

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2021.01.007

欢迎按以下格式引用: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.

# 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

陈丽萍,颜承初,龚延风,陆青松,周 斌

(南京工业大学 城市建设学院,江苏 南京 211816)

**摘要:**回顾建筑环境与能源应用工程专业人才培养的历程,分析现代建筑业发展对建筑环境与能源应用工程专业高素质人才培养的需求,探讨面向未来建筑环境与能源应用工程专业高素质人才应具备的能力,提出建筑环境与能源应用工程专业高素质人才培养的有效举措。分析建筑环境与能源应用工程专业加强专业宣传的重要性,并提出强化专业宣传的方法与途径。论述专业教学理念应由知识传授转变为学生能力培养。阐明将大数据等创新技术纳入人才培养体系的必要性,提出利用互联网教学软件解决各课程之间知识点交叉衔接的问题。阐述构建完善的专业实训教学及创新创业训练体系在人才培养中的作用,提出以毕业设计为抓手,分层次多方案培养学生解决复杂工程问题的能力。

**关键词:**建环专业;人才培养;创新技术;人才素质

**中图分类号:**G642.0; TU-4 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2021)01-0049-07

建筑环境与能源应用工程专业(以下简称建环专业)主要涉及采用一系列建筑设备为人们生活及生产营造最佳的室内环境,同时对建筑设备的运行调节进行自动控制和节能控制等内容。当今智能建造、智慧运维及绿色发展已成为现代建筑业发展的趋势,特别是随着计算机技术的发展,以物联网、云计算和大数据为代表的现代技术应用深刻改变了现代建筑业的发展形态<sup>[1]</sup>,对建筑内部设备也提出了更多、更高的要求,这就迫切需要培养适应现代建筑业发展的建环专业人才。本文通过回顾建环专业人才培养历程,探究适应现代建筑业发展建环专业人才应具备的能力,并在此基础上阐述建环专业高素质人才培养的举措。

修回日期:2020-03-13

基金项目:2019年南京工业大学教育教学改革研究课题立项项目;2019年南京工业大学重点核心课程建设项目

作者简介:陈丽萍(1971—),女,南京工业大学城市建设学院教授,博士,主要从事建筑环境与能源应用工程专业的教学与研究,(E-mail) clpjoy@njtech.edu.cn。

## 一、建环专业人才培养历程

我国建环专业的前身是供热、供燃气、通风与空调工程专业,最早于1949年在哈尔滨工业大学由苏联专家指导创建,当时专业名称为“供热、供煤气及通风专业”<sup>[2]</sup>。此后东北工学院(现西安建筑科技大学)、清华大学、同济大学、天津大学、太原工学院(现太原理工大学)、重庆建筑工程学院(现重庆大学)、湖南大学相继开设供热、供煤气及通风专业。1958年前该专业核心内容偏重于能源的输配应用,专业知识相对单一,人才培养的重点仅是传授相关的专业知识。

随着科学技术的不断进步,空调系统的应用标志着人们可以不受室外气候的影响,可自由创造能够满足人类生活和工作所需要的室内物理环境。1958年供热、供煤气及通风专业分为供热通风与空调工程及城市煤气两个专业。专业的核心内容是实现人工环境的营造,满足人居舒适健康环境和工艺精准环境的需求。

空调采暖的普及使人们不必再关心建筑本身的性能,因为只要消耗大量的能源就可以随心所欲地获得所要求的室内环境,但是这样的结果是能源的紧缺和资源的枯竭,大量污染物被排放而造成的环境污染和生态环境的破坏。1992年,世界“环境与发展”会议将人类居区纳入议题,人居环境科学成为供热通风与空调工程专业发展的大方向。1998年供热通风与空调工程专业和城市煤气专业合并为建筑环境与设备工程专业。传统的专业基础课程传热学、流体力学和热力学等无法体现人居环境科学的内涵,而生理学、心理学、气象学、生态学、城市规划以及声、光等与人居环境相关的知识逐步纳入建筑环境与设备工程专业的知识体系。建筑环境与设备工程专业人才培养要求学生掌握建筑外环境、室内的热湿、空气流动、空气品质、声光环境等客观知识的同时,还要掌握人的生理和心理对室内外环境舒适与健康的要求。

在可持续发展理念下,2012年建筑环境与设备工程专业再次更名为建筑环境与能源应用工程专业,并涵盖“建筑设施智能技术(部分)”和“建筑节能技术与工程”<sup>[3]</sup>相关内容。在实现人工环境营造的同时,建环专业注重建筑能源的高效利用。专业内涵的变化必将带来人才培养要求的调整,目前建环专业人才培养的目标是:要求学生通过了解中国能源资源状况和社会可持续发展相关的法律法规,建立可持续发展理念,在建筑环境工程设计和实施过程中,主动推广使用节能环保材料<sup>[4]</sup>。

## 二、建环专业高素质人才具备的能力

适应现代建筑业发展的建环专业高素质人才应具备的能力:主动获取知识能力、实践操作能力、沟通协调与表达能力、创新创业能力和解决复杂工程问题能力等。只有具备这些能力,才能在未来发展中具有竞争力和巨大发展潜力。

### (一) 主动获取知识能力

学生在学校学习的时间并不长,教师传授的知识也相当有限,仅掌握教师传授的知识对学生未来可持续发展是远远不够的。学生在大学期间主动获取知识是非常重要的,教师要着力培养学生主动获取知识的能力,学生将受益终身。

## (二) 实践操作能力

在建筑环境与能源应用工程项目的建设、运行过程中会产生大量的数据,这些数据是评价工程能效、环保的重要指标,能为重大项目决策提供可靠参考。因此,建环专业除了培养学生传统的实践操作能力外,还要培养学生强大的数据处理技术和计算分析能力。

## (三) 沟通协调与表达能力

建筑环境与能源应用工程项目在设计、建设、运行过程中涉及人员众多,各方利益诉求也多有不同,彼此间的沟通协调是项目顺利开展的重要前提。教师应采用各种途径和多种方式,着力培养学生的调查研究能力、语言文字表达能力、组织协调能力、快速反应能力和执行力。

## (四) 创新创业能力

1998年教育部将原土建类的供热通风与空调工程专业和城市燃气工程专业合并调整为建筑环境与设备工程专业。2012年教育部又将建筑环境与设备工程专业、建筑节能技术与工程专业和建筑设施智能技术专业合并为现在的建环专业。建环专业两次合并更名,说明该专业的内涵与外延都在发生变化。专业本身就在不断创新发展,可见培养建环专业学生创新创业能力也是专业发展的需要<sup>[5-7]</sup>。

## (五) 解决复杂工程问题能力

住房和城乡建设部高等教育建筑环境与能源应用工程专业评估(认证)对学生“毕业要求”的释义有12条,其中9条涉及复杂工程问题,可见培养建环专业学生解决复杂工程问题能力的重要性,也说明培养学生解决复杂工程问题能力是建环专业教师的重要职责。

# 三、培养建环专业高素质人才的举措

## (一) 加大专业宣传力度,增强学生的专业认同感

加大专业宣传力度,让学生了解建环专业,对建环专业产生浓厚兴趣,这是培养高素质建环专业人才的重要举措之一。在专业宣传上一是在关乎国家发展和人类命运的事件中找到关联点,突出专业建设的重要性。如2020年初全球爆发新冠肺炎疫情,对中国乃至全球产生了不可估量的影响。在防控疫情方面建环专业可发挥专业特色和优势,开展一些有针对性的研究,如新冠病毒在封闭空间(飞机、高铁、大巴车、游轮等)内的传播特性有哪些?集中空调是否会加剧新冠病毒在空间中的传播?什么样的通风系统有利于防控疫情?等等。以新冠肺炎疫情这一全球重特大事件为载体,展现建环专业独特的社会功能和社会担当,让学生了解建环专业的使命,增强学生的专业认同感。

二是通过介绍建环专业对科技发展的支撑作用,使学生对建环专业有更多的了解,增强学生的专业认同感。如建环专业对互联网、大数据建设和发展所作出的贡献,如数据机房环境、节能低碳的绿色建筑构建等都需要建环专业的支撑。

## (二) 建立引导式教学理念

建环专业在人才培养方面应放眼学生的未来发展,以培养学生主动获取知识能力、实践操作能力、沟通协调与表达能力、创新创业能力和解决复杂工程问题能力为核心,使学生实现可持续发展。

教师的教学理念要由知识传授转变为能力培养,要明确知识传授不是教育的最终目的,仅是人才能力培养的一种载体和方式,人才能力的培养才是最终目的。学生能力的培养,是学生可持续发展的前提,是学生潜能发挥的推进器。

教师的职责不仅是教授知识,更重要的是帮助学生将知识内化为各种能力。教师在知识讲授过程中,要通过提出有效的问题来提高学生思考的积极性,引导学生主动发现解决问题的方法,并及时就学生思考过程出现的问题提出建设性意见,让学生自己不断修正思维轨迹,最后有效地解决问题。这就要求教师不仅要具备丰富的专业知识,而且还要善于分析和运用知识,并掌握恰当的讲授方法,因此教师自身也要不断学习提高。

### (三) 建立凸显创新技术的建环专业高素质人才培养体系

建环专业教育需要以工程技术为依托,以建筑智能化系统为平台,对建筑环境系统和供能设施进行设计、安装、运行、维护以及技术经济分析和管理工作,这就需要借助大数据平台。大数据在建环专业的应用主要体现在:建筑负荷预测、末端设备优化、空调系统节能运行等方面<sup>[8]</sup>,所以要将现代互联网+下的物联网、大数据、云计算等创新技术纳入建环专业高素质人才培养体系。表1是南京工业大学建环专业2019级课程结构。建环专业与土木大类课程涉及许多以物联网、云计算和大数据为代表的现代技术,因此设置包含有大数据理论教学的公共基础课(如土木工程信息技术)、专业基础课程(大数据系统基础)和专业课程(大数据分析处理、数据挖掘、大数据构架设计基础等)是非常必要的。南京工业大学数理科学学院2018年新增数据科学与大数据技术专业,对建环专业增设大数据相关课程提供了支撑。从知识广度来说,建环专业还应增加建筑节能类课程,如建筑节能原理及技术、建筑能效评估、建筑能效管理与节能、太阳能建筑一体化等课程。总之,强化课程的“高阶性”“创新性”对培养建环专业高素质人才是非常必要的。

表1 南京工业大学建环专业2019级课程结构

|                 |   |
|-----------------|---|
| 通识教育<br>(66 学分) | 思政 20、体育 4、英语 8、艺术 2、社会实践 2、创新创业类课程 2、人文类 6、社会类 6、高等数学 8、逻辑思维 2、程序设计语言 4、其他自然类 2  |
| 学科基础<br>(44 学分) | 线性代数 2、概率统计 2、大学物理 6、工程力学 4、电工电子学 3、工程训练 2、土木工程制图及 BIM 3、工程热力学 4、流体力学 4、传热学 4、机械设计基础 2、建筑环境学 2、流体输配管网 2、建筑环境测试技术 2、热质交换原理与设备 2                              |
| 专业教育<br>(53 学分) | 建筑给排水工程(包括课程设计)3、通风与空调工程(包括课程设计)7、冷热源工程(包括课程设计)7、供热工程(包括课程设计)4、燃气供应工程(包括课程设计)4、设备工程预算(包括课程设计)4、建筑设备自动化(包括课程设计)5、认知实习 1、生产实习 3、毕业设计 13、毕业实习 2                |
| 自主项目<br>(16 学分) | 课内自主项目课程 12、课外自主项目课程<br>建环专业开设的课内自主项目课程有: BIM 绘图与设计、绿色建筑概论、暖通空调专业规范、暖通空调典型工程分析、蓄能技术、暖通空调新技术、空气洁净技术、燃料燃烧与器具、暖通空调设计软件应用、冷藏库工艺设计、施工技术与管理、高层建筑空调(学生可在全校范围内打通选修) |

### (四) 基于学情数据采用以学习成效为目标的教学新手段

上文已论述教师的职责不仅是教授知识,更重要的是帮助学生将知识内化为各种能力。那么应通过何种教学手段来实现呢?学生的学习过程会产生大量的学习数据,应充分利用学生的学习数据以确保学生的学习成效。互联网的发展打破了传统的课堂时空限制,如国家精品课、资源共享课、微课、MOOC 等的出现,使学生随时随地都可以学习,学习变得更加自由<sup>[9-13]</sup>。超星学习通、清华大学研发的雨课堂教学软件等都能实时准确收集每一个学生学习状态的数据。教师通过学情数据

的分析及时知晓学生学习的情况,然后有针对性地开展教学,从而有效地帮助学生将知识内化为各种能力。多年来,传统教学模式中各个课程都相对独立,课程之间的衔接不够紧密,以致学生难以把握专业的整体性和系统性,缺乏处理实际工程中多工种、多需求的冲突与矛盾的能力。因此,利用教学数据做好课程之间的交叉衔接问题非常重要。课程之间的衔接可分两步走:第一步是收集、整理若干学生各门课程课前、课中、课后的学习动态;第二步是将学生各门课程学习动态数据有机地整合起来,提炼相关课程的交叉知识点,在之后的各专业课程教学中要相互顾及这类知识点,以培养学生综合运用专业知识解决复杂工程问题的能力,全面提升学生的专业整体素养。

#### (五) 构建完善的专业实训教学及创新创业训练体系

实验教学一直是建环专业实践教学的重要组成部分,是建立学生工程意识,培养学生知识运用能力、创新能力和实践能力,提高学生综合素质的重要载体;同时也是学校开展教学、科研、生产实践三结合的重要环节<sup>[14]</sup>。传统实验教学存在实验场地小,仪器、设备数量不足,设备维护、更新换代慢等问题,影响了实验教学的开展和学生实践创新能力的培养。此外,传统实验过程中学生只需记录有关的测量数据,然后进行一般性的处理计算,实验内容和实验手段难以跟上专业发展的步伐满足社会对专业人才能力的要求,学生的专业综合能力得不到提高。

开展虚拟仿真实验教学能很好地解决上述传统教学中存在的诸多问题。南京工业大学建环专业近年积极推进虚拟仿真实验教学重点项目,完成了空调系统风量平衡虚拟仿真实验系统建设,实现了理论教学与实践教学的一体化。空调系统风量平衡实验内容、实验方法、实验设备和实验技术等紧密结合专业前沿知识,对提高学生素质,促进学生的学习能力、实践能力和创新能力具有重要的作用。目前,南京工业大学建环专业正在建设虚实结合的楼宇自动控制系统实验平台。

除了开展虚拟仿真实验教学,南京工业大学建环专业还通过大学生创新创业训练培养学生的实践能力。“大学生创新创业训练计划项目”(以下简称“大创项目”)是教育部在“十二五”期间实施的国家级大学生创新创业训练计划项目,“大创项目”为学生提供自主实践、自主学习的平台,引导学生独立自主完成实验。实验的构思、设计、申报、过程、结论等都由学生独立完成,教师只起辅助作用。这不仅能提高学生的创新意识,培养学生的团队协作精神,提高学生的钻研能力、实践能力,还能促进学生自主创业。目前,南京工业大学已建立完善的“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项目平台、经费支持、教师指导、教学条件等保障服务。南京工业大学城市建设学院对“大创项目”经费支持力度大,极大地调动了学生的积极性。建环专业每年近80%的学生参与“大创项目”,每年校级立项22项,省级立项4项,其中省级重点(国家级)2项。每年学生申请专利5~6项,发表论文3~4篇,还有学生参加国际学术会议。在此基础上,遴选优秀项目参与全国“挑战杯”和省级大学生课外学术科技作品竞赛、节能减排大赛,都取得了优异成绩,学生的实践操作和动手能力有了较大的提高。

#### (六) 以毕业设计为抓手,培养学生解决复杂工程问题的能力

建环专业以培养学生解决复杂工程问题能力为导向,着力培养学生自发、主动钻研的学习意识,以及独立、创新的学习精神。毕业设计是培养学生综合应用所学知识解决实际问题的能力,以及引导学生进行知识创新的主要途径,是本科人才培养方案中学分比重最大,也是最重要的实践教学环节,最能综合反映高等工程教育教学质量与水平。南京工业大学建环专业毕业设计方式分三类:第一类是专业成绩最优秀的学生参加CAR-ASHRA设计竞赛,以此为依托完成毕业设计。CAR

-ASHRA 设计竞赛的宗旨是推动我国建环专业的教学改革, 培养和提高学生工程设计的能力, 发现和培养适应专业未来发展的暖通空调工程师。2019 年学校组织 3 名保研学生参加 CAR-ASHRA 设计竞赛, 选派指导教师 3 人, 最终获得全国特等奖的优异成绩。第二类是与建筑、土木、建筑电气、给排水专业学生共同模拟设计院场景进行多专业团队毕业设计。团队毕业设计作品多次获得江苏省优秀毕业设计奖。在多专业团队毕业设计中, 学生的专业素养与协作意识有了明显提高, 尤其对学生建立大工程理念具有积极的作用。第三类是学生根据教师提供的毕业设计题目进行选题设计。教师提供的题目要求综合性强、知识覆盖面较宽, 具有复杂工程问题属性, 能使学生受到比较全面的专业训练, 以有利于提升学生解决复杂工程问题的能力。

在毕业设计的不同阶段, 南京工业大学邀请江苏省建筑设计院、南京市建筑设计院、江苏省城市规划设计院等机构专家讲授设计过程和设计方法, 并邀请行业专家参与毕业设计答辩, 按工程设计标准与规范要求对学生毕业设计成果进行评价, 以达到强化学生工程实践能力的目的。

## 四、结语

建环专业对人类的健康生活、国民经济和科技的发展、国防安全起着重要的保障作用。随着科技的发展与人类认知水平的提高, 建环专业的内涵在不断延展, 从最初的“供热、供煤气及通风”到现在充分利用自然能源, 以最低的能源消耗构建适宜的人居环境和精准的工艺环境。物联网、云计算和大数据等现代技术造就现代建筑业的发展形态, 对建环专业人才培养也提出新要求。建环专业人才培养应紧跟时代科技的发展和社会需求的步伐, 充分认识加强专业宣传的重要性, 积极构建具有创新性的人才培养体系, 着力培养学生主动获取知识能力、实践操作能力、沟通协调与表达能力、创新创业能力和解决复杂工程问题能力, 以适应现代建筑业的快速发展。

### 参考文献:

- [1] 周志光, 赵锦一, 刘浩. 土木工程和大数据技术与应用复合型人才培养模式探究[J]. 高等建筑教育, 2019, 28(4): 55-60.
- [2] 倪龙, 姚杨, 姜益强. 新工科背景下建筑环境与能源应用工程专业一流本科人才培养探讨[J]. 黑龙江教育(理论与实践), 2020, 1317(5): 29-31.
- [3] 张腾飞, 耿阳, 王树刚, 等. 建筑环境与设备工程专业宽口径大类培养探索——中外大学培养模式对比分析[J]. 高等建筑教育, 2011, 20(1): 22-26.
- [4] 王立鑫, 李锐, 郝学军, 等. “建筑环境与能源应用工程”专业创新人才培养模式的探索与实践. 中国建设教育, 2018, 128(6): 30-33.
- [5] 王栋, 钱付平, 鲁进利, 等. 工程专业认证(评估)背景下建筑环境与能源应用工程专业卓越人才培养模式的探索[J]. 高等建筑教育, 2020, 29(2): 58-63.
- [6] 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.
- [7] 周恒涛, 刘海燕, 虞婷婷. 建筑环境与能源应用工程专业“新工科”人才培养模式改革的研究与实践[J]. 教育现代化, 2019, 70(6): 28-29, 52.
- [8] 全贞花, 任海波, 孙育英, 等. 浅谈大数据时代下“建环”专业的发展[J]. 中国建筑教育, 2019, 133(5): 64-66.
- [9] 顾晓薇, 胥孝川, 王青, 等. 雨课堂教学实践与探索——以东北大学采矿工程专业课雨课堂教学为例. 高教学刊, 2019(14): 87-89.
- [10] 王帅国. 雨课堂: 移动互联网与大数据背景下的智慧教学工具[J]. 现代教育技术, 2017(5): 26-32.
- [11] 赵洱崇, 姜昊, 马晓颖, 等. 从理念到行动: 在线开放课程教学模式的构建与实践——以中国大学 MOOC“管理沟通”

为例[J]. 中国大学教学,2017(3):63-66.

[12] 郑庆华. 运用教学大数据分析技术提高课堂教学质量[J]. 中国大学教学,2017(2):15-18.

[13] 李俊梅,简毅文,李炎锋,等. 基于虚拟仿真技术的实验教学在建环专业的应用分析[J]. 教育教学论坛,2016(4):260-261.

## Discussion on talent cultivation of building environment and energy application engineering specialty in civil engineering category: A case study of Nanjing Tech University

CHEN Liping, YAN Chengchu, GONG Yanfeng, LU Qingsong, ZHOU Bin

(College of Urban Construction, Nanjing Tech University, Nanjing 211816, P. R. China)

**Abstract:** The demands of the development of modern building industry for talent cultivation of building environment and energy application engineering specialty after the implementation of civil engineering category enrollment are analyzed. The capacities of high-quality talents of building environment and energy application engineering with competitiveness and great potential for future development are investigated. The efficient ways for talent cultivation of building environment and energy application engineering specialty in civil engineering category are shown. It is pointed out that the professional education of building environment and energy application engineering should broaden the field of vision, rely on hot events at home and abroad to expand professional publicity and enhance students' professional identity. The importance of teaching idea change from knowledge-transference to ability training and the necessary of a personnel training system including innovative technology such as big data are explained. The suggestions for solving knowledge link-up between courses by using internet instructional software are proposed. The effect of establishment of training system for innovation and entrepreneurship is discussed. The hierarchical training programs for cultivating students' ability to solve complex engineering problems in guiding graduation project are presented.

**Key words:** building environment and energy application engineering; talent cultivation; innovative technology; talent capacity

(责任编辑 王 宣)