

人工智能时代大学化学交叉教育的教学改革探索

段模杰^{1,2}, 陆珺霞^{1,2}, 谢华勇^{1,2}, 吴夏莲^{1,2}

1. 武汉科技大学化学与化工学院, 湖北 武汉 430081

2. 武汉科技大学核磁共振与分子科学交叉研究院, 湖北 武汉 430081

DOI: 10.61369/SDME.2025180034

摘要 人工智能技术的迅猛发展正深刻改变着化学学科的研究范式与产业生态, 也对大学化学教育提出了全新要求。本文立足人工智能与化学学科的交叉融合趋势, 探讨了大学化学交叉教育的必要性与紧迫性, 分析当前化学教育中存在的问题。从教学理念革新、课程体系重构、教学模式创新、实践平台搭建及评价体系优化五个维度, 提出了人工智能时代大学化学交叉教育的教学改革路径, 并阐述了卓越人才培养的目标定位与实施策略。研究认为, 通过构建“化学+人工智能”的交叉教育体系, 可培养具备扎实化学基础、人工智能思维及跨学科创新能力的复合型人才, 为化学学科的原始创新与产业升级提供核心动力。

关键词 人工智能; 大学化学; 交叉教育; 教学改革; 人才培养

Exploration of Teaching Reform in Interdisciplinary Education of University Chemistry in the Era of Artificial Intelligence

Duan Mojie^{1,2}, Lu Junxia^{1,2}, Xie Huayong^{1,2}, Wu Xialian^{1,2}

1. College of Chemistry and Chemical Engineering, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan, Hubei 430081

2. Interdisciplinary Institute of NMR and Molecular Sciences, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan, Hubei 430081

Abstract : The rapid development of artificial intelligence (AI) technology is profoundly transforming the research paradigms and industrial ecology of the chemical discipline, while also putting forward new requirements for university chemistry education. Based on the cross-integration trend between AI and chemistry, this paper discusses the necessity and urgency of interdisciplinary chemistry education in universities and analyzes the existing problems in current chemistry education. It proposes the teaching reform path for interdisciplinary university chemistry education in the AI era from five dimensions: innovation of teaching concepts, reconstruction of curriculum systems, innovation of teaching models, construction of practical platforms, and optimization of evaluation systems. Additionally, it elaborates on the goal orientation and implementation strategies for cultivating outstanding talents. The study holds that by building an interdisciplinary education system of "chemistry + AI", we can cultivate compound talents with solid chemical foundations, AI thinking, and interdisciplinary innovation capabilities, thereby providing core impetus for the original innovation and industrial upgrading of the chemical discipline.

Keywords : artificial intelligence (AI); university chemistry; interdisciplinary education; teaching reform; talent cultivation

引言

化学作为一门在自然科学领域占据重要基础地位的学科, 其研究范畴广泛, 与物理、生物、材料、环境等众多学科存在着千丝万缕的紧密联系。化学与生物学的交叉催生了生物化学、化学生物学等前沿领域, 在药物研发、疾病诊断与治疗等方面取得了突破性进展。化学与材料科学的深度融合, 推动了高性能材料、智能材料的研发, 从航空航天到电子信息等各个领域, 都离不开先进材料的支撑^[1]。

近年来, 人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 技术以前所未有的速度渗透到科学研究与社会发展的各个领域, 引发了新一轮科技革命与产业变革。在化学领域, 人工智能与量子化学、材料化学、计算化学等分支的融合, 催生了如 AI 辅助分子设计、反应路径预测、材料性能筛选等全新研究方法, 使传统化学研究从“试错法”向“理性设计”转型。例如, DeepMind 公司开发的 AlphaFold 实现了蛋白质结构的精准预测, 也因此获得了 2024 年诺贝尔化学奖^[2]。

高等教育作为人才培养的主阵地, 其核心任务是培养适应时代需求的高素质人才。然而, 当前大学化学教育仍存在诸多与人工智能时代不匹配的问题: 课程体系偏重传统化学知识传授, 对 AI 技术的融入不足; 教学模式以教师为中心, 学生的跨学科思维与创新能力培养薄弱; 实践环节与产业需求脱节, 缺乏对 AI 工具的应用训练。在此背景下, 推进大学化学与人工智能的交叉教育改革, 成为培养能够引领未来化学学科发展与产业创新的卓越人才的必然选择。本研究旨在全面剖析化学交叉及人工智能教育的现状, 结合国内外高校的教育改革实践, 系统探讨大学化学交叉教育的教学改革路径与卓越人才培养模式, 为高等化学教育的创新发展提供参考^[3]。

一、化学与其它学科交叉教育的现状分析

(一) 跨学科课程的开设情况分析

在高等教育阶段,化学交叉课程的开设情况仍存在较大的提升空间。对国内部分高校的化学专业课程设置进行分析,发现设置了系统化学交叉课程的院校占比约为40%。在这些院校中,交叉课程的学分占总学分的比例也相对较低,平均约为10%~15%。不同学科门类对化学交叉课程的重视程度也存在差异,理工科院校相对更重视化学与材料、物理等学科的交叉课程,而文科院校则较少涉及化学交叉课程。与国外相比,我国化学交叉课程的开设比例明显偏低^[4]。

(二) 课程内容未能有效融合

在当前化学交叉课程的内容设置上,虽然已经意识到化学与其他学科融合的重要性,但在实际操作中,融合程度仍有待提高。许多课程只是简单地将化学与其他学科的知识进行拼接,未能真正实现深度融合。在教学过程中,分别从化学和其它学科的角度进行分别讲解,缺乏对二者内在联系的深入挖掘。学生在学习过程中,只是机械地接受两个学科的知识,难以形成跨学科的思维方式和解决问题的能力。化学交叉课程内容的更新速度较慢,难以跟上学科发展的步伐。随着科技的快速发展,化学与其他学科的交叉领域不断涌现出新的研究成果和应用,但课程内容却未能及时反映这些变化^[5]。

(三) 传统教学方法的局限

在化学交叉教育中,传统的讲授式教学方法暴露出诸多弊端,难以满足新时代对人才培养的需求。传统讲授式教学以教师为中心,教师在课堂上占据主导地位,单方面向学生传授知识,学生则处于被动接受的状态。在这种教学模式下,教师往往按照既定的教学大纲和教材内容,系统地讲解化学交叉学科的知识要点,学生缺乏主动思考和参与的机会,学习积极性和主动性难以得到有效激发^[6]。

二、人工智能在化学教育中的现状与挑战分析

传统化学研究依赖实验试错与经验积累,存在周期长、成本高、效率低等局限。人工智能技术通过数据驱动与算法优化,实现了化学研究的范式革新:在分子设计领域,基于深度学习的生成模型可快速生成具有特定功能的分子结构,如药物分子、催化剂等,将传统需要数月甚至数年的筛选过程缩短至数天。人工智能在反应预测和材料研发中,也发挥了越来越重要的作用。目前,存在以下一些挑战和问题^[7]。

(一) 教学理念滞后于时代发展

传统化学教育以“知识传授”为核心,强调对化学原理、实验技能的系统性掌握,教学理念停留在“培养化学专业人才”的单一维度。然而,人工智能时代的化学研究与产业实践已突破传统学科边界,需要研究者具备跨学科协作能力与创新思维。部分高校仍将化学与人工智能视为独立领域,未能认识到交叉融合的必然性,导致人才培养与社会需求脱节^[8]。

(二) 课程体系缺乏交叉融合设计

当前化学专业课程体系仍以“四大基础化学”(无机化学、有机化学、分析化学、物理化学)为核心,辅以少量专业选修课,人工智能相关内容仅作为“点缀”存在于部分课程中,缺乏系统性设计。具体表现为:(1)课程内容割裂,化学课程与AI课程(如编程、机器学习、数据科学)缺乏有机衔接;(2)教材更新缓慢,未能纳入AI在化学领域的最新应用案例;(3)实践课程仍以传统化学实验为主,缺乏AI工具的应用训练。

(三) 教学模式与手段创新不足

教学模式仍以“课堂讲授+实验操作”为主,教师主导的“填鸭式”教学占据主流,学生的主动性与创造性难以发挥。尽管部分高校引入了慕课、虚拟仿真等教学手段,但未能充分利用AI技术实现个性化教学。在实验教学中,虚拟仿真与AI结合的深度不足,未能实现“虚实结合”的沉浸式体验,而跨学科教学团队建设滞后,化学教师与计算机、数据科学教师的协作机制尚未形成。

(四) 实践平台与评价体系不完善

实践环节是培养交叉创新能力的关键,但现有平台存在诸多局限。一些学校对AI教学重视不足,校内实验室设备更新滞后,缺乏支持AI与化学交叉研究的硬件与软件资源。在教学评价体系仍以理论考试与实验报告为主,侧重知识掌握程度的考核,对创新能力、跨学科思维的评价缺乏有效指标^[9]。

三、AI教学改革路径探索和思考

在人工智能飞速发展的今天,如何将AI知识深入融合化学学科的教学,培养具有前沿科学思维和交叉能力的卓越人才,笔者有如下的思考。

(一) 革新教学理念,确立交叉融合导向

教学理念的革新是改革的前提。高校应树立“以学生发展为中心,以交叉创新为核心”的理念,将“培养化学与人工智能复合型人才”作为目标,具体包括:(1)从“单一学科思维”转向“跨学科思维”,强调化学与人工智能的互补性;(2)从“知识传授”转向“能力培养”,重点提升学生的问题解决能力与创新思维;(3)从“闭门培养”转向“开放协同”,推动高校与科研院所、企业的深度合作,形成“产学研用”一体化培养模式。

(二) 重构课程体系,强化交叉内容设计

课程体系是交叉教育的核心载体,需打破传统学科壁垒,构建“化学基础+AI工具+交叉应用”的三维课程体系:

(1) 坚实化学基础,融入AI思维

在四大基础化学课程中融入AI应用案例,例如在分析化学中引入“AI辅助光谱分析”,讲解机器学习模型如何提升检测精度;在有机化学中结合“AI驱动的反应路径预测”,展示算法如何优化合成路线;在物理化学中加入“分子模拟与AI结合”内容,介绍深度学习在势能面构建中的应用^[10]。

(2) 增设AI基础课程,培养工具素养

开设模块化AI课程,如《Python与化学数据处理》《机器学

习在化学中的应用》《化学信息学》等,确保学生掌握人工智能基础知识编程能力(Python/R语言)及数据处理与可视化技能。此外,学生还需要适当的掌握机器学习基本算法的原理与应用。

(3) 开设交叉应用课程,强化实践能力

以“问题导向”设计交叉课程,如《AI辅助药物设计》《智能材料化学》《环境化学与AI检测技术》等,通过真实案例引导学生运用化学与AI知识解决实际问题。

(三) 推动技术与教育融合

利用人工智能技术革新教学模式,实现“以学生为中心”的个性化教学。

(1) 构建“线上+线下”混合式教学模式

开发AI辅助教学平台,提供个性化学习资源推荐、智能答疑与作业批改服务。并采用“项目式学习”(PBL),以科研课题或产业问题为驱动,组织学生组建跨学科团队(化学、计算机、数据科学等)协作完成任务。

(2) 开发AI相关的虚拟仿真实验平台

结合VR/AR技术与AI算法,构建虚拟化学实验室,模拟高危、高成本的化学实验(如高温高压反应、有毒物质合成),通过AI算法实时反馈实验参数对结果的影响;设计“AI优化实验”,学生可通过调整算法参数优化反应条件,对比传统实验与AI辅助实验的效率差异。

(3) 组建跨学科教学团队

打破院系壁垒,组建由化学教师、计算机教师、企业工程师组成教学团队,共同参与课程设计、教学实施与实践指导。例如,可以与计算机学院合作,组建化学+AI交叉教学团队,联合开发课程与实验项目,有效提升教学的交叉性^[11]。

(四) 搭建实践平台,深化产学研协同

实践平台是培养学生交叉应用能力的重要支撑,需从“校内+校外”两个维度构建。

(1) 建设校内交叉创新实验室

配置AI与化学交叉研究所需的硬件(高性能计算集群、光谱分析仪、传感器)与软件(分子模拟软件、机器学习框架),设立“本科生交叉创新项目”,鼓励学生在教师指导下开展探索性

研究。

(2) 深化校企合作,共建实践基地

与化工、医药、材料等领域的企业合作,共建校外实践基地,开设“企业导师课”,让学生参与企业真实的AI化学项目(如AI辅助催化剂开发、智能生产流程优化),将理论知识转化为解决实际问题的能力。

(3) 举办跨学科竞赛与学术论坛

定期举办“化学+AI”创新竞赛,设置贴近产业需求的赛题,激发学生的创新热情;邀请国内外交叉领域专家开展学术论坛,拓展学生的学术视野。

(五) 优化评价体系,注重能力导向

建立多元化评价体系,突破“唯分数”的单一标准,重点考核学生的跨学科思维与创新能力。

(1) 过程性评价与终结性评价结合

通过课堂参与、项目报告、团队协作表现等指标,全面评估学生的学习过程;同时采用“作品+答辩”形式,要求学生提交跨学科创新成果,并阐述其应用价值。

(2) 引入AI辅助评价工具

利用自然语言处理技术分析学生的实验报告与论文,评估其逻辑思维与表达能力;通过学习分析系统追踪学生的知识掌握与能力发展轨迹,为个性化指导提供依据。

四、结论

人工智能时代的到来为化学学科的发展带来了前所未有的机遇与挑战,大学化学教育必须顺应交叉融合的趋势,通过教学理念革新、课程体系重构、教学模式创新、实践平台搭建与评价体系优化,推进“化学+人工智能”的交叉教育改革。这一改革不仅能培养具备跨学科思维与创新能力的卓越人才,更能推动化学教育的高质量发展,为我国化学领域的科技创新与产业升级奠定坚实的人才基础。尽管改革过程中面临师资、资源、制度等方面挑战,但只要坚持以学生发展为中心,以社会需求为导向,大学化学交叉教育必将迈向新的高度。

参考文献

- [1]Mater, A., Coote M.(2019).Deep learning in Chemistry.J.Chem.Infor.Modelling,59(6),2545–2559.
- [2]Jumper, J., et al.(2021).Highly accurate protein structure prediction with AlphaFold.Nature,596:583–589.
- [3]Watson J.L., et al.(2023).De novo design of protein structure and function with RFdiffusion.Nature,620:1089–1100.
- [4]Segler, M.H., et al.(2018).Planning chemical syntheses with deep neural networks and symbolic AI.Nature,555(7698),604–610.
- [5]周立亚,段文贵,何熙璞,等.“新工科”背景下广西大学化学类专业创新型人才培养的研究与实践[J].大学化学,2021,36(11):116–119.
- [6]贾积有.人工智能赋能教育与学习.远程教育杂志,2018(01):39—47.
- [7]中国学科及前沿领域发展战略研究(2021—2035)项目组.(2024).中国化学2035发展战略.科学出版社.
- [8][1]胡浩,刘畅,郭霖,等.人工智能在高分子化学教学中的应用——革新、实践与隐忧[J/OL].大学化学,1-11[2025-07-23].
- [9]周佳,潘永龙.生成式人工智能赋能量子化学的教与学[J].化学教育(中英文),2025,46(12):97–103.
- [10]邓淞,伍晓春.类Chat GPT生成式人工智能——化学研究与化学教育好帮手[J].化学教育(中英文),2024,45(18):14–21.
- [11]林京龙,刘谦益,莫凡洋.如何拥抱智能时代——以化学学科为例[J].中国科学:化学,2023,53(01):39–47.