doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2023.03.024

欢迎按以下格式引用:许馨尹,吴征天,付保川.建筑电气与智能化专业多校联合毕业设计实践与研究[J].高等建筑教育,2023,32(3):199-206.

建筑电气与智能化专业多校联合毕业设计实践与研究

许馨尹[1,2],吴征天[1,2],付保川[1]

(1.苏州科技大学 电子与信息工程学院,江苏 苏州　215009;
2.安徽建筑大学 楼宇控制与节能优化国家级实验教学示范中心,安徽 合肥 230022)

摘要:毕业设计对培养建筑电气与智能化专业学生综合运用所学基础理论、基本知识、基本技能解决实际问题具有十分重要的作用。联合毕业设计不仅能促进高校之间的交流,而且能夯实专业建设,扩大专业影响力。通过对建筑电气与智能化专业联合毕业设计 8 年实践教学模式进行分析,探讨高校与高校、高校与企业等主体与各协同体互动式实践教学模式,针对存在的问题提出相应的建议,以落实教育资源共享共用理念,推动教学相长,实现多方互惠共赢,推进协同育人多维度实践教学模式的创新。

关键词:建筑电气与智能化;联合毕业设计;实践教学模式;协同育人

中图分类号:TU-4; C961　　**文献标志码:**A　　**文章编号:**1005-2909(2023)03-0199-08

物联网、云计算、移动互联网等智能信息技术的高速发展,对新工科背景下建筑电气与智能化专业人才培养提出了新的要求和挑战。建筑作为智慧城市的基本单元、管理枢纽和基础载体,其智能建筑技术的发展和工程建设都应满足社会需求,而技术的发展和实际应用离不开人才的培养,学生只有在校期间得到必要的知识融合、工程实践训练,毕业之后才能在设计、建设、管理和服务一线发挥应有的作用,从事科技含量高、综合性强的技术工作。毕业设计是学生最重要的实习环节,也是检验学生四年学习成果的重要手段之一,是评定毕业成绩的重要依据。同时,通过毕业设计使学生对某一课题作专门深入系统研究,巩固、加深、拓展、深化已有知识,培养综合运用已有知识独立解决问题的能力,这也是学生走上国家建设岗位前的一次重要的过渡[1]。

修回日期:2021-07-05

基金项目:2019 楼宇控制与节能优化国家级实验教学示范中心开放基金项目"新工科视域下多方协同培养机制研究——以建筑电气与智能化专业为例"(BCES2019KF11);建筑电气与智能化专业硕士人才培养模式(BCES2019KF10)

作者简介:许馨尹(1990—),女,苏州科技大学电子与信息工程学院实验师,硕士,主要从事建筑智能化研究,(E-mail)xu_xinyin@163.com;(通信作者)吴征天(1986—),男,苏州科技大学电子与信息工程学院副教授,博士,主要从事建筑智能化研究,(E-mail)wzht8@mail.usts.edu.cn。

目前关于建筑电气与智能化专业的联合毕业设计主要围绕电气相关的设计类和研发类两大课题展开,而建筑电气与智能化专业是介于土建和电气两大学科之间的一门综合交叉学科。设计类的课题是一个不断动态迭代的过程,具备工程应用性强及核心技术发展快的特点,需要与建筑、结构、暖通、给排水等专业相互配合,与甲方业主、施工单位、智能化公司及设备厂商等多家单位密切联系,是一个协调配合、沟通确认和互相论证的动态过程。传统的建筑电气与智能化专业毕业设计模式采用指导教师布置建筑图纸和设备图纸,学生在此基础之上进行电气设计,独自完成指导教师布置的课题。建筑电气与智能化专业与工程实践结合紧密,缺少和相关学科、相关课题组及相关企业的联动,学生的专业知识、协调配合能力、沟通能力得不到及时锻炼。针对此,在传统一对多的毕业设计基础上形成跨学校甚至跨专业的联合毕业设计团队模式,通过增强各相关高校建筑电气与智能化专业教师与学生间的相互交流,实现教育教学资源共享,促进毕业设计专业水平的共同提升,提高建筑电气与智能化专业在高校中的影响力和社会认可度。

建筑电气与智能化专业教学指导分委员会于 2010 年提出联合毕业设计构想并付诸实施。连续多年的实践表明,该项工作的开展对于促进人才培养质量的提升作用重大。

一、联合毕业设计发展历程

联合毕业设计活动以高校建筑电气与智能化学生毕业设计为契机,时间上保持与学生毕业设计周期同步,采用竞赛的形式鼓励各校教师和学生积极参与,创建一个学生与主体之间彼此对话的平台,而不是填满信息的空间[2]。设计活动融合多所高校的毕业设计,打破地域与学科壁垒,以相同的设计主题和研究范围为设计对象,在前期调研和后期设计中各校师生进行无障碍交流。经过多年的发展和壮大,于 2021 年已初步形成参与高校固定、国内具有重要影响力的建筑电气与智能化专业毕业设计交流平台。2014 年正式命名为“第 X 届多校联合毕业设计”,其发展历程如表 1 所示。随着时间的推移,参与规模逐渐扩大,课题也越来越丰富。

表 1 联合毕业设计发展历程

时间	参加学校	课题类型
2014 年	南方组:安徽建筑大学、南京工程学院、苏州科技大学、盐城工学院、西安建筑科技大学、南京工业大学共 6 所 北方组:北京建筑大学、天津城建大学、山东建筑大学共 3 所	单体建筑、含室外总平面建筑群、含公共地下空间的建筑组团
2015 年	南方组:增加了长安大学、同济大学、华东交大、三江学院 北方组:增加了吉林建筑大学、青岛理工大学	工程设计类+研发类+施工安装类
2016 年	南方组:增加了郑州轻工业学院、南京工业大学、南京师范大学泰州学院 北方组:未增加	工程设计类+研发类+施工安装类
2017 年	南方组:增加了金陵科技大学、湘潭大学、东莞理工大学城市学院 北方组:增加了长春工程学院、长春建筑学院、内蒙古科技大学工学院	工程设计类+研发类+施工安装类
2018 年	不分南北方组,全国共计 23 所院校参与	工程设计类+研发类+施工安装类+BIM 设计
2019 年	不分南北方组,全国共计 23 所院校参与	工程设计类+研发类+施工安装类+BIM 设计
2020 年	不分南北方组,全国共计 26 所院校参与	工程设计类+研发类+施工安装类+BIM 设计
2021 年	不分南北方组,全国共计 27 所院校参与	工程设计类+研发类+施工安装类+BIM 设计

二、联合毕业设计教学过程

(一)联合毕业设计内涵

建筑电气与智能化专业毕业设计是一个较为复杂开放、非平衡态的系统工程。(1)复杂系统:该专业学生既要掌握建筑电气相关的专业知识,又要了解给排水、暖通、建筑学、土木工程等其他学科知识,具备多学科、多技术交叉的特点。(2)开放系统:培养和实践过程需与外界环境包括企业(设计院、智能化公司、甲方、房地产、建设公司及电力公司等)、其他高校进行人才、知识信息、物质资源等交换。(3)非平衡态:随着智慧城市建设加速、企业产业变化(智能化弱电公司如春笋般崛起)及学生个体特点的不断变化,对该专业人才实践能力培养提出了新要求,因此必将打破传统人才培养模式的现有平衡,补充新的内容,使其内涵和外延得到完善与扩充,紧扣智能建筑、智慧城市、新一代信息技术等主题。

多校联合毕业设计的内涵是通过联合学习、联合培养,将校际间、校企间、学生间的知识流进行转移和融合,形成共享知识库。该知识库不仅包含传统教育中的理论知识,而且更多的是隐形的知识,包括实践性能力、自主探索能力、知识融合能力、综合职业素养、协调能力和表达能力等。通过闭合环形成多方联合主体资源依赖和互动关系,发挥联合优势,进行高水平、深层次的合作与交流,如图 1 所示[3]。

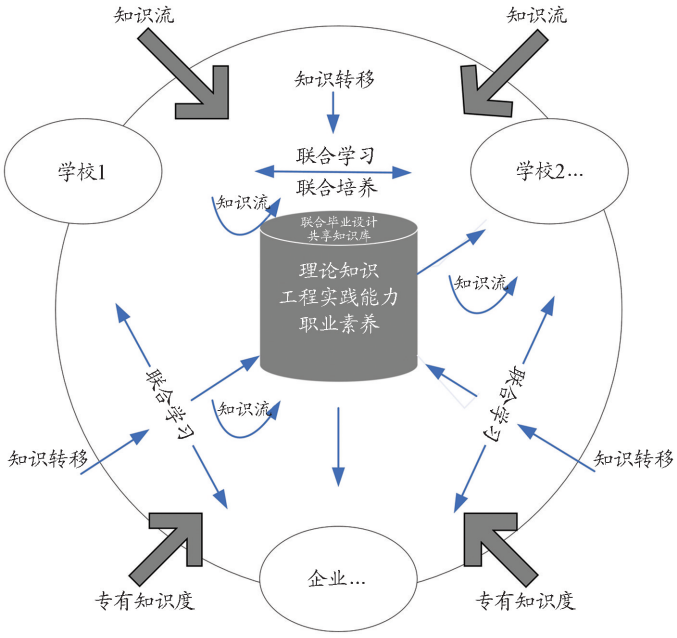

图 1　联合毕业设计知识互动关系

(二)教学过程

多校联合毕业设计是在教育部建筑电气与智能化专业教学指导分委员会的直接领导下,由多所高校共同参与的一项教学活动。各高校秉着自愿原则,安排参与毕业设计过程的指导、设计或学习交流,各高校可根据学校实际情况确定参与方式。联合毕业设计指导专家委员会制定管理细则并进行具体业务指导,下设若干工作小组,负责一个或若干个联合毕业团队的日常指导及管理。以

工程实践项目设计为基础,旨在建立一套具有实践性、便于操作的土建类建筑电气与智能化专业学生联合培养模式[4],联合毕业设计运作流程如图 2 所示。

(1)题目征集与选题阶段。联合毕业设计征集题目要求以建筑电气与建筑智能化工程设计和应用研发为主。选题要求既能满足教学需要,又能联系实践应用和科学研究,提倡“真题真做”。在选择题目之后,各校可根据实际情况对原题适当拓展。选题一般于第七学期结束前完成并落实到学生,以便学生及早准备。联合毕业设计形式不同选择的题目类型也不同,一般有三种联合形式:一是各校学生各自独立完成同一建筑的电气与智能化设计;二是多校共同完成一个含电气与智能化室外总平面设计的建筑群电气与智能化设计;三是多校共同完成一个含公共地下空间的建筑组团电气与智能化设计。

(2)开题阶段。承办院校召开开题研讨会,参与人包括各高校和企业指导教师。指导教师将实际正在设计的工程项目作为课题,并明确课题的工程概括和项目投资方的基本需求,要求教师按照联合毕业设计任务书撰写学生个人毕业设计任务书,学生按要求提交开题报告和工作计划安排。在此阶段要求学生初定设计方案,做方案对比分析,熟练操作常用电气设计软件,熟悉国家相关规范与地方标准,明确在设计过程中与其他相关专业的协调配合内容,如建筑、结构、水、暖及弱电等。

(3)设计阶段。依据开题阶段初定的设计思路,在熟悉制图规范与方法基础上,利用建筑电气工程设计的步骤和方法,查找和应用有关设计手册和技术资料,从局部到项目整体,完成设计对象的全套电气施工图绘制。在设计阶段,各高校定期开展交流指导,协调沟通设计过程中遇到的问题。毕业设计过程中的日常指导与交流分为日常交流和集中交流。日常交流主要有线上交流、学生交换交流、教师短期指导交流三种形式。集中交流是指在固定时间和地点结合阶段性成果与问题学生集中汇报,教师集中指导。

(4)中期答辩。各参与院校在承办院校进行中期汇报。按照课题类别的共性和差异性组成多组答辩小组,一般在 1~2 天内完成答辩,并按照要求对前期研究进行整理,形成初步方案并汇报。评委教师根据各小组的方案提出全面的评价及改进意见。

(5)成果答辩。一般在每年 6 月上旬进行最终成果答辩。联合毕业设计答辩委员会审核和批准各答辩小组的组成成员,审查学生的答辩资格,确定答辩方式、程序和时间,制定评分标准,按规定的程序统计、确认每位学生的联合毕业设计(论文)成绩,对答辩中出现的问题和争议进行处理和裁决。根据需要按题目设若干答辩小组。每个答辩小组由 3~5 名成员组成。答辩小组成员一般应具有中级以上职称,且必须有一名工程经验丰富的企业导师(或校内教师)。学生汇报毕业设计内容,答辩组针对学生毕业设计课题成果的合理性、准确性及设计方案可行性进行详细点评,最终综合指导教师和答辩小组的成绩得出学生毕业设计成绩。

以工程设计类为代表的校-校、校-企协同联合毕业设计实施步骤体现了协同的过程,其本质是多个院校通过通力合作、相互协调达到共同目标,强调在运行过程中的合作性和集体性。只有基于目标一致而形成的有序、协同、紧密关联的动态结构时,整个联合毕业设计系统才会发挥最优能效,从而不断发展到更高阶段。

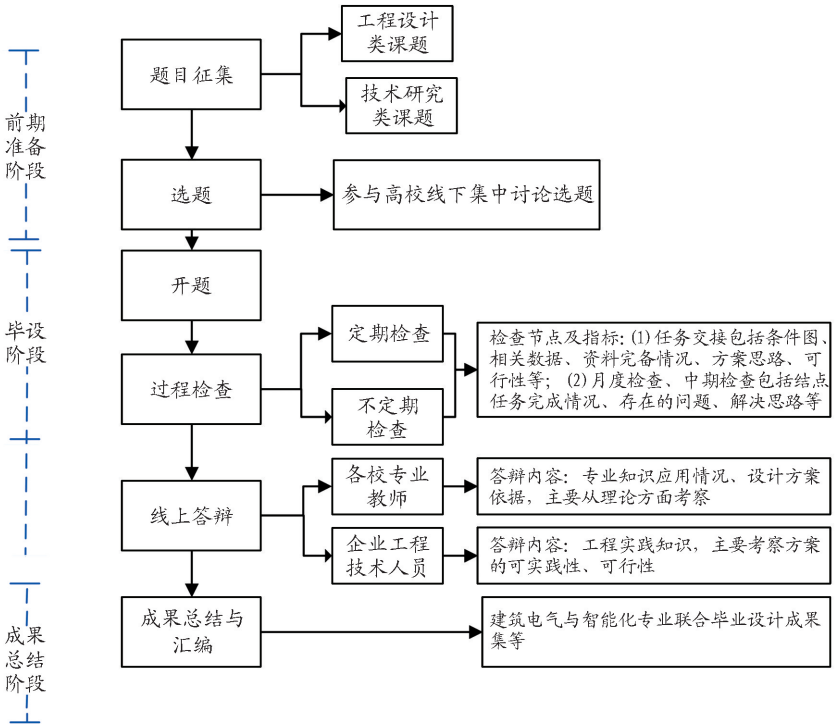

图 2　联合毕业设计运作流程

三、存在的问题

建筑电气与智能化专业联合毕业设计在教指委的指导下已经连续开展多年,参与联合毕业设计的高校从最初的几所增至 2021 年的 27 所,设计题目类型也从最初的单体建筑扩展到多元化的题目类型,如工程设计类、研发类、施工安装类、BIM 设计及 BIM 二次开发等,紧扣智能建筑、智慧城市发展需求,培养的学生数量逐年增加,质量也随之提高。除此之外,对优秀的联合毕业设计成果进行整理,汇编形成专著,包括毕业论文,作品展示等。在专业教师与学生的相互探讨和交流实践中,共享了教育教学资源,促进了各高校建筑电气与智能化专业毕业设计水平的共同提高,但在联合毕业设计的教学过程控制中也存在一些问题。

(1)动力机制不够健全,联合深度不够。联合毕业设计是一个多维度、动态的过程,该过程涉及各要素之间互动关系的系统性转变。如何构建动力机制是保障联合毕业设计顺畅运转的前提,是促进联合工作顺利开展,保障各校、企业之间的协调互动的黏合剂。推动联合毕业设计的内外动力有利益、文化价值、市场环境、政策等方面的驱动,只有依据不同动力因素的特点及相关关系采取积极措施才能形成促使联合毕业设计稳步运行的合力。在毕业设计过程中,由于缺乏相关的工作规程对阶段性成果做统一评判,且各校工作进度、毕业设计安排差别较大,导致阶段性的完成效果不太理想。

(2)联合毕业设计缺少多专业多学科的交叉讨论与沟通确认。目前关于建筑电气与智能化专业的联合毕业设计主要针对电气相关的设计类和研发类课题,而建筑电气与智能化专业是介于土建和电气两大学科之间的一门综合交叉学科,关于设计类的课题是一个不断动态迭代的过程,在设计前期需要与业主沟通,明确业主的需求,在设计过程中需要结合工程实际情况在不违反规范的前

提下尽可能满足业主后期的使用需求。在设计过程中,需要与建筑、结构专业沟通确认设备机房(如变电所、消控室等)、强弱电间(井)的位置及尺寸等,在机房落位过程中可能会出现机房及管井冲突或位置不能同时满足建筑、给排水、暖通三个专业需求的情况,需要各方协商解决。而实际联合过程中,学生基于现有的设计条件进行设计,设计思路也是基于原有建筑设计人员规划好的设计思路,在联合毕业设计的过程中缺少机房提资能力、方案规划能力,以及沟通协调解决问题能力的锻炼机会[5]。如何更好地结合建筑、结构、水、暖等学科专业,从多维度综合考虑和观察学科本体的动态属性也非常重要。

(3)联合毕业设计结果的正确性缺乏有效的监管。考虑到运行前期的主要任务是扩展规模和扩大影响力,现有的联合毕业设计管理文件呈现出覆盖面较大、通用性较强的特点,其针对性、交叉性及关于联合的任务、内容不够全面具体;关于联合设计成果考察也停留在设计本身,较注重某一设计阶段的专业技术和知识,而忽略了课题整体以及团队协调合作;答辩环节以成果为导向,评价的指标与机制缺乏科学性。如何对联合毕业设计的组织活动进行跟踪、监督和管理,并及时反馈是可持续发展的根本,因此探索科学有效的联合毕业设计评价模式具有重要意义[6-7]。

(4)仍有较多院校未参与联合毕业设计。全国有 100 余所高校设有建筑电气与智能化专业,截至 2021 年,共有全国 27 所高等院校参与联合毕业设计,还有大部分高校未参与。调研分析原因主要有:①该专业始于 2009 年,部分学校该专业的办学历史较晚,有些还未有毕业班学生,其次该教学活动于 2014 年开始,时间较短,很多学校对该活动了解不够深入;②该活动在教指委的指导下开展实施,因部分院校对该活动的支持(政策、资金以及环境等)力度不够,实践条件不足导致参与度不高;③该活动的开展对于促进人才培养质量的提升发挥了很好的作用,但是在全国的影响力仍有待进一步提高,教指委也在陆续出台相关政策以扩大覆盖面和影响力,以吸引更多院校的师生参与,最终形成百花齐放的态势。

四、改进措施

通过“校-校、校-企”全面合作,整合校内外资源、利用联合优势构建多元化的平台,为联合毕业设计的开展提供必要的环境与条件支撑,形成“导入需求、嵌入行规、植入平台、介入培养、回归工程”的创新联合新思路,具体如图 3 所示。

(1)导入需求。建筑电气与智能化联合毕业设计具备建筑特色明显、实践性强、发展快、与现行标准密切相关、注重工程实际应用等特点,因此,需要将业主需求直接导入,在联合过程中结合工程实际情况实现“真题真做”。对于学生而言,形成闭环反馈,依据业主需求、行业发展、标准规范调整设计目标。联合毕业设计题目要满足教学要求,以提高学生运用理论知识的综合能力、知识系统的构建能力、工程实践能力、团队协作能力及职业素养为目的,综合考虑设计深度与广度。一般而言,电气设计(强电系统)应满足施工图设计深度,智能化系统应满足投标要求,强调学生参与工程训练的过程,如产品选择、各系统设计的流程。在知晓设计流程的基础上,再适当考虑广度。

(2)嵌入行规。将社会对用人需求嵌入联合培养过程中,体现和承载工程化培养的必要内容。在此环节,加强对各种工程设计软件的操作练习,强化企业在联合过程中扮演的角色,组织实施对现行标准、规范、图集等的集中学习培训,及时更新和补充知识库。对相关联合方也应提出相应的人员、设备、资源条件等配套管理要求,制定培养计划(任务分配、培养目标等),包括对企业导师的

遴选和培训等,要让学生在企业导师的指导下,通过项目推进不仅达到产与学的比肩进步,而且倡导研究与创新,凸显多校联合模式在学生培养和企业发展上的优势,对设计结果的正确性要有监管措施、审核机制,保障毕业设计的效率与效果。

(3)植入平台。在联合过程中寻找契机将各类校-校合作、校-企合作打造成高端协同育人平台,深化校企产教融合。该平台是由多方资源形成的共享知识库,承担着联合毕业设计工程化培养的任务。根据学生阶段性设计成果,利用该平台有针对性地进行联合指导与探究,并将设计成果反馈至实际工程项目中,形成以企业需求和实际技术应用为主导的联合活动。通过校-校、校-企环境、资源的良性动态互动实现对人才精准的定位和培育。

(4)介入培养。加强和拓展联合培养基地建设。联合培养基地中的企业单位是创新型工程师培养计划实现的重要资源,应根据社会需求的广度,不断补充、更换与调整资源,这是一个长期持续的工作[8-9]。将企业先进平台转化为开放的人才培养教学平台,承载工程化训练任务,形成行业企业参与工程化联合毕业设计全过程的模式,将工程发展实际、工程实践经验和工程实践案例引入指导,在此过程中注重成果总结,从选题、开题,任务分解到分工,形成《建筑电气与智能化专业联合毕业设计工作规程》《建筑电气与智能化专业联合毕业设计成果集》等汇编资料。

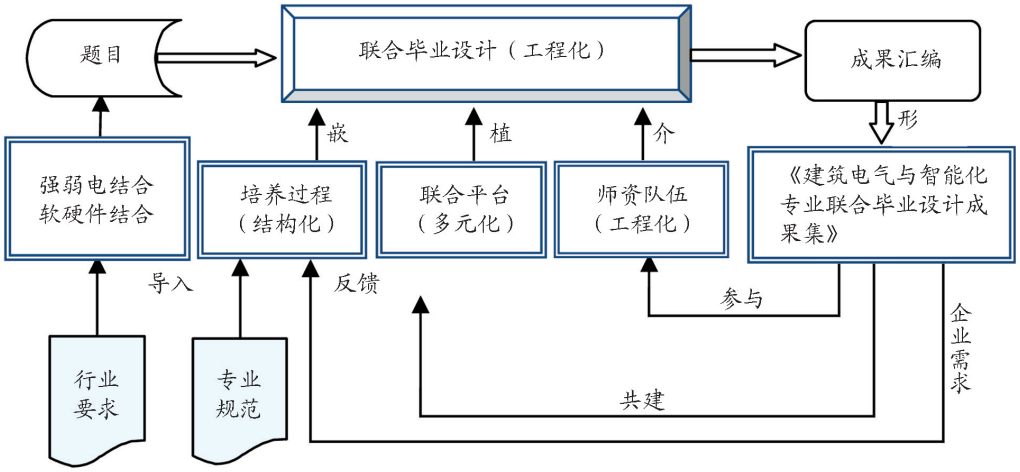

图 3　利用联合优势形成多元化的平台

五、结语

联合毕业设计将多学科交叉背景下的工程实践与高校人才培养模式有机结合,符合培养现代工程人才的需求。其可保证完成专业培养内既定的计划安排,又通过联合培养的形式拓宽了学生的知识面;同时使得学生在毕业设计阶段能够接触更多的工程实际课题,通过“真题真做”培养了学生工程实践能力、科研能力及团队沟通协调能力,为其踏上工作岗位奠定了坚实的基础。在此基础上加深了学生对所学专业的认知以及相关学科专业之间的融合与应用,为实践应用型人才的培养发挥了重要作用,提高了教育教学质量,体现了教学相长、资源共享的教育理念。

建筑电气与智能化本科生联合毕业设计项目的合作院校虽然逐年增加,但是合作院校的覆盖面仍然较小。在高等学校建筑电气与智能化学科专业教学指导委员会的鼓励下,目前正积极宣传,以吸引更多高校、企业、指导教师及学生参与,为学生搭建更加广阔的学习锻炼平台。

参考文献：

[1]高等学校建筑电气与智能化学科专业指导小组.高等学校建筑电气与智能化本科指导性专业规范[M].北京：中国建筑工业出版社,2013.

[2]张继刚,郑丽红,李沄璋,等.多维跨界互动式教学模式创新的实践探讨[J].高等建筑教育,2019,28(3):110-115.

[3]沈炯,冯建明,等.研究生培养协同机制研究[M].南京：南京大学出版社,2018.

[4]冯增喜,任庆昌,于军琪,等.建筑电气与智能化专业毕业设计实践与研究[J].吉林建筑工程学院学报,2012,29(6):61-63.

[5]汪万芬,涂劲松,卞祝,等.高校土建类多专业联合毕业设计模式探索与实践[J].山西建筑,2019,45(20):182-183.

[6]魏巍,夏洪流,王志军,等."卓越计划"之校企联合指导毕业设计模式的探索与实践[J].高等建筑教育,2019,28(6):100-106.

[7]叶晓甦,曹宇薇,吴书霞,等.基于《华盛顿协议》的土建类多专业联合毕业设计质量评价机制构建研究——以重庆大学为例[J].高等建筑教育,2016,25(3):34-40.

[8]沈佳君,黄宏伟.土木工程专业本科生联合毕业设计探索[J].高等建筑教育,2014,23(1):119-122.

[9]李翠敏,王晓春.新工科背景下地方高校人才培养新模式探索[J].大学教育,2020,9(4):154-156.

Practice and research on multi-school graduation design of building electricity and intelligence

XU Xinyin[1,2], WU Zhengtian[1,2], FU Baochuan[1]

(*1. School of Electronic and Information Engineering, Suzhou University of Science and Technology, Suzhou 215009, P. R. China; 2. National Experimental Teaching Demonstration Center for Building Control and Energy Conservation Optimization, Anhui Jianzhu University, Hefei 230022, P. R. China*)

Abstract: Graduation design plays a very important role in cultivating the ability of building electricity and intelligence students to comprehensively use the basic theory, basic knowledge, basic skills and solve practical problems. Multi-school graduation design can not only promote the communication between universities, but also strengthen the construction of a major and expand its influence. Based on the analysis of the eight-year practice of teaching mode of joint graduation design of building electricity and intelligence, this paper discusses the interactive teaching practice among colleges and enterprises, and puts forward corresponding suggestions for the existing problems, so as to promote the mutual benefit between teachers and students, implement the concept of sharing educational resources, realize the mutual benefit and win-win situation of multiple institutions, and promote the innovation of multi-dimensional practice teaching mode of collaborative education.

Key words: building electricity and intelligence; multi-school graduation design; practice teaching mode; cooperative education

(责任编辑　梁远华)