

融合思维导图与问题导向学习的《大气污染控制工程及设备》课程教学创新与实践

吕玲玲，杜彦生，依成武^{*}，陈瀚翔，许晖，许小红

江苏大学 环境与安全工程学院，江苏 镇江 212013

DOI: 10.61369/SDME.2025220037

摘要：《大气污染控制工程及设备》作为环境类专业核心课程，因知识体系复杂且呈碎片化特征，学生易出现系统认知不足、课堂参与度有限及价值引领弱化的问题。针对这些挑战，本研究在课程中探索并实施了融合思维导图与问题导向学习（PBL）的教学模式。该模式通过思维导图构建系统化知识框架，以PBL设计工程化问题情境，并借助5W1H分析引导学生进行跨模块知识整合与自主探究。同时，将课程思政元素融入案例分析与情境设计，实现环境治理实践与国家战略目标的有机衔接，强化学生的社会责任意识与价值认同。教学实践表明，该模式显著提升了学生的系统认知能力、逻辑分析与问题解决能力，并有效促进了价值塑造，为环境类核心课程教学改革和新工科人才培养提供了可推广的实践经验与理论参考。

关键词：大气污染控制工程；思维导图；问题导向学习；教学改革

Teaching Innovation and Practice of "Atmospheric Pollution Control Engineering and Equipment" Integrating Mind Mapping and Problem-Based Learning

Lv Lingling, Du Yansheng, Yi Chengwu^{*}, Chen Hanxiang, Xu Hui, Xu Xiaohong

School of Environment and Safety Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang, Jiangsu 212013

Abstract : "Atmospheric Pollution Control Engineering and Equipment", as a core course for environmental majors, has a complex and fragmented knowledge system, which easily leads to problems such as students' insufficient systematic cognition, limited classroom participation, and weakened value guidance. In response to these challenges, this study explores and implements a teaching model integrating mind mapping and problem-based learning (PBL) in the course. This model constructs a systematic knowledge framework through mind mapping, designs engineering problem scenarios with PBL, and guides students to carry out cross-module knowledge integration and independent inquiry with the help of 5W1H analysis. At the same time, it integrates curriculum ideological and political elements into case analysis and scenario design, realizes the organic connection between environmental governance practices and national strategic goals, and strengthens students' sense of social responsibility and value identity. Teaching practice shows that this model has significantly improved students' systematic cognitive ability, logical analysis and problem-solving ability, and effectively promoted value shaping, providing promotable practical experience and theoretical reference for the teaching reform of core environmental courses and the cultivation of new engineering talents.

Keywords : atmospheric pollution control engineering; mind mapping; problem-based learning; teaching reform

引言

《大气污染控制工程及设备》是高校环境类专业的重要核心课程之一，其主要任务是使学生掌握大气污染控制的基本理论、工艺方法与设备设计原理。课程内容涵盖大气污染基础理论、气象学、大气扩散模型及污染控制技术等多个模块，知识体系庞杂、专业化强，对学生的系统认知、跨学科思维与工程实践能力提出了较高要求。随着我国大气污染治理进入多污染物协同控制和全过程治理的新阶

基金项目：江苏大学高等教育教改研究课题“基于人工智能的环境工程专业“智慧”教学体系构建与实践”（2025JGZZ005）；江苏大学高等教育教改研究课题“融合生态美育的高校情境式劳动实践教学创新研究”（2025JGYB058）

通讯作者：依成武，男，教授，主要从事大气污染物控制技术的教学科研工作。

段，单一依赖末端治理的教学内容与以讲授式为主的教学方式，已难以满足新工科背景下复合型环境人才的培养目标。

近年来，高等教育改革不断强调“以学生为中心”的理念，倡导通过探究式、参与式和可视化的教学方法促进学习的主动性与创新性。思维导图作为一种知识可视化工具，能够通过层级结构展示知识点之间的逻辑关联，帮助学生降低认知负荷、构建系统化的知识框架，并促进跨模块的知识迁移^[1,2]。问题导向学习（PBL）则是一种典型的建构主义教学模式，强调通过真实或拟真的问题情境，引导学生自主探究、团队协作与反思实践，从而有效提升起批判性思维、工程分析与综合应用能力^[3,4]。将思维导图与PBL有机结合，有助于学生在问题解决中理清知识脉络，形成系统认知，强化逻辑推演与知识整合能力^[5,6]，为培养具备工程思维与创新能力的环境类人才提供了新的路径。

在此背景下，本文依托《大气污染控制工程及设备》课程开展教学实践探索，设计并实施了思维导图与PBL融合的教学模式。该模式以知识可视化与问题驱动为核心，贯穿课程思政元素，力图实现知识传授、能力培养与价值塑造的统一。研究的目标在于探索适应新工科背景的教学改革路径，优化课程知识体系与学习过程设计，提升学生大气污染控制的工程实践能力与综合素养，并为环境类核心课程的教学模式创新提供可推广的实践经验与理论启示。

一、课程教学现状与改革动因

在传统的讲授式课堂中，《大气污染控制工程及设备》课程的知识点往往被学生以分散的形式理解，缺乏整体化框架支撑，导致系统性认知和跨模块整合能力难以充分形成。由于课程内容复杂、逻辑关联度高，单一的灌输式教学不仅增加了学生的认知负荷，也削弱了其在学习过程中对知识关系的理解与迁移。教学过程中，师生互动的深度和频次不足，学生在课堂中多以被动接受为主，自主探究与合作学习的机会有限。这种局面直接影响了学生批判性思维、工程分析与问题解决能力的培养，也使其在应对复杂大气污染控制工程问题时难以灵活调动所学知识^[7]。此外，课程考核多以书面测试为主，实践性和综合性评价环节相对薄弱，进一步限制了学生在真实情境中应用与创新的能力。

此外，课程在思政元素的有机融入方面仍有提升空间。作为与国家生态文明建设和大气污染防治战略紧密相关的专业核心课程，其教学不仅应传授专业知识和工程技能，还应引导学生树立绿色发展理念与社会责任感。然而在实际教学中，思政内容的融入多停留在“附加式”层面，缺乏与专业知识的深度融合，未能充分发挥课程在价值塑造与能力培养双重维度上的育人功能。这在一定程度上制约了课程对学生综合素养与社会担当的全面提升。

综上所述，传统教学模式已难以完全适应新工科背景下复合型环境人才培养的需求。课程改革亟需在以下三个方面发力：其一，引入知识可视化与问题驱动并重的教学策略，以帮助学生在复杂知识结构中建立系统化认知，提升跨学科分析与解决实际工程问题的能力；其二，优化学习过程设计，推动从“以教师为中心”的知识传递转向“以学生为中心”的主动探究，增强学习过程中的互动性、反思性与创造性；其三，将课程思政有机融入专业教学全过程，通过典型案例、政策引导和价值讨论，实现知识传授、能力培养与价值塑造的统一。综上，对课程现状的深入分析与改革动因的阐明，不仅为后续教学实践探索提供了理论依据，也为环境工程类核心课程的教学模式创新奠定了可操作性基础。

二、课程教学实践与深化

（一）教学策略设计

在《大气污染控制工程及设备》课程中，本研究构建了融合思维导图与PBL的问题驱动型教学策略，旨在形成“知识可视化—问题探究—价值引领”的一体化模式。该策略的理论基础结合了认知科学与学习理论的支撑。思维导图以层级化和结构化的知识呈现方式，回应了认知负荷理论和知识图谱可视化的要求，使学生能够在复杂知识体系中逐步建构完整的认知结构；与此同时，PBL所强调的真实问题情境和自主探究过程，又与建构主义学习理论和深度学习理论相契合，从而在激发学习动机的同时，促进知识迁移与高阶认知能力的形成。

在教学设计中，教师利用思维导图梳理教材框架与逻辑链条，明确知识模块之间的层次关系，为后续问题情境的设计奠定认知基础。随后，课程引入基于5W1H的多维度问题分析框架（Who, What, When, Where, Why, How），引导学生在探究中进行结构化思考，并将抽象知识可视化整合为逻辑网络，实现基础理论、实践经验与学科前沿知识的整合^[8]。例如，以“大气污染物及其来源”章节为例，学生通过5W1H框架辨识主要污染物的来源、发生时间、污染地点及形成机制，再结合思维导图进行系统化整理。该过程不仅是对知识点的理解与再现，更体现为一种认知框架的重构与跨模块知识迁移，显著提升了学生在复杂环境问题情境下的分析与解决能力。

（二）教学模式应用

在具体实施过程中，课程构建了教师引导与学生主体相结合的学习共同体，推动了教学方式由“知识灌输”向“自主探究”的转变。学生在课前基于预设思维导图，结合教材、慕课平台与相关文献完成自主学习，逐步形成章节知识框架并开展个性化预习任务，从而显著提高了学习的前置准备度，使课堂学习能够聚焦于知识的关联性与应用性^[9]。在课堂中，教学以思维导图中提炼的问题为主线，组织小组讨论、知识整合与图示绘制，课堂互动的频次和深度得到明显提升。案例研讨环节则以国内外典型大气污染事件为依托，学生运用5W1H框架识别污染特征及成因，

并在小组合作中提出多维度的解决方案。研究资料与最新科研成果的引入，进一步促进了学生将理论知识转化为工程策略的能力。整体而言，该教学模式有效提升了学生的逻辑思维、知识整合与自主学习能力，同时也在科研思维、创新实践和工程问题综合分析等方面表现出积极成效。

(三) 思政元素融入教学

在本课程中，课程思政并非附加或割裂，课程思政元素贯穿知识传授与问题探究全过程，通过案例分析、科研成果介绍及问题情境设计，实现价值引领与专业学习的深度融合^[10]。具体而言，在理论教学环节，教师通过引入我国大气污染防治行动计划、“蓝天保卫战”与“双碳战略”等案例，将抽象理论与国家战略需求相联系，使学生在认知科学规律的同时理解其社会意义。在工程设计与案例分析环节，教师引导学生评估不同污染控制技术在环境效益、经济成本与社会责任维度的综合价值，强化系统工程思维与可持续发展理念。同时，学生在构建知识框架的过程中能够直观感知技术选择与政策导向的逻辑关系，并在团队讨论和方案论证中逐步形成科学精神、家国情怀与职业使命感。这种“价值内化”不仅提升了学生的责任意识和社会担当，也为未来服务生态文明建设与绿色发展奠定了坚实基础。由此，课程实现

了“知识传授—能力培养—价值塑造”的一体化育人目标。

三、结论

本研究探索了《大气污染控制工程及设备》课程中思维导图与PBL的融合模式，构建了理论—实践紧密衔接、知识—能力—价值协同发展的教学体系。思维导图通过知识可视化帮助学生在复杂课程内容中形成结构化认知框架，降低认知符合并增强系统理解；PBL借助真实问题情境，促进知识迁移、批判性思维与工程分析能力的形成。两者结合不仅提升了学生对大气污染控制本质问题的整体认知，还有效强化了跨学科知识整合与创新实践能力。同时，本研究将课程思政有机融入知识构建与问题探究过程，实现了价值塑造与专业学习的协同推进。实践表明，该模式显著增强了学生学习主动性、课堂互动深度和系统思维能力，并在理论上回应了新工科背景下复杂知识认知与高阶能力培养的关键问题。研究成果为环境类核心课程的教学改革提供了可复制、可推广的经验，并为跨课程协同、数字化资源开发及学习成效评估提供了未来探索方向，有助于推动环境工程及相关学科的人才培养模式持续优化。

参考文献

- [1] 吴圣姬, 马青兰. 环境工程专业课程教学方法创新与应用—以“思维导图”为例 [J]. 中国大学教学, 2018, 8: 41–45.
- [2] 王秋滢, 勇俊, 李想. 新工科背景下思维导图在教学过程中的设计方式与教学效果分析 [J]. 高教学刊, 2023, 9(25): 107–116.
- [3] 马真. 美国PBL教学模式及在我国高校研究生教学中的应用研究 [D]. 济南: 山东师范大学, 2011.
- [4] 马敏, 丁凡. 基于网络平台的问题导向式混合教学模式研究 [J]. 高教学刊, 2021, 11: 119–122.
- [5] 李卫国, 陈艳红, 高彦丽. 新工科背景下问题导向式学习教学模式研究 [J]. 教育教学论坛, 2025, 17: 125–128.
- [6] 成桌韦, 於建明, 王家德, 叶志平. 思维导图和PBL双融合的教学创新研究 [J]. 浙江工业大学学报(社会科学版), 2021, 20(3): 338–342.
- [7] 路莹, 张蕾蕾, 赵雅辉. 《大气污染控制工程》教学内容问题与对策分析 [J]. 广东化工, 2021, 48(1): 233–234.
- [8] 曲明洋, 路大勇, 王珊, 张钰. 5W1H法在材料科学基础课程教学中的应用 [J]. 2015, 32(7): 46–48.
- [9] 单凤君, 张婷婷, 王蕊. “线上线下+翻转课堂”混合教学模式下的课程重构与教学实践 [J]. 辽宁工业大学学报(社会科学版), 2021, 23(4): 122–125.
- [10] 刘红盼, 倪海涛, 何克杰, 朱江, 杨和山. 大气污染控制工程教学模式重构探讨 [J]. 高校科技, 2022, 24: 105–107.