

夯实基础突出领域最新进展与多学科融合 ——《大气污染控制工程》课程教学改革与实践

于美青^{1*}, 张羽², 王睿²

¹山东大学本科生院教学促进与教师发展中心, 山东 济南

²山东大学环境科学与工程学院, 山东 青岛

收稿日期: 2024年3月7日; 录用日期: 2024年4月5日; 发布日期: 2024年4月12日

摘要

“大气污染控制工程”作为高校环境工程专业人才培养的必修课程, 包含了深入的理论知识和较多的公式, 涉及化学、高等数学、材料科学、物理学等多个学科的内容, 具有典型的多学科交叉特点。为适应“新工科”建设的需要, 针对“大气污染控制工程”本科教学课程中存在的问题, 从教学内容、教学方式、考核方式对该课程教学模式进行了改革与实践, 以期通过教学改革强化学生在大气污染控制领域的学科基础, 同时注重前沿交叉知识的融合, 为“新工科”背景下环境工程专业培养复合型、创新型人才提供有益借鉴。

关键词

大气污染控制, 教学改革, 学科基础, 前沿交叉

Consolidating the Foundation and Highlighting the Recent Progress and Multi-Disciplinary Integration

—Teaching Reform and Practice of *Air Pollution Control Engineering*

Meiqing Yu^{1*}, Yu Zhang², Rui Wang²

¹Center for Teaching Advancement and Faculty Development, Undergraduate School of Shandong University, Jinan Shandong

²School of Environmental Science & Engineering, Shandong University, Qingdao Shandong

Received: Mar. 7th, 2024; accepted: Apr. 5th, 2024; published: Apr. 12th, 2024

*通讯作者。

Abstract

Air pollution control engineering, as a compulsory course for the cultivation of environmental engineering professionals in colleges and universities, contains esoteric theoretical knowledge and abstract formulas, which involves the contents of many disciplines, such as chemistry, higher mathematics, materials science, physics, etc., and has the typical characteristics of multidisciplinary crossover. In order to meet the needs of “new engineering” construction, aiming at the problems existing in the undergraduate teaching course of air pollution control engineering, the teaching mode of this course is reformed and practiced from the aspects of teaching content, teaching method and assessment method, with a view to strengthening the disciplinary foundation of students in the field of air pollution control through teaching reform, and paying attention to the integration of frontier cross-knowledge. It provides a useful reference for cultivating complex and innovative talents in environmental engineering under the background of “new engineering”.

Keywords

Air Pollution Control, Teaching Reform, Academic Foundation, Frontier Crossing

Copyright © 2024 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

我国工业化发展和城镇化进程不断加快,极大改善着居民生活水平的同时,也引起了诸多资源和环境问题,已经成为制约我国经济社会可持续发展的重要因素。大气污染具有流动性强、传播速度快、持续时间长、影响范围广等特点,尤其是近年来以灰霾和臭氧为代表的大气重污染事件频繁发生,引起人们广泛关注。目前我国大气环境整体形势仍然十分严峻,各级政府和人民对此给予高度重视。许多涉及污染防治问题的行业,都急需环保类专业人才,这给环保类人才发展提供了较好机遇的同时,也对其专业知识综合实践运用能力提出较高要求[1]。

大气污染控制工程是高等学校环境工程专业的一门必修课程,是环境工程专业的核心课程之一,主要面向本科三年级的学生开设。该课程重点讲述大气污染防治的基本概念、重要原理、主要设备和典型工艺以及设计计算等[2][3]。涉及化学、高等数学、材料科学、物理学等多个学科的内容。与其他专业课程相比,该课程具有内容繁杂、抽象、难于掌握等特点,造成部分学生学习积极性不高,教学效果较差[4]。同时,随着近年来经济快速发展,我国大气环境污染问题十分突出,且大气污染防治技术学科也在不断发展和丰富,相应地对大气污染控制工程课程的教学提出了更高的要求[5]。

2. 《大气污染控制工程》教学现存问题

2.1. 基础理论知识不全面,不利于后期专业技术的提高与发展

《大气污染控制工程》防治技术中,会用到很多前期基础课程诸如《物理化学》、《环境化学》、《环境工程原理》等的部分内容,这些课程对学生来讲有一定的学习难度。并且在学习的过程中,多为枯燥的理论讲解与计算,对理论知识的应用方式所知甚少。当这些基础课程理论出现在《大气污染控制

工程》的专业课程学习中，若仅提及所用理论，但对其应用参数、应用方法等不做解析，学生对专业治理技术机理很难透彻理解。这不仅不利于学生掌握专业处理技术，也阻碍了后期学生就业后在专业应用过程中专业知识的提高与发展。

2.2. 交叉学科课程设置少，知识体系不完善

环境工程专业是一个理工结合、多学科知识交叉融合的专业。《大气污染控制工程》课程内容中会涉及化学、化工、生物、应用数学、材料科学等学科的知识。我国高校重专业教育轻通识教育的传统思想使得相关学科和交叉学科的课程设置较少，学生在校期间接触各学科发展的前沿知识非常有限。多年来对这种培养模式的适应，使得学生没有受到正确的引导，主动查阅学习前沿专业文献的人很少。

2.3. 课程教学方法与考核方式单一

课程教学主要采用以理论讲授为主的“填鸭式教学”，对于情境教学、模拟教学、对话教学这类启发式、互动式教学方法使用很少。其次，课程的考核方式单一。采用期末理论考试加平时出勤成绩的方式。课程考核大都采用闭卷笔试的形式，考试内容缺乏创意，考试题目仍然以选择题、判断题、填空题、简答题等客观而缺乏活力的题型为主，只能检测学生对知识的记忆情况，难以检测学生的综合素质和真实能力。这样单一的考核方式既不利于激发学生的学习积极性，又无法体现人才培养目标和专业的差异。

3. 教学改革策略

本研究针对山东大学环境工程专业本科生《大气污染控制工程》课程授课现状，结合作者多年的教学经验、国家政策、环保人才培养目标和课程特点，从教学内容、教学方式、考核方式对该课程教学模式进行了全面探讨和改革，改革总体设计方案如图1所示。

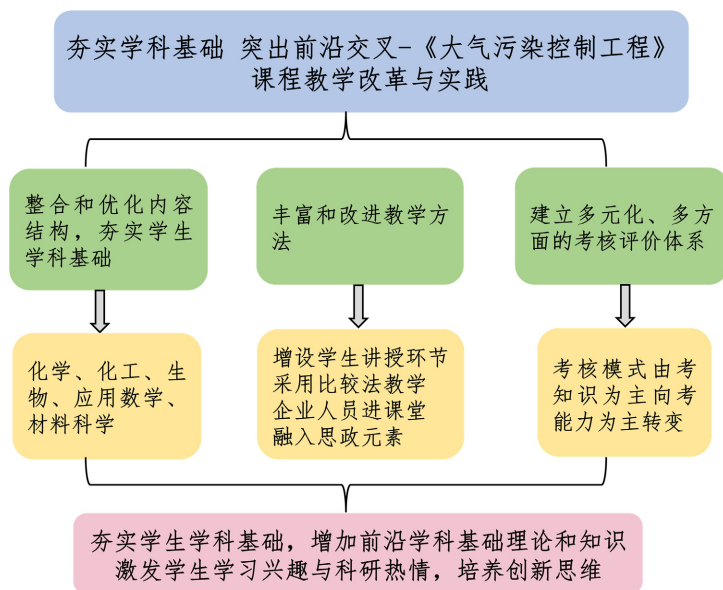


Figure 1. General design programme for teaching reform

图1. 教学改革总体设计方案

3.1. 整合和优化内容结构，夯实学生学科基础

教学内容是课堂教学的中心，所有的教学方法和教学手段都是为了使能够更快更容易地接受、

理解、记忆和运用教学内容中的知识，以达到预期的教学目的。为了适应专业核心课程教学“宽广性”“基础性”的要求，与其他课程内容形成有效的衔接，在授课过程中，补充相关化学、化工、生物、应用数学、材料科学等学科知识。必要、扎实的专业基础知识是立足之本。通过增加前沿学科基础理论和知识，拓宽学生的专业学术视野，厘清控制技术的发展趋势和脉络。

3.2. 丰富和改进教学方法

教学方法是人才培养的一个重要组成部分，它直接影响到培养目标的实现程度。采取科学有效的教学方法是实现课程体系建设目标的重要保障。

1) 增设学生讲授环节：在“新工科”背景下，学生的自主学习能力、总结能力、表达能力等都是高校学生培养环节重要的一环。在教学过程中，选取课程某一章节，将教学模式转变成以学生讲授为主，教师点评和纠正为辅的新模式。学生以三四人为一组，学生之间分工配合，主要完成文献搜索、讲授素材搜集、PPT制作、内容讲解等工作。增设学生讲授环节培养了学生分析归纳、检索阅读、分工协作、制作课件、文字表达、语言表达等能力，并且激发了学生探索精神，积极构建自身知识系统。

2) 采用比较法教学：大气污染控制工程教学不管是除尘还是脱硫、脱硝，首先要从认识每一种工艺、设备的属性开始。只有把不同工艺设备的属性放在一起比较，才能从内涵上鉴别出不同章节理论的逻辑异同点，从而有利于课程的学习。从实践情况来看，本课程存在着许多可进行比较的内容，如机械除尘、湿式除尘、袋式除尘、电式除尘的比较，湿法、干法和半干法脱硫的比较，SCR脱硝与SNCR脱硝的比较， SO_x 污染控制与 NO_x 污染控制的比较等。只有认真比较和分类，才能深入掌握概念的异同，使大气污染控制工程这门课变得可学性更强。“比较教学法”一方面使学生概念清晰，基本理论知识牢固，同时能够提高学生在处理工程问题中的综合分析能力，扩展思维空间。

3) 企业人员进课堂：环境工程专业的《大气污染控制工程》课程不仅注重理论知识的学习，同时也注重实践经验的传授。因此，邀请具有丰富的实践知识和现场管理经验的企业人员参与到课堂教学中来，用企业实例进一步深化理论知识。同时让其全程参与学生的毕业设计及论文撰写。企业参与到教学的方式将大大增加学生对本课程的兴趣，提高课程的教学效果。同时能够使学生及时了解行业最新动态，增强工程实践意识，并提升运用所学知识解决现实问题的综合能力。

4) 融入思政元素，构建有深度的课程：2016年，习近平总书记在全国高等教育会议上对非思想政治理论课加强思政教育曾提出明确要求：“思想政治理论课要坚持在改进中加强，提升思想政治教育亲和力和针对性，满足学生成长发展需求和期待，其他各门课都要守好一段渠、种好责任田，使各类课程与思想政治理论课同向同行，形成协同效应。”[6]将课程思政的基本要求以“润物细无声”的方式纳入课堂教学的设计、教学内容的编排等方面，使学生在学好专业知识的同时，树立正确的人生观、价值观，达到专业能力和思想素养的同步提高，实现“全课程，全员，全时空”育人。如“概论”这一章要求学生掌握大气的组成，大气污染的含义，主要的大气污染物，国内外大气污染概况，大气环境质量标准及当代大气环境问题。在介绍上述基本知识的同时，可以穿插介绍党和政府在大气污染控制领域做出的努力和取得的重大战略成果—《大气污染防治法》，《“十三五”节能减排综合工作方案》，《打赢蓝天保卫战三年行动计划》等。在硫氧化物污染控制这一章，引入我国环保企业为解决湿法烟气脱硫、干法烟气脱硫“卡脖子”问题的创新技术(双循环技术、新型高效烟气循环流化床干法技术)，增强学生对专业学科知识的深入理解，提升他们对学习的热情，并唤起他们投身科技、服务国家的志向。

3.3. 建立多元化、多方面的考核评价体系

考核模式由考知识为主向考能力为主转变。不再以传统的期末考试成绩作为课程成绩，而是采用全

过程评分评价模式(表 1)。根据老师布置的课前学习任务完成情况、文献阅读汇报情况、课堂教学活动中的表现、案例演示、方案汇报和团队任务以及同学们课后作业的完成情况都作为过程性评分的一部分。期末考试试卷中除采用传统选择题、判断题、填空题、简答题外,增加一道工程案例设计题目,检测学生对知识的运用能力。

Table 1. Course assessment and evaluation system

表 1. 课程考核评价体系

分项	评价内容	占比	考核方式
课程参与度评分	课前: 文献收集、整理与阅读 课中: 考勤、讨论、笔记、案例演示、方案汇报、团队协作 课后: 作业完成度	40%	教师打分 学生互评
学习效果评分	基础理论学习情况	60%	闭卷考试

4. 结束语

实践表明,多元化教学改革实现了以研促教、以教促学、教学相长。通过课程改革,学生的总体学风有了大幅改善,课堂专注力显著增强,学习成绩亦随之实现了大幅提升。2023~2024 学年,在环境工程专业 2021 本科生中开展了教学改革后,期末总评成绩与未实施教学改革的 2020 级本科生相比,课程平均分由 72.2 分提升至 77.0 分,课程不及格率由 6.8% 下降到 2.3%。此外,创新的教学策略有助于培育具备专业素养、职业操守、科学探究精神以及深厚的家国情感,能够为国家发展贡献力量的应用型工程技术专业人才。

基金项目

山东大学教育教学改革研究项目(编号: 2023-393; 2023-112)。

参考文献

- [1] 朱仁成,李顺义,金博强,颜玉玺. 基于实践能力培养的《大气污染控制工程》教学改革探析[J]. 广东化工, 2019, 46(17): 186-187.
- [2] 冯霄,杨小丽,李海华. 《大气污染控制工程》课堂教学改革探讨[J]. 教育教学论坛, 2018(37): 106-107.
- [3] 郝吉明,马广大,王书肖. 大气污染控制工程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2021.
- [4] 卢鹏,吴虹. “互联网+”背景下大气污染控制工程教学改革研究[J]. 广东化工, 2020, 47(8): 196+198.
- [5] 黄萍利,黄海保. “双碳”背景下“大气污染控制工程”课程教学改革研究与实践[J]. 安徽化工, 2023, 49(3): 211-214.
- [6] 习近平在全国高校思想政治工作会议上强调: 把思想政治工作贯穿教育教学全过程 开创我国高等教育事业发展新局面[N]. 人民日报, 2016-12-09(01).