

“产教相融创新路，环境实践育英才”

——产教融合背景下环境工程专业人才培养模式创新探索

王赫¹, 陈凯怡¹, 张俊俊², 姚军², 赵恒军³, 叶招莲¹, 杨廷海^{1*}

¹江苏理工学院资源与环境工程学院, 江苏 常州

²江苏快达农化股份有限公司, 江苏 如东

³江苏三美化工有限公司, 江苏 如东

收稿日期: 2025年7月4日; 录用日期: 2025年8月2日; 发布日期: 2025年8月11日

摘要

随着社会经济的快速发展和环境问题的日益突出, 环境工程专业人才的培养模式亟需创新。特别是环境工程专业研究生的培养模式存在理论与实践脱节、创新能力不足等问题, 难以满足社会对高层次环境工程人才的需求。本文在产教融合背景下, 探索环境工程专业研究生培养模式的创新路径, 提出重塑培养目标、增设前沿课程、转变科研方向、聘请企业导师以及完善评价体系相结合的培养模式, 旨在提升研究生的实践能力、创新能力和综合素质, 为社会输送更多高质量的环境工程专业人才。

关键词

产教融合, 环境工程, 人才培养, 研究生培养, 创新模式

“Industry-Education Integration for Innovation, Environmental Practice for Elite Talent Cultivation”

—Exploring the Innovation of Talent Training Model for Environmental Engineering under Industry-Education Integration

He Wang¹, Kaiyi Chen¹, Junjun Zhang², Jun Yao², Hengjun Zhao³, Zhaolian Ye¹, Tinghai Yang^{1*}

¹School of Resources & Environmental Engineering, Jiangsu University of Technology, Changzhou Jiangsu

²Jiangsu Kuaida Agrochemical Co., Ltd., Rudong Jiangsu

³Jiangsu Sanmei Chemical Co., Ltd., Rudong Jiangsu

*通讯作者。

文章引用: 王赫, 陈凯怡, 张俊俊, 姚军, 赵恒军, 叶招莲, 杨廷海. “产教相融创新路, 环境实践育英才” [J]. 教育进展, 2025, 15(8): 597-604. DOI: 10.12677/ae.2025.1581479

Abstract

With the rapid development of the social economy and the increasingly prominent environmental issues, the talent training model for environmental engineering professionals urgently needs innovation. In particular, the graduate training model in environmental engineering faces problems such as the disconnect between theory and practice, insufficient innovative capabilities, and an inability to meet the societal demand for high-level environmental engineering talents. Against the backdrop of industry-education integration, this article explores innovative paths for the training model of environmental engineering postgraduate education. It proposes a training model involving redefining training objectives, adding frontier courses, shifting research directions, hiring industry mentors, and improving evaluation systems. The aim is to enhance the practical, innovative, and comprehensive qualities of postgraduates and cultivate high-quality environmental engineering professionals for society.

Keywords

Industry-Education Integration, Environmental Engineering, Talent Cultivation, Postgraduate Training, Innovative Model

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. 研究背景

随着近年全球环境问题的加剧，环境工程类研究与实践的需求急剧上升，环境工程类是一门实践与应用性强的学科，环境工程专业人才的培养模式直接影响到培养的质量和对社会的适用。国家发展和改革委员会、教育部等印发政策文件明确指出，研究生教育是高层次人才的重要基地，是支撑创新驱动发展的关键所在[1][2]。故环境工程专业人才的培养要抓研究生培养，创新研究生模式。《关于加快新时代研究生教育发展的意见》强调研究生培养以立德树人为根本任务，服务需求，提高质量，突出创新能力培养和实践能力培养[3]。尤其是当前新时代的环境工程专业变化较大，随着各学科的交叉融合、绿色技术的开发，对环境工程专业培养的研究生的能力素质提出了新的要求，需要研究生不仅要具有扎实的专业知识与较强专业实践动手能力，而且要有跨学科专业知识、创新实践及国际化视野以及绿色发展观[4]。

然而，现行环境工程研究生培养模式还存在着一些需要我们加以改进和解决的地方。一是在传统教育中单纯采用课堂教学模式，缺乏实践环节，致使学生在接触实际环境问题时表现出处理方法缺乏等因素[3]。这种方式不能有效培养出学生的实践动手能力和对复杂环境问题的综合处理能力。二是将创新意识的培养和学生的科研能力培养未衔接在一块，在学生科研实践能力培养过程中还存在缺位现象，不少研究生毕业后难以满足社会和企业创新发展型、应用型人才需求。三是企业与学校的联络不够紧密，多数学生无法直接接触到企业前沿技术成果及其实际应用，在一定程度上无法清楚地掌握产业发展趋势，导致毕业生进入社会后存在一定的适应性问题。

因此，在此背景下国家倡导的“产教融合”将有利于打破此僵局，产教融合不仅有利于完善企业和

高校的合作,促进教育与产业需求的有机对接,同时也有利于完善环境工程类的研究生的培养模式[4]。在产教融合的基础上,研究生可以在产教融合中进入企业,参与到具体项目的实践中,提前感受最新的技术和市场需求,提升研究生的创新和解决实际问题的能力,跨学科的融合也有助于学生视野的开阔和学习资源的丰富,提高符合可持续发展战略需求的综合性人才培养。如何在产教融合的基础上优化环境工程类研究生的培养质量成为亟待解决的重要课题。

“产教融合”是指教育链与产业链深度对接,通过资源共享、平台共建、人才共育,实现教育与产业的协同发展。其有利于企业对创新型、复合型人才的培养,同时,能够推动教育链条的调整发展,切实按照产业发展的需求引导相应的教学体系,给学习者提供具有实际应用价值和意义的教学内容[5]。环境工程领域产教融合进行校企合作,学校能够通过校内理论知识和企业的实践知识进行融会贯通,为学生提供更多更优质的学习资源及实践机会。有助于培养研究生的创新能力及实践能力,可以在学生知识培养和运用过程中更好的解决与应对工作的各项难题[2]。高校通过与企业进行项目的实际研究,能够为学生提供更多的贴近社会需求的实践科研平台,而企业与高校能够进行合作,利用高校的科技力量来推进自身的技术研究与产品开发。这样才能与环境工程领域的人才培养模式能够更加贴近行业领域的实际发展需求,对于社会发展中面临的相关环境问题起到更好的解决作用,又可以借助学生通过在校内外实际项目的完成及在企业中的实际实训来提升自身的素养与实践能力和,实现“双赢”。

本研究旨在将培养目标、课程设置、导师团队、科研方向和评价体系等五个方面有机结合,提出在产教融合的背景下环境工程专业研究生培养改革的创新模式(图1)。

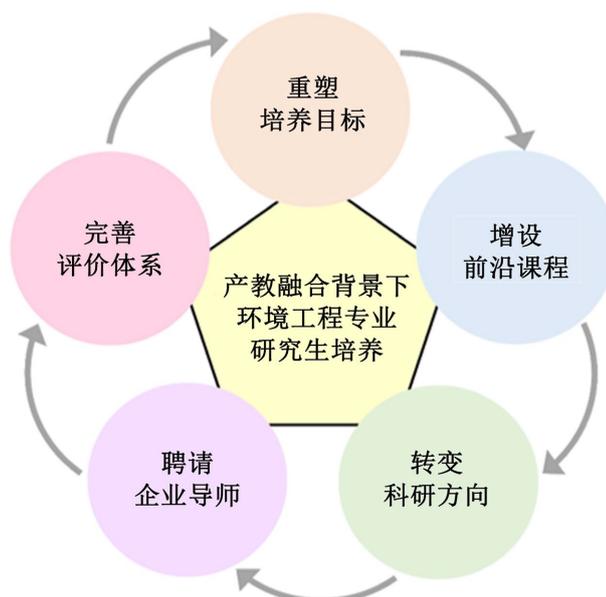


Figure 1. Innovative training model for environmental engineering graduates under industry-education integration

图1. 产教融合的背景下环境工程专业研究生培养改革的创新模式

2. 培养模式的改革

2.1. 重塑培养目标

社会环境的日益恶化及对环境的关注越来越多,使环境工程问题日益多样化、复杂化。单纯的以学术科研为主的培养模式已不能满足企业和社会解决具体环境问题的需求。环境工程专业研究生教育应从

以往单一的学术式培养模式向重视实践能力的培养模式转变，培养实践能力强的应用型、复合型人才，以适应行业迅猛发展的需求[6]。

因此，调整培养目标势在必行。培养目标是“知识、能力、素质”为支撑点的学生能力培养定位，提出一方面提升学生学术能力，另一方面培养学生解决实际环境工程领域问题的能力[7]。即对环境工程专业研究生要求除了学术能力以外，更应该具备较强的实际操作能力和能力，能够在实际环境工程领域问题中实际应用知识。二是培养方案修订以实践能力培养为重点。提高实践环节比例，实践学分比例超过课程课时，不仅要保证课堂学习的时间，更重要的是学习和提升对实际解决环境工程领域问题的能力。实践内容侧重实践操作、创新和技术、团队协作能力等。三是培养方案与产业需求相结合，密切跟踪当下环境工程产业发展需求。环境工程领域飞速发展，当下环境工程领域绿色和可持续发展新课题的业务需求和能力素养等。培养内容对接产业需求，鼓励学生参与企业工程项目、课题科研和环境工程领域调研等活动，提高学生接触行业领域的敏感性，在校企和产学研联合中提高问题的实践能力。

2.2. 增设前沿课程

环境工程专业研究生的传统课程体系往往以理论为主，虽然为学生打下了坚实的基础，但在实际应用方面存在一定的不足，难以满足产业对新技术、新工艺的需求[8]。随着环境工程行业的快速发展，特别是绿色技术、污染治理、环境修复等领域的技术更新迭代日益加快，传统的课程设置已难以跟上行业发展的步伐。因此，增加产业前沿课程，不仅能帮助学生更好地了解行业动态，也能提升他们在职场上的适应性和竞争力。

想要设计好环境工程专业前沿知识模块选修课，首先要从企业入手进行社会调研，了解企事业单位在环保方面的技术需求和建设方向，特别是污染控制、环保产品设施的开发研究、环境监测与修复等方面的技术需求与发展方向[9]。一方面，可以与企业进行相关工作交流，分析行业发展中的技术热点、重点及发展趋势，为合理增设课程提供参考；另一方面也可以开设具有环境工程专业技术导向课程的选修内容，如开展新兴污染物治理技术、先进技术环保设备的开发、智能型环境检测系统等内容的学习，可进一步追踪行业发展最新动态。其次，采取案例教学是当前运用较为广泛的教学模式，案例教学法的特点就是联系实际，把学生所学的专业知识运用到实际工程中去解决相关环境问题。案例可考虑企业实际项目的介绍、具体问题的分析和研究，并通过企业专家或行业专家来介绍和辅导。

其次，校企合作是创新课程体系、培养学生实践能力的重要途径。校企合作既可以共享企业实践资源，又可以合作课程开发，通过共同开发教材、合作开发案例、共建实践教学环节等方式，保证课程建设内容的前瞻性、适用性，同时企业可将实际的项目案例作为学生实习、研究的素材，提升对学生行业需求的敏感度，帮助企业培养具有社会实践经验的学生，提升学生的毕业就业竞争能力。

2.3. 聘请企业导师

在传统的研究生培养模式中，单一的高校导师往往难以全面指导学生解决实际的环境问题，尤其是在与产业紧密相关的领域，缺乏足够的产业实践经验和前沿技术的了解[8]。因此，校企联合导师制度作为一种创新性的培养方式，能够有效弥补这一不足，为学生提供更加全面、精准的指导。

校企联合导师制的核心是高校导师与企业导师优势互补和合作培养。在研究生培养阶段，选聘企业专家担任联合导师介入到学生的培养全过程，让研究生在打好理论基础的同时，接触到行业的实际应用问题和最新的应用技术[10]。具体而言，高校导师要为学生提供学术理论指导，让其打好学术基础，开展基础研究和技术研究；企业导师可提供实际的行业经验和实际的技术指导，让其掌握环境工程领域的实际应用、技术缺陷和市场需求。这样学生即可在研究中学会应用，在应用中学会研究，为未来就业打下

良好基础。

为了确保校企联合导师制度的有效实施,首先,应明确校内导师与企业导师工作分担原则:校内导师工作主要承担研究生学术引领的任务,包括研究方向确定、理论知识拓展、研究思路确立;企业导师则侧重行业实践经验的提供,告诉研究生其研究知识应如何应用在实际工作中,且在具体的企业项目、技术开发中的应用;企业导师同时可引导学生参与企业研发与企业问题解决;让学生更加贴近企业工作需求。进一步推动学校导师与企业导师的沟通与交流,经常性地通过导师座谈会的形式,进行工作目标、培养方案、学生成长等讨论,这样有助于校企导师资源整合与优势互补,可及时调整培养策略、培养方向等,做好研究生的理论学习与实际应用的学术指导。最后,通过建立相应的导师考核制度,定期考核导师在培养过程中工作量的完成情况,以及学生的培养工作成效,对于导师的培养考核可以设定导师指导效果、研究生科研与实际应用能力培养、导师组工作合作效应等考核指标,考核工作是为确保联合培养导师制度的实施。

2.4. 转变科研方向

学术研究与实际环境问题的脱节是当前科研领域常见的一个问题,这种脱节往往导致科研成果难以直接转化为实际应用,难以有效解决现实中的环境问题[11]。为了提高科研成果的社会价值和实用性,必须将科研方向更加紧密地与企业需求对接,促进学术研究向实际应用转化,从而提升环境工程研究生的培养质量和科研成果的社会贡献。

学校和科研单位应该将科研导向更好地与企业发展需求相结合,建立有效的科研导向企业需求对接机制。学校和科研单位应经常到企业沟通交流,听取企业在技术研发及环境治理等方面的要求,收集、分析企业技术需求情况及研发需求情况,从而进一步促进科研课题方向向市场、行业实际需求靠拢,增加科研方向和内容的实用性。同时,应鼓励研究生参与企业合作项目,使研究生的科研课题与企业需求有机对接,是企业需求对科研成果转化高效利用的一条重要途径。通过校企对接,研究生可深入对企业进行技术难题的了解与分析,在实际项目中的应用有助于促进研究生创新思维和应用技能的培养,同时促进科研成果的顺利转化。比如可进行校企联合研究项目、校企专项课题,学生在企业实际问题的驱动下进行研究,也有助于从理论到实践的顺利过渡。为进一步促进科研成果有效落地,建立校企联合实验室或者技术转移中心也是具有有效意义的方式,校企联合实验室可以为企业提供技术支撑,在联合实验室为企业提供技术方面的技术支持,让高校科研成果转化与企业需求精准对位,在学校与企业之间建立一座桥梁,促进高校科研成果的商品化,使产学研成果得以转化。通过联合申请校企技术创新项目、政策资金支持等等途径,进一步促进科研成果的转化。第五,科研考核体系需要调整。科研人员在考核中需将成果转化的比重加大,突出科研成果中学术论文的发表仅仅是第一层面的价值,更重要的是将实际用途落地,需要在科研人员的考核中鼓励其研究技术的转化路径、技术的推进以及实际解决的环境问题。可以刺激科研人员将更多的精力放在与企业接触、技术转化层面,从而增强科研的社会意义和现实影响。

2.5. 完善评价体系

过于依赖论文的评价体系,确实存在导致研究生忽视实践能力培养的问题。这种单一的评价方式侧重于学术研究的理论成果,但往往忽略了学生在实际环境问题中应用知识的能力[12]。随着社会对环境问题的重视,实践能力和综合素质的培养变得愈加重要,因此,构建一个多元化、综合性的评价体系显得尤为必要。

一是必须改变原有只看论文的评价体系,从多个角度全方位评定研究生的能力和素质。课程成绩的评定可延续原有的考评方式,但是要减少对课程成绩在评分中的比重,适当增加学生实践能力、科研能

力、企业评价等方面的考评指标,其中,实践能力的考评可通过学生参与企业的项目、实践活动等具体成果来评定。比如学生在与企业合作项目中的技术报告、问题解决、参与的专利申报等都能够作为一项重要的考核指标,这些客观的实际情况能够反映学生的实际综合能力和创新实践能力。

其次,第二,引入企业能够使评价体系的实践性更强,企业是环境工程技术的使用者,对企业所需要环境工程技术的理解程度以及对技术的应用场景有直接的理解,企业在对学生进行评价上可以提供真实的实践反馈[13]。这样一方面可以使学校在对学生进行评价时了解学生真实的项目实践情况,另一方面也可以让学生知道他们在真实项目实践上的优势以及不足,在整个成长过程中能不断提升自己各方面的能力。企业在项目指导的过程中还可以向学生提供技术上或者问题分析上的支持以及在最后对学生整个实践活动进行评价,也是整个评价体系中的重要一环。在学位论文的评审中应当增加对实际应用性的考察,对于学位论文的评审不仅是考察了其中所提出理论的创新和学术意义上的贡献,而且还考察在论文的研究内容与结果中所获得的对解决实际环境问题的价值。例如评审专家可考察论文中提出的技术或者是方案的可操作程度、是否有推动企业或者是社会中环境问题治理的能力、是否有促进相关技术发展或是政策制定的积极意义等,这样可以使学生所发表的科研成果不仅仅停留在论文上,能够向实际问题中发展。

2.6. 培养机制与运作模式

在环境工程专业研究生培养中,产教融合不仅是理念的嵌入,更需要通过制度设计与机制保障落地[14]。如表1所示,可从以下五个关键维度构建系统化的产教融合培养机制:①课程体系融合机制方面,应由高校与企业共同参与课程体系的设计与实施,联合开发工程技术讲坛、项目案例课程等实践导向型课程,并引入企业真实工程问题作为教学内容,从源头上实现教学和实践的融合;②导师协同指导机制方面,应全面推行“双导师制”,即每位研究生配备一名校内导师和一名企业导师。双方根据课题任务共同制定研究目标、技术路径与考核标准,强化学术指导与工程指导的协同作用;③平台资源共享机制是实现产教协同的基础保障。高校可提供科研仪器、数据分析平台等基础设施,而企业可提供中试平台、工程现场及运行数据,形成优势互补、资源互用的开放合作格局;④在评价与反馈机制层面,应突破传统以论文为核心的单一评价体系,构建“课程成绩+项目成果+企业评价”三位一体的多元评价体系,将研究生在项目中的实际贡献与成长过程纳入全面考核;⑤成果转化机制方面,应鼓励研究生在项目中的孵化可落地的工艺方案、技术模型或专利成果,并探索与企业共建“学生科技成果孵化平台”,实现从学术成果到产业技术的顺利转化。

可以预见的是,产教融合在具体推进过程中仍面临诸多挑战[15]。其中包括高校与企业在育人目标和科研导向上存在差异;其次是部分企业参与动力不足,缺乏稳定的激励机制;再有就是高校课程体系更新滞后,难以匹配快速发展的产业需求,影响了学生的适应性与前沿技术掌握。此外,双导师协同存在协作成本高、沟通机制不完善等问题,影响了培养质量的协同性和持续性。因此,需考虑从制度设计与机制建设两个层面协同推进改革。通过签订合作协议、设立联合基金等方式建立高校与企业间的常态化协同机制,确保企业在人才培养中的深度参与,并明确其在课程设计、课题指导和成果评价中的职责。其次,优化研究生课程体系,并改革评价体系,构建以“项目参与度、工程能力表现、企业反馈、成果转化贡献”为核心的多元评估模式,逐步弱化对论文数量的单一依赖。

2.7. 案例分析

为了验证上述产教融合研究生培养模式的可行性,本文选取某高校环境学院与某环保科技企业共建的“生态环境工程产教融合联合实验室”作为典型案例,从运行机制、育人模式和改革成效三个方面

Table 1. Key mechanisms and operational models of industry-education integrated training for environmental engineering graduate students**表 1.** 环境工程研究生产教融合培养的关键机制与运作模式

机制维度	运作方式	具体做法
课程体系融合机制	高校 + 企业共建课程	设置“工程技术讲坛”“项目案例课程”；引入企业真实问题
导师协同指导机制	实行“双导师制”	校内导师 + 企业导师联合制定课题目标和考核指标
平台资源共享机制	共建共享实验平台	企业提供中试设备、工程数据，学校开放科研设施
评价与反馈机制	多元评估标准	纳入“项目参与情况”“企业导师评价”“实际技术成果”等维度
成果转化机制	学研转化一体化	鼓励研究生成果转化为实际工程工艺或技术专利

展开分析。该联合实验室成立于 2021 年，旨在推动高校与企业在环境工程领域的深度合作，依托企业真实研发项目，将研究生纳入产研一线，实现“以研促学、以用导学”。实验室重点围绕工业废水资源化及碳减排协同治理开展研发，强调技术可落地、成果能转化。

该联合实验室以“科研+工程+创新”三元复合能力为导向，注重学生在复杂工程环境中分析和解决问题的能力。每名参与实验室的研究生配备 1 名校内导师和 1 名企业导师。企业导师以工程师或项目经理为主，负责指导项目调研、工艺方案设计、数据分析与中试验证。此外，为研究生增设《工业园区水污染治理工程》《碳足迹核算与环境绩效分析》《企业技术案例研讨》等课程。采用“项目反推课程”思路，部分课程由企业技术骨干授课，打破高校与企业的知识壁垒。增设以“课程成绩 + 项目成果 + 企业评价”为基础的多元评价体系，使学生毕业条件不再局限于论文发表，而强调成果的实践价值与行业贡献度。

为定量评估改革成效，学院于 2024 年对实验室近三届参与学生和导师开展调研，调研数据如表 2 所示。

Table 2. Comparison of graduate training outcomes before and after the industry-education integration reform**表 2.** 产教融合改革前后研究生培养成效指标对比

指标	改革前(传统模式)	改革后(融合模式)
毕业生就业率	88.1%	96.3%
企业岗位匹配度	62.5%	91.2%
学生对课程实践满意度	65.2%	89.4%
平均项目参与数(项/人)	0.9	2.1
发表高水平论文比例	25%	34%
企业导师满意度	无相关评价	93.7%

该案例表明，依托真实项目平台，构建以实践为牵引、企业参与、协同指导的研究生培养模式，有助于打破“学术导向”与“工程需求”的脱节问题，实现“从科研人向工程人”角色的成功转变。产教融合不仅提升了学生的应用能力与创新素养，也显著增强了人才培养的适配性与针对性。

3. 结语

通过以上五个方面的改革创新，环境工程专业研究生的培养将更加贴近产业需求，培养出更多能够

解决实际环境问题、推动技术创新的高素质人才。这种转变不仅有助于提升研究生的就业竞争力，还能对环境工程行业的发展提供更强有力的支持。

基金项目

江苏理工学院研究生教育教学改革课题(YJSJG2405)。

参考文献

- [1] 侯俭秋. 产教融合背景下环境工程专业“岗课赛证”综合育人路径探索[J]. 工程技术研究, 2024, 9(23): 179-181.
- [2] 张曼莹, 吴娟, 张俊俊, 等. 科产教融合育人提高专业学位硕士研究生创新能力——以“环境微生物学”教学改革为例[J]. 教育进展, 2024, 14(11): 972-977.
- [3] 刘琼玉, 米铁, 杨志华, 等. 新工科视域下地方高校产教融合协同育人探索与实践——以江汉大学环境工程专业为例[J]. 高教学刊, 2024, 10(32): 38-41.
- [4] 王奕, 徐晓晨, 孟秀丽. 产教融合下的“废水处理工程”实践教学探索[J]. 教育教学论坛, 2024(44): 76-79.
- [5] 杨廷海, 姚军, 张俊俊, 等. “产教深度融合, 政校企协同育人”探索高质量培养专业学位硕士研究生之路[J]. 职业教育, 2023, 12(6): 1006-1010.
- [6] 产教融合共赢——河北环境工程学院理事会成立[J]. 河北环境工程学院学报, 2024, 34(3): 2.
- [7] 杨廷海, 童绍丰, 王欣, 等. 以研究生工作站为依托的全日制专硕实践教学的探索[J]. 合肥师范学院学报, 2020, 38(3): 61-62.
- [8] 单志强, 石少明, 程宁. 产教融合视域下生态环保专业人才培养思考[J]. 教育教学论坛, 2024(24): 180-184.
- [9] 匡彬, 汪涛. 基于项目化课程体系的产教融合方法研究[J]. 高教学刊, 2024, 10(10): 104-107.
- [10] 黄中华, 孙秀云, 黄棚兰, 等. 基于产教融合云平台搭建的环境工程专业实习资源建设[J]. 大学教育, 2024(4): 21-24.
- [11] 赵晓光, 刘芳, 王丽芸, 等. 产教融合模式下工程估价课程思政教学改革探索与实践[J]. 河北环境工程学院学报, 2024, 34(1): 89-94.
- [12] 杨文文, 李潜, 沈军舰, 等. “水污染控制工程”产教融合一流课程研究[J]. 化工设计通讯, 2023, 49(12): 156-157+176.
- [13] 聂发辉, 汪楚乔, 向速林, 等. 基于产教深度融合的环境工程专业实践教学体系的改革与实践[J]. 邢台职业技术学院学报, 2023, 40(6): 9-11.
- [14] 胡德鑫, 阚宝晓. 推进行业产教融合共同体建设: 战略意义、现实表征与优化路径[J]. 高校教育管理, 2025, 19(3): 85-94.
- [15] 陈亮, 叶明裕. 专业学位研究生教育赋能产教融合的内涵特征、运行机理与高质量发展路径[J]. 学位与研究生教育, 2025(2): 27-35.