

人工智能驱动化学创新人才培养的改革路径与对策探索

邱会东, 何 柏, 路玉婉, 陈双扣, 丁 皓

重庆科技大学化学化工学院, 重庆

收稿日期: 2026年3月8日; 录用日期: 2026年5月11日; 发布日期: 2026年5月20日

摘 要

人工智能技术的快速发展正在深刻变革高等教育模式, 为化学类创新人才培养带来新的机遇与挑战。当前, 在普通高等院校化学类人才培养面临课程体系与AI技术融合不足、个性化培养手段匮乏、科研创新能力培养路径单一、评价体系滞后等突出问题。本文在系统梳理国内外AI赋能化学教育典型案例的基础上, 深入分析问题成因, 提出创新人才分类培养新模式、建设AI赋能关键资源、完善教师AI教学能力提升机制、构建多源数据驱动评价体系、深化产教融合拓展应用场景等对策建议, 为化学创新人才培养改革提供参考。

关键词

人工智能, 化学专业, 创新人才, 培养模式改革

AI-Driven Reform Pathways and Countermeasures for Cultivating Innovative Talents in Chemistry

Huidong Qiu, Bai He, Yuwan Lu, Shuangkou Chen, Hao Ding

School of Chemistry and Chemical Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing

Received: March 8, 2026; accepted: May 11, 2026; published: May 20, 2026

Abstract

The rapid advancement of artificial intelligence technology is profoundly transforming the landscape of higher education, presenting both new opportunities and challenges for the cultivation of innovative

talents in chemistry. Currently, university-level chemistry education faces prominent issues, including insufficient integration of AI technology into the curriculum, a lack of personalized training methods, a narrow path for developing scientific research and innovation capabilities, and an outdated evaluation system. Based on a systematic review of typical domestic and international cases of AI-empowered chemistry education, this paper deeply analyzes the root causes of these problems. It proposes targeted countermeasures and suggestions, such as innovating new models for the classified cultivation of talents, building key AI-enabled resources, improving mechanisms to enhance teachers' AI teaching capabilities, constructing a multi-source data-driven evaluation system, and deepening the integration of industry and education to expand application scenarios. This paper aims to provide a reference for the reform of cultivating innovative chemistry talents.

Keywords

Artificial Intelligence, Chemistry Major, Innovative Talents, Cultivation Model 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

当前,人工智能正以前所未有的广度和深度影响教育新形态。面对这一历史性机遇,高等教育必须主动求变、科学应变,打造人机协同、智慧驱动的育人体系[1]。

化学作为实验科学与理论创新并重的基础学科,是新材料、新能源、生物医药等重要领域的重要支撑。然而,传统化学类人才培养面临知识爆炸式增长与课程容量有限的矛盾、标准化教学与学生获取知识途径多元化的矛盾、科研创新能力培养途径匮乏与学科交叉融合需求的矛盾。人工智能在学生路径规划、实验辅助设计、科研数据统计分析、虚拟仿真模拟等方面呈现强大的潜力,为重构化学类创新人才培养模式提供了技术支撑[2][3]。

本文基于对国内外 AI 赋能化学创新人才培养的典型案例分析,梳理存在的问题与成因,提出针对性的改革路径,以期为推进化学类创新人才培养改革提供参考。

2. 人工智能驱动化学拔尖创新人才培养的现状分析

国内“双一流”高校正在积极推进 AI 与化学创新人才培养的深度融合。天津大学 2025 年成立了以“人工智能 + 化学”交叉融合为核心的“人工智能驱动化学工作室”,开发了《人工智能化学》《人工智能与化学实验》等前沿课程,构建“AI+ 化学”课程群,自主研发“智能视觉引导平衡反应控制系统”和“薄层色谱智能操作系统”等 AI 实验教学项目。南开大学化学学院针对“AI for Science”前沿领域,以科学和实践问题为导向,从化学基础支撑到化学前沿应用两个层面展开 AI 融合课程建设,着力提升新时代学生综合素质。北京航空航天大学设立“材料智能设计实验班”,利用 AI 技术重构材料课程体系,深入推进人工智能技术助力教学模式变革。中国科学技术大学精准智能化学全国重点实验室联合华东五校共同设立“精准智能化学微专业”,课程体系以理论化学、精准表征和智能化学三大知识领域为核心,通过课程共建共选、学分互认、证书共签,灵活促进学科交叉、科教融合和产教协同[4]-[6]。

重庆高校也开展了积极探索。重庆科技大学化学专业已开设《人工智能概论》《python 程序设计》《人工智能在化学中的应用》《AI+ 仪器分析》等交叉课程,实施“三阶链式”科研训练,学生科研项

目参与率达 100%。重庆交通大学能源化学工程系围绕“人工智能 + 化学课程教育应用案例分享与实践探索”开展专题研讨，推进 AI 驱动大学化学概念可视化的项目化教学改革。

国际上，人工智能在化学类创新人才培养领域的应用研究方兴未艾。以 ChatGPT 为代表的生成式人工智能技术已在化学教育领域展开多维度应用研究，美国化学会《Journal of Chemical Education》2024 年虚拟特刊系统梳理了 AI 在化学知识解释、实验辅助设计与机理推导、图像数据处理(如红外光谱谱图解析)中的潜力。麻省理工学院推动 AI 在化学合成驱动分子发现全流程训练、材料设计中的深度应用与数据智能分析。斯坦福大学 SAIL 实验室在 AI 药物设计课程中，同步训练学生的算法思维与实验技能，强调 AI 素养与化学专业跨学科能力的融合。剑桥大学“AI4Science”计划推动深度学习与量子化学计算的融合。

AI 大模型在化学领域的真实能力边界是当前研究热点问题[7]-[9]。北京大学发布的化学大模型基准 SUPERChem 和认知智能全国重点实验室联合研究团队提出的 ChemEval 评测框架，从基础与进阶化学知识、化学文献理解、分子层级理解、科学推理与化学推断等方面对化学大模型能力进行系统诊断。研究均显示，AI 大模型在涉及分子结构、反应机理等深度化学知识时明显乏力，化学专用模型则往往牺牲通用语言理解能力，存在“灾难性遗忘”问题。这些评测成果为理解 AI 在化学教育中的应用边界提供了科学依据。

3. 存在的主要问题

3.1. 课程体系与 AI 融合度不足，教学内容滞后于学科前沿

经调研发现，国内大多数高校化学专业课程体系仍以传统知识模块为主，虽然有些高校开设 1~2 门 AI 相关选修课，尚未形成系统的“AI + 化学”课程群，并且 AI 在化学数据挖掘、反应机理预测、分子设计模拟等前沿领域的应用成果未能及时转化为教学内容。与天津大学、南京大学等部属重点高校的“AI + 化学”课程群建设相比，地方高校需系统构建 AI 背景下的人才培养体系、核心课程及教学平台。

3.2. 个性化培养手段匮乏，学生创新潜能挖掘不足

在 AI 时代背景下学生获取知识的途径多元化，化学学科知识体系庞大且动态发展，学生面对海量学习内容缺乏有效导航。调研发现，超过 65% 的化学专业学生希望获得基于个人兴趣和水平定制的学习方案，但现有教学平台缺乏自适应学习功能。

3.3. 创新能力培养方式单一，AI 赋能创新训练机制不完善

当前化学类学生科研训练主要依托导师课题，存在模式单一、覆盖面小的问题。AI 辅助的科研工具在实验设计、数据分析、跨学科研究等方面的应用尚处起步阶段。与麻省理工学院推动 AI 在化学合成全流程训练、斯坦福大学同步训练算法思维与实验技能相比，国内高校缺乏将 AI 深度融入科研训练的系统性机制，学生运用 AI 解决复杂化学问题的能力培养不足。

3.4. 评价体系滞后，创新潜能与科研潜力难以精准评估

现行学生能力评价仍以课程考核成绩为主要评价指标，对创新思维、科研潜力的动态评估缺乏有效手段。化学创新人才培养需要关注学习行为、过程评估、成果产出等多元化数据，但现有评价模型难以有效融合这些数据并挖掘反映学生创新能力的核心指标，构建对创新人才识别与培养 AI 评价模型国内高校在这一领域的应用尚处起步探索阶段。

4. 原因分析

4.1. 顶层设计滞后, “AI + 化学”融合缺乏系统规划

多数高校尚未将 AI 赋能化学教育上升为学科发展战略, 缺乏跨院系协同的系统规划。课程体系改革往往停留于“增开几门新课”的表层, 未能从知识体系重构、能力培养目标重塑的高度推进 AI 与化学专业的深度融合。天津大学提出“从未来到未来”的理念, 构建智能时代工程人才“知识 - 能力 - 价值”三维图谱, 将 AI 素养全面融入人才培养, 这一系统规划值得借鉴。

4.2. 师资 AI 教学能力有待提升, 赋能型资源开发乏力

化学专业教师普遍缺乏系统的 AI 知识与技能培训, 对 AI 驱动教学的理解多停留在工具应用层面, 尤其是在开发 AI 驱动的教学案例、新形态教材、智慧课程等教学资源方面, 难以将 AI 深度融入课程设计与科研指导。哈尔滨工业大学张兴文教授团队以“数智驱动、融创共生”为核心理念, 构建“学 - 思 - 践 - 悟”贯通式智慧教学系统, 其经验表明教师的 AI 素养是人才培养模式改革的关键。

4.3. 数据基础薄弱, 多元化数据融合困难

化学创新人才培养涉及学习行为统计数据、过程监控数据、创新成效数据等多种类型, 这些数据标准不一、采集困难、融合复杂。高校普遍缺乏统一的数据采集标准和平台支撑, 难以构建反映学生创新能力的多模态数据库。北京大学 SUPERChem 项目团队组织近百名化学专业师生共同编写题目及其解析题目以构建数据库, 以及严格的三阶段审核流程, 为高质量数据建设提供了范例[7]。

4.4. 产教融合不深, AI 应用场景拓展受限

AI 在化学领域的应用需紧密对接化学化工产业发展需求, 但高校与 AI 企业、化学化工企业的合作多停留在实习层面, 缺乏共建 AI 训练与联合开发教学资源的机制。中国科学技术大学[6]联合头部企业开设精准智能化学微专业的实践课程, 学生参与企业实践培训或实习, 为产教协同培养 AI 赋能的化学创新人才培养提供了路径。

5. 对策建议

5.1. 构建“四维融合”的 AI 驱动化学创新人才培养新模式

一是树立“AI 核心能力”理念。借鉴天津大学[3]和南开大学经验, 将 AI 从辅助工具升级为驱动化学创新人才核心能力培养的核心驱动者。设立市级“AI + 化学”教育改革试点, 系统推进课程体系重构, 将 AI 素养全面融入人才培养的“知识 - 能力 - 价值”三维图谱。二是打造贯穿全链条的培养路径。借鉴高校“精准智能化学微专业”经验, 在知识构建层, 利用 AI 构建化学知识图谱, 设计自适应学习系统; 在实验探究层, 开发 AI 辅助实验设计工具; 在科研训练层, 探索 AI 辅助的跨学科项目; 在评价层, 设计融合多元化数据的 AI 评价模型。构建“个性化知识构建 - 智能化实验探究 - 数据驱动科研训练 - 多维创新评价”四维融合模式。以“基于机器学习的光谱解析”为例。

教学目标: 使学生掌握利用机器学习对红外光谱进行官能团智能识别的方法, 理解数据预处理、特征工程、模型训练与评估的完整流程。

内容设计: 红外光谱基础与数据格式(JCAMP-DX); 光谱数据清洗与归一化; 使用 Python (scikit-learn) 构建分类模型; 模型可解释性分析(特征重要性排序对应的官能团吸收峰)。

AI 工具选择: RDKit (分子指纹生成)、scikit-learn (模型搭建)、Matplotlib (光谱可视化)。

实施步骤: 理论讲解与学时上机实践(提供标准化光谱数据集, 学生分组完成模型训练与调优)。

5.2. 建设 AI 赋能的关键教学资源与平台

一是开发“AI + 化学”核心课程群。借鉴南开大学 AI 融合课程建设经验,建设《人工智能化学》《AI 辅助实验设计》《计算化学与机器学习》等前沿课程,形成覆盖本科全程的 AI 化学课程体系。二是建设化学专业知识图谱与智慧教学平台。借鉴天津大学智慧课程建设经验,利用知识图谱技术梳理化学核心知识点间的逻辑关系,构建可扩展的化学知识库。开发智能导学系统,为学生提供个性化学习路径规划。整合学校计算资源,建设面向化学学生的 AI 科研计算平台,提供分子设计、反应预测、谱图解析等 AI 工具。以天津大学“人工智能赋能化学工作室”与斯坦福大学 SAIL 实验室“AI 药物设计课程”为例。

	天津大学	斯坦福大学
培养目标	面向智能时代工程人才,强调“知识-能力-价值”三维图谱	培养具备算法思维与实验技能双栖能力的跨学科人才
课程设置	“AI+ 化学”课程群(如《人工智能化学》《AI 实验》),自研 AI 实验教学系统	AI 药物设计课程,融合 CS231N 等计算机科学课程资源
实施方式	工作室制,跨院系协同,项目式学习	SAIL 实验室制,科研项目驱动,强调产学研结合
优势	体系化程度高,与国内产业需求结合紧密	灵活性高,学生算法训练深度强
局限	对师资 AI 素养要求高,地方高校难复制	依赖高水平计算机学科支撑,课程门槛高

天津大学的“知识图谱 + 智慧课程”思路可降维应用,地方高校无需自研复杂系统,可借助现有平台(如超星、智慧树)构建轻量级知识图谱;斯坦福的“算法思维同步训练”理念可通过开源工具(如 Google Colab 中的简易化学 AI 教程)实现。

5.3. 完善教师 AI 教学能力提升机制

一是建立分类的 AI 教学能力培训体系。面向全体化学教师开展 AI 通识培训,面向骨干教师开展“AI + 化学”深度融合研修,面向教学团队开展 AI 课程开发工作坊。借鉴北京科技大学“AI 双模协同”理念,将 AI 教学能力纳入教师发展考核指标。二是组建“AI + 化学”跨学科教学团队。鼓励化学专业与计算机及相关专业教师共建教学团队,联合开发课程。借鉴华东理工大学“化工 + AI”人才培养研讨会成果,聘请 AI 企业技术骨干参与人才培养方案制定和实践教学指导。

5.4. 构建多源数据驱动的创新潜能评价体系

一是建立创新人才动态数据库。借鉴北京大学 SUPERChem 项目经验,整合学生学习行为数据、过程监控数据、成果产出数据等多元化数据信息,构建学生创新能力全景画像,解析每位学生动态能力图谱[7]。二是开发 AI 融合评价模型。运用机器学习算法挖掘反映创新思维、科研潜力等核心评价指标,实现对创新能力的动态评估。借鉴卡内基梅隆大学 AI 评价研究经验,将评价结果用于个性化培养方案动态调整、科研项目精准匹配、导师指导优化等环节,形成“评价-反馈-改进”的闭环机制。

5.5. 深化产教融合拓展 AI 应用场景

共建“AI+ 化学”产教融合平台,建立跨校协同育人机制。借鉴国内高校精准智能化学微专业实践课程经验,支持高校与化学医药、新材料、新能源等领域龙头企业共建 AI 联合实验室、现代产业学院,将企业真实问题引入教学。借鉴天津大学与教育部产学研合作项目经验,开发 AI 实验教学项目,实现“教学-科研-产业”全链条贯通。

6. 结语

人工智能正在逐步优化化学教育形态, 为创新人才培养带来挑战与机遇, 需要推进课程体系重构、教学资源建设、师资能力提升、评价机制创新。将人工智能从辅助工具升级为核心驱动者, 构建人机协同、智慧驱动的育人体系, 才能培养出适应人工智能时代背景下具备 AI 素养的高素质创新人才。

基金项目

重庆市教育科学规划课题 + 人工智能驱动的高校化学类拔尖创新人才培养模式改革研究 (K25ZZ2150025), 重庆市研究生教育教学改革研究项目: 化学研究生培养中“课程思政”教学路径的设计与实践——以《试验设计与数据处理》为例, 项目编号 YJG233134。

参考文献

- [1] 管培俊, 雷鸣, 胡俊等. 人工智能赋能教育创新推动高等教育高质量发展[N]. 人民日报, 2026-02-10(017).
- [2] 王新风. 我国高校拔尖创新人才自主培养模式与实践难点[J]. 中国高教研究, 2023(7): 39-45.
- [3] 王海媛, 马宁, 张发光, 等. 天津大学化学一流学科拔尖创新人才培养的实践研究[J]. 大学化学, 2026, 41(2): 168-177.
- [4] 翟红林, 张晓响, 曹晶晶. 人工智能新时代下教学改革的新思考[J]. 大学化学, 2024, 39(1): 63-68.
- [5] 郭巧能, 朱西周, 杨光, 等. 基于建构主义理论的化学拔尖创新人才班基础课程教学定量评价体系研究[J]. 化学教育(中英文), 2025, 46(2): 25-32.
- [6] 中国科学技术大学精准智能化学全国重点实验室. 华五“AI+X”精准智能化学微专业培养方案(试行) [EB/OL]. <https://pichem.ustc.edu.cn/2026/0122/c40932a720230/page.htm>, 2026-01-24.
- [7] 北京大学. 北大团队发布化学大模型基准 SUPERChem: 挑战多模态高难度化学推理[EB/OL]. <https://arxiv.org/abs/2512.01274>, 2025-12-06.
- [8] 认知智能全国重点实验室. 认知全重在人工智能顶级国际会议 ICLR 2026 发表化学大模型多层次多维度能力评估新基准[EB/OL]. <https://openreview.net/forum?id=JrgjSkEPrX>, 2026-02-02.
- [9] 胥亚洲. 人工智能驱动下的教育变革与前瞻思考[J]. 科技风, 2024(27): 60-62.