

人工智能赋能生物教学：现状、挑战与未来

黄昱萱*, 金英善#

扬州大学生物科学与技术学院, 江苏 扬州

收稿日期: 2026年7月17日; 录用日期: 2026年8月19日; 发布日期: 2026年8月26日

摘要

本文深入探讨了人工智能在生物教学领域的应用现状、面临的挑战及优化策略。对人工智能在教育中的分类进行了系统梳理, 重点分析了生成式和交互式人工智能在生物教学中的具体应用, 并通过案例展示了其在基础教育和高等教育中的实践效果。研究指出, 尽管人工智能对教学效率的提高以及对学习体验的改善之外, 但还存在着数据安全、算法伦理、教师角色变化、学生思维片面化等问题, 并提出技术突破、治理规范、角色重构的对策建议, 以期教育改革背景下的人工智能的合理使用提供参考, 推动生物教学的数字化转型。

关键词

人工智能, 生物教学, 数字化转型, 教育改革, 应用挑战

Empowering Biology Teaching with Artificial Intelligence: Current Status, Challenges, and Future Directions

Yuxuan Huang*, Yingshan Jin#

College of Bioscience and Biotechnology, Yangzhou University, Yangzhou Jiangsu

Received: July 17, 2026; accepted: August 19, 2026; published: August 26, 2026

Abstract

This paper delves into the current applications, challenges, and optimization strategies of artificial intelligence in the field of biology education. It systematically categorizes AI's role in education, with a focus on the specific uses of generative and interactive AI in biology teaching, and illustrates

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 黄昱萱, 金英善. 人工智能赋能生物教学: 现状、挑战与未来[J]. 教育进展, 2026, 16(8): 1591-1598.

DOI: 10.12677/ae.2026.1681793

their practical effects in both basic and higher education through case studies. The research indicates that while AI significantly enhances teaching efficiency and improves the learning experience, it also introduces issues such as data security, algorithmic ethics, shifts in the teacher's role, and the risk of superficial student thinking. In response, the paper proposes strategies involving technological breakthroughs, governance standardization, and role reconfiguration, aiming to provide a reference for the appropriate use of AI in the context of educational reform and to promote the digital transformation of biology teaching.

Keywords

Artificial Intelligence, Biology Teaching, Digital Transformation, Educational Reform, Application Challenges

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

人工智能的兴起,给教育领域带来了一系列影响:教学工具从黑板粉笔升级为电子白板、电子书包;教学模式也从传统的课堂讲授,转向了翻转课堂、混合式教学等新型形态。2022年全国教育工作会议提出了实施“国家教育数字化战略行动”,推动教育数字化转型^[1]。国家出台了一系列文件,比如《中国教育现代化2035》²,提出加快推进教育现代化,以教育信息化促进教育现代化,用新模式新手段新业态支撑引领教育现代化^[2]。目前,人工智能技术在从基础教育到高等教育的生物课堂中的使用频率逐渐变高,很好地推动了教育的科技化,一定程度上也提升了教学质量,但同时也面临着诸多挑战。

2. 新型人工智能的分类与功能

2.1. 人工智能技术的划分维度

人工智能在教育领域的应用以基于功能和输出形式进行的分类居多,分为生成式(如基于输入数据创造新内容)、交互式(通过多模式交互实现人机沟通)和预测式(基于历史数据预测未来趋势)等类型。虽然不同类型之间存在着一定的功能重合性,不过当下分类正呈现多维融合趋势,并且大体来说,在教学中所起的核心作用也是统一的^[3]。

2.2. 生成式与交互式人工智能的教育功能

在教育领域,生成式人工智能(如 ChatGPT、Kimi 和 DeepSeek)得到了广泛应用。其主要基于深度思考技术来处理大量文本,并借助大语言训练模型建立并捕获语言间的复杂关系以形成连续性的文本。王延蛟^[4]的研究表明,在高校生物化学课堂教学过程中,生成式 AI 模拟人脑语言与学生对话,向其推送个性化的学习内容,并将基本知识和前沿知识进行整合,将抽象的知识具体化,对学生的学习兴趣有一定的提升。

同时,人工智能也推动了教育形式的变革。翻转课堂和混合式教学等模式日益普及,AI 在其中扮演了重要角色。梅山孩等人^[5]指出,基于大数据的 AI 教学辅助系统能够与教师配合,完成线上线下混合式教学,自动化生成测试试卷和阶段作业,并及时批改与反馈。在疫情阶段,大学 MOOC 和雨课堂等线上

¹<https://jtc.jnmc.edu.cn/2022/0225/c1949a128258/pagem.htm>

²https://www.gov.cn/zhengce/2019-02/23/content_5367987.htm

平台已成为高校教学的重要组成部分，有丰富的科目和新颖的内容可以选择，以必修选修相结合的方式推进正常教学，在达到教学目标的同时也促进了人工智能的普及。

目前，数字技术的发展呈现深入、创新以及治理规范化的趋势，数字化技术在各个领域的应用具备强大的复杂数据处理能力，在此基础上提升算法效率；生成式人工智能也逐步从内容创作到专门化领域拓展。总体而言，尽管面临诸多挑战，人工智能的未来发展仍具有可持续性。

3. 人工智能在生物课堂中的常态化应用

3.1. 基础教育阶段的 AI 应用实践

将先进科技与传统生物学科知识相结合，既给学生带来全新体验，又给老师带来新思路[6]。老师可以借助让学生查阅 AI 资料、开设讲座及培训的方式让学生形成 AI 的基础知识框架，目的是熟悉并掌握其原理。有了一定的知识积累之后，可以让学生使用人工智能做图片识别、建模、训练以及分析等一系列活动来提高学生的试验技巧与学习热情。此外，智能数据分析模型也被证明在用于处理“性状分离比”等实验数据上时，不仅缩短了数据图绘制时间，还能实时分析实验模型的有效性和科学性[7]。这些应用既训练了学生的实验技能，又提升了他们对生物学的学习兴趣[8]。

除此以外，AI 还能够充当为学生的脚手架。维果茨基的最近发展区理论提出，教师的教学应当将落脚点放在学生的最近发展区内，也就是高于学生个人认知水平，同时又可让学生借助他人或者脚手架而达到自己的水平。AI 助教就可以很好地完成这一任务。当教师需要去针对性布置拔高型任务时，就可以先将创新型的知识进行整合，以任务的形式布置给学生；同时将指令提供给 AI，让其根据不同学生的认知水平提供从基础到拓展等不同程度的帮助，让学生自己体验到从没有思路到顺着思路摸索，再到解决问题的过程，从而一定程度上增添学生的自我效能感。

但与此同时，潜在问题也逐渐浮现，人工智能在基础教育领域的应用呈现出城乡差异的趋势。在城市初中的生物学课堂上，使用数码互动显微镜实验室以及人工智能 Lobe 进行植物根尖分生区细胞识别实验取得了很好的效果，学生的生物学兴趣显著提升[9]。在 OECD 的跨国调研[10]显示，接近 73% 的 STEM 学科教师使用人工智能软件对实验结果进行图像化处理，并以生物学科为例进行了分析。而在农村，由于设备和网络条件限制，教师更多地是利用人工智能工具进行简单的图像识别和数据分析教学，甚至可能尚未引入人工智能。经济差距存在，教育资源不平衡现象就会持续存在。2018 年，国家教育部颁布了《教育信息化 2.0 行动计划》³，围绕着“推进信息技术与教育教学深度融合”、“构建‘互联网 + 教育’大平台”几个大主题提出了缩小城乡差距的系统性改进路径，主要概括为基础设施建设与资源覆盖、地方资源优化与合理利用以及教师数字素养与能力提升三个方面。近几年来通过各个途径的实践，现状也在逐步被改善。中南大学团队在湖南省娄底市新化县潮水铺村完全小学开展的 AI 科普课程中，采用 Google Teachable Machine 工具带领学生完成基于自主采图、模型训练进行植物根尖分生区细胞的识别分类活动，并于两周后取得成果：学生实验完成速度明显提高，具体数据见表 1 [11]。

Table 1. Comparison of effects of AI-aided biology experiments in rural schools
表 1. 农村学校 AI 辅助生物实验效果对比

评估指标	传统方法	AI 辅助实践
实验操作效率	作为标准	提升 40%
显微镜观察任务完成时间	作为标准	缩短 35%
模型识别准确率	-	82%

³http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425_334188.html

3.2. 高等教育中 AI 的常态化应用

人工智能在大学生物类课堂中已经进入常规化的应用阶段,并开始注重与专业的结合。何慧等[12]在相关文章中提到一种智适应学习系统,可以通过将课表中的知识点和核心素养要求构建成知识图谱,为学生提供从自主预习到精准复习的全方位学习支持。比如在“蛋白质工程是基因工程的延伸”的课程中,系统还提供定点突变、定向进化模拟程序和数字模拟程序等交互资源供学生使用,并在部分设备上支持可直接操作 PCR 复制和天然基因改造等蛋白质工程过程。国外如 Sophya AI 等生成式人工智能也被广泛应用到高校的教学过程中。发挥的作用主要集中于以模拟现实场景的方式进行交互,如生成虚拟代理来充当学生的同伴、教师的知识讲述者或者助教,协助教师收集作业、统计作业完成情况等[13]。这些实例都表明人工智能既可以作为有效的学习工具,及时为学生答疑解惑,也可以作为优质的教学工具,优化教学设计,丰富教学方法,从而提升教学效率。

3.3. 创新型教学模式下 AI 的融合应用

在创新型生物课堂中,生成型 AI 是一个有效的辅助工具,尤其体现在广泛地应用在使用 SSI 论证教学方法时。“AI-Scaffolded Argumentation”模型[14]指出,生成式 AI 通过动态反驳激发学生的认知冲突,为教学活动提供理论依据。它可以与教师进行交互,在获取议题信息后将整理好的相关素材以文字、数字以及图表等形式反馈给教师,减少教师工作量;也可以与学生进行交互,提供相应材料并以“驳回-再驳回”模式与学生进行合理辩论,帮助他们全面思考论点,更好地培养学生的批判性思维。

高中生物作为一门科学课程,其知识具有比较强的结构性和系统性,而人工智能不仅可以给学生提供真实的、生活化的情境,还可以让学生从被动听到主动探究、主动建构,很好地践行了建构主义理论的核心要求。

4. 人工智能应用的潜在问题以及应对策略

数字化技术如同其他事物一样,是具有两面性的。联合国教科文组织指出,过度依赖人工智能(AI)可能导致教育价值逐渐失去本身含义,这一风险在生物教学中也有所体现。因此,在教育领域应用数字化技术时,既要充分发挥其优势,也要正视潜在风险并加以有效应对。

4.1. 人工智能应用的潜在问题

4.1.1. 数据安全及隐私问题

个性化学习系统需要收集大量学生的学习行为和生物特征等隐私数据,以实现个性化教学。然而,学生隐私泄露和数据安全受损的风险仍然存在。一旦数据库遭受黑客攻击会导致严重的数据损失。

4.1.2. 算法的客观性及伦理问题

生成式人工智能的出现使教育领域的技术伦理问题,如 AI 教育信任危机和教育不公,变得更加隐蔽[15]。2023 年 MIT 发现绝大多数的 AI 批改作业系统会对非母语的学生有系统性的打分偏见,并且有些系统的打分误差高达 22%,论文得出的结果是在主观较强的学科上,比如语文、英语方面更为明显,进一步扩大教育不公平的现象。具体而言,AI 评分的标准是模糊的,且学生自主性强,而答案也是丰富多样的,可能并不存在于 AI 数据库记录中,在主观性强的科目体现得尤为明显。在教育领域,算法客观性的缺失可能具有双重放大效应:一方面,教育的对象是孩子为主,AI 打分不客观有可能导致学生丧失自信心,其学习动力也会下降;另一方面,AI 打分一般无法逆转,如若打错或者误差太大,则需要人工再次评分,这不仅降低效率,还会消解 AI 在教学上的价值。

4.1.3. 教师作用与师生关系问题

日本文部科学省(2022)[16]的教师发展指南指出,在 AI 时代下,教师应该由知识的传递者转变为“认知教练”。人工智能广泛应用于教学之后,教师们逐渐认识到像批改作业、简单知识点讲解这类最基本的工作可以由 AI 取代,那么教师就会变成“技术的使用者”,弱化其教书育人地位及专业性。这一过程需要教师、学生的双向适应,如果适应不好,则会造成教师角色边缘化、定位不清等问题,甚至造成教师失去自我的效能感,继而拒绝接受技术变革[17]。此外,过度依赖 AI 辅导,一定程度上会减少师生、生生间的互动。学生因追求便捷,更倾向于向虚拟助教提问,这不仅可能边缘化教师角色,还降低了师生互动的频率和质量。若过度依赖 AI,可能导致教育“去人性化”,不利于学生的全面发展。

4.1.4. 学生思维片面化问题

人工智能在教育领域的应用虽提升了效率,但其技术特性与教育场景的深度结合可能引发学生思维的窄化[18]。在中国科学技术大学《人体微生物与健康》课程中,朱书教授指出, AI 提供的“使用抗生素后立即补充益生菌”的建议,与最新研究结论相悖[19],这表明 AI 对于高速发展的前沿科研、技术信息的更新可能不够及时,而学生对于 AI 提供的信息缺乏批判性审视,很大概率会盲目接受,这是因为 AI 系统倾向于提供效率最优的解决方案,而忽视其他路径,导致学生过度依赖 AI 的便捷,缺乏自主思考,可能会导致形成错误概念。另外,过多地依赖智能工具也会弱化学生的元认知水平。人工智能的及时反馈在某种程度上替代了学生对自身进行反省、反思的学习过程,学生习惯了听候 AI 的“审判”,而不愿意思考自己学到了什么、有哪些疑问、知识点是否完整等等[20]。长此以往,学生的思维将逐渐变得懈怠和片面。

4.2. 人工智能应用的应对策略

在政策的强力推动下,如何借助 AI 发展教育以获得高质量的发展成为当前教育界研究的热点话题,并引起了众多教育工作者的关注和思考[21]。为了更好地发挥 AI 技术在教学领域的优势并降低其潜在副作用,提出相应的优化策略显得尤为重要。

4.2.1. AI 技术开发的突破

当前 AI 技术开发方向是让其变得越来越智能化,用较少的操作命令完成更完整的任务,但在信息保护方面还有待完善。国外研究人员提出“FHE”(全同态加密)技术,通过允许在加密状态下处理数据、确保计算结果的加密性、支持多种运算、抵抗量子计算、支持多方安全计算等手段,可以给学生的生物数据提供强大的保护[22]。国内也有研究提出开发“算法审计”工具,用于定期检测 AI 系统的透明度与公平性,但目前仍处于理论研究阶段,尚未付诸实践。

4.2.2. AI 技术的规范化使用

在大数据分析基础上进一步探讨的问题主要集中在如何将人工智能应用于主观性强的科目、实现其常态化应用以及提高其准确性等方面。对于教育者而言, AI 的应用应聚焦于反映学生的互动性、个性化与实时性记录,同时能够呈现学生的思维轨迹,更多地侧重于过程记录,而不是量化评价,以降低评估不准确的风险[23]。

4.2.3. 角色重构与人机协同

在师生关系和角色转变方面,教育者的自我调整比外部因素更为关键。教师需适当降低对人工智能的依赖,合理安排 AI 在课堂中的应用,并做好角色转变的心理准备。尽管人工智能在教育中发挥

了巨大作用,但教师作为教育教学的核心,是不可替代的。AI 技术无论发展到何种程度,都难以独自支撑整个教育实践。教师具有丰富的感情、生命力、生活经验以及反思智慧[24],这些都是 AI 所不具备的,也是教师应对挑战的优势所在。若教师循规蹈矩,则可能会被时代所淘汰。教育者应积极探索和构建人机协同、“人-机-人”的交互教学模式,充分利用数字技术的优势,推动与 AI 的共生实践[25]。

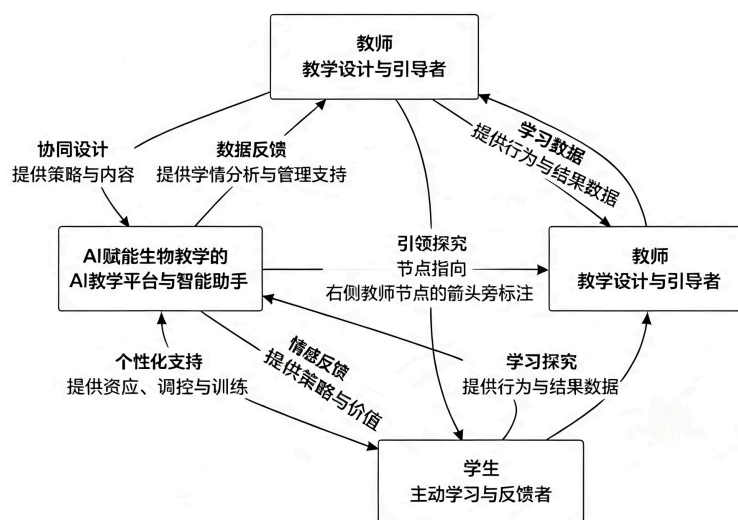


Figure 1. Schematic of “Triangular Interaction” model of AI-empowered biology instruction
图 1. AI 赋能生物教学的“三角互动”模型示意图

TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge, 整合技术的学科教学知识框架)由 Mishra 和 Koehler 于 2006 年提出,其核心主张是:教师有效运用技术进行教学,需要同时具备技术知识(TK)、教学知识(PK)和学科内容知识(CK),且关键在于三者的交叉融合——TPACK 是技术知识、教学知识和内容知识动态交互的产物,而非三者简单叠加。进入生成式人工智能时代后,学界对 TPACK 框架进行了多维扩展。Elvan Sahin [26]提出的 I-TPACK (智能 TPACK)框架尤为值得关注,它在传统 TPACK 基础上增加了两个核心维度:人机协作知识(Human-AI Collaboration Knowledge, HAIC-K):教师需懂得如何设计教师、学生与 AI 之间的认知任务分配结构;伦理知识(Ethic-K):从边缘位置提升为核心领域,涵盖算法偏见检测、数据隐私、问责性等。吴焕庆和武传震[27]进一步梳理了 TPACK 框架的演进脉络,指出其从“工具整合”到“境脉适配”再到“智能增强”“伦理融入”,最终向“育人回归”的范式转型路径。

从图 1 中能够看出,三者之间为两两互联,形成了稳定的“三角互动”关系。教师是 AI 工具的设计者和引导者, AI 是教师的智能助手与赋能者;学生通过与 AI 互动帮助 AI 记录学习行为数据,帮助 AI 进行学情分析与优化反馈, AI 为学生提供有针对性的、个性化的学习支持,作为助教进行实时性反馈;教师与学生之间仍然位于核心位置,并呈现“教师主导、学生主体”的关系。三者互动共同形成了一个高效的协同教学模式,为促进学生的全面发展起着关键作用[28]。这其实与 I-TPACK 框架中“HAIC-K”(人机协作知识)高度契合——后者要求教师懂得如何设计人机协同的互动结构,而非单纯学习操作技术。两者的核心区别在于: I-TPACK 从教师知识结构出发,而“三角互动”从课堂互动关系出发,前者是静态的“能力模型”,后者是动态的“过程模型”。这一差异恰恰是您模型的理论贡献所在——它把抽象的 HAIC-K “落地”为可观察的教学互动形态。

5. 结语

世界始终在变革中前行, 我们需以积极心态适应改革潮流。人工智能与教师并非替代, 而是互补关系。它与生物教学的融合既是机遇, 也是挑战。在教育改革不断加快的时代下, 我们应该谨记教育信息化的重点在于“以学生为本”, 只要我们守住教育的本质, 迎接挑战, 就能成为适应教育发展的新型教师。

参考文献

- [1] 侯亚茹. 培智学校教师课堂主要教学行为现状研究[D]: [硕士学位论文]. 大连: 辽宁师范大学, 2018.
- [2] 王海, 谭海涛. “5G+ 人工智能”赋能高校体育教学的现状与对策研究[J]. 才智, 2024(23): 9-12.
- [3] Sherman, B. and Teemant, A. (2022) Agency, Identity, Power: An Agentive Triad Model for Teacher Action. *Educational Philosophy and Theory*, **54**, 1464-1475. <https://doi.org/10.1080/00131857.2021.1929174>
- [4] 王延蛟. ChatYY 应用于生物化学教学中的思考[J]. 基础医学教育, 2024, 26(8): 693-696.
- [5] 梅山孩. 人工智能技术在课程教学中应用[J]. 电子技术, 2024, 53(6): 136-138.
- [6] 陈艳茹. 素养培育视角下跨学科主题学习设计案例研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 华东师范大学, 2022.
- [7] 李婷, 张耀. “性状分离比的模拟实验”改进和拓展[J]. 中学生物学, 2024(9): 57-59.
- [8] 郑好. 生成式人工智能在 SSI 论证教学中的应用[J]. 生物学教学, 2024, 49(12): 51-54.
- [9] 梁薇. 基于人工智能的中学生物学跨学科实践活动——以“能识别植物分生细胞的人工智能”为例[J]. 中学生物学, 2024(7): 71-72+76.
- [10] Li, X.M. and Auld, E. (2020) A Historical Perspective on the OECD's “Humanitarian Turn”: PISA for Development and the Learning Framework 2030. *Comparative Education*, **56**, 503-521. <https://doi.org/10.1080/03050068.2020.1781397>
- [11] 中南大学“掌上寻光·青禾逐光”团队. 乡村 AI 科普课程实践报告[R]. 长沙: 中南大学, 2025.
- [12] 何慧, 闫白洋. 智能系统常态化融入传统课堂教学的探索与实践[J]. 生物学教学, 2024, 49(9): 39-42.
- [13] Ng, D.T.K., Leung, J.K.L., Su, J., Ng, R.C.W. and Chu, S.K.W. (2023) Teachers' AI Digital Competencies and Twenty-First Century Skills in the Post-Pandemic World. *Educational Technology Research and Development*, **71**, 137-161. <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10203-6>
- [14] Lai, J.Y., Li, X.B., Wang, Y.X., Yin, S., Zhou, J. and Liu, Z. (2021) AIScaffold: A Web-Based Tool for Scaffold Diversification Using Deep Learning. *Journal of Chemical Information and Modeling*, **61**, 1-6. <https://doi.org/10.1021/acs.jcim.0c00867>
- [15] 朱雨萌, 李艳, 杨玉辉, 等. 智能技术驱动高等教育变革——《2023 地平线报告: 教与学版》的要点与反思[J]. 开放教育研究, 2023, 29(3): 19-30.
- [16] Zhao, Y. (2025) Research on the Optimization of Digital Technology-Based Higher Education Teaching Models. *Journal of Contemporary Educational Research*, **9**, 100-105. <https://doi.org/10.26689/jcer.v9i6.10898>
- [17] 吴明珠. 人工智能在教学中的应用与效果评估[J]. 高等职业教育探索, 2024, 23(4): 16-20.
- [18] Kim, S., et al. (2023) AI-Scaffolded Argumentation in SSI Discussions. *Journal of Biological Education*, **57**, 301-315.
- [19] 朱书. 本科生公选课《人体微生物与健康》引入 AI 工具进课堂[EB/OL]. 中国科学技术大学生命科学与医学部官网, 2025. <https://biomed.ustc.edu.cn/2025/0312/c28165a676692/page.htm>, 2026-03-15.
- [20] Williams, R., et al. (2023) Generative AI and Conceptual Understanding in Biology. *Science Education*, **107**, 892-908.
- [21] 高意博, 黄甫全, 刘大军. 新课标下 AI 赋能义务教育课程高质量发展[J]. 湖南师范大学教育科学学报, 2022, 21(5): 80-89.
- [22] Namazi, M., Farahpoor, M., Ayday, E. and Pérez-González, F. (2025) Privacy-Preserving Framework for Genomic Computations via Multi-Key Homomorphic Encryption. *Bioinformatics*, **41**, btae754. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btae754>
- [23] 胡向武. 人工智能技术突破高中生物学学科核心素养教学瓶颈的策略[J]. 生物学教学, 2024, 49(9): 42-45.
- [24] 黄徐丰. 人工智能时代教师角色的澄清[J]. 中学生物教学, 2024(26): 1.
- [25] 王争录, 张博. 从同存走向共生: AI 赋能教师教育的实践理性[J]. 高教发展与评估, 2023, 39(3): 21-29+108+120.

- [26] Uçar, M.B. and Sahin, E. (2026) Science Teachers' Technology Integration through TPACK-P: Proficiency and Component Interactions. *Journal of Science Education and Technology*, **35**.
<https://doi.org/10.1007/s10956-026-10331-7>
- [27] 吴焕庆, 武传震. GenAI 时代教师知识框架的演进与创新: 从 TPACK 到 GHEX-IPACK [J]. 电化教育研究, 2025, 46(10): 23-31.
- [28] 郭炯, 杨丽勤. 双师课堂的实践困境与破解路径[M]. 北京: 科学出版社, 2025.