

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
PUTONG GAODENG JIAOYU SHIYIWU GUOJIAJI GUIHUA JIAOCAI
智能建筑自动化专业系列教材



ZHINENG JIANZHU
ZIDONGHUA XITONG

智能建筑 自动化系统

王可崇	主 编	
张继梅	丁建梅	副主编
王金元	齐维贵	主 审



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
PUTONG GAODENG JIAOYU SHIYIWU GUOJIAJI GUIHUA JIAOCAI
智能建筑自动化专业系列教材



TU855/79

2008

ZHINENG JIANZHU
ZIDONGHUA XITONG

智能建筑 自动化系统

主 编 王可崇

副主编 张继梅 丁建梅

主 审 王金

江苏工业学院图书馆
藏书章



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。全书共分九章,主要内容包括智能建筑及其自动化系统概述、智能建筑自动化系统关键技术基础、建筑设备监控系统、安全技术防范系统、火灾自动报警与消防联动系统、建筑设备监控系统工程设计、通信网络系统、智能建筑办公自动化系统、智能建筑系统集成等。本书针对智能建筑的特点,结合智能建筑自动化系统新产品、新技术、新规范与标准,论述了系统的基本原理与应用技术,给出了系统设计的原则与方法。书中的内容突出技术理论的先进性与运用的规范性,做到理论与实践相结合,通俗易懂便于自学。

本书可作为高等院校智能建筑自动化、电气工程及自动化、建筑电气与智能化技术等专业的教材,也可作为自动化、计算机、通信类专业的教学参考书,同时还可供从事智能建筑以及相关领域的工程设计、系统集成、产品研发、物业管理及施工单位的技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

智能建筑自动化系统/王可崇主编. —北京:中国电力出版社, 2008

(智能建筑自动化专业系列教材)

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-5083-7354-6

I. 智… II. 王… III. 智能建筑—房屋建筑设备—自动化系统—高等学校—教材 IV. TU855

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 082093 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2008 年 8 月第一版 2008 年 8 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 29.75 印张 731 千字
定价 44.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

智能建筑自动化专业系列教材

编 委 会

总 编：齐维贵

编 委：（以姓氏笔画为序）

丁 宝 王可崇 齐伯文 朱学莉

宋镇江 邵 方

序

智能建筑是现代建筑和信息化技术相结合的产物。21 世纪前 20 年全球 50% 的智能建筑将在我国诞生, 智能建筑在我国的兴起和迅猛发展, 已成为拉动国民经济新的增长点。为了满足智能建筑业对信息技术专业人才的需要。近年来, 全国高等学校相关专业或增加一门课程或增加一个专业方向, 特别是近期全国相关的教学研讨会, 对在该领域办一个新的专业以加快人才培养步伐, 已取得共识。尽管目前专业名称尚未统一, 但制定适应新专业的教学计划, 以及编写适应新专业的教材等工作已纳入日程。普通高等教育“十一五”国家级规划教材——“智能建筑自动化专业系列教材”的编写就是在这一背景下产生的。

系列教材内容以建筑设备自动化系统、通信自动化系统和办公自动化系统, 即 3A 系统为对象, 以计算机技术、通信技术、控制技术, 即 3C 技术为支撑, 以培养智能建筑系统设计、产品研发、网络集成和高级管理人才为目标。“智能建筑自动化专业系列教材”暂由智能建筑自动化系统、智能建筑网络通信系统、现代建筑供配电技术、智能建筑环境检测与控制技术、交流调速与现代电梯控制技术、智能化住宅小区系统设计六本书组成。系列教材拟在两年内相继出版。

系列教材除内容上突出智能建筑自动化新专业的特点外, 与现有同类教材相比进行了拓宽和深化。本系列教材较建筑电气以“强电”为主, 变成以“弱电”为主, 除培养建筑电气设计和施工的技术人才外, 强调智能建筑产品研发和系统集成技术人才培养。相对“智能建筑技术”类教材和科技书籍, 本系列教材在理论分析、关键技术和最新应用等方面加大编写力度, 使人才培养从工程型向工程和研究复合型发展。系列教材编写中, 每本教材在坚持有自己特色的同时, 还注意做好在系列教材中的定位。系列教材要体现整体的完整性和系列的相关性, 对于现行教材中的重叠内容, 进行了合理的整合, 避免内容重叠。另外加强关键技术的编写力度, 发挥系列教材集成的作用。系列教材所涉及的对象和技术, 即 3A 和 3C 毕竟属于信息和自动化学科, 因此这类学科的通用理论、技术、方法和应用等, 在教材中, 结合智能建筑对象给出合理的配置, 如计算机控制、过程控制、运动控制、通信原理、检测技术均安排在系列教材的相关课程中。

为编写该系列教材, 设立了编委会, 编委会对系列教材的综合指标负责, 给出专业课教材的架构和布局, 集中论证每本教材的编写大纲, 并细化到章、节及分节三级目录。每本书的主编由从事本门课教学和具有该方向科研成果的教师担任, 参编人主要吸收从事智能建筑系统设计、产品研发和网络集成有丰富实践经验的高级工程师参加。这种编著者的构成, 保证了教材的质量。

“智能建筑自动化专业系列教材”是“十一五”国家级规划教材, 该系列教材的策划、编写及出版工作承蒙中国电力出版社的大力协助和支持, 对此表示衷心的感谢! 在系列教材编写中引用了许多专家、教授的成果, 在此一并表示诚挚的谢意!

编委会

前 言

智能建筑是信息技术在建筑领域内的应用,虽然它应是建筑、结构、暖通、水电各专业共同努力的结果,但通常认为智能建筑的设计主要是一些弱电系统的设计问题,这些弱电系统即称为智能建筑自动化系统。我国智能建筑的快速发展不断对相关技术人才的培养提出新的要求,因此,作为高等院校实施教育的一个重要环节,编写一本能够体现当今智能建筑自动化系统技术发展特色的教材是十分必要的。

智能建筑自动化系统的相关技术内容历来受到业内人士的重视。本书作为“智能建筑自动化系统”课程的教材,作者在编写过程中结合多年相关教学、科研和工程项目的经验,并综合考虑了各院校、各专业的不同特点和授课要求,将大部分章节内容安排得相对独立、完整,便于各院校、各专业结合自己的课程体系和自身特点灵活实施课堂教学。本书针对智能建筑的特点,结合智能建筑自动化系统新产品、新技术、新规范与标准,论述了系统的基本原理与应用技术,给出了系统设计的原则与方法。本书突出技术理论的先进性与运用的规范性,努力做到理论与实践相结合,使之通俗易懂便于自学。

书中除对智能建筑自动化系统中的三大系统(建筑设备自动化系统 BAS、通信网络系统 CNS、办公自动化系统 OAS)作了详细叙述外,还对相关的基础知识,如计算机控制系统、控制理论与测控元器件、电气控制、数据库、计算机网络与数据通信等,作了较为详细的描述。

本书编写人员有哈尔滨工业大学电气工程及自动化学院王可崇、张继梅、刘宇新,哈尔滨工业大学机电工程学院丁建梅、刘曼兰,由王可崇担任主编,张继梅和丁建梅担任副主编。张继梅编写第4、5章和第9章的第3节,丁建梅编写第7、8章和第2章的第6节,刘宇新编写第3章的第5节,刘曼兰编写第3章的第6节,并负责全书大部分插图的绘制,其余章节由王可崇编写。全书由王可崇统稿。

中国建筑东北设计研究院的王金元总工担任本书主审,对书中有关内容提出了许多宝贵的修改意见,使本书增色不少,在此表示衷心的感谢。

借此机会,作者衷心感谢许多朋友的大力协助和支持,感谢本书所列参考文献的作者们。

由于编写者水平有限,教学与实践经验也不足,书中不妥和错误之处在所难免,敬请广大读者及同行专家批评指正。

作 者

2008年1月

目 录

序

前言

1 智能建筑及其自动化系统概述	1
1.1 智能建筑的定义、发展与分类	1
1.2 智能建筑的组成和功能	2
1.3 智能建筑系统集成	5
思考题与习题	5
2 智能建筑自动化系统关键技术基础	6
2.1 数据通信技术基本概念	6
2.2 智能建筑中的计算机网络	24
2.3 建筑设备自动控制基本原理及其测控装置	50
2.4 建筑设备电气控制及 PLC 基础	72
2.5 智能建筑中的计算机控制系统	96
2.6 数据库基础	122
思考题与习题	149
3 建筑设备监控系统	151
3.1 建筑设备监控系统的组成	151
3.2 冷冻站及热交换站的监控原理	151
3.3 空气处理机的监控原理	163
3.4 给排水系统的监控原理	183
3.5 供配电、照明系统的监控原理	189
3.6 电梯系统的监控原理	202
思考题与习题	209
4 安全技术防范系统	210
4.1 系统组成与功能	210
4.2 视频安防监控系统	212
4.3 入侵报警系统	228
4.4 出入口控制系统	237
4.5 电子巡查系统	241
4.6 停车库(场)管理系统	242
思考题与习题	246
5 火灾自动报警与消防联动系统	247
5.1 火灾自动报警系统	247
5.2 火灾探测器	251

5.3	火灾报警控制器	264
5.4	消防联动控制	270
5.5	消防电源与通信	278
5.6	火灾自动报警与消防联动系统的设计	280
	思考题与习题	299
6	建筑设备监控系统工程设计	300
6.1	狭义 BAS 设计的一般性问题	300
6.2	狭义 BAS 的网络结构设计	310
6.3	管理网络层（中央站）的设计	311
6.4	控制网络层（分站）的设计	318
6.5	现场网络层的设计	326
6.6	狭义 BAS 的节能设计	333
	思考题与习题	343
7	通信网络系统	345
7.1	综合布线系统	345
7.2	电话通信系统	356
7.3	综合业务数据网	367
7.4	有线电视系统	378
	思考题与习题	395
8	智能建筑办公自动化系统	396
8.1	办公自动化系统基本概念	396
8.2	办公自动化系统的常用设备	400
8.3	办公自动化系统的支撑环境	415
8.4	办公自动化系统的层次结构	430
8.5	智能建筑中的办公自动化系统	433
8.6	办公自动化系统的信息安全	435
	思考题与习题	440
9	智能建筑系统集成	441
9.1	智能建筑系统集成概述	441
9.2	智能建筑集成的模式	442
9.3	智能建筑系统集成的技术手段	458
	思考题与习题	465
	参考文献	466

1 智能建筑及其自动化系统概述

1.1 智能建筑的定义、发展与分类

1.1.1 智能建筑的定义

智能建筑是信息时代的必然产物。由于建筑物智能化程度随科学技术的发展而逐步提高,其内涵在不断地丰富,因而国际上至今并没有一个统一的定义。

(1) 美国早期对智能建筑的定义是:智能建筑是通过优化建筑物结构、系统、服务和管理四个基本要素之间的内在关系,来提供一个多产和成本低廉的物业环境。同时又指出,没有固定的特性来定义智能建筑,所有智能建筑共有的唯一特性是其结构设计可以低成本地满足不同类型业主的使用需求。欧洲人与美国人的看法类似,也是从原则上来认识智能建筑的,认为建造智能建筑是创造一种可以使用户拥有最大效率的建筑物环境,同时,智能建筑可以有效地管理资源,且在硬件设备方面的寿命成本最小。

(2) 东方人的认识则较为具体。例如,新加坡人认为,智能建筑必须具备3个条件:一是具有完善的安保、消防系统,能有效应对灾难和紧急情况;二是具有能够调节大楼内的温度、湿度、灯光等环境控制参数的自动化控制系统,可以创造舒适、安全的生活环境;三是具有良好的通信网络和通信设施,使各种数据能在建筑内外进行传输和交换,能让用户拥有足够的通信能力。

(3) 2006年12月,我国建设部正式颁布了GB/T 50314—2006《智能建筑设计标准》,对智能建筑定义如下:智能建筑是以建筑为平台,兼备信息设施系统、信息化应用系统、建筑设备管理系统,集结构、系统、服务、管理及其优化组合为一体,向人们提供安全、高效、便捷、节能、环保、健康的建筑物环境。

总之,智能建筑的本质是指用系统集成的方法,将现代控制技术、计算机技术、通信技术等信息技术与建筑技术有机结合,通过对设备的自动监控,对信息资源的管理、处理和对使用者的信息服务及其与建筑结构的优化组合,设计出的投资合理,适合信息社会需要,并且具有安全、高效、节能、舒适、便利等特点的建筑物。

1.1.2 智能建筑的发展

为适应信息和经济日益全球化的需要,一股智能建筑的建设热潮正在国内外兴起,智能建筑也受到政府机构和业内人士的格外关注。智能建筑的概念诞生于20世纪80年代。1984年在美国康涅狄格州哈特福德(Hartford)市建成世界上公认的第一幢智能大厦。随后,智能建筑得到蓬勃发展,以美国和日本最为突出。此外,法国、瑞士、英国、新加坡、马来西亚、中国香港等国家和地区的智能建筑也迅速发展。据有关资料统计,美国的智能建筑超过数万幢,日本新建大楼中60%以上是智能建筑。我国智能建筑起步较晚,国内智能建筑设计始于1990年,随后便在全国各地迅速发展,已建成上海金茂大厦(88F)、深圳地王大厦

(81F)、广州中信大厦(80F)、南京金鹰国际商城(58F)等一批具有较高智能化程度的智能大厦。据2005年初步统计,国内已建成的智能建筑已有4000余幢,其中上海市约1500幢,北京市约1000幢,广东省约1200幢。另据世界银行预测,在21世纪,全世界智能大厦的50%将兴建在中国的各大城市里。

1.1.3 智能建筑的分类

智能建筑有三种具体表现形式:一是商务型建筑,称为智能大厦,一般所说的智能建筑即指这一类,它是智能建筑最早出现的类型(本书在不加特别说明时,智能建筑特指智能大厦);二是智能小区;三是智能住宅。它们为人们提供了现代化的办公和居住环境,虽然在功能上各有所偏重,但本质相同,都是利用建筑环境内采用智能化系统控制的设备设施来改善建筑环境,提高建筑物的服务能力。

1.2 智能建筑的组成和功能

通常认为,智能建筑自动化系统包含三大基本组成要素,即建筑设备自动化系统BAS(Building Automation System)、通信网络系统CNS(Communication Network System)和办公自动化系统OAS(Office Automation System)。但智能建筑并不是在上述三个系统简单叠加的基础上形成的,而是经过系统集成,将BAS、CNS、OAS与建筑和结构形成一个有机的整体,以实现对整个建筑的综合管理,如图1-1所示。

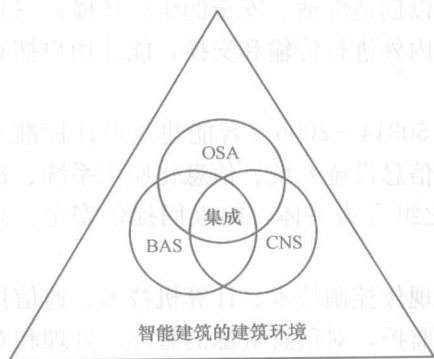


图 1-1 智能建筑的组成要素

要实现智能建筑的系统集成,还需要有一套标准的布线系统作为建筑物或建筑群内部的传输网络,它既能连接建筑物内的各类通信设备,又能使这些设备与外部通信网络相连接,这就是综合布线系统。

1.2.1 BAS 概述

BAS 按工作范围有两种定义方法,即广义的 BAS 和狭义的 BAS。广义的 BAS 即建筑设备自动化系统,包括建筑设备监控系统、火灾自动报警与消防联动系统、安全技术防范系统;狭义的 BAS 即建筑设备监控系统,它不包括火灾自动报警与消防联动系统和安全技术防范系统。本书从使用方便的角度,以后通常将建筑设备自动化系统称为“广义 BAS”,而将建筑设备监控系统称为“狭义 BAS”,在不必对二者进行严格区分的场合,将它们简称为“BAS”。

一、狭义 BAS 的组成与基本功能

狭义 BAS 可对下列子系统进行设备运行和建筑节能的监测与控制:

(1) 冷冻水及冷却水系统;

(2) 热交换系统;

(3) 采暖通风及空气调节系统;

(4) 给水与排水系统;

(5) 供配电系统;

(6) 公共照明系统;

(7) 电梯和自动扶梯系统。

狭义 BAS 以中央计算机为核心,连续不断地对建筑物内的环境及其各种建筑设备的运行状况进行监控和管理,采集各处现场数据,自动加以处理、制表或报警,并按预置程序和人的指令进行控制,从而营造出一个温度、湿度和光的照度稳定且空气清新、安全舒适、便捷的建筑环境。

二、火灾自动报警与消防联动系统的组成与基本功能

火灾自动报警与消防联动系统由火灾自动报警系统和消防联动控制系统两部分组成,以实现“以防为主,防消结合”的主旨。

由于高层建筑自身的特点,因此要求其在发生火灾时,具有完善的自防自救功能。通过选用合适的火灾探测器,火灾自动报警系统能够实现早期发现火灾的自防目标,从而减轻火灾造成的损失和减少扑灭火灾的难度。消防联动控制系统具有必要的自救手段,能够在火灾形成后及时通知楼内人员疏散,并控制火灾的蔓延,甚至可以在不借助外力的情况下扑灭火灾。

三、安全技术防范系统的组成与基本功能

安全技术防范系统一般包括入侵报警系统、视频安防监控系统、出入口控制系统、电子巡查系统、停车库(场)管理系统。

安全技术防范系统的主要功能体现在外部侵入保护、区域保护和重点目标保护三方面:

(1) 外部侵入保护,指无关人员从外部(如窗户、门、天窗和通风管道等)侵入建筑物时,报警系统立即启动发出警报信号,把罪犯排除在防卫区域之外。

(2) 区域保护,指对建筑物内部某些重要区域进行保护,是安防系统提供的第 2 层保护,主要监视是否有人非法进入某些受限制的区域。在有人进入受限区域时,向控制中心发出报警信息,控制中心再根据情况做出相应处理。

(3) 重点目标保护,指对区域内的某些重点目标进行保护,是安防系统提供的第 3 层保护,通常设置在特别重要的,需加强保卫的场所,如档案室、保险柜、重要文物保管室、控制室和中心机房等。

总之,安全技术防范系统最好在罪犯有侵入的意图和动作时能及时发出信号,以便尽快采取措施。当罪犯侵入防范区域时,保安人员应当通过安全技术防范系统了解他的活动;当罪犯犯罪时,安全技术防范系统的最后防线要马上起作用。如果所有的防范措施都失败,安全技术防范系统号应有事件发生前后的信息记录,以便帮助有关人员犯罪经过进行分析。

1.2.2 CNS 概述

通信网络系统处理智能建筑内外各种图像、文字、语音及数据之间的通信。CNS 可分为语音通信、图文通信及数据通信等三个子系统。

(1) 语音通信系统,可提供预约呼叫、等待呼叫、自动重拨、快速拨号、转向呼叫和直接拨入,能接入和传递信息的小屏幕显示、用户账单报告、屋顶远程端口卫星通信和语音邮政等上百种不同特色的通信服务。

(2) 图文通信系统,用于实现传真通信、可视数据检索、电子邮件和电视会议等通信业

务。数字传送和分组交换技术的发展，使通过大容量高速数字专用通信线路实现多种通信方式成为现实。

(3) 数据通信系统，用于连接办公区内计算机及其他外部设备，完成电子数据交换业务和多功能自动交换，使不同办公单元用户的计算机进行通信。

随着微电子技术的飞速发展，通信传输线路既可以是有线线路，也可以是无线路。在无线传输线路中，除微波、红外线外，主要是利用卫星通信。卫星通信突破了传统的地域观念，实现了“远隔千里，近在咫尺”的跨国信息传递与交换，是突破空间和时间的零距离、零时差的信息交流手段。

1.2.3 OAS 概述

OAS 把计算机技术、通信技术、系统科学和行为科学，应用于传统办公方式难以处理的、数量庞大且结构不明确的业务上。形象地描述 OAS，就是在办公室工作中，以微型计算机为中心，采用传真机、复印机和电子邮件 (E-mail) 等一系列现代办公及通信设备，利用网络 (数据通信系统) 全面而又广泛地收集、整理、传递和使用信息，为科学管理和科学决策提供服务。它是利用先进的科学技术，不断使人的部分办公业务活动物化于人以外的各种设备中，并由这些设备与办公人员构成服务于特定目标的人机信息处理系统。其目的是尽

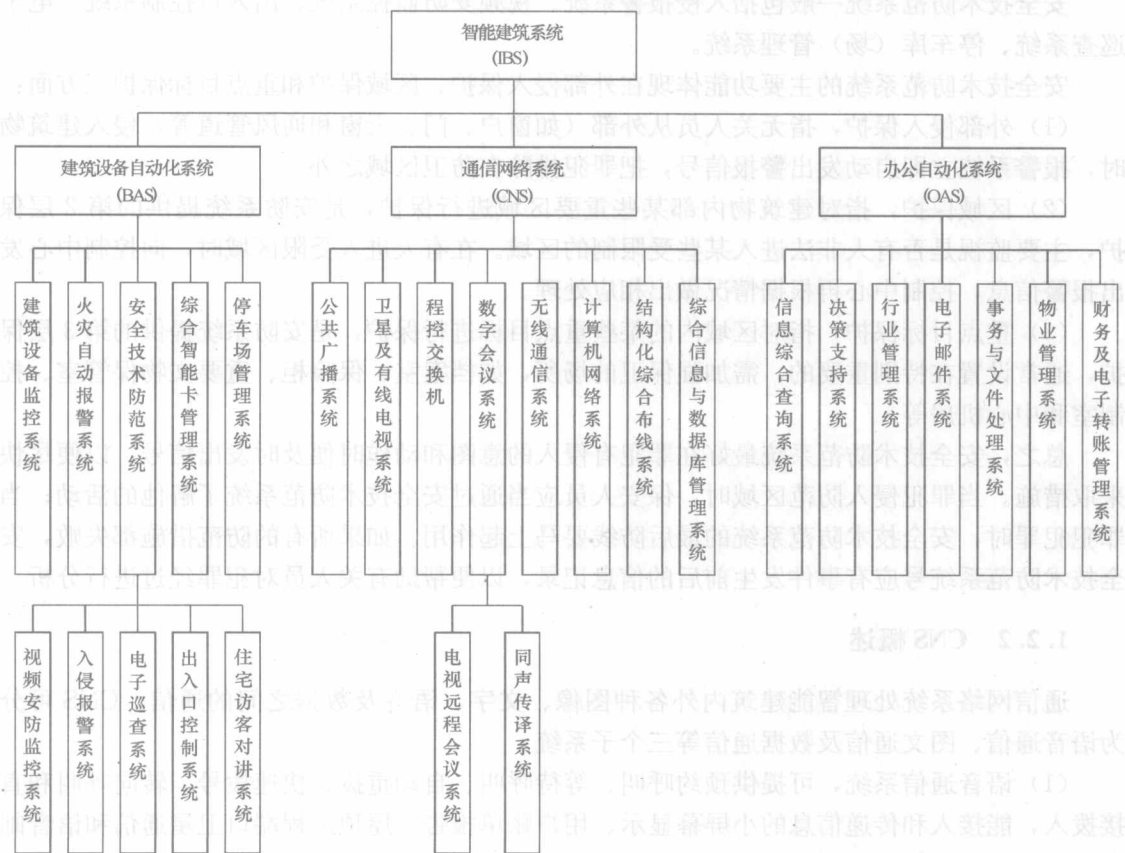


图 1-2 某智能建筑的系统构成

可能充分地利用信息资源,提高劳动生产率和工作质量,也可以利用计算机信息管理系统辅助决策,以获得更好的信息处理效果。

OAS 主要承担三项任务:

(1) 电子数据处理 (Electronic Data Processing, EDP)。处理大量繁琐的事务性工作,如发送通知、打印文件、汇总表格和组织会议等。

(2) 信息管理系统 (Management Information System, MIS)。MIS 完成对信息流的控制管理,把各项独立的事务处理通过信息交换和资源共享联系起来,提高部门工作效率。

(3) 决策支持系统 (Decision Support System, DSS)。DSS 是一个特殊的管理信息系统或信息管理系统的一个模块,可以自动地采集和分析信息,提供各种优化方案,最大可能地辅助决策者做出正确的决定。

智能建筑在设置子系统的具体内容时,会因每幢建筑的具体情况和需求而有所不同。图 1-2 为某智能建筑的系统构成。

1.3 智能建筑系统集成

所谓系统集成,就是将智能建筑中从属于不同子系统和技术领域的所有分离的设备、功能和信息有机地结合成为一个实现信息汇集、功能优化、综合管理、资源共享的相互关联、统一协调的整体。

系统集成是一个涉及多学科、多技术的综合性应用领域,它从设计到实施是一个复杂的应用系统工程的全过程。可以这样认为,没有系统集成的建筑不是真正意义上的智能建筑,建筑内的各子系统也不可能发挥各自的最大效能。因此对系统集成应有全面和深刻的认识,并将这种观点运用到智能建筑设计的各个环节之中。

但也应注意到,目前还没有商品化的全集成的或一体化的集成系统,因此对于系统设计人员来说,想通过系统集成来汇集建筑物内外各种信息或将通信网络系统 (CNS)、建筑设备自动化系统 (BAS) 和办公自动化系统 (OAS) 集成在一起还有比较大的困难。另一方面,由于系统集成的投入巨大而且对运行维护的要求较高,这就要求设计人员在实际设计中,必须掌握“按需集成”的原则,盲目地设置集成系统往往是脱离实际的,也是不可取的。

思考题与习题

1. 智能建筑的 BAS、CNS、OAS 分别是指什么?
2. 狭义 BAS 与广义 BAS 分别包括哪些主要的监控系统?
3. 何谓系统集成?

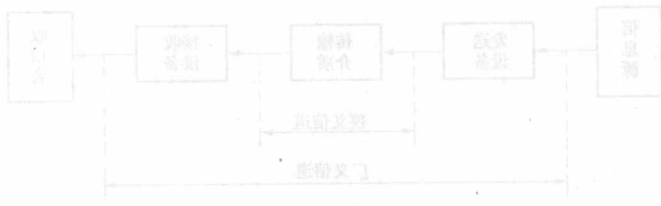


图 1-2 某智能建筑的系统构成

2 智能建筑自动化系统关键技术基础

2.1 数据通信技术基本概念

不同的独立系统经由线路互相交换数据,便是通信;而构成整个通信的线路称之为网络;网络中交换信息的系统若为计算机系统,则称该网络为计算机网络。

在智能建筑自动化系统中,为满足建筑物在监控功能、管理功能和信息共享等方面的需求,需要使用各种各样的计算机网络。由于计算机网络是计算机技术和通信技术发展的产物,因此,在介绍计算机网络的知识之前,应该先了解一些通信方面的基础概念。

2.1.1 数据通信

一、信息、数据和信号

信息的载体可以是数字、文字、语音、图形和图像,例如,数字通信终端产生的信息一般就是字母、数字、符号的组合。通信的目的是交换信息,为了传送这些信息,首先要将每一个字母、数字、符号用二进制代码表示,这些被传输的代码称为数据。数据和信息的主要区别是:数据是信息的载体,涉及事物的表示形式;而信息涉及的是这些数据的内容和解释。

数据分为模拟数据和数字数据。模拟数据的值域是连续的;数字数据不仅在时间上离散,在值域上也是离散的。

模拟数据可以通过“数字化”处理,转变成数字数据。例如,对声音进行等间隔采样及A/D转换,可以用数码序列来表示原先的声音数据。

数据通信就是发送或接收数据,为实现通信,必须首先解决如何表示、传输数据的问题。在数据通信系统中,通常用信号来表示和传输数据。信号分为模拟信号和数字信号,它们都是数据的电磁波或光波表示形式。

二、数据通信系统的构成

数据通信系统是指用通信线路将分布于不同地点的基于计算机的数据终端设备连接起来,执行数据通信的系统。图2-1所示是最基本的数据通信系统。它由信息源、收信者、发送设备、接收设备和传输媒介(狭义信道)几部分组成。

信道是任何信息传输系统不可缺少的组成部分。所谓传输信道指的是以传输介质为基础的信号通路。具体地说,它是由有线或无线电路提供的信号通路;抽象地说,它是指定的一段频带。它允许信号通过,又给信号以限制与损害。

信道可分为狭义信道与广义信道。狭义信道就是信号的传输介质,而把传输介质和传输设备构成的信道称作广义信道。

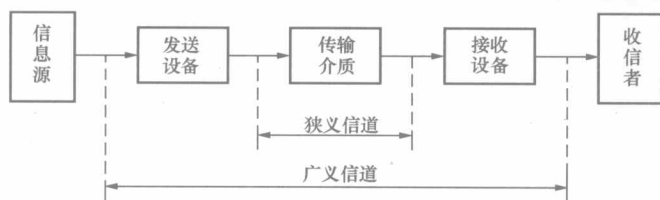


图 2-1 数据通信系统基本模型

数据通信系统在传送与接收数据时,根据信道上的数据流动情形可以分为单工、半双工和全双工三种工作模式。

(1) 单工是指所传送的信息始终朝着一个方向,而不进行与此相反方向的传送,如图2-2(a)所示。数据只能从发送终端A传送到接收终端B,而不能由B传送到A。

(2) 半双工通信是指信息流可在两个方向上传输,但同一时刻只限于一个方向传输,如图2-2(b)所示。通信双方都具有发送器和接收器,但要实现双向通信必须改换信道方向。当A站向B站发送信息时,A站将发送器连接在信道上,B站将接收器连接在信道上;而当B站向A站发送信息时,B站则要将接收器从信道上断开,并把发送器接入信道,A站也要相应地将发送器从信道上断开,而把接收器接入信道。这种在一条信道上进行转换,实现A→B与B→A两个方向通信的方式,称为半双工通信。

(3) 全双工通信是指通信系统能同时进行如图2-2(c)所示的双向通信。它相当于把两个相反方向的单工通信方式组合在一起。

三、信道复用与同步技术

(一) 信道复用

无论是远程网络还是局部网络,差不多总是出现这样的情况,某些传输介质的能力超过传输单一信号的需求。为了有效地利用传输系统,人们希望通过同时携带多个信号来高效率地使用这些传输介质,这就是多路复用(Multiplexing)。多路复用普遍使用如下两种技术:频分多路复用FDM和时分多路复用TDM。

通常若介质的可用带宽超过给定信号所需的带宽,就采用频分多路复用FDM技术。如果每个信号以不同的载波频率进行调制,而且各个载波频率是完全独立的,即信号的带宽不相互重叠的话,就可以同时携带多个信号。频分多路复用FDM的一般情况如图2-3(a)所示。六个信号源输入到一个多路复用器中,这个多路复用器用不同的频率($f_1, \dots, f_6$)调制每一个信号。每个信号都需要一个以它的载波频率为中心的一定的带宽,称之为信道。为了防止信道间的相互干扰,使用保护频带来隔离每一个通道,保护带是一些不使用的频谱区。

若介质能达到的位传输速率超过传输数字数据所需的数据传输率,就采用时分多路复用TDM技术。利用每个信号在时间上的交叉,可以在一个传输通路上传输多路数字信号。这种交叉可以是位一级的,也可以是由字节组成的块或更大量的信息。例如,图2-3(b)中的多路复用器有六个输入,每个输入的数据率假设是9600b/s。这样,一条容量达57600b/s的线路就能容纳这六个信号源。每个信号源的时间片序列(每个信号源一个)称为一条通道时间片的一个周期,亦称之为帧。

图2-3(b)中描述的时分多路复用TDM方案,称为同步(synchronous)时分多路复用TDM。它的时间片是预先分配好的,而且是固定不变的。因此,各信息源的传输定时是

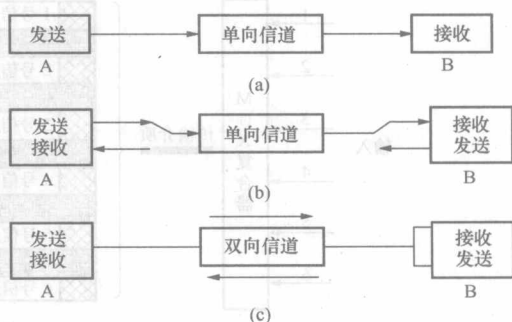


图 2-2 数据通信系统的几种工作模式
(a) 单工通信; (b) 半双工通信; (c) 全双工通信

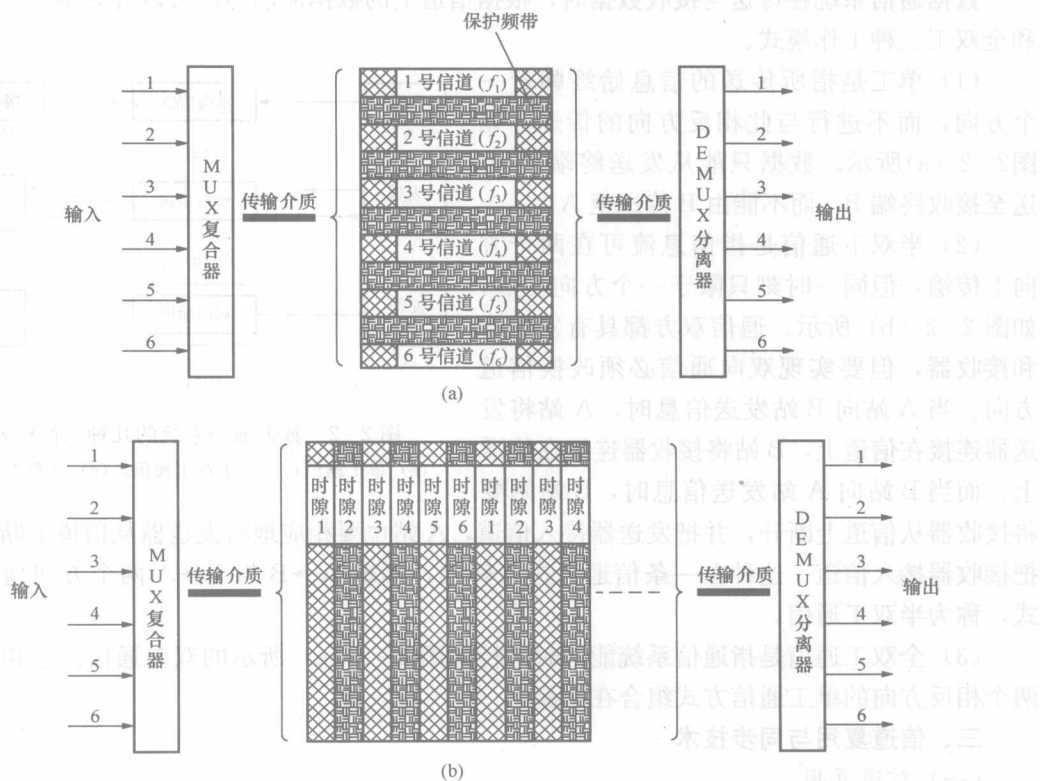


图 2-3 多路复用

(a) 频分多路复用; (b) 时分多路复用

同步的。与此相反，异步时分多路复用 TDM 允许动态地分配传输介质的时间片。

(二) 同步技术

在时分多路复用 TDM 的通信过程中，信号的处理和传输都是在规定的时隙内进行的。为了使整个通信系统有序、准确、可靠地工作，收、发双方必须有一个统一的时间标准，以保证收、发双方在时间上的一致性，即同步。

进一步讲，所谓同步，就是要求接收端按照发送端所发送码元的重复频率及起止时间来接收数据，使收发双方在时间基准上保持一致。此外，在通信过程中，还要求接收端能够根据发送端发送数据的起止时间和重复频率校正自己的时间基准与重复频率，这个校正过程称为同步过程。

从更广泛的意义上说，同步也是所有数字通信必须解决的一个重要问题。同步不良会造成通信质量下降或完全不能工作。同步分为码元同步（位同步）、字符同步、帧同步等。

1. 码元同步

码元同步是使接收端接收的每一个码元都要和发送端准确地保持同步。实现码元同步的方法有外同步法和内同步法。外同步法是根据发送端发送的同步时钟作为接收端同步标准的方法。内同步法则是从自含时钟编码的发送数据中提取同步时钟的方法。将在稍后讲解的曼彻斯特编码、差分曼彻斯特编码都采用自含时钟编码。

2. 字符同步

字符同步 (Character or Word Synchronous) 方法分为: 起止 (Start-stop) 式与同步 (Synchronous) 式两种, 起止式又称为异步 (Asynchronous) 式。

(1) 异步式字符同步 (异步传输):

- 1) 每个字符作为一个独立的整体进行发送, 字符之间的时间间隔是任意的;
- 2) 为了进行字符同步, 每个字符的每一位前加 1 位起始位 (逻辑 “1”), 字符的最后一位后加上 1、1.5 位或 2 位的停止位 (逻辑 “0”)。

(2) 同步式字符同步 (同步传输)。同步传输将一组字符连续排列后传送, 每个字符不加附加位, 但每组字符之前必须加上一个或多个同步字符 SYN。接收端接收到 SYN 字符以后, 能够根据 SYN 来实现比特同步与确定字符起始位。

同步传输方式比异步传输方式的传输效率高, 适用于高速传输要求。

3. 帧同步

属于同步传输方式, 传输中数据和控制信息按一种特殊的帧结构来组织。帧结构有两类: 一类是面向字符帧, 另一类是面向比特帧。面向字符帧 (Character Oriented Frame) 是由面向字符型数据链路控制协议产生。在面向字符型数据链路控制协议中, 所有用于同步 (SYN) 及其他数据链路控制信息均用一个特定的字符表示, 例如同步字符 SYN 的二进制编码为 0110100 (ASCII 码)。而典型的面向比特型数据链路控制协议只规定一个特殊的帧标志字符 F (01111110), 用它来表示一帧数据传输的开始与结束, 同时 F 也起到比特同步的作用。

四、模拟传输和数字传输

模拟传输是传输模拟信号的方法。模拟信号可以表示模拟数据 (例如声音) 或表示数字数据 (例如通过 MODEM 发送的数据)。模拟信号在传输一定距离后将衰减, 为了实现长距离传输, 要在模拟传输系统中设置放大器。

数字传输是传输数字信号的方法。数字信号可以表示模拟数据 (例如经过数字化处理的声音) 或表示数字数据 (例如计算机文件)。数字传输的基本优点是比发送模拟信号更便宜, 而且很少受噪声干扰的影响; 最主要的缺点是数字信号比模拟信号易衰减。数字传输中的衰减会危及数据的完整性, 因此, 数字信号一般比模拟信号的传输距离短。为了获得更大的传输距离, 可以用中继器。中继器接收衰减了的数字信号, 把数字信号恢复到 1 和 0 的标准电平, 然后重新传输再生信号。

数字传输也称为基带传输, 模拟传输也称为宽带传输。模拟数据和数字数据都可以分别用模拟信号或数字信号来表示, 因而它们都既可以用数字传输方式, 也可以用模拟传输方式。

对于远程通信, 数字信号的传输不像模拟信号的传输那样用途广泛和实用。但在局部网络中, 由于数字电路价格下降, 采用数字技术越来越经济。

五、数据编码技术

除了模拟数据的模拟信号传输外, 利用信号传输数据时都需要某种形式的数据表示或者编码。

(一) 数字数据、模拟信号

数字数据的模拟信号传输是借助于载波实现的。载波是频率和幅值固定的周期信号, 通