

# 第1章 综合布线系统

建筑物综合布线系统（Premises Distribution System, PDS）的兴起与发展，是在计算机技术和通信技术发展的基础上进一步适应社会信息化和经济国际化的需要，也是办公自动化进一步发展的结果。它也是建筑技术与信息技术相结合的产物，是计算机网络工程的基础。

## 1.1 综合布线系统概述

在信息社会中，一个现代化的大楼内，除了具有电话、传真、空调、消防、动力电线、照明电线外，计算机网络线路也是不可缺少的。布线系统的对象是建筑物或楼宇内的传输网络，以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连，并使这些设备与外部通信网络连接。它包含着建筑物内部和外部线路（网络线路、电话局线路）间的民用电缆及相关的设备连接措施。布线系统是由许多部件组成的，主要有传输介质、线路管理硬件、连接器、插座、插头、适配器、传输电子线路、电气保护设施等，并由这些部件来构造各种子系统。

综合布线系统应该说是跨学科跨行业的系统工程，作为信息产业体现在以下几个方面：

- 1) 楼宇自动化系统（BA）；
- 2) 通信自动化系统（CA）；
- 3) 办公室自动化系统（OA）；
- 4) 计算机网络系统（CN）。

随着Internet网络和信息高速公路的发展，各国的政府机关、大的集团公司也都在针对自己的楼宇特点，进行综合布线，以适应新的需要。搞智能化大厦、智能化小区已成为新世纪的开发热点。理想的布线系统表现为：支持语音应用、数据传输、影像影视，而且最终能支持综合型的应用。由于综合型的语音和数据传输的网络布线系统选用的线材、传输介质是多样的（屏蔽、非屏蔽双绞线、光缆等），一般单位可根据自己的特点，选择布线结构和线材，作为布线系统，目前被划分为6个子系统，它们是：

- 1) 工作区子系统；
- 2) 水平干线子系统；
- 3) 管理间子系统；
- 4) 垂直干线子系统；
- 5) 楼宇（建筑群）子系统；
- 6) 设备间子系统。

大楼的综合布线系统是将各种不同组成部分构成一个有机的整体，而不是像传统的布线那样自成体系，互不相干。综合布线系统结构如图1-1所示。

### 1. 工作区子系统

工作区子系统又称为服务区（Coreragearea）子系统，它是由RJ45跳线与信息座所连接的设备（终端或工作站）组成。其中，信息座有墙上型、地面型、桌上型等多种。

在进行终端设备和I/O连接时，可能需要某种传输电子装置，但这种装置并不是工作区子

系统的一部分。例如，调制解调器，它能为终端与其他设备之间的兼容性传输距离的延长提供所需的转换信号，但不能说是工作区子系统的一部分。

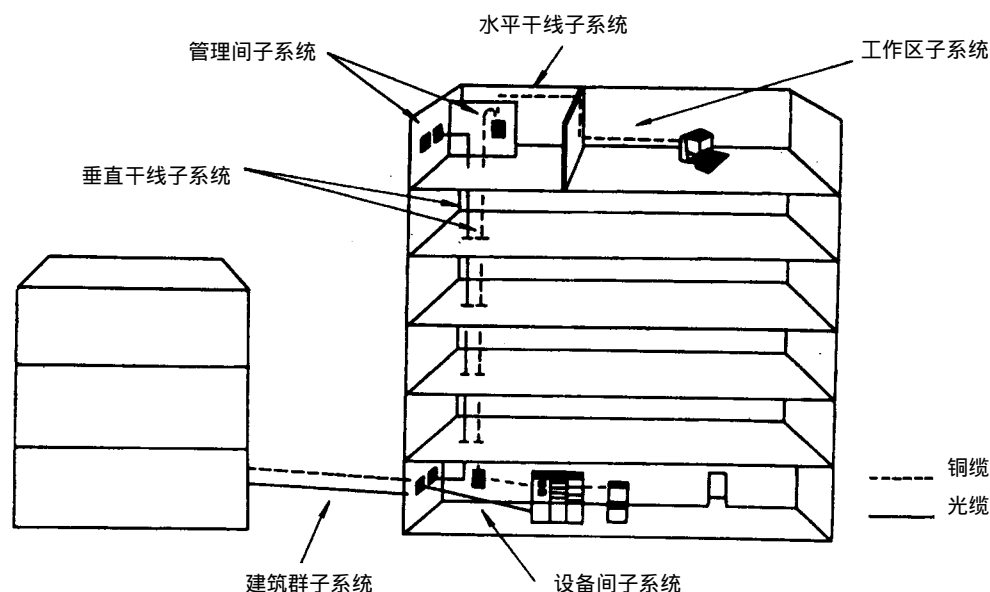


图1-1 综合布线系统

工作区子系统所使用的连接器必须具备有国际 ISDN 标准的 8 位接口，这种接口能接受楼宇自动化系统所有低压信号以及高速数据网络信息和数码声频信号。工作区子系统设计时要注意如下要点：

- 1) 从 RJ45 插座到设备间的连线用双绞线，一般不要超过 5m；
- 2) RJ45 插座须安装在墙壁上或不易碰到的地方，插座距离地面 30cm 以上；
- 3) 插座和插头（与双绞线）不要接错线头。

## 2. 水平干线子系统

水平干线（Horizontal Backbone）子系统也称为水平子系统。水平干线子系统是整个布线系统的一部分，它是从工作区的信息插座开始到管理间子系统的配线架。结构一般为星型结构，它与垂直干线子系统的区别在于：水平干线子系统总是在一个楼层上，仅与信息插座、管理间连接。在综合布线系统中，水平干线子系统由 4 对 UTP（非屏蔽双绞线）组成，能支持大多数现代化通信设备，如果有磁场干扰或信息保密时可用屏蔽双绞线。在高宽带应用时，可以采用光缆。

从用户工作区的信息插座开始，水平布线子系统在交叉处连接，或在小型通信系统中的以下任何一处进行互联：远程（卫星）通信接线间、干线接线间或设备间。在设备间中，当终端设备位于同一楼层时，水平干线子系统将在干线接线间或远程通信（卫星）接线间的交叉连接处连接。在水平干线子系统的设计中，综合布线的设计必须具有全面介质设施方面的知识，能够向用户或用户的决策者提供完善而又经济的设计。设计时要注意如下要点：

- 1) 水平干线子系统用线一般为双绞线；
- 2) 长度一般不超过 90m；

- 3) 用线必须走线槽或在天花板吊顶内布线，尽量不走地面线槽；
- 4) 用3类双绞线可传输速率为16Mbps，用5类双绞线可传输100Mbps；
- 5) 确定介质布线方法和线缆的走向；
- 6) 确定距服务接线间距离最近的I/O位置；
- 7) 确定距服务接线间距离最远的I/O位置；
- 8) 计算水平区所需线缆长度。

### 3. 管理间子系统

管理间子系统（Administration Subsystem）由交连、互联和I/O组成。管理间为连接其他子系统提供手段，它是连接垂直干线子系统和水平干线子系统的设备，其主要设备是配线架、HUB和机柜、电源。

交连和互联允许将通信线路定位或重定位在建筑物的不同部分，以便能更容易地管理通信线路。I/O位于用户工作区和其他房间或办公室，使在移动终端设备时能够方便地进行插拔。

在使用跨接线或插入线时，交叉连接允许将端接在单元一端的电缆上的通信线路连接到端接在单元另一端的电缆上的线路。跨接线是一根很短的单根导线，可将交叉连接处的二根导线端点连接起来；插入线包含几根导线，而且每根导线末端均有一个连接器。插入线为重新安排线路提供了一种简易的方法。

互联与交叉连接的目的相同，但它不使用跨接线或插入线，只使用带插头的导线、插座、适配器。互联和交叉连接也适用于光纤。

在远程通信（卫星）接线区，如果是安装在墙上的布线区，交叉连接可以不要插入线，因为线路经常是通过跨接线连接到I/O上的。

设计时要注意的如下要点：

- 1) 配线架的配线对数可由管理的信息点数决定；
- 2) 利用配线架的跳线功能，可使布线系统实现灵活、多功能的能力；
- 3) 配线架一般由光配线盒和铜配线架组成；
- 4) 管理间子系统应有足够的空间放置配线架和网络设备（HUB、交换器等）；
- 5) 有HUB、交换器的地方要配有专用稳压电源；
- 6) 保持一定的温度和湿度，保养好设备。

### 4. 垂直干线子系统

垂直干线子系统也称骨干（Riser Backbone）子系统，它是整个建筑物综合布线系统的一部分。它提供建筑物的干线电缆，负责连接管理间子系统到设备间子系统的子系统，一般使用光缆或选用大对数的非屏蔽双绞线。它也提供了建筑物垂直干线电缆的路由。该子系统通常是在二个单元之间，特别是在位于中央节点的公共系统设备处提供多个线路设施。该子系统由所有的布线电缆组成，或有导线和光缆以及将此光缆连到其他地方的相关支撑硬件组合而成。传输介质可能包括一幢多层建筑物的楼层之间垂直布线的内部电缆或从主要单元如计算机房或设备间和其他干线接线间来的电缆。

为了与建筑群的其他建筑物进行通信，干线子系统将中继线交叉连接点和网络接口（由电话局提供的网络设施的一部分）连接起来。网络接口通常放在设备相邻的房间。

垂直干线子系统还包括：

- 1) 垂直干线或远程通信（卫星）接线间、设备间之间的竖向或横向的电缆走向用的通道；
- 2) 设备间和网络接口之间的连接电缆或设备与建筑群子系统各设施间的电缆；
- 3) 垂直干线接线间与各远程通信（卫星）接线间之间的连接电缆；

4) 主设备间和计算机主机房之间的干线电缆。

设计时要注意：

1) 垂直干线子系统一般选用光缆，以提高传输速率；

2) 光缆可选用多模的（室外远距离的），也可以是单模（室内）；

3) 垂直干线电缆的拐弯处，不要直角拐弯，应有相当的弧度，以防光缆受损；

4) 垂直干线电缆要防遭破坏（如埋在路面下，要防止挖路、修路对电缆造成危害），架空电缆要防止雷击；

5) 确定每层楼的干线要求和防雷电的设施；

6) 满足整幢大楼干线要求和防雷击的设施。

#### 5. 楼宇（建筑群）子系统

楼宇（建筑群）子系统也称校园（Campus Backbone）子系统，它是将一个建筑物中的电缆延伸到另一个建筑物的通信设备和装置，通常是由光缆和相应设备组成，建筑群子系统是综合布线系统的一部分，它支持楼宇之间通信所需的硬件，其中包括导线电缆、光缆以及防止电缆上的脉冲电压进入建筑物的电气保护装置。

在建筑群子系统中，会遇到室外敷设电缆问题，一般有三种情况：架空电缆、直埋电缆、地下管道电缆，或者是这三种的任何组合，具体情况应根据现场的环境来决定。设计时的要点与垂直干线子系统相同。

#### 6. 设备间子系统

设备间子系统也称设备（Equipment）子系统。设备间子系统由电缆、连接器和相关支撑硬件组成。它把各种公共系统设备的多种不同设备互联起来，其中包括邮电部门的光缆、同轴电缆、程控交换机等。设计时注意要点为：

1) 设备间要有足够的空间保障设备的存放；

2) 设备间要有良好的工作环境（温度湿度）；

3) 设备间的建设标准应按机房建设标准设计。

对于上述6个子系统的详细设计，将在本书的后面介绍。

## 1.2 综合布线系统的优点

综合布线的主要优点为：

1) 结构清晰，便于管理维护。

传统的布线方法是，各种不同的设施的布线分别进行设计和施工，如电话系统、消防与安全报警系统、能源管理系统等都是独立进行的。一个自动化程度较高的大楼内，各种线路如麻，拉线时又免不了在墙上打洞，在室外挖沟，造成一种“填填挖挖挖挖填，修修补补补补修”的难堪局面，而且还造成难以管理，布线成本高、功能不足和不适应形势发展的需要。综合布线就是针对这些缺点而采取的标准化的统一材料、统一设计、统一布线、统一安装施工，做到结构清晰，便于集中管理和维护。

2) 材料统一先进，适应今后的发展需要。

综合布线系统采用了先进的材料，如五类非屏蔽双绞线，传输的速率在 100Mbps 以上，完全能够满足未来 5~10 年的发展需要。

3) 灵活性强，适应各种不同的需求，使综合布线系统使用起来非常灵活。一个标准的插座，既可接入电话，又可用来连接计算机终端，实现语音 / 数据点互换，可适应各种不同拓扑结构的局域网。

4) 便于扩充，既节约费用又提高了系统的可靠性。

综合布线系统采用的冗余布线和星型结构的布线方式，既提高了设备的工作能力又便于用户扩充。虽然传统布线所用线材比综合布线的线材要便宜，但在统一布线的情况下，可统一安排线路走向，统一施工，这样就减少用料和施工费用，也减少了使用大楼的空间，而且使用的线材是一个较高质量的材料。

## 1.3 综合布线系统标准

### 1. 综合布线系统标准

目前综合布线系统标准一般为 CECS92 97和美国电子工业协会、美国电信工业协会的 EIA/TIA为综合布线系统制定的一系列标准。这些标准主要有以下几种：

- 1) EIA/TLA—568 民用建筑线缆标准；
- 2) EIA/TIA—569 民用建筑通信通道和空间标准；
- 3) EIA/TIA— $\times \times \times$  民用建筑中有关通信接地标准；
- 4) EIA/TIA— $\times \times \times$  民用建筑通信管理标准。

这些标准支持下列计算机网络标准：

- 1) IEEE802.3 总线局域网络标准；
- 2) IEEE802.5 环形局域网络标准；
- 3) FDDI 光纤分布数据接口高速网络标准；
- 4) CDDI 铜线分布数据接口高速网络标准；
- 5) ATM 异步传输模式。

在布线工程中，常常提到 CECS92 95或CECS92 97，那么这是什么呢？CECS92 95《建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范》是由中国工程建设标准化协会通信工程委员会北京分会、中国工程建设标准化协会通信工程委员会智能建筑信息系统分会、冶金部北京钢铁设计研究总院、邮电部北京设计院、中国石化北京石油化工工程公司共同编制而成的综合布线标准，而CECS92 97是它的修订版。

### 2. 综合布线标准要点

无论是CECS92 95 (CECS92 97) 还是EIA/TIA制定的标准，其标准要点为：

#### (1) 目的

- 1) 规范一个通用语音和数据传输的电信布线标准，以支持多设备、多用户的环境；
- 2) 为服务于商业的电信设备和布线产品的设计提供方向；
- 3) 能够对商用建筑中的结构化布线进行规划和安装，使之能够满足用户的多种电信要求；
- 4) 为各种类型的线缆、连接件以及布线系统的设计和安装建立性能和技术标准。

#### (2) 范围

- 1) 标准针对的是“商业办公”电信系统；
- 2) 布线系统的使用寿命要求在10年以上。

#### (3) 标准内容

标准内容为所用介质、拓扑结构、布线距离、用户接口、线缆规格、连接件性能、安装程序等。

#### (4) 几种布线系统涉及范围和要点

- 1) 水平干线布线系统：涉及水平跳线架，水平线缆；线缆出入口/连接器，转换点等；
- 2) 垂直干线布线系统：涉及主跳线架、中间跳线架；建筑外主干线缆，建筑内主干线

缆等；

3) UTP布线系统：UTP布线系统传输特性划分为5类线缆：

- 5类：指100M/Hz以下的传输特性。
- 4类：指20M/Hz以下的传输特性。
- 3类：指16M/Hz以下的传输特性。
- 超5类：指155M/Hz以下的传输特性。
- 6类：指200M/Hz以下的传输特性。

目前主要使用5类、超5类。

4) 光缆布线系统：在光缆布线中分水平干线子系统和垂直干线子系统，它们分别使用不同类型的光缆。

- 水平干线子系统：62.5/125 $\mu$ m 多模光缆（出入口有2条光缆），多数为室内型光缆。
- 垂直干线子系统：62.5/125 $\mu$ m 多模光缆或10/125 $\mu$ m 单模光缆。

综合布线系统标准是一个开放型的系统标准，它能广泛应用。因此，按照综合布线系统进行布线，会为用户今后的应用提供方便，也保护了用户的投资，使用户投入较少的费用，便能向高一级的应用范围转移。

## 1.4 综合布线系统的设计等级

对于建筑物的综合布线系统，一般定为三种不同的布线系统等级。它们是：

- 1) 基本型综合布线系统；
- 2) 增强型综合布线系统；
- 3) 综合型综合布线系统。

下面简述之。

### 1. 基本型综合布线系统

基本型综合布线系统方案，是一个经济有效的布线方案。它支持语音或综合型语音 / 数据产品，并能够全面过渡到数据的异步传输或综合型布线系统。它的基本配置：

- 1) 每一个工作区有1个信息插座；
- 2) 每一个工作区有一条水平布线4对UTP系统；
- 3) 完全采用110A交叉连接硬件，并与未来的附加设备兼容；
- 4) 每个工作区的干线电缆至少有2对双绞线。

它的特性为：

- 1) 能够支持所有语音和数据传输应用；
- 2) 支持语音、综合型语音/数据高速传输；
- 3) 便于维护人员维护、管理；
- 4) 能够支持众多厂家的产品设备和特殊信息的传输。

### 2. 增强型综合布线系统

增强型综合布线系统不仅支持语音和数据的应用，还支持图像、影像、影视、视频会议等。它具有为增加功能提供发展的余地，并能够利用接线板进行管理，它的基本配置：

- 1) 每个工作区有2个以上信息插座；
- 2) 每个信息插座均有水平布线4对UTP系统；
- 3) 具有110A交叉连接硬件；
- 4) 每个工作区的电缆至少有8对双绞线。

它的特点为：

- 1) 每个工作区有2个信息插座，灵活方便、功能齐全；
- 2) 任何一个插座都可以提供语音和高速数据传输；
- 3) 便于管理与维护；
- 4) 能够为众多厂商提供服务环境的布线方案。

### 3. 综合型综合布线系统

综合型布线系统是将双绞线和光缆纳入建筑物布线的系统。它的基本配置：

- 1) 在建筑、建筑群的干线或水平布线子系统中配置 62.5 $\mu$ m 的光缆；
- 2) 在每个工作区的电缆内配有4对双绞线；
- 3) 每个工作区的电缆中应有2对以上的双绞线。

它的特点为：

- 1) 每个工作区有2个以上的信息插座，不仅灵活方便而且功能齐全；
- 2) 任何一个信息插座都可供语音和高速数据传输；
- 3) 有一个很好环境，为客户提供服务。

## 1.5 综合布线系统的设计要点

综合布线系统的设计方案不是一成不变的，而是随着环境、用户要求来确定的。其要点为：

- 1) 尽量满足用户的通信要求；
- 2) 了解建筑物、楼宇间的通信环境；
- 3) 确定合适的通信网络拓扑结构；
- 4) 选取适用的介质；
- 5) 以开放式为基准，尽量与大多数厂家产品和服务兼容；
- 6) 将初步的系统设计和建设费用预算告知用户。

在征得用户意见并订立合同书后，再制定详细的设计方案。

## 1.6 综合布线系统的发展趋势

随着计算机技术的迅速发展，综合布线系统也在发生变化，但总的目标是向两个方向运动，具体表现为：

- 1) 下一代的布线系统—集成布线系统；
- 2) 智能大厦小区-家居布线系统。

对于它的变化分别简述为。

### 1.6.1 集成布线系统

集成布线系统是美国西蒙公司于1999年1月在我国推出的；它的基本思想是：“现在的结构化布线系统对语音和数据系统的综合支持给我们带来一个启示，能否使用相同或类似的综合布线思想来解决楼房自控系统的综合布线问题，使各楼房控制系统都象电话 / 电脑一样，成为即插即用的系统呢？”带着这个问题，西蒙公司根据市场的需要，在1999年初推出了整体大厦集成布线系统（Total Building Integration Cabling, TBIC）。TBIC系统扩展了结构化布线系统的应用范围，以双绞线、光缆和圆轴电缆为主要传输介质支持语音、数据及所有楼宇自控系统弱电信号运作的连接，为大厦铺设一条完全开放的、综合的信息高速公路。它的目的是为大厦提

提供一个集成布线平台，使大厦真正成为即插即用（ Plug & play ）大厦。

西蒙公司对集成布线系统作了如下几点说明。

1. 整体大楼布线系统的现状及问题

各弱电系统的共性是布线系统。传统上大楼内部不同的应用系统如电话、网络系统及楼宇自控系统在不同的历史时期都有自己独立的布线系统，相互间也无关联。系统的设计、施工上也是完全分离的。这一过程好象很简单，管理也容易，但在运行阶段，若要增强新系统或系统扩展就很困难，因为所有的线缆都是有特定用途的。布线系统缺乏通用性及快速灵活的扩充能力。

结构化布线系统（ Structured Cabling System ）的诞生解决了电话和网络系统的综合布线问题。它独立于应用系统，支持多厂商和多系统应用，配置灵活方便，满足现在及未来需要。现在结构化布线早已成为一个国际标准，为大楼提供了综合的电讯系统的支持服务。

再看楼宇内其他子系统，如空调自控系统、照明控制系统、保安监控系统等等，仍然采用分离的隶属于各在用系统的布线。这一现状与结构化布线系统产生之前的电话与网络布线是类似的布线系统缺乏开放性、灵活性和标准化。这种布线方式往往是从电力线布线变革来的，明显存在着工业化时代的痕迹。如图1-2所示。这种现状如何能满足信息时代的要求呢？

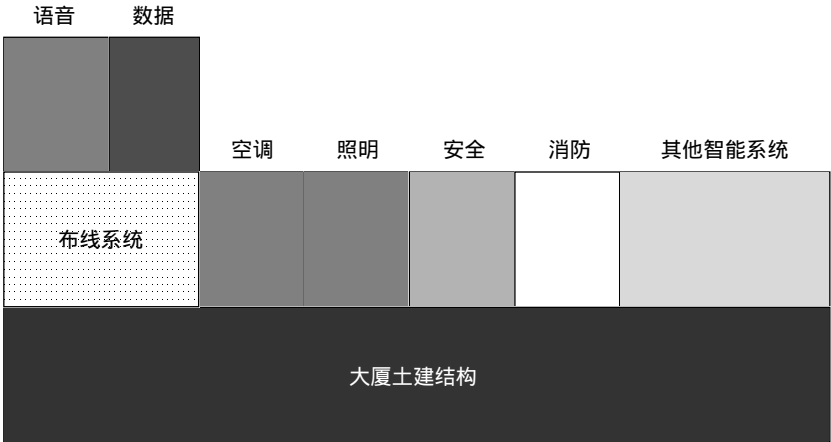


图1-2 结构化布线系统对大厦的服务

科技的发展是阶跃式的，只有人们感到了问题的存在才会有新生的解决方案出现。目前的这种分离布线的局面存在许多问题，比如：

- 增强新系统及控制点数要重新布线；
- 集成网络要求集成布线来支持；
- 越来越快的数据传输速度要求高速传输线缆。

自控系统一直在向网络系统学习，随着网络传输速度的不断加快，控制系统对网络速度的要求也会越来越快。因此它需要被纳入网络布线系统进行综合考虑，具体有：

- 共享传感器（如空调自控系统和照明控制系统共享传感器）需要灵活配置布线；
- 数字化趋势使低层的传感器/执行器将越来越多地参与数字传输；
- 个人环境控制系统。

国外越来越流行的新技术——个人环境控制系统，使个人可以控制周围小环境，比如温湿度、灯光照度、空气流速等等。这不但要求照明系统和空调整系统具备更小的分区，而且要更

加灵活和通用的布线系统。

结构化布线系统现已成为楼宇内一个不可缺少的子系统。如何在此基础上作少许改进，充分利用已有资源使布线系统从电话/网络服务扩充为为整个楼宇服务呢？

2. 西蒙整体大厦集成布线系统——TBIC系统

西蒙公司针对市场需要推出了新的布线系统——TBIC（整体大厦集成布线系统），其目的是为大厦提供一个集成的布线平台，它以双绞线、光缆和同轴电缆为主要传输介质来支持话音、数据及各种楼宇自控弱电信号的传输。TBIC系统支持所有的系统集成方案，这使大厦成为一个真正的即插即用的大楼,如图1-3所示。

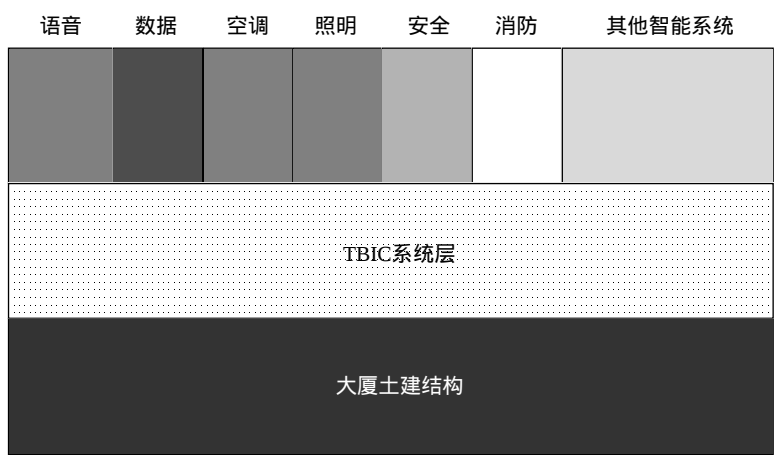


图1-3 西蒙TBIC系统对大厦的服务

3. TBIC系统的作用和意义

(1) 对大楼论证期的支持

- 系统集成支持。在当今系统集成技术尚不成熟的条件下使大楼具备将来不断装备新系统的能力是TBIC的功能之一。TBIC使大厦具有不断学习的能力。业主可根据大楼具体特点，资金到位情况及当时技术水平合理选择系统，综合考虑哪个系统要上以及何时上等关键问题，同时不必忧虑未来扩充及采用新技术需要。因为集成布线为大厦提供了一个即插即用的物理平台。随着科技发展，许多全新的应用系统会陆续出现，集成布线的即插即用功能使增强新系统成为一件简单的事情。
- 有利于公平竞争。统一布线平台使属于同一应用系统的不同承包商之间的报价更具有可比性，使系统选择更加透明，从而简化了系统选择。
- 使业主拥有更大的自主权。有一著名的市场销售案例是：一家剃须刀厂商免费发送剃须刀，当产品被市场接受以后，提高刀片价格，使用户要更多的钱去买厂家的专利刀片。统一开放式的布线平台使应用系统更换、升级换代具有更大的选择性。TBIC把选择产品的更大的自主权还给用户，有利于消除“骑虎难下”的被动局面。

(2) 对大楼设计期的支持

一个设计师统一考虑大楼的布线方案，这有利于统筹兼顾整座大厦的互联要求，他站在系统的高度设计布线，对线缆之间进行统一设计，充分利用资源，保护用户投资。这对设计者也提出了更高的要求。

(3) 对大楼施工期的支持

- 布线系统施工。一个布线施工队伍进行统一布线施工，使用相同的线缆和走线方式，不仅降低材料和人工的综合费用，而且大大减少了不同施工队在同一时间和同一地点施工的机率，减少了由此带来的施工管理上的困难。
- 应用系统施工。对应用系统来说，管线施工是一件低效费时的工作，现在全委托给同一个施工队进行统一施工，这样有利于提高工作效率，使从土建→布线→设备安装这一施工过程层次更加分明。集成布线系统使施工管理更加线性化。这一阶段的关键是如何协调各应用系统施工队之间的配合。这对集成布线系统承包商也提出了更高的要求。

#### (4) 对大楼运行及维护期的支持

- 单一布线系统使培训费用降低；
- 所有线缆具备可管理性，有利于快速查找系统故障点；
- 线缆可重复使用；
- 增加新系统易如反掌。

#### 4. 几个共同关心的问题

1) 系统造价。价格是大楼业主最关心的要素之一。TBIC系统使业主是增加投资还是减少投资？幅度是多少？这两个问题也是我们一直所关注的。根据西蒙公司在美国市场的估算，TBIC使业主减少约10%~20%的相对于传统布线系统的投资，若算上整个生命周期中节约的费用，相信会超过30%。

2) 工业标准。大厦集成布线系统正逐渐成为一种国际潮流，越来越多的厂家和标准化组织已意识到集成布线系统的重要性和必要性。美国楼宇工业通讯服务国际协会（Building Industry Communication Service International, BICSI）已在着手制定相应的标准及设计安装手册。ISO/IEC也正在准备颁布集成布线系统的标准。西蒙公司是这些标准化组织的积极成员，TBIC系统正是与这些即将颁布的标准相兼容。

西蒙公司对集成布线系统作了如下的设计指南：

因为各弱电子系统都是网络化的，所以它们都可以很容易纳入电信布线系统中来。TBIC就是这样一套为所有弱电远传信号提供传输通路的集成布线系统。TBIC的子系统与美国一标准ANSI/EIA/TIA—568A及国际布线标准ISO/IEC11801兼容。

##### (1) 系统组成及拓扑结构

主子系统的物理拓扑结构仍采用常规的星形结构，即从主配线架（MC）经过互联配线架（IC）到楼层配线架（HC），或直接从MC到HC。

水平一系统从HC配置成单星形或多星形结构。单星形结构是指从HC直接连到设备上，而多星形结构则要通过另一层星形结构—区域配线架（Zone Cross-connect, ZC），为应用系统提供了更大的灵活性。TBIC系统的拓扑结构如图1-4所示。

##### (2) 长度限制要求：

MC与任何一个HC之间的距离不能超过：

- 3000m—单模光纤；
- 2000m—62.5/125或50/125 $\mu$ m 多模光纤；
- 800m—UTP/ScTP电缆。

IC与任何一个HC之间的距离不能超过500m；无论使用哪种传输介质，从HC到信息出口的最大距离不能超过90m；整个水平通讯的最大传输距离为100m。

##### (3) 子系统

与结构化布线系统相比，各子系统是一致的。唯一区别是在TBIC系统中针对BAS的应用，

允许使用区域配线架来取集合点。

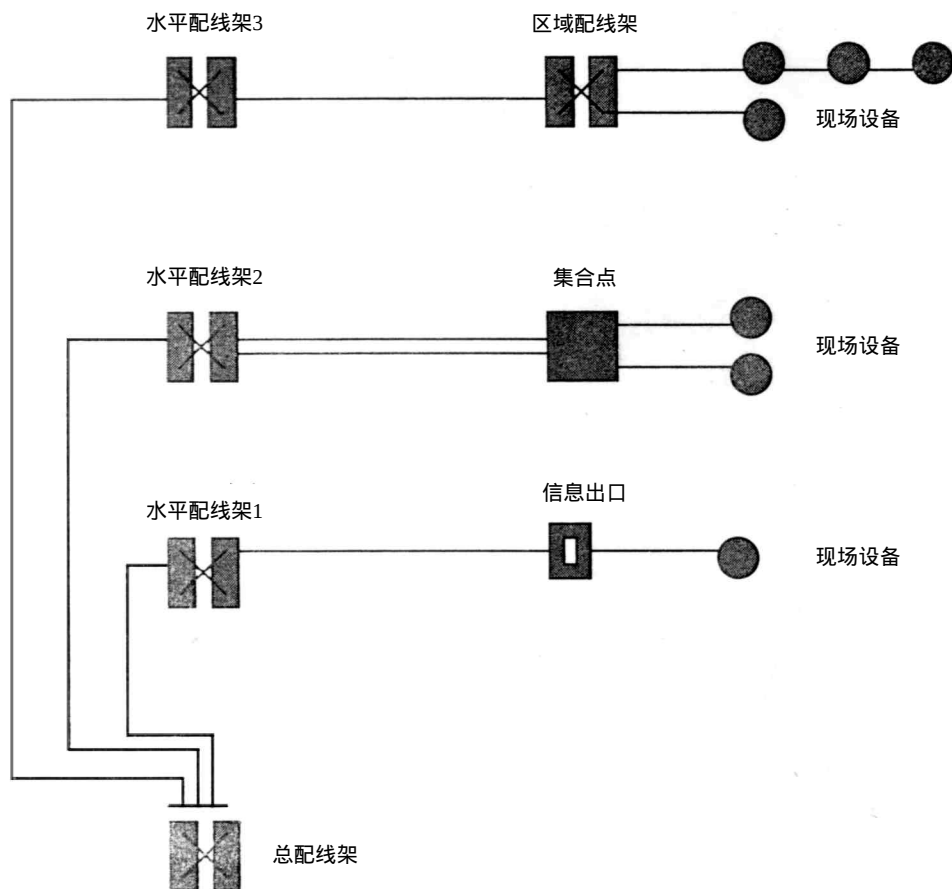


图1-4 西蒙TBIC系统的拓扑结构

#### (4) 区域配线架

区域配线架为水平布线的连接提供了更灵活、方便的服务。它类似集合点的概念，而且可以与集合点并排安装在同一地点。ZC的主要用途是连接楼宇控制系统的设备，而集合点（CP）是用于连接信息出口/连接器。

ZC允许跳线，安装各种适配器和有源设备，而集合点不能。有源设备包括各种控制器、电源和电气设备。从ZC到现场设备的连接可用星形、菊花链、或任何一种连接方式，它是自由拓扑结构。它给出了许多现场信号（比如消防报警信号），这使设计者有更大的自由度去按照本系统要求进行连接。

#### (5) 区域配线架安装位置

以下的各种因素需要考虑：

- 楼层面积；
- 现场设备数量；
- 有源设备及电源要求；
- 连接硬件种类；
- 对保护箱的要求；

- 与集合点并存。

区域配线架应安装在所有服务区域的中心位置附近，这有利于减少现场电缆长度。

#### (6) 现场设备的连接

根据现有的系统应用，现场设备连接可分为两种，第一种是星形连接方式，也就是设备直接通过水平线缆连接到 HC或ZC。第二种是自由连接方式，一些现场设备可使用桥式连接或 T形连接至ZC。

这种自由连接方式只能用于连接 ZC与现场设备。从HC到ZC或从HC到到现场设备的连接必须使用星形连接方式。

#### (7) 楼控系统控制盘位置

网络化的控制器可用一个信息插座来连接，也可以直接连到 ZC或CP上。若使所有设备连接并具有最强的灵活性，各应用系统的控制器（如DDC控制器）应靠近ZC或HC，因为控制器处于布线连接的中心位置。

#### (8) 共用线缆

当布线系统支持多种应用时，比如语音、数据、图像以及所有的弱电控制信号等，一根线缆支持多种应用是不允许的。应用独立的线缆支持某一特定应用。例如，当使用 2芯线来连接一个特定的现场设备时，4对UTP电缆中的剩余的6芯线不可用于其他应用，但可用于支持同一应用系统的其他用途，如作为24V电源线等。

#### (9) 连接硬件

每个用于连接水平布线或垂直布线的连接硬件应支持某些具体应用系统。

当现场设备具备RJ45或RJ11插孔时，应选用MC系列的、具备相同或更高传输特性的连线。MC系列连接线分T568A和T568B两种不同的标准型，可被用作连接系统控制器和操作员工作站，或其他标准的网络节点的场所。当用于连接其他现场设备时（像传感器和执行器等），信息模块可省略，而将 24AWG双绞线直接连这些设备上。多数的现场设备的连接是使用压线螺丝与电缆直接连接方式。一些电缆压线端子和压线针也可作为辅助连接方式。

当使用高密度的连接硬件连接语音 /数据系统和楼宇自控系统时，在连接硬件上必须明确划分应用系统区域，并将它们分离开来。对于不同应用系统的电缆管理，可使用带不同颜色的标签和插入模块进行分辨。

#### (10) 特殊应用装置

所有用于支持特殊应用的装置必须安装在水平和垂直布线系统之外。这些装置包括各种适配器。用户适配器可用于转换信号的传输模式（比如从平衡传输到不平衡传输）。比如，一个基带视频适配器可对摄像机所产生的视频信号转换，然后在 100W的UTP上传输。

### 1.6.2 智能小区布线

智能小区布线将成为今后一段时间内的布线系统的新热点。这其中有两个原因，一是标准已经成熟，1998年9月，TIA/EIA TR委员会的TR 41.8.2工作组正式修订及更新了小区布线的标准，并重新命名为EIA/TIA 570 A小区电讯布线标准。另外一个原因是市场的推动，即有越来越多的家庭办公或在家上网，并且多数家庭已不止一部电话和一台电视，他们对带宽的要求也越来越高。所以家庭也需要一套系统来对这些接线进行有效的管理。智能小区布线正是针对这样的一个市场提出来的。

智能小区布线由房地产开发商在建楼时投资，增加智能小区布线项目只需多投入 1%的成本，而这将为房地产商带来几倍的利润。至于智能小区布线安装，目前在国外有一种家庭集成

商的行业已经出现，他们专门从事家庭布线的安装与维护。此外，也可由系统集成商安装。

对中国用户来说，目前在家办公、上网等多媒体需求的用户还不多。但必须看到，一个住宅投资至少是10年、20年、甚至几十年以上，而信息技术飞速发展，如果现在不设置智能小区布线，将来有这些应用需求时，再增加布线将会很麻烦。

智能小区布线系统主要分为两个等级。等级一提供一个可满足电讯服务最低要求的通用布线系统，该等级可提供电话、有线电视和数据服务。等级一按照星形拓扑、采用非屏蔽双绞线连接。这里使用的非屏蔽双绞线必须满足或超过 EIA/TIA 568A规定的3类电传输特性要求。另外还需一根75W同轴电缆，并必须满足或超过 SCTE IPS SP 001的要求，以便传输有线电视信号。建议安装5类非屏蔽双绞线（UTP），以方便未来能升级到等级二。等级二提供一个满足基础、高级和多媒体电讯服务的通用布线系统，该等级可提供当前和正在发展的家庭电讯服务。等级二布线的最低要求为一根或两根4对8芯非屏蔽双绞线，并且必须满足或超过 EIA/TIA 568A的5类线的线缆性能要求，以及一根或两根75W同轴电缆，且此同轴电缆必须满足或超过 SCTE IPS SP 001的要求。可选择的光缆必须满足或超过 ANSI/ICEA S 87 640的传输特性要求。

在多层大厦智能小区布线系统中，每个家庭必须安装一个分布装置（DD）。分布装置是一个交叉连接的配线架，主要端接所有的电缆、跳线、插座及设备连线等。分布装置配线架主要提供用户增强、改动电信设备的需要，并提供连接端口为服务供应商提供不同的系统应用。配线架必须安装在一个合适的地方，以便安装和维护。配线架可以使用跳线、设备线来提供互联方法，长度不超过10m。电缆长度从配线架开始到用户插座不可超过90m。如两端加上跳线及设备连线后，总长度不可超过100m。所有新建筑从插座到配线架电缆必须埋于管道内，不可使电缆外露。主干必须采用星形拓扑方法连接，介质包括光缆、同轴电缆和非屏蔽双绞线，并使用管道保护。通信插座的数量必须满足需要。插座必须安装于固定的位置上，如果使用非屏蔽双绞线必须使用8芯568A（或568B）接线方式。如果某网络及服务需要连接一些特别的电子部件，如分频器、放大器、匹配器等，必须安装于插座外。

智能小区布线除支持数据、语音、电视媒体应用外，还可提供对家庭的保安管理和对家用电器的自动控制以及能源自控等。

智能小区和办公大楼的主要区别在于智能小区是独门独户，且每户都有许多房间，因此布线系统必须以分户管理为特征的。一般来说，智能小区每一户的每一个房间的配线都应是独立的，使住户可以方便地自行管理自己的住宅。另外，智能小区和办公大楼布线的一个较大的区别是智能住宅需要传输的信号种类较多，不仅有语音和数据，还有有线电视、楼宇对讲等。因此，智能小区每个房间的信息点较多，需要的接口类型也较为丰富。由于智能小区有以上特点，所以建议房地产开发商在建筑智能住宅时，最好选用专门的智能布线产品。目前，中国的普天集团公司、美国西蒙公司、奥创利公司等已经为市场准备好了系列小区布线产品。

## 第2章 网络传输介质

在计算机之间连网时，首先遇到的是通信线路和通道传输问题。目前，计算机通信分为有线通信和无线通信2种。有线通信是利用电缆或光缆或电话线来充当传输导体的，无线通信是利用卫星、微波、红外线来充当传输导体。

### 2.1 有线通信线路

网络通信线路的选择必须考虑网络的性能、价格、使用规则、安装难易性、可扩展性及其他一些因素。目前，在通信线路上使用的传输介质有：双绞线、同轴电缆、大对数线、光纤。

#### 2.1.1 双绞线

双绞线（Twisted pair，TP）是一种综合布线工程中最常用的传输介质。双绞线是由两根具有绝缘保护层的铜导线组成。把两根绝缘的铜导线按一定密度互相绞在一起，可降低信号干扰的程度，每一根导线在传输中辐射出来的电波会被另一根线上发出的电波抵消。双绞线一般由两根为22号或24号或26号绝缘铜导线相互缠绕而成。如果把一对或多对双绞线放在一个绝缘套管中便成了双绞线电缆。与其他传输介质相比，双绞线在传输距离、信道宽度和数据传输速度等方面均受一定限制，但价格较为低廉。

目前，双绞线可分为非屏蔽双绞线（Unshielded Twisted Pair，UTP，也称无屏蔽双绞线）和屏蔽双绞线（Shielded Twisted Pair，STP），屏蔽双绞线电缆的外层由铝泊包裹着，它的价格相对要高一些。

虽然双绞线主要是用来传输模拟声音信息的，但同样适用于数字信号的传输，特别适用于较短距离的信息传输。在传输期间，信号的衰减比较大，并且使波形畸变。

采用双绞线的局域网络的带宽取决于所用导线的质量、导线的长度及传输技术。只要精心选择和安装双绞线，就可以在有限距离内达到几Mbps的可靠传输率。当距离很短，并且采用特殊的电子传输技术时，传输率可达100~155Mbps。

因为双绞线传输信息时要向周围幅射，很容易被窃听，所以要花费额外的代价加以屏蔽，以减小幅射（但不能完全消除）。这就是我们常说的屏蔽双绞线电缆。屏蔽双绞线相对来说贵一些，安装要比非屏蔽双绞线电缆难一些，类似于同轴电缆，它必须配有支持屏蔽功能的特殊连结器和相应的安装技术。但它有较高的传输速率，100m内可达到155Mbps。

计算机综合布线使用的双绞线的种类如图2-1所示：

对于双绞线（无论是3类、5类，还是屏蔽、非屏蔽），作为用户所关心的是：衰减、近端串扰、特性阻抗、分布电容、直流电阻等。为了便于理解，我们首先解释几个名词。

1) 衰减：衰减（Attenuation）是沿链路的信号损失度量。衰减随频率而变化，所以应测量在应用范围内的全部频率上的衰减。

2) 近端串扰：近端串扰NEXT损耗（Near-End Crosstalk Loss）是测量一条UTP链路中从一对线到另一对线的信号耦合。对于UTP链路来说这是一个关键的性能指标，也是最难精确测量

的一个指标，尤其是随着信号频率的增加其测量难度就更大。

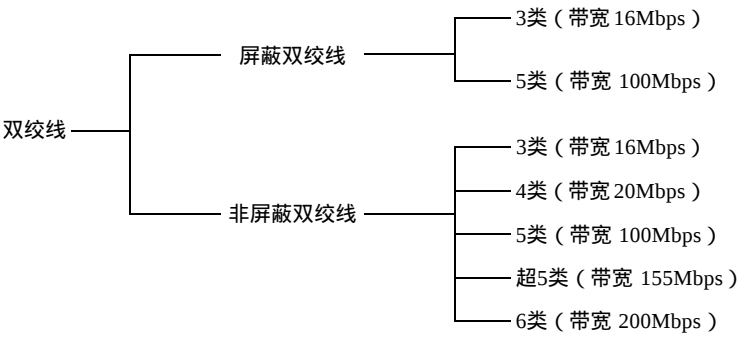


图2-1 计算机网络工程使用的双绞线种类

串扰分近端串扰和远端串扰（FEXT），测试仪主要是测量NEXT。由于线路损耗，FEXT的量值影响较小。在3类、5类系统中忽略不计。NEXT并不表示在近端点所产生的串扰值，它只是表示在近端点所测量到的串扰值。这个量值会随电缆长度不同而变，电缆越长而变得越小。同时发送端的信号也会衰减，对其他线对的串扰也相对变小。实验证明，只有在40m内测量得到的NEXT值较真实，如果另一端是远于40m的信息插座，它会产生一定程度的串扰，但测试仪可能无法测量到这个串扰值。基于这个理由，对NEXT最好在两个端点都要进行测量。现在的测试仪都配有相应设备，使得在链路一端就能测量出两端的NEXT值。

衰减和NEXT测试值的参照表如表2-1和表2-2所示。

表2-1 各种连接为最大长度时各步频率下的衰减极限

| 最大衰减（20℃） |          |     |      |         |     |      |
|-----------|----------|-----|------|---------|-----|------|
| 频率（MHz）   | 信道(100m) |     |      | 链路(90m) |     |      |
|           | 3类       | 4类  | 5类   | 3类      | 4类  | 5类   |
| 1         | 4.2      | 2.6 | 2.5  | 3.2     | 2.2 | 2.1  |
| 4         | 7.3      | 4.8 | 4.5  | 6.1     | 4.3 | 4.0  |
| 8         | 10.2     | 6.7 | 6.3  | 8.8     | 6   | 5.7  |
| 10        | 11.5     | 7.5 | 7.0  | 10      | 6.8 | 6.3  |
| 16        | 14.9     | 9.9 | 9.2  | 13.2    | 8.8 | 8.2  |
| 20        |          | 11  | 10.3 |         | 9.9 | 9.2  |
| 22        |          |     | 11.4 |         |     | 10.3 |
| 31.25     |          |     | 12.8 |         |     | 11.5 |
| 62.5      |          |     | 18.5 |         |     | 16.7 |
| 100       |          |     | 24   |         |     | 21.6 |

表2-2 特定频率下的NEXT测试极限

| 最大衰减（20℃） |          |      |      |         |      |      |
|-----------|----------|------|------|---------|------|------|
| 频率（MHz）   | 信道(100m) |      |      | 链路(90m) |      |      |
|           | 3类       | 4类   | 5类   | 3类      | 4类   | 5类   |
| 1         | 39.1     | 53.3 | 60.0 | 40.1    | 54.7 | 60.0 |
| 4         | 29.3     | 43.3 | 50.6 | 30.7    | 45.1 | 51.8 |

| 最大衰减 ( 20 ) |          |      |      |         |      |      |
|-------------|----------|------|------|---------|------|------|
| 频率 ( MHz )  | 信道(100m) |      |      | 链路(90m) |      |      |
|             | 3类       | 4类   | 5类   | 3类      | 4类   | 5类   |
| 8           | 24.3     | 38.2 | 45.6 | 25.9    | 40.2 | 47.1 |
| 10          | 22.7     | 36.6 | 44.0 | 24.3    | 38.6 | 45.5 |
| 16          | 19.3     | 33.1 | 40.6 | 21.0    | 35.3 | 42.3 |
| 20          |          | 31.4 | 39.0 | 33.7    | 40.7 |      |
| 25.0        |          |      | 37.4 |         |      | 39.1 |
| 31.25       |          |      | 35.7 |         |      | 37.6 |
| 62.5        |          |      | 30.6 |         |      | 32.7 |
| 100.0       |          |      | 27.1 |         |      | 29.3 |

上面所述的是 TSB67测试的主要内容，但某些型号的测试仪还可以给出直流电阻、特性阻抗、衰减串扰比。

3) 直流电阻 ( TSB67无此参数 )：直流环路电阻会消耗一部分信号并转变成热量，它是指一对导线电阻的和，11801的规格不得大于 19.2W每对间的差异不能太大 ( 小于 0.1W)，否则表示接触不良，必须检查连接点。

4) 特性阻抗：与环路直接电阻不同，特性阻抗包括电阻及频率自 1 ~ 100MHz的电感抗及电容抗，它与一对电线之间的距离及绝缘的电气性能有关。各种电缆有不同的特性阻抗，对双绞线电缆而言，则有100W、120W及150W几种。

5) 衰减串扰比 ( ACR )：在某些频率范围，串扰与衰减量的比例关系是反映电缆性能的另一个重要参数。ACR有时也以信噪比 ( SNR ) 表示，它由最差的衰减量与 NEXT量值的差值计算。较大的ACR值表示对干扰抗的能力更强，系统要求至少大于 10dB。

6) 电缆特性：通讯信道的品质是由它的电缆特性 ( SNR Signal-Noise ratio ) 来描述的。SNR是在考虑到干扰信号的情况下，对数据信号强度的一个度量。如果 SNR过低，将导致数据信号在被接收时，接收器不能分辨数据信号和噪音信号，最终引起数据错误。因此，为了使数据错误限制在一定范围内，必须定义一个最小的可接收的 SNR。

非屏蔽双绞线电缆的优点：

- 1) 无屏蔽外套，直径小，节省所占用的空间；
- 2) 质量小、易弯曲、易安装；
- 3) 将串扰减至最小或加以消除；
- 4) 具有阻燃性；
- 5) 具有独立性和灵活性，适用于结构化综合布线。

国际电气工业协会 ( EIA ) 为双绞线电缆定义了5种不同质量的型号。

计算机网络综合布线使用第3、4、5类。这三类分别定义为：

第3类：指目前在 ANSI和EIA/TIA568标准中指定的电缆。该电缆的传输特性最高规格为 16MHz，用于语音传输及最高传输速率为 10Mbps的数据传输。

第4类：该类电缆的传输特性最高规格为 20MHz，用于语音传输和最高传输速率 16Mbps的数据传输。

第5类：该类电缆增加了绕线密度，外套是一种高质量的绝缘材料，传输特性的最高规格为100MHz，用于语音传输和最高传输速率为 100Mbps的数据传输。

在双绞线电缆内，不同线对具有不同的绞距长度。一般地说，4对双绞线绞距周期在38.1mm长度内，按逆时针方向扭绞，一对线对的扭绞长度在12.7mm以内。

### 2.1.2 同轴电缆

同轴电缆（coaxial cable）是由一根空心的外圆柱导体及其所包围的单根内导线所组成。柱体同导线用绝缘材料隔开，其频率特性比双绞线好，能进行较高速率的传输。由于它的屏蔽性能好，抗干扰能力强，通常多用于基带传输。

在同轴电缆网络中，一般可分为3类：

- 主干网；
- 次主干网；
- 线缆。

主干线路在直径和衰减方面和其他线路不同，前者通常由防护层的电缆构成。次主干电缆的直径比主干电缆小，当在不同建筑物的层次上使用次主干电缆时，要采用高增益的分布式放大器，并要考虑沿着电缆与用户出口的接口。

目前，同轴电缆可分为工作站部分和服务器部分（如网间连接器、数据库、打印机），以及与其相关的接口部件。

同轴电缆不可绞接，各部分是通过低损耗的75W连接器来连接的。连接器在物理性能上与电缆相匹配。中间接头和耦合器用线管包住，以防不慎接地。若希望电缆埋在光照射不到的地方，最好把电缆埋在冰点以下的地层里。如果不想把电缆埋在地下，最好采用电杆来架设。同轴电缆每隔100m采用一个标记，以便于维修。必要时每隔20m要对电缆进行支撑。在建筑物内部安装时，要考虑便于维修和扩展，在必要的地方还要提供管道来保护电缆。

对电缆进行测试的主要参数有：

- 1) 导体或屏蔽层的开路情况；
- 2) 导体和屏蔽层之间的短路情况；
- 3) 导体接地情况；
- 4) 在各屏蔽接头之间的短路情况。

同轴电缆可分为两种基本类型，基带同轴电缆和宽带同轴电缆。目前基带常用的电缆，其屏蔽线是用铜做成网状的，特征阻抗为50W，如RG-8、RG-58等；宽带常用的电缆，其屏蔽层通常是用铝冲压成的。特征阻抗为75W，如RG-59等。

粗同轴电缆与细同轴电缆是指同轴电缆的直径大小。粗缆适用于比较大型的局部网络，它的标准距离长、可靠性高。由于安装时不需要切断电缆，因此可以根据需要灵活调整计算机的入网位置。但粗缆网络必须安装收发器和收发器电缆，安装难度也大，所以总体造价高。相反，细缆则比较简单、造价低。但由于安装过程要切断电缆，两头装上基本网络连接头（BNC），然后接在T型连接器两端，所以当接头多时容易产生接触不良的隐患，这是目前运行中的以太网所发生的最常见故障之一。

为了保持同轴电缆的正确电气特性，电缆屏蔽层必须接地。同时两头要有终端来削弱信号反射作用。

无论是粗缆还是细缆均为总线拓扑结构，即一根缆上接多部机器，这种拓扑适用于机器密集的环境。但是当一触点发生故障时，故障会串联影响到整根缆上的所有机器，故障的诊断和修复都很麻烦。所以，逐步被非屏蔽双绞线或光缆取代。当前，同轴电缆的型号一般有如下几种：

|            |     |
|------------|-----|
| RG-8或RG-11 | 50W |
| RG-58      | 50W |
| RG-59      | 75W |
| RG-62      | 93W |

计算机网络一般选用 RG-8以太网粗缆和 RG-58以太网细缆；RG-59用于电视系统；RG-62用于ARCnet网络和IBM3270网络。

同轴电缆一般安装在设备与设备之间。在每一个用户位置上都装有一个连接器为用户提供接口。接口的安装方发如下：

- 细缆：将细缆切断，两头装上 BNC头，然后接在 T型连接器两端用于传输速率为 1M的网络。
- 粗缆：粗缆一般采用一种类似夹板的 Tap装置进行安装，它利用 Tap上的引导针穿透电缆的绝缘层，直接与导体相连。电缆两端头要有终结器来削弱信号的反射作用。用于传输速率为10M的网络。

### 2.1.3 光缆

光导纤维是一种传输光束的细而柔韧的媒质。光导纤维电缆由一捆纤维组成，简称为光缆。光缆是数据传输中最有效的一种传输介质，它有以下几个优点：

- 1) 较宽的频带。
- 2) 电磁绝缘性能好。光纤电缆中传输的是光束，而光束是不受外界电磁干扰影响的，而且本身也不向外辐射信号，因此它适用于长距离的信息传输以及要求高度安全的场合。当然，抽头困难是它固有的难题，因为割开光缆需要再生和重发信号。
- 3) 衰减较小，可以说在较大范围内是一个常数。
- 4) 中继器的间隔距离较大，因此整个通道中继器的数目可以减少，这样可降低成本。根据贝尔实验室的测试，当数据速率为 420Mbps且距离为 119km无中继器时，其误码率为  $10^{-8}$ ，可见其传输质量很好。而同轴电缆和双绞线在长距离使用中就需要接中继器。

光缆有单模和多模之分，其特性比较如表 2-3所示：

表2-3 光纤单、多模特性比较

| 单 模       | 多 模       |
|-----------|-----------|
| 用于高速度、长距离 | 用于低速度、短距离 |
| 成本高       | 成本低       |
| 窄芯线，需要激光源 | 宽芯线，聚光好   |
| 耗散极小，高效   | 耗散大，低效    |

在使用光缆互联多个小型机的应用中， 必须考虑光纤的单向特性，如果要进行双向通信，就要用使用双股光纤。由于要对不同频率的光进行多路传输和多路选择，故在通信器件市场上又出现了光学多路转换器。

光纤的类型由模材料（玻璃或塑料纤维）及芯和外层尺寸决定，芯的尺寸大小决定光的传输质量。常用的光纤缆有：

|                   |    |
|-------------------|----|
| 8.3μm 芯/125μm 外层  | 单模 |
| 62.5μm 芯/125μm 外层 | 多模 |
| 50μm 芯/125μm 外层   | 多模 |

100μm 芯/140μm 外层                      多模

光缆在普通计算网络中的安装是从用户设备开始的。因为光缆只能单向传输，为要实现双向通信，就必需成对出现，一个用于输入，一个用于输出。光缆两端接到光学接口器上。

安装光缆需小心谨慎。每条光缆的连接都要磨光端头，通过电烧烤工艺与光学接口连在一起。要确保光通道不被阻塞。光纤不能拉得太紧，也不能形成直角。较为详细的叙述将放在后面的章节中介绍。

2.2 双绞线传输介质的品种、性能与标准

2.2.1 双绞线的品种

双绞线也称双扭线。它近年来发展较快，常用作传输介质。它被分为屏蔽双绞线与非屏蔽双绞线两大类。在这两大类中又分：100W电缆、双体电缆、大对数电缆、150W屏蔽电缆。具体型号有多种，如图2-2。

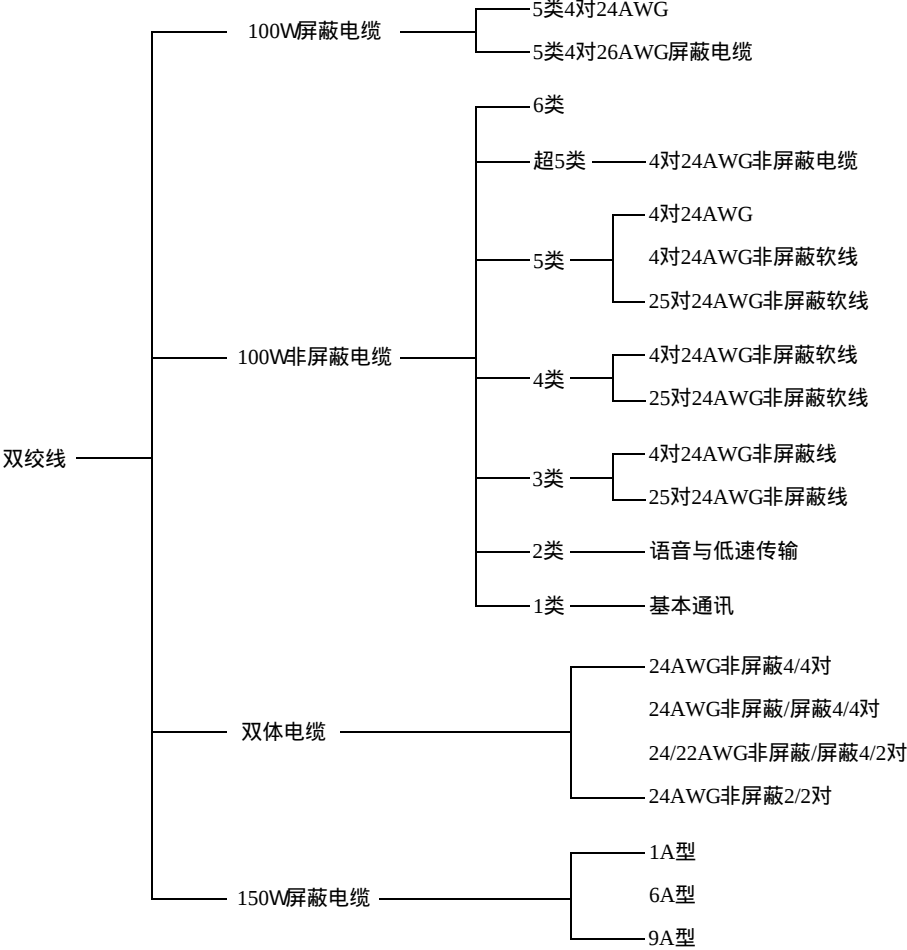


图2-2 双绞线的分类

其中双体电缆，150W的电缆在国内较少使用，市场上几乎见不到。对于一条双绞线，在

外观上需要注意的是：每隔两英尺有一段文字。以 AMP公司的线缆为例，该文字为：

AMP SYSTEMS CABLE E138034 0100  
24 AWG (UL) CMR/MPR OR C(UL) PCC  
FT4 VERIFIED ETL CAT5 O44766 FT 9907

其中：

- AMP：代表公司名称。
- 0100：表示100W。
- 24：表示线芯是24号的（线芯有22、24、26三种规格）。
- AWG：表示美国线缆规格标准。
- UL：表示通过认证的标记。
- FT4：表示4对线。
- CAT5：表示5类线。
- 044766：表示线缆当前处在的英尺数。
- 9907：表示生产年月。

2.2.2 双绞线电缆的测试数据

100W4对非屏蔽双绞线有3类线、4类线、5类线和超5类线之分。它们受下述指标的约束，即：衰减、分布电容、直流电阻、直流电阻偏差值、阻抗特性、返回损耗、近端串扰。对于它们的标准测试数据如表2-4所示。

表2-4 双绞线电缆的标准测试数据

| 类型                | 3类                       | 4类                     | 5类                       |
|-------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| 衰减（dB）            | $2.320\sqrt{f}+0.238(f)$ | $2.050\sqrt{f}+0.1(f)$ | $1.9267\sqrt{f}+0.75(f)$ |
| 分布容量（以1kHz计算）     | 330pf/100m               | 330pf/100m             | 330pf/100m               |
| 直流电阻20 测量校正值      | 9.38W/100m               | 9.38W/100m             | 9.38W/100m               |
| 直流电阻偏差值20 测量校正值   | 5%                       | 100W±15%               | 5%                       |
| 阻抗特性1MHz至最高的参考频率值 | 100W±15%                 | 100W±15%               | 100W±15%                 |
| 返回损耗测量长度>100m     | 12dB                     | 12dB                   | 23dB                     |
| 近端串扰测量长度>100m     | 43dB                     | 58dB                   | 64dB                     |

2.2.3 常用的双绞线电缆

下面介绍在综合布线中最常用的双绞线电缆。

1. 5类4对非屏蔽双绞线

它是美国线规为24的实芯裸铜导体，以氟化乙丙烯做绝缘材料，传输频率达100MHz，导线组成如表2-5所示，物理结构如图2-3所示。

表2-5 导线色彩编码

| 线对 | 色彩码     |
|----|---------|
| 1  | 白/蓝//蓝  |
| 2  | 白//橙//橙 |
| 3  | 白/绿//绿  |
| 4  | 白/棕//棕  |

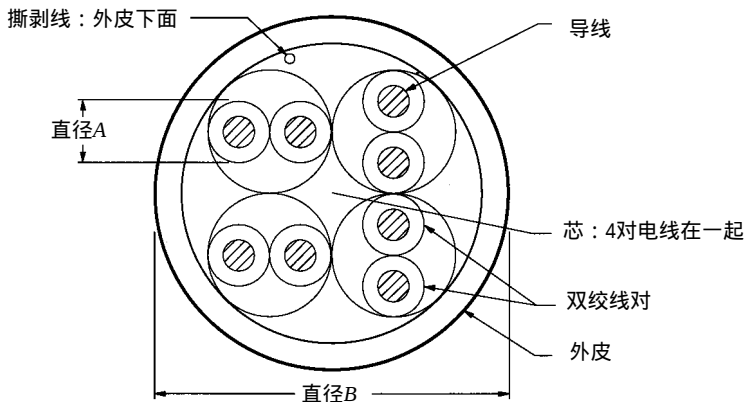


图2-3 5类4对24AWG非屏蔽双绞线

图中的直径A：0.036in ( 0.914mm )，直径B:0.20in(5.08mm)。

电气特性如表2-6所示：

表2-6 5类4对24AWG非屏蔽电缆的电气特性

| 频率需求     | 阻抗 ( W ) | 最大衰减值 ( dB/100m ) | NEXT(dB ) (最差对) | 最大直流阻抗 ( 100m/20 ) |
|----------|----------|-------------------|-----------------|--------------------|
| 256kHz   | -        | 1.1               | -               | 9.38W              |
| 512kHz   | -        | 1.5               | -               |                    |
| 772kHz   | -        | 1.8               | 66              |                    |
| 1MHz     |          | 2.1               | 64              |                    |
| 4MHz     |          | 4.3               | 55              |                    |
| 10MHz    |          | 6.6               | 49              |                    |
| 16MHz    | 85 ~ 115 | 8.2               | 46              |                    |
| 20MHz    |          | 9.2               | 44              |                    |
| 31.25MHz |          | 11.8              | 42              |                    |
| 62.50MHz |          | 17.1              | 37              |                    |
| 100MHz   |          | 22.0              | 34              |                    |

## 2. 5类4对24AWG屏蔽电缆

它是24号的裸铜导体，以氟化乙烯做绝缘材料，内有一 24AWG TPG 漏电线。传输频率达100MHz，导线色彩编码组成如表2-7所示，物理结构如图2-4所示。

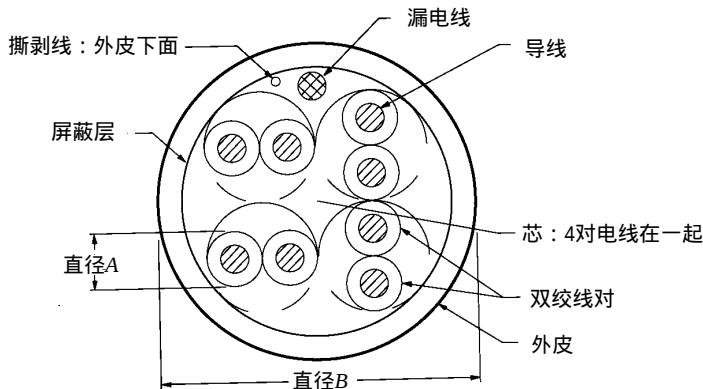


图2-4 5类4对24AWG 100W屏蔽电缆

表2-7 导线色彩编码

| 线 对 | 色 彩 码  | 屏 蔽               |
|-----|--------|-------------------|
| 1   | 白/蓝//蓝 | 0.002[0.051]铝/聚酯带 |
| 2   | 白/橙//橙 | 内有一根24            |
| 3   | 白/绿//绿 | AWG TPC漏电线        |
| 4   | 白/棕//棕 |                   |

图中的直径A：0.042in(1.07mm), 直径B：0.255in(6.47mm)。

电气特性如表2-8所示。

表2-8 5类4对24AWG 100W屏蔽电缆电气特性

| 频率需求     | 阻抗（W）    | 最大衰减值（dB/100m） | NEXT(dB) (最差对) | 最大直流阻抗（100m/20） |
|----------|----------|----------------|----------------|-----------------|
| 256kHz   | -        | 1.1            | -              | 9.38W           |
| 512kHz   | -        | 1.5            | -              |                 |
| 772kHz   | -        | 1.8            | 66             |                 |
| 1MHz     | 85 ~ 115 | 2.1            | 64             |                 |
| 4MHz     |          | 4.3            | 55             |                 |
| 10MHz    |          | 6.6            | 49             |                 |
| 16MHz    |          | 8.2            | 46             |                 |
| 20MHz    |          | 9.2            | 44             |                 |
| 31.25MHz |          | 11.8           | 42             |                 |
| 62.50MHz |          | 17.1           | 37             |                 |
| 100MHz   |          | 22.0           | 34             |                 |

3. 5类4对26AWG屏蔽软线

它由4对线和一根26AWG漏电线组成，传输频率达100MHz。导线色彩编码组成如表2-9所示，物理结构类似图2-4所示，但它的直径A和B有所不同。

表2-9 导线色彩编码

| 线 对 | 色 彩 码  | 屏 蔽               |
|-----|--------|-------------------|
| 1   | 白/蓝//蓝 | 0.002[0.051]铝/聚酯带 |
| 2   | 白/橙//橙 | 箔内有一股26           |
| 3   | 白/绿//绿 | AWG TPC漏电线        |
| 4   | 白/棕//棕 |                   |

直径A：0.073in(0.94mm), 直径B：0.210in(5.33mm)。

电气特性如表2-10所示。

表2-10 5类4对26AWG屏蔽软线电气特性

| 频率需求   | 阻抗(W) | 最大衰减值（dB/100m） | NEXT(dB) (最差对) | 最大直流阻抗（100m/20） |
|--------|-------|----------------|----------------|-----------------|
| 256kHz | -     | -              | -              | 14.0W           |
| 512kHz | -     | -              | -              |                 |
| 772kHz | -     | 2.5            | 66             |                 |
| 1MHz   |       | 2.8            | 64             |                 |
| 4MHz   |       | 5.6            | 55             |                 |
| 10MHz  |       | 9.2            | 49             |                 |
|        |       |                |                |                 |

| 频率需求     | 阻抗(W)    | 最大衰减值 ( dB/100m ) | NEXT(dB ) (最差对) | 最大直流阻抗 ( 100m/20 ) |
|----------|----------|-------------------|-----------------|--------------------|
| 16MHz    | 85 ~ 115 | 11.5              | 46              |                    |
| 20MHz    |          | 12.5              | 44              |                    |
| 31.25MHz |          | 15.7              | 42              |                    |
| 62.50MHz |          | 22.0              | 37              |                    |
| 100MHz   |          | 27.9              | 34              |                    |

4. 5类4对24AWG非屏蔽软线

它由4对线组成，用于高速数据传输，适合于扩展的传输距离，应用于互联或跳接线。传输速率达 100MHz。导线色彩编码组成如表 2-11所示，它的物理结构类似图 2-3所示，但直径A、直径B不同。

表2-11 导线色彩编码

| 线 对 | 色 彩 码  |
|-----|--------|
| 1   | 白/蓝//蓝 |
| 2   | 白/橙//橙 |
| 3   | 白/绿//绿 |
| 4   | 白/棕//棕 |

直径A：0.038in(0.96mm), 直径B：0.210in(5.33mm)。  
电气特性如表2-12所示。

表2-12 5类4对24AWG屏蔽软线电气特性

| 频率需求     | 阻抗(W)    | 最大衰减值 ( dB/100m ) | NEXT(dB ) (最差对) | 最大直流阻抗 ( 100m/20 ) |
|----------|----------|-------------------|-----------------|--------------------|
| 256kHz   | -        | -                 | -               | 8.8W               |
| 512kHz   | -        | -                 | -               |                    |
| 772kHz   | -        | 2.0               | 66              |                    |
| 1MHz     |          | 2.3               | 64              |                    |
| 4MHz     |          | 5.3               | 55              |                    |
| 10MHz    |          | 8.2               | 49              |                    |
| 16MHz    | 85 ~ 115 | 10.5              | 46              |                    |
| 20MHz    |          | 11.8              | 44              |                    |
| 31.25MHz |          | 15.4              | 42              |                    |
| 62.50MHz |          | 22.3              | 37              |                    |
| 100MHz   |          | 28.9              | 34              |                    |

5. 5类25对24AWG非屏蔽软线

它由25对线组成，为用户提供更多的可用线对，并被设计为扩展的传输距离上实现高速数据通信应用。定级为 Plenpus的电缆可以不使用导管在通风管中安装。传输速度为 100MHz。导线色彩编码组成如表 2-13所示，物理结构如图 2-5所示。

表2-13 导线色彩编码

| 线 对 | 色 彩 码    | 线 对 | 色 彩 码    |
|-----|----------|-----|----------|
| 1   | 白/蓝//蓝/白 | 3   | 白/绿//绿/白 |
| 2   | 白/橙//橙/白 | 4   | 白/棕//棕/白 |

| 线 对 | 色 彩 码    | 线 对 | 色 彩 码    |
|-----|----------|-----|----------|
| 5   | 白/灰//灰/白 | 16  | 黄/蓝//蓝/黄 |
| 6   | 红/蓝//蓝/红 | 17  | 黄/棕//棕/黄 |
| 7   | 红/橙//橙/红 | 18  | 黄/绿//绿/黄 |
| 8   | 红/绿//绿/红 | 19  | 黄/棕//棕/黄 |
| 9   | 红/棕//棕/红 | 20  | 黄/灰//灰/黄 |
| 10  | 红/灰//灰/红 | 21  | 紫/蓝//蓝/紫 |
| 11  | 黑/蓝//蓝/黑 | 22  | 紫/橙//橙/紫 |
| 12  | 黑/橙//橙/黑 | 23  | 紫/绿//绿/紫 |
| 13  | 黑/绿//绿/黑 | 24  | 紫/棕//棕/紫 |
| 14  | 黑/棕//棕/黑 | 25  | 紫/灰//灰/紫 |
| 15  | 黑/灰//灰/黑 |     |          |

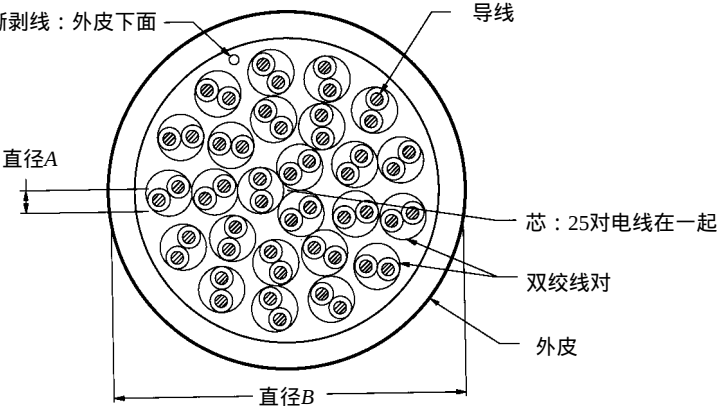


图2-5 5类25对24AWG非屏蔽软线

直径A：0.036in(0.91mm), 直径B：0.321in(0.81mm)。

电气特性如表2-14所示。

表2-14 5类25对AWG非屏蔽软线电气特性

| 频率需求     | 阻抗(W)    | 最大衰减值 ( dB/100m ) | NEXT(dB ) (最差对) | 最大直流阻抗 ( 100m/20 ) |
|----------|----------|-------------------|-----------------|--------------------|
| 256kHz   | -        | 1.1               | -               | 9.38W              |
| 512kHz   | -        | 1.5               | -               |                    |
| 772kHz   | -        | 1.8               | 64              |                    |
| 1MHz     |          | 2.1               | 62              |                    |
| 4MHz     |          | 4.3               | 53              |                    |
| 10MHz    |          | 6.6               | 47              |                    |
| 16MHz    | 85 ~ 115 | 8.2               | 44              |                    |
| 20MHz    |          | 9.2               | 42              |                    |
| 31.25MHz |          | 11.8              | 40              |                    |
| 62.50MHz |          | 17.1              | 35              |                    |
| 100MHz   |          | 22.0              | 32              |                    |

6. 4类4对24AWG非屏蔽电缆

4类4对24AWG非屏蔽电缆的一般传输频率为20MHz，AMP的缆线最高可达到25MHz，E

线重新编码如表 2-15 所示，物理结构如图 2-6 所示。

表2-15 导线色彩编码

| 线 对 | 色 彩 码  |
|-----|--------|
| 1   | 白/蓝//蓝 |
| 2   | 白/橙//橙 |
| 3   | 白/绿//绿 |
| 4   | 白/棕//棕 |

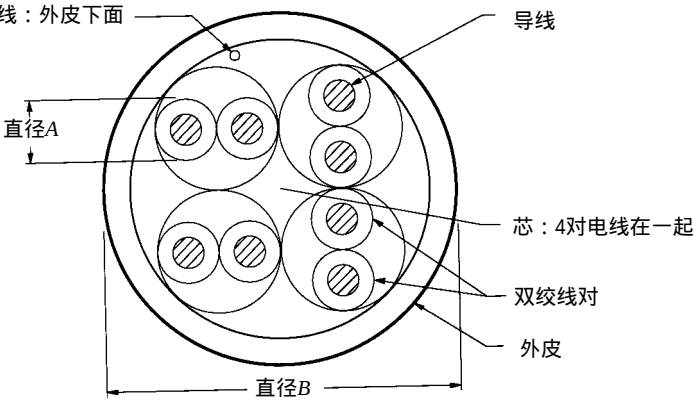


图2-6 4类4对24AWG非屏蔽电缆

直径A：0.036in(0.914mm), 直径B：0.200in(5.08mm)。

电气特性如表 2-16 所示。

表2-16 4类4对24AWG非屏蔽软线电气特性

| 频率需求   | 阻抗(W)    | 最大衰减值 ( dB/100m ) | NEXT(dB ) (最差对) | 最大直流阻抗 ( 100m/20 ) |
|--------|----------|-------------------|-----------------|--------------------|
| 256kHz | -        | 1.1               | -               | 9.38W              |
| 512kHz | -        | 1.5               | -               |                    |
| 772kHz | -        | 1.9               | 58              |                    |
| 1MHz   | 85 ~ 115 | 2.1               | 56              |                    |
| 4MHz   |          | 4.3               | 47              |                    |
| 10MHz  |          | 7.2               | 41              |                    |
| 16MHz  |          | 8.9               | 38              |                    |
| 20MHz  |          | 10.2              | 36              |                    |
| 25MHz  |          | 11.5              | 34              |                    |

7. 4类25对24AWG非屏蔽软线

4类25对24AWG非屏蔽电缆的传输频率为 25MHz。它的导线色彩编码如表 2-17 所示，物理结构如图 2-7 所示。

表2-17 导线色彩编码

| 线 对 | 色 彩 码    | 线 对 | 色 彩 码    |
|-----|----------|-----|----------|
| 1   | 白/蓝//蓝/白 | 3   | 白/绿//绿/白 |
| 2   | 白/橙//橙/白 | 4   | 白/棕//棕/白 |

| 线 对 | 色 彩 码    | 线 对 | 色 彩 码    |
|-----|----------|-----|----------|
| 5   | 白/灰//灰/白 | 16  | 黄/蓝//蓝/黄 |
| 6   | 红/蓝//蓝/红 | 17  | 黄/棕//棕/黄 |
| 7   | 红/橙//橙/红 | 18  | 黄/绿//绿/黄 |
| 8   | 红/绿//绿/红 | 19  | 黄/棕//棕/黄 |
| 9   | 红/棕//棕/红 | 20  | 黄/灰//灰/黄 |
| 10  | 红/灰//灰/红 | 21  | 紫/蓝//蓝/紫 |
| 11  | 黑/蓝//蓝/黑 | 22  | 紫/橙//橙/紫 |
| 12  | 黑/橙//橙/黑 | 23  | 紫/绿//绿/紫 |
| 13  | 黑/绿//绿/黑 | 24  | 紫/棕//棕/紫 |
| 14  | 黑/棕//棕/黑 | 25  | 紫/灰//灰/紫 |
| 15  | 黑/灰//灰/黑 |     |          |

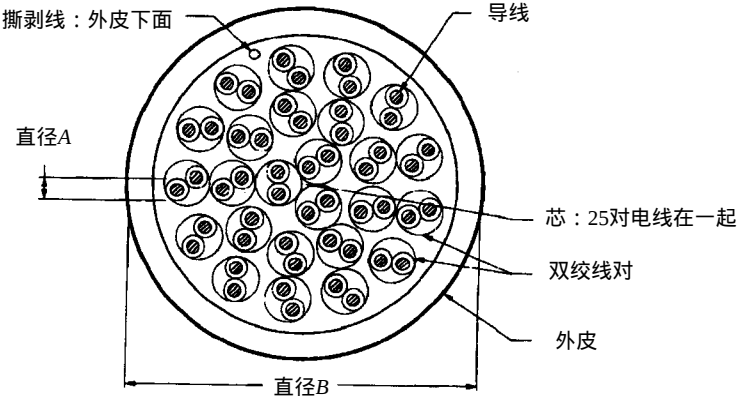


图2-7 4类25对24AWG非屏蔽软线

直径A：0.036in(0.914mm), 直径B：0.414in(10.54mm)。  
电气特性如表2-18所示。

表2-18 4类25对24AWG非屏蔽软线电气特性

| 频率需求   | 阻抗(W)    | 最大衰减值 ( dB/100m ) | NEXT(dB ) (最差对) | 最大直流阻抗 ( 100m/20 ) |
|--------|----------|-------------------|-----------------|--------------------|
| 256kHz | -        | 1.1               | -               |                    |
| 512kHz | -        | 1.5               | -               |                    |
| 772kHz | -        | 1.9               | 58              |                    |
| 1MHz   |          | 2.1               | 56              | 9.38W              |
| 4MHz   |          | 4.3               | 47              |                    |
| 10MHz  | 85 ~ 115 | 7.2               | 41              |                    |
| 16MHz  |          | 8.9               | 38              |                    |
| 20MHz  |          | 10.2              | 36              |                    |
| 25MHz  |          | 11.5              | 34              |                    |

8. 3类4对24AWG非屏蔽电缆

该类电缆的传输频率为 20MHz。它的导线色彩编码如表 2-19所示，物理结构如图 2-8所示。

表2-19 导线色彩编码

| 线 对 | 色 彩 码  |
|-----|--------|
| 1   | 白/蓝//蓝 |
| 2   | 白/橙//橙 |
| 3   | 白/绿//绿 |
| 4   | 白/棕//棕 |

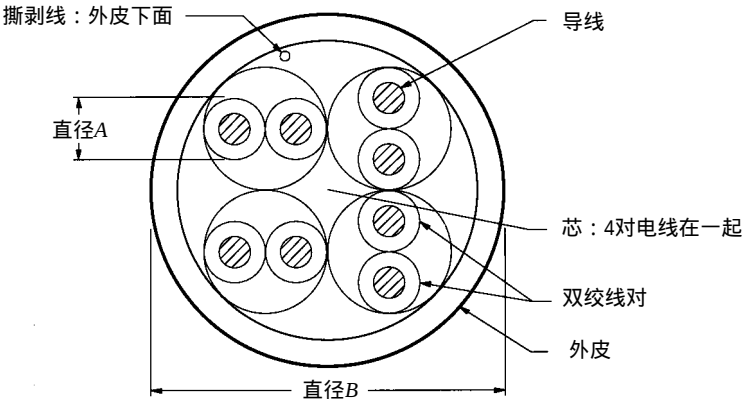


图2-8 3类4对24AWG非屏蔽电缆

直径A：0.033in(0.838mm), 直径B：0.150in(3.81mm)。

电气特性如表2-20所示。

表2-20 3类4对24AWG非屏蔽软线电气特性

| 频率需求   | 阻抗(W)    | 最大衰减值 ( dB/100m ) | NEXT(dB ) (最差对) | 最大直流阻抗 ( 100m/20 ) |
|--------|----------|-------------------|-----------------|--------------------|
| 256kHz | -        | 1.3               | -               | 9.38W              |
| 512kHz | -        | 1.8               | -               |                    |
| 772kHz | -        | 2.2               | 43              |                    |
| 1MHz   | 85 ~ 115 | 2.6               | 41              |                    |
| 4MHz   |          | 5.6               | 32              |                    |
| 8MHz   |          | 8.5               | 27              |                    |
| 10MHz  |          | 9.8               | 26              |                    |
| 16MHz  |          | 13.1              | 23              |                    |
| 20MHz  |          | 15.4              | 22              |                    |

9. 3类25对24AWG非屏蔽软线

这类电缆适用于最高传输速率 16MHz，一般为10Hmz，它的导线色彩编码如表 2-21所示，物理结构如图2-9所示。

表2-21 导线色彩编码

| 线 对 | 色 彩 码    | 线 对 | 色 彩 码    |
|-----|----------|-----|----------|
| 1   | 白/蓝//蓝/白 | 4   | 白/棕//棕/白 |
| 2   | 白/橙//橙/白 | 5   | 白/灰//灰/白 |
| 3   | 白/绿//绿/白 | 6   | 红/蓝//蓝/红 |

| 线 对 | 色 彩 码    | 线 对 | 色 彩 码    |
|-----|----------|-----|----------|
| 7   | 红/橙//橙/红 | 17  | 黄/棕//棕/黄 |
| 8   | 红/绿//绿/红 | 18  | 黄/绿//绿/黄 |
| 9   | 红/棕//棕/红 | 19  | 黄/棕//棕/黄 |
| 10  | 红/灰//灰/红 | 20  | 黄/灰//灰/黄 |
| 11  | 黑/蓝//蓝/黑 | 21  | 紫/蓝//蓝/紫 |
| 12  | 黑/橙//橙/黑 | 22  | 紫/橙//橙/紫 |
| 13  | 黑/绿//绿/黑 | 23  | 紫/绿//绿/紫 |
| 14  | 黑/棕//棕/黑 | 24  | 紫/棕//棕/紫 |
| 15  | 黑/灰//灰/黑 | 25  | 紫/灰//灰/紫 |
| 16  | 黄/蓝//蓝/黄 |     |          |

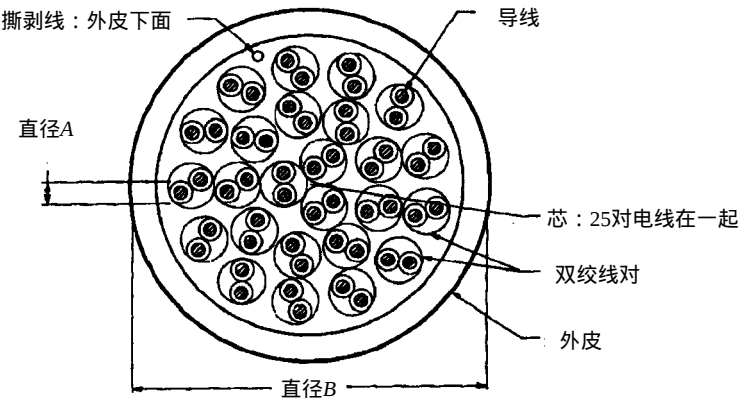


图2-9 3类25对24AWG非屏蔽软线

直径A：0.033in(0.838mm), 直径B：0.325in(8.25mm)。

电气特性如表2-22所示。

表2-22 3类25对24AWG非屏蔽电缆

| 频率需求   | 阻抗(W)    | 最大衰减值 ( dB/100m ) | NEXT(dB ) (最差对) | 最大直流阻抗 ( 100m/20 ) |
|--------|----------|-------------------|-----------------|--------------------|
| 256kHz | -        | 1.3               | -               |                    |
| 512kHz | -        | 1.8               | -               |                    |
| 772kHz | -        | 2.2               | 43              |                    |
| 1MHz   |          | 2.6               | 41              | 9.38W              |
| 4MHz   |          | 5.6               | 32              |                    |
| 8MHz   | 85 ~ 115 | 8.5               | 27              |                    |
| 10MHz  |          | 9.8               | 26              |                    |
| 16MHz  |          | 13.1              | 23              |                    |
| 20MHz  |          | 15.4              | 22              |                    |

10. 双体电缆系统24AWG非屏蔽4/4对电缆

该100W双体电缆结构的电缆有一层易于剥离的外皮。根据介质选择的需要，两个电缆体的结构可能相同或不同，但对于多个缆体来说都符合它作为独立电缆时所应遵循的规范及同样的性能特点，具体的产品有3类/3类、3类/4类、3类/5类、4类/4类、4类/5类、5类/5类。物理结

构如图2-10所示。

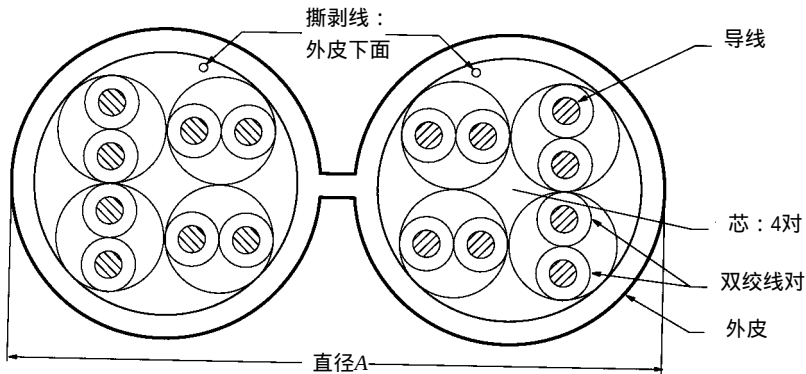


图2-10 双绞系统24AWG非屏蔽4/4对电缆

具体的信息如表2-23所示。

表2-23 双绞系统24AWG非屏蔽4/4对电缆信息表

| 产品编号    | 结    构 | 线 对 数 | UL/NEC定级 | 直径A ( Nom. ) | 外    皮 | 电气性能        |
|---------|--------|-------|----------|--------------|--------|-------------|
| 57261   | 3类/3类  | 4/4   | CM       | .320[8.13]   | FR PVC | 13&14       |
| 57262   |        |       | CMP      | .310[7.27]   | PR PVC | 13&14       |
| 57263 * | 3类/4类  |       | CM       | .365[9.27]   | FR PVC | 11,12,13&14 |
| 57264 * |        |       | CMP      | .325[8.26]   | PR PVC | 11,12,13&14 |
| 57265   | 3类/5类  |       | CM       | .405[10.28]  | GR PVC | 8,13&14     |
| 57266   |        |       | CMP      | .335[8.51]   | PR PVC | 8,13&14     |
| 57273 * | 4类/4类  |       | CM       | .430[10.92]  | FR PVC | 11&12       |
| 57274 * |        |       | CMP      | .335[8.51]   | PR PVC | 11&12       |
| 57275   | 4类/5类  |       | CM       | .425[10.80]  | FR PVC | 8,11&12     |
| 57276   |        |       | CMP      | .425[10.80]  | PR PVC | 8,11&12     |
| 57279   | 5类/5类  |       | CM       | .430[10.92]  | FR PVC | 8           |
| 57280   |        |       | CMP      | .335[8.51]   | PR PVC | 8           |

注：双体结构电缆封装形式为1000ft/轴。

定级为Plenum;

外皮颜色：-1=白，-3=蓝；

外皮颜色：-1=白，-3=灰；

外皮颜色：-1=白，-3=黑；

外皮颜色：-1=自然，-3=灰；

+ 仅提供 -1。

同样，还有双体电缆系统24AWG屏蔽4/4H电缆，具体的产品只有两种：3类/5类、5类/5类。其物理结构如图2-11所示，具体信息如表2-24所示。

表2-24 双体电缆系统 24AWG非屏蔽4/4对电缆信息表

| 产品编号  | 结 构   | 线 对 数 | UL/NEC定级 | 直径A ( Nom. ) | 外 皮    | 电气性能     |
|-------|-------|-------|----------|--------------|--------|----------|
| 57267 | 3类/5类 | 4/4   | CM       | .470[11.93]  | FR PVC | 13，14&16 |
| 57268 | 3类/5类 | 4/4   | CMP      | .385[9.77]   | PR PVC | 13，14&16 |

| 产品编号  | 结 构   | 线 对 数 | UL/NEC定级 | 直径A (Nom.)  | 外 皮    | 电气性能 |
|-------|-------|-------|----------|-------------|--------|------|
| 57283 | 5类/5类 | 4/4   | CM       | .465[11.81] | FR PVC | 6    |
| 57284 | 5类/5类 | 4/4   | CMP      | .385[9.78]  | PR PVC | 6    |

注：双体结构电缆封装形式为1000ft/轴

外皮颜色：-1 = 自然，-3 = 灰。

还有其他规格的电缆，由于它们适用的范围较少，限于篇幅，这里我们不再赘述。

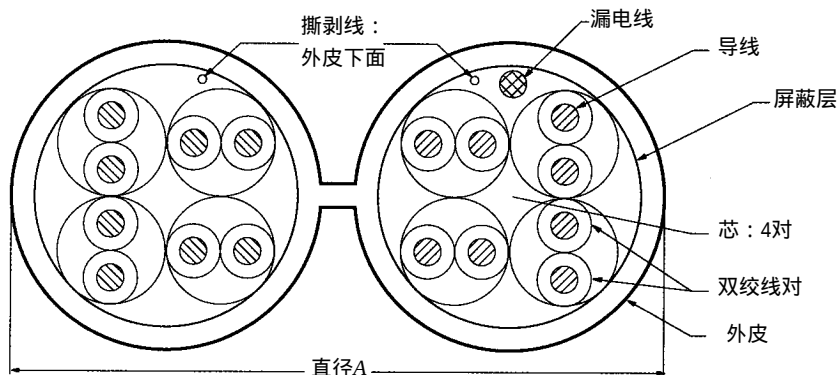


图2-11 双体电缆系统24AWG屏蔽/4/4对电缆

#### 11. 双体电缆系统24/22AWG非屏蔽/屏蔽4/2对光缆

这种双体电缆在同一层可剥离的外皮内综合了屏蔽和非屏蔽电缆。由一根 3类、4类或5类4对24AWG电缆和1根2寸150W22AWG电缆组成，为用户提供了非平行的性能选择。它的物理结构如图2-12所示。

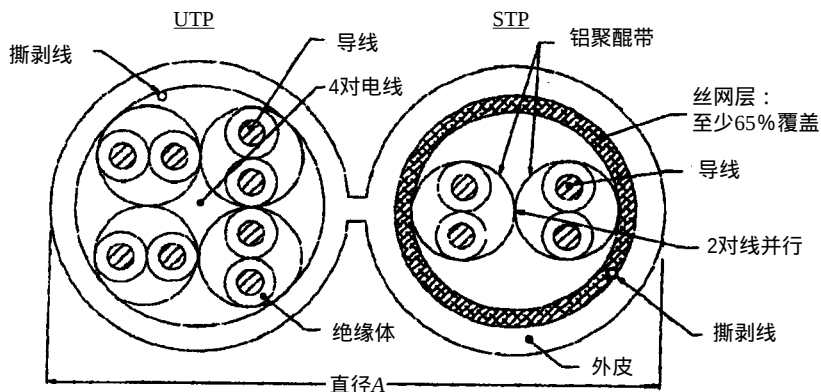


图2-12 双体电缆系统24/22AWG非屏蔽/屏蔽4/2对电缆

具体信息如表2-25所示。

表2-25 双体电缆系统24/22AWG非屏蔽/屏蔽4/2电缆信息表

| 产品编号    | 结 构     | 线 对 数 | UL/NEC定级 | 直径A (Nom.)  | 外 皮        | 电气性能      |
|---------|---------|-------|----------|-------------|------------|-----------|
| 57687   | 3类/类型1A | 4/2   | CM       | .640[16.26] | FR PVC     | 13, 14&18 |
| 57298-1 |         |       | CMP      | .540[13.72] | PR PVC / 黑 | 13, 14&18 |

| 产品编号    | 结 构     | 线 对 数 | UL/NEC定级 | 直径A (Nom.)  | 外 皮       | 电气性能     |
|---------|---------|-------|----------|-------------|-----------|----------|
| 57689   | 4类/类形1A | 4/4   | CM       | .540[13.72] | FR PVC    | 13,14&18 |
| 57690   |         |       | CMP      | .600[15.24] | PR PVC    | 13,14&18 |
| 57691   |         | 4/2   | CM       | .725[18.42] | FR PVC    | 11,12&18 |
| 576924  |         |       | CMP      | .650[16.51] | PR PVC    | 11,12&18 |
| 57201-1 | 5类/类形1A | 4/2   | CM       | .725[18.42] | FR PVC/ 黑 | 6&18     |
| 57231-1 |         |       | CMP      | .540[13.72] | PR PVC /黑 | 6&18     |

注： 定级为Plenum；  
 独立屏蔽及全胶合；  
 22/22AWG同态导体；  
 外皮颜色：-1 = 白，-3 = 黑。

## 12. 双体电缆系统24AWG非屏蔽2/2对电缆

这类双体结构电缆是由具有同样的可分离外皮的两板 5类2对电缆组成。这种组合提供了与5类单体结构电缆同样的高性能特点。物理结构如图 2-13所示。

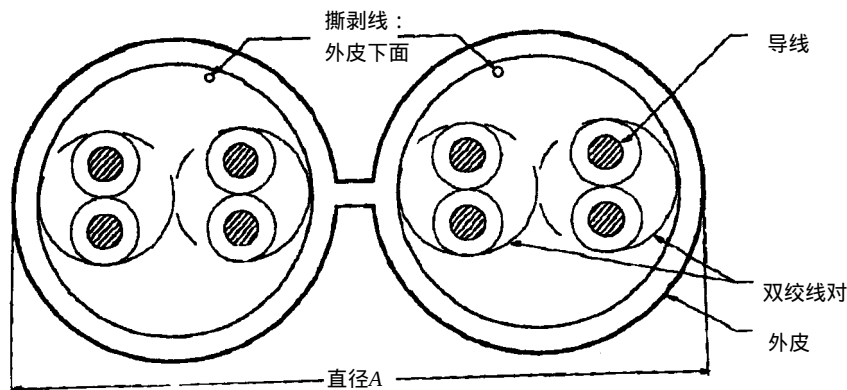


图2-13 双体电缆系统24AWG非屏蔽2/2对电缆

它的具体信息如表2-26所示。

表2-26 双体电缆系统24AWG非屏蔽2/2对电缆信息表

| 产品编号  | 结 构   | 线 对 数 | UL/NEC定级 | 直径A (Nom.) | 外 皮    | 电气性能 |
|-------|-------|-------|----------|------------|--------|------|
| 57281 | 5类/5类 | 2/2   | CM       | .390[9.91] | FR PVC | 6    |
| 57282 |       |       | CMP      | .330[8.38] | PR PVC | 6    |

注： 定级为Plenum；  
 外皮颜色：-1 = 白，-3 = 黑。  
 外皮颜色：-1 = 白，-3 = 灰。

## 13. 垂直干线100W24AWG300对电缆

这类电缆能满足三类的电气需求，适于做普通局域网的主干线，诸如 10Base-T、55Mbps ATM等，它的物理结构如图2-14所示。

## 14. 150W2对22和26AWG屏蔽电缆

这类150W电缆是由2根22AWG或2根26AWG屏蔽导线组成，在功能上等价于IBM相应的产品，它们用于支持100Mbps LAN的应用。其物理结构如图2-15所示。

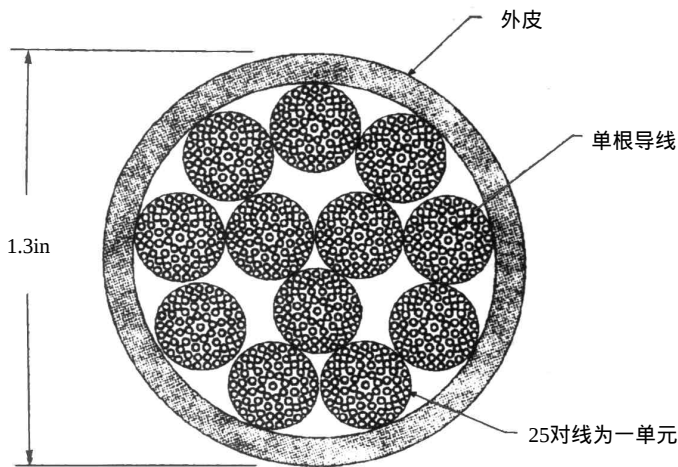


图2-14 300对电缆的显示图

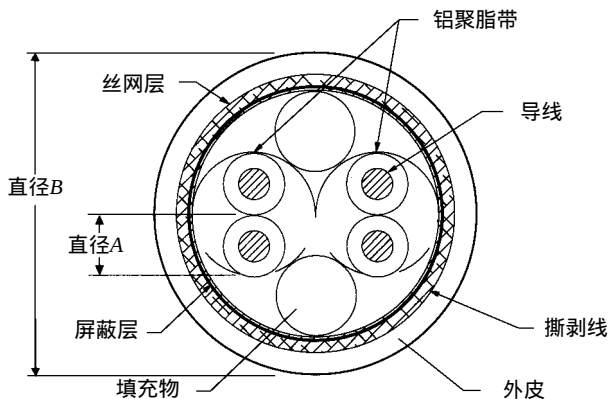


图2-15 150W2对22或26AWG屏蔽电缆

它的电气特性和有关信息如表2-27、表2-28所示。

分布电容：任何线对的分布电容在 25 ，1kHz测量时，不应超过 305pF/mft。

表2-27 电气特性

|       |           | 衰减 ( dB/km ) |         | 串音    |            | 特性阻抗        |                |
|-------|-----------|--------------|---------|-------|------------|-------------|----------------|
| 产品编号  | 频率        | 平衡模式         | 频率      | 普通模式  | 频率         | NEXT ( dB ) | 频率 阻抗 ± 10 %   |
| 57256 | 9.60kHz   | 3.0          | 50 MHz  | 95.09 | 6kHz~5MHz  | -58.0       | 9.6kHz 27.0    |
|       | 38.4kHz   | 5.0          | 100 MHz | 134.4 | 8.00 MHz   | -54.9       | 38.4 kHz 185.0 |
|       | 4.00MHz   | 22.0         | 150 MHz | 164.5 | 10.00 MHz  | -53.5       | 3~20 MHz 150.0 |
|       | 8.00 MHz  | 31.1         | 200 MHz | 190.4 | 16.00 MHz  | -50.4       |                |
|       | 10.00 MHz | 34.8         | 250 MHz | 212.4 | 20.00 MHz  | -49.0       | 阻抗:17.4Wmf     |
| 57257 | 16.00 MHz | 44.0         | 300 MHz | 232.7 | 25.00 MHz  | -47.5       |                |
|       | 20.00MHz  | 49.2         | 350 MHz | 251.3 | 31.25 MHz  | -46.1       | 非平衡阻抗：         |
|       | 25.00 MHz | 61.7         | 400 MHz | 267.7 | 62.50 MHz  | -41.5       | 任意两根导线         |
|       | 31.25 MHz | 68.9         | 450 MHz | 285.0 | 100.00 MHz | -38.5       | 之间的最大为4%       |

| 衰减 ( dB/km ) |            |       |         |        | 串音         |             | 特性阻抗      |           |
|--------------|------------|-------|---------|--------|------------|-------------|-----------|-----------|
| 产品编号         | 频率         | 平衡模式  | 频率      | 普通模式   | 频率         | NEXT ( dB ) | 频率        | 阻抗 ± 10 % |
| 57256        | 62.50 MHz  | 97.5  | 500 MHz | 300.4  | 200.00 MHz | -34.0       |           |           |
| 57257        | 100.00 MHz | 123.3 | 550 MHz | 315.1  | 300.00 MHz | -31.3       |           |           |
|              | 300.00 MHz | 209.3 | 600 MHz | 329.1  |            |             |           |           |
|              |            |       |         |        |            |             |           |           |
|              | 9.60 MHz   | 6.0   | 50 MHz  | 135.09 | 6kHz-5MHz  | -52.0       | 9.6kHz    | 390.0     |
|              | 38.40 MHz  | 7.4   | 100 MHz | 190.9  | 8.00 MHz   | -48.9       | 38.4kHz   | 185.0     |
|              | 4.00 MHz   | 33.0  | 150 MHz | 233.8  | 10.00 MHz  | -47.5       | 3~20MHz   | 150.0     |
|              | 8.00 MHz   | 46.7  | 200 MHz | 270.0  | 16.00 MHz  | -44.4       |           |           |
| 57258        | 10.00 MHz  | 52.2  | 250 MHz | 301.8  | 20.00 MHz  | -43.0       | 阻抗：       |           |
|              | 16.00 MHz  | 66.0  | 300 MHz | 330.7  | 25.00 MHz  | -41.5       | 46W/mft，  |           |
| 57259        | 20.00 MHz  | 73.8  | 350 MHz | 357.2  | 31.25 MHz  | -40.1       | 产品编号57258 |           |
|              | 25.00 MHz  | 93.3  | 400 MHz | 381.8  | 62.50 MHz  | -35.5       | 151W/mft， |           |
|              | 31.25 MHz  | 104.3 | 450 MHz | 405.0  | 100.00 MHz | -32.5       | 产品编号57259 |           |
|              | 62.50 MHz  | 147.5 | 500 MHz | 426.9  | 200.00 MHz | -28.0       | 非平衡阻抗：    |           |
|              | 100.00 MHz | 186.6 | 550 MHz | 447.4  | 300.00 MHz | -25.3       | 任意两根导线    |           |
|              | 300.00 MHz | 323.2 | 600 MHz | 467.6  |            |             | 之间的最大为4%  |           |
|              |            |       |         |        |            |             |           |           |
|              |            |       |         |        |            |             |           |           |

表2-28 有关信息

| 产品编号    | IBM等价号  | 结构   | 线对数 | UL/NEC定级 | 导线AWG |            |             |           |
|---------|---------|------|-----|----------|-------|------------|-------------|-----------|
| 57256-1 | 33G2772 | 类形1A | 2   | CM       | 22裸铜  | .100[2.54] | .424[10.78] | FR PVC/黑  |
| 57257-1 | 33G8220 |      |     | CMP      |       | .091[2.31] | .394[10.01] | PR PVC /黑 |
| 57258-1 | 33G2775 | 类形6A | 2   | CM       | 26裸铜  | .068[1.73] | .345[8.76]  | FR PVC/黑  |
| 57259-1 | 33G8223 | 类形9A | 2   | CMP      | 26裸铜  | .056[1.43] | .260[6.60]  | PR PVC /黑 |

注： 57258电缆具有圆形填充物，并且整体屏蔽，定级为 Plenum。

2.2.4 超5类布线系统

超5类布线系统是一个非屏蔽双绞线（ UTP ）布线系统，通过对它的 链接 和 信道 性能进行测试表明，其性能超过 TIA/EIA586的5类，与普通的5类UTP比较，其衰减更小，同时具有更高的ACR和SRL，更小的时延和衰减，性能得到了提高，具有以下优点：

- 1) 提供了坚实的网络基础，可以方便迁移到更新网络技术；
- 2) 能够满足大多数应用，并用满足偏差和低串扰总和的要求；
- 3) 为将来的网络应用提供了传输解决方案；
- 4) 充足的性能余量，给安装和测试带来方便。

比起普通5类双绞线，超5类系统在100MHz的频率下运行时，可提供8dB近端串扰的余量，用户的设备受到的干扰只有普通5类线系统的1/4，使系统具有更强的独立性和可靠性。近端串扰、串扰总和、衰减和SRL这4个参数是超5类非常重要的参数。

在作者写作本书时，超5类、6类线标准还未得到 IEEE组织的批准，但各大公司均先后公布他们自己的标准和线缆传输性能。

1. IBDN公司的线缆传输性能

| IBDN电缆性能参数 ( 100MHZ )          | IBDN NOR55 类 | IBDN Plus5 类 | IBDN-1200 | IBDN-2400 |
|--------------------------------|--------------|--------------|-----------|-----------|
| 衰减 ( ATTENUATION )             | 22           | 22           | 22.0      | 19.8      |
| 近端串音 ( NEXT )( 线对/线对 )         | 32           | N/A          | 37.3      | 44.3      |
| PS近端串音 ( PS NEXT )( 下限 )       | N/A          | 32           | 35        | 42.3      |
| 衰减/串音干扰比 ( ACR )( 下限 )         | 10           | N/A          | 15.3      | 24.5      |
| PS衰减/串音干扰比 ( PS ACR )          | N/A          | 10           | 16        | 24.8      |
| 远端串音干扰控制 EL-FEXT ( 下限 )        | N/A          | N/A          | 23.8      | 27.8      |
| PS远端串音干扰控制 PSELFEXT ( 下限 )     | N/A          | N/A          | 20.8      | 25.8      |
| 信号的平衡 ( LCL )( dB )            | 38           | 38           | 40        | 40        |
| 回程损耗 ( RETURNLOSS )( dB ) ,最小值 | 16           | 16           | 15.8      | 17.1      |

IBDN NDR5：相当于5类水平电缆

IBDN PLUS：相当于超5类水平电缆

IBDN-1200：相当于增强型5类水平电缆

IBDN-2400：相当于6类水平电缆

2. 朗讯公司 ( AT&T ) 的线缆传输性能

| GigaSPEED™ 100m全程信道参数值 ( 最差值 ) |                         |                              |                           |                                |                          |                               |
|--------------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| 频率<br>( MHz )                  | 5类标准衰减<br>值 ( dB/100m ) | GigaSPEED衰减<br>值 ( dB/100m ) | 5类标准NEXT<br>值 ( dB/100m ) | GigaSPEEDNEXT<br>值 ( dB/100m ) | 5类标准ACR<br>值 ( dB/100m ) | GigaSPEEDACR<br>值 ( dB/100m ) |
| 1.0                            | 2.2                     | 2.0                          | 60.3                      | 72.7                           | 58.1                     | 70.7                          |
| 4.0                            | 4.5                     | 4.0                          | 50.6                      | 63.0                           | 46.1                     | 59.0                          |
| 10.0                           | 7.1                     | 6.3                          | 44.0                      | 56.6                           | 36.1                     | 53.3                          |
| 16.0                           | 9.1                     | 8.1                          | 40.6                      | 53.2                           | 31.6                     | 45.1                          |
| 20.0                           | 10.2                    | 9.1                          | 39.0                      | 51.6                           | 28.8                     | 42.5                          |
| 25.0                           | 11.4                    | 10.2                         | 37.4                      | 50.0                           | 26.0                     | 39.8                          |
| 31.3                           | 12.9                    | 11.5                         | 35.7                      | 48.4                           | 22.9                     | 36.9                          |
| 62.5                           | 18.6                    | 16.6                         | 30.6                      | 43.4                           | 12.0                     | 26.8                          |
| 70.0                           | 19.8                    | 17.7                         | 29.8                      | 42.5                           | 10.0                     | 24.8                          |
| 100.0                          | 24.0                    | 21.5                         | 27.1                      | 39.9                           | 3.1                      | 18.4                          |
| 120.0                          |                         | 23.8                         |                           | 38.6                           |                          | 14.8                          |
| 140.0                          |                         | 26.0                         |                           | 37.4                           |                          | 11.4                          |
| 149.1                          |                         | 26.9                         |                           | 36.9                           |                          | 10.0                          |
| 155.5                          |                         | 27.6                         |                           | 36.7                           |                          | 9.1                           |
| 160.1                          |                         | 28.0                         |                           | 36.5                           |                          | 8.4                           |
| 180.0                          |                         | 29.9                         |                           | 35.6                           |                          | 5.7                           |
| 200.0                          |                         | 31.8                         |                           | 34.8                           |                          | 3.1                           |

3. AMP公司的线缆性能

FUTURELAN 350于100MHZ 的铜线表现：

|        | FUTUREDLAN Cable | 5类标准  |
|--------|------------------|-------|
| 近端串扰   | 48 dB            | 32 dB |
| 近端串扰总和 | 46 dB            | 32 dB |
| 衰减     | 19.4 dB          | 22 dB |
| 衰减与串扰比 | 28.6 dB          | 10 dB |
| 信噪比    | 24 dB            | 16 dB |
| 偏差     | 25 ns            | 45 ns |

注：以上值均是在 100m 长以外的连接，频率为 100MHz 的测量差对数的平均值。详情看 AMP 说明书 889048

6类布线依赖于不要求单独屏蔽线对的线缆，从而可以降低成本、减小体积、简化安装和消除接地问题。此外，6类布线要求使用模块式8路连接器（IEC 603-7或RJ45），从而能够适应当前的语音、数据和视频以及千兆位应用。虽然6类国际标准还未正式颁布，但目前各标准化组织在6类布线系统的信道技术上已基本达成一致。

1. 6类标准草案简介

6类布线标准将是未来UTP布线的极限标准，为用户选择更高性能的产品提供依据，同时，它也应满足网络应用标准组织的要求。6类标准草案中的规定涉及到介质、布线距离、接口类型、拓扑结构、安装实践、信道性能及线缆和连接硬件性能等方面的要求。

6类标准规定了铜缆布线系统应当能提供的最高性能，规定允许使用的线缆及连接类型为UTP或ScTP；整个系统包括应用和接口类型都要有向下兼容性，即新的6类布线系统上可以运行以前在3类或5类系统上运行的应用，用户接口应采用8位置模块化插座。

同5类标准一样，新的6类布线标准也采用星形的拓扑结构，要求的布线距离为：基本链路的长度不能超过90m，信道长度不能超过100m。

6类产品及系统的频率范围应当在1~250MHz之间，对系统中的线缆、连接硬件、基本链路及信道在所有频点都需测试以下几种参数：

- 衰减（Attenuation）；
- 回损（Redturn Loss）；
- 延迟/失真（Delay/Skew）；
- 近端串扰（NEXT）；
- 功率累加近端串扰（PowerSum NEXT）；
- 等效远端串扰（ELFEXT）；
- 功率累加等效远端串扰（PowerSum ELFEXT）；
- 平衡（Balance:LCL, LCTL）；
- 其他。

另外，测试环境应当设置在最坏情况下，对产品和系统都要进行测试，从而保证测试结果的可用性。所提供的测试结果也应当是最差值而非平均值。未来6类系统的最坏情况配置（4连接头）信道模式如图2-16所示。

同时，未来6类将是一个整体的规范，并能得到以下几方面的支持：

- 实验室测试程序；
- 现场测试要求；
- 安装实践；
- 其他灵活性、长久性等方面的考虑

2. 6类布线大势所趋

目前TIA和ISO/IEC标准化委员会认为6类信道的性能指标在技术上已经稳定。6类布线系统在TIA TR41的研发基础上形成。该标准的目的是为了实现如图2-17所示的复杂性更低（因此成本就更低）的千兆位方案。千兆位方案最早是基于5类布线系统而制订的，但其中有一些重要参数没有规定，还需要进行补充测试。超5类布线系统可以满足千兆位方案的要求，但需要

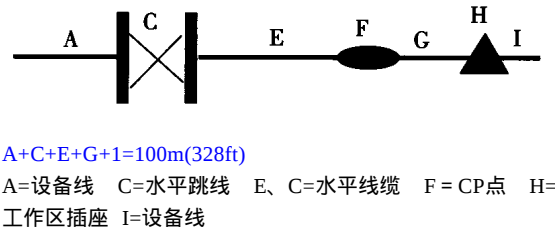


图2-16 未来6类系统的最坏配置

在网络设备（如网卡）的接口处增加 DSP（数字信号处理）芯片，这样用超 5 类实现千兆位方案就需要较高的成本，如图 2-18 所示。而采用 6 类会比超 5 类降低一半的成本，6 类参数值余量可以更好地满足千兆位方案的需求。

为了展示这种概念的可行性，贝尔实验室的微电子工作组已经开发出了一种 低成本 千兆位芯片组，该芯片组在 PHY 芯片内部的晶体管数量大约减少了 50%。由于改进的 6 类布线性能简化了收发设备的设计，不必再使用回波抵消技术，并大大降低了消除 NEXT 的要求。另外，ATM 论坛也开始考虑使用 6 类布线来发展 1.2 和 2.4 Gb/s 的应用。

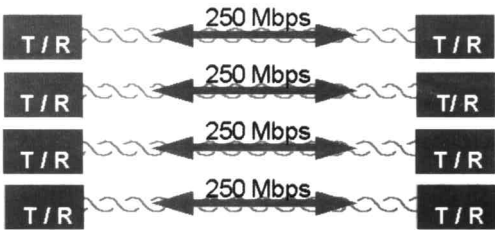


图2-17 使用6类系统实现千兆位以太网  
只需很少的电子设备

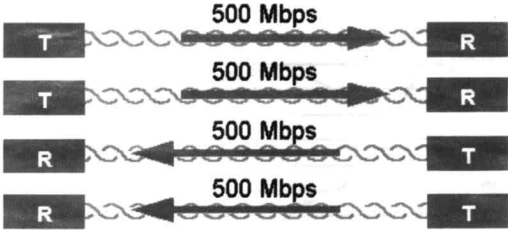


图2-18 使用超5类系统实现千兆位以太网  
需要使用复杂的电子设备

### 3. 有关对6类布线的草案

#### (1) ISO/IEC对6类线缆产品性能草案

| ISO/IEC           |      |      | 6类性能 |      |      |      |      |         |      |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|---------|------|
| JTC1 WG3 SC25草案内容 |      |      | 电缆   |      | 接插件  |      |      | 通道4接头模式 |      |
| 带宽 ( MHz )        | 100  | 200  | 250  | 100  | 200  | 250  | 100  | 200     | 250  |
| 衰减 ( dB )         | 19.9 | 29.2 | 33.0 | 0.2  | 0.3  | 0.3  | 21.1 | 30.9    | 35.0 |
| 近端串扰(dB)          | 44.3 | 39.8 | 38.3 | 54.0 | 48.0 | 46.0 | 39.9 | 34.8    | 33.1 |
| PSNEXT ( dB )     | 42.3 | 37.8 | 36.3 | 50.0 | 44.0 | 42.0 | 37.1 | 31.9    | 30.2 |
| ELFEXT(dB)        | 27.8 | 21.7 | 19.8 | 43.1 | 37.1 | 35.1 | 23.2 | 17.2    | 15.3 |
| PSELFEXT(dB)      | 24.8 | 18.7 | 16.8 | 40.1 | 34.1 | 32.1 | 20.2 | 14.2    | 12.3 |
| PSACE(dB)         |      |      |      |      |      |      | 16.0 | 1.0     | 4.8  |
| 回路损耗(dB)          |      |      |      |      |      |      | 12.0 | 9.0     | 8.0  |

#### (2) 西蒙公司6类线缆的主要性能

| 频率<br>( MHz ) | 最大衰减<br>( dB/100m ) | 最小Power SunNEXT损失<br>( dB/100m ) | 最小Power Sum远端串扰 | 最大传输延迟<br>(ns/100m) |
|---------------|---------------------|----------------------------------|-----------------|---------------------|
| 1             | 2.0                 | 72                               | 65              | 570                 |
| 4             | 3.7                 | 63                               | 53              | 552                 |
| 10            | 5.9                 | 57                               | 45              | 547                 |
| 16            | 7.6                 | 54                               | 41              | 545                 |
| 20            | 8.5                 | 53                               | 39              | 543                 |
| 25            | 9.5                 | 51                               | 37              | 542                 |
| 31.25         | 10.7                | 50                               | 35              | 541                 |
| 62.5          | 15.5                | 45                               | 29              | 540                 |
| 100           | 19.9                | 42                               | 25              | 539                 |
| 200           | 29.1                | 38                               | 19              | 538                 |
| 300           | 33.0                | 36                               | 17              | 537                 |

4. 布线标准：几个关键问题

布线标准正文现在已是一个相对成熟的文本，6类的要点包括：

- 1) 在200MHz时6类通道必须提供正的（+ve）PSACR值（0.1dB）
- 2) 6类通道包括2、3、或者4个接头连接链路
- 3) 6类通道所定义的公式频率值而非现场频率值是 250MHz。带宽提升至 250MHz是应IEEE802委员会定义新布线标准中满足零值ACR值而提升频率25%的要求来制定的。
- 4) 电缆和元器件的性能参数需从通道系统中返回计算
- 5) 6类元器件应具备相互兼容性 允许不同厂商产品混合使用
- 6) 6类元器件应具备向下兼容5类和增强型5类的特性

上述最后两点将给接插件厂带来更多竞争。然而，6类系统的回路损耗问题尚未完全解决，电缆和接插件的性能指标需要得到更多改进。回路损耗是一个非常重要的系统性能参数，EIA/TIA子委员会在568A（5e）附录5中提议采用更为严格的接插件和电缆回路损耗级别，来确保达到系统所限定的级别要求，同样的在6类系统中要比增强型5类增加更多要求。

5. 当前工业性能标志

| 性能标志           | 工业标准/规定                                                                                                                                                                                                                                                          | 性能参数                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5类布线系统         | <ul style="list-style-type: none"><li>• 5类的初始工业性能说明</li><li>- TIA/EIA - 568 - A 5类</li><li>- ISO/IEC 11801 D级</li><li>- CENELEC EN 50173 D级</li><li>- AS/EIA 3080：1996；D级</li><li>• TIA/EIA - 568 - A目前被修订，增加了等级远端串扰和返回损耗的要求。</li><li>• 考虑了布线技术的最低性能要求</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• 带宽性能：1至100MHz</li><li>• 100MHz时ANSI/TIA/EIA - 568 - A在最坏情况下的链接性能要求。</li><li>- 近端串扰和（损耗）29.3dB</li><li>- 衰减21.6dB</li><li>- 信噪比（ACR）7.7dB</li><li>- 等级远端串扰TBD</li><li>- 回波损耗TBD</li></ul>                                      |
| 超5类布线系统        | <ul style="list-style-type: none"><li>• TIA/EIA - 568 - A草案附录 4对100ohm 超5类的附加传输性规格</li><li>- 针对所有4对线和全双工传输的应用。</li><li>- 提供了比5类更高的性能余量。</li><li>- 布线系统的认识有进步。</li><li>- 将更多参数考虑进去，如：近端串扰和，远端串扰和，回波损耗，接入损耗及均衡</li></ul>                                           | <ul style="list-style-type: none"><li>• 带宽性能：1至100MHz</li><li>• 按ANSI/TIA/EIA - 568A草案附录规定的，100MHZ时最坏情况下的链路性能要求。</li><li>- 近端串扰和（损耗）29.3dB</li><li>- 衰减21.6dB</li><li>- 信噪比总和7.7dB</li><li>- 等级远端串扰TBD</li><li>- 回波损耗TBD</li><li>- 接入损耗TBD</li><li>- 均衡性TBD</li></ul> |
| 6类布线系统<br>(建议) | <ul style="list-style-type: none"><li>• 由原来欧洲的一个300MHz的布线标准发展的，它与EN50173完全相符，而且在300MHz下ACR值是理想的。</li><li>• 最近，ISO/IEC 11801 - A建议6类/E级规定系统信道性能要达到200MHz。</li><li>• NETCONNECT QUANTUM（UTP）和PiMF300（SFTP）系统都优于这些要求</li></ul>                                      | <ul style="list-style-type: none"><li>• 带宽性能：1至300MHz</li><li>• ISO/IEC 11801信道带宽：1-200MHz（建议）</li><li>• 按ISO/IEC JTC 1/SC 25/WG3建议在最坏情况下信道的性能要求。</li><li>- 串扰总和（损耗）31.9dB</li><li>- 衰减31.8dB</li><li>- ACR总和1dB</li><li>• ISO/ICE 11801将就此类的性能颁布一个证明文件</li></ul>     |
| 7类布线系统<br>(建议) | <ul style="list-style-type: none"><li>• 最初是由EDIN 4431-5定义的E级（德国建立的新一代铜缆性能类别）。</li></ul>                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"><li>• 带宽性能：1至600MHz</li><li>• 按EDIN 44312-5规定，在600MHz</li></ul>                                                                                                                                                                     |

| 性能标志 | 工业标准/规定                                   | 性能参数                                                                                           |
|------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | • 最近，ISO/IEC 11801建议7类/F级的系统信道性能要达到600MHz | 时最坏情况下的链接性能要求。<br>-近端串扰（损耗）50.0dB<br>-衰减50.0dB<br>-ACR>4.0dB<br>• ISO/ICE 11801将就此类的性能公布一份证明文件 |

2.3 同轴电缆的品种、性能与标准

1. 同轴电缆的主要电气参数

(1) 同轴电缆的特性阻抗

同轴电缆的平均特性阻抗为50W+2W，沿单根同轴电缆阻抗的周期性变化可达+\_3W的弦波中心平均值，其长度小于2m。

(2) 同轴电缆的衰减

500m长的电缆段的衰减值，当用10MHz的正弦波进行测量时，不超过8.5dB（17dB/km），而用5MHz的正弦波进行测量时不超过6.0dB（12dB/km）。

(3) 同轴电缆的传播速度

最低传播速度为0.77c(c为光速)。

(4) 同轴电缆直流回路电阻

电缆的中心导体的电阻，加上屏蔽层的电阻总和不超过10mW/m（在20 测量）。

2. 同轴电缆的物理参数

同轴电缆是由中心导体、绝缘材料层、网状织物构成的屏蔽层以及外部隔离材料层组成，其结构如图2-19所示。

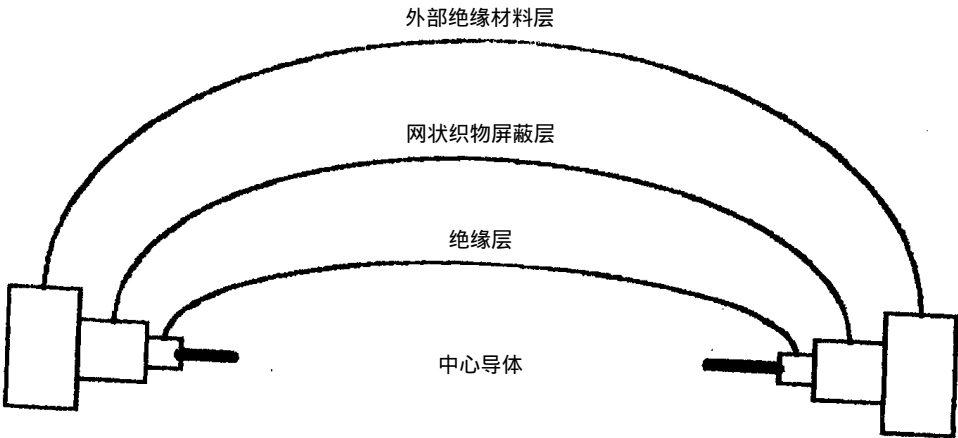


图2-19 同轴电缆结构示意图

同轴电缆具有足够的可柔性，能支持254mm（10in）的弯曲半径。中心导体是直径为2.17mm±0.013mm的实心铜线。绝缘材料要求满足同轴电缆电气参数的绝缘材料。屏蔽层是满足传输阻抗和ECM规范说明的金属带或薄片组成，屏蔽层的内径为6.15mm，外径8.28mm。

外部隔离材料一般选用聚氯乙烯（如PVC）或类似材料。

在计算机网络布线系统中，对同轴电缆的粗缆和细缆有3种不同的构造方式，即细缆结构、细缆结构和粗/细缆混合结构。它们的主要应用简述如下。

### (1) 细缆结构

细缆网络结构如图2-20所示。

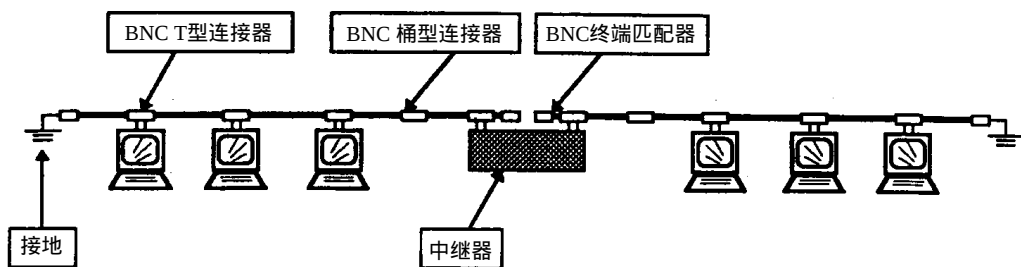


图2-20 细缆网络结构示意图

细缆网络的硬件配置如下：

1) 网络接口适配器：网络中每个结点需要一块提供BNC接口的以太网卡、便携式适配器或PCMCIA卡。

2) BNC T型连接器：细缆以太网上的每个结点通过T型连接器与网络进行连接，它水平方向的两个插头用于连接两段细缆，与之垂直的插口与网络接口适配器上的BN连接器相连。

3) 电缆系统：用于连接细缆以太网的电缆系统，包括：

- 细缆（RG-58A/U），直径为5mm，特征阻抗为50Ω的细同轴电缆；
- BNC连接器插头，安装在细缆段的两端；
- BNC桶型连接器，用于连接两段细缆；
- BNC终端匹配器，BNC 50Ω的终端匹配器安装在干线段的两端，用于防止电子信号的反射。干线段电缆的两端的终端匹配器必须有一个接地。

4) 中继器：对于使用细缆的以太网，每个干线段的长度不能超过185m，可以用中继器连接两个干线段来扩充主干电缆的长度，每个以太网中最多可以使用4个中继器，连接五段干线电缆。

细缆结构的主要技术参数如下：

- 最大的干线电缆长度：185m；
- 最大网络干线电缆长度：925m；
- 每条干线段支持的最大结点数：30；
- BNC T型连接器之间的最小距离：0.5m。

细缆结构的主要特点有以下几点：

- 容易安装；
- 造价较低；
- 网络抗干扰能力强；
- 网络维护和扩展比较困难；
- 电缆系统的断点较多，影响网络系统的可靠性。

### (2) 粗缆结构

粗缆以太网结构如图2-21所示。

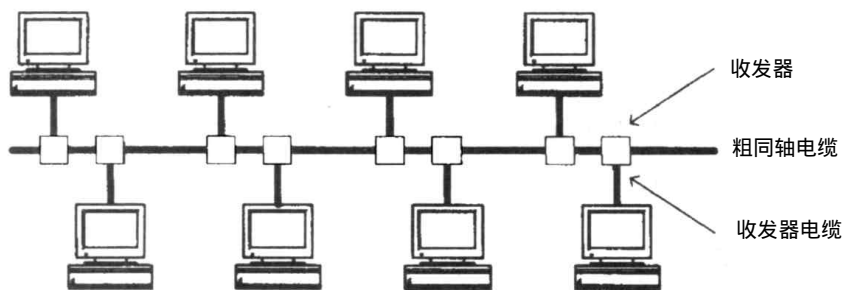


图2-21 粗缆以太网结构示意图

建立一个粗缆以太网需要如下硬件：

1) 网络接口适配器：网络中每个结点需要一块提供 AUI接口的以太网卡、便携式适配器或 PCMCIA 卡。

2) 收发器 ( transceiver )：粗缆以太网上的每个结点通过安装在干线电缆上的外部收发器与网络进行连接，在连接粗缆以太网时用户可以选择任何一种标准的以太网。例如，( IEEE802.3 ) 类型的外部收发器。

3) 收发器电缆：用于连接结点和外部收发器，通常称为 AUI 电缆。

4) 电缆系统：用于连接粗缆以太网的电缆系统，包括：

- 粗缆 ( RG-11 A/U )：直径为 10mm，特征阻抗为 50W 的粗同轴电缆，每隔 2.5m 有一个标记；

- N 系列连接器插头：安装在粗缆段的两端；

- N 系列桶型连接器：用于连接两段粗缆；

- N 系列终端匹配器：N 系列 50W 的终端匹配器安装在干线电缆段的两端，用于防止电子信号的反射。干线电缆段两端的终端匹配器必须有一个接地：

- 中继器：对于使用粗缆的以太网，每个干线段的长度不超过 500m，可以用中继器连接两个干线来扩充主干电缆的长度，每个以太网中最多可以使用 4 个中继器，连接 5 段干线电缆。

粗缆结构的主要技术参数如下：

- 最大干线段长度：500m；

- 最大网络干线电缆长度：2500m；

- 每条干线支持的最大结点数：100；

- 收发器之间最小距离：2.5m。

粗缆结构的主要特点有：

- 具有较高的可靠性，网络抗干扰能力强；

- 具有较大的地理覆盖范围，最大距离可达 2500m；

- 网络安装、维护和扩展比较困难；

- 造价高。

(3)粗/细缆混合结构的硬件配置

在建立一个粗/细混合以太网时，除需要使用与粗缆以太网和细缆以太网相同的硬件外，还必须提供粗缆和细缆之间的连接硬件，连接硬件包括：

1) N 系列插口到 BNC 插口连接器；

2) N 系列插头到 BNC 插口连接器。

粗/细缆混合结构的主要技术参数如下：

- 最大的干线长度：大于185m，小于500m；
- 最大网络干线电缆长度：大于925m，小于2500m。

为了降低系统的造价，在保证一条混合干线所能达到的最大长度的情况下，应尽可能多的使用细缆。可以用下面的公式计算出在一条混合的干线段中能够使用细缆的最大长度：

$$(500-L)/3.28=t$$

其中： $L$  要构造的干线段长度， $t$  要以使用细缆的最大长度。

例如，若要构造一条 400m的干线段，能够使用细缆的最大长度为： $(500-400)/3.28 = 30m$

粗/细缆混合结构的主要特点有

- 造价合理；
- 网络抗干扰能力强；
- 网络维护和扩展比较困难；
- 增加了电缆系统的断点数，会影响网络的可靠性。

目前，同轴电缆结构的网络只在楼宇控制、工业自动化行业使用。

## 2.4 光缆的品种与性能

### 2.4.1 什么是光纤

光导纤维是一种传输光束的细而柔韧的媒质。光导纤维电缆由一捆纤维组成，简称为光缆。光缆是数据传输中最有效的一种传输介质，本节介绍光纤的结构、光纤的种类、光纤通信系统的简述和基本构成。

光纤通常是由石英玻璃制成，其横截面积很小的双层同心圆柱体，也称为纤芯，它质地脆，易断裂，由于这一缺点，需要外加一保护层。其结构如图 2-22 所示。

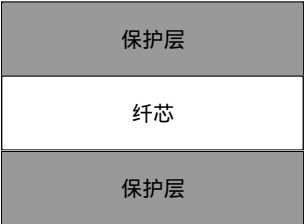


图2-22 光纤剖面结构示意图

### 2.4.2 光纤的种类

光纤主要有两大类，即单模/多模和折射率分布类。

#### 1. 单模/多模

单模光纤 (SMF Single Mode Fibre) 的纤芯直径很小，在给定的工作波长上只能以单一模式传输，传输频带宽，传输容量大。光信号可以沿着光纤的轴向传播，因此光信号的损耗很小，离散也很小，传播的距离较远。单模光纤 PMD 规范建议芯径为  $8\sim 10\mu m$ ，包括包层直径为  $125\mu m$ 。多模光纤 (MMF Multi Mode Fibre) 是在给定的工作波长上，能以多个模式同时传输的光纤。多模光纤的纤芯直径一般为  $50$  至  $200\mu m$ ，而包层直径的变化范围为  $125$  到  $230\mu m$ ，计算机网络用纤芯直径为  $62.5\mu m$ ，包层为  $125\mu m$ ，也就是通常所说的  $62.5\mu m$ 。与单模光纤相比，多模光纤的传输性能要差。在导入波长上分单模  $1310nm$ 、 $1550nm$ ；多模  $850nm$ 、 $1300nm$ 。

#### 2. 折射率分布类

折射率分布类光纤可分为跳变式光纤和渐变式光纤。

跳变式光纤纤芯的折射率和保护层的折射率都是常数。在纤芯和保护层的交界面折射率呈阶梯型变化。渐变式光纤纤芯的折射率随着半径的增加而按一定规律减小，到纤芯与保护层交界处减小为保护层的折射率。纤芯的折射率的变化是近似抛物线型。折射率分布类光纤光束传输示意图如图 2-23 所示。

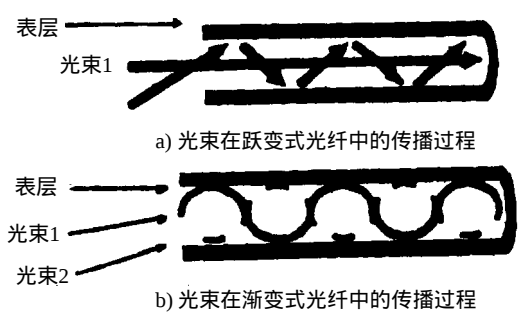


图2-23 光在折射率分布类光纤中的传输过程

因此，光纤种类可用表 2-29 表示。

表2-29 光纤的种类

| 类 别    | 分 类         |
|--------|-------------|
| 传输模数类  | 单模光纤，多模光纤   |
| 折射率分布类 | 跳变式光纤，渐变式光纤 |

2.4.3 光纤通信系统简述

1. 光纤通信系统

光纤通信系统是以光波为载体、光导纤维为传输介质的通信方式，起主导作用的是光源、光纤、光发送机和光接收机。

- 1) 光源 光源是光波产生的根源；
- 2) 光纤 光纤是传输光波的导体；
- 3) 光发送机 光发送机负责产生光束，将电信号转变成光信号，再把光信号导入光纤；
- 4) 光接收机 光接收机负责接收从光纤上传输过来的光信号，并将它转变成电信号，经解码后再作相应处理。光纤通信系统的基本构成如图 2-24 所示。



图2-24 光纤通信系统构成

2. 光纤通信系统主要优点

- 1) 传输频带宽、通信容量大，短距离时达几千兆的传输速率；
- 2) 线路损耗低、传输距离远；
- 3) 抗干扰能力强，应用范围广；

- 4) 线径细、质量小；
- 5) 抗化学腐蚀能力强；
- 6) 光纤制造资源丰富。

在网络工程中，一般是 62.5μm/125μm 规格的多模光纤，有时也用 50μm/125μm 和 100μm/140μm 规格的多模光纤。户外布线大于 2km时可选用单模光纤。在进行综合布线时需要了解光纤的基本性能，下面以 AMP（安普）公司的光纤线缆产品为例介绍多模光纤的特性、光纤的温度适用范围，如表2-30和表2-31所示。

表2-30 光纤特性说明

|               | 单模<br>( 1310/1550nm ) | 多模<br>50/125<br>(850/1330nm) | 多模<br>LSZH 50/125<br>(850/1300nm) | 多模<br>62.5/125<br>(850/1300nm) | 多模扩展型<br>Grade 62.5/125<br>(850/1300nm) |
|---------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|
| 室内光纤          |                       |                              |                                   |                                |                                         |
| 最大衰减          | 0.7/0.7               | 3.5/2.0                      | 3.5/2.0                           | 3.5/1.0                        | 3.5/1.0                                 |
| 典型衰减          | 0.5/0.5               | 2.6/1.1                      | 2.6/1.1                           | 2.9/0.9                        | 2.9/0.9                                 |
| 带宽(MHz/km)    | -/-                   | 400/400                      | 400/400                           | 160/500                        | 200/600                                 |
| 室外光纤          |                       |                              |                                   |                                |                                         |
| 最大衰减          | 0.5/0.4               | 3.5/2.0                      | 3.5/2.0                           | 3.5/1.0                        | 3.5/1.0                                 |
| 典型衰减          | 0.4/0.3               | 2.6/1.1                      | 2.6/1.1                           | 2.9/0.9                        | 2.9/0.9                                 |
| 带宽 ( MHz/km ) | -/-                   | 400/400                      | 400/400                           | 160/500                        | 200/600                                 |

表2-31 光纤使用温度范围

|      | 室内和阻燃型                      | 低烟及无毒气性能 ( SZH )            |
|------|-----------------------------|-----------------------------|
| 室内光纤 |                             |                             |
| 储存   | -40 ~ + 85°C(-40 ~ + 185°F) | -10 ~ + 60°C(-40 ~ + 140°F) |
| 应用   | -20 ~ + 85°C(-40 ~ + 185°F) | -10 ~ + 60°C(-40 ~ + 140°F) |
|      | 标准光纤                        | LSZH及铝外衣                    |
| 室内光纤 |                             |                             |
| 储存   | -40 ~ + 75°C(-40 ~ + 167°F) | -20 ~ + 60°C(-4 ~ + 190°F)  |
| 应用   | -40 ~ + 75°C(-40 ~ + 167°F) | -20 ~ + 60°C(-4 ~ + 190°F)  |

为了便于阅读表2-32、表2-33、表2-34、表2-35、表2-36、表2-37，下面对直径、质量、拉力和弯曲半径解释如下：

- 1) 直径：单位用mm；
- 2) 质量：单位用kg/km；
- 3) 拉力：单位用N（牛顿），对拉力分两种情况说明，安装时最大为2700N，约合609lbf。
- 4) 弯曲半径：指光缆安装拐弯时的弯曲半径。

2.4.4 光缆的种类和机械性能

1. 单芯互联光缆

主要应用范围包括：

- 1) 跳线；

- 2) 内部设备连接；
- 3) 通信柜配线面板；
- 4) 墙上出口到工作站的连接；
- 5) 水平拉线，直接端接；
- 6) 适于使用环氧树脂或LIGHTCRIMP连接头端接。

主要性能及优点如下：

- 1) 高性能的单模和多模光纤符合所有的工业标准；
- 2) 900μm 紧密缓冲外衣易于连接与剥除；
- 3) Aramid抗拉线增强组织提高对光纤的保护；
- 4) UL/CAS 验证符合OFNR和OFNP性能要求；
- 5) 设计和测试均根据 Bellcore GR-409-CORE及IEC793-1/794-1标准；

扩展级别62.5/125μm 符合ISO/IEC 1180。单芯互联光缆物理结构如图 2-25所示。

## 2. 双芯互联光缆

主要应用范围包括：

- 1) 交连跳线；
- 2) 水平走线，直接端接；
- 3) 光纤到桌；
- 4) 通信柜配线面板；
- 5) 墙上出口到工作站的连接；
- 6) 适于使用环氧树脂或LIGHTCRIMP连接头端接。

双芯互联光缆除具备单芯互联光缆所有的主要性能优点之外，还具有光纤之间易于区分的优点。

双芯互联光缆物理结构如图 2-26所示。

当然还有4芯光缆，其物理结构如图 2-27所示。

对于互联光缆的机械性能用表 2-32说明。



图2-25 单芯光缆

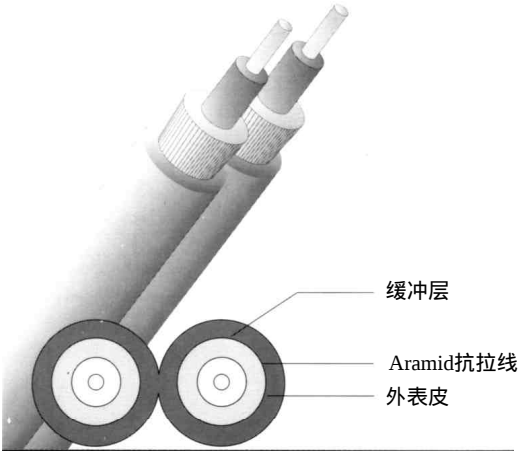


图2-26 双芯光缆

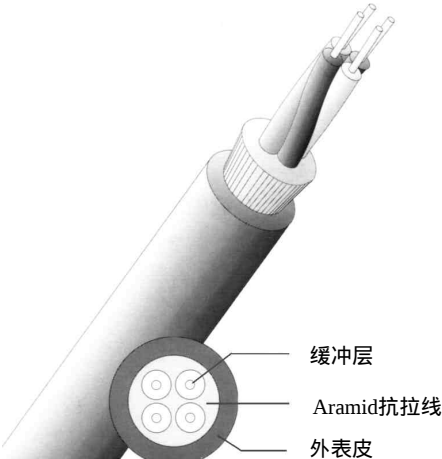


图2-27 四芯光缆

表2-32 互联光缆的机械性能说明

| 光纤<br>种类   | 型号       | 50/125     | 62.5/125 | 延展型光纤      | 直径                           | 质量 [ kg/km   | 拉力[N(lbf) ]   | 弯曲半径[cm(in)] |              |              |
|------------|----------|------------|----------|------------|------------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
|            | 单模       |            |          | 62.5/125   | (mm)                         | (1bf/kft) ]  | 安装时           | 长期           | 安装           | 长期           |
| 上升型        |          |            |          |            |                              |              |               |              |              |              |
| 单纤<br>光缆   | 503016-4 | 503016-2   | 503016-1 | 503016-5   | 3.0<br>(0.12)                | 9<br>(6.0)   | 500<br>(113)  | 300<br>(68)  | 4.5<br>(1.8) | 3.0<br>(1.2) |
| 双芯双<br>套光缆 | 502983-4 | 502983-2   | 502981-1 | 502983-5   | (3.0 ◇ 6.0)<br>(0.12 ◇ 0.24) | 18<br>(12.1) | 1000<br>(226) | 480<br>(108) | 4.5<br>(1.8) | 3.0<br>(1.9) |
| 双纤单<br>套光缆 | 50298-4  | 502983-2   | 502984-1 | 502984-5   | 4.8<br>(0.19)                | 18<br>(12.1) | 1400<br>(316) | 600<br>(135) | 7.1<br>(2.8) | 4.7<br>(1.9) |
| 四芯<br>光缆   | 502985-4 | 502985-2   | 502985-1 | 502985-5   | 4.8<br>(0.19)                | 19<br>(12.7) | 1400<br>(316) | 600<br>(135) | 7.1<br>(2.8) | 4.7<br>(1.9) |
| 加强型        |          |            |          |            |                              |              |               |              |              |              |
| 单纤<br>光缆   | 503015-4 | 503015-2   | 503015-1 | 503015-5   | 3.0<br>(0.12)                | 9<br>(6.0)   | 500<br>(113)  | 300<br>(68)  | 4.5<br>(1.8) | 3.0<br>(1.2) |
| 双芯双<br>套光缆 | 502986-4 | 502986-2   | 502986-1 | 502986-5   | (3.0 ◇ 6.0)<br>(0.12 ◇ 0.24) | 9<br>(6.0)   | 500<br>(113)  | 300<br>(68)  | 4.5<br>(1.8) | 3.0<br>(1.2) |
| 双纤单<br>套光缆 | 502987-4 | 502987-2   | 502987-1 | 502987-5   | 4.8<br>(0.19)                | 18<br>(12.1) | 1400<br>(316) | 600<br>(135) | 7.1<br>(2.8) | 4.7<br>(1.9) |
| 四芯<br>光缆   | 502988-4 | 502988-2   | 502988-1 | 502988-5   | 4.8<br>(0.19)                | 19<br>(12.7) | 1400<br>(316) | 600<br>(135) | 7.1<br>(2.8) | 4.7<br>(1.9) |
| LSZH       |          |            |          |            |                              |              |               |              |              |              |
| 单纤<br>光缆   |          | 349213-1   |          | 349210-1   | 3.0<br>(0.12)                | 9<br>(6.0)   | 150<br>(34)   |              | 4.5<br>(1.8) |              |
| 双芯双<br>套光缆 |          | 349214-1   |          | 349211-1   | (3.0 ◇ 6.0)<br>(0.12 ◇ 0.24) | 19<br>(12.7) | 200<br>(45)   |              | 4.5<br>(1.8) |              |
| 双纤单<br>套光缆 |          | 1-349229-0 |          | 1-349229-1 | 4.0<br>(0.16)                | 30<br>(20.1) | 500<br>(113)  |              | 7.0<br>(2.8) |              |
| 四芯<br>光缆   |          | 349229-6   |          | 349229-1   | 4.0<br>(0.16)                | 30<br>(20.1) | 500<br>(113)  |              | 7.0<br>(2.8) |              |

3. 分布式光缆

主要应用范围包括：

- 1) 多点信息口水平布线；
- 2) 垂直布线；
- 3) 大楼内主干布线；
- 4) 从设备间到无源跳线间的连接；
- 5) 从主干分支到各楼层应用；
- 6) 适于胶水型光纤连接头以及LIGHTCRIMP 光纤头端接。

主要性能优点包括：

- 1) 高性能的单模和多模光纤符合所有的工业标准；
- 2) 900μm 紧密缓冲外衣易于连接与剥除；
- 3) 按照EZA标准色码标识；
- 4) UL/CSA 验证符合OFNR和OFNP性能要求；
- 5) 设计和测试均根据 Bellcore GR-409-CORE及IEC793-1/794-1标准；
- 6) 扩展级别62.5/125μm 符合ISO/IEC1180（1995标准）；

7) 防护网可抵挡尖锐物损伤。

分布式光缆分多单元分散型12芯光缆和多单元分散式24~72芯光缆两种。它的物理结构如图2-28所示。

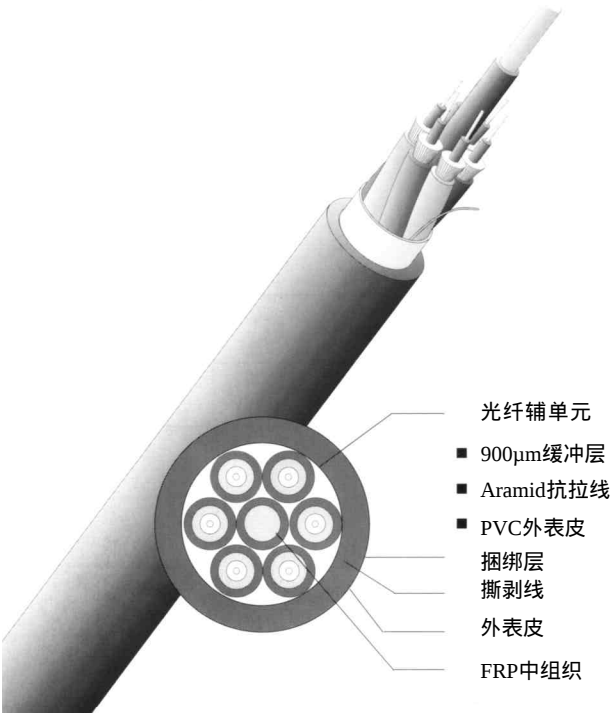


图2-28 分布式光缆

对于分布式光缆的机械性能用表2-33说明。

表2-33 分布式光缆的机械性能

| 光纤<br>种类          | 型号<br>单模 | 50/125   | 62.5/125 | 延展型<br>光纤<br>62.5/125 | 纤芯数量<br>( 纤芯/单元 ) | 直径<br>[mm(in)] | 质量<br>[ kg/km<br>(1bf/kft) ] | 拉力<br>[N(lbf) ] |              | 弯曲半径<br>[cm(in)] |              |
|-------------------|----------|----------|----------|-----------------------|-------------------|----------------|------------------------------|-----------------|--------------|------------------|--------------|
|                   |          |          |          |                       |                   |                |                              | 安装时             | 长期           | 安装               | 长期           |
| 分布式上<br>升光缆       | 502989-4 | 502989-2 | 502989-1 | 502989-5              | 6(6)              | 6.5<br>(0.24)  | 39<br>(26)                   | 1514<br>(341)   | 757<br>(171) | 9.8<br>(3.9)     | 6<br>(2.4)   |
|                   | 502990-4 | 502990-2 | 502990-1 | 502990-5              | 8(8)              | 6.8<br>(0.27)  | 42<br>(28)                   | 1514<br>(341)   | 757<br>(171) | 13(5.1)          | 7<br>(2.8)   |
|                   | 502991-4 | 502991-2 | 502991-1 | 502993-5              | 12(12)            | 7.1<br>(0.28)  | 48<br>(32)                   | 1892<br>(427)   | 946<br>(213) | 15<br>(5.9)      | 8<br>(3.2)   |
| 分布式加<br>强光缆       | 502993-4 | 502993-2 | 502993-1 | 502993-5              | 6(6)              | 4.7<br>(0.19)  | 19<br>(13)                   | 1100<br>(248)   | 440<br>(99)  | 7.0<br>(2.8)     | 5.2<br>(2.0) |
|                   | 502994-4 | 502994-2 | 502994-1 | 502994-5              | 12(12)            | 5.2<br>(0.20)  | 28<br>(19)                   | 1400<br>(316)   | 500<br>(113) | 7.8<br>(3.07)    | 5.2<br>(2.0) |
| 分布式<br>LSZH<br>光缆 |          | 349229-7 |          | 349229-2              | 6(6)              | 6.0<br>(0.23)  | 40<br>(27)                   | 500<br>(113)    |              | 9<br>(3.5)       |              |
|                   |          | 349229-8 |          | 349229-3              | 8(8)              | 6.0<br>(0.23)  | 40<br>(27)                   | 500<br>(13)     |              | 9<br>(3.5)       |              |
|                   |          | 349229-9 |          | 349229-4              | 12(12)            | 6.7            | 50                           | 500             |              | 14               |              |

| 光纤<br>种类 | 型号<br>单模 | 50/125     | 62.5/125 | 延展型            | 纤芯数量<br>(纤芯/单元) | 直径<br>[mm(in)] | 质量                     | 拉力        |        | 弯曲半径     |       |
|----------|----------|------------|----------|----------------|-----------------|----------------|------------------------|-----------|--------|----------|-------|
|          |          |            |          | 光纤<br>62.5/125 |                 |                | [ kg/km<br>(1bf/kft) ] | [N(lbf) ] | 安装时 长期 | [cm(in)] | 安装 长期 |
| 分布式      |          |            |          |                |                 | (0.27)         | (34)                   | (113)     |        | (5.5)    |       |
| LSZH     |          | 1-349229-0 |          | 349229-5       | 16(16)          | 6.7            | 50                     | 500       |        | 14       |       |
| 光纜       |          |            |          |                |                 | (0.27)         | (34)                   | (113)     |        | (5.5)    |       |
| 分布式      | 502992-4 | 502992-2   | 502992-1 | 502992-5       | 24(6)           | 13.7           | 154                    | 2500      | 1100   | 30       | 15    |
| 多单元      |          |            |          |                |                 | (0.55)         | (103)                  | (564)     | (147)  | (12)     | (6)   |
| 上升光纜     | 769646-4 | 769646-2   | 769646-2 |                | 24(12)          | 6.6 ◇ 12.3     | 92                     | 3785      | 1895   | 10       | 6.6   |
|          |          |            |          |                |                 | (0.26 ◇ 0.49)  | (62)                   | (850)     | (425)  | (3.9)    | (2.6) |
|          | 503013-4 | 502013-2   | 503013-1 | 503013-5       | 36(12)          | 13.7           | 154                    | 4000      | 2000   | 36       | 18    |
|          |          |            |          |                |                 | (0.55)         | (103)                  | (440)     | (451)  | (14)     | (7)   |
|          | 503014-4 | 503014-2   | 503014-1 | 503014-5       | 48(12)          | 15.0           | 193                    | 5000      | 2500   | 38       | 19    |
|          |          |            |          |                |                 | (0.59)         | (129)                  | (293)     | (564)  | (15)     | (7.5) |
|          | 769617-4 | 769617-2   | 769617-1 | 769617-5       | 60(12)          | 18.3           | 283                    | 1950      | 950    | 46       | 23    |
|          |          |            |          |                |                 | (0.72)         | (190)                  | (440)     | (214)  | (18)     | (9)   |
|          | 503023-4 | 503023-2   | 503023-1 | 503023-5       | 72(12)          | 18.3           | 283                    | 1950      | 950    | 46       | 23    |
|          |          |            |          |                |                 | (0.72)         | (190)                  | (440)     | (214)  | (18)     | (9)   |
| 分布式多     | 503209-4 | 503209-2   | 503209-1 |                | 24(6)           | 13.7           | 154                    | 2500      | 1100   | 21       | 14    |
| 单元加强     |          |            |          |                |                 | (0.54)         | (130)                  | (564)     | (248)  | (8.1)    | (5.4) |
| 型光纜      | 769647-4 | 769647-2   | 769647-1 |                | 24(12)          | 7.3 ◇ 12.9     | 92                     | 3785      | 1895   | 11       | 7.4   |
|          |          |            |          |                |                 | (0.29 ◇ 0.51)  | (62)                   | (850)     | (425)  | (4.4)    | (2.9) |
|          | 503210-4 | 503210-2   | 503210-1 |                | 48(12)          | 15.0           | 193                    | 5000      | 2500   | 23       | 15    |
|          |          |            |          |                |                 | (0.59)         | (129)                  | (1128)    | (564)  | (8.9)    | (2.9) |

4. 分散式光纜

主要应用范围包括以下几点：

- 1) 高性能的单模和多模光纤符合所有的工业标准；
- 2) 900μm 紧密缓冲外衣易于连接与剥除；
- 3) 2.4mm独立光纤辅单元，允许带套连接头端接；
- 4) UL/CSA 验证符合OFNR和OFNP性能要求；
- 5) 设计和测试均根据 Bellcore GR-409-CORE及IEC793-1/794-1标准；
- 6) 扩展级别62.5/125符合ISO/IEC 11801（1995标准）；
- 7) 走线方式高度灵敏；
- 8) Aramid 抗拉线增强组织对光纤的保护。

分散式光纜有4芯、6芯、8芯、12芯。它的物理结构如图2-29所示。

对于分散式光纜，其机械性能用表2-34说明。

表2-34 分散式光纜的机械性能

| 光纤<br>种类     | 型号<br>单模 | 50/125   | 62.5/125 | 延展型            | 纤芯数量<br>(纤芯/单元) | 直径<br>[mm(in)] | 质量                     | 拉力        |        | 弯曲半径     |       |
|--------------|----------|----------|----------|----------------|-----------------|----------------|------------------------|-----------|--------|----------|-------|
|              |          |          |          | 光纤<br>62.5/125 |                 |                | [ kg/km<br>(1bf/kft) ] | [N(lbf) ] | 安装时 长期 | [cm(in)] | 安装 长期 |
| 可分离式<br>主干光纜 | 503011-4 | 503011-2 | 503011-1 | 503011-5       | 4               | 8.5            | 64                     | 850       | 400    | 17       | 8.5   |
|              |          |          |          |                |                 | (0.33)         | (43)                   | (192)     | (90)   | (6.7)    | (3.3) |
|              | 503011-4 | 503011-2 | 503011-1 | 503011-5       | 6               | 10.0           | 88                     | 1300      | 650    | 20       | 10    |
|              |          |          |          |                |                 | (0.39)         | (59)                   | (293)     | (147)  | (8)      | (4)   |

| 光纤<br>种类                   | 型号<br>单模 | 50/125   | 62.5/125 | 延展型<br>光纤 | 纤芯数量<br>(纤芯/单元) | 直径<br>[mm(in)] | 质量                     | 拉力            |               | 弯曲半径        |             |
|----------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------------|----------------|------------------------|---------------|---------------|-------------|-------------|
|                            |          |          |          | 62.5/125  |                 |                | [ kg/km<br>(1bf/kft) ] | [N(lbf) ]     | 安装时           | 长期          | 安装          |
| 可分离式<br>加强型<br>3.0mm<br>单位 | 769639-4 | 769639-2 | 769639-1 | 769639-5  | 8               | 11.8<br>(0.46) | 121<br>(81)            | 1700<br>(383) | 850<br>(192)  | 24<br>(9.5) | 12<br>(4.7) |
|                            | 295012-4 | 295012-2 | 295012-1 | 295012-5  | 12              | 14.6<br>(0.57) | 198<br>(133)           | 2600<br>(586) | 1300<br>(293) | 30<br>(12)  | 15<br>(6)   |
|                            | 503017-4 | 503017-2 | 503017-1 |           | 4               | 9.3<br>(0.37)  | 84<br>(56)             | 850<br>(192)  | 400<br>(90)   | 18<br>(7.1) | 9<br>(3.5)  |
|                            | 502995-4 | 502995-2 | 502995-1 |           | 6               | 11<br>(0.43)   | 102<br>(68)            | 1300<br>(293) | 650<br>(147)  | 22<br>(8.7) | 11<br>(4.3) |

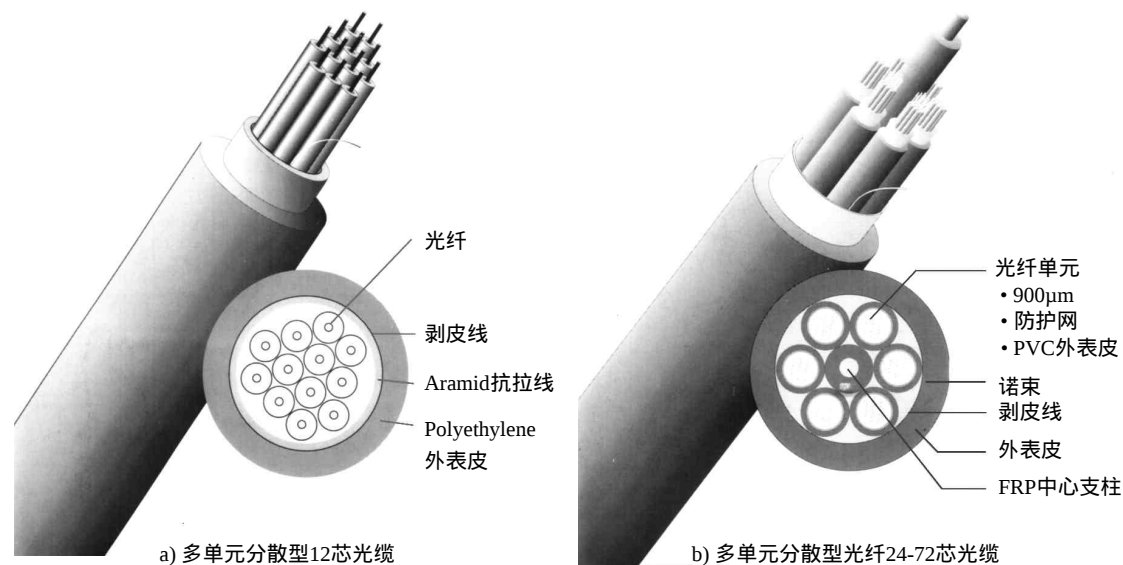


图2-29 分散式光缆

## 5. 室外光缆4~12芯铠装型与全绝缘型

主要应用范围包括：

- 1) 园区中楼宇之间的连接；
- 2) 长距离网络；
- 3) 主干线系统；
- 4) 本地环路和支路网络；
- 5) 严重潮湿、温度变化大的环境；
- 6) 架空连接（和悬缆线一起使用）、地下管道或直埋、悬吊缆/服务缆。

主要性能优点包括：

- 1) 高性能的单模和多模光纤符合所有的工业标准；
- 2) 900 $\mu$ m 紧密缓冲外衣易于连接与剥除；
- 3) 套管内具有独立TLA彩色编码的光纤；
- 4) 轻质的单通道结构节省了管内空间，管内灌注防水凝胶，以防止水渗入。

- 5) 设计和测试均根据 Bellcore GR-20-CORE 标准；
- 6) 扩展级别 62.5/125 符合 ISO/IEC 11801（1995 标准）；
- 7) Aramid 抗拉线增强组织提高对光纤的保护；
- 8) 聚乙烯外衣在紫外线或恶劣的室外环境有保护作用；
- 9) 低磨擦的外皮使之可轻松穿过管道，完全绝缘或铠装结构，撕剥线使剥离外表更方便。
- 室外光缆有 4 芯、6 芯、8 芯、12 芯，又分铠装型和全绝缘型。它的物理结构如图 2-30 所示。

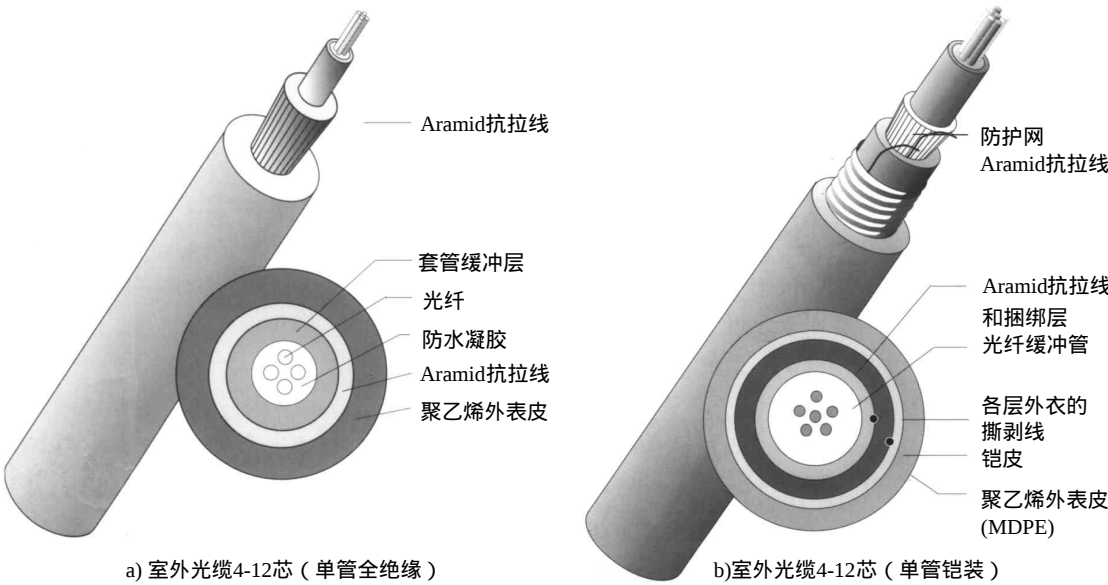


图2-30 室外光缆4～12芯

对于室外光缆的机械性能如表 2-35 所示。

表2-35 室外光缆的机械性能

| 光纤<br>种类    | 型号<br>单模 | 50/125   | 62.5/125 | 延展型<br>光纤<br>62.5/125 | 纤芯数量<br>(纤芯/单元) | 直径<br>[mm(in)] | 质量<br>[ kg/km<br>(1bf/kft) ] | 拉力<br>[N(lbf) ] |      | 弯曲半径<br>[cm(in)] |       |
|-------------|----------|----------|----------|-----------------------|-----------------|----------------|------------------------------|-----------------|------|------------------|-------|
|             |          |          |          |                       |                 |                |                              | 安装时             | 长期   | 安装               | 长期    |
| 松散套<br>管型   | 769507-4 | 769507-2 | 769507-1 | 769507-5              | 4               |                |                              |                 |      |                  |       |
|             | 769509-4 | 769509-2 | 769509-1 | 769509-5              | 6               | 7.8            | 44                           | 2700            | 440  | 16               | 8     |
|             | 769623-4 | 769623-2 | 769623-1 | 769623-5              | 8               | (0.31)         | (30)                         | (609)           | (99) | (6.3)            | (3.1) |
|             | 769510-4 | 769510-2 | 769510-1 | 769510-5              | 12              |                |                              |                 |      |                  |       |
| 单套管<br>铠装型  | 295025-4 | 295025-2 | 295025-1 | 295025-5              | 4               |                |                              |                 |      |                  |       |
|             | 295026-4 | 295026-2 | 295026-1 | 295026-5              | 6               | 10.1           | 106                          | 2700            | 440  | 20               | 10    |
|             | 295027-4 | 295027-2 | 295027-1 | 295027-5              | 8               | (0.40)         | (71)                         | (609)           | (99) | (8)              | (4)   |
|             | 295028-4 | 295028-2 | 295028-1 | 295028-5              | 12              |                |                              |                 |      |                  |       |
| 单套管铝<br>防潮膜 |          | 349265-5 |          | 349265-1              | 4               |                |                              |                 |      |                  |       |
|             |          | 349265-6 |          | 349265-2              | 6               | 7.6            | 60                           | 1000            |      | 12               |       |
|             |          | 349265-7 |          | 349265-3              | 8               | (0.03)         | (40)                         | (225)           |      | (4.7)            |       |
|             |          | 349265-8 |          | 349265-4              | 12              |                |                              |                 |      |                  |       |

6. 室外光缆24~144芯铠装型与全绝缘型

主要应用范围包括：

- 1) 园区中楼宇之间的连接；
- 2) 长距离网络；
- 3) 主干线系统；
- 4) 本地环路和支路网络；
- 5) 严重潮湿、温度变化大的环境；
- 6) 架空连接（和悬缆线一起使用）、地下管道或直埋。

主要性能优点包括：

- 1) 高性能的单模和多模光纤符合所有的工业标准；
- 2) 绝缘结构可避免雷击；
- 3) 套管内具有独立TLA彩色编码的光纤；
- 4) 轻质的单通道结构节省了管内空间，管内灌注防水凝胶，以防止水渗入；注胶芯完全由聚脂带包裹；
- 5) 设计和测试均根据 Bellcore GR-20-CORE 标准；
- 6) 扩展级别62.5/125符合ISO/IEC 11801（1995标准）；
- 7) Aramid 抗拉线增强组织提高对光纤的保护；
- 8) 聚乙烯外衣在紫外线或恶劣的室外环境有保护作用；
- 9) 低磨擦的外皮使之可轻松穿过管道，完全绝缘或铠装结构，撕剥线使剥离外表更方便。

室外光缆 24~114芯光缆分全绝缘型和铠装型，规格有 24、36、48、60、72、96、144芯7种。其物理结构如图2-31所示。

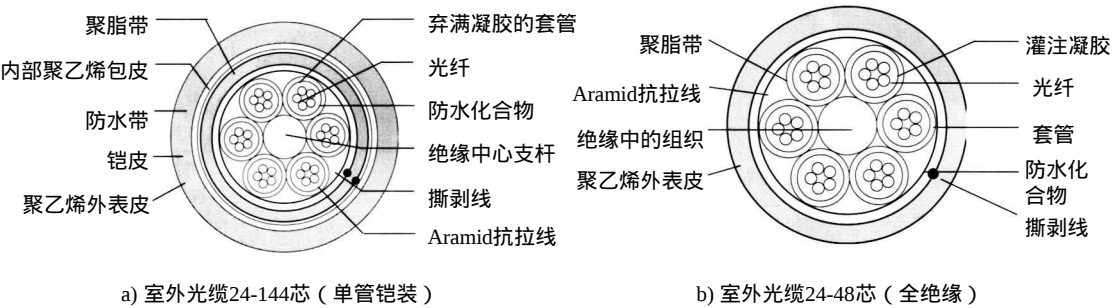


图2-31 室外光缆 24~144芯

对于室外光缆 24~144芯的机构性能用表 2-36说明。

表2-36 室外光缆 24~144芯机械性能

| 光纤<br>种类 | 型号<br>单模 | 延展型<br>光纤 |          |          |                   | 直径<br>[mm(in)] | 质量<br>[ kg/km<br>(1bf/kft) ] | 拉力        |        | 弯曲半径  |       |
|----------|----------|-----------|----------|----------|-------------------|----------------|------------------------------|-----------|--------|-------|-------|
|          |          | 50/125    | 62.5/125 | 62.5/125 | 纤芯数量<br>( 纤芯/单元 ) |                |                              | [N(lbf) ] | 安装时 长期 | 安装 长期 | 安装 长期 |
| 全绝对      | 503028-4 | 503028-2  | 503028-1 | 503028-5 | 24                | 12.0           | 123                          | 2700      | 440    | 24    | 12    |
|          |          |           |          |          | (6)               | (0.47)         | (83)                         | (609)     | (99)   | (9.5) | (4.8) |
|          | 503029-4 | 503029-2  | 503029-1 | 503029-5 | 36                | 12.0           | 123                          |           |        | 24    | 12    |
|          |          |           |          |          | (6)               | (0.47)         | (83)                         |           |        | (9.5) | (4.8) |
|          | 769511-4 | 769511-2  | 769511-1 | 769511-5 | 48                | 13.2           | 148                          |           |        | 26    | 13    |

| 光纤<br>种类 | 型号<br>单模 | 50/125   | 62.5/125 | 延展型<br>光纤 | 纤芯数量      | 直径       | 质量                     | 拉力        |        | 弯曲半径   |       |    |
|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|------------------------|-----------|--------|--------|-------|----|
|          |          |          |          | 62.5/125  | ( 纤芯/单元 ) | [mm(in)] | [ kg/km<br>(1bf/kft) ] | [N(lbf) ] | 安装时    | 长期     | 安装    | 长期 |
| 铠装       | 769518-4 | 769518-2 | 769518-1 | 769518-5  | (12)      | (0.52)   | (99)                   |           |        | (10)   | (5)   |    |
|          |          |          |          |           | 60        | 13.2     | 148                    |           |        | 26     | 13    |    |
|          | 769512-4 | 769512-2 | 769512-1 | 769512-5  | (12)      | (0.52)   | (99)                   |           |        | (10)   | (5)   |    |
|          |          |          |          |           | 72        | 13.2     | 148                    |           |        | 26     | 13    |    |
|          | 769619-6 | 769619-2 | 769619-1 | 769619-5  | (16)      | (0.52)   | (99)                   |           |        | (10)   | (5)   |    |
|          |          |          |          |           | 96        | 14.9     | 188                    |           |        | 30     | 15    |    |
|          | 769620-4 | 769620-2 | 769620-1 | 769620-5  | (12)      | (0.50)   | (126)                  |           |        | (11.8) | (5.9) |    |
|          |          |          |          |           | 144       | 18.5     | 289                    | 37        |        | 19     |       |    |
|          | 295029-4 | 295029-2 | 295029-1 | 295029-5  | (12)      | (0.73)   | (194)                  |           | (14.6) | (7.3)  |       |    |
|          |          |          |          |           | 24        | 14.5     | 224                    | 2700      | 440    | 30     | 15    |    |
|          | 295030-4 | 295030-2 | 295030-1 | 295030-5  | (6)       | (0.57)   | (150)                  | (609)     | (99)   | (12)   | (6)   |    |
|          |          |          |          |           | 36        | 14.5     | 224                    |           |        | 30     | 15    |    |
|          | 295031-4 | 295031-2 | 295031-1 | 295031-5  | (6)       | (0.57)   | (150)                  |           |        | (12)   | (6)   |    |
|          |          |          |          |           | 48        | 15.7     | 257                    |           |        | 32     | 16    |    |
|          | 295032-4 | 295032-2 | 295032-1 | 295032-5  | (12)      | (0.62)   | (172)                  |           |        | (12.6) | (6.3) |    |
|          |          |          |          |           | 60        | 15.7     | 257                    |           |        | 32     | 16    |    |
|          | 295033-4 | 295033-2 | 295033-1 | 295033-5  | (12)      | (0.62)   | (172)                  |           |        | (12.6) | (6.3) |    |
|          |          |          |          |           | 72        | 15.7     | 257                    |           |        | 32     | 16    |    |
|          | 295034-4 | 295034-2 | 295034-1 | 295034-5  | (12)      | (0.62)   | (172)                  |           |        | (12.6) | (6.3) |    |
|          |          |          |          |           | 96        | 17.4     | 309                    |           |        | 35     | 17    |    |
|          | 295035-4 | 295035-2 | 295035-1 | 295035-5  | (12)      | (0.69)   | (208)                  |           |        | (13.8) | (6.9) |    |
|          |          |          |          |           | 144       | 21.0     | 430                    |           |        | 42     | 21    |    |
|          |          |          |          |           |           |          |                        | (12)      | (0.83) | (289)  |       |    |

7. 室内/室外光缆（单管全绝缘型）

主要应用范围包括：

- 1) 不需任何互联情况下，由户外延伸入户内，线缆具有阻烯特性；
- 2) 园区中楼宇之间的连接；
- 3) 本地线路和支路网络；
- 4) 严重潮湿、温度变化大的环境；
- 5) 架空连接（和悬缆线一起使用）时；
- 6) 地下管道或直埋；
- 7) 悬吊缆/服务缆。

主要性能优点包括：

- 1) 高性能的单模和多模光纤符合所有的工业标准；
- 2) LSZH的设计符合低毒、无烟的要求；
- 3) 套管内具有独立TLA彩色编码的光纤；
- 4) 轻质的单通道结构节省了管内空间，管内灌注防水凝胶，以防止水渗入；注胶芯完全由聚酯带包裹；
- 5) 设计和测试均根据 Bellcore GR-20-CORE 标准；
- 6) 扩展级别62.5/125符合ISO/IEC 11801（1995标准）；
- 7) Aramid 抗拉线增强组织提高对光纤的保护；

- 8) 聚乙烯外衣在紫外线或恶劣的室外环境有保护作用；
- 9) 低磨擦的外皮使之可轻松穿过管道，完全绝缘或铠装结构，撕剥线使剥离外表更方便。
- 室内/室外光缆有4芯、6芯、8芯、12芯、24芯、32芯。它的物理结构如图2-32所示。

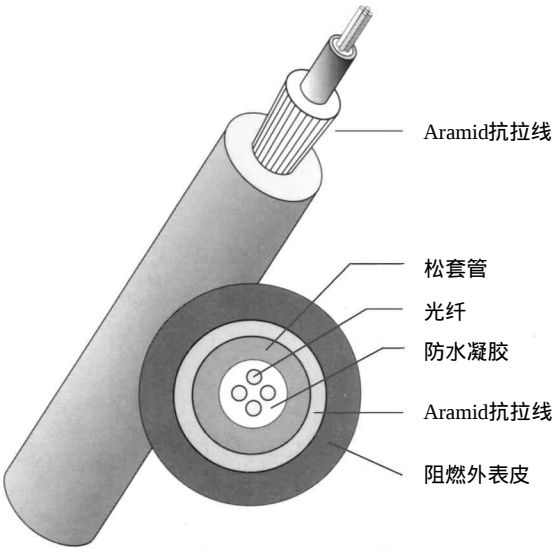


图2-32 室内/室外光缆

对于室内/室外光缆的机械性能用表2-37所示。

表2-37 室内/室外光缆的机械性能

| 光纤<br>种类   | 型号<br>单模 | 50/125   | 62.5/125 | 延展型<br>光纤<br>62.5/125 | 纤芯数量<br>(纤芯/单元) | 直径<br>[mm(in)] | 质量<br>[ kg/km<br>(1bf/kft) ] | 拉力<br>[N(lbf) ] |             | 弯曲半径<br>[cm(in)] |             |
|------------|----------|----------|----------|-----------------------|-----------------|----------------|------------------------------|-----------------|-------------|------------------|-------------|
|            |          |          |          |                       |                 |                |                              | 安装时             | 长期          | 安装               | 长期          |
| 松散管全<br>绝缘 | 76513-4  | 769513-2 | 769513-1 | 769513-5              | 4<br>(4)        | 7.8<br>(0.31)  | 44<br>(30)                   | 2700<br>(609)   | 440<br>(99) | 16<br>(6.3)      | 8<br>(3.1)  |
|            | 769518-4 | 769518-2 | 769518-1 | 769518-5              | 6<br>(6)        |                |                              |                 |             |                  |             |
|            | 769514-4 | 769514-2 | 769514-1 | 769514-5              | 12<br>(12)      |                |                              |                 |             |                  |             |
| 松套管全<br>绝缘 | 769515-4 | 769515-2 | 769515-1 | 769515-5              | 24<br>(6)       | 12.0<br>(0.47) | 123<br>(83)                  |                 |             | 24<br>(9.5)      | 12<br>(4.8) |
|            | 769516-4 | 769516-2 | 769516-1 | 769516-5              | 48<br>(12)      | 13.2<br>(0.52) | 148<br>(99)                  | 2700<br>(609)   | 440<br>(99) | 26<br>(10)       | 13<br>(5)   |
|            | 769516-4 | 769517-2 | 769517-1 | 769517-5              | 72<br>(12)      | 13.2<br>(0.52) | 148<br>(99)                  |                 |             | 26<br>(10)       | 13<br>(5)   |
| 松套管全<br>绝缘 |          | 349266-5 |          | 349266-1              | 4<br>(4)        | 8.2<br>(0.32)  | 80<br>(54)                   | 1000<br>(226)   |             | 13<br>(5.1)      |             |
|            |          | 349266-6 |          | 349266-2              | 6<br>(6)        |                |                              |                 |             |                  |             |
|            |          | 349266-7 |          | 349266-3              | 8<br>(8)        |                |                              |                 |             |                  |             |
|            |          | 349266-8 |          | 349266-4              | 12<br>(12)      |                |                              |                 |             |                  |             |

| 光纤<br>种类   | 型号<br>单模 | 50/125   | 62.5/125 | 延展型<br>光纤 | 纤芯数量<br>(纤芯/单元) | 直径           | 质量                     | 拉力                  | 弯曲半径              |               |
|------------|----------|----------|----------|-----------|-----------------|--------------|------------------------|---------------------|-------------------|---------------|
|            |          |          |          | 62.5/125  |                 | [mm(in)]     | [ kg/km<br>(1bf/kft) ] | [N(lbf) ]<br>安装时 长期 | [cm(in)]<br>安装 长期 |               |
| 松套管全<br>绝缘 |          | 349566-8 |          | 349566-4  | 12<br>(3)       | 11<br>(0.43) | 85<br>(57)             | 1000<br>(226)       |                   | 13.5<br>(5.3) |
|            |          | 349556-7 |          | 349556-3  | 16<br>(4)       |              |                        |                     |                   |               |
|            |          | 349556-5 |          | 349556-1  | 24<br>(6)       |              |                        |                     |                   |               |
|            |          | 349556-6 |          | 349556-2  | 32<br>(8)       |              |                        |                     |                   |               |

在综合布线时，应根据实际情况来选择产品。

2.5 数据传输技术中的几个术语

2.5.1 信道传输速率

通道传输速率的单位是bps、Kbps、Mbps。

1. 调制速率

在模拟通道中传输数字信号时常常使用调制解调器，在调制器的输出端输出的是被数字信号调制的载波信号，因此自调制器的输出至解调器的输入的信号速率取决于载波信号的频率。

2. 数据速率

数据速率是指信源人/出口处每秒钟传送的二进制脉冲的数目。

2.5.2 通信方式

当数据通信在点点间进行时，按照信息的传送方向，其通信方式有 3种：

- 1) 单工通信方式：是单方向传输数据，不能反向传输。
- 2) 半双工通信方式：既可单方向传输数据，也可以反方向传输，但不能同时进行。
- 3) 全双工通信方式：可以在两个不同的方向同时发送和接收数据。

2.5.3 传输方式

数据在信道上按时间传送的方式称为传输方式。当按时间顺序一个码元接着一个码元地在信道上传输时，称为串行传输方式，一般数据通信都采用这种方式。串行传输方式只需要一条通道，在远距离通信时其优点尤为突出。另一种传输方式是将一组数组一并由通信同时送到对方，这时就需要多个通路，故称为并行传输方式。计算机网络中的数据是串行方式传输的。

2.5.4 基带传输

所谓基带传输是指信道上传输的没有经过调制的数字信号。基带传输有 4种方式：

- 1) 单极性脉冲是指用脉冲的有无来表示信息的有无。电传打字机就是采用这种方式。
- 2) 双极性脉冲是指两个状态相反、幅度相同的脉冲来表示信息的两种状态。在随机二进制数字信号中，0、1出现的概率是相同的，因此在其脉冲序列中，可视直流分量为零。

- 3) 单极性归零脉冲是指在发送 1 时发送宽度小于码元持续时间的归零脉冲序列，而在传输 0 信息时，不发送脉冲。
- 4) 多电平脉冲是相对上面 3种脉冲信号而言的。脉冲信号的电平只有两个取值，故只能表示二进制信号。如果采用多电平脉冲则可表示多进制信号。

2.5.5 宽带传输

在某些信道中（如无线信道、光纤信道）由于不能直接传输基带信号，故要利用调制和解调技术，即利用基带信号对载波波形的某些参数进行调控，从而得到易于在信道中传输的被调波形。其载波通常采用正弦波，而正弦波有三个能携带信息的参数，即幅度、频率和相位，控制这三个参数之一就可使基带信号沿着信道顺利传输。当然，在到达接收端时均需作相应的反变换，以便还原成发送端的基带信号。这就是所谓的宽带传输。在局域内宽带传输一般采用同轴电缆作为传输介质。

在宽带传输中，可分为频分多路复用（FDM）技术（它可将电缆的频谱分成若干信道或频段，而后在各个分隔的频段上分别传输数据、电视信号）和时分多路复用（TDM）技术。基带传输和宽带传输的比较如表 2-38 所示。

表2-38 基带传输和宽带传输比较

| 基带传输   | 宽带传输            |
|--------|-----------------|
| 传输数字信号 | 传输模拟信号（需用调制解调器） |
| 占用整个频段 | 可采用频分复用（FDM）    |
| 双向传输   | 单向传输            |
| 总线型结构  | 总线型或树形结构        |
| 几千米范围  | 几十千米范围          |

# 第3章 网络互联设备

## 3.1 中继器和集线器

### 3.1.1 中继器

中继器（RP repeater）是连接网络线路的一种装置，常用于两个网络节点之间物理信号的双向转发工作。中继器是最简单的网络互联设备，主要完成物理层的功能，负责在两个节点的物理层上按位传递信息，完成信号的复制调整和放大功能，以此来延长网络的长度。它在 OSI 参考模型中的位置如图3-1所示。

由于存在损耗，在线路上传输的信号功率会逐渐衰减，衰减到一定程度时将造成信号失真，因此会导致接收错误。中继器就是为解决这一问题而设计的。它完成物理线路的连接，对衰减的信号进行放大，保持与原数据相同。

一般情况下，中继器的两端连接的是相同的媒体，但有的中继器也可以完成不同媒体的转接工作。从理论上讲中继器的使用是无限的，网络也因此可以无限延长。事实上这是不可能的，因为网络标准中都对信号的延迟范围作了具体的规定，中继器只能在此规定范围内进行有效的工作，否则会引起网络故障。以太网标准中就约定了一个以太网上只允许出现 5个网段，最多使用4个中继器，而且其中只有 3个网段可以挂接计算机终端。

### 3.1.2 集线器

集线器（Hub）是中继器的一种形式，区别在于集线器能够提供多端口服务，也称为多口中继器。集线器在 OSI/RM中的位置如图3-2所示。

集线器产品发展较快，局域网集线器通常分为5种不同的类型，它将对 LAN交换机技术的发展产生直接影响。

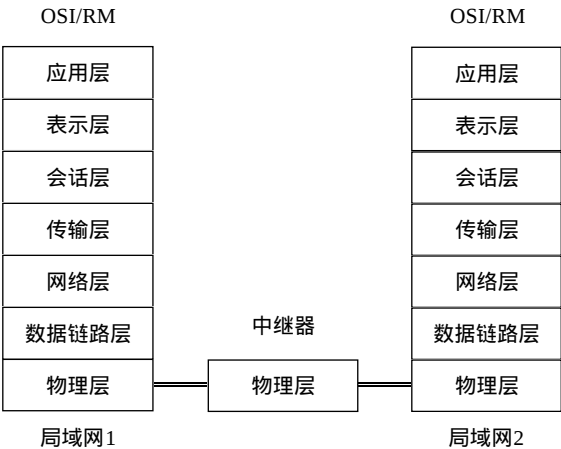


图3-1 OSI/RM上的中继器

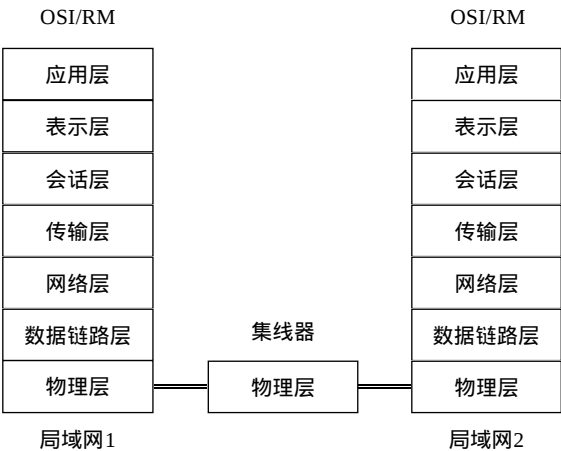


图3-2 OSI/RM中的集线器

### 1. 单中继器网段集线器

在硬件平台中，第一类集线器是一种简单中继 LAN 网段，最好的例子是叠加式以太网集线器或令牌环网多站访问部件（MAU）。某些厂商试图在可管理集线器和不可管理集线器之间划一条界限，以便进行硬件分类。这里忽略了网络硬件本身的核心特性，即它实现什么功能，而不是如何简易地配置它。

### 2. 多网段集线器

多网段集线器是从第一类集线器直接派生而来的，采用集线器背板，这种集线器带有多个中继网段。多网段集线器通常是有多个接口卡槽位的机箱系统。然而，一些非模块化叠加式集线器也支持多个中继网段。多网段集线器的主要技术优点是可以将用户的信息流量分载，网段之间的信息流量一般要求独立的网桥或路由器。

### 3. 端口交换式集线器

端口交换式集线器是在多网段集线器基础上将用户端口和背板网段之间的连接过程自动化，并通过增加端口交换矩阵（PSM）来实现的。PSM 提供一种自动工具，用于将任何外来用户端口连接到集线器背板上的任何中继网段上。这一技术的关键是“矩阵”，一个矩阵交换机是一种电缆交换机，它不能自动操作，要求用户介入。它不能代替网桥或路由器，并不提供不同 LAN 网段之间的连接性，其主要优点就是实现移动、增加和修改的自动化。

### 4. 网络互联集线器

端口交换式集线器注重端口交换，而网络互联集线器在背板的多个网段之间实际上提供一些类型的集成连接。这可以通过一台综合网桥、路由器或 LAN 交换机来完成。目前，这类集线器通常都采用机箱形式。

### 5. 交换式集线器

目前，集线器和交换机之间的界限已变得越来越模糊。交换式集线器有一个核心交换式背板，采用一个纯粹的交换系统代替传统的共享介质中继网段。此类产品已经上市，并且混合的（中继/交换）集线器很可能在以后几年控制这一市场。应该指出，集线器和交换机之间的特性几乎没有区别。

## 3.2 调制解调器

调制解调器是计算机联网中的一个非常重要的设备。它是一种计算机硬件，它能把计算机产生出来的信息翻译成可沿普通电话线传送的模拟信号。而这些模拟信号又可由线路另一端的另一调制解调器接收，并译成接收计算机可懂的语言。这一简单过程展现了计算机通信的广阔世界。本节着重介绍调制解调器能做什么，如何选择适合于您的调制解调器以及怎样将它安装在您的电脑上。

### 3.2.1 调制解调器的用途与分类

#### 1. 调制解调器的用途

调制解调器的英文单词为 Modem，它来自于英文术语 MODulator/DEModulator（调制器/解调器），它是一种翻译器。它将计算机输出的原始数字信号变换成适应模拟信道的信号，我们把这个实现调制的设备称为调制器。从已调制信号恢复为数字信号的过程称为解调，相应的设备叫做解调器。调制器与解调器合起来称为调制解调器。

在计算机联网中，往往需要将城市中的不同区域甚至在不同城市、不同国家的数据装置连接起来，使它们能相互传输数据。在这些远程连接中，不同的数据装置的空间距离有数公里甚至

至几千公里，一般用户很难为它们铺设专用的通信媒体。于是人们把眼光放在了早已遍布全球各个角落的电话网上。电话网除可用作电话通信外，还可用来开放数据传输业务。由于公司电话网最初是为适应电话通信的要求而设计的，因此它采用的是频分多路载波系统实现多个电话电路复用的模拟传输方式。每个话路的有效频带宽度为  $0.3 \sim 3.4\text{KHz}$ 。但数据终端是“1”、“0”组合的数字信号，其频带宽度远大于一个话路的带宽。为了使这种“1”、“0”数字信号能在上述的模拟信道上传送，需要把“1”、“0”数字信号变换为模拟信号的形式，在通信的另一端作相反方向的变换以便于数据终端的接收。这种功能的转换，就需要通过使用调制解调器(modem)来完成。

## 2. 调制解调器的分类

为了适应各种不同信道、不同速率的要求，有多种不同类型的调制解调器。对于调制解调器的分类方法也不尽相同，有人按调制解调器是安装在计算机内部还是外部来将它分为内部调制解调器和外部调制解调器。也有按其功能、外形、传输速率、使用线路、数据检错及压缩方法等加以分类。

### (1) 按功能分类

就功能而言，调制解调器可分为通用调制解调器及具有传真功能的调制解调器。速度从最初的110bps发展到3840bps甚至更高，而后者配上扫描仪之后，不但可以完全取代传真机，而且可由计算机直接传出传入，而不必使用纸张。

### (2) 按外形分类

就外形而，调制解调器可分为外置式、内插式、袖珍型和机架型4种。

外置式调制解调器使用RS-232接口与计算机连接，安装简单方便，各种功能指示灯齐全，极适合初学者使用。

内插式调制解调器看起来像块网卡或多功能卡，因没有外壳而价格低廉，但需占用计算机母板上的一个扩充插槽。

袖珍型调制解调器，可装在衣服口袋中，携带非常方便。

机架型调制解调器则是专为大型信息中心设计的，一般由十多台按一定格式连接在一起，装在一个机架上以便操纵。

### (3) 按传输速率分类

调制解调器的传输速率是以bps(bps)为计算单位的，标准的传输速率为1200\2400\9600\14400等。一般配备V.42bis的4倍数据压缩能力，故其实际传输速率接近于38400bps。

### (4) 按使用线路分类

调制解调器按电话线路可分为PSTN、LEASED、LINE及DDS等几种。PSTN(公用电话网)即一般家庭和办公室所使用的电话线；LEASED LINE则是一般所说的电话专线，它不计通话次数，不能拨号，只算月租费；DDS是数字数据网。其网上只能传送数据而不能传送声音信号。

### (5) 按操作模式分类

调制解调器的操作有同步和异步两种模式。一般微机使用的都是异步方式，这也是绝大多数用户使用的方式。

同步方式则使用在通信线路一端是大型主机，另一端是小型微机的情况下，此时小型微机被当成终端使用。

### (6) 按数据压缩及检错方法分类

调制解调器可以以数据检错的方法保证收到的数据正确无误，同时通过对数据进行压缩提

高有效传输速率，其中最常用的是MNP5及V.42bis。

MNP5在V.42bis标准公布之前被广泛地应用于调制解调器，包含了MNP1到4的检错协议及MNP5的压缩协议。MNP5具有双倍的压缩效率。

V.42bis是CCITT于1989年公布的4倍压缩效率的数据压缩标准，可将2400bps的调制解调器的有效传输率提高到9600bps。

### 3.2.2 调制解调器在联网中的功能与方式

#### 1. 调制解调器在联网中的功能

调制解调只是调制解调器中的基本功能，它的主要功能还包括建立连接的能力，在发送设备、接收设备和终端设备之间建立同步交换和控制，改变音频信道的能力，以及维修测试等功能。

##### (1) 数据传输功能

在数据通信系统中，数据传输是实现数据通信的基础。数据传输的方式可分为并行传输与串行传输。

- 并行传输：在并行传输中，一个字符的所有各个比特都是同时发送的，也就是说每一比特均使用单独的信道，所有比特是同时从发送端发出，并且同时抵达接收端。

数据的并行传输实际上指的是一个字符的所有比特都是并行发送的，而各个字符之间是串行传输的，即一个字符跟接在另一个字符后面串行地传输。

- 串行传输：串行传输是最常用的通信方法，它的字符以串行方式在一条信道上传输，且每个字符中的各个比特都是一个接一个的在通信线路中发送，如图3-3所示。

在接收端把这些传来的比特流组装成字符。

串行传输存在两个与接收端有关的同步问题，即比特同步和字符同步。

##### (2) 建立连接功能

建立调制解调器之间的连接，可以用人工拨号或通过自动呼叫装置来启动。在接收端，“回答”同样可由人工完成，也可用自动回答选择装置来完成。在调制解调器中若使用自动呼叫应答装置，就可以进行无人值守的通信。

- 自动应答方式：在一台调制解调器中，有自动应答器和自动呼叫器，自动应答器的主要作用是接收电话振铃信号，产生并发送单音（2100Hz）。其工作过程是：终端设备及其相连的调制解调器，从交换线上进入呼叫信号中，检测到振铃信号后，把调制解调器接入线路，并发出一种应答信号，由主叫设备接收，经过这种一问一答的联络过程以后，便可进行数据的传输。这种功能对以计算机为中心构成的终端——计算机系统特别有用，因为终端用户可直接拨入，自动连接到计算机，而无需操作员干预。

- 自动呼叫方式：自动呼叫器也叫自动拨号器，它的功能比自动应答功能多，要完成与终端和交换网两方面的接续。自动呼叫器中必须要存储需要自动呼叫的电话号码。每次呼叫的号码和顺序，呼叫成功或失败应做出处理（例：再呼或改号呼叫）等等，都要事先编好程序，并存放在自动呼叫器中的存储电路之中。呼叫时，首先通过有关接口线完成自动呼叫器与交换网的接续，然后转入逐位拨号，拨号结束后，主叫等待被叫的应答。

自动呼叫和自动应答设备的标准在V.25建议中有详细规定。

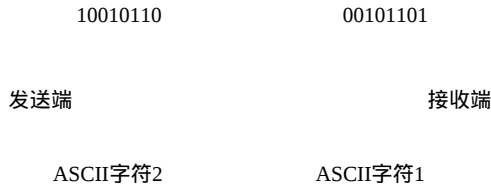


图3-3 串行传输

### (3) 同步与异步传输功能

调制解调器的工作方式必须和与它相连的终端设备的工作方式相一致，这是一条基本准则。调制解调器有的可以接收异步信号，对这些信号的定时没有严格的规定，而对高速调制解调器来说都是同步工作方式。当采用同步工作方式时，时钟设置是关键问题，它必须与 RS-232-C 接口电路引线中的 15，17，24 三个信号相配合，因此，在同步传输时只能有一个时钟源。

同步信号的时钟是从终端或计算机或调制解调器中获取。

- 由调制解调器提供时钟：由调制解调器提供时钟，提供的时钟称为内部时钟（INT）。
- 由计算机或终端提供时钟：这种方法首先要 RS-232-C 提供 24 和 17 引线，计算机能用外部时钟。

另外调制解调器也存在着串行操作和并行操作，在并行操作时，构成数据字符的全部信息位是在若干个并行的频率划分的多路信道上传输。在通常的情况下，可以简化与终端的接口，因为它不必像一般串行传输那样需要进行并行——串行转换。但是，并行操作的调制解调器更加专用化，一般只限于低速运行。

### (4) AT 命令功能

AT 命令是 Hayes 标准 AT 命令集的简称，这种命令将现有的通信标准（例如：Bell 等标准，RS-232-C 接口技术规格，美国信息交换标准 (ASCII) 数据格式，电话线连接要求等），翻译成一种命令控制的格式。Hayes AT 命令集标准已成为从个人计算机将命令送到调制解调器的标准方法。它用一台计算机或终端利用命令来操作调制解调器。这些命令是逻辑的（例如：“D”命令用于拨号，“T”命令用于音频），并易于使用。每一条命令串都以字符 AT 开头，最后缀以一个回车符来执行它们。然而每条命令的两个 AT 字符，必须以大写字母或小写字母（AT 或 at）方式输入，但一定不能以一个大写字母“A”和一个小写字母“t”来组合，这样的输入方式调制解调器无法辨认。

### (5) 诊断功能

在通信过程中若能很快找出故障的原因，并确定其在通信中的位置，这是十分重要的。因此，在调制解调器，诊断功能是非常有用的。

#### • 环路方式

根据 CCITT 建议中的 5.4 所规定的诊断测试回路，用户就能对调制解调器和线路进行测试，还能够对远端的调制解调器进行必要的检查。方法如下：把电路的发送线信号返回到接收线上，从而使调制解调器接收到它正在发送的数据。把接收到的数据与发送的数据进行比较后，便可确定该调制解调器的性能。这一工作可以在两个接口处进行，即终端与调制解调器之间的数据接口，也称数字环路，调制解调器与线路之间的接口，也称模拟环路。

#### • 其他测试功能

除环路设施外，通常调制解调器还有其他的自测试功能，如信号质量和线路电平显示以及数据位差错检测。它们分别用于测定线路的质量与已发送数据位中的差错数目。这些测试常常是很有用的，即便它们并不是最基本的功能。用户可根据实际使用情况决定是否选择带此功能的调制解调器。对于较高速率的调制解调器以及网络本身来说，其诊断功能的价值都是比较大的。

### (6) 后备功能

后备功能就是当调制解调器用于专线电路而当专线电路出现故障时，能够切换到公司电话网上工作即临时用拨号线路作后备，以保证数据传输的连续性。有时以专线切换到公用电话网的拨号线后，线路质量难以维持原有的工作速率。因此，调制解调器必须能工作于较广泛的速

率范围内。

## (7) 差错率

差错率就是传送一个给定的数据码组时，出现差错的数目。差错率与线路质量和调制解调器的性能两者有关。在传输过程中，码组差错率（误组率）比比特差错率（误码率）更为重要，若某个码组出现差错，必须重发，因此当误组率很高时，将会出现接收不到数据信息的情况，因为每次传送的码组都含有差错，这就是必须重发的缘故。

## 2. 调制解调器在联网中的方式

### (1) 话（频）带调制解调器的通信方式

- 单工方式：两地之间只能按一个指定方向单向传输数据，即一端固定为数据发送端，另一端为接收端。
- 半双工方式：两地之间可以在两个方向双向传输数据，但二者不能同时进行，即每一端既可以发送数据也可以接收数据，但在发送数据时，不能接收数据，在接收数据时不能发送数据。
- 全双工方式：两地间可以在两个方向上同时传输数据，即每一端在发送数据的同时，可以接收对方发送过来的数据。这种调制解调器是使用最广泛的调制解调器。

### (2) 2线制与4线制

两台调制解调器之间的通信线路可以用2线制也可以用4线制。在数据传输中，发送调制解调器和接收调制解调器之间用一对线路连接起来进行数据传输的方式叫2线制，收发信号同在这两根线上完成。如果采用两对线叫4线制，四线制实际上是并行的两对线路，收发信号分别在某一对上完成。

### (3) 调制解调器的连线模式

调制解调器的连线模式有3种：信赖模式、常态模式、直接模式。

1) 信赖模式 (Reliable mode)：信赖模式就是调制解调器间的信息，传送是可信的，即：调制解调器至少有使用MNP4或V.42的侦错修正功能，使你的调制解调器所收到的信息一定是正确的。如果要建立信赖模式连线，必须是双方的调制解调器都提供信赖。

2) 常态模式 (Normal mode)：当使用常态模式时，就没有提供侦错修正的功能。但信息有经过调制解调器内缓冲器传输控制的处理。所以你可将DTE速率设得比DCE速率快。

3) 直接模式 (Direct mode)：在直接模式时，任何信息由计算机系统直接送到本地调制解调器，再送到远端调制解调器，中间都没有经过缓冲器、侦错修正和压缩的处理。所以，此时的DTE速率和DCE速率一定要一样。

4) 自动信赖模式 (Auto-reliable mode)：自动信赖模式是一种连线的模式名称。因为你可能事先不知道远端调制解调器是哪种模式的设定，所以你可以用这种自动信赖模式去跟对方连线。自动信赖模式调制解调器在与远端调制解调器连线之后，会送出一种MNP或V.42规范的确认证码，对方若有V.42MNP功能的话，就会回送规范认证码，如此双方就可建立V.42或MNP的连线。

### (4) 调制方式

把具有低通（声频和视频）频谱的基带信号进行频谱搬移叫做调制。在调制技术中至少涉及两个量，一个是含有需要传输信息的基带信号，也就是调制信号。另一个是高频载波，高频载波的某些参量随调制信号的变化而变化。高频载波通常采用正弦信号，数据通信系统中也选择正弦波作为载波。正弦波可以通过幅度、频率、相位3个参量随基带信号变化携带信息。数字基带信号也称为键控信号，因此数字调制系统中有振幅键控（ASK）、移频键控（FSK）和移相键控（PSK）3种调制方式。

1) 调幅 (AM): 这种调制方式是按照所传送的数据信号, 改变基本“载频”波形的幅度, 从而把数字信号变换为模拟信号。该载频通常是一种适合在电话系统中传输的恒定频率的信号。因为数字信息仅由两种状态“0”和“1”组成, 所以需要两种幅度, 规定1的幅度比0的幅度高一些。这种调制方式有时也称“振幅键控”(ASK)。

2) 调频 (FM): 在这种调制方式中, 用两种交替的频率代表0和1, 按照数据的变化, 信号的频率从一个值变到另一个值, 这种调制方式有时也称为“频率键控”(FSK)。

3) 调相 (PM): 在这种调制方式中, 如同用频率或幅度的变化能携带信息一样, 一种载频信号相位的变化也能携带信息。例如, 用180°的相位变化表示二进制“1”, 而相位不变化表示“0”。这种技术也称为“移相键控”(PSK)。

#### 4) 混合调制

这种调制方式让每一信号码携带一位以上的信息, 而获得较高的传输速率, 它是上述三种调制技术的组合, 如正交调幅就是调幅与调频技术的结合。在这种技术中, 波特与比特/秒的数值不同。

调幅技术是最便宜的调制方式, 但抗干扰性能比其他方式差。调相技术的抗干扰性能比调幅与调频都好, 但它是一种精细而复杂的技术。

经过调制以后的信号称为已调信号, 根据已调信号结构的形式, 数字调制又可分为线性调制和非线性调制。线性调制是一种线性变换过程, 已调信号可以表示为基带信号线性函数和载波振荡的乘积。根据频谱分析, 已调信号的频谱结构和基带频谱结构完全相同, 只不过将原基带信号的频率搬移到较高的频率位置。在线性调制系统中可用叠加原理, 双边带、正交双边带、单边带以及残余边带的振幅键控都属于线性调制。在非线性调制中, 已调信号通常不能简单地表示为基带信号的线性函数和载波振荡的乘积, 而必须用非线性函数表示, 已调信号的频谱结构也与基带信号的频谱结构不同, 除将基带信号的频谱向较高的频率位置上搬移外, 还产生新的频率成分, 并改变原来频谱中各频率分量之间的相对关系。移频键控、移相键控均属于非线性调制。

#### (5) 传输速率

数据传输的速率通常用每秒传输的比特来衡量。例如 2400、4800比特/秒是表示每秒传输的二进制数字的个数分别为 2400和4800, 比特/秒通常写为bps或者BPS。除了以比特/秒作为数据传输速率的单位外, 还可以采用波特 (BAUD) 这个单位。

一般来说, 与调制解调器有关的速率包括:

- 调制解调器之间的传输速率 (DEC speed);
- 数据终端设备与调制解调器之间的传输速率 (DTE speed);
- 调制解调器本身的串口速率 (Serial port speed);
- 调制解调器间的传输速率

一般所说的“2400的调制解调器”或“9600的调制解调器”。这里的“2400”或“9600”指的就是两部调制解调器在线路上传输数据时的传输速率。

一般而言, 较高速的调制解调器应该包含有低速调制解调器的规格及功能, 它可以自动降速来和低速的调制解调器建立连线。例如: 14400bps的调制解调器和2400bps的调制解调器互联时, 14400bps的调制解调器的速率将会降为2400bps以便双方来建立连线关系。

- 计算机系统与调制解调器的传输速率

因为计算机系统是一种DTE, 所以计算机系统经由RS-232数据连接与调制解调器相连时所达到的传输速率就称为“DTE速率”。这个DTE的速率是利用通信软件对计算机系统直接设定

的。例如在使用 TELIX、PROCOMM 或者其他通信软件时，会有一个画面功能来提示你设定传输速率，这时你设定的速率不是 DCE 的速率，而是设定的 DTE 的传输速率。DTE 的传输速率有时可以和 DCE 的传输速率不一样，例如：使用 14400bps 的调制解调器时，调制解调传输速率最高为 14400bps，但 DTE 的传输速率可以设为 57600bps。这就是说，虽然调制解调器与调制解调器间的速率是 14400bps，但计算机到调制解调器间的速率可为 57600bps。

#### • 调制解调器串口速率

串口速率是指调制解调器的 RS-232 接口在传输数据时的数据吞吐速率。因为调制解调器的 RS-232 接口是连接到计算机系统的 RS-232 接口上的。所以，一般情况下，上面所提到的 DTE 速率就等于这里所提到的串口速率。但有时也会因产品设定的问题而使这两种速率不同。当它们不同时，就无法正常的传送信息。

串口速率是如何设定的？当调制解调器一开机时，调制解调器就会读取存在 NVRAM（一种长期记忆 IC）内的所有数值，来设定调制解调器的现状。这 NVRAM 的数值包括了串口速率和其他的设定。另外调制解调器也读取“拨动开关”（DIP SWITCH）的设定值。而拨动开关也有 DTE 速率的定义，所以其中有一个拨动开关就用来定义是以 NVRAM 为准还是以拨动开关为准。

例如：当你不知道调制解调器的 NVRAM 的设定为什么速率，而拨动开关设定串口速率为 19200bps。当你若在通信软件的操作下，设定速率为 9600bps（DTE）的话，那会是怎样的情形？

1) 如果你未对调制解调器下“AT”指令，就通过电话线和对方连线，那会因为调制解调器的串口速率和计算机系统的 DTE 速率不匹配，而使得发送接收的资料都不对（Garbage）。

2) 如果你对调制解调器下“AT”指令后，调制解调器会根据这两个字而判断系统的 DTE 速率是 9600，进而将调制解调器的串口速率改为和 DTE 的速率一样。

综上所述，你可以不管调制解调器内拨动开关或 VNRAM 的串口速率的设定，只要一下“AT”指令，调制解调器的串口速率就和你事先利用通信软件所设定的速率一样。

### 3.2.3 如何选购调制解调器

#### 1. 选购时要考虑的因素

在个人计算机联网中每一条线路的两端都需要一台调制解调器，因此调制解调器在数据通信网中是最普通的设备，个人计算机联网的成功与否在很大程度上取决于调制解调器的质量。在购买之前，用户必须考虑实际的需要，例如传送的速率、传真的传输量或其他邮递功能等，这些因素对于调制解调器来说是十分重要的，故用户必须特别考虑。随着个人计算机联网进程的加快，使调制解调器的市场需求量急剧增长。目前市场上销售的调制解调器品牌很多、种类繁多。许多用户在选购调制解调器产品时，常常碰到一些问题需要咨询。选购调制解调器时需要考虑的主要问题如下：

##### 1) 根据不同用途选购不同的调制解调器。

- 家庭或小办公室使用的机型体积小，一般不需具备专线功能。但至少应具有拨号线功能、安全回呼和传真功能等。

- 如果设备要用在卫星电路的场合，要选用对长时延失真的适应性强的调制解调器。这一性能好的产品在卫星电路上建立连接的可靠性好，并具有吞吐量不下降的特性。有不少在陆上通信性能好的产品，对卫星电路的长时延不能适应，吞吐量明显下降，这是选购时应注意的。

- 办公室使用的机型，不一定具备全部高档机具备的功能。如支持 SNMP 协议和远程设备功

能就不一定要求。但应具备异步/同步、拨号线功能、安全回呼、传真功能和在线帮助。

- 如果调制解调器是用作公用网或专用网在组网工程中的配套设备，宜选用性能优良的中高档机。要有高速率和高吞吐量，由于要实现网管，要求支持 SNMP 协议、远程参数设置、V.42/V.42bis 协议、异步/同步、2/4 线专线功能，还应有安全回呼、在线帮助。

以上各种应用，要都达到是不可能的，没有一种产品性能全都优秀。用户要根据具体需要，从中选择性能有所保证、价格又较适中的产品。

2) 调制解调器的 DTE（数据终端设备）速率至少应该是 DCE（数据通信设备）速率的 4 倍。如 1.44Kbps 的调制解调器，其 DTE 速率应达 11.5Kbps。

3) 目前 14.4Kbps 的调制解调器大都支持 9600bps 的传真功能，而非支持 V.17(14.4bps) 的传真。希望用户今后购买 14.4Kbps 调制解调器时，购买支持 V.17 的传真功能。调制解调器设备具有传真功能并不增加额外的费用。

4) 如果 MODEM 仅作数据传输使用，就不要购买兼有传真的设置。有时候，仅为数据传输功能的 MODEM 的价格比兼用的还要贵，但性能将得到充分的保证。

5) 有一种插卡式 MODEM，各种速率都有，称为 MODEM 卡，插在 PC 机扩展槽中使用。由于不用外壳并由 PC 机供电，价格相对便宜。购买这类产品后注意产品性能的稳定性和软件的用户界面易用性。

#### 6) 购买产品注意版本号

同一种产品型号，版本号不同，性能有所差别，一般是版本号大的、性能好些。在购买时，请买版本号新的产品，往往有较完善的性能。

7) 如果要进行同号拨号（ITU X.32）进分组网通信操作，MODEM 必须能支持 V.25bis（同步、HDLC 格式），分组网目前端口速率 9600bps。

8) 在购买设备的同时，应配备优良的通信软件。软件应支持高速协议。对于网络等应用场合，请购买双向 MODEM，其相应的通信软件应支持双向高速传输协议。

9) 为了保证 MODEM 产品的质量和在网中安全运行，请购买持有进网标志的 MODEM 产品。凡经邮电部图文通信设备检测中心检测合格的均持有进网合格证和进网标志。允许在电信网中使用。市场上尚有一部分产品未经检测。有些质量较差，影响用户使用，希望用户购买有进网标志的产品，以保证产品质量。

## 2. 如何选购调制解调器

调制解调器品种多样、型号各异，按照接口形式可分为外置式（台式）、内置式（卡式）、PCMCIA 卡、机架式 4 类。最常见的外置式是一台独立的设备，通过一条 RS-232 电缆与主机相连，板上带有指示灯或液晶数码显示，便于监视当前状态。内置式插在微机的扩展槽中，有通用 MODEM 的功能。PCMCIA 是一种标准微机接口，目前主要用于便携机。机架式可以理解为把许多 MODEM 集成在一个机架中，它除具有 MODEM 功能外，还有网管、远程监控等功能，主要用于网络、通讯枢纽等方面。

一般而言，要选择购买一台高性能价格比的 MODEM，必须遵循下列主要原则。

### (1) 与终端设备匹配

在选择调制解调器之前，要根据网络中采用的终端特性，即传输特性，选择出与之适配的调制解调器。首先必须考虑终端传输速率，速率的划分可按前面的分级；其次是终端的工作特性，即终端是同步还是异步工作方式，是全双工还是半双工方式。

### (2) 终端连接方式

进行数据传输之前，终端必须要建立起通信链路，通信链路可分为交换线路与专用线路。

交换线路是终端经拨号通过公用交换网络建立通信链路的方式。这种方式灵活、方便、经济，但要经过呼叫建立阶段，而且还受到交换系统的干扰，降低传输效率。这种方式比较适合于通信量少，通信双方不固定的场合。

专用线路是一种永久的连接，是某个单位向电信部门租用或自己配置的通信线路，它具有较强的抗干扰能力和稳定性，以进行较高速率的传输，但一旦专用线路出现故障，就会影响整个通信，而不像交换线路可重新拨号建立连接。在选择调制解调器时，应考虑终端的连接方式是交换线路还是专用线路。另一种连接方式是二线/四线线路。一般来说，二线调制解调器对信道质量的要求比四线制的要高。

### (3) 调制解调器的性能

评价调制解调器的好坏，主要有3个方面：

一是带宽利用率、每赫频带每秒能传送多少个二进制码元。

二是差错性能，通常以误码率 PE 与信噪比 E/NO 的关系曲线来表示。如果在达到要求的误码率 PE 时所需的信噪比低，则说明该设备在较差的环境中工作。

例如： $PE=1/100000$

1200bps 信噪比=10

2400bps 信噪比=16

9600bps 信噪比=25；

三是设备的复杂性，它与设备的价格有关，是一个重要的经济指标。

### (4) 调制解调器的兼容性

兼容性采用自动呼叫和自动应答的工作方式，不同厂家同类的调制解调器之间，高速与低速调制解调器之间的呼叫持续功能应符合 CCITT V.25 及 V.25bis 自动呼叫应答接续规程。微机上一般用的是独立式（外接）或插卡式 MODEM（内置）。独立式 MODEM 的优点是连接方便、通用性好，既可连 IBM PC 机，也可连 Apple Macintosh 等微机。而插卡式 MODEM 的优点是价格低又不占地方。

### (5) 调制解调器的速度、误码校正

要选购一台满足用户需要的调制解调器，还必须考虑它的速度、误码校正及其他性能。

1) 速度 现在，大部分的调制解调器都可以达到 V.34 的标准，它比 V.32bis 拥有更高的稳定性、准确性及接拨性，而且允许有 28 800bps 的联络，比起以前 14,400bps 的调制解调器快一倍以上。

2) 误码校正 一般低档的 MODEM 并不支持高性能的误码校正，支持 V.42 或 MNP4 误码校正规程的 MODEM 卡，要比普通的 MODEM 卡价格低，而且也常常包括了支持 V.42bis 数据压缩功能。

MODEM 有两种常用数据压缩标准：MNP5 及 V.42bis。MNP5 可达到最高两倍压缩。V.42bis 可达到最高 4 倍压缩。在 MODEM 经过硬件优化，更可在 V.42bis 达至 8 倍压缩。若应用 8 倍压缩的 MODEM 时，可大大减低通讯所需时间及费用。

### (6) 调制解调器的传真功能

除了传送文档之外，调制解调器还可以处理一般传真机应有的功能。在传真的标准方面，其主要分为两大类，一是组别（Group），它主要是用来区分用户与对方的调制解调器的级别。建议用户最好能选购一种有组别（Group）的调制解调器，这是因为组别能拥有较大的兼容性。二是级别（Class），它主要是用来设定软件与用户的调制解调器之间的控制方式，大致上可分为两个级别，即级别 1（Class1）及级别 2（Class2），而级别 2 可以支援 28,800bps 高速的传输量。

### (7) 自动检错与数据压缩功能

选购调制解调器的另一个考虑因素就是在资料传送时的兼容问题。一般的调制解调器都可以支持MNP（Microcom Networking Protocol）2至4及V.42标准的自动检错功能，而MNP5及V.42bis标准的调制解调器，将可得到最佳的传送效率。

除此以外，用户也须注意其选购的调制解调器是否支持 Hayes AT指令集，因为Hayes指令集已成为国际通讯的标准，故在兼容性方面也有一定的重要性。

(8) 电话技术功能

除了以上应有的一般功能外，有些调制解调器还会附有一些特别的电话技术功能，如应答机器（Answering Machine）及传真回覆（Fax back）等。

(9) 调制解调器入网检测

为保证国家通信网的通信质量，邮电部已对接入国家通信网使用的各种用户通信终端设备实行全国统一的进网审批，颁发进网许可证和进网标志制度，凡是接入国家通信网使用的调制解调器必须具有邮电部颁发的进网许可证或进网使用批文，并在设备上必须贴有邮电部规定统一格式的进网标志。调制解调器申请入网检测的手续如下：

1) 生产或经销单位在销售设备前应向邮电部电信政务司提出进网检测申请报告，并附产品鉴定合格证书，待检产品数量及其产品序号。

2) 邮电部电信政务司根据收到的申请报告并综合各种情况后，向检测单位邮电部电信传输研究所发出通知，传输所根据申请报告的文件进行审查，符合要求的则与申请单位联系，进行抽样检测，检测报告上报电信政务司。

3) 电信政务司审查检测报告对符合进网规定的设备核发进网许可证及进网标志。

购买的调制解调器产品若能符合邮电部入网要求，可令 MODEM在国内电话网上发挥更大作用。

(10) 保修及技术

在选购过程中，厂家提供的售后服务也需考虑，若厂家在国内已设有维修站，这就能提供方便的技术支持及配件更换。

3.3 网络互联设备——网卡

3.3.1 网卡概述

网卡（Network Interface Card）是OSI模型中数据链路层的设备，如图 3-4所示。

网卡是LAN的接入设备，是单机与网络间架设的桥梁。它主要完成如下功能：

1) 读入由其他网络设备（Router、Switch、Hub或其他NIC）传输过来的数据包，经过拆包，将其变成客户机或服务器可以识别的数据，通过主板上的总线将数据传输到所需设备中（CPU、RAM或Hard Driver）；

2) 将PC设备（CPU、RAM或Hard Driver）发送的数据，打包后输送至其他

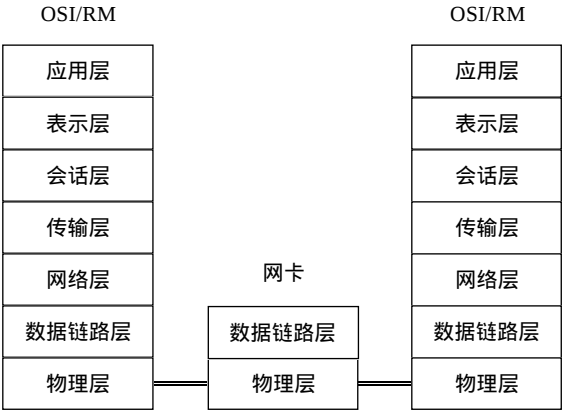


图3-4 网卡在OSI/RM中的位置

网络设备中。

目前，市面上常见的网卡种类繁多。按所支持的带宽分有 10M网卡、100M网卡、10/100M自适应网卡和 1000M网卡。按总线类型分有 PCI网卡、ISA网卡、EISA网卡及其他总线网卡。由于历史原因，以太网的传输介质并不统一，使网卡的网络接口有些复杂，按传统介质分，以太网可分为粗缆网（AUI接口）、细缆网（BNC接口）及双绞线网（RJ45接口），网卡相应地分为 RJ-45口、IPC口（RJ45+BNC）、TPO口（RJ45）、COMBO（RJ45+AUI+BNC）和 TP口（BNC+AUI）。其中 TP口现在已经很少见到。我们在采购网卡之前应搞清楚自己的网络需要什么接口，以免买回来无法使用。一般来讲，10M网卡大多为 ISA总线，100M网卡中全部是 PCI总线；服务器端的网卡可能有 EISA总线或其他总线。众所周知；ISA为16位总线，PCI为32位总线，PCI卡自然比ISA总线多、速度快。

由于老的网卡上用的都是分离元件，性能不稳定且设置复杂，兼容性差。主要是采用逐帧处理技术，这种工作方式大大降低了系统的性能。之后针对这些缺点，后来进行了多方面的改进，如：提高了集成度，网卡的稳定性有所增强；采用了标准软件接口；传送方面采用了多帧处理技术，即多帧缓冲技术。发送数据时，网卡在发送前一帧的同时可以接收 CPU发来的下一帧数据，同样，网卡在接收端口传来数据的同时，即可向内存发送上一帧数据，但必须是整帧整帧地发送或接收数据，并非完全意义上的并行处理。

最新网卡采用 ASIC和最先进的元件，大大提高了性能和集成度。另外成本也降低了许多。用网卡驱动软件优化传输操作时序，使管道任务的重叠达到最大，延时达到最小。从而得到真正并行机制，使性能平均提高了 40%。在并行机制中，传送和接收是可叠加的流水过程，不再是从前的逐帧处理。在发送数据时，不等整帧装入网卡缓冲区即可开始向网络发送数据。在接收时，不等整帧进入网上缓冲区即可开始向系统内存发送数据。

并行处理技术对处理精度和定时要求非常准确，当数据帧还未完全发送完毕时，网卡缓冲区变空就称为下溢，网卡缓冲区里数据已满时，网络接口处又来数据或未传完便称为上溢。在接收端采用动态调整机制，其目的是将数据移入系统内存避免上溢。在接收数据期间，并行机制使用预测中断，即在网卡已确定了帧地址时，CPU就开始处理中断，同时，已收到足够长的字节能来预测来帧的数据量。在 CPU处理完第一个预测中断时，CPU就开始将数据从网卡缓冲区送到主存，网卡在接收第一数据帧的末字节时，CPU已准备将数据移向内存。

### 3.3.2 网卡的类型

下面就网卡的类别、总线类型、如何选择 Etherlink网卡、3COM公司网卡系列、服务器网络接口卡、各类总线网卡的特色、网卡的测试方法进行介绍。

如果我们从工作方式上来看，网卡大致有 5类：

1) 主CPU用IN和OUT指令对网卡的I/O端口寻址并交换数据。这种方式完全依靠主 CPU实现数据传送。当数据进入网卡缓冲区时，LAN控制器发出中断请求，调用ISR，ISR发出I/O端口的读写请求，主CPU响应中断后将数据帧读入内存。

2) 网卡采用共享内存方式，即 CPU使用MOV指令直接对内存和网卡缓冲区寻址。接收数据时数据帧先进入网卡缓冲区，ISR发出内存读写请求，CPU响应后将数据从网卡送至系统内存。

3) 网卡采用DMA方式，ISR通过CPU对DMA控制器编程，DMA控制器一般在系统板上，有的网卡也内置DMA控制器。DMA控制器收到ISR请求后，向主CPU发出总线HOLD请求，获CPU应答后即向LAN发出DMA应答并接管总线，同时开始网卡缓冲区与内存之间的数据传输。

4) 主总线网卡能够裁决系统总线控制权，并对网卡和系统内存寻址，LAN控制权裁决总线控制权后以成组方式将数据传向系统内存，IRQ调用LAN驱动程序ISR，由ISR完成数据帧处理，并同高层协议一起协调接收和发送操作，这种网卡由于有较高的数据传输能力，常常省去了自身的缓冲区。

5) 智能网卡中有CPU、RAM、ROM以及较大的缓冲区。其I/O系统可独立于主CPU，LAN控制器接收数据后由内置CPU控制所有数据帧的处理，LAN控制器裁决总线控制并将数据成组地在系统内存和网卡缓冲区之间传递。IRQ调用LAN驱动程序ISR，通过ISR完成数据帧处理，并同高层协议一起协调接收和发送操作。

一般的网卡占用主机的资源较多，对主CPU的依赖较大，而智能型网卡拥有自己的CPU，可大大增加LAN带宽，有独立的I/O子系统，将通道处理移至独立的自身处理器上。

100兆和1000兆高速以太网是当今最为流行的10兆以太网发展而来的，它保留了CSMA/CD协议，从而使得10M、100M、1000M以太网在带宽上可以方便地连接起来，不需要协议转换。100M和1000以太网传输速率比传统的10M以太网提高了10~100倍，理论上数据吞吐量可达80~8000Mbps。

100M、1000M以太网网卡的推出使以太网进入了高速网的行列，基于交换机和共享HUB实现100M/1000M共享速度。高性能的网络需要高性能的网卡，由于有了高性能的硬件、软件和算法，先进的技术，网卡的性能得到大大的提高，使网络用户可以得到更强大更全面的服

### 3.3.3 网卡的总线类型

如果我们以总线类型来看，网卡主要有ISA、EISA、PCMCIA、PCI、MC (Micro Channel) (IBM称之为MC) 5种类型的网卡，它们的作用分别叙述如下：

#### 1. ISA

工业标准体系结构ISA卡，ISA卡总线作为传送为10Mbps (在10Mbps交换制时) 或100Mbps的媒介时，应注意如下几点：

- ISA总线只有16位宽。
- ISA总线的工作时钟频率只有8MHz。
- ISA总线不允许猝发式数据传输。
- 大多数ISA总线为I/O映射型，从而降低数据传输速度。

ISA适配卡具有以下性能特点：

- 支持8或者6位ISA插槽。
- 可利用软件进行配置。
- 与NE2000兼容。
- 可编程I/O口或者共享内存操作方式。
- 支持RPL标准。
- 支持POST。
- 加电检测。
- 全双工 (FDX) 操作。
- 安装支持“即插即用”。
- 利用IBM的LANAID应用程序，安装过程轻松自如。
- 支持对称多处理器 (SMPs) 以及所有在EISA、微通道或PCI插槽之外，同时带有ISA

插槽的个人计算机。

- 带有RPL可选件。
- 支持POST。

## 2. PCI适配卡

PCI总线外部设备互联适配卡，它不仅具有 32位总线主控器，性能卓越，而且可以在 UTP 或AUI介质上，以高达10Mbps的速度进行操作。该种适配卡具有以下性能特点：

- 性能优良，具有32位总线主控器。
- 全双工（FDX）操作。
- 安装支持“即插即用”。
- 配有外部状态LED，用来显示链路（Link）及活动(Activity)状态。
- 带有RPL可选件。
- 支持POST。

100/10PCI以太网适配卡可以采用全双工（FDX）或半双工（HDX）工作方式，运行速率 为100Mbps或10Mbps可选。该适配卡符合IEEE 802.3的高速以太网规程，可以操作于共享式或 交换式以太网两种方式。100/10PCI以太网适配卡具有以下性能特点：

- 目前支持10Mbps速率，将来可以支持100Mbps，以适应网络不断发展的需求。
- 对现有网络无须作大幅度改动，即可通过数种途径来改善网络性能。
- 利用单个RJ-45接头即可连接到速率为10Mbps或100Mbps的网络。
- 支持SMPs。

## 3. 专为便携机设计的PCMCIA适配卡

PC存储器接口卡PCMCIA对于遵循PCMCIA Release 2.0的便携机，IBM还提供以太网信用 卡型适配卡 型（用于10BASE-T或10BASE2）。该适配卡与IEEE802.3/Ethernet Version 2.0网 络兼容。另外，同一块以太网信用卡型适配卡，既可以连接 10BASE-T缆线，也可以连接 10BASE2缆线。这样就可以为那些需要使用两种网络的用户，提供一个经济有效的解决方案。

## 4. 专为微通道(MCA)系统设计的以太网适配卡

对于那些基于微通道体系结构的系统，IBM提供3种以太网适配卡以供选择，IBM LAN Adapter/Au for Ethernet便是其中之一。它是一种客户机适配卡，支持16位或32位。该适配卡配 有接头，用于将微通道系统与所有的以太网配线系统相连。它还具有另外一些性能特性：

- 共享内存操作方式。
- 支持RPL标准。
- 支持POST。

## 5. 为EISA系统设计的以太网适配卡

EISA以太网适配卡是为服务器和高性能工作站提供的一种 32位总线主控器适配卡。它能 够减少发送和接收数据所需的主机CPU时钟数，以及增加以太网的数据吞吐量，从而极大地提 高网络性能。可以使用10BASE-T、10BASE2或AUI3种介质来接入网络。

### 3.3.4 3COM公司网卡系列

目前，市场上有众多商家的网卡产品，Inter、3COM、IBM等大公司都有自己的系列。由 于3COM网卡在中国市场需求量一直较大，下面我们就对3COM公司的产品进行介绍。

#### 1. 快速以太网网卡（Fast EtherLink XL and Fast EtherLink Card）

- Fast EtherLink XL PCI 3C905-TX:1个RJ45端口，10/100Mbps自适应，支持全双工。

- Fast EtherLink ISA 3C515-TX：1个RJ45端口，10/100Mbps自适应，支持全双工。
- Fast EtherLink EISA 3C597-TX：1个RJ45端口，10/100Mbps自适应，支持全双工。
- Fast EtherLink PCI 3C595-T4：1个RJ45端口，10/100Mbps自适应，支持3、4、5类线。

## 2. 以太网网卡（EtherLink XL and EtherLink Card）

- EtherLink XL PCI 3C900-TPO：1个RJ-45端口，10Mbps速率，支持全双工。
- EtherLink XL PCI 3C900-COMBO：1个BNC，AUI，1个RJ-45端口，10Mbps速率，支持全双工。
- EtherLink ISA 3C509-TPO：1个RJ-45端口，10Mbps速率，支持全双工。
- EtherLink ISA 3C509-TPC：1个BNC，1个RJ-45端口，10Mbps速率，支持全双工。
- EtherLink ISA 3C509-COMBO：1个BNC，1个AUI，1个RJ-45端口，10Mbps速率，支持全双工。
- EtherLink ISA 3C508-TPO：1个RJ-45端口，10Mbps速率。
- EtherLink ISA 3C508-TPC：1个RJ-45端口，10Mbps速率。
- EtherLink EISA 3C592-TPO：1个RJ-45端口，10Mbps速率。
- EtherLink EISA 3C592-COMBO：1个BNC，1个RJ-45端口，10Mbps速率。
- EtherLink MCA 3C592-TP：1个AUI，1个RJ-45端口，10Mbps速率。
- EtherLink MCA 3C592：1个BNC，1个AUI端口，10Mbps速率。
- EtherLink LAN PC Card 3C589C-TP：PCMCIA总线，1个RJ-45端口，10Mbps速率。
- EtherLink LAN PC Card 3C589C-COMBO：PCMCIA总线，1个BNC，1个RJ-45端口，10Mbps速率。
- EtherLink LAN+33,6 Modem PC Card 3C5563C-TP：PCMCIA总线，1个RJ-11端口，10Mbps速率，Modem速率28.8Kbps。

## 3. 令牌环网网卡（TokenLink Velocity and TokenLink Card）

- TokenLink Velocity PCI 3C339:STP/UIP 介质，16/4Mbps速率，1个DB-9，1个RJ-45端口。
- TokenLink Velocity ISA 3C319:STP/UIP 介质，16/4Mbps速率，1个DB-9，1个RJ-45端口。
- TokenLink EISA 3C679:STP/UIP 介质，16/4Mbps速率，1个DB-9，1个RJ-45端口。
- TokenLink PC Card 3C689:PCMCIA STP/UIP 介质，16/4Mbps速率，1个DB-9，1个RJ-45端口。

## 4. FDDI网网卡

- 5类UTP或光纤（SAS，DAS）介质，100Mbps速率，RJ-45端口（UTP），MIC端口（EISA fiber），SC端口（OCI fiber），集成SMT和PCM。
- FDDILink-F EISA 3C771A。
- FDDILink PCI Fiber SAS 3C795。
- FDDILink PCI Fiber DAS 3C796。
- FDDILink-UTP 3C775A。
- FDDILink PCI UTP SAS 3C797。

## 5. ATM网网卡

- 多模光纤（SONET/SDH）介质，155Mbps速率，PCI总线，Duplex SC端口。
- ATMLink PCI-155Fiber 3C971-F。
- ATMLink Sbus-155 Fiber 3C970-F。

## 6. 服务器网络接口卡

### 3.4 网桥

网桥（Brige）也称桥接器，是连接两个局域网的存储转发设备，用它可以完成具有相同或相似体系结构网络系统的连接。一般情况下，被连接的网络系统都具有相同的逻辑链路控制规程（LLC），但媒体访问控制协议（MAC）可以不同。

网桥是数据链路层的连接设备，准确地说它工作在 MAC子层上。网桥在两个局域网的数据链路层（DDL）间按帧传送信息。在 OSI/RM中的位置如图 3-5 所示。

网桥是为各种局域网间存储转发数据而设计的，它对末端节点用户是透明的，末端节点在其报文通过网桥时，并不知道网桥的存在。

网桥可以将相同或不不同的局域网连在一起，组成一个扩展的局域网络。

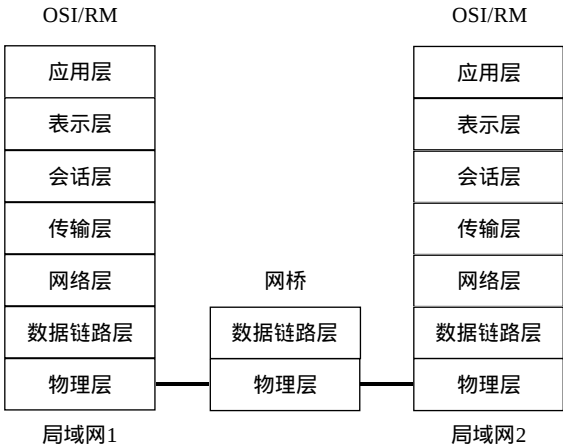


图3-5 OSI/RM中的网桥

#### 3.4.1 网桥的工作原理

为了说明网桥的工作原理，我们以FDDI为背景叙述之。

FDDI是一个开放式网络，它允许各种网络设备相互交换数据，网桥连接的两个局域网可以基于同一种标准，也可以基于两种不同类型的标准。当网桥收到一个数据帧后，首先将它传送到数据链路层进行差错校验，然后再送至物理层，通过物理层传输机制再传送到另一个网上，在转发帧之前，网桥对帧的格式和内容不作或只作很少的修改。网桥一般都设有足够的缓冲区，有些网桥还具有一定的路由选择功能，通过筛选网络中一些不必要的传输来减少网上的信息流量。

例如，当FDDI站点有一个报文要传到以太网 IEEE 802.3 CSMA/CD网上时，需要完成下面一系列工作：

- 站点首先将报文传到LLC层，并加上LLC报头。
- 将报文传送到MAC层，再加上FDDI报头。FDDI报文最大长度为4500字节，大于此值的报文可分组传送。
- 再将报文交给PHY和PMD，经传输媒体送到FDDI-IEEE 802.3以太网桥。
- 网桥上的MAC层去掉FDDI报头，然后送交LLC层处理。
- 经过重新组帧并计算校验值，但与 IEEE 802.3以太网传输速率（10Mbps）不匹配，因此，在网桥上就存在拥挤和超时问题，也就有重发的可能。如果多次重发均告失败，那么将放弃发送，并通知目的站点网络可能有故障。

#### 3.4.2 网桥的功能

一个FDDI网桥，应包括下列基本功能：

1. 源地址跟踪

网桥具有一定的路径选择功能，它在任何时候收到一个帧以后，都要确定其正确的传输路径，将帧送到相应的目的站点。网桥将帧中的源地址记录到它的转发数据库（或者地址查找表）中，该转发库就存放在网桥的内存中，其中包括了网桥所能见到的所有连接站点的地址。这个地址数据库是互联网所独有的，它指出了被接收帧的方向，或者仅说明网桥的哪一边接收到了帧。能够自动建立这种数据库的网桥称为自适应网桥。

在一个扩展网络中，所有网桥均应采用自适应方法，以便获得与它有关的所有站点的地址。网桥在工作中不断更新其转发数据库，使其渐趋完备，有些厂商提供的网桥允许用户编辑地址查找表，这样有助于网络的管理。

## 2. 帧的转发和过滤

在相互联接的两个局域网之间，网桥起到了转发帧的作用，它允许每个 LAN 上的站点与其他站点进行通信，看起来就像在一个扩展网络上一样。

为了有效地转发数据帧，网桥提供了存储和转发功能，它自动存储接收进来的帧，通过地址查找表完成寻址；然后把它转发到源地址另一边的目的站点上，而源地址同一边的帧就被从存储区中删除。

过滤（Filter）是阻止帧通过网桥的处理过程，有三种基本类型：

1) 目的地址过滤 当网桥从网络上接收到一个帧后，首先确定其源地址和目的地址，如果源地址和目的地址处于同一局域网中，就简单地将其丢弃，否则就转发到另一局域网上，这就是所谓的目的地地址过滤。

2) 源地址过滤 所谓源地址过滤，就是根据需要，拒绝某一特定地址帧的转发，这个特定的地址是无法从地址查找表中取得的，但是可以由网络管理模块提供。事实上，并非所有网桥都进行源地址的过滤。

3) 协议过滤 目前，有些网桥还能提供协议过滤功能，它类似于源地址过滤，由网络管理指示网桥过滤指定的协议帧。在这种情况下，网桥根据帧的协议信息来决定是转发还是过滤该帧，这样的过滤通常只用于控制流量、隔离系统和为网络系统提供安全保护。

## 3. 生成树的演绎

生成树（Spanning Tree）是基于 IEEE 802.1d 的一种工业标准工业算法，利用它可以防止网上产生回路，因为回路会使网络发生故障。生成树有两个主要功能：

- 在任何两个局域网之间仅有一条逻辑路径；
- 在两个以上的网桥之间用不重复路径把所有网络连接到单一的扩展局域网上。

扩展局域网的逻辑拓扑结构必须是无回路的，所有连接站点之间都有一个唯一的通路。在扩展网络系统中，网桥通过名为问候帧的特殊帧来交换信息，利用这些信息来决定谁转发、谁空闲。确定了要进行转发工作的网桥还要负责帧的转发，而空闲的网桥可用作备份。

## 4. 协议转换

早期的 FDDI 网桥结构通常是专用的封装结构，这是由于早期的 FDDI 仅与 IEEE 802 或 IEEE 802.5 子网相连，不需要和其他局域网中的节点通信。但是，在一个大型的扩展局域网中，有很多系统在一起操作，这种专用的封装式网桥就无法提供相互操作的能力。为此，采用了新的转换技术，依照与其他网络的桥接标准，形成了转换式网桥，建立可适应局域网互联的标准帧。

1) 封装网桥：封装式网桥（Encapsulation Bridge）采用一些专用设备和技术，将 FDDI 作为一种传输管道来使用，它要求网上使用同一型号的网桥，这无疑影响了网络的互操作性能。

以 FDDI-Ethernet 网桥为例，FDDI 封装式网桥使用专用协议技术，用 FDDI 报头和报尾来封

装一个以太帧，然后把这个帧转发到 FDDI网络上，目的地址也隐含在封装过的帧中。封装式网桥把这个FDDI帧发送到另一个封装式网桥上，由该封装式网桥使用与封装技术相对应的解封技术将封装拆除。由于目的地址被封装过，因此只能采用广播帧的形式发送帧，这无疑会降低网络带宽的使用率。如果互联网的规模很大，包含的网桥和局域网很多，那么广播帧的数目也将增加，这样势必会造成不必要的拥挤。

封装式网桥不能通过转换网桥发送数据，只有同一供货商提供的同一种封装式网桥才能一起工作，也不能通过其他供货商提供的封装式网桥传输数据，除非其他供货商提供的封装式网桥也同样使用这种专用协议。

2) 转换式网桥：转换式网桥（Translating Bridge）克服了封装式网桥的弊病，将需要传输的帧转换成目的网络的帧格式，然后再上传传输。还是以 FDDI-Ethernet网桥为例，以太网工作站要使用连在 FDDI上的高性能服务器，必须先将 Ethernet帧格式转换成FDDI格式帧，然后通过FDDI上传输至目的服务器，此时服务器接收到的是 FDDI格式的帧，故不需做任何改变就可使用。可见转换式网桥是通用的。任何转换式网桥都能与其他网桥互相通信。

### 5. 分帧和重组

网际互联的复杂程度取决于互联网络的报文、帧格式及其协议的差异程度。不同类型的网络有着不同的参数，其差错校验的算法、最大报文分组、生成周期也不尽相同。例如，FDDI网络中允许的最大帧长度为4500字节，而在IEEE 802.3以太网中最大帧长度为1518字节。这样网桥在FDDI向Ethernet转发数据帧时，就必须将FDDI长达4500字节的帧分割成几个1518字节长度的IEEE 802.3协议以太网帧，然后再转发到以太网上去，这就是分帧技术。一些通用的通信协议都定义了类似的控制帧大小差异的方法（称为包分割方法）。反之，在Ethernet向FDDI转发数据帧时，必须将只有1518字节的以太帧组合成FDDI格式的帧，并以FDDI的格式传输，这就是帧的重组。

对于使用较长报文格式的协议和应用，帧的分割和重组是非常重要的。如果FDDI网桥中没有分帧和重组功能，那么通过网桥互联就无法实现。但是，在协议转换过程中，分帧和重组工作必须快速完成，否则会降低网桥的性能。

### 6. 网桥的管理功能

网桥的另一项重要功能是对扩展网络的状态进行监督，其目的就是为了更好地调整拓扑逻辑结构，有些网桥还可对转发和丢失的帧进行统计，以便进行系统维护。网桥管理还可以间接地监视和修改转发地址数据库，允许网络管理模块确定网络用户站点的位置，以此来管理更大的扩展网络。另外，通过调整生成树演绎参数能不定期地协调网络拓扑结构的演绎过程。

## 3.4.3 网桥的种类

### 1. 内桥

内桥是通过文件服务器中的不同网卡连接起来的局域网。

### 2. 外桥

外桥不同于内桥，外桥安装在工作站上，它实现连接两个相似的局域网络。外桥可以是专用的，也可以是非专用的。专用外桥不能做工作站使用，它只能用来建立两个网络之间的连接，管理网络之间的通信。非专用外桥既起网桥的作用，又能作为工作站使用。

### 3. 远程桥

远程桥是实现远程网之间连接的设备，通常远程桥使用调制解调器与传输介质（如电话线）实现两个局域网的连接。

## 3.5 交换机

### 3.5.1 交换机概述

交换机也称为交换器。

1993年，局域网交换设备出现。1994年，国内掀起了交换网络技术的热潮。其实，交换技术是一个具有简化、低价、高性能和高端口密集特点的交换产品，体现了桥接技术的复杂交换技术在OSI参考模型的第2层操作。与桥接器一样，交换机按每一数据包中的MAC地址相对简单地决策信息转发。而这种转发决策一般不考虑包中隐藏的更深的其他信息。与桥接器不同的是交换机转发延迟很小，操作接近单个局域网性能，远远超过了普通桥接互连网络之间的转发性能。

交换技术允许共享型和专用型的局域网段进行带宽调整。交换机能经济地将网络分成小的冲突网域，为每个工作站提供更高的带宽。协议的透明性使得交换机在软件配置简单的情况下直接安装在多协议网络中；交换机使用现有的电缆、中继器、集线器和工作站的网卡，不必作高层的硬件升级；交换机对工作站是透明的，这样管理开销低廉，简化了网络节点的增加、移动和网络变化的操作。

利用专门设计的集成电路可使交换机以线路速率在所有的端口并行转发信息，提供了比传统桥接器高得多的操作性能。在理论上，单个以太网端口对含有64个八进制数的数据包，可提供14880bps的传输速率。这意味着一台具有12个端口、支持6道并行数据流的“线路速率”以太网交换机必须提供89280bps的总体吞吐率（6道信息流 $\times$ 14880bps/道信息流）。专用集成电路技术使得交换器在更多端口的情况下以上述性能运行，其端口造价低于传统型桥接器。

### 3.5.2 三种交换技术

#### 1. 端口交换

端口交换技术是最早出现在插槽式的集线器中，这类集线器的背板通常划分有多条以太网段（每条网段为一个广播域），不用网桥或路由连接，网络之间是互不相通的。以太网主模块插入后通常被分配到某个背板的网段上，端口交换用于模块的端口在背板的多个网段之间进行分配、平衡。根据支持的程度，端口交换还可细分为：

- 模块交换：将整个模块进行网段迁移。
- 端口组交换：通常模块上的端口被划分为若干组，每组端口允许进行网段迁移。
- 端口级交换：支持每个端口在不同网段之间进行迁移。这种交换技术是基于OSI第一层上完成的，具有灵活性和负载均衡能力等优点。如果配置得当，那么还可以在一定程度上进行容错，但没有改变共享传输介质的特点，因而不能称之为真正的交换。

#### 2. 帧交换

帧交换是目前应用最广的局域网交换技术，它通过对传统传输媒介进行微分段，提供并行传送的机制，以减小冲突域，获得高的带宽。一般来讲每个公司的产品的实现技术均会有差异，但对网络帧的处理方式一般有以下几种：

- 直通交换：提供线速处理能力，交换机只读出网络帧的前14个字节，便将网络帧传送到相应的端口上。
- 存储转发：通过对网络帧的读取进行验错和控制。

前一种方法的交换速度非常快，但缺乏对网络帧进行更高级的控制，缺乏智能性和安全性，

同时也无法支持具有不同速率的交换。因此，各厂商把后一种技术作为重点。有的厂商甚至对网络帧进行分解，将帧分解成固定大小的信元，该信元处理极易用硬件实现，处理速度快，同时能够完成高级控制功能（如美国MADGE公司的LET集线器），如优先级控制。

### 3. 信元交换

ATM技术代表了网络和通信技术发展的未来方向，也是解决目前网络通信中众多难题的一剂“良药”。ATM采用固定长度53个字节的信元交换。由于长度固定，因而便于用硬件实现。ATM采用专用的非差别连接，并行运行，可以通过一个交换机同时建立多个节点，但并不会影响每个节点之间的通信能力。ATM还容许在源节点和目标节点之间建立多个虚拟链接，以保障足够的带宽和容错能力。ATM采用了异步时分多路复用技术，因而能大大提高通道的利用率。ATM的带宽可以达到25M、155M、622M甚至数Gb的传输能力。

### 3.5.3 局域网交换机的种类及选择

局域网交换机根据使用的网络技术可以分为：

- 以太网交换机；
- 令牌环交换机；
- FDDI交换机；
- ATM交换机；
- 快速以太网交换机等。

如果按交换机应用领域来划分，可分为：

- 台式交换机；
- 工作组交换机；
- 主干交换机；
- 企业交换机；
- 分段交换机；
- 端口交换机；
- 网络交换机等。

局域网交换机是组成网络系统的核心设备。对用户而言，局域网交换机最主要的指标是端口的配置、数据交换能力、包交换速度等因素。因此，在选择交换机时要注意以下事项：

- 1) 交换端口的数量；
- 2) 交换端口的类型；
- 3) 系统的扩充能力；
- 4) 主干线连接手段；
- 5) 交换机总交换能力；
- 6) 是否需要路由选择能力；
- 7) 是否需要热切换能力；
- 8) 是否需要容错能力；
- 9) 能否与现有设备兼容，顺利衔接；
- 10) 网络管理能力。

### 3.5.4 交换机应用中几个值得注意的问题

#### 1 交换机网络中的瓶颈问题

交换机本身的处理速度可以达到很高，用户往往迷信厂商宣传的 Gbps级的高速背板。其实这是一种误解，接入网的工作站或服务器使用的网络是以太网，它遵循 CSMA/CD介质访问规则。在当前的客户/服务器模式的网络中多台工作站会同时访问服务器，因此非常容易形成服务器瓶颈。有的厂商已经考虑到这一点，在交换机中设计了一个或多个高速端口（如 3COM LinkSwitch1000可以配置一个或两个100Mbps端口），方便用户连接服务器或高速主干网。用户也可以通过设计多台服务器（进行业务划分）或追加多个网卡来消除瓶颈。交换机还可支持生成树算法，方便用户架构容错的冗余连接。

## 2. 网络中的广播帧

目前广泛使用的网络操作系统有 NetWare、Windows NT等，而 LAN Server的服务器是通过发送网络广播帧来向客户机提供服务的。这类局域网中广播包的存在会大大降低交换机的效率，这时可以利用交换机的虚拟网功能（并非每种交换机都支持虚拟网）将广播包限制在一定范围内。

每台交换机的端口都支持一定数目的 MAC地址，这样交换机能够“记忆”住该端口一组连接站点的情况，厂商提供的定位不同的交换机端口支持 MAC数也不一样，用户使用时一定要注意交换机端口的连接端点数。如果超过厂商给定的 MAC数，交换机接收到一个网络帧时，只有其目的站的MAC地址不存在于该交换机端口的 MAC地址表中，那么该帧会以广播方式发向交换机的每个端口。

## 3. 虚拟网的划分

虚拟网是交换机的重要功能，通常虚拟网的实现形式有三种：

1) 静态端口分配 静态虚拟网的划分通常是网管人员使用网管软件或直接设置交换机的端口，使其直接从属某个虚拟网。这些端口一直保持这些从属性，除非网管人员重新设置。这种方法虽然比较麻烦，但比较安全，容易配置和维护。

2) 动态虚拟网 支持动态虚拟网的端口，可以借助智能管理软件动态确定它们的从属。端口是通过借助网络包的 MAC地址、逻辑地址或协议类型来确定虚拟网的从属。当一网络节点刚接入网时，交换机端口还未分配，于是交换机通过读取网络节点的 MAC地址动态地将该端口划入某个虚拟网。这样一旦网管人员配置好后，用户的计算机可以灵活地改变交换机端口，而不会改变该用户的虚拟网的从属性，而且如果网络中出现未定义的 MAC地址，则可以向网管人员报警。

3) 多虚拟网端口配置 该配置支持一用户或一端口可以同时访问多个虚拟网。这样可以将一台网络服务器配置成多个业务部门（每种业务设置成一个虚拟网）都可同时访问，也可以同时访问多个虚拟网的资源，还可让多个虚拟网间的连接只需一个路由端口即可完成。但这样会带来安全上的隐患。虚拟网的业界规范正在制定中，因而各个公司的产品还谈不上互操作性。Cisco公司开发了 Inter-Switch Link(ISL)虚拟网络协议，该协议支持跨骨干网 (ATM、FDDI、Fast Ethernet)的虚拟网。但该协议被指责为缺乏安全性考虑。传统的计算机网络中使用了大量的共享式Hub，通过灵活接入计算机端口也可以获得好的效果。

## 4. 高速局域网技术的应用

快速以太网技术虽然在某些方面与传统以太网保持了很好的兼容性，但 100BASE-TX、100BASE-T4及100BASE-FX对传输距离和级连都有了比较大的限制。通过 100Mbps的交换机可以打破这些局限。同时也只有交换机端口才可以支持双工高速传输。

目前也出现了 CDDI/FDDI的交换技术，另外该 CDDI/FDDI的端口价格也呈下降趋势，同

时在传输距离和安全性方面也有比较大的优势，因此它是大型网络骨干的一种比较好的选择。

3COM的主要交换产品有 LinkSwitch系列和 LANplex系列；BAY的主要交换产品有 LattisSwitch 2800，BAY STACK Workgroup、System3000/5000（提供某些可选交换模块）；Cisco的主要交换产品有Gatalyst 1000/2000/3000/5000系列。

三家公司的产品形态看来都有相似之处，产品的价格也比较接近，除了设计中要考虑网络环境的具体需要（强调端口的搭配合理）外，还需从整体上考虑，例如网管、网络应用等。随着ATM技术的发展和成熟以及市场竞争的加剧，帧交换机的价格将会进一步下跌，它将成为工作组网的重要解决方案。

### 3.6 路由器

路由器是一种典型的网络层设备。它在两个局域网之间按帧传输数据，在 OSI/RM之中被称之为中介系统，完成网络层中继或第 3层中继的任务。路由器负责在两个局域网的网络层间按帧传输数据，转发帧时需要改变帧中的地址。它在 OSI/RM中的位置如图 3-6所示。

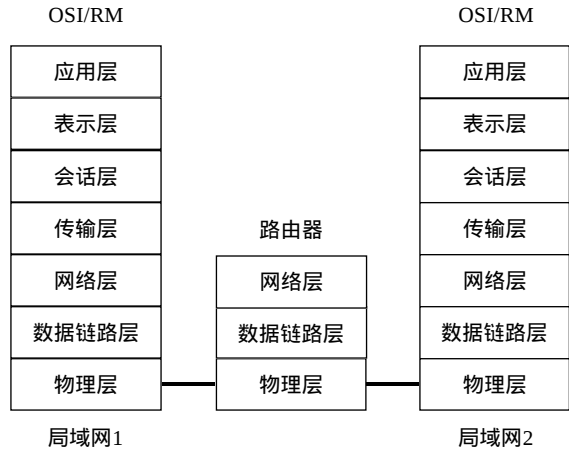


图3-6 OSI/RM上的路由器

#### 3.6.1 原理与作用

路由器（Router）是用于连接多个逻辑上分开的网络，所谓逻辑网络是代表一个单独的网络或者一个子网。当数据从一个子网传输到另一个子网时，可通过路由器来完成。因此，路由器具有判断网络地址和选择路径的功能，它能在多网络互联环境中，建立灵活的连接，可用完全不同的数据分组和介质访问方法连接各种子网，路由器只接受源站或其他路由器的信息，属网络层的一种互联设备。它不关心各子网使用的硬件设备，但要求运行与网络层协议相一致的软件。路由器分本地路由器和远程路由器，本地路由器是用来连接网络传输介质的，如光纤、同轴电缆、双绞线；远程路由器是用来连接远程传输介质，并要求相应的设备，如电话线要配调制解调器，无线要通过无线接收机、发射机。

一般说来，异种网络互联与多个子网互联都应采用路由器来完成。路由器的主要工作就是为经过路由器的每个数据帧寻找一条最佳传输路径，并将该数据有效地传送到目的站点。由此可见，选择最佳路径的策略即路由算法是路由器的关键所在。为了

完成这项工作，在路由器中保存着各种传输路径的相关数据——路由表（Routing Table），供路由选择时使用。路由表中保存着子网的标志信息、网上路由器的个数和下一个路由器的名字等内容。路由表可以由系统管理员固定设置好的，也可以由系统动态修改，可以由路由器自动调整，也可以由主机控制。

#### 1. 静态路由表

由系统管理员事先设置好固定的路由表称之为静态（Static）路由表，一般是在系统安装时就根据网络的配置情况预先设定的，它不会随未来网络结构的改变而改变。

#### 2. 动态路径表

动态（Dynamic）路由表是路由器根据网络系统的运行情况而自动调整的路径表。路由器根据路由协议（Routing Protocol）提供的功能，自动学习和记忆网络运行情况，在需要时自动计算数据传输的最佳路径。

### 3.6.2 路由器的优缺点

#### 1. 优点

- 适用于大规模的网络；
- 复杂的网络拓扑结构，负载共享和最优路径；
- 能更好地处理多媒体；
- 安全性高；
- 隔离不需要的通信量；
- 节省局域网的频宽；
- 减少主机负责。

#### 2. 缺点

- 它不支持非路由协议；
- 安装复杂；
- 价格高。

### 3.6.3 路由器的功能

1) 在网络间截获发送到远地网段的报文，起转发的作用。

2) 选择最合理的路由，引导通信。为了实现这一功能，路由器要按照某路由通信协议，查找路由表。路由表中列出整个互连网络中包含的各个节点，以及节点间的路径情况和与它们相联系的传输费用。如果到特定的节点有一条以上路径，则基于预先确定的准则选择最优（最经济）的路径。由于各种网络段和其相互联接情况可能发生变化，因此路由情况的信息需要及时更新，这是由所使用的路由信息协议规定的定时更新或者按变化情况更新来完成。网络中的每个路由器按照这一规则动态地更新它所保持的路由表，以便保持有效的路由信息。

3) 路由器在转发报文的过程中，为了便于在网络间传送报文，按照预定的规则把大的数据包分解成适当大小的数据包，到达目的地后再把分解的数据包包装成原有形式。多协议的路由器可以连接使用不同通信协议的网络段，作为不同通信协议网络段通信连接的平台。

4) 路由器的主要任务是把通信引导到目的地网络，然后到达特定的节点站地址。后一项功能是通过网络地址分解完成的。例如，把网络地址部分的分配指定成网络、子网和区域的一组节点，其余的用来指明子网中的特别站。分层寻址允许路由器对有很多个节点站的网络存储寻址信息。

在广域网范围内的路由器按其转发报文的性能可以分为两种类型，即中间节点路由器和边界路由器。尽管在不断改进的各种路由协议中，对这两类路由器所使用的名称可能有很大的差别，但所发挥的作用却是一样的。

中间节点路由器在网络中传输时，提供报文的存储和转发。同时根据当前的路由表所保持的路由信息情况，选择最好的路径传送报文。由多个互联的 LAN组成的公司或企业网络一侧和外界广域网相连接的路由器，就是这个企业网络的边界路由器。它从外部广域网收集向本企业网络寻址的信息，转发到企业网络中有关的网络段；另一方面集中企业网络中各个 LAN段向外部广域网发送的报文，对相关的报文确定最好的传输路径。

事实上，路由器除了上述的路由选择这一主要功能外，还具有网络流量控制功能。有的路由器仅支持单一协议，但大部分路由器可以支持多种协议的传输，即多协议路由器。由于每一种协议都有自己的规则，要在一个路由器中完成多种协议的算法，势必会降低路由器的性能。因此，我们以为，支持多协议的的路由器性能相对较低。用户购买路由器时，需要根据自己的实际情况，选择自己需要的网络协议的路由器。

近年来出现了交换路由器产品，从本质上来说它不是什么新技术，而是为了提高通信能力，把交换机的原理组合到路由器中，使数据传输能力更快、更好。

### 3.7 网关

#### 3.7.1 网关的基本概念

网关（Gateway）是连接两个协议差别很大的计算机网络时使用的设备。它可以将具有不同体系结构的计算机网络连接在一起。在 OSI/RM中，网关属于最高层（应用层）的设备，如图3-7所示。

在OSI中网关有两种：一种是面向连接的网关，一种是无连接的网关。当两个子网之间有一定距离时，往往将一个网关分成两半，中间用一条链路连接起来，我们称之为半网关。

网关提供的服务是全方位的。例如，若要实现 IBM公司的SNA与DEC公司的DNA之间的网关，则需要完成复杂的协议转换工作，并将数据重新分组后才能传送。网关的实现非常复杂，工作效率也很难提高，一般只提供有限的几种协议的转换功能。常见的网关设备都是用在网络中心的大型计算机系统之间的连接上，为普通用户访问更多类型的大型计算机系统提供帮助。

当然，有些网关可以通过软件来实现协议转换操作，并能起到与硬件类似的作用。但它是

以损耗机器的运行时间来实现的。

有关网关的问题，在众多的文章、资料中提到第三层网关、第四层网关的问题，我们认为只是一种叫法。但是网关还有人分为内部网关和外部网关。第三层网关是讨论网关怎样获得路由；第四层网关是讨论网关在传输层所能发挥的作用

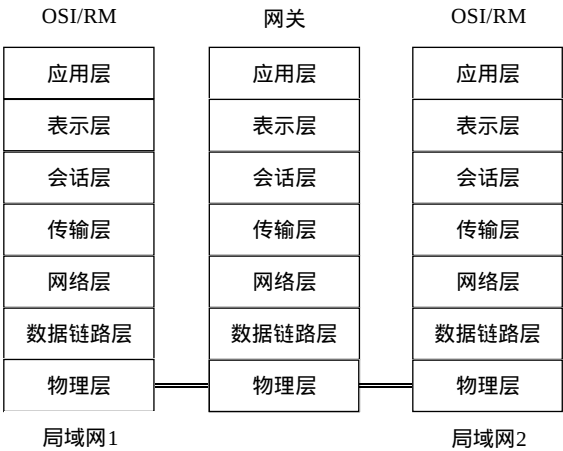


图3-7 OSI/RM中的网关

网关可分为核心网关和非核心网关。核心网关 ( Core gateway ) 由网络管理操作中心进行控制, 而受各个部门控制的被称为非核心网关。

网关的协议主要有:

网关-网关协议GGP ( Gateway-to Gateway Protocol ), 它主要进行路由选择信息的交换。

外部网关协议EGP ( Exterior Gateway Protocol ): 它是用于两个自治系统 ( 局域网 ) 之间选择路径信息的交换。自治系统采用 EGP 向 GGP 通报内部路径。

内部网关协议RIP ( Routing Information Protocol ): HELLO协议、 gated协议是讨论自治系统内部各网络路径信息的机制。

### 3.7.2 网关-网关协议简述

#### 1. GGP协议的使用

最初的Internet核心系统利用GGP可以在不用人为修改现有核心网关寻径表的情况下增加新的核心网关, 当新网关加入核心系统时, 分配到若干核心邻机 (core neighbour,即与新网关相邻的核心网关)。各邻机已广播过各自的路径信息, 新机加入后, 向邻机广播 ( V-D ) 报文, 告知本机所能直接到达的网络。各邻机收到该 ( V-D ) 报文后, 刷新各自的寻径表, 并在下次周期性的路径广播中, 将新网关的信息向其他网关广播出去。

#### 2. GGP协议的距离计量

在GGP协议广播的 ( V-D ) 报文中, 距离D按路径上的驿站数计, 这是 GGP 协议不甚精确的地方。按理说, 一条IP路径的长短应该按它的正常传输延迟 ( 无拥塞、无重传、无等待 ) 计算, 驿站数跟传输延迟可以说是两码事。比如一条驿站数为 3 的以太网路径传输延迟显然比驿站数为3甚至2的串行线路路径传输延迟小, 而按照 GGP 协议, 结论却恰恰相反。当然以对站数计算路径长也有好处, 那就是简单、易于实现。GGP作为早期的路径广播协议, 做得简单一点是可以理解的。

#### 3. GGP协议报文格式

作为网络层的子协议, GGP报文是封装在IP数据报中传输的。GGP报文分为4种, 类型由报文中第一个字节“类型”域定义。最重要的GGP报文是GGP路径刷新报文。

### 3.7.3 外部网关协议简述

#### EGP概念

在网际网中, 交换寻径信息的网关互为“邻机”( neighbor ), 同属一个自治系统的邻机互为“内部邻机”( interior neighbor ), 分属不同自治系统的邻机互为“外部邻机”( exterior neighbor )。确切地说, EGP是用于外部邻机间交换路径信息的协议。EGP采用V-D算法, 所以一般情况下, EGP邻机位于同一网络上, 这个网络本身同属于两个自治系统。要强调的是, 所谓“邻机”仅就寻径信息交换而言, 与是否位于同一物理网络没有关系。

EGP的三大功能是: 第一, 邻机获取, 网关可以请求另一自治系统中的某网关作为自己的外部邻机 ( 叫作 EGP 邻机 ), 以便互换路径信息; 第二, 邻机测试, 网关要不断测试其 EGP 邻机是否可以到达; 第三, 与 EGP 邻机交换寻径信息, 通过周期性的路径刷新报文交换来实现。

### 3.7.4 内部网关协议族

内部网关协议 ( IGP ) 用于自治系统内部的路径信息交换。IGP提供网关了解本自治系统

内部各网络路径信息的机制。

在计算机网络技术中，无论任何操作，一旦通过协议描述出现，就意味着两点：第一，这些协议针对的是大量的或变化迅速的，或既大量又变化迅速的对象，这些对象很难用人工的方式进行处理；第二，这些协议描述的操作可以通过软件自动实现。

对内部网关协议的需求也不外乎出自上述两点。在小型的变化不大的网间网中，完全可以由管理员人为地构造和刷新网关寻径表，但在大型、变化剧烈的网间网中，人工方式远远适应不了需要。随着网间网规模的扩大，内部网关协议应运而生。

与外部网关协议EGP不同的是，内部网关协议不止一个，而是一族，它们的区别在于距离制式（distance metric，即距离度量标准）不同，或在于路径刷新算法不同。为简便计，我们把这些内部网关协议统称为IGP(Interior Gateway Protocol)。

出现不同的IGP既有技术上的原因，也有历史的原因。从技术方面看，不同的自治系统的拓扑结构和所采用的技术不同。这种差别为不同IGP的出现提供可能。从历史的角度看，在网间网发展的早期，没有出现一种良好的广为接受的IGP协议，造成了目前IGP协议纷呈的局面。在现在的网间网中，大多数自治系统都使用自己的IGP进行内部路径信息广播，有些甚至采用EGP代替IGP。

## 3.8 防火墙

### 3.8.1 防火墙概述

由于Internet（因特网）的迅速发展，提供了发布住处和检索信息的场所，但它也带来了信息污染和信息破坏的危险，人们为了保护其数据和资源的安全，出现了防火墙。防火墙从本质上说是一种保护装置。它保护什么呢？它保护的是数据、资源和用户的声誉。

数据——是指用户保存在计算机里的信息，需要保护的数据有三种类型的特征：

- 1) 保密性：是用户不需要被别人知道的；
- 2) 完整性：是用户不需要被别人修改的；
- 3) 可用性：是用户希望自己能够使用的。

资源——是指用户计算机内的系统资源。

声誉——作为用户的计算机本身并不存在什么声誉的事情，问题在于一个入侵者冒充你的身份出现在Internet（因特）网上，做一些不是你做的事，或者冒充你的身份在Internet上遍游世界，调阅需要付费的资料，这些费用由你来负责清算，特别是软件盗版和色情描写，这是用户很难讲清的。国内外的资料表明，入侵者一般有这几种类型：寻欢作乐者、破坏者、间谍等。

#### 1. Internet防火墙

防火墙原是建筑物大厦设计来防止火灾从大厦的一部分传播到另一部分。从理论上讲Internet防火墙服务也属于类似目的。它防止Internet上的危险（病毒、资源盗用等）传播到你的网络内部。而事实上Internet防火墙不象一座现代化大厦中的防火墙，更象北京故宫的护城河。它服务于多个目的：

- 1) 限制人们从一个特别的控制点进入；
- 2) 防止侵入者接近你的其他防御设施；
- 3) 限定人们从一个特别的点离开；
- 4) 有效的阻止破坏者对你的计算机系统进行破坏

因特网防火墙常常被安装在受保护的内部网络连接到因特网的点上，如图 3-8所示。

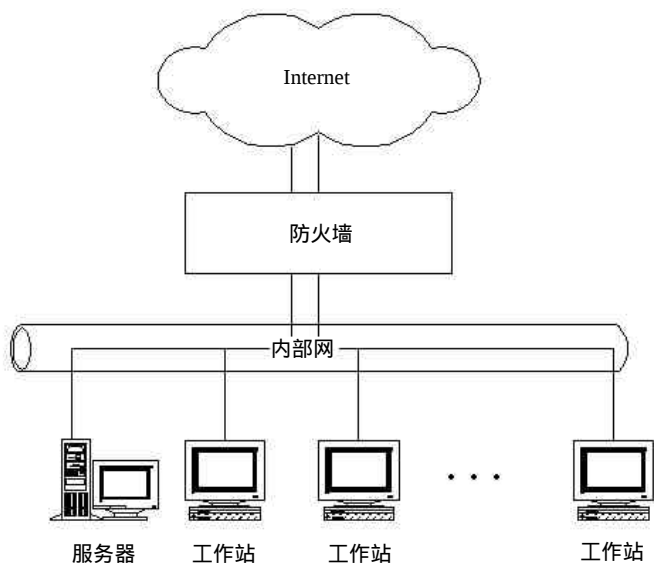


图3-8 防火墙在因特网与内部网中的位置

## 2. 防火墙的优点

### (1) 防火墙能强化安全策略

因为Internet上每天都有上百万人在那里收集信息、交换信息、不可避免地会出现个别品德不良的人，或违反规则的人，防火墙是为了防止不良现象发生的“交通警察”，它执行站点的安全策略，仅仅容许“认可的”和符合规则的请求通过。

### (2) 防火墙能有效地记录 Internet 上的活动

因为所有进出信息都必须通过防火墙，所以防火墙非常适用收集关于系统和网络使用和误用的信息。作为访问的唯一一点，防火墙能在被保护的网络和外部网络之间进行记录。

### (3) 防火墙限制暴露用户点

防火墙能够用来隔开网络中一个网段与另一个网段。这样，能够防止影响一个网段的问题通过整个网络传播。

### (4) 防火墙是一个安全策略的检查站

所有进出的信息都必须通过防火墙，防火墙便成为安全问题的检查点，使可疑的访问被拒绝于门外。

## 3. 防火墙的不足之处

上面我们叙述了防火墙的优点，但它还是有缺点的。

### (1) 不能防范恶意的知情者

防火墙可以禁止系统用户经过网络连接发送专有的信息，但用户可以将数据复制到磁盘、磁带上，放在公文包中带出去。如果入侵者已经在防火墙内部，防火墙是无能为力的。内部用户偷窃数据，破坏硬件和软件，并且巧妙地修改程序而不接近防火墙。对于来自知情者的威胁只能要求加强内部管理，如主机安全和用户教育等。

### (2) 防火墙不能防范不通过它的连接

防火墙能够有效地防止通过它进行传输信息，然而不能防止不通过它而传输的信息。例如，

如果站点允许对防火墙后面的内部系统进行拨号访问，那么防火墙绝对没有办法阻止入侵者进行拨号入侵。

### (3) 防火墙不能防备全部的威胁

防火墙被用来防备已知的威胁，如果是一个很好的防火墙设计方案，可以防备新的威胁，但没有一个防火墙能自动防御所有的新的威胁。

### (4) 防火墙不能防范病毒

## 3.8.2 防火墙体系结构

目前，防火墙的体系结构一般有以下几种：

- 1) 双重宿主主机体系结构；
- 2) 被屏蔽主机体系结构；
- 3) 被屏蔽子网体系结构。

### 1. 双重宿主主机体系结构

双重宿主主机体系结构是围绕具有双重宿主的主机计算机而构筑的，该计算机至少有两个网络接口。这样主机可以充当与这些接口相连的网络之间的路由器；它能够从一个网络到另一个网络发送IP数据包。然而，实现双重宿主主机的防火墙体系结构禁止这种发送功能。因而，IP数据包从一个网络（例如，因特网），并不是直接发送到其他网络（例如，内部的、被保护的网路）。防火墙内部的系统能与双重宿主主机通信，但是这些系统不能直接互相通信。它们之间的IP通信被完全阻止。

双重宿主主机的防火墙体系结构是相当简单的：双重宿主主机位于两者之间，并且被连接到因特网和内部的网路。图3-9显示这种体系结构。

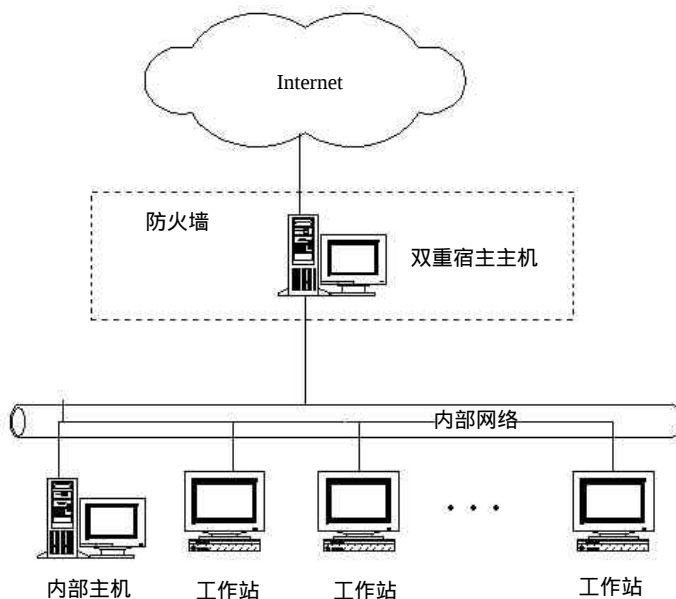


图3-9 双重宿主主机体系结构

### 2. 屏蔽主机体系结构

双重宿主主机体系结构提供来自与多个网络相连的主机的服务（但是路由关闭），而被屏蔽主机体系结构使用一个单独的路由器提供来自仅仅与内部的网路相连的主机的服务。在这种

体系结构中，主要的安全由数据包过滤，其结构如图 3-10所示。

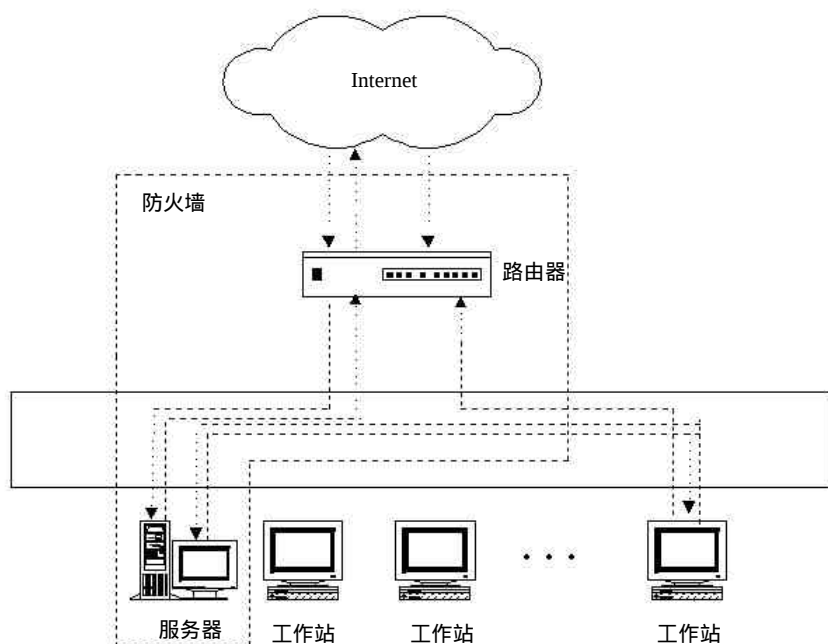


图3-10 屏蔽主机体系结构

图3-10中堡垒主机位于内部的网络上。从图中可以看出，在屏蔽的路由器上的数据包过滤是按这样一种方法设置的：即堡垒主机是因特网上的主机能连接到内部网络上的系统的桥梁（例如，传送进来的电子邮件）。即使这样，也仅有某些确定类型的连接被允许。任何外部的系统试图访问内部的系统或者服务将必须连接到这台堡垒主机上。因此，堡垒主机需要拥有高等级的安全。

数据包过滤也允许堡垒主机开放可允许的连接（什么是“可允许”将由用户的站点的安全策略决定）到外部世界。

在屏蔽的路由器数据包过滤配置可以按下列之一执行：

- 允许其他的内部主机为了某些服务与因特网上的主机连接（即允许那些已经由数据包过滤的服务）。
- 不允许来自内部主机的所有连接（强迫那些主机经由堡垒主机使用代理服务）。

用户可以针对不同的服务混合使用这些手段；某些服务可以被允许直接经由数据包过滤，而其他服务可以被允许仅仅间接地经过代理。这完全取决于用户实行的安全策略。

因为这种体系结构允许数据包从因特网向内部网的移动，所以，它的设计比没有外部数据包能到达内部网络的双重宿主主机体系结构似乎是更冒风险。话说回来，实际上双重宿主主机体系结构在防务数据包从外部网络穿过的内部的网络也容易产生失败（因为这种失败类型是完全出乎预料的，不大可能防备黑客侵袭）。进而言之，保卫路由器比保卫主机较易实现，因为它提供非常有限的服务组。多数情况下，被屏蔽的主机体系结构提供比双重宿主主机体系结构具有更好的安全性和可用性。

然而，比较其他体系结构，如在下面要讨论的屏蔽子网体系结构也有一些缺点。主要的是如果侵袭者没有办法侵入堡垒主机时，而且在堡垒主机和其余的内部主机之间没有任何保护网

络安全的东西存在的情况下，路由器同样出现一个单点失效。如果路由器被损害，整个网络对侵袭者是开放的。

### 3. 屏蔽子网体系结构

屏蔽子网体系结构添加额外的安全层到被屏蔽主机体系结构，即通过添加周边网络更进一步地把内部网络与因特网离开。

为什么这样做？由它们的性质决定。堡垒主机是用户的网络上最容易受侵袭的机器。任凭用户尽最大的力气去保护它，它仍是最有可能被侵袭的机器，因为它本质上是能够被侵袭的机器，如果在屏蔽主机体系结构中，用户的内部网络对来自用户的堡垒主机的侵袭门户洞开，那么用户的堡垒主机是非常诱人的攻击目标。在它与用户的其他内部机器之间没有其他的防御手段时（除了它们可能有的主机安全之外，这通常是非常少的）。如果有人成功地侵入屏蔽主机体系结构中的堡垒主机，那就毫无阻挡地进入了内部系统。

通过在周边网络上隔离堡垒主机，能减少在堡垒主机上侵入的影响。可以说，它只给入侵者一些访问的机会，但不是全部。

屏蔽子网体系结构的最简单的形式为：两个屏蔽路由器，每一个都连接到周边网。一个位于周边网与内部的网络之间，另一个位于周边网与外部网络之间（通常为因特网），其结构如图3-11所示。为了侵入用这种类型的体系结构构筑的内部网络，侵袭者必须要通过两个路由器。即使侵袭者设法侵入堡垒主机，他将仍然必须通过内部路由器。在此情况下，没有损害内部网络的单一的易受侵袭点。作为入侵者，只是进行了一次访问。

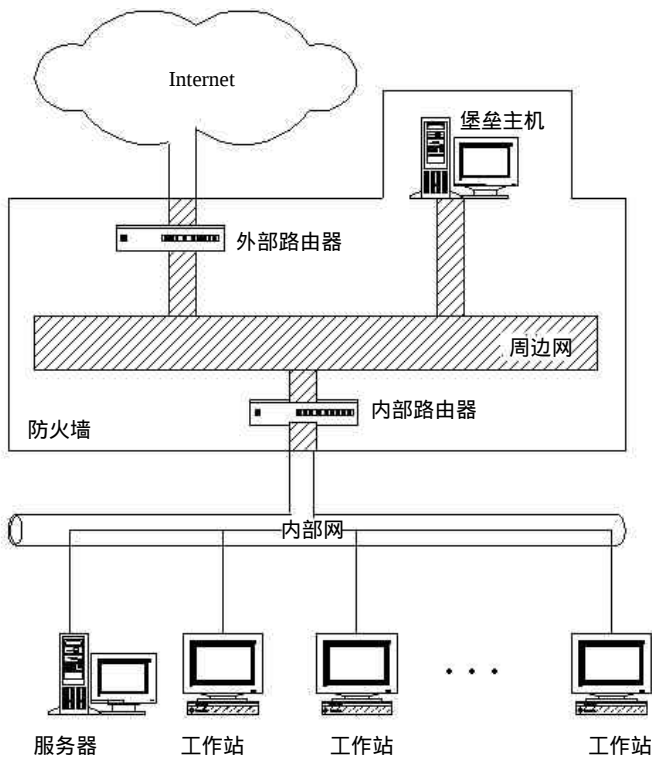


图3-11 屏蔽子网体系结构

对图3-11的要点说明如下：

(1) 周边网络

周边网络是另一个安全层，是在外部网络与用户的被保护的内部网络之间的附加的网络。如果侵袭者成功地侵入用户的防火墙的外层领域，周边网络在那个侵袭者与用户的内部系统之间提供一个附加的保护层。

对于周边网络的作用，举例说明如下。在许多网络设置中，用给定网络上的任何机器来看这个网络上的每一台机器的通讯是可能的，对大多数以太网为基础的网络确实如此（而且以太网是当今使用最广泛的局域网技术）；对若干其他成熟的技术，诸如令牌环和 FDDI 也是如此。探听者可以通过查看那些在 Telnet、FTP 以及 rlogin 会话期间使用过的口令成功地探测出口令。即使口令没被攻破，探听者仍然能偷看或访问他人的敏感文件的内容，或阅读他们感兴趣的电子邮件等等；探听者能完全监视何人在使用网络。

对于周边网络，如果某人侵入周边网上的堡垒主机，他仅能探听到周边网上的通信。因为所有周边网上的通信来自或者通往堡垒主机或因特网。

因为没有严格的内部通讯（即在两台内部主机之间的通讯，这通常是敏感的或者专有的）能越过周边网。所以，如果堡垒主机被损害，内部的通讯仍将是安全的。

一般来说，来往于堡垒主机，或者外部世界的通讯，仍然是可监视的。防火墙设计工作的一部分就是确保这种通讯不致于被监视者阅读后将损害你的站点的完整性。

## (2) 堡垒主机

在屏蔽的子网体系结构中，用户把堡垒主机连接到周边网；这台主机便是接受来自外界连接的主要入口。例如：

- 1) 对于进来的电子邮件（SMTP）会话，传送电子邮件到站点；
- 2) 对于进来的FTP连接，转接到站点的匿名FTP服务器；
- 3) 对于进来的域名服务（DNS）站点查询等等。

而出站服务（从内部的客户端到在因特网上的服务器）按如下任一方法处理：

- 1) 在外部和内部的路由器上设置数据包过滤来允许内部的客户端直接访问外部的服务器。
- 2) 设置代理服务器在堡垒主机上运行（如果用户的防火墙使用代理软件）来允许内部的客户端间接地访问外部的服务器。用户也可以设置数据包过滤来允许内部的客户端在堡垒主机上同代理服务器交谈，反之亦然。但是禁止内部的客户端与外部世界之间直接通讯（即拨号入网方式）

## (3) 内部路由器

内部路由器（有时被称为阻塞路由器）保护内部的网络使之免受因特网和周边网的侵犯。内部路由器为用户的防火墙执行大部分的数据包过滤工作。它允许从内部网到因特网的有选择的出站服务。这些服务是用户的站点能使用数据包过滤而不是代理服务安全支持提供的服务。

内部路由器所允许的在堡垒主机（在周边网上）和用户的内部网之间服务可以不同于内部路由器所允许的在因特网和用户的内部网之间的服务。限制堡垒主机和内部网之间服务的理由是减少由此而导致的受到来自堡垒主机侵袭的机器的数量。

## (4) 外部路由器

在理论上，外部路由器（在有关防火墙著作中有时被称为访问路由器）保护周边网和内部网使之免受来自因特网的侵犯。实际上，外部路由器倾向于允许几乎任何东西从周边网出站，并且它们通常只执行非常少的数据包过滤。保护内部机器的数据包过滤规则在内部路由器和外部路由器上基本上应该是一样的；如果在规则中有允许侵袭者访问的错误，错误就可能出现在两个路由器上。

一般，外部路由器由外部群组提供（例如，用户的因特网供应商），同时用户对它的访问

被限制。外部群组可能愿意放入一些通用型数据包过滤规则来维护路由器，但是不愿意使维护复杂或者使用频繁变化的规则组。

外部路由器能有效地执行的安全任务之一（通常别的任何地方不容易做的任务）是：阻止从因特网上伪造源地址进来的任何数据包。这样的数据包自称来自内部的网络，但实际上是来自因特网。

### 3.8.3 防火墙体系结构的组合形式

建造防火墙时，一般很少采用单一的技术，通常是多种解决不同问题的技术的组合。这种组合主要取决于网管中心向用户提供什么样的服务，以及网管中心能接受什么等级风险。采用哪种技术主要取决于经费、投资的大小或技术人员的技术和时间等因素。一般有以下几种形式。

- 1) 使用多堡垒主机；
- 2) 合并内部路由器与外部路由器；
- 3) 合并堡垒主机与外部路由器；
- 4) 合并堡垒主机与内部路由器；
- 5) 使用多台内部路由器；
- 6) 使用多台外部路由器；
- 7) 使用多个周边网络；
- 8) 使用双重宿主主机与屏蔽子网。

使用两台堡垒主机的体系结构如图 3-12 所示。

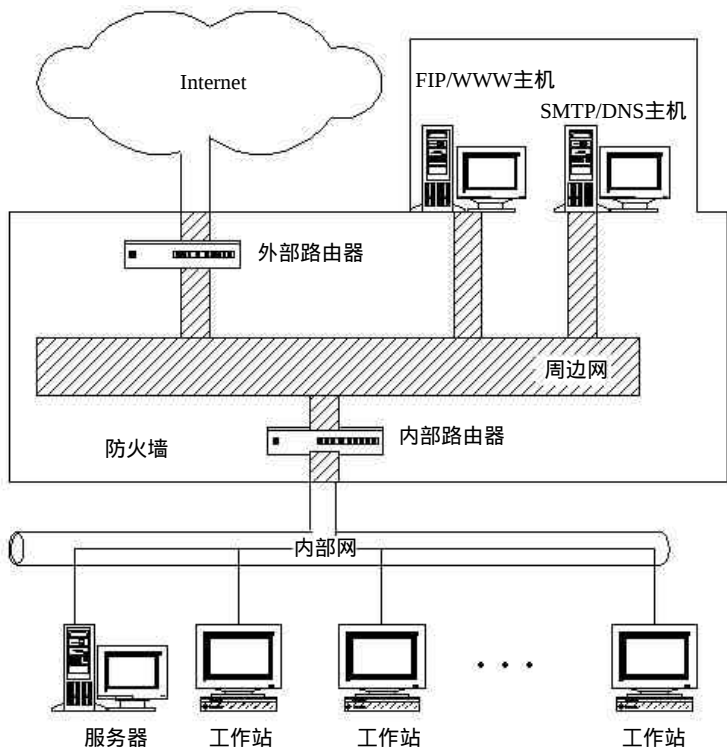


图3-12 使用两台堡垒主机的体系结构

### 3.8.4 内部防火墙

在本文的大部分讨论中，都假定建立防火墙的目的在于保护内部网免受外部网的侵扰。但有时为了某些原因，我们还需要对内部网的部分站点再加以保护以免受内部的其他站点的侵袭。因此，有时我们需要在同一结构的两个部分之间，或者在同一内部网的两个不同组织结构之间再建立防火墙（也被称为内部防火墙）。

因为网络中每一个用户所需要的服务和信息经常是不一样的，它们对安全保障的要求也不一样，所以我们可以将网络组织结构的一部分与其余站点隔离。例如，财务部分与其他部分分开，人事档案部分与办公管理分开等。

### 3.8.5 防火墙的未来

目前，防火墙技术已经引起了人们的注意，随着新技术的发展，混合使用包过滤技术、代理服务技术和其他一些新技术的防火墙正向我们走来。

越来越多的客户端和服务端的应用程序本身就支持代理服务方式。比如：许多 WWW 客户服务软件包就具有代理能力。而许多象 SOCKS 这样的软件在运行编译时也支持代理服务。

包过滤系统向着更具柔性和多功能的方向发展。比如动态包过滤系统，在 Check Point Firewall-1、Karl Brige/Karl Brouter 以及 Morning Srat Secure Connect router 中的包过滤规则可由路由器灵活、快速的来设置。一个输出的 UDP 数据包可以引起对应的允许应答 UDP 创立一个临时的包过滤规则，允许其对应的 UDP 包进入内部网。

被称为“第三代”产品的第一批系统已开始进入市场。例如，Border 网络技术公司的 Border 产品和 Truest 信息系统公司的 Gauntlet 3.0 产品从外部向内看起来像是代理服务（任何外部服务请求都来自于同一主机），而由内部向外看像一个包过滤系统（内部用户认为他们直接与外部网交互）。这些产品通过对大量内部网的外向连接请求主计账系统和包的批次修改对防火墙的内外提供相关的伪像。Karl Bridge/Karl Brouter 产品拓展了包过滤的范围，它对应用层上的包过滤和授权进行了扩展。这比传统的包过滤要精细得多。

随着因特网基础技术的发展，也要求防火墙技术更新，而作为因特网的协议 IP 也面临着巨大的变革，促使 IP 变革的主要原因是，现在 IP 协议的 4 字节方式（也被称为 IP version 4）已不能提供足够多的相互独立的 IP 网址以满足越来越多的因特网用户对网址的要求。为了解决这个问题，人们曾试图将 IP 地址的组成模块划小，以使有更高比例的理论地址投入实际使用，但这样做不但会引起路由协议方面的问题，同时在实际上也并没有提供更多的地址。据专家估计，在最近几年内，因特网上的现存网址资源将被用尽。

目前，人们正在设计新的 IP 协议（也被称为 IP version 6）。IP 协议的变化将对防火墙的建立与运行产生深刻的影响。同时，目前大多数网络上的机器的信息流都有可能被偷看到，但更新式的网络技术如帧中继，异步传输模式（ATM）可将数据包源地址直接发送给目的地址，从而防止信息流在传输途中被泄露。

# 第4章 线槽规格和品种以及线缆的敷设

布线系统中除了线缆外，槽管是一个重要的组成部分，可以说：金属槽、PVC槽、金属管、PVC管是综合布线系统的基础性材料。在综合布线系统中主要使用线槽有以下几种情况：

- 1) 金属槽和附件；
- 2) 金属管和附件；
- 3) PVC塑料槽和附件；
- 4) PVC塑料管和附件。

现叙述如下。

## 4.1 金属槽和塑料槽

金属槽由槽底和槽盖组成，每根槽一般长度为 2 米，槽与槽连接时使用相应尺寸的铁板和螺丝固定。槽的外型如图 4-1所示。

在综合布线系统中一般使用的金属槽的规格有：50×100mm、100×100mm、100×200mm、100×300mm、200×400mm 等多种规格。

塑料槽的外状与图 4-1类似，但它的品种规格更多，从型号上讲有：PVC-20系列、PVC-25系列、PVC-25F系列、PVC-30系列、PVC-40系列、PVC-40Q系列等。从规格上讲有：20×12、25×12.5、25×25、30×15、40×20等。

与PVC槽配套的附件有：阳角、阴角、直转角、平三通、左三通、右三通、连接头、终端头、接线盒（暗盒、明盒）等。外型如图 4-2所示。

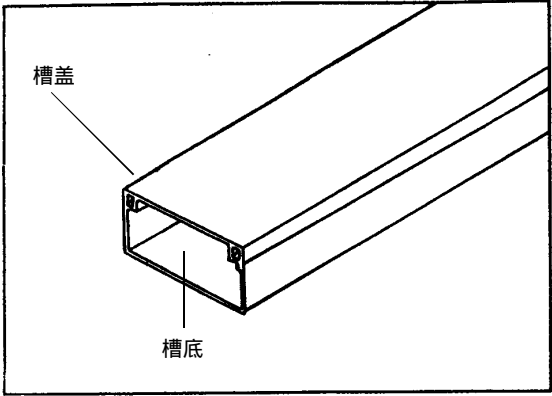


图4-1 槽的外形

PVC-40Q塑料线槽明敷设安装配套附件（白色）

| 产品名称 | 图例 | 出厂价<br>(元) | 产品名称 | 图例 | 出厂价<br>(元) | 产品名称 | 图例 | 出厂价<br>(元) |
|------|----|------------|------|----|------------|------|----|------------|
| 阳角   |    | 0.50       | 平三通  |    | 0.65       | 连接头  |    | 0.36       |
| 阴角   |    |            | 直转角  |    |            | 终端头  |    |            |

图4-2 槽配套附件

| 产品名称 | 图例                                                                                | 出厂价<br>(元) | 产品名称 | 图例                                                                                | 出厂价<br>(元) | 产品名称      | 图例                                                                                | 出厂价<br>(元) |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 阳角   |  | 0.35       | 平三通  |  | 0.55       | 连接头       |  | 0.20       |
| 阴角   |  |            | 顶三通  |  |            | 终端头       |  |            |
| 直转角  |  | 0.46       | 左三通  |  |            | 接线盒<br>插口 |  |            |
|      |                                                                                   |            | 右三通  |  |            | 灯头盒<br>插口 |  |            |
|      |                                                                                   |            |      |                                                                                   |            |           |                                                                                   |            |

图4-2 槽配套附件(续)

## 4.2 金属管和塑料管

金属管是用于分支结构或暗埋的线路,它的规格也有多种,以外径 mm为单位:工程施工中常用的金属管有:D16、D20、D25、D32、D40、D50、D63、D75、D110等规格。

在金属管内穿线比线槽布线难度更大一些,在选择金属管时要注意管径选择大一点,一般管内填充物占30%左右,以便于穿线。金属管还有一种是软管(俗称波纹管),供弯曲的地方使用。

塑料管产品分为2大类:即PE阻燃导管和PVC阻燃导管。

PE阻燃导管是一种塑料半硬导管,按外径有D16、D20、D25、D32 4种规格。外观为白色,具有强度高、耐腐蚀、挠性好、内壁光滑等优点,明、暗装穿线兼用,它仍以盘为单位,每盘重为25公斤。

PVC阻燃导管是以聚氯乙烯树脂为主要原料,加入适量的助剂,经加工设备挤压成型的刚性导管,小管径PVC阻燃导管可在常温下进行弯曲。便于用户使用,按外径有:D16、D20、D25、D32、D40、D45、D63、D75、D110等规格。

与PVC管安装配套的附件有:接头、螺圈、弯头、弯管弹簧;一通接线合、二通接线合、三通接线合、四通接线合、开口管卡、专用截管器、PVC粘合剂等。

## 4.3 桥架

桥架是布线行业的一个术语,是建筑物内布线不可缺少的一个部分。桥架分为普通型桥架、重型桥架、槽式桥架。在普通桥架中还可分为普通型桥架,直边普通型桥架。

在普通桥架中,有以下主要配件供组合:

梯架、弯通、三通、四通、多节二通、凸弯通、凹弯通、调高板、端向联结板、调宽板、

垂直转角联接件、联接板、小平转角联接板、隔离板等。

在直通普通型桥架中有以下主要配件供组合：

梯架、弯通、三通、四通、多节二通、凸弯通、凹弯通、盖板、弯通盖板、三通盖板、四通盖、凸弯通盖板、凹弯通盖板、花孔托盘、花孔弯通、花孔四通托盘、联接板垂直转角联接板、小平转角联接板、端向联接板护板、隔离板、调宽板、端头挡板等。

重型桥架，槽式桥架在网络布线中很少使用，故不再叙述。

## 4.4 槽、管的线缆敷设

槽的线缆敷设一般有4种方法。

1. 采用电缆桥架或线槽和预埋钢管结合的方式

1) 电缆桥架宜高出地面 2.2m 以上，桥架顶部距顶棚或其他障碍物不应小于 0.3m，桥架宽度不宜小于 0.1m，桥架内横断面的填充率不应超过 50%。

2) 在电缆桥架内缆线垂直敷设时，在缆线的上端应每间隔 1.5m 左右固定在桥架的支架上；水平敷设时，在缆线的首、尾、拐弯处每间隔 2 ~ 3m 处进行固定。

3) 电缆线槽宜高出地面 2.2m。在吊顶内设置时，槽盖开启面应保持 80mm 的垂直净空，线槽截面利用率不应超过 50%。

4) 水平布线时，布放在线槽内的缆线可以不绑扎，槽内缆线应顺直，尽量不交叉，缆线不应溢出线槽，在缆线进出线槽部位，拐弯处应绑扎固定。垂直线槽布放缆线应每间隔 1.5m 固定在缆线支架上。

5) 在水平、垂直桥架和垂直线槽中敷设线时，应对缆线进行绑扎。绑扎间距不宜大于 1.5m，扣间距应均匀，松紧适度。

预埋钢管如图 4-3 所示，它结合布放线槽的位置进行。

设置缆线桥架和缆线槽支撑保护要求：

1) 桥架水平敷设时，支撑间距一般为 1 ~ 1.5m，垂直敷设时固定在建筑物上的间距宜小于 1.5m。

2) 金属线槽敷设时，在下列情况下设置支架或吊架：线槽接头处；间距 1 ~ 1.5m；离开线槽两端口 0.5m 处；拐弯转角处。

3) 塑料线槽槽底固定点间距一般为 0.8 ~ 1m。

2. 预埋金属线槽支撑保护方式

1) 在建筑物中预埋线槽可视不同尺寸，按一层或两层设置，应至少预埋两根以上，线槽截面高度不宜超过 25mm。

2) 线槽直埋长度超过 6m 或在线槽路由交叉、转变时宜设置拉线盒，以便于布放缆线和维修。

3) 拉线盒盖应能开启，并与地面齐平，盒盖处应采取防水措施。

4) 线槽宜采用金属管引入分线盒内。

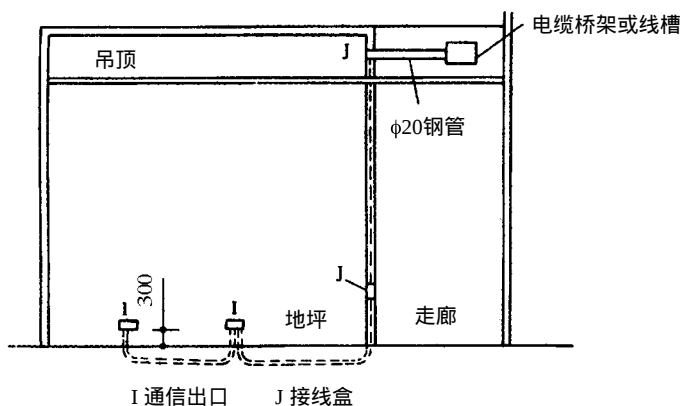


图4-3 电缆桥架或线槽和预埋钢管结合进行的方式

5) 预埋金属线槽方式如图4-4所示。

### 3. 预埋暗管支撑保护方式

1) 暗管宜采用金属管，预埋在墙体中间的暗管内径不宜超过 50mm；楼板中的暗管内径宜为 15 ~ 25mm。在直线布管 30m 处应设置暗箱等装置。

2) 暗管的转弯角度应大于 90°，在路径上每根暗管的转弯点不得多于两个，并不应有 S 弯出现。在弯曲布管时，在每间隔 15m 处应设置暗线箱等装置。

3) 暗管转变的曲率半径不应小于该管外径的 6 倍，如暗管外径大于 50mm 时，不应小于 10 倍。

4) 暗管管口应光滑，并加有绝缘套管，管口伸出部位应为 25 ~ 50mm。管口伸出部位要求如图4-5所示。

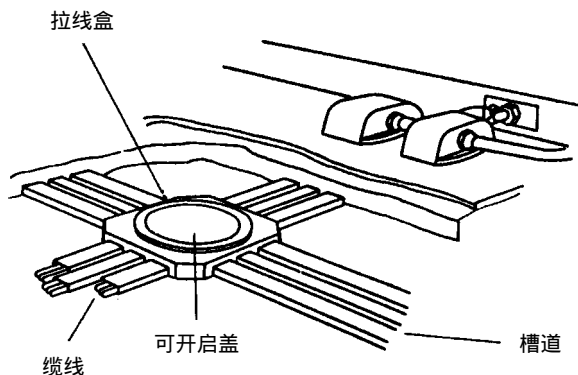


图4-4 预埋金属线槽方式示意图

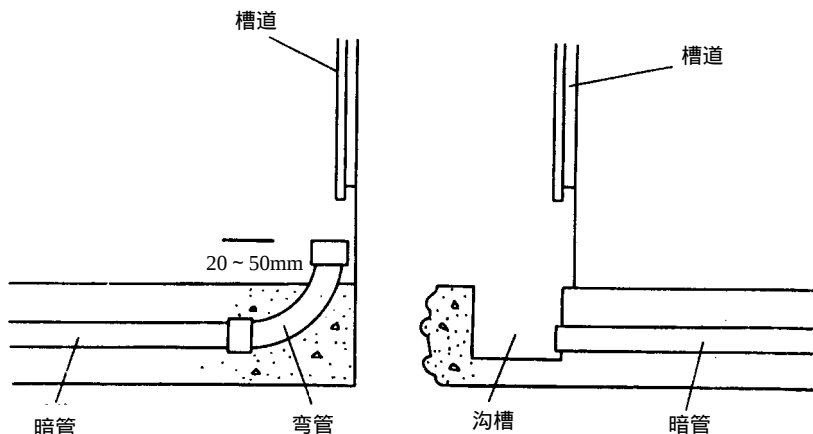


图4-5 暗管出口部位安装示意图

### 4. 格形线槽和沟槽结合的保护方式

1) 沟槽和格形线槽必须勾通。

2) 沟槽盖板可开启，并与地面齐平，盖板和插座出口处应采取防水措施。

3) 沟槽的宽度宜小于 600mm。

4) 格形线槽与沟槽的构成如图4-6所示。

5) 铺设活动地板敷设缆线时，活动地板内净空不应小于 150mm，活动地板内如果作为通风系统的风道使用时，地板内净高不应小于 300mm。

6) 采用公用立柱作为吊顶支撑时，可在立柱中布放缆线，立柱支撑点宜避开沟槽和线槽位置，支撑要牢固。公用立柱布线方式如图4-7所示。

7) 不同种类的缆线布线在金属槽内时，应同槽分隔(用金属板隔开)布放。金属线槽接地应符合设计要求。

干线子系统缆线敷设支撑保护应符合下列要求：

· 缆线不得有放在电梯或管道竖井中

- 干线通道间应沟通。
- 竖井中缆线穿过每层楼板孔洞宜为矩形或圆形。矩形孔洞尺寸不宜小于  $300 \times 100\text{mm}$ ；圆形孔洞处应至少安装三根圆形钢管，管径不宜小于  $100\text{mm}$ 。

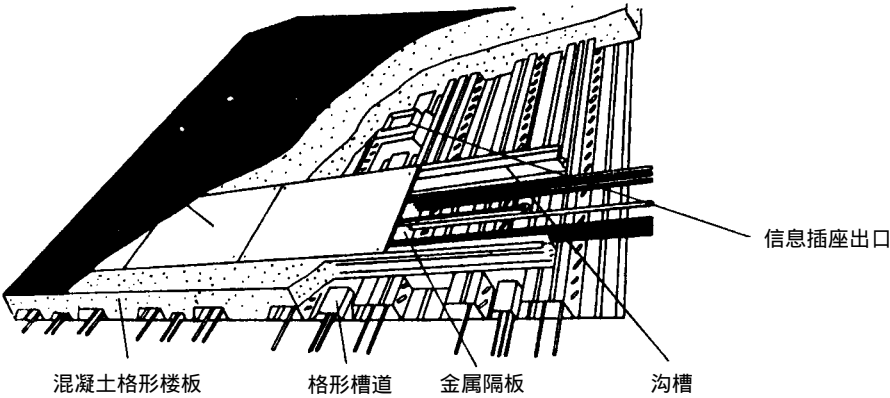


图4-6 格形线槽与沟槽构成示意图

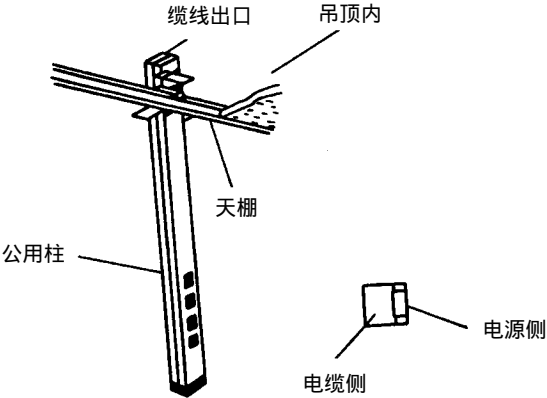


图4-7 公用立柱布线缆线方式示意图

8) 在工作区的信息点位置和缆线敷设方式未定的情况下，或在工作区采用地毯下布放缆线时，在工作区宜设置交接箱，每个交接箱的服务面积约为  $80\text{cm}^2$ 。

# 第5章 网络总体方案设计

网络总体方案是网络工程建设的框架结构。网络总体方案的好坏直接影响到网络工程的质量和性能价格比。为此本章专门介绍网络总体方案设计，并分以下内容叙述之。

- 1) 网络系统组成
- 2) 典型的5种方案的成功案例；
- 3) Internet/Intranet网络解决案例；
- 4) ATM网络解决方案；
- 5) 一体化网络解决方案。

## 5.1 网络系统组成

对于一个网络系统一般是由网络平台、服务平台、用户平台、开发平台、数据库平台、应用平台、网管平台、安全平台和环境平台等组成。其构成如图 5-1所示。

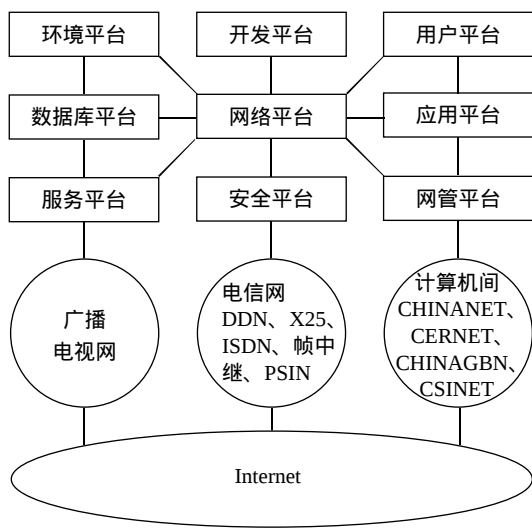


图5-1 网络系统组成

1. 网络平台  
网络平台是网络系统的中枢神经系统，由传输设备、交换设备、接入设备、网络互联设备、布线系统、网络操作系统、服务器和测试设备等组成，如图 5-2所示。

- (1) 传输技术  
目前，常用的网络传输技术主要有以下几种：

- 1) 同步数字体系（SDH）；
- 2) 准同步数字体系（PDH）；
- 3) 数字微波传输系统；
- 4) 数字卫星通信（VSAT）；

5) 有线电视网 (CATV) 等。

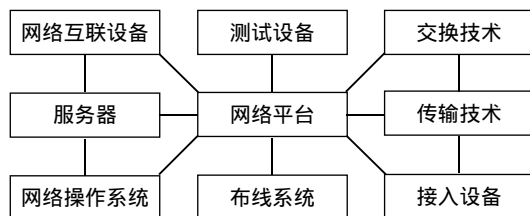


图5-2 网络平台组成

## (2) 交换技术

目前，常用的网络交换技术主要有以下几种：

- 1) 异步传输模式 (ATM) ；
- 2) 光纤分布式数据接口 (FDDI) ；
- 3) 以太网 (Ethernet) ；
- 4) 快速以太网 (Fast Ethernet) ；
- 5) 千兆位以太网等。

## (3) 接入技术

目前，常用的网络接入技术主要有以下几种：

- 1) 调制解调器 (Modem) ；
- 2) 电缆调制解调器 (Cable Modem) ；
- 3) 高速数字用户环路 (HDSL) ；
- 4) 非对称数字用户环路 (ADSL) ；
- 5) 超高速数字用户环路 (VDSL) ；
- 6) 综合业务数字网 (ISDN) ；
- 7) TDMA和CDMA无线接入等。

## (4) 布线系统

目前，建筑物通常采用综合布线系统，主要内容包括：

- 1) 传输介质——光缆、双绞线、同轴电缆和无线；
- 2) 综合布线设备——信息插座、端口设备、跳接设备、适配器、信号传输设备、电气保护设备和支持工具；
- 3) 桥架、金属槽、塑料槽、金属管、塑料管等。

## (5) 网络互联技术

目前，常用的网络互联技术有以下几种：

- 1) 路由器；
- 2) 网桥；
- 3) 中继器；
- 4) 集中器；
- 5) 网关；
- 6) 交换器；
- 7) 防火墙等。

## (6) 网络操作系统

目前，常用的网络操作系统有以下几种：

- 1) Novell NetWare；
- 2) Unix；
- 3) Microsoft Windows NT；
- 4) IBM LAN Server
- 5) Bangan Strcettalk等。

## (7) 服务器

目前，常用的服务器有以下几种：

- 1) Web服务器；
- 2) 数据库服务器；
- 3) Mail服务器；
- 4) 域名服务器；
- 5) 文件服务器等。

## (8) 网络测试设备

目前，常用的网络测试设备有以下几种：

- 1) 电缆测试；
- 2) 局域网测试仪；
- 3) 光缆测试仪等。

## 2. 服务平台

服务平台即网络系统所提供的服务，主要包括 Internet服务、多媒体信息检索、信息点播服务、信息广播服务、远程计算与事务处理和其他服务，如图 5-3所示。

### (1) 信息点播服务

目前，常用的信息点播服务有以下几种：

- 1) 视频点播（VOD）；
- 2) 音频点播（AOD）；
- 3) 多媒体信息点播（MOD）。

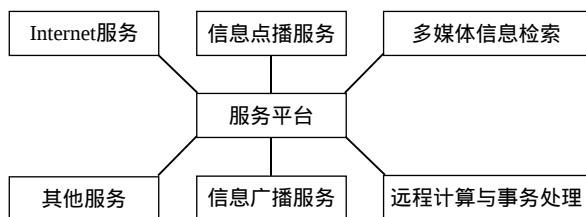


图5-3 服务平台

### (2) 信息广播服务

目前，常用的信息广播服务有以下几种：

- 1) 视频广播，如DVB；
- 2) 音频广播，如立体广播；
- 3) 数据广播等。

### (3) Internet服务

目前，常用的Internet服务有以下几种：

- 1) 万维网 ( WWW ) ；
- 2) 电子邮件 ( E—Mail ) ；
- 3) 新闻服务 ( News ) ；
- 4) 文件传输 ( FTP ) ；
- 5) 远程登录 ( Telenet ) ；
- 6) 信息查询 ( Archie、Gopher、WAIS ) 等。

#### (4) 远程计算与事务处理服务：

目前，远程计算与事务处理服务有以下几种：

- 1) 软件共享；
- 2) 远程CAD；
- 3) 远程数据处理；
- 4) 联机服务等。
- (5) 其他服务
  - 1) 会议电视；
  - 2) 可视电话；
  - 3) IP电话；
  - 4) 远程医疗；
  - 5) 远程教学；
  - 6) 监测控制；
  - 7) 多媒体综合信息服务等。

#### 3. 应用平台

应用平台主要包括网络上开展的各种应用，例如远程教育、远程医疗、电子数据交换 ( EDI )、管理信息系统 ( MIS )、计算机集成制造系统 ( CIMS )、电子商务、办公自动化、多媒体监控系统等。

#### 4. 开发平台

开发平台主要由数据库开发工具、Web开发工具、多媒体创作工具、通用类开发工具等组成，如图5-4所示。

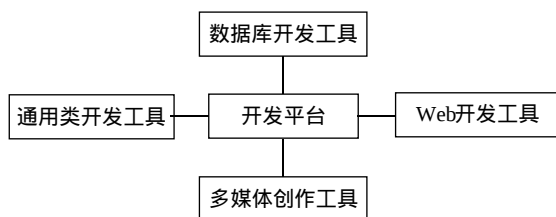


图5-4 所示开发平台

#### (1) Web开发工具

- 1) HTML 开发工具；
- 2) VRML 开发工具；
- 3) Java 开发工具等。

#### (2) 数据库开发工具

目前，常用的数据库开发工具如下：

- 1) 公共网关接口 ( CGI ) ；
- 2) 开放数据库连接 ( ODBC ) ；
- 3) JDBC ；
- 4) Visual Basic、Delphi和PowerBuilder等。

### (3) 多媒体创作工具

- 1) 图形图像，如PhotoShop、Visio、CorelDraw等；
- 2) 动画，如3D Studio、Director、3D Max等；
- 3) 多媒体，如Author Ware等。

### (4) 通用类开发工具

通用类开发工具很多，如Visual Basic、C/C++等。

## 5. 数据库平台

### (1) 小型数据库

目前，广泛使用的小型数据库主要包括 Access、Visual FoxPro、Approach等。

### (2) 大型数据库

目前，广泛使用的大型数据库主要包括 Oracle、Informix、Sybase、DB2。

## 6. 网络管理平台

### (1) 作为管理者的网络管理平台

目前，作为管理者的网络管理平台主要有以下几种：

- 1) HP Opec View ；
- 2) IBM Tivoli TME10 ；
- 3) CA Uni-center TNG ；
- 4) Sun SunNet Manager ；
- 5) Cabletron Spectrum等。

### (2) 作为代理的网络管理工具

目前，作为代理的网络管理工具主要有以下几种：

- 1) Cisco Works ；
- 2) 3Com Transcend ；
- 3) Bay Networks Optivity等。

## 7. 安全平台

目前，广泛使用的网络安全技术有以下几种：

- 1) 防火墙，如CheckPoint的FireWall-1等；
- 2) 分组过滤，通常由路由器来实现；
- 3) 代理服务器，如Microsoft Proxy Server等；
- 4) 加密与认证技术，如Windows NT Server等都包括加密和认证技术。

## 8. 用户平台

### (1) PC+ 浏览器

用户使用个人计算机，需安装Web浏览器软件。目前，广泛使用的浏览器软件如下：

- 1) Netscape Navigator或Communicator ；
- 2) Microsoft Internet Explorer等。

### (2) 电视机+机顶盒

用户使用机顶盒，通过电视机来浏览信息，既可使用电话线，也可使用有线电视网（CATV），如Web TV等。

### (3) 办公软件

用户常有的办公软件有字处理、数据库、表格、简报等，如 Microsoft的Office 98、Office2000等。

## 9. 环境平台

环境平台主要包括机房、电源、防火设备和其他辅助设备。

### (1) 机房

机房装修应符合国家标准 GB2887—89《计算站场地技术条件》中的主要技术指标。空调机建议采用上送风恒温恒湿型。

### (2) 电源

网络电源设备是确保网络运行最重要的设施之一。通常采用智能型不间断电源 UPS，如 APC UPS 等，应包括网络监控软件和控制插件。

### (3) 其他辅助设备

其他辅助设备包括网络打印机、扫描仪、磁带机等。

## 5.2 典型的5种方案的成功案例

对于5种典型方案，作者引用正方公司馈赠的方案资料例子说明一下。

### 1. 完全10Mbps共享型——小型简单办公网络结构

10Mbps共享以太网是早期应用最为广泛的网络类型。其优点是简捷、可靠、方便有效。目前仍在较早期建网的许多单位中发挥重要作用。这种类型网络的缺点是所有网络站点（包括服务器）完全共享 10Mbps网络带宽，在网络数据流量较大的情况下，将由于碰撞增加而大大降低网络使用效率。

这种类型网络适合于单服务器应用，站点数目低于 50个时可基本保证工作效率。网络应用是以文件、打印共享和电子邮件为主的单纯办公型应用。其构成如图 5-5所示。

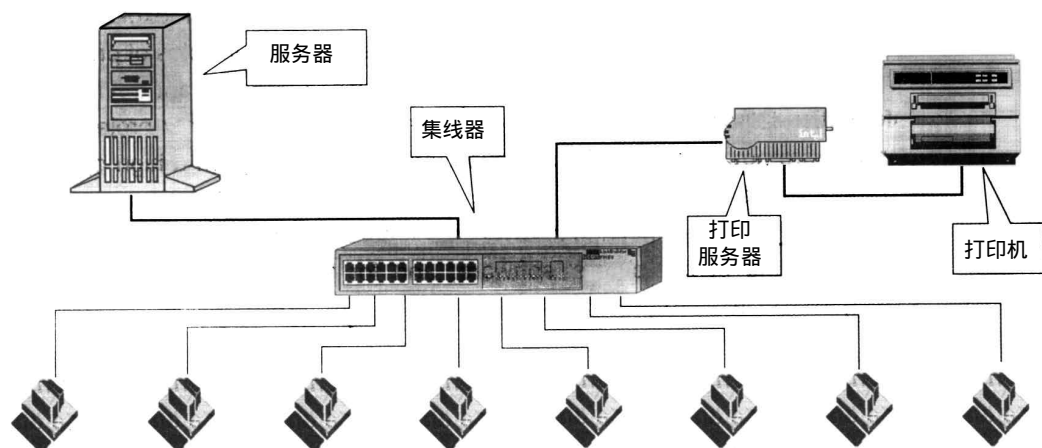


图5-5 小型简单办公网络

### 2. 10/100Mbps交换/共享结合型——中型单纯办公网络

这是目前中等规模办公型网络应用较多的类型。以 10Mbps共享（部分站点可运行在

100Mbps共享) 连接网络站点, 通过 100Mbps交换方式连接数台服务器, 提供对服务器的高速访问, 能通过路由器连接外部其他网络(包括连接 Internet), 通过访问服务器连接远程站点。适合这种类型的网络站点数目应在 100~200 站点左右, 网络应用应是以文件共享、电子邮件、客户/服务器类型数据库管理等单纯办公型应用为主的类型。

在这种类型中, 一般 HUB 多采用堆叠方式设置。这是由于网络设备相对较多时, 已经需要采用简单的网络管理软件进行网络监控、设备调整工作(网管软件可以在网管工作站上监控网络运行情况, 对网络设备进行调整、设置工作, 因此是管理网络的理想工具)。能够进行管理的网络设备必须具有相应的网管硬件, 可堆叠 HUB 具有单一网管硬件管理整个堆叠的能力, 是节约投资的良好方式。对于大多数 10Mbps 可堆叠 HUB, 一个堆叠中仍可划分多个网段, 因此不会因为堆叠中共享端口过多导致网络效率大幅度下降。其构成如图 5-6 所示。

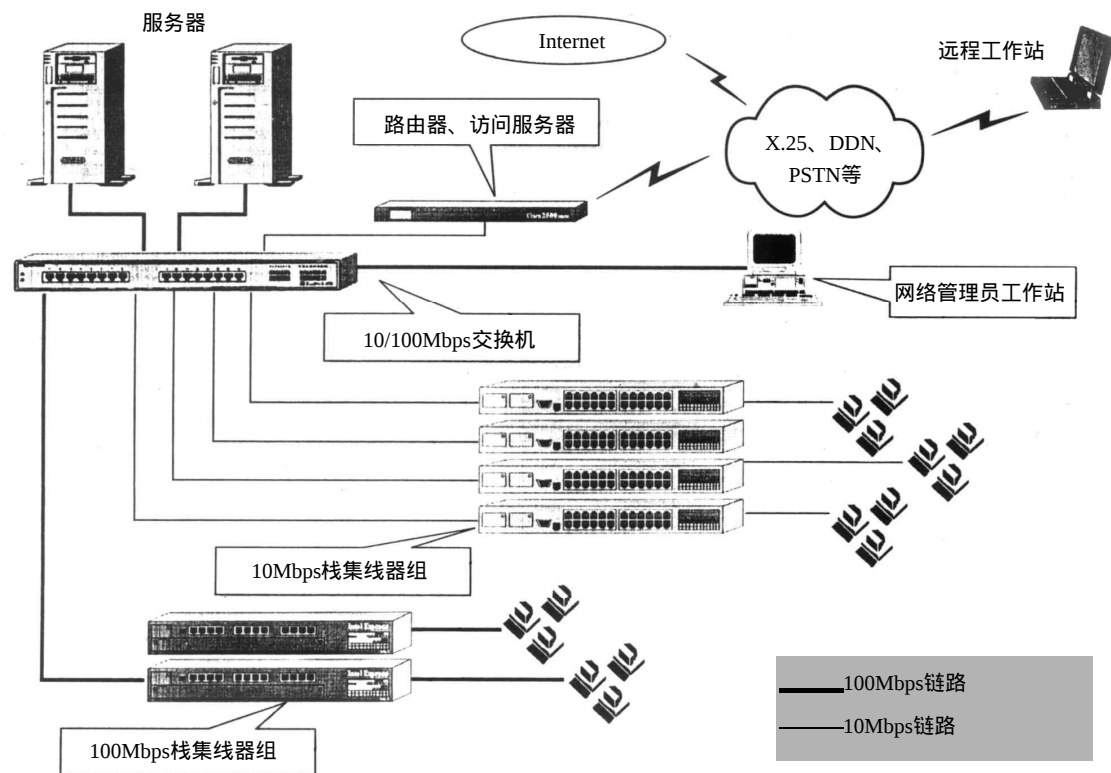


图 5-6 中型单纯办公网络

### 3. 10/100Mbps 纯交换型——中型科研、设计、金融网络

首先我们看一下图 5-7，它是 10/100Mbps 纯交换型的网络结构。

图 5-7 这种类型网络采用 100Mbps 为主干，客户端连接采用 10Mbps 交换方式，每个站点独占 10Mbps 带宽。网络连接服务器数量相对较多，对远程连接要求较高。网络设计的目的是为大数据量、长时间传送、网络应用密度较大的用户提供高速度、低延迟的网络通道。由于交换连接方式几乎没有数据冲突，网络传输速度完全取决于交换设备内部交换带宽、缓冲存储容量及拥塞控制机制等指标。

这类网络适用于证券金融、中等规模科研、设计单位，在一定范围内为应用提供畅通无阻的信息高速通道。

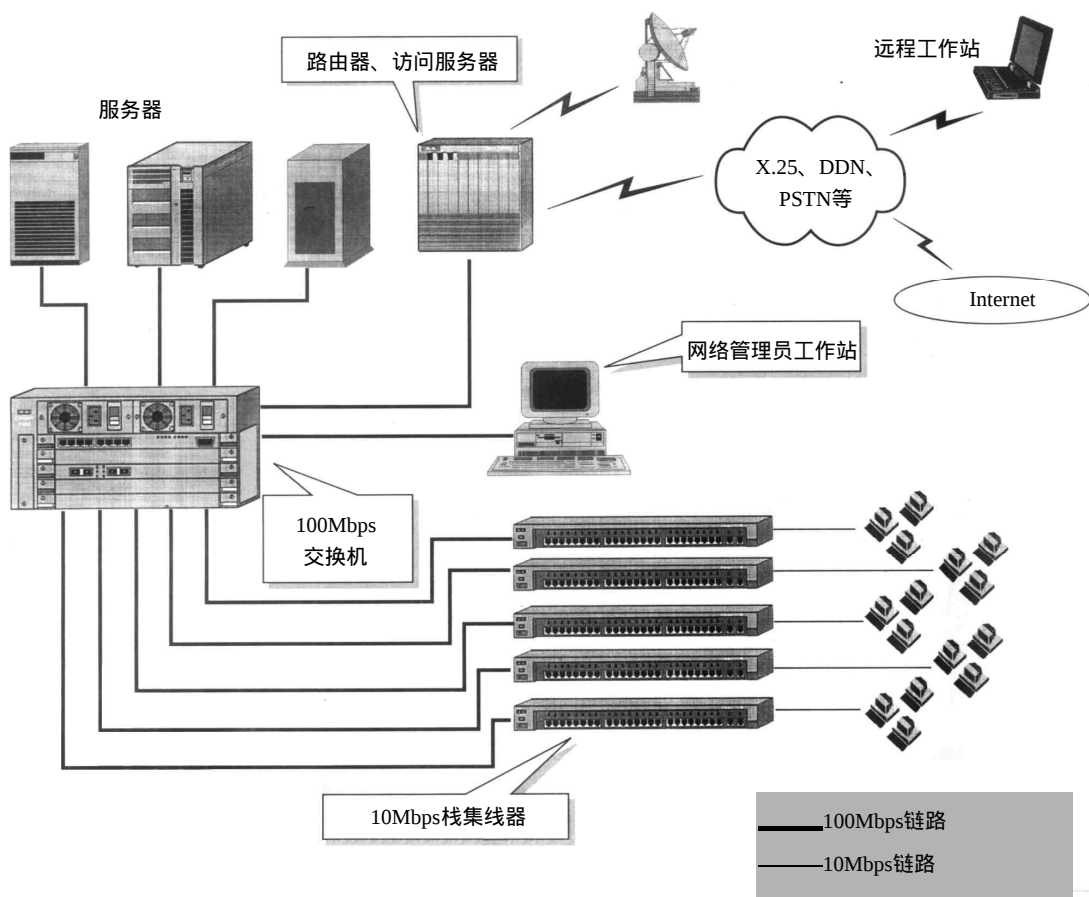


图5-7 纯交换型——中型科研、设计、金融网络

#### 4. ATM主干设备型——小型科研、设计园区网络

小型科研、设计园区网络指一个研究院（或设计院）相对地理范围不大，在相距最近的几栋建筑中建立供科研或设计使用的计算机网络。这类应用数据传输量大，必须实时或经常保持研究、设计数据的同步。还有一类的应用就是近年来多媒体数据的传输，目前在教育领域考虑这类应用较多。

上述应用情况对网络主干要求较高，大量数据已不局限在一栋建筑物中流动，而是跨建筑物传输。同时，由于大型科研、设计项目常常需要多个研究（设计）小组合作进行，也提出了对跨楼宇划分虚拟网的需求，这些应用需求目前只有采用 ATM技术或快速以太网才能得到较好的解决。

图5-8就是一种在跨 3栋楼宇的网络结构。通过 ATM主干将 3栋楼宇互联，楼内采用 100Mbps和10Mbps以太网，通过LAN仿真方式，即可以保证数据的快速传送，又能减少完全采用ATM到桌面技术带来的高投入。通过仿真LAN（ELAN）的划分，可将不同楼中的用户划分到一个ELAN中（ATM技术中的ELAN与通常所说VLAN性质相同），保证ELAN中的用户不受其他ELAN干扰。

在小型园区中，由于站点数目相对较少，一台 ATM交换设备就可以满足要求，各楼中只需采用ATM终端连接设备，所有ATM所用协议均由中心ATM交换机负责处理即可。

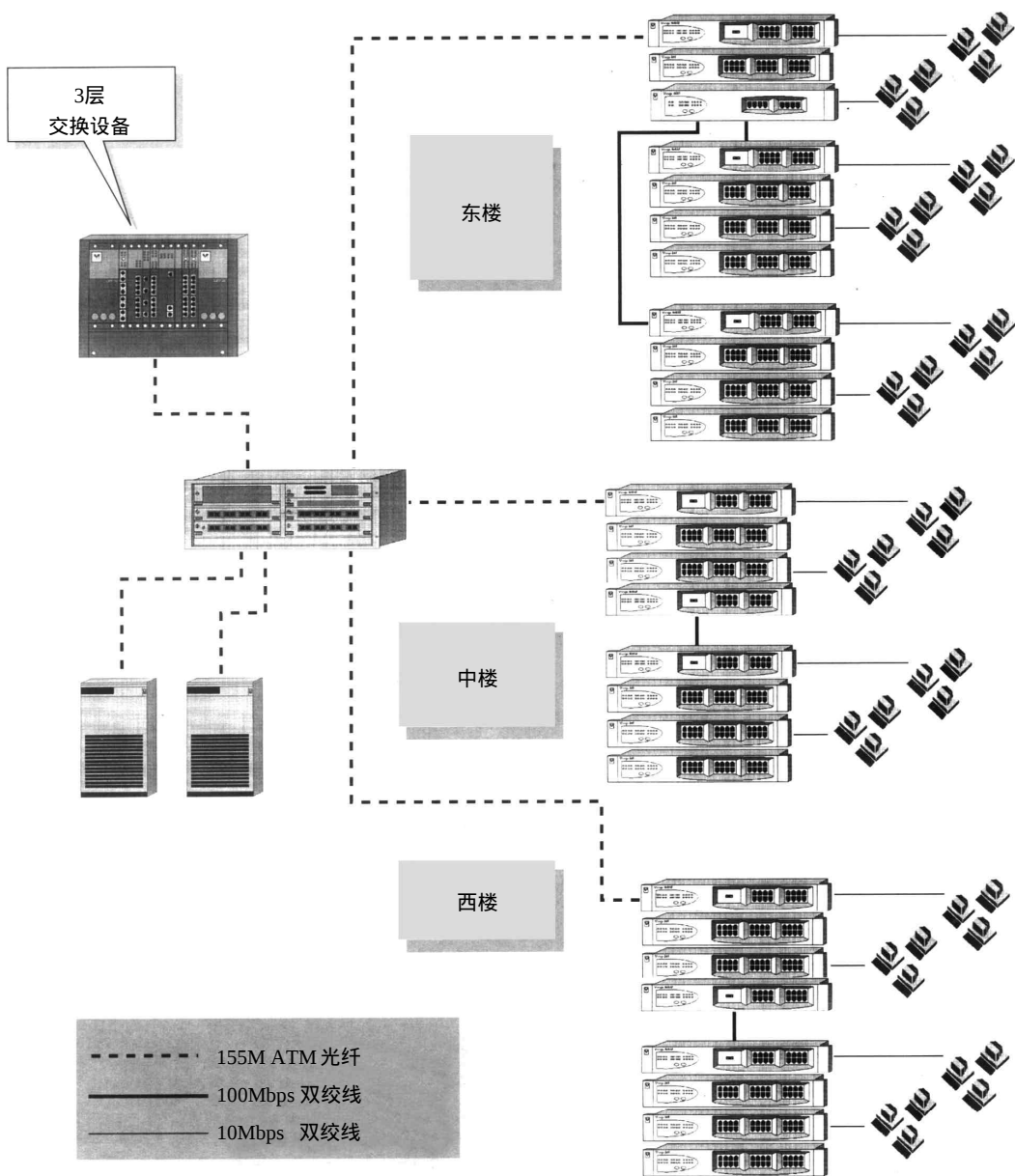


图5-8 ATM主干设备型——小型科研、设计园区网络

由于ELAN与通常所讲的VLAN本质相同，所以ELAN之间的通讯必须通过路由或第3层交换设备进行，这也是导致ATM网络投资较高的一个原因。

#### 5. 多ATM主干设备型——大型科研、设计园区网络

在校园范围或更大的园区中，网络系统的主干在多数情况下非ATM莫属。随着Internet/Intranet应用的普及，主干上数据传输量大增，各局域子网对其他子网的访问急剧增加。园区中分布式应用使各类服务器广泛分布在园区的每个角落，而Internet/Intranet应用导致各服务器频繁相互联系，大批数据在网络流动转移，100Mbps交换以太网主干在这种应用压力下已不堪重负，ATM技术以其高速、灵活、可扩展性，成为这类应用的主角。

大型园区网络中，由于站点数目多，园区范围大，单一 ATM交换设备已不能满足要求，必须使用多台 ATM交换机互联。通常互联方式有两种：一是采用多台 ATM交换机构成主干环路。这种方式能够提供主干链路的备份冗余，安全可靠，但两点之间有可能会跨越多台 ATM交换设备进行连接。另一是通过中心 ATM交换设备，星型连接 ATM交换机。这种方式速度快，边缘 ATM交换设备只需跨过中心 ATM交换机即可到达目的 ATM设备，缺点是中心交换机故障会导致全网主干失效。

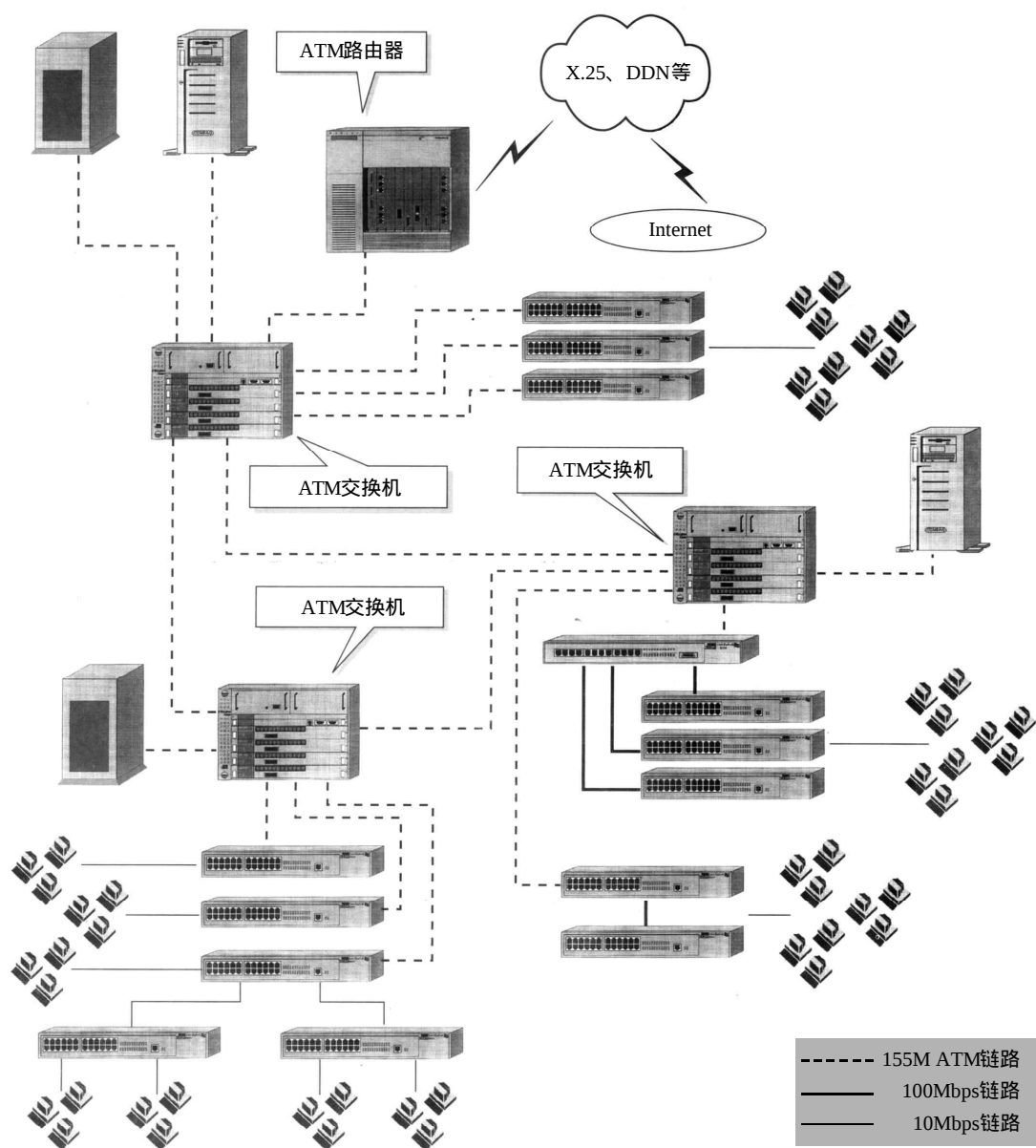


图5-9 多ATM主干设备型——大型科研、设计园区网络

从投资合理性角度考虑，仍应采用 LAN 仿真方式连接桌面站点。也可根据实际需要，考虑部分高要求站点通过 ATM 方式进行桌面连接。在 LAN 仿真方式中，从各 ATM 设备向下，实际

与通常局域网设计区别并不大，但应统筹考虑主干连接及ELAN划分的问题。

对于大型ATM网络设计，由于ELAN或虚拟局域网的数目可能较多，所以必须根据 ELAN 间数据流量考虑采用较大型路由器。

## 5.3 Internet/Intranet网络解决案例

### 1. Internet/Intranet简述

近几年来，国际互联网（Internet）的发展异常迅速，其用户群和影响日益扩大。我国自1994年加入Internet以来，国内用户纷纷联入，用户数已经从最初的1600户发展到600多万户。与此同时，一场Intranet的建设热潮也正在兴起。所谓Intranet即企业内部网，就是利用Internet技术和产品建立的单位、部门内部专用网络，它将成熟的Internet技术用于企业内部网络，成功地解决了企业网络所面临的诸多问题。

### 2. 某公司的计算机网络总体构成

某公司作为国内的大型企业，其经营范围涉及金融、证券、贸易、房地产、机械、电子、化工等各个领域，并设有多个海外子公司，其业务遍及海内外。目前，某公司拥有一级子公司30多个，二级子公司110多个。为了提高企业内部的生产率，加速各公司内部及各级公司之间的信息交换，同时进一步扩大企业在国内、国际的影响力，某公司在原有计算机网络的基础上建设了自身的Internet/Intranet系统，其总体结构如图5-10所示。

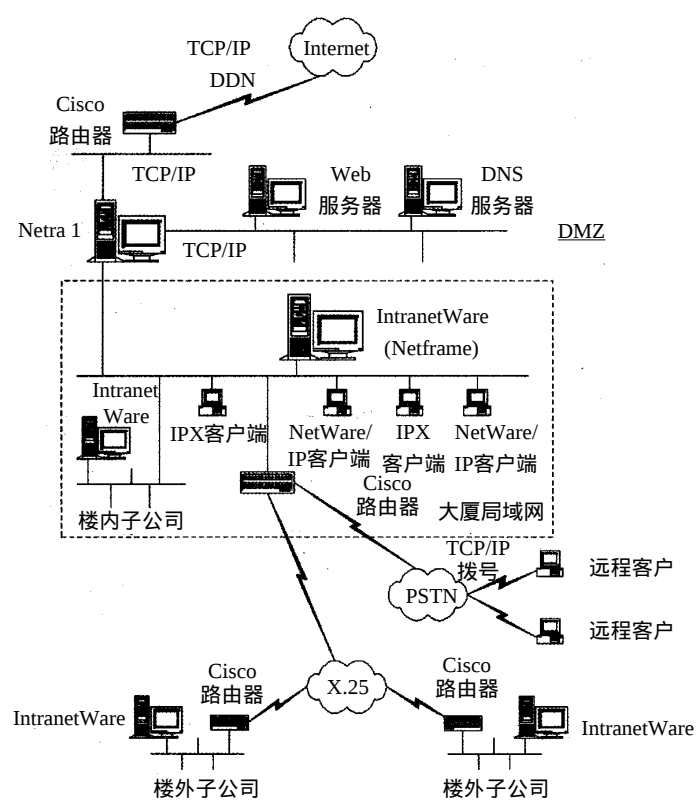


图5-10 某公司Intranet/Internet系统结构

为了便于介绍，我们将某公司计算机网络系统分为 3 个部分加以阐述：即与 Internet 互联部分、Intranet 企业内部网络、电子邮件系统。

### 3. 与Internet互联部分

为了实现与Internet的互联，某公司从Internet服务提供商（Internet Service Provider，ISP）处申请了 32 个合法的 IP 地址，并且在 Internet 上注册了合法的 Internet 域名“××××.CO.Cn”。Internet 出口为一条 64Kbps 的 DDN 线路，通过 Cisco 路由器与 ISP 相连。

在与Internet互联时，需要着重考虑两方面的问题：安全性和连通性。当网络接入 Internet 后，企业内部数据遭到偷窃甚至破坏的风险也随之增加。Internet 作为世界上最大的计算机网络，同时也是不安全的计算机网络，例如，美国的五角大楼、司法部等单位都受到非法用户的侵入。因此，必须对整个网络的安全性进行全面考虑。此外，由于申请到的 Internet 地址数量有限，而企业内部的用户数量众多，通常需要采用地址转换、代理服务器（ProxyServer）等方法来实现内部用户对Internet的访问。这就要求对企业内部网络 IP 地址分配进行周密规划，以保证系统的连通性。

某Internet互联部分系统的结构示意图如图 5-11 所示。

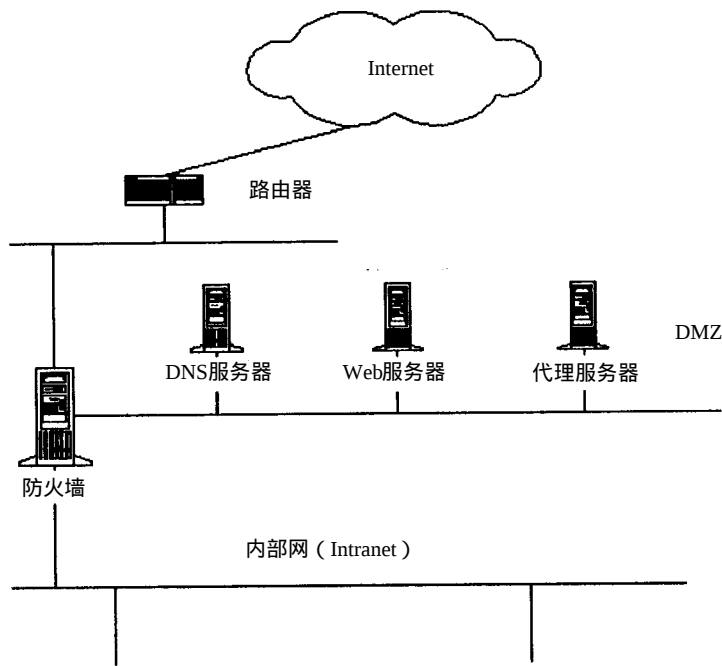


图5-11 某公司与Internet、Intranet连接部分结构

考虑到整个网络的安全性，采用一台 Sun Netral I 服务器，安装防火墙软件，并设置了停火区（De-Militarized Zone，DMZ）。通过防火墙来对外屏蔽企业内部网（Intranet）的结构，并限制和临控 Internet 用户对停火区服务器的访问。另一方面，内部网采用私有 IP 地址 10.0.0.0，利用 Firewall-1 软件的地址转换功能来实现内部网同 Internet 的连通性。

### 4. 企业内部网

某公司的企业内部网，按照公司的实际组织结构，分为 3 个层次：即总公司、一级子公司和二级子公司，通过一级、二级广域网实现互联，其结构示意图如图 5-12 所示：

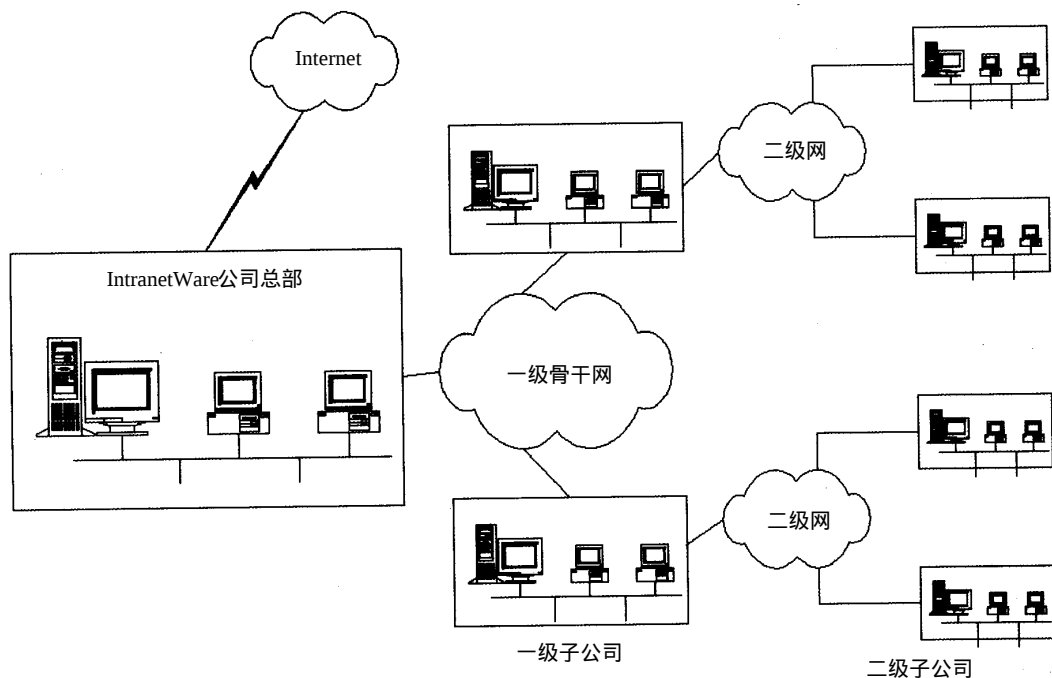


图5-12 某公司Intranet层次结构

某公司Intranet以Novell公司的Intranet Ware网络操作系统作为网络平台。Intranet Ware集成了几乎所有实现企业Intranet所需要的部件，通过实施Intranet Ware，用户可以简单、快捷地建立自身的Intranet。Intranet Ware主要组成部分包括：

- NetWare 4.11 网络操作系统；
- Novell IPX/IP网关；
- NetWare多协议路由器（MPR）；
- NetWare IP；
- NetWare Web服务器；
- FTP服务器；
- Netscape浏览器。

借助NetWare Web Server，用户可以非常方便地在Internet/Intranet上发布HTML及其他类型的文档。NetWare Web Server支持World Wide Web的所有通用功能，包括表格、访问控制、记录以及Perl和BASIC源程序翻译器。此外，NetWare Web Server支持L-CGI和RCGI网关接口，它们允许用户建立动态的交互式WWW主页。当然，NetWare Web Server还支持Java类、Java Applet和应用。同时，Intranet Ware还为其用户提供了Netscape Navigator浏览器程序和用户许可证，这样Intranet Ware用户可以直接使用Netscape Navigator进行Internet/Intranet访问。

Intranet Ware提供了标准的FTP服务器，授权用户可以使用任何标准的FTP工具来访问NetWare的FTP服务。

NetWare的多协议路由器（Multi Protocol Router，MPR）是基于软件的路由产品，并能提供广域网功能。其支持的网络协议包括IPX、TCP/IP、AppleTalk等，使用户可以自由地设计

网络内部结构。

NetWare IP提供了对TCP/IP协议的全面支持，Intranet Ware客户端可以直接使用TCP/IP协议来连接NetWare服务器。同时，NetWare IP还提供了Internet域名服务，即DNS（Donain Name System）是Internet的基本服务，它通过把数字化的IP地址映射为层次化的域名来简化Internet访问。由于域名系统（DNS）包含了系统内部IP地址和域名的对应关系，一旦被外来用户所掌握，很容易了解企业网络的内部架构。为了确保Intranet的安全性，在某公司Intranet中设置了独立的内部域名系统，负责内部网络域名的解析。在与Internet相连的外部DNS系统中设置防火墙服务器的域名，这样Internet用户只能知道有限的几台主机的IP地址和域名，从而避免了暴露内部结构的可能。

Internet Ware中包含的Novell IPX/IP网关，在IPX和IP协议间起转换作用，它通过IPX与内部网络的服务器和 workstation 通信，并通过TCP/IP与远程主机通信。从远程主机的角度来看，所有通过IPX/IP网关的通信量都好像是从分配给网关服务器的IP地址而来的。由于IPX/IP网关只使用一个IP地址，所以可以有效地阻止外界的非法入侵。另一方面，借助IPX/IP网关，用户可以在客户端只运行IPX协议。同IP协议相比，IPX采用动态分配用户连接，从而无需为每台客户机配置地址，同时也避免了客户机的地址冲突，这就使IPX/IP网关与Novell的目录服务（NDS）紧密集成，利用标准的NetWare Administrator实用程序，可以对“用户”、“工作组”、“机构”和“机构单元对象”等配置Internet/Intranet访问控制。这种以用户为中心的控制方法，使得用户可以在IPX网络间透明地移动，方便了用户的使用。当然，对于某些有特殊要求的用户，可通过NetWare IP的客户端来提供ICP/IP地址。

某公司Intranet的具体结构示意图如图5-13所示。

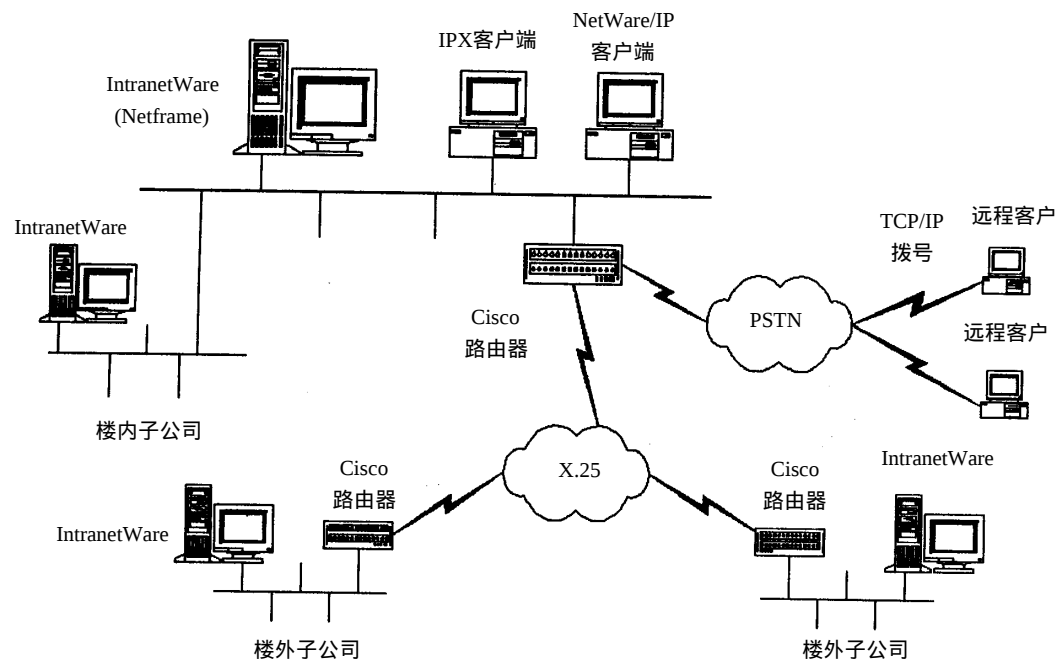


图5-13 某公司Intranet结构

根据某公司计算机网络系统的具体结构，其企业内部网可以分为两大部分：一部分是公司

总部的内部计算机网络，以局域网的方式互联；另一部分是京城大厦以外的计算机网络，通过路由器以广域网方式实现互联，其通讯线路采用邮电部的分组交换网（CHINAPAC）的X.25线路。对于远程访问用户，采用NetWare/IP客户端，通过电话和Modem拨入网络中心的Cisco访问服务器，利用TCP/IP和PPP协议进行通讯。

## 5. 电子邮件系统

从严格意义上讲，电子邮件系统是企业网（Intranet）的一个组成部分，但鉴于电子邮件系统在整个企业内部网中所处的重要地位，通常把它作为一个单独的系统进行设计和考虑。

某公司电子邮件系统采用Novell公司的最新群件系统GroupWise 4.1（中文版）。普通电子邮件系统只能完成简单电子邮件的收发，尚未全面发挥其巨大潜力。GroupWise提供了一个集成式的应用环境，这一环境将电子邮件（E-Mail）、个人日程安排，以及个人和小组的任务管理集成在一起，使用户能够便捷、高效地处理其邮件、备忘录、预约表、文件和传真，并能有效地提高企业内部协同工作的能力。

GroupWise的管理及命名采用树型结构，从层次上分为3个级别：域（Domain）、邮局（Post Office）和用户（User）。某公司的GroupWise系统采用多域结构：

在网络中心建立一个主域（Primary Domain），各子公司分别建立辅域（Secondary Domain），相互之间通过报文服务器（Message Server）互联，通讯协议采用TCP/IP。

此外，某公司计算机网络系统已经实现同Internet的互联，为了实现GroupWise系统同Internet电子邮件的交换，在GroupWise中心服务器上安装了一个SMTP网关。同时，为了使用服务器能够与Internet交换数据，利用防火墙的地址转换功能将其内部IP地址映射为一个合法的Internet IP地址。这部分系统的具体连接情况如图5-14所示。

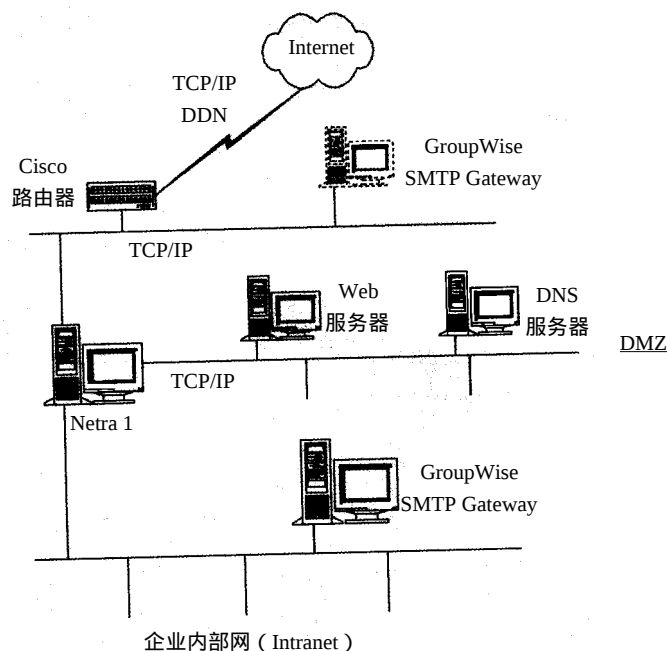


图5-14 Internet/Internet防火墙结构

通过GroupWise SMTP网关，用户可以直接向Internet用户发送邮件。例如，某公司的一个GroupWise用户要向Internet用户liuk@mh.bj.col.co.cn发送邮件，他只需在邮件的目的地址中写

入“Internet: liuk@mh.bj.col.co.cn”即可，其中Internet是GroupWise SMTP网关的名称。反之，如果Internet用户要使GroupWise用户liuk发送邮件，只需简单地把邮件发往liuk@citic.co.cn即可。这就要求GroupWise系统中用户名具有唯一性，一旦出现重名现象，可通过使用别名（Alias）的方法来解决。

对于远程移动用户，利用GroupWise的异步网关（Async Gateway），通过普通电话线，以拨号方式连入GroupWise服务器，实现邮件的远程收发。

## 5.4 ATM解决方案

ATM主干网分ATM核心主干LAN-ATM、WAN-ATM和桌面ATM几个层次。设计方案时要考虑到适合不同规模的应用单位。做到：

- 1) 极高的整体性能和可靠性。
- 2) 优秀的拥塞控制能力。
- 3) 强力容错和可靠性。
- 4) 全面兼容，高度伸缩性。
- 5) 完善的投资保护。
- 6) 灵活的配置和高性能价格比。

随着网络需求的不断提高，现在的体系结构提供了无可比拟的可伸缩性。优秀的拥塞控制功能使每台交换机的吞吐量达到了最大，而对分级PNNI的支持则实际消除了网络规模的限制。网络体系结构可以从小型分支办公室和大功率工作组扩充到最大的、最密集的企业网络中心，并为拥有数百台交换机和几千名用户的网络提供必要的支持。

目前，ATM核心交换及LAN——ATM产品分为3种不同型号，使用同一套接口模块，为企业及广域网中的语音、视频和数据应用提供高宽带支持。ATM桌面系统有多媒体交换机及视频会议、VoD等多媒体应用系统。它们可灵活组合成高性能、高伸缩的ATM全面解决方案。可支持用户的多种应用，保护用户的投资。

在Bay Networks公司，3种不同型号的产品是Centillion 1000与Centillion 50、Centillion 100和System 5000BH。LAN—ATM交换机互相配合提供了一个弹性的、可伸缩的、交换式体系结构，把ATM与以太网、快速以太网和令牌环局域网、桌面以及高性能服务器集成起来。

它们都提供了第3层路由交换直接互联功能，消除了路由器的时延。全网状拓扑提供了一个容错能力和弹性极高的体系结构，在某个部件出现故障时能够实现快速切换，即使在不利的运行条件下仍能保证网络的可用性。

对于ATM方案可考虑以下几种状况（针对Bay公司产品）：

### 1. Centillion 1000 ATM多业务解决方案

该方案的特点为：整体可用性、优秀的拥塞控制能力、降低WAN基础设施成本和完善的投资保护。

Bay Networks Centillion 1000是一个大容量多业务的ATM交换机，它为企业级网络环境提供了一个强健的解决方案。Centillion 1000 ATM多业务交换机分为3种不同型号，使用同一套接口模块。

1) Centillion 1600™是为大型ATM网络的中心专门设计的。这种16插槽的多业务交换机拥有独特的功能，提供了整体交换结构和电源冗余功能，是必需综合提供集成化语音、视频和数

据服务的环境的理想选择。Centillion 1600提供高达10 Gbps的总交换容量以及全ATM广域连接功能。

2) Centillion 1400™为不要求Centillion 1600那么高的容量的环境提供支持。这种8插槽的多业务交换机也适用于不要求ATM大厦连接的大型园区，它提供了整体交换结构和电源冗余功能。这种交换机的总交换容量为5Gbps，全面支持集成化语音、视频和数据服务，提供了全ATM广域连接功能。

3) Centillion 1200™支持大功率工作组和分支办公室与企业网络的连接。这种4插槽的交换机总交换容量为2.5Gbps，也提供了电源冗余和全ATM WAN连接功能。

两台Centillion 1600和Centillion 1400交换机保证了关键型信息的整体可用性，是混合业务环境的理想选择，因为在这种环境下，语音服务必须具有整体的和绝对的连续性。这些交换机可以与业界第一个可选的冗余交换结构模块相结合，保证与ATM园区网和广域网（WAN）连接的关键型商业PBX语音系统的连续可用性。

由于不需要维护独立的数据流网络及对时延敏感的语音和视频信息网络，因此Centillion 1000系列明显地降低了网络运行成本，特别是广域网的运行成本。622Mbps OC-12模块和155Mbps OC-3模块都支持各种物理介质接口，支持Centillion 1000多业务交换机与Centillion 50 PM、Centillion 100™及System 5000™ LAN-ATM交换机之间的主干连接和提升（riser）连接。Centillion 1000交换机可以插入DS1/T1和DS3/T3广域网模块，以通过公共ATM网络在远程站点之间建立连接。此外，由于所有模块都支持信息整形功能，因此在网络流量增加时，可以使用OC-3和OC-12模块建立高带宽广域网链路。

Centillion 1000多业务解决方案使网络设计员和管理员能够选择最适合机构规模和网络负载的机箱和位置。交换机和容量可以提高到支持16个OC-12或64个OC-3接口，并以1.5Mbps DS1到622Mbps OC-12的速率提供ATM连接功能。

Centillion 1000解决方案的优点简述如下：

#### (1) 整体可用性

关键型商业信息的连续可用性是企业网络的主要要求，特别是在大量的信息流聚集在网络中心时更为重要。在利用ATM的多服务功能集成语音服务与园区网和广域网数据网时，可用性要求变得更加突出，ATM网络设备必须具有语音PBX设备要求的各种冗余功能。

作为维持商业信息流的重要性，在Centillion 1600和Centillion 1400网络中心交换机中提供了独特的整体交换结构冗余功能。在出现故障时，整体交换结构冗余可以保持整个交换容量的完整性，保证能够继续传送所有信息流。通过使用完全冗余的电源和机箱冷却系统，消除单点设备故障，系统可用性进一步得到了增强。因此Centillion 1000交换机是关键型多业务环境的首选。

Centillion LAN-WAN技术还把信息可用性扩大到网络边缘。Centillion体系结构支持从网络中心建立多个到Centillion 50、Centillion 100和System 5000BH边缘交换机的负载均衡的ATM连接，具有快速故障切换功能的NNI（网络到网络接口）链路则提供了一个弹性的全网状拓扑结构。

#### (2) 优秀的拥塞控制能力

信息流在网络中心的聚集对传统的交换体系结构提出了挑战，因为每条信息的流量几乎都不平衡。在最传统的网络中，会随时碰到拥塞问题，传统的交换体系结构使网络上某一点的拥塞效果会扩散到网络上所有的信息流，并对其造成消极影响，特别是要求低时延的语音和视频。由于缺乏更有效的拥塞处理和隔离方法，传统的交换体系结构只能通过增加更多的交换容量来

缓解拥塞。这就影响了总成本，限制了网络的发展。

Centillion 1000的体系结构，通过在严重拥塞情况下采用独特的数据信息调整方法——智能信息缓冲，提供优秀的拥塞控制能力。这种拥塞控制方法可以把过载输入与其他信息流隔离开来，从整体上提高了流量处理能力，支持更多的网络信息，而不会增加额外的硬件费用。

### (3) 降低WAN基础设施成本

与过去在园区之间传送数据、语音和视频信息相比，公共 ATM广域网（WAN）把2种或3种广域服务合并成单一的集成化低资费 ATM服务，从而有助于显著地降低成本。ATM固有的多业务功能使公共WAN成为在办公室之间传送 PBX语音、高质量视频和数据信息流的理想方案。

Centillion 1000交换机家族提供了利用这些公共 ATM服务所需的全部功能。其所有接口具有广域信息整形功能，允许以 1.5544Mbps DS1到622 Mbps OC-12的速率连通公共网络。电路仿真支持语音 PBX和视频服务直接连接 ATM基础设施。即使使用低速连接，各种服务质量（QoS）排队和智能缓冲功能仍能保证性能和优先权顺序。

### (4) 完善的投资保护

随着企业网络的不断发展，必须选择高性能价格比的解决方案替换可伸缩性有限的方案，因为后者将要求昂贵的升级。Centillion 1000交换机家族提供了高度可伸缩的解决方案，它们都采用共同的软件包，能够在企业中无缝地互操作。

当网络需求发展时，通过在交换机机箱中插入新增的模块，或扩充到更高带宽的接口模块，用户可以简单地提高容量。用户既可以在最初实施时配置整体可用性或 OC-12C连接等先进功能，也可以在需要时增加这些功能。Centillion 1000独特的体系结构还可以有效地控制网络拥塞效果，把过载输入与其他信息流隔离开来。传统的 ATM体系结构则缺乏这种功能，只能通过增加交换容量来处理信息增长。相比之下，Centillion 1000体系结构允许信息流量在增加交换硬件之前明显地大幅度增长。

由于所有Centillion 1000接口模块完全能够在3种机箱之间互换，因此进一步保护了用户现有的硬件投资。

Centillion 1000家族还提供了高性能价格比的广域服务扩充能力，其所有接口都有完全的广域信息整形功能。随着 WAN信息需求的发展，用户可以使用速率更高的接口实现园区连接或广域连接，而不需为了获得高速WAN支持而购买新模块。

## 2. Centillion 100/50/5000BHLAN—ATM解决方案

### (1) 高性能的LAN-ATM交换方案

Centillion 100/5000BH/Centillion50集成多LAN和ATM交换于一个平台，使宽带的多媒体应用如集成的语音、图像和数据服务的延迟最小。

由于被设计成支持大通信量的网络，Centillion 100/5000BH/Centillion 50能从高带宽高密度用户到分部的园区等各种网络结构提供高质量的服务，除提高了性能外，冗余的 ATM连接允许互为备份，以提高可靠性。

### (2) 投资保护

ATM和高速以太网界面可以在需要加入 Centillio 100/5000BH/Centillion 50时，提供了向ATM平滑过渡的途径。ATM论坛的LAN仿真（LANE）规格的实现，允许基于LAN的服务器直接连到ATM网络上，通过使用现有网络的软硬件向ATM扩展的优势。

### (3) 强大的多LAN和ATM交换结构

Centillion 100/5000BH/Centillion 50交换机是基于Centillion技术。这种高度分布的，并行的和可伸缩的智能交换技术分布在 Centillion 100/500BH/Centillion 50的3.2Gbps和5000BH的6.4Gbps的ATM技术是当今最先进和最有前途的技术。

每个交换模块是基于 Cell Manager来设计的，Cell Manager是一种面向应用的集成电路（ASIC）。在ATM模块中，Cell Manager还作为1.2Gbps的局部的信元交换。从一个端口到同模块的另一个端口的交换，由模块上的 133MIPS RISC引擎完成，而将ATM核心带宽留作跨模块交换使用。

每个LAN交换模块还拥有有一个400Mbps全双工ATM分段打包（SAR）芯片，将跨模块的包转换成为ATM信元流以使在ATM核心机构上传输，一条400Mbps的管理总线为模块间的控制提供了独立的通道。这些控制包括信令、网管和拓扑修改等。这条并行的通道避免了数据和控制通信之间的竞争。这条高速的管理总线使用信令延迟最小，保证在大负载量下稳定的性能。

主控处理器（MCP）处理的功能有网络和路由器控制等。由于被集成在某一块模块中，MCP不占槽位，因此提供了最大的性能价格比。MCP与模块之间的通信是通过专用通道的，每个Centillion 100必须有一个带有MCP的模块。

#### (4) 主干负载均衡

对于那些需要大量交换的网络，多达 16个Centillion 100/5000BH/Centillion 50可以互联成一个GIGArray来使用。阵列（Array）自动在多条连接上进行负载均衡，避免了主干上出现竞争，保证端到端的性能。

此外，多个GIGArray可以由Centillion 100/5000BH/Centillion 50以一种电路节省的方式（Circuit-SaveMode）来组成，而这种方式可以和多连接方法混合使用，以最少的资源达到最高的性能。

#### (5) LAN设备与ATM的直接连接

Centillion 100/5000BH/Centillion 50能全面地实现了局域网中虚拟网段的功能，同时包括了客户和服务功能，虚拟网段的服务为现有的以太网、令牌网和 FDDI用户提供了对ATM连接服务器、路由器的透明访问。

虚拟网段的实现可以和负载均衡的 GIGALANE。若要直接连接ATM的交换机，需要运行虚拟网段的简单性协议、可能对它的弹性和伸缩性产生影响的情况下提供了 ATM的连接。GIGArray能使现存的网络在不作额外配置的情况下与ATM连接。

#### (6) 高度的可用性

5000BH/Centillion 100/Centillion 50一整套特性提高了它的容错能力，它的冗余负载均衡的电源，提供了连续不间断的电源供应，可热插拔的交换模块的故障只会影响与其直接连接的用户。一旦被更换，它的配置就可以从Flash Memory、网络其他地方或带外连接中得到，减少重配置的时间。

#### (7) 定制的配置和网络的控制

5000BH/Centillion 100/Centillion 50提供了透明源路由，优化了网络通信的控制。

该交换机进行过滤地址、协议和展开帧的能力提高了端到端的性能。经过过滤的通信可以被转发，重定向或丢弃，这样就建立了防火墙并消除了不必要的和非法的通信，优化了网络管理。

5000BH/Centillion 100/Centillion 50被设计成即插即用的，一旦安装，交换机就自学习并进行交换操作，5000BH/Centillion 100/Centillion 50与现有的以太网，高速以太网，令牌网和

ATM系统完全兼容，因此可以非常平滑地提高网络的性能。

### 3. 多媒体交换机和应用系统解决方案

Bay Networks多媒体交换机可为视频设备或桌面系统提供多达 20个25 Mbps的ATM接口，也提供155Mbps的接口，与视频服务器或ATM主干互联。这种视频网络允许通过十分普遍的布线方式将房间电视会议系统和桌面视频设备互联，利用来自 Picture Tel，VTEL，Zydacron，VCON和Nortel等公司的工业标准视频会议设备联网，建成商业质量的视频网络。

整个多媒体网络系统还包括：多媒体网络接口卡（VAM）、多媒体操作系统（MOS）、多媒体存储器（VCH）、多媒体网关（VGS）和多媒体播放器（VCA）。

它们与Centillion主干交换系列产品有机结合，形成一整套从应用到主干的强大 ATM多媒体网络系统。

# 第6章 综合布线的工程设计技术

## 6.1 综合布线的工程设计

综合布线应优先考虑保护人和设备不受电击和火灾之虑。严格按照规范考虑照明电线、动力电线、通信线路、暖气管道、冷热空气管道、电梯之间的距离、绝源线、裸线以及接地与焊接等问题，其次才能考虑线路的走向和美观程度。下面仅以工程设计中的有关问题分计算机网络综合布线的工程设计、设备间设计、水平干线设计、垂直干线设计、管理间子系统设计、工作区子系统设计、建筑群（楼宇）管理子系统设计、网络工程总体方案设计进行讨论。最后给出一个小型工程的方案设计实例，供读者参考。

网络工程的系统设计是为了确保工程的顺利进行，做成一个成功的工程，需要掌握的基本知识简述如下：

### 6.1.1 网络工程的范围

一个单位或一个部门要建设计算机网络，总是要有自己的目的，也就是说要解决什么样的问题。用户的问题往往是实际存在的问题或是某种要求，那么专业技术人员应根据用户的要求用网络工程的语言描述出来，使用户对你所做的工程能理解。要使用户对你所做的工程理解，建议做法如下：

1) 确定用户需要一个多大容量的服务器，并估算该部门有多少兆字节信息量，来确定服务器。

2) 确定网络操作系统。

3) 确定网络服务软件，如E-mail等。

上述三点只是了解了该用户的业务范围和选择的机型、服务器和网络应用软件。而网络工程真正关心的是从下面开始：

4) 了解地理布局。

对于地理位置布局，工程施工人员必需要到现场察看，其中要注意的要点有：

- 用户数量及其位置；
- 任何两个用户之间的最大距离；
- 在同一楼内，用户之间的从属关系；
- 楼与楼之间布线走向，楼层内布线走向；
- 有什么特殊要求或限制；
- HUB供电问题与解决方式；
- 对工程施工的材料要有所要求。

5) 了解用户设备类型。

要确定用户有多少？目前个人计算机有多少台？将来最终配置会有多少个人计算机？还要配些什么设备以及数量等问题。

6) 了解网络服务范围。

- 数据库、应用程序共享程度；

- 文件的传送存取；
- 用户设备之间的逻辑连接；
- 网络互联（Internet上吗？）；
- 电子邮件；
- 多媒体服务要求程度。

是否有电子商务的需求等。

7) 通信类型。

- 数字信号；
- 视频信号；
- 语音信号（电话信号）；

8) 网络拓扑结构。

选用星型结构或总线结构或其他。

9) 网络工程经费投资。

- 设备投资（软件，硬件）；
- 网络工程材料费用投资；
- 网络工程施工费用投资；
- 安装，测试费用投资；
- 培训与运行费用投资；
- 维护费用投资。

### 6.1.2 网络工程的分析与设计

在了解网络工程后，应对网络工程进行分析和设计。在这一步骤中一般应注意以下几点：

1) 选用成熟的产品。

选用成熟的产品的优点有：

- 减少开发时间；
- 用户能够得到长期的支持；
- 价格便宜；
- 有完备的技术资料。

2) 选择厂家与施工单位。

- 制定出功能需求说明书（供厂家，施工单位用）；
- 厂家，施工单位投标竞选；
- 评议标书（投标单位进行答辩）；
- 签定合同；
- 保证售后和施工后的服务支持。

### 6.1.3 网络工程工作清单

- 微机、服务器、UPS帐单；
- 网络设备材料清单；
- 施工工程材料费清单；
- 网络工程施工费用清单；
- 网络工程施工进度表。

建立一个网络工程不是一件简单的事，必须考虑上述的要求。事实上，你必须具备局域网

网的基本知识，知道局域网的构成部件，建网时必须解决如下的问题：

1) 网络系统使用什么样的软件？网络使用的重点是什么（办公自动化，文件传输，电子邮件等）？与Internet有什么联系？要根据业务需求来选择一个能够符合你业务需求的软件和网络体系，做好网络规划。

2) 网络的用户个数。用户分布状态如何？各业务部门与网络之间的关系要如何规划？

3) 设备需求分析。

- 选择Ethernet或Token Ring？或是Arcnet网络产品？
- 原有设备（PC/286，PC/386，PC/486，PC/586,打印机）需做何种改变？
- 需要新购什么样的设备？
- 网上需要多少网络共享资源？服务器的选择和分布位置如何？
- 局域网与远程网或其他网络怎样连接？它们又需要购买什么样的设备？
- 网络布线计划。布线配置必须有详细的网络节点图，设备安装地点。
- 经费预算。
- 今后扩展计划。

4) 信息安全性考虑，信息的备份系统，信息保密系统，计算机病毒的防范。

5) 网络管理。

网络管理分为人工管理和智能型网络管理。人工管理需要一个网络管理者，专门负责整个网络的运行、维护、规划以及不同网络的协调。智能型网络管理需要购买网管软件。

6) 网络规划。

在进行网络规划时，必须依照原先确定的目标，作出适当的决定：

- 网络系统和硬件结构的评估和选择。
- 网络操作系统的评估与选择。
- 网络应用软件的评估与选择。

7) 安装设计。

在完成规划工作后，要考虑安装设计。综合使用网络用户的业务和环境位置，进行初步的布线结构设计。

8) 招标、施工和验收。

在网络工程招标时，应慎重选择经验丰富，售后服务良好的厂家。现在各种各样的公司很多，选择厂家时主要看：

- 它的技术力量如何？它的背景有什么（指技术支持）？
- 做过什么工程？有必要进行实地考察。
- 服务质量如何（包括维护服务）？
- 价格问题。（价格问题不是决定一切的因素。主要取决于价格/质量比的问题。一个高素质的厂家当然要比名声小的厂家要价高，应允许高出10%~15%）。
- 厂家在理论研究和应用方面具有什么样的特色？如果选择素质不高的厂家将会给工程带来隐患。

9) 网络的使用和教育培训。

网络系统建立后，首要任务是使用。一个网络系统建设成功与否，主要看用户的使用情况。使用首先又是教育培训，培训一般分为4种情况：

- 管理阶层的培训（领导层）；
- 管理人员的培训；

- 网络软件开发人员的培训；
- 一般用户的培训。

在进行计算机网络设计时，要做好下述工作：

#### 1. 请教资深的专家

网络拓扑结构确定后，要请资深的专家确认，请教他们选用的网络拓扑结构是否合适？有什么问题？国际标准化组织ISO提出的802.3，802.4，802.5标准协议支持不同的介质访问控制方法，一般说来不同的介质访问控制方法适用于不同的网络拓扑结构。具体地说，802.3，802.4标准协议适用于总线型局域网络，802.5适用于环型局域网络。

#### 2. 传输介质选择

传输介质的选择和介质访问控制方法有极其密切的关系。传输介质决定了网络的传输速率、网络段的最大长度、传输可靠性（抗电磁干扰能力）、网络接口板的复杂程度等，对网络成本也有巨大影响。随着多媒体技术的广泛应用，宽带局域网络支持数据、图像和声音在同一传输介质中传输是今后局域网络的应用发展方向。

网络传输介质的选择，就是以（屏蔽）双绞线电缆、基带同轴电缆以及光缆根据性能价格比要求进行选择，以确定采用何种传输介质，使用何种介质访问方法更合适。在此，我们提出如下建议：

##### (1) 双绞线

双绞线的传输速率比较高，能支持各种不同类型的网络拓扑结构，控制共模干扰能力强，可靠性高。双绞线有屏蔽和无屏蔽之区别。目前，一般用户都喜欢选用4对线的双绞线（每对双绞线在每英寸中互绞的次数不同，互绞可以消除来自相邻双绞线和外界电子设备的电子噪音）。

使用双绞线作为基带数字信号的传输介质成本较低，是一种廉价的选择。但双绞线受网段最大长度的限制，只能适应小范围的网络。

双绞线以太网有10BASE-T和100BASE-T等。10BASE-T的主要内容如下：

- 一般双绞线的最大长度为100m；
- 双绞线的每端需要一个RJ45接头；
- 各段双绞线通过称为集线器的10BASE-T中继器互联；
- 10BASE-T中继器可以利用收发器电缆连到以太网上。

##### (2) 同轴电缆

同轴电缆用于计算机网络有3种形式。同轴电缆抗干扰能力优于双绞线，价格适中，使用中继器可连接大范围的局域网络。在局域网中较为常用。

在基带同轴电缆中，10BASE5是一种原始的IEEE802.3标准粗同轴电缆，其直径为10mm，阻抗为50Ω，10BASE2是IEEE802.3标准的一个补充，其阻抗也为50Ω，但它较细，在布线转角处易于转弯，并可以直接连接到机箱中，铺设灵活方便。但由于10BASE2较细，信号衰减较大，抗干扰能力也较低，适用于分接头较少的小范围局域网。

IEEE802.3物理层对粗、细电缆网络的技术参数标准如表6-1所示。

使用细以太网电缆时应注意下列规则：

- 1) 最大段数（由中继器连接的物理网络数）为5。
- 2) 段的最大长度为607ft，185m。
- 3) 电缆的最大长度（即所有段的总长度）为3035ft。
- 4) 连接的站点的最大数目为每段30个或总共82个（对于中继器连着的两个段来说，中继器

- 都算一个站点)。
- 5) T型连接器之间的最短距离为1.6ft。
- 6) 段的两端必须加终结器；一个端点还必需接地。

表6-1 IEEE802.3物理层对粗细电缆网络的技术参数

| 技术参数          | 10BASE2（细电缆） | 10BASE5（粗电缆） |
|---------------|--------------|--------------|
| 传输媒体          | 同轴电缆（50W）    | 同轴电缆（50W）    |
| 信号技术          | 基带（曼彻斯特码）    | 基带（曼彻斯特码）    |
| 数据速率（Mbps）    | 10           | 10           |
| 最大段长（m）       | 185          | 500          |
| 网络跨度（m）       | 925          | 2500         |
| 每段节点数         | 100          | 30           |
| 节点间距（m）       | 2.5          | 0.5          |
| 电缆直径（mm）      | 10           | 5            |
| Slottime（bit） | 512          | 512          |
| 帧间间隙（ms）      | 9.6          | 9.6          |
| 重传尝试次数极限      | 16           | 16           |
| 避极限           | 10           | 10           |
| JAM信号长度（bit）  | 32           | 32           |
| 最大帧长（八位组）     | 1518         | 1518         |
| 最小帧长（八位组）     | 64           | 64           |

- 使用粗以太网电缆时应注意以下规则：
- 1) 最大段数（由中继器连接的物理网络数）5。
- 2) 段的最大长度为1640ft。
- 3) 电缆最大总长度（即所有段的总长度）为8200ft。
- 4) 连接的最大站数为每段100个或总共492个（对于中继器连着的两个段来说，中继器都算一个站）。
- 5) 收发器间的最短距离为8ft。
- 6) 段的两端必需用终结器，一端还必须接地。
- 7) 收发器电缆不可超过165ft长。

在网络设计过程中，选择传输介质时，还要考虑设定的站点总数的因素。

(3) 光缆

光缆是利用全内反射光束传输编码信息。它的特点是频带宽，衰减小，传输速率高，传输距离远，不受外界电磁干扰，但价格不便宜，而且用于光缆的端接器件价格也高，操作技术也比较复杂。由于近年来 Internet的推广应用，以及未来 ATM技术的应用，目前有许多家在采用光缆方案（FDDI），它能以较小的设备更新代价，迅速向ATM过渡。

上述3种材料，各有特点，从应用的发展趋势来看，小范围的局域网选择双绞线较好，大范围的选择光缆较好。

3. 网络接口板的选择

在组网拓扑结构确定以后，选择网络接口板将是一个很重要的问题。这是因为不同的网络接口板支持不同的网络拓扑结构，产生的网络性能也不完全相同（但向下应是兼容的）。

对于总线型拓扑结构，使用Novell网络接口板可选用支持主机16位ISA总线的NE-2000或支持32位EISA总线的NE-3200。市场上流行多种接口板，选择时注意你的工作站机器是16位还是32位的

市场上流行的网卡有诸多厂家。大多是兼容的。如果你设计的是高速光纤系统，那你必须使用同一厂商的卡。

4. 配套产品的订购

配套产品主要包括HUB、机柜、线缆、线槽、使用工具的订购等，均需与有关供货商确定供货品种、数量、日期和支付方式。

6.2 工作区子系统的设计

6.2.1 工作区子系统设计概述

工作区子系统由终端设备连接到信息插座的跳线组成。它包括信息插座、信息模块、网卡和连接所需的跳线，并在终端设备和输入 / 输出（I/O）之间搭接，相当于电话配线系统中连接话机的用户线及话机终端部分。典型的终端连接系统如图 6-1所示。终端设备可以是电话、微机和数据终端，也可以是仪器仪表、传感器的探测器。

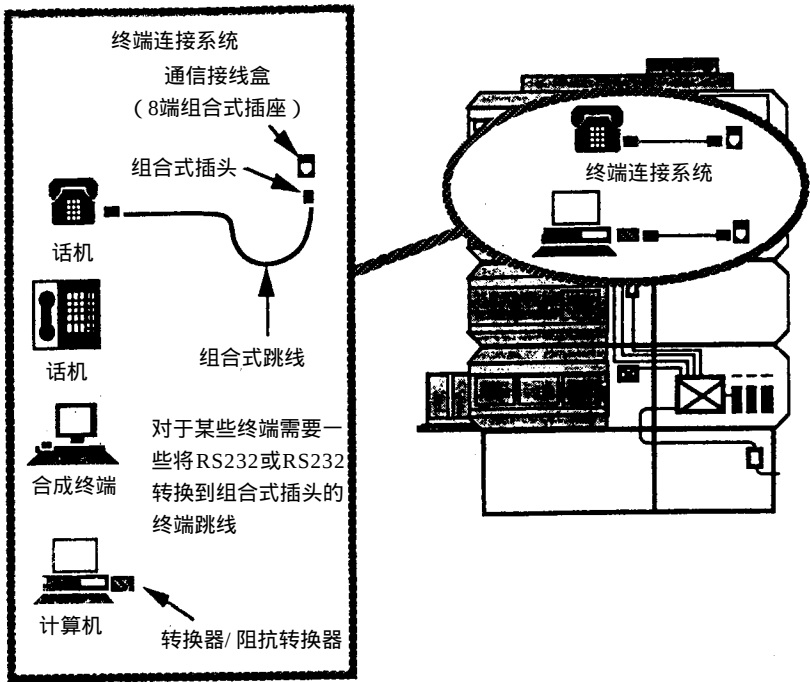


图6-1 终端连接系统

一个独立的工作区。通常是一部电话机和一台计算机终端设备。设计的等级为基本型、增强型、综合型。目前普遍采用增强型设计等级为语音点与数据点互换奠定了基础。

工作区可支持电话机、数据终端、微型计算机、电视机、监视及控制等终端设备的设置和安装。

6.2.2 工作区设计要点

工作区设计要考虑以下点：

- 1) 工作区内线槽要布得合理、美观；
- 2) 信息座要设计在距离地面30cm以上；

- 3) 信息座与计算机设备的距离保持在5m范围内；
- 4) 购买的网卡类型接口要与线缆类型接口保持一致；
- 5) 所有工作区所需的信息模块、信息座、面版的数量；
- 6) RJ45所需的数量。

RJ45头的需求量一般用下述方式计算：

$$m = n \diamond 4 + n \diamond 4 \diamond 15\%$$

$m$ ：表示RJ45的总需求量。

$n$ ：表示信息点的总量。

$n \diamond 4 \diamond 15\%$ ：表示留有的富余量。

信息模块的需求量一般为：

$$m = n + n \diamond 3\%$$

$m$ ：表示信息模块的总需求量。

$n$ ：表示信息点的总量。

$n \diamond 3\%$ ：表示富余量。

### 6.2.3 信息插座连接技术要求

每个工作区至少要配置一个插座盒。对于难以再增加插座盒的工作区，要至少安装两个分离的插座盒。

信息插座是终端（工作站）与水平子系统连接的接口，如图6-2所示。

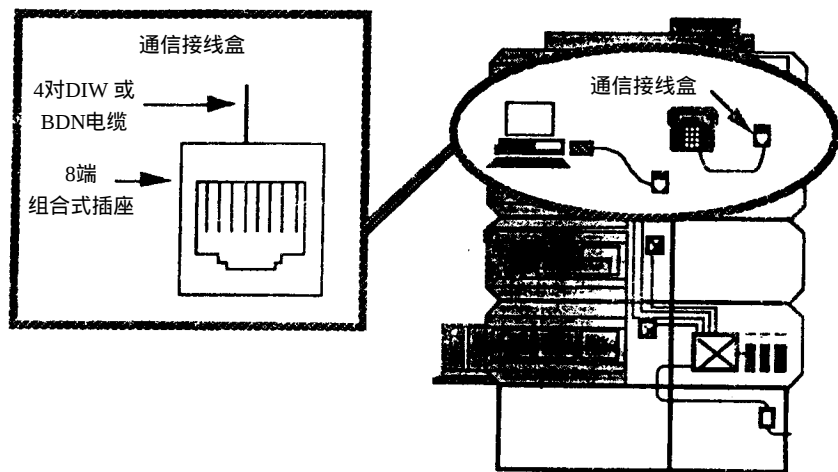


图6-2 信息插座盒

每个对线电缆必须都终接在工作区的一个8脚（针）的模块化插座（插头）上。

综合布线系统可采用不同厂家的信息插座和信息插头。这些信息插座和信息插头基本上都是一样的。在终端（工作站）一端，将带有8针的RJ45插头跳线插入网卡；在信息插座一端，跳线的RJ45头连接到插座上。

8针模块化信息输入/输出（I/O）插座是为所有的综合布线系统推荐的标准I/O插座。它的8针结构为单一I/O配置提供了支持数据、语音、图像或三者的组合所需的灵活性。

RJ45头与信息模块压线时有2种方式：

- 按照T568B标准布线的8针模块化I/O引线对与对的分配如图6-3所示。

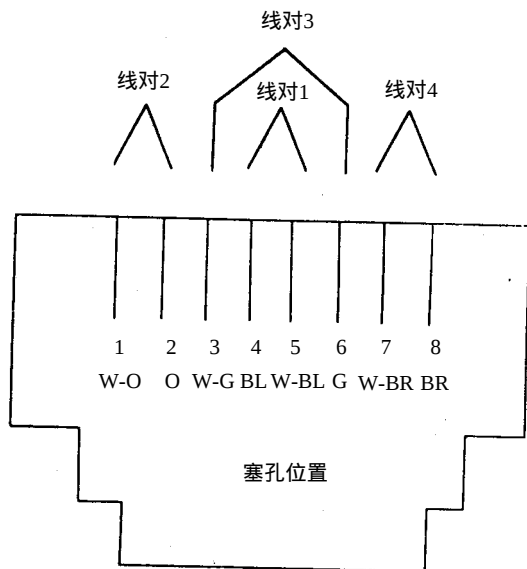


图6-3 按照T568B标准信息插座8针引线/线对安排正视图

为了允许在交叉连接外进行线路管理，不同服务用的信号出现在规定的导线对上。为此，8针引线I/O插座已在内部接好线。8针插座将工作站一侧的特定引线（工作区布线）接到建筑物布线电缆（水平布线）上的特定双绞线对上。I/O引针（脚）与线对分配如表6-2所示。

对于模拟式语音终端，行业的标准作法是将触点信号和振铃信号置入工作站软线（即4对软线的引针4和5）的两个中央导体上。

剩余的引针分配给数据信号和配件的远地电源线使用。引针1、2、3和6传送数据信号，并与4对电缆中的线对2和3相连。引针7和8直接连通，并留作配件电源之用。

凡未确定用户需要和尚未对具体作出承诺时，建议在每个工作区安装两个I/O。这样，在设备间或配线间的交叉连接场区不仅可灵活地进行系统配置，而且也容易管理。

虽然适配器和其他设备可用在一种允许安排公共接口的I/O环境之中，但在作出设计承诺之前，必须仔细考虑将要集成的设备类型和传输信号类型。在作出上述决定时必须考虑表6-2中列出的三个因素：

- 1) 每种设计选择方案在经济上的最佳折衷；
- 2) 系统管理的一些比较难以捉摸因素；
- 3) 在布线系统寿命期间移动和重新布置所产生的影响。

RS-232-C终端设备的信号是不遵守这些分配的。例如，有3对线的RS设备以完全不同的方式使用I/O：

- 1) 引针1 振铃指示 (RI)
- 2) 引针2 数据载体检测 (CDC) /数据就绪 (DSR) /清除发送 (CTS)
- 3) 引针3 数据终端准备 (DTR)
- 4) 引针4 信号接地 (SG)
- 5) 引针5 接收数据 (RD)
- 6) 引针6 发送数据 (TD)

7) 引针7和引针8，在需要控制时，分别用作清除发送 (CTS) 和请求发送 (RTS)。按照

标准端接信息插座线对标准颜色见表6-2

表6-2 I/O引线（脚）与线对的分配

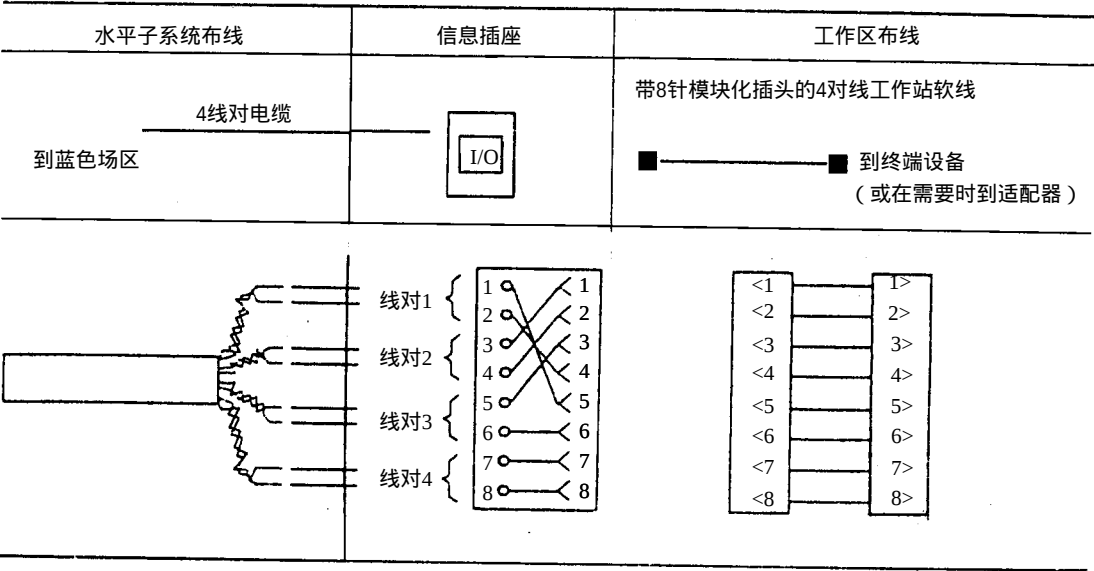


表6-3 颜色标准

| 导线种类 | 颜 色      | 缩 写    |
|------|----------|--------|
| 线对1  | 白色-蓝色*蓝色 | W-BLBL |
| 线对2  | 白色-橙色*橙色 | W-OO   |
| 线对3  | 白色-绿色*绿色 | W-GG   |
| 线对4  | 白色-棕色*棕色 | W-BRBR |

注：线的绝缘层是白色的，以示与其他的颜色区分。对于密封的双绞线对电缆（ 4对双绞线的绕距周期小于38.1mm ），与白色导体搭配的导体是作为它的标记。

• 按照T568A（ ISDN ）标准布线的8针模块化引针与线对的分配如图6-4所示。

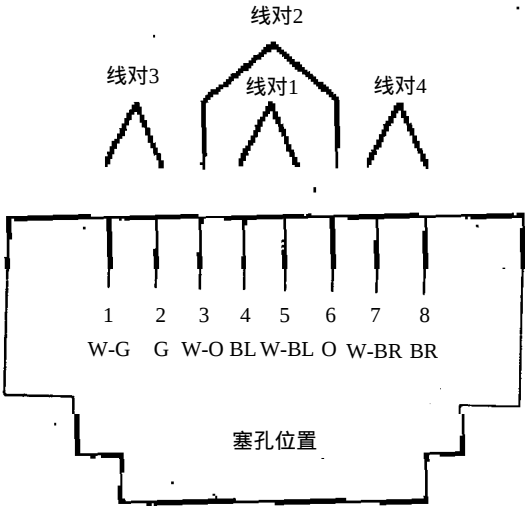


图6-4 按照T568A标准信息插座8针引线/线对安排

## 6.3 水平干线子系统的设计

### 6.3.1 水平干线子系统设计概述

水平干线子系统设计涉及到水平子系统的传输介质和部件集成，主要有 6 点：

- 1) 确定线路走向；
- 2) 确定线缆、槽、管的数量和类型；
- 3) 确定电缆的类型和长度；
- 4) 订购电缆和线槽；
- 5) 如果打吊杆走线槽，则需要用多少根吊杆；
- 6) 如果不用吊杆走线槽，则需要用多少根托架。

确定线路走向一般要由用户、设计人员、施工人员到现场根据建筑物的物理位置和施工难易度来确立。

信息插座的数量和类型、电缆的类型和长度一般在总体设计时便已确立，但考虑到产品质量和施工人员的误操作等因素，在订购时要留有余地。

订购电缆时，必须考虑：

- 1) 确定介质布线方法和电缆走向；
- 2) 确认到设备间的接线距离；
- 3) 留有端接容差。

电缆的计算公式有 3 种，现将 3 种方法提供给读者参考：

$$1) \text{ 订货总量 (总长度 } m) = \text{所需总长} + \text{所需总长} \diamond 10\% + n \diamond 6$$

其中：所需总长指  $n$  条布线电缆所需的理论长度；

所需总长  $\diamond 10\%$  为备用部分；

$n \diamond 6$  为端接容差。

$$2) \text{ 整幢楼的用线量} = \hat{A}NC$$

$N$  楼层数；

$$C \text{ 每层楼用线量； } C = [0.55 \diamond (L + S) + 6] \diamond n ;$$

$L$  本楼层离水平间最远的信息点距离；

$S$  本楼层离水平间最近的信息点距离；

$n$  本楼层的信息插座总数；

0.55 备用系数；

6 端接容差。

$$3) \text{ 总长度} = A + B / 2 \diamond n \diamond 3.3 \diamond 1.2$$

$A$  最短信息点长度；

$B$  最长信息点长度；

$N$  楼内需要安装的信息点数；

3.3 系数 3.3，将米 (m) 换成英尺 (ft)；

1.2 余量参数 (富余量)。

$$\text{用线箱数} = \text{总长度} / 1000 + 1$$

双绞线一般以箱为单位订购，每箱双绞线长度为 305m。

设计人员可用这 3 种算法之一来确定所需线缆长度。

在水平布线通道内,关于电信电缆与分支电源电缆要说明以下几点:

- 1) 屏蔽的电源导体(电缆)与电信电缆并线时不需要分隔;
- 2) 可以用电源管道障碍(金属或非金属)来分隔电信电缆与电源电缆;
- 3) 对非屏蔽的电源电缆,最小的距离为10cm;
- 4) 在工作站的信息口或间隔点,电信电缆与电源电缆的距离最小应为6cm。

水平间设计的最后一点是确定水平间与干线接合配线管理设备。

打吊杆走线槽时,一般是间距1m左右一对吊杆。吊杆的总量应为水平干线的长度(m)  $\div$  2(根)。

使用托架走线槽时,一般是1~1.5m安装一个托架,托架的需求量应根据水平干线的实际长度去计算。

托架应根据线槽走向的实际情况来选定。一般有2种情况:

- 1) 水平线槽不贴墙,则需要订购托架;
- 2) 水平线槽贴墙走,则可购买角钢的自做托架。

### 6.3.2 水平干线子系统布线线缆种类

在水平干线布线系统中常用的线缆有4种:

- 1) 100W非屏蔽双绞线(UTP)电缆;
- 2) 100W屏蔽双绞线(STP)电缆;
- 3) 50W同轴电缆;
- 4) 62.5/125 $\mu$ m光纤电缆。

对于这4种电缆的种类、规格、性能在本书的第2章已作了叙述。这里就不再赘述。

### 6.3.3 水平干线子系统布线方案

水平布线,是将电缆线从管理间子系统的配线间接到每一楼层的工作区的信息输入/输出(I/O)插座上。设计者要根据建筑物的结构特点,从路由(线)最短、造价最低、施工方便、布线规范等几个方面考虑。但由于建筑物中的管线比较多,往往要遇到一些矛盾,所以,设计水平子系统时必须折中考虑,优选最佳的水平布线方案。一般可采用3种类型:

- 1) 直接埋管式;
- 2) 先走吊顶内线槽,再走支管到信息出口的方式;
- 3) 适合大开间及后打隔断的地面线槽方式。其余都是这3种方式的改良型和综合型。现对上述方式进行讨论。

#### 1. 直接埋管线槽方式

直接埋管布线方式如图6-5所示。是由一系列密封在现浇混凝土里的金属布线管道或金属馈线走线槽组成。这些金属管道或金属线槽从水平间向信息插座的位置辐射。根据通信和电源布线的要求、地板厚度和占用的地板空间等条件,直接埋管布线方式可能要采用厚壁镀锌管或薄型电线管。这种方式在老式的设计中非常普遍。

现代楼宇不仅有较多的电话语音点和计算机数据点,而且语音点与数据点可能还要求互换,以增加综合布线系统使用的灵活性。因此综合布线的水平线缆比较粗,如3类4对非屏蔽双绞线外径1.7mm,截面积17.34mm<sup>2</sup>,5类4对非屏蔽双绞线外径5.6mm,截面积24.65mm<sup>2</sup>,对于目前使用较多的SC镀锌钢管及阻燃高强度PVC管,建议容量为70%。

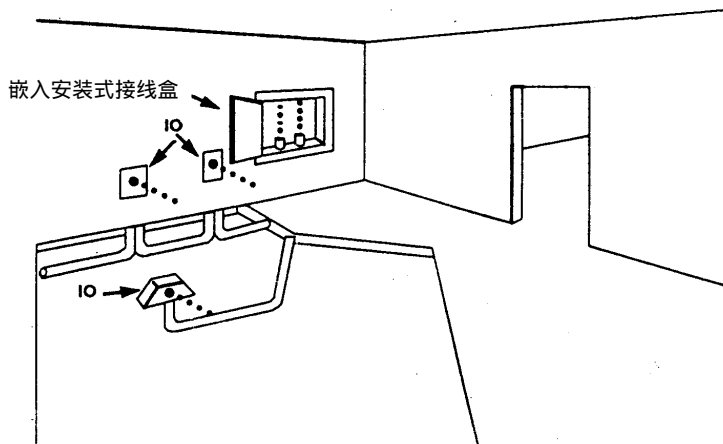


图6-5 直接埋管布线方式

对于新建的办公楼宇，要求面积为  $8 \sim 10\text{m}^2$  便拥有一对语音、数据点，要求稍差的是  $10 \sim 12\text{m}^2$  便拥有一对语音、数据点。设计布线时，要充分考虑到这一点。

## 2. 先走线槽再走支管方式

线槽由金属或阻燃高强度PVC材料制成，有单件扣合方式和合式两种类型。

线槽通常悬挂在天花板上方的区域，用在大型建筑物或布线系统比较复杂而需要有额外支持物的场合。用横梁式线槽将电缆引向所要布线的区域。由弱电井出来的缆线先走吊顶内的线槽，到各房间后，经分支线槽从横梁式电缆管道分叉后将电缆穿过一段支管引向墙柱或墙壁，贴墙而下到本层的信息出口（或贴墙而上，在上一层楼板钻一个孔，将电缆引到上一层的信息出口）；最后端接在用户的插座上，如图6-6所示。

在设计、安装线槽时应多方考虑，尽量将线槽放在走廊的吊顶内，并且去各房间的支管应适当集中至检修孔附近，便于维护。如果是新楼宇，应赶在走廊吊顶前施工，这样不仅减少布线工时，还利于已穿线缆的保护，不影响房内装修；一般走廊处于中间位置，布线的平均距离最短，节约线缆费用，提高综合布线系统的性能（线越短传输的质量越高），尽量避免线槽进入房间，否则不仅费钱，而且影响房间装修，不利于以后的维护。

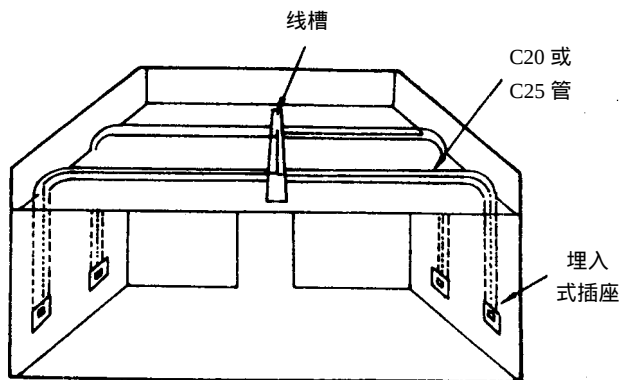


图6-6 先走线槽再走支管布线方式

弱电线槽能走综合布线系统、公用天线系统、闭路电视系统（ $24\text{V}$ 以内）及楼宇自控系统信号线等弱电线缆。这可降低工程造价。同时由于支管经房间内吊顶贴墙而下至信息出口，在吊顶与其他的系统管线交叉施工，减少了工程协调量。

## 3. 地面线槽方式

地面线槽方式就是弱电井出来的线走地面线槽到地面出线盒或由分线盒出来的支管到墙上的信息出口。由于地面出线盒或分线盒或柱体直接走地面垫层，因此这种方式适用于大开间或需要打隔断的场合。

地面线槽方式就是将长方形的线槽打在地面垫层中，每隔 4 ~ 8m拉一个过线盒或出线盒（在支路上出线盒起分线盒的作用），直到信息出口的出线盒。线槽有两种规格：70型外形尺寸 70mm × 25mm，有效截面 1470，占空比取 30%，可穿 24 根水平线（3、5 类混用）；50 型外形尺寸 50mm × 25mm，有效截面积 960，可穿插 15 根水平线。分线盒与过线盒均有两槽或三槽分线盒拼接。

地面线槽方式有如下优点：

1) 用地面线槽方式，信息出口离弱电井的距离不限。地面线槽每 4 ~ 8m 接一个分线盒或出线盒，布线时拉线非常容易，因此距离不限。

强、弱电可以同路由。强、弱电可以走同路由相邻的地面线槽，而且可接到同一线盒内的各自插座。当然地面线槽必须接地屏蔽，产品质量也要过关。

2) 适用于大开间或需打隔断的场合。如交易大厅面积大，计算机离墙较远，用较长的线接墙上的网络出口及电源插座，显然是不合适的。这时在地面线槽的附近留一个出线盒，联网及取电都解决了。又如一个楼层要出售，需视办公家具确定房间的大小与位置来打隔断，这时离办公家具搬入和住人的时间已经比较近了，为了不影响工期，使用地面线槽方式是最好的方法。

3) 地面线槽方式可以提高商业楼宇的档次。大开间办公是现代流行的管理模式，只有高档楼宇才能提供这种无杂乱无序线缆的大开间办公室。

地面线槽方式的缺点也是明显的，主要体现在如下几个方面：

1) 地面线槽做在地面垫层中，需要至少 6.5cm 以上的垫层厚度，这对于尽量减少档板及垫层厚度是不利的。

2) 地面线槽由于做在地面垫层中，如果楼板较薄，有可能在装潢吊顶过程中，被吊杆打中，影响使用。

3) 不适合楼层中信息点特别多的场合。如果一个楼层中有 500 个信息点，按 70 号线槽穿 25 根线算，需 20 根 70 号线槽，线槽之间有一定空隙，每根线槽大约占 100mm 宽度，20 根线槽就要占 2.0m 的宽度，除门可走 6 ~ 10 根线槽外，还需开 1.0 ~ 1.4m 的洞，但弱电井的墙一般是承重墙，开这样大的洞是不允许的。另外地面线槽多了，被吊杆打中的机会相应增大。因此我们建议超过 300 个信息点，应同时用地面线槽与吊顶内线槽两种方式，以减轻地面线槽的压力。

4) 不适合石质地面。地面出线盒宛如大理石地面长出了几只不合时宜的眼睛，地面线槽的路径应避免经过石质地面或不在其上放出线盒与分线盒。

5) 造价昂贵。如地面出线盒为了美观，盒盖是铜的，一个出线槽盒的售价为 300 ~ 400 元。这是墙上出线盒所不能比拟的。总体而言，地面线槽方式的造价是吊顶内线槽方式的 3 ~ 5 倍。目前地面线槽方式大多数用在资金充裕的金融业楼宇中。

在选型与设计中还应注意以下几点：

1) 选型时，应选择那些在有工程经验的厂家，其产品要通过国家电气屏蔽检验，避免强、弱电同路对数据产生影响；敷设地面线槽时，厂家应派技术人员现场指导，避免打上垫层后再发现问题而影响工期。

2) 应尽量根据甲方提供的办公家具布置图进行设计，避免地面线槽出口被办公家具挡住，无办公家具图时，地面线槽应均匀地布放在地面出口；对有防静电地板的房间，只需布放一个分线盒即可，出线走敷设静电地板下。

3) 地面线槽的主干部分尽量打在走廊的垫层中。楼层信息点较多，应同时采用地面管道与吊顶内线槽两种相结合的方式。

## 6.4 管理间子系统的设计

### 6.4.1 管理间子系统设备部件

现在，许多大楼在综合布线时都考虑在每一楼层都设立一个管理间，用来管理该层的信息点，屏弃了以住几层共享一个管理间子系统的做法，这也是布线的发展趋势。

作为管理间一般有以下设备：

- 机柜；
- 集线器；
- 信息点集线面板；
- 语音点S110集线面板；
- 集线器的整压电源线。

作为管理间子系统，应根据管理的信息点的多少安排使用房间的大小。如果信息点多，就应该考虑一个房间来放置；信息点少时，就没有必要单独设立一个管理间，可选用墙上型机柜来处理该子系统。

### 6.4.2 管理间子系统的交连硬件部件

在管理间子系统中，信息点的线缆是通过信息员集线面板进行管理的，而语音点的线缆是通过110交连硬件进行管理。

信息点的集线面板有12口、24口、48口等，应根据信息点的多少配备集线面板。现重点介绍语音点的110交连硬件。

110型交连硬件是AT&T公司为卫星接线间、干线接线间和设备的连线端接而选定的 PDS标准。110型交连硬件分两大类：110A和110P。这两种硬件的电气功能完全相同，但其规模和所占用的墙空间或面板大小有所不同。每种硬件各有优点。110A与110P管理的线路数据相同，但110A占有的空间只有110P或老式的66接线块结构的1/3左右，并且价格也较低。

#### 1. 选择110型硬件。

##### 1) 110型硬件有两类：

110A 跨接线管理类；

110P 插入线管理类。

##### 2) 所有的接线块每行均端接

25对线。

##### 3) 3、4或5对线的连接决定了

线路的模块系数。

##### 4) 连接块与连接插件配合使用。连接插件有4对线和5对线之分，如图6-7所示。

110P硬件的外观简洁，便于使用插入线而不用跨接线，因而对管理人员技术水平要求不高。但110P硬件不能垂直叠放在一起，也不能用于2000条线路以上的管理间或设备间。

#### 2. 110型交连硬件的组成

##### 1) 100型或300对线的接线块，配有或不配有安装脚；

##### 2) 3、4或5对线的110C连接块；

##### 3) 188B1或188B2底板；

##### 4) 188A定位器；

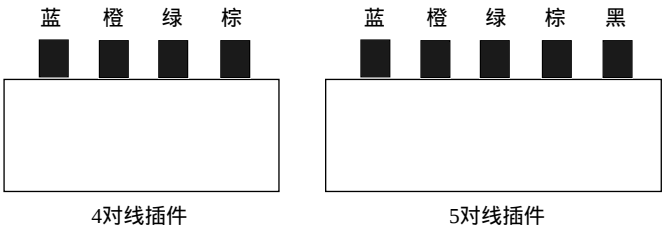


图6-7 连接插件

5) 188UT1-50标记带（空白带）；

6) 色标不干胶线路标志；

7) XLBET 框架；

8) 交连跨接线。

### 3. 110型接线块

110型接线块是阻燃的模制塑料件，其上面装有若干齿形条，足够用于端接 25对线。没接线块正面从左到右均有色标，以区分各条输入线。这些线放入齿形的槽缝里，再与连接块结合。利用788J12工具，就可以把连接块的连线冲压到110C连接上。

### 4. 110C连接块

连接块上装有夹子，当连接块推入齿形条时，这些夹子就切开连线的绝缘层。连接块的顶部用于交叉连接，顶部的连线通过连接块与齿形条内的连线相连。

110C连接块有3对线、4对线和5对线3种规格。

### 5. 110A用的底板

188B1底板用于承受和支持连接块之间的水平方向跨接线。188B2底板支脚，使线缆可以在底板后面通过。

### 6. 110接线块与66接线块的比较

110系统的高密度设计使得它占用的墙空间远小于类似的66型连接块占用的空间，使用110系统可以节省53%的墙空间。

### 7. 110P硬件

110P的硬件包括若干个100对线的接线块，块与块之间由安装于后面板上的水平插入线过线槽隔开。110P型硬件有300对线或900对线的终端块，既有现场端接的，也有连接器的。110P型终端块由垂直交替叠放的110型接线块、水平跨接线，过线槽位于接线之上。终端块的下部是半封闭管道。现场端接的硬件必须经过组装（把过线槽和接线块固定到后面板上），带连接器的终端块均已组装完毕，随时可安装于现场。

### 8. 110P交连硬件的组成

1) 安装于终端块面板上的100对线的110D型接线块；

2) 188C2和188D2垂直底板；

3) 188E2水平跨接线过线槽；

4) 管道组件；

5) 3、4或5对线的连接块；

6) 插入线；

7) 名牌标签/标记带。

## 6.4.3 管理间子系统交连的几种形式

在不同类型的建筑物中管理子系统常采用单点管理单交连、单点管理双交连和双点管理双交接3种方式。

### 1. 单点管理单交连

这种方式使用的场合较少，它的结构图见图6-8。

### 2. 单点管理双连接

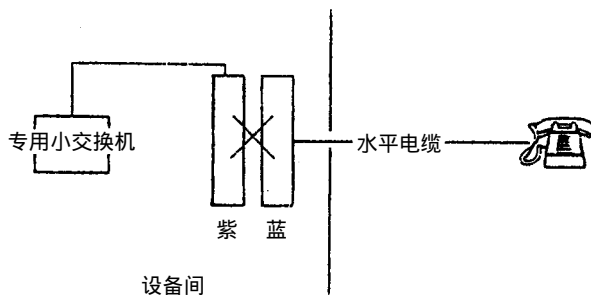


图6-8 单点管理，单交连

管理子系统宜采用单点管理双交接。单点管理位于设备间里面的交换设备或互联设备附近，通过线路不进行跳线管理，直接连至用户工作区或配线间里面的第二个接线交接区。如果没有配线间，第二个交连可放在用户间的墙壁上，如图6-9所示。

用于构造交接场的硬件所处的地点、结构和类型决定综合布线系统的管理方式。交接场的结构取决于工作区、综合布线规模和选用的硬件。

3. 双点管理双连接

当低矮而又宽阔的建筑物管理规模较大、复杂（如机场、大型商场）多采用二级交接间，设置双点管理双交接。双点管理除了在设备间里有一个管理点之外，在配线间仍为一级管理交接（跳线）。在二级交接间或用户房间的墙壁上还有第二个可管理的交接。双交接要经过二级交接设备。第二个交连可能是一个连接块，它对一个接线块或多个终端块（其配线场与站场各自独立）的配线和站场进行组合，如图6-10所示。

为了充分发挥水平干线的灵活性，便于语音点与数据点互换，作者建议对110的使用作如图6-11所示。

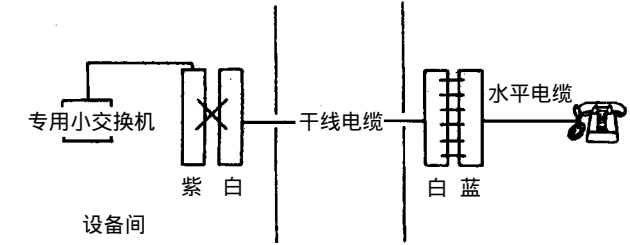


图6-9 单点管理，双交连，第二个交连在配线间用硬接线实现

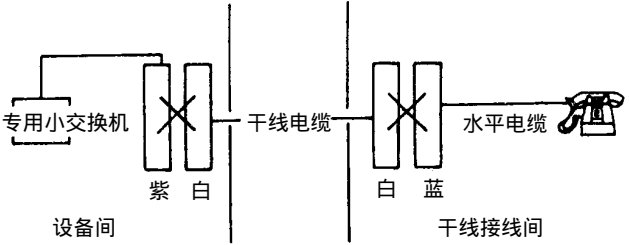


图6-10 双点管理，双交连，第二个交连用做配线

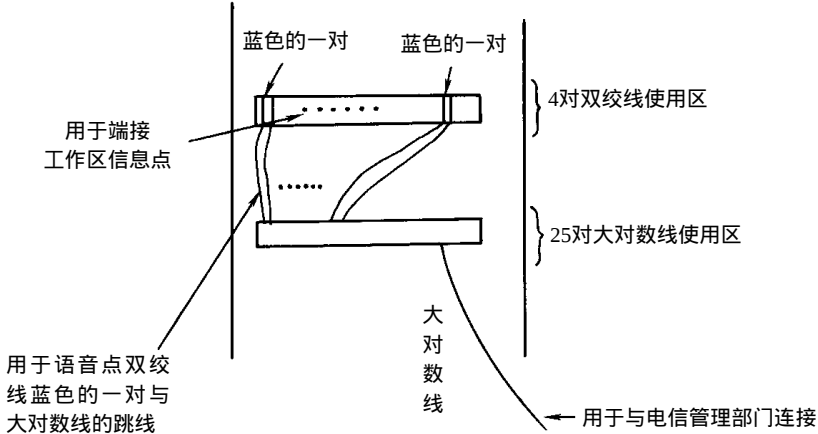


图6-11 110接线场的安排

6.4.4 管理间子系统在干线接线间和卫星接线间中的应用

首先选择110型硬件，再确定其规模。

110A和110P使用的接线块均是每行端接25对线。它们都使用3或4或5对线的连接块，具体取决于每条线路所需的线对数目。一条含3对线的线路（线路模块化系数为3对线）需要使用3对线的连接块；一条4对线的线路需要使用4对线的连接块；一条2对线的线路也可以使用4对线

的连接块，因为4是2的整倍数。5对线的连接块用于其他场合。

对于站的端接和连接电缆来说，确定场的规模或确定所需要的接线块数目意味着要确定线路（或I/O）数目、每条线路所含的线对数目（模块化系数），并确定合适规模的110A或110P接线块。110A交连硬件备有100对线和300对线的接线块。110P接线块有300对线和900对线两种规模。

对于干线电缆，应根据端接电缆所需要的接线块数目来决定场的规模。

下面详细叙述110型设计步骤。

1) 决定卫星接线间/干线接线间要使用的硬件类型。

110A 如果客户不想对楼层上的线路进行修改、移位或重组。

110P 如果客户今后需要重组线路。

2) 决定待端接线路的模块化系数。

这与系统有关，例如System85采用的模块化系数是3对线的线路，应查明其他厂家的端接参数。PDS推荐标准的规定如下：

- 连接电缆端采用3对线；
- 基本PDS设计的干线电缆端接采用2对线；
- 综合或增强型PDS设计中的干线电缆端接采用3对线；
- 工作端接采用4对线。

3) 决定端接工作站所需的卫星接线数目。

工作站端接必须选用4对线模块化系数。

例1 计算含300对线的一个接线块可以端接多少个4对线线路？

一个接线块每行可端接25对线。合100对线的接线有4行，300对线的接线块每块有12行。

计算公式如下：

$$\frac{25 \text{ (线对最大数目/行)}}{\text{线路的模块化系数}} = \text{线路数/行}$$

最后的线路需用一个100C-5来连接多余的线对。

若线路模块化系数选取4个线对，且选用含100对线的接线块：

$$\frac{25 \text{ 对}}{4 \text{ 对}} = \text{线路数/行}$$

一个100对线的接线有4行，所以一个接线块有  $4 \times 6 = 24$  条线路，每条线路含4对线。

4) 决定所需线块的规格和数量。

例2

$$\frac{\text{I/O数}}{\text{线路数/块}} = \text{300对线的接线块数目}$$

取整为2，即需要2个含300对线的接线块。

5) 决定目前在卫星接线间/干线间端接电子设备所需的300对线接线块的块数，等于用于端接干线所需的300对线接线块的块数。

6) 卫星接线间和干线接线间端接干线电缆取决于工作区的数量而不是信息插座的数量。根据干线的设计结果，就可以知道卫星接线间或干线接线间应选择什么规格的电缆来进行端接。

例3 已知条件如下：

增强型设计，采用3对线的线路模块化系数；  
卫星接线间需要服务的I/O数 = 192；  
干线电缆规格（增强型）为每个工作区配3对线，工作区总数 = 96。  
计算公式：

96  
◇ 3  
288

工作区数  
线路模块化系数  
所需的干线电缆所含线对的数目

取实际可购得的较大电缆规格 = 300对线。  
这就是说，用一个300对线的接线块就可端接96条3对线的线路。  
7) 决定卫星接线间连接电缆进行端接所需的接线块数目。计算时模块化系数应为每条线路含3对线。

- 8) 决定在干线接线间端接电缆所需的接线数目。  
9) 写出墙场的全部材料清单，并画出详细的墙场结构图。  
10) 利用每个接线间地点的墙场尺寸，画出每个接线间的等比例图，其中包括以下信息：
- 干线电缆孔；
  - 电缆和电缆孔的配置；
  - 电缆布线的空间；
  - 房间进出管道和电缆孔的位置；
  - 根据电缆直径确定的干线接线间和卫星接线间的馈线管道；
  - 管道内要安装的电缆；
  - 硬件安装细节；
  - 110型硬件空间；
  - 其他设备（如多路复用器、集线器或供电设备等）的安装空间。

11) 画出详细施工图之前，利用为每个配线场和接线间准备的等比例图，从最上楼层和最远卫星接线区位置开始核查以下项目：

- 主设备间、干线接线间和卫星接线间的底板区实际尺寸能否容纳线场硬件，为此，应对比一下连接块的总面积和可用墙板的总面积。
- 电缆孔的数目和电缆井的大小是否足以让那么多的电缆穿过干线接线间，如果现成电缆孔数目不够，应安排楼板钻孔工作。

6.4.5 管理间子系统在设备间中的应用

本节重点讨论管理子系统在设备间中的端接。这包括设计间布线系统，该系统把诸如 PBX 或数据交换机等公用系统设备连接到建筑布线系统。公用系统设备的布局取决于具体的话音或数据系统。

设备间用于安放建筑内部的话音和数据交换机，有时还包括主计算机，里面还有电缆和连接硬件，用以把公用系统设备连接到整个建筑布线系统。

- 该设计过程分为3个阶段：
- 1) 选择和确定主布线场交连硬件规模；
  - 2) 选择和确定中继线/辅助场的交连硬件规模；
  - 3) 确定设备间交连硬件的安置地点。

主布线交连场把公用系统电缆设备的线路连接到来自干线和建筑群子系统的输入线对。由

型的主布线交连场包括两个色场：白场和紫场。白场实现干线和建筑群线对的端接；紫场实现公用系统设备线对的端接，这些线对服务于干线和建筑布线系统。主布线交连场有时还可能增加一个黄场，以实现辅助交换设备的端接。该设计过程决定了主布线交连场的接线总数和类型。

在理想情况下，交连场的组织结构应使插入线或跨接线可以连接该场的任何两点。在小的交连场安装中，只要把不同颜色的场一个挨着一个安装在一起，就很容易达到上述的目标。在大的交连场安装中，这样的场组织结构使得线路变得很困难。这是因为，插入线长度有限，一个较大交连场不得不分为三，放在另一个交连场的两边，有时两个交连场都必须分为二。

上述是语音点的应用管理，对于不同的应用应选择不同的介质。

## 6.4.6 管理间管理子系统的设计步骤

设计管理间管理子系统时，一般采用下述步骤：

1) 确认线路模块化系数是2对线还是3对线。每个线路模块当做一条线路处理，线路模块化系数视具体系统而定。例如，System85的线路模块化系数是3对线。

2) 确定话音和数据线路要端接的电缆对总数，并分配好话音或数据线路所需的墙场或终端条带。

3) 决定采用何种110交连硬件：

- 如果线对总数超过6000（即2000条线路），则使用110A交连硬件；
- 如果线对总数少于6000，则可使用110A或110P交连硬件；
- 110A交连硬件点用较少的墙空间或框架空间，但需要一名技术人员负责线路管理；
- 决定每个接线块可供使用的线对总数，主布线交连硬件的白场接线数目取决于3个因素：硬件类型，每个接线块可供使用的线对总数和需要端接的线对总数。
- 由于每个接线块端接行的第25对线通常不用，故一个接线块极少能容纳全部线对；
- 决定白场的接线块数目。为此，首先把每种应用（话音或数据）所需的输入线对总数除以每个接线块的可用线对总数，然后取更高的整数作为白场接线块数目；
- 选择和确定交连硬件的规模 中继线/辅助场；
- 确定设备间交连硬件的位置；
- 绘制整个布线系统即所有子系统的详细施工图。

4) 管理间的信息点连接是非常重要的工作，它的连接要尽可能简单，主要工作是跳线。

## 6.5 垂直干线子系统的设计

### 6.5.1 垂直干线系统设计简述

垂直干线子系统的任务是通过建筑物内部的传输电缆，把各个服务接线间的信号传送到设备间，直到传送到最终接口，再通往外部网络。它必须满足当前的需要，又要适应今后的发展。干线子系统包括：

- 1) 供各条干线接线间之间的电缆走线用的竖向或横向通道；
- 2) 主设备间与计算机中心间的电缆。

设计时要考虑以下几点：

- 1) 确定每层楼的干线要求；

- 2) 确定整座楼的干线要求；

- 3) 确定从楼层到设备间的干线电缆路由；
- 4) 确定干线接线间的接合方法；
- 5) 选定干线电缆的长度；
- 6) 确定敷设附加横向电缆时的支撑结构。

在敷设电缆时，对不同的介质电缆要区别对待。

#### 1. 光纤电缆

- 1) 光纤电缆敷设时不应该绞结；
- 2) 光纤电缆在室内布线时要走线槽；
- 3) 光纤电缆在地下管道中穿过时要用PVC管；
- 4) 光纤电缆需要拐弯时，其曲率半径不能小于30cm；
- 5) 光纤电缆的室外裸露部分要加铁管保护，铁管要固定牢固；
- 6) 光纤电缆不要拉得太紧或太松，并要有一定的膨胀收缩余量；
- 7) 光纤电缆埋地时，要加铁管保护。

#### 2. 同轴粗电缆

- 1) 同轴粗电缆敷设时不应扭曲，要保持自然平直；
- 2) 粗缆在拐弯时，其弯角曲率半径不应小于30cm；
- 3) 粗缆接头安装要牢靠；
- 4) 粗缆布线时必须走线槽；
- 5) 粗缆的两端必须加终接器，其中一端应接地；
- 6) 粗缆上连接的用户间隔必须在2.5m以上；
- 7) 粗缆室外部分的安装与光纤电缆室外部分安装相同。

#### 3. 双绞线

- 1) 双绞线敷设时线要平直，走线槽，不要扭曲；
- 2) 双绞线的两端点要标号；
- 3) 双绞线的室外部要加套管，严禁搭接在树干上；
- 4) 双绞线不要拐硬弯。

#### 4. 同轴细缆

同轴细缆的敷设与同轴粗缆有以下几点不同：

- 1) 细缆弯曲半径不应小于20cm；
- 2) 细缆上各站点距离不小于0.5m；
- 3) 一般细缆长度为183m，粗缆为

500m。

### 6.5.2 垂直干线子系统的结构

垂直干线子系统的结构是一个星型结构，如图6-12所示。

垂直干线子系统负责把各个管理间的干线连接到设备间。

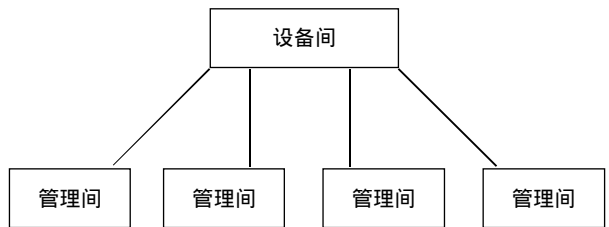


图6-12 干线子系统星型结构

### 6.5.3 垂直干线系统设计方法

确定从管理间到设备间的干线路由，应选择干线段最短、最安全和最经济的路由。在大楼

内通常有如下两种方法：

1) 电缆孔方法：干线通道中所用的电缆孔是很短的管道，通常用直径为10cm的钢性金属管做成。它们嵌在混凝土地板中，这是在浇注混凝土地板时嵌入的，比地板表面高出2.5~10cm。电缆往往捆在钢绳上，而钢绳又固定到墙上已铆好的金属条上。当配线间上下都对齐时，一般采用电缆孔方法，如图 6-13 所示。

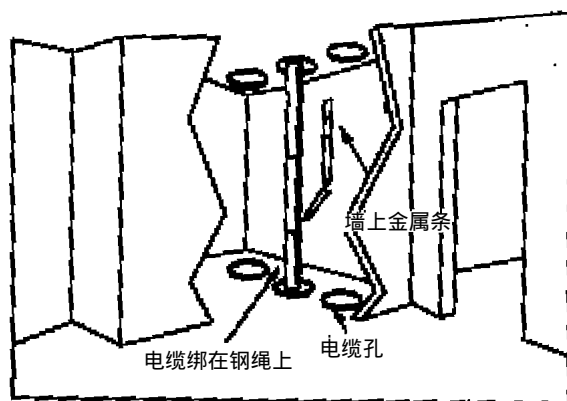


图6-13 电缆孔方法

2) 电缆井方法：电缆井方法常用于干线通道。电缆井是指在每层楼板上开一些方孔，使电缆可以穿过这些电缆井从某层楼伸到相邻的楼层，如图 6-14 所示。电缆井的大小依所用电缆的数量而定。与电缆孔方法一样，电缆也是捆在或箍在支撑用的钢绳上，钢绳靠墙上金属条或地板三角架固定住。离电缆井很近的墙上立式金属架可以支撑很多电缆。电缆井的选择性非常灵活，可以让粗细不同的各种电缆以任何组合方式通过。电缆井方法虽然比电缆孔方法灵活，但在原有建筑物中开电缆井安装电缆造价较高，它的另一个缺点是使用的电缆井很难防火。如果在安装过程中没有采取措施去防止损坏楼板支撑件，则楼板的结构完整性将受到破坏。

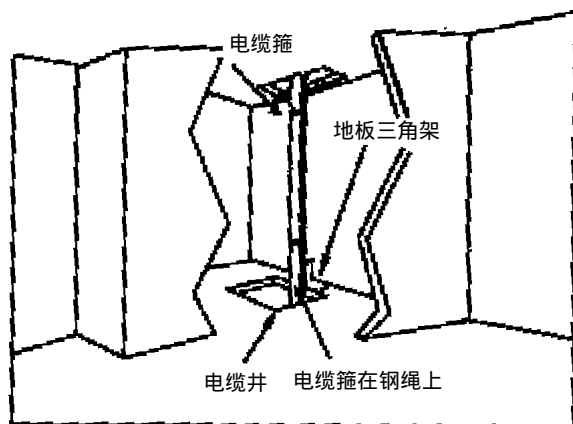


图6-14 电缆井方法

在多层楼房中，经常需要使用干线电缆的横向通道才能从设备间连接到干线通道，以及在各个楼层上从二级交接间连接到任何一个配线间。请记住，横向走线需要寻找一个易于安装的方便通道，因而两个端点之间很少是一条直线。

## 6.6 设备间子系统设计

设备间子系统是一个公用设备存放的场所，也是设备日常管理的地方，在设计设备间时应注意：

- 1) 设备间应设在位于干线综合体的中间位置；
- 2) 应可能靠近建筑物电缆引入区和网络接口；
- 3) 设备间应在服务电梯附近，便于装运笨重设备；
- 4) 设备间内要注意：
  - 室内无尘土，通风良好，要有较好的照明亮度；
  - 要安装符合机房规范的消防系统；
  - 使用防火门，墙壁使用阻燃漆；

- 提供合适的门锁，至少要有安全通道。

5) 防止可能的灾害（如暴雨成灾、自来水管爆裂等）带来的灾害；

6) 防止易燃易爆物的接近和电磁场的干扰；

7) 设备间空间（从地面到天花板）应保持 2.55m 高度的无障碍空间，门高为 2.1m，宽为 90cm，地板承重压力不能低于 500kg/m<sup>2</sup>。

因此，设备间设计时，必须把握下述要素：

1) 最低高度；

2) 房间大小；

3) 照明设施；

4) 地板负重；

5) 电气插座；

6) 配电中心；

7) 管道位置；

8) 楼内气温控制；

9) 门的大小、方向与位置；

10) 端接空间；

11) 接地要求；

12) 备用电源；

13) 保护设施；

14) 消防设施。

### 6.6.1 设备间子系统设计概述

设备间的主要设备有数字程控交换机、计算机等，对于它的使用面积，必须有一个通盘的考虑。目前，对设备间的使用面积有两种方法来确定。

方法一：面积  $S = K \sum_{i=1}^n S_i$   $i=1, 2, \dots, n$

$S$  设备间使用的总面积，m<sup>2</sup>；

$K$  系数，每一个设备预占的面积，一般  $K$  选择 5、6、7 三种（根据设备大小来选择）；

$\sum$ ：求和；

$S_i$  代表设备件；

$i$  变量  $i = 1, 2, \dots, n$ 。 $n$  代表设备间内共有设备总数。

方法二：面积  $S = KA$

$S$  设备间使用的总面积，m<sup>2</sup>；

$K$  系数，同方法一；

$A$  设备间所有设备的总数。

### 6.6.2 设备间子系统设计的环境考虑

设备间子系统设计时要对环境问题进行认真考虑。

#### 1. 温度和湿度

网络设备间对温度和湿度是有要求的，一般将温度和湿度分为 A、B、C3 级，设备间可按某一级执行，也可按某级综合执行。具体指标见表 6-4。

表6-4 设备间温度和湿度指标

| 指标<br>项目     | 级别 | A级         |         | B级           | C级          |
|--------------|----|------------|---------|--------------|-------------|
|              |    | 夏季         | 冬季      |              |             |
| 温度 (°C)      |    | 22 ± 4     | 18 ± 4  | 12 ~ 30      | 8 ~ 35      |
| 相对湿度 (%)     |    | 40 ~ 65    | 35 ~ 70 | 30 ~ 80      |             |
| 温度变化率 ( / h) |    | <5<br>要不凝露 |         | >0.5<br>要不凝露 | <15<br>要不凝露 |

## 2. 尘埃

设备对设备间内的尘埃量是有要求的。一般可分为 A、B2级。具体指标见表 6-5。

表6-5 尘埃量度表

| 指标<br>项目   | 级别 | A级      | B级      |
|------------|----|---------|---------|
|            |    |         |         |
| 粒度 (°C)    |    | >0.5    | >0.5    |
| 个数 (粒/dm³) |    | <10 000 | <18 000 |

注：A级相当于30万粒/ft³, B级相当于50万粒/ft³。

设备间的温度、湿度和尘埃对微电子设备的正常运行及使用寿命都有很大的影响，过高的室温会使元件失效率急剧增加，使用寿命下降；过低的室温又会使磁介等发脆，容易断裂。温度的波动会产生电噪声，使微电子设备不能正常运行。相对湿度过低，容易产生静电，对微电子设备造成干扰；相对湿度过高会使微电子设备内部焊点和插座的接触电阻增大。尘埃或纤维性颗粒积聚，微生物的作用还会使导线被腐蚀断掉。所以在设计设备间时，除了按 GB2998 89《计算站场地技术条件》执行外，还应根据具体情况选择合适的空调系统。

热量主要由如下几个方面所产生的：

- 1) 设备发热量；
- 2) 设备间外围结构发热量；
- 3) 室内工作人员发热量；
- 4) 照明灯具发热量；
- 5) 室外补充新鲜空气带入的热量。

计算出上列总发热量再乘以系数 1.1，就可以作为空调负荷，据此选择空调设备。

## 3. 照明

设备间内在距地面 0.8m 处，照度不应低于 200lx。

还应设事故照明，在距地面 0.8m 处，照度不应低于 5lx。

## 4. 噪声

设备间的噪声应小于 70dB。

如果长时间在 70 ~ 80dB 噪声的环境下工作，不但影响人的身心健康和工作效率，还可能造成人为的噪声事故。

## 5. 电磁场干扰

设备间内无线电干扰场强，在频率为 0.15 ~ 1000MHz 范围内不大于 120dB。

设备间内磁场干扰场强不大于 800A/m (相当于 10Oe)。

6. 供电

设备间供电电源应满足下列要求：

频率：50Hz；

电压：380V/220V；

相数：三相五线制或三相四线制/单相三线制。

依据设备的性能允许以上参数的变动范围，见表6-6。

表6-6 设备的性能允许电源变动范围

| 指标 \ 项目 \ 级别 | A级          | B级          | C级        |
|--------------|-------------|-------------|-----------|
| 电压变动（%）      | -5 ~ +5     | -10 ~ +7    | -15 ~ +10 |
| 频率变化（Hz）     | -0.2 ~ +0.2 | -0.5 ~ +0.5 | -1 ~ +1   |
| 波形失真率（%）     | < ± 5       | < ± 5       | < ± 10    |

设备间内供电容量：将设备间内存放的每台设备用电量的标称值相加后，再乘以系数。从电源室（房）到设备间使用的电缆，除应符合 GBJ232-82《电气装置安装工程规范》中配线工程规定外，载流量应减少50%。设备间内设备用的配电柜应设置在设备间内，并应采取防触电措施。

设备间内的各种电力电缆应为耐燃铜芯屏蔽的电缆。各电力电缆（如空调设备、电源设备所用的电缆等），供电电缆不得与双绞线走向平行。交叉时，应尽量以接近于垂直的角度交叉，并采取防延燃措施。各设备应选用铜芯电缆，严禁铜、铝混用。

7. 安全

设备间的安全可分为3个基本类别：

- 1) 对设备间的安全有严格的要求，有完善的设备间安全措施；
- 2) 对设备间的安全有较严格的要求，有较完善的设备间安全措施；
- 3) 对设备间有基本的要求，有基本的设备间安全措施。

设备间的安全要求详见表6-7。

表6-7 设备间的安全要求

| 指标 \ 项目 \ 级别 | C级 | B级 | A级 |
|--------------|----|----|----|
| 场地选择         | -  | @  | @  |
| 防火           | @  | @  | @  |
| 内部装修         | -  | @  | b  |
| 供配电系统        | @  | @  | b  |
| 空调系统         | @  | @  | b  |
| 火灾报警及消防设施    | @  | @  | b  |
| 防水           | -  | @  | b  |
| 防静电          | -  | @  | b  |
| 防雷电          | -  | @  | b  |
| 防鼠害          | -  | @  | b  |
| 电磁波的防护       | -  | @  | @  |

注：-，无要求；@，有要求或增加要求；b，要求。

根据设备间的要求，设备间安全可按某一类执行，也可按某些类综合执行。

## 8. 建筑物防火与内部装修

A类，其建筑物的耐火等级必须符合GBJ45中规定的一级耐火等级。

B类，其建筑物的耐火等级必须符合BGJ45-82《高层民用建筑设计防火规范》中规定的二级耐火等级。

与A、B类安全设备间相关的其余工作房间及辅助房间，其建筑物的耐火等级不应低于TJ16中规定的二级耐火等级。

C类，其建筑物的耐火等级应符合TJ16-74《建筑设计防火规范》中规定的二级耐火等级。

与C类设备间相关的其余基本工作房间及辅助房间，其建筑物的耐火等级不应低于TJ16中规定的三级耐火等级。

内部装修：根据A、B、C3类等级要求，设备间进行装修时，装饰材料应符合TJ16-74《建筑设计防火规范》中规定的难燃材料或非燃材料，应能防潮、吸噪、不起尘、抗静电等。

## 9. 地面

为了方便表面敷设电缆线和电源线，设备间地面最好采用抗静电活动地板，其系统电阻应在 $1 \sim 10W$ 之间。具体要求应符合GR6650-86《计算机房地板技术条件》标准。

带有走线口的活动地板称为异形地板。其走线应做到光滑，防止损伤电线、电缆。设备间地面所需异形地板的块数可根据设备间所需引线的数量来确定。

设备间地面切忌铺地毯。其原因：一是容易产生静电；二是容易积灰。

放置活动地板的设备间的建筑地面应平整、光洁、防潮、防尘。

## 10. 墙面

墙面应选择不易产生尘埃，也不易吸附尘埃的材料。目前大多数是在平滑的墙壁涂阻燃漆，或在平滑的墙壁覆盖耐火的胶合板。

## 11. 顶棚

为了吸噪及布置照明灯具，设备顶棚一般有建筑物梁下加一层吊顶。吊顶材料应满足防火要求。目前，我国大多数采用铝合金或轻钢作龙骨，安装吸声铝合金板、难燃铝塑板、喷塑石英板等。

## 12. 隔断

根据设备间放置的设备及工作需要，可用玻璃将设备间隔成若干个房间。隔断可以选用防火的铝合金或轻钢作龙骨，安装10mm厚玻璃。或从地板面至1.2m安装难燃双塑板，1.2m以上安装10mm厚玻璃。

## 13. 火灾报警及灭火设施

A、B类设备间应设置火灾报警装置。在机房内、基本工作房间、活动地板下、吊顶地板下、吊顶上方、主要空调管道中及易燃物附近部位应设置烟感和温感探测器。

A类设备间内设置卤代烷1211、1301自动灭火系统，并备有手提式卤代烷1211、1301灭火器。

B类设备间在条件许可的情况下，应设置卤代烷1211、1301自动消防系统，并备有卤代烷1211、1301灭火器。

C类设备间应备置手提式卤代烷1211或1301灭火器。

A、B、C类设备间除纸介质等易燃物质外，禁止使用水、干粉或泡沫等易产生二次破坏的灭火剂。

## 6.7 建筑群子系统的设计

建筑群子系统也称楼宇管理子系统。

一个企业或某政府机关可能分散在几幢相邻建筑物或不相邻建筑物内办公。但彼此之间的语音、数据、图像和监控等系统可用传输介质和各种支持设备（硬件）连接在一起。连接各建筑物之间的传输介质和各种支持设备（硬件）组成一个建筑群综合布线系统。连接各建筑物之间的缆线组成建筑群子系统。

本节重点对建筑群子系统的设计进行介绍。

### 6.7.1 AT&T推荐的建筑群子系统设计

建筑群子系统布线时，AT&TPDS推荐的设计步骤如下：

- 1) 确定敷设现场的特点；
- 2) 确定电缆系统的一般参数；
- 3) 确定建筑物的电缆入口；
- 4) 确定明显障碍物的位置；
- 5) 确定主电缆路由和备用电缆路由；
- 6) 选择所需电缆类型和规格；
- 7) 确定每种选择方案所需的劳务成本；
- 8) 确定每种选择方案的材料成本；
- 9) 选择最经济、最实用的设计方案。

#### 1. 确定敷设现场的特点

- 1) 确定整个工地的大小；
  - 2) 确定工地的地界；
  - 3) 确定共有多少座建筑物。
- #### 2. 确定电缆系统的一般参数
- 1) 确认起点位置；
  - 2) 确认端接点位置；
  - 3) 确认涉及的建筑物和每座建筑物的层数；
  - 4) 确定每个端接点所需的双绞线对数；
  - 5) 确定有多个端接点的每座建筑物所需的双绞线总对数。

#### 3. 确定建筑物的电缆入口

- 1) 对于现有建筑物，要确定各个入口管道的位置；每座建筑物有多少入口管道可供使用；入口管道数目是否满足系统的需要。
- 2) 如果入口管道不够用，则要确定在移走或重新布置某些电缆时是否能腾出某些入口管道；在不够用的情况下应另装多少入口管道；
- 3) 如果建筑物尚未建起来，则要根据选定的电缆路由完善电缆系统设计，并标出入口管道的位置；选定入口管道的规格、长度和材料；在建筑物施工过程中安装好入口管道。

建筑物入口管道的位置应便于连接公用设备、根据需要在墙上穿过一根或多根管道。查阅当地的建筑法规，了解对承重墙穿孔有无特殊要求。所有易燃材料（如聚丙烯管道、聚乙烯管道）应端接在建筑物的外面。外线电缆的聚丙烯护皮可以例外，只要它在建筑物内部的长度（包括多余电缆的卷曲部分）不超过15m。如果外线电缆延伸到建筑物内部的长度超过15m，

就应使用合适的电缆入口器材，在入口管道中填入防水和气密性很好的密封胶，如 B 型管道密封胶。

#### 4. 确定明显障碍物的位置

- 1) 确定土壤类型：砂质土、粘土、砾土等；
- 2) 确定电缆的布线方法；
- 3) 确定地下公用设施的位置；
- 4) 查清拟定的电缆路由中沿线各个障碍物位置或地理条件：

- 铺路区；
- 桥梁；
- 铁路；
- 树林；
- 池塘；
- 河流；
- 山丘；
- 砾石土；
- 截留井；
- 人孔（人字形孔道）；
- 其他。

#### 5) 确定对管道的要求。

#### 5. 确定主电缆路由和备用电缆路由

- 1) 对于每一种待定的路由，确定可能的电缆结构；
- 2) 所有建筑物共用一根电缆；
- 3) 对所有建筑物进行分组，每组单独分配一根电缆；
- 4) 每座建筑物单用一根电缆；
- 5) 查清在电缆路由中哪些地方需要获准后才能通过；
- 6) 比较每个路由的优缺点，从而选定最佳路由方案。

#### 6. 选择所需电缆类型和规格

- 1) 确定电缆长度；
- 2) 画出最终的结构图；
- 3) 画出所选定路由的位置和挖沟详图，包括公用道路图或任何需要经审批才能动用的地区草图；

#### 4) 确定入口管道的规格；

#### 5) 选择每种设计方案所需的专用电缆；

6) 参考《AT&T SYSTIMAX PDS 部件指南》有关电缆部分中线号、双绞线对数和长度应符合的有关要求；

#### 7) 应保证电缆可进入入口管道；

#### 8) 如果需用管道，应选择其规格和材料；

#### 9) 如果需用钢管，应选择其规格、长度和类型。

#### 7. 确定每种方案所需的劳务成本

#### 1) 确定布线时间：

- 包括迁移或改变道路、草坪、树木等所花的时间；

- 如果使用管道区，应包括敷设管道和穿电缆的时间；
- 确定电缆接合时间；
- 确定其他时间，例如拿掉旧电缆、避开障碍物所需的时间；

2) 计算总时间（1)项+2)项+3)项）；

3) 计算每种设计方案的成本；

4) 总时间乘以当地的工时费；

8. 确定每种方案所需的材料成本

1) 确定电缆成本：

- 确定每英尺（米）的成本；
- 参考有关布线材料价格表；
- 针对每根电缆查清每100英尺的成本；
- 将上述成本除以100；
- 将每米（英尺）的成本乘以米（英尺）数；

2) 确定所有支持结构的成本

- 查清并列出的所有的支持结构；
- 根据价格表查明每项用品的单价；
- 将单价乘以所需的数量。

3) 确定所有支撑硬件的成本

对于所有的支撑硬件，重复（2）项所列的3个步骤。

9. 选择最经济、最实用的设计方案

1) 把每种选择方案的劳务费成本加在一起，得到每种方案的总成本；

2) 比较各种方案的总成本，选择成本较低者；

3) 确定该比较经济的方案是否有重大缺点，以致抵消了经济上的优点。如果发生这种情况，应取消此方案，考虑经济性较好的设计方案。

注：如果牵涉到干线电缆，应把有关的成本和设计规范也列进来。

## 6.7.2 电缆布线方法

在建筑群子系统中电缆布线方法有4种。

### 1. 架空电缆布线

架空安装方法通常只用于现成电线杆，而且电缆的走法不是主要考虑内容的场合，从电线杆至建筑物的架空进线距离不超过30m（100ft）为宜。建筑物的电缆入口可以是穿墙的电缆孔或管道。入口管道的最小口径为50mm（2in）。建议另设一根同样口径的备用管道，如果架空线的净空有问题，可以使用天线杆型的入口。该天线的支架一般不应高于屋顶1200mm（4ft）。如果再高，就应使用拉绳固定。此外，天线型入口杆高出屋顶的净空间应有2400mm（8ft），该高度正好使工人可摸到电缆。

通信电缆与电力电缆之间的距离必须符合我国室外架空线缆的有关标准。

架空电缆通常穿入建筑物外墙上的U形钢保护套，然后向下（或向上）延伸，从电缆孔进入建筑物内部，如图6-15所示，电缆入口的孔径一般为50mm，建筑物到最近处的电线杆通常相距应小于30m。

### 2. 直埋电缆布线

直埋布线法优于架空布线法，影响选择此法的主要因素如下：

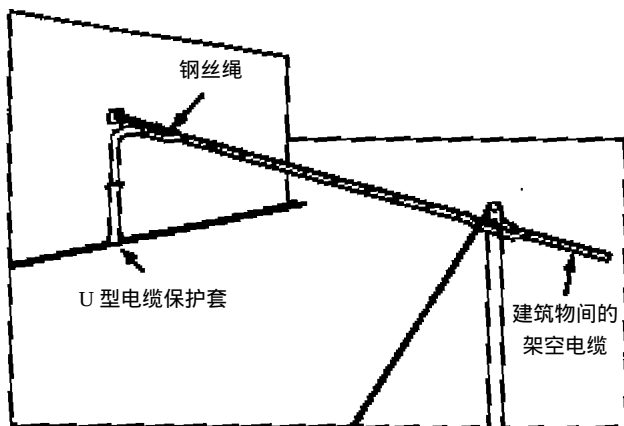


图6-15 架空布线法

- 1) 初始价格；
- 2) 维护费；
- 3) 服务可靠；
- 4) 安全性；
- 5) 外观。

切不要把任何一个直埋施工结构的设计或方法看做是提供直埋布线的最好方法或唯一方法。在选择某个设计或几种设计的组合时，重要的是采取灵活的、思路开阔的方法。这种方法既要适用，又要经济，还能可靠地提供服务。直埋布线的选取地址和布局实际上是针对每项作业对象专门设计的，而且必须对各种方案进行工程研究后再作出决定。工程的可行性决定了何者为最实际的方案。

在选择最灵活、最经济的直埋布线线路时，主要的物理因素如下：

- 1) 土质和地下状况；
- 2) 天然障碍物，如树林、石头以及不利的地形；
- 3) 其他公用设施（如下水道、水、气、电）的位置；
- 4) 现有或未来的障碍，如游泳池、表土存储场或修路。

由于发展趋势是让各种设施不在人的视野里，所以，话音电缆和电力电缆埋在一起将日趋普遍，这样的共用结构要求有关部门从筹划阶段直到施工完毕，以至未来的维护工作中密切合作。这种协作会增加一些成本。但是，这种共用结构也日益需要用户的合作。PDS为改善所有公用部门的合作而提供的建筑性方法将有助于使这种结构既吸引人，又很经济。

请遵守所有的法令和公共法则。有关直埋电缆所需的各种许可证书应妥善保管，以便在施工过程中可立即取用。

需要申请许可证书的事项如下：

- 1) 挖开街道路面；
- 2) 关闭通行道路；
- 3) 把材料堆放在街道上；
- 4) 使用炸药；
- 5) 在街道和铁路下面推进钢管；
- 6) 电缆穿越河流。

3. 管道系统电缆布线

管道系统的设计方法就是把直埋电缆设计原则与管道设计步骤结合在一起。当考虑建筑群管道系统时，还要考虑接合并。

在建筑群管道系统中，接合并的平均间距约 180m ( 600ft ) ,或者在主结合点处设置接合并。接合并可以是预制的，也可以是现场浇筑的。应在结构方案中标明使用哪一种接合并。

预制接合并是较佳的选择。现场浇筑的接合并只在下述几种情况下才允许使用：

- 1) 该处的接合并需要重建；
- 2) 该处需要使用特殊的结构或设计方案；
- 3) 该处的地下或头顶空间有障碍物，因而无法使用预制接合并；
- 4) 作业地点的条件（例如沼泽地或土壤不稳固等）不适于安装预制入孔。

4. 隧道内电缆布线

在建筑物之间通常有地下通道，大多是供暖供水的，利用这些通道来敷设电缆不仅成本低，而且可利用原有的安全设施。如考虑到暖气泄漏等条件，电缆安装时应与供气、供水、供暖的管道保持一定的距离，安装在尽可能高的地方，可根据民用建筑设施的有关条例进行施工。

6.7.3 4种建筑群布线方法比较

在6.7.2节中叙述了管道内、直埋、架空、隧道 4种建筑群布线方法，它们的优缺点如表 6-8 所示。

表6-8 4种建筑群布线方法的优缺点

| 方 法 | 优 点                  | 缺 点              |
|-----|----------------------|------------------|
| 管道内 | 提供最佳的机构保护            | 挖沟、开管道和入孔的成本很高   |
|     | 任何时候都可敷设电缆           |                  |
|     | 电缆的敷设、扩充和加固都很容易      |                  |
|     | 保持建筑物的外貌             |                  |
| 直埋  | 提供某种程度的机构保护          | 挖沟成本高            |
|     | 保持建筑物的外貌             | 难以安排电缆的敷设位置      |
|     |                      | 难以更换和加固          |
| 架空  | 如果本来就有电线杆，则成本最低      | 没有提供任何机械保护       |
|     |                      | 灵活性差             |
|     |                      | 安全性差             |
|     |                      | 影响建筑物美观          |
| 隧道  | 保持建筑物的外貌，如果本来就有隧道，则成 | 热量或漏泄的热水可能会损坏电缆可 |
|     | 本最低、安全               |                  |
|     |                      | 能被水淹没            |

网络设计师在设计时，不但自己要有一个清醒的认识，还要把这些情况向用户方说明。

6.7.4 电缆线的保护

当电缆从一建筑物到另一建筑物时，要考虑易受到雷击、电源碰地、电源感应电压或地电压上升等因素，必须用保护器去保护这些线对。如果电气保护设备位于建筑物内部（不是对电信公用设施实行专门控制的建筑物），那么所有保护设备及其安装装置都必须有 UL 安全标记。

有些方法可以确定电缆是否容易受到雷击或电源的损坏，也可以知道有哪些保护器可以防

止建筑物、设备和连线因火灾和雷击而遭到毁坏。

当发生下列任何情况时，线路就被暴露在危险的境地：

- 1) 雷击所引起的干扰；
- 2) 工作电压超过300V以上而引起的电源故障；
- 3) 地电压上升到300V以上而引起的电源故障；
- 4) 60Hz 感应电压值超过300V。

如果出现上述所列的情况时就都应对其进行保护。

确定被雷击的可能性。除非下述任一条件存在，否则电缆就有可能遭到雷击：

- 1) 该地区每年遭受雷暴雨袭击的次数只有5天或更少，而且大地的电阻率小于 $100W\sum m$ 。
- 2) 建筑物的直埋电缆小于42m (140ft)，而且电缆的连续屏蔽层在电缆的两端都接地。
- 3) 电缆处于已接地的保护伞之内，而此保护伞是由邻近的高层建筑物或其他高层结构所提供，如图6-16所示。

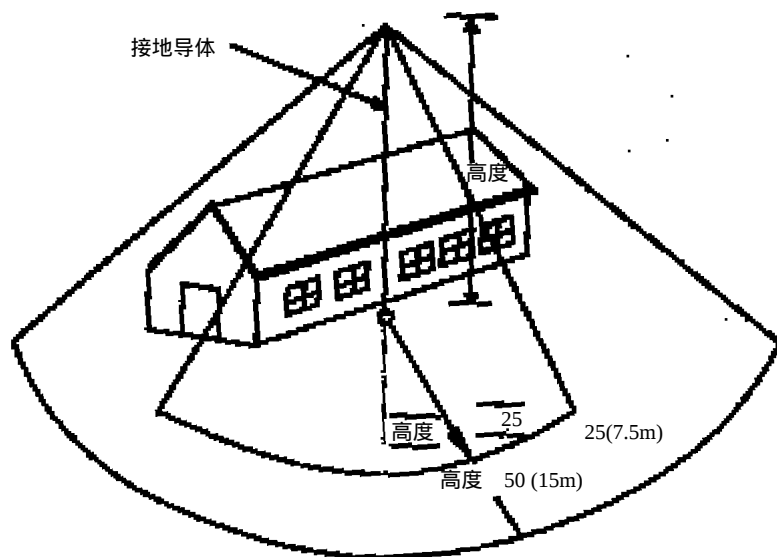


图6-16 保护伞示意图

## 6.8 网络工程的总体设计

建设一个网络并不是一件简单的事，事实上需要具备局域网络的基本知识，知道局域网络的构成部件。本书从第1章开始到目前为止，奠定了网络设计方案的基础，我们把这些内容串连起来，形成一个设计方案结构，设计方案的形成，可以说完成了一个网络工程的30%~40%的工作量，剩下的只是付之实现的问题。

### 6.8.1 一个完整的设计方案结构

一个局域网络是由网络互联设备、传输介质加上本线系统构成的，具体表现如图6-17所示。

我们把图6-17中的管理间部分、设备间部分、楼宇部分称为网络方案结构图（通常的参考书中讨论网络方案的就是指这一部分）；垂直、水平干线部分、工作区部分称为布线方案结构图（作为网络综合布线方案）。

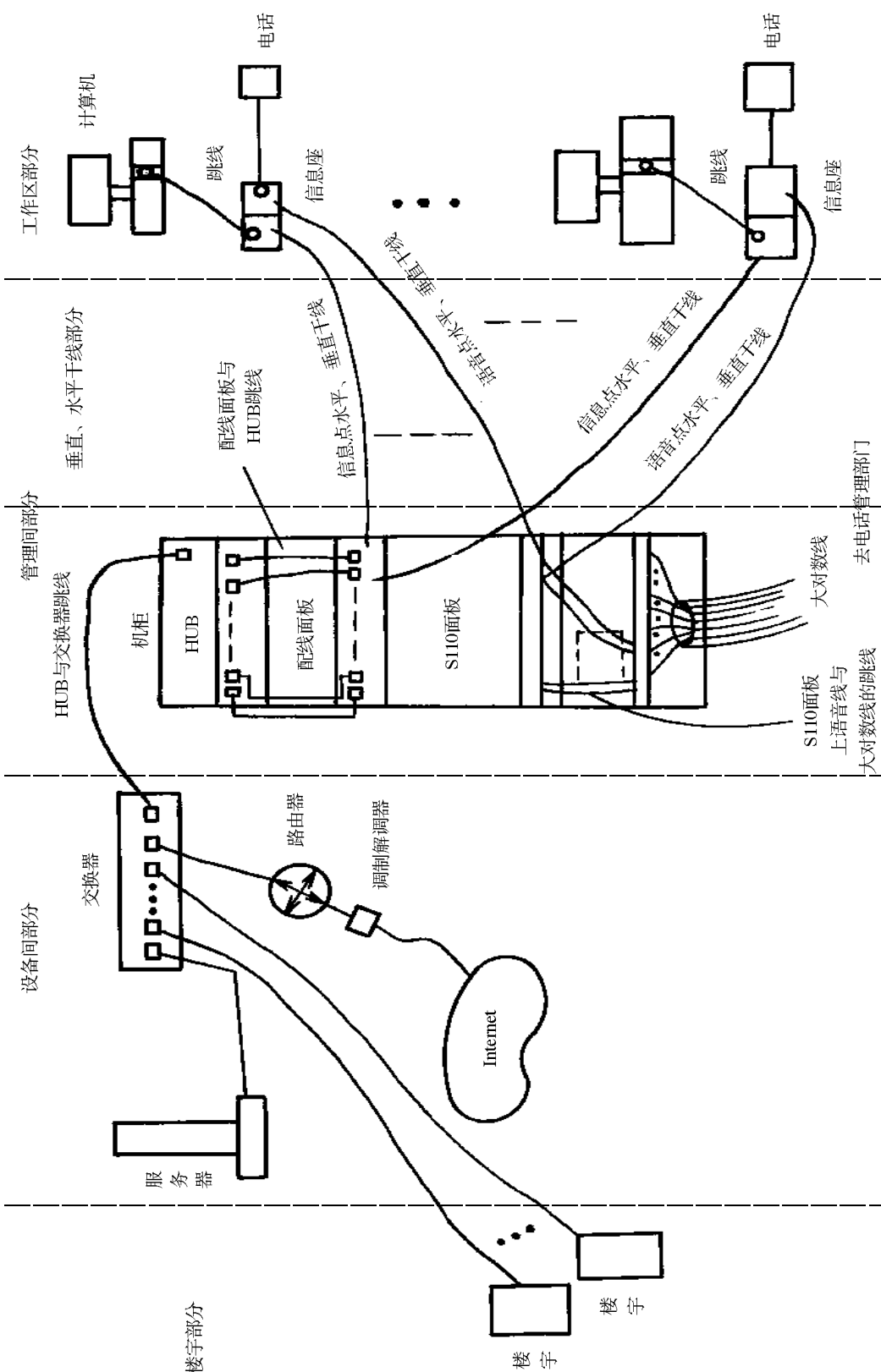


图6-17 一个完整的设计方案结构示意图

## 6.8.2 网络布线方案的设计

网络布线方案主要讨论的是怎样设计布线系统？这个系统有多少信息量？多少语音点？怎样通过水平干线、垂直干线、楼宇管理子系统把它们连接起来？需要选择哪些传输介质（线缆）？需要哪些线材（槽管）及其材料价格如何？施工有关费用需多少等问题。

用几句话来回答上面问题是困难的，作者将在下一节中用具体的方案来回答。

目前，网络工程行业对网络布线方案的设计流行有2套设计方式。

1) 网络工程行业的方案设计方式；

2) 建筑行业的方案设计方式。

这2种方式在工程取费上有点差别。作者把这2套设计方式通过6.9节的内容把它们反映出来，供读书参考。

## 6.8.3 两套设计方案的各自取费主要内容

1. 网络工程行业流行的设计方案取费的主要内容

针对一个具体的工程应该说方案在写作上是大同小异的，但在取费上采用不同的取费方式。

网络工程行业取费一般是材料费、施工费、设计督导测试费、税金。

2. 建筑行业流行的设计方案取费的主要内容

建筑行业流行的设计方案取费一般由下述内容组成：

材料费、人工费（直接费小计、其他直接费、临时设施费、现场经费）、直接费、企业管理费、利润税金、工程造价、设计费等组成。

这2种取费方案供设计时参考使用。

## 6.9 方案的书写样例

本节介绍一个完整的网络工程方案的样例，可作为中小型网络工程标书，供读者参考。同时，对6.8节讨论的建筑行业取费方式作一介绍。

### 6.9.1 某某公司网络系统工程项目建议书

一、某某公司企业网用户需求

二、某某公司企业网建网目标

2.1 某某公司企业网的基本功能

2.2 某某公司企业网一期工程

2.3 某某公司企业网二期工程

2.4 某某公司企业网三期工程

三、某某公司网建网原则

四、某某公司企业网总体方案建议

4.1 Intranet技术的特点

4.2 网络协议

4.3 关于园区网设计方案建议

4.4 关于网络安全性的建议

4.5 网络管理

4.6 网管协议与网管平台

4.7 关于系统扩充 建立企业网

## 五、某某公司园区网网络布线方案

### 5.1 网管中心与管理间设计

### 5.2 用户布线要求

### 5.3 光缆与管理间的设计

### 5.4 室外光缆布线

### 5.5 测试与文档

### 5.6 布线材料的选型

## 六、技术服务与支持

## 附录

### (1) 工程预算清单

### (2) 计算所网络研究开发中心简介

### (3) 参加项目技术人员简介

### (4) 资格证书

近年来，人们所谈论的最热门话题就是 信息时代 ，而这个时代，最伟大的历史杰作是 Internet。是 Internet 正在将整个世界变成一个地球村，是 Internet 使人类历史进入到一具有真正内涵的信息时代。

在这个时代里，远隔千山万水的医学家通过 Internet 可对疑难病人进行会诊，不同国籍的科学家通过 Internet 进行学术讨论，从未谋面的商人通过 Internet 瞬间作成一笔生意，喜欢 漫游的人们足不出户就可通过 Internet 浏览全世界所有公开的信息等等。这些就是发生在我们身边的事实。

在 Internet 上运行着很多服务软件，其中 WWW 服务是最受人们欢迎的一种；因此，WWW 几乎成了 Internet 的同义语。它的与平台无关的运行机理，统一友好的用户界面，即学即用的操作方式，相对低廉的维护、培训费用等特点鼓舞着人们把 Internet 技术引入到企业（或单位）内部网络中来，这就是人们所说的 Intranet。它是采用 Internet 技术，利用 TCP/IP 和 http 协议、web 服务器与浏览器为企业提供完整解决方案的计算机网络。

Intranet 是投资回报率很高的新技术，它的一系列优越性已使它显示出强大的生命力，并迅速为计算机界及广大计算机用户所接受。某某公司拟采用 Intranet 技术实现企业内部网络是一有眼光的技术决策。

### 一、某某公司企业网应用需求

根据贵公司有关领导的介绍，现将用户的应用需求归纳为如下几个方面：

- 1) 内部信息发布：公司领导向各部门发布规章制度、规划、计划、通知等公开信息等。
- 2) 电子邮件：园区内部的电子邮件的发送与接收。
- 3) 文件传输：园区内部的文本文件、图象文件、语言文件等发送与接收。
- 4) 资源共享：文件共享、数据库共享、打印机共享。
- 5) 导航系统：园区内部各部门 web 站点的导航。
- 6) 外部通信：通过广域网或专线连接，可与国内外的合作伙伴交流信息。
- 7) 接入因特网：通过 ISP 接入 ChinaNet、Internet，对外发布信息。

### 二、某某公司企业网建网目标

某某公司企业网的最终目标是：建设覆盖整个集团的互联、统一、高效、实用、安全的企业网络（Intranet）。它分为4个阶段完成：

- 1) 建设某某公司园区网。
- 2) 网络应用软件的开发。

3) 整个集团联网组成企业网。

4) 接入因特网。

## 2.1 某某公司企业网的基本功能

1) 支持公司内部经营管理。

2) 支持集团企业网的建设。

3) 具有先进实用的网络管理系统。

4) 具有严格的网络信息安全管理措施。

5) 接入网络外联功能。

## 2.2 某某公司企业网一期工程

1) 某某公司园区网基础设施建设。

2) 建立某某公司园区的网络系统。

3) 建立某某公司网络管理系统。

4) 提供某某公司园区内部的网络常规服务：电子邮件、文件传输、WWW等。

5) 已有应用软件的上网。

## 2.3 某某公司企业网二期工程

二期工程主要是公司园区网的应用软件开发。

## 2.4 某某公司企业网三期工程

三期工程主要实现：

1) 组建整个集团企业网。

2) 通过专线或公用网实现与合作伙伴的联网。

3) 通过ISP接入ChinaNet、Internet。

该网如图6-18所示。

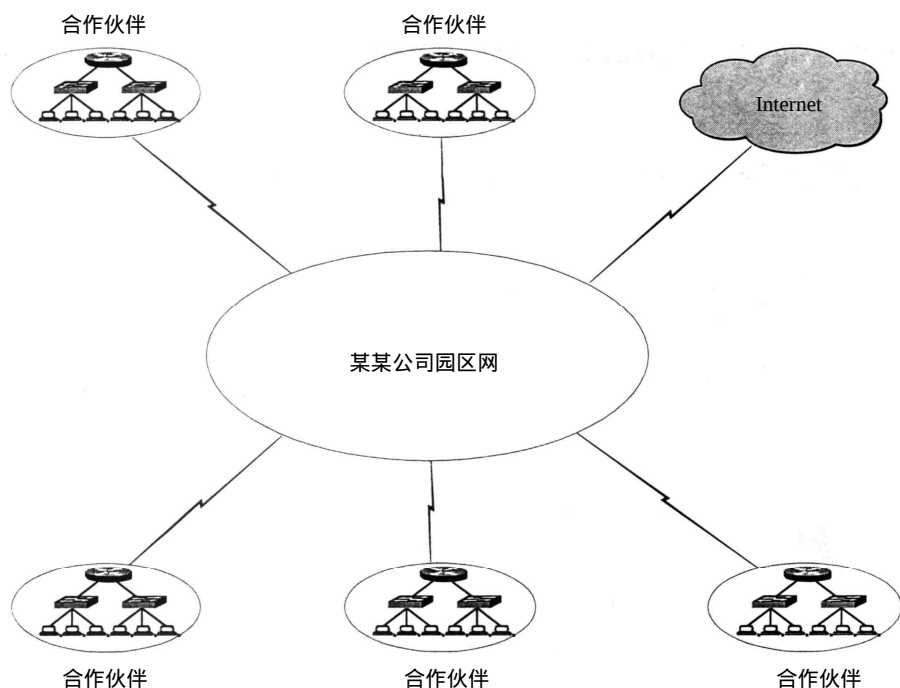


图6-18 某某集团企业网

### 三、某某公司企业网建网原则

在组建某某公司企业网项目工程中，应贯彻如下建网原则：

#### 1) 实用性

网络建设从应用实际需要出发，坚持为领导决策服务，为经营管理服务，为生产建设服务。

#### 2) 先进性

采用成熟的先进技术，兼顾未来的发展趋势，即量力而行，又适当超前，留有发展余地。

#### 3) 可靠性

确保网络可靠运行，在网络的关键部分应具有容错能力。

#### 4) 安全性

提供公共网络连接、内部网络连接、拨号入网、通讯链路、服务器等全方位的安全管理系统。

#### 5) 开放性

采用国际标准通信协议、标准操作系统、标准网管软件，采用符合标准的设备，保证整个系统具有开放特点，增强与异机种、异构网的互联能力。

#### 6) 可扩展性

系统便于扩展，保证前期投资的有效性与后期投资的连续性。

#### 7) 可管理性

从系统设计、设备选型都必须考虑到整个系统的可管理性和可维护性。通过智能网管软件可实现动态网络配置，监控网络运行，优化网络性能。

### 四、某某公司企业网总体方案建议

如前所述，某某公司企业网工程的目标是：建设覆盖整个园区的互联、统一、高效、实用、安全的企业网。为了实现这一建网目标，除了需要有效的组织管理及有力的资金投入之外，还必须有一个合理、可行的技术方案。

#### 4.1 Internet技术的特点

自从Internet上的WWW应用风行以来，Internet的用户急剧增加，各大通信公司纷纷宣布自己的Internet互联计划。随之而来的是在企业界又掀起了Intranet热潮。据预测，Intranet在近年来的发展趋势是取代专用网络操作系统，到2000年，Intranet的业务增长势头将远远高于Internet。

所谓Intranet（企业内部网）技术就是将Internet技术引入到企业的组网技术，它的主要特点是：

#### 1) 采用事实工业标准协议TCP/IP

该协议为无连接的端到端协议，简单实用，可连接异机种、异构网。

#### 2) 采用浏览器/服务器应用模式

将应用从客户机端分离出来，变成统一用户界面的、操作简单的客户机（所谓瘦客户端）。

#### 3) 应用开发集中到Web服务器

应用程序的开发、修改、扩充周期短，且不影响客启端使用环境。

#### 4) 采用3层C/S结构

可根据性能需求，增加服务器，实现分散、均衡负载，提高系统响应速度。

#### 5) 运行机理与平台无关

可从不同厂家选用不同设备，适于大型企业中的不同平台间的通信。

- 6) 采用http协议  
适于超文本信息发布，可达到图、文、声并茂效果。
- 7) 统一、通用浏览器  
使得系统维护、培训简单，系统回报率高。
- 8) 便于企业内部协同工作，交流信息

用Intranet技术组建某某公司企业网将会给公司带来明显的社会效益和经济效益，采用Intranet技术组建企业网应是企业信息化建设的正确选择。

4.2 网络协议

为了确保系统的开放性，建议选用国际标准或事实上已成为工业标准的网络协议或标准。

(1) 低层协议

按照ISO定义的OSI（开放系统互联）参考模型，将计算机网络体系结构划分成七层，对应于每一层都运行着一组协议。这七层结构如图 6-19a)所示。而与之对应的是现在在网络中，特别是在Internet中得到广泛应用的TCP/IP参考模型，该模型如图6-19b)所示。

|     |       |
|-----|-------|
| 第七层 | 应用层   |
| 第六层 | 表示层   |
| 第五层 | 会话层   |
| 第四层 | 传输层   |
| 第三层 | 网络层   |
| 第二层 | 数据链路层 |
| 第一层 | 物理层   |

a) ISO网络参考模型

|       |
|-------|
| 应用层   |
|       |
|       |
| 传输层   |
| 互联网络层 |
| 数据链路层 |
| 物理层   |

b) TCP/IP 网络参考模型

图6-19 ISO七层结构图

所谓 低层 通常是指传输层以下的 3层，即物理层、数据链路层和网络层；而传输层以上各层则称之为高层协议。

1) IEEE802.3协议

这是目前在局域网中应用得最为广泛的低层协议，著名以太网所采用的协议与 IEEE802.3协议相兼容。该协议所采用的技术为CSMA/CD 载波监听多路访问/冲突检测。通常情况下，IEEE802.3可以通过硬件来实现，这些硬件可以是网卡或集成在主机板上。

2) PPP协议

PPP（点对点）协议定义了点点对点链路传输数据的规程。与另一个点对点协议 HDLC相比，PPP协议的控制机制要复杂一些，但它可适用于不同厂家的产品，即兼容性更好。所以，对于电话拨号入网的用户建议采用PPP协议。

3) IP协议

TCP/IP是一组协议的代名词，TCP/IP协议簇是实际的工业标准，Internet就是采用这些协议。很多低层协议都要求该协议簇，如 IEEE802.3、X.25、PPP、IEEE802.4令牌总线网、IEEE802.3令牌环网等。

该协议簇中，IP（互联网协议），ICMP（互联网控制报文协议），ARP（地址转换协议），

RARP（反向地址协议）处于第3层。

IP协议是TCP/IP协议族的第3层协议，称作互联网络层。它是TCP/IP协议族中非常重要的协议，它的主要任务是决定IP分组的路由。

## (2) 高层协议

### 1) TCP 协议

TCP（传输控制协议），UDP（用户数据协议），NVP（网络语音协议）处于第4层。SMTP（简单邮件传递协议），DNS（域名服务协议），NSP（名字服务协议），FTP（文件传输协议），Telnet（远程通讯网络协议）则处在第5~7层。

目前大多数操作系统（WindowsNT、Netware、Unix等）都支持TCP/IP协议，加之采用TCP/IP的Internet上含有大量的信息资源，所以我们建议在中国集邮信息网上采用该协议。

### 2) HTTP 协议

这是一个在TCP/IP支持下的超文本传输协议。它是Web应用的灵魂。

## 4.3 某某公司园区网网络方案建议

根据某某公司企业网的整体规划，第一期工程所要实现的目标是组建某某公司园区网，下面是我们组建该园区网的几点考虑。

### (1) 网络技术

当今最为普遍的局域网络类型包括以太网、令牌环网、FDDI和ATM，这3种网络都支持局域网连接，每种网络的价格和性能特性也有所不同。

#### 1) 令牌环网

令牌环网在使用IBM主机的网络中用得很普遍，在其他网络中则用得有限。令牌环网的网络设备以及网卡都比以太网设备及网卡价格高得多，并且很难买到。因此选择令牌环网不是一个好的选择。

#### 2) FDDI及ATM

FDDI、ATM与以太网在骨干网和高性能局域网方面遵循完全不同的标准。FDDI、ATM设备比以太网设备贵得多，且安装过程也需要付出很大代价。目前，ATM常常用作要求高的大型网络的骨干网，而FDDI由于其性能价格比等因素的影响使得其应用范围越来越小。

#### 3) 以太网

以太网是最便宜、最灵活的选择。大多数类型的以太网传输速率是10Mbps，网段中的每个节点共享这10Mbps带宽，由于网段中的每个节点共享全部可用带宽，可能在操作过程中会导致与其他节点的冲突。随着网段中工作站数目的增加，共享可和带宽的工作站总数也增加，于是过渡冲突的可能性也就加大了。遵循星型拓扑结构的10Base-T以太网，用5类非屏蔽双绞线连接，传输速率可以达到10Mbps。10Base-T以太网非常容易设置，每台计算机都与集线器的一个端口是通过两头装有RJ-45头的专用电缆相连。采用这种方式联网，虽然价格很便宜，但不利于今后的管理和扩展。

随着以太网技术的不断发展，在以太网中使用了交换机，它提高了整个以太网的性能和每台工作站的可用带宽，也将减少冲突产生的概率。集线器和以太网交换器的最大区别在于：以太网交换机上的每一个端口可以组成一个逻辑网段。连接到以太网交换机端口上的设备都享用10Mbps的带宽，不需要与其他设备带宽竞争带宽。用于10Base-T集线器上的网络接口也同样适用于以太网交换机。另外，从连接到交换机端口的设备角度来看，似乎整个网络段中只有一台计算机，尽享所有网络资源。选用以太网交换器的缺点是价格较贵，但它对于整个网络的速率和将来的扩展起到了决定性的作用。

传统以太网用的是10Mbps技术，现在出现了更快的版本即快速以太网。虽然10Mbps以太网使用得最为广泛，100Mbps以太网也正在快速崛起。按100Base-T规格设计的网卡和集线器，它们仅比10/100Base-T的产品略贵一些，但在性能上就有了明显的区别。在小型网络中实现10/100Base-T的费用是非常合理的，特别是对于无管理能力、无交换能力的集线器，即使你仍然选择10Base-T的网卡只比10Mbps的网卡略贵一点，但为了将来的网络升级提供了很大的灵活性。

综上所述，我们建议主干选择交换式快速以太网（100M），通过室外多模光纤连接，在同一楼内的入网设备则采用10/100M的共享式集线器并通过5类非屏蔽双绞线连接。为了将来系统能够容易升级，建议网卡、交换器和集线器均采用10M/100M自适应的产品，具体型号参见附录。

## (2) 网络操作系统

网络操作系统（NOS）的选择也是企业建网过程中最重要的设计问题之一。选择的结果将影响到所用的网络协议、服务器的管理方式和用户与网络服务交互的方式等。NOS的选择还将决定网络环境的全貌。

### 1) Novell NetWare

Novell公司的NetWare是第一个网络操作系统，开发于20世纪80年代初期，并一直在这个行业中充当重要角色。NetWare主要用于文件和打印服务器。Novell网是建立在名为IPX/SPX的底层网络协议上，这些协议支持以太网和令牌环网，并支持几乎所有类型的路由器和其他网络设备。

但是，今天的IPX/SPX协议缺少对TCP/IP协议的支持。而TCP/IP作为Internet协议的同时，很快也成为本地局域网的主要协议。由于IPX/SPX不支持浏览Internet，所以要想支持Interten服务，如Web和FTP服务等等，NetWare服务器就必须在运行IPX/SPX协议的同时，也运行TCP/IP协议。

### 2) Windows NT

Windows NT一直在与NetWare为争夺主NOS位置展开激烈竞争。它也提供文件和打印服务，但其优势在于网络应用程序服务器。Windows NT有两种版本：服务器版本和工作站版本，这两种版本有很多相似之处，但服务器版本经过优化，可以作为高性能的网络服务器，提供许多NT工作站版本所没有的安全特性。Windows NT使用一套更为高级的网络协议，称为SMB，与NetBIOS或TCP/IP底层协议同时运转。Windows NT能够很容易地配置、运行在纯TCP/IP环境下。

### 3) Unix

第三种可选的主要NOS是由不同类型的Unix组成，包括Sun Microsystem公司的Solaris系统、惠普公司的HP-UX和IBM公司的AIX等。如果公司用的大部分是PC机，Unix并不能提供NetWare和NT支持的全套服务，也不能很好地作为PC机的文件服务器，这是因为Unix服务器提供的文件共享方式涉及到不支持任何Windows或Macintosh操作系统的NFS和DFS。虽说通过第三方应用程序，NFS和DFS客户端也可以被加工在PC机上，但其价格是昂贵的。和NetWare或NT比起来，安装和维护Unix系统是非常困难的。

综上所述，我们建议选择Windows NT作为操作系统。

## (3) 网络服务器

一般来说，用域名/邮件服务器作为网络服务器。由此说来它必须能提供足够的性能和可靠性。惠普LH3、LH Por属于部分级服务器，它所具有的性能、可用性与伸缩性可满足用户日

益增长的业务需求，性能直逼高端服务器，但价格仅与部门级服务器相当。其基本配置：

- 1) CPU：PII400
  - 2) 硬盘：8.2G
  - 3) 内存：64M
  - 4) 光驱及3.5 软驱
- (4) PC服务器

通常比较小型的网络可选用PC服务器作为系统的WWW服务器、数据库服务器，它作为在网络环境下提供网上客户机共享资源（包括查询、存储、计算等）的设备，具有高可靠性、高性能、高吞吐能力、大容量等特点，并且具备强大的网络功能和友好的人机界面，是以网络为中心的现代计算环境的关键设备。因此建议基本配置为：

- 1) CPU：PII400
  - 2) 硬盘：9.6G（阵列式）
  - 3) 内存：128M
  - 4) 光驱及3.5 软驱
- (5) 网管服务器

网络管理系统是网络规划、设计、建设的重要内容，是保证网络正常运行的必不可少的措施，同时它也为网络的维护和发展提供重要的手段和依据。建议基本配置为：

- 1) CPU：PII300
  - 2) 硬盘：4G
  - 3) 内存：64M
  - 4) 光驱及3.5 软驱
- (6) PC机

PC机是园区网中最终用户连接上网的机器，选择服务性、可靠性、可管理性好的机器即可。建议基本配置为：

- 1) CPU：PII233
  - 2) 硬盘：4G
  - 3) 内存：64M
  - 4) 光驱及3.5 软驱
- (7) 网络拓扑结构

网络拓扑结构是决定网络性能的主要技术之一，同时在很大程度上也决定了传输的数据类型、速度和通信效率，并且与网络布线系统有着密切的关系。

计算机网络的拓扑结构是指网络节点与链路的几何排列。通过对网络进行拓扑分析，可初步确定网络的选择。网络拓扑结构分为星形、树形、总线形、环形及不规则形拓扑。

几年之前，局域网大多选用总线形、环形或者二者相结合的拓扑结构。近年来，由于网络技术发展以及新型网络设备的不断出现，使得星形拓扑结构在局域网的建设中占了上风。根据上述用户需求、网络建设目标及设计思想，我们建议某某公司园区网采用二级星形拓扑结构，即主干网和各子网（或网段）都采用星形拓扑结构，整个网络为树形拓扑结构。星形拓扑结构具有如下特点：

- 1) 网络结构简单、明了，易于管理、维护。
- 2) 网络可靠性高，不会由于一个结点（中心结点除外）出现故障，导致全网瘫痪。
- 3) 星形结构特别适合于当前流行的、先进的网络结构化布线。

- 4) 系统容易扩展，可实现带电接入与拆除，并且对整个网络运行无任何影响。
- 5) 特别适合于交换机、集线器等设备的连接。
- 6) 容易通过增加主干设备端口连接数，实现扩展主干线的带宽。
- 7) 适于星形结构的设备技术成熟，种类多，选择余地大。
- (8) 某某公司园区网网络系统的组成

该方案以快速以太网交换机及连接集线器 HUB 的多模光纤构成某某公司园区网的主干。交换机安装在楼2西侧的网络间中，楼1西侧、楼2东侧、采购部各子网通过集线器 HUB 与主干相连。某某公司园区网网络结构图，如图 6-20 所示。

通过安装在楼2西侧的交换机 3COM 的 3C16981 ( 10/100 ) 的 3 个端口，经过光电转换器，把电信号转换为光信号，再经过光纤分别接到楼 1 西侧的光电转换器的光口上，把光信号转换成电信号，分别接到楼 1 西侧 3COM 的 3C16611 ( 10/100 ) 或 3C16610 ( 10/100 ) 集线器上，3C16611 和 3C16610 采用堆叠式连接，以便减少级延。某某公司园区网网络逻辑图，如图 6-21 所示。

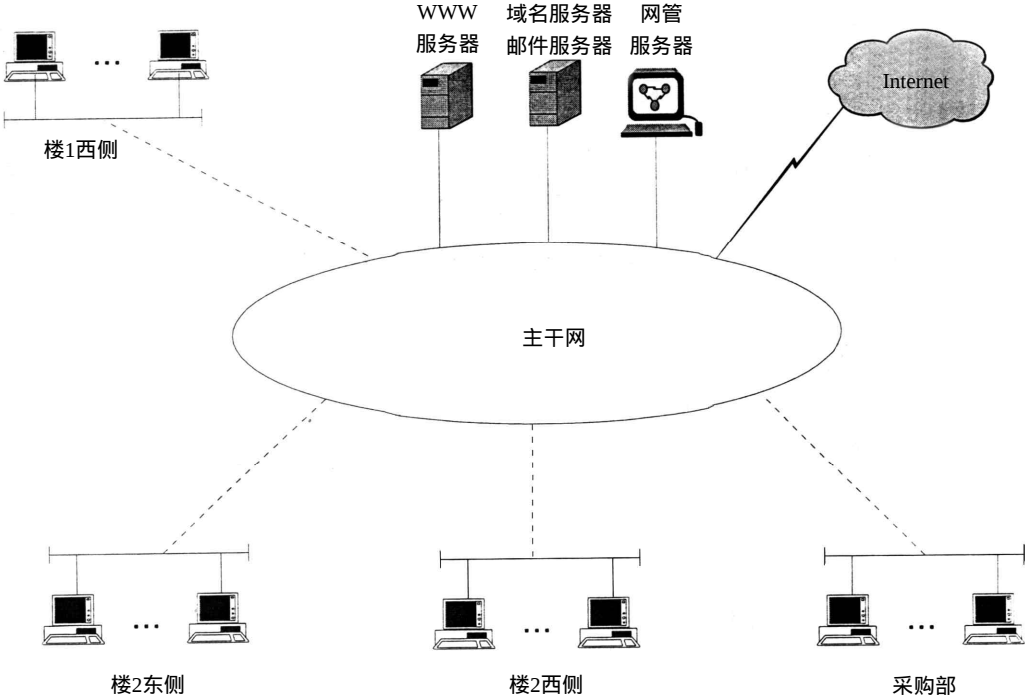


图6-20 某某公司园区网网络结构图

4.4 关于网络安全性的建议

某某公司网是一个园区网，它目前要求对公司内部的关键信息进行保密，将来还要向外部发布信息及获取外部信息，因此它是一个保密性与开放性并重的网络。通过采用 Intranet 技术并接入 Chinanet，进而联入 Internet 可保证其开放性。也正因为网络具有开放性的一面，所以建设一套较为完善的网络安全机制对于某某公司园区网而言至关重要。

为了实现网络的安全性，可采取以下措施：

(1) 服务器的安全措施

公司内部应用服务器常常存储大量公司私有信息。因此，必须采取技术措施以保证其安全

性。服务器的安全主要是建立在对用户的注册管理和对用户访问资源的权限管理上。对于 Intranet 的 Web 服务器而言，可安装安全认证服务软件（如 Netscape 的 Certificate Server），提供对 Web 服务器访问的统一安全认证。它不仅进行用户 ID，口令的检查，还利用公共密钥技术进行数字认证，数字签名等。

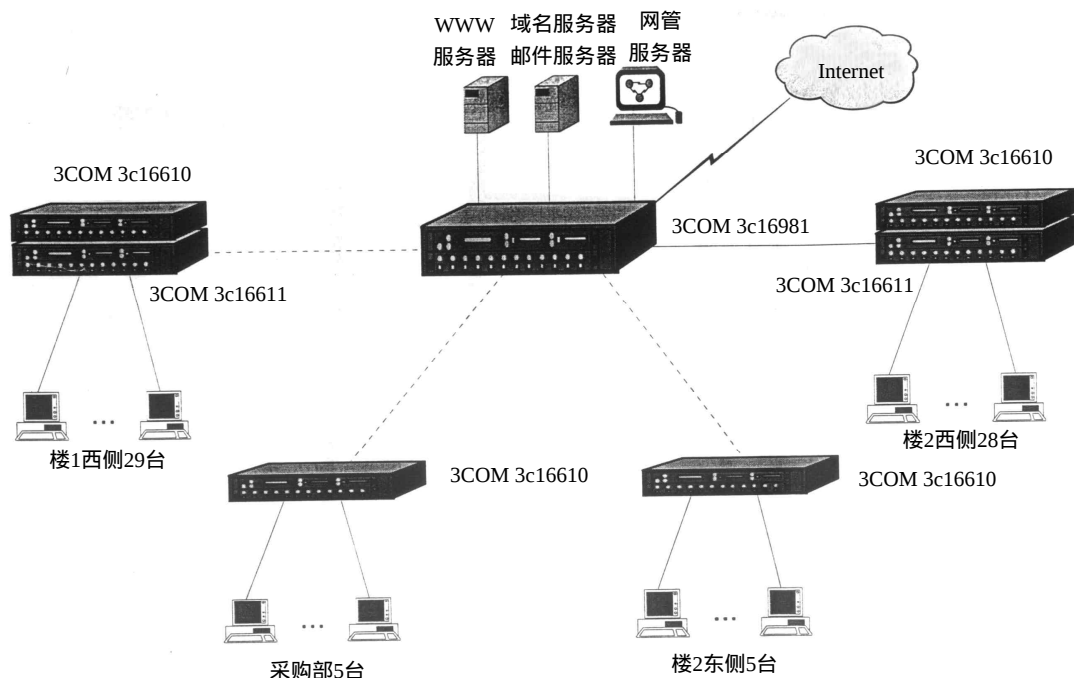


图6-21 某某公司园区网网络逻辑图

上述网络安全措施只是技术上的保证，更为重要的是应建立一套完整、可行、严格的安全管理规章制度和一支精干、可靠的管理队伍；只有这样，才能使上述的安全技术得以发挥应有的作用。

## (2) 防止泄密的安全措施

对于企业内部网络安全，除了要防止外部黑客的攻击之外，还应防止企业内部人员的泄密。

上述 防止外界攻击 的安全措施同样可用于内部的安全保密，就是在安全设备或软件设置时，既可以对进入数据流有效，也可对外出数据流有效。但其安全检查流程与 外界用户访问的安全检查 流程相反。

## (3) 拨号入网的安全措施

公司为了向领导、内部员工、移动用户提供拨号入网服务，可在网络中配置远程访问服务器，用户通过公用电话网接入远程访问服务器，通过 PPP 协议拨号入网。为了保证拨号入网的安全，可采取如下措施：

- 1) 设置访问控制器，对用户实行认证、授权、记帐管理。
- 2) 采用 TACACS+ 安全协议。
- 3) 在远程访问服务器上采用访问列表技术指定访问地址、权限等。
- 4) 在远程访问服务器设置回拨用户电话号码。
- 5) 通信线路加密。

#### 4.5 网络管理

网络互联领域正在从集中式的主机计算走向分布式和客户机 / 服务器模式发展。这种变化使得网络管理变得更加困难。象某某公司园区网这样的网络含有交换机、集线器和主机，这些都是被管理的对象。可以授权网络中的一台或数台主机为网络管理系统（NMS），通过NMS对网络进行管理。网管的目标是使网络的性能达到最优，网络更为安全可靠。一般而言，大型网络管理软件的管理功能分为以下5个方面：

##### (1) 配置管理

大多数智能设备都需要某种配置，NMS把这些配置信息通过网络传递到被管理的网络设备（如远程或本地的路由器，远程访问服务器等）。在必要时，网管人员还可以对被管设备的配置进行查询、修改，同时可以建立用于网络管理的数据库，这些数据库包括：

- 1) 设备数据库：每个记录包括如设备名、设备型号、设备序列号、生产厂家、进货单位、代理商联系人、联系电话、设备端口类型、端口数、ID地址、掩码等。
- 2) 通信及网络连接拓扑结构数据库。
- 3) 关键路由配置文件数据库。
- 4) 用户ID、电子邮件地址、口令字等数据库。

##### (2) 性能管理

通过网络收集性能数据，并对这些数据进行记录统计、汇总，从而可以实现对网络的监视，找出网络中的瓶颈，以及网络流量高峰的时刻，维护系统性能历史记录，为网络的高效运行提供数据。这些数据主要包括：

- 1) 通信线路的负载，传输可靠性。
- 2) 路由器的换载。
- 3) 网上各类应用的百分比。

##### (3) 故障管理

主要管理并监督网络的非正常操作，提供维护差错日志，响应差错通知，定位并隔离故障，进行诊断测试以确定故障类型，以及检修排除故障。

##### (4) 安全管理

对网络系统各种资源的访问实施各种保护功能，提供安全服务，维护安全日志，分发有关安全方面的信息。

##### (5) 计费管理

负责监视并记录用户对网络资源的使用情况、进行成本核算、并计算应收费用，通知用户使用的费用或使用的资源，流量计费的阈值，当使用多种资源时，将有关费用进行综合处理。

#### 4.6 网管协议与网管平台

为了实现上述5个网络管理功能，就必须具有支持这些管理功能的基础结构，这个基础结构由以下4个部分组成：

- NMP      网络管理协议
- C/S      客户机/服务器结构
- SMI      管理信息结构
- MIB      管理信息库

在大型网络中，有许多需要管理的不同类型的智能设备，如主机，路由器等。所谓管理就意味着监督或控制设备，或者两者兼而有之。我们可以通过使用合适的用户命令来控制 Unix主机的单个用户的访问权限，我们也可以通过请求某个路由器向我们发回它的路由表来

监督 路由器路由表的内容。

那些发出管理命令、管理请求的设备称之为管理设备，而接收请求、命令并给予回答的设备称之为被管理设备，在这两种设备中都运行管理软件。由于负责管理的设备与被管理设备之间是请求与回答的关系，所以管理设备为客户机，而被管理设备为服务器（通常称为代理），这就是C/S结构。

被管理设备具有一组被管理的对象，而这些繁杂的被管理对象如何表示呢？这就是SMI的作用。就是说由SMI来定义被管理对象的标识符以及确定表示被管对象的语法。比如定义一个路由器的端口是不是以太网口，这句话在计算机中是无法直接表示的，而应当用一组合乎语法的宏来表达，这是SMI的职能。

MIB则告诉我们对象到底是什么。如此多的对象（各种设备，每种设备又有多种对象），用树状结构存储在MIB库中，比如，我们在图形用户界面上选中一被管对象路由器（相当网管系统与设备建立一个连接），然后，网管系统发出一个接收原语 get1.1.3.6.1.2.1.1.3这个原语就被解释，于是在树状数据库找出该设备的被管对象 设备重新启动时间，于是被管设备的代理程序就将 设备重新启动时间 返回给网管工作站。网管工作站知道自己在询问什么，所以也知道如何解释回答的值的含义。

上述活动都是在统一的协议下进行的，这就是网管协议（NMP）。目前成功运行的网管协议有SNMP（简单网管协议），CMIS/CMIP（通用管理信息服务/通用管理信息协议）。SNMP属于TCP/IP协议族的一个协议，随着TCP/IP在Internet上的成功运行，SNMP也受到广大用户和设备生产商的欢迎，所以在网络管理中得到广泛应用。而CMIS/CMIP是根据ISO/OSI参考模型开发的产品，它依赖于OSI的传输层与网络层，系统开销很大，占用大量的CPU、RAM资源，所以就决定了它的应用领域只能是投资力度大的系统，比如载波网络。

#### (1) 网络协议 SNMP

选择SNMP作为某某公司园区网的网管协议有如下理由：

- 1) SNMP与TCP/IP一样已经成为事实上的工业标准。
- 2) SNMP在Internet上得到广泛的应用，事实证明是一个比较好的网管协议。
- 3) SNMP得到主要操作系统、绝大多数网络设备的支持。
- 4) 以SNMP为基础成功开发的网管软件有 SUN公司的SunNet Manager，HP公司的Open View和IBM公司的NetView。
- 5) 主要网络生产厂家生产的网络设备都支持SNMP，并开发出支持SNMP的网络设备管理软件。

#### (2) 可选的网管软件

在目前阶段，可选择网络设备生产厂家所开发的符合标准的小型网络管理软件，待到网络扩展到一定规模后，则可选用功能更为完善的网管平台。因此，我们建议：

选用3Com的网管软件Transcend Enterprise Manager6.0 for Windows，该系统有如下功能：

- 1) 能对主干网进行管理。
- 2) 能对网络设备的当前状况和端口情况进行实时的图形化的直观显示。
- 3) 对端口和设备进行点击，即可对它进行参数配置或修改。
- 4) 提供故障侦测和诊断功能，便于管理员及时掌握整个网络的运行状况。
- 5) 配合具备VLAN功能的3Com交换机，可依据业务性质划分和管理虚拟子网，从而提高更好的安全性和优化的网络性能。
- 6) 分布式SmartAgent智能代理使得网管系统在对每个设备进行管理时占用最小的网络带宽。

4.7 关于系统扩充 建立企业网

由于某某公司园区网工程的设计符合总体设计原则及总体规划与总体目标，所以在以后某某公司与其他合作伙伴建立企业网时不会造成本期投资的浪费，并能保证系统的无缝连接。

五、某某公司园区网网络布线方案

5.1 网管中心与管理间设计

- 1) 网管中心建立在楼2西侧3楼的计划部。
- 2) 楼1西侧的1楼或2楼某一房间作为管理间（也可以和其他部门混用房间）。
- 3) 楼2东侧及采购部的网络连接设备因体积不大可附设在任一房间内（要求室内有电源、卫生、干燥、安全）。
- 4) 网管中心与楼1西侧、楼2东侧、采购部的管理间或连接设备所在处的连接用 4芯室外光缆敷设，作为主干线。
- 5) 楼1西侧（3层楼共31个信息点）、楼2西侧（3层楼共23个信息点）、楼2东侧（1层5个信息点）、采购部（1层5个信息点）以超 5类非屏蔽双绞线为主体的水平干线，布线结构为星型结构。
- 6) 网管中心机柜选用 1.6m国产标准机柜，其他网络管理间使用 0.5m国产标准机柜。

上述建议的优点是：

- 1) 既能满足用户当前的业务需要，又能跟上计算机网络技术未来 10至15年发展的需要。
- 2) 未来用户网络系统升级或扩充时，不需要对布线基础设施进行更改及投资，便可平滑过度、升级或扩充。

5.2 用户布线要求

(1) 信息端口分布

| 楼 号  | 房 间 数 | 每房间信息点数 | 信息点总数 |
|------|-------|---------|-------|
| 楼1西侧 | 10    | 1       | 10    |
|      | 1     | 3       | 3     |
|      | 2     | 4       | 8     |
|      | 2     | 5       | 10    |
| 楼2西侧 | 13    | 1       | 13    |
|      | 3     | 2       | 6     |
|      | 1     | 4       | 4     |
| 楼2东侧 | 3     | 1       | 3     |
|      | 1     | 2       | 3     |
| 采购部  | 5     | 1       | 5     |

(2) 布线要求

- 1) 符合EIA/TIA568B，ISO/IEO11801国际标准。
- 2) 目前可行的技术条件下，实现高质量数据、图形传输。
- 3) 所有接插件都采用模块化的标准件，以便于不同厂家设备的兼容。
- 4) 传输介质支持 100Mbps以上的数据传输率，并考虑到未来升级到千兆以太网或 ATM的需要。

5.3 光缆与管理间的设计

(1) 光缆敷设设计（干线）

某某公司一期网络工程的主干线由 3条光缆组成，它们是：

- 楼2西侧（3层网管中心）～楼1西侧（3层统计室）管理间，光缆长度：约 128m。

- 楼2西侧（3层网管中心）～楼2东侧（1层技术组），光缆长度约158m。
- 楼2西侧（3层网管中心）～采购部（调度室），光缆长度约269m。

实际所需光缆总长度为600m。

### (2) 光缆布线图

光缆布线示意图，如图6-22所示。

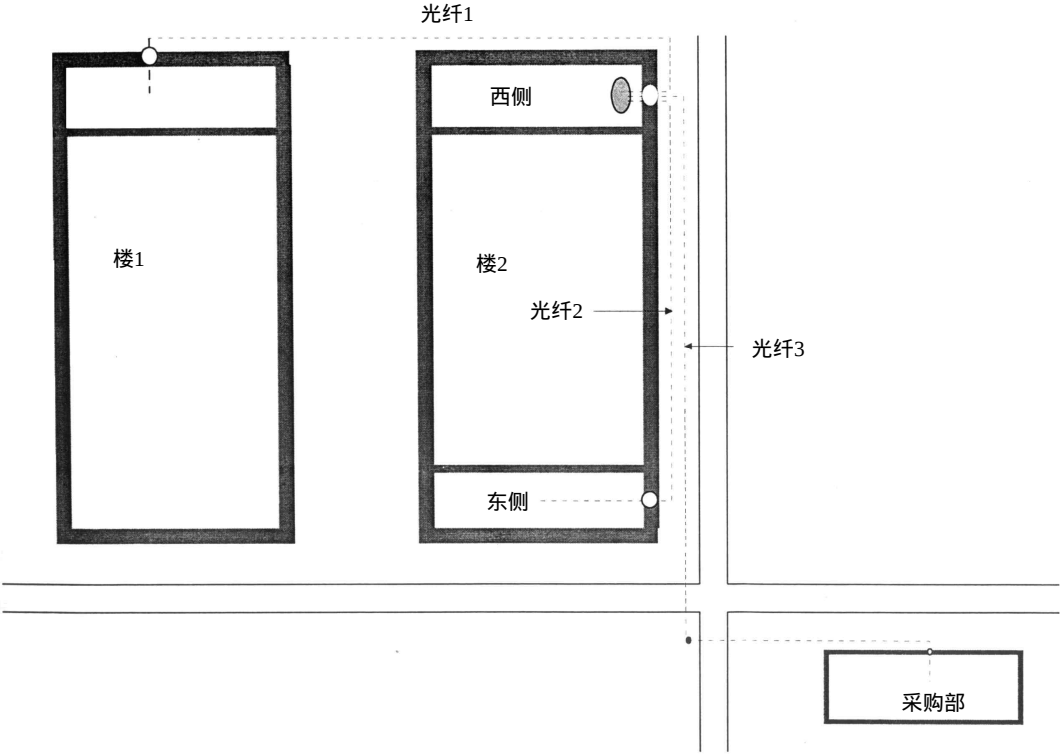


图6-22 光纤布线示意图

光缆采用4芯室外光缆。敷设时需要架空敷设技术，需使用钢丝绳 384m，挂钩384个，托架60个，U型夹40个，电线杆一根，打洞4个。

### (3) 管理间设计

建议本工程设立网管中心一个，3个管理间，它们是：

网管中心设在楼2西侧3楼，放置一个1.6m19in标准机柜，管理23个信息点和3条干线光缆，配备24口配线架一个，12口光接线盒一个，及其他网络设备如服务器、HUB等。

在楼1西侧设网络管理间一个（可以和其他部门混用）放置 0.5m机柜一个，管理31个信息点，配备24口、12口配线架各一个，4口光接线盒一个，及其他网络设备如HUB等。

在楼2东侧设管理间一个（可以和其他管理部门混用）放置 0.5m机柜一个，管理5个信息点，配备12口HUB一个。

在采购部设管理间一个（可以和其他部门混用）放置 0.5m机柜一个，管理5个信息点，配备12口HUB一个。

网管中心与各管理间的关系如图6-23所示。

### (4) 水平布线

1) 楼2西侧

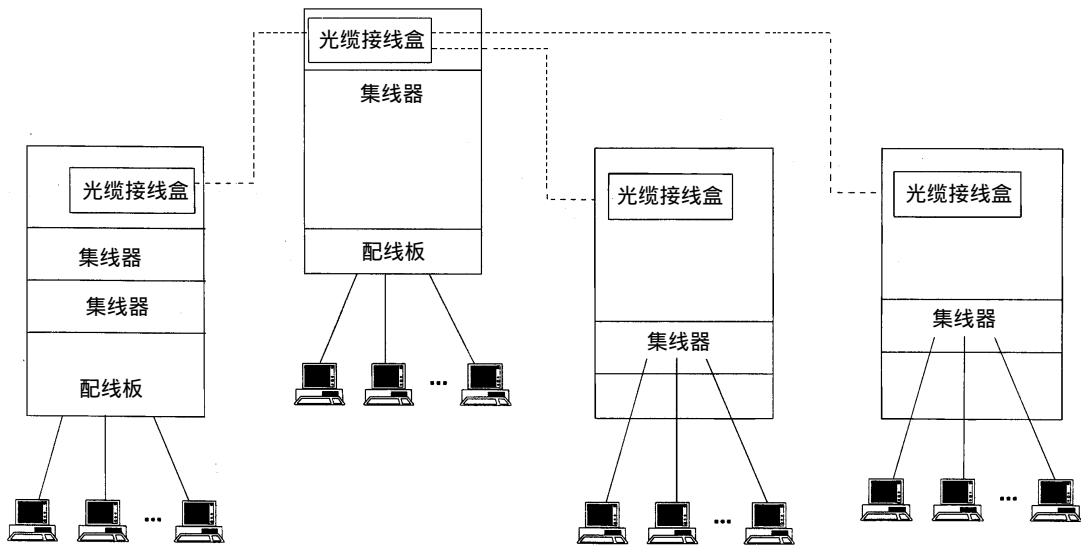


图6-23 网管中心与各网络间关系图

在3楼、2楼各自的天花板上敷设PVC水平干线槽，双绞线经水平干线PVC槽进入各房间。

1楼只有3个信息点，可在经理部经理间下引3条线，这样节约槽板和工作量。楼2西侧布线图如图6-24所示。

#### 2) 楼2东侧

楼2东侧水平干线从机柜引出经PVC槽到达各房间，PVC槽敷设在天花板上。楼2东侧布线图如图6-25所示。

#### 3) 楼1西侧

3楼1个信息点，2楼9个信息点，1楼21个信息点。楼1西侧布线图如图6-27所示。

在2楼下引一竖井，走1楼的水平干线。在1楼和2楼各自敷设水平干线PVC槽，双绞线从管理间机柜引出经PVC槽到达各房间。

#### 4) 采购部

采购部5个信息点，水平干线敷设PVC槽，PVC槽敷设在天花板上，双绞线从机柜引出经PVC槽到达各房间。采购部布线图如图6-26所示。

#### 布线材料：

所选布线材料的生产厂家是本行业的知名厂家，且产品性能好，技术指标高。

#### 5.4 室外光缆布线

某某公司网络布线干线部分使用了3条4芯室外光线，架空敷设。敷设前首先需把钢丝绳沿光缆敷设路径固定好，然后再将钢丝绳用金属挂钩在钢丝绳上。从楼2西侧引出到楼1西侧和楼2东侧的两条光缆的钢丝绳可直接施工，固定在楼的外墙上，但到采购部的这一根钢丝绳要跨越马路，可能需要电线杆一根，用于中间转接固定钢丝绳（如果有可能的话，最好不要电线杆，直接在两建筑物之间连线，在材料费清单中未包括此电线杆）。

#### 5.5 测试与文档

工程完工后，进行布线系统的参数测试并提交完整的文档。

(1) 5类UTP布线标准：TIA/EIA568B，测试标准TSB67

• 接线图：确保每对线接线正确（见图6-28、图6-29和图6-30）

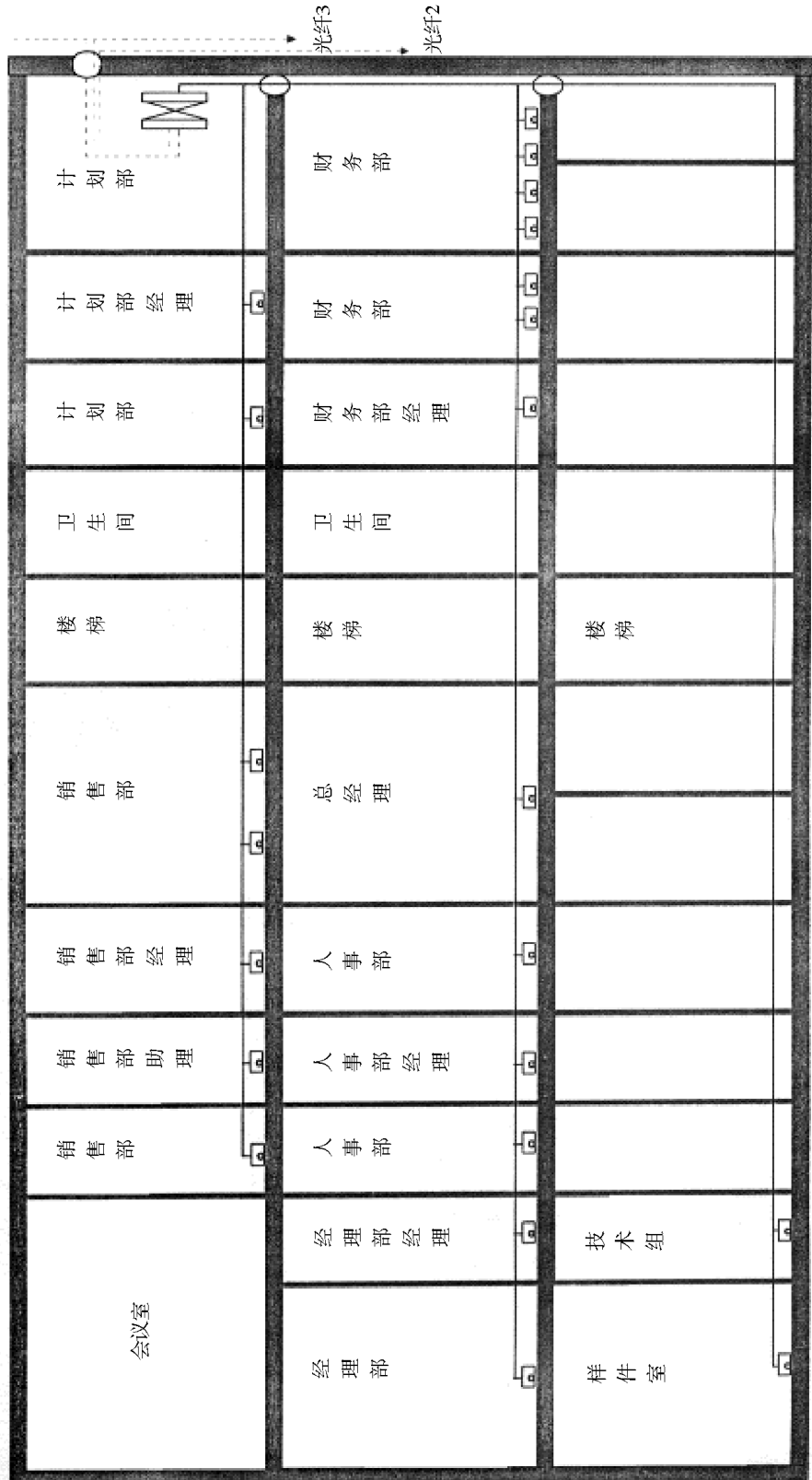


图6-24 楼2西侧布线图

光纤自楼2 西侧

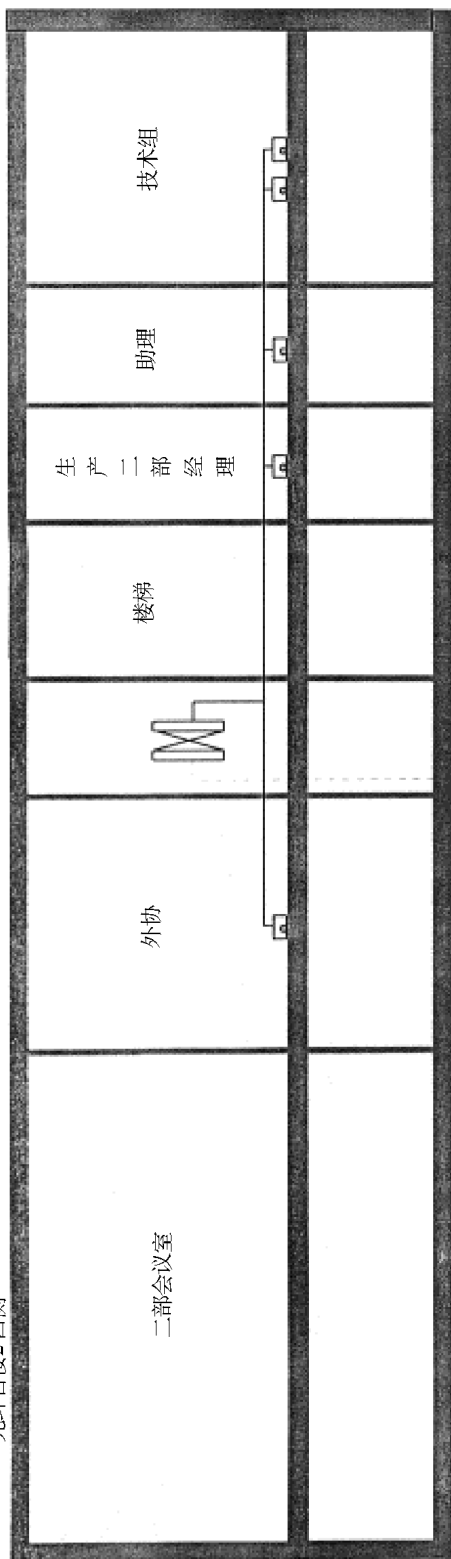


图6-25 楼2东侧布线图

光纤自楼2 西侧

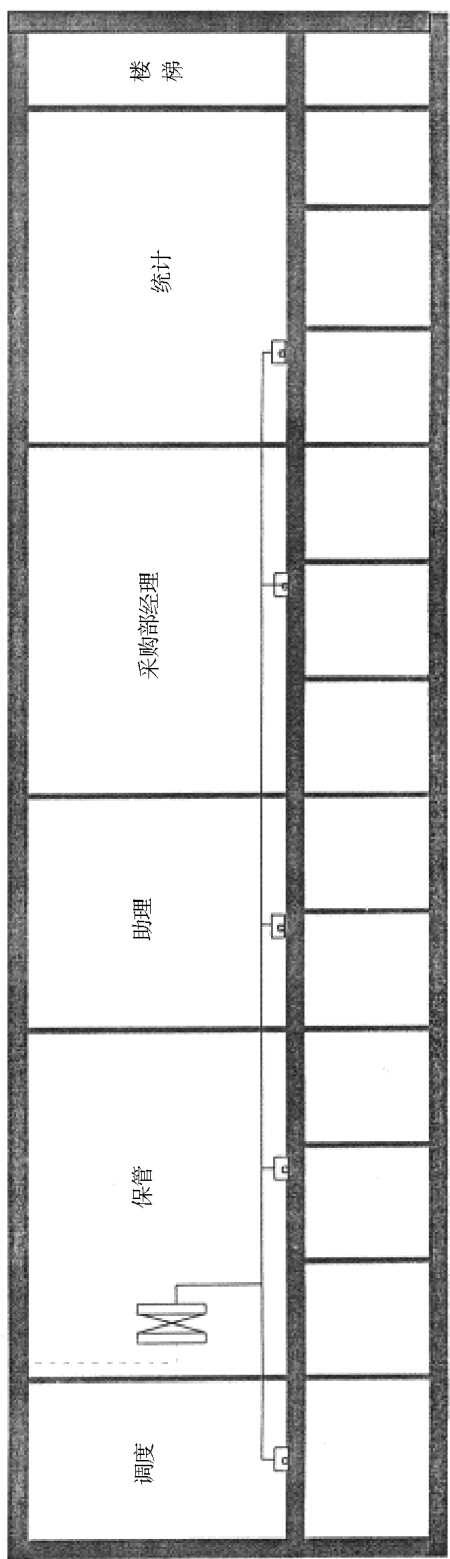


图6-26 采购部布线图

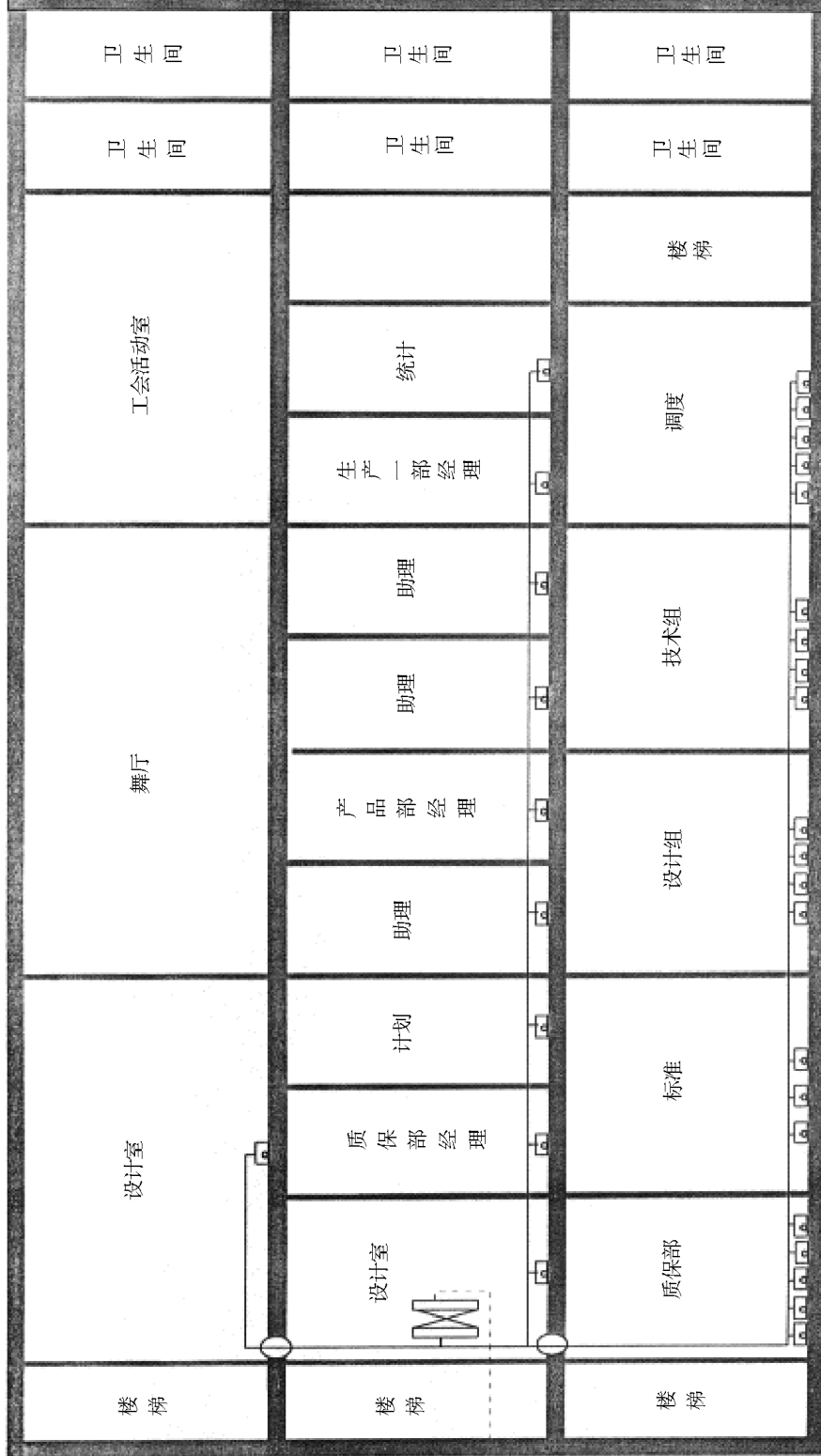


图6-27 楼1西侧布线图

- 电缆长度： 100m
- 近端串扰： 29.0dB
- 信号衰减： 20.0dB
- 信号噪音比： 17.0dB

(2) 文档

- 布线系统设计书
- 布线系统示意图
- 布线系统平面图
- 测试报告

5.6 布线材料的选型

- 5类非屏蔽双绞线选用美国 AMP公司产品
- 配线架选用美国 AMP公司产品

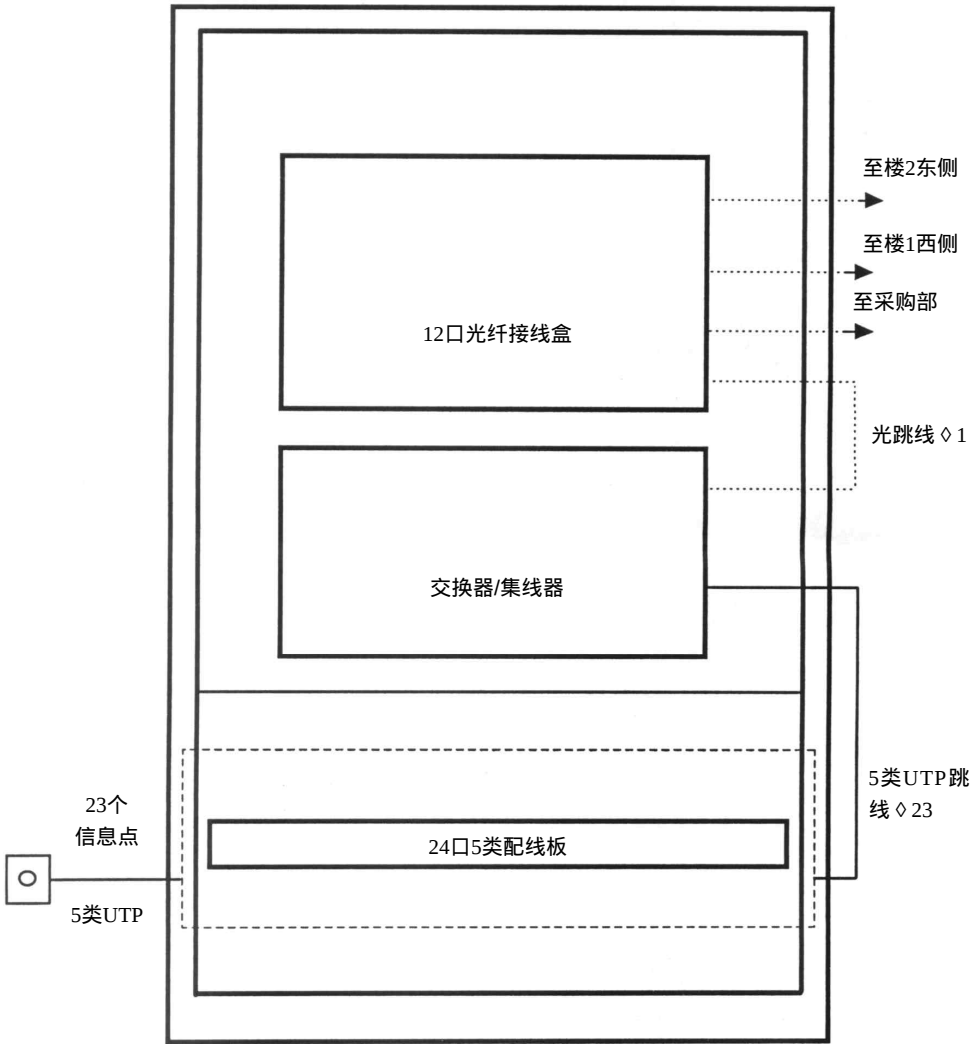


图6-28 楼2西侧网络控制中心机柜连线示意图

- 信息插座选用美国 AMP公司产品
- 机柜选用国产 19in标准机柜
- PVC管槽及配件选用国产品
- 光缆选用中外合资产品
- 光缆固定件选用国产品

#### 六、技术服务与维护

- 系统验收合格后，免费维护一年；
- 用户提出服务请求24小时内给予响应；
- 免费培训3~5名技术人员（5天）；
- 免费提供技术咨询；
- 如需系统升级或扩充给予技术支持。

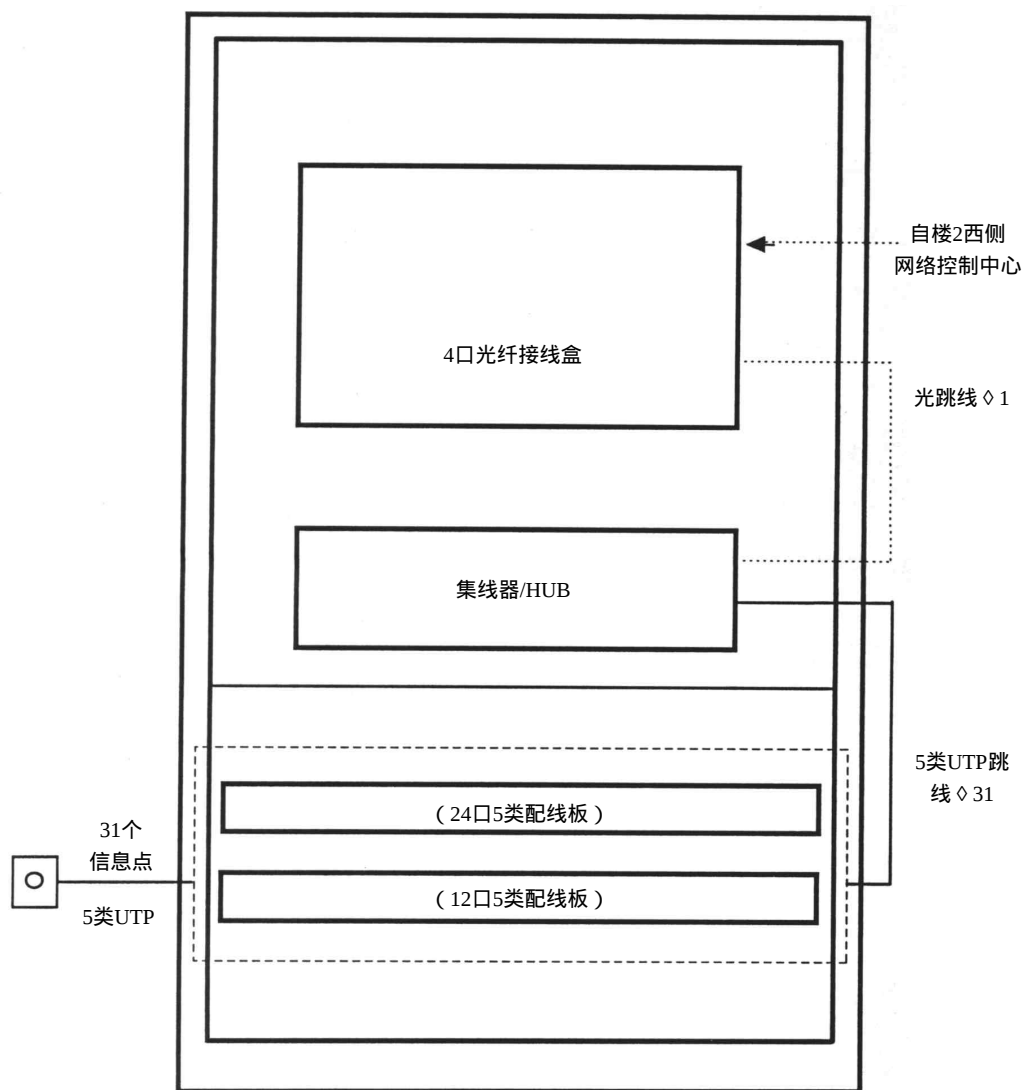


图6-29 楼1西侧网络管理间机柜连线示意图

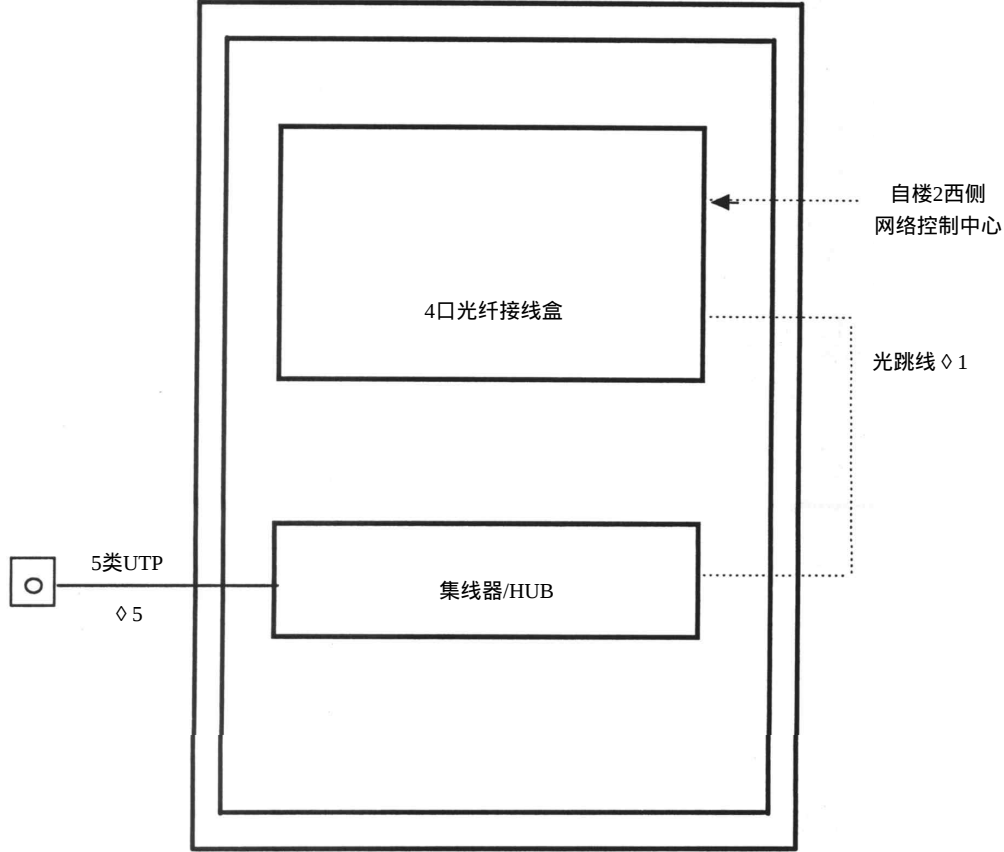


图6-30 楼1东侧、采购部网络管理间机柜连线示意图

附录：工程预算清单

某某公司园区网工程总预算表

|           |             |
|-----------|-------------|
| • 网络布线材料费 | 41537.00元   |
| • 网络布线施工费 | 26990.00元   |
| • 网络布线工程费 | 10964.32元   |
| • 网络系统设备费 | 1073660.00元 |
| • 网络系统集成费 | 171785.00元  |
| 总计        | 1324936.32元 |

网络设备及软件报价清单

| 序号     | 名称     | 型号     | 配置说明                          | 数量 | 单位 | 单价        | 合计        |
|--------|--------|--------|-------------------------------|----|----|-----------|-----------|
| 设备报价单： |        |        |                               |    |    |           |           |
| 1      | 域名服务器  | HP LH3 | P 400CPU、128M内存、光驱、3.5"软驱     | 1  | 台  | 68 500.00 | 68 500.00 |
| 2      | WWW服务器 | HP LH3 | P 400CPU、128M内存、光驱、3.5"软驱     | 1  | 台  | 68 500.00 | 68 500.00 |
| 3      | 网管服务器  | HP E50 | P 333CPU、64M内存、4G硬盘、光驱、3.5"软驱 | 1  | 台  | 29 600.00 | 29 600.00 |

| 序号 | 名称    | 型号     | 配置说明                                | 数量 | 单位 | 单价        | 合计         |
|----|-------|--------|-------------------------------------|----|----|-----------|------------|
| 4  | PC机   | BY1000 | P 266CPU、32M内存、<br>2.1G硬盘、光驱、3.5"软驱 | 67 | 台  | 9 980.00  | 668 660.00 |
| 5  | 硬盘    | 9G热插拔  |                                     | 1  | 块  | 14 000.00 | 14 000.00  |
| 6  | 硬盘    | 4GX3   |                                     | 3  | 块  | 8 500.00  | 25 500.00  |
| 7  | UPS电源 | 山特     | 5KVA 4H在线                           | 1  | 台  | 38 000.00 | 38 000.00  |
| 8  | 小计    |        |                                     |    |    |           | 912 760.00 |

软件报价单：

| 序号 | 名称                | 数量 | 单位 | 单价        | 合计        |
|----|-------------------|----|----|-----------|-----------|
| 1  | 中文MS NTServer 4.0 | 1  | 套  | 8 200.00  | 8 200.00  |
| 2  | 中文MS Office 97    | 1  | 套  | 4 100.00  | 4 100.00  |
| 3  | 中文Windows 98      | 1  | 套  | 1 600.00  | 1 600.00  |
| 4  | 3COM企业版网管软件       | 1  | 套  | 22 000.00 | 22 000.00 |
| 5  | 小计                |    |    |           | 35 900.00 |

网络互联设备报价单：

| 序号 | 名称        | 配置说明                 | 数量 | 单位 | 单价         | 合计           |
|----|-----------|----------------------|----|----|------------|--------------|
| 1  | 3C16981   | 12口Swich 10M/100M自适应 | 1  | 个  | 15 500.00  | 15 500.00    |
| 2  | 3C16611   | 24口HUB 10M/100M自适应   | 2  | 个  | 11 000.00  | 22 000.00    |
| 3  | 3C16610   | 12口HUB 10M/100M自适应   | 4  | 个  | 7 000.00   | 28 000.00    |
| 4  | RJ45-ST   | 光电转换器                | 6  | 个  | 3 500.00   | 21 000.00    |
| 5  | 3C905B    | 10M/100M自适应网卡        | 70 | 块  | 550.00     | 38 500.00    |
| 6  | 小计        |                      |    |    | 125 000.00 |              |
|    | 设备、软件费总和： |                      |    |    |            | 1 073 660.00 |
|    | 网络系统集成费：  |                      |    |    |            | 171 785.00   |

网络工程材料报价表

| 序号 | 材料名称         | 单位 | 数量  | 单价（元） | 合价（元） | 备注    |
|----|--------------|----|-----|-------|-------|-------|
| 1  | 非屏蔽超5类双绞线    | 箱  | 12  | 748   | 8 976 | AMP   |
| 2  | 信息插座(超5类)    | 套  | 70  | 41    | 2 870 | AMP   |
| 3  | 超5类配线架24口    | 个  | 2   | 980   | 1 960 |       |
| 4  | 5类配线架16口     | 个  | 1   | 575   | 575   |       |
| 5  | 1.6m机柜       | 个  | 1   | 2 070 | 2 070 |       |
| 6  | 0.5m机柜       | 个  | 3   | 865   | 2 595 |       |
| 7  | 4芯室外光缆       | m  | 600 | 10.5  | 6 300 |       |
| 8  | ST头          | 个  | 30  | 35    | 1 050 |       |
| 9  | ST耦合器        | 个  | 24  | 35    | 828   |       |
| 10 | 光纤接线盒4口      | 个  | 3   | 184   |       |       |
| 11 | 光纤接线盒12口     | 个  | 1   | 598   | 598   |       |
| 12 | 光纤跳线ST-SC 3m | 根  | 6   | 150   | 900   |       |
| 13 | 光纤制作配件       | 套  | 1   | 3 000 | 3 000 |       |
| 14 | 钢丝绳          | m  | 384 | 4     | 1 530 |       |
| 15 | 挂钩           | 个  | 384 | 2     | 768   |       |
| 16 | 托架           | 个  | 60  | 21    | 1 260 |       |
| 17 | U型夹          | 个  | 40  | 1     | 40    |       |
| 18 | 电线杆          | 根  | 1   | 0     | 0     | 由用户提供 |
| 19 | PVC槽80 ◇ 50  | m  | 24  | 15    | 360   |       |

| 序号 | 材料名称        | 单位 | 数量    | 单价(元) | 合价(元)  | 备注 |
|----|-------------|----|-------|-------|--------|----|
| 20 | PVC槽40◇30   | m  | 336   | 6     | 2 016  |    |
| 21 | PVC槽25◇12.5 | m  | 690   | 2.1   | 1 449  |    |
| 22 | RJ45头       | 个  | 300   | 2.8   | 840    |    |
| 23 | 小件消耗品       |    | 1 000 | 1 000 | 1 000  |    |
| 24 | 合计          |    |       |       | 41 537 |    |

网络布线施工和工程费

| 序号  | 分项工程名称    | 单位           | 数量    | 单价(元) | 合价(元)     | 备注 |
|-----|-----------|--------------|-------|-------|-----------|----|
| 施工费 |           |              |       |       |           |    |
| 1   | PVC槽敷设    | m            | 1 030 | 1.3   | 1 339     |    |
| 2   | 双绞线敷设     | m            | 3 660 | 0.6   | 4 286     |    |
| 3   | 跳线制作      | 条            | 140   | 18    | 2 520     |    |
| 4   | 配线架安装     | 个            | 5     | 100   | 500       |    |
| 5   | 机柜安装      | 个            | 4     | 100   | 400       |    |
| 6   | 信息插座打线、安装 | 个            | 69    | 5     | 345       |    |
| 7   | 竖井打洞      | 个            | 8     | 250   | 2 000     |    |
| 8   | 光纤敷设      | m            | 600   | 18    | 10 800    |    |
| 9   | 光纤ST头制作   | 个            | 24    | 200   | 4 800     |    |
|     | 合计        |              |       |       | 26 990    |    |
| 工程费 |           |              |       |       |           |    |
| 1   | 设计费       | (施工费+材料费)◇5% |       |       | 3 426.35  |    |
| 2   | 督导费       | (施工费+材料费)◇7% |       |       | 4 796.89  |    |
| 3   | 测试费       | (施工费+材料费)◇4% |       |       | 2 741.08  |    |
|     | 合计        |              |       |       | 10 964.32 |    |

计算所网络研究开发中心简介(略)

参加项目技术人员简介(略)

资格证书(略)

6.9.2 建筑行业取费方式

本节为了节省篇幅,仅叙述工程取费的方式。

1) 材料费与工程费

材料费433629.47 工程费(包括各种费用)364590

| 序号 | 定额编号  | 分项工程名称     | 单位 | 数量     | 材料费      | 人工费       | 备注             |
|----|-------|------------|----|--------|----------|-----------|----------------|
|    |       |            |    |        | 单价(元)    | 合价(元)     | 单价(元) 合价(元)    |
| 1  | 2-145 | 管槽内穿8芯双绞线  | m  | 18 000 | 3.81     | 68580.00  | 1.30 23 400.00 |
| 2  | 主材    | 5类8芯双绞线    | m  | 18 000 | 3.00     | 54 000.00 |                |
| 3  |       | 5类24口配线架安装 | 个  | 9      | 1 725.14 | 23 626.26 | 100 900        |
| 4  | 9-82  | 5类信息座安装    | 个  | 180    | 27.67    | 4 980.60  | 24.61 4 429.80 |
| 5  | 主材    | 5类信息面板     | 个  | 180    | 48.00    | 8 640.00  |                |
| 6  | 主材    | 5类信息模块     | 个  | 180    | 50.00    | 9 000.00  |                |
| 7  |       | 配线机柜安装(大)  | 个  | 1      | 8 200.00 | 8 200.00  | 200.00 200.00  |
| 8  |       | 配线机柜安装(小)  | 个  | 2      | 5 100.00 | 10 200.00 | 100.00 200.00  |

| 序号 | 定额编号  | 分项工程名称            | 单位 | 数量    | 材料费      |            | 人工费    |           | 备注 |
|----|-------|-------------------|----|-------|----------|------------|--------|-----------|----|
|    |       |                   |    |       | 单价(元)    | 合价(元)      | 单价(元)  | 合价(元)     |    |
| 9  | 主材    | RJ-45头            | 个  | 756   | 2.80     | 2 116.80   |        |           |    |
| 10 |       | 跳线制做              | 根  | 180   | 11.80    | 2 124.00   | 6.00   | 1 080.00  |    |
| 11 |       | 工作间联线             | 条  | 180   | 21.00    | 3 780.00   | 12.00  | 2160.00   |    |
| 12 |       | 链路测试              | 条  | 360   | 20.00    | 7 200.00   | 15.00  | 5400.00   |    |
| 13 | 主材    | 打线工具              | 把  | 1     | 750.00   | 750.00     |        |           |    |
| 14 | 主材    | 压线工具              | 把  | 1     | 1 700.00 | 1 700.00   |        |           |    |
| 15 | 主材    | 剥线转刀              | 把  | 3     | 70.00    | 70.00      |        |           |    |
| 16 | 6-126 | PVC槽敷设15◇15       | m  | 2 570 | 11.69    | 30 043.3   | 6.5    | 16 705    |    |
| 17 | 6-126 | PVC槽敷设50◇50       | m  | 792   | 8.20     | 14 414.4   | 6.5    | 5 148     |    |
| 18 | 6-126 | PVC槽敷设100◇200     | m  | 100   | 45.80    | 4 580.00   | 12.8   | 1 280.00  |    |
| 19 |       | 竖井钻洞              | 个  | 8     | 400      | 3 200      | 400.00 | 3 200.00  |    |
|    |       |                   |    |       | 12.00    |            |        |           |    |
| 20 | 主材    | 金属软管              | m  | 180   | 8.80     | 2 160      | 3.200  | 576.00    |    |
| 21 |       | 光缆敷设              | m  | 3 000 | 54.00    | 162 000.00 | 2.50   | 7 500.00  |    |
| 22 | 主材    | 19寸光配线面板          | 个  | 2     | 2450.00  | 4 900.00   |        |           |    |
| 23 | 主材    | 19寸光配线架           | 个  | 2     | 6 700.00 | 13 400.00  |        |           |    |
| 24 | 主材    | 光配线箱              | 个  | 2     | 960.00   | 1 920.00   |        |           |    |
| 25 | 主材    | 六孔光配线面板           | 个  | 6     | 152.00   | 912.00     |        |           |    |
| 26 |       | ST接头              | 个  | 18    | 385.00   | 6 930.00   | 300.00 | 5400.00   |    |
| 27 |       | ST藕合器             | 个  | 22    | 160.00   | 3 520.00   | 10.00  | 220.00    |    |
| 28 |       | 光跳线               | 条  | 7     | 820.13   | 5 740.91   | 20.00  | 140.00    |    |
| 29 |       | ST-MIC光跳线         | 条  | 7     | 1 600.00 | 11 200.00  | 30.00  | 150.00    |    |
| 30 |       | MIC-MIC光跳线        | 条  | 5     | 1 600.00 | 9 000.00   | 30.00  | 150.00    |    |
| 31 |       | 光收发器              | 个  | 5     | 3 840.00 | 19 200.00  | 50.00  | 250.00    |    |
| 32 |       | 光纤接续消耗品           | 袋  | 2     | 3 390.00 | 6 780.00   |        |           |    |
| 33 |       | 19寸冗线器            | 个  | 2     | 1 150.00 | 2 300.00   | 25.00  | 50.00     |    |
| 34 |       | 小件消耗品(涨塞，压线卡，螺钉等) |    |       |          | 5000.00    |        |           |    |
| 小计 |       |                   |    |       |          | 477 221.67 |        | 74 260.96 |    |

2)直接费

|      |       |                     |    |    |
|------|-------|---------------------|----|----|
| 12-5 | 其他直接费 | 人工费◇28.9%           | 合计 | 备注 |
| 13-1 | 临时设施费 | (人工费+人工其他直接费)◇14.7% |    |    |
| 13-7 | 现场经费  | (人工费+人工其他直接费)◇18.8% |    |    |
|      | 直接费小计 |                     |    |    |

3) 各项规定取费

|    |            |                       |    |
|----|------------|-----------------------|----|
| 1  | 直接费        | 合计                    | 备注 |
| 2  | 企业管理费      | 人工费◇103%              |    |
| 3  | 利润         | 人工费◇46%               |    |
| 4  | 税金         | [ (1)+(2)+(3) ] ◇3.4% |    |
| 5  | 小计         | (1)+(2)+(3)+(4)       |    |
| 6  | 建筑行业劳保统筹基金 | (5)◇1%                |    |
| 7  | 建材发展补充基金   | (5)◇2%                |    |
| 8  | 工程造价       | (5)+(6)+(7)           |    |
| 9  | 设计费        | 工程造价◇10%              |    |
| 10 | 合计         | (8)+(9)               |    |

# 第7章 网络工程施工实用技术

本章围绕网络工程施工过程中各阶段的要点，并结合网络拓扑结构：总线型、星型、环型，叙述网络工程施工过程中的实用技术。

## 7.1 网络工程布线施工技术要点

### 7.1.1 布线工程开工前的准备工作

网络工程经过调研，确定方案后，下一步就是工程的实施，而工程实施的第一步就是开工前的准备工作，要求做到以下几点：

- 1) 设计综合布线实际施工图。确定布线的走向位置。供施工人员、督导人员和主管人员使用。
- 2) 备料。网络工程施工过程需要许多施工材料，这些材料有的必须在开工前就备好料，有的可以在开工过程中备料。主要有以下几种：
  - 光缆、双绞线、插座、信息模块、服务器、稳压电源、集线器等落实购货厂商，并确定提货日期；
  - 不同规格的塑料槽板、PVC防火管、蛇皮管、自攻螺丝等布线用料就位；
  - 如果集线器是集中供电，则准备好导线、铁管和制订好电器设备安全措施（供电线路必须按民用建筑标准规范进行）；
  - 制定施工进度表（要留有适当的余地，施工过程中意想不到的事情，随时可能发生，并要求立即协调）。
- 3) 向工程单位提交开工报告。

### 7.1.2 施工过程中要注意的事项

- 1) 施工现场督导人员要认真负责，及时处理施工过程中出现的各种情况，协调处理各方意见。
- 2) 如果现场施工碰到不可预见的问题，应及时向工程单位汇报，并提出解决办法供工程单位当场研究解决，以免影响工程进度。
- 3) 对工程单位计划不周的问题，要及时妥善解决。
- 4) 对工程单位新增加的点要及时在施工图中反映出来。
- 5) 对部分场地或工段要及时进行阶段检查验收，确保工程质量。
- 6) 制订工程进度表。

在制订工程进度表时，要留有余地，还要考虑其他工程施工时可能对本工程带来的影响，避免出现不能按时完工、交工的问题。因此，建议使用督导指派任务表、工作间施工表，见表7-1、表7-2。督导人员对工程的监督管理则依据表7-1、表7-1进行。



- 4) 测试报告；
- 5) 使用报告；
- 6) 工程验收所需的验收报告。

## 7.2 信息模块的压接技术

### 7.2.1 EIA/TIA 568A和EIA/TIA568B的关系

信息模块的压接分EIA/TIA568A和EIA/TIA568B 2种方式。

EIA/TIA568A信息模块的物理线路分布如图 7-1所示

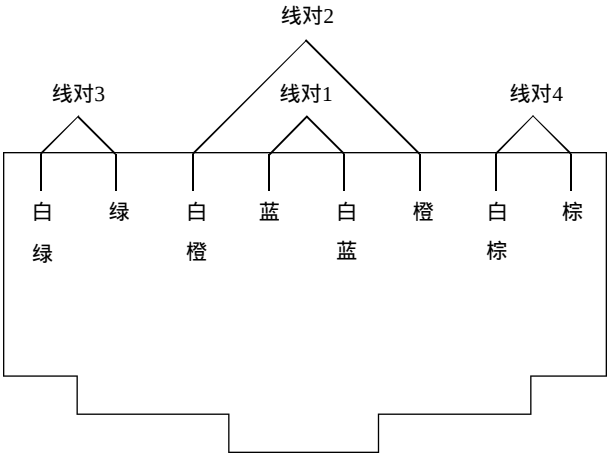


图7-1 EIA/TIA568A物理线路接线方式

EIA/TIA 568A信息模块的物理线路分布如图 7-2所示。

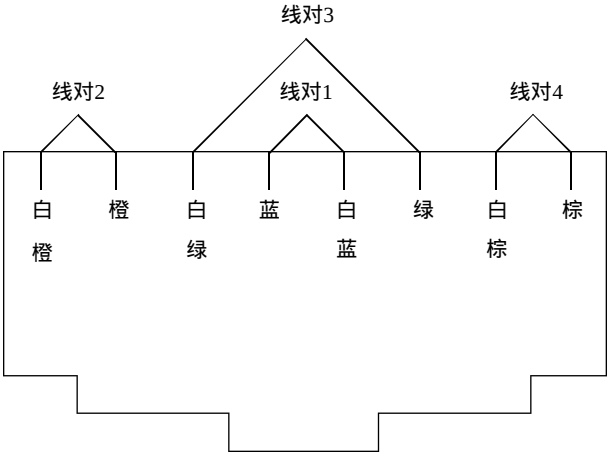


图7-2 EIA/TIA568B物理线路接线方式

无论是采用568A还是采用568B，均在一个模块中实现，但它们的线对分布不一样，减少了产生的串扰对。在一个系统中只能选择一种，即要么是568A，要么是568B，不可混用。

568A第2对线（568B第3对线）把3和6颠倒，可改变导线中信号流通的方向排列，使相邻的线路变成同方向的信号，减少串扰对，如图7-3所示。

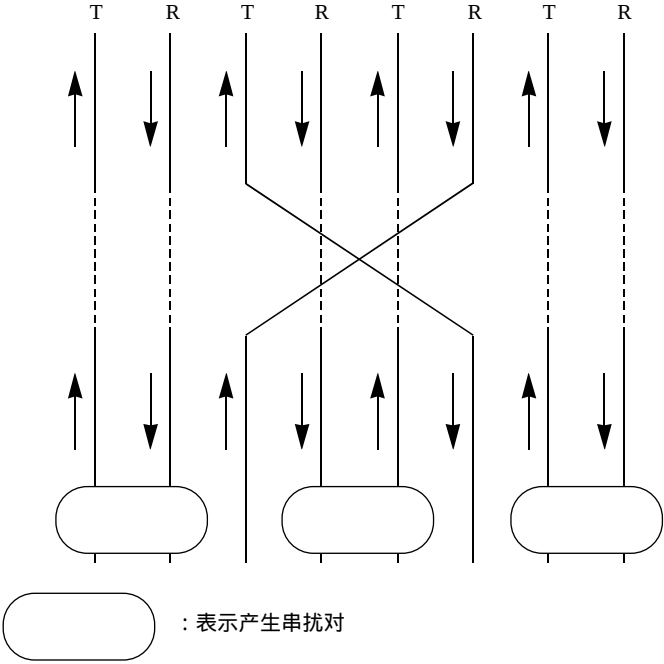


图7-3 568B接线排列串扰对

7.2.2 信息模块的压接技术

目前，信息模块的供应商有IBM、AT&T、AMP、西蒙等国外商家，国内有南京普天等公司产品，结构都类似，只是排列位置有所不同。有的面板注有双绞线颜色标号，与双绞线压接时，注意颜色标号配对就能够正确地压接。AT&T公司的568B信息模块与双绞线连接的位置如下图7-4所示。

AMP公司的信息模块与双线连接的位置如下图7-5所示：

|    |   |                          |                          |     |    |   |                          |                          |     |
|----|---|--------------------------|--------------------------|-----|----|---|--------------------------|--------------------------|-----|
| 桔  | 2 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 7白棕 | 白绿 | 3 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 5白棕 |
| 白桔 | 1 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 8棕  | 绿  | 6 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 4棕  |
| 白绿 | 3 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 6绿  | 白棕 | 7 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 1绿  |
| 白蓝 | 5 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 4蓝  | 棕  | 8 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2蓝  |

图7-4 AT&T信息模块与双绞线连接

图7-5 AMP信息模块与双绞线连接

信息模块压接时一般有二种方式：

- 1) 用打线工具压接；
- 2) 不要打线工具直接压接。

根据我们在工程中的经验体会，一般采用打线工具进行压接模块。

对信息模块压接时应注意的要点：

- 1) 双绞线是成对相互拧在一处的，按一定距离拧起的导线可提高抗干扰的能力，减小信号

的衰减，压接时一对一对拧开放入与信息模块相对的端口上。

2) 在双绞线压处不能拧、撕开，并防止有断线的伤痕。

3) 使用压线工具压接时，要压实，不能有松动的地方。

4) 双绞线开绞不能超过要求。

在现场施工过程中，有时遇到5类线或3类线，与信息模块压接时出现8针或6针模块。

例如，要求将5类线（或3类线）一端压在8针的信息模块（或配线面板）上，另一端在6针的语音模块上，如图7-6。

对这种情况，无论是8针信息模块，还是6针语音模块它们在交接处是8针，只有输出时，有所不同。所以按5类线8针压接方法压接，6针语音模块将自动放弃不用的棕色一对线。

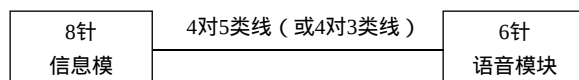


图7-6 8针信息模块连接6针语音模块

## 7.3 双绞线与RJ-45头的连接技术

### 7.3.1 连接RJ45时要注意的事项

RJ-45的连接也分为568A与568B 2种方式，不论采用哪种方式必须与信息模块采用的方式相同。

对于RJ-45插头与双绞线的连接，需要了解以下事宜。

我们以568A为例简述。

1) 首先将双绞线电缆套管，自端头剥去大于20mm，露出4对线。

2) 定位电缆线以便它们的顺序号

是1&2,3&6,4&5,7&8如图7-7所示。为防止插头弯曲时对套管内的线对造成损伤，导线应并排排列至套管内至少8mm形成一个平整部分，平整部分之后的交叉部分呈椭圆形状态。

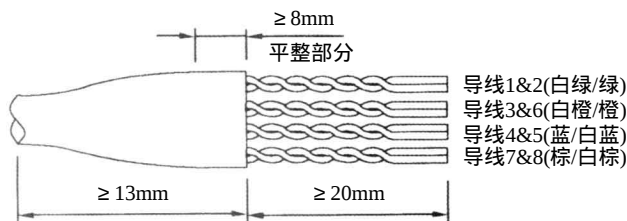


图7-7 RJ-45连接剥线示意图

3) 为绝缘导线解扭，使其按正确的顺序平行排列，导线6是跨过导线4和5在套管里不应有未扭绞的导线。

4) 导线经修整后（导线端面应平整，避免毛刺影响性能）距套管的长度14mm，从线头（如图2-8开始，至少 $10 \pm 1\text{mm}$ 之内导线之间不应有交叉，导线6应在距套管4mm之内跨过导线4和5）。

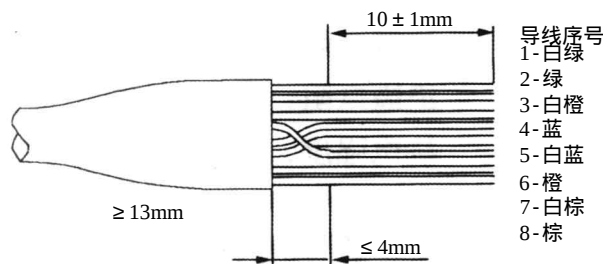


图7-8 双绞线排列方式和必要的长度

5) 将导线插入RJ-45头，导线在RJ-45头部能够见到铜芯，套管内的平坦部分应从插塞后端延伸直至初张力消除（如图7-9），套管伸出插塞后端至少6mm。

6) 用压线工具压实RJ-45。

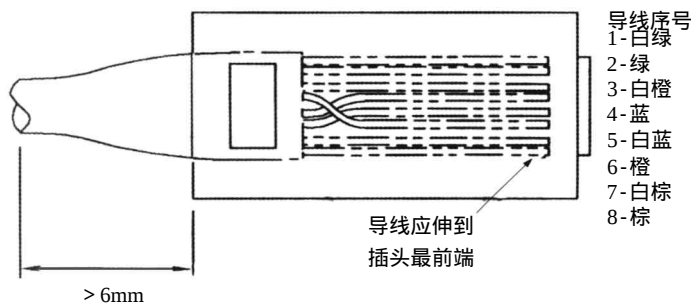


图7-9 RJ-45压线的要求

### 7.3.2 双绞线与RJ45头的连接

RJ-45插头不管是哪家公司生产的，它们的排列顺序是 1,2,3,4,5,6,7,8。端接时可能是568A或568B。

| 1  | 2 | 3  | 4 | 5  | 6 | 7  | 8 | RJ-45接头引脚    |
|----|---|----|---|----|---|----|---|--------------|
| 白桔 | 桔 | 白绿 | 蓝 | 白蓝 | 绿 | 白棕 | 棕 | 双绞线色标 (568B) |

将双绞线与RJ-45连接时应注意的要点如下：

- 1) 按双绞线色标顺序排列，不要有差错；
- 2) 与RJ-45接头点斩实；
- 3) 用压力钳压实。

RJ-45与信息模块的关系如图7-10所示。

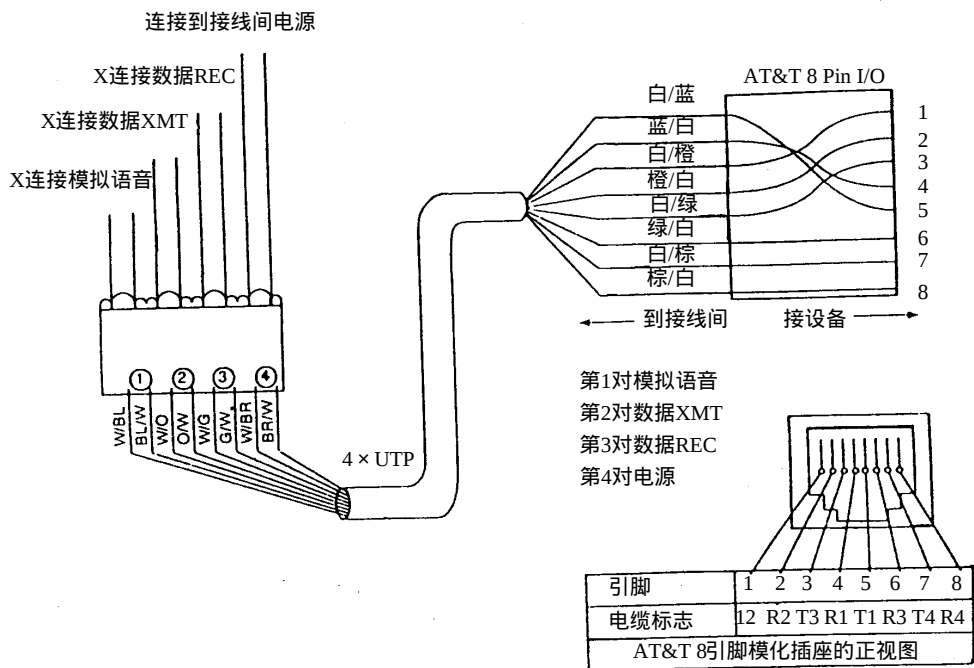


图7-10 RJ-45与信息模块的关系

如果需要将一条4对线的5类（3类）线缆一端端接RJ-45，另一端端接RJ-11即4对线接6针，这时按图7-11进行操作。（注意：在RJ-11端，棕色的一对线作废）。

本节和上一节讲述的连接方式，是一种操作性的工作，经过实践很快就能掌握。

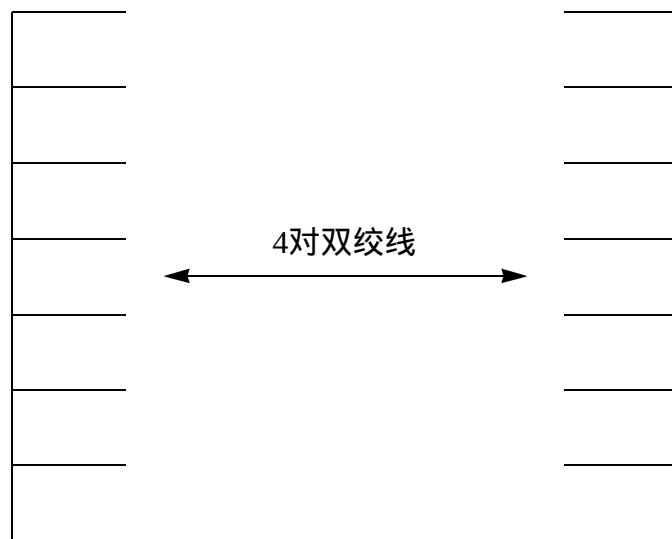


图7-11 RJ-45连接6针模块

## 7.4 布线技术

### 7.4.1 路由选择技术

两点间最短的距离是直线，但对于布线来说，它不一定就是最好、最佳的路由。在选择最容易布线的路由时，要考虑便于施工，便于操作，即使花费更多的线缆也要这样做。对一个有经验的安装者来说，“宁可使用额外的1000m线缆，而不使用额外的100工时”，通常线要比劳力费用便宜。

如果我们要把“25对”线缆从一个配线间牵引到另一个配线间，采用直线路径，要经天花板布线，路由中要多次分割，钻孔才能使线缆穿过并吊起来；而另一条路由是将线缆通过一个配线间的地板，然后再通过一层悬挂的天花板，再通过另一个配线间的地板向上。如图7-12所示。采用何种方式？这就要我们来选择。

有时如果第一次所做的布线方案并不是很好的，则可以选择另一种布线方案。但在某些场合，又没有更多的选择余地。例如：一个潜在的路径可能被其他的线缆塞满了，第二路径要通过天花板，也就是说，这两种路径都是不希望的。因此，考虑较好的方案是安装新的管道，但由于成本费用问题，用户又不同意，这时，只能采用布明线，将线缆固定在墙上和地板上。总之，如何布线要根据建筑结构及用户的要求来决定。选择好的路径时，布线设计人员要考虑以下几点。

#### 1. 了解建筑物的结构

对布线施工人员来说，需要彻底了解建筑物的结构，由于绝大多数的线缆是走地板下或天花板内，故对地板和吊顶内的情况了解得要很清楚。就是说，要准确地知道，什么地方能布线，什么地方不易布线并向用户方说明。

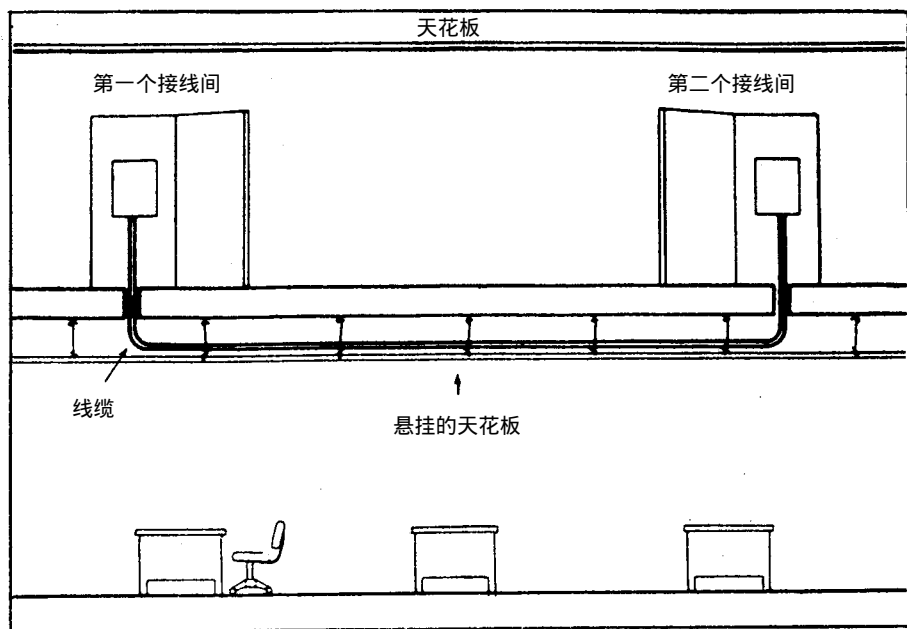


图7-12 路由选择

现在绝大多数的建筑物设计是规范的，并为强电和弱电布线分别设计了通道，利用这种环境时，也必须了解走线的路由，并用粉笔在走线的地方做出标记。

## 2. 检查拉（牵引）线

在一个现存的建筑物中安装任何类型的线缆之前，必须检查有无拉线。拉线是某种细绳，它沿着要布线缆的路由（管道）安放好，必须是路由的全长。绝大多数的管道安装者要给后继的安装者留下一条拉线，使布线缆容易进行，如果没有，则考虑穿接线问题。

## 3. 确定现有线缆的位置

如果布线的环境是一座旧楼，则必须了解旧线缆是如何布放的，用的是什管道（如果有的话），这些管道是如何走的。了解这些，有助于为新的线缆建立路由。在某些情况下能使用原来的路由。

## 4. 提供线缆支撑

根据安装情况和线缆的长度，要考虑使用托架或吊杆槽，并根据实际情况决定托架吊杆，使其加在结构上的质量不致于超重。

## 5. 拉线速度的考虑

拉线缆的速度，从理论上讲，线的直径越小，则拉线的速度愈快。但是，有经验的安装者采取慢速而又平稳的拉线，而不是快速的拉线。原则是：快速拉线会造成线的缠绕或被绊住。

## 6. 最大拉力

拉力过大，线缆变型，将引起线缆传输性能下降。线缆最大允许的拉力如下：

一根4对线电缆，拉力为100N；

二根4对线电缆，拉力为150N

三根4对线电缆，拉力为200N；

N根线电缆，拉力为  $N \times 5 + 50N$ ；

不管多少根线对电缆，最大拉力不能超过400N。

## 7.4.2 线槽铺设技术

在布线路由确定以后，首先考虑是线槽铺设，线槽从使用材料上看分为金属槽、管、塑料（PVC）管。

从布槽范围看分工作间线槽、水平干线线槽，垂直干线线槽，用什么样的材料，则根据用户的需求、投资来确定。

### 1. 金属管的铺设

#### (1) 金属管的加工要求

综合布线工程使用的金属管应符合设计文件的规定，表面不应有穿孔、裂缝和明显的凹凸不平，内壁应光滑，不允许有锈蚀。在易受机械损伤的地方和在受力较大处直埋时，应采用足够强度的管材。

金属管的加工应符合下列要求：

1) 为了防止在穿电缆时划伤电缆，管口应无毛刺和尖锐棱角。

2) 为了减小直埋管在沉陷时管口处对电缆的剪切力，金属管口宜做成喇叭形。

3) 金属管在弯制后，不应有裂缝和明显的凹瘪现象。弯曲程度过大，将减小金属管的有效管径，造成穿设电缆困难。

4) 金属管的弯曲半径不应小于所穿入电缆的最小允许弯曲半径。

5) 镀锌管锌层剥落处应涂防腐漆，可增加使用寿命。

#### (2) 金属管切割套丝

在配管时，应根据实际需要长度，对管子进行切割。管子的切割可使用钢锯、管子切割刀或电动机切管机，严禁用气割。

管和管子连接，管和接线盒、配线箱的连接，都需要在管子端部进行套丝。焊接钢管套丝，可用管子绞板（俗称代丝）或电动套丝机。硬塑料管套丝，可用圆丝板。

套丝时，先将管子在管子压力上固定压紧，然后再套丝。若利用电动套丝机，可提高工效。套完丝后，应随时清扫管口，将管口端面和内壁的毛刺用锉刀锉光，使管口保持光滑，以免割破线缆绝缘护套。

#### (3) 金属管弯曲

在敷设金属管时应尽量减少弯头。每根金属管的弯头不应超过 3 个，直角弯头不应超过 2 个，并不应有 S 弯出现。弯头过多，将造成穿电缆困难。对于较大截面的电缆不允许有弯头。当实际施工中不能满足要求时，可采用内径较大的管子或在适当部位设置拉线盒，以利线缆的穿设。

金属管的弯曲一般都用弯管器进行。先将管子需要弯曲部位的前段放在弯管器内，焊缝放在弯曲方向背面或侧面，以防管子弯扁，然后用脚踩住管子，手扳弯管器进行弯曲，并逐步移动弯管器，使可得到所需要的弯度，弯曲半径应符合下列要求：

1) 明配时，一般不小于管外径的 6 倍；只有一个弯时，可不小于管外径的 4 倍；整排钢管在转弯处，宜弯成同心圆的弯儿。

2) 暗配时，不应小于管外径的 6 倍，敷设于地下或混凝土楼板内时，不应小于管外径的 10 倍。

为了穿线方便，水平敷设的金属管路超过下列长度并弯曲过多时，中间应增设拉线盒或接线盒，否则应选择大一级的管径。

- 管子无弯曲时，长度可达 45m；

- 管子有1个弯时，直线长度可达30m；
- 管子有2个弯时；直线长度可达20m；
- 管子有3个弯时；直线长度可达12m；

当管子直径超过50mm时，可用弯管机或热煨法。

- 暗管管口应光滑，并加有绝缘套管，管口伸出部位应为25~50mm。

#### (4) 金属管的接连应符合下列要求

金属管连接应牢固，密封应良好，两管口应对准。套接的短套管或带螺纹的管接头的长度不应小于金属管外径的2.2倍。金属管的连接采用短套接时，施工简单方便；采用管接头螺纹连接则较为美观，保证金属管连接后的强度。无论采用哪一种方式均应保证牢固、密封。

金属管进入信息插座的接线盒后，暗埋管可用焊接固定，管口进入盒的露出长度应小于5mm。明设管应用锁紧螺母或管帽固定，露出锁紧螺母的丝扣为2~4扣。

引至配线间的金属管管口位置，应便于与线缆连接。并列敷设的金属管管口应排列有序，便于识别。

### 5. 金属管铺设

#### 1) 金属管的暗设应符合下列要求：

- 预埋在墙体中间的金属管内径不宜超过50mm，楼板中的管径宜为15~25mm，直线布管30m处设置暗线盒。
- 敷设在混凝土、水泥里的金属管，其地基应坚实、平整、不应有沉陷，以保证敷设后的线缆安全运行。
- 金属管连接时，管孔应对准，接缝应严密，不得有水和泥浆渗入。管孔对准无错位，以免影响管路的有效管理，保证敷设线缆时穿设顺利。
- 金属管道应有不小于0.1%的排水坡度。
- 建筑群之间金属管的埋设深度不应小于0.8m；在人行道下面敷设时，不应小于0.5m。
- 金属管内应安置牵引线或拉线。
- 金属管的两端应有标记，表示建筑物、楼层、房间和长度。

#### 2) 金属管明敷时应符合下列要求：

金属管应用卡子固定。这种固定方式较为美观，且在需要拆卸时方便拆卸。金属的支持点间距，有要求时应按照规定设计。无设计要求时不应超过3m。在距接线盒0.3m处，用管卡将管子固定。在弯头的地方，弯头两边也应用管卡固定。

3) 光缆与电缆同管敷设时，应在暗管内预置塑料子管。将光缆敷设在子管内，使光缆和电缆分开布放。子管的内径应为光缆外径的2.5倍。

### 2. 金属槽的铺设

金属桥架多由厚度为0.4~1.5mm的钢板制成。与传统桥架相比，具有结构轻、强度高、外型美观、无需焊接、不易变形、连接款式新颖、安装方便等特点，它是敷设线缆的理想配套装置。

金属桥架分为槽式和梯式2类。槽式桥架是指由整块钢板弯制成的槽形部件；梯式桥架是指由侧边与若干个横档组成的梯形部件。桥架附件是用于直线段之间，直线段与弯通之间连接所必需的连接固定或补充直线段、弯通功能部件。支、吊架是指直接支承桥架的部件。它包括托臂、立柱、立柱底座、吊架以及其他固定用支架。

为了防止金属桥架腐蚀，其表面可采用电镀锌、烤漆、喷涂粉末、热浸镀锌、镀镍锌合金纯化处理或采用不锈钢板。我们可以根据工程环境、重要性和耐久性，选择适宜的防腐处理方法。

式。一般腐蚀较轻的环境可采用镀锌冷轧钢板桥架；腐蚀较强的环境可采用镀镍锌合金纯化处理桥架，也可采用不锈钢桥架。综合布线中所用线缆的性能，对环境有一定的要求。为此，我们在工程中常选用有盖无孔型槽式桥架（简称线槽）。

#### (1) 线槽安装要求

安装线槽应在土建工程基本结束以后，与其他管道（如风管、给排水管）同步进行，也可比其他管道稍迟一段时间安装。但尽量避免在装饰工程结束以后进行安装，造成敷设线缆的困难。安装线槽应符合下列要求：

- 1) 线槽安装位置应符合施工图规定，左右偏差视环境而定，最大不超过 50mm。
- 2) 线槽水平度每米偏差不应超过 2mm。
- 3) 垂直线槽应与地面保持垂直，并无倾斜现象，垂直度偏差不应超过 3mm。
- 4) 线槽节与节间用接头连接板拼接，螺丝应拧紧。两线槽拼接处水平偏差不应超过 2mm。
- 5) 当直线段桥架超过 30m 或跨越建筑物时，应有伸缩缝。其连接宜采用伸缩连接板。
- 6) 线槽转弯半径不应小于其槽内的线缆最小允许弯曲半径的最大者。
- 7) 盖板应紧固。并且要错位盖槽板。
- 8) 支吊架应保持垂直、整齐牢固、无歪斜现象。

为了防止电磁干扰，宜用辫式铜带把线槽连接到其经过的设备间，或楼层配线间的接地装置上，并保持良好的电气连接。

#### (2) 水平子系统线缆敷设支撑保护要求

##### 1) 预埋金属线槽支撑保护要求：

- 在建筑物中预埋线槽可为不同的尺寸，按一层或二层设备，应至少预埋二根以上，线槽截面高度不宜超过 25mm。
- 线槽直埋长度超过 15m 或在线槽路由交叉、转变时宜设置拉线盒，以便布放线缆和维护。
- 接线盒盖应能开启，并与地面齐平，盒盖处应采取防水措施。
- 线槽宜采用金属引入分线盒内。

##### 2) 设置线槽支撑保护要求：

- 水平敷设时，支撑间距一般为 1.5 ~ 2m，垂直敷设时固定在建筑物构体上的间距宜小于 2m。
- 金属线槽敷设时，在下列情况下设置支架或吊架。
  - 线槽接头处；
  - 间距 1.5 ~ 2m；
  - 离开线槽两端口 0.50m 处；
  - 转弯处。
- 塑料线槽底固定点间距一般为 1m。

3) 在活动地板下敷设线缆时，活动地板内净空不应小于 150mm。如果活动地板内作为通风系统的风道使用时，地板内净高不应小于 300mm。

4) 采用公用立柱作为吊顶支撑柱时，可在立柱中布放线缆。立柱支撑点宜避开沟槽和线槽位置，支撑应牢固。

5) 在工作区的信息点位置和线缆敷设方式未定的情况下，或在工作区采用地毯下布放线缆时，在工作区宜设置交接箱，每个交接箱的服务面积约为 80cm<sup>2</sup>。

6) 不同种类的线缆布放在金属线槽内，应同槽分室（用金属板隔开）布放。

7) 采用格形楼板和沟槽相结合时，敷设线缆支槽保护要求：

- 沟槽和格形线槽必须沟通。
- 沟槽盖板可开启，并与地面齐平，盖板和信息插座出口处应采取防水措施。
- 沟槽的宽度宜小于 600mm。

### (3) 干线子系统的线缆敷设支撑保护要求

- 1) 线缆不得布放在电梯或管道竖井中。
- 2) 干线通道间应沟通。
- 3) 弱电间中线缆穿过每层楼板孔洞宜为方形或圆形。长方形孔尺寸不宜小于 300mm × 100mm，圆形孔洞处应至少安装三根圆形钢管，管径不宜小于 100mm。
- 4) 建筑群干线子系统线缆敷设支撑保护应符合设计要求。

### 3. PVC 塑料管的铺设

PVC 管一般是在工作区暗埋线槽，操作时要注意 2 点：

- 1) 管转弯时，弯曲半径要大，便于穿线。
- 2) 管内穿线不宜太多，要留有 50% 以上的空间。

### 4. 塑料槽的铺设

塑料槽的规格有多种，在第 4 章中已作了叙述，这里就不再赘述。塑料槽的铺设从理性上讲类似金属槽，但操作上还有所不同。具体表现为 3 种方式：

- 1) 在天花板吊顶打吊杆或托式桥架。
- 2) 在天花板吊顶外采用托架桥架铺设。
- 3) 在天花板吊顶外采用托架加配定槽铺设。

采用托架时，一般在 1m 左右安装一个托架。固定槽时一般 1m 左右安装固定点。

固定点是指把槽固定的地方，根据槽的大小我们建议：

- 1) 25 × 20 ~ 25 × 30 规格的槽，一个固定点应有 2 ~ 3 个固定螺丝，并水平排列。
- 2) 25 × 30 以上的规格槽，一个固定点应有 3 ~ 4 固定螺丝，呈梯形状，使槽受力点分散分布。
- 3) 除了固定点外应每隔 1m 左右，钻 2 个孔，用双绞线穿入，待布线结束后，把所布的双绞线捆扎起来。

水平干线、垂直干线布槽的方法是一样的，差别在一个是横布槽一个是竖布槽。

在水平干线与工作区交接处，不易施工时，可采用金属软管（蛇皮管）或塑料软管连接。

### 5. 槽管大小选择的计算方法

根据工程施工的体会，对槽、管的选择可采用以下简易方式：

$$n = \frac{\text{槽(管)截面积}}{\text{线缆截面积}} \times 70\% \times 40 \sim 50\%$$

$n$ ：表示用户所要安装的多少条线（已知数）；

槽（管）截面积：表示要选择的槽管截面积（未知数）；

线缆截面积：表示选用的线缆面积（已知数）；

70%：表示布线标准规定允许的空间；

40% ~ 50%：表示线缆之间浪费的空间。

上述算法是作者在施工过程中的总结，供读者参考。

## 7.4.3 线缆牵引技术

用一条拉线（通常是一根绳）或一条软钢丝绳将线缆牵引穿过墙壁管路、天花板和地板管

路。所用的方法取决于要完成作业的类型、线缆的质量、布线路由的难度（例如：在具有硬转弯的管道布线要比在直管道中布线难），还与管道中要穿过的线缆的数目有关，在已有线缆的拥挤的管道中穿线要比空管道难。

不管在何种场合都应遵循一条规则：使拉线与线缆的连接点应尽量平滑，所以要采用电工胶带紧紧地缠绕在连接点外面，以保证平滑和牢固。

### 1. 牵引“4对”线缆

标准的“4对”线缆很轻，通常不要求做更多的准备，只要将它们用电工带子与拉绳捆扎在一起就行了。

如果牵引多条“4对”线穿过一条路由，可用下列方法：

- 1) 将多条线缆聚集成一束，并使它们的末端对齐。
- 2) 用电工带或胶布紧绕在线缆束外面，在末端外绕50~100mm长距离就行了，参看图7-13。

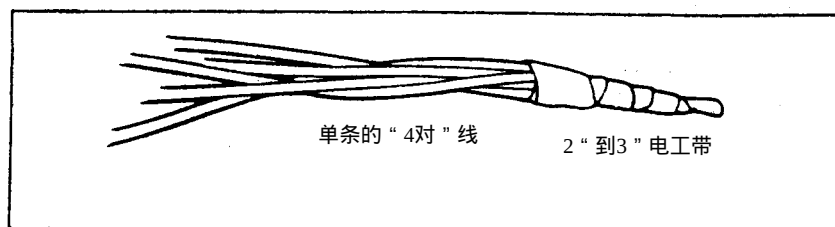


图7-13 牵引线——将多条“4对”线缆的末端缠绕在电工带上

- 3) 将拉绳穿过电工带缠好的线缆，并打好结，如图7-14所示。

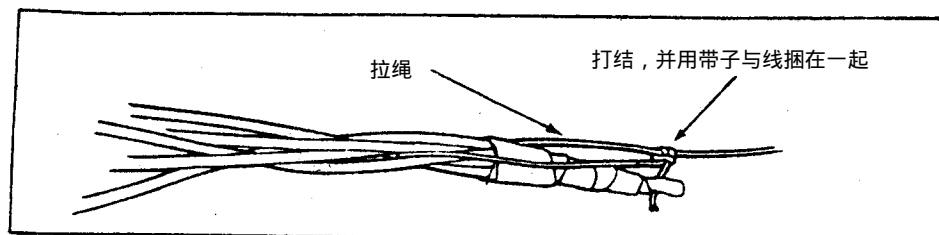


图7-14 牵引线缆——固定拉绳

如果在拉线缆过程中，连接点散开了，则要收回线缆和拉绳重新制作更牢固的连接，为此，可以采取下列一些措施：

- 1) 除去一些绝缘层以暴露出50~100mm的裸线，如图7-15所示。

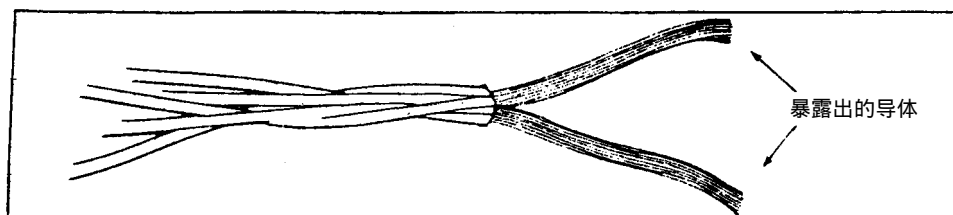


图7-15 牵引线缆——留出裸线

- 2) 将裸线分成两条；
- 3) 将两条导线互相缠绕起来形成环，如图7-16所示。

4) 将拉绳穿过此环,并打结,然后将电工带缠到连接点周围,要缠得结实和不滑。

## 2. 牵引单条“25对”缆

对于单条的“25对”线,可用下列方法:

1) 将缆向后弯曲以便建立一个环,直径约150~300mm,并使缆末端与缆本身绞紧,如图7-17所示。

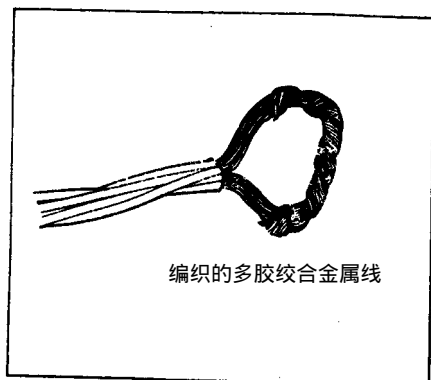


图7-16 牵引线——编织导线以建立一个环供连接拉绳用

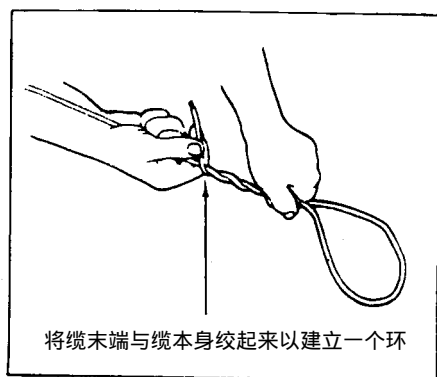


图7-17 牵引单条的缆——建立6~112in的环

2) 用电工带紧紧地缠在绞好的缆上,以加固此环,如图7-18所示。

3) 把拉绳拉接到缆环上,如图7-19所示。

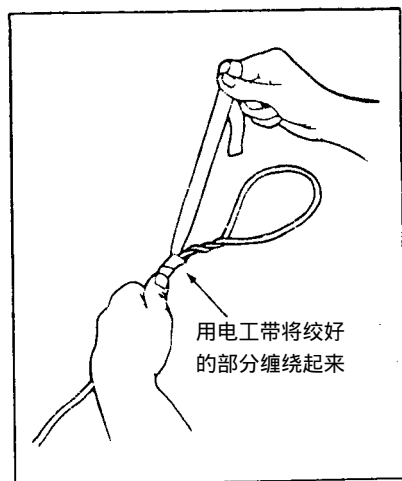


图7-18 牵引单条的缆——用电工带加固环

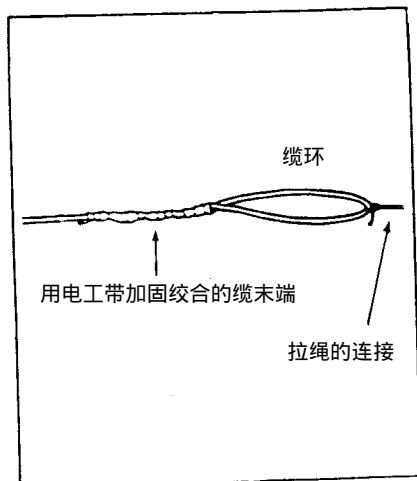


图7-19 牵引单条的缆——将拉绳连接到缆环上去

4) 用电工带紧紧地将连接点包扎起来。

## 3. 牵引多条“25对”或“更多对”线缆

这可用一种称为芯(A CORE KITEH)的连接,这种连接是非常牢固的,它能用于“几百对”的缆上,为此执行下列过程:

1) 剥除约30cm的缆护套,包括导线上的绝缘层;

2) 使用针口钳将线切去,留下约12根(一打);

3) 将导线分成两个绞线组，如图 7-20。

4) 将两组绞线交叉的穿过拉绳的环，在缆的那边建立一个闭环，如图 7-21。

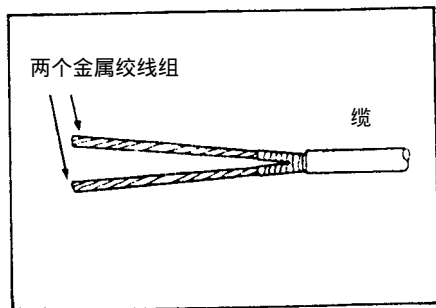


图7-20 用一个芯套 / 钩牵电缆——将缆导线分成两个均匀的绞线组

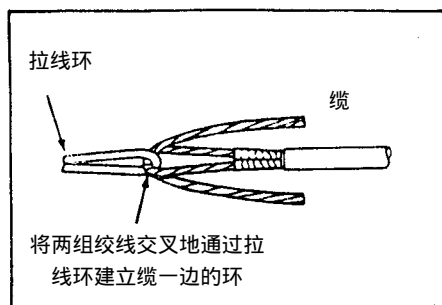


图7-21 用一个芯套 / 钩牵引缆——通过拉线环馈送绞线组

5) 将缆一端的线缠绕在一起以使环封闭，如图 7-22。

6) 用电工带紧紧地缠绕在缆周围，覆盖长度约是环直径的 3~4 倍，然后继续再绕上一段，如图 7-23 所示。

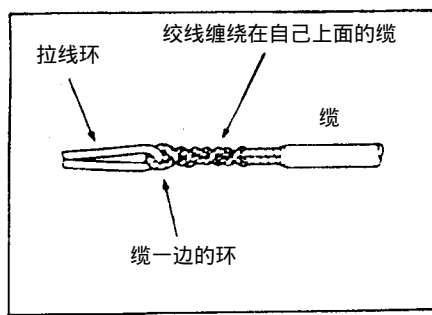


图7-22 用一个芯套 / 钩牵引缆——用将绞线缠绕在自己上面的方法来关闭缆环

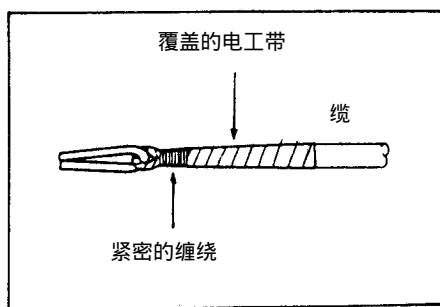


图7-23 用一个芯套 / 钩牵引电缆——用电工带紧密缠绕建立的芯套 / 钩

在某些重缆上装有一个牵引眼：在缆上制作一个环，以使拉绳固定在它上面。对于没有牵引眼的主缆，可以使用一个芯 / 钩或一个分离的缆夹，如图 7-24。将夹子分开将它缠到缆上，在分离部分的每一半上有一个牵引眼。当吊缆已经缠在缆上时，可同时牵引两个眼，使夹子紧紧地保持在缆上。



图7-24 牵引缆——用将牵引缆的分离吊缆夹

#### 7.4.4 建筑物主干线电缆连接技术

主干缆是建筑物的主要线缆，它为从设备间到每层楼上的管理间之间传输信号提供通路。在新的建筑物中，通常有竖井通道。

在竖井中敷设主干缆一般有2种方式：

- 1) 向下垂放电缆；
- 2) 向上牵引电缆。

相比较而言，向下垂放比向上牵引容易。

#### 1. 向下垂放线缆

向下垂放线缆的一般步骤如下：

- 1) 首先把线缆卷轴放到最顶层；
- 2) 在离房子的开口处（孔洞处）3~4m处安装线缆卷轴，并从卷轴顶部馈线；

3) 在线缆卷轴处安排所需的布线施工人员（数目视卷轴尺寸及线缆质量而定），每层上要有一个工人以便引导下垂的线缆；

- 4) 开始旋转卷轴，将线缆从卷轴上拉出；

5) 将拉出的线缆引导进竖井中的孔洞。在此之前先在孔洞中安放一个塑料的套状保护物，以防止孔洞不光滑的边缘擦破线缆的外皮，如图7-25。

6) 慢慢地从卷轴上放缆并进入孔洞向下垂放，请不要快速地放缆；

7) 继续放线，直到下一层布线工人员能将线缆引到下一个孔洞；

8) 按前面的步骤，继续慢慢地放线，并将线缆引入各层的孔洞。

如果要经由一个大孔敷设垂直主干线缆，就无法使用一个塑料保护套了，这时最好使用一个滑车轮，通过它来下垂布线，为此需求做如下操作：

- 1) 在孔的中心处装上一个滑车轮，如图7-26所示；
- 2) 将缆拉出绕在滑车轮上；

3) 按前面所介绍的方法牵引缆穿过每层的孔，当线缆到达目的地时，把每层上的线缆绕成卷放在架子上固定起来，等待以后的端接。

在布线时，若线缆要越过弯曲半径小于允许的值（双绞线弯曲半径为8~10倍于线缆的直径，光缆为20~30倍于线缆的直径），可以将线缆放在滑车轮上，解决线缆的弯曲问题。方法如图7-27所示。

#### 2. 向上牵引线缆

向上牵引线缆可用电动牵引绞车，如图7-28所示。

1) 按照线缆的质量，选定绞车型号，并按绞车制造厂家的说明书进行操作。先往绞车中穿一条绳子；

2) 启动绞车，并往下垂放一条拉绳（确认此拉绳的强度能保护牵引线缆），拉绳向下垂放直到安放线缆的底层；

3) 如果缆上有一个拉眼，则将绳子连接到此拉眼上；

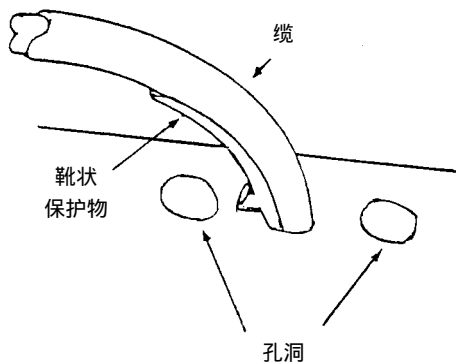


图7-25 保护线缆的塑料靴状物

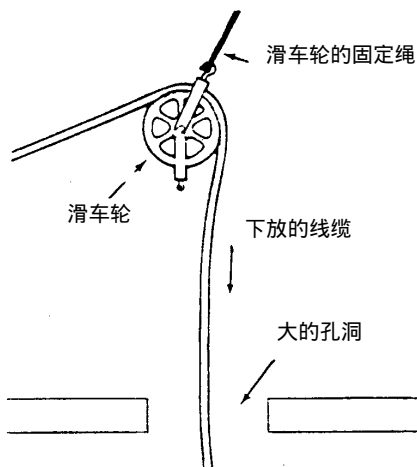


图7-26 用滑车轮向下布放线缆通过大孔

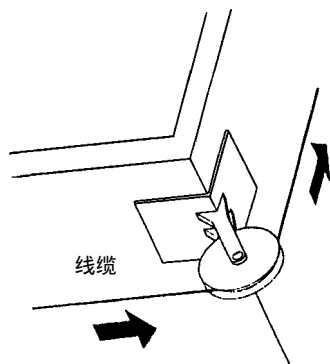


图7-27 用滑车轮解决线缆的弯曲半径

- 4) 启动绞车，慢慢地将线缆通过各层的孔向上牵引；
- 5) 缆的末端到达顶层时，停止绞车；
- 6) 在地板孔边沿上用夹具将线缆固定；
- 7) 当所有连接制作好之后，从绞车上释放线缆的末端。

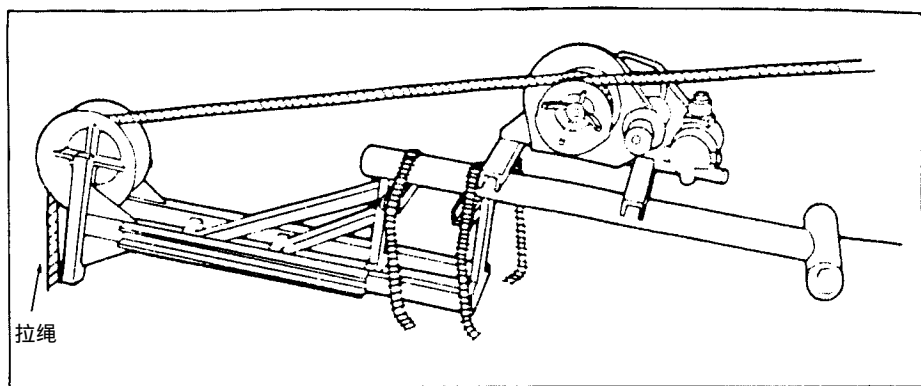


图7-28 典型的电动牵引绞车

#### 7.4.5 建筑群间电缆线布线技术

在建筑群中敷设线缆，一般采用两种方法，即地下管道敷设和架空敷设。

##### 1. 管道内敷设线缆

在管道中敷设线缆时，有3种情况：

- (1) “小孔到小孔”；
- (2) “在小孔间的直线敷设”；
- (3) “沿着拐弯处敷设”。

可用人和机器来敷设线缆，到底采用哪种方法依赖于下述因素：

- 1) 管道中有没有其他线缆；
- 2) 管道中有多少拐弯；
- 3) 线缆有多粗和多重。

由于上述因素，很难确切地说是用人力还是用机器来牵引线缆，只能依照具体情况来解决。

##### 2. 架空敷设线缆

架空线缆敷设时，一般步骤如下：

- 1) 电杆以30 ~ 50m的间隔距离为宜；
- 2) 根据线缆的质量选择钢丝绳，一般选8芯钢丝绳；
- 3) 先接好钢丝绳；
- 4) 架设光缆；
- 5) 每隔0.5m架一挂钩。

#### 7.4.6 建筑物内水平布线技术

建筑物内水平布线，可选用天花板、暗道、墙壁线槽等形式，在决定采用哪种方法之前，到施工现场，进行比较，从中选择一种最佳的施工方案。

## 1. 暗道布线

暗道布线是在浇筑混凝土时已把管道预埋好地板管道，管道内有牵引电缆线的钢丝或铁丝，安装人员只需索取管道图纸来了解地板的布线管道系统，确定“路径在何处”，就可以作出施工方案了。

对于老的建筑物或没有预埋管道的新的建筑物，要向业主索取建筑物的图纸，并到要布线的建筑物现场，查清建筑物内电、水、气管路的布局和走向，然后，详细绘制布线图纸，确定布线施工方案。

对于没有预埋管道的新建筑物，施工可以与建筑物装修同步进行，这样既便于布线，又不影响建筑物的美观。

管道一般从配线间埋到信息插座安装孔。安装人员只要将 4 对线电缆线固定在信息插座的拉线端，从管道的另一端牵引拉线就可将缆线达到配线间。

## 2. 天花板顶内布线

水平布线最常用的方法是在天花板吊顶内布线。具体施工步骤如下：

- 1) 确定布线路由；
- 2) 沿着所设计的路由，打开天花板，用双手推开每块镶板，如图 7-29 所示；

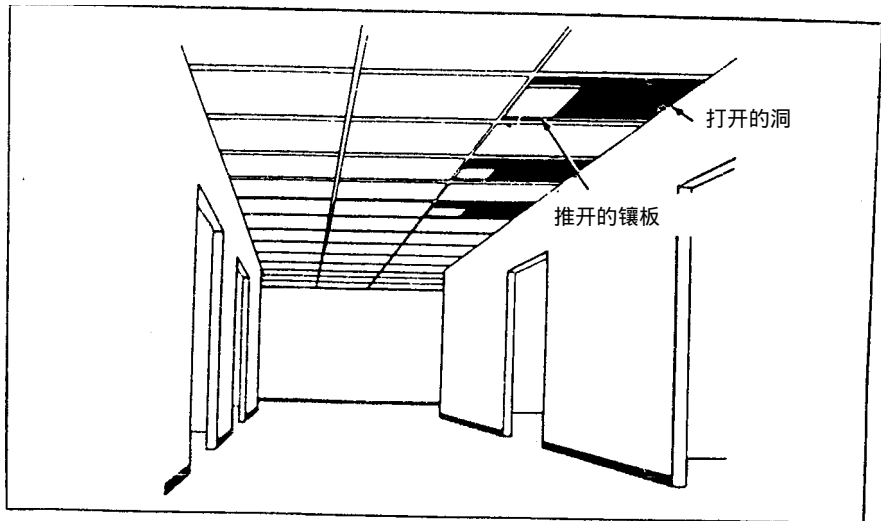


图7-29 移动镶板的悬挂式天花板

多条 4 对线很重，为了减轻压在吊顶上的压力，可使用 J 形钩、吊索及其他支撑物，来支撑线缆；

- 3) 假设要布放 24 条 4 对的线缆，到每个信息插座安装孔有两条线缆；

可将线缆箱放在一起并使线缆接管嘴向上。24 个线缆箱按图 7-30 所示的那样分组安装，每组有 6 个线缆箱，共有 4 组；

- 4) 加标注。在箱上写标注，在线缆的末端注上标号；
- 5) 在离管理间最远的一端开始，拉到管理间。

## 3. 墙壁线槽布线

在墙壁上布线槽一般遵循下列步骤：

- 1) 确定布线路由；
- 2) 沿着路由方向放线（讲究直线美观）；

- 3) 线槽每隔1m要安装固定螺钉；
- 4) 布线（布线时线槽容量为70%）；
- 5) 盖塑料槽盖。盖槽盖应错位盖。

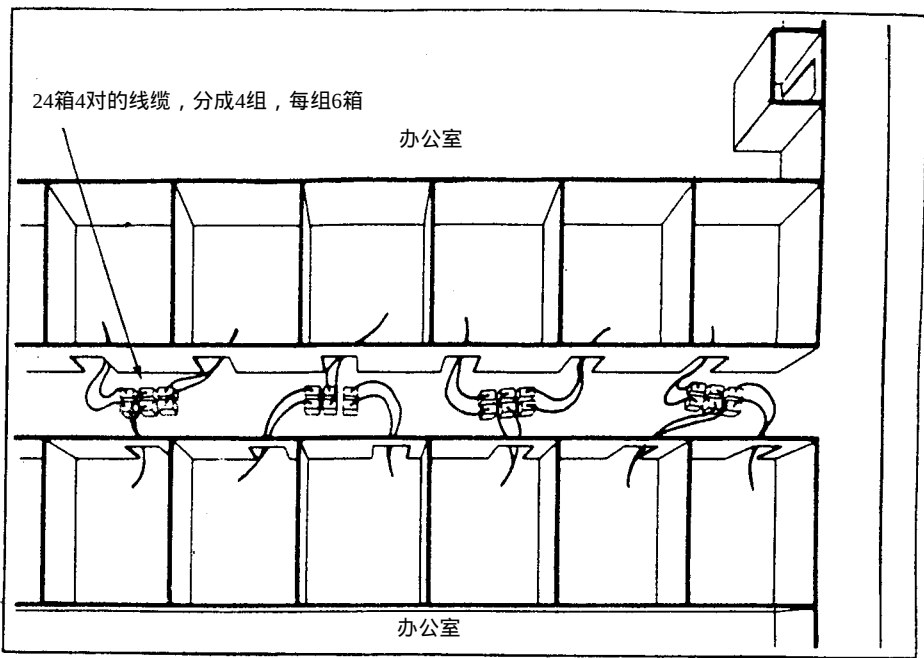


图7-30 共布24条24对线缆，每一信息点布放一条4对的线

7.4.7 光缆布线技术

在本书的第2章中已介绍了光缆的各种型号与规格。本节重点讨论光缆布线技术。

1. 建筑物内主干光缆布线方法

在新建的建筑物中，通常有一竖井，如图7-31所示。

沿着竖井方向通过各楼层敷设光缆，只要提供防火措施。在许多老式建筑中，可能有大槽孔的竖井。通常在这些竖井内装有管道，以供敷设气、水、电、空调等线缆。若利用这样的竖井来敷设光缆时，光缆必须加以保护。也可将光缆固定在墙角上。

在竖井中敷设光缆有2种方法：

- 1) 向下垂放光缆；
- 2) 向上牵引光缆。

通常向下垂放比向上牵引容易些。但如果将光缆卷轴机搬到高层上去很困难，则只能由下向上牵引。

2. 向下垂放光缆

1) 在离建筑层槽孔 1~1.5m处安放光缆卷轴（光缆通常是绕在线缆卷轴上，而不是放在纸板箱中），以便在卷筒转动时能控制光缆，要将光缆卷轴置于平台上以便保持在所有时间内都是垂直的，放置卷轴

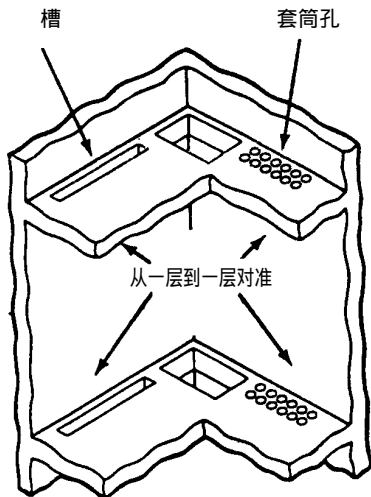


图7-31 封闭性的竖井

时要使光缆的末端在其顶部，然后从卷轴顶部牵引光缆。

2) 使光缆卷轴开始转动，在它转动时，将光缆从其顶部牵出。牵引光缆时要保证不超过最小弯曲半径和最大张力的规定。

3) 引导光缆进入槽孔中去，如果是一个小孔，则首先要安装一个塑料导向板，如图 7-32 所示，以防止光缆与混凝土边侧产生磨擦导致光缆的损坏。

如果通过大的开孔下放光缆，如图 7-33 那样，则在孔的中心上安装一个滑车轮，然后把光缆拉出绞绕到车轮上去。

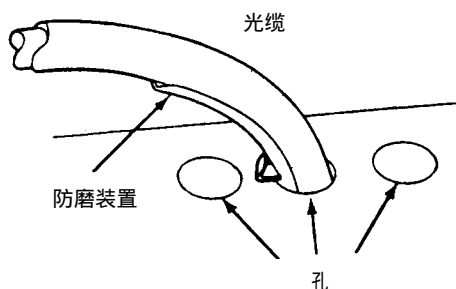


图7-32 用来保护光缆塑料防磨装置

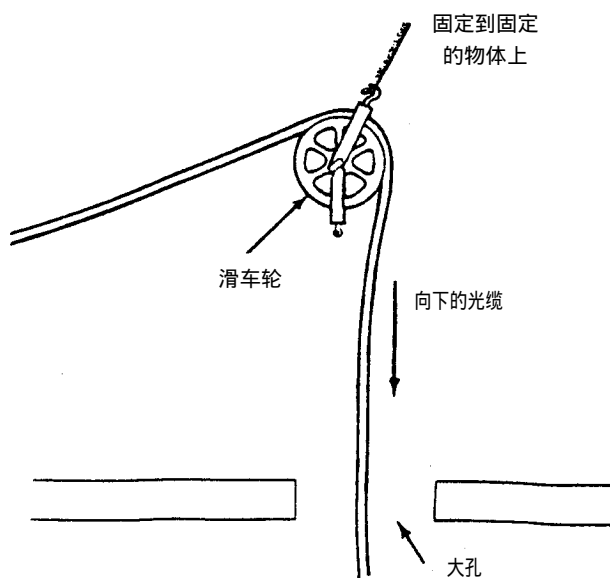


图7-33 由滑轮将主干光缆经大孔放到下面的楼层中去

4) 慢慢地从光缆卷轴上牵引光缆，直到下面一层楼上的人能将光缆引入到下一个槽孔中为止。

5) 每隔2m左右打一线夹。

3. 向上牵引光缆

向上牵引光缆与向下垂放光缆方向相反，其操作方法与前类似，这里就不再叙述。

4. 吹光纤布线技术

目前有一种新光纤布线方法就是吹光纤技术，吹光纤技术布线的思想是：

用一个空的塑料管（即微管）建造一个低成本的网络布线结构，当需要时，将光纤吹入微管，这样减少资金投入，同时也减少了对数据网络的干扰。

每根微管内可吹入8芯光纤。如果光纤被损坏或已过时，可以简单地将其吹出，并用新的光纤代替。当光纤吹入微管后，再与已端接好的尾纤融接，然后放入专门设计的地面出口盒或配线架上的端接盒。

这项技术将光纤与楼宇内的微管分为 2 部分，当塑料微管安装好以后，只要压缩空气，就

能够将高性能的光纤吹入所造管道，能够做到随用随做。

目前这项技术已投入应用，如英国的泰晤谷公司、中国的新华社、曼彻斯特机场、美国的哈里斯初曼（Harrys Truman）号核动力航空母舰的光纤布线都是采用这种技术。

对于这种技术怎样评价？目前说法不一，有待用户的认可。对于吹光纤技术本身，作十点介绍。

#### (1) Blolite 介绍

Blolite是一种非常灵活且可使投资更为有效的光纤系统，它既可适用于楼内，也可适用于建筑物之间。这一独特的系统通过压缩空气将特殊涂层的光纤吹入预埋好的塑料微管，它非常实用且可以为客户带来经济利益。

光纤包括单模或多模光纤，并可配有标准的 ST或SC接口。整个吹光纤系统包括全系列的微管、配线架、地板型和墙上型面板以及安装工具。

#### (2) 吹光纤系统的优点

##### • 控制和分散投资

采用传统光纤系统时，许多用户初期安装的光纤远远超过其实际需要，而吹光纤系统可以避免在将来升级时的扩大成本和重复投资。

##### • 易于升级换代并具有网络适应性

1) 吹光纤系统可使网络扩展变得快捷方便。可以将破坏程度减小到最低的情况下增加新的信息点或更改已存在的路由。

2) 吹光纤是最终的布线系统，它可以分散用户投资并可按照用户需求便捷地改变网络结构和路由。

3) 在IT工业的唯一定律就是变化。吹光纤系统正是为您提供了变化的保证。

在后面的案例分析中会给出一些案例来梗概介绍在今天不同环境中吹光纤的优越性。

#### (3) BloTwist “一个在电缆设计中的革新概念——铜缆和吹光纤复合技术”

BolTwist复合电缆是将屏蔽或非屏蔽铜缆与一根吹光纤微管复合在一起。其安装十分简便，其中高性能铜缆是今天需要，吹光纤部件为明天而准备。这一独特的复合电缆同样增添了有效升级，在损失最小的情况下，可将低性能光纤吹出而将高性能光纤吹入来达到升级。

安装BloTwist复合电缆并在日后吹入所需光纤的结果比分别安装铜缆和标准光纤要节省30%的投资。

整个系统由3个相互独立元素构成：

1) UTP、STP和FTP铜缆

2) 微管无源网络结构

3) 高性能光纤

它们的组合件如图7-34所示

#### (4) Bloite吹管

##### • 微管

微管是一种通过挤压生产成型的管子，它包括光滑利于吹入空气的内层套管及低烟阻燃材料组成的外套。为满足不同路由配置及长度的需要，共有两种不同规格的微管可供选择。外径5mm/内径3.5mm和外径8mm/内径6mm。所有微管均为蓝色，且每隔一定间隔都印有管子和长度的标识，如图7-35所示。

##### • 多微管

多微管是将多个微管通过外层护套平直（不扭曲）地扎束在一起形成的。室内型多微管包

含一个单独的绝缘带和低烟阻燃材料护套（蓝色）。室外型多微管包含一个铝制防水层及聚乙烯材料护套（黑色）。多微管规格有2路、4路和多路可选。如图7-36、图7-37所示。

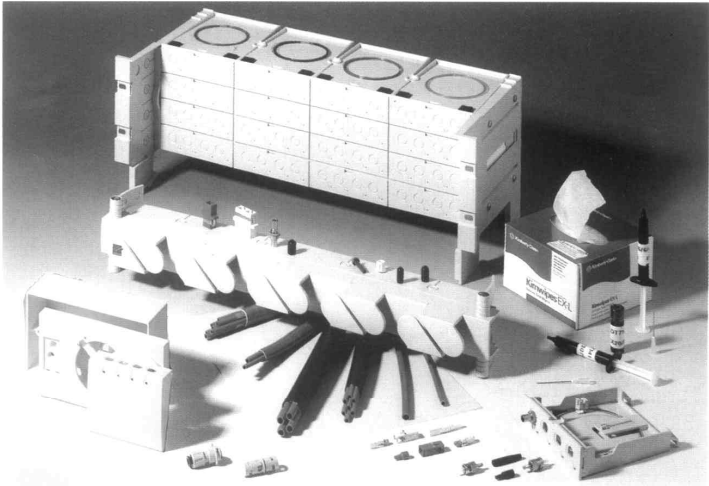


图7-34 复合电缆组合件

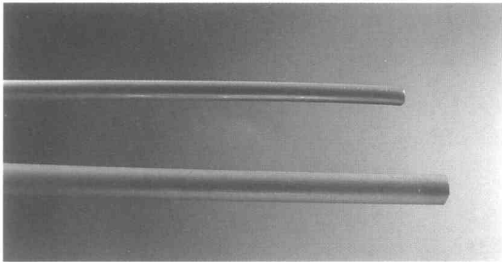


图7-35 室内微管

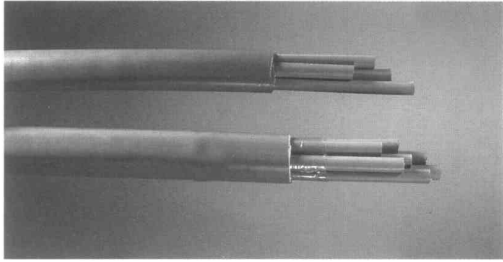


图7-36 室内多微管

- |                  |          |
|------------------|----------|
| Blolite 5mm-1    | 5mm单微管   |
| Blolite 8mm-1    | 8mm单微管   |
| Blolite 5mm-1-2W | 5mm2路多微管 |

- |                |          |
|----------------|----------|
| Blolite 5-1-4W | 5mm4路多微管 |
| Blolite 8-1-4W | 8mm4路多微管 |
| Blolite 5-1-7W | 5mm7路多微管 |
| Blolite 8-1-7W | 8mm7路多微管 |

吹光纤微管有两种管径，5mm和8mm。不同规格的管径并不影响微管所容纳的光纤数量，两种所容纳的最多光纤数量均为8根。然而管径规格十分重要，若想吹得更远，则需要更强的空气压力。通过5mm微管最远可吹到500米，而8mm微管最远可吹到1000m。微管不同规格的管径见表7-3。

• 特殊护套

微管的外护套可由不同结构材料构成，包括各种铠装材料。

(5) BloTwist复合电缆

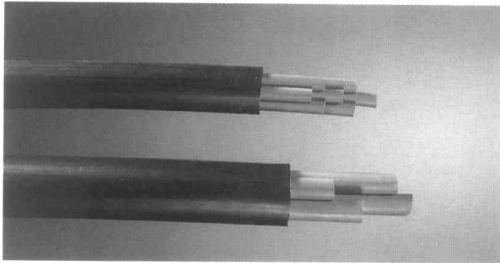


图7-37 室外微管

- |                  |          |
|------------------|----------|
| Blolite 5mm-O-4W | 5mm4路多微管 |
| Blolite 8mm-O-4W | 8mm4路多微管 |
| Blolite 5mm-O-7W | 5mm7路多微管 |
| Blolite 8mm-O-7W | 8mm7路多微管 |

表7-3 微管不同规格的管径

| 微管数量 | 总外径<br>(mm) |      | 质量<br>(kg/km) |      | 最小弯曲半径<br>(mm) |     | 最大拉力<br>(N) |       |     |
|------|-------------|------|---------------|------|----------------|-----|-------------|-------|-----|
|      | 管径          | 5mm  | 8mm           | 5mm  | 8mm            | 5mm | 8mm         | 5mm   | 8mm |
| 室内级  |             |      |               |      |                |     |             |       |     |
| 1    | 5           | 8    | 14.7          | 32.4 | 25             | 40  | 50          | 120   |     |
| 2    | 12 × 7      | -    | 74            | -    | 60*            | -   | 200         | -     |     |
| 4    | 14.8        | 22.5 | 148           | 290  | 120            | 180 | 500         | 1 000 |     |
| 7    | 17.7        | 27.0 | 206           | 422  | 180            | 270 | 700         | 1 500 |     |
| 室外级  |             |      |               |      |                |     |             |       |     |
| 4    | 15.2        | 23.0 | 129           | 259  | 215            | 320 | 350         | 750   |     |
| 7    | 18.6        | 27.6 | 203           | 380  | 260            | 390 | 550         | 1 100 |     |

注：吹管储存时两端应密封。

• 双单元结构

BloTwist双单元结构包括一个4对双绞线铜缆和一个5mm室内微管，并分别有PVC或低烟无卤（LSF/OH）外层护套。两部分元件是同时压缩生产成型的，并可分别进行端接。如图7-38所示。

- C5U-BLO 4对UTP5类线，1个吹管，PVC护套
- C5U-HFI-BLO 4对UTP5类线，1个吹管，低烟无卤护套
- C5F-BLO 4对FTP5类线，1个吹管，PVC护套
- C5F-HFI-BLO 4对FTP5类线，1个吹管，低烟无卤护套
- C5S-BLO 4对SFTP5类线，1个吹管，PVC护套
- C5S-HFI-BLO 4对SFTP5类线，1个吹管，低烟无卤护套

• 有聚酯包层的多路单元

这些电缆由若干个UTP、FTP铜缆和一个或多个5mm微管组成。铜缆和微管表面附有聚酯包层。单独的铜缆有计数标识，并可有不同颜色。如图 7-39所示。

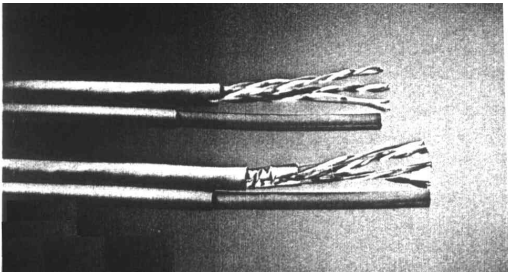


图7-38 双单元复合结构电缆

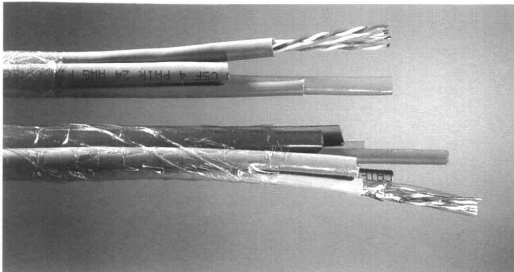
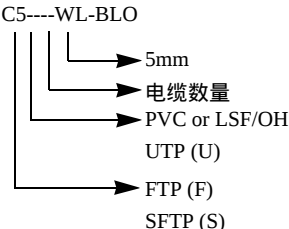


图7-39 多路单元电缆

铜缆数目须注明，并可提供不同颜色外皮，如下图所示。



(6) Blolite光纤

• Blolite光纤

用于吹光纤的光纤是通过独特涂层处理后得到的，高性能的表面材料增强了可吹动性的端接性能。光纤种类有 3 种不同类型，包括 50/125、62.5/125 多模和单模光纤，并各有 8 种颜色，如图7-40所示。其颜色如表 7-4 所示，光纤结构如图 7-41 所示。

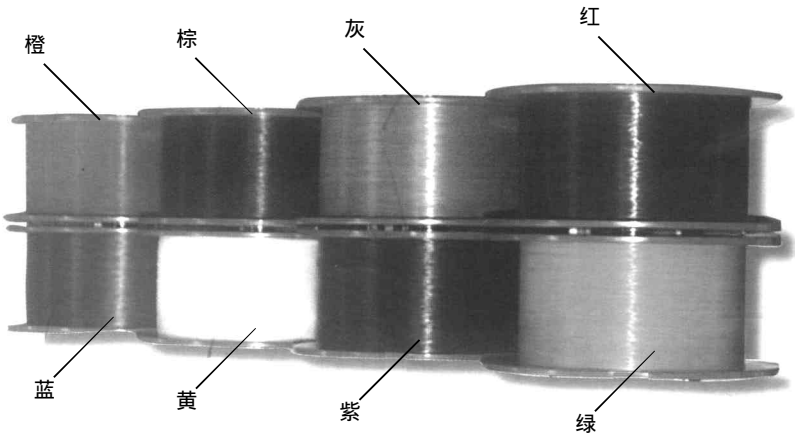


图7-40 Blolite光纤的多种颜色

表7-4 各类光纤颜色表

| 光纤类型 | 50/125     | 62.5/125   | 单模         |
|------|------------|------------|------------|
| 颜色   |            |            |            |
| 蓝    | 10-0005-06 | 10-0101-06 | 10-0206-06 |
| 橙    | 10-0005-07 | 10-0101-07 | 10-0206-07 |
| 绿    | 10-0005-08 | 10-0101-08 | 10-0206-08 |
| 红    | 10-0005-09 | 10-0101-09 | 10-0206-09 |
| 黄    | 10-0005-11 | 10-0101-11 | 10-0206-11 |
| 棕    | 10-0005-12 | 10-0101-12 | 10-0206-12 |
| 灰    | 10-0005-10 | 10-0101-10 | 10-0206-10 |
| 紫    | 10-0005-13 | 10-0101-13 | 10-0206-13 |

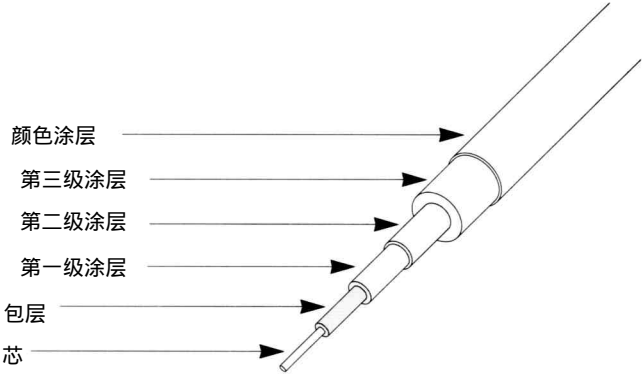


图7-41 光纤结构

• 双倍容量

为了满足将来的发展需要，现在每根微管可容纳 8根光纤。现在的双倍容量可使建筑物中的吹光纤系统主干在日后增容升级时避免额外安装管路的费用和保护现有结构与服务不被破坏。它可最大限度优化投资。

• 更有效地吹入

有特殊标准涂层的光纤具有低摩擦、抗静电的特性，便于吹动。

• 端接方便

通过485μm 直径涂层优化的光纤可方便地端接到任何标准 ST或SC头。

(7) Blolite墙上和地面出口

• 英制多媒体/吹光纤墙上型出口

|                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| CAT5C-WDO-ST-MM-001 | 两倍标准宽，2 × ST多模，斜角    |
| CAT5C-WDO-SC-MM-001 | 两倍标准宽，SC双路多模，斜角      |
| CAT5C-WDO-ST-SM-001 | 两倍标准宽，2 × ST多模，斜角    |
| CAT5C-WDO-SC-SM-001 | 两倍标准宽，2C双路单模，斜角      |
| CAT5C-WDO-FC-SM-001 | 两倍标准宽，2 × FC-PC单模，斜角 |

形状如图7-42所示。

英式面板 标准色为白色

|                       |                              |
|-----------------------|------------------------------|
| CAT5-WDO-UNI-030      | 87 × 87单列面板                  |
| CAT5-WDO-UNI-030-LOGO | 87 × 87单列面板，有MILL ENNIU M标记  |
| CAT5-WDO-UNI-031      | 87 × 147双列面板                 |
| CAT5-WDO-UNI-031-LOGO | 87 × 147单列面板，有MILL ENNIU M标记 |

• 吹光纤墙上出口

BLO-32-2025-03 与微管连接的墙上出口。插入模块元件集成在出口内，当与光纤盒连接时用来在背面端接光纤并可存储多达 4芯光纤。此出口单元安装在不同建筑商房屋内，或可直接同标准英制（UA2）墙上暗盒连接。

BLO-32-2002-03 墙上出口光纤盒。插入模块元件集成在出口单元内，包括可卡接多达 4芯光纤连接头（未同时提供）的嵌入式可旋转平台，以及一个有色标的前盖。形状如图7-43所示。

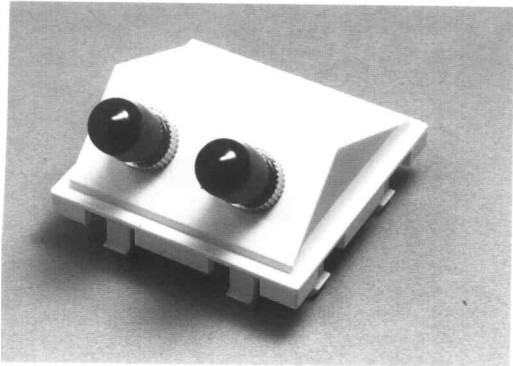


图7-42 墙上型出口外形

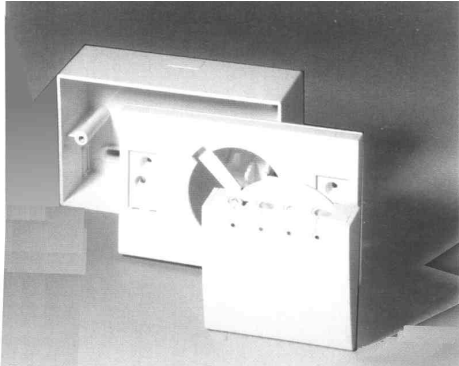


图7-43 墙上出口光纤盒

• 吹光纤地面出口

BLO-32-2026-03与微管连接的地面连接盒。模块元件用来同光纤盒端接光纤并存储多达 4

芯光纤。通过一定的适配平台，此连接盒可与所有标准地面暗盒进行连接。

BLO-32-2028-03地面光纤盒。模块元件包括用来提供 4 芯光纤接头位置的色标、标签盒外盖。

#### (8) Blolite 光纤跳线

光纤跳线种类繁多，包括采用各种类型接头和线缆。标准配置包括 ST、SC、FDDI 接头和 62.5/125、50/125 和单模光纤及单路和双路跳线。所有跳线均采用标准环氧磨接，并采用陶瓷金属匣接头。多种类型如图 7-44 所示。



图7-44 Blolite光纤跳线

#### (9) Blolite 附件

##### • 吹光纤接头

嵌于模块化主体内，用于直接连接 5mm 微管和吹光纤附件。如图 7-45 所示。

BLO-30-2002-04 (图右)，5mm 微管接头，内有 5mm 自锁装置。

BLO-30-2006-04 (图左)，用于微管间连接或微管和通用配线架连接。

##### • 微管接头

有塑料壳包装的压缩空气接头，适于连接相同规格的微管。有 5mm 和 8mm 两种规格。最大工作气压为 10 帕。如图 7-46 所示。

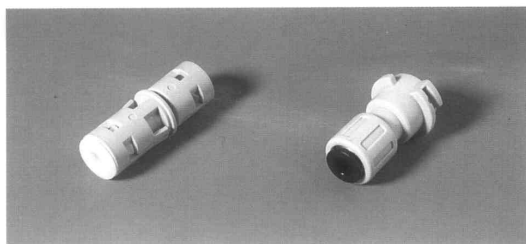


图7-45 吹光纤附件

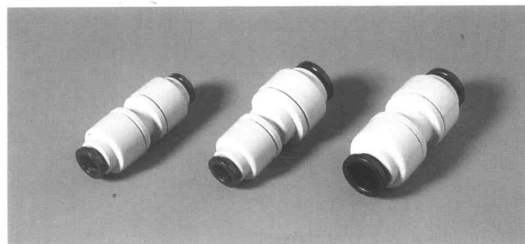


图7-46 微管接头

BLO-30-2000-05 (图左)，5mm 直路微管接头。

BLO-30-2001-05 (图中)，8mm 直路微管接头。

BLO-30-2003-04 (图右), 5mm/8mm吹管转换器。

- 端接帽、接头塞和空接头

塑料端接帽用于在室内位置临时封存 5mm或8mm微管。塑料接头塞用于长期封存 5mm或8mm微管接头。这些接头塞与各种出口及配线架相匹配。如图 7-47所示。

BLO-39-0006-00, 5mm吹管端接帽。

BLO-39-00005-00, 8mm吹管端接帽。

BLO-30-0006-09, 5mm吹管接头塞。

BLO-30-0007-09, 8mm吹管接头塞。

- 光纤安装辅助设备

该设备如图 7-48所示。

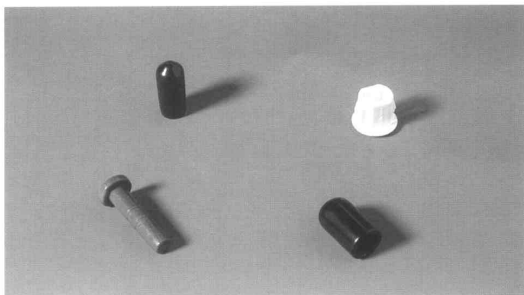


图7-47 接头塞和空接头

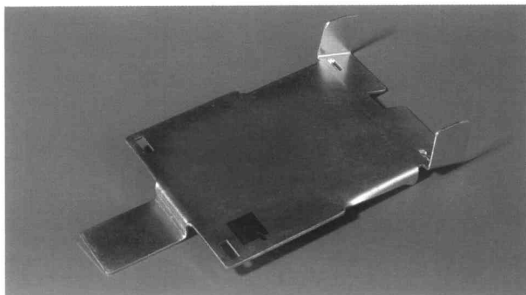


图7-48 吹光纤安装辅助设备

BLO-31-0020-00, 金属工具, 用于方便地将接续光纤放入配线盘。

BLO-39-0001-01, 空光纤配线盘塑料接头, 用于盖住吹光纤附件上不用的连接口。

- 跳线管理器

BLO-31-2000-04, 1U的模块单元, 可卡接到 4U单元或直接上 19in机架。前侧开, 折叠易于跳线管理。如图 7-49所示。

附加元件有:

2.5mm和4.5mm直径的测试钢珠

路由接头盒

熔接接头盒

空气封存盒

转换

熔接盒

Y型适配器

T型头

切管器

ST耦合器

SC耦合器

熔接保护器

(10) 吹光纤机、微管切割和压力测试仪器

- 吹光纤机 (BloCentre)

有效地将光纤吹入吹管需要使用特殊设计的设备。IM2000光纤安装设备包括3个部分, 两

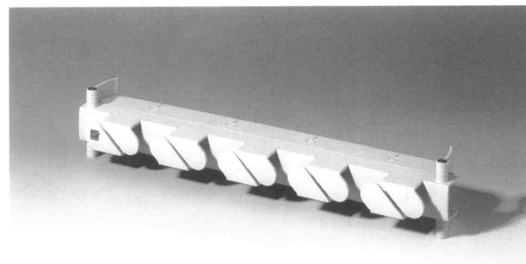


图7-49 跳线管理

个坚固的支撑架和一个质量较小的三脚架用来固定吹光纤机。如图7-50所示。

传送系统的外壳用来存放空气调节单元。它的整个结构可容纳8轴分别长达4 000m的单模或多模光纤。

空气调节模块包括过滤和干燥单元，与传送系统一样放置于同一个箱子内。当安装8芯光纤时，这个自由空气调节单元便被拆下，而组成传送单元。

安装模块包括一个将光纤导入吹管（吹头）的机械装置，以及位于另一盒内的光纤安装控制设备。这个单元可将多达 8芯光纤吹入预先安装好的微管路由，并可以控制光纤导入和吹动过程中的行进速度。这是通过光纤测算系统和控制软件对压缩空气进行控制得到的结果。

吹光纤机的使用参数如表7-5所示。

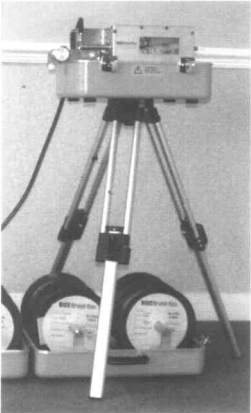


图7-50 吹光纤机

表7-5 吹光纤机的使用参数

|          | 安装设备箱                  | 空气处理器箱 |
|----------|------------------------|--------|
| 常规大小（mm） |                        |        |
| 长        | 410                    | 520    |
| 宽        | 270                    | 200    |
| 高        | 300                    | 430    |
| 常规质量(kg) | 20                     | 15     |
| （含三角架）   |                        |        |
| 电源       | 85到132V                |        |
| （最大5安培）  | 170到264V<br>（47到440Hz） |        |
| 空气供给     | 50slpm                 | 10 bar |
|          | 100slpm                | 10 bar |
| 光纤数量     | 1到8                    |        |
| 最大安装速度   | 40m/min                |        |
| 工作温度（ ）  | +5 ~ +30               |        |
| 储存温度（ ）  | +20 ~ +40              |        |
| 工作湿度     | 0 ~ 95%                |        |

• 微管切割工具

BLO 30-2007-00，用来精确90度切割5mm和8mm微管，不会留下粗糙断面，建议用于所有的微管切割，以确保微管接头与微管正确连接。

• 吹管测试工具

吹管安装完毕后，建议采用吹管测试工具来测试空气压力。该设备必须采用露点高于 -40 的干燥、清洁空气。它将钢珠吹入吹管，如果钢珠到达吹管另一侧的接收阀，证明吹管没有堵塞、扭结和断开。将接收阀封住后，测试器将气压加至吹管最大工作气压 10bar。如果该气压保护不变，说明吹管上没有漏洞或裂缝。然后，将吹管两端密封，以备将来使用。

BLO-38-2001-00

工作温度：-20 ~ + 60

存储温度：-20 ~ + 60

质量：5kg  
规格：470 × 370 × 160mm  
需要清洁、干燥的空气源。  
此设备可租借或购买。

## 7.5 光缆连接的制作

在网络综合布线系统中，光缆的应用越来越广泛，但是它的连接件的制作技术确不易普及，为此，本节用较大的篇幅来讨论它，详细介绍其操作过程。

### 7.5.1 光纤连接器的主要部件和制作工艺

#### 1. 光纤连接器的主要部件

在光纤连接的过程中，主要有STII连接器和SC连接器。

STII连接插头用于光纤的端点，此时光缆只有单根光纤的交叉连接或互联的方式连接到光电设备上。

在所有的单工终端应用中，综合布线系统均使用 STII连接器。单光纤连接线和 STII连接器如图7-51所示。

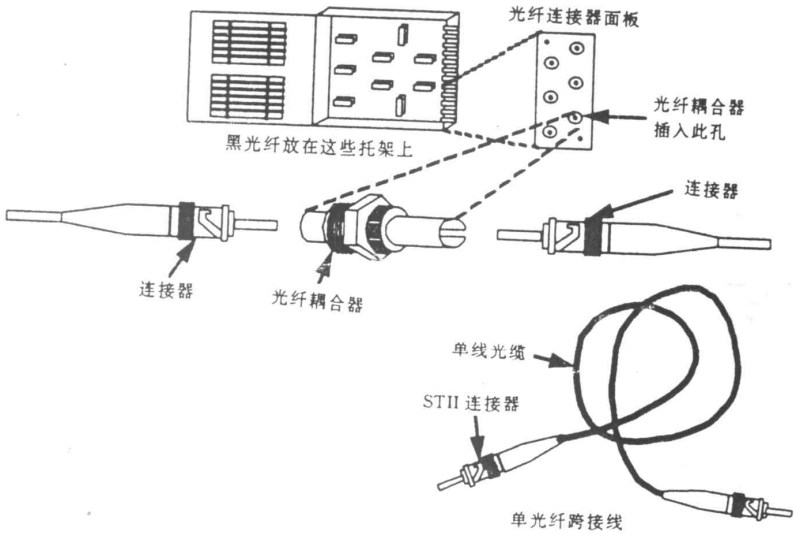


图7-51 单光线连接

连接器的部件有：

- 1) 连接器体；
- 2) 用于2.4mm和3.0mm直径的单光纤缆的套管；
- 3) 缓冲器光纤缆支撑器（引导）；
- 4) 带螺纹帽的扩展器；
- 5) 保护帽。

连接器的部件和组装如图7-52所示。

连接器插头具有如下的特点和规格：

- 1) STII光纤连接器特点有：

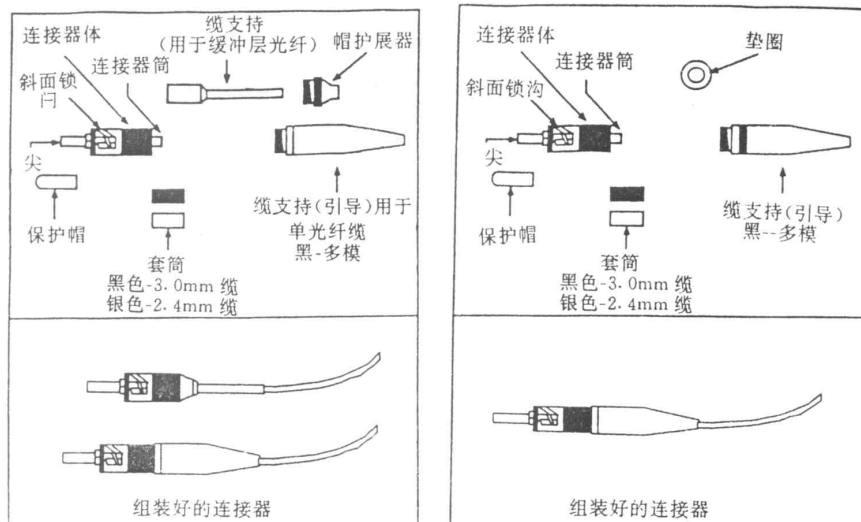


图7-52 连接器的部件与组装

- 陶瓷结构；
- 塑料结构。

2) STII 光纤连接插头的物理和电气规格：

- 长度：22.6mm；
- 运行温度：-40 ~ 85 （具有  $\pm 0.1$  的平均性能变化）；
- 耦合次数：500次（陶瓷结构）。

3) 订货：

T&B公司的订货见表7-6。

表7-6 T&B公司ST光纤连接头

| 系 列 号         | 光芯直径(mm) | 多模光纤直径(mm) | 标准光缆直径(mm) |
|---------------|----------|------------|------------|
| 005-760-04-11 | 62.5     | 125        | 3.0        |
| 005-760-04-41 | 62.5     | 125        | 2.5        |
| 005-760-04-31 | 100      | 140        | 3.0        |
| 005-760-04-21 | 100      | 140        | 2.5        |

T&B公司ST光纤连接器的订货：

P2020C-C-125（陶瓷）

P2020A-A-125（塑料）

## 2. 光纤连接器制作工艺

连接器有陶瓷和塑料两种质材，它的制作工艺分为磨光、金属圈制作，但目前有些公司推出了新产品，采用压接方法。下面就磨光、金属圈制作方法简述其工艺。

### (1) PF磨光方法

PF（Protruding Fiber）是STII连接器使用的磨光方法。STII使用铅陶质平面的金属圆，必须将光纤连接器磨光直至陶质部分。不同材料的金属圈。需要使用不同的磨光程序和磨光纸。经过正确的磨光操作后，将露出  $1 \sim 3\mu\text{m}$  的光纤，当连接器进行耦合时，唯一的接触部分就是光纤，如图7-53所示。

(2) PC磨光方法

PC (Pcgsica Contact), 是STII连接器使用的圆顶金属连接器的交接。在 PC磨光方法中, 圆顶的顶正部位恰好配合金属圈上光纤的位置, 当连接器交接时, 唯一产生接触的地方在圆顶的部位, 并构成紧密的接触, 如图 7-54。

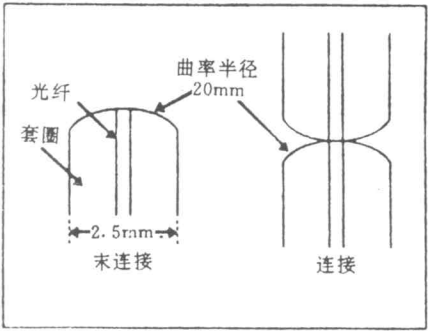


图7-53 PF磨光方法

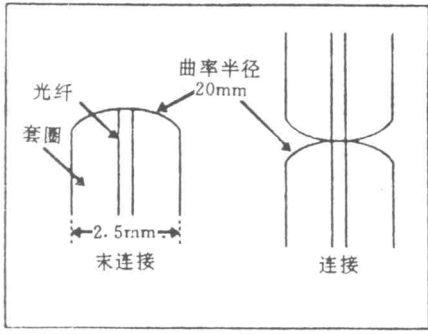


图7-54 PC磨光方法

PC磨光方法可得到较佳的回波耗损 ( Return Coss )。目前, 在工程上常常采用这种方法。

3. 标准连接器光纤连接的具体操作

在光纤连接器的具体操作过程中, 一般来讲分为: SC连接器安装和ST连接器安装。它们的操作步骤大致相同, 不再分开叙述。

(1) 工作区操作准备

1) 在操作台上打开工具箱, 工具箱内的工具有: 胶和剂、ST / SC两用压接器、ST / SC抛光工具、光纤剥离器、抛光板、光纤划线器、抛光垫、剥线钳、抛光相纸、酒精擦拭器和干燥擦拭器、酒精瓶、Kevlar剪刀、带ST / SC适配器的手持显微镜、注射器、终接手册。

2) 在操作台上, 放一块平整光滑的玻璃, 做好工作台的准备工作 (即以工具箱中取出并摆放好必要的工具)。

3) 将塑料注射器的针头插在注射器的针管上。

4) 拔下注射器针头的盖, 装入金属针头。(注意: 保存好针头盖, 以便注射器使用完毕后, 再次盖上针头, 以后继续使用。)

5) 把磨光垫放在一个平整的表面上, 使其带橡胶的一面朝上, 然后把砂纸放在磨光垫上, 光滑的一面朝下。

(2) 光缆的准备

剥掉外护套, 套上扩展帽及缆支持, 具体操作有 4 步:

1) 用环切工具来剥掉光缆的外套, 如图 7-55所示。

2) 使用环切工具上的刀片调整螺丝, 设定刀片深度为7.6mm。对于不同类型的光缆刀切要示如表 7-7所示。环切光缆外护套如图 7-56所示。

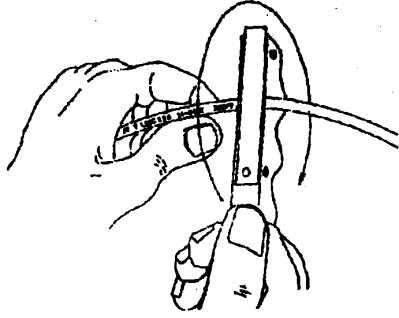
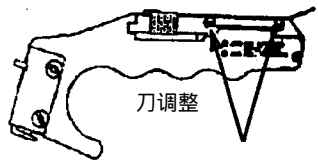


图7-55 环切光缆外护套



调整手柄边上的两个螺丝

图7-56 调整螺丝

表7-7 各类光缆刀切要求

| 光缆类型    | 刀切的深度  | 准备的护套长度 |
|---------|--------|---------|
| LGBC-4  | 5.08mm | 965mm   |
| LGBC-6  | 5.08mm | 965mm   |
| LGBC-12 | 7.62mm | 965mm   |

- 3) 在光缆末端的96.5cm处环切外护套（内层）。将内外护套滑出，如图7-57所示。
- 4) 对光缆装上缆支撑、扩展帽操作。

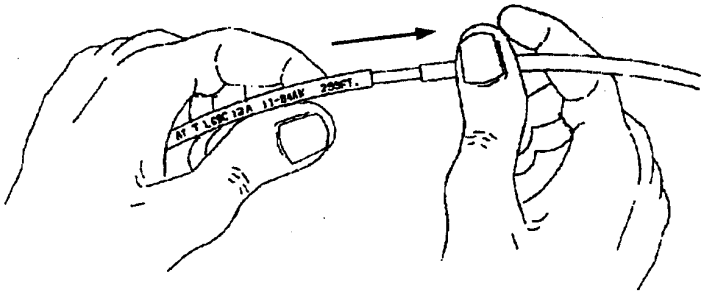


图7-57 将内层外护套滑出

- 5) 先从光纤的末端将扩展帽套上（尖端在前）向里滑动，再从光纤末端将缆支持套上（尖端在前）向里滑动。如图7-58所示。

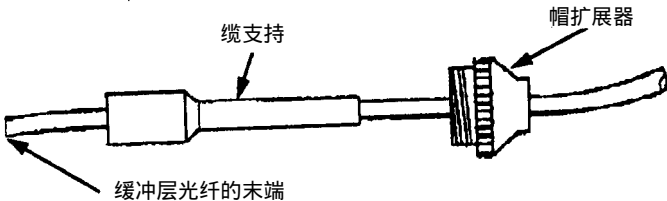


图7-58 缆支持及提高扩展器帽的安装

- (3) 用模板上规定的长度时需要安装插头的光纤作标记
- 对于不同类型的光纤及不同类型的STII插头长度规定不同，如图7-59和表7-8所示。

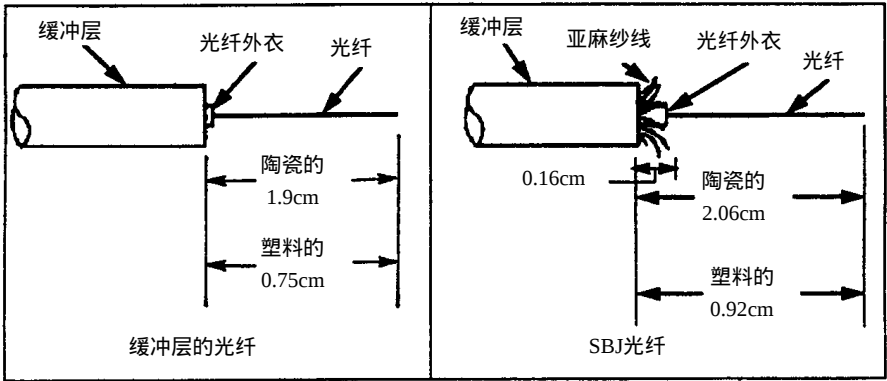


图7-59 不同类型光纤和STII插头对长度的规定

表7-8 不同类型的光纤和STII插头对长度的规定

|                      | 陶瓷类型                               | 塑料类型                             |
|----------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| 缓冲层光纤（缓冲层和光纤外衣准备的长度） | 16.5 ~ 19.1mm<br>( 0.65 ~ 0.75in ) | 6.5 ~ 7.6mm<br>( 0.25 ~ 0.30in ) |
| SBJ光纤（缓冲层的准备长度）      | 18.1 ~ 20.6mm<br>( 0.71 ~ 0.81in ) | 7.9 ~ 9.2mm<br>( 0.31 ~ 0.36in ) |

使用SC模板，量取光纤外套的长度，用记号笔按模板刻度所示位置，在外套上作记号。

(4) 准备好剥线器，用剥线器将光纤的外衣剥去

注意：

1) 使用剥线器前要用刷子刷去刀口处的粉尘；

2) 对有缓冲层的光纤使用“5B5机械剥线器”，对有纱线的SBJ光纤要使用“线剥线器”。

利用“5B5机械剥线器”剥除缓冲器光纤的外衣，如图7-60所示。具体操作有7步：

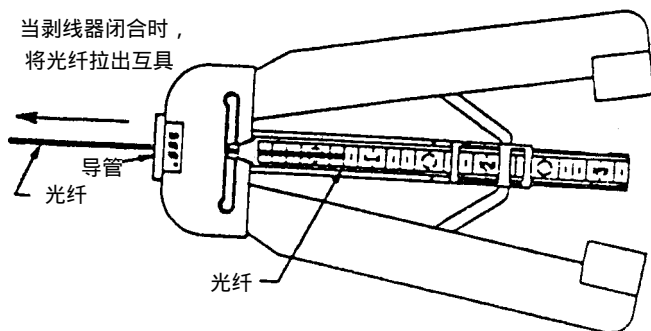


图7-60 机械剥线器

1) 将剥线器深度按要求长度置好。打开剥线器手柄，将光纤插入剥线器导管中插入，用手紧握两手柄使它们牢固地关闭，然后将光纤从剥线器中拉出。（注意：每次用5B5剥线器剥光纤的外衣后，要用与5B5一起提供的刷子把刀口刷干净。）

2) 用浸有酒精的纸/布从缓冲层向前擦拭，去掉光纤上残留的外衣，要求至少要细心擦拭两次才合格，且擦拭时不能使光纤弯曲，如图7-61所示。

切记：不要用干布去擦没有外衣的光纤，这会造成光纤表面缺陷，不要去触摸裸露的光纤或让光纤与其他物体接触。

3) 利用“线剥线器”剥除SBJ光纤的外衣

4) 使用6in刻度尺测量并标记合适的光纤长度（用模板亦可）。

5) 用“线剥线器”上的2号刻槽去一小段一小段地剥去外衣，剥时用直的拉力，切勿弯曲光缆直到剥到标记外为止，如图7-62所示。

6) 对于SBJ光纤，还要在离标记1.6mm处剪去纱线。

7) 用浸有酒精的纸/布细心擦光纤两次，如图7-62所示。

(5) 将准备好的光纤存放在“保持块”上

1) 存放光纤前要用罐气将“保持块”吹干净。

2) 将光纤存放在槽中（有外衣的部分放在槽中），裸露的光纤部分悬空，保持块上的小槽用来存放缓冲层光纤，大槽存放单光纤光缆，如图7-63所示。

3) 将依次准备好的12根光纤全存于此块上。

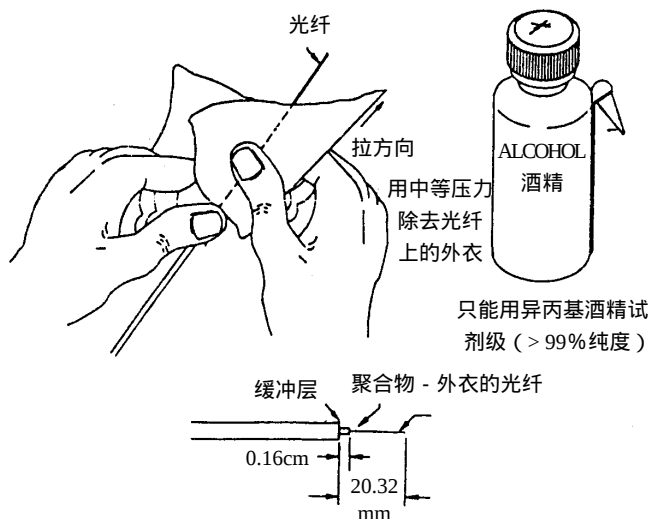


图7-61 擦拭光纤

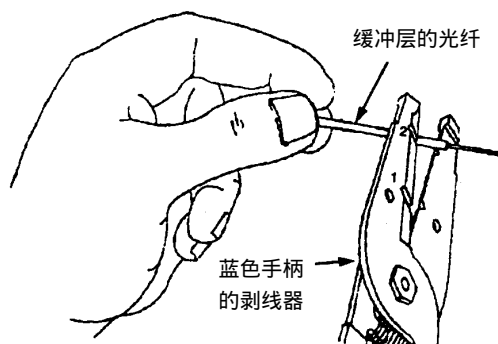


图7-62 剥去光纤的缓冲层

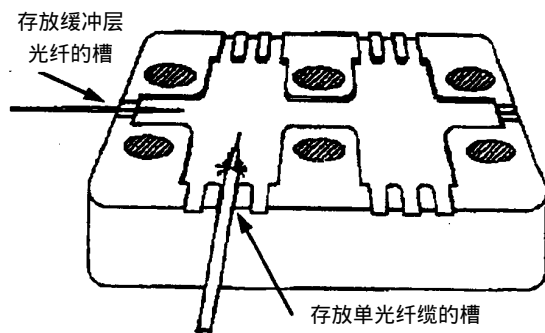


图7-63 将光纤存放在保护块中

4) 若准备好的光纤在脏的空间中放过，则继续加工前再用酒精纸/布细心擦两次。

#### (6) 环氧树脂和注射器的准备

要特点小心：切勿将环氧树脂弄到你的皮肤上和眼睛中。

1) 取出装有环氧树脂的塑料袋（有黄白两色的胶体，中间用分隔器分开），撤下分隔器，然后在没有打开的塑料袋上用分隔器来回摩擦，以使两种颜色的胶体混合均匀成同一颜色。

2) 取出注射器拿下帽子，将注射器针头安装到注射器上，并拧转它到达锁定的位置。

3) 将注射器塞拉出，以便装入准备好的塑料袋中的环氧树脂。

4) 将环氧树脂塑料剪去一角，并将混合好的环氧树脂从注射器后部孔中加入（挤压袋子），约19mm的环氧树脂足够做12个STII连接器插头。

5) 从后部将注射器塞插入。

6) 从针管中除去气泡。方法是：将注射器针头向上（垂），压后部的塞子，使环氧树脂从注射器针头中出来（用纸擦去），直到环氧树脂是自由清澈的。

#### (7) 在缓冲层的光纤上安装STII连接器插头

1) 从连接器袋取出连接器，对着光亮处从后面看到连接器中的光纤孔通还是不通。

如果通过该孔不能看到光，则从消耗器材工具箱中取出 music 线试着插入孔中去掉阻塞物，

将music线从前方插入并推进，可以把阻塞物推到连接器后边打开的腔中去，再看有光否。如果通过该孔能看到光，则检查准备好的光纤是否符合标准，然后将准备好的光纤从连接器的后部插入，并轻轻旋转连接器，以感觉光纤与洞孔的关系是否符合标准。

若光纤通过整个连接器的洞孔，则撤出光纤，并将其放回到保持块上去；若光纤仍不能通过整个连接器的洞孔，请再用music线从尖头的孔中插入，以去掉孔中的阻塞物。

2) 将装有环氧树脂的注射器针头插入STII连接器的背后，直到其底部，压注射器塞，慢慢地将环氧树脂注入连接器，直到一个大小合适的泡出现在连接器陶瓷尖头上平滑部分为止。

当环氧树脂在连接器尖头上建立了一个大小合适的泡时，立即释放在注射器塞上的压力，并拿开注射器。

对于多模的连接器，小泡至少应覆盖连接器尖头平面的一半，如图 7-64所示。

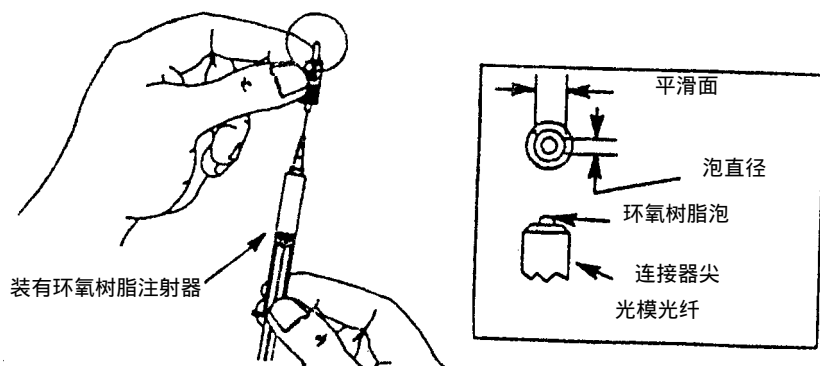


图7-64 在连接器尖上的环氧树脂泡

3) 用注射器针头给光纤上涂上一层环氧树脂外衣，大约到缓冲器外衣的 12.5mm处。若为SBJ光纤，则对剪剩下的纱线末端也要涂上一层环氧树脂。如图 7-65。

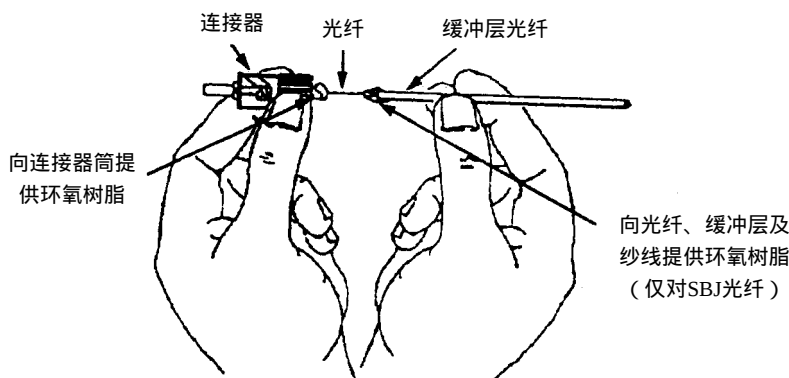


图7-65 插入光纤

4) 同样地，使用注射器的针头对连接器筒的头部（3.2mm）提供一层薄的环氧树脂外衣。

5) 通过连接器的背部插入光纤，轻轻地旋转连接器，仔细地“感觉”光纤与孔（尖后部）的关系。如图7-65所示。

6) 当光纤被插入并通过连接器尖头伸出后，从连接器后部轻轻地往回拉光纤以检查它的运动（该运动用来检查光纤有没有断，是否位于连接器孔的中央），检查后重新把光纤插好。

7) 观察连接器的尖头部分以确保环氧树脂泡沫未被损坏。

对于单模连接器，它只是覆盖了连接器顶部的平滑面。对于多模连接器，它大约覆盖了连接器尖平滑面的一半。如果需要的话，小心地用注射器重建环氧树脂小泡。

8) 将缓冲器光纤的“支撑（引导）”滑动到连接器后部的筒上去，旋转“支撑（引导）”以使提供的环氧树脂在筒上均匀分布，如图 7-66 所示。

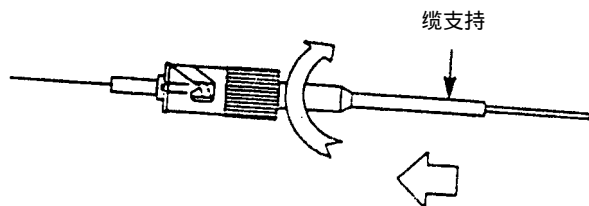


图7-66 组装缆支撑

9) 往扩展器帽的螺纹上注射一滴环氧树脂，将扩展帽滑向缆“支撑（引导）”，并将扩展器帽通过螺纹拧到连接器体中去，确保光纤就位，如图 7-67 所示。

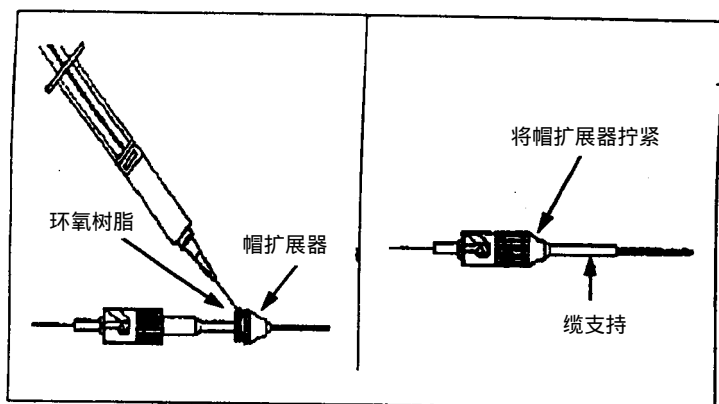


图7-67 加上扩展器帽

10) 往连接器上加保持器，如图 7-68 所示。

将连接器尖端底部定位的小突起与保持器的槽对成一条线（同时将保持器上的突起与连接器内部的前沿槽对准）。将保持器拧锁到连接器上去，压缩连接器的弹簧，直到保持器的突起完全锁进连接器的切下部分。

11) 要特别小心不要弄断从尖伸出的光纤，若保持器与连接器装好后光纤从保持器中伸出，则使用剪子把光纤剪去掩埋掉，否则当将保持器及连接器放入烘烤炉时会把光纤弄断。

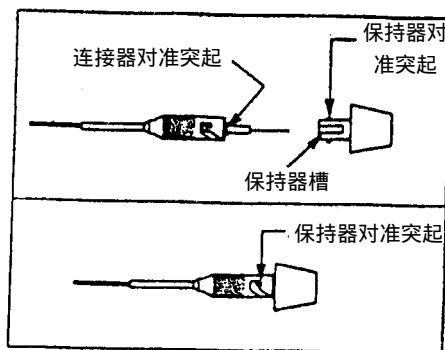


图7-68 将保持器锁定到连接器上去

(8) 烘烤环氧树脂

1) 将烘烤箱放在远离易燃物的地方。把烘烤箱的电源插头插到一组 220V 的交流电源插座上，将 ON/OFF 开关按到 ON 位置，并将烘烤箱加温直到 READY 灯亮（约 5min）。

2) 将“连接器和保持器组件”（切勿将光纤部分）放到烘烤箱的一个端口（孔）中，并用

工具箱中的微型的固定架（不能用手）夹住连接器组件的支撑（引导）部分，如图 7-69所示。

3) 在烘烤箱中烤10min后，拿住连接器的“支撑（引导）”部分（切勿拿光纤）将连接器组件从烘烤箱上撤出，再将其放入保持块的端口（孔）中去进行冷却，如图 7-70所示。

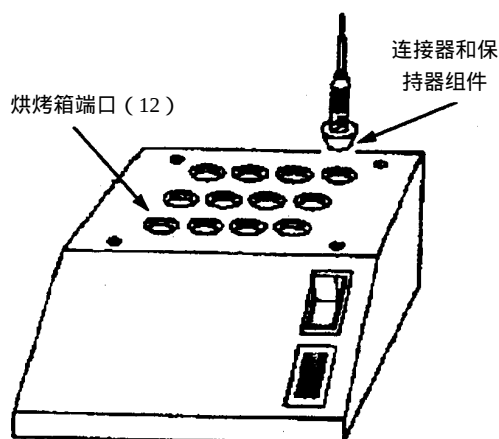


图7-69 将组件放到烘烤箱端口中

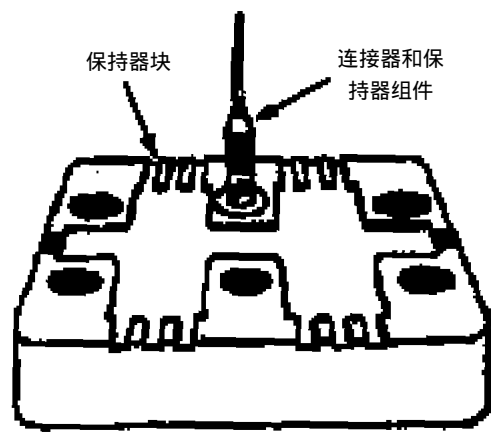


图7-70 冷却连接器组件（在保持块中）

### (9) 切断光纤

1) 确定连接器保持器组件已冷却，从连接器上对保持器解锁，并取下保持器，小心不要弄断光纤。

2) 用切断工具在连接器尖上伸出光纤的一面上刻痕（对着灯光、看清在环氧树脂泡上靠近连接器尖的中位轻轻地来回刻痕）。

3) 刻痕后，用刀口推力将连接器尖外的光纤点去，如果光纤不容易被点断，则重新刻痕并再试。要使光纤末端的端面能成功地磨光，光纤不能在连接器尖头断开（即断到连接器尖头中），切勿通过弯曲光纤来折断它，如果动作干净利索，则会大大提高成功率。如图 7-71所示。

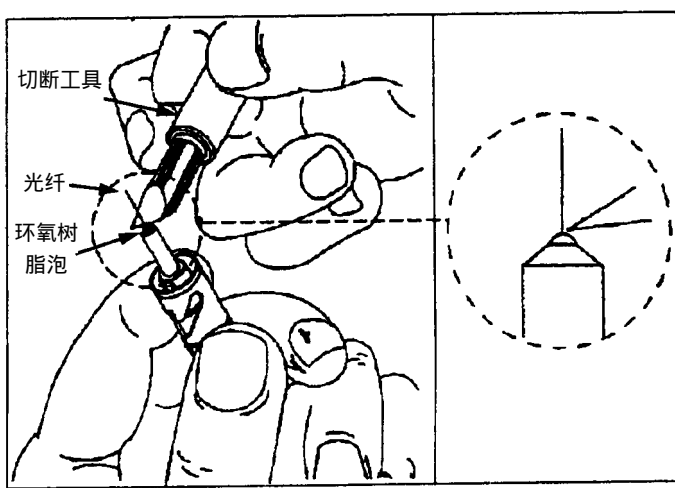


图7-71 刻痕光纤

### (10) 除去连接器尖头上的环氧树脂

检查连接器 看有没有环氧树脂在其外面 尤其不允许环氧树脂留在连接器尖头 有残留

的环氧树脂会妨碍后续的加工步骤，且不能获得低损耗的连接。

1) 如果在连接器的陶瓷尖头上发现有环氧树脂，则可用一个干净的单边剃须刀片除去它，使用轻的力量及一个浅工作角向前移动刀片以除去所有的环氧树指痕迹，切勿刻和抓连接器的尖头。

2) 如果有的是塑料尖头的连接，若塑料尖头上有环氧树脂，也可用单边的剃须刀片除去它，但尖头容易损坏。

### (11) 磨光

应注意，对多模光纤只能用在 D102938或D182038中提供的磨光纸，一粒灰尘就能阻碍光纤末端的磨光。

1) 准备工作：清洁所有用来进行磨光工作的物品。

- 用一块沾有酒精的纸/布将工具表面擦净。
- 用一块沾有酒精的纸/布将磨光盘表面擦净。
- 用罐气吹去任何残存的灰尘。
- 用罐气将磨光纸两面吹干净。
- 用罐气连接器表面和尖头以使其清洁。
- 用沾有酒精的棉花将磨光工具的内部擦拭干净。

2) 初始磨光：在初始磨光阶段，先将磨光砂纸放手掌心中，对光纤头轻轻地磨几下。不要对连接器尖头进行过分磨光，通过对连接器端面的初始检查后，初始磨光就完成。

- 将一张type A磨光纸放在磨光盘的1/4位置上。
- 轻轻地将连接器尖头插到400B磨光工具中去，将工具放在磨光纸上，特别小心不要粉碎了光纤末端。
- 开始时需要用非常轻的压力进行磨光，用大约80mm高的8字形来进行磨光运动。

当继续磨光时，逐步增加压力，磨光的时间根据环氧树脂泡的大小而不同，但平均是移动20个8字形，如图7-72所示。

不磨时要将磨光工具拿开，并用罐气吹工具和纸上的砂粒。

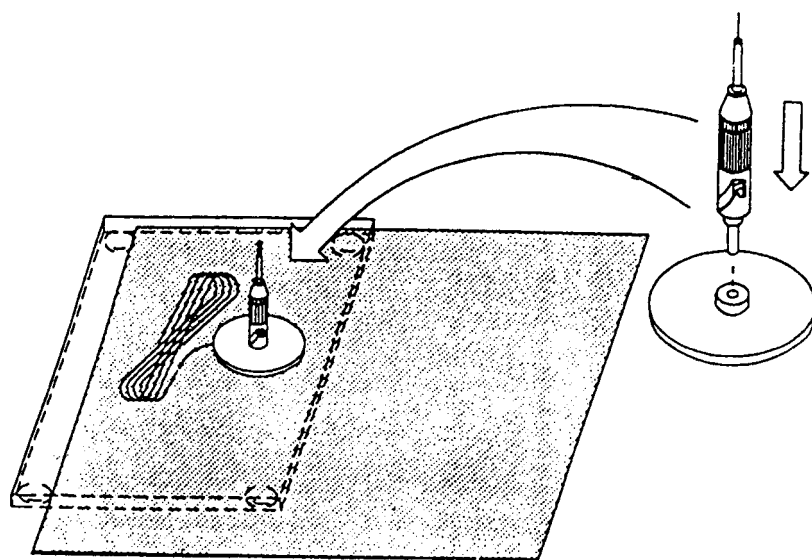


图7-72 用8字形运动进行初始磨光

### 3) 初始检查。

在进行检查前，必须确定光纤上有没有接上光源，为了避免损坏眼睛，永远不要使用光学仪器去观看有激光或LED光的光纤。

- 从磨光工具上拿下连接器，用一块沾有酒精的纸/布清洁连接器尖头及磨光工具。
- 用一个7倍眼睛放大镜检查对连接器尖头上不滑区的磨光情况。如果有薄的环氧树脂层，则连接器尖头的表面就不能被彻底地磨光，在初始磨光阶段，如果磨过头了，则可能产生一个高损耗的连接器。
- 对于陶瓷尖头的连接器，初始磨光的完成标志是：在连接器尖头的中心部分保留有一个薄的环氧树脂层，且连接器尖头平滑区上有一个陶瓷的外环暴露出来，将能看到一个发亮的晕环绕在环氧树脂层的周围。
- 对于塑料尖头的连接器，初始磨光的完成标志是：直到磨光的痕迹刚刚从纸上消失为止，并在其尖头上保留一层薄的环氧树脂层。
- 如果磨光还没有满足条件，继续按8字形磨光，要频繁地用眼睛放大镜来检查连接器尖头的初始磨光标志，如图7-73所示。
- 当初始磨光满足条件后，从磨光工具上取下连接器，并用沾有酒精的纸/布清洗磨光工具和连接器，再用罐气对连接器吹气。

### 4) 最终磨光（先要用酒精和罐气对工具和纸进行清洁工作）。

- 将type C磨光纸的1/4（有光泽的面向下）放在玻璃板上。
- 开始用轻的压力，然后逐步增加压力，以约100mm高的8字形运动进行磨光。
- 磨光多模陶瓷尖头的连接器直到所有的环氧树脂被除掉。
- 磨光多模塑料尖头的连接器直到尖头的表面与磨光工具的表面平齐。

### 5) 最终检查。

- 从磨光工具上取下连接器，用一块沾有酒精的纸/布清洗连接器尖头、被磨光的末端及连接器头。
- 将连接器钮锁到显微镜的底部。
- 打开（分开）显微镜的镜头管（接通电源）以照亮连接器的尖头，并用边轮去聚集，用高密的光回照光纤的相反的一端，如果可能，照亮核心区域以便更容易发现缺陷，如图7-74所示。

- 一个可接收或可采用的光纤ST头末端是在核心区域中没有“裂开的口”、“空隙”或“深的抓痕”，或在包层中的深的缺口，如图7-75所示。

- 如果磨的光纤末端是可采用的，于是连接器就可使用了，如果不是立即使用此连接器，

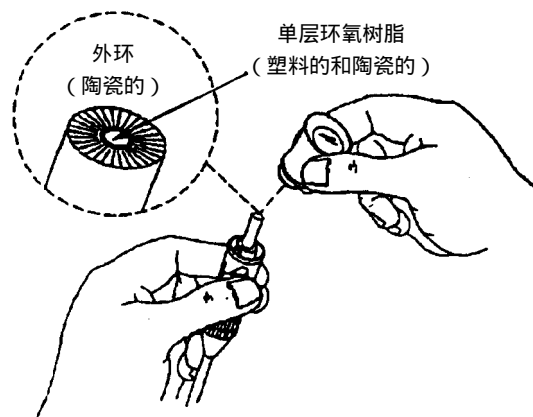


图7-73 检查连接器尖头

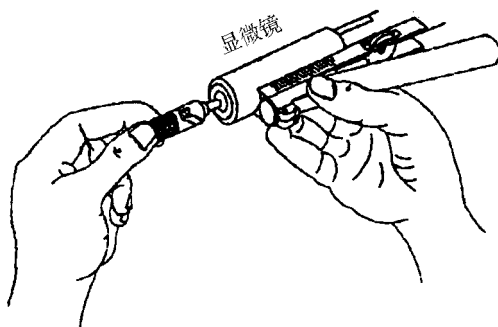


图7-74 将连接器插入显微镜

则可用保护帽把末端罩起来。

- 如果光纤 ST 头末端不能被磨光达到可采用的条件，则需要重新端接它。

## (12) 光纤的安装

Siemon 公司对光纤的安装（使用粘接剂）

有如下叙述：

1) 用注射器吸入少量粘接剂。

2) 将几滴粘接剂滴在一块软亚麻布上，在滴有粘接剂的地方擦拭并摩擦连接器的下端，这一步操作可以保证不发生氧化。

3) 将装有粘接剂的注射器金属针头插入连接器的空腔内，直至针头完全插入到位，将粘接剂注入直接连接器的腔内，直至有一小滴从连接器下端溢出。

4) 将暴露的光纤插入连接器腔内，直到光纤从内套的底端到达连接器（在进行下面的 5）、6) 节操作时要拿好光纤）。

当光纤插入时，用手指来回转动连接器，这有助于光纤进入连接器的洞内。对于带有护套的光纤，光纤应插入到使它的尼龙丝完全展开，并在连接器底部形成一圈。

5) 对穿入连接器的光纤用粘接剂粘接（连接器底部滴上一、二滴粘接剂）。

6) 握住光缆，用一块干燥的软布擦掉光纤周围多余的粘接剂。

等粘接剂干燥后，再进入下一步操作。

7) 用光纤刻刀，在光纤底部轻轻划一道刻痕，刻划时不要用过大的压力，以防光纤受损。

8) 将伸出连接器的多余光纤去掉，拔掉时用力方向要沿着光纤的方向，不要扭动，并把多余的光纤放在一个安全的地方。

9) 将护套光纤围在连接器下端，并用金属套套上，然后用钳子夹一下金属套。

10) 为了保证护套完全装好，对护套光纤，还要再一次夹一下金属套，在金属套的下部（大约 4mm），用钳子再夹一下金属套。

11) 对于护套光纤，将护套上移，套在连接器上。

12) 对于缓冲光纤将护套上移，套在连接器上。

磨光等操作类似于前述。

## 4. 光纤连接器的互联

光纤连接器的互联比较简单，下面以 ST 连接器为例，说明其互联方法。

### (1) 什么是连接器的互联

1) 对于互联模块，要进行互联的两条半固定的光纤通过其上的连接器与此模块嵌板上的耦合器互联起来。做法是将两条半固定光纤上的连接器从嵌板的两边插入其耦合器中。

2) 对于交叉连接模块，一条半固定光纤上的连接器插入嵌板上的耦合器插入要交叉连接的耦合器的一端，该耦合器的另一端中插入要交叉连接的另一条半固定光纤的连接器。

交叉连接就是在两条半固定的光纤之间使用跳线作为中间链路，使管理员易于对线路进行重布线。

### (2) ST 连接器互联的步骤

1) 清洁 ST 连接器。

可采纳的

没有裂开的口，  
空隙或深的抓痕

不可采纳的

通过光纤芯的抓痕

通过光纤芯的  
空隙或裂口

图7-75 可采用/不可采用的磨光

拿下ST连接器头上的黑色保护帽，用沾有酒精的医用棉花轻轻擦拭连接器头。

## 2) 清洁耦合器。

摘下耦合器两端的红色保护帽，用沾有酒精杆状清洁器穿过耦合孔擦拭耦合器内部以除去其中的碎片，如图7-76所示。

3) 使用罐装气，吹去耦合器内部的灰尘，如图7-77所示。

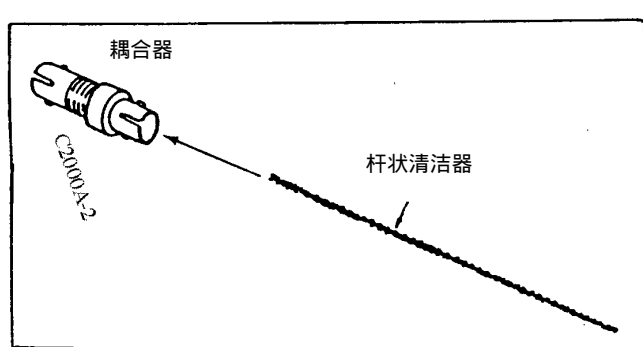


图7-76 用杆状清洁器除去碎片

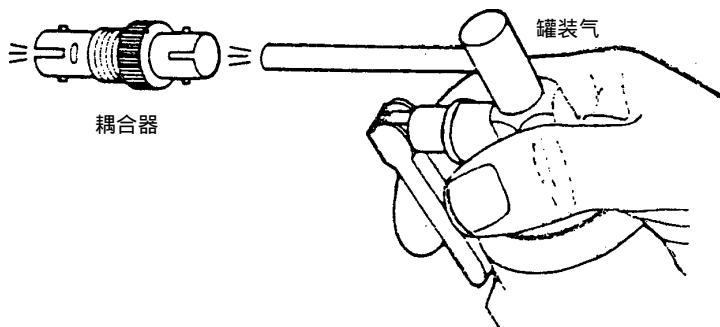


图7-77 用罐装气吹除耦合器中的灰尘

## 4) 将ST连接器插到一个耦合器中。

将连接器的头插入耦合器一端，耦合器上的突起对准连接器槽口，插入后扭转连接器以使锁定，如经测试发现光能量损耗较高，则需摘下连接器并用罐装气重新净化耦合器，然后再插入ST连接器。在耦合器端插入ST连接器，要确保两个连接器的端面与耦合器中的端面接触上，如图7-78所示。

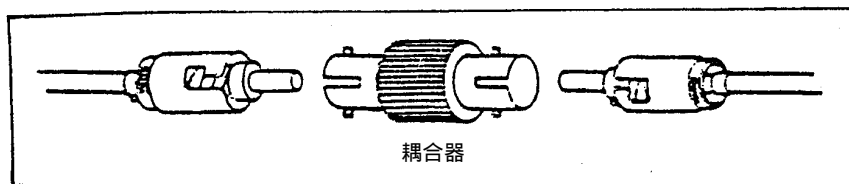


图7-78 将ST连接器插入耦合器

注意：每次重新安装时要用罐装气吹去耦合器的灰尘，并用沾有酒精的棉花擦净ST连接器。

## 5) 重复以上步骤，直到所有的ST连接器都插入耦合器为止。

应注意，若一次来不及装上所有的ST连接器，则连接器头上要盖上黑色保护帽，而耦合器空白端或一端（有一端已插上连接器头的情况）要盖上保护帽。

## 2. 压接式光纤接头技术

压接式光纤接头技术是安普公司的专利压接技术，它使光纤端口与安装过程变得快速、整洁和简单，而有别于传统的繁锁过程。被称为 Light Crimp Plus接头的特性为：

- 最简单，最快的光纤端口；
- 易于安装；

- 快速连接；
- 不需要打磨，只需剥皮，切断，压接；
- 出厂时即进行了高质打磨；
- 不需要打磨纸；
- 高性能；
- 无源；
- 不需要热固式加工或紫外处理；
- 多模SC，ST接头；
- 无损健康，无环境污染；
- 直接端接，不要工作站；
- 低人工成本；
- 与TIA/EIA，IEC，CECC及EN标准兼容；
- 提供工具升级。

需要的环境为预先打磨的光纤

因为AMP Light Crimp Plus连接头是在工厂打磨好的，因此，你所要做的就是：剥开线缆，切断光纤，压好接头。在节省时间的同时，您还获得了高质量的产品。

Light Crimp Plus接头提供始终如一的压接性能，而且与热固式接头具有相同的性能，并能适应较宽的温度范围。

Light Crimp Plus满足相应的TIA/EIA，IEC，CECC及EN的要求，适用于-10 到+60 环境温度。

用于Light Crimp Plus的工具也可以用于Light Crimp Plus接头。对使用Light Crimp 和预先打磨接头的用户，安普提供工具升级，从而使Light Crimp Plus端接更简单，及更具成本效益。

表7-9是由AMP Light Crimp Plus接头连于62.5/125μm 光纤测试所得的性能特征。

表7-9 Light Crimp Plus接头特性

| 包头类型 | 典型节点损耗dB | 温度范围     |
|------|----------|----------|
| 陶瓷   | 0.3      | -10 ~ 60 |

能够压接的Light Crimp Plus接头产品名称如表 7-10所示。

表7-10 Light Crimp Plus接头

| 产品名称                              | 产品编号      |
|-----------------------------------|-----------|
| ST型多模接头，陶瓷套圈<br>适于 62.5/125μm 光纤  | 492642-1  |
| ST型多模接头，陶瓷套圈<br>适于50/125μm 光纤     | 1278082-1 |
| 单口SC型多模接头，陶瓷套圈<br>适于62.5/125μm 光纤 | 492643-1  |
| 单口SC型多模接头，陶瓷套圈<br>适于50/125μm 光纤   | 1278079-1 |
| 双口SC型多模接头，陶瓷套圈<br>适于62.5/125μm 光纤 | 1278009-1 |
| 双口SC型多模接头，陶瓷套圈<br>适于50/125μm 光纤   | 1278080-1 |

Light Crimp Plus压接工具箱如表 7-11所示。

表7-11 Light Crimp Plus压接工具箱

| 产品名称                                                    | 产品编号      |
|---------------------------------------------------------|-----------|
| ST型压接套装<br>包括压接工具，ST模具，3件剥线工具，剪刀，线缆托架，切断刀               | 492697-1  |
| SC型压接套装<br>包括压接工具，ST模具，3个剥线工具，剪刀，线缆托架，切断刀               | 1278022-1 |
| 普通ST及SC型号压接套装<br>包括压接工具，ST及SC模具，3个剥线工具，剪刀，ST及SC线缆托架及切断刀 | 1278118-1 |

对于使用Light Crimp接头或其他厂商的预先打磨接头用户，AMP助您升级到Light Crimp Plus，省却重新投资的使用。详见表 7-12、表 7-13。

表7-12 Light Crimp Plus 升级套装（适用于Light Crimp用户）产品名称

| 产品名称                      | 产品编号      |
|---------------------------|-----------|
| ST升级套装                    |           |
| Light Crimp Plus 工具模块套件   | 492622-1  |
| 切断刀                       | 492674-1  |
| SC线缆托架/切线长度引导             | 492703-1  |
| SC升级套装                    |           |
| Light Crimp Plus SC工具模块套件 | 492783-1  |
| 切断刀                       | 492674-1  |
| SC线缆托架/切线长度引导             | 1278023-1 |

表7-13 Light Crimp Plus 升级套装（适用于使用其他厂商的预打磨接头的用户）产品名称

| 产品名称          | 产品编号      |
|---------------|-----------|
| ST升级套装        |           |
| 压接工具和ST工具模块套件 | 492623-1  |
| ST线缆托架/切线长度引导 | 492703-1  |
| SC升级套装        |           |
| 压接工具和SC工具模块套件 | 492782-1  |
| SC线缆托架/切线长度引导 | 1278023-1 |

安普公司的压接光纤头技术，正在受到用户的重视，能否成气候还需要市场来回答这个问题。

## 7.6 光纤连接安装技术

### 7.6.1 光纤布线的文件——线路管理件

光纤布线元件中的线路管理件主要包括：

- 1) 交连硬件；
- 2) 光纤交连场；
- 3) 光纤交连部件管理/标记；
- 4) 推荐的跨接线长度；

- 5) 光纤互联场；
  - 6) 其他机柜附件。
- 现分别叙述如下。

1. 交连硬件

光纤互联装置（LIU）硬件是SYSTIMAX PDS中的标准光纤交连设备，该设备除支持连接器，还直接支持束状光缆和跨接线光缆设计。

LIU硬件包括以下部件：

- 1) 100A光纤互联装置（LIU）：可完成12个光纤端接。该装置宽为190.5mm(7.5in),长为222.2mm(8.75in)，深为76.2mm(3.0in)。
- 2) 10A光纤连接器面板：可安装6个ST耦合器。该面板安装在100A LIU上开挖的窗口上。
- 3) 200A光纤互联装置：可完成24个光纤端接。该装置宽为190.5mm(7.5in)，长为222.2mm(8.75in)，深为100mm(4in)。
- 4) 400A光纤互联装置：可容纳48根光纤或24个绞接和24个端接。该装置利用ST连接器面板来提供STII连接器所需的端接能力。其门锁增加了安全性。该装置高280mm（11in），宽430mm(17in)，深150mm（6in）。

为了便于使用，将交连硬件归纳于表7-14。

表7-14 LIU硬件表

| 光纤互联<br>部件类型 | 连接器       |     | 连接器        |      | 交连           |             | 物理尺寸      |           |           |
|--------------|-----------|-----|------------|------|--------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
|              | 面板        | 数量  | 类型         | 数量   | 每面板垂填<br>过线槽 | 每面水平<br>过线槽 | 宽(cm(in)) | 高(cm(in)) | 深(cm(in)) |
| 100A         | 10A       | (2) | STII       | (6)  | 1A4或1A8      | 1A6或1A8     | 19.05     | 22.22     | 7.6       |
|              | 10SC1     | (2) | SG(SGL)    | (6)  | 1A4或1A8      | 1A6或1A8     | (7.5)     | (8.75)    | (3.0)     |
|              | 10SC2     | (2) | SC(Duplex) | (3)  | 1A4或1A8      | 1A6或1A8     |           |           |           |
|              | ESCON     | (2) | ESCON      | (3)  | A4F          | A6F         |           |           |           |
|              | FDDI      | (2) | FDDI       | (3)  | A4F          | A6F         |           |           |           |
| 200A         | 10A       | (4) | STII       | (12) | 2A4或2A8      | 2A6         | 19.05     | 22.22     | 4.0       |
|              | 10SC1     | (4) | SG(SGL)    | (12) | 2A4或2A8      | 2A6         | (7.5)     | (8.75)    | (10)      |
|              | 10SC2     | (4) | SC(Duplex) | (6)  | 2A4或2A8      | 2A6         |           |           |           |
|              | ESCON     | (4) | ESCON      | (6)  | A4F          | A6F         |           |           |           |
|              | FDDI      | (4) | FDDI       | (6)  | A4F          | A6F         |           |           |           |
| 200B         | 1000ST    | (4) | STII       | (12) |              | 43.18       | 32        | 13.34     |           |
|              | 1000SC    | (4) | SC         | (12) |              | (17)        | (12.6)    | (5.25)    |           |
|              | 2000ESCON | (4) | ESCON      | (6)  |              |             |           |           |           |
|              | 2000FDDI  | (4) | FDDI       | (6)  |              |             |           |           |           |
| 400A         | 1000ST    | (8) | STII       | (48) |              | 28          | 43        | 15        |           |
|              | 1000SC    | (8) | SC         | (48) |              | (11)        | (17)      | (6)       |           |
|              | 2000ESCON | (8) | ESCON      | (24) |              |             |           |           |           |
|              | 2000FDDI  | (8) | FDDI       | (24) |              |             |           |           |           |

100A LIU 光纤互联装置如图 7-79所示。

2. 光纤交连场

光纤交连场可以使每一根输入的光纤通过两端均有套箍的跨接线光缆连接到输出光纤，光纤交连由若干个模块组成，每个模块端接12根光纤。

图7-80所示的光纤交连场模块包括一个100A LIU、两个10A连接器面板和一个1A2跨接线

过线槽（如果光纤交连模块不止1列，则还需配备1A6捷径过线槽）。

一个光纤交连场可以将 6 个模块堆积在一起（从地板算起的 LIU 顶部的最大高度为 127.2mm（68in））。如果需要附加端接，则要用1A6捷径过线槽将各列LIU互联在一起。

一个光纤交连场最多可扩充到12列，每列6个100A LIU。每列可端接72根光纤，因而是一个全配置的交连场可容纳864根光纤，占用的墙面符号为3.51m × 1.42m（11.6ft × 4.8ft）。

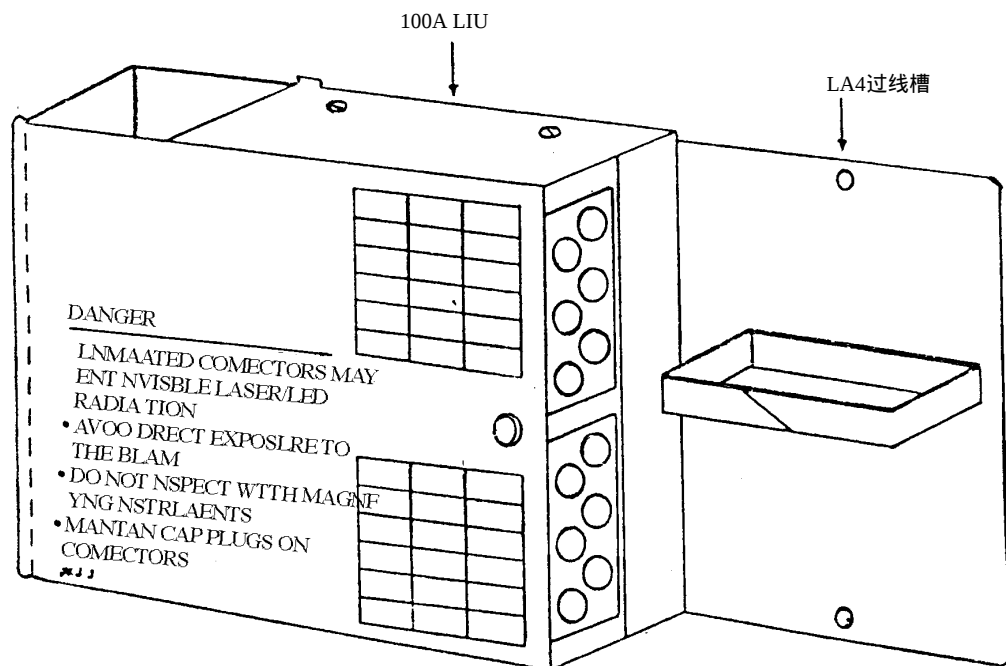


图7-79 100A LIU光纤互联装置

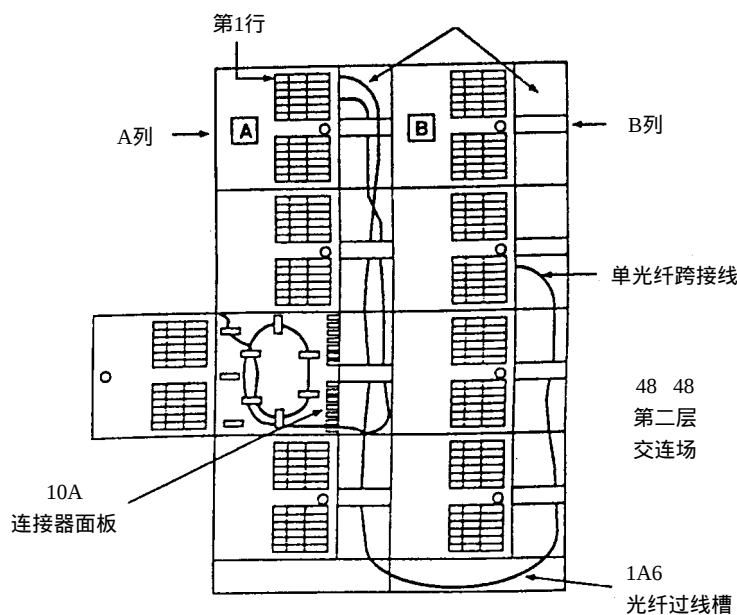


图7-80 光纤交连场模块

与光纤互联方法相比，光纤交连方法较为灵活，但它的连接器损耗会增加一倍。

1A4光纤的过线槽（跨接线过线槽）和 1A6光纤过线槽（捷径过线槽）均用于建立光纤交连场，其主要功能是保持光纤跨接线。

1A4跨接线过线槽（垂直过线槽）宽 101.6mm,高 222.2mm(宽4in,高8.75in)，如图7-81所示。

1A6捷径过线槽（水平过线槽）宽 292.1mm,高101.6mm（宽 11.5in,高4in），如图7-82所示。

1A8是垂直铝制过线槽，配有可拆卸盖板以加强对光纤跨接线的机械保护。该面板的深度与 100A面板相同，不同于 200A面板。

在光纤交连的 100A或200A中，还有一个成品扇出件。

扇出件专门与 100或200A品 OIU/OCU 配用，使带阵列连接器的光缆容易在端面面板处变换成 12根单独的光纤。

标准扇出件是一个带阵列连接器的带状光缆，它的另一端分成 12根带连接器的光纤。每根光纤都有特别结实的缓冲层，以便在操作时得到更好的保护。标准扇出件的长度为 1828.8mm（72in），其中 1219.2mm（48in）是带状光缆，609.6mm（24in）为彼此分开的单独光纤。

所有 AT&T 光纤和连接器类型均有相应的扇出件，如图 7-83 所示。

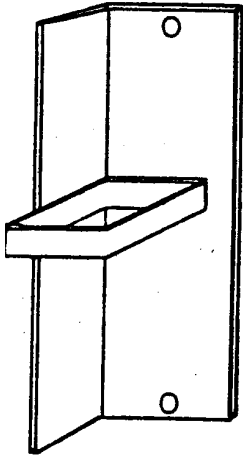


图7-81 1A4光纤过线槽

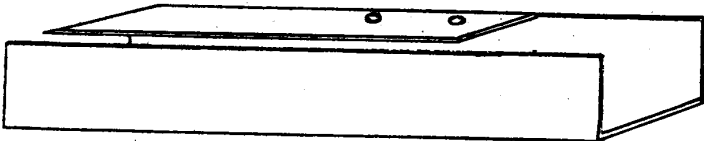


图7-82 1A6光纤过线槽

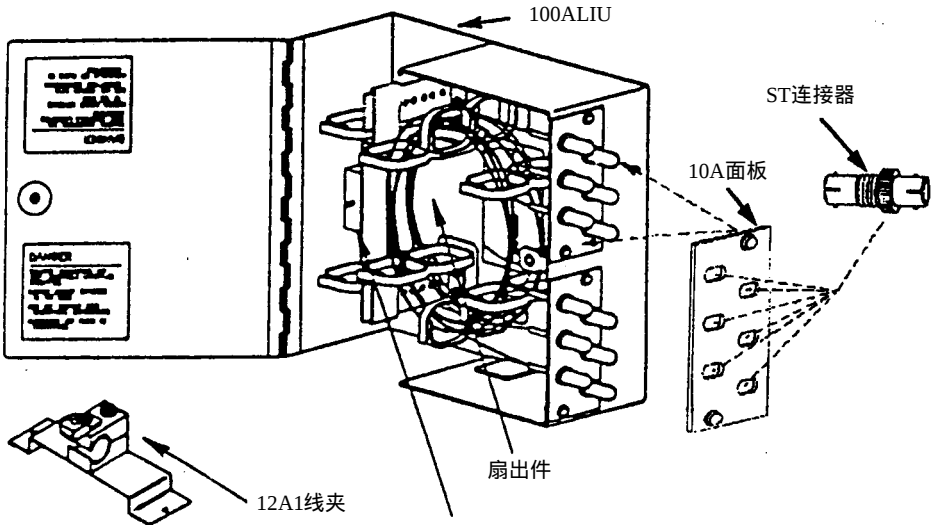


图7-83 扇出件所在的位置

3. 光纤交连部件管理/标记

光纤端接场按功能管理，它的标记分为两级，即 Level 1 和 Level 2。

Level 1 互联场允许一个直接的金属箍把一根输入光纤与另一根输出光纤连接。这是一种典型的点到点的光纤连接，通常用于简单的发送器到接收器之间的连接。

Level 2 交连场允许每一条输入光纤通过单光纤跨接线连接到输出光纤。

4. 推荐的跨接线长度

AT&T 公司对跨接线有要求，表 7-6 给出用于光纤交连模块跨接线的 1860A 单光纤 ( 62.5/125μm ) 互联光缆的推荐长度。

表7-15 推荐的跨接线长度

| 交连模块数 | 交连列数 | 1860A 光缆长度(mm(in)) |
|-------|------|--------------------|
| 1     | 1    | 600 ( 2 )          |
| 2     | 1    | 1200 ( 4 )         |
| 4     | 1    | 1200 ( 4 )         |
| 6     | 1    | 1200 ( 4 )         |
| 8     | 2    | 1200 ( 8 )         |
| 12    | 2    | 3000 ( 10 )        |
| 12    | 3    | 3000 ( 10 )        |
| 16    | 4    | 450 ( 15 )         |
| 18    | 3    | 4500 ( 15 )        |
| 24    | 4    | 6000 ( 20 )        |
| 30    | 5    | 7500 ( 25 )        |
| 36    | 6    | 9000 ( 30 )        |

这种长度的光缆有预先接好 STII 连接器的，也有在现场安装连接器的。

5. 光纤互联场

光纤互联场使得每根输入光纤可以通过套箍直接连至输出光纤上。光纤互联场包括若干个模块，每个模块允许 12 根输入光纤与 12 根输出光纤连接起来。

如图 7-84 所示，一个光纤互联模块包括两个 100A LIU 和两个 10A 连接器面板。

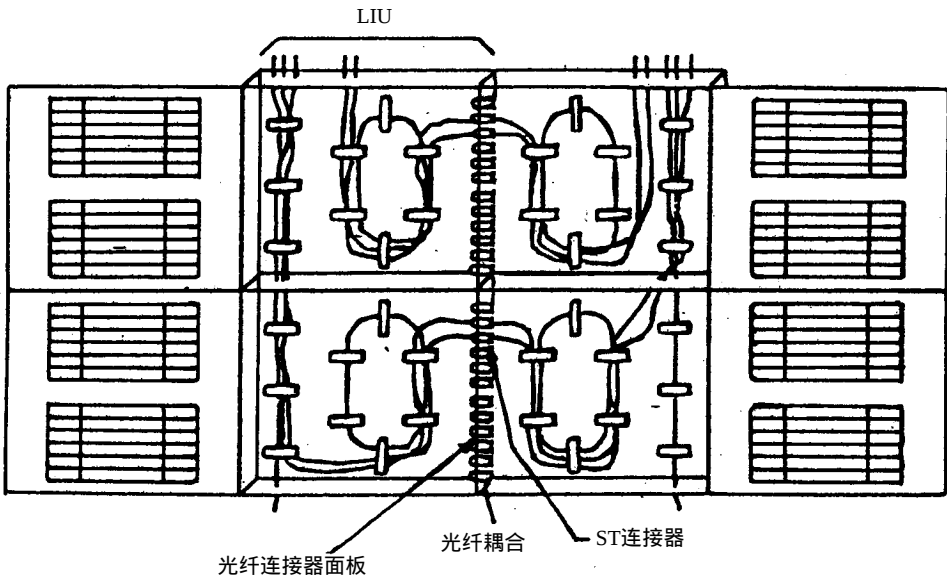
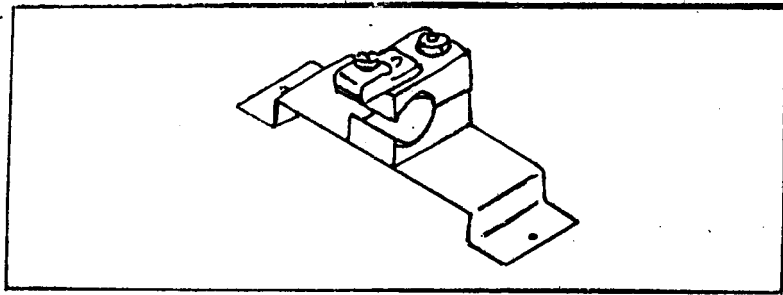


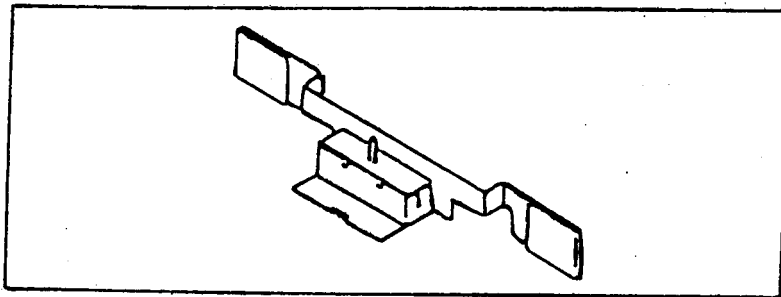
图7-84 光纤互联模块

## 6. 其他机柜附件

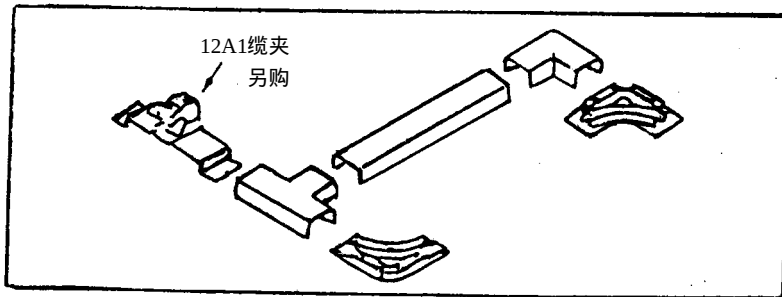
在光纤安装过程中，机柜部件如见图7-85所示。



a) 12A1缆夹



b) 1A1固定器



c) 1A1适配器

图7-85 缆夹、固定器和适配器

### (1) 12A1缆夹

12A1缆夹是为了保证安全，把出厂时已端接的带状光缆连至一系列 100A LIU上方的底板处接地。安装架、塑料夹和接地连接器均预先装配好。12A2缆夹类似于12A1，但不含接合与接地材料。

### (2) 1A1 固定器

1A1固定器提供了在10A LIU内部安装扇出件所需的空間。它包括两个阵列连接器处套和一个扇出件安装螺丝。

### (3) 1A1适配器

1A1 适配器引导和保护光纤从缆夹延伸到相邻的两列 100A LIU。1A1适配器包括一个管道、一个T形接头、一个90°弯头、两个导片和安装螺丝。

## 7.6.2 LCGX光纤交叉连接系统

LCGX光纤交叉连接系统由LCGX光纤交叉接线架及有关的设备组成，用于连接各控制点。LCGX光纤交叉接线架的特点如下：

- 1) 提供编制方式和统一方式的交叉接线架；
- 2) 可提供20条光缆的端子和接地点；
- 3) 设计紧凑（57.5cm壁挂式），节省墙壁的有效面积；
- 4) 产品按框架进行模块化设计，用户可根据需要以框架进行扩充；
- 5) 大容量——576条/每个接线板；11520线/每组排列接线板；
- 6) 可以适应各种各样的连接器和接头；
- 7) 连接器周围有足够的空间便于接线操作。

OSP光缆与LGBC光缆接线方法如下：

在建筑物缆线入口区安装一个光缆进行设备（LCEF）箱，在此箱内完成OSP光缆与LGBC光缆的接续，然后将LGBC光缆连到设备间的LCGX接线框架，再敷设到整个大楼中去，以满足防火雷击的规定。如图7-86所示。

光纤交叉连接框架利用大小不同的凸缘网络架来组成框架结构。光纤交叉连接架它装了靠螺栓固定的夹子，以便引导和保护光缆，各种模块化的搁板可以容纳所有的光缆、连接器和接合装置，同时也用做接合和端接。装上了模块化搁板的光纤交叉连接框架可以成排装在一起，或者逐步增加而连成一排。

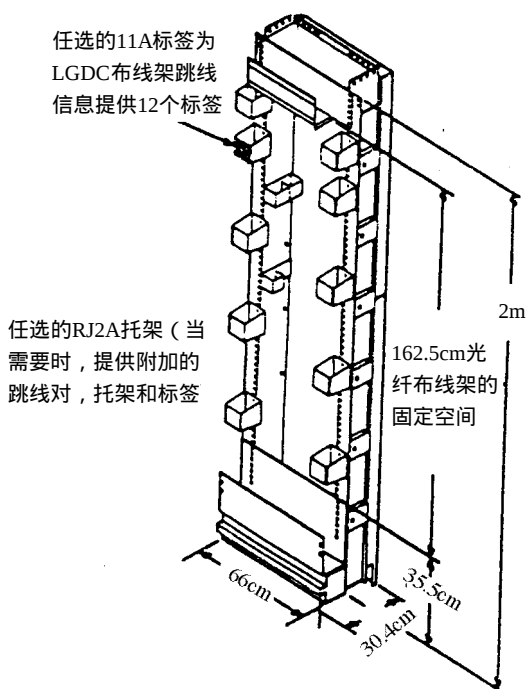


图7-86 光纤交叉连接框架

## 7.6.3 光纤连接架

光纤端接架（盒）是光纤线路的端接和交连的地方。它的模块化设计允许灵活地把一个线路直接连到一个设备线路或利用短的互联光缆把两条线路交连起来。可用于光缆端接，带状光缆、单根光纤的接合以及存放光纤的跨接线。它还很容易满足于“只接合”和“捷径过线”的需求。

所有的光纤架均可安装在19in或23in的标准框架上，也可直接挂在设备间或配线间的墙壁上。设计时，可根据功能和容量选择连接器。

### 1. 光纤端接架

AT&T光纤端接架的型号编码方法如表7-16所示。

LGBC光缆或OSP光缆均可直接连到此类架子上去。OSP光缆最多连4根（每个侧面两根），该架还能存放光纤的松弛部分，并保持3.8cm的最小弯曲半径。架子上可安装标准的（支持6组件）嵌板12个，故可提供72根光纤的端接容量。在正面（前面）通道中呆装上塑料保持环（一行）以引导光纤跳线，减少跳线的张力强度，在正面的前面板处提供有格式化标签的纸用来记录光纤端接位置。这些架子还可用于光纤的接续，参看图7-87。

表7-16 光纤端口接架编写方法

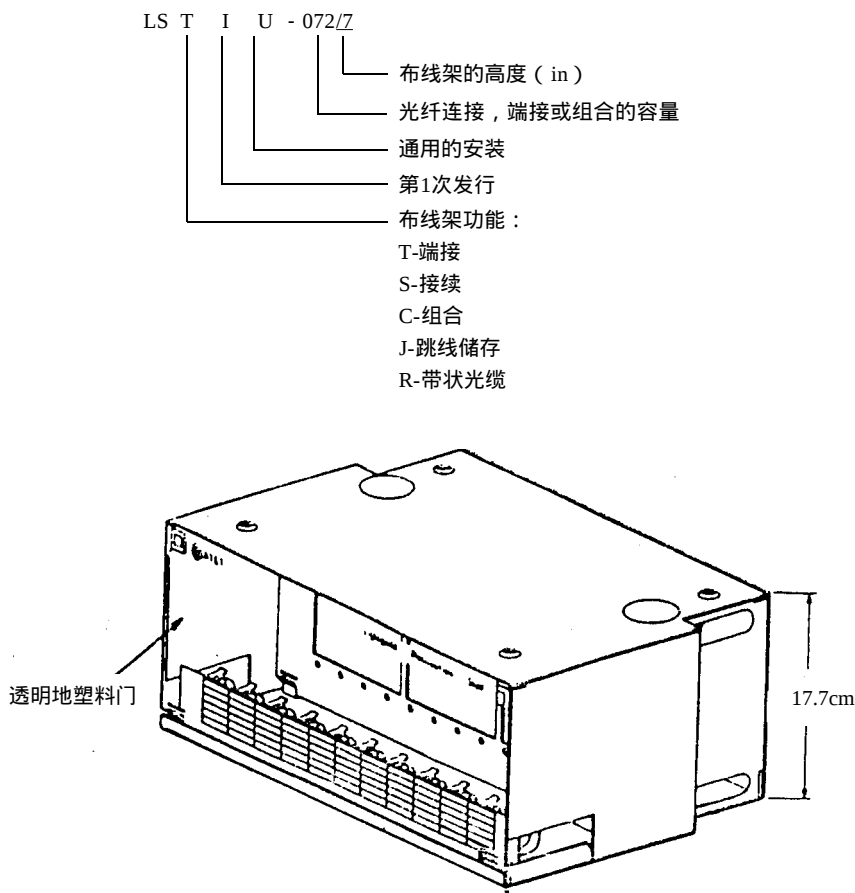


图7-87 LST1U-072/7光纤端接架

## 2. 光纤组合柜

光纤组合柜采用支架安装, 拉出式抽盘设计, 可作为多至 24条ST、24条SC或12双工式SC接头终端。当用做拼接盘时, 其多功能设计可容纳多至 24个拼接、32个独立融合拼接、或12个大量融合拼接。组合柜本身含有一个滑动式抽盘, 其中包含两个 76mm的储存轴及两个防水电缆扣锁开口, 它可以保证足够的光纤弯曲半径。用户亦可自行加上拼接组织器件, 光纤组合柜亦有两个纤维制造的、可自动上锁的滑架, 可把组合柜从架框上拉开, 方便存取; 组合柜本身则以两个钢制的托架装在支架上。

## 7.6.4 光纤交连场的设计

### 1. 单列交连场

安装1列交连场, 可把第一个LIU放在规定空间的左上角。其他的扩充模块放在第一个模块的下方, 直到1列交连场总共有6个模块。在这1列的最后一个模块下方应增加一个 1A6光纤过线槽。如果需要增加列数, 每个新增加列都应先增加一个 1A6过线槽, 并与第1列下方已有的过线槽对齐。

### 2. 多列交连场

安装的交连场不止一列，应把第 1 个 LIU 放在规定空间的最下方，而且先给每 12 行配上一个 1A6 光纤过线槽。把它放在最下方 LIU 的底部至少应比楼板高出 30.5mm。6 列 216 根光纤交连场的扩展次序如图 7-88 所示。

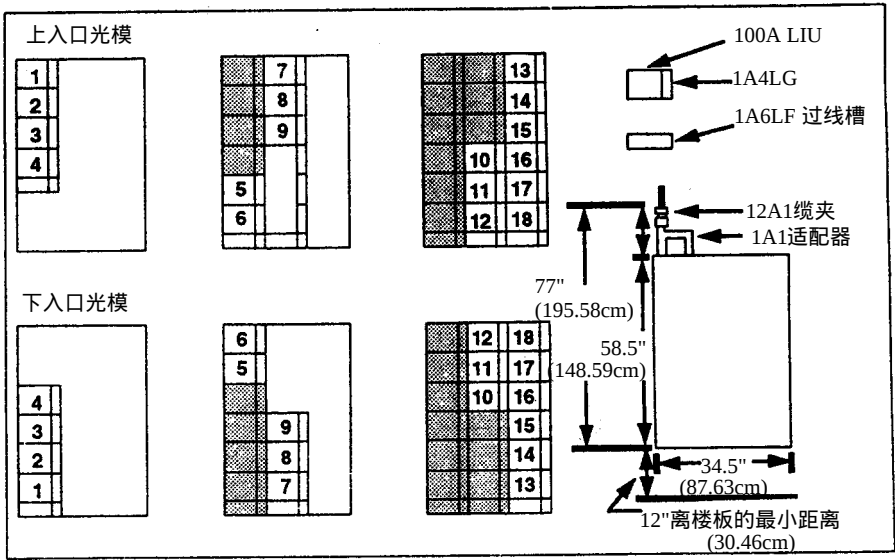


图7-88 光纤交连场的扩展次序

在安装时，同一水平面上的所有模块应当对齐，避免出现偏差。

7.6.5 光纤连接管理

按照光纤端接功能进行管理，可将管理分成两级，即分别标为第 1 级和第 2 级。

第 1 级互联场允许利用金属箍，把一根输入光纤直接连到一根输出光纤；这是典型的点对点的光纤链路，通常用做简单的发送端到接收端的连接。

第 2 级交连场允许每根输入光纤可通过一根光纤跨接线连到一根输出光纤。

交连场的每根光纤上都有两种标记：一种是综合布线系统标记，它标明该光纤所连接的具体终端设备；另一种是综合布线系统标记，它标明该光纤的识别码，如图 7-89 所示。

每根光纤标记应包括以下两大类信息：

- 1) 光纤远端的位置
- 设备位置；
- 交连场；
- 墙或楼层连接器。

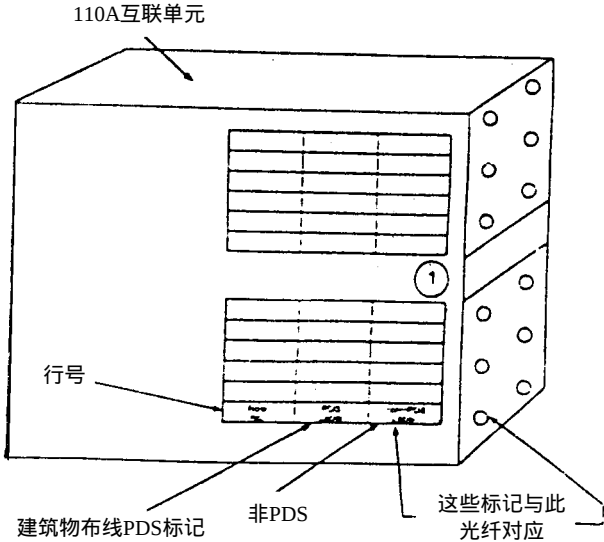


图7-89 交连场光纤管理标记

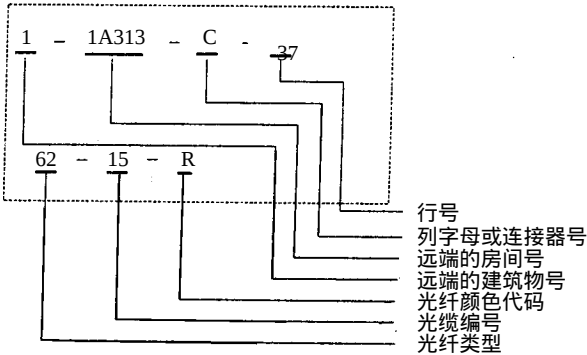
如果光纤出现在交连场，这部分的信息应包括：

2) 光纤本身的说明

- 光纤类型；
- 该光纤所在的光缆的区间号；
- 离此连接点最近处的光纤颜色。

每根光纤标记编制方式，如表 7-17 所示。

表7-17 光纤标记编制方式



除了各个光纤标记提供的信息外，每条光缆上还有标记以提供如下信息：

- 1) 远端的位置；
- 2) 该光缆的特殊信息。

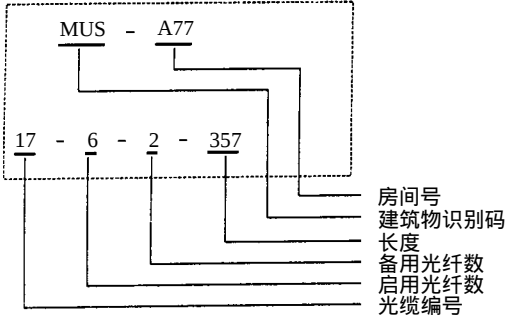
光缆的特殊信息包括光缆编号、使用的光纤数、备用的光纤数以及长度。

第1行表示此光缆的远端在音乐厅 A77 房间。

第2行表示启用光纤数为 6 根，备用光纤数为 2 根，光缆长度为 357m。

每条光缆标记方式，如表 7-18 所示。

表7-18 光缆标记方式



## 7.7 数据点与语音点互换技术

综合布线系统要求新建的信息点同时带上一个电话语音点，其模型如图 7-90 所示。

现对图 7-90 作一简述：

管理间：管理间有一机柜，机柜内分为 3 部分。

1) HUB 区：放置 HUB：

图还未给

2) 数据点区：数据点区有一配线面板（12口、24口、48口等）。该管理间所管理的所有用户的均连接到此处。

3) 语音点区：语音点区有一个 S110 配线面板，该配线区分 2 部分，一部分是来自语音用户的双绞线缆。另一部分是 25 对大对数线，经语音点与 25 对大对数线跳线后，25 对大对数线的另一端交付电话班使用。

用户点：用户点安装二个信息模块，一个是数据点，一个是语音点。

中间线路：用户点与管理间的连线，目前已要求采用同一类型的双绞线缆，便于将来数据与语音互换使用。

其中 S110 配线面板上的每一条双绞线缆的 4 对线均压接在 S110 上，但向 25 对大对数线跳接时，只跳接蓝色的一对线其他线不跳接。

### 7.7.1 数据点改变为语音点的操作方法

数据点改变为语音点时，操作有如下点：

- 1) 将用户点的数据点到计算机的跳线拆除，安装一条电话机接口线；
- 2) 将管理间的数据点区与 HUB 跳线的 RJ45—RJ45 线拆除；
- 3) 重新压一条一端带有 RJ45 头，另一端只留有兰色的一对线头（绿、橙、棕的线对剪除）；
- 4) 将 3) 带有 RJ45 头的一端插向要改为语音点的用户，只留有兰色的一对线与 25 对大对数线配线板跳接，交电话管理部门。

### 7.7.2 语音点改变为数据点的操作方法

语音是改变为数据点时，操作有如下几点：

- 1) 将用户的语音点到电话的跳线拆除，安装一条 RJ45-RJ45 的跳线与计算机相连；
  - 2) 将管理间的语音点区与 25 对大对数线的跳线拆除；
  - 3) 重新压一条一端带有 RJ45 头的跳线；
  - 4) 将带有 RJ45 的一端插入 HUB，另一端将双绞线的 4 对线压接在要改变数据点用户的线缆上。
  - 5) 通知网络系统管理员，给用户分配 IP 地址，为用户端安装网络管理软件。
- 语音点改为数据点时跳线制作还可采用扁插头做跳线，即跳线的一端是 RJ45，另一端是 8 针的扁插头（FT2-255 高频接线模块）。

### 7.7.3 1 个数据（语音）点改变为 4 个语音用户的操作方法

一个数据（语音）点它们拥有 4 对线，可以考虑 4 个电话用户，它的具体操作如下：

用户端：

- 1) 将一个数据（语音）点与计算机（电话）跳线拆除；
- 2) 将该数据（语音）点的模块，通过 RJ45-RJ45 跳线与 FA3-10 转换插座。
- 3) 将 4 部电话分别通过 RJ11-RJ11 跳线插入蓝、橙、绿、棕圆点对应的插口上。

管理间端：

1) 如果是数据点，建议通过 RJ45-RJ45 的跳线端接一个 FA3-10 转换插座，然后用 4 条一头安装 RJ11 的线缆分别与 FA3-10 转换插座相连接，4 条的另一端分别跳向 45 对大对数线，并通知电话管理部门分配用户使用号码。

2) 如果是语音点，操作便很简便，按蓝、橙、绿、棕 4 对线分别跳向 25 对大对数线，并通知电话管理部门。

# 第9章 测试与测试的有关技术

## 9.1 测试概述

### 9.1.1 测试内容

测试内容主要包括：

- 1) 工作间到设备间的连通状况；
- 2) 主干线连通状况；
- 3) 跳线测试；
- 4) 信息传输速率、衰减、距离、接线图、近端串扰等。

这里主要介绍对双绞线的测试。

### 9.1.2 测试有关标准

由于所有的高速网络都定义了支持 5类双绞线，所以用户要找一个方法来确定他们的电缆系统是否满足 5类双绞线规范。为了满足用户的需要，EIA（美国的电子工业协会）制定了 EIA586和TSB-67标准，它适用于已安装好的双绞线连接网络，并提供一个用于“认证”双绞线电缆是否达到5类线所要求的标准。由于确定了电缆布线满足新的标准，用户就可以确信他们现在的布线系统能否支持未来的高速网络（100Mbps）。随着TSB-67的最后通过（1995年10月已正式通过），它对电缆测试仪的生产商提出了更严格的要求。

对网络电缆和不同标准所要求的测试参数如表 9-1、表9-2或表9-3所示。

表9-1 网络电缆及对应的标准

| 电缆类型           | 网络类型         | 标准                        |
|----------------|--------------|---------------------------|
| UTP            | 令牌环4Mbps     | IEEE 802.5 for 4Mbps      |
| UTP            | 令牌环16Mbps    | IEEE 802.5 for 16Mbps     |
| UTP            | 以太网          | IEEE 802.3 for 10Base-T   |
| RG58/RG58 Foam | 以太网          | IEEE 802.3 for 10Base2    |
| RG58           | 以太网          | IEEE 802.3 for 10Base5    |
| UTP            | 快速以太网        | IEEE 802.12               |
| UTP            | 快速以太网        | IEEE 802.3 for 10Base-T   |
| UTP            | 快速以太网        | IEEE 802.3 for 100Base-T4 |
| URP            | 3，4，5类电缆现场认证 | TIA 568,TSB-67            |

但是，随着局域网络发展的需要，标准也会不断更新内容，读者应注意这方面的信息。

表9-2 不同标准所要求的测试参数

| 测试标准               | 接线图 | 电阻 | 长度 | 特性阻抗 | 近端串扰 | 衰减 |
|--------------------|-----|----|----|------|------|----|
| EIA/TIA568A,TSB-67 | *   |    | *  |      | *    |    |
| 10base-T           | *   |    | *  | *    | *    | *  |

| 测试标准                   | 接线图 | 电阻 | 长度 | 特性阻抗 | 近端串扰 | 衰减 |
|------------------------|-----|----|----|------|------|----|
| 10Base2                |     | *  | *  | *    |      |    |
| 10Base5                |     | *  | *  | *    |      |    |
| IEEE 802.5 for 4Mbps   | *   |    | *  | *    | *    | *  |
| IEEE 802.5 for 16Mbps  | *   |    | *  | *    |      | *  |
| 100Base-T              | *   |    | *  | *    | *    | *  |
| IEEE 802.12 100Base-VG | *   |    | *  | *    | *    | *  |

表9-3 电缆级别与应用的标准

| 级 别 | 频率量程       | 应 用                                                                                                                                  |
|-----|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3   | 1 ~ 16MHz  | IEEE 802.5 Mbps 令牌环<br>IEEE 802.3 for 10Base-T<br>IEEE 802.12 100Base-VG<br>IEEE 802.3 for 10Base-T4以太网<br>ATM 51.84/25.92/12.96Mbps |
| 4   | 1 ~ 20MHz  | IEEE 802.5 16Mbps                                                                                                                    |
| 5   | 1 ~ 100MHz | IEEE 802.3 100Base-T快速以太网<br>ATM 155Mbps                                                                                             |
| 6*  | 200MHz     |                                                                                                                                      |
| 7*  | 600MHz     |                                                                                                                                      |

注 \*表示国际标准化组织还没有通过正式标准。

### (1) TSB-67测试的主要内容

TSB-67包含了验证 TIA/568标准定义的UTP布线中的电缆与连接硬件的规范。对 UTP链路测试的主要内容有：

#### 1. 接线图（Wire Map）

这一测试是确认链路的连接。这不仅是一个简单的逻辑连接测试，而是要确认链路一端的每一个针与另一端相应的针连接，而不是连在任何其他导体或屏幕上。此外，Wire Map测试要确认链路缆线的线对正确，而且不能产生任何串绕（Split Paires）。保持线对正确绞接是非常重要的测试项目。

如图9-1所示，端到端测试会显示正确的连接（用万用表就可以测试），但这种连接会产生极高的串扰，使数据传输产生错误。

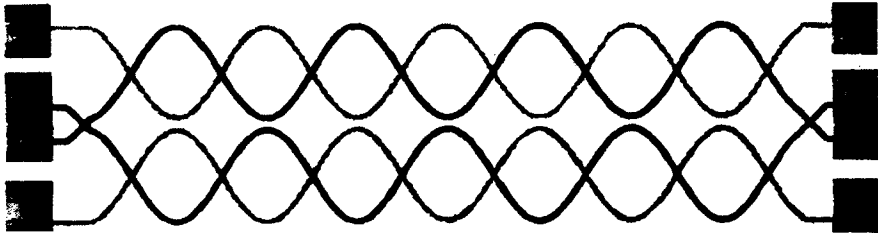


图9-1 分离线对配线

正确的连线图要求端到端相应的针连接是：1对1，2对2，3对3，4对4，5对5，6对6，7对7，8对8，如表9-4所示。

表9-4 正确的接线

|     |     |
|-----|-----|
| 1—— | ——1 |
| 2—— | ——2 |
| 3—— | ——3 |
| 4—— | ——4 |
| 5—— | ——5 |
| 6—— | ——6 |
| 7—— | ——7 |
| 8—— | ——8 |

如果接错，便有开路、短路、反向、交错和串对等 5 种情况出现。

2. 链路长度

每一个链路长度都应记录在管理系统中（参见 TIA/EIA 606 标准）。链路的长度可以用电子长度测量来估算，电子长度测量是基于链路的传输延迟和电缆的 NVP（额定传播速率 Nominal Velocity of Propagation）值而实现的。NVP 表示电信号在电缆中传输速度与光在真空中传输速度之比值。当测量了一个信号在链路往返一次的时间后，就得知电缆的 NVP 值，从而计算出链路的电子长度。这里要进一步说明，处理 NVP 的不确定性时，实际上至少有 10% 的误差。为了正确解决这一问题，必须以一已知长度的典型电缆来校验 NVP 值。Basic Link 的最大长度是 90m，外加 4m 的测试仪误差，专用电缆区的长度为 94m，Channel 是最大长度是 100m。

计入电缆厂商所规定的 NVP 值的最大误差和长度测量的 TDR（时域反射，Time Domain Reflectometry）技术的误差，测量长度的误差极限如下：

Channel 100m+15% × 100m=115m

Basic Link 94m+15% × 94m=108.1m

如果长度超过指标，则信号损耗较大。

对线缆长度的测量方法有两种规格：Basic Link 和 Channel。Channel 也称为 User Link，将在本章测试工具一节中介绍。

NVP 的计算公式如下：

$$NVP = (2 \times L) / (T \times c)$$

其中：L——电缆长度；

T——信号传送与接收之间的时间差；

c——真空状态下的光速（300 000 000m/s）。

一般 UTP 的 NVP 值为 72%，但不同厂家的产品会稍有差别。

3. 衰减

衰减是沿又一个的信号损失度量，是指信号在一定长度的线缆中的损耗。衰减与线缆的长度有关，随着长度增加，信号衰减也随之增加，衰减也是用“dB”作为单位，同时，衰减随频率而变化，所以应测量应用范围内全部频率上的衰减。比如，测量 5 类线缆的 Channel 的衰减，要从 1~100MHz 以最大步长为 1MHz 来进行。对于 3 类线缆测试频率范围是 1~16MHz，4 类线缆频率测试范围是 1~20MHz。

TSB-67 定义了一个链路衰减的公式。TSB-67 还附加了一个 Basic Link 和 Channel 的衰减允许值表。该表定义了 20 时的允许值。随着温度的增加衰减也增加：对于 3 类线缆每增加 1℃，衰减增加 1.5%，对于 4 类和 5 类线缆每增加 1℃，衰减增加 0.4%，当电缆安装在金属管道内时链路的衰减增加 2%~3%。

现场测试设备应测量出安装的每一对线的衰减最严重情况，并且通过将衰减最大值与衰减

允许值比较后，给出合格（ Pass ）或不合格（ Fail ）的结论。如果合格，则给出处于可用频宽内（ 5类缆是1 ~ 100MHz ）的最大衰减值；如果不合格，则给出不合格时的衰减值、测试允许值及所在点的频率。早期的TSB-67版本所列的是最差情况的百分比限值。

如果测量结果接近测试极限，测试仪不能确定是 Pass或是Fail，则此结果用Pass表示，若结果处于测试极限的错误侧，则只记上Fail。

Pass/Fail的测试极限是按链路的最大允许长度（ Channel是100m,Basic Link是94m ）设定的，而不是按长度分摊。然而，若测量出的值大于链路实际长度的预定极限，则报告中前者往往带有星号，以作为对用户警告。请注意：分摊极限与被测量长度有关，由于 NVP的不确定性，所以是很不精确的。

衰减步长一般最大为1MHz。

4. 近端串扰NEXT损耗（ Near-End Crosstalk Loss ）

NEXT损耗是测量一条UTP链路中从一对线到另一对线的信号耦合，是对性能评估的最主要的标准，是传送信号与接收同时进行的时候产生干扰的信号。对于 UTP链路这是一个关键的性能指标，也是最难精确测量的一个指标，尤其是随着信号频率的增加其测量难度就更大。TSB-67中定义对于5类线缆链路必须在1 ~ 100MHz的频宽内测试。同衰减测试一样，3类链路是1 ~ 16MHz，4类是1 ~ 20MHz。

NEXT测量的最大频率步长如表9-5所示。

表9-5 NEXT测量的最大频率步长

| 频率（ MHz ）   | 最大步长（ kHz ） |
|-------------|-------------|
| 1 ~ 31.15   | 150         |
| 31.25 ~ 100 | 250         |

图9-2示出了一个典型的NEXT曲线。从曲线的不规则形状可以看出，除非沿频率范围测试很多点，否则峰值情况（最坏点）可能很容易漏过。所以， TSB-67定义了NEXT测试时的最大频率步长。

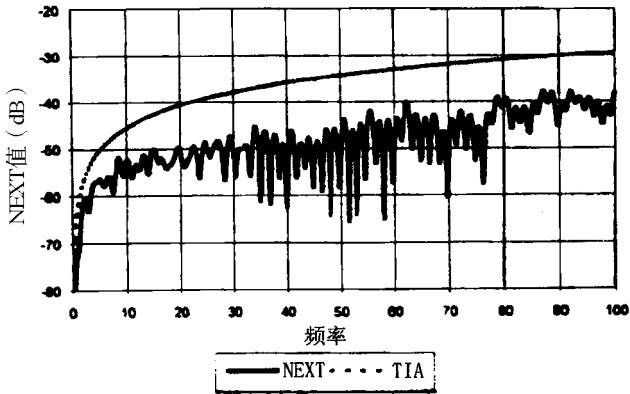


图9-2 NEXT曲线

在一条UTP的链路上，NEXT损耗的测试需要在每一对线之间进行。也就是说对于典型的 4对UTP来说要有6对线关系的组合，即测试6次。

串扰分近端串扰和远端串扰（ FEXT ），测试仪主要是测量 NEXT，由于线路损耗，FEXT 的量值影响较小

NEXT并不表示在近端点所产生的串扰值，它只是表示在所在端点所测量的串扰数值。该量值会随电缆长度的增长而衰减变小。同时发送端的信号也衰减，对其他线对的串扰也相对变小。实验证明，只有在 40m内测得的NEXT是较真实的，如果另一端是远于 40m的信息插座，它会产生一定程度的串扰，但测试器可能没法测试到该串扰值。基于这个理由，对 NEXT最好在两个端点都要进行测量。现在的测试仪都有能在一端同时进行两端的 NEXT的测量。

NEXT测试的参照表如表9-6和表9-7所示。

表9-6 20 时各类线缆在各频率下的衰减极限

| 20        |      | 信道100m |      |      | 链路94m |      |
|-----------|------|--------|------|------|-------|------|
| 频率（ MHz ） | 3类   | 4类     | 5类   | 3类   | 4类    | 5类   |
| 1         | 4.2  | 2.6    | 2.5  | 3.2  | 2.2   | 2.1  |
| 4         | 7.3  | 4.8    | 4.5  | 6.1  | 4.3   | 4.0  |
| 8         | 10.2 | 6.7    | 6.3  | 8.8  | 6     | 5.7  |
| 10        | 11.5 | 7.5    | 7.0  | 10   | 6.8   | 6.3  |
| 16        | 14.9 | 9.9    | 9.2  | 13.2 | 8.8   | 8.2  |
| 20        |      | 11     | 10.3 |      | 9.9   | 9.2  |
| 25        |      |        | 11.4 |      |       | 10.3 |
| 31.25     |      |        | 12.8 |      |       | 11.5 |
| 62.5      |      |        | 18.5 |      |       | 16.7 |
| 100       |      |        | 24   |      |       | 21.6 |

表9-7 特定频率下的NEXT测试极限

| 20        |      | 最小NEXT |      |      |      |      |
|-----------|------|--------|------|------|------|------|
|           |      | 信道     |      |      | 链路   |      |
| 频率（ MHz ） | 3类   | 4类     | 5类   | 3类   | 4类   | 5类   |
| 1         | 39.1 | 53.3   | 60.0 | 40.1 | 54.7 | 60.0 |
| 4         | 29.3 | 43.3   | 50.6 | 30.7 | 45.1 | 51.8 |
| 8         | 24.3 | 38.2   | 45.6 | 25.9 | 40.2 | 47.1 |
| 10        | 22.7 | 36.6   | 44.0 | 24.3 | 38.6 | 45.5 |
| 16        | 19.3 | 33.1   | 40.6 | 21.0 | 35.3 | 42.3 |
| 20        |      | 31.4   | 39.0 |      | 33.7 | 40.7 |
| 25        |      |        | 37.4 |      |      | 39.1 |
| 31.25     |      |        | 35.7 |      |      | 37.6 |
| 62.5      |      |        | 30.6 |      |      | 32.7 |
| 100       |      |        | 27.1 |      |      | 29.3 |

上面所述是 TSB-67测试的主要内容，但某些型号的测试仪还给出直流环路电阻、特性阻抗、衰减串扰比。现介绍如下：

1) 直流环路电阻（ TSB-67没有此参数）：直流环路电阻会消耗一部分信号能量并转变成热量，它是指一对电线电阻的和， ISO11801规定不得大于19.2W。每对间的差异不能太大（小于 0.1W），否则表示接触不良，必须检查连接点。

2) 特性阻抗：与环路直流电阻不同，特性阻抗包括电阻及频率 1 ~ 100MHz间的电感抗及电容抗，它与一对电线之间的距离及绝缘体的电气特性有关。各种电缆有不同的特性阻抗，对

双绞电缆而言，则有100W、120W及150W几种。

上述内容一般用于测试3类、4类、5类线的重要参数。

### 9.1.3 超5类、6类线测试有关标准

超5类、6类线是近二年兴起的，对于它们的测试标准。国际标准化组织订于2000年公布，前一段时间各大公司在各种报刊杂志宣传的标准，应该说是一家之言，但话又说回来，真正的标准内容与他们所讨论是大同小异的。

作为超5类线，6类线的测试参数主要有以下内容：

1) 接线图：该步骤检查电缆的接线方式是否符合规范。错误的接线方式有开路（或称断路）、短路、反向、交错、分岔线对及其他错误。

2) 连线长度：局域网拓扑对连线的长度有一定的规定，如果长度超过了规定的指标，信号的衰减就会很大。连线长度的测量是依照TDR（时间域反射测量学）原理来进行的，但测试仪所设定的NVP（额定传播速率）值会影响所测长度的精确度，因此在测量连线长度之前，应该用不小于15米的电缆样本做一次NVP校验。

3) 衰减量：信号在电缆上传输时，其强度会随传播距离的增加而逐渐变小。衰减量与长度及频率有着直接关系。

4) 近端串扰（NEXT）：当信号在一个线对上传输时，会同时将一小部分信号感应到其他线对上，这种信号感应就是串扰。串扰分为NEXT（近端串扰）与FEXT（远端串扰），但TSB-67只要求进行NEXT的测量。NEXT串扰信号并不仅仅在近端点才会产生，但是在近端点所测量的串扰信号会随着信号的衰减而变小，从而在远端处对其他线对的串扰也会相应变小。实验证明在40米内所测量到的NEXT值是比较准确的，而超过40米处链路中产生的串扰信号可能就无法测量到，因此，TSB-67规范要求链路两端都要进行对NEXT值的测量。

5) SRL（Structural Return loss）：SRL是衡量线缆阻抗一致性的标准，阻抗的变化引起反射（Return reflection）、噪音（noise）的形成，并使一部分信号的能量被反射到发送端。SRL是测量能量变化的标准，由于线缆结构变化而导致阻抗变化，使得信号的能量发生变化，TIA/EIA568A要求在100MHz下SRL为16dB。

6) 等效式远端串扰：等效远端串扰（ELFEXT Equal Level Fext）远端串扰与衰减的差值以dB为单位。是信噪比的另一种表示方式，即两个以上的信号朝同一方向传输时的情况。

7) 综合远端串扰（Power Sum ELFEXT）：综合近端串扰和综合远端串扰的指标正在制定过程中，有许多公司推出自己的指标，但这些指标在作者写作本书时还没有标准化组织认可。

8) 回波损耗（Return loss）：回波损耗是关心某一频率范围内反射信号的功率，与特性阻抗有关，具体表现为：

- 电缆制造过程中的结构变化；
- 连接器；
- 安装。

这3种因素是影响回波损耗数值的主要因素。

9) 特性阻抗（Characteristic Impedance）：特性阻抗是线缆对通过的信号的阻碍能力。它是受直流电阻、电容和电感的影响，要求在整条电缆中必须保持是一个常数，如图9-3所示。

其中，常数

$$r = \frac{R_0 - Z_0}{R_0 + Z_0} = \frac{150W - 100W}{150W + 100W} = \frac{50}{250} = 0.2 = 20\%$$

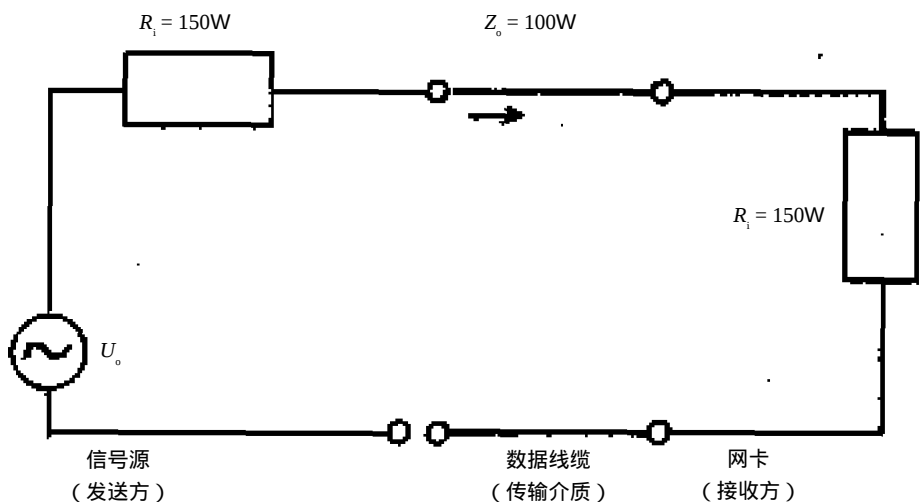


图9-3 特性阻抗常数数值构成图

10) 衰减串扰比 (ACR, Attenuation-to-crosstalk Ratio): 是同一频率下近端串扰 NEXT 和衰减的差值, 用公式可表示为:

$$\text{ACR} = \text{衰减的信号} - \text{近端串扰的噪音}$$

它不属于 TIA/ETA-568A 标准的内容, 但它对于表示信号和噪声串扰之间的关系有着重要的价值。实际上, ACR 是系统 SNR (信噪比) 衡量的唯一衡量标准, 它是决定网络正常运行的一个因素, ACR 包括衰减和串扰, 它还是系统性能的标志。

ACR 有些什么要求呢? 国际标准 ISO/IEC 11801 规定在 100MHz 下, ACR 为 4dB, T568A 对于连接的 ACR 要求是在 100MHz 下, 为 7.7dB。在信道上 ACR 值越大, SNR 越好, 从而对于减少误码率 (BER) 也是有好处的。SNR 越低, BER 就越高, 使网络由于错误而重新传输, 大大降低了网络的性能。

IBM 公司对 ACR 值有下 5 点看法:

#### (1) ACR 值

ACR 即衰减 (attenuation) 串扰 (cross-talk) 比, ACR 的单位是分贝 (dB), 它实际上就是衰减和近端串扰 (NEXT) 的数值之差。ACR 值描述了传输通道中的信号的动态范围。ACR 值越高, 在接收端接收到的信号的质量就越好, 随着传输的信号频率的增加, ACR 的数值将减小, 在电学术语中, ACR 值实际上就是一个与频率相关的信噪比值。

衰减的大小主要取决于线缆的长度和导线的直径, 线缆的长度越小或者每根导线的直径越大, 则整个链路的衰减越小。近端串扰的大小主要取决于线缆的结构和生产质量, 利用独立的线对屏蔽技术 (大双绞线的每个线对外施加独立的屏蔽层) 可以得到最佳的近端串扰值。

最先进的 600MHz 线缆 由于利用了更粗的导线直径 (通常达到 AWG22) 和独立线对屏蔽技术, 因此在很高的频率下, 仍然可以提供非常好的 ACR 值。

#### (2) ACR 与带宽

质量好的信号传输链路可以通过高的频率带宽和高的信号动态范围 (在一定工作频率下的 ACR 的分贝数) 来描述。

如果把一个信号传输链路比作一条水渠, 则这条水渠的宽度就相当于信号链路的频率带宽, 而水渠的深度就相当于 ACR 值。对于一个具有很高的数据吞吐速率 (Mbps) 的信号传输链路,

我们可以将其生动地比喻成一条流量（升/秒）很大的河流。

一条河面较窄但是深度较深的河可以与一条河面较宽而深度较浅的河具有相同的流量，因此，单独考虑宽度（频率带宽）或者深度（ACR值）都是没有实在意义的，由此可见，信号传输通道的频率带宽和ACR值决定了它的传输能力。

(3) D级传输链路要求的最小ACR值

在ISO/IEC11801国际标准中规定D级链路的ACR值在100MHz 的频率下应当大于4dB。但是从通常的情况来看，标准中所规定的最小 ACR值并不足以保证可靠的信号传输，利用IBMACS先进布线系统的屏蔽或非屏蔽配置都可以远远超过标准中规定的数值。

(4) 不同的应用系统对于ACR和带宽的要求（ACR，带宽和速率之间的关系）

在实际应用中，带宽（ MHz）经常与数据传输速率（ Mbps）混淆，确切地说，带宽和ACR值的要求是实现一定的数据传输速率的基本条件。

(5) 网络系统的编码方式影响对ACR和带宽的要求

在以下几种情况下，数据信号传输通道对带宽的要求会提高：

- 数据的传输速率（ Mbps）增加；
- 用低级的编码方式（如NRZ）取代高级的编码方式（如MLT-3）。

数据信号在通过线缆进行传输时，网络设备先对其进行编码调制，因此，在线缆上传输的信号频率并等于数据的传输速率，使用高级的编码方案，可以使数据信号在较低的带宽上传输。例如，我们考虑100Mbps的数据传输速率，当使用2级编码方案（如NRZI）时，实际的信号频率是50MHz左右，当使用3级编码方案（如MLT-3）时，实际传输的信号频率只有25MHz左右，但系统对ACR的要求将提高6dB。

不管使用何种编码方式，布线系统的频率带宽都应该高于传输的信号频率。

使用高级的编码方式带来的好处是减低了对于布线系统频率带宽的要求，这对于非屏蔽系统来说，将更有利于其满足系统在电磁兼容性方面的指标，减少了对外界的电磁干扰，但是其干扰性能不会得到明显改善，同时网络设备的投资也将增加，用户在选择布线系统时，应当综合考虑上述的各项技术要点。

对于线缆的性能标志用表9-8表示。

表9-8 5，6，7类线的性能标志

| 性能标志    | 工业标准/规定                                | 性能参数                     |
|---------|----------------------------------------|--------------------------|
| 5类布线系统  | • 5类的初始工业性能说明                          | • 带宽性能：1至100MHz          |
|         | -TIA/EIA-568-A 5类                      | • 100MHz时ANSI/TIA-568-A* |
|         | -ISO/IEC 11801 D级                      | 在最坏情况下的链接性能要求            |
|         | -CENELEC EN 50173 D级                   | -近端串扰和（损耗） 29.3dB        |
|         | -AS/NZS 3080:1996;D级                   | -衰减 21.6dB               |
| 超5类布线系统 | • TIA/EIA-568-A目前被修订，增加了等级远端串扰和返回损耗的要求 | -信噪比（ACR）** 7.7dB        |
|         | • 考虑了布线技术的最低性能要求                       | -等级远端串扰 TBD              |
|         | -TIA/EIA-568-A草案附录 4对                  | -回波损耗 TBD                |
|         | 100ohm超5类的附加传输性规格                      | • 带宽性能：1至100MHz          |
|         | -针对所有4对线和全双工传输的应用                      | • 100MHz时ANSI/TIA-568-A* |
|         | -提供了比5类更高的性能余量                         | 在最坏情况下的链接性能要求            |
|         | -布线系统的认识有进步                            | -近端串扰和（损耗） 29.3dB        |
|         |                                        | -衰减 21.6dB               |
|         |                                        | -信噪比总和** 7.7dB           |
|         |                                        |                          |

| 性能标志           | 工业标准/规定                                                                                                                                                                                                            | 性能参数                                                                                                                                                                                                  |                                                                                     |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 超5类布线系统        | -将更多参数考虑进去，如：近端串扰和，远端串扰和，回波损耗，接入损耗及均衡                                                                                                                                                                              | -等级远端串扰                                                                                                                                                                                               | TBD                                                                                 |
|                |                                                                                                                                                                                                                    | -回波损耗                                                                                                                                                                                                 | TBD                                                                                 |
|                |                                                                                                                                                                                                                    | -接入损耗                                                                                                                                                                                                 | TBD                                                                                 |
|                |                                                                                                                                                                                                                    | -均衡性                                                                                                                                                                                                  | TBD                                                                                 |
| 6类布线系统<br>(建议) | <ul style="list-style-type: none"><li>由原来欧洲的一个300MHz的布线标准发展来的，它与EN50173完全相符，而且在300MHz下ACR值是理想的</li><li>最近，ISO/IEC 11801-A建议6类/E级规定系统信道性能要达到200MHz</li><li>NETCONNECT QUANTUM（UTP）和PiMF300（SFTP）系统都优于这些要求</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>最初的带宽性能：1至300MHz</li><li>ISO/IEC 11801信道带宽：1～200MHz(建议)</li><li>按ISO/IEC JTC 1/SC 25/WG3建议在最坏情况下信道的性能要求</li><li>-串扰总和（损耗）</li><li>-衰减</li><li>-ACR总和*</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>31.9dB</li><li>31.8dB</li><li>1dB</li></ul>   |
| 7类布线系统<br>(建议) | <ul style="list-style-type: none"><li>最初是由EDIN44312-5定义的E级（德国建立的新一代铜缆性能类别）</li><li>最近，ISO/IEC 11801建议7类/F级的系统信道性能要达到600MHz</li></ul>                                                                               | <ul style="list-style-type: none"><li>带宽性能：1至600MHz</li><li>ISO/IEC 11801信道带宽：1～200MHz(建议)</li><li>按EDIN 44312-5规定，在600MHz时坏情况下信道的性能要求</li><li>-近端串扰（损耗）</li><li>-衰减</li><li>-ACR总和*</li></ul>        | <ul style="list-style-type: none"><li>50dB</li><li>50dB</li><li>&gt;4.0dB</li></ul> |

注：\*、\*\*为导出的参数。

表9-9列出了Quantum6类布线系统的100米信道的参数极限值。

表9-9 Quantum 6类系统性能参数极限值

| 频率<br>(MHz) | 衰减<br>(dB) | NEXT<br>(dB) | PS NEXT<br>(dB) | ELFEXT<br>(dB) | PS NEXT<br>(dB) | 回波损耗<br>(dB) | ACR<br>(dB) | PS ACR<br>(dB) |
|-------------|------------|--------------|-----------------|----------------|-----------------|--------------|-------------|----------------|
| 1.0         | 2.2        | 72.7         | 70.3            | 63.2           | 60.2            | 19.0         | 70.5        | 68.1           |
| 4.0         | 4.1        | 63.0         | 60.5            | 51.2           | 48.2            | 19.0         | 58.9        | 56.5           |
| 10.0        | 6.4        | 56.6         | 54.0            | 43.2           | 40.2            | 19.0         | 50.1        | 47.5           |
| 16.0        | 8.2        | 53.2         | 50.6            | 39.1           | 36.1            | 19.0         | 45.0        | 42.4           |
| 20.0        | 9.2        | 51.6         | 49.0            | 37.2           | 34.2            | 19.0         | 42.4        | 39.8           |
| 31.25       | 11.6       | 48.4         | 45.7            | 33.3           | 30.3            | 17.1         | 367.8       | 34.1           |
| 62.5        | 16.8       | 43.4         | 40.6            | 27.3           | 24.3            | 14.1         | 26.6        | 23.8           |
| 100.0       | 21.6       | 39.9         | 37.1            | 23.2           | 20.2            | 12.0         | 18.3        | 15.4           |
| 125.0       | 24.5       | 38.3         | 35.4            | 21.3           | 18.3            | 11.0         | 13.8        | 10.9           |
| 155.52      | 27.6       | 36.7         | 33.8            | 19.4           | 16.4            | 10.1         | 9.0         | 6.1            |
| 175.0       | 29.5       | 35.8         | 32.9            | 18.4           | 15.4            | 9.6          | 6.3         | 3.4            |
| 200.0       | 31.7       | 34.8         | 31.9            | 17.2           | 14.2            | 9.0          | 3.1         | 0.2            |

## 9.2 电缆的2种测试

局域网的安装是从电缆开始的，电缆是网络最基础的部分。据统计，大约 50% 的网络故障与电缆有关。所以电缆本身的质量以及电缆安装的质量都直接影响网络能否健康地运行。此外，很多布线系统是在建筑施工中进行的，电缆通过管道、地板或地毯铺设到各个房间。当网络运行时发现故障是电缆引起时，此时就很难或根本不可能再对电缆进行修复。即使修复其代价也相当昂贵。所以最好的办法就是把电缆故障消灭在安装之中。目前使用最广泛的电缆是同轴电缆和非屏蔽双绞线（通常叫做 UTP）。根据所能传送信号的速度，UTP 又分为 3、4、5 类。当前绝大部分用户出于将来升级到高速网络的考虑（如 100MHz 以太网、ATM 等），大多安装 UTP5 类线。那么如何检测安装的电缆是否合格，它能否支持将来的高速网络，用户的投资是否能得到保护就成为关键问题。这也就是电缆测试的重要性，电缆测试一般可分为两个部分：电缆的验证测试和电缆的认证测试。

### 9.2.1 电缆的验证测试

电缆的验证测试是测试电缆的基本安装情况。例如电缆有无开路或短路，UTP 电缆的两端是否按照有关规定正确连接，同轴电缆的终端匹配电阻是否连接良好，电缆的走向如何等。这里要特别指出的一个特殊错误是串绕。所谓串绕就是将原来的两对线分别拆开而又重新组成新的绕对。因为这种故障的端与端连通性是好的，所以用万用表是查不出来的。只有用专线的电缆测试仪（如 Fluke 的 620/DSP100）才能检查出来。串绕故障不易发现是因为当网络低速度运行或流量很低时其表现不明显，而当网络繁忙或高速运行时其影响极大。这是因为串绕会引起很大的近端串扰（NEXT）。电缆的验证测试要求测试仪器使用方便、快速。例如 Fluke 620，它在不需要远端单元时就可完成多种测试，所以它为用户提供了极大的方便。

### 9.2.2 电缆的认证测试

所谓电缆的认证测试是指电缆除了正确的连接以外，还要满足有关的标准，即安装好的电缆的电气参数（例如衰减、NEXT 等）是否达到有关规定所要求的指标。这类标准有 TIA、IEC 等。关于 UTP5 类线的现场测试指标已于 1995 年 10 月正式公布，这就是 TIA568A TSB67 标准。该标准对 UTP5 类线的现场连接和具体指标都作了规定，同时对现场使用的测试器也作了相应的规定。对于网络用户和网络安装公司或电缆安装公司都应对安装的电缆进行测试，并出具可供认证的测试报告。

## 9.3 网络听证与故障诊断

网络只要使用就会有故障，除了电缆、网卡、集线器、服务器、路由器以及其他网络设备可能出现故障以外，网络还要经常调整和变更，例如增减站点、增加设备、网络重新布局直至增加网段等。网络管理人员应对网络有清楚的了解，有各种备案的数据，一旦出现故障能立即定位排除。

### 9.3.1 网络听证

网络听证就是对健康运行的网络进行测试和记录，建立一个基准，以便当网络发生异常时可以进行参数比较，知道什么是正常或异常。这样做既可以防止某些重大故障的发生又可以帮助迅速定位故障。网络听证包括对健康网络的备案和统计，例如，网络有多少站点，每个站点

的物理地址（MAC）是什么，IP地址是什么，站点的连接情况等。对于大型网络还包括网段的很多信息，如路由器和服务器的有关信息。这些资料都应有文件记录以供查询。网络的统计信息有网络使用率、碰撞的分布等。这些信息是对网络健康状况的基本了解。以上这些信息总是在变化之中，所以要经常不断地进行更新。Fluke LANMeter网络测试仪67X/68X可以方便迅速地为网管人员提供这些信息。配套的HealthScan软件还可对测试的数据进行更详细的分析和处理。

### 9.3.2 故障诊断

根据统计，大约70%的网络故障发生在OSI七层协议的下三层。据有关资料统计，网络发生故障具体分布为：

- 1) 应用层 3%；
- 2) 表示层 7%；
- 3) 会话层 8%；
- 4) 传输层 10%；
- 5) 网络层 12%；
- 6) 数据链路层 25%；
- 7) 物理层 35%。

引起故障的原因包括电缆问题、网卡问题、集线器问题、服务器以及路由器等。另外 3%左右的故障发生在应用层，应用层的故障主要是设置问题。网络故障造成的损失是相当大的，有些用户，例如银行、证券、交通管理、民航等等，对网络健康运行的要求相当严格，当面对网络故障时，用户要求尽快找出问题所在。一些用户希望使用网管软件或网络协议分析仪解决故障，但事与愿违。这是因为，这些工具需要使用人员对网络协议有较深入的了解，仪器的使用难度大，需要设置协议过滤和进行解码分析等。此外，这些工具使用一般网卡，对某些故障不能不做出反应。Fluke公司的网络测试仪采用专门设计的网卡，具有很多专用测试步骤，不需编程解码，一般技术人员可迅速利用该仪器解决网络问题，并且仪器由电池供电，用户可以携带到任何地方使用。网络测试仪还有电缆测试的选件，网络的常见故障都可用该仪器迅速诊断。

Fluke公司提供从电缆到网络的一系列测试仪器，不论是网络安装公司还是网络最终用户，都可以使用这些仪器建立并维护一个健康的网络。

## 9.4 一条电缆（UTP5）的认证测试报告

一条电缆经测试仪测试后，将向用户提供一份认证测试报告。其报告的内容如表 9-10所示。

表9-10 一条电缆（UTP 5）的认证测试报告

| 接线图     | RJ45 PIN:1 2 3 4 5 6 7 8 S |          |          |          |
|---------|----------------------------|----------|----------|----------|
|         |                            |          |          |          |
|         | RJ45 PIN:1 2 3 4 5 6 7 8   |          |          |          |
| 线对      | 1 , 2                      | 3 , 6    | 4 , 5    | 7 , 8    |
| 特性阻抗(W) | 107                        | 109      | 110      | 110      |
| 极限(W)   | 80 ~ 120                   | 80 ~ 120 | 80 ~ 120 | 80 ~ 120 |
| 结果      | PASS                       | PASS     | PASS     | PASS     |
| 电缆长度(m) | 23.7                       | 23.1     | 23.3     | 23.1     |

| 接线图         |         | RJ45 PIN:1 2 3 4 5 6 7 8 S |         |         |         |         |  |
|-------------|---------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|--|
|             |         |                            |         |         |         |         |  |
|             |         | RJ45 PIN:1 2 3 4 5 6 7 8   |         |         |         |         |  |
| 极限 ( m )    | 100     | 100                        | 100     | 100     |         |         |  |
| 结果          | PASS    | PASS                       | PASS    | PASS    |         |         |  |
| 合适延迟 ( ns ) | 115     | 112                        | 113     | 112     |         |         |  |
| 阻抗 ( W )    | 5.1     | 6.3                        | 7.7     | 6.4     |         |         |  |
| 衰减 ( dB )   | 5.0     | 5.4                        | 5.4     | 5.1     |         |         |  |
| 极限 ( dB )   | 24.0    | 24.0                       | 23.9    | 24.0    |         |         |  |
| 安全系数 ( dB ) | 19.0    | 18.6                       | 18.5    | 18.9    |         |         |  |
| 安全系数        | 79.2%   | 77.5%                      | 77.4%   | 78.8%   |         |         |  |
| 频率 ( MHz )  | 100.0   | 100.0                      | 99.1    | 100.0   |         |         |  |
| 结果          | PASS    | PASS                       | PASS    | PASS    |         |         |  |
| 线对组         | 1,2-3,6 | 1,2-4,5                    | 1,2-7,8 | 3,6-4,5 | 3,6-7,8 | 4,5-7,8 |  |
| 近端串扰 ( dB ) | 45.0    | 43.5                       | 50.7    | 39.1    | 55.1    | 46.5    |  |
| 极限 ( dB )   | 32.0    | 29.1                       | 37.1    | 31.8    | 39.5    | 31.1    |  |
| 安全系数 ( dB ) | 13.0    | 14.4                       | 13.6    | 7.3     | 15.6    | 15.4    |  |
| 频率 ( MHz )  | 52.5    | 76.7                       | 26.2    | 53.8    | 18.8    | 58.4    |  |
| 结果          | PASS    | PASS                       | PASS    | PASS    | PASS    | PASS    |  |
| 远端串扰 ( dB ) | 41.8    | 51.6                       | 47.2    | 38.7    | 56.0    | 47.4    |  |
| 极限 ( dB )   | 27.4    | 35.9                       | 30.8    | 31.8    | 40.7    | 31.2    |  |
| 安全系数 ( dB ) | 14.4    | 15.7                       | 16.4    | 6.9     | 15.3    | 16.2    |  |
| 频率 ( MHz )  | 96.9    | 30.8                       | 61.5    | 53.7    | 16.0    | 58.1    |  |
| 结果          | PASS    | PASS                       | PASS    | PASS    | PASS    | PASS    |  |

从表9-10中可以看到下列几组重要的数据：

1) 接线图：

RJ45 PIN:1 2 3 4 5 6 7 8 S

| | | | | | | |

RJ45 PIN:1 2 3 4 5 6 7 8

表明接线正确。

2) 线对：1 , 2 , 3 , 6 , 4 , 5 , 7 , 8

- 特性阻抗 ( Impedance ), W
- 电缆长度 ( Length ), m
- 合适延迟 ( Prop Delay ), ns
- 阻抗 ( Resistance ), W
- 衰减 ( Attenuation ), dB

它们下面的PASS表示成功（在限定值范围内），如果超过限定值则 FALL，表示失败，不能通过测试。

3) 线对组：

- 近端串扰 ( NEXT ), dB
- 远端串扰 ( FEXT Remote ), dB

当它的对应的结果为 PASS（成功）时，结果符合标准。当测试超 5类、6类线时应选择

## 9.5 局域网电缆测试及有关要求

以前的局域网主要使用同轴电缆或UTP 3类线。而现在的用户都大量采用UTP 5类线，超5类线，这主要是为了将来升级到高速网络。那么根据什么标准才能认证用户安装的UTP 5类线可以达到100MHz指标，可以支持未来的高速网络呢？1995年10月，TIA（美国通信工业协会）颁布了IA568A TSB-67标准，它对UTP 5类线的安装和现场测试规定了具体的方法和指标。用户可以根据这个标准来确定所安装的UTP 5类线是否合格，是否达到100MHz的指标。

TSB-67标准首先对大量的水平连接进行了定义。它将电缆的连接分为基本链路（Basic Link）和信道（Channel）。Basic Link是指建筑物中固定电缆部分，不包含插座至网络设备末端的连接电缆。而Channel是指网络设备至网络设备的整个连接。上述两种连接所适用的范围不同，具体的指标也不同。Basic Link适用于电缆安装公司，其目的是对所安装的电缆进行认证测试。而对Channel感兴趣的是网络安装公司的网络最终用户。因为他们要对整个网络负责，所以应对网络设备之间的整个电缆部分（即Channel）进行认证测试。

此外还有几点要特别注意。第一，无论是Basic Link还是Channel, TSB-67都规定了在测试中必需对仪器和电缆的连接部分（接头和插座）进行补偿，将它们的影响排除。也就是说，在指标中不包含两末端的接头和插座。第二，TSB-67标准不仅规定了测试标准和科学家对现场的测试仪器规定了具体指标，并把仪器所能达到的精度分成两类，即一级精度和二级精度，只有二级精度的仪器才能达到最高的测试认证。第三，TSB-67还规定了近端串扰（NEXT Near End Cross Talk）的测试必须从两个方向进行，也就是双向测试。只有这样才能保证UTP 5类电缆的质量（如图9-4和图9-5）。

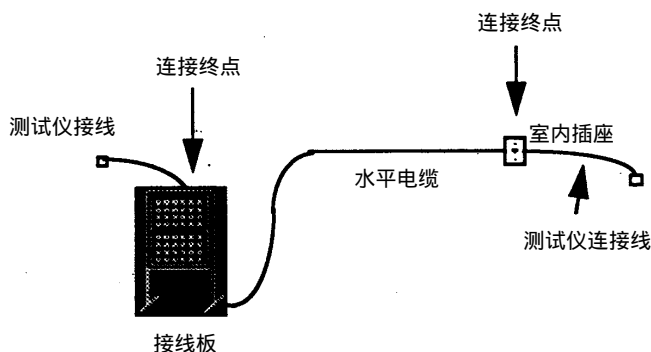


图9-4 Basic Link测试

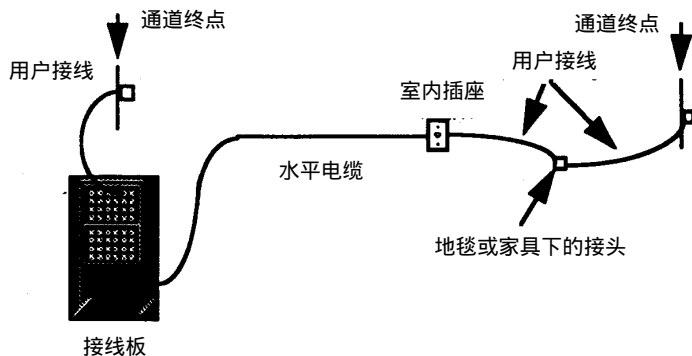


图9-5 Channel测试

因此，基本链路和信道便成了2种测试方法。目前，北美地区主张基本链路测试的用户达95%，而欧洲主张信道测试的用户也达到95%，我国网络工程界倾向于北美的观点，基本上采用基本链路的测试方法。

## 9.6 测试仪的种类与技术指标

### 9.6.1 Fluke DSP-100测试仪

#### 1. DSP-100采用数字测试技术

面对新的标准，采用传统模拟测量技术的电缆测试仪器面临严重挑战。模拟测量技术是通过多次发送不同频率的正弦信号对电缆进行测试的。如何保证测试的一致性和精度。如何排除电缆接头和插座的影响以及如何进行双向的NEXT测试都成为问题。Fluke DSP-100采用了专门的数字技术测试电缆，不仅完全满足TSB-67所要求的二级精度标准（已经过UL独立验证），而且还具有更加强大的测试和诊断功能。

测试电缆时，DSP-100发送一个和网络实际传输的信号一致的脉冲信号，然后DSP-100再对所采集的时域响应信号进行数字信号处理（DSP），从而得到频域响应。这样，一次测试就可替代上千次的模拟信号。

数字测试技术具有如下优点：

1) 测量速度快。17s内即可完成一条电缆的测试，包括双向的NEXT测试（采用智能远端串元）。

2) 测量精度高。数字信号的一致性、可重复性、抗干扰性都优于模拟信号。DSP-100是第一个达到二级精度的电缆测试度仪。

3) 故障定位准。由于DSP-100可以获得时域和频域两个测试结果，从而能对故障进行准确定位。如一段UTP5类线连接中误用了3类插头和连线，插头接触不良和通信电缆特性异常等。

DSP-100的新技术为用户的投资提供了保证，高精度使测量结果准确可靠。高速度节省用户大量时间。对故障准确定位，同样节省了用户查找故障的时间。双向NEXT测试可以免去在电缆两端来回奔忙。

#### 2. 主要技术指标

##### (1) 电缆标准

UTP3、4、5；FTP3、4、5；STP IBM Type1、6、9；Thicknet 10Base；Thinnet 10Base2；RG58、RG58 Foam；RG59、RG59 Foam；rg62。

##### (2) 测试标准

TIA Cat 3、4、5；Basic Link或Channel；TIA TP-PMD；IEEE 10Base5、10Base2、10Base-T、IEEE 4MHz和16MHz令牌环；IEEE 100Base-Tx,100Base-t4；IEEE802.12(100AnyLAN)、4-UTP和2-STP；ISO Class A、B、C、D。

##### (3) 测试速度

17秒内完成一条UTP5类线测试（含双向NEXT）。

##### (4) 连线图

TIA/EIA 568、100Base-T、Token Ring、TP-PMD指标，UTP（或屏蔽双绞线）

电缆两端插头的连接进行测试（同于接线图）。

##### (5) 特性阻抗

|                                                                                                                                           | 双绞线           | Coax同轴电路      | 备 注                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------------------|
| 测量                                                                                                                                        | 70 ~ 80W      | 35 ~ 100W     |                           |
| 精度                                                                                                                                        | ± 150W+5%     | ± 15W- 5%     | 当额定值和测量值的差别增大时，特性阻抗的精度会下降 |
| (6) 长度（距离测试无死区）                                                                                                                           |               |               |                           |
|                                                                                                                                           | TP双绞线         | Coax同轴电缆      |                           |
| 量程                                                                                                                                        | 750m          | 1200m         |                           |
| 分辨率                                                                                                                                       | 0.5m          | 0.5           |                           |
| 精度                                                                                                                                        | ±（0.5m+4%的读数） | ±（0.5m+4%的读数） |                           |
| (7) NEXT 近端串扰精度                                                                                                                           |               |               |                           |
| < ± 1.6dB for 100MHz(Channel)                                                                                                             |               |               |                           |
| < ± 1.5dB for 100MHz(Basic Link)                                                                                                          |               |               |                           |
| 100K ~ 105MHz，步长100kHz                                                                                                                    |               |               |                           |
| (8) 衰减                                                                                                                                    |               |               |                           |
| < ± 1.0dB for 100MHz                                                                                                                      |               |               |                           |
| 100k ~ 105MHz, 步长 100kHz                                                                                                                  |               |               |                           |
| (9) 操作界面                                                                                                                                  |               |               |                           |
| 极易使用的旋钮式操作界面。可选自动测试（按照所选标准一次完成），单步测试（每个指标单独测试），以太网业务量监测，打印设置（可存储 500条测试结果），仪器设置（测试标准、电缆类型、长度单位、蜂鸣、噪声电平、数据格式等），特殊功能（校准、自检、电池储电情况、存储结果删除等）。 |               |               |                           |
| (10) DSPL 软件                                                                                                                              |               |               |                           |
| Windows环境的软件可将存于DSP-100的结果传至PC机（ASCII码或CSV格式），可对测试结果进行处理和绘图分析，可用于仪器升级等。该软件随机免费提供。                                                         |               |               |                           |
| (11) 一般指标                                                                                                                                 |               |               |                           |
| 外形：Fluke专利的高强度黄色塑料铸压外壳，22.5cm(长) ◇ 13cm(宽) ◇ 7.6cm（高）                                                                                     |               |               |                           |
| 质量：1.4kg。                                                                                                                                 |               |               |                           |
| 显示：240 ◇ 240点大型液晶屏，带背景灯。                                                                                                                  |               |               |                           |
| 输入：RJ-45，BNC，可承受电话振铃电压。                                                                                                                   |               |               |                           |
| 功耗：NICD充电电池，连续工作10 ~ 12小时，远端单元为9V碱性电池。                                                                                                    |               |               |                           |
| 接口：RS-232接口，DB9针（DTE阳），1200 ~ 38 400bps，8个数据位，1个停止位，无校验，可用于仪器升级（Flash ROM）。                                                               |               |               |                           |
| (12) 随机设备                                                                                                                                 |               |               |                           |
| DSP-100的随机设备包括：1个主机标准远端单元，电源线，1条UTP RJ-45-RJ-45电缆（15cm），1条UTPFJ-45-RJ-45电缆（2m），1条同轴电缆，1条背带，1个软包，DSPLink软件设备。                              |               |               |                           |
| 选件包括DSP-R标准远端单元；DSP-SR智能远端单元；BP7217NiCD充电电池；N6580电缆套件；N6581 STP电缆套件；N6703 UTP套件。                                                          |               |               |                           |
| (13) 经UL独立检证的DSP-100指标                                                                                                                    |               |               |                           |

| Level II              | Measured Performance for 100MHz |         |        |
|-----------------------|---------------------------------|---------|--------|
| Performance Parameter | Limit for 100MHz                | DSP-100 | DSP-SR |
| Random Noise floor    | 65dB                            | 78.4dB  | 80.4dB |
| Sidual NEXT           | 55dB                            | 56.8dB  | 58.9dB |
| Output signal Balance | 37dB                            | 39.1dB  | 40.8dB |
| Common Node Bejection | 37dB                            | 39.8dB  | 39.9dB |
| Dynamic Accuracy      | ± 0.75dB                        | 0.6dB   | 0.6dB  |
| Return Loss           | 15dB                            | 24.8dB  | 22.6dB |

目前，许多从事网络测试的技术人员都喜欢用 DSP-100，Fluke公司声称 DSP-100有10大特点：

1) DSP-100是唯一能全部满足EIA 586A TSB-67标准对Basic Link 和Channel的认证级精度（二级精度）要求的测试仪，这一事实已由 UL独立验证。同时，欧洲的 3P独立实验室也已通过 DSP-100对ISO 11801标准验证并通过可重复性测试。

作为极为精密的测试仪器生产厂商必须有完整的精度溯源过程和方法，证明其声称的精度在生产与校准过程中如何溯源到国家（国际）标准。现场使用的 5类线缆网络布线测试仪器其精度保证是有时间限度的，所以作为精密的测试仪器必须在使用一段时间后进行校准。作为生产电学基本标准的校准仪器而著称的Fluke公司专门为其DSP-100开发了一套用于校准的智能校准工具和方法，用户在北京的Fluke 维修站即可完成对测试仪的校准，而不必将测试仪送回生产厂家。请向安恒公司咨询DSP-100的有关问题。

2) 只有DSP-100可以精确定位NEXT的故障并指出NEXT故障的原因，比如不良的安装工艺，性能差的部件以及局部电缆的损坏。 Fluke专利的TDX技术在8s之内就可找出这类故障，极大地节省了查找故障所需的时间。图 9-6显示了电气性能故障来自 23m处的错误接头（3类插座）。

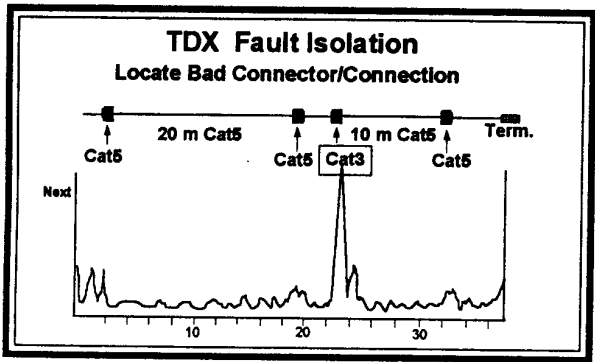


图9-6 电气性能故障来自 23m处的错误接头（3类插座）

3) DSP-100提供了极快的测试速度，双向测试在 17s之内，并且比其他测试仪测得更彻底（注意，有些测试仪的所谓快速扫描一般不符合国际测试标准的要求，不能作为认证测试使用）。

4) 在测试电缆NEXT时，DSP-100是唯一能识别外部环境（如荧光灯、无线电通信等噪声）干扰的测试仪。一般的测试仪在测试 NEXT时会将所有的外部噪声干扰认为是 NEXT，这将误导布线故障的查找，同时在噪声干扰环境下测试也会出现精度问题。

5) DSP-100是牢固可靠的产品，在现场测试恶劣环境下仍能提供实验室级的测试精度。最

著名的试验就是坠地试验，即从 1m多高的地方将测试仪自由坠地，落地后测试储藏功能及精度依然如故。

6) DSP-100是一个具有远见的产品，它可以完成高达 155MHz的电气性能测试。目前国际标准没有对超过 100MHz测试进行定义，故这一功能对超过 100MHz的应用提供了有效帮助。通过附加的DSP-FTK选件还可进行光缆测试，并能控制测试、存储与打印结果。

7) DSP-100的电池供电时间最大为 12h或1800次自动测试。独特的电池管理功能随时可显示剩余的电池余量。特别设计的无记忆智能充电系统及电池也是对用户利益的保证。 DSP-100具有用于内部存储单元的后备锂电池，可以保证在主充电电池被取出后，用户存储的测试结果能保持长达5年之久。

8) DSP-100是目前唯一能提供依照国际布线标准 ISO/IEC11801定义进行回波损耗（Return loss）测试的仪器。这是在链路测试质量中极为重要的增项，而且在未来和 TIA/EIA链路测试标准中将对它定义。

9) 随机赠送的DSP-LINK软件十分方便地将 DSP-100与PC机连接在一起，传送测试数据，DSP-100传送500条测试报告的时间在2min以内。这比某些测试仪的传送速度快10倍。DSP-100可以将全部详细数据传送到 PC（这一点像网络分析仪），用户点一下鼠标就可得到彩色的链路性能分析图。完善的输出控制，多种输出方式，用户可任意选择要输出的测试结果，或一次自动将全部结果输出。该软件还能简单地管理大量测试记录。

10) 全系列的服务，美国Fluke公司投巨资在北京设立了维修中心，直接为用户服务，所有产品在未来停止生产后，还可向用户提供8年的备件。所以网络测试产品都在进行本地化工作，DSP-100用户可得到全中文的技术手册。

DSP-100测试功能一览表9-11所示。

表9-11 DSP-100测试功能一览表

| 测试标准                    | 接线图 | 阻抗 | 长度 | 特性阻抗 | 近端串扰 | 衰减 | 衰串比 | 回波损耗 |
|-------------------------|-----|----|----|------|------|----|-----|------|
| TIA Cat 5 Channel       |     |    |    |      |      |    |     |      |
| TIA Cat 5 Basic Link    |     |    |    |      |      |    |     |      |
| TIA Cat 4 Channel       |     |    |    |      |      |    |     |      |
| TIA Cat 4 Basic Link    |     |    |    |      |      |    |     |      |
| TIA Cat 3 Channel       |     |    |    |      |      |    |     |      |
| TIA Cat 3 Basic Link    |     |    |    |      |      |    |     |      |
| ISO/IEC EN50173 Class A |     |    |    |      |      |    |     |      |
| ISO/IEC EN50173 Class B |     |    |    |      |      |    |     |      |
| ISO/IEC Class C         |     |    |    |      |      |    |     |      |
| ISO/IEC Class D         |     |    |    |      |      |    |     |      |
| ISO/IEC Class D-NO RL   |     |    |    |      |      |    |     |      |
| EN50173 Class C         |     |    |    |      |      |    |     |      |
| EN50173 Class D         |     |    |    |      |      |    |     |      |
| EN50173 Class D-NO RL   |     |    |    |      |      |    |     |      |
| IEEE 10Base2            |     |    |    |      |      |    |     |      |
| IEEE 10Base5            |     |    |    |      |      |    |     |      |
| Coax Cables (各类同轴缆)     |     |    |    |      |      |    |     |      |
| IEEE 10Base-T           |     |    |    |      |      |    |     |      |
| 100Base-TX              |     |    |    |      |      |    |     |      |
| 100Base-T4              |     |    |    |      |      |    |     |      |

| 测试标准                                     | 接线图 | 阻抗  | 长度  | 特性阻抗 | 近端串扰 | 衰减  | 衰串比 | 回波损耗 |
|------------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|------|
| IEEE 802.12 4-UTP                        |     |     |     |      |      |     |     |      |
| IEEE 802.12 STP                          |     |     |     |      |      |     |     |      |
| 令牌环, 4Mbps                               |     |     |     |      |      |     |     |      |
| 令牌环, 16Mbps,Passive                      |     |     |     |      |      |     |     |      |
| 令牌环, 16Mbps, Active                      |     |     |     |      |      |     |     |      |
| TP-PMD(CDDI)                             |     |     |     |      |      |     |     |      |
| ARCnet                                   |     |     |     |      |      |     |     |      |
| Aus/NZ Class C Channel                   |     |     |     |      |      |     |     |      |
| Aus/NZ Class D Channel                   |     |     |     |      |      |     |     |      |
| Aus/NZ Class C Basic Link                |     |     |     |      |      |     |     |      |
| Aus/Nz Class D Basic Link                |     |     |     |      |      |     |     |      |
| All Tests                                |     |     |     |      |      |     |     |      |
| Twin-Ax:RJ45 pins 4,5,S                  |     |     |     |      |      |     |     |      |
| Fiber Optic *Multi-,<br>Singlemode(光缆选项) |     |     |     |      |      |     |     |      |
| 用户可以自定义四个测试标准                            | ( ) | ( ) | ( ) | ( )  | ( )  | ( ) | ( ) | ( )  |

DSP-100功能与特点如表9-12所示。

表9-12 DSP-100功能与特点

| 采用的测试技术                            | 最新的数字测试技术    |
|------------------------------------|--------------|
| 最高测试频率                             | 155MHz       |
| TSB-67 标准二级精度Basic Link 测试         | 是            |
| TSB-67 标准二级精度Channel测试             | 是            |
| ISO非11801标准Class D 电缆Return Loss测试 | 是            |
| 自动测试时间（单向）                         | <14s         |
| 自动测试时间（双向）                         | <14s         |
| TDR故障诊断测试死区                        | 无            |
| 特性阻抗异常测试范围                         | 全程图形化显示      |
| 近端串扰故障精确定位                         | 是，Fluke专利TDX |
| 电气故障分析（某点或某段电缆故障分析及定位）             | 是            |
| 连续测试分析隐含故障                         | 是            |
| F irmvare 或升级性                     | 是            |
| 以太网监测                              | 是            |
| 毛刺噪声监测                             | 是            |
| 环境噪声分辨                             | 是            |
| 大屏幕图形显示器                           | 240 ◇ 200    |
| 背景灯                                | 是            |
| 测试仪接口                              | 标准8芯RJ-45接口  |
| 用户操作界面                             | 旋转钮          |
| 测试结果存储量                            | 500条         |
| 图形化全程结果显示                          | 是            |
| 直接测试结果打印输出                         | 是            |
| 测试结果管理，电缆性能分析DSP-LNK               | 随机赠送         |
| PC机接口电缆                            | 随时赠送         |
| 测试结果传送PC                           | 2min         |

| 采用的测试技术                      | 最新的数字测试技术        |
|------------------------------|------------------|
| 电池类型                         | 镍铬电池（可更换）        |
| 智能电源管理功能                     | 是                |
| 剩余电力显示                       | 是                |
| 一次充电后电池寿命                    | 10 ~ 12h 1800 测试 |
| 使用中充电功能                      | 是                |
| 无充电电池时内部记录数据保持时间             | 5年以上             |
| ISO 9001生产与精度溯源认证证书          | 随机附带             |
| UL依照TIA的TSB-67标准验证           | 是                |
| 3P欧洲独立实验室依照ISO11801标准验证      | 是                |
| Fluke 公布现场与国家国际标准精度溯源过程与方法证书 | 是                |
| 防震及抗恶劣工作环境设计                 | 是，坠地试验           |
| 本地化服务，北京设立维修中心               | 是                |
| LAN TIMES 杂志评奖               | 95.7,96.3        |

3. DSP-100测试仪的组成

测试仪组成，见图9-7。



图9-7 DSP-100测试仪

DSP-100测试仪由主机和远端单元组成：

主机的四个功能键取决于当前屏幕显示；

TEXT键自动测试；

EXIT键从当前屏幕显示或功能退出；

SAVE键保存测试结果；

ENTER键确认操作。

DSP-100 测试仪的远端很简洁，RJ-45插座处有通过PASS，未通过FAIL的指示灯显示。

快速使用，根据要求设置测试参数：

- 1) 将测试仪旋钮转至 SETUP。
- 2) 根据屏幕显示选择测试参数，选择后的参数将自动保存到测试仪中，直至下次修改。
- 3) 将测试仪和远端单元分别接入待测链路的两端。
- 4) 将旋钮转至 AUTO TEST，按下 TEST 键，测试仪自动完成全部测试。
- 5) 按下 SAVE，输入被测链路编号、存储结果，全部测试结束后，可将测试直接接入打印机。

打印可通过随机软件 DSP-LINK 与 PC 机连接，将测试结果送入计算机存储打印。如果在测试中发现某项指标未通过，将旋钮转至 SINGLE TEST 根据中文速查表进行相应的故障诊断测试。查找故障后，排除故障，重新进行测试直至指标全部通过为止。测试中有必要的话，可选择某条典型链路测出其衰减与近端串扰对频率的特性图以供参考。

## 9.6.2 Fluke 620 局域网电缆测试仪

620 是唯一既不需要远端连接器也不需要另外安装人员在电缆的另一端帮助的电缆测试仪。620 使安装者在安装测试时运用自如。只要配上一个连接器，安装者通过 620 立刻就能证实线缆的接法与接线。在电缆一端根本不需要任何端头、连接器或远端单元时，620 就能从另一端测试出线缆中的开路、短路和至开路、短路处距离以及串绕现象。因为不必等到连接器全部安装好才测试，从而节省大量的时间和资源。若电缆工厂需要一份每条电缆通道的连接性能测试证书，620 能使工厂出具这份证书。因为 620 能在线缆错误发生后立即被确认并纠正，因此工厂出具证书不再为在电缆修理和故障隔离上花费时间和精力。

### 1. 电缆测试

如果电缆安装人员再配一个电缆识别器，那么 620 可以查出更多的错误（双绞线的错对、接反），并且使电缆连接路径（走向）的识别变得非常容易。

### 2. 具体操作

620 上有一个旋钮，用它可以选择被测试电缆的电缆类型、连线标准（例如 10Base-T, 2 对）电缆种类和线缆测试范围。

用户选择的菜单如下：

- 1) 长度单位选择（m 或 ft）；
- 2) 通过（pass）/未通过（fail）音响选择；
- 3) 调整对比度；
- 4) 对专用电缆进行校准。

旋钮选择开关的 3 种工作状态：

- 1) 测试（Test）提供被测电缆通过/未通过报告。如果未通过，620 提供附加的诊断信息。
- 2) 长度测试（Length）表示电缆长度的准确测试。
- 3) 连接图（Wire Map）显示了双绞线详细的连接状况。

### 3. 电缆长度

范围：0.5 ~ 300m；

分辨率：0.5；

精度：± 1m。

### 4. 电源

使用两节 AA 型 1.5V 的碱性电池，可连续工作 50 小时，使用背景灯将减少电池使用时间。由于产品具有自动电源管理功能，电池在正常使用下能工作几个月。

## 5. 输入保护

输入可承受电话振铃电压，过压有警告声。

## 6. 随机附件

- 1) 用户手册；
- 2) 速查卡；
- 3) 便携软包；
- 4) 电缆识别器（1号）；
- 5) 1根RJ-45-RJ-45电缆（EIA/TIA4对，5类）；
- 6) 1个RJ-45-RJ-45耦合插座。

## 7. 选购件

- 1) N6210 电缆识别器2～4号；
- 2) N6202 电缆识别器5～8号；
- 3) N6203STP电缆组件，包括：连接STP（IBM TYPE 1）电缆；IBM数据连接器与DB9适配器，其中线长1m；数据连接器与RJ-45适配器，其中线中0.3m。

选件提供的功能如表9-13所示。

表9-13 选件提供的功能

| 功 能  | 无识别器 | 有识别器 |
|------|------|------|
| 开路   | *    | *    |
| 开路定位 |      | *    |
| 短路   | *    | *    |
| 短路定位 | *    | *    |
| 串接   |      | *    |
| 反接   |      | *    |
| 串绕   | *    | *    |
| 电缆长度 | *    | *    |
| 走向识别 |      | *    |

注：\*表示选件提供该项功能。

## 9.6.3 Fluke 652 局域网电缆测试仪

652以容易使用的旋钮代替复杂的多层次下拉菜单。

### 1. 自动测试

652可以自动进行一系列电缆测试，所有结果都与IEEE 802和EIA/TIA568标准进行比较，并且显示通过（Pass）或不通过（Fail）信息，同时有声音提示。测试结果可以存入机内非易失存储器，并可由RS-232接口打印出报告。

### 2. 业务量测试

652能监测处于工作状态的以太网，有声音及带状图实时显示网络业务量情况，包括最大值、平均值以及碰撞百分率。对于10 Base 网，当其连接脉冲丢失或出现脉冲性错误时，可以检测出来。

### 3. 噪声测试

将652接到空载的网络电缆上，可以统计超过某一电平的噪声（该电平可选）脉冲数，还可对电缆的抗噪声性能进行测试。

#### 4. 专用电缆

652最多测试14种不同类型的局域网电缆。用户还可以设定两种专用电缆。

#### 5. 打印功能

652最多可存储500个电缆测试结果以及一个以太网业务监听报表和一个噪声测试报表。

652备有DB9P RS-232接口，其速率为1200~19200bps，支持DT、RD、CTS和DTR信号。

#### 6. 测试长度

范围：同轴电缆612~200m；非屏蔽双绞线6600m

精度： $\pm$  读数%+0.6m

分辨率：0.6m

显示单位：in或ft

#### 7. 衰减测试

测量双绞线的衰减量：

5~10MHz

10MHz/步长

10~20MHz

200MHz/步长

范围：0~48dB

精度： $\pm$  2dB

#### 8. 近端串扰（NEXT）

测试双绞线间的相互干扰。当NEXT小于20dB时会警告用户可能有线间串绕。

5~10MHz

10MHz/步长

10~20MHz

200MHz/步长

范围：0~48dB

精度： $\pm$  2dB

#### 9. 输入保护

输入承受电话振铃电压，过压有警告声。

#### 10. 电源

仪器使用6节AA型碱性电池或交流稳压输入。远端单元需一节9V电池。电池组能连续工作8小时。为节省电能，仪器有自动关闭功能。

#### 11. 随机附件

1) 用户手册；

2) 便携软包；

3) 650远端单元；

4) AC电源适配器；

5) N6520电缆组件，它含RJ-45-RJ-45耦合器（2个），RJ-45电缆（2根），RJ-45带夹子电缆（2根），同轴电缆（50W，BNC），打印电缆（DB9~DB25）。

#### 12. 选购件

N6521 STP适配器套件，包括：RJ-45DB9（Female）电缆（0.3m），RJ-45IBM数据连接器电缆（1m）。

Fluke 67X系统列网络测试仪（LANMeter）是一种专用于计算机局域网安装调试、维护和故障诊断的工具。它将高档、昂贵、较难使用的网络协议分析仪和简单、易用的电缆测试仪主要功能完美结合起来，形成一个新颖的网络测试仪器。由于67X系列为手持电池供电型仪器，你可以携带它到网络的任何角落进行测度。即使在光线不足的地方（接线间、地下室等），67X系列的背景灯仍可保证你的工作不受影响。它可以帮助迅速查出电缆、网卡（NIC）、集线器（Hub）、桥（Bridge）、路由器（Router）等故障，而不需编程、解译成协议码，以及你对网络协议不必有深刻的了解。

Fluke 67X网络测试仪分为F670 令牌环网测试仪；F672 以太网测试仪和F675 以太和令牌环网3种型号。

1. Fluke 67X方便、易用

Fluke 67X网络测试仪使局域网的安装、检错、监控变得方便、快速。只需几个按键就能把电缆、网卡（NIC）、集线器（Hub）等故障隔离出来，它还能分析网络的出错、碰撞或对业务量进行实际统计。Fluke 67X是由两层菜单、五个功能键控制的。67X的HELP功能键能方便地帮你解释测试结果和显示网络问题的信息。所有的试验结果都以拼图或直方图的形式显示。这样的显示方式使测试结果直观、简明。像协议分析仪一样，Fluke 67X提供了许多信息，例如综合统计（资源利用、错误情况、传送效率等）、连接测试和故障隔离。67X之所以易学易用是因为它舍去了规程分析仪的一些几乎不用而又十分复杂的功能。同时，它也能做电缆测试仪具有的常规测试，而且能进入网络找出网络电缆的故障。值得一提的是，Fluke 67X有其特有的测试功能（专家测试、碰撞分析和不稳定检验），这些功能是当今市场上其他产品所无法提供的。

2. 网络监测

网络监测提供了一整套实时网络测试。

(1) 网络统计

网络统计是对网络健康状况的整体评价，网络测试仪会对一些网络的关键参数进行统计，仪器将显示网络的利用率、碰撞率和广播通信，显示的结果有平均值、最大值和动态值。如图9-8所示。

(2) 错误统计

仪器对网络的各种错误进行统计，包括帧超长、帧过短、错误 FCS、各种碰撞等。各种故障发生的比例用拼图来表示。故障发生的源地址可以用放大功能 ZOOM 进行追踪，以显示更详细的信息，如图9-9所示。

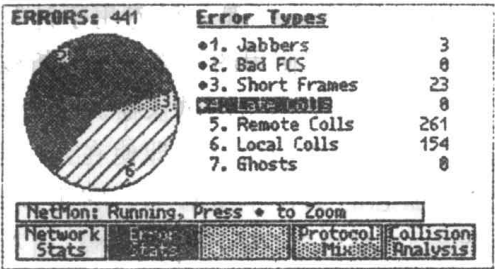
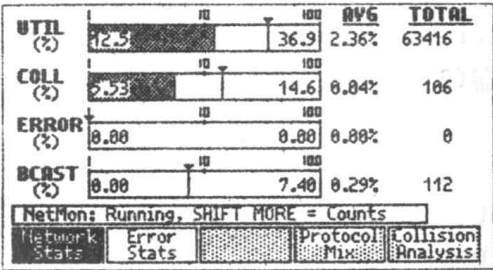


图9-8 网络统计

图9-9 错误统计

### (3) 协议统计

仪器将显示网络当前运行最多的7个协议以及使用的百分比，显示有数值和饼图，可用放大功能来追踪进行相关协议的站点，如图9-10所示。

### (4) 碰撞分析

仪器对碰撞进行分类，如本地碰撞、延迟碰撞等。碰撞分类是帮助分析故障的区域，对于帧的前同步信号的碰撞和电缆中能量的聚集而造成的带宽挤占，协议分析仪和网管软件无能为力，而LANMeter对此却非常敏感，如图9-11所示。

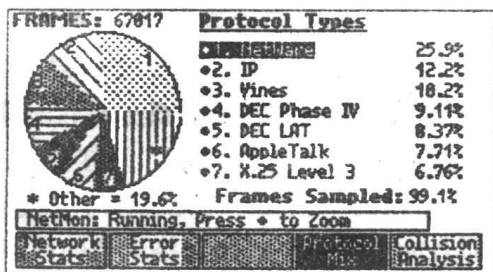


图9-10 协议统计

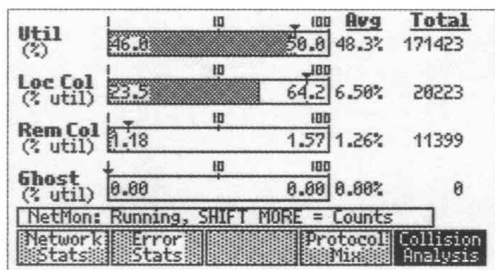


图9-11 碰撞统计

### (5) 令牌转换

仪器计算令牌轮换一周的时间，显示最后平均值和最大值，还可以给出环网上活动的站点。

### (6) 顶端测试

顶端测试是显示最繁忙的7个站，即发送和接收最多的站点。显示中给出站点的网卡地址以及饼图。该功能可用于网络的评估并对网络的规划提供具体数据，如图9-12所示。

### (7) 硬件测试

硬件测试功能允许用户对网络硬件进行测试（例如集线器测试、介质访问单元测试和网卡测试）。由于测试不一定要在工作的网络中进行，故Fluke 67X网络测试仪可以模拟网络工作来测试网卡。

### (8) 专家测试

专家测试是将仪器串接于网卡（站点）和集线器之间，仪器会自动对网卡和集线器分别进行测试并将二者连通，网卡和集线器也可分别详细测试，如图9-13所示。

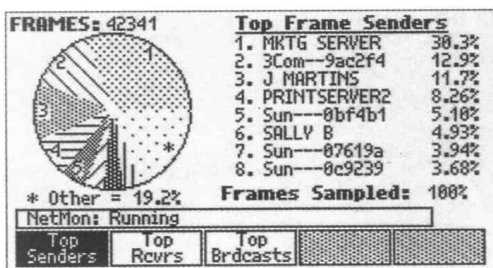


图9-12 顶端测试

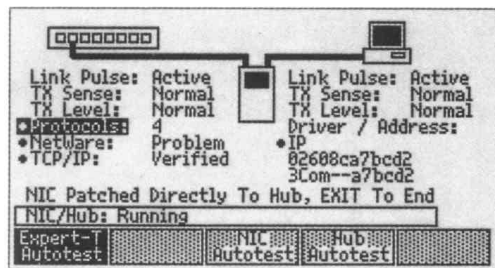


图9-13 专家测试

### (9) 网卡自动测试

对于以太网，测试包括MAC地址、协议、驱动电压电平、FCS错误（在10Base-T上连接脉冲的不正常和极性错误）。对于令牌环网，测试包括LOBE、NIC速度、MAC地址和虚拟驱动电平。这个测试不需要在运行的网络上进行。

(10) 集线器/介质访问单元测试

集线器/介质访问单元测试与网卡测试类似，它能检测已联网 IPX和IP主机上的协议问题。

在令牌环网上，介质访问单元复位测试能核实设备是否正常。

(11) 相位抖动

测试非相位抖动的数量。可测那些很难发现的故障，例如响应时间慢、不能访问服务器等。

(12) 电缆测试

LANMeter具有电缆测试功能，可以检查开路和短路、故障距离、特性阻抗、串接等。此

外还可以选择UTP 5类线测试选项，从而检查电缆是否符合UTP 5类线的标准，如图9-14所示。

(13) 流量发生器

流量发生器可用来测试网络的硬件，仪器在产生流量的同时进行网络统计、错误统计、碰

撞分析、环站测试等。用户可以利用光标键动态改变发送帧的速率和大小，还可以选择发送帧

的协议类型和具体的接收站，如图9-15所示。

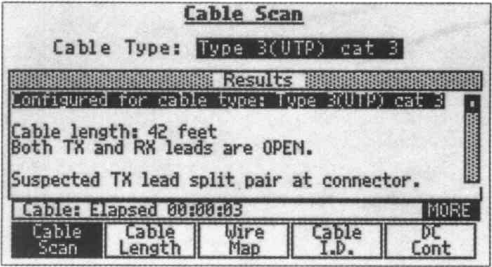


图9-14 电缆测试

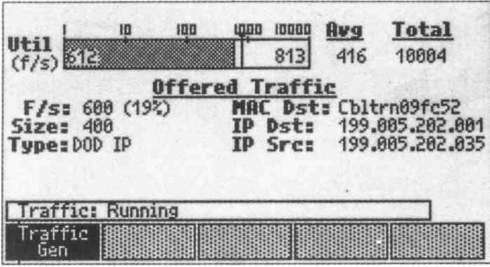


图9-15 流量发生器测试

(14) Novell测试

Novell测试通过以下4点来诊断Netware

的问题：

- 由IPX来核实用户机和服务器的连接。
- NetWare监测统计。
- 路由统计。
- 保存在IPX业务中业务量最高的轨迹。

(15) 服务器列表

显示服务器的一个列表，包括IPX地址和

响应时间。可利用帮助功能解决配置问题，

如图9-16所示。

(16) NetWare Ping

显示IPX地址，IPX网络数目和响应时间。

显示有关文件请求、打印请求、包的路由和

延迟的统计信息。通过 ZOOM 键可显示

每种类型的最繁忙的站，如图9-17所示。

(17) 路由分析

显示路由业务量百分比（本地到本地，

本地到远程，远程到远程）。通过 ZOOM 键可显示每种类型的最繁忙的站。



图9-16 服务器列表

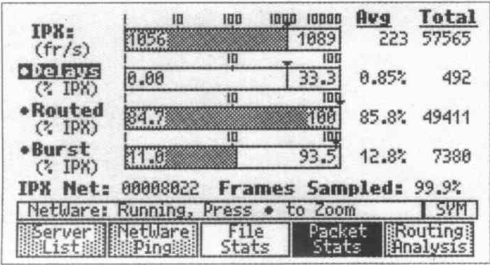


图9-17 NetWare ping测试

3. 网络维护软件Health Scan（选件）

配合网络测试仪，Fluke还提供一套软件用于网络数据分析和产生各类报告，网络测试仪可以将网络的各种信息，例如站点列表、服务器列表、IP地址列表、路由器列表以及网络利用率、碰撞分析等信息存储于机内，通过软件可以对这些数据进行分析，打印报告的表格。

4. TCP/IP 测试

TCP/IP测试通过以下3点来诊断与IP相关的问题：

- 1) 由IP路由器来核实连接。
- 2) ICMP 监测统计。
- 3) 保存在IP业务中最繁忙的站。

• ICMP监测：显示被发现的关键性IP事件数，包括重定向、无法到达目的地、超过。通过 ZOOM 键可显示每种类型的站，如图9-18所示。

• ICMP ping：显示IP地址、MAC地址和响应时间，如图9-19所示。

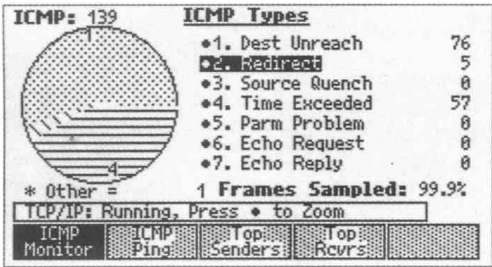


图9-18 ICMP监测

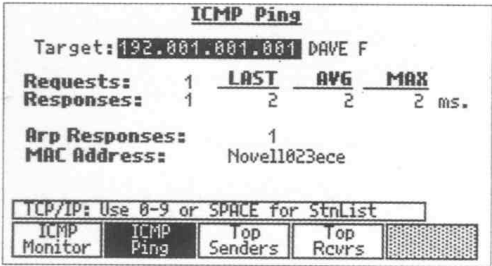


图9-19 ICMP ping

5. 数据存储和打印

LANMeter 67X允许用户存储多种类型的信息和测试结果。这些信息可以完全载入微机或重查显示。所有存储的信息都包括测试名称、测试时间和日期。

6. 数据记录

网络统计和错误统计的测量结果都可按用户规定的间隔时间显示出来，最长间隔为 5天。

7. 屏幕打印

网络测试仪上的所有屏蔽图案都能捕获到图形文件或直接打印。另外，屏幕内容与卷动的文本视窗能像ASCII文件一样存档。

8. 站点列表

每个站点的列表项目由下列各项输入：有确切符合名称的 MAC、IP和IP地址。这些站点列表或以输入和输出到PC机，并且可以把确定的Novell和Unix指令的输出作为输入。

9. 基本规格

体积：16.3m（宽）◇ 29.2m（高）◇ 5.60m(深)

质量：2kg

电池：可充电电池，使用 AC电源（100 ~ 240V，50 ~ 60Hz）充电，平均连续使用 3小时，充电时间3小时。

保修期：一年。

9.6.5 Fluke 68X系列企业级局域网测试仪

Fluke公司推出的企业级局域网测试仪是当今复杂网络的维护和故障诊断工具。它的功能有：

1) 68X具有支持SNMP（简单网络管理协议）的独特功能，它通过 SNMP访问智能网管设备上的管理信息库（MIB），包括远程监控（RMON），以获取网络上各种管理信息。

2) 68X提供各种简明易懂的网络信息，各种水平的操作人员都可迅速掌握，而不必像学习使用协议分析仪那样学习如何操作以及如何分析信息。

3) 68X可以对远程广域网（WAN）的连接、性能和配置进行分析，还可以对以太网的端口进行分析。

4) 68X这种具有网管功能的智能仪器是用于网络维护、故障诊断的最佳投资。

#### 1. Fluke推出的企业级网络测试仪适应当今网络的发展

你手中的网络维护和诊断工具可能跟不上网络的发展。由于当今的局域网采用了更多的路由器和交换设备，而且有些是高智能化设备，它们使网络变得越来越复杂。网络维护人员在维护和故障诊断上遇到了前所未有的困难。由于网段变得越来越小，更多的问题可能是在其他的网段中。把网络故障迅速定位在某个网段上，且迅速排除就需要一系列新型的测试工具。

Fluke企业级局域网测试仪68X系列就是满足这一需求的仪器，它能迅速解决复杂网络问题而又容易使用。

#### 2. 将远程监测（RMON）功能置于你的手中

企业级网络测试仪支持RMON MIB，从而具有观察远端网段的能力。它可以分析路由器以及以太网交换机另一侧网段的性能，在企业级网络测试问世以前这是不可能的。

#### 3. 自动识别不断增长的TCP/IP和NetBios网络的各种故障

当今越来越多的网络采用TCP/IP，这种增长势头以及网段数目的不断增加，使故障查找越来越困难。另外，还有一种新的趋势，那就是将 NetBios 从不可以路由的NetBEUI(802.2)向基于TCP/IP的网络转移。企业级网络测试仪就是专门为这些不断增长的环境而设计的。

#### 4. 为TCP/IP提供超级测试能力

当今TCP/IP已迅速成为许多大型组织、大型企业级网络最重要的网络协议。过去由于这种网络的复杂性，它只由少数专家来支持。所以，现在很多企业和组织的网管人员和技术人员就面临着极大的挑战。Fluke企业级网络测试仪能在很深的层次上支持 TCP/IP，使这种矛盾迎刃而解。68X所采集的TPC/IP网络的关键信息使查找 IP网络的连接性和配置问题轻而易举。利用SNMP，68X可以从本网段和远程网段的管理设备上获取各种信息，并可分析 WAN的连接性能。

#### (1) IP自动设置

68X可自动进行IP设置。它可以自动寻找可以使用的 IP源地址、正确的子网掩码（subnet mask）、默认的路由器和在线的DNS域名服务器。自动设置可以在帮助方式下自己输入，也可以利用动态主机配置协议 DHCP或Bootp服务器。如图9-20所示。

#### (2) 网段的搜寻

68X可以自动分析 IP网络的关键特性并将其分类。它还可以自动识别许多故障，例如子网掩码不正确，IP地址重复以及公布的服务无效。

网段搜集还可以查询 IP路由器、网段信息、DHCP和Bootp服务器、域名服务器、SNMP设备和本地站点等。对感兴趣的类型可以标记并用 ZOOM功能键索取进一步的信息。仪器可自动发现很多问题，如IP地址重复，如图9-21和图9-22所示。

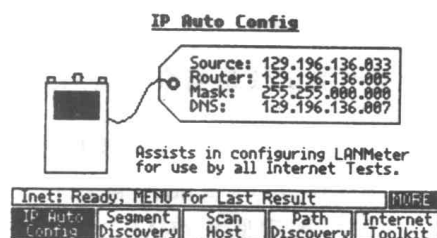


图9-20 IP自动设置

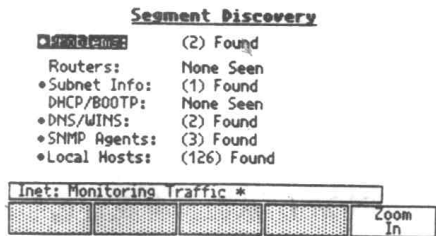


图9-21 查询IP路由器

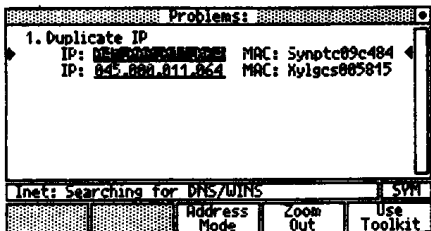


图9-22 网络搜寻

### (3) 路径搜寻

68X用路由器追踪功能来帮助诊断那些连接性和性能不良的问题。如果发现问题，路由器的IP地址和响应时间以及名字将一并报告，如图9-23所示。

68X会报告网卡（MAC）地址，子网掩码和可用默认路由器的IP地址，从而可以验证站点的IP设置是否正确。如果有域名服务器（DNS），站点的名字也会报告出来。该测试还可以监测进/出站点的IP流量，并利用 Ping 来验证连通性，如图9-24所示。

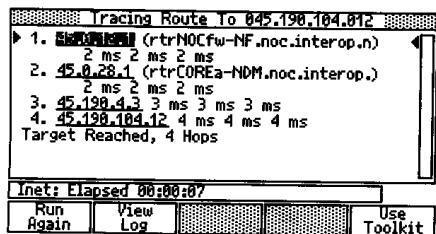


图9-23 路径搜寻

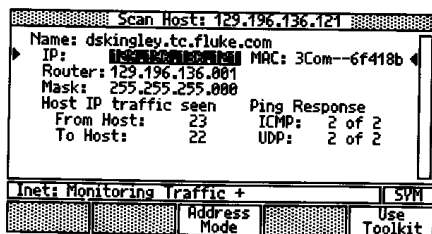


图9-24 站点扫描

### (4) Internet测试包

这项测试可以单项运行或由来自其他 Internet测试的Hypertext连接来完成。例如，了解网段情况可通过Internet和Hypertext两个按钮，就可获得如下网段信息：

两个IP地址重复问题，6个路由器，16个服务器，228个SNMP设备，199个站点等。对于上述报告还可以获取更具体的信息，如表 9-14所示。

表9-14 网段信息表

FLUKE 685 LANMeter Version 06.40 8X Nov 03, 1995 10:13:45

Segment Discovery

Summary

Problems: (2)Found

Routers: (6)Found

Subnet Info: (2)Found

DHCP/BOOTP: None Seen Name Servers:

(16)Found

SNMP Agents: (28)Found

Local Hosts: (199)Found

Problems

1. Duplicate IP

IP:166.11.017.107 MAX:Micdyne526db

IP:166.111.017.107 MAC:D-Link543765

## 2. Duplicate IP

IP:168.008.129.183

MAC:Cisco-36805e

IP:168.008.129.183

MAC:D-Link0c81b7

Internet测试包所含的测试可以提供对某个特殊节点的更深入分析，如图9-25所示。

## (5) 从智能设备上获取信息

基于SNMP的企业级网络测试仪利用MIB和RMON和各自查询使其成为具有该项功能的唯一的手持式仪器，它将故障诊断能力扩展到远程网段。

从智能设备上获取信息是利用System Group Query来完成的，如图9-26所示。

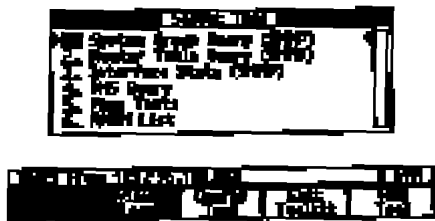


图9-25 Internet测试包

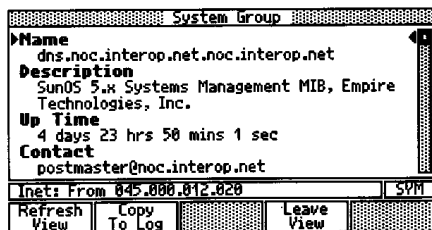


图9-26 系统组查询

## (6) 检查路由表

该项功能是利用SNMP Router Table Query来完成的，如图9-27所示。

## (7) 检查接口状态

检查接口状态可以用SNMP Interface Statistics来完成，如图9-28所示。

| Route Table |           |                 |  |  |  |
|-------------|-----------|-----------------|--|--|--|
| 45.0.32.0   | 45.0.16.1 | 255.255.255.252 |  |  |  |
| 45.0.32.4   | 45.0.16.1 | 255.255.255.252 |  |  |  |
| 45.16.0.0   | 45.16.0.1 | 255.255.252.0   |  |  |  |
| 45.17.0.0   | 45.17.0.1 | 255.255.252.0   |  |  |  |
| 45.20.0.0   | 45.20.0.1 | 255.255.252.0   |  |  |  |
| 45.21.0.0   | 45.21.0.1 | 255.255.252.0   |  |  |  |
| 45.24.0.0   | 45.24.0.1 | 255.255.252.0   |  |  |  |
| 45.25.0.0   | 45.0.4.21 | 255.255.0.0     |  |  |  |
| 45.28.0.0   | 45.0.4.32 | 255.255.0.0     |  |  |  |

图9-27 路由表信息

| Interface Table        |                                       |  |  |  |  |
|------------------------|---------------------------------------|--|--|--|--|
| 3Com NETBuilderETH/5-1 | I/F: Up, Ethernet CSMA/CD (10.0 Mbps) |  |  |  |  |
|                        | MAC: 88000208ee0c MTU: 1500           |  |  |  |  |
|                        | IP: 45.190.180.2 Mask: 255.255.252.0  |  |  |  |  |
| 3Com NETBuilderETH/6-1 | I/F: Up, Ethernet CSMA/CD (10.0 Mbps) |  |  |  |  |
|                        | MAC: 880002097dca MTU: 1500           |  |  |  |  |
|                        | IP: 45.190.188.1 Mask: 255.255.252.0  |  |  |  |  |

图9-28 接口状态信息

## (8) Interface Statistics

利用查询设备的Interface Statistics可以获得进一步的信息，如图9-29所示。

## (9) Interface Error

利用Interface Error可以查询错误信息，如图9-30所示。

## (10) 域名服务信息

向服务器发出查询地址或名字可以获得域名服务信息，如图9-31所示。

| Stats: [3Com NETBuilderE], I/F and 802.3 MIB |  |  |      |        |       |
|----------------------------------------------|--|--|------|--------|-------|
| Util (%)                                     |  |  | Avg  | Total  |       |
| 38.0                                         |  |  | 38.0 | 19.88% | 39810 |
| Error (%)                                    |  |  |      |        |       |
| 12.2                                         |  |  | 12.2 | 8.90%  | 4820  |
| Bcast (%)                                    |  |  |      |        |       |
| 3.00                                         |  |  | 3.00 | 2.81%  | 2208  |
| Coll (%)                                     |  |  |      |        |       |
| 12.2                                         |  |  | 12.2 | 9.08%  | 5836  |

图9-29 查询信息

Stats: [3Com NETBuilderE], 802.3 MIB

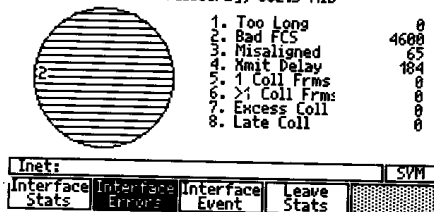


图9-30 查询错误信息

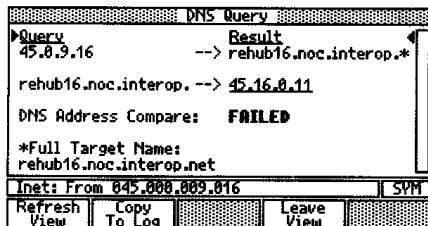


图9-31 查询域名信息

### (11) 连通性和远程网段信息

用Ping测试验证节点的连通性，用RMON Statistics（远程监测统计）获取远程网段的信息。

### 5. NetBIOS的强大分析能力

随着Microsoft NT, Windows 95和IBM LAN Server的广泛使用，NetBIOS网正在不断增加，68X的独特功能可以使你发现节点设置错误，重复命名和大流量的成因。

#### (1) IP自动设置

68X可以完成TCP/IP之上的NetBIOS的IP自动设置。

#### (2) 网段搜寻

自动分析接入的NetBIOS网络的关键分类特征；自动识别命名重复、注册错误、默认路由器不响应；感兴趣的类型可以做标记，并用 ZOOM 功能键获得更详细的信息；可以用详细观察来访问站点的信息，如图9-32所示。

#### (3) NetBIOS Ping

利用 Ping 某个节点的名字来验证网络层的连通性。NetBIOS Ping将限于本网段且不可路由。而IP

或IPX/SPX之上的NetBIOS Ping则可以跨过IP和IPX/SPX的路由器。

#### (4) 发送/接收最多者

该功能是追踪NetBIOS流量的最多者。测试结果会显示源地址、协议的包与 NetBIOS流量的百分比，并给出饼图，该图显示了NetBIOS流量的分配。

对感兴趣的站点可以用光标选择并用 ZOOM 功能键获取更详细的信息，如图9-33所示。

用详细观测（View Detail）可获得站点的详细资料，如图9-34所示。

### NetBIOS Discovery

Problems: None Seen  
 • Domains: (35) Found  
 • DNS/WINS: None Seen  
 • Local Hosts: (477) Found



图9-32 查询站点信息

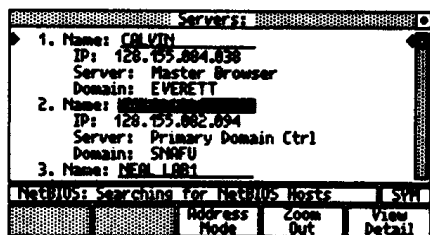


图9-33 查询发送信息

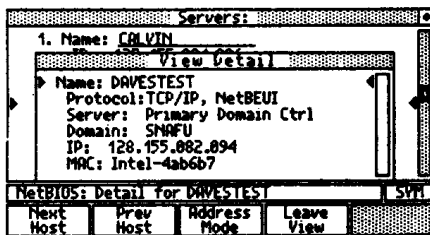


图9-34 查询站点信息

### 6. 最重要的网络协议的强大分析能力

企业级网络测试仪 68X 包含 67X 系列的全部功能，所以 68X 可以支持如下的重要网络协议的测试：

- TCP/IP
- Novell NetWare
- Microsoft NT、Windows 95和Windows for Workgroups
- IBM LAN Server和OS/2
- Banyan Vines

企业级网络测试仪是专门设计用来加速和简单地诊断连通性、设置问题和性能不佳等网络问题的仪器，它还可以利用100MHz电缆测试选件提供电缆的各种测试能力。

#### 7. LANMeters系列随机附件和选购件

随机附件有：仪器包，电池组，AC适配器/电池组充电器，远端单元（包括线缆识别器0号），维护软件 and 用户手册。

选购件有：

- C6700便携软包
- N6701电池组
- N6703UTP套件：

66 punchdown至RJ-45适配器；

110punchdown至RJ-45适配器；

RJ-45耦合器（Female to Female）；

RJ-45 鳄鱼夹连接器；

RJ-45电缆2m。

- N6704专家测试套件：

DB STP电缆（Male to Male）2m；

RJ-45 电缆2m；

IBM数据连接器到DB9（Male）适配器。

- N6705同轴电缆套件：

BNC T型接头；

50BNC端接器；

BNC到N型连接器；

BNC到2个鳄鱼夹连接器；

RG-58同轴电缆2m；

BNC耦合器（Male to Male）；

BNC耦合器（Female to Female）。

- N6707IBM数据连接器到RJ-45适配器；

- N6708电缆套件1：6个电缆定位单元（1~6号）；

- N6709电缆套件2：6个电缆定位单元（7~12号）。

Fluke公司推出的以上5类线测试仪，测试频率高达350MHz，能够测试的内容多达：近端串扰、接线图、特性阻抗、长度、直流环路电阻、传输时延、回波损耗、远端的回波损耗、时延偏差、差减、衰减串扰比、远端的衰减串扰比、综合衰减串扰比、远端综合衰减串扰比、等效远端串扰、综合等效远端串扰、综合近端串扰等。

## 9.6.6 WireScope 155测试仪

### 1. WireScope 155性能概要

WireScope 155主要面向超5类高速网络维护和综合布线工程验收工作，只有万用表大小

携带方便。对基本的电缆问题单向测试即可确定故障类型和位置。完成一条电缆链路的双端完整验证测试只须13.7秒，是目前世界上最快的。橡胶防跌护套和背光液晶图形显示屏极适宜于现场操作，3小时充电可供8小时连续使用。

WireScope 155全部是双向型仪器，完全抛弃了落后的单向测量方式。它能测试电缆影响网络运行的各种指标，如综合功率串扰、衰减、回流损耗、同级远端串扰、延迟偏差、ATM-SNR等；光纤模块可以测试损耗、长度、传播延迟等，已经包含了下一代电缆的测试项目。仪器本身存储了各种验收标准和应用标准规范，其操作程序把所需测试的项目和过程集成在一个START键上，一次按键即可完成线缆的整个测试过程，十分方便。自动测试后，测试仪还将把测试结果与规范值比较，如有错误将指出故障类型和发生的位置，如果没有错误则报告线缆的等级评测和稳定余量。WireScope 155可存储500条测试结果，使您能在测试完成后迅速恢复网络的连接，而后再慢慢逐条分析每条电缆的质量。

WireScope 155的功能还在不断发展之中，自推出以来HP公司不断通过免费的长期使用使之领先于网络的发展潮流，现在已经推出到V5.0版本。如Anixter Level6&7、1000BaseLX、PowerSum、Return Loss、ELFEXT、Delay Skew等测试项目和验收标准就是通过版本升级得到强化的。可以预见，以后更先进的网络应用推出时，SCOPE用户依然能赶上网络的发展潮流。

实验证明：在100~160MHz频率上的性能缺陷还是会导致电缆无法达到ATM论坛所要求的小于 $1 \times 10^{-10}$ 的误码率。要对布线系统质量全面评审时，100MHz的测试仪器有很大的局限，只有象WireScope 155这样的测试仪才能完全胜任。WireScope 155的最高测试频率达到160MHz，可以发现电缆高频特性不良等问题。同时，WireScope 155的精度超过了TSB-67 II级精度的3倍，也是世界上最高的，并且获得ETL独立试验室认证，甚至在做Channel测试的时候也能保证达到II级精度。为了随时随地保证仪器的精度，WireScope 155提供了现场自我校对模块，可以排除现场环境对测试的影响。高的精度也为以后仪器升级提供了可能。

随着网络技术的发展，TSB-67 Cat 5标准越来越不能满足实际需求，如ATM 155&622、1000Base、视频应用、医疗网络等。Scope155扩充了Anixter制定的Level 5、6、7标准，其中Level 5针对现有的ATM 155等应用，Level 6、7则面向下一代网络技术的需要。WireScope 155的测试频率与精度完全可以达到Level 7关于PowerSum ACR的要求，也专门对这3档最新标准做了固件升级。针对高速网络运行时的特殊要求，WireScope 155特有的数字频谱分析技术能仿真ATM的发送器发送数字信号，根据网络的响应，判断布线的质量是否满足ATM-155运行的要求。

WireScope 155的光纤测试模块是目前世界上体积最小，功能最强的，不但能测试光纤的衰减，而且能测试长度和传播延迟。光纤模块直接固定在主机上，不会为使用者增加一点累赘；无须另外的光源，无须外加电池；可以单根或成对光纤测试，一次可以测试两种波长；测试最大长度达50km，并能依据TIA 568或ISO 11801标准进行安装通过/失败验证。

网络测试的目的是检验布线系统能否保证网络正常运行。但由于各种网络的要求不同，所以只采用一种标准进行验证并不能体现综合布线的思想。WireScope 155可以把一次测量的结果与最多20种标准相比较，保证您的综合布线无论在什么样的应用中都能胜任。

使用一般网络测试仪，只能发现整条电缆的串扰不合格，但无法判断出具体位置，还是不能彻底解决问题。WireScope 155在遇到这类故障时，不但能报告具体的位置，而且还能提供最有可能出错的原因。

在测试电缆时，由于标准设置错误，经常使得整批的测试结果无效。WireScope 155能自动检查接口模块的类型，例如用Channel模块时，仪器会给出当前安装了Channel模块，是否

使用Channel标准 的提示，安装了Basic Link模块亦然。这样就杜绝了采用错误标准造成的人力和时间的浪费。

当今的网络日益复杂，各厂家为保证网络连接的质量，开发了许多不同的接口，种类越来越多，如RJ45、AT&T110、BIX、IBM Type 1、ALL-LAN、Twinax等，SCOPE为WireScope 155准备了各种接口，无论线路两端是什么形式的，仪器都可直接与之连接进行测量。

WireScope 155专门为测试跳线提供了Patch Cord/Channel模块，使得对跳线的全面测试只需要仪器主机即可，不必远程器。这样在测试跳线时至少提高了一半的工作效率。

可选的配件有：

- AT&T 110 Block 测试接口
- BIX Block测试接口
- Krone HiBand测试接口
- IBM Type I测试接口
- 可更换的可充电电池
- 现场自校准模块
- Fiber smart Probe光纤测试模块（衰减率）
- Fiber smart Probe+光纤测试模块（有长度测试功能）
- Fiber smart Probe+单模光纤测试模块（有长度测试功能）

## 2. WireScope 155具体参数及配件

可测试项目：长度、接线图、近端串扰、综合功率近端串扰、衰减、衰减串扰比、综合功率衰减串扰比、回流损耗、同级远端串扰，延迟偏移，特性阻抗、环路电阻、噪声。

串扰测试：频率：1 ~ 160MHz

总体精度：1 ~ 100MHz 典型 $\pm 0.5$ dB；保证 $\pm 0.75$ dB

1 ~ 160MHz 典型 $\pm 0.8$ dB；保证 $\pm 1.6$ dB

衰减测试：频率：1 ~ 160MHz

总体精度：1 ~ 160MHz 典型 $\pm 0.3$ dB；保证 $\pm 1.0$ dB

噪声监测：连续监测并报告宽频噪声和脉冲噪声，记录峰值噪声及其发生的时间

接线图：能识别短路、开路、反向、错对、串对，判断屏蔽层连通性

长度测试：测试每对线的长度或故障点位置，最大长度900m，分辨率0.6m，NVP可调

阻抗测试：50 ~ 150W，精度 $\pm 5$ W

环路电阻：0 ~ 1 000W，精度 $\pm 2\%$

内建参数表：存有25种网络应用标准和TSB-67，ISO11801的极限数据

尺寸：190mm  $\diamond$  100mm  $\diamond$  50mm；质量：529g

电源：可充电/更换的镍镉电池，充电1 ~ 4h，保证4 ~ 8h使用，内建可消除记忆效应的快速充电器，支持在线充电

环境适应：使用温度：0 ~ 40 ；存储温度：-10 ~ 55 橡胶防跌护套，能保护5个方向跌落落地

使用界面：64mm  $\diamond$  38mm背光图形显示屏，128  $\diamond$  64液晶点阵

端口：BNC端口、串行通讯口，智能测试端口，套件中包含RJ-45插头和插座接口各两个

内存：可存500条标准测试报告，测试固件版本升级

存有200种电缆的参数，供测试时直接选用

存有25种网络应用标准的极限数据

9.6.7 Fiber Smartprobe光纤测试系列模块

Fiber Smartprobe 光纤模块使 WireScope 155真正成为现代高速网络测试的全面解决方案。该系列模块用于局域网和城域网的光纤布线质量验证或维护，可验证单模和多模光纤，波长分别为850nm、1300nm、1310nm、1550nm，每次可测单根或成对光纤，不但可测传播衰减，而且能测量光纤长度和传播延迟等。在众多品牌的网络测试仪器中，它实现了体积最小，不需电池，单端测试，一次测量整对光纤，测量长度与延迟，验证安装质量和网络环境可用性等独一无二的

1. 特性说明

- 有多模850nm和1300nm以及单模1310nm和1550nm多种型号，涵盖所有光纤应用模式，每一种均为光源、功率计一体的形式，结构小巧，无须外加电池或连接。
- 对于光纤长度，单模测量可达50km，多模也可达4km，超过局域网应用范围（2km）。另外对快速以太网十分敏感的传播延迟也可以准确测量。
- 每次可测量一对光纤也可一次测单根光纤。使用中随时有提示引导操作报告连接状态，加快测试工作进度。测试结果明确直观，并有图形化显示，不但报告通过 /失败情况，而且还具体给出安全余量分析。
- 可对光纤布线质量按照 TIA 568A 或ISO 11801 标准进行安装质量验证。
- 可对光纤布线质量按照 25种网络协议进行应用环境通过 /失败验证，包括 10Base-F、100Base-F、Token Ring、ATM-155、Fiber Channel-133/266/1063、Sonet OC -3/12/48、FDDI等，甚至最新的ATM 622和千兆以太网标准。
- 光纤测试模块的接口与测试仪主机自动匹配，测试时不但能选择光纤类型，而且还能针对不同批号的光纤校对线径、NVP等参数，并且提供用户自定义线型与标准。
- 可存储500条测试结果。
- 优秀的管理软件，方便地接受和管理测试仪输出的结果。随机附送的网络数据管理软件运行在Windows平台，界面美观易用。

2. 主要指标

| 模块具体参数   | 多 模                                              | 单 模                                              |
|----------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 尺寸       | 60mm ◇ 40mm ◇ 25mm                               | 60mm ◇ 40mm ◇ 25mm                               |
| 接口       | ST ◇ 2                                           | SC ◇ 2                                           |
| 供电       | 直接从主机或远程器取电                                      | 直接从主机或远程器取电                                      |
| 使用温度     | 0 ~ 40                                           | 0 ~ 40                                           |
| 接收波长     | 850nm和1300nm                                     | 1310nm和1550nm                                    |
| 衰减测试精度   | ± 0.2dB@-20dBm                                   | ± 0.2dB@-20dBm                                   |
| 动态范围     | 0 ~ -40dB(850&1300nm)                            | 0 ~ -40dB(1310&1550nm)                           |
| 功率计变送器   | 锗二极管                                             | 锗二极管                                             |
| 发射功率     | -10dBm(850nm),-15dBm(1300nm)<br>(接入62.5/125nm光纤) | -3dBm(1310nm&1550nm)<br>(接入9/125nm光纤)            |
| 光源类型     | LED                                              | 符合EN 60825.1和FDA 21 CFR<br>1040.10的Class 1稳定度激光器 |
| 长度测试精度：  | ± 4% 或 ± 1.5m                                    | ± 4% 或 ± 1.5m                                    |
| 长度测试分辨率： | ± 1.5m                                           | ± 1.5m                                           |

| 模块具体参数    | 多 模                                                         | 单 模                                    |
|-----------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 长度测试量程：   | 0 ~ 4km ( 3.75dB/Km@850nm )<br>0 ~ 10km ( 1.5dB/Km@1300nm ) | 0 ~ 50km<br>( 0.5dB/km@1310nm&1550nm ) |
| 传播延迟测试精度： | ± 4% 或 ± 6ns                                                | ± 4% 或 ± 6ns                           |
| 传播延迟分辨率：  | ± 6ns                                                       | ± 6ns                                  |
| 传播延迟测试量程： | 0 ~ 300μs                                                   | 0 ~ 300μs                              |

9.7 双绞线测试错误的解决方法

对双绞线缆进行测试时，可能产生的问题有：近端串扰未通过、衰减未通过、接线图未通过、长度未通过，现分别叙述如下：

9.7.1 近端串扰未通过

- 原因可能有：
- 1) 近端连接点有问题；
  - 2) 远端连接点短路；
  - 3) 串对；
  - 4) 外部噪声；
  - 5) 链路线缆和接插件性能有问题或不是同一类产品；
  - 6) 线缆的端接质量有问题。

9.7.2 衰减未通过

- 原因可能有：
- 1) 长度过长；
  - 2) 温度过高；
  - 3) 连接点有问题；
  - 4) 链路线缆和接插件性能有问题或不是同一类产品；
  - 5) 线缆的端接质量有问题。

9.7.3 接线图未通过

- 原因可能有：
- 1) 两端的接头有断路、短路、交叉、破裂开路；
  - 2) 跨接错误（某些网络需要发送端和接收端跨接，当为这些网络构筑测试链路时，由于设备线路的跨接，测试接线图会出现交叉）。

9.7.4 长度未通过

- 原因可能有：
- 1) NVP设置不正确，可用已知的好线确定并重新校准NVP；
  - 2) 实际长度过长；
  - 3) 开路或短路；

4) 设备连线及跨接线的总长度过长。

## 9.7.5 测试仪问题

- 1) 测试仪不启动，可更换电池或充电；
- 2) 测试仪不能工作或不能进行远端校准，应确保两台测试仪都能启动，并有足够的电池或更换测试线；
- 3) 测试仪设置为不正确的电缆类型，应重新设置测试仪的参数、类别、阻抗及标称的传输速度；
- 4) 测试仪设置为不正确的链路结构，按要求重新设置为基本链路或通路链路；
- 5) 测试仪不能储存自动测试结果，确认所选的测试结果名字是唯一，或检查可用内存的容量；
- 6) 测试仪不能打印储存的自动测试结果，应确定打印机和测试仪的接口参数，应设置成一样，或确认测试结果已被选为打印输出。

## 9.8 大对数电缆测试技术

大对数电缆多用于综合布线系统的语音主干线，它比 4 对线缆的双绞线使用要多得多。建议数据传输主干线不要采用它测试时，例如 25 对线缆，一般有 2 种测试方法：它们是：

- 1) 用 25 对线测试仪测试；
- 2) 分组用双绞线测试仪测试。

### 9.8.1 TEXT-ALL25 测试仪简介

TEXT-ALL25 可在无源电缆上完成测试任务。它是一个自动化的测试系统。TEXT-ALL25 同时测 25 对线的连续性、短路、开路、交叉、有故障的终端、外来的电磁干扰和接地中出现的的问题。

要测试的导线两端各接一个 TEXT-ALL25 测试器。用这两个测试器共同完成测试工作，在它们之间形成一条通信链路，图 9-35 所示。

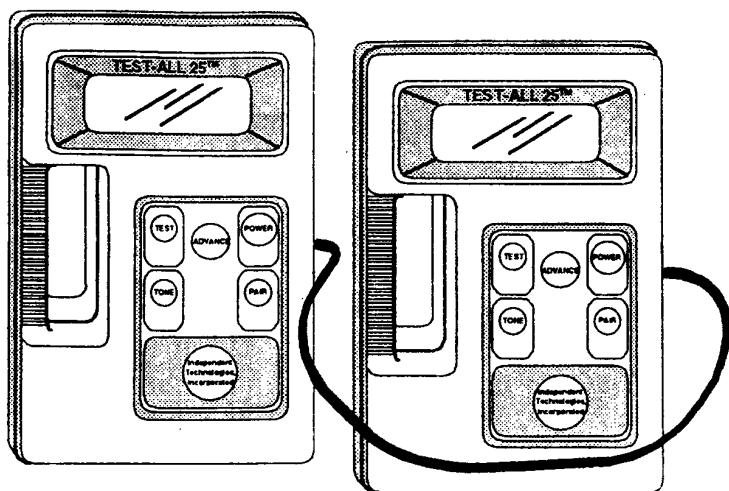


图9-35 使用TEXT-ALL25 两端测试

TEXT-ALL25测试器使用了一个大屏幕的彩色液晶显示屏，如图 9-36所示。它能显示用户工作方式以及测试的结果。

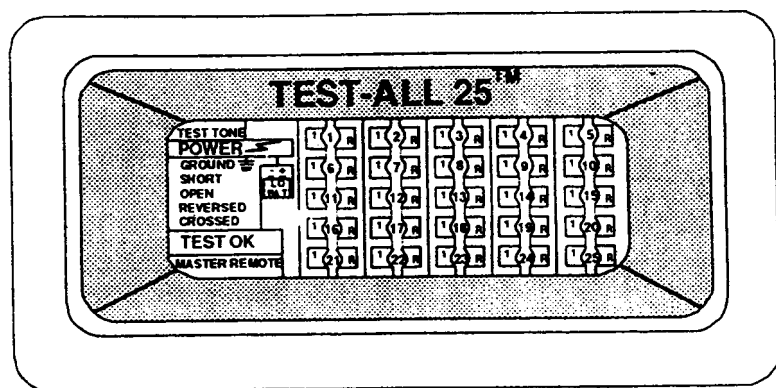


图9-36 TEXT-ALL25 液晶显示屏

液晶显示屏从1到25计数指示电缆对，在每个数字的左边有一个绿色符号表示电缆对正常，而在每个数字的右边有一个红色符号表示电缆对的环路。

在该测试器面板上有5个控制按钮，在其右边板上有5个连接插座。

控制按钮开关如图 9-37。

**POWER** 在测试仪右上角有一个线色电源开关。当整个测试系统安装完毕，打开测试器电源开关，该仪器就开始进行自动测试（为了进行自动测试总是先要连接电缆，然后打开测试器的电源，这样可以防止测试仪将测出的电缆故障作为测试设备内部故障来显示）。

**PAIR** 绿色开关置于测试仪的右下角，使用户可以选择一次测试 25对、4对、3对、2对、1对。测试仪一打开电源总是工作在 25对方式，除非用户选择另一种方式。

**TONE** 按钮使测试仪具有声波功能。当 TONE 按钮处于工作状态时，TONE 出现在显示屏上。一个光源照亮了线对的绿色或红色字符。在线对需要时 TONE 能使用推进式按钮。

**TEST** 按钮开始顺序测试。在双端测试中，TEXT-ALL25测试仪有一个可操作的测试（text）按钮，这是最基本的装置（控制器），而另一个装置作为远程装置需要重新调整。

**ADVANCE** 按钮用于选择发出声音的缆对，或选择用户所希望查看的故障指示。当测试完成时，同时显示所有发现的故障。当发现的故障是在一个以上时，闪光显示的部分较难看懂。通过操作 ADVANCE 按钮，测试再次开始循环，并停在第一个故障情况的显示上，再次推动 advance 按钮，下一个故障情况出现等等（该特性可用于查错时重新测试的多故障情况）。

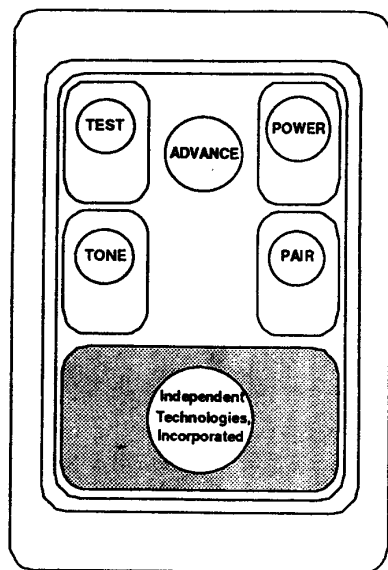


图9-37 控制按钮开关

9.8.3 测试连接插座

测试仪上的测试插座如图9-38所示。其中：  
Ground插座提供接地插座和用于使设备接地正确，这样做的目的是保证测试结果正确。  
25 Pair Connector插座允许连接的电缆直接插入测试仪中进行测试。它也可应用 25对测试软件和25对110硬件适配器，便于测试中访问 110系统。

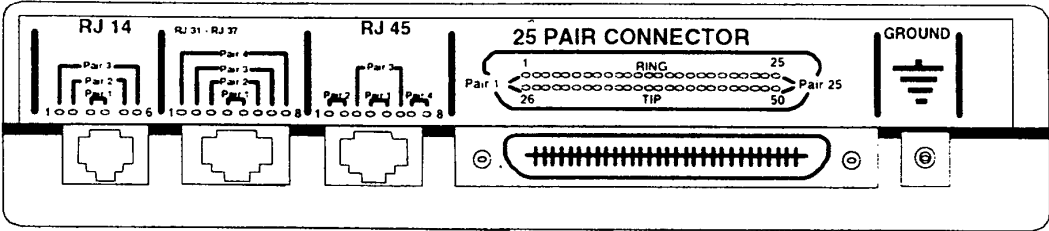


图9-38 TEXT-ALL25 测试仪上的测试插座

RJ-45插座允许带有RJ-45插头的测试软线直接插入测试仪中进行测试。  
RJ-14插座允许RJ-14和FJ-11是缆线直接插入TEXT-AA25进行测试。

9.8.4 自动测试程序

- 1. 自检  
把要测试的大对数电缆连接到测试仪插座上，打开 TEXT-ALL25测试仪电源开关。测试仪自动完成自检程序，以保证整个系统测试精确。下面是操作者在显示屏上能观察到的信息：  
1) 当测试仪检查它的内部电路时，在彩色屏幕上显示文字、数字和符号，大约 1s；  
2) 接着，如果测试仪整个系统正常，屏幕先变黑，然后明显地显示 TEXT OK，大约1s；  
3) 然后，MASTER闪光和在屏幕右边显示数字，表示该测试器已经准备好，可以使用。
- 2. 通信  
一旦自检程序完成之后，保证该测试仪已经连到一个电路上，并着手进行与远端通信。通信链路总是被测电缆中的第一个电缆对。当通信链路已经成功建立，MASTER照亮在第一个测试仪的显示窗口上，而REMOTE照亮在远端的第二个测试仪上。  
在使用另一个测试仪不能正常通信的情况下，MASTER闪烁，指标不能通信，要进行再次尝试，TEST按钮必须再次压入。
- 3. 电源故障测试  
TEXT-ALL25照亮POWER FAULT完成电源故障测试时，能检查通交流或直流电的所有 50 根导线。如果所测电压（交流或直流）等于或高于 15V，该电压在两端测试仪的显示屏上照亮后显示出来，并终止测试程序（当指出有电源故障而且确实存在电源故障时，常常需要重新测试。因为有时电缆上的静电会造成电源故障指示错误。但当请注意，接地导体良好时，可以防止测试时因静电产生电压指示差错。）

- 4. 接地故障测试  
屏幕显示GROUND FAULT,表示正在进行接地测试。该测试表示在两端的测试仪上连接一根外部接地导线。  
首先测试地线的连续性。包括地线是否已连到两个测试仪上，电缆的两端及其地电位。不同电平的电压常常在于大楼地线上形成噪声，从而影响传输质量，该地线连续性测试是为了检

查地线连接的正确性。

已接地的导线用TEXT-ALL25测试和完成端到端的地线性能测试时，可能造成噪声或电缆故障（测试参考值为75 000W或小于地线与导线之间的阻值，均被认为是存在接地故障）。

## 5. 连续性测试

下面的测试是完成端到端线对的测试。

Shorts（短路） 所测试的导线与其他导体短路（电阻值达6000W或小于导线之间的电阻，称为短路）。

Open（开路） 测试的导线为开路的导线（测试仪之间端到端大于2600W，称为开路导线）。

Reversed（反接） 为了测试端到端线对的正确性，当进行连续性测试时，要保证每一个被测导线连到其他测试仪上。

Crossed（交叉） 为了测试所有的导线是否端到端正确的连接，还应检查所测电缆组中是否有与其他导线交叉连接的情况（这就是常说的易位）。

当所有测试令人满意地完成，而且测试过程中没有发现任何故障，这时屏幕上出现照亮的TEST OK。

大对数线的测试也可以用测试双绞线的测试仪来分组测试，每4对一组，当测到第25对时，向前错位3对线。这种测试方法是较为常用的。

# 9.9 光缆测试技术

## 9.9.1 光纤测试技术综述

### 1. 简述

在光纤的应用中，光纤本身的种类很多，但光纤及其系统的基本测试方法，大体上都是一样的，所使用的设备也基本相同。对光纤或光纤系统，其基本的测试内容有：连续性和衰减 / 损耗。测量光纤输入功率和输出功率，分析光纤的衰减 / 损耗，确定光纤连续性和发生光损耗的部位等。

进行光纤的各种参数测量之前，必须做好光纤与测试仪器之间的连接。目前，有各种各样的接头可用，但如果选用的接头不合适，就会造成损耗，或者造成光学反射。例如，在接头处，光纤不能太长，即使长出接头端面1μm，也会因压缩接头而使之损坏。反过来，若光纤太短，则又会产生气隙，影响光纤之间的耦合。因此，应该在进行光纤连接之间，仔细地平整及清洁端面，并使之适配。

目前，绝大多数的光纤系统都采用标准类型的光纤、发射器和接收器。如纤芯为62.5μm的多模光纤和标准发光二极管LED光源，工作在850nm的光波上。这样就可以大大地减少测量中的不确定性。而且，即使是用不同厂家的设备，也可以很容易地将光纤与仪器进行连接，可靠性和重复性也很好。

### 2. 测试仪器精确度

光纤测试仪由两个装置组成：一个是光源，它接到光纤的一端发送测试信号；另一个是光功率计，它接到光纤的另一端，测量发来的测试信号。测试仪器的动态范围是指仪器能够检测的最大和最小信号之间的差值，通常为60dB。高性能仪器的动态范围可达100dB甚至更高。在这一动态范围内功率测量的精确度通常被称为动态精确度或线性精度。

功率测量设备有一些共同的缺陷：高功率电平时，光检测器呈现饱和状态，因而增加输入

功率并不能改变所显示的功率值；低功率电平时，只有在信号达到最小阈值电平时，光检测器才能检测到信号。

在高功率和低功率之间，功率计内的放大电路会产生三个问题。常见的问题是偏移误差，它使仪器恒定地读出一个稍高或稍低的功率值。大多数情况下，最值得注意的是量程的不连续，当放大器切换增益量程时，它使功率显示值发生跳变。无论是在手动，还是在经常遇到的自动（自动量程）状态下，典型的切换增量为 10dB。一个较少见的误差是斜率误差，它导致仪器在某种输入电平上读数值偏高，而在另一些点上却偏低。

### 3. 测量仪器校准

为了使测量的结果更准确，首先应该对功率计进行校准。但是，即使是经过了校准的功率计也有大约  $\pm 5\%$  (0.2dB) 的不确定性。这就是说，用两台同样的功率计去测量系统中同一点的功率，也可能会相差 10%。

其次，在确保光纤中的光有效地耦合到功率计中去，最好是在测试中采用发射电缆和接收电缆。但必须使每一种电缆的损耗低于 0.5dB，这时，还必须使全部光都照射到检测器的接收面上，又不使检测器过载。光纤表面应充分地平整清洁，使散射和吸收降到最低。

值得注意的，如果进行功率测量时所使用的光源与校准时所用的光谱不相同，也会产生测量误差。

### 4. 光纤的连续性

光纤的连续性是对光纤的基本要求，因此对光纤的连续性进行测试是基本的测量之一。

进行连续性测量时，通常是把红色激光，发光二极管（LED）或者其他可见光注入光纤，并在光纤的末端监视光的输出。如果在光纤中有断裂或其他的不连续点，在光纤输出端的光功率就会下降或者根本没有光输出。

通常在购买电缆时，人们用四节电池的电筒从光纤一端照射，从光纤的另一端察看是否有光源，如有，则说明这光纤是连续的，中间没有断裂，如光线弱时，则要用测试仪来测试。

光通过光纤传输后，功率的衰减大小也能表示出光纤的传导性能。如果光纤的衰减太大，则系统也不能正常工作。光功率计和光源是进行光纤传输特性测量的一般设备。

### 5. 光纤布线系统测试

光缆布线系统的测试是工程验收的必要步骤，也是工程承包者向房地产业主兑现合同的最后工序，只有通过了系统测试，才能表示布线系统的完成。

布线系统测试可以从多个方面考虑，设备的连通性是最基本的要求，跳线系统是否有效可以很方便地测试出来，通信线路的指标数据测试相对比较困难，一般都借助开专业工具进行，1995年9月通过的TSB-76中对双绞线的测试作了明确的规定，布线系统测试应参照此标准进行。

#### (1) 光纤测试4种方法

通常我们在具体的工程中对光缆的测试方法有：连通性测试、端-端损耗测试、收发功率测试和反射损耗测试4种，现简述如下。

1) 连通性测试：连通性测试是最简单的测试方法，只需在光纤一端导入光线（如手电光），在光纤的另外一端看看是否有光闪即可。连通性测试的目的是为了确定光纤中是否存在断点。在购买光缆时都采用这种方法进行。

2) 端-端的损耗测试：端-端的损耗测试采取插入式测试方法，使用一台功率测量仪和一个光源，先在被测光纤的某个位置作为参考点，测试出参考功率值，然后再进行端-端测试并记录下信号增益值，两者之差即为实际端到端的损耗值。用该值与 FDDI标准值相比就可确定

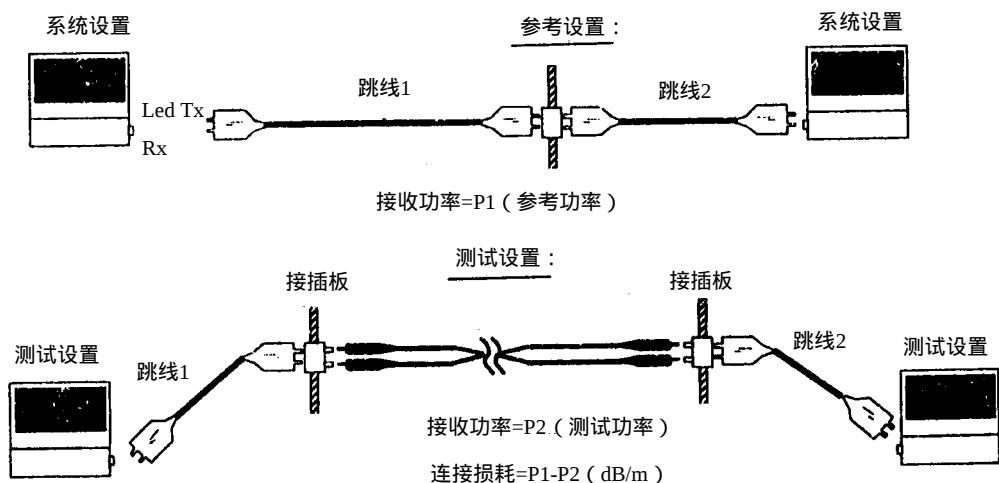


图9-39 端-端损耗测试

这段光缆的连接是否有效。图9-39所示即为端-端损耗测试示意图。操作步骤为二步：

第一步是参考度量(P1)测试，测量从已知光源到直接相连的功率表之间的损耗值 P1；第二步是实行度量(P2)测试，测量从发送器到接收器的损耗值 P2。端到端功率损耗 A是参考度量与实际度量的差值： $A=P1-P2$ 。

3) 收发功率测试：收发功率测试是测定布线系统光纤链路的有效方法，使用的设备主要是光纤功率测试仪和一段跳接线。在实际应用情况中，链路的两端可能相距很远，但只要测得发送端和接收端的光功率，即可判定光纤链路的状况。具体操作过程如下：

- 在发送端将测试光纤取下，用跳接线取而代之，跳接线一端为原来的发送器，另一端为光功率测试仪，使光发送器工作，即可在光功率测试仪上测得发送端的光功率值；
- 在接收端，用跳接线取代原来的跳线，接上光功率测试仪，在发送端的光发送器工作的情况下，即可测得接收端的光功率值。

发送端与接收端的光功率值之差，就是该光纤链路所产生的损耗。图 9-40所示即为收发功率测试的操作过程。

4) 反射损耗测试：反射损耗测试是光纤线路检修非常有效的手段。它使用光纤时间区域反射仪(OTDR)来完成测试工作，基本原理就是利用导入光与反射光的时间差来测定距离，如此可以准确判定故障的位置。虽然 FDDI系统验收测试没有要求测量光缆的长度和部件损耗，但它也是非常有用的数据。OTDR将探测脉冲注入光纤，在反射光的基础上估计光纤长度。OTDR测试适用于故障定位，特别是用于确定光缆断开或损坏的位置。OTDR测试文档对网络诊断和网络扩展提供了重要数据。第一种方法和第三种方法较为常用。

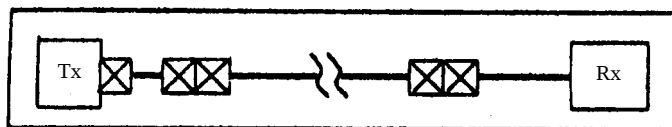
## (2) 光纤连接、链路损耗估算

连接损耗是采用光纤传输媒体时必须考虑的问题，连接光纤的任何设备都可能使光波功率产生不同程度的损耗，光波在光纤中传播时自身也会产生一定的损耗。FDDI要求任意两个端节点间总的连接损耗应控制在一定范围内，如多模光纤的连接损耗应不超过 11dB。因此，有效地计算光纤的连接损耗是FDDI网络布线时面临的一个非常重要的课题。

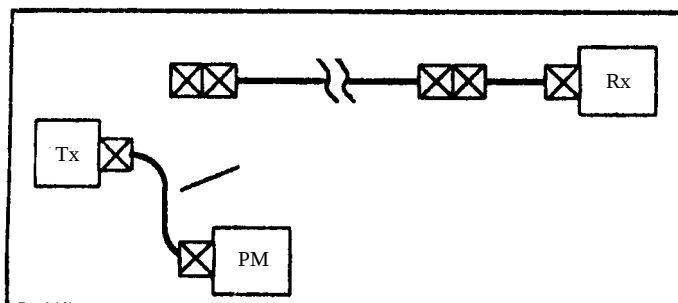
一般情况下，端-端(End-to-end)之间的连接损耗包括下列几个方面的内容：

- 节点至配线架之间的连接损耗，如各种连接器；

已安装系统



步骤1：测试发送输出功率



步骤2：测试接收功率

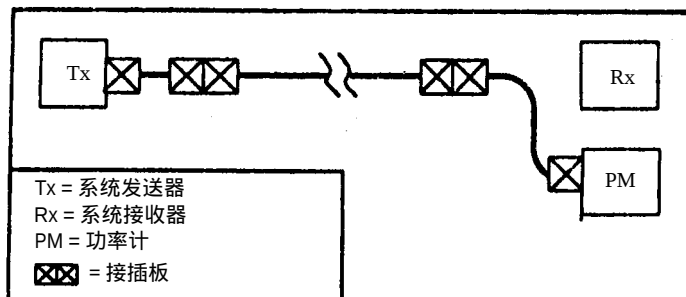


图9-40 收发功率测试

- 光纤自身的衰减；
- 光纤与光纤互联所产生的损耗，如光纤熔接或机械连接部分；
- 为将来预留的损耗富裕量，包括检修连接、热偏差、安全性方面的考虑以及发送装置的老化所带来的影响等等。

对于各个主要连接部件所产生的光波损耗值，我们用表 9-15表示如下。

表9-15 FDDI连接部件损耗值

| 连接部件  | 说 明                | 损 耗       | 单 位   |
|-------|--------------------|-----------|-------|
| 多模光纤  | 导入波长：850 $\mu$ m   | 3.5 ~ 4.0 | dB/km |
| 多模光纤  | 导入波长：1 300 $\mu$ m | 1.0 ~ 1.5 | dB/km |
| 单模光纤  | 导入波长：1 300 $\mu$ m | 1.0 ~ 2.0 | dB/km |
| 连接器   |                    | > 1.0     | dB/个  |
| 光旁路开关 | 在未加电的情况下           | 2.5       | dB/个  |
| 拼接点   | 熔接或机械连接            | 0.3(近似值)  | dB/个  |

不同尺寸的光纤耦合器件组合在一起也会产生损耗，而这种损耗是随着发送功率的不同而异。表9-16给出了FDDI标准中定义的各种发送功率下不同尺寸光纤的耦合所产生的损耗指标。

从表中可以看出，相同尺寸光纤的耦合不会产生损耗。

表9-16 光纤耦合损耗

| 接收光纤              | 发送光纤    |         |          |         |         |
|-------------------|---------|---------|----------|---------|---------|
|                   | 50μm    | 51μm    | 62.5μm   | 85μm    | 100μm   |
|                   | NA=0.20 | NA=0.22 | NA=0.275 | NA=0.26 | NA=0.29 |
| 50μm , NA=0.20    | 0.0     | 0.4     | 2.2      | 3.8     | 5.7     |
| 51μm , NA=0.22    | 0.0     | 0.0     | 1.6      | 3.2     | 4.9     |
| 62.5μm , NA=0.275 | 0.0     | 0.0     | 0.0      | 1.0     | 2.3     |
| 85μm , NA=0.26    | 0.0     | 0.0     | 0.1      | 0.0     | 0.8     |
| 100μm , NA=0.29   | 0.0     | 0.0     | 0.0      | 0.0     | 0.0     |

表中的NA(Numerical Aperture)表示数值孔径，是光纤对光的接受程度的度量单位，是衡量光纤集光能力的参数。准确定义为：

$$NA = n \sum \sin\theta$$

计算连接损耗的公式为：

$$M = G - L$$

其中，M是剩余功率的临界值(Margin),在光纤通信工程中表示损耗的余量，称作富裕度或边际，必须保证M > 0，才能使系统正常运行。

G表示信号增益值(Gain)，其计算公式为：

$$G = P_t - P_r$$

Pt代表PMD指定的发送功率，Pr是接收装置的灵敏度，它们在PMD中都作了具体的定义。表9-17给出FDDI PMD标准中Pt和Pr的指标。由于单模光纤分为I级和II级，相互联接时产生的损耗各不相同，如表9-18给出了单模光纤的光功率损耗值。

表9-17 FDDI PMD中定义的收发功率

| PMD标准    | 发送方输出功率(dBm) | 接收方输入功率(dBm) |
|----------|--------------|--------------|
| 多模光纤     | -10 ~ -16    | -10 ~ -27    |
| 单模光纤，I级  | -14 ~ -20    | -14 ~ -31    |
| 单模光纤，II级 | 0 ~ -4       | -15 ~ -37    |

表9-18 单模光纤的光功率损耗值

| 发送方输出 | 接收方输入 | 光功率损耗   |         |
|-------|-------|---------|---------|
|       |       | 最小(dBm) | 最大(dBm) |
| I级    | I级    | 0       | 11      |
| I级    | II级   | 1       | 17      |
| II级   | I级    | 14      | 27      |
| II级   | II级   | 15      | 33      |

关于光纤链路有两个基本参数：带宽和功率损耗。 FDDI PMD 标准规定：光纤的距离为2km，模态带宽至少为500MHz/1 300μm。在规划和施工时要选择合适的符合标准的光纤。链路损耗是指端口到端口之间光功率的衰减，包括链路上所有器件的损耗。 FDDI链路在光信号

发送器、接收器、光旁路开关、接头、终端处及光纤上都可能产生损耗。FDDI PMD标准给出两结点间允许的最大损耗值。多模光纤的最大损耗值为 11dB，而单模光纤分为两类收发器，类型I收发器允许最大损耗值为 11dB，类型II收发器允许损耗值小于 33dB，大于 14dB，链路损耗值是两结点间所有部件损耗值之和，包括下列主要因素：

- FDDI结点到光纤的连接(如ST、MIC连接器)；
- 光纤损耗；
- 无源部件如光旁路开关；
- 安全、温度变化、收发器老化、计划整修的接头等。

在FDDI网络的设计和规划中，要估算链路的损耗值，检查是否符合 FDDI PMD标准。如果不符合FDDI PMD的规定标准，就是重新考虑布线方案，如使用单模光纤类型 II收发器，在连接处增加有源部件，移去光旁路开关，甚至改变网络的物理拓扑结构，然后重新计算链路的损耗值直到满足标准为止。在计算链路损耗值时，并不需要计算每条链路的损耗值，只要计算出最坏情况下的链路损耗即可。最坏情况链路就是光纤最长、连接器和接头的个数最多以及光旁路开关的个数最多等造成光功率损耗值最大的链路。当然，如果计算并记录所有链路的损耗值，对于将来的故障诊断和故障排除是非常有用的。在网络设计中计算链路损耗值是必要的。如果在安装完成后才发现有错误，代价可能很大，需要增加或替换器件，甚至需要重新设计和安装。由于计算时都采用估计值，且影响网络工作的因素又很多，即使链路损耗计算值满足要求，也不能完全保证安装后的网络一定是成功的。

链路损耗值(L)的基本计算公式为：

$$L = I_c \diamond L_c + N_{con} \diamond L_{con} + (N_s + N_r) \diamond L_s + N_{pc} \diamond L_{pc} + N_m \diamond L_m + P_d + M_a + M_s + M_t$$

其中：

$I_c$ ：光纤的长度(单位：km)；

$L_c$ ：单位长度的损耗(1.5 ~ 2.5dB/km)；

$N_{con}$ ：连接器的数目；

$L_{con}$ ：每个连接器的损耗(约0.5dB)；

$N_s$ ：安装接头的数目；

$N_r$ ：计划整修接头的数目；

$L_s$ ：每个接头的损耗(约0.5dB)；

$N_{pc}$ ：无源部件的数目(如光旁路开关)；

$L_{pc}$ ：每个无源部件的损耗(约2.5dB)；

$N_m$ ：不匹配耦合的数目；

$L_m$ ：每个不匹配耦合的损耗；

$P_d$ ：色散损耗(厂家说明)；

$M_a$ ：信号源老化损耗(1 ~ 3dB)；

$M_s$ ：安全损耗(1 ~ 3dB)；

$M_t$ ：温度变化损耗(1dB)。

假设设计一幢大楼内的 FDDI网络，要求两站之间最大光纤的 (MMF 1 300 $\mu$ m)长度是 1.5km(损耗为1.2dB/km)，连接三个机械接头(损耗为0.5dB/接头)和六个连接器(损耗为0.5dB/连接器)，其他的链路长度为 14km，且包含有一个熔接接头(损耗为0.3dB/接头)。假设没有不匹配耦合，安全边界损耗值为 1dB，信号源老化损耗值为 1dB，两个机械接头计划将来整修。根据链路损耗值计算公式计算如下：

1) 光纤长度=1.5km

单位长度损耗(dB/km)=1.2

总损耗=1.5 × 1.2=1.8dB

2) 连接器数目=6

损耗/连接器=0.5dB

总损耗=6 × 0.5=3dB

3) 安装接头数目=3

计划整修接头数目=2

损耗/接头=0.5dB

总损耗=(3+2) × 0.5=2.5dB

4) 旁路开关个数=0

总损耗=0

5) 不匹配耦合数目=0

总损耗=0

6) 色散损耗=0

7) 信号源老化损耗=1dB

8) 安全临界损耗=1dB

9) 温差损耗=1dB

所以，整个链路的损耗值为：

$L=1.8+3+2.5+0+0+0+1+1+1=10.3(\text{dB})$

这个值小于MMF的最大损耗值11dB，说明从链路损耗这个角度考虑，此设计方案可以接受。

一个光旁路开关的功率损耗是2.5dB。FDDI标准建议：在带有光旁路开关的链路上，任意相邻两通信站点之间的光纤长度不要超过400m(2.5dB/km)。在这个限定值内，即使有4个连续的站点处于旁路状态，这4个站的两边结点仍可以通信，因为任意两个结点间的连接损耗仍能满足损耗不大于11dB( $4 \times 2.5+0.4 \times 2.5=11\text{dB}$ )的边界条件。当然，这样的计算是假定没有其他损耗源的情况下进行的。

### 9.9.2 光纤测试仪的组成

目前，测试综合布线系统中光纤传输系统的性能常用AT&T公司生产的938系列光纤测试仪。下面我们侧重介绍怎样使用该测试仪来测试光缆传输系统。

938A光纤测试仪由下列部分组成，如图9-41所示。

#### 1. 主机

它包含一个检波器、光源模块（OSM）接口、发送和接收电路及供电电源。主机可独立地作为功率计使用，不要求光源模块。

#### 2. 光源模块

它包含有发光二极管（LED），在660、7800、

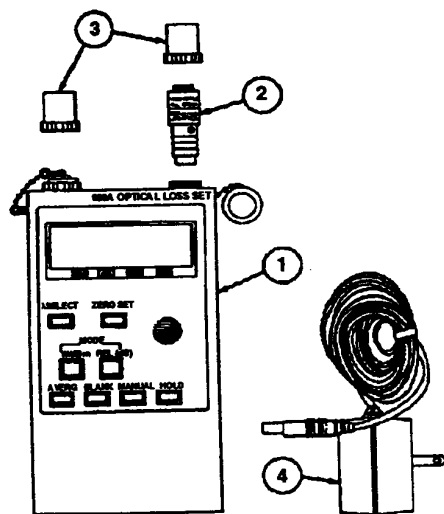


图9-41 938A光损耗测试仪

820、850、870、1300、1550nm波长上作为测量光衰减或损耗的光源，每个模块在其相应的波长上发出能量。

3. 光连接器的适配器

它允许连接一个 Biconic、ST、SC或其他光缆连接器至938主机，对每一个端口（输入和输出）要求一个适配器，安装连接器的适配器时不需要工具。

4. AC电源适配器

当由AC电源给主机供电时，AC适配器不对主机中的可充电电池进行充电。如果使用的是可充电电池，而必须由外部AC电源对充电电池进行充电。

9.9.3 938系列测试仪的技术参数

目前，工程中使用的光纤测试仪主要是938系列测试仪，它的技术参数如下。

1. 发送器

发送器的技术参数如表9-19所示。

表9-19 发送器的技术参数

| 发送器 | 标准模块最大标称波长    | 频宽    | 输出功率   | 输出稳定性（常温下超过8h） |
|-----|---------------|-------|--------|----------------|
| 9G  | 660nm ± 10nm  | 20nm  | -20dBm | ± 0.5dB        |
| 9H  | 780nm ± 10nm  | 30nm  | -20dBm | ± 0.5dB        |
| 9B  | 820nm ± 10nm  | 50nm  | -25dBm | ± 0.5dB        |
| 9C  | 850nm ± 10nm  | 50nm  | -25dBm | ± 0.5dB        |
| 9D  | 875nm ± 10nm  | 50nm  | -25dBm | ± 0.5dB        |
| 9E  | 1300nm ± 20nm | 150nm | -30dBm | ± 0.5dB        |
| 9F  | 1550nm ± 20nm | 150nm | -30dBm | ± 0.5dB        |

2. 接收器

接收器的技术参数如表9-20所示。

表9-20 接收器的技术参数

| 接收器类型  | 938A砷镓铟                   | 938C硅                   |
|--------|---------------------------|-------------------------|
| 标准校准波长 | 850nm、875nm、1300nm、1550nm | 660nm、780nm、820nm、850nm |
| 测量范围   | +3dBm ~ -60dBm, 2mW ~ 1nW |                         |
| 精确度    | +5%                       |                         |
| 分辨率    | 0.01dBm/0.01dBm           |                         |

3. 电源供电

交流电源适配器：120V/AC，220V/AC。

9.9.4 光纤测试仪操作使用说明

938A系列OLTS/OPM能用来作为一个光能量功率仪，用来测试一个光信号的能级。该系列也可用来测试一个部件（组成部分）或一条光纤通路的损耗/衰减。操作步骤一般如下。

1. 初始的校准（调整）

为了获得准确的测试结果，保持光界面的清洁，可用一个沾有酒精（乙醇）的棉花球来轻拭界面，并用罐气将界面吹干，然后按下列步骤进行：

1) 将电源开关POWER置于ON的位置，并等待如图9-42所示的两个LCK（液晶显示）画面出现。

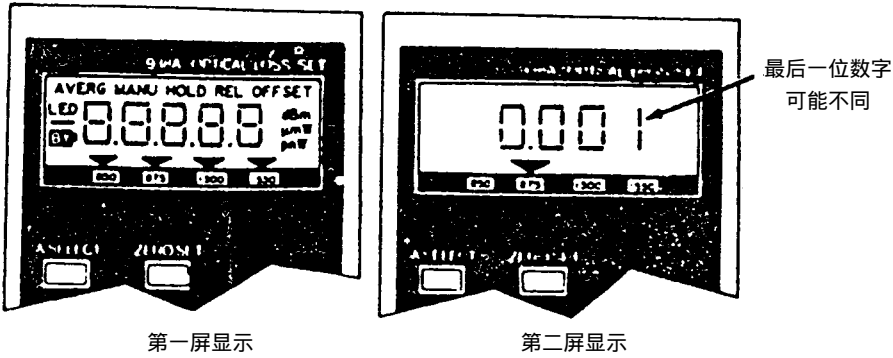


图9-42 初始调零

2) 选择波长，通过重复地按 SELECT 按钮，以使指示器移到所选的波长上。如图9-43所示。

为了方便起见，插入的光源是颜色编码的，与938A主机面板上 波长终点颜色 相匹配。

3) 检波器偏差调零，将防尘盖加到输入端口上并拧紧，这时按下 ZERO EST 按钮，调零的顺序由-9开始，到-0结尾。

4) 当调零序列（-9到-0）完成后，将输入端口上的防尘盖取下，再将合适的连接器适配器加上，如图9-44所示。

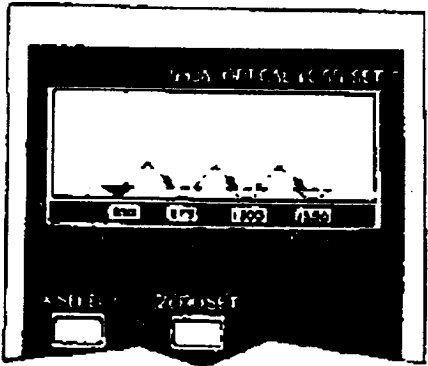


图9-43 波长选择

2. 光源模块的安装与卸下

(1) 安装

将要安装的光源模块上的键与主要 938A中对应的槽对准，然后将模块压进 938A主机直到完全吻合，并且掩没在主机体内，如图9-45所示。

(2) 卸下

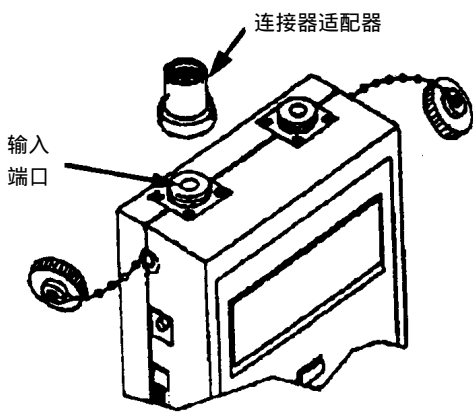


图9-44 连接适配器

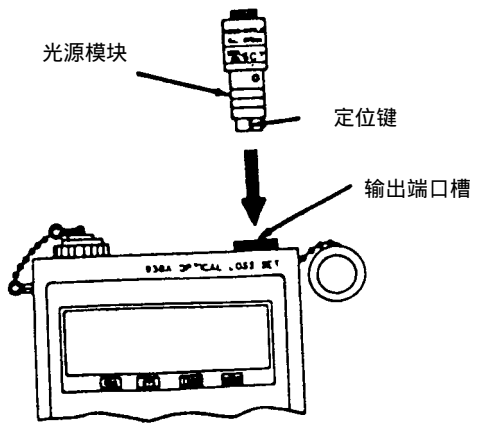


图9-45 光源模块的安装

用拇指向下拉位于设备北面的排出锁门，以卸下光源模块。这时，一定要确认防尘盖是否去掉了，如图9-46所示。

### 3. 能级测试

能级测试见图9-47。按下列步骤完成：

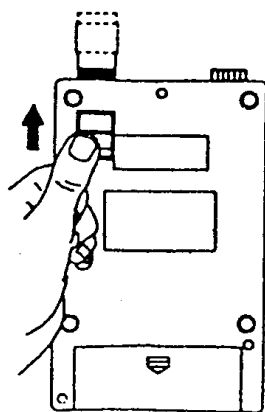


图9-46 光源模块的卸下

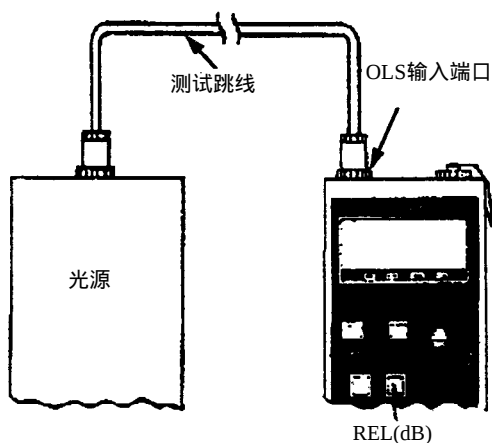


图9-47 能级及光纤损耗（衰减）测试

在初始调整完成后，用一条测试跳线将OPM的输入端口与被测的光能源连接起来，根据所选择的W/dBm按钮不同，检测到的能级将以W或dBm显示出来（W Watts）。

请注意：所用的测试跳线类型（单模还是多模，50/125 $\mu$ m 还是62.5/125 $\mu$ m）将影响测试，确定并选择合适的跳线类型。

### 4. 损耗/衰减测试

OLTS/OPM可用来测试光纤及其元件/部件（衰减器、分离器、跳线等）或光纤路径的衰减/损耗。

1) 通常用输入功率与输出功率的比值来定义损耗。

计算公式如下：

$$\text{损耗 (dB)} = 10 \log [\text{输出功率 (W)} / \text{输入功率 (W)}] \quad (1)$$

如果能级在dBm中测试：

$$\text{dBm} = 10 \log [\text{功率电平(W)}/1\text{mW}]$$

则损耗/衰减计算可简化如下：

$$\text{损耗 (dB)} = \text{输出功率(dBm)} - \text{输入功率 (dBm)} \quad (2)$$

假设10mW（+10dBm）光功率被输进光纤的一端，而在此光纤的输出端测出的是 10 $\mu$ W（-20dBm），那么利用公式（1）和（2）可计算出路径的损耗如下：

$$\text{损耗 (dB)} = -20\text{dBm} - (+10)\text{dBm} = -30\text{dB}$$

2) 光衰减测试依赖于所用光源（发送器）的特性。因此，当测试一条光纤路径时，光源的类型（Center/Peak波长，频谱的宽度等）要与系统运行时所用的光源类型相近。

3) OLTS使用的光源模块具有宽频谱的LEDs，使用这些光源模块所获得的损耗测试值对于使用相近LEDs发送器的系统是有效的。

4) 总的来说：单模光波系统使用基于激光的发送器（从而要求使用激光光源模块来进行损耗/衰减测试，而多模光波系统通常设计成由LED光源来运行）。

5) 所使用的测试跳线的类型将影响衰减测试结果。因此，要保证所用的测试跳线（对于参

考测试或到一个外部源连接的测试)与被测光纤路径具有同一光纤类型。

测试单模和多模光纤的损耗/衰减测试,使用外部光源。

6) 任一稳定的光源输出波长若在 OLTS/OPM接收器的检波范围之内 ( 938C: 400nm到1100nm; 938A:800nm到16 000nm ), 都可用来测试光纤链路的损耗/衰减。测试一条光纤链路的步骤如下:

- 完成测试仪初始调整工作;
- 用测试跳线将938的输入端口与光能源连接起来;
- 如果用的是一变化的的输出源, 则将输出能级调到其最大值;
- 如果用两个变化的输出源, 调整两个源的输出能级, 直到它们是等同的 ( 如 10dBm/100 $\mu$ W 等 ) 为止;
- 通过按下REL ( dB ) 按钮, 选择REL ( dB ) 方式, 显示的读数为0.00dB;
- 断开 ( 从OPM/OLTS输入端口上 ) 测试跳线, 并将它连接到光纤路径上。如图 9-48所示。

需要注意的事:

- 不要从光源上断开测试跳线, 这将影响测试结果。还有, 不要关 OPM/PLTS 电源, 否则会在按 REL (dB) 按钮时将存于存储器中的值清除掉;
- 在光纤路径相反的一端。连接另一条测试跳线 ( 跳线应是同一类型的 10/125 $\mu$ m, 50/125 $\mu$ m ) 到 OLTS /OPM 的输入端口, 且此跳线的另一端连到被测的光纤路径, 该光纤跳线的损耗将以dB显示;

- 为了消除测试中产生的方向偏差, 要求在两个方向上测试光纤路径, 然后取损耗的平均值作为结果, 如图 9-49 所示。

- 如果使用的是两个固定的输出光源, 则在两个方向上测出的损耗可能不同, 该偏差将正比于发射功率的偏差 ( 从光源耦合到测试跳线的功率 ), 所引起的差异及连接器/光纤偏差将引起一个光源耦合到特定光纤的功率多于或少于另一个光源的, 从而取两个方向上的平均值, 来消除这个偏差。多模损耗/衰减测试通常使用内部光源。

- 938 OLTS/OPM可以用来测试一条多模光纤路径的损耗。建立过程如下:

使用938 OLTS/OPM时源开关置于OFF位置, 在要求的波长上安装一个光源模块, 光源模块是按颜色编码的, 并与 OLTS/OPM面板上波长标签相对应。

将源开关置于LED ON位置, 完成初始调整。

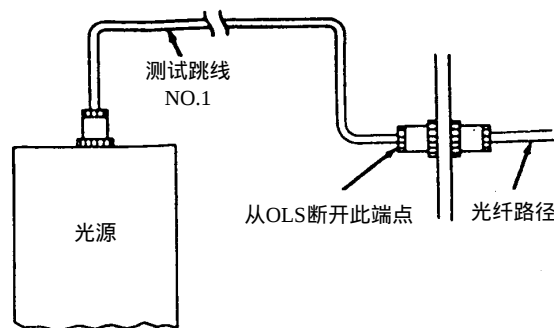


图9-48 光源连到光纤路径上

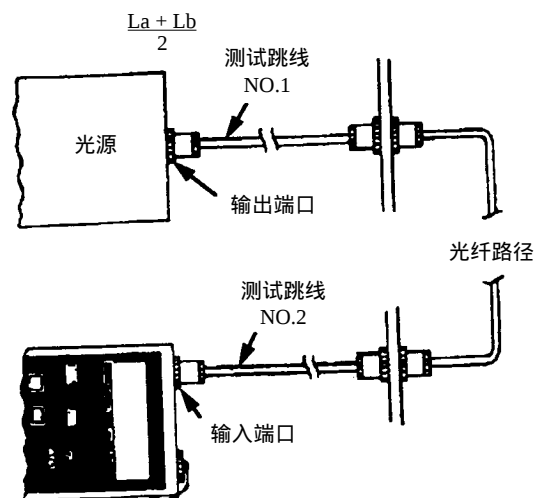


图9-49 光纤路径测试

通过使用inter-set（相互设定）或inter-set（内部设定）两种方法中的一种来获得一个参考能级。

当两个OLTS/OPM在物理上处在同一位置时，可使用 相互设置参考 过程，这是一种比较好的方法，利用这种技术，可以消除测试期间的偏差。

按下列步骤完成 相互设置参考（inter set reference），如图9-50所示。

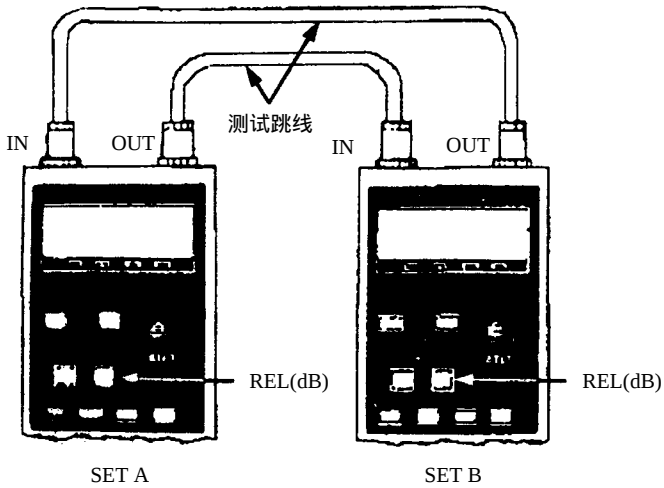


图9-50 相互参考设置

将OLTS/OPM A 输出端口与OLTS B 的输入端口之间用一条测试跳线连接起来，类似用同一类型的另一条跳线将 OLTS/OPM B 的输出端口与 OLTS/OPM A 的输入端口连接起来，按每个设备上的REL（dB）按钮，两设备上的显示将指示0.00dB。

7) 内部设置参考。

对于某些应用来说，不可能将两个测试设备放在一起获取一个参考能级，内部一设置参考 可独立地在两个分开的位置上进行，一系列步骤便完成 内部设置参考 如图 9-51，其操作步骤如下：

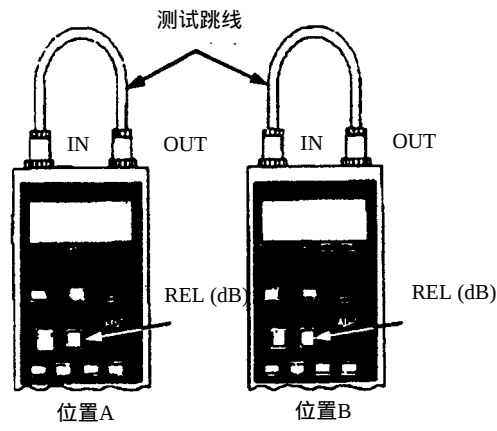


图9-51 内部参考设置

- 在每一OLTS/OPM的输入端口和输出端口之间连上一条测试跳线，按下 W/dBm按钮，于是以dBm显示能级（例如：-23.4dBm）记录下来这个能级。
- 按REL（dB）显示将指示0.00dB进行损耗测试。
- 一旦建立了一个参考能级（使用介绍的两种方法：相互设置参考 和 内部设置参考之一）就将OLTS/OPM输入端口处的测试跳线断开。

需要注意的是不要从设备的输出端口上断开测试跳线，这将影响测试结果，还有不要将OLTS/OPM的电源关掉，否则会在按REL（dB）按钮时将存于存储器中的值清除掉。

- 在OLTS/OPM的每一输入端口连接上另外的两条同一类型的测试跳线，并在两个方向上测试光纤路径的损耗。

首先，从设备 A 输出发送通过光纤到设备 B 的输入，然后，在设备 B 的输出发送通过光纤到设备 A 的输入，在接收的设备上以 dB 为单位显示出每个方向中的损耗，如图 9-52。

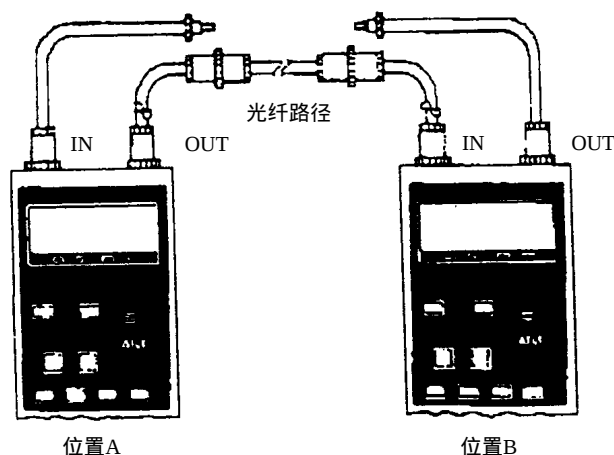


图9-52 光纤路径测试

- 如果使用的是 内部设置参考 的方法，则要从接收测试设备上记录的参考能级中减去在发送设备（在光纤路径另一端的OLTS/OPM）上记录的参考能级。

例如：如果发送的 OLTS/OPM在REL (dB) 按钮按下之后显示的是 -25.6, 且接收的 OLTS/OPM显示的是 -31.8dBm, 那么差值如下：

$$-31.8 (-25.6\text{dBm}) = -6.2\text{dBm}$$

将这个数值加到在接收测试设备上测出的所有的损耗值中去。

从光纤路径相反一端的 OLTS/OPM测出的所有损耗值中减去这个数值，这将消去任何由测试设置产生的方向性测试偏差。

请注意：如果使用的是 相互设置参考 方法，则不要求进行这种计算。

- 为了消除测试仪中的任何方向性偏差，按下列公式计算平均损耗。

$$\text{平均损耗} = (\text{一个方向的损耗} + \text{相反方向的损耗}) / 2$$

## 9.9.5 光纤测试步骤

测试光纤的目的，是要知道光纤信号在光纤路径上的传输损耗。

光信号是由光纤路径一端的 LED光源所产生的（对于 LGBC多模光缆，或室外单模光缆是由激光光源产生的），这个光信号在它从光纤路径的一端传输到另一端时，要经历一定量的损耗。这个损耗来自光纤本身的长度和传导性能，来自连接器的数目和接续的多少。当光纤损耗超过某个限度值后，表明此条光纤路径是有缺陷的。对光纤路径进行测试有助于找出问题。下面给出如何用 938 系列光纤测试仪来进行光纤路径测试的步骤。

### 1. 测试光纤路径所需的硬件

- 1) 两个 938A 光纤损耗测试仪（OLTS），用来测试光纤传输损耗；
- 2) 为了使在两个地点进行测试的操作员之间进行通话，需要有无线对讲机（至少要有电话）；
- 3) 4 条光纤跳线，用来建立 938A 测试仪与光纤路之间的连接；

4) 红外线显示器，用来确定光能量是否存在；

5) 测试人员必须戴上墨镜。

## 2. 光纤路径损耗的测试步骤

当执行下列过程时，测试人员决不能去观看一个光源的输出（在一条光纤的末端，或在连接到OLTS-938A的一条光纤路径的末端，或到一个光源），以免损伤视力。

为了确定光能量是否存在，应使用能量/功率计或红外线显示器。

1) 设置测试设备。按938A光纤损耗测试仪的指令来设置。

2) OLTS（938A）调零。调零用来消除能级偏移量，当测试非常低的光能级时，不调零则会引起很大的误差，调零还能消除跳线的损耗。为了调零，在位置A用一跳线将938A的光源（输出端口）和检波器插座（输入端口）连接起来，在光纤路径的另一端（位置B）完成同样的工作，测试人员必须在两个位置（A和B）上对两台938A调零，如图9-53。

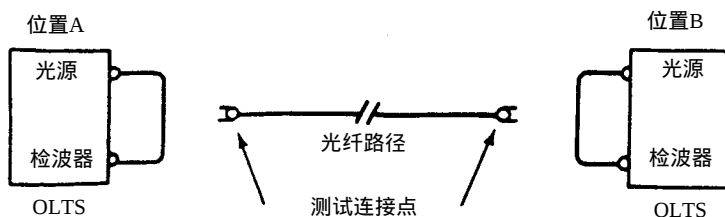


图9-53 对两台938A进行调零

3) 连续按住ZERO SET按钮1s以上，等待20s的时间来完成自校准，如图9-54所示。

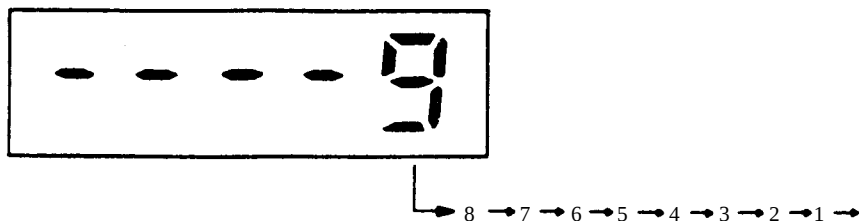


图9-54 938A调零

4) 测试光纤路径中的损耗（位置A到位置B方向上的损耗），如图9-55。

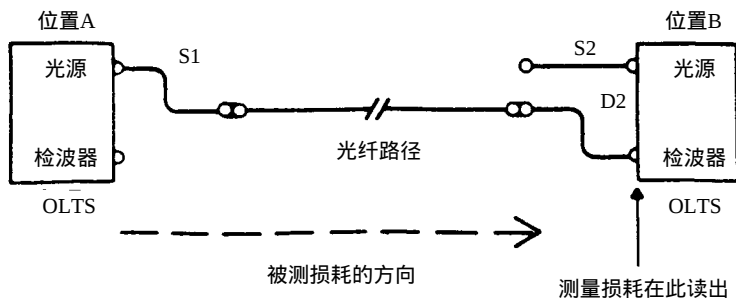


图9-55 在位置B测试的损耗

• 在位置A的938A上从检波器插座（IN端口）处断开跳线S1，并把S1连接到被测的光纤路径上；

- 在位置B的938A上从检波器插座（IN端口）处断开路线S2；
  - 在位置B的938检波器插座（输入端口）与被测光纤通路的位置 B末端之间用另一条光纤跳线连接；
  - 在位置B处的938A测试A到B方向上的损耗；
- 5) 测试光纤的路径中的损耗（位置B到位置A方向上的损耗），参看图9-56。

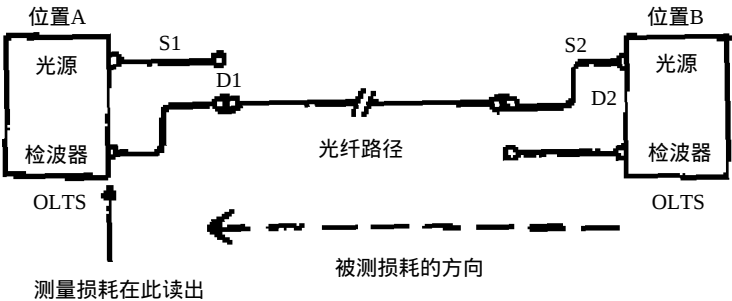


图9-56 在位置A测试的损耗

- 在位置B的光纤路径处将跳线D2断开；
- 将跳线S2（位置B处的）连接到光纤路径上；
- 从位置A处将跳线S1从光纤路径上断开；
- 有另一条跳线D1将位置A处938检波器插座（IN端口）与位置A处的光纤路径连接起来；
- 在位置A处的938A上测试出B到A方向上的损耗；

6) 计算光纤路径上的传输损耗。

计算光纤路径上的传输损耗，然后将数据认真地记录下来。

计算时采用下列公式：

$$\text{平均损耗} = [\text{损耗（A到B方向）} + \text{损耗（B到A方向）}] / 2$$

7) 记录所有的数据。

当一条光纤路径建立好后，测试的是光纤路径的初始损耗，要认真地将安装系统时所测试的初始损耗记录在案。

以后在某条光纤路径工作不正常时要进行测试，这时的测试值要与最初测试的损耗值比较。若高于最初测试损耗值，则表明存在问题，可能是测试设备的问题，也可能是光纤路径的问题。

8) 重新测试。

如果测出的数据高于最初记录的损耗值，那么要对所有的光纤连接器进行清洗。另外，测试人员还要检查对设备的操作是否正确，还要检查测试跳线连接条件。光纤测试连接如图9-57所示。

如果重复出现较高的损耗值，那么就要检查光纤路径上有没有不合适的接续，损坏的连接器，被压住/挟住的光纤等等。

测试数据记录单如表9-21所示。

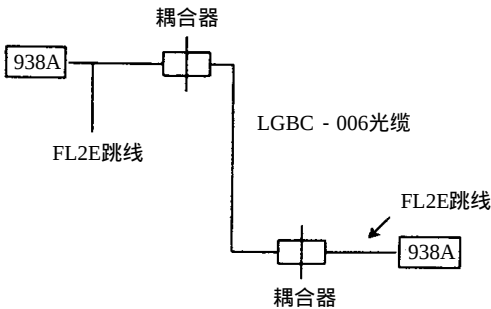


图9-57 光纤测试连接

表9-21 光纤损耗测试数据单

| 光纤号<br>NO. | 波长<br>( nm ) | 在X位置的损耗<br>读数L <sub>x</sub> (dB) | 在Y位置的损耗<br>读数L <sub>y</sub> (dB) | 总损耗为<br>(L <sub>x</sub> +L <sub>y</sub> )/2(dB) |
|------------|--------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------|
| 1          |              |                                  |                                  |                                                 |
| 2          |              |                                  |                                  |                                                 |
| :          |              |                                  |                                  |                                                 |
| :          |              |                                  |                                  |                                                 |
| N          |              |                                  |                                  |                                                 |

光纤测试过程中，可能遇到下列问题：

1) 用手电对一端光纤头照光时，另一端的光纤头光线微弱，是什么原因？

用手电继续检查其他光纤时，如发现的确有某个光纤头光线微弱，则说明光纤头制作过程中有操作问题。用测试仪测量其值（dB），如超标，应重新制作该头。

2) 跳线连接时出现指示灯不亮或指示灯发红是什么原因？

• 检查一下跳线接口是否接反了，正确的端接是0 I、I O，交叉跳接。

• ST是否与耦合器扣牢，防止光纤头间出现不对接现象。

3) 使用光纤测试仪测试时，如果测量值大于4.0dB以上时怎么处理？

• 检查光纤头是否符合制作要求；

• 检查光纤头是否与耦合器正确连接；

• 检查光纤头部是否有灰尘（用酒精纸试擦光纤头，等酒精挥发干后再测）。

视情况分别处理（重新制作或不需要重新制作）。

## 9.10 工程的结尾工作

### 9.10.1 工程结束时应做的工作

1) 清理现场，保持现场清洁、美观。

2) 对墙洞、竖井等交换处要进行修补。

3) 汇总各种剩余材料，并把剩余材料集中放置一处，登记其可使用的数量。

4) 写总结报告，主要内容如下：

• 开工报告；

• 网络文档；

• 使用报告；

• 验收报告。

### 9.10.2 网络文档的组成

网络文档目前在国际上还没有一个标准可言，国内各大网络公司提供的文档内容也不一样。但网络文档是绝对重要的，它可为未来的网络维护、扩展和故障处理节省大量的时间。作者根据近十多年从事网络工程的实际经验，介绍一下网络文档的组成。

网络文档由3种文档组成，即网络结构文档、网络布线文档和网络系统文档。

#### 1. 网络结构文档

网络结构文档由下列内容组成：

- 1) 网络逻辑拓扑结构图；
- 2) 网段关联图；
- 3) 网络设备配置图；
- 4) IP地址分配表。

## 2. 网络布线文档

网络布线文档由下列内容组成：

- 1) 网络布线逻辑图；
- 2) 网络布线工程图（物理图）；
- 3) 测试报告（提供每一节点的接线图、长度、衰减、近端串扰和光纤测试数据）；
- 4) 配线架与信息插座对照表；
- 5) 配线架与集线器接口对照表；
- 6) 集线器与设备间的连接表；
- 7) 光纤配线表。

## 3. 网络系统文档

网络系统文档的主要内容有：

- 1) 服务器文档，包括服务器硬件文档和服务器软件文档；
- 2) 网络设备文档，网络设备是指工作站、服务器、中继器、集线器、路由器、交换器、网桥、网卡等。在做文档时，必须有设备名称、购买公司、制造公司、购买时间、使用用户、维护期、技术支持电话等。
- 3) 网络应用软件文档；
- 4) 用户使用权限表。

## 第10章 网络工程的验收与鉴定

对网络工程验收是施工方向用户方移交的正式手续，也是用户对工程的认可。尽管许多单位把验收与鉴定结合在一起进行，但验收与鉴定还是有区别的，主要表现为：

验收是用户对网络工程施工工作的认可，检查工程施工是否符合设计要求和符合有关施工规范。用户要确认，工程是否达到了原来的设计目标？质量是否符合要求？有没有不符合原设计的有关施工规范的地方？

鉴定是对工程施工的水平程度做评价。鉴定评价来自专家、教授组成的鉴定小组，用户只能向鉴定小组客观地反映使用情况，鉴定小组组织人员对新系统进行全面的考察。鉴定组写出鉴定书提交上级主管部门备案。

作为验收，是分二部分进行的，第一部分是物理验收；第二部分是文档验收。

作为鉴定，是由专家组和甲方、乙方共同进行的。现分别叙述如下：

### 10.1 现场（物理）验收

甲方、乙方共同组成一个验收小组，对已竣工的工程进行验收。作为网络综合布线系统，在物理上主要验收的点是：

#### (1) 工作区子系统验收

对于众多的工作区不可能逐一验收，而是由甲方抽样挑选工作间。

验收的重点：

- 1) 线槽走向、布线是否美观大方，符合规范。
- 2) 信息座是否按规范进行安装。
- 3) 信息座安装是否做到一样高、平、牢固。
- 4) 信息面板是否都固定牢靠。

#### (2) 水平干线子系统验收

水平干线验收主要验收点有：

- 1) 槽安装是否符合规范。
- 2) 槽与槽，槽与槽盖是否接合良好。
- 3) 托架、吊杆是否安装牢靠。
- 4) 水平干线与垂直干线、工作区交接处是否出现裸线？有没有按规范去做。
- 5) 水平干线槽内的线缆有没有固定。

#### (3) 垂直干线子系统验收

垂直干线子系统的验收除了类似于水平干线子系统的验收内容外，要检查楼层与楼层之间的洞口是否封闭，以防火灾出现时，成为一个隐患点。线缆是否按间隔要求固定？拐弯线缆是否留有弧度？

#### (4) 管理间、设备间子系统验收，主要检查设备安装是否规范整洁。

验收不一定要等工程结束时才进行，往往有的内容是随时验收的，作者把网络布线系统的物理验收归纳如下：

## 1. 施工过程中甲方需要检查的事项

### (1) 环境要求

- 1) 地面、墙面、天花板内、电源插座、信息模块座、接地装置等要素的设计与要求。
- 2) 设备间、管理间的设计。
- 3) 竖井、线槽、打洞位置的要求。
- 4) 施工队伍以及施工设备。
- 5) 活动地板的铺设。

### (2) 施工材料的检查

- 1) 双绞线、光缆是否按方案规定的要求购买。
- 2) 塑料槽管、金属槽是否按方案规定的要求购买。
- 3) 机房设备如机柜、集线器、接线面版是否按方案规定的要求购买。
- 4) 信息模块、座、盖是否按方案规定的要求购买。

### (3) 安全、防火要求

- 1) 器材是否靠近火源。
- 2) 器材堆放是否安全防盗。
- 3) 发生火情时能否及时提供消防设施。

## 2. 检查设备安装

### (1) 机柜与配线面版的安装

- 1) 在机柜安装时要检查机柜安装的位置是否正确；规定、型号、外观是否符合要求。
- 2) 跳线制作是否规范，配线面版的接线是否美观整洁。

### (2) 信息模块的安装

- 1) 信息插座安装的位置是否规范。
- 2) 信息插座、盖安装是否平、直、正。
- 3) 信息插座、盖是否用螺丝拧紧。
- 4) 标志是否齐全。

## 3. 双绞线电缆和光缆安装

### (1) 桥架和线槽安装

- 1) 位置是否正确。
- 2) 安装是否符合要求。
- 3) 接地是否正确。

### (2) 线缆布放

- 1) 线缆规格、路由是否正确。
- 2) 对线缆的标号是否正确。
- 3) 线缆拐弯处是否符合规范。
- 4) 竖井的线槽、线固定是否牢靠。
- 5) 是否存在裸线。
- 6) 竖井层与楼层之间是否采取了防火措施。

## 4. 室外光缆的布线

### (1) 架空布线

- 1) 架设竖杆位置是否正确。

2) 吊线规格、垂度、高度是否符合要求。

3) 卡挂钩的间隔是否符合要求。

## (2) 管道布线

1) 使用管孔、管孔位置是否合适。

2) 线缆规格。

3) 线缆走向路由。

4) 防护设施。

## (3) 挖沟布线（直埋）

1) 光缆规格。

2) 敷设位置、深度。

3) 是否加了防护铁管。

4) 回填土复原是否夯实。

## (4) 隧道线缆布线

1) 线缆规格。

2) 安装位置、路由。

3) 设计是否符合规范。

## 5. 线缆终端安装

1) 信息插座安装是否符合规范。

2) 配线架压线是否符合规范。

3) 光纤头制作是否符合要求。

4) 光纤插座是否符合规范。

5) 各类路线是否符合规范。

上述5点均应在施工过程中由甲方和督导人员随时检查。发现不合格的地方，做到随时返工，如果完工后再检查，出现问题就不好处理了。

## 10.2 文档与系统测试验收

文档验收主要是检查乙方是否按协议或合同规定的要求，交付所需要的文档。系统测试验收就是由甲方组织的专家组，对信息点进行有选择的测试，检验测试结果。

对于测试的内容主要有：

### (1) 电缆的性能测试

1) 5类线要求：接线图、长度、衰减、近端串扰要符合规范。

2) 超5类线要求：接线图、长度、衰减、近端串扰、时延、时延差要符合规范。

3) 6类线要求：接线图、长度、衰减、近端串扰、时延、时延差、综合近端串扰、回波损耗、等效远端串扰、综合远端串扰要符合规范。

### (2) 光纤的性能测试

1) 类型（单模/多模、根数等）是否正确。

2) 衰减。

3) 反射。

### (3) 系统接地要求小于4W

当验收通过后，就是鉴定程序。

## 10.3 乙方要为鉴定会准备的材料

一般乙方为鉴定会准备的材料有：

- 1) 网络综合布线工程建设报告；
- 2) 网络综合布线工程测试报告；
- 3) 网络综合布线工程资料审查报告；
- 4) 网络综合布线工程用户意见报告；
- 5) 网络综合布线工程验收报告。

为了方便读者，作者对上述报告提供一个完整的样例，供读者参考使用，

## 10.4 鉴定会材料样例

样例1：某医院计算机网络布线工程建设报告

- 1) 工程概况；
- 2) 工程设计与实施；
- 3) 工程特点；
- 4) 工程文档；
- 5) 结束语。

某网络系统集成公司

1998.1

在某医院领导的大力支持下，该医院医学信息科与某网络系统集成公司的工程技术人员经过几个月的通力合作，完成了该医院计算机网络布线工程的施工建设。提请领导和专家进行检查验收。现将网络布线工程实施的情况作一简要汇报。

### 一、工程概况

某医院计算机网络布线工程由某网络系统集成公司承接并具体实施。该工程于 1997年9月，经某医院主持召开的专家评审会评审并通过了《某医院计算机网络系统工程方案》。

1997年9月，某网络系统集成公司按合同要求开始进行工程实施；

1997年12月中旬完成结构化布线工程；

1997年12月20日至30日，完成所有用户点和各种线路的测试。

### 二、工程设计与实施

#### 1. 设计目标

某医院计算机网络布线工程是为该院的办公自动化、医疗、教学与研究以及院内各单位资源共享而建立的基础设施。

#### 2. 设计指导思想

由于计算机与通信技术发展较快，本工程本着先进、实用、易扩充的指导思想，既要选用先进成熟的技术，又要满足当前管理的实际需要，采用了快速以太网技术，既能满足一般用户10Mbps传输速率的需要，也能满足100Mbps用户的需求，当要升级到宽带高速网络时，便可向千兆以太网转移，以较低的投资取得较好的收益。

#### 3. 楼宇结构化布线的设计与实施

某医院计算机网络布线工程涉及6幢楼，它们是门诊楼、科技楼、住院处（包括住院处附楼）、综合楼、传染病研究所和儿科楼。计算机网络管理中心设在科技3楼的计算机中心机房。网络管理中心与楼宇连接介质采用如下技术：

|               |            |
|---------------|------------|
| 网络管理中心到综合楼    | 光纤         |
| 网络管理中心到传染病研究所 | 光纤         |
| 网络管理中心到住院处    | 光纤         |
| 网络管理中心到儿科楼    | 光纤         |
| 网络管理中心到门诊楼    | 5类双绞线连接集线器 |
| 网络管理中心到科技楼    | 5类双绞线连接集线器 |

#### 4. 设计要求

1) 根据楼宇与网络管理中心的物理位置，所有入网点到本楼（本楼层）的集线器距离不超过100m。

2) 网络的物理布线采用星型结构，便于提高可靠性和传输效率。

3) 结构化布线的设备（配线架、双绞线等）均采用5类标准，以满足10Mbps用户的需求以及向100Mbps、1000Mbps转移。

4) 入网用户的线路走阻燃PVC管或金属桥架，在环境不便于PVC管或金属桥架施工的地方用金属蛇皮管与PVC管或金属架相衔接。

#### 5. 实施

##### (1) 楼宇物理布线结构

楼宇间计算机网络布线系统结构如图10-1所示。

##### (2) 建立用户结点数

某医院网络布线共建立了339个用户点，具体如下：

|        |         |
|--------|---------|
| 门诊楼    | 93个用户点  |
| 科技楼    | 73个用户点  |
| 住院处    | 130个用户点 |
| 综合楼    | 26个用户点  |
| 传染病研究所 | 9个用户点   |
| 儿科楼    | 8个用户点   |

##### (3) 已安装RJ 45插座数

在339个用户点中，除住院处9层的917、922房间因故未能安装外，其他各用户均已安装到位。

#### 6. 布线的质量与测试

1) 布线时依据方案确定线路，对于承重墙或难以实施的地方，均与院方及时沟通，确定线路走向和选用的器材。

2) 在穿线工序时，做到穿线后，由监工确认是否符合标准后再盖槽和盖天花板，保证质量达到设计要求。

3) 用户点的质量测试。

对于入网的用户点和有关线路均进行质量测试。

#### 7. 入网用户点

入网的用户点均用DATACOM公司的LANCATV5类电缆测试仪进行线路测试，并对集线器集线器间的线路测试结果全部合格。测试结果报告请见附录（略）。

#### 三、工程特点

某医院网络布线工程具有下列特点：

(1) 本网络系统是先进的，具有良好的可扩充性和可管理性；

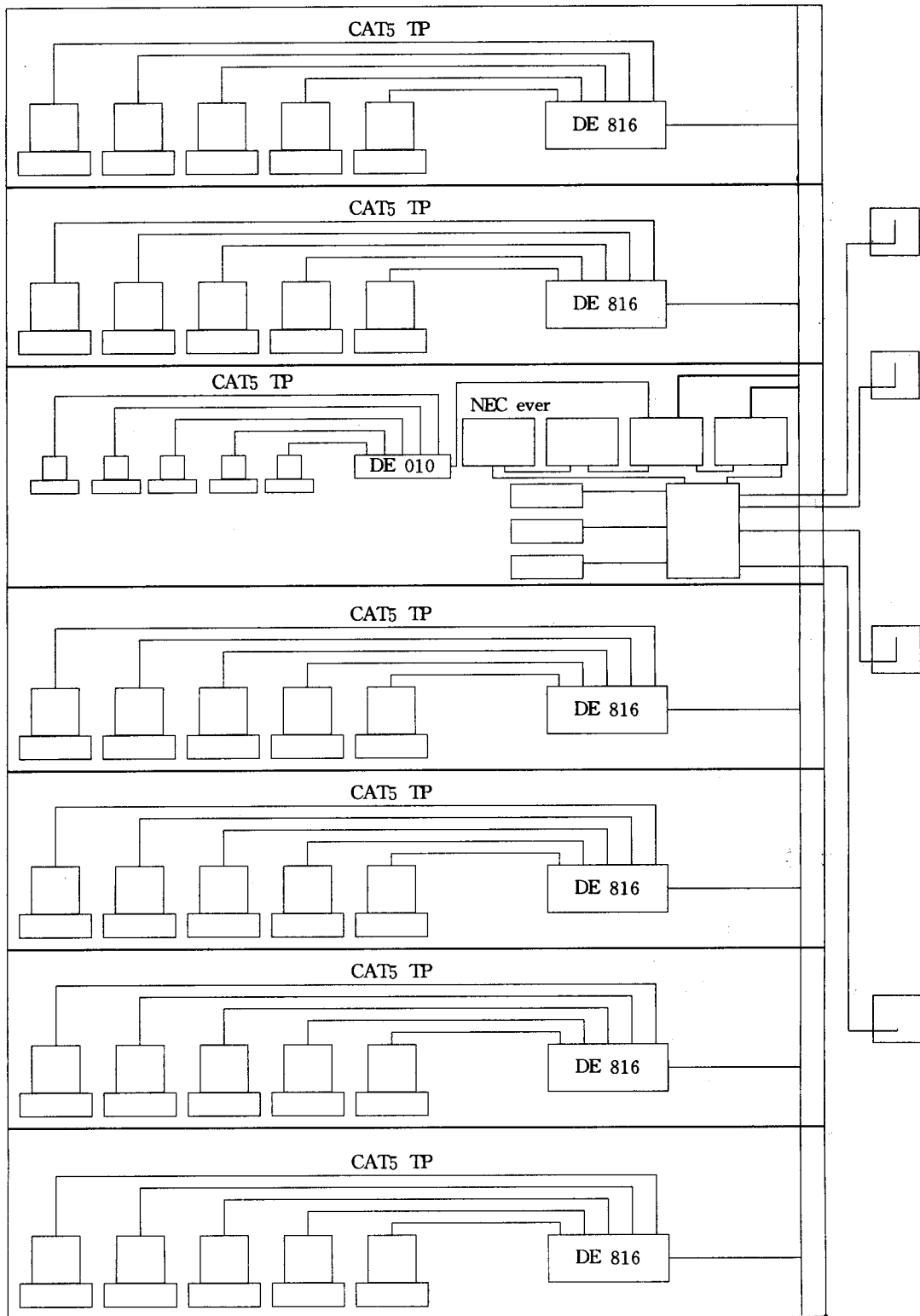


图10-1 某医院计算机网络布线示意图

(2) 支持多种网络设备和网络结构；

(3) 不仅能够支持 3Com 公司的高性能以太网交换机和管理的智能集线器实现的快速以太网交换机为主干的网络，在需要开展宽带应用时，只要升级相应的设备，便可转移到千兆以太网。

#### 四、工程文档

某网络系统集成公司向某医院提供下列文档：

- 1) 某医院计算机网络系统一期工程技术方案；
- 2) 某医院计算机网络结构化布线系统设计图；
- 3) 某医院计算机网络结构化布线系统工程施工报告；
- 4) 某医院计算机网络结构化布线系统测试报告；
- 5) 某医院计算机网络结构化布线系统工程物理施工图；
- 6) 某医院计算机网络结构化布线系统工程设备连接报告；
- 7) 某医院计算机网络结构化布线系统工程物品清单。

#### 五、结束语

在某医院计算机网络布线工程交付验收之时，我们感谢院领导和有关部门的支持和大力帮助；感谢医院计算中心的同志给予的大力协助和密切合作；为协同工程施工，医院的同志放弃了许多个节假日，许多个夜晚加班加点工作，使我们非常感激。在此，还要感谢设备厂商给我们的支持和协助。

谢谢大家！

某网络系统集成公司

1997年7月

#### 样例2：某医院计算机网络结构化布线工程测试报告

某医院网络结构化布线系统工程，于1997年5月立项，1997年9月与某网络系统集成公司签订合同。1997年10月开始施工，至1997年12月底完成合同中规定的门诊楼、科技楼、住院楼、综合楼、传染病研究所大楼套房的结构化布线。1997年12月至1998年1月中旬某网络系统集成公司对上述布线工程进行了自测试。1998年2月，某网络系统集成公司和某医院组成测试小组进行测试。

测试内容包括材料选用、施工质量、每个信息点的技术参数。现将测试结果报告如下：

##### 1. 线材检验

经我们查验，所用线材为 AT&T 非屏蔽 5 类双绞线，符合 EIA/TIA 568 国际标准对 5 类电缆的特性要求；信息插座为 AMP 8 位/8 路模块化插座；有 EIA/TIA 568 电缆标记，符合 SYSTIMAAX SCS 的标准；光纤电缆为 8 芯光缆，符合 Bellcore、OFNR、100Base FX、EIA/TIA 568、IEEE802 和 ICE 标准。

##### 2. 桥架和线槽查验

经我们检查，金属桥架牢固，办公室内明线槽美观稳固。施工过程中没有损坏楼房的整体结构，走线位置合理，整体工程质量上乘。

##### 3. 信息点参数测试

信息点技术参数测试是整个工程的关键测试内容。我们采用美国产 LANCATV5 网络电缆测试仪对所有信息点、电缆进行了全面测试，包括对 TDR 测量线缆物理长度、接线图、近端串扰、衰减串扰比 (ACK)、电缆电阻、脉冲噪声、通信量及特征阻抗的测试。测试结果表明所有信息点都在合格范围内 详见测试记录

综合上述，某医院网络布线工程完全符合设计要求，可交付使用。

1998年3月由几家公司单位组成的工程验收测试小组，认真地阅读了某医院计算中心和某网络系统集成公司联合测试组的（某医院网络结构化布线工程测试报告），并用MICROTESE Penta Scannet 100MHz测试仪抽样测试了20个信息点，其结果完全符合上述联合测试小组的测试结果。

附件一：工程联合测试小组名单

附件二：测试记录（略）

附件三：抽样测试结果记录（略）

特此报告

工程验收测试小组签字（◇◇◇、◇◇◇、◇◇◇）

1998年2月

附件一 工程联合测试小组人员名单

某医院网络工程结构化布线系统测试组名单

| 姓 名 | 单 位 | 职 称 | 签 字 |
|-----|-----|-----|-----|
| ◇◇◇ | ◇◇◇ | ◇◇◇ |     |
| ◇◇◇ | ◇◇◇ | ◇◇◇ |     |
| ◇◇◇ | ◇◇◇ | ◇◇◇ |     |
| ◇◇◇ | ◇◇◇ | ◇◇◇ |     |

样例3：某医院网络工程布线系统资料审查报告

某网络系统集成公司在完成某医院网络工程布线之后，为医院提供了如下工程技术资料：

- 1) 某医院计算机网络系统布线工程方案；
- 2) 某医院计算机网络工程施工报告；
- 3) 某医院网络布线工程测试报告；
- 4) 某医院网络结构化布线方案之一；
- 5) 某医院网络布线方案之二；
- 6) 某医院楼宇间站点位置图和接线表；
- 7) 某医院计算中心主跳线柜接线表和主配线柜端口 /位置对照表；
- 8) 某医院网络结构化布线系统测试结果。

某网络系统集成公司提供的上述资料，为工程的验收、今后的使用和管理，提供了使用条件，经审查，资料翔实齐全。

资料审查组

1998年2月

某医院网络工程结构化布线资料审查组名单

| 姓 名 | 单 位 | 职 称 | 签 字 |
|-----|-----|-----|-----|
| ◇◇◇ | ◇◇◇ | ◇◇◇ |     |
| ◇◇◇ | ◇◇◇ | ◇◇◇ |     |
| ◇◇◇ | ◇◇◇ | ◇◇◇ |     |
| ◇◇◇ | ◇◇◇ | ◇◇◇ |     |

样例4：某医院网络工程结构化布线系统用户试用意见

某医院计算机网络工程结构化布线施工完成并经测试后，我们对其进行了试验和试用。通

过试用，得到如下初步结论：

(1) 该系统设计合理，性能可靠；

(2) 该系统体现了结构化布线的优点，使支持的网络拓扑结构与布线系统无关，网络拓扑结构可方便、灵活地进行调整而无需改变布线结构。

(3) 该结构化布线系统为医院内的局域网，为实现虚拟网（VLAN）提供了良好的基础；

(4) 布线系统上进行了高、低速数据混合传输试验，该系统表现了很好的传输性能。

综合上述，该布线系统实用安全，可以满足某医院计算机网络系统的使用要求。

某医院信息中心

1998年3月

#### 样例5：某医院计算机网络综合布线系统工程验收报告

今天，召开某医院计算机网络综合布线系统工程验收会，验收小组由某网络系统集成公司和该医院的专家组成，验收小组和与会代表听取了某医院计算机网络结构化布线系统工程的方案设计和施工报告、测试报告、资料审查报告和用户试用情况报告；实地考察了该医院计算中心主机房和布线系统的部分现场。验收小组经过认真讨论，一致认为：

##### (1) 工程系统规模较大

某医院计算机网络工程综合布线工程是一个较大的工程项目，具有5幢楼宇，339个用户结点。该工程按照国际标准EIA/TIA 568设计，参照AT&T结构化布线系统技术标准施工，是一个标准化的、实用性强、技术先进、扩充性好、灵活性大和开放性好的信息通信平台，既能满足目前的需求，又兼顾未来发展需要，工程总体规模覆盖了门诊楼、科技楼、住院楼、综合楼、传染病研究所大楼。

##### (2) 工程技术先进，设计合理

该系统按照EIA/TIA 568国际标准设计，工程采用一级集中式管理模式，水平线缆选用符合国际标准的AT&T非屏蔽5类双绞线，主干线选用8芯光缆，信息插座选用AMP8位/8路模块化插座，符合Bellcore、OFNR、FDDI、EIA/TIA 568、IEEE802和ICEA标准。某医院网络布线采用金属线槽、PVC管和塑料线槽规范布线，除室内明线槽外，其余均在天花板吊顶内，布局合理。

##### (3) 施工质量达到设计标准

在工程实施中，由某医院计算中心和某网络系统集成公司联合组成了工程指挥组，协调工程施工组、布线工程组和工程监测组，双方人员一起进行协调，监督工程施工质量，由于措施得当，保障了工程的质量和进度。工程实施完全按照设计的设计标准完成，做到了布局合理，施工质量高，对所有的信息点、电缆进行了自动化测试，测试的各项指标全部达到合格标准。

##### (4) 文档资料齐全

某网络系统集成公司为某医院提供了翔实的文档资料。这些文档资料为工程的验收、计算机网络的管理和维护，提供了必不可少的依据。

综合上述，某医院计算机网络工程的方案设计合理、技术先进、工程实施规范、质量好；布线系统具有较好的实用性、扩展性，各项技术指标全部达到设计要求，是金卫工程的一个良好开端。验收小组一致同意通过布线工程验收。

某医院计算机网络结构化布线工程验收小组

组 长：◇ ◇ ◇

副组长：◇ ◇ ◇

1998年4月

## 某医院计算机网络结构化布线工程验收小组名单

| 姓 名   | 单 位   | 职 称   | 签 字   |
|-------|-------|-------|-------|
| ◇ ◇ ◇ | ◇ ◇ ◇ | ◇ ◇ ◇ | ◇ ◇ ◇ |
| ◇ ◇ ◇ | ◇ ◇ ◇ | ◇ ◇ ◇ | ◇ ◇ ◇ |
| ◇ ◇ ◇ | ◇ ◇ ◇ | ◇ ◇ ◇ | ◇ ◇ ◇ |
| ◇ ◇ ◇ | ◇ ◇ ◇ | ◇ ◇ ◇ | ◇ ◇ ◇ |
| ◇ ◇ ◇ | ◇ ◇ ◇ | ◇ ◇ ◇ | ◇ ◇ ◇ |

### 10.5 鉴定会后资料归档

在验收、鉴定会结束后，将乙方所交付的文档材料，验收、鉴定会上所使用的材料一起交给甲方的有关部门存档。

# 第11章 综合布线系统的有关标准与规范

由于我国对计算机的信息、网络布线方面的标准规制比国外晚几年，现在逐步在各行业中建立起标准或条例。为了使读者在工程施工过程中，把握尺度，介绍几个常常提到的标准：

- 1) 建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范（CECS72：97）。
- 2) 中华人民共和国公安安全行业标准。计算机信息系统安全专用产品分类标准。
- 3) 建设部颁布的有关智能建筑管理的若干规定。
- 4) 公安部消防局发布，消防设施专项工程设计资格分级之标准。
- 5) 中华人民共和国消防法。
- 6) 计算机信息系统集成资质管理办法（试行）摘要

除了上述6个标准法规是综合布线人员所关心的外，还有中华人民共和国招标投标法、家居布线标准（TIA/EIA570）。对于这两个法规、标准，请参阅黎连业编著的《智能大厦智能小区基础》一书（由清华大学出版社出版）。

## 11.1 中国工程建设标准化协会建筑与建筑群综合布线工程设计规范<sup>①</sup>

### 11.1.1 系统设计

11.1.1.1 综合布线系统（GCS）应是开放式结构，应能支持电话及多种计算机数据系统，还应能支持会议电视，监视电视等系统的需要。

设计综合布线系统应采用星型拓扑结构，该结构下的每个分支子系统都是相对独立的单元，对每个分支单元系统改动都不影响其他子系统。只要改变结点连接就可使网络的星型、总线、环形等各种类型网络间进行转换。综合布线系统应采用开放式的结构并应能支持当前普遍采用的各种局部网络及计算机系统：主要有 RS—232—C（同步/异步），星型网（Star）局域/广域网（LAN/WAN），王安网（Wang OIS/VS），令牌网（Token Ring），以太网（Ethernet），光缆分布数据接口（FDDI）等。

11.1.1.2 本规范参考ISO/IEC11801《客户建筑电缆通用敷设要求》国际标准的规定，将建筑物综合布线系统分为以下个子系统：

- 工作区子系统
- 配线（水平）子系统
- 干线（垂直）子系统
- 设备间子系统
- 管理子系统
- 建筑群子系统

工作区子系统由终端设备连接到信息插座的连线（软线）组成，它包括装配软线、连接器和连接所需的扩展软线，并在终端设备和输入/输出（I/O）之间搭接。相当于电话配线系统中连接话机的用户线及话机终端部分。在智能楼布线系统中，工作区用术语服务区（coverage area）替代，通常服务区大于工作区。

配线子系统，它将干线子系统线路延伸到用户工作区，相当于电话配线系统中配线电缆或连接到用户出线盒的用户线部分。

干线子系统，它提供建筑物的干线电缆的路由。该子系统由布线电缆组成，或者由电缆和光缆以及将此干线连接到相关的支撑硬件组合而成。相当于电话配线系统中的干线电缆。

设备间子系统把中继线交叉连接处和布线交叉连接处连接到公用系统设备上。由设备间中的电缆、连接器和相关支撑硬件组成，它把公用系统设备的各种不同设备互联起来。相当于电话配线系统中的站内配线设备及电缆、导线连接部分。

管理子系统由交连、互联和输入/输出(I/O)组成，为连接其他子系统提供连接手段。相当于电话配线系统中每层配线箱或电话分线盒部分。

建筑群子系统由一个建筑物中的电缆延伸到建筑群的另外一些建筑物中的通信设备和装置上，它提供楼群之间通信设施所需的硬件。其中有电缆、光缆和防止电缆的浪涌电压进入建筑物的电气保护设备。相当于电话配线中的电缆保护箱及各建筑物之间的干线电缆。建筑与建筑群综合布线系统工程结构如图 11-1 所示：

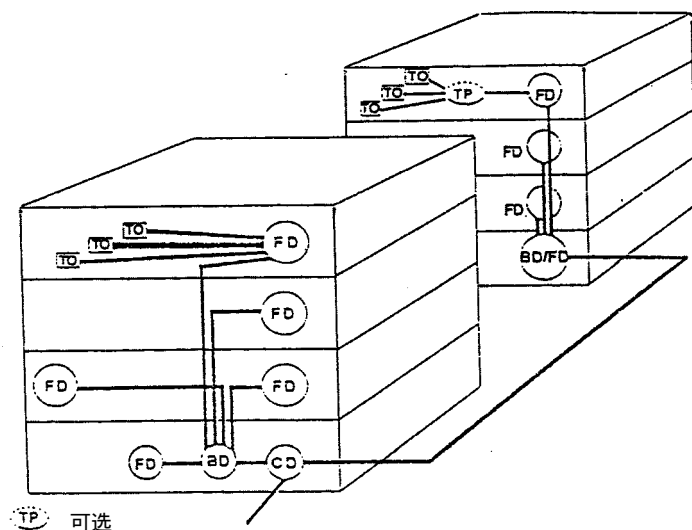


图11-1 建筑与建筑群综合布线系统结构

综合布线系统示意图如图 11-2 所示：

11.1.1.3 智能建筑与智能建筑园区的工程设计，应根据实际需要，选择适当型级的综合布线系统，宜符合下列要求：

1) 基本型，适用于综合布线系统中配置标准较低の場合，用铜芯对绞电缆组网。

基本型综合布线系统配置：

- 每个工作区有1个信息插座；
- 每个工作区的配线电缆为1条4对对绞电缆；
- 采用夹接式交接硬件；
- 每个工作区的干线电缆至少有2对对绞线。

2) 增强型，适用于综合布线系统中中等配置标准的場合，用铜芯对绞电缆组网。

增强型综合布线系统配置：

- 每个工作区有2个或以上信息插座；
- 每个工作区的配线电缆为2条4对对绞电缆；

- 采用增值接式或插接交接硬件；
- 每个工作区的干线电缆至少有3对对绞线。

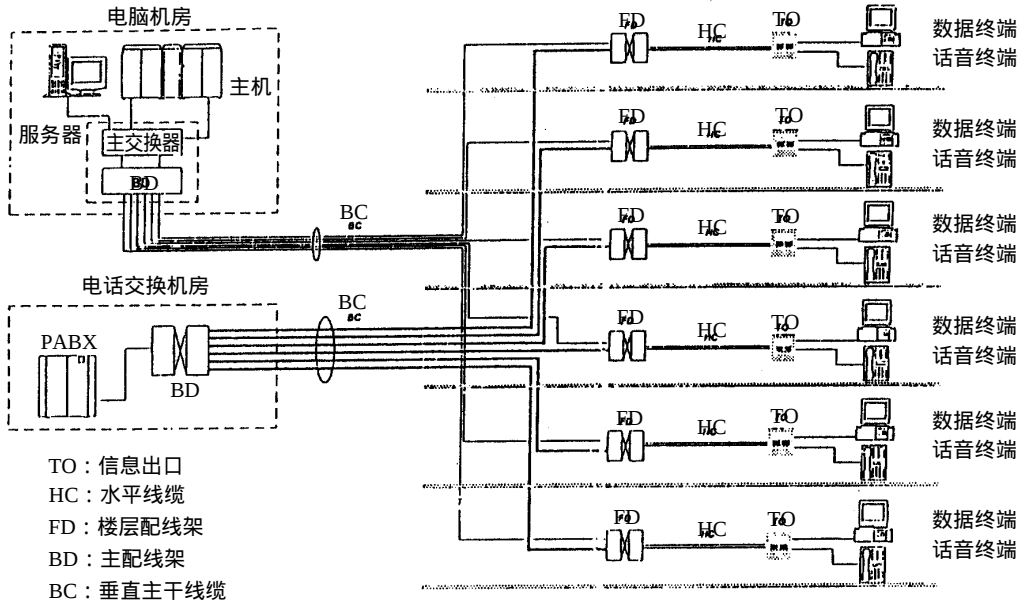


图11-2 综合布线系统示意图

3) 综合型，适用于综合布线系统中配置标准较高的场合，用光缆和铜芯对绞电缆混合组网。

综合型综合布线系统配置应在基本型和增强型综合布线的基础上增设光缆系统。

所有基本型、增强型、综合型综合布线系统都能支持话音 /数据等系统，能随工程的需要转向更高功能的布线系统。它们之间的主要区别在于：支持话音和数据服务所采用的方式，以及在移动和重新布局时实施线路管理的灵活性。

基本型综合布线系统大多数能支持话音/数据，其特点为：

- 1) 是一种富有价格竞争力的综合布线方案，能支持所有话音和数据的应用；
- 2) 应用于语音、话音/数据或高速数据；
- 3) 便于技术人员管理；
- 4) 采用气体放电管式过压保护和能够自复的过流保护；
- 5) 能支持多种计算机系统数据的传输。

增强型综合布线系统不仅具有增强功能，而且还可提供发展余地。它支持话音和数据应用，并可按需要利用端子板进行管理。

增强型综合布线系统特点：

- 1) 每个工作区有2个信息插座，不仅机动灵活，而且功能齐全；
- 2) 任何一个信息插座都可提供话音和高速数据应用；
- 3) 可统一色标，按需要可利用端子板进行管理；
- 4) 是一个能为多个数据设备创造部门环境服务的经济有效的综合布线方案；
- 5) 采用气体放电管式过压保护和能够自复的过流保护；

综合型综合布线系统的主要特点是引入光缆，可适用于规模较大的智能大楼，其余特点与基本型或增强型相同。

条文中对绞电缆系列指具有特殊交叉方式及材料结构能够传输高速率信号的电缆，非一般

市话电缆。

条文中央接式交接硬件系统系指夹接、绕接固定连接的交接设备。插接式交接硬件系指用插头、插座连接的交接设备。

11.1.1.4 综合布线系统应能满足所支持的数据系统的传输速率要求，并应选用相应等级的缆线和传输设备。

计算机系统传输速率要求见表 11-1所示。

表11-1 传输速率要求

| 规程             | 传输速率要求（ bps ） |
|----------------|---------------|
| RS-232         | 20K           |
| DCP            | 100K          |
| Star LAN1      | 1M            |
| IBM3270        | 1M ~ 10M      |
| 4MToken Ring   | 4M            |
| 10BASE-T       | 10M           |
| 16M Token Ring | 16M           |
| TP-PMD/CDDI    | 100M          |
| 100BASE-T      | 100M          |
| ATM            | 155M/622M     |

11.1.1.5 综合布线系统应能满足所支持的电话、数据、电视系统的传输标准要求。

11.1.1.6 综合布线系统的分级和传输距离限值应符合表 11-2所列的规定。

表11-2 系统分级和传输距离限值表

| 系统分级 | 最高传<br>输频率 | 对绞电缆传输距离（ m ） |            |            |                  | 光缆传输距离（ m ） |      | 应用举例                                                                         |
|------|------------|---------------|------------|------------|------------------|-------------|------|------------------------------------------------------------------------------|
|      |            | 100W<br>3类    | 100W<br>4类 | 100W<br>5类 | 1504 ~<br>100MHz | 多模          | 单模   |                                                                              |
| A    | 100MHz     | 2000          | 3000       | 3000       |                  |             |      | PBX X.21/V.11                                                                |
| B    | 1MHz       | 200           | 260        | 260        | 400              |             |      | N-ISDN<br>CSDA/CD1BASE5                                                      |
| C    | 16MHz      | 100           | 150        | 160        | 250              |             |      | 令牌环<br>CSMA/CD1BASE-T<br>4Mbps令牌环<br>16Mbps                                  |
| D    | 100MHz     |               |            | 100        | 150              |             |      | 令牌环<br>16Mbps<br>B-ISDN(ATM)<br>TP-PMD                                       |
| 光缆   | 100MHz     |               |            |            |                  | 2000        | 3000 | CAMA/CD/FOIRL<br>CSMA/CD<br>10BASE-F<br>令牌环<br>FDDI LCF FDDI<br>HIPPI ATM PC |

注： 100m距离包括连接软线/跳线、工作区和设备区接线在内的 10m允许总长度，链路的技术条件按 90m水平电缆，7.5m长的连接电缆及同类的 3个连接器来考虑，如果采用综合性的工作和设备区电缆附加总长度不大于 7.5m，则此类用途是有效的。

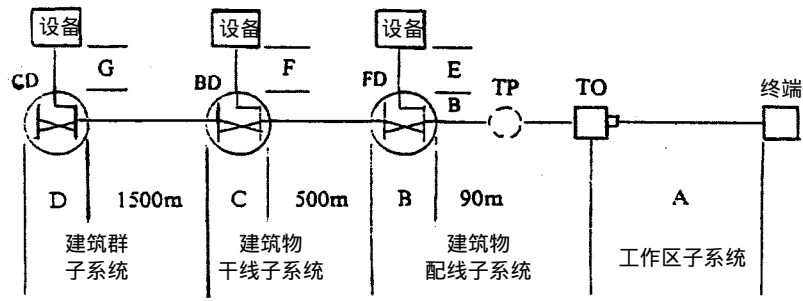
3000m是国际标准范围规定的极限，不是介质极限。

关于距离大于水平电缆了系统中的长度为 100m对绞电缆，应也符合可行的应用标准

系统分级和传输距离限值采用ISO/IEC11801：1995（E）国际标准，该标准着眼于各式计算机网络的要求。当综合布线系统用于公用电话网或公用数据通信等其他用途时，应按照相关的标准要求进行设计。

在表11-2中规定100W和150W两种规格，是根据YD/T838.1～4-1996<数字通信用对绞/星绞对称电缆>通信行业标准制订的。我国规定不生产120W的产品，但考虑到已建和在建的工程已采用了国外引进120W的产品，施工验收时可参考相关标准妥善解决，新建工程不允许再采用120W的产品。

11.1.1.7 综合布线系统的组网和各段缆线的长度限值应符合图11-3所示的规定：



注：A、B、C、D、E、F、G，表示相关区段缆线或跳线的长度。

$A+B+E \leq 10m$

$C \text{ 和 } D \leq 20m$

$F \text{ 和 } G \leq 30m$

图11-3 综合布线系统组网和缆线长度限值图

11.1.1.8 综合布线系统工程设计，选用的电缆、光缆、各种连接电缆、跳线，以及配线设备等所有硬件设施，均应符合ISO/IEC11801：1995（E）；国际标准的各项规定，确保系统指标得以实施。

综合布线系统工程设计，应按照近期和远期通信业务、计算机网络拓扑结构等需要，选用合适的综合布线硬件设施，选用产品的各项指标应高于系统指标，才能保证系统指标得以满足，但不一定越高越好，选得太高，会增加工程造价，选得太低，不能满足工程需要，应当恰如其分。

11.1.1.9 综合布线系统应设置汉显计算机信息管理系统。人工登录与综合布线系统相关的硬件设施的工作状态信息，包括：设备和缆线的用途，使用部门，组成局域网的拓扑结构，传输信息速率，终端设备配置状况，占用硬件编号，色标，链路的功能和各项主要特征参数，链路的完好状况，故障记录等内容。还应登录设备位置和缆线走向等内容，例如：建筑物名称、位置、区号、楼层号、房间号等内容。

考虑到综合布线系统适用于各种通信业务和计算机网络等多种服务，而且也适用于各个单位或部门共同使用同一个大楼的综合布线系统，使用管理跟不上，将会造成不必要的麻烦，为了保证综合布线系统的运行能够一目了然，规范规定设置计算机信息管理系统，人工登录各种运行状态，便于操作人员迅速准确地调度应用和及时处理故障状况。

11.1.1.10 在系统设计时，全系统所选的缆线，连接硬件、跳线、连接线等必须与选定的类别相一致。如采用屏蔽措施时，则全系统必须都按屏蔽设计。

在系统设计时，若选用5类标准，则缆线，连接硬件、跳线、连接线等全系统必须都为5类，才能保证系统为5类。如果采用屏蔽措施，则全系统所有部件都应选用带屏蔽的硬件，而且应按设计要求作良好的接地，才能保证屏蔽效果。

11.1.2 系统指标

本节规定的系统指标，均参考ISO/IEC11801国际标准的相关部分。有关电缆、连接硬件等产品标准也应符合国际标准。

11.1.2.1 综合布线系统链路传输的最大衰减限值，包括两端的连接硬件、跳线和工作区连接电缆在内，应符合表11-3的规定。

表11-3 链路传输的最大衰减限值表

| 频率（MHz） |    | 最大衰减限值（dB） |      |      |  |
|---------|----|------------|------|------|--|
|         | A级 | B级         | C级   | D级   |  |
| 0.1     | 16 | 5.5        |      |      |  |
| 1.0     |    | 5.8        | 3.7  | 2.5  |  |
| 4.0     |    |            | 6.6  | 4.8  |  |
| 10.0    |    |            | 10.7 | 7.5  |  |
| 16.0    |    |            | 14.0 | 9.4  |  |
| 20.0    |    |            |      | 10.5 |  |
| 31.25   |    |            |      | 13.1 |  |
| 62.5    |    |            |      | 18.4 |  |
| 100.0   |    |            |      | 23.2 |  |

注：要求将各点连成曲线后，测试的曲线全部应在标准曲线的限值范围之内。

11.1.2.2 综合布线系统任意两线对之间的近端串音衰减限值，包括两端的连接硬件、跳线和工作区连接电缆在内（但不包括设备连接器），应符合表11-4的规定。

表11-4 线对间最低端串音衰减限值表

| 频率（MHz） |    | 最低近端串音衰减限值（dB） |    |    |  |
|---------|----|----------------|----|----|--|
|         | A级 | B级             | C级 | D级 |  |
| 0.1     | 27 | 40             |    |    |  |
| 1.0     |    | 525            | 39 | 54 |  |
| 4.0     |    |                | 29 | 45 |  |
| 10.0    |    |                | 23 | 39 |  |
| 16.0    |    |                | 19 | 36 |  |
| 20.0    |    |                |    | 35 |  |
| 31.25   |    |                |    | 32 |  |
| 62.5    |    |                |    | 27 |  |
| 100.0   |    |                |    | 24 |  |

注：1) 所有其他音源的噪声比全部应用频率的串音噪音低 10db。  
2) 在大对数主干电缆中，最坏线对的近端串音衰减值，应以功率累计数来衡量。  
3) 桥接分岔或多组合电缆，以及连接到多重信息插座的电缆，任一对称电缆组或单元之间的近端串音衰减至少要比单一组合的4对电缆的近端串音衰减好一个数值 。

= 6dB + 10lg (n + 1) dB

式中：n为电缆中非光纤的对称电缆组数。

11.1.2.3 综合布线系统中任一电缆接口处的反射衰减限值，应符合表 11-5的规定：

表11-5 链路传输的最大衰减限值表

| 频率（MHz）  | 最大衰减限值（dB） |    |
|----------|------------|----|
|          | C级         | D级 |
| 1 f 10   | 18         | 18 |
| 10 f 16  | 15         | 15 |
| 16 f 20  |            | 15 |
| 20 f 100 |            | 10 |

11.1.2.4 综合布线系统链路衰减与近端串音衰减的比率（ACR），应符合表 11-6的规定。

表11-6 最小ACR限值表

| 频率（MHz） | 最低近端串音衰减限值（dB） |
|---------|----------------|
|         | D级             |
| 0.1     |                |
| 1.0     |                |
| 4.0     | 40             |
| 10.0    | 35             |
| 16.0    | 30             |
| 20.0    | 28             |
| 31.25   | 23             |
| 62.5    | 13             |
| 100.0   | 4              |

注：1) ACR(dB ) = aN (dB) - a (dB)

式中：aN 任意两线对间的近端串音衰减  
a 链路传输的衰减值

2) 本表所列的ACR值优于计算值，在衰减和串音衰减之间允许有一定限度的权衡选择，其选择范围如表-7所示。

表11-7 衰减和近端串音衰减的选择极限表

| 频率（MHz） | 最大衰减量（dB/100m） | 最小近端串音衰减量，在100m时（dB） |
|---------|----------------|----------------------|
| 20      | 8              | 41                   |
| 31.25   | 10.3           | 39                   |
| 62.5    | 15             | 33                   |
| 100     | 19             | 29                   |

综合布线系统链路衰减与近端串音衰减的比率（ACR），以100MHz为例，表 11-6中的规定的4dB，表11-7中规定为19dB，而按照表 11-6和表 11-7相减得到0.8dB，ACR出现3个数值，设计时应按照使用要求合理选用。

11.1.2.5 综合布线系统线对的直流环路电阻限值，当系统分级和传输距离在表 11-2规定的情况下，应符合表11-8的规定：

表11-8 直流环路电阻限值表

| 链路级别      | A级  | B级  | C级 | D级 |
|-----------|-----|-----|----|----|
| 最大环路电阻（W） | 560 | 170 | 40 | 40 |

注：100对绞电缆的直流环路电阻值应为19.2W/100m；  
150对绞电缆的直流环路电阻值应为12W/100m；

11.1.2.6 综合布线系统线对的传播延迟限值，应符合表 11-9的规定：

表11-9 最大传播延迟限值表

| 测量频率（MHz） | 级别 | 延迟（μs） |
|-----------|----|--------|
| 0.01      | A  | 20     |
| 1         | B  | 5      |
| 10        | C  | 1      |
| 30        | D  | 1      |

注：配线（水平）子系统的最大传播延迟不得超过 1ps。

11.1.2.7 综合布线系统的纵向差分转换衰减（平衡）限值，应符合表 11-10的规定。

表11-10 纵向差分转换衰减限值表

| 频率（MHz） |    | 最小纵向差分转换衰减限值（dB） |    |    |
|---------|----|------------------|----|----|
|         | A级 | B级               | C级 | D级 |
| 0.1     | 30 | 45               | 35 | 40 |
| 1.0     |    | 20               | 30 | 40 |
| 4.0     |    |                  | 待定 | 待定 |
| 10.0    |    |                  | 25 | 30 |
| 16.0    |    |                  | 待定 | 待定 |
| 20.0    |    |                  | 待定 | 待定 |
| 100     |    |                  |    | 待定 |

注：纵向差分转换衰减的测试方法正在研究。

11.1.2.8 综合布线系统光缆波长窗口的各项参数，应符合表 11-11的规定。

表11-11 光缆波长窗口参数表

| 光纤模式，标称波长（nm） | 下限（nm） | 上限（nm） | 基准试验波长(nm) | 最大光谱宽度FWHM（nm） |
|---------------|--------|--------|------------|----------------|
| 多模850         | 790    | 910    | 850        | 50             |
| 多模1300        | 1285   | 1330   | 1300       | 150            |
| 单模1310        | 1288   | 1339   | 1310       | 10             |
| 单模1550        | 1525   | 1575   | 1550       | 10             |

注：1) 多模光纤：芯线标称直径为62.5/125或50/125；  
850nm波长时最大衰减为3.5dB/km；最小模式带宽为200MHz.km，1300nm波长时最大衰减为1dB/km；最小模式带宽为500MHz.km。  
2) 单模光纤：芯线应符合 IEC793-2, 型号BI和ITU-TG, 652 标准；  
1310nm和1550波长时最大衰减为 1dB/km；截止波长应 < 1280nm。1310nm时色散应 6ps/km ∑ nm；1550nm时色散应 20ps/km ∑ nm。  
3) 光纤连接硬件：最大衰减 0.5;最小反射衰减：多模 20dB，单模 26dB。

表11-11注的内容是光纤和光纤连接硬件的基本要求，本规范引用 ISO/IEC11801国际标准

的相关部分。注1中最小模式带宽为1km长度光纤的带宽，而在表11-13中规定的是链路的最小模式带宽，本规范在11.1.1.6条中规定多模光纤的最大链路长度为2km,因此，链路的最小模式带宽分别为100MHz(850nm波长)和250HMz（1300nm波长）。

11.1.2.9 综合布线系统的光缆，在11.1.2.8条规定各参数的条件下，光纤链路可允许的最大传输距离，应符合表11-12的规定。

表11-12 光纤链路允许最大传输距离表

| 光缆应用类别    | 链路长度（m） | 多模衰减值（dB） |          | 单模衰减值（dB） |          |
|-----------|---------|-----------|----------|-----------|----------|
|           |         | 850(nm)   | 1300(nm) | 1310(nm)  | 1550(nm) |
| 配线（水平）子系统 | 100     | 2.5       | 2.2      | 2.2       | 2.2      |
| 干线（垂直）子系统 | 500     | 3.9       | 2.6      | 2.7       | 2.7      |
| 建筑群子系统    | 1500    | 7.4       | 3.6      | 3.6       | 3.6      |

注：1) 表中规定的链路长度，是在采用符合11.1.2.8条规定的光缆和光纤连接硬件的条件下，允许的最大距离。

2) 对于短距离的应用场合，应插入光衰减器，保证达到表中规定的衰减值。

11.1.2.10 综合布线系统多模光纤链路的最小光学模式带宽，应符合表11-13的规定。

表11-13 多模光纤链路的光学模式带宽表

| 标称波长（nm） | 最小光学模式带宽（MHz） |
|----------|---------------|
| 850      | 100           |
| 1300     | 250           |

注：单模光纤链路的光学模式带宽，ISO/IEC11801：1995（E）尚未作出规定。

11.1.2.11 综合布线系统光纤链路任一接口的光学反射衰减限值，应符合表11-14的规定：

表11-14 光纤链路的光学反射衰减限值表

| 光纤模式，标称波长（nm） | 最小反射衰减限值（dB） |
|---------------|--------------|
| 多模850         | 20           |
| 多模1300        | 20           |
| 单模1310        | 26           |
| 单模1550        | 26           |

11.1.2.12 综合布线系统的缆线及设备之间的相互联接应注意阻抗匹配和平衡与不平衡的转换适配。特性阻抗的分类应符合100、150两类标准，其允许偏差值为15（适用于频率>1MHz）。

11.1.3 工作区子系统

11.1.3.1 一个独立的需要设置终端设备的区域宜划分为一个工作区，工作区子系统应由配线（水平）布线系统的信息插座延伸到工作站终端设备处的连接电缆及适配器组成，一个工作区的服务面积可按5～10m²估算，每个工作区设置一个电话机或计算机终端设备，或按用户要求设置。工作区的每一个信息插座均宜支持电话机、数据终端、计算机、电视机及监视器等终端设备的设置和安装。

工作区子系统包括办公室、写字间、作业间、技术室等需用电话、计算机终端、电视机等设施的区域和相应设备的统称。

11.1.3.2 工作区适配器的选用应符合下列要求：

1) 在设备连接器处采用不同信息插座的连接器时，可以用专用电缆或适配器；

- 2) 当在单一信息插座上开通ISDN业务时，宜用网络终端适配器；
- 3) 在配线（水平）子系统中选用的电缆类别（介质）不同于设备所需的电缆类别（介质）时，宜采用适配器；
- 4) 在连接使用不同信号的数模转换或数据速率转换等相应的装置时，宜采用适配器；
- 5) 对于网络规程的兼容性，可用配合适配器；
- 6) 根据工作区内不同的电信终端设备可配备相应的终端适配器。

#### 11.1.4 配线子系统

11.1.4.1 配线子系统宜由工作区用的信息插座、每层配线设备至信息插座的配线电缆、楼层配线设备和跳线等组成。

配线子系统是用于每层配线（水平）电缆的统称。

11.1.4.2 配线子系统应根据下列要求进行设计：

- 1) 根据工程提出近期和远期的终端设备要求；
- 2) 每层需要安装的信息插座数量及其位置；
- 3) 终端将来可能产生移动、修改和重新安排的详细情况；
- 4) 一次性建设与分期建设的方案比较。

11.1.4.3 配线子系统宜采用4对对绞电缆。配线子系统在有高速率应用的场合，宜采用光缆。配线子系统根据整个综合布线系统的要求，应在二级交接间、交接间或设备间的配线设备上连接，以构成电话、数据、电视系统并进行管理。

11.1.4.4 配线系统宜选用普通型铜芯对绞电缆。

配线电缆的选择，详见第2章的条文说明。

11.1.4.5 综合布线系统的信息插座宜按下列原则选用：

- 1) 单个连接的8芯插座宜用于基本型系统；
  - 2) 双个连接的8芯插座宜用于增强型系统；
- 一个给定的综合布线系统设计可采用多种类型的信息插座。

11.1.4.6 配线子系统电缆长度应为90m以内。

11.1.4.7 信息插座应在内部做固定线连接。

#### 11.1.5 干线子系统

11.1.5.1 干线子系统应由设备间的配线设备和跳线以及设备间至各楼层配线间的连接电缆组成。

干线子系统用于楼层之间垂直干线电缆的统称。

11.1.5.2 在确定干线子系统所需要的电缆总对数之间，必须确定电缆中话音和数据信号的共享原则。对于基本型每个工作区可选定2对；对于增强型每个工作区可选定3对对绞线。对于综合型每个工作区可在基本型或增强型的基础上增设光缆系统。

11.1.5.3 应选择干线电缆最短，最安全和最经济的路由。宜选择带门的封闭型通道敷设干线电缆。

建筑物有两大类型的通道，封闭型和开放型。封闭型通道是指一连串上下对齐的交接间，每层楼都有一间，利用电缆竖井、电缆孔、管道电缆、电缆桥架等穿过这些房间的地板层。每个交接间通常还有一些便于固定电缆的设施和消防装置。开放型通道是指从建筑物的地下室到楼顶的一个开放空间、中间没有任何楼板隔开，例如：通风通道或电梯通道，不能敷设干线子

系统电缆。

11.1.5.4 干线电缆可采用点对点端接，也可采用分支递减端接以及电缆直接连接方法。

点对点端接是最简单、最直接的接合方法，干线子系统每根干线电缆直接延伸到指定的楼层和交接间。

分支递减端接是用1根大容量干线电缆足以支持若干个交接间或若干楼层的通信容量，经过电缆接头保护箱分出若干根小电缆，它们分别延伸到每个交接间或每个楼层，并端接于目的地的连接硬件。

而电缆直接连接方法是特殊情况使用的技术。一种情况是一个楼层的所有水平端接都集中在干线交接间，另一种情况是二级交接间太小，在干线交接间完成端接。

11.1.5.5 如果设备间与计算机机房处于不同的地点，而且需要把话音电缆连至设备间，把数据电缆连至计算机房，则宜在设计中选取不同的干线电缆或干线电缆的不同部分来分别满足不同路由话音和数据的需要。当需要时，也可采用光缆系统予以满足。

## 11.1.6 设备间子系统

11.1.6.1 设备间是在每幢大楼的适当地点设置进线设备，进行网络管理以及管理人员值班的场所。设备间子系统应由综合布线系统的建筑物进线设备、电话、数据、计算机等各种主机设备及其保安配线设备等组成。

设备间系统的电话、数据、计算机主机设备及其保安配线设备宜设置在一个房内。必要时，可以分别设置，但程控电话交换机及计算机主机房离设备间的距离不宜太远。

11.1.6.2 设备间内的所有进线终端设备宜采用色标区别各类用途的配线区。

11.1.6.3 设备间位置及大小应根据设备的数量、规模、最佳网络中心等内容，综合考虑确定。

## 11.1.7 管理子系统

11.1.7.1 管理子系统设置在每层配线设备的房间内。管理子系统应由交换间的配线设备、输入/输出设备等组成。也可应用于设备间子系统。

管理子系统提供了与其他子系统连接的手段。交换间使得有可能安排或重新安排路由，因而通信线路能够延续到连接建筑物内部的各个信息插座，从而实现综合布线系统的管理。

11.1.7.2 管理子系统宜采用单点管理双交接。交接场的结构取决于工作区、综合布线系统规模和选用的硬件。在管理规模大、复杂、有二级交接间时，才设置双点管理双交接。在管理点，宜根据应用环境用标记插入条来标出各个端接场。

单点管理位于设备间里面的交换机附近，通过线路不进行跳线管理，直接连至用户间或服务接线间里面的第二个接线交接区。双点管理除交接间外，还设置二个可管理的交接。双交接为经过二级交接设备，在每个交接区实现线路管理的方式是在各色标场之间接上跨接线或插接线，这些色标用来分别标明该场是干线电缆、配线电缆或设备端接点。这些场通常分别分配给指定的接线块，而接线块则按垂直或水平结构进行排列。

11.1.7.3 交接区应有良好的标记系统，如建筑物名称、建筑物面积、区号、起始点和功能等标志。

综合布线系统使用了三种标记：电缆标记、场标记和插入标记。其中插入标记最常用。这些标记通常是硬纸片或其他方式，由安装人员在需要时取下来使用。

11.1.7.4 交接间及二级交接间的本线设备宜采用色标区别各类用途的配线区。

- 11.1.7.5 交接设备连接方式的选用宜符合下列规定：
- 1) 对楼层上的线路较少进行修改、移位或重新组合时，宜使用夹接线方式；
  - 2) 在经常需要重组线路时宜使用插接线方式。
- 11.1.7.6 在交接场之间应留出空间，以便容纳未来扩充的交接硬件。

11.1.8 建筑群子系统

- 11.1.8.1 建筑群子系统由二个及以上建筑物的电话、数据、电视系统组成一个建筑群综合布线系统，其连接各建筑物之间的缆线和配线设备（CD）组成建筑群子系统。
- 11.1.8.2 建筑群子系统宜采用地下管道敷设方式。管道内敷设的铜缆或光缆应遵循电话管道和人孔的各项设计规定。此外安装时至少应预留1~2个备用管孔，以供扩充之用。
- 11.1.8.3 建筑群子系统采用直埋沟内敷设时，如果在同一沟内埋入了其他的图像、监控电缆，应设立明显的共用标志。
- 11.1.8.4 电话局来的电缆应进入一个阻燃接头箱，再接至保护装置。
- 11.1.8.5 对于11.1.8.1、11.1.8.2、11.1.8.3建筑群子系统电缆敷设方式的优缺点如表11-15所示。

表11-15 电缆敷设方式

| 方 式 | 优 点                                               | 缺 点                    |
|-----|---------------------------------------------------|------------------------|
| 管道内 | 提供最佳的机械保护，任何时候都可以敷设电缆，电缆的敷设，扩充都很容易，能保持道路和建筑物的外貌整齐 | 挖沟，开管道，建入孔的初次投资较高      |
| 直埋  | 提供某种程度的机械保护，保持道路和建筑物的外貌整齐，初次投资较低                  | 扩容和更换电缆时会破坏道路和建筑物的外貌整齐 |
| 架空  | 如果本来有电杆，则成本最低                                     | 没有提供机械保护，安全性差，影响建筑物美观  |

11.1.9 光缆传输系统

- 11.1.9.1 当综合布线系统需要一个建筑群之间的长距离线路传输，建筑内线路将电话、计算机、集线器、专用交换机和其他信息系统组成高速率网络，或者外界与其他网络特别与电力电缆网络一起敷设电抗电磁干扰要求时宜采用光缆数字复用设备作为传输媒介。光缆传输系统应能满足建筑与建筑群环境对电话、数据、计算机、电视等综合传输要求，当用于计算机局域网络时，宜采用多模光缆；作为公用电话或数据网的一部分时，宜采用单模光缆。

光缆传输系统可以提供更高的速率，传输更多的信息量，适合大规模的综合布线系统使用。目前已能提供实用的光缆传输设备、器件及光缆。

综合布线系统，综合话音、数据、会议电视、监视电视等多种信息系统，使用光缆可增长传输距离，因此综合布线系统是光缆和铜缆组成的集成分布网路系统。光缆传输系统可组成抗电磁干扰的网路。

一般多模光缆适用于短距离的计算机局域网络，如果用于公用电话网或数据网时，由于，长距离传输光缆都采用单模光纤，为了连接方便，综合布线的光缆系统应与公用电话网或数据网采用相适应规格的光缆系统为好。

- 11.1.9.2 综合布线系统的交接硬件采用光缆部件时，设备间可作为光缆主交接场的设置地点。干线光缆从这个集中的端接和进出口点出发延伸到其他楼层，在各楼层经过光缆及连接装置沿水平方向分布光缆。

11.1.9.3 光缆传输系统应使用标准单元光缆连接器，连接器可端接于光缆交接单元，陶瓷头的连接应保证每个连接点的衰减不大于0.4dB。塑料头的连接器每个连接点的衰减不大于0.5dB。

对于陶瓷头的STII连接器，每1000次重新连接所引起的衰减变化量小于0.2dB。对于塑料头的STII连接器，每200次重新连接所引起的衰减变化量小于0.2dB。

无论是那种型号的STII连接器，安装一个连接器所需的平均时间约为16分钟。但同时安装12个STII连接器，则每个连接器的平均安装时间为6分钟。

11.1.9.4 综合布线系统宜采用光纤直径62.5μm而光纤包层直径125μm的缓变增强型多模光缆，标称波长为850nm或1300nm；也可采用标称波长为1310nm或1550nm的单模光缆。

建筑物内综合布线一般用多模光缆。单模光缆一般用于长距离传输。

11.1.9.5 光缆数字传输系统的数字系列比特率、数字接口特性，应符合下列规定：  
1) PDH数字系列比特率等级应符合国家标准 GB4110 83《脉冲编码调制通信系统系列》的规定，如表11-16。

表11-16 系列比特率

| 数字系列等级      | 基群   | 二次群  | 三次群   | 四次群    |
|-------------|------|------|-------|--------|
| 标称比特率（kbps） | 2048 | 8448 | 34368 | 139264 |

2) 数字接口的比特率偏差、脉冲波形特性、码型、输入与输出规范等，应符合国家标准 GB7611 87《脉冲编码调制通信系统网络数字接口参数》的规定。

11.1.9.6 光缆传输系统宜采用松套式或骨架式光纤束合光缆，也可采用带状光纤光缆。

11.1.9.7 光缆传输系统中标准光缆连接装置硬件交接设备，除应支持连接器外，还应直接支持束合光缆和跨接线光缆。

11.1.9.8 各种光缆的接续应采用通用光缆盒，为束合光缆、带状光缆或跨接线光缆的接合处提供可靠的连接和保护外壳。通用光缆盒提供的光缆入口应能同时容纳多根建筑物光缆。

光缆和铜缆一样也有铠装、普通和填充等类型。  
当带状光缆与带状光缆互联时，就必须使用陈列接合连接器。如果一根带状光缆中的光缆要与一根室内非带状光缆互联，应使用增强型转换接合连接器。

11.1.9.9 光缆布线网路可以安装于一建筑物或建筑群环境中，而且可以支持在最初设计阶段没有明确的各种宽带通信服务。这样的布线系统可以用作独立的局域网（LAN）或会议电视、监视电视等局部图象传输网，也可连接到公用电话网。

11.1.10 电源、防护及接地

11.1.10.1 电源

- 1) 设备间内安放计算机主机时，应按照计算机主机电源要求进行工程设计。
  - 2) 设备间内安程控用户交换机时应按照《工业企业程控用户交换机工程设计规范》CECS09：89进行工程设计。
  - 3) 设备间、交接间应用可靠的交流220V、50Hz电源供电。
- 设备间应有可靠交流电源供电，不要用邻近的照明开关来控制这些电源插座，减少偶然断电事故发生。

11.1.10.2 电气防护及接地

- 1. 综合布线网络在遇有下列情况时，应采取防护措施：  
(1) 在大楼内部存在下列的干扰源且不能保持安全间隔时：

- 1) 配电箱和配电网产生的高频干扰。
  - 2) 大功率电动机火花产生的谐波干扰。
  - 3) 荧光灯管，电子启动器。
  - 4) 开关电源。
  - 5) 电话网的振铃电流。
  - 6) 信息处理设备产生的周期性脉冲。
- (2) 在大楼外部存在下列的干扰源，且处于较高电磁场强度的环境：
- 1) 雷达。
  - 2) 无线电发射设备。
  - 3) 移动电话基站。
  - 4) 高压电线。
  - 5) 电气化铁路。
  - 6) 雷击区。
- (3) 周围环境的干扰信号场强或综合布线系统的噪声电平超过下列规定时：
- 1) 对于计算机局域网，引入10kHz至600MHz以下的干扰信号，其场强为1V/m； 600MHz至2.8GHz的干扰信号，其场强为5V/m。
  - 2) 对于电信终端设备，通过信号、直流或交流等引入线引入 RF0.15MHz至80MHz的干扰信号，其场强为3V，( 幅度调制80%，1kHz )。
  - 3) 具有模拟/数字终端接口的终端设备，提供电话服务时，噪声信号电平应符合表 11-17的规定。

表11-17 噪声信号电平限值表

| 频率范围（ MHz ） | 噪声信号限值（ dBm ） |
|-------------|---------------|
| 0.15 ~ 30   | -40           |
| 30 ~ 890    | -20           |
| 890 ~ 915   | -40           |
| 915 ~ 1000  | -20           |

注： 噪声电平超过 -40dBm的带宽总和应小于200MHz。

当终端设备提供声学接口服务时，噪声信号电平应符合表 11-18的规定：

表11-18 噪声信号电平限值表

| 频率范围（ MHz ） | 噪声信号限值（ dBm ） |
|-------------|---------------|
| 0.15 ~ 30   | 基准电平          |
| 30 ~ 890    | 基准电平+20dB     |
| 890 ~ 915   | 基准电平          |
| 915 ~ 1000  | 基准电平+20dB     |

注： A噪声电平超过基准电平的带宽总和应小于200MHz  
基准电平的特性：1kHz-40dBm的正弦信号。

- 4) ISDN的初级接入设备的附加要求是在10秒测试周期内，帧行丢失的数目应小于10个。
  - 5) 背景噪声最少应比基准电平小- 20dB。
- (4) 综合布线系统的发射干线干扰波的电场强度超过表 11-19的规定时，综合布线系统是否

需要采取防护措施的因素比较复杂，其中危害最大的莫过于防电磁干扰的电磁幅射。电磁干扰将影响综合布线系统能否正常工作；电磁幅射则涉及综合布线系统在正常运行情况下信息不被无关人员窃取的安全问题，或者造成电磁污染。在进行综合布线系统工程设计时，必须根据建设单位的要求，进行周密的安排与考虑，选用合适的防护措施。

表11-19 发射干扰波电场强度限值表

| 频率范围 \ 测量距离    | A类设备30m  |  | B类设备10m  |  |
|----------------|----------|--|----------|--|
|                |          |  |          |  |
| 30MHz ~ 230MHz | 30dBμV/m |  | 30dBμV/m |  |
| >230MHz ~ 1GHz | 37dBμV/m |  | 37dBμV/m |  |

注：1) A类设备：第三产业；B类设备：住宅。

2) 较低的限值适用于降低频率的情况

根据综合布线的不同使用场合，应采取不同的防护措施要求，规范中列举了各种类型的干扰源，提示设计时应加以注意，现将防护要点说明如下：

(1) 抗电磁干扰

对于计算机局域网，600MHz以下的干扰信号，对计算机网络信号的影响较大，属于同频干扰的范畴；600MHz及以上则属于杂音干扰，相对而言，影响要小一些。因此，前者规定干扰信号场强限值为1V/m；后者规定为5V/m。

对于电信终端设备，通过信号、直流或交流等引入线引入 RF0.15MHz至80MHz的干扰信号强度为3V，调制度为80%的1kMHz正弦波干扰时，电信终端设备的性能将不受影响。例如：上海贝尔电话设备制造有限公司生产的S12数字程控交换系统能满足上述要求。

对于具有模拟或数字终端接口的终端设备，提供电话服务时，噪声信号电平的限值规定为比相对于电话接续过程中信号电平低-40dBm，而且限定噪音电平超过-40dBm的带宽总和应小于200MHz；提供声学接口服务时（例如：话筒），噪声信号电平的限值规定为：基准电平（定义为：1kHz-40dBm的正弦信号）或基准电平加20dBm，同样限定噪声电平超过基准电平的带宽总和应小于200MHz。

对于ISDN的初级接入设备，规范规定增加的附加要求是在10秒测试周期内，帧行丢失的数目应少于10个。

一般来说，背景噪声最小应比基准电平小-12dB。

本规范制订电磁干扰标准主要参考 EN5024信息技术设备的抗干扰标准，同时还参考了 IEC801-2 ~ 4和EN50082-X等相关国际标准中的有关部分，现将标准列在表11-20中。

- IEC801 2ESD抗静电放电干扰标准
- 3抗辐射干扰标准
- 4EFT抗无线电脉冲干扰标准

表11-20 抗干扰标准

| 干扰标准 \ 标准类别 | 干扰类别 |  |           |      |                             |
|-------------|------|--|-----------|------|-----------------------------|
|             |      |  | 静电放电（ESD） | 辐射场强 | 快速瞬变的无线电脉冲（EFT）             |
|             |      |  | 空气        | 接触点  | 供电线装置      信号线              |
| 低水平EM环境     |      |  | 2kV       | 2kV  | 1V/m      0.5kV      0.25kV |
| 中等EM环境      |      |  | 4kV       | 4kV  | 3V/m      1kV      0.5kV    |

| 干扰标准<br>标准类别 | 干扰类别 | 静电放电 (ESD) |     | 辐射场强  | 快速瞬变的无线电脉冲 (EFT) |     |
|--------------|------|------------|-----|-------|------------------|-----|
|              |      | 空气         | 接触点 |       | 供电线装置            | 信号线 |
| 恶劣EM环境       |      | 8kV        | 6kV | 10V/m | 2kV              | 1kV |
| 极其恶劣EM环境     |      | 15kV       | 8kV | 待定    | 4kV              | 2kV |
| 特定EM环境       |      | 待定         | 待定  | 待定    | 待定               | 待定  |
| 衰减环境         |      | B类         | B类  | A类    | B类               | B类  |

注：1) A类：一批设备连续运转，不允许低于制造业特定的性能降低或功能损失。  
2) B类：在测试期间允许性能降低或功能损失，但在测试之后，不允许低于制造业特有的规定。  
3) 辐射场强的频率范围 27 ~ 500MHz。  
4) 辐射场强中：低水平 EM环境指无线电/电视发射机>1km。中等EM环境指手提式无线电收发机，在 1m范围以内。恶劣EM环境指临近的高功率无线电收发机。

EN50082 X通用抗干扰标准 (见表 11-21、表11-22)

表11-21 居住区/商业区抗干扰标准

| 干扰标准<br>标准类别 | 干扰类别 | 静电放电 (ESD) |     | 辐射场强 | 快速瞬变的无线电脉冲 (EFT) |       |
|--------------|------|------------|-----|------|------------------|-------|
|              |      | 空气         | 接触点 |      | 供电线装置            | 信号线   |
| 恶劣EM环境       |      | 8kV        | 6kV | 3V/m | 1kV              | 0.5kV |
| 衰减环境         |      | B类         | B类  | A类   | B类               | B类    |

注：1) A类：一批设备连续运转，不允许低于制造业特定的性能降低或功能损失。  
2) B类：在测试期间允许性能降低或功能损失，但在测试之后，不允许低于制造业特有的规定。  
3) 辐射场强的频率范围 27 ~ 500MHz。

表11-22 工业区抗干扰标准

| 干扰标准<br>标准类别 | 干扰类别 | 静电放电 (ESD) |     | 辐射场强  | 快速瞬变的无线电脉冲 (EFT) |     |
|--------------|------|------------|-----|-------|------------------|-----|
|              |      | 空气         | 接触点 |       | 供电线装置            | 信号线 |
| 恶劣EM环境       |      | 8kV        | 4kV | 10V/m | 2kV              | 1kV |
| 衰减环境         |      | B类         | B类  | A类    | B类               | B类  |

注：1) A类、B类的解释同表 11-21的注。  
2) 辐射场强的频率范围 27 ~ 500MHz。

(2) 防电磁辐射

综合布线系统用于高速率传输的情况下，由于对绞电缆的平衡度公差等硬件原因，也可能造成传输信号向空间幅射。在同一大厦内，很可能存在不同的单位或部门，相互之间不希望窃取对方的信息或造成对方网络系统工作的不稳定。 因此，在设计时应根据用户要求，除了考虑抗电磁干扰外，还应该考虑防电磁辐射的要求，这是一个问题的两个方面，采取屏蔽措施后，两者都能得以解决。然而，只要用户提出抗干扰或防辐射的任何一种要求，都应采取措施。

发射干扰波电场强度的限值标准的制订，主要参考 EN55022和CISPR22《信息技术设备无线电干扰特征的限值和测量方法》中有关无线电干扰电场强度的限值。该标准规定分 A、B两类，为了与引用标准取得一致，本规范也采用 A、B分类，并加说明A、B类的含义，敬请读者

- 注意。此处的A、B类，与规范11.1.1.6条表11-2 系统分级A、B、C、D是有区别的。
- 引用EN55022或CISPR22中上述标准，应注意以下几点：
- 1) 如果由于高的环境噪声电平或其他理由不能在 30m的情况下进行场强测量，可以在封闭距离内进行例如 10 m的测量。
  - 2) 因为发生干扰的情况而要求额外的规定条款，可以协商解决。
  - 3) A类信息技术设备只满足A类干扰限值，不满足B类干扰限值。某些国家A类设备可以申请有限制地销售和采用（保护距离30m ）。
  - 4) B类信息技术设备满足B类干扰限值，此类设备将不申请限制销售，也不限制采用（保护距离10m ）。
  - 5) 通用的测量条件
    - 噪声电平最低限度应低于 6dB特定限值。
    - 信号源加上环境条件的环境噪声电平最低限底应低于 6dB。
    - 环境噪声电平最低限度应低于 4.86dB特定的限值。

2. 综合布线系统有关防护的其他要求

- (1) 综合布线系统与其他干扰源的间距应符合表 11-23的要求：

表11-23 与其他干扰源的间距表

| 其他干扰源                                                | 与综合布线状况接近                 | 最小间距（ cm ） |
|------------------------------------------------------|---------------------------|------------|
| 380V以下电力电缆 <2kVA                                     | 与缆线平行敷设                   | 13         |
|                                                      | 有一方在接地的线槽中                | 7          |
|                                                      | 双方都在接地的线槽中                | 注1         |
| 380V以下电力电缆 2 ~ 5kVA                                  | 与缆线平行敷设                   | 30         |
|                                                      | 有一方在接地的线槽中                | 15         |
|                                                      | 双方都在接地的线槽中                | 8          |
| 380V以下电力电缆 >5kVA                                     | 与缆线平行敷设                   | 60         |
|                                                      | 有一方在接地的线槽中                | 30         |
|                                                      | 双方都在接地的线槽中                | 15         |
| 荧光灯、氙灯、电子启动器或交感性设备                                   | 与缆线接近                     | 15 ~ 30    |
| 无线电发射设备（如天线、传输线、发射机等）、雷达设备、其他工业设备（开关电源、电磁感应炉、绝缘测试仪等） | 与缆线接近（当通过空间               | 150        |
|                                                      | 电磁场耦合                     |            |
|                                                      | 强度较大时，应按 11.1.10.2 条规定办理） |            |
| 配电箱                                                  | 与配线设备接近                   | 100        |
| 电梯、变电室                                               | 尽量远离                      | 200        |

- 注：1) 双方都在接地的线槽中，且平均长度 10 m时，最小间距可以是1cm。
- 2) 电话用户存在振铃电流时，不能与计算机网络在同一对弱电缆中一起运用。
- 综合布线系统与其他干扰源的间距要求，主要参考 ALCATEL，IBM，NORDX/CDT，POYET等相关公司的标准综合取定的，凡是公司之间不统一的，本规范按较大的间距取定。
- (2) 综合布线系统应根据环境条件选用相应的缆线和配线设备，应符合下列要求：
- 1) 各种缆线和配线设备的抗干扰能力，屏蔽后的综合布线系统平均可减少噪声 20dB。
  - 2) 各种缆线和配线设备的选用原则应符合下列要求：
    - 当周围环境的干扰场强度或综合布线的噪声电平低于 11.1.10.2条款规定，干扰源信号或

计算机网络信号频率小于 30MHz，又能符合表 11.1.10.2 的各项规定时，可采用 UTP 缆线系统和非屏蔽配线设备。

- 当周围环境的干扰场强度或综合布线系统的噪声电高于 11.1.10.2 条 3 款规定，干扰源信号或计算机网络信号频率大于或等于 30MHz，应根据其超过标准的量级大小，分别选用 FTP、SFTP、STP 等不同的屏蔽缆线系统和屏蔽配线设备。另外，表 11-23 要求的间距不能保证时，应采取适当的保护措施。
- 当周围环境的干扰场强度很高，采用屏蔽系统已无法满足各项标准的规定时，应采用光缆系统。
- 当用户对系统有保密要求，不允许信号往外发射时，或系统发射指标不能满足 10.2.1 条 4 款规定时，应采用屏蔽缆线和屏蔽配线设备，或光缆系统。

综合布线系统选择缆线和配线设备，应根据用户要求，并结合建筑物的环境状况进行考虑，其选用原则说明如下：

1) 当建筑物还在建设或虽已建成但尚未投入运行时，要确定综合布线系统的选型时，应测定建筑物周围环境的干扰场强度及频率范围；与其他干扰源之间的距离是否符合规范要求应进行摸底；综合布线系统采用何种类别也应有所预测。根据这些情况，用规范中规定的各项指标要求进行衡量，选择合适的硬件和采取相应的措施。

2) 当现场条件许可，或进行改建的工程，有条件测量综合布线系统的噪声信号电平时，可采用规范中规定的噪声信号电平限值来衡量，选择合适的硬件和采取相应的措施。

3) 各种缆线和配线设备的抗干扰能力可参考下列数值：

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| UTP 电缆（无屏蔽层）              | 40 dB |
| FTP 电缆（纵包铝箔）              | 85 dB |
| SFTP 电缆（纵包铝箔，加铜编织网）       | 90 dB |
| STP 电缆（每对芯线和电缆绕包铝箔，加铜编织网） | 98 dB |
| 配线设备插入后恶化                 | 30 dB |

4) 在选择缆线和连接硬件时，确定某一类别后，应保证其一致性。例如，选择 5 类，则缆线和连接硬件都应是 5 类；选择屏蔽，则缆线和连接硬件都应屏蔽，且应作良好的接地系统。

5) 在选择综合布线系统时，应根据用户对近期和远期的的实际需要进行考虑，不宜一刀切。应根据不同的通信业务要求，综合考虑，在满足近期用户要求的前提下，适当考虑远期用户的要求，有较好的通用性和灵活性，尽量避免建成后较短时间又要进行改扩建，造成不必要的浪费；如果满足时间过长，又将造成初次投资增加，也不一定经济合理。一般来说，水平配线扩建难，应以远期需要为主，垂直干线易扩建，应以近期需要为主，适当满足远期的需要。

(3) 综合布线系统采用屏蔽措施时，应有良好的接地系统，并应符合下列规定：

1) 保护地线的接地电阻值，单独设置接地体时，不应大于 4W；采用联合接地体时，不应大于 1W。

2) 综合布线系统的所有屏蔽层应保持连续性，并注意保证导线相对位置不变。

3) 屏蔽层的配线设备（FD 或 BD）端应接地，用户（终端设备）端视具体情况直接地，两端的接地应尽量连接同一接地体。若接地系统中存在两个不同的接地体时，其接地电位差不应大于 1V<sub>r.m.s</sub>。

(4) 每一楼层的配线柜都应单独布线至接地体，接地导线的选择应符合表 11-24 的规定：

表11-24 接地导线选择表

| 名 称                          | 接地距离 30m | 接地距离 100m  |
|------------------------------|----------|------------|
| 接入自动交换机的工作站数量（个）             | 50       | >50, 300   |
| 专线的数量（条）                     | 15       | >15, 80    |
| 信息插座的数量（个）                   | 75       | >75, 450   |
| 工作区的面积（m <sup>2</sup> ）      | 750      | >750, 4500 |
| 配线室或电脑室的面积（m <sup>2</sup> ）  | 10       | 15         |
| 选用绝缘铜导线的截面（mm <sup>2</sup> ） | 6 ~ 16   | 16 ~ 50    |

(5) 信息插座的接地可利用电缆屏蔽层连至每层的配线柜上。工作站的外壳接地应单独布线连接至接地体，一个办公室的几个工作站可合用同一条接地导线，应选用截面不小于 2.5m<sup>2</sup> 的绝缘铜导线。

(6) 综合布线的电缆采用金属槽道或钢管敷设时，槽道或钢管应保持连续的电气连接，并在两端应有良好的接地。

综合布线系统采用屏蔽措施时，应有良好的接地系统，且每一楼层的配线柜都应采用适当截面的导线单独布线至接地体，接地电阻应符合规定，屏蔽层应连续且宜两端接地，若存在两个接地体，其接地电位差不应大于 1V<sub>r.m.s.</sub>（有效值）。这是屏蔽系统的综合性要求，每一环节都有其特定的作用，不可忽视，否则将降低屏蔽效果，严重者将造成恶果。

国外曾对非屏蔽对绞线（UTP）与金属箔对绞线（FTP）的屏蔽效果作过比较。以相同的干扰线路和被测对绞线长度，调整不同的平行间距和不同的接地方式，以误码率百分比比较结果，如表11-25所示。

表11-25 屏蔽效果比较表

| 对绞线型号 | 平行间距和接地方式     | 误码率 |
|-------|---------------|-----|
| UTP   | 0间距           | 37% |
| FTP   | 0间距不接地        | 32% |
| FTP   | 0间距发送端接地      | 30% |
| UTP   | 20cm间距        | 6%  |
| UTP   | 50cm间距        | 6%  |
| UTP   | 100cm间距       | 1%  |
| FTP   | 0间距排流线两端接地    | 1%  |
| FTP   | 0间距排流线屏蔽层两端接地 | 0   |

上述结果，足以说明屏蔽效果与接地系统有着密切相关的联系，应予以重视接地系统的每一环节。

(7) 干线电缆的位置应接近垂直的地导体（例如建筑物的钢结构）并尽可能位于建筑物的网络中心部分。在建筑物的中心部分的附近雷电的电流最小，而且干线电缆与垂直地导体之间的互感作用可最大限度地减小通信线对上感应生成的电势。应避免把干线安排在外墙，特别是墙角。在这些地方，雷电的电流最大。

(8) 当电缆从建筑物外面进入建筑物内部容易受到雷击、电源碰地、电源感应电势或地电势上浮等外界影响时，必须采用保护器。

(9) 在下述的任何一种情况下，线路均属于处在危险环境之中，均应对其进行过压过流保护。

1) 雷击引起的危险影响；

- 2) 工作电压超过250V的电源线路碰地；
- 3) 地电位上升到250V以上而引起的电源故障；
- 4) 交流50Hz感应电压超过250V。

满足下列任何一个，可认为遭雷击的危险影响可以忽略不计；

- 1) 该地区年雷暴日不大于五天，而且土壤电阻系统数小于  $100\Omega \cdot m$ ；
- 2) 建筑物之间的直埋电缆短于42m，而且电缆的连续屏蔽层在电缆两端处均接地；
- 3) 电缆完全处于已经接地的邻近高层建筑物或其他高构筑物所提供的保护伞之内，且电缆有良好的接地系统。

(10) 综合布线系统的过压保护宜选用气体放电管保护器。

气体放电管保护器的陶瓷外壳内密封有两个电极，其间有放电间隙，并充有惰性气体。当两个电极之间的电位差超过250V交流电源或700V雷电浪涌电压时，气体放电管开始出现电弧，为导体和地电极之间提供一条导电通路。固态保护器适合较低的击穿电压（60~90V）而且其电路不可有振铃电压，它对数据或特殊线路提供了最佳的保护。

(11) 过流保护宜选用能够自复的保护器。

电缆的导线上可能出现这样或那样的电压，如果连接设备为其提供了对地的低阻通路，它就不足以使过压保护器动作。而产生的电流可能会损坏设备或着火。例如：220V电力线可能不足以使过压保护器放电，有可能产生大电流进入设备，因此，必须同时采用过电流保护。为了方便维护，规定采用能自复的过流保护器，目前有热敏电阻和雪崩二极管可供选用，但价贵，故也可选用热线圈或熔断器。这两种保护器具有相同的电特性，但工作原理不同，热线圈在动作时将导体接地。而熔断器在动轮转时将导体断开。

(12) 在易燃的区域或大楼竖井内布放的光缆或铜缆必须有阻燃护套；当这些缆线被布放在不可燃管道里，或者每层楼都采用了隔火措施时，则可以没有阻燃护套。

(13) 综合布线系统有源设备的正极或外壳，电缆屏蔽层及连通接地线均应接地，宜采用联合接地方式，如同层有避雷带及均压网（高于30m时每层都设置）时应与此相接，使整个大楼的接地系统组成一个笼式均压体。

联合接地方式有下列主要优点：

- 1) 当大楼遭受雷击时，楼层内各点电位分布比较均匀，工作人员和设备的安全将得到较好的保障。同时，大楼框架结构对中波电磁场能提供10~40dB的屏蔽效果。
- 2) 它容易获得比较小的接地电阻值；
- 3) 它可以节省金属材料、占地少。

### 11.1.11 环境保护

11.1.11.1 在易燃的区域和大楼竖井内布放电缆或光缆，宜采用防火和防毒的电缆；相邻的设备间应采用阻燃型配线设备。对于穿钢管的电缆或光缆可采用普通外套护套。

关于防火和防毒电缆的推广应用，考虑到工程造价的原因没有大面积推广，只是限定在易燃区域和大楼竖井内采用，配线设备也应采用阻燃型。如果将来防火和防毒电缆价格下降，适当扩大使用面也未必不可以，万一着火，这种电缆减少散发有害气体，对于疏散人流会起好的作用。

目前市场有以下几种类型的产品可供选择：

- 1) LSHF FR低烟无卤阻燃型，不易燃烧，释放CO少，低烟，不释放卤素，危害性少。
- 2) LSOH低烟无卤型，有一定的阻燃能力，过后会燃烧，释放CO，但不释放卤素。

- 3) LSDC低烟非燃型，不易燃烧，释放CO少；低烟，但释放少量有害气体。
- 4) LSLC低烟阻燃型，稍差于LSNC型，情况与LSNC类同。

11.1.11.2 利用综合布线系统组成的网络，应防止由射频产生的电磁污染，影响周围其他网络的正常运行。

随着信息时代的高速发展，各种高频率的通信设施不断出现，相互之间的电磁幅射和电磁干扰影响也日趋严重，在国外，已把电磁影响看作一种环境污染，成立专门的机构对电信和电子产品进行管理，制订电磁幅射限值标准，加以控制。

对于综合布线系统工程而言，也有类似的情况，当应用于计算机网络时，传输频率越来越高，如果不加以限制电磁幅射的强度，将会造成相互的影响。因此，规范规定：利用综合布线系统组成的网络，应防止由射频频率产生的电磁污染，影响周围其他网络的正常运行。其具体的限值标准应由专门机构来制订，为了便于工程设计，我们在本规范 11.1.2条4款中规定了布线系统的发射干扰波的电场强度的限值要求。该标准引用 EN55022和EISPR22中的相关规定。

11.1.12 安装工艺要求

11.1.12.1 设备间

(1) 设备间的设计应符合下列规定：

- 1) 设备间应处于干线综合体的最佳网络中间位置；
- 2) 设备间应尽可能靠近建筑物电缆引入区和网络接口。电缆引入区和网络接口的相互间隔宜 15m；
- 3) 设备间的位置应便于接地装置的安装；
- 4) 设备间室温应保持在 10 至27 之间，相对湿度应保持 60%至80%。这里未分长期温、湿度工作条件与短期温、湿度工作条件。长期工作条件的温、湿度是在地板上 2m和设备前方 0.4m处测量的数值；短期工作定为连续不超过 48小时和每年积累不超过 15天，也可按生产厂家的标准要求。短期工作条件可低于条文规定数值。

5) 设备间应安装符合法规要求的消防系统，应使用防火防盗门，至少能耐火 1小时的防火墙；

6) 设备间内所有设备应有足够的安装空间，其中包括：程控数字用户电话交换机，计算机主机，整个建筑物用的交接设备等。

设备间内安装计算机主机，其安装工艺要求应按照计算机主机的安装工艺要求进行设计。设备间安装程控用户交换机，其安装工艺要求应按照程控用户电话交换机的安装工艺进行设计。

(2) 设备间的室内装修、空调设备系统和电气照明等安装应在装机前进行。设备间的装修应满足工艺要求，经济适用。容量较大的机房可以结合空调送风、架间走缆和防静电等要求，设置活动地板。

设备间的地面面层材料应能防静电。

(3) 设备间应防止有害气体（如 SO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、NH<sub>3</sub>、NO<sub>2</sub>等）侵入，并应有良好的防尘措施，允许尘埃含量限值可参见表 11-26的规定。

表11-26 允许尘埃限值表

| 灰尘颗粒的最大直径（μm）                  | 0.5                   | 1                   | 3                     | 5                     |
|--------------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| 灰尘颗粒的最大浓度（粒子数/m <sup>3</sup> ） | 1.4 × 10 <sup>7</sup> | 7 × 10 <sup>5</sup> | 2.4 × 10 <sup>5</sup> | 1.3 × 10 <sup>5</sup> |

注：灰尘粒子应是不导电的、非铁磁性和非腐蚀性的

(4) 至少应为设备间提供离地板 2.55m高度的空间，门的高度应大于 2.1m，门宽应大于 90cm，地板的等效均布活荷载应大于 5kN/m²。凡是安装综合布线硬件的地方，墙壁和天棚应涂阻燃漆。

(5) 设备间的一般照明，最低照明度标准应为 150lx，规定照度的被照面，水平面照度指距地面0.8m处，垂直面照度指距地面1.4m处的规定。

11.1.12.2 交接间

1) 确定干线通道和交接间的数目，应从所服务的可用楼层空间来考虑。如果在给定楼层所要服务的信息插座都在 75m范围以内，宜采用单干线接线系统。凡超出这一范围的，可采用双通道或多个通道的干线系统，也可采用经过分支电缆与干线交接间相连接的二级交接间。

2) 干线交接间兼作设备间时，其面积不应小于 10m²。干线交接间的面积为 1.8m²时(1.2m × 1.5m)可容纳端接200个工作区所需的连接硬件和其他设备。如果端接的工作区超过 200个，则在该楼层增加 1个或多个二级交接间，其设置要求宜符合表 11-27的规定，或可根据设计需要确定。

表11-27 交接间的设置表

| 工作区数量（个）  | 交接间数量和大小（个·m²） | 二级交接间数量和大小（个·m²） |
|-----------|----------------|------------------|
| 200       | 1- 1.2 × 1.5   | 0                |
| 201 ~ 400 | 1- 1.2 × 2.1   | 1- 1.2 × 1.5     |
| 401 ~ 600 | 1- 1.2 × 2.7   | 1- 1.2 × 1.5     |
| >600      | 2- 1.2 × 1.7   | 注                |

注：任何一个交接间最多可以支持二个二级交接间。

11.1.12.3 电缆

(1) 配线子系统电缆采用地板下安装方式，应根据环境条件选用地板下桥架布线法，蜂窝状地板布线法，高架（活动）地板布线法，地板下管道布线法等 4种安装方式。

(2) 配线子系统电缆宜穿钢管或沿金属电缆桥架敷设，并应选择最短捷的路径。（此条规定为适应防电磁干扰要求编写。）

(3) 干线子系统垂直通道有电缆孔、管道、电缆竖井3种方式可供选择，宜采用电缆孔方式。水平通道可选择管道方式或电缆桥架方式。

干线子系统垂直通道有下列3种可供选择：

1) 电缆孔方式通常用一根或数根直径 10cm的金属管预埋在地板内，金属管高出地坪 2.5cm至5cm，也可直接在地板上预留一个大小适当的长方形孔洞；

2) 管道方式（包括管或暗管敷设）；

3) 电缆竖井方式：在原有建筑物中开电缆井很费钱，且很难防火，如果在安装过程中没有采取措施去防止损坏楼板支撑件，则楼板的结构完整性将受到破坏。

(4) 一根管子宜穿设一条综合布线电缆。管内穿放大对数电缆时，直线管路的管径利用率宜为 50 ~ 60%，弯管路的管径利用率宜为 40 ~ 50%。管内穿放 4对对绞电缆时，截面利用率宜为 25 ~ 30%。应注意，4对对绞电缆不作为电缆处理，条文规定按截面利用率计算管子的尺寸。

(5) 允许综合布线电缆、电缆电视电缆，火灾报警电缆，监控系统电缆合用金属电缆桥架，但与电缆电视电缆宜用金属隔板分开。（金属隔板分开是为防电磁干扰要求。）

(6) 建筑物内暗配线一般可采用塑料管或金属配线材料。

## 11.2 中华人民共和国公共安全行业标准 计算机信息系统安全专用产品分类原则

### 11.2.1 范围

本标准规定了计算机信息系统安全专用产品分类原则。

本标准适用于保护计算机信息系统安全专用产品，涉及实体安全、运行安全和信息安全三个方面。

实体安全包括环境安全、设备安全和媒体安全三个方面。

运行安全包括风险分析、审计跟踪、备份与恢复、应急四个方面。

信息安全包括操作系统安全、数据库安全、网络安全、病毒保护、访问控制、加密与鉴别七个方面。

### 11.2.2 分类原则

为了保证分类体系的科学性，遵循如下原则：

- 1) 适度的前瞻性；
- 2) 标准的可操作性；
- 3) 分类体系的完整性；
- 4) 与传统的兼容性；
- 5) 按产品功能分类。

### 11.2.3 术语定义

• 计算机信息系统（Computer Information System）

是指由计算机及其相关的和配套的设备、设施（含网络）构成的，按照一定的应用目标和规则对信息进行采集、加工、存储、传输、检索等处理的人机系统。

• 计算机信息系统安全专用产品（Security Products for Computer Information Systems）

是指用于保护计算机信息系统安全的专用硬件和软件产品。

• 实体安全（Physical Security）

保护计算机设备、设施（含网络）以及其他媒体免遭地震、水灾、火灾、有害气体和其他环境事故（如电磁污染等）破坏的措施、过程。

• 运行安全（Operation Security）

为保障系统功能的安全实现，提供一套安全措施（如风险分析、审计跟踪、备份与恢复、应急等）来保护信息处理过程安全。

• 信息安全（Information Security）

防止信息财产被故意的或偶然的非授权泄露、更改、破坏或使信息被非法系统辨识、控制。即确保信息的完整性、保密性、可用性和可控性。

• 黑客（Hacker）

对计算机信息系统进行非授权访问的人员。

• 应急计划（Contingency Plan）

在紧急状态下，使系统能够尽量完成原定任务计划。

• 证书授权（Certificate Authority）

通过证书的形式证明实体（如用户身份、用户的公用密钥等）的真实性。

- 安全操作系统（Secure Operation System）

为所管理的数据和资源提供相应的安全保护，而有效控制硬件和软件功能的操作系统。

- 访问控制（Access Control）

指对主体访问客体的权限或能力的限制，以及限制进入物理区域（出入控制）和限制使用计算机系统和计算机存储数据的过程（存取控制）。

- 防火墙（Fire Wall）

设置在两个或多个网络之间的安全阻隔，用于保证本地网络资源的安全，通常是包含软件部分和硬件部分的一个系统或多个系统的组合。

- 计算机病毒（Computer Virus）

是指编制或者在计算机程序中插入的破坏计算机功能或者毁坏数据、影响计算机使用、并能自我复制的一组计算机指令或程序代码。

## 11.2.4 类别体系

### 11.2.4.1 类别（A）实体安全

#### 1. 类别（A10）环境安全

本类产品提供对计算机信息系统所在环境的安全保护，主要包括受灾防护和区域防护。

##### (1) 类别（A11）受灾防护

本类产品提供受灾报警，受灾保护和受灾恢复等功能，目的是保护计算机信息系统免受水、火、有害气体、地震、雷击和静电的危害。

本类产品的安全功能可归纳为三个方面：

- 灾难发生前，对灾难的检测和报警；
- 灾难发生时，对正遭受破坏的计算机信息系统，采取紧急措施，进行现场实时保护；
- 灾难发生后，对已经遭受某种破坏的计算机信息系统进行灾后恢复。

任何提供以上一种或数种功能的产品均可归入本类。

##### (2) 类别（A12）受灾恢复计划辅助软件

本类产品为制订受灾灾难恢复计划提供计算机辅助，它主要是以受灾恢复计划辅助软件的形式提供。

本类产品的安全功能可归纳为三个方面：

- 灾难发生时的影响分析；
- 受灾恢复计划的概要设计或详细制订；
- 受灾恢复计划的测试与完善。

任何提供以上一种或数种功能的产品均可归入本类。

##### (3) 类别（A13）区域防护

本类产品对特定区域提供某种形式的保护和隔离。

本类产品的安全功能可归纳为两个方面：

- 静止区域保护，如通过电子手段（如红外扫描等）或其他手段对特定区域（如机房等）进行某种形式的保护（如监测和控制等）；
- 活动区域保护，对活动区域（如活动机房等）进行某种形式的保护。

任何提供以上一种或两种功能的产品均可归入本类。

#### 2. 类别（A20）设备安全

本类产品提供对计算机信息系统设备的安全保护。它主要包括设备的防盗和防毁，防止电磁信息泄漏，防止线路截获，抗电磁干扰以及电源保护等六个功能。

#### (1) 类别 (A21) 设备防盗

本类产品提供对计算机信息系统设备的防盗保护。

本类产品所提供的安全功能可归纳为：

使用一定的防盗手段（如移动报警器、数字探测报警和部件上锁）用于计算机信息系统设备和部件，以提高计算机信息系统设备和部件的安全性。

任何提供以上功能产品均可归入本类。

#### (2) 类别 (A22) 设备防毁

本类产品提供对计算机信息系统设备的防毁保护。

本类产品所提供的安全功能可归纳为两个方面：

- 对抗自然力的破坏，使用一定的防毁措施（如接地保护等）保护计算机信息系统设备和部件；

- 对抗人为的破坏，使用一定的防毁措施（如防砸外壳）保护计算机信息系统设备和部件。

任何提供以上一种或两种功能的产品均可归入本类。

#### (3) 类别 (A23) 防止电磁信息泄漏

本类产品用于防止计算机信息系统中的电磁信息的泄漏，从而提高系统内敏感信息的安全性。如防止电磁信息泄漏的各种涂料、材料和设备等都属于本类。

本类产品所提供的安全功能可归纳为三个方面：

- 防止电磁信息的泄漏（如屏蔽室等防止电磁辐射引起的信息泄漏）；

- 干扰泄漏的电磁信息（如利用电磁干扰对泄漏的电磁信息进行置乱）；

- 吸收泄漏的电磁信息（如通过特殊材料/涂料等吸收泄漏的电磁信息）。

任何提供以上一种或数种功能的产品均可归入本类。

#### (4) 类别 (A24) 防止线路截获

本类产品用于防止对计算机信息系统通信线路的截获和外界对计算机信息系统的通信线路的干扰。

本类产品的安全功能可归纳为四个方面：

- 预防线路截获，使线路截获设备无法正常工作；

- 探测线路截获，发现线路截获并报警；

- 定位线路截获，发现线路截获设备工作的位置；

- 对抗线路截获，阻止线路截获设备的有效使用。

#### (5) 类别 (A25) 抗电磁干扰

本类产品用于防止对计算机信息系统的电磁干扰，从而保护系统内部的信息。

本类产品的安全功能可归纳为两个方面：

- 对抗外界对系统的电磁干扰；

- 消除来自系统内部的电磁干扰。

任何提供以上一种或两种功能的产品可归入本类。

#### (6) 类别 (A26) 电源保护

本类产品为计算机信息系统设备的可靠运行提供能源保障，例如不间断电源、纹波抑制器、电源调节软件等都属于本类。

本类产品的安全功能可归纳为两个方面：

- 对工作电源的工作连续性的保护，如不间断电源；

- 对工作电源的工作稳定性的保护，如纹波抑制器。

任何提供以上一种或两种功能的产品均可归入本类。

### 3. 类别（A30）媒体安全

本类产品提供对媒体数据和媒体本身的安全保护。

#### (1) 类别（A31）媒体的安全

本类产品提供对媒体的安全保管，目的是保护存储在媒体上的信息。

本类产品的安全功能可归纳为两个方面：

- 媒体的防盗；

- 媒体的防毁，如防霉和防砸等。

任何提供以上一种或二种功能的产品均可归入本类。

#### (2) 类别（A32）媒体的数据的安全

本类产品提供对媒体数据的保护。媒体数据的安全删除和媒体的安全销毁是为了防止被删除的或者被销毁的敏感数据被他人恢复。

本类产品的安全功能可归纳为三个方面：

- 媒体数据的防盗，如防止媒体数据被非法拷贝；

- 媒体数据的销毁，包括媒体的物理销毁（如媒体粉碎等）和媒体数据的彻底销毁（如消磁等），防止媒体数据删除或销毁后被他人恢复而泄露信息；

- 媒体数据的防毁，防止意外或故意的破坏使媒体数据的丢失。

### 11.2.4.2 类别（B）运行安全

#### 1. 类别（B10）风险分析

本类产品提供对计算机信息系统进行人工或自动的风险分析。它首先是对系统进行静态的分析（尤指系统设计前和系统运行前的风险分析），旨在发现系统的潜在安全隐患；其次是对系统进行动态的分析，即在系统运行过程中测试，跟踪并记录其活动，旨在发现系统运行期的安全漏洞；最后是系统运行后的分析，并提供相应的系统脆弱性分析报告。

本类产品的安全功能可归纳为四个方面：

- 系统设计前的风险分析。通过分析系统固有的脆弱性，旨在发现系统设计前潜在的安全隐患；

- 系统试运行前的风险分析。根据系统试运行期的运行状态和结果，分析系统的潜在安全隐患，旨在发现系统设计的安全漏洞；

- 系统运行期的风险分析。提供系统运行记录，跟踪系统状态的变化，分析系统运行期的安全隐患，旨在发现系统运行期的安全漏洞，并及时通告安全管理员；

- 系统运行后的风险分析。分析系统运行记录，旨在发现系统的安全隐患，为改进系统的安检性提供分析报告。

任何提供以上一种或数种功能的产品均可归入本类。

#### 2. 类别（B20）审计跟踪

本类产品对计算机信息系统进行人工或自动的审计跟踪、保存审计记录和维护详尽的审计日志。

本类产品的安全功能可归纳为三个方面：

- 记录和跟踪各种系统状态的变化，如提供对系统故意入侵行为的记录和对系统安全功能违反的记录；

- 实现对各种安全事故的定位，如监控和捕捉各种安全事件；
- 保存、维护和管理审计日志。

任何提供以上一种或数种功能的产品均可归入本类。

### 3. 类别（B30）备份与恢复

本类产品提供对系统设备和系统数据的备份与恢复，对系统数据的备份和恢复可以使用多种介质（如磁介质、纸介质、光碟、缩微载体等）。

本类产品的安全功能可归纳为三个方面：

- 提供场点内的高速度、大容量自动的数据存储、备份和恢复；
- 提供场点外的数据存储、备份和恢复，如通过专用安全记录存储设施对系统的主要数据进行备份；
- 提供对系统设备的备份。

任何提供以上一种或数种功能的产品均可归入本类。

### 4. 类别（B40）应急

本类产品提供紧急事件或安全事故发生时，保障计算机信息系统继续运行或紧急恢复所需要的一类产品，如应急计划辅助软件和应急设施两个方面。

#### (1) 类别（B41）应急计划辅助软件

本类产品为制订应急计划提供计算机辅助，它主要是以应急计划辅助软件的形式提供。

本类产品的安全功能可归纳为三个方面：

- 紧急事件或安全事故发生时的影响分析；
- 应急计划的概要设计或详细制订；
- 应急计划的测试与完善。

任何提供以上一种或数种功能的产品均可归入本类。

#### (2) 类别（B42）应急措施

本类产品提供紧急事件或安全事故发生时，计算机信息系统实施应急计划所需要的一类产品，它包括实时应急设施、非实时应急设施等。这些设施一般由专门厂商提供。实时应急设施、非实时应急设施的区别主要表现在对紧急事件发生时的响应时间长短上。

本类产品的安全功能可归纳为两个方面：

- 提供实时应急设施，实现应急计划，保障计算机信息系统的正常安全运行；
- 提供非实时应急设施，实现应急计划。

任何提供以上一种或两种功能的产品均可归入本类。

### 11.2.4.3 类别（C）信息安全

#### 1. 类别（C10）操作系统安全

本类产品提供对计算机信息系统的硬件和软件资源的有效控制，能够为所管理的资源提供相应的安全保护。我们或是以底层操作系统所提供的安全机制为基础构造安全模块，或者完全取代底层操作系统，目的是为建立安全信息系统提供一个可信的安全平台。

##### (1) 类别（C11）安全操作系统

本类产品是安全操作系统，是指从系统设计、实现和使用等各个阶段都遵循了一套完整的安全策略的操作系统。

任何具有不同安全级别的安全操作系统产品均可归入本类。

##### (2) 类别（C12）操作系统安全部件

本类产品是操作系统安全部件，目的是增强现有操作系统的安全性。

本类产品的安全功能可归纳为两个方面：

- 通过构作安全模块，增强现有操作系统的安全性；
- 通过构作安全外罩，增强现有操作系统的安全性。

任何提供以上一种或两种功能的产品均可归入本类。

## 2. 类别（C20）数据库安全

本类产品对数据库系统所管理的数据和资源提供安全保护。它一般采用多种安全机制与操作系统相结合，实现数据库的安全保护。

### (1) 类别（C21）安全数据库系统

本类产品是安全数据库系统，即从系统设计、实现、使用和管理等各个阶段都遵循一套完整的系统安全策略的安全数据库系统。

任何具有不同安全级别的安全数据库系统均可归入本类。

### (2) 类别（C22）数据库系统安全部件

本类产品是数据库系统安全部件，是以现有数据库系统所提供的功能为基础构作安全模块，旨在增强现有数据库系统的安全性。

本类产品的安全功能可归纳为两个方面：

- 通过构作安全模块，增强现有数据库系统的安全性；
- 通过构作安全外罩，增强现有数据库系统的安全性；

任何提供以上一种或两种功能的产品均可归入本类。

## 3. 类别（C30）网络安全

本类产品提供访问网络资源或使用网络服务的安全保护。

### (1) 类别（C31）网络安全管理

本类产品的安全功能可归纳为四个方面：

- 帮助协调网络的使用提供安全管理。
- 跟踪并记录网络的使用，监测系统状态的变化，如提供对网络系统故意入侵行为的记录和对违反网络系统安全管理行为的记录；
- 实现对各种网络安全事故的定位，探测网络安全事件发生的确切位置；
- 提供某种程度的对紧急事件或安全事故的故障排除能力。

任何提供以上一种或数种功能的产品均可归入本类。

### (2) 类别（C32）安全网络系统

本类产品对网络资源的访问和网络服务的使用提供一套完整的安全保护。

本类产品是安全网络系统，即从网络系统的设计、实现、使用和管理各个阶段遵循一套完整的安全策略的网络系统。

任何具有不同安全级别的安全网络系统均可归入本类。

### (3) 类别（C33）网络系统安全部件

本类产品是网络系统安全部件，是对网络系统的某个过程部分或服务提供安全保护，旨在增强整个网络系统的安全性。

本类产品的安全功能可归纳为三个方面：

- 对网络资源访问的某一过程提供安全保护，例如身份认证是对登录过程的保护，旨在防止黑客对网络资源的访问；
- 对网络资源的某一部分提供安全保护，例如防火墙是对网络资源的某个部分（本地网络资源）的保护；

- 对网络系统提供的某种服务提供安全保护，例如安全电子邮件服务是对网络系统提供的电子邮件服务的保护。

任何提供以上一种或数种功能的产品均可归入本类。

#### 4. 类别（C40）计算机病毒防护

本类产品提供对计算机病毒的防护。病毒防护包括单机系统的防护和网络系统的防护。

单机系统的防护侧重于防护本地计算机资源，而网络系统的防护侧重于防护网络系统资源。

计算机病毒防护产品是通过建立系统保护机制，预防、检测和消除病毒。

##### (1) 类别（C41）单机系统病毒防护

本类产品提供对单机系统的病毒防护，既可以是软件产品，也可以是硬件产品。

本类产品的安全功能可归纳为五个方面：

- 预防计算机病毒侵入系统；
- 检测已侵入系统的计算机病毒；
- 定位已侵入系统的计算机病毒；
- 防止病毒在系统中的传染；
- 清除系统中已发现的计算机病毒。

任何提供以上一种或数种功能的产品均可归入本类。

##### (2) 类别（C42）网络系统病毒防护

本类产品提供对网络系统的病毒防护。

本类产品的安全功能可归纳为以下五个方面：

- 预防计算机病毒侵入网络系统；
- 检测已侵入网络系统的病毒；
- 定位已侵入网络系统的病毒；
- 防止网络系统中病毒的传染；
- 清除网络系统中已发现的病毒。

任何提供以上一种或数种功能的产品均可归入本类。

#### 5. 类别（C50）访问控制

本类产品保证系统的外部用户或内部用户对系统资源的访问以及对敏感信息的访问方式符合组织安全策略。本类产品主要包括：出入控制和存取控制。

##### (1) 类别（C51）出入控制

本类产品主要用于阻止非授权用户进入机构或组织。一般是以电子技术、生物技术或者电子技术与生物技术结合阻止非授权用户进入。

本类产品包括：

- 物理通道的控制，例如利用质量检查控制通过通道的人数；
- 门的控制，例如双重门、陷阱门等；

凡是采用电子技术、生物特征技术以及与其他技术相结合以实现出入控制的安全产品均可归入本类。

##### (2) 类别（C52）存取控制

本类产品提供主体访问客体时的存取控制，如通过对授权用户存取系统敏感信息时进行安全性检查，以实现对授权用户的存取权限的控制。

本类产品提供的安全功能可归纳为以下四个方面：

- 提供对口令字的管理的控制功能，例如提供一个弱口令字，禁止用户使用弱口令字，强

- 制用户更换口令字等；
- 防止入侵者对口令字的探测；
- 监测用户对某一分区或域的存取；
- 提供系统中主体对客体访问权限的控制。

任何提供以上一种或数种功能的产品均可归入本类。

## 6. 类别（C60）加密

本类产品提供数据加密和密钥管理。

### (1) 类别（C61）加密设备

本类产品提供以数据的加密。

本类产品提供的安全功能可归纳为以下三个方面：

- 对文字的加密；
- 对语音的加密；
- 对图像、图形的加密。

任何提供以上一种或数种功能的产品均可归入本类。

### (2) 类别（C62）密钥管理

本类产品提供对密钥的管理。例如证书授权中心（提供对用户的公开密钥的管理）和密钥恢复，都属于本类。

本类产品的安全功能可归纳为六个方面：

- 密钥分发或注入；
- 密钥更新；
- 密钥回收；
- 密钥恢复；
- 密钥审计。

任何提供以上一种或数种功能的产品均可归入本类。

## 7. 类别（C70）鉴别

本类产品提供身份鉴别和信息鉴别。身份鉴别是提供对信息收发方（包括用户，设备和进程）真实身份的鉴别；信息鉴别是提供对信息的正确性、完整性和不可否认性的鉴别。本类产品亦提供防伪性。

### (1) 类别（C71）身份鉴别

本类产品提供身份鉴别和信息鉴别。主要用于阻止非授权用户对系统资源的访问。一般是以电子技术、生物技术或者电子技术与生物技术结合鉴别授权用户身份的真实性。

本类产品的安全功能可归纳为三个方面：

- 根据用户的生物特性来鉴别其真伪；
- 根据用户所持物品来鉴别其真伪。

任何提供以上一种或多种功能的产品均可归入本类。

### (2) 类别（C72）完整性鉴别

本类产品提供信息完整性鉴别，使得用户、设备、进程可以证实接收到的信息的完整性。

本类产品的安全功能可归纳为：

证实信息内容未被非法的修改或遗漏，如完整性检验设备。

任何提供以上功能的产品均可归入本类。

### (3) 类别（C73）不可否认性鉴别

本类产品提供不可否认性鉴别，使得信息发送者不可否认对信息的发送和信息接收者不可否认对信息的接收。

本类产品的安全功能可归纳为两个方面：

- 证实发方发送的信息确实为收方接收，收方不可否认；
- 证实收方接收到的信息确实为发方发送，发方不可否认。任何提供以上一种或两种功能的产品均可归入本类。

## 11.3 建设部颁布的有关智能建筑管理的若干规定

- 建筑智能化系统工程设计管理暂行规定
- 建筑智能化系统工程设计和系统集成专项资质管理暂行办法
- 建筑智能化系统工程设计和系统集成执业资质标准（试行）

### 11.3.1 建筑智能化系统工程设计管理暂行规定

**第一条** 为了加强对建筑智能化系统工程的设计管理，规范工程设计行为，保障建筑智能化系统工程的设计质量，特制定本规定。

**第二条** 本规定所指的建筑智能化系统工程，是指新建或已建成的建筑群中，增加通信网络、办公自动化、建筑设备自动化等功能，以及这些系统的集成化管理系统。

**第三条** 国务院建设行政主管部门统一管理全国建筑智能化系统的工程设计工作。各省、自治区、直辖市建设行政主管部门和国务院有关专业部门负责管理本地区、本部门建筑智能化系统工程设计的具体工作。

**第四条** 建筑智能化系统工程设计工作的主要内容有：建设单位对智能化系统工程建设要求，专项的咨询和可行性研究，系统的设计和设备选型，提出工程施工的要求，对系统集成商所作的深化系统设计的指导、协调和监督，参与系统的试运行和验收。

**第五条** 建设项目立项申报时，项目建设法人（业主）应立项报告（方案说明，项目论证，可行性报告等），说明拟建项目中的建筑智能化系统工程的内容，拟达到的功能要求及标准，投资及能耗估算以及解决的措施。立项报告经有关部门批准后，方可委托设计。有关建筑智能化系统的要求将作为项目内容下达。建设过程中，项目建设法人如无充分理由，未经申报批准，不得提高或降低标准或撤销此方面的功能。

**第六条** 建筑智能化系统工程设计的指导思想应从使用功能和实际需要出发，不能脱离实际地追求高标准。为避免浪费，建筑智能化系统工程设计必须经过用户需求分析、系统设计、施工深化设计等环节，既做到技术先进，经济合理，维修管理方便，又要留有可扩充的余地。

**第七条** 建筑智能化系统工程设计应建立全国统一标准，在此标准尚未建立之前，参照国家和地方有关标准、规范执行。

**第八条** 建筑智能化系统工程的设计应由该建筑物或建筑群的工程设计单位总体负责。鉴于智能系统的先进性、复杂性，此类工程的设计工作，必须由具有甲级设计资格或专项设计资格的设计机构承担，系统集成商在工程设计单位指导下作深化系统设计。对系统集成商应按专项工程设计管理的要求进行资格认证和市场管理。

在建筑设计中，有关建筑智能化系统工程的设计应当与建筑的整体设计协调一致，并贯彻于设计工作的全过程。在工程出现矛盾时应由工程设计单位负责协调，并对工程总体负责。

**第九条** 建筑智能化系统工程除了必须遵循有关建设法规、标准之外，尚需遵循通信、广电、公安、环保等有关行业的相应标准

国家、地方或行业尚无相应标准的，可以参照国际有关标准执行。

第十条 系统集成商必须根据工程设计单位提供的资料、图纸进行有关专业系统的深化设计，系统深化设计必须在与设计方案协调统一的条件下进行优化设计、系统调试，在系统运行之后对物业管理人员提供培训、技术支持和维护服务。

第十一条 建筑智能化系统工程在投入运行一年后，由建设行政主管部门组织有关部门对工程进行评估。评估按统一制定的标准进行。评估标准另行制定。

第十二条 凡在评估中，各项指标均为优秀者，建设部颁发 建筑智能化工程优秀设计奖。

第十三条 本规定自颁发之日起实行。

第十四条 本规定由建设部勘察设计司负责解释。

### 11.3.2 建筑智能化系统工程设计和系统集成专项资质管理暂行办法

#### 总则

第一条 智能建筑是建筑发展的一种新趋势。根据建设部（1997）第60号部令《建设工程勘察设计资质管理规定》及建设部建设（1997）290号文件《建筑智能化系统工程设计管理暂行规定》制定本办法。

第二条 系统工程设计和系统集成是为了使建筑及建筑群实现智能化。为了保障系统工程设计和系统集成的质量、水平与效益，必须建立规范有序的市场准入机制，国家设立系统工程设计和系统集成专项资质证书统一纳入全国勘察设计证书的管理。

第三条 凡从事系统工程设计及系统集成的单位，必须按本办法取得专项资质证书后，方能开展系统工程设计及系统集成业务。凭此项资质证书可在全国范围内承接相应的设计任务，同时可以承担与工程项目相应的咨询和调试等技术服务。

第四条 系统工程设计和系统集成的队伍发展应与市场需求相适应，实行总量调控和动态管理。

#### 资质申请和审批

第五条 系统工程设计和系统集成资质专项证书的申请和审批程序按建设部 60号部令《建设工程勘察和设计单位资质管理规定》中有关规定执行。

第六条 系统工程设计资质不分等级，系统集成资质分为系统集成商资质和子系统集成商资质两种，委托建设部建筑智能化系统工程设计专家工作委员会负责对申报材料进行技术性审查。

第七条 系统工程设计单位和系统集成单位申请资质时，应提交下列材料：

1. 资质申请表一式四份；
2. 单位设立的批准文件；
3. 法定代表人和主要技术负责人的简历及任命（聘任）文件；
4. 在职人员的正式统计表，技术骨干的职称证明及业绩；
5. 注册资本、工作场所和技术设备；
6. 单位和有关管理的规章制度；
7. 其他需要出具的证明或资料。

第八条 国外及港澳台地区的设计机构承担国内系统工程设计和系统集成业务，需与国内有设计资质的单位建立合资企业或合作设计，具体按中外合资或中外合作设计有关管理规定执行。

#### 资质监督与管理

第九条 系统工程设计和系统集成资质的专项资质管理纳入勘察设计市场统一管理，凡违反本办法，按建设部（1997）60号部令中的罚则进行处罚。

第十条 系统工程设计和系统集成资质实行年检制度，具体办法按有关规定执行。

第十一条 持证单位发生分立或合并，应在上级主管部门批准后三十天内，向原颁发资质证书的部门处理证书注销手续，如需申请资质证书，按上述规定重新办理。

第十二条 资质证书只限于本单位使用，严禁转让和挂靠、严禁为其他单位和个人提供图章、图签。

第十三条 具有独立法人资格，独立开展业务的分支机构，应按本规定申请资质证书。非独立法人分支机构，不得以分支机构名义承接业务，只能以原单位名义承接业务。

第十四条 各省、自治区、直辖市建委（建设厅）可根据本办法制定本地区的具体管理办法。

第十五条 本办法自颁布之日起施行。

第十六条 本办法由建设部勘察设计司负责解释。

### 11.3.3 建筑智能化系统工程设计和系统集成执业资质标准（试行）

（一）为了加强对从事建筑智能化系统工程设计单位和系统集成商的资质管理，根据建设部（1997）第60号部令《建设工程勘察设计资质管理规定》和建设部（1997）290号文《建筑智能化系统工程设计管理暂行规定》的通知，结合建筑智能化系统工程的专业特点制定本标准。

（二）系统工程设计单位和系统集成商的资质条件和相应的承担业务范围应当符合本标准。

资质标准

（一）系统工程设计单位资质标准：

1. 必须具有建筑甲级工程设计资格；
2. 在设计技术上，具备建筑智能化系统工程设计总体负责与组织协调、实施的实力；
3. 有固定的设计场所，有较先进的设计技术装备手段，具有用CAD技术完成设计全过程的能力；
4. 已完成三项以上具有相应智能化功能和建筑智能化系统工程设计项目，运行良好，验收合格；
5. 具备设计质量管理体系，对建筑智能化系统设计服务体系完善有效、有健全的计划、技术、经营、财务等管理制度；
6. 从事智能化系统工程设计的各种专业人员的总数不少于30名。各种专业子系统（自控、通信、广播音响、消防、保安、卫星接收闭路电视、综合布线、网络等）人员齐全，结构合理。其中每种专业子系统至少有两名主持过该专业系统单项工程设计的高级工程师。必须配备两名以上智能化系统集成总体设计师；
7. 注册资本不少于500万元人民币。

（二）系统集成商及子系统集成商资质标准

1. 本款中系统集成商指在工程设计单位总体负责的指导下作深化系统集成设计工作或系统承包的单位；本款中子系统集成商是指从事单项系统工程深化设计及子系统承包的单位。

2. 系统集成商

（1）凡在国内注册，并从事智能化系统工程业务达三年以上的单位有申报资格；新成立的单位在相应条件具备的情况，可先申报暂定资质；

(2) 具有实施两个500万元以上智能化系统工程项目的成功实例，五个以上子系统工程项目的  
设计、安装、调试并经过一年以上的运行，并证明质量优良的工程实例；

(3) 具有至少五个以上子系统（其中必须具备网络专业）专业的技术人员，其中每个子系  
统必须有两名以上经过专业培训的主持过该专业单项工程设计的高级工程师或工程师；必须配  
备至少一名智能化系统集成总体设计师；还应具有相应的工程管理人员和预决算人员；

(4) 专职从事智能化系统工程的技术人员总数不少于30名，各种专业人员的结构合理；

(5) 有固定的工作场所，有健全的技术、经营、财务管理制度和质量保证体系；

(6) 注册资金不少于500万元人民币，有良好的技术装备，具有用CAD完成设计过程的  
能力。

### 3. 系统集成商

仅执业单项专业子系统承包的单位申请系统集成商资质，其技术人员总数不少于20名；  
有三个以上该专业子系统优良工程业绩；注册资金不少于300万元人民币；其他条件与系统集  
成商相同。

#### 承担任务范围

（一）持有建筑智能化系统工程设计资质证书的工程设计单位，可以承担建筑物或建筑群的  
智能化系统工程总体设计和各子系统深化设计，对工程整体负责。

（二）持有系统集成商资质证书的单位应在系统工程设计单位指导与协调下，作深化系统  
集成设计或系统工程实施。

（三）持有系统集成商资质证书的单位应在系统工程设计单位指导与协调下，作深化子  
系统工程设计或子系统工程实施。

消防专业设计证书及专项资质参照中华人民共和国公安部、建设部（公通字（1997）60号）  
文件执行。

#### 附则

（一）本标准自发布之日起实施；

（二）本标准由建设部勘察设计司负责解释。

## 11.4 公安部消防局发布消防设施专项工程设计资格分级标准

### 一、总则

（一）为了加强从事消防设施专项工程设计单位的资格管理，根据建设部《工程勘察和工  
程设计单位资格管理证书》（建设（1997）504号），结合消防专业特点，制定本标准。

（二）消防设施专项工程设计主要包括火灾自动报警及其联动控制系统，自动喷水灭火系  
统，气体灭火系统，固定和半固定泡沫灭火系统，干粉灭火系统，防烟排烟系统等自动消防  
系统。

（三）消防设施专项工程设计资格分为甲、乙两级。

### 二、分级标准

#### （一）甲级

##### 1. 资历和信誉

单位从事消防设施专项工程设计5年以上，且有良好的社会信誉。

##### 2. 技术力量

单位从事设计的技术人员总数不少于20人，高级工程师不少于3人；其中电气、自控、给  
排水、暖通等主要技术专业各不少于3人；且各主要技术专业有不少于2人从事自动消防设

施专项工程设计5年以上,并通过有关消防专业考核,具备较强的消防专业技术能力。

### 3. 技术水平

单位承担3项以上含有火灾自动报警及其联动控制系统,自动喷水灭火系统、气体灭火系统、泡沫灭火系统和防烟排烟系统的大型工程的消防设施专项工程设计,并已建成,质量优良。

### 4. 管理和装备水平

单位内部已建立运行有效的质量体系。配有计算机、绘图仪等必需的设备和通用设计、消防专业设计软件,具有较高应用水平。

## (二) 乙级

### 1. 资历和信誉

单位从事消防设施专项工程设计2年以上,且有良好的社会信誉。

### 2. 技术力量

单位从事设计的人员总数不少于15人,高级工程师不少于2人,其中电气、自控、给排水、暖通等主要技术专业各不少于2人,且各主要技术专业至少1人从事自动消防设施专项工程设计5年以上,并通过有关消防专业考核,具备一定的消防专业技术能力。

### 3. 技术水平

单位承担过3项以上含有火灾自动报警及其联动控制系统,自动喷水灭火系统,防烟排烟系统的中型工程的消防设施专项工程设计,并已建成,质量优良。

### 4. 管理和装备水平

单位内部已建立运行有效的质量体系。配有计算机、绘图仪等必需的设备和通用设计,消防专业设计软件,具有一般应用水平。

## 三、承担任务范围

(一) 持有甲级消防设施专项工程设计证书的单位可以承担各类工程项目中的火灾自动报警及其联动控制系统,自动喷水灭火系统,气体灭火系统,固定和半固定泡沫灭火系统,干粉灭火系统,防烟排烟系统等自动消防系统的设计。

(二) 持有乙级消防设施专项工程设计证书的单位可以承担总建筑面积不超过 1 000 000平方米的民用建筑和火灾危险性为丙类的厂房、库房中的火灾自动报警及其联动控制系统,自动喷水灭火系统,防烟排烟系统的设计。

## 四、附则

(一) 本标准自1998年3月1日起正式执行

(二) 本标准由公安部消防局负责解释。

# 11.5 中华人民共和国消防法

## 第一章 总则

第一条 为了预防火灾和减少火灾危害,保护公民人身、公共财产和公民财产的安全,维护公共安全,保障社会主义现代化建设的顺利进行,制定本法。

第二条 消防工作贯彻预防为主,防消结合的方针坚持专门机关与群众相结合的原则,实行防火安全责任制。

第三条 消防工作由国务院领导,由地方各级人民政府负责。各级人民政府应当将消防工作纳入国民经济和社会发展规划,保障消防工作与经济建设和社会发展相适应。

第四条 国务院公安部门对全国的消防工作实施监督管理,县级以上地方各级人民政府公安机关对本行政区域内的消防工作实施监督管理,并由本级人民政府公安机关消防机构负责实

施。军事设施、矿井地下部分、核电厂的消防工作，由其主管单位监督管理。

森林、草原的消防工作，法律、行政法规另有规定的，从其规定。

第五条 任何单位、个人都有维护消防安全、保护消防设施、预防火灾、报告火警的义务。任何单位、成年公民都有参加有组织的灭火工作的义务。

第六条 各级人民政府应当经常进行消防宣传教育，提高公民的消防意识。

教育、劳动等行政主管部门应当将消防知识纳入教学、培训内容。

新闻、出版、广播、电影、电视等有关主管部门，有进行消防安全宣传教育的义务

第七条 对在消防工作中有突出贡献或者成绩显著的单位和个人，应当予以奖励。

## 第二章 火灾预防

第八条 城市人民政府应当将包括消防安全布局、消防站、消防供水、消防通信、消防车通道、消防装备等内容的消防规划纳入城市总体规划，并负责组织有关主管部门实施。公共消防设施、消防装备不足或者不适应实际需要的，应当增建、改建、配置或者进行技术改造。

对消防工作，应当加强科学研究，推广、使用先进消防技术、消防装备。

第九条 生产、储存和装卸易燃易爆危险物品的工厂、仓库和专用车站、码头，必须设置在城市的边缘或者相对独立的安全地带。易燃易爆气体和液体的充装站、供应站、调压站，应当设置在合理的位置，符合防火防爆要求。

原有的生产、储存和装卸易燃易爆危险物品的工厂、仓库和专用车站、码头，易燃易爆气体和液体的充装站、供应站、调压站，不符合前款规定的，有关单位应当采取措施，限期加以解决。

第十条 按照国家工程建设消防技术标准需要进行消防设计的建筑工程、设计单位应当按照国家工程建设消防技术标准进行设计，建设单位应当将建筑工程的消防设计图纸及有资料报送公安消防机构审核；未经审核或者经审核不合格的，建设行政主管部门不得发给施工许可证，建设单位不得施工。

经公安消防机构审核的建筑工程消防设计需要变更的，应当报经原审核的公安消防机构核准；未经核准的，任何单位、个人不得变更。

第十一条 建筑构件和建筑材料的防火性能必须符合国家标准或者行业标准。

公共场所室内装修、装饰根据国家工程建设消防技术标准的规定，应当使用不燃、难燃材料的，必须选用依照产品质量法的规定确定的检验机构检验合格的材料。

第十二条 歌舞厅、影剧院、宾馆、饭店、商场、集贸市场等公众聚集的场所，在使用或者开业前，应当向当地公安消防机构申报，经消防安全检查合格后，方可使用或者开业。

第十三条 举办大型集会、焰火晚会、灯会等群众性活动，具有火灾危险的，主办单位应当制定灭火和应急疏散预案，落实消防安全措施，并向公安消防机构申报，经公安消防机构对活动现场进行消防安全检查合格后，方可举办。

第十四条 机关、团体、企业、事业单位应当履行下列消防安全职责：

- (一) 制定消防安全制度、消防安全操作规程；
- (二) 实行防火安全责任制，确定本单位和所属各部门、岗位的消防安全责任人；
- (三) 针对本单位的特点对职工进行消防宣传教育；
- (四) 组织防火检查，及时消除火灾隐患；
- (五) 按照国家有关规定配置消防设施和器材、设置消防安全标志，并定期组织检验、维修，确定消防设施和器材完好、有效；
- (六) 保障疏散通道、安全出口畅通，并设置符合国家规定的消防安全疏散标志；

居民住宅区的管理单位，应当依照前款有关规定，履行消防安全职责，做好住宅区的消防安全工作。

**第十五条** 在设有车间或者仓库的建筑物内，不得设置员工集体宿舍。

在设有车间或者仓库的建筑物内，已经设置员工集体宿舍的，应当限期限加以解决。对于暂时确有困难的，应当采取必要的消防安全措施，经公安消防机构批准后，可以继续使用。

**第十六条** 县级以上地方各级人民政府公安机关消防机构应当将发生火灾可能性较大以及一旦发生火灾可能造成人身重大伤亡或者财产重大损失的单位，确定为本行政区域内的消防安全重点单位，报本级人民政府备案。

消防安全重点单位除应当履行本法第十四条规定的职责外，还应当履行下列消防安全职责：

- （一）建立防火档案，确定消防安全重点部位，设置防火标志，实行严格管理；
- （二）实行每日进行消防安全培训；
- （三）对职工进行消防安全培训；
- （四）制定灭火和应急疏散预案，定期组织消防演练。

**第十七条** 生产、储存、运输、销售或者使用、销毁易燃易爆危险物品的单位、个人，必须执行国家有关消防安全的规定。生产易燃易爆危险物品的单位，对产品应当附有燃点、闪点、爆炸极限等数据的说明书，并且注明防火防爆注意事项。对独立包装易燃易爆危险物品应当贴附危险品标签。

进入生产、储存易燃易爆危险物品的场所，必须执行国家有关消防安全的规定。禁止携带火种进入生产、储存易燃易爆危险物品的场所。禁止非法携带易燃易爆危险品进入公共场所或者乘坐公共交通工具。

**第十八条** 禁止在具有火灾、爆炸危险的场所使用明火；因特殊情况需要使用明火作业的，应当按照规定事先办理审批手续。作业人员应当遵守消防安全规定，并采取相应的消防安全措施。

进行电焊、气焊等具有火灾危险的作业的人员和自动消防系统的操作人员，必须持证上岗，并严格遵守消防安全操作规程。

**第十九条** 消防产品的质量必须符合国家标准或者行业标准。禁止生产、销售或者使用未经依照产品质量法的规定确定的检验机构检验合格的消防产品。

禁止使用不符合国家标准或者行业标准的配件或者灭火剂维修消防设施和器材。

公安消防机构及其工作人员中不得利用职务为用户指定消防产品的销售单位和品牌。

**第二十条** 电器产品、燃气用具的质量必须符合国家标准或者行业标准。电器产品、燃气用具的安装、使用和线路、管路的设计、敷设，必须符合国家有关消防安全技术规定。

**第二十一条** 任何单位、个人不得损坏或者擅自挪用、拆除、停用消防设施、器材，不得埋压、圈占消火栓，不得占用防火间距，不得堵塞消防通道。

公用和城建等单位在修建道路以及停电、停水、截断通信线路时有可能影响消防队灭火救援的，必须事先通知当地公安消防机构。

**第二十二条** 在农业收获季节、森林和草原防火期间、重大节假日期间以及火灾多发季节，地方各级人民政府应当组织开展有针对性的消防宣传教育，采取防火措施，进行消防安全检查。

**第二十三条** 村民委员会、居民委员会应当开展群众性的消防工作，组织制定防火安全公约，进行消防安全检查。乡镇人民政府、城市街道办事处应当予以指导和监督。

**第二十四条** 公安消防机构应当对机关、团体、企业、事业单位遵守消防法律、法规的情况依法进行监督检查。对消防安全重点单位应当定期监督检查。

公安消防机构的工作人员在进行监督检查时，应当出示证件。

公安消防机构进行消防审核、验收等监督检查不得收取费用。

第二十五条 公安消防机构发现火灾隐患，应当及时通知有关单位或个人采取措施，限期消除隐患。

### 第三章 消防组织

第二十六条 各级人民政府应当根据经济和社会发展的需要，建立多种形式的消防组织，加强消防组织建设，增强扑救火灾的能力。

第二十七条 城市人民政府应当按照国家规定的消防站建设标准建立公安消防队、专职消防队，承担火灾扑救工作。

镇人民政府可以根据当地经济发展和消防工作的需要，建立专职消防队、义务消防队，承担火灾扑救工作。

公安消防队除保证完成本法规定的火灾扑救工作外，还应当参加其他灾害或者事故的抢险救援工作。

第二十八条 下列单位应当建立专职消防队，承担本单位的火灾扑救工作：

（一）核电厂、大型发电厂、民用机场、大型港口；

（二）生产、储存易燃易爆危险物品的大型企业；

（三）储备可燃的重要物资的大型仓库、基地；

（四）第一项、第二项、第三项规定以外的火灾危险性较大、距离当地公安消防队较远的其他大型企业；

（五）距离当地公安消防队较远的列为全国重点文物保护单位的古建筑群的管理单位。

第二十九条 专职消防队的建立，应当符合国家有关规定，并报省人民政府公安机关消防机构验收。

第三十条 机关、团体、企业、事业单位以及乡、村可根据需要，建立由职工或者村民组成的义务消防队。

第三十一条 公安消防机构应当对专职消防队、义务消防队进行业务指导，并有权指挥调动专职消防队参加火灾扑救工作。

### 第四章 灭火救援

第三十二条 任何人发现火灾时，都应当立即报警。任何单位、个人都应当无偿为报警提供便利，不得阻拦报警。严禁谎报火警。

公共场所发生火灾时，该公共场所的现场工作人员有组织、引导在场群众疏散的义务。

发生火灾的单位必须立即组织力量扑救火灾。邻近单位应当给予支持。

消防队接到火警后，必须立即赶赴火场，救助遇险人员，排除险情，扑灭火灾。

第三十三条 公安消防机构在统一组织和指挥火灾的现场扑救时，火场总指挥员根据扑救火灾的需要，决定下列事项：

（一）使用各种水源；

（二）截断电力、可燃气体的液体的输送，限制用火用电；

（三）划定警戒区，实行局部交通管制；

（四）利用临近建筑物和有关设施；

（五）为防止火灾蔓延，拆除或者破损毗邻火场的建筑物、构筑物；

（六）调动供水、供电、医疗救护、交通运输等有关单位协助灭火救助。

扑救特大火灾时，有关地方人民政府应当组织有关人员、调集所需物资支援灭火。

**第三十四条** 公安消防队参加火灾以外的其他灾害或者事故的抢险救援工作，在有关地方人民政府的统一指挥下实施。

**第三十五条** 消防车、消防艇前往执行火灾扑救任务或者执行其他灾害、事故的抢险救援任务时，不受行驶速度、行驶路线、行驶方向和指挥信号的限制，其他车辆、船舶以及行人必须让行，不得穿插、超越。交通管理指挥人员应当保证消防车、消防艇迅速通行。

**第三十六条** 消防车、消防艇以及消防器材、设备和设施，不得用于与消防的抢险救援工作无关的事项。

**第三十七条** 公安消防队扑救火灾，不得向发生火灾的单位、个人收取任何费用。

对参加扑救外单位火灾的专职消防队、义务消防队所损耗的燃料、灭火剂和器材、装备等，依照规定予以补偿。

**第三十八条** 对因参加扑救火灾受伤、致残或者死亡的人员，按照国家有关规定给予医疗、抚恤。

**第三十九条** 火灾扑灭后，公安消防机构有权根据需要封闭火灾现场，负责调查，认定火灾原因，核定火灾损失，查明火灾事故责任。

对特大火灾事故，国务院或者省级人民政府认为必要时，可以组织调查。

火灾扑灭后，起火单位应当按照公安消防机构的要求保护现场，接受事故调查，如实提供火灾事故的情况。

## **第五章 法律责任**

**第四十条** 违反本法的规定，有下列行为之一的，责令限期改正；逾期不改正的，责令停止施工、停止使用或者停产停业，可以并处罚款。

（一）建筑工程的消防设计未经公安消防机构审核或者经审核不合格，擅自施工的；

（二）依法应当进行消防设计的建筑工程竣工时未经消防验收或者经验收不合格，擅自使用的；

（三）公众聚集的场所未经消防安全检查或者经检查不合格、擅自使用或者开业的。

单位有前款行为的，依照前款的规定处罚，并对其直接负责的主管人员和其他直接责任人员处警告或者罚款。

**第四十一条** 违反本法规定，擅自举办大型集会焰火晚会、灯会等群众性活动，具有火灾危险的，公安消防机构应当责令当场改正；当场不能改正的，应当责令停止举办，可以并处罚款。

单位有前款行为的，依照前款的规定处罚，并对其直接负责的主管人员和其他责任人员处警告或者罚款。

**第四十二条** 违反本法的规定，擅自降低消防技术标准施工、使用防火性能不符合国家标准或者行业标准的建筑构件和建筑材料或者不合格的装修、装饰材料施工的，责令限期改正；逾期不改正的，责令停止施工，可以并处罚款。

单位有前款行为的，依照前款的规定处罚，并对其直接负责的主管人员和其他直接责任人员处警告或者罚款。

**第四十三条** 机关、团体、企业、事业单位违反本法规定，未履行消防安全职责的，责令限期改正；逾期不改正的，对其直接负责的主管人员和其他直接责任人员依法给予行政处分或者处警告。

（一）对火灾隐患不及时消除的；

（二）不按照国家有关规定，配置消防设施和器材的；

(三) 不能保障疏散通道、安全出口畅通的。

在设有车间或者仓库的建筑物内设置员工宿舍的，依照第二款的规定处罚。

第四十四条 违反本法的规定，生产、销售未经依照产品质量法的规定确定的检验机构检验合格的消防产品的，责令停止违法行为，没收产品和违法所得，依照产品质量法的规定从重处罚。

维修、检测消防设施、器材的单位，违反消防安全技术规定，进行维修、检测的，责令限期改正，可以并处罚款，并对其直接负责的主管人员和其他直接责任人员处警告或者罚款。

第四十五条 电器产品、燃气用具的安装或者线路、管路的敷设不符合消防安全技术规定的，责令限期改正；逾期不改正的，责令停止使用。

第四十六条 违反本法的规定，生产、储存，运输、销售或者使用、销毁易燃易爆危险物品的，责令停止违法行为，可以处警告、罚款或者十五日以下拘留。

单位有前款行为的，责令停止违法行为，可以处警告或者罚款，并对其直接负责的主管人员和其他责任人员依照前款规定处罚。

第四十七条 违反本法的规定，有下列行为之一的，处警告、罚款或者十日以下拘留：

- (一) 违反消防安全规定进入生产、储存易燃易爆危险物品场所的；
- (二) 违法使用明火作业或者具有火灾、爆炸危险的场所违反禁令，吸烟、使用明火的；
- (三) 阻拦报火警或者谎报火警的；
- (四) 故意阻碍消防车、消防艇赶赴火灾现场或者扰乱火灾现场秩序的；
- (五) 拒不执行火场指挥员指挥，影响灭火救灾的；
- (六) 过失引起火灾，尚未造成严重损失的。

第四十八条 违反本法的规定，有下列行为之一的，处警告或者罚款；

- (一) 指使或者强令他人违反消防安全规定，冒险作业，尚未造成严重后果的；
- (二) 埋压、圈占消火栓或者占用防火间距、堵塞消防通道的，或者损坏和擅自挪用、拆除、停用消防设施、器材的；
- (三) 有重大火灾隐患，经公安消防机构通知逾期不改正的。

单位有前款行为的，依照前款的规定处罚，并对其直接负责的主管人员和其他直接责任人员处警告或者罚款。

有第一款第二项所列行为的，还应当责令其限期恢复原状或者赔偿损失；对逾期不恢复原状的，应当强制拆除或者清除，所需费用由违法行为人承担。

第四十九条 公共场所发生火灾时，该公共场所的现场工作人员不履行组织，引导在场群众疏散的义务，造成人身伤亡，尚不构成犯罪的，处十五日以下拘留。

第五十条 火灾扑灭后，为隐瞒、掩饰起火原因、推卸责任，故意破坏现场或者伪造现场，尚不构成犯罪的，处警告、罚款或者十五日以下拘留。

单位有前款行为的，处警告或者罚款，并对其直接负责的主管人员和其他直接责任人员依照前款的规定处罚。

第五十一条 对违反本法行为的处罚，由公安消防机构裁决。对给予拘留的处罚，由公安机关依照治安管理处罚条例的规定裁决。

责令停产停业，对经济和社会生活影响较大的，由公安消防机构报请当地人民政府依法规定，由公安消防机构执行。

第五十二条 公安消防机构的工作人员在消防工作中滥用职权、玩忽职守、徇私舞弊，有下列行为之一，给国家和人民利益造成损失的，尚不构成犯罪的，依法给予行政处分；

- (一) 对不符合国家建筑工程消防标准的消防设计、建筑工程通过审核、验收的。
- (二) 对应当依法审核、验收的消防设计、建筑工程，故意拖延，不予审核、验收的；
- (三) 发现火灾隐患不及时通知有关单位或者个人改正的；
- (四) 利用职务为用户指定消防产品的销售单位、品牌或者指定建筑消防设施施工单位的；
- (五) 其他滥用职权、玩忽职守、徇私舞弊的行为。

第五十三条 有违反本法行为，构成犯罪的，依法追究刑事责任。

## 第六章 附则

第五十四条 本法自1998年9月1日起执行。1984年5月11日第六届全国人民代表大会常务委员会第五次会议批准、1984年5月13日国务院公布的《中华人民共和国消防条例》同时废止。

## 11.6 计算机信息系统集成资质管理办法（试行）（摘要）

### 第一章 总则

第一条 为适应我国信息化建设和信息产业发展需要，加强计算机信息系统集成市场的规范化管理，保证计算机信息系统工程质量，依据国家有关规定，特制定本办法。

第二条 计算机信息系统集成是指从事计算机应用系统工程和网络系统工程的总体策划、设计、开发、实施、服务及保障。

第三条 计算机信息系统集成的资质是指从事计算机信息系统集成的综合能力，包括技术水平、管理水平、服务水平、质量保证能力、技术装备、系统建设质量、人员构成与素质、经营业绩、资产状况等要素。

第四条 凡从事计算机信息系统集成业务的单位，必须经过资质认证并取得了《计算机信息系统集成资质证书》（以下简称《资质证书》）。

第五条 凡需要建设计算机信息系统的单位，应选择具有相应等级（资质证书）的计算机信息系统集成单位来承建计算机信息系统。

### 第三章 资质等级

第十条 计算机信息系统集成资质等级分一、二、三、四级。

第十一条 各等级所对应的承担工程的能力：

一级：具有独立承担国家级、省（部）级、行业级、地（市）级（及其以下）、大、中、小型企业级等各类计算机信息系统建设的能力。

二级：具有独立承担省（部）级、行业级、地（市）级（及其以下）、大、中、小型企业级或合作承担国家级的计算机信息系统建设的能力。

三级：具有独立承担中、小型企业或合作承担大型企业级（或相当规模）的计算机信息系统建设的能力。

四级：具有独立承担小型企业级或合作承担中型企业级（或相当规模）的计算机信息系统建设的能力。

### 第四章 资质申请与评审

第十二条 申请资质认证的单位应具备的条件：

- (一) 具有独立法人地位。
- (二) 独立或合作从事计算机信息系统集成业务两年以上（含两年）。
- (三) 具有从事计算机信息系统集成的能力，并完成过三个以上（含三个）计算机信息系统集成项目。

(四) 具有胜任计算机信息系统集成的专职人员队伍和组织管理体系。

(五) 具有固定的公共场所和先进的信息系统开发、集成的设备环境。

第十三条 申请资质认证的单位可对照《计算机信息系统集成资质等级标准》(另行发布)确定申请的资质级别。

第十四条 申请资质认证的单位应如实填写并提供下列材料：

(一)《计算机信息系统集成资质认证申请表》

(二)《计算机信息系统集成资质情况登记表》

第十五条 申请一、二级资质的单位将申报材料提交到部资质认证工作办公室，资质评审按下列程序进行：

(一) 资质认证工作办公室对申请单位的申报材料审查合格后，组织调查组对其资质条件进行现场审核，对其所完成的计算机信息系统集成的典型项目进行调查。

(二) 资质认证工作办公室组织专家委员会的有关专家，根据对申请单位资质的调查报告以及计算机信息系统集成典型项目调查报告等进行评审，提出评审意见。

## 第五章 资质监督管理

第十八条 资质监督管理是指对获证单位资质保持的监督检查和资质变更的管理。

第十九条 《资质证书》有效期四年。获证单位应每年进行一次自查，并将自查结果报资质认证工作办公室备案；资质认证工作办公室对获证单位每两年进行一次年检，每四年进行一次换证检查和必要的非例行监督检查。

## 第六章 罚则

第二十七条 如因计算机信息系统主建单位没有按规定选择具有相应等级《资质证书》的信息系统集成单位而出现工程质量问题，将由有关部门追究信息系统主建单位和承建单位的责任。

## 第八章 附则

第三十四条 对于特殊行业(如国防、公安等)，按相应行业的规定执行。

第三十五条 本办法由信息产业部负责解释。

# 第12章 网络综合布线工程师 所关心的问题

作者在各类讲习班、培训班上，许多学员从不同角度提出了许多在工程中所关心的问题。为此，作者经归类后，从6个方面讨论这些问题：

## 12.1 综合布线系统方面的问题

### 12.1.1 怎样看待PDS布线市场

综合布线PDS技术经过十几年的发展，如今已在国内IT界尽人皆知。这是一件好事，但是好事也会引出坏事来，市场上一下子冒出了数不清的PDS集成商。据报载，1997年原邮电部通信产品质量监督检测中心对97年下半年综合布线工程进行验收测试，其中问题较多的站50%左右，造成这种现象的原因不外乎以下几种：

- 1) 不管有没有综合布线的技术，找一个名人挂帅，拿下工程，“从战争中学习战争”。
- 2) 少数PDS工程技术人员缺乏应有的职业道德。
- 3) 缺乏合理的督导、验收机制。
- 4) 缺乏工程建设保证的约束机制。

要做好一个PDS工程，需要从以下4个环节着手：

- 1) 综合布线工程集成商的工程技术人员，需要进行理论培训，应具备计算机网络、通讯网络、机房建设、楼宇自控等相关的综合业务技术基础。
- 2) 甲方单位领导责任制，工程出了问题，不管是什么人都要追究经济的、法律的责任。
- 3) 乙方实行工程第三方担保制。
- 4) 招标要从技术、价格等多方面综合分析。

除了上述4个环节之外，甲、乙双方还应考虑：

- 1) 甲、乙双方密切配合，提出一个合理的整体解决方案：一方面企业内部对于项目规划、方案设计评估、布线产品选择、工程组织落实、工程管理实施、测试验收规程、文档资料提交、服务响应措施等有一套程序和规范，而且要严格按照程序和规范来执行。另一方面，PDS集成商要顺应新技术、新产品的发展，顺应市场的变化，顺应用户的需求，为用户提供综合布线工程的整套合理解决方案。在这里，核心问题是集成商能否真正从用户的实际需求出发，结合国内、外有关标准，来为用户提供合理的产品组合、方案设计，并组织工程施工。

通常设计与实现一个合理的综合布线系统有以下几个步骤：

- 获取建筑物有关资料和设计图；
- 分析用户需求及了解用户在投资方面的承受能力；
- 信息点设计；
- 系统结构设计；
- 支撑系统设计（桥架、管道设计）；
- 布线路由设计；

- 绘制布线施工图；
- 编制材料清单；
- 安排工程实施、确定工期进度、计划；
- 加强工程管理（包括施工管理、技术管理和质量管理）；
- 测试及提供竣工文档；
- 用户验收及确定维护方案。

工程集成商对上述内容要认真对待，根据具体项目提出具体解决办法和实施措施。靠生拉硬推某一种产品，靠采用不正当竞争手段，靠行政干预等来承接工程项目，都会对工程质量产生负面影响。

2) 综合布线工程集成商应具备强有力的市场组织能力和售后服务能力。集成商应随时掌握不断变化着的市场行情。根据甲方资金的承受能力，尽可能提供优质的产品。关于成本问题，甲方应该清楚一个道理，当承包商无利可图时，会以牺牲质量为代价来适应甲方的低成本。所以甲方决不可一味强调降低成本，而应把成本控制在适当的价位上，否则到头来吃亏的还是甲方。

3) 综合布线工程集成商要具备工程组织的能力、工程实施的能力和管理能力。综合布线的工程组织和实施是实践性很强的工作，具有阶段性、经验性和工艺性。这是一个系统工程，要把一个优化的综合布线系统设计方案最终在智能大厦中完美体现，工程组织和实施是一个十分重要的环节，有以下步骤：

- 施工方案、施工图设计；
- 系统所有材料的选配；
- 综合布线工程与土建工程在工期进度上的配合方案；
- 预埋管线、桥架敷设；
- 线缆敷设；
- 连接件安装；
- 测试；
- 验收。

综合布线的工程管理是工程集成商将一完整系统交给客户的重要环节：

- 工程施工管理（包括进度安排、界面管理和组织管理）；
- 工程技术管理（包括技术标准和规范管理、安装工艺和技术文件管理）；
- 工程质量管理（包括施工图的规范化和制图质量标准、管线施工的质量检查和监督、配线规格的质量检查和要求、系统验收的标准、办法和步骤等）。

为了更好地保证工程质量，应当做好从项目选项、方案设计到工程组织、工程实施、工程管理一条龙服务，而不宜采用包工包料的做法。包工包料，难以保证工程质量。

4) 综合布线工程集成商应有齐备的测试设备和测试规程。综合布线工程的测试，从工程角度说可以分做两类：验证测试与认证测试。验证测试一般是在施工过程中由施工人员边施工边测试，测试中发现问题就随时纠正，以保证所完成的每一个连接的正确性。认证测试是指对布线系统依照标准，进行逐项检测，以确定布线是否能够达到设计要求，包括连接正确性和电气性能测试。测试工程中最重要的是要组织一个严肃、认真、负责的测试小组，按照国际标准、使用专业测试仪器进行测试，对每一条链路都给出测试报告。测试水平的高低是检验集成商的能力所在，也是检验工程质量是否合格的有效手段。有能力的集成商有较齐备的测试设备。

5) 综合布线工程集成商应有较丰富的工程经验。工程经验是决定工程质量的重要前提，尤

其在当前激烈的市场竞争中，工程经验的有无和多少对于保证工程质量起到关键作用。一个人阅读过综合布线的书以后，只能说他了解一些综合布线的知识，并不一定保证他可以实施综合布线，工程实践过程中，随时可能出现任何问题，而这些问题是任何书本上也查不到的，这时只能靠现场工程师的经验当场解决，一个没有经验的人则可能会束手无策，显然甲方应选择有丰富经验的集成商。

### 12.1.2 怎样看待系统集成和系统集成商

系统集成这一名词，在国内市场叫了多年，但真正的系统集成商并不多，是什么原因呢？作者认为主要有几个方面的原因在制约着。

1) 系统集成商不是为一个公司或几个人就能做的，它需要拥有一批多专业的技术人员，也就是说“多兵种”的“合成军”，而且要有一定的工程经验和经济实力。

2) 从技术角度来看，计算机技术、应用系统开发技术、网络技术、控制技术、通信技术、建筑装饰等技术，综合运用在一个工程中是技术发展的一种必然趋势。系统集成商就是要根据用户提出的需求，为用户做一个完整的解决方案，不仅仅是要在技术上实现用户的需求，同时还要对用户投资的实用性和有效性进行有效的分析，对用户的技术支持，培训有所保障。还应具有从技术规范、工程管理科学化等多方面知识。更重要的是，系统集成商具备所服务的客户行业的专业知识、专业技能以及丰富的集成经验是极为必要的。

3) 目前国内系统集成市场上，除公开竞标的项目，确实还有靠关系，背景等拿项目的，除了大型的、复杂的工程之外，确也存在象搭积木似的项目。并且，系统集成就是一个综合性的工程，其涉及的不仅仅是技术和设备的问题，而且还涉及到方方面面的关系问题。在这样一个市场背景之下，给新人进入留下了巨大的活动、发展空间。

4) 由于系统集成行业的市场容量巨大，类型较多，涉及到的行业也非常多的，与硬件产品一样有着低、中、高档之分，有将各种计算机及联网设备简单搭接起来的工程，也有设计、规划、采购、安装、调试、维修、培训、服务的系统工程，对于具备不同实力的厂商都可以有不同的项目可做。

5) 对于系统集成的商业利润，一般来说，系统集成的利润包括硬件、软件和集成三部分利润，其中硬件的价格透明度高，利润较低，而软件和集成的利润占整个项目利润的绝大部分。这就要求集成商不但要具有对硬件安装支持的能力，更重要的是，还必须具备对相关软件的开发能力以及对客户业务的熟悉和理解。

6) 投资与夺标问题。一个系统集成项目，在签约后，一般来讲，系统集成商要投资额度达50%~80%，而且工程周期长，在这过程中要花费大量的人力、物力，尤其在夺标过程中花费了物力、人力若不中标，则付之东流，这就要系统集成商具有相当的经济实力。作者认为：系统集成不容易做好，系统集成商更不容易做。

### 12.1.3 局域网建设过程中的有关问题

#### 1. 如何正确选择布线材质——聚氯乙烯材质（PVC）和阻燃、低烟、无毒材质（LSFRZH）

目前，我国人民对环境保护越来越重视，对自身生存环境的质量要求也越来越高，但是，生活质量的基本前提是生存的安全性。许多人还没有意识到正确选择网络布线系统中的材料，以便在危机发生的时候能够最大限度地保护人的安全可靠性。在德国杜赛尔多夫机场发生了一场大的火灾，16人死亡，60多人因为呼吸过多的烟雾被送往医院。事故起因是由于大厅中布置的有毒（含卤化物）线缆所致。在现有的网络工程中，绝大多数线缆含卤化物，当它们燃烧时

会产生有毒烟雾。烟雾中的有害物质会伤害人的眼睛、鼻子、嘴和喉咙；同时，这些烟雾还会引起严重的呼吸困难。很多受害者正是因此而未能逃离火灾现场而遇难。

目前在布线产品的材料选择上，除了要考虑与网络应用相关的性能指标外，一个非常重要的性能就是选择阻燃、低烟、无卤的材质。ISO关于阻燃、低烟、无卤的材质有以下标准：

阻燃：关于阻燃的标准是IEC 60332-1和 IEC 60332-3C，与易燃的材料相比，可以大大减低火势蔓延的速度。更重要的是，救生器件会更容易将火焰隔离开来，同时还会大大降低火灾引起的一系列连锁的危险。

低烟：关于低烟的标准是 IEC 61034，与传统的PVC产品相比，会产生少得多的烟雾，使得逃生者大大地增加了生存的机会。

无卤：关于无卤的标准是 IEC 60754，与含卤的材料相比，当符合无卤标准的产品在燃烧时，不会有氯气、氟气、氯化氢等有腐蚀性的气体产生。这些气体除了会对人体造成伤害以外，还会腐蚀设备。

对于上述标准做一简单介绍：

IEC 61034标准，这是一个在一定条件下，对烟雾密度的测量标准。

IEC 60332-1标准的测试环境是对一根独立的垂直放置的绝缘线进行测试。把一个燃烧气枪放置在与线缆成45度角的位置上，燃烧气枪燃烧一分钟后熄灭。该标准规定，被燃烧的绝缘线缆在此测试条件下必须能够自行熄灭。并且被燃烧的线缆部分不能超过距离最上端的线缆固定处50mm的地方。

IEC 60332-3 CAT.C标准，该标准的测试环境是对一簇线缆进行测试。这是一个全面的防火测试，整个测试是在一个4m高的柜子中进行。这个CAT.C的测试需要用每米1.5L的易燃物帮助测试，燃烧的时间是20min，该标准规定，在此测试条件下，允许火焰延伸的最大距离是不超过燃烧气枪底边以上的2.5m。

IEC 60754标准，该标准是对从线缆取出的聚合物材料燃烧时所发出的卤酸气体的量进行测试。

总之，为了安全起见，采用阻燃、低烟、无毒的布线材料是十分重要的。但是，付出的代价是比普通的材质贵约10% ~ 20%的价格。

## 2. 怎样才能做到优质布线

布线工程应在国家有关标准的基础上，结合国际布线产品发展方向和国际有关标准，从产品生产商、供货商、系统集成商和用户等不同角度出发，对综合布线工程的最终用户提出了保证优质工程的途径：

- 1) 优质的产品是保证工程质量的前提，应选择符合国际标准的产品。
- 2) 选择管理严格的供货渠道，保证货源的可靠性和及时供货。
- 3) 选择专业技术强、作业正规的系统集成商是保证工程质量的关键。
- 4) 性能价格比是衡量布线系统的重要指标，不能片面追求低价，既要考虑目前的要求，又要考虑未来发展的需要。

5) 要重视布线工程结束后对所有信息点的测试。

6) 综合布线集成商应提供详细的技术文档。

## 3. 为什么要进行网络分段

在以太网10BASE-5中物理层标准规定了一个局域网最多网段数为5。每个网段的最大站点数是100，网段的最大长度为500m。因此，对于使用局域网的一个部门来说，把一个逻辑上单一的LAN分成若干分离的LAN来调节负载有时是必要的。另外，有时两台机器的距离太远，即

使敷设电缆不成问题，但由于网上信息延迟太长，会影响网络的正常运行。解决的办法也是把一个大的LAN划分成若干个区段（更小的局域网）。

从网络的安全可靠性出发，将大的网络划分成较小的网络后，有利于隔离故障，也有利于保护大网内各个区域的安全保密性。

4. 综合布线时为什么要重视综合串扰、平衡性和回波损耗

在进行综合布线系统测试时，应注意综合串扰、平衡性和回波损耗问题。综合串扰是指一对以上线缆同时传输时，各线对间串扰的和。平衡性是指电缆和连接件的平衡性。平衡性类似于阻抗，它的好坏是衡量电磁兼容性（EMC）的重要参数。一般采用纵向变换损耗（LCL）和纵向转移损耗（LCTL）两个参数来定义其平衡性。回波损耗（SRL）是衡量链路全程结构是否一致的重要参数。它主要是由于链路中阻抗不均匀性引起的，通常发生在接头和插座处。在高速全双工网络中次参数非常重要。

5. 常听到5类布线系统能支持155Mbps，但EIA/TIA 568A和ISO11801只规定线缆的性能至100MHz，原因是什么？

首先要知道MHz和Mbps的区别。MHz描述的是电子的信号，是频率的单位，通常叫做带宽。Mbps描述的是吞吐量，是传输速率。举一个形象的例子，带宽相当于公路，而速率则是在路上跑的车。显然，路越宽（带宽越高），则路上容纳的车越多，传输量越大；类似地，在特定宽度的路上，车速越快（速率越高），传输量也越大。在100MHz带宽的5类线缆上，可以传输155Mbps的信息量（ATM），甚至1000Mbps（千兆位以太网）的信息流都是可能的。

6. 有些线缆厂家宣称其线缆带宽达到350MHz，这对布线系统性能有什么意义？

EIA/TIA 568A标准修订后，将5类UTP带宽标准定为100MHz、超5类UTP的带宽标准定为100MHz、6类UTP的带宽标准定为200MHz。在竞争日益激烈的市场上有些厂家，特别是一些著名的厂商当然会把自己的产品质量定位在高于标准之上，这是可能的，象美国西蒙公司就是这样。在综合布线工程中采用优质线缆和连接件，除了可以保证满足当前的需要以外，更可以为今后10至20年的发展留有充分的余地。综合布线工程是大楼“神经系统”的基础，应保证在15到20年内不落后，因此，系统集成商应尽量选用优质产品，通常，这些优质产品在性能指标上都会超过国际标准的规定。

7. 在水平布线通道内，通讯电缆与电源电缆的最少距离应为多少？

在综合布线工程中与电磁干扰源相遇是很平常的事情。一般可按表 12-1中所指出的距离处理。原则上应该是尽量远离，实在离不开时可采取屏蔽措施。

表12-1 综合布线与电磁干扰源之间的距离

| 电磁干扰                   | 与综合布线接近状况  | 最小间距（cm） |
|------------------------|------------|----------|
| 380V以下电力电缆<br>< 2kVA   | 与线缆平行敷设    | 13       |
|                        | 有一方在接地金属槽中 | 7        |
|                        | 双方都在接地金属槽中 | 1        |
| 380V以下电力电缆<br>2 ~ 5kVA | 与线缆平行敷设    | 30       |
|                        | 有一方在接地金属槽中 | 15       |
|                        | 双方都在接地金属槽中 | 8        |
| 380V以下电力电缆<br>>5kVA    | 与线缆平行敷设    | 60       |
|                        | 有一方在接地金属槽中 | 30       |
|                        | 双方都在接地金属槽中 | 15       |
| 日光灯                    | 与线缆接近      | 30       |
| 配电箱                    | 与线缆接近      | >100     |
| 变电室                    | 尽量远离       | >200     |

## 8. 对连接超长距离的10M网络的办法

在连接超过100m到500m左右距离的10M网络时，工程中一般有3种办法，它们是：

- 1) 使用中继器。使用细缆，加上3~4个中继器就可以达到500m。若是双绞线则可以使用HUB（集线器）来延长传输距离，但最多可达180m。
- 2) 使用粗缆。粗缆的连接距离可达500m。通过中继器最多可连接5条粗缆，网络总长度可达2500m。
- 3) 使用光缆和介质转换器。转换器可将RJ45头或AUI端口转换为光纤接口。多模光纤可将网络传输距离扩大到2500m，单模光纤可将网络传输距离扩大到3000m。

## 9. 电厂综合布线需要考虑的问题

电厂是电磁干扰比较严重的地方。在选择布线系统时应慎重考虑。一般来说有以下几种处理办法。

- 1) 采用屏蔽线缆系统（STP）。采用此种办法时应注意，从工作区信息插座、连接线缆、到电信间的配线架和机柜，必须整个系统都是屏蔽的，且屏蔽层必须保证整体的电气性能的连接，不能有断裂处，否则起不到屏蔽作用。这种办法价格高、施工困难。
- 2) 采用金属桥架和管道做屏蔽层，线缆仍使用非屏蔽双绞线（UTP）。这种办法要求整个桥架系统必须保持电气性能上的连接，而且必须有良好的接地措施。这种屏蔽措施是一个好办法。即起到了屏蔽作用，又不增加成本。
- 3) 采用光缆。光缆具有极强的抗电磁干扰能力。但是因为光缆及端接设备价格较高，目前在综合布线工程中通常仅用做主干布线。光纤到桌面还只是一种美谈。因此，我们建议，在电磁干扰严重的地方，主干采用光缆。水平干线采用金属桥架和管道做屏蔽层的UTP布线。

## 10. 5类布线系统能否支持千兆以太网的应用？

许多用户都非常关心，现在的5类、超5类布线系统，将来能否支持千兆以太网的应用的问题。

对于这个问题IEEE 802.3主席 Geoff Thompson先生指出：IEEE 802.3 ab/1000Base-T工作组将要研制出新的DSP信号处理技术，在5类信道上传输千兆位应用达到100m。

美国西蒙公司的技术副总裁，西蒙先生指出：使用超5类系统完全可以支持千兆位以太网应用。但是，如果是使用5类布线系统，要确定其是否支持千兆位以太网应用，则需要对该布线系统进行测试，特别要测试新的测试标准所增加的测试项目，如：综合近端串扰、回波损耗、等效远端串扰、综合等效远端串扰等。如果测试结果满足新的测试标准的要求，该布线系统就可以支持千兆位以太网应用。我们以为，实际上这与综合布线工程中选择的线材厂商和施工质量有关。若由高水平的综合布线集成商来组织工程施工，并且采用的是国际著名厂商的布线产品，那么该5类布线系统就可以支持千兆位以太网，否则，无法保证支持。

## 12.1.4 为什么要建设屏蔽局域网

当今时代，建设现代化的局域网，一种是非屏蔽的，一种是屏蔽的。对于要不要建设屏蔽局域网，业界曾有过讨论。现在，我们从两个方面来分析。第一，综合布线中的屏蔽与非屏蔽问题。第二，建设屏蔽局域网的因素。

综合布线中的屏蔽与非屏蔽问题。在网络布线过程中不可避免地要遇到。许多业界人士对这一问题都有相应论述，例如西蒙公司的《综合布线屏蔽还是非屏蔽》和计算机世界刊登的《屏蔽与非屏蔽的误区》。现分别叙述如下。

## 1. 综合布线屏蔽还是非屏蔽

### (1) 屏蔽的目的

屏蔽系统是为了保证在有电磁干扰环境下系统的传输性能，这里的抗干扰性应包括两个方面，即抵御外来电磁干扰的能力以及系统本身向外辐射电磁干扰的能力。对于后者而言，欧洲通过了电磁兼容性测试标准 EMC 规范，而对于前者，目前还没有定量的标准规定在外部电磁场强达到多少 V/M 的情况下应该采用屏蔽。虽然从理论上讲，在线缆和连接件外表包上一层金属材料屏蔽层，可以有效地滤除不必要的电磁波（这也是目前绝大多数屏蔽系统采用的方法），然而，这种方法的有效程度到底如何呢？

### (2) 理想与现实的差距

对于屏蔽系统而言，单单有了一层金属屏蔽层是不够的，更重要的是必须将屏蔽层完全良好地接地，这样才能把干扰电流有效地导入大地。但是，实际施工时，屏蔽系统存在一些不可忽视的困难：由于屏蔽系统对接地苛刻要求，极易造成接地不良，比如接地电阻过大、接地电位不平衡等，这样在传输系统的某两点间便会产生电位差，进而产生金属屏蔽层上的电流，造成屏蔽层不连续，破坏其完整性。这时，屏蔽层本身已经成为一个最大的干扰源，因而导致其性能反而远不如非屏蔽系统。屏蔽线在高频传输时，需要两端接地，这样更有可能在屏蔽层上产生电位差。由此可见，屏蔽系统本身的要求，恰恰构成保证其性能的最大障碍。

一个完整的屏蔽系统要求处处屏蔽，一旦有任何一点的屏蔽不能满足要求，都势必会影响系统的整体传输性能。可是，目前市场上还很少有网络集线器或计算机本身拥有屏蔽支持，所以很难实现整个传输链路的屏蔽。

### (3) 屏蔽与非屏蔽，哪个更先进

目前国际上（欧、美两大阵营之间）存在着屏蔽系统与非屏蔽系统优劣的争论。采用屏蔽系统或非屏蔽系统，很大程度上取决于综合布线市场的消费观念。在欧洲占主流的是屏蔽系统。然而，在综合布线使用量最大的北美，则坚定地推行非屏蔽系统。因为无论是屏蔽系统还是非屏蔽系统，只要是经过符合标准的完善设计及安装，都可以达到满意的效果，只不过考虑到价格、安装时的难易要求等因素，北美认为，在高容量主干及严重干扰条件下使用光纤更为实际。

### (4) 对用户的建议

针对国内的实际情况，我们建议用户在对各种因素进行全面均衡时，有必要仔细考虑下述问题：

- 目前屏蔽式 8 芯插头尚没有标准，不同厂家之间的插头 / 插座之间的兼容问题、屏蔽的有效程度及插头的接触面能否长期保持稳定等方面都没有定论。
- 屏蔽系统倘若安装不当，达不到整体的屏蔽完整性，其性能将比非屏蔽更差。
- 目前没有现场测试屏蔽有效程度的方法。

我们认为，UTP（非屏蔽双绞线）是目前较为成熟、可靠的综合布线技术，在通常情况下完全可以满足在干扰环境下的使用需求。如果干扰较大，可采用金属桥架和管道做屏蔽层的布线方法，就可以满足屏蔽的要求。如果使用环境存在极为严重的干扰，建议直接使用光缆，以满足严酷的 EMC 要求。

## 2. 屏蔽与非屏蔽的误区

当 UTP 应用在结构化布线系统上并广泛地被世界接受时，一些有关使用屏蔽式电缆的误区相继出现，令用户感到混乱和不安。

误区一：当频率高于 30MHz 时，UTP 电缆不能符合 EMC 的要求；或当频率高于 30 MHz 时，

必须使用STP 电缆。

事实一：差分传输信号频谱（ Differential Transmitted Signal Spectrum ）与放射性能（ Radiated Emission Performance ）的关系取决于以下因素：

- 印刷电路板的设计；
- 输出过滤器和磁场特性；
- 注明的信号强度；
- 使用的通信协议；
- 信号端的平衡（ LCL ）；
- 传送铜线及信号端注明的普通模式阻抗；
- 连接件的屏蔽有效程度。

以上误区与信号频谱使用的屏蔽无关。SYSTIMAX SCS 384A宽带视频转换器已经测试并保证高致550MHz的高频率，符合EMC 标准。

误区二：FTP电缆有UTP电缆的所有平衡特性，并加额外的屏蔽保护。

事实二：当在UTP电缆上加上屏蔽时，以下情况便出现：

- 屏蔽改变了整条电缆的电容耦合，从而衰减增加；
- 平衡（ LCL ）降级。

平衡降级将在电缆内的绞线上引起强大的耦合普通模式信号，从而在屏蔽层上引起强烈的耦合。因此，屏蔽必须有良好的接地。而完全屏蔽的连接件必须有正确终端，否则这普通模式信号会使系统发出辐射。当频率增高时，情况更严重。

误区三：屏蔽式电缆决定了系统的整个EMC性能。

事实三：一个屏蔽系统只是跟其最弱的EMC元件差不多。在屏蔽系统中，最弱的链路为跳线面板、连接器信息插座以及设备界面本身。

误区四：屏蔽电缆可在任何频率防止干扰。

事实四：在低频时，屏蔽电缆所产生的噪音，至少跟非屏蔽电缆产生的一样高。例如0.1cm厚的铝或铜屏蔽，在50MHz频率（电源电缆）只能提供约1dB损耗（这与减低噪音10%的效果相当）。

误区五：屏蔽式电缆只需在一端接地即可。

事实五：只有当频率低于1MHz时，这才是事实，当频率高于1MHz时，EMC认为最好在多个位置接地，一般至少应作到两端接地。

误区六：为了安全的理由，必须使用屏蔽电缆。

事实六：由英国政府及一家有名的电脑厂商的一项合作研究表明，电脑安全的问题主要是由于不小心或有恶意的职员所造成的（例如电脑资料窃贼、电脑病毒、未经批准的闯入等）。由VDUs及电脑荧屏引致的辐射比由电缆引致的辐射更大。

误区七：安装完全屏蔽的布线系统，可使用较便宜的电子硬件。

事实七：电子硬件即芯片的价格主要取决于其生产数量。根据世界性的有关布线系统市场的统计资料分析显示，UTP在双绞线电缆市场上占了82%，STP、FTP各占8%，因而UTP电子硬件将更经济。

总之，基于上述事实，有关屏蔽式电缆较优越的认识是站不住脚的。用户不可能知道屏蔽式系统的性能是否如其所说的一般，皆因目前根本没有标准可测试安装后屏蔽系统的屏蔽有效程度。这是一个大问题，因为屏蔽系统的安装是很困难的，而金属箔屏蔽电缆在安装时或日后使用时亦很容易破损。

贝尔实验室的研究已一次又一次地显示，UTP是最适合使用在商业楼宇环境中的结构化布线系统，而SYSTIMAX SCS UTP安装不用另外考虑屏蔽的效能，就可以达到与完美屏蔽系统同样的EMC要求。在恶劣环境下，最好使用光缆，使布线系统达到完美的 EMC性能。

建设局域网的因素：

目前，世界上对非屏蔽和屏蔽布线系统的争论仍在继续。北美和其他世界上大多数地区推崇非屏蔽系统，而欧洲则大力推行屏蔽系统。从实质上讲这只是消费观念的不同。目前，UTP完全可以用于强干扰的环境。非屏蔽系统具有以下特点：

- 安装简单，维护方便，经过正规培训的公司较多；
- 整体价格便宜；
- 非屏蔽双绞线的设计可很好地抗干扰，著名厂商的 5类线带宽可达 350MHz,完全可以支持 622Mbps ATM或千兆位以太网应用。
- 对非屏蔽系统，目前已有国际标准，保证了应用兼容性。
- 美国数百万工程应用也证明了非屏蔽系统的可用性。

作者认为：应视具体情况来确定建设屏蔽的还是非屏蔽的布线系统。对于公安、银行等保密性强的单位可建设屏蔽的局域网，因为有以下因素的影响：

### (1) 干扰

电缆和设备通常会干扰其他的部件；或者被其他干扰源所影响，从而破坏数据的传输。严重时，干扰甚至会导致整个系统完全瘫痪。

根据PREN 50174规定，一些干扰源列举如下：

- 功率分配
- 荧光灯照明
- 无线电传送设备（无线电话、无线电台、电视）
- UTP对UTP电缆
- 办公设备（复印机、打印机、电脑、碎纸机）
- 雷达
- 工业机器（发动机等）

线缆绞合只能保护电缆不被磁场干扰，但不能使其不被电场干扰。然而，许多干扰源发射的是电场或电磁场（辐射场），因此，只有屏蔽才能使网络免受所有干扰源影响。

对于高于10Mbps和10MHz的高速率、高频率应用，数据传输越灵敏，屏蔽性就变得越重要。机械地限制绞合长度会使绞合的效果减弱，绞合仅能有效地适应 30至40MHz的数据传输。

由于安装过程中对电缆的拉力和其他类似弯曲半径等因素的影响，会使 UTP的均衡绞度遭到破坏。然而，屏蔽可以补偿这种影响，它可以被看作是一种电磁和机械保护。

### (2) 窃听

潜在的窃听者、骗子和程序狂在不断增加。他们可以拦截 UTP线缆上传输的信息，从而引起严重的破坏和损失。使用了屏蔽线缆及元件的屏蔽网络则可以明显地降低周围环境中的电磁能发射水平。

如果没有物理连接，而只将UTP线缆当作传送天线时，UTP线缆是很容易被拦截的。屏蔽双绞线（STP）则由于它较低的散射而很难被拦截。在大多数不被保护状态下，窃听者只需要一部雷达接收器、电子信号发生器和一台便携式计算机，在几百米距离内，就可以进行数据拦截。

加密和解密是保护网络的另一种解决方式，但它需要较大的网络发射功率，且其配套软硬

件配置非常昂贵。选择加密的花费将比一开始就安装屏蔽电缆高很多。不敷设屏蔽电缆，这种不安全感将会一直存在。

与非屏蔽电缆相比，屏蔽电缆由于其较低的辐射而保护网络免受窃听。从发射保密性的角度来说，电缆的屏蔽应是首要选择，在个别情况下，加密可作为辅助措施使用（比如用于军事应用）。

### (3) 屏蔽系统的实施

根据国际标准ISO11801，屏蔽必须是从传送器到接收器的全程屏蔽。安装电缆、信息插座和连接插头都必须屏蔽。包括工作区和设备电缆（连接电缆）等在内的所有元件都应仔细挑选、正确安装和连接；并且要保证整个屏蔽系统在电气性能上的整体连接，具有良好、可靠的接地；不能有任何断裂处，否则断裂部分会造成天线效应，不但不能屏蔽，反而效果更坏。

### (4) 屏蔽原理

单独的绞合线对或4线对组可以有一个金属屏蔽层。不同的线对或4线对组可以在金属屏蔽后置于一起。屏蔽旨在增加与电磁化外界的间距。就屏蔽本身而言，它可将线对或4线对组自身之间的串扰减少到最低程度。这些将根据集肤反应由反射和吸收完成。

- 反射：金属屏蔽能够有效地反射来自内外界的大量入射场。
- 集肤效应：在一定的频率下，屏蔽能够在需要的信息与外界干扰之间提供近乎完美的间距。集肤效应保证了干扰电流只在屏蔽层外通过，因为它不能透过屏蔽层并有一段短的距离（集肤深度）。上述间距的频率取决于屏蔽层的材料和厚度。

## 12.1.5 如何选择屏蔽与非屏蔽系统

关于如何选择屏蔽系统与非屏蔽系统的问题，一直困扰着许多用户。下面我们将从屏蔽双绞线与非屏蔽双绞线技术的差别来阐述它们的应用。

为了能够适应网络技术的发展，国际标准化组织 ISO/IEC制定了一系列的布线标准，ISO11801标准中定义了5类线缆的带宽是100MHz，正在讨论中的修订标准还定义了6类线缆的带宽是200MHz、7类线缆的带宽是600MHz。

需要指出的是，线缆的带宽（MHz）和在线缆上传输的数据的速率（Mbps）是两个截然不同的概念。Mbps衡量的是单位时间内线路传输的二进制位的数量；而MHz衡量的是单位时间内线路中电子信号的震荡次数，对于5类双绞线，其带宽为100MHz，因此，任何应用于5类线的网络系统都应以低于100MHz的信号来传输数据，才能比较稳定可靠。

网络系统中的编码方式建立了带宽与速率之间的联系，优秀的编码方案能够在有限的带宽下高速地传输数据。几年前，IEEE曾经利用一种被称为Cap64的编码方式在5类双绞线上进行了622Mbps的数据传输实验。正在制定过程中的前兆以太网1000Base-T，也是在5类线缆的基础上要传输1000Mbps的数据。

然而，当信号以很高的频率在线路中传输时，如果不采取一定的措施，仍将因为外界电磁干扰和线缆自身内部的串扰产生大量的传输错误，从而降低系统的性能，就像许多网络管理员不愿意在3类线缆上运行10M网络系统一样，他们发现在5类非屏蔽双绞线上运行100M网络系统的性能也并非他们所想象的那样快、那样可靠。那么，使用屏蔽的双绞线的情况会怎么样呢？使用6类非屏蔽双绞线又当如何呢？

IBM的La Gaude实验室针对这个问题进行了严格的实验，实验的目的是比较非屏蔽双绞线和屏蔽双绞线在实际的网络系统中受强电器和强电线路的影响而产生的传输错误率。网络系统采用ATM155，并让其持续工作在120Mbps的速率下。实验遵循EN801-4标准，对象是IBM的

SFTP和UTP 5类系统及另一厂家的UTP6类系统。

当干扰源产生的交变信号的强度从200V逐渐提高到3500V时，SFTP 5类系统中传输的数据信号均未发生任何错误。而在 5类UTP系统中，情况就没有这么好了：当电压升高到 200V时，UTP系统就开始产生数据错误和丢失。在实际应用中线缆经常会与强电缆敷设得很近，强电线路中的220V交流电便成为影响布线系统性能的重要的干扰源。测试结果如表 12-2所示。

表12-2 UTP5、UTP6、SFTP5测试结果

| 干扰源         | UTP5类<br>错误率 | UTP5类<br>剩余流量 | UTP6类<br>错误率 | UTP6类<br>剩余流量 | SFTP5类<br>错误率 | SFTP5类<br>剩余流量 |
|-------------|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|----------------|
| 0V          | 0            | 120Mbps       | 0            | 120Mbps       | 0             | 120Mbps        |
| 200V        | 12500bps     | 9Mbps         | 6500Mbps     | 15Mbps        | 0             | 120Mbps        |
| 500V        | 25000bps     | 10Mbps        | 1200Mbps     | 10Mbps        | 0             | 120Mbps        |
| 500 ~ 3500V | 未测           | 未测            | 未测           | 未测            | 0             | 120Mbps        |

网络设备发现传输过程中的错误后，会耗费大量的时间用于重发和恢复这些错误的数 据，从而使实际的可用流量受到极大的影响，这就恰恰证实了那些网络管理员的担心。

由于RJ45插头（座）的性能的改进和线缆信噪比的提高，6类非屏蔽系统的传输误码率比5类系统降低了一半，但是，仍然使网络传输速率受到了很大影响。事实证明，当网络系统的传输要求越来越接近布线系统的带宽极限，消除外界对系统的电磁干扰就越发重要。

综上所述，当网络布线环境处在强电磁场附近时（例如发电厂、变电站等），布线系统可采用屏蔽系统，以保证网络信息的正常传输。根据环境电磁干扰的强弱，通常可以分三个层次采取不同屏蔽措施。在一般电磁干扰的情况下，可采用金属桥架和管道屏蔽的办法，即把全部线缆都封闭在预先铺设好的金属桥架和管道中，并使金属桥架和管道保持良好的接地，这样同样可以把干扰电流导入大地，取得较好的屏蔽效果，而且还可以节省大量资金。在存在较强电磁干扰源的情况下，可采用屏蔽双绞线和屏蔽连接件的屏蔽系统，再辅助以金属桥架和管道，一般也可取得较好的屏蔽效果。在有极强电磁干扰的情况下，可以采用光缆布线。采用光缆布线成本较高，但屏蔽效果最好，而且可以得到极高的带宽和传输速率，采用光缆布线的网络在20年内可保证其具有先进性，网络不会因布线系统落后而淘汰。

12.1.6 如何看待15、20、25年保证

在综合布线市场上，厂商起先提供 8年保证，后来又上升到 15年保证，现在有一些公司已经开始提供25年保证了。保证究竟是怎么回事？厂商依据什么确定多少年保证时间？

我们都知道，目前的计算机技术以 18个月左右为一个周期，设备更新很快。任何保证都不能跟上最新的技术的发展。比如说，软盘开始是 8英寸、后来发展到5英寸、接着是3英寸，现在是大量使用CD光盘。CPU也是如此，从8086到286、386、486、586，奔腾1、奔腾2和奔腾3代，厂商曾信誓旦旦地说：“终身保修”，但现实又如何呢？硬件的生命周期如此短暂，保证期却大大超长，显然这在很大程度上不过是一种推销策略而已，我们切不可盲目相信。对 15年保证、20年保证、25年保证主要看中的应该是：

- 1) 保证在 25年内综合布线系统满足 EIA/TIA568A，也就是说， 25年内能够按照 TIA/EIA568A标准升级。
- 2) 25年内若产品质量有问题，保证免费更换，包工包料。
- 3) 施工建设单位必须有很高的信誉，不会因某种原因消失。

- 4) 产品必须通过认证,是名牌厂商生产的。
- 5) 严格遵照EIA/TIA标准进行设计、安装和测试。
- 6) 施工单位应能向用户提供长久的技术支持和服务。
- 7) 施工完毕,应提交完整的技术文档和资料,包括严格的测试报告。

对综合布线工程而言,既要保证布线产品质量,又要保证施工过程的工艺质量。一般来说,选择一个信誉高、可靠的布线系统集成商,比盲目相信经销商的多少年保证期更为重要。

### 12.1.7 选用网络布线方案的建议

目前,正常情况下,大、中型网络综合布线系统一般都采用招标的方式进行,这就提出了如何评审布线系统方案以及怎样在众多方案中选择方案的问题?针对上述问题我们发表一点自己的看法,仅供用户参考。

#### 1. 通过招标来收集方案

综合布线是大型建筑中的神经系统的基础性工程,一般来说,它至少应该保证提供 15年~25年以上的使用期,在保证期内,不管科学技术有多大的进步和发展,综合布线的基础设施和投资都不至于被淘汰。因此,大、中型网络的综合布线工程用户应给予充分重视。鉴于当前综合布线市场的良莠不齐,产品复杂多样,面对着布线厂商花花绿绿的广告、毫无根据的誓言、保证,各种各样的攻关手段,稍不留神就会上当。由于选择了素质不高的布线厂商,而给综合布线工程造成损失的例子难道还少吗?解决这个问题的方法就是通过招标来解决。在招标过程中,始终坚持公开、公正、公平的原则。通过公开招标,将标书发给有实力、有技术、有资金的可靠、专业化的单位。由这些参加单位,根据标书提出自己的网络综合布线方案,再从一批方案中由单位领导和专业技术人员共同选择最佳方案。

#### 2. 投标对象的选择

网络建设的单位在招标时,要尽可能避免内定承包单位,应全面衡量投标单位的技术水平、经济实力、后援保证能力。目前,国内综合布线市场上大大小小的公司很多,有强者也有弱者,他们在经济实力、技术水平、管理水平上差异很大。在招标时,切忌被“二传手”蒙骗,“二传手”没有技术、更谈不上科学管理,但他们有极强的公关手段,一旦工程到手,扒一层皮后再转给下家,经过几翻转包,到了真正施工单位手里,由于经费不足,便只能以低价原材料和简化工艺过程等办法来取得利润,工程质量无法保证,将会带来无穷后患。

#### 3. 价格的选择

就网络综合布线系统工程而言,用户都想在经济投资方面最省、工期最快,从而获得投资者和单位上级的好评。一味杀价,或选择报价最低的投标单位,不一定是明智的。要知道,过度的杀价和降价,是以牺牲原材料质量为前提、以减少施工工序为代价实现的。建设施工单位决不可能做赔本交易。因此,招标单位,应把握住工程造价的尺度,要选择合适的报价,而不是最低的报价,以能否达到最佳价格/性能比为目标,这才是上策。

#### 4. 产品选型

任何一个工程都要涉及产品选型问题。提供有关产品的公司总是竭力推销自己的产品,都说自己的产品质量最好。但负责产品选型的人一定要注意,产品有主要部件、次要部件、基础性产品、高技术产品之分,故应充分了解产品的性能和技术指标。

一般来说,欧美国家的布线产品质量优秀,但价格高。在资金雄厚的情况下,选择欧美产品,对工程质量的保证来说无疑是一个有利因素。但是,也要防止“水货”,致使花了大价钱,买的却是假东西。

相对来说,我国(包括台湾、香港)、韩国以及新加坡等地的产品价格较低,质量较为稳定,也不乏精品,比较符合中国市场。但是,在市场上伪劣产品也层出不穷,对于过低的价格,一定要特别注意,格外警惕避免上当。

#### 5. 选择合适的技术

综合布线系统的技术是在不断发展的,新的技术不断涌现。在3类、5类布线技术刚刚流行不过几年的时间,超5类技术就已经推出了,目前,有些布线厂商的6类布线技术也已经面世了。到底应该选择哪一种技术才合适呢?我们的看法是:

1) 选择适用的技术——根据本单位网络发展阶段的实际需要,来确定布线技术。过高的技术,通常也会造成成本高昂、维护困难、另配件不好买等问题。

2) 选择成熟的、先进技术——任何技术都有一个发展过程。我们建议一般用户选择成熟的、先进技术,避免一味追求最先进的技术。成熟的先进技术既可提供硬件方面的,也可提供软件方面的技术支持和保证,对于满足用户的当前需要已经足够了。最先进的技术往往也会伴随一些不足之处而同时出现,从硬件角度看,产品未经过长期、广泛的应用考验,有先天不足之处,而且另部件难以找到,一旦发生故障,可能造成较大的损失。从软件的角度看,新技术的掌握、消化很可能需要一个过程,一旦有问题,可能无人能解决,或一个小问题的解决也需要很复杂的过程、耗费很多时间和精力。总之,除了科研、国防、高教等技术、资金雄厚、确实需要的单位以外,一般不要盲目追求最先进的技术和产品,对技术的先进性要掌握适度。就综合布线系统而言,目前,选择3类(用于语音)、5类(用于数据)就可以了,要求较高时也可选择超5类布线技术,个别单位、确实需要的也可选择6类布线技术。

#### 6. 网络布线系统方案的选择

一般投标单位,都会拿出自己的布线系统方案,强调自己的最优秀。在众多的方案中如何选择最适合于投标单位需要的方案呢?综上所述,我们认为应该注意以下几点:

- 1) 功能是否符合用户单位目前的需求?
- 2) 是否有可发展、可扩充的余地?
- 3) 系统升级时,目前投资是否仍然有效?
- 4) 布线系统结构是否合理?
- 5) 布线系统采用的技术是否先进?成熟?
- 6) 选用器材的质量如何?价格如何?性能/价格比如何?

### 12.1.8 千兆位以太网的优势和如何升级到千兆位以太网

#### 1. 千兆位以太网的优势

##### (1) 原始带宽

千兆位以太网将显著增加纯带宽,以帮助企业迎接负担过重和网络结构不断扩展所带来的挑战。千兆位以太网将极大地缓解局域网主干所承受的压力,同时为用户提供高效运行数据密集型应用程序所需的能力。

当获得千兆位以太网的数据传输速率后,各公司将能够大大加快文件在服务器和其他设备之间的传输速度。网络管理人员将拥有充裕的带宽把日益强大的服务器直接与局域网主干相连。3COM公司进行的测试表明,即使是一台现有的单独的服务器,在配置了一块千兆位以太网接口卡以后,也能处理30%以上的千兆位通信量。有了千兆位的原始带宽以后,制造商将能够有效地向机械师传输CAD/CAM文件,加快生产进度,而市场开发人员则能够快速地从数据仓库向桌面系统提炼用户信息,从而更省时地对市场计划进行策划,对市场行动进行跟踪。

## (2) 性能价格比

千兆位以太网将 1/10 的价格提供 10 倍于快速以太网的性能。工作组以这些具体的成本目标为宗旨选择使用各种技术，如用于光纤通道的物理层。

## (3) 方便的迁移

千兆位以太网保留 802.3 以太网标准帧格式以及管理的对象格式。因此，企业能够在保留现有应用程序、操作系统、协议以及网络管理工具的同时，方便地升级到千兆位以太网。管理人员在安装千兆位以太网时，尽可能地不中断服务。另外，新的技术对用户将是完全透明的。

## (4) 简化的管理

对从快速以太网主干网升级过来的千兆位以太网网络的管理将是简单而方便的，因为新的技术省却了学习的烦琐，并不要求对 MIS 人员进行培训。管理人员不用以高成本改变他们的网络，不用学习和采用新的技术或者网络管理方法，便可提供更高的带宽和速率。

## (5) 投资保护

通过与现有的 10/100M 以太网标准的向后兼容能力，千兆位以太网将提供像快速以太网曾经提供的同样卓越的投资保护。当升级到千兆位性能以后，各公司将保留现在的线缆、操作系统、协议、驱动程序和应用程序。无须对用户及网络管理人员进行培训。

另外，由于千兆位以太网将支持光纤，使用 FDDI 的公司能够较为容易地升级至千兆位速度。这将极大地增加这些 FDDI 用户网络的带宽，同时又保护了企业在光纤线缆上的投资。

## (6) 补充 ATM 和其他先进技术

在以太网标准的发展过程中，千兆位以太网很自然地补充了异步传输模式（ATM）等现有的高性能技术，而不是与它们展开竞争。提供全双工 155Mbps 和 622Mbps 连接的 ATM 用来传输多种数据类型，如语音、数据、图像等，因而天生即可保证所提供的服务质量。这就是说管理人员能够为视频、通话和其他终端应用程序等通信质量确保充足的带宽。ATM 可以使企业在局域网和广域网之间采用一种单一网络技术，以提供真正完美无缺的局域网 / 广域网集成。

尽管 ATM 本身提供了一条可行的迁移途径，但千兆位以太网将通过对现有网络结构做很少的变更，而提供更高的传输速率。

## 2. 如何升级到千兆位以太网

简单说来，千兆位以太网就如同快速以太网，仅在速度的数量级上有所增加。因而，千兆位以太网为企业提供了简单而合算的迁移途径。下面是用户可以选用的一些常见的升级方案。

### (1) 交换机与交换机间的链接

一个简单的升级方案是以千兆位以太网链接取代快速以太网交换机间的 100Mbps 连接。在该方案中，管理人员需要在交换机上安装千兆位以太网网络接口模块，并通过这些千兆位连接来连接交换机。升级后的网络将支持更多的交换式和共享式快速以太网段，为用户提供所有局域网资源的增强型访问能力。

### (2) 交换机与服务器的链接

另一种迁移方案是将快速以太网服务器连接至千兆位以太网，以便能采用高性能超级服务器。管理人员只需要在交换机和超级服务器中分别安装千兆位以太网模块和千兆位以太网网络接口卡。通过安装一个带有高速缓存的分配器，这种方案就可以支持多台服务器。现有的为最终用户提供服务的 10/100Mbps 交换机将不受影响。采用这种办法可以增加服务器的容量，同时提供对网络范围信息的更快速的访问。

### (3) 升级交换式快速以太网或交换式 FDDI 主干网

如果将现有的、从 10/100Mbps 交换机累加通信量的快速以太网或 FDDI 主干网升级到千兆

位以太网也是一个合乎逻辑的选择。通过迁移至支持多台 100/1000Mbps交换机和路由器、集线器等其他设备的千兆位以太网交换机，可以轻松地实现上述目的。使用高性能应用程序的用户将是它的特别受益者。因为，一旦主干升级到千兆位的速度，超级快速服务器就可以通过千兆位以太网NIC直接与主干网连接，从而为用户提供执行带宽密集型任务所需要的数据通道。

由于千兆位以太网支持光纤，使用交换式 FDDI主干网的用户将拥有一个新的、明智的升级途径。管理人员能够简单地通过在现有路由器或交换机上安装新的千兆位以太网接口，以千兆位以太网交换机取代交换式或共享式 FDDI连接，或者以太网与FDDI之间的路由器。这种升级将能保护在光纤线缆上的投资，同时把在每个网段上的带宽增加至少 10倍。这种更大的数据速率意味着用户将获得对 Intranet、Internet 的更快速的访问能力。

自早期的局域网以来，以太网的适应性就使这种技术能够紧跟全球用户不断增长的需求。现在，随着新的千兆位以太网标准的推出，以太网在满足企业对经营关键性网络的需求方面将继续扮演领导角色。与 10Mbps和100Mbps以太网在 80年代和90年代主宰网络市场的情况类似，千兆位以太网可望在进入 21世纪后独领风骚。

### 12.1.9 智能大厦的弱电系统

智能大厦的弱电系统有以下9个子系统组成：

- 1) 语音、图像通信系统；
- 2) 计算机网络系统；
- 3) 楼宇自控系统，包括：空调、通风、照明、给排水、变配电、供热等系统的设备监控与自动调节；
- 4) 保安监控系统，包括：闭路电视监视系统CCTV、非法入侵报警、可视对讲、巡更系统；
- 5) 门禁（通道）控制系统；
- 6) 卫星电视接收系统CATV；
- 7) 停车场管理系统；
- 8) 消防报警和连动系统；
- 9) 背景音乐与应急广播系统。

可以肯定地说，随着技术进步，今后会有更多新的系统进入智能型建筑中。由于结构化布线技术在计算机网络和电话网综合布线中的成功，进一步推广综合布线的应用范围，充分发挥结构化布线的优势，对于弱电系统的统一布线的要求便产生了，这是计算机技术、自动化技术和建筑技术发展的必然结果和发展趋势。这样可以更加合理、有序地进行弱电系统布线总体设计和统一施工，从而避免各子系统独立设计、重复施工所造成的种种浪费和相互间的不利影响；更加合理地利用建筑空间，变杂乱为有序从而使管理和维护更方便；并且能有效地节约和利用宝贵的资金和建设周期。我们可以从以下几个方面得到证明：

1) 语音系统的设备如程控交换机、电话机无需任何适配器即可使用结构化布线系统作为信号传输的平台。

2) 计算机网络系统有多种标准建立在以双绞线作为传输平台的基础之上可供选择。其网络设备如交换机、集线器、网卡等的接口模块采用 EIA/TIA568A标准，可直接与结构化布线系统接口。对于采用非双绞线传输的系统，重要的是搞清所选择的布线系统是否支持该计算机网络采用的标准，如支持则用户就可以买到相应的适配器实现与结构化布线系统的接口，否则就应考虑其他解决方案。

3) 保安监控系统CCTV、卫星电视接收系统CATV采用结构化布线，在技术上是可行的，但

用于信号平衡与不平衡传输方式转换的适配器加上布线材料，在费用上比传统方式要贵许多。

4) 楼宇自控系统采用结构化布线情况要复杂一些。首先，要确认所采用的楼宇自控系统与结构化布线系统是否有相互支持的能力；其次，若在各网络层应用则容易实现。若直接在数字控制器DDC ( Direct Digital Controller ) 至现场设备如各类传感器、变送器、执行元件间应用则需要通过相关协议的了解与传统布线在线路阻抗、各线对最大电流的分配规则、不同设备的连接电缆最大允许长度、连线与端接方式等方面的差异、产生的影响以及设计中应注意的问题。显然，从实现的角度来看，难度大于其他系统。目前，结构化布线厂商已经认识到，将结构化布线适用于楼宇自控的重要性，无论是对布线系统的理论研究还是硬件产品研发方面都以取得了很大的进展，例如，美国西蒙公司99年推出的智能大厦集成布线系统就是典型代表。

5) 其他子系统与结构化布线系统结合的情况目前尚不乐观。虽然业主指定了弱电系统总承包商，但实际上各子系统通常是由各类专业公司分包完成的。尽管结构化布线系统与一些弱电子系统之间有相互支持的协议和应用说明，但各公司之间专业不互相了解的情况普遍存在。一个子系统由两家或多家公司实施，相互之间的依赖性增加了，技术上需注意的问题、与习惯做法不一致的问题、安装进度的协调问题、系统调试中互相配合的问题变得十分突出，因而对工程的组织、管理，特别是对结构化布线系统承包商的技术能力和整体实力提出了更高要求，业主和各分承包商对此应有充分的认识。

目前将结构化布线用于语音和计算机网络系统的做法最为普遍。由于用户在这两个方面需求变化相对较多，因而布线系统管理的作用突出，综合效益是传统布线方式难以比拟的。但是楼宇自控、保安监控、卫星电视、门禁系统、停车场管理、背景音乐等子系统在使用期间变更的情况较少，维护管理多集中在设备方面，因此，这些智能子系统与结构化布线系统的结合还处于起步阶段。但是，随着科学技术的发展，特别是结构化布线与智能控制技术以及建筑技术的综合发展，结构化布线系统的适应范围必然会扩展到整个智能大厦弱电系统，这个发展趋势是不会改变的。

## 12.2 设备选择方面的问题

### 12.2.1 给服务器配置UPS电源要注意“W”与“VA”的关系

在为服务器配备网络UPS电源时，怎样选择合适的UPS容量？若选择不当，通常会出现以下两种情况，一是容量过小，即所谓小马拉大车，很可能会造成设备的损坏；另一种情况是容量过大，高射炮打蚊子，造成资金的浪费。因此，正确地选择UPS的容量对网络管理人员来说是一件重要的事情。

通常市场上所售的UPS电源，容量较小的以“W”为单位来标识；超过1千瓦时，用“VA”标识，“W”与“VA”值是有区别的。这就要求我们必须区别具体情况来选择UPS。对于小容量UPS用户更加熟悉瓦特(W)这个概念，所以小容量UPS一般都“W”表示容量，然而这是不正确的，用“VA”能更准确的表示出UPS的负载容量的匹配程度，因为决定UPS输出能力的是电流值(A)，所以用“VA”表示更贴切。

事实上，“W”总是小于等于“VA”。它们之间的换算关系可用如下公式计算出来： $W=VA \times \text{功率因数}$ 。功率因数在0~1之间，它表示了负载电流做的有用功(W)的百分比。只有电热器或电灯泡等的功率因数为1。对于其他设备来说，有一部分负载没有作功。这部分电流是谐波或电抗电流，它是负载特性引起的。由于有这部分电流，所以“VA”值比“W”值大，“W”可以看作是“VA”值当功率因数为1时的特例

一般，计算机的瓦特（W）值是它的“VA”值的60%~70%。事实上如今所有的计算机电源的功率因数都在60%~70%左右，微型机趋向于60%，大型机趋向于70%。最新研制出的UPS具有功率因数自动校正功能，它的功率因数称为1。

有些UPS厂商用“W”表示容量，而实际上他们指的是“VA”值。计算机负载“W”值应为该标出值的60%~70%，所以标出值是100W的UPS电源，能够驱动一个100瓦灯泡，但只能驱动65W的计算机。

目前，大多数计算机设备容量用“VA”表示，有些计算机也用“W”表示容量（如IBM），但总体而言还是用“VA”的多，所以UPS用“VA”表示容量更能反映出和负载的匹配程度。美国APC公司生产的所有UPS都同时提供了“W”和“VA”两种值。

### 12.2.2 确保服务器性能时网卡的安装方法

网卡在服务器所有的部件中，是最不受重视的，但它同样也是最重要的部件之一。为了增加网络的性能和可靠性，网卡厂商都对服务器网卡进行了优化，于是服务器网卡上出现了很多新的技术。主要有以下技术：

1) 弹性链接：在服务器上安装两块网卡，如果一块网卡失效，驱动程序使之禁用。并将通信转换到另外的网卡上去。这种转换几乎在即刻发生，完全不需要人工干预。

2) 非对称端口聚合（也称为非对称负载平衡）这种技术在两块网卡或更多的网卡上分配服务器的出向流量，从而提供更高的带宽。但对服务器的入向流量不能提高。所以此技术对网络流量大量从服务器向客户机是很适用。如WEB服务器、邮件服务器等。同时它也提供了容错性，如果网卡组中的一个失败，其余的可以补充上来。

3) 对称端口聚合（也称负载平衡）这是相对于非对称端口聚合的一种技术。它可为网络流入服务器的流量也可聚合，这样仍可以使用几个低价的100M网卡通过聚合提供将近千兆以太网的速率。同样它也提供容错性。

4) 支持VLAN在单一的服务器连接上（一块或一组网卡）加载多至64个软件生成的逻辑组通信。在助于减少管理工作站移动或变化时所需的开销。但VLAN技术还缺乏统一的标准，所以你使用的VLAN网卡必须与交换机的标准一致或兼容。目前只有3COM和INTEL服务器网卡支持此技术。

5) 热插拔：在支持PCI热插拔的服务器上，管理人员可以在不关闭服务器的情况下，对网卡进行更换。

### 12.2.3 网络交换机的选择

当网络用户数目不断增加，应用需求不断提高时，对网络带宽及延时的需求也相应地提高，人们很容易地想到采用交换的技术来改进网络的性能。

大家都知道交换技术所带来的好处，但是如何选择最佳性能的交换机呢？为此，我们先讨论交换机的性能参数。一般交换机的性能参数包括以下几方面：

- Cut-Through或Store-and-Forward
- 全双工选项
- 流量控制
- 交换效率
- 交换机结构
- 过滤特性

- 支持的网络地址数
- 支持的网络类性
- 交换机的使用地点
- 交换机的安全性
- 交换机端口数
- 交换机的升级性和灵活性
- 交换机的虚拟网支持
- 交换机的价格

对上述的性能参数，分别简述如下：

1) Cut-Through或Store-and-Forward。Cut-Through交换非常快，而且延迟小。它的交换方式是读到传输包的目标地址立刻将其余部分一律“Cut”过去，而不检查包的完整性。这种交换方式会在以太网中带来一些问题。因为以太网以冲突碰撞侦听为基础，一旦两个工作站同时发送数据撞上了就成为坏包，若这个坏包传到交换机上，而交换机又把它发到另一个网上，如此下去，网络的数据传输是不可靠的。一般把Cut-Through技术用于FDDI交换机，这是因为FDDI的传输是以令牌方式传输，根本没有冲突碰撞。所以，它的速度极快，传输延迟极低，这就充分利用了Cut-Through的优势，而且支持多达34个FDDI环。

Store-and-Forward，存储转发方式，当一个数据包到达时，先读它并将包存储起来，当完整收到包后，进行包的CRC检验，检查是否有坏包。它虽然会增加延迟，但它可支持异种网互联，FDDI-Ethernet在Cut-Through方式中，经过Cut后，网络类型、地址完全不一样，根本发不出去。所以只能采用存储转发方式（存储时需要翻译，如将多个以太网包组成FDDI包或一个FDDI包转成以太网包）。

2) 全双工选项。全双工，即两个方向一起传，它至少能带来两个方面的好处，一是提高传输速率，如在FDDI环境中，采用全双工方式时，带宽可达200Mbps，从带宽的角度来说它比155Mbps的ATM还高；全双工的另一好处是提高传输距离。

3) 流量控制。交换机是为了解决流量拥挤而出现的，但是如果解决好流量控制问题反而会增加整个网络的冲突，使交换机成为瓶颈。

以太网交换机中存在着流控问题。举例来说，如果有两台PC机想同时发送数据，同时争送以太网，总有一个会赢。赢者获得网络占有权后发送数据，如果它有大量的数据发送，那么，另一台只有等待。试想一下，如果是两台交换机，当其中一台交换机一直占用发送权时，另一台交换机就不能充分发挥作用了。当然，在以太网交换中可以采用“反压”技术来解决。当它发生冲突时，建立一个虚拟冲突，使得对应交换机端口的以太网减慢或停止发送数据包，这样可保证没有包丢失。

在ATM环境中，所有的数据包不管是IP包还是FDDI包都被分割成固定53bytes的信元(Cell)，当网络发生碰撞引起信元丢失时，将导致重传，而数据重传使得碰撞更加严重，数据包也就丢失得更多。如，1500字节的以太网在ATM传输中，1%的信元丢失将意味着28%的数据丢失，如果有5%的信元丢失，将导致80%的数据包丢失。因此，ATM一定要有流量控制，这不仅是指交换机上要有流控，ATM网卡上也要有。因为如果主机处理速率不够快，或总线速度过慢或主机上的网卡和驱动程序与操作系统结合不好，主机来不及接收数据，这时就会出现拥塞(Congestion)，引起丢包，于是工作站重发，再丢包再重发，如此下去将导致大量数据包丢失。这种情况下155Mbps的ATM实际运行时可能只有50Mbps或更低。因此，需要采取流量控制。

4) 交换机效率。交换机效率，指的是交换机的实际吞吐量。换句话说，如果有一个 1G bps 甚至 10Gbps 背板带宽的交换机，实际能用多少。在下图所示的 ATM 交换机中，有 ABCDE 五个端口想同时访问输出 C 端口，这时只能 A 输入端口在传，其他输入端口处于等待，请注意，如果 A 输入端口中还有想访问 B 输出端口的信元，怎么办？结果只能是其他端口排起长长的队伍等待。这样，交换机的效率就大大的降低了。因此，采用一种好的队列算法对提高交换机效率很重要。如图 12-1 所示。

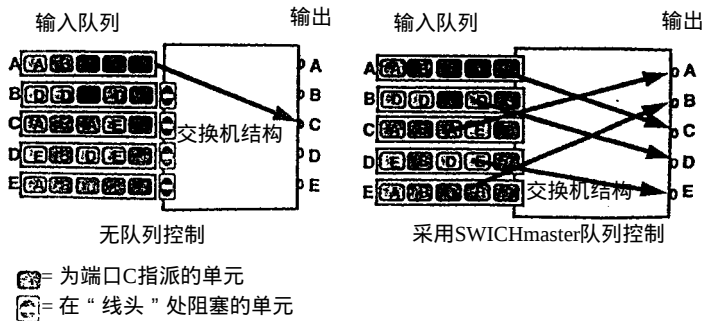


图12-1 队列控制对交换机效率的影响

GIGAswitch/ATM采用SWTTCmaster队列算法，可使整个交换机的利用率高达 95% 以上。因此GIGAswitch/ATM在其10.4 Gbps的背板带宽下能同时支持52个Mbps或13个622Mbps的ATM交换交换机的结构。

5) 交换机的结构。交换机结构是交换机性能好坏的关键因素，一般有两种形式：矩阵交换和总线交换。矩阵交换结构速度快，允许多点同时联接，而且为全双工，一个端口在接收数据的同时也可发送数据。

我们再来看一下总线型或共享内存式交换机，当端口数较少时，结果也许令人满意，但随着端口的增加，其总线或共享式内存的内部管理和调度将越来越复杂。这有点像主机多 CPU 共享内存（SMP）系统，CPU的增加不是无限的，当CPU超过一定数目时将引起整个系统性能的下降。因为大家都在争用同一资源—内存。

6) 过滤特性。交换机的过滤性能主要是从安全性角度出发，动态过滤可以根据数据包的MAC地址（源地址和目的地址），协议类型和网络地址来过滤，以硬件方式实现的过滤比软件方式快得多。过滤可用矩阵方式来实现，这样，任何一对通信端口之间均可根据不同的矩阵实现流量控制。如：目标地址过滤矩阵、源地址过滤矩阵、协议类型过滤矩阵。

GIGAswitch/FDDI采用过滤矩阵对每个端口可以有最多 4 个不同的矩阵应用，这个逻辑是以硬件芯片实现的。

7) 支持的网络地址数。交换机支持的网络地址数是用户经常忽略的问题，一般交换机都会对网络地址个数或连接的机器数量有一定的限制。有的交换机一个端口（网段）只支持一个或 8 个地址，有的则几乎可以随意设置，一般情况下，不同级别的交换机应支持不同数目的网络地址数。

8) 交换机的网络类型。交换机的类型多种多样，但在现今的 Client/Server运行环境下，一般应有网络的高速接口。如 100Mbps的FDDI或是 155 Mbps的ATM。

9) 交换机的使用地点。企业网中在什么地方使用交换机，什么地方使用路由器，将涉及到各网络厂商的网络体系结构和发展战略。例如，enVISON(Enterprise Intual Intelligent Switched Networks) 企业虚拟智能交换网，是一种网络体系结构和产品的策略，它将虚拟局域网技术、

分布式路由和高速交换技术与集中的、基于策略的网络管理相结合，创建出能按应用和事物需求而构造的灵活的虚拟网络。

按网络规模可以将网络分为三级，即企业级、部门级和工作组级。

在企业级主干网上建议采用高速的 FDDI 交换或 ATM 交换技术。这是因为在企业主干网上需要较高的带宽和速度较低的延时，又因为其覆盖面积、分布范围较广、传输距离较长，因此，采用 FDDI 交换和 ATM 交换技术较为合适。

在部门级可采用 Fast Ethernet 交换机，而这些交换机均有高速链路接口。

在工作组级采用 Personal Ethernet Switch 或共享式 HUB。

10) 交换机的安全性。交换机的安全性在企业网中尤其重要。企业级交换机一般都设有极强的容错特性，如电源容错、带电插拨、模块容错、风扇备份、链路容错等等。在进行网络的设计时用户常常忽视这一点，而在真正的使用过程中，网络的中断将带来不可估算的损失。Microsoft 公司曾计算过，如果它的 MSN 网络中断 1 分钟，将损失高达 100 万美元。

11) 交换机的灵活性和升级性。交换机的介质可选是灵活性的重要体现之一。Digital 公司提供的交换机可为用户提供下列介质端口：光纤（单模多模）、粗缆、细缆、双绞线，以适应不同用户的需求。

交换机的升级性的主要目标是为了保护用户的已有投资。一种方案为将交换机设计成可在两种方式下工作。

当用户的节点数不多或网络环境较为分散时可采用单独使用方式，这种使用方式为用户带来极大的灵活性，也节省了费用。而当网络发展到一定的规模，这时可将原来单独使用的模块插入企业级集线器的背板插槽中，即可参与更多、更大的企业级交换。

另外，将交换机中的某些固件设计为可通过软件升级，也是一种保护投资的考虑。

12) 交换机的虚拟网支持。交换机加上虚拟网功能使得网络有了灵性和智能。各网络厂商对虚拟网的定义和对应的交换产品是不尽相同的。Digital 公司定义的三类 VLAN 分别是：

第一类：基于端口级；

第二类：基于 MAC 层地址；

第三类：基于网络层，如协议、IP 地址。

13) 交换机的价格。经常有人用每端口价格来评测交换机的性能价格比。一台交换机的设计涉及上述如此多的方面，如果仅凭价钱除以端口就决定一切显然是不全面的。例如，一个 24 端口以太网 + FDDI 交换机与一台 6 端口以太网 + FDDI 交换机相比，前者的每端口价格肯定略胜一畴，但它是有代价的。24 口同时访问一个 FDDI 它的拥塞如何解决？如何仲裁？如何实现 VLAN？有没有足够的 Memory 来存放？价钱便宜总是有原因的。

综合上述 13 点主要因素，选择交换机时应注意如下 3 点：

1) 要注意交换机各个交换端口配置的灵活性；

2) 要注意交换机所采用的交换技术是否全面；

3) 要注意交换机是否能提供全面的网络功能。

如何选择交换机产品还要取决于其他很多因素，如设备的价格，经销商的售后服务、技术支持等等。在实际的组网过程中，还考虑以下 3 种因素：

• 工作组级

对于不期望明显增加规模的较小工作组来说，固定配置或可扩充的交换机一般是最适宜的，因它们提供最低的报价和每个端口的最低价格。

由于每个端口的价格是如此的重要，因此一些工作小组交换机厂商通过限制媒体访问控制

(MAC) 地址表容量使每个端口仅有少量地址, 或增加能减少缓冲器容量的拥挤控制功能的办法进行削价。但是交换机可支持的端站数目随 MAC 地址容量的减少而减少了, 拥挤控制也会使未设定该功能的端口的交通延迟增加。因此, 这些价格削减策略会减少你在部署交换机时的灵活性。你必须精心地考虑配置细节和特殊的通信量状况。

针对工作小组实现交换的另一个普遍存在的问题是, 选择支持直通式或自由分段的 Ethernet 交换的交换机, 或是选择对所有交通使用存储转发式的交换机。直通式交换可以大大地减少使用非窗口式协议的应用程序的响应时间。但直通式的优点仅在交换的端口不太拥挤的配置下才能完全实现, 因此应进行权衡, 通常的做法是按比例增加。

按比例增加, 各种各样的工组方案均要求能在 24 和 100 之间按比例增加专用交换的 Ethernet 端口。数目较多的客户机系统使得采用固定配置和可堆积的交换机不那么适合。为按比例增加, 在这些交换机上的许多高带宽端口必须用于交换机到交换机的连接, 留下一些 (如果有的话), 可用于服务器或主干线连接。

依靠基于机箱的模块化交换集线器或使用栈平面体系结构的可堆积交换机, 通过使用的交换机到交换机互联可以连接多个部件。一般对此类方案有足够充分的背板带宽。模块化还提供均衡 Ethernet 和高速端口数目的灵活性, 以满足各自独立的工作组的需求。

- 部门级

在部门一级, LAN 交换机可以起到很大作用, 包括把单一部门集线器支持的 LAN 分段, 改善对主干线和集中服务器的访问和互联共享。在所发生的每一种作用中, 交换机能缓解可能堵塞你的网络瓶颈。

- 用于主干线

大多数的组织机构中, 性能的危机出现在站点或校园主干线中是最为紧急的, 这时, 愈来愈多来自分支 LAN 的通信量聚合在一起。当分布式计算变得很分散, 客户机遍及大楼或校园请求服务器时, 就会出现这种情况。在主干线上采用交换机则能有效地缓解这类矛盾。

## 12.3 线缆与光缆方面的问题

### 12.3.1 6 类布线系统中的有关问题

网络布线从 5 类、超 5 类进入 6 类的时间间隔不长, 往往给人的感觉是 5 类, 超 5 类布线系统刚刚熟悉, 6 类系统就要推出来了, 速度发展得太快。尤其是在看布线广告或许多布线组件和布线系统产品目录时, 不知情的读者可能会留下这样一种印象, 即 6 类布线的标准已经完成, 而且误以为已有许多可满足严格布线规范的布线组件和系统。

但是, 许多人可能会发现, 当前声称符合 6 类规范的大多数系统采用的组件 (特别是信息插座和插头) 实际上只能满足超 5 类要求。因此, 有必要了解 6 类规范的进展情况和标准的具体要求。

#### 1. 6 类/E 级标准进展情况

众所周知, 一个标准的产生, 通常是一个缓慢的过程: 研制制定标准草案、申请、讨论、征求意见、修改、再讨论、批准, 应该是一个马拉松式的过程。但 6 类 (E 级) 规范却被 ISO/IEC 以闪电速度开发出来。最初的 6 类规范是于 1997 年 9 月提交讨论, 并确定了可用带宽 200MHz (以达到最大频率时的正 ACR 规定) 的目标。在 1998 年 1 月举行会议时, 其他信道参数也被提交讨论。在相隔 4 个月后, 于 1998 年 5 月举行的会议上达成了总协定, 支持这些信道参数。其信道参数的具体内容如表 12-3 所示。

其中：• 包括支持千兆以太网所需要的参数

• 新的测试项目及更严格的性能有：回波损耗（Return Lose）、综合近端串扰（Power Sum NEXT）、等效远端串扰（ELFEXT）、综合等效远端串扰（Power Sum ELFEXT）、传播延迟（Propagation Delay）、延迟时间差（Delay Skew）、频率范围1~200MHz。

表12-3 6类/E级信道规范参数表

| 6类/E级信道规范   |            |                      |                      |                      |                          |                  |                  |                  |
|-------------|------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|------------------|------------------|------------------|
| 频率<br>(MHz) | 衰减<br>(dB) | 近端串扰<br>NEXT<br>(dB) | 综合近端<br>串扰<br>PSNEXT | 等效远端<br>串扰<br>ELFEXT | 综合等效<br>远端串扰<br>PSELFEXT | 回波<br>损耗<br>(dB) | 相位<br>延迟<br>(ns) | 延迟<br>误差<br>(ns) |
| 1           | 2.2        | 72.7                 | 70.3                 | 63.2                 | 60.2                     | 19.0             | 580.0            | 50.0             |
| 4           | 4.2        | 63.0                 | 60.6                 | 51.2                 | 48.2                     | 19.0             | 563.0            | 50.0             |
| 8           | 5.8        | 58.2                 | 55.6                 | 45.2                 | 42.2                     | 19.0             | 558.0            | 50.0             |
| 10          | 6.5        | 56.6                 | 54.0                 | 43.2                 | 40.2                     | 19.0             | 556.8            | 50.0             |
| 16          | 8.3        | 53.2                 | 50.6                 | 39.1                 | 36.1                     | 19.0             | 554.5            | 50.0             |
| 20          | 9.3        | 51.6                 | 49.0                 | 37.2                 | 34.2                     | 19.0             | 553.6            | 50.0             |
| 25          | 10.4       | 50.0                 | 47.4                 | 35.3                 | 32.3                     | 18.0             | 552.8            | 50.0             |
| 31.25       | 11.7       | 48.4                 | 45.7                 | 33.3                 | 30.3                     | 17.1             | 552.1            | 50.0             |
| 62.5        | 16.9       | 43.4                 | 40.6                 | 27.3                 | 24.3                     | 14.1             | 550.3            | 50.0             |
| 100         | 21.7       | 39.9                 | 37.1                 | 23.2                 | 20.2                     | 12.0             | 549.4            | 50.0             |
| 125         | 24.5       | 38.3                 | 35.4                 | 21.3                 | 18.3                     | 11.0             | 549.0            | 50.0             |
| 155.25      | 27.6       | 36.7                 | 33.8                 | 19.4                 | 16.4                     | 10.1             | 548.7            | 50.0             |
| 175         | 29.5       | 35.8                 | 32.9                 | 18.4                 | 15.4                     | 9.6              | 548.6            | 50.0             |
| 200         | 31.7       | 34.8                 | 31.9                 | 17.2                 | 14.2                     | 9.0              | 548.4            | 50.0             |
| 250         | 36.0       | 33.1                 | 30.2                 | 15.3                 | 12.3                     | 8.0              | 548.2            | 50.0             |

对于符合6类规范的布线系统，其性能必须要满足最坏情况的操作环境。因此，最终用户应保证布线系统能够满足国际标准中规定的最坏情况的信道性能。符合标准规范的最坏情况铜缆信道规定为100m链路，其中有90m水平电缆，总共10m长的设备线和跳线，以及4个连接器。这一定义允许用户在电信间使用一个交连，在开放办公室使用一个可选的集合点，在工作区使用一个信息插座，如图12-2所示。

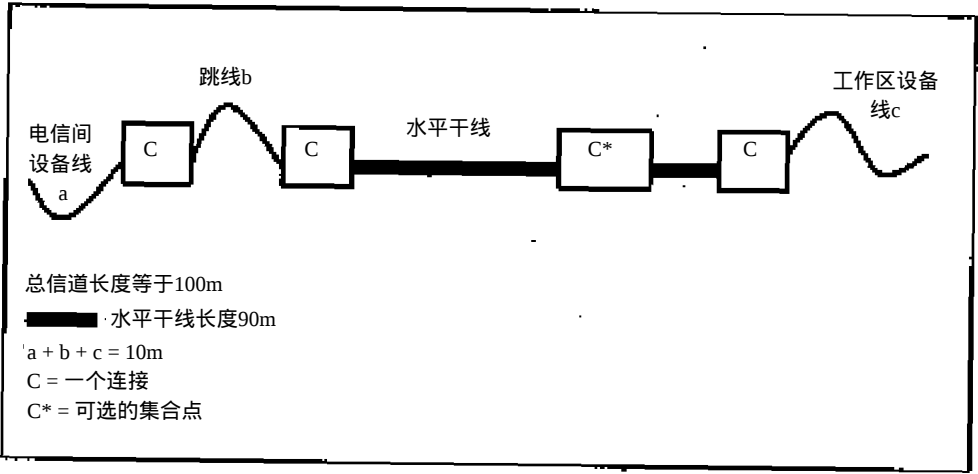


图12-2 信道体系结构

## 2. 6类布线系统性能必须要有承诺

现在许多布线系统厂商已声称提供符合 6类性能的布线系统产品。但是我们建议用户在选择布线系统之前，应全面了解厂商的承诺，因为市场上许多产品并不能满足在最坏情况下的信道性能，经常有一些误导用户的宣传，以下是许多声称符合 6类规范的布线系统厂商正在使用的一些手段：

(1) 误导规范：能否相信典型结果、额定结果、平均结果或平均最坏情况结果？

某些厂商在布线产品和系统规范中经常使用典型结果、平均结果或额定结果，有时也用这些参数来说明其符合六类规范。额定值或平均值可能对统计有用，但并不能保证该系统符合 6类规范。平均值取决于测量的样本及样本数，因此不能保证 100%的准确性。平均最坏情况听起来要好于单纯的简单平均值，但由于平均最坏情况值只是最坏情况的平均值，因此，仍不能提供100%的把握。用户应向信誉高的销售商和制造商要求最低的性能保证。

(2) 使用不对称信道进行符合测试

信道的定义非常简单，但如果信道是不对称的，则信道定义会变得非常复杂，比如仅使用 3个连接，和/或交连和插座使用不同的硬件类型，和/或对信道两端的的结果进行加权平均。

不对称信道类型之一：使用3个连接器的信道。

某些厂商声称在 3个连接信道的基础上符合 6类规范，即没有可选的集合点。由于这一信道是不对称的（在一端使用两个连接器，在另一端使用一个连接器）如图 12-3所示，那么从哪一端来进行信道性能测试将变得非常重要。信道的任何一端都必须满足 6类规范，特别是受临近连接器数目影响的参数，如近端串扰（NEXT）和回波损耗（Return Loss）。

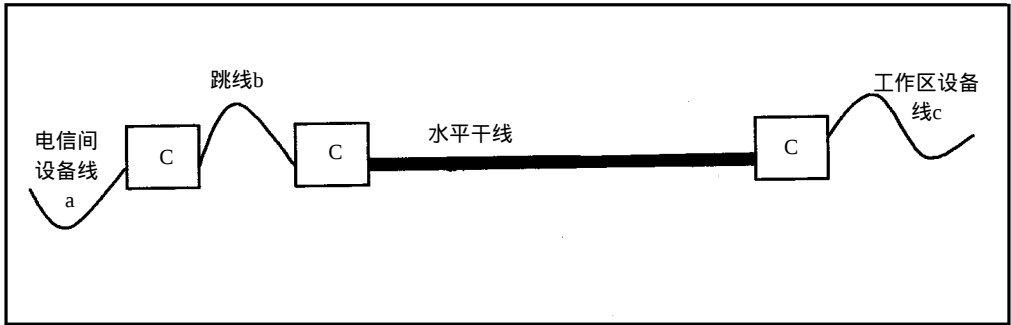


图12-3 由3个连接组成的信道

如果有厂商使用 3个连接组成的信道声称符合 6类规范，那么必须从有两个连接器的信道一端进行测试和记录（在这一端使用的组件性能最低）。

不对称信道类型之二：

在信道两端使用不同的连接器硬件。某些类型的非 RJ45连接硬件在性能上可能更优于 RJ45

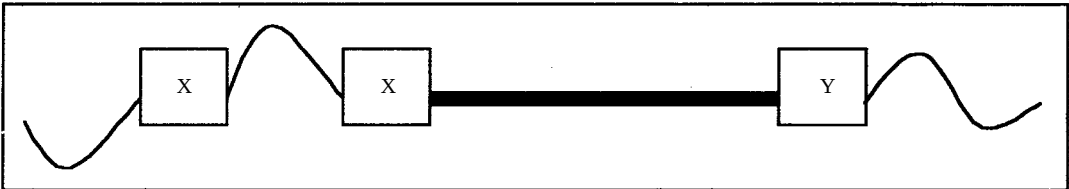


图12-4 不对称信道类型之二

连接器的6类性能，特别是在减少线对密度、分隔接触等手段提高性能。但是，某些厂商在接线间和工作区使用不同类型的硬件，声称符合6类规范，这很可能是一种误导行为。如图12-4所示，接线间和工作区使用不同的连接器，测量的是哪一端？如果连接器互换，是否还能满足6类规范？显然，对信道两端的测量结果进行平均，即信道一端使用两个连接器、另一端使用一个连接器或信道两端使用不同的硬件，并不能精确地代表最坏情况下的信道性能。

### (3) 是链路还是信道

由于已经达成了信道规范总协定，因此，现在争论的对象主要是组件规范和链路规范。某些厂商可能会在不改变信道规范的情况下，偷换信道和链路的概念。

链路（通常是指基本链路）在信道一端仅包括一个连接，没有交连，如图12-5所示。为了避免性能下降，链路将使用更加严格的规范。根据信道规范声称链路符合6类标准是一种误导行为。

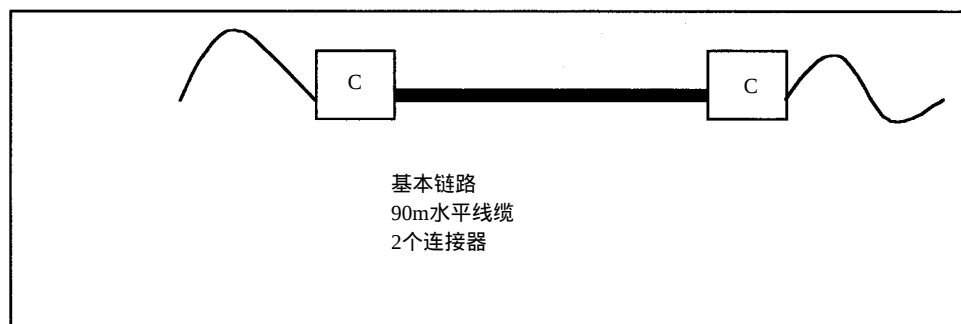


图12-5 链路

### (4) 提供纯电缆规范或者缩短信道

诡称满足6类规范的较常用的手法还包括：提供纯电缆规范，甚至缩短信道长度以改善其信噪比（ACR）。在设计布线系统时，必须考虑所有组件之间的关系，以确保能够对所有参数进行控制。纯电缆规范并不能保证其符合信道规范。

### 3. 6类/E级布线系统需要测试的内容

在6类布线系统中测试时，需要测试以下项目：

- |                  |                      |
|------------------|----------------------|
| • NEXT（近端串扰）     | • PSNEXT(综合近端串扰)     |
| • ELFEXT（等效远端串扰） | • PSELFEXT（综合等效远端串扰） |
| • ACR（信噪比）       | • PSACR（综合信噪比）       |
| • 线缆长度           | • 延迟/偏差              |
| • 回波损耗           | • 衰减                 |
| • 阻抗             | • 接线图                |

### 4. 链路的几种定义

目前，世界范围内链路有4种不同的定义，它们是：

- 1) 信道 Channel：EIA/TIA采用，现在也被ISO/CENELEC采用。
- 2) 基本链路 Basic Link：EIA/TIA采用。
- 3) 布线链路 Cabling Link：原先CENELEC链路定义。
- 4) 固定链路 Permanent Link：新的CENELEC链路定义。

各个链路定义的性能及测试要求均不相同（见图12-6）。

- 在北美地区，95%的链路测试采用基本链路。

- 在欧洲地区，95%的链路测试采用固定链路。
- 基本链路包含测试仪的测试电缆。
- 固定链路测量不包含测试仪电缆的效应。

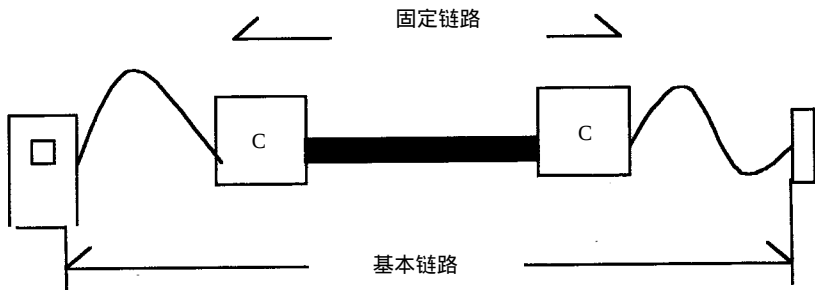


图12-6 固定链路与基本链路

### 12.3.2 布线系统与千兆位网络传输

1995年，国际标准化组织ISO在其11801标准中将布线系统划分为不同的等级，最高为D级。标准中指出，5类布线系统适用于传输速率低于 100Mbps的网络系统，而且在多数情况下，通信是以半双工、2通道模式进行的。标准中规定的关键的布线系统性能指标包括最高 100MHz频率下的近端串扰、衰减和阻抗等。

1997年9月，ISO在慕尼黑作出决定，在其下一版本的标准中设定 6类和7类的性能指标。新标准草案已经面世，预计99年会得到批准。与此同时，业界已经掀起了一个紧跟新标准性能指标的浪潮。6类系统的带宽为200MHz，7类系统的带宽将是600MHz。

在布线系统标准制定的同时，IEEE也组织开发了在5类布线系统基础上的千兆位以太网传输技术。在1000BASE-T千兆位以太网中，能够在4对双绞线的每一个线对上以 250Mbps的速率进行数据传输。这种性能是采用 5级PAM（相位振幅调制）编码技术，利用 125MHz的频率带宽，在4线对的全双工通道上实现的。在这个系统中，还采用了相应的数字滤波技术来消除近端串扰和回波损耗。

千兆位以太网标准已于1998年年中发布，今天许多建筑物内的布线都是5类系统，将这种5类系统如何升级到千兆位以太网是大家所关心的问题。

#### 1. 布线系统如何支持千兆位数据传输

为了更好地支持4个线对上的全双工数据传输，需要对线缆和接插件考虑更多的性能指标。这些指标包括：

- 综合近端串扰（Power Sum NEXT）；
- 综合等效远端串扰（Power Sum ELFEXT）；
- 回波损耗等。

近端串扰衡量有多少能量被耦合到与传输信号的线对相邻的线对的近端（信号发送端），而远端串扰则是指远端（远离信号发送端）。回波损耗则是指在通信链路中，因为阻抗不均匀而造成的部分被反射回来的信号。在千兆位以太网中，所有的线对都被用来传输信号，每个线对都会受到其他线对的干扰，因此近端串扰与远端串扰必须考虑多线对之间的综合串扰，从而得到对于能量耦合的真实描述。

等效远端串扰（Equal Level FEXT）是远端串扰与衰减之间的差，在进行远端测试时，必然要考虑信号衰减的因素的影响。等效远端串扰在数值上排除了信号衰减成分。

通常综合近端串扰的数值比单独的近端串扰的值要劣化2到3dB。在最坏的情况下，两者之差会达到4.77dB。在进行1000BASE-T传输时，必须使得用综合近端串扰值（不是近端串扰值）计算出的衰减串扰比（ACR）的值符合5类性能要求，也就是ACR=PSNEXT-Attenuation，其中ACR必须大于4dB。因此，为了支持这种协议，需要使用改进了的线缆和接插件。与综合近端串扰相类似，综合等效远端串扰同样也是系统的重要性能指标。网络设备的信号处理部件不能完全消除这种远端耦合串扰，因此，综合等效远端串扰也同样极大地影响着网络的性能。

虽然千兆位以太网的目标是应用在5类布线系统上，但是就目前实际安装的基于5类布线标准的布线系统而言，由于其性能只能满足100MHz的信号传输，对于频率高达125MHz千兆位以太网而言，除少数指标能够刚好达到性能要求的边缘外，通常无法正常支持千兆位数据传输技术。因此，为了能够稳定地支持这些新的网络协议，必须制定新的布线系统标准。

快速以太网100BASE-T使用100M的波特率，传送3类二进制编码信号。采用半双工方式的2对线缆进行通信，一对发送，一对接收。1000BASE-T则使用125M波特率，4对双绞线、全双工方式，并且使用更复杂的5类编码机制。也就是说，1000BASE-T在4对双绞线的每一线对上都同时进行收发。5类编码和4对线缆传输的结合，使得1000BASE-T可以在每一个信号周期内并行传送一个字节。125M信号/秒×1字节（在4对上）/信号=1Gbps。当然，它不只是这样简单，在链路上传送信号时，1000BASE-T必须消除回波损耗和远端串扰带来的干扰。

2. 用于千兆位数据传输的线缆

对于传输线缆我们作一比较（见表12-4）。

表12-4 几种传输线缆的性能比较

|          | 以太网<br>10BASE-T | 快速以太网<br>100BASE-T    | 千兆位以太网<br>1000BASE-T |
|----------|-----------------|-----------------------|----------------------|
| 数据速率     | 10Mbps          | 100Mbps               | 1Gbps                |
| 5类UTP    | 100m            | 100m                  | 100m                 |
| STP/同轴电缆 | 500m            | 100m                  | 25m                  |
| 多模光纤     | 2km             | 412m（半双工）<br>2km（全双工） | 550m                 |
| 单模光纤     | 25km            | 20km                  | 5km                  |

这一比较只能作为一种对过去的总结。现在IBM ACS先进布线系统已经能够为用户提供满足千兆位以太网传输要求的铜缆解决方案，其最新的Silver Level线缆（带宽200MHz）和Gold Level（带宽600MHz）的性能指标如表12-5所示。

表12-5a) Silver Level系列线缆

| 带宽（MHz） | 衰减（dB） | PSNEXT(dB) | PSELFEXT(dB) | ACR(dB) |
|---------|--------|------------|--------------|---------|
| 100     | 20.5   | 44         | 34           | 23.5    |
| 200     | 30.5   | 40         | 28           | 9.7     |

表12-5b) Gold Level系列线缆

| 带宽（MHz） | 衰减（dB） | NEXT(dB) | ACR(dB) |
|---------|--------|----------|---------|
| 100     | 18.9   | >90      | >71.1   |
| 300     | 33     | >80      | >47     |
| 600     | 48     | >75      | >27     |

从以上数据可以看出，IBM ACS先进布线系统的超5类线缆的性能指标不仅远远超过了5类

标准的性能要求，同时还在100MHz以上的频率上提供了充足的带宽满足高速网络应用的需求。这些线缆能够在扩展的频率上支持半双工和全双工的4线对传输。

### 3. 通道链路性能

当利用IBM ACS先进布线系统的Silver Level线缆和RJ45接插件构成一个通道链路时，能够在100MHz频率上获得21dB的ACR值（衰减串扰比），这个数值相当于5类标准所要求的64倍。而当使用Gold Level线缆和IBM新一代的MiniC接插件时，100MHz的ACR值是61dB。这样的链路性能不仅提供了对于5类系统的兼容性，同时更为千兆位数据传输系统的应用提供了充足的空间，从而使用户的布线系统得到真正的系统应用保证。

### 4. 6类与7类

德国在其DIN44312-5标准中，针对高性能布线系统制定了带宽为600MHz的性能指标。在ISO/IEC的新的布线系统标准草案中，此类性能级别被设定为7类系统。7类布线系统将是一个基于4对独立线对屏蔽双绞线和新一代接插件（取代原有的RJ45接插件标准）的开放式系统，提供600MHz带宽，使用7类线缆和接插件组成的链路将被定义为F级链路（Class F）。

E级链路，也就是6类链路，由非屏蔽双绞线或屏蔽双绞线和RJ45接插件组成，并要求在200MHz的频率上提供大于零的ACR值。6类系统的标准的草案已经问世，预计99年会得到批准。

### 5. 千兆位以太网所需的布线系统

千兆位以太网使用了与其前代相同的CSMA/CD协议、相同的帧结构，对网络用户，这就意味着可以花费不大的网络投资，也不需要改变网络协议及重新培训网络用户和网络管理员，就可以提升到千兆位的速率。

正是由于这些特点，且支持全双工的操作，千兆位以太网将可以作为理想的手段支持10/100BASE-T交换机的主干互联，及支持高性能服务器的连接，同时也可作为那些需要超过100BASE-T速率的高端工作站的升级。

千兆位以太网是10Mbps及100Mbps之IEEE802.3系列标准的成功扩展，提供1000Mbps的传输速率，并保持了与以太网和快速以太网的兼容。千兆位以太网支持新型的全双工的交换机——交换机、交换机——工作站的连接，并可在使用中继器及CSMA/CD存取模式共享连接的情况下支持半双工操作模式。千兆位以太网将采用先进的数字信号处理技术，使得其可在5类UTP上传输。在MAC层和PHY层之间的逻辑接口，将对光纤信道采用的8B/10B编码去耦，这样使得其他的编码方法可以应用于性能价格比高的布线系统。

先进技术的应用使得千兆位以太网可以在一般5类UTP布线系统支持下，传输100m距离。

## 12.3.3 光纤与铜缆的选择

在几年前，人们曾认为非屏蔽双绞线铜缆在5类100MHz时已达到了极限，许多用户和厂家把注意力转向光纤，认为光纤是工厂设施必然的过渡途径，并认为光纤克服了非屏蔽双绞线的缺点：

- 1) 它具有更高的带宽；
- 2) 允许的距离更长；
- 3) 安全性更高；
- 4) 完全消除了RFI和EMI，允许更靠近电力电缆，而且不会对人身健康产生辐射威胁。

尽管光纤比铜缆具有上述优势，但也不是十全十美的。首先是价格问题，使用光纤会大幅度地增加成本。其次，从使用角度来看，用户并不一定非要特别高的速度。我们知道，千兆位以太网和速率达1.2Gbps的ATM，可以通过网络在16秒钟内下载PC机中整整2000兆字节硬盘中

的数据。但是，每个用户都需要做这些事吗？他们在网上是以工作为主，而不是主要做信息传递。对于大多数桌面应用来说，10/100Mbps的传输速率已经完全可以满足目前若干年内的需要，通常，只需在主干上升级到千兆即可。 5类铜缆双绞线的传输速率已经可以达到 125Mbps，新的编码方案在采用了4线对、全双工的通信工作方式后，也可以达到 1000Mbps的传输速率，如果采用超5类或6类非屏蔽双绞线效果会更好。

综上所述，在局域网的主干采用光纤，水平干线采用铜缆非屏蔽双绞线的混合模式是当前一个时期内布线系统的最好方式，这样做可以达到较好的性能价格比，即可满足当前网络应用的需要，又保证了布线系统在可预见的未来 10～20年内不会落后。在资金有限的情况下，选择铜缆则是明智的。

### 12.3.4 千兆位以太网的光纤选择

千兆位以太网包括 1000BASE-SX（短波长激光器）和 1000BASE-LX（长波长激光器）标准将提供一系列光纤的布线方式，由此迫使网络管理者更加重视他们的光纤基础设施。千兆位以太网是第一个千兆位应用，它被基于结构化布线系统的网络所采用。由于带宽的需求继续在布线系统期望的使用期内，超过千兆位的应用也将出现。

比起50μm 光纤，62.5μm 光纤已得到世界标准和用户的青睐，并在世界市场上取得了优势。这一优势取决于坚实的技术原因，此种光纤最适合于间距 2km范围内的数据通信，它与低成本LED发射器相匹配。62.5μm 光纤通过从LED光源上聚集更多的光，并降低折射引起的光能损耗，因此取得了更长的链接。但是，LED已经不能满足更高的数据传输速率的要求，并且低成本的CD激光器和VCSEL（垂直孔表面发射激光器）的数据传输率高于 622Mbps。这些低成本激光器将用于千兆位以太网和应用于更高的数据传输率。

由于这些新的激光源产生的光能很好地与 62.5μm 和50μm 光纤相匹配，所以光纤的模带宽现在成为确定可传输最大距离的决定因素。 62.5和50μm 光纤的主模带宽标准在千兆位以太网标准草案中得到确认，关于千兆位以太网在多模和单模上的规定距离如表 12-6所示。

表12-6 单模、多模光纤标准中所规定的距离

|             | 纤芯直径（μm） | 带宽（MHz/km）    | 距离（m） |
|-------------|----------|---------------|-------|
| 1000BASE-SX | 62.5     | 160（波长850nm）  | 220   |
|             | 62.5     | 200（波长850nm）  | 275   |
|             | 50       | 400（波长850nm）  | 500   |
|             | 50       | 500（波长850nm）  | 550   |
|             | 62.5     | 500（波长1300nm） | 550   |
| 1000BASE-LX | 50       | 400（波长1300nm） | 550   |
|             | 50       | 500（波长1300nm） | 550   |
|             | 单模       |               | 5000  |

鉴于千兆位以太网的标准，50μm 光纤的支持者认为，在较高带宽和较长距离条件下，比起62.5μm 光纤，50μm 光纤是一个更好的长期解决办法。所以用户对他们现有的光纤安装以及再安装光纤主干的潜在需要感到担心，但是，这种观点势必导致只重视千兆位以太网的发展，而忽略了这样一个事实，即结构化布线既要保证向下的兼容性，又要考虑到未来十几到二十几年应用系统发展的需要。

布线安装应在可能的地方允许发展 1000BASE-SX，因为它比1000BASE-LX便宜得多。但是必须密切重视现有的应用以及未来数据传输率的提高。下列情况必须予以考虑：

1) 如果大楼内或校园主干网距离小于 220m, 160MHz/km的62.5 $\mu$ m 光纤可支持 1000BASE-SX。

2) 增强的200MHz/km的62.5 $\mu$ m 光纤对千兆位以太网的支持至少达到 275m。

关于中心光纤结构的TIA技术通告 (TSB-72) 和目前向ISO11801提议的中心光纤布线等级规定了300m的距离, 一份关于美国公司的布线调查提出, 92%的建筑物范围内的主干网距离小于550m。如果已经完成布线, 而且布线距离超过 62.5 $\mu$ m 光纤支持的 1000BASE-SX所规定的距离, 考虑到成本核算的因素, 可以选择 62.5 $\mu$ m 光纤支持的 1000BASE-LX的电子设备。

3) 对于新的布线安装, 在采用50 $\mu$ m 光纤时必须考虑如下因素:

- 与已安装的62.5 $\mu$ m 光纤不兼容 (不同方式相连接可造成通信链路大于 2dB的损耗)。
- 使用LED光源的传统局域网的配置 (如: 10BASE-F、令牌环、100BASE-FX) 会导致 2 ~ 5dB的衰减, 以及对最大支持传输距离的影响。
- 对某些应用不支持, 如: FDDI, 100VG-AnyLAN和光纤通道的某些形式。
- 与TIA/EIA568A相矛盾。
- 市场占有率小 (美国大约为 7%, 主要市场在日本和南非)。
- 供应商少。

另外, 安装 50 $\mu$ m 光纤用于支持 275 ~ 550m间的距离是不必要的。2.5Gbps的ATM需要使用单模光纤, 而不是多模光纤。一般说来, 长距离的网络传输必须考虑使用单模光纤, 因为它是千兆位以太网距离大于 550m情况下的首要选择, 在校园主干网上可以看到这种使用, 从长远来看, 单模光纤将极有可能成为 2.5Gbps ATM以及更高速率网络布线的前提。

在主干网或服务器的连接使用 62.5 $\mu$ m 多模光纤, 并结合使用更优秀的单模光纤, 是支持当今先进的网络应用的最经济合算的方式, 而且为将来更高速度的 LAN和宽带视频提供保证。

以上建议必须考虑到每个用户的使用情况以及规划基础。对于是选择单模光纤还是选择 62.5 $\mu$ m 多模光纤, 这取决于对超过多模光纤支持能力的应用需求的预测, 30%的单模应用比例对大多数采用千兆位以太网的用户是足够了。在资金充裕的条件下, 采用更高比例的单模光纤, 从长远来看将是合算的。

### 12.3.5 千兆位以太网是否会取代ATM

ATM刚出现时, 很多人觉得它会荡涤一切, 全部取代以前的以太网, 事实证明并非如此。现在形成的局面是: ATM+交换式以太网成为一种主流。千兆位以太网出现后又当如何呢?

经过实际应用证明, ATM已经是一种比较成功的技术, 并已有了很好的基础。千兆位以太网也有诸多的优势, 一经出现就倍受瞩目, 因此两者之争在所难免。它们以后的地位究竟怎样, 各公司的观点不尽相同。

著名布线产品供应商, 美国西蒙公司认为千兆位以太网和 ATM在今后将会各有市场。千兆位以太网会有一个很好的发展, 但受很多因素制约、影响, 最终体现在标准的确立上, 它决定用户对其的接受程度。另外, 厂家在产品造价上能不能有很好的竞争力, 也是影响其推广的重要因素。而生产成本能不能降下来, 又跟用户的应用密切关联, 就看能不能形成良性循环。ATM已经站稳了脚跟, 很多厂商仍会坚守这块阵地, 肯定也会有其市场。

目前以太网的使用更普遍一些, 千兆位以太网的技术本身是很多用户已经熟悉的, 而且好升级, 容易被接受, 使用同一个系统、同一个方法, 传送速度提高了, 功能提高了, 这当然很好。AMP公司的看法是, 千兆位以太网比 ATM要普遍一些。千兆位以太网未来发展会很快,

相信3~5年之后会有一个大发展，但是千兆位以太网可以占有较大的市场份额，却不会完全取代ATM，因为ATM也有它信赖的用户群，还有ATM主要是用在网络主干上，有很大一部分主干网络工程采用的是ATM网络。

奥创利公司Bill先生指出，在美国有些用户已经安装了千兆位以太网，因为刚出来价格还是比较高的，目前主要用于金融机构和娱乐场所。还有一些公司正想上，因为它需要更快的传输速度。千兆位以太网的工作效率很高，但并不会取代ATM，因为后者已经有了大量的投资。千兆位以太网会成为一项真正的技术，在市场上占有一席之地。

阿尔卡特公司也认为两者将会共存，就像当初以太网和令牌环共同存在了许多年一样。现有的网络运作方式不可能全部更改，如果用户用的是以太网，一般大多数会继续走这条路，它牵扯到设备的维修、以及软件的应用。而ATM和以太网采用的软件是完全不一样的，从ATM转向以太网，或者是从以太网转向ATM的可能性虽然存在，但是并不大。

朗讯公司认为两者各有千秋，ATM的传输质量好于千兆位以太网。ATM与广域网的接口也比较简单，在干线方面，ATM肯定是个方向。但是在局域网里，用户觉得以太网比较熟悉，相对简单，成本也比ATM便宜，在我国，以太网的基础比较好，千兆位以太网更贴近中国广大的网络用户，对局域网用户，还是会有一定的优势。

丽特公司的说法在一定程度上代表了所有布线厂商的心声。他们也认为千兆位以太网将与ATM共存，但同时表示，布线系统相对于网络来说，是一个独立的系统，我们的职责是为网络提供一个良好的传输通道，不管是ATM还是千兆位以太网都能承载，所以这两者谁成为主流，对于布线厂商并不重要。当然，我们相信千兆位以太网的市场会比较大，就看厂商和系统集成商怎样去引导客户。

12.3.6 网络布线标准的新动向

未来的网络布线标准是否与当前的布线标准一致？有哪些变化？据有关文章报道认为，未来的布线标准有所变化，变化的动向主要有二大点：

- 1) 把b类标准制定成两种6类电缆的建议，即分别称为6A类和6B类。
- 2) 增加插入损耗，并将6类布线技术成为系统设计人员开发新应用所采用的基本布线技术，不管未来出现什么技术，下一代的布线系统都要有一定的保留容量，以适应未来的需要，并希望提供给系统应用保证以及25年的产品质量保证。同时，要与目前的5类布线和网络硬件兼容，还要支持所有的5类应用的工业标准，包括千兆位以太网1000BASE—T，这样就不会损害用户的最初投资。在具体的性能指标上有插入损耗、功率和近端串扰、功率和衰减速度——串扰率、功率和同级远端串扰、回波损耗等。

插入损耗：传输信号输出与接收信号输入之间的差就是一个信道的插入损耗。具体的性能指标如表12-7所示。

表12-7 性能一览表

| 信道参数                |        | 5e类  | 6A类  | 4800 LX(6B类) | 注 解 |
|---------------------|--------|------|------|--------------|-----|
| 插入损耗<br>( dB/100m ) | 100MHz | 24.0 | 21.4 | 18.4         | 较低  |
|                     | 200MHz | 35.3 | 31.5 | 27.0         | 较好  |
|                     | 300MHz |      | 39.7 | 34.1         |     |
| 功率和近端串扰<br>( dB )   | 100MHz | 27.1 | 37.1 | 42.0         | 较高  |
|                     | 200MHz |      | 31.8 | 37.0         | 较好  |

| 信道参数                 |        | 5e类  | 6A类  | 4800 LX(6B类) | 注 解 |
|----------------------|--------|------|------|--------------|-----|
| 功率和衰减速—串扰率<br>( dB ) | 300MHz |      |      | 34.2         |     |
|                      | 100MHz | 3.1  | 15.7 | 23.6         | 较高  |
|                      | 200MHz |      | 0.3  | 10.0         | 较好  |
| 功率和同级远端串扰<br>( dB )  | 300MHz |      |      | 0.1          |     |
|                      | 100MHz | 14.4 | 20.2 | 24.4         | 较高  |
|                      | 200MHz |      | 14.2 | 18.4         | 较好  |
| 回波损耗<br>( dB )       | 300MHz |      |      | 14.9         |     |
|                      | 100MHz | 10.0 | 12.0 | 12.8         | 较高  |
|                      | 200MHz |      | 9.0  | 9.8          | 较好  |
|                      | 300MHz |      |      | 8.0          |     |

12.3.7 光纤ST头连接技术

目前，对光纤ST头连接制作技术主要有两种，即热固定式接头技术和压接式光纤连接头技术。无论是哪一种连接技术都需要有一个整洁卫生、照明充足、安静的工作环境，特别是采用压接技术对环境卫生的要求更严。光纤芯线极细仅有 8 ~ 62.5μm ，如果在端接点粘有一个灰尘微粒，那么就会大大地增加光纤头的衰减，影响光的传输性能，严重时会造成端口报废。此外，在光纤头制作的过程中，会产生一部分切割下的零碎纤芯头，这种光纤碎头是无色透明的、又细又脆又硬，若掉在皮肤上很可能会进入毛细血管，最后流入心脏对人体健康造成威胁。因此，光纤接头制作是一件有一定危险的事情，操作时无关人员尽量不要在现场围观，以免污染环境或造成身体健康的损伤。

1. 压接式光纤连接头技术

压接式光纤连接头（Light crimp plus）使用AMP的专利压接技术，使光纤端口的安装过程变得快速、整洁和简单，有别于传统热固定式技术，但具有热固定接头技术相同的性能，并能适应较宽的温度范围（-10 ° C到+60 ° C）。需要注意的是，利用压接式做光纤连接头，虽然只需要用户剥开线缆、切断光纤、压好接头，节省了时间。但是，AMP的LightCrimp Plus连接头是在工厂打磨好了的，购买时需注意这一点，同时还要有一套专用压接工具。AMP 提供的压接式ST/SC头如表12-8所示，工具如表12-9所示。

表12-8 LightCrimp Plus 接头

| 产品名称                              | 产品编号      |
|-----------------------------------|-----------|
| ST型多模接头，陶瓷套管<br>适于62.5/125μm 光纤   | 492642-1  |
| ST型多模接头，陶瓷套管<br>适于50/125μm 光纤     | 1278082-1 |
| 单口SC型多模接头，陶瓷套管<br>适于62.5/125μm 光纤 | 492643-1  |
| 单口SC型多模接头，陶瓷套管<br>适于50/125μm 光纤   | 1278079-1 |
| 双口SC型多模接头，陶瓷套管<br>适于62.5/125μm 光纤 | 1278009-1 |
| 双口SC型多模接头，陶瓷套管<br>适于50/125μm 光纤   | 1278080-1 |

表12-9 LightCrimp Plus 压接工具箱

| 产品名称                                                           | 产品编号      |
|----------------------------------------------------------------|-----------|
| ST型压接套装<br>包括压接工具，ST模具，3件剥线<br>工具，剪刀，线缆托架，切断刀                  | 492697-1  |
| SC型压接套装<br>包括压接工具，SC模具，3件剥线<br>工具，剪刀，线缆托架，切断刀                  | 1278022-1 |
| 普通ST及SC型压接套装<br>包括压接工具，ST及SC模具，3<br>件剥线工具，剪刀，ST及SC线缆<br>托架，切断刀 | 1278118-1 |

AMP公司的这种压接式光纤接头具有如下特性：

- 最简单、最快的光纤端口制作；
- 易于安装；
- 快速连接；
- 不需要打磨，只需剥皮，切断，压接；
- 出厂时已进行了高质量的打磨；
- 不需要打磨纸；
- 不消耗电源；
- 不需要热加工或紫外处理；
- 适应多模，ST、SC；
- 无损健康，不污染环境；
- 低成本、高性能；
- 与TIA/EIA, IEC, CECC及EN标准兼容；
- 提供工具升级。

2. 热固定式连接技术

热固定式连接技术是目前应用较广的光纤ST头连接制作技术。操作过程比较复杂，需要消耗电源及固化剂，必须使用专用工具，而且制作时必须现场打磨，比起压接方式热固化方式制作ST头要麻烦得多。但是，热固定方式制作的光纤 ST接头的质量要大大地优于压接法制作的ST头，通常热固定方法制作的 ST接头的衰减<0.5dB，而压接方法制作的 ST头的衰减在3dB左右。因此，在信道性能要求高的情况下选择热固定方法较好。

热固定式ST头连接技术操作过程：

- 1) 搞好环境卫生、准备好操作台、椅，接通220V电源。
- 2) 把专用工具从工具箱内取出、摆放在操作台上，将烘箱电源接通、预热。
- 3) 将光缆保护层（外皮）剥去 1m，可使用剪刀、钳子等普通工具，但注意不要伤害到芯纤。
- 4) 使用滑石粉除掉包裹着芯纤的防水油，用酒精纸（将高纯度工业酒精滴一部分在高级餐巾纸上即可）将纤芯上的滑石粉擦净（通常只有室外光缆才需要除油，室内光缆可直接进入步骤5）。
- 5) 用热缩管把光缆保护层端口处包好，可填充一些软物，并用电吹风热缩固定。
- 6) 将光缆从光纤接线盒后面的圆孔中穿入接线盒内，带有外皮保护层的经过热缩管保护的

那一部分要进入到接线盒中，并通过绑带与接线盒固定好，以免光缆移动。

7) 用剥线刀剥去芯纤的彩色保护层（很细），剥离长度约3cm左右。

8) 用专用刀剥去芯纤涂覆层（涂覆层为白色不透明的，芯纤为无色透明的）。

9) 套入一段长度6~8cm的热缩管，将热缩管移至芯纤根部。

10) 套入ST头尾纤保护套，注意保护套较粗的一端朝外，不要套错了方向。

11) 将光纤放在一个安全位置上，可用胶带粘接、固定在操作台上的一块安全地方。

12) 将环氧树脂与固化剂混合均匀（树脂颜色成为深蓝色）。

13) 将针头与针管连接好，并把混合均匀的树脂吸入到针管中。

14) 将针头对准ST头的金属轮箍端的中心孔，轻压针管，将深蓝色树脂注入到ST头的白色陶瓷管中，在白色陶瓷管的管端的中心见到一个深蓝色的圆点出现即可。

15) 将光纤芯用酒精纸擦干净，然后从ST头金属轮箍中心插入到陶瓷管中，直到插不动为止。

16) 把专用保护套套在ST头的陶瓷管上，然后将加了保护套的ST头放入烘箱的圆孔中烘烤15min。

17) 从烘箱中取出已固化的ST头，去掉保护套，将保护套收好。

18) 用玻璃刀在距陶瓷管最近处，轻轻地划切多余的芯纤。切下的光纤零头不要乱扔，以免出事故。

19) 左手捏住一张粗砂纸（专用），右手拇指和食指捏住ST头的金属轮箍，将ST头上露出的芯纤的尖部在砂纸上从上往下划几下，直至无锋利感止。

20) 用酒精纸擦净ST头。

21) 将粗砂纸（专用）平铺在橡皮板上，将ST头插入到金属打磨座的中心管内，右手捏住金属打磨座的中央直管，在砂纸上按“∞”字型轨迹移动，走10多个“∞”字，打磨ST头。

22) 用酒精纸擦净ST头，把粗砂纸换成细砂纸，继续打磨ST头，再走10多个“∞”字。

23) 用酒精纸擦净ST头。

24) 把ST头插入到专用显微镜的观察孔内，目测检查ST头的质量。如果观察到两个同心圆（实心的），外部较大的为暗白色，中间较小的为黑色，两个圆轮廓分明、无星点、无裂痕，即为成功的ST头，否则重新打磨，直至检查合格止。若反复打磨3~4次仍不合格，剪掉ST头从新做。

25) 将预先套入的热缩管移至ST头的金属轮箍处，用电吹风热缩固定。

26) 将预先套入的ST头尾纤保护套移至金属轮箍处，旋紧。

27) 重复以上步骤，把所有的ST头做好。将ST头的尾纤盘放在光纤接线盒内，把ST头光纤接线盒上的耦合器放在内侧，注意安装到位。

28) 在标记牌上作好标记，指明每根光纤的源和目的地。

29) 整理现场，收拾工具。

30) 注意：在热固定方法制作ST头过程中使用的树脂与固化剂，使用前是分开存放的，一旦它们被混合在一起后，很快就会凝固，因此，制作时应尽量把可以一起做的要一起一次做完，以免造成浪费。

### 12.3.8 光纤敷设的新技术“吹光纤”

近年来，随着科学技术的发展，光纤的生产制造成本大幅度降低，光纤的应用也日益普遍，伴随着光纤应用的发展，国外出现了一种新颖的光纤敷设技术，即所谓“吹光纤”技术。“吹

光纤”法敷设光纤，首先需要在建筑物（或建筑群）内铺设特制的管道，然后再将光纤经压缩空气吹入管道内，这是一种新的布线方法，综合有关资料，我们对这一技术做一整体介绍，并与现行光纤铺设技术做一对比。

### 1. “吹光纤”系统的组成

吹光纤系统由微管和微管组、吹光纤、附件和安装设备组成。

#### (1) 微管和微管组

吹光纤使用的微管有两种规格：5mm和8mm管（外径）。5mm的微管直径较细，吹制距离也较近，一般在路由弯曲较多的情况下可达300m，在直路中可达500m以上。外径8mm的微管吹制距离较远，在路由多弯曲的情况下可达600m，在直路中可达1000m以上。在室内环境下单根微管的最小弯曲半径为25mm，可完全满足大楼内布线环境的要求。

由多根微管组合在一起，便形成了微管组，通常一个微管组有2根、4根或7根微管组成。每根微管最多可容纳1~4根光纤。这样一组微管最多可容纳光纤28根。

微管按照使用方式可分为室内微管和室外微管两大类。室内微管强度比较小，柔软、灵活、弯曲半径小，铺设方便。室外微管因为要考虑到在恶劣环境下的应用，所以强度比较高，弯曲半径也大（与室内微管相比）。微管由阻燃、低烟、无卤的塑料构成。燃烧时不会产生有毒气体，对人体无害，符合国际标准的要求。

在楼内或楼间进行光纤布线时，需要首先把微管或微管组铺设好，当然微管或微管组也需要铺设在预先铺设好的金属（或PVC）桥架的管、槽中。当微管铺设完毕后，再将光纤吹入微管，最后再进行端接。

#### (2) 吹光纤

吹光纤法铺设的光纤与传统铺设法一样，也是多模62.5/125、50/125和单模3类。吹光纤技术使用的光纤与传统方法使用的光纤纤芯是相同的，不同点仅在于是否有外保护层及填充物。由于纤芯表面被进行了特殊处理，十分光滑，而且由于光纤极轻，因而吹制的灵活性很强。在吹制安装时，对于最小弯曲半径25mm的弯度，在允许范围内最多可有300个90度弯曲，这对于一般的建筑物内布线施工来说已经足够了。因为吹光纤技术使用的光纤的表面被进行了特殊处理，有一个特殊的涂层，在压缩空气进入微管时，光纤在空气动力的作用下会悬浮起来，并借助压缩空气的动力在微管内向前飘行，最终到达微管的另一端。此外，由于吹光纤的纤芯内层结构与普通光纤完全一样，所以光纤的端接技术和材料也与普通光纤相同。

#### (3) 附件及安装设备

吹光纤的附件主要有微管间互相连接各类陶瓷接头以及光纤接线盒、光纤跳接线、耦合器等。安装设备由两个手提箱组成（英国BICC公司IM2000型），总质量约为35kg。该设备通过压缩空气将光纤吹入微管，吹制速度40m/min。

#### (4) 安装灵活、方便

典型的传统光纤布线系统，在设备室（主机房）和楼层电信间分配线架都需要做光纤接续，这样不仅增加成本，而且使安装变得复杂。另外，在建筑物构造复杂时，一条光纤从位于工作区的用户终端到主机房通常会有多个甚至数十个90度的弯曲，铺设光纤时，每一个弯曲都必须安排一个人，因此。在路由多弯曲情况下铺设光纤往往需要耗费大量人工。

在吹光纤系统安装时只需安装光纤外的微管，由楼外进入楼内和在楼层分配线架只需用特制陶瓷接头将微管拼接即可，无须做任何端接。当所有的微管连接好后，将光纤吹入即可。光纤既可吹入又能吹出，因此，使用吹光纤技术可以很容易地更换光纤，这是传统布线所难以做到的。

2. 吹光纤与传统铺设光纤技术的对比

吹光纤系统与传统光纤系统的区别主要在于其铺设方式，光纤本身的衰减特性与普通光纤完全相同，同样采用 ST/SC 接头端接。在造价上吹光纤系统与传统光纤系统相差无几。下面，我们把这两种技术的做一比较，如表 12-10 所示。

表12-10 吹光纤与传统铺设光纤技术的比较

| 项 目      | 吹 光 纤                          | 传统光纤铺设                         |
|----------|--------------------------------|--------------------------------|
| 安装微管     | 需首先安装微管                        | 直接铺设                           |
| 铺设       | 灵活、方便、省工（特别适<br>应路由多弯曲的情况）     | 不方便、费人工（尤其在路由<br>多弯曲时需大量人力）    |
| 楼层分配线架跳接 | 从设备室（或称主机房）<br>直接连接到桌面         | 楼层分配线架需要一个跳接                   |
| 接头       | ST/SC                          | ST/SC                          |
| 适应范围     | 光纤到桌面                          | 主干及个别到桌面                       |
| 网络扩展     | 方便                             | 不方便                            |
| 光纤更换     | 容易                             | 难                              |
| 并行铺设     | 不可以                            | 可以                             |
| 节省投资     | 可先布放微管，待需要时再吹入<br>光纤，因此可节省大量资金 | 必须一次铺设成功、且需较大的冗余<br>资金，不能分阶段投入 |

12.3.9 光纤线路常用的测量方法

对于光纤线路，测试是相当重要的。这主要取决于两个原因，第一是确定在光纤安装过程中是否使光纤受到了损害；第二是获得光纤链路的精确的光衰减值。测试方法主要有以下 3 种。

1. 光时间范围反射法

光时间范围反射法（OTDR）类似于测量铜缆的时间范围反射法（TDR），提供光纤的衰减特性，指出光纤链路中是否有断裂。具体测试时需考虑若干个测试参数，其中最重要的是波长。OTDR 常用的测试波长为 850nm 或 1300nm 两种。其次是要考虑连接器的类型，目前使用最广泛的连接器是 ST 型连接器，而 FDDI（分布式光纤接口）使用的连接器是 MIC。

测试时，OTDR 向光纤传送一个光脉冲，这个光脉冲将被光纤线路中的各种组成部件所反射，OTDR 将测量这些反射并据此计算衰减，计算结果将在 OTDR 跟踪器上形成轨迹曲线。值得注意的是，当光纤短于 500m 时，对光纤的详细监视是很困难的，这是由于 OTDR 对于起始 200m 光纤的测试有一个“盲区”。这时可以使用发射盒，以达到增加光纤长度的效果，发射盒必须与所测量的光纤相匹配。

2. 光源与光功率计测试法

除了 OTDR 这一有效的测试光纤的方法外，另一种可选的方法是使用光源与光功率计。这种方法可测试出光纤链路的衰减，但它不提供只对连接器的衰减测试。使用这种方法可以测知光纤是否断裂，但不能知道何处断裂。如同 OTDR，使用光源与光功率计时，也有一些基本要求。它们必须能够产生并测量给定的波长，还必须具有合适的连接器。首先，在测试光纤之前，要从光源取得一个参考读数，比如光功率计上指示为 -20（表示光衰减）。其次，将光源接至光纤一端，光功率计接到光纤另一端，这时测得的光衰减值是 -31。用它减去参考读数 -20，便得到光纤以及连接设备上的总衰减，绝对值为 11dB。

利用这种方法，只能测试点到点的光衰减，而不能提供连接器或拼接所造成的光的衰减。有时，可以只用光功率计进行测试，这时，可采用安装设备自身的光源。这种测试方法与

前述类似，只是光源用安装设备的光源代替。

### 3. 常用的替代方法

实际工作时，在建筑物内或园区内，通常用于计算机网络的光纤布线只有几十米最多几百米长，而且这种光纤主要用于网络主干，因此数量有限，在只有几百米长的短链路情况下，光纤的衰减特性很难精确测定，这时所测得的衰减值主要为链路中连接器处所发生的衰减。所以在实际进行光纤布线施工时，往往在保证 ST 头制作质量的前提下，只需测量光纤的连通性即可。实际做法是，可用手电筒照射光纤一端，而从光纤另一端用眼睛观察，若发现 ST 头中心部位有亮光，则表示光纤是连通的，否则光纤内部有断裂。从实际情况来看，只要能保证光纤 ST 头制作工艺的质量，一般光纤链路的质量便没有问题。

## 12.3.10 光纤在中小企业网中使用的几点考虑

### 1. 问题的提出

目前，光纤及光纤通信系统已是热门话题，从遍及全球的因特网，到校园和企业都在广泛地使用着光纤和光纤通信技术。“信息高速公路”正在尝试通过光纤直接延伸到各个小区，甚至一直通到用户家中。事实上，使用光纤会使网络规划轻松得多，网络性能得到大大提高并且更有保证。同时网络费用并未达到不能接受的程度，随着时间的推移光纤产品的价格会逐渐下降，而得到进一步普及。下面我们就有关光纤在中小企业网中光纤应用的一些具体问题进行分析。

### 2. 光纤通信的基本原理

光纤通信的核心是利用光在优质玻璃中传输时衰减很小，特别是在具有特定纤芯尺寸的优质光纤中，光的传输性能大大提高，从而可将信号进行远距离有效传输。另一方面，光是高频波，具有极高的传输速度和很大的频带宽度，可进行大容量实时信息传输。光纤虽然有着如此巨大的传输光信号的能力，却不能直接将信号送至常用终端设备（如计算机、电视机、电话等）使用，也不能直接从这些设备得到要传输的信号，因这些设备内部只能收发电子信号，而且，两者调制方式也不同。电子信号可以按频率、幅度、相位或混合等多种调制方式，并可构成频分、时分等多路复用系统。光信号只能按光的强度进行调制，并依此组成时分、频分或波分复用系统。

光纤通信系统至少由 3 部分组成：光发射机、光纤和光接收机。光发射机负责将电信号转换为光信号，并实现调制方式的改变。光接收机负责将光信号转换为电信号，并实现调制方式的改变。光纤则负责将光信号从发射机一端送到接收机一端，由此构成一路单向光纤通信系统。实际通信时，光路是成对出现的，形成双向光纤通信系统，如图 12-7 所示。通常一根光缆由多根光纤组成，每根光纤称为一芯。每个光纤端接设备都同时具有光发射机和光接收机的功能。光纤端接设备与光缆之间通过光跳接线相连。

### 3. 中小企业网的特点

中小企业网的建设中常常没有及时使用光纤，这是因为中小企业自身的特点所决定的：

- 规模小——网上信息点不多，一般在几十个点到几百个点范围内；
- 物理位置相对分散——信息点往往按部门来分，如设计、生产、销售、财务、库房、办公室等。同一部门的信息点较集中，不同部门的信息点则很分散，甚至在不同的办公楼内；
- 投资资金有限——企业往往对网络的期望值很高，但能用在网络上的资金有限；
- 对光纤认识不足——企业领导和技术人员对光纤通信技术了解不多。

### 4. 中小企业使用光纤的考虑因素

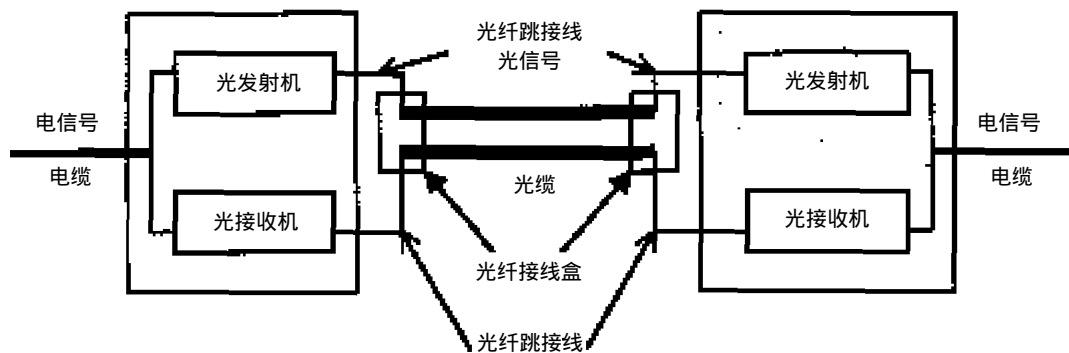


图12-7 光纤通信系统基本结构图

### (1) 光纤与双绞线的比较和选择

一般说来，光纤支持传统 10Mbps 以太网、令牌环网、100Mbps 快速以太网、FDDI 以及 ATM 和千兆位以太网等。非屏蔽双绞线（UTP）可用于各类以太网，按 EIA/TIA568A 标准规定，3 类 UTP 可用于 10Mbps 以太网，5 类 UTP 可用于 100Mbps 快速以太网，超 5 类、6 类以及 7 类双绞线则可用于超过 100Mbps 的网络应用。对中小企业来说，往往采用 100Mbps 快速以太网，或以此为主干，低端与 10Mbps 以太网混合，高端则可向千兆位以太网迁升，而所有这些均可通过价格低廉、易于安装和管理的 UTP 实现，而不像 FDDI 和 ATM 等依赖光纤，故常常选择全 UTP 方案。

然而，UTP 并不能解决所有问题，主要原因是 UTP 的传输距离短，每条链路不能超过 90m。另一方面，UTP 是以金属铜为介质的导体，对周围环境的电磁干扰抵抗能力较差，更不能抵御直接雷击或雷电感应对整个系统的破坏，故特别不适宜做楼宇之间的网络连接线路。光纤的传输距离远（可达 2km 甚至几十千米）、容量大（完全可满足 100Mbps 快速以太网、622Mbps 的 ATM、1000Mbps 千兆位以太网的需要），并且，不怕雷击和电磁干扰。只要少量的在关键线路上使用光纤，如作为网络主干，许多问题就迎刃而解，其费用并不见得不可接受。

### (2) 光纤类型的选择

光纤按传输方式的不同分为多模光纤和单模光纤两种。多模光纤纤芯直径较大，如常见的芯线直径为 50 $\mu\text{m}$  或 62.5 $\mu\text{m}$ ，包层直径为 125 $\mu\text{m}$ 。由于存在模间色散和模内色散，相对单模光纤来说，其传输距离较短（一般在 2km 之内），带宽较窄（约 2.5GHz）。单模光纤纤芯直径较小，一般为 8.3 $\mu\text{m}$ ，包层直径也是 125 $\mu\text{m}$ ，光在其中直线传播，很少反射，不存在模间色散，模内色散也较小，故传输距离长（如 3km 甚至几十千米），带宽大（超过 10GHz），但其端接设备比多模端接设备贵得多。在距离和带宽不特别高的中小企业网，选用多模光纤比较合适。

实际中使用的光纤是含有多根纤芯、并经多层保护的光缆。国内常用光缆为 4 芯、6 芯、8 芯、12 芯等不同规格，且分为室内和室外两种。室外光缆具有室内光缆的所有性能并增强了保护层。对中小企业网多选用价格低廉的 4 芯室外光缆作为楼宇之间的主干连接，4 芯室内光缆作为楼内的主干连接。

### (3) 光纤端接设备的选择

由光纤通信原理可知，电信号与光信号的转换通过光端接设备实现。光纤一旦布好光纤系统的传输速率取决于光端接设备，企业可根据需求 and 经济能力来选定光端接设备、或通过更新光端接设备来提升系统性能。常用光端接设备有光纤收发器、光纤网卡、光纤交换机等。根据

传输速率则可分为 10Mbps、100Mbps、1000Mbps 等规格。光端接设备一般不能自适应（如 10M/100M），选择前应确定相关设备端口速率，并确定全双工、半双工方式。在有多对纤芯连接到一个中心时，如 5 对或更多，应考虑使用光纤交换机以提高性能、简化布线。当纤芯数量较少时，应优先使用光纤收发器，既价廉又有很大灵活性。光纤网卡适合于直接到主机而非交换设备。

### 5. 光纤在应用中的实例

传统以太网 10MHz 的带宽已可满足大多数应用的需求。校园网建设的一个主要目的是各单位可访问因特网，这时网络的主要瓶颈在局域网与 ISP 之间的接口上，采用最快的专线上网速度不会超过 2M，一般能够保证不间断的 33.6K ~ 64K 已经是极为理想的连接速率了。另一个目的是单位内部间的数据传输，其中，对带宽的需求最高的是基于活动图象和伴音的多媒体应用如视频会议等。多媒体数据在网络上传输时一般会采用压缩格式以提高传输效率。按国际活动图象压缩标准 MPEG-1 标准压缩后可接受清晰图象的数据传输率为 1 ~ 1.5Mbps，按高清晰度电视信号标准压缩的 MPEG-2 标准的数据传输速率要求为 10Mbps。因此，目前通过局域网进行多媒体应用需要解决的主要问题不是带宽，而是如何消除由于信号在网络传输中延时长短不一而引起的图象抖动及声音的发颤。

但是，同轴电缆为传输介质的总线式以太网由于其固有的缺陷正日益从网络方案中被淘汰，在连接距离超过 300m 以上的相邻建筑的少数节点时，在资金不充裕的情况下仍可考虑采用双绞线或粗缆连接，以节省经费投资。用双绞线连接最长不超过 90m，用粗缆连接可将传输距离延长至 2500m（采用中继器时）。

## 12.4 接入与测试、编码方面的问题

### 12.4.1 接入技术

对于网络当前应用研究中的网络接入技术基本上分为 5 类：

- 1) 话带 Modem 的改进技术。
- 2) 基于电信网用户线的数字用户线（DSL）接入技术。
- 3) 基于 CATV 网 HFC 传输设备的电缆调制解调器（Cable Modem）接入技术。
- 4) 基于光缆的宽带光纤接入技术。
- 5) 基于无线电传输手段的无线接入技术。

在 1998 年北京国际通信技术展览会上，日本 NTT 介绍了发展光纤接入技术的宏大计划。首先实现光纤到大楼（FTTB）和光纤到路边（FTTC），提供电话、ISDN、Internet 接入等服务，最终实现光纤到家庭（FTTH），提供宽带多媒体服务。

我国的信息网络设施近年来也得到了飞速的发展，各种网络接入技术在我国都已得到一定的应用，而且在 ISDN、HDSL、ADSL、无线接入等方面都不断有新产品问世。

从各种网络接入技术本身的特点来看，分别有着不同的应用场合和前景。HDSL 需要采用两到三对线路，因此不适合于终端用户，而适合作中继线应用或数据专线。56Kbps 调制解调器在当前骨干网络速率不很高的情况下，使分散用户拨号上 Internet 网的速率得到一定改善。ISDN 特别适合小型/家庭办公室（SOHO）的接入，也为分散用户上网提供了新的选择。电缆调制解调器为 CATV 网络资源的进一步开发和开放提供了手段，将会成为 CATV 用户高速率、低成本上 Internet 的一种有效途径。ADSL 适合于为大的集团用户局域网互联和上网提供“最后一公里”接入服务。从国际市场统计预测情况看，xDSL 较 ISDN 发展得更快。据《World

Telecommunication》1998年第6期有关资料表明,1997年ISDN的市场容量为715.4万线,收入为135.81亿美元; xDSL市场容量为6.9万线,收入为1.63亿美元。预计到2003年, ISDN市场容量将达到3093万线,收入达到180亿美元; xDSL市场容量将达到1898万线,收入达到164亿美元。虽然xDSL作为过度技术,还会有一段发展时期,但现场实验表明,各种 xDSL在实际线路上的传输速率和距离远不如预期的那样好。因此,网络接入技术的最终发展方向应是 APON等光纤接入技术。无线接入技术作为一种重要的补充,在一些无法或不便于敷设铜缆或光缆的特殊地理环境下,具有独特的应用价值,在一些需要移动接入的情况下,则更具有灵活方便的优点。因此,无论现在还是将来,都会有一定的市场空间。下面分别叙述之。

1. 光纤接入

光纤接入技术是面向未来光纤到路边（HTTC）和光纤到家庭（HTTH）的宽带网络接入技术。光纤接入网（OAN）是目前电信网中发展最快的接入网技术，除了重点解决电话等窄带业务的有效接入问题外，还可以同时解决高速数据业务、多媒体图象等宽带业务的接入问题。OAN泛指从交换机到用户之间的馈线段、配线段以及引入线段的部分或全部以光纤实现的系统。

(1) 什么是光纤接入网

光纤接入网使用光纤作为主要的传输介质取代目前的双绞线，如图 12-8所示。在交换局一侧，要把电信号转换为光信号，以便在光纤中传输。在用户侧，要使用光网络单元（ONU）将光信号转换成电信号再传送到用户终端。

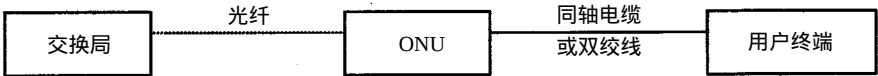


图12-8 光纤接入网

(2) 光纤接入网的分类

按ONU所设置的位置，表 12-11给出了光纤接入网的分类。

表12-11 光纤接入网的分类

| 分 类  | 含 义    | 功 能                      |
|------|--------|--------------------------|
| FTTH | 光纤到家庭  | 主要为家庭用户提供服务，ONU放置在用户家中   |
| FTTC | 光纤到路边  | 主要为住宅用户提供服务，ONU放置在路边     |
| FTTB | 光纤到大楼  | 主要为公寓用户提供服务，ONU放置在大楼内    |
| FTTO | 光纤到办公室 | 主要为企事业单位提供服务，ONU放在办公室或楼层 |
| FTTF | 光纤到楼层  |                          |
| FTTZ | 光纤到小区  | 主要用于HFC，ONU位于居民小区        |

目前，常提到的3种光纤接入网是FTTC、FTTB和FTTH。

- 1) FTTC光纤接入网中，每个ONU一般可为几十栋楼的用户提供宽带服务。例如，从 ONU 出来用同轴电缆提供电视服务，用双绞线提供电话服务。
  - 2) FTTB光纤接入网主要为大中型企事业单位及商业用户服务，可提供高速数据通信、远程教育、远程医疗、电子商务等宽带业务。
  - 3) FTTH光纤接入网中，ONU放到住户家中，由用户专用，为家庭提供各种宽带业务，例如视频点播（VOD）、居家购物等。
- (3) 光纤接入网的结构

图12-9给出了有源双星（ADS）光纤接入网结构。ADS结构的优点是用户专用或少量用户共享最后一段链路，因此可采用便宜的光器件。但存在供电、维护等问题，初期投资大。

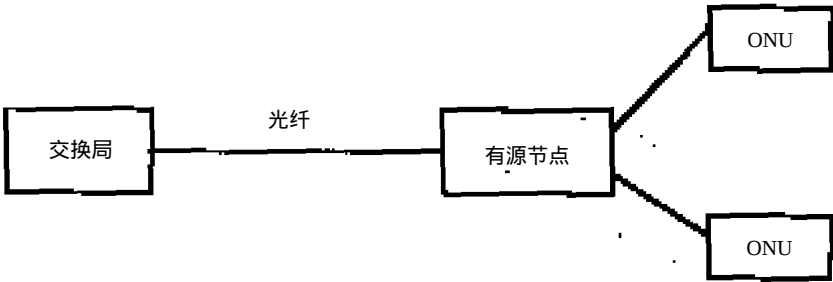


图12-9 有源双星（ADS）型结构

图12-10给出了PON光纤接入网结构。PON结构的优点是初期投资少，维护简单，易扩展且结构灵活。但要求使用高带宽和高性能的光设备和采用多址接入协议。

目前，光纤接入网几乎都采用PON结构，可使用时分复用（TDM）、波分复用（WDM）、光功率分离等复用技术。

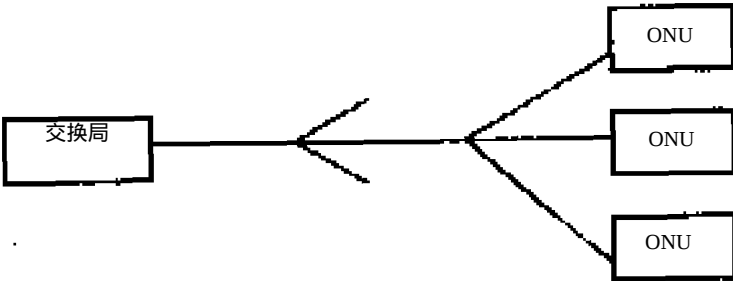


图12-10 PON光纤接入网结构

(4) 光纤接入网的发展

光纤接入网，尤其是FTTH光纤接入网，具有传输频带宽、通信容量大、信号质量好、可靠性高和支持宽带业务等优点，是未来实现信息高速公路和B-ISDN的最佳方案。FTTH是未来接入网的发展方向。但就目前而言，FTTH造价太昂贵，普通家庭用户难以接受。因此，电信公司大都考虑采用FTTC光纤接入网的方案，而有线电视公司则采用混合光纤/同轴电缆（HFC）接入网。

作为光纤接入技术近年来的热点如下：

1) V5接口技术。

目前，V5接口除在交换设备和光纤综合环路系统（IDLC）中使用外，无线接入、HFC、交互式数字视频系统（SDV）等技术也需要采用V5接口。

2) 内置SDH接入网。

内置SDH接入网技术有许多优点：

- 兼容性强：SDH的各种速率接口都有标准规范，在硬件上保证了各供应商设备互联互通，为统一管理打下基础。
- 完善的自愈保护能力，增加网络可靠性。SDH因其特有的指针调整机制和环路管理能力，可以组成多种完备的自愈环，用户可根据需要选择最佳保护方案。
- 借助SDH的大容量、高可靠性，可组成中继传输与接入的混合网。AN除承载接入业务外

还可承载GSM基站、交换机中继等其他业务，降低了整个电信网络投资。

- 面向网络发展的升级能力。目前的接入网建设，一般 155Mbps的速率就可以满足需要，但是随着电话普及率的提高及宽带化需求，内置 SDH标准化结构可灵活扩展升级。
- 网络操作、维护、管理功能（OAM）大大加强。SDH帧结构中定义了丰富的管理维护开销字节，大大方便了管理、维护，由此建立的网络管理和维护系统和容易自动故障定位，可以提前发现和解决问题，降低维护成本。有利于向宽带接入发展。SDH利用虚容器（VC）的特点可映射各级速率的PDH，而且能直接接入ATM信号，因此为向宽带接入发展提供了一个理想的平台。

### 3) 以ATM技术为基础的无源光网络（ATM-PON或APON）

以ATM技术为基础的无源光网络代表了宽带接入技术发展方向。APON的优势在于：它结合了ATM多业务多比特率支持能力和PON透明宽带传送能力，业务的接入非常灵活。其提供的业务范围从具有交互性的图象处理业务到数据传送、局域网互联、透明的虚通道等。

在接入网中采用PON技术曾是电信业的热门，但由于价格过高难以为市场接受，随着多媒体时代的到来和三网融合的发展，以ATM为基础的APON应运而生，它进一步改进了传统PON的性能，并具有更好的性能价格比。APON的线路速率有两类：

- 可用于FTTC/C/B/H的对称155Mbps；
- 可用于FTTC/C/B的非对称速率（下行622Mbps；上行155Mbps）

APON的传输主要有两种方式：

- 采用单纤波分复用（1310、1550nm粗波分复用）方式，以降低成本。
- 采用单向双纤空分复用方式，工作在1310nm以便利用低成本光源。

APON与窄带PON不同在于不采用单纤双向TCM方式。目前，ITU-T对APON的物理层、传输会聚层、传输性能等都制定了详细的规范，预计在不久的将来，APON将在AN中得到广泛的应用。

目前，实验使用的APON分路系数在32个以下，最长距离达20km。随着光接入技术的发展，欧洲正在研制一种超级PON接入，它将可以达到2000的分路系数和1000km的传输距离。

### 4) 利用ATM技术传送MPEG-2信号。

实现视频点播业务（VOD）是近几年来ATM论坛、ITU-T等组织研究的一个中心内容，也是AN发展的另一趋势。目前ATM网络提供了两类面向连接的业务，恒定比特率（CBR）和可变比特率（VBR）业务，MPEG-2信号可在这两种接入方式中传输。但在接入时，它们各有优势，同时又都不是最理想的方法。作为CBR业务接入需先用缓冲存储器平滑处理，将MPEG-2信号与CBR业务相适配，从理论上讲，只有当存储器容量足够大时，CBR MPEG-2才可能成为真正平滑的CBR业务接入，这显然不切实际。而且随着存储容量的增大，延时会增加，影响业务的实时处理性能。MPEG-2的VBR业务接入，由于国际ITU对B-ISDN的AAL2标准尚未制定完善，无法用AAL2对MPEG-2适配，ATM论坛曾准备用AAL5适配的VOD方案，但由于技术复杂，而造成成本太高难以推广。因此，最近ATM论坛选择了一种新型接入方法“piece-wise”，并将依此制定VOD标准草案。它既避免了作为VBR业务接入导致的复杂适配功能，又避免作为CBR业务接入而造成对缓冲存储的不合理要求。

### 5) 交互式数字视频接入系统。

基于光纤环路（FTTL）和ATM技术的交互式数字视频接入系统（SDV），已在国外试验，它除了支持传统的话音窄带业务外，还能向用户家庭传送诸如VOD、数字广播视频业务以及模拟广播视频，而且在SDV网络的不同单元间还可以进行信息流（如图象、ATM数据包）的交

换。SDV由于具有比HFC更多的优点，因此有可能成为交互式多媒体业务的最佳选择，引起了电信业的重视。SDV实际上是以PON为基础的FTC与单向HFC的结合，它采用分层方式，一层用FTTL系统传输电话和数据，另一层采用基于SDH的ATM信元，支持交互式数字视频等宽带业务，模拟视频接入则以WDM方式叠加或光缆分纤实现。

## 2. 无线接入

无线接入技术是指入网的某一部分或全部使用无线传输介质，向用户提供固定和移动接入服务的技术。无线接入系统主要由用户无线终端（SRT）、无线基站（RBS）、无线接入交换控制器以及与固定网的接口网络等部分组成。其基站覆盖范围分为3类：

- 大区制5~50km；
- 小区制0.5~5km；
- 微区制50~500m。

无线接入技术作为电信网当前发展最快的领域之一，主要是解决固定和移动电话通信的接入问题，同时也可以解决移动终端访问Internet等窄带数据移动通信业务接入问题。无线接入的优点是可以提供一定程度的终端移动性，建设速度快，投资省，缺点是传输质量不如光缆等有线传输方式，适用于移动宽带业务的无线接入技术尚不成熟。

目前主要的无线接入技术按照使用方式可分为移动接入和固定接入。按照通信速率可分为低速接入和高速接入。采用超短波、微波、毫米波及卫星通信等多种传输手段和点对点、一点多址、蜂窝、集群、无绳通信等多种组网技术体制可以构成多种多样的应用系统。

尽管无线接入技术方式很多，但目前主要是窄带技术，对于宽带无线接入技术也已拉开了序幕。

### (1) 无线本地环路

无线本地环路（WLL）包括DECT、CDMA、PHS、FDMA、SCDMA等，因其部署灵活，建网速度快，适应环境能力强，网络配置简单，维护费用低，话音质量与有线电话相当和通信覆盖能力强等优点，近年来受到世界各国重视，并已投入使用。WLL根据技术类型分为由GSM/DCS蜂窝系统和PHS、DECT无绳系统简化演进而来的固定无线接入，以及专门用于无线本地环的专用WLL两类。后者针对性强，无技术限制，语音质量和经济性均比较好。但由于WLL成本等方面的原因，它们实际主要应用于不易铺设有线、低用户密度和应急场合，作为一种有线通信的补充。

对于宽带无线接入技术，国际上已开发出许多类型，比较有代表性的有本地多路分配业务接入（LMDS）和直播卫星业务接入系统（DBS），目前这些系统还处于初期试验阶段。

### (2) 本地多路分配业务接入

本地多路分配业务接入（LMDS）目前已经在市场上出现，它采用蜂窝单元，以毫米波28GHz的带宽向用户传送VOD、广播和会议电视、视频家庭购物等宽带业务。LMDS接入主要由带扇型天线的收发机组成，其典型蜂窝半径为4~10km，在每个扇区传输交互式的VOD数字信道，到用户室外单元将28GHz VOD信道转换成中频595MHz带宽，用同轴电缆将视频数字信号送至机顶盒（STB）。由于LMDS具有投资小、维护方便、安装迅速的特点，将为电信业带来新的发展机遇。

### (3) 直播卫星业务接入系统

直播卫星业务接入系统（DBS）是利用地球同步轨道卫星以大功率信号覆盖地面，向用户提供使用MPEG的准视像点播、非对称Internet接入和付费收视（PPV）等业务。

此外，宽带无线技术还有以下几类：

- 1) 多点多路分配业务系统 ( MMDS )。
  - 2) 甚小孔径卫星终端 ( VSAT )。
  - 3) 综合光纤无线混合系统 ( HFW )。
  - 4) 实现无缝全球通信的PCS个人通信系统。
3. 数字用户线 ( DSL ) 接入技术

电信网，主要是电话网，多年来追求的理想是实现信息传送的数字化。60年代PCM设备的应用实现了中继线传输的数字化，70年代程控交换机的应用开始实现信息交换的数字化。在基本实现中继传输和交换的数字化，建成综合数字网 ( IDN ) 以后，着手实现用户线的数字化，攻克“最后一公里”的数字传送难关。1972年CCITT提出了综合业务数字网 ( ISDN ) 概念，80年代初实现了用户线数字传输技术的实用化。随着需求的发展，ISDN已不能满足用户对带宽的要求，1987年Bellcore首先提出了数字用户线 ( DSL ) 的概念，并开发了高比特率数字用户线 ( HDSL ) 技术，1989年又进一步提出了非对称数字用户线 ( ADSL ) 的概念。90年代以来，HDSL和ADSL成为数字用户线研究的热点和主流技术，并衍生出若干分支技术。目前已提出的数字用户线 ( xDSL ) 技术主要有以下几种。

(1) 高比特率数字用户线 ( High bit rate Digital Subscriber Line, HDSL )

1) 什么是HDSL

所谓高速数字用户线 ( HDSL ) 是数字用户线 ( DSL ) 技术的一种，是一种对称的高速数字用户环路技术，上行和下行速率相等。通过现有电话线铜缆中的两对或三对双绞线来提供全双工的1.5Mbps ( T1 ) / 2Mbps ( E1 ) 数字连接能力，其系统配置如图 12-11 所示。

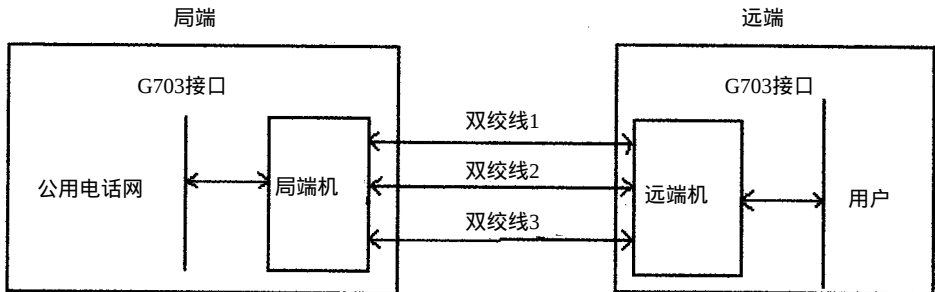


图12-11 HDSL系统配置

2) HDSL的特点

- 传输速度：可提供1.5Mbps和2Mbps的传输速率。
- 传输距离：由于HDSL采用高速自适应数字滤波技术和先进的信号处理器，可自动处理环路中的近端串扰、噪声对信号的干扰和其他损伤，因此无须使用中继器，传输距离可达3~5km ( 0.4~0.6mm线径 )。
- 设计、安装和维护简单，由于HDSL无需再生中继器，因此，简化了工程设计、安装和线路保护，降低了运营成本。

3) HDSL的传输方法

- 2对双绞线上传输无载波调幅/调相 ( CA ) 信号。
- 2对双绞线上传输4电平脉幅调制基带线路码 ( 2B1Q ) 信号。
- 3对双绞线上传输2B1Q信号。

4) HDSL系统配置

- 点到点全容量配置，即HDSL为线路设备，局端机为线路终端（LT），远端机为网络终端（NT）。
- 点到点部分容量配置，即HDSL系统允许部分时隙（容量）的信号以2Mbps速率信号格式传送。
- 点对多点的配置，即多个点分配共享HDSL系统的部分时隙（容量）。

5) HDSL 标准

美国国家标准委员会（ANSI）下属的T1E1.4工作组制定了有关HDSL规范，采用2B1Q编码技术，每对铜缆的传输速率为784Kbps。

欧洲电信标准委员会（ETSI）也制定了有关HDSL标准DTR/TM-3017。

6) HDSL 的传输距离

表12-12给出了在不同线规下HDSL的传输距离。

表12-12 HDSL 传输距离

| 用户线规         | 2线对系统（1168Kbps） | 3线对系统（784Kbps） | 4线对系统（512Kbps） |
|--------------|-----------------|----------------|----------------|
| 26线规（0.4mm）  | 3.5km           | 4.0km          | 4.6km          |
| 24线规（0.5mm）  | 4.5km           | 5.0km          | 5.5km          |
| 22线规（0.64mm） | 6.0km           | 5.6km          | 6.5km          |
| 19线规（0.9mm）  | 7.2km           | 7.9km          | 9.0km          |

(2) 非对称数字用户线（Asymmetrical Digital Subscriber Line, ADSL）

ADSL是一种非对称的数字用户环路，所谓非对称是指用户线的上行速率与下行速率不同，上行速率低，下行速率高，特别适合于传输多媒体信息业务，例如视频点播（VOD）、多媒体信息查询和其他交互式业务。

ADSL允许在一对双绞线上，在不影响现有POTS电话业务的情况下，进行非对称性高速数据传输。ADSL上行速率是224~640Kbps，下行传输速率为1.544~9.2Mbps。传输距离在2.7~5.5km。ADSL是在电话用户线上采用分离器（splitter）的办法将模拟话音通道与数字调制解调器分开，即使在ADSL连接失败时也不影响话音服务。

1) ADSL 系统配置

图12-12给出了ADSL系统配置，只需在双绞线两侧各安装一台ADSL调制解调器，就能提高非对称高速数字信道。

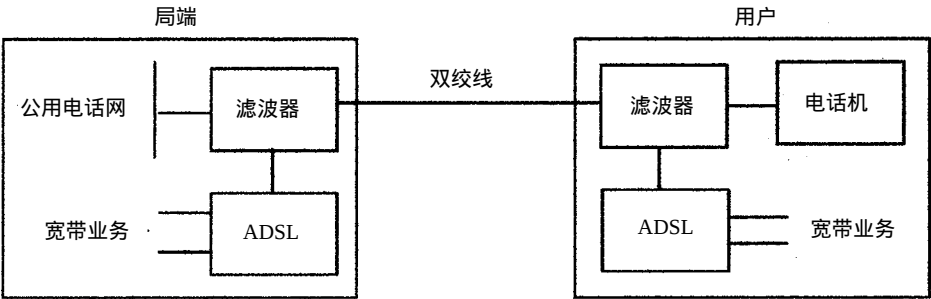


图12-12 ADSL系统配置

2) ADSL 标准

目前，ADSL的国际标准主要由ANSI制定。1994年TIE 1.4工作组通过了第一个ADSL草案标准，

采用离散多频首调制 (DMT ) 作为线路码型标准，支持6Mbps ( 或更高 ) 速率和更远的距离。

3) ADSL 传输速率

ADSL 的典型上行速率是 16 ~ 640Kbps ，下行速率和距离如表 12-13 所示。

表12-13 ADSL下行速率和传输距离

| 接口速率 | 传输速率 ( Mbps ) | 传输距离 ( km ) |
|------|---------------|-------------|
| T1   | 1.544         | 6           |
| E1   | 2.048         | 5           |
| DS2  | 6.312         | 4           |
| E2   | 8.448         | 3           |

4) ADSL 的调制技术与产品

ADSL的调制技术主要有DMT和CAP。

- DMT ADSL 产品：采用DMT调制技术的产品有AD公司和Aware 公司的DMT ADSL芯片组。
- CAP ADSL 产品：采用CAP调制技术的产品有Westell公司的CAP ADSL。

5) ADSL 的应用

ADSL除了提供电话业务外，还能与 Internet 高速接入和局域网互联，如图 12-13 所示。

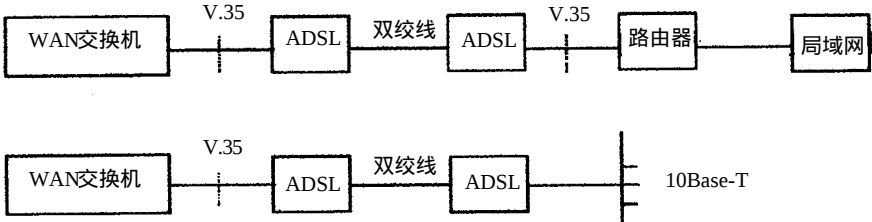


图12-13 使用ADSL接入WAN

ADSL被行家称之为明天的“网络”。它的网络模型如图 12-14 所示。

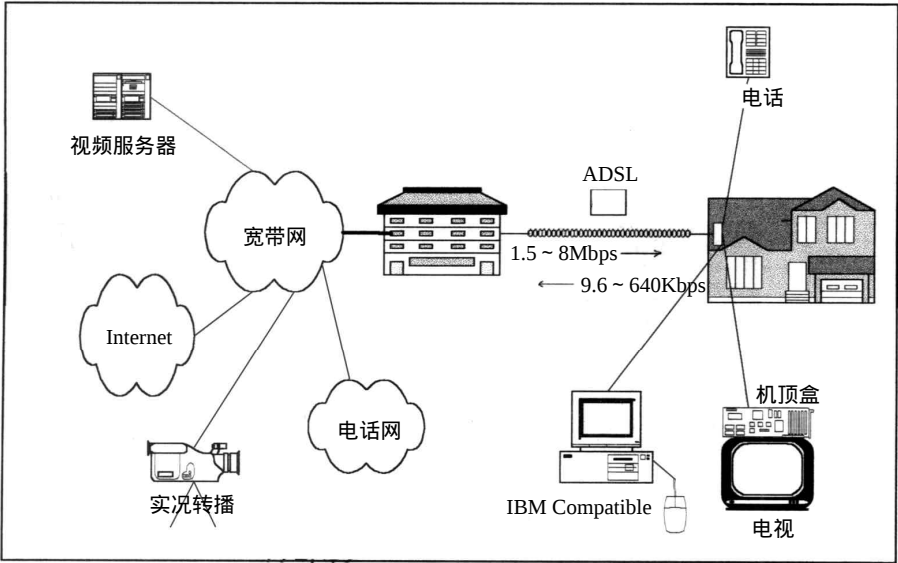


图12-14 明天的网络ADSL模型

ITU-T SG15 1998年10月已原则上通过了关于 ADSL的G.992.1和G.992.1建议草案将提交1999年6月SG15全会通过。G.992.1规范了带分离器的非对称数字用户线（ADSL）系统，利用该系统可在同一对金属双绞线对上传输高速数据和模拟信号，采用的线路编码为DMT，下行速率是6.144Mbps，上行速率为640Kbps。G.992.2规范了不带分离器（splitter less）的非对称高速用户线系统，它是一种简化的ADSL，具有成本低、安装简便的优点，也采用DMT线路编码，下行速率是1.536Mbps，上行速率为512Kbps。

(3) 对称数字用户线（Symmetrical Digital Subscriber Line, SDSL）

使用一对铜双绞线对在上、下方向上实现E1/T1传输速率的技术。也称单线对数字用户线，是HDSL的一个分支，有时也称做中等比特率数字用户线。SDSL采用2B1Q线路编码，上行与下行速率相同,传输速率由几百Kbps到2Mbps，传输距离可达3km左右。SDSL的发展趋势主要有两个：一是开发在单线对上同时传送话音和数据的HDSL，用于小型办公室/家庭办公室（SOHO）；二是开发具有更高传输比特率的单线对数字用户线技术，ITU-T已经就起草新的建议“单线对高比特率数字用户线（VDSL）”开展研究。

(4) 速率自适应数字用户线（Rate Adapted Digital Subscriber Line, RADSL）

RADSL能够自动地、动态地根据所要求的线路质量调整自己的速率，为远距离用户提供质量可靠的数据网络接入手段。RADSL是在ADSL基础上发展起来的新一代接入技术，其下行速率从384Kbps到9.2Mbps，上行速率从128Kbps到768Kbps，传输距离可达5.5km左右。

(5) 甚高比特率数字用户线（Very high bit-rate Digital Subscriber Line, VDSL）

VDSL也是一种非对称的数字用户线，但比ADSL的传输速率更高，即高速ADSL。VDSL可采用CAP、DMT和DWMT等线路码型。DWMT采用小波（Wavelet），其性能优于DMT。

VDSL是ADSL的发展方向，是目前最先进的数字用户线技术。VDSL通常采用DMT调制方式，在一对铜双绞线上实现双向数字传输。VDSL比ADSL快10倍，但传输距离比ADSL短，表12-14给出了VDSL的传输速率和距离。

由于VDSL的传输距离比较短，因此它特别适合光纤接入网中与用户相连的最后“1km”，并要求ONU的位置与用户端比较接近。

由于VDSL的传输速率很高，因此VDSL可同时传送多种宽带业务，如高清晰度电视（HDTV）、可视化计算和高清晰度图象通信等。

表12-14 VDSL的传输速率与传输距离

| 传输方向 | 传输速率（Mbps）   | 传输距离（m） |
|------|--------------|---------|
| 下行   | 12.96 ~ 13.8 | 1500    |
|      | 25.92 ~ 27.6 | 1000    |
|      | 51.84 ~ 55.2 | 300     |
|      | 155          | 100     |
| 上行   | 1.6 ~ 2.3    |         |
|      | 19.2         |         |

4. DDN接入技术

DDN接入技术在实际应用中主要有两种：

- 从用户终端接入DDN；
- 从用户网络接入DDN。

用户终端可以是一般异步终端、计算机或图象设备，也可以是电话机或传真机，它们接入DDN的方式依其接口速率和传输距离而定。一般情况下，用户终端设备与DDN的网络设备相

隔有一定距离。为了保证数据通信和传输质量，需要借助辅助手段，如调制解调器、用户集中器等。目前在使用中有5种接入方式：

- 通过调制解调器接入DDN；
- 通过DDN的数据终端设备接入DDN；
- 通过用户集中器接入DDN；
- 通过模拟电路接入DDN；
- 通过2048Kbps数字电路接入DDN。

#### (1) 通过调制解调器接入DDN

这种接入方式在数据通信领域应用最为广泛，如图 12-15所示。在模拟专用网和电话网上开放的数据业务都采用这种方式。这种方式一般是在客户距 DDN的接入点比较远的情况下采用。在这种接入方式下，位于 DDN局内的调制解调器从接收信号中提取定时标准，并产生本地调制解调器和用户终端设备所用的定时信号。当模拟线路较长时，由于环路时延的变化，使接入局内的调制解调器的接收输出定时与 DDN设备提供的定时之间会有较大的相位差，因此需要加入一缓冲存储器来给以补偿。

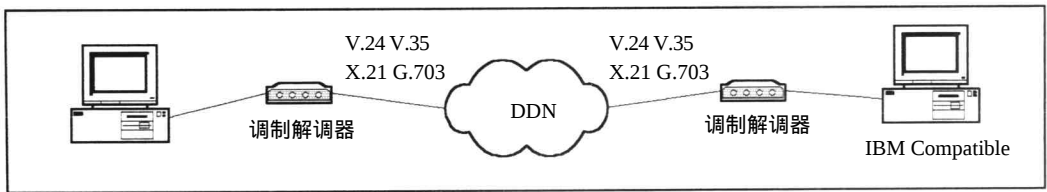


图12-15 通过调制解调器接入DDN

调制解调器又分为基带和频带传输两种。基带传输是一种重要的数据传输方式，其作用是形成适当的波形，使数据信号在带宽受限的传输信道上通过时，不会由于波形失真而产生码间干扰。频带传输是利用给定线路中的频带（如一个或多个电话信道所占用的频带），作为信道进行数据传输，它的应用范围要比基带广泛得多，传输距离也比基带长。

调制解调器根据收、发信号占用电缆芯数的不同，可以分为2线和4线两种。在要求传输距离远、速率高的情况下应选择4线。

随着科学技术的发展，调制解调器所能支持的接口速率也越来越高，不仅能够满足 ITU-T V.24、G.703(64Kbps)、V.35和X.21建议所能支持的接口速率，而且能够支持G.703 的2048Kbps 高速率。

#### (2) 通过数据终端设备接入DDN

这种方式是客户直接利用 DDN提供的数据终端设备接入 DDN，而无须增加单独的调制解调器，如图12-16所示。

这种方式的优点有：

- 1) 在局端无须增加调制解调器，只需在客户端放置数据终端设备。
- 2) DDN网络管理中心能够对其所属的数据终端设备进行远程系统配置、参数修改和日常维护管理。

DDN提供的数据终端设备接口标准符合 ITU-T V.24、V.35和X.21建议，接口速率范围在2.4Kbps到128Kbps之间。

#### (3) 通过用户集中器接入DDN

这种方式适合于用户数据接口需要量大或客户已具备用户集中设备的情况，用户集中设备

可以是零次群复用设备，也可以是DDN所提供的小型复用器。

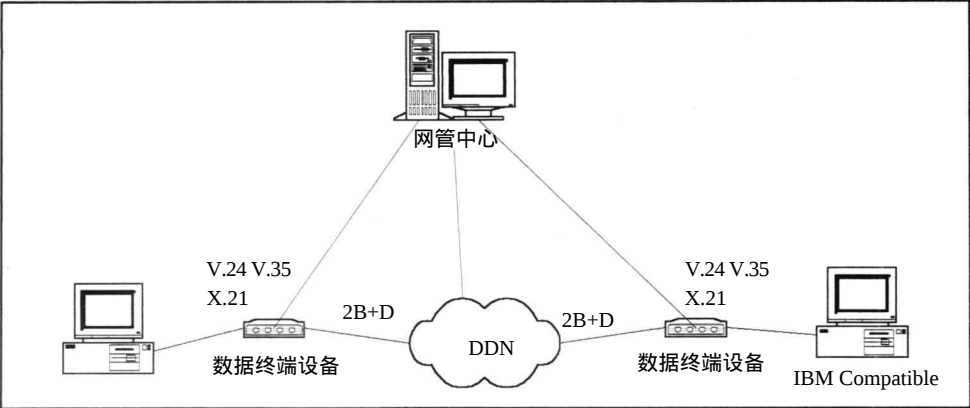


图12-16 通过数据终端设备接入DDN

零次群复用设备是通过子速率复用，将多个 2.4Kbps、4.8Kbps、9.6Kbps的数据速率复用成64Kbps的数据流，经过一定的手段输入 DDN，如图12-17所示。子速率复用格式可以是 X.50 复用格式，也可以是客户双方自行约定的格式。

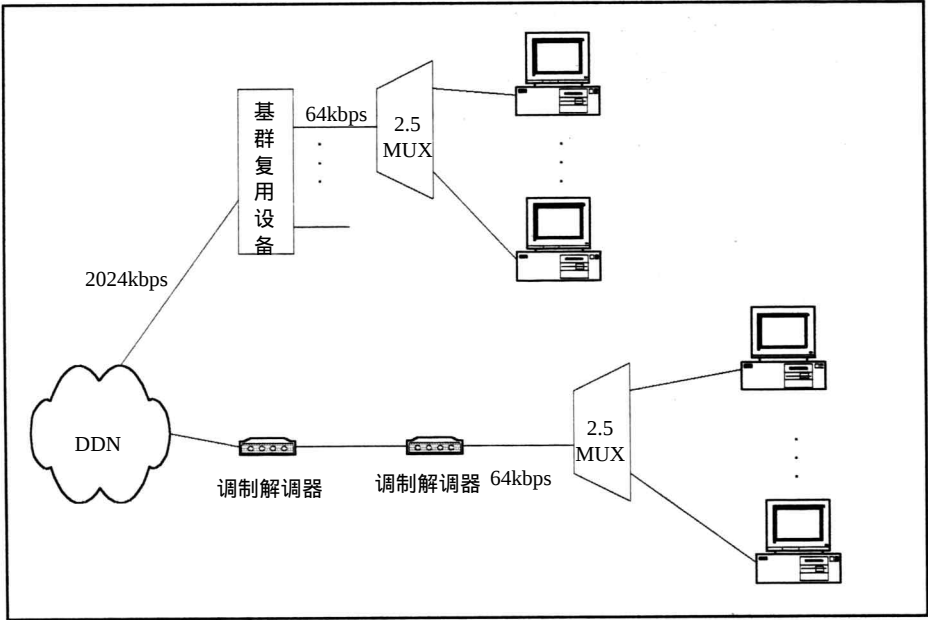


图12-17 通过零次群复用设备接入DDN

DDN提供的小型复用器具有比零次群复用设备更为灵活的特点，不仅可以支持 2.4Kbps、4.8Kbps和9.6Kbps的数据速率，而且可以支持更高速率，如图 12-18所示。在客户需要的情况下也可以提供语音、传真服务，可适用于 V.24、V.35、X.21和音频接口。此外，DDN对其所属的小型复用器具有检测、调试和管理能力。

(4) 通过模拟电路接入 DDN

这种方式主要适用于电话机、传真机和用户交换机（PBX）经模拟电路传输后直接接入

DDN音频接口的情况。在这里，实现模拟传输的手段可以是市话音频电缆，也可以是无线模拟特高频信道。

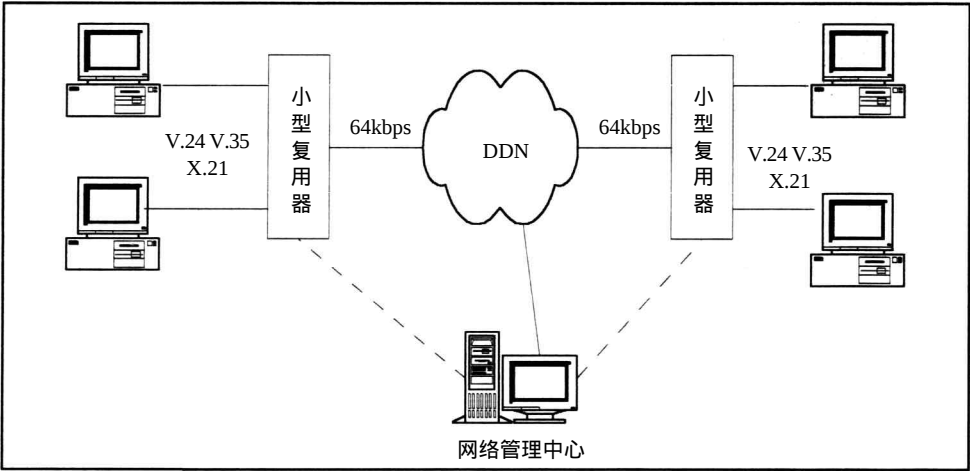


图12-18 通过小型复用器接入DDN

(5) 通过2048Kbps数字电路接入DDN

在DDN中，网络设备都配置了标准的符合ITU-T建议的G.703 2048Kbps数字接口。如果用户设备能提供同样的接口，可以就近接入 DDN。在这种接入方式中，业务所需的传输电路可以和其他的通信业务（如电话）统一建设，如合建PCM电缆系统、传输系统。在线路条件比较差的地区，还可以采用合建数字微波、数字特高频等。

(6) 用户网络与DDN互联

DDN作为一种数据业务的承载网络，不仅可以实现用户终端的接入，而且可以满足用户网络的互联，扩大信息的交换与应用范围。用户网络可以是局域网、专用数字数据网、分组交换网、用户交换机及其他用户网络，下面分别予以介绍。

1) 局域网利用DDN互联

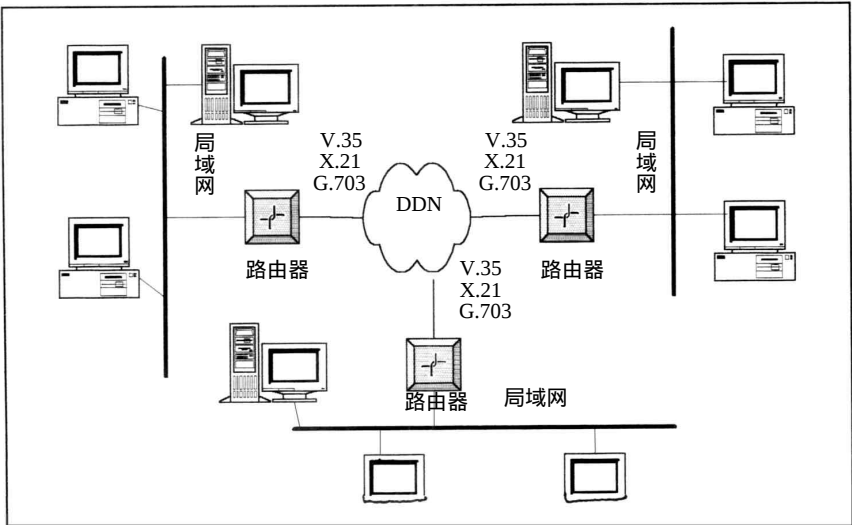


图12-19 局域网通过DDN互联

局域网利用DDN互联可通过网桥或路由器等设备，其互联接口采用 ITU-T G.703或V.35、X.21标准，这种连接本质上是局域网与局域网的互联，如图 12-19所示。

网桥将一个网络上接收的报文存储、转发到其他网络上，由 DDN实现局域网之间的互联。网桥的作用就是把局域网在链路层上进行协议转换而使之连接起来。

路由器具有网际路由功能，通过路由选择转发不同子网的报文，通过路由器，DDN可以实现多个局域网互联。

## 2) 专用DDN与公用DDN互联

专用DDN与公用DDN在本质上没有什么不同，它是公用 DDN的有益补充。专用DDN覆盖的地理区域有限，一般为某一单位或组织所专有，结构简单，由所属单位自行管理。由于专用DDN的局限性，其功能实现、数据交流的广度都不如公用 DDN，所以，专用DDN与公用DDN互联有深远的意义。

专用DDN与公用DDN互联有不同的方式，可以采用 V.24、V.35、X.21标准，也可以采用 G.703 2048Kbps标准，如图 12-20所示。具体互联时对信道的传输速率、接口标准以及传输路由等方面的要求可按专用DDN需要而定。

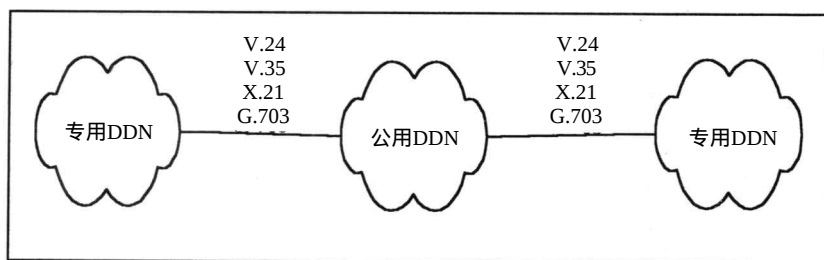


图12-20 专用DDN与公用DDN互联

由于DDN采用同步方式工作，为保证网络的正常工作，专用 DDN应从公用DDN获取时钟同步信号。

## 3) 分组交换网与DDN互联

分组交换网可以提供不同速率、高质量的数据通信业务，适用于短报文和低密度的数据通信，而DDN传输速率高，适用于实时性要求高的数据通信，分组交换网和 DDN可以在业务上进行互补。

DDN上的客户与分组交换网上的客户相互进行通信，首先要实现两网采用 X.25或X.28接口规程，DDN的终端在这里相当于分组交换网的一个远程直通客户，如图 12-21所示，其传输速率满足分组交换网的要求。

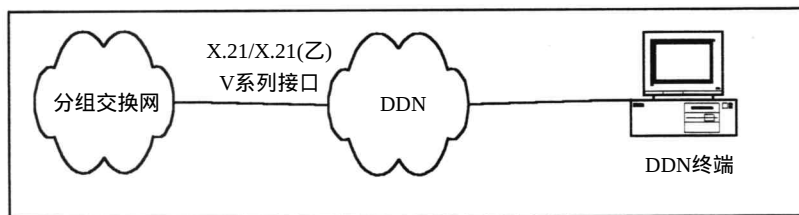


图12-21 远程客户通过DDN接入分组交换网

DDN不仅可以给分组交换网的远程客户提供数据传输通道，而且还可以为分组交换机局间

中继线提供传输通道，为分组交换机互联提供良好的条件。DDN与分组交换网的互联接口标准采用G.703或V.35，如图12-22所示。

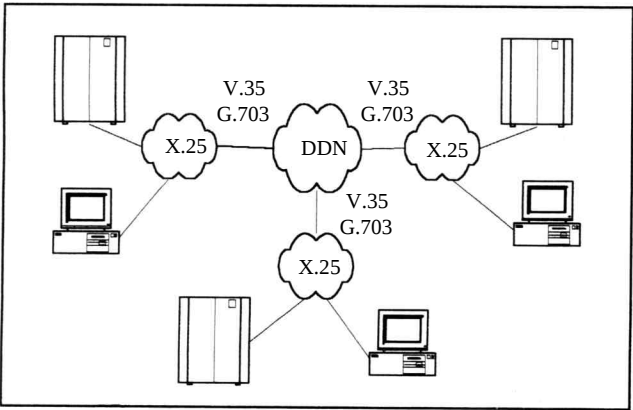


图12-22 分组交换机通过DDN互联

4) 用户交换机与DDN的互联

用户交换机与DDN的互联可分为两个方面，如图12-23所示。

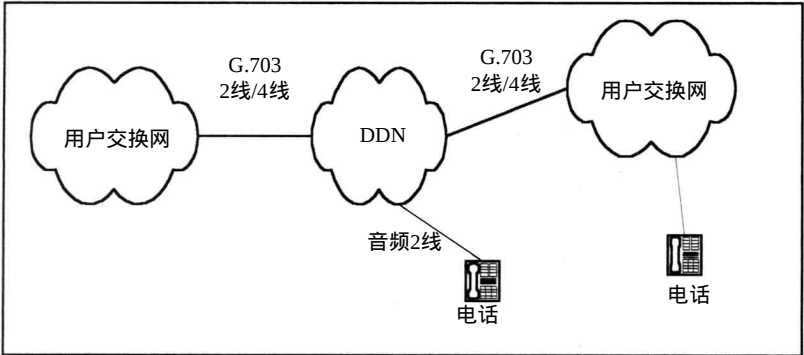


图12-23 用户交换机与DDN互联

利用DDN的语音功能，为用户交换机解决远程客户传输问题（如果采用传统模拟线来传输就会超过传输衰减限制，影响通话质量），与DDN的连接采用音频二线接口；利用DDN本身的传输能力，为用户交换机提供所需的局间中继线，此时与DDN互联采用G.703或音频2线/4线接口。

5) 同轴电缆调制解调器接入技术

同轴电缆调制解调器的接入技术从以下5个方面扼要介绍如下：

• 什么是Cable Modem

Cable Modem即线缆调制解调器，是专门为在有线电视网上开发数据通信业务而设计的用户接入设备，是有线电视网络与用户终端之间的转换设备，采用标准“F”头与Cable Modem（电缆）相连，“F”头是有线电视网中所有电子设备（包括调制器、放大器、分支器等）与同轴电缆连接的接头俗称，以标准以太网接口（10BASE-T、10BASE-2、10BASE-5）与用户的PC机相连（也有采用ATM与PC机相连），负责完成把网络前端的下行射频（RF）信号转换成PC机可接收的以太网信号，同时把PC机发送的以太网信号转换成上行RF信号，以便实现用户

PC机与网络的双向通信。

- 为什么需要Cable Modem

目前接入Internet的个人用户大多数是以普通电话线入网，数据传输的速度并不高。这一方面受到电话线路带宽的限制，另一方面也受到调制解调器性能的制约。目前用于电话线路的调制解调器多数是33.6Kbps的，最近56Kbps的也开始上市，但总的来说速度还是快不起来。此外，国内各计算中心之间的连接部分的速度也不算高，这也是用户觉得慢的原因。而在国外，用户端的速度则基本上受制于线路和调制解调器的性能。

为了解决用户端的传输速率不高问题，正在从两个方面争取突破：一方面是寻找提高普通电话线路的传输速率的方法，提出了非对称数字用户环路 ADSL；另一方面就是利用目前最具潜力的，拥有最宽入户带宽的CATV网络进行数据传输。尽管这两者的技术方案不相同，但他们的目标都是向用户提供一条高速的信息通路。

在利用CATV网进行数据传输时，线缆调制解调器（Cable Modem）是关键的设备之一。Cable Modem主要由调制/解调器、调谐器、加密/解密模块、网桥/路由功能模块、NIC（网络接口卡）、SNMP部件、部分以太网Hub 功能模块组成。其中简单网络管理协议（SNMP）功能模块主要完成参数配置、带宽分配以及网络运行维护、诊断、监视、控制等网络管理功能，是目前应用最为广泛的标准网管协议之一。Cable Modem的结构示意图如图12-24中虚线框所示。

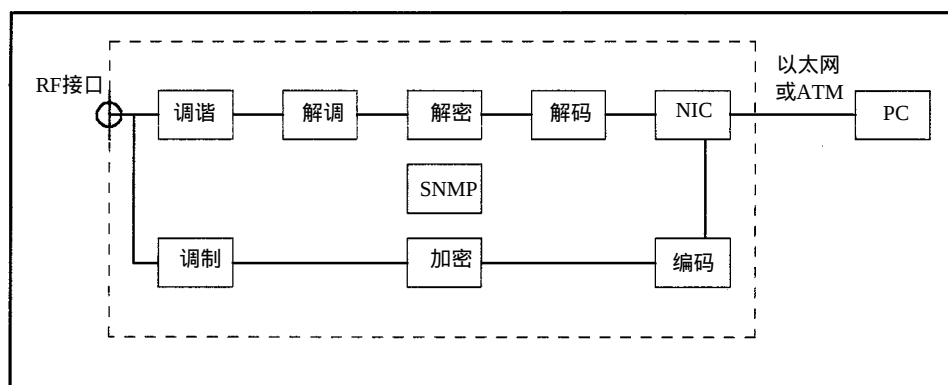


图12-24 Cable Modem结构示意图

- Cable Modem的分类

目前，Cable Modem主要有上行下行不对称速率和对称速率两种，前者特别适合于不对称传输系统，用于开发不对称速率业务；后者主要用于对称速率传输，用于计算机网络互联或双向对称传输业务的开发。Cable Modem支持的网络协议可大致分为以下3类：

支持IP（Internet Protocol）协议。

同时支持IP和其他网络协议（如以太网协议）。

支持ATM协议。

- Cable Modem的关键技术

调制技术

下行调制：解决下行传输速率及容量，下行调制技术有 QPSK、QAM、同步码分多址（S-CDMA）等。

上行调制：主要解决上行传输速率和克服上行传输噪声，上行调制技术有 QPSK、VSB、BPSK、S-CDMA等。

## 网络接口及网络通信协议

网络接口主要包括上下行RF接口，网络通信协议有TCP/IP、Ethernet及ATM等。

### 物理层和传输介质层（MAC）协议

Cable Modem物理层主要包括上下行调制技术、数据流编码、多址接入方式等。MAC协议主要要求支持可变包长数据流有效传输；支持上行通道最小接入时延；支持不同等级服务；支持多级速率；未来支持ATM或其他协议。

### 网管系统

包括支持SNMP协议、操作支持系统（OSS）和业务支持系统（BSS）的网络管理系统，目前主要有HP Openview、SUN Net Manager、IBM Netview等。

#### • Cable Modem的优点

采用Cable Modem通过HFC接入Internet，速率快、费用低。

由于有线电视电缆覆盖面广，因此用户很容易获得服务。

数据传输速率灵活，可从512Kbps至10Mbps。

Cable Modem安装方便，用户使用简单。

#### • Cable Modem的应用

高速接入Internet。

可视会议系统。

远程教育和远程医疗。

居家办公。

视频点播（VOD）。

电子商务。

多媒体信息服务。

## 5. ISDN接入

1972年国际电联正式提出了综合业务数字网（ISDN）的概念，即在IDN的基础上，实现用户线传输的数字化，提供一组标准的用户网络接口，使用户能够利用已有的一对电话线，连接各类终端设备，分别进行电话、传真、数据、图像等多种业务通信，或者同时进行包括语音、数据和图像的综合业务（多媒体业务）通信。

ISDN（Integrated Services Digital Network）按照CCITT对综合业务数字网络的定义是：利用同样的数字通信技术（数字传输通道和分组交换/电路交换系统）构成的网络，这种网络可提供以下业务：

- 电话；
- 电报；
- 用户电报；
- 无线电广播；
- 电视广播；
- 电子信函；
- 数据库远程检索；
- 电子发行和投递；
- 电子购物；
- 电子银行业务；

- 远程计算；
- 个人计算机通信（包括局域网）；
- 分布计算机；
- 远程办公；
- 远程会议；
- 电视电话；
- 远程医疗；
- 零售点的业务信息；
- 远程教育。

显然，能够完成上述各种业务的通信系统必是计算机技术和通信技术的紧密结合，形成一种综合业务数字计算机网络。ISDN并不是速度最快的信息存取技术，它的数据传输速率在64Kbps到128Kbps（取决于线路配置）。由于这个原因，在Internet飞速发展的今天，它在美国曾受到了冷遇。但是ISDN有着良好的带宽管理特性及较短的电话接通时间，使其成为专用线路连接的一个较为理想的选择方案，特别是近几年来在电话公司服务过程中取得了进展，又重新引起了重视。下面，我们分体系和标准、ISDN传输结构、ISDN用户接口、ISDN宽带和窄带进行讨论：

### (1) 体系和标准

#### 1) ISDN体系结构

图12-25描述了ISDN功能的框图。ISDN给用户提供了全新的物理连接、数字用户链路（从终端用户到中心局的链路），并对全部中心局的设备进行了适当的调整。

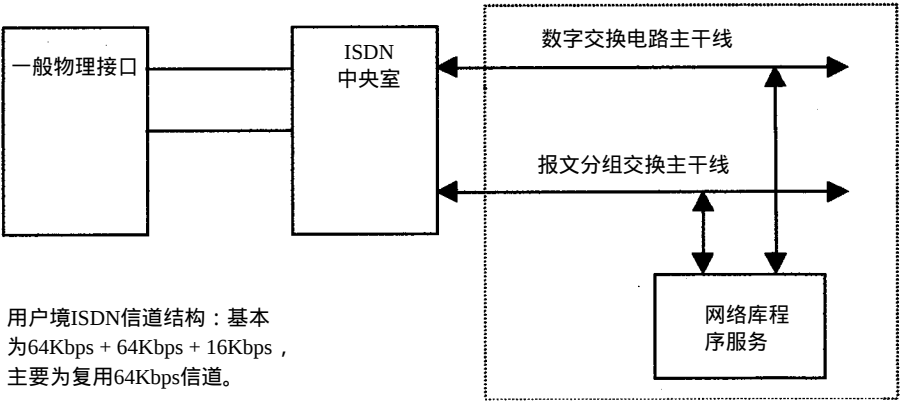


图12-25 ISDN功能框图

用户访问是目前各种标准化组织注意力最集中的一个领域。应该定义一个通用物理接口，以便提供实质上的DTE-DCE连接。这种接口也可用于电话、计算机终端以及交互式可视数据终端。为了在用户装置和网络之间交换控制信息，应采用相应的协议，同时将高速接口提供给诸如数字PBX或LAN等设施。

目前电话网中的用户环路部分是由用户和中心局间的双绞线链路构成的；可以传送4KHz模拟信号。在ISDN中将使用一对或两对双绞线提供基本的全双工数字通信链路。

数字中心将把大量的ISDN用户环路信号连到IDN网上。除了提供对电路交换网络的访问外，中心局还提供用户的专用线、分组交换网络以及面向事物的分时计算机设施的访问。同时，还

必须容纳通过PBX或LAN的多路复用的访问。

## 2) ISDN标准

虽然，一些标准化组织均在探讨ISDN的各方面内容，但ISDN标准的制定、修改和控制的权威机构是CCITT。CCITT对ISDN的描述，主要有以下六个方面：

ISDN的发展是从现有的电话网络演变而来。

引入ISDN的新业务应该与基本的64Kbps交换数字网络连接并兼容。

ISDN从八十年代早期开始，预计需要十到二十年的过渡。

在过渡时期，ISDN将依赖于国内的ISDN及其他非ISDN网络（如PDN）之间的网络互联技术。

ISDN将包含智能功能，以便提供业务特征、维护和系统控制及网络管理。

ISDN将使用综合协议的分层功能，以适应各种访问安排。

考虑到以上属性，有关信令、网络接口以及协议等方面的标准都正在推向市场。这一努力将在电信领域发生巨大影响，这些影响所涉及的内容有：

用户环路技术。

交换技术。

信令技术。

接口和协议。

网络管理和系统控制。

CCITT ISDN标准化工作的主要协调机构第 X. 研究组，既数字网络研究组。这一组织是专门研究ISDN问题的。此外，它也协调其他几个研究组的工作。其中较为重要的有：

第 研究组：电话操作和业务质量。

第 研究组：传输服务。

第 研究组：数据通信网络。

第 研究组：电话交换与信令。

第 研究组：电话网上的数据通信。

## (2) ISDN传输结构

在这里主要讨论ISDN信道。

中心局和ISDN用户之间的数字通道可用来支持多个通信信道。信道容量及其所支持的信道的个数随用户的不同而不同。对链路的访问传输结构由下列类型的信道提供：

1) B信道：64Kbps。

2) D信道：16Kbps。

3) C信道：8或16Kbps。

4) A信道：4KHz模拟。

B信道是基本用户信道，并可传输下列通信业务：

1) PCM信号。

2) 电路交换或分组交换应用的数字数据。

3) 低速率数字数据和64KbpsPCM信号的混合通信。

将64Kbps规定为标准用户信道速度，但也会产生矛盾，因为标准化工作总是落后于实际。

D信道有两个用处。第一用于用户和网络间交换控制信息；第二支持较低速度的数字数据要求。表12-15综合了由B信道和D信道提供的数字通信类型。

表12-15 ISDN信道功能和通信类型

| B信道（64Kbps）  | D信道（16Kbps） |
|--------------|-------------|
| 数字话音         | 信令          |
| 64Kbps PCM   | 基本型的        |
| 低比特率（32Kbps） | 增强型的        |
| 高速数据         | 低速数据        |
| 电路交换         | 交互型可视数据     |
| 分组交换         | 智能用户电报      |
| 其他种类         | 终端          |
| 传真           | 遥测          |
| 慢扫描电视        | 应急功能        |
|              | 能源管理        |

A信道在过渡期间用于传送常规的 4KHz模拟话音信号。混合访问信道 C，美国工作于8Kbps，日本工作于16Kbps。

以上信道类型构成一定的传输结构，并作为一个整体提交给用户。目前关于 ISDN信道结构已有明确定义，它有主信道结构（主访问）和基本信道结构（基本访问），这些结构如图12-26所示。

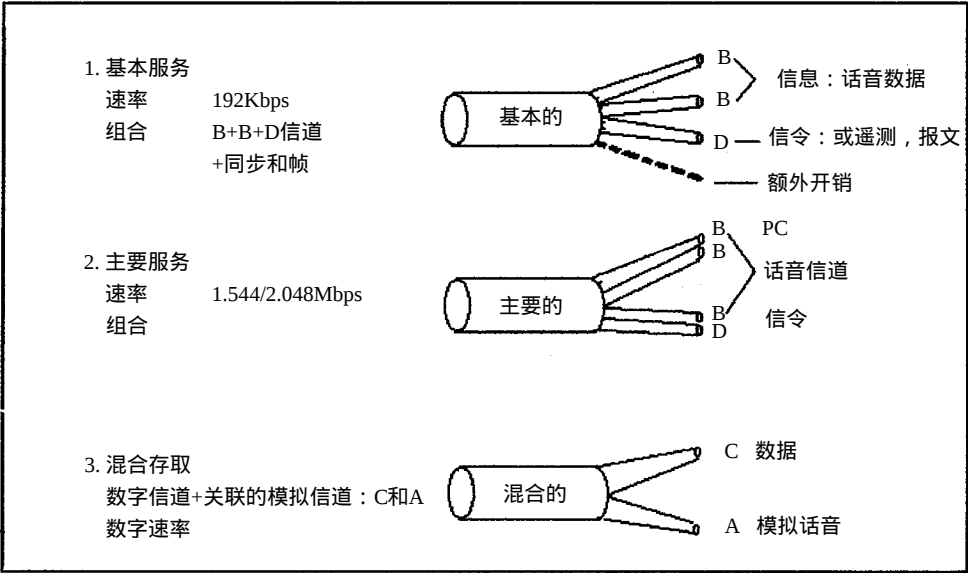


图12-26 ISDN信道结构

基本信道结构是由两个全双工 64Kbps的B信道及一个全双工 16Kbps的D信道构成。其总的比特率为 144Kbps。然后再加上帧、同步及其他管理开销，使基本访问链路的总比特率达到 192Kbps。图12-27给出了基本访问的一种可能的帧结构。每隔 24比特的访问帧，包括来自每个 B信道的8比特和来自D信道的2比特。余下的14比特大部分用于用户和中心局之间的同步 TDM 协议。

主要业务多路复用，可以根据两个竞争性建议进行标准化。美国建议并得到日本和加拿大支持，要求在 1.544Mbps链路上容纳 23个（每个 64Kbps）B信道，另加一个 64Kbps的D信道，这相应于 T1 传输格式的情况。而欧洲却愿意选择他们自己拥有的 2.048Mbps链路，包括 30个B

信道和一个D信道，每个信道均为64Kbps。

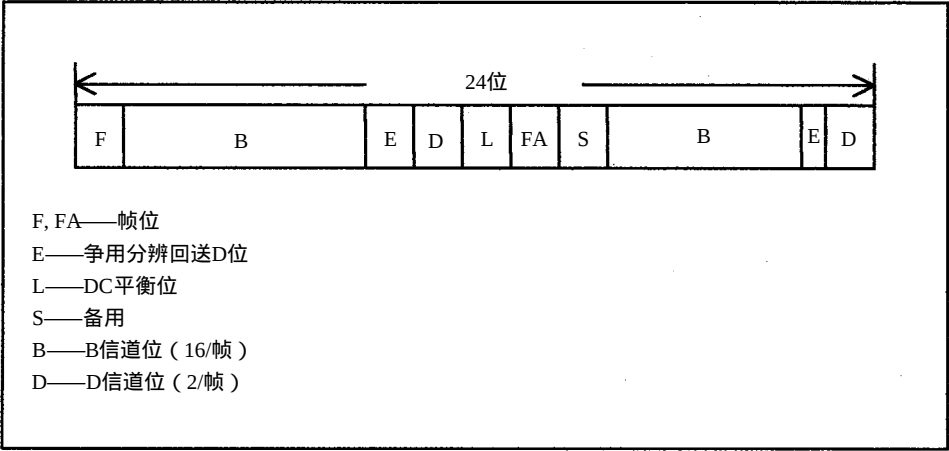


图12-27 可能的基本访问帧结构

除此之外，还需考虑其他容量业务的标准，它们有：

- 1) 中间业务：速率在400到800Kbps之间，已经考虑的有：4、6、8及10个64Kbps信道构成的结构。
- 2) 宽带业务：提供诸如电视会议之类的高速应用，信道容量为 1.544Mbps或2.048Mbps。
- 3) 较高速率的业务：它用于重负载用户和增值提供者，相应于在 ISDN中使用的TDM结构中的较高层。

(3) ISDN用户接口

ISDN用户接口特性如图12-28所示，它描述了用户与ISDN的关系：

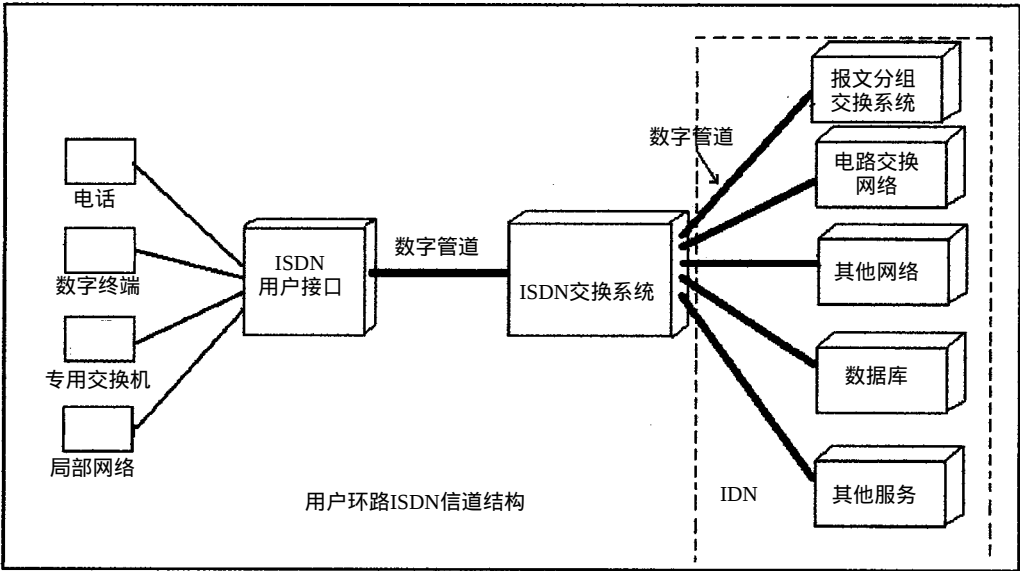


图12-28 ISDN连接特性

由图12-28可知,用户（如电话、数据终端和PBX）通过一个ISDN接口并通过具有一定比特率的数字管道（Digital Pipe）对ISDN进行访问。当然，不同大小的管道可以满足不同的需要。

例如，居民用户可能只需要足够容量以供电话和交互型可视终端之用；而办公室则需要通过安装在大楼里的数字PBX，借助于容量较高的数字管道与ISDN相连。

对于大型企事业单位需要用图 12-29所示的配置，因为常常有许多电话同时进行，在这种配置中有一个NT2设备。

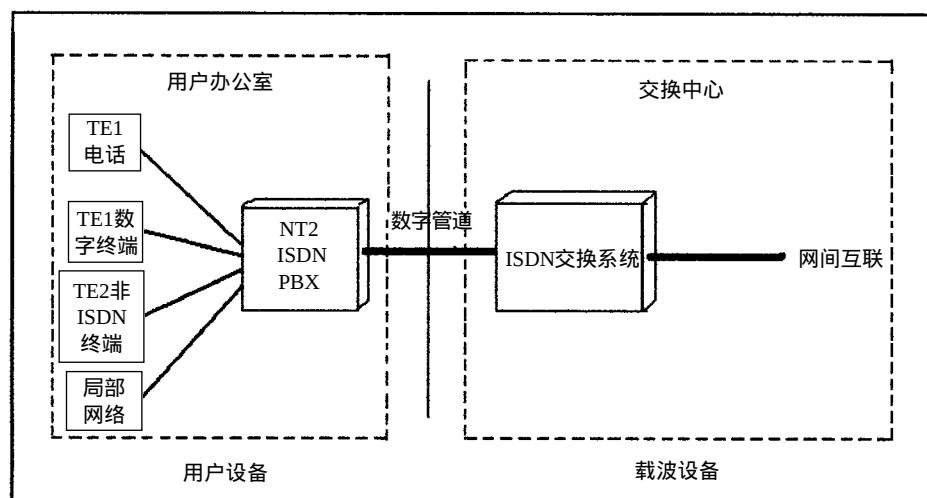


图12-29 用于大型企业的ISDN系统

CCITT对ISDN定义了交换设备和用户设备之间的两种数字管道接口，这两种接口都同时提供语音和数据服务，能在同一个管道上进行线路交换和分组交换，接口也能以不同的速率和网络相连。这两个标准接口称做基本速率接口（BRI）和一次群速率接口（PRI）。如图12-30所示。

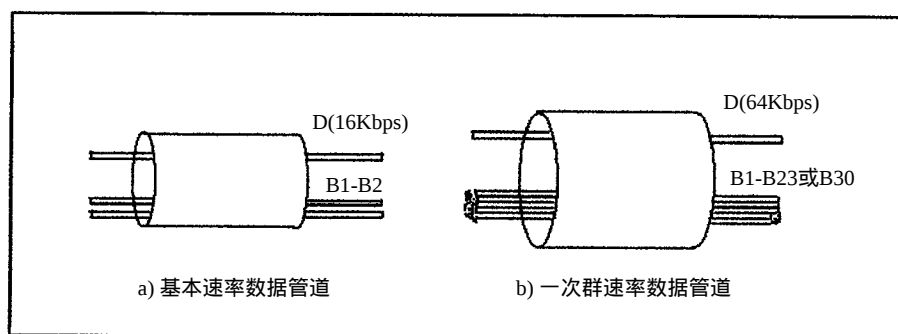


图12-30 数据管道

BRI包括两个传输声音和数据的 64Kbps通道（B通道）及一个传输控制信号和数据的 16Kbps分组交换数据通道（D通道），BRI适用于小容量系统，如语音/数据工作站等。PRI包括 32个B通道和1个D通道，管道的传输速率达 1.544Mbps。PRI适用于大容量系统，如国家范围的 ISDN。

ISDN的一个重要特征是使用公共通道信令技术，以实现用户网络访问和信息交换。允许使用公共通道信令通路来控制多个线路交换连接，公共通道信令在 D通道上传输。

#### (4) ISDN窄带和宽带

## 1) 窄带ISDN

建设ISDN是由现有通信网基础上逐渐过渡的。一般来说，ISDN的建设可分为两步走：

第一步——先发展窄带ISDN，既将用户网络接口限制在2Mbps之内，可用现有电话电缆作为传输媒介。

第二步——发展宽带ISDN，以提供高效速率，并使视频通信和快速数据传送等业务成为可能。速度可达几百Mbps，但必须使用光纤来传输。

### 窄带ISDN的信道结构

从用户的角度来看，ISDN是一个通过单一接口提供各种各样业务的网络，这个接口可以叫做“数字管道”。它有不同的口径（既比特率），以适合不同的用户。例如，一个个人用户可能只想把一部电话和一个可视图文终端接到ISDN，他使用一个“细管道”就够了；而一个办公室用户则希望将很多终端设备经过一个数字交换机连到ISDN，显然，他需要一个“粗管道”。CCITT的1.412建议为这个管道设立了不同速率的信道（口径）：B信道、D信道和H信道。

B信道是用户信道，用来传送数据等用户信息，传输速率是64Kbps。一个B信道可以包含多个低速的用户信息（即多个子信道），但这些信息必须传往同一目的地。也就是说，B信道是电路交换的基本单位。

D信道用于传输连接控制信息或者数据信息。控制信息完成B信道的建立以及控制B信道传输，其速率为16Kbps或64Kbps。

H信道用于传送高速的用户信息。用户可以把H信道作为高速干线或根据各自的时分复用方案将其划分使用。典型的应用例子有：高速传真、图像、高速数据、高质量音响等。H信道有三种标准：H0、H1、H2信道，速度分别为384Kbps、1536Kbps和1920Kbps。

### 窄带ISDN的用户——网络接口结构

窄带ISDN向用户终端设备提供的接口主要有两种：

#### • ISDN基本速率接口（BRI）

它包括两条64Kbps的全双工B信道和一条全双工D信道（2B+D），总速率为144Kbps，这种基本接口能满足大部分单个用户的需要。2B+D信道无须改造现有的电话线，只要交换机提供ISDN功能，用户的ISDN通信设备就可以直接通过现有的电话线进入ISDN网络，同时进行语音和多种形式的通信。例如分组数据通信、传真、智能用户电报或将报警信号传至中心服务站等。通过ISDN获取Internet也是BRI提供的业务之一。

#### • ISDN基本群速率接口（PRI）

这种接口的设计是为了满足那些大量通信需求的用户，例如装有PBX或LAN的办公室用户。其信道结构为30B+D，其中B信道速率为64Kbps，D信道速率也是64Kbps，再加上帧定位同步以及其他控制比特，这种接口的总速率达2048Kbps。另外基本群速率接口还可以用来支持H信道。

## 2) 宽带ISDN

光纤传输的发展为宽带ISDN（Broadband ISDN，又称B-ISDN）打下了基础。B-ISDN一律采用光纤传输，速率从150Kbps到几个Gbps，从速率最低的遥控、遥测业务到高清晰度电视HDTV（100~150Mbps），都以同样方式在网络中传送，共享网络资源。B-ISDN是一种全新的网络，它的信息传送方式、交换方式、用户接入方式、通信协议都是新的。

B-ISDN的业务范围比窄带ISDN更广，这些业务在特性上差异更大。从自然信息的特性来看，任何信息源（包括声音、图像、数据和文字）在通信过程中的比特率都不是恒定的，也就

是说任何业务都具有一定的突发性。如果象窄带 ISDN那样用恒定的比特率来传送所有的业务信息，结果不是降低业务质量就是浪费网络资源。因此必须寻找一种适合 B-ISDN的信息传送方式。

### B-ISDN的信息传送方式——ATM

人们自然地想到了用快速分组交换来解决 B-ISDN的传送问题。80年代中后期，出现了很多交换模型。美国人给这种技术起名为快速分组交换 FGPS，并将它用于高速数据传送。欧洲人则称这种技术为异步时分复用 ATD，并在实验中将它用于图像通信。1988年，CCITT在其蓝皮书中将这种技术定名为 ATM(Asynchronous Transfer Mode)，并将它作为B-ISDN的信息传送方式。

ATM的特点是进一步简化了网络功能。ATM网络不参与任何数据链路层功能，差错控制、流量控制工作都交给终端去做。ATM采用异步时分复用（又称统计复用）的方式，来自不同信息源的信元汇集到一起，在一个缓冲器内排队，队列中的信元逐个输出到传输线路，在传输线路上形成首尾相接的信元流。异步时分复用使 ATM具有很大的灵活性，任何业务都按实际需要来占用资源；对特定业务，传送速率随信息到达的速率而变化。因此，网络资源得到最大限度的利用。此外，ATM能够适应任何类型的业务，不论其速率高低、突发性大小、实时性要求和质量要求如何，都能提供满意的服务。ATM的优点可归纳如下：

- 灵活性和适应性强，能够适应将来新业务的要求和技术的发展。
- 有效利用网络资源，网中不存在专用的资源，根据信息传送的需要随机分配资源。
- 用单一的通用网络提供所有的业务。

### B-ISDN协议参考模型

I.321是B-ISDN的协议参考模型。和窄带 ISDN一样，B-ISDN的协议参考模型也是一个立体的分层模型（如图12-31所示）。该模型由三个平面组成，分别表示用户信息、控制和管理三方面的功能。

从图中可以看出：

- 用户面提供用户信息的传送、采用分层结构。
- 控制面提供呼叫和连接的控制功能，涉及的主要是信令功能。
- 管理面包括：面管理和层管理。面管理实现与整个系统有关的管理功能，并实现所有面之间的协议；层管理实现网络资源和协议参数的管理。

协议参考模型包括4层功能：物理层、ATM层、ATM自适应层和高层。

- 物理层完成传输信息功能，它可进一步划分为两个子层：物理媒体子层PM，仅包含与传输有关的功能；传输会聚子层TC，将ATM信元流交换成能在物理媒体上传输的比特流。
- ATM层和传输媒体无关，它包括4项功能：信元的复用和分路、ATM交换的路由选择、信头的产生/提取及一般的流量控制。
- ATM自适应层（又称ALL），它可再分为两个子层：拆装子层SAR，在发送端将高层信息

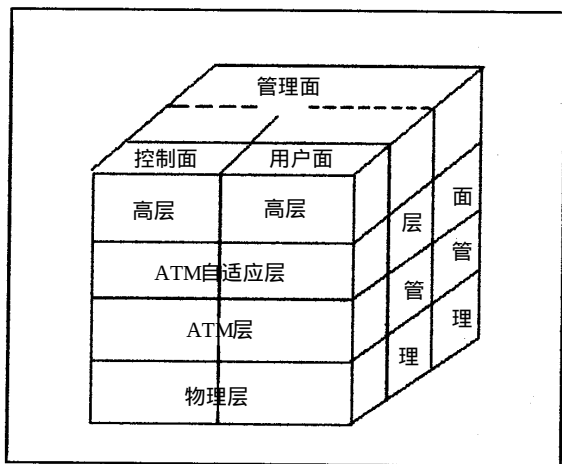


图12-31 B-ISDN协议参考模型



值符合5类性能要求，也就是， $ACR=PSNEXT-Attenuation$ ，其中 $ACR>4dB$ 。

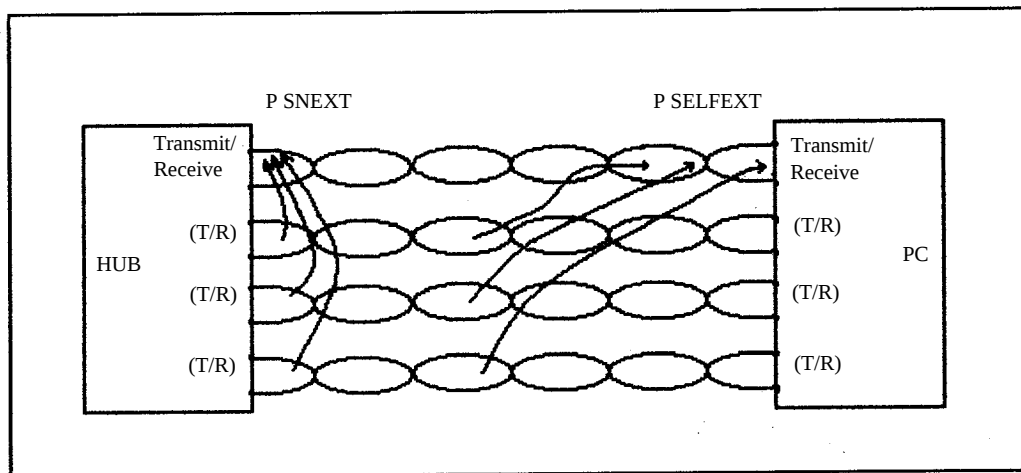


图12-32 近端/远端综合串扰

与综合近端串扰类似，综合等效远端串扰同样也是系统的重要性能指标，特别是在多线对、全双工信息传输的情况下（半双工传输时，远端串扰可忽略不计），网络设备的信号处理单元不能完全消除这种远端耦合串扰，因此，综合等效远端串扰指标的优劣也同样极大地影响着网络的性能。

虽然千兆位以太网的目标是应用在5类标准的布线系统上，但是就目前实际安装的基于5类标准的布线系统而言，由于其性能只能满足100MHz的信号传输，对于频率高达125MHz的千兆位以太网来说，除少数指标勉强达到性能要求的边缘外，通常无法正常支持千兆数据传输，因此，为了能够稳定地支持这些新的网络协议，必须对布线标准进行修订。目前，国际有关标准化组织已经出台了相应的布线系统修订标准，有关超5类布线和6类布线的标准草案均以颁布，预计1999年内会得到正式批准。在新的布线标准草案中综合近端串扰与综合等效远端串扰都有了明确的定义。

## 12.5 以太网史、拓扑结构、布线标准与TCP/IP方面的问题

### 12.5.1 以太网的发展过程

以太网的关键技术是使用共享的公共传输信道，这种思想来源于美国夏威夷大学。早在60年代，夏威夷大学的Norman Abramson及其同行们研究了一个名为ALOHA系统的无线网络。这个无线广播系统是为了把位于本岛上的校园与位于其他岛屿上、海洋船舶上的终端连接起来而设计的。最初设计的传输速度为4800bps，后来改变为9600bps，ALOHA系统的独到之处是用入境与出境无线电信道做两路数据传输。

出境：出境无线电信道是从主机向终端，只要终端地址放在传输的电文标题上，然后由相应的接收站译码。

入境：入境无线电信道是从终端向主机，但它复杂，是采用一种随机式的重传方法。方法的思想是：终端操作在键入回车键（Enter）之后发送它的电文或信息包，然后等待主机发回确认的电文，说明这时是否有其他站也在试验传播信息，因而发生了碰撞冲突，使传输数据受到破坏。这时台站终端站再次选择一个随机时间重新发出它的信息包。这种方法使传输信息

的成功率变得非常大。也被称为 争用型网络，原因就是不同的站都在争用相同的信道。争用型网络向人们展示了两个重要的意义：

- 1) 这一方法允许多个节点用简单的方法，准确地用同一信道传输信息。
- 2) 使用这一信道的站点越多发生碰撞的机率就越高，从而引出了传输延迟增加和信息流量降低。

1972年，一位刚从麻省理工学院毕业的Bob Metcalfe来到Xerox Palo Alto研究中心（PARC）计算机实验室工作，并被Xerox雇用为PARC的网络专家，Bob Metcalfe的第一件工作是把Xerox ALTO计算机连到Arpanet上（Arpanet是现在流行的Internet的前身）。在访问Arpanet的过程中，偶然发现了Abramson的关于ALOHA系统的早期研究成果，在阅读Abramson的有关ALOHA论文后，Metcalfe认识到，虽然Abramson已经作了大量的研究和假设，如果通过优化可以把ALOHA系统的速率提高到100%。1972年底，Metcalfe和David Boggs设计了一套网络，把不同的ALTO计算机连接起来，接着又把NOVA计算机连接到EARS激光打印机上。Metcalfe把他的这一研究性工作命名为ALTO ALOHA。1973年5月，世界上第一个个人计算机局域网ALTO ALOHA投入了运行，在计算机网络研究史上起到了里程碑和奠基石的作用，揭开了计算机网络研究的崭新一页，Metcalfe将ALTO-ALOHA网络改名为以太网（Ethernet），其意义为：灵感来自于 电磁辐射是可以通过发光的以太来传播的这一想法。

最初的以太网以每秒2.94Mbps的速度运行，运行速度慢的原因是以太网的接口定时采用ALTO系统时钟，即每340ns才发送一个脉冲，构成了传输率为2.94Mbps，后来作了许多改进，以适应以太网的载波监听为特点的传输（载波监听即每个终端站在要传输自己的信息之前，先要探听网络上的动静）。经过一段时间的研究与发展，1976年，以太网以发展到连接100个用户节点，并在1000m长的粗缆上运行。Metcalfe和Boggs于1976年6月发表了《以太网：局域网的分布型信息包交换》的著名论文，1977年12月获得专利，经过长时期研究，以太网终于像诞生婴儿经过 十月怀胎 一样正式诞生了。Xerox急于把这一成果迅速产品化推向市场，因此，将以太网改名为Xerox Wire。在Intel公司、DEC公司和Xerox共同指定其网络标准时改名为以太网 这个名字。

在制定标准的过程中，Xerox提供技术，DEC有雄厚的技术力量，而且是以太网硬件的强有力的供应商，英特尔提供芯片，三方于1979年首次举行联席会议，1980年9月，公布了第三稿的 以太网、一种局域网的数据链路层和物理层规范 1.0版，这就是著名的以太网蓝皮书，也称DIX（DEC、Intel、Xerox的第一个字母）版以太网1.0规范，一开始规范规定在20MHz下运行，经过一段时间后降为10MHz，并重新定义了DIX标准、并以1982年公布的以太网2.0版规范终结。

在DIX进行以太网标准化工作的同时，IEEE组织了一个定义与促进工业LAN标准的委员会，并以办公室环境为主要目标，称之为802工程。1981年6月IEEE802工程决定组建802.3分会，以产生基于DIX工作成果的国际公认标准。19个大公司参与了这项工作，1982年12月宣布了新的IEEE802.3草案，1983年最终以IEEE 10BASE 5面世，并得到了国际上的认可。

以太网的发展过程，可划分成这样几个阶段：

1. 以太网起源阶段（1968—1972）
2. Xerox PARC创造以太网（1972—1977）
3. DEC、Intel、Xerox将以太网标准化（1979—1983）

其实在这个过程中还出现了3Com以太网产品化（1980—1982）和StarLAN的过程。3Com是指：计算机、通信、兼容（Computer、Communication、Compatibility）三个单词的前冠

Com, 组成一个计算机通信和兼容性的公司, 也就是著名的 3Com公司。当DEC、Intel、Xerox忙着做以太网规范时, 3Com就想到了商业利益, 于1980年8月宣布了第一个产品用于UNIX的商业版TCP/IP, 并于1980年2月上市。1981年3月第一批符合802标准的3C100收发器投放市场。1982年9月, 第一台细缆EtherLink投放市场, 并随机配置DOS驱动器软件。它在以太网发展史上起着里程碑的作用。在技术上表现为:

- 1) 第一个网络接口 (NIC) Seeq8001;
- 2) 成为IBM PC的第一个以太网适配器;
- 3) 安装容易, 不需要外加收发器和收发器电缆, 使网络与用户更加友好, 价格便宜。

在3Com火爆的过程中, StarLAN也功不可没, 为以太网的发展立下了汗马功劳。在1984-1987年间, 针对细缆以太网的主要缺点, 1983年底, Bob Galin开始与AT&T和NCR合作, 研究在非屏蔽双绞线 (UTP) 上运行以太网。NCR建议采用类似细缆以太网的总线拓扑结构, 而AT&T则热衷于类似先行电话布线结构的星型拓扑结构。UTP、星型结构的优点是: 便于安装、配置、管理和查找故障。

这种星型结构是一种突破, 因为它允许采用结构化布线系统, 采用一根线将每个节点与中央集线器连接起来。这对于安装、故障寻找和重新配置有着明显的优点, 大大降低了整个网络的成本。1984年初又有14家公司参加到UTP以太网的研究活动中来, 重点是研究如何让快速的以太网能运行在UTP线上。他们研究证实低速以太网 (1 ~ 2Mbps) 可以在3类线上运行, 并能够满足电磁干扰规定和串扰方面的限制。但是许多公司强烈反对把常规以太网降低10%, 包括3Com和DEC, 这一部分公司失去了兴趣。于是10家公司开始进行1Mbps以太网的标准工作, 1986年中, IEEE802.3批准了1BASE的新标准。

#### 4. 10BASE-T (1986 ~ 1990)

当以太网在粗同轴电缆上运行后, Metcal和Rawson证明CSMA型信号能在光缆上运行。Xerox决定在光缆上运行以太网。在研究过程中发现: 以太网确实可在光缆上运行, 但是, 只能在星型结构而不能是以太网的总线拓扑结构下运行。Schmiedt又把光缆以太网硬件变成在屏蔽双绞线 (STP) 上运行。由于STP电缆价格高, 而且笨重, 不方便施工操作, 他便进一步做了一些实验, 证明以太网可以在非屏蔽双绞线 (UTP) 上运行。

IEEE802.3工作组认为在UTP上实现10Mbps以太网是最好的办法, 后来命名为10BASE-T。于1990年9月公布了以太网10BASE-T标准。

#### 5. 100BASE-T (1992 ~ 1995)

100BASE-T快速以太网从10BASE-T发展而来。在1992年40多家网络公司加入到快速以太网联盟中来, 开发100BASE-T快速以太网标准, 建立统一的可互操作的测试步骤, 正如它的名字所显示的那样, 是10BASE-T以太网标准的扩展。

现在100BASE-T已被IEEE802.3以太网标准委员会标准化。100BASE-T的特性指标于1994年底产生。100BASE-T快速以太网的技术手段已经可靠地工作几年了, 它保留了大家所熟悉的CSMA/CD协议, 使得LAN上10BASE-T和100BASE-T站点间数据通讯时不需要协议转换。这就使得制造厂商可以提供造价较低的产品, 即可在10Mbps网上应用, 也可在100Mbps网上应用, 可以容易地将100BASE-T网络集成在一起。由于有众多厂商的支持, 从而保证了有大量的性能、低价格的快速以太网产品的问世。

#### 6. 1000BASE-T (1996 ~ )

1995年11月, IEEE802.3标准委员会组建了一个新的高速研究组, 研究每秒1千兆位速率的以太网。

1996年3月，IEEE组建了新的802.3z工作组，负责研究千兆位以太网，制定相应的标准。很快，一些快速以太网的支持者和发起者组成了 千兆位以太网联盟（GEA），千兆位以太网的关键是利用交换式全双工操作去构建主干网和连接超级服务器及工作站。千兆位以太网的标准已于1998年中得到了IEEE的批准。

千兆位以太网建设中的有关问题：

(1) 千兆位以太网

科学技术的发展是如此迅速，短短几年中局域网的速率便从 10Mbps 10倍速增长至100Mbps，到今天1000Mbps又扑面而来。高带宽、高速率、保护原有投资、简单易用、价格便宜，千兆位以太网以其众多优点赢得了高度评价，成为当今最热门的网络技术之一，更有甚者称其为 新时代的以太网、下个世纪的网络。作为千兆位以太网，它的基本面貌是：IEEE P802.3z：千兆位以太网的一套标准，它保留了使以太网占支配地位的局域网技术的主要特性，如图12-33所示。

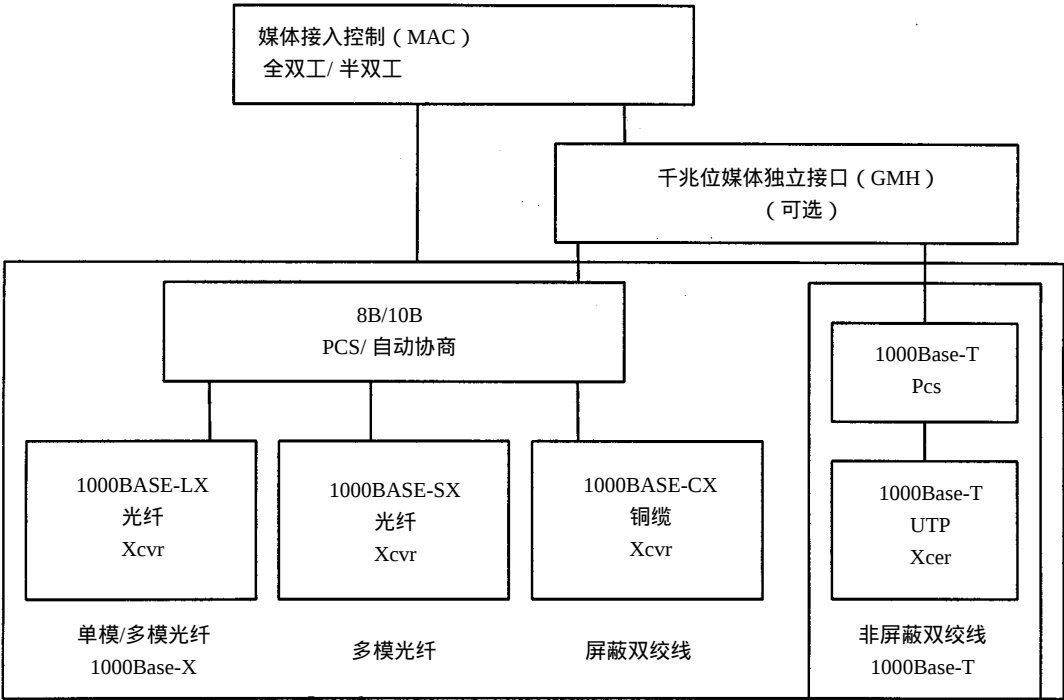


图12-33 千兆位以太网规程结构图

底层为1000BASE-SX和1000BASE-LX光纤收发器规范。1000BASE-SX使用短波长激光收发器和62.5μm 多模光纤，距离长达260m，使用50μm 多模光纤距离可达550m。1000BASE-LX使用62.5μm 多模光纤，距离长达440m，使用50μm 多模光纤距离可达550m，若使用单模光纤距离可达3000m。1000BASE-CX使用屏蔽铜线距离为25m。

1000BASE-X物理编码子层（PCS）借用ANSI X3T11光纤信道标准，使用与8B/10B相同的编码集。PCS包括自动协商功能，它使用IEEE802.3z的1000BASE-T的链路建立和初始化进程。千兆位以太网包括新的全双工媒体接入控制和CSMA/CD接入控制。

1000BASE-T是支持1000Mbps的物理层规范，它使用4对5类非屏蔽双绞线，最大距离达100m。千兆位媒体接口（GMII）定义允许不同厂家实现的MAC和PCS具有互操作性，并使

1000BASE-T物理层与802.3z MAC连接。

对于千兆位以太网我们常常有一个误解，即认为从现有的 10M/100M以太网升级到千兆位以太网，就如同以往的从 10M网升级到 100M快速以太网。因为 100M和1000M以太网均保留了与10M网相同的帧格式及管理对象规格，所以可以保留原有网络的线缆、操作系统、协议、桌面应用程序和网管系统等几乎所有的一切。千兆位以太网似乎可以提供完美无缺的升级。但是，此观点忽略了一点，即千兆位以太网对线缆的要求比 10M/100M以太网严格许多，现有大多数网络布线将难以满足其严格要求。

制定千兆位以太网标准的 IEEE802.3委员会曾明确表示将支持 ISO有关布线的国际标准，保证千兆位传输时光纤传输距离不小于 550m，5类非屏蔽双绞线传输不小于 100m。目前光纤传输问题已顺利解决，但 1000BASE-T还未确定。这是因为在 UTP线路上传输千兆数据流，其信号的衰减、畸变、串扰非常厉害，若要长距离传输，肯定需采用新的编码算法和信号调制手段。另外，1000BASE-T肯定要使用全部 4对双绞线、全双工通信才能达到 100m的传输距离要求。

现有局域网采用的大多是 3类UTP或5类UTP，根据上述千兆位传输线路的要求，难以在保证不变动这些线路的情况下轻松升级到千兆位以太网。特别是近年来急剧出现的国内网络中，设计规划水平良莠不齐的情况非常普遍，（只在少数具有专业水平的网络集成项目中才在水平线路中采用5类非屏蔽双绞线、主干使用光纤。）对于这种现状，所谓完美无缺、平滑升级是难以实现的。

## (2) 千兆位以太网联盟

千兆位以太网联盟有 11家大公司组成，它们是：

3COM公司、Bay网络公司、Cisco系统公司、Compaq公司、Granite系统公司、Intel公司、LSI逻辑公司、Packet Engines公司、Sun微系统公司、UB公司、VLSI技术公司。

千兆位以太网联盟的主要业绩有：

- 1995年11月：IEEE802.3委员会开会成立高速网研究组。
- 1996年5月：千兆位以太网联盟成立，由 11个成员组成。
- 1996年7月：核心建议被 IEEE采纳。
- 1997年1月：802.3z/D1.0分发给 IEEE 802.3工作组审查。
- 1997年3月：用于 100M5类非屏蔽双绞线布线获得批准；8092.3ab任务组成立。
- 1997年5月：在拉斯维加斯网络展览会上展出了第一个千兆位以太网技术。
- 1997年7月：公布 802.3工作组选举结果。
- 1997年7月：千兆位以太网测试联合会在新罕布什尔大学互操作实验室成立。
- 1997年10月：在亚特兰大网络展览会上，第一次对千兆位以太网多厂家互操作性进行了展示。
- 1997年11月：赞助者选举 802.3z/D4.0获得批准。
- 1997年12月：公布赞助者选举。
- 1997年12月：使用由联合会开发的测试套件的第一个多厂家千兆位以太网插件进行比赛。
- 1998年5月：在拉斯维加斯网络展览会上进行了最大的千兆位产品联合展。
- 1998年5月：千兆位以太网任务组解决了 802.3z标准草案中所有的技术问题。
- 1998年6月：批准 802.3z标准。

不同千兆位介质，其传输最大距离也不相同。表 12-16是 IEEE802.3委员会最后公布的结果。

表12-16 千兆位以太网标准

| 标 准         | 光纤类型 | 光纤直径 ( $\mu\text{m}$ ) | 最大传输距离 |
|-------------|------|------------------------|--------|
| 1000BASE-SX | 多模   | 62.5                   | 260m   |
| 1000BASE-SX | 多模   | 50                     | 525m   |
| 1000BASE-LX | 多模   | 62.5                   | 550m   |
| 1000BASE-LX | 多模   | 50                     | 550m   |
| 1000BASE-LX | 单模   | 9                      | 3000m  |

以太网所有技术都存在传输距离的限制。虽然千兆位以太网在传输速率上有显著提高，但其传输距离却并不因此得到改善，表 12-17 是一个对比。

表12-17 千兆位以太网和其他以太网的比较

|       | 以太网<br>10BASE-T | 快速以太网<br>100base-T | 千兆位以太网<br>1000BASE-T |
|-------|-----------------|--------------------|----------------------|
| 传输速率  | 10Mbps          | 100Mbps            | 1000Mbps             |
| 5类UTP | 100m            | 100m               | 100m                 |
| STP   | 500m            | 100m               | 25m                  |
| 多模光纤  | 2km             | 2km                | 500m                 |
| 单模光纤  | 3km             | 3km                | 3km                  |

### (3) 千兆位以太网中光纤的有关问题

#### 1) 为什么 FDDI 分级 ( $160\text{MHz} \sum \text{km}$ ) 光纤的距离受限制？

一般而言，任何数据通信链路的距离都会受到不同参数的限制，如物理介质的带宽、抖动和衰减等。由于 FDDI 分级光纤的带宽相对较低，来自 DMD ( 差模时延，它随链路长度的增加而加大 ) 会带来抖动，人们不希望增加 1000BASE-SX 光纤部件的费用等三方面的原因， $160\text{MHz} \sum \text{km}$  62.5 $\mu\text{m}$  多模光纤的长度限制在 260m。

#### 2) 对于 62.5 $\mu\text{m}$ 的多模光纤，为什么 1000BASE-SX 规范有两个不同的距离？

因为 62.5 $\mu\text{m}$  多模光纤有两个安装标准，所以有两个距离。多数 62.5 $\mu\text{m}$  多模光纤都标有  $160\text{MHz} \sum \text{km}$  的带宽，这种光纤带宽规范符合目前 TIA/EIA568A 建筑物布线规范和 FDDI 规范。越来越多的光纤安装标准具有  $200\text{MHz} \sum \text{km}$  的带宽。这种多模光纤符合综合布线国际标准化组织的 ISO/IEC 标准。由于 ISO 标准的多模光纤具有更高的带宽，它可将信号传得更远。IEEE802.3z 标准现在已与国际标准同步。

#### 3) $160\text{MHz} \sum \text{km}$ 和 $200\text{MHz} \sum \text{km}$ 62.5 $\mu\text{m}$ 的多模光纤的安装情况如何？

根据光纤厂商提供的资料，目前已安装的大部分光纤主要是  $160\text{MHz} \sum \text{km}$ ，1995 年开始提供  $200\text{MHz} \sum \text{km}$  光纤产品，将来会更普遍使用。另外，目前有两个多模光纤的厂商，他们 99% 以上的产品都标记着  $160\text{MHz} \sum \text{km}$ ，而实际上提供的是  $185\text{MHz} \sum \text{km}$  的带宽。根据这些资料，已安装的  $160\text{MHz} \sum \text{km}$  的光纤可用于千兆位以太网，其链路长度超过 250m。

#### 4) 多模光纤目前存在什么问题？

当操作速度增加时，在多模光纤上使用激光的问题就会暴露出来。同时，IEEE802.3z 任务组特别关注已安装的网络布线，包括铜缆和光纤。IEEE802.3z 任务组必须确保潜在的信号技术对大量已安装的布线起作用，否则不会让标准草案公诸于众。因此，IEEE 对激光在多模光纤上的操作特性进行了仔细研究，这是第一次对长距离多模光纤光射进行了大范围的测试。

#### 5) 将来用户能否将多模光纤用于更长的距离？

目前，用户可以利用1000BASE-LX收发器延长多模光纤的距离，是距离可达到550m。

如果使用1000BASE-SX收发器，用户可以使用50 $\mu$ m的多模光纤，将距离延伸到550m以至更远。

#### 6) MHz $\Sigma$ km是什么意思？

这个测量单位代表了光纤的带宽容量，这个值表示光纤的容量限制，它决定光纤在特定波特率下的最大链路距离。当数据速率以MHz为单位增至千兆位时，距离以km为单位降低，所以光纤的带宽值MHz  $\Sigma$  km（160或200）是一个常数。

#### 7) 什么是DMD？

DMD就是差模时延。当一个激光脉冲在多模光纤中产生几个模时产生影响，这些模或光路走两个或多个不同的光路。当光通过多模光纤时，这些通路就可能有不同的长度和具有不同的传输时延。由于差模时延的存在，一个清楚 的脉冲沿光纤传播后，就不再是 清楚 的脉冲了，可能变成了两个不同的脉冲。如果传送一串脉冲，就会在脉冲间产生干扰，从而无法将数据可靠地恢复。因此，千兆任务组决定修改千兆位以太网的光纤参数。

千兆位以太网规范IEEE802.3z规定了传输速率为每秒千兆位的以太网的有关参数。其最初目的是，为使用现有多模光纤的以太网主干和服务器连接提供一个高速版本的规范。为了达到这一目的，规范规定使用基于激光的光学部件在多模光纤上传输数据，因为激光能够在指定的波特率下使千兆位以太网达到更远的距离。

IEEE802.3z千兆位以太网任务组定义了差模时延的条件，这种时延是在激光和多模光纤特殊组合的情况下发生的，这种时延使信号产生抖动，因此限制了使用多模光纤在千兆位以太网上的应用。

差模时延不会在所有的光纤中都存在，它只在最坏情况下的光纤与最坏情况下的收发器组合条件下才发生。根据现场测试，光纤的合格率能够达到。因此，802.3z任务组决定提出一个解决办法，要求从光源发射的激光要满足一定的条件，还要规定接收机的带宽。差模时延将存在于任何使用相关光源通过多模光纤传输的任何以光速传输的技术中。千兆位以太网是第一个遇到这种问题的技术，因为它有很高的波特率和很长的多模光纤链路，以及对链路技术的严格依赖。任何单模光纤和铜缆的千兆位以太网都不会受DMD的影响。

#### 8) 什么是条件发射？

条件发射就是让激光器发射的激光沿光纤均匀传播，使这种发射看起来更像LED光源向光纤发射的。其目的是分散光模，使功率在各模的分配几乎相等，而不是集中在少数几个模中。相比之下，无约束发射，在最坏的情况下可能将所有的光都集中在光纤的中心，只在两个或少数几个模中是相等的。

对1000BASE-SX短波长收发器来说，约束器可能在收发器内。而对于1000BASE-LX长波收发器，可以使用活动约束器以满足多模光纤的规范。若具有可移动约束器，同样的LX收发器就更适用于多模和单模光纤中。

#### 9) 条件发射如何成为解决DMD的正确方法

IEEE802.3z任务组指定用条件发射技术处理多模光纤中的DMD抖动。DMD的影响是在初期投票中提出的，而投票则是根据实验室测试的结果。在蒙特利尔IEEE全体会议上，投票通过了，使条件发射成为1000BASE-SX和1000BASE-LX多模光纤收发器的强制性标准，以解决DMD问题。使用混合光纤跳线器对使用多模光纤的1000BASE-LX进行实验和现场条件发射检验获得了成功，IEEE标准参与者还将继续对条件发射规范进行验证测试。

#### 10) 千兆位以太网和高速LAN光纤传输的基础是什么

过去，多模光纤只对使用发光二极管（LED）光源进行过测试，LED在光纤内产生一种状态称之为过量发射状态。过量发射状态是指LED发生器将光耦合到光纤中，像灯泡在黑屋里照明一样，灯泡发出的光以 充满 的方式照到所在空间的各个方向，它比原来的光纤直径要大许多。发出的光 激起 了大量的模，或者说从一个光纤发出的光照射到了整个房间。

激光器发射出的光是集中的，但以不同的方式来使用光纤。通常激光发射器只将光耦合进光纤中已有的模或光路中的一部分，因为单模光纤只有一个模式一条通路用于光传输，故不存在DMD问题。

由于传输特性不同，在光纤中激光的性能也就不同于LED的性能。光纤中激光的性能也不同于光纤用于充满发射条件下观测到的性能。

由于光纤通道和千兆位以太网标准都涉及多模光纤传输的激光源，两个小组都已经开始联合研究激光的最大链路长度。原以为在多模光纤中激光发射器至少比LED发射器好，但是IEEE802.3z委员会作出的最新测试表明，在最差情况下，比原先估计的链路长度要短许多。

### 12.5.2 网络拓扑结构

网络的拓扑结构是抛开网络电缆的物理连接来讨论网络系统的连接形式，网络中各站点相互联接的方法和形式称为网络拓扑。拓扑图给出网络服务器、工作站的网络配置和相互间的连接，它的结构主要有星型结构、总线结构、树型结构、网状结构、蜂窝状结构、分布式结构等。现简要介绍如下。

#### 1. 星型结构

星型结构（star-structure）是指各工作站以星型方式连接成网。网络有各中央节点，其他节点（工作站、服务器）都与中央节点直接相连，其形式如图12-34所示。

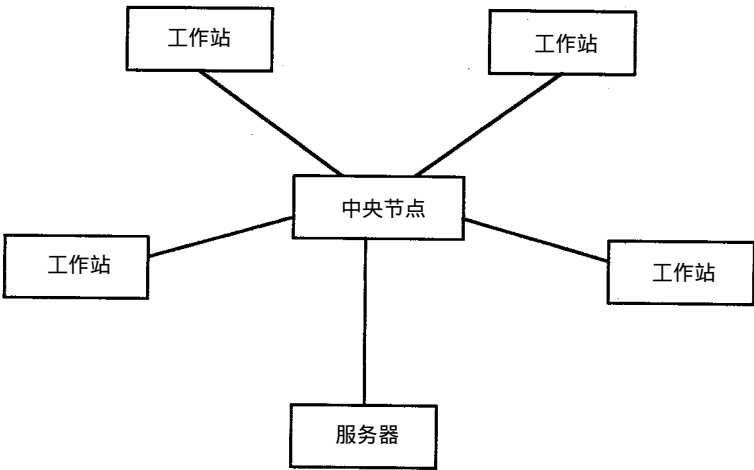


图12-34 星型拓扑结构的网络

这种结构以中央节点为中心，因此又称为集中式网络。它具有如下特点：

- 1) 结构简单，便于管理。
- 2) 控制简单，便于建网。
- 3) 网络延迟时间较小，传输误差较低。

但缺点也是明显的：成本高（通信线路总长度较长）；全网的控制权集中在中央节点，一旦中央节点失灵或发生故障，则导致全网瘫痪。可以说，这种结构的可靠性较低。由于资源分

布在各工作站上，工作站间必须通过中央节点的中转才能传送信息，资源共享能力也较差。

## 2. 环型结构

环型结构（ring-structure）由网络中若干节点通过点到点的链路首尾相连形成一个闭合的环，其形式如图 12-35 所示。

这种结构使公共传输电缆组成环型连接，数据在环路中沿着一个方向在各个节点间传输，信息从一个节点传到另一个节点。传输的数据也都有地址信息。任一工作站都可以请求发送信息流。它的请求一旦被批准后，即可向环路发送信息。

发出的信息流进入环路后按照环路设计的方向流动。假如环路中某一节点发生故障，它将不能正常地传送信息。与其他结构相比，环型结构具有如下特点：

- 1) 信息流在网中是沿着固定方向流动的，两个节点仅有一条道路，故简化了路径选择的控制。
- 2) 环路上各节点都是自举控制，故控制软件简单。
- 3) 由于信息源在环路中是串行地穿过各个节点，当环中节点过多时，势必影响信息传输速率，使网络的响应时间延长。
- 4) 环路是封闭的，不便于扩充。
- 5) 可靠性低，一个节点故障，将会造成全网瘫痪。
- 6) 维护难，对分支节点故障定位较难。

## 3. 总线型结构

总线结构（bus-structure）是指各工作站和服务器均挂在一条总线上，各工作站地位平等，无中心节点控制，如图 12-36 所示。

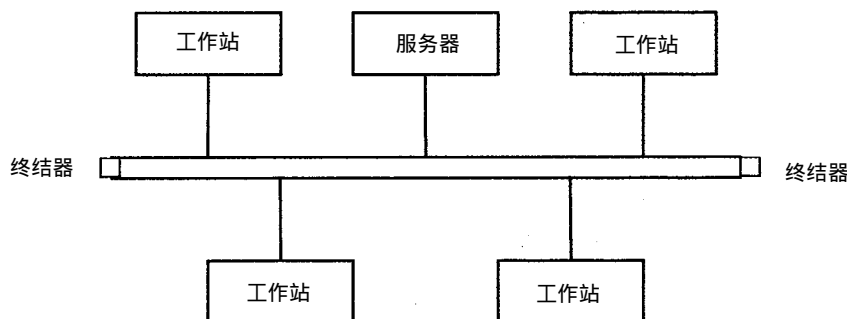


图12-36 总线型结构的网络

这种结构的公用总线大都采用同轴电缆，在需要分支的地方，电缆线上配有特殊的分支插口，连接的工作站也装有相应的分支插头。分支插头和总线上分支插口之间的距离一般要求在几米的范围，否则会影响总线的电气性能。公用总线上的信息多以基带形式串行传递，其传递方向总是从发送信息的节点开始向两端扩散，如同广播电台发射的信息一样，因此又称广播式计算机网络。各节点在接受信息时都进行地址检查，看是否与自己的工作站地址相符，相符则接收网上的信息。总线型结构的网络特点如下：

1) 结构简单,可扩充性好。当需要增加节点时,只需要在总线上增加一个分支接口便可与分支节点相连,当总线负载不允许时还可以扩充总线。

2) 使用的电缆少,且安装容易。

3) 使用的设备相对简单,可靠性高。

4) 维护难,分支节点故障查找难。

#### 4. 分布式结构

分布式结构 (distributed-structure) 的网络是将分布在不同地点的计算机通过线路互联起来的一种网络形式。分布式结构的网络具有如下特点:

1) 由于采用分散控制,即使整个网络中的某个局部出现故障,也不会影响全网的操作,因而具有很高的可靠性。

2) 网中的路径选择最短路径算法,故网上延迟时间少,传输速率高,但控制复杂。

3) 各个节点间均可以直接建立数据链路,信息流程最短。

4) 便于全网范围内的资源共享。

缺点如下:

1) 连接线路用电缆长,造价高。

2) 网络管理软件复杂。

3) 报文分组交换、路径选择、流向控制复杂。

在一般局域网中不采用这种结构。

#### 5. 树型结构

树型结构 (tree-structure) 是分级的集中控制式网络,与星型相比,它的通信线路总长度短,成本较低,节点易于扩充,寻找路径比较方便,但除了叶节点及其相连的线路外,任一节点或其相连的线路故障都会使系统受到影响。树型结构网络如图 12-37所示。

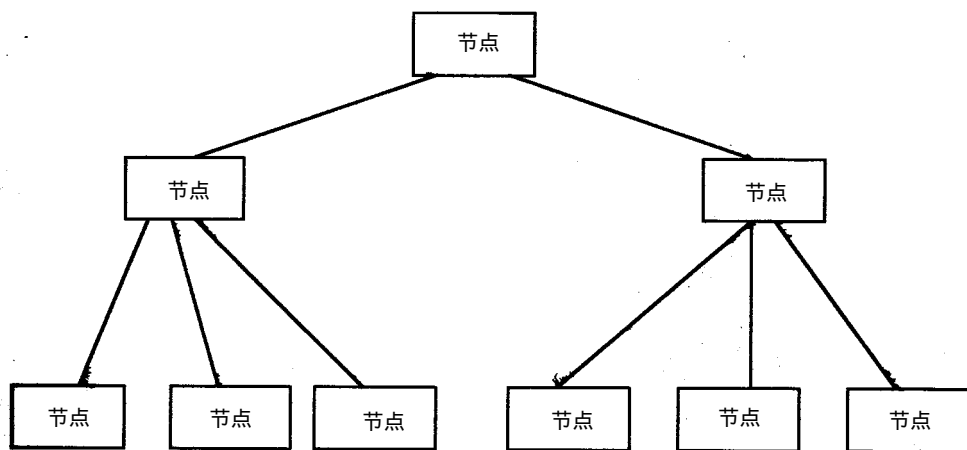


图12-37 树型结构网络

#### 6. 网状拓扑结构

在网状拓扑结构中,网络的每台设备之间均有点到点的链路连接,如图 12-38所示。

这种连接不经济,只有每个站点都要频繁发送信息时才使用这种方法。它的安装也复杂,但系统可靠性高,容错能力强。有时也称为分布式结构。

#### 7. 蜂窝拓扑结构

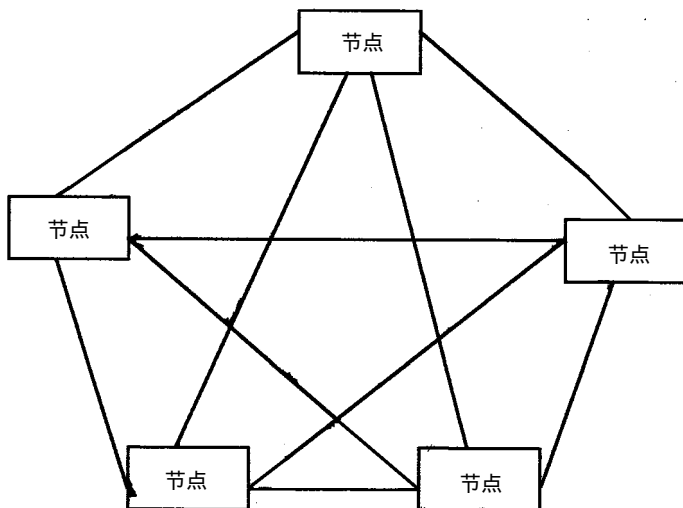


图12-38 网状拓扑结构

蜂窝拓扑结构是无线局域网中常用的结构。它以无线传输介质（微波、卫星、红外等）点到点和多点传输为特征，是一种无线网，适用于城市网、校园网、企业网。

在计算机网络中还有其他类型的拓扑结构，如总线型与星型混合，总线型与环型混合连接的网络。在局域网中，使用最多的是总线型和星型结构。

### 12.5.3 综合布线标准的有关问题

目前，综合布线系统的标准，相对来说是比较繁杂的，有关标准的具体情况和知识许多人并不知晓。国外有北美的、西欧的、国际标准化组织的，我们国家也制定了有关布线系统的标准，对于这些标准中的一些基本问题，在此进行讨论，以期引起国内业界同行的重视，并且在国内进一步宣传、普及有关知识，推动综合布线行业的健康发展，这是我们在此进行有关综合布线标准的专题讨论的主要出发点。

#### 1. 国外标准制定过程

TIA（美国电讯工程师协会）是一个 ANSI（美国国家标准化组织）认可的标准制定组织，TIA 允许任何人、任何在美国经营的实体加入标准的开发，TIA 的成员有制造商、政府部门、最终用户以及代表业内各方面的顾问。每一位想发表意见的成员都有机会在委员会上陈述自己的观点。TIA 标准是根据一致性原则进行制定的，并在业内进行投票，在投票中每个公司只代表一票。在会后，TIA 会提供一个以 STAR 为名的文件，其中列有参与标准开发的公司的名单。

ISO/IEC（国际标准化组织）标准的制定过程是，每个国家派一个专家组参加会议，对每个国家没有特别的限制，但每个国家都只有一票的投票机会。规则规定来自某一国的专家应代表其国家的观点，而不是他所在公司的观点。当然，由于欧洲的选票比北美多，因而，通常比北美有更大的影响力。

#### 2. 北美地区标准

北美地区的标准是在美国标准的基础上建立的一系列标准，主要有以下几种：

EIA/TIA-568

商用建筑布线标准。

EIA/TIA-569

商用建筑电信通道和空间标准。

EIA/TIA-606 商用建筑通信管理标准。

TSB67 布线系统的测试标准。

这些标准支持下列计算机网络标准：

IEEE802.3 总线局域网标准。

IEEE802.5 环型局域网标准。

FDDI 光纤分布式数据接口。

CDDI 铜缆分布式数据接口。

ATM 异步传输模式。

EIA/TIA美国电子工业协会/美国电信工业协会在1980年以后开始考虑综合布线的标准化问题，1991年公布了 EIA/TIA-568标准，1995年修订后改为EIA/TIA-568A。EIA/TIA-568A与TSB36（关于水平布线电缆的技术公告）和TSB40（关于墙上插座的技术公告）等形成了北美综合布线系列标准文件。TSB40是一个关于衰减、损耗、串扰和反射等方面必须遵守的测量方法和允许值的标准。

#### (1) EIA/TIA-568A网络拓扑结构

EIA/TIA-568定义了网络的拓扑结构为分层的星型拓扑。在一幢大楼内，从主配线架（MC）按星型拓扑，将主干线连接到各楼层电信间配线架（TC）上，再通过水平干线连接到各工作区（WA），如图12-39所示。

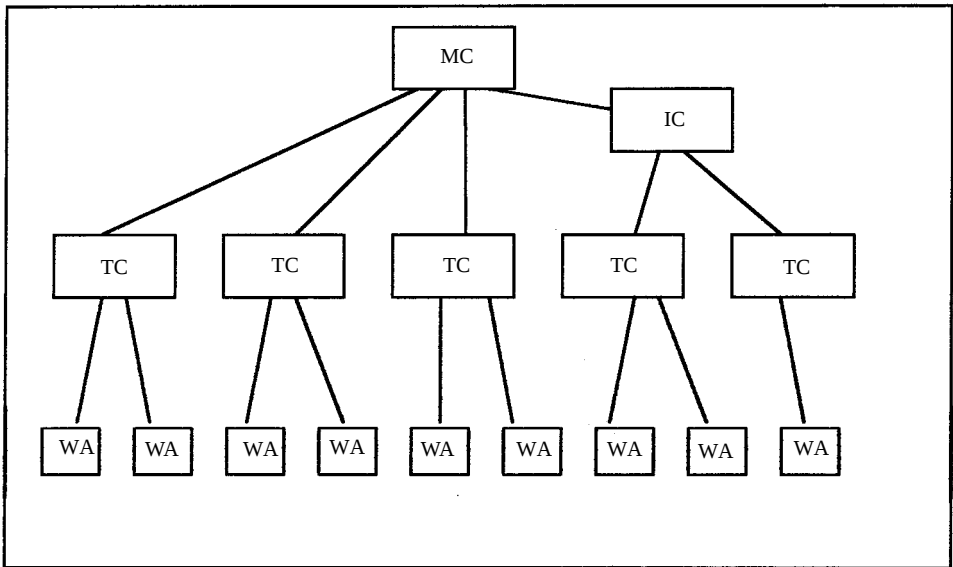


图12-39 EIA/TIA-568A网络的拓扑结构

规定：

1) 在MC（主配线架）至TC（楼层配线架）之间距离大于90m时，必须增加IC（中间配线架）。

2) 在TC下边必须是WA，而不能是TC。

#### (2) 水平干线线缆

EIA/TIA-568A规定，水平干线线缆可以使用100W4对非屏蔽双绞线（UTP）电缆、4对屏蔽双绞线（STP）、多模光纤，50W同轴电缆也可以使用。

#### (2) 主干线缆

EIA/TIA-568A规定，主干线缆可以是屏蔽或非屏蔽的双绞线（UTP、STP）、大对数双绞线、单模/多模光纤、50W同轴电缆。

#### (4) 线缆安装时的弯曲半径

安装时双绞线的弯曲半径是大于双绞线直径 8倍以上，光缆的弯曲半径应大于光缆直径的 10倍以上。

#### (5) 工作区

EIA/TIA-568A要求，每个工作区至少有两个信息插座，其中至少一个为 5类或者是光纤。

#### (6) UTP 电缆终结方式

EIA/TIA-568A规定，所有UTP的4对线缆都必须端接于一个 8位的信息插头/插座上。根据线对的使用方式的不同，又规定了 568A和568B两种连接方式，如图 12-40所示。

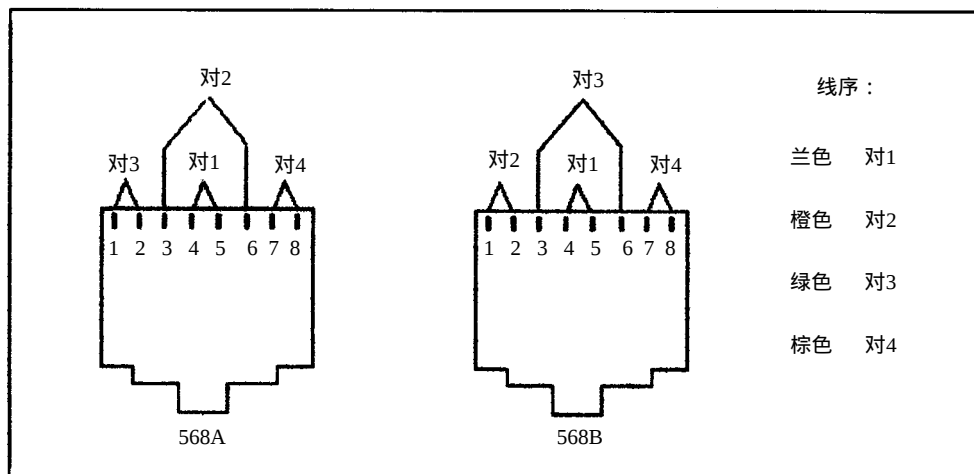


图12-40 RJ-45端接连接方式

#### (7) 端接时线缆的开绞长度

EIA/TIA-568A要求，UTP线缆端接时的开绞长度，5类线不大于 13mm，4类线不大于 25mm。

#### (8) 干线线缆长度

EIA/TIA568A对布线系统的主干以及水平干线的长度有严格规定如图 12-41所示。

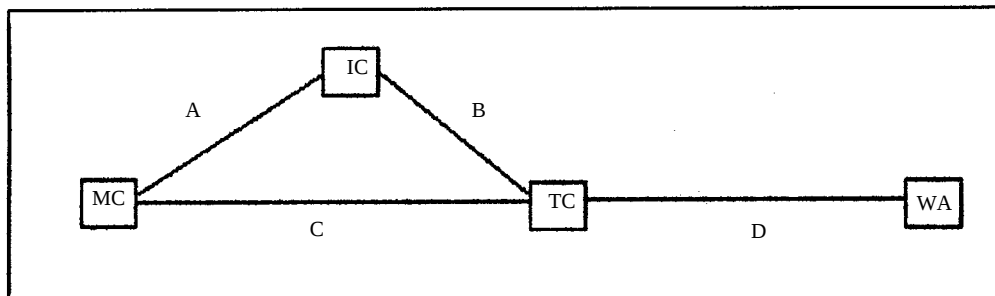


图12-41 干线线缆长度要求

语音应用（UTP）： $A(300m) + B(500m) = C(800m)$ 。

高速应用（UTP）： $A, B, C < 90m$ 。

单模光纤：A ( 2500m ) +B ( 500m ) = C ( 3000m )。

多模光纤：A ( 1500m ) +B ( 500m ) = C ( 2000m )。

(9) 信道中的跳线和设备线的长度

EIA/TIA-568A对于连接信道的跳线和设备线的长度规定如下：

- 1) 主配线架的跳接线长度小于20m。
- 2) 楼层配线架的跳接线长度小于6m。
- 3) 工作区设备线的长度小于3m。

(10) 非屏蔽双绞线的分类 ( 见表 12-18 )

表12-18 非屏蔽双绞线的分类

| 非屏蔽双绞线类别 | 带 宽    | 说 明                        |
|----------|--------|----------------------------|
| 1        |        | 早期语音应用，已淘汰                 |
| 2        |        | 早期语音应用，已淘汰                 |
| 3        | 16MHz  | 10BASE-T, TOKEN RING 或语音应用 |
| 4        | 20MHz  | 10BASE-T, TOKEN RING       |
| 5        | 100MHz | 以太网、快速以太网、 ATM             |
| 5e*      | 100MHz | 以太网、快速以太网、千兆位以太网、 ATM      |
| 6*       | 200MHz | 以太网、快速以太网、千兆位以太网、 ATM      |
| 7*       | 600MHz |                            |

注：带\*的类别是最新的线缆，1995年版的EIA/TIA-568A中未包括。但是，目前的标准修正案中已经包括这些类别的非屏蔽双绞线。

3. 综合布线国际标准ISO/IEC11801

ISO/IEC11801是国际标准化组织制定的综合布线标准。ISO/IEC11801与EIA/TIA568基本一致，两者的差别仅在某些具体参数值的大小上有一点不同。从历史的角度来看，综合布线起源于北美，最初的标准的制定也是在北美。无疑，EIA/TIA568是综合布线的奠基性文件，也是国际标准ISO/IEC11801的基础。在1995年制定的EIA/TIA568标准的修订版EIA/TIA568A与ISO/IEC11801互为参考、相互补充，仅有微细不同。下面我们将这些不同之处作一扼要介绍，如表12-19。

表12-19 EIA/TIA568A与ISO/IEC11801的差别

|                 | EIA/TIA568A                                              | ISO/IEC11801                                                |
|-----------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 名词术语            | 在网络拓扑中：水平跳接（ HC ），<br>中间跳接（ IC ），主跳接（ MC ），<br>工作区（ WA ） | 在网络拓扑中：楼层配线（ FD ），<br>建筑物配线（ BD ），建筑群配线<br>（ CD ），工作区（ TO ） |
| 水平干线线缆选择        | 100W4对UTP、150W2对STP、<br>大对数UTP、单模/多模光缆、<br>同轴电缆          | 同左，但增加了120W2对或4对<br>UTP/FTP电缆                               |
| UTP终结方式         | 4对8芯都必须终接于一个8针<br>的信息模块上                                 | 同左，但也允许8针插座与线缆的<br>部分线对进行终接                                 |
| 从信息插座到终端的设备线的长度 | 3m                                                       | 5m                                                          |
| 楼层电信间的跳接线的长度    | 6m                                                       | 5m                                                          |
| 对UTP多股跳接线的衰减    | 允许比单股UTP多20%                                             | 允许比单股UTP多50%                                                |
| 关于转接点           | 定义为：圆电缆与地毯下扁平<br>电缆的转接点TP                                | 定义为：水平布线中的一个可选<br>的集合点CP                                    |

4. 欧洲布线标准EN50173

EN50173是欧洲的布线标准，于1995年出台，它是国际布线标准ISO/IEC11801的继续与补

充。这里有几个问题需要说明：

- 1) 在EN50173中，水平线缆采用4芯星形电缆，它是由4根绝缘导线胶合而成。两根距离相等的导线构成一个传输线对。请注意，可用双芯电缆与 4芯星形电缆互换，只要它们的电气性能指标相同即可。
- 2) 欧洲标准中100W和120W的平衡电缆以及连接件可以通过传输特性的类别来区分。 3类和5类的传输特性分别标定为不超过 16MHz和100MHz。
- 其中，平衡电缆的一般电气特性指标如表 12-20所示。

表12-20 平衡电缆的电气特性

| 电气特性        | 频率(MHz)     | 电缆特性     |          |          |          |
|-------------|-------------|----------|----------|----------|----------|
|             |             | 100W3类   | 100W5类   | 120W5类   | 150W     |
| 阻抗（W）       | 0.064       | 125 ± 25 | 125 ± 25 | 125 ± 25 | 待定       |
|             | 1           | 100 ± 15 | 100 ± 15 | 100 ± 15 | 150 ± 15 |
| 最大直流回路阻抗    | 直流          | 30       | 30       | 30       | 30       |
| 最低传输速率      | 1           | 0.4c     | 0.6c     | 0.6c     | 0.6c     |
|             | 10          | 0.6c     | 0.65c    | 0.65c    | 0.65c    |
|             | 100         | 不适用      | 0.65c    | 0.65c    | 0.65c    |
| 最大阻抗不平衡电容   | 直流          | 3%       | 3%       | 3%       | 3%       |
| 线对地最大不平衡电容  | 0.008或0.001 | 1600     | 1600     | 1600     | 1600     |
| （ pF/km ）   |             |          |          |          |          |
| 最大传输阻抗      | 10          | 100      | 100      | 100      | 100      |
| （ MW/m ）    |             |          |          |          |          |
| 最小直流绝缘电阻    | 直流          | 150      | 150      | 150      | 150      |
| （ MW/m ）    |             |          |          |          |          |
| 介电强度（导体/导体， | 直流或交流       | 750V/min | 同左       | 同左       | 同左       |
| 导体/屏蔽）      |             | 500V/min |          |          |          |
| 最小回波损耗      | 1 ~ 100     | 待定       | 待定       | 待定       | 待定       |
| （ dB/100m ） |             |          |          |          |          |

注： 只在使用屏蔽时才适用。

平衡电缆的衰减特性如表 12-21所示，近端串扰（ 100m处）如表12-22所示。

表12-21 平衡电缆的衰减特性

| 电气特性                | 频率(MHz) | 电缆特性   |        |        |      |
|---------------------|---------|--------|--------|--------|------|
|                     |         | 100W3类 | 100W5类 | 120W5类 | 150W |
| 最小衰减<br>（ dB/100m ） | 0.064   | 0.9    | 0.8    | 0.8    | 待定   |
|                     | 0.256   | 1.3    | 1.1    | 1.1    | 待定   |
|                     | 0.512   | 1.8    | 1.5    | 1.5    | 待定   |
|                     | 0.768   | 2.2    | 1.8    | 1.8    | 待定   |
|                     | 1       | 2.6    | 2.1    | 2.0    | 1.1  |
|                     | 4       | 5.6    | 4.3    | 3.8    | 2.2  |
|                     | 10      | 9.8    | 6.6    | 5.7    | 3.5  |
|                     | 16      | 13.1   | 8.2    | 7.1    | 4.4  |
|                     | 20      |        | 9.2    | 8.0    | 4.9  |
|                     | 31.25   |        | 11.8   | 10.0   | 6.9  |
|                     | 62.5    |        | 17.1   | 15.0   | 9.8  |
|                     | 100     |        | 22.0   | 19.0   | 12.3 |

表12-22 平衡电缆的近端串扰

| 频率（MHz） | 电缆类型       |                  |            |
|---------|------------|------------------|------------|
|         | 100W3类     | 100W 120W5类或150W |            |
|         | 最小NEXT(dB) | 最小NEXT(dB)       | 最小NEXT(dB) |
| 0.768   | 43         | 64               | 62.2       |
| 1       | 41         | 62               | 59.9       |
| 4       | 32         | 53               | 48.7       |
| 10      | 26         | 47               | 40.4       |
| 16      | 23         | 44               | 35.8       |
| 20      |            | 42               | 32.8       |
| 31.25   |            | 40               | 28.2       |
| 62.5    |            | 35               | 17.9       |
| 100     |            | 32               | 10.0       |

3) 由于串扰接地电位差和EMC的原因，在综合布线中EN50173不推荐使用不平衡传输。但是，某些低速不平衡传输仍在广泛地使用着，只要满足以下两个条件：

- 线缆中的信号分配方式应尽量减少信号之间耦合度。
- 采用低阻抗互联接地系统而使链路终端之间可能的接地电位差保持在一定限度（如峰-峰电压为1V）之下。

EN50173作为欧洲综合布线的标准，支持许多不同的应用，具体参见表 12-23。

表12-23 EN50173 标准支持的应用系统

| 方 法                   | 来 源                    | 附加名称     | 线对（光纤）数量 |
|-----------------------|------------------------|----------|----------|
| A类平衡电缆链路（限定在100MHz以上） |                        |          |          |
| PBS                   | 国内规定                   |          | 1 ~ 2    |
| X.21                  | ITU-T建议X.21:1984       |          | 2        |
| V.11                  | ITU-T建议V.11:1984       |          | 2        |
| B类平衡电缆链路（限定在100MHz以上） |                        |          |          |
| S0总线                  | ITU-T建议1.430:1988      | ISDN基本通路 | 2 ~ 4    |
| S0点到点                 | ITU-T建议1.430:1988      | ISDN基本通路 | 2 ~ 4    |
| S1/S2                 | ITU-T建议1.431:1988      | ISDN主要通路 | 2 ~ 4    |
| 10BASE-5              | ISO/IEC8802-3:1993     | 粗缆以太网    | 2        |
| C类平衡电缆链路（限定在100MHz以上） |                        |          |          |
| 10BASE-T              | ISO/IEC8802-5:1993     | 双绞线以太网   | 2        |
| 4Mbps令牌环              | ISO8802-5:1995         |          | 2        |
| 16Mbps令牌环             | ISO8802-5:1995         |          | 2        |
| D类平衡电缆链路（限定在100MHz以上） |                        |          |          |
| 16Mbps令牌环             | ISO/IEC8802-5:1992     |          | 2        |
| ATM（TP）               | ITU-T和ATM论坛            | B-ISDN   | 2        |
| TP-PMD                | ISO/IEC CD9314-X:1993  |          | 2        |
| 光纤类链路                 |                        |          |          |
| FOIRL                 | ISO/IEC8802-3:1993     | 光纤交互增益链路 | 2        |
| 10BASE-F              | ISO/IEC8802-3AM14:1995 |          | 2        |

| 方 法      | 来 源                     | 附加名称      | 线对(光纤)数量 |
|----------|-------------------------|-----------|----------|
| 令牌环路     | ISO/IEC TR1 1802-4:1994 | 光纤站附件     | 2        |
| FDDI     | ISO/IEC 9314-3:1995     | 光纤分布数据接口  | 2        |
| SM-FDDI  | ISO/IEC CD9314-4:1991   | 单模FDDI    | 2        |
| HIPPI-PH | ISO/IEC 11518-1:1995    | 高性能并联接口   | 2        |
| LCF-FDDI | ISO/IEC CD14165-1:1994  | 低价格光纤FDDI | 2        |
| FC-PH    | ISO/IEC CD14165-1:1994  | 光纤信道      | 2        |
| ATM      | ITU-T建议 1432:1992       | B-ISDN    | 2        |

## 5. 中国综合布线标准及其发展概况

中国布线标准是由中国工程建设标准化协会通信工程委员会北京分会、中国工程建设标准化协会智能建筑信息系统分会、冶金部钢铁设计研究总院、邮电部北京设计院、中国石化北京石油化工工程等单位编制而成的综合布线标准。它主要参考北美标准 EIA/TIA-568A 标准进行编制。

1995年3月由中国工程建设标准化协会批准颁发《建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范》CECS 72:95。

1995年8月开始进行修订规范，并重新编制工程施工验收规范，1997年4月完成修订工作，并经协会批准颁发。设计规范修订本名称不变，但编号改为 CECS 72:97，验收规范为《建筑与建筑群综合布线系统工程施工及验收规范》，编号为 CECS 89:97。

1997年5月，由中国工程建设标准化协会宣布废除 CECS 72:95，自1997年4月15日起执行 CECS 72:97和CECS 89:97两本新标准。

由于不断吸取国际标准的精华，并结合中国的具体情况作出符合国情的规定，对规范中国综合布线的市场和工程建设起了积极的指导性作用。综合布线的技术发展很快，新产品层出不穷，以满足计算机网络数据传输速率越来越高的要求，我们应该不断地跟踪国际标准发展的轨迹，使标准及时更新，以适应国内建设的需要。

目前，标协正在着手编制关于综合布线的通信行业标准，该标准将在上述两个标准的基础上进一步完善和提高，预计1999年内完成。

## 6. 5类、超5类和6类布线标准

目前，由于超5类和6类布线产品的推出，国际上对有关布线标准也都进行了相应的修订工作，一些标准，诸如 EIA/TIA 568A 的修订草案已经产生，预计 1999 年会得到批准。现行布线标准规定了从3类到5类 UTP 线缆的标准。其中3类带宽为16MHz，4类带宽为20MHz，5类带宽为100MHz。对于超过100MHz以上的线缆在 EIA/TIA-568A、ISO/IEC 11801、EN50173 以及 CECS 72:97 等标准都没有定义。

随着网络技术的发展，5类布线已不能满足需要。于是，各个厂家纷纷推出自己的超5类产品。但超5类产品并没有相应的标准，它只是5类标准的一种扩展，在衰减、串扰等传输性能上有所提高，并增加了综合近端串扰和回波损耗等测试项目。

伴随着千兆位以太网的推出，国际标准化组织新的、正在修订中的布线标准针对6类和7类线缆均有规定，6类带宽为200MHz，同时要求兼容5类产品。7类带宽为600MHz。6类布线系统将完全可以支持千兆位级的应用，甚至还可以支持2.4Gbps的ATM。为了达到能与现有5类布线系统的兼容，必须使现行的4对5类线缆可以传输1000Mbps数据流，这就需要解决一系列信道技术问题，重新定义和增加一些指标参数，如，回波损耗、综合近端串扰、等效远端串扰和综合等效远端串扰等。

### 1. TCP/IP的发展

TCP/IP ( Transmission Control Protocol / Internet Protocol ) 是数据通信协议的集合, 或者说是传输控制协议 / 网际协议的缩写, 它是由美国国防部高级研究计划局 ( Defense Advanced Research Projects Agency-DARPA ) 研究创立的。

在20世纪70年代, DARPA开始致力于研究通信连接的交替形式, 例如, 卫星和无线电。与此同时, 有关网络技术的公用装置的框架开始形成。于是 TCP/IP应运而生。

DARPA资助Bolt Beranek and Newman Inc.(BBN)公司在BSD Unix系统上开发TCP/IP的具体实现工作。这一开发项目是在许多站点采用和开发局域网技术的背景下开展的, 它们主要是基于以前曾经使用的单机环境下的扩展。到1993年1月止, 所有连接到ARPANET上的计算机都已运行了新的TCP/IP协议, 另外许多没有连接到ARPANET的站点也在使用TCP/IP协议。

由于NSFNet采取的方法, 大量的网络拓扑技术就可以使用了, 并且 TCP/IP也不再限制于任何单一的网络。这意味着TCP/IP可以运行令牌环、以太网 ( Ethernet ) 和其他总线拓扑技术、点到点租用专线等等。但是, TCP/IP已经与以太网紧密地连在一起了, 以至于这二者几乎可以互换使用。

从那时起, Internet的使用就开始以一种惊人的速度增加, Internet这个全球网络的网络连接数目也以爆炸式的速度递增。

但是, TCP/IP不是一个单独的协议,事实上, 它包含了许多协议, TCP和IP只是其中两个重要协议,每一个协议提供一些特定的服务。本附录将阐述在 TCP/IP中网络寻址是如何执行的、网络配置、控制使用TCP/IP的文件、各种管理命令和守护程序 ( daemon )。

### 2. Internet的网络编址

对于Internet网络地址, 现分网络地址编码规则和IP地址编码中注意事项2部分来讨论。

#### (1) 网络地址编码规则

Internet的每台主机都分配有一个唯一的 32位地址, 称为Internet地址, 简称IP地址。在Internet网中, 每台工作站和路由器在通信之前必须指定一个IP地址。

IP地址是由32个二进制位表示的, 其中每8个二进制位为一个字节组, 共由四个字节组组成。其方法是用小数点隔开每个字节组, 而每个字节组又分别用十进制数表示。网络上每个结点都有一个唯一的IP地址, IP地址由网络标识号和主机标识号两部分组成。其中网络标识号标识一个网络, 主机标识号标识这个网络上的一个主机。

例如: 计算所国家智能机中心的IP地址:

159.226.43.26

其中: 159.226为网络标识号; 43.26为主机标识号。这种标识被称之为网络/子网标识。

处于同一网络的各结点, 其网络标识是相同的。主机标识规定了该网络的具体结点, 如工作站、服务器、路由器等。

其规则说明如下:

#### 1) 网络标识和主机标识

##### 网络标识部分

- 网络标识必须是唯一的;
- 网络标识不能以十进制数127开头, 127保留给内部诊断回调函数使用;
- 网络标识部分的第一个字节组不能为255, 255作为广播地址使用;
- 网络标识的第一个字节组不能为0, 0表示本地定主机, 不能传送

主机标识部分：

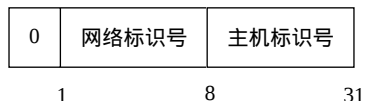
- 主机标识部分必须是唯一的；
- 主机标识部分的各个二进制位不能全为1，全为1时用作广播地址；
- 主机标识部分的各个二进制位不能全为0，全为0时表示为 只有这个网络 ；

2)Internet委员会规定IP地址分级为A、B、C、D、E5类，它们分别用于不同类型的网络。

5类的具体情况简述如下：

A类

A类地址结构：

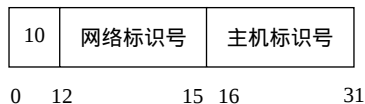


A类编址的最高端二进制位为0，第一个字节组表示网络标识，后三个字节组表示主机标识，它允许有126个网络，每个网络可容纳大约1700万台主机。

编址范围：1.0.0.1 ~ 126.255.255.254

B类

B类地址结构：

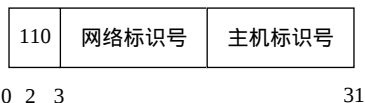


B类编址的最高端前两个二进制位为10，前两个字节组为网络标识，后两个字节组为主机标识。它允许有16384个网络，每个网络大约有6.5万台主机。

编码范围：128.0.0.1 ~ 191.255.255.254

C类

C类地址结构



C类编址最高端前三个二进制位为110，前三个字节组为网络标识，后一个字节组为主机标识。它允许有200万个网络，每个网络可有254台主机。

编码范围：192.0.0.1 ~ 223.255.255.254

D类

D类编址高端前四个二进制位1110，其余用于识别相应的主机。

E类编址高端四个二进制位为1111，现仍为实验地址。

目前，IP地址资源比较紧张，亚太区的分配权在 APNIC手中(APNIC：亚太地区网络信息中心，设在日本的东京)。即使申请到IP地址，也大多是C类地址。

3) 各类地址的主要特点以及如何区分

特点

A类：主要用于大型的网络，它的特点是网络数目少，而拥有主机数量多。

B类：主要用于中等规模的网络，它的特点是网络数和主机数大致相同。

C类：主机用于小型局域网络，它的特点是网络数多，而主机少。

D类：通常用于已知的多点传送或者组的寻址。

E类：为将来使用而保留的一个实验地址。

### 区分方法

- 看IP地址的前几个二进制位：

若第一个二进制位为0，则IP地址为A类；

若第一个二进制位为1，则再看第二个二进制位，若为0，则IP地址为B类；

若前二个二进制位为11，则再看第三个二进制位，若为0，则IP地址为C类；

若前三个二进制位为111，则再看第四个二进制位，若为0，则IP地址为D类；

若前四个二进制位为1111，则该地址为E类。

- 看IP地址的第一个字节组的十进制数：

若为1 ~ 126，则IP地址为A类；

若为128 ~ 191，则IP地址为B类；

若为192 ~ 223，则IP地址为C类；

若为224 ~ 239，则IP地址为D类；

若为240 ~ 254，则IP地址为E类。

#### 4) 子网和子网掩码

##### 子网

子网是一个多网络环境中的网络。把一个网络划分成多个子网，要求每一个子网使用不同的网络标识IP。但是每个子网的宿主机数不一定相同，而且相差很大。在制定编码方案时，会碰到网络数不够的问题。解决的办法是采用子网寻址技术，将主机标识部分划出一定的位数用作本网的各个子网，剩余的主机标识作为相应子网的主机标识部分。这样的IP地址被称为 网络+子网+主机，也有人称为可变长度子网，对于子网的划分方法：

第一步是网络管理员或者是供应商统计自己管理范围内的网络的子网数以及每个子网上可能最多的结点数。

第二步是网络管理员或供应商向网络信息中心申请一组地址。

第三步是网络管理员或供应商向他的子网分配地址，而每个子网允许利用任何长于由网络管理员所使用的子网掩码。

第四步是网络管理员或供应商用子网掩码概括其所管理范围内的所有网络。

##### 子网掩码

子网掩码是一个32位地址，它用于屏蔽IP地址的一部分，区别IP地址中哪些位表示逻辑的网络/子网数，哪些表示逻辑的结点数，并说明IP地址是在本地网上还是在远程网上。其书写方法是：

- 凡是IP地址的网络和子网标识部分，用二进制数1表示；

- 凡是IP地址的主机标识部分，用二进制数0表示；

- 用点和十进制数书写。

子网掩码拓宽了IP地址的网络标识部分的表示范围。

确定子网掩码的具体步骤为：

- 确定现在或将来子网上的最大结点数；

- 根据子网上的最大结点来确定用IP地址上32位的哪几位来表示逻辑结点，将这些位都置

为0，其他位都置为1。例如：

子网上有300个结点，则可用二进制的9位来表示这些结点。具体做法将后9位置0，其他(前23位)都置1，如：

11111111.11111111.11111110.0000 0000

这个二进制数为二进制子网掩码。

- 将它转化为十进制数形式：

255.255.254.0

这是十进制数的子网掩码。

(2) IP地址编码中的注意事项

在实际进行IP地址编码中，需要对本系统的各机构分布情况及对网络的需求一清二楚。李树星在他的《如何制定网络IP地址编码方案》一文中有这样的几点体会：

- 1) 层次性：编码中根据机构情况，将IP地址按层次划分，便于网络间的互联和通信；
- 2) 清晰明了：书写时要简单明了，便于使用者正确理解、掌握；
- 3) 制定范围：给网络系统中某个网络编址时，最好只指定它的使用范围，其他的由用户自己来定；
- 4) 利用子网：在网络数不够的情况下，将大的网络划分成若干子网，设定好合适的子网掩码；
- 5) 留有冗余编址空间，以备以后的网络扩展；
- 6) 尽量选择A类IP地址，通过子网掩码拓宽网络标识表示范围的方式。

(3) 网络管理员编址方法

我们知道IP地址量只能由网络管理员来分配编址，具体办法为：

- 1) 先给出子网上结点数比较多的地址及其子网掩码。其子网掩码比较短，网络 /子网较少，有较多的结点地址；
- 2) 然后给出子网上结点比较少的子网地址及子网掩码。其子网掩码比较长，可供选择的网络/子网数较多，有较少的结点地址。

对于IP地址的编码，我们借助于席婉华先生的例子作为例1，李树星先生的例子作为例2。说明如下：

例1 某校园网共有16个子网，每个子网上的结点数不一样，根据子网号、现有结点数、将来结点数给出子网掩码、网络范围。如表12-24所示：

表12-24 某校园网的IP地址编码

| 子网 | 现有节点数 | 将来节点数 | 子网掩码            | 网络范围          |               |
|----|-------|-------|-----------------|---------------|---------------|
|    |       |       |                 | 起始值           | 终止值           |
| 1  | 300   | 320   | 255.255.254.0   | W. X. 2. 1    | W. X. 3. 254  |
| 2  | 300   | 320   | 255.255.254.0   | W. X. 4. 1    | W. X. 5. 254  |
| 3  | 200   | 320   | 255.255.254.0   | W. X. 6. 1    | W. X. 7. 254  |
| 4  | 100   | 100   | 255.255.254.128 | W. X. 10. 1   | W. X. 10. 127 |
| 5  | 100   | 100   | 255.255.254.128 | W. X. 10. 128 | W. X. 10. 254 |
| 6  | 200   | 250   | 255.255.254.0   | W. X. 8. 1    | W. X. 8. 254  |
| 7  | 200   | 240   | 255.255.254.0   | W. X. 9. 1    | W. X. 9. 254  |
| 8  | 50    | 60    | 255.255.254.192 | W. X. 11. 1   | W. X. 11. 63  |
| 9  | 50    | 60    | 255.255.254.192 | W. X. 11. 64  | W. X. 11. 127 |

| 子网 | 现有节点数 | 将来节点数 | 子网掩码            | 网络范围          |               |
|----|-------|-------|-----------------|---------------|---------------|
|    |       |       |                 | 起始值           | 终止值           |
| 10 | 8     | 50    | 255.255.254.192 | W. X. 11. 128 | W. X. 11. 191 |
| 11 | 8     | 10    | 255.255.254.240 | W. X. 12. 1   | W. X. 12. 15  |
| 12 | 8     | 10    | 255.255.254.240 | W. X. 12. 16  | W. X. 12. 31  |
| 13 | 8     | 10    | 255.255.254.240 | W. X. 12. 36  | W. X. 12. 47  |
| 14 | 6     | 6     | 255.255.254.248 | W. X. 13. 1   | W. X. 13. 7   |
| 15 | 6     | 6     | 255.255.254.248 | W. X. 13. 8   | W. X. 13. 15  |
| 16 | 6     | 6     | 255.255.254.248 | W. X. 13. 16  | W. X. 13. 23  |

例2 某行业系统是分国家级、省级、市级、县级机构的单位，可采用以下方法来制定局域网和网间互联的IP地址编码方案：

选择A类IP地址进行编址，用88代表该行业系统，整个网络系统采取统一的子网掩码255.255.255.0。

#### 1) 局域网IP地址编码方案

- IP地址的第一字节组取值88；
- IP地址的第二字节组取值范围1～254，用此区分国家级、省级机构；
- IP地址的第三字节组取值范围1～250，其中1～50：用此区分省所属市级机构；51～250：用此区分省所属县级机构(这里250～254用作划分网间互联的IP地址)。
- IP地址的第四字节组取值范围：1～254，表示网络的具体结点主机号。

#### 2) 网间互联的IP地址编码方案

- IP地址的第一字节组取值88；
- IP地址的第二字节组取值范围1～254，其中1用于国家级机构和省级机构之间。2、3预留，4～254用于各省机构和所辖市、县机构之间；
- IP地址的第三字节组取值范围：251～254；
- IP地址的第四字节组取值范围：1～254，表示网络的具体网络互联设备主机号。但分为两部分：

国家级机构和省级机构之间：取值范围是1～254为国家级、省级机构的互联设备主机号。

省机构和所辖市、县级机构之间：取值范围是1～254为省、所属市、所属县级机构的互联设备主机号。

### 12.5.5 关于IPv6的问题

随着计算机网络技术的发展，连网用户越来越多，应用范围越来越广。因特网（Internet）除了大专院校、科研单位、大中型企业、政府部门上网外，家庭上网、视频点播、无线便携机入网、IP电话通讯和网上娱乐的介入，将来很可能世界上每一台电视机都会成为因特网的一个用户点，从而导致上亿台机器用于视频点播，在这种情况下，IP（也称IPv4）协议的地址空间无法适应因特网的发展需要。我们在TCP/IP中已经讨论过IP的A类、B类、C类、D类和E类地址，而C类地址可容纳的主机数很少，导致B类地址将被使用殆尽。如果人们使用C类地址，可能导致一个IP子网需要多个C类地址，矛盾突出。而且按照目前的发展状态，到2007年左右，IP地址的空间将无法满足不同用户的需求，因此，IETF于1990年开始着手开发IP的新版本即IPv6。它的指导思想是：

1) 提出很多很多的地址，使它永远不会被用尽。

2) 使IPv6更具有灵活性和高效性。

它的主要目的有9点：

1) 即使地址的分配利用率不高，也能支持上百亿台主机；

2) 减小路由选择表的长度；

3) 简化协议，使路由器处理分组更迅速；

4) 提供比现在的IP更好的安全性（包括身份验证和隐私权）；

5) 增加对服务类型的注意，特别是实时数据；

6) 通过定义范围来帮助多点播送的实现；

7) 让主机可以不改变其地址即可漫游；

8) 协议可以扩展；

9) 允许新旧协议共同存在N年。

作为新一代的网络层协议，IPv6为了满足上述原则和目的，将把协议地址栈扩展到 128个bit位，去除头部校验（考虑光纤传输介质良好的性能可以简化路由器中的差错处理，同时以此提高路由器的计算速率）、可扩展头（将IP的变长头部变成可扩展的等单位长度头部，便于网络快速计算）、增加流量标记。

IPv6为了便于网络管理，在长度为 128位的地址中所要做的事情是：地址分配对应节点的接口，而不是节点本身，一个接口可以有多个地址进行标识。在 IPv6协议中使用长地址和多地址，这样就可以使地址按网络层次、接入提供者、地理位置分类，缩小路由表的规模，提高检索路由项的速率，同时使用同一接口在不同的接入提供者的地址空间内具有各自不相同的地址。下面分几点来概述IPv6协议。

#### 1. IPv6地址

1) 单点通信地址；

2) 任意点通信方式地址；

3) 组播地址。

单点通信地址的内容为：

- 基于接入供应商的全局网络IP地址；
- 局部范围内的节点和链路地址；
- 与TCP/IP地址兼容。

其中，基于接入供应商的全局网络 IP地址支持所连接的所有主机范围内进行全程寻址。局域网范围内的节点和链路地址仅适用于本地寻址。使用这种地址的数据报不能跨越用户网络。在TCP/IP地址中，地址兼容格式支持网络中同时承载两种格式的数据报，采用兼容格式后，IPv4地址可以直接装载入IPv6地址中，而不需要复杂的地址映射机制。

任意点通信方式地址的内容为：

任意点通信方式地址表示源节点可以通过单一地址与一组节点中的任何一个节点建立连接，包括将该地址的数据报传送给这一组中最近的一个接口。任意点通信地址可以指向与接入供应商相关的一组路由器，从而强制数据报以最有效的方式通过该接口供应商。任意点通信是从同一地址空间中进行分配地址的。因此，在被任意点通信寻址的组中，所有成员都必须能够识别该地址，同时，路由器也应该能够将任意点通信地址转换成单点通信地址。

组播地址的内容为：

组播地址必须事先定义好一个接口组，包括组播地址的数据报将提交给该组的所有成员。

作为组播地址，它有两种表示方式，即永久地址分配和临时地址分配。

永久地址分配在标志域中置值 0000 ；临时地址分配在标志域中置值 0001 。

IPv6地址具有16字节长度，它的有效格式主要有6种表现形式：

- 基于接入供应商的全局IP地址；
- 局域网范围内的链路地址；
- 局域网范围内的节点地址；
- 与IPv4兼容格式；
- 任意点通信方式地址；
- 组播地址。

具体格式如图12-42所示。

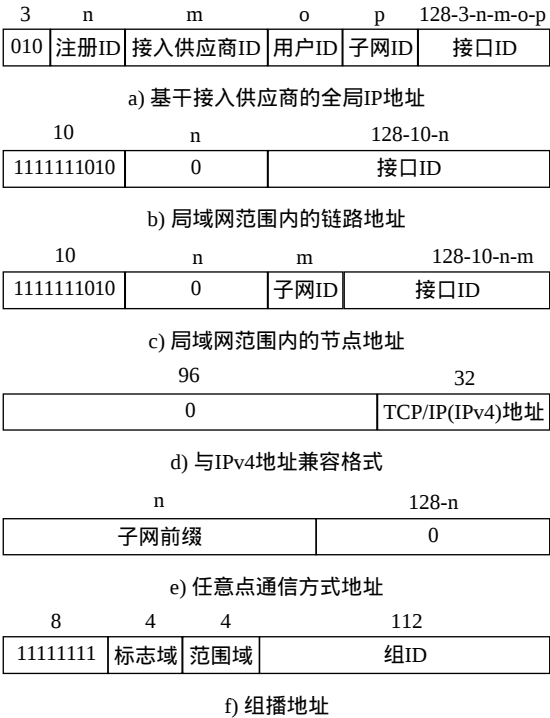


图12-42 IPv6地址的六种表示形式

据Andrew在《Computer Networks》一书中的介绍，IPv6地址空间的切分如表12-25所示。

表12- 25 IPv6地址前缀的定义

| 前缀（二进制）   | 用 途                  | 所占比例  |
|-----------|----------------------|-------|
| 0000 0000 | 保留（包含IPv4）           | 1/256 |
| 0000 0001 | 未指定                  | 1/256 |
| 0000 001  | OSI NSAP 地址          | 1/128 |
| 0000 010  | Novell NetWare IPX地址 | 1/128 |
| 0000 011  | 未指定                  | 1/128 |
| 0000 1    | 未指定                  | 1/32  |
| 0001      | 未指定                  | 1/16  |
| 001       | 未指定                  | 1/8   |

| 前缀 (二进制)     | 用 途      | 所占比例   |
|--------------|----------|--------|
| 010          | 基于提供者的地址 | 1/8    |
| 011          | 未指定      | 1/8    |
| 100          | 基于地理的地址  | 1/8    |
| 101          | 未指定      | 1/8    |
| 110          | 未指定      | 1/8    |
| 1110         | 未指定      | 1/16   |
| 1111 0       | 未指定      | 1/32   |
| 1111 10      | 未指定      | 1/64   |
| 1111 110     | 未指定      | 1/128  |
| 1111 1110 0  | 未指定      | 1/512  |
| 1111 1110 10 | 链路本地使用地址 | 1/1024 |
| 1111 1110 11 | 站点本地使用地址 | 1/1024 |
| 1111 1111    | 多点播送     | 1/256  |

## 2. IPv6数据报头部

IPv6数据报头部 (固定的) 由版本、优先权、流标识、有效负载长度、下一个头、步长限制、发送端IP地址 (源地址)、接收端IP地址 (目的地址) 组成。其结构如图 12-43所示。

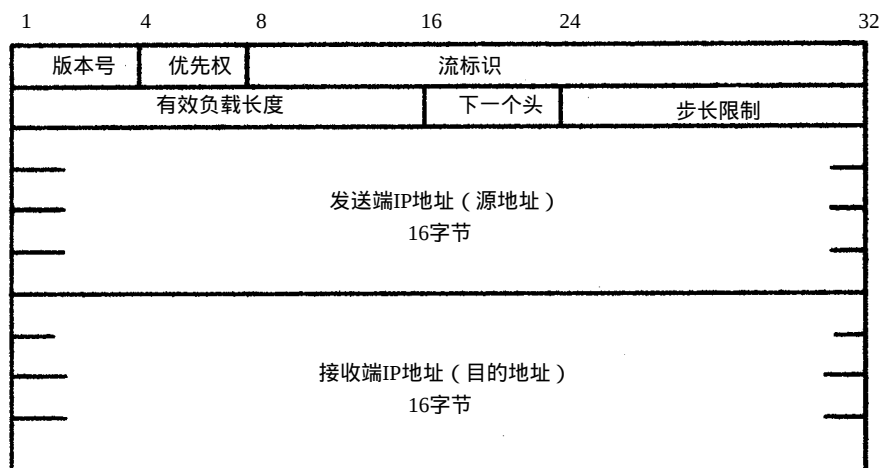


图12-43 IPv6数据报头部 (固定的)

现对图12-43说明如下：

IPv6数据报头部共计有40个字节长度，占用的情况分别是：

- 版本号：版本号占用4bit，而且固定为6，表示IPv6的版本号。
- 优先权：优先级字段占用 4bit，用来区分哪些分组能进行流量控制，哪些不能。当值为0~7时，表示在拥塞时可以慢下来的传输。当值为 8~15时，表示恒速传送的实时通信量。
- 流标识：流标识占用 24bit。目前还是实验性的，但它将用于使发送端与接收端之间建立一条有特殊属性和需求的伪连接。
- 有效负载长度：有效负载长度占用 16bit。说明IPv6数据报头部40个字节之后有多少个字节的数据。

- 下一个头：下一个头占用 8bit。它说明如果后面还有扩充头部的话，它是前面所讨论的 6 种格式的哪一种。
- 步长限制：步长限制（也称站段限制）占用 8bit。在发送端步长被限值初始化，当报文被中间节点转发一次时，该域值减 1，如果还没有到达目的地时，该域值已减为 0 了，那么该数据报被丢弃。
- 发送端 IP 地址：发送端 IP 地址（也称源地址）占用 16 个字节（128bit）。
- 接收端 IP 地址：接收端 IP 地址（也称目的地址）占用 16 个字节（128bit）。

3. IPv6 的扩展头部

IPv6 有一个可选的扩展头部（extension header）的概念。扩展头部用来提供额外信息。目前已定义了 6 种扩展头部，如表 12-26 所示。

表12-26 IPv6的扩展头部

| 扩展头部       | 描 述          |
|------------|--------------|
| 站接站选择      | 用于路由器的各种信息   |
| 路由选择       | 后面跟有完整的或部分路由 |
| 分段         | 数据报分段管理      |
| 身份验证       | 发送者标识的验证     |
| 加密的安全性有效负荷 | 有关加密内容的信息    |
| 目的地选项      | 有关目的地的附加信息   |

每种扩展头部都是可选的，在数据报中一旦有多于一种头部出现时，它们必须紧跟在固定头部之后。

4. 流标识

IPv6 协议中采用源地址和 24bit 长度的比特流标记标识网络中传输的信息流。从用户角度来看，流是一个应用程序产生的具有相同传输的数据报文。一个流可以构成一个或多个 TCP 连接，单一应用程序也可以产生一个或多个流。例如，在会议电视应用中，可能使用一个流传送语音，另一个流传送视频信号，这两个流在数据速率、时延和抖动方面有不同的要求。从路由器角度出发，流被认为是要进行同样处理的数据报序列，路由器对于来自不同流的数据报将采用不同方式进行处理。流标识中的比特流标记是由源节点随机选取的，对于一个数据流的特殊处理必须其他方式声明，比特流标记仅用于标志双方认可处理的标志符。

5. 流的优先级标识

在 IPv6 协议中任意数据报文可以通过 4bit 优先级域进行标记。该域可以使源节点为每个数据报标定两个独立的与优先级相关的特征。首先，数据报可以按照源节点是否提供阻塞控制分成两类，然后在每种类别中数据报又有 8 种相对优先级。具体包括：

阻塞控制传送是指源节点可以降低数据流速率作为对发生阻塞现象的响应，TCP 显然具有这样的特点。阻塞控制传送的特点在于可变的传送时延，甚至数据报顺序变换也可以忍受。IPv6 按优先级递减定义阻塞控制下的传送类别：Internet 控制流、交互传送、用户参与的大量数据传送（如 FTP）、用户不参与的数据传输（如电子邮件）、填隙传送（即后台传送）和无规定传送。

无阻塞控制传送是指具有恒定数据速率和时延的传送，或者至少是数据速率和传送时延是平滑的。例如在实时视频或者音频传输中，重发被丢弃的数据报是没有意义的，维持平滑的传输速率才是最重要的。在无阻塞控制传送中，规定了 8 种不同传送级，最低 8，最高为 15。一般而言，丢失数据报将影响接收端的业务质量，而这种影响的强弱也就决定了发送端赋给数据报

的优先级。例如话音等低保真音频信号应分配较高优先级，而高保真音频信号中含有相当的冗余，丢失几个数据报不会造成很大影响，所以可以分配较低的优先级。

## 6. IPv6协议的数据报格式

IPv6协议的数据报格式如图 12-44所示，包括：IPv6协议数据报头部、备选头部和负载区。其中负载区装载上层协议的PDU，备选头部包括：

- 1) 逐跳备选头部（Hop-by-hop options header）：定义需要路由器逐跳进行处理的参数；
- 2) 路由选择头部（Routing header）：提供扩展路由选择功能，类似于IPv4寻址功能；
- 3) 分段头部（Fragment header）：包含数据分段和重组的信息；
- 4) 验证头部（Authentication header）：提供数据报文完整性和可验证性功能；
- 5) 封装安全性负载头部（Encapsulating security payload header）：支持数据保密通信；
- 6) 接收端备选头部（Destination header）：提供接收端节点检验的可选数据。

|        |      |      |    |    |      |      |     |
|--------|------|------|----|----|------|------|-----|
| IPv6报头 | 逐跳备选 | 路由选择 | 分段 | 验证 | 封装安全 | 接收备选 | 负载区 |
|--------|------|------|----|----|------|------|-----|

图12-44 IPv6数据报格式

## 12.6 督导与责任方面的问题

用户或企业建设局域网时，不仅要关心采用什么样的硬件设备、软件系统，而且还要关心工程的施工质量。它与该企业的管理模式、经营体制、运行机制和企业的业务流程等信息化建设环境中的各个因素息息相关。对企业的运营机制是否了解透彻？用户能否判定工程承包商能达到（建设前）或已经达到（建设后）了企业本身的需求？用户和工程承包商之间怎样沟通？能否相互信任？这些问题该由谁来协调解决？由此可见，布线系统工程的质量监督自然而然地提到日程上来。

工程督导并不是一个新名词，但对于系统集成业来说还是个新概念。以往的经验是用户决定改善经营管理、加强信息化建设，对系统集成商招标，中标者负责开发建设和维护信息系统工程。投入使用后，如有问题双方协商解决。而最终结果是：发生问题的用户与系统集成商相互推卸责任，都不承认自己存在错误。用户往往在系统工程建设环境建立之后，对巨额投入表示困惑。究竟值不值得？这种现象不是偶然的，正是因为我们的信息化建设还太年轻，没有建立相应的系统工程质量认证体系，没有制定一系列行之有效的质量认证法规，没有一支建成的有技术力量的、公正的工程督导监理队伍，缺少有经验的企业代言人。

这就提出了什么样的人可以做督导监理？督导监理人员做什么事？肩负哪些职责？这就是我们所关心的。

### 1. 督导监理人员的素质要求

督导监理工作不是人人都可以做的，他需要对计算机系统（包括硬件、软件、网络）有扎实的理论知识，而且要求知识面宽，对工程中涉及的有关专业知识非常熟悉，并且对工程施工有丰富的经验，清楚地知道工程的哪些部位是关键的、重要的，哪些环节容易造成质量差错。一般来说对工程督导监理人员的素质有以下要求：

- 1) 通晓系统集成的全过程，掌握工程建设所必经的关键步骤。
- 2) 了解企业管理、经营的基本模式，具有系统分析能力和解决问题的能力。
- 3) 能协调系统设计到工程实施的顺利转接。
- 4) 具有硬件、软件、网络平台、工程建设经验，熟悉信息系统构架。

5) 具有对工程各个阶段建设进度、质量监督控制能力。

6) 既要有丰富的理论和实践经验，又要有吃苦耐劳的精神，深入现场，指导、把握工程施工的质量和进度。

7) 具有公正的心，不随便吃、喝、拿、要，对涉及有关工程质量的问题要勇于发挥督导和监理责任。

## 2. 督导监理人员肩负的责任

对于一个网络工程来说，督导监理人员是非常重要的，他肩负的职责主要有几个方面：

### (1) 促成领导班子的决策

一个网络系统工程建设对企业来说，不仅仅是建设部门的事情，而是涉及到企业的每一个部门，除了巨额投资以外，还将引起企业经营、管理模式的巨大变化，工程建设的质量与企业的兴衰息息相关。工程督导监理人员应向企业领导班子提出系统决策的重要性，说服企业领导下决心去建设好工程，并提出积极的、有建设性的意见供领导决策。

### (2) 辅助企业做好系统需求分析

明确可行的建设目标是网络工程的关键要素。企业的经营管理模式、业务方向、今后的发展目标、希望工程能提供什么功能、解决什么问题等等。这一点是最重要的，也是最难的，工程督导监理人员应深入了解企业的方方面面，与企业各级管理人员、技术骨干、计算机技术人员等共同探讨，系统需求的切实提出，是建设好网络工程的成败关键。

### (3) 选择合适的系统集成商

系统集成涉及多方面的技术，需要各种专业人员，企业一般无法独立完成。而各企业的业务领域不同、管理方式不同、企业规模大小不一、可投入的资金不同、网络系统的规模也不同，根据实际情况选择合适的系统集成商是网络工程建设成败的又一关键。怎样选择？工程督导监理人员应把握基本的标准：

1) 有完成系统集成的能力和实力，具有承担系统分析设计、设备的选型和配套、测试和安装、应用软件开发、系统工程维护的能力。

2) 具有完成系统集成开发、调试所具备的环境和设备能力。不可否认，企业可以要求系统集成商直接把设备运到企业内部去安装、调试，但系统集成人员自身的练习、演示环境是完备的。

3) 有一支系统集成的专业队伍。系统集成商应该有硬件、软件、网络工程、数据库等的专业人才，有熟悉企业管理、业务的系统分析员及系统安装、调试和维护的专业队伍。

4) 专业集成商应有长期从事此行业的计划，有一定的系统集成经验，并在前期工程建设项目中有良好的业绩，在用户中有较好的声誉。

5) 具有担保机构。由于市场变化莫测，公司兼并、倒闭频繁，对于一个大的工程来说，除了保证工程的建设质量、周期外，在工程竣工投入使用后的很长一段时间内，仍然需要得到建设单位的技术支持和后援保障，尤其属于高科技领域的计算机网络系统工程就更需要得到长期技术支持保证。这就需要有担保的机构介入，避免出现豆腐渣工程、胡子工程或半截子工程。

### (4) 工程进度控制

系统集成的另一关键因素是对网络工程建设进度的监督控制，这也是检验工程督导监理人员水平的标准。督导监理人员严密掌握工程进度、按期分段对工程验收，保证工程按期、高质量地完成。

### (5) 工程质量认证

这是系统投入运行使用能否有效、健康、持久的保证。工程督导监理人员应分阶段对工程验收，对工程的每一环节质量把关。如：

- 系统集成方案是否正确，系统设计能否达到企业要求。
- 所选设备、器材的质量是否合格，其性能是否满足系统设计要求。
- 基础建设是否完成，结构化布线是否合理。
- 网络系统硬件环境是否完善，是否具有可扩充能力。
- 软件平台是否统一，不同平台接口功能的优劣。
- 全网调试是否通过，各部门能否协调工作。
- 培训师资、教材、时间、内容是否安排妥当。
- 应付款项是否到位。

网络系统投入使用后出现问题，企业可直接与工程建设督导监理人员联系，查找问题原因、责任所在，确定解决办法。只有企业、督导监理、系统集成商三方责权分明，各尽其职，才能保证网络工程的建设质量，推动我国信息化建设事业的健康发展。

## 参考文献

1. 黎连业编著. 网络工程与综合布线系统. 北京：清华大学出版社，1999.
2. 黎连业编著. 计算机网络基础和网络工程. 北京：人民邮电出版社，1999.
3. 黎连业. 关于智能大厦（一）. 北京：中国计算机报，1999.7.
4. 黎连业. 关于智能大厦（二）. 北京：中国计算机报，1999.7.
5. 黎连业等. 智能大厦综合布线的工程设计. 北京：计算机世界，1999.7.
6. 黎连业等. 智能大厦中网络布线测试技术. 北京：计算机世界，1999.7.
7. 黎连业等. 智能大厦的监控系统. 北京：计算机世界，1999.7.
8. 黎连业等. 智能大厦的消防系统. 北京：计算机世界，1999.7.
9. 刘占全等. 计算机网络的传输介质. 北京：计算机世界，1999.8.
10. 刘占全等. 双绞线的品种、性能与标准. 北京：计算机世界，1999.8.
11. 刘占全等. 同轴电缆的品种、性能与标准. 北京：计算机世界，1999.8.
12. 刘占全等. 光缆的品种、性能与标准. 北京：计算机世界，1999.8.
13. 黎连业，刘占全. 网络互联设备技术专题. 北京：计算机世界，1999.8.23.
14. 刘国林. 综合布线系统工程设计. 北京：电子工业出版社，1997.
15. 万博通公司技术部. 网络系统集成行业实用方案. 北京：海洋出版社，1999.

# 第四部分 印 前 技 术

## 第13章 颜 色 模 型

如果你想要认真地用数字图像和印前技术进行工作，需要了解颜色在现实生活中是如何工作的,以及在计算机中是如何工作的。

颜色模型用于划分和标准化颜色。在本章中，我们将讨论一些较常用的颜色模型：RGB、CMYK、索引色、HSV和NCS。

### 13.1 RGB

RGB表示在RGB系统中使用的三种颜色：红色(R)、绿色(G)和蓝(B)色。或许一个表示“光”的“L”应当也包括其中，因为这个颜色模型很大程度上基于光（见图13-1）。

想像三束光(一个红色、一个绿色和一个蓝色)在白色屏幕上瞄准同一点。由于每个光束包含一定的亮度，两个的交集将比一个光束更明亮，最明亮的地方是所有三个光束的交集，它是白色的。

正如大家所知，RGB模型用于电视和计算机显示器。电视机屏幕上的彩色点是红色、绿色和蓝色，各个基色的相互组合决定了眼睛所看到的颜色。如果颜色点具有同样亮度，视觉感受是白色和灰色。

RGB称作加式颜色模型，因为光加到光上，导致更亮的颜色。在RGB模型中，每一种颜色表示为三个值的集合：一个红色值、一个绿色值和一个蓝色值，每种颜色值从0到255。如果三种颜色值都是0，合成颜色是黑色；如果所有颜色值为255，合成颜色则为白色。

如果把这个模型想像为光线，则很容易明白弱光（低的值）意味着较暗的颜色，而强光（高的值）意味着较亮的颜色。

RGB可以表示多于1600万种颜色(这经常称为真彩)。计算很简单的，如下所示：

$256\text{种红色} \times 256\text{种绿色} \times 256\text{种蓝色} = 16\,777\,216\text{种颜色}$

然而，RGB只能生成256种灰色，因为灰色只产生于全部三种颜色值相等的情况。如果你的计算机只有8位颜色，这没有关系，因为你永远不能看到多于256种颜色。

RGB颜色值是256个而非1024个的原因是GIMP编制于8位颜色通道。在大多数情况下，1600万种颜色是相当令人满意的了，但是有某些高度专业化的图像操作程序可以处理16位颜色通道。有一个正在开发的叫做GIMP HOLLYWOOD的GIMP新版本将包括16位颜色通道。

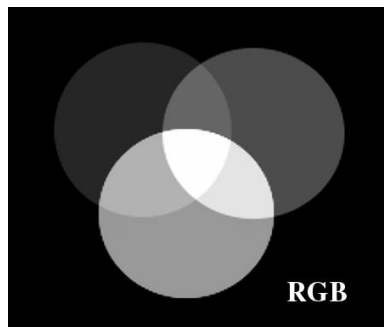


图13-1 RGB颜色模型

### 13.2 CMYK

CMYK是另一个重要的颜色模型 (见图13-2)。CMYK分别表示青色(C)、洋红(M)、黄色(Y)和黑色(K)。这些颜色有时叫做过程颜色，因为它们用于四色过程打印。如果你有一个彩色打印机，可能已经注意到了在机器中的墨盒包括这几种主要颜色。

所有其他颜色可以由这些主要颜色混合产生。青色、洋红和黄色理论上是你所需要的，但是要使打印清晰细致，印刷中需用一个黑板。

CMYK称做减式颜色模型，因为墨水颜料当混合的时候“减去”光，或吸收某些颜色和反射另一些颜色 (你眼睛所看到的)。

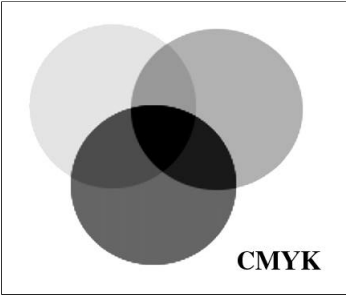


图13-2 CMYK颜色模型

### 13.3 索引色

索引色(也称为映射颜色)对每个像素作用于一个固定的颜色值。每种用于给定图像中的颜色被放置于一个color table或color map中，它是索引图像文件的一部分。颜色表用于将适当的颜色映射到每个被显示的像素。

索引色图像文件包含较少的数据，因而占内存较小。如果在为网页设计图像，应当记住很多计算机不能显示24位颜色。很多人使用限制于256色的显示器。因此，当它显示在显示器上时，美丽的“百万种彩色”图像可能被索引成为一个麻疹样的256色。它肯定不好看，而且需要同样的时间去下载。

网页中经常用到的GIF格式图像被索引为包含不超过256种颜色。

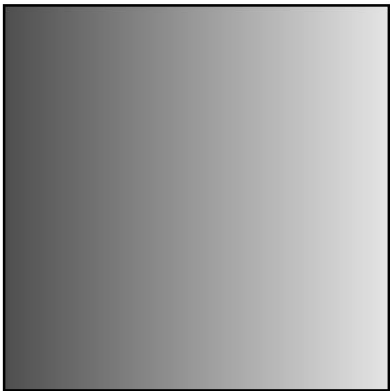


图13-3 RGB图像

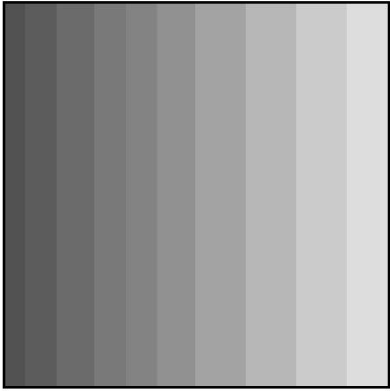


图13-4 索引色图像

有两种图像文件格式经常用于网页：JPEG和GIF。这两种格式都具有优点和缺点，但是此处我们不能展开关于GIF和JPEG的讨论。

要记住的重要一点是，GIF图像是索引色而JPEG图像不是。在诸多要使用GIF的理由中，最为重要的是索引图像是文件小。

换句话说，每个下载图像的人将看到几乎相同的颜色，而没有奇怪的减色。这些图像在一个特定的浏览器中将总是看起来近乎完全一样，无论是 8 位、16 位，还是 24 位输出。

在完成之前，不要直接地图像变为索引色格式，在把图像转化为索引色之前，应把它保存为原始图像的一个 RGB 拷贝，因为你将需要原始图像为将来的图像编辑。当你把它保存为索引格式后，大多数的图像信息会丢失，只有在 RGB 拷贝中才能重新得到所有信息。也要注意，索引图像不能用大多数滤镜。

## 13.4 HSV

HSV 表示色调(H)、饱和度(S)和值(V)。在颜色(单击鼠标右键并选择 Image|Colors)和通道选项(单击鼠标右键并选择 Image|Channel Ops)的图像对话框中，HSV 颜色模型用于大多数的选项。它也用于某些滤镜和颜色模型。



图13-5 颜色选择对话框

打开颜色选择对话框(在工具箱的底部点击前景/背景色图标)并看一下标着 H、S 和 V 的三个滑块，这个颜色模型很好理解。在阅读本段的时候，拖拉这三个滑块，同时注意颜色是怎样改变的。H、S 和 V 滑块显示 RGB 模型的等价值。让我们看一下 HSV 颜色模型的三个部分中的每一个，首先由表示色调的 H 开始。

### 1. 色调

色调描述一种颜色放在色谱的什么位置，或者它是什么样的：例如，红色、橘色、靛蓝色或绿色。如同在一个彩虹中，开始和末尾的颜色都是红色。色调由一个色调盘表示，红色在 0 度、黄色在顺时针 60 度，接下去是绿色、青色、蓝色、洋红色和在 360 再次是红色(见图 13-6)。

### 2. 饱和度

饱和度指颜色的纯度的大小。饱和度从 0(灰度)到 100(最大纯度)变化。低的值提供一个中性、阴暗的颜色，而高的值意味着强烈的、纯的颜色。

### 3. 值

值是另一个表达亮度的方法。0 值意味着完全的黑色，而 100 是一种颜色的最亮值，然而，

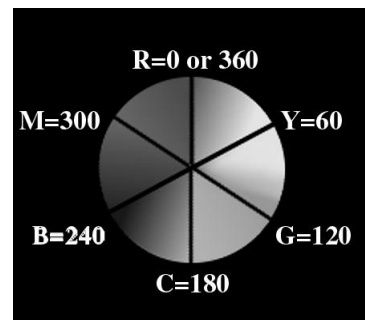


图13-6 色调盘

## 13.5 NCS

NCS(自然颜色系统)是由建筑师和室内装修人员使用的颜色系统。这也经常是为房屋购买染料的时候使用的系统(在美国可以看到Munsell系统)。NCS颜色模型基于六种基本颜色：黄色、红色、蓝色、绿色、黑色和白色。

所有颜色可以用它们与基本颜色的类似程度来描述。基本颜色以及它们之间的颜色比例构成三维纺锤体（就像两个放在一起的锥体），由颜色体可以导出一个颜色圈和颜色三角形。在NCS盘(颜色体的一个水平“切片”)中，颜色按照它们在色谱中的位置排列，均匀分布于四种基本颜色：黄色、红色、蓝色和绿色之间。

对盘中的每种颜色，一个垂直切面就像一个三角形，显示一种颜色的不同浓淡：白度、黑度和色彩度(饱和度)。

颜色按照下面的方案确定：Y70Rs70c20。

Y代表黄色，70R指70%红色。这指示在色谱圈中的基本颜色黄色和红色之间某个点的一个位置。它也告诉我们，这个橘色由30%的黄色和70%的红色构成，亦即有点象一个血色柑橘。类似地，R70B指示一个带蓝色的紫罗兰色，G70Y是柠檬黄色。注意，颜色码的第一个字母表示在颜色段上的第一个主要颜色(顺时针)，颜色百分数总是指第二个主要颜色。

s70从颜色盘转换到了颜色三角形，它指我们的橘色有70%的黑度，这为我们提供了一个暗褐色(而一个黑度值10将产生桃色)。最后，c20指有20%色饱和度，这不强烈。所以，Y70Rs70c20显示一种最好地描述暗淡的褐紫红色。

通过打开颜色选择对话框并调节HSV滑动条，可以得到一个这种颜色看起来像什么的清楚的概念。在HSV空间，红色在0而正黄色在60度。所以，70%红色和30%黄色将被放置于色彩域的18度位置。把饱和度域设置为20，值设置为30(100—70=30)。注意，匹配并不完好，因为颜色系统不兼容。这只是一个近似，不能使用这个方法代替一个NSC颜色图(最大的差别是由色彩hue引起的)。

即使你的计算机上不使用NSC，也应该理解它，因为在很多的欧洲国家，对专业设计人员和建筑师来说，它是最广泛使用的颜色系统。如果为一个欧洲客户设计图案、物体或建筑物的不同色彩(利用一个程序如GIMP或Photoshop)，应该准备与客户讨论NCS值而不是RGB或HSV。

## 13.6 专色

专色(或称为定制颜色)是在一个商业定制的颜色系统中定义的颜色，当四色过程打印不能完成的时候常用它进行彩色打印。例如，你可能在海报的文本上使用一个非光栅化的光滑银灰色；在那种情况下，需要指定一个预先定义的专色。Pantone和truematch是专业打印机最常用的颜色系统。关于更多的专色内容，参阅22.3节“把通道用于专色分离”。

## 13.7 灰度和线条图像

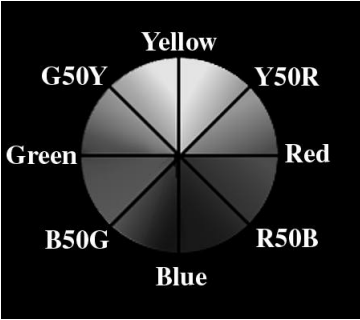


图13-7 NCS盘

件相比，灰度图像文件小，并且它们可以比索引彩色图像传输更多的细节。

一个具有256种条目颜色表的索引图像似乎与灰度图是等价的，并且如果我们指 256种灰色的深浅，那就更对了。然而，对于一个彩色索引图像，一个 256色的调色板对大多数照片图像是相当粗糙的。

Lineart(线条图像)是目前最简单和最小的位图文件。一个线条图像只有白色和黑色像素构成，这种图像相当简单，但可以有相当的感染力。可以以线条图浏览，或者单击鼠标右键并选择 Image|Colors|Threshold或者Posterize，来把一个灰度图像转化为一个线条图像，如图13-8所示。



图13-8 左侧的灰度图像被转化为右侧的线条图像

## 13.8 求补或反转色

互补色是指用来混合产生中性灰色的两种颜色。在现实生活中的互补色与计算机显示器不同。小时候，很多人受到的教育指出混合黄色和蓝色将导致绿色，如果谈到墨水、油彩和颜料，这完全正确。但是这不适用于 RGB颜色模型。

为说明这一点，试在一个蓝色背景上涂一层黄色并以 50%透明度观察——没有绿色出现，只有中性的灰色。用水彩或者油彩做同样的事情，将必定得到一个发绿的颜色。

要了解这些，请看一下RGB色盘，在色盘模型中，互补色彼此相对。在 RGB彩色系统中，与红色相对的是青色，黄色相对的是蓝色，等等如此。换句话说，反转或者互补值等于 255减去RGB模型中的原始值(见图13-9)。

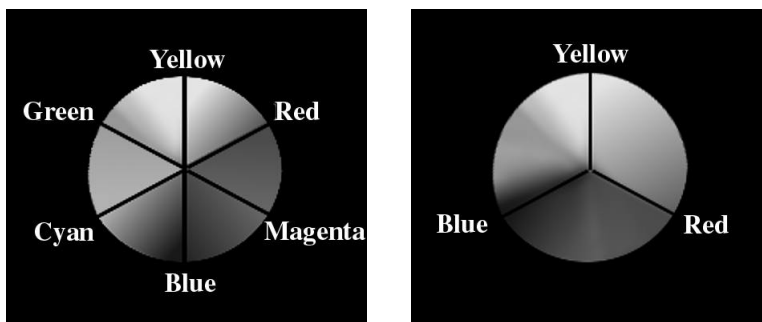


图13-9 左侧是RGB模型，右侧是自然色模型

然而，在真实颜料中是不对的。在自然色盘中，可以看到黄色的互补色不是蓝色而是紫