

第4章 局域网组建相关设备

组建局域网时会使用到一些网络设备。从物理结构上来看，网络就是由这些网络设备、网络中的结点和传输介质组成的，网络设备在网络中发挥着极其重要的作用。在局域网中常见的网络设备有网卡、集线器、交换机和路由器等。这些网络设备可以使用在不同技术的局域网中。本章主要介绍使用在以太网的相关网络设备。

4.1 网卡

随着网络技术的高速发展和网络应用需求的不断提高，局域网内的网络传输速率也越来越快，1000Mb/s 的局域网已经出现，100Mb/s 的以太网已经成为小型局域网的主流配置，但如此之高的传输速率，如果只依靠计算机的中央处理器（CPU）是无法以这样的速率处理数据的。因此必须把网络数据传输方面的工作从 CPU 中分离出来，用一个专门设备来处理。就像声卡专门处理音频数据一样，这个设备就是网卡。网卡是网络接口卡（Network Interface Card, NIC）的简称，也叫网络适配器。和声卡、显卡相同，网卡也是一块布满了芯片和电路的电路板，被安装在计算机的扩展槽中。

在局域网中网卡可以将计算机、打印机或其他结点通过网络传输介质接入网络并接收和发送数据，减轻 CPU 的工作压力。目前，对于组建局域网来说网卡作为一种最基础的网络设备是必不可少的，所以选择一款性能优越的网卡是成功组建局域网的关键一步。

4.1.1 网卡的基本功能

网卡在网络数据传输过程中发挥着重要的作用，具体来说主要有：

（1）接收数据。接收由其他网络设备（如其他网卡、集线器、交换机或路由器等）传输过来的数据包，经过拆包，将其变成计算机可直接识别的数据，通过主板上的总线将数据传输到所需设备中（如 CPU、RAM 等）。

（2）发送数据。将计算机中要发送的数据，打包后输送至其他网络设备中。

（3）地址识别。每一块网卡都有一个编号，用来标识这块网卡，这个编号称为 MAC 地址，即网卡的物理地址，有 48 位，一般由 6 位 00~FF 之间的十六进制数组成，中间用“-”隔开，如“00-0D-61-81-F8-C8”。每一块网卡的 MAC 地址在全世界范围内是唯一的。网卡在接收数据时，读出数据包中的目标 MAC 地址并和自身的 MAC 地址核对，如果目标 MAC 地址和自身的 MAC 地址相一致时才确定接收该数据包。

在 Windows 操作系统中，打开“开始”→“运行”，输入“cmd”，打开命令行提示符，输入“ipconfig/all”就可查看到网卡的 MAC 地址，如图 4-1 所示。

（4）检测冲突。在以太网中，网卡还能检测出是否有冲突发生。

除此之外，许多网卡还具有优化、网络管理和过滤等功能。

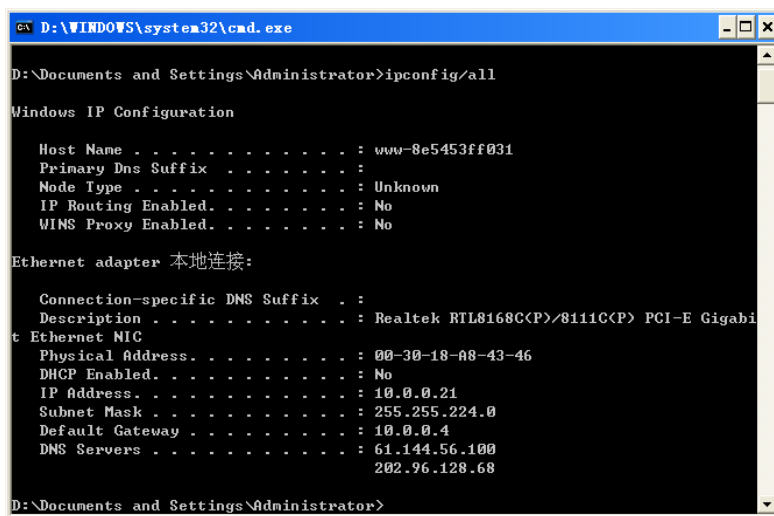


图 4-1 查看网卡的物理地址

4.1.2 网卡的分类

网卡可以按照不同的角度来进行分类。下面是常见的分类方法。

1. 按总线接口类型分

按网卡的总线接口类型来分一般可分为早期的 ISA 接口网卡、PCI 接口网卡。目前在服务器上 PCI-X 总线接口类型的网卡也开始得到应用，笔记本电脑所使用的网卡是 PCMCIA 接口类型的。

(1) ISA 总线网卡。ISA 总线标准是在 20 世纪 80 年代早期开发出来的。它支持 8 位数据传输，后来扩展至 16 位。8 位的 ISA 总线接口是一个较长的插槽。16 位的 ISA 总线又在此基础上增加了一短排的 8 脚插槽。ISA 总线接口由于 I/O（输入/输出）速率较慢，不支持 100MHz 的数据传输，随着 20 世纪 90 年代初 PCI 总线技术的出现，很快被淘汰了。

安装在 ISA 总线插槽上的网卡就称为 ISA 总线网卡，这是早期的一种的接口类型网卡，目前 ISA 接口的网卡已越来越不能满足现代网络环境的需求，市场上基本上看不到有 ISA 总线类型的网卡。但在 20 世纪 80 年代末、90 年代初期几乎所有内置板卡都是采用 ISA 总线接口类型，一直到 20 世纪 90 年代末期都还有部分这类接口类型的网卡。当时常见的是 16 位 ISA 接口的 10M 网卡，比如，低端用户非常熟悉的 NE2000 系列等，适合于一些如学校、网吧等要求不高的场合使用。图 4-2 是一款 16 位 ISA 接口的 10M 网卡示意图。

(2) PCI 总线网卡。PCI 总线是一种 32 位或 64 位的总线结构，自 20 世纪 90 年代初引入以来，已经成为几乎所有新式个人计算机的网络接口卡所采用的总线结构。目前市场上个人计算机的主流网卡是理论带宽为 32 位 133M 的 PCI 总线网卡，它通过网卡所带的两个指示灯颜色初步判断网卡的工作状态。和 ISA 总线网卡相比，除了速率上的优势之外，PCI 网卡的另一好处是比 ISA 网卡的兼容性好，能较好地支持即插即用功能。对于一台同时支持 ISA 和 PCI 两种总线结构的计算机，应该尽量选用 PCI 总线结构的网络接口卡，PCI 总线有更加先进的技术和更快的传输速率，而且目前市场上两种类型的网卡的价格并没有明显的差别。如图 4-3 所示的是一块使用 PCI 总线的网卡。

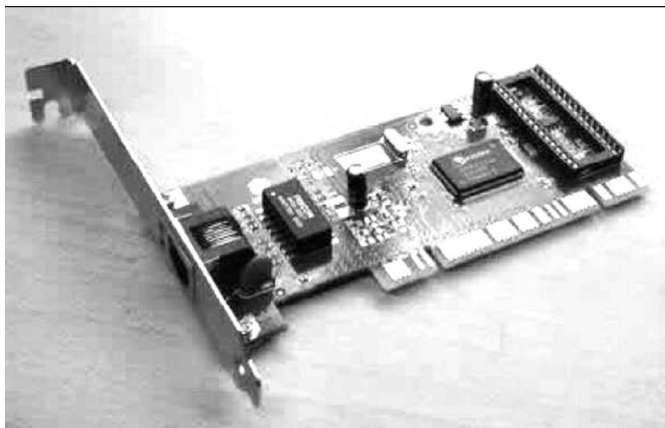


图 4-2 ISA 总线网卡

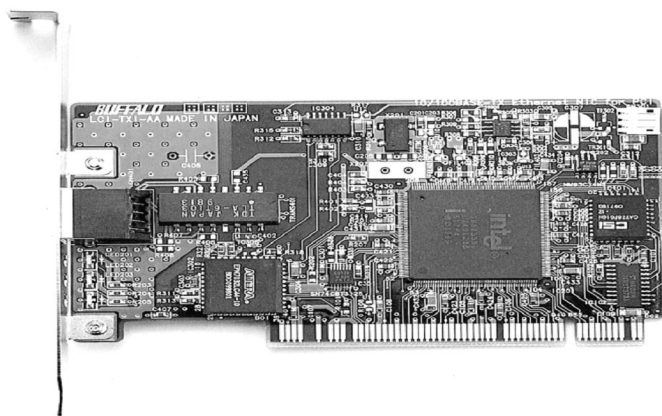


图 4-3 PCI 总线网卡

(3) PCI-X 总线网卡。这是目前最新的一种在服务器开始使用的网卡类型，它与原来的 PCI 相比在 I/O 速率方面提高了一倍，比 PCI 总线接口具有更快的数据传输速率（2.0 版本最高可达到 266MB/s 的传输速率）。目前这种总线类型的网卡在市面上还很少见，主要是由服务器生产厂商随机独家提供，如在 IBM 的 X 系列服务器中就可以见到它的踪影。PCI-X 总线接口的网卡一般用 32 位总线宽度，也有的是用 64 位数据宽度的。

(4) PCMCIA 总线网卡。这种类型的网卡是笔记本电脑专用的，它受笔记本电脑的空间限制，体积远不可能像 PCI 接口网卡那么大。随着笔记本电脑的日益普及，这种总线类型的网卡目前在市面上较为常见，很容易找到，而且现在生产这种总线型的网卡的厂商也较原来多了许多。PCMCIA 总线分为两类，一类为 16 位的 PCMCIA，另一类为 32 位的 CardBus。CardBus 总线是一种用于笔记本电脑的新的性能 PCMCIA 总线接口标准，就像广泛地应用在台式计算机中的 PCI 总线一样。该总线标准与原来的 PCMCIA 总线接口标准相比，具有几点优势，一是具有更快的数据传输速率；二是低功耗，提高了电池的寿命，降低了计算机内部的热扩散，增强了系统的可靠性；三是向后兼容 16 位的 PCMCIA 卡。老式以太网和 Modem 设备的 PCMCIA 卡仍然可以插在 CardBus 插槽上使用。如图 4-4 所示的是一款 16 位的 PCMCIA 网卡示意图。

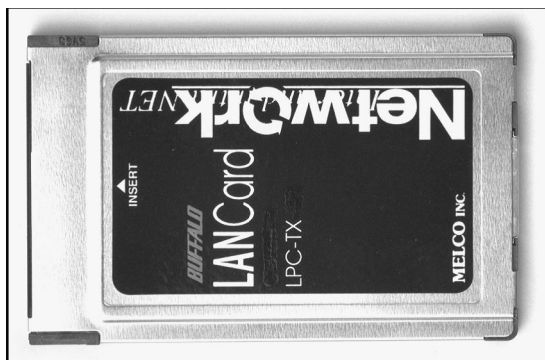


图 4-4 PCMCIA 总线网卡

(5) USB 接口网卡。作为一种新型的总线技术，USB (Universal Serial Bus, 通用串行总线) 已经被广泛应用于鼠标、键盘、打印机、扫描仪、Modem、音箱等各种设备。由于其传输速率远远大于传统的并行口和串行口，设备安装简单并且支持热插拔。USB 设备一旦接入，就可立即投入使用，不必重新启动系统。当不再需要某台设备时，可以随时将其拔除，并可再在该端口上插入另一台新的设备，然后，这台新的设备也同样能够立即得到确认并马上开始工作，所以越来越受到厂商和用户的喜爱。USB 这种通用接口技术不仅在一些外置设备中得到广泛的应用，如 Modem、打印机、数码相机等，在网卡中也不例外。

2. 按网络接口划分

除了可以按网卡的总线接口类型划分外，还可以按网卡的网络接口类型来划分。网卡最终是要与网络进行连接，所以也就必须有一个接口使网线通过它与其他计算机网络设备连接起来。不同的网络接口适用于不同的网络类型，目前常见的接口主要有以太网的 RJ-45 接口、细同轴电缆的 BNC 接口和粗同轴电缆 AUI 接口、FDDI 接口、ATM 接口等。而且有的网卡为了适用于更广泛的应用环境，提供了两种或多种类型的接口，如有的网卡会同时提供 RJ-45、BNC 接口或 AUI 接口。

(1) RJ-45 接口网卡。这是最为常见的一种网卡，也是应用最广的一种接口类型网卡，这主要得益于双绞线以太网应用的普及。因为这种 RJ-45 接口类型的网卡就是应用于以双绞线为传输介质的以太网中。在网卡上自带两个状态指示灯，通过这两个指示灯颜色可初步判断网卡的工作状态。图 4-5 所示的是一款 RJ-45 接口的网卡。

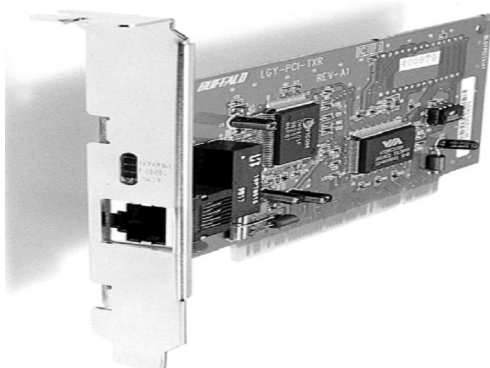


图 4-5 RJ-45 接口网卡

(2) BNC 接口网卡。这种接口网卡应用于使用细同轴电缆作为传输介质的以太网或令牌网中,目前这种接口类型的网卡较少见,主要因为目前使用细同轴电缆作为传输介质的网络比较少。图 4-6 所示的是一款 BNC 接口网卡。

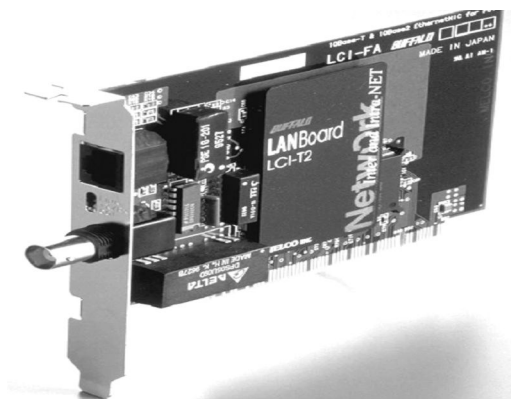


图 4-6 BNC 接口网卡

(3) AUI 接口网卡。这种接口类型的网卡应用于使用粗同轴电缆作为传输介质的以太网或令牌网中,这种接口类型的网卡目前更是很少见,因为用粗同轴电缆作为传输介质的网络非常之少。

(4) FDDI 接口网卡。这种接口类型的网卡适用于光纤分布式数据接口 (Fiber Distributed Data Interface, FDDI) 网络中,这种网络具有 100Mb/s 以上的带宽,但它所使用的传输介质是光纤,所以这种 FDDI 接口网卡的接口也是光纤接口的。随着快速以太网的出现,它的速率优越性已不复存在,但它须采用昂贵的光纤作为传输介质的缺点并没有改变,所以目前也非常少见。

(5) ATM 接口网卡。这种接口类型的网卡是应用于 ATM 光纤 (或双绞线) 网络中。它能提供的物理传输速率可达 155Mb/s。

3. 按传输速率划分

随着网络技术的发展,网络传输速率也在不断提高,不同传输速率的网卡所应用的环境也有所不同,市场价格也有差距。

目前主流的以太网卡主要有 10Mb/s 网卡、100Mb/s 网卡、10Mb/s/100Mb/s 自适应网卡、千兆网卡四种。

(1) 10Mb/s 网卡。10Mb/s 网卡主要是比较低档的网卡。它的传输速率限制在 10Mb/s,这在当时的 ISA 总线类型的网卡中较为常见,目前 PCI 总线接口类型的网卡中也有一些是 10Mb/s 网卡,不过目前这种网卡已不是主流。这类传输速率的网卡仅适应于一些小型局域网或家庭需求,中型以上网络一般不选用,但它的价格比较便宜,一般仅几十元。

(2) 100Mb/s 网卡。100Mb/s 网卡是一种技术比较先进的网卡,它的传输速率可达 100Mb/s,目前这种传输速率的网卡在市面上已非常普及,但是如果要使用在 10Mb/s 网络时,要注意和其他只支持 10Mb/s 网络设备之间的兼容性问题,有的 100Mb/s 网卡不能向下兼容 10Mb/s 网络。

(3) 10Mb/s/100Mb/s 网卡。这是一种 10Mb/s 和 100Mb/s 两种传输速率自适应的网卡,

也是目前应用最为普及的一种网卡类型,最主要因为它能自动适应两种不同传输速率的网络需求,保护了用户的网络投资。它既可以与老式的10Mb/s网络设备相连,又可以与较新的100Mb/s网络设备连接,所以得到了用户普遍的认同。这种传输速率的网卡会自动根据所用环境选择适当的传输速率,如与老式10Mb/s旧设备相连,那它的传输速率就是10Mb/s,但如果是与100Mb/s网络设备相连,那它的传输速率就是100Mb/s。

(4) 千兆网卡。千兆以太网(Gigabit Ethernet)是一种高速局域网技术,它能够在铜线上提供1Gb/s的传输速率。与它对应的网卡就是千兆网卡了,同理这类网卡的传输速率也可达到1Gb/s。千兆网卡的网络接口也有两种主要类型,一种是普通的双绞线RJ-45接口,另一种是多模SC型标准光纤接口。

以上按照三种不同的角度对网卡进行了分类,当然还可以有其他的角度,这里就不一一列举了。例如还可以按连接的传输介质是有线的还有无线的,把网卡分为有线网卡和无线网卡等。

4.1.3 网卡的选购

要保障网络的有效通信,每一块网卡的运行状况都是非常关键的。因此网卡的质量就显得非常重要,在购买网卡时应本着够用、适用、可靠的原则,在挑选的时候通常要特别注意以下几点:

(1) 对网卡速率的要求。要了解网卡是用于服务器还是一般的工作站,根据网卡的应用对象来选择传输速率合适的网卡:服务器一般应该选用100Mb/s以上的速率连接网络,以提高整个网络的数据输入输出的速率,这时必须使用PCI等快速的总线类型的网卡。对于工作站的网卡,则取决于运行于其上的应用程序和对网络的使用需求。

(2) 适应不同的局域网技术。组网时采用不同的技术要求使用不同的网卡,例如令牌环电缆类型使用的是令牌环网卡,而以太网、快速以太网、千兆以太网或者各种以太网的组合网络使用的则是以太网网卡。

(3) 计算机或网络设备的总线类型。选购的网卡要注意与计算机或网络设备的扩展槽相匹配。如果没有特殊的需求一般应选用PCI插槽的网卡。

(4) 对操作系统的支持。所有的网卡都需要有与计算机上运行的操作系统(如Windows XP、Windows 2000、UNIX等)相兼容的驱动程序。

(5) 对半双工、全双工通信的支持。网卡处理数据的方法可以分为半双工和全双工两种。半双工是指网卡和网络设备不能同时进行发送和接收,全双工则具备同时发送和接收的能力。一般选购网卡应同时具备半双工和全双工通信的能力,以便可以适应网络的变化或者网络的升级。

(6) 对系统资源占用应尽可能少。网卡对系统资源的占用普通情况下不太明显,但在网络数据量大的情况下就很明显了,例如在线点播、语音传输、IP电话时。一般来讲PCI网卡要比ISA网卡对系统占用率小得多。

(7) 考虑网卡的生产商。对于商务用户和其他一些对网络稳定性要求比较高的用户,一定要购买有品牌的高质量网卡,知名品牌的网卡虽然价格稍贵,但是有良好的售后服务和质量保障。国外的知名厂商包括3Com、Intel生产的网卡都有着很高的可靠性和稳定性,但是价格相对来讲也比较昂贵;性价比比较高的有D-Link、Accton等,是组建办公局域网很好的

选择。现在比较廉价的网卡有 NE2000、Realtek、Topstar、TP-link 等的产品，适合一些小型局域网，如家庭局域网。

(8) 注意识别假货。正规厂家生产的网卡焊接质量都很好，一般不会出现堆焊或虚焊等现象，所有的焊接点看上去基本上是一样的，而非正规厂家生产的网卡，其焊接质量则较差；还要注意网卡电路板的做工是否考究，正规厂家生产的网卡印刷电路板应比较厚实、边角平滑、没有毛刺，金手指和元件的焊接点光亮，整块卡给人整洁的感觉；还可以从金手指上是否有划痕来判断是否为返修品；最后还要注意观察网卡主控芯片上是否有厂家名以及生产日期是否较新。

4.1.4 网卡的安装

要使网卡在网络中发挥作用，则必须正确的安装，安装一块网卡可按照下面的步骤逐一进行：

1. 将网卡插入计算机的扩展插槽中

将网卡插入计算机跟安装其他种类的适配卡（如显示卡）并没有太大的区别，但是对于不经常插拔硬件的用户来说，则应该仔细阅读下面的步骤：

(1) 首先一定要切掉电源。确保计算机已经断电之后，拧下机箱螺丝，打开机箱盖。对于大多数的机箱来说，只要打开左半边（远离主板一边）的机箱盖即可完成网卡的安装工作。

(2) 根据网卡的总线类型将其插到主板上合适的插槽中，如图 4-7 所示。注意插上网卡之前要先把机箱上相应的插槽的挡板取出。网卡一定要插到插槽的最底部，因为网卡如果没插紧，系统就无法检测到网卡，或者虽然检测到网卡却不能正常识别，甚至还有可能因为短路而烧坏主板。

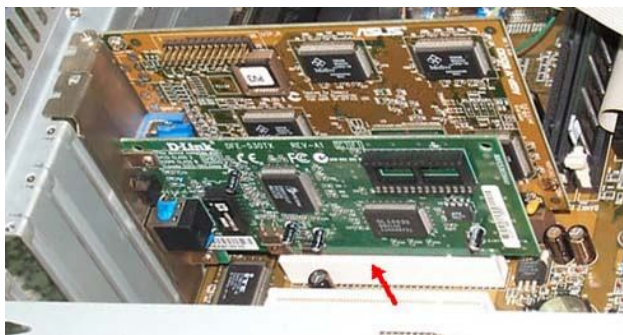


图 4-7 安装网卡

(3) 用螺丝将网卡固定在机箱上，并将机箱盖上、恢复原状。

2. 安装网卡的驱动程序

(1) 自动加载驱动程序。网卡的参数设置完成之后，还要在操作系统中为网卡安装驱动程序，这样才能保证网卡的正常工作。如果这是一块即插即用的网卡，那么，网卡安装完毕第一次进入系统 Windows 会发现新安装了这块网卡，并提示加载它的驱动程序。要想在一个 Windows 系统中安装网卡的驱动程序，请按照以下步骤进行（注意根据 Windows 版本的不同，可能会出现不同的向导对话框，但是一般过程与这里介绍的过程相同）：

1) 在发现安装了一块新卡之后，Windows 将在屏幕上简短地显示“找到新硬件”信息（如图 4-8 所示），然后启动“添加新硬件向导”。注意如果 Windows 没有检测到网卡，那么可以

转到“控制面板”，然后双击“添加新硬件”（Microsoft Windows NT）或者双击“添加/删除硬件”（Microsoft Windows 2003）。按照出现的提示进行，直到向导识别了网卡。



图 4-8 找到新硬件

2) 选择“自动安装软件（推荐）”，单击“下一步”按钮，如图 4-9 所示。



图 4-9 安装向导

3) 直到安装完成，如图 4-10 所示。

(2) 手工安装驱动程序。

1) 对于一些 Windows 2003 系统驱动程序库中没有该网卡驱动程序的，可以在图 4-8 中先选择“从列表或指定位置安装（高级）”再单击“下一步”按钮，如图 4-11 所示。

2) 选择一个驱动程序所在的位置，单击“下一步”按钮，如图 4-12 所示。

3) 直到出现完成界面，单击“完成”按钮。



图 4-10 完成向导



图 4-11 驱动程序安装位置



图 4-12 寻找驱动程序

3. 检查硬件冲突

在安装完驱动程序之后，应该确认不存在硬件冲突，确认过程可以按照如下步骤进行：

(1) 右键单击 Windows 桌面上的“我的电脑”，然后从快捷菜单中选择“属性”。

(2) 单击“硬件”选项卡上的“设备管理器”按钮。如果网络设备正常工作，可以看到如图 4-13 所示界面。

(3) 如果网络设备不正常工作，那么在图 4-13 所示界面中它的名称旁边可以看到一个惊叹号或者一个“×”。如果网络设备存在问题，那么应该重新选择合适的驱动程序进行安装。

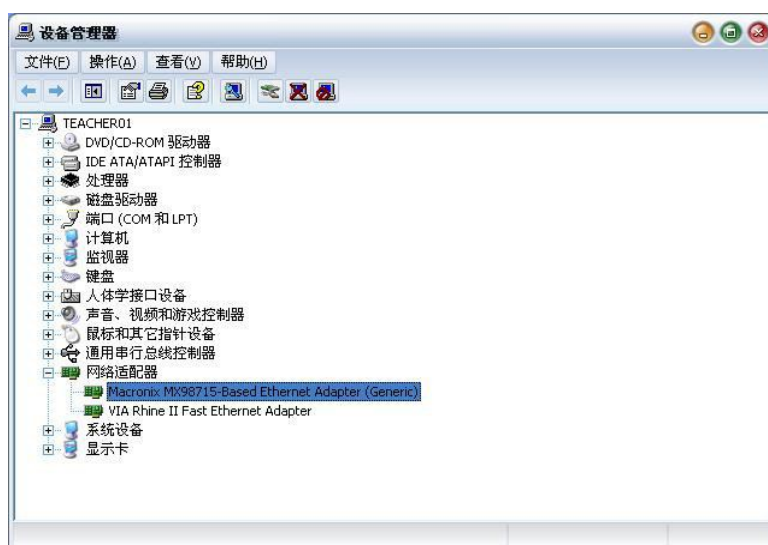


图 4-13 检查设备是否存在冲突

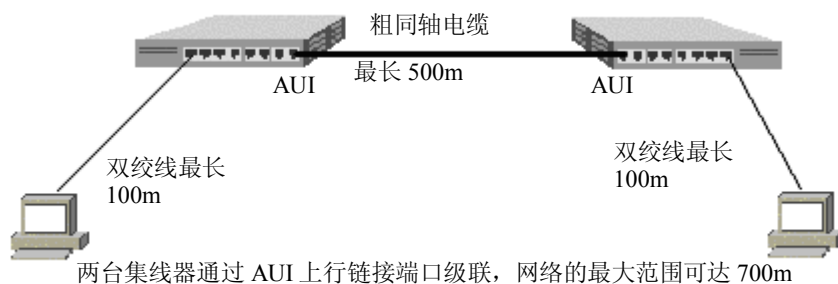
4.2 集线器

集线器（HUB）是用来聚集各网络结点（如工作站、服务器等）的一种中枢网络设备，在物理上表现形式是星形拓扑结构，但其本质上属于总线形拓扑结构。集线器工作在 OSI 参考模型的物理层。

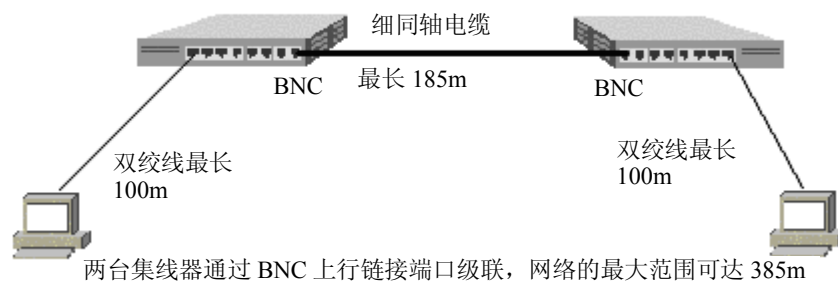
4.2.1 集线器的结构和基本功能

1. 基本功能

传统意义上的集线器的基本功能就是将其接收到的数据（事实上就是比特流）进行再生放大，将数据再传递给其他网络设备，从而可以延伸网络的距离。比如，用双绞线作为传输介质，每一段的距离不能超过 100m，如果网络的距离要突破 100m 的限制，就可以使用集线器级联扩展网络覆盖的范围。另外，集线器是一个多端口的集线设备，一台集线器可以连接多个结点，如果网络中的结点数目超出一台集线器的端口总数，也可以采用集线器级联以连接更多的结点。集线器的级联，如图 4-14 所示。如果采用光纤来级联集线器，网络的范围将会更大。随着网络硬件技术的发展，出现了一些新型的集线器，它的工作原理和后面要介绍的交换机相近，不再是简单的再生放大数据，有了数据分析的功能，表现出一定的智能性。



(a) 两台集线器用粗同轴电缆级联



(b) 两台集线器用细同轴电缆级联



(c) 两台集线器用双绞线级联

图 4-14 集线器的级联

2. 基本结构

集线器的结构比较简单，是一个带有很多端口的长方体盒子。如图 4-15 中可以看到一个普通的以太网集线器的结构，下面简单介绍一下集线器的各个部分的功能：

(1) 数据端口：供线缆接头插入其中以使用工作站或其设备与集线器互连。采用的接口类型（例如有 RJ-45 与 BNC）是由所采用的网络技术来决定的。集线器上的数据端口通常是 4~24 个。这个数目不包括下面讲述的上行链接（Uplink）端口。

(2) 上行链接端口：通常用英文 Uplink 标示，上行链接端口可以被看作另外一种端口，但它只能用于集线器之间或与交换机之间的连接。

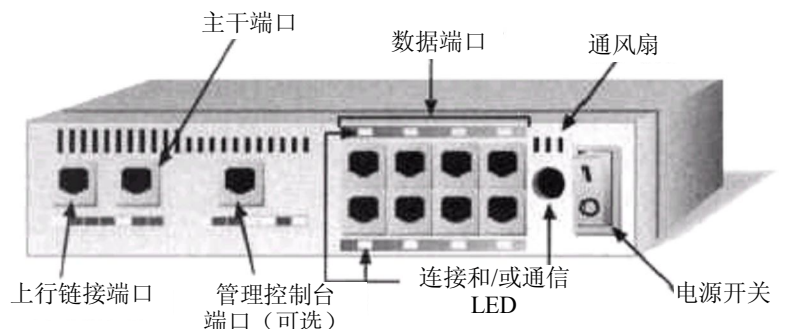


图 4-15 集线器结构图

（3）管理控制台端口：它被用来连接控制台（例如一台计算机）。通过它可以查看集线器的管理信息，如负载或冲突次数。由于不是所有的集线器都提供管理信息，因而并不是每一种集线器都具有管理控制台端口。

（4）主干网端口：它被用来与网络的主干网连接。对 10Base-T 网络，这种连接通常是采用较短的细同轴电缆。

（5）连接用发光二极管：指示该端口是否被使用的指示灯。如果连接已经建立起来了，它就一直发绿光。如果二极管不发光，说明网络连接存在故障，这时就需要检查连接情况、传输速率设置以及网络接口卡与集线器是否都接通了电源。

（6）通信（发送和接收数据）用发光二极管：指示该端口是否有数据传输的指示灯。端口正常传输数据时，绿灯应当是闪烁的。一些集线器的通信指示灯和连接指示灯采用同一发光二极管，灯亮并闪烁则说明该网络结点正在传输数据。

（7）冲突检测用发光二极管：只有以太网的集线器才具有冲突检测用发光二极管。该指示灯显示发生了多少次冲突。整个集线器可能只有一个这种指示灯，也可能每一个端口都有一个这种指示灯。如果该指示灯一直亮着，表明有一个结点的连接出现问题或传输出现问题，需要断开连接。

（8）电源：它为集线器供电，每一个集线器都有自己的电源，每一台集线器也都有自己的电源指示灯，如果该指示灯未亮，表明集线器未通电。

（9）风扇：它被用来冷却设备的内部电路。像其他电子产品一样，集线器也产生热。为了能正常工作，集线器需要用风扇来散热以保持恒温。当安装或移动集线器时，应当注意不要塞住或挡住通风孔。一些小型的 10M 以太网集线器因为发热量较小，所以没有配备风扇。

4.2.2 集线器的分类

1. 按数据端口数量分类

按照集线器能提供的端口数来分，主流的集线器主要有 8 口、16 口和 24 口，也有提供如 4 口、12 口、5 口、9 口、18 口的集线器产品，端口数的多少就决定了集线器能连结点的数量。

2. 按带宽分类

按集线器支持的带宽不同，可分为 10Mb/s、100Mb/s、10Mb/s/100Mb/s 三种。但在规模较大的网络中还有 1000M 和 100M/1000M 自适应的集线器。10Mb/s 带宽型集线器在同轴电缆接口总线型网络中应用较多。随着双绞线以太网应用的普及，10Mb/s 的集线器也都普遍采

用双绞线的 RJ-45 端口,但考虑到与使用同轴电缆接口的集线器连接,有的 10Mb/s 集线器还提供了 BNC (细同轴电缆接口) 或 AUI (粗同轴电缆接口); 10Mb/s/100Mb/s 自适应型的集线器克服了单纯 10Mb/s 或者 100Mb/s 带宽集线器兼容性不良的缺点。根据连接的网络设备的速率不同能够自动调整; 100Mb/s 带宽集线器是现在常用的一种集线器,一般用于中型网络低层汇聚。

3. 按照配置的形式分类

按集线器配置形式来分类,一般可分为独立型集线器、堆叠式集线器和模块化集线器三种。

(1) 独立型集线器。这种类型的集线器比较简单,独立型集线器之间可以通过同轴电缆或双绞线级联,没有提供用来集线器堆叠的接口,不具有可堆叠功能,更不提供可以安装模块的接口。级联和堆叠是两种不同的技术,它们之间的区别是:级联是通过集线器的某个端口与其他集线器相连的,而堆叠是通过集线器的专门用来堆叠的接口连接起来的。虽然级联和堆叠都可以实现端口数量的扩充,但是级联后每台集线器或交换机在逻辑上仍是多个被网管的设备,而堆叠后的数台集线器或交换机在逻辑上是一个被网管的设备。

由于独立型 HUB 配置简单,所以价格低、容易查找故障、网络管理方便,在小型的局域网中广泛使用,最适合于较小的独立部门、家庭办公室或实验室环境。如图 4-16 为独立型集线器。



图 4-16 独立型集线器

(2) 堆叠式集线器。堆叠式集线器类似于独立式集线器。它的面板上提供了一个可供堆叠的接口,这是从表面上看与独立式集线器的明显区别。通过堆叠接口将各个堆叠式集线器连接在一起形成一个整体,代表了一个大型的集线器。例如 5 个 12 口的集线器堆叠在一起时,可以看作是 1 个 60 口的集线器,但是如果其中有一台集线器出现故障又不会影响到网络其他部分的运行。如图 4-17 为堆叠式集线器。



图 4-17 堆叠式集线器

(3) 模块式集线器。模块式集线器通过底盘提供了大量可选的接口选项。这使得它使用起来比独立式集线器和堆叠式集线器更加方便灵活。和个人计算机一样,模块式集线器有主板和插槽,这样就可以插入不同的适配器,就像计算机的主板插槽可以插入一些适配器一样。插

入的适配器可以使这些模块式集线器与其他类型的集线器相连，或者与路由器、广域网设备相连，也可以与令牌环网或以太网的主干网相连。使用模块式集线器的优点是：它提供了扩展插槽来连接增加的网络设备，可以连接很多种不同类型的设备。模块式集线器通常使用在大型网络中，如图 4-18 所示。

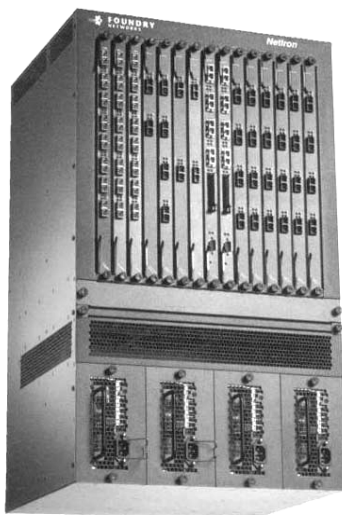


图 4-18 模块式集线器

4. 按照集线器对数据的传送方式的不同分类

按照集线器对数据的传送方式的不同，集线器又可分为共享式集线器、切换式集线器两种。

(1) 共享式集线器。所谓共享式集线器是指连接到集线器中所有端口的结点都共享集线器的带宽，举例说明，如果集线器带宽为 10Mb/s，总共有 8 个端口，8 个端口同时使用时则每个端口的平均带宽只有 10/8Mb/s。共享式集线器不过滤或重新生成信号，并以广播方式向所有端口传送。所谓广播，是指集线器将接收到的数据传送到与之相连的各个端口，类似于日常生活当中的广播播音。这是最常见的一类集线器，平常所说的集线器通常是指共享式集线器。图 4-19 表示共享集线器的广播通信方式。

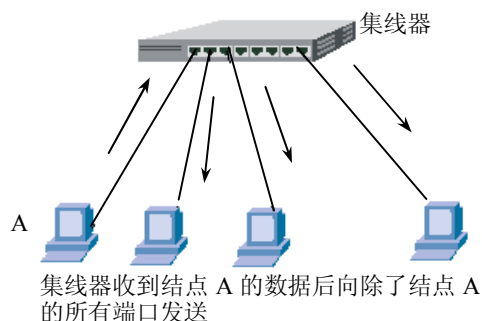


图 4-19 共享集线器的广播通信

(2) 切换式集线器。切换式集线器可以使 10Mb/s 和 100Mb/s 的结点用于同一网段中。一个切换式集线器重新生成每一个信号并在转发前会分析每一个数据包,而且只将其发送到目的地址,除了通信的初始阶段,不再采用广播方式。这种集线器的工作原理和交换机相似,有一定的智能,所以又称为智能集线器。

以上介绍的是几种常见的集线器分类标准,其实还有许多分类方法,如按对集线器的管理方式不同可分智能集线器和非智能集线器等。这是不一一例举。

4.2.3 集线器的选购

要完全发挥出集线器在网络中的作用,选择一款合适的集线器就显得非常重要,在选择集线器时主要从以下三个方面考虑:

(1) 接口类型。根据网络所采用的传输介质的不同,要注意集线器提供的传输介质的接口类型,如果要与双绞线连接时需要具有 RJ-45 接口;如果与细缆相连则需要具有 BNC 接口;与粗缆相连需要具有 AUI 接口;当局域网长距离高速连接时,还需要具有与光纤连接的光纤接口。

(2) 网络所要求的传输速率。目前市面上用于小型局域网的集线器主要有 10M、100M、10M/100M 自适应三种。在规模较大的网络中还有 1000M 和 100M/1000M 自适应的集线器。选择集线器的传输速率,要考虑到上联设备的传输速率、网络中的结点数目以及网络应用的需求。一般来说,如果仅用于拷贝文档和小量的文件传输,10M 的集线器已经可以满足网络速率的要求。但如果需要经常传递声音、图像等大文件,或者网络中同时传输数据的结点数较多,则应考虑选用 100M 的集线器。100M 的集线器只能用在所有结点都支持 100M 传输速率的网络中,为了兼容网络中的一些 10M 的结点,可以在 100M 网络中使用 10M/100M 自适应的集线器。

(3) 网络可扩展性。如果网络需要扩展,为了得到更好的扩展性能,应该尽可能选择可堆叠式集线器,这是新建网络时的一个理想的选择。当然,独立式的集线器也可以通过级联(Uplink)端口接在一起实现对网络的扩充。

4.2.4 集线器在组网中的应用

10Base-T 和 100Base-T 星型拓扑结构中可使用集线器组建一个共享式以太网,星型拓扑结构的网络优点是网络中工作站的变动基本上不影响网络的正常工作,网络工作站组合灵活方便,提高了网络的可靠性,易于维护和扩充,目前仍是局域网组网中最常用的一种拓扑结构。而如果星型结构的中央网络设备使用集线器则所有网络站点(包括服务器)完全共享 10Mb/s 或 100Mb/s 网络带宽,因此称为共享式网络。由于共享带宽导致冲突增加而大大降低网络使用效率。10Base-T 的这种网络类型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 4-20 所示。

从整体来看,10Base-T 星型结构避免了 10Base2 总线结构所存在的问题,网络的安全性较好,当一个工作站出故障时不会影响其他网络用户的正常工作,日常维护和故障排除较方便。100Base-T 的网络结构和 10Base-T 相比仅是速率上存在着差别。为了支持最大 100M 的传输速率,除了要使用支持 100Mb/s 传输速率的网卡、双绞线、集线器等网络设备之外,100Base-T 结构的网络还要求采用标准化布线,以确保网络传输的效率和稳定性。在 100Base-T 网络中,一般网卡选用 10M/100M 自适应全双工网卡,这种网卡可根据传输的信息量自动调整其工作

速率。集线器可以根据网络的具体需要选用 100M 或 10M/100M 的集线器，当用户数多时可使用堆叠式集线器。10M/100M 自适应集线器可用于连接 10M 或 100M 的网卡，并根据连接的网卡的速率调整工作速率以相适应。目前，在办公局域网中 100Base-T 结构主要用于传输的数据量较大的情况。100Base-T 典型网络的拓扑结构示意图如图 4-21 所示。

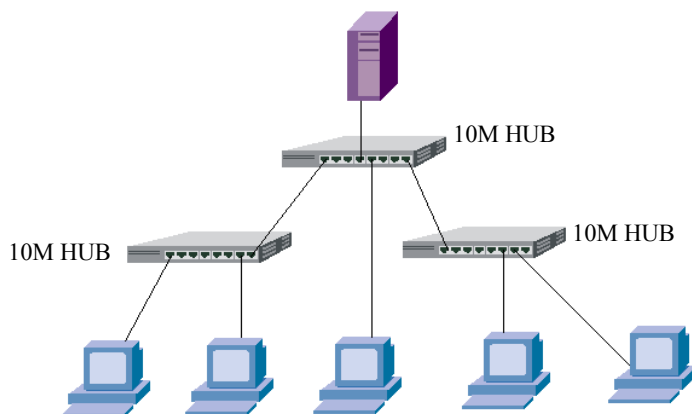


图 4-20 10Base-T 网络连接示意图

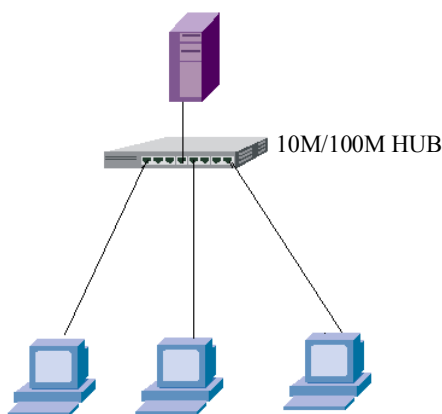


图 4-21 100Base-T 网络连接示意图

但是随着交换机的出现并迅速成为当前局域网的主要集线设备，可以说已基本取代集线器。传统意义上的共享式集线器已经被淘汰。

4.3 以太网交换机

交换机（Switch）是交换式集线器的简称。它工作在 OSI 参考模型的第二层——数据链路层，是集线器的升级换代产品，它与集线器在外观上基本上没有多大区别，不过交换机与普通的共享式集线器在传输数据时采用的方式有本质的不同。交换机以其更加优越的性能在目前局域网中得到广泛的应用。

4.3.1 交换机的基本功能

交换机外部结构和集线器基本相同，有数据端口、可选的管理控制台端口、可选的主干网端口、用于表示连接、通信是否正常的指示灯、电源、风扇。各部分功能同集线器相同，不再赘述。如图 4-22 所示为一台局域网中常见的交换机。交换机具有三种最基本功能。

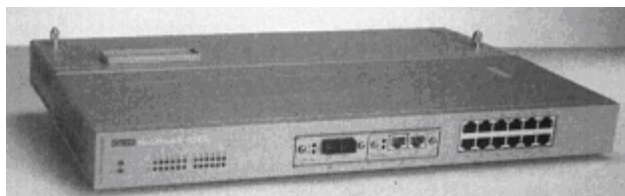


图 4-22 交换机

1. MAC 地址学习功能

每台交换机都会建立并维护一张表格，表格的内容是交换机端口号和此端口连接的结点的 MAC 地址。这张表格称为“MAC 地址表”，它被保存在交换机自带的缓存中。交换机的缓存和计算机的内存相同，在交换机断电后信息全部丢失，对于一台刚加电的交换机而言缓存中是空白的，“MAC 地址表”也是空白的，交换机要通过“学习”才能建立起“MAC 地址表”。当交换机从某一结点收到一个数据帧时（广播帧除外），将对“MAC 地址表”执行两个动作，一是检查该帧的源 MAC 地址是否已在地址表中，如果没有，则将该 MAC 地址添加到地址表中，二是检查该帧的目的 MAC 地址是否已在地址表中，如果该 MAC 地址已在地址表中，则将该帧发送到对应的结点即可。如果该 MAC 地址不在地址表中，说明该目的 MAC 地址是首次出现，则将该帧发送到所有其他结点（源结点除外），相当于该帧是一个广播帧，拥有该 MAC 地址的结点在接收到该广播帧后，将立即做出应答，从而使交换机将这个结点的“MAC 地址”添加到 MAC 地址表中。经过一段时间以后，交换机就将和它连接的结点的 MAC 地址全部“学习”到“MAC 地址表”中。“MAC 地址表”对于交换机转发数据非常重要，凭借“MAC 地址表”，交换机就不必再进行广播了，从一个结点发送过来的数据帧，其中会含有目的结点的 MAC 地址，交换机在“MAC 地址表”里寻找与这个数据帧中包含的目的 MAC 地址相对应的结点，找到以后，便在这两个结点之间建立起一条临时性的专用数据传输通道，这两个结点便可以不受干扰地进行通信了，它们独享交换机的带宽，比如，交换机的带宽是 100M，那么，这两个结点理论上可以以 100Mb/s 速率交换数据。

要强调的是，交换机的“MAC 地址表”是在不断更新的，一是因为交换机中的缓存大小有限，能够存储的 MAC 地址数量也就是有限的，二是因为和交换机相连接的结点可能移除或者添加。更新时间通常默认为 300 秒，对可配置的交换机可以更改，若某 MAC 地址在设定的更新时间内没有再一次出现，交换机将自动把该 MAC 地址从“MAC 地址表”中清除。当下一次该 MAC 地址重新出现时，将会被当作新地址处理。

2. 数据包的转发和过滤

交换机能够解析它所接受的包，特别是它能够读取目标结点的 MAC 地址，并能指导如何把数据包传送到目的地。由于交换机的端口可以连接一个网段（如连接了另一台交换机或集线

器), 这时, 交换机要决定是否向网络的其他段转发(重发)数据包, 如果数据包的目标地址与源地址位于同一段, 就可以把它过滤掉, 不转发; 否则, 转发。交换机只要查找“MAC 地址表”就知道目标地址与源地址是否位于同一网段。以图 4-23 所示为例。集线器 A 和集线器 B 分别连接了 3 台计算机, 集线器 A 连接到交换机的 2 号端口, 集线器 B 连接到交换机的 14 号端口。网络工作了一段时间以后, 交换机建立起如图 4-23 所示的“MAC 地址表”。如果结点 A1 要发送数据包到结点 A3, 数据包经集线器 A 广播到交换机 2 号端口, 交换机通过查找“MAC 地址表”可知这两个结点位于一个网段内, 从而过滤数据包, 不让它经过交换机; 如果结点 A1 要发送数据包到结点 B3, 数据包经集线器 A 广播到交换机 2 号端口, 交换机通过查找“MAC 地址表”可知目的结点位于 14 号端口的一个网段内, 这时则允许数据包通过交换机并转发到 14 号端口, 集线器 B 收到数据包后通过广播发送给结点 B3。

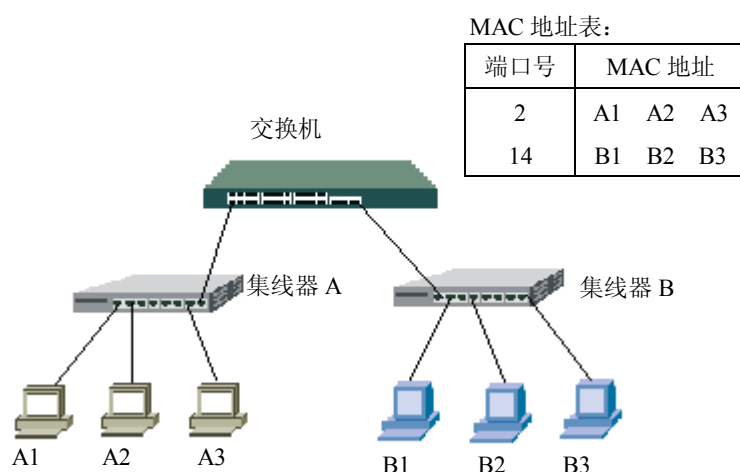


图 4-23 数据包的转发和过滤

3. 数据校验功能

交换机在接收到源端口传送过来的数据包后, 在交换机内部要进行一些处理任务。有快捷方式、存储转发方式和修正的存储转发方式三种。绝大部分交换机采用的是存储转发方式。

(1) 存储转发方式。存储转发(Store and Forward)是计算机网络领域使用得最为广泛的技术之一。交换机先将源端口到来的数据包保存在缓存, 先检查数据包是否正确, 并过滤掉有错误的包, 确定包正确后, 取出数据包中的目的地址, 通过查找“MAC 地址表”找到想要发送的目的端口地址, 然后将该包发送出去, 这个过程称存储转发。运行在存储转发模式下的交换机在发送数据包前要将其读入内存并检查其正确性, 从而可以保证准确性。正因如此, 存储转发方式在数据处理时延时大, 这是它的不足, 但是它可以对进入交换机的数据包进行错误检测, 并且能支持不同速度的输入/输出端口间的交换, 可有效地改善网络性能。它的另一优点就是这种交换方式支持不同速度端口间的转换, 保持高速端口和低速端口间协同工作。实现的办法是将 10Mb/s 低速包存储起来, 再通过 100Mb/s 速率转发到端口上。

(2) 快捷方式也叫直通式。采用快捷方式的交换机会在接收完整数据包之前就读取帧头, 并决定把数据转发往何处。帧的前 14 个字节数据就是帧头, 它包含有目标的 MAC 地址。得到这些信息后, 交换机就足以判断出哪个端口将会得到该帧, 并可以开始传输该帧, 不用缓

存数据,也不用检查数据的正确性。采用快捷方式最大的好处就是它的传输速率较高。由于它不必停下来等待读取整个数据包,这种交换机转发数据比采用存储转发模式的交换机速度快,但是,如果交换机的数据传输发生拥塞,对于采用快捷方式的交换机而言,这种节省时间方式的优点也就失去了意义。在这种情况下,这种交换机必须像采用存储转发模式的交换机那样缓存(或暂时保持)数据。采用快捷模式的交换机比较适合较小的工作组。在这种情况下,对传输速率要求较高,而连接的设备相对较少,这就使出错的可能性降至最低。

(3)修正的存储转发方式。修正的存储转发方式是介于直通式和存储转发式之间的一种方式。它在转发前先检查数据包的长度是否小于64个字节(512位),如果小于64字节,说明是错误的数据包,则丢弃该包;如果大于64字节,则发送该数据包。该方式的数据处理速度比存储转发方式快,但比快捷方式慢,但由于能够避免发生了错误的数据包转发,所以被广泛应用于低档交换机中。

4.3.2 交换机的分类

1. 据传输速率划分

按照传输速率一般可以将交换机分为10Mb/s交换机、快速以太网交换机、千兆交换机、10千兆交换机。

(1)10Mb/s交换机。10Mb/s交换机是一种低档交换机,一般提供三种网络接口:RJ-45、BNC和AUI,所用的传输介质分别为双绞线、细同轴电缆和粗同轴电缆。目前已不太常用。

(2)快速以太网交换机。快速以太网交换机为10M/100Mb/s自适应型的交换机和100Mb/s交换机2种。10M/100Mb/s自适应型的交换机可以自动检测端口连接设备的传输速率与工作方式,并能自动作出调整,保证10Mb/s和100Mb/s的结点可以互相通信。100Mb/s的交换机每个端口的传输速率都是100Mb/s,有些还带有1000Mb/s的千兆位端口模块,它可以连接到另一台交换机,也可以连接到其他高速网络,或者连接到服务器上,为服务器提供更大的带宽。为了与10Mb/s网络兼容,事实上目前使用的基本上还是10M/100Mb/s自适应型的交换机为主。同样一般来说这种快速以太网交换机通常所采用的介质也是双绞线,有的快速以太网交换机为了兼顾与其他光传输介质的网络互连,留有少数的光纤接口。

(3)千兆交换机。千兆以太网交换机是用于目前较新的千兆以太网中,也有人把这种网络称之为“吉位(GB)以太网”,那是因为它的传输速率可以达到1000Mb/s。它一般用于一个大型网络的骨干网段,可采用的传输介质有光纤、双绞线两种。

(4)10千兆交换机。10千兆以太网交换机主要是为了适应当今10千兆以太网络,它一般是用于骨干网段上,采用的传输介质为光纤,其接口方式也就相应为光纤接口。由于10千兆以太网技术还不够成熟,这种网络还不是很普遍,10千兆以太网交换机应用并不广泛。

2. 根据应用层次划分

根据交换机所应用的网络层次,我们又可以将网络交换机划分为企业级交换机、校园网交换机、部门级交换机和工作组交换机、桌面型交换机五种。

(1)桌面型交换机。通常,将和用户设备直接相连的交换机称为桌面型交换机,这是最常见的一种低端交换机,它区别于其他交换机的一个特点是支持的MAC地址较少,一般为1~4个,比如,如果桌面交换机只支持1个MAC地址,那么每个交换机端口只能连接1台计算机。如果桌面交换机只支持4个MAC地址,那么和每个交换机端口连接的集线器最多可以连

接 4 台计算机。桌面交换机广泛应用于小型企业或中型以上企业网络中,作为直接和用户终端设备相连接的网络设备。在传输速率上,目前桌面型交换机大都提供多个具有 10M/100Mb/s 自适应能力的端口。

(2) 工作组交换机。工作组交换机可以直接连接计算机,但更多的是连接一个集线器或另一个交换机,即每一个端口相连的是一个网段,因此支持更多的 MAC 地址。工作组交换机一般为固定配置,不支持模块配置。如果是作为骨干交换机,则一般认为支持 100 个结点以内的交换机为工作组交换机。

(3) 部门级交换机。部门级交换机是面向部门级网络使用的交换机。这类交换机可以是固定配置,也可以是模块配置,一般除了常用的 RJ-45 双绞线接口外,还带有光纤接口。部门级交换机一般具有较为突出的智能型特点,支持基于端口的虚拟局域网(VLAN),可实现端口管理,可任意采用全双工或半双工传输模式,可对流量进行控制,有网络管理的功能,可通过计算机的串口或经过网络对交换机进行配置、监控和测试。如果作为骨干交换机,则一般认为支持 300 个结点以下中型企业的交换机为部门级交换机。

(4) 校园网交换机。这种交换机因通常用于分散的校园网而得名,其实它不一定要应用到校园网络中,只表示它主要应用于物理距离分散的较大型网络中。因为校园网比较分散,传输距离比较长,所以在骨干网段上,这类交换机通常采用光纤或者同轴电缆作为传输介质。这种交换机具有快速数据交换能力和全双工能力,可提供容错等智能特性,还支持扩充选项及第三层交换中的虚拟局域网(VLAN)等多种功能。

(5) 企业级交换机。一般认为作为企业的骨干交换机时,能支持 500 个结点以上大型企业应用的交换机为企业级交换机。属于高端交换机,一般采用模块化的结构,可作为企业网络骨干构建高速局域网,所以它通常用于企业网络的最顶层。企业级交换机一般都是千兆以上以太网交换机,所采用的端口一般都为光纤接口,这主要是为了保证交换机高的传输速率。

3. 根据交换机工作的协议层划分

根据工作的协议层,交换机可分第二层交换机、第三层交换机和第四层交换机。

(1) 第二层交换机。第二层交换机是对应于 OSI 参考模型的第二协议层来定义的,因为它只能工作在 OSI 参考模型的第二层,即数据链路层。第二层交换机依赖于链路层(如 MAC)地址完成不同端口数据间的交换,主要功能包括物理编址、错误校验、帧序列以及数据流控制。桌面型交换机一般是属于这种类型,目前第二层交换机应用最为普遍,一般应用于小型企业或中型以上企业网络的桌面层次。要注意的是,所有的交换机在协议层次上来说都是向下兼容的,也就是说所有的交换机都能够工作在第二层。

(2) 第三层交换机。第三层同样是对应于 OSI 参考模型开放体系模型的第三层,即网络层来定义的,也就是说这类交换机可以工作在网络层。第三层交换机因为工作于 OSI 参考模型的网络层,所以它具有路由功能,能将 IP 地址信息提供给网络并完成路径选择,并实现不同网段间数据的交换。当网络规模较大时,可以根据特殊应用需求划分为小而独立的 VLAN 网段,以减小广播所造成的影响。通常这类交换机是采用模块化结构,以适应灵活配置的需要。在大中型网络中,第三层交换机已经成为基本配置设备。

(3) 第四层交换机。第四层交换机是采用第四层交换技术而开发出来的交换机产品,当然它工作于 OSI 参考模型的第四层,即传输层,直接面对具体应用。由于这种交换技术复杂且第四层交换机价格昂贵,在实际应用中目前还较少见。

4.3.3 识别交换机的工作状态

交换机的正面有许多发光二极管，用于直观地显示交换机的运行状态，如图 4-24 所示。

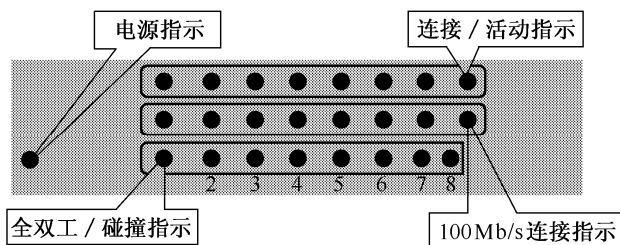


图 4-24 交换机指示灯图解

交换机的每个端口通常都有 3 个指示灯来代表这个端口的运行状态。它们是连接/活动指示灯（Link/Act）、100Mb/s 连接指示灯和工作状态指示灯（Full/Col）。

1. 电源指示灯（PWR）

“PWR”是“Power”（电源）的英文缩写。当交换机电源处于接通状态时，这个指示灯显示稳定的红色。如果指示灯不亮，则表明没有接通电源，通常是电源接口没有插好，或者连接变压器的电源开关没有打开，因此在确认交换机工作状态之前，应该首先检查电源是否插好。

2. 连接/活动指示灯（Link/Act）

“Link/Act”是“Link/Active”（连接/活动）的英文缩写。这个指示灯长亮则表示有设备正常连接到该指示灯所代表的端口，如果不亮则表示没有设备连接到相应端口，如果指示灯不停地闪烁，则表示该指示灯代表的交换机端口处于“活动”状态，即正在传输数据。

在实际应用过程中，如果确认已经将双绞线分别连接到网卡和交换机端口，指示灯还未亮，则有三种可能：一种是交换机端口损坏或接触不良，可以将双绞线接到其他交换机端口验证；另一种是网卡损坏或接触不良，可以将双绞线接到完好的网卡上验证；第三种是双绞线损坏或接触不良，可以通过更换双绞线的方法来验证。

3. 100Mb/s 连接指示（100M）

“100M”是“100Mb/s”的缩写。这个指示灯亮就表示该端口连接的是 100Mb/s 速率的设备；如果不亮，就表示该端口连接的是 10Mb/s 速率的设备。当然，这个判断的前提条件是“连接/活动指示灯”处于长亮或闪烁状态，如果没有设备连接到这个端口，这个指示灯也不会亮。

4. 工作状态指示灯（Full/Col）

“Full/Col”是“Full Duplex/Collision”（全双工/冲突）的缩写。这个指示灯长亮，则表示所代表的端口处于全双工状态，不亮表示所代表的端口处于半双工状态。当然，这个判断前提的条件也是“连接/活动指示灯”处于长亮或闪烁状态。如果这个指示灯闪烁，则表示该端口有冲突发生。交换机的端口刚处于运行状态的一段时间会产生短暂的冲突，这是正常的。如果这个指示灯长时间处于闪烁状态，而且这个端口没有级联 Hub，直接接的是计算机的网卡，则表明网络处于不正常的状态。

4.3.4 交换机在组网中的应用

在上一节中曾经提到的利用集线器组建的网络称为共享式以太网。当网络的平均利用率较高且发送的信息量增大时，共享式网络的带宽被传输冲突和发送重试大量的占用，响应速率明显下降，容易造成传输拥塞。最初的交换机就是用来替代集线器并解决局域网的传输拥塞问题的。如果在共享式网络中增加交换机或将网络设备由集线器换成交换机，网络便由共享式以太网转变成了交换式以太网，交换式以太网根据所传输的帧的目的地址将帧从源端口直接送至目的端口，避免了和网络上其他端口发生冲突。因此，当不同的源端口向不同的目的端口发送帧时，交换式以太网就可以同时传送这些帧，大大提高了网络的速率。交换式以太网组网时，只需在原有共享式网络的基础上增设交换机，网络拓扑结构可以不作任何调整。由于采用了交换技术，减少了网络传输中的冲突，提高了网络的实际吞吐量和工作效率，解决了共享式网络的不足，因而当用户数较多、网络传输的信息量较大时，可以采用这种结构形式。

目前组建局域网时绝大部分主干网上的交换设备都是交换机。在主干网上使用交换机至少有两种好处。首先，由于交换机使各台设备的数据传输相互独立，所以使用交换机通常是比较安全的。其次，交换机为每台设备都提供了独立的信道。这样做的结果是，在传输大量数据和对时间延迟要求比较严格的信号时，如视频会议，能够全面发挥网络的能力。

交换式以太网的典型的网络拓扑结构如图 4-25 所示。如果网络规模很大，结点很多时，众多的交换机按照功能由强到弱向下级联形成层次结构。

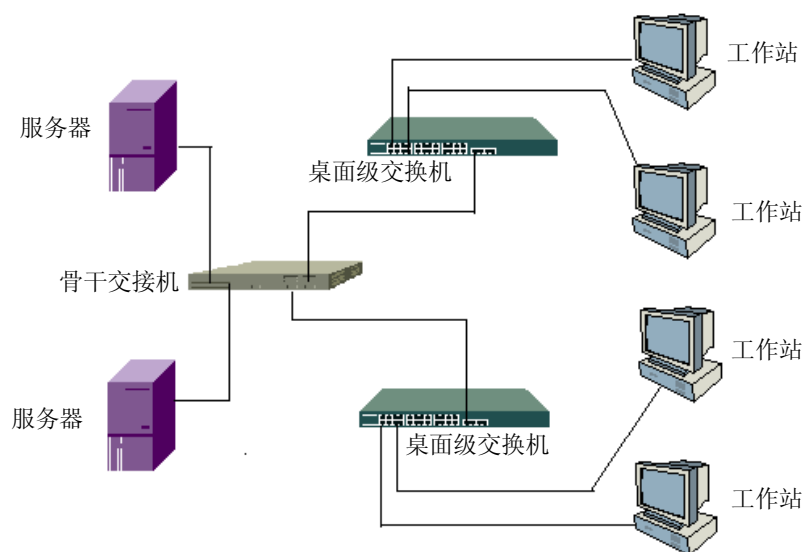


图 4-25 交换式以太网的典型的网络拓扑结构

4.4 路由器

路由器（Router）是一种多端口的网络互连设备，它可以连接不同传输速率、采用不同协议的局域网和广域网。路由器属于 OSI 模型的第三层。路由器工作时是依赖于协议的，因此

在使用路由器之前必须要被设计或配置成能识别某些协议。路由器在进行正确的配置后才能使用，这点和集线器和交换机插上电源就能使用不同，如图 4-26 所示。

4.4.1 路由器的基本功能

路由器是一种智能型的网络结点设备，它具有 3 个基本功能。

1. 互连网络功能

路由器可以互连局域网，并且不要求这些局域网采用相同的技术、具有相同的速率，也不要求采用相同的协议。比如，使用路由器可以连接以太网和令牌环网及 FDDI 网络。路由器可以将局域网接入广域网以及实现广域网到广域网的互连。在连接广域网时，路由器提供了多种接口，比如，X.25、FDDI、帧中继、ATM 等。除此之外，路由器可在不同的网段之间定义网络的逻辑边界，从而将网络分成各自独立的广播网域。因此，路由器可用来作流量隔离，将网络中的广播通信量限定在某一局部范围，以避免扩散到整个网络，并影响到其他网络。

2. 最佳路径选择、数据包处理功能

如果有几个网络通过各自的路由器连在一起，一个网络中的结点要与另一个网络的结点通信时，它们之间可能存在多条可用的路径，究竟选择哪条路径？路由器就根据链路速率、传输开销、延迟、链路拥塞情况等参数来确定最佳的数据包转发路径，如图 4-27 所示。在数据包处理方面，有时数据包在转发过程中，由于网络带宽等因素，如果数据包过大，很容易造成网络堵塞，这时路由器就要把大的数据包根据对方网络带宽的状况拆分成小的数据包，到了目的网络的路由器后，目的网络的路由器会再把拆分的数据包重组成一个原来大小的数据包，再根据源网络路由器的转发信息获取目的结点的 MAC 地址，发给本地网络的结点。除此之外，路由器还能对数据包加密及设置优先级，尤其是路由器的数据包过滤功能，可限定对特定数据的转发，比如，可以不转发它不支持的协议数据包，不转发以未知网络为目的地址的数据包，还可以不转发广播信息，从而减少了网络中的广播流量，避免广播风暴的出现。

3. 协议转换、防火墙功能

路由器往往支持多种通信协议，这样就可以连接两个使用不同通信协议的网络。比如，常用 Microsoft Windows 操作平台所使用的通信协议主要是 TCP/IP 协议，但是如果是 NetWare 系统，则所采用的通信协议主要是 IPX/SPX 协议。连接这些网络的路由器就必须支持 TCP/IP 协议和 IPX/SPX 协议，在数据包经过路由器时完成协议转换的工作，这样双方才能正常通信。目前许多路由器还具有防火墙功能，它能够屏蔽内部网络的 IP 地址，自由设定 IP 地址、通信端口过滤，使网络更加安全。

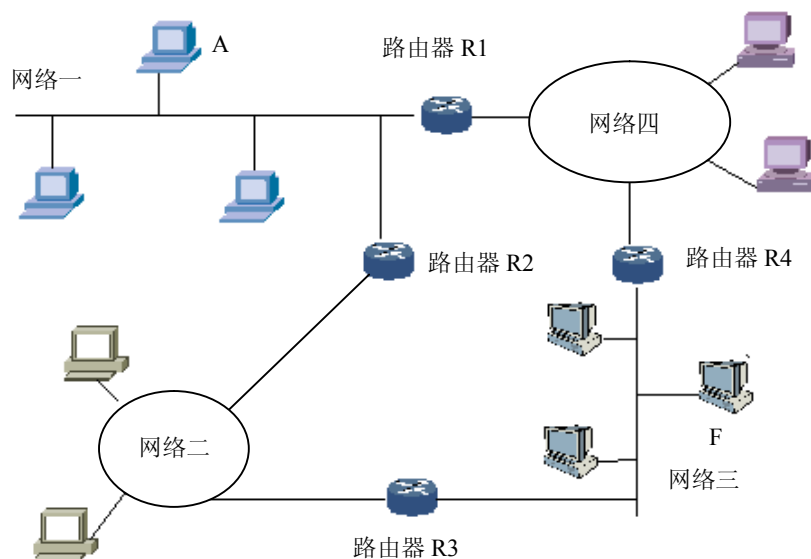
4.4.2 路由器在组网中的应用

如前所述，路由器是一种网络互连设备，可以连接两个网络。比如，在校园中，往往一栋楼内组建一个局域网，各楼宇的局域网通过路由器连接。从整体的角度来看，也可以认为使用路由器将一个大规模的校园网络划分成多个小规模局域网。这样就明显减少了网络中的广播



图 4-26 路由器

流量，提高了网络带宽的利用率，避免出现广播风暴，如图 4-28 所示。路由器另一个比较常见的应用就是将局域网接入到广域网中。比如，选择 DDN（数字数据网）接入互联网就需要路由器。另外，路由器还可以连接 VLAN（虚拟局域网），为 VLAN 之间的通信提供通路。



结点 A 与结点 F 通信时，可用的路径有：
结点 A—R2—网络二—R3—结点 F
结点 A—R1—网络四—R4—结点 F
究竟选择哪一条路径由路由器根据相关参数决定

图 4-27 最佳路径选择

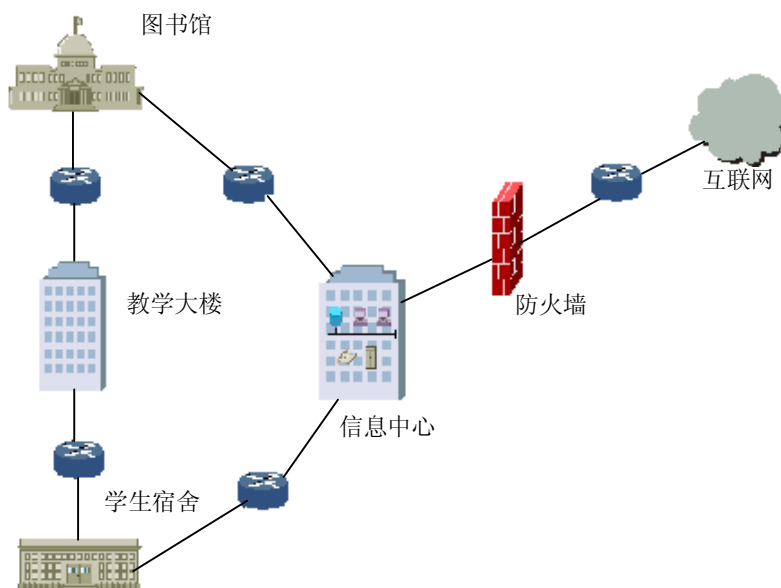


图 4-28 路由器在组网中的应用

路由器提供了连接多种网络的接口,认识这些接口的作用和连接方法是组网中正确应用路由器的基础。

1. 路由器接口

(1) 局域网接口。这些接口主要是用于路由器与局域网进行连接,因局域网类型也是多种多样的,所以就决定了路由器的局域网接口类型也可能是多样的。不同的网络有不同的接口类型,常见的以太网接口主要有 AUI、BNC 和 RJ-45 接口。还有 FDDI、ATM、光纤接口,这些网络都有相应的网络接口,下面分别介绍主要的几种局域网接口。

1) AUI 端口。AUI 端口是用来与粗同轴电缆连接的接口,它是一种 D 型 15 针接口,这在令牌环网或总线型网络中是一种比较常见的端口。路由器可通过粗同轴电缆收发器实现与 10Base5 网络的连接,但更多的是借助于外接的收发转发器(AUI-to-RJ-45),实现与 10Base-T 以太网络的连接。当然也可借助于其他类型的收发转发器实现与细同轴电缆(10Base2)或光缆(10Base-F)的连接。这里所讲的路由器 AUI 接口主要是用粗同轴电缆作为传输介质的网络进行连接用的。

2) RJ-45 端口。RJ-45 端口是最常见的双绞线以太网端口,因为在快速以太网中也主要采用双绞线作为传输介质,所以根据端口的通信速率不同,RJ-45 端口又可分为 10Base-T 网 RJ-45 端口和 100Base-TX 网 RJ-45 端口两类。其中,10Base-T 网的 RJ-45 端口在路由器中通常是标识为“ETH”,而 100Base-TX 网的 RJ-45 端口则通常标识为“10/100bTX”。这两种 RJ-45 端口从外表上看是完全一样的,但端口中对应的网络电路结构有所不同,在连接时要对号入座,不能随意接。

3) SC 端口。SC 端口用于与光纤的连接,一般是通过光纤连接到快速以太网或千兆以太网等具有光纤端口的交换机。这种光纤端口以“100b FX”标识。

(2) 广域网接口。路由器不仅能实现局域网之间连接,更重要的应用还是在于局域网与广域网、广域网与广域网之间的互连。下面介绍几种常见的广域网接口。

1) 高速同步串口。在路由器的广域网连接中,应用最多的端口是“高速同步串口”(SERIAL)了,这种端口主要是用于连接目前应用非常广泛的 DDN、帧中继(Frame Relay)、X.25、PSTN(模拟电话线路)等网络连接模式。在企业的局域网之间有时也通过 DDN 或 X.25 等广域网连接技术进行专线连接。这种同步端口一般要求速率非常高,因为一般来说通过这种端口所连接的网路的两端都要求实时同步。

2) 异步串口。异步串口(ASYNC)主要是应用于 Modem 或 Modem 池的连接,用于实现远程计算机通过公用电话网拨入网络。这种异步端口传输速率较慢,不要求网路的两端保持实时同步。所以人们在上网时所看到的并不一定就是网站上实时的内容,但这并不重要,因为毕竟这种延时是非常小的,重要的是在浏览网页时能够保持网页正常的下载。

3) ISDN BRI 端口。ISDN BRI 端口用于 ISDN 线路通过路由器实现与 Internet 或其他远程网路的连接,可实现 128Kb/s 的通信速率。ISDN 即综合业务数字网,俗称“一线通”。

(3) 路由器配置端口。路由器需要配置以后才能使用,路由器的配置端口有两个,分别是 Console 和 AUX。Console 端口使用配置专用连线直接连接至计算机的串口,利用终端仿真程序(如 Windows 下的“超级终端”)进行路由器本地配置。路由器的 Console 端口多为 RJ-45 端口。AUX 端口为异步端口,主要用于远程配置,也可用于拨号连接,还可通过收发器与 Modem 进行连接。

2. 路由器的硬件连接

路由器的应用非常广泛，端口类型也比较多，它们用于各自不同的网络连接，如果不了解各个端口的作用，就有可能进行错误的连接，导致网络连接不正确，网络不通。路由器的硬件连接主要包括与局域网设备之间的连接、与广域网设备之间的连接以及与配置设备之间的连接。

(1) 路由器与局域网接入设备之间的连接。局域网设备主要是指集线器与交换机这两种集线设备，交换机通常使用的端口只有 RJ-45 和光纤端口 SC，而集线器使用的端口则通常为 AUI、BNC 和 RJ-45。

1) 通过 RJ-45 直接连接。如果路由器和集线设备均提供 RJ-45 端口，那么，可以使用双绞线将集线设备和路由器的两个端口连接在一起。需要注意的是，与集线设备之间的连接不同，路由器和集线设备之间的连接不使用交叉线，而是使用直通线。路由器与集线器或交换机之间的互联使用普通端口而非级联端口。另外，路由器和集线设备端口通信速率应当尽量匹配，否则，宁可使集线设备的端口速率高于路由器的速率，并且最好将路由器直接连接至交换机。

2) 通过 AUI-to-RJ-45 收发器连接。如果路由器只有 AUI 端口，而集线设备提供的是 RJ-45 端口，那么，必须借助于 AUI-to-RJ-45 收发器才可实现两者之间的连接。

3) 通过 SC-to-RJ-45 或 SC-to-AUI 收发器连接。如果路由器要和交换机的光纤端口连接，但本身只有 RJ-45 端口或 AUI 端口，那么必须借助于 SC-to-RJ-45 或 SC-to-AUI 收发器才可实现两者之间的连接。收发器与交换机设备之间的双绞线同样必须使用直通线。

(2) 路由器与互联网接入设备的连接。路由器的更主要应用是将局域网接入互联网，广泛应用于企、事业单位局域网到互联网接入。路由器与互联网接入设备的连接主要通过异步串行口 (ASYNC)、同步串行口 (SERIAL) 和 ISDN BRI 端口实现。

4.4.3 集线器、交换机、路由器之间的区别

集线器、交换机是组建一个局域网时经常会使用到的网络设备，当局域网要互联时，还会用到路由器。明白它们之间的区别，才能根据组网的实际情况作出正确取舍和合适的选择。但随着连接设备硬件技术的提高，已经很难再把集线器、交换机、路由器相互之间的界限划分得很清楚了。例如智能型集线器有了交换机的某些功能，而第三层的交换机完全具备路由器的功能。在探讨它们之间的区别时，集线器是指传统意义上的非智能型的集线器，交换机指的是第二层交换机。

(1) 交换机与集线器的区别。交换机与集线器的区别主要体现在如下几个方面：

1) 在 OSI 参考模型中的工作层次不同。交换机和集线器在 OSI 参考模型中对应的层次不一样，集线器是同时工作在第一层，即物理层，而交换机工作在第二层，即数据链路层。

2) 数据传输的方式不同。集线器的数据传输方式是广播 (broadcast) 方式，这种数据传输方式是没有明确目的的，和它相接的结点经常会收到并不是发给它的数据，从而浪费带宽，当广播流量太大时可能会吞噬了整个带宽，导致网络不可用的故障，即所谓的广播风暴。而交换机的数据传输是有目的的，每一台交换机都维护一张 MAC 地址表，记录与它相连的结点的 MAC 地址及所对应的端口号。在传发数据帧时根据其中携带的目的 MAC 地址，通过查找 MAC 地址表得到所对应的端口号，然后直接发送到目的结点。这种数据传输方式大大提高了传输效率，避免了广播风暴的出现，在安全性方面也不会出现其他结点侦听的现象。

3) 带宽占用方式不同。在带宽占用方面,集线器所有端口是共享集线器的总带宽,而交换机的每个端口都具有自己的带宽,连接到交换机端口的结点独享带宽。因此,相同带宽的交换机和集线器,端口实际的可用带宽交换机比集线器要高得多。显然交换机的传输速率比集线器要快。

4) 传输模式不同。集线器只能采用半双工方式进行传输,因为集线器是共享传输介质的,接收、发送数据不能同时进行。而交换机采用全双工方式来传输数据,因此在同一时刻可以同时进行数据的接收和发送。这使得在数据的传输速率成倍增加,网络吞吐量也大幅提高。

(2) 路由器与交换机之间的区别。路由器与交换机的主要区别体现在以下几个方面:

1) 工作层次不同。最初的交换机是工作在 OSI 参考模型开放体系结构的数据链路层,也就是第二层,而路由器一开始就设计工作在 OSI 模型的网络层。由于交换机工作在 OSI 的第二层(数据链路层),所以它的工作原理比较简单,而路由器工作在 OSI 的第三层(网络层),可以得到更多的协议信息,路由器可以做出更加智能的转发决策。

2) 数据转发所依据的对象不同。交换机是利用物理地址或者说 MAC 地址来确定转发数据的目的地址。而路由器则是利用不同网络的 ID 号(比如 IP 地址)来确定数据转发的地址。IP 地址是在软件中实现的,描述的是设备所在的网络,有时这些第三层的地址也称为协议地址或者网络地址。MAC 地址是由网卡生产商来分配的,而且已经固化到了网卡中去,一般来说是不可更改的。而 IP 地址则通常由网络管理员或系统自动分配。

3) 传统的交换机只能分割冲突域,不能分割广播域;而路由器可以分割广播域。由交换机连接的网段仍属于同一个广播域,广播数据包会在交换机连接的所有网段上传播,在某些情况下会导致通信拥塞和安全漏洞。连接到路由器上的网段会被分配成不同的广播域,广播数据不会穿过路由器。虽然第三层以上交换机具有 VLAN 功能,也可以分割广播域,但是各子广播域之间是不能直接通信的,VLAN 之间的通信仍然需要路由器。

4) 从组网应用上看,交换机是一种集线设备,每个端口可以连接一个网段,而不是网络,即这些网段同属一个网络,它们同属一个网络类型,采用相同的技术和协议。而路由器是一种网络互连设备,可以连接不同类型的网络。

实验4 基于 Windows 2003 组建工作组模式的对等网

对等网也称工作组网,在对等网中只有“工作组”,没有“域”(关于“域”的概念将在本书第5章详细介绍)。正因如此,对等网只需要配置工作组。对等网的规模是比较小的,计算机的数量通常不会超过20台,各台计算机有相同的功能,无主从之分,无服务器和工作站的区分,地位是平等的。网上任意结点计算机既可以作为网络服务器,为其他计算机提供资源;也可以作为工作站,以分享其他服务器的资源;任一台计算机均可同时兼作服务器和工作站,也可只作其中之一。几乎所有操作系统都可以配置对等网,比如 Windows 9x/ME、Windows NT、Windows 2000、Windows XP 等都可以。本实验以 Windows 2003 为例。

本实验我们将要组建一个结构如图4-29所示的对等网。

1. 实验目的

- (1) 熟练掌握网卡的安装和配置。
- (2) 熟练掌握交换机(或集线器)的级联。

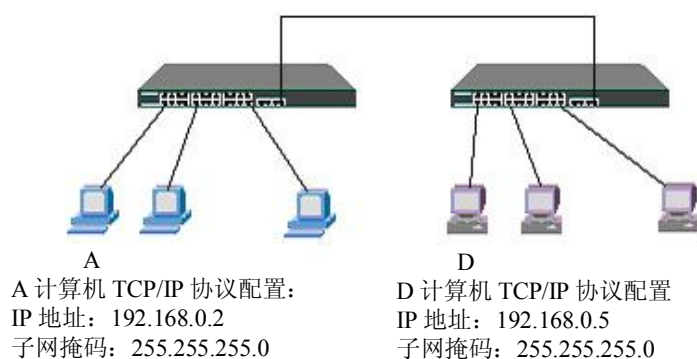


图 4-29 结构示意图

(3) 学会识别交换机（或集线器）、网卡的工作状态。

(4) 学会使用 Ping 命令进行网络连通性测试。

2. 实验环境

(1) 硬件环境。要求有以下实验器材，所需数量可以根据参加实验的学生数目来定。

- 1) 计算机和网卡（最好是 PCI 网卡）。
- 2) 交换机（或集线器）至少两台。
- 3) 已制作好的双绞线，包括交叉线和直通线。

(2) 软件环境。Windows 2003 操作系统。

3. 实验步骤

(1) 硬件连接。

1) 安装网卡。将机箱打开将网卡插入扩展槽（可参照 4.1.4 节关于“将网卡插入计算机的扩展插槽中”的步骤）。

2) 交换机的安装和级联。如果交换机提供了级联端口，用一根直通双绞线通将两台交换机级联，双绞线两端的 RJ-45 头分别插入两台交换机的级联端口。如果交换机没有提供级联端口，这时要用交叉双绞线分别插入两台交换机的任意一个端口，将它们级联起来。注：目前市面上大多数新型交换机都提供了端口自动识别转换功能。

3) 连接计算机和交换机。只需用直通双绞线的两端，一头插入网卡的 RJ-45 端口，另一头插入交换机的 RJ-45 端口，便完成计算机到交换机的最简单连接。将所有计算机都连接到交换机上，并平均分配到两台交换机，如图 4-30 所示。

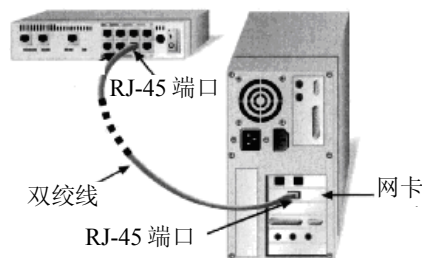


图 4-30 连接计算机和交换机

(2) 软件配置。

1) 安装网卡驱动程序。由于 Windows 2003 操作系统中内置了各种常见硬件的驱动程序, 安装网卡驱动程序变得非常简单。对于常见的网卡, 用户只需将网卡正确安装在主板上, 系统即会自动安装其驱动程序, 无需用户手动配置。对于 Windows 2003 不能识别并自动安装其驱动程序的网卡, 需要手动配置。操作步骤可参照 4.1.4 节关于“安装网卡的驱动程序”的步骤。

2) 安装并手动配置 TCP/IP 协议。局域网能使用的协议很多, 本实验以安装 TCP/IP 协议为例。

①在桌面上右击“网上邻居”, 选择“属性”打开“网络连接”窗口, 如图 4-31 所示。

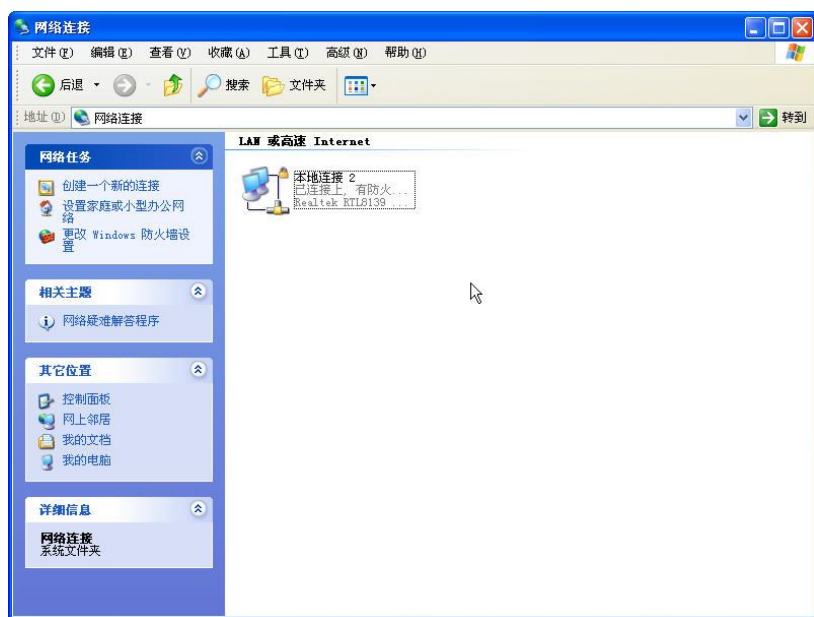


图 4-31 “网络连接”窗口

② 在该对话框中, 右键单击“本地连接”图标, 在弹出的快捷菜单中选择“属性”命令, 打开“本地连接属性”对话框中的“常规”选项卡, 如图 4-32 所示。

③ Windows 2003 默认安装了 TCP/IP 协议。如果“Internet 协议 (TCP/IP)”项前的复选框没有选中, 单击复选框选中。再单击“属性”按钮, 打开“Internet 协议 (TCP/IP)”属性对话框, 如图 4-33 所示。

④选中“使用下面的 IP 地址”, 手动输入 IP 地址和子网掩码。如 192.168.0.2 和 255.255.255.0, 注意 IP 地址不能重复。本实验 IP 地址范围设为: 192.168.0.1-192.168.0.254, 子网掩码设为: 255.255.255.0。其他项不设置。

⑤ 单击“确定”按钮完成。

⑥ 按照步骤①~⑤依次设置工作组中的其他客户端的 TCP/IP 协议。

(3) 观察交换机工作状态。

打开交换机(或集线器)的电源, 通过交换机(或集线器)的端口灯查看它们工作是否正常。可参照 4.3.3 节。



图 4-32 “常规”选项卡

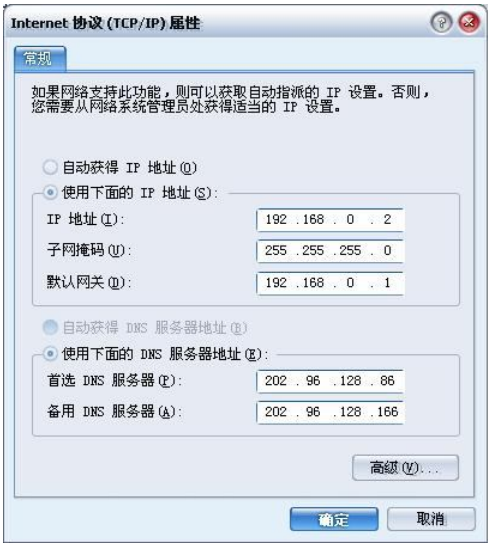


图 4-33 “Internet 协议 (TCP/IP) 属性”对话框

(4) 用 Ping 命令进行网络连通性测试。本实验组建的网络结构如图 4-34 所示。

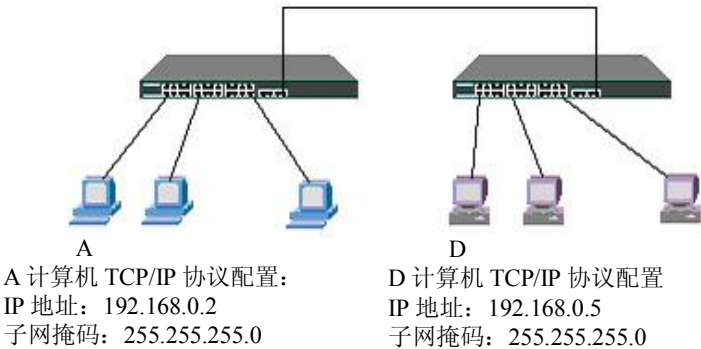


图 4-34 网络结构

例如要测试 A 计算机和 D 计算机的连通性。可参照如下步骤进行：

1) 启动 A 计算机，单击“开始”→“运行”，在“运行”对话框中输入“cmd”命令，如图 4-35 所示。



图 4-35 “运行”对话框

2) 单击“确定”按钮进入 MS-DOS 方式, 在命令提示符下输入命令 ping 192.168.0.2 后回车, 如图 4-36 所示。

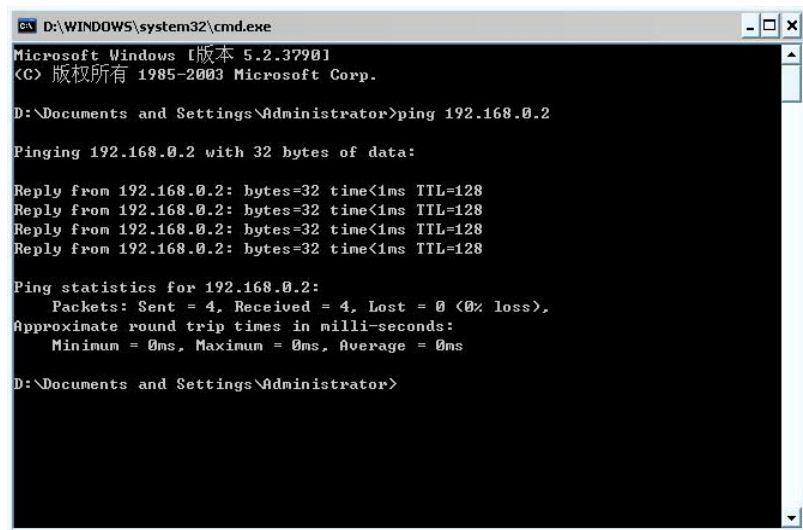


图 4-36 MS-DOS 方式

3) 如果得到图 4-36 所示执行结果, 说明 A 计算机的 TCP/IP 协议配置正确。否则, 要检查网卡是否正确驱动, TCP/IP 协议是否配置正确, 系统软件防火墙是否设置为允许使用 ping 命令。直到得到如图 4-36 所示的执行结果 (TTL 的值可能不同)。

4) 在完成第 3 步后, 接着在命令提示符下输入命令 ping 192.168.0.5, 回车。如果能得到如图 4-37 所示的执行结果。说明 A 计算机和 D 计算机已经连通。否则, 要检查 D 计算机是否开机? 网卡是否正确驱动? TCP/IP 协议是否配置正确? 系统软件防火墙设置是否正确? 交换机是否开启? 交换机有没有故障? 双绞线有没有故障?

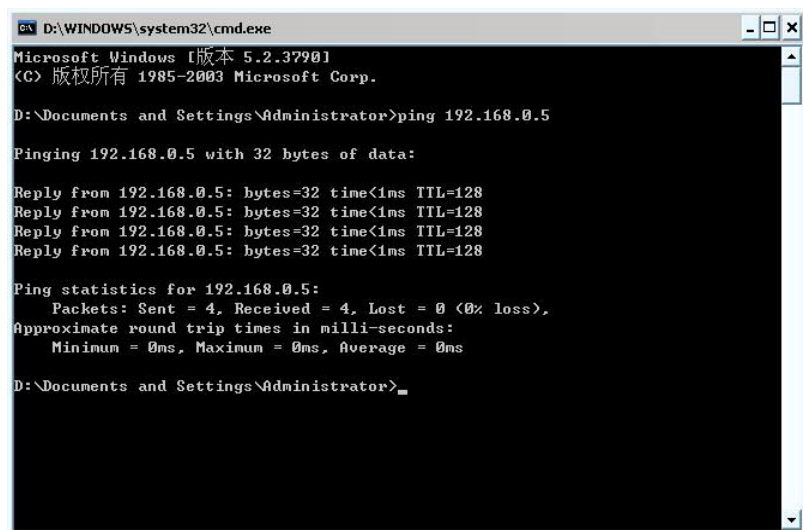


图 4-37 MS-DOS 方式

4. 实验作业

(1) 记录交换机（或集线器）加电时各端口的链路状态显示的变化过程。

(2) 如果在 Ping 命令 Ping 位于另一台交换机上的一台计算机的 IP 地址，收到没有连通的回应，你认为可能出现故障的环节有哪些？

思考与练习 4

一、选择题

1. 目前主流的总线适配器类型的网络接口卡是？（ ）
A. PCI B. EISA C. ISA D. MCA
2. 在一台计算机上只能安装一块网络接口卡？（ ）
A. 对 B. 错
3. 下面哪一个症状是网络接口卡引起的资源冲突？（ ）
A. 计算机通不上电
B. 当计算机启动时，蜂鸣器发出三声嘟声
C. 计算机显示一条有关视频驱动程序出错的消息
D. 计算机发出网络接口卡造成数据传输出错的警告
4. 集线器属于 OSI 模型的哪一层？（ ）
A. 第一层 B. 第三层 C. 第二层 D. 第四层
5. 集线器的上行链路端口的功能是什么？（ ）
A. 把它与网络服务器相连 B. 把它与最近的工作站相连
C. 把它与另外一个集线器相连 D. 把它与路由器相连
6. 智能型集线器在某些方面与共享式集线器不同，这是因为它可以执行如下的哪一种功能？（ ）
A. 重新产生被衰减的信号 B. 提供扩展端口
C. 以级联方式连接其他集线器 D. 能直接转发数据
7. OSI 模型的哪一层具有桥接功能？（ ）
A. 第一层 B. 第三层 C. 第二层 D. 第四层
8. 交换机是如何知道它是应该转发还是应该过滤掉数据帧的？（ ）
A. 交换机维护 MAC 地址表，该 MAC 地址表基于数据帧的目标地址能够识别哪些数据帧该转发，哪些该过滤掉
B. 从它传送的每一个数据帧中解析出源结点地址；所有不属于该交换机广播域的源结点地址都被过滤掉
C. 交换机在目标结点重新请求前一直保护该数据帧，随后，交换机就转发数据帧
D. 交换机把输入数据所用的协议与先前数据所用的协议作比较后，过滤掉那些不匹配的输入数据帧
9. 与集线器相比，下面哪一个是使用交换机的优点？（ ）
A. 交换机能够提供网络管理信息

- B. 交换机能够给某些结点分配专用信道，这使得数据传输更安全
 - C. 交换机能够更有效地从一个网段向另一个网段传输数据
 - D. 交换机能够在数据冲突发生率较高时提醒网络管理员
10. 下面哪一种是路由器的主要功能？（ ）
- A. 选择转发到目标地址所用的最佳路径
 - B. 重新产生衰减了的信号
 - C. 把各组网络设备归并进一个单独的广播域
 - D. 向所有网段广播信号