

浅谈人工智能技术融入高校化学教学的意义和举措

冯五一, 赵娣*

北京理工大学化学与化工学院, 北京 102488

摘要: 随着人工智能(AI)技术的迅速崛起, 传统教育模式的弊端有望得到解决。本文基于当前高校化学教育现状, 详细分析了传统大学化学教学存在的不足及原因, 并结合AI技术的优势, 从AI赋能化学教学的角度提出了相应的举措, 希望有效地推动大学化学教学方法改革, 提高高校化学学科教育质量。

关键词: 高等教育; 化学教学模式; 人工智能; 智能化教学; 人才培养

中图分类号: G64; O6-39

Significance and Measures of Integrating Artificial Intelligence Technology into College Chemistry Teaching

Wuyi Feng, Di Zhao *

School of Chemistry and Chemical Engineering, Beijing Institute of Technology, Beijing 102488, China.

Abstract: With the rapid advancement of artificial intelligence (AI) technology, the limitations inherent in traditional educational paradigms are increasingly being recognized and addressed. This paper examines the current state of chemical education in higher institutions, offering a comprehensive analysis of the deficiencies and underlying causes in conventional university chemistry instruction. By leveraging the strengths of AI technology, the study proposes strategic measures from the perspective of AI-enhanced chemistry education. These initiatives aim to drive meaningful reform in university chemistry teaching methodologies and elevate the overall quality of chemical education in academic institutions.

Key Words: Higher education; Chemistry teaching model; Artificial intelligence; Intelligent teaching; Talent training

1 引言

21世纪以来, 伴随着人工智能(Artificial Intelligence, AI)技术的发展, “AI+教育”模式迅速兴起。我国的“AI+教育”发展大致可分为四个时期^[1]: (1) 21世纪初, 计算机和网络技术逐步崛起, “人工智能”相关课程首次被引入教育, 数字化教育雏形初现。(2) 2013年, “互联网+”、数字化、信息化浪潮涌入, 推动了我国慕课(Massive Open Online Course, MOOC)的本土化和国际化, 打破了传统线下教学的束缚, 掀起一场意义深远的“课堂革命”^[2]。(3) 2017年, 国务院颁布了《国家教育事业发展“十三五”规划》, 鼓励各级各类学校利用互联网、大数据、人工智能和虚拟现实技术探索未来教育教学新模式。2018年, 教育部印发《高等学校人工智能创新行动计划》, 提出实施“人工智能+”行动, 推进智能教育发展。(4) 2020年至今, 国家持续推进高校教育教学数字化、智能化

收稿: 2025-02-20; 录用: 2025-04-03; 网络发表: 2025-06-20

*通讯作者, Email: dizhao@bit.edu.cn

基金资助: 国家自然科学基金青年基金项目(22309011); 2025年北京理工大学本科教育教学改革项目(2025KCJS059)

转型,不断深化AI技术的应用实践。2024年3月,教育部启动了AI赋能教育行动,推出在国家智慧教育公共服务平台上线“AI学习”专栏、推动平台智能升级、实施教育系统AI大模型应用示范行动,以及将AI融入数字教育对外开放,搭建国际交流平台四项行动。

尽管目前各类高校已逐步融入互联网、数字化、智能化等新技术,但还远远不够。本文分析了当前高校化学类学科教育在传统教育模式限制下存在的不足,并结合AI的优势,对AI技术融合化学教学的发展方向提出了建议和展望。

2 传统化学教育模式的不足

当前高校化学教育改革不能有效与数字化、智能化技术融合,存在以下四方面核心问题,严重制约教学质量的提升(图1)。



图1 传统化学教育模式的不足

2.1 AI新技术的应用能力欠缺

AI新技术已经逐步成为推动教育革新和转型的驱动力。教师作为教育实践的核心执行者,也必然面临着在人工智能时代进行角色重塑和能力提升的新挑战。尽管大部分教师开始意识到人工智能技术在教育领域的巨大潜力,并积极尝试将其融入日常教学中,但由于缺乏足够的培训和支持,他们在实际操作中往往遇到困难。如何平衡技术应用与教育教学之间的关系成为教师们关注的焦点问题。因此,为了适应人工智能时代的教育教学工作,教师需要不断学习和更新自己的知识,以提升自己应用AI新技术的能力与素养。此外,在当代大学生的学习生活中,AI正逐渐成为不可或缺的一部分,AI技术通过多种方式显著提升大学生的学习效率和学习积极性。然而,Kimi AI助手、豆包AI、ChatGPT、Courser等人工智能学习工具的多元化发展,对学生的自主学习能力和数字适应能力也提出了更高的要求。一方面学生对AI新技术的应用意识和应用能力有待提高,其次,学生在使用AI时,要注意进行独立思考和判断,要控制AI使用率,避免过度依赖AI进行学习和创作。

2.2 教辅资源静态化且匹配低效

化学作为一门古老而又不断发展的科学,既具有基础性又具有创新性^[3],其理论体系随着交叉学科融合持续演进,对教学资源的时效性、跨学科整合能力提出了极高要求。然而,当前高校化学教学却面临着资源方面的困境。由于数字资源发展不均衡,高质量的数字化辅导资料可能受到版权限制或技术障碍,无法被广泛获取,因此高校化学类课程相应的教学辅导资源稀缺。并且传统教材与题库内容陈旧,缺乏与产业应用的衔接,学生可能只是学习了化学知识本身,无法了解所学知识在实际中的应用价值,导致理论与实践脱节,因此现有教学辅导资源无法满足学科前沿跟进与学生多样化的学习需求。同时,由于化学主要研究原子、分子等微观范畴,许多抽象概念(如分子动力学、

反应机理)缺乏直观可视化教辅工具,难以激发学生的学习兴趣与创新思维。

2.3 人工智能软硬件条件不足

化学是一门以实验为基础的科学,高校对于化学教学不能仅仅局限在课堂式教育,还必须结合课堂学习开展化学学科相关的实验类课程,提高学生的动手实践能力^[4]。其中,标准化、规范化的实验室是教师指导学生科学、安全地开展实验的重要场所,但实验课程内容固化,难以模拟复杂场景或前沿课题。同时,具有丰富的AI软硬件使用专业知识和实践经验的师资匮乏,制约了学生动手实践与科研能力发展。

除了实验类课程以外,应用型高校开展实践类教学还应为学生提供实习实训的机会,让学生切实了解到行业的真实工作环境和工作内容,将教学培养目标与企业的用人需求结合,不能让高校的教育模式局限在象牙塔。然而在新形势下,市场经济条件为寻找合适的实习单位带来困难,构建企业、高校和学生三者之间都能受益的新型教学模式和相互关系是富有挑战性的^[5],并且短期的认知实习也很难让学生掌握到有价值的实操技能,这种校企合作机制的不完善,导致产学研协同效应薄弱。因此,实验教学亟需融入更多AI软硬件设备,打造新型智能实验室,缩短高校教学与实际应用之间的差距。

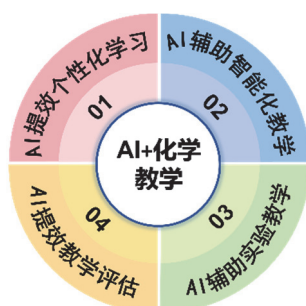
2.4 教学评价机制单一且滞后

现有教学评价体系过度依赖终结性考核(如考试、实验报告),忽视过程性能力评估。这种评价方式也会导致学生只关注最终成绩,而忽略学习过程中的知识积累和能力提升。同时,过于注重结果的评价也容易使学生产生焦虑情绪,影响他们的学习兴趣和积极性。每个学生都有自己的学习风格、兴趣和能力水平,但现有的教学评价往往忽视了学生的个体差异,一刀切的评价标准可能无法准确反映学生的实际学习情况和进步程度。

此外,现有教学评价制度具有严重的滞后性,不仅反馈周期长,而且内容笼统。具体来说,教师对课后作业的批改周期往往相对漫长,至少在1周后才能将上次作业情况反馈给学生,测试或考试成绩则需要更久;很多时候甚至不会告知学生期末考试的答题情况,学生只能得知自己的分数和排名。这一方面会导致学生无法准确评估自身学习状态、定位知识盲区,从而难以制定合理的学习计划;另一方面也会导致任课教师无法及时了解学生的学习情况,不能动态调整教学策略,进而影响整体的教学效果。

3 人工智能技术与高校化学教学的融合方向

结合当今发展火热的AI技术(包含智慧平台、AI助教、机器学习等),推动高校教育教学手段的改革,可以很好地解决上述问题。简要说来,未来高校的“AI+化学教学”模式应朝着个性化、智能化、方便化和及时化的方向发展(图2)。



3.1 AI提效个性化学习

为了更好地与AI技术共存,教师们需要不断学习和提升自己的技能。一方面,学校应该为教师

提供更多关于人工智能技术的培训机会；另一方面，教师也应主动关注行业动态和技术发展趋势，以便及时调整教学方法和策略。同时，学生也应加强AI工具能够提高个性化学习的意识，提高借助AI技术辅助学习的能力。教育部门还需要制定相应的政策和规范来指导和监管AI技术在教育领域的应用，确保其能够真正服务于教育事业的发展。

具备AI使用意识和掌握好AI工具之后，通过多种途径来提效个性化学习(图3)。高校可以利用AI技术建立个性化智慧学习平台。在授课前，先通过大数据分析学生的学习偏好，精准地为学生推荐适合他们的学习资源，如化学教学视频、在线课程、科普文章、练习题等，满足不同学生的多样化学习需求，提高学习的针对性和效果。随着教学内容的推进，根据学生的学习进度、知识掌握程度、学习习惯和兴趣爱好等，及时为每个学生量身定制个性化的学习计划。例如，为基础薄弱的学生规划更多基础知识点的学习和巩固，为学有余力的学生推荐拓展性的学习内容和深入探究的课题，帮助学生更高效地学习化学知识。AI技术通过智能识别^[6]、智能分析与处理、智能测评^[7]等手段，可以深度了解学习者的个人特点，从而为学生提供个性化的学习路径和反馈机制，根据学生的学习进度和能力水平，智能推荐相关的学习资源和实验项目。这种“AI+个性化学习”模式，可以真正突出学生在学习过程中的主体地位，其本质内涵表现为三个方面：以学生的个性化需求和特征为前提，以学生的个性化学习过程为核心，以学生的个性化发展为最终目标^[8]。此外，依据不同学生的个人兴趣爱好，利用AI技术在学习平台中将学科知识融合游戏、竞赛、体育、影视等元素，可以进一步娱乐化学习体验，在达成教学目标的同时，还可以发现及拓展个人特长，从而提高个人学习主动性，有利于发展高阶思维能力。

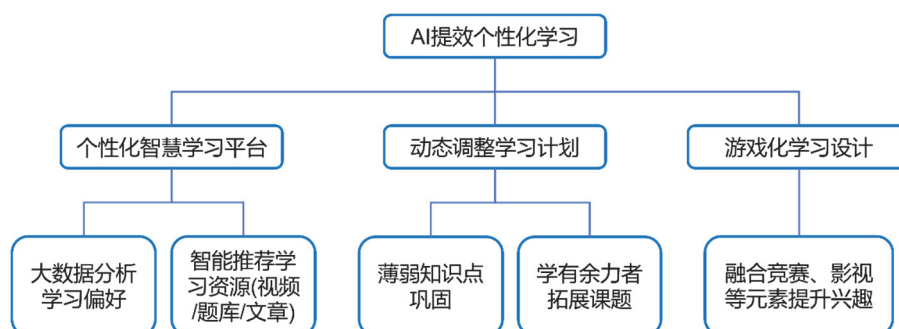


图3 AI提效个性化学习

“AI+个性化学习”不仅可以激发学生的学习兴趣，刺激主观能动性，对于任课教师来说，也可以根据学生特点，针对性地设计教学方案，做到因材施教。刘邦奇提出基于个性化学习的智慧课堂教学模式包括“三段十步教学流程”，其中课前阶段突出“个性预习预设”，课中阶段开展“分层合作学习”，课后阶段实行“个性辅导拓展”^[9]，通过涵盖包括备课、教学、作业、测验、辅导等全过程的智能化平台，为日常教学提供有数据支撑的针对性教、个性化化学服务。杨丽娜等构建了基于整合技术的学科教学知识(Technological Pedagogical and Content Knowledge, TPACK)框架下的教研资源库和教研资源智能推荐模型，以小学语文学科教研资源智能推荐为例，就教研资源智能推荐涉及的偏好建模、智能推荐算法选择以及智能推荐实施等关键问题进行了实践探索^[10]，不仅面向执教教师提供了主题教研资源，并且将帮助教师持续改进课堂教学效果。以上实施方法和案例同样可以为高校化学的智能化、信息化教学提供实践指引。

3.2 AI辅助智能化教学

考虑到高校化学类教材的时代滞后性、教师科研与教育工作的平衡性等因素，合理地运用AI工具，实现“AI+辅助教学”，可以协助教师快速生成适应于时代发展的化学教案、课件、测试题等教学材料，节省教师的备课时间和精力，让教师能够将更多的时间用于关注学生的个性化需求和教学

创新(图4)。例如,可以根据教学大纲要求,打破原有的课程条块、整合各学科的相关知识点,自动生成内容丰富、形式多样的教案和课件,大大提高教学准备的效率;还可以依据当今化学学科的研究热点,融入一些前沿的专业知识、研究进展或产业现状,优化教学内容、梳理教学逻辑、提升教学设计水平,尽可能保证教学内容与专业性研究或产业化应用接轨。对于化学专业课程中较为抽象、难以理解的基础理论知识,例如分子、原子间的相互作用,化学反应原理等,可以采用数字化技术,运用ChemDraw等建模软件,进行可视化的分子建模和分子动力学模拟^[11],从而让学生更直观地理解化学原理,辅助教师增强教学效果。在大学的学习中,文献是非常重要的教辅资源,但其范围广、更新快、质量良莠不齐的特点,给人为检索和筛选造成极大的困难。利用AI可快速、精准地选取合适的文献以补充、拓展教学内容,发掘、培养学生的科研能力。

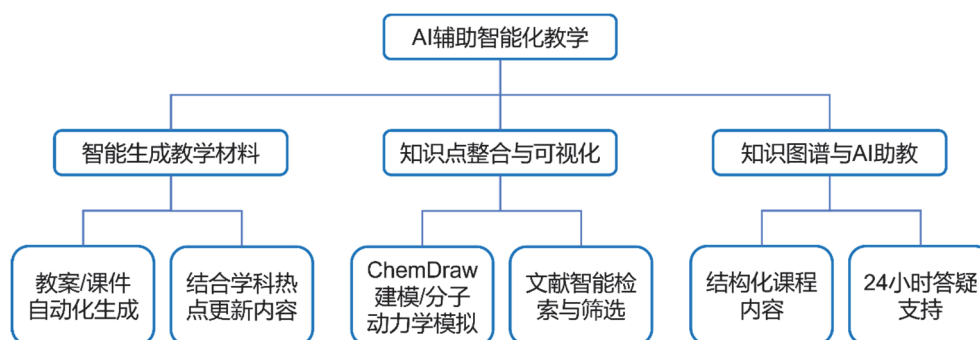


图4 AI辅助智能化教学

此外,得益于近几年大模型算法、机器学习的兴起和飞速发展,建设健全具有成熟知识图谱、AI助教智能化平台也逐渐成为了可能,这对AI的推理能力和准确回答能力是有较高要求的。李玲和王国成对线上无机化学课程进行“数智化”改造,建设了无机化学知识图谱并开设AI助教,其中知识图谱可以将课程内容进行拆解、对碎片化的知识点进行重构与整合,并关联课程的学习视频、试题等,呈现知识系统的结构化与可视化;AI助教可以管理后台、上传学习资料,并针对学生在线学习过程中遇到的问题开展24小时答疑(在AI知识库预先录入答案,基于课程资料进行智能学习)^[12]。他们还以“沉淀溶解平衡”的教学为例展示了AI赋能的教学效果,通过这种混合式教学,在融入真实化工情境的同时也提高了学生的学习意愿。卢滇楠等通过教学资源准备、数据清洗与标注环节、形成向量知识库、垂直模型训练四个关键步骤,初步构建出一个基于大语言模型的垂直训练解决方案,并不断对模型进行校准优化,成功用于化工热力学课程的AI助教建设^[13]。该实践案例证明AI助教可以辅助教师高效备课并提供及时反馈;同时对于学生可以帮助其补齐短板,构建更加合理的知识结构,激发创新能力。

3.3 AI辅助实验教学

对于高校的化学实验类课程,可以考虑建立模拟仿真平台,打造虚拟实验室。利用计算机模拟技术构建虚拟的化学实验环境,形成“AI+实验教学”,可以让学生在安全、无风险的情况下进行实验操作(图5)。虚拟实验还可以模拟各种复杂的实验场景、实验过程和实验结果,帮助学生更好地理解实验原理、掌握实验步骤和操作要点,同时降低实验成本和风险,解决实验设备不足或实验条件受限等问题。运用数据模型和机器学习,可以对物质的理化性质或者实验的数据结果进行预测^[14],这种AI预测技术能够让学生在实验前对结果先进行合理预设,当实际结果与预测结果出现偏差时再进行原因分析,锻炼学生综合分析问题和处理问题的能力。其中需要注意的是,利用AI进行的实验模拟仿真应尽可能揭示抽象的化学原理、动态的化学过程等,可作为实验的预习但不应完全替代实操,实验教学仍要牢牢抓住培养学生实验能力和探索精神的本质,而虚拟实验室只是作为辅助学生

理解实验原理和实验现象的工具。此外，通过实验预测还可以对实验开展过程中可能存在的风险进行评估，加强学生的风险防范意识。AI还可以模拟化学实验中的数据变化，并通过图表、曲线等形式进行可视化展示，帮助学生学会分析实验数据、得出结论，培养学生的实验数据分析能力和科学思维。

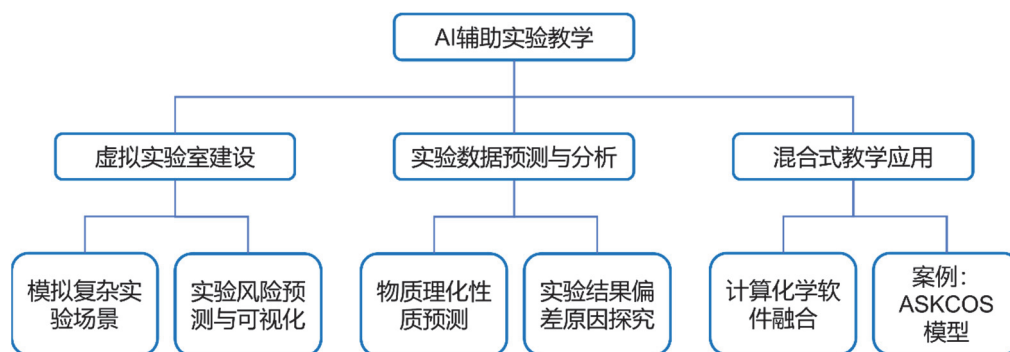


图5 AI辅助实验教学

杜静等介绍了人工智能与化学实验课程的结合以及AI+化学化工虚拟仿真平台建设，他们采用线上软件学习和线下知识点串讲的混合式教学方式，将计算化学和人工智能相关软件的化学应用融合进入实验课堂^[15]。所构建的AI+化学化工虚拟仿真平台对物质的理化性质具有强大的预测功能，包括沸点、熔点、密度、表面张力、临界值等，在此基础上还在平台上添加了教学、科研、科普等多方面资源，不仅有助于学生更好地掌握化学理论知识和实验技能，还为相关领域的学者提供了良好的学习交流平台。周成卓和谢召军选取了ASKCOS模型的正向反应预测模块和逆合成预测模块，分别对水杨酸和乙酸酐正向合成以及乙酰水杨酸逆合成实验进行预测，预测结果能够有效命中大多数使用的前体化合物和目标产物^[16]。这种模型预测所取得的良好结果证实了其应用于有机化学实验教学中的可行性。实验指导教师可以在实验前的原理讲解部分融合AI预测的相关模型在指导有机合成设计中的具体应用，可以激发学生的兴趣，更深入地了解相关概念，拓展传统教学的边界。

3.4 AI提效教学评估

针对现有教学评价体系不完善、结果反馈不及时方面的问题，采用融合数字化、智能化技术的“AI+教学评估”模式可以很好地解决(图6)。AI可以很好地胜任助教角色，能够快速、准确地批改学生的化学作业和试卷，减轻教师的批改负担。同时，还可以对学生的作业和测试情况进行详细的分析，指出学生的知识薄弱点和错误原因，为教师提供有针对性的教学反馈，帮助教师及时调整教学重点和方法。在课余时间，AI“助教”可以代替任课教师实时跟踪学生的学习过程，包括学习时间、学习行为、学习进度等，通过多维度的数据评估学生的学习效果和状态，为学生提供全面的学习反馈和建议，让学生及时了解自己的学习情况。此外，通过收集学生在整个化学课程学习过程中多方面的数据，教学情况考查也不再局限于传统的考试成绩，而是涵盖了整个学习过程，通过对这些数据的综合分析，能够更全面地了解学生的学习情况。基于多维度数据的分析，AI也能够对学生的学习效果进行智能评价，给出详细的评价报告和改进建议。

夏枫将AI技术应用到具体的中职化学教学案例中，以讲授电解质溶液导电性为例，进行了智能化课程设计：首先通过AI系统自动生成定制化试卷、完成批改以及错题解析；实时捕捉课堂回答正确率、互动参与频次等信息，深度分析学生的学习行为特征及对知识点的兴趣偏好；最终学生通过AI评价系统上传学习成果，系统自动生成学习记录和学习报告^[17]。这些举措不仅减轻了教师搜集整理教学资料的压力，而且最大限度避免了人工出题、批改作业可能出现的纰漏，也方便了教师及时掌握学生的学习效果，从而针对性地制订教学计划和策略。

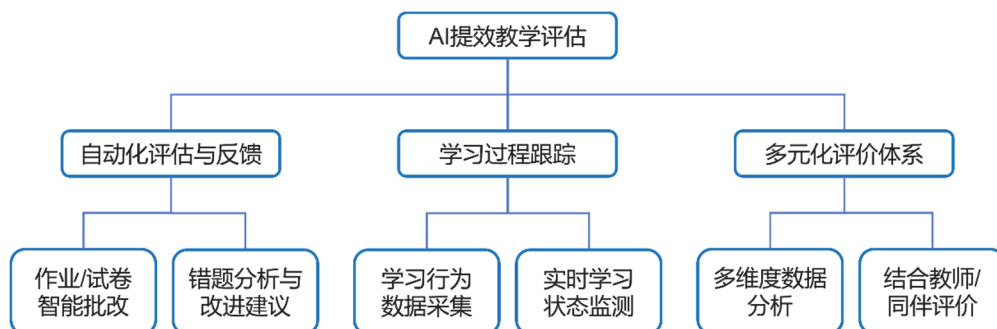


图6 AI提效教学评估

然而,在享受“AI+化学教学”所带来的便利之前,其中可能存在一些负面影响也需要考虑。例如,为确保“AI助教”评估结果的准确性,可以从三个角度采取措施:在数据和算法方面,需收集多样化的数据,包括学生的作业、实验报告、课堂表现等,以全面反映学生的学习情况;使用高质量、大规模的数据集对AI模型进行训练,确保模型能够准确识别和理解化学知识及学生表现。在评估标准方面,制定明确的评估标准,确保AI评估过程的一致性和可重复性;同时注意将评估标准与化学教学目标相结合,确保评估结果能够真实反映学生的学习成果。在人工检验与管理方面,教师应持续对AI评估结果进行监督和审核,确保评估结果的准确性和合理性;教师也应及时给予学生反馈,帮助他们了解自己的学习情况和改进方向。此外,为预防学生对AI工具的过度依赖或作弊行为的发生,首先应加强诚信教育,严厉惩处作弊行为,通过设立学术诚信委员会、签署诚信承诺书等方式,增强学生的诚信意识;可以使用防作弊技术,利用AI监测学生的考试行为,如屏幕截图、摄像头监控等,及时发现并处理作弊行为;也可以建立多元化的评价体系,将AI评估与其他评价方式相结合,如教师评价、同伴评价等,避免单一评价方式带来的片面性。

4 结语

教学的本质在于“授人以渔”,教师讲授的知识不仅仅是作为学科基础,更应成为能力培养的锚定点。使学生具备优异的学习能力及创新能力是教学的终极目标,而AI技术的融入则是更高效地加快能力培养的进程。但是,AI技术是一把双刃剑,它是方便学习的有力工具,但同时,过于依赖它也可能会削弱我们的思维创造力。未来在AI技术融合高校化学学科教育教学时,需要明确教师的使用主导地位,以及学生的受益主体地位。同时,需要明白AI绝不是教育工作者的替代者,而是教师教学的辅助者,是传统教学方式改革的推动者。

在今后,推动AI技术融入高校化学教学,最大限度地发挥AI优势,还需做到以下几点:(1) 相关部门给予政策指引和资金资源支持;(2) 高校组织开展相应的技能培训,提高化学教师队伍对AI技术的掌握和熟练运用能力;(3) 鼓励教师将AI技术合理运用到教学和科研工作中,重视AI技术的作用;(4) 教师可以开设AI结合化学领域前沿技术的相关课程,向学生教授AI的正确使用方法以及如何与未来所希望从事的研究领域结合;(5) 制定教师和学生使用AI技术的规范和标准,合理安排AI技术的使用时机和范围;(6) 建立相应的监督和反馈渠道,鼓励教师和学生反馈关于AI使用的任何问题。只有从高校教师到学生都能够充分了解并正确运用AI技术,才能有效促进学科交叉和科技进步,使高校的教育教学成果得到正向反馈。

参 考 文 献

- [1] 杨佳慧. 我国人工智能教育政策的文本研究[硕士学位论文]. 黄石: 湖北师范大学, 2023.
- [2] 李平, 尹超. 大学化学, 2024, 39 (10), 402.

- [3] 程燕林, 吴树仙, 戴庆, 陈春英, 赵宇亮. 中国科学院院刊, **2022**, *37* (3), 288.
- [4] 冯玉全. 当代化工研究, **2018**, No. 2, 92.
- [5] 刘玉玲, 卓馨. 宿州学院学报, **2011**, *26* (11), 115.
- [6] 曹晓明, 张永和, 潘萌, 朱姗, 闫海亮. 远程教育杂志, **2019**, *37* (1), 32.
- [7] 牟智佳, 俞显. 中国远程教育, **2018**, No. 5, 55.
- [8] 刘斌, 王孟慧. 教育探索, **2021**, No. 7, 80.
- [9] 刘邦奇. 中国电化教育, **2020**, No. 9, 30.
- [10] 杨丽娜, 陈玲, 张雪, 柴金焕. 中国电化教育, **2021**, No. 2, 43.
- [11] 陈冬梅. 化工设计通讯, **2023**, *49* (12), 111.
- [12] 李玲, 王国成. 大学化学, **2025**, *40* (6), 1.
- [13] 卢滇楠, 党漾, 王宏宁, 黎叙锐. 清华大学教育研究, **2024**, *45* (5), 89.
- [14] 张思源, 张志成, 李荣金. 大学化学, **2025**, *40* (1), 206.
- [15] 杜静, 于曦, 马骁飞, 赵温涛. 大学化学, **2024**, *39* (11), 65.
- [16] 周成卓, 谢召军. 大学化学, **2025**, *40* (2), 320.
- [17] 夏枫. 大学, **2024**, No. 32, 3.