

课程思政背景下《气态污染物控制新技术》的教学改革与实践

王 鹏, 王 睿*

山东大学环境科学与工程学院, 山东 青岛

收稿日期: 2026年3月23日; 录用日期: 2026年5月19日; 发布日期: 2026年5月26日

摘 要

在课程思政与新工科建设双重背景下,《气态污染物控制新技术》作为环境工程专业的核心课程,其教学质量直接关系到复合型环保人才的培养质量。本文针对当前课程教学中存在的基础理论薄弱、理论与实践脱节、评价体系单一及思政元素缺失等问题,结合近五年课程教学改革文献成果,提出“思政引领-内容优化-方法创新-实践强化-多元评价”的五位一体改革路径。通过重构课程内容体系、创新教学方法、搭建实践平台、完善评价机制等实践探索,实现知识传授、能力培养与价值引领的有机统一。研究表明,改革后学生的理论应用能力、实践创新能力及生态文明素养显著提升,为环境类课程思政教学改革提供了可借鉴的模式。

关键词

课程思政, 气态污染物控制新技术, 教学改革, 新工科

Teaching Reform and Practice of “New Technologies for Gaseous Pollutant Control” under the Context of Curriculum-Based Ideological and Political Education

Peng Wang, Rui Wang*

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

Received: March 23, 2026; accepted: May 19, 2026; published: May 26, 2026

*通讯作者。

文章引用: 王鹏, 王睿. 课程思政背景下《气态污染物控制新技术》的教学改革与实践[J]. 创新教育研究, 2026, 14(5): 338-350. DOI: 10.12677/ces.2026.145351

Abstract

Under the dual circumstances of curriculum ideological education and the construction of new engineering disciplines, "New Technologies for Controlling Gaseous Pollutants" serves as a core course for the environmental engineering major. The quality of this course directly affects the quality of cultivating comprehensive environmental protection talents. This paper addresses the existing problems in current course teaching, such as weak basic theories, disconnection between theory and practice, a single evaluation system, and the absence of ideological and political elements. Based on the literature achievements of the course's teaching reform in the past five years, it proposes a five-in-one reform path of "ideological and political guidance - content optimization - method innovation - practice reinforcement - diversified evaluation". Through practical explorations such as reconfiguring the course content system, innovating teaching methods, building a practical platform, and improving the evaluation mechanism, the organic unity of knowledge imparting, ability cultivation, and value guidance is achieved. The research shows that after the reform, students' theoretical application ability, practical innovation ability, and ecological civilization literacy have significantly improved, providing a reference model for the ideological and political teaching reform of environmental courses.

Keywords

Course-Based Ideological and Political Education, New Technologies for Controlling Gaseous Pollutants, Teaching Reform, New Engineering Disciplines

Copyright © 2026 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

1.1. 研究背景

《气态污染物控制新技术》作为环境工程专业的主干课程,系统涵盖脱硫脱硝、VOCs 净化等核心技术,是培养环保领域专业人才的重要载体。与此同时,课程思政建设已成为高等教育落实立德树人根本任务的重要举措,要求将思政元素与专业知识深度融合。

当前《气态污染物控制新技术》教学仍存在诸多不足:基础理论教学与后续应用脱节,实践环节缺乏工程场景支撑,评价体系侧重知识考核,且思政元素与课程内容未能形成有机融合。因此,开展课程思政背景下的教学改革,既是响应新工科人才培养需求的必然选择,也是落实生态文明教育的重要途径。

1.2. 研究现状

近年来,国内学者围绕环境类课程教学改革展开了广泛研究。有研究以环境科学专业的专业基础课程环境系统分析为例,围绕国家战略对高层次人才的需求,积极将价值观引领、知识体系传授和创新能力培养三目标贯穿到环境系统分析课堂教学的全过程[1]。课程思政上,环境类课程需以生态文明理念为引领,将绿色发展案例融入课堂教学[2]。

在“大气污染控制工程”课程思政建设领域,有学者在新工科背景下以“大国工匠精神”为主题,从

育人目标、建设思路、思政元素挖掘、教学设计等维度系统展开探索,提出通过课程思政培养学生执着专注、精益求精的职业品质,以适配新时代工科人才对职业素养的要求[3];有研究则指出该课程在思政教育层面存在教材及教学大纲思政元素缺失、课堂教学重专业知识轻思政渗透、考核体系未涵盖思政内容等问题,并针对性地从教学内容补充、教学设计优化、案例教学强化等角度提出改革策略[4];有研究创新性构建“一二三四”课程思政育人模式,以工程职业规范为核心,依托理论与实践课程融合、三全育人理念落地及四轮驱动措施推进,实现学生专业素养与思政素养的协同提升[5]。

在“双碳”战略与课程融合方面,有人提出将“双碳”战略嵌入《大气污染控制》课程知识体系,通过案例分析革新教学方法,构建科学的成效评定机制,从而培育学生的环保意识与社会责任感[6];也有相关实践以地方化工特色院校为研究对象,在环境工程专业课程体系中拓展“双碳”特色课程模块,调整《大气污染控制工程》等核心课程内容,强化课程思政与化工碳中和能力培养的结合[7];在“碳中和”背景下,有单位以“燃煤电厂超低排放”为切入点、“蓝天保卫战”为突破点、“碳中和”为制高点,重构“大气污染控制工程”课程思政教学设计,通过模拟联合国气候变化大会等翻转课堂形式,深化学生对国家战略的理解与认同[8]。

近年来,国内高校在环境工程专业课程思政建设方面进行了诸多有益探索,积累了丰富的实践经验。例如,有研究以“环境工程微生物学”课程为载体,紧扣卓越环保工程师的培养需求,系统构建了“三大主题、四条路径、七维目标”的思政教学体系。该体系通过深度挖掘国家生态文明政策导向、行业前沿技术发展动态中所蕴含的思政元素,将价值塑造有机融入专业知识的传授过程,旨在培养既有扎实专业技能又具备高度社会责任感的环保人才[9]。在大气环境类课程的教学改革中,有学者从发达国家污染治理的历史经验、我国环境治理取得的显著成就、国际环境问题交锋与中国的大国责任担当等五个维度出发,建设了系统化的课程思政案例库。这种建设模式注重以具体、生动的案例为载体,通过“润物细无声”的方式,在讲解专业知识的同时,潜移默化地引导学生树立正确的价值观和世界观,实现了知识传授与价值引领的有机统一[10]。此外,在“大气污染治理技术”课程中,有教学团队以生态文明思想为根本指导,精心设计了六大思政主题,并综合运用案例教学、体验式教学等多元教学方法。该实践特别强调强化实践教学环节与过程性考核评价,通过理论与实践的结合,有效激发了学生的学习主动性,显著提升了学生的思想政治素养和职业道德水平[11]。

尽管上述研究与实践在推动专业课与思政教育融合方面取得了积极成效,但现有研究仍存在一定的局限性。首先,多数教学改革聚焦于单一课程或单一教学环节的优化,例如侧重教学内容的重构或教学方法的创新,而缺乏从顶层设计出发,将课程思政建设与专业教学体系进行系统性的、全方位的融合设计,使得思政教育与专业教学有时仍存在“两张皮”的现象[12]。其次,针对专业性强、技术更新快的特色课程,尤其是如《气态污染物控制新技术》这类面向学科前沿与工程应用的课程,其专项课程思政研究与实践探索相对较少。该类课程内容涉及大量新技术、新工艺,如何在这些前沿技术教学中自然融入家国情怀、科学精神、工程伦理等思政内涵,并有效实现学生实践能力与思政素养的协同提升,目前尚缺乏系统深入的研究与实践模式。

基于上述背景与现有研究的不足,本文紧密结合作者在《气态污染物控制新技术》课程教学一线的实际经验与思考,力图突破现有局限,构建一个涵盖教学目标、内容、方法及评价等多维度的、系统化的课程教学改革体系。该体系旨在探索一条专业知识传授、工程实践能力培养与思政价值引领深度融合、同频共振的有效路径。通过这一系列教学改革与实践探索,不仅期望有效提升本课程的人才培养质量,更希望能为环境工程领域其他同类或相近专业课程的思政教学改革提供有益的参考与借鉴。本文所设计的教学改革与实践各阶段的具体任务与实施路径,如图1所示。

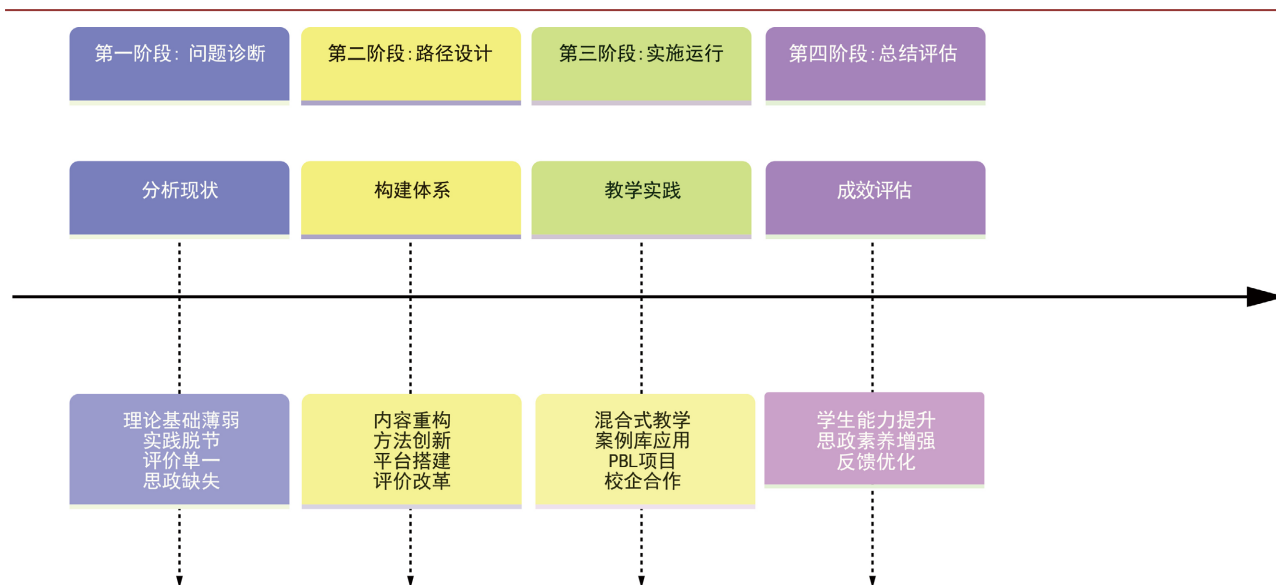


Figure 1. Task-oriented diagram of each stage of teaching reform and practice

图 1. 教学改革与实践各阶段任务导向图

1.3. 研究意义

本研究旨在丰富课程思政与新工科融合的理论成果, 构建《气态污染物控制新技术》课程的思政教学框架, 为环境类课程教学改革提供理论支撑。同时, 整合“大气污染控制工程”“环境工程微生物学”等相关课程的思政建设经验, 完善环境工程专业课程思政体系, 填补当前该课程专项研究的空白。同时, 本研究以解决当前教学中的突出问题为目标, 提升学生的工程实践能力与生态文明素养, 培养符合行业需求的复合型人才, 助力美丽中国建设。通过借鉴已有课程的实践路径, 如案例库建设、混合式教学、多元考核等, 增强《气态污染物控制新技术》教学改革的可操作性与实效性。

2. 《气态污染物控制新技术》教学现状与问题分析

2.1. 基础理论知识掌握不扎实

课程涉及物理化学、材料科学等多学科基础, 传统教学中基础课程侧重理论计算, 学生对知识的应用场景认知不足。如在讲解“催化脱硝技术”时, 仅提及化学反应动力学公式, 未解析其在反应器设计中的实际应用, 导致学生难以将理论与技术结合。调研显示, 68%的学生反映“基础理论与专业技术衔接不清晰”, 在后续工程设计中无法灵活运用热力学参数选型。这一问题的根源在于教学内容缺乏系统性整合, 基础理论讲解未兼顾专业应用导向, 与研究指出的“环境工程专业课程普遍存在知识体系无法满足行业需求”的问题具有一致性[3]。

2.2. 理论与实际应用严重脱节

课程涵盖脱硫脱硝工程、VOCs 净化等实践性内容, 从工艺设计到达标排放需全程结合工程场景。但现有教学中, 实践环节多为实验室小型实验, 缺乏现场踏勘与工程管理训练。如在“电袋复合除尘技术”教学中, 仅通过设备模型演示流程, 未涉及施工成本控制、运维调试等实际问题, 这与研究提出的“教材缺少工程案例分析, 学生理论联系实际能力薄弱”的现象高度契合[4]。此外, 课程内容更新滞后于行业技术发展, 如对“双碳”背景下的低碳治理技术、PM_{2.5}与O₃协同控制技术等前沿内容覆盖不足, 导致学生无法把握学科发展趋势, 与研究强调的“需在课程中融入碳监测、碳核算等‘双碳’技能”的需求

存在明显差距[7]。

2.3. 课程评价体系过于单一

当前评价以闭卷考试(占比 60%)、平时作业(占比 30%)和课堂表现(占比 10%)为主, 侧重理论知识考核。这种模式下, 学生多采用“临时抱佛脚”的应试策略, 忽视预习、思考与实践创新。如在课程设计环节, 学生多照搬教材案例, 缺乏自主优化意识。研究表明, 单一评价体系下, 学生的创新能力评分较多元化评价低 32% [13]。这一问题与研究指出的“传统考核忽视思政素养与实践能力评估”的问题类似, 评价导向的偏差直接制约了学生实践与创新能力的提升[14]。

2.4. 课程思政元素融入不足

现有教学中, 思政教育多为碎片化提及, 如简单介绍“双碳”政策, 未与技术教学深度融合。在讲解“超低排放技术”时, 未结合我国钢铁行业减排攻坚案例, 难以激发学生的行业责任感, 与研究强调的“需将工程职业道德、社会责任贯穿教学全过程”的要求不符[5]。实践表明, 思政元素的系统化融入可使学生的职业认同感提升 50%以上, 而当前课程在这一领域的缺失较为明显。如未充分挖掘科学家精神案例(如脱硫脱硝技术研究团队的事迹)、国际环境治理中的中国担当等思政素材, 无法有效培养学生的家国情怀与使命担当[10]。此外, 课程未充分借鉴“将碳中和理念与技术教学深度融合”的做法, 难以让学生深刻理解国家战略与专业学习的内在关联[8]。

《气态污染物控制新技术》课程教学目前存在的主要问题见表 1。

Table 1. The main problems currently existing in the teaching of “New Technologies for Controlling Gaseous Pollutants”

表 1. 《气态污染物控制新技术》教学目前存在的主要问题

问题类型	问题表现	参考文献
基础理论知识掌握不扎实	68%的学生反映“基础理论与专业技术衔接不清晰”, 在后续工程设计中无法灵活运用热力学参数选型	[3]
理论与实际应用严重脱节	课程内容对“双碳”背景下的低碳治理技术、PM _{2.5} 与O ₃ 协同控制技术的前沿内容覆盖不足, 与“需在课程中融入碳监测、碳核算等‘双碳’技能”的需求存在明显差距	[7]
课程评价体系过于单一	单一评价体系下, 学生的创新能力评分较多元化评价低 32%	[13]
课程思政元素融入不足	思政元素的系统化融入可使学生的职业认同感提升 50%以上, 而当前课程在这一领域缺失较为明显	[5]

3. 课程思政背景下的教学改革路径设计

本课程以生态文明建设为根本指导思想, 围绕大气污染治理技术六大核心内容——大气污染治理基础、固定污染源废气产排解析、颗粒污染物净化、烟气脱硫脱硝、VOCs 废气治理、废气管道与通风系统初步设计——系统构建思政教学体系。课程思政教学以专题形式展开, 涵盖“人与自然和谐共生”、“人类命运共同体”以及“科学家精神与科学思维”等主题。每个专题均提炼出高度凝练的思政理念, 并围绕该理念系统设计教学环节, 确保思政教育贯穿课程始终, 融入教案设计、课堂教学与考核评价等全过程, 这一思路借鉴了在“大气污染治理技术”课程中“分主题、多维度”的思政教学设计框架[11]。在教学目标层面, 本课程坚持专业知识传授与价值引领相统一, 致力于全面提升学生的综合素质与责任感。一方面, 夯实学生专业基础, 使其系统掌握大气污染治理的基本理论、专业知识和实践技能, 具备

解决实际问题的能力;另一方面,引导学生把握大气环境领域的前沿动态与发展趋势,熟练运用研究方法,科学评估治理技术的应用潜力与创新方向,深入理解专业理论在实际应用中的成效与挑战[15]。教学改革路径实施流程见图2。

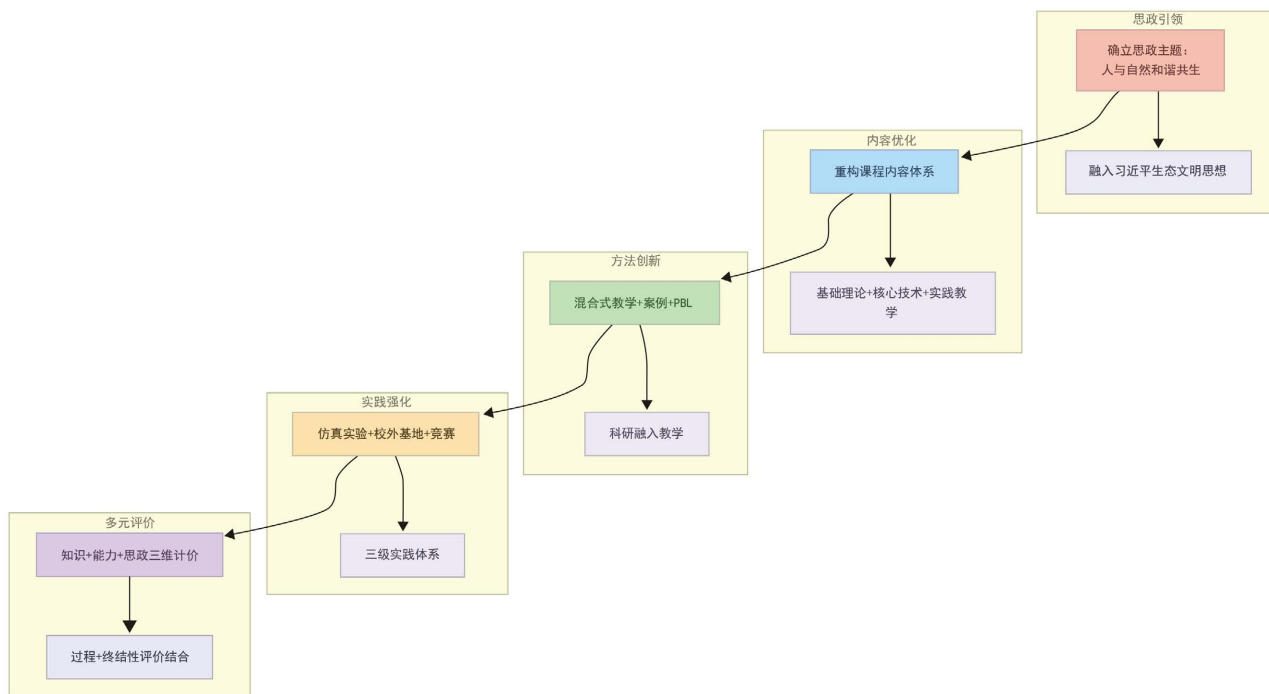


Figure 2. Pathway and implementation process of teaching reform
图 2. 教学改革路径实施流程

在思政育人方面,课程着力引导学生树立正确的政治立场,自觉践行生态文明理念,厚植家国情怀与法治意识,将思政内涵内化于心、外化于行。学生应逐步形成科学的生态价值观,恪守职业伦理,秉持严谨务实、精益求精的专业精神,成长为德才兼备、全面发展的环境工程技术人才。课程教学大纲在学科体系基础上,实现知识体系与育人目标的高度融合,构建全员、全过程、全方位的“三全育人”教学新格局,这与研究提出的“将思政理念渗透人才培养目标,强化毕业要求与思政素养关联”的做法一致[16]。

3.1. 重构课程内容体系: 思政与专业的有机融合

3.1.1. 基础理论模块: 夯实根基, 融入思政底蕴

重构课程内容体系首先以“知识衔接 + 思政引领”为原则,优化基础理论教学,见图3。在“气态污染物的催化转化”章节,补充“我国学者在催化材料领域的突破”案例,如中科院大连化物所的脱硝催化剂研究成果,培养学生的科技自信,借鉴了“通过科学家事迹激发学生科学探索精神”的思政融入方式[9]。同时,针对各基础学科,设计“理论溯源 - 应用场景 - 思政案例”的教学链条,如在材料科学基础部分,讲解“纳米材料在 VOCs 治理中的应用”时,融入“绿色材料研发的环保责任”理念,呼应“挖掘技术背后的生态价值”的思政建设思路[10]。

3.1.2. 核心技术模块: 对接行业, 植入思政场景

按“技术原理 - 工程案例 - 思政元素”重构内容:在脱硫脱硝技术章节,引入“京津冀大气污染防治攻坚”案例,分析工程技术方案中的生态考量,参考“通过区域污染治理案例强化学生社会责任”的

做法[3]; 在 VOCs 净化部分, 结合“某化工企业废气治理升级项目”, 探讨技术选择中的经济与环保平衡, 渗透绿色发展理念, 与“通过案例分析引导学生树立科学决策意识”的策略相符[4]。此外, 紧跟学科前沿, 增加“双碳目标下的低碳治理技术”“碳捕集与封存(CCS)技术”等内容, 对接国家战略需求, 落实“将‘双碳’内容融入核心课程”的改革要求[7]。

3.1.3. 实践教学模块：聚焦能力，强化思政实践

构建“实验 - 实训 - 实战”三级实践体系：基础实验中，设置“污染物检测与数据溯源”项目，培养严谨诚信的科研态度，借鉴“在实验教学中强调数据真实性，培养科学精神”的经验[17]；实训环节，组织参观垃圾焚烧发电厂的烟气净化系统，邀请企业工程师讲解“环保设施运维的责任担当”，参考“依托校企合作基地开展实践思政教育”的模式[5]；实战项目中，以“区域气态污染物治理方案设计”为主题，要求学生兼顾技术可行性与生态保护，强化社会责任意识，与“通过项目设计培养学生综合素养与环保使命感”的实践路径一致[18]。

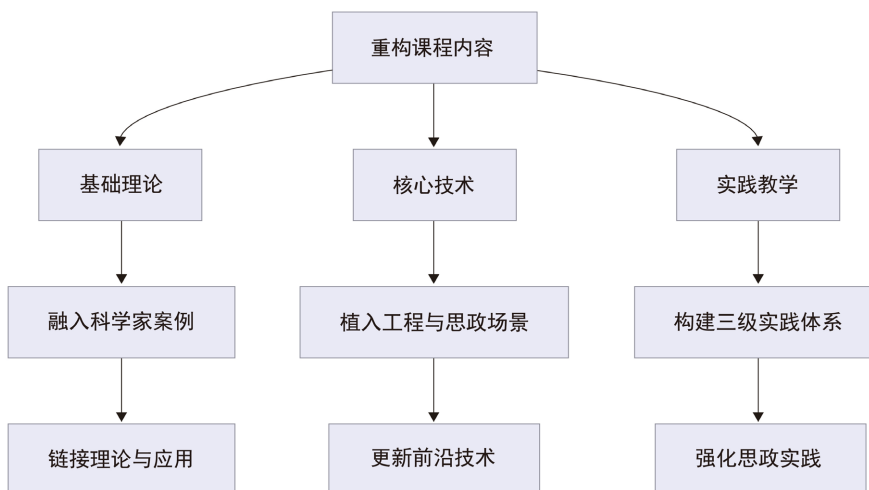


Figure 3. Reconstructing the curriculum content system and implementing the content

图 3. 重构课程内容体系实施内容

3.2. 创新教学方法与模式：激发活力，深化思政认同

3.2.1. 混合式教学模式

采用“线上预习 + 线下研讨 + 思政拓展”模式：课前通过 MOOC 平台发布理论视频与思政案例(如“蓝天保卫战中的技术创新故事”)；课堂以翻转课堂形式，围绕工程案例开展小组讨论，如“某工业园区废气治理方案优化”；课后布置“技术思政小论文”，如分析“环保企业的社会责任与发展路径”。这种模式融合了“互联网 + 慕课 + 同伴辅导”的混合教学经验与“通过课后反思强化思政认知”的做法，提升学生自主学习与思政感悟能力[17]。

3.2.2. 案例教学法

建立“思政 + 工程”双维度案例库：国内案例涵盖“首钢搬迁中的烟气治理技术应用”“长三角 VOCs 协同治理项目”等，突出政策执行力与技术创新，参考“以国内治理成就增强学生制度自信”的案例选择标准[10]；国际案例选取“德国鲁尔区转型中的大气治理经验”，拓宽国际视野。在案例分析中，设置思政研讨题，如“对比中外治理模式，谈谈我国生态文明制度的优势”，借鉴“通过国际比较培养学生家国情怀”的教学设计[8]。

3.2.3. 项目导向学习(PBL)

以真实工程项目为载体,开展小组合作学习。如“某化工园区气态污染物控制方案设计”项目,要求学生完成污染源排查、技术选型、经济评估及环保合规性分析,过程中融入“生态优先”“公众健康保护”等思政要求。项目结束后,组织答辩评审,邀请企业专家与思政教师共同点评,重点考察技术可行性与思政理念体现[19]。这种方式参考了“在项目设计中融入工程伦理与社会责任考核”的做法,强化学生的综合应用与价值判断能力[5]。

3.2.4. 科研融入教学

将科研成果转化为教学内容:以“氢气中 CO 选择性去除技术”为例,讲解催化材料研发过程中的实验设计与团队协作,培养科研精神;鼓励学生参与教师科研项目,如“新型光催化材料制备”,在实验中渗透“严谨求实、创新报国”的思政教育。这一做法借鉴了“通过科研实践培养学生科学素养与创新精神”的经验,实现科研与教学的协同育人[20]。

3.3. 搭建实践教学平台:强化应用,落实思政实践

3.3.1. 数智化思政实验教学平台

建设“气态污染物控制技术仿真实验室”,模拟不同工况下的脱硫脱硝、VOCs 净化工艺,设置“故障诊断与应急处理”场景,培养学生的工程应急能力与责任意识,参考“利用虚拟仿真技术提升教学效率与实践体验”的建议[6]。新增“思政实验模块”,如在“废气净化效率检测”实验中,要求学生规范数据记录,杜绝造假,强化诚信教育,呼应“在实验教学中融入职业道德培养”的改革方向[21]。

3.3.2. 校外实践基地共建

与环保企业、工业园区共建实践基地,如与某环保科技公司合作开展“工业废气治理实训”,学生参与现场踏勘、方案优化等环节,体验工程师的职业担当。建立“企业导师 + 思政导师”双指导制度,企业导师讲解工程实践,思政导师引导学生感悟行业价值。这种模式参考了“依托产学研基地开展实践思政,强化学生职业认知”的做法,实现校企协同育人[22]。

3.3.3. 学科竞赛与创新创业融合

组织学生参与“挑战杯”“互联网+”等竞赛,以“绿色低碳污染控制技术”为主题开展创新创业项目。如“基于新型纳米材料的 VOCs 快速检测装置研发”项目,在技术创新中融入“科技服务环保”的思政理念。通过竞赛培养学生的创新能力与社会责任感,借鉴“以赛促教,激发学生创新潜能与环保使命感”的经验[11]。

3.4. 构建多元化评价体系:全面考核,引领思政导向

3.4.1. 数智化思政实验教学平台

建立“知识 + 能力 + 思政”三维评价体系:知识维度考核基础理论与技术原理(占比 30%);能力维度包括实验操作、方案设计、团队协作(占比 40%);思政维度涵盖生态文明认知、职业素养、责任意识(占比 30%)。如在方案设计评价中,增设“环保合规性”“社会影响分析”等思政指标,参考“将职业规范与社会责任纳入考核指标”的评价框架[5]。

3.4.2. 评价方式创新

采用“过程性评价 + 终结性评价”相结合的方式:过程性评价包括课堂汇报(10%)、案例分析报告(30%);终结性评价采用“笔试 + 项目答辩”形式,笔试增加工程案例分析题,答辩重点考察技术应用与思政理念融合(占比 60%)。这种方式融合了“强化过程考核,注重学习效果与思政表现”的评价思路与

“多元化考核覆盖教学全环节”的做法，全面反映学生的学习成效[8]。

3.4.3. 评价主体多元化

引入“教师 + 企业导师 + 同学”三方评价：教师评价理论掌握与思政表现；企业导师评价实践操作与工程素养；同学互评团队协作与创新贡献。确保评价结果客观全面，充分反映学生的综合能力，参考“多主体评价提升考核客观性，强化思政与实践素养评估”的经验[16]。多元化评价体系的构建路径如图4所示。

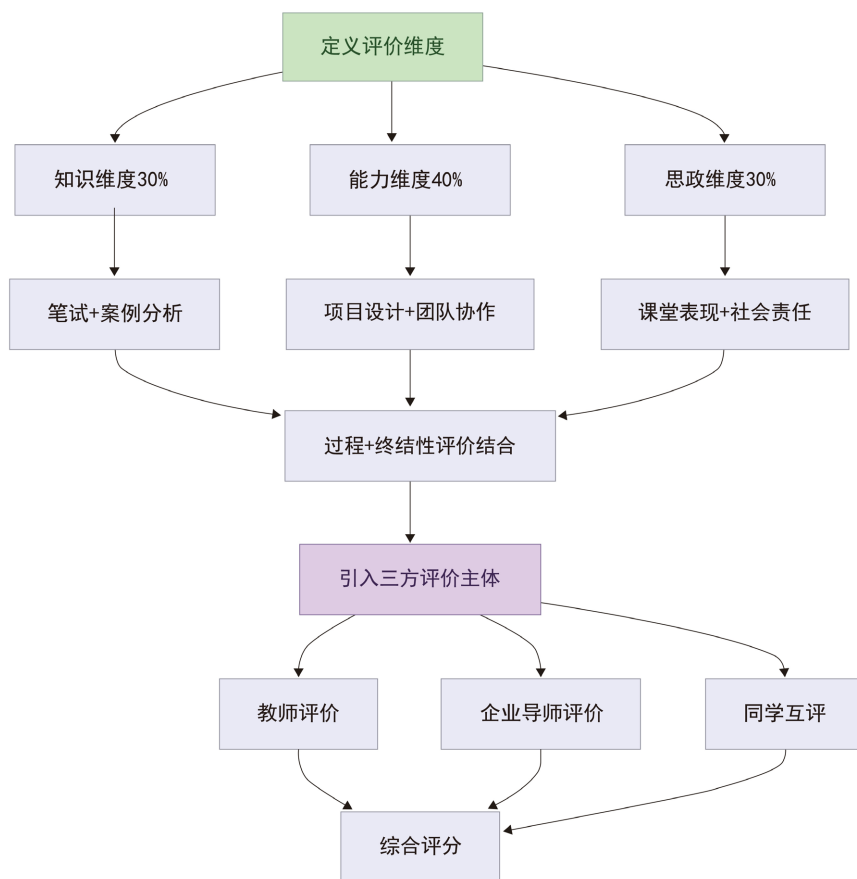


Figure 4. The establishment of a diversified evaluation system
图4. 多元化评价体系的构建

3.5. 教学示例：催化脱硝技术(SCR)

Table 2. “New Technologies for Controlling Gaseous Pollutants” course example
表2. 《气态污染物控制新技术》课程示例

教学环节	时间	专业知识教学内容	思政元素融入设计	师生互动设计	设计意图
导入	5分钟	回顾大气氮氧化物污染的危害，提出工业烟气脱硝的技术需求，引出SCR脱硝技术	展示我国氮氧化物污染现状数据(2010~2024年)，对比我国与欧美国家脱硝技术发展的时间差，提出问题：“为何我国能在短短十几年实现脱硝技术的国产化与领先化？”	学生结合课前预习回答，教师引导聚焦“国家政策推动 + 科研团队攻坚”	从环境问题切入，让学生感知技术研发的现实意义，为后续思政融入铺垫

续表

核心原理讲解	15分钟	1. 讲解 SCR 脱硝核心化学反应: $4\text{NH}_3 + 4\text{NO} + \text{O}_2 = 4\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$; 2. 分析反应动力学影响因素(温度、空速、还原剂配比); 3. 介绍脱硝催化剂的核心性能要求(活性、选择性、抗中毒性)	1. 讲解催化剂选型时, 引入中科院大连化物所脱硝催化剂研发案例: 详细介绍团队历经 10 余年攻克钒钛系催化剂国产化难题, 打破国外技术垄断, 实现催化剂成本降低 60% 的历程, 提炼科学家精神: 攻坚克难、自主创新; 2. 结合反应温度参数设计, 提出问题: “为何工业上 SCR 反应器多布置在锅炉省煤器与空气预热器之间?”, 引导学生思考技术设计的工程经济性与环保性平衡	1. 教师讲解原理后, 学生分组分析催化剂抗中毒性的重要性; 2. 学生分享对科研团队攻坚历程的感悟, 教师总结“技术创新是生态环境保护的核心支撑”	将技术原理与我国科研成果结合, 让科技自信融入知识学习; 引导学生树立工程设计的系统思维
工程应用分析	15分钟	1. 讲解 SCR 技术在火电厂、钢铁厂的工程应用差异; 2. 分析反应器设计中的关键参数(烟气流速、催化剂层数); 3. 介绍超低排放要求下 SCR 技术的升级方向	1. 引入京津冀火电厂脱硝改造工程案例: 展示改造后区域 $\text{PM}_{2.5}$ 、 O_3 浓度下降数据, 以及对区域空气质量改善的实际效果, 让学生理解技术应用的社会价值——守护蓝天、保障公众健康; 2. 提出工程伦理问题: “某火电厂为降低成本, 拟减少催化剂层数, 此举会导致脱硝效率下降, 你作为工程师该如何选择?”	1. 学生分组分析不同行业 SCR 技术应用的难点; 2. 围绕工程伦理问题展开辩论, 教师引导学生明确工程师的职业底线: 环保合规、责任担当	将技术应用与国家大气污染防治攻坚实践结合, 让学生感知专业与社会的关联; 通过工程伦理辩论, 强化职业素养
总结与拓展	10分钟	1. 梳理 SCR 脱硝技术的知识框架; 2. 拓展双碳目标下脱硝技术的发展趋势(低碳脱硝、协同脱除)	1. 总结: 我国脱硝技术从“引进吸收”到“自主创新”再到“国际领先”的发展历程, 是国家生态文明建设战略与科研工作者、工程技术人员共同努力的结果; 2. 布置拓展任务: 查阅我国脱硝技术在海外的应用案例, 分析“中国环保技术走出去”的意义	学生分享本节课的知识与思政感悟, 教师布置拓展任务	升华思政内涵, 让学生理解专业学习与国家战略、人类命运共同体的关联; 通过拓展任务深化家国情怀

课时: 1 课时(45 分钟); 知识目标: 掌握 SCR 脱硝技术的反应原理、催化剂选型原则、反应器设计关键参数; 能力目标: 能根据工业烟气工况选择合适的脱硝催化剂与工艺参数; 价值目标: 树立科技自信与行业责任, 理解技术研发与国家生态战略的内在关联。课程示例见表 2。

3.6. 研究设计与实证结果

为科学验证“五位一体”改革模式的实施成效, 本研究采用混合研究方法, 设计准实验研究设置改革前后对照组, 并结合质性访谈获取学生学习体验与价值观变化, 通过量化与质性数据相结合的方式, 全面验证改革对学生知识掌握、能力提升、思政素养培育的实际效果。

3.6.1. 研究对象

选取本校 2021 级环境工程专业两个平行班为研究对象, 其中一班采用“五位一体”改革模式开展教学, 对照班采用传统教学模式开展教学, 两班学生的前期专业基础课程成绩无显著统计学差异($P > 0.05$), 保证研究的可比性。

3.6.2. 研究工具

量化研究工具: ① 标准化试卷, 考核学生基础理论与技术原理掌握情况; ② 项目作品评分量表, 从技术可行性、方案创新性、经济环保性三个维度考核实践能力; ③ 能力评估量表, 考核批判性思维、团队协作能力; ④ 思政素养评价量表, 从生态文明认知、职业素养、家国情怀三个维度考核思政素养。

质性研究工具: 半结构化访谈提纲, 围绕“课程学习体验”、“思政元素融入感受”、“专业认知与

职业规划变化”“团队协作与问题解决能力提升”等问题设计,共设置10个核心问题。

3.6.3. 研究过程

实验前:对两班学生进行基础理论标准化试卷测试,作为前测数据;

实验中:实验班实施“五位一体”改革教学,对照班实施传统教学,教学时长均为32课时;

实验后:对两班学生进行标准化试卷后测、项目作品评分、能力评估与思政素养评价,作为后测数据;并从实验班中随机选取若干名学生进行深度半结构化访谈,选取3名学生开展焦点小组讨论。

3.6.4. 数据处理

采用模型(如SPSS 26.0等)对量化数据进行独立样本t检验,分析改革前后实验班与对照班的差异;采用分析软件(如Nvivo 12)对质性访谈数据进行编码与分析,提炼核心主题。

4. 结论与展望

4.1. 结论

本文构建的“思政引领-内容优化-方法创新-实践强化-评价多元”改革体系,有效解决了《气态污染物控制新技术》教学中的突出问题。通过重构课程内容、创新教学方法、搭建实践平台与完善评价机制,实现了知识传授与价值引领的协同发展。改革过程中,充分借鉴“大气污染控制工程”、“环境工程微生物学”等相关课程的思政建设经验,如案例库建设、混合式教学、校企协同实践、多元考核等,确保改革的科学性与可操作性。

实践表明,改革后学生的理论应用能力、实践创新能力及生态文明素养显著提升:在课程设计中,学生能更全面地考虑技术可行性与环保合规性;在实践环节,展现出更强的责任意识与团队协作能力;在思政认知上,对国家生态文明政策与行业使命的理解更为深刻。这一改革为环境类课程思政教学提供了可行范式,也为《气态污染物控制新技术》课程的持续优化奠定了基础。

4.2. 存在问题与改进方向

4.2.1. 存在问题

思政案例库的行业覆盖不够全面,部分新兴技术(如碳捕获技术、新型VOCs催化氧化技术)的思政素材较少,与研究提出的“需结合技术前沿更新思政案例”的要求存在差距[8]。其次,混合式教学中,学生线上学习的主动性差异较大,部分学生对思政案例的参与度不足,影响教学效果[5]。

4.2.2. 改进方向

联合企业与科研院所,重点补充低碳技术、新兴污染治理技术领域的思政素材,如“我国碳捕集技术研发团队的攻坚故事”、“某企业应用新型VOCs治理技术实现绿色转型案例”,参考“多维度收集思政素材,丰富案例库内容”的做法。同时优化线上学习激励机制,引入“思政案例分享积分”、“线上研讨活跃度排名”等激励措施,结合“同伴辅导与线上互动结合”的经验,提高学生线上学习的主动性与参与度。深化校企合作:与更多环保企业建立长期合作关系,增加“企业导师进校园”、“学生驻场实习”等环节,参考“依托特色专业优势,拓展实践资源”的思路,确保学生能深入参与工程实践,提升实践教学质量。

4.3. 研究局限性与展望

4.3.1. 研究局限性

本研究虽取得了显著的改革成效,但仍存在一些不足,需客观分析并在后续研究中完善,具体体现

在三方面:

研究样本的局限性: 本研究仅选取本校环境工程专业两个平行班为研究对象, 样本量较小且仅覆盖本科阶段, 未涉及不同院校、不同层次(专科、研究生)的学生, 研究结果的普适性有待进一步验证; 同时, 研究周期为一学期, 未对学生的长期发展效果进行跟踪, 无法判断改革对学生职业发展、价值观形成的长期影响。

教学资源的依赖性: “五位一体”改革模式的实施需要数智化仿真实验室、校外实践基地、企业导师、思政导师等优质教学资源的支撑, 部分地方院校、高职院校可能因资源有限难以完全复制本模式, 改革模式的适配性与本土化改造有待进一步研究。

评价工具的潜在偏差: 本研究的思政素养评价量表虽经过信度检验, 但仍存在一定的主观评价偏差; 评价主体中企业导师与同学的评价标准虽进行了统一培训, 但仍可能因个人认知差异导致评价结果偏差; 同时, 评价未纳入用人单位的外部评价, 难以全面反映学生的综合素养与岗位适配性。

4.3.2. 展望

基于本研究的结论与局限性, 结合新时代工科课程思政的发展要求, 对《气态污染物控制新技术》课程教学改革的未来发展进行深度展望, 从教学技术创新、课程体系构建、长效机制建立、研究范围拓展四方面深化改革:

利用教育技术实现思政内容的个性化推送与精准评价: 开发智能案例推荐系统与学习分析平台, 基于大数据分析学生的学习情况、知识薄弱点与思政认知水平, 根据教学内容与学生个体差异精准匹配思政素材, 如在讲解“催化脱硝技术”时, 为基础薄弱的学生推送基础理论 + 入门级思政案例, 为能力较强的学生推送前沿技术 + 深度思政案例; 同时, 利用学习分析平台对学生的思政素养、实践能力进行动态、精准评价, 实现“因材施教、精准育人”。

构建环境工程专业跨课程的、螺旋式上升的课程思政体系: 将本课程的改革经验推广至《环境监测》《水污染控制工程》等其他环境类课程, 结合各课程的教学内容与特点, 设计螺旋式上升的思政育人目标与内容体系: 低年级课程侧重生态文明认知、专业兴趣培养, 中年级课程侧重工程伦理、职业素养培养, 高年级课程侧重行业责任、家国情怀培养, 实现环境工程专业课程思政的一体化设计、协同化育人, 呼应“课程体系整体优化, 强化思政协同育人”的理念。

建立课程思政改革的长效评价与动态优化机制: 注重建立长期跟踪评价机制, 持续跟踪学生毕业后的行业表现, 通过用人单位反馈、校友调研、职业发展跟踪等方式, 评估课程思政的长期育人效果, 为改革优化提供依据; 同时, 建立课程内容与思政融入方式的动态调整机制, 定期开展教学研讨, 结合最新的国家生态政策(如双碳目标升级、新污染物治理要求)、行业技术发展(如新型环保催化剂、智慧环保技术)与学生培养需求, 动态调整课程内容与思政融入方式, 确保课程始终紧跟时代需求。

拓展研究范围, 提升研究结果的普适性: 在后续研究中, 扩大研究样本量, 联合不同层次、不同类型的院校(本科、专科、理工类、综合类)开展跨院校研究, 探讨“五位一体”改革模式在不同院校的本土化改造路径; 延长研究周期, 对学生进行为期 3~5 年的长期跟踪, 分析改革对学生职业发展、价值观形成的长期影响; 同时, 开展跨学科对比研究, 将本模式应用于其他工科专业课程, 验证其在工科课程思政中的普适性。

未来, 《气态污染物控制新技术》课程将继续以立德树人根本任务为核心, 深化“五位一体”教学改革模式, 不断完善教学内容、创新教学方法、强化实践教学、优化评价体系, 培养更多兼具扎实专业能力、强烈社会责任感、深厚家国情怀的高素质环境工程技术人才, 为我国生态文明建设、双碳目标实现与生态环境高质量发展提供人才支撑。

基金项目

本文得到山东大学研究生教育教学改革研究项目(项目编号: XYJG2024023)和山东大学研究生课程思政项目(项目编号: KCSZ24047)的资助。

参考文献

- [1] 田伟君, 江文胜, 刘艳玲, 等. 环境科学专业课程思政建设探索与实践——以环境系统分析课程为例[J]. 高教学刊, 2025, 11(28): 54-57.
- [2] 王斌, 王兵, 李金娟. 生态文明理念下“环境学概论”课程思政教学探析[J]. 教育教学论坛, 2024(52): 140-144.
- [3] 杨晓妮, 齐鹏, 张燕江. “大气污染控制工程”课程思政建设的探索与实践——新工科背景下以大国工匠精神为主题[J]. 教育教学论坛, 2024(46): 97-100.
- [4] 王铁成, 马秋羚, 周健, 等. “大气污染控制工程”课程思政教学的探索[J]. 大学, 2024(33): 127-130.
- [5] 钟子楠, 宋志伟, 黄琳琳, 等. “大气污染控制工程”课程思政育人模式的构建与实践研究[J]. 哈尔滨学院学报, 2025, 46(3): 131-134.
- [6] 王莎. “双碳”战略驱动《大气污染控制》课程思政改革探索[C]//河南省民办教育协会. 2025年高等教育发展论坛思政分论坛论文集(上册). 上海: 上海工程技术大学机械与汽车工程学院, 2025: 120-122.
- [7] 周旋, 郭力, 张慧, 等. “双碳”战略下环境工程专业课程体系改革与创新探索[J]. 安全与环境工程, 2025, 32(6): 324-330.
- [8] 孙玉海, 江博琼, 韩竞一. “碳中和”背景下“大气污染控制工程”课程思政的设计与实践[J]. 浙江工商大学教学改革论文集, 2021(1): 100-104.
- [9] 秦永丽, 蒋永荣, 陈瑞红, 等. “环境工程微生物学”课程思政的探索与实践——基于卓越环保工程师培养[J]. 教育教学论坛, 2025(28): 112-115.
- [10] 吴丹, 夏俊荣, 杨孟, 等. 大气环境类课程思政内容的建设与探讨[J]. 环境教育, 2023(12): 61-65.
- [11] 秦永生, 张栖. 大气污染治理技术课程思政建设探索[J]. 西部素质教育, 2025, 11(16): 50-54.
- [12] 李娜, 扈少川, 杨婕. 新工科背景下水电站课程教学问题及方法改革[J]. 山西青年, 2024(23): 113-115.
- [13] 李奇, 韦庆昱. 课程论视域下高校课程思政评价体系的构建与实践探索[J]. 佳木斯职业学院学报, 2025, 41(10): 178-181.
- [14] 任新, 赵雪松. 基于工程认证背景的《大气污染控制工程》课程思政的教学改革与实践[J]. 黑龙江画报, 2024(22): 94-95.
- [15] 郭丽娜, 孟凡禹, 王如意, 等. 思政教育融入“大气污染控制工程”课程的设计与探索[J]. 科教文汇, 2024(7): 103-107.
- [16] 龙来寿, 周悦, 雷畅. 新工科背景下环境工程专业课程思政教学路径探究[J]. 教育教学论坛, 2025(19): 69-72.
- [17] 黄虹, 李建龙, 彭洪根. 课程思政视域下专业课程的教学改革与实践——以“大气污染控制工程”为例[J]. 教育教学论坛, 2023(40): 72-75.
- [18] 高秀红, 滕洪辉, 孙玉伟, 等. 环境工程专业课程思政的探索与实践——以“固体废物处理与处置”课程为例[J]. 环境教育, 2025(6): 62-65.
- [19] 杨旗, 胡辉, 郑莹, 等. PBL与TBL组合式教学模式在环境工程专业课程中的实践[J]. 实验室研究与探索, 2016, 35(6): 204-207.
- [20] 钟子楠, 宋志伟, 任广萌, 等. “五协”机制设计下的大气污染控制工程课程体系思政改革[J]. 黑龙江工业学院学报(综合版), 2025, 25(1): 79-83.
- [21] 易欢, 张琪. 环境工程专业课程思政的教学策略分析[J]. 大学, 2025(18): 121-124.
- [22] 许丹丹, 朱宗强, 李海翔, 等. 水污染控制工程课程思政建设的思路与实践[J]. 教育信息化论坛, 2024(21): 123-125.