

Innovation and Practice of Teaching System Coupled with OBE Concept under the Background of Carbon Peak and Neutrality Goals: The Case of Air Pollution Control Engineering Course

Lina Gan Xi Tian Qilong Wu Huanqi Shi

School of Environment and Architecture, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai, 200093, China

Abstract

Based on the problems existing in the teaching of the course “Air Pollution Control Engineering”, we have constructed an innovative teaching system for the course coupled with the concept of OBE under the background of “double carbon”, and carried out a series of reforms such as the reform of teaching content, the improvement of teaching methods, the reform of experimental teaching methods and the reform of course design. The program also carried out a series of reforms such as teaching content reform, teaching method improvement, experimental teaching method reform and course design reform. Practice shown that the “Air Pollution Control Engineering” course had made better development in the teaching system, teaching content and teaching methods based on the ability to meet the standard, and the “dual-carbon” goal and the current environmental hot issues were integrated into the daily teaching, which fully mobilized the learning motivation of the students and improved the student’s ability to learn. This has fully mobilized students’ enthusiasm for learning and increased their interest and participation in the classroom. In order to win the “blue sky defense war” and realize the “double carbon” goal, we cultivate high-level environmental engineering professionals.

Keywords

air pollution control engineering; pedagogical innovation; carbon peak and neutrality goals; obe concept; higher education

“双碳”背景下耦合 OBE 理念的教学体系创新与实践：以大气污染控制工程课程为例

甘丽娜 田茜 吴启龙 施焕淇

上海理工大学环境与建筑学院，中国·上海 200093

摘 要

基于“大气污染控制工程”课程教学中存在的问题，构建“双碳”背景下耦合OBE理念的课程创新教学体系，以及开展教学内容改革、教学方法改进、实验教学方法改革和课程设计改革等一系列改革。实践表明，“大气污染控制工程”课程在基于能力达标的教学体系、教学内容和教学方法等方面都有了较好的发展，将“双碳”目标和当下环境热点问题融入日常教学中，充分调动了学生的学习积极性，提高了学生的学习兴趣与课堂参与度。为中国打赢“蓝天保卫战”、实现“双碳”目标培养高层次环境工程专业人才。

关键词

大气污染控制工程；教学创新；“双碳”背景；OBE理念；高等教育

1 引言

2020年9月，党中央在习近平同志的领导下，提出了到2030年实现碳排放达峰、到2060年实现碳中和的重要战略目标。次年，全国两会进一步将实现碳达峰和碳中和作为国家长期发展的核心任务。2021年7月，教育部发布了《高等学校碳中和科技创新行动计划》，强调要利用高校在基础研究和学科交叉方面的优势，加速构建碳中和科技创新和人

才培养体系。实现“双碳”目标需要全社会和多个行业的共同努力，这标志着经济社会发展必须全面转向绿色发展模式。在这一背景下，大气污染控制工程必须适应新的发展要求，培养具有可持续发展和低碳经济理念的工程人才。

作为环境工程本科专业的核心课程，“大气污染控制工程”对于构建学生的专业基础和知识体系至关重要。自20世纪70年代起，中国的大气污染控制历程经历了几个显著阶段：首先是1972—1990年消除烟尘的阶段，接着是1991—2000年分区控制酸雨和二氧化硫的阶段，然后是2001—2010年总量控制二氧化硫排放量达到顶峰并开始下降的阶段，最后是2011—2020年攻坚克难，打赢蓝天保卫

【作者简介】甘丽娜（1987—），女，中国江西抚州人，博士，讲师，从事大气污染控制、环境功能材料研究。

战的阶段^[1,2]。近年来,尽管中国细颗粒物(PM_{2.5})污染状况有所改善,但各地却出现了细颗粒物、臭氧、氮氧化物和挥发性有机化合物(VOCs)复合污染的新趋势。面对这些前所未有的大气污染特征和挑战,发展相应的污染控制理论和技术变得尤为重要,同时,“大气污染控制工程”课程的教学内容也需要不断更新以跟上时代的步伐。为了确保教学效果,全面提升教学质量,课程改革已成为当务之急。

成果导向教育(Outcomes-Based Education,简称OBE),也被称作结果导向或产出导向教育。这种教育理念强调以学生的最终学习成果为核心,逆向设计和实施教学活动,以实现对学习成果的关注^[3]。众多教育专家依据OBE理念,对教学体系和教学方法进行了广泛的研究和实践。例如,杨勇等^[4]以OBE理念为基础,对“机械原理”课程进行了教学体系的革新,激发了学生的学习热情和主动性,同时培养了学生的实际操作能力和创新设计能力,满足了工程教育的《课程教学要求和标准》。赵晓丽等^[5]依据OBE理念对创新实践课程进行了教学优化,建立了“项目准入制”和教学设计模型,这不仅提高了教学质量,还使学生在优化后的教学过程中获得了更丰富的知识和技能,增强了学生的参与感,并提升了他们的综合实践能力。王芳^[6]则以OBE理念为指导,对新媒体数据分析与应用课程进行了教学创新。

大气污染控制工程课程的教学目标与成果导向教育OBE理念高度一致,因此,可以采用OBE理念对环境工程专业课程进行深入的研究和实践探索。OBE理念重视学生能力和技能的培养,并强调以学生的学习成果为核心。在“大气污染控制工程”课程的教学过程中,通过明确学习目标和评价体系,能够激励学生主动学习并促进其能力的发展。此外,OBE理念倡导课程和教学设计的灵活性,以确保教学内容与实际应用紧密结合,从而培养学生解决现实问题的能力。通过优化环境工程专业课程的教学目标、研究教学项目的准入机制、构建和实施教学设计模型、提炼和整合实践教学内容,可以实现以学生为中心、以成果为导向的教学模式,进而提升课程教学质量。因此,将OBE理念融入“大气污染控制工程”课程的教学体系创新中,具有重要的意义。在“双碳”战略背景下,对“大气污染控制工程”课程进行改革,能够使学生更有效地掌握专业知识,并通过“课程思政”教育,帮助学生树立正确的世界观、人生观和价值观,为实现“双碳”目标提供坚实的人才基础。

2 “双碳”背景下耦合OBE理念的课程创新教学体系构建

遵循OBE理念,本研究探讨了“大气污染控制工程”课程在达成工程教育能力目标中的关键作用与任务。通过课堂教学、实验教学和课程设计等多个环节,构建了一个综合的能力培养教学体系,并确立了“大气污染控制工程”课程的教学能力指标。如图1所示,在课堂教学部分,我们建立

了与单元知识点相关联的能力指标体系,包括:除尘装置、脱硫装置、脱硝装置、挥发性有机物(VOCs)控制装置以及温室气体(二氧化碳CO₂和非二氧化碳温室气体(下述简称非二温室气体,甲烷CH₄、氧化亚氮N₂O、卤代烃等)控制装置等五类装置的运用与设计能力。在实验教学环节,我们制定了实践操作能力、探索性设计能力和综合设计能力的评价指标体系。而在课程设计环节,我们则建立了创新设计能力、解决问题能力和团队合作能力的评价指标体系。基于这些指标体系,我们构建了一个以能力培养为核心的“三位一体”教学模式,涵盖了课堂教学、实验教学和课程设计,形成了一个具有特色的“大气污染控制工程”课程教学体系,该体系强调培养学生的能力。这一体系实现了从学生被动接受知识到主动学习、能力提升的转变。如图1所示,所构建的能力指标点和新型教学体系清晰地展示了这一转变。

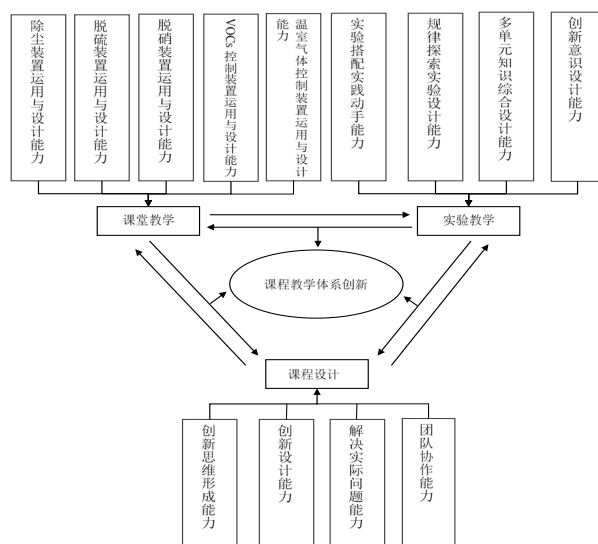


图1 “双碳”背景下耦合OBE理念的教学体系创新

3 “双碳”背景下耦合OBE理念的教学改革与实践

3.1 教学内容改革

我校“大气污染控制工程”课程采用“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材《大气污染控制工程》(第四版)(郝吉明、马广大、王书肖主编,高等教育出版社,2021年)。最新版在第三版的基础上进行了修改、完善和补充,主要修订内容包括:更新了大气环境保护的法律法规与标准,机动车污染控制,大气污染与全球环境等章节,补充了空气质量模型及应用、颗粒物性质及测量技术、除尘脱硫脱硝技术的新进展,以及大气汞污染控制的内容,改写了挥发性有机物污染控制。由于第四版的修改在中国提出“双碳”重要战略目标之前,加上篇幅的限制,因此对全球变暖、温室效应等问题介绍较简单。二氧化碳CO₂和非二氧化碳温室气体(甲烷CH₄、氧化亚氮N₂O、卤代烃等温室气体对

全球气候与生态有深远影响),因此有必要对温室气体来源、温室效应机理、应对措施与策略进行深入阐释。

此外,还应该重新梳理各章节教学内容与“双碳”目标的直接或间接联系。例如,教材中原有内容“温室效应”,“双碳”背景下可以讲解“碳源和碳汇”;在讲解“燃煤电厂的烟气体积计算”时,可以增加“中国煤电年均CO₂排放、化石能源与清洁能源的CO₂排放量对比、各行业CO₂排放量预测”等内容;讲解“城市机动车污染控制章节”时,增加“新能源汽车替代传统燃油车的CO₂减排意义”;新增碳减排、碳中和技术,CO₂捕集、利用、封存技术,能源改组与新能源开发等。对教学内容进行修改或增加,将各篇章内容与“双碳目标”紧密结合。

3.2 教学方法改进

教师讲解、学生静听的“填鸭式”教学方式将限制学生学习的主动性,可能导致学生创新能力不足等一系列问题。本课程采用启发式教学、参与式教学、案例教学等教学方法,以学生为主体,一切教学活动围绕学生这个中心开展;以教师为主导者,教师将课堂还给学生,在课堂教学中设置情景、创造气氛等,为学生最大程度发挥主动性、积极性以及创造性提供机会和平台。

3.3 实验教学方法改革

大多数高校的实验课程面临着课时不足、实验设备简陋以及实验内容缺乏创新的问题,特别是在碳减排实验方面。这些课程通常包括理论讲解和学生操作两个部分。由于课时和设备的限制,学生可能会产生敷衍的态度,这不利于他们深入理解和掌握二氧化碳减排的基础知识与关键技能。这种状况限制了学生实践能力的培养,也影响了他们逻辑分析和科学探究精神的发展,从而不利于他们形成实事求是的科学态度。

我校实验课内容主要包括:烟气脱硫性能测定、袋式-旋风组合除尘器性能测定、惯性-文丘里组合除尘器性能测定、载体及负载型催化剂的制备、气固相固定床微反应器的搭建、气态污染物(甲苯、CO)催化氧化实验等。以综合性实验内容为主,相比较于单纯的验证性实验,实验内容、实验操作以及实验数据处理均更加复杂,要求学生熟练掌握书本知识,能够做到融会贯通。此外,基于“双碳”背景,实验课还应该增加CO₂捕集、CO₂资源化等相关实验。例如,CO₂胺溶液吸收性能测定、CO₂加氢制甲醇,填补教材中关于CO₂捕集、资源化等技术的空白。

3.4 课程设计改革

课程设计是环境工程专业的实践教学环节,是对“大气污染控制工程”和“大气污染控制工程实验”学习成果的巩固和实际运用,通过实践环节,为学生将来从事大气污染控制工程的设计、科研及技术管理等相关工作打下基础。应用课程“大气污染控制工程”中所学习关于粉尘颗粒物治理的基本原理和方法,完成一组集中式除尘风网的设计。具体内容包括:确定风网的组合形式、管网压损计算、确定风机和电机、管件设计、除尘设备选择、管网防爆设计等。在此基础上,编制设计计算说明书,绘制风网系统图和能用于施工/下料的管件图。课程设计要求统一为设计集中式除尘风网的设计,具体参数由软件随机生成。当前课程设计选题单一,应该增加选题以供学生选择。除了颗粒物,针对硫氧化物、氮氧化物、挥发性有机物以及温室气体二氧化碳CO₂等大气污染物的排放控制,增设相关环保设备设计选题,学生可以结合自身兴趣、当前环境热点问题进行选题设计。

4 结语

通过构建“双碳”背景下耦合OBE理念的课程创新教学体系,以及开展教学内容改革、教学方法改进、实验教学方法改革和课程设计改革等一系列改革,“大气污染控制工程”课程在基于能力达标的教学体系、教学内容和教学方法等方面都有了较好的发展,将“双碳”目标和当下环境热点问题融入日常教学中,充分调动了学生的学习积极性,提高了学生的学习兴趣与课堂参与度。

参考文献

- [1] 柴发合.我国大气污染治理历程回顾与展望[J].环境与可持续发展,2020(3):5-15.
- [2] 刘华军,邵明吉,郭立祥.新时代的中国大气污染治理之路——历程回顾、成效评估与路径展望[J].商业经济与管理,2023(2):66-79.
- [3] 罗玮.“新工科”背景下基于OBE模式的工程实践创新教学设计及应用研究[J].创新与创业教育,2020(3):113-118.
- [4] 杨勇,江京亮,金霞.基于OBE理念的《机械原理》课程教学体系创新与实践[J].高教论坛,2021(1):36-39.
- [5] 赵晓丽,李铁磊,吴迪,等.新工科背景下基于OBE理念的创新实践课程教学设计优化路径[J].农机化综合研究,2023(11):161-166.
- [6] 王芳.基于OBE理念的教学创新方法与实践:以新媒体数据分析与应用课程为例[J].白城师范学院学报,2022(5):112-116.