

环境工程专业“碳中和”教育体系的构建与实践路径思考

许颖，赵楠，朱仁成，张伟

郑州大学生态与环境学院，河南郑州

摘要：在全球气候危机加剧、“双碳”目标提出的背景下，传统环境工程专业教育难以满足低碳技术人才需求。当前该专业教育存在课程内容滞后、实践环节缺乏相关实训平台、学科交叉融合不足等问题。为此，需重构课程体系，以跨学科融合为核心增设核心与交叉学科课程，打破“黑板教学”模式建设实践平台；创新教学方法，运用问题导向教学与数字化工具，实施“双导师制”；构建“校内 - 校外”双循环实践路径，推动低碳校园建设、举办学科竞赛、成立产业学院并拓展国际合作。然而，改革面临师资短缺、企业参与动力不足等挑战，需建立教育联盟、推动政策支持。通过上述举措，可培养兼具核算、低碳技术与碳管理能力的复合型人才，为“双碳”目标实现提供支撑，未来应持续跟踪技术前沿，形成可复制推广的碳中和教育中国方案。

关键词：环境工程；碳中和；教育体系；教育改革

Thinking on the Construction and Practical Path of the “Carbon-neutral” Education System for Environmental Engineering

Ying Xu, Nan Zhao, Rencheng Zhu, Wei Zhang

School of Ecology and Environment, Zhengzhou University, Zhengzhou, Henan

Abstract: Against the backdrop of the escalating global climate crisis and the proposal of China's "dual carbon" goals (carbon peaking and carbon neutrality), traditional environmental engineering education struggles to meet the demand for low-carbon technology professionals. Currently, this field of education faces issues such as outdated course content, a lack of relevant practical training platforms in practical sessions, and insufficient interdisciplinary integration. To address these challenges, it is necessary to reconstruct the curriculum system, with interdisciplinary integration as the core, by adding core and interdisciplinary courses, breaking the "chalk-and-talk" teaching model to build practical platforms. Innovative teaching methods should be employed, utilizing problem-based learning and digital tools, while implementing a "dual-mentor" system. A "within-school - outside-school" dual-cycle practical pathway should be constructed, promoting the development of low-carbon campuses, organizing academic competitions, establishing industry colleges, and expanding international cooperation. However, the reform encounters challenges like a shortage of qualified teachers and insufficient motivation for corporate participation, necessitating the establishment of educational alliances and the promotion of policy support. Through these measures, interdisciplinary talents with capabilities in carbon accounting, low-carbon technologies, and carbon

management can be cultivated, providing support for the achievement of the “dual carbon” goals. In the future, it is essential to continuously track technological frontiers and form a replicable and promotable Chinese approach to carbon-neutral education.

Keywords: Environmental Engineering; Carbon Neutrality; Education System; Education Reform

1 引言

在全球气候危机日益严峻的背景下，中国提出的“双碳”目标（碳达峰、碳中和）不仅标志着国家生态文明建设的深化，也对高等教育提出了时代命题。环境工程专业作为培养环保领域技术人才的核心阵地，其教育体系亟需从传统污染治理向碳中和目标导向转型。2022年，教育部印发的《绿色低碳发展国民教育体系建设实施方案》指出，加强绿色低碳相关专业学科建设。《方案》要求，到2025年，有关高校初步构建起碳达峰碳中和相关学科专业体系，科技创新能力和创新人才培养水平明显提升。从2025年9月开始，北京科技大学、北京师范大学、昆明理工大学三所高校将开设碳中和科学与工程专业，其余高校大部分通过在环境工程专业中建立“碳中和微专业”的方式来进行学科建设[1]。本文旨在探索如何通过课程体系重构、教学方法创新、实践平台搭建及产教融合机制，构建适应碳中和需求的环境工程专业教育体系，重点培养学生在碳捕集、碳减排及碳管理领域的综合能力。

2 现状剖析与改革路径

当前，国家“1+N”政策体系的落地与能源结构转型的加速，催生了对低碳技术人才的迫切需求。然而，传统环境工程专业教育存在明显短板：课程内容滞后于碳中和前沿技术，实践环节缺乏碳捕集与封存（CCUS）、可再生能源利用等实训平台，学科交叉融合不足导致学生难以应对复杂碳减排问题。例如，工业领域碳减排需结合能源、材料、经济等多学科知识，而现有课程体

系仍以末端治理为主，难以支撑“双碳”目标的技术创新需求。为破解这一困境，需进行多方面的改革。

2.1 课程体系重构

课程体系重构需以跨学科融合为核心。王林等以同济大学环境工程专业为例，对“双碳”背景下环境类专业实践课程模块化教学进行了探索，为解决实践环节问题提供了参考[2,3]。理论课程方面，应增设《碳达峰碳中和导论》、《碳捕集与封存技术》等核心课程，系统讲授碳中和政策、技术路径及全球实践案例。同时，联合经济、管理学院开设《碳交易与碳金融》等交叉学科课程，培养学生从技术到经济的综合视野。例如，通过分析中国锂离子电池产业占全球2/3产能的案例，强化学生的家国情怀与科技使命感。实践课程则需打破“黑板教学”模式，建设碳中和综合实验室，配备光伏发电模拟系统、碳捕集小试装置，并开发虚拟仿真项目，如模拟工业园区碳管理，结合企业真实数据开展案例分析。此外，通过与企业共建实践基地，让学生参与光伏电站设计、碳足迹核算等项目，实现“毕业设计+企业课题”的深度融合[4,5]。

2.2 教学方法创新

教学方法的创新是提升教育效能的关键。问题导向教学（PBL）可引导学生以区域碳中和路径规划为题，综合运用GIS、能源模型等工具解决实际问题。例如，针对深圳“零碳园区”试点，学生需设计涵盖能源审计、建筑节能改造、碳交易机制的综合方案[6]。同时，数字化教学工具的应用不可或

缺，如利用BIM技术模拟建筑全生命周期碳排放，或开发碳核算在线平台，让学生实时监测实验设备能耗并计算减排量。此外，通过聘请企业技术骨干担任兼职导师，实施“双导师制”，指导学生完成碳资产管理、碳咨询等实践任务，进一步缩小校企人才差距[7]。

2.3 实践路径探索

实践路径的探索需构建“校内-校外”双循环体系。校内方面，可推动低碳校园建设，如采用光伏瓦、地源热泵技术改造建筑，并建立学生碳账户，通过节能行为兑换“碳积分”，培养低碳生活习惯。学科竞赛则是检验能力的试金石，通过举办碳中和创新大赛，鼓励学生提出低碳技术方案设计或碳交易模拟方案，甚至参与国际竞赛来提升全球视野。Qin, J.等基于产学研用一体化模式对环境工程专业建设进行了探索与实践，为解决师资和企业参与问题提供了思路[10]。校外层面，联合龙头企业成立碳中和现代产业学院，开设订单式人才培养项目，共建研发中心聚焦生物质掺烧、绿氨制备等关键技术攻关。同时，拓展国际合作，引入丹麦、德国在风能、建筑节能领域的先进课程，参与联合国政府间气候变化专门委员会（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）评估报告贡献者培养计划，培养具有国际竞争力的碳中和人才[8,9]。

3 总结与展望

然而，改革之路仍面临挑战。学科交叉导致师资短缺，需通过柔性引进、联合培养等方式缓解；企业参与动力不足，则需完善税收优惠、成果转化收益分配等政策。对此，可建立碳中和教育联盟，共享优质课程与案例库，并推动政府出台专项支持政策，如设立产教融合基金、碳减排量认证奖励，激发各方积极性。

构建环境工程专业碳中和教育体系，是应对气候危机、服务国家战略的必然选择。通过重构课程体系、创新教学方法、深化产教融合，可培养兼具碳核算、低碳技术、碳管理能力的复合型人才，

为“双碳”目标实现提供坚实支撑。未来，需持续跟踪技术前沿，动态调整教育内容，确保人才培养与产业变革同频共振，最终形成可复制、可推广的碳中和教育中国方案。

致谢

本论文感谢教育部产学合作协同育人项目（250802002042451、250201414133954）、河南省研究生教育改革与质量提升工程项目（YJS2026AL023）郑州大学教育教学改革研究与实践项目（2024ZZUJGXM077、2024ZZUJGXM015）、郑州大学研究生教育研究项目（YJSJY2025131）的支持。

参考文献

- [1] 周英贵, 杨亚冬, 杨百忍. “双碳”背景下高水平应用型大学环境工程专业建设的思考[J]. 产业与科技论坛, 2024, 23(11): 542-546.
- [2] 王林, 李咏梅, 谢丽, 吴冰, 徐静平, 倪. “双碳”背景下环境类专业实践课程模块化教学探索——以同济大学环境工程专业为例[J]. 环境教育, 2022(04): 32-34.
- [3] 孙玉海, 江博琼, 韩竞一. “碳中和”背景下“大气污染防治工程”课程思政的设计与实践[J]. 浙江工商大学学报, 2024(1): 100-104.
- [4] Huang, L., Pan, Y., Sun, C., Li, L., & Zhong, Z. The Reform and Practice of the Teaching Model for the Course “Introduction to Environmental Protection” under the Background of Carbon Neutrality. Higher Education and Practice, 2025, 2(1), 29-36.
- [5] 周旋, 郭力, 张慧, 柯军. “双碳”战略下环境工程专业课程体系改革与创新探索[J]. 安全与环境工程, 2025, 32(2): 1-7.
- [6] 张宁, 毛伟伟. “双碳”目标下环境工程技术专业人才培养途径探索[J]. 现代农业科技, 2025(9): 213-216.
- [7] 朱艳秋, 王阳阳. “双碳”背景下课程思政教学探索与实践——以“能源环境工程”为例[J]. 课程思政教学研究, 2023, 4(1): 691-696.
- [8] 柳志刚, 孙红, 阎松. “双碳”战略背景下环境工程专业人才培养模式的思考[J]. 河南化工, 2025, 42(5): 58-59.

- [9] 胡敬平, 杨家宽. “双碳”战略下融合人工智能的环境学科人才培养模式探索[J]. 高等工程教育研究, 2024(6): 85-88.
- [10] Qin, J., Xiao, C., Liu, S., Lin, W., Zhang, B., Xiong, D., & Deng, J. Exploration and Practice of Environmental Engineering Major Construction Based on the Integration of Science, Industry and Education Model. Journal of Higher Education Teaching, 2025, 1(6), 254–259.

Copyright © 2025 by author(s) and Global Science Publishing 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