

凸显新工科的环境工程原理课程教学变革

王锐刚* 智建辉 赵吉万 王硕

山西大学环境与资源学院，山西太原，030006；

摘要：面对环境工程的发展，环境工程原理课程教学显示诸多问题。教学内容陈旧，难以跟上新兴污染物处理需求，与其他专业课程缺乏有效衔接；教学方式单一，实践环节薄弱，无法激发学生的创新思维与实践能力；考核评价片面，侧重理论记忆，无法全面评估学生综合素养。本文提出一整套革新举措。深度融入纳米技术、微生物燃料电池应用等前沿知识，并强化与其他专业课程的联系；采用混合式教学，完善实践教学体系，营造互动课堂氛围；考核评价方面，确立多元化考核指标，强化过程性评价。旨在打破传统教学桎梏，为培养适应新时代需求专业人才筑牢根基。

关键词：环境工程原理；教学方法创新；考核评价重构

DOI：10.69979/3029-2735.25.07.067

1 教学困境洞察

1.1 教学内容陈旧

现行环境工程原理课程内容未能紧贴环境问题的演变趋势^[1]。随着工业化加速，新污染物不断涌现，课程中相关原理与技术甚少。与其他课程间的衔接有缝隙，学生难以构建完整的专业知识体系。以气态污染物处理为例，课程中仅讲吸收、吸附原理，实际应用中，与环境监测中污染物浓度测定、环境影响评价中对污染物排放浓度的标准等未能有效关联，学生难以掌握污染物从监测、处理直至达标排放的流程。

1.2 教学方式单一

当前课程教学主要以教师讲授为主，学生通过听课和做实验来进行。传统教学存在一些问题，学生学习兴趣不高、效果不理想等^[2]。在传统模式下，课堂由教师主导，气氛沉闷压抑，学生积极性不高。教师照本宣科，学生被动灌输，缺乏主动思考与探索。多媒体教学大多停留在展示课件，未能充分发挥其优势，如动画模拟工艺流程、虚拟实验直观感受等。实践教学薄弱，实验多为验证实验，无法有效锻炼学生实践操作与创新能力。在污水处理实验中，学生按部就班地完成既定实验步骤，对实验原理、工艺参数对处理效果的影响等缺乏深入探究。

1.3 考核评价片面

考核方式主要依赖期末考试，平时成绩占比低，平

时成绩多以考勤、作业为主，难以反映学生的学习过程。期末考试侧重于理论知识的记忆，对学生的解决问题能力以及创新思维考查不足。单一的考核评价体系无法引导学生注重学习过程、培养综合素养，导致学生为应付考试而死记，忽视知识的实际应用。

2 凸显新工科的课程体系构建

2.1 多维度能力达成度评价

构建科学的学生能力达成度评价体系，评价学生的学习成果与能力发展。评价方式包括考试成绩、作业成绩，增加实验操作、项目实践成果、课堂表现、学生自评与互评等。对于学生在小组项目中的表现，从团队协作能力、沟通能力、问题解决能力等多维度评价。通过多维度评价，全面了解学生在知识掌握、实践能力、创新思维、团队协作等方面情况，为教学改进提供依据。

2.2 前沿知识融入

关注环境工程领域的前沿研究成果与行业动态，定期更新课程内容。引入如基于纳米技术的污染物去除机理、微生物燃料电池在废水处理中的应用等。以专题讲座的形式，邀请行业专家或科研人员讲解最新的工程技术与应用，拓宽学生视野。同时将这些前沿知识融入课程的各章节，例如在讲解分离过程时，介绍纳米材料在高效分离污染物方面的优势与前景，使学生了解学科发展动向。课程教学改革以培养专业人才为导向，实现课程教学质量与环境工程专业的人才培养质量的双统一^[3]。

2.3 课程关联构建

学生培养关键在课堂，课堂教学质量很重要^[4]。加强环境工程原理与其他课程的联系，形成有机知识网络。有目的地引导学生回顾已学知识，并建立知识关联。在讲解化学反应动力学时，联系环境化学中污染物的化学反应机理；在讲解生物处理原理时，结合环境微生物学中微生物的代谢。将零散的知识系统化，提升学生综合运用多学科知识解决实际问题的能力。在课程设计与实践教学环节中，设置综合性项目，如让学生设计小型工业园区的污染综合治理方案，融合多门相关课程知识。

环境工程原理和水污染控制工程、大气污染控制工程以及固废处理与处置等后续课程联系紧密。为了构建完整的知识体系，加强与这些课程的联系，注重展现在实际问题处理中的应用。

在讲流体力学原理时，结合污水厂的管道设计和水力计算。通过案例，让学生明白流体力学基本原理，如伯努利方程、雷诺数等，从而保证污水厂正常运行。使学生能够将抽象的流体力学原理与实际的水污染控制工程相结合，加深知识的理解和掌握。

在介绍传热传质原理时，引入吸附塔等原理和设计。以吸附塔为例，吸附过程中污染物在气相和固相之间的传质，根据传质原理选择合适的吸附剂、确定吸附塔的尺寸和操作条件。通过关联教学，让学生认识到传热传质原理在大气污染控制工程中的重要性，同时也为他们后续学习大气污染控制工程课程做好铺垫。

在讲固废处理与处置课程时，联系热解、焚烧等化学反应过程的原理。分析热解和焚烧过程中的能量转换、物质变化以及反应动力学等问题，让学生理解运用环境工程原理优化固废的处理工艺，提高处理效率和减少污染物排放。使学生在学习环境工程原理的过程中，预见到后续课程中的应用，增强学习的目的性和主动性^[5]。

3 教学方法多元

3.1 混合式教学

为让学生更好地掌握课程，除讲解理论知识外，还需建立实践教学体系，提高学生实践能力^[6]。借助现代信息技术，推行线上线下融合教学模式。线上，借助学习平台推送教学视频、电子教材以及拓展阅读材料等，方便学生自主学习。利用线上讨论区、答疑平台等，解答学生疑问，促进学生间的交流互动。线下，采用问题

导向、项目驱动等方法，组织学生进行小组讨论、案例分析、项目汇报等。例如，在讲解脱硫脱硝技术时，教师先在线上布置学习任务，让学生了解工艺原理。线下，给出某火力电厂案例，学生分组讨论并设计合适的脱硫脱硝方案，然后进行小组汇报。

3.2 互动式课堂

多样化互动：课堂教学中，采用提问、小组讨论等多种形式，激发学生学习兴趣。例如，在讲解固废处理与处置时，设置开放性问题，如“如何优化城市垃圾填埋场的设计以减少对环境的影响？”组织学生开展小组讨论，每组推选代表分享讨论成果。培养学生的批判思维及团队协作能力。

学术讲座：不定期开展学术前沿讲座，邀请国内外的知名专家学者讲学。内容包含最新研究成果、热门问题等。组织学生与专家互动交流，激发学生对学术研究的兴趣。例如，邀请在环境修复领域专家介绍土壤污染修复研究进展，拓宽学生学术视野。教师可以与当地的环保企业、科研单位、政府部门等建立合作关系，为学生提供实践学习的机会，让学生通过实践教学掌握环境工程的实际技能，提高学生实践能力^[7]。

3.3 实践教学体系

实验教学创新：增加综合性、设计性实验比例。例如开设“基于环境工程原理的工业废水深度处理实验”，学生自行设计实验方案，选择处理工艺与设备，对废水进行处理，并分析处理效果。培育学生创新思维和实践操作能力，虚拟仿真实验作为补充及预习。对于一些大型、复杂或具有危险的实验，如危险废物焚烧处理实验，先通过虚拟仿真平台进行模拟。

实习实训强化：加强校企合作，建立实习实训基地。增加实习时间，让学生深入生产一线，参与实际工程的运行与管理。安排企业导师，开展一对一指导。定期组织学生进行实习交流与汇报，分享实习经验与收获。例如，安排学生到污水厂实习，参与污水处理设施的日常工作。强化与企业的协作，搭建实习实训基地，给学生创造更多实践契机。学生在企业实习过程中，积累工程实践经验，提高解决实际问题的能力。

创新创业训练：教学革新有效解决重理论、轻实践的教学弊端。以提高学生的实践能力和创新能力为宗旨，通过教改，增加实践环节，提高实践能力；同时开展创

新教育，提高学生创新能力^[8]。积极引导学生投身科研项目、学科竞赛以及创新创业活动，培育学生创新精神与实践能力。组织学生参与全国大学生环境友好科技竞赛等各类竞赛，激发学生的创新思维和团队协作精神。

4 考核评价体系重构

4.1 多元化考核指标

多元考核评价模式，完整地评估学生的学习与综合能力。考核包括平时成绩（占比 30%）、实验成绩（占比 30%）、期末成绩（占比 40%）。平时成绩涵盖课堂表现（如参与讨论、回答问题的积极性与质量）、作业完成情况（包括书面作业、小组项目作业等）、线上学习的参与度（如在线课程学习时长、讨论区发言次数与质量等）。实验成绩包括实验操作技能、实验报告撰写质量、实验设计与创新能力等。期末考试注重考查学生对知识的综合运用能力与分析解决问题的能力，减少记忆性题型，增加案例分析、论述题等题型的比例^[9]。

4.2 过程性评价强化

强化对学生学习进程的评价，实时反馈学习状况。凭借课堂观察、作业批阅、线上学习等方式，对学生学习全程展开追踪评估。定期与学生交流互动，点明学生在学习期间存在的问题与短板，并提供专门建议。例如，在每章教学结束后，组织一次小型测验，考查学生对本章知识的掌握情况，及时发现学生的知识漏洞，进行有针对性的辅导。同时，鼓励学生自我评价与互评，通过自我反思与相互学习，不断提高自身的学习能力与综合素质。

通过以上全方位、深层次的教学变革，打破传统教学的束缚，推动环境工程原理课程教学迈向新的台阶，为培养适应新工程需求的高素质专业人才奠定基础。

参考文献

[1] 胡洪营, 张旭, 黄霞, 等. 环境工程原理 [M]. 3

- 版. 北京: 高等教育出版社, 2015
- [2] 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, (03): 25-27.
- [3] 刘新鹏, 刘晓, 孟庆梅. 环境工程原理课程教学与科研的相互促进作用 [J]. 中国现代教育装备, 2023, (1): 142-144. DOI: 10.13492/j.cnki.cmee.2023.11.031.
- [4] 张轶. 基于一流本科专业建设下“环境工程原理”理论与实验相结合课程建设模式探索 [J]. 人才培养与教学改革-浙江工商大学教学改革论文集, 2019, (00): 151-154.
- [5] 刘莹, 阎绍泽, 殷皓. 基于新工科的校内外协同育人模式探索与实践 [J]. 中国大学教学, 2021, (04): 13-16.
- [6] 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, (01): 109-111. DOI: 10.16227/j.cnki.tycs.2025.0045.
- [7] 张丽, 张艳, 黄碧捷. 基于培养解决“复杂工程问题”能力的《环境工程原理》教学改革 [J]. 广州化工, 2022, 50(14): 219-221.
- [8] 高常飞, 杨启霞. 面向产出导向的《环境工程原理》课程建设的研究 [J]. 长春工程学院学报(社会科学版), 2023, 24(03): 81-84+104.
- [9] 李润玲, 龚建英, 吴永强. “环境工程原理”课堂教学设计与优化 [J]. 中国建设教育, 2023, (02): 58-60.

基金项目：2024 年山西省研究生教改课题“新工科背景下适应研究生个性化发展的 O2O(线上线下)创新机制混合教学模式改革研究”(2024JG023)

通讯作者：王锐刚，研究方向：废物处理及资源化，E-mail: 122822404@qq.com.