

基于 ICAP 框架：生成式人工智能对职前教师教学设计能力提升的实证研究

Based on the ICAP Framework: An Empirical Study of Generative Artificial Intelligence's Enhancement of Preservice Teachers' Instructional Design Ability

陈玉杰^{1*}, 张琪², 张锦³

¹²³ 淮北师范大学教育学院

*2465651991@qq.com

【摘要】生成式人工智能在教育领域的应用日益广泛，尤其是在提升职前教师教学设计能力方面展现出巨大潜力。基于 ICAP 框架，利用生成式人工智能工具文心一言进行实证研究。研究对象是 32 名教育技术学专业的职前教师，他们分别提交了利用生成式人工智能辅助前后的小学信息科技基础教学设计方案。实验结束后采用问卷调查的方式获取职前教师使用生成式人工智能的反馈，对收集的数据进行配对 T 检验和认知网络分析。结果显示，生成式人工智能辅助显著提高了教学设计方案的质量，增强了职前教师的教学设计能力，且不同绩效水平的职前教师在使用生成式人工智能辅助时表现出不同的认知网络特征。

【关键词】生成式人工智能、职前教师、ICAP 框架、教学设计、认知网络分析

Abstract: Generative Artificial Intelligence (AI) has seen increasing application in the field of education, particularly in enhancing pre-service teachers' instructional design abilities, demonstrating significant potential. Drawing on the ICAP framework theory, this paper conducts an empirical study using the generative AI tool Wenxin Yiyan. This study involved 32 pre-service teachers majoring in Educational Technology, each submitting an instructional design for basic IT instruction in elementary schools, both before and after the application of generative AI. After the experiment, a questionnaire survey was conducted to obtain feedback from pre-service teachers on their use of generative AI. The collected data were analyzed using paired T-tests and cognitive network analysis. The results showed that generative AI assistance significantly improved the quality of teaching design plans and enhanced the teaching design capabilities of pre-service teachers. Moreover, pre-service teachers of different performance levels demonstrated distinct cognitive network characteristics when using generative AI assistance.

Keywords: generative AI, pre-service teachers, ICAP framework, instructional design, cognitive network analysis

1. 前言

近年来，人工智能技术，特别是以生成预训练变换器为代表的生成式人工智能在教育领域的应用日益广泛（杨蕾，2024）。根据联合国教科文组织的定义，生成式人工智能是一种根据对话提示自动生成响应内容的技术，因其强大的内容生成能力，为教师提供更加智能化和多样化的教学手段（MIAOFC & HOLMES W, 2023）。相关研究基于人机协同教育理论，强调了技术与教育的深度融合，为理解人工智能在教育中的应用奠定理论基础（方海光等人，2022）。在此基础上，后续有学者利用生成式人工智能分析了大学生编程学习行为的变化（孙丹等人，2024）。也有聚焦人智协同写作对话的过程与模式，揭示人智交互的对话行为与学习发生机制的研究（汪靖等人，2024）。

由 Chi 和 Wylie 提出的 ICAP 框架是一个四级模型，包含了四种不同类型的学习活动：交互式学习、建构式学习、主动式学习和被动式学习，为研究学习者的学习过程提供了多维度的分析视角（Chi, H. T. M. & Wylie, 2014）。在积极学习的背景下，该理论被证明了能够有效提升学习者的深层次认知参与（张馨元 & 张民选，2024）。同时，ICAP 学习方式分类学的效度还通过循证方式得到了证实（盛群力 & 丁旭，2018）。在教学设计能力提升方面，ICAP 框架同样展现出其独特的价值。运用 ICAP 学习方式分类学，进行提升学习参与度的教学实践，可以为职前教师的教学设计提供实践指导（王芳，2022）。高莉则进一步探索了基于 ICAP 的以读促学教学模式，证实了 ICAP 框架在教学设计中的应用价值（高莉，2024）。

然而，现有研究主要集中于传统教学方法下的 ICAP 框架应用，而针对生成式人工智能如何结合 ICAP 框架提升职前教师教学设计能力的研究尚未深入展开。因此，本文旨在通过实证研究，深入探索生成式人工智能如何基于 ICAP 框架提升职前教师的教学设计能力，以及不同绩效水平职前教师在使用生成式人工智能时认知网络的差异。不仅扩展了 ICAP 理论的应用范围，还为职前教师的教学设计培训提供科学指导。

2. 研究设计

2.1. 研究对象

本次研究以 32 名教育技术学专业的职前教师（男 20 名，女 12 名）为研究对象，他们有相同的师范教育背景，具备基本的教学设计理论知识和能力，在本次实验之前都没有使用过生成式人工智能做教学设计。在实验前对其进行生成式人工智能工具应用的操作培训，本实验主要使用文心一言，可以保证实验过程的顺利实施。根据第二次教学设计方案的分值均值和标准差，将成绩在 23 分及以上的职前教师分为高绩效组（12 人），将成绩在 21 分到 22 分之间的职前教师分为中绩效组（12 人），将成绩在 20 分及以下的职前教师分为低绩效组（8 人）。

2.2. 实验流程

在研究初始阶段，需要职前教师提交一份完整的教学设计方案，要求仅利用传统资源或者上网自行检索完成。在研究的中期阶段，给职前教师进行培训和任务发布，包括根据主题设计培训活动，以及对生成式人工智能工具的使用方法进行指导和演示，此阶段持续五周。培训后，职前教师要求与生成式人工智能工具文心一言进行协作，对之前提交的教学设计方案进行修正完善，提交改进版的教学设计方案以及人机对话全部过程内容。在研究后期阶段，职前教师要完成一份“职前教师使用生成式人工智能辅助教学设计反馈”问卷。图 1 展示了职前教师在利用生成式人工智能辅助教学设计过程中，与 ICAP 框架相结合的具体流程。

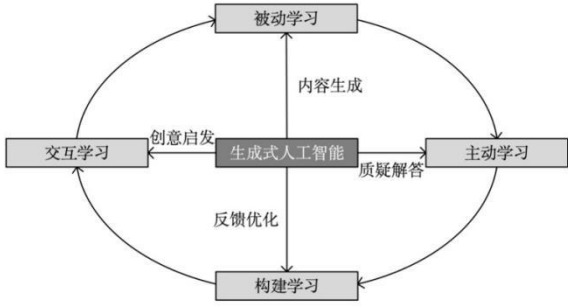


图 1 生成式人工智能与 ICAP 框架的结合

2.3. 研究工具

2.3.1. 教学设计方案评价表

本研究参考程俊等人（程俊等人，2024）开发的教学设计评价量规，设计了小学信息科技课教学设计评分标准表，见表1。教学设计方案评分标准包括六个维度，分别是教学目标、教学内容、教学方法、教学过程、教学评价、教学创新，每个维度最高4分，满分24分。为确保客观性，由两位教育技术领域专家背对背分别对64份方案进行打分，一致性信度较好（Kappa=0.791）。

表1 小学信息科技课教学设计评分标准表

评分维度	4分	3分	2分	1分
教学目标	目标明确，与课程标准和学生需求高度吻合	目标明确，与课程标准和学生需求较吻合	目标基本明确，与课程标准和学生需求部分吻合	目标不明确，与课程标准和学生需求不吻合
教学内容	内容全面，与课程目标高度相关	内容较全面，与课程目标较相关	内容基本覆盖，与课程目标部分相关	内容不全面，与课程目标不相关
教学方法	方法创新，有效促进学生发展，符合教学特点	方法有效，促进学生发展，与教学特点较符合	方法基本有效，对学生有一定帮助，基本符合教学特点	方法效果有限，对学生帮助不大，不符合教学特点
教学过程	过程流畅，环节清晰，时间分配合理，实践性很强	过程较流畅，环节较清晰，时间分配较合理，实践性较好	过程基本流畅，环节基本清晰，时间分配基本合理，实践性一般	过程不流畅，环节不清晰，时间分配不合理，缺乏实践性
教学评价	评价方式全面，反馈及时，与评价标准一致	评价方式多样，反馈及时，与评价标准较一致	评价方式基本全面，反馈一般，基本符合评价标准	评价方式单一，反馈不及时，不符合评价标准
教学创新	创新性强，与教学创新标准高度一致	创新性较好，较符合教学创新标准	创新性一般，基本符合教学创新标准	创新性弱，不符合教学创新标准

2.3.2. 交互内容编码表

基于ICAP框架理论制作编码表，如表2所示，共有5个一级编码，9个二级编码。从职前教师的无关话语、被动话语、主动话语、建构话语、交互话语5个方面作为一级编码分析人机对话内容，对比在使用生成式人工智能辅助教学设计前后职前教师学习方式的变化和认知参与程度是否加深。

表2 人智对话交互编码表

一级编码	编码序号	二级编码	编码序号	示例	指向水平
无关话语	IR	非知识性	IR1	周末有什么计划？	/
		教师评估	IR2	你觉得这个教学设计怎么样？	
被动话语	P	被动参与	P1	按照这个模版填写教学设计	被动学习
主动话语	A	浅层问题	A1	教学目标是否明确？	主动学习

		主动参与	A2	你认为这个活动如何帮助学生理解概念?	
建构话语	C	深层问题	C1	教学设计如何与学生的先前知识相联系?	建构学习
交互话语	I	讨论问题	I1	让我们讨论一下这个教学设计的有效性。	交互学习
		交互参与	I2	你对这个教学设计有什么建议吗?	

2.3.3. 调查问卷设计

在教学设计专家指导下编制调查问卷, 问卷由人口学变量和问题构成, 旨在调查职前教师使用生成式人工智能辅助教学设计后的感受和反馈, 从而评估研究的有效性, 并在下次实验时进行相应的改进。

3. 研究结果

3.1. 教学设计方案的质量分析

采用配对样本 t 检验对 32 名职前教师的 64 份教学设计方案分数进行分析。由表 3 可知, Cohen's d 的值是 1.191, 远大于 0.8, 这表明生成式人工智能辅助对职前教师教学设计分数的影响是非常大的。且生成式人工智能辅助前后分数之间的相关性为 0.718, 这表明两组分数之间存在显著的正相关。换句话说, 分数较高的职前教师在使用生成式人工智能辅助后也倾向于获得较高的分数。因此, 职前教师与生成式人工智能辅助后修改的教学设计方案质量 ($M = 21.03$, $SD = 1.470$) 明显高于第一次的教学设计方案质量 ($M = 18.53$, $SD = 1.665$), $t = -11.871$, $p = .000 < 0.001$, 即生成式人工智能辅助能够显著提高职前教师的教学设计方案质量。

此外, 对高中低绩效的 3 组数据进行单因素方差分析。结果表明, 生成式人工智能的辅助对不同绩效水平的职前教师产生了显著的影响, 尤其是对高绩效组和低绩效组的职前教师影响最大。

表 3 配对样本 t 检验结果

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>Cohen's d</i>
AI 前	18.53	1.665				
AI 后	21.03	1.470				
配对 T 检验	-2.643***	1.384	-11.871	31	0.001	1.191

3.2. 不同绩效职前教师的认知网络分析

两位编码员首先对编码框架进行了分析, 然后对所形成的 382 条编码单元进行人工编码, 并进行一致性比较 ($Kappa = 0.86$), 最后对差异部分进行讨论协商, 达成了一致认识。将所有的数据导入在线认知网络分析工具 (webENA) 进行数据分析, 得到高中低绩效组职前教师的认知网络结构图, 如图 2 所示。

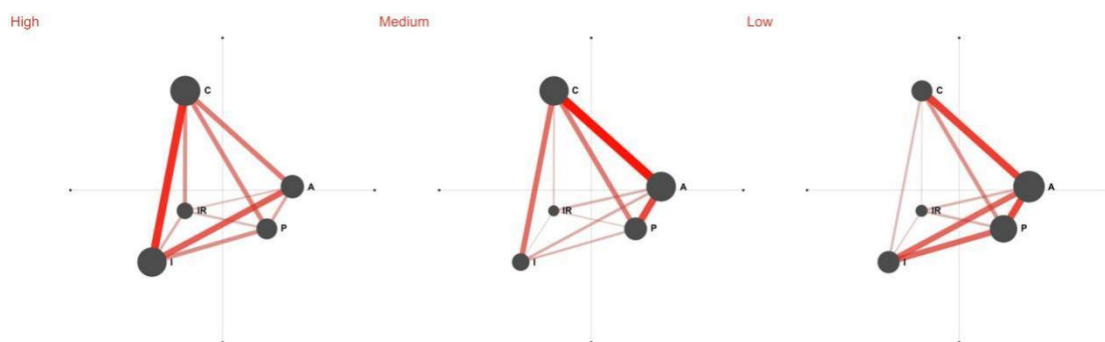


图2 高中低绩效职前教师的认知网络分布

每个认知网络结构图包含5个节点，分别对应ICAP理论框架中的4种交互类型和一个表示与生成式人工智能协作交互过程中职前教师呈现与教学设计不相关的无关话语，节点的大小反映出交互类型出现的频次，节点间的连线代表交互类型共现的相对频次，连线越粗，表明两种交互类型在教学设计过程中同时出现的次数越多。整体来看，三组职前教师在生成式人工智能辅助中表现出的话语类型主要在交互话语和建构话语（I/C）之间建立连接，以及建构话语和主动话语（C/A）之间建立连接，而在被动话语（P）和无关话语（IR）上的连接较为薄弱。具体来说，高绩效组相较于中低绩效组在交互话语和建构话语（I/C）上表现出了更强的连接，中绩效组相较于低绩效组在建构话语和主动话语（C/A）上表现出了更强的连接。

此外，本研究还通过独立样本t检验，发现高绩效组和中绩效组在Y维度上存在显著性差异($m_{\text{高绩效组}}=-0.12$, $m_{\text{中绩效组}}=0.05$; $p=0.00<0.05$, $t=-3.65$)；高绩效组和低绩效组在Y维度上存在显著性差异($m_{\text{高绩效组}}=-0.12$, $m_{\text{低绩效组}}=0.12$; $p=0.00<0.05$, $t=-5.25$)。据此，我们可以推测，高绩效组的职前教师在使用生成式人工智能辅助教学时，比中低绩效组可能展现出更深层次的认知参与和高阶思维技能。

3.3. 职前教师使用生成式人工智能反馈问卷分析

本研究通过问卷调查评估了生成式人工智能辅助对职前教师教学设计能力的影响。结果显示，大多数职前教师对生成式人工智能辅助持积极态度，认为它提高了教学设计方案的质量和教学设计能力，并表示愿意在未来的教学中继续使用生成式人工智能工具，这与配对样本t检验的结果相吻合。但是也有部分职前教师指出存在功能和技术上的限制，以及理解复杂指令的困难，建议应增强个性化和互动性，以更好地适应教学设计的需求。

4. 讨论

第一，生成式人工智能辅助教学设计实质上是从被动到交互的过程。这一过程的转变显著提升了职前教师在教学设计中的主动性和参与度。通过与生成式人工智能的互动，教师不再是单纯接收外部信息的个体，而是能够积极参与到教学内容的调整和创造中。这种交互性不仅增强了教师对教学设计元素的理解和应用，而且促进了教师专业成长和教学实践的创新。研究表明，生成式人工智能的反馈和建议为教师提供了新的视角和思路，有助于他们构建更加丰富和有效的教学设计。

第二，基于ICAP框架理论的生成式人工智能辅助强调深层次认知参与。ICAP框架理论为我们提供了一个理解学习者认知参与的多维度视角，包括被动、主动和建构性参与。在本研究中，生成式人工智能的应用支持了职前教师在这些层次上的参与，尤其是在建构性参与方面，教师通过与人工智能的互动来构建和重塑教学设计。这种深层次的认知参与对提升

职前教师的教学设计能力至关重要，因为它涉及到对教学内容的深入理解和创新性思考，从而提高了教学质量和教学设计能力。

第三，深层次认知加工活动需要高阶思维的参与。生成式人工智能在教学设计中的应用促进了职前教师高阶思维的发展，包括批判性思维、问题解决和创造性思维。通过提供复杂的教学设计挑战和支持教师在解决这些问题时的思考过程，生成式人工智能有助于教师准备更有效的教学策略，以满足不同学生的学习需求。

5. 结论

本研究结合 ICAP 框架理论，通过实证研究验证了生成式人工智能在提升职前教师教学设计能力方面的有效性。实验结果表明，生成式人工智能辅助能够显著提高教学设计方案的质量，并且对职前教师的教学设计能力有积极影响。研究还发现不同绩效水平的职前教师在使用生成式人工智能辅助下的认知网络存在差异，这表明生成式人工智能的使用能够促进深层次的认知参与和高阶思维的参与，揭示了职前教师从被动到交互的过程转变，以及深层次认知加工活动对职前教师教学设计能力提升的重要性，为未来的教学设计培训和课程开发提供了指导。

然而，本研究也存在一定的局限性。例如，样本量较小可能限制了研究结果的普遍适用性，而学习者的年龄和专业分布单一可能影响了研究的广泛性。因此，未来研究可以在本研究的基础上扩大样本量，并探索生成式人工智能在不同教学领域和不同文化背景下的应用效果。此外，随着人工智能技术的不断进步，持续的研究将有助于更深入地理解其在教育领域的应用机制和效果，从而为教育实践提供更加精准和有效的指导。

参考文献

- 方海光,孔新梅,李海芸 & 郑志宏.(2022).人工智能时代的人机协同教育理论研究.现代教育技术(07),5-13.
- 王芳.(2022).基于 ICAP 学习方式分类学提升学习参与度的教学实践——以“金属的活动性顺序”为例.教学月刊·中学版(教学参考)(12),45-50.
- 孙丹,朱城聪,许作栋 & 徐光涛.(2024).基于生成式人工智能的大学生编程学习行为分析研究.电化教育研究(03),113-120.doi:10.13811/j.cnki.eer.2024.03.016.
- 汪靖,陈恬妮 & 杨玉芹.(2024).思维与调节的融合共创：生成式人工智能支持的人智交互过程与模式研究.中国电化教育(08),45-55.
- 张馨元 & 张民选.(2024).积极学习：季清华的 ICAP 学习框架.全球教育展望(09),30-50.
- 杨蕾.(2024).浅谈生成式人工智能在教育中应用的机遇与挑战.甘肃教育研究(11),18-21.
- 高莉.(2024).从被动到交互——基于 ICAP 的以读促学教学模式探索.大学(02),67-70.
- 盛群力 & 丁旭.(2018).“ICAP 学习方式分类学”的循证研究.武汉科技大学学报(社会科学版) (02),218-223.
- 程俊,麦裕华,李林燊 & 王后雄.(2024).指向深度学习的中学化学课堂教学设计评价量规研究.化学教育(中英文)(15),33-39.doi:10.13884/j.1003-3807hxjy. 20230 70187.
- Chi H T M, Wylie R. The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes[J]. Educational Psychologist,2014,49(4):219-243.
- MIAOFC, HOLMES W. Guidance for generative AI in education and research [EB/OL]. [2023-09-21].<https://unesdoc.unesco.org/ark/48223/pf0000386693>.