

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2021.04.008

欢迎按以下格式引用:杨亚龙,方潜生,汪明月,等.多学科交叉融合的建筑电气与智能化专业人才培养体系构建[J].高等建筑教育,2021,30(4):53-61.

多学科交叉融合的建筑电气与智能化专业人才培养体系构建

杨亚龙,方潜生,汪明月,谢陈磊,周玉蓉

(安徽建筑大学 电子与信息工程学院,安徽 合肥 230601)

摘要:建筑电气与智能化专业是一个涉及土建类学科、信息类学科、电气类学科等多学科交叉的专业,相关专业人才的匮乏成为阻碍中国智能建筑行业发展的主要原因,因此,国家和社会发展对培育建筑电气与智能化领域专业人才的需求迫在眉睫。针对建筑电气与智能化专业人才培养模式单一、培养目标模糊、培养特色不明、培养环节脱节等4个重点问题,安徽建筑大学建筑电气与智能化专业根据社会发展对复合型专业人才的需要,提出集成学科优势的特色化人才培养方法,构建基于“新工科”工程应用型人才培养的特色实践教学体系,形成适应社会和行业需求的“1535”人才培养体系。该人才培养体系汇集了方法创新、模式创新、机制创新等多种创新,展示了多学科交叉融合人才培养的应用成果,为建设建筑电气与智能化国家级一流本科专业提供参考。

关键词:学科交叉;新工科;人才培养体系;一流专业

中图分类号:G642.0;TU-4

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2021)04-0053-09

在国家实施创新驱动发展、“中国制造2025”“互联网+”等重大发展战略的背景下,培养科学基础厚、工程能力强、综合素质高的工程技术人才,对支撑服务以新技术、新业态、新产业、新模式为特点的新经济具有十分重要的现实意义和战略意义,也是建设制造强国和创新型国家的重要前提^[1]。因此,必须构建基于核心能力的“新工科”人才培养模式,为工科学生应对新工业革命的挑战做好准备^[2]。

中国正处于加快转变发展方式、推动产业结构调整升级的关键时期,推进工程教育改革对中国

修回日期:2020-07-20

基金项目:楼宇控制与节能优化实验教学示范中心建设项目(教高司函[2012]197号);安徽省新工科研究与实践项目(2017xgkxm28);智能建筑综合实验国家级一流课程建设项目(教高函[2020]8号);安徽建筑大学金牌课程建设项目(2019jpkc016);安徽建筑大学建筑电气与智能化国家级一流专业建设项目(教高厅函[2019]18号);安徽省教学研究项目(2020sjjd033,2019jyxm0946)

作者简介:杨亚龙(1980—),男,安徽建筑大学电子与信息工程学院教授,副院长,博士,主要从事建筑电气与智能化研究,(E-mail) yangyl@ahjzu.edu.cn。

经济社会发展和地方高校转型都有非常重要的意义^[3],而人才培养对工程教育改革、新工科建设具有重要作用,人才培养与学科领域的学术研究相辅相成,既需要后者的研究成果用于教育教学,又对后者起到促进和推动作用。因此,新工科的建设和发展重点在专业建设和人才培养上,造就一批具有创新创业能力、跨界整合能力、高素质的各类交叉复合型卓越工程技术人才^[4]。

建筑电气与智能化专业属于交叉、复合型专业,专业的主干学科有电气工程、控制科学与工程、土木工程,相关学科有计算机科学与技术、信息与通信工程等。近年来,随着智能建筑越来越集成化、智能化和个性化,对从事智能建筑行业的工程技术人员提出了更高的要求。对于建筑电气与智能化专业来说,应主动把握行业人才需求导向,对建筑电气、建筑智能化从业人员的知识结构、层次结构进行重新定位与思考^[5]。专业建设是新工科建设的基础,建立并完善新工科背景下的建筑电气与智能化专业人才培养体系,是培养复合型和应用型人才的重要途径^[6-7]。

2019年12月,教育部公布了首批国家级一流本科专业建设点名单,安徽建筑大学建筑电气与智能化专业成功入选。安徽建筑大学建筑电气与智能化专业总结多年专业建设经验,提出集成学科优势的特色化人才培养方法,搭建了集成学科优势的教育资源平台,形成了具有显著专业特色的课程体系,面向“新工科”工程应用型人才需求,重新构建了一套特色实践教学体系,积极探索校企合作协同育人新模式,提高了对学生工程实践能力和创新能力的培养。

一、建筑电气与智能化专业的发展历程与需求分析

(一) 建筑电气与智能化专业的发展历程

智能建筑领域涉及多学科的交叉与融合,专业人才的严重缺乏成为阻碍智能建筑技术发展的重要原因,专业人才需要掌握跨学科知识,单一学科的培养模式显然不能满足行业的人才需求。自1993年开始,高校相继开展智能建筑领域教学内容和课程体系的改革与实践,经过全国智能建筑领域专家十余年的艰辛探索与不懈努力^[8],2006年,教育部设置了建筑电气与智能化专业,并在2012年将其正式列入普通高等学校本科专业目录。到目前为止,全国开设建筑电气与智能化专业的高校已达98所。由此可见,建筑电气与智能化专业越来越受到各大高校的重视,社会对该专业人才要求也不断提高,人才培养模式需要不断改革和完善。

2000年,为满足社会发展对智能建筑专业人才的需求,并结合安徽建筑大学办学特色,在电子信息工程专业新增了智能建筑方向;2003年,编制了全国第一本智能建筑领域的实验教材《智能建筑实验指南》;2004年,开发了全国第一套楼宇控制实验教学平台;2006年,经省教育厅批准成立安徽省智能建筑重点实验室,是智能建筑领域首个省部级重点实验室;2017年,经省科技厅批准成立智能建筑与建筑节能安徽省重点实验室,经过2年的建设,于2019年通过专家组验收。2006年,设立了与智能建筑领域相关的“节能工程与楼宇智能化”硕士点,是全国首个在智能建筑领域设立硕士点的单位;2007年,正式设立了“建筑电气与智能化”本科专业,是全国首批开设该专业的高校;2010年,获批“楼宇控制与节能优化安徽省实验实训中心”,2014年,中心升格为“楼宇控制与节能优化国家级实验教学示范中心”,是全国唯一面向智能建筑领域的国家级实验教学示范中心;2013年,获批“安徽省特色专业”和“安徽省综合改革试点专业”,安徽建筑大学作为高等学校建筑电气与智能化学科专业指导委员会主任委员单位,承担了《高等学校建筑电气与智能化本科指导性专业规范》《建筑电气与智能化专业教学质量国家标准》的起草工作,对智能建筑领域相关学科专业的发展

起到了引领作用;2018年,学校成为教育部高等学校建筑电气与智能化专业教学指导分委员会主任委员单位,主办了首届智慧城市与智能建筑国际学术会议,为国内外智慧城市、智能建筑领域学者搭建了一个交流、研讨的平台,推进了建筑电气与智能化专业国际化进程;2019年,安徽建筑大学建筑电气与智能化专业入选首批国家级一流本科专业建设点。

(二) 建筑电气与智能化专业的需求分析

建筑电气与智能化是一门涉及土建类、信息类、电气类等多个学科的交叉应用型学科。其培养对象不但要掌握侧重于强电的建筑电气基本知识,还应具有适应信息时代的弱电技术^[9],从而建立多学科、多技术有机结合的知识体系。但各高校建筑电气与智能化专业的办学特色与学科基础不同,在人才培养模式中关注的重点存在差异,人才培养目标也不尽相同,每个高校建筑电气与智能化专业规定的基础课程相差较大,课程安排和实践环节的安排也有所不同^[10]。因此,在新工科建设过程中注重和突出本校的人才培养特色显得尤其重要,需要每一所高校在达到新工科专业人才培养共性要求的情况下,突出个性化的特色培养^[11]。

针对建筑电气与智能化专业人才培养模式单一、培养目标与行业需求脱节、培养模式与学科特色不明显、培养过程与工程实践脱节的问题,在专业知识和实践能力培养上突出智能建筑行业特色,在专业基础理论教学的基础上,基于“新工科”工程应用型人才需求重新构建特色实践教学体系,强调与企业结合,通过探索校企合作协同育人新模式,提高学生的工程实践能力和创新能力。

二、多学科交叉融合人才培养体系构建

(一) 集成学科优势的特色化人才培养方法

将行业特色、地域资源特色有机结合,面向智能建筑、建筑节能、智慧城市等领域,提出集成学科优势的特色化人才培养方法,提高建筑电气与智能化专业人才培养目标与智能建筑行业发展的匹配度。注重土建类、信息类、电气类多学科交叉融合,坚持能力导向,适应行业发展,强化专业特色人才培养,着力培养“知土木理论、会信息技术、通电气设计、能智慧施工、懂工程管理、具创新精神”的特色人才。以“依托地域资源,凝练办学特色,培养特色人才,服务区域发展”为指导,提出“面向安徽省地方经济发展,为建筑电气与智能化专业及其相关领域培养具有分析解决复杂工程问题能力的工程技术人才”的人才培养定位。依托学校“大土建”学科优势,以新工科教育改革为导向,主动适应智能建筑行业新技术、新产业、新业态等的发展需要,强化建筑电气与智能化办学特色,将创新创业教育融入人才培养全过程,为建筑电气与智能化专业办学特色提供支持,保持可持续发展活力和竞争力。

(二) 集成学科优势的教育资源平台

智能建筑是建筑技术与现代控制技术、计算机技术、信息与通信技术结合的产物,智能建筑领域涉及土建类、信息类、电气类等多个学科的交叉与融合。以专业认证为牵引,智能化工程为特色,突破传统人才培养机制壁垒,促进人才培养各要素与资源汇聚融合。通过系统挖掘、转化、提炼,重构智能建筑领域的特有资源,创造性地搭建情境式教学平台、信息化教学平台、教科研成果利用平台、双师型教学队伍平台、特色教学科研平台等5个建筑电气与智能化教育资源平台。构建土木工程基础、建筑信息设施、建筑设备与控制、建筑节能技术、建筑电气设计与施工、工程项目管理等六层次、递进式课程模块,形成建筑电气与智能化专业特色课程体系。

利用五大特色资源平台,打造人才培养体系与实践教学体系,实现人才培养模式与学科特色有机融合。充分利用多学科交叉融合的建筑电气与智能化教育五大特色资源平台,构建分层次、分模块特色课程体系。全面修订专业培养方案,开设土木工程基础、建筑信息设施、建筑设备与控制等6个特色课程模块,通过“专业+”“课程+”“实践+”模式,将交叉学科特色融入人才培养各环节。以“专业+特色课程模块”形成专业特色;优化课程教学内容,以“课程+特色教学内容”形成特色课程教学体系;丰富实践教学环节,以“实践+特色题材”,构建涵盖“体验—实验—实训—模拟—仿真—全真”6个层次,培养“认识、实践、综合、创新”4个能力的特色实践教学体系。

(三) 集成学科优势的“1535”人才培养体系

集成交叉学科理论,以培养“知土木理论、会信息技术、通电气设计、能智慧施工、懂工程管理、具创新精神”的特色化人才为最终目标,构建“1535”人才培养体系。“5”个结合的课程体系包括土木与电气结合、工程与管理结合、技术与技能结合、信息与控制结合、科研与应用结合;“3”个特色融入途径分别是课程融合融入、科教融合融入和产教融合融入;“5”个度的人才培养评价体系则为专业与行业契合度、职业岗位胜任度、用人单位满意度、人才培养特色显示度、对地方经济社会发展贡献度。建筑电气与智能化专业教育体系如图1所示。

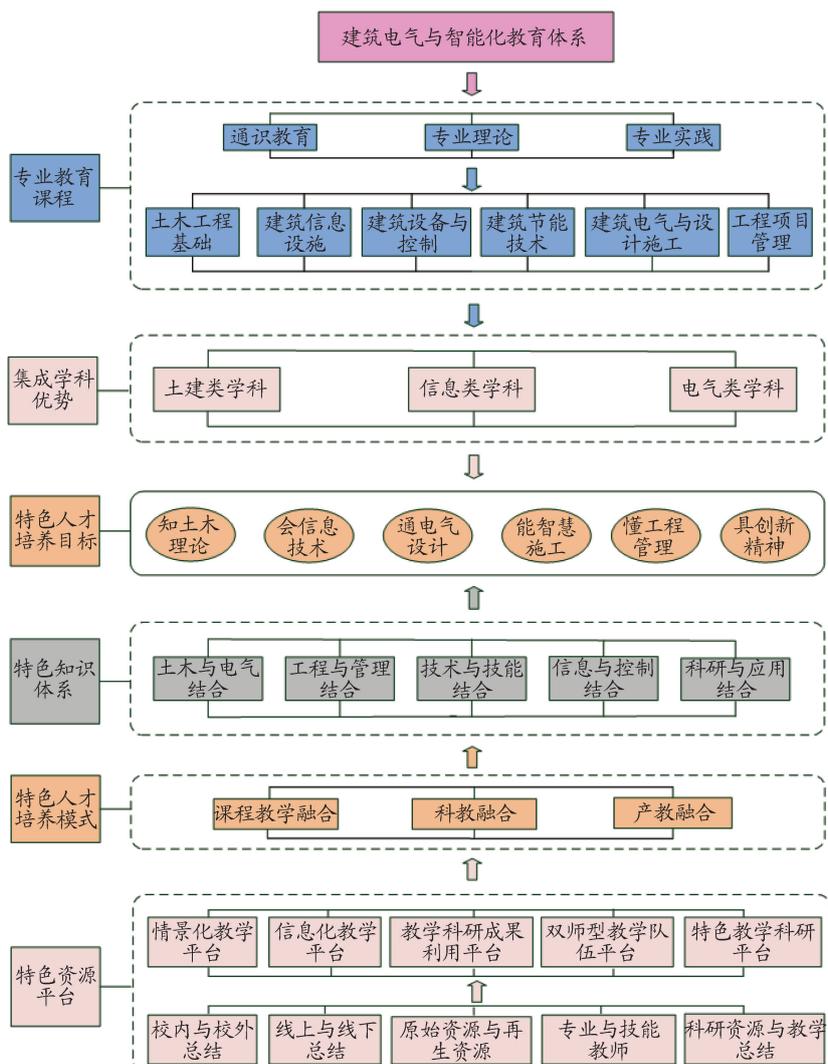


图1 建筑电气与智能化专业人才培养体系

通过改革传统教育模式,形成多层次分模块的“1535”特色化人才培养体系,培养了集成交叉学科理论的特色化人才。将土木理论、信息技术、电气设计、工程管理、设计施工课程以课程融合、科教融合和产教融合形式进行有机结合,满足建筑电气设计对具有创新创业能力、跨界整合能力、高素质的各类交叉复合型工程科技人才的需求。基于“5个度”的人才培养质量评价体系,为培养集成学科优势的专业特色人才提供全方位制度保障。

(四) 基于“新工科”工程应用型人才需求的特色实践教学体系

基于多学科交叉、多模块组合、多功能集成、多手段教学的构想,依托7个基础平台和4个特色平台,构建涵盖“体验—实验—实训—模拟—仿真—全真”6个层次,培养学生认识能力、实践能力、综合能力、创新能力4个能力,以专业技能提升、科研创作创新、综合素质拓展为目标的特色实践教学体系,如图2所示。

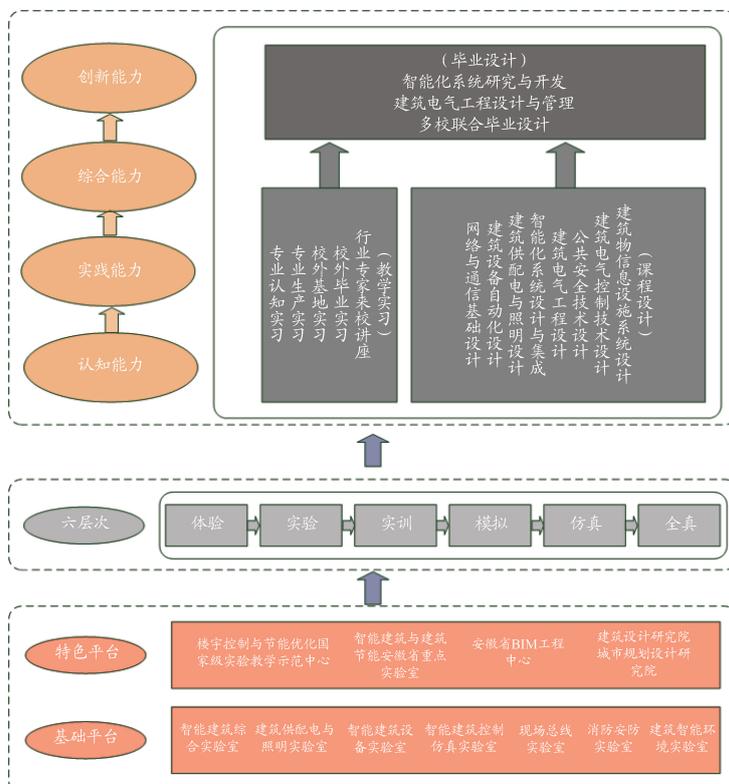


图2 建筑电气与智能化专业实践教学体系

校企合作是科研直接转化为生产、提高学生动手实践能力的最有效途径^[12]。基于新工科的工程应用型人才需求,通过探索校企合作协同育人新模式,实现人才培养与企业需求对接、培养方案与行业标准对接、教学过程与企业工作过程对接、教学环境与企业工作环境对接、知识教育与能力教育对接等“五方对接”的协同育人新模式,加强对工程实践能力和创新能力的培养。

将用人单位对人才素质要求引入教学体系,整合各个实践环节,将行业所需要的专业能力融入人才培养体系,加强教学和行业的结合,促进高校教育和行业的共同发展,进一步提升学生的工程实践能力与就业质量。真正深化产教融合、科教融合、校企合作,培养学生动手能力与创新创业能力,体现学校应用型办学的特色。

三、多学科交叉融合人才培养体系的创新

(一) 方法创新

集成学科优势的特色化人才培养方法,形成具有鲜明行业特色的办学定位。基于交叉学科理论、集成学科优势,提出集成学科优势的特色化人才培养方法,经过多年实践,形成了“面向地方经济发展,为建筑电气与智能化专业及其相关领域培养具有分析解决复杂工程问题的工程技术人才”的人才培养定位和“注重学科交叉,坚持能力导向,适应行业发展,强化专业特色人才培养”的办学理念。在地方高校中彰显行业特色,在建筑类高校中突出人才培养特色,紧密结合国家创新驱动发展和安徽省“五大发展”行动计划需求,落实“新工科建设六大理念”的要求,紧紧抓住行业发展带来的新机遇,探索培养建筑电气与智能化特色人才的新途径,破除人才培养同质化困境,提高人才培养与行业发展的匹配度。

(二) 模式创新

实施“专业+”“课程+”“实践+”的教学体系改革和科教融合、产教融合、校企协同的育人模式创新,将学科优势贯穿人才培养全过程。搭建情境式教学、信息化教学、双师型教学队伍等特色教育资源平台,通过“专业+特色课程模块”“课程+特色教学内容”“实践+特色题材”的教学体系改革,将优势资源全面转化为人才培养特色。构建梯次有序、功能互补、资源共享、合作紧密的科教融合、校企合作、产教融合网络,实施“工作室”“设计院”“五方对接”模式,提高学生动手能力、创新思维能力和社会实践能力。通过改革传统教育模式,形成分层次分模块的“1535”特色化人才培养体系。

(三) 机制创新

形成制度化、可持续的集成学科优势的特色化人才培养常态机制。完善和形成教学平台搭建机制、教学资源整合机制、教学改革研究机制、人才培养创新机制,将集成学科优势的人才培养内化为本科教学的常态化工作,固化在培养方案中,贯穿于人才培养全过程,形成基于“5个度”的人才培养质量评价体系,为培养集成学科优势的专业特色人才提供全方位制度保障。经过多年实践,培养了一大批扎根行业一线“知土木理论、会信息技术、通电气设计、能智慧施工、懂工程管理、具创新精神”的高层次专业人才,涌现出一批建筑电气设计专家和工程项目高级管理人员。

四、多学科交叉融合人才培养体系的应用成果

经过多年的研究与探索,面向“新工科”工程应用型人才需求,依托多学科交叉优势,建筑电气与智能化专业在人才培养模式与教学体系等方面进行了深入改革,取得了丰硕成果,应用成果展示如图3所示。

(一) 利用教学指导委员会平台推广专业办学特色和经验

安徽建筑大学建筑电气与智能化专业特色化办学的优异表现,得到教育主管部门的高度肯定,以教育部高等学校建筑电气与智能化专业教学指导分委员会主任委员单位的身份,牵头负责全国建筑电气与智能化专业教学理论、人才培养、课程改革、师资培训、成果推广等方面的工作。利用教学指导委员会平台及时将专业办学特色和经验予以推广应用,并积极开展专业教育教学指导。

2019年,全国高等学校建筑电气与智能化学科专业学术年会,学校代表作了题为《以新工科建设引领高质量人才培养——地方建筑类高校卓越人才协同育人模式改革与实践》的报告,将建筑电气与智能化专业建设、师资培养、实验教学和管理等方面的经验推广并辐射至全国相关高校,形成了示范引领作用。

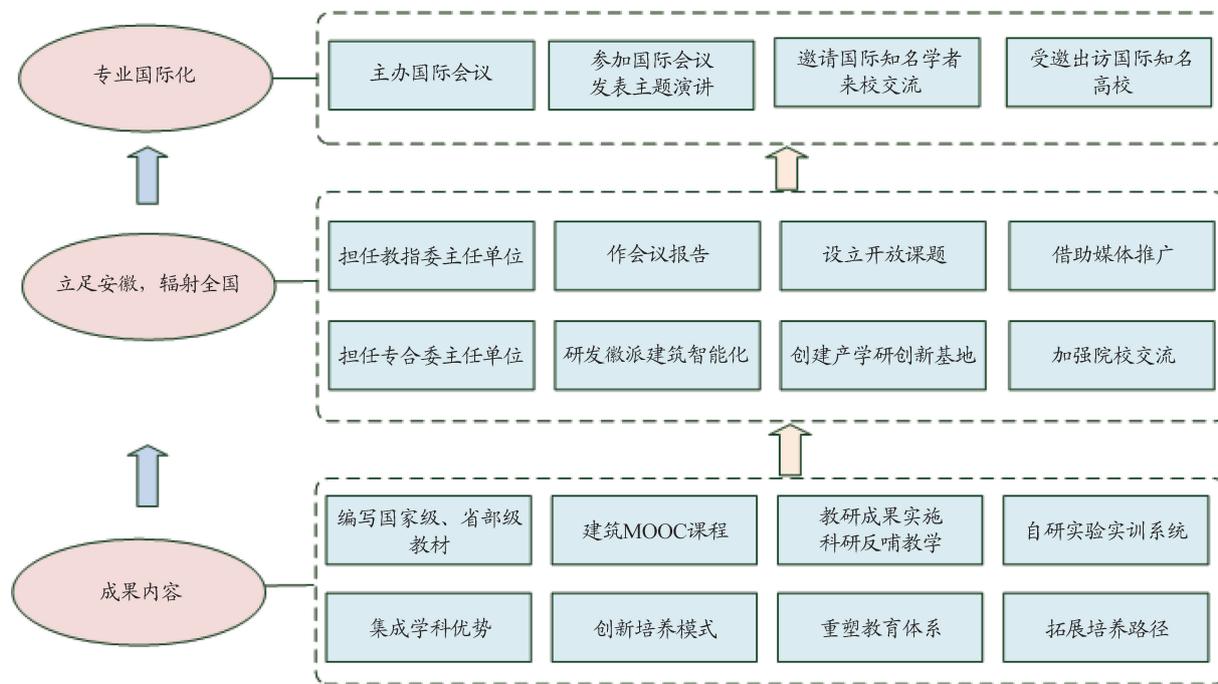


图3 成果展示

(二) 向省内外高校辐射推广教学项目研究成果

依托楼宇控制与节能优化国家级实验教学示范中心和智能建筑与建筑节能安徽省重点实验室,安徽建筑大学面向全国相关高校,开展青年教师实践能力培训、学术交流和专题研讨,并征集智能建筑领域科研与教研开放课题,进一步推动了建筑电气与智能化专业特色化人才培养体系建设和科教融合发展。同时,积极开展专业国际化交流,“走出去和引进来”并举,深入研讨建筑电气与智能化专业国际化办学模式,为建筑电气与智能化专业国际化建设积累经验。

(三) 积极开展科教融合并利用研究成果反哺教学

基于“四研讨一参与”的科研反哺教学体系,依托高水平科研项目,以建筑节能与楼宇智能化高校科研创新平台团队为基础,学生分阶段逐步参与专业导师的科研活动,培养学生实践能力和创新能力。参与过程中引导学生采用科研的态度和方法解决问题,提高学生的主动性,培养独立解决问题能力和团队协作能力,孵化学生自己的创新创业项目。例如,在学校承担的“徽州传统聚落公共安全品质提升关键技术集成研究及示范”国家科技支撑计划项目中,结合徽州传统聚落结构特点、地形地貌特征,以徽州传统聚落消防与安防系统设计为基础,遵循“预防为主,防消结合”的指导方针,结合电子防范技术与生物防范技术,建立徽州传统聚落安全防范与应急处置系统,为多发性灾害预防与非常规突发性事件处置提供技术支持。多名专业教师在项目示范应用过程中,总结提炼项目工程经验,设计开发了一系列颇具特色的徽派建筑智能化实践教学项目。近五年,在校学生创

新和实践能力不断提高,获批国家级大学生创新创业训练计划项目30余项,获国家级、省部级竞赛奖10余项,尤其在针对建筑与智能化专业举办的全国大学生智能建筑工程实践技能竞赛中,2018年学校代表队以优异的成绩获得特等奖,以学生为主体获得专利和软件著作权近30项,进一步提升了学生的创新能力。

(四) 实施校企合作协同育人以提高学生实践能力

专业教师自主开发实验实训系统,取得多项国家专利和软件著作权,并将其转化应用,在实验教学中取得了很好的效果,与深圳市松大科技有限公司等企业广泛开展合作研究,获批“建筑组态控制技术课程建设”“智能化系统设计与集成课程建设”“基于智能化系统设计与集成专业课程的相关培训”等多项教育部协同育人项目,充分利用企业云平台,整合多种社交网络工具和多种形式的数字化资源,打造精品MOOC。建筑电气与智能建筑综合实验课程已获安徽省教育厅推荐,参评国家级一流本科课程。以行业需求为导向,促进专业课程建设与师资培训。利用企业的产业优势和先进的行业技术,在智能建筑领域广泛开展校企合作协同育人,健全建筑电气与智能化专业特色人才培养机制。

五、结语

随着智能建筑、建筑节能、智慧城市等领域的快速发展,社会对建筑电气与智能化专业应用型和技术节能型人才培养提出了更高的要求。学科交叉融合是“双一流”建设下学科建设的必然趋势。依托“大土建”学科优势,以新工科教育改革为导向,主动适应行业发展需求,紧跟行业新技术发展方向,安徽建筑大学建筑电气与智能化专业不断完善多学科交叉融合人才培养体系,强化办学特色,培养专业能力强、综合素质高的应用型特色化人才。

参考文献:

- [1] 陆国栋,李拓宇. 新工科建设与发展的路径思考[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 20-26.
- [2] 教育部高等教育司关于开展新工科研究与实践的通知[EB/OL]. [2020-05-30] (2017-02-20). http://www.moe.edu.cn/s78/A08/A08_gggs/A08_sjhj/201702/t20170223_297158.htm.
- [3] 夏建国,赵军. 新工科建设背景下地方高校工程教育改革发展刍议[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 15-19, 65.
- [4] 林健. 面向未来的中国新工科建设[J]. 清华大学教育研究, 2017, 38(2): 26-35.
- [5] 孙萍. 建筑电气与智能化专业本科实践教学改革的探讨[J]. 吉林省经济管理干部学院学报, 2010, 24(2): 109-112.
- [6] “新工科”建设复旦共识[J]. 高等工程教育研究, 2017(1): 10-11.
- [7] 乔美英,陶慧. 行业特色自动化专业人才培养体系构建[J]. 电气电子教学学报, 2020, 42(1): 21-25, 56.
- [8] “建筑电气与智能化”专业人才的教育与培养[J]. 智能建筑与城市信息, 2008(5): 114-115.
- [9] 郭福雁,黄民德. 建筑电气与智能化专业人才培养模式探讨[J]. 高等建筑教育, 2011, 20(5): 23-26.
- [10] 杨世忠,邢丽娟. 建筑电气与智能化专业人才培养模式改革思路[J]. 高等建筑教育, 2017, 26(1): 41-44.
- [11] 林健. “卓越工程师教育培养计划”通用标准研制[J]. 高等工程教育研究, 2010(4): 21-22.
- [12] 刘辉. 建筑电气与智能化专业校企合作的运行与探索[J]. 通讯世界, 2019, 26(10): 305-306.

Construction of interdisciplinary integration talent training system for building electricity and intelligence specialty

YANG Yalong, FANG Qiansheng, WANG Mingyue, XIE Chenlei, ZHOU Yurong

(*School of Electronic and Information Engineering, Anhui Jianzhu University, Hefei 230601, P. R. China*)

Abstract: Building electricity and intelligence specialty is an interdisciplinary subject involving civil engineering, information, electrical and other disciplines. The lack of relevant professionals has become an important reason to hinder the development of intelligent building industry in China. Therefore, the demand of national and social development for cultivating professional talents in building electrical and intelligent fields is imminent. Aiming at the four key issues of a single talent training model for building electrical and intelligent professionals, blurry of training objectives, unclear training characteristics, and disjointed training links, building electricity and intelligence specialty of Anhui Jianzhu University puts forward integrated disciplines according to the needs of social development and composite talents advantaged talented person training method, and constructs the engineering application talents based on emerging engineering education. The talent demand reconstructs the characteristic practice teaching system, forms the “1535” talent training system which adapts to the needs of the society and the industry, put forward the solution of the multi-disciplinary cross integration talent training system that integrates method innovation, model innovation and mechanism innovation, and show the application results of the multi-disciplinary cross integration talent training system, provides the reference for the construction of the national first-class undergraduate major of building electrical and intelligent.

Key words: interdisciplinary; emerging engineering education; talent training system; first-rate major

(责任编辑 周沫)