

教师 AI-TPACK 能力评价模型的构建与工具开发

Construction and Development of an Evaluation Model for Teachers' AI-TPACK

Competency

戚佳惠¹, 高丹丹^{2*}

¹² 华东师范大学 教育信息技术学系

* ddgao@deit.ecnu.edu.cn

【摘要】 随着人工智能技术在教育领域的深入应用, 教师的 AI-TPACK 能力逐渐成为提升教学质量的关键。本研究在已有的 AI-TPACK 理论框架的基础上, 引入 AI-Ethics 伦理维度, 拓宽了 AI-TPACK 的理论内涵, 构建了包括 5 个维度的 AI-TPACK 能力模型。设计了能力评价量表作为评价教师 AI-TPACK 能力的工具, 该量表覆盖了 AI-TPACK 能力模型的 5 个要素, 注重可操作性和伦理考量, 并采用信效度分析和探索性因子分析进行了验证。

【关键词】 AI-TPACK; 评价模型; 教师能力

Abstract: With AI's growing role in education, teachers' AI-TPACK competency is critical. This study expands the AI-TPACK framework by incorporating AI-Ethics, developing a 5-dimension model. A validated scale covering all dimensions emphasizes ethics and practicality through reliability, validity, and EFA.

Keywords: AI-TPACK, evaluation model, teacher competence

1. 前言

人工智能技术在教育领域的深化应用已覆盖教学设计、课堂管理等核心环节。然而, 技术的有效应用离不开教师的专业知识和技能支持, 整合技术的学科教学知识 (TPACK) 被认为是教师整合技术、设计创新教学的核心能力。教师需在教学中融合 AI 工具、AI 相关知识、组织教学法, 以实现教育资源的优化配置和教学质量的提升。本研究拓展和深化了 AI-TPACK 理论框架, 从理论依据、评估方法与工具开发出发, 为教师专业发展和教育培训设计提供参考。

2. 文献综述

AI-TPACK 是教师在人工智能时代整合技术、教学法、学科内容以及伦理知识的综合能力框架。其内涵扩展自传统的 TPACK 框架, 强调教师在教学过程中应用 AI 技术的能力。

目前 AI 与 TPACK 的整合形式主要呈现三种类型: AI 与 TK、PK、CK 全面整合、侧重 AI-TK 以及侧重 AI-CK。其中 AI 与核心要素整合强调将 AI-TPACK 视为关于整合 AI-TK、PK 和 CK 以促进有效教学的全面知识, Miao Y 等 (2024) 指出 TK 指如何在教学中使用 AI 技术, PK 指与 AI 相关的教学法知识, CK 指有关 AI 的内容知识。AI-TK 则关注 AI 工具的应用, 强调技术的掌握与应用能力。学者 Celik, I (2023) 与 Ning, Y (2024) 强调教师对 AI 应用程序的认识和理解、互动以及熟练度的重要性。少部分研究聚焦于 AI-CK 层面, 即人工智能学科内容知识, 所涉及的相关研究多与信息技术、人工智能学科内容相关。虽研究者的侧重点不同, 但其中关于 AI-TPACK 的核心内涵是一致的, 即强调教师需要在具备扎实学科知识、教学知识和技术知识的基础上, 深入理解和掌握 AI 技术在教育中的应用, 将 AI 与学科教学深度融合。

3. AI-TPACK 能力评价模型的构建

Zawacki-Richter 等（2022）将当前教育领域的 AI 工具主要分为三类：智能辅导系统、自动化评估工具、学情分析平台。传统 AI 工具侧重流程优化，而新兴的 AI 工具，如 Gen AI 强调创造性交互，要求教师深度调整教学策略。在现有研究的基础上，本文提出了 AI-TPACK 的新框架，即技术知识（AI-TK）、技术与内容知识（AI-TCK）、技术与教学知识（AI-TPK）、技术教学与内容整合知识（AI-TPACK）、伦理知识（AI-Ethics），如表 1 所示。与传统 TPACK 框架不同，AI 应用可能出现伦理问题，因此伦理设置为本框架中的一个独立且重要的维度。

表 1 AI-TPACK 理论框架

AI-TPACK 维度	内涵	文献依据
技术知识 (AI-TK)	教师对 AI 技术的认知与实践能力，涵盖技术原理解、工具操作能力、技术局限性认知及应用规范。	Celik (2023); Ning (2024); Junmei Sun (2023);
技术与内容知识 (AI-TCK)	教师理解 AI 技术对学科内容表征与认知方式的影响，并能使用 AI 工具优化知识生产与传递。	Lorenz & Romeike (2023); Hava, K (2024); Ning (2024)
技术与教学知识 (AI-TPK)	教师将 AI 技术融入教学活动，设计、实施与评估 AI 技术与教学策略动态适配的能力。	Fatih Karataş (2024); Hava, K (2024); Ning (2024)
技术、教学与内容整合知识 (AI-TPACK)	教师全面整合 AI 技术、教学法和学科内容，以创新性解决教学问题、实现教育目标的能力。	Feldman-Maggor, Y (2024); Lorenz & Romeike (2023)
伦理知识 (AI-Ethics)	教师能够评估 AI 技术在教育中的伦理风险，包括 AI 工具的公平性、偏见识别等。	Celik (2023); Bao, YL (2024); Ning (2024)

4. AI-TPACK 能力评价工具的开发

4.1. AI-TPACK 能力评价工具的设计

在对 AI-TPACK 评估方式的研究中，Celik（2023）开发的量表应用较广，该量表以 27 个题项构成。然而，随着 Gen AI 工具的普及，其未能体现应用新兴 AI 工具所需的动态能力以及对风险的评估能力。Ning, YM（2024）和 Yue, M（2024）的量表虽涉及了 TPACK 的传统内涵，扩展了量表的覆盖面，但其核心仍基于非生成式 AI 工具，未解决上述伦理与动态性缺陷。

从对现有评估维度的分析可知，目前并没有普遍接受的量表，但 Celik 和 Ning, YM 所设计的量表具有一定的参考价值，这些量表在理论模型与实际应用之间架起了桥梁。本研究结合以上学者所提出的 AI-TPACK 量表，并从伦理进一步拓展量表的评估维度，使其能够全面反映 AI-TPACK 内涵。该量表共包括 5 个维度，20 个题项，具体描述如表 2 所示。

表 2 AI-TPACK 能力评价量表

AI-TPACK 维度	题项
技术知识 (AI-TK)	我熟悉教育环境中常见的人工智能技术。
	我知道如何使用人工智能工具执行任务。
	我理解提示词工程（Prompt Engineering）对 Gen AI 输出质量的影响。

	我能根据 Gen AI 的响应延迟和算力需求选择合适的教学应用场景。
技术与内容知识 (AI-TCK)	我能使用人工智能工具搜索教学材料。
	我能使用人工智能工具更好地理解教学领域的内容。
	我能用人工智能工具把抽象知识变得直观, 促进学生对内容的理解。
	我会检查人工智能生成的内容是否准确传达了学科核心概念。
技术与教学知识 (AI-TPK)	我能为学生选择人工智能工具来辅助他们学习和维持学习动机。
	我能解读来自人工智能工具的信息, 以提供实时反馈。
	我能根据人工智能生成的学情诊断数据, 动态调整学习目标的难度与范围。
	我会设计人工智能激励工具与人工干预的协作机制, 激发和维持学生的学习动机。
技术、教学与内容 整合知识 (AI-TPACK)	我能根据学科目标选择适配的人工智能工具提供差异化学习材料。
	我能验证人工智能工具生成的学科内容准确性。
	我能使人工智能工具创建、模拟和调整符合教学内容的情景。
	我在整合教学内容、人工智能工具和策略时, 评估技术对学科逻辑的潜在影响。
伦理知识 (AI-Ethics)	我能评估在教学过程中, 人工智能工具在多大程度上考虑了所有学生的个体差异。
	我能评估人工智能工具在教学中对所有学生的公平程度。
	我能教导学生在使用人工智能工具学习时如何做到安全和负责。
	我可以保护人工智能工具中的敏感内容, 以防泄露(如考试、学生成绩和个人数据)。

4.2. AI-TPACK 能力评价工具的验证

本研究选取华东某高校教育学部的师范生作为研究对象, 共收集有效问卷 120 份。结果显示, 量表的隆巴赫 Alpha 系数系数为 0.928, 说明量表的整体内部一致性非常好, 题项间具备较高的关联性和一致性。内容效度通过专家评审确认, 确保量表覆盖 AI-TPACK 的核心构念。KMO 值为 0.901, 表明样本适合进行因子分析; 巴特利特球形度检验的卡方值为 1205.331, 自由度为 190, 显著性水平为 0.000, 显著性结果支持数据适合因子分析。

表 3 量表的可靠性与 KMO 检验结果

可靠性统计			KMO 和巴特利特检验		
克隆巴赫 Alpha	项数		KMO 取样适切性量数。		
.901	23		巴特利特球形度检验	近似卡方	1205.331
				自由度	190
				显著性	.000

研究采用主成分分析法提取因子, 分析结果显示, 初始特征值大于 1 的因子有 4 个, 累计解释总方差为 64.499%, 表明这些因子能够解释量表题项中绝大部分的方差。旋转后的因子结构进一步揭示了量表的四个潜在维度, 这些维度在理论上与 AI-TPACK 能力的构念相一致。

表 4 因子提取的总方差解释表

初始特征值				提取载荷平方和			旋转载荷平方和		
成分	总计	方差百分比	累积 %	总计	方差百分比	累积 %	总计	方差百分比	累积 %
1	7.969	39.846	39.846	7.969	39.846	39.846	3.749	18.746	18.746
2	2.152	10.761	50.607	2.152	10.761	50.607	3.732	18.660	37.407
3	1.609	8.047	58.654	1.609	8.047	58.654	3.484	17.422	54.829
4	1.169	5.845	64.499	1.169	5.845	64.499	1.934	9.670	64.499

提取方法：主成分分析法。其余特征值小于 1 的因子未显示。

综上所述，信效度分析和探索性因子分析验证了量表在测量 AI-TPACK 能力方面的稳定性和科学性。表明该量表具备较强的内部一致性和效度，能够有效评估教师的 AI-TPACK 能力。

5. 结果与讨论

本研究系统综述了人工智能时代教师 AI-TPACK 能力的理论依据、评估方法与评价工具。通过分析样本文献，明确了 AI-TPACK 能力的核心维度及内涵，包括 5 个维度：Ai-TK、Ai-TCK、Ai-TPK、Ai-TPACK、Ai-Ethics。该框架为后续研究提供了清晰的理论指引。

其次，通过梳理现有文献，发现现有量表虽具参考价值，但在评估维度上存在局限。评估方法单一的问题也进一步限制了研究结果的客观性与普适性。在此基础上，设计了一份包含 20 个题项的 AI-TPACK 能力评价量表，并通过信效度分析和探索性因子分析验证了其良好的测量性能。量表的克隆巴赫 Alpha 系数高达 0.901，表明其具有较高的内部一致性；效度分析进一步表明量表具有良好的结构效度和适用性。为教师 AI-TPACK 能力的科学评估提供了一种实用工具。

为了弥补现有研究的不足，建议未来需要进一步拓展量表的评估维度，涵盖 AI-TPACK 能力的全维度。目前研究设计存在数据收集与类型有局限、未全面覆盖整个设计流程等问题，因此建议加强收集教师教学的客观数据，将定量和定性结合，持续监测教师的 TPACK 水平。

参考文献

- Bao, Y., & Li, B. (2023). A preliminary study on graduate student instructors' exploration, perception, and use of ChatGPT. *International Journal of Computer-Assisted Language Learning and Teaching*, 13(1), 332873. <https://doi.org/10.4018/IJCALLT.332873>
- Celik, I. (2023). Towards intelligent-TPACK: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education. *Computers in Human Behavior*, 138, 107468. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107468>
- Chiu, T. K. F., Ahmad, Z., & Coban, M. (2024). Development and validation of teacher artificial intelligence (AI) competence self-efficacy (TAICS) scale. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13164-2>
- Feldman-Maggor, Y., Blonder, R., & Alexandron, G. (2024). Perspectives of generative AI in chemistry education within the TPACK framework. *Journal of Science Education and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s10956-024-10147-3>
- Hava, K., & Babayigit, O. (2024). Exploring the relationship between teachers' competencies in AI-TPACK and digital proficiency. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12939-x>
- Karatas, F., & Atac, B. A. (2024). When TPACK meets artificial intelligence: Analyzing TPACK and AI-TPACK components through structural equation modelling. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13164-2>
- Ning, Y., Zhang, C., & Xu, B. (2024). Teachers' AI-TPACK: Exploring the relationship between knowledge elements. *Sustainability*, 16(3), 978. <https://doi.org/10.3390/su16030978>
- Sun, J., Ma, H., & Zeng, Y. (2023). Promoting the AI teaching competency of K-12 computer science teachers: A TPACK-based professional development approach. *Education and Information Technologies*, 28(2), 1509-1533. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11256-5>

Yue, M., Jong, M. S. Y., & Ng, D. T. K. (2024). Understanding K-12 teachers' technological pedagogical content knowledge readiness and attitudes toward artificial intelligence education. *Education and Information Technologies*, 29(15), 19505-19536.
<https://doi.org/10.1007/s10639-024-12621-2>

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Artificial Intelligence in Education: A Review. *Computers & Education*, 139, Article 103722.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103722>