

# 第一章 概 论

## 第一节 智能建筑综合布线技术

智能建筑综合布线技术和综合布线系统在智能建筑技术和智能建筑各子系统中,应该算开展最成熟,最为普及的。到目前为止,每个智能建筑都包含了综合布线系统。综合布线技术是智能建筑弱电技术中的重要技术之一。

### 一、综合布线技术是一种信息传输技术

研究综合布线技术可以发现,它是信息技术中信息传输的一种特殊传输技术。即它是在建筑和建筑群环境下的一种信息传输技术;它在建筑物内或建筑群间传输语音、数据、图像等信息满足人们在建筑物内的各种信息要求。

信息(information)的概念有广义和狭义之分。广义的信息概念是人类社会共享一切知识以及从客观现象中提取出来的各种状态和消息的总称。我们所讲的信息是狭义的信息概念,它是研究怎样借助语言、文字、数据、图像等把抽象的信息表现出来并进行传递和交换。

从19世纪初人们就用随时间变化的电压或电流传输信息(电信号)例如,1876年贝尔(A·G·BELL)发明了电话,将声音转换为电信号沿导线传输。1901年马可尼(G·MARCONI)利用电磁波成功地实现了横渡大西洋的无线电通信。传输就是在各种信道上把信息从一个节点(地方)传送到另一个节点(地方)的过程。

信息,有狭义信道和广义信道的概念。信道是连接两个应用设备的端到端的传输通道,即从发送输出端到接收输入端之间传送信息的通道。本书只研究狭义信道,简称通道。狭义信道是指信号传输的介质,信号从发送端经过它传输到接收端。传输介质分为有线和无线,它们都有多种类型。

信息传输技术的介质主要有铜缆、光缆和无线电磁波所在的传输空间、波导等。信息传输的场所很多,如宇宙空间、大气层、水中、建筑物内等等。

综合布线的传输介质包括平衡电缆、同轴电缆和光缆,以及与它们相关的连接硬件等。它们以不同的传输线缆构成各自不同的网络;而且这些布线的配线模块、插头、插座等均无法互相兼容,也无法共用、统一调配和互换。

综合布线技术是将所有电话、数据、图文、图像及多媒体设备的布线综合(或组合)在一套标准的布线系统上,即这种布线综合所有电话、数据、图文及多媒体设备于一个综合布线系统中。实现了多种信息系统的兼容、共用和互换互调性能。信息技术是应用信息科学的原理和方法,研究信息的产生、获取、传输、存储、处理、显示和应用的工程技术。

信息传输技术通常包括七项技术内容:信息获取技术、信息传输技术、信息处理技术、信

息检索技术、信息存储技术、信息显示技术、信息安全技术。

## 二、综合布线系统概念

### (一) 综合布线及其特点

综合布线 GC(generic cabling) 是由线缆和相关连接件组成的信息传输通道。综合布线包括传输媒介(如铜缆、光缆)连接件(如连接模块、插头、插座、配线架、适配器等)和有关电气保护装置等。综合布线的作用既能使建筑物内部的语音、数据、图像设备和交换设备与其他信息管理系统彼此相连,也能使这些设备与外部通信相连。它的连接对象包括建筑物外部网络和电信线路的连线点与应用系统设备之间的所有线缆以及相关的连接件。

建筑物及建筑群(以下统称建筑或智能建筑)综合布线技术是在建筑物内安装统一的线缆通信网络,这个网络为传输各种信息而应满足其类型、质量、数量及灵活性等要求。

综合布线其优点主要是兼容性、开放性、灵活性、可靠性、先进性和经济性等,而且在设计、施工和维护方面也具有许多方便之处。

#### 1. 兼容性

所谓兼容性是指它是一个完全独立的,与应用系统相对无关,可以适用于多种应用系统的性能。

综合布线将语音、数据与监控设备的信号线经过统一的规划和设计,采用相同的传输介质、信息插座、交连设备、适配器等,将这些不同的信号综合到一套标准的布线中。由此可见这个布线比传统布线大为简化,这样可节约大量的人力、物资、时间和空间。

在使用时,用户可不用确定某个工作区的信息插座的具体应用,只要把某种终端设备(如个人计算机、电话、视频设备等)插入这个信息插座,然后在管理间和设备间的交连设备上做相应的接线操作,这个终端设备就被接入到各自的系统中了。

#### 2 开放性

综合布线由于采用开放式体系结构,符合多种国际上的现行标准,因此,它几乎对所有著名厂商的产品,如计算机设备、交换机设备等都是开放的。对所有通信协议也是支持的,如对 ISO/IEC 8802-3,ISO/IEC 8802-5的支持等。

#### 3. 灵活性

综合布线采用标准的传输线缆和相关连接件,模块化设计。因此,所有的通道都是通用的。每条通道可支持终端,如以太网工作站及令牌工作站(采用五类线缆和相关连接件方案,可支持千兆位以太网工作站等),所有设备的开通及更改均不需要改变布线,只需增减相应的应用设备以及在配线架上进行必要的跳线管理即可。另外,组网也可灵活多样,甚至在同一房间可有多台用户终端,如以太网工作站和令牌网工作站并存,为用户组织信息流提供了必要条件。

#### 4. 可靠性

综合布线采用高品质的材料和组合压接的方式构成一套高标准化信息传输通道。所有线缆和相关连接件均通过 ISO 认证,每条通道都要采用专用仪器测试链路阻抗及衰减、串音等以保证其电气性能。应用系统布线全部采用点到点端接,任何一条链路故障均不影响其他链路的运行,为链路的运行维护及故障检修提供了方便,从而保障了应用系统的可靠运行。各应用系统采用相同传输介质,因而可互为备用,提高了备用冗余。

#### 5. 先进性

21 世纪是信息时代,语音、数据、图像等信息共同在综合布线中传输,而且对传输带宽和传输速率都要求很高,采用相当先进的综合布线才能满足这些需求。目前,综合布线采用光纤与对绞电缆混合的布线方式,较为合理适用。所有的链路均按八芯对绞电缆配置。5 类对绞电缆的数据最大传输速率可达到 1000Mbit/s。为了满足特殊用户的需求,可把光纤引到桌面(Fiber To The Desk,FTTD)。干线的语音部分用电缆,数据部分用光缆,为同时传输多路实时多媒体信息提供足够的裕量。

#### 6. 经济性

经济性一般从初期投资与性能价格比两个方面来考虑。一般说来,用户总是希望建筑物所采用的设备在开始使用时应该具有良好的实用特性,而且还应该有一定的技术储备。在今后的若干年内应保护最初的投资,即在不增加新的投资的情况下,还能保持建筑物的先进性。与传统的布线方式相比,综合布线既具有良好的初期投资特性,又具有很高的性能价格比。随着科学技术的迅猛发展,人们对信息资源共享的要求越来越迫切,尤其重视语音、数据和视频传输的“三网融合”,广泛采用综合布线传输多媒体信息的需求,因此它一出现就得到了广泛应用,是发展智能建筑的需求。

#### 7. 系统性。

即在建筑物各区域均有相应输出端口,形成互连系统,在连接和布置工作终端时无需另外布线。

#### 8. 重构性。

即在不改变布线敷设物理结构的情况下,可以重新组织网络拓扑结构。

#### 9. 标准化。

即综合布线结构及各厂商产品都应符合当前国家及国际标准。输出端口及其配线必须符合统一标准,以便平稳连接所有种类的网络和终端。

### (二) 综合布线系统及其特点

#### 1. 综合布线系统的定义及作用。

综合布线技术把综合布线在智能建筑中构成的信息传输网络,就形成了智能建筑综合布线系统。

综合布线系统 GCS(generic cabling system)是建筑物内部或建筑群之间的传输网络,它能使建筑内部的语音、数据、图文、图像及多媒体通信设备、信息交换设备、建筑物业管理及建筑物自动化管理设备等系统之间彼此相联,也能使建筑物业通信网络设备与外部的通信网络相联。

在《智能建筑设计标准》(GB/T 50314—2000)中,对于智能建筑综合布线系统称为综合布线系统 GCS。

在《建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范》(GB/T 50311—2000)中的术语为建筑与建筑群综合布线系统 generic cabling system for building and campus。在该标准的符号表中,综合布线系统 GCS(Generic Cabling System)可见两个国家标准,也包括 GB/T 50312—2000)综合布线的定义和符号是相同的,即通称为综合布线。建筑与建筑群综合布线也可简称综合布线。

综合布线在 GB/T 50311—2000 中是这样描述的:“建筑物或建筑群内的传输网络。它既使话音和数据通信设备、交换设备和其他信息管理系统彼此相联,又使这些设备与外部通

信网络相连接。它包括建筑物到外部网络或电话局线路上的连接点与工作区的话音或数据终端之间的所有电缆及相关联的布线部件。”

综合布线系统是智能建筑内信息通信网络的基础传输通道，它是目前智能建筑中主要传输网络系统，它是使用铜缆和光缆作为传输介质的有线传输网络系统。

综合布线将智能建筑中所有的语音、数据、图文、图像及多媒体设备的布线组合在一套标准的布线系统上，并且在标准插座上可插入各种设备终端插头。

世界各国的智能建筑布线系统就是以这样的布线把语音、数据、图文、图像及多媒体等设备综合治理于一个综合布线系统工程中。

## 2. 综合布线系统的特点

综合布线系统与传统布线系统比较有很多优点。简述如下：

### (1) 综合性、兼容性

综合布线系统是能综合多种信息传输于一个传输系统，具有互相兼容特性。GCS是一套标准的布线系统，它综合了所有的语音、数据、图像和监控设备，并将多种终端设备的插头插入标准的RJ45信息插座内。GCS对不同厂家的语音、数据设备及图像设备均可兼容，而且使用相同的电缆与配线架，相同的插头和模块插孔，因此，无论布线系统多么复杂、多么庞大，也不再需要与各不同厂商进行协调，也不再需要为不同的设备准备不同的配线零件，以及复杂的线路标志和管理线路图。

使用铜缆或是光缆相应接续设备，满足不同厂商产品终端的需要，并能高质量地传递语音、数据和图像等信号。

### (2) 灵活性 适应性强

GCS采用模块化设计，布线系统中除固定于建筑物内的水平电缆外，其余所有的接插件全都是模块标准件，易于扩充及重新配置。因此，当用户因发展需要增加配线时，不会因此而影响到整体布线系统，从而保证用户先前在布线方面的投资。GCS为所有语音、数据和图像传输提供了一套实用的、灵活的、可随意扩充的模块化的介质通路。在综合布线系统中任何一个信息点都能够连接不同类型的终端设备，当终端设备的数量和位置发生变化时，只需将插头拔出，插入新的插座，在相关的接续设备上连接跳线式的装置就可以了，不需新增电缆或插座，所以综合布线系统较传统的专业布线系统，其灵活性和适应性都强，实用方便，且节省基本建设投资。

### (3) 先进性和扩展性

目前多数智能建筑大多都采用5类对绞线及以上综合布线系统，适用于100Mbps以太网和155MbpsATM网。超5类仍属5类范畴，以及未来的6类对绞线则适用于1000Mbps以太网。并完全具有适应未来的语音、数据、图像、多媒体对传输的宽带要求。当前的水平布线往往采用5类以上对绞线或者光纤技术适当超前，以适应水平布线初建固定后不易重建的特点。当未来各种业务需要时，改变工作区的相关设备和改变管理、跳线及主干电缆等易换部分即可，具有很强的可扩展性。

### (4) 标准化产品 便于设计、实施和管理维护

综合布线系统采用标准化产品，当前虽然还没有世界统一的综合布线系统标准；但在一个智能建筑系统中一般采用同一个标准的产品；这对于设计、施工管理和维护及保证系统质量都带来很大的优越性。

我国已制订了《建筑与建筑群综合布线系统工程设计标准》(GB/T 50311—2000)、《建筑与建筑群综合布线系统工程验收规范》、《城市住宅建筑综合布线工程设计规范》(CECS119:2000)和《智能建筑设计标准》(GB/T 50314—2000)。世界上较有影响的标准有:国际标准 ISO/IEC11801 和美国标准 TIA/EIA—568A·B 等。我国标准就是参考了这两个标准制订的。

#### (5) 合理的网络结构、先进的管理

综合布线多采用分层星形拓扑结构,在该结构下;每个子系统都是相对独立的单元,在改建或扩建时,不会互相影响。而且只要改变结点连接方式就可使综合布线系统的结构在星形、总线形、环形、树状形等之间进行转换。

综合布线设有专门的管理子系统 对设备间、交接间和工作区的配线设备、缆线、信息插座等设施,按一定模式进行标识和记录。规模较大的综合布线系统采用计算机管理。提高了系统运行可靠性。

#### (6) 经济合理 建设投资回报率高

综合布线系统各个部分都采用高质量材料和标准化部件,并经严格检查测试和安装施工,保证整个系统在技术性能上优良可靠,完全可以满足目前和今后通信需要。综合布线系统将分散的专业布线系统综合到统一的、标准化信息网络中 减少了布线系统的缆线品种和设备数量 简化信息网络结构 统一日常维护管理 大大减少了维护工作量 节约维护管理费用 因此,采用综合布线系统虽然初次投资较多 但从总体上看符合技术先进、经济合理的要求。

#### (7) 综合布线系统与传统布线系统的比较 (表 1-1)

传统布线系统与综合布线系统的比较

表 1-1

布线方式 比较要点	传统布线	综合布线
1. 传输介质	种类繁多且互不通用: 1. 电话系统采用市话电缆 2. 不同电脑系统采用不同的数据线: IBM3270 采用 RG62 电缆; 王安电脑采用 RG59 电缆; 以太网采用 RG11 及 RG58 电缆; AS400 采用 IBM 双芯同轴电缆; .....	非屏蔽的五类超五类、6 类等对绞线 UTP,屏蔽对绞线 FTP 及光缆等
2. 拓扑结构	没有典型的拓扑结构	GCS 有典型的星形拓扑结构
3. 可扩充性	可扩充性差	由于模块化设计,扩充性极为容易
4. 线路整洁	线路繁杂堵塞,没有统一标识,管理困难	线路整齐,标识完备,模块化设计,管理容易,外观精美
5. 管道容量	1. 电话与电脑管道分别敷设 2. 大楼结构初期,管道敷设困难 3. 信息在设计初期就必须规定其用途(电话? 电脑?),这不利于将来使用方式的变更。未来预设容量困难 4. 同轴电缆较粗,降低了管道利用率	1. 语音、数据、图像线路采用同一通道传输,管道不需分别敷设 2. 管道统一,结构初期预估容易 3. 信息点相同,预估未来及使用方式容易

续表

布线方式 比较要点	传统布线	综合布线
6. 系统故障	由于线路原因引起的故障频繁发生,且维护极为困难。随着使用期延长故障率增加,系统的维护资金较高	大大降低了系统的故障发生率,且维护方便。保护了用户的投资回报
7. 对于未来的考虑	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 无法预估及预留将来使用的系统形式,一旦有变须重新布线,破坏装潢</li> <li>2. 如果要变更电话电脑的比例,则须重新布线</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 可为将来预留信息点</li> <li>2. 语音数据甚至视频兼容同一插座,可随意变更</li> <li>3. 符合综合业务数字网 ISDN 和宽带千兆网</li> </ol>
结 论	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 初期投资较少,但日后改变扩充麻烦甚多</li> <li>2. 属于封闭式配线,无通用性</li> <li>3. 无法满足高速率传输网的要求。不符合局域网的应用</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 初期投资较大,投资回报率高</li> <li>2. 开放式布线,不会限制系统的使用形式</li> <li>3. 属于智能建筑的重要子系统的基础建设工程。符合 ISDN 及局域网的要求</li> </ol>

### (三) 综合布线系统的应用范围

综合布线系统的应用范围应以我国及世界综合布线系统工程发展实际情况为基本依据,遵循有关标准、规范的规定。由此,综合布线系统的应用范围应限制在建筑物、建筑群或某建筑小区范围内。目前智能建筑综合布线应用范围有两类,一类是单独的建筑物内,如建筑大厦;另一类是由若干建筑物构成的建筑群小区,如,智能住宅小区,学校园区等。

国际综合布线标准《ISO/IEC 1180:1995E 信息技术—用户建筑物综合布线》和美国国家标准《ANSI/TIA/EIA568A 1995. 商业建筑物电信布线标准》的规定。综合布线适用于建筑物跨度不超过 3000m,办公总面积不超过 100 万  $m^2$  的布线区域(或场所)。前者还规定:布线区域超出上述范围,也可以参考国际标准的布线原则。

智能建筑综合布线应支持 BAS、OAS、CNS 在语音、数据、图像、多媒体等各种信号传输的需求。

综合布线传输速率从几十 kbit/s(如 28.8kbps $\times$ 2)到 1000Mbit/s。

单幢建筑中的综合布线系统工程范围,一般指在整幢建筑内部敷设的缆线及其附件,有建筑物内敷设的管路、槽道、缆线、接续设备以及其他辅助设施(如电缆竖井和专用的房间等)。此外,各种终端设备连接和插头等,在使用前随时可以连接安装,一般不需设计和施工。建筑群体因建筑幢数不一、规模不同,其工程范围难以统一划分,但不论其规模如何,综合布线系统的工程范围除包括每幢建筑内的布线外,还需包括各幢建筑之间相互连接的布线。

需特别注意的是,随着智能住宅小区的建设迅猛发展,住宅建筑综合布线和适合家庭住宅多媒体的家居布线正在迅速发展。现在美国已有 60% 的家庭拥有一台 PC 机,我国家庭 PC 机也在迅速增长。我国已颁布《城市住宅建筑综合布线系统工程设计规范》(CECS119:2000)标准。美国 1998 年 9 月 TIA/EIA 协会正式修订及更新家居布线标准,并定为 ANSI-

GB 50311/EIA570A 家居电讯布线标准，标准中主要包括室内家居布线及室内主干布线。

这些说明了原来以办公大厦、商业大厦为主的综合布线系统已广泛应用于占巨大建筑面积份额的住宅，并发展了智能小区综合布线系统和智能家居布线。

### 三、综合布线技术的内容

智能建筑综合布线技术是信息传输技术在智能建筑中的应用技术，是多学科综合技术，它主要包括如下方面：

第一、它是一种有线信息传输技术。信息传输技术主要研究方面包括：信息技术、信号传输（如基带传输和频带传输）、传输介质（铜缆与光纤）等。

第二、综合布线技术是局域网应用技术。

综合布线系统构成智能建筑中的各种局域网。随着信息技术的迅速发展，综合布线要实现语音、数据、图像多媒体信息传输。综合布线构成智能建筑中的各种局域网。

第三、它包括经济分析和产品合理应用方面的技术。

第四、它包括综合布线系统标准的研究和应用。

第五、综合布线工程应用技术，这是人们所说的综合布线技术的主要方面，主要包括如下内容：

A. 方案论证，总体规划，即根据用户需求和综合布线当时的应用水平，以“技术先进，经济合理，适度超前”的原则对多种布线方案 and 不同铜缆、光缆产品论证选择，并确定出最佳方案，做出总体规划和初步设计、施工图设计及概、预算。

B. 综合布线工程招投标及监理技术。我国已经全面实施建筑工程招标投标法和监理制度，实施研究招投标和监理技术是与国际接轨、准备加入 WTO 的重要方面，应当加强。

C. 系统设计（包括各子系统的设计）

D. 工程施工、安装及有关测试技术。

E. 工程质量验收及相关测试技术。

F. 综合布线的运行管理和维护技术。

### 四、综合布线系统在智能建筑中的地位和作用

#### （一）综合布线系统是智能建筑一个重要子系统

综合布线系统是智能建筑中取代传统布线的一项革命性的技术进步，是信息传输技术在智能建筑中应用的产物，它是智能建筑不可缺少的一个子系统。在《智能建筑设计标准》（GB/T 50314—2000）中已明确了综合布线系统术语和作用。

综合布线系统不仅仅是一种概念，也不仅仅是产品和方法；它是智能建筑的一个重要组成部分，是一种应用技术。有人把它比喻为智能建筑中的一条信息高速公路。这可以从丛书绪论图 1 中清楚地看出。目前，它已成为智能建筑的主要传输网络系统。

#### （二）综合布线系统是智能建筑信息传输的基础传输通道

综合布线系统也是目前最主要的有线传输通道。它是智能建筑内信息主要传输网络。可以成为公用电话网、计算机局域网以及多媒体通信网的物理网络和载体。用以实现智能建筑的各种信息传输功能。

### （三）综合布线系统的配置水平和类型体现了智能建筑的智能化程度

综合布线系统是建筑智能化的重要“桥梁”。在 GB/T 50311—2000 和 GB/T 50314—2000 等国家标准中已有明确规定。例如，智能建筑甲级综合布线标准应能满足传输高质量、高速率信息要求。其中，主干布线线缆和配线器件在支持语音业务信息通信传输时应采用五类等级的布线器件，在支持数据图像业务信息传输时应采用光缆布线器件。若采用 5 类对绞线 D 级系统，则最高传输频率为 100MHz，传输距离为 1000m，可应用于 B-ISDN (ATM)；再例如，智能建筑丙级布线标准，应能满足传输高质量，较低速率信息的要求，其中，主干布线线缆和配线器件在支持语音业务信息传输时，可采用三类等级的布线器件，在支持数据等业务信息传输时，应采用五类等级的布线器件。如采用 3 类对绞线支持 B 级系统链路，最高传输频率为 1MHz，传输距离可为 200m，可应用于 N-ISDN。

## 五、综合布线技术与智能建筑弱电技术的关系

### （一）综合布线技术是智能建筑弱电技术中的一项信息传输技术

由综合布线的定义和作用可知，综合布线传输的信息主要是语音、数据、图文、图像、多媒体等信号。也传输用于控制的低电压（一般为 36V 以下的安全电压）信号。这和智能建筑弱电技术服务信息相一致，可见综合布线技术是智能建筑弱电技术中的一项技术，即信息有线传输技术。

综合布线系统是智能建筑内的综合传输网络。它包括公共电话通信网络、计算机数据传输网络和图像信号等多媒体信号网络。

### （二）综合布线系统服务的主要信息网络

#### 1. 电话通信网（电话网）

根据对信息的不同处理方法，电信网分为电话通信网和数据网。数据网包括数字数据网 (DDN)、因特网 (Internet)、宽带综合业务数字网 B-ISDN。电话通信网以电话业务为主体，还包括一些非话业务，即综合业务数字网 (N-ISDN)。

#### （1）公用电话网的等级结构

所谓电话网指在本地网和长途网上组织开放电话业务的一种业务网络。从其基本结构上可看出，构成电话网的基本要素是电话终端设备、传输链路、电话交换设备。

电话网可分为公用电话网和专用电话网。专用电话网是某些部门系统内部为业务联络、指挥调度、保密专用等而建的网，也称公众网。公用电话网按网络等级结构可分为国际电话网、国内长途电话网和本地电话网。凡纳入公用电话网内的用户均隶属于某一个固定的本地网交换机编号之中。公用网中所有用户均能互相通话（及非语音业务）。网上各项技术标准均是按满足各类用户极长连接情况而制订的，以确保全程全网的通信质量。

国际电话网结构均按 CCITT（国际电报电话咨询委员会）规定组建。国内长途本地电话网是国际电话网的延伸，按相应的国际协议，国家标准和邮电部制订的相关技术标准组建。各种用户交换机及专用交换机（与公用网用户需进行业务往来的专用交换机），也应按照相关的进网要求及技术规定接入所在地的本地电话网中。

我国公用电话网结构由长途网和本地电话网组成，共分 5 个等级。我国五级电话网等级结构如图 1-1 所示。

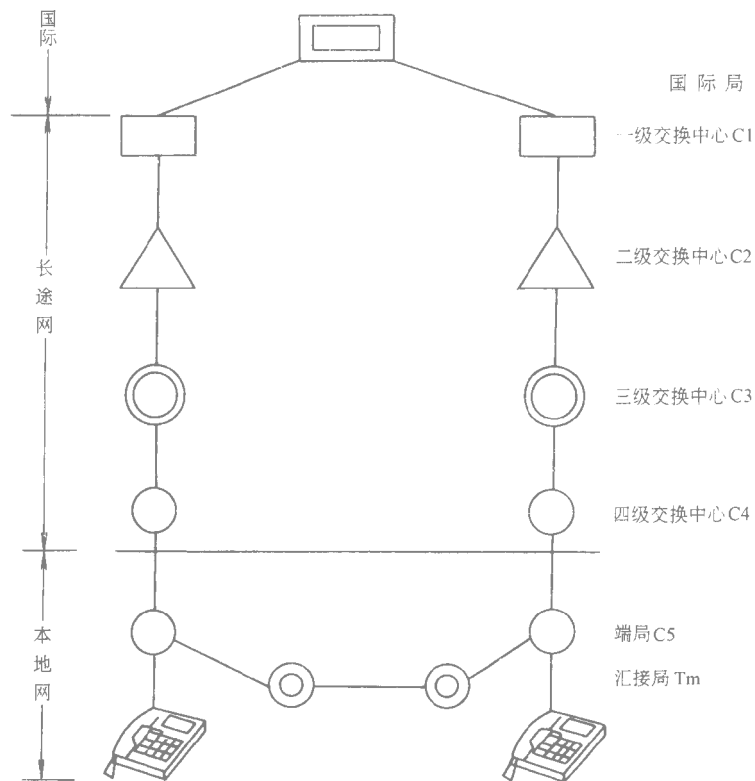


图 1-1 我国五级电话网等级结构

其中 C1~C4 级构成长途电话网 采用复合形网络结构 即采用四级汇接制。本地网的基本交换中心是 C5 端局。所谓端局就是通过用户线直接和用户相连的交换局。本地网中的汇接局以 Tm(Tandem 的缩写)表示,它的功能主要是汇接本区的本地或长途业务。

#### (2) 程控用户交换机的入网方式

用户交换机与市话公用网或其他相连接的方式,即所谓的用户交换机采用何种入网方式的主要依据是根据用户交换机容量的大小、话务繁忙程度以及接口端局的设备制式等。用户交换机的入网方式可以是用户级入网,也可以是接入端局的选组级中继电路即选组级电路。

##### 1) 全自动直拨入网方式

A. 全自动 DOD1 + DID 入网方式: 用户交换机的用户呼叫公用网用户时, 摘机听到拨号音后, 即可直接拨打公用网用户号码, 这种方式只听到一次拨号音, 故称为 DOD1 (Direct Outward Dialing-one); 而公众网用户呼入时, 可以直接呼叫到用户, 而不需要经过话务台转接的方式则称为 DID (Direct Inward Dialing)。全自动 DOD1 + DID 入网方式无论呼出或呼入都是接到市话局的选组级, 而且用户号码采用与电话公用网统一编号的方式。在进行国际或国内长途直拨时, 用户交换机还具有区分主叫用户有权、无权, 以及将主叫用户号码发送给发端长途局或国际局的功能, 以满足自动计费的要求, 其原理如图 1-2 所示。

当程控用户交换机的呼入话务量  $\geq 40\text{Erl}$  时,宜采用全自动直拨呼入中继方式,即 DID 方式当呼出话务量  $\geq 40\text{Erl}$  时宜采用全自动直拨呼出中继方式,即 DOD1 方式。

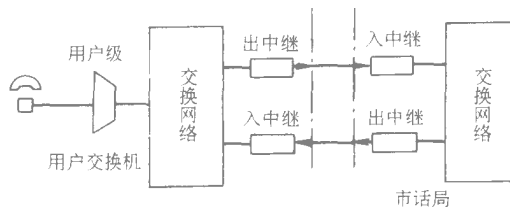


图 1-2 全自动 DOD1 + DID 入网方式

B. 全自动 DOD2 + DID 入网方式 当程控用户交换机的分机用户呼叫市话公用网的用户时,出中继线路连接到市话局的用

户电路,即分机用户出局要听两次拨号音,这种入网方式称为 DOD2(Direct Outward Dialing -two)。DOD2 方式在呼叫市话公用网时需加拨一个字冠,如“0”或“9”即摘机听到拨号音后再拨字冠,在听到第二次的拨号音后再拨公用网用户的号码。当呼出话务量  $< 40\text{Erl}$  时,宜采用 DOD2 方式。

全自动 DOD2 + DID 方式的呼入仍采用 DID 方式如图 1-3 所示。

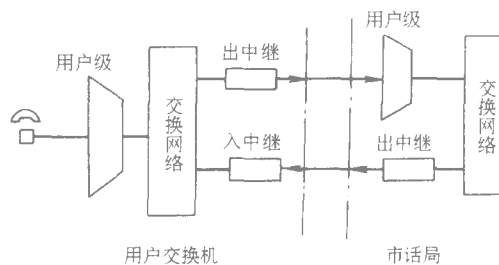


图 1-3 全自动 DOD2 + DID 入网方式

## 2) 半自动入网方式

市话公用网拨叫用户交换机的分机用户须经话务台转接的呼入方式称为 BID(Board Inward Dialing),当程控用户交换机的呼入话务量  $< 40\text{Erl}$  时宜采用 BID 入网方式。

半自动入网方式采用 DOD2 + BID 其基本工作方式是:用户交换机的分机用户呼

叫市话公用网用户时,其出中继线路接入市话局的用用户级线路,拨打出局字冠后听二次音,再拨打被叫用户号码。而呼入是经市话局的用用户级电路,并接入到程控用户交换机的话务台,通过振铃信号呼话务员,由话务员转接到分机用户。根据进入市话公用网的话务量的大小,可将连接用户交换机与公用网的中继线分为三类,即单向中继线、双向中继线和部分双向中继线。

A. 单向中继的 DOD2 + BID 入网方式 用户交换机的出、入中继线分别接入市话局的用用户级 如图 1-4 所示。

B. 双向中继的 DOD2 + BID 入网方式 某一市话局的用用户级线路既作为用户交换机的出中继线 又作为它的人中继线 即出入中继合群的方式 如图 1-5 所示。

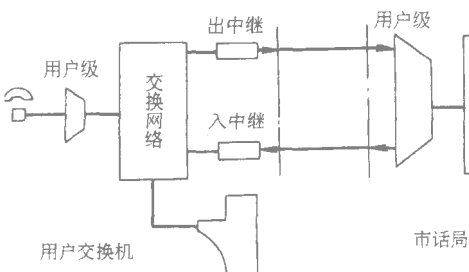


图 1-4 单向中继的 DOD2 + BID 入网方式

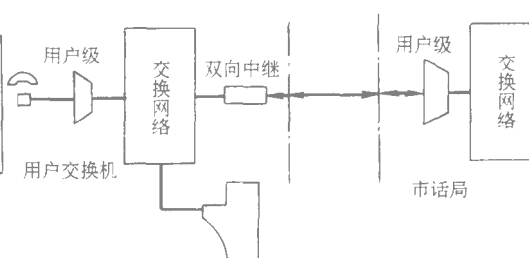


图 1-5 双向中继的 DOD2 + BID 入网方式

C. 部分双向中继的 DOD2 + BID 入网方式 用户交换机与公用网连接的中继线,一部

分用出、入分开的单向中继 溢出的话务选用双向中继 在这种方式中 可提高中继线的利用率能够节省中继线。

### 3) 人工入网方式

这种入网方式是指当用户对公用网呼出或呼入时,都要经过话务台的转接。一般当呼出或呼入的话务量 $\leq 10Erl$ 时多采用这种入网方式。有时在某些特殊情况下,如限制分机用户拨打公用网电话,尤其是长途电话,也多采用这种人工入网方式,其中继线也多为双向中继线 如图 1-6 所示。

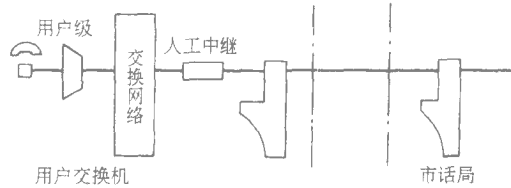


图 1-6 人工入网方式

### 4) 混合入网方式

这里所指的混合是指采用 DID 与 BID 的混合呼入方式,它是以  $DOD2 + DID$  为主 辅之以人工转接的 BID 方式。

混合入网方式如图 1-7 所示。

图中出中继是采用  $DOD2$  的方式接到市话网的用户级上,入中继线分成两群,对 DID 分机用户,市话局可根据统一编号接入 DID 中继线群。而对 BID 中继线群全忙时,可以迂回选用 BID 中继线群,由话务员转接,增加了呼入的灵活性和可靠性。当然出中继线也可以采用  $DOD1$  方式接到市话网的选组级上 实现  $DOD1 + DID + BID$  的混合入网方式。

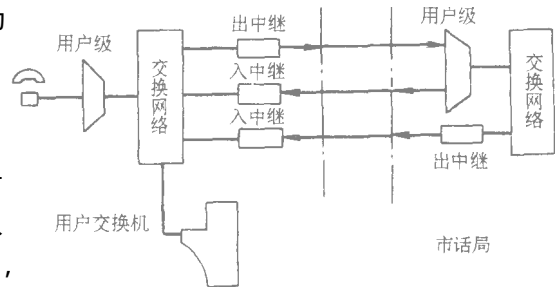


图 1-7 混合入网方式 (DOD2 + DID + BID)

## 2. 各种计算机网络

### (1) 局域网与城域网

#### 1) 局域网

局域网是在小区域范围内(如一座大楼或一个建筑群),及各种数据通信设备提高互连的数据通信网络。在此环境下可提供给用户信息和资源共享、分布式数据处理、网络协同计算机、管理信息系统和办公自动化、计算机辅助设计与制造等各种应用系统。

局域网具有下列特性:

- A. 地理范围较小,覆盖直径一般数百米到数公里。
- B. 数据传输速率较高,一般为  $1 \sim 100Mbps$  且误码率较低 ( $10^{-6} \sim 10^{-11}$ );传输延迟小。
- C. 网络拓扑结构灵活多变,便于扩展和系统重构,易于管理。
- D. 局域网协议一般远比广域网简单。常用的介质访问协议有:载波监听多路访问/冲突检测 CSMA/CD 令牌环 Token Ring 令牌总线 Token Bus 光纤分布数据接口 FDDI 及电缆分布数据接口 CDD1 还有正在迅速发展的异步传播模式 ATM。

E. 局域网通过集线器 HUB 网桥 Bridge 路由器 Router 交换器 Switch 很容易实现异种网络互连 特别是在 TCP/IP 协议系列支持下,实现互操作和协同工作。

F. 随着高速网技术的发展 局域网可以实现多媒体(数据、语音、图像等)信息传输 开发多媒体会议系统。

G. 网络建设配置容易。入网工作站及服务器都直接通过网络适配器直接连到传输设备或介质上,很容易实现一种非常有效的客户/服务器 Client/Server 结构 满足多种用途需要。也可以通过局域网实现一些较为昂贵的大型设备(诸如大容量磁盘,激光打印机,大型绘图仪等)的共享。

#### 2) 城域网 MAN(Metropolis Area Network)

城域网实质上是一个大型 LAN。采用 MAN 可使得许多用户共享一套传输设备。目前 MAN 的覆盖范围为 50km 左右,通过使用正在走向成熟的技术如 SONET 和 ATM 切换开关等可以把多个 MAN 连接在一起。MAN 的频带宽 速度高 可处理固定带宽功能 例如声音和图形图像等。MAN 的运行速度将要达到 1000Mbit/s。而传统 LAN 的速度仅为 10Mbit/s 左右。

对 MAN 来说 光纤是最好的媒介。MAN 可能是专用网络也可能是公用网络。一个大公司可以将分散在全市范围内的各个办公楼(楼内可能有 LAN 连接起来 用以传输数据、声音和图像等信息 如住宅小区和校园网。

实现 MAN 的标准很多 表 1-2 是实现 MAN 的各类标准。其中有三种标准明显优于其他标准 它们是 IEEE802.6/DQDB(分布队列双向总线),SMDS(切换多位兆位数据服务)以及 FDDI(光纤分布数据接口)。

城域网 MAN 标准

表 1-2

标准	拓扑结构	访问控制方法	标准起草者
DQDB	双总线	时间片分布队列	IEEE802.6, QPSX Ltd.
SMDS	双总线	时间片	Bellcore
FDDI-II	双环	时间片+Token	ANSI X3T9.5
Orwell	双环	时间片,目的站删除	British Telecom
DQDD	双环	时间片,分布队列,目的站删除	Ascom
MST	双环	多时间片	Integrated Networks Inc

#### (2) 以太网 Ethernet)

以太网 Ethernet 是最常用的一种局域网 这种局域网的 MAC 子层与物理层分别符合 IEEE802.3 和 802.5 协议。各计算机网络公司都开发了这两种协议的网络产品。

以太网主要包括传输速率为 10Mbps 的 10BASE-5、10BASE-2、10BASE-T 和传输速率为 100Mbps 的 100BASE-T 和 100BASE-1。介质访问控制方法是载波监听、多路访问/冲突检测(CSMA/CD)的方法。

##### 1) 10Mbit/s 速率的以太网

10Mbit/s 速率的以太网是一种总线网,按照载波侦听、多路访问、碰撞检测(CSMA/CD)协议工作的。

要构成以太网每台 PC 机或工作站需要一块网络接口卡(NIC)。以太网网卡有很多种类,选择时要根据网卡的计算机数据接口和网络数据接口来判断是否合用。

10Mbit/s 速率的以太网可以采用多种传输媒质,例如 10BASE-5(粗同轴电缆)、10BASE-2(细同轴电缆)、10BASE-T(对绞线)、10BASE-FI(光纤光缆),以太网的主要技术指标见表 1-3 中所列。

以太网 Ethernet 的主要技术指标

表 1-3

网络拓扑结构	传输媒体	最大网段长	最大节点数	媒体访问协议	编 码	数据传输速率	备 注
总线型星形	UTP、STP、	100m	1024 个	CSMA/C	曼彻斯特编码	100 Mbit/s	100Mbit/s 的传输速率在许多场合可以满足需要,如在较高要求的数据传输时,应采用快速以太网和交换式局域网
	同轴电缆	100m	1024 个				
	粗同轴	500m	粗同轴 100 个				
	细同轴	185m	细同轴 30 个				
光纤光缆	多模光纤	4km					

在以太网星形网络结构中,应通过集线路支持计算机网络系统。综合布线系统在选用传输媒质时应按表 1-4 中有关允许传输最长距离考虑。

常用星形网络结构中传输媒质的允许距离

表 1-4

数据传输速率 Mbit/s	网络结构	传输段落	传输媒介	允许最长距离(km)	备 注
1	星形局域网	节点间	直径 0.5mm 铜芯非屏蔽对绞线	244	
10 或 IEEE802.3 10Base-T	星形局域网	同轴电缆适配器、节点插孔间	三类线	100	如采用铜芯非屏蔽对绞线不能满足传输要求时,可采用光缆 表中三、五类线均指铜芯非屏蔽对绞线,但性能不同
			五类线	150	
		光缆适配器间、节点插孔间	三类线	15	
			五类线	22.5	
光缆适配器间(无桥接点时)	光缆	2027			

## 2) 100Mbit/s 快速以太网

速度达到 100Mbit/s 局域网称为高速局域网。高速局域网有:快速以太网(包括 100Base-T 和 100VG-AnyLAN)、光纤局域网 尤其是 FDDI 以及 ATM 网。

100Base-T 正是秉承了 10Base-T 的最根本传统如介质访问技术、帧格式、拓扑结构等)并在性能上提高了 10 倍,100Base-T 就是 10Base-T 标准的扩展。表 1-5 列出了 100Base-T 和 10Base-T 之间的关系。

100Base-T 和 10Base-T 之间的关系

表 1-5

	10Base-T	100Base-T
速度(Mbit/s)	10	100
IEEE 标准号	802.3I	802.3u
介质访问协议	CSMA/CD	CSMA/CD
拓扑结构	总线或星形	星形
信息传输方式	基带	基带
支持的介质	同轴电缆、UTP、光纤	UTP、STP、光缆
站点到 HUB 的最大距离	100m	100m(如使用光纤,此距离可增加至 270m)
介质独立接口	AUI(Access Unit Interface)接入单元接口	MII(Medium Independent Interface)媒体独立接口

100Base-T 的主要特点是：

- a. 采用 802.3 标准的 CAMD/CD 介质访问技术、帧格式和拓扑形式。
- b. 可保留用户原有 10Base-T 的所有网络设备如共享 HUB、网桥、路由器以及电缆等。
- c. 100m 水平距离限制(对光纤可达 270m)、星形拓扑 这些都完全符合综合布线标准。
- d. 采用 HUB 级联。
- e. 具有两个关键的部分:100Base-T 的 CAMA/CD 收发器和介质独立接口 MII。由它规定了 CAMA/CD MAC 子层的任何一种介质之间的接口标准。
- f. 100Base-T 支持三种传输介质标准:100Base-TX、100Base-T4、100Base-FX。
- g. 100Base-TX 使用 5 类 UTP 采用标准的 RJ-45 接头 只使用两对线 若使用 STP, 则采用标准的 Db-9 接头。100Base-TX 借用 FDDI/CDDI 的标准信号方案 允许厂商使用 CDDI 技术提供与 100Base-TX 相兼容的产品。
- h. 100Base-T4 支持 3、4、5 类 UTP 采用标准的 RJ-45 接头 使用四对线 三对作数据传输, 一对作冲突检测)采用三态电平 +3.5V、0V、-3.5V 编码方案 可用 6 个三态符号发送 8 个二进制位的信息 该压缩方案叫 8B6T 比 Manchester 编码多传 2.5 倍数据。
- i. 100Base-FX 使用两芯 62.5/125 $\mu$ m 多模光纤。其信号设计方法类似于 100Base-TX。100Base-FX 能灵活地适应网络的带宽要求, 增强多媒体支持, 并适应各种共享媒体 LAN 协议。

### 3 千兆以太网

千兆以太网 (IEEE802.3z) 和以太网 (IEEE802.3)、快速以太网 (IEEE802.3u) 具有相同的 LLC 逻辑链路控制层 (IEEE802.2) 和 MAC 层 (CSMA/CD, 相同的以太帧格式和帧长, 半双工及全双工处理方式) 但在物理层上有较大区别。

A. 千兆以太网的类型 根据物理层即编码/译码方案和传输介质的不同 可分为如下几种类型：

a. 1000BaseCX 使用一种短距离的屏蔽对绞线 (25m) 这种对绞线不是符合 ISO11801 (信息技术设备互连国际标准) 标准的 STP 屏蔽对绞线) 而是一种 150 $\Omega$  的平衡对绞线对的屏蔽铜缆 并配置 9 芯 D 型连接器。它适用于一个机房内的设备互连, 如交换机之间、千兆主干交换机与主服务器之间的连接, 这种连接通常就在机房的配线柜上以跨线方式连接即可。

b. 1000BaseTX (IEEE802.3ab) 使用 4 对 5 类 UTP 或 6 类 UTP, RJ-45 连接器 无中继最大传输距离 100m。可作为智能建筑的主干网。

c. 1000BaseLX 在收发器上配置了长波激光 (波长一般为 1300nm) 的光纤激光传输器, 它可以驱动 62.5 $\mu$ m、50 $\mu$ m 的多模光纤和 9 $\mu$ m 的单模光纤。在全双工模式下, 多模光缆可达 550m 单模光纤可达 5km。连接光缆所用的 SC 型光纤连接器与 100BaseFX 使用的相同。适用于智能小区和校园主干网。

d. 1000BaseSX: 在收发器上配置了短波长激光 (波长一般为 850nm) 的光纤激光传输器 只能驱动 62.5 $\mu$ m 和 50 $\mu$ m 多模光纤。在全双工模式下, 前者最长距离为 275m 后者为 550m。光缆连接器为与 1000BaseLX 一样的 SC 连接器。可作为智能建筑中的主干网。

### B. 千兆以太网的主要特点

a. 平滑过渡: 千兆以太网保持了以太网的主要技术特征, 如仍采用 CSMA/CD 仍支持

UTP 相同的帧长与格式 支持半双工和全双工方式等 保证了从以太网 / 快速以太网的平滑过渡。

b. 完全采用交换方式：每端口独占 1G 带宽。支持第 3 层(L3)交换 为避免网络互连设备成为网络瓶颈，千兆以太网支持 L3 交换，即千兆以太网交换机保持交换机的低时延性能，还具有路由器的网络控制能力。

c. 预留带宽 通过 SVP 资源预定协议 resource Reservation Protocol 为特定的应用提供预留的带宽，满足特定应用对带宽的需求。

d. 提供优先级服务：通过采用新的协议，如 IEEE802.1q 和 IEEE802.1P 为网络中的应用提供优先级和虚拟网络等服务。

### (3) 令牌环网 Token Ring)

令牌环网所遵循的标准是 IEEE802.5 它有 1Mbit/s、4Mbit/s 和 16Mbit/s 3 种传输速率 其所用传输媒质除 150Ω 的屏蔽对绞线 (STP) 外，100Ω 非屏蔽对绞线通过使用无源滤波设备也可使用 能够实现 4Mbit/s 和 16Mbit/s 的传输。由于这种网络技术是 IBM 公司发明的，所以令牌环用的传输媒质需经 IBM 公司认证，并按 TYPE X 加以编号。表 1-6 中 TYPE1、TYPE2、TYPE3 和 TYPE6 在令牌环形网络中都可使用，但使用地点不同。TYPE1、TYPE2 和 TYPE3 可用于连接多站访问单元 MAU 和信息插座；TYPE6 可用于连接适配器 (网卡) 在令牌环网中最好使用第四类 UTP 对绞线。缆线敷设的规则随 UTP 或 STP 缆线以及设备的不同而有所差别 在表 1-6 列出敷设 UTP 和 STP 缆线的有关规定。

令牌环网的缆线敷设规定

表 1-6

序号	令牌环网的段落、类型或项目	缆线类型		
		永久安装的 STP 缆线	小型可移动的 STP 缆线	UTP 缆线
1	多站访问单元(MAU)之间的缆线类型	TYPE1 或 TYPE2	TYPE1 或 TYPE2	TYPE1
2	跳线面板和信息插座间的缆线类型	TYPE1 或 TYPE2	TYPE1 或 TYPE2	TYPE3
3	跳线电缆的类型	TYPE6	TYPE6	TYPE3
4	网卡电缆的类型	TYPE6	TYPE6	TYPE3 加媒体滤波器
5	缆线连接结构	星环形	星环形	星环形
6	最大节点数目(个)	260	96	72
7	最大 MAU 的数目(个)	33	12	9
8	两个 MAU 间的最大间隔 [m(英尺)]	100(330)	45(150)	
9	MAU 和节点之间的最大间隔 [m(英尺)]	100(330)	45(150)	45(150)
10	数据传输速率(Mbps/s)	4 或 16	4 或 16	4

### (4) 令牌总线网和 ARCnet 局域网

#### 1) 令牌总线 Token Bus(ISO8802-4 即 IEEE802.4)

IEEE802.4 标准被称为令牌总线网。令牌总线网从逻辑上讲，所有的站组成一个环，见图 1-8。

每个站知道自己左边和右边的站地址：从物理拓扑上讲，令牌总线网是一个总线式拓扑

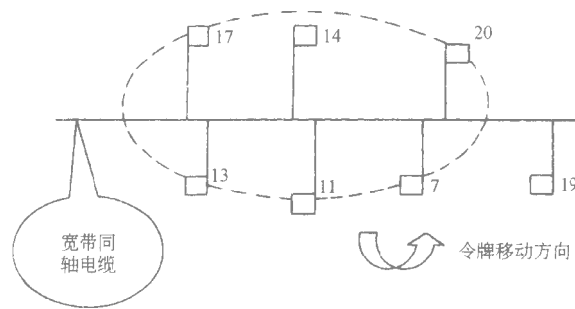


图 1-8 令牌总线网

结构。逻辑环初始化后，站号最大的站可以发送第一帧。此后，该站通过发送称为令牌的特殊帧给紧接其后的邻站转让发送权。令牌绕逻辑环传送，只有令牌获得者有权发送帧。因为任一时刻只有一个站掌握令牌，因而不会发生冲突。值得指出的是，当站刚加电时并未被包括在环中（如图 1-8 中的网站 14 和 19）因此 MAC 协议给环提供了增加站和删除站的功能。令牌总线物理层使用  $75\Omega$  电视用宽带同轴电缆，也可以用双电缆；速率可以为 1Mbps、5Mbps、10Mbps。采用 802.4Token Bus 的典型局域网产品是 ARCnet。

## 2) ARCnet 局域网

ARCnet 局域网目前仍具有较大的使用范围，所使用的传输媒质有对绞线、同轴电缆和光纤光缆。尤其是它使用的 RG-62 同轴电缆与 IBM3270 终端和 IBM 主机相连的电缆相同，所以这种网络广泛地应用在 IBM 机的使用场合。新型 ARCnet 的数据传输速率已从 2.5Mbit/s 增加到使用光纤光缆时的 100Mbit/s，其所用传输媒质的访问法为令牌总线。

ARCnet 网络的关键构件设备有有源集线器、无源集线器、网卡以及  $93\Omega$  终接线终接，ARCnet 局域网的网络结构有总线型和星形总线型两种。

### A. 总线型结构

ARCnet 总线型结构与以太网细缆方式相类似。类线型结构使用同轴电缆和对绞线两种传输媒质，它们的布线规则有所不同，如表 1-7 所示。

ARCnet 局域网同轴电缆或对绞线布线规则

表 1-7

类型	电缆类型	电缆物理结构	最大节点数 (个)	最大有源集线器数 (个)	最大无源集线器数	有源集线器和节点间的最大距离	无源集线器和节点间的最大距离	数据传输速度 (Mbit/s)
同轴电缆	RG-62	星形总线型	254	10	每个有源集线器连接一个	610m (2200 英尺)	30.5m (100 英尺)	2.5
对绞线	对绞线	星形总线型	254	10		112m (400 英尺)		2.5

## (5) FDDI

### 1) 概念和协议

FDDI 是光纤数据分布接口的意思。

FDDI 物理上可分为环型或树型结构，逻辑上是双环结构，两个环的传输结构相反，每

个环的速率为 100Mbps 跨越距离最大可达 200km 站间距离采用多膜光纤时为 2km 采用单膜光纤时为 30km 最多可支持 1000 个物理连接。FDDI 最初使用的是  $1.3\mu\text{m}$  多模光纤，后来允许使用  $1.3\mu\text{m}$  单模光纤。

FDDI 系列包括以下几类：光纤分布资料接口 FDDI 铜缆分布资料接口 CDDI 二芯光纤分布资料接口 FDDI 二代以及新一代的增强 LAN 的 FDDI(称 FFOL)。

它们共同的特点是：

- a. 基于共享介质的原理
- b. 采用 Token Ring 体系结构的扩展
- c. 速率为 100Mbps 但 FFOL 具有更高速率
- d. FDDI、FDDI II、FFOL 采用光缆介质 而 CDDI 采用 5 类 UTP
- e. FDDI 技术成熟 已有 100 多个厂家的 FDDI 产品
- f. 采用双环拓扑结构 增加冗余度 提高可靠性
- g. 适合于主干网
- h. FDDI 和 CDDI 支持异步数据传输服务 而 FDDI 支持等时服务，可用于图像和声音的传输

对 FDDI 来说 除上述特征之外 它还有如下特征：

- a. 采用两个循环计数的自恢复的光环纤
- b. FDDI 和 FDDI II 可支持 1000 个物理连接
- c. 物理最大距离，FDDI 和 FDDI II 为 200km；CDDI-5 类 UTP 为 100m 据速率从 600Mbps 到 1Gbps

现将 FDDI、CDDI、FDDI II 的低层协议组成列表如下 见表 1-8

FDDI 的低层协议结构

表 1-8

名称		FDDI			CDDI	FDDI II		SMT 模块	
高层协议		OSI 参考模型的第 3 至 7 层							
数据链 路层	LIC	IEEE802.2LLC 协议							
	MAC	TTP 计时令牌协议				TTP	IMAC		
		HRC							
物 理 层	P H Y	分组 编码	4B5B						
		位码	NRZI			MLT-3	NRZI		
		信道	半双工						
	P 标准	PMD	SMF-PMD	SPM	TP-PMD	同 FDDI			

FDDI 的 MAC 协议是以 IEEE802.5 为基础发展起来的，称为计时令牌协议 TTP。它允许环上有多个令牌，即环上可能同时传输多帧，协议规定网络上设置一个目标令牌回转时间 TTRT 当有节点需要发送数据时 首先计算相邻两次收到令牌的时间间隔 TRT 及令牌保留时间 THT 只有当  $THT = TTRT - TRT > 0$  时节点才能发送，并且发送完毕后立即释放令牌。这种工作模式适于传输实时性要求不高的业务。

FDDI II 增加了 IMAC(等时媒质访问控制)和 HRC(混合控制)两个协议 使得 FDDI 可