

Construction of a Dual-Cycle Model for Teaching Environmental Chemistry Courses Enabled by AI- An Integrated Framework for Project-Based Learning for Graduate Students

Xiaojuan Bai Ruihan Zhang

School of Environmental and Energy Engineering, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing, 102616, China

Abstract

Environmental chemistry is a fundamental course for the major of environmental engineering. The core of its teaching is to enable postgraduate students to master the laws of pollutant migration and transformation and the ability to conduct in-depth analysis of experimental data. However, the traditional course model is no longer suitable for the talent cultivation needs of the digital age. This study explores a DoPBL-BOPPPS double-loop teaching model centered on project-based learning and targeted at postgraduate students. Before class, students use online course resources to systematically learn AI-related technologies such as Python; during class, they use AI for data analysis and model experiments; after class, they practice through online learning platforms to fill in knowledge gaps. This model not only enhances postgraduate students' ability to solve complex environmental problems with artificial intelligence but also provides integrated ideas for the teaching reform of environmental chemistry courses or the AI empowerment of science and engineering courses.

Keywords

Artificial Intelligence; Environmental Chemistry; DoPBL-BOPPPS Double-Cycle Teaching Model; Teaching Reform; Interdisciplinary Teaching

AI 赋能环境化学课程教学双循环模式的构建——面向研究生的项目式学习整合框架

白小娟 张芮菡

北京建筑大学环境与能源工程学院, 中国·北京 102616

摘要

环境化学是环境工程专业的基础课程。其教学核心是让研究生掌握污染物迁移转化规律、实验数据深度分析的能力,但传统课程模式已难以适配数字化时代人才培养需求。本研究探索了以项目式学习为核心、面向研究生群体的DoPBL-BOPPPS双循环教学模式。学生在课前利用网络课程资源,系统学习如Python一类的AI相关技术;课中利用AI进行数据分析、模型实验;课后通过在线学习平台练习对知识进行查漏补缺。该模式不仅能提升研究生运用人工智能解决复杂环境问题的能力,还能为环境化学课程教学改革或理工科课程的AI赋能提供融合思路。

关键词

人工智能; 环境化学; DoPBL-BOPPPS双循环教学模式; 教学改革; 跨学科教学

1 引言

1.1 研究背景与意义

为更好地落实人才强国战略,党的二十届三中全会强

【资助项目】北京建筑大学2024年度研究生教育教学质量提升项目(项目编号: J2024006);北京高校优秀创新育人团队-创新实践型环境工程专业育人团队项目资助。

【作者简介】白小娟(1985—),女,中国陕西宝鸡人,博士,教授,从事环境光催化研究。

调“加强交叉学科建设。”国务院则提出要“创新人机协同教学模式。”在此政策背景下,环境领域要求环境专业人才具有更完备的知识基础、创新能力。推动学科交叉融合,深化人工智能赋能学科教育,将传统教学与人工智能相融合,实现教育教学模式的转型,已成为教育改革的必然趋势。

1.2 环境化学课程特点与教学挑战

环境化学主要研究化学物质在水、大气、土壤等环境介质中的来源、迁移、转化^[1],涉及化学、生物学和环境学等多领域知识。学生不仅需要理解COD等基础概念,还需深入到自由基反应等微观层次上的反应机理。基于上述特

准定位知识漏洞。教师也能根据反馈动态调整后续教学重难点,为后续PBL项目的开展奠定扎实的知识与技能基础。

2.4.2 PBL项目(70%)

PBL项目分为项目提案(10%)、中期答辩(20%)、项目报告+代码(25%)及最终成果展示(15%)四个部分。项目提案主要考察学生发现问题的能力,最终要求学生上交一份提案,包括项目背景与意义、项目核心目标、技术路线等。中期答辩主要考察学生计划执行、问题解决的能力,最终要求以汇报加报告的形式进行展示,教师对此打分并提出改进建议。项目报告+代码考察学生综合研究与书面表达的能力,要求学生根据指导意见,提交一份完整的学术报告+代码。最终成果展示考察学生公开表达、逻辑梳理与临场应变能力,要求学生进行15分钟的PPT演讲,老师并根据答辩内容进行5-10分钟的问答。

3 AI赋能环境化学教学模式的实施路径与可行性分析

3.1 具体实施步骤

在课前,学生需要AI工具基础知识,教师则整理学习资源包和搭建学习平台,提供知识铺垫、答疑及讨论功能。在课程实施中,理论教学结合BOPPPS教育模式,同步嵌入AI技术的应用场景。实践教学涉及案例分析、数据处理等形式,学生以汇报形式呈现,评委老师进行打分。最后教师根据课堂互动及反馈调整课程学习进度,并将高频疑问上传至问题库供后续参考。每学期结束后,教师根据任务完成情况与问卷进行反思,形成总结报告。

3.2 关键支撑条件与保障机制

为保障双循环模式落地,学校可以调整教学评价和奖励制度,提升项目成果和过程表现的权重。此外,开发集资源、习题、环境前沿知识补充等板块于一体的软件或智慧平台,保障云端算力供给与专业数据库支撑。学校可以引入具备AI技术的教师,采用双师协同授课模式,使教学覆盖更加全面。

3.3 可行性分析

从政策角度来说,AI赋能环境化学课程教学符合教育改革方向。北京教育科学研究院在2024年指出,人工智能的合理应用在构建高质量教育体系方面具有显著优势。^[12]目前环境监测等行业正逐步引入AI技术。学生掌握相关技术能提高就业竞争力,适配其就业需求。此外,以MOOC为代表的在线学习平台已搭建起成熟的技术体系,学生可利用丰富的网课资源自主学习知识,教师也能利用公开数据平台使课堂讲解更直观。

4 结论与展望

4.1 研究结论

本研究设计了AI赋能环境化学课程教学的DoPBL-BOPPPS双循环教学模式。模式中的DoPBL宏观循环和BOPPPS微观循环共同推动开设研究生高质量环境化学课程

教育教学。在实际教学中,教师使用AI开展教学活动,理论上将教学重心转向学生能力培养。这样做不仅能增强学生对知识的理解,还能锻炼其解决复杂环境问题的实践能力。

4.2 局限与挑战

从安全角度说,需要保障数据存储与使用安全,防范学生信息与实验数据交叉泄露。教师也需熟练掌握Python等AI工具在环境化学领域的应用技能,并具备跨学科教学设计能力。此外,AI是把双刃剑,教师合理运用AI能形象展示转化机理,提升教学质量。相反,学生过度依赖AI完成污染浓度计算等任务,易形成技术依赖,弱化思辨能力。

4.3 未来展望

未来可以尝试推动该模式向自主学习方向发展,利用科技构建学生个人画像并推荐个性化学习路径,实现真正的“1v1”智慧教学。同时尝试研究开发适配环境化学教材的学习平台,使其能够更精准地为教师、学生提供服务,真正实现AI赋能。还可以尝试将此模式应用到环境工程其他课程中,进一步探索在不同学科语境下的普适性规律与个性化实施方案。

参考文献

- [1] 祁凝,任凌霄,姜德彬,等.后疫情时代的多维度教学改革探讨——以《环境化学》为例[J].山东化工,2021,50(08):208-209+211.
- [2] 王帅国.学堂在线平台:以创新推动高等教育数字化升级[J].中国高等教育,2023,(02):37-42.
- [3] 曹晓东,庞丽萍,完颜笑如.具有AI技术特征的人机工效学课程教学方法[J].教育教学论坛,2021,(26):121-124.
- [4] Kulkarni, S., Lawson-Smith, E., Mongan, L. et al. Exploring student perceptions of the Osmosis digital learning platform in undergraduate medical education and its influences on motivation and inclusivity. BMC Med Educ 25, 1041 (2025).
- [5] 杨静,张萌,朱亮,等.人工智能在环境工程中的应用:热点演化与未来趋势[J].环境工程学报,2024,18(11):3049-3058.
- [6] Hu, Y., Yu, C., Wang, S. et al. Identifying a highly efficient molecular photocatalytic CO₂ reduction system via descriptor-based high-throughput screening. Nat Catal 8, 126-136 (2025).
- [7] 胡志荣,周军,甘一萍,等.基于BioWin的污水处理工艺数学模拟与工程应用[J].中国给水排水,2008,(04):19-23.
- [8] 叶林,吴兵,蒋丽娟,等.融合大数据分析的环境工程微生物学教学改革探索[J].高等工程教育研究,2024,(01):54-57.
- [9] 何克抗.建构主义的教学模式、教学方法与教学设计[J].北京师范大学学报(社会科学版),1997,(05):74-81.
- [10] 董艳,孙巍.促进跨学科学习的产生式学习(DoPBL)模式研究——基于问题式PBL和项目式PBL的整合视角[J].远程教育杂志,2019,37(02):81-89.
- [11] 曹丹平,印兴耀.加拿大BOPPPS教学模式及其对高等教育改革的启示[J].实验室研究与探索,2016,35(02):196-200+249.
- [12] 乔纳纳,张杰,李大灿.以人民为中心视角下高校参与社区教育的路径探索[J].科教导刊,2024,(01):36-38.