

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2025.02.003

欢迎按以下格式引用:郭刚,苗蕾,冯晓楠,等.给排水科学与工程专业卓越工程师培养体系创新与实践——以华中科技大学给排水科学与工程专业为例[J].高等建筑教育,2025,34(2):18-24.

给排水科学与工程专业卓越工程师培养体系创新与实践

——以华中科技大学给排水科学与工程专业为例

郭刚,苗蕾,冯晓楠,姜薇,王宗平

(华中科技大学环境科学与工程学院,湖北武汉 430074)

摘要:给排水科学与工程专业卓越工程师培养计划意在从国家生态文明建设的角度出发,培养适应新时代国家战略和行业发展需求的卓越型人才。以华中科技大学给排水科学与工程专业为例,针对高校给排水卓越人才前期培养过程中存在的突出问题,如结合国家重大战略需求不够紧密、课程难度深度不高、学科交叉研究不够广泛、工程实践能力培养欠缺、全方位人才培养体系不够健全等,进行了培养体系改革创新与实践。一是,思政元素深度融入课程教学,紧密结合国家重大战略需求;二是,紧扣卓越人才培养目标,提高专业难度、深度与广度;三是,聚焦学科前沿,注重学科交叉,着重提高学生创新研究、汇报总结、自主学习等综合能力;四是,加强实践教学,构建“三维融合”工程创新型环境人才培养机制;五是,加快创设水处理综合创新实验平台、虚拟仿真实验教学平台等科研基础设施平台,综合提高人才全过程、全方位培养质量。经实践检验和业界评价,卓越工程师培养体系创新特色明显,成效显著,学生课业成绩平均提升10%以上,师生互动得到加强,学生取得“深水杯”“挑战杯”等一系列创新创业成果,用人单位对毕业生综合满意率达100%,专业教学改革成果多次获得省部级奖项,具有一定的参考价值。

关键词:给排水科学与工程;卓越工程师计划;人才培养体系;创新与实践

中图分类号:G642.0;TU96+1 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2025)02-0018-07

给排水科学与工程专业(以下简称给排水专业)立足于我国水资源、水环境、水安全和水生态现状,意在从国家水循环和生态环保角度出发,培养德、智、体、美、劳全面发展,从事给排水科学与工程规划、设计、施工、运营、管理和研究开发的创新型专业技术人才^[1]。党的二十大报告要求,深入推进污染防治,持续深入打好蓝天、碧水、净土保卫战,这对给排水专业人才培养和行业发展提出了更高的要求^[2]。立足新发展阶段,贯彻新发展理念,构建新发展格局,高校作为给排水专业人才培养

修回日期:2023-12-20

基金项目:教育部高等学校给排水科学与工程专业教学指导分委员会教育教学改革研究项目“新工科背景下给排水科学与工程专业创新创业型人才培养体系建设”(GPSJZW2022-14)

作者简介:郭刚(1987—),男,华中科技大学环境学院副教授,博士,主要从事含硫含盐污水、污泥處理及资源化研究,(E-mail)ceguo-gang@hust.edu.cn。

养的主力军,更需积极稳妥推进教育模式和培养体系的创新与实践,以适应国内外行业发展的新形势新要求^[3-4]。目前,哈尔滨工业大学、重庆大学、同济大学等国内给排水专业重点院校已经结合国家高等教育教学需求、水处理行业最新发展态势,针对专业教学科研环节存在的突出问题,进行了一系列教育教学创新与改革,如开展“大数据+专业教学”“给排水+智能化”虚拟教学仿真平台应用等^[5-7]。

为主动适应新的科技革命和产业变革趋势,紧紧围绕国家和区域发展战略需求,加快建设发展新工科,教育部等部委于2010年启动“卓越工程师教育培养计划”^[8](以下简称“卓越计划”)。华中科技大学积极响应政策号召,于2015年首次设立了给排水卓越工程师计划实验班(以下简称给卓班)。经过多年的发展,给卓班在卓越人才培养、学生发展、行业沟通联系、国际交流合作等方面取得了开创性的成果,但也存在专业教学方面的普遍性问题,例如,课程思政元素融入有待加强,结合国家重大战略不够紧密;课程教学深度、广度、难度有待提高,人才培养不够拔尖;学科交叉研究有待加强,与行业新发展趋势脱节;课堂互动效率不高;学生工程实践能力薄弱等。

针对上述问题,以华中科技大学给排水专业卓越计划实验班为例,结合国家环境领域重大战略需求和行业发展趋势,紧紧围绕立德树人这一根本任务,以卓越人才培养为目标,进行了系列改革创新与教学实践。

一、给排水专业卓越工程师计划实验班基本情况

华中科技大学给排水专业为环境科学与工程学下设的二级学科,设立于20世纪50年代,是全国现有的20余个市政工程二级博士点之一。给排水专业于2013年入选教育部“卓越计划”,给卓班初设于2015年,是教育部第一批给排水“卓越计划”9个试点之一,也是华中科技大学首批国家级一流本科专业建设点,2006—2021年先后四次通过教育部教学指导委员会专业认证。在原有给排水专业基础上,给卓班配备更加丰富的平台和实习实践资源,以培养具有工程实践能力和创新创业能力的“卓越工程师”。近年来,给卓班平均每年招收20~30人,采用“双导师”培养模式,即在校内导师的基础上再配1名业界知名导师作为校外导师,专业理论知识与工程实践能力协同培养。其中,校内导师现有专任教师17名,包括教授8(含研究员)人、副教授(含副研究员)7人,讲师2人。专任教师中16人具有博士学位,比例为94.1%,所有教师均有国外学习或交流经历。另有实验教师8人,其中高级职称5人。师资队伍年龄及知识结构合理,教学实践经验丰富,符合专业可持续发展的需求。同时,校外导师由50余名业界著名工程师担任,在学科基础、科学前沿、工程实践方面全方位提升学生专业素养。

二、早期存在的问题分析

(一) 思政元素融入有待加强,结合国家重大战略不够紧密

立德树人是教育的根本任务,是检验高校一切工作的根本标准,课程思政教育应贯穿于日常课堂教学、人才培养体系的全过程^[9]。近几年,随着国家和社会对水资源利用与保护、生态文明建设愈发重视,给排水专业人才培养的思政教育又有了新的内涵、新的视角。当前,思政元素融入给排水专业卓越工程师培养体系仍有待加强,特别是结合党的二十大精神中有关美丽中国建设的内容不够紧密,学生对我国水资源、水环境、水安全、水生态和水文化的现状,面临的挑战和未来发展方向了解不够充分,对“碳达峰、碳中和”的“双碳”目标认识不深入,为我国水资源管理和生态文明建设服务的大局意识和责任意识仍有待提高。

(二) 课程教学深度与广度有待提高,人才培养方案不够完善

给卓班意在培养具有扎实基础知识、厚实专业知识和出色实践能力的卓越人才^[10-11],目前给卓班人才培养方案仍不够完善。一是课程教学的深度和广度有待提高,未突显卓越人才培养目标;二是课程考评方式较单一,课程成绩多为平时成绩与期末测验成绩加权,学生“全过程”考核体系未建立;三是对创新能力、自主解决问题能力、合作创新能力等的培养考察仍不够充分,“全方位”培养不够深入。

(三) 课程教学与新时代行业发展趋势脱节,学科交叉研究有待强化

高等教育需要立足行业发展趋势,真正培养可担大任、紧跟时代、瞄准未来的专业人才^[4]。一方面,由于给排水专业设立较早,历史悠久,传统教学内容更新不及时,与新时代行业发展趋势、专业人才需求内容脱节,课程的创新性和时代性有待提升,学生学习热情不高^[12];另一方面,促进学科交叉融合是高水平研究型大学重要的发展趋势和发展策略,也是给排水专业的发展方向之一,给排水卓越工程师培养体系在学科交叉融合、人才创新培养方面仍有欠缺,面临着难以培养复合型人才的困境。

(四) 重基础理论知识教学,轻工程实践能力培养

给排水专业是一门实践性较强的专业,单独的理论教学难以满足学生专业技能提升的要求^[13]。在传统教学模式下,受限于场地、学时、技术、设备等因素,给卓班日常教学仍以课本知识结合专业案例授课模式为主,实地前往工程现场或参与工程设计的机会较少,学生对专业知识的理解仍停留在课本上,难以深入探究其中的原理和实际需求,对专业知识掌握得牢固程度较薄弱。

(五) 全过程人才培养体系不够健全

高校是人才培养的重要基地,承担着学生基础知识积累、专业技能获取、综合能力提升的关键任务,应紧密结合专业发展前景和行业人才需求不断优化教育培养体系^[14]。目前,给卓班全过程人才培养体系仍不够健全,在校考评考核仍以课堂知识获取为主。与用人单位沟通不够紧密,反馈传导不够及时,人才培养与国家需要、社会需求更新不及时;校企联动有待加强,学生外出实习解决实际工程问题能力有待提高。

三、培养体系改革与创新

针对上述给排水卓越工程师培养体系中存在的问题,华中科技大学给卓班以党的二十大精神为引领,坚持“科技是第一生产力、人才是第一资源、创新是第一动力”,改革给排水专业课程教学体系,打造全方位、个性化、交叉综合型的专业教学模式,建立多层次的创新创业型卓越人才培养体系。

(一) 改革思路与措施

1. 党的二十大精神深入课堂,结合国家重大战略需求更新教学内容

全体专业教师通过深入学习党的二十大精神、校院党委系列思政课程、兄弟院校优秀课程思政案例,增强思政本领,强化为党育人、为国育才的使命感和责任感,提升思政育人意识和本领。结合国家重大战略需求,充分挖掘并突出课程教学中有关美丽中国建设、“双碳”目标、科学家工匠精神等思政元素,丰富课程思政大纲内涵,增强学生生态文明建设的使命感和责任感。教师积极参与校院两级思政课程育人大赛,坚持问题导向、目标导向、结果导向,以赛促教、学赛融合,在学习与交流中不断提高课程教学本领,更新教学内容。

2. 紧扣卓越人才培养目标,提升专业教学难度、深度与广度

瞄准水资源、水生态、水环境、水安全和水文化等国家重大战略需求,丰富教学内容,适当增加

给卓班理论学时和实践学时。给卓班总学分为173学分,比普通班高3学分,实践学时占比达30%;给卓班入选学生从大一开始实行校内和企业双导师制,部分课程单列,结合社会最新专业热点问题,将行业最新发展动态融入课程教学,充分体现课程的挑战性、创新性和时代性,提高专业教学的难度、广度和深度。广泛邀请兄弟高校院士、教授,业界知名工程师,行业领军人物来校开展学术讲座。每学期开展专题线下讲座至少5次,着力培养专业理论基础扎实、工程技能突出、富有创新意识、国际视野和大工程观的卓越人才。学校单列经费用于给卓班学生培养,所有学生均可在学校资助下赴海外交流学习。

3. 聚焦学科前沿,注重学科交叉,提高学生综合能力

对照课程教学大纲和专业发展前沿,将新型污染物处理、流域水环境治理、综合管廊等热点研究领域及行业发展动态融入课程教学,向学生传授学科前沿知识。注重与人工智能、智慧建造、物联网等新兴科技的交叉融合,专业教师积极学习交流相关内容,并邀请相关领域知名专家作专题讲座,鼓励学生报名学科竞赛、辅修双学位等。每位学生需至少完成10学分其他专业选修课,且至少包括2学分的艺术类课程;在课堂汇报、论文写作、作业考试中设立开放性议题,如水处理行业发展趋势、给排水新技术应用、人工智能与智慧水务等,引导学生多学科交叉学习,提高学生创新研究、汇报总结、自主学习等综合能力。

4. 加强学生创新实践能力培养,理论知识学习与实践技能应用并重

高校学生创新实践能力培养是人才培养的重要部分,是国家实施创新驱动发展战略的迫切需要,也是推动高等教育改革的重要举措^[15]。开展丰富的水质工程学给水污水处理设计、水工程施工、水工艺设备基础、泵与泵站等实验内容,引导学生自主设计、优化实验,专业教师针对性指出问题并做实验指导,提高学生自主创新意识。鼓励学生积极报名参加大学生创新创业竞赛,给卓班学生本科阶段至少参加一次“大创”,强化学生创新能力培养。充分发挥“双师制”优势,让既有科学背景又有工程实践能力的教师,对青年教师进行传、帮、带,强化工程实践教学,进而提高给卓班学生工程实践能力。联系行业知名企业,建立实习教学基地,增加给卓班实践课时,带领学生集体前往实习教学基地学习,搭建“科教融合-校企协同-国际合作”教学平台,建立“专业理论教学-课程实验-课程设计-课程实习”四级教学模式和“认知分析-工程实践-研究创新”的三级渐进式工程创新能力培养体系。

5. 创新卓越工程师人才培养体系,建构“三维融合”工程创新型环境人才培养保障机制

立足学校学院具体实际,充分把握人才优势,借助课程教学强基平台、智慧环境教学品质提升平台、工程实践创新平台等,建立“三维融合”工程创新型环境人才培养保障机制,包括教学质量保障机制、创新能力提升机制和工程实践强化机制,如图1所示。

(1)教学质量保障机制。采用引导、训练、竞赛、练习四种培养模式着力提高专业教师教学能力,发挥优秀教师教育引导作用,鼓励专业教师多参加教学竞赛,向优秀教学典范和教学模型学习。让教学经验丰富、工程能力突出的老教师对青年教师进行传、帮、带,建立可持续的青年教师工程实践能力提升机制。打造一批在线精品示范课程和线下国家级示范性课程,善于利用慕课、学习通等线上平台,建立线上线下协同教学质量保障机制。开通线上评教平台,学生可在每门课程学期末对授课教师和专业课程进行线上匿名打分和评价,协助教师共同提高教学水平和课程质量。

(2)创新能力提升机制。一是,对焦国家战略和企业发展需求,有针对性地进行科研创新,鼓励给卓班学生积极参与教师科研项目,加快科研成果转化,专业教师研究方向和承担的科研项目成为学生毕业设计和科创竞赛课题的主要来源。二是,建立本科生分级分类管理机制,升学学生以科研实验课题为主,就业学生以工程项目创新为主。三是,完善创新创业引导激励机制,要求给卓班所有学生在本科阶段至少参与一次大学生创新创业竞赛,以赛促学,加快创新创业能力培养。

(3)工程实践强化机制。一是,健全实践教学全程质量保障机制,重视学生认知实习、生产实习、毕业实习的内容策划与实践安排。二是,建立校企协同培养机制,加强校企联系、校企协同培养,充分发挥“双导师型”优势,形成课堂教学、专家讲座、科研实验、课程设计、基地实习相互促进的培养模式。三是,优化国际化工程实践教学管理机制,华中科技大学与美国、日本、新加坡等国家的5所大学开展联合培养,先后组织学生集体赴外实习,拓宽学生国际视野和学术视野。

在人才培养全过程中,及时对卓越工程师人才培养目标达成效果进行评估,根据评估结果、用人单位反馈、学生满意程度等优化调整人才培养模式,改进培养方案,着力培养基础夯实、实践突出、立足创新、服务国家的卓越人才。

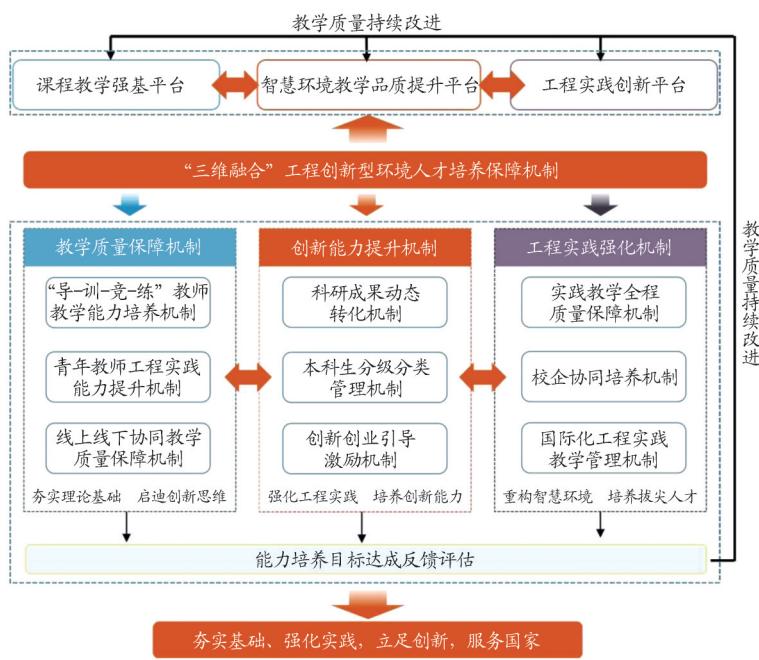


图1 创新卓越工程师人才培养体系

6. 充分发挥学院科研优势,加快创设科研基础设施平台

为满足学校专业教学和学生综合能力培养提高需求,加快推进学校“十五五”发展规划实施和中国特色世界一流大学建设,以更高质量发展为教育强国建设贡献力量,近年来,校院两级创设了如智慧教室、工程实训中心、水处理综合创新实验平台、虚拟仿真实验教学平台等一批优质教学科研平台,有力保障了给排水专业卓越工程师计划教学和科研需求,可满足学生水质工程学、泵与泵站等课程实验。基于此,华中科技大学给排水专业增添了10余个相关水质实验。同时,学院依托住建部给排水重点实验室、湖北省水质安全与水污染控制工程技术研究中心等平台,组成了由专业任课教师和实验室高级工程师组成的教师团队,负责指导学生实验。其中,污水综合实验由学生自主设计实验方案、运行改进反应器、分析整理数据,专业教师针对性指导。利用虚拟仿真平台,学生可置身于给水污水处理厂、流域水环境等实际工程场景中,了解给排水运行管理机制。

(二) 改革实践与成果

1. 学生课程成绩和综合能力明显提升

通过给卓班培养体系改革创新与实践,课堂教学转变了以前单一教师授课模式,让学生成为课堂主角,师生互动、生生互动得以加强,学生到课率、发言率、课下提问率明显提升,水质工程学、给排水管网系统、课程设计等成绩相比传统教学模式均提高10%以上,学期末评教结果表明学生对课程教学综合满意度达80%以上。通过翻转课堂、学生PPT汇报等,学生自主学习能力、文献综述能

力、组织汇报能力等都得到明显提升,全方位人才培养体系得以建立。

2. 学生创新创业能力提升

创新创业训练覆盖广阔,学生多次荣获国家级专业竞赛金奖。学院鼓励给排水专业学生积极参加创新创业竞赛,取得一系列丰硕成果。近年来,华中科技大学给排水专业学生承担国家级、省部级及校级大学生创新创业项目呈逐年增长趋势。专业教师指导学生承担国家级大学生创新创业项目8项、省部级项目27项,并获得了一系列出色成绩,如在第十二届“挑战杯”中国大学生创业计划竞赛中荣获金奖,在第三、四、五届“深水杯”全国大学生给排水科技创新大赛中分别获得团队一等奖、创意大赛特等奖等,在第三届北控水务杯中荣获团队一等奖等。

3. 毕业生获用人单位好评

毕业生就业后获用人单位普遍好评。近三年来,华中科技大学给卓班本科生综合就业率在95%以上,保研率在40%以上,境内外升学比例均在60%以上。其中,前往华中科技大学、清华大学、哈尔滨工业大学、中国科学院大学等“双一流”高校就读的比例达70%以上,每年赴海外交流人数达100%。毕业生深受广大用人单位好评,问卷调查表明,用人单位对学生综合评价整体满意度达到100%,其中“非常满意”和“较满意”的比例分别为77%和22%。在学生的思想道德修养、问题分析思考与解决能力、学科交叉能力、现代信息化工具使用能力等方面的“非常满意”与“比较满意”比例均超过97%。尤其在学生实践动手能力方面,“非常满意”比例达到了100%。

专业教改收获颇丰,多次获省部级荣誉奖项。华中科技大学给排水教学团队立足专业人才培养现状和目标,出版了一系列高等学校规划推荐教材,如《污泥处置》《排水工程(下册)(第五版)》《水资源利用与保护》等。教学成果获湖北省教育厅省级一等奖、华中科技大学校级三等奖,发表教研论文4篇、立项教改项目5项等。

四、结语

立足于华中科技大学给排水科学与工程专业现状,给卓班紧紧围绕立德树人这一根本任务,勇于创新,敢于实践,充分挖掘和融入课程思政元素,结合国家重大战略需求和行业发展趋势,紧扣卓越人才培养目标,提升课程教学时代性、高阶性和创新性,促进学科交叉发展,注重创新实践培养,全方位、全过程培养学生综合能力。实践表明,给卓班学生基础理论知识和实践创新能力得到了明显的巩固提高,学生创新创业成果丰硕,深受用人单位欢迎与好评,专业教改收获颇丰,教研成果也多次获得了省部级荣誉奖项。

参考文献:

- [1] 张学洪,曾鸿鹄,林华.地方高校给排水科学与工程一流本科专业与课程建设的思考与实践[J].给水排水,2020,56(9):156-160.
- [2] 张智,蒲清平,向平,等.给排水科学与工程专业家国情怀教育的思考[J].给水排水,2020,46(10):150-154.
- [3] 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.
- [4] 刘向兵.“双一流”建设背景下行业特色高校的核心竞争力培育[J].中国高教研究,2019(8):19-24.
- [5] 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.
- [6] 时文歆,赵志伟,曾晓岚,等.“给排水+智能化”方向的课程设置与人才培养思考[J].给水排水,2020,56(10):155-160.
- [7] 刘彦伶.新工科背景下给排水科学与工程专业认识实习教学改革探究[J].科教导刊,2023(24):68-70.
- [8] 吴志强,张瑞,刘辉,等.地方高校卓越工程师人才培养的育人体系构建研究[J].学校党建与思想教育,2022(18):87-89.
- [9] 周金凤.大思政视域下思政课程与课程思政融合发展探究[J].吉林省教育学院学报,2022,38(7):110-113.

- [10] 马江雅, 丁磊, 张新喜, 等. 给排水科学与工程专业卓越工程师计划建设探讨[J]. 高等建筑教育, 2017, 26(6): 24-26.
- [11] 王坤, 张勇, 刘绍根, 等. “卓越工程师计划”下给排水科学与工程专业毕业设计质量标准建设研究[J]. 教育教学论坛, 2020(4): 133-135.
- [12] 赵志伟, 李莉, 向平, 等. 新工科背景下水质工程学课程教学创新设计与实践[J]. 高等建筑教育, 2021, 30(5): 100-106.
- [13] 马江雅, 丁磊, 张新喜, 等. 新形势下给排水科学与工程特色专业建设探讨[J]. 高等建筑教育, 2019, 28(2): 26-32.
- [14] 曾晓岚, 崔福义, 时文歆, 等. 人工智能+给排水科学与工程专业复合型人才的行业需求调研[J]. 中国给水排水, 2021, 37(24): 11-16.
- [15] 梁颖, 谷林, 高晓娟. 新工科背景下高校本科生创新创业能力培养模式探究[J]. 教育信息化论坛, 2022(9): 99-101.

Innovation and practice of excellent engineer training system for water supply and drainage science and engineering: taking the water supply and drainage science and engineering major of Huazhong University of Science and Technology as an example

GUO Gang, MIAO Lei, FENG Xiaonan, JIANG Wei, WANG Zongping

(School of Environmental Science and Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, P. R. China)

Abstract: The excellent engineer training program in water supply and drainage science and engineering aims to cultivate excellent talents who can meet the needs of national strategies and industry development in the context of ecological civilization construction. This paper takes the water supply and drainage science and engineering major of Huazhong University of Science and Technology as an example to analyze the outstanding problems existing in the early training process of excellent talents in colleges and universities, such as insufficient integration with major national strategic needs, difficulty and depth of courses that need to be improved, insufficient cross-disciplinary research, relatively insufficient engineering practical ability, and the all-round talent training system is not sound enough. To deal with these problems, we have carried out the reform, innovation and practice of the training system, including the integration of ideological and political elements into the curriculum teaching to closely combine the major national strategic needs, following the training goals of excellent talents to improve professional challenges, depth and breadth, focusing on discipline frontier and interdisciplinary to improve students' comprehensive abilities in innovative research, reporting and summarizing, and independent learning, strengthening practical teaching to build a three-dimensional integration engineering innovative environment talent training mechanism, and accelerating the creation of scientific research infrastructure platforms such as the comprehensive innovation experimental platform for water treatment and the virtual simulation experimental teaching platform to comprehensively improve the quality of the whole process and all-round training of talents. Through practical testing and industry evaluation, the excellent engineer training system has obvious innovative features and remarkable results. Students' academic achievements has increased by more than 10% on average, teacher-student interaction has been strengthened, and students have achieved a series of innovation and entrepreneurship achievements including the SZWG Cup and Challenge Cup. Employers' comprehensive satisfaction rate for graduates of this major reaches 100%. The teaching reform achievements have won many provincial and ministerial awards, which has a certain degree of promotional and reference value.

Key words: water supply and drainage science and engineering; excellent engineer program; talent training system; teaching innovation and practice

(责任编辑 邓云)