

新工科背景下“校企合作、协同育人”人才培养模式探究与实践

王捷, 孙启耀, 余友清, 万邦江

长江师范学院绿色智慧环境学院, 重庆

收稿日期: 2025年3月10日; 录用日期: 2025年4月9日; 发布日期: 2025年4月17日

摘要

以新工科建设为背景, 结合长江师范学院环境科学专业人才培养为例, 以校企合作、协同育人为指引, 分析了专业建设与人才培养过程中存在的问题, 从培养方案、课程体系、教学资源、实践基地、师资力量等方面探索了专业人才培养模式的构建与运行, 针对性地提出了校企合作, 协同育人人才培养模式的发展建议, 为新工科背景下培养高素质应用型人才提供了一定的参考。

关键词

新工科, 人才培养模式, 校企合作

Research and Practice on the Talent Training Model of “School-Enterprise Cooperation and Collaborative Education” in the Context of Emerging Engineering Education

Jie Wang, Qiyao Sun, Youqing Yu, Bangjiang Wan

Green Intelligence Environmental School, Yangtze Normal University, Chongqing

Received: Mar. 10th, 2025; accepted: Apr. 9th, 2025; published: Apr. 17th, 2025

Abstract

In the context of the emerging engineering education reform, taking the talent cultivation in the

environmental science major of Yangtze Normal University as an example, under the guidance of school-enterprise cooperation and collaborative education, this paper analyzes the problems existing in the process of professional construction and talent cultivation. It explores the construction and operation of the talent training mode from the perspectives of curriculum system, teaching resources, practical bases, and faculty strength, and puts forward targeted suggestions for the development of the collaborative education and talent training mode. This provides a certain reference for cultivating high-quality applied talents in the emerging engineering education reform.

Keywords

Emerging Engineering Education, Talent Training Mode, University-Enterprise Cooperation

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. 引言

新工科(Emerging Engineering Education, 3E)是基于国家战略发展新需求、国际竞争新形势以及立德树人新要求而提出的我国工程教育改革方向,是一种区别于传统高等教育的教育形态。面对全球科技革命和产业变革的加速推进,工程教育面临着前所未有的挑战与机遇[1]。在这一背景下,“新工科”概念应运而生,旨在培养适应未来产业发展需求、具备创新能力和跨学科素养的工程科技人才[2]。2017年2月起,教育部积极推动新工科建设,相继形成《复旦共识》《天大行动》《北京指南》,并发布《关于开展新工科研究与实践的通知》《关于推进高等教育强国建设的通知》[3]。党的十九大报告指出:“深化产教融合、校企合作,加快一流大学和一流学科建设,实现高等教育内涵式发展。”新工科建设的背景下,创新与实践能力的培养已成为学校教育和企事业人才需求之间和谐发展的源动力。传统人才培养过程中出现的问题,对需要不断深化教育教学改革、改进教育教学方式、积极探索人才培养新模式的高校人才培养模式提出了新的挑战[4]。与此同时,新工科背景下的产业学院建设,同样需要打破传统高校育人模式,要求高校与行业企业联合,通过促进校、行、企之间物质、信息、知识、人才和技术等资源的充分共建共享,一体化开展专业教学、科技研发、企业服务和创新创业,通过各方合作,培养适应行业发展、适应社会需求的复合型应用人才。

2. 环境科学专业人才培养模式目前存在的问题

环境科学专业是一门实践性很强的学科,需要学生具备扎实的理论基础和丰富的实践经验。目前,环保行业正处于快速发展阶段,新技术、新工艺不断涌现,而环境科学专业的人才培养周期相对较长,且课程设置和教学内容更新不够及时。这导致毕业生在就业市场上难以适应行业发展的需求,缺乏必要的行业前沿知识与实践技能。通过环保行业的人才需求以及其他高校人才培养的调研总结,现阶段高校人才培养模式存在的问题主要体现在以下几个方面。

2.1. 人才培养目标与行业需求脱节

传统环境科学专业的人才培养目标往往注重理论知识的传授,而在实践技能和应用能力的培养上相对不足。然而,环保行业作为一个新兴且快速发展的领域,对人才的需求更加注重实践能力和创新能力。因此,现有的人才培养模式与行业需求存在一定的脱节,导致毕业生在就业市场上竞争力不足。

2.2. 课程设置不够合理

环境科学专业涉及多个学科领域,包括化学、生物学、生态学、地理学等。在课程设置上,一方面,往往存在课程内容重复、缺乏针对性等问题,一些课程过于注重理论知识的灌输,而忽视了实践环节的重要性,导致学生在实际应用中缺乏必要的技能和经验。另一方面,课程设置未能紧跟行业发展需求,目前,环保行业的发展更趋智能化,需求环境科学专业要与其他专业学科交叉融合,例如大数据、物联网、人工智能等方向,传统的课程体系中这些学科交叉课程极少,导致学生在校学习内容远远落后行业发展,导致就业竞争力不足。

2.3. 教学资源不足

教学是人才培养的重要环节。然而,目前许多高校在教学资源方面存在不足,诸多教学资源老旧,脱离行业需求,如教材内容过时、实验设备陈旧、实验场地有限、实践基地缺乏等。这些问题限制了学生的学习和锻炼机会,影响了他们实践能力和创新能力的培养。

2.4. 师资力量不足且结构不合理

环境科学专业需要具有跨学科知识和实践经验的教师来指导学生。然而,目前许多高校在环境科学专业的师资力量上存在不足,且教师结构不够合理。一些教师缺乏实践经验,难以将理论知识与实践相结合;另一些教师则过于注重理论研究,忽视了对学生实践能力的培养。

针对以上问题,我院环境科学专业在新工科背景下,依托智慧环保产业学院的建设,创造性提出“校企合作、协同育人”的人才培养模式,深化高校与行业、企业、协会之间的合作,多渠道共同参与人才培养全过程,提升学生实践动手能力、创新创业能力和就业竞争力。经过近年来的建设,取得了一定成效与经验,可供其他高校参考。

3. “校企合作、协同育人”人才培养模式的构建与运行

新工科背景下,环境科学专业的毕业生既要有扎实的理论基础,能快速适应环保岗位,同时还要能根据环保行业发展需要,具备一定的研究、创新思维能力和继续深造、终身学习的能力[5]。因此,在人才培养过程中一定要做好顶层设计,厘清人才培养的总目标,然后根据目标确定毕业要求、设置合理的理论实践课程体系,制定出符合新工科建设要求的人才培养方案。除了在方案中突出行业、企业的用人需求和参与,还需要建立共赢的校企合作关系,加强合作交流,发挥各自优势资源,使得校企双方都能够共同受益。

3.1. 制定人才培养方案,突出人才培养特色

专业体系是专业发展的基础,岗位核心能力的确定是专业办学的出发点,主干课和核心课是专业人才培养的立足点和支撑点,是专业办出特色和优势的基本点[6]。专业要有立足之地,必须找准自己的生长点,在课程设置和人才培养目标方面必须有自己的特色,要契合行业、企业的用人需求。

例如,我院为了对环境科学专业的人才培养进行指导,制定出符合当前以及未来若干年专业发展战略、办学规范和培养模式,专业成立了人才培养方案修订调研组,进行了多次关于专业人才培养方案和课程设置情况、企业实际用工情况、校企合作等的调研活动,分别走访调研了本专业教师和学生、环保企业、环保产业协会、环保事业单位、环保协会与其他院校的不同专业。

在2023版环境科学人才培养方案制订过程中,每个环节都贯彻了“学生中心、产出导向、持续改进”理念。根据行业企业和校内专家、专业教师、学生的建议,共同制定人才培养目标,使学生在学习过程

中更加贴近产业需求,更好地将所学知识运用到实际工作。2023 版环境科学专业的人才培养目标为:培养德智体美劳全面发展,具有可持续发展理念、智慧化与数字化素养、科学创新意识及实践能力,系统掌握基础环境自然科学、技术科学及人文社会科学的基本理论、方法和技能,熟练应用数字化技术,能够密切联系三峡库区环境问题,在环境监测、环境治理、环保咨询、环境规划及管理等相关领域从事研究与开发、工程设计、咨询及管理等工作的高素质应用型人才。在传统培养目标的基础上,突出了智慧化、数字化素养,实践能力与创新能力的培养,形成了“智慧 + 环保”的鲜明专业特色与优势,人才培养更加匹配社会面实际需求。

3.2. 科学构建课程体系,提升实践创新能力

课程体系设计是培养目标的具体化实施,是本科教育阶段培养学生素质、能力和知识结构的重要途径。应根据新工科内涵与行业企业实际需求科学设定应用型人才培养课程体系,满足学生注重基础、提高能力、突出实践和协同创新的发展要求[7]。

在 2023 版人才培养方案课程体系制定过程中,根据“智慧 + 环保”的人才培养特点,成立由本专业资深教授、知名企业专家和专业教学指导委员会成员参加的评审讨论小组,设定符合社会需求的专业课程体系。课程体系以专业理论为基础,以实践技能和创新能力提升为主线,包括通识及公共基础课程、专业课程、综合实践课程和第二课堂课程。新老版本的课程体系对比见表 1。

Table 1. Comparison of the curriculum system of the new and old version of talent training program

表 1. 新旧版本人才培养方案课程体系对比

课程类别	2021 版				2023 版			
	学分	比例(%)	学时	比例(%)	学分	比例(%)	学时	比例(%)
通识及公共基础课程	56	32.75	1032	42.16	48	30.8	928	38.80
专业必修课程	65	38.01	1048	42.81	59.5	37.66	948	39.63
专业选修课程	12	7.02	192	7.84	12	7.59	192	8.03
跨专业、跨学院、跨学科选修课程	0	0	0	0	6	3.80	96	4.01
小计	77	45.03	1240	50.65	77.5	49.05	1236	51.67
综合实践课程	34	19.88	176 + 46 周	7.19	32.5	20.57	228 + 43 周	9.53
第二课堂课程	4	2.34	/	/	10	/	/	/
合计	171	100	2448 + 46 周	100	158	100	2392 + 43 周	100

相较于旧版本,新版本课程体系更加符合新工科建设要求,强调实践动手能力与创新创业能力,专业课程学分占比提升至 49%,综合实践课程学分占比提升至 20%,符合工程认证要求,理论课程和实践教学相结合,使学生在学习过程中既能够学习到必要的理论知识,又能够通过具体实践来提高自己的能力,更好地适应未来工作。

在具体课程设置中新的课程体系突出了新工科交叉、融合与协同理念,新增《生态环保创新创业》《环境大数据技术》《智慧环保概论》《环境新材料与污染控制新技术》《三峡库区生态环境与污染防治》《碳中和概论》等创新创业、学科交叉、校企共建智慧环保类课程。

这些课程从教学大纲的制定,教学内容的审定以及具体课堂讲授过程中均有交叉学科专业教师和校外行业企业专家全程参与,能有效将行业企业实际与前沿引入课堂教学,确保课堂教学契合行业企业需

求。近两年,行业导师参与学院所有专业课程授课比例达 100%,参与毕业生论文指导比例达 100%。学院与北控水务集团合作,开展多次企业专业进校园的专题讲座交流,就行业发展、职业素养、专业技能、创新创业等方面为学生未来职业的规划和发展提供丰富的经验。

3.3. 校企共建教学资源,合作建设实践基地

为了更好地匹配行业企业用人需求,近年来,环境科学与工程专业与行业企业深入合作,将企业工程案例引入课程,校企合作共同编写出版《环境监测实验》《环境仪器分析实验》《环境工程实验》《环境微生物学试验方法与技术》《环境监测案例库》《环境影响评价案例库》《水污染控制工程案例库》等实验类教材和工程实际案例库 10 余部。同时,校企共建了生态环境智能监测实验室、环境分析实验室、环境遥感图像处理中心、环境监测技能实训室等智慧环保类实验室 4 个和“水环境监测与治理”职业技能培训与考核平台 1 个。并于与重庆港力环保股份有限公司、航天宏图信息技术股份有限公司等共建校外实践教学基地与慧谷湖生态修复大型教学示范基地 2 个。

针对于实践教学,一是推进实践教学与科研相结合。将实践教学与科研相结合,开发基于项目成果的实验实践项目,提高学生的实践能力和创新能力,依靠专业特长为企业提供技术支持和服务。二是深化实践教学与行业实际相结合。在实践教学中,引入行业的标准和规范,让学生接触到真实的实践环境和实践经验。与企业合作开展产学研合作项目,共同研究行业技术难题和实际问题,让学生接触到行业的最新技术和研究成果,提高自己的科研能力和创新能力,同时也可以为企业提供技术支持和服务,近三年,学生参与校企合作项目的比例达 90% 以上,获批国家级大学生创新创业训练项目 1 项,市级 4 项。与此同时,学院积极组织学生参与行业企业的专业技能比赛,连续三年参加重庆市社会化生态环境监测人员技能大赛(见图 1),与行业企业专业技术人员同场比拼环境监测的理论知识与实验技能,大大提升学生实践动手能力,开拓了学生的眼界,更加熟悉环保行业实践动手能力的真实水平,充分激励学生的专业热情,搭建了毕业就业的桥梁。而针对难以实施的项目,联合企业积极开发虚拟仿真实验项目,建设虚实结合的实践平台,近三年,校企共同建设“垃圾焚烧厂废气颗粒物重金属检测虚拟仿真实验”等 4 项重庆市虚拟仿真实验一流课程,同时获批重庆市虚实结合一体化实践教学平台 1 个。三是开展职业技能培训,如与北控水务集团共建“水环境监测与治理”职业技能培训与考核平台,每年开展“水环境监测与治理”职业技能(高级)等级证书的培训和考核,累计 306 名学生和 7 名教师获证,更好地掌握实际生产过程中水环境监测与治理的工艺和操作,更好地联系理论教学和环保产业实际、有效提高了实践动手能力,大大提升了人才培养的质量,2024 年毕业生就业率为 100%,用人单位对毕业生的满意度高。



Figure 1. Students participate in Chongqing Ecological Environment Monitoring Skills Competition
图 1. 学生参加重庆市生态环境监测技能大赛

3.4. 加强“双师”队伍建设，提升教师行业素养

根据“校企协研、协同育人”人才培养模式的改革，教师队伍作为育人的主力，从以下几个方面与行业企业加强协作。一是通过“引、培、送、访”，加强中青年骨干教师的培养。聘请行业导师参与人才培养全过程，引入产业前沿信息，更新专业教师传统教育理念；同时依托职业技能等级培训平台，积极开展师资培训和职业技能等级考核，拓展专业“双师双能型”师资队伍，分批次将专业教师送进企业挂职锻炼，更加深入地了解企业的实际需求和行业发展趋势，同时也可以为学生提供更多的实践机会和就业资源；二是开展校内外合作，组建应用创新性教学科研团队。与校内不同学科、校外行业企业共建“智慧+环保”等教学科研团队、共建教研室等，参与大纲制订、课堂教学、实践教学质量评价等，同时结合学科特色、产业前沿，挖掘学生“双创”类项目，有效提升学生创新意识和创业能力；三是发挥行业企业育人功能，扩大行业导师参与教育教学的比例。针对专业课程，要求每门课程(含实验、实训、见习等)必须有对应的行业导师参与教学，以专题、案例、讲座等形式开展教学、引入行业前沿与企业实际，同时邀请行业导师参与授课资源准备、课程考核与课程评价等环节，做到全方位深度参与。

4. “校企合作、协同育人”人才培养模式运行的建议

为适应国家对高素质应用型、复合型、创新型人才的迫切需求，进一步深化推动“新工科”教育改革实践，在环境类专业人才培养过程中，行业企业的参与起着至关重要的作用[8]。通过近些年人才培养的经历，对“校企合作、协同育人”人才培养模式未来的运行与发展提出几点建议。

(1) 加强沟通联系，建立健康的双向沟通机制。学校与企业应建立起双向畅通的沟通渠道，及时了解各自的需求和期望。双方可以通过定期会议、座谈会等形式进行交流，共同商讨合作计划、项目安排等事宜。

(2) 加强企业参与的深度与广度。校企之间的合作，除了共建课程资源、实践基地、参与课程授课以外，也应该在科研项目、创新创业、毕业论文上加强合作，将更多的行业需求引入人才培养，提升学生科研能力与实践经验的同时，还给企业在技术创新方面带来共同效益。

(3) 加强质量评估和追踪反馈。学校与企业应建立完善的质量评估和追踪反馈机制，对校企合作人才培养效果进行定期评估。通过收集学生、企业和教师的意见，及时发现问题并加以解决，确保培养效果持续提高。

5. 结语

新工科的背景下，高校人才培养更强调与行业企业的匹配度，因此“校企合作、协同育人”的人才培养模式改革也应不断推进与完善，校企之间围绕人才培养，在培养方案、课程资源、实践(项目)平台(基地)、师资力量、合作机制等方面更应多深度交流与合作，优化教育资源配置，推动当地社会经济的发展，实现学校、行业企业和学生三方互惠互利共赢。

基金项目

重庆市高等教育教学改革研究项目(233409)。

长江师范学院教育教学改革研究项目(JGZXM202305)。

参考文献

- [1] 管连, 梁建花. 新工科背景下校企协同育人模式探索及实践[J]. 计算机教育, 2018(11): 100-103.
- [2] 任丽娜. 新工科背景下校企协同育人模式理论与实践[J]. 考试与评价, 2019(4): 142.

-
- [3] 朱玲, 崔建涛. 新工科理念下食品质量与安全专业人才培养模式的探讨[J]. 食品工程, 2024(1): 109-111.
- [4] 关宏, 唐崧. 新工科背景下高校创新型人才实践能力培养研究[J]. 产业与科技论坛, 2021(11): 139-140.
- [5] 王鑫, 陈妹. 面向环境类新工科人才培养的探索与实践——以南开大学特色班为例[J]. 高教学刊, 2021(S1): 134-136.
- [6] 董建锴, 苗艳妹, 曹慧哲. “双创”人才培养模式下建筑环境与能源应用工程专业实践教学调研分析[J]. 黑龙江教育(高教研究与评估), 2023(11): 26-29.
- [7] 李霄琳, 朱珊, 王伯昕, 等. 新工科背景下“五位一体”土木工程创新型人才培养模式的探索与实践[J]. 高等建筑教育, 2022(6): 42-50.
- [8] 王忠兵, 张大伟, 张卫新, 等. 新工科背景下化工专业校企合作人才培养模式的研究[J]. 安徽化工, 2022(6): 135-137.