

DOI:10.19479/j.2095-719x.2405378

## 问题导向教学模式在“环境工程原理”课程中的 实践与探索

王 喆,曹晓畅,王 鑫,刘志华  
(天津城建大学 环境与市政工程学院,天津 300384)

**摘 要:**“环境工程原理”是环境专业的基础课程,也是专业学习中重要的先导课程.通过有效的教学方法,提升学生理论水平和工程运用能力是课程改革的方向.基于该课程学时少、知识体量大、概念抽象等特点,提出问题导向教学模式的实践与探索;通过加强问题设计的巧妙和合理性,深刻体现课程原理的科学内涵.通过课上预习、案例教学、回顾总结、教学评价等教学体系的构建,寻求丰富、生动、多样的教学形式,激发学生学习的主动性;利用有限的时间加深学生对理论体系的理解,突破惯有的教学和思维模式,有利于培养专业理论过硬、综合实践能力强的环境领域专业人才.

**关键词:**“环境工程原理”;教学改革;课程设计;实践与探索;问题导向

**中图分类号:**G642 **文献标志码:**A **文章编号:**2095-719X(2024)05-0378-04

### Practice and Exploration of Problem-Oriented Teaching Model in Principles of Environmental Engineering Course

WANG Zhe, CAO Xiaochang, WANG Xin, LIU Zhihua

(School of Environmental and Municipal Engineering, TCU, Tianjin 300384, China)

**Abstract:** “Principles of environmental engineering” is the basic course of environmental major and an important forerunner course in professional study. It is the direction of curriculum reform to improve students’ theoretical level and engineering application ability through effective teaching methods. Based on the characteristics of this course, such as fewer class hours, large knowledge volume and abstract concepts, the practice and exploration of problem-oriented teaching mode are proposed to strengthen the artfulness and rationality of question design, and to deeply reflect the scientific connotation of curriculum principles. Through the construction of teaching systems such as preview in class, case teaching, review and summary as well as teaching evaluation, rich, vivid and diverse teaching forms are sought to stimulate students’ learning initiative and deepen students’ understanding of the theoretical system via limited time. By breaking through the usual teaching and thinking mode, it is conducive to the cultivation of professional talents in the field of environment with excellent professional theory and strong comprehensive practical ability.

**Key words:** “principles of environmental engineering”; teaching reform; curriculum design; practice and exploration; problem oriented

近年来,国家加大对环境污染治理的投入和强度,深化生态文明思想,将绿水青山就是金山银山的理念深入人心.同时,国家推动绿色发展、循环发展、低碳发展的生态文明建设,特别是在“双碳”政策实施的背景下,不断提高环境污染治理水平<sup>[1]</sup>。“环境工程原理”是环境工程专业的基础课程,主要讲授环境工程原理基础、分离过程原理以及化学与生物反应工程原理三部分内容.课程主要围绕如何精准、高效地去

除污染物这条主线展开学习,从理论、技术、工程应用三个方面讨论方案的可行性;该课程贯穿衡算思想得到量的关系,获得速率的变化影响<sup>[2]</sup>.通过该课程的学习使学生理解精准治污、科学治污的理论方法,用实验过程分析并得到治污效果,学以致用,高标准保护蓝天、碧水、净土,持续改进生态环境,对环境污染控制与治理研究起到指导作用.然而,由于课程学时少,教学内容多,知识量大,造成该课程教学难点较多,学

收稿日期:2023-04-18;修订日期:2023-05-19

作者简介:王 喆(1986—),男,天津人,天津城建大学讲师.

生吸收课程知识的能力不足,很难加以运用<sup>[9]</sup>。因此,合理运用课上时间,让学生收获更多的知识,就需要对课程教学进行改革和重新规划,利用有限的时间加深学生对理论体系的理解,突破惯有的教学和思维模式,逐渐使学生从“要我学”到“我要学”转变。

## 1 问题导向教学的重要性

解决问题的能力是培养人才的关键,通过问题导向教学可引导学生思考,提升学生的思维能力,让学生通过强化思索寻求解决途径,持续锻炼,提高综合素质。问题导向教学具有以下几个特点。

(1)能够丰富教学过程,提升教学效果,改变了传统教学中灌输式的教学理念,强化师生互动过程,学生在生动的学习氛围中能够提升学习和思考的主动性,保证课上吸收质量。

(2)学生在课上普遍存在一定的依赖性和懒惰性,教师在授课过程中处于主导位置,缺少有效互动,不利于学生提升独立学习的能力,一旦失去教师的指引便难以完成自学。而问题导向教育模式以此为突破口,引导式向学生抛出问题,可令其从被动学习转变为主动学习。

(3)提出问题后,可以给予学生充足的讨论时间,相互交流,有助于加深对问题背后的知识点的充分理解。

因此,在以问题为导向的教学模式下,对教师对教学内容、知识重难点的理解和把握提出了更高的要求,因而教师要加强对问题设计的巧妙和合理性,深刻体现课程原理的科学内涵,做好知识架构体系的构建。

## 2 改革与探索

“环境工程原理”课程以原理为主线,讲述环境污染及治理过程中的基本理论知识。在进一步深化专业工程认证教育理念的背景下,“环境工程原理”课程仅通过理论来培养学生已不能满足现阶段培养创新复合型人才的需求。学生不仅要具有理论深度,还应该具有分析问题和解决实际工程的能力,能够理论联系实际,具备较高的综合素养。然而,本课程基本概念抽象、内容枯燥、推导公式多,计算量大且繁琐,综合应用性强,很难激发学生的学习兴趣,甚至学生谈及本课程会望而却步,学习效果不尽如人意。

自2020年初至2022年底,学校开展线上授课学习教学活动,通过MOOC、爱课程等在线教学平台的链接共享,确保学生课程的高质量完成。但由于线上

上课的局限性,无法与学生进行面对面沟通,学生学习体验感差且师生互动不能得到保证,不能及时了解学生的课堂学习状态及吸收知识的情况。此外,工程教育理念深化,需要工程技术与理论教学相结合,促进理论和实际的紧密联系。然而,线下教学虽然能够有效与学生交流互动,但是如何激发学生学习热情,吸引学生全神贯注听课是教学的关键。线下教学形式多样,教师必须做好充足的备课,具备把握课堂进度,掌控学生学习状态的能力,能够透过现象将本质内容讲透彻,避免在授课过程中,学生出现一知半解的情况<sup>[9]</sup>。

因此,传统的说教模式,很难满足学生对“环境工程原理”课程的深入理解,即使是线上线下混合式教学模式也存在一定弊端。“环境工程原理”课程教学改革势在必行。

教学的核心是让学生学以致用,培养学生工程应用的能力<sup>[9]</sup>。对于“环境工程原理”课程,学生普遍学习积极性不高,认为课程原理复杂,只要死记硬背计算公式就能解决实际问题,学习被动,无法从理论学习中体会到与实际应用的联系。“环境工程原理”课程是将理论与实际相结合的重要基础课程,教师通过案例分析向学生抛出工程应用中常见的问题,并作为出发点引出理论知识并贯穿教学过程中,使枯燥的理论知识实际化,并带动学生的学习热情,拓展其知识面,活跃了课堂氛围,充分调动了学生学习的积极性。让学生身临其境地进入环境污染治理的研究过程中,对于加深知识的理解、工程应用的需求及解决方法的提出可起到指导作用。对于“环境工程原理”实验环节,以验证性实验为主,会对学生理论联系实践的能力培养产生一定的局限性。此外,传统的课内实验根据大纲教学安排要求机械性完成,导致学生不了解实验整体的目的和意义,盲目去做,很难提升学生的动手实践能力,更不能通过实验巩固理论知识。我校环境工程专业不断完善虚拟仿真建设,突破实践环节的时空界限,令学生形象生动地观测到设备中流体流动、传热、传质过程,了解吸收、吸附、过滤等工艺的反应过程和作用机制,并帮助学生加深对机理的理解,了解实际工程的工艺流程。虚拟仿真建设有助于工程应用、实验过程与教学环节相融合,提升理论教学效果。

以问题导向为基础开展教学研究是经过课程组内任课教师长期积累授课经验而提出的新教学模式<sup>[9]</sup>。区别于传统的课前预习、课上听讲、课后复习的模式,教师利用课上2个学时的时长完成知识点的讲解与梳理,通过每堂课中穿插的工程案例,提高师生互动频率,激发学生的学习热情和求知欲,增进学习兴趣

加深对理论知识的理解.在此过程中,对教师准备的各种教学资源、学习资源、案例的新颖性等方面的整合能力提出了更高的要求.此外,教师可通过直接或间接的工程经验,并以问题为导向,确保教学活动的开展,提高学生的学习兴趣和.问题导向是教学过程中的主线,教师应以解释问题背后的原理问题为目标,如:非牛顿流体为什么可以做防弹衣?如:高尔夫球为什么表面设计成凹陷状?再如:坐在电风扇下身体为什么感觉凉爽?通过设计引导性问题,确定教学计划,由浅入深,拓展学生解决问题的思路,进一步加深学生对理论知识的理解,提升分析、解决、总结问题的能力.

### 2.1 课堂预习,提高效率

结合教学目标和教学内容,制定课堂预习内容.以天津城建大学20级环境工程3、4班授课为例,授课对象共计60人,以6人为一组完成课上预习并讨论本节课程重点、难点,选派各组代表对本组预习情况进行归纳总结,让教师聆听学生在预习中的讨论情况及遇到的难题,增加师生互动.虽然该课程的学时数有限,讲授内容多,在教学过程中增加学生的预习环节,会对授课时间进一步压缩,但是有助于学生集中精神,锻炼学生自主分析问题的能力和自学能力,提高学生的课堂吸收率,让学生带着问题听课,更好的掌握知识.

### 2.2 案例分析,深入理解

区别于传统的教学模式,授课方式主要结合实际工程案例,反哺教学,引出知识点,使学生逐步形成观察现象、分析过程、总结共性、提炼原理的思维模式,便于学生理解基本原理及公式运算过程,形成头脑风暴.案例以视频、动画、虚拟仿真模型等方式引导学生学习,最大限度地吸引学生的注意力,让学生从心出发,愿意去思考问题.通过教师的案例分析,深入剖析问题背后的原理,提升学生学习的主动性,加强学生对知识点的理解<sup>[7]</sup>.如:第一章“绪论”内容涉及课程主要研究内容与方法,包括环境问题、环境污染、环境科学、环境工程等基本定义与范畴,环境净化与污染控制技术的基本原理、方法.其内容虽简单,但对于初学者很难理解深刻,需要引入大量环境热点问题实践,通过案例回顾、污染物的来源及去向分析,引导学生了解正确处理污染源的方式,让学生明白课程学习后,如何有效快速地提出解决问题的策略,提升思维创新能力.如:传热机理讲授中,搜索与学生实际生活的契合点,以引起学生的兴趣.通过引入热水器的工作原理、保温杯中保温层的作用等生活中常见内容进行讲授,并通过视频播放的形式,展示传热原理的全

过程,让学生了解“环境工程原理”课程源于生活.又如:颗粒物沉降性能讲解中,通过气体中粉尘颗粒物的沉降以及水体中絮凝污泥的沉降现象,让学生通过实际过程联系沉降原理,深入理解沉降公式.再如:气固吸附原理讲解中,通过对汽车尾气的吸附过程的详细讨论,让学生深刻理解吸附速率与传质过程之间的联系,培养学生由简单的现实问题到理论深度的探究,再由繁杂的机理过程转化为简单的计算公式的思考能力.教材对于工程应用具有滞后性,只有通过工程技术引导理论学习,面对实际案例发散思考,才能使学生更好地掌握专业知识,激发学生课堂学习兴趣,增强课堂教学效果,做到与时俱进.

### 2.3 思政融入,提升使命

教师在教学过程中深度挖掘、提炼课程思政元素,厚植环保专业学生的初心和使命,激发学生的民族自豪感和社会责任感,推动学生积极、自发地学习课程知识.本课程涉及到多种计算过程,如以雷诺数等计算过程为切入点,让学生体会到在科学计算和工程设计过程中失之毫厘差之千里,培养学生一丝不苟、细致严谨的工匠精神.在吸收章节中,以燃煤电厂吸收法净化 $\text{SO}_x$ 、 $\text{NO}_x$ 等酸性气体这一应用为切入点,介绍我国目前大气污染的现状,提高学生环境危机意识,引导学生体会人与自然的命运共同体关系,提升学生的社会责任和使命担当.在过滤章节中,以净水器、空气净化器为例,讲述环保行业对社会发展、民族进步和国家富强的重要意义,增加学生的职业价值认同感.以余国琮、屠呦呦等科学家的事迹,宣扬不畏艰难、百折不挠、坚持不懈的科学精神,激发学生严谨求学的态度,树立正确、有意义的人生观和价值观,将个人前途命运与民族国家发展融为一体,学以致用,不断创新.同时,教师根据教学内容融入相关前沿的科研内容,以科研促进教学,从科研的角度给予学生学习思路,增强启发学生科研兴趣的同时,有助于科研与教学的深度融合,使学生更全面地掌握理论知识,引导学生形成学习理论知识后运用到工程应用的理念,助力学生未来发展,为后续的科学研究和工作打下坚实的基础.

### 2.4 线上线下,混合教学

充分利用雨课堂、学习通等智慧教学平台,积极开展多种形式的线上线下学习活动,发挥混合教学的优势<sup>[8]</sup>.利用雨课堂在课堂上设置知识点测验题、课堂提问,安排学生以限时提交、抢答、随机点名等形式回答问题,便于统计正确率和打分,在课堂上及时了解学生对知识点的消化吸收程度,以便在后续及时调整

教学重点,完善学习通等线上教学平台,建立习题库、章节测验以及视频回放资料库,便于学生课后复习,查缺补漏,巩固总结。

### 2.5 总结串联,知识梳理

在教学过程中,教师首先回顾课程所学的内容,串联知识脉络,总结重难点,并结合课上学生预习时提出的问题,与学生进行沟通、探讨。经过广泛的讨论后,教师结合教学内容进行归纳总结,分析解决学生预习过程中存在的疑点和对问题的看法,将问题统一回复,逐个击破,扫清学习盲区。

### 2.6 课后复习,质量评价

教师针对课堂授课内容进行巩固和拓展,完善线上教学平台,建立习题库、章节测验以及视频回放资料库,便于学生课后复习,查缺补漏,巩固总结。习题精炼是检验教学过程吸收效果的重要组成部分,学生独立完成习题内容,教师及时批阅反馈,逐一答疑解惑,有助于提升学生对知识结构的深入理解、掌握和运用,培养学生分析问题、解决问题的能力。不仅如此,学生根据上课内容进行评教,包含对知识点的吸收程度、课程满意度调查、教学过程的控制效果等,建立学生评教体系,加强学生学习全过程的参与度。

### 2.7 结合实验,强化重点

“环境工程原理”实验围绕演示性实验、验证性实验以及综合性实验三层面认知,使学生掌握实验仪器设备的基本操作与使用,强化巩固对基础理论知识的理解,熟悉数据处理方法,培养学生严谨的科学实验态度,从而提升学生独立思考的能力,激发学生实验的主动性,逐渐培养学生的工程实践能力。

### 2.8 以赛促学,鼓励参与

结合课上课下混合学习模式,学生深入理解理论知识,强化理论联系实际,定期参加国家级、省部级环境类竞赛、实验技能比赛。积极鼓励学生参加全国“挑战杯”“互联网+”等创新创业比赛,拓展理论知识,提升学生的动手能力、思考能力及团队合作能力,结合“环境工程原理”课程,将知识应用到实际过程中。

### 2.9 仿真建设,虚实结合

“环境工程原理”实验时长有限且实验设备复杂、危险系数高,难以完全开展该课程的全部实验。同时对于传统的企业、实践基地平台受到时间、企业生产等因素的影响,无法满足对学生实践能力培养的需求。虚拟仿真技术可模拟现实,将人机交互、多媒体教学平台、智能数据及网络信息技术等融会贯通,构建高度仿真的教学、实验环境,通过模拟工厂实际工况,使学生身临其境,实现足不出户就能满足学生高效、自主的实践教学功能。该虚拟仿真项目依托天津城建大

学环境与市政工程学院打造的“环境与市政虚拟仿真实验室”平台,以服务教学为目的,以培养学生实践综合能力为核心,将理论学习、虚拟实验操作与实际动手操作三者结合起来,不断完善课程教学体系,提升学生的实践能力和教学效果。其遵循“虚实结合,能实不虚”的要求,将知识点变抽象为具体,变枯燥为生动,让学生带着兴趣学习,提高学生学习的自主性和能动性。

## 3 结 语

“环境工程原理”作为环境专业重要的专业基础课程,该课程在环境工程专业课程体系中起到承上启下的作用,其涉及大量的理论计算和原理分析,且学时少,内容多,给学生的学习带来巨大的挑战。问题导向教学模式改变传统枯燥的教学方法,能够很好地促进教师教学能力及知识储备能力,深度体现立德树人的教学要求。其融入教学案例和思政元素,寓德于教,理论联系实际,构建线上线下混合教学体系,打破传统教学模式下教、学分离的局面,而且最大限度地引导学生提升思维能力和学习主动性,强化师生互动,发挥学生的主动性,激发学习兴趣,提升教学效果。本次教学改革探索的提出,有助于解决“环境工程原理”课程学时少、难度大、知识体量大、学生不易理解等问题,对在有限时间内提升学生知识掌握程度、学习能力提高、工程能力培养、课堂内容丰富性建设等方面起到指引作用。

### 参考文献:

- [1] 黄卫清,邱永福,花开慧,等.新工科背景下环境工程原理实验课程教学探讨[J].广东化工,2020,47(1):192-193.
- [2] 刘玉花.基于应用型人才培养的混合式教学模式的探索与实践:以环境工程原理为例[J].山东化工,2021,50:216-218.
- [3] 何克杰,贺小龙,刘红盼,等.案例教学法在“环境工程原理”课程中的应用[J].现代盐化工,2020,1:72-73.
- [4] 武 敬,牛司平,盛广宏.“环境工程原理”课程教学改革探究[J].安徽工业大学学报(社会科学版),2021,38(2):65-66.
- [5] 陈忠明,邵友元,范洪波.《环境工程原理》教学方法改革与应用型学生培养[J].东莞理工学院学报,2017(24):107-110.
- [6] 张 丽,张 艳,黄碧捷.基于培养解决“复杂工程问题”能力的《环境工程原理》教学改革[J].广州化工,2022,50(14):219-221.
- [7] 张 润.案例法在环境工程教学实践中的应用[J].课程教育研究,2018(51):130-131.
- [8] 侯 彬,卢 静,王海芳.“环境工程原理”课程教学体系的改革与优化[J].教育教学论坛,2019,405(11):103-104.