doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2015.03.003

建环专业校企协同实验教学探索与实践
——以美的空调实操室为例

余晓平，曾 莉，刘丽莹
（重庆科技学院 建筑工程学院，重庆　401331）

摘要：文章基于建筑环境与能源应用工程专业实验教学改革，结合学校与美的公司共建的空调实操室平台，探索构建了专业实验项目体系，并结合实验教学对人才培养的基础作用，探讨了实践项目开发与建设的教学内容和方法，突出了实验教学对工程能力培养的重要意义，可为校企协同专业实验平台建设提供参考。

关键词：校企协同；建筑环境与能源应用工程；空调实操室；实验教学
中图分类号：G642.423　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1005-2909(2015)03-0013-05

针对大学生的就业危机及所表现出的结构性失调，以及高等教育服务社会职能的弱化等问题，高等教育需要建立现代职业教育体系，以地方高校转型发展为切入点，路径是建立一批应用技术大学[1]。根据 2012 年教育部颁布的本科专业目录，建筑环境与能源应用工程（以下简称建环专业）属于工学土木类本科专业之一。建环专业教学规范要求，毕业生应具有综合运用所学专业知识与技能，完成工程应用技术方案撰写、工程设计以及解决一般工程问题的能力，具有参与施工、调试、运行和维护管理的能力，具有产品开发、设计、技术改造的初步能力等[2]。

随着近年来城市开发与建设速度加快，整个建筑行业的空调市场迎来大发展。由于暖通空调系统的专业性和复杂性，专业理论教学必须与实践教学充分融合才能满足高级应用型人才工程能力培养的要求[3]。暖通空调工程是建环专业核心课程，理论教学内容包括供暖、通风和空气调节三个技术领域，涉及不同种类的空调设备及系统形式。为了提升专业实践教学人才培养质量，拓展实验实训途径，学校与美的中央空调公司共同建立空调实操培训中心。该中心目前已是企业培训员工基地，但作为专业实验实训教学的价值还没有充分发挥，需要通过研究、开发一系列实验项目，建成适宜学生操作、测试的实验系统平台，有效发挥实操室在专业人才培养中的作用。

一、空调实操室概况

重庆科技学院美的实操室占地约200 m^2，由美的公司2011年投入价值约

收稿日期：2014-11-11
基金项目：重庆科技学院本科教育教学改革研究项目（201431）
作者简介：余晓平（1973-），女，重庆科技学院建筑工程学院教授，建环系主任，博士，主要从事建筑环境与能源应用工程研究，（E-mail）yuxiaoping2001@126.com。

80 万元的设备,包括空气源热泵空调机组、VRV 多联机、整体或分体式热泵热水机、全热交换器和冷热水输配系统等,已安装完成并投入使用,主要设备情况见表 1,现场安装效果如图 1 所示。

表 1　空调实操室主要设备情况

名称及型号	数量	名称及型号	数量
直流变频主机 MDV－280(10)W/DSN1－840(A)	1	标准风管天井式 MDV－D71T2/DN1	1
直流变频主机 MDVH－V120W/N1－510(E1)	1	一面出风嵌入式 MDV－D56Q1/DN1	1
热水机 RSJ－200/S－540－C	1	低静压风管天井式 MDVH－J56T3/N1－A	1
热水机 RSJ－15/190RDN3－B	1	四面出风嵌入式 MDVH－J56Q4/N1－C	1
热水机 RSJF－30/R	1	单元风管机 KF－26Q1W/Y－N(E2)	1
模块机 LSQWRF30M/A－C	1	单元风管机 KF－51QW/Y－A(R3)	1
全热交换器 XFHQ－2DZ－B	1	单元风管机 KFR－71T2W/Y－A	1
空调箱 MKSII020DA－Y	1	风机盘管 FP－34WA－Z3	1
四面出风嵌入式 MDV－D125Q4/N1－C	1	风机盘管 FP－85WA－Z3	1

图 1　美的实操室现场图

美的公司不定期更新产品,使实操室的设备同步于市场最新产品的技术水平。2014 年已更新 3 套设备,并且增加了设备运行的在线检测和远程控制网络系统。这让学生通过校内实操室就能了解行业发展的前沿技术和装备。

建环实验室已经具备专业实验所需要的热湿环境、冷热输配和设备电力系统参数检测等主要测试仪器仪表,为空调实操室开发系列专业实验项目创造条件。

二、实验教学项目开发建设

实验项目开发建设是课程建设的重要组成部分,其意义在于借助实操室厂家实际设备及系统和现代测试手段,指导学生通过实验实训掌握暖通空调系统的运行测试原理和规范操作方法,树立暖通空调工程的系统观念,培养学生系统设计、工程分析和动手操作能力。

实验教学项目开发建设目的有两个,一是作为暖通空调工程理论课程的课内演示实验,通过现场教学增强学生对空调设备及系统的感性认识,熟悉操作程序与工艺流程;二是开发综合性或设计性实验项目作为专业综合实验的重要内容,同时也可对校内其他相关专业开放实验,扩大项目建设的受益面,提高实验设备利用率。综合性、设计性实验项目

面向建环专业学生开设，在学生完成所有专业理论课程后按实验专周执行。开放性实验项目面向全校学有余力的学生开设，学生在开放实验平台上可以进行创新实验，开展课外科技创新实践活动，除建环专业学生外，如能源与动力工程等专业学生也能申请。

根据实际设备情况，实验项目包括暖通系统运行效率测定、主要设备性能测试和运行环境调控及测试数据分析与评价等内容，覆盖了空气输配管路、冷热水管路、水泵、热泵主机、全热交换器等关键设备及其系统，目前所开发建设的实验项目如表 2 所示。

表 2　实操室开发建设的实验项目情况

序号	实验项目名称	实验类型	实验操作学时数	可同时容纳的实验人数	对应课程
1	1 对 1 小型氟系统制冷设备性能实验	综合	2	5	专业综合实验
2	1 对 2 小型氟系统制冷设备性能实验	综合	2	5	专业综合实验
3	一对多氟系统制冷设备性能实验	综合	4	5	专业综合实验
4	空气源热泵制冷/制热工况实验	综合	2	5	专业综合实验
5	整体式空气源热泵热水工况实验	综合	4	5	专业综合实验
6	分体式空气源热泵热水工况实验	综合	4	5	专业综合实验
7	空调风管保冷性能测定	综合	2	5	专业综合实验
8	管道出风口性能测定	综合	4	5	专业综合实验
9	全热交换器换热效率性能测定	综合	2	5	专业综合实验
10	空调箱空气处理过程性能测定	综合	2	5	专业综合实验
11	静压箱运行参数测定	综合	2	5	专业综合实验
12	风机盘管空气处理过程测定	综合	2	5	专业综合实验
13	空调设备出风口参数测定	综合	2	5	专业综合实验
14	风冷机组冷凝器散热量测定	综合	2	5	专业综合实验
15	空调循环水泵运行工况测定	综合	2	5	专业综合实验
16	热泵机组供冷工况运行供冷量测定	创新	4	5	专业开放实验
17	空气源热泵空调系统运行调控实验	创新	4	5	专业开放实验
18	集中空调系统联动运行控制实验	创新	4	5	专业开放实验
19	空调热水管道热流量测定	创新	2	5	专业开放实验
20	空调热水管道保温性能测定	创新	2	5	专业开放实验
21	供热系统热水箱蓄热容量测定	创新	2	5	专业开放实验
22	空调设备运行噪声测定	创新	2	5	专业开放实验

表 2 实验项目 22 个，属于综合或创新性实验项目，以每个项目能同时容纳 3 ~ 5 人进行小组实验，按 20 个小组计算，每年可累计完成实验教学 2 200 学时。在建环专业综合实验环节，为解决实验设备台套数少的问题，按照“少台套、大循环”的方式组织学生开展实验。以 60 人班级为例，分为 15 个小组，每组 4 人。专业综合实验 3 周，计划完成 15 个综合实验项目，平均每天完成 1 个项目，内容包括项目实验设计、现场操作与数据采集、小组数据分析与讨论、实验报告撰写与提交等环节。

三、实验项目教学实践

（一）实验教学建设思路

以教育部高校实验教学示范中心建设思想为指导，结合暖通空调与制冷行业发展规律，根据我校建环学科专业发展和人才培养定位，构建空调实操室的实验教学理念，创新实验教学体系，形成开放的实验教学环境和高效的管理运行机制，造就一支具有开拓创新实干精神的实验教学师资队伍，着力培养学生的工程实践能力和创新意识，努力提高应用型工程人才培养质量。

实验教学打破按课程开设单一课内实验或课程集中实验的格局，全部按实验内容模块开设独立系列实验课程，突出实验项目之间的相关性，培养学生基于项目和问题的工程系统观念。

针对学生的不同知识结构层次和学习阶段，设置学科基础性探索实验、专业方向设计性实验和综合创新性实验。基础性实验为必修实验，包括室内环境检测实验，目的在于掌握热工参数的检测方法和数据处理，培养学生对建筑环境调控的初步认识，促进学生对建筑设备与建筑环境调控关系的理解与掌握，并初步培养学生的动手能力和分析能力，形成初步的建筑环境系统理念，这类实验可结合热质交换原理与设备、建筑环境学、建筑环境测试技术等课程开设。专业方向设计性实验为必修实验，内容包括空气处理过程实验、空调设备与冷热源机组性能试验和输配系统性能测定等，这类实验属于现场检测难度较大、专业性较强的实验，目的在于培养学生应用专业理论知识进行工程系统分析的能力，可结合流体输配管网、暖通空调、冷热源工程等课程开设。

基于以上专业实验课程建设思路，专业实验教学内容划分为建筑环境测试、暖通空调设备及系统性能、建筑能源应用与自动化和管道加工实训等四大模块。其中，暖通空调设备及系统性能模块由美的空调实操室承担，对应暖通空调方向的理论课程群。利用企业搭建的实操室，实验项目能紧跟暖通专业发展前沿，紧密结合学科发展要求，及时更新实验检测项目和内容。比如，表 2 中的第 15 项“空调循环水泵运行工况测定”，学生需要利用水泵性能参数、空调水系统组成及工作原理、空调水系统运行工况点、空调水系统工况调节及系统设备配置等知识点，涉及课程包括流体输配管网、暖通空调工程和冷热源工程。实验项目的开发建设以设计性、综合性为主，按实验专周集中开设。这样使学生能充分运用所学的专业知识，将多门课程或一门课程的多个知识点联系起来，认识和分析工程实际问题[4]。

（二）实验教学项目的运行管理

开发实验项目体现了暖通工程系统性和开放性。基于实际设备运行过程中的测试，将暖通空调的主机与末端设备有机结合，系统运行方案可以由学生设计后操作，实验数据的采集点可根据测试对象不同调整，开放性好，学生测试内容与操作方式可根据需要选择。

实验项目融入了工程标准的规范性。将行业标准中关于暖通系统和设备的能效测定方法和指标与实验测试和评价分析相结合，体现了工程运行环境的真实性和有效性。在学生的实验实训环节，充分利用企业提供的先进设备和技术，先进的工艺流程和科学的管理方法，将学生放在工程实景环境中进行训练，有利于增加学生的工程认知能力和工程系统意识[5]。

实操室开放管理，全过程教学。实验项目采取学习型实践小组的开放实验模式，以分工协作、分组实验、集中讨论的方式，形成了合作自主研究式的学习方式，教师与学生充分交流，就实验实训内容共同探讨，既增强了学生动手操作能力，又培养了相互协作的团队精神。综合实验教学过程中，美的空调公司的技术人员亲临现场指导操作，培训教师，同时给学生介绍暖通空调设备应用现状与技术发展趋势。

实验教学师资保障与能力提升。目前暖通空调实操室的实验教学运行团队，包括 1 名教授、2 名副教授、2 名讲师和 1 名实验人员，其中博士 4 人，2 人具有注册公用设备工程师资格，承担了建环专业的主干专业基础课程和专业理论课程，同时承担专业实验项目的开发与教学工作。在专业综合实验课程开设期间，实验教学团队的教师联合指导，共同承担了针对“少台套、大循环”模式的实验教学运行任务，确保每个项目运行期间有专业教师现场指导。这是因为学校要求理论课程教师兼任实验指导工作，并鼓励教授、副教授、博士参加实验教学、实验教材编写、实验仪器设备的开发、创新实验的指导等工作。在空调实操室平台上，通过与企业协同实践，使校内的专业实验及综合训练达到工程现场实训的效果，让师生不出校门也能受到相应的工程训练，既有助于提升青年教师的工程教育能力，又提高了学生的

http://qks.cqu.edu.cn

工程应用能力。

四、结语

空调实操室设备以企业提供为主，自主开发或二次开发为补充。现有多数设备及配套实验系统具有开放性和可拓展性。实验工况条件的多样性与复杂性，可使学生自主设计实验内容，二次开发出不同的个性化实验项目，并通过不同实验工况测试结果的比较分析，培养学生的工程系统分析能力。尤其是通过企业共建的实验室，可实现现场实测、计算机模拟分析等内容，让学生得到良好的工程训练，提升其工程应用技能，培养工程师品格[6]。

通过校企合作，依托先进企业的技术和设备搭建实验实训平台，为学生创造更加真实的工程应用环境，突出工程应用能力在应用型工程人才培养中的核心地位。通过构建有利于培养学生实践能力和创新意识的实验教学项目体系，建设符合暖通行业发展要求的实验教学环境，是切实落实“学生为本，校企共建，强化应用，提升能力”教学理念，全面提高教学质量的重要保障。美的空调实操室作为校企协同培养本科人才的途径之一，通过实验教学的改革实践，提升建环专业人才培养质量，这种合作模式可供相近专业校企合作办学参考。

参考文献：

[1] 孟庆国，曹晔. 地方高校转型发展：路径选择与内涵建设[J]. 职业技术教育，2013(18)：68－71.

[2] 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.

[3] 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.

[4] 李红梅，江志斌，郑益慧. 强化工程能力培养的高校课程体系改革[J]. 高等工程教育研究，2013(5)：140－144.

[5] 王建，刘胜吉. 工科大学生工程素质和工程能力的培养与实践[J]. 社科纵横，2010，25(5)：142－143.

[6] 许士群，张荣华. 校企合作与工学结合三级平台人才培养模式的探索与实践[J]. 教育与职业，2011(2)：24－26.

School-enterprise collaboration experiment teaching for building environment and energy engineering specialty: taking air conditioning operating room as an example

YU Xiaoping, ZENG Li, LIU Liying

(*Chongqing University of Science and Technology*, *Chongqing 401331*, *P. R. China*)

Abstract: Based on the experiment teaching content for building environment and energy engineering, this paper establishes a series of specialized experiment projects system combined with the practical conditions of air conditioning operating room. With the effect of experimental teaching on talents training, the paper discusses the practice of project teaching characteristics and methods of development and construction, especially highlighting the importance of the experimental teaching to the engineering ability, which can provide reference for the similar construction of specialized experimental platform.

Keywords: school-enterprise collaboration; building environment and energy engineering; air conditioning operating room; experiment teaching

（编辑　周　沫）