

基于 OBE 理念的物理性污染控制课程改革与实践

周月月 黄贵武 王萍 韩松芳

周口师范学院, 河南 周口 466001

[摘要]在新工科建设、工程教育认证及生态文明人才培养体系不断完善的背景下,物理性污染控制是环境工程专业培育应用型环保人才的核心课程。针对课程传统教学中理论内容抽象、知识点碎片化、教学与工程实践脱节、育人模式单一等突出问题,本文以 OBE 成果导向教育理念为指导,结合教学实际,从课程目标优化、多元教学创新、课程思政融入、虚实结合实践平台搭建、数字化全过程考核改革等方面开展系统性课程建设探索。通过知识图谱整合零散知识点,结合真实工程案例推行混合式教学与项目化训练,完善多层次实践教学与多元评价体系,有效弥补传统教学短板。实践证明,本次改革打通了理论教学与工程应用的壁垒,显著提升了学生的工程设计、创新思维与复杂污染治理问题处置能力。构建知识、能力、价值三位一体的育人体系,可为新工科背景下环境类课程提质升级和环保应用型人才培养提供参考。

[关键词]物理性污染控制; OBE 理念; 新工科; 混合式教学; 课程思政; 教学改革

DOI: 10.33142/fme.v7i7.20290

中图分类号: G640

文献标识码: A

Reform and Practice of Physical Pollution Control Course Based on OBE Concept

ZHOU Yueyue, HUANG Guiwu, WANG Ping, HAN Songfang

Zhoukou Normal University, Zhoukou, He'nan, 466001, China

Abstract: Against the backdrop of the continuous improvement of the emerging engineering education construction, engineering education certification, and ecological civilization talent training system, physical pollution control is the core course for cultivating applied environmental protection talents in the environmental engineering major. In response to the prominent problems of abstract theoretical content, fragmented knowledge points, disconnection between teaching and engineering practice, and single educational mode in traditional curriculum teaching, this article is guided by the OBE achievement oriented education concept, combined with teaching practice, to explore systematic curriculum construction from the aspects of optimizing curriculum objectives, innovating diversified teaching, integrating ideological and political education into curriculum, building a practical platform combining virtual and real, and reforming the digital whole process assessment. By integrating scattered knowledge points through knowledge graphs and combining them with real engineering cases, we promote blended learning and project-based training, improve multi-level practical teaching and diverse evaluation systems, and effectively make up for the shortcomings of traditional teaching. Practice has proven that this reform has broken down the barriers between theoretical teaching and engineering application, significantly enhancing students' abilities in engineering design, innovative thinking, and handling complex pollution control problems. Building a three in one education system of knowledge, ability, and value can provide reference for improving the quality and upgrading of environmental courses and cultivating applied talents in environmental protection under the background of emerging engineering education disciplines.

Keywords: physical pollution control; OBE concept; emerging engineering education; blended learning; ideological and political education; teaching reform

2017 年,教育部高等教育司发布了《关于开展新工科研究与实践的通知》,明确了新时代我国工程教育的改革方向,伴随环境科学与工程教育遭遇新工科转型压力,学界逐步将目光投向课程体系优化与能力导向教学的关

系,就工程伦理与课程思政的融合情况而言,曹梦华(2024)从环境专业研究生培养角度出发,倡导把本土案例与专业理论相结合,能显著增强学生的社会责任感与伦理意识^[1]。从水污染控制课程的层面出发,万顺利(2024)针对教学

内容及手段的系统改革做了研究,强调实践操作能够实质性重塑学生的能力结构^[2],从大气污染控制教学的视角看,主要聚焦课程思政渗透的路径,倡导采用案例教学结合跨团队协作,提升学生对环境责任的认知和综合表达技能。在数字工具与智能化为教学赋能方面,陈勉为(2024)对 ChatGPT 于环境类课程中的潜力展开分析,指出其对增进教学互动性和学习效率有益,但也遭遇泛用性和专业深度二者之间的矛盾^[3],在人才培育和思政融合这一范畴,从德育使命的层面出发,着重挖掘专业内容当中的价值要义,构建课程内部的育人逻辑关系。因“双碳”目标的引领驱动,从教学体系贴合新政目标的层面,分析了多学科融合之于课程重构的现实挑战,开展以“微研课”形式嵌入研究型教学相关研究,推进学生科研能力与工程素养协同增进,从生态文明教育转型的层面看,倡导凭借教师德育意识与课堂教学协同设计实施,强化环境专业课程的时代适配属性和价值引领效果。

当下的研究于思政融入、智能工具引入、实践教学优化等方面开拓了多维度探索之路,不过整体依旧偏重理念范畴,对诸如“物理性污染控制”这类具体课程体系的能

力构建逻辑、教学内容重组办法、项目化设计机制等缺少细致梳理与系统重塑,难以契合新工科背景中“能力-结构-任务”一体化改革的现实诉求,本课题借助污染控制能力视角来优化课程体系,恰是对现有研究的一种必要拓展探索。

1 课程教学情况分析

《物理性污染控制》围绕噪声、振动、电磁辐射、热污染等物理污染的产生机制、监测手段与治理技术开展教学,是环境工程专业衔接理论与工程实践的核心课程,对培育学生工程素养、塑造专业能力意义重大。结合教学实践,传统授课模式存在明显短板。课程理论属性突出,包含较多物理机理与公式推导,知识抽象,授课形式单一,不易激发学生学习主动性,不少学生理解困难。同时,各物理污染知识模块相对独立,章节教学缺少内容串联,学生难以搭建系统知识体系,无法灵活应对多污染耦合的工程场景。此外,教学侧重理论讲授,工程案例更新缓慢,实践教学环节不足,学生缺少真实工程实训机会,易出现理论熟记但工程思维欠缺、实践应用能力薄弱的问题。

(图 1)。



图 1 课程教学短板

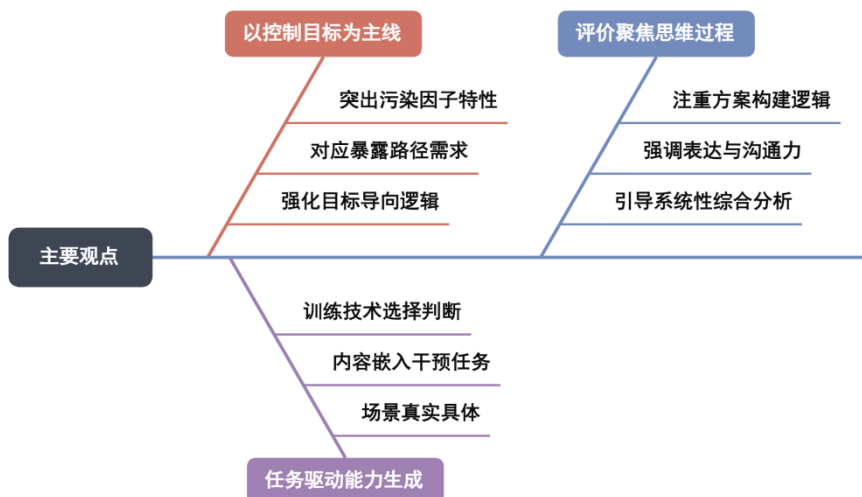


图 2 课程目标

工程教育专业认证秉持“以学生为中心、产出导向、持续改进”理念，对工科课程实践教学、能力培养提出规范要求，推动传统教学模式转型^[4]。随着生态文明建设深入推进，环保行业对工程人才综合素养要求持续提高，从业者既需要扎实专业基础，还应具备工程伦理意识、绿色发展理念、创新与协作能力。传统固化教学模式难以适配新工科人才培养与行业需求。因此，开展《物理性污染控制》系统性教学改革，优化课程内容、创新教学方式、健全实践体系、落实价值引领，是课程提质的内在需要，也是契合专业认证标准、支撑生态文明人才培养的必然选择^[5]。

2 对标工程教育认证的课程体系重构

2.1 贴合毕业要求的课程目标优化

结合环境工程专业工程教育认证要求与人才培养方案，本文优化重构课程教学目标，摒弃偏重知识记忆的传统导向，构建“知识掌握、能力提升、价值塑造”三位一体育人体系。知识层面，使学生掌握各类物理性污染产生规律、监测方法、防控原理与治理技术；能力层面，着力培养学生工程问题识别、治理方案设计与复杂工程问题分析能力；价值层面，融入生态文明理念、工程规范与工匠精神，塑造绿色发展理念与求真务实的职业素养^[6]。目标体系对接专业毕业要求，推动教学内容、实践训练匹配新工科应用型人才培养定位（图2）。

2.2 教学内容的系统性梳理与更新

针对课程知识点零散、逻辑关联性弱、工程应用性不足等问题，本文对课程教学内容进行系统性整合与优化。打破传统章节割裂的授课模式，按照“污染识别-机理剖析-监测检测-技术选型-工程设计-实践应用”的完整逻辑主线，重构课程知识框架，串联各类物理污染核心知识点，让课程内容更具层次感和系统性。同时，剔除教材中陈旧、重复性的理论内容，结合当下环保行业新标准、新工艺、新设备，补充新型物理污染治理技术与工程案例。聚焦工程能力培养，增加工业厂区降噪、建筑设备减振、公共区域电磁防护等典型工程场景的教学内容，强化课程的工程属性，引导学生逐步建立系统化的工程思维，实现理论知识与工程实际的深度衔接。

3 多元化课堂教学模式的创新实践

3.1 线上线下融合的混合式教学模式

依托雨课堂、学习通线上教学平台，结合线下课堂教学，搭建适配本课程的混合式教学体系，有效打破传统课堂的时空局限。课前阶段，依托线上平台推送微课视频、知识梳理导图、预习习题及基础工程案例，引导学生自主完成前置学习，提前掌握基础概念与简单原理，缓解课堂

理论教学压力。课中阶段，改变单向灌输的授课方式，针对学生预习过程中反馈的重难点问题精准讲解，结合小组讨论、课堂抢答、案例剖析、师生互动答疑等多样化形式，提升课堂活跃度，深化学生对核心知识点的理解与运用。课后阶段，通过线上平台布置拓展作业、推送行业前沿资料、开展常态化答疑，延伸教学链条，帮助学生巩固课堂所学、拓宽专业视野（图3）。智慧教学工具的深度应用，有效实现了教学过程的精细化管理，显著提升课堂教学质量与学生自主学习能力^[7]。

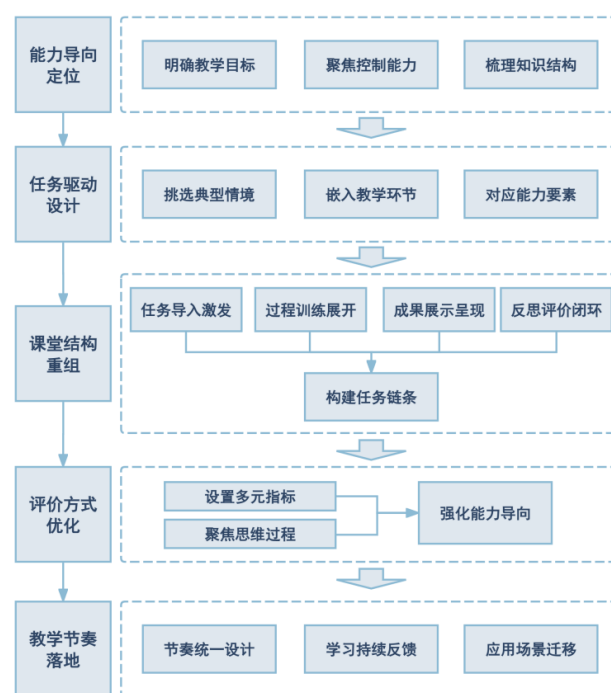


图3 课程教学过程

3.2 案例教学与 PBL 探究式教学融合应用

立足课程工程性、实践性较强的特点，筛选整理工业生产、交通市政、人居环境治理等多场景真实工程案例，搭建动态更新的课程案例资源库，将案例教学贯穿课堂全过程。以真实工程问题为切入点，结合课程知识点展开深度剖析，让抽象的理论原理具象化，帮助学生理解技术的实际应用场景与适用条件。同时，引入 PBL 问题导向教学法，围绕典型物理污染治理工程设置探究性课题，以小组为单位组织学生开展资料查阅、问题分析、方案设计、成果汇报等探究活动，推动学生从被动听课向主动探究转变。案例赋能、问题驱动的双向教学模式，能够有效激发学生的学习积极性，锻炼学生的问题分析、团队协作与工程设计能力，切实解决理论与实践脱节的教学难题。

3.3 任务导向的项目化教学实施

为进一步强化学生的工程实践能力，课程引入任务驱

动式项目化教学模式,将课程核心知识要点转化为可落地、可操作的工程项目任务,涵盖厂区噪声综合治理、居民区振动污染防治、机房电磁防护设计等贴合行业实际的项目主题。以完整的工程项目为载体,要求学生以小组协作形式,依次完成项目调研、现状分析、方案设计、参数校核、效果评估、报告撰写等全流程工作。教师根据各小组项目推进情况,开展阶段性指导与针对性纠错,及时解决学生在设计过程中出现的思路偏差与技术问题。该教学模式高度还原工程岗位工作流程,让学生沉浸式参与工程设计全过程,有效提升学生的工程实操能力与创新应用能力^[8]。

4 课程思政与专业教学的深度融合

4.1 课程思政元素的系统挖掘

结合环境工程专业育人特色与课程教学内容,系统性梳理、挖掘贴合课程的思政育人元素,构建适配物理性污染控制课程的思政育人体系。在专业知识教学中,融入国家生态文明建设战略、绿色低碳发展理念及生态环境保护相关法律法规,培育学生的生态保护意识与家国情怀;在工程案例讲解与项目设计环节,结合环保科研工作者攻坚克难、深耕污染治理领域的先进事迹,弘扬工匠精神、创新精神与奉献精神;在实践教学与工程训练中,融入工程伦理、职业操守、安全规范教育,引导学生树立严谨务实、精益求精、责任至上的职业素养,实现思政教育与专业教学的自然融合、润物无声。

4.2 全方位一体化思政育人模式构建

基于 OBE 成果导向育人理念,构建“专业知识传授+工程能力培养+思政素养塑造”的一体化育人模式,将思政教育贯穿课程教学、项目实践、课后拓展全过程。课堂教学中,结合对应知识点自然融入思政案例,避免生硬说教;在项目实践中,强调绿色设计、合规施工、责任担当的职业准则,培育学生的工程责任感;课后拓展中,引

导学生主动关注生态环保热点问题,树立新时代环保从业者的使命与担当。同时,结合课堂反馈、学生问卷等方式动态优化思政融入形式,杜绝思政教育形式化、表面化,切实落实立德树人根本任务,实现学生专业能力与思想素养协同提升。

5 多层次实践教学体系优化改革

5.1 分层递进的实验教学体系建设

针对传统实验教学以验证性项目为主、内容单一、创新性不足的问题,本文构建“基础型-综合型-创新型”三级分层递进实验教学体系。基础型实验聚焦仪器设备操作、污染指标监测、基础原理验证等内容,夯实学生的专业实操基础;综合型实验围绕多类型物理污染复合场景设计实验项目,引导学生综合运用多章节知识解决综合性问题,提升知识整合与应用能力;创新型实验结合行业前沿、科研热点与实际污染问题,鼓励学生自主选题、自主设计实验方案、独立完成实验探究,着力培育学生的科研思维与创新能力。分层实验体系层层递进、循序渐进,能够满足不同层次学生的实践能力提升需求。

5.2 虚实结合的立体化实践育人模式

物理性污染部分实验存在设备成本高、部分场景危险性强、实地实训条件有限等问题,传统实体实验难以全面覆盖教学需求。对此,课程搭建“虚拟仿真+实体实操”的虚实融合实践教学模式。依托虚拟仿真教学平台,开展大型工程场景、高危污染场景、高成本设备操作的模拟实训,让学生直观认知复杂污染工况与先进治理技术;依托实体实验室开展基础监测、常规设备操作等实操训练,保障学生动手能力落地。同时,将实践训练贯穿课程全周期,结合课程设计、课外实训、学科竞赛等载体拓展实践场景,打通课堂实验、工程实训、创新实践的壁垒,全方位提升学生的工程实践与综合应用能力(表1)。

表 1 环境工程技能大赛获奖情况

年份	比赛名称	比赛奖项		
		一等奖	二等奖	三等奖
2025 年	全国大学生市政环境 AI+创新实践能力大赛华北赛区	6	6	5
	中国国际大学生创新大赛河南赛区选拔赛	1	2	3
	第八届“远见者杯”全国大学生创新促进就业大赛国赛选拔赛	2		
2024 年	“挑战杯”河南省大学生创业计划竞赛			2
	全国大学生市政环境 AI+创新实践能力大赛华北赛区	1		6

6 数字化赋能下的全过程教学评价改革

6.1 基于知识图谱的知识体系优化

为解决课程知识点碎片化、学生知识体系混乱的问题,借助数字化教学技术,搭建课程专属知识图谱,构建“教学资源-核心知识-工程应用”一体化知识体系。通过知识图谱梳理各知识点的内在逻辑与关联关系,将零散的污染机理、监测技术、治理方法、工程应用等内容串联整合,

形成可视化、系统化的知识网络,帮助学生快速厘清课程知识脉络,建立完整的知识体系(图4)。同时,依托知识图谱整合微课、案例、习题、工程资料等各类教学资源,实现知识点与教学资源、工程应用场景的精准匹配,助力学生精准学习、高效学以致用,显著提升教学的系统性与实效性^[9]。



图4 物理性污染课程知识体系

6.2 多元化全过程考核评价机制

摒弃传统期末一次性考核的终结性评价模式,建立数字化赋能的全过程、多元化考核评价体系。考核维度涵盖线上自主学习、课堂互动表现、小组研讨成果、实验实操能力、工程项目设计、期末综合考核等多个模块,引入积分制量化评价方式,全面记录学生整个学期的学习过程与成长变化。考核权重向实践能力、创新思维、团队协作、工程设计等综合素养倾斜,弱化机械记忆类理论考核占比。通过全过程动态评价,能够客观、全面反映学生的知识掌握程度与综合能力水平,同时依托评价反馈机制,形成“教学-评价-改进”的闭环体系,契合工程教育认证持续改进的核心要求^[10]。

7 结论与展望

本文立足新工科建设、工程教育认证与生态文明人才培养需求,针对《物理性污染控制》现存教学难题,从课程目标、教学内容、授课模式、思政育人、实践体系、评价机制六个维度开展全方位教学改革与体系重构。相关改革有效缓解课程理论抽象、知识碎片化、理论与实践脱节、育人维度单一等问题,构建“知识传授、能力培养、价值引领”协同发展的育人体系。教学实践证实,新模式能够激发学生学习主动性,显著增强学生工程思维、复杂问题处理能力、创新实践能力与综合职业素养,提升课程育人质量,本次改革形成的建设思路也可为同类环境专业课程

改革提供可推广参考范式。后续课程建设将持续对标工程教育认证标准,建立常态化教学复盘与持续改进机制;推进数字化技术与课堂深度融合,完善虚拟仿真、知识图谱等教学资源,探索分层精准教学;紧跟行业动态更新工程案例,适配环保领域新技术、新标准;持续深化课程思政有机融合,优化思政融入路径;尝试开展国际化、双语教学拓宽学生视野,不断完善实践教学与考核评价体系,围绕复合型创新环保人才培养持续丰富课程育人内涵,助力新工科高质量人才培养与生态文明建设。

[参考文献]

- [1]曹梦华,邱国红,侯静涛.研究生“工程伦理”课程思政教学探索与实践——以环境科学与工程专业为例[J].教育教学论坛,2024(48):99-102.
- [2]万顺利,李燕.水污染控制工程课程教学改革探索与实践——以黄山学院环境科学专业为例[J].黄山学院学报,2024,26(5):118-121.
- [3]陈勉为,尚江伟,艾达娜·赛日克,等. ChatGPT 在高校环境科学与工程专业教学中的应用与创新研究[J].广东化工,2024,51(10):178-181.
- [4] Shon H, Jegatheesan V, Phuntsho S, et al.Challenges in Environmental Science and Engineering (CESE-2023)[J]. Process Safety and Environmental Protection,2025(1): 1941384-1386.

- [5] Richardt A S, Towner S, Brent G, et al. An industry review of recent graduate employees' performance compared to workplace expectations: An environmental science case study[J]. *Industry and Higher Education*,2024,38(6):562-573.
- [6] 刘亚曦,于晨,冯华仲.高质量发展道路下思政案例教学融入环境类主干课的实践研究[J]. *高教学刊*,2024(11):121-124.
- [7] 张雪乔,刘盛余,羊依金.物理性污染控制工程混合式教学改革构想——以成都信息工程大学为例[J]. *教育教学论坛*,2024(18):57-60.
- [8] 倪娟.基于项目化学习的物理性污染监测与控制课程教学改革[J]. *造纸装备及材料*,2026(1):246-249.
- [9] 刘欢,孙兆楠,冷杰雯.基于知识图谱的物理性污染控制工程课程建设与实践[J]. *大学教育*,2026(6):81-85.
- [10] 温月丽,端允,李厚芬.“双一流”建设拔尖创新人才培养探索与实践——以物理性污染控制课程改革为例[J]. *科教导刊*,2025(24):4-6.
- 作者简介：周月月（1989—），女，毕业于中国科学院大学环境科学，博士研究生，周口师范学院讲师，环境科学土壤修复。