

# 建筑环境与设备工程专业建设智能建筑控制辅修课程体系的研究与实践\*

李炎锋, 贾 衡, 孙育英, 李俊梅, 王 玲

(北京工业大学 建筑工程学院, 北京 100022)

**[摘要]** 论述了在建筑环境与设备工程专业设置智能建筑控制辅修课程体系来培养智能建筑技术类人才可行性。并从课程建设规划、基本内容、理论体系、实验体系和课程设计体系等方面进行了深入的探讨,对人才培养中应注意的问题进行了分析。实践表明该课程体系符合建筑环境与设备工程专业的培养目标,有利于培养建筑设备学科与电控学科交叉的应用型和复合型人才以适应智能建筑技术的发展,并形成建筑环境与设备工程专业的人才培养特色。

**[关键词]** 课程体系;智能建筑;人才培养;教学改革

**[中图分类号]** TU8 ;G642

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1005-2909(2007)01-0079-06

## 一、引言

近年来,随着计算机技术、控制技术、通信以及信息技术的发展以及人们对工作和生活环境的舒适性、经济性和安全性要求日渐增长,智能型建筑由此应运而生。智能建筑技术在我国得到飞速的发展,并已形成了全球规模最大的智能建筑市场,从而使掌握了一定建筑智能化知识与技术的毕业生受到社会的欢迎。智能建筑在规划、设计和建造的过程中,自动控制设计人员需要与建筑、制冷、空调、给排水电气设计人员配合,需要暖通空调工程师提供工艺资料以及控制系统所需要的信号与要求,在工艺设计的过程中为实现工艺的自动控制创造基本条件。但工程实践表明:大多数暖通空调工程师不懂自控,自控工程师又不懂工艺,这就造成技术和人才的脱节,导致大多数智能建筑不能投入或者投入了也达不到预期的功能以及节能效果。为了满足智能建筑技术的开发、推广以及引进、消化、吸收和发展国外的先进技术以促进该行业的可持续发展,迫切需要进行智能建筑科技队伍的建设 and 人才的培养。

国内高校进行智能建筑行业人才探索培养的主要途径有:建筑环境与设备工程专业指导委员会在拓宽专业知识和构筑专业教育知识平台的基础上进行建筑设备自动化系列课程改革<sup>[1-2]</sup>;增设了建筑设备自动化课程并设置为本专业的主干课程;部分高校开始着手研究高等学校设置建筑工程及其自动化专业的必要性,提出了该专业的专业支撑平台及主要专业课程,并讨论了专业建设需要注意的几个问题<sup>[3]</sup>;一些高校考虑在电气工程及其自动化专业(本科)进行智能建筑技术人才的培养,并制订了相应的培养计划和总体思路<sup>[4-5]</sup>。考虑到智能建筑设计过程中要求自控知识的难度和深度,北京工业大学建筑环境与设备工程专业根据专业指导委员会拟定的《建筑环境与设备工程专业面向21世纪教学内容、课程体系》总体框架,结合社会与专业发展需求,对教学计划、课程体系进行拓宽和更新,通过将建筑设备学科与电控学科相结合来培养智能建筑技术人才。

本文以北京工业大学建筑环境与设备工程专业

\* [收稿日期] 2007-01-12

[基金项目] 2006年北京市教学专款资助项目(00400053220)和北京工业大学教学研究项目(N0. ER2005-A-17)

[作者简介] 李炎锋(1971-),男,河南新密人,北京工业大学教授,从事建筑节能与楼宇控制技术研究。

进行教学改革为例,探讨了在建筑环境与设备工程专业内通过将建筑智能控制课程体系作为专业重要的辅助内容来进行智能建筑技术类人才培养的途径,分析了如何通过建立相应的教学软件和硬件配套设施来形成复合型专业人才培养特色。

## 二、建筑智能控制辅助课程体系设置依据

(一) 紧密结合地区建筑行业发展对行业人才的需求

北京将在 2008 年建成国际大都市,1300 万常住人口的需求使得建筑业成为北京市的支柱产业之一。空调、通风、供暖的耗能已占建筑热耗 30%,可见,建筑节能与首都的可持续发展有着紧密的相联系。根据有关资料统计:北京市投入在建筑中的智能设备经费已达 8 亿/年,随着 170 亿奥运场馆和 300 亿信息化建设的投入,智能建筑、智能小区的智能化设备费将会大幅度的增加,虽然智能化建筑设备费的投入增加了,但建筑智能化能够比常规建筑设施节能 30%。建筑节能、室内空气质量和建筑防火都必须依托在楼宇自动控制技术的平台上。我们对北京市国企、外企、中外合作的自动化公司(近 50 家)、建筑设计院(近 300 家)、物业管理公司(近 1000 家)、设备安装公司(近 100 家)进行了测算,每年对从事楼宇自动控制工程技术人员的需求约 100 人。21 世纪对建筑设备工程师提出了新的要求,即建筑设备工程师必须是建筑学科与电控学科交叉的复合型人才。作为地方重点大学,北京工业大学提出了“立足北京、融入北京、辐射全国、面向世界”的办学特色,因此学校下属学院以及各个专业紧紧围绕学校的整体办学思路发展进行了专业计划的调整和人才培养目标的定位。建筑环境与设备工程专业作为校级重点建设专业,是学校教学改革试点的专业之一。2001 年建筑环境与设备工程专业决定对教学计划进行调整和改革,其中,建立建筑智能控制辅助课程体系是改革的重要内容之一。

(二) 课程体系建设符合建设部和专业教学指导委员会对培养方案的调整要求

为适应科学技术的发展,新世纪对人才的需求,20 世纪 90 年代,建设部下发的文件提出要求建筑设备、电控学科交叉,建筑设备工程师应该是建筑学

科与电控学科交叉的复合型人才。在 1999 年教育部新制定的招生目录中,供热通风与空调工程专业和燃气输配专业合并,并重组为建筑环境与设备工程专业。该专业的培养目标是毕业生能够从事该技术领域的设计、安装调试、运行管理以及建筑自动化系统的方案制定,并具有初步研究与开发能力<sup>[6]</sup>。这说明新的培养目标在加强基础知识,确定主干学科的基础上,对原有的专业内容进行了拓宽和更新,增加了楼宇设备自动化技术内容,以培养暖通空调制冷——建筑设备学科与电气控制学科相结合的复合型人才。新的培养目标要求建筑环境与设备专业的学生不仅能从事暖通空调制冷技术工作,还要能从事建筑设备自动化工程相应的部分技术工作。

作为北京工业大学本科教学改革工作试点,2002 年建筑环境与设备工程专业申请在北京工业大学设置了智能建筑设备工程专业,并在 2002 年 9 月 20 日召开“智能建筑设备工程专业”立项论证会,经过以吴元炜为组长的专家组论证。专家评审意见是:新专业是北京经济建设与社会进步可持续发展急需的,智能建筑设备工程专业培养建筑学科与电控学科交叉的复合型人才,符合教育创新方向;建筑环境与设备工程系已具备设置智能建筑设备工程专业新专业的基本条件(师资、实验室、产学研校外基地、教学文件与经验)。2003 年 3 月北京工业大学智能建筑设备工程专业经北京市教委批准,并申报教育部。同时,“智能建筑设备工程专业建设”立项得到北京市教委专项基金的资助。但由于该专业是 1998 年教育部公布的本科专业目录外的新专业等原因,申请没有获得教育部批准。于是,我们开始对智能建筑设备工程专业的教学计划、课程体系进行拓宽更新,新的教学体系保留了以前建筑环境与设备工程学科的主要内容,同时将建筑智能控制作为学科的另一重要的辅助内容。根据新的教学计划,重新整合了实践教学环节(专业实验、第二课堂、综合课程设计、生产技术实践和毕业设计),形成了较为完整的建筑智能控制辅助课程体系。

(三) 课程体系建设符合专业建设的特色原则

任何专业都必须有自己的特色,否则就不能生存和发展。建筑环境与设备工程专业的主要特色就是其核心基础为建筑环境科学,始终贯彻“以人为

本”的思想,阐述人对室内外环境的舒适与健康要求,为创造适宜的建筑环境提供理论根据<sup>[7]</sup>。同样,对具有建筑环境与设备工程专业的全国100多所高校而言,需要形成自己建筑环境与设备工程专业人才培养特色,这样才能使毕业生在就业市场上具有竞争力。

### 三、建筑智能控制辅助课程体系的内容以及配套的教学平台建设

教学内容与课程体系的改革是本专业改革的重点。依据专业指导委员会规划<sup>[6]</sup>,我们将专业课程设置上分成为两个系列:建筑设备工程类系列课程和电控工程类系列课程。建筑设备工程系列课程包括:工程热力学、传热学、流体力学等主要传统暖通专业的主干课。电控工程类主干课程包括:电工技术、电子技术、建筑环境测试技术、自动控制原理、建筑照明与电气控制、微机系统应用、建筑设备自动化。而建筑智能控制辅助课程体系是由电控类主干课中除电工、电子技术外的其他课程组成,该课程体系由建筑环境与设备工程专业负责建设,由本专业教师开课。各门课程内容和安排如下:

#### (一)建筑环境测试技术(32学时、第四学期)

以误差理论为主线,学生利用误差理论可以设计实验、选择仪表和报导实验结果。该课程以常规仪表为例,让学生学习仪表使用方法,使学生能够使用和操作。该课程与研究生测控课程衔接,并能与本科生第二课堂活动结合,学生可在理论课时之外在实验室进行实验方案设计和实现。建筑环境与设备工程专业的课程教材过渡到“暖通实验引论”自编教材,该教材兼顾专业委员会教材内容,并以测量作为控制的基础。

#### (二)自动控制原理(40学时、第五学期)

自动控制原理是该专业的技术基础课,理论性较强,内容丰富,分析方法多,对学生的数学基础要求高。但是由于经典控制理论、现代控制理论以及一些智能控制理论非常适用于指导研究与设计暖通空调与制冷设备控制系统,因此课程以常规线性控制理论为基础,主要考虑专业学生的特点和学生毕业后应用的知识深度确定。主要让学生掌握位式调节、P、I、PI、PID控制方式的原理;掌握拉氏变换并

能够运用该种数学方法进行控制系统的特性分析;执行机构选用与计算,调节阀的选择;PID计算机控制式的推导和应用。介绍空调房间温度、湿度控制模型,空调控制的全年自动转换。智能建筑的核心技术之一是计算机技术,而计算机控制为采样控制,需简要讨论离散系统。授课的主线结合本专业的特点,强化建模、分析、设计与综合。

#### (三)建筑照明与电气控制(32学时、第五学期)

本课程使学生掌握建筑弱电的相关知识。通过学习,掌握照明及电气控制技术的基本原理,掌握建筑照明的设计方法,控制过程,常用控制电器的构造与原理,能初步分析和设计简单继电接触式控制系统,具有初步的可编程序控制器的基础知识。

#### (四)微机系统应用(32学时、第六学期)

由于现代科学技术的发展,微型计算机的应用已深入到国民经济的各个领域,微机控制系统将成为实现一些建筑设备控制功能的常规性工具。作为建筑设备专业的本科生来说,掌握微机控制系统的基本知识与应用开发技能是他们的基本功。通过本课程的学习、上机和实验,学生可了解直接数值控制(DDC)的原理、构成、开发过程,能够具备初步的应用开发技能。

#### (五)建筑设备自动化(32学时、第七学期)

建筑设备自动化系统是建筑智能化的一个子系统。本课程主要学习暖通空调制冷工艺系统,为自动控制技术人员提供有关暖通空调制冷的技术信息,因此该课程应以暖通空调制冷控制系统为主线,与此相关的控制设备、控制策略、计算机网络技术也应涉及。由于该课程的学时有限和学生电气技术知识非常薄弱,因此对于建筑给排水监控系统、消防与安全防范系统、电气设备监控系统的内容仅作一般介绍。

#### (六)配套的实践教学环节建设

作为配套改革措施,我们在实践教学环节上也进行了一些改革。实验环节在原有暖通专业传统实验模块的基础上,增加了学科测控实验模块,内容包括:传感器特性实验、控制器特性实验、调节对象特性实验、自控系统特性实验、Johnson和ALC公司的楼宇自控实验和火灾报警实验。建筑设备自控系统实验的基本要求是:1)传感器、执行器的合理选择

和安装;2)自控系统的电气安装、连接和调试;3)自控系统控制规律的确定和控制参数的调整。该实验模块培养学生设计、安装和调试建筑设备自控系统的能力;4)熟悉建筑设备自控网络的布线类型、网络拓扑结构和基本连接方式,进一步巩固和加深建筑自控网络通信协议或标准的基本内容和重要作用;5)熟悉一些公司(如 Siemens, Honeywell, ALC 等)产品的基本功能和基本配置方法。通过实验增强学生对建筑设备自动化集成系统的认识,使学生对建筑设备自控网络有更深入的了解,使学生在系统观念和工程应用上对建筑设备自动化具有全局性的认识。

课程设计体系是培养学生学以致用的重要环节,是课程教学的一个重要环节。本专业在设计环节上专门增加了智能建筑控制设计环节。在该设计环节中,无论是将智能建筑作为课程设计对象,还是将智能小区作为课程设计对象,通过课程设计,学生应达到以下要求:1)熟悉有关智能建筑和智能小区工程设计与施工的国家标准和规范;2)掌握对课程设计对象功能进行分析和研究的基本方法;3)掌握确定建筑设备自动化系统方案,并进行技术和经济分析的基本方法;4)掌握确定测控点安装位置和数量及自控网络拓扑结构的基本方法;5)学习和掌握选择自控设备的型号和规格的计算方法;6)学习绘制建筑设备自动化施工图及编制设计、施工、运行维护和使用说明书。

另外,在专业综合课程设计、生产技术实践和毕业设计中增加控制环节、照明、弱电、楼宇自控课题的内容,但学生在进行课程设计过程中需具有一定的自主选择性。我们希望通过课程设计体系激活学生的理论知识,培养学生理论联系实际和解决实际问题的综合能力,为学生今后参加实际的设计和管理工作的基础。

#### 四、课程体系建设在人才培养中的问题以及措施

(一)合理把握课程体系在专业的定位以及课程授课知识的深度和广度

在建设建筑智能控制课程体系的过程中,应明确其在建筑环境与设备工程专业的辅助地位,不是

去替代传统暖通专业的基础知识,而是进一步扩大学生的专业知识面。上述几门课程中,多数是交叉学科课程或者传统上是由电控类专业教师开设的课程。在本专业教师针对建筑环境与设备工程专业学生讲授时,必须结合专业发展情况进行讲解,把握好自控专业知识的深度。在教学上必须分清重点,把握教学目标。对于建筑环境与设备工程专业学生,学习建筑自动化技术,并不要求学生掌握控制器等自控设备的硬件结构与工作原理、控制系统的网络结构、信息传输与数据通讯等方面的知识,学生只需具备能够根据工艺要求配置楼宇自控系统的能力,就可以满足工程实践的需要。因此,在授课中,考虑到计算机基础知识对于学生比较陌生,讲述得过多反而会使学生更加迷糊,就尽量以浅显的教学方式来介绍楼宇自控硬件,并与实验系统中的实物相结合,这样使学生理解更为直接。如果只是简单地罗列一些空泛的概念、名词解释和孤立的建筑设备自控系统,在教学上就没有创新,不能提高教学质量。

智能建筑控制设计是与实践结合密切的课程,由于该环节需将暖通知识与自控相结合,所以,本课程在专业培养计划中具有十分重要的作用。然而学生在校理论学习较多,接触实际工程较少,对实际的空调设备如制冷机组、水泵、空调机组比较陌生,对于如何在空调设备上配置传感器执行器和楼宇自控系统的管线布置也缺乏认识。为了增强学生理解,应联系实际项目组织学生参观学习,或是拍摄工程照片,通过多媒体方式向学生演示。

(二)明确人才培养思路、加强教材和师资队伍建设

在进行教学计划调整和“十五”211 教学基地建设过程中,我们必须全面提高本科教学质量,这样才能使建筑环境与设备工程专业在与其他院校相比较时,本专业毕业生以掌握楼宇自控技术为特点,从而形成就业的优势。依托实践教学基地条件,建筑环境与设备工程专业形成具有特色的人才培养思路如图 1 所示。为此,学科必须积极与企业进行交流,形成良好的产学研合作方式。专业采取校内、外实践教学基地相结合方式进行工程实践教学。在学校 211 工程教学基地投资 73 万元基础上以及美国 ALC 公司代理—北黄自动化公司给予产品优惠 34.5 万元支

持建成 100 平方米的建筑智能化实验室,包括美国 ALC 楼宇自控系统,北安建筑智能有限公司投资兴建的 JOHNSON 楼宇自控系统。学生在该实验室经过培训后,可具备智能控制系统的设计、运行管理和现场调试能力。同时该实验室可承接楼宇自控工程设计、调试、运行人员和暖通专业人员从事楼控的培训。2005 年教学基地建设完成以后,所有建筑智能

控制辅助课程体系相关的实践环节均在建筑智能化实验室中开设,楼宇自控实验系统以实验板形式挂在实验室最前面,实验板上有实际的控制设备与生动形象的空调系统控制原理图,很吸引学生的注意力,教学中可以充分利用楼宇自控实验系统资源和多媒体教学设备,加深学生理解,提高教学质量。

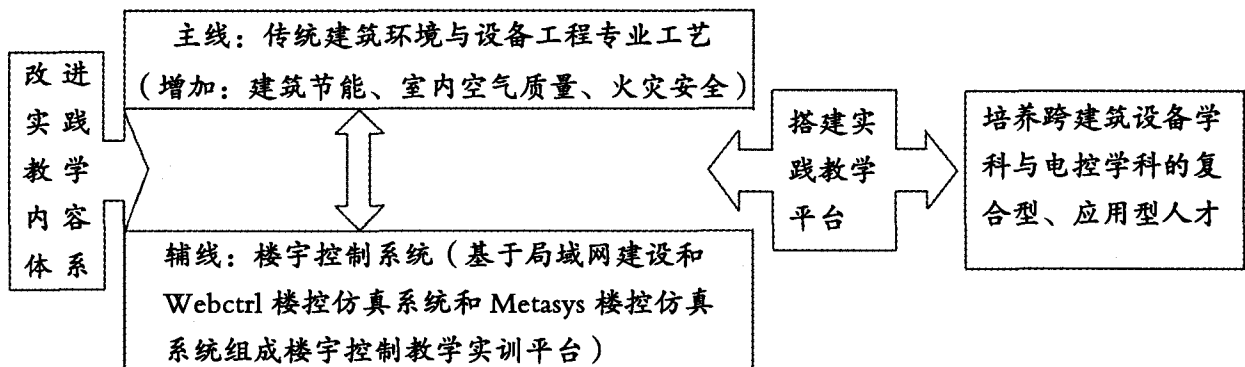


图1 建筑环境与设备工程专业人才培养思路

自建筑智能控制辅助课程体系开设以来,本专业学生表现出了极大的学习兴趣。但是,由于体系内的课程涉及多个学科的交叉,加之开设时间不长,至今仍没有适用于本专业的较好的教学大纲或教材,目前国内各高校只能根据自己的师资力量进行教学。虽然这种现象具有百花齐放和个性鲜明的特色,但会造成教学混乱和教学质量参差不齐的后果,有时候学生在修完本课程后收获的只是支离破碎的概念,不得要领。因而有必要对这门课程进行深入研究,系统地建立该课程的教学体系,并进行教材建设,目前由专业教师做主编列入出版社教材立项有:《暖通实验引论》《暖通空调自动控制》《智能建筑控制设计》《建筑环境与设备工程专业实践环节指导书》,计划在 2007 年教材建设工作完成。

目前国内建筑环境与设备工程专业教师构成基本上以暖通、热能、制冷专业毕业生为主,要深入进行建筑智能控制辅助课程系统建设,要求教师具有交叉的学科知识基础。目前自控专业人才普遍不愿意到暖通类专业任教,因此必须加大师资队伍建设的力度。主要途径包括让本专业教师到自控专业有选择性进行进修;跨专业联合培养研究生;教师到公司

或者设计院进行工程素质培养;让青年教师参与工程设计,到设计院实习,使青年教师有更多的时间加深实践教学环节的学习;利用社会人才资源,通过聘请兼职教师、开办智能建筑论坛、讲座等形式进行建筑智能控制相关知识讲解。

## 五、结语

以学校 211 工程教学基地建设为契机,建筑环境与设备工程专业将实验室中心建设成为培养跨建筑设备学科与电控学科复合型、应用型人才的综合教学平台;通过教学体系调整,拓宽了学生的专业知识面;依托学校甲级设计院资质,增强与企业的产学研合作关系,增加到校课题与经费;通过以第二课堂的形式开展本科生课外和假期参加工程实践或者研究生课题的活动,提高本科毕业生质量,增强竞争力。

自 2001 年以来,我们经过 5 年的努力,本专业初步实现了培养建筑设备学科与电控学科交叉的应用型和复合型人才目标,逐步形成自己的专业人才培养特色,学生在楼宇自控行业内就业人数逐年增加,提高了专业的知名度。在 2006 年由建设部专家组组成专业教学评估活动中,专家组评价意见是:该专

业在培养建筑环境与设备工程与电控学科交叉复合型人才及实践创新应用型人才等方面特色显著。

[参考文献]

- [1] 董春桥,袁博,亚男,徐玉党. 建筑设备自动化课程建设探讨[J]. 暖通空调,2006,(7):49-51.
- [2] 李玉云. 建筑设备自动化系列课程教学内容的研究[J]. 高等建筑教育,2005,(1):64-66.
- [3] 寿大云,韩宁. 关于设立建筑工程及其自动化专业的思考[J]. 安徽建筑工业学院学报(自然科学版),2004,(4):62-66.
- [4] 董秀峰,杜振辉. 建筑院校电气工程及自动化专业(本科)人才培养计划探讨[J]. 高等建筑教育,1999,(2):51-52.
- [5] 董秀峰,杜振辉. 制定我院电气工程及自动化专业(本科)人才培养计划的总体思路[J]. 河北建筑工程学院学报,1999,(2):98-101.
- [6] 肖勇全,李岱森. 建筑环境与设备工程专业教学计划总体框架的制定与探讨[J]. 高等建筑教育,2002,(2):61-63.
- [7] 肖勇全. 深入进行建筑环境与设备工程专业教学改革[J]. 暖通空调,2003,(3):49-51.

## Study and practice of setting subsidiary curriculum system of Intelligent building control in building environment and facilities engineering specialty

LI Yan-feng , JIA Heng , SUN Yu-ying , LI Jun-mei , WANG Ling

(College of Architecture and Civil Engineering, Beijing University of Technology, Beijing, 100022 China)

**Abstract:** The feasibility of cultivating talent of intelligent building technology by setting the subsidiary curriculum system of intelligent building control in Building Environment and Facilities Engineering (BE&FE) specialty is discussed. The curriculum development plan, basic content and theory system, experiment system and project design system are introduced. Problems that should be noticed in cultivating talents are analyzed. The practical results show that subsidiary course system is accordance with the objective of BE&FE specialty. The compound talents who gain the knowledge on fields of building facilities, electrical and automatic control could be cultivated in order to fit in with the development of intelligent building technology. This will do good to form the characteristics in cultivating talent of building environment and facilities engineering.

**Key words:** curriculum system; intelligent building; talent cultivation; teaching reform