

基于工程案例与OBE理念融合的 《环境工程原理》教学改革实践

高进长*, 高宏星, 魏 远

成都工业学院材料与环境工程学院, 四川 成都

收稿日期: 2026年4月23日; 录用日期: 2026年5月22日; 发布日期: 2026年5月29日

摘 要

在工程教育专业认证和新工科建设背景下,《环境工程原理》课程面临教学内容抽象、学生工程实践能力培养不足等挑战。为解决上述问题,本文提出将成果导向教育(OBE)理念和工程案例融合,通过引入实际工程问题,将抽象理论与工程实践相结合,帮助学生更好地掌握环境工程核心原理,提升其解决复杂环境问题的能力。通过构建“目标导向-案例驱动-过程评价”三位一体的创新教学模式,有效激发了学生的学习兴趣,促进了理论知识与工程实践的有机融合,显著提升了课程目标的达成度,强化了学生的工程意识与创新思维。

关键词

环境工程原理, 工程案例, OBE理念, 教学改革, 教学质量

Integration of Engineering Cases and OBE Concept in the Teaching Reform and Practice of “Principles of Environmental Engineering”

Jinzhang Gao*, Hongxing Gao, Yuan Wei

School of Materials and Environmental Engineering, Chengdu Technological University, Chengdu Sichuan

Received: April 23, 2026; accepted: May 22, 2026; published: May 29, 2026

Abstract

Under the context of professional accreditation in engineering education and the development of

*通讯作者。

文章引用: 高进长, 高宏星, 魏远. 基于工程案例与 OBE 理念融合的《环境工程原理》教学改革实践[J]. 教育进展, 2026, 16(5): 2055-2060. DOI: 10.12677/ae.2026.1651085

emerging engineering education, the course “Principles of Environmental Engineering” encounters challenges including abstract content and inadequate engineering practice training. To overcome these, this study integrates Outcome-Based Education (OBE) principles with engineering case studies, linking abstract theories to practical engineering problems to improve students’ understanding of core concepts and their ability to solve complex environmental issues. A “goal-oriented, case-driven, process-evaluated” trinity teaching model is established, which effectively enhances learning motivation, promotes integration of theory and practice, significantly raises the achievement of course objectives, and strengthens students’ engineering competence and innovative thinking.

Keywords

Principles of Environmental Engineering, Engineering Cases, OBE Concept, Teaching Reform, Teaching Quality

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers 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

1. 引言

《工程教育认证标准(2024 版)》明确提出,合格的环境工程专业人才应具备将计算思维转化为工程实践的能力,《环境工程原理》作为连接基础理论与工艺设计的枢纽课程,要求培养学生运用信息技术解决专业领域复杂工程问题的能力。在此新形势下,强化学生的工程实践能力与综合素质培养显得尤为重要。《环境工程原理》作为环境工程专业的核心基础课,系统阐述了环境污染控制与生态修复过程中涉及的动量传递、热量传递、质量传递等共性原理,是连接基础科学与专业实践的关键桥梁。该课程着重培养学生的工程意识、解决复杂问题的综合能力和系统、整体优化的观念,其教学质量直接关系到后续专业课程的学习及专业人才培养的整体水平[1][2]。然而,新时代的专业人才培养必须与行业发展紧密结合,传统的教学模式已难以适应当前行业对人才知识体系的需求[3]。因此,对课程教学内容与方式进行改革,将课程教学与实践教学并行融合,对于提升学生对技术前沿的认知,培养其解决复杂工程问题的能力具有重要意义。

在学生学习《环境工程原理》课程时,学生遇到的主要难点在于:理论知识高度抽象,难以将复杂的物理化学过程与实际工程应用有效联系起来[3]。在传统教学中,学生面对多阶段、多单元耦合的复杂工艺系统,往往难以建立整体性与动态性的理解,缺乏对不确定性进行量化分析和对动态过程进行建模预测的有效训练,导致其应用理论知识应对开放性与复杂性工程问题的能力明显不足[4]。面向新时期环境工程领域的技术变革与工程复杂度,将《环境工程原理》课程体系与行业实践场景进行系统性交叉融合,有助于强化学生应对真实工程场景时的技术实操能力与创新设计能力[5][6]。

2. 《环境工程原理》课程教学改革意义

新时期新工科建设对环境工程专业人才的实践能力与工程思维提出了更高要求,《环境工程原理》课程实施了以 OBE 理念为核心的教学革新,具体举措包括嵌入典型工程案例、重构课程内容体系。教学实践表明,提高环境工程原理课程的教学质量[7]。

《环境工程原理》课程以“学生中心、产出导向、持续改进”的 OBE 理念,对教学实施的正向推动,对提升教学质效起到了一定的作用;结合工程案例教学法,通过引入真实的工程项目、技术难题和运行

数据,能将抽象原理置于具体情境中,有效弥合理论与实践的鸿沟[8],案例教学作为情境式教学的重要形式。同时,OBE理念强调以学生最终学习成果为导向,反向设计教学活动与评价体系,借助案例对相关知识结构、实践能力和素养的有机融合,将工程案例与OBE理念深度融合,对《环境工程原理》课程进行教学改革,形成以学生为中心的课堂教学形式,对于培养学生的工程思维、实践能力和创新精神具有重要意义[7][9]。

《环境工程原理》课程教学内容革新可有效解决重理论、轻实践的传统教学弊端。本课程教学以提高学生的实践能力和创新能力为教学宗旨,通过教学改革,增加实践教学环节,提高学生的实践能力[10];同时,开展实践教学是环境工程原理课程的重要环节,通过实践教学,学生将理论知识应用于实际问题,提高解决实际问题的能力。为了适应经济与社会发展的需要,环境工程原理课程的内容需要不断更新,《环境工程原理》课程的内容需要不断更新,尤其是气、水、固体废物污染控制的新理论、新工艺和新设备不断出现,使得原有的教材内容难以适应当前教学的需要[11]。因此,环境工程原理课程的教学改革势在必行。

3. 《环境工程原理》的课程特点与教学现状

《环境工程原理》是环境科学与工程专业的一个重要必修课和核心课程,开设于《高等数学》《线性代数》《大学物理》等等前置数理课程之后。《环境工程原理》课程为后续的专业核心课程《水污染控制工程》《大气污染控制工程》《固体废物处理处置与资源化》等专业课程的学习奠定基础,是课程体系不可替代的“承上启下”环节[1]。该课程面向环境科学与工程专业学生在大二下学期开设,共70学时,其中理论教学48学时,实验22学时。

《环境工程原理》课程旨在让学生达成以下学习目标:(1)掌握各种流体运动的基本概念和流动运动基本方程,深入了解流体静力学、流动阻力的基本原理,流体流经某种通道时的速度分布、压强分布和能量损失。(2)掌握学习物料衡算、热量衡算、化学反应等基本理论和基本规律的基础上,介绍环境工程单元操作的基本原理,如非均相物系的分离、传热、传质基础、气体吸收、萃取的基本原理,具备应用专业知识,能够基于环境工程原理学科特点,优化并用于解决复杂环境工程问题。(3)理解环境工程原理对其他学科的重要意义,奠定坚实的科学研究、工程应用和实际操作能力,同时培养作为一个环境工程技术人员专业素养,促进学生形成提高分析问题和解决问题的能力。

同时,课程融入思政目标是培育学生的工匠精神、职业素质,处理处置和资源化利用领域相关设备仪器及应用原理,培养学生认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风,为以后从事相应的科学研究、工程应用和实际操作,提高分析问题和解决问题的能力实现课程立德树人的德育目标。

4. 《环境工程原理》课程教学中存在的问题

传统环境工程原理教学采用“课前预习+课堂讲解+课后作业与答疑”模式,无法及时与教师交流,学生很难形成完整、全面的知识体系。《环境工程原理》实验环节存在明显的“重讲授、轻设计”倾向。受实验室硬件条件制约,现有实验以演示性和重复性训练为主,综合性与设计性实验项目占比较低,致使学生在实验方案构建能力及实际环境问题解决能力方面存在明显短板[7]。

首先,教材与教学内容更新滞后。面对新污染物不断出现及日益复杂的环境问题,教材内容未能及时更新,难以融入最新的工程案例与治理技术(如与“双碳”目标相关的技术),导致学生难以建立“理论-实践-应用”的有效链接[12]。其次,教学内容过于理论化,与实践结合不紧密。课程包含大量公式推导与抽象概念,但对其在实际工程中的应用场景介绍不足,导致学生理解困难,学习积极性不高,学生普遍难以将《环境工程原理》中的理论知识迁移至实际工程场景。究其原因,教学方式过于依赖教师讲

授, 演示性与重复性实验占主导, 缺乏自主探究环节, 方法单一, 难以激发学生的参与感与体验深度, 学习效果不佳[13]。最后, 实验教学资源有限, 学生参与度低。受场地和经费限制, 部分实验项目分组人数较多, 难以保证每位学生都有充分的动手机会, 影响了实验教学的效果[12]。

5. 教学改革理念与顶层设计

针对上述问题, 授课团队确立了以学生为中心、以成果为导向的改革思路, 旨在重构课程内容, 创新教学方法, 打造一门理论扎实、实践性强的高阶课程。

5.1. 重构课程内容, 强化工农交叉

OBE 理念指导下, 围绕课程目标, 对教学内容进行“去粗取精”式的重构。一方面, 精简部分过于繁复的公式推导, 突出其物理意义与工程应用价值; 另一方面, 突出环境工程专业的理工交叉特色, 引入与“双碳”战略、新污染物治理等相关的知识点, 保持教学内容的时代性与前沿性。

5.2. 构建产学研协同的多元教学模式

积极构建由校内教师与企业工程技术人员共同参与的协同教学模式。一方面, 充分利用学校公共资源(如各类污染控制实验室)和实习实践基地, 安排学生进厂实习或开展现场教学; 另一方面, 邀请企业工程师进课堂开展讲座, 分享实际工程案例与经验, 使学生能够直观地了解理论知识在工程实践中的应用[14]。

5.3. 加强学科整合, 构建系统知识框架

通过定期收集“双碳”等环境科技领域的最新成果并转化为教学素材, 保障课程内容的先进性与持续更新; 另一方面, 依托跨学科教师交流机制, 对课程体系进行协同优化, 密切课程与科研团队的联系, 促进科教深度融合。同时, 通过实验室实习、工程实践、科研项目等多元化实践教学方式, 将理论知识与实践技能有机结合, 着力培养学生运用新兴技术(如人工智能、大数据分析)解决复杂环境问题的创新能力。

6. 基于 OBE 理念的工程案例教学设计与实践

工程案例是连接理论与实践的桥梁, 而 OBE 理念则为案例教学提供了明确的目标导向。基于此, 设计了以工程案例为核心驱动的教学模式, 将学习过程分为课前准备、课中讲授和课后提升, 将价值引领、知识传授和能力提升有机融合[15]。

6.1. 工程案例教学设计逻辑

案例教学的设计遵循以下逻辑闭环: 明确预期学习成果(目标导向): 首先, 根据毕业要求和课程目标, 明确学生在学习后应具备的核心能力, 如识别复杂工程问题中的传递过程、应用“三传一反”原理进行工艺设计计算、对工程方案进行初步技术经济评价等。

构建系统化案例库(内容重构): 围绕上述成果, 系统性地筛选和开发工程案例。案例来源包括教师科研项目、校企合作课题、行业典型工程(如南水北调、污水处理厂升级改造)以及时事热点(如“双碳”目标下的 CCUS 技术)。每个案例都与课程核心知识点精准对应, 并体现知识的综合运用。

设计全流程教学过程(案例驱动): 将案例贯穿于“课前-课中-课后”全过程。课前, 通过线上平台发布案例背景和引导性问题, 激发学生预习兴趣。课中, 围绕案例展开深度教学, 引导学生运用原理进行“现象描述-过程分析-模型建立-计算求解-方案评价”, 并采用小组讨论、问题导向学习(PBL)等方法, 让学生沉浸式参与工程决策。课后, 布置案例分析报告、工艺优化方案等拓展任务, 并鼓励学生

利用虚拟仿真软件模拟关键过程。

建立多元评价体系(持续改进): 将案例任务的完成情况纳入课程考核, 实现过程性评价与终结性评价相结合。评价维度不仅包括理论知识的掌握, 更关注学生的工程思维、问题解决能力和创新意识, 通过评价反馈持续改进案例设计。

6.2. 典型案例实践

案例一: 城市污水处理厂升级改造中的质量衡算

教学目标: 掌握稳态质量衡算的原理和方法, 并能应用于工艺改造分析。

案例内容: 某城市污水处理厂因出水标准提升, 需在原工艺(A²O)后增加深度处理单元(如混凝沉淀池或反硝化深床滤池)。提供该厂现有进水水质、水量、各单元去除效率等实际数据。

教学过程: 课前, 学生查阅资料, 了解我国污水处理厂提标改造的背景和常用技术。课中, 教师引导学生运用质量衡算原理, 计算现有工艺的去负荷。然后, 分组讨论并计算增加深度处理单元后, 系统总体的去除率和对出水水质的影响, 并初步比较不同改造方案的技术可行性与经济成本。学生需对不同改造方案的技术可行性、经济成本进行初步比较。课后, 要求学生撰写一份简短的工艺改造可行性报告。

教学效果: 该案例将抽象的衡算公式与真实的工程需求结合, 使学生不仅掌握了计算方法, 更理解了其在工艺设计与优化中的重要作用, 增强了工程决策的全局观。

案例二: 燃煤电厂烟气脱硫工艺设计中的吸收过程

教学目标: 深刻理解吸收过程的热力学与动力学原理, 并能进行吸收塔的工艺设计计算。

案例内容: 给定某燃煤电厂的烟气流、SO₂初始浓度和排放标准, 要求学生设计一套湿法烟气脱硫系统, 并计算填料塔的主要尺寸和吸收剂用量。

教学过程: 课前, 学生观看烟气脱硫工艺的 3D 虚拟仿真视频, 初步了解设备结构与工艺流程。课中, 教师通过启发式提问, 引导学生回顾气液相平衡(亨利定律)、传质速率方程等核心知识点。学生分组, 根据案例数据进行吸收塔设计方程的迭代计算。思政融合: 在案例讲解中, 融入“双碳”战略目标, 介绍在燃煤烟气超低排放方面取得的巨大成就, 激发学生的专业使命感和社会责任感。

教学效果: 该案例将抽象的吸收理论与解决大气污染这一重大环境问题联系起来, 提升了学习的实用性和挑战性。通过计算实践, 学生的分析计算能力和工程素养得到显著锻炼。

6.3. 教学改革成效

通过实施上述教学改革, 取得了显著成效。首先, 学生学习兴趣与主动性显著提升, 真实鲜活的案例极大地激发了学生的好奇心和求知欲, 课堂互动明显增强。其次, 实现了知识掌握与能力发展的并重, 学生在解决案例问题的过程中, 深化了对理论的理解, 并锻炼了信息获取、分析计算、团队协作等多方面能力。再次, 课程目标达成度明显提高, 对比改革前后的课程目标达成度分析, 学生在解决复杂工程问题方面的能力指标有显著提升。最后, 学生的工程意识显著增强, 在案例分析中, 学生逐渐养成了从技术、经济、操作、环境等多维度审视工程问题的习惯。

在实施过程中我们也认识到, 高质量的案例库建设和教师自身的工程实践经验是保障改革效果的关键。未来, 我们将进一步借助数字化技术(如虚拟仿真、在线平台)丰富案例呈现形式, 并建立更加精细化的案例评价标准, 以持续提升教学质量。

7. 结论

在新工科建设与工程教育认证背景下, 《环境工程原理》课程教学改革势在必行。本文通过分析课

程特点与教学痛点,提出了将工程案例与 OBE 理念深度融合的改革路径。通过构建“目标导向-案例驱动-过程评价”的教学闭环,能够有效破解课程教学中理论抽象、实践不足的难题,实现知识传授、能力培养和价值引领的有机统一。实践表明,该教学模式能有效激发学生的学习兴趣,强化其工程实践能力与创新思维,为培养适应新时代需求的高素质环境工程人才奠定了坚实基础。未来,我们将继续坚持持续改进的理念,不断完善教学案例库,深化产学研协同,进一步提升课程教学质量。

基金项目

校博士基金项目:农田土壤重金属 Cd 来源初步解析与治理修改(175059)和省级大创项目:智绿锋犁——一种智能精准播种施肥(239506)。

参考文献

- [1] 胡洪营,张旭,黄霞,等.环境工程原理[M].北京:高等教育出版社,2017.
- [2] 贺文智,朱昊辰.环境工程原理[M].北京:化学工业出版社,2021.
- [3] 张春红,罗春梅.新工科背景下“环境工程原理”翻转课堂教学模式的探索及实践[J].云南化工,2023,50(7):144-148.
- [4] 魏春梅,谷晋川.新工科背景下环境工程专业实践教学体系探索[J].创新创业理论研究与实践,2021,4(9):30-32.
- [5] 冯茜丹,叶茂友,钱伟,等.基于工程教育专业认证的《环境工程原理》课程体系优化和教学模式改革——以应用型本科院校仲恺农业工程学院为例[J].创新创业理论研究与实践,2022,5(13):40-42.
- [6] 史宸菲.基于新工科思维的“环境工程原理”课程建设[J].环境教育,2025(7):74-77.
- [7] 张丽,刘琼玉,杨志华.基于激发学习兴的“环境工程原理”课程改革与实践[J].科教导刊,2023(30):122-124.
- [8] 刘剑,谭雄文,彭钢,等.基于 OBE 理念的化工原理课程教学改革研究[J].广州化工,2023,51(6):158-160.
- [9] 王诗宗.工程案例和机器学习在“环境工程原理”教学中的应用[J].当代化工研究,2025(10):170-172.
- [10] 牟金成,徐鹏,李江.新工科背景下“大气污染控制工程”课程设计教学改革[J].当代化工研究,2025(7):146-148.
- [11] 高常飞,杨启霞.新时期以专业人才培养为导向的环境工程原理课程改革实践研究[J].太原城市职业技术学院学报,2025(1):109-111.
- [12] 陈坦,张冰,金军,等.环境工程原理课程建设的思考[J].大学教育,2023(3):25-27.
- [13] 陈绍华,熊玲,汤迪勇.工程教育专业认证背景下“环境工程原理”实验教学改革[J].科技风,2025(33):72-74.
- [14] Butkus, M.A. and Kelley, M.B. (2004) Approach for Integrating Professional Practice Issues into Undergraduate Environmental Engineering Design Projects. *Cancer Prevention Research*, **3**, 1044-1049. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1052-3928\(2004\)130:3\(166\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1052-3928(2004)130:3(166))
- [15] 赵国崢,李长波,胡春玲,等.基于 OBE 理念的专业教育与课程思政深度融合探究——以“环境工程原理”课程为例[J].环境教育,2024(Z1):53-55.