

第5章 局域网

本章学习目标

- 掌握局域网常见的拓扑结构以及局域网常见的传输介质。
- 掌握局域网的体系结构。
- 掌握常见的局域网类型。
- 熟悉以太网技术。
- 掌握广播域、冲突域的概念。
- 掌握以太网的 CSMA/CD 协议的工作原理。
- 熟悉以太网帧结构,掌握以太网 MAC 帧格式分析实验。
- 熟悉虚拟局域网 VLAN 技术,掌握交换机 VLAN 划分实验。
- 掌握交换机自学习功能实验。

本章主要讲解局域网相关知识,详细讲解局域网拓扑结构,介绍局域网常见的传输介质,探讨局域网的体系结构,分析常见的局域网类型。

本章重点讲解以太网技术,分析 CSMA/CD 协议以及冲突域和广播域的概念,接着分析以太网的帧结构,并通过实验验证以太网 MAC 帧格式,分析以太网扩展技术。最后详细分析虚拟局域网 VLAN 技术,并通过实验实现交换机 VLAN 技术。

5.1 局域网技术概述

局域网(Local Area Network, LAN)是指局部范围内小规模的计算网络,覆盖范围比较小,通常 10 千米左右,如一个实验室、一栋建筑、一个学校、一个企业等。现在局域网的使用非常广泛,学校和企业大都拥有校园网或企业网。局域网为组织内部提供了一个高效、便捷和安全的网络环境,使用户能够共享资源、进行通信和访问互联网。它在企业、学校、家庭等场所得到广泛应用,并成为现代社会中不可或缺的基础设施之一。局域网采用广播信道的数据链路层,常见的局域网有以太网、令牌环、令牌总线、光纤分布式数据接口(FDDI)以及无线局域网等,目前广泛使用的是以太网技术。

拓扑结构和传输介质决定了各种局域网的特点。常见的局域网拓扑结构有总线型、环状、星状以及树状。局域网的相关标准由 IEEE 802 委员会制定。由于在商业上的激烈竞争,IEEE 802 委员会未能形成一个统一的、“最佳的”局域网标准,而是被迫制定了几个不同的局域网标准,如 802.3 以太网标准、802.4 令牌总线网(Token-Bus)标准、802.5 令牌环网(Token-Ring)标准以及 802.11 无线局域网标准等。

5.1.1 局域网的拓扑结构

局域网常见的拓扑结构有总线型、环状、星状、树状。

(1) 总线型拓扑(Bus Topology)。

在总线型拓扑中,所有设备都连接到一条共享的传输介质(如电缆)。设备之间通过传输介质通信。总线型拓扑简单且成本较低,但当传输介质发生故障时,整个网络会受影响。

(2) 环状拓扑(Ring Topology)。

在环状拓扑中,每个设备都与相邻设备直接连接,形成一个闭合的环状结构。数据通过环形路径传输,每个设备都充当数据的中继站。

(3) 星状拓扑(Star Topology)。

在星状拓扑中,所有设备都连接到一个集线器(Hub)或交换机(Switch)。这些设备通过集线器或交换机通信,集线器或交换机起到中央控制设备的作用。星状拓扑易于管理和扩展,当一个设备有故障时,并不会影响整个网络,但它依赖于中央设备的稳定性。

(4) 树状拓扑(Tree Topology)。

树状拓扑是多个星状拓扑连接在一起形成的层次结构。一个中心结点(通常是交换机或路由器)连接到多个子结点,而每个子结点又可以连接到其他子结点,形成一个树状的拓扑结构。树状拓扑适用于大规模网络,提供了良好的扩展性和分段管理。

这些局域网拓扑结构可以根据实际需求和网络规模进行选择 and 组合,以构建出适合特定环境的局域网。局域网拓扑结构的详细特性介绍见第 1 章 1.2.2 计算机网络的分类中的按网络拓扑结构划分部分。

5.1.2 局域网的传输介质

局域网的传输介质分为有线传输介质和无线传输介质两类。有线传输介质有同轴电缆、双绞线、光缆,无线传输介质有短波、微波以及红外线等。有线传输介质用于有线局域网中,无线传输介质用于无线局域网中。

1. 同轴电缆

同轴电缆主要用于总线型拓扑结构的局域网中,在局域网发展初期曾广泛使用。同时它也应用于环状拓扑结构的局域网中,这种网络结构中的设备直接通过同轴电缆(或光缆)串接,最后形成一个闭环。目前,同轴电缆主要用在有线电视网的居民小区中。同轴电缆的宽带取决于电缆的质量。

2. 双绞线

现在的局域网基本都采用双绞线作为传输介质。目前广泛采用的局域网拓扑结构有星状结构、树状结构等。这些拓扑结构使用的传输介质基本都是双绞线。令牌环网也可采用双绞线作为传输介质。

3. 光缆

树形结构局域网的主干中通常使用光纤实现远距离传输。在局域网的星状和树状拓扑结构中,光纤到桌面应该是将来发展的趋势。光缆也可用于环状拓扑结构局域网中,但该拓扑结构目前已很少使用。

4. 无线传输介质

无线传输介质指的是在无线通信中用于传输数据的介质或技术,常见的无线传输介质有短波、微波、红外线等。

局域网传输介质的详细介绍见第 3 章的 3.2 物理层下面的传输媒体部分。

5.1.3 局域网体系结构

局域网体系结构仅涉及 OSI 七层体系结构的低两层,即物理层和数据链路层,或 TCP/IP 体系结构的网络接口层。考虑到局域网类型多,制定的标准多,为了使数据链路层能更好地适应多种局域网标准,IEEE 802 委员会把局域网的数据链路层拆分成两个子层,即逻辑链路控制(Logical Link Control, LLC)子层和媒体接入控制(Medium Access Control, MAC)子层。局域网体系结构与 OSI 参考模型的对应关系如图 5.1 所示。



图 5.1 局域网体系结构与 OSI 参考模型的对应关系

20 世纪 90 年代后,激烈竞争的局域网市场逐渐明朗,以太网在局域网中取得垄断地位,几乎成了局域网的代名词。由于互联网的发展,TCP/IP 体系支持的局域网为 DIX Ethernet V2(DEC、Intel 和施乐联合提出的以太网标准),而该标准中不支持 LLC 子层,因此很多厂商生产的适配器上仅装有 MAC 协议,而没有 LLC 协议,现在再讨论局域网就不再考虑 LLC 子层。因此,IEEE 802 委员会制定的逻辑链路控制子层 LLC(即 IEEE 802.2 标准)的作用已经消失。

5.2 常见的局域网类型

常见的局域网类型有令牌环网、令牌总线网、FDDI 网以及以太网等。

5.2.1 令牌环网

令牌环网(Token-Ring Network)是由 IBM 公司 20 世纪 70 年代开发的,主要用于 IBM 系统,该网络支持的传输速率为 4Mb/s 和 16Mb/s 两种。该网络中有一种专门的帧,称为“令牌”,在环路上持续传输,确定一个结点何时可以发送数据。令牌环网的结构如图 5.2 所示。

令牌环网使用了令牌传递机制解决冲突问题。令牌环网中有一个令牌(Token)沿着环形总线在入网结点计算机间依次传递,只有持有令牌的设备才能够发起数据传输,当一个设备想要发送数据时,必须等待接收到令牌。一旦设备获得令牌,就可以将需要传输的数据附

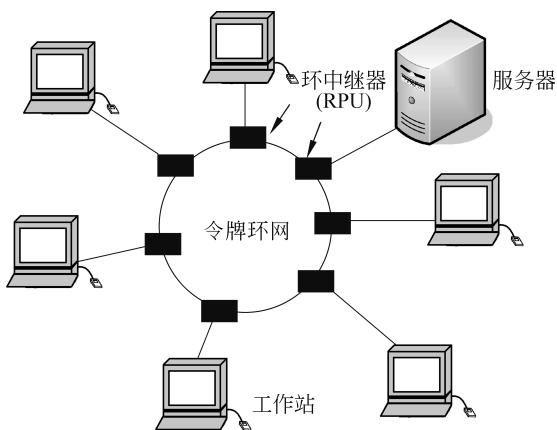


图 5.2 令牌环网

加到令牌上,并将其发送到下一个设备。这样保证了任何时刻都只有一个设备可以发送数据,避免了数据碰撞和冲突。由于令牌在令牌环网上是按顺序依次传递的,因此对所有入网计算机而言访问权是公平的。

令牌在工作中有“闲”和“忙”两种状态。“闲”表示令牌没有被占用,即网中没有计算机在传送信息;“忙”表示令牌已被占用,即网中有信息正在传送。希望传送数据的计算机必须首先检测到“闲”令牌,将它置为“忙”状态,然后在该令牌后面传送数据。当所传数据被目的结点计算机接收后,数据从网络中除去,令牌被重新置为“闲”。令牌环网上传送的信号是差分曼彻斯特编码信号。

令牌环网的缺点是需要维护令牌,一旦失去令牌就无法工作,需要选择专门的结点监视和管理令牌。由于以太网技术发展迅速,加上令牌环网存在固有缺点,因此令牌环网在整个局域网中已不多见,生产令牌环网设备的厂商也退出了市场。

5.2.2 令牌总线网

令牌总线(Token-Bus)网类似令牌环网,是一种局域网技术,它使用总线拓扑结构和令牌传递机制实现数据传输,令牌总线被 IEEE 802.4 工作组标准化。

令牌总线网的设备通过共享一条总线连接在一起,总线是一个物理通道,设备通过总线发送和接收数据,所有设备可以同时访问总线。在令牌总线网中,一个特殊的令牌在总线上循环传递。当令牌传到某个结点后,如果该结点没有要发送的信息,就把令牌按顺序传到下一个结点。只有持有令牌的设备才能发送数据。当设备想要发送数据时,必须等待令牌到达自己所在的位置。一旦设备获得令牌,就可以将数据附加到令牌上并发送出去,避免了数据的冲突。

信息发送完毕或到达持有令牌最大时间时,结点必须交出令牌,把令牌传送到下一个结点。令牌总线网是早期局域网技术的一种,由于其性能较低和受限的扩展能力,现在已经较少使用。

5.2.3 FDDI 网

FDDI(Fiber Distributed Data Interface)是一种光纤分布式数据接口网络,是一种使用

光纤传输数据的局域网数据传输标准,该标准由 ANSI 制定,为网络大容量输入输出提供一种访问方法。FDDI 于 20 世纪 80 年代中期发展起来,它提供的高速数据通信能力高于当时的以太网(10Mb/s)和令牌网(4 或 16Mb/s)的能力。FDDI 网络采用了双环结构,具有高带宽、高可靠性和高容错性等特点。

FDDI 网络由两个独立的光纤环组成,分别为主环和备份环。数据在主环上传输,而备份环则作为冗余路径,以确保网络的高可靠性和容错能力。如果主环中某一部分发生故障,备份环可以接管数据传输,保证网络继续正常运行,从而避免了冲突。

FDDI 网络利用了类似令牌总线的令牌传递机制控制数据传输。一个特殊的令牌在主环上循环传递,只有持有令牌的设备才能发送数据。在 FDDI 网络中,每个设备都会监听主环上的活动,如果一个设备检测到其他设备正在发送数据,它将等待令牌传递到自己的位置再发送数据,以有效避免数据冲突和碰撞。

FDDI 网络具有很强的容错性能,当主环中的某个结点或链路发送故障时,备份环会接管数据传输,确保网络的连通性和数据的可靠性。此外,FDDI 网络还支持自动结点绕过功能,可以在故障结点周围建立临时连接,使网络能够继续运行,同时允许故障结点的维修或替换。

FDDI 网络通过双环结构、令牌传递机制、冲突检测和容错机制等方法来解决冲突问题,并提供了高性能和可靠性的数据传输,但随着以太网技术的发展和普及,FDDI 网络在现代网络中已被取代。

5.2.4 以太网

以太网(Ethernet)是一种目前应用最普遍的基于广播式数据传输和冲突检测机制的局域网技术。它采用 CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)传输方式,用于在局域网内实现计算机之间的数据通信。以太网工作在 OSI 七层网络参考模型的底层,用于传送来自较高层协议的信息包。它取代了令牌环、令牌总线以及 FDDI 等局域网技术,从而在局域网市场中取得垄断地位,几乎成了局域网的代名词。接下来重点介绍以太网技术。

5.3 以太网技术

20 世纪 70 年代末,罗伯特·梅特卡夫等在斯坦福研究所进行了一系列局域网的实验,他们的目标是通过共享介质来连接多台计算机,实现资源共享和通信。此时,夏威夷大学的课程网 ALOHAnet(阿罗哈网)已经使用了一种名为 ALOHA 的无线网络技术来实现多台计算机之间的通信。这启发了以太网的设计,激发了对共享介质的灵感。

1976 年,罗伯特·梅特卡夫和他的助手发表了《以太网:局域计算机网络的分布式包交换技术》的文章。同年,斯坦福研究所和帕罗奥图研究中心合作提出了以太网的设计方案,他们称为 Ethernet,因为 Ether(以太)曾被科学家认为是电磁波在真空中的传输介质,而 Ethernet 就是以太网的意思,就是数据传输的网络。该设计方案基于冲突检测(Collision Detection)和载波监听多址(Carrier Sense Multiple Access,CSMA)原理,用于解决共享介质上的数据冲突问题。1977 年年底,罗伯特·梅特卡夫和他的合作者获得了“具有冲突检

测的多点数据通信系统”的专利。

1980年9月,DEC、Intel和Xerox联合提出10Mb/s以太网规约的第一个版本DIX Ethernet V1(DIX是这三个公司名称的缩写),1982年修改为第2版规约,也是最后的版本,即DIX Ethernet V2。

IEEE 802委员会的802.3工作组在DIX V2的基础上于1983年制定了第一个IEEE以太网标准IEEE 802.3,数据率为10Mb/s。以太网的两个标准DIX Ethernet V2与IEEE的802.3只有很小的差别,因此很多人也常把802.3局域网称为“以太网”。严格来说,“以太网”应当是指符合DIX Ethernet V2标准的局域网。

5.3.1 以太网技术基础

传统以太网最初是使用粗同轴电缆,后来演进到使用比较便宜的细同轴电缆,最后发展成为使用更便宜和更灵活的双绞线。

1. 传统以太网采用CSMA/CD协议解决冲突问题

传统以太网中的多个设备共享同一条传输介质(如电缆),意味着多个设备可以同时发送数据。由于共享介质的特性,可能会发生数据碰撞,即两个或更多设备同时发送数据导致数据冲突,CSMA/CD协议使用碰撞检测来解决数据碰撞问题。

在共享信道总线型以太网中,由于信道传播时延的存在,即使总线上两个站点没有监听到载波信号而发送帧时,仍有可能会发生碰撞。因此当设备开始发送数据时,会不断侦听传输介质,以检测是否有其他设备同时发送数据。如果检测到碰撞(即介质上有其他设备发送数据),即在信道上检测到超过发送站点本身发送的载波信号的幅度,由此判断出冲突的存在,此时设备会立即停止发送,这样信道容量就不致因白白传送已受损的帧而浪费,从而提高总线的利用率。

当发生碰撞时,站点会向总线发一串特殊的阻塞信号,用来将碰撞信息通知给总线上的其他设备。另外它会等待一段随机时间后重新尝试发送数据,通过引入随机等待时间降低多个设备在同一时间尝试再次发送数据的可能性,减少再次发生碰撞的概率。

为了更好地理解CSMA/CD的工作原理,需要了解几个概念。

1) 强化碰撞

一旦发送数据的站发现发生了碰撞,除立即停止发送数据外,还要再继续发送32b或48b的人为干扰信号,以便让所有用户都知道现在已经发生了碰撞。

2) 最短帧间间隔

以太网是以帧为单位传送数据,以太网传送帧时,各帧之间还必须保持最短时间间隔,目的是确保网络中的设备有足够的时间来检测到碰撞,并停止发送数据。根据IEEE 802.3规定,以太网帧间最短间隔为 $9.6\mu\text{s}$,这意味着两个设备发送完一个数据帧后,必须等待至少 $9.6\mu\text{s}$ 后才能发送下一个数据帧。对于10Mb/s的以太网来说,相当于96b的发送时间,一个站检测到总线开始空闲后,还要等待 $9.6\mu\text{s}$ 才能再次发送数据,使刚刚收到数据帧的站的接收缓存来得及清理,做好接收下一帧的准备。

3) 最短有效帧长

以太网站点发送帧时会进行碰撞检测,现在考虑一种情况:某个站发送了一个很短的帧,但发送完毕之前并没有检测出碰撞,发送完毕后不会进行碰撞检测。假定这个帧在继续

向前传播到达目的站之前和别的站发送的帧发生了碰撞,发送这个帧的站点是无法知道的,该帧将出错而不会重传。为避免发生该情况,以太网规定最短有效帧长。要求满足最短有效帧长的帧在发送完毕之前,只要发生碰撞就一定能够检测出来。

如图 5.3 所示,现假定 A、B 两个站点位于总线两端,两站点之间的最大传播时延为 TP。当 A 站点发送数据后,经过接近于最大传播时延 TP 时,B 站点正好也发送数据,此时便会发生冲突。发生冲突后,B 站点立即检测到该冲突,而 A 站点需再经过一个最大传播时延 TP 后才能检测出冲突,即在最坏情况下检测出一个冲突的时间等于任意两个站之间最大传播时延的两倍(2TP)。

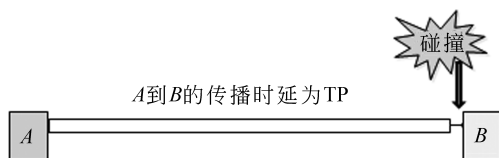


图 5.3 发生碰撞时的情况

10M 以太网采用中继器时,最多经过 4 个中继器,连接的最大长度是 2500m,信号在以太网上传播 1000m 大约需要 $5\mu\text{s}$,2500m 大约需要 $12.5\mu\text{s}$ 。考虑网络介质本身的时延以及强化碰撞干扰信号的持续时间,为了确保 CSMA/CD 能够正常运行,放大了结果,最终规定,在 10M 以太网端到端的最大传播时延是 $25.6\mu\text{s}$ 。在极限情况下,刚到达目的站点才发生碰撞,那么碰撞的情况要再经历一个 $25.6\mu\text{s}$ 才能被发送帧的站点检测到。因此为了检测碰撞,至少应该在 512b 时间内都保持正在发送帧的状态,所以规定帧的最短有效长度是 512b(即 64B)。

以太网规定最短有效帧长为 64B,如果要发送的数据少,则加入一些填充字节,使帧长不小于 64B。对于 10Mb/s 以太网,发送 512b 需要 $51.2\mu\text{s}$ 。这就是以太网端到端的往返时间,也称为争用期。

4) 截断二进制指数退避算法

以太网使用截断二进制指数退避算法确定碰撞后重传的时机。多个设备同时发送数据帧到以太网上时,可能会发生碰撞,该算法让发生碰撞的站停止发送数据后不是等待信道变为空闲后就立即再次发送数据,而是推迟(退避)一个随机时间。因为如果几个发生碰撞的站都在监听信道,有可能同时发现信道变成了空闲,而同时重新发送,那么肯定又会发生碰撞。为了使各站重传时再次发生冲突的概率减小,可采用截断二进制指数退避算法来确定重传的时机,具体的退避算法如下。

(1) 协议规定基本退避时间为争用期,具体的争用期时间是 $51.2\mu\text{s}$ 。对于 10Mb/s 的以太网,在争用期内可以发送 512b,即 64B。也可以说,争用期是 512b 时间。

(2) 从离散的整数集合 $\{0, 1, \dots, (2^k - 1)\}$ 中随机取出一个数,记为 r 。重传应推后的时间就是 r 倍的争用期。参数 k 按下面的公式计算

$$k = \text{Min}[\text{重传次数}, 10]$$

当重传次数不超过 10 时,参数 k 等于重传次数;当重传次数超过 10 时, k 恒等于 10。

(3) 当重传达到 16 次仍不能成功时(表明同时打算发送数据的站太多,以致连续发生冲突),则丢弃该帧,并向高层报告。

例如,第1次重传时, $k=1$,随机数 r 从整数 $\{0,1\}$ 中选一个数。因此重传的站可选择的重传推迟时间是0或1倍的争用期时间,在这两个时间中随机选择一个。

若再次发生碰撞,则第2次重传时 $k=2$,随机数 r 就从整数 $\{0,1,2,3\}$ 中选一个数,因此重传推迟的时间是在0、1、2和3倍争用期这4个时间中随机选取一个。

同样,若再次发生碰撞,则第3次重传时 $k=3$,随机数 r 就从整数 $\{0,1,2,3,4,5,6,7\}$ 中选一个数,以此类推。

若连续多次发生冲突,就表明可能有较多的站参与争用信道。使用退避算法可使重传需要推迟的平均时间随重传次数增大而增大,减小发生碰撞的概率,这有利于整个系统的稳定。

最终 CSMA/CD 工作原理概括如下。

(1) 准备发送。适配器从网络层获得一个分组,加上以太网的首部和尾部,组成以太网帧,放入适配器的缓存中,但在发送之前必须先检测信道。

(2) 检测信道。若检测到信道忙,则应不停地检测,一直等待信道转为空闲。若检测到信道空闲,并在 96b 时间内信道保持空闲(保证了帧间最小间隔),就发送这个帧。

(3) 发送过程中仍不停地检测信道,即网络适配器要边发送边监听。这里有以下两种可能性。

① 发送成功。在争用期内一直未检测到碰撞。这个帧肯定能够发送成功,发送完毕后,其他什么也不做,然后回到步骤(1)。

② 发送失败。在争用期内检测到碰撞。这时立即停止发送数据,并按规定发送人为干扰信号。适配器接着执行指数退避算法,等待 r 倍 512b 时间后返回到步骤(2),继续监测信道。但若重传达到 16 次仍不能成功,则停止重传而向上报错。

CSMA/CD 协议主要用于传统以太网(如 10BASE-T 和 100BASE-TX 等),而现代以太网(如千兆以太网和万兆以太网等)不再使用 CSMA/CD 协议来解决冲突问题,较高速率的以太网使用全双工通信和交换机技术来避免冲突。全双工通信允许设备同时发送和接收数据,而无须侦听介质,交换机基于目的地址将数据包从输入端口转发到正确的输出端口,提供点对点的连通性,消除了多个设备之间的冲突。是否采用 CSMA/CD 协议不是评价以太网的标准,尽管现在的以太网大多不采用 CSMA/CD 协议解决碰撞问题,但帧结构没有发生改变,所以仍然称为以太网。

2. 同轴电缆总线以太网

最早的以太网是将许多计算机都连接到一根总线上,当初认为这种连接方法既简单又可靠,因为当时人们普遍认为有源器件不可靠,而无源的电缆线才是最可靠的。最初的以太网选择了总线结构,在粗同轴电缆上通过 T 型接口连接各个计算机设备,计算机通过一个叫作附加单元接口(Attachment Unit Interface, AUI)的收发器连接到电缆上,如图 5.4 所示。

粗同轴电缆总线以太网的特点是传输距离长,性能高,成本也高,适用于大型以太网干线,连接时两端需接终结器。粗缆与外部收发器相连,收发器与网卡之间用 AUI 电缆相连,网卡必须有 AUI 接口,AUI 接口是一个 15 针 D 形接口,类似显示器的接口,如图 5.5 所示。粗同轴电缆可以通过中继器连接,连接的每段可以达到 500m,最多接连 4 个中继器,最终可达 2500m。用粗同轴电缆组建局域网虽然各项性能较高,具有较大的传输距离,但是网络

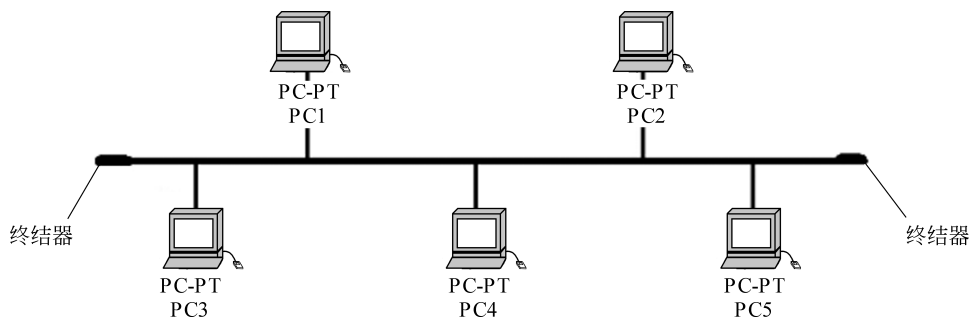


图 5.4 同轴电缆连接的以太网

安装、维护等比较困难,造价较高。

细同轴电缆总线以太网的特点是传输距离短,相对便宜,利用 T 型接口连接器连接 BNC 接口网卡,如图 5.6 所示,两端头需安装终端电阻器。细同轴电缆网络每段干线的长度最大为 185m,每段干线最多接入 30 个用户。如要拓宽网络范围,需使用中继器,如采用 4 个中继器连接 5 个网段,网络的最大距离将达到 925m。细同轴电缆安装较容易,造价较低,但因受网络布线结构的限制,日常维护不方便,一旦一个用户出故障,便会影响其他用户的正常工作。



图 5.5 AUI 接口



图 5.6 BNC 接口网卡

总之,总线结构以太网的特点是:当一台计算机发送数据时,总线上的所有计算机都能检测到这个数据。这就是广播通信方式。为了在总线上实现一对一的通信,可以使每台计算机的适配器拥有一个与其他适配器都不同的地址。发送数据帧时,在帧的首部写明接收站的地址,仅当数据帧中的目的地址与适配器 ROM 中存放的硬件地址一致时,该适配器才能接收这个数据帧。适配器对不是发给自己的数据帧就丢弃。这样,具有广播特性的总线上实现了一对一的通信。

广播信道中的计算机发送数据的机会均等,但是链路上又不能同时传送多个计算机发送的信号,因为会产生信号叠加,相互干扰,产生碰撞,发生冲突,最终导致总线上传输的信号产生严重的失真,无法从中恢复出有用的信息。因此,每台计算机发送前要判断链路上是否有信号在传,开始发送后还要判断是否和其他正在链路上传过来的数字信号发生冲突。以太网采用 CSMA/CD 协议解决冲突问题。

实践证明,连接有大量站点的总线以太网很容易出现故障,后期出现的集线器采用专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit, ASIC)芯片,一方面可以将星状结构做得非常可靠;另一方面使用双绞线的以太网价格便宜,使用方便。

3. 集线器星状以太网

集线器(Hub)的主要功能是对接收到的信号进行放大,对接收到的数据进行广播,同时

把所有结点集中在以它为中心的结点上。集线器工作在 OSI 参考模型的物理层,它采用 CSMA/CD 介质访问控制机制解决碰撞问题。集线器的接口功能简单,每个接口只做简单的收发比特,收到 1 就转发 1,收到 0 就转发 0。

集线器属于纯硬件网络底层设备,不具有智能记忆和学习能力。它发送数据时都是没有针对性的,而是采用广播方式发送,即它向某结点发送数据时,不是直接把数据发送到目的结点,而是把数据包发送到除接收该数据包的接口外其他与集线器相连的所有结点。图 5.7 所示为利用集线器连接网络的情况。

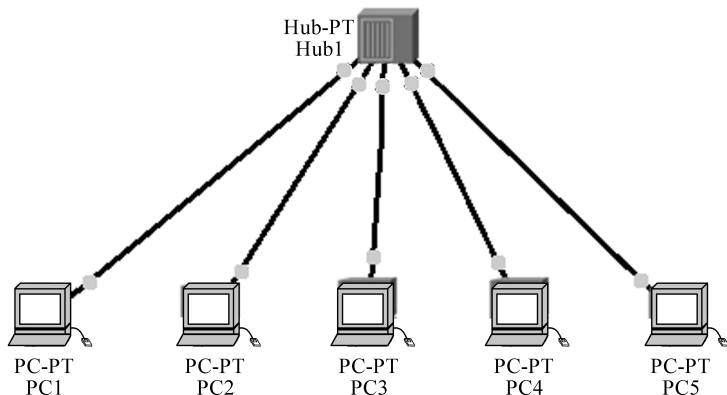


图 5.7 集线器连接的以太网

双绞线以太网和集线器配合使用,每个站需要用两对无屏蔽双绞线(放在一根电缆内),分别用于发送和接收。双绞线的两端使用 RJ-45 插头,如图 5.8 所示。由于集线器使用了大规模集成电路芯片,因此集线器的可靠性大大提高了。

1990 年,IEEE 制定出星状以太网 10Base-T 的标准 802.3i。10 代表 10Mb/s 的数据率,Base 表示连接线上的信号是基带信号,T 代表双绞线。实践证明,这比使用具有大量机械接头的无源电缆要可靠得多。由于使用双绞线电缆的以太网价格便宜,使用方便,因此粗缆和细缆以太网从市场上消失了。



图 5.8 RJ-45 网卡

但 10Base-T 以太网的通信距离稍短,每个站到集线器的距离不超过 100m。这种性价比很高的 10Base-T 双绞线以太网的出现,是局域网发展史上一个非常重要的里程碑,从此以太网的拓扑从总线变为更加方便的星状网络,而以太网也就在局域网中占据了统治地位。

使用集线器的以太网在物理上是一个星状网,但由于集线器使用电子器件模拟实际电缆线的工作,因此整个系统仍像一个传统以太网那样运行。也就是说,使用集线器的以太网在逻辑上仍然是一个总线网,各站共享逻辑上的总线,使用的还是 CSMA/CD 协议。

4. 交换机星状以太网

交换机(Switch)意为“开关”,是一种用于电(光)信号转发的网络设备,为接入交换机的任意两个网络结点提供独享的电(光)信号通路。最常见的交换机是以太网交换机。其他常见的还有电话程控交换机。

交换机有多个端口,每个端口都具有桥接功能,可以连接一个局域网或一台高性能服务