

新工科视域下“大气污染控制工程”课程设计教学改革

李娜

山东科技大学

DOI:10.32629/mef.v8i19.17347

[摘要] 在新工科教育强调复合型、创新型工程人才培养的背景下，“大气污染控制工程”课程设计作为连接理论与实践的关键环节，其教学改革具有重要意义。本文围绕新工科视域下该课程设计的要点与教学改革的有效策略展开研究，指出课程设计需锚定工程实践、交叉融合、创新突破三维能力培养目标定位，兼顾前沿性、实用性、规范性的内容构建，以真实项目与虚拟场景为双核心支撑的载体设计；同时提出组织模块化内容、实施项目驱动教学、虚实结合开展实训、设置多元评价等教学改革的有效策略，各策略分别与课程设计要点形成对应，共同服务于三维能力培养目标。研究旨在为新工科背景下“大气污染控制工程”课程设计的优化提供理论参考，推动课程教学质量提升，培养符合环保产业需求的工程人才。

[关键词] 新工科；大气污染控制工程；课程设计；教学改革；能力培养

中图分类号：H319.1 **文献标识码：**A

Curriculum Design Teaching Reform of "Atmospheric Pollution Control Engineering" from the Perspective of New Engineering Education

Na Li

Shandong University of Science and Technology

[Abstract] Against the backdrop of new engineering education emphasizing the cultivation of interdisciplinary and innovative engineering talents, the course design of "Atmospheric Pollution Control Engineering" serves as a crucial link between theory and practice, making its teaching reform highly significant. This paper explores the key points and effective strategies of this course design from the perspective of new engineering education, pointing out that the course design should anchor its objectives in the three-dimensional competency development of engineering practice, interdisciplinary integration, and innovative breakthroughs. It should also balance the construction of content in terms of frontier relevance, practicality, and standardization, with a carrier design supported by both real projects and virtual scenarios. Additionally, the paper proposes effective strategies such as organizing modular content, implementing project-driven teaching, conducting practical training through a combination of virtual and real scenarios, and establishing diversified evaluation strategies. Each strategy corresponds to the key points of the course design, collectively serving the three-dimensional competency development goals. The study aims to provide theoretical references for optimizing the course design of "Atmospheric Pollution Control Engineering" under the new engineering education framework, enhance teaching quality, and cultivate engineering talents that meet the demands of the environmental protection industry.

[Key words] New Engineering Education; Air Pollution Control Engineering; Course Design; Teaching Reform; capacity building

引言

随着我国生态文明建设的不断推进，大气污染防治工作对专业技术人才的需求日益迫切，“大气污染控制工程”作为环境工程专业的核心课程，其课程设计的教学效果直接影响学生工

程实践能力与创新能力的培养质量^[1]。与此同时，新工科教育理念的提出，要求高等工程教育打破传统教学模式局限，聚焦学科交叉融合、实践创新能力培养，以适应产业发展对复合型人才的需求。然而，当前“大气污染控制工程”课程设计仍存在诸多问

题,如目标定位模糊,未能充分体现新工科对三维能力的培养要求;内容体系繁杂,前沿性与实用性结合不足;载体单一,难以满足实践教学需求;教学策略传统,理论与实践脱节、评价方式单一等,这些问题制约了课程教学的提质升级。在此背景下,深入探究新工科视域下“大气污染控制工程”课程设计的要点,提出针对性的有效策略,不仅能够完善该课程的教学体系,提升学生的专业素养与综合能力,还能为环境工程及相关专业课程设计的教学改革提供借鉴,助力新工科教育在环保领域的落地实施,为我国大气污染防治事业输送高素质工程人才,具有重要的理论价值与实践意义。

1 新工科视域下“大气污染控制工程”课程设计的要点

1.1 目标定位要点:锚定工程实践、交叉融合、创新突破三维能力培养

在新工科教育理念指导下,“大气污染控制工程”课程设计的目标定位需锚定工程实践、交叉融合、创新突破三维能力培养,这一定位符合新工科对复合型、创新型工程人才的培养需求^[2]。工程实践能力的培养要求课程设计聚焦大气污染控制核心技术的实操设计环节,使学生能够掌握技术应用过程中的设计思路、流程与方法,形成解决实际工程问题的基础能力。交叉融合能力的培养则需要课程设计打破学科界限,推动大气污染控制工程与材料科学、信息技术等相关学科的知识衔接,让学生在课程设计过程中理解不同学科知识在大气污染控制领域的应用逻辑,构建跨学科的知识体系。创新突破能力的培养要求课程设计引导学生关注大气污染控制领域的技术发展趋势,鼓励学生在现有技术的基础上进行优化与创新思考,形成对新技术、新工艺的设计与优化能力。这三维能力相互支撑、相互促进,共同构成新工科视域下“大气污染控制工程”课程设计的核心目标,为后续课程设计内容构建、载体选择及策略实施提供方向指引。

1.2 内容构建要点:兼顾前沿性、实用性、规范性三重属性

“大气污染控制工程”课程设计的内容构建需兼顾前沿性、实用性、规范性三重属性,这一构建逻辑与课程设计的目标定位形成呼应,为三维能力培养提供内容支撑。前沿性要求设计内容融入大气污染控制领域的行业前沿技术与理念,紧跟领域内技术发展动态,使学生通过课程设计接触到学科最新发展成果,为创新突破能力的培养奠定知识基础^[3]。实用性要求设计内容紧密围绕大气污染控制工程的实际应用需求,选取与实际工程场景密切相关的知识模块,确保学生通过课程设计掌握的内容能够应用于未来的工程实践,服务于工程实践能力的提升。规范性要求设计内容严格对接国家最新发布的环保法规与行业工程设计标准,使学生在课程设计过程中树立规范设计的意识,掌握符合行业要求的设计准则,这既是工程实践的基本要求,也是保障工程质量与安全的重要前提。三者之间相互关联,前沿性为实用性提供技术引领,规范性为实用性提供合规保障,共同确保设计内容能够有效支撑三维能力培养目标的实现。

1.3 载体设计要点:以真实项目、虚拟场景为双核心支撑

“大气污染控制工程”课程设计的载体设计需以真实项目、虚拟场景为双核心支撑,这一载体选择与课程设计的目标定位和内容构建相匹配,为能力培养与内容落地提供实践平台。真实项目载体能够模拟实际工程环境,使学生在课程设计过程中体验完整的工程设计流程,包括项目分析、方案规划、工艺设计等环节,这一过程直接服务于工程实践能力的培养,同时真实项目中涉及的跨学科问题也为交叉融合能力的锻炼提供了场景^[4]。虚拟场景载体则能够弥补真实项目在实训条件上的局限,通过技术手段构建大气污染控制工程相关的模拟环境,使学生能够在虚拟场景中开展设计验证、技术模拟等操作,为学生尝试新技术、新工艺的设计与优化提供安全、灵活的空间,助力创新突破能力的培养。真实项目与虚拟场景两者相互补充,真实项目保证了课程设计的实践真实性,虚拟场景拓展了课程设计的实践范围与创新空间,共同为课程设计内容的实施创造了良好条件,确保三维能力培养目标通过具体载体得以落实。

2 新工科视域下“大气污染控制工程”课程设计教学改革的有效策略

新工科建设强调适应产业变革,培养具备工程实践、跨学科整合与创新能力的复合型人才。针对当前“大气污染控制工程”课程在设计目标、内容、载体及评价等方面存在的不足,教学改革需从系统性策略入手,推动课程从知识传授向能力与素养培育的深层转变。以下四项策略构成了支撑教学改革落地的核心路径。

2.1 实施模块化内容重组,构建前沿、实用与规范融合的教学体系

为破解传统课程学习内容庞杂、重点模糊且与工程实际脱节的问题,教学改革的首要策略是实施模块化内容重组。这要求打破原有按技术门类简单罗列的知识结构,依据新工科三维能力培养目标,将设计内容系统性重构为若干既独立又关联的功能模块^[5]。例如,可划分为“基础工程规范模块”、“核心工艺设计模块”、“跨学科集成模块”与“创新专题模块”。每个模块需深度融合前沿性、实用性与规范性:在“核心工艺设计模块”中,不仅教授除尘、脱硫脱硝等传统技术的设计规范,更需引入当前行业关注的挥发性有机物(VOCs)控制、细颗粒物(PM_{2.5})与臭氧协同控制等前沿技术议题,并配以真实或高度仿真的设计参数与案例。在“跨学科集成模块”中,则需有意识融入自动化控制、大数据监测、新材料应用等交叉知识,引导学生完成如“基于物联网的智能脱硫系统初步设计”等综合性任务。模块化重组使教学内容脉络清晰、重点突出,确保了知识体系的系统性与先进性,为核心能力培养奠定了坚实的内容基础。

2.2 推行项目驱动式教学,实现理论知识与工程实践的深度融合

为彻底扭转课程设计中理论与实践“两张皮”的现象,教学改革需坚定推行以项目驱动为核心的教学模式。该策略的核心是将课程设计整体锚定在一个或若干个综合性、分阶段的工程

项目上,使学生在完成真实项目任务的全过程中主动建构和应用知识。教师应根据教学目标和模块内容,精心设计或选取来源于企业实际、区域典型环境问题的项目课题,如“某工业园区燃煤锅炉烟气超低排放工程方案设计”或“某汽车喷涂车间VOCs治理工艺比选与设计”。学生以小组形式,经历从资料调研、标准解读、方案比选、工艺计算、图纸绘制到报告撰写的完整工程流程。在此过程中,理论知识不再是孤立的概念,而是解决项目难题的工具。例如,在进行工艺计算时,学生必须深入理解化学反应工程和流体力学原理;在方案比选时,需综合考虑技术可行性、经济成本与环境效益。这种“做中学”的模式,不仅极大提升了学生的学习投入度和解决复杂工程问题的能力,也直接对应并强化了工程实践与交叉融合能力的培养。

2.3 构建虚实结合的实践平台,突破实训条件与安全风险的局限

实践环节薄弱是制约课程设计教学效果的普遍瓶颈。教学改革的关键策略在于构建一个“虚实结合、优势互补”的多元化实践教学平台。该平台整合实体实验设备与虚拟仿真资源,形成贯穿课程设计始终的实践链条。在实体层面,充分利用实验室的模型装置、小型实验台,让学生进行基础性的设备认知、流程组装和简单参数调试,建立对污染控制设备的直观感受和基本操作技能。在虚拟层面,则引入或开发高水平的大气污染控制工程虚拟仿真软件,建立涵盖典型工艺(如SCR脱硝、电袋复合除尘)的虚拟工厂,以及基于CFD技术的大气污染物扩散模拟环境。学生可以在虚拟环境中安全、低成本地进行复杂工艺的流程设计、设备选型、参数优化甚至故障诊断,并直观看到设计变更对系统运行的影响。例如,学生可先在虚拟仿真平台中完成一套脱硫系统的初步设计与模拟运行,验证技术路线的可行性,然后再针对关键环节进行实体实验验证或深入计算。这种“虚拟设计-模拟验证-实体强化”的闭环训练模式,有效拓展了实践教学的深度和广度,特别为高风险、高成本及前沿性工艺的创新性设计与尝试提供了可能,有力支撑了创新突破能力的培养。

2.4 建立全过程多元评价机制,激发创新潜能与综合素养提升

传统单一的结果性评价难以全面衡量新工科所强调的综合能力与创新素养。因此,教学改革必须建立与之匹配的全过程、多元化的评价机制。该机制应实现四个转变:从重结果向过程与结果并重转变;从单一教师评价向教师、企业导师、同伴及学生自评相结合的多主体评价转变;从考核知识记忆向考核能

力应用与创新思维转变;评价标准从统一化向包容个性化创新与团队协作表现转变。具体而言,过程评价(占比约50-60%)可涵盖项目调研深度、方案讨论贡献度、阶段性成果质量、团队协作效能等;成果评价(占比约40-50%)则不仅关注设计说明书和图纸的规范性,更强调设计方案的技术经济合理性、多方案比选的逻辑性以及是否有创新的设计亮点或优化建议。可以引入答辩、海报展示等环节,让学生阐述设计思路并回应质疑,锻炼其沟通与思辨能力。同时,设立“创新贡献”附加分,鼓励学生在工艺集成、节能降耗或智能控制等方面提出有价值的创新想法。这种评价机制如同一根“指挥棒”,引导学生高度重视学习过程、团队合作与创新思考,从而真正将三维能力培养目标内化于学生的学习体验与成果产出之中。

3 结束语

综上所述,本文系统梳理了新工科视域下“大气污染控制工程”课程设计的要点与教学改革的有效策略,明确了课程设计需围绕三维能力培养目标,构建兼具三重属性的内容体系,依托双核心载体开展教学,并通过四大策略破解教学中的实际难题,且各策略与要点之间形成紧密的对应关系,共同构成了课程设计教学改革的完整理论框架。该研究进一步丰富了新工科背景下环境工程专业课程设计的教学理论,为“大气污染控制工程”课程设计的优化提供了清晰的路径指引。在实际教学应用中,需结合院校自身教学资源、学生学情及区域环保产业特点,对课程设计要点与策略进行灵活调整,确保改革落地见效。

[参考文献]

- [1]王娟,方应森,张跃进.大气污染控制工程课程设计教学的改革与实践[J].河南化工,2023,40(06):66-67.
- [2]刘红盼,倪海涛,何克杰,等.大气污染控制工程教学模式重构探讨[J].科技视界,2022,(24):105-107.
- [3]刘建明,邓林.理论与实践相结合的“大气污染控制工程”多元化教学改革研究[J].广东化工,2022,49(01):190-191.
- [4]刘忻,钱飞跃,袁怡,等.成果导向理念下大气污染控制工程课程设计教学改革实践[J].高教学刊,2021,(02):63-66+70.
- [5]美英,周航,常英,等.“大气污染控制工程”理论与实践相结合的教学研究[J].内蒙古石油化工,2017,43(10):72-73.

作者简介:

李娜(1989-),女,汉族,山东潍坊人,博士研究生,讲师,主要从事环境纳米材料的研发,挥发性有机污染物催化降解过程及机理研究。