

3.1 局域网概述

3.1.1 局域网拓扑结构

局域网(LAN)产生于 20 世纪 70 年代初期,是指较小范围内的计算机及通信设备构建起来的,具有较高通信速率和低误码率的计算机网络,是最基本的计算机网络形式,只包含 OSI 参考模型的低三层协议。局域网是目前应用最广泛的一种重要网络,不但起到了网络信息资源共享的作用,而且其应用范围也在日益扩大。

局域网与广域网的一个重要区别在于它们覆盖的地理范围不同。由于局域网设计的主要目标是覆盖一个公司、一所大学或一幢甚至几幢大楼的“有限的地理范围”,因此它在网络拓扑上主要有以下几种结构,其中最常用的网络拓扑是星形拓扑(Star-Topology)、总线型拓扑(Bus Topology)和环状拓扑(Ring Topology)。

1. 星形拓扑结构

星形拓扑是目前在局域网中应用得最为普遍的一种,在企业网络中几乎都是采用这一方式。星形网络几乎是以太网网络方式,它是因网络中的各工作站结点设备通过一个网络集中设备(如集线器或者交换机)连接在一起,各结点呈星状分布而得名。这类网络目前用得最多的传输介质是双绞线,如常见的五类线、超五类双绞线等。星形网络能保护网络不受一根电缆损坏的影响,因为每根电缆只连接一台机器。如图 3.1 所示。

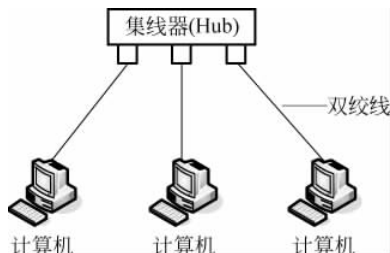


图 3.1 采用集线器的星形拓扑网络

星形拓扑的优点是结构简单,管理方便,可扩充性强,组网容易。利用中央结点可方便地提供网络连接和重新配置;且单个连接点的故障只影响一个设备,不会影响全网,容易检测和隔离故障,便于维护。

星形拓扑的缺点是:如果中央结点产生故障,则全网不能工作,所以对中央结点的可靠性和冗余度要求很高。

2. 总线型结构

总线型结构是将各个结点设备和一根总线相连。网络中所有的结点工作站都是通过总线进行信息传输的。作为总线的通信连线可以是同轴电缆、也可以是双绞线。总线型结构网络简单、灵活,可扩充性能好,当某个工作站结点出现故障时,对整个网络系统影响小。如图 3.2 所示。

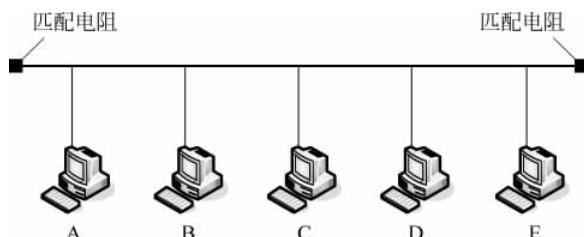


图 3.2 总线型拓扑网络

由于所有的结点共享一条公用的传输链路,所以一次只能有一个设备传输数据。通常采用分布式控制策略来决定下一次哪一个站发送信息。

总线型拓扑的优点是:结构简单,实现容易;易于安装和维护;价格低廉,用户结点入网灵活。

总线型结构的缺点是:传输介质故障难以排除;并且由于所有结点都直接连接在总线上,总线上任何一处故障都会导致整个网络的瘫痪。

3. 环状拓扑结构

环状拓扑结构的网络形式主要应用于令牌网中,在这种网络结构中各设备是直接通过电缆来串接的,最后形成一个闭环,整个网络发送的信息就是在这个环中传递,通常把这类网络称为“令牌环网”。这种网络实现也非常简单,投资最小。组成这个网络除了各工作站就是传输介质——同轴电缆,以及一些连接器材,没有价格昂贵的结点集中设备,如集线器和交换机。环状拓扑能更容易协调使用计算机,并且容易检测网络是否正确运行。然而,如果其中一根电缆断掉,整个环状网络都要失效。如图 3.3 所示。

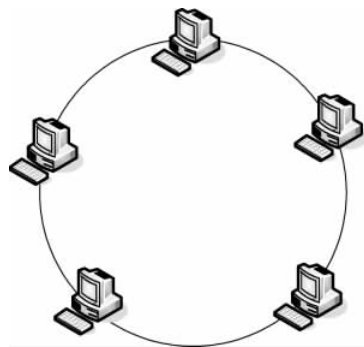


图 3.3 环形拓扑网络

环形拓扑结构的优点是能够有效地避免冲突,其缺点是环形结构中的网卡等通信部件比较昂贵且管理复杂得多。

3.1.2 局域网标准

局域网出现后不久,其产品的数量和品种迅速增多,用户为了能在不同厂家生产的局域网间很方便地进行通信,迫切希望有一个局域网的标准。美国电气和电子工程师学会 1980 年成立的 IEEE 802 委员会,对此做出了积极的贡献,它所制定的 IEEE 802 标准已逐步成为国际标准。

由于局域网种类繁多,其传输介质接入控制的方法也各不相同,为了使局域网中的数据

链路层不致过于复杂,IEEE 802 标准将局域网的数据链路层划分为两个子层:介质访问控制层(MAC)子层和逻辑链路控制层(LLC)子层。如图 3.4 所示。

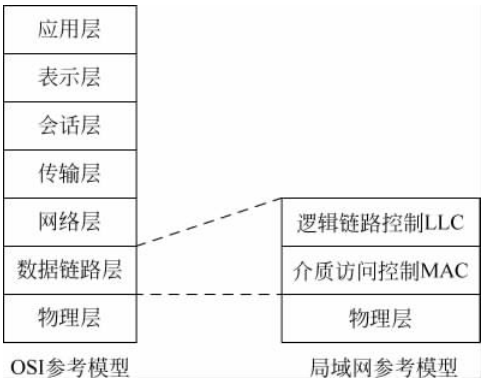


图 3.4 局域网参考模型与 OSI 参考模型的比较

这种功能分解主要是为了使数据链路层能更好地适应多种局域网标准,同时使数据链路功能中与硬件有关的部分和与硬件无关的部分分开,从而降低研究成本。

与接入各种介质有关的部分都放在 MAC 子层,MAC 子层还负责在物理层的基础上进行无差错的通信。具体地讲,MAC 子层的主要功能有如下几点:

- (1) 将上层交下来的数据封装成帧进行发送(接收时进行相反的过程,进行拆卸);
- (2) 实现和维护 MAC 协议;
- (3) 比特差错检验;
- (4) 寻址。

数据链路层中与介质接入无关的部分都集中在 LLC 子层。具体 LLC 子层的主要功能有如下几点:

- (1) 建立和释放数据链路层的逻辑链接;
- (2) 提供与高层的接口;
- (3) 差错控制;
- (4) 给帧加上序号。

IEEE 802 委员会为局域网制定的 IEEE 802 标准是随着局域网的发展而不断完善的标准系列。有关局域网的标准化主要集中在 OSI 体系结构的低二层,已制定了一系列的标准,具体如表 3.1 所示。

表 3.1 IEEE 802 标准系列

名 称	内 容
IEEE 802.1 标准	对 IEEE 802 系列标准做了介绍,并且对接口做了规定,另外还包括局域网体系结构、局域网互联、网络管理和性能测试等方面内容
IEEE 802.2 标准	描述了局域网的逻辑链路控制子层的功能与服务,采用的协议是逻辑链路控制协议
IEEE 802.3 标准	定义了以太网媒体访问控制子层与物理层的规范
IEEE 802.3u 标准	高速以太网(100Mbps)标准
IEEE 802.3z 标准	千兆以太网(1Gbps)标准

续表

名 称	内 容
IEEE 802.4 标准	定义了令牌总线媒体访问控制子层与物理层的规范
IEEE 802.5 标准	定义了令牌环媒体访问控制子层与物理层的规范
IEEE 802.6 标准	定义了城域网媒体访问控制子层与物理层的规范
IEEE 802.7 标准	定义了宽带局域网媒体访问控制子层与物理层的规范
IEEE 802.8 标准	定义了光纤分布式数据接口 FDDI 媒体访问控制子层与物理层的规范
IEEE 802.9 标准	定义了语音与数据综合局域网技术
IEEE 802.10 标准	定义了可互操作的局域网安全性规范
IEEE 802.11 标准	定义了无线局域网媒体访问控制子层与物理层的规范
IEEE 802.12 标准	定义了 100VG-AnyLAN 媒体访问控制子层与物理层的规范

表 3.1 各 IEEE 802 标准之间的关系如图 3.5 所示。从图中可以看到,其中的高层标准 IEEE 802.10 和 IEEE 802.1,以及逻辑链路控制子层的标准 IEEE 802.2 对所有的局域网是公用的;而不同类型的局域网定义了不同的媒体访问控制子层与物理层标准(IEEE 802.3~IEEE 802.12),这些标准是相互独立的。

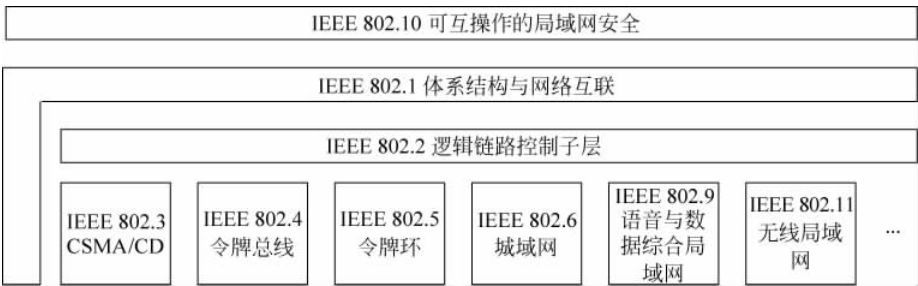


图 3.5 IEEE 802 标准之间的关系

3.1.3 局域网介质访问技术

当多个结点需要利用局域网公共信道时,就要采用控制方法来合理分配信道的利用问题,既要保证结点充分利用信道,又要保证信道里的信息不至于发生冲突,这种传送数据的规则就是介质访问控制方法。

介质访问控制方法是局域网最重要的一项基本技术,也是网络设计和组成的最根本问题,因为它对局域网体系结构、工作过程和网络性能产生决定性的影响。

通常,每种局域网的网络拓扑结构都有其对应的局域网介质访问控制协议。IEEE 802 规定了局域网中最常用的介质访问控制方法,包括 IEEE 802.3 载波监听多路访问/冲突检测(CSMA/CD)总线网、IEEE 802.4 令牌总线(Token Bus)网和 IEEE 802.5 令牌环(Token Ring)网。

1. CSMA/CD 介质访问控制

CSMA/CD(Carry Sense Multiple Access/Collision Detection)是一种争用协议,一般用于总线拓扑结构网络。总线方式具有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些数据。如两个站或多个站同时发送,即产生冲突,同时发送的所有帧都

会出错。每个站必须有能力和判断冲突是否发生,如冲突发生,则应等待随机时间间隔后重发,以避免再次发生冲突。以太网中的一个重要问题是如何协调总线上各计算机的工作。

采用 CSMA/CD 的网络中,当一个工作站要发送数据时,它首先要监听并检测网络上是否有其他的工作站正在发送数据。如果检测到网络忙,发送端将等待并继续监听;如果发现网络空闲,则开始发送数据。信息发送出去以后,发送端还要对发送出去的信息进行确认,以了解接收端是否已正确接收到数据,否则将再次发送。

CSMA/CD 无须一个专门的设备来统一安排,每个工作站都处于同等的地位,争用传输介质,是一种分布式控制方式。但问题是,在同一段时间内,可能有多个站都在监听,它们会同时发现网络空闲,并同时发送数据,因而发生碰撞,也称之为冲突,冲突会使双方的信息都受损坏。所以,CSMA/CD 在传输过程中还不断地监听网络,以检测碰撞冲突。如果一个发送端在发送期间检测出碰撞冲突,则立即停止该次发送,并向网络发送一个“冲突”信号,以使其他工作站也发现该冲突。发送了干扰信号后,退避一段随机时间,重新尝试发送。

下面介绍 CSMA/CD 中使用的退避算法。先考虑这样一种情况:当某个站点正在发送数据时,有另外两个站点有数据要发送,这两个站点进行载波侦听,发现总线忙,于是就等待;当它们发现总线变为空闲时就立即发送自己的数据,而这次必然会产生碰撞;在冲突检测后发现了碰撞,停止发送;然后再重新发送,再次产生碰撞;如此下去一直不能发送成功。因此必须解决这个问题。

CSMA/CD 中一般使用截断二进制指数类型退避算法来解决这一问题。使用截断二进制指数类型退避算法很简单,就是让发生碰撞的站点在停止数据发送后,不是立即再发送数据,而是推迟一段随机的时间,这样做的目的是为了重传时再次发生冲突的概率减小。

具体算法如下:

- (1) 对每个帧,当第一次发生冲突时,设置参数 $L=2$ 。
- (2) 退避重发时间在 $1\sim L$ 个时隙中随机抽取。
- (3) 当帧再次冲突时, L 加倍,即 $L=2L$ 。
- (4) 退避重发时间仍在 $1\sim L$ 个时隙中随机抽取。
- (5) 当冲突 n 次, $L=2n$ 。
- (6) 设置一个最大重传次数,超过此值,不再重发,并报告出错。

此算法的效果是,不冲突或少冲突的帧重发的机会大,冲突多的帧重发的机会小。并且 CSMA/CD 发生冲突的概率会随着网络中站点数量的增加而增加,因此以太网在组网时对网络中站点的数目有限制,它在网络数据负荷量不太大的场合下才能发挥出较好的性能。

2. Token Ring 介质访问方法

令牌环是一种典型的环状拓扑结构的网络。令牌环网的网络结构如图 3.6 所示。它由许多称为环接口的设备和各环接口间的点对点链路组成,各个站点通过环接口连接到网络上。发送数据站的环接口将数据发送到输出链路上,数据沿环单方向流经各个站点,其余站的环接口从输入链路上接收数据,同时照原样将数据转发到输

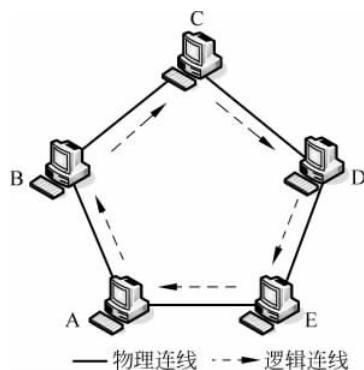


图 3.6 令牌环网的网络结构

出链路上,数据返回到发送站环接口时被取消。由此可见,尽管环是由一系列点对点链路组成的,但环上发送的数据能被所有站点接收到,而且在任何时刻也只能允许一个站点发送数据,因而令牌环网也存在发送权的争用问题。

为了解决发送权的争用问题,使用一个称为令牌(Token)的特殊帧,并规定只有获得令牌的站点才有权利发送数据,数据发送完后立即释放令牌供其他站使用。令牌是一种特殊的位组合,是一种发送权标志,如其形式可为 01111111,表示空令牌。希望发送数据帧的站等到空令牌来后,将空令牌改成忙令牌,其形式为 01111110,然后紧接着其后传送数据帧。数据信息一个比特接一个比特地附加到环上,环上信息从一站到下一站地环行。所寻址的目的站在信息经过时复制此信息,最后由发送该信息的站从环上撤除此信息,并将忙令牌改为空令牌。由于环中只有一个令牌,因此任何时刻最多只有一个站点发送,不会产生冲突。同时令牌周而复始地在环中巡游,各站点捕获令牌的机会相等,因此令牌环网是公平的,使得各个站点能够公平地共享环路带宽。

3. Token Bus 介质访问方法

CSMA/CD 介质访问控制采用总线争用方式,具有结构简单、在轻负载下延迟小等优点,随着负载的增加,冲突概率增加,性能明显下降;令牌环访问控制在重负载下利用率高,性能对传输距离不敏感且公平访问,但环形网结构复杂并存在检错能力和可靠性差等问题。令牌总线介质访问控制是在综合上面两种介质访问控制的优点基础上形成的一种介质访问控制方法。

令牌总线介质访问控制是将物理总线上的站点构成一个逻辑环。或者说,在物理上是一个总线网,而在逻辑上却是一个令牌网。每个站都在一个有序的序列中被指定逻辑位置,而序列中最后一个成员又连着第一个成员,每个站都知道在它之前和在它之后的站的标识,如图 3.7 所示。

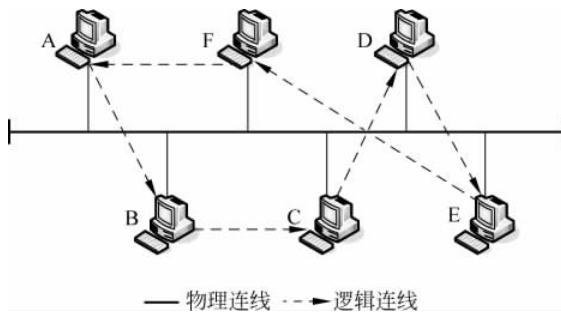


图 3.7 令牌总线结构

将如图 3.7 所示的 6 个站点(A~F)连接到一根总线上,它们之间逻辑顺序依次为 A→B→C→D→E→F→A 循环传递。

正常运行时,当站点做完所做的工作或者时间终了时,它将令牌传递给逻辑序列中的下一个站。从逻辑上看,令牌是按地址的递减顺序传递至下一个站点;但从物理上看,带有目的地址的令牌帧广播到总线上所有站点,当目的站识别出符合它的地址的帧,即把该令牌帧接收。

只有收到令牌的站点才能将信息帧送到总线上,因此,不像 CSMA/CD 访问方式那样,

令牌总线不可能产生冲突,因而信息帧的长度只需根据要传送的信息长度来确定,也没有最小分组长度要求。而对于 CSMA/CD 访问控制,为了使最远距离的站点也能检测到冲突,需要在实际的信息长度后加填充位,以满足最小信息长度的要求。

令牌总线控制的另一特点是站点有公平的访问权。每个站点无论在有数据发送还是无数据发送时,都会将令牌传给下一站点。站点接收令牌的过程是按顺序依次进行的,因此对每一个站都是公平的。

3.2 以太网技术

3.2.1 传统以太网

以太网(Ethernet)使用 CSMA/CD 技术,即多个工作站都连接在一条总线电缆上。由 Xerox 公司创建并由 Xerox、Intel 和 DEC 公司在 1975 年联合开发的基带局域网规范,是以太网最早的协议标准。在此基础上形成的 IEEE 802.3 以太网标准在 1989 年正式成为国际标准。

早期的以太网传输速度为 10Mbps,称为传统以太网。由于传输介质不同传统以太网制定了不同的网络标准。

1. 粗缆以太网 10Base-5

10Base-5 是最早被制定的以太网标准,以直径为 10mm 的粗同轴电缆为传输介质,电缆两端均需加接一个 50Ω 的终端电阻,每网段允许连接 100 个结点。10Base-5 使用总线型拓扑结构,所有结点都接在粗缆上,一条粗缆的最大长度为 500m。10Base-5 的最大网络直径为 2500m,即可以由 4 个中继器连接 5 段 500m 长的电缆。10Base-5 网络的连接图如图 3.8 所示。

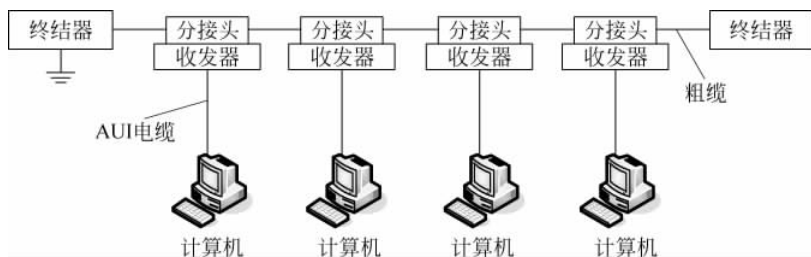


图 3.8 10Base-5 网络连接图

2. 细缆以太网 10Base-2

10Base-2 主要是为了降低 10Base-5 的安装成本和复杂性而设计的。10Base-2 网络以直径为 5mm 的同轴电缆为传输介质,采用工业标准的 BNC 连接器组成 T 形接头,因而比较简单、灵活,细以太电缆价格低廉、安装方便。10Base-2 网络的连接图如图 3.9 所示。

但 10Base-2 每网段只允许连接 30 个结点,最大长度为 185m。10Base-2 仍保持用 4 个中继器连接 5 段网线,所以允许的最大网络直径为 925m。

3. 双绞线以太网 10Base-T

10Base-T 在拓扑结构上采用星形结构,曾是一种崭新的以太网技术,在很多方面具有

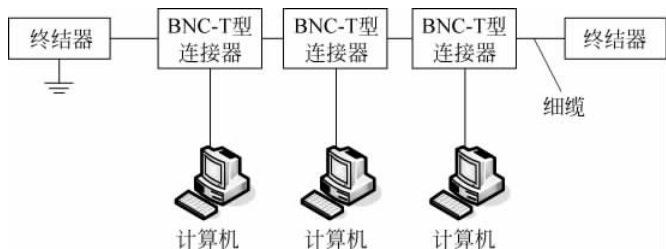


图 3.9 10Base-2 网络连接图

明显的优势。

10Base-T 以两对 3 类或 3 类以上的非屏蔽双绞线 (UTP) 为传输介质, 其中, 一对用于发送数据, 另一对用于接收数据。使用与电话线接头相似的 RJ-45 连接器与网卡或集线器相连, 连接图如图 3.10 所示。

10Base-T 也允许采用 4 个中继器连接 5 个 100m 的网线的结构, 因此网络最大覆盖范围为 500m。

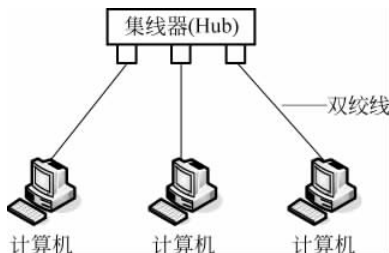


图 3.10 10Base-T 网络连接图

4. 光纤以太网 10Base-F

10Base-F 用两根光纤进行通信, 其中一根光纤发送数据, 另一根接收数据。

根据使用环境的不同, 10Base-F 又分为 10Base-FL、10Base-FB 和 10Base-FP 三种互不兼容的三种类型光纤网段标准接口。其中 10Base-FL 在以太网中的使用比较普遍, FL 是光纤链路英文的缩写。10Base-FL 支持双芯光缆 10Mbps 以太网网段, 用于计算机间、中继器间或计算机和中继器间点对点光纤链路连接。FB 是光纤骨干英文的缩写。10Base-FB 标准接口支持在中继器间互连, 它是在中继器间可采用的最佳专用同步信号链路的 10Mbps 以太网技术。FP 是“光纤无源”的英文缩写。10Base-FP 标准支持在“光缆无源星形”系统内 10Mbps 以太网技术。

在 10Base-FL 中, 一条网线的最大长度为 2000m。

3.2.2 快速以太网

随着局域网应用的深入, 用户对局域网带宽提出了更高的要求。快速以太网 (Fast Ethernet) 是一类新型的局域网, 其名称中的“快速”是指数据速率可以达到 100Mbps, 是标准以太网的数据速率的十倍。1995 年 9 月, IEEE 802 委员会正式批准了快速以太网标准 IEEE 802.3u。快速以太网支持三种不同的物理层标准, 它们分别是 100Base-T4、100Base-TX 和 100Base-FX。

1. 100Base-T4

100Base-T4 采用的传输介质是 4 对 3 类或 3 类以上的 UTP, 前 3 对线用于发送或接收数据, 而第 4 对线则用作冲突检测时的接收信道。100Base-T4 使用与 10Base-T 相同的 RJ-45 连接器。100Base-T4 中每段网线的最大长度为 100m, 但只允许使用两个中继器, 而且两个中继器之间的链接长度不能超过 5m, 因此网络最大覆盖范围为 205m。100Base-T4 最大的缺陷是参与数据传输的 3 对线不能同时接收或者发送数据, 所以无法实现全双工通信。

2. 100Base-TX

100Base-TX 以两对 5 类 UTP 为传输介质: 一对用于发送数据, 另一对用于接收数据。每段网线的最大传输长度为 100m。100Base-TX 在编码上进行了改进, 没有采用 10Base-T 的曼切斯特编码, 而采用效率更高的 4B/5B 编码。100Base-TX 也只能采用 2 个中继器进行网络延长, 因此网络也不能超过 205m。

3. 100Base-FX

100Base-FX 使用多模光纤或单模光纤作为传输介质。多模光纤的最大长度可以达到 2000m, 使用单模光纤时可以达到 10km。100Base-FX 使用与 100Base-TX 相同的 4B/5B 编码方法, 所以 100Base-FX 与 100Base-TX 只是传输介质不同, 而工作原理是相同的。

3.2.3 千兆以太网

快速以太网具有高可靠性、易扩展性、低成本等优点, 并已成为高速局域网的首选技术。但是, 在桌面会议、数据仓库和高清图像等应用中, 还需要更高带宽的局域网, 在这一背景下, 产生了千兆以太网。

千兆以太网是对 10Mbps 和 100Mbps IEEE 802.3 以太网非常成功的扩展, 仍然采用 CSMA/CD 协议和相同的帧格式、帧大小。千兆以太网技术现有两个标准: IEEE 802.3z 和 IEEE 802.3ab。IEEE 802.3z 制定了光纤和短程铜线连接方案的标准。IEEE 802.3ab 制定了 5 类双绞线上较长距离连接方案的标准。

千兆以太网支持 4 种不同的物理层标准, 它们分别是 1000Base-SX、1000Base-LX、1000Base-CX 和 100Base-T。

3.2.4 共享式局域网与交换式局域网

1. 共享介质式的传统局域网

局域网从介质访问控制方式的角度可以分为共享式局域网与交换式局域网。IEEE 802.3、IEEE 802.4 和 IEEE 802.5 标准所描述的局域网都属于共享式局域网。所谓共享式网络就是网络建立在共享介质的基础上, 在网络上的所有站点共享一条公共的传输通道, 每个站点都必须抢占这条通道后, 才能与其他站点进行通信, 而在任何时候最多只允许一对站点占用通道, 其他站点必须等待。各站点对公共介质的访问由 CSMA/CD 或令牌环控制。

共享式局域网具有共享带宽的特性, 网络上的每个站点只能得到局域网带宽的一小部分。如对 10Mbps 共享式以太网而言, 整个系统的带宽为一固定值 10Mbps, 整个系统处在一个冲突域中。在此域中, 所有连接的站点都可以往媒体上发送帧, 而每个站点所能占用公共传输通道的几率为 $1/N$ (N 为站点个数)。也可以说在一个冲突域中的每个网络站点所能获得的平均带宽等于系统带宽的 N 分之一 ($10\text{Mbps}/N$), 站点越多, 平均带宽越小。若在一个冲突域中只有一个站点, 那么这个站点可以使用全部带宽 (10Mbps)。但如果连接了 10 个站点, 那么 10Mbps 网络带宽则由 10 个站点共享, 每个站点所能获得的平均带宽仅为 1Mbps。因此共享式局域网不能为用户提供足够的带宽资源。

提高网络传输速率的一种新技术是从“共享介质”到“交换”, 即从根本上改变共享介质局域网结构。交换式局域网技术, 能够解决共享式局域网所带来的网络效率低、不能提供足够带宽和网络不易扩展等一系列问题, 它从根本上改变了共享式局域网的结构, 解决了带宽

瓶颈的问题。

2. 交换式的快速局域网

交换技术就是为终端用户提供专用点对点连接,它把传统局域网一次只能为一个用户服务的“独占”的网络结构,转变成一个平行处理系统,为每个用户提供一条交换通道,

交换式局域网是指以数据链路层的帧或更小的数据单元(信元)为数据交换单位,以交换机为基础构成的网络。交换机为每个端口提供专用的带宽,各个站点有一条专用链路连到交换机的一个端口,这样每个站点都可以独享通道。如图 3.11 所示。

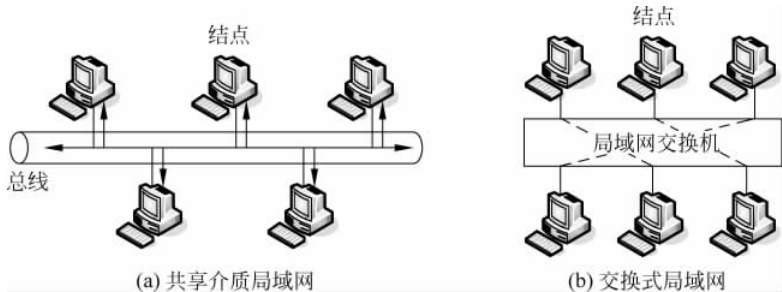


图 3.11 共享介质局域网与交换式局域网的工作原理

在使用交换机时,虽然数据率还是 10Mbps,但由于一个用户在通信时是独占而不是和其他网络用户共享传输媒体的带宽,因此,整个局域网总的可用带宽就是 $N \times 10\text{Mbps}$,这正是交换机的最大优点。

3. 交换式以太网的特点

交换式局域网的特点主要有:

- (1) 允许多对结点同时通信,每个结点可以独占传输通道和带宽。
- (2) 灵活的接口速率。交换机可以配置不同速度的接口,从而满足适应更灵活的速度要求。
- (3) 增强了网络可扩充性和延展性。
- (4) 易于管理,便于调整网络负载的分布,有效地利用网络带宽。
- (5) 交换以太网与以太网、快速以太网完全兼容,它们能够实现无缝连接。
- (6) 可用于扩展不同标准的局域网。

3.3 虚拟局域网(VLAN)

局域网交换机的引入,使得网络站点间可独享带宽,消除了无谓的碰撞检测和出错重发,提高了传输效率。

但交换机存在的问题是:当某一结点在网上发送广播或多目广播时,交换机上的所有结点都将收到这一广播信息,整个交换环境构成一个大的广播域,广播风暴会使网络的效率大打折扣。交换式局域网中可以配置虚拟局域网技术解决这个问题。

在 IEEE 802.1q 标准中对虚拟局域网是这样定义的:虚拟局域网是由一些局域网网段构成的与物理位置无关的逻辑组,而这些网段具有某些共同的需求。每一个虚拟局域网的帧都有一个明确的标识符,指明发送这个帧的工作站是属于哪一个 VLAN。利用以太网交

交换机可以很方便地实现虚拟局域网。虚拟局域网其实只是局域网给用户提供服务,而不是一种新型局域网。

究竟 VLAN 是怎么实现,又是怎么解决广播风暴的问题的呢? 在要实现 VLAN 的交换机上将局域网上的用户或资源按照一定的原则进行划分,把一个物理的网络划分成若干小的“逻辑工作组”,这些小的网络形成各自的广播域,也就是虚拟局域网 VLAN。每一个 VLAN 的帧都有一个明确的标识符,指明发送这个帧的工作站属于哪一个 VLAN,而交换机在转发这个广播帧的时候就只往与发送此帧的主机 VLAN 相同的端口发,从而降低了广播域。

VLAN 的组网方法包括静态 VLAN 和动态 VLAN 两种。

静态 VLAN 按端口来进行划分,即静态地将以太网交换机上的一些端口划分给某一个 VLAN。这些端口一直保持这种配置关系直到人工改变它们。

虚拟局域网既可以在单台交换机中实现,也可以跨越多个交换机,如图 3.12 所示。尽管静态 VLAN 需要网络管理员通过配置交换机软件来改变其成员的隶属关系,但它们有良好的安全性、配置简单并可以直接监控,因此,很受网络管理人员的欢迎。特别是站点设备位置相对稳定时,应用静态 VLAN 是一种最佳选择。

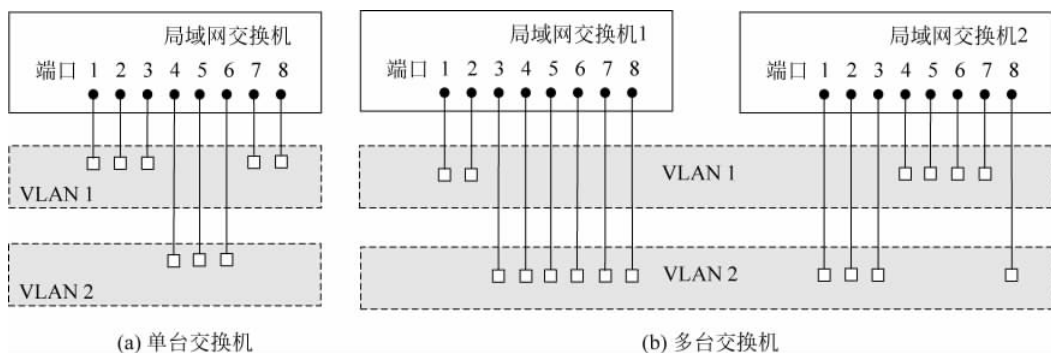


图 3.12 单交换机和跨交换机划分 VLAN

动态 VLAN 按网卡地址来进行划分,交换机上的 VLAN 端口是动态分配的。动态分配的原则以网卡地址、逻辑地址或数据包的协议类型为基础。

如果以网卡地址为基础分配 VLAN,网络管理员可以通过指定具有哪些网卡地址的计算机属于哪一个 VLAN 来进行配置,而不必考虑这些计算机具体连接到哪个交换机的端口。这样,如果计算机从一个位置移动到另一个位置,连接的端口也随之从一个换到另一个,但是只要计算机的网卡地址不变(计算机使用的网卡不变),它仍将属于原 VLAN 的成员,无须网络管理员对交换机软件进行重新配置。

虚拟局域网有以下优点:

1. 提供了一种控制网络广播的方法

交换机可以隔离碰撞,把连接到交换机端口上的主机的流量转发到对应的端口,而虚拟局域网进一步提供了流量隔离功能,某个虚拟局域网中的广播数据只在同一个虚拟局域网中进行传播,因此网络不会因传播过多的广播信息而引起性能恶化。

2. 增强了网络的安全性

使用 VLAN,网络管理员可以限制 VLAN 中的用户数量,禁止未经许可而访问 VLAN 的应用。交换端口可以基于应用类型和访问特权来进行分组,被限制的应用程序和资源一般置于安全的 VLAN 中。VLAN 能限制个别用户的访问,控制广播组的大小和位置。

3. 简化了网络管理

一方面,可以不受网络用户的物理位置限制而根据用户需求进行网络逻辑划分。另一方面,由于 VLAN 可以在单独的交换设备或跨多个交换设备实现,也会大大减少在网络中增加、删除或移动用户时的管理开销。在用户移动时,只要他们还能连接到任何交换机的端口,则无须重新布线。这样既节省了时间,又十分便于网络结构的删改和扩展,非常灵活。

3.4 无线局域网

1. 无线局域网的优点

随着笔记本电脑、智能手机及个人数字助理 PDA 的普及,无线局域网作为传统局域网的补充,越来越受到人们的关注。由此而制定的无线局域网标准 IEEE 802.11 开始普及,它被广泛地应用于机场、办公室、会议室、教室及其他一些公共场所。对于那些难以布线的建筑物或需要临时组网的场所,无线局域网有着传统局域网无法比拟的优势。

无线局域网(Wireless Local Area Network, WLAN)是计算机网络与无线通信技术结合的产物,是以无线信道作为传输媒介的计算机局域网。其传输技术主要采用微波扩频技术和红外线技术两种,其中,红外线技术仅适用于近距离无线传输,微波扩频技术覆盖范围较大,是较为常见的无线传输技术。

从无线局域网的应用可以看出,它与有线网络相比,具有如下优点。

1) 接入方便灵活

在有线网络中,网络设备的安放位置受网络信息点位置的限制。而一旦无线局域网建成后,在无线网络的信号覆盖区域内任何一个位置都可以接入网络。

2) 安装便捷

在网络建设中,施工周期最长、对周边环境影响最大的一般是网络布线施工工程,在施工过程中,往往需要掘地破墙、架管穿线。而无线局域网最大的优势就是免除或减少了网络布线的工作量,一般只需要安装一个或多个接入点设备,就可以建立覆盖整个建筑物或地区的局域网。

3) 投资经济合理

由于有线网络缺少灵活性,这就要求网络规划者尽可能地考虑未来发展的需要,这往往会导致预设大量利用率较低的信息点;而一旦网络的发展超出了设计规划,又要花费较多费用进行网络改造。无线局域网可以避免或减少以上情况的发生。

4) 易于扩展

无线局域网有多种配置方式,能够根据需要灵活选择。这样,无线局域网就能胜任从只有几个用户的小型局域网到上千用户的大型网络,并且能够提供如漫游等有线网络无法提供的特性。

2. 无线局域网技术

与通过铜线或光纤等导体传输的有线局域网不同,无线局域网使用电磁频谱来传递信息。传输可以通过使用无线微波或红外线实现,但要求所使用的有效频率和发送功率电平标准在政府机构允许的范围内。

无线局域网标准规定了3种发送和接收技术:扩频技术、红外技术和窄带技术。

1) 扩频技术

扩频技术是通过将传送数据进行特殊编码调制,使其扩展为频带很宽的信号,其带宽远大于传输信号所需的带宽,并用已扩频信号去调制载波。这样,信号能量就均匀地分布于整个宽带上,对于每一个窄频段而言,其分配的功率极小,所以干扰小,不会影响各种无线电信号的传播,且数据保密性好,是目前国际上无线通信领域中备受瞩目的技术。

扩频技术主要有直接序列扩频技术和跳频扩频技术两种。

(1) 直接序列扩频技术。

所谓直接序列扩频,就是使用具有高码率的扩频序列,在发射端扩展信号的频谱,而在接收端用相同的扩频码序列进行解扩,把展开的扩频信号还原成原来的信号。直接序列扩频局域网可在很宽的频率范围内进行通信,支持1~2Mbps数据传输速率,在发送端和接收端都以窄带方式进行,传输过程则以宽带方式通信。直接序列扩频采取主动占有方式,跳频扩频则是被动适应。直接序列扩频技术同时使用整个子频段,信号被扩展多次而无损耗。

(2) 跳频扩频技术。

跳频扩频技术与直接序列扩频技术原理完全不同。跳频技术是间断跳跃使用多个频点,当跳跃至某个频点时,判断该频点是否有噪声干扰,若无则传输信号,若有依据算法跳至下一频点继续判断。因此跳频技术的频率及传输率会变化,并且很难避免一些无谓的损耗。跳频速率的高低直接反映跳频系统的性能,跳频速率越高,抗干扰的性能越好。军用的跳频系统可以达到每秒上万跳。实际上移动通信GSM系统也是跳频系统。出于成本的考虑,商用跳频系统跳速都较慢,一般在50跳每秒以下。由于慢跳频系统实现简单,因此低速WLAN常常采用这种技术。

2) 红外线技术

红外技术采用小于 $1\mu\text{m}$ 波长的红外线作为传输媒体,有较强的方向性。该技术采用低于可见光的频谱作为传输介质,所以使用不受无线电管理部门限制。红外信号要求近距传输,对周围类似系统不会产生干扰。在实际应用中,由于红外线受日光、环境照明等影响较大,背景噪声很大,通常要求发射功率较高。而且,红外线对非透明物体的透过性极差,这导致传输距离受限制。

3) 窄带微波技术

窄带技术指的是在比较窄的频率范围内传输数据,并且数据传输速率小于2Mbps的技术,例如公共电话交换网PSTN、基于公共电话网的数字化网络的综合业务数字网络ISDN、数字数据网DDN等。在使用窄带技术时,基带信号的频谱不做任何扩展,直接用射频发送出去。但带来的问题是,当邻近的仪器设备或通信设备也在这一频段时,会严重影响通信质量,通信的可靠性无法得到保障。

3. 无线局域网的拓扑结构

无线局域网的拓扑结构可归结为两类:无中心设备的对等式(Peer to Peer)拓扑和有中

心设备的(Hub-Based)拓扑,如图 3.13 所示。

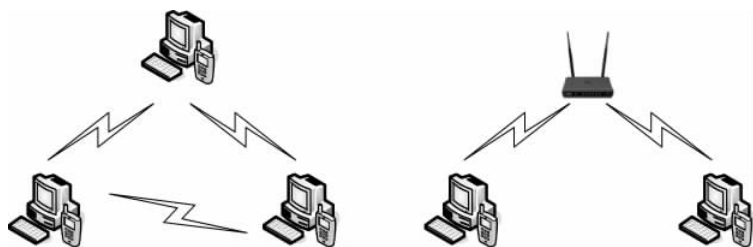


图 3.13 无中心设备网络拓扑和有中心设备网络拓扑

1) 无中心设备的拓扑

无中心拓扑的网络要求网中任意两个站点均可直接通信。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,而信道接入控制协议大多采用 CSMA/CD 类型的多址接入协议。这种结构的优点是网络抗毁性好,建网容易,且费用较低。但当网中用户数(站点数)过多时,信道竞争成为限制网络性能的要害。同时为了满足任意两个站点可直接通信,网络中站点布局受环境限制较大。因此这种拓扑结构适用于用户数相对较少的工作群规模。

2) 有中心设备的拓扑

在有中心拓扑结构中,要求一个无线站点充当中心站,所有站点对网络的访问均由其控制。这样,当网络业务量增大时,网络吞吐性能及网络时延性能的恶化并不剧烈。由于每个站点只需在中心站覆盖范围内就可以与其他站点通信,故网络中心点布局受环境限制较小。此外,中心站为接入有线主干网提供了一个逻辑接入点。有中心网络拓扑结构的弱点是抗毁性差,中心站点的故障容易导致整个网络瘫痪,并且中心站点的引入增加了网络成本。

在实际应用中,无线局域网往往与有线主干网络结合起来使用。这时,中心站点充当无线局域网与有线主干网的转接器。

4. 无线局域网主要设备

组建无线局域网的无线网设备主要包括:无线网卡、无线访问接入点、无线网桥、无线路由器和天线,几乎所有的无线网络产品中都自含无线发射/接收功能。

1) 无线网卡

无线网卡在无线局域网中的作用相当于有线网卡在有线局域网中的作用。按无线网卡的总线类型可分为适用于台式机的 PCI(外设部件接口)接口的无线网卡,适用笔记本的 PCMCIA(个人计算机存储器卡接口适配器)接口的无线网卡。笔记本无线网卡如图 3.14 所示。

2) 无线访问接入点

无线访问接入点 AP 是在无线局域网环境中,进行数据发送和接收的集中设备,相当于有线网络中的集线器。通常,一个 AP 能够在几十至上百米的范围内连接多个无线用户。AP 可以通过标准的以太网电缆与传统的有线网络相连,可作为无线网络和有线网络的连接点。由于无线电波在传播过程中会不断衰减,导致 AP 的通信范围被限定在一定的范围之内,这个范围称为微单元。但若采用多个 AP,并使它们的微单元互相有一定范围的重合时,则用户可以在整个无线局域网覆盖区内移动,无线网卡能够自动发现附近信号强度最大



图 3.14 PCMCIA 无线网卡(左)和 USB 3G 上网卡(右)

的 AP,并通过这个 AP 收发数据,保持不间断的网络连接,这种方式称为无线漫游。

3) 无线路由器

无线路由器集成了无线 AP 的接入功能和路由器的第三层路径选择功能。在家庭或小型办公室网络中,通常是直接采用无线路由器来实现集中连接和共享上网两项任务的。如图 3.15 所示。



图 3.15 无线路由器

本章习题

1. 局域网的主要特点是什么?
2. 试分析 CSMA/CD 介质访问控制技术的工作原理。
3. 局域网的主要拓扑结构有哪几种? 各有什么特点?
4. 请说明虚拟局域网的优点。
5. 简述共享式局域网与交换式局域网的区别。
6. 100BASE-T 和 10BASE-T 网络可以混合连接吗?
7. 什么是无线局域网? 它有哪些特点? 适用于哪些场合?