

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2015.04.023

# 建筑设备自动化课程教学方法探讨

李祥立, 李芦钰, 舒海文

(大连理工大学 土木工程学院, 辽宁 大连 116024)

**摘要:**建筑设备自动化是建筑环境与能源应用工程专业的主干课程之一。该课程内容较繁杂,对此,文章提出该课程教学的新方法和新思路。在课程体系的设置上,将教学内容合理地分解,对互相关联性很强的内容分出层次;采用互动式教学方法,使学生能主动参与到教学过程中;将理论与实践紧密地结合起来,提高学生学习的积极性和创造性。

**关键词:**建筑设备自动化;互动式教学;课程体系;教学研究

中图分类号:G640;TU6

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2015)04-0087-03

建筑环境与能源应用工程专业,简称建环专业,该专业是土建领域高级人才培养和科技发展的重要支撑。截至2011年,全国已有181所高校设有建环专业<sup>[1]</sup>。2012年普通高等学校本科专业目录中把建筑智能设施(部分)和建筑节能技术与工程两个专业纳入建环专业,专业范围扩展为建筑环境控制、城市燃气应用、建筑节能、建筑设施智能技术等领域。建筑自动化课程为其主干专业课程之一,对学生深入了解建筑设备自动控制系统起着重要的作用,也为今后从事建筑环境与设备的研究工作打下坚实的基础。该课程的特点是教学内容多、关联性学科和知识也较多,涉及很多建环专业学生不太熟悉的领域,教学难度较大。笔者以多年的教学体会,特别是在与同行间的交流中感到,该课程教师的一个共识是结合案例的互动式教学方式能够达到比较好的教学效果,设计合适的案例并采用适宜的教学手段是提高教学效果的关键。本文从教学实践经验出发,设计3个易于操作的教学实例,并借助Simulink模拟工具和小型实验台,在课堂上运用笔记本电脑、无线网络等操作工具进行互动讲解。此外,对复杂的建筑设备系统,给学生留出一定的拓展空间,以课后训练和课堂讨论的形式完成。教学实践证明,采用该教学方式取得了较好的教学效果。

## 一、教学内容的调整与整合

建筑设备自动化是建筑环境与设备专业的一门主干课程,它的主要任务是通过各个教学环节,运用各种教学方法,使学生系统地掌握建筑设备自动化系统的基本概念、控制原理的初步知识以及双位控制、PID控制等控制调节方法,建筑热湿环境的控制方法,设备与系统的控制方法,并从整体设计出发了解建筑自动化系统的通信技术、设计过程、分析整定方法和关键问题。

收稿日期:2014-12-08

基金项目:大连理工大学教改项目资助

作者简介:李祥立(1973-),男,大连理工大学土木工程学院副教授,博士,主要从事建筑热环境、供热供冷系统、太阳能供热等可再生能源研究,(E-mail)lxl@dlut.edu.cn。

建筑设备自动化系统实际上是一套中央监控系统。它通过对建筑物(或建筑群)内的各种电力设备、空调设备、冷热源设备、防火、防盗设备等进行集中监控,达到在确保建筑内环境舒适、充分考虑能源节约和环境保护的条件下,使建筑内的各种设备状态及利用率均达到最佳的目的。建筑设备自动化课程涉及很多自动控制方向的课程知识,如自动控制原理、传感器、数字电子技术、模拟电子技术、通讯技术、计算机控制、模糊控制、单片机等。同时,要实现建筑设备系统的控制,不可避免地要用到建筑冷热源、空气调节、通风工程、制冷与风机、供热工程等专业知识,几乎涵盖了建筑环境与能源应用工程所有的专业课。此外,在控制策略、控制品质上还涉及到建筑环境学等专业基础知识(见图1)。

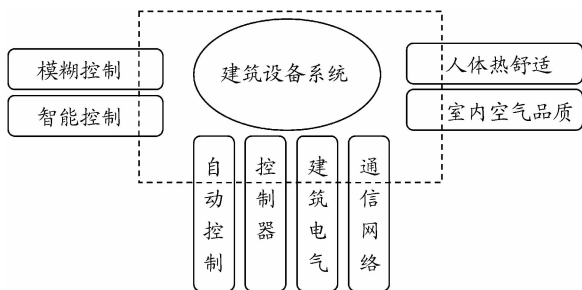


图1 建筑自动化系统知识

教学内容上,以高校建筑环境与能源应用专业指导委员会推荐的教材为主<sup>[2]</sup>,由于受到课时的限制,对教材中的内容作了适当调整。首先根据知识点将教学内容分成两个大类:一是控制基础与控制仿真部分,包括自动控制的基本概念、基本控制原理和基本控制规律、计算机控制理论相关知识、模糊控制原理与实现、传递函数(主要掌握拉式变换)、控制参数的工程整定方法、Matlab 软件基础(主要掌握 Simulink 控制工具箱)等;二是建筑设计系统控制,包括常用的建筑设备和空调风系统、空调水系统、空调冷热源、集中供热等建筑用暖通空调系统。为了将教学内容有机地融合起来,设计了6个工程实例,分别是加热水箱温度分层的自动控制、恒温恒湿空调机的自动控制、散热器实验台的自动控制、变风量空调系统的自动控制、空调冷冻水系统的自动控制、集中供热系统(输配管网)的自动控制。实例由浅入深,依次讲解。由于受课时的限制,对简单的工程实例,如前3个工程实例,需要详细讲解与分析;对比较复杂的工程实例和工程问题,要进行合理的简化后建立仿真模型,并留出一定的课堂讨论空间给学生,由学生在课后完成。高等学校建筑环境与能源应用工程教学指导委员最新的本科指导性专业规范,规定建筑自动化课程内容包括通讯网络技术(通讯协议)和楼宇自动化的相关内容。这些内容只作为学生了解的内容,选择与本专业关联性较大的部

分,从整体设计出发介绍建筑自动化系统的通信技术、设计过程、分析整定方法和一些关键性问题。如国际上比较通用的楼宇自控系统专用协议 BACnet、适用于集中供热系统监测控制的通讯网络连接形式等。

## 二、授课主体的优化组合

建筑设备自动化课程涵盖的内容非常多,如自动控制原理、传感器、数字电子技术、模拟电子技术、通讯技术、计算机控制、模糊控制、单片机等。同时,要实现建筑设备系统的控制,不可避免地要用到建筑冷热源、空气调节、通风工程、制冷与风机、供热工程等专业知识,这些知识几乎涉及建筑环境与能源应用工程专业所有的专业课,在控制策略、控制品质上还涉及建筑环境学等专业基础知识。侧重自动控制的教学内容由智能结构系统研究所的教师担任主讲,而涉及建筑设备系统部分专业背景和专业特征明显的部分内容由建环专业的教师担任主讲,两方面的教师互相配合,共同完成教学任务。在授课的过程中,也发现不同专业知识之间的交叉学习,不但对学生而且对教师也是一个很好的学习过程,它能促进各专业的融合与沟通。同时,控制工程专业教师直接参与教学,也扩大了相关知识面,能更好地解答学生的实际问题。

## 三、互动式授课

以往的教学以教师的课堂讲解为主,知识难以当堂消化,学生反馈信息也较少,加上课时的限制,教师很难将众多的教学内容全部进行详细讲解,因此学生感觉理解起来有困难。为此,教学中将控制实用用 Matlab 的 Simulink 控制工具进行模拟,相对基础和简单的实例直接在课堂讲授,复杂的实例由教师建好模型,再作课堂讲解和现场分析,并安排课后讨论,给学生留出思考的空间,这也是互动实践教学非常重要的一个环节。比如将教学内容中比较复杂的中央空调变风量系统和空调冷冻水系统安排在自主学习环节,给出讨论和拓展的空间。此外,在完成基本教学内容的基础上,打破固定实验题目的局限,鼓励自主创新。学生可以根据自己的兴趣来选择控制实验的内容,或提出控制策略。教师鼓励学生主动寻求实验方法,探索实验方案,在探索的过程中让学生感受知识的产生和获取过程,培养学生获取新知识的能力和分析与解决问题的能力。此外,引导学生参与实验的全过程:准备工作、具体操作和实验后的数据处理等,深化学生对实验项目所涉及各种知识、技术的理解,培养学生独立工作的能力。

在讲授同步模拟实例时,要求学生利用笔记本电脑,与授课教师同步完成控制实例的仿真建模、实现控制规律和控制参数的调整,配合简单的输出窗口或曲线,在计算机上显示控制结果,通过计算机仿

真工具完成互动式教学。要求学生现场操作紧跟教师的操作进度,用仿真显示现场检验教学的效果。经过一个教学轮次的实验,绝大多数学生都能完成工程实例的仿真,可以自己改变控制规律和控制参数,了解调节过程各种影响因素的作用,达到了较好的教学效果。

#### 四、实验台的设计建造

控制系统的仿真模拟虽然在一定程度上可以反映建筑设备或系统的自动控制和调节过程,但是对相对复杂的系统,Simulink 控制工具建模时必须通过一定的简化,而且被控对象的一些物性参数需要实测获得或利用经验进行调整。因此设计适当的实验台或实验系统并完成实际的控制任务才能完全掌握建筑设备系统的控制任务,真正实现控制策略。

土木工程学院建筑环境与设备研究所的专业实验室具有恒温加热水槽的实验装置和完整的地源热泵空调系统,经过适当的改造,可以完成部分实例的教学实验。为了进一步加强教学效果,设计开发一套模拟管网实验台,如图 2 所示,设置两个模拟热源(1和2)用主循环泵代替,分别设在管网两端。5 个用户(用阀门代替用户阻力)分别增设一个加压泵。该实验台可以完成多热源多用户质调节、量调节和分布式变频调节等集中供热系统的调节模拟。实验台除了完成教学工作外,还可以通过变频水泵及用户阻力元件(平衡阀)的调节,测试识别管网阻力特性、水泵特性及多泵联合运行时的动态叠加特性等。目前该实验台已经完成方案设计和前期的筹备工作,并正在建设中。

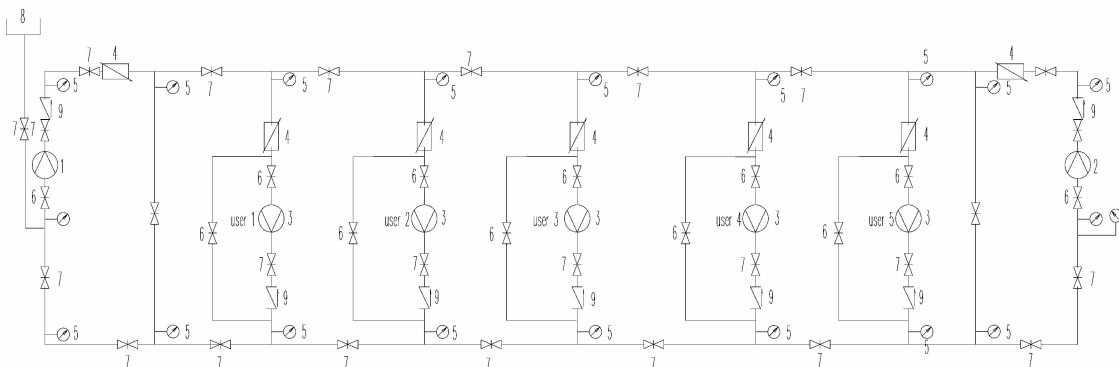


图 2 管网模拟试验台原理图

#### 五、结语

实践证明,改革后的教学效果明显优于传统的教学方式,取得了具有现实意义的教学改革经验。与此同时,在教学实践中也发现了一些问题:一是教学整体进度不是很快,建环专业学生没有 Matlab 软件的学习基础,操作 Simulink 控制仿真工具的熟练程度差别较大,少数动手能力较差的学生影响了整体的教学进度;二是将计算机带到课堂以后出现了新的问题,有部分学生利用电脑做与课堂教学无关

的事。这些问题还需要在今后的教学工作中加以总结和改正。

#### 参考文献:

- [1] 高等学校建筑环境与能源应用工程学科专业指导委员会编制. 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:中国建筑业出版社, 2013.
- [2] 江亿,姜子炎. 建筑设备自动化[M]. 北京:中国建筑业出版社, 2010.

## Teaching methods of building automation course

LI Xiangli, LI Luyu, SHU Haiwen

(School of Civil Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116024, P. R. China)

**Abstract:** Building automation is one of the main courses of building environment and energy application engineering specialty. Its content is multifarious. We put forward new teaching methods for the course. For the course system setting, we separated the teaching contents reasonably and set different layers for strong connected contents. We used the interactive teaching method which enabled students to participate in the teaching process actively, and combined theory and practice teaching to improve students' learning enthusiasm and creativity.

**Keywords:** building automation; interactive teaching; course system; teaching research