tools—A Multi-Institutional Interview Study. Proceedings of the 55th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1, 1223–1229. https://doi.org/10.1145/3626252.3630880

Wu, H., Fa, D., Wu, X., Tan, W., Chang, X., Gao, Y., & Weng, J. (2023). Research on the Construction of Intelligent Programming Platform Based on AI-generated Content. The 15th International Conference on Education Technology and Computers, 9–15. https://doi.org/10.1145/3629296.3629298

世界教育数字化转型背景下跨学科人才培养的机制研究——以麻省理工为例

The Mechanism of Interdisciplinary Talent Cultivation in the Context of Global Educational Digital Transformation: A Case Study of MIT

徐聪茵[1*]，黄月[2]，赵文璐[3]
[123]北京邮电大学人文学院
[*] 2023111789@bupt.cn

【摘要】 在全球教育数字化转型背景下，跨学科人才培养成为高等教育关键策略。MIT 构建了以“学科交叉—知识创新—实践应用”闭环机制为核心的创新性跨学科教育模式，通过设立跨学科研究机构、优化课程体系、实施项目驱动机制和开展多元合作，打破学科壁垒，为学生提供全方位学习与实践环境。中国高校可借鉴其经验，明确跨学科人才培养目标，构建多样化课程体系，推动体制机制创新，培养具备深厚专业知识、跨学科思维和创新能力的未来人才，以应对全球性挑战。

【关键词】 数字化转型,教育数字化,跨学科,人才培养

Abstract: *Amidst the global educational digital transformation, interdisciplinary talent cultivation has become a key strategy in higher education. MIT has developed an innovative interdisciplinary education model centered on a closed-loop mechanism of “interdisciplinary integration—knowledge innovation—practical application.” By establishing interdisciplinary research institutions, optimizing course systems, implementing project-driven mechanisms, and engaging in diverse collaborations, MIT breaks down disciplinary barriers and provides students with comprehensive learning and practice environments. Chinese universities can draw on these experiences by clarifying interdisciplinary talent cultivation goals, building diversified course systems, and promoting institutional and mechanism innovations. This will help nurture future talents with in-depth professional knowledge, interdisciplinary thinking, and innovative capabilities to address global challenges.*

Keywords: Digital Transformation; Digital Education; Interdisciplinarity; Talent Cultivation

1. 引言

数字技术的迅猛发展与广泛应用已触发了一场深远的数字化革命，重塑了各行业生态，也对教育领域的人才培养机制构成了显著影响。应对信息技术时代的挑战已经不能再依靠单一的学科知识，跨学科性已成为推进教育和人类可持续发展的重要趋势。面对多方面的现实需求，美国研究型大学不仅从跨学科的视角重新定义自身的属性与职能，而且致力于从课程及教学、专业和学位等多个维度组织与实施跨学科人才培养（张晓报等人，2023）。跨学科教育的重要性愈发凸显，成为全球高等教育关注的焦点。

案例研究法是一种有效的研究方法，它能够深入剖析特定对象的实践经验和内在机制（唐权等人，2019）。麻省理工学院（Massachusetts Institute of Technology，简称 MIT）于 1861 年创立，在全球科技与工程教育领域享有极高的声誉，其在跨学科人才培养方面的成果对我国具有重要的借鉴意义。本研究采用案例研究法，基于复杂适应系统理论，以麻省理工学院为研究对象，深入剖析其在全球教育数字化转型背景下的跨学科人才培养机制。研究聚焦于以下问题：MIT 的跨学科人才培养机制如何体现复杂适应系统理论中的自组织、涌现性和动态适应性特征？其成功经验中哪些要素对中国高校具有借鉴意义？

2. 麻省理工学院跨学科人才培养的目标与使命

MIT 成立的初衷是响应工业革命时期对工程技术人才的需求，这一历史背景强调的科学与技术的融合，实际上为后来的跨学科发展奠定了基础。20 世纪 20 年代，工业的快速发展使社会对拥有科学认知、能够为以科学为基础的技术和产业做出创新性贡献的高素质工程师有了迫切需求（王嵩迪等人，2024）。进入 21 世纪，随着信息技术的广泛应用以及应对全球挑战的需要，MIT 进一步明确了其跨学科人才培养的使命。2000 年起，麻省理工学院创立了 CDIO 工程教育理念，2017 年又启动了“新工程教育转型（NEET）”计划（李佳欣等人，2022）。从 CDIO 模式到 NEET 计划的提出，体现了麻省理工学院在新形势下对学习过程与人才培养目标的反思与变革。MIT 的座右铭是“mens et manus”，意为“头脑和手”，象征着学术知识与实际应用的结合。这一理念贯穿其教育实践，推动了从单一学科向跨学科的转变。如今，MIT 的目标是培养具备深厚专业知识、跨学科思维和创新能力的未来人才。在这一使命的驱动下，MIT 首先从机制上进行了调整，不仅为跨学科教育提供了组织和制度保障，还为学生创造了多样化的学习环境和实践机会。

3. 麻省理工学院跨学科教育机制

在麻省理工学院的跨学科教育实践中，其机制的构建是实现人才培养目标的关键支撑。通过跨学科机构的制度化建设、跨学科项目的生态化驱动以及跨学科平台的网络化构建，MIT 形成了一个有机协同的跨学科教育体系，如图 1 所示。

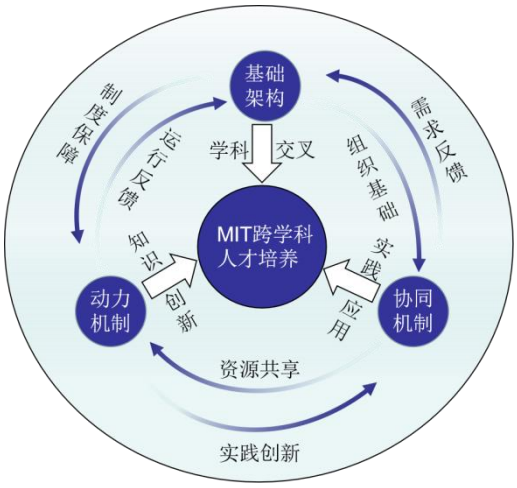


图 1 *麻省理工学院的跨学科教育体系*

3.1. 跨学科机构的制度化建设：基础架构

“学科交叉—知识创新—实践应用”的闭环机制是 MIT 跨学科教育的核心理念。首先，通过跨学科机构的设立，打破传统学科界限，促进不同学科之间的交叉与融合。这种交叉不局限于理论层面，还通过设立跨学科课程和项目，推动知识的创新。其次，创新的知识成果通过实践应用得到验证和推广，进一步推动学科的发展。最后，实践应用中遇到的问题又反馈到学科交叉的环节中，为新一轮的创新提供动力。这一闭环机制确保了跨学科教育的可持续发展，同时也为学生提供了从理论学习到实践应用的完整学习路径。例如，苏世民计算机学院通过制度化的设计，将计算机科学与其他学科深度融合，形成了跨学科教育的典范。学院不仅设立了跨学科专业，如计算机科学与分子生物学、计算与认知等，还通过混合课程体系，打破传统学科界限，鼓励学生从多维度探索复杂问题。

3.2. 跨学科项目的生态化驱动：动力机制

MIT 通过构建跨学科项目形成了作为动力机制的生态系统，推动了资源整合与实践创新。这种“生态系统”是指在一定空间内，由不同学科领域、校内外资源以及实践平台相互作用、相互依存而形成的复杂系统。其核心在于通过多样化的项目合作模式，实现学术研究与实际应用的深度融合，为学生提供丰富的实践机会，培养跨学科思维和解决复杂问题的能力。

这种生态系统具有动态性和创新性。例如，MIT-LUMA 实验室围绕设计、新材料和可持续性开展合作研究，将不同学科背景的研究人员聚集在一起，推动跨学科创新。同时，通过与政府和企业的合作（如“玻璃基灵活集成光子器件”项目），MIT 将研究成果转化为实际应用，进一步强化了其社会服务能力。

3.3. 跨学科平台的网络化构建：协同创新

网络化构建是一种通过整合不同学科领域的资源、人员和项目，形成一个有机协作网络的机制。麻省理工学院在跨学科研究的开展以及跨学科组织的设立方面进行了积极的探索，并形成了运行有效的跨学科研究组织机构（李鹏虎等人，2019）。在网络化构建中，MIT 设置的 24 个跨学科的中心、实验室和项目成为核心节点，这些节点通过紧密的联系和合作，形成了一个协同创新的动态机制。

通过整合不同学科的资源和能力，跨学科中心和实验室能够汇聚来自多个领域的专家，他们从各自的专业背景出发，共同探讨复杂问题，从而推动知识的融合和创新。其多样性是主体间相互适应的原因与结果（Holland et al., 2024）。在这样的跨学科平台上，不同学科的研究人员可以共享研究成果、实验数据和研究方法，加速知识的传播和应用。

4. 课程体系：知识交流的实践路径

麻省理工学院的课程体系是其跨学科人才培养机制的核心组成部分。通过跨学科课程体系的设计和实施打破学科界限，促进知识交流的实践与创新。以本科学位课程为例，麻省理工学院提供八个跨学科本科学位，如表 1 所示。这种跨学科课程设计旨在促进专业创新并加强学生在不同领域的学习（Yang et al., 2024）。

表 1 *麻省理工学院本科学位课程学科合作情况*

学位课程	学科合作情况
化学和生物学	化学系；生物系
气候系统科学与工程	土木与环境工程系；地球、大气与行星科学系
计算与认知	电气工程与计算机科学系；脑与认知科学系
计算机科学与分子生物学	生物系；电气工程与计算机科学系
计算机科学、经济学和数据科学	电气工程与计算机科学系；经济系
人文学科	提供七个跨学科研究领域
人文与工程	工程系；人文学科领域
人文与科学	科学系；人文学科领域
城市科学与规划与计算机科学	建筑系；规划与工程系

以“计算与认知”学位课程为例，其由电气工程与计算机科学系和脑与认知科学系联合提供，侧重于这两个学科领域的交叉领域。跨学科学位课程中，每个系都有一名学术顾问，在培养方式上均采取学院联合培养的模式，通过学校通识教育和学院专业教育相结合的方式，由浅到深提升学生的专业水平。跨学科专业（麻省理工学院将“专业”称为“课程”，每门课程都有一个分配的编号。）所要求的学分为 156—195 学分，9—15 个单元的课程为 1 个主题，每个单元 14 学时，1 门 12 单元的课程大致相当于常规意义上的 4 学分课程，学生均需完成学校要求的必修课程模块和由学院提供的专业课程模块的学习（陆君瑶，2024）。

5. 总结讨论

麻省理工学院在跨学科人才培养方面取得了显著成果。其跨学科人才培养机制通过多层次的组织架构和灵活的运行模式体现了复杂适应系统理论的核心特征。研究其经验，可以为我国高等教育提供以下几点参考意见：(1)高校应根据自身的定位和优势，明确具有针对性的人才培养目标。在推动跨学科教育时，强化跨学科合作的理念，营造开放、包容、创新的学

术氛围，打破传统学科壁垒，促进知识融合与创新。(2)高校应发挥桥梁作用，设立专门的跨学科合作办公室，明确其职责和运作机制，使其能够有效地统筹校内外的跨学科合作项目。梳理校内资源，设立跨学科创新中心，建立资源共享平台；设立联合实验室或实习基地，争取外部资源支持。(3)课程设计需注重理论与实践结合，引入案例分析、实验室研究和项目实践等环节。同时，建立评估与反馈机制，持续优化课程内容。尽管 MIT 的跨学科人才培养模式为我国高校提供了宝贵经验，但在实际应用中需结合中国高校的实际情况，因地制宜地进行本土化调整，才能更好地实现跨学科人才培养目标。

参考文献

王嵩迪.(2024).麻省理工学院跨学科学术组织的发展及其育人实践.比较教育研究(05),85-94.doi:10.20013/j.cnki.ICE.2024.05.09.

李佳欣 & 周玲.(2022).从 CDIO 模式到 NEET 计划——美国工程教育改革路径分析与经验启示.化工高等教育(06),22-29+104.

李鹏虎.(2019).“双一流”建设中的跨学科元素:组织及制度.现代教育管理(04),49-53.doi:10.16697/j.cnki.xdjygl.2019.04.009.

张晓报 & 刘宝存.(2023).跨学科人才培养机制：理论逻辑、现实问题与优化路径.大学教育科学(06),43-51.

张晓报 & 杨梦杰.(2022).“三维”视角下跨学科人才培养的实现因素解读——以北京大学为例.高等理科教育(05),58-67.

张燕 & 易红郡.(2019).剑桥大学本科生课程体系的建构及特征研究.内蒙古师范大学学报(教育科学版)(07),18-23.

陆君瑶.(2024).组织场域视角下新生工科专业建设中的制度逻辑与实践路径——以麻省理工学院苏世民计算学院混合型专业为例.教育观察(25),117-122.doi:10.16070/j.cnki.cn45-1388/g4s.2024.25.005.

唐权 & 杨立华.(2016).再论案例研究法的属性、类型、功能与研究设计.科技进步与对策(09),117-121.

Holland, J. H. (2006). Studying complex adaptive systems. Journal of systems science and complexity, 19, 1-8.

Yang, B., Lo, K., Li, Y., & Chao, K. (2024). Effects of integration interdisciplinary learning on student learning outcomes and healthcare-giving competence: a mixed methods study. BMC Nursing, 23(1). https://doi.org/10.1186/s12912-024-02260-w

学语有‘智’：智慧科技在情境化、真实性和交际性语言学习中的应用

Smart Language Learning: Applications of Smart Technologies in Contextualized, Authentic, and Communicative Language Learning

黄龙翔[1*]，宋燕捷[2]，温韫[1]，郑春萍[3]，苏友[3]
[1]南洋理工大学国立教育学院
[2]香港教育大学
[3]北京邮电大学
[*] lhwong.acad@gmail.com

【摘要】 学语有“智”，更有“致”！本专题讨论以智慧科技推动语言学习如何在情境化、真实性和交际性三大原则中实现“学以致用”。智慧科技的整合——如人工智能、增强现实、虚拟现实、学习分析、物联网及机器人技术——不仅为语言学习开辟了新途径，更赋予学习者“有致”的学习体验。通过具体案例和实证研究，探讨智慧科技如何在语言课堂内外有效支持语言习得，推动学习者实现从语言知识到实际语言运用的转化。本论坛将分享不同语言教学理论为基础的智慧科技应用策略，涵盖课堂教学与课外自主学习，展示如何通过灵活运用这些技术实现学习、应用与评价的深度融合，帮助学习者在真实语言环境中提升交际能力，真正做到“学有所致”。

【关键词】 科技增强语言学习；智慧科技；情境化学习；真实性学习；交际性语言学习

Abstract: *Smart technologies are transforming language learning by fostering contextualized, authentic, and communicative experiences. The integration of Artificial Intelligence, Augmented Reality, Virtual Reality, Learning Analytics, the Internet of Things, and Robotics enhances engagement and bridges the gap between linguistic knowledge and real-world application. This forum explores theory-informed approaches to leveraging these technologies in both classroom instruction and self-directed learning. Through case studies and empirical research, we examine how smart technologies facilitate the seamless integration of learning, application, and assessment, empowering learners to develop communicative competence in meaningful contexts.*

Keywords: Technology-enhanced language learning; smart technologies; contextualized learning; authentic learning; communicative language learning.

1. 前言

近年来，智慧科技的快速发展正在深刻改变语言学习的方式，为学习者提供更加个性化、互动性强且沉浸式的学习体验（Shirmatov & Akhmedova, 2024）。从生成式人工智能（GAI）、增强现实（AR）、虚拟现实（VR）、学习分析（LA）、物联网（IoT）到智能机器人，这些技术不仅推动了语言学习环境的创新，也为教师和学习者提供了新的教学与评估工具（Cheung et al., 2021）。然而，技术的引入不应仅仅为了满足技术发展的趋势，而应基于语言学习理论的指导，使其真正促进学习者的语言习得（Daniela, 2018）。本论坛将探讨如何在语言学习环境中合理应用智慧科技，确保技术的有效性与科学性，并促进教学、学习与评估的深度融合

智慧科技涵盖了一系列先进工具，如人工智能驱动的自适应学习系统、增强现实和虚拟现实构建的沉浸式语言环境、学习分析提供的个性化学习路径，以及智能机器人促进的互动式语言交流（Spector, 2014）。当这些技术被有效整合到语言学习环境中时，它们能够根据学习者的需求，创造动态、适应性强的学习体验，并提供实时反馈，使语言学习更具针对性和有效性。

为了确保智慧科技在语言学习中能够有效发挥其潜力，其应用应当扎根于成熟的语言学习理论框架之中。二语习得理论强调可理解输入、语言输出与有意义互动在语言习得过程中的关键作用（Krashen, 1981；Swain, 1985）。在智慧教学环境中，这些理论可指导教师通过技术手段创造符合学习者当前水平、略高于其能力范围的语言输入与输出活动，并借助即时反馈与人机对话强化语言内化。社会文化理论（Vygotsky, 1978）主张语言学习是社会互动过程中的协作建构，强调最近发展区与“有指导的参与”，为智能学伴、虚拟协作任务等设计提供了基础。此外，情境认知理论（Brown et al., 1989）和自我调节学习理论（Zimmerman, 2002）则指出，语言知识的有效习得往往嵌于真实任务与情境中，学习者应能自主规划、监控与反思学习历程。

将这些理论整合于智慧科技的应用之中，能够构建出既能回应个体差异、又能激发深度学习的语言学习生态系统。语言学习的核心在于情境化、真实性和交际性（Gilmore, 2019）。情境化学习指将语言技能与真实世界的情境相结合，使学习更具相关性（Petersen et al., 2009）。真实性学习强调使用反映现实语言使用情况的材料和活动，以增强学习者在实际环境中的应用能力（Shadiev et al., 2017）。交际性语言学习则聚焦于互动和交流，鼓励学习者通过真实的语言交际提高语言能力（Swain & Suzuki, 2008）。智慧科技可有效支持这些学习方式，如 VR 技术可以创建逼真的语言环境，帮助学习者在沉浸式场景中练习语言技能；AI 驱动的对话机器人能够与学生进行真实的语言交流，提高口语和写作能力；学习分析技术可以提供个性化反馈，使学习内容更加符合学习者需求。

本论坛将汇聚多位学者，围绕智慧科技在语言学习中的应用展开深入讨论。各位讲者将介绍如何在不同的语言教学理论指导下，应用生成式人工智能、元宇宙智能学伴系统、智能沉浸式学习环境及智能聊天机器人等技术，提升语言学习的有效性、互动性和可及性。论坛不仅关注具体技术的应用，还强调如何在教学设计中融合学习、应用和评估，使智慧科技真正成为促进语言学习的有效工具，而不仅仅是技术驱动的噱头。通过理论与实践的结合，本论坛希望为智慧科技在语言教育中的未来发展提供新的思路和方向。

2. 生成式人工智能在二语学习中的应用：基于二语习得理论的实践策（黄龙翔）

本报告探讨生成式人工智能（GAI）在二语学习中的应用，强调技术如何在课堂教学与自主学习中交织教学、学习与形成性评估(Godwin-Jones, 2024)。基于二语习得理论，本报告将展示如何运用可理解输入假说、可理解输出假说和互动假说，通过精心设计的提示语引导学生与 AI 进行富有意义的互动，从而提升语言理解、表达与交流能力。此外，GAI 的优势在于其能够动态调整学习材料、实时提供反馈，并塑造个性化、沉浸式的语言学习体验，使学习者在真实或仿真的语境中建构语言能力，促进二语习得的有效性。

特别值得关注的是，GAI 的应用契合交际教学法(Littlewood, 1981)所倡导的语言学习应以互动为核心，而提示工程中的“思维链”技巧能够进一步促进这一过程。通过设计能够激发 AI 思维链（Wei et al., 2022）的提示语，教师可以促使学生展开更深入的思考与表达，增强批判性思维和语言迁移能力。这些策略的最大价值在于其可及性——即使是具备基础至中等提示工程技能的教师，也能够设计并实施相关教学方案，让 AI 真正走进日常课堂，成为师生日常学习工具的一部分，推动 AI 辅助语言学习的普及化和高效化。这种普惠性技术的引入，使得高质量、理论驱动的语言教育不再局限于特定的智慧学习环境，而能够广泛惠及不同背景的学习者，助力生成式人工智能在语言学习领域的深远变革。

3. 生成式 AI 在元宇宙语言学习中的应用：Learningverse 智能学伴系统设计与沉浸式雅思考试模拟应用（宋燕捷）

本报告探讨生成式人工智能在元宇宙语言学习中的应用，重点介绍团队研发的 LearningverseVR 智能学伴系统，该系统结合大型语言模型技术，以沉浸式交互环境助力雅思

考生提升语言能力。基于“成功语言学习的基本要素与虚拟现实的特定特征相匹配”的框架（Lan, 2020），我们利用 LearningverseVR 智能学伴系统设计了多个高度仿真的交际任务，如图书馆查询、银行业务办理等，使学习者能够在真实世界模拟环境中进行自然语言交流。基于生成式人工智能驱动的智能学伴不仅提供即时反馈（Moorhouse,2024），还能根据学习者的语法错误、词汇使用及内容表达，进行自适应反馈报告指导，帮助学生更有效地构建语言能力。

在自我调节学习框架下（Oxford, 2017; Zimmerman, 2002），LearningverseVR 智能学伴系统通过任务前计划、任务中执行、任务后反思的完整学习流程，提升学习者的自主学习能力。任务前，学生需完成任务规划表，以促进元认知监控。任务过程中，智能学伴实时记录学习者对话，自动分析词语和语法的错误、关键词使用等数据，帮助学生监测自身语言使用情况。任务后，学生需结合人工智能生成的反馈表评估自身表现，完成反思表。

本研究的初步实验结果表明，该系统有效提升学习者的口语表现，并促进自我调节学习策略的应用。LearningverseVR 智能学伴系统通过沉浸式互动和自适应反馈，不仅为考生提供了基于雅思考试内容的沉浸式的场景对话模拟训练环境，还推动了生成式人工智能在语言教育中的深度应用。未来研究将进一步优化系统的自适应能力，以支持更精细化的个性化学习体验，并探索 AI 辅助语言学习对长期学习效果的影响。

4. 情境认知理论支持下的智能沉浸式二语写作引导系统设计（温韫）

情境认知理论的认识论基础强调“活动”与“感知”的重要性，而非对外显概念的记忆（Brown, et al., 1989）。从这一理论视角出发，二语学习者当通过参与在真实或模拟的情境中任务，逐步建构语言知识与身份认同。本研究以情境认知理论为基础，以二语看图写作为例,利用 AR 技术丰富原本的 2D 写作场景,并利用成式人工智能提供写作引导及自动化反馈。学习者在特定场景下，通过观察图片，与智能伙伴进行对话与意义协商，以及角色扮演等形式，完成有目的的对话任务。通过该智能沉浸式活动，掌握记叙文写作描写技巧。

该名为 WriteCube 的系统，是为支持新加坡小学四年级学生华文写作而设计并开发的。系统中的聊天机器人与自动化反馈模块，均根据本地小学生的华语水平进行针对性训练与优化，旨在为学习者提供更适配的学习体验。

5. 智能聊天机器人赋能英语产出性技能教学：社会文化与社会认知理论视角（郑春萍、苏友）

智能聊天机器人为英语学习者提供了前所未有的沉浸式、低压力且高效的产出训练新范式。本报告包括两个主要部分。第一部分通过系统性文献综述，总结近年来智能聊天机器人在英语产出性技能教学中的研究趋势、技术应用与实施成效，重点分析相关工具类型、教学功能及其融入方式，探讨智能聊天机器人在教学支持、评价反馈、情感支持、社会互动及教学管理方面的作用。在此基础上，第二部分基于互动理论，重点考察社会文化理论（Lantolf, 2000）和社会认知理论（Atkinson, 2002）视角下，智能聊天机器人如何通过提供即时反馈和个性化支持，促进学习者与对话伙伴之间的互动，提升观察学习能力和自我调节能力，进而降低语言焦虑、提高学习动机并支持语言的内化与使用。 同时，报告将介绍自行开发的多模态演讲评测系统和协同写作反馈系统，展示相关实践案例，深入分析互动理论与技术赋能的深度融合，探讨相应的教学原则、应用模式、实践成效，以期为与会者提供可借鉴、可迁移和可推广的实践范例，从而更好地帮助学习者获得更全面和个性化的反馈与支持。

6.讨论与总结

本论坛所呈现的案例和研究充分展现了智慧科技在语言学习中多元且深具潜力的应用路径。无论是通过提示语策略激发学习者与生成式 AI 的互动，还是借助元宇宙、AR 和聊天机器人打造沉浸式语言实践空间，这些应用都回应了语言学习的情境化、真实性与交际性三大核心原则。然而，与其将这些技术视为“炫技”的工具，不如视为在理论引导下、精心设计的学习环境构建元素。

本论坛呈现的四个方案在“智慧”特质上的侧重点各异：黄龙翔讲者聚焦于教师如何以提示工程为桥梁，将语言学习理论落实于日常教学，强调易用性与普及性；宋燕捷与温韫讲者展示了具规模的系统性开发如何整合生成式 AI 与沉浸式情境，引导自我调节学习与写作发展；郑春萍与苏友讲者则从社会文化与社会认知理论切入，强调互动对语言产出与调控能力的支持，展现了 AI 对长期语言内化的可能影响。尽管路径各异，它们均以理论为基石，体现科技与教学设计之间的深度耦合，而非技术驱动的表层应用(Wong & Looi, 2024)。

未来的语言学习研究与实践，宜持续深化“以理论为本、以科技为用”的整合框架。如何在真实课堂情境中验证这些智慧科技的长期学习成效？如何让资源有限的学校或教师也能低门槛地采用其中部分策略？如何将沉浸式系统的经验提炼为可迁移的设计原则？这些都是值得进一步探索的方向。总结而言，智慧科技在语言学习中的有效应用，不在于其技术层面的复杂性，而在于其是否真正落实了学习理论，激发了学习者的语言实践与思维发展，让“学语”之路更“有智”、更“有致”。

参考文献

Atkinson, D. (2002). Toward a sociocognitve approach to second language acquisition. *The Modern Language Journal*, *86* (4): 525-545.

Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher, 18*(1), 32-42.

Cheung, S. K., Wang, F. L., & Kwok, L. F. (2021). The continuous pursuit of smart learning. *Australasian Journal of Educational Technology*, *37*(2), 1-6. https://doi.org/https://doi.org/10.14742/ajet.7207

Daniela, L. (2018). Smart pedagogy for technology-enhanced learning. In L. Daniela (Ed.), *Didactics of smart pedagogy: Smart pedagogy for technology enhanced learning* (pp. 3-21). Springer. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-01551-0_1

Gilmore, A. (2019). Materials and authenticity in language teaching. In S. Walsh & S. Mann (Eds.), *The Routledge handbook of English language teacher education* (pp. 299-318). Routledge. https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9781315659824

Godwin-Jones, R. (2024). Distributed agency in second language learning and teaching through generative AI. *arXiv preprint*, arXiv:2403.20216.

Lan, Y. J. (2020). Immersion, interaction and experience-oriented learning: Bringing virtual reality into FL learning. *Language Learning & Technology, 24*(1), 1–15. http://hdl.handle.net/10125/44704

Lantolf, J. P. (2000). *Sociocultural Theory and Second Language Learning*. Oxford: Oxford University Press.

Littlewood, W. (1981). Communicative Language Teaching. Cambridge University Press.

Moorhouse, B. L. (2024). Generative artificial intelligence and ELT. *ELT Journal*, *78*(4), 378-392.

Oxford, R. L. (2016). *Teaching and researching language learning strategies: Self-regulation in context*. Routledge.

Petersen, S. A., Markiewicz, J.-K., & Bjørnebekk, S. S. (2009). Personalized and contextualized language learning: Choose when, where and what. *Research and Practice in*

Technology-Enhanced Learning, *4*(1), 33-60. https://doi.org/https://doi.org/10.1142/S1793206809000635

Shadiev, R., Hwang, W.-Y., & Huang, Y.-M. (2017). Review of research on mobile language learning in authentic environments. *Computer Assisted Language Learning*, *30*(3-4), 284-303. https://doi.org/https://doi.org/10.1080/09588221.2017.1308383

Shirmatov, S. T., & Akhmedova, G. M. (2024). Revolutionizing Language Learning with Smart Technologies. *Excellencia: International Multi-disciplinary Journal of Education*, *2*(6), 1165-1179. https://doi.org/https://doi.org/10.5281/

Spector, J. M. (2014). Conceptualizing the emerging field of smart learning environments. *Smart Learning Environments*, *1*, 1-10. https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s40561-014-0002-7

Swain, M., & Suzuki, W. (2008). Interaction, output, and communicative language learning. In B. Spolsky & F. M. Hult (Eds.), *The handbook of educational linguistics* (pp. 557-570). https://doi.org/10.1002/9780470694138

Wei, J., Wang, X., Schuurmans, D., Bosma, M., Xia, F., Chi, E., Le, Q. V., & Zhou, D. (2022). Chain-of-thought prompting elicits reasoning in large language models. *36th Conference on Neural Information Processing Systems* (NeurlPS 2022), New Orleans, LA.

Wong, L.-H., & Looi, C.-K. (2024). Advancing the generative AI in education research agenda: Insights from the Asia-Pacific region. *Asia Pacific Journal of Education*, *44*(1), 1-7. https://doi.org/https://doi.org/10.1080/02188791.2024.2315704

Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into Practice, 41*(2), 64–70.