线上线下混合式教学模式在《环境工程微生物学》课程中的探索与实践研究

安丹，李成涛，朱超，贾红磊，侯银萍
陕西科技大学，陕西 西安 710021

DOI:10.61369/EDTR.2026100012

摘　　要： 《环境工程微生物学》是环境工程专业核心主干专业基础课，兼具理论性、系统性以及工程实践性，在环境工程专业的人才培养体系中发挥着筑基赋能的关键作用。针对课程教学中长期存在的内容庞杂学生难以融会贯通、基础课程育人特色不足、线上线下多教学要素融合度低等突出问题，依托近三年学生问卷调查数据，结合新工科建设、工程教育专业认证及“双碳”战略育人要求，开展线上线下混合式教学改革实践。本次改革重构课程知识体系，结合行业与区域发展需求优化教学内容，搭建模块化数字化教学资源，创新构建“1+3+X”混合式教学体系，优化全过程多元化考核评价模式，并打造双碳特色课程思政育人机制。实践表明，改革有效破解了传统教学痛点，重塑了教学全过程，充分发挥了混合式教学优势，显著提升了学生自主学习能力、微生物生态分析能力与复杂环境工程问题解决能力，实现了知识传授、能力培养与价值塑造三位一体的育人目标，可为高校环境类专业基础课程数字化教学改革提供实践借鉴。

关 键 词： 环境工程微生物学；混合式教学；教学改革；课程思政；新工科

Exploration and Practice of Blended Online and Offline Teaching Mode for Environmental Engineering Microbiology

An Dan, Li Chengtao, Zhu Chao, Jia Honglei, Hou Yinping
Shaanxi University of Science and Technology, Xi'an, Shaanxi 710021

Abstract: Environmental Engineering Microbiology is a fundamental core course for environmental engineering undergraduates, which integrates rigorous theoretical knowledge, systematic disciplinary logic and practical engineering applicability, and occupies an indispensable position in the professional training system of environmental engineering majors. To solve the typical drawbacks of traditional teaching, including fragmented and obscure curriculum content, insufficient demonstration of basic curriculum advantages, and inadequate deep integration of diverse teaching elements, this paper carries out online and offline blended teaching reform and practical exploration. Guided by the construction of emerging engineering education, engineering education professional certification and the national carbon peaking and carbon neutrality strategy, the research fully absorbs long-term student learning feedback and practical teaching experience. The teaching reform reconstructs the original curriculum knowledge framework, optimizes teaching content in response to industrial upgrading and regional ecological governance demands, and develops standardized modular digital teaching resources. Furthermore, it innovatively constructs a diversified "1+3+X" blended teaching system, improves the whole-process multi-dimensional evaluation mechanism, and establishes a distinctive curriculum ideological and political system focusing on low-carbon ecological concepts. Teaching practice results demonstrate that the proposed reform effectively eliminates the inherent limitations of traditional teaching and comprehensively optimizes the entire teaching process. The improved blended teaching mode gives full play to the advantages of digital education, significantly enhances students' independent learning ability, microbial ecological analysis capacity, and problem-solving competence for complex environmental engineering issues, and ultimately achieves the comprehensive educational goals of knowledge acquisition, ability cultivation and value guidance. This study can provide reliable and practical references for the digital and innovative teaching reform of basic courses in environmental engineering disciplines.

Keywords: environmental engineering microbiology; blended teaching; teaching reform; curriculum ideological and political education; emerging engineering education

 Copyright © This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

引言

在高等教育持续数字化转型以及新工科建设持续推进的背景下，传统单一线下教师为主学生为辅的教学模式，已无法适配环境工程专业创新型应用型人才的培养需求[1]。《环境工程微生物学》是高等学校环境工程专业的必修主干专业基础课，课程主要讲授环境微生物学基础知识以及污废水、固体废弃物、废气及水源水的生物处理基本原理，涵盖微生物概论、各类微生物形态结构、微生物生理代谢、生长繁殖规律、遗传变异、微生物生态、污染控制生物原理、固废与废气微生物处理技术等核心内容。

本课程兼具微生物基础理论与环境工程应用双重属性，既包含系统的微生物学基础知识与研究方法，又涵盖微生物在环境污染治理、生态修复、污染物降解转化、有害微生物管控等工程应用内容，重点阐释微生物与环境污染的关联机制、功能微生物驯化分离方法、污染物微生物降解规律，构建了完整的微生物污染治理技术知识链条。通过课程理论学习与配套实践训练，能够帮助学生夯实专业基础，掌握微生物观测、培养、鉴定的基本技能，了解学科前沿发展趋势，初步具备微生物治理环境污染物的研究与应用能力，为后续专业课程学习、工程实践和专业能力发展提供重要支撑[2]。

一、课程核心教学痛点与改革必要性

结合本课程课程特点，依托近三年学生问卷调查结果，结合日常教学运行实际，总结出课程教学改革亟待解决的三大核心痛点，明确混合式教学改革的必要性与实践价值。

（一）课程内容庞杂，学生融会贯通及工程应用能力不足

本课程作为环境工程核心专业课，具备理论有深度、知识有广度、内容有难度的特点。传统教学内容更新滞后，多局限于教材固有内容，未能及时融入环境工程领域科研新进展、工程实践新经验与行业发展新变化，难以贴合当下生态环保、绿色低碳的行业发展需求。课程知识点繁杂琐碎、微观机理抽象，学生多以被动记忆为主，难以将零散知识融会贯通、构建完整知识体系，无法灵活运用微生物理论分析和解决复杂环境工程问题，学生工程实践与应用能力培养存在明显短板。

（二）基础课程属性凸显不足，知识系统性与教学创新性有待提升

本课程是环境工程专业重要的专业基础课程，承担着夯实专业根基、衔接前后课程、构建专业知识体系的重要作用，需充分体现基础性、系统性与衔接性的课程特质。但在传统教学过程中，课程基础定位不够突出，教学内容排布缺乏系统逻辑，前后课程知识衔接不够紧密，知识体系连贯性不足。同时教学模式固化单一，以理论讲授为主，创新性教学手段、探究式教学环节运用较少，难以适配新工科背景下创新型人才的培养要求，无法充分发挥基础课程的育人赋能作用。

（三）多教学要素融合度低，混合式教学育人成效受限

本课程已开展线上线下混合式教学建设与实践，但在课程组织实施过程中，存在各类教学过程融合不深入的问题。教学资源、教学目标、教学内容、教学组织及教学评价五大教学要素未能实现深度融合，线上自主学习与线下课堂教学存在脱节问题，未能真正重塑教学全过程、形成完整教学闭环。混合式教学仅实现形式融合，未能发挥数字化教学的育人优势，导致学生深度学习效果不佳，自主研究能力与综合素养提升有限。

二、课程教学目标与精准建设定位

（一）课程教学目标体系

对标工程教育专业认证标准与新工科人才培养要求，结合课程教学痛点与专业育人需求，构建知识、能力、素养三位一体的课程教学目标体系，同步融入思政育人目标，实现全方位育人。

课程目标1：能综合运用自然科学和环境专业相关知识，分析认知环境工程系统中微生物的类群、形态、生理特征；熟悉微生物培养、形态观测和生理特征鉴别的专业表述和相关研究方法，能够独立开展环境微生物的分离培养和初步鉴定工作，培养学生对微生物基本生态问题的分析能力。

课程目标2：能够在微生物生态分布中发现问题，能够根据环境中获取的微生物群落结构数据，科学分析微生物环境生态功能和影响因素，对比污染环境特征，提出合理的强化方案，培养学生对微生物生态功能的研究和应用能力。

课程目标3：能够根据环境工程和技术需求，阐明不同处理环节的污染控制微生物技术原则和方法，熟练掌握活性污泥法、生物膜法处理污水过程中的微生物学原理，掌握污水深度处理过程中脱氮除磷的微生物学原理，培养学生利用相关原理分析解决实际环境问题的能力。

（二）课程建设定位

本课程立足专业主干基础课核心定位，聚焦四大建设方向。一是凸显基础性，夯实学生微生物基础理论与实操技能，筑牢专业学习根基；二是强化系统性，梳理知识点逻辑关系，构建完整连贯的课程知识体系；三是保障衔接性，打通前置基础课程与后续专业核心课程的知识链路，完善专业整体知识框架；四是突出创新性，依托混合式教学改革，创新教学模式，提升课程育人质量，适配创新型工程人才培养需求。

Copyright © This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

三、混合式教学设计与组织实施

（一）整体设计思路

结合课程现存教学短板与既定教学目标，本课程对混合式教学实施流程进行系统性重构，统筹整合教学资源、教学目标、教学内容、教学组织与教学评价五大核心要素，构建线上自主研习、线下深度研讨、虚实协同赋能的一体化教学范式。该教学模式有效突破了传统课堂教学的固化局限，牢固树立学生教学主体地位，持续提升课程教学深度与整体育人成效。

（二）线上教学设计

线上教学环节主要承担课程基础概念与简易理论知识的教学任务，重点围绕微生物形态结构、代谢特征、生长规律、基础概念辨析等适宜自主研习的内容开展教学设计。依托线上智慧教学平台搭建配套学习资源，明确各阶段学习任务与学习要求，引导学生完成课前预习、知识研读与基础自测工作，实现基础理论知识的课前内化吸收，为线下课堂重难点解析、工程案例深度研讨预留充足教学时长，循序渐进培养学生自主学习与独立探究能力。

（三）线下教学设计

线下课堂教学聚焦课程核心重难点、微观抽象作用机理及工程实践应用内容，重点阐释污水生物处理工艺、微生物群落调控机制、污染强化治理技术等高阶教学内容。教学过程综合运用理论讲授、小组研讨、工程案例剖析、实验示范教学、翻转课堂等多元教学手段，引导学生结合线上习得的基础理论知识解析工程实际问题，依托实验实操验证理论机制、深化知识认知，推动理论教学与工程实践深度融合，切实锤炼学生的问题分析与工程处置能力。

（四）教学组织实施流程

本课程整体采用“线上自主研学 +线下互动研讨 +情景化实践教学”的一体化实施模式，严格遵循知识反馈、问题探究、案例分析、成果展示、教师点评、分组研讨的标准化教学流程。通过构建闭环式教学体系，充分调动学生学习主观能动性，全方位锻炼学生独立思考、团队协作与科研探究能力，切实提升课程教学的综合性与创新性[3]。

四、课程内容重构与教学资源建设

（一）课程内容重构优化

结合行业绿色发展、区域生态治理需求与创新创业育人要求，本课程对原有教学内容进行整合重构。精简教材陈旧、冗余知识点，优化课程章节结构，融入环境工程科研新进展、工程实践新经验与行业前沿技术，贴合双碳战略、生态保护的发展需求。同时优化实践教学体系，取消单一验证性实验，增设综合性、研究型自主实验，推动实践教学与产业需求、创新创业、课程思政深度融合，提升学生专业应用与创新实践能力。

（二）模块化教学资源建设与应用

课程依托线上教学平台搭建系统化、模块化教学资源体系，涵盖微生物基础理论、微生物生态工程、实验实操、科研创新四大核心模块，配套完整的教学视频、课件资料、课堂活动、习题作业与研讨话题，全面覆盖课前、课中、课后全教学环节。各类教学资源层级清晰、适配性强，能够充分支撑分层教学、自主学习与创新能力培养，保障混合式教学常态化、高质量开展，经过多期教学实践，资源应用效果良好，学生参与度与学习成效显著提升。

五、教学方法改革与创新体系构建

（一）智慧教学模式改革

本课程依托 SPOC 线上教学资源，推进信息化智慧教学改革，依托数字化教学平台突破传统课堂的时空约束，构建常态化师生互动交流机制。通过线上即时答疑、专题讨论、资源共享等多元化互动形式，畅通师生沟通渠道，引导学生开展自主探究式学习，充分凸显学生的教学主体地位，切实落实以人为本的课堂教学改革理念。

（二）构建“1+3+X”特色混合式教学体系

结合课程人才培养定位与教学改革实际，本课程创新搭建“1+3+X”混合式教学体系。体系以学生综合发展为核心，融合专业理论讲授、产业实践训练、创新创业培育三大育人维度，依据学生学习基础与发展需求形成多元化、个性化的培养路径。通过推进理论、实践、科创深度融合，提升课程教学的层次性与综合性，实现学生专业素养与创新能力的协同培育，契合新工科人才培养的核心要求。

（三）实施高阶任务驱动式教学

课程立足环境工程复杂工程问题解决能力培养目标，设置兼具综合性与创新性的高阶教学任务，将任务驱动教学法贯穿教学、学习、训练、科研全过程。依托导向性教学任务，引导学生自主检索文献、梳理理论逻辑、开展分析论证、完成方案设计与成果总结，循序渐进培养学生科研思辨能力与工程问题处置能力，满足新工科背景下高层次应用型工程人才的培养标准。

六、双碳特色课程思政创新体系

立足环境工程学科专业育人特点，针对传统课程思政融入生硬、育人浅表化、评价缺失等现实问题，本课程构建“双碳”特色思政育人机制，助力新工科高质量人才培养。紧扣国家“双碳”战略与美丽中国建设目标，结合课程微生物治污、生态修复、绿色低碳的核心教学内容，挖掘课程思政契合点，搭建双碳特色教学案例库，将绿色低碳、生态保护、可持续发展理念贯穿教学全过程[4]。

课程构建“感悟思政—体验思政—践行思政”的三阶递进育人模式。通过课堂嵌入双碳政策、生态治理案例，让学生感悟思政内涵；通过双碳主题课堂研讨、案例分析、翻转课堂活动，让学生沉浸式体验思政价值；通过课外社会实践、生态调研、科创项目，引导学生践行绿色发展理念。学生通过线上线下混合学习

 Copyright © This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

内化知识与思政理念，以案例分析、课程报告、综述心得等形式完成成果输出，彻底转变传统单向灌输的教学模式。课程思政采用定性考核方式，将思政素养纳入综合评价，有效培养学生的家国情怀、环保意识与工程使命担当，实现知识传授、能力培养与价值塑造同向同行[5]。

七、结论

针对《环境工程微生物学》课程教学存在的内容庞杂难贯通、基础课程特色不凸显、多教学要素融合度低三大核心痛点，本课程依托数字化教学平台开展系统性混合式教学改革。通过优化课程教学目标、重构模块化教学内容、搭建数字化教学资源、创新“1+3+X”教学体系、完善全过程多元考核机制、打造双碳特色思政育人体系，有效重塑了课程教学全过程，破解了传统教学的突出问题。混合式教学模式充分发挥线上自主学习与线下深度研学的协同优势，有效激发了学生自主学习动力，夯实了专业理论基础，提升了学生微生物生态分析、工程问题解决与创新创业能力，实现了知识、能力、素养三位一体的育人目标。本次教学改革贴合新工科建设与工程教育认证要求，可为环境类专业基础课程数字化、创新化教学改革提供有效的实践参考。

参考文献

[1]周本军，陈冬．新工科背景下环境工程微生物学课程教学改革与实践[J].高教学刊，2023,9(S2):141-144.

[2]张芳，廖朱玮，骆银，等．环境工程微生物学混合式教学模式设计及实施[J].科教文汇，2025,(14):90-94.

[3]龚淑芬，方宇媛，胡欢欢，等．“环境工程微生物学”混合式教学模式的创新与实践[J].实验室研究与探索，2025,44(9):165-172.

[4]黄思华，曹莹，凌欣，等．“双碳”目标下高等工科院校环境微生物学课程教学改革探索——以南京工程学院为例[J].教育观察，2025,14(35):4-7.

[5]张高翔，王振宇，王黎瑾，等．互联网时代环境工程微生物学课程思政教育改革的新路径——基于OBE理念的探索[J].丽水学院学报，2025,47(5):121-128.

Copyright © This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License