

# 研究生专业课程教学改革创新探索

## ——以“大气污染控制原理与技术”为例

赵 玲

内蒙古大学生态与环境学院，内蒙古 呼和浩特

收稿日期：2022年11月17日；录用日期：2023年1月13日；发布日期：2023年1月28日

### 摘 要

研究生教育是国民教育的顶端，肩负着高层次人才培养和创新创业的重要使命。研究生课程教学是我国高等教育水平的重要标志，如何在课程教学中使其创新能力得到提高是具有重要研究意义的课题。本文以研究生专业课程“大气污染控制原理与技术”为例，初步从课程思政建设、案例讨论教学和虚拟仿真教学三个方面进行教学改革创新思路的探索，认真做好研究生课程实施教学形式的多样化，以期提高研究生创新能力。

### 关键词

研究生课程，大气污染控制原理与技术，课程思政，虚拟仿真，案例教学

# Exploration on Teaching Innovation and Reform of Postgraduate Professional Courses

## —Taking “Principles and Processes of Air Pollution Control Engineering” as an Example

Ling Zhao

School of Ecology and Environment, Inner Mongolia University, Hohhot Inner Mongolia

Received: Nov. 17<sup>th</sup>, 2022; accepted: Jan. 13<sup>th</sup>, 2023; published: Jan. 28<sup>th</sup>, 2023

### Abstract

Postgraduate education is the top of national education, shouldering the important mission of

high-level talent training and innovation and creation. Graduate course teaching is an important symbol of higher education level in our country. It is a significant research topic on how to improve its innovative ability in the course teaching. Taking the postgraduate course “Principles and Processes of Air Pollution Control Engineering” as an example, this paper preliminarily explores the innovation reform from the three aspects of curriculum ideological and political construction, case discussion teaching and virtual simulation teaching. The aim is to improve the innovation ability of postgraduate students.

## Keywords

Postgraduate Courses, Principles and Processes of Air Pollution Control Engineering, Course Ideology and Politics, Virtual Simulation, Case Teaching

Copyright © 2023 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

研究生教育是学生本科毕业之后继续进行深造和学习的一种教育形式，是国民教育的重要组成部分，是教育强国建设的引擎。作为国民教育的顶端和国家创新体系的生力军，研究生培养质量不仅关系到一所大学的高度，更影响着创新型国家建设进程。因此，研究生创新能力的培养关系到研究生教育能否完成所承载的历史任务[1]。

2020年全国研究生教育会议，习近平总书记强调，研究生教育在培养创新人才、提高创新能力、服务经济社会发展、推进国家治理体系和治理能力现代化方面具有重要作用。各级党委和政府要高度重视研究生教育，推动研究生教育适应党和国家事业发展需要，坚持“四为”方针，瞄准科技前沿和关键领域，深入推进学科专业调整，提升导师队伍水平，完善人才培养体系，加快培养国家急需的高层次人才，为坚持和发展中国特色社会主义、实现中华民族伟大复兴的中国梦作出贡献。同年9月，教育部发布《关于加快新时代研究生教育发展的意见》中强调，立德树人是研究生教育的工作主线[2]。思想政治教育在落实立德树人根本任务的过程中必须居于主导地位，这样才能解决好习近平总书记的“教育三问”这一根本性问题[3]。

随着新工科建设和世界双一流大学建设工作的推进，各高校都在努力提高研究生培养质量，对研究生专业课程进行教学改革研究。作为环境科学与工程专业的专业课程，“大气污染控制原理与技术”课程的建设与改革，可以培养研究生创新思维模式，为研究生搭建多学科交叉平台。因此，以多种行之有效的教学方法和途径激发学生对本课程的学习兴趣，使专业教学和学科同步发展，方能引导学生积极主动学习，提高学生的专业素质，逐步培养学生的工程意识与创新能力，提高课堂教学效率和教学质量。本文以“大气污染控制原理与技术”课程为例，结合教学面临的问题，通过对教学内容的优化、思政元素的融入、教学方法的改革等方面进行探索，以为相关高校研究生专业课程的教学改革提供参考，旨在提升研究生科学研究能力，拓展学生的知识领域，培养学生文化自信、家国情怀和创新实践能力。

## 2. 传统课程体系中存在的不足

研究生课程与本科课程相比具有更高要求的理论性、深入性、研究性、专业性、学科动态性等特点。经过长期、大量的调查反馈显示当前研究生课程建设的改革和创新还不足，存在如下突出问题：教学目

的不仅是讲授知识，还应该传播社会使命感，立德树人；部分课程理念陈旧，课程内容没有及时更新，涉及动态的新理论、新技术、新方法不足，学生很难在有限的教学时间内学到扎实的理论与实际工程知识；缺乏综合性实验、实习实践和专业技能培训；缺乏对研究生创新能力的专门培养。

### 3. 课程教学模式创新改革思路

以学校“评建工作”为契机，以环境科学与工程博士点和硕士点建设为依托，积极探索新型教学模式的现代教育理念，深化高校研究生专业课程教学改革创新，加强课程建设，完善研究生课程结构，提升课程思政实效，提高研究生课程的教学水平和教学质量，加快“一流大学和一流学科”建设，着力培养“基础扎实、知识面宽、能力强、素质高”的人才。

#### 3.1. 设计教学内容，有效融入思政元素

《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[4] [5]。

本文以《纲要》为指导，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，探讨如何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，主要思路包括：1) 结合大气污染控制技术引导学生学习我国大气污染治理史，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。2) 结合大气污染控制技术在工程实践中遇到的具体问题，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，让学生明确学习目标，培养学生精益求精的大国工匠精神。3) 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，以时间轴为主线，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，将社会主义核心价值观具体化，树立全新的生态思想。

#### 3.2. 采用案例讨论式教学

案例教学法起源于 1920 年代，由美国哈佛商学院所倡导，采取一种独特的案例型式的教学，这些案例都是来自于商业管理的真实情境或事件，通过此种方式，有助于培养和发展学生主动参与课堂讨论，实施之后，颇具绩效[6]。这种教学方法可以在教学过程中充分鼓励学生独立思考，引导学生变注重知识为注重能力，重视双向交流。已有部分学者在课程改革中提出了关于案例教学的想法[7] [8]，但多用于本科课程的教学改革。目前高校研究生教学改革普遍落后于本科教学改革，大多数研究生课程仅围绕知识学习进行课程设计，然而，研究生阶段正是学生思想开始独立，世界观、人生观、价值观趋于稳定成熟的阶段，研究生的课程内容更应该注重培养学生创新精神和实践能力。

案例教学法实施的关键在于选用优秀典型的案例，每一个案例都要将具体的知识点加以运用，案例的大小和难度务必与知识点密切结合，案例分析务必紧跟工程实践技术发展的步伐，紧跟时代潮流。另外，每一个省份和城市所面临的环境问题往往具有地域特点，设置本地化的案例更具有现实意义。本文将案例教学应用在研究生课程“大气污染控制工程原理与技术”中，以教材的相关知识点为抓手，以区域特色为切入点，通过筛选、讲授典型的实际工程案例，达到在案例讲解中实现知识融会贯通的效果。主要思路包括：针对近年来受到人们重视的大气污染物，如细颗粒物(PM<sub>2.5</sub>)、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、VOCs 和 O<sub>3</sub>

等, 归纳国内外先进工艺及净化案例, 整理世界范围内具有代表性的工程案例, 构建相应的案例库, 包含各类工艺原始参数, 工艺流程, 污染物参数和控制标准要求, 治理方案及其主要技术特点, 污染控制设备的原理和应用特点, 系统投资概算, 施工安装, 运行调试, 环境效益及社会效益各个方面, 形成一整套把握领域前沿的大气污染物净化技术的体系, 从而显著提高学生对典型大气污染物净化技术及其应用的认知。

例如, 实际工程中, 大气多污染物协同控制是个大课题, 不同行业由于工艺过程相异, 排放源成分相异, 应采用不同的控制组合方式。地区经济、能源条件的不同也需要采用不同的主流技术。这部分知识教材内容涉及不多, 未体现协同控制的具体实施过程。针对上述问题, 我们在教学过程中选取了“烧结机机头烟气协同治理岛技术”作为教学案例[9]。炼铁烧结机(包括球团)机头烟气是钢铁工业的一大污染源, 主要含有  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{HF}$  等酸性气体, 铅、锌、汞、铬等重金属以及颗粒物、二噁英等多种污染物。近年来随着新排放标准的陆续出台, 各国逐步推出多种协同控制组合工艺, 其中以流化床脱硫与袋式除尘为核心的干法多污染物协同治理岛技术显示出其综合优势, 获得较好的推广应用。治理岛工艺包括前置电除尘器(原有 ESP) + 循环流化床反应塔(CFB) + 袋式除尘器(BF), CFB + BF 是核心技术。CFB 流化床创造剧烈脉动的高倍率颗粒湍流层, 可以实现高效吸收反应和凝并吸附, 分别脱除  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{HF}$ 、二噁英及重金属, 最终由高效袋式除尘器脱除一次尘及反应生成物, 确保多种污染物达标排放。通过案例学习, 使同学们深入理解多种流派的协同控制技术路线和工艺流程, 领悟不同技术路线之间的差异在于基本理念和所采用的核心技术, 引导学生更加专注过程各环节的有效控制和相互匹配, 而不是仅仅寄希望于污染物的“末端控制”。

### 3.3. 虚拟仿真技术在教学中的应用

“大气污染控制工程原理与技术”是一门实践性很强的课程, 但受教学条件限制, 实践教学环节薄弱, 问题比较突出, 不利于学生工程实践创新能力的培养。随着科学技术的迅猛发展, 虚拟仿真技术的广泛应用为解决实践教学不足的问题提供了全新的思路和方法。虚拟仿真教学是指利用实物和计算机软件共同模拟出真实的情境, 让学生在模拟的情境下进行探究和学习。虚拟仿真教学可以根据教学的实际需要和效果, 对教学内容进行动态的组织和修改, 具有很强的针对性和互动性, 能够充分发挥学生的主动思维, 有效提升学生对工程技术学习的积极性, 培养学生综合创新实践能力[10]。越来越多的高校基于虚拟仿真教学平台, 开展实验教学, 取得了良好的教学效果, 但该方法多用于本科教学中, 研究生教学中使用虚拟仿真技术还未普及。

纵观近 10 年来我国教育信息化建设、国家虚拟仿真实验平台和各类虚拟仿真实验项目的建立, “开放共享”一直是贯穿始终的核心理念, 体现了教育部的高瞻远瞩[11]。本文针对研究生课程“大气污染控制原理与技术”, 列举相关典型虚拟仿真项目, 以提高学生的综合实践能力。本课程前 10 个章节中主要介绍各类大气污染物的产生原因及控制技术基础, 阐述基本原理和相关计算。虚拟仿真技术相关内容安排在第 11 章(工业烟气污染物控制工艺及设计)、第 12 章(挥发性有机物污染控制工艺及设计)、第 13 章(垃圾焚烧过程污染物的生成与控制)、第 14 章(城市机动车尾气控制)等章节。例如, 针对工业烟气污染物控制知识点, 我们在教学过程中选择由华北水利水电大学设计开发的“典型烟气处理工艺 3D 虚拟现实仿真实验”, 该实验具体覆盖了 SCR 脱硝工艺、电除尘器和石灰石石膏法脱硫工艺等重要知识点, 在学习过程中, 学生可以在虚拟场景内观察到各反应器内部构造, 了解脱硫脱硝除尘工艺的厂区主要构筑物 and 布局, 掌握脱硫脱硝除尘工艺的流程和主要设备的结构及工作原理, 提高学生对该工艺设备的全面认识与实践能力。关于挥发性有机物(VOCs)知识点, 我们选择由同济大学设计开发的“挥发性有机物净化及资源化工艺虚拟仿真综合实验”, 该实验结合环境科学与工程学科的学科优势和实验教学示范中心的多维互动实验教学手段, 可让学生在虚拟场景下独立完成实验操作、工程设计和工程搭建三层次的实验教学内



容, 深入理解吸附法净化挥发性有机物的原理和特点, 加深对吸附传质过程和穿透曲线等吸附基础理论及加热脱附过程的理解, 为培养解决复杂工程问题的卓越工程人才提供有效路径。针对垃圾焚烧过程污染物的生成与控制, 我们在教学中选择“生活垃圾蓝色焚烧处理虚拟仿真实验”, 这是由浙江工商大学建设的虚拟仿真实验课程, 该实验聚焦于垃圾焚烧关键模块处理工艺及二次污染控制, 通过学习学生可以系统性掌握垃圾焚烧原理、垃圾焚烧过程中衍生的渗滤液处理、烟气净化及灰渣处置等重要知识点, 充分激发学生创新意识、训练科研思维、培养动手能力。

将传统课堂和现代虚拟仿真技术构建的综合实验平台相结合, 满足当代社会对人才自主学习能力、实践能力和创新能力的需求。尽管一些高校已经建立了国家或省级虚拟仿真教学中心, 但依然有许多院校在这方面跟进缓慢, 缺乏教学方法选择和平台利用方面的经验。因此, 如何更好地利用这项技术, 解决现有问题, 使其教学过程顺畅高效, 扩大学生的覆盖面, 并能与传统教学相结合, 将是未来教师、大学管理人员和软件开发人员面临的共同挑战。

#### 4. 结束语

研究生教育是国家发展、社会进步的重要基石, 是应对全球人才竞争的基础布局。习近平总书记强调, “要坚持发展是第一要务、人才是第一资源、创新是第一动力”。可以说, 创新能力的培养是研究生教育的核心任务。调整好教学目标, 安排好课程教学, 是提高研究生教育教学质量的有效途径, 也是提高研究生创新能力的关键所在。在这个过程中, 教师必须及时更新自身的教学观念, 时刻不忘提高自身的执教水平, 深入贯彻习近平总书记对研究生教育工作的重要指示精神, 落实立德树人根本任务, 助力一流课程建设, 提升研究生实践创新能力, 为社会主义现代化建设培养德才兼备的高层次拔尖创新人才。

#### 基金项目

内蒙古大学研究生精品课程建设项目(11200-12100665); 中国高等教育学会生态文明教育研究分会“生态文明教育与研究实践”课题项目(21ZSSTWWMYB09); 教育部产学研协同育人项目(202101219024)。

#### 参考文献

- [1] 江阳, 张莉, 祁小四, 唐延林. 研究生课程体系设计与创新能力提升[J]. 大学教育, 2016, 4(1): 34-37.
- [2] 教育部 国家发展改革委 财政部 关于加快新时代研究生教育发展的意见[EB/OL]. [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/s7065/202009/t20200921\\_489271.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/s7065/202009/t20200921_489271.html), 2020-09-21.
- [3] 把思想政治工作贯穿教育教学全过程[EB/OL]. [http://www.xinhuanet.com/politics/2016-12/08/c\\_1120082577.html](http://www.xinhuanet.com/politics/2016-12/08/c_1120082577.html), 2016-12-08.
- [4] 教育部. 教育部全面推进高校课程思政建设[EB/OL]. [http://www.moe.gov.cn/jyb\\_xwfb/gzdt\\_gzdt/s5987/202006/t20200604\\_462550.html](http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/202006/t20200604_462550.html), 2020-06-05.
- [5] 高德毅, 宗爱东. 从思政课程到课程思政: 从战略高度构建高校思想政治教育课程体系[J]. 中国高等教育, 2017(1): 43-46.
- [6] 盛重义, 何晴, 杨柳. 基于案例教学的大气污染控制工程课程改革[J]. 教育教学论坛, 2020(31): 174-176.
- [7] 王丽平, 杨珊, 罗琨, 雷敏, 裴习君. 大气污染控制工程案例式研讨教学探讨[J]. 山东化工, 2019, 48(11): 118-119.
- [8] 邹美玲, 李甲亮, 苏秀茹. 情境与案例相结合的大气污染控制工程研究[J]. 广州化工, 2018, 46(1): 178-179.
- [9] 陶晖. 以袋式除尘为核心的大气污染协同控制技术[J]. 中国环保产业, 2016, 2(1): 19-24.
- [10] 张珂, 郑宾国, 崔节虎. 基于 OBE 模式的环境工程虚拟仿真实验中心建设探索[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(1): 270-273.
- [11] 顾黎, 周明华. 国家虚拟仿真实验教学项目共享服务平台对现代远程教育实验教学的启示[J]. 成人教育, 2022, 5(1): 47-52.