

## 第 2 章 局域网设备

### 本章学习目标

本章主要从组建局域网的角度出发，对网卡、线缆、集线器和交换机等进行比较详细的讲解。通过本章的学习，读者应该掌握以下内容：

- 常用网卡的种类和特点
- 局域网中常用传输介质的种类和特点
- 以太网集线器的种类和特点
- 以太网交换机的种类、特点和配置方法
- 1000M 以太网、10000M 以太网、无线局域网和虚拟局域网

### 2.1 局域网中的网卡

计算机或其他设备一般需要通过网卡接入网络。掌握与网卡有关的知识，对于理解网络的工作原理、组建网络和对网络进行维护等，具有比较重要的意义。

网卡又称网络接口卡（Network Interface Card, NIC），是计算机与网络的接口。与显示卡、声卡一样，网卡安装在计算机的扩展槽中。一般情况下，网络中的每台计算机都应安装一块网卡，而某些数据吞吐量较大或为网络用户提供重要服务的计算机，有时需要安装多块网卡。

网卡有多种，其类型与网络类型有关。每一块网卡都有一个唯一的编号，此编号称为 MAC（Media Access Control）地址，MAC 地址被记录在网卡的 ROM 中。网络中的计算机或其他设备借助于 MAC 地址完成通信和信息交换。

网卡能够对信道中的信息进行侦听，并根据自身的 MAC 地址识别自己应该接收的信息。当与网卡连接的计算机或其他设备作好接收信息的准备后，网卡便将从外部接收的信息提交给这些设备；当与网卡连接的计算机或其他设备需要向外界发送信息时，网卡会在信道信息流中寻找间隙，并将信息送上信道。

#### 2.1.1 网卡的类型

网卡的类型很多，如以太网卡、令牌环网卡、FDDI 网卡、ATM 网卡、无线网卡等。不同类型的网络所使用网卡的类型是不同的。因为当前绝大多数局域网都是以太网，所以本书仅介绍以太网卡。

##### 1. 根据带宽分类

根据所支持带宽的不同，可以将网卡分为 10M 网卡、10/100M 自适应（Auto-Negotiation）网卡和 1000M 网卡等。

（1）10M 网卡。10M 网卡原被称为以太网卡。由于其支持的传输速度太低，因此可在老式的低速网络中看到。该类网卡现在基本上已经退出市场。

（2）10/100M 自适应网卡。10/100M 自适应网卡是目前比较流行的网卡。虽然其价格与

10M 网卡相差不大，但传输速度却可达到前者的 10 倍。所谓自适应，是指该类网卡具有一定的智能，能够通过与远端网络设备（集线器或交换机）协商，自动确定其应采用的传输速度。

10/100M 自适应网卡按照下列次序自动选择其传输速度：100M 全双工、100M 半双工、10M 全双工和 10M 半双工。这意味着，当远端网络设备只能提供 10M 的传输速度时，网卡只能按 10M 的传输速度工作，当远端设备能够提供 100M 的速度时，网卡则自动按照 100M 的传输速度工作。

(3) 1000M 网卡。1000M 网卡又称千兆以太网卡。目前，该类网卡多用于服务器，以消除数据通信的瓶颈，提高网络的响应速度。由于 1000M 网卡价格较高，且受处理能力的限制，现有的桌面工作站尚不需要 1000M 的传输速度。因此，该类网卡不宜用于桌面工作站（现在也有许多 PC、工作站和笔记本计算机集成了 1000M 网卡）。

## 2. 根据总线分类

根据总线类型的不同，可以将网卡分为 ISA 网卡、PCI 网卡和专门用于笔记本计算机的 PCMCIA 网卡等。

(1) ISA 总线网卡。ISA 总线是 20 世纪 90 年代以前 PC 所使用的总线结构，随着技术的进步，ISA 总线因存在难以弥补的技术缺陷，正在逐渐消亡。因此 ISA 总线网卡已经退出市场。一般而言，ISA 总线网卡的数据传输速度多为 10M，大多用于 486DX 或早期的 Pentium 计算机中。

(2) PCI 总线网卡。PCI 总线网卡如图 2-1 所示。自 1994 年以来，PCI 总线网卡日益流行，台式机中的 10/100M 自适应网卡基本采用这一接口类型。PCI 总线网卡的安装十分简单。在安装该类网卡时，不再需要调整开关或跳线。系统初始化时，BIOS 会自动为 PCI 总线网卡分配资源。顺便指出，目前流行的 PCI 规范有 PCI 2.0、PCI 2.1 和 PCI 2.2。PCI 2.1 之前的 32 位网卡，其主频基本上是 33MHz 和 66MHz；在 PCI 2.2 后出现了 64 位 PCI 网卡，其主频可达 100MHz 和 133MHz，主要用于服务器中，带宽通常为 1000M。此外，新型的 PCI-X、PCI-Express 网卡也已经开始在服务器网卡市场中崭露头角。

(3) PCMCIA 总线网卡。PCMCIA 总线网卡如图 2-2 所示。PCMCIA 总线网卡几何尺寸较小，是为笔记本电脑的 PCMCIA 总线专门设计的网卡。



图 2-1 PCI 总线网卡



图 2-2 PCMCIA 总线网卡

(4) USB 网卡。USB (Universal Serial Bus, 通用串行总线) 是一种新型总线。USB 总线已经被用于鼠标、键盘、打印机、扫描仪、调制解调器、音箱等设备。除传输速度远高于传统的串口或并口外，USB 设备还具有安装简单、支持热插拔的特点。这意味着，USB 设备一旦接入，就能够立即被系统承认，并装入所需驱动程序，驱动程序安装完成后，不用重启系统就可立即投入使用。因为具有上述先进性能，所以 USB 设备日益流行（原来使用串口或并口的设备现在基本上都已改用 USB 口）。目前 USB 网卡主要用于没有配置 PCMCIA 插槽的笔记

本电脑以及需要频繁插拔网卡的台式机。

### 3. 根据应用领域分类

按其用途，可以将网卡分为工作站网卡和服务器网卡。由于服务器为网络中的主要信源和处理设备，所以不论从传输速度考虑，还是从稳定性和容错性等方面考虑，都需要安装高性能的网卡。例如服务器网卡上可能拥有多个网络接口，这些接口既可连至同一交换机，为网络提供高速率的服务，也可分别连到不同的集线器上，为不同的网段分别提供服务。

### 4. 根据端口类型分类

按用于连接传输介质的端口的类型，可以将网卡分为 RJ-45 端口（双绞线）网卡、AUI 端口（粗缆）网卡、BNC 端口（细缆）网卡和光纤端口网卡；按用于连接传输介质的端口的数量，可以将网卡分为单端口网卡、双端口网卡（如 RJ-45+BNC）、3 端口网卡（如 RJ-45+BNC+AUI）等。

## 2.1.2 网卡的选择

网卡的质量在很大程度上影响着网络的性能。网卡故障可能导致严重的网络广播风暴，从而造成网络阻塞或瘫痪。所以应慎重选择网卡。

### 1. 工作站网卡的选择

在为工作站选择网卡时，应重点考虑下列因素。

（1）端口类型。不同的传输介质，需要不同类型的网卡。如果网络中只使用双绞线一种传输介质，则网卡只需具有一个 RJ-45 端口即可。如果网络中同时使用了双绞线和同轴电缆，则需要考虑购置 RJ-45+BNC 双端口网卡。以使计算机能通过不同的传输介质接入网络。

（2）传输速度。传输速度是网卡最主要的技术指标。网卡是计算机与网络的接口，其传输速度的高低决定了网络与计算机的通信速度。所以，在资金允许的前提下，应尽量选择 10/100M 自适应网卡。

（3）对全双工通信方式的支持。全双工网卡能够同时进行信息的接收和发送，其潜在带宽为标称带宽的两倍，例如，1000M 的网卡如果在全双工方式下工作，其潜在带宽可达 2000M。

（4）总线类型。ISA 网卡实际可用的最大带宽为 11M，只能用于 10M 的网络，并且该类网卡在工作时需要占用较多的处理器资源，现在基本上已被淘汰。目前，网络中广泛使用的网卡为 PCI 网卡。该类网卡的特点是速度快且占用的处理器资源较少。

（5）对操作系统的支持。网卡应附带用于支持不同操作系统的驱动程序。例如除应附带用于 Windows 系列的驱动程序外，还应附带能够支持 Netware、Linux 和 UNIX 的驱动程序。

（6）对远程唤醒功能的支持。现在许多 Modem 都支持自动唤醒功能。当有电话呼入时，Modem 能够自动启动计算机。同样，在局域网中也可实现类似的功能，即在一台计算机上通过网络启动另一台已经关闭电源的计算机。如果需要远程唤醒功能，就必须选择支持远程唤醒功能的网卡。

（7）对远程引导功能的支持。建立无盘工作站时，必须购买具备远程引导芯片插槽、且配备了专用的远程引导芯片的网卡。一般情况下，远程引导芯片是不能通用的，所以，应根据所用网络操作系统的类型选择适当的网卡。

### 2. 服务器网卡的选择

高速网络对服务器的响应速度和稳定性的要求高。在网络中，服务器网卡的性能是服务器性能的一部分。如果网卡出现故障，则所有工作站将不能读取服务器中的数据。

服务器网卡应具备以下特性中的几个或全部。

(1) 较高的数据传输速率。当前，工作组级和部门级的服务器，其网卡的数据传输速度一般为 100M。而企业级服务器的特征之一就是其支持 1000M 网卡。

顺便指出，网卡的标称速度，是理论上能够达到的值。工作中的网卡往往不能达到这个速度，一般而言，网卡的实际速度通常为标称速度的 50%~60%，最高为 70%~80%。

(2) 较低的处理器的占用率。网卡中的网络控制芯片可以代替计算机的 CPU 完成与网络通信相关的任务，从而可降低网卡对 CPU 的占用率。

(3) 可网管。服务器网卡至少应能够支持基于 SNMP（简单网络管理协议）的网管软件。

### 2.1.3 网卡的安装

#### 1. 安装网卡时需要注意的问题

网卡工作时需要占用计算机资源，因此在安装网卡时应弄清下列问题：

(1) 计算机是否能提供一个与网卡总线类型相匹配的扩展槽。

(2) 网卡的主要参数。网卡安装在计算机中后，要通过主板上的总线与 CPU 进行通信，它所占用的计算机资源主要有中断请求（IRQ）号和基本输入/输出（I/O）地址。而 IRQ 号和 I/O 地址不能与计算机中的其他设备相同，否则将产生冲突，导致系统不能正常工作。

(3) 网卡是否具有即插即用功能。即插即用（Plug and Play, PnP）是由康柏、微软、英特尔和 Phoenix 制定的一种标准，它定义了一种自动技术，可以简化 PC 的配置过程。用户只需插入新设备，在下次启动时，操作系统就会自动识别和配置它。

一旦 PnP 网卡插入计算机扩展槽，支持 PnP 的 BIOS 可以在系统引导时辨认出该卡，并自动对其进行设置，使之工作在合适的状态下。

但需要注意的是，实现 PnP 功能必须同时具备三个条件：①该设备必须支持 PnP 功能；②计算机的主板应提供对 PnP 功能的支持；③操作系统应支持 PnP 功能。三者缺一不可。

(4) 网卡是否需要跳线设置。早期的网卡在使用时需要进行跳线（JUMPER）设置，以指定有关参数。但目前使用的绝大多数网卡一般没有 JUMPER 插座，而是使用无跳线（JUMPERLESS）设置。

#### 2. 台式计算机网卡的安装

(1) 关闭计算机电源，打开机箱。如果是立式机箱，应将其放倒，以方便后续操作。

(2) 用水洗手或触摸暖气片等装置，释放手上的静电，以防止静电破坏网卡。打开网卡包装，从防静电袋中取出网卡。

(3) 根据网卡的类型，在计算机中选择一个空闲的扩展槽，取下对应的防尘片。

(4) 将网卡对准扩展槽，用两只手适当用力将网卡向下压入扩展槽中。注意，双手用力要均匀，不能出现一端压下，而另一端翘起的现象，以保证网卡引脚能够与扩展槽正常连接。

(5) 用螺丝将网卡固定好。

(6) 盖好机箱盖，旋紧机箱螺丝。

#### 3. 便携式计算机网卡的安装

在便携式计算机的一侧找到相应的插槽，然后将 PCMCIA 总线网卡轻轻插入 PCMCIA 插槽。

由于 PCMCIA 支持热插拔，所以无论计算机处于何种状态，都可以执行该操作。

#### 4. USB 网卡的安装

将一条 USB “A to B” 电缆的 A 端插入计算机的 USB 连接器，B 端插入 USB 网卡中的 B

连接器，即可完成 USB 网卡的物理安装。

### 5. 网卡驱动程序的安装

由于 PCI 网卡支持 PnP 功能，而 Windows 9X/Me/2000/XP/2003 均支持 PnP 功能且内置了若干流行网卡的驱动程序，因此，对 Windows 9X/Me/2000/XP/2003 系统而言，如果所安装的网卡是著名厂商的非最新产品，一般无须手工安装驱动程序。计算机可以自行完成安装过程，用户只需按照计算机的提示，在适当的时候将操作系统安装盘插入光驱即可。

对于著名厂商的最新产品或非著名厂商的产品，则需要手工安装驱动程序。

需要指出的是，在商用环境下，最好不要使用操作系统内置的网卡驱动程序，而应使用网卡生产厂商提供的驱动程序。因为，操作系统内置的驱动程序一般只能激活网卡的基本功能，而生产厂商提供的专用驱动程序能够激活包括增强功能在内的所有功能。

### 6. 网卡属性配置

安装网卡驱动程序后，还需要对其低层属性进行必要的设置，以使其工作在最佳状态下。设置网卡低层属性的步骤如下。

(1) 进入如图 2-3 所示的网卡配置对话框，选择“高级”选项卡。

(2) 在网卡配置对话框的“高级”选项卡的“属性”列表中，选择 Speed & Duplex，打开属性值列表，可见若干选项，如图 2-4 所示。其中，“100Mbps 半双工”表示 100M 下的半双工；“100Mbps 全双工”表示 100M 下的全双工；“10Mbps 半双工”表示 10M 下的半双工；“10Mbps 全双工”表示 10M 下的全双工；“自动感应”表示通过自动协商、自动选择工作速度和通信模式。根据网络环境，选择适合的选项即可。如果对网络环境不甚清楚，可选择“自动感应”，选择该项，一般可保证网卡正常工作，但是不能保证其工作在最佳状态。



图 2-3 网卡属性配置对话框



图 2-4 网卡属性配置对话框

## 2.2 局域网传输介质

通信系统应具备信源、信息传输介质和信宿三个基本要素。其中，信息传输介质用于在传输过程中承载信息。传输介质一般可分为有线通信介质（例如双绞线和光纤）和无线通信介质（例如空中的电磁波和微波）两类。

## 2.2.1 有线通信介质

### 2.2.1.1 双绞线

双绞线（Twisted Pair）是综合布线工程中最常用的一种传输介质。双绞线由两根彼此绝缘的铜导线组成。将两根绝缘的铜导线按一定密度互相扭绕在一起，可有效降低信号干扰的程度，因为每一根导线在传输中产生的磁场会被另一根导线产生的磁场抵消。

双绞线可分为非屏蔽双绞线（UTP, Unshielded Twisted Pair）与屏蔽双绞线（STP, Shielded Twisted Pair）两大类。

#### 1. 非屏蔽双绞线

非屏蔽双绞线具有成本低、柔性好、工作稳定等特点，是工作组和部门局域网中最常用的网络电缆。EIA/TIA（电子工业协会/电信工业协会）为 UTP 电缆定义了 5 种类别（如表 2-1 所示）。计算机网络综合布线通常使用 3 类、5 类和超 5 类电缆。其中 5 类 UTP（如图 2-5 所示）和超 5 类 UTP 主要用于 100Base-T 网络，是最常用的以太网电缆。

表 2-1 UTP 电缆的类别

类别	用途
1 类 (Cat1)	支持模拟语音传输
2 类 (Cat2)	支持最高 4Mbps 的数字语音传输
3 类 (Cat3)	支持最高 10Mbps 的数字传输
4 类 (Cat4)	支持最高 16Mbps 的数字传输
5 类 (Cat5)	支持最高 100Mbps 的数字传输
超 5 类 (Cat5e)	支持最高 250Mbps 的数字传输



图 2-5 5 类 UTP 电缆

UTP 电缆的外绝缘层的主要作用是保护双绞线免受物理损伤，不能屏蔽来自环境的电磁干扰（EMI）。因此，在布线时，应尽量使 UTP 远离电磁干扰源（如荧光灯、电机等）；此外，不要过度弯折 UTP（弯曲半径不得小于电缆直径的 10 倍），也不能使电缆绷得过紧。

双绞线需要通过 RJ-45 接头（又称水晶头）与网卡、集线器或交换机等设备相连，在制作接头时必须符合国际标准，EIA/TIA 制定的双绞线制作标准有 T568A 和 T568B，其规定的双绞线接头制作时的线序标准如表 2-2 所示，其中引针号如图 2-6 所示。

表 2-2 线序标准

引针号	1	2	3	4	5	6	7	8
T568A 标准	白/绿	绿	白/橙	蓝	白/蓝	橙	白/棕	棕
T568B 标准	白/橙	橙	白/绿	蓝	白/蓝	绿	白/棕	棕

在一个综合布线工程中，需要统一连接方式，若无特殊需要，一般应按照 T568B 标准制作连线、插座、配线架等。

应按照下述方法制作电缆接头：

(1) 根据需要，剪取适当长度的双绞线。

(2) 将双绞线的一端插入压线钳的剥线端，将双绞线的外皮剥去一小段（注意不要伤及内芯的绝缘层），大约 1.2cm，如图 2-7 所示。

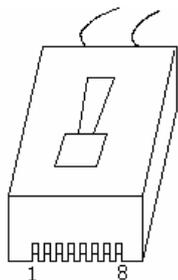


图 2-6 RJ-45 接头引针次序图



图 2-7 剥线操作结果示意图

(3) 根据所用布线标准将 8 根导线排好顺序，并整理平整。将线头剪齐后插入 RJ-45 接头。注意要插到底，直到在另一端可清楚看到每根导线的铜芯为止。如图 2-8 所示。

(4) 将 RJ-45 接头放入压线钳的 RJ-45 插座，然后用力压紧，确认没有松动。如图 2-9 所示。



图 2-8 将线头插入 RJ-45 接头



图 2-9 压紧

(5) 用同样的方法将双绞线的另一端接入 RJ-45 接头。

在以太网中，如果需要用双绞线直接连接两个网卡、不同集线器或交换机的普通端口时，需要制作交叉双绞线，此时，连线一端按 T568A 标准、另一端按 T568B 标准制作即可（即引针 1 与引针 3 交换、引针 2 与引针 6 交换）。

除线序不同外，交叉双绞线与一般双绞线的制作步骤完全相同，在此不再赘述。

双绞线制作完成后，应按下列步骤测试其导通性。

(1) 将双绞线的两个接头分别插入测线器。

(2) 打开测线器电源。观察指示灯状态。测线器有四个指示灯，加电后如果指示灯依次闪烁，说明双绞线连接正确；如果有指示灯不亮，则说明有导线未与 RJ-45 接头连通；如果某个指示灯闪烁不停，则说明线序有误。

## 2. 屏蔽双绞线

屏蔽双绞线的外绝缘层内有一铜质编织网，以减少外来电磁干扰。与非屏蔽双绞线相比，屏蔽双绞线比较昂贵。主要用于强电磁干扰环境。

屏蔽双绞线的阻抗大约是  $150\Omega$ ，最大长度为 90m。EIA/TIA 定义的屏蔽双绞线有 IBM 1 类、IBM 1A 类、IBM 2A 类和 IBM 6A 类等几种类型。

屏蔽双绞线是 IBM 令牌环网络默认电缆类型。在以太网中，通常不使用屏蔽双绞线。

### 2.2.1.2 同轴电缆

同轴电缆 (Coaxial Cable) 以硬铜线为芯，外包一层绝缘材料。这层绝缘材料用密织的网状导体环绕，网外再覆盖一层保护性材料。

同轴电缆曾经被用于 10Base-5 和 10Base-2 以太网中。现在，在建筑物范围内的局域网中，同轴电缆已经被双绞线取代；而在网络主干上已经被光纤取代。

同轴电缆的常见类型有：

- 粗缆：用于 10Base-5 以太网。这种电缆一般为黄色并被称为 RG-8，但严格地讲，只有标记为 IEEE802.3 的电缆才是真正的粗缆。
- 细缆：用于 10Base-2 以太网。这种电缆通过 BNC 连接器与其他网络组件相连，且电缆的两个自由端必须加装端接以防止信号反弹。
- RG-59：用于有线电视网。

### 2.2.1.3 光纤

#### 1. 光纤概述

光纤 (Fiber) 是铜质电缆的主要升级换代品，一般用于提供高速、远距离连接。

光纤用极细的玻璃纤维或极细的石英玻璃作为传输介质。光纤和同轴电缆相似，只是没有网状屏蔽层，其中心是能够传播光的玻璃芯。

所谓光纤传输，就是利用激光二极管或发光二极管将脉冲电信号转换为光信号（即将比特 1 和 0 转换为光的有和无）在光纤中传输。通过极细的导光管，信号几乎可在一刹那间由光源到达目的地。

在光纤系统中，使用的光源有两种：发光二极管 (LED) 和注入式激光二极管 (ILD)。LED 是在加电后能发光的固体器件；ILD 是能产生窄带激光的固体器件。

在玻璃合成光纤中，适合的光波长为以 850nm、1300nm 和 1500nm 为中心的波长“窗口”。在较长的波长下，损耗较低，可获得较长的传输距离和较高的传输速度。目前，局域网中大量使用的是 850nm 的 LED 光源，这虽然成本较低，但一般最高数据传输速度在 100Mbps 以下、传输距离在数千米之内；如果需要更高的数据传输速度和更长的传输距离，则需采用 1300nm 或 1500nm 的光源。

信号在光纤上传输时，频率与距离成反比。故光纤的带宽可表示为“频率-距离”的形式。例如，对一条 500MHz-km 的光纤而言，若信号频率为 100MHz，则最大传输距离为 5km；若信号频率为 10MHz，则最大传输距离为 50km。

在工程实践中，光纤主要用于构建园区主干网、连接相距较远的建筑物或连接到重载服务器、高速工作站等。

与铜质电缆相比，光纤具有下列优点：

- 数据传输速率可达到 100Gbps 甚至更高（当前铜线的数据传输速率只能达到 5Gbps 左右）。
- 误码率约为  $10^{-10}$ ，远低于铜质电缆的误码率（ $10^{-6}$ ）。
- 重量不足等长度铜质电缆的 10%。
- 可免受电磁干扰。
- 保密性强。
- 抗化学腐蚀能力强。

但是光纤也存在缺点。主要是将光纤切断和将两根光纤精确相连所需要的技术比较复杂，光纤接口的价格也比电子接口贵。

光纤按传输点模数可分为多模光纤和单模光纤两种。

多模光纤允许有多条入射角度不同的光线在一条光纤中传输，其直径为 50 $\mu\text{m}$ 、62.5 $\mu\text{m}$  或 100 $\mu\text{m}$ 。光源采用发光二极管，多模光纤的芯线粗，传输速率低，距离短，整体的传输性能差，但成本较低，一般用于建筑物内或地理位置相邻的环境中。

单模光纤的直径只有一个光的波长，光线在光纤中沿直线传播。其直径为 7~10 $\mu\text{m}$ （典型直径为 7.1 $\mu\text{m}$ 、8.5 $\mu\text{m}$  或 9 $\mu\text{m}$ ）。单模光纤需要用昂贵的半导体激光器作光源，而不能使用较便宜的发光二极管。单模光纤的传输频带宽、容量大、传输距离长，但成本较高，通常在建筑物之间或地域分散的环境中使用。

在上文中涉及光纤直径时，用到了一个极微小的长度单位—— $\mu\text{m}$ （微米）。光纤直径多为 9 $\mu\text{m}$ 、50 $\mu\text{m}$  或 62.5 $\mu\text{m}$ ，人的头发丝，其直径大约是 75 $\mu\text{m}$ 。光纤之细，由此可见一斑。

光纤的连接方法主要有永久性连接、应急连接和活动连接。

（1）永久性连接。永久性连接又称热熔。这种连接方法是用放电的方法将两根光纤的连接点熔化以实现连接。一般用于长途接续、永久或半永久固定连接。其主要特点是连接衰减低于任何其他连接方法，典型的衰减值为 0.001~0.03dB/点。但是在连接时，需要专用设备（熔接机）和专业人员进行操作，且连接点需要用专用容器加以保护。

（2）应急连接。应急连接又称冷熔。这种连接方法主要是用机械和化学的方法，将两根光纤固定并粘接在一起。其主要特点是连接迅速可靠，典型衰减为 0.1~0.3dB/点。由于采用这种方法形成的连接点长期使用时会不稳定，且衰减会剧增，所以只能应急使用。

（3）活动连接。这种连接方法主要是利用各种光纤连接件（插头和插座），将站点与站点或站点与光纤连接起来的一种方法。其主要特点是简单、灵活、方便、可靠，多用于建筑物内的计算机网络布线中，其典型衰减为 1dB/接头。

## 2. 光纤的检测

光纤检测的主要目的是保证系统连接质量、减少故障因素以及查找光纤故障点。具体检测方法很多。主要有两种：

（1）人工简易测量。这种方法一般用于快速检测光纤通断或在施工时区分光纤。具体做法是，用一个简易光源从光纤的一端打入可见光，再从另一端观察发光情况，据此作出结论。这种方法虽然简单，但是不能对光纤的衰减进行定量测量，也不能判断故障光纤的故障点位置。

（2）精密仪器测量。用光功率计或光时域反射图仪对光纤进行定量测量，可以测出光纤的衰减和接头的衰减，甚至可以测出故障光纤的断点位置。这种测量方法可以用于对光纤网络的故障进行定量分析，或对光纤产品进行评价。

### 3. 光纤的应用

在构建计算机网络时，应根据实际应用情况，参考光纤的应用范围和机械性能指标，选择合适的光纤产品。在构建 Intranet 时，远距离骨干通信链路常采用单模光纤，而近距离骨干通信链路常采用多模光纤。在用交换机实现星型物理拓扑时，应根据所使用光纤的类型，在交换机上配置单模或多模光电转换接口。

在以太网中，光纤可支持 10M、100M、1000M 的传输速率，但在不同速率下采用不同类型、波长的光纤，通信距离是不同的。例如：在 1000Base-LX 中，使用 62.5 $\mu$ m、50 $\mu$ m 多模光纤时的最大无中继传输距离分别为 440m 和 550m；使用单模光纤时的最大传输距离为 3000m。因此，在选择光纤时，一定要注意对网络传输速率与覆盖范围的要求。

#### 2.2.1.4 双绞线、同轴电缆、光纤之间的比较

表 2-3 给出了双绞线、同轴电缆、光纤主要特性的对比情况。由表中给出的数据可见，光纤是一种十分理想的传输介质。可以预见，随着技术的发展，光纤的应用范围将越来越广泛。在不远的未来，超过几米的有线信道都可能用光纤实现。

表 2-3 同轴电缆、双绞线、光缆的性能比较

传输媒介	价格	电磁干扰	频带宽度	单段最大长度
UTP	最便宜	高	低	100m
STP	一般	低	中等	100m
同轴电缆	一般	低	高	185m/500m
光纤	最高	没有	极高	几十 km

### 2.2.2 无线通信介质

无线通信介质主要包括红外线、激光、微波或其他无线电波等无形介质。一般用于特殊场合。它们的通信频率都很高，理论上可以达到很高的数据传输速率。

#### 1. 无线电短波通信

无线电波由于具有容易产生、可以传播很远的距离、能够穿过建筑物的特性，被广泛用于通信。

无线电波的传输是全方向的，因此发射和接收装置不需要在物理上进行精确对准。

无线电短波是指波长在 100m 以下、10m 以上的电磁波，其频率为 3MHz~30MHz。该电波通过电离层进行折射或反射回地面，从而到达远方，多次反射的电波可以实现全球通信。短波通信可以传送电报、电话、传真、低速数据和语音广播等多种信息。在波长配置合适时，很小的发射功率可以传到数千公里以外，并可获得很高的通信质量。不过，短波通信的质量易受电离层特性的影响。

短波是在空间传播的，为避免互相干扰，国家设立了无线电管理委员会，负责审批无线电台的设置、监测各类无线电台是否按规定程序和核定的项目运行，并处理各类无线电干扰问题。

#### 2. 微波传输

微波频率在 100MHz 以上。微波能沿着直线传播，具有很强的方向性，因此要求发射天线和接收天线必须精确对准。

由于微波沿着直线传播，而地球是一个不规则球体，所以会限制地面微波传输的范围。为使传输距离更远，必须每隔一段距离设置一个中继站。中继站的主要用途是对信号进行恢复、

放大及转发。

微波通信的特点是通过容量大、受外界干扰小（对雨、雾等气象因素不敏感）、传输质量高，但其数据保密性较差。

### 3. 红外线

无导向的红外线已经被广泛应用于短距离通信。许多笔记本电脑都内置了红外线通信装置。事实上，在日常生活中所使用的许多遥控装置（如电视机遥控器等）也都用到了红外线。

红外线通信的特点是相对有方向性和成本较低。其主要的缺点是不能穿透坚实的物体。

从另一方面看，红外线不能穿透坚实的物体也是一个优点，这意味着不会对其他系统产生串扰，因此其数据保密性要高于无线电系统。

## 2.3 局域网中的集线器

集线器，又称 Hub，如图 2-10 所示，用于组建星型网络，是一种价格低廉、使用简便的集线设备。用于将来自不同网络设备的线缆集中在一起（如图 2-11 所示），以实现数据交换。



图 2-10 集线器

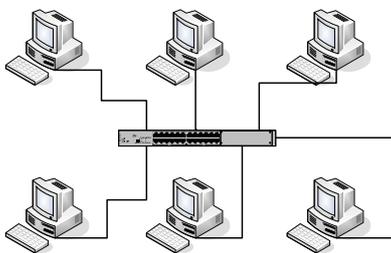


图 2-11 集线器的用途

当与集线器相连的网络设备要向另一个与集线器相连的网络设备发送数据时，必须先侦听集线器的工作状态。只有当集线器空闲时，方可将数据发出。在发送数据的过程中，信源机将独占集线器，在此期间，其他网络设备不能向集线器发送数据。

集线器从一个端口接收到数据信号后，便将该信号放大，转发到其他所有处于工作状态的端口，所有与这些端口相连的设备都会收到数据，但只有与数据目的地址相符的设备才接收该数据。

集线器曾经广泛用于以太网中。但近年来，随着以太网交换机的出现，集线器已经逐步退出市场。目前，集线器一般只用于小型的工作组环境或家庭网络中。

### 2.3.1 集线器的端口

集线器通常提供 RJ-45、BNC 和 AUI 等三种端口，以适应用不同种类的电缆组建网络的需要。此外，一些高档集线器还提供光纤端口或其他类型的端口。

### 1. RJ-45 端口

RJ-45 端口用于组建双绞线网络，通常，集线器所拥有的端口数实际上就是指其 RJ-45 端口数。

集线器的 RJ-45 端口既可直接连接计算机、网络打印机等网络设备，也可连接交换机、路由器或其他集线器等设备。但与不同的设备相连时，所需的电缆的线序可能有所不同。

### 2. BNC 端口

BNC 端口可连接 BNC 接头，用于实现与细缆的连接。

大多数 10M 集线器都提供一个 BNC 端口。当集线器同时提供 BNC 端口和 RJ-45 端口时，可实现双绞线网络与细缆网络的连接。该特性通常用于兼容原有的细缆网络（10Base-2）（如图 2-12 所示）。

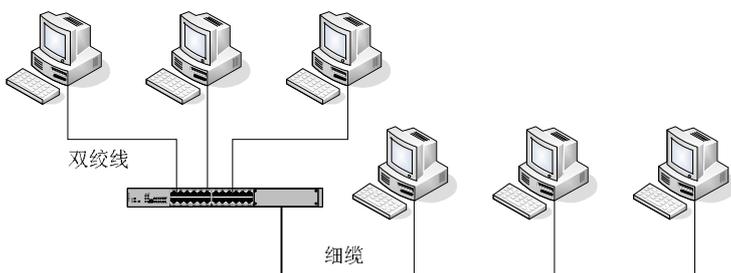


图 2-12 利用 BNC 端口连接细缆和双绞线网络

由于细缆网络（10Base-2）所支持的最大电缆段长度为 185m，而双绞线网络为 100m，所以当某台设备与集线器之间的距离在 100~185m 之间时，也可利用 BNC 端口将其接入网络，如图 2-13 所示。

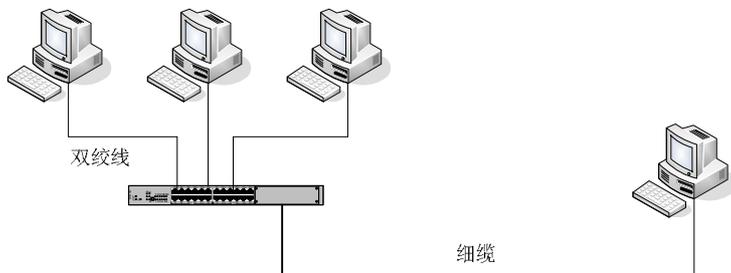


图 2-13 利用细缆将单台设备连入网络

### 3. AUI 端口

几乎所有的 10M 集线器都提供一个 AUI 端口。AUI 端口可连接 AUI 接头，用于实现与粗缆的连接。

由于粗缆造价较高，且布线较困难，所以在工程实践中已经很少使用了。但是，由于单段粗缆所支持的传输距离高达 500m，所以有时也被用于连接两个相距较远的网络。

顺便指出，借助于收发器，也可将双绞线、细缆或光纤连接至 AUI 端口。

## 2.3.2 集线器的分类

经过多年的发展和完善，集线器在技术上已经非常成熟，种类上多种多样。可以按照不同的标准，对集线器进行分类。

### 1. 根据集线器外形尺寸分类

根据集线器外形尺寸的不同,可分为机架式集线器和桌面式集线器。

所谓机架式集线器,是指几何尺寸符合 19in 工业规范,可安装在机柜中的集线器。该类集线器以 16 接口和 24 接口的设备为主流,适用于大中型网络。由于可将集线器统一放置在机柜中,因此既便于集线器之间的连接或堆叠,又便于对集线器进行管理。

所谓桌面式集线器,是指几何尺寸不符合 19in 的工业规范,不能够安装在机柜中,只能放置于桌面上的集线器。该类集线器大多遵循 8~16 接口规范,也有部分 4~5 接口出现,仅适用于小型网络,当不得不配备多个集线器时,尺寸或形状的不同会导致难以统一放置和管理的问题。不过,机架式和桌面式的工业标准相同,在兼容性上不存在问题,故可根据站点数目选择不同的集线器。

### 2. 根据集线器端口所提供的数据传输速率分类

根据集线器端口所提供数据传输速率的不同,可分为 10M、100M、10/100M 双速集线器等三种。

所谓 10M 集线器,是指该集线器中的所有端口均只能提供 10M 带宽。

所谓 100M 集线器,是指该集线器中的所有端口均只能提供 100M 带宽。

所谓 10/100M 双速集线器,是指内置有 10M 和 100M 两条由内部网桥连通的总线,传输速率可在 10M 和 100M 之间进行切换的集线器。自适应集线器的每个端口均能够自行调整至尽可能高的传输速率。

### 3. 根据是否可网管分类

根据是否可网管,可将集线器分为不可网管集线器和可网管集线器两种。

所谓不可网管集线器,是指既无需进行配置,也无需进行网络管理和监测的集线器。这类集线器属于低端产品,通常只用于小型网络。

所谓可网管集线器(也称为智能集线器),是指能够通过 SNMP 对其进行管理的集线器。这种管理大多是通过增加网管模块来实现的。网管的主要目的是对网络进行分段,从而缩小广播域,减少冲突,提高数据传输效率。另外,通过网络管理软件,可在远端监测集线器的工作状态,并根据需要对网络传输进行必要的控制。需要指出的是,尽管同是对 SNMP 提供支持,但不同厂商的模块是不能混用的,甚至同一厂商的不同产品的模块也彼此不兼容。由于集线器的传输效率较低,而且通常用于低成本网络中,因此,其能否提供网管功能无关宏旨。

### 4. 根据集线器的延扩方式分类

根据集线器的延扩方式的不同,可分为可堆叠集线器和不可堆叠集线器两种。

当集线器端口不足时,可通过两种延扩方式来增加端口数。一是堆叠,二是级联。所谓堆叠,是指能够使用专门的连接线通过专用的端口将若干集线器堆叠在一起,从而可将这些集线器视为一个集线器来使用和管理。机架式集线器通常既可堆叠也可级联,而桌面式集线器则大多只能级联而不能堆叠。集线器一般可堆叠 5~8 层,最多可至 10 层,可堆叠的层数越多,说明 Hub 的稳定性越高,价格越昂贵。

可堆叠集线器通常都设有专门的堆叠端口或堆叠模块,并使用特殊的堆叠电缆将集线器连接在一起,从而可成倍地扩展端口数量。

## 2.3.3 集线器的选择

在选择集线器时,主要应考虑其数据传输速率、端口数量和外形尺寸。

### 1. 端口速率

选择集线器端口速率时，应重点考虑网络流量和上连设备的端口速率等因素。

### 2. 端口数量

一般而言，集线器的端口数目应略多于结点设备所需要端口的数目。

### 3. 延扩方式

如果仅考虑网络扩展的需要，当然应当首选可堆叠集线器。不过，一则由于可堆叠集线器价格往往过于昂贵，二则由于冲突域中的计算机数目不能太多，堆叠数目的最大值其实并没有太大的实际意义。所以，除非有特殊需要，应选择普通的桌面式集线器。

### 4. 外形尺寸

集线器外形尺寸的选择与网络的规模密切相关。如果组建的网络很小，如一间很小的公司或是家庭网络，设备数目较少，则一台 8 口或 16 口的桌面式集线器即可满足要求。如果组建的网络规模较大，现在或今后需要将集线器置于机柜中，则应选用几何尺寸符合机架标准的 19in 机架式集线器。

### 5. 可网络管理

当网络较大、用户较多时，应当考虑选择具备网络管理功能和分段功能的集线器，但是由于支持网管的集线器并不比支持网管的交换机便宜多少，但工作效率却远低于交换机。所以，在这种情况下，选择交换机，一般可获得更高的性价比。

## 2.3.4 集线器间的连接

根据所使用端口和连接电缆的不同，可以将集线器间的连接方式分为两种，即堆叠和级联。

### 2.3.4.1 堆叠

所谓堆叠，是指将若干集线器通过特殊电缆和特殊端口连接起来，从而可以将参与堆叠的所有集线器视为一个集线器，也可以作为一个集线器来管理。

集线器是否支持堆叠，以及如何进行堆叠（即使用哪些端口和什么电缆），在产品说明书中均有明确的说明。

### 2.3.4.2 级联

所谓级联，是指将若干集线器通过普通（或特殊端口）和普通双绞线电缆连接起来，以增大端口密度或扩展网络覆盖范围。

所有集线器都支持级联，但级联所用端口和电缆类型则与具体产品有关。

#### 1. 使用 Uplink 端口级联

当使用集线器专门用于上行连接的 Uplink 端口时，通常可利用一般双绞线将该端口连接至其他集线器的一般端口，如图 2-14 所示。

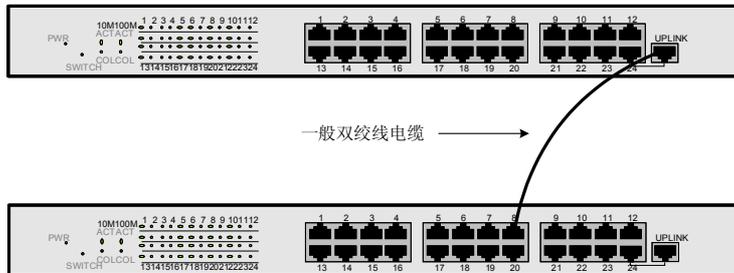


图 2-14 利用一般双绞线通过 Uplink 端口级联两台集线器

需要注意的是，有些集线器利用一个普通端口兼作 Uplink 端口，而利用一个 MDI（介质相关接口）/MDI-X（介质非相关接口）转换开关设定端口的类型。

还有一些集线器表面上提供一个 Uplink 端口和若干个 MDI-X 端口，但当使用 Uplink 端口时，将有一个 MDI-X 端口不能使用。

## 2. 使用普通端口级联

可以利用交叉双绞线连接两个集线器的普通端口，从而实现级联，如图 2-15 所示。

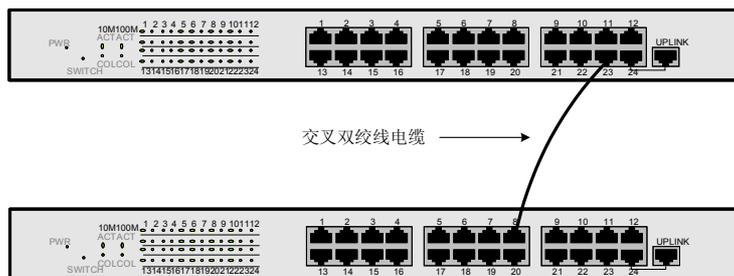


图 2-15 利用交叉双绞线通过普通端口级联两台集线器

## 2.4 局域网中的交换机

随着价格的不断降低和性能的不断提升，在以太网中，交换机已经逐步取代集线器而成为常用的网络设备。用交换机构建的局域网称为交换式局域网，而用集线器构建的局域网则属于共享式局域网。与共享式局域网相比，交换式局域网的数据传输效率较高，适合于大数据量并且非常频繁的网络通信，因此被广泛应用于各种类型多媒体数据的传输。

### 2.4.1 局域网交换机与交换式网络

#### 1. 局域网交换机的工作方式

局域网中的交换机（如图 2-16 所示），是专门设计的、使各计算机能够独享带宽进行通信的网络设备。



图 2-16 交换机

局域网交换机的工作机制与电话交换机类似。

图 2-17 描述了一个电话交换系统。在电话交换系统中，当一个电话用户需要与另一个用户通话时，只要拨打被叫用户的电话号码即可。电话交换机收到连接请求后，就会自动在两用户之间建立专用连接，使通话仅在这两个用户之间进行，其他用户不会听到任何一方的讲话，也不能加入到这两个用户的谈话中。

局域网交换机也采用上述方式工作，其与电话交换机的不同之处在于，电话交换机通过电话号码建立连接，而局域网交换机则通过协议地址建立连接。

## 2. 第 2 层交换机的工作机制

第 2 层交换机工作在 ISO/OSI 模型中的数据链路层，基于 MAC 地址进行数据包转发。其逻辑结构如图 2-18 所示，其中：

- 端口接口：用于收发数据，与交换机的物理端口对应。
- 数据转发逻辑：用于将接收到的数据转发到目的端口。当数据包到达后，数据转发逻辑会将数据包的目的地址与交换机地址表中的 MAC 地址比较，如果找到相应的记录，且目的端口与数据包的来源端口不同，则转发数据包到目的端口；若目的端口与数据包的来源端口相同，则丢弃数据包；如果找不到相应的记录，则将数据包广播至所有端口。
- 学习逻辑：是用于建立地址表的机构。交换机刚加电时，地址表被清空。在交换机运行后，每收到一个数据包，学习逻辑模块就会将其源 MAC 地址及所对应的端口添加到地址表中，或对地址表进行更新。
- 地址表：包括两个字段，即站点网卡的 MAC 地址及其所连接的端口。在交换机运行后，学习逻辑能够自动对地址表进行动态更新。

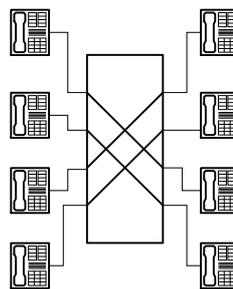


图 2-17 电话交换系统工作机制示意图

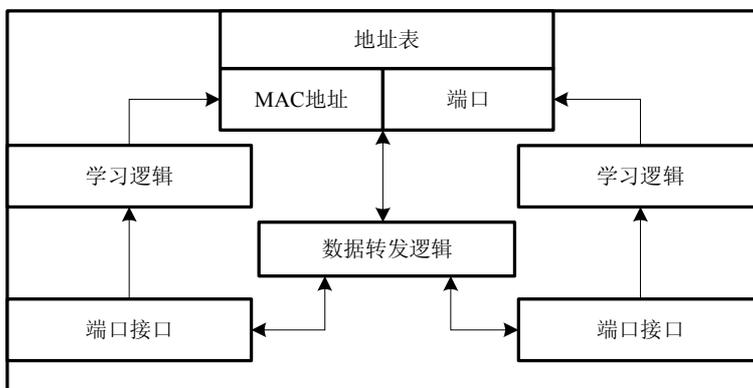


图 2-18 交换机逻辑结构图

例如：在图 2-19 中，与交换机端口 1 相连的站点 A、B 共享一段信道，而交换机端口 2、3 分别与站点 C、D 相连。假设当前地址表中已经记录了站点 A、B、C 的 MAC 地址。若站点 A 向站点 C 发送数据，交换机通过查找地址表，就会将数据包转发至端口 2；若站点 A 向站点 B 发送数据，交换机将根据对地址表查找的结果丢弃该数据包。

如果在某一时刻，站点 A 向站点 D 发送数据，则由于不能在地址表中找到相应的 MAC 地址，交换机就会将数据包广播到交换机的各个端口，在站点 D 对数据包进行应答或发广播包时，学习逻辑就会自动记录站点 D 的 MAC 地址以及所连接的端口。

就工作机制而言，交换机相当于一个网桥。它工作在数据链路层，根据所接收帧中的源 MAC 地址构造地址表（学习源地址），根据当前转发表和所接收帧中的目的 MAC 地址确定处

理方式（转发异网段帧、丢弃同网段帧、广播不明帧）。但是，交换机的转发延迟要远小于网桥，且比网桥具有更高的端口密度。因此，可以将交换机视为一种多端口高速网桥。

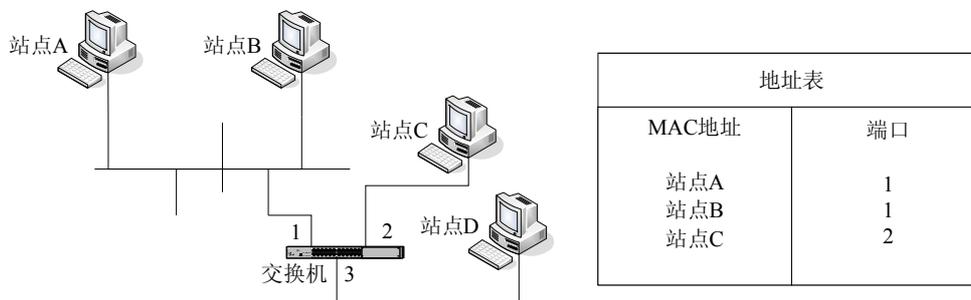


图 2-19 交换机工作机制示意图

剖析交换机的工作机制可知：

- 交换机的多个端口可同时工作，这样势必要求其拥有相当大的总线带宽。一般地，若交换机有  $N$  个端口，每个端口的带宽为  $M$ ，则只有交换机的总线带宽大于或等于  $N \times M$  时，交换机才可以实现线速交换。
- 交换机具有 MAC 地址学习功能，这要求拥有足够的内存以保存 MAC 地址表。内存越大，则可以容纳的表项越多，交换效率越高。
- 交换机一般都内置有专门为转发数据服务的 ASIC (Application Specific Integrated Circuit) 芯片，以实现高速转发。因各厂商采用的 ASIC 不同，故转发性能有优劣之分。

上列几点事实上就是衡量交换机性能优劣的核心技术指标。

### 3. 局域网交换机与集线器的区别

最初，研发交换机的目的是为了解决集线器共享传输介质、端口有效带宽过窄，容易导致广播风暴等问题。交换机与集线器的区别主要体现在以下几方面。

- 工作在 OSI/RM 中的不同层。集线器工作在物理层和数据链路层之间，而交换机至少工作在数据链路层，更高档的交换机则可以工作在网络层、传输层甚至应用层。
- 数据传输方式不同。集线器依靠广播传输数据，而交换机则以向特定端口递交的方式传输数据（仅当在 MAC 地址表中找不到目的地址时才进行广播）。因交换机具有源地址学习功能，所以能够自动获知 MAC 地址与端口的对应关系（即哪些网卡连在哪些端口上），从而可以通过内部电路将数据直接递交目的站点。显然，交换机一方面具有较高的交换效率，不致浪费网络资源；另一方面，因为数据是定向递交的，非目的站点侦听不到这些数据，因此有较高的安全性。
- 占用带宽的方式不同。集线器的所有端口共享总带宽，每个端口可用带宽随活动端口数的增加而减少。而交换机则为每个端口提供专用的信息通道，拥有自己独享的带宽。这样，就有效带宽而言，交换机端口远大于集线器端口。
- 传输模式不同。集线器只能工作在半双工模式下，而交换机则可工作在全双工模式下。因此，就系统数据吞吐量而言，交换机至少是集线器的 2 倍。

表 2-4 给出了 10M 和 100M 的共享式、交换式局域网的数据传输速率的统计数据。从表中的数据可以看出，交换技术与全双工方式相结合可获得最好的网络性能。

表 2-4 10M 和 100Mbps 局域网数据传输速率统计数据

类型	一般数据传输速率 (M)	最高数据传输速率 (M)
共享式 10M 局域网	5	8
交换式 10M 局域网	8.5	9
交换式全双工 10M 局域网	19	19
共享式 100M 局域网	50	80
交换式 100M 局域网	85	90
交换式全双工 100M 局域网	190	190

## 2.4.2 交换机的分类

可以按照不同的标准对交换机进行分类。

### 2.4.2.1 根据应用的规模分类

根据应用规模的不同, 可以将交换机分为企业级交换机、校园网交换机、部门级交换机、工作组交换机和桌面交换机 5 种类型。

#### 1. 企业级交换机

企业级交换机属于高端交换机, 一般采用模块化结构, 端口带宽一般均可达到 1000M 甚至 10000M。通常用于企业网络的核心层, 一般安装在企业网络中心机房。

企业级交换机支持用户个性化定制, 可提供优先级队列和网络安全控制等服务, 能迅速适应数据增长的需要。企业级交换机不仅能传送海量数据和控制信息, 还具有硬件冗余和软件可伸缩性等特点, 以保证网络的可靠运行。

目前业界并无界定企业级交换机的具体标准。在实践中, 通常把用作企业骨干交换机, 且能够支持 500 个以上信息点的交换机称为企业交换机。

#### 2. 校园网交换机

这类交换机属于骨干交换机, 是为满足校园网络的需要而专门设计的, 广泛用于高校园区网络。

#### 3. 部门交换机

部门交换机是部门级网络 (或企业网络的分支网络) 使用的交换机, 一般安装在部门机房, 用于支持规模较小的网络 (信息点在 300 个以内)。

部门交换机一般可以是固定配置, 也可以是模块配置, 除 RJ-45 端口外, 一般还配置有光纤接口, 以便与上级交换机级联。

部门交换机智能性较强, 支持基于 VLAN, 可实现端口管理, 一般采用全双工传输模式, 可对流量进行控制, 具备网络管理的功能, 允许通过 PC 的串口或网络对交换机进行配置、监控和测试。

#### 4. 工作组交换机

工作组交换机是传统集线器的理想替代品, 一般为固定配置, 配有一定数目的 10/100M 端口。该类交换机通常为第 2 层交换机, 只能按帧中的目的 MAC 地址相对简单地进行信息转发, 一般不具备网络管理功能, 所支持信息点在 100 个以内。

#### 5. 桌面型交换机

桌面型交换机是最常见的一种低档交换机, 通常安装在办公桌面或墙上, 所支持的端口数量以及每端口 MAC 地址数量较少, 只具备最基本的交换机性能, 支持的数据传输速率一般

为 10/100M。

#### 2.4.2.2 根据结构分类

根据结构的不同，可以将交换机分为固定端口交换机和模块化交换机。

##### 1. 固定端口交换机

固定端口交换机只能提供有限的端口和固定类型的接口，因此，无论从可连接的用户数量上看，还是从可使用的传输介质上看，均有一定的局限性。

固定端口交换机又分为桌面式交换机和机架式交换机。机架式交换机更易于管理，更适用于较大规模的网络。而桌面式交换机，由于只能提供少量端口且不能安装于机柜内，所以，通常只用于小型网络和桌面环境。

##### 2. 模块化交换机

模块化交换机提供了较大的灵活性和可扩充性，用户可任意选择不同数量、不同速率和不同接口类型的模块，以适应多变的网络需求。模块化交换机大都具有较强的容错能力，支持交换模块冗余，一般配备有可热插拔的双电源，以保证其电力供应。

#### 2.4.2.3 根据工作的协议层分类

根据交换机工作的协议层的不同，可以将交换机分为第 2 层交换机、第 3 层交换机和第 4 层交换机。

##### 1. 第 2 层交换机

所有的交换机都能够工作在第 2 层。

第 2 层交换机根据数据链路层中的信息 (MAC 地址) 完成不同端口数据间的线速交换 (所谓“线速”，指设备中电信号能达到的最大传输速度)。属于最原始和最基本的交换技术。

桌面型和工作组交换机一般均为第 2 层交换机，因此类交换机所承担的工作相对简单，又处于网络的最低层，故只需实现帧的定向转发即可。

由于功能单一、技术含量低，该类交换机相当廉价。

##### 2. 第 3 层交换机

第 3 层交换有时又称为路由交换、多层交换。

第 3 层交换机具有路由功能，能识别 IP 层的信息 (能剥离并处理包含 IP 地址的数据报信息)，将 IP 地址信息用于网络路径选择，并能够在不同网段间实现数据的线速交换。当网络规模大到一定程度，以致于不得不划分 VLAN 以缩小广播域时，则必须采用第 3 层交换机才能实现 VLAN 间的线速路由。

第 3 层交换机一般采用模块化结构，以适合不同网络规模和传输介质的需要。

在大中型网络中，第 3 层交换机已经成为基本设备。

##### 3. 第 4 层交换机

第 4 层交换机工作在 OSI 参考模型的传输层，它具有检查 TCP 或 UDP 连接的源或目的端口，并根据这些信息进行转发的功能。

第 4 层交换的一个简单定义是，它是一种功能，其转发依据除了包括 MAC 地址和 IP 地址外，还包括 OSI 参考模型传输层中的 TCP/UDP 端口号。

由于技术尚未真正成熟且价格昂贵，所以，目前第 4 层交换机在实际应用中很少见。

#### 2.4.2.4 根据交换方式分类

根据交换机在源和目的端口间传送数据帧时所采用的交换方式的不同，可以将交换机分为直通式交换机、存储转发式交换机和无碎片直通式交换机。

### 1. 直通式交换机

直通式（Cut Through）交换机在输入端口检测到一个数据帧后，只检查其帧头中的前 14 个字节，取出目的地址，通过内部的地址表确定相应的输出端口，然后把数据帧转发到输出端口，这样就完成了交换。因只检查数据帧中的前 6 个字节，故该方式具有延迟时间短、交换速度快的优点。

直通方式的缺点是：①不具备错误检测和处理能力；②如果要连接到高速网络，如 FDDI 或 ATM，由于输入、输出端口的速度不同，就不能再简单地将输入、输出端口“接通”；③当交换机的端口增加时，交换矩阵将变得越来越复杂，实现起来十分困难。

### 2. 存储转发式交换机

存储转发（Store and Forward）技术是在计算机网络领域使用得最为广泛的技术之一，在这种工作方式下，交换机的控制器先缓存输入端口的整个数据帧，然后进行 CRC 校验，如果发现帧中存在错误，则丢弃；如果未发现错误，则取出目的 MAC 地址，通过内部的地址表确定相应的输出端口，然后将数据帧转发至输出端口。

因需要接收完整的数据帧并进行校验，故存储转发方式在处理数据帧时延迟时间比较长，但该方式可以解决因转发错误帧而浪费带宽的问题，并且能支持不同速度的输入、输出端口间的交换（支持不同速度端口的交换机必须使用存储转发方式，否则就不能保证高速端口和低速端口间的正确通信。例如当需要把数据从 10M 端口传送到 100M 端口时，就必须缓存来自低速端口的数据帧，然后再用 100M 的速率进行发送）。

许多交换机兼具直通和存储转发两种工作方式。此类交换机以直通式为默认方式，转发过程开始后，交换机将统计错误帧的个数，如果网络状况不理想，错误帧太多，则自动将工作方式切换为存储转发式。

### 3. 无碎片直通式交换机

碎片是指在信息发送过程中由于冲突而产生的残缺不全的帧（残帧）。碎片是无用的信息。

无碎片直通（Fragment Free Cut Through）是介于直通式和存储转发式之间的一种解决方案，它检查数据帧的长度是否够 64 字节（以太网的最小帧长度），如果小于 64 字节，说明该帧是碎片（即在信息发送过程中由于冲突而产生的残缺不全的帧），则丢弃该帧，如果大于 64 字节，则发送该帧。该方式的数据处理速度比存储转发方式快，但比直通式慢，由于能够避免残帧的转发，所以，此方式被广泛应用于低档交换机中。

该类型交换机使用了一种特殊的缓存。这种缓存采用先进先出（FIFO，First In First Out）的方式工作，即帧从一端进入，然后再以同样的顺序从另一端离开。当帧被接收时，它被保存在 FIFO 中。如果帧以小于 64 字节的长度结束，那么 FIFO 中的内容（残帧）就会被丢弃。因此，不存在直通转发交换机存在的残帧转发问题，是一个比较好的解决方案，能够在较大程度上提高网络传输效率。

## 2.4.3 交换机的主要参数

局域网交换机是网络系统中的核心设备，对用户而言，局域网交换机的主要指标有转发方式、转发速率、端口类型和数量、背板带宽等。下面简要介绍交换机的一些重要技术参数。

### 1. 转发方式

转发方式分为直通式转发（现为直通式转发）和存储式转发，由于不同的转发方式适用于不同的网络环境，因此，应根据实际需要进行选择。

低端交换机通常只有一种转发模式，或是存储转发模式，或是直通模式，通常只有中高端产

品才兼具两种转发模式，并具有智能转换功能，即交换机加电后，按直通转发方式工作，若链路可靠性太差或帧碎片太多，交换机就会自动切换为存储转发工作方式，以获得较高的工作效率。

通常情况下，如果网络对数据的传输速率要求不是太高，可选择存储转发式交换机；如果网络对数据的传输速率要求较高，可选择直通转发式交换机。

## 2. 延时

数据帧到达交换机的端口后，需要经过若干处理，方开始向目的端口发送。从数据帧首 bit 进入端口到开始向目的端口传送数据帧之间的时间间隔称为延时。延时的大小与多种因素有关。延时越小，数据传输速率越高，网络效率也就越高。一般而言，传输多媒体数据时，对延时的要求比较苛刻，因为延时太大，会造成多媒体的短暂中断。

## 3. 转发速率

转发速率是交换机的重要参数，该参数从根本上决定了交换机的速率。目前，最流行的交换机为线速交换机。所谓线速是指传输线上的传输速度。实现线速交换的核心是 ASIC，这意味着协议分析和数据转发是通过硬件而不是软件实现的。

## 4. 管理功能

交换机的管理功能（Management）指标主要是指交换机的可控性以及用户对交换机的可视程度如何。几乎所有中、高档交换机都是可网管的；几乎所有的厂商都随机提供用于对交换机进行管理的软件；几乎所有的交换机都能被第三方管理软件所管理。

## 5. MAC 地址数量

不同交换机每端口所能够支持的 MAC 地址数量不同。

交换机的每个端口，都配有一定数量的内存（Buffer）用于记忆多个 MAC 地址，从而“记住”该端口所连接站点的情况。

Buffer 容量的大小限制了这个交换机所能提供的交换地址数量，当某源端口所容纳的 MAC 地址数量超过了 Buffer 容量时，目的站的 MAC 地址很可能没有被保存在该端口的 MAC 地址表中，这时，帧将被以广播方式发送到交换机的所有端口。这种情况频频发生，会在很大程度上影响网络中数据的传输效率。

在中小型网络中，由于网络中计算机和网络设备的数量有限，所以，交换机能够记忆 1024 个 MAC 地址即可，而一般交换机均可满足此要求。

## 6. 背板带宽

背板带宽又称交换带宽，是交换机接口处理器或接口卡与数据总线间所能吞吐的最大数据量。背板带宽描述了交换机总的交换能力，单位为 Gbps，一般交换机的背板带宽从几 Gbps 到上百 Gbps 不等（具体数值与端口的速度、数量有关）。一台交换机的背板带宽越高，所能处理数据的能力就越强，但同时设计成本也会越高。

描述交换机数据处理能力的另一个常用参数是满配置吞吐量，该参数指交换机在满载的情况下单位时间内可发送最小帧的个数，单位为 PPS。

## 7. 端口

从端口的带宽来看，目前主要包括 10M、100M 和 1000M 三种。这三类不同带宽的端口，通常以不同形式和数量进行搭配，以满足不同类型网络的需要。最常见的搭配形式包括  $n \times 100M + m \times 10M$ 、 $n \times 10/100M$ 、 $n \times 1000M + m \times 100M$  和  $n \times 1000M$  四种类型。

$n \times 100M + m \times 10M$  既可作为小型廉价网络的中心节点，也可用于大、中型网络中的工作组。100M 端口用于连接服务器，或者级联至另一台交换机；10M 端口则用于直接连接计算机，从

而满足网络内所有计算机对服务器高速连接的需求，并实现不同交换机端口之间的高速连接。该类交换机的最大特点是价格低廉，且基本能够满足一般网络的通信需求。但随着多媒体越来越广泛的应用，在桌面级，10M 的带宽将很难满足传输需求。

$n \times 10/100\text{M}$  自适应交换机是当前市场上的主流产品，能自动适应 10M 或 100M 的连接速率，无缝连接以太网和快速以太网。该类型的交换机既可以作为工作组交换机直接连接客户机，在桌面级实现 100M 的高速交换，也可以作为小型网络中心节点，为  $n \times 100\text{M} + m \times 10\text{M}$  类型的交换机提供 100M 的连接速率。

$n \times 1000\text{M} + m \times 100\text{M}$  配置的交换机已经逐渐由中心交换机和骨干交换机，成为大中型网络的工作组交换机。

作为小型网络中的中心交换机或骨干交换机， $n \times 1000\text{M} + m \times 100\text{M}$  配置的交换机向上可直接连接至服务器，向下可连接各组交换机。千兆的带宽不仅能够很好地满足多用户对服务器突发性的访问需求，消除了服务器的瓶颈问题，而且还能够很好地解决高速交换机之间的互连问题，消除了级联端口的带宽瓶颈。

$n \times 1000\text{M}$  交换机目前充当着大中型网络中心交换机或骨干交换机的角色。1000M 的带宽基本能够实现目前的任何网络功能，满足各种形式的网络需求，是搭建高速主干网络的理想设备。

#### 8. 生成树

当一个交换机有两上或两个以上的端口与另一交换机相连接时，就会产生冗余回路从而导致“拓扑环”（Topology Loops）问题。

在图 2-20 中，交换机 A、B 通过两条网线相连。假定有一目的地不明的帧被送到交换机 A 的端口 A0 上，根据交换机的工作原理，该帧将被复制到除 A0 外的所有端口上，现在只讨论端口 A1 对所接收帧的处理情况。显然，端口 A1 会通过网线将帧传送至与交换机 B 的端口 B1 上，假定对交换机 B 而言，该帧的目的地仍然是不明确的，则该帧将被复制到除 B1 外的所有端口上，而端口 B2 收到帧后，就会将其传送至交换机 A 的端口 A2 上。这样从交换机 A 发出的帧又回到了交换机 A 中，该帧将会被广播，显然交换机 A 的 A1 端口依旧会将其收到的广播帧通过网线发送至交换机 B……，这样，在一闭合路径上该帧将被无休止地传送下去。这个闭合路径就是所谓的“拓扑环”。

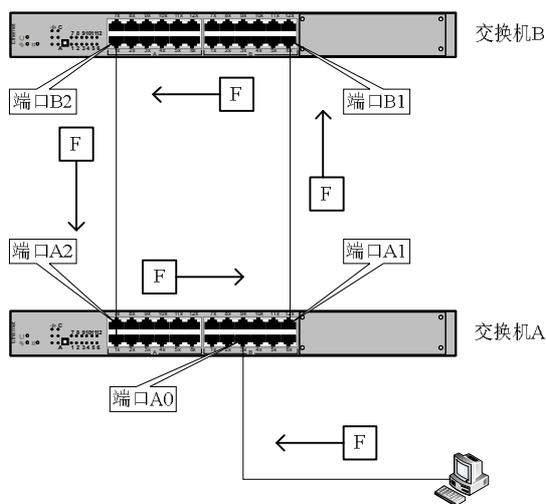


图 2-20 拓扑环示意图

一般而言，当两台交换机之间存在着两个或两个以上的连接时，就会产生拓扑环问题。

通常交换机采用生成树（Spanning Tree）协议防止出现拓扑环。

支持生成树协议算法的交换机能够将检测到的“拓扑环”中的某个端口断开，达到消除拓扑环的目的，维持网络中的拓扑树的完整性。在网络设计中，“拓扑环”常被推荐用于关键数据链路的冗余备份。

骨干交换机和中心交换机必须支持生成树协议，否则，将无法组建具有冗余机制的网络。

需要指出的是，在某些交换机中，为了拓宽交换机之间的信道，允许通过设置将交换机之间的若干条信道合并成一条信道使用。

#### 2.4.4 交换机的配置

如果没有特别的需要，交换机接上双绞线就可以工作了，不需要特别的软件和硬件设置，但是如果需要设定交换机的某些状态，如打开或关闭某个端口、划分 VLAN 等，就需要进行设置。不同品牌、不同系列的交换机的配置方式是不同的，通常交换机能够支持命令行、菜单和图形化界面等三种方式。

交换机的配置必须借助于计算机才能实现，这意味着，配置交换机时必须把计算机和交换机连接起来，使得两者能够进行正常通信，通常情况下，可以通过两种手段实现配置用计算机与交换机之间的连接，即通过交换机的 Console 端口与计算机的串口直接连接，或通过双绞线将交换机与计算机的网卡直接或间接相连。

##### 2.4.4.1 Console 端口

可进行网络管理的交换机上都有一个 Console 端口，用于对交换机进行配置和管理，通过 Console 端口连接并配置交换机，是配置和管理交换机必需的步骤。虽然除此之外还有其他若干配置和管理交换机的方式（如 Web 方式、Telnet 方式等），但是，这些方式必须在通过 Console 端口对交换机进行基本配置后方能使用。其原因在于，其他方式往往需要借助于 IP 地址、设备名称才可以实现，而新购买的交换机一般不内置这些参数。所以，通过 Console 端口连接并配置交换机是最常用、最基本也是网络管理员必须掌握的管理和配置方式。

不同交换机的 Console 端口的类型不尽相同，绝大多数交换机（如 Catalyst 1900 和 Catalyst 4006）都采用 RJ-45 端口，但也有少数交换机采用 DB-9 串行接口（如 Catalyst 3200、Accton 3627 等）或 DB-25 串行接口（如 Catalyst 2900）。

无论是采用 DB-9 或 DB-25 串行接口，还是采用 RJ-45 接口，都需要通过专门的 Console 线连接至计算机（通常称作终端）的串行口。

与交换机的 Console 端口对应，Console 线也分为两种。一种是串行线，即两端均为串行接口（两端均为母头），两端可以分别插入至计算机的串口和交换机的 Console 端口；另一种是两端均为 RJ-45 接头（RJ-45 to RJ-45）的扁平线。由于扁平线两端均为 RJ-45 接口，无法直接与计算机串口进行连接，因此，还必须同时使用一个 RJ-45 to DB-9（或 RJ-45 to DB-25）的适配器。

在利用 Console 连接线将计算机的串口与交换机的 Console 端口连接在一起之前，应当确认已经做好了以下准备工作：

- 确认计算机运行正常，最好使用便携式计算机，这样在移动和操作时都比较方便。
- 计算机中应安装有 Windows 9X、Windows NT 或 Windows 2000 操作系统。
- 计算机安装了“超级终端”（Hyper Terminal）组件。如果在“附件”中没有找到该组件，可通过“添加/删除程序”，添加该 Windows 组件。

- 准备好 Console 连接线。
- 在利用超级终端与交换机进行通信之前,需要按照交换机说明书以及连接的具体情况(例如使用计算机的哪个串口)对其进行配置。

建立连接后,即可为交换机配置 IP 地址、域名或名称,或进行其他设置。

#### 2.4.4.2 RJ-45 端口

通常,配置用计算机通过网络与交换机相连,此时计算机可通过 Telnet 或 Web 浏览器的方式访问、管理交换机。需要注意的是,实现这种连接的前提是必须已经为交换机配置好 IP 地址。否则,计算机是无法与交换机进行通信的。

##### 1. Telnet

Telnet 协议是一种远程访问协议,可以用它登录到远程计算机、网络设备或专用 TCP/IP 网络。Windows 9X 及其以后版本的 Windows 都内置了 Telnet 客户端程序,用于实现与远程设备的通信。

在使用 Telnet 访问、管理交换机之前,应当确认已经做好以下准备工作:

- 在用于管理的计算机中安装有 TCP/IP 协议,并配置好了 IP 地址信息。
- 在被管理的交换机上已经配置好 IP 地址信息。如果尚未配置 IP 地址信息,则必须通过 Console 端口进行设置。

确认完成上述设置后,在计算机上运行 Telnet 客户端程序,登录至交换机。然后,就可以根据实际需要对该交换机进行配置和管理了。

##### 2. Web 浏览器

当利用 Console 端口为交换机设置好 IP 地址信息后,即可通过支持 Java 的 Web 浏览器访问交换机,并可通过 Web 浏览器修改交换机的各种参数并对交换机进行管理。与 Telnet 的字符界面相比,Web 的图形化界面比较友好,操作起来比较方便,可以对交换机的许多重要参数进行设置,并可实时查看交换机的运行状态。

在使用 Web 浏览器访问、管理交换机之前,应当确认已经做好以下准备工作:

- 在用于管理的计算机中安装了 TCP/IP 协议,并且在配置用计算机和被管理的交换机上都已经配置好 IP 地址信息。
- 配置用计算机中安装有支持 Java 的 Web 浏览器,如 4.0 及以上版本的 Internet Explorer 4.0 及以上版本的 Netscape 等。

确认完成上述设置后,在计算机上运行浏览器,在“地址”中键入被管理交换机的 IP 地址(如 192.168.0.10)。单击回车键。然后就可以通过 Web 界面查看交换机的各种参数和运行状态,并可根据需要对交换机的某些参数进行修改。

#### 2.4.5 交换机与交换机之间以及交换机与集线器之间的连接

当单一交换机所能够提供的端口数量不足以满足网络的需要时,则必须使用多个交换机,这时就会涉及到交换机之间连接的问题。

##### 1. 交换机的堆叠

并不是所有的交换机都支持堆叠模式。

堆叠不仅需要使用专门的堆叠电缆,而且需要专门的堆叠模块。此外,同一堆叠中的交换机必须是同一品牌,否则,堆叠不能正常工作。

堆叠具有以下优点:

- 提供高密度端口。不同品牌的交换机支持堆叠的层数有所不同，一般情况下，最少可堆叠两层，而最多可堆叠至八层，因此，可在一个狭小的空间为网络提供比较密集的端口。
- 提供高速传输性能。由于堆叠中所有的计算机都连接至同一高速背板模块，所以连接在不同交换机端口上的计算机之间的通信不再需要层层转发，从而减少了交换机之间的转发延迟，避免了端口冲突，连接到端口的计算机间均可进行线速交换。
- 便于管理。堆叠中的若干台交换机可视为一台交换机进行管理，只需赋予其一个 IP 地址，即可通过该 IP 地址对所有的交换机进行管理，从而减少了管理的强度和难度，节约了管理成本。

## 2. 交换机之间以及交换机与集线器之间的级联

不仅相同品牌或不同品牌的交换机之间可以通过级联的方式进行连接，而且交换机和集线器之间也可以通过级联的方式进行连接。

级联通常使用普通的双绞线电缆，但根据所连接端口的不同，有时需要使用直通线。而有时则需要交叉线。

级联既可使用普通的 MDI-X 端口（即通常用来连接计算机的端口）也可使用特殊的 MDI 端口。当相互级联的两个端口（即级联电缆所连接的两个设备的端口）分别为 MDI-X 端口和 MDI 端口时，应当使用直通电缆。当相互连接的两个端口均为 MDI-X 端口或者均为 MDI 端口时，则应当使用交叉电缆。

某些交换机支持自动 MDI/MDI-X 切换。对于此类交换机，可以利用直通电缆实现所有的网络连接。其相关端口能够自动配置引脚。如果交换机检测到与端口相连的是交换机或集线器的端口，它会自动将相应端口配置为 MDI；如果交换机检测到与端口相连的是终端结点，它会自动将相应端口配置为 MDI-X。

无论是 10Base-T 以太网还是 100Base-TX 快速以太网，用于级联交换机的电缆长度均可达到 100m，这个长度与交换机到计算机之间的长度一样。因此，级联除了能够扩充端口数量外，另外一个用途就是可以快速扩展网络覆盖范围。当有 4 台交换机级联时，网络跨度就可以达到 500m。

### 2.4.6 交换机访问与配置实训

下面以 Windows 98+Accton ES3526L 为例，详述交换机的访问与配置过程。

#### 1. 通过 Console 端口对新交换机进行初始化

新购买的交换机一般不内置 IP 参数，不能直接利用 Telnet 或浏览器对其进行配置和管理，而必须通过 Console 端口对其进行初始化。

(1) 用 Accton ES3526L 附带的 Console 线将其与配置用计算机的串口相连。

(2) 接通配置用计算机的电源，启动 Windows 98。

(3) 选择“开始”→“程序”→“附件”→“通讯”→“超级终端”，如图 2-21 所示。

(4) 在打开的对话框中，双击 Hypertrm，启动超级终端。

(5) 在“连接说明”对话框中，输入连接名称，如图 2-22 所示，单击“确定”按钮。

(6) 在“连接到”对话框中，选择与交换机相连的串口号，如图 2-23 所示，单击“确定”按钮。

(7) 在串口属性对话框中，按图 2-24 对波特率、数据位、奇偶校验、停止位和流量控制进行设置，设置完成后，单击“确定”按钮。



图 2-21 启动超级终端



图 2-22 指定连接名称



图 2-23 选择串口号



图 2-24 配置串口属性

(8) 在“超级终端”窗口中，按 Enter 键两到三次，即可看到以“#”为后缀的提示符，在提示符后输入 setup，如图 2-25 所示，然后回车。



图 2-25 在“#”后输入设置命令

(9) 参考图 2-26，对 System Name、System Contact、Manager Password、Confirm Password、Logon Default、Default Gateway、IP Config、IP Address、Subnet Mask 进行设置。然后保存设置，返回“#”提示符状态。

(10) 输入 logout，退出命令行状态，关闭“超级终端”。

## 2. Telnet 方式下命令行和菜单方式使用练习

(1) 在 Windows 98 中，选择“开始”→“运行”，打开“运行”对话框，输入与图 2-27 类似的命令。

(2) 在打开的窗口中，输入口令后回车。

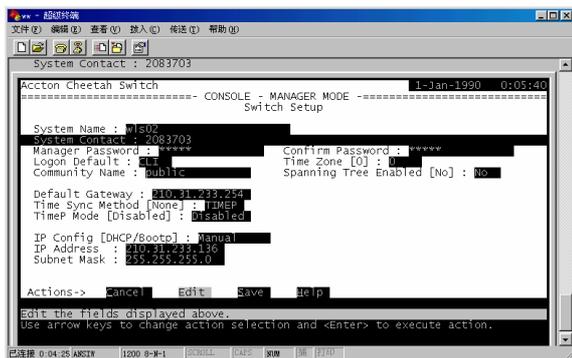


图 2-26 设置交换机的基本参数



图 2-27 通过 Telnet 连接到交换机

- (3) 在“#”提示符后输入 setup，然后回车，即可看到与图 2-26 类似的窗口。
- (4) 返回“#”提示符，输入 menu，然后回车，即可进入菜单方式，如图 2-28 所示。
- (5) 在图 2-28 所示的窗口中，选择 Run Setup，可看到与图 2-26 类似的窗口。

### 3. Web 浏览器方式使用练习

- (1) 在配置用计算机上启动 IE，在地址栏中键入交换机的 IP 地址后回车，即可看到图 2-28 所示的窗口。

交换机在工作时，将在图 2-29 所示窗口的图形区域用不同的颜色显示端口的利用率。其显示内容包括：

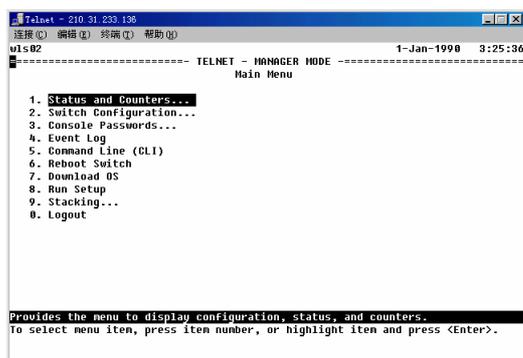


图 2-28 交换机管理主菜单图

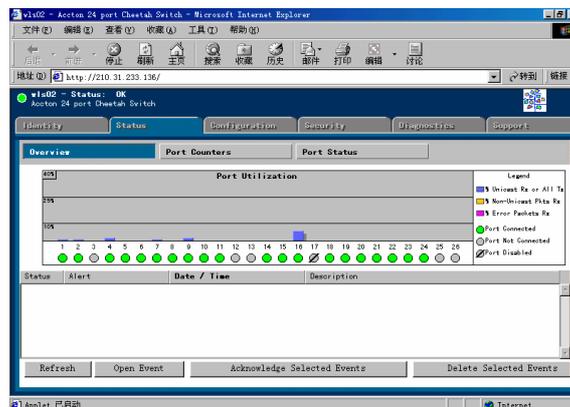


图 2-29 通过浏览器查看端口状态

- Unicast Rx or All Tx: 接收的单向数据以及发送的所有数据，在多数系统中显示为蓝色。
- Non-Unicast Pkts Rx: 接收的非单向数据包，在多数系统中显示为金色。非单向数据包的存在是导致端口忙碌的主要原因。
- Error Packets Rx: 接收的错误数据包，在多数系统中显示为淡红色。接收到错误数据包虽然不影响接收的正确性（端口会自动丢弃错误的数据包），但如果错误包太多，则意味着设备或本段网络连接可能有问题。

顺便指出，在以太网中，端口带宽如果被用到 40%，则可认为已经达到了最大限度。

如果需要观察 1000M 端口的利用率，应将测量范围设置成较低的值（如 3%或 10%）。如图 2-30 所示。

将鼠标指针停留在条形图或端口标识图上，可以查看端口编号及其利用率的精确数值。

如图 2-31 所示。

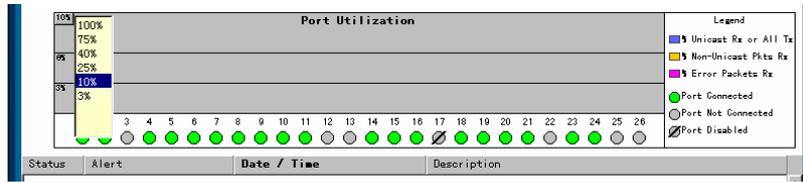


图 2-30 设置测量范围

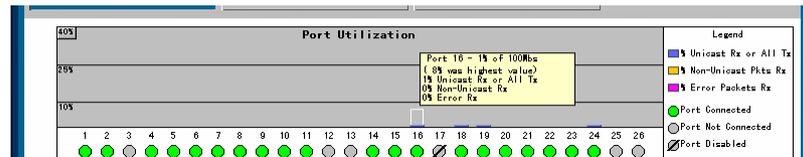


图 2-31 查看端口编号及其利用率

图 2-29 所示的窗口中的圆形标识用于描述端口的状态，端口可能的状态有 4 种。

- Port Connected: 端口启用，并与处于正常运行状态的网络设备相连接。
- Port Not Connected: 端口启用，但未与处于正常运行状态的网络设备连接。
- Port Disabled: 系统管理员将端口设置为禁用。
- 端口不能正常工作: 端口故障导致连接失败。注意，仅当存在故障端口时，该状态才会显示在图形区域中。

(2) 单击图 2-29 中的 Configuration 选项卡，即可对交换机端口、系统信息、IP 参数等进行设置。如图 2-32 所示。

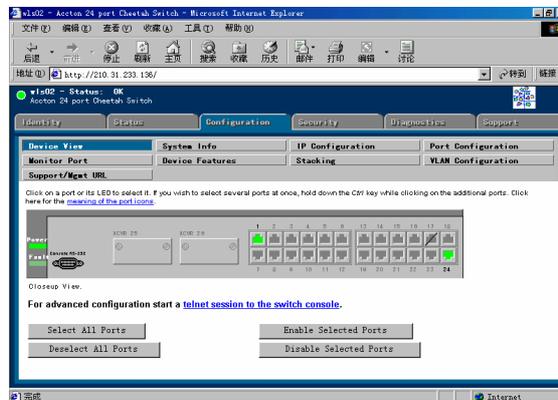


图 2-32 通过浏览器查看或修改配置

## 2.5 几种局域网新技术

### 2.5.1 1000M 以太网技术

#### 1. 1000M 以太网标准

IEEE 在 1998 年 6 月正式推出了 1000M 以太网 802.3z，该标准描述的重点是光纤通道和

其他高速网络部件。此后，又于1999年推出了非屏蔽双绞线1000M以太网标准802.3ab。

虽然，1000M以太网的速度分别是10M以太网、快速以太网的100倍、10倍，但在技术上，1000M以太网却与10M及100M以太网保持了高度的兼容，1000M以太网也使用CSMA/CD协议，且帧格式也与10M网完全相同。因此，低速以太网可十分方便地升级到1000M以太网。

### 2. 1000M以太网中的双绞线

在以太网技术中，实现千兆的速度并不是难题，1000Base-LX、1000Base-SX与1000Base-CX都可以可实现千兆的速度。但1000Base-LX、1000Base-SX是基于光缆的；而1000Base-CX虽然是基于铜缆的，但其所规定的铜缆却是屏蔽双绞线，且单段网线的最大允许长度仅为25m。

1000Base-T标准则允许通过5类或超5类非屏蔽双绞线实现千兆的速度，且单段网线的最大允许长度为100m。从而可利用5类以上非屏蔽双绞线在楼宇中进行布线。这样，对用户而言，既可充分利用其先前对以太网、快速以太网的投资，又可降低成本；对管理人员而言，其无需进行系统的学习即可轻松胜任千兆以太网的管理工作。

需要说明的是，1000Base-T要求使用UTP电缆中的所有线对进行全双工通信，且所用双绞线的性能应遵循ANSI/EIA/TIA-568-A（1995）的规定，其他链路性能参数应满足TIA/EIA-TSB-95中的要求。

### 3. 1000M以太网的应用

目前，1000M以太网主要用于交换机到服务器连接的升级、交换机到交换机连接的升级、快速以太网主干部分的升级以及高性能工作站的升级等方面，以消除网络通信的瓶颈。

图2-33描述了1000Base-T在某企业以太网中的应用情况。其中，骨干交换机、所有服务器和重量级工作站运行在1000M的速度上，其他用户则可根据需要在100M或10M的速度上运行。

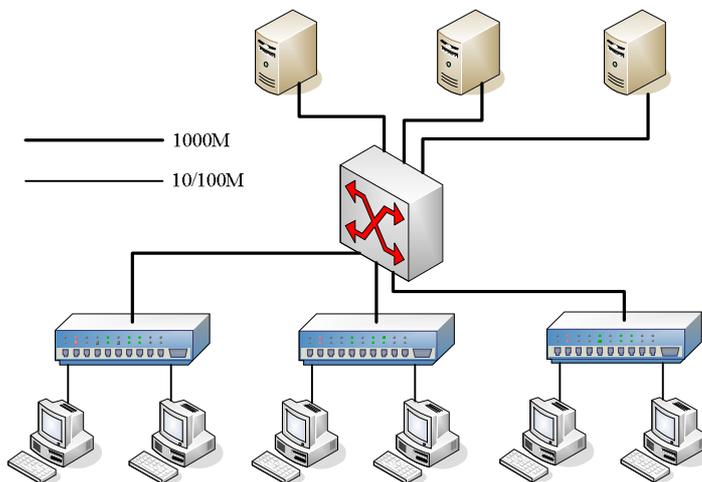


图 2-33 1000Base-T 的典型应用

## 2.5.2 10000M 以太网技术

10000M以太网又称10GbE（10 Gigabit Ethernet），是一种可实现10G带宽的以太网技术，其技术标准为IEEE802.3ae。而铜质10000M以太网标准802.3ak也于2004年2月推出。

10000M 以太网技术与 10M、100M、1000M 以太网技术保持了高度兼容，使用与 10M、100M、1000M 以太网相同的帧格式。

以多模光纤为传输介质时，10000M 以太网的最大覆盖范围在 100~300m 之间；以单模光纤为传输介质时则可以达到 40km。

对一般局域网而言，目前 10000Mbps 的速度显得有些奢侈，但是，随着计算机处理能力的进一步提高和信道上数据量的不断增加，10000M 以太网将逐渐普及。

10000M 以太网技术在局域网中的使用方式如图 2-34 所示。

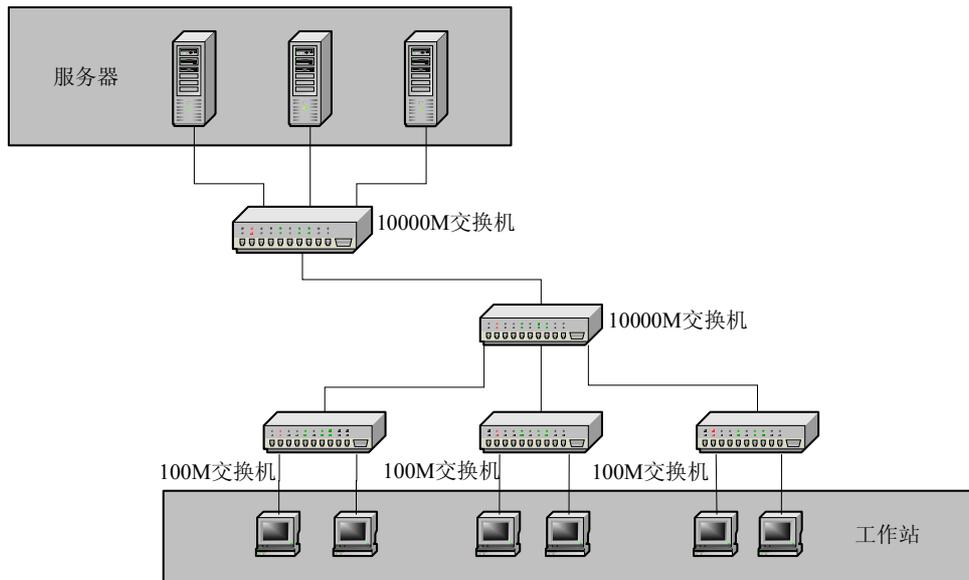


图 2-34 10000M 以太网技术在局域网中的使用方式

此外，10000M 以太网也可用于广域网，如图 2-35 所示。

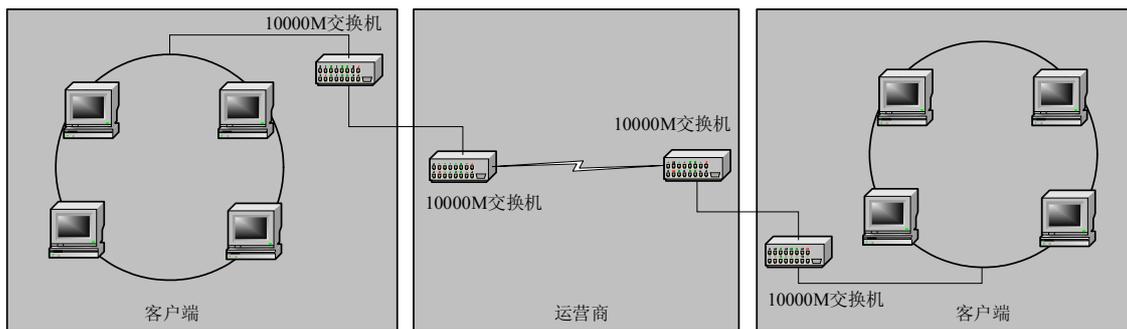


图 2-35 10000M 以太网技术在广域网中的使用方式

### 2.5.3 无线局域网技术

在传统意义上的局域网中，各类网络设备受网络连线的限制，无法实现可移动网络通信。便携式计算机等可移动设备的广泛应用，对计算机网络提出了新的要求，在这种情况下，无线局域网应运而生。

无线局域网弥补了传统网络的不足，实现了可移动数据通信，为局域网开辟了一个新的应用领域。

无线局域网具有下列优点：

- 可移动性好。无线局域网的覆盖范围大且不受环境条件的限制，网络中两个站点间的距离目前可以达到 50km。
- 抗干扰性强、保密性好。困扰有线局域网的诸多安全问题，在无线局域网中基本上可以避免。
- 建网容易，管理方便。相对于有线网络，无线网络的组建、配置和维护较为容易，一般计算机工作人员即可胜任管理工作。

但是在目前，无线局域网还只是有线网络的补充，而不能完全替代有线网络，与传统的有线网络相比，无线局域网有以下缺陷：一是网络产品昂贵，昂贵的设备增加了组网的成本。二是传输速度低，以太网可轻易实现 100M 的传输速度，而无线局域网的传输速度则被限制在 10M 左右。

### 1. 无线局域网的标准

(1) 802.11。无线局域网领域内的第一个国际上被认可的标准。802.11 无线标准定义的传输速率是 1Mbps 和 2Mbps。无线传输的频道定义在 2.4GHz 的 ISM（工业的、科学的和医疗的）波段内，这个频段，在许多无线管理机构中，例如美国的 USA、欧洲的 ETSI 和日本的 MKK 都是非注册使用频段。这样，使用 802.11 的客户端设备就不需要任何无线许可。

(2) 802.11b。目前最流行的 WLAN 协议，使用 2.4GHz 频段。802.11b 在无线局域网协议中最大的贡献就在于它在 802.11 协议的物理层增加了两个新的速度：5.5Mbps 和 11Mbps。实际使用速率与环境、距离和信号强度有关（在 150m 内一般为 1Mbps~2Mbps，在 50m 内一般可达到 11Mbps）。802.11b 的成本较低，能够为大众接受。另外，通过统一的认证机构认证所有厂商的产品，802.11b 设备实现了彼此兼容。

(3) 802.11a。高速 WLAN 协议，使用 5GHz 频段。最高速率为 54Mbps，实际使用速率约为 22Mbps~26Mbps，与 802.11b 不兼容，是其最大的缺点。

(4) 802.11g。802.11g 是 802.11b 在同一频段上的扩展。该标准支持高达 54Mbps 的速率、兼容 802.11b，是下一代无线数据网的主要标准。

目前在市场上还可以见到自称符合 802.11b+、802.11a+或 802.11g+标准的产品，上述 3 个标准有时被称为正式标准的增强版，其对应的速度可分别达到 22Mbps、108Mbps 和 108Mbps。需要明确的是，802.11b+、802.11a+或 802.11g+并非正式标准，而是一些无线网络设备生产商自行制定的企业标准，与这些标准对应的产品兼容性较差，通常只能兼容本企业的无线网络设备。

### 2. 无线局域网的基本结构

无线局域网只涉及到 ISO 的 OSI 网络模型中的物理层和数据链路层，所以网络结构相对较简单。IEEE 早在 90 年代初就开始研究并制定无线局域网的标准，提出了 IEEE802.11 标准。

IEEE802.11 标准具体将无线局域网结构分为“点对点 (Peer-To-Peer)”和“主从 (Master-Slave)”两种标准形式。

点对点结构（如图 2-36 所示）用于连接 PC 或便携式计算机，允许计算机在无线网络所覆盖的范围内移动并自动建立点到点的联接，不同计算机之间能够直接进

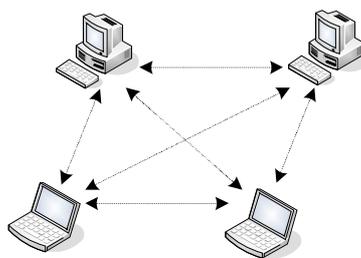


图 2-36 点对点结构

行信息交换。采用这种拓扑结构的网络一般使用公用广播信道，各站点都可竞争公用信道，这种结构的优点是网络抗毁性好、建网容易、且费用较低。但当网中用户（站点）过多时，网络速度将降低。

主从结构(如图 2-37 所示)中的所有工作站都直接与中心天线或接入点(AP, Access Point)连接,由 AP 承担无线通信及与有线网络联接的任务。无线用户在 AP 所覆盖的范围内工作时,无需为寻找其他站点而耗费大量的资源,是理想的低功耗工作方式。

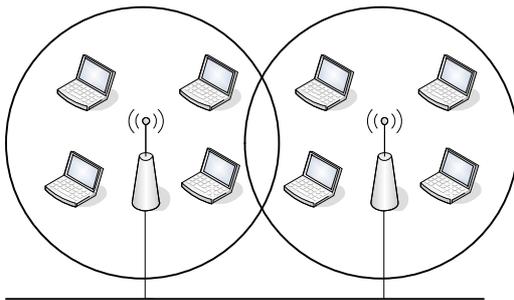


图 2-37 主从结构

### 3. 无线局域网中常用的传输介质和频段分配

目前无线局域网采用的传输介质有两种：无线电波和红外线。采用无线电波做传输介质时又有两种调制方式：扩频方式和窄带调制方式。其中，使用扩频方式通信时其发射功率低于自然的背景噪声，这一方面使扩频通信非常安全，基本可避免出现通信信号被偷听或窃取的现象；另一方面不会对人体健康造成伤害。因此，在使用无线电波作为通信介质时，目前主要使用扩频方式。红外线局域网使用波长小于  $1\mu\text{m}$  的红外线，具有很强的方向性，基本速率为  $1\text{M}$ ，适用于近距离的无线传输。

选择用于无线局域网的通信频段时，除需要考虑无线电波传输的技术因素之外，还应该严格遵守政府对于频率使用的相关规定。无线局域网选用美国联邦通信委员会（FCC）开放的三个频段： $902\text{MHz}\sim 928\text{MHz}$ 、 $2.4\text{GHz}\sim 2.4835\text{GHz}$ 、 $5.725\text{GHz}\sim 5.850\text{GHz}$ ，这三个频段在使用时无需申请执照。我国一般使用  $2.4\text{GHz}\sim 2.4835\text{GHz}$  频段。

### 4. 无线网络设备简介

(1) 网络桥接器。网络桥接器（如图 2-38 所示）即 AP，用于将无线局域网与传统的有线局域网连通，此外，AP 本身又兼具网管功能，可对安装无线网卡的计算机进行管理。

(2) 无线网卡。无线网卡（如图 2-39 所示）是网络站点与无线局域网的接口。它与传统以太网卡的区别在于其信息传输载体是无线电波，而传统以太网卡则是通过一般的网络线。

目前无线网卡的规格大致可分成  $2\text{Mbps}$ 、 $5\text{Mbps}$  和  $11\text{Mbps}$  三种。接口类型主要为 PCI、PCMCIA 或 USB。

(3) 天线。天线（如图 2-40 所示）的功能是将源端的信号传送至远方。所能传送的距离与信号源的发射功率、天线的增益有关。天线有有向与全向之分，前者较适合于长距离使用，后者则较适合区域性应用。

### 5. 无线局域网的应用

因为无线局域网具有许多有线网络所不具备的优点，所以无线局域网技术已引起了网络界的普遍关注，并逐渐应用于网络建设。



图 2-38 网络桥接器



图 2-39 无线网卡



图 2-40 天线

目前，无线局域网主要用于以下的领域：在无法铺设线缆的环境中建立网络连接，如在不允许铺设线缆（无论是外观还是内部结构上）的具有历史价值的古建筑中实现网络连接；用于远距离信息的传输，如在林区进行火灾、病虫害等信息的传输；公安交通管理部门使用无线局域网技术进行交通控制等；将便携式计算机等可移动设备与网络快速连接；在学校、大型展览会等人员流动较频繁的地方，利用无线局域网进行信息的交流等。

#### 2.5.4 虚拟局域网技术

虚拟局域网（Virtual LAN，VLAN）技术用于在不更改网络的拓扑结构的前提下对局域网进行重组。

在以前的局域网应用中，当站与站之间的通信关系改变后，需要对网络的物理结构进行调整。而采用虚拟局域网技术后，网管人员只需在交换机上对网络进行逻辑重构，即可使网络结构适应新的通信要求，并维持通信的高效率。

具体地讲，虚拟局域网技术是通过路由和交换设备，在网络物理拓扑的基础上建立一个逻辑网络。每个 VLAN 都构成一个独立的广播域，处于同一 VLAN 中的网络用户可以不受地理位置的限制而像处于同一个 LAN 上那样互相交换信息。

VLAN 必须在交换网络环境中实现，每个交换设备均可根据网络管理人员所定义的 VLAN 划分方法对报文进行过滤和转发，并能将这种划分信息传递到网络中其他交换设备和路由器中。LAN 交换设备在 VLAN 的划分及实现低延迟的报文转发方面起着重要的作用。

事实上，在网络层对网络进行互联的路由器，能够在网络层对网络进行隔离，并抑制广播数据。而 VLAN 则是一种不采用路由器对广播数据进行抑制的解决方案。在 VLAN 中，对广播数据的抑制由交换机完成。

##### 1. VLAN 的功能

采用 VLAN 技术后，可使当网络中的站点发生移动、增加和移出时的管理开销大为减少，可以抑制广播数据的泛滥、提高网络的安全性。这些优点都源于交换机具有可根据管理员的要求生成 VLAN 的功能，即交换机能够将网络工作站组织为若干虚拟网并实现虚拟网间的隔离，虚拟网的结构可独立于网络的物理结构，如图 2-41 所示。

在图 2-41 中，位于 4 个楼层的 4 个交换机和一个路由器 R 将位于 3 个 LAN 上的 9 个工作站组织为 3 个 VLAN。每个 VLAN 可以看成是一组工作站的集合，例如 VLAN1 由 A1、A2、A3 组成，它们不受地理位置的限制，就像处于同一 LAN 上那样进行通信，当 A1 向 VLAN1 中的成员广播数据时，A2、A3 都能收到广播信息，尽管它们与 A1 没有连接在同一交换机上。而 B1、C1 则不会收到 A1 发出的广播信息，尽管 A1、B1、C1 连接在同一交换机上。交换机不向虚拟局域网 VLAN1 以外的工作站传送 A1 的广播信息，从而可限制接收广播信息的工作

站数，避免因“广播风暴（Broadcast Storm）”而引起网络性能降低。图 2-41 中的路由器是必要的，因为 VLAN 间的数据传输必须借助路由器来实现。

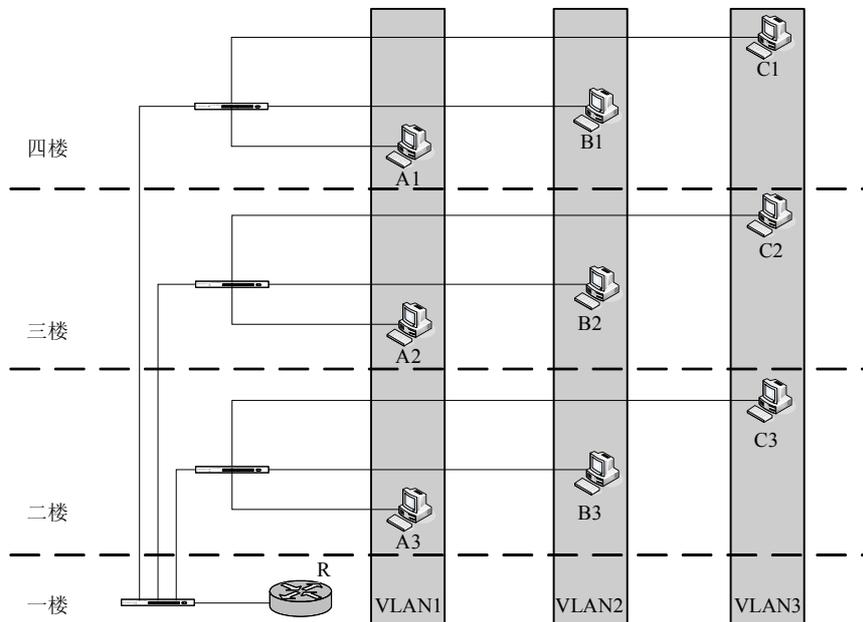


图 2-41 VLAN 组成示意图

在网络设计中，VLAN 与 IP 是一一对应的关系。与交换机相连的主机只能确知其属于某个 IP 子网，而不知其属于哪个 VLAN，事实上，主机根本不知道交换机上的任何 VLAN。同一 VLAN 成员之间的通信、不同 VLAN 之间的通信都是由交换机独立控制的。

VLAN 的主要功能如下：

(1) 提高管理效率。当网络中站点出现了移动、增加和移出时，网络管理员可以十分方便地对 VLAN 进行重组。

(2) 抑制广播数据。当用集线器或一般交换机组建局域网时，第二层广播数据将被传送到集线器或一般交换机的所有端口，进而传到所有用户，这样势必耗费大量的网络资源。虽然用路由器对网络进行分段可以减少广播数据（路由器一般不在接口间转发广播数据），但传输延迟会增加。而 VLAN 可以有效地抑制广播数据，某个 VLAN 中的广播数据只是被复制到其成员所连接的端口。这实际上是为在交换型网络中建立起同路由器的功能类似的防火墙提供了一种有效的手段。在 VLAN 中，大部分数据都是通过交换机传输的，只有 VLAN 间的数据才需经过路由器转发，可有效地提高 VLAN 中大部分数据的传输速度。

(3) 增强网络安全性。将整个网络划分成若干互相独立的广播组是一种有效的增强网络安全性的方法。可以限制某个 VLAN 中的用户数量，可以禁止那些没有得到许可的用户加入到某个 VLAN 中。这样，VLAN 就可以提供一道防火墙，以控制用户对网络资源的访问，控制广播组的大小和构成，并借助于网管软件在非法入侵发生时通知网管人员。

(4) 实现虚拟工作组。在整个园区网络环境下实现 VLAN 后，同一个部门的所有成员可以像处于同一个 LAN 上那样进行通信。当某人从一个场地迁移到另一个场地时，只要其工作部门不变，就用不着对其机器进行重新配置。与此类似，如果某人改变了工作部门，可以不

改变工作地点，只需网管人员修改其 VLAN 成员身份即可。

## 2. 划分 VLAN 的方法

划分 VLAN 的具体方法主要有以下几种：

(1) 按交换机端口进行划分。这种方法最常用，也最简单和有效。其缺点是，当用户站从一个端口移至另一个端口时，必须对 VLAN 成员重新配置。

(2) 按 MAC 地址划分。由网管人员指定属于同一个 VLAN 中的各用户站的 MAC 地址。这种划分方法的优点是：由于 MAC 地址是固化在网卡中的，当用户站移至其他位置后，其仍将属于原 VLAN，这样定义的 VLAN 可以看成是基于用户的 VLAN。采用这种方法划分 VLAN 的缺点是：在大型网络中初始配置工作量很大。

(3) 按第三层协议划分。这种划分方法在决定 VLAN 成员的身份时，主要考虑网络层地址(如 TCP/IP 网络的子网地址)。当按网络层地址划分 VLAN 时，要将子网地址映射到 VLAN，交换机则根据子网地址将各机器的 MAC 地址同 VLAN 联系起来。这种划分方法的优点是：根据第三层协议划分 VLAN，当用户的机器移动位置后，不必重新配置网络地址。这种划分方法的缺点是：对报文中的网络地址 (IP) 进行检查比对帧中 MAC 地址检查所需的开销大，使交换设备转发速率下降。

(4) IP 组播 VLAN。IP 组播组是用一个 D 类地址表示的，当向一个 IP 组播组发送一个 IP 报文时，这个报文会传到该组中的每一个站点。即可以把一个 IP 组播组看成一个 VLAN。

(5) 基于策略的 VLAN。允许网络管理员使用前述的任何一种划分 VLAN 的方法，也可以把不同方法组合成一种新的策略来划分 VLAN。当一个策略被指定到一个交换机时，该策略就可以在整个网络上应用。

## 3. VLAN 技术存在的问题

VLAN 技术存在的主要问题有三个。

首先是标准不一致的问题。目前，不同厂商生产的交换机不能在 VLAN 层面上互操作。这意味着，如果需要使用 VLAN 技术，就必须购买同一厂商生产的交换机。不过，对 VLAN 技术进行标准化的工作已经取得了一些进展。其中一个重要进展是 IEEE 开发了 802.3Q 标准，另一个进展是 Internet 工程任务组 (IETF, Internet Engineering Task Force) 对 RFC (Request for Comments, 征求意见稿) 2878 的采用，RFC 2878 使用新的虚拟局域网标记帧格式对虚拟局域网帧标记进行了标准化，同时为交换机生产商提供了涉及信令传递、链路汇聚以及第 2 层信息优先级管理的框架。

第二个问题是站点地址的管理。VLAN 的设计初衷主要是通过第 2 层地址实现网段划分，即当计算机自一个位置移动至另一位置后，VLAN 交换机可自动检测其第 2 层地址并将其加入其原来所在的网段。不幸的是利用 DHCP 可完成同样的工作并且更加简单，因此大多数网络管理者在配置网络时都选择利用 DHCP 实现网段划分，因此，实际运行的虚拟网往往是基于端口的。而对大型网络而言，按端口划分虚拟网是十分烦琐的。

第三个问题随着第 3 层交换机的问世几乎使虚拟网失去了存在的价值。原因是，第 3 层交换机同时实现了网桥和路由器的功能，当使用第 2 层交换机时，可通过建立虚拟网络缩小广播域，而用第 3 层交换机可完成同样的任务，并且避免了创建虚拟网的麻烦(对第 3 层交换机而言，每个端口都自成一个路由网，因此网络将被自动分割成多个广播域)。

目前虚拟网一般用于 Web 托管，其主要功能是将不同客户的信息彼此分离开来。

#### 4. 基于端口的 VLAN 配置实训

配置要求：在 Windows 98+Accton ES3526L 背景下，用交换机的端口 1、2、4、5、6 组成虚拟网 TEST1，1、3、7、8、9、21 组成虚拟网 TEST2，其余端口仍属于默认虚拟网 DEFAULT\_VLAN。

操作步骤：

(1) 在 Windows 98 中，选择“开始”→“运行”，打开“运行”对话框，输入与图 2-27 类似的命令。

(2) 在打开的窗口中，输入口令后回车。

(3) 在“#”提示符后输入 menu，然后回车，即可进入菜单方式，如图 2-42 所示。

(4) 选择“2. Switch Configuration...”后，将进入一个选择界面，该界面中有“8. VLAN Menu...”，打开虚拟网配置菜单，如图 2-43 所示。

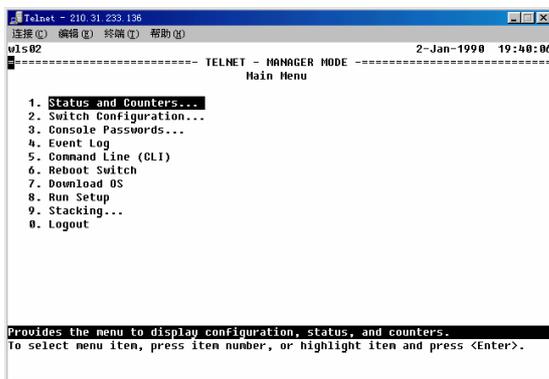


图 2-42 交换机配置主菜单

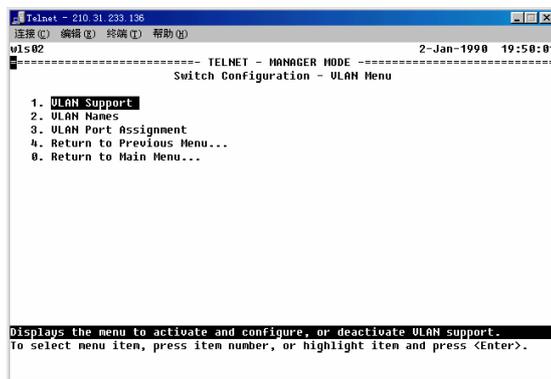


图 2-43 虚拟网配置菜单

(5) 选择“2. VLAN Names”，输入新建虚拟网名称 TEST1、TEST2，其 VLAN ID 分别为 201、202。操作结果如图 2-44 所示。

(6) 返回虚拟网配置菜单，选择“3. VLAN Port Assignment”，启动 VLAN Port Assignment 功能，如图 2-45 所示。

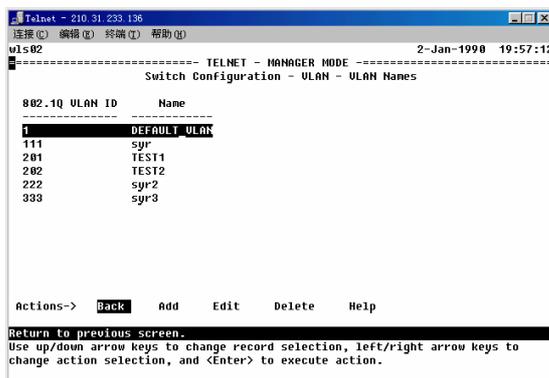


图 2-44 输入新建虚拟网名称

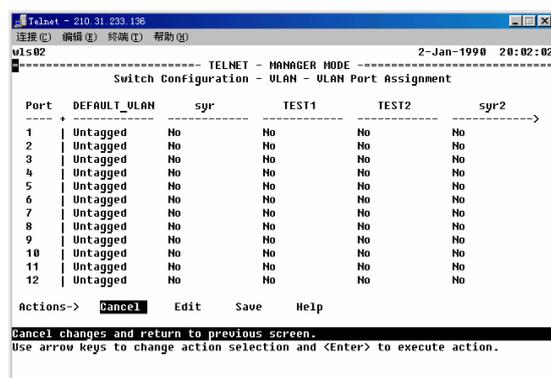


图 2-45 VLAN Port Assignment 屏幕

(7) 按要求将端口加入或移出虚拟网，如图 2-46 所示。

(8) 保存设置，退出 Telnet。

(9) 通过 Web 方式查看虚拟网设置, 结果如图 2-47 所示。

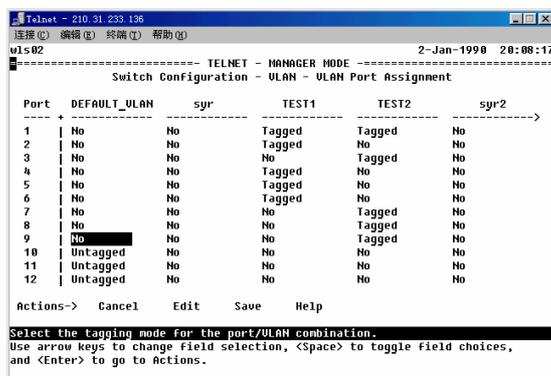


图 2-46 将端口加入或移出虚拟网

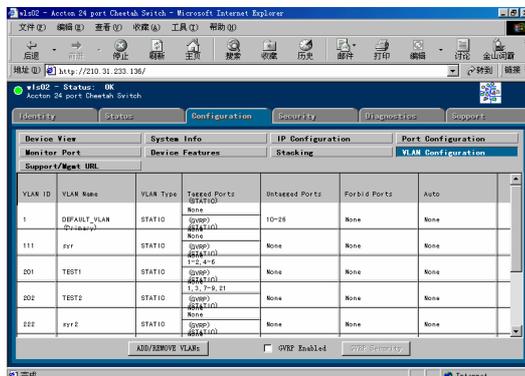


图 2-47 通过 Web 方式查看虚拟网设置

## 本章小结

网卡是计算机与网络的接口。每一块网卡都有惟一的编号, 此编号称为 MAC 地址。可按带宽、总线类型、应用领域和端口类型等对网卡进行分类。网卡的质量在很大程度上影响着网络的性能, 网卡故障可能导致严重的网络广播风暴, 从而造成网络阻塞或瘫痪, 因此应慎重选择网卡。

信息传输介质用于在传输过程中承载信息。传输介质一般可分为有线通信介质(例如双绞线和光纤)和无线通信介质(例如空中的电磁波和微波)两类。双绞线可分为非屏蔽双绞线与屏蔽双绞线两大类。双绞线需要通过 RJ-45 接头与网卡、集线器或交换机等设备相连, 在制作接头时必须符合国际标准。光纤一般用于提供高速、远距离连接。无线通信介质主要包括红外线、激光、微波或其他无线电波等无形介质, 一般用于特殊场合。

集线器是一种价格低廉、使用简便的集线设备, 可按照外形尺寸、端口数据传输速率、是否可网管和延扩方式等对集线器进行分类。在选择集线器时, 主要应考虑其数据传输速率、端口数量和外形尺寸等。集线器间的连接方式有堆叠和级联两种。

交换机是专门设计的、使各计算机能够独享带宽进行通信的网络设备。可以按照应用规模、结构、工作的协议层和交换方式等对交换机进行分类。局域网交换机的主要指标有转发方式、转发速率、端口类型和数量、背板带宽等。要配置交换机, 可以通过交换机的 Console 端口与计算机的串口直接连接, 也可以通过双绞线将交换机与计算机的网卡相连。交换机间的连接方式有堆叠和级联两种。

1000M 以太网主要用于交换机到服务器连接的升级、交换机到交换机连接的升级、快速以太网主干部分的升级以及高性能工作站的升级等方面, 以消除网络通信的瓶颈。

10000M 以太网是一种可实现 10G 带宽的以太网技术, 其技术标准为 IEEE802.3ae。

无线局域网具有许多有线网络所不具备的优点, 所以无线局域网技术已引起了网络界的普遍关注, 并逐渐应用于网络建设。802.11b 和 802.11g 是主要的无线数据网标准, 其支持的最高速率分别为 11Mbps 和 54Mbps。

虚拟局域网技术是通过路由和交换设备, 在网络物理拓扑的基础上建立一个逻辑网络。

每个 VLAN 都构成一个独立的广播域，处于同一 VLAN 中的网络用户可以不受地理位置的限制而像处于同一个 LAN 上一样互相交换信息。可以按交换机端口、MAC 地址、第三层协议、IP 组播组或策略划分 VLAN。

## 习 题

### 1. 填空题

- (1) 根据所支持带宽的不同，可以将网卡分为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和 1000M 网卡等。
- (2) 根据总线类型的不同，可以将网卡分为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和专门用于笔记本电脑的\_\_\_\_\_网卡等。
- (3) 按其用途，可以将网卡分为\_\_\_\_\_网卡和\_\_\_\_\_网卡。
- (4) 全双工网卡能够接收和发送信息，其潜在带宽为标称带宽的\_\_\_\_\_倍。
- (5) 通信系统应具备\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_三个基本要素。
- (6) 双绞线可分为\_\_\_\_\_与\_\_\_\_\_两大类。
- (7) 光纤是铜质电缆的主要升级换代品，一般用于提供\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_连接。
- (8) 在光纤系统中，使用的光源有两种：\_\_\_\_\_（LED）和\_\_\_\_\_（ILD）。
- (9) 光纤按传输点模数可分为\_\_\_\_\_光纤和\_\_\_\_\_光纤两种。
- (10) 光纤的主要缺点是\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_。
- (11) 根据结构的不同，可以将交换机分为\_\_\_\_\_交换机和\_\_\_\_\_交换机。
- (12) 所谓机架式集线器，是指几何尺寸符合\_\_\_\_\_工业规范，可安装在机柜中的集线器。
- (13) 当集线器端口不足时，可通过两种延扩方式来增加端口数。一是\_\_\_\_\_，二是级联。
- (14) 根据交换机在源和目的端口间传送数据帧时所采用的交换方式的不同，可以将交换机分为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和无碎片直通式交换机。
- (15) 通常交换机采用\_\_\_\_\_协议防止出现拓扑环。
- (16) 1000Base-T 标准则允许通过\_\_\_\_\_非屏蔽双绞线实现千兆的速度，且单段网线的最大允许长度为\_\_\_\_\_m。
- (17) 802.11b 是一种 WLAN 协议，使用\_\_\_\_\_频段，最高速度为\_\_\_\_\_Mbps。
- (18) IEEE802.11 标准将无线局域网结构分为\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两种标准形式。计算机网络是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_的集合。

### 2. 判断题

- (1) 局域网中的交换机是专门设计的、使各计算机能够共享带宽进行通信的网络设备。( )
- (2) 第 2 层交换机工作在 ISO/OSI 模型中的数据链路层，基于 MAC 地址进行数据包转发。( )
- (3) 在大中型网络中，第 4 层交换机已经成为基本设备。( )
- (4) 在存储转发工作方式下，交换机的控制器先缓存输入端口的整个数据帧，然后进行

CRC 校验, 如果发现帧中存在错误, 则丢弃; 如果未发现错误, 则取出目的 MAC 地址, 通过内部的地址表确定相应的输出端口, 然后将数据帧转发至输出端口。 ( )

(5) 许多交换机兼具直通和存储转发两种工作方式。此类交换机以存储转发式为默认方式, 转发过程开始后, 交换机将统计错误帧的个数, 如果网络状况不理想, 错误帧太多, 则自动将工作方式切换为直通方式。 ( )

(6) 一般而言, 当两台交换机之间存在着两个或两个以上的连接时, 就会产生拓扑环问题。 ( )

(7) 骨干交换机和中心交换机必须支持生成树协议, 否则, 将无法组建具有冗余机制的网络。 ( )

(8) 目前, 1000M 以太网主要用于交换机到服务器连接的升级、交换机到交换机连接的升级、快速以太网主干部分的升级以及高性能工作站的升级等方面, 以消除网络通信的瓶颈。 ( )

(9) 10000M 以太网又称 10GbE (10 Gigabit Ethernet), 是一种可实现 10G 带宽的以太网技术。其技术标准为 IEEE802.3ae。 ( )

(10) 802.11b 可支持 1Mbps、2Mbps、5.5Mbps、11Mbps 的速率。 ( )

(11) 802.11g 是 802.11b 在同一频段上的扩展。该标准支持高达 108Mbps 的速率、兼容 802.11b, 是下一代无线数据网的主要标准。 ( )

(12) 在构建 Intranet 时, 远距离骨干通信链路常采用多模光纤, 而近距离骨干通信链路常采用单模光纤。 ( )

(13) PCMCIA 总线网卡几何尺寸较小, 是为笔记本电脑的 PCMCIA 总线专门设计的网卡。 ( )

(14) USB 网卡主要用于没有配置 PCMCIA 插槽的笔记本电脑以及需要频繁插拔网卡的台式机。 ( )

(15) 屏蔽双绞线具有成本低、柔性好、工作稳定等特点。是工作组和部门局域网中最常用的网络电缆。 ( )

(16) 集线器从一个端口接收到数据信号后, 便将该信号放大, 转发到其他所有处于工作状态的端口, 所有与这些端口相连的设备都会收到数据, 但只有与数据目的地址相符的设备才接收该数据。 ( )

(17) 虚拟局域网 (Virtual LAN, VLAN) 技术用于在不更改网络拓扑结构的前提下对局域网进行逻辑重组。 ( )

(18) VLAN 必须在交换网络环境中实现。 ( )

(19) 模块化交换机提供了较大的灵活性和可扩充性, 用户可任意选择不同数量、不同速率和不同接口类型的模块, 以适应多变的网络需求。 ( )

(20) 根据交换机工作的协议层的不同, 可以将交换机分为第 2 层交换机、第 3 层交换机和第 4 层交换机。 ( )

### 3. 简答题

(1) 什么是网卡的 MAC 地址? 简述其作用。

(2) 简述 10/100M 自适应网卡的特点。

(3) 在为工作站和服务器选择网卡时, 各应重点考虑哪些因素?

- (4) 在局域网中，目前常用的有线传输介质有哪些？各有什么特点？
- (5) 集线器通常提供的端口类型有哪些？各适宜于连接何种传输介质？
- (6) 简述交换机与集线器的区别。
- (7) 根据应用规模的不同，可以将交换机分为哪 3 类？这 3 类交换机各适用于什么场合？
- (8) 简述第 3 层交换机的特点。
- (9) 根据交换机在源和目的端口间传送数据包时所采用交换方式的不同，可以将交换机分为哪 3 类？分别简述这 3 类交换机的工作机制。
- (10) 简述生成树（Spanning Tree）协议的作用。
- (11) 新购置的交换机，为什么一般需要首先通过 Console 端口进行配置？
- (12) 简述交换机堆叠的优点。
- (13) 简述交换机的 MDI-X 端口与 MDI 端口的区别。
- (14) 简述 1000M 以太网技术的应用场合。
- (15) 目前，无线局域网主要用于哪些领域？
- (16) 简述虚拟局域网的概念。
- (17) 简述 VLAN 的主要功能。
- (18) 划分 VLAN 的方法有哪些？
- (19) 简述 VLAN 存在的主要问题。
- (20) 假设某学生寝室有 4 台计算机需要连成对等网，请设计网络拓扑、说明需要购买哪些网络设备，如何安装和设置。