

魏立明 主 编
孙雪景 陈伟利 副主编



智能建筑系统集成 与控制技术



化学工业出版社

魏立明 主 编
孙雪景 陈伟利 副主编
李学军 主 审

智能建筑系统集成 与控制技术

第2版 (2010) 吕晓娟 吕中图



化学工业出版社

· 北京 ·

元 00.25 价 定



前言

随着经济的迅猛发展,智能建筑领域也得到了飞速的发展。智能建筑产业已成为中国经济发展中最活跃、最有生命力的新兴产业之一。智能建筑所涉及的技术领域较多,各种高新技术在智能建筑中的应用呈现交叉融合的趋势,智能建筑的功能正从多个系统单独控制管理逐渐走向整体控制与集成化。

本书全面系统地介绍了智能建筑的控制技术和系统集成要素、工程设计和实际应用等各方面内容。主要包括智能建筑的组成、功能和发展趋势,智能建筑控制系统,智能建筑系统集成,现场总线及其集成应用。本书还对目前较流行的智能家居、智能小区系统、智能大厦运行管理等基本内容进行系统分析。本书以智能建筑楼宇控制系统为基础,从控制和集成的角度去分析和实践该系统,尽量做到繁而不杂,通俗易懂,同时注重工程应用,密切结合案例和产品说明问题,引导读者快速掌握该方面的内容。全书从系统的各个层次和角度入手,力求为读者提供一个全面、立体的智能建筑系统。

全书共分8章。第1章和第2章由魏立明编写,第3章和第4章由陈伟利和贾俊曦编写,第5章由贾雪和赵珊编写,第6章由赵珊和沈松岭编写,第7章和第8章由孙雪景编写,本书插图由吴晓蓉和沈欣提供。

本书可作为从事自动化专业、建筑电气与智能化相关专业的工

程设计、施工和管理人员的参考用书。也可作为高等院校建筑电气与智能化相关专业本科生教材和研究生的参考用书。

由于编者的知识水平有限，同时智能建筑系统本身具有多学科交融的特点，尽管编者尽了最大努力，书中仍难免有不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编者
2011 年 5 月



目录

第1章 绪论

1.1 智能建筑产生的背景	1
1.2 智能建筑的定义、组成及其功能	4
1.3 智能建筑的类型及其特点	9
1.4 智能建筑的技术基础	12
1.5 中国智能建筑的发展历程、现状和发展趋势	14

第2章 智能建筑控制系统

2.1 智能建筑控制系统的组成与功能	18
2.2 智能建筑控制系统相关软件技术介绍	29
2.3 智能建筑控制系统工程设计	39

第3章 智能建筑系统集成

3.1 智能建筑系统集成概述	44
3.2 智能建筑系统集成原理与组成	47
3.3 智能建筑系统集成功能分析	53
3.4 智能建筑系统集成结构	57
3.5 智能建筑系统集成模式	66

第4章 集成系统中的控制技术

4.1	PID 控制	82
4.2	智能模糊控制	90
4.3	控制系统工程设计	94

第 5 章 智能建筑现场总线及应用

5.1	LonWorks 智能控制网络	97
5.2	CAN 总线	104
5.3	Modbus 串行通信	110
5.4	BACnet 技术	115

第 6 章 智能家居

6.1	智能家居概述	137
6.2	智能家居控制系统	144

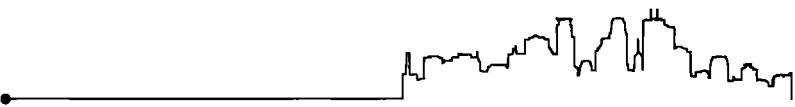
第 7 章 智能小区系统集成

7.1	智能小区概述	155
7.2	智能小区网络、通信技术	162
7.3	智能小区的系统集成	164

第 8 章 智能大厦运行管理

8.1	基本概念	167
8.2	智能大厦综合运行管理系统	168
8.3	运行管理的方式与内容	172
8.4	智能卡技术	173

参考文献



第1章

绪论

1.1

智能建筑产生的背景

1984年，美国联合技术建筑系统公司在美国康涅狄格州的哈特福德市改造了一幢旧建筑，楼内铺设了大量通信电缆，增加了程控交换机和计算机等办公自动化设备，并对楼内的主要机电设备（包括变配电、供水、空调和防火等设备）进行计算机控制和管理，将计算机与建筑通信设施相连接，实现了办公自动化、设备自动控制和通信自动化。这就是世界上第一幢被称为“智能建筑”（英文为 Intelligent Building）的大楼。这是一栋38层的办公建筑，拥有比较好的建筑设备，将通信自动化、办公自动化、楼宇设备管理自动化、安全、防灾等技术纳入运行管理，同时给租户提供新的服务及共享服务功能，被视为城市现代化、信息化的主要标志。1985年8月在日本东京建成的青山大楼则进一步提高了建筑的综合服务功能，采用了办公自动化系统、安全防火防灾系统、节能系统等，建筑内少有柱子和隔墙，便于用户自由分隔，以满足各种商业用途。这些最早的智能楼宇为日后兴起的智能建筑勾画了基本特征，

即计算机技术、控制技术、通信技术等相关现代技术在建筑物中的应用。

第一座智能大楼诞生后,20世纪80年代后期,智能建筑风靡全球,并以快速的势头在世界范围迅速发展。这主要是由于电子技术在楼宇自动化和通信网络以及它们的系统集成方面有了飞跃的发展。据统计,美国新建和改造的办公大楼约71%为智能建筑,智能建筑总数超过万座。日本从1985年开始建设智能大楼,并制订了一系列的发展计划,成立了智能化组织,到20世纪末已有65%的建筑实现智能化。新加坡计划建成“智能城市花园”。印度计划建设“智能城”。韩国计划将其半岛建成“智能岛”。也就是说,智能建筑是科技发展的产物,尤其是现代计算机(Computer)技术、现代控制(Control)技术、现代通信(Communication)技术和现代图形显示技术(CRT),即所谓4C技术的历史性突破和在建筑平台上的应用,“智能建筑”的使用功能和技术性能与传统建筑相比较有巨大的优势,从而使这种综合性的高科技建筑物成为现代化城市的一个重要标志。20世纪90年代初,中国开始了“智能建筑热”,报刊上不断出现有关智能建筑的报导,中国早期兴建的国际贸易中心、上海花园饭店、上海市政府大厦、证券大厦、上海博物馆、交银大厦,深圳的赛格广场等数十幢建筑也都是按世界一流的智能化建筑要求设计的。进入21世纪后,中国建设的机场、行政中心、法院、酒店、大剧场、博物馆等的智能化系统逐步接近国际水平,尤其是为2008年奥运会建造的“鸟巢”“水立方”等体育场馆,所设的智能化系统更是堪称世界一流。智能建筑作为信息高速公路的节点和信息港的码头,充分表现了它在经济、文化、科技领域中的重要作用。

智能建筑作为高新技术应用的集合体,能在短短的二十几年中取得如此快速与大规模的发展,有其深刻的技术背景与社会背景。归纳起来主要有以下三个方面。

(1) 社会背景。当今社会已经从工业社会发展到信息社会,知

识、信息已经成为越来越重要的资源，因而，人们对于其生产、生活的主要场所——建筑物的功能要求发生了巨大变化。人们对生活、工作环境的要求越来越高，在要求可靠、高效的通信服务的同时，又希望居住环境舒适、方便而且节能。为了满足人们的需求，须使建筑功能逐步增加，各种自动化管理和服务设备广泛应用于建筑物内，而人工却无法完成这些先进设备的管理，由此可见，社会需要促进传统建筑向智能建筑转变，同时智能建筑也体现了人性化的理念。

(2) 技术背景。智能建筑的诞生是电子信息技术发展的结果。近 20 年来，计算机技术与通信技术发展迅猛，在各行业领域内的从常规语音通信已上升为现代化通信技术，实现图、文、音、像多媒体信息的宽带传输；传统的控制技术，发展成为计算机分散控制集中管理的集散型系统；计算机的网络技术、数字化技术、多媒体应用技术等发展更是令人目眩。这些高新技术已广泛应用于各个领域（例如建筑业）的生产、经营、管理等过程，成为诸多行业更新发展的基本依据和重要手段。现在各国都在争建自己的信息高速公路，而信息高速公路网的节点——建筑物必然要满足其客观要求。高新技术在智能建筑中的应用建立在互联网网络基础上，并且有良好的人机交互多维信息处理能力。在技术上，发展的重点是可视化技术、虚拟技术和协同工作技术，这些必须密切结合应用需求，强调综合集成。由此可见，随着智能传感技术和智能控制技术的发展与应用，将进一步提高控制精度，节能效果显著。信息网络与控制网络的融合和统一，将使建筑智能化系统的结构更加简化，网络系统更加可靠。智能建筑作为信息高速公路的主节点，恰好顺应了市场需求，必将成为信息产业的重要市场。

(3) 经济背景。在现代化的今天，世界经济区域集团化趋势日益显现，各国经济逐步纳入世界经济体系，资金、商品、人才和技术的国际化流动正在加速。世界经济由总量增长型向质量效益型转化，产业结构也向知识集约型与高增值型转变。智能建筑

以现代高技术为基础，以知识、技术密集形式获得了高增值，不仅提高了建筑产业的技术含量和水平，还将推动相关产业结构现代化和产品结构的升级换代。如果说信息是经济发展的战略资源的话，智能建筑这一信息系统在新经济形式下必将得到更壮观的发展。

1.2

智能建筑的定义、组成及其功能

1.2.1 智能建筑的定义

“智能建筑”的定义至今未形成统一的说法，各国、各行业和研究组织从不同的角度提出了对智能建筑的认识。美国智能建筑学会定义“智能建筑”是将结构、系统、服务、运营及其相互联系全面综合并且达到最佳组合，所获得的效率高、功能强与舒适性高的大楼。日本智能大楼研究会定义“智能建筑”是能提供商业支持功能、通信支持功能等在内的高度通信服务，并通过大楼管理体系，保证舒适的环境和安全，以提高工作效率的建筑。将上述关于智能建筑概念的描述归纳总结如下：智能建筑是利用系统集成方法，将计算机技术、通信技术、信息技术与建筑艺术有机结合，通过对设备的自动监控，对信息资源的管理和对使用者的信息服务及其与建筑的优化组合，所获得的投资合理、适合信息社会需要并且具有安全、高效、舒适、便利和灵活特点的建筑物。

智能建筑一般满足三个条件：一是采用先进的自动控制系统，调节大楼内的各种设施，包括消防、保安、空调、照明等，创造舒适的环境；二是具有良好的通信网络设施；三是可提供现代化对外通信手段和办公条件。综合来讲，智能建筑是各种与微机通信技术相联系的自动控制、监测技术和系统工程与建筑艺术的有机结合，为人们提供安全、高效、舒适的空间环境。通过结构化综合布线系

统全面实现建筑自动化、通信自动化和办公自动化。利用计算机自控系统分散控制、集中管理,实现设备最佳运行,最大限度地节能。

1.2.2 智能建筑的组成

智能建筑并不是特殊的建筑物,而是以最大限度提高工作效率为中心,配置大量智能型设备的建筑。它广泛地应用了数字通信技术、控制技术、计算机网络技术、电视技术、光纤技术、传感器技术以及数据库技术等高新技术,构成了新型的“建筑智能化系统”。从目前的系统应用情况来看,智能建筑组成可归纳为由楼宇自动化系统、办公自动化系统、通信自动化系统、综合布线系统和建筑物管理系统五个部分组成。这五部分有BAS (Building Automation System) 楼宇自动化系统、OAS (Office Automation System) 办公自动化系统、CAS (Communication Automation System) 通信自动化系统、GCS (Generic Cabling System) 综合布线系统、BMS (Building Management System) 建筑管理系统。智能建筑组成如图 1-1 所示。图 1-1 所示的智能建筑结构和组成基本上涵盖了多数建筑智能化需求的内容,实际工程中应根据用户的一般需求和重点进行合理的增减。以下简要说明智能建筑中各子系统的主要功能。

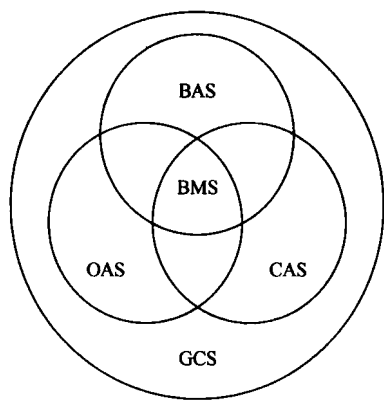


图 1-1 智能建筑系统组成示意图

(1) 楼宇自动化系统 (BAS 系统)。通常包括建筑设备监控系统、安全自动化系统、消防自动化系统三个部分。也有把安全自动化系统 (SAS) 和消防自动化系统 (FAS) 和建筑设备监控系统并列,形成所谓的“5A”系统。因此,在工程界将包括 SAS 与 FAS 的 BAS 称为广义

BA 系统, 仅为建筑设备监控系统的称为狭义 BA 系统。BA 系统采用集散式的计算机控制系统, 一般具有两个层次: 最下层是现场控制器。每台现场控制器监控一台或数台设备, 对设备或对象的参数实行自动监测、自动保护、自动故障报警和自动调节控制, 它通过对传感器检测得到的信号, 进行直接数字控制。上层为中央管理计算机, 它接受现场控制器传送的信息, 按照事先设定的程序或管理人员的指令对各设备进行控制管理。中央管理计算机是整个 BA 系统的核心, 对整个系统实施组织、协调、监督、管理、控制等任务。

楼宇自动化系统中的安全自动化系统通常设有闭路电视监控系统、门禁系统、防盗系统、巡更系统等。系统 24 小时连续工作, 监视建筑物的重要区域与公共场所, 一旦发生危险情况或事故灾害的预兆, 立即报警并采取对策, 以确保建筑物内人员与财物的安全。

楼宇自动化系统中的消防自动化系统具有火灾自动报警与消防联动控制功能, 包括火灾报警、防排烟、应急电源、灭火控制、防火卷帘控制等, 系统 24 小时连续工作, 火灾发生时及时报警并按消防规范启动相应联动设施。楼宇自动化系统应具有以下功能。

① 数据采集。收集各子系统的运行状态信息, 以数据文件形式存储。

② 显示运行参数和状态。显示各子系统的流程图形, 用数字、曲线、直方图、饼图乃至颜色等各种形式显示系统运行参数和运行状态, 如有超限数据与异常状态则立即报警。

③ 历史数据管理。将一定时期内的运行数据存储起来。

④ 运行记录报表。按照用户要求的格式打印各项参数的日报表或月报表。

⑤ 运行控制功能。中央管理工作站操作人员利用中心计算机实时操控每台设备。系统设置分级密码和使用权限, 以防止误操作和人为破坏。

⑥ 控制指导。中央管理工作站根据系统实时运行数据和历史数据,给出统一调度控制命令,对子系统进行控制指导。

楼宇自动化系统通过以上的功能实现建筑设备和设施的节能、高效、可靠、安全的运行,从而保证智能化大楼的正常运转。

(2) 办公自动化系统(OAS系统)。是计算机网络与数据库技术结合的系统,利用多媒体技术,提供集文字、声音、图像为一体的图文式办公手段,为各种行政、经营的管理与决策提供统计、规划、预测支持,实现信息库资源共享与高效的业务处理。办公自动化系统在政府、金融机构、科研单位、企业、新闻单位等的日常工作中起着极其重要的作用。在智能建筑中常有两类办公自动化系统,即:一类是物业管理公司为租户提供的信息服务和物业管理公司内部事物处理的办公自动化系统;另一类是大楼使用机构与租用单位的业务专用办公自动化系统,两部分的办公自动化系统各自独立建立。

(3) 通信自动化系统(CAS系统)。是通过数字交换机来传输声音、数据和图像,借助公共通信网与建筑物内部GCS的传输进行多媒体通信的系统。目前,公共通信网在我国有城市电话网、长途电话网、数据通信网CHINAPAC和CHINADDN。如果需要卫星通信建立VSAT网,可租用卫星转发器以实现C波段到Ku波段的卫星通信。多媒体通信的业务则有语音信箱、电视会议系统、传真、移动通信等。为消除公共移动通信的盲区,楼内应设置无线通信覆盖系统。随着全国通信基础设施装备水平的提高,光纤进大楼、光纤进小区和光纤进家庭已成为现实,各种宽带接入的驻地网更为拓展通信新业务提供了发展基础。

(4) 综合布线系统(GCS系统)。是在智能建筑中构筑信息通道的设施系统。它采用光纤通信电缆、铜芯通信电缆以及同轴电缆,布置在建筑物的垂直管井与水平线槽内,与每一层面的用户终端连接。综合布线系统可以以各种速率(9600bit/s~1000Mbit/s)传送语音、图像、数据信息。

办公自动化系统、通信自动化系统、楼宇自动化系统的信号在理论上亦可由 GCS 沟通。因而,综合布线系统被称为智能建筑的神经系统。

(5) 建筑管理系统 (BMS 系统)。是为了对智能建筑管理的自动化而设置的信息应用系统,它把相对独立的楼宇自动化系统、安全自动化系统和办公自动化系统采用网络通信的方式实现信息共享与互相联动,以保证高效的管理和快速的应急响应。这一系统目前尚无统一的定义,有的称其为系统集成,有的称其为 IBMS (Intelligent Building Management System)。

1.2.3 智能建筑的功能

智能建筑具有如下的功能:

(1) 信息范围能在城市、地区或国家间进行。

(2) 能对建筑物内照明、电力、供暖、空调、给排水、防灾、防盗、运输设备等进行综合自动控制。

(3) 能实现各种设备运行状态监视和统计记录的设备管理自动化,并实现以安全状态监视为中心的防灾自动化。

(4) 建筑物应具有充分的适应性和可扩展性,它的所有功能应能随技术进步和社会需要而发展。

智能建筑的功能如表 1-1 所示。智能建筑的服务领域如表 1-2 所示。

表 1-1 智能建筑总体功能汇总表

智能建筑管理系统				
办公自动化系统	楼宇自动化系统			通信自动化系统
	安全防范自动化系统	火灾自动报警系统	建筑设备自动化系统	
文字处理	出入控制	火灾自动报警	空调监控	程控电话
公文流转	防盗报警	消防自动报警	冷热源监控	有线电视
档案管理	电视监控		照明监控	卫星电视
电子财务	电子巡更		给排水监控	公共广播

续表

智能建筑管理系统				
办公自动化系统	楼宇自动化系统			通信自动化系统
信息服务	停车库管理		电梯监控	公共通信网接入
一卡通				VSAT 卫星通信
电子邮件				视频会议
物业管理				可视图文
专业办公自动化系统				数据通信
				宽带传输

表 1-2 智能建筑的服务领域

安全性	舒适性	便利、高效性方面
火灾自动报警	空调监控	综合布线
自动喷淋灭火	供热监控	用户程控交换机
防盗报警	给排水监控	VSAT 卫星通信
闭路电视监控	供配电监控	专用办公自动化系统
保安巡更	卫星电缆电视	Intranet
电梯运行监控	背景音乐	宽带接入
出入控制	装饰照明	物业管理
应急照明	视频点播	一卡通

1.3 智能建筑的类型及其特点

1.3.1 智能建筑的类型

智能建筑呈现出多样化的特征，从单幢大楼到连片的建筑群，从摩天大楼到住宅，从集中的楼宇到地域分散的居民小区，统称为智能建筑。其类型如下：

(1) 智能大楼。智能大楼主要是指单幢的综合型智能化大楼。

其基本框架是将楼宇自动化、通信自动化、办公自动化三个子系统结合成一个完整的整体,其趋势是向系统集成化、管理综合化和多元化的方向发展,使建筑成为现代办公和生活的理想场所。

(2) 智能园区。从单幢大楼转向成片开发分布相对集中的建筑群体,称为智能园区。智能园区除具备智能大楼的所有功能外,一般还具有智能建筑集成管理系统的功能,能对园区中所有建筑物进行全面和综合的管理。

(3) 智能住宅。智能住宅的发展可分为家庭电子化、住宅自动化以及住宅智能化三个阶段。智能住宅通过家庭总线把家庭内的各种与信息相关的通信设备、家用电器和家庭保安装置都并入到网络之中,进行集中或异地监控和家庭事务性管理,并使家庭设施与住宅环境相协调,提供工作、学习、娱乐等各项服务,营造具有多功能的信息化居住空间。

(4) 智能住宅小区。智能住宅小区实现家电管理自动化、居家生活信息化和小区物业管理智能化。除满足基本生活功能外,还考虑了安全、健康、节能、便利和舒适,以创造出绿色环境、回归自然的环境、多媒体信息共享环境和优秀的人文环境。小区智能化是一个过程,它将伴随着智能化技术的发展及人们需求而不断地增长和完善,持续性发展是小区智能化的重要特征。

(5) 智能城市。实现建筑智能化可提升城市的智能化程度,形成以信息化为特征的智能城市。城市的运行、管理、防灾都以信息化与智能化方式进行。

(6) 智能国家。在智能城市的基础上城际网络互联成网,当一个国家实现城市智能化后,可在全国范围内实现智能化管理。

1.3.2 智能建筑的特点

相对于传统建筑,智能建筑具有以下优点。

(1) 提供安全、舒适和高效便捷的环境。智能建筑首先确保人们的安全及健康,其防火与保安系统要求智能化;其空调系统能监测出空气中的有害污染物含量,并能自动消毒,使建筑成为“安全

健康大厦”。智能大厦对温度、湿度、照度均加以自动调节，甚至控制色彩、背景噪声与味道，使人们像在家里一样心情舒畅，从而能大大提高工作效率。

(2) 节约能源。在现代化建筑中，空调作为大型负荷耗电量很大。以大厦为例，其空调与照明的能耗约为总能耗的 70%。因此，节能问题是智能建筑中必须重视的，在满足使用者对环境要求的前提下，智能建筑应通过其“智慧”，尽可能利用自然光和大气冷量（或热量）来调节室内环境，最大限度减少能源消耗。按事先在日历上确定的程序，区分“工作”与“非工作”时间，对室内环境实施不同标准的自动控制，下班后自动降低室内照度与温湿度控制标准，已成为智能建筑的基本功能。利用空调与控制等行业的最新技术，最大限度地节省能源是智能建筑的主要特点之一，其经济性也是该类建筑得以迅速推广的重要原因。

(3) 节省设备运行维护费用。通过管理的科学性、智能化，使得建筑物内的各类机电设备的运行管理、保养维护更趋于自动化。

(4) 满足用户对不同环境功能的需求。智能建筑要求其建筑设计必须具有智能功能，除支持 3A 功能外，必须是开放式、大跨度框架结构，允许用户迅速而方便地改变建筑物的使用功能或重新规划建筑平面。室内办公所必需的通信与电力供应也具有极大的灵活性。通过结构化综合布线系统，在室内分布着多种标准化的弱电与强电插座，只要改变跳接线，就可以快速改变插座功能，如变程控电话为计算机通信接口等。

(5) 高新技术的运用能大大提高工作效率。在信息时代，时间就是金钱。在智能建筑中，用户可以通过国际可视电话、直拨电话、电子邮件、声音邮件、电视会议、信息检索与统计分析等多种手段，及时获得全球性金融商业情报及各种数据库系统中的最新信息；可以通过计算机通信网络，可以随时与世界各地的企业或机构进行商贸等各种业务活动。由此可见，这种高效率、高速度的性能更加展示了智能建筑的实力。