

人工智能背景下化学生物学教学的机遇、挑战与跨学科融合

王咸文, 刘 超*

安徽医科大学生物医学工程学院, 安徽 合肥

收稿日期: 2026年1月1日; 录用日期: 2026年1月28日; 发布日期: 2026年2月6日

摘 要

随着人工智能(AI)技术的突破性发展和广泛应用,教育智能化正深刻改变化学生物学的教学模式及研究范式。作为化学与生物学交叉的前沿学科,AI为化学生物学教学提供创新路径的同时也对其提出了新的更高的要求。一方面,AI已成为化学生物学教学研究的重要工具,展现出整合多学科与技术、推动研究范式转变的显著潜力;另一方面,需要思考如何合理且高效地利用AI,避免其滥用、错用及可能引发的过度依赖性。基于此,本文首先系统地梳理当前AI在化学生物学教学中的主要应用范例,随后分析AI可能带来的学术诚信与依赖性等挑战,最后探讨了AI在推动化学生物学教学的跨学科融合教学方面的发展潜力与实施路径。旨在平衡AI带来的机遇与挑战,推动AI与化学生物学教学的深度融合与可持续发展。

关键词

化学生物学, 人工智能, 跨学科融合, 教学改革

Opportunities, Challenges, and Interdisciplinary Integration in Chemical Biology Education in the Era of Artificial Intelligence

Xianwen Wang, Chao Liu*

School of Biomedical Engineering, Anhui Medical University, Hefei Anhui

Received: January 1, 2026; accepted: January 28, 2026; published: February 6, 2026

*通讯作者。

文章引用: 王咸文, 刘超. 人工智能背景下化学生物学教学的机遇、挑战与跨学科融合[J]. 教育进展, 2026, 16(2): 543-549. DOI: 10.12677/ae.2026.162329

Abstract

With the breakthrough development and widespread application of artificial intelligence (AI) technology, intelligent education is profoundly changing the teaching models and research paradigms of chemical biology. As a cutting-edge interdisciplinary field at the intersection of chemistry and biology, AI provides innovative pathways for chemical biology teaching while also posing new and higher demands. On the one hand, AI has become an important tool for chemical biology education and research, demonstrating significant potential to integrate multiple disciplines and technologies and drive a shift in research paradigms. On the other hand, it is necessary to consider how to use AI rationally and efficiently, avoiding its abuse, misuse, and potential over-reliance. Based on this, this paper first systematically reviews the main application paradigms of AI in current chemical biology teaching, then analyzes the challenges that AI may bring, such as academic integrity and dependence, and finally explores the development potential and implementation paths of AI in promoting interdisciplinary integration in chemical biology teaching. The aim is to balance the opportunities and challenges brought by AI and promote the deep integration and sustainable development of AI and chemical biology teaching.

Keywords

Chemical Biology, Artificial Intelligence, Interdisciplinary Integration, 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)的快速发展正在全球范围内引发新的科技革命,已经在如医疗健康、自动驾驶、制造业和教育科研行业等领域带来深刻变革。在此背景下,人工智能更是在全球科技与教育领域处于战略地位,早在2018年,教育部即颁布《高等学校人工智能创新行动计划》,明确提出要加快人工智能领域科技创新与人才培养,优化学科布局,并特别强调利用智能技术加速教学方法改革与创新应用,支持人才培养模式的深刻变革[1]。2025年8月,国务院再次印发《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》的文件,强调将人工智能深度融入教育教学全要素与全过程,优化学科布局并全面支撑人工智能赋能教育的高质量发展。源于人工智能得天独厚的技术优势与教育科研领域的内在需求高度契合,正在为教学科研的设计、实施与融合发展贡献新的独特的力量。

化学生物学作为生命科学领域的前沿交叉学科,是借助化学的原理、方法和工具对生命过程进行研究与发现,在药物研发、疾病诊疗以及生物材料制造等领域具有广泛而深入的应用[2]。然而由于其较强的学科交叉性,在培养学生跨学科创新能力的同时,也对教师和学生的分层教学能力、抽象思维和学科基础提出了挑战。特别是,当前化学生物学教学仍存在以知识传授为主、前沿性弱等问题,难以满足新形势下对创新型人才培养的要求。近年来,人工智能在大数据处理、模式识别与预测建模等领域展现出显著优势,并在蛋白质结构预测、药物分子设计以及多组学数据分析等方面取得突破性进展,从而推动生命科学研究迈入数据密集型与智能驱动的新阶段[3][4]。因此,如何将人工智能理念与技术有机融入化学生物学教学体系,构建符合学科发展趋势的跨学科教学模式,成为当前高等教育教学改革的重要讨论内容。

当前, AI 在化学生物学教学中的应用正逐步深化, 主要体现在虚拟实验模拟、个性化学习、案例驱动教学以及跨学科工具整合等方面。多数结果表明, AI 不仅提升了教学效率例如虚拟模拟降低实验风险, 还促进了个性化与研究导向教学如实时反馈、结构预测等[5][6]。因此, 传统化学生物学教学在被人工智能重构的同时, 也发生着巨大变革, 同时引发了人们关于教学伦理等问题的担忧, 如学生易过度依赖 AI 输出, 弱化对化学机理、生物相互作用及实验不确定性的深度理解; 传统实验技能与科学严谨精神面临边缘化; 此外, 学习数据采集加剧隐私保护与滥用风险[7]。

综上, 本文旨在通过梳理人工智能在化学生物学领域的代表性应用进展, 辩证分析 AI 融入化学生物学教学所带来的机遇与挑战, 揭示 AI 深度嵌入教学场景带来的双重效应, 并提出可操作的跨学科融合路径, 以期为高校化学生物学及相关交叉学科教学改革提供理论参考与实践指导。

2. 人工智能在化学生物学教学中的应用

化学生物学作为化学与生物学的交叉学科, 教学内容往往集中在对分子水平上的生命过程研究, 导致学习过程复杂且抽象, 传统教学模式难以激发学生学习兴趣并培养学生跨学科能力。随着人工智能技术的快速发展, AI 已逐步融入化学生物学教学中, 尤其在课程改革等方面发挥关键作用。本节内容基于多篇相关研究文献, 总结了 AI 在化学生物学教学中的应用现状、策略与效果, 包括教师备课、课堂互动、个性化学习与评估等, 以下将从关键工具与案例角度总结, 旨在为教学创新提供参考。

2.1. AI 辅助备课与教学设计

人工智能的使用可以极大地提升教师教学过程中备课的效率与设计质量。教师借助于关键词驱动生成与数据分析工具, 进行前沿内容搜索与个性化教学方案设计。特别是, 生成式人工智能的发展有效地帮助教师解决了以往备课过程中, 需要利用动画、视频等方式才能更好地对某一抽象难懂的知识点进行传授与讲解的难题。

罗等人[8]利用 AI 辅助课前备课功能, 通过输入关键词如糖分解代谢、糖异生和血糖等关键词, 自动生成包括教学目标、教学方法、课程重点及难点等在内的备课资料, 有效地节省了教师的备课时间并提供了多样化的活动建议。类似的, 张等人[9]以蛋白质结构章节为例, 探讨了 AI 在赋能生物化学教学中的新范式。针对蛋白质结构这一章内容讲授时, 整体内容存在抽象性与动态复杂性, 以及在常规授课 PPT 中如“疏水侧链如何在水溶液中驱动结构域折叠”此类内容被动式接受和难以理解等问题。他们创新性地引入 AlphaFold 在线工具, 生动展示精妙绝伦的蛋白质结构, 化被动为主动研究, 提升了学生辩证性思考的能力。此外, 在备课阶段可以借助 AI 算法进行学情分析与教学内容的优化。张等人[10]在备课阶段, 使用 DataFocus 等工具分析学生数据如学习路径和错误率, 通过学生参与度与成绩的统计图, 更加直观地了解学生的学情, 因此可以更加明确地完成备课内容。

总体而言, 这些案例表明 AI 辅助备课的核心在于数据驱动和自动化生成, 不仅减少了教师负担, 还更好地提升了备课等方案的针对性和创新性。未来, 可进一步整合语音助手等多模态 AI 实现更动态的设计, 但需注意使用过程中的数据隐私和教师主导性。

2.2. AI 在实际教学过程中的应用

在实际教学过程中, 课堂是 AI 应用最活跃的环节, 主要可用于可视化抽象概念、增强互动与实时反馈, 以提升学生课题参与度。张等[11]全过程阐述了 AI 在赋能教学的典型实施案例, 以“基因突变的功能效应预测”课程教学为例, 介绍了 AI 预测基因突变的功能效应。同时提出了跨学科智能融合创新教学模式。作者在教学过程中借助 AI 工具如 AlphaFold3 和 Alpha Missense, 更直观地向学生展示和体验了核

酸化学与生物医学相关的知识内容和应用价值。同时,借助 AI 辅助设计探究任务,如“预测突变对囊性纤维化病理的影响”,学生使用工具模拟突变场景,分析突变导致蛋白降解结果。此外,作者在教学过程中多次强调跨学科知识的深度融合,通过虚拟实验室结合数据共享平台,帮助学生利用 AI 和大数据分析工具,激发学生创造力。周等[12]则结合人工智能技术,实现了全环节的化学生物学课程教学创新。在课堂讲授与互动阶段,针对糖酵解这一讲授内容,通过 AI 生成动态思维导图和虚拟演示,结合线上导学任务与线下角色扮演,并利用 Power BI 仪表盘实时监控数据,实现抽象代谢过程的可视化、思政融入及教学焦点动态调整。同时在实验教学阶段,学生分组操作 AI 模拟场景,输入变量如葡萄糖水平观察路径变化与能量产出,结合问题导向解决调控异常问题。

因此,这些核心智能工具为抽象性强、交叉度高等特点的化学生物学课程提供了可视化、个性化的互动支持。有利于推动化学生物学教育向智能化、个性化与研究导向转型,为复合型人才培养注入新动能。

2.3. AI 教材与个性化学习

将人工智能快速融入到数字化教材的建设中同样是实现教学方法改革与创新应用的一大途径。不同于传统纸质或静态电子教材,AI 教材是动态、智能化的系统,它们通常是以大语言模型为基础,结合学科知识库构建二次。杨等人[13]对 AI 教材使用的调研结果表明,AI 教材可以通过整合文本、思维导图、动画、教学视频、拓展阅读和智能问答等多种学习资源,为不同学习风格的学生提供灵活选择,能够有效适配学生的个体差异,支持个性化学习路径的形成。同时,通过分析学生在学习时间分布和访问行为,教师可以清晰识别学生群体和个体层面的学习重点与难点,如脂质代谢、肝的生物化学等内容成为学生普遍关注的高难度章节。AI 教材由此在教学辅助诊断中发挥重要作用,为教师实施针对性教学指导和分层教学提供了依据。

3. 人工智能背景下化学生物学教学面临的挑战

如前所述,人工智能的发展为化学生物学教学创新了途径,充分展现了前沿科技与多学科融合在教学改革中的独特价值。然而在伴随着人工智能高质量发展的同时,其背后也隐藏着不可避免的挑战与局限性,这些问题不仅体现在学科层面,同时反映在教学实施及人才培养过程当中。

(1) 化学生物学作为化学、生物学、医学以及工程等领域多方面交叉的前沿科学,人工智能的加入又进一步叠加了计算机、数学等理论与实践知识,这有可能会对教师及学生的基础及能力提出要求。目前,高校化学生物学课程仍以传统学科划分为主,理科与计算类工科衔接不足,教师 AI 知识储备和跨学科协同机制欠缺,制约了人工智能赋能教学的深度融合与改革推进。有调查结果表明,在实际实施过程中存在众多诸如“AI 工具使用不熟练”的问题。虽然绝大多数学生对 AI 表现出积极接受的态度,但仍有部分学生因为基础问题可能存在抵触或使用障碍。同时一些学生习惯了传统学习方式,对于新出现的 AI 表现出不适应或担心产生过度依赖。

(2) 此外,由于模型预测原理和训练数据的局限,其输出结果在准确性和可靠性方面仍存在不确定性,在实际教学实施中带来了一系列值得关注的问题。当前人工智能的发展还不足以完全支撑化学生物学相关的绝大多数课程内容,其输出结果并非基于严格的学科推理过程。然而在实际化学生物学教学中,部分概念涉及复杂的反应机理,因此 AI 给出的回答可能存在表述不严谨、条件缺失或结论泛化等问题。更重要的是,作为一门与实验密不可分的基础性学科,AI 预测还无法代替创造性的科学实验。

(3) 最后,AI 在提高学习效率和获取信息便利性的同时,也在一定程度上引发了学生对 AI 的过度依赖以及科研学术诚信方面的隐忧,这是当前教学实施中亟需正视的重要挑战。人工智能在概念解释、问题解答和学习路径推荐方面具有较强的即时反馈能力,容易使学生在面对复杂的化学生物学问题时优先

选择借助人工智能获取答案。然而在化学生物学教学中，科研训练是培养学生创新能力和科学素养的重要环节。人工智能生成内容在文献综述、实验方案设计甚至数据分析表述中的使用，若缺乏明确规范，可能会模糊辅助工具的边界，增加学术不端行为发生的风险。

综上，如何在充分发挥人工智能赋能优势的同时，合理应对由此带来的教学风险，已成为人工智能背景下化学生物学教学改革中亟需系统思考的重要内容。

4. 人工智能驱动化学生物学跨学科教学融合探索

4.1. 以真实问题为导向，重构跨学科课程与教学内容体系

为了更快实现人工智能在教育教学全要素与全过程的深度融入，优化学科布局并全面支撑人工智能赋能教育的高质量发展，在利用人工智能组织教学内容体系时，应以真实教学和常见科学问题为导向，推动化学生物学课程体系由单一课程融合向问题导向转变。而转变的核心则在于构建有机整合的知识框架，避免 AI 成为单纯的技术附加，而是应当把其作为桥梁连接更多学科内容(表 1)。因此，在课程设计方面，首先需要识别真实问题作为切入点，例如为什么洗衣粉里的酶能让衣服上的污渍洗得更快、更干净这个问题的核心其实就是酶是怎么“加速”化学反应的。而加速的关键就在于能量变化这个简单概念里。这一问题天然跨越化学、生物学和人工智能，适合作为跨学科融合的典型载体。在学生理解基本原理后，引入人工智能并使用简单在线工具或教师预设的演示如基于免费分子模拟平台的能量景观快速预测，让学生观察不同条件下能量曲线的动态变化。例如，教师可借助 ChimeraX 等 AI 模拟软件，指导学生输入式启动对酶催化底物的简化模拟。软件运行后会展示底物在活性中心内的动态构象变化，并自动生成催化前后的能量曲线图。学生通过酶的构象动态与能量变化直观体会到活化能的降低。同时，教师指导学生通过修改关键残基参数并重新模拟，观察到能量曲线升高、底物构象分布变差，从而分析得出特定氨基酸在催化中的具体作用。这一过程让学生无需编程，即可操作 AI 工具完成从观察现象到定量验证的完整分析。通过这一问题导向的设计，课程内容体系实现了从单一学科知识点向综合问题解决的转变，即化学提供能量变化理论框架，生物学揭示酶的生物学意义，人工智能则作为高效工具实现模拟与预测。整个过程以真实生活问题为纽带，层层递进，显著降低了学习门槛，同时强化了跨学科思维的培养，同时符合高等教育中以问题驱动学习的现代理念。

Table 1. Framework of mixed teaching mode of chemical biology driven by artificial intelligence
表 1. 人工智能驱动的化学生物学混合教学模式框架

教学环节	传统湿实验	计算模拟	人工智能分析	融合方式(混合教学核心)
问题提出	真实生物化学问题(如酶的活化能)	\	\	项目式学习(PBL)围绕产业/科研真实案例
数据获取与处理	实验合成、生物测定	分子对接、动力学模拟	多组学数据整合	三者并行，数据共享
分析与建模	手工分析谱图	传统力场模拟	机器学习预测、生成式 AI 优化	AI 工具辅助湿实验数据解读与模型训练
结果验证与优化	生物活性测试	模拟结果对比实验	AI 预测与实验反馈循环	团队协作，迭代优化
成果呈现	实验报告	计算报告	AI 模型与可视化结果	综合报告 + 成果展示 + 同行评议

4.2. 以能力培养为核心，创新跨学科教学模式与学习方式

传统以知识传授为主的模式已难以满足当前 AI 赋能教学的时代需求。因此，化学生物学跨学科融合

应转向以综合能力培养为核心, 重点强调学生在面对学习过程中对复杂问题的分析和解决能力。通过利用如项目式学习(PBL)和探究式学习(IBL)的创新教学模式, 引导学生在真实操作中利用多学科整合而提升其多方位协作和解决问题的能力。通过开放式实验让学生使用 AI 工具库模拟化学反应对生物系统的影响, 鼓励学生进行自主探究。这一方式不仅使教师角色从讲授者转为引导者, 通过提供问题框架如何用 AI 优化酶工程, 学生则作为主导者通过文献调研、设计实验和反复推理来推进学习, 有助于通过评估 AI 的优点和局限性提升学生批判性思维。此外, 可以通过整合在线平台使用 AI 聊天机器人辅助学生查询化学公式或生物路径。在 AI 赋能的化学生物学跨学科融合中, 以真实任务和问题驱动取代传统知识传授, 显著提升学生的综合分析、跨界协作、创新能力及批判性思维, 真正培养其适应复杂科学问题与未来职业需求的自主学习与终身学习能力。

4.3. 以规范使用为保障, 完善跨学科协同育人与评价机制

如前所述, AI 在教学中的滥用误用可能导致学术诚信或产生过度依赖问题。因此, 化学生物学跨学科融合必须考虑 AI 的规范使用, 通过建立完善的协同育人和评价机制, 确保 AI 只是作为辅助工具而不能代替学习时的思考过程。并将 AI 使用过程中的科研诚信和学术规范全方位融入教学, 以切实服务高等教育作为核心目标。首先, 应明确 AI 的辅助定位, 即教师引导学生进行 AI 的理性使用, 强调 AI 只能用于生成初步想法, 但最终的分析须由学生独立完成。同时在教学过程中融入 AI 辩证使用模块, 课堂上讨论使用 AI 过程中可能存在的数据隐私、偏见问题等。同步开展诚信教育讲座, 强调引用 AI 输出时的规范并构建包括 AI 模型的准确率分析和态度评价在内的综合评价体系, 开发标准化工具 AI 检测软件。多方位促使这一保障机制提升跨学科融合的教学效能, 培养学生的责任感和学术自律意识, 推动化学生物学教育向高质量、可持续方向发展。

最后, 为验证人工智能在化学生物学混合教学模式中的有效性, 设计了半结构化访谈并对访谈结果进行了分析(表 2)。因此, 通过课程重构、教学模式创新以及规范保证三个维度的深度融合, 人工智能驱动的化学生物学教学将实现从碎片化到系统化的转变, 为培养新时代复合型人才提供有力支撑。

Table 2. Interview results of mixed teaching of chemical biology driven by artificial intelligence
表 2. 人工智能驱动的化学生物学混合教学访谈结果

访谈部分	访谈内容	总结分析
引言	“谢谢你参与访谈! 我们在验证一种 AI 融合化学生物学教学模式的反馈。你的反馈只用于研究, 并可以暂停或跳过问题。准备好了吗?”	整体参与度高, 80% 以上表示对此感兴趣
问题 1	你对这门课程整体感觉如何? 什么地方最吸引你, 什么地方觉得需要改进?	70% 出现“有趣、新颖”此类描述, 部分表示太抽象
问题 2	该门课中 AI 对你起到了怎样的帮助?	90% 以上表示 AI 使学习过程更具体
问题 3	在使用 AI 学习过程中, 有没有什么不懂的地方?	45% 学生表示操作过程需要认真学习
问题 4	使用 AI 前后对化学生物学课程的学习有无差别?	90% 学生表示知识点记忆更加牢固
问题 5	请你对 AI 在该门课程中的作用提出建议	多数学生希望能首先进行 AI 使用训练
结束语	“感谢你的回答, 这些反馈对我们的课程改进非常有帮助。如果有任何补充, 欢迎随时联系, 祝你学业进步!”	总体对 AI 的使用反应积极性较高

5. 讨论与展望

人工智能的迅猛发展为化学生物学教学与发展提供了强大的驱动力, 同时又对传统教学模式带来了

挑战。本文系统介绍了 AI 在当前化学生物学教学中的实际应用案例, 分析了 AI 在融入化学生物学教学时所面临的学科交叉复杂性、预测准确性局限以及学生过度依赖风险等核心问题, 并据此提出人工智能驱动的跨学科教学融合路径。未来, 随着人工智能技术的不断演进, 化学生物学教学将进一步向智能化、交叉化和研究导向型方向发展, 为生命科学和医药工程领域培养更多具有国际竞争力的复合型创新人才。

参考文献

- [1] 黄巨臣, 王一栋. 从“AI 排斥”到“AI 创能”: 人工智能在大学教学中的应用深化[J]. 中国高教研究, 2025(4): 34-41.
- [2] 李琼, 曲宗金, 时鹏飞. 以培养创新思维和科研实践能力为目标的研究生化学生物学课程教学模式探索[J]. 大学, 2025(29): 41-44.
- [3] 杨立江, 高毅勤, 黄艳, 杨俊林. AI 赋能化学生物学[J]. 中国科学: 化学, 2025, 55(12): 3257-3283.
- [4] 张鹏程, 阮海华. AI 融入生物化学教学的探索与实践[J]. 生命的化学, 2025, 45(7): 1323-1330.
- [5] 刘洪艳, 刘良森. 生物化学教学案例的构建——人工智能预测蛋白质结构[J]. 化学教育(中英文), 2024, 45(2): 92-97.
- [6] 胡莹璐, 林依臣, 郭俊明, 孟小丹. 人工智能赋能生物化学与分子生物学案例教学的探索与实践[J]. 生物化学与生物物理进展, 2025, 52(8): 2173-2184.
- [7] 张杰. 人工智能时代大学教学伦理困境及其治理[J]. 重庆邮电大学学报(社会科学版), 2021, 33(6): 89-96.
- [8] 罗彩林, 郭娜燕, 郑晨娜, 陈荫楠, 郑良珺. 新医科背景下人工智能在医学生物化学教学中的应用[J]. 右江医学, 2025, 53(9): 861-865.
- [9] 张博, 段晓雷, 曹汝菲. 基于 AlphaFold/PyMOL 等人工智能技术的生物化学课程蛋白质结构教学改革探索[J]. 工业微生物, 2025, 55(4): 238-240.
- [10] 张伟娜, 刘军和, 李云, 梁思佳. AI 赋能“生物化学”课程教学改革的探索与实践研究[J]. 教育教学论坛, 2025(24): 177-180.
- [11] 张颖, 葛芳, 罗志敏. AI 赋能生物化学教学研究——基因突变的功能效应预测[J]. 大学化学, 2025, 40(3): 277-284.
- [12] 周汨, 刘婷, 尹松, 徐一. 基于人工智能技术的生物化学教学模式创新与实践研究[J]. 卫生职业教育, 2025, 43(5): 49-53.
- [13] 杨子岩, 张翔, 赵晶. AI 教材在生物化学教学中的应用[J]. 生命的化学, 2025, 45(1): 179-190.