

基于生成式人工智能的认知外包：先前领域知识与元认知的作用研究

【摘要】 本研究聚焦于生成式人工智能支持下的“认知外包”情境，旨在探究学习者的先前领域知识与元认知对认知外包成果的影响。研究开展了一项基于 GenAI 的学术写作实验，采集并分析了 43 名研究生的数据。研究结果表明：(1) 领域先验知识是预测认知外包成果的首要因素；(2) 元认知对绩效的影响受到先验知识水平的制约：对于高知识群体，高元认知显著提升了认知外包成果；而对于低知识群体，高元认知未能转化为认知外包成果的增益。研究结论指出，元认知效益的发挥存在“知识依附性”，实现有效的认知外包要求元认知与领域知识相适配。

【关键词】 认知外包；生成式人工智能；先前领域知识；人机协同

Abstract: Focusing on the context of "cognitive outsourcing" supported by generative artificial intelligence (GenAI), this study aims to investigate the effects of learners' prior domain knowledge and metacognition on cognitive outsourcing performance. An academic writing experiment based on GenAI was conducted, and data from 43 graduate students were collected and analyzed. The results indicate that: (1) Prior domain knowledge is the primary predictor of cognitive outsourcing performance; (2) The impact of metacognition on performance is constrained by the level of prior knowledge: for the high prior knowledge group, high metacognition significantly enhanced cognitive outsourcing performance; however, for the low prior knowledge group, high metacognition failed to translate into performance gains. The study concludes that the efficacy of metacognition exhibits "knowledge dependency," and achieving effective cognitive outsourcing necessitates an alignment between metacognition and domain knowledge.

Keywords: Cognitive outsourcing; Generative artificial intelligence (GenAI); Prior domain knowledge; Human-computer collaboration

1. 引言

在技术生态迅猛演进的背景下，人类有限的认知带宽与外部环境呈指数级增长的信息复杂性之间，形成了难以调和的结构性张力。为了消解这一内生矛盾，个体日益倾向于打破生物大脑的物理边界，将特定的认知加工过程“外部化”至智能设备或工具中，以实现对复杂任务的高效处理。这种策略性的认知适应行为和现象，被学界定义为“认知外包”（余胜泉等，2023）。随着以 ChatGPT 为代表的生成式人工智能(GenAI)技术的爆发，认知外包从简单的记忆卸载升级为涉及逻辑推理与内容生成的深度人机协同。理想的认知外包并非简单的替代，而是个体内部认知网络与外部认知网络的优势互补与深度耦合。

认知外包的效果呈现出显著的个体异质性（汪凡淙等，2025）。其一，先前领域知识是个体进行认知外包的内部认知基础。具有更高领域知识水平的学习者更有可能将外部智能作为辅助，而不是直接依赖（Güner & Er, 2025），高先前领域知识也使他们能够有效评估 AI 生成内容的准确性与适切性（Shoufan, 2023; Xia et al., 2023）。其二，元认知水平影响个体对生成式人工智能的感知和使用效能，具备良好元认知技能的学习者，能够敏锐地感知 AI 工具的有用性，并根据任务难度动态调整对外包的依赖程度（Xu et al., 2025）。

本研究试图探究学习者的领域知识和元认知对基于生成式人工智能的认知外包的影响，核心研究问题如下：具有不同先前领域知识和元认知的学习者，在认知外包的最终表现上存在什么差异？

3. 方法

3.1 参与者

共有 43 名教育技术学专业的研究生参与本研究并完成所有活动(平均年龄 $M = 25.23$, $SD = 3.93$)。所有参与者都具备熟练的生成式人工智能技术应用经验。

3.2 研究设计

设计了一项基于生成式人工智能的认知外包实验任务，共包含三个阶段：（1）领域知识前测：参与者需在 30 分钟内，处于闭卷且无电子设备辅助的环境下，手绘一幅以“人工智能与教师”为主题的概念图。（2）认知外包任务：参与者需在 100 分钟内，借助类 ChatGPT 生成式人工智能会话系统，在计算机终端完成一篇同主题（“人工智能与教师”）的学术文章撰写。（3）元认知测量：参与者需填写在线量表，以评估在任务过程中的元认知倾向。

3.3 测量工具

3.3.1 先前领域知识

本研究采用手绘概念图作为测量领域先验知识的工具，使用汪凡淙等(2025) 开发的评分框架，从核心概念节点、交叉连接及文字标注三个维度进行量化评分。

3.3.2 元认知

元认知的测量工具源自 Pintrich (1991) 等提出的学习动机策略问卷中的元认知量表，共包括 12 道题目，采用李克特 7 点量表。Cronbach' α 系数为 0.8。

3.3.3 认知外包成果

将最终产出的学术文章质量，作为衡量认知外包成果的指标，评分标准具体涵盖：内容的深度与广度、逻辑结构的条理性、写作风格与语言规范性以及创新性与原创度。

4. 研究结果

4.1 高低知识组的组间比较

为了探究学生的先前领域知识对于认知外包成果的影响，本研究采用了二阶聚类分析方法对学习者的进行分组。分析结果显示聚类质量良好（平均轮廓系数= 0.7），将学习者划分为两个特征鲜明的群体（见表 2）：

表 2 高低知识组的描述性统计结果

组 (N, %)	先前领域知识		元认知		认知外包成果	
	M	SD	M	SD	M	SD
低先前领域知识组(N = 29, 67.4%)	33.09	9.74	4.84	0.71	75.81	7.15
高先前领域知识组(N = 14, 32.6%)	62.79	10.96	5.19	0.53	85.13	3.48

独立样本 T 检验发现两组间先前领域知识有显著差异($t = -8.997$, $p < 0.001$)，元认知无显著差异($t = -1.626$, $p = 0.112$)，验证了聚类的有效性。在对比认知外包绩效时，本研究选用非参数检验中的 Mann-Whitney U 检验。统计结果（如表 3 所示）表明，高先前领域知识组的认知外包表现显著优于低先前领域知识组。

表 3 高知识组和低知识组的 Mann-Whitney U 检验的结果

变量	U-value	df	p
认知外包成果	-5.745***	41	< 0.001

注: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

4.2 高低知识组的组内比较

为了进一步研究在不同先前领域知识的学习者群体中,元认知对于认知外包成果的影响,本研究再次运用二阶聚类分析方法,依据学习者的元认知得分进行二次聚类,最终识别出四类学习者群体,如表 4 所示。A 组为“低先前领域知识+高元认知组”,B 组为“低先前领域知识+低元认知组”,C 组为“高先前领域知识+高元认知组”,D 组为“高先前领域知识+低元认知组”。

表 4 四组的描述性统计结果

分组	先前领域知识		元认知		认知外包成果	
	M	SD	M	SD	M	SD
A (N = 18)	33.75	10.60	5.28	0.46	75.21	6.19
B (N = 11)	32.00	8.52	4.12	0.35	76.80	8.73
C (N = 6)	57.42	4.35	5.71	0.18	87.38	3.33
D (N = 8)	66.81	12.90	4.80	0.32	83.44	2.64

4.2.1 低先前领域知识组

为了研究元认知对低先前领域知识组的影响,本研究采用 Mann-Whitney U 检验来比较 A、B 的组间差异,结果见表 5。在低先前领域知识的情况下,元认知有显著差异的 A、B 两组的认知外包成果无显著差异。

表 5 组 A 和组 B 的 Mann-Whitney U 检验的结果

变量	U-value	Z-value	p
先前领域知识	84.50	-0.65	0.514
元认知	0.00***	-4.46	< 0.001
认知外包成果	84.50	-0.65	0.514

注: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

4.2.2 高先前领域知识组

为了研究元认知对高先前领域知识组的影响,研究采用 Mann-Whitney U 检验来比较 C、D 的组间差异,结果如表 6 所示。在高先前领域知识的情况下,元认知有显著差异的 C、D 两组的认知外包成果有显著差异。

表 6 组 C 和组 D 的 Mann-Whitney U 检验的结果

变量	U-value	Z-value	p
先前领域知识	14.50	-1.23	0.220
元认知	0.00**	-3.12	0.002
认知外包成果	7.00*	-2.20	0.028

注: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

5. 讨论与结论

本研究得出几项关键发现,突显了个体因素对基于生成式人工智能的认知外包活动的显著影响。

其一,外部智能对认知外包的益处可能取决于个体的先验知识水平。先验知识水平相对较高的个体在外部智能的辅助下表现更佳。具有较高先验知识水平的学习者更倾向于利用外部智能作为辅助,不直接依赖人工智能的输出 (Güner & Er, 2025)。此外,他们能够能够识

别关键信息,更准确地评估外部智能输出的准确性、完整性和相关性(Simonsmeier et al., 2022),有效地融入自身已有的知识结构,从而获得更好的认知外包成果。

其二,元认知效益的发挥存在“知识依附性”。先验知识是保障监控准确性的基石(Mihalca et al., 2017)。在缺乏知识支撑的情境下,低知识个体的高元认知监控往往流于形式或产生误判,沦为“无效的努力”。具备高先验知识且高元认知的学习者能够进行准确的监控和合适的决策,最终体现为认知外包任务中的优异表现。

可见,先前领域知识在基于生成式人工智能的认知外包中起着决定性作用,很大程度上决定了认知外包的有效性。元认知的影响可能受到学习者先前领域知识的显著影响。正如结果所显现的,学习者的元认知需要与知识达到一种平衡且适配的状态。

参考文献

- 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.
- 余胜泉 & 汪凡淙. (2023). 人工智能教育应用的认知外包陷阱及其跨越. *电化教育研究*, 44 (12), 5-13. <https://doi.org/10.13811/j.cnki.eer.2023.12.001>.
- Güner, H., & Er, E. (2025). AI in the classroom: Exploring students' interaction with ChatGPT in programming learning. *Education and Information Technologies*, 1-27.
- Mihalca, L., Mengelkamp, C., & Schnotz, W. (2017). Accuracy of metacognitive judgments as a moderator of learner control effectiveness in problem-solving tasks. *Metacognition and Learning*, 12, 357-379.
- Pintrich, P.R. (1991). A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ) (Technical Report No. 91-B-004). Ann Arbor, MI: University of Michigan, National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning.
- Shoufan, A. (2023). Can students without prior knowledge use ChatGPT to answer test questions? An empirical study. *ACM Transactions on Computing Education*, 23(4), 1-29.
- Simonsmeier, B. A., Flaig, M., Deiglmayr, A., Schalk, L., & Schneider, M. (2022). Domain-specific prior knowledge and learning: A meta-analysis. *Educational psychologist*, 57(1), 31-54.
- Xia, Q., Chiu, T. K., Chai, C. S., & Xie, K. (2023). The mediating effects of needs satisfaction on the relationships between prior knowledge and self-regulated learning through artificial intelligence chatbot. *British Journal of Educational Technology*, 54(4), 967-986.
- Xu, X., Qiao, L., Cheng, N., Liu, H., & Zhao, W. (2025). Enhancing self-regulated learning and learning experience in generative AI environments: The critical role of metacognitive support. *British Journal of Educational Technology*. <https://doi.org/10.1111/bjet.13599>