

高等职业教育建筑电气技术系列教材

现代建筑信息及传输技术

苏海滨 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



高等职业教育建筑电气技术系列教材

现代建筑信息及传输技术

主编 苏海滨

参编 栗建胜 田林红 王兴举

主审 张彦礼



机械工业出版社

本书系统全面地论述了现代建筑信息及传输技术,主要内容有电话通信系统、有线电视及卫星通信系统、数据通信系统、计算机网络、楼宇综合布线、综合布线工程测试及楼宇信息管理系统等。本书特点是强调基本概念和基本原理,降低理论知识的难度,既注重技术的先进性,又引用大量实例,突出实用性。

本书为高职高专建筑电气类专业教材,也可作为计算机、通信、电气工程及自动化、建筑设计等相关专业的教学用书或工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

现代建筑信息及传输技术/苏海滨主编. —北京:机械工业出版社,2003.6
高等职业教育建筑电气技术系列教材
ISBN 7-111-12105-8

I. 现... II. 苏... III. 智能建筑—房屋建筑设备:电气设备—高等学校:技术学校—教材 IV. TU855

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 034879 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:贡克勤

责任编辑:苏颖杰 版式设计:冉晓华 责任校对:韩 晶

封面设计:张 静 责任印制:付方敏

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

787mm × 1092mm $1/16$ · 16.75 印张 · 412 千字

定价:24.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

高等职业教育建筑电气技术系列教材编审委员会

名誉主任：姜立增

顾问：潘天任

主任：戴绍基

委员：（以姓氏笔画为序）

朱吉顶 陈运根 苏海滨 杨金夕 杨晓青

张彦礼 张平泽 屈保中 郑荣进 赵德申

侯进旺 徐小俊 栗建胜

前 言

智能建筑是信息时代的必然产物,建筑物智能化的程度随科学技术的发展而逐步提高。智能建筑的信息及传输技术是实现建筑物内部语音、数据、图像传输的基础,同时使建筑物与外部通信网(如电话公网、数据网、计算机网、卫星及广电网)相联,从而与世界各地互通信息。

智能建筑信息及传输系统主要由程控数字用户交换系统、有线电视网(CATV)、计算机网络、办公自动化系统四个系统组成。现代建筑信息及传输系统的设计应能适应智能建筑向数字化、智能化、综合化、宽带化及个人化发展的趋势,以向使用者提供快捷有效、安全可靠的信息通信服务,包括语言、文本、图形、图像及计算机数据等多种形式。

本书是全国高职高专建筑电气类专业规划教材,因此在内容安排上充分考虑了高职高专教育的特色,简化了原理分析及公式的推导,增加了工程应用可操作性强的新知识、新技术。主要内容包括电话通信系统、有线电视及卫星通信系统、数据通信技术、计算机网络、楼宇综合布线、综合布线工程测试、楼宇信息管理系统。本书可用作建筑设计、电气工程及自动化、楼宇智能化专业的教学用书,也可用作相关工程技术人员的参考用书。

参加本书编写的有苏海滨、栗建胜、田林红、王兴举,其中第一章、第五~第六章由苏海滨编写,第二~四章由栗建胜编写,第七章由田林红编写,第八章由王兴举编写,苏海滨任主编。本书由深圳松特高新实业有限公司张彦礼高级工程师主审,参加审稿还有浙江机电职业技术学院肖携老师、广西机电职业技术学院陈全昌老师,他们都为本书提出了宝贵意见,在此深表感谢。

由于编写时间仓促,而且本书所涉及领域的技术发展十分迅速,书中难免有不妥之处,敬请读者不吝赐教。

编 者

目 录

前言

第一章 现代建筑信息传输系统概论 … 1

- 一、智能建筑的兴起 …… 1
- 二、智能建筑的概念 …… 1
- 三、智能建筑的组成和功能 …… 2
- 四、智能建筑与综合布线的关系 …… 5
- 五、智能建筑与信息高速传输的关系 …… 5

第二章 电话通信系统 …… 6

第一节 概述 …… 6

- 一、电话交换机的发展 …… 6
- 二、公用电话交换网的组成 …… 8
- 三、用户交换机的中继方式 …… 9

第二节 程控交换机 …… 10

- 一、程控交换机的硬件组成 …… 10
- 二、程控交换机的软件组成 …… 12
- 三、程控交换机的接口电路 …… 13
- 四、用户交换机的服务功能及特点 …… 16

第三节 电话通信和传真通信 …… 16

- 一、电话通信 …… 16
- 二、电话机 …… 18
- 三、传真通信 …… 26

第四节 现代建筑电话设施及安装 …… 30

- 一、电话系统在现代建筑中的应用 …… 30
- 二、电话机房的环境和布局 …… 30
- 三、电话通信系统的线路敷设及配线 …… 31

习题 …… 34

第三章 有线电视及卫星通信系统 …… 35

第一节 概述 …… 35

- 一、有线电视系统的概念 …… 35
- 二、有线电视系统的特点 …… 35
- 三、有线电视系统的基本组成 …… 36

第二节 有线电视系统的主要部件及

设备 …… 38

- 一、电视接收天线 …… 38
- 二、卫星地面站 …… 39
- 三、传输线 …… 42
- 四、自办节目设备 …… 45
- 五、前端设备 …… 46
- 六、线路及终端部件 …… 54

第三节 有线电视系统的设计、安装、

调试及维护 …… 59

- 一、有线电视系统的设计 …… 59
- 二、有线电视系统的安装 …… 77
- 三、有线电视系统的调试 …… 82
- 四、有线电视系统工程的验收 …… 84
- 五、有线电视系统的日常维护 …… 86

习题 …… 87

第四章 数据通信系统 …… 88

第一节 数据通信基础 …… 88

- 一、数据通信系统的组成 …… 88
- 二、数据通信系统的交换方式 …… 89
- 三、数据通信系统的传输方式 …… 90
- 四、数据通信系统的同步技术 …… 92
- 五、数据通信系统的复用技术 …… 93

第二节 分组交换技术 …… 94

- 一、分组交换方式 …… 94
- 二、交换虚电路的建立与释放 …… 95

第三节 帧中继(FR)技术 …… 97

- 一、帧中继网络的组成 …… 97
- 二、帧中继的特点 …… 98
- 三、帧中继的应用情况 …… 98

第四节 综合业务数字网(ISDN) …… 99

- 一、ISDN 的基本概念 …… 99
- 二、ISDN 的应用 …… 100

第五节 数字数据网(DDN).....	100	第六节 网络互连	142
一、DDN 的基本概念	100	一、网络互连的概念	142
二、DDN 的组成	101	二、网络互连的层次	142
三、DDN 的特点	101	三、集线器	144
四、中国公用数字数据网(CHINADDN) 的现状	102	习题	145
五、DDN 的典型应用	102	第六章 楼宇综合布线	146
第六节 用户接入网技术	103	第一节 综合布线概述	146
一、用户接入网概述	103	一、综合布线的概念	146
二、铜线接入网	105	二、综合布线的发展过程	147
三、光纤接入网(OAN)	108	三、综合布线的特点	147
四、混合接入网(HFC)	110	四、综合布线的适用范围	148
五、无线接入网简介	114	五、综合布线的标准	149
习题	115	六、综合布线产品的选型原则	149
第五章 智能建筑计算机网络	116	第二节 工作区	149
第一节 智能建筑计算机网络方案	116	一、设计规范	149
一、智能建筑中的计算机网络结构	116	二、工作区连接硬件	150
二、智能建筑中的计算机网络协议	117	第三节 水平子系统	151
三、局域网的拓扑结构	119	一、设计规范	151
四、交换式局域网技术的发展过程	119	二、水平子系统的拓扑结构	152
五、交换式局域网	120	三、水平子系统线缆长度	153
第二节 以太网及快速以太网	122	四、水平布线线缆类型	154
一、100Base-T 网络	122	五、水平布线设计方案	154
二、100VG-AnyLAN 网络	123	六、信息插座	158
三、快速以太网的布线要求	124	七、水平子系统的设计步骤	162
第三节 光纤分布式数据接口(FDDI)网	125	第四节 干线子系统	164
一、FDDI 的基本概念	125	一、设计规范	164
二、FDDI 的主要特点	126	二、干线子系统布线的拓扑结构	165
三、FDDI 的介质访问控制技术	126	三、干线子系统布线的距离	167
第四节 异步传送模式(ATM)网	130	四、干线子系统线缆的类型	168
一、ATM 的基本原理	130	五、干线子系统设计的步骤	168
二、ATM 的交换和控制	131	六、确定楼层配线间与二级交接间之间的 接合方法	172
三、ATM 的协议参考模型	134	七、根据选定的接合方法确定干线 电缆尺寸	174
四、物理层	135	第五节 管理区	175
五、ATM 适配层	136	一、设计规范	175
第五节 虚拟局域网	137	二、管理交接方案	176
一、虚拟局域网的概念	137	三、管理连接硬件	178
二、虚拟网的组成	138		

四、接触点技术	185	三、光纤测试仪的规格	230
五、在线测试配线架	186	四、光纤传输通道测试步骤	231
六、综合布线管理标记	186	习题	232
七、管理区的设计步骤	187	第八章 楼宇信息管理系统	233
第六节 建筑群干线子系统	193	第一节 楼宇内网络一致性通信协议	233
一、设计规范	193	一、ISO/OSI 国际标准协议机制	233
二、建筑群干线布线方法	193	二、ISO 标准下网络互联协议 模型(TCP/IP)	234
三、设计步骤	196	三、IP 协议(Internet Protocol)	234
第七节 光纤传输系统	198	四、TCP 传输控制协议(Transport Control Protocol)	236
一、设计规范	198	五、基本应用协议	238
二、光纤传输系统及其构成	198	第二节 楼宇内网络服务器操作系统 简介	239
三、光纤数字传输特性	199	一、Windows NT 服务器操作系统的 网络功能	239
第八节 建筑物控制系统(BAS)拓扑 结构	199	二、UNIX 的网络功能	241
一、综合布线的拓扑结构	199	三、Net Ware 的网络功能	243
二、布线方法	202	四、数据库系统简介	246
三、建筑物控制系统综合布线的 限制	202	第三节 办公自动化	248
四、工业控制系统(IAS)的综合 布线结构	203	一、办公自动化概述	248
第九节 电气保护与抗干扰	204	二、办公自动化系统的组成	249
一、设计规范	204	三、办公自动化应用	249
二、电气保护	205	四、办公自动化系统管理	250
三、屏蔽效应	206	第四节 物业管理信息系统	251
四、线缆与其他管线的间距	209	一、概述	251
习题	210	二、物业管理系统的特色	251
第七章 综合布线工程测试	211	三、物业管理的模块结构	252
第一节 电缆传输通道测试	211	四、典型模块功能说明	252
一、链路的验证测试	211	习题	255
二、电缆传输通道的认证测试	213	附录 综合布线支持的应用系统	256
第二节 光纤传输通道测试	225	参考文献	259
一、光纤测量技术综述	225		
二、光纤测试仪的组成	229		

第一章 现代建筑信息传输系统概论

智能建筑或称智能大厦(Intelligent Building, IB)是信息时代的必然产物,是计算机技术、通信技术、控制技术与建筑技术密切融合的结晶。随着全球社会信息化与经济国际化的深入和发展,智能建筑已成为世界各国综合经济实力的具体象征,也是各大跨国企业集团国际竞争实力和形象的标志。同时,在国内外正在加速建设信息高速公路的今天,智能建筑也是“信息高速公路(Information Super Highway)”的主结点,各国政府的大机关、各跨国集团公司也都在竞相实现其办公大楼的智能化。可见,兴建智能建筑已成为当今现代建筑智能化的目标。

智能建筑系统功能设计的核心是系统集成设计,而智能建筑内信息通信网络的实现,又是系统集成的关键。

一、智能建筑的兴起

智能建筑起源于美国。当时,美国的跨国公司为了适应信息时代的要求,提高国际竞争能力和应变能力,纷纷以高科技装备大楼(Hi-Tech Building)对办公和研究环境进行创新和改进,以提高工作效率。1984年1月,美国联合技术公司(UTC)在美国康涅狄格州(Connecticut)首府哈特福德市(Hartford),将一幢旧金融大厦进行了改建。改建后的大厦,被称为都市大厦(City Palace Building)。它的建成可以说完成了传统建筑与新兴信息技术相结合的尝试。大楼内增添了计算机、数字程控交换机等先进的办公设备以及高速通信线路等基础设施,客户不必购置设备便可进行语音通信、文字处理、电子邮件传递、市场行情查询、情报资料检索、科学计算等服务。此外,大楼内的暖通、给排水、消防、保安、供配电、照明、交通等系统均由计算机控制,实现了自动化综合管理,使用户感到更加舒适、方便和安全。大楼引起了世人的关注,从而第一次出现了“智能建筑”这一名称。

随后,智能建筑蓬勃兴起,美国、日本兴建最多,在法国、瑞典、英国、泰国、新加坡等国家和我国香港、台湾等地区也方兴未艾,在世界建筑业中形成了智能建筑一枝独秀的局面。在步入信息社会和国内外加速建设“信息高速公路”的今天,智能建筑越来越受到我国政府和企业的重视。建设智能建筑已成为一个迅速成长的新兴产业。近几年,在国内建造的很多大厦已打出智能建筑的牌子,如北京的京广中心、中华大厦,上海的上海博物馆、金茂大厦、浦东上海证券交易大厦,广东的国际大厦,深圳的深房广场等。

二、智能建筑的概念

智能建筑的发展历史较短,有关智能建筑的描述很多,目前尚无统一的概念。美国智能建筑学会(American Intelligent Building Institute, AIBI)对智能建筑的定义是:智能建筑(Intelligent Building)是将结构、系统、服务、管理进行优化组合,获得高效率、高功能与高舒适性的大楼,它为人们提供一个高效和具有经济效益的工作环境。

日本建筑杂志载文提出,智能建筑就是高功能大楼,即建筑环境适应智能建筑的要求,能够方便、有效地利用现代通信设备,并采用楼宇自动化技术,具有高度综合管理功能的大楼。

我们认为,应强调智能建筑多学科交叉、多技术系统综合集成的特点,故推荐如下定义:

智能建筑是指利用系统集成方法,将计算机技术、通信技术、控制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,建成的投资合理、适合信息社会要求,并且具有安全、高效、舒适、便利和灵活特点的建筑物。

智能建筑是社会信息化与经济国际化的必然产物,是多学科、高新技术的有机集成。大量高新技术先后在此应用,可视电话、多媒体技术已不陌生;国际信息高速公路、能量无管传输等最尖端的高科技也会首先在这个领域应用。因此,为保持定义的严谨,不宜对技术与设备限制得太具体。

可见,智能建筑是多学科、跨行业的系统工程,是现代高新技术的结晶,是建筑艺术与信息技术相结合的产物。随着微电子技术的不断发展,通信、计算机的应用普及,建筑物内的所有公共设施都可以采用“智能”系统来提高其服务能力。智能系统应用的主要设备通常放置在智能化建筑内的系统集成中心(System Integrated Center, SIC),通过综合布线(Generic Cabling, GC)与各种终端设备,如通信终端(电话机、传真机等)和传感器(如烟雾、压力、温度、湿度等传感器)连接,“感知”建筑内各个空间的“信息”,并通过计算机处理给出相应的对策,再通过通信终端或控制终端(如步进电动机、各种阀门、电子锁、开关等)实现相应的反应,使大楼具有某种“智能”。试想一下,如果建筑物的使用者和管理者可以对大楼的供配电、空调、给排水、照明、消防、保安、交通、数据通信等全套设施都实施按需服务控制,那么,大楼的管理和使用效率将大大提高,而能耗的开销也会降低。

从以上讨论可以归纳出智能化建筑通常具有的四大主要特征:楼宇自动化(Building Automation, BA)、通信自动化(Communication Automation, CA)、办公自动化(Office Automation, OA)、布线综合化。前三化就是通常所说的“3A”(智能建筑)。目前,有的房地产开发商为了更突出某项功能,提出防火自动化(Fire Automation, FA),以及把建筑物内的各个系统综合起来管理,实现管理自动化(Maintenance Automation, MA),加上前述的三个“A”,便成为5A智能化建筑了。但国际上通常定义BA系统包括FA系统。OA系统包括MA系统,因此,一般只采用3A的说法,否则难免会进而提出“6A”甚至更多系统,反而不利于全面理解“智能建筑”定义的内涵。智能建筑的结构示意图如图1-1所示。

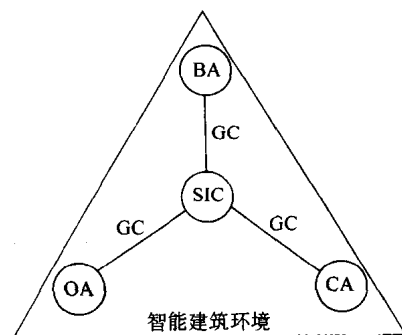


图 1-1 智能建筑结构示意图

由图可知,智能建筑是由智能化建筑环境内的系统集成中心利用综合布线连接并控制3A系统组成的。

三、智能建筑的组成和功能

在智能建筑环境内体现智能功能的主要有SIC、GC和3A系统5个部分,其系统组成和功能示意图如图1-2所示。下面简要地介绍这5个部分的作用。

1. 系统集成中心(SIC)

SIC应具有各个智能化系统信息汇集和各类信息综合管理的功能,并要达到以下三方面

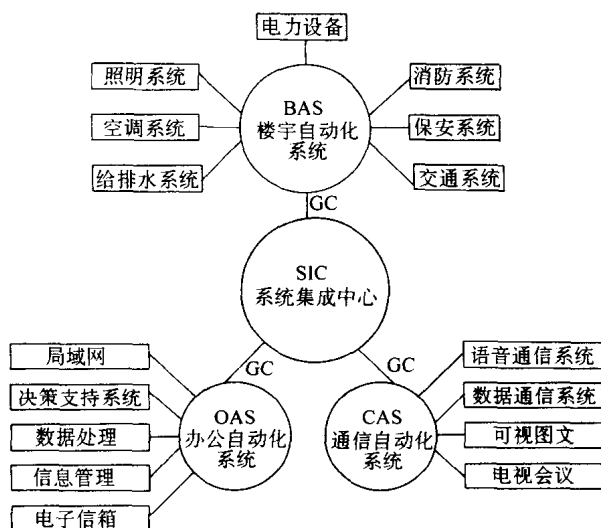


图 1-2 智能建筑的系统组成和功能示意图

的具体要求：

1) 汇集建筑物内外各类信息，接口界面要标准化、规范化，以实现各子系统之间的信息交换及通信。

2) 对建筑物各个子系统进行综合管理。

3) 对建筑物内的信息进行实时处理，并且具有很强的信息处理及信息通信能力。

2. 综合布线(GC)

综合布线是由线缆及相关连接硬件组成的信息传输通道。它是智能建筑完成 3A 系统各类信息流通必备的基础设施(Infrastructure)。它采用积木式结构、模块化设计、统一的技术标准，能满足智能建筑信息传输的要求。

3. 办公自动化(OA)系统

办公自动化系统把计算机技术、通信技术、系统科学及行为科学，应用于传统的数据处理技术所难以处理的、数量庞大且结构不明确的业务。它利用先进的科学技术，使人的部分办公业务活动物化于各种设备中，并由这些设备与办公人员构成服务于某种目标的人机信息处理系统。其目的是尽可能利用先进的信息处理设备，提高人的工作质量，辅助决策，以实现办公自动化目标。即在办公室工作中，以微机为中心，采用传真机、复印机、打印机、电子邮件(E-mail)系统等一系列现代办公及通信设施，全面而又广泛地收集、整理、加工和使用信息，为科学管理和科学决策提供服务。

从 OA 系统的业务性质来看，主要有以下三项任务：

1) 电子数据处理(Electronic Data Processing, EDP)。处理办公中大量繁琐的事务性工作，如发送通知、打印文件、汇总表格、组织会议等，以达到提高工作效率，节省人力的目的。

2) 管理信息系统(Management Information System, MIS)。对信息流的控制管理是每个部门最本质的工作。MIS 是管理信息的最佳手段，它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，以获得准确、快捷、及时、优质的功效。

3) 决策支持系统(Decision Support System, DSS)。决策是根据预定目标做出的行动决定，

是高层次的管理工作。决策过程包括提出问题、搜集资料、拟定方案、分析评价、最后选定等一系列的活动。DSS 能自动地分析、采集信息,提供各种优化方案,为辅助决策者作出正确、迅速的决策。

OA 系统功能示意图如图 1-3 所示。

4. 通信自动化(CA)系统

通信自动化系统能高速进行智能建筑内各种图像、文字、语音及数据之间的通信,它同时与外部通信网相联,交流信息。CA 系统可分为语音通信、图文通信及数据通信三个子系统:

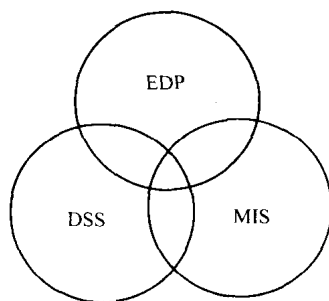


图 1-3 智能建筑办公自动化系统功能示意图

1) 语音通信系统可给用户提供了预约呼叫、等待呼叫、自动重拨、快速拨号、转移呼叫、直接拨入,能实现接收和传递信息的小屏幕显示、用户帐单报告、屋顶远程端口卫星通信、语音邮政等上百种不同特色的通信服务。

2) 图文通信系统在当今智能化建筑中,可实现传真通信、可视数据检索、图像通信、文字邮件、电视会议通信等业务。由于数字传送和分组交换技术的发展及采用大容量高速数字专用通信线路可实现多种通信方式,使得根据需要选定经济而高效的通信线路成为可能。

3) 数据通信系统可供用户建立计算机网络,以联接其办公区内的计算机及其他外围设备来完成电子数据交换业务。多功能自动交换系统还可使不同用户的计算机之间进行相互通信。通信传输线路既可以是有线线路,也可以是无线线路。在无线传输线路中,除微波、红外线外,主要是利用通信卫星。

卫星通信突破了传统的地域观念,实现了相距万里如同近在眼前的国际信息交流。今天的现代化建筑已不再局限在几个有限的大城市范围内,它真正提供了强有力的缩短空间和时间的手段。因此通信系统起到了零距离、零时差交换信息的重要作用。

通信自动化一词,虽然不太严谨,但已约定俗成。不过,随着计算机化的数字程控交换机的广泛使用,通信不仅要自动化,而且要逐步向数字化、综合化、宽带化、个人化方向发展。其核心是数字化,其根本前提是构成网络。

5. 楼宇自动化(BA)系统

楼宇自动化系统是以中央计算机为核心,对建筑物内的设备运行状况进行实时控制和管理,从而维持室内的温度、湿度、光度稳定并且空气清新。按设备的功能、作用及管理模式,该系统可分为以下子系统:

火灾报警与消防联动控制系统;

空调及通风监控系统;

供配电及备用应急电站的监控系统;

照明监控系统;

保安监控系统;

给排水监控系统;

交通监控系统。

其中交通控制系统包括电梯监控系统和停车场自动监控管理系统;保安监控系统包括紧急广播系统和巡更对讲系统。

BA 系统日夜不停地对建筑物内各种机电设备的运行情况进行监控,采集各处现场资料,自动加以处理,并按预置程序和随机指令进行控制。因此,采用 BA 系统具有如下的优点:

- 1) 集中统一地进行监控和管理,既可节省大量人力,又可提高管理水平。
- 2) 可建立完整的设备运行档案,加强设备管理,制订检修计划,确保设备的运行安全。
- 3) 可实时实现电力用量(Power Demand)、最优开关运行(Optimum Start/Stop)和工作循环最优运行(Duty Cycle)等多种能量监管,节约能源,提高经济效益。

由于楼宇自动化系统具有一些特殊性,读者可参考其他教材,本书不涉及。

四、智能建筑与综合布线的关系

根据我国国情土木建筑的一次性投资很大,全面实现建筑智能化是有难度的。然而如果等到资金全部到位,再去开工建设,又会失去时间和机遇。对于跨世纪的高层建筑,一旦条件成熟也都必然需要改造升级为智能建筑。这可能是目前高层建筑普遍存在的一个突出矛盾。综合布线是解决这一矛盾的最佳途径。

综合布线只是智能建筑的一部分,可以统一规划、统一设计,在建筑物建设阶段投入为整个建筑物 3%~5% 的资金,将连接线缆综合布置在建筑物内。至于楼内安装或增设什么应用系统,就完全可以根椐时间和需要、发展与可能来决定了。只要有了综合布线这条信息高速公路,再想跑什么“车”,想安装什么应用系统,就非常简单了。尤其对于兴建跨世纪的高大楼群,要实现既与时代同步,适应科技发展的需要,又不增加过多的投资,目前看来建立综合布线平台是最佳选择。否则不仅会为高层建筑将来的发展带来很多隐患,而且一旦需要改造为智能建筑时,将花费更多的投资,这是十分不合理的。

五、智能建筑与信息高速传输的关系

信息高速传输是指由光缆构成的高速通道,将其延伸到每个基层单位、每个家庭,形成四通八达、畅通无阻的信息“交通网”,文字、图像、语音都以数字流的形式在这个“交通网”上快速传递。

智能建筑通过综合布线与国内外信息网连接进行信息交流。智能建筑的信息处理要实现以下三个功能:

- 1) 建设高速、大容量、宽频带的信息传输平台。
- 2) 建立信息处理平台。
- 3) 建立信息资源共享原则,形成信息咨询产业。

由此可以看出,信息高速公路着重于信息快速通道的建设,它是智能建筑与外界联系的通道,智能建筑也必须与信息高速传输对接,否则,它就成了“智能孤岛”。

第二章 电话通信系统

第一节 概 述

一、电话交换机的发展

自从 1875 年美国贝尔发明电话以来,电话通信得到了巨大的发展和广泛的应用,满足了人们相互之间进行信息交流的需要,现在用一部电话就可以打往世界各地。电话机的发展基本上经历了单台电话机连接、人工电话交换站、自动电话交换机和程控电话交换机等几个阶段。

1. 单台电话机连接

单机连接就是指固定的两部电话机之间的通话,如图 2-1a)所示。这种通话方式只能在两部电话机之间进行通话。如果用户 A 能选择与用户 B 或用户 C 通话,用户 A 就得安装两部电话机,一部与用户 A 相连,另一部与用户 B 相连,同时要分别架设两条电话线,如图 2-1b)所示。这显然不能满足人们对交往的需要,人们希望有选择地与对方通话。按照这种连接方式,通话方越多,需要安装的电话机和架设的电话线的数量也就越多。所以,为了既实现一方有选择地与其他各方通话,又配置最经济的设备,人们想到了建立电话交换站。



图 2-1 单台电话机的固定连接

a) 两个用户的连接情况 b) 三个用户的连接情况

2. 人工电话交换站

人工电话交换站就是指所有通话方的电话机都与交换站的人工转接台相连,由转接台把任意两部电话机接通,如图 2-2 所示。

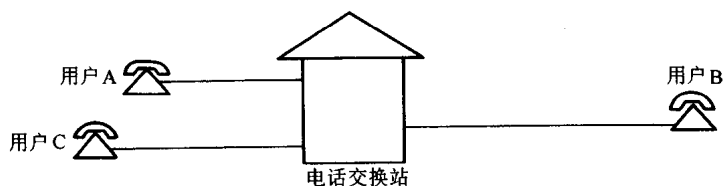


图 2-2 电话机与交换站的连接

这种电话交换站的功能就是早期的电话交换，这种交换方式叫做人工交换。人工交换依靠的是话务员的大脑和手，其交换过程是：首先话务员发现某用户 A 摘机，接通用户 A 并询问用户 A 要求接通哪个用户（比如 B），若此时用户 B 没有打电话即用户 B 空闲，话务员就将用户 A 与用户 B 接通；A、B 两用户通话时有指示灯亮，表明用户正在通话；当通话结束时，用户挂机，指示灯灭，话务员拆掉 A、B 用户之间的连线。

1878 年，美国人设计并制造了第一台磁石人工电话交换机。用户打电话时，摇动磁石电话机上的发电机，给交换机发送一个信号，话务员拿起手柄，询问用户要与谁通话，按用户要求将接线塞子插入被叫用户插孔，并摇动发电机使被叫电话机响铃，被叫电话用户拿起话机手柄即可通话。通话完毕，双方挂机，相应指示灯熄灭，这时话务员将连接双方的接线塞子拔下，整个通话过程结束。这种交换机需要干电池供电和手摇发电振铃，很不方便。为了解决这些问题，1882 年出现了共电人工电话交换机和与之配套的共电电话交换机。这种交换机去掉了手摇发电机，也不用干电池，其通话电源和振铃信号由交换机集中供给，用户呼叫和通话结束信号通过叉簧的接通与断开来自动控制。

人工交换的缺点是速度慢、效率低，而且容易发生差错，难以做到大容量。若能用机器代替话务员的工作，就可以大大提高电话交换的效率，并能大大增加电话交换机的容量，适应人们对电话普及的要求，于是出现了自动电话交换机。

3. 自动电话交换机

1892 年，美国人史端乔发明了第一台自动电话交换机，起名史端乔交换机，又叫步进制交换机。它采用步进制接线器完成交换过程，是第一代自动电话交换机。后来，步进制交换机经过不断改进成为本世纪上半叶自动交换机的主要机种，再后来，瑞典人发明了另一种交换机，叫做纵横制交换机，采用纵横制接线器完成交换过程。与步进制交换机相比，它的人线和出线数量可以更多，级与级之间的组合更加灵活；机械磨损更小，维护量也更小；它的接续过程不是由拨号脉冲直接控制的，而是由叫做“记法器”的公共部件接收拨号脉冲，由叫做“标志器”的公共部件控制接续。

步进制交换机和纵横制交换机都是属于机械式的，人线和出线的连接都通过机械触点，其磨损是不可避免的，时间一长容易造成接触不良，这也是机械式交换机所固有的缺点。随着电子技术和计算机技术的发展，人们继续改进交换机，而交换机的组成主要有话音通路和接续控制两部分，改进就从这两部分入手。

4. 程控电话交换机

电话交换机中接续控制部分的工作由计算机来完成，这样的交换机就是程控交换机。1965 年世界上第一台程控交换机开通运行，它是美国贝尔公司生产的 ESS No.1 程控交换机。这种程控交换机的话路部分仍采用机械式触点，其固有缺点没有克服，实际上是“模拟程控交换机”。20 世纪 60 年代末，出现了一种“脉冲编码调制技术”，简称 PCM 技术，引入这种技术后，1970 年世界上开通了第一台由法国人制造的数字程控电话交换机，其话路部分完全有电子器件构成，克服了机械式触点的缺点。从此，数字程控电话交换机得到迅猛发展，目前世界上的公用电话网几乎全部使用数字程控交换机。数字程控交换机有许多优点，可以为用户提供许多新型业务，比如缩位拨号、三方通话、呼叫转移，有的还具备 ISDN 功能，在各行各业都得到了广泛的使用。

二、公用电话交换网的组成

随着社会经济的发展，人们不仅需要与本地电话通话，而且需要与世界各地进行通话联系。这样，就要考虑如何把各地的电话连接起来，也就是如何组建电话网。

图 2-3 所示为一次国际通话的示意图。用户连接在本地的某一台交换机上，称为端局，它将用户的国际呼叫连接到汇接局。汇接局的作用是将来自不同端局的呼叫集中后送到长途局。长途局与长途线路相连，它的任务是将呼叫送到长途线上。经过几个长途局中转后，呼叫就被送到国际局，国际局是对外的出入口，通过国际电路与对方国家的国际局连通。呼叫被接到对方的国际局以后，再经过对方国家的长途局、汇接局、端局到达被呼叫用户。

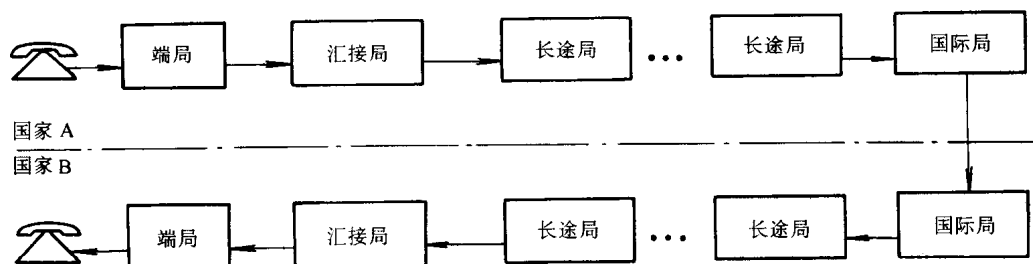


图 2-3 国际通话示意图

交换局和交换局之间的连接电路称为中继线，各类交换局和中继线构成了电话交换网。最大的交换网是公用电话交换网，它是由电信部门经营、向社会开放的通信网。此外，还有一些专用电话交换网，这些电话网是由一些特殊部门管理的（如公安、铁路、电力等部门），只为本部门服务，不对外经营。由于公用电话交换网很大，网络组成比较复杂，所以人们又把公用电话交换网划分为本地电话网、国内长途电话网和国际长途电话网三部分。

图 2-4 所示为本地电话网的组成，它是覆盖一个城市或一个地区的电话网，网内各用户之间的通话不必经过长途局。汇接局不直接连接用户，端局直接连接用户，而且端局数量多时，端局之间可建立直达中继线，也叫“直达路由”。但并不是所有的端局之间都建立直达中继线，这样中继线就会太多，一般只在通话量较大的端局之间建立直达中继线。端局之间没有中继线时，其连接靠汇接局来建立，这称为“迂回路由”。

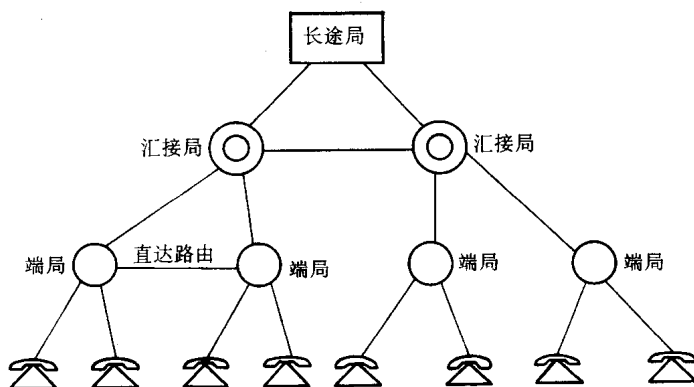


图 2-4 本地电话网组成示意图

三、用户交换机的中继方式

交换机按用途可分为局用交换机和用户交换机。局用交换机用于电话局所辖区内用户电话的交换与局间电话的交换，一般局端和汇接局内采用的都是局用交换机。它有两种接口，一种是用户接口，通过用户线直接与用户电话机连接，所传送的信号一般是基带信号；另一种是中继接口，通过局间的中继线路与其他交换机相连接，所传送的信号一般是多路复用信号，属于频带信号。

用户交换机也称为小交换机(PBX)，用于单位内的电话交换以及内部电话与公用电话网的连接。它实际上是公共电话网的一种终端，既可用用户线也可用中继线与局用交换机连接。用户交换机与局用交换机之间的连接方式有人工中继方式、半自动中继方式、全自动直拨中继方式和混合中继方式四种。当用户交换机呼入呼出话务量不大时，可采用人工中继方式，下面着重介绍后三种方式。

1. 半自动中继方式

半自动中继方式简称 DOD2 + BID 方式，在这种方式下，用户交换机用户呼出时，不经过话务台，直接接到市话端局的用户接口，用户听到二次拨号音后，即可开始拨号。公用网用户呼入时，中继电路从市话端局的用户接口连到用户交换机的话务台，用户呼叫首先接到话务台，再由话务员转接到分机用户。图 2-5 所示是半自动中继方式。

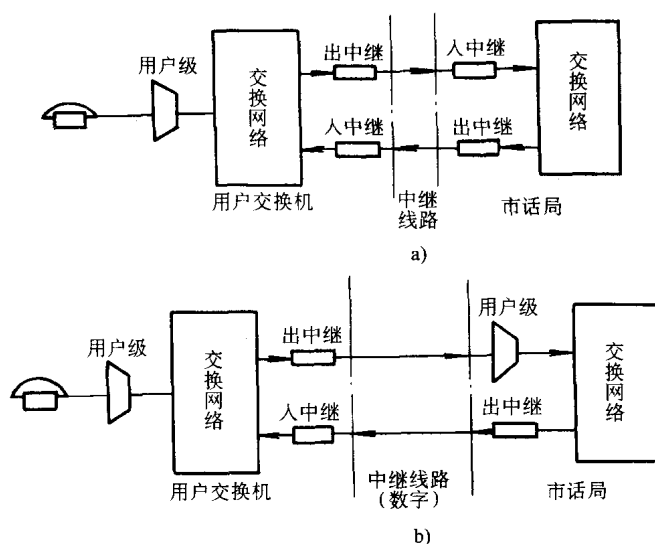


图 2-5 半自动中继方式

2. 全自动直拨中继方式

在全自动直拨中继方式下，用户交换机没有话务台，公用网用户呼入时，直接与分机用户接通。分机用户呼出时有两种方式，第一种是分机用户摘机后，可直接拨号，只听见一次拨号音，中继方式如图 2-6 所示，中继电路从用户交换机的中继接口连到市话端局的中继接口。这种方式叫做 DOD1 + DID 中继方式，其中 DOD 是“直接拨出”的意思，DID 是“直接呼入”的意思。第二种是分机用户首先拨“0”或“9”，听到端局第二次拨号音后再开始拨号，中继方式如图 2-7 所示。分机用户呼出时，中继电路从用户交换机的中继接口连到市话端局的用户接口，公用网用户呼入时，中继电路从市话端局的中继接口连到用户交换机的中