

教育智能体赋能不同能力水平师范生教学设计能力发展的机制研究

Mechanisms of Educational Agents in Enhancing Instructional Design Competence Among Pre-service Teachers at Varying Ability Levels

李卓雅^{1*}

¹ 北京师范大学教育学部

* 15314359732@163.com

【摘要】教学设计能力是职前教师专业发展的核心，但传统培养方式存在反馈滞后、过程性支架缺乏等挑战。本研究基于生成学习理论构建赋能教学设计能力发展的智能体并设计准实验，结合滞后序列与认知网络分析探究其赋能机制。结果显示，智能体显著提升设计质量，但各组呈现差异化的交互路径与认知结构。高水平组呈现深度探索、迭代优化的特征；中水平组呈现反馈依赖、局部修正的特征；低水平组则陷入高度依赖、浅层修补的认知外包困境。研究进一步讨论先验知识与元认知监控在其中发挥的关键作用，为构建分层适应性的教育智能体提供了实证依据。

【关键词】教育智能体；教学设计能力；滞后序列分析；认知网络分析；人机协同

Abstract: Teaching design competence is central to pre-service teachers' professional development, yet traditional training approaches face challenges such as delayed feedback and insufficient process-oriented scaffolding. Grounded in generative learning theory, this study developed an intelligent agent to empower the enhancement of teaching design competence and implemented a quasi-experimental design. Lag sequential analysis and cognitive network analysis were combined to examine the underlying empowerment mechanisms. The results show that the agent significantly improved design quality, while different groups exhibited differentiated interaction trajectories and cognitive structures. The high-ability group demonstrated deep exploration and iterative optimization; the medium-ability group showed feedback dependence and localized revisions; and the low-ability group fell into a "cognitive outsourcing" dilemma characterized by strong dependence and superficial patching. The study further highlights the critical roles of prior knowledge and metacognitive monitoring, providing empirical evidence for designing tiered and adaptive educational intelligent agents.

Keywords: Educational Agent; Instructional Design Competence; Lag Sequential Analysis; Epistemic Network Analysis; Human-AI Collaboration

1. 引言

人工智能与教育信息化的深度融合正重塑教育生态。2025年《教育强国建设规划纲要（2024—2035年）》与《生成式人工智能教育应用指南》，明确指出教师应具备“利用智能体等生成式技术优化教学设计与评价反馈”的能力。在此背景下，生成式人工智能（GAI）正加速从单一的内容生产工具演进为具备自主规划与交互能力的“教育智能体（Educational Agents）”，为构建高质量、个性化的教育奠定技术基础。

教学设计能力作为教师教学能力的重要组成部分，是职前教师专业发展的重要基础。然而，传统师范生培养面临评价反馈滞后、缺乏过程性支架等挑战，难以满足新课改下高阶能力的发展需求。智能体作为自适应技术工具，不仅能模拟专家导师提供适应性反馈，还能通过人

机协同分担复杂设计任务中的认知负荷，有效弥补了规模化教学中个性化指导的短板，为解决上述痛点提供了新契机。

基于上述研究背景，本研究提出以下两个研究问题：（1）教育智能体能否有效促进不同能力水平师范生教学设计能力的发展？（2）人机协同过程中，不同能力水平师范生的交互行为模式和认知结构呈现何种差异化特征？研究将围绕以上问题，从实证研究的角度，探索教育智能体赋能教学设计能力发展的路径机制，为实际教学中应用教育智能体提供理论依据和实践参考。

2. 研究设计

研究对象

本研究开展为期三周的干预实验，共招募 23 名某高校教育技术学专业师范生。研究对象均已系统修习《教学设计》核心课程，具备同质化的学科理论基础，且所有研究对象在“基于智能体进行教学设计评价与内容迭代”这一特定任务上均无系统实践经验，有效确保了实验对象在这项任务中人机协同基准能力的一致性。

智能体搭建及检验

本研究借助 Coze 平台依托“豆包”通用大模型搭建教育智能体。依据《教学设计成果内容分析体系》（孙博文，2023）设定教育智能体的人设与回复逻辑，并通过多轮提示词工程优化其反馈的准确性与交互流畅度。

研究方法

本研究采用准实验研究法，并运用滞后序列分析与认知网络分析。通过准实验设计旨在评估教育智能体赋能前后，不同能力水平师范生在教学设计成果质量上的提升差异。运用滞后序列分析与认知网络分析旨在深入探究师范生在人机交互修改教学设计过程中的显著性行为路径及认知结构演变逻辑。

编码工具

为收集并分析师范生在实验过程中产生的交互行为特征，本研究参考丹东尼奥（Dantonio）的提问结构理论与斯滕伯格（Sternberg）的教师回应分类框架，并结合人机协同环境的特殊性，构建“人机协同交互行为编码表”。编码表将师范生的行为划分为“智能体交互”和“教学设计修改”两大核心维度，具体包含资料检索（SM）、简单提问（SQ）、直接拷贝（DR）及参考修改（RM）等 11 项行为指标。为确保编码的可靠性，两名受过训练的编码员独立对视频数据进行编码。两名编码人员的 Kappa 系数为 0.89，表明该工具具有良好的信度。

为测量师范生在不同实验阶段教学设计成果的认知结构变化，研究者采用了经实证检验的《教学设计成果内容分析体系》（孙博文，2023）。该体系涵盖“前端分析、教学目标、教学策略、教学评价”四个一级维度，每个一级维度下包含三个二级维度，主要用于评估方案的完整性与科学性。研究依据该体系对两轮教学设计文本进行二进制编码，以此作为构建认知网络模型的数据基础。数据的一致性检验显示 Kappa 值为 0.80，证明该量表能有效反映师范生内部认知结构特征。

实验流程

本研究对 23 名师范生开展递进式实验。实验准备阶段，依据受试者已有的两份教学设计进行评分，利用 K-means 聚类划分为高（ $n=7, 86.3 \pm 2.1$ ）、中（ $n=8, 73.8 \pm 3.2$ ）与低（ $n=8, 61.4 \pm 4.7$ ）水平组（ $p < 0.001$ ），确保了组间先验能力的显著区分，以确保组间先验设计能力的显著区分。初测阶段，受试者独立完成“第一版方案”，再依据智能体反馈通过人机对话修改

生成“第二版方案”。研究全程采集录屏与对话文本，两版方案及交互数据均由两名研究者双盲编码，分别用于认知网络与交互行为模式的对比分析。

3. 研究结果

教育智能体有效提升师范生教学设计的整体水平

本研究首先对教育智能体赋能前后的教学设计成果进行了描述性统计与差异显著性检验。结果显示，经教育智能体反馈与人机交互修改，师范生的教学设计整体平均分由第一轮的 67.04 上升至第二轮的 77.52，两轮评分差值的标准差为 3.04。分维度提升呈现非均衡特征，其中“教学评价”与“教学策略”维度的增幅最为显著，分别为 4.30 分与 3.09 分，反映出智能体赋能教学评价及丰富教学策略方面的优势。

进一步的 Wilcoxon 检验发现，高、中水平组在“前端分析”“教学策略”及“教学评价”三个维度上均显著提升 ($p < 0.05$)；而低水平组在“前端分析”维度未达显著水平。这表明在面对学情分析等高认知负荷任务时，低水平学生受限于先验知识，难以有效内化并转化智能体的复杂反馈。

不同能力水平师范生的交互行为模式差异

基于滞后序列分析结果，三组师范生在人机协作的教学设计修改过程中呈现出截然不同的行为路径特征。

高水平组呈现出深度探索与迭代优化的行为路径。如**錯誤! 找不到參照來源。**所示，高水平组师范生在与教育智能体交互修改教学设计时形成显著的“资料检索→参考修改→评价反馈→探寻原因” ($SM \rightarrow RM: Z\text{-score}=4.32$; $RM \rightarrow UF: Z\text{-score}=4.59$; $UF \rightarrow SA: Z\text{-score}=3.43$; $SA \rightarrow PR: Z\text{-score}=2.42$) 的行为路径闭环。表明其关注教学设计的内容质量，能够在修改中调用其元认知能力进行主动思考和反思。

中水平组呈现出反馈依赖与局部修正的行为特征。如图 3 所示，中水平组师范生与教育智能体的交互路径主要表现为“参考修改→评价反馈” ($RM \rightarrow UF: Z\text{-score}=5.38$) 以及“评价反馈”节点的自循环 ($UF \rightarrow UF: Z\text{-score}=2.89$) 揭示出中水平师范生倾向于在进行小幅度局部修改后，立即提交给智能体评分。这种高频的“修改—评价”循环显示其将智能体视作“评价工具”而非“协作伙伴”，试图通过不断评分验证其修改的有效性。

低水平组呈现出高度依赖与浅层修正的行为特征。如**錯誤! 找不到參照來源。**所示，该组交互行为呈现出显著的认知外包倾向，以“直接拷贝 (DR)”为核心，形成了“资料检索”“针对提问”到“修正问题”的多条单向显著路径 ($SM \rightarrow DR: Z=2.82$; $SI \rightarrow DR: Z=2.55$; $CQ \rightarrow DR: Z=2.18$)。这表明低水平组师范生在交互过程中缺乏批判性思考，倾向于直接复制智能体生成的案例内容来填补方案空白，未对生成内容的准确性与适切性进行批判性筛选。

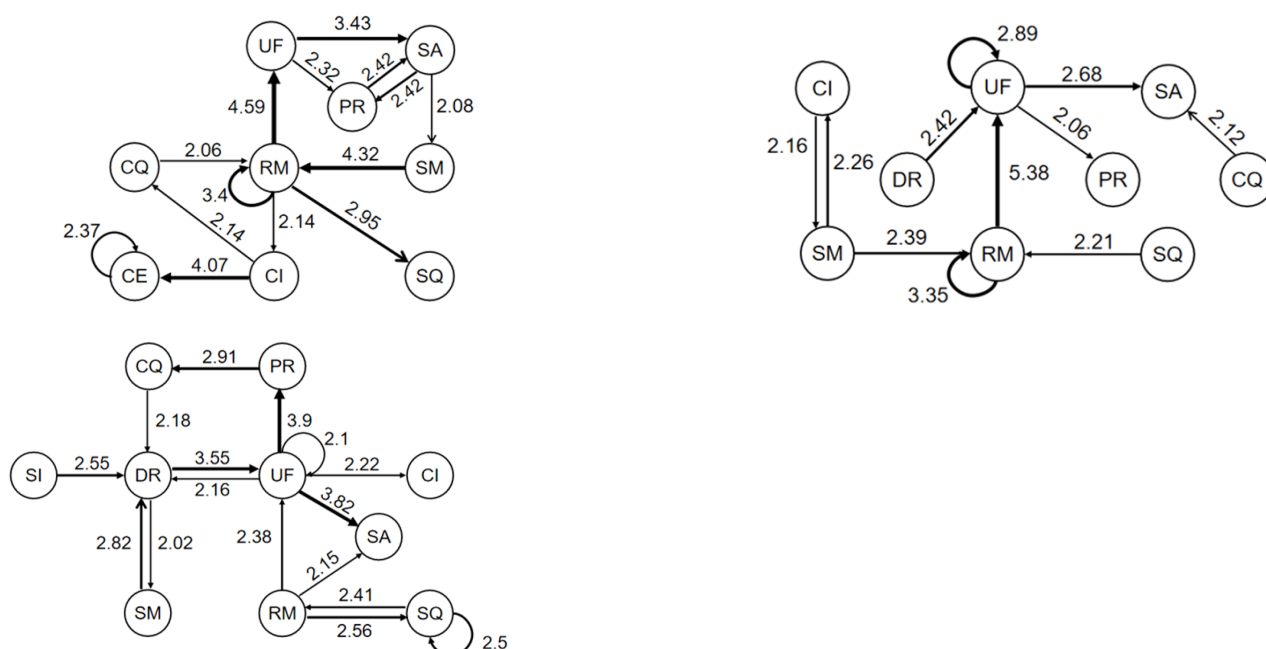


图 3 高（左上）、中（右上）、低（下）三水平组师范生与智能体交互行为转换图

4. 研究讨论

本研究探究了智能体赋能不同能力水平师范生教学设计能力发展的机制。结果显示，教育智能体支持的即时反馈能有效突破传统培养的局限，显著提升其教学设计方案的整体质量，特别是在“教学策略”与“教学评价”维度。基于生成学习理论，智能体作为生成性脚手架有效激活师范生知识建构的主动性。但其赋能效果受个体先验知识与元认知监控水平影响，不同水平师范生在交互行为与认知结构上存在显著差异。

高水平组师范生具备丰富的知识储备，有效降低了内在认知负荷，能够将剩余认知资源投入到对反馈的批判性审视中。其滞后序列中呈现“参考修改-评价反馈”的迭代闭环，将反馈内化为认知图式，实现了从要素拼凑到系统集成全局重构；中水平组虽具备基础纠错能力但系统思维不足，倾向将智能体作为试错工具进行查漏补缺。其修改多基于“任务导向”的逻辑验证，认知网络呈现局部定点强化的特征，未能突破原有框架（Mizumoto & Eguchi, 2023）。

低水平组则受限于知识基础薄弱，在处理复杂反馈时因认知超载陷入“认知外包”困境。其采取“直接复制”的机械复制策略以降低任务难度，这种过度依赖阻断了在新旧知识间建立生成性联系的深层加工过程，导致认知结构呈现离散化与边缘化特征，未发生实质性的知识建构（汪凡淙等，2025）。

基于上述发现，在师范生培养中应构建面向不同能力水平的分层适应性智能体：引导高水平师范生设计创新，推动中水平师范生从关注分数转向重构逻辑，利用结构化支架解决低水平师范生的认知外包困境（Liu et al., 2025）。此外，本研究存在样本量较小（N=23）且未设置对照组等局限，未来研究将扩大样本规模并引入跨学科对照组，聚焦人机交互中的适应性干预，为智能时代教师发展赋能。

参考文献

- 吴澜,王阿习 & 董艳.(2024).职前教师人机协同教学设计能力培养实证研究——基于自我生成教学理论视角.电化教育研究,45(12),105-112.<https://doi.org/10.13811/j.cnki.eer.2024.12.014>
- 卢宇,余京蕾 & 陈鹏鹤.(2024).基于大模型的教学智能体构建与应用研究.中国电化教

育,(07),99-108.<https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-9860.2024.07.013>

汪凡淙,汤筱珣 & 余胜泉.(2025).基于生成式人工智能的认知外包:交互行为模式与认知结构特征分析.心理学报,57(06),967-986.<https://doi.org/10.3724/SP.J.1041.2025.0967>

孙博文.(2023).面向知识建构的在线同伴评价会话分析与干预策略研究[硕士学位论文].山东大学.<https://doi.org/10.27280/d.cnki.gsdsu.2023.001690>

Margaret Bearman & Rola Ajjawi.(2023).Learning to work with the black box: Pedagogy for a world with artificial intelligence.British Journal of Educational Technology,54(5),1160-1173.
<https://doi.org/10.1111/BJET.13337>.

Mizumoto Atsushi & Eguchi Masaki.(2023).Exploring the potential of using an AI language model for automated essay scoring.Research Methods in Applied Linguistics,2(2),
<https://doi.org/10.1016/J.RMAL.2023.100050>.

Jinfang Liu,Yi Zhang,Wei Li,Qiyun Wang,Pingxiu Niu & Xue Zhang.(2026).Adaptive vs. planned metacognitive scaffolding for computational thinking: Evidence from generative AI-supported programming in elementary education.Computers & Education,241,105473-105473.
<https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2025.105473>.