

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2026.06.002

智慧化背景下给排水创新创业微专业人才培养探究

程 亚, 王凯彤, 杨福玲, 文 刚, 黄廷林
(西安建筑科技大学 环境与市政工程学院, 陕西 西安 710055)

摘 要: 随着智慧化时代的到来,给排水行业迎来了新的发展机遇与挑战。聚焦于给排水科学与工程专业的创新创业微专业人才培养模式的探索与实践,通过对国内外现状的分析及问卷调查,发现智慧化背景下的行业发展迅速,企业对高学历、具备多样化技能特别是创新创业能力的人才需求日益增长。然而,当前教育体系在课程设置、实践教学及跨学科知识整合上仍存在明显不足。为此,提出一套涵盖目标设定、课程体系优化、教学方法革新和实践平台建设的人才培养方案,旨在培养能够满足智慧化给排水行业需求的创新创业者,同时为高校相关专业的教学改革提供借鉴。

关键词: 智慧化; 给排水科学与工程; 创新创业; 微专业; 人才培养模式

中图分类号: TU99 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2026)06-0006-06

Research on the Cultivation of Innovative and Entrepreneurial Talents in the Micro-major of Water Supply and Drainage under the Background of Intellectualization

CHENG Ya, WANG Kaitong, YANG Fuling, WEN Gang, HUANG Tinglin

(School of Environmental and Municipal Engineering, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, China)

Abstract: With the advent of the intelligent era, the water supply and drainage industry is facing new opportunities and challenges. This study focuses on exploring and practicing the cultivation model of micro-specialties in innovation and entrepreneurship for students majoring in water supply and drainage science and engineering. By analyzing the current situation of talent cultivation both domestically and internationally, and through questionnaire surveys, it has been found that under the background of intelligence, the industry is developing rapidly, and enterprises have an urgent and diversified demand for innovative and entrepreneurial talents, such as a preference for postgraduate degrees or higher, varying needs across different types of enterprises, and a high emphasis on innovation and entrepreneurship capabilities. However, there exist notable shortcomings in the current talent supply, including poor course settings, weak practical teaching, and insufficient integration of interdisciplinary knowledge. Accordingly, this study proposes a talent cultivation model from aspects like goal setting, curriculum system construction, innovation in teaching methods, and the establishment of practical platforms. The aim is to cultivate innovative and entrepreneurial talents who can meet the demands of the intelligent water supply

基金项目: 西安建筑科技大学教育教学改革重点研究项目(JG25ZD06); 西安建筑科技大学首批“三百计划”AI辅助混合式
教学课程项目(KC2024AIHH07); 西安建筑科技大学国家级创新创业学院建设任务“揭榜挂帅”项目(2024KT02)

通信作者: 文刚 E-mail: wengang@xauat.edu.cn; 黄廷林 E-mail: huangtinglin@xauat.edu.cn

and drainage industry, while also providing references for educational reforms in related majors at universities.

Keywords: intellectualization; water supply and drainage science and engineering; innovation and entrepreneurship; micro-major; talent training model

随着大数据、云计算、物联网等技术的进步,给排水科学与工程专业迎来前所未有的机遇与挑战。在此背景下,培养适应智慧化趋势的专业人才成为高等教育改革的重点。智慧化给排水行业不仅需要从业者拥有扎实的专业基础,还需具备先进的信息技术应用能力、创新意识及创业精神。然而,传统的人才培养模式重理论轻实践,难以满足行业的新需求。为解决这一问题,微专业人才培养模式应运而生。这是一种以市场需求为导向、注重能力培养的新型教育模式,具有针对性强、灵活性高和实践性突出等特点,能够迅速适应行业变化,促进传统专业升级转型。本研究专注于智慧化背景下的给排水科学与工程专业,旨在探索适合行业发展的新人才培养路径,通过构建创新的微专业体系,全面提升学生的实践操作、创新思维和创业能力,以满足智慧化给排水行业对高素质人才的需求,助力行业的健康发展。

1 智慧化给排水创新创业人才培养模式现状

1.1 国外高校给排水专业创新创业教育发展特点

国外高校在给排水专业创新创业教育方面积累了丰富的经验,许多高校将创新创业教育融入整个教育体系。例如,华盛顿大学路易斯分校每年夏季提供25个新创公司的带薪实习机会,并举办多层次的商业计划竞赛^[1];佛罗里达大学的“灵感厅”鼓励学生与各界专家交流;麻省理工学院设有专门的创业中心,提供创业管理、投资等课程,构建了全面的创新创业平台^[2]。发达国家的高校重视校企合作,共同开发实用课程,促进科研成果转化,增强学生的创新创业能力^[3]。在实践教学方面,国外高校积极探索与当地水务公司的合作,设立长期的实习项目,让学生参与智慧水务的实际运营与改进工作,强化实践技能和团队协作能力。同时,鼓励学生参与国际水协(IWA)等机构主办的创新创业竞赛,激发创新热情,提供展示平台和国际交流机会,拓宽国际视野。

1.2 国内高校相关专业人才培养模式研究与实践

在高等教育快速发展的背景下,面对社会对复合型、创新型专业人才需求的增长,国内高校积极探索多元化的人才培养模式。在课程体系改革方面,一些高校如哈尔滨工业大学引入水系统信息化技术、建筑信息模型(BIM)技术、智能水厂等课程,培养跨界人才^[4];辽宁工程技术大学通过网络学习平台和BIM技术,构建了城市水工程智能化建造、设计、运营与管理的课程体系,推动信息技术与专业教育的深度融合^[5]。此外,多所高校开设编程语言、信息技术应用、水工艺设备与控制、智慧水务与物联网等课程,以培养智慧水务人才^[6]。在实践教学方面,高校不断创新实践教学方式,如唐山学院引入虚拟仿真实践项目^[7],东华理工大学构建“工程实训”校企合作模式,提升学生的实践能力^[8]。同时,高校组织学生参加“互联网+”“全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛”等赛事,培养学生的创新能力和团队协作精神。这些措施有助于学生将理论知识应用于实践,满足行业对人才的新要求。

1.3 现有研究的不足与本研究的切入点

尽管现有研究在给排水专业创新创业人才培养方面取得了一定进展,但仍存在不足。首先,智慧化技术与创新创业教育的深度融合研究较少,多数研究集中于传统模式的改进,缺乏将大数据、物联网、人工智能等技术系统性地融入人才培养各环节的设计。其次,对创新创业微专业人才培养模式的全面构建和深入实践探索不足,现有研究多局限于个别课程或实践环节的优化,未形成完整、可操作且具有推广价值的模式。此外,关于培养模式适应性和可持续性的研究也不够充分,未能全面考虑不同地区、高校层次及行业发展变化的影响。本研究以智慧化背景下给排水行业对创新创业人才的需求为导向,针对上述不足,深入探索并构建创新创业微专业人才培养模式,从智慧化技术与创新创业教育的融合机制入手,优化课程体系,创新教学方法和实践教学环节,加强师资队伍建设,完善考

核评价体系,最终形成一套适应智慧化时代需求、具有特色的给排水科学与工程专业人才培养模式,为高校教育教学改革提供参考。

2 智慧化给排水创新创业人才需求分析

2.1 调研背景与方法

为深入调研当前智慧化背景下,给排水专业相关企业的智慧水务业务开展情况,对29家企业进行了问卷调查,其中18家企业规模超过1000人,参与调研的企业涵盖给排水工程设计企业、水务运营企业、智慧水务解决方案提供商、工程咨询公司、给排水设备制造企业和环保企业等。调研结果显示,55.17%的企业已开展相关业务,其中16家已开展业务的企业中有13家投入超过100万元。

2.2 企业智慧水务业务发展现状及趋势

目前,企业智慧水务业务主要涉及智能供水管理(占比75.00%)、智慧排水监测与管理(占比62.50%)、水务大数据分析与应用(占比43.75%)、智能水务设备研发与制造(占比37.50%),可以看出智能供水管理、智慧排水监测与管理是目前企业智慧水务业务发展的热门领域。调研结果表明,从企业智慧水务业务未来发展趋势看,未来3~5年,已开展业务的企业中,43.75%计划加大投入以拓展现有业务领域,37.50%选择与其他企业合作,共同发展智慧水务。此外,进入新的智慧水务业务领域和保持现有规模并优化业务流程的企业均占6.25%,其他占6.25%。这表明企业在智慧化转型过程中,对高素质人才的需求极为迫切,行业发展方向将更加注重投入加大与合作共赢。

2.3 企业对给排水专业人才的需求

① 学历要求。在调研的29家公司中,79.31%的企业在招聘给排水专业人才时倾向硕士及以上学历,大专、本科学历占比分别为3.45%、37.93%,不看重学历、更注重能力和经验的占3.45%。其主要原因在于硕士及以上学历人才具备相对扎实的专业理论知识,在智慧水务系统研发、数据分析模型构建等方面具有显著优势,更契合企业需求。

② 技能需求。企业目前对具备智慧水务系统规划与设计能力的给排水专业人才需求占比最高,达65.52%;其次为掌握给排水工程施工管理与技术的人才,占比55.17%;擅长水务大数据分析与

处理的人才占比41.38%;精通智能水务设备研发与维护以及熟悉水务行业法规和运营管理的人员占比均为27.59%,其他占比17.24%。

③ 创新创业能力。企业对给排水专业人才的创新创业能力高度重视,75.86%的企业重视人才的创新创业能力,其中55.17%的企业表示非常重视;一般重视、不太重视、不重视占比分别为17.24%、3.45%、3.45%。智慧水务解决方案提供商和大型企业对给排水专业人才的创新创业能力特别看重,传统设计企业也逐渐认识到其重要性,尽管部分中小企业重视程度相对较低,但也表现出一定的关注。

④ 人才招聘面临问题。目前,企业在招聘时遇到的主要困难为符合要求的人才数量少(占比44.83%)、人才缺乏创新创业能力(占比44.83%),侧面反映出高校给排水专业课程设置存在一定问题,忽略了人才创新创业能力的培养且培养出的人才不能满足企业需求。此外,企业在招聘中还面临人才薪酬期望过高、人才对企业所在地区或行业不感兴趣等困难,其占比分别为31.03%、27.59%,其他问题占比13.79%。

2.4 企业视角下人才能力要求

① 专业知识需求。给排水工程专业核心知识、智慧化技术知识、环境科学与生态学知识、项目管理知识均受到企业的广泛重视(选择比例均超40%,分别为55.17%、68.97%、41.38%、51.27%)。可以看出,具备智慧化技术知识的人才需求占比最高,此类人才更能适应智慧化给排水系统建设与管理需求。

② 关键技能要求。超过80%的企业认为人才应具备创新思维与方法应用技能(占比82.76%);超过50%的企业强调人才需掌握数据分析与处理方法(占比55.17%)、团队协作与沟通能力(占比58.62%)及跨学科知识融合与应用技能(占比65.52%);超过40%的企业认为人才需具备实践操作技能(占比44.83%)。这些技能对提升企业创新能力和项目执行效率具有重要意义。

③ 人才素质期望。企业高度看重学习能力与自我提升意识(占比93.1%)、抗压能力与挫折应对能力(占比75.86%)、职业道德与责任感(占比65.62%)等素质。此外,企业期望人才具备创业精神与风险意识(占比48.28%)、国际视野与跨文

化交流能力(占比34.48%),以顺应行业国际化发展趋势与创新发展需求。

④ 人才培养的建议。72.41%的企业认为高校在人才培养过程中,应重点加强跨学科知识融合教育,超过50%的企业认为高校培养人才过程中实践教学环节(65.52%)、创新创业教育(51.72%)与行业前沿动态与发展趋势介绍(62.07%)方面需要加强。此外,有48.28%的企业认为智慧化技术课程设置与教学方面也有加强空间。这些侧面反映出高校课程设置方面还有很大改进空间,与企业要求相差甚远。

2.5 人才培养现状问题

① 课程设置不合理。当前高校课程体系以传统给排水知识为主,智慧化技术课程占比小且内容不够深入。例如,物联网技术课程缺乏实际应用和实践操作环节,导致学生难以将理论知识与实际应用相结合,无法满足智慧化给排水行业对人才知识结构的要求。

② 实践教学薄弱。学生缺乏接触智慧水务实际项目的机会,实习实训基地建设不完善,使得学生在实际操作能力和项目经验方面存在不足,难以适应企业对人才实践能力的期望,毕业后无法迅速融入企业工作环境。

③ 跨学科知识融合不足。学生在计算机科学、信息技术、环境科学等跨学科知识的学习上不够系统,无法满足行业对人才的综合性要求,限制了学生在行业中的发展潜力。

综上所述,在智慧化背景下,给排水行业发展迅速,企业对创新创业人才需求强烈且要求多样,但当前高校人才供给存在诸多不足。因此,高校需针对这些问题积极优化人才培养模式,以培养出符合行业需求的高素质专业人才。

3 给排水创新创业微专业人才培养模式

3.1 目标定位

① 知识目标。掌握基本理论和专业知识,熟悉物联网、大数据、云计算等智慧化技术的基本原理和应用,了解相关法律法规和行业标准。

② 能力目标。具备将计算机编程技能与给排水专业知识相结合的能力,能够独立开发小型的智慧水务监测与数据分析程序,实现对给排水系统运行数据的实时采集、处理与可视化展示;同时,在

智慧化与给排水结合项目中,可与计算机专业人员有效沟通协作,精准提出给排水对智慧化系统的功能需求,理解并参与计算机技术层面的方案讨论,保障项目顺利推进。

③ 素质目标。具备良好的职业道德和人文素养,遵守法律法规和行业规范,具有国际视野和持续学习能力,能够在多变环境中适应和发展,具备创新意识和创业精神,能够主动发现和解决问题,推动行业发展。

3.2 课程体系构建

该课程体系共设置15学分,涵盖9门核心课程,分为4个模块。

① 智慧水务基础课程

a. 课程1:智慧水务导论(1学分)。该课程主要概述智慧水务概念、现状、关键技术和发展趋势,要求学生理解智慧水务整体框架,能阐述各关键技术的基本原理及应用领域,对行业发展趋势有清晰认知。

b. 课程2:物联网技术在给排水系统中的应用(2学分)。该课程主要探讨物联网技术在给排水系统中的应用,包括传感器网络、数据采集和分析,要求学生深入理解物联网架构,掌握传感器数据采集编程(如Python),能进行简单数据处理与分析,根据项目需求解读数据,明确给排水系统对物联网技术的功能需求及数据要求,以便与计算机专业人员协作优化系统。

② 专业知识技能课程

a. 课程3:水工艺与工程新技术(2学分)。该课程主要介绍最新水处理技术,如膜技术和高级氧化技术,结合智慧水务应用,要求学生掌握新技术的工艺流程、技术优势及在智慧水务中的应用方式,能分析其对给排水系统优化的作用。

b. 课程4:给排水系统设计与实施(2学分)。该课程主要探讨智慧水务背景下的系统设计、优化、运行维护 and 安全管理,要求学生运用智慧化技术优化设计方案,能制定系统运行维护策略,具备安全管理意识,可运用数据分析评估系统性能,提出改进措施。

③ 实践应用课程

a. 课程5:智慧水务系统设计与实施(1.5学分)。该课程目的是让学生参与系统设计与实施项目,学习架构设计、设备选型和系统集成,要求学生

能运用所学知识进行智慧水务系统的初步设计,包括功能模块规划、设备选型依据分析,掌握系统集成的基本方法与流程。

b. 课程6:智能建造与智慧水务(1.5学分)。该课程主要探讨BIM技术、自动化控制等智能建造技术的应用,要求学生掌握BIM软件基本操作,能创建给排水系统模型,理解自动化控制原理,可根据实际需求设计简单的自动化控制逻辑。

c. 课程7:城市水处理与管网虚拟仿真实验(2学分)。该课程利用虚拟仿真技术进行实验操作和故障排查,要求学生熟练操作虚拟仿真平台,能准确模拟水处理与管网运行工况,根据故障现象分析原因,提出解决方案,掌握实际项目中的应急处理流程与方法。

④ 创新创业教育

a. 课程8:发明创造思维与水处理技术变革(1.5学分)。该课程通过案例分析激发创新思维,探讨水处理技术变革,要求学生培养创新意识,能提出创新性的水处理技术改进思路,并结合实际需求分析其可行性。

b. 课程9:给排水行业创新创业案例分析(1.5学分)。该课程主要分析给排水行业的创新创业案例,学习创业经验和方法,要求学生总结成功案例经验,能分析创新创业项目的市场需求、技术可行性与商业模式,培养创业思维与团队协作精神。

3.3 教学方法创新

① 项目驱动教学。采取项目驱动教学模式,结合实际工程项目,帮助学生深入理解给排水科学与工程的专业知识。例如,西安建筑科技大学的学生参与了“西安市某污水处理厂提标改造项目”,从项目前期调研到实施完成,全程参与各个环节。学生负责调研现有工艺和设备运行状况,分析问题,提出优化方案,如改进曝气系统以提高污水处理效率。项目完成后,学生进行评估总结,积累实践经验,锻炼团队协作、沟通协调和创新思维能力。

② 案例教学。选取某城市智慧水务管网压力调控与漏损监测系统优化项目作为案例。在此案例中,授课老师详细介绍如何运用数据挖掘算法(如聚类分析、关联规则挖掘等)对管网运行数据(压力、流量、水质等)进行深度分析,以识别管网中异常压力区域和潜在漏损点。指导学生使用Python数据分析库处理数据并构建模型,让学生理解如何

通过建立管网水力模型(如EPANET)结合数据分析结果,对管网的压力调控策略进行优化,实现节能降耗与漏损控制。

③ 在线学习。利用超星学习通平台整合了大量智慧水务相关课程资源,提供多样化学习资料,包括基础理论、前沿技术和工程案例等课程视频、课件和阅读材料。例如,“智慧水务导论”课程中,学生可以随时观看物联网、大数据、云计算等技术在水务领域的应用原理。平台设有在线互动、讨论区和测试系统,学生可以在讨论区交流心得、探讨技术难题,教师定期解答。通过定期在线测试,平台为学生提供个性化学习建议和复习资料,有效提升自主学习能力和信息素养,提供灵活、个性化的学习体验。

3.4 实践平台搭建

① 校企合作。与智慧水务公司开展深度合作,根据企业特定的智慧水务业务需求,为微专业的学生共同制定个性化的培养方案。建立企业与学校的联合实验室,企业投入先进的智慧水务监测设备与技术平台,学校提供场地与基础研究支持,双方共同开展技术研发与项目攻关,微专业学生参与其中,获取前沿技术实践经验与科研能力培养。

② 实习实训基地建设。为微专业学生建设独特的实训基地,设立智慧水务创新实践工作室,配备专业的虚拟仿真软件与硬件设备——基于虚拟现实(VR)智慧水务运维模拟系统,学生可以在虚拟环境中进行复杂的给排水系统运维操作训练,提前熟悉实际工作场景。此外,基地定期举办智慧水务技术创新竞赛,鼓励学生结合实习实训内容,提出创新解决方案,激发学生创新热情与创造力,同时促进学生之间的交流与合作,形成良好的创新实践氛围。

③ 实践教学资源开发。针对该微专业学生,开发了一套基于云计算平台的智慧水务综合实训系统,学生可以通过云平台远程访问真实的水务数据,进行大数据分析与智能决策模拟实验。同时,利用数字孪生技术,构建与实际给排水设施完全对应的虚拟数字模型,学生可以在虚拟模型上进行各种智慧化改造方案的模拟测试,实时观察对实际设施运行的影响,实现虚拟与现实的深度融合,为学生提供更加贴近实际工作的实践环境,有效提升学生的实践能力与创新能力。

4 结语

通过深入分析行业发展趋势与人才需求现状,明确了构建新培养模式的必要性。本研究从多方面构建的人才培养模式,包括科学合理的课程体系、创新多元的教学方法以及完善的实践平台搭建等,旨在弥补当前人才培养的不足,为行业输送兼具专业知识、实践能力、创新意识和创业精神的高素质人才。这不仅有助于推动给排水专业教育教学改革,更将有力促进智慧化给排水行业的健康持续发展,以适应时代对创新型人才的需求。

参考文献:

- [1] 赵长林,周愉. 美国高校创新创业教育政策与课程设置[J]. 科技创业月刊,2020,33(9):95-99.
ZHAO C L, ZHOU Y. Policies and curriculum settings for innovation and entrepreneurship education in American universities [J]. Journal of Entrepreneurship in Science & Technology,2020,33(9):95-99(in Chinese).
- [2] 杨玉峰,邓莉君,张颖. “互联网+”背景下的研究生培养思考:以麻省理工学院为例[J]. 湖南科技学院学报,2020,41(3):96-98.
YANG Y F, DENG L J, ZHANG Y. Reflections on graduate education in the “internet +” context: a case study of MIT [J]. Journal of Hunan University of Science and Technology,2020,41(3):96-98(in Chinese).
- [3] 郭孟杰,闫志利. 发达国家创新创业教育体系建设的特点及启示[J]. 创新与创业教育,2022,13(3):147-156.
GUO M J, YAN Z L. The characteristics of innovation and entrepreneurship education system construction in developed countries and its enlightenment [J]. Journal of Innovation and Entrepreneurship Education, 2022, 13 (3): 147-156 (in Chinese).
- [4] 李伟光,蒋柱武,梁恒,等. 研究型和应用型大学传统工科专业新工科建设比较研究:以给排水科学与工程专业为例[J]. 高等工程教育研究,2023(1):27-32.
LI W G, JIANG Z W, LIANG H, et al. A comparative study on the construction of emerging engineering education of traditional engineering majors in research-oriented and application-oriented universities—a case study of water supply and drainage science and engineering [J]. Research in Higher Education of Engineering, 2023 (1): 27-32 (in Chinese).
- [5] 狄军贞,安文博,李喜林,等. 新工科背景下给排水专业人才培养体系探索:以辽宁工程技术大学给排水科学与工程专业为例[J]. 教育教学论坛,2022(32):13-16.
DI J Z, AN W B, LI X L, et al. Exploration of the talent training system for water supply and drainage major under the background of “emerging engineering education”: taking the water supply and drainage science and engineering major of Liaoning Technical University as an example [J]. Education and Teaching Forum, 2022(32): 13-16 (in Chinese).
- [6] 赵志领. 给排水科学与工程专业课程设置与人才培养思考[J]. 创新创业理论与实践,2023,6(13):87-89,134.
ZHAO Z L. Consideration on the curriculum setting and talent training of water supply and drainage engineering specialty [J]. The Theory and Practice of Innovation and Entrepreneurship,2023,6(13):87-89,134(in Chinese).
- [7] 张磊,周红星. 给排水科学与工程专业虚拟仿真实实践教学探索[J]. 科技与创新,2022(21):140-142.
ZHANG L, ZHOU H X. Exploration of virtual simulation practice teaching in water supply and drainage science and engineering [J]. Science and Technology & Innovation, 2022 (21): 140-142 (in Chinese).
- [8] 李朝明,李寻,张卫民,等. 新工科背景下工程应用型人才培养模式改革:以东华理工大学给排水科学与工程专业为例[J]. 大学教育,2018(12):140-142.
LI C M, LI X, ZHANG W M, et al. Reform of engineering application-oriented talent cultivation mode in the context of new engineering: a case study of water supply and drainage science and engineering at Donghua University of Technology [J]. University Education, 2018 (12): 140-142 (in Chinese).

作者简介:程亚(1990—),女,山东济宁人,博士,教授,博导,从事饮用水处理理论与技术的研究工作。

E-mail:chengya@xauat.edu.cn

收稿日期:2024-11-22

修回日期:2024-12-05

(编辑:丁彩娟)