



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
21世纪高等教育建筑环境与能源应用工程系列规划教材

第2版

建筑设备自动化

李玉云 主编

张子慧 黄翔 主审



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



教师授课课件

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
21世纪高等教育建筑环境与能源应用工程系列规划教材

建筑设备自动化

第2版

主 编 李玉云
副主编 田国庆
参 编 李绍勇 张绍忠
主 审 张子慧 黄 翔



机械工业出版社

本书根据全国高等学校建筑环境与能源应用工程专业教学大纲的要求,以建筑环境与设备为控制目标,基于计算机网络控制技术,结合工程案例,图文并茂地阐述建筑设备自动化系统的组成、监控设备与控制原理,并引入新技术、新标准。全书结构合理,系统性强,加强了计算机网络控制技术与节能技术在本专业的应用,反映了建筑设备自动化的科技水平。各章末附有复习思考题,便于学生理解书中阐述的基本理论与方法。

本书可作为建筑环境与能源应用工程、建筑电气与智能化专业的教材,也可供从事供暖通风、空调与电气工程的技术人员与科研人员使用,还可作为智能建筑等相关专业的教材。

本书配有 ppt 电子课件,免费提供给选用本书的授课教师。需要者请登录机械工业出版社教育服务网 (www.cmpedu.com),注册后免费下载,或根据书末的“信息反馈表”索取。

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑设备自动化/李玉云主编. —2 版. —北京:机械工业出版社,
2015. 10

普通高等教育“十一五”国家级规划教材 21 世纪高等教育建筑环境与能源应用工程系列规划教材
ISBN 978-7-111-51676-7

I. ①建… II. ①李… III. ①房屋建筑设备-自动化系统-高等学校-教材 IV. ①TU855

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 225627 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:刘涛 责任编辑:刘涛 张利萍

责任校对:刘秀芝 封面设计:马精明

责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2016 年 1 月第 2 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 18 印张 · 441 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-51676-7

定价:39.80 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

序

建筑环境与设备工程（2012年更名为建筑环境与能源应用工程）专业是1998年教育部新颁布的全国普通高等学校本科专业目录中将原“供热通风与空调工程”专业和“城市燃气供应”专业进行调整、拓宽而组建的新专业。专业的调整不是简单的名称变化，而是学科科研与技术发展，以及随着经济的发展和人民生活水平的提高，赋予了这个专业新的内涵和新的元素，创造健康、舒适、安全、方便的人居环境是21世纪本专业的重要任务。同时，节约能源、保护环境是这个专业及相关产业可持续发展的基本条件，因而它们和建筑环境与设备工程（建筑环境与能源应用工程）专业的学科科研与技术发展总是密切相关，不可忽视。

作为一个新专业的组建及其内涵的定位，它首先是由社会需求所决定的，也是和社会经济状况及科学技术的发展水平相关的。我国的经济持续高速发展和大规模建设需要大批高素质的本专业人才，专业的发展和重新定位必然导致培养目标的调整和整个课程体系的改革。培养“厚基础、宽口径、富有创新能力”，能符合注册公用设备工程师执业资格并能与国际接轨的多规格的专业人才以满足需要，是本专业教学改革的目的。

机械工业出版社本着为教学服务，为国家建设事业培养专业技术人才，特别是为培养工程应用型和技术管理型人才做贡献的愿望，积极探索本专业调整和过渡期的教材建设，组织有关院校具有丰富教学经验的教师编写了这套建筑环境与设备工程（建筑环境与能源应用工程）专业系列教材。

这套系列教材的编写以“概念准确、基础扎实、突出应用、淡化过程”为基本原则，突出特点是既照顾学科体系的完整，保证学生有坚实的数理科学基础，又重视工程教育，加强工程实践的训练环节，培养学生正确判断和解决工程实际问题的能力，同时注重加强学生综合能力和素质的培养，以满足21世纪我国建设事业对专业人才的要求。

我深信，这套系列教材的出版，将对我国建筑环境与设备工程（建筑环境与能源应用工程）专业人才的培养产生积极的作用，会为我国建设事业做出一定的贡献。

陈在康

2005年1月于长沙

前 言

本书根据全国高等学校建筑环境与能源应用工程专业指导委员会制定的教学大纲编写，它以建筑环境与设备为控制目标，基于计算机网络控制技术，通过工程案例，阐述建筑设备自动化系统的组成、监控设备与控制原理，并采用新标准，引入了与本专业相关的国内外先进技术成果。本书既将计算机网络控制技术与空调制冷、供暖与通风等建筑设备工艺系统有机、紧密地结合起来，又体现了建筑设备自动化课程自身的体系结构。本书以分布式控制系统为主线，对节能技术（如新风量控制、变风量控制以及分户计量等先进技术）在本专业的应用给予了特别的关注，反映了本领域当前先进的技术水平。

本书第1版自2006年出版以来，深受广大师生的欢迎和好评，在业内产生了广泛的影响，并被教育部评选为“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”。

为了及时反映本课程所涉及的学科发展和技术进步，满足教学需要，作者对本书第1版进行了修订。修订内容主要体现在以下几方面：

1) 依据我国智能建筑标准、绿色建筑评价标准以及技术创新，增加了第11章基于物联网的建筑能源监控管理系统。

2) 与时俱进，与最新的国家和行业标准、规范接轨，修改了书中涉及的相应内容。

3) 增加和修改了部分章节，例如，第4章完善了变风量空调系统的一些内容等。淘汰了耗能大的旧设备控制系统。

本书结构合理，系统性强，各章末附有复习思考题，便于学生理解书中阐述的基本理论与方法，利于学生工程技术能力的培养。本书各章紧密联系，但又相对独立，便于教师在讲解中取舍和学生自学。本书可作为建筑环境与能源应用工程、建筑电气与智能化等专业的教材，又可供相关工程技术人员参考。

本次修订由李玉云教授主持完成。本书编写分工：第4章、第5章（除5.1、5.3节外）、第8章、第9章（除9.4节外）、第11章、第12章由武汉科技大学李玉云教授编写，第3章、第5章的5.1节、第9章的9.4节由浙江树人大学田国庆副教授编写，第2章、第5章的5.3节、第6章与第10章由兰州理工大学李绍勇副教授编写，第1章、第7章由河南城建学院张绍忠教授编写。全书由李玉云教授统稿。

本书由李玉云教授任主编，田国庆副教授任副主编，西安建筑科技大学张子慧教授和西安工程大学黄翔教授任主审。张子慧教授和黄翔教授为本书提出了许多宝贵意见，使本书增色不少，在此表示衷心的感谢。

本书引用了部分文献与工程案例，谨向有关文献的作者与工程案例的设计者表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，不当之处敬请读者提出宝贵意见。

目 录

序	
前言	
第1章 建筑设备自动化概述	1
1.1 智能建筑与建筑智能化的基本概念	1
1.2 智能建筑的组成及核心技术	3
1.3 建筑管理系统	6
1.4 建筑设备自动化的发展	8
复习思考题	11
第2章 计算机控制系统与 通信网络结构	12
2.1 建筑设备自动化系统的技术基础	12
2.2 建筑设备自动化控制系统的 集成技术	36
复习思考题	43
第3章 建筑设备自动化中的 监控设备	44
3.1 传感器与变送器	44
3.2 控制器	49
3.3 执行器	62
3.4 调节阀的选择与计算	70
复习思考题	79
第4章 空调系统的控制	80
4.1 概述	80
4.2 新风机组监控系统	84
4.3 风机盘管	88
4.4 空调机组自动控制系统	90
复习思考题	107
第5章 集中空调冷热源系统的监控	109
5.1 冷水机组的自动控制	109
5.2 冷源系统的监测与控制	121
5.3 锅炉的监控	132
5.4 蓄能空调系统的控制	138
复习思考题	143
第6章 换热站与供暖系统的 控制与管理	145
6.1 换热器的监控	145
6.2 供暖管网的集中控制	149
复习思考题	154
第7章 其他建筑用能系统的监测与 控制	155
7.1 建筑给排水系统监控	155
7.2 电气设备监控系统	162
7.3 火灾自动报警与消防联动控制系统	172
7.4 安全防范系统	181
复习思考题	185
第8章 住宅小区智能化系统	187
8.1 概述	187
8.2 住宅(小区)集成管理系统	188
复习思考题	201
第9章 建筑设备自动化系统的 故障诊断	202
9.1 控制设备内部故障	202
9.2 其他故障	208
9.3 计算机控制网络的故障	212
9.4 冷热源设备电气部分故障	214
复习思考题	217
第10章 建筑设备自动化系统的 设计、施工与管理	218
10.1 建筑设备自动化系统的设计	218
10.2 建筑设备自动化系统的施工	221
10.3 建筑设备自动化系统的管理	228
复习思考题	230
第11章 基于物联网的建筑能源 监控管理系统	231
11.1 物联网	231
11.2 基于物联网的建筑能源监测 管理系统	234
复习思考题	240
第12章 典型工程案例	241
12.1 案例1——某饭店BMS监控系统	241

12.2 案例2——某办公大楼 BMS 监控系统·····	247	附录1 建筑设备监控系统图例·····	270
12.3 案例3——某大厦BAS监控系统·····	257	附录2 建筑设备监控系统文字符号·····	272
复习思考题·····	269	附录3 建筑智能化系统图形符号·····	273
附录·····	270	附录4 火灾报警及消防控制图形符号·····	275
		参考文献·····	277

第 1 章

建筑设备自动化概述

随着信息技术的高速发展，电子技术、自动控制技术、计算机及网络技术和系统工程技术得到了空前的高速发展，并逐渐渗透到人类生活的各个领域，对人类的生产、学习和生活方式产生了极大的影响，给人类带来前所未有的方便和利益。与人类工作、学习和生活密不可分的主要活动场所——各类建筑也毫不例外地受到了影响和冲击，使人们对赖以生存的工作和生活的建筑环境的安全性、舒适性、便捷性等诸多方面也提出了更高要求，使得高效率、低能耗的“绿色建筑”成为可持续发展的目标。智能建筑便是在这样的背景下应运而生，悄悄地走进了人类生存的社会。

智能建筑是现代建筑技术、现代通信技术、现代计算机技术和现代控制技术等现代科学技术相结合的产物。现代建筑技术给智能建筑提供了一个基本的建筑物支持平台，现代通信与网络技术构成了智能建筑的“神经网络”，而由现代计算机及网络技术和现代控制技术支持的建筑设备自动化系统给传统的土木建筑在其雄伟的钢筋混凝土结构和华丽的装潢外表之上又赋予了强大的生命力和活力，使其真正具有了智能化的色彩。这种日趋完善的智能化建筑又极大地改变着人们的生产、生活环境和习惯，使人们在建筑环境的安全、舒适、便捷等方面得到了实惠。人们对智能建筑的功能不断提出更高的要求，推动着支持智能建筑的主要技术之一——建筑设备自动化技术的不断发展。

1.1 智能建筑与建筑智能化的基本概念

1.1.1 智能建筑

智能建筑 (Intelligent Buildings, IB) 的概念是由美国人提出来的。智能建筑一词，最早出现于 1984 年美国一家公司完成对美国康涅狄格州的哈特福德市的都市大厦 (City Place) 改建后的宣传词中。该大楼采用计算机技术对楼内的空调设备、照明设备、电梯设备、防火与防盗系统及供配电系统等实施监测、控制及自动化综合管理，并为大楼的用户提供语音、文字、数据等各类信息服务，实现了通信和办公自动化，使大楼客户在安全、舒适、方便、经济的办公环境中得以高效的工作，从此诞生了世人公认的第一座智能建筑。随后日本、德国、英国、法国等国家的智能建筑相继发展。我国智能建筑的建设起始于 1990 年建成的北京发展大厦，它被认为是我国智能建筑的雏形。北京发展大厦中装备了建筑设备自动化系统、通信网络系统、办公自动化系统，但 3 个子系统未实现系统集成，不能进行统一控制与管理。1993 年建成的位于广州市的广东国际大厦除可提供舒适的办公与居住环境外，更主要的是它具有较完善的建筑智能化系统及高效的国际金融信息网络，通过卫星可直

接收美联社道琼斯公司的国际经济信息,被认为是我国首座智能化商务大厦。之后,智能建筑便如雨后春笋般在全国大城市陆续建成。

智能建筑主要用于办公建筑、商业建筑、文化建筑、媒体建筑、体育建筑、医院建筑、学校建筑、交通建筑、住宅建筑、通用工业建筑。

1.1.2 智能建筑的定义

目前,国内外对于智能建筑有着多种定义,尚无统一标准。它之所以至今在国内外尚无统一的定义,其重要原因之一是当今科学技术正处于高速发展阶段,很多新的高科技成果不断应用于智能建筑,于是智能建筑的含义便随着科学技术的进步而不断完善,其内容与形式都在不断发生着变化。

我国 GB 50314—2015《智能建筑设计标准》给出的智能建筑定义是“以建筑物为平台,基于信息设施和对建筑物内外各类信息的综合应用,具有感知、推理、判断和决策的综合智慧能力及形成以人、建筑、环境互为协调的整合体,它以符合人类社会可持续发展的良好生态及节约资源行为,为人们提供高效、安全、便利及延续现代功能的环境”。这个以国家标准形式对智能建筑的定义明确了智能建筑的内容及含义,规范了智能建筑的概念,符合智能建筑本身动态发展的特性。

建筑智能化系统(Building Intelligent System)是智能建筑中应用现代通信技术、信息技术、计算机网络技术、监控技术的电子信息系统,包括楼宇自动化系统(Building Automation System, BAS)、通信自动化系统(Communication Automation System, CAS)、办公自动化系统(Office Automation System, OAS)、智能保安系统(Safety Automation System, SAS)、智能防火系统(Fire Automation System, FAS)、建筑耗能采集及能效监管等多个子系统。智能化系统是智能建筑的必要条件,但不是充分条件。智能建筑是一个综合的系统化工程,建筑、结构、给水排水、供暖与通风、电气等部分构成有机整体,犹如人的身体,只有各个器官协调作业,才能表现为健康状态。智能建筑的“智能”,也就是要建筑像人一样,能“知冷知热”,自动调节空气、水、阳光照射等,创造既节能又安全、健康、舒适的环境。

智能建筑是为适应现代社会信息化与经济国际化的需要而兴起,随现代计算机技术、现代通信技术和现代控制技术的发展和相互渗透而发展起来,并将继续发展下去的多学科、多种高新技术巧妙集成的产物。

1.1.3 智能建筑与传统建筑

智能建筑与传统建筑最大的区别在于建筑的“智能化”,即它不仅具有传统建筑物的全部功能,最根本的是它具有一定的“智能”或称智慧。也就是说,它具有某种“拟人智能”特性及功能,主要表现在:①具有感知、处理、传递所需信号或信息的能力;②对收集的信息具有综合分析、判断和决策的能力;③具有发出指令并提供动作响应的能力。

智能建筑建立在行为科学、信息科学、环境科学、社会工程学、系统工程学、人类工程学等多种学科相互渗透的基础上,是建筑技术、计算机技术、信息技术、自动控制技术等多种技术彼此交叉、综合运用结果。因此,智能建筑具有传统建筑无与伦比的优越性,不仅可以提供更舒适的工作环境,而且可以节省更多的能源,更及时、更快捷地提供更多的服务,获取更大的经济效益。

1.1.4 智能建筑的功能

对于智能建筑的功能,立足点不同,其要求也不相同。一是站在建筑物内工作环境及居住人员接受服务方面考虑:为人们提供一个高效的工作环境与优越的生活环境。二是从建筑物设备方面考虑:应给建筑物配备必要的机电设备、通信设施以及采用相应的技术,使得智能建筑可以为用户提供五大方面的服务功能,即舒适性、安全性、便捷性、高效性及经济性。

(1) 舒适性 智能建筑提供室内适宜的温度、湿度和新风,提供多媒体音像系统、装饰照明、公共环境背景音乐等。建筑物内装有电力设备、照明设备、暖通空调设备、电梯设备、卫生设备及监控系统,大大提高人们工作、学习和生活环境质量。

(2) 安全性 智能建筑应确保人、财、物的高度安全,以及具有对灾害和突发事件的快速反应能力。建筑物内装有火灾、地震等灾害的自动检测和报警功能,以及关系到生命财产安全的防火、防灾、防盗功能和信息安全功能的装备和设施,实现以安全状态为中心的防灾自动化。

(3) 便捷性 智能建筑通过建筑物内外四通八达的电话、电视、计算机局域网、因特网等现代通信手段和各种基于网络的业务办公自动化系统,为人们提供一个高效便捷的工作、学习和生活环境。

(4) 高效性 智能建筑是一栋高效率的建筑物或者多栋高效率的建筑群。通过计算机网络,将智能建筑中分离的设备、子系统、功能、信息,集成为一个相互关联的统一协调的系统,实现信息、资源、任务的重组和共享。它表现为整幢建筑或者建筑群运行管理的自动化。例如,电力设备的有效性控制,空调系统的有效控制,设备状态的自动监视,电梯运行的统一管理。这些都摆脱了原来孤岛式的单项传统监控手段,使之更集中统一、更高效。

(5) 经济性 建筑的运营成本比建设成本高得多。建筑智能化是绿色建筑在运营管理方面的一个技术性环节,提高建筑智能化系统的管理水平将有效地降低智能建筑的运营成本。

应该指出的是,“智能”只是一种手段,离开绿色、节能和环保的可持续发展策略,再“智能”的建筑也将无法存在。

1.2 智能建筑的组成及核心技术

1.2.1 智能建筑的核心技术

智能建筑与传统建筑不同,除了有一般的供配电、给排水、暖通空调设施外,还综合利用了现代计算机技术(Computer)、现代控制技术(Control)、现代通信技术(Communication)和现代图形显示技术(CRT),即“4C”技术,它是实现智能建筑的手段。由于现代控制技术是以计算机技术、信息传感技术和人工智能技术、现代通信技术为基础,所以“4C”技术的核心是信息技术。

(1) 现代计算机技术 当代最先进的计算机技术应该首推的是并行处理、分布式计算机系统。该技术的主要特点是采用统一的分布式操作系统,把多个数据处理系统的通用部件合并为一个具有整体功能的系统,各软、硬件资源管理没有明显的主从管理关系。分布式计

计算机系统更强调分布式计算和并行处理,不但做到整个网络的硬件和软件资源共享,同时也要做到任务和负载共享。同时,“微内核”技术是计算机操作系统方面的研究和发展方向,它的优点是能够支持多处理机及分布式系统,能够支持多种操作系统的用户界面,结构易于根据用户的要求进行拼接,克服现有操作系统适应性、开放性差和效率不高的缺点。现代计算机技术不仅具有运算速度快和执行效率高的优势,更重要的是现代计算机技术能与其他科学技术领域的技术相结合。

(2) 现代控制技术 现代控制理论是现代控制理论与计算机的最新技术的有机结合。常用的控制系统为分布式控制系统(Distributed Control System, DCS),它采用多层分级的结构形式,从下而上分为过程控制级、控制管理级、部门管理级和决策管理级。每级用一台或数台计算机,级间连接通过数据通信总线。系统具有安全可靠、通用灵活、最优控制和综合管理强等优点。目前,国际最先进的现代控制技术为开放性控制网络技术。该技术采用Web技术,可以将室内温度、相对湿度、空气洁净度、给水排水、照明等信息送往企业内部网,并能远程查询调用,完成参数设定,实现远程控制。

(3) 现代通信技术 现代通信技术实质上是通信技术与计算机网络技术的结合。由于大量采用计算机技术,不仅大大加快了通信的发展速度,而且也使现代通信可以为广大用户提供种类繁多的优质服务。计算机技术和其他新技术的介入,使现代通信技术形成了许多分支,如卫星通信、光纤通信、数据通信、计算机网络通信、移动通信等。即现代通信技术的基本特征是宽带化、综合化、个人化、数字化和智能化。

(4) 现代图形显示技术 现代图形显示技术主要体现在计算机的操作和信息显示的图形化,即窗口(Windows)技术与多媒体技术的完美结合。例如,通过多媒体技术与交互式电视(ITV)技术的结合,可以实现“三电合一”,完成电话、计算机、电视(三位一体)的综合功能。

1.2.2 建筑智能化系统的组成与集成

1. 建筑智能化系统的组成

依据 GB 50314—2015《智能建筑设计标准》,建筑智能化系统由信息设施系统(Information Technology System Infrastructure, ITSI)、信息化应用系统(Information Technology Application System, ITAS)、建筑设备管理系统(Building Management System, BMS)、公共安全系统(Public Security System, PSS)、机房工程(Engineering of Electronic Equipment Plant, EEEP)与建筑环境(Architectural Environment, AE)等系统组成。

(1) 信息设施系统(ITSI) 适应信息通信科技发展,对建筑物内各类具有接收、交换、传输、存储和显示等功能的信息系统予以整合,形成实现建筑的业务及管理等等综合应用功能之统一、融合的信息设施基础条件。信息设施系统一般包括以下系统:

1) 通信接入系统。利用接入网,将建筑物外部的共用通信网或专用通信网的接入系统引入建筑物内,提供电话、数据、图形图像等业务,满足建筑物内用户对各类信息通信业务的需求。

2) 电话交换系统。电话通信的特点是通话双方要求实时对话,因而要在一个相对短暂的时间内在双方之间临时接通一条通路,故电话交换系统应具有传输和交换两种功能。这种系统通常由用户线路、交换中心、局间中继线和干线等组成。

3) 信息网络系统。计算机网络系统, 主要指局域网。

4) 综合布线系统。综合布线系统是建筑物或建筑群内部之间的传输网络。它能使建筑物或建筑群内部的语音、数据通信设备、信息交换设备、建筑物物业管理及建筑物自动化管理设备等系统之间等彼此相连, 也能使建筑物内通信网络设备与外部的通信网络相连。它可以根据需要灵活地改变建筑物内的布线结构, 有很强的通用性, 可将建筑物内的语音、数据、视频传输融为一体, 重点是用于语音和计算机网络的通信, 是智能建筑重要的基础设施之一。利用它们在各系统间建立起有机的联系, 把原来相对独立的资源、功能等集合到一个相互关联、协调和统一的完整系统之中, 通过建筑物内所设的综合计算机管理系统——建筑设备管理系统(BMS)对各子系统进行科学高效的综合管理, 以实现信息综合、资源共享, 实现智能建筑中的系统集成, 所以系统一体化集成是智能建筑的核心。

5) 室内移动通信覆盖系统。室内移动通信覆盖系统是将基站的信号通过有线方式直接接入到室内的每个区域, 再通过小型天线将基站信号发射出去。

6) 卫星通信系统。卫星通信系统由地球同步卫星、卫星地球站组成。卫星起中继作用, 在两个地球站或多个地球站之间进行通信。

7) 有线电视及卫星电视接收系统。有线电视及卫星电视接收系统由卫星电视接收系统、城市有线电视光节点和有线电视分配系统组成。

8) 信息导引及发布系统。为公众及来访者提供告知、信息发布和查询系统, 满足人们对信息传播直观、生动、醒目的要求。

9) 时钟系统。时钟系统由母钟、时间服务器、时钟网管系统、子钟等构成, 为有时基要求的系统提供同步校对信号。

还有广播系统、会议系统等。

(2) 信息化应用系统(ITAS) 为满足建筑物使用需要, 以信息设施系统为基础, 具有各类专业化业务门类和规范化运营管理模式的多类信息设备装置及应用操作程序组合的应用系统。系统结构一般都是由数据库、服务器、工作站、网关、路由器等网络设备及软件构成的。信息化应用系统一般包括: 工作业务应用系统、物业运营管理系统、公共服务管理系统、智能卡应用系统、信息网络安全管理系统。

(3) 建筑设备管理系统(BMS) 为实现绿色建筑的建设目标, 具有对各类建筑机电设施实施优化功效和综合管理的系统。建筑设备管理系统一般包括暖通空调制冷系统、给排水系统、供配电系统、照明控制系统和电梯系统等建筑物基本设备系统。

(4) 公共安全系统(PSS) 综合运用现代科学技术, 以维护公共安全, 应对危害社会安全的各类事件而构建的技术防范系统或安全保障体系。公共安全系统一般包括火灾自动报警系统(Fire Automation System, FAS)、安全技术防范系统(Security Automation System, SAS)和应急联动系统(Coalition Emergency Response System, CERS)等。

(5) 机房工程(EEEP) 提供各智能化系统设备装置等安装条件, 并建立确保各智能化系统安全、可靠和高效地运行与维护的环境而实施的综合工程。

(6) 建筑环境(AE) 建筑环境应是高效、健康的工作和生活环境; 应能适应人们对建筑物功能性、安全感、舒适度、便利性的需求; 应符合人们对建筑环保、节能等绿色环境的要求。

2. 建筑智能化系统的集成

智能化集成系统(Intelligented Integration System, IIS)将不同功能的建筑智能化系统, 通过统一的信息平台实现集成, 以形成具有信息汇集、资源共享及优化管理等综合功能的系统。

1.3 建筑管理系统

建筑管理系统包括建筑设备管理系统、公共安全系统与机房工程。如前所述,建筑设备管理系统主要对各类建筑机电设施实施优化管理,所对应的自动化系统即为建筑设备自动化系统(BAS)。公共安全系统包括安全防范系统(SAS)、火灾自动报警(FAS)与应急联动系统(CERS)(消防联动控制系统)三部分。建筑设备管理系统(BMS)的结构如图1-1所示。本书主要讨论建筑设备自动化系统。

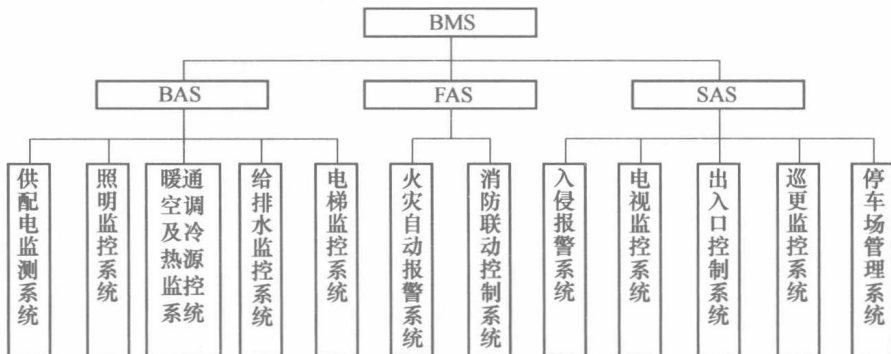


图 1-1 建筑设备管理系统 (BMS) 结构

1.3.1 建筑设备自动化系统 (BAS) 的功能

(1) 设备监控与管理 能够对建筑物内的各种建筑设备实现运行状态监视,起停、运行控制,并提供设备运行管理,包括维护保养及事故诊断分析,调度及费用管理等。

(2) 节能控制 包括空调、供配电、照明、给排水等设备的控制。它是在保障室内建筑环境的前提下实现节能、降低运行费用的节能控制。

1.3.2 建筑设备自动化系统 (BAS) 的范围及内容

(1) 供配电系统 安全、可靠的供配电是智能建筑正常运行的先决条件。供配电系统对电力系统除具有继电保护与备用电源自动投入等功能要求外,还必须具备对开关和变压器的状态,系统的电流、电压、有功功率与无功功率、电能等参数的自动监测,进而实现全面的能量管理。为保证供配电系统运行的安全性、可靠性,现阶段的 BAS 仅对系统进行监测。

(2) 照明系统 对于公共建筑,照明系统的能耗仅次于供暖、通风与空调系统。照明系统的用电量,还会导致冷气负荷的增加。因此,智能建筑的照明控制应十分重视节能。

(3) 电梯系统 7层及以上住宅楼、高层建筑(10层及以上)均需配备电梯。高层建筑大多数为电梯群组。需要利用电梯附带的计算机实现群控,以达到优化传送、控制平均设备使用率和节约能源等目的。建筑设备自动化系统对电梯楼层的状况、电气参数等也需监测,并可联网实现优化管理。

(4) 供暖、通风与空气调节系统 供暖、通风与空气调节系统在建筑物中的能耗大,故在保证室内环境的条件下,应尽量降低能耗。该系统是 BAS 的重点监控内容。

(5) 给排水系统 实现智能建筑给排水设备的可靠、节能运行具有积极的意义。

建筑智能系统 (IBMS) 的监控范围及内容如图 1-2 所示。从中可以了解智能化建筑管理系统的范围及内容。

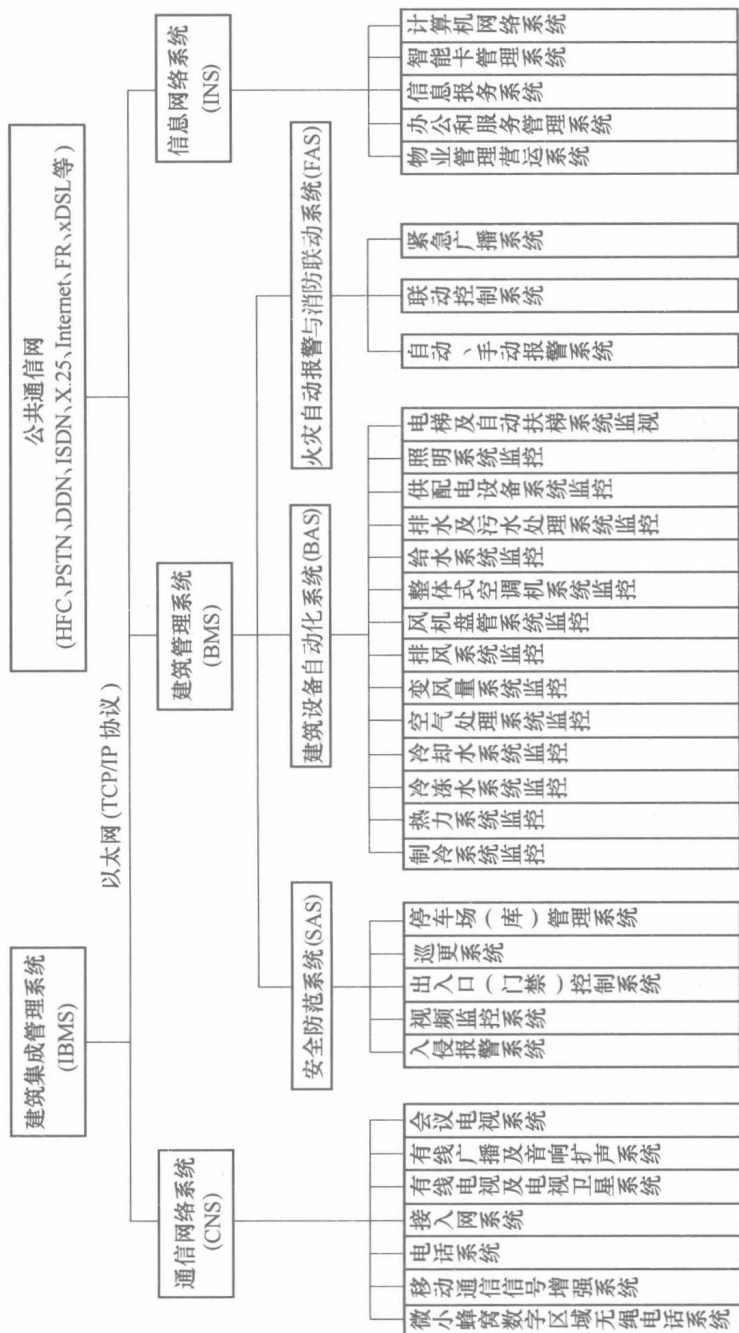


图 1-2 IBMS 监控范围及内容

1.3.3 建筑管理系统 (BMS) 的自动测量、监测与控制

1. BMS 的自动测量

BMS 的自动测量根据被测量的性质或测量仪器的不同, 又可以分成以下几种:

(1) 选择测量 选择测量指在某一时刻, 值班人员需要了解某一点参数值, 可选择某点进行参数测量, 并在荧光屏上用数字表示出来, 或用打印机打印出来。如果测得的数值与给定值之间有偏差, 就将其偏差送到中央监控装置中去。

(2) 扫描测量 扫描测量是指以选定的速度连续逐点测量, 对测量点所取得的资料都规定上限值和下限值, 每隔一定时间扫描一次, 如果超出规定值, 由蜂鸣器报警, 并在显示器上显示出来, 遇到未运转的设备就跳位, 自动把它除外, 继续进行扫描。

(3) 连续测量 连续测量是指采用常规仪表进行在线不间断的测量和指示。

2. BMS 的自动监视

BMS 的自动监视指对建筑物中的配电设备、空调、卫生、动力设备, 火灾及安全防范设备, 照明设备, 应急广播设备, 电梯设备等进行监视、测量、记录等。

(1) 状态监视 状态监视和故障监视两种装置并用的情况较多, 其目的是监视设备的起停、开关状态及切换状态。

起停状态——空调、卫生设备的风机、泵及冷冻机、锅炉的起动、停止状态。

开关状态——配电、控制设备的开关状态。

切换状态——空调、卫生设备的各种阀的开关切换状态。

(2) 故障、异常监视 机电设备发生异常故障时, 应分别采取必要的紧急措施及紧急报警。通常, 重大故障紧急报警一旦出现, 必须紧急停止和切断电源, 轻故障时一旦发出报警, 应马上紧急停止设备运行, 而不切断电源。

(3) 火灾监视 在建筑物中, 应设有火灾自动报警系统, 该系统由火灾探测器、火灾报警装置和消防联动装置等组成。当火灾发生时, 探测器能把火灾信号转换成电信号, 传送给报警控制器, 报警控制器通过警报装置发出声、光报警信号, 并通过消防联动控制设备发出一系列的减灾、灭火控制信号。

(4) 暖通空调系统的监视 暖通空调系统的监视包括: 风机、阀门、水泵、冷热源设备的运行状态监视, 测量点的监视, 保护装置的监视, 温度、压力、流量的监视等。

3. BMS 的自动控制

BMS 的自动控制包括建筑设备的起停控制、设定值控制、设备 (或系统) 的节能控制和消防系统控制等。BMS 的自动控制方式按控制系统的结构分类, 主要分为开环控制、闭环控制和复合控制。例如, 设备的起停控制属于开环控制, 室内温、湿度的控制既可采用闭环控制又可采用复合控制。

1.4 建筑设备自动化的发展

1.4.1 历史与现状

建筑设备自动化系统的发展历史可追溯至 19 世纪末。当时, 为了对供暖、通风、电力

等设备进行控制，西欧和美国的一些公司生产了机械控制器和电气控制器，之后随着科学技术的进步及其在工业过程控制中应用的相互促进，控制器不断更新换代，到20世纪50年代，出现了气动仪表控制系统；60年代发展为电动单元组合仪表；70年代出现电子仪表和采用小型电子计算机的集中式控制系统；80年代出现采用微型计算机的分布式控制系统（DCS）。几十年前兴起的高层建筑，其内部安装的设备和系统越来越多，越来越复杂，如变配电系统、供暖通风空调系统、给排水系统、消防系统、保安系统及停车管理系统。采用气动、电动或电子仪表对各个设备进行控制并监视它们的工作状态已经不能满足建筑设备工艺的发展。后来，为了进行集中控制，将这些设备的状态信息和控制信号全部引入中央监控室，但由于需要大量导线和安装麻烦等问题，一般只将一些重要设备在中央控制室内操作和监控，大部分设备仍在现场操作，这就形成了集中监控系统的雏形。

20世纪70年代以后，人们开始应用计算机实现集中控制。最初，为了达到集中监控的目的只是在中央控制室设置一台计算机，以其为核心，辅以必要的外围设备，组成计算机集中控制与监视系统。与常规仪表控制系统相比，这种计算机集中控制系统具有许多优点，如功能齐全、可用于复杂过程控制；高度集中，便于信息的分析与综合，易于实现最优控制；可用软件组态，控制灵活；用CRT代替仪表盘，有利于操作人员监视和操作。在这个阶段，先后引进了直接数字控制系统（Direct Digital Control System, DDCS），计算机、模拟仪表混合控制系统，计算机监督控制系统（SCC）。但是，这种计算机集中控制系统有着与生俱来的缺点。这些缺点是：

- 1) 集中式的计算机控制降低了系统的可靠性，风险高度集中，虽然可采用双重计算机等冗余技术，但成本提高。
- 2) 模拟信号数字化的工作在计算机端，使得太多太长的现场连线通过各类干扰环境到达现场，使系统抗干扰的设计和实现都十分困难。
- 3) 系统的规模受到较大的限制。

为了提高控制系统的可靠性，克服计算机集中控制危险集中的致命弱点，提出了一种新的控制思想，即把危险分散、管理集中，形成了新型的控制系统——分布式控制系统（Distributed Control System, DCS），DCS是一种管理控制的模式，其实质是集中管理、分散控制。所谓分散控制，就是在众多设备的附近（现场），设置带有微处理器芯片的控制器，然后再把这许多称为“分站（Substation）”或“分散控制单元（DCU）”或“直接数字控制器（DDC）”的现场控制器以一定的网络结构形式连接起来，形成控制网络。由于多台微型计算机分散在现场进行控制，避免了集中式控制系统风险高度集中的缺点。另外，由于数字控制器可以靠近现场，使现场连线大大缩短，便于实现大范围的系统控制。数据通信、CRT显示、监控计算机及其他外设的加入使得系统成为一个整体，可实现集中操作、管理、显示及报警，克服了常规仪表控制盘面过于分散、人机交互困难的问题。值得注意的是，分布式控制系统在现场控制器这一级仍然是一个集中式结构。现场控制器一般都是多控制回路结构，这就使得危险还是有些集中，分散只是相对而言。

随着网络技术的发展，智能传感器、智能执行器和具有互操作性的开放式现场总线技术的出现，分布式控制系统（DCS）向现场总线控制系统（Field Control System, FCS）的结构模式过渡，从而使系统有更大的灵活性、更低的成本和更广阔的市场，必将打破原有“控制器”概念，带来计算机控制系统体系结构上的变化，使之进一步分散化。完全分散化的

效果是十分明显的。微处理器直接嵌入现场设备内部,控制范围缩小到某一监测点或某一回路,一个智能单元出现故障如同过去一只变送器出现故障一样,加之取代传统仪表的智能单元随时处于自诊断状态下,能够及时发现故障并报警,在事态扩大之前就能得到及时处理,可以把事故消灭在萌芽阶段。另外,即使上位机出现了故障,由于智能单元本身具有独立的控制功能和通信功能,不依赖于上位机,仍可照常执行预定功能,并通过现场总线传送信息,完成必要的协调功能。因此,不是像分布式控制系统只能依靠双机热备份的冗余措施来提高可靠性,而是通过控制功能的极度分散,最大限度地消除故障根源。可见,控制功能的进一步分散化,不仅带来了更低的成本,更大的灵活性,更好的实用性,而且具有更高的可靠性。这种完全分散的,真正开放的控制系统必将取代分布式控制系统,成为新一代的控制体系结构——现场总线控制系统(FCS)。目前的现状是,很多厂家在自己的分布式控制系统中大量使用了现场总线技术,比如在管理总线和控制总线下设一现场总线,挂在现场总线上的现场控制器称为二级控制器。二级控制器通过现场总线进行通信,独立完成对供暖通风与空调(HVAC)、灯光、保安、门禁等设备的智能控制。

1.4.2 建筑设备自动化技术的发展趋势

根据计算机、信息和通信技术的发展,21世纪的BAS应主要具备以下技术:

(1) 网络技术 基于Web的Intranet网络技术成为建筑物或企业内部的信息主干网络的主流信息。建筑物自动化系统不仅可以监控建筑物内的温度、湿度、空气洁净度、给排水、电力、照明等,并能将这些信息送往企业内部网。所有的这些信息可以远程查询和调用,完成参数设定,实现远程操作。

(2) 控制网络技术 在计算机网络技术的推动下,控制系统要向体系结构的开放性网络互联方向发展,即开放性控制网络具有标准化、可移植性、可扩展性和可操作性。

对于用户来说,他们心目中的开放性就是从不同供应商任意选择具有最佳性价比的最优秀的各种产品、系统和服务,把它们紧密地组合成为适用于该用户的一个建筑设备自动化系统的可能性。例如,系统中大量使用的现场设备种类繁多,有传感器、驱动器、I/O部件、变送器、变换器、阀门等。如果各厂商遵循公认的标准,保证产品满足标准化,来自不同厂家的设备在功能上可以用相同功能的同类设备互换,实现可互换性;不同厂家的设备采用相同的通信协议,它们之间可以相互通信,可以在多个厂家设备共同组成系统的环境中正常工作,实现可互操作性。通信协议是计算机之间通信和传输文件的一组标准。没有这些协议,计算机之间就好像在说不同的语言。开放性系统中使用的通信协议,是指公认的通信协议,它服务于开放性系统。如BACnet通信协议是在信息管理域方面为实现不同的系统互联而制定的标准。BACnet有比LonWorks更为强大的大数据量通信和运行高级复杂算法的能力,有更强大的过程处理、组织处理的能力,适用于大型智能建筑。LonWorks通信协议是在实时控制域方面为建筑物自控系统中传感器与执行器之间的网络化,并在它们之间实现互操作而制定的标准。因此,适合在智能型大楼中供暖通风空调系统、电力系统、照明系统、消防系统、保安系统之间进行通信和互操作。这种情况下LonWorks标准可以提供一种较为经济的方法,因为该协议对这种类型系统的运用效果最佳。在一幢智能建筑中,可以仅用一个协议,如BACnet,也可以采用协议组合方案。例如,图1-3所示是一些重要的系统厂商提出的LonWorks和BACnet的组合方案。在实时控制域方面,在设备级采用LonWorks标准,而