

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2026.06.005

AI赋能、产教融合驱动下的水质工程学课程 教学改革与实践

朱易春, 董姗燕, 连军锋, 黄书昌, 张 军, 刘祖文
(江西理工大学 土木与测绘工程学院, 江西 赣州 341000)

摘 要: 水质工程学是给排水专业核心课程,课程教学改革面向“水健康社会循环”、“双碳”目标等国家战略,对培养适应时代发展需求的新工科卓越人才具有重要意义。围绕学科课程改革的普适性需求,在“人工智能(AI)赋能、产教融合”驱动下,通过“专业知识+社会价值”的思政案例库建设、AI全过程学情管理与混合式教学创新、跨校虚拟教研室资源共享机制、校企动态更新课程内容与实践基地共建,有效破解传统工科教育“学用脱节-资源孤岛-内容滞后-课堂僵化”痛点。该教学改革模式能够充分发挥学科或地域优势,可直接复制应用于各类工科课程,为培养“德才兼备、技术过硬、创新驱动”的工程人才提供新范式。

关键词: 水质工程学课程; 教学改革; 思政; 人工智能; 产教融合

中图分类号: TU99 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2026)06-0024-07

Teaching Reform and Practice of the Course Water Quality Engineering Driven by AI Empowerment and Industry-Education Integration

ZHU Yichun, DONG Shanyan, LIAN Junfeng, HUANG Shuchang, ZHANG Jun,
LIU Zuwen

(School of Civil Engineering and Surveying & Mapping Engineering, Jiangxi University of Science
and Technology, Ganzhou 341000, China)

Abstract: Water Quality Engineering is a core course in the water supply and drainage science and engineering major. The teaching reform of this course is oriented toward national strategies such as the “healthy water cycle society” and the “dual carbon” goal, playing a vital role in cultivating outstanding emerging engineering talents equipped to meet the demands of the era. Focusing on the universal needs of professional course reform, driven by artificial intelligence (AI) empowerment and industry-education collaboration, through the development of ideological-political case repository integrating professional knowledge with social values, AI-supported whole-process learning analytics and blended teaching innovation, cross-institutional resource-sharing mechanisms via virtual teaching and research platform, collaborative development of practice bases and dynamic updates to course content, the course has effectively addressed the chronic issues in traditional engineering education: the gap between learning and application, isolated educational resources, outdated content, and rigid classroom models. The proposed model advocates leveraging disciplinary or regional strengths, making it readily replicable

基金项目: 江西理工大学教学改革研究课题(XJG-2024-8); 江西理工大学“课程思政”课程改革项目(XZG-25-04-23)
通信作者: 朱易春 E-mail: zhuych@jxust.edu.cn

and applicable across various engineering courses. It offers a new paradigm for cultivating engineering talents who are ethically grounded, technically proficient, and innovation-driven.

Keywords: the course Water Quality Engineering; teaching reform; ideological-political education; artificial intelligence (AI); industry-education integration

给排水科学与工程专业以水为核心研究对象,致力于构建水的良性社会循环体系^[1]。新工科建设提出“以战略需求为导向、以智能技术为支撑、以多元场域为载体、以学生发展为中心”的新要求,水质工程学作为给排水科学与工程专业核心课程,其教学改革需突破传统模式的桎梏。聚焦新工科内涵与创新型人才培养目标,通过剖析水质工程学课程教学中的“学用脱节-资源孤岛-内容滞后-课堂僵化”等痛点,从顶层设计、技术融合、场域构建、方法转型多个维度,系统探讨课程改革创新路径,旨在为提升学生工程素养与综合能力提供实践参考。

1 课程发展与定位

水质工程学课程在培养学生工程实践和创新能力上发挥着重要作用。江西理工大学给排水科学与工程专业是首批国家一流本科专业建设点,水质工程学课程发展历程与专业建设紧密相连。近年来,学校水质工程学课程建设与改革成效显著,经历了教改探索、改革实践、创新引领、产教融合与数字深化等阶段(见图1)。



图1 水质工程学课程建设历程

Fig.1 Development history of the course Water Quality Engineering

对标课程培养目标,在深刻理解水质安全对“水健康社会循环”、“双碳”目标等国家战略具有重要作用的基础上,树立给排水行业绿色发展的责任感和使命感,依托江西理工大学在稀土与关键矿产等领域的行业特色,以立德树人为根本任务,围绕国家稀土战略产业绿色发展目标,针对现代水务行

业对高素质、创新型人才的需求,培养一批“德才兼备、技术过硬、创新驱动”的卓越给排水工程师,形成具有鲜明应用导向的课程教学体系。

2 课程教学痛点分析

① 解决复杂工程问题能力缺失

传统教学模式过分注重理论知识传授,忽视了工程实践能力培养。现有课程内容与产业实际需求脱节明显,“教”“学”“用”之间存在断层。教师主导的教学方式难以激发学生的学习兴趣 and 主动思考能力,导致学生在面对真实工程问题时缺乏系统性思维和解决复杂问题的能力。

② 优质资源孤岛化与教研协同不足

传统教学资源更新滞后且呈现碎片化特征,各高校、教师之间的优质教学资源难以实现有效共享,形成“信息孤岛”。在“双碳”目标、“健康循环”等新理念融入教学方面,缺乏跨区域、跨校的协同创新机制,导致优质教育资源无法形成聚合效应,限制了整体教学质量提升。

③ 产业需求与人才培养错位

课程内容更新速度远落后于产业发展,未能及时纳入脱氮新技术、废水资源化利用等前沿技术。在“双碳”目标背景下,新型节能降耗技术的开发和应用已成为行业发展的重要方向。但是现有教学体系缺乏企业专家深度参与和真实项目驱动,难以培养出符合产业需求的创新型人才。

④ 传统课堂无法支撑高阶能力培养

以教师为中心的知识灌输模式无法有效培养学生的批判性思维、创新能力和自主学习能力。面对低碳水处理工艺设计等开放性问题,传统课堂在组织深度研讨和探究方面存在明显局限性。大班教学环境下,个性化指导和精细化跟踪受限,制约了学生高阶能力的培养。

3 课程创新改革举措

基于课程痛点分析,课程团队以新工科人才培养需求为导向,持续开展课程建设与改革工作。总结过去5年课程教学改革和实施效果,在思政铸魂

的基础上,提出“人工智能(AI)赋能全过程管理-校企融合双课堂-线上线下混合式教学-区域虚拟共享平台”的课程创新设计与改革方式(见图2)。



图2 水质工程学课程创新改革举措

Fig.2 Innovative reform measures of the course Water Quality Engineering

3.1 红色文化助力教学过程

水质工程学课程蕴含大量的思想政治教育元素,有助于培养学生的家国情怀、社会责任感、创新精神和生态文明理念。依托赣南红色资源禀赋与市政工程学科全国样板党支部优势,该课程积极推动思政与课程的深度融合。

课程教学中融入赣南红色资源(如革命精神、老区建设史),将其与专业知识点结合,构建“红色基因+专业原理”的思政案例,培养学生家国情怀与责任担当;同时聚焦国家战略需求(如生态文明、“双碳”目标)与行业痛点(如污染治理、资源开发),将专业知识与社会问题深度绑定,强化学生“科技报国”的使命感;此外,课程以习近平生态文明思想为指导,将绿色低碳、循环发展理念融入教学全过程,引导学生树立“绿水青山就是金山银山”的发展观。

围绕课程核心知识点(如微生物处理、废水处理工艺),设计兼具专业性与思想性的思政案例,通过“问题导向-原理解析-价值引申”链条,实现思政元素的自然渗透。通过“环境伦理学-生态文明的践行者”等20余个思政案例,讲解水质安全对“水健康社会循环”国家战略的支撑作用,以及低碳工艺对碳达峰碳中和目标的贡献。学生在课程设计中主动优化污水处理工艺的碳足迹,绿色低碳发展理念深入人心。学生课程参与度显著提升,课程结束后主动参加各类学科竞赛和大学生创新创业训练项目的比例大幅增长,实现了“从被动接受知识到主动探索价值”的转变。

3.2 创建线上线下混合式一流课程

水质工程学教学过程注重理论与实践结合,引导学生向新工科人才培养需求方向发展。充分利用信息技术手段,依托丰富的网络教学资源 and 自建的数据案例资源,结合理论与实践教学、情景教学打造出线上线下相互融合的混合式教学模式,对提升课程建设和质量、丰富教学方法和手段具有积极的促进作用,符合本科课程建设高阶性和创新性的发展要求^[2]。

课前教师依托建立的知识图谱与大数据分析技术,将课程知识要点、难点归类,以学习任务形式下发,让学生自主预习,强化学生个人学习能力。授课过程中以“双碳”目标为导向,及时更新教学内容,引入好氧颗粒污泥、短程硝化-反硝化、AOA、厌氧氨氧化等前沿技术和实际案例,紧跟厂网节能降耗、资源循环等协同降碳绩效评价目标,同时也更能激发学生学习兴趣和满足水质工程学对技术革新的需求。为增强学生学习效率,讲授中对教学问题精准化聚焦,利用云平台数据实时呈现学习难点词云,针对性地进行知识点精讲,结合教师科研项目与相关实验数据,让学生通过“发现问题-分析问题-解决问题”的路径完成闭环式学习。此外,采用翻转课堂与探究式学习方式,课堂时间用于深度研讨、小组协作和探究性活动,将课堂从“讲授场”转变为“思维场”和“创造场”。课后通过AI错题归因分析识别思维误区,推送个性化进阶挑战任务,将课程学习延续为“实际问题→课堂方案设计→应用与优化”的项目化流程(见图3)。此过程可引入企业实际待解决工程问题,并实行中期答辩、预答辩、正式答辩的三阶段答辩制度,增强学生独立思考和团队协作能力,形成“学习-实践-反思-创新”的闭环。

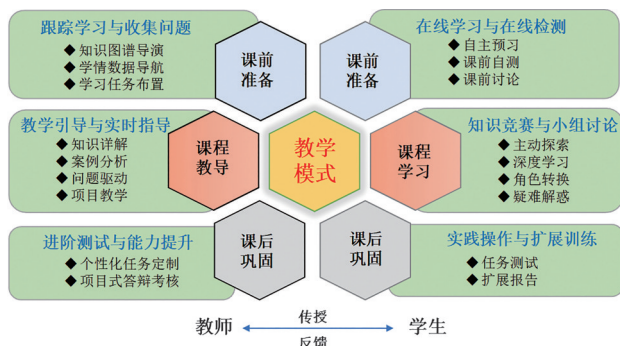


图3 水质工程学课程教学模式

Fig.3 Teaching mode of the course Water Quality Engineering

3.3 实施AI赋能全过程课程管理

① 构建课程数字化资源体系

以“知识传递高效、学习体验沉浸、能力培养精准”为目标,对课程资源进行系统化重构与扩展,提升教学效能与学习体验。在全面梳理现有教学资源的基础上,利用AI技术新建数字化资源,并引入优质外部资源,形成结构清晰、层次完备的课程资源库^[3]。资源类型包括授课理论微视频、名师讲堂、章节练习题、章节PPT、电子讲义、工程小案例及工艺动画素材等,通过超星泛雅平台实现资源的统一管理、标签化组织,按知识点精准推送,支撑课前自主学习与互动预习。

汇聚江西理工大学、广东工业大学、兰州交通大学、天津城建大学、济南大学等水质工程学国家级一流课程建设单位,共同构建水质工程学课程知识图谱。以课程教学大纲为主线,对核心知识点进行拆分与关联,构建“知识点→能力目标→教学资源→评价指标”的结构化映射关系,并嵌入超星泛雅教学平台实现动态调用。依托水质工程学课程虚拟教研室平台与虚拟仿真实验系统,系统展示人工智能、数字孪生与虚拟仿真等新技术在教学中的典型应用,构建“师-生-机”三元协同的教学新场景。学生可基于参数设定对水厂工艺进行推演与反复验证,在虚拟仿真环境中完成工艺流程分析、参数调整与结果对比,从而在深化理论理解的同时,强化理论教学与工程实践之间的衔接。

② 推进AI赋能的学情动态监管

构建覆盖课前、课中与课后全过程的学情动态化管理机制,实现教学精准调控。课前,教师基于系统化数据分析精准掌握学生的知识基础与学习起点,学生可通过超星泛雅平台开展在线讨论、测试与互动学习,系统自动记录学习行为并反馈知识掌握情况;课中,借助课堂交互行为数据采集与自然语言处理等技术,依托平台核心功能模块构建主动学习网络体系,实时获取学生活跃度、专注度及课堂练习完成情况,为教学调控提供数据支撑;课后,通过自动化数据采集与可视化分析,生成课时教学报告,引导学生针对薄弱知识点开展巩固训练与反思性学习,辅助教师开展教学反思与策略优化,提升教学精准性与责任意识^[4]。

在课程考核与能力提升阶段,构建AI智能学习支持模块,提供全天候智能答疑与个性化学习资源

推荐服务,系统记录学生学习轨迹,辅助师生快速定位相关文献与多媒体资源^[5]。基于课程构建的知识图谱,实现知识点驱动的试题自动生成与学习路径推荐,并通过图谱分析精准识别学生薄弱环节,推送针对性练习与学习资料,支撑个性化学习路径构建;同时支持多类型教学图谱的构建与多样化教学工具的灵活调用,为深度混合式教学的实施提供技术支撑,推动教学质量与学习成效的整体提升。

3.4 产教深度融合,保持课程内容先进性

基于工程实践能力培养目标,近年来课程团队与江西洪城环保等公司开展深度合作,共建校外实践教学基地及虚拟教研室平台。校企双方共同围绕课程建设和教学实施开展系列工作。

① 更新教学内容,注重经典与前沿相结合

构建以水处理工艺为主线,以课程理论和工程案例为两翼的“一主两翼”课程内容体系。巩固水处理经典工艺的学习,将淘汰工艺、技术和装备从课堂中移除,引入水处理新技术、新工艺、新装备和新药剂,拓展前沿理论知识点的学习。引入智慧水务、3D动画和虚拟仿真系统,直观展示水处理工艺动态运行和调控等全流程,解决传统教学中“看不见、摸不着”的实践难题^[6]。结合国家、地方和行业最新标准,介绍水处理技术的应用场景和发展趋势。通过浸润式实景、实操和实地教学,有效提升课程教学内容的创新性、高阶性和挑战度。构建“理论奠基-项目驱动-实践托举-能力进阶”四段式教学流程,培养学生的系统性工程思维。

② 拓展教学资源,注重理论与实践相结合

基于校企合作科研项目,拓展教学资源、优化课程体系,提高与行业需求对接程度。建立“经典文献-前沿专利-地方案例”三位一体案例资源库,如整合赣南地区稀土矿山尾水处理和东江源流域水环境治理等区域性环保项目及相关文献和专利,增强教学内容的多样性和地域适配性;联合当地环保公司共建实践基地,组织学生在水厂驻点学习,完成从工艺设计到运行管理的全流程实践。同时,引导学生分组进行水质异常分析,并尝试设计工艺调控方案,强化学生分析和解决实际工程问题的能力。

③ 深化校企合作,建立产教融合新机制

与区域水务龙头企业签订战略合作协议和共建实践基地,明确人才协同培养、技术联合攻关、成果落

地转化等目标,建立“高校教学-企业生产-联合研发”一体化产教融合新机制。实施“双师双向”交流计划,委派骨干教师驻企担任技术顾问和开展专业理论培训讲座,聘请企业骨干到校开展专业设计和实习实践指导,形成“理论+实践”双导师制。针对企业痛点设立专项课题,开展技术联合攻关,联合申请专利和发表论文,明确成果归属与利益分配,通过专利保护创新技术,推动行业标准制定,形成校企互利共赢新格局。

3.5 构建区域课程虚拟教研室

为突破优质资源共享与教学协同难题,课程团队牵头组建了江西省首批水质工程学虚拟教研室,依托智慧树、学银在线、化学工业出版社等多个平台开展建设与运营。虚拟教研室的成功构建不仅提升了区域内水质工程学课程的教学水平,也为跨校协同创新提供了有益探索,为破解优质资源孤岛化问题提供了实践参考。虚拟教研室以“资源共享、协同创新”为核心理念,重点围绕以下内容开展建设:

① 构建优质课程资源平台

联合国内多门国家级一流水质工程学课程,构建区域特色水质工程学案例库共享平台与在线开放课程。汇聚赣南矿冶废水处理、南方水库供水微污染控制、西北地区降水资源化利用、华北地区地下水除铁锰技术、地下水同步除砷除氟工艺等特色案例,通过线上有资源、线下有活动的互补机制,扩展传统课堂的时间与空间范围,为学生提供随时随地学习的机会。线上模块包含案例解析、虚拟仿真、专家讲座等多元资源,线下配套课堂讲解、实验实训、现场调研、项目式学习等实践环节,形成“资源-活动-评价”三位一体的教学闭环,全面提升学生的自主学习能力与终身学习素养,推动水质工程学教育向场景化、个性化、终身化转型。

② 创新资源共享机制

探索跨区域、跨校的资源共享模式,构建多元化的用户实施路径。通过区域间、校际间以及师-生、生-生、校-企等多种形式的合作机制,实现教学资源的深度共享与高效利用。定期组织名师观摩课、专家讲座和青年教师竞赛等活动,构建线上线下观摩机制,推动优质教育资源在区域内辐射扩散。

③ 探索教研形态创新

探讨持续改进教研形态与基层教学管理的新思路、方法和范式,以本为本,以课程为纽带,形成水质工程学区域课程体系模块,建立基于特定主题或目标的虚拟研讨板块区,突破时空限制开展在线讨论与经验交流。通过专题轮流主席制、定期线上研讨等方式,促进区域内的教学资源共享与建设经验推广,形成可持续改进的教学研究新范式。

4 课程考核评价与建设成效

成果导向教育(OBE)理念强调将学习成果与实际应用相结合^[7],注重学生在知识掌握、能力发展、思政素养和创新能力上的发展。课程建立了多元化考核评价体系,致力于全面、客观、科学地评估学生在课程知识目标、能力目标和素质目标上的达成情况。考核体系与评价体系相互关联和促进,以完善课程考核评价体系和达成课程教学的良性发展(见图4)。

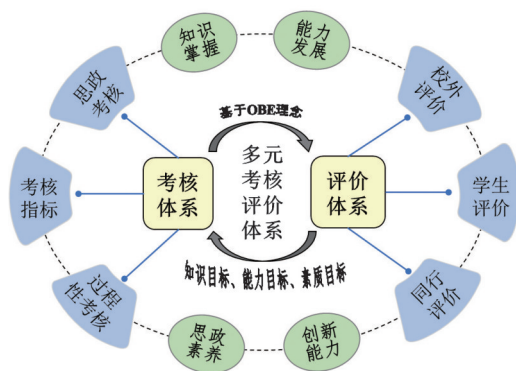


图4 水质工程学课程考核评价体系

Fig.4 Assessment and evaluation system of the course
Water Quality Engineering

① 课程考核体系

课程基于结果导向模式建立了包含思政素养的多元化考核评价指标体系,主要包括5个一级指标(平时成绩、课堂表现、知识掌握、实验能力、综合表现),每个一级指标包含多个二级指标,个别二级指标还包含三级指标,如二级指标资料学习中包含线上视频观看、线上讨论和线上资料阅读(见图5)。一、二级指标权重及三级指标中思政素质测评指标及其权重的科学、合理设置是达成课程知识、能力和素质目标的关键。二级指标除了考察实际内容外,还重点考察思政素质指标。其中,在“知识掌握”维度,依托章节测验与期末考试,聚焦“碳核算实践、低碳工艺设计”等高阶题型,直面污泥生物质

资源化、氮磷养分循环利用等前沿低碳水处理需求,系统测评学生“知识迁移、问题破解与迭代创新”的综合能力,精准对标课程能力目标达成。依托超星泛雅平台等智能教学辅助工具记录、汇总相关考核数据,同时基于AI学情分析了解教学活动状态数据和学生学习结果数据,形成课程考核评价结果。

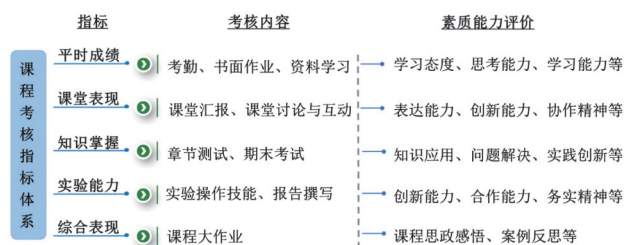


图5 水质工程学课程考核指标体系

Fig.5 Assessment index system of the course Water Quality Engineering

为了考查和监测学生在整个学习周期的情况,课程通过相关指标的设置加强过程性考核。过程性考核主要针对学生学习过程测评和阶段性考核,通过采集学生日常学习过程或阶段性数据来加强学生学业形成性考核。学习过程测评主要包括学生考勤、完成线上线下作业质量情况、学习态度等,课堂表现如参与翻转课堂、课堂讨论次数、积极性和主动性等;学习阶段性考核主要通过章节测试的形式评估学生的学习情况,从而科学合理地调整教学设计环节和优化教学过程。利用AI辅助手段(如AI出题、AI批改等),可有效测评学生的学习过程。

学生思想政治表现是课程考核的重点内容。为了培养学生自主学习能力和创新拓展能力,利用阅读报告、案例分析、方案设计、调研报告等多种形式体现产出结果,将思想政治素质作为学习成果的内涵考核。在章节测试、期末考试中,增加案例题的比重,要求学生在阅读案例材料的基础上对相关问题进行分析和解答,考察学生应用理论知识解决实践问题的能力,同时要求学生进行案例反思,分析案例的思政要点。

② 课程评价与建设效果

课程评价不仅是对学生学习效果和教师教学质量的检验,也是推动学生学习进步和教师教学能力提升的重要手段^[8]。课程主要采用学生评价、同行评价和校外评价三种形式开展。

学生评价对象包括教师和个人两个方面。学生对教师的评价主要表现在教师教学态度、教学目标、教学内容和教学方法上,学生个人评价主要是学生自己对课程的兴趣度、参与度、知识掌握、能力发展和素质发展的评价。多年来,学生对该课程的学习兴趣和评价较高,认为课程具有要点鲜明、条理清晰等优点,教师在授课过程中能通过丰富的工程理论经验及广阔的科研创新视野给学生带来更多收获。同行评价主要针对教学过程,如教学目标、教学资源、教学方法、教学设计、教学效果、考核方式、思政教育等。课程教学成效获督导专家高度肯定,综合评价优秀率连续多年保持100%,成为同类课程建设的标杆范例。此外,课程建设获得兄弟院校认可。2020年,该课程被教育部高等学校给排水科学与工程专业教学指导分委员会遴选为首批新型冠状病毒疫情防控期间在线教学课程,吸引多所高校学生跨校学习,授课效果获高度赞誉。此外,通过虚拟教研室平台优质资源共享,有效带动中西部等地区水质工程学课程建设,推动了教学资源标准化与共建共享。

经多年建设,该课程在提升教学质量、塑造学生核心能力方面成效显著。学生学业表现稳步提升,具备识别复杂水质工程问题、开展系统性分析并设计科学解决方案的综合素养。2023年—2025年的数据显示,该专业学生实践创新活力持续增强,年均获批5~6项与水质工程学直接相关的国家级或省级创新创业训练项目,本科生以第一作者发表的学术论文数量连年攀升;“挑战杯”赛事实现国家金奖零的突破;学生主动参与各类横纵向科研课题的热情高涨,科研参与度与贡献度同步提升。此外,水质工程学课程获国家级线上线下混合式一流课程等多项荣誉,同时助力团队和专业学科发展,专业获批国家一流本科专业建设点,通过工程教育认证,大学校友会排名大幅提升。课程资源开放共享,吸引多校跨选,团队经验获全国同行认可。

5 结语

该课程改革经验通过多维度创新实现了知识传授、能力培养与价值引领的深度融合,其核心价值在于打破了工科教育的传统边界,构建了可推广、可复制的课程建设范式。未来,建议进一步深化AI与虚拟仿真技术的场景化应用,拓展跨区域校

际合作广度,完善“双碳”目标下绿色工艺教学内容,推动课程向“智慧化、国际化、产业化”方向升级,为我国工科教育高质量发展与卓越工程师培养提供更强支撑。

参考文献:

- [1] 李圭白. 水危机及其对策:水的良性社会循环[J]. 城镇供水, 2010(3): 3-7.
LI G B. Water crisis and its countermeasures: the benign social cycle of water[J]. City and Town Water Supply, 2010(3): 3-7(in Chinese).
- [2] 梁恒, 李伟光, 马军, 等. 新工科背景下《水质工程学》课程建设思考[J]. 给水排水, 2020, 46(11): 143-146.
LIANG H, LI W G, MA J, et al. Thinking on the curriculum construction of Water Quality Engineering under the background of emerging engineering education [J]. Water & Wastewater Engineering, 2020, 46(11): 143-146(in Chinese).
- [3] 郝思琪. 具身智能驱动课程思政教学数字化转型[J]. 思想政治课教学, 2025(10): 34-37.
HAO S Q. Embodied intelligence-driven digital transformation of ideological and political curriculum teaching [J]. The Teaching of Thought and Political Study, 2025(10): 34-37(in Chinese).
- [4] 蒋浩阳, 畅正轩, 赵卫光. AI赋能化学人才培养路径:基于AI创新教育平台的气相色谱数据分析教学辅助系统的构建[J]. 化学教育, 2025, 46(24):53-60.
JIANG H Y, CHANG Z X, ZHAO W G. AI-empowered pathways for cultivating chemistry talents: development of AI-based teaching assistance system for gas chromatography data analysis on the NK-GeniOS platform [J]. Chinese Journal of Chemical Education, 2025, 46(24):53-60(in Chinese).
- [5] 陈蕾, 叶建伟. AI赋能深度学习的“酶是生物催化剂”教学设计[J]. 生物学教学, 2025, 50(12): 40-42.
CHEN L, YE J W. AI-empowered deep learning: the teaching design for “Enzymes as Biological Catalysts” [J]. Biology Teaching, 2025, 50 (12): 40-42 (in Chinese).
- [6] 韦艳红, 高尚银, 张飞龙, 等. 石家庄市城市水系智慧管控平台构建与应用[J]. 给水排水, 2025, 51(2): 158-163.
WEI Y H, GAO S Y, ZHANG F L, et al. Construction and application of a smart management and control platform for urban water systems in Shijiazhuang city [J]. Water & Wastewater Engineering, 2025, 51(2): 158-163(in Chinese).
- [7] 陈重军, 潘杨, 顾晓丹, 等. 苏州科技大学水污染控制工程课程群建设与实践[J]. 中国给水排水, 2023, 39(16): 51-55.
CHEN C J, PAN Y, GU X D, et al. Research and practice on water pollution control course group based on engineering education certification: taking Suzhou University of Science and Technology as an example[J]. China Water & Wastewater, 2023, 39(16): 51-55 (in Chinese).
- [8] 明银安, 刘丹, 张莉, 等. 基于“双碳”目标的“水污染控制工程”教学创新设计探究[J]. 中国给水排水, 2023, 39(16): 56-62.
MING Y A, LIU D, ZHANG L, et al. Research on teaching innovation design of Water Pollution Control Engineering based on the “double carbon” goal [J]. China Water & Wastewater, 2023, 39(16): 56-62 (in Chinese).

作者简介:朱易春(1979—),男,湖北仙桃人,工学博士,教授,研究方向为水污染控制工程。

E-mail:zhuych@jxust.edu.cn

收稿日期:2025-12-25

修回日期:2026-01-27

(编辑:丁彩娟)