

产教融合背景下环境工程研究生精品课程建设与 与创新

——以《大气污染控制技术与原理》为例

吕艳丽, 王艳秋, 李晓, 回进, 宁翠萍

辽宁科技大学化学工程学院, 辽宁 鞍山

收稿日期: 2025年5月22日; 录用日期: 2025年6月20日; 发布日期: 2025年6月27日

摘要

在产教融合背景下, 环境工程研究生精品课程的建设与创新成为培养高素质环境工程人才的关键, 是提升教育质量、增强研究生实践能力和创新能力的重要途径。本文以“大气污染控制技术与原理”课程为例, 探讨了如何在教学内容设计、教学手段与方法等方面提升课程的教学质量和学生的实践能力。通过产教融合, 实现理论与实践的深度融合, 为培养具备扎实理论基础和实践能力的环境工程研究生提供有效途径。

关键词

产教融合, 研究生教育, 精品课, 大气污染控制技术与原理

Construction and Innovation of High-Quality Courses for Environmental Engineering Graduate Students under the Background of Industry-Education Integration

—Taking “Air Pollution Control Technology and Principles”
as an Example

Yanli Lyu, Yanqiu Wang, Xiao Li, Jin Hui, Cuiping Ning

School of Chemical Engineering, University of Science and Technology Liaoning, Anshan Liaoning

Received: May 22nd, 2025; accepted: Jun. 20th, 2025; published: Jun. 27th, 2025

文章引用: 吕艳丽, 王艳秋, 李晓, 回进, 宁翠萍. 产教融合背景下环境工程研究生精品课程建设与与创新[J]. 教育进展, 2025, 15(6): 1032-1038. DOI: 10.12677/ae.2025.1561096

Abstract

In the context of the integration of industry and education, the development and innovation of elite courses for environmental engineering graduate students have become the key to cultivating high-quality environmental engineering talents, and an important way to improve the quality of education and enhance the practical and innovative abilities of graduate students. Taking the course "Air Pollution Control Technology and Principles" as an example, the article explores how to improve the teaching quality of the course and the practical ability of students in terms of teaching content design, teaching methods and techniques. Through the integration of production and education, it facilitates the deep integration of theory and practice, providing an effective way to cultivate environmental engineering graduate students with solid theoretical foundation and practical ability.

Keywords

The Integration of Industry and Education, Graduate Education, Excellent Course, Air Pollution Control Technology and Principles

Copyright © 2025 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

我国在实施创新驱动发展战略、构建市场导向的绿色技术创新体系与突破“卡脖子”技术等关键任务中急需高层次应用型、创新型与复合型人才支撑[1]-[3]。研究生教育是我国培养高层次应用型科技人才的主渠道，课程教学是实现研究生培养目标的主要载体之一。产教融合作为提升教育质量、培养创新型人才的有效手段，其在环境工程研究生教育中的应用尤为重要[4] [5]。加快推进产教融合是新时代国家经济社会转型、高校人才培养模式改革和建设知识创新型企业的交汇点，是促进教育链、人才链与产业链、创新链有机衔接的立足点，是高等教育服务于社会主义现代化建设的着力点。

国务院办公厅发布的《关于深化产教融合的若干意见》提出：“大力支持应用型本科和行业特色类高校建设，紧密围绕产业需求，强化实践教学，完善以应用型人才为主的培养体系” [6]。研究生课程应充分贯彻培养目标和学位要求，重视系统设计和整体优化，以学术创新能力培养为核心，紧密结合行业领域要求，强调理论性和实践性[7] [8]。产教融合最大的特点之一是教育与产业之间的深度互动，是推动创新驱动发展的重要手段[8]。在环境工程领域，通过产教融合，院校和企业可以共同进行研发项目，推动科研成果的转化为实际应用，加强双方在创新领域的合作。这不仅有助于提升学生的创新能力，也有助于推动环保产业的技术创新和发展。对于环境工程研究生教育而言，这意味着课程设置和教学内容需要与环保产业的需求紧密相连，确保学生所学知识和技能能够在实际工作中得到应用。

本文以环境工程研究生专业学位课程“大气污染控制技术与原理”为例，探讨了产教融合背景下环境工程研究生精品课程的建设与创新思路，以期培养具有创新精神和实践能力的高素质环境工程专业人才提供参考。

2. 教学内容设计

产教融合背景下环境工程研究生精品课的教学内容设计应注重理论与实践的结合、前沿技术的引入、

实践案例的分析以及产教融合的实践。通过不断优化教学内容和方法，培养适应市场需求的高素质环境工程人才。在课程内容设计上应结合国内外环境工程研究生课程的最新研究成果和教学经验，对课程内容进行整合和优化，确保教学内容的先进性和实用性。在理论讲授的基础上，增加实践环节，通过案例分析和项目实践等方式，提升研究生的实践能力和问题解决能力。同时，教学内容设计应根据具体学校、学生和企业的实际情况进行灵活调整和优化。

2.1. 优化教学模块

课程内容分成四大模块：

- 1) 核心理论：环境污染控制技术与基本原理、环境系统分析、监测与评价等核心理论。
- 2) 前沿技术：环境工程领域的最新技术进展，如生态足迹测算、土壤与地下水污染修复技术等。
- 3) 实践案例：结合具体工程项目或科研案例，讲解环境工程的实际应用，强调理论与实践的结合。
- 4) 产教融合模块：邀请行业专家、企业导师参与授课，分享行业经验和最新技术动态，同时提供实践指导和项目合作机会。

以大气污染控制技术与原理课程为例，课程内容结构分为三大核心板块，见表 1。

Table 1. Course content structure of “Air Pollution Control Technology and Principles”

表 1. 大气污染控制技术与原理课程内容结构

序号	板块	内容
1	基础理论部分	大气污染概述与污染源解析
		大气污染气象学与扩散规律
		大气污染物性质与危害
2	技术原理部分	颗粒物控制技术
		气态污染物控制技术
		大气污染综合防治技术
3	实践应用与产教融合部分	大气污染控制工程设计实例分析
		实验操作技能训练与创新实践
		校企合作项目实践与案例分析

在产教融合背景下，环境工程研究生精品课的教学内容设计应紧密围绕行业需求、技术创新和实际应用，以培养具备扎实理论基础、创新思维和实践能力的高素质环境工程人才为目标。“大气污染控制技术与原理”三大板块的课程内容可以满足学生培养过程中知识目标和能力目标的掌握需求。

2.2. 引入思政元素

2016年习近平总书记在全国高校思想政治工作会议上强调，要把思想政治工作贯穿教育教学全过程，要用好课堂教学这个主渠道，各类课程与思想政治理论课同向同行，形成协同效应[9]。《高等学校课程思政建设指导纲要》指出，全面推进高校课程思政建设是深入贯彻习近平总书记关于教育的重要论述和全国教育大会精神、落实立德树人根本任务的战略举措，高校要深化教育教学改革，充分挖掘各类课程思想政治资源，发挥好每门课程的育人作用，全面提高人才培养质量。

在“大气污染控制原理与技术”研究生课程教学过程中,积极将思政课程的观点融入专业知识,更好地将思政元素有机融入课堂,在传授专业知识的过程中贯彻“立德树人”的育人理念。思政教学内容主要体现在环境保护、生态文明等,旨在培养学生的环保意识、社会责任感和实践能力;注重培养学生的科学精神和科学方法论,提高他们的法制观念和法律素养,以及培养他们的道德素质和道德情操等;引导学生清醒认识保护生态环境、应对气候变化的紧迫性和艰巨性,树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念,并融入环保工作者共建地球命运共同体、实现人与自然和谐共生的责任担当和创新奉献精神。

“大气污染控制技术与原理”课程思政的知识要点见表2。

Table 2. Key points of knowledge in ideological and political education in the course of “Air Pollution Control Technology and Principles”

表 2. 大气污染控制技术与原理课程思政知识要点

知识点	思政内容	思政元素
大气污染概述、污染源解析等	结合党的二十大、十四五规划及 2035 年远景目标中关于生态文明建设的内容。	将社会主义核心价值观具体化,树立全新的生态思想;使学生清晰地认识到生态文明建设的重要性,认识到大气环境对我国乃至人类社会的重要价值。
大气污染物性质与危害	由“气候变化→碳中和→碳捕集及资源化”的思路导入课程思政。	通过融入我国在应对气候变化过程中推动碳减排政策、技术应用等内容,自然引导学生反思
颗粒物控制技术、气态污染物控制技术	我国在除尘、脱硫脱硝领域取得的辉煌成就;党和政府在“蓝天保卫战”、“双碳目标”等方面取得的决定性成果	激发学生的爱国热情,增强民族自豪感;指出掌握关键领域核心技术的重要性,激发学生努力学习的内在动力,树立科技报国的家国情怀和使命担当。
大气污染综合防治技术、工程实例分析	让学生清晰地认识到目前所存在的问题	强化工程伦理教育。培养学生精益求精的大国工匠精神。

通过专业课程知识点讲授专业知识,自然衍生出思政内容,不仅可以活跃课堂氛围,也帮助同学们理解和记忆专业知识,产生协同效应。这种融入思政元素的教学方式,不仅增强了课程的育人功能,也提升了学生的思想政治素养。

3. 改进教学方法,构建多元化教学模式

3.1. 改进教学方法

课程教学是研究生培养目标的主要载体。随着传统知识生产模式 I 向新知识生产模式 II 和模式 III 转型,改进研究生课程教学方法势在必行,传统“填鸭式”教学方法要不断向多元化转变。在“大气污染控制技术与原理”教学课程过程中将案例式教学、互动式教学、产教融合教学等多种方式融合在一起,使研究生在交叉包容、开放创新、互动参与等理念下实现产教融合育人生态。

3.1.1. 案例教学

案例教学(Case Method)1970年首创于美国,创始人是哈佛法学院前院长克里斯托弗·哥伦布·朗代尔(C. C. Langdell),并由哈佛企管研究所所长郑汉姆(W. B. Doham)推广。20世纪80年代已经引入我国,迄今仍被认为是一种代表未来教育方向的成功教育方法[10]。

以硫化物治理技术与原理章节为例，基于 OBE 理念设计案例教学：

“烟气脱硫工艺”，结合动画、现场视频与线上资源，引导学生分析工艺流程与设备选型，强化工程实践能力。

融入“双碳”战略案例，如燃煤锅炉除尘系统设计中强调低碳排放标准(GB13271-2001)。

设计“某燃煤采暖锅炉烟气除尘脱硫系统”课题，要求学生计算理论烟气量、选择除尘和脱硫工艺及设备并核算成本，整合《环境工程原理》《环境监测》跨学科知识。

在教学统计中发现，案例教学较传统讲授法在知识传递和实施成效上均有较大提高：采用传统讲授法，学生对基础理论掌握率约 65% (随堂测试数据)，工程实践能力提升不明显，仅 38% 学生能独立设计处理工艺；采用案例教学法，学生对复杂问题分析能力提升至 72%，且有 70% 的学生独立完成设计。

3.1.2. 互动式教学

互动式教学中教师要营造多边互动教学环境，在教学双方平等交流探讨的过程中，达到不同观点碰撞交融，进而激发教学双方的主动性和探索性，达成提高教学效果的一种教学方式[11]。“大气污染控制技术与原理”教学中鼓励学生积极参与课堂讨论，通过小组合作、角色扮演等方式，提高学生的参与度和学习效果。在教学中，设计一组课程思政互动情景模拟工作坊。

1) 围绕“碳中和背景下燃煤电厂技术改造”主题，组织学生模拟碳排放权交易谈判，结合《京都议定书》《巴黎协定》条款分析技术选择的经济与环境效益。

2) 观看中科院大气物理研究所制作的系列视频科学趣视界——《大气污染污染的前世今生》，开发“大气污染防治史”时间轴互动主题，学生通过拖拽事件卡片(如古罗马大气污染初现到伦敦烟雾事件、洛杉矶光化学烟雾，到中国《气十条》、蓝天保卫战等)关联技术演进脉络。

3.1.3. 产教融合实践

与企业合作开展实践教学，如实习实训、项目合作等，让学生在实践中学习和提高专业技能。课程教学过程中可以用实际项目推动课程教学，实现行业项目和教学项目双驱动，以达到重视产教融合，强化学生能力培养的目的。产教融合教学过程见图 1。

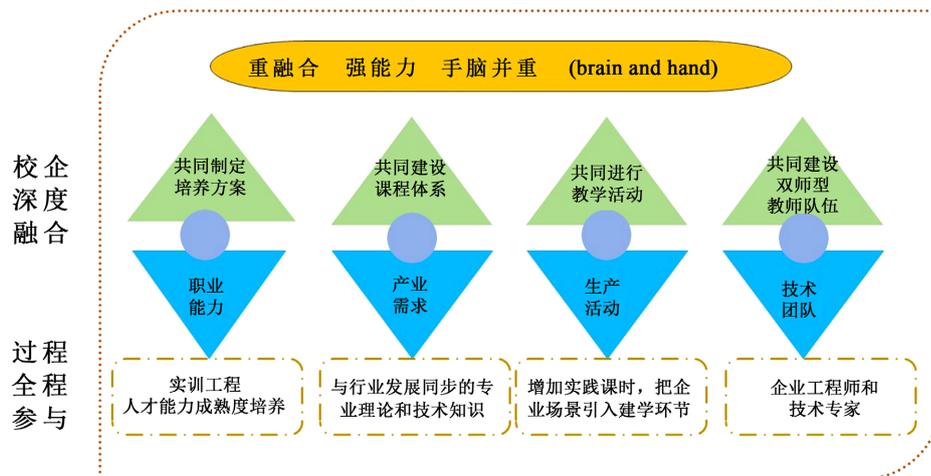


Figure 1. Industry-education integration teaching process

图 1. 产教融合教学过程

3.1.4. 在线学习资源

提供丰富的在线学习资源，如课程视频、案例库、专业文献等，方便学生自主学习和拓展知识。

基本资源应该是反映课程教学思想、教学内容、教学方法、教学过程的核心资源,包括课程介绍、教学大纲、教学日历、教案或演示文稿、重点难点指导、作业、参考资料目录和课程全程教学录像等。在基本资源里上传的文件共分三个层次,包含课程概要类、课程模块类、教学单元类。

拓展资源反映了课程特点,能够应用于各教学与学习环节,支持课程教学和学习过程,是较为成熟的多样性、交互性辅助资源。

3.2. 构建多元化教学模式

3.2.1. 产教融合内涵

产教融合是以马克思主义教育学为指导,通过教育主体(高校/企业)、客体(学生)、内容(课程体系)、评价(多元考核)四要素重构,实现产业链-创新链-教育链三链协同。环境工程专业研究生培养需重点融合“大绿色”培养理念,突出解决污水处理、大气治理、固废处理等复杂工程问题的能力培养。

基于产教融合背景,环境工程专业具有如下三个特点:

实践导向性:需构建“课程学习-专业实践-论文研究”工学交替体系;

跨学科性:要求整合环境科学、工程技术和政策管理知识;

区域适配性:如我校环境工程专业在案例教学设计时会结合钢铁行业污染治理设计教学内容。

3.2.2. 教学设计

产教融合背景下,环境工程研究生课程教学模式正在经历重要变革,多元化的教学模式层出不穷。我们在实施精品建设过程中坚持实施以产出为导向、以学生为中心的教学方法,以理论知识和德育思政同向同行的教学理念,实现以研究能力和工程能力同时培养的教学目标,建立起“实际工程问题”的教学主轴。课程教学设计如图2所示。

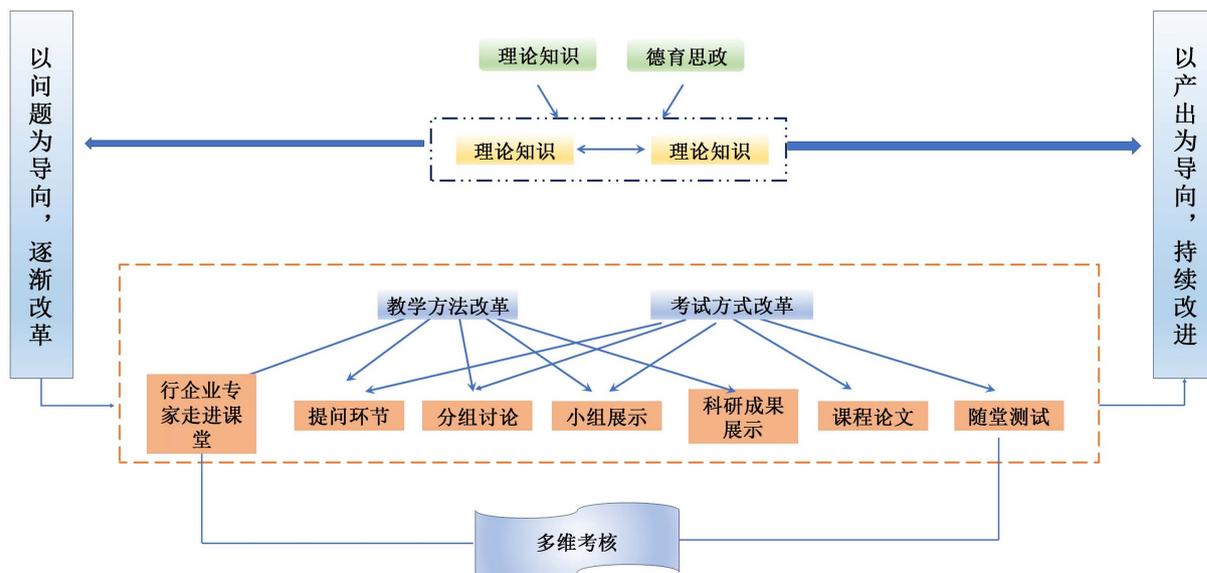


Figure 2. Course teaching design

图2. 课程教学设计

4. 结语

课程教学团队在课程建设过程中,从教育观念、教学内容、教学方法和手段、课程体系等方面进行了不断的改革,围绕课程建设目标,立足我校传统优势学科基础,积极进行具有行业特色的课程探索,

基本建立了一套较为完整的“大气污染控制技术与原理”课程教学体系。在产教融合背景下,积极引入企业元素,将案例教学、互动教学等教学方法融为一体;并注重过程教学,构建合理的过程性跟踪的综合评价;通过课程思政深度融合,将我国广大一线科研工作者在除尘、脱硫脱硝领域取得的辉煌成就展示出来,将党和政府在“蓝天保卫战”、“双碳目标”等方面取得的决定性成果展示出来,使学生认识到我国在环境保护治理、节能减排方面取得的显著成绩,在“润物无声”中激发同学们的爱国热情,增强民族自豪感,同时又要指出仅有自信是不够的,掌握关键领域核心技术才能使我们在国际上有话语权,激发学生努力学习的内在动力,树立科技报国的家国情怀和使命担当。“大气污染控制技术与原理”精品课程建设极大促进了课程教学质量的提升,对积极探索和培养富有时代特点的有担当有作为精神的高层次应用型人才具有一定意义。

基金项目

2024年度辽宁科技大学研究生教育改革与科技创新创业项目——精品课程建设项目资助;
中国冶金教育学会教育教学研究项目(项目编号:YJJY2024035YB)资助。

参考文献

- [1] 苏文彪. 教育科技人才一体化发展视域下高等教育综合改革的推进路径[J]. 湖南社会科学, 2025(1): 149-157.
- [2] 吴正国. 教育科技人才事业一体推进的政策演进与高等教育改革策略[J]. 中国高等教育, 2024(Z3): 4-9.
- [3] 倪晓玉, 袁敏, 孙师丹. 研究生教育赋能新质生产力: 核心要素、现实境遇与实践路径[J]. 研究生教育研究, 2024(4): 12-18.
- [4] 曾承辉, 李子建, 赵焕然, 等. 基于“产教融合、研育协同”培养具有学习力、思维力、实践力、感悟力的创新型研究生[J]. 化学教育(中英文), 2025, 46(4): 95-98.
- [5] 林伯先, 雷馥鲜, 陈博文, 等. 基于产教融合的理工科专业学位研究生协同培养研究[J]. 教育信息化论坛, 2024(11): 51-53.
- [6] 国务院办公厅. 关于深化产教融合的若干意见[R/OL]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-12/19/content_5248564.htm, 2022-11-01.
- [7] 杜江峰. 一流大学的强国使命与战略前瞻[J]. 中国高教研究, 2023(9): 6-8.
- [8] 王永金, 吴桂林, 蒋波, 等. 产-研-教融合的先进钢铁材料设计及轧制技术教学改革[J]. 中国冶金教育, 2024(5): 1-3.
- [9] 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).
- [10] 许继荣, 闵永新. 课程思政教学设计案例选编 第2辑[M]. 北京: 中国科学技术大学出版社, 2023: 156.
- [11] 袁明月, 李庆丰. 互动式教学法研究综述[J]. 教育进展, 2017, 7(6): 415-422.