

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2016.04.001

# 基于绿色建筑可持续运行理念的 工程教育与实践

周 斌,刘金祥,张广丽

(南京工业大学 城市建设学院,江苏 南京 210009)

**摘要:**暖通空调系统能耗占建筑总能耗的比重较大。随着建筑节能和绿色建筑不断发展,暖通空调系统运行中“人”的素质已经成为不容忽视的因素。为了适应时代的要求,培育高素质的公用设备运行管理人才,南京工业大学从教学理念与培养目标、课程群建设与教学体系重构、建设实践教学基地与实践教学模式、教师队伍工程训练等方面进行实质性教学改革,通过工程教育理论与工程实际的结合,为建筑可持续运行,实现真正“绿色”“节能”提供智力支持和保障。

**关键词:**绿色建筑;建筑节能;工程教育;实践教学

**中图分类号:**G642.0;TU984.11

**文献标志码:**A

**文章编号:**1005-2909(2016)04-0001-04

工程教育的教育理念、培养目标和教学手段应随着时代的发展而调整和完善<sup>[1-2]</sup>。2012年,教育部颁布了《普通高等学校本科专业目录》和《普通高等学校本科专业设置管理规定》,将建筑节能技术与工程、建筑设施智能技术和建筑环境与设备工程合并为建筑环境与能源应用工程专业(简称环能专业)<sup>[3]</sup>。环能专业是一个既古老又年轻的专业,古老是因为早在1902年威利斯·开利博士发明空调系统至今,已有113年的历史;中国该专业的开设也在20世纪50年代。说它年轻是因为新的专业名称应该具备新的内涵,所培养的人才应该能够体现时代发展对该专业人才的需求<sup>[4]</sup>。为了提高环能专业本科教育水平,同济大学在对本科生毕业设计环节的教学改革中,发现结合工程设计的“综合设计知识”教学模块受到学生的欢迎,学生对“建立工程概念”和“养成工程师素质”的认可度较高,教学效果较好<sup>[5]</sup>。重庆科技学院以培养学生工程应用能力为出发点,通过校企联合搭建实验平台,促进了学生实践和创新能力的培养<sup>[6]</sup>。华北水利水电大学提出了“思维连贯化、技术阶段化”的建筑节能人才培养模式<sup>[7]</sup>。上述建筑节能方面的实践教学创新对专业人才培养模式的完善和发展有很好的借鉴价值。

随着城镇化进程的不断加快,建筑行业得到了较快的发展。建筑领域的各种新设备、新系统、新技术得以应用。但也应看到,在整个建筑的生命周期

收稿日期:2016-01-18

基金项目:2015年江苏省教育厅高等教育教改研究立项课题“互联网时代具有科学思维的工程教育培养模式改革与实践”(No.2015JSJG173);2016年南京大学教育教学改革研究课题一般立项项目(No.110);国家自然科学基金项目(51508267);江苏省自然科学基金(BK20130946)

作者简介:周斌(1982-),男,南京工业大学城市建设学院暖通工程系副教授,博士,主要从事暖通空调和空气净化技术研究,(E-mail)zhoubinwx@126.com。

内,这些建筑设备带来大量的能源消耗,给国家带来了不小的能源压力。而且公用设备的运行管理存在困境:一方面,对运行管理系统设备的“物业”人员,外界存在偏见,加上从业人员的工资待遇偏低,使得该领域不能吸引高素质的专业人员加入;另一方面,环能专业的本科毕业生实际工程能力有限,缺乏系统思维,不能较好地满足用人单位的需要。用人单位和本科毕业生之间的这一矛盾如得不到缓解,国家的建筑节能事业将很难可持续发展。

为此,南京工业大学城市建设学院在近三年的专业建设中,从教学理念与培养目标、课程群建设与教学体系重构、实践教学基地建设与实践教学模式、教师队伍工程训练等方面进行了积极的教育教学改革。

### 一、培养目标与教学理念

作为江苏省重点建设高校,南京工业大学成为首批入选“高等学校创新能力提升计划(2011计划)”的14所高校之一。在学校“综合性、研究型、全球化”的建设目标指引下,结合环能专业的学科规律和生源的特点,确立了学生的培养目标,即培养具有创新、创业精神和实践能力的复合型应用技术人才。培养的学生应具备从事环能专业所需的扎实基础理论知识,以及发现并解决实际问题的专业技术能力。为了使学生更好地适应工程建设、设计研究院、设备制造和运行等企事业单位的需求,该专业坚持立足江苏、服务行业、结合国家和地方需求的理念,逐步形成了“以工程设计能力的培养为核心,拓展学生的知识结构,使学生具备社会竞争力;立足江苏,服务行业,重视学科交叉融合,拓展人才培养平台,促进专业全面发展”的专业优势和专业特色。

### 二、课程群建设与教学体系重构

为了推进“人才培养强基工程”,学校颁布了《南京工业大学关于深化本科教育教学改革的若干意见》(简称教改30条)。为了更好地体现南京工业大学环能专业特色,组建了八个课程群,即:(1)热质交换原理与设备(32学时)、流体输配管网(32学时)、建筑环境学(32学时);(2)专业基础课:流体力学(64学时)、传热学(64学时)、工程热力学(64学时);(3)热工测量与自动控制(48学时)、建筑设备系统自动化(32学时);(4)供热与供燃气工程(64学时)、通风与空调工程(64学时)、冷热源工程(64学时);(5)建筑给排水工程(32学时);(6)工程经济:施工组织管理(32学时)、设备工程预算(32学时);(7)任选课程群;(8)三大实践环节:认知实习、生产实习和毕业实习。根据教改30条缩短授课学时的要求,授课教师凝练课程知识点,在课程教学计

划中设置自主学习学时,结合实际工程项目或课题设置实践任务,让学生以小组形式围绕实践任务进行学习,期间教师和学生定期进行小组讨论。这种项目和问题驱动的培养方式既提高了学生个体学习的积极性、增强了团队协作精神,也锻炼了学生分析实际工程特性、发现问题和解决问题的能力。

一方面,为了提高学生学习的主动性和选择权,学校增加了自主学习的学分和学时,这在一定程度上挤压了正常上课的学时数。为此,专业教师团队在梳理知识点、构建上述课程群的同时,通过慕课和微课等互联网教学平台,将实验操作和现场工程案例拍摄成短片进行教学。通过这种方式,使得学生在课余也可使用互联网进行学习,既保证了教师在较短的课时内完成教学任务,又通过学生事先观看实验视频,确保实验过程的有序进行。

另一方面,为了体现南京工业大学“工程教育”的特色,让学生真正学有所获,专业教师多方收集整理专业素材,形成经典案例集。通过案例和实时采集的建筑节能数据,对具体工程存在的问题,组织学生进行思考和研讨,然后由任课教师进行指导解答。通过这种方式,为暖通空调系统的物业管理和远程故障诊断培养具有系统思维的技术人才。

重构教学体系,旨在构建符合学生未来发展需求的专业教育模式。环能专业的学生主要发展方向有攻读研究生、就业、创业和出国深造。近五年来的统计数据表明,这些方向所占的比例分别达到10%、85%、2%和3%。考虑到学生毕业就业的实际情况,尤其是近年来本科毕业生的多样化发展途径,学院制定了如图1所示的专业教育路线图。该路线图的最大特点是:因材施教。学生在第五学期学完流体力学、传热学、工程热力学和建筑环境学等专业基础课后,已经具备了基本的专业理论知识。此时,学院组织具有工程实践能力、行业影响力大、科研能力强的教师组成面试小组,与学生进行深度交流,了解他们的个人兴趣爱好和未来职业发展规划,进而进行有针对性的个性化分类培养,包括:学科前沿课程、复合交叉课程、职业能力提升课程和留学预备课程。这些课程的教学以学生为主体,充分调动学生的主观能动性,教师和行业专家以授课和讲座的方式来开展教学。此外,这些课程的评价指标也不再是基于单一的试卷成绩,而是采用课程进行过程中的全过程、全方面和多角度的学习评价方法<sup>[8]</sup>。

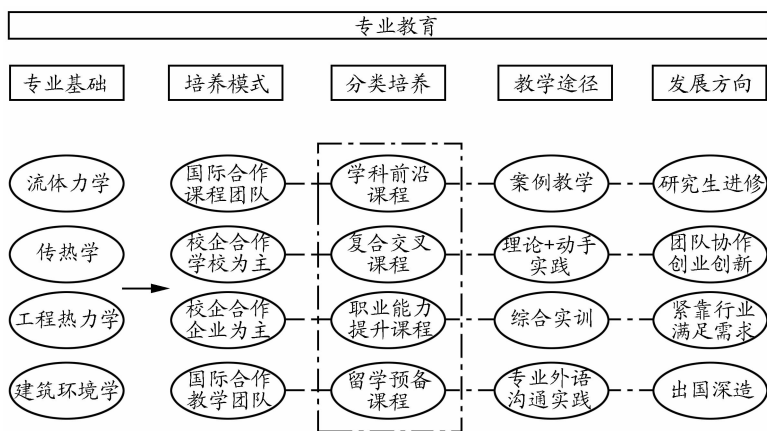


图1 学生个性化发展的专业教育路线图

### 三、实践教学基地建设与实践教学模式改革

多年以来,环能专业实践教学基地都较紧缺,难以满足教学所需。为了联系实习场地和工程现场,实习教师团队需要多方进行协调。实习学生人数较多,实习单位往往很难一下子接纳如此众多的学生实习。2014级之前每个年级达60多人,学校整合土木工程学科设置“节能”专业后,从2015级开始环能专业达90多人。如此多的学生到工程现场实习,往往只能走马观花,无法深入进行,实习效果不佳。要提升实习品质、加强学生的工程能力锻炼,必须重视实践教学基地的建设与实践教学模式的改革。

正如上文所述,环能专业涉及政府主管部门、设计研究院、工程建设、设备制造和运行等就业单位,同时还涉及冷热源主机设备、冷却塔、风机、水泵、换热器、自动化、新风系统、空气过滤、节能装备等各类系统。为此,学校积极拓展对外联系和交流,逐步建立并完善以产学研合作为培养模式的本科生创新实践教学基地。目前南京工业大学环能专业已经与《暖通空调》杂志社、中国制冷学会、中国建筑学院暖通空调分会、江苏省绿色建筑工程技术研究中心、天加空调设备有限公司、南京市建筑设计研究院、苏州苏信环境科技有限公司、苏州苏净集团等合作建立了校外实践基地。在这些基地,教师不同程度地参与工程施工、调试、测试和后期的运行维护过程中,了解实际工程存在的一些问题。在学生校外实践过程中,教师将这些问题提出,结合专业基础课和专业课知识点,组织学生探讨、交流,提升学生系统性思维能力<sup>[9]</sup>。

此外,如何能够通过实践教学模式的改革,提升学生的科学思维能力?这个问题多年来一直困扰着专业教师。在实践教学中发现学生的系统性、逻辑性、批判性思维能力对应对各类专业难题起着很重要的作用。为此,学校构建校内实训基地,让学生参与风机盘管风管的制作和连接。同时,以南京工业大学逸夫图书馆为基地,通过了解图书馆的热水、供暖、通风和空调系统,引导学生掌握并运用基本的仿

真软件使用技能,包括CAD二维建模、BIM三维建模软件、DeST或EnergyPlus能耗软件、CFD气流组织软件和Dymola系统控制软件等,对系统的能耗和环境进行仿真,并将仿真数据与实际运行状态进行对比分析。然后,根据图书馆所处位置的水文、气候条件,以及师生进出图书馆的人流量特征,将绿色建筑和节能环保的新技术应用到仿真模型中,对仿真系统进行调试和故障诊断等,进一步锻炼学生的测试和自动控制能力,提高学生系统思考能力,以及发现和解决工程问题的实际能力。

这种理论+实训、校内+校外的实践教学模式,为提升环能专业学生工程实践能力提供了一条很好的途径。

### 四、教师队伍的工程训练

在保证教学和科研质量的同时,学院一直重视加强师资队伍工程设计能力以及解决工程实际问题的训练,即“双师型”队伍建设。学院服务江苏省建筑节能行业,承担了大量科研课题,是江苏省建筑节能的主要技术依托单位,为江苏省建筑节能、绿色建筑的发展提供了强有力的支撑。学院也通过科研工作带动一批教师的成长,大部分教师承担过工程设计、节能评估、施工指导、产品开发、项目咨询、科学研究等工作。专业教师具有丰富的理论知识和实践经验,无论是教授专业课程,还是指导学生的实践活动,都能取得很好的实际效果,对提高人才培养的质量有积极的作用。

需要指出的是,在教师队伍建设规划与发展方面,为了提升师资队伍的工程能力,一方面,通过南京工业大学建设工程技术有限公司和暖通空调实验室,给新进教师提供参与检测和调试工程运行期节能评估的机会,通过接触实际工程,加深教师对冷热源工程、流体输配管网等专业课知识的理解。另一方面,着力构建老中青教师相结合的队伍,以课程群和项目组为载体,组织教师集体探讨科研教学,开展互帮互带。这样既加强了教师队伍的团结,又能集思广益,汇聚集体智慧,不断提升专业教师的专业水

平和业务能力。

### 五、教学效果

在以往的本科教学过程中未能注重运行节能相关内容的传授,往往只是基于概念、机理和系统的静态讲解。目前更重视通过系统动态特性及节能潜力分析、数值模拟和系统仿真,帮助学生建立空调系统节能运行的全局观,使学生获得了很好的系统性思维的培养,也提高了学生发现和解决问题的能力。在建筑业整体就业形势不佳的背景下,参与了节能思维和项目锻炼的学生2016年就业出路都较理想。

近年来,南京工业大学环能专业在教学质量及人才培养方面也获得了行业和政府主管部门的认可,其中学院教师指导学生参加全国“挑战杯”大学生课外学术科技作品竞赛获得一等奖1项、二等奖1项、江苏省特等奖1项;全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛三等奖1项;江苏省普通高校本专科优秀毕业设计(论文)一等奖1项、二等奖1项、三等奖2项;江苏省高等学校本专科优秀毕业设计团队奖2项。此外还承担了各类教学改革项目5项。

针对环能专业的工科特色,尤其是江苏地区行业的实际情况,学院组织编写了多部专业教材,2011年出版了《建筑节能技术及应用》。2014年由Springer出版了“Fundamentals of Air Cleaning Technology and Its Application in Cleanrooms”。这些教材内容深入浅出地总结经验,介绍最新教学改革思路和行业技术信息,拓展了学生的专业视野。

### 六、结语

互联网的高速发展给环能专业的教学改革提供了有力的支撑。为了破解该专业工程教育现状和行业需求之间的难题,南京工业大学环能专业教师团

队结合学校的总体目标,明确了环能专业的定位,并结合学校教改30条构建了专业课程群,并重构了教学体系。在教学体系重构过程中,能够充分把握学生的未来发展方向,因材施教,构建相应的评价机制。为了提升师生的工程素养,进一步完善了校内外实践教学基地的建设,着重培养学生的科学思维,鼓励并支持学生大胆发现并尝试解决工程问题。重视“双师型”教师队伍的建设,为提升课堂教学效果,提高学生的整体工程分析和解决问题能力提供了很好的保障。

### 参考文献:

- [1] 李培根. 我国本科工程教育实践教学问题与原因探析[J]. 高等工程教育研究, 2012(3): 1-6.
- [2] 林健. 卓越工程师创新能力的培养[J]. 高等工程教育研究, 2012(5): 1-17.
- [3] 高等学校建筑环境与设备工程学科专业指导委员会. 高等学校建筑环境与能源应用工程本科指导性专业规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.
- [4] 朱颖心. 工程实践是培养学生专业能力的最好课堂[J]. 高等建筑教育, 2003(4): 67-69.
- [5] 周翔, 李峥嵘, 李铮伟. 建筑环境与能源应用工程专业毕业设计配套课程建设与效果调查[J]. 高等建筑教育, 2015, 24(1): 127-131.
- [6] 余晓平, 曾莉, 刘丽莹. 建环专业校企协同实验教学探索与实践——以美的空调实训室为例[J]. 高等建筑教育, 2015, 24(3): 13-17.
- [7] 卢玖琚, 王桂秀, 张东. 建筑人才节能理念培养的创新教学模式建构与实践[J]. 高等建筑教育, 2015, 24(3): 139-142.
- [8] 葛坚, 朱笔峰. 以绿色建筑教育为导向的建筑技术课程教学改革初探[J]. 高等建筑教育, 2015, 24(3): 83-86.
- [9] 付祥钊, 邓晓梅, 孙婵娟. 建筑环境与设备工程专业实践教学效果调查与分析[J]. 高等建筑教育, 2009, 18(1): 16-21.

## Engineering education and practice for sustainable operation concept of green building

ZHOU Bin, LIU Jinxiang, ZHANG Guangli

(College of Urban Construction, Nanjing Tech University, Nanjing 211800, P. R. China)

**Abstract:** Heating, ventilation and air conditioning (HVAC) system consumes a large proportion of energy in buildings. With the continuous development of energy-saving and green building, the professional quality of people who is in charge of the operation of HVAC system is one of the critical factors, which cannot be ignored. In order to meet the requirement of the times, as well as to cultivate talents with good quality for operation of public utilities, substantive work has been carried out at Nanjing Tech University, which includes the concept of education, cultivation objective, construction of curriculum group, rebuilding of teaching system, establishment of practical teaching base, mode of practical teaching, and engineering training of teachers. It has obtained both acknowledgement of students and support from industry. By combination of the idea of engineering education and the practical project, intellectual support can be provided for sustainable operation of building which will be real “green” and “energy efficient”.

**Keywords:** green building; energy conservation; engineering education; practice education

(编辑 王 宣)