

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2022.03.008

欢迎按以下格式引用:张登春,郝小礼,于梅春,等.新工科背景下建筑环境与能源应用工程专业创新型人才培养模式探索[J].高等建筑教育,2022,31(3):57-62.

# 新工科背景下建筑环境与能源应用工程专业创新型人才培养模式探索

张登春,郝小礼,于梅春,胡锦涛

(湖南科技大学 土木工程学院,湖南湘潭 411201)

**摘要:**以经济和新产业为背景的建筑环境与能源应用工程专业面临前所未有的机遇和挑战。以湖南科技大学建筑环境与能源应用工程专业建设为例,总结其在人才培养模式、实验教学条件改善、生产实习模式改革、学科竞赛和科技创新等方面的主要举措,探索新工科背景下,建筑环境与能源应用工程专业创新型人才培养方法,以主动适应高等工程教育模式的转换。

**关键词:**新工科;建环专业;人才培养;实践教学

**中图分类号:**G640;TU **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2022)03-0057-06

目前,世界正处在新一轮科技革命和产业变革加速进行时期,新经济的快速发展对工程科技创新人才培养提出了更高要求,世界高等教育正在发生革命性变化,迫切需要高校加快工程教育范式改革,面向未来产业需求,创新人才培养模式,培养具有创新能力和跨界整合能力的卓越工程科技人才<sup>[1]</sup>。新工科建设正是国家为应对经济快速发展、产业剧烈变革、全球激烈竞争的新挑战,提出的一项引领未来工程教育改革、推动我国高等教育由大国向强国迈进的重要举措<sup>[2]</sup>。2017年,教育部提出把新工科建设作为新时期国家推进高等教育改革的新战略,得到了党和国家及社会各界的高度关注,形成广泛共识<sup>[3-5]</sup>。新工科建设的核心目标是培养现代经济社会所需的实践和创新能力强、具有跨界整合能力和动态适应能力的高素质复合型工程科技人才,使我国工科教育能够对接新经济、新产业的发展需求<sup>[6]</sup>。

作为传统工科专业,建筑环境与能源应用工程专业(简称建环专业)如何培养学生的创新精神和跨界整合能力,适应新工科建设的需要,是一个值得深思的问题。目前,我国高校工程教育普遍

修回日期:2021-03-16

基金项目:湖南省普通高等学校教学改革研究项目“新工科背景下建筑环境与能源应用工程专业结构调整优化机制探索与实践”(HNJG-2020-0483);湖南科技大学2019年教学改革研究项目“基于工程教育专业认证理念的建环专业实践教学模式改革与探索”

作者简介:张登春(1972—),男,湖南科技大学土木工程学院教授,硕士生导师,主要从事建筑室内环境控制研究,(E-mail)dczhang2000@126.com。

存在滞后于社会需求、重理论轻实践的问题。美国工程院发布的《2020 的工程师:新世纪工程的愿景》报告中提出,未来工程师应该具备的重要素质之一就是实践能力<sup>[7]</sup>。因此,新工科背景下,建环专业人才培养的首要目标是提高学生的工程实践能力<sup>[8-10]</sup>。本文以湖南科技大学建环专业为例,在传统工科教育的基础上,通过专业结构调整和校企密切合作,探索高素质、创新型工程人才培养模式的构建和实践,以期提高建环专业人才培养质量。

## 一、建环专业发展概况

1998年,教育部对本科专业目录进行重组整合,将“供热通风与空调工程”和“城市燃气工程”两个专业合并为建筑环境与设备工程专业<sup>[10]</sup>。此次整合旨在拓宽专业口径,重视能力培养,实现“专才”教育向“通才”教育的转变。专业内涵由过去侧重单一热湿环境调控转向健康舒适人工环境的营造。2012年,教育部将建筑设施智能技术(部分)和建筑节能技术与工程两个专业纳入建筑环境与设备工程专业范围,名称调整为建筑环境与能源应用工程,专业内涵进一步扩充。2017年以来,教育部全面启动和推进新工科建设,建环专业被列为新工科专业。随着人类生活水平的提高,建筑室内环境质量标准日益提高,对建环专业人才的需求增加,建环专业办学规模不断扩大,全国开设有建环本科专业的学校由1998年的68所增加到现在的190余所<sup>[11-12]</sup>。

湖南科技大学建环专业创建于1992年,在原湘潭矿业学院矿山通风与安全工程专业的基础上开办供热通风与空调工程专业(辅修班)。1996年,申报供热通风与空调工程专业,并在矿山通风与安全工程专业招收暖通空调方向本科生。1997年,获批供热通风与空调工程专业并正式招生。1998年,供热通风与空调工程专业更名为建筑环境与设备工程专业。2006年,我校获得供热、供燃气、通风及空调工程专业硕士学位授予权并开始招硕士研究生。2008年,建环专业获批湖南省特色专业建设项目,成为第一批湖南省普通高等学校特色专业(地面与地下相结合的人工环境控制技术)。2012年,建筑环境与设备工程专业更名为建筑环境与能源应用工程专业。2019年,建环专业通过住建部建筑环境与能源应用工程专业本科教育评估(认证),同年,被湖南省教育厅确定为省“一流专业”建设点。

## 二、新工科背景下建环专业创新型人才培养模式探索

### (一) 构建新的建环专业课程体系

为实现新工科背景下建环专业结构调整,确定新的培养目标、制定新的培养方案、优化现有课程结构最为重要。我校建环专业的培养目标是:适应新经济和新产业需要,培养具备从事建筑环境控制、建筑能源供给、建筑设施智能化等相关工程的规划设计、施工安装、系统调试、运行维护、设备研发、产品营销、项目管理等工作,毕业五年左右能成为该领域具有较强领导意识、社会责任感和团队精神的高级工程技术和经营管理人才。在2018版建环专业培养方案中,专业基础课和专业课综合性明显加强,每门专业基础课和主干专业课都设置了实验课,专业选修课增多,增设了BIM应用基础、建筑环境与能耗模拟、分布式能源系统、热泵应用技术、地下空间环境控制等选修课程,并增设了创新与技能学分模块。在2020版建环专业培养方案中,流体输配管网和热质交换原理与设备两门课程各增加了0.5个学分,专业选修分成环境控制和新能源两个方向,增设了热力系统分析方法、地热能开发与利用、人防工程、数据中心环控技术、冷链技术、除湿技术等选修课程。通过构建

新的课程体系,实现与建筑、机械、电子的跨界融合,结合工程教育专业认证要求,培养学生设备智能建造与系统智慧设计的能力,以及对系统进行在线监测控制和运行管理的能力。

### (二) 建立满足社会需求的教学团队

通过对湖南科技大学建环专业毕业生的职业发展、所在行业、工作满意度、在校期间人才培养环节相关问题开展问卷调查<sup>[13]</sup>发现,我校建环专业毕业生主要在建筑业、房地产业、制造业、科研机构等领域从事相关工作。大学期间课堂专业知识与技能的传授,实验、实习、毕业设计等实践环节,以及课外科技创新活动对于学生的职业发展影响深远。建环专业应侧重培养学生的素质与能力,按重要性排序依次为专业基本素质、实践动手能力、创新创业意识与能力;因此,作为新工科专业,建环专业需要转变专业教学理念,结合人工智能、新型产业、行业需求和可持续竞争力,重视培养学生的创新思维,注重产学研结合,尽可能创造条件让学生在企业和设计院锻炼,形成学校与企业、设计院紧密结合的创新型人才培养教学团队。加强学校与设计院、企业的融合,让设计院和企业参与学生实践教学环节。生产实习在企业完成,由工程技术人员对其进行现场指导和实训。毕业设计阶段,设计院设计人员全程参与设计指导和毕业答辩,形成校-企-院联合培养模式。

### (三) 打造实践教学与创新创业育人平台

注重实践教学硬件建设,加速改善建筑自动化、暖通空调控制理论等相关基础实验设备及实验条件。完善创新型人才培养模式,主动与行业企业沟通,通过大学生创新创业训练培养学生的实践能力。每年的“大学生创新创业训练计划项目”申请、项目构思设计、申报实施和结题由学生独立完成,教师只负责指导,发挥辅助作用。这不仅能提高学生的创新意识,培养学生的团队协作精神,提高学生的钻研和实践能力,还能促进学生自主创业。对于符合市场需求的创新性项目,联系学校相关部门和相关企业为其提供技术支持和资金保障。目前,湖南科技大学已建立了较为完善的“国家-省-校-院”四级大学生创新创业训练计划体系,为培养学生的创新精神和实践能力提供了良好的平台。通过建立大学生创新基地、学生兴趣小组和创客中心等实体,引导学生参加各级各类学科竞赛。通过以学校和企业相结合的教育主体,培养学生设计、生产、施工、运行管理的综合能力。

## 三、我校建环专业创新型人才培养具体举措

### (一) 及时修订完善建环专业人才培养方案

根据《高等学校建筑环境与能源应用工程本科指导性专业规范》《湖南科技大学 2013 版本科人才培养方案修订指导性意见》和《普通高等学校本科专业目录和专业介绍》指导意见,结合学校的矿业特色和工程应用型人才培养目标,分别于 2013 年和 2017 年修订了专业人才培养方案。2013 版培养方案明确了“厚基础、宽口径、会应用、能力强”的基本思想,对人才培养目标、知识、能力和素质要求做出了新的规定。2017 年结合毕业生就业反馈及专业特色,在 2013 版的基础上,进一步强化了培养目标和毕业要求,修订形成了 2017 版培养方案。2018 年,对 2017 版培养方案进行了补充和完善。2020 年对人才培养方案进行了进一步修订,形成了最新的 2020 版培养方案,表 1 是湖南科技大学 2020 级建环专业课程结构。

### (二) 不断改善和优化实验教学条件

我校建环专业实验主要涉及普通物理、普通化学、电子和电工学、机械原理等公共基础课实验和专业课实验。在 2018 版建环专业本科人才培养方案中,增加了专业课实验教学比重,11 门专业

课程开设了 27 项实验,其中基础性实验 10 项,综合性实验 10 项,设计性实验 3 项,验证性实验 4 项。图 1 为湖南科技大学建环专业本科生开设的实验项目。学院专门新建了流体力学实验室,对陈旧实验设备进行了升级改造。建设了通风空调综合实验系统、PIV 实验系统、除湿机空调系统、人工环境舱、矿用空冷器热湿交换系统、风洞实验室等一批实验与实训相结合的综合实验平台,开出了一些综合性和创新性实验项目。实验室现有设备 300 余台套,总价值近 2 000 万元,能满足每年招生 90 余名学生的实验要求。

表 1 湖南科技大学 2020 级建环专业课程结构

通识教育(12 学分)	含线上线下通识教育课程、创新与技能学分认定课程,其中艺术与审美类课程不少于 1.5 学分,创新与技能学分认定课程不超过 4.5 学分
公共基础(33 学分)	思政 20 学分、体育 4 学分、英语 8 学分、社会实践 1 学分
学科基础(47 学分)	高等数学 11 学分、工程制图及 CAD 3.5 学分、普通物理学及实验 6 学分、C 语言程序设计及实验 3 学分、普通化学 2.5 学分、线性代数 2 学分、电工电子学及实验 4.5 学分、概率论与数理统计 2.5 学分、工程力学 3.5 学分、机械原理 3.5 学分、环境保护与可持续发展 1.5 学分、工程伦理 1.5 学分、金工实习 2 学分
专业教育(68 学分)	流体力学 4 学分、传热学 4.5 学分、工程热力学 4 学分、流体输配管网 2.5 学分、建筑环境学 2.5 学分、热质交换原理与设备 2.5 学分、工业通风(包括课程设计)4 学分、制冷技术 2 学分、空气调节(包括课程设计)4.5 学分、建筑环境测量 2.5 学分、供热工程(包括课程设计)4 学分、建筑设备自动化 2.5 学分、空调冷热源工程(包括课程设计)4.5 学分、建筑设备施工安装技术 2 学分、认识实习 2 学分、生产实习 4 学分、毕业实习 3 学分、毕业设计 13 学分
专业选修(15 学分)	环境控制方向:建环专业导论、建环专业英语、BIM 应用基础、建筑概论、建筑电气、工程经济与管理、空气洁净技术、建筑环境模拟、文献检索与科技论文写作、暖通空调设计、室内给排水、暖通空调新技术、地下空间环境控制、除湿技术、数据中心环控技术、人防工程新能源方向;建环专业导论、建环专业英语、BIM 应用基础、建筑概论、建筑电气、工程经济与管理、空气洁净技术、热泵应用技术、建筑能源系统、冷链技术、建筑节能技术、建筑能耗模拟、分布式能源系统、燃气输配工程、热力系统分析方法、地热能开发与利用(除建环专业导论为 1 学分外,其他专业选修课程均为 1.5 学分)

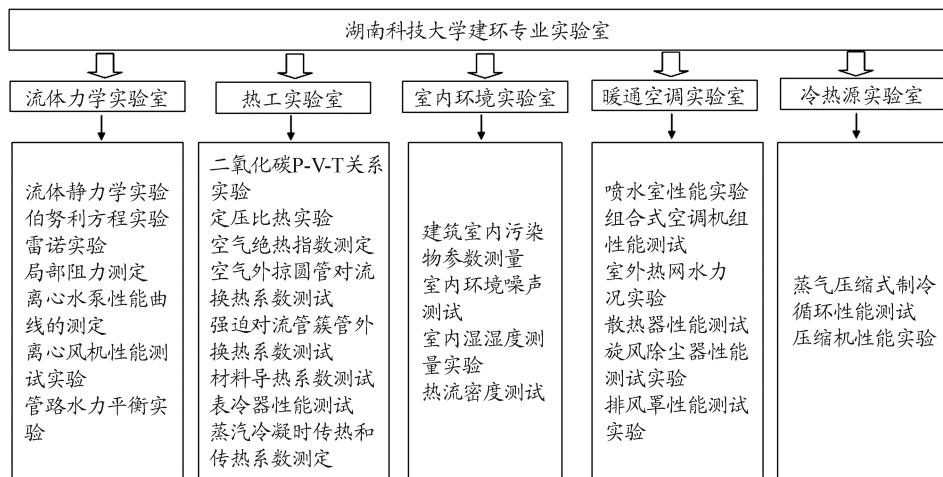


图 1 湖南科技大学建环专业本科生开设的实验项目

### (三) 采用“集中与分散,指派与自联”双结合生产实习模式

我校建环专业实习包括认识实习、生产实习和毕业实习。2018 年以前,实习基本采用指导教师带领学生到施工现场参观、现场施工人员讲解模式,形式比较单一。从 2016 级开始,我们对生产实习进行了改革,将学生全部安排到设备生产线、专业设计院和工程施工现场进行实训,生产实习时间为 4~8 周。2020 年恰逢新冠肺炎疫情,若按照专业培养方案要求,生产实习安排在暑假前 4 周完成,这样既受到实习接收单位的限制,也受到实习时间的限制。为此,将生产实习与暑假结合起来,采用“集中与分散,指派与自联”双结合生产实习模式。教师联系足够数量的实习单位,批量派遣实

习学生,同时鼓励学生,尤其是中高风险地区的学生自主联系当地实习单位。生产实习由集中变为分散,把单一培养模式变成灵活多样的培养模式。建环专业教师联系实习单位和指派 2017 级学生生产实习情况如表 2。

表 2 教师联系实习单位和指派 2017 级学生生产实习情况

序号	实习单位	实习人数/人
1	中国建筑科学研究院天津分院	4
2	广东志高暖通设备股份有限公司	8
3	深圳兴达扬科技有限公司	8
4	广东欧科空调制冷有限公司	8
5	南京天加贸易有限公司长沙分公司	3
6	江西坤净净化工程有限公司	4
7	江苏国特制冷科技有限公司	8
8	大金空调	3
9	海湾工程有限公司张家口工程设计研究院	3
10	海口百润医疗科技有限公司	1
11	湖南凌天科技有限公司	2
	合计	52

我校建环专业 2017 级共 84 名学生,其中 52 人由教师联系实习单位,32 人由学生自主联系实习单位。实习成绩评定由实习表现(占 20%)、实习日记(占 20%)、实习报告(占 40%)和实习答辩(占 20%)四部分组成。生产实习过程中,要求学生按照学院提供的模板文件,认真撰写实习日记,每天发送现场照片或视频给带队老师。实习结束后要求学生以 PPT 汇报形式完成答辩,在此过程中主要考查学生理论联系实际及语言表达能力。从近两届学生生产实习的反馈情况看,绝大部分学生通过生产实习,动手能力、实践操作能力,以及沟通协调与表达能力得到极大提升。目前,我校建环专业主要有 5 个稳定的校外实习基地:凌天科技有限公司、广东欧科空调制冷有限公司、广东志高暖通设备股份有限公司、格力电器有限公司宁乡生产基地和江苏国特制冷科技有限公司。部分学生在远大、美的、格力、欧科、申菱等知名企业实习,毕业后直接留用,并迅速成长为企业技术骨干活动。毕业生的优秀表现为后续进一步的合作奠定了良好基础。

#### (四) 积极组织学生参加学科竞赛和科技创新

积极引导和组织学生参加各级各类学科竞赛和科技创新活动。近年来,建环专业组织学生参加“挑战杯”大学生课外学术科技作品竞赛、大学生节能减排社会实践与科技竞赛、CAR-ASHRAE 学生设计竞赛和“全国高等学校人工环境学科奖”专业基础竞赛等多种学科竞赛活动,取得了较好的成绩。从 2010 年开始,建环专业每年组织四位优秀的学生参加 CAR-ASHRAE 设计竞赛,学院专门为其提供单独办公室,由带队老师全程指导,参赛学生每个月向全体教师进行汇报交流。2010 年,获 CAR-ASHRAE 学生设计竞赛三等奖。2011、2013、2014、2015、2018 和 2019 年获 CAR-ASHRAE 学生设计竞赛入围奖。2018 年、2019 年获 CAR-ASHRAE 学生设计竞赛节能环保设计优秀奖。近 5 年来,建环专业学生获第 24 届“全国高等学校人工环境学科奖”专业基础知识竞赛三等奖,获第 22 届、23 届、25 届“全国高等学校人工环境学科奖”专业基础知识竞赛优秀奖。2012 级五位学生获得第 8 届全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛三等奖。2015 级四位学生获得第 11 届全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛三等奖。每年组织学生参加 MDV 中央空调设计应用大赛均取得了三等奖以上的好成绩。

积极组织参与“大学生创新创业训练计划项目”(以下简称“大创项目”)。“大创项目”为学生

提供了自主实践、自主学习的平台,为此学校对“大创项目”给予了经费支持,极大地调动了学生的积极性。学生通过参与“大创项目”,发表了多篇专业学术论文、授权了多项专利。近5年,学生获得发明专利授权7项,获得实用新型专利授权14项,公开发表学术论文3篇,完成国家级研究性学习和创新性实验计划2项,完成省级研究性学习和创新性实验计划3项,完成校级研究性学习和创新性实验计划14项,学生的创新意识得到增强,实践能力显著提升。

## 四、结语

以经济和新产业为背景的新一轮科技革命和产业变革,对建环专业新工科建设提出了严峻挑战,如何培养建环专业学生的创新精神和跨界整合能力,以适应新工科建设的需要是一个值得研究的课题。以湖南科技大学建环专业为例,总结了该专业办学近三十年来人才培养方面的具体举措,对新工科背景下创新型人才培养模式进行了探索,以期为全国同类高校相关专业人才培养提供借鉴和参考。

### 参考文献:

- [1] 张海生. “新工科”建设的背景、价值向度与预期效果[J]. 湖北社会科学, 2017(9): 167-173.
- [2] 李志义. 解析工程教育专业认证的成果导向理念[J]. 中国高等教育, 2014(17): 7-10.
- [3] 蔡磊, 向艳蕾, 管延文, 等. 建筑环境与能源应用工程专业新工科人才培养体系探索[J]. 高等建筑教育, 2018, 27(5): 9-13.
- [4] 林健. 深入扎实推进新工科建设——新工科研究与实践项目的组织与实施[J]. 高等工程教育研究, 2017(5): 18-31.
- [5] 胡波, 韩辉, 韩伟力, 等. 加快“新工科”建设, 推进工程教育改革创新[J]. 复旦教育论坛, 2017, 15(2): 20-27.
- [6] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1-6.
- [7] 王武. 工科专业生产实习问题及价值探讨[J]. 教育教学论坛, 2017(44): 39-41.
- [8] 夏春琴, 刘芄健. 新工科背景下创新人才培养模式的探索与研究[J]. 实验科学与技术, 2019, 17(5): 64-67.
- [9] 宋学臣, 曾文杰. 基于BIM技术的工程管理专业实践教学的研究[J]. 科技创新导报, 2019, 16(16): 221-222, 224.
- [10] 付祥钊. 建筑环境与设备工程专业本科教育设置平台课程的研究[J]. 高等建筑教育, 2004, 12(3): 58-59, 62.
- [11] 张东海, 高蓬辉, 黄建恩, 等. 新工科背景下多学科交叉融合的建环专业人才培养模式探索与实践[J]. 高等建筑教育, 2021, 30(1): 1-9.
- [12] 陈丽萍, 颜承初, 龚延风, 等. 建筑环境与能源应用工程专业现代高素质人才培养探讨——以南京工业大学为例[J]. 高等建筑教育, 2021, 30(1): 49-55.
- [13] 李永存. 基于社会需求的建环专业教学体系改革研究[J]. 高等建筑教育, 2019, 28(5): 30-34.

## Exploration of innovative talent training mode of building environment and energy application engineering specialty under the background of emerging engineering education

ZHANG Dengchun, HAO Xiaoli, YU Meichun, HU Jinhua

(School of Civil Engineering, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, P. R. China)

**Abstract:** Under the background of new economy and industry, the major of building environment and energy application engineering is facing unprecedented opportunities and challenges. Taking this major of Hunan University of Science and Technology as an example, the paper summarizes its main measures in the aspects of talent cultivation mode, improvement of experimental teaching conditions, practical teaching reform, discipline competition and scientific and technological innovation, and explores the innovative talent cultivation methods of building environment and energy application engineering under the background of emerging engineering education, so as to adapt to the mode transformation of higher engineering education.

**Key words:** emerging engineering education; building environment and energy application engineering specialty; talents cultivation; practical teaching

(责任编辑 梁远华)