

AI在本科化学类课程中的应用与思考

丛景香*, 张伟, 吴秀红, 徐静, 张丽

辽宁科技大学化学工程学院, 辽宁 鞍山

收稿日期: 2026年6月6日; 录用日期: 2026年7月7日; 发布日期: 2026年7月15日

摘要

在人工智能(AI)与教育数字化技术快速发展的时代背景下, AI与本科化学类课程的融合正在驱动传统教学模式深刻转型。传统本科化学教学存在教学模式固化、学情把控滞后、实践教学限制多、个性化育人不足等问题。化学类课程是化工专业学生必修的核心课程群, 也是很多其他理工专业的基础课程, 具备抽象概念多、逻辑性强、实验操作性要求高等特点。人工智能凭借大语言模型处理、智能仿真、数据分析等技术优势, 正逐渐融入本科化学理论教学、实践环节、考核评价等全教学流程。本文系统梳理了人工智能在化学类课程中的应用场景, 结合近年来多所高校改革实践的数据, 揭示AI技术在提升教学效率、促进个性化学习和强调实操能力方面的显著成效。同时, 剖析当前AI赋能化学教育现存技术局限、学生思辨能力弱化、数据安全风险、教学评价体系不完善、教师能力不足等问题, 并提出针对性优化改进建议, 旨在为高校化学类课程教学改革提供参考, 助力复合型化学专业人才培养。

关键词

人工智能, 本科, 化学, 教学改革

Applications and Reflections of Artificial Intelligence in Undergraduate Chemistry Courses

Jingxiang Cong*, Wei Zhang, Xiuhong Wu, Jing Xu, Li Zhang

School of Chemical Engineering, University of Science and Technology Liaoning,
Anshan Liaoning

Received: June 6, 2026; accepted: July 7, 2026; published: July 15, 2026

*通讯作者。

文章引用: 丛景香, 张伟, 吴秀红, 徐静, 张丽. AI在本科化学类课程中的应用与思考[J]. 教育进展, 2026, 16(7): 453-459. DOI: 10.12677/ae.2026.1671389

Abstract

Against the backdrop of the rapid development of artificial intelligence (AI) and digital educational technologies, the integration of AI with undergraduate chemistry courses is driving a profound transformation of traditional teaching models. Traditional undergraduate chemistry teaching is plagued by rigid teaching modes, delayed learning situation monitoring, numerous constraints in practical teaching, and insufficient personalized education. Chemistry-related courses form a core compulsory curriculum for chemical engineering majors, and also serve as fundamental courses for many other science and engineering disciplines. They feature numerous abstract concepts, rigorous logical reasoning and high requirements for experimental operation skills. Leveraging technical advantages such as large language model processing, intelligent simulation and data analysis, artificial intelligence is gradually integrated into the entire teaching process of undergraduate chemistry, including theoretical teaching, practical sessions and assessment evaluation. This paper systematically sorts out the application scenarios of artificial intelligence in chemistry courses. Combined with the reform practice data of many universities in recent years, it reveals the remarkable effects of AI technology in improving teaching efficiency, facilitating personalized learning and emphasizing practical operational capabilities. Meanwhile, this study analyzes the existing problems in AI-enabled chemistry education, including technical limitations, weakened students' critical thinking ability, data security risks, imperfect teaching evaluation systems and insufficient teachers' professional competencies. Targeted optimization and improvement strategies are accordingly proposed, aiming to provide references for the teaching reform of chemistry courses in universities and facilitate the cultivation of interdisciplinary professional talents in chemistry.

Keywords

Artificial Intelligence, Undergraduate, Chemistry, Teaching Reform

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(AI)正以前所未有的广度和深度融入人们的学习、工作与生活之中,它不仅为经济社会发展注入了新动能,也为教育变革带来了史无前例的广阔想象空间和实践路径。根据《教育强国建设规划纲要(2024—2035年)》[1]的战略部署以及《国务院关于深入实施“人工智能+”行动的意见》[2]要求,2026年,中国教育部等五部门联合发布了《“人工智能+教育”行动计划》[3],计划指出“到2030年,人工智能与教育深度融合格局基本形成,构建起纵向贯通、横向联通的人工智能全学段教育和全社会通识教育体系,人工智能人才培养规模与质量显著提升,形成全民人工智能素养培育长效机制。”这些政策标志着我国高等教育正进入AI深度赋能教学改革的全面实施阶段。图1为在中国知网篇名中搜索“AI+教学”,统计的最近十年发文量结果,在统计的前三年发文量很少,之后在AI教育政策推动下,发文数量快速增长,到2025年已进入急速增长阶段,该结果在一定程度上也反映了AI在教学中的应用趋势。

教育部明确提出推动人工智能与教育教学深度融合,赋能高等教育高质量发展。化学类课程是化工

类专业学生必修的一类核心课程,同时也是兼具实证性与抽象性的基础学科,是材料、医药、环境等诸多理工科专业的前置基础学科[4]。本科阶段化学类课程是夯实专业基础、培养科学思维、锤炼实验实操能力的关键阶段。然而,传统本科化学教学受课时、场地、设备、安全等条件限制,在教学中多采用固定模式、实践受限,教与学均存在效率偏低,难以兼顾学生个性化差异等问题。

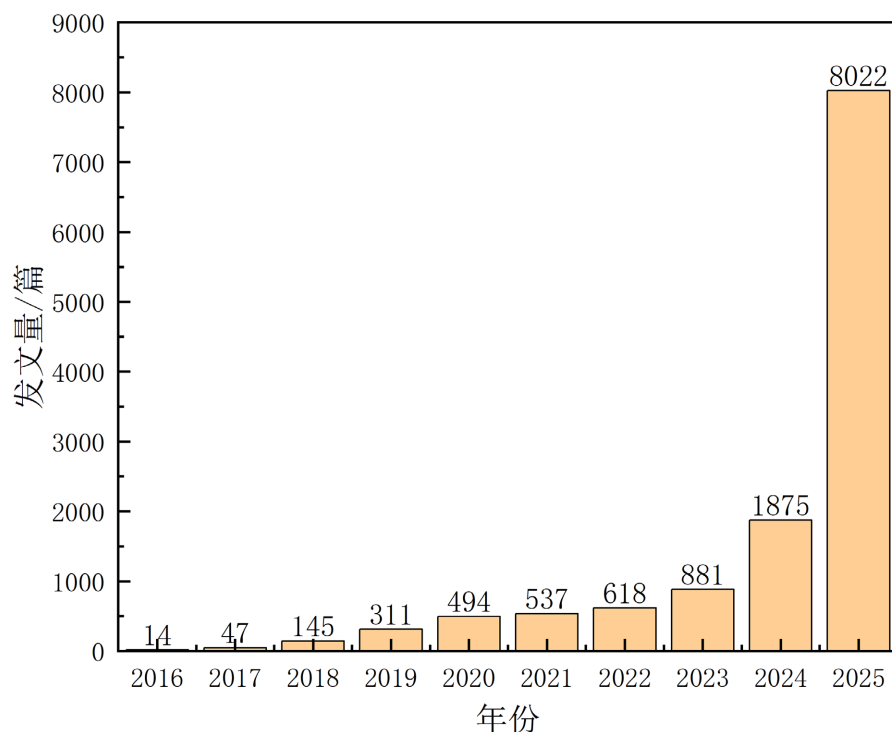


Figure 1. Statistical result of publications over ten years

图 1. 十年发文量统计结果

近年来,生成式人工智能、智能仿真平台、化学知识图谱、大数据学情分析等 AI 技术不断成熟,逐步应用于高等化学教育领域[5]。2025 年,以“重构与创新:人工智能与化学化工教育的双向赋能”为主题的全国高校化学化工教学改革与创新交流会成功召开,与会的近 600 名专家学者共同探讨了 AI 赋能化学教育的路径与前景,且 AI 与化学教育的深度融合已成为学界共识性的改革方向。从学习科学视角来看,建构主义学习理论与斯维勒认知负荷理论是解析 AI 赋能化学教学的核心理论支撑,本文将依托两大理论搭建整体分析框架,系统梳理 AI 在本科化学类课程中的应用场景,总结其实践成效,反思存在问题并给出教学改革建议,以期化学教育工作者提供参考。

2. AI 在本科化学类课程中的应用场景

2.1. 课前备课阶段

AI 技术改变了教师依赖教材、教学经验的传统备课模式,实现数据驱动的精准教学设计。一方面,教师可利用 DeepSeek、ChatGPT 等生成式 AI 梳理课程知识框架,整合国内外优质教学资源与案例,针对重难点知识点设计不同的教学方案。例如,有机化学中同分异构体辨析、反应机理推导等难点,针对不同基础学生,AI 可生成分层教学素材;另一方面,用 AI 构建化学知识图谱技术,可将零散的化学概念、反应方程式、物质性质等进行关联,形成系统化知识网络,甚至创建化学类课程群网络,既可以优

化教学逻辑,又有助于打破章节知识和学科间的壁垒。利用 AI 的快速筛选功能,可将绿色化学、新材料合成等化学教育中的前沿内容融入课堂,弥补教材滞后的弊端。

2.2. 课堂授课阶段

在课堂上,针对化学抽象知识晦涩难懂的问题, AI 技术可实现微观过程可视化呈现。如在无机化学晶体结构教学中,使用 AI 三维建模技术可动态展示离子晶体、分子晶体的空间排布方式,通过多角度旋转、缩放等操作,帮助学生理解晶格能、堆积方式等概念;在有机化学教学中, AI 模拟有机反应断键、成键过程,演示加成、取代、消去反应机理,大大降低了空间想象难度;在分析化学教学中, AI 动态展示加入酸碱对缓冲溶液 pH 值的影响;在物理化学教学中, AI 模拟温度、压强、浓度变化对化学平衡的影响,将抽象公式转化为直观图像。同时,使用学习通、雨课堂等智能系统实时发布随堂习题,自动统计答题数据,教师根据反馈实时调整教学节奏,强化课堂互动效果。

2.3. 实践教学阶段

在实践教学过程中,各种 AI 虚拟仿真实验项目的应用已成为有效弥补传统实验短板的有力工具,如针对易燃易爆有机合成实验或使用危险试剂的化学反应,依托 AI 仿真系统模拟完整实验流程,无安全隐患且可反复操作;针对核磁共振仪、质谱仪、ICP 等高端仪器设备,由于其价格昂贵、数量少、维护成本高,实操教学受限,使用 AI 模拟可拆解仪器内部结构,演示原理与操作流程,降低仪器损耗成本;针对大型工程类实践教学, AI 的助力不仅提升学生仪器操作熟练度,培养学生实践能力,更是构建起衔接理论与工程实践的桥梁,为学生的职业规划打下基础。

2.4. 课后辅导阶段

在课后阶段, AI 智能答疑机器人可为学生提供全天候学习服务。学生可随时咨询化学概念、方程推导、习题解析等问题,如果还不清楚,继续追问, AI 换用通俗化语言拆解难点,搭配例题、思维导图辅助理解;针对错题, AI 自动归纳错题类型,定位知识漏洞,生成个性化刷题清单。同时, AI 学习平台根据学生学习轨迹,构建个人学情档案,为学生制定个性化学习计划,构建自主学习体系。对于参加化学相关创新创业项目的学生, AI 可辅助查阅中外文献、梳理研究方向、优化实验设计方案,拓展学习广度与深度。

2.5. 考核评价阶段

依托大数据分析技术, AI 可进行“过程性 + 终结性”相结合的多元考核评价。过程性考核涵盖课堂互动、作业完成、仿真实验、线上刷题、小组讨论等全部教学环节, AI 自动采集学习数据,量化学习表现,避免主观评分偏差;终结性考核可采用智能组卷系统,根据学生学情分层出题,精准检测学习效果。同时, AI 具备智能查重、作业批改、试卷分析功能,快速统计试卷得分率、易错知识点,生成班级学情分析报告,为教师优化后续教学、调整教学重难点提供数据支撑,实现以评促教、以评促学。

3. AI 赋能本科化学类课程教学的实践成效

3.1. 优化教学资源,提升教师教学效率

多地高校的实践证明, AI 技术已经改变了本科教学模式。一方面,它大幅减轻了教师的重复性劳动负担,让教师投入更多精力在教学设计、课堂互动、个性化辅导等核心工作上[6],通过精准把控班级整体学情,教学针对性显著增强。另一方面,利用 AI 搜索行业前沿信息,不断更新优化教学资源,又可实现教学内容与时俱进。

3.2. 完善实验体系，强化学生实操能力

AI 虚拟仿真实验弥补了传统实验安全、成本、场地等限制，丰富了实验教学的内容与种类，扩大了实验教学覆盖面。学生可反复开展高危、精密实验练习，熟练掌握实验操作规范与仪器使用方法；同时，如果 AI 支持自主设计实验方案、调整实验参数，也有助于鼓励学生开展探究性实验，培养创新思维与科研探究能力。对比传统教学模式，西安交通大学以工程教育为基础，项目创新为引导，将创新设计思维工具与方法融入人工智能本科实验教学课堂，学生实践能力明显提升，实践育人质量大幅优化[7]。辽宁科技大学借助虚拟仿真与 AI 技术，构建了催化裂化虚拟仿真系统，该系统打造出新模式下的实训环境，融合实景仿真、流程模拟技术与工艺实践，并带有 AI 伴学系统，可实现教学效果评测。通过这些举措，显著提高了学生的学习积极性，在操作的准确性和熟练程度方面，比传统教学模式下的学生提高了 40% 以上，对催化裂化课程的满意度也提高到 85% [8]。

3.3. 落实分层教学，提升教学效果

传统课堂上难以实施的分层教学、个性化育人，在 AI 的辅助下得以解决。依托 AI 学情大数据分析，精准区分不同层次学生的学习短板，可针对性推送学习资源与练习题，实现因材施教。分层教学模式兼顾不同基础学生的学习需求，全面提升班级整体学习水平，契合新时代素质教育育人理念[9]。在 AI 的驱动下，高校化学类课程的教学改革也取得了丰富的成果，以南京工业大学的化工过程分析与合成课程教学改革为例，改革后学生的课程综合成绩、工程实践参与率以及项目作业创新方案产出量都得到了提高，同时针对复杂工程问题，学生的解决能力评分由 60 分提升至 81 分[10]。

4. AI 在本科化学教学应用中存在的问题与改进建议

4.1. AI 技术局限

当前 AI 技术发展迅速，其本身仍存在一定的缺陷，如幻觉问题，部分化学专业术语、反应机理、物质参数存在错误表述，若学生盲目采信，容易形成错误知识认知；同时，通用 AI 缺乏化学学科专属训练，对于复杂有机合成路线、物理化学高阶推导、仪器分析精准原理等专业深度问题，解析精度不足，逻辑严谨性较差。此外，部分 AI 仿真平台模型简陋、操作卡顿，无法精准还原真实实验现象，也影响了教学效果。

针对这类问题，不能简单地禁止学生使用 AI，可首先通过改进提问方式，降低 AI 错误率，或者将其作为培养学生批判性思维的工具；其次，建立充分的内容审核机制和人工复核流程；再次，将 AI 直接应用于化学教学时，要优化专业 AI 工具，打造化学专属教学平台[11]。高校联合科技企业、化学科研机构，研发适配本科化学教学的专用 AI 系统，针对化学类课程进行专项训练，修正通用 AI 幻觉问题，搭建高校专属教学资源库，筛选权威、合规的化学教学素材，包括优质课件、实验视频、科研案例等，避免错误知识流入教学环节。以清华大学的“化工热力学”课程为例，研究团队开发了课程专属 AI 助教系统，将课程知识体系、典型例题和常见疑难问题整合为学科知识库，实现了智能化的答疑、作业批阅和学习资源推荐[12]。

4.2. 思辨能力弱化

AI 便捷的答疑、解题功能导致部分学生产生惰性，过度依赖 AI，比如遇到作业习题、知识疑问直接借助 AI 获取答案，而不进行独立思考，导致其逻辑思维、解题能力逐步退化；教师若过度依赖 AI 生成教案、课件、习题，缺乏自主教学设计思考，可加速教学模式同质化，丧失教学特色。

高校需制定 AI 教学使用规范，明确课堂、课中、课后 AI 使用场景，禁止学生直接抄袭 AI 生成答

案,允许学生借助 AI 辅助思考、查缺补漏;教师合理把控 AI 使用频次,保留重要的板书推导、线下实操等传统教学环节,锻炼学生独立思考、动手能力。同时,开设 AI 化学应用通识课程,讲解 AI 工具使用方法、辨别技巧,培养学生批判性思维,学会甄别 AI 错误信息,理性使用智能工具[13]。

4.3. 教师 AI 应用能力不足

目前多数高校化学教师具备扎实的专业知识,但数字化技术应用能力参差不齐。部分教师对 AI 工具接受度低,操作能力薄弱,难以将 AI 工具自然融入日常教学或无法深度挖掘 AI 教学功能;青年教师虽熟悉智能工具,但缺乏化学专业与 AI 技术融合的教学设计经验,应用方式浅显,未构建系统化智能化教学体系,AI 赋能化学教学的优势未能充分发挥。

高校可定期开展化学教师 AI 技术专项培训,针对不同年龄、能力的教师制定差异化培训方案;邀请行业专家讲解 AI 化教学工具实操方法、智能化教学设计思路,分享优秀教学案例;搭建教师交流平台,鼓励教师开展 AI 教学教研活动,推动教师转变教学理念,明确 AI 辅助教学的定位,将技术与教学重难点、育人目标深度结合,打造高质量智能化课堂。尤其重要的是,教师培训应走出单纯的技术操作层面,回归到“AI 究竟如何服务于化学学科的独特育人目标”这一根本问题上。只有当教师充分理解化学学科的认知规律和 AI 技术的能力边界,才能实现真正意义上的技术与教学深度融合[14]。

4.4. 存在数据安全与伦理风险

AI 教学平台需要采集学生学习数据、作业信息、个人学情档案,部分平台数据加密技术不完善,存在数据泄露、滥用风险;同时,网络平台充斥大量非正规的化学类课程资源,部分资源存在科学性错误、内容低劣等问题,辨别难度较大。此外,现阶段滥用 AI、抄袭 AI 生成内容的现象时有发生,多数高校尚未健全 AI 教学管理制度,未明确给出 AI 应用边界、使用规范,缺乏有效的监督管控手段[15]。

高校要健全管控体系,完善 AI 教学平台安全防护体系,采用加密技术保护师生个人相关信息,杜绝数据泄露;建立教学资源审核机制,专人筛查平台教学内容,保证教学内容的科学性、规范性。同时,完善监督制度,借助 AI 查重、溯源技术,管控作业、论文抄袭问题;培养学生严谨的科研态度、正确的技术价值观,规避技术滥用风险。

4.5. AI 教学评价体系不完善

大量 AI 在化学类课程中的应用,不仅改变了怎么“教”和怎么“学”的方式,也为“怎么评”提出了挑战。传统化学教学评价侧重于实验结果和考试成绩的终结性判断,对学生在分析问题、提出假设、设计方案等过程中的思维表现缺乏有效追踪,而 AI 的独特能力为上述过程性评价提供了可能。

杨昌尧等人[16]提出了一种基于 AI 行为识别技术的多元教学评价方案,可对课堂师生行为进行自动化识别与量化分析,方案可行且有效,平均 F1 分数达到 0.925,实现了 AI 辅助与教学评价的有机融合。

5. 结果与讨论

AI 技术为解决传统化学教学痛点提供了全新方案,探究 AI 在本科化学类课程中的合理应用方式,制定科学的应用优化策略,已成为高校化学教学改革的重要研究方向。现阶段多数高校聚焦单一课程智能化改造,缺乏全课程、全流程的系统化应用体系,同时存在 AI 工具应用浅显、过度依赖技术、育人融合不足等问题,仍需进一步优化完善。

6. 结语

AI 正以前所未有的深度和广度嵌入本科化学类课程教学改革的每一个环节,AI 赋能化学教育已经

取得了可见的成效,正从局部的探索发展为覆盖全学科的系统性改革运动。未来 AI 在本科化学教学中的应用将更加专业化、精细化、智能化。高校教师应合理利用 AI 技术优化教学体系,不断探索智能化教学新模式,培养兼具专业能力、创新思维、数字素养的高素质化学专业人才,为化工行业及科研领域高质量发展提供人才支撑。

基金项目

感谢辽宁科技大学教育科学研究项目(项目编号: GJ25YB08, XJGTP202402)对本研究提供的支持。

参考文献

- [1] 中共中央 国务院印发《教育强国建设规划纲要(2024—2035 年)》[EB/OL].
https://www.gov.cn/zhengce/202501/content_6999913.htm, 2026-05-20.
- [2] 国务院关于深入实施“人工智能+”行动的意见[EB/OL].
https://www.gov.cn/gongbao/2025/issue_12266/202509/content_7039598.html, 2026-05-20.
- [3] 教育部等五部门关于印发《“人工智能+教育”行动计划》的通知[EB/OL].
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/202604/t20260410_1433240.html, 2026-05-20.
- [4] 吴凌莉, 雷圣宾. 生成式人工智能驱动化学创新教学的现状及展望[J]. 大学化学, 2025, 40(9): 206-219.
- [5] 史春薇, 杨占旭, 梁福鑫. 化学教育数智化时代 AI 助力双循环全过程项目式教学实践-复合材料原理课程[J]. 化学教育(中英文), 2026, 47(4): 84-91.
- [6] 郑晋生, 郭瑾瑜. 基于人工智能技术的本科教学模式探索[J]. 科技风, 2025(36): 114-116.
- [7] 刘剑毅, 姚慧敏, 朱孔涛, 等. 创新设计思维重塑人工智能实践课教学模式[J]. 计算机教育, 2025(12): 19-24.
- [8] 魏伯峰, 张伟, 王绍艳, 等. 虚拟仿真与 AI 融合助力催化裂化实训教学改革实践[J]. 教育进展, 2025, 15(8): 1688-1694.
- [9] 何小贤, 汪洁. 人工智能背景下的深度教学: 程序设计课堂探究[J]. 工业和信息化教育, 2025(7): 25-30.
- [10] 桂霞, 汤吉海. 人工智能驱动的化工过程分析与合成课程教学改革探索[J]. 化工高等教育, 2026, 43(1): 12-18.
- [11] 崔美荣, 谢荣, 晁洁. 人工智能赋能物理化学实验课程的设计与思考[J]. 大学化学, 2025, 40(5): 291-300.
- [12] 卢滇楠, 等. 生成式人工智能赋能高校课程教学: 以“化工热力学”课程为例[J]. 清华大学教育研究, 2024, 45(5): 89-98.
- [13] 王姝. 生成式人工智能在化学教与学中应用研究对比——赋能知识传递与批判性思维培养[J]. 教育进展, 2025, 15(11): 1411-1416.
- [14] 马道, 王俊杰, 陈鑫, 等. 人工智能驱动的化学教学组织形式创新路径探究[J]. 大学化学, 2025, 40(9): 105-112.
- [15] 马姣丽, 程辉成. AI 赋能与能力导向融合的《无机化学实验》教学改革研究[J]. 社会科学前沿, 2026, 15(3): 182-189.
- [16] 杨昌尧, 颜源, 莫露洁. AI 行为识别在多元教学评价系统中的应用研究[J]. 网络安全技术与应用, 2026(5): 72-75.