

基于认证需求的地方高校水污染控制工程课程改革探究

王慧 凌定勋 邓佳钦 谢珊

中南林业科技大学生态环境学院

摘要:“水污染控制工程”是环境工程专业的重要核心课程,其教学质量和效果直接关系到学生未来的职业能力和环境保护工作的成效。在工程认证背景下,如何优化水污染控制工程课程的教学方案,培养出符合国际标准的高素质环境工程人才,已成为高校教育工作者亟待解决的问题。本文分析了该课程目前在教学实践中存在的问题,提出了对标认证标准等六方面的优化设计方案,为水污染控制工程课程教学方案优化设计提供了新参考。

关键词:工程专业认证;水污染控制工程;教学方案优化设计

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2025.08.146

引言

随着我国环境保护事业的快速发展和工程教育认证体系的不断完善,水污染控制工程作为环境工程专业的核心课程,其教学改革的重要性日益凸显。当前,水污染控制技术不断更新,社会对环保人才的需求也趋向多元化和实践化,而传统教学模式在课程内容、实践能力培养及校企协同等方面仍存在不足,难以满足工程认证标准和行业发展的要求。在此背景下,如何以工程认证为导向,重构课程体系、强化实践教学、深化产教融合,成为提升环境工程人才培养质量的关键。本文基于工程认证的核心理念,结合水污染控制工程课程的教学现状,探讨其优化设计方案,旨在为培养具备创新能力和工程实践能力的高素质人才提供理论参考和实践路径,助力我国环境工程教育的国际化与高质量发展。

一、工程专业认证的背景与发展

工程专业认证是针对高等教育机构中工程类专业的一种专门性评估体系,最早于20世纪30年代在美国兴起。随后,世界各国陆续建立了各自的工程教育认证机构,逐渐形成了一种国际通行的工程教育质量保障机制。在中国,工程专业认证同样受到了高度重视并取得了显著进展。自1992年起,建设部率先启动了建筑学等专业的评估工作,开启了我国工程教育认证的探索之路。2005年,国务院批准成立教育部全国工程教育专业认证专家委员会,进一步推动了认证工作的规范化。2012年,中国开始筹备成立中国工程教育认证协会,并在教育部的领导下,作为中国科学技术协会的团体会员,全面负责工程教育认证的相关工作。2016年6月,中国成功加入《华盛顿协议》,这一里程碑事件表明我国本科工程教育的质量已获得国际认证标准的认可。同时,这也意味着我国工程教育领域授予的本科学位在国际互认的质量标准上实现了实质等效^[1]。

二、环境类人才培养现状与问题

随着社会经济的快速发展,环境问题也受到了世界范围内的关注。社会对环境类人才的需求和要求也越来

越高。环境类人才培养的目标主要是培养具备生态环境保护意识、掌握环境工程学科基本理论、具备解决环境问题的能力以及良好职业素养的复合应用型人才。这些人才能够在多个领域胜任环境监测、评估、规划、污染治理、项目设计、科研与教学等多样化的工作,以适应国家经济社会可持续发展和环境保护的需求^[2]。然而传统的水污染控制工程课程教学培养模式还存在一些显著的问题,主要体现在以下几个方面:

(一) 课程内容缺乏先进性和实用性

现有的课程体系往往相对传统,导致学生在毕业后难以适应快速变化的技术和市场需求。具体表现在以下几个方面:

课程内容陈旧:许多高校的水污染控制工程课程内容仍然停留在传统的理论框架内,未能及时更新和引入最新的水污染控制技术和研究成果。例如,膜分离技术、高级氧化技术、纳米材料已在水处理工程实践中被广泛采用,但在水污染控制工程课程中却较少被纳入教学内容。

课程内容过于侧重理论知识的灌输,与实际工程案例的结合较为薄弱。学生在课堂上学到的理论知识难以直接运用于工程实践。此外,水污染控制工程涵盖化学、生物学、环境科学和工程学等多个学科领域,但现有课程体系在跨学科知识的整合上存在不足,使得学生在应对复杂的水污染问题时缺乏综合性的思维和解决方法。

(二) 工程实践能力培养不足

(1) 现有的实验课程对于综合性以及设计性实验的开展尚不足。实验课程大多以验证性实验为主,学生只需按实验说明书操作,对实验设计和结果分析往往没有深入思考;实验课程往往只涉及单一的技术或方法,缺乏综合性实验的设计。现有的实验课程中设计性实验的比例较低。学生缺乏从问题提出、方案设计到实验实施和结果分析的全过程锻炼。

(2) 实践教学资源欠缺。部分高校在实践教学资源方面存在不足,这限制了实验教学的开展,影响了学生实践能力的培养。具体表现在以下几个方面:

实验室设备不足：许多高校的实验室设备数量有限，难以满足大量学生的实验需求。

研究领域不完善：现有的实验室设备往往集中在传统的水处理技术领域，缺乏对新兴技术的支持。

实验教学资源配置不均：在资源有限的情况下，实验教学资源的分配往往会存在不均衡的情况。

（三）缺乏企业深度参与

1. 课程设置缺乏实用性

人才培养方案缺乏相关企业、行业的高级技术人员参与制定，导致课程设置与市场需求脱节，缺乏实用性。例如：课程内容与实际需求脱节，现有的课程设置往往由高校教师主导，缺乏企业技术人员的参与，因而产生教学内容与实际需求脱节问题；缺乏行业前沿知识，课程内容仅停留于教材。

2. 难以培养符合企业需求的人才

由于企业缺乏深度参与，高校难以培养出符合企业实际需求的人才，导致学生在就业后难以快速适应工作环境。例如：缺乏企业的参与，学生没有与实际工程项目接触的实践机会，因而毕业后对复杂的工程问题会束手无策；企业往往对员工的职业素养有较高的要求，如团队合作能力、沟通能力、项目管理能力等。但由于企业参与度低，学生在校期间缺乏对这些职业素养的培养。

（四）评价体系不完善

1. 专业认证薄弱

虽然我国一些高校环境工程专业已相继通过工程教育认证，但总体来看，专业认证仍然比较薄弱，评价体系不够完善。具体表现在以下两个方面：

认证标准不统一：不同高校的环境工程专业在认证标准上存在差异，导致评价体系不够统一和规范。

认证结果反馈不足：现有的专业认证往往只关注认证结果，而忽视了对认证过程中发现的问题的反馈和改进。例如，一些高校在通过认证后，并未根据认证反馈进行课程设置的调整和改进。

2. 反馈机制缺失

现有的评价体系的反馈机制尚不完善，不能及时反映人才培养过程中存在的问题和不足。具体表现在以下几个方面：

评价结果缺乏及时性：现有的评价体系往往只在学期末或学年末进行评价，忽略了学生在学习过程中存在的问题。

评价方式单一：现有的评价体系往往只注重考试成绩，忽视了学生在实践能力、创新能力等方面的表现。

反馈机制不完善：现有的评价体系往往缺乏有效的反馈机制，学生在实验课程中遇到的问题可能无法及时得到反馈和解决，导致他们在后续学习中遇到更大的困难。

三、水污染控制工程课程教学方案优化设计的具体措施

在工程认证背景下，水污染控制工程课程教学方案的优化设计需紧密围绕《工程教育认证标准》的核心要求，即“学生中心、成果导向、持续改进”，并结合当前课程存在的问题，提出系统性解决方案。以下从课程体系重构、实践能力强化、校企深度融合、评价体系创新四方面展开论述。

（一）课程体系重构：对标认证标准，强化前沿性与跨学科整合

1. 更新教学内容，融入前沿技术

根据《工程教育认证标准》对课程内容“先进性”的要求，需将膜分离技术、纳米材料应用、碳减排技术等新兴技术纳入教学内容。例如，同济大学《水污染控制工程》第五版教材新增了污水处理厂碳排放核算与城镇污水资源化内容，江苏大学则通过产教融合课程引入工业废水处理新技术。

2. 跨学科整合与模块化设计

工程认证强调“解决复杂工程问题”的能力培养。课程体系需整合化学、生物学、流体力学等学科知识，形成模块化教学单元。例如，水处理工艺模块：结合热流体力学与微生物学设计生物反应器优化实验；工程管理模块：融入BOT项目运作、环境法规等企业课程，培养项目管理能力。

3. OBE 导向的课程目标设计

以成果导向（Outcome-Based Education）反向设计课程目标，确保其与毕业要求指标点一一对应。例如，我院已明确要求环境工程学位课程需具备“课程目标-教学内容-评价方式”的闭环设计。

（二）强调理论与实践的结合

课程目标应在突出理论与实践的结合的基础上，强化学生的实践能力，注重培养学生的工程实践能力和创新思维，同时构建多层次实验与虚拟仿真平台：

1. 实验教学分层设计

基础验证性实验：保留传统水质检测、活性污泥法运行等基础实验，占比不超过30%；

综合性实验：如“工业园区废水处理系统设计”，需整合物理、化学、生物处理技术；

开放性设计实验：学生自主选题（如农村分散式污水处理工艺优化），结合CAD绘图与成本核算。

2. 虚拟仿真与实体实验互补

针对实验室资源不足问题，引入虚拟仿真平台。深圳大学环境工程虚拟仿真实验中心开发了“污水处理厂运行调控”与“突发水污染事件应急处理”国家级虚拟项目，学生可通过模拟操作掌握工艺参数优化技巧。

3. 实践基地共建与顶岗实习

工程认证要求生均实验室面积 $\geq 5\text{m}^2$ ，需通过校企合作共建实践基地。例如：大连民族学院与企业合作开设“污水处理厂设计与运行”课程，由企业工程师指导工艺设计。

（三）采用多样化的教学方法和手段

通过提出实际的水污染问题，引导学生主动查阅资料、设计方案并解决问题。例如，提出某水体的污染案例，要求学生设计一套完整的治理方案，从项目设计、实施到评估全程参与；加入案例教学，选取典型的水污染控制工程案例，让学生分析其技术路线、经济效益和环境效益；通过视频、模拟软件等展示水污染控制技术的原理和应用；利用在线课程、论坛和虚拟实验室等平台，拓宽学生的学习渠道。

（四）加强师资队伍建设，提高教学水平

通过定期邀请行业专家学者开展讲座和培训等方式，让最新的水污染控制技术和行业动态传递给教师。鼓励教师参与水污染控制领域的科研项目 and 工程实践活动，并且将科研成果和实际经验带入课堂。

（五）评价体系创新：形成性评价与持续改进机制

建立一种结合了平时成绩、实验报告、项目成果等多种形式的多元评价体系，全方位展示学生的学习效果。并且可以针对学生在学习过程中的阶段性表现，及时地给予反馈和指导。

1. 多元化考核方式

过程性评价（占比 50%）：包括实验报告（20%）、小组项目答辩（15%）、课堂参与度（15%）；

终结性评价（占比 50%）：采用“理论考试（30%）+工程设计答辩（20%）”形式。

2. 课程目标达成度分析

基于工程认证的定量评价方法，计算分目标达成值。例如：

“信号与系统”课程通过作业、实验、考试数据计算达成度，若某目标达成值 < 0.7 ，则启动教学改进；

河南科技大学采用形成性评价六环节（预习、实验、报告等），动态调整教学策略。

3. 持续改进机制

建立“评价-反馈-改进”闭环形式，并与学生反馈相结合：每学期末开展课程满意度。

（六）加强与企业合作，实现产学研结合

与企业签订合作协议，共同开展科研、教学和实习实训等活动。例如，与当地的污水处理厂合作，定期组织学生到厂进行实习^[3]。还可邀请企业专家来校授课或开设讲座，介绍最新的水污染控制技术和行业动态。邀请污水处理厂的技术总监来校进行专题讲座，分享实际

工程中的经验和挑战。在实训课程中，安排学生到企业进行实习，了解企业的实际需求和 workflows。实际上，本校已持续在本方面进行深入改善，每年都会与企业合作，如长沙梅花车业有限公司、湖南瑞清环境设备有限公司、湘潭佳海食品医药产业园项目污水处理站等，由企业导师带队进行实习。此外，本专业每年都会邀请专家参与学生答辩并进行更加贴合行业实际现状的指导。后续，水污染控制工程课程教学将更加专注于校企深度融合，如邀请企业全程参与课程开发，邀请企业技术主管参与人才培养方案制定，并由企业工程师承担 30% 以上课时，讲授工程案例。

同时更加注重于职业素养与创新能力的培养，通过企业实习与创新创业项目结合，提升团队协作与沟通能力。

结语

在工程认证背景下，水污染控制工程课程教学方案的优化设计需更加注重理论与实践的结合，以及学生创新能力和解决问题能力的培养^[4]。通过明确课程目标、优化课程内容、采用多样化的教学方法和手段、加强师资队伍建设和完善课程评价体系以及加强与企业合作等措施，可以优化设计水污染控制工程课程教学方案，更好地满足工程认证的要求并培养学生的创新能力和实践能力。这些优化措施不仅能够提升课程的教学质量，还能够为社会培养出更多高素质的环境工程人才，为水污染控制领域的发展提供有力支持。

参考文献

[1] 教育部全国工程教育专业认证专家委员会. 工程教育认证标准与指南[M]. 北京: 高等教育出版社, 2016.

[2] 王晓东, 李华. 环境工程专业人才培养模式研究[J]. 高等教育研究, 2018, 39(2): 45-50.

[3] 李强, 王芳. 校企合作在环境工程专业人才培养中的应用[J]. 教育研究, 2020, 41(4): 67-72.

[4] 刘洋, 赵敏. 工程认证背景下环境工程专业实践教学体系的构建[J]. 高等工程教育研究, 2021, 42(1): 89-94.

作者简介: 王慧, 1986-, 女, 汉, 安徽省宣城市, 博士研究生, 副教授, 研究方向: 水生态环境修复技术。

基金项目: 本文系湖南省普通高等教育教学改革项目“认证导向下基于 OBE 理念的水污染控制工程课程教学改革探索”(编号: HNJC-20230474)。本文系中南林业科技大学教学改革研究项目“新工科背景下环境生态工程专业教学模式探究-以《流域生态修复工程》为例”(编号: 2023-28 和 2023-30)。