

第 1 章 小型局域网的构建与综合布线

大纲要求：

- 小型计算机局域网的构建，包括网络规划、组网技术选择、组网设备选择及部署、设备配置和管理、划分 VLAN、综合布线系统。
- 交换机和路由器的基本配置，包括命令行接口访问交换机和路由器、Web 方式访问交换机和路由器、VLAN 配置、路由器路由协议配置、广域网。

1.1 局域网组网的设计

1.1.1 考点辅导

1.1.1.1 局域网的设计原则

设计局域网时应遵循以下原则。

1. 实用性原则

网络系统应采用成熟、可靠的技术和设备，这样才能做到实用、经济 and 有效。

2. 开放性原则

网络系统应采用开放的标准和技术。

3. 可靠性原则

网络系统应确保很高的可靠性，具有较高的平均无故障时间和较低的平均故障率。

4. 安全性原则

网络系统应具有良好的安全性，以确保网络系统和数据的安全运行。

5. 先进性原则

网络系统应采用先进的技术和设备，以符合网络未来发展的潮流。

6. 高效性原则

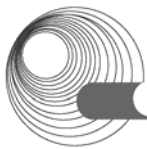
网络系统应具有很高的资源利用率。

7. 可扩展性原则

网络系统应在规模和性能两个方面具有良好的可扩展性。

8. 高性价比原则

网络系统应具有较高的性价比，技术优先，兼顾价格。



1.1.1.2 局域网的设计步骤

1. 网络需求分析

在组建局域网之前首先要进行需求分析工作,根据用户提出的要求进行网络设计。网络建设的成败很大一部分取决于网络实施前的规划工作。

1) 网络的功能要求

任何网络都不可能是一个能够满足各项功能需求的“万能网”。因此,必须针对每个具体的网络所要完成的功能,依据使用需求、实现成本、未来发展、总预算投资等因素对网络的组建方案进行认真的设计和推敲。

2) 网络的性能要求

对网络系统处理的性能进行分析,根据网络的工作站权限、容错程度、网络安全性等方面等要求,确定采取何种措施及方案。

3) 网络运行环境的要求

根据整个局域网运行时所需要的环境要求,确定使用哪种网络操作系统、应用软件和共享资源。

4) 网络的可扩展性和可维护性要求

如何增加工作站、怎样与其他网络联网、对软件/硬件的升级换代有何要求与限制等,都要在网络设计时加以考虑,以保证网络的可扩展性和可维护性。

2. 确定网络类型和带宽

与其他网络技术相比,以太网具有价格低、可靠性高、可扩展性好、易于管理等优点,所以一般局域网都选择以太网。根据局域网接入计算机的数量及规模可确定网络带宽和交换设备,目前快速以太网能够满足网络数据流量不是很大的中小型局域网的需要。但是在计算机数量达到数百台或网络数据流量比较大的情况下,应采用千兆以太网技术,以满足对网络主干数据流量的要求。网络主干和分支方案确定以后,就可以选择集线器或交换机产品了。集线器或交换机的型号与数量由联入网络的计算机数量和网络拓扑结构来决定。

3. 确定网络设备

网络设备的选择应遵循以下原则。

1) 厂商的选择

所有网络设备尽可能选取同一厂家的产品,这样在设备的可互联性、协议互操作性、技术支持、价格等方面更有优势。

2) 可扩展性考虑

在网络的层次结构中,主干设备应预留一定的可扩展能力,而低端设备则够用即可,因为低端设备更新较快且易于扩展。

3) 根据方案实际需要选型

在参照整体网络设计要求的基础上,根据网络实际带宽性能需求、端口类型和端口密度选择。如果是旧网改造项目,则应尽可能保留并延长用户对原有网络设备的投资,减少在资金投入方面的浪费。



4) 选择性价比高、质量过硬的产品

为了使资金的投入与产出能达到最大值，能以较低的成本、较少的人员投入来维护系统运转，网络开通后能运行许多关键业务，要求系统具有较高的可靠性。

4. 确定布线方案和布线产品

现在的布线系统主要是光纤和非屏蔽双绞线，小型网络多以超五类非屏蔽双绞线为布线系统，因为布线是一次性工程，因此应考虑在未来几年内网络可扩展的最大点数。

5. 确定服务器和网络操作系统

服务器是网络数据储存的仓库，其重要性可想而知。服务器的类型和档次应与网络的规模、数据流量以及可靠性要求相匹配。

如果是几十台计算机以下的小型网络，并且数据流量不大，选用入门级服务器基本上可以满足需要；如果是数百台左右的中型网络，则应选用工作组级服务器；如果是上千台的大型网络，则应选用企业级服务器。

服务器的数量由网络应用来决定，可以根据实际情况配备 E-mail 服务器、Web 服务器、数据库服务器等，也可以让一台服务器充当多种服务器角色。

目前，网络操作系统基本上是三分天下：微软的 Windows 2000 Server、传统的 UNIX 和 Linux，可以根据网络规模、技术人员水平、资金等综合因素来决定究竟使用什么网络操作系统。

6. 其他

局域网的设计还包括不间断电源、网络安全、互联网接入、网络应用系统等方面的设计。

1.1.2 典型例题分析

例 请简要回答以下局域网设计时的有关问题。

【问题 1】 简述设计网络系统时需遵循的基本原则。

【问题 2】 局域网的硬件设备目前大多选择什么网络设备？

【问题 3】 以太网的特点是什么？

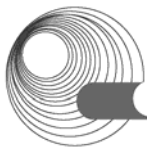
【问题 4】 局域网设计与连接时考虑的主要因素是什么？

分析：设计局域网时应遵循以下原则，即实用性原则、开放性原则、可靠性原则、安全性原则、先进性原则、高效性原则、可扩展性原则和高性价比原则。

以太网技术是目前局域网技术中最成熟的技术，所以局域网的硬件设备大多选择以太网的网络设备。以太网的特点如下。

(1) 开放标准，获得众多厂商的支持。目前，几乎所有的硬件制造商生产的设备和几乎所有的软件开发商的操作系统和应用协议都与以太网兼容。

(2) 易于移植和升级，可最大限度地保护用户投资。对于所有以太网技术，其帧的结



构几乎是一样的,这就提供了非常好的升级途径。快速以太网技术提供了从 10Mb/s 向 100Mb/s 以太网的平滑升级。千兆位和万兆位以太网的出现,在增加带宽的同时也扩展了可升级性。只要将低速以太网设备用交换机连接到千兆位或万兆位以太网的设备上,就可实现一个物理线速向另一物理线速的适配。这样的升级方式就使得千兆位和万兆位以太网能无缝地与现在的以太网集成在一起。

(3) 价格便宜,管理成本低。以太网技术在价格上与其他技术相比具有优越性。若全面采用以太网技术解决方案,价格将更具有吸引力。另外,以太网存在时间长,标准化程度高,一般网络管理人员都比较熟悉,因此它的运行维护管理成本也比较低。

(4) 结构简单,组网方便。以太网技术的实现原理统一采用了 CSMA/CD 媒体访问控制方法,不同版本的以太网帧结构和网络拓扑结构也是一致的,对布线系统的要求较低,网络连接设备的配置比较简单。

所以一般局域网都选择以太网。根据局域网接入计算机的数量及规模可确定网络带宽和交换设备,目前快速以太网能够满足网络数据流量不是很大的中小型局域网的需要。但是在计算机数量达到数百台或在网络数据流量比较大的情况下,应采用千兆位以太网技术,以满足对网络主干数据流量的要求。网络主干和分支方案确定之后,就可以选定集线器或交换机产品了。集线器或交换机的数量由联入网络的计算机数量和网络拓扑结构来决定。

答案:

【问题 1】设计网络系统时应遵循实用性原则、开放性原则、可靠性原则、安全性原则、先进性原则、高效性原则、可扩展性原则和高性价比原则。

【问题 2】以太网。

【问题 3】以太网具有开放标准,获得众多厂商的支持;易于移植和升级,最大限度地保护用户投资;价格便宜,管理成本低;结构简单,组网方便等特点。

【问题 4】网络类型和带宽。

1.1.3 同步练习

如何确定局域网的服务器?局域网常使用的操作系统有哪些?

1.1.4 同步练习参考答案

服务器是网络数据储存的仓库,其重要性可想而知。服务器的类型和档次应与网络的规模和数据流量以及可靠性要求相匹配。如果是几十台计算机以下的小型网络,而且数据流量不大,选用入门级服务器基本上可以满足需要;如果是数百台左右的中型网络,选用工作组服务器;如果是上千台的大型网络,选用企业级服务器。

局域网常使用的操作系统有微软的 Windows Server、UNIX 和 Linux。



1.2 局域网组网技术及设备选择

1.2.1 考点辅导

1.2.1.1 局域网基础

1. 局域网参考模型

局域网体系结构由物理层、媒体访问控制子层(MAC)和逻辑链路控制子层(LLC)组成。IEEE 802 参考模型的最底层对应于 OSI 模型中的物理层, 具体包括以下功能。

- (1) 信号的编码/解码。
- (2) 前导码的生成/去除(前导码仅用于接收同步)。
- (3) 位的发送/接收。

IEEE 802 参考模型的 MAC 子层和 LLC 子层合起来与 OSI 模型中的数据链路层相对应。

MAC 子层完成的功能如下。

- (1) 在发送时将要发送的数据帧组装成帧, 帧中包含地址和差错检测等字段。
- (2) 在接收时将接收到的帧解包, 并进行地址识别和差错检测。
- (3) 管理和控制对于局域网的传输媒体的访问。

LLC 子层完成的功能如下。

(1) 为高层协议提供相应的接口, 即一个或多个服务访问点(SAP), 通过 SAP 支持面向连接的服务和复用能力。

- (2) 端到端的差错控制和确认, 确保无差错传输。
- (3) 端到端的流量控制。

需要指出的是, 在局域网中采用了两级寻址, 用 MAC 地址标识局域网中的一个站, LLC 提供了服务访问点地址, SAP 指定了运行于一台计算机或网络设备上的一個或多个应用进程地址。

2. 局域网拓扑结构

按照不同的物理布局, 局域网的拓扑结构通常可分为 3 种, 分别是总线型拓扑结构、星型拓扑结构和环型拓扑结构。

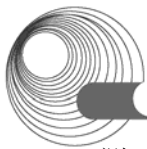
总线型结构是使用同一媒体或电缆连接所有端用户的一种方式, 也就是说, 连接端用户的物理媒体由所有设备共享。

星型结构有中心节点, 各节点通过点对点的方式与中心节点相连, 任何两个节点之间的通信都要通过中心节点来转接。

环型结构在 LAN 中使用较多。这种结构的传输媒体从一个端用户连接到另一个端用户, 直到将所有端用户连成环形。

3. 局域网媒体访问控制方法

目前, 计算机局域网常用的访问控制方式有 3 种, 分别是载波侦听多路访问/冲突检



测(CSMA/CD)法、令牌环(Token Ring)访问控制法和令牌总线(Token Bus)访问控制法。

CSMA/CD 包含两方面内容,即载波侦听(CSMA)和冲突检测(CD)。CSMA/CD 访问控制方式主要用于总线型网络拓扑结构,是 IEEE 802.3 局域网标准的主要内容。

Token Ring 是令牌通行环的简写。其主要技术指标是:网络拓扑为环型布局,基带网,数据传送速率为 4Mb/s,采用单个令牌(或双令牌)的令牌传递方法。环型网络的主要特点是:只有一条环路,信息单向沿环流动,无路径选择问题。

Token Bus 是令牌通行总线(Token Passing Bus)的简写。这种方式主要用于总线型或树型网络结构中。1976 年美国 Data Point 公司研制成功的 ARCnet(Attached Resource Computer network)网络综合了令牌传递方式和总线网络的优点,在物理总线结构中实现令牌传递控制方法,从而构成一个逻辑环路。此方式也是目前计算机局域网中的主流介质访问控制方式。

1.2.1.2 无线局域网简介

1. 无线数据网络的种类

无线数据网络解决方案包括无线个人网、无线局域网、无线城域网和无线广域网。

无线个人网主要用于个人用户工作空间,典型的覆盖距离为几米,可与计算机同步传输文件,访问本地外围设备,通常被形容为满足“最后 10 米”的通信需求,目前的主要技术为蓝牙(Bluetooth)技术。

无线局域网(Wireless LAN, WLAN)是一种借助无线技术取代有线布线方式构成局域网的新手段。WLAN 可提供传统有线局域网的所有功能,是计算机网络与无线通信技术相结合的产物。目前, WLAN 领域主要是 IEEE 802.11x 标准系列,其中应用最为广泛的是 IEEE 802.11b。

无线城域网是一种有效作用距离比 WLAN 更远的宽带无线接入网络,通常用于城市范围内的业务点和信息汇聚点之间的信息交流和网际接入。有效覆盖区域为 2~10km,最大可达 30km,数据传输率最快可达 70Mb/s,目前的主要技术标准是 IEEE 802.16 系列。

无线广域网(Wireless WAN, WWAN)主要用于满足一个城市范围的信息交流的无线接入需求。IEEE 802.20 和 3G 蜂窝移动通信系统是 WWAN 的主要标准。

2. 无线局域网的扩频技术

无线局域网采用电磁波作为载体传送数据信息,使用的模式主要是窄带和扩频。目前,无线局域网的数据传输通常采用无线扩频技术(Spread Spectrum Technology, SST)。常见的扩频技术包括两种,即跳频扩频(Frequency-Hopping Spread Spectrum, FHSS)和直接序列扩频(Direct Sequence Spread Spectrum, DSSS),它们都工作在 ISM 频段(Industrial Scientific Medical Band, ISM)上。

3. 无线局域网的拓扑结构

无线局域网分为对等网络和结构化网络两种拓扑结构。

对等网络(Peer to Peer)用于一台计算机(无线工作站)和另一台或多台计算机(其他无线工作站)之间的直接通信,该网络无法接入有线网络中,只能独立使用。对等网络中的一个节点必须能“看”到网络中的其他节点;否则就认为网络中断。因此,对等网络只适用于少数用户的组网环境,并且距离足够近。

结构化网络(Infrastructure)由无线访问点(Access Point, AP)、无线工作站(Station, STA)以及分布式系统(DSS)构成,覆盖的区域分为基本服务区(Basic Service Set, BSS)和扩展服务区(Extended Service Set, ESS)。

4. 无线局域网的主要工作过程

无线局域网的主要工作过程包括扫频、关联、重关联和漫游。

5. 无线局域网的访问控制方式

IEEE 802.11b 标准的无线局域网使用的是带冲突避免的载波侦听多路访问方法(CSMA/CA)。

1.2.1.3 10Mb/s 以太网

10Mb/s 以太网一般指速率不大于 10Mb/s 的低速以太网。根据传输介质的不同,10Mb/s 以太网大致有 4 个标准,各个标准的 MAC 子层媒体访问控制方法和帧结构以及物理层的编码方法(曼彻斯特编码)均是相同的,不同的是传输媒体和物理层的收发器及媒体连接方式。按照技术出现的时间顺序,这 4 个标准依次如下。

1. 粗缆以太网(10Base-5)

10Base-5 采用 RG-11 型粗同轴电缆为传输介质,其阻抗为 50Ω ,直径为 0.4in。在 10Base-5 中,每个计算机节点都通过网卡(AUI 接口)、收发器电缆(AUI Cable)和“收发器”与总线相连,如图 1-1 所示。

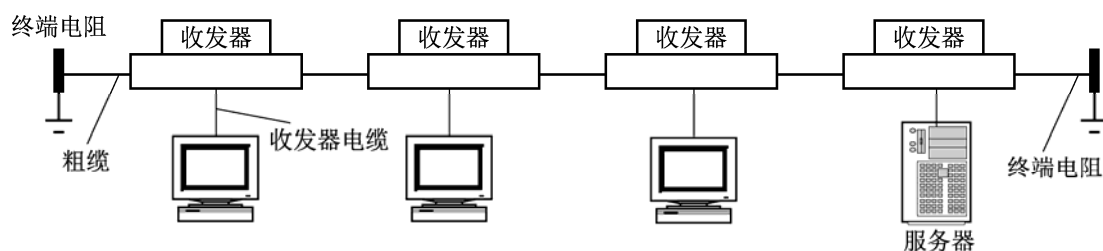


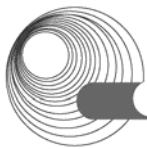
图 1-1 10Base-5 网络结构

10Base-5 代表的具体意思是:工作速率为 10Mb/s,采用基带信号,每一个网段最长为 500m。

通常在标准以太网网络接口板上提供一个 15 针的 AUI(DIX)接口,收发器电缆采用 78Ω 的 6 对屏蔽双绞线电缆(STP),将收发器与 PC 网卡连接,粗同轴电缆两端接上 50Ω 的终端匹配器(也称为端接器),其中之一必须接地,这就构成了网络段,每段最远距离为 500m。一个粗缆以太网最多可以有 5 段。电缆最大距离是 2.5km,工作站之间的最小距离为 2.5m,收发器电缆的最长距离为 50m。

1) 硬件基本配置

- (1) 网卡。联网的每个节点都需要一块带有 15 针 AUI(DIX)接口的 10Mb/s 网卡。
- (2) 收发器。粗缆以太网的每个节点需要通过一个安装在总线同轴电缆上的外部收发器(带有 15 针的 AUI 接口)连入网内。
- (3) 收发器同轴电缆(AUI 电缆)。它用于节点中网卡与收发器的连接。



(4) 电缆系统。RG-11 型 50 Ω 粗同轴电缆，终端电阻安装在电缆的两端，以防止信号的反射，其中之一必须接地。

(5) 中继器。它主要用来扩展作为总线的同轴电缆长度和工作站(节点)个数。

2) 主要技术参数

在粗缆以太网中，不使用中继器时每段粗缆的最大距离为 500m。如果使用中继器，应遵循 5-4-3 规则，即一个粗缆以太网中最多允许使用 4 个中继器，连接 5 段最大长度为 500m 的粗同轴电缆；而 5 段中只有 3 段可以连接工作节点，其余两段只能用于扩展网络距离。使用中继器后的粗缆以太网的最大长度不能超过 2.5km；由于每个以太网段中连入的节点数最多为 100 个，且最多可以有 3 个网段连接工作节点，因此，最多有 300 个工作节点；两个相邻的收发器之间的最小距离为 2.5m，收发器电缆的最大长度为 50m。

3) 特点

(1) 优点。可靠性高，抗干扰能力强，作用距离长。

(2) 缺点。粗缆较贵，而且要求每个工作站都配置一个外部收发器和收发器电缆，因而成本较高、网络投资较大。

4) 主要技术规范

(1) 拓扑结构：总线。

(2) 介质访问控制方法：CSMA/CD。

(3) 网络类型：RG-11 型 50 Ω 粗同轴电缆。

(4) 传输速度：10Mb/s。

(5) 最大网络节点数目：300 个。

(6) 每段最大节点数目：100 个。

(7) 最大网段数目：5 个，最多使用 4 个中继器，其中 3 个网段可连接工作节点。

(8) 节点间的最小距离：2.5m。

(9) 最大网络长度：2.5km。

(10) 最大网段长度：500m。

2. 细缆以太网(10Base-2)

10Base-2 使用 RG-58 型细缆、BNC-T 型连接器，以线性总线进行布线。10Base-2 将原来 10Base-5 的收发器功能移植到网卡上，因此，使得网络的组建更简单，性价比也比 10Base-5 高，然而，却也因此限制了信号能够传送的最大距离。其结构如图 1-2 所示。

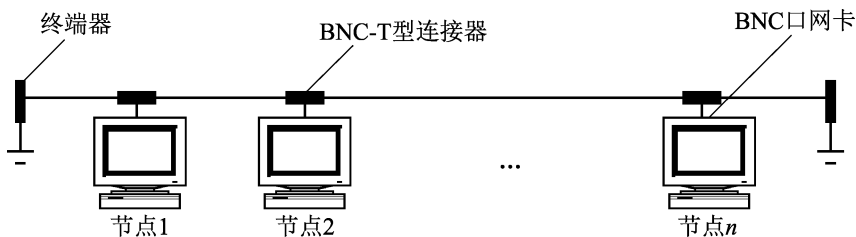


图 1-2 10Base-2 网络结构

10Base-2 代表的具体意思是：工作速率为 10Mb/s，采用基带信号，每一个网段最长约为 200m。

一个细缆以太网的“单段”最大长度为185m，最多可使用4个中继器，即可以有5个电缆段，而5段中只有3段可以连接工作节点，其余两段只能用于扩展网络距离。电缆总长度最大为925m。一个网段中节点的最多数目为30个，因此，最多可以有90个工作节点。

两个相邻的BNC-T型连接器的最小距离为0.5m，每段的两端都必须安装一个50Ω终端匹配器，并且其中一端应接地。网卡提供BNC接口，同轴细缆通过T形接头与网卡连接，所有T形接头必须直接接到工作站BNC接口上，中间不得接入任何电缆。

图1-3所示为一个使用中继器扩展网络距离的双网段10Base-2组网实例。

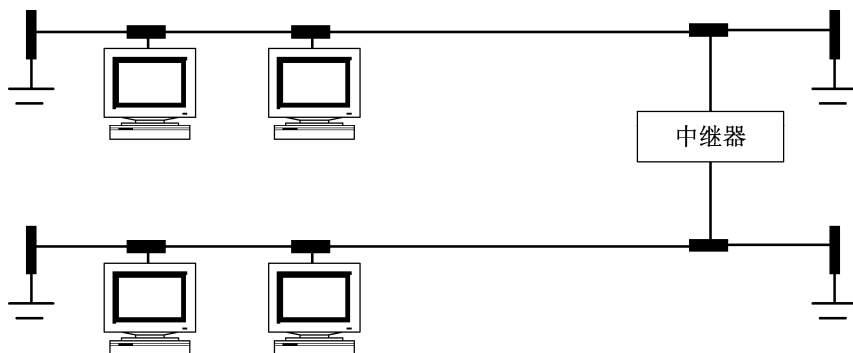


图1-3 使用中继器连接的双网段10Base-2网络结构

1) 硬件基本配置

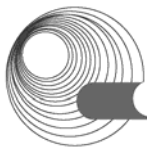
- (1) 网卡：带有BNC接口的10Mb/s网卡。
- (2) BNC-T型连接器：细缆以太网中的每个节点通过BNC-T型连接器连入网内。
- (3) 电缆系统：RG-58型50Ω细同轴电缆，终端电阻安装在电缆的两端，防止信号的反射，其中之一必须接地。
- (4) 中继器：主要用来扩展作为总线的细缆长度和工作站(节点)个数。

2) 特点

- (1) 优点。系统造价低廉，安装容易，具有最短的布线距离。
- (2) 缺点。由于缆段中连入多个BNC-T型连接器，存在着多个BNC型连接头和BNC-T型连接器的连接点，因而同轴电缆连接的故障率较高。

3) 技术规范

- (1) 拓扑结构：总线。
- (2) 介质访问控制方法：CSMA/CD。
- (3) 网络类型：RG-58型50Ω细同轴电缆。
- (4) 传输速度：10Mb/s。
- (5) 最大网络节点数目：90个。
- (6) 每段最大节点数目：30个。
- (7) 最大网段数目：5个，最多使用4个中继器，其中3个网段可以连接工作节点。
- (8) 节点间的最小距离：0.5m。
- (9) 最大网络长度：925m。
- (10) 最大网段长度：185m。



3. 双绞线以太网(10Base-T)

10Base-T以太网是使用非屏蔽双绞线(UTP)电缆来连接的传输速率为10Mb/s的以太网。10Base-T以太网支持结构化布线系统,需要使用集线器(Hub)构成总线型和星型结合的混合型网络拓扑,具有良好的故障隔离功能,使得网络任一段线路或任一工作站点出现障碍时,均不影响网络上的其他站点,简化了网络故障诊断过程,缩短了故障诊断时间,提高了网络故障检测和冲突控制效率,使局域网难以维护的缺点得以产生根本性改变。加之其组网容易,使得10Base-T以太网成为目前使用最广泛的局域网系统。

10Base-T代表的具体意思是:工作速率为10Mb/s,采用基带信号,T表示的是传输媒体双绞线。

单个集线器和多个集线器的10Base-T以太网连接如图1-4所示。

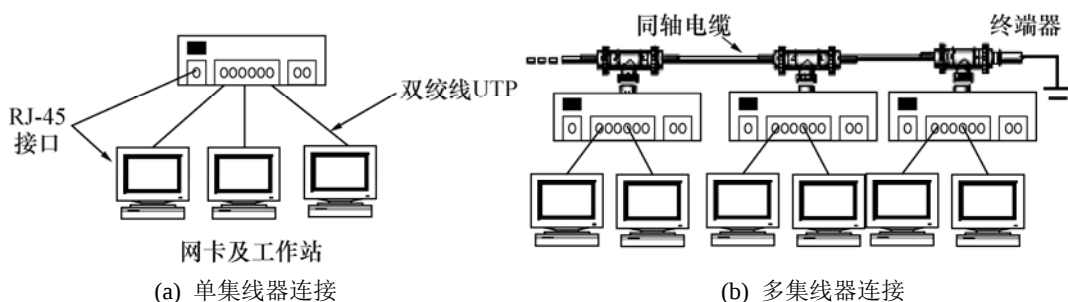


图 1-4 10Base-T 以太网连接

1) 硬件基本配置

(1) 集线器。即 Hub, 是双绞线以太网的中心连接设备, 有多个 RJ-45 型接口, 能支持多个工作站(客户机)入网。Hub 上的 RJ-45(级联或普通)接口还可以与其他 Hub 相连, 易于扩展网络。Hub 上的 BNC 向上接口与 BNC-T 型连接器相接时, 可以与细缆以太网相连。Hub 上的 AUI 接口可以与粗缆以太网的收发器电缆相连。新型的高速 Hub 上还配有光纤接口, 通过此接口可以接入光纤主干线。

(2) 非屏蔽双绞线。10Base-T 网络标准最低采用 3 类 UTP, 两端都装有同样的 RJ-45 型接头(水晶头), 每一个工作节点都需要一根双绞线电缆, 用来连接工作节点上的网卡与集线器。

(3) 网卡。带有 RJ-45 接口的网卡。

2) 扩展组网方案

使用集线器和双绞线的以太网结构分为单集线器结构、多集线器级联结构、叠加集线器结构。

(1) 多集线器级联(Uplink)结构。

对于规模较大或节点(工作站)数超过单集线器的端口数目, 常采用多集线器的连接, 这就是集线器的“级联”。级联的目的是为了组成更大规模的网络, 级联结构的 10Base-T 网络也遵循 5-4-3 规则, 即任一条通路上的两台计算机之间最多不能超过 5 段线, 即最多可以串联 4 个集线器; 这段线既包括集线器与集线器的连线, 也包括集线器到计算机间的连线。注意: 3 个集线器能连接设备, 两个只能用于级联。网络上连接设备的总数不得超过 1024 台。在级联之前必须首先弄清集线器上的端口类型。

普通集线器提供的端口类型有以下3类。

- ① 用于连接节点(工作站或服务器)的普通 RJ-45 端口。
 - ② 专门用于双绞线以太网集线器的级联端口,即专门用于级联的“出口/入口”或 Uplink 端口。
 - ③ “向上连接端口”。这些端口可以连接粗缆的 AUI 端口或细缆的 BNC 端口,也可以连接光纤端口。
- (2) 对应于不同的端口,多集线器结构的级联有以下几种方法。
- ① 使用“标准线”,通过以太网集线器上专门的 RJ-45 型级联“出/入”端口进行级联。
 - ② 对于没有专门级联“出口/入口”的两个集线器,可以使用“标准线”将一个集线器上边的 Uplink 端口与另一个集线器上边的普通 RJ-45 型端口相连,从而实现多集线器之间的级联。
 - ③ 使用“交叉线”连接两个没有“级联”口的集线器上的普通 RJ-45 接口,也可以实现多集线器的级联。
 - ④ 使用同轴电缆、光纤,通过集线器提供的“向上连接端口”实现级联。

由于 10Base-T 以太网和粗、细缆以太网都属于 IEEE 802.3 规范,因此,互联十分方便。连接时通常采用同轴电缆作为主干网,通过双绞线作为分支网络,这样可以提高干线的可靠性与干扰能力,并可延长传输距离。

利用集线器的“向上连接端口”进行级联,可以扩大局域网覆盖范围。例如,如果使用细缆连接两个集线器,细缆的单根缆段的最大长度为 185m,那么两个 10Base-T 网络中节点的最大距离可达到 $385(185+100+100)\text{m}$ 。如果使用粗缆连接两个集线器,粗缆的单根缆段的最大长度为 500m,那么网中两节点之间的最大距离可达到 $700(500+100+100)\text{m}$;如果在粗缆或细缆段中配合使用中继器,那么多缆段、多集线器级联系统的覆盖范围还可以更大。

(3) 可叠加集线器以太网结构。

可叠加集线器适用于中小企业联网环境。它由一个基础集线器与多个扩展集线器组成。基础集线器是一个具有网络管理功能的独立集线器。通过基础集线器可以叠加多个扩展集线器,一方面可以增加以太网的节点(工作站)数目;另一方面可以实现对网络中工作节点的网络管理功能。其结构如图 1-5 所示。

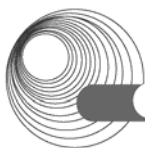
3) 特点

(1) 优点。

- ① 故障检测容易。当某一段线路、工作站或互联的某个 Hub 出现故障时,Hub 会将故障节点自动排除在网络之外,因而保证了剩余部分的正常工作。
- ② 安装、管理和使用都很简单,适于中小型单位自行组建局域网。
- ③ 具有成本低、扩展方便、改变网络布局容易等优点。

(2) 缺点。

- ① 这种结构的最大缺点在于它是一种共享介质的网络,随着网络节点的增加,冲突也会增加,网络的性能也会随之急剧下降。有实验表明,一个单 Hub 的 10Base-T,虽然具有 10Mb/s 的带宽,但是当网络工作节点增至 20 个的时候,其实际的可用带宽将降至原来的 30%~40%。此外,当使用多个 Hub(最多 4 个)级联时,或者是与其他以太网连接之后,



所有网络节点将共享 10Mb/s 的带宽。Hub 所连接的节点越多, 每个工作节点得到的带宽就越窄。在高负荷时网络性能将急剧下降, 这是组建共享式以太网遇到的最大问题。

- ② 网络的中央节点的负荷过重, 一旦 Hub 出现故障将导致整段或全部网络瘫痪。
- ③ 双绞线的抗干扰能力弱。
- ④ 由于每个单段网线只能连接一个工作节点, 所以网络通信线路的利用率很低。

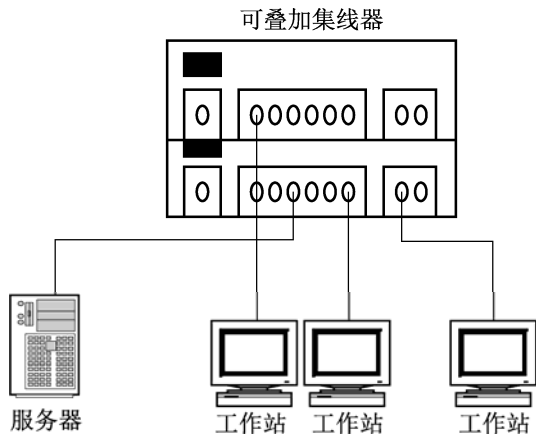


图 1-5 可叠加集线器以太网结构

4) 技术规范

(1) 拓扑结构: 由于介质访问控制方法为 CSMA/CD, 因此, 10Base-T 是逻辑上的总线型拓扑结构、物理上的星型拓扑结构。

(2) 网线类型: 3 类、5 类或超 5 类的非屏蔽双绞线。

(3) 传输速度: 10Mb/s。

(4) 最大网络节点数目: 1024 个。

(5) 每段最大集线器数量: 1 个。

(6) 级联的最大集线器数量: 4 个。

(7) 最大网络长度: 500m。

(8) 最大网段长度: 100m。

4. 光纤以太网(10Base-F)

10Base-F 以太网传输媒体采用多模光纤, 拓扑结构为星型, 所有站点连接到一个支持光纤接口的中心集线器上, 每个电缆段的长度不能超过 2km。

10Base-F 以太网设计也遵循 5-4-3 法则, 但由于受 CSMA/CD 碰撞域的影响, 整个网络的最大跨距为 4km。

10Base-F 代表的具体含义是: 工作速率为 10Mb/s, 采用基带信号, F 表示的是传输媒体光纤。

1.2.1.4 快速以太网

1. 快速以太网简介

快速以太网是在传统以太网的基础上发展而来的, 因此它不仅保持相同的以太网帧格



式,而且还保留了用于以太网的 CSMA/CD 媒体访问控制方式。由于快速以太网的速率比普通以太网提高了 10 倍,所以快速以太网中的网桥、路由器和交换机都与普通以太网不同,它们具有更快的速率和更短的延时。

目前,正式的 100Base-T 标准定义了 3 种物理层规范以支持不同的物理介质,具体如下。

- (1) 100Base-TX 用于两对 5 类 UTP 或 1 类 STP。
- (2) 100Base-T4 用于四对 3 类、4 类或 5 类 UTP。
- (3) 100Base-FX 用于光纤。

其中,100Base-TX 规范描述如何通过 1 类屏蔽双绞线或者 5 类非屏蔽双绞线传送快速以太网帧。5 类 UTP 是目前使用最为广泛的介质,100Base-TX 标准使用其中两对,连接方法和 10Base-T 完全相同,其采用的拓扑结构为星型。这就意味着不必改变布线格局就可直接将 10Base-T 的布线系统移植到 100Base-TX 上。

100Base-T4 规范提出了 100Base-TX 在 3 类 UTP 上传送数据的具体规定,即 100Base-T4 使用四对 3 类、4 类或 5 类 UTP,连接最大距离为 100m。而 10Base-T 只使用两对线,因此老式的 3 类 UTP 布线的 10Base-T 系统必须改变端点上的电缆连线,才能正常运行 100Base-T4。

100Base-FX 是针对光纤提出的物理层规范,它的连线比 100Base-TX 长(450m),如果采用非标准的全双工模式,连线长度可达 2km,单模光纤传输距离可达 40km。另外,其抗干扰能力也大大优于 UTP 和 STP。

2. 100Base-T 组网方法

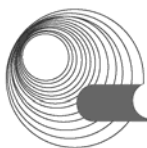
目前大部分以太网系统都配置一台或多台服务器,在采用以太网/快速以太网交换技术升级组网时,可以将原以太网服务器的网卡更换为快速以太网卡(100Base-TX 网卡),并利用 5 类 UTP 通过 RJ-45 端子接入 100Mb/s 交换机的 100Mb/s 高速端口上。对于一般工作站,不必更换网卡,可通过原来的共享 Hub 集中连接到 100Mb/s 交换机级联的 10/100Mb/s 交换机的 10Mb/s 端口上,组成 10Mb/s 共享网。对于那些对带宽要求较高的数据库服务器、工作站及打印机等,可单独连接到 10/100Mb/s 交换机的端口上,组成多级交换机的快速以太网,其连接方法如图 1-6 所示。

3. 快速以太网的拓扑结构

100Base-T 除了在传输介质、网卡、工作站、Hub 以及服务器硬件组成等方面与 10Base-T 相同外,还保持了 10Base-T 的网络拓扑结构,即所有站点都连接到集线器或交换机上,而集线器与站点间的最大距离仍为 100m。由于 100Base-T 对 MAC 子层的接口有所拓展,因此,快速以太网的拓扑结构形式也有相应的发展。

100Base-T 的拓扑规则如下。

- (1) 最大 UTP 电缆长度为 100m。
- (2) 在一条链路上,对于 I 类中继器(延时为 $0.7\mu\text{s}$ 以下),最多只能使用一个,可以构成每段长 100m 的两段链路,即站点到中继器距离为 100m,中继器到交换机距离为 100m。对于 II 类中继器(延时为 $0.46\mu\text{s}$ 以下),最多使用两个,可有每段长为 100m 的两段链路和 5m 长的中继器间链路,其中站点到第一个中继器(可用集线器)的距离为 100m,集线器与第二个中继器间的距离为 5m,第二个中继器到路由器或交换机的距离为 100m,站点到交换机



的最大距离为 205m。

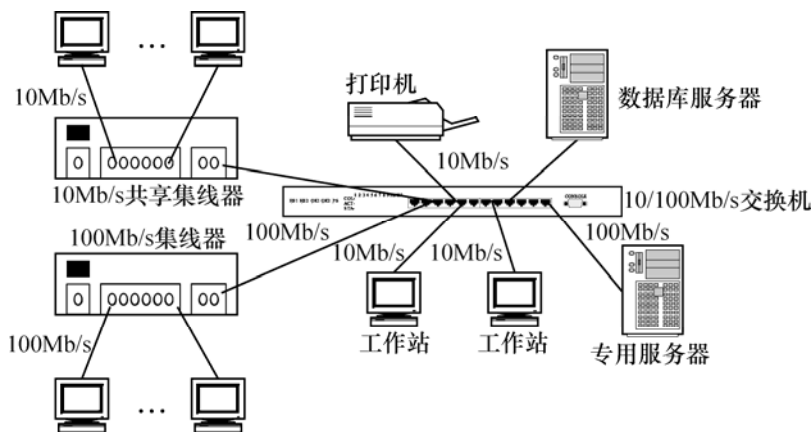


图 1-6 多级交换机快速以太网

(3) 对于光纤作为垂直布线的拓扑结构,纵向只能连接一个中继器(Hub),各站点到 Hub 的最大距离为 100m,而 Hub 到交换机(或路由器)的垂直向下链路可采用 225m(最大限度)光纤,站点到交换机的最大距离为 325m。

(4) 利用全双工光纤的拓扑结构,通过非标准的 100Base-FX 接口连接,可以使站点(远程)或集线器到路由器或交换机的距离达到 2km。

根据上述规则构成的 100Base-T 拓扑结构如图 1-7 所示。将上述规则进行组合,利用光纤和交换机、网桥、路由器来连接主干设备、网段和工作站,可实现大型企业级和政府级网络。

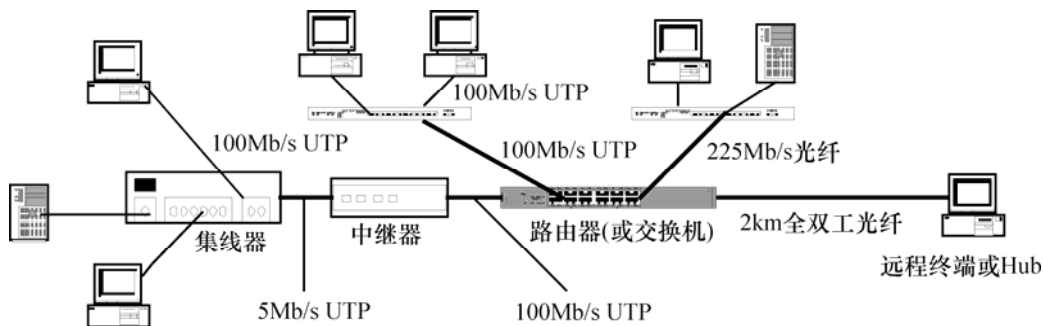


图 1-7 快速以太网的网络拓扑结构

1.2.1.5 千兆位以太网

千兆位以太网是 IEEE 802.3 标准的扩展,在保持与以太网和快速以太网设备兼容的同时,提供 1000Mb/s 的数据带宽。千兆位以太网为交换机到交换机和交换机到节点工作站的连接提供了新的全双工操作模式,还为采用中继器和 CSMA/CD 共享连接提供了半双工操作模式。千兆位以太网与 IEEE 802.3 网络采用同样的帧格式、大小以及管理方式。它最初要求使用光纤电缆,但目前在 5 类非屏蔽双绞线电缆中也能很好地实现。



1. 千兆位以太网的分类

千兆位以太网根据传输介质的不同可以分为 4 种，如表 1-1 所示。

表 1-1 千兆位以太网的主要参数

千兆位以太网标准	传输介质	最大传输距离/m	
		半双工	全双工
1000Base-SX	62.5μm MMF	275	300
	50μm MMF	330	550
1000Base-LX	MMF	330	550
	SMF	330	5000
1000Base-CX	铜质屏蔽双绞线	25	25
1000Base-TX	超 5 类非屏蔽双绞线(4 对)	100	100

千兆位以太网标准只允许在媒体段中配置一个中继器，实际上在半双工模式下也只能配置一个中继器，增加一个中继器后铜缆媒体的跨距会增大一倍，而光纤媒体的跨距反而会减少。其系统覆盖范围如下。

- 1000Base-LX/SX：240m。
- 1000Base-CX：50m。
- 1000Base-TX：200m。

2. 以太网向千兆位以太网的升级方法

现有以太网将逐渐向千兆位以太网升级，升级首先在现有的以太网 LAN 骨干网上进行，然后是服务器连接的升级，最终是工作站的升级。这些升级包括以下几个方面。

(1) 交换机到交换机链路的升级。快速以太网交换机或中继器之间的 100Mb/s 链路会被 1000Mb/s 的链路所替代，以提高骨干网交换机之间的通信速度，并支持更多的交换型和共享型快速以太网网段。

(2) 交换机到服务器链路的升级。在交换机和高性能服务器之间实现 1000Mb/s 链路的连接，并要求服务器安装千兆位以太网网卡。

(3) 快速以太网骨干网的升级。带有 10/100Mb/s 端口的快速以太网交换机可以升级支持多路 100/1000Mb/s 端口的千兆位以太网交换机或路由器和集线器(具有千兆位以太网接口和中继器)。这种升级允许服务器通过千兆位以太网网卡直接连接到骨干网上，可增加用户的高带宽应用与服务器的流量。千兆位以太网可以支持更多的网段、带宽和节点。

(4) 高性能工作站的升级。千兆位以太网网卡可将高性能工作站计算机升级到千兆位以太网。这些工作站计算机要连接到千兆位以太网的交换机或中继器上。

3. 千兆位以太网的应用

千兆位以太网可以用于布线间到网络核心的通信，如图 1-8 所示。如需要为个别用户提供 10Mb/s 或 100Mb/s 交换或组交换时，可以通过快速以太网连接，也可以通过千兆位以太网链路连接。为了提高文件服务器的吞吐性能，它的连接也可以通过千兆位以太网进行。

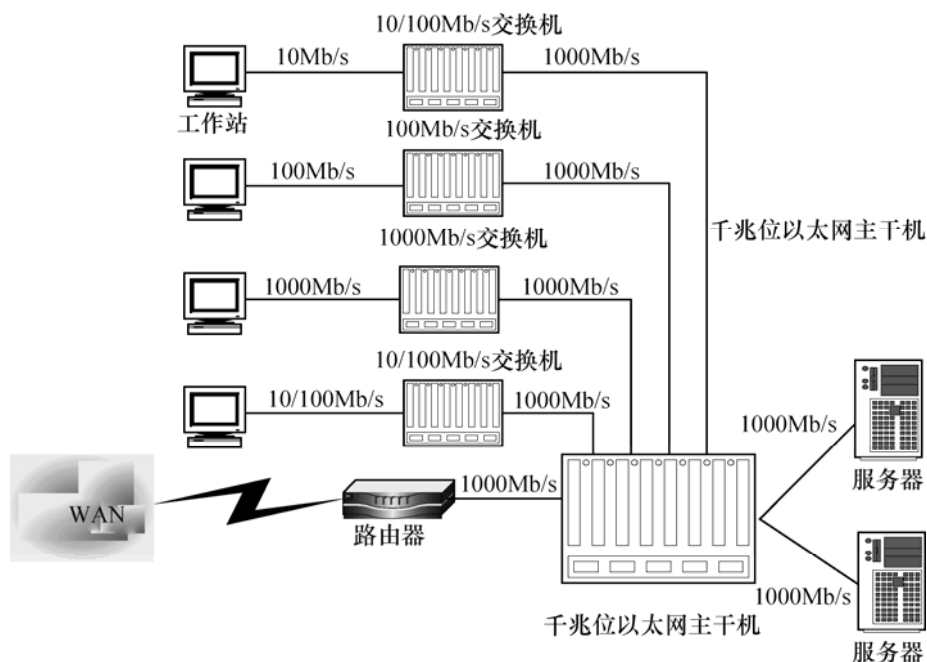
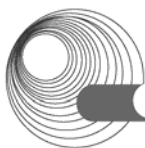


图 1-8 千兆位以太网与多个交换机的连接示意

1.2.1.6 万兆位以太网

1. 10Gb/s 以太网

2002 年, IEEE 802.3ae 10Gb/s 以太网标准发布, 以太网的发展势头又得到了一次增强。

物理层: IEEE 802.3ae 大体分为两种类型, 一种是与传统以太网连接, 速率为 10Gb/s 的 LAN PHY; 另一种是 SDH/SONET 连接, 速率为 9.58464Gb/s 的 WAN PHY。

传输介质层: IEEE 802.3ae 目前支持 9 μ m 单模光纤、50 μ m 多模光纤和 62.5 μ m 多模光纤。

数据链路层: IEEE 802.3ae 目前继承了 IEEE 802.3 以太网的帧格式和最大/最小帧长度, 支持多层星型连接、点到点连接及其组合, 充分兼容已有应用, 不影响上层应用, 进而降低了升级风险。与传统的以太网不同, IEEE 802.3 仅支持全双工方式, 而不支持单工和半双工方式, 不采用 CSMA/CD 机制。IEEE 802.3ae 不支持自协商, 可简化故障定位, 并提供广域网物理层接口。

2. 40Gb/s 以太网

未来两年内, 以太网最高数据传输速率将可望提高至 40Gb/s。Cafiero 称, 业内将 40Gb/s 而非 100Gb/s 确定为以太网下一步发展目标的重要原因在于, 与 100Gb/s 以太网相比, 研发 40Gb/s 以太网在技术上面面临的挑战相对较小, 更为切实可行。与此同时, Cafiero 还指出, 实际上, 借助新发布的 Supervisor Engine 720 引擎, Cisco 公司的 Catalyst 6500 旗舰级企业交换平台目前已可以为每一接口卡提供 40Gb/s 的数据传输速率支持。Cafiero 还指出, 新型以太网技术成功的关键在于能够推动单位数据传输成本的下降。



1.2.1.7 局域网交换技术

1. 共享型以太网

共享型以太网,即在一个逻辑网络上的每一个工作站都处于一个相同的网段上。以太网采用 CSMA/CD 机制,整个系统处在一个碰撞域范围中,系统中每个站点都可能往媒体上发送帧,那么每个站点要占用媒体的概率就是 $(10\text{Mb/s})/n$,其中 n 为站点数。这种冲突检测方法保证了只能有一个站点在总线上传输。如果有两个站点试图同时访问总线并传输数据,就意味着“冲突”发生了,两站点都将被告知出错。然后它们都被拒发,并将等待一段时间以备重发。

这种机制就如同许多汽车抢过一座窄桥,当两辆车同时试图上桥时就发生了“冲突”,两辆车都必须退出,然后再重新开始抢行。当汽车较多时这种无序的争抢会极大地降低效率,造成交通拥堵。

网络也是一样,当网络上的用户量较少时,网络上的交通流量会较小,冲突也就较少发生,在这种情况下冲突检测法效果较好;当网络上的交通流量增大时冲突也增多,同时网络的吞吐量也将显著下降;在交通流量很大时,工作站可能会被一而再、再而三地拒发。

2. 交换型以太网

为了解决共享以太网的问题,产生了交换型以太网。用交换机代替 Hub,在交换机上同时存在多个端口间的通道,就是说系统同时存在多个碰撞域,每一个碰撞域的一对端口都独占带宽(一个享有发送带宽,另一个享有接收带宽),整个系统的带宽与交换机所具有的端口数有关。可以认为,若每个端口为 10Mb/s ,则整个系统带宽可达 $10\text{Mb/s} \times n$,其中 n 为端口数;若 $n=10$,则系统带宽可达 100Mb/s 。

3. 全双工以太网

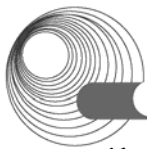
传统的共享型以太网只以半双工模式工作,即网络在同一时间要么发送数据,要么接收数据,而不能同时发送数据和接收数据。全双工以太网与传统半双工以太网技术之间的区别在于:每个端口和交换机背板之间都存在两条逻辑通道。这样每一个端口就可以同时接收和发送帧,不再受 CSMA/CD 的约束,在端口发送帧时不再发生帧的碰撞,已无碰撞域的存在。这样一来,端口之间媒体的长度仅受到数字信号在媒体上传输衰变的影响,而不像传统以太网半双工传输时还要受到碰撞域的约束。其优点是,传输速度加快,比光纤传输介质的传输距离更长。

1.2.1.8 局域网设备

计算机网络的组成可分为硬件与软件两大部分:硬件部分包括文件服务器、工作站、网卡、传输介质、接头、网络中的设备、不间断电源系统(UPS)、打印机等;软件部分则包括网络操作系统(如 Windows NT、Linux、Novell、Netware 等)、网络管理系统和应用软件系统。

1. 服务器与工作站

服务器的主要功能是通过网络操作系统控制和协调网络各工作站的运行,处理和响应各工作站同时发送来的各种网络操作要求,提供网络服务。工作站是网络各用户的工作场



所,通常是一台微机或终端。

根据应用类型,网络服务器可分为文件服务器、应用程序服务器、通信服务器等几大类。通常,一个网络至少有一个文件服务器,网络操作系统及其实用程序和共享硬件资源都安装在文件服务器上。

按照网络服务器的设计思想分类,一般把服务器分为3种类型:一种是入门级服务器,有时也称为PC服务器;另一种是工作组级服务器,在中小企业的业务部门中使用,有时也称为部门级或工作组级服务器;还有一种是企业级服务器,一般对企业的整体网络进行部署。

2. 网卡

网卡(Network Interface Card, NIC)也称为网络适配器,是连接计算机与网络的硬件设备。网卡插在计算机或服务器的扩展槽中,通过网线(如双绞线、同轴电缆或光纤)与网络交换数据、共享资源。在网络中,网卡的任务是双重的:一方面它负责接收网络上传过来的数据包,解包后将数据通过主板上的总线传输给本地计算机;另一方面它将本地计算机上的数据打包后送入网络。

3. 传输介质

1) 同轴电缆

同轴电缆抗干扰性好、频带较宽、数据传输稳定、价格适中、性价比高。同轴电缆中央是一根内导体铜质芯线,外面依次包有绝缘层、网状编织的外导体屏蔽层和塑料保护层。

通常按特性阻抗数值的不同,可将同轴电缆分为 50Ω 基带同轴电缆和 75Ω 宽带同轴电缆。前者用于传输基带数字信号,是早期局域网的主要传输媒体;后者是有线电视系统(CATV)中的标准传输电缆,在这种电缆上传输的信号采用了频分复用的宽带模拟信号。

50Ω 基带同轴电缆可分为粗缆和细缆两类。粗缆用于10Base-5以太网,最大干线线段长度为500m,最大网络干线电缆长度为2.5km,每条干线段支持的最大节点数为100个,收发器之间的最小距离为1.5m,收发器电缆的最大长度为50m;细缆用于10Base-2以太网,最大干线线段长度为185m,最大网络干线电缆长度为925m,每条干线段支持的最大节点数为30个,BNC-T型连接器之间的最小距离为0.5m。使用基带同轴电缆组网,需要在两端连接 50Ω 的反射电阻,又称为终端匹配器。

2) 双绞线

双绞线是由两条导线按一定扭矩相互绞合在一起的类似于电话线的传输媒体,每根线加绝缘层并用颜色来标记。成对线的扭绞旨在使电磁辐射和外部电磁干扰减到最小。使用双绞线组网时,双绞线与网卡、集线器的接口称RJ-45,俗称水晶头。

双绞线分为屏蔽双绞线和非屏蔽双绞线,STP双绞线内部包了一层皱纹状的屏蔽金属物质,并且多了一条接地用的金属铜丝线,因此它的抗干扰性比UTP双绞线强,阻抗值通常为 150Ω 。对于UTP双绞线,其阻抗值通常为 100Ω ,每条双绞线最大传输距离为100m。

双绞线的制作有两种方法:一种是直通线,即双绞线的两个接头都按568B线序标准连接;另一种是交叉线,即双绞线的一个接头按EIA/TIA 568A线序连接,另一个接头按EIA/TIA 568B线序连接。



3) 光纤

光纤是新一代的传输介质，与铜介质相比，它具有一些明显的优势。因为光纤不会向外界辐射电子信号，所以使用光纤介质的网络无论是在安全性、可靠性还是在传输速率等网络性能方面都有了很大的提高。

根据光在光纤中的传输方式，可将光纤分为两种类型，即多模光纤和单模光纤。

4) 无线传输

无线传输主要分为无线电、微波、红外线及可见光几个波段。

无线电微波通信在数据通信中占有重要地位。微波的频率范围为 300MHz~300GHz，但主要使用 2~40GHz 的频率范围。微波通信主要有两种方式，即地面微波接力通信和卫星通信。

4. 网络互联设备

常用的网络互联设备有中继器、集线器、网桥、交换机、路由器及网关等。

1) 中继器

中继器(Repeater)是网络物理层的一种介质连接设备，它工作在 ISO/OSI 参考模型的第一层(物理层)。当局域网物理距离超过了允许的范围时，可用中继器将该局域网的范围进行延伸。

2) 集线器

集线器(Hub)从工作原理上看就是一个多端口中继器，起到一个信号分散器的作用，它也工作在 ISO/OSI 参考模型的第一层(物理层)，通过一个端口接收信号，然后再发送到其他所有端口。它是在局域网上广泛使用的网络设备，可以用来将若干台计算机通过双绞线或同轴电缆连接到集线器，从而构建一个局域网。

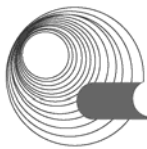
3) 网桥

网桥(Bridge)工作在 ISO/OSI 参考模型的第二层(数据链路层)，与高层协议无关，因此只能连接具有相同高层协议的网络。网桥的工作原理是，通过数据链路层的逻辑链路控制子层选择子网路径，接收完整的 MAC 数据帧并进行差错校验，再根据 MAC 中的源或目的地址决定帧的去向。如果是传给本网段的某一站点，则不予转发；如果目的地址是其他网络段的，则向它连接的所有网络段转发该 MAC 帧。在转发该帧之前，网桥对帧的内容和格式不做修改或仅做少量的修改后发送到物理层，再由物理层的传输介质发送到另外一个子网。

数据链路层连接两个局域网络段指的是网间通信从网桥传送，网内通信被网桥隔离。当网络负载重而导致性能下降时，用网桥可将其分为两个或多个网段，从而最大限度地缓解网络通信繁忙的程度，提高通信效率。

4) 交换机

集线器虽然有多端口，但同一时间只允许一个端口发送或接收数据；而交换机(Switch)则是采用程控交换机的原理设计的，允许多对端口同时发送或接收数据，每一个端口独占整个带宽，从而提供了一种提高数据传输速率的方法。交换机能够将以太网的速率提高至真正的 10Mb/s 或 100Mb/s。交换机工作在 ISO/OSI 参考模型的第二层(数据链路层)。目前局域网内广泛采用交换机设备。



5) 路由器

当两个不同类型的网络彼此相连时,必须使用路由器(Router)。路由器工作在 ISO/OSI 参考模型的第三层(网络层),能够提供路由选择、流量控制、协议转换、分组过滤、子网分割等功能。可广泛应用于局域网之间、局域网与广域网之间以及广域网之间的互联。路由器的互联能力强,可以执行复杂的路由选择算法,处理的信息量比网桥多,但处理速度比网桥慢。

路由器在局域网系统中的应用如下。

- (1) 局域网互联:连接多个局域网系统并实现局域网系统之间的数据转发。
- (2) 局域网隔离:连接多个局域网系统并实现局域网系统之间的数据隔离。
- (3) 局域网与广域网互联:局域网通过路由器连接广域网,实现对远程主机的访问。

6) 网关

当连接两个结构完全不同的网络时,必须使用网关(Gateway)。网关又称为协议变换器,它工作于传输层及其以上的层次,是用于在不同网络之间实现协议转换的专用网络通信设备。

网关可以设在服务器、微型机或大型机上。常见的网关有以下 4 种。

- (1) 电子邮件网关。可以从一种类型的系统向另一种类型的系统传输数据。
- (2) IBM 主机网关。可以在一台个人计算机与 IBM 大型机之间建立和管理通信。
- (3) 互联网网关。允许并管理局域网和互联网间的接入,可以限制某些局域网用户访问互联网。
- (4) 局域网网关。可以使运行于 OSI 模型不同层上的局域网网段间相互通信。路由器甚至只用一台服务器就可以充当局域网网关。局域网网关也包括远程访问服务器,它允许远程用户通过拨号方式接入局域网。

1.2.1.9 计算机网络接入技术

终端远程接入局域网、局域网与局域网远程互联或局域网接入广域网,这些都必须借助公共传输网络。

公共传输网络的接入技术主要有:公共交换电话网(PSTN)、综合业务数字网(ISDN)、X.25 分组交换网、数字数据网(DDN)、帧中继(FR)、异步传输模式(ATM)、数字用户线路(xDSL)、宽带网接入、HFC 和 Cable Modem 接入技术等。

1. PSTN 接入技术

“拨号接入”就是指通过普通电话线利用调制解调器(Modulator Demodulator, Modem)使用公用交换式电话网(Public Switched Telephone Network, PSTN)来传输数据,普通拨号 Modem 的最高速率为 56kb/s。其接入硬件需要具备一台调制解调器、一条电话线、集线器或交换机、代理服务器(网卡和 Modem 的连接端口)等。代理服务器可安装 WinGate、Sygate 等代理软件,以便代理局域网内的其他计算机访问 Internet。其拓扑结构如图 1-9 所示。代理服务器的串行口 COM 通过串行线与 Modem 相连,网卡通过双绞线与交换机或集线器相连,并根据需求设置该网卡的 IP 地址(私有地址),如 192.168.1.1,子网掩码为 255.255.255.0,局域网内其他计算机设置的 IP 地址与该服务器的网卡地址位于同一个网段内。

也可使用带有 PSTN 端口的路由器接入 Internet。其拓扑结构如图 1-10 所示。

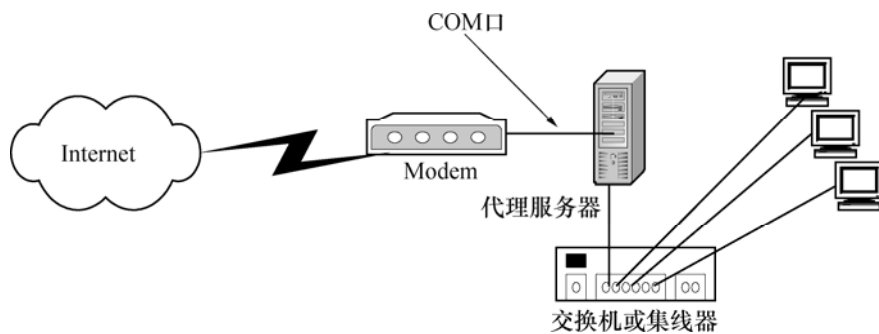


图 1-9 用调制解调器连接 Internet

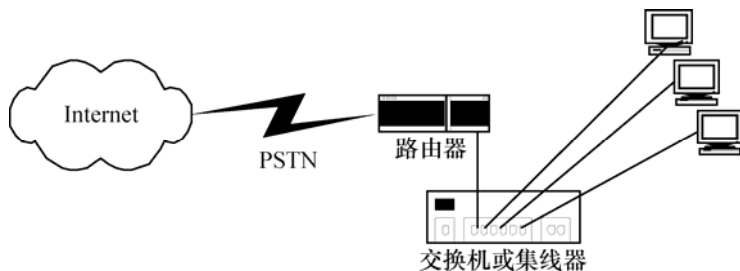


图 1-10 使用路由器接入 Internet

2. ISDN 接入技术

ISDN 是 Integrated Services Digital Network(综合业务数字网)的缩写, 能在一根普通电话线上提供语音、数据、图像等综合性业务。ISDN 在一对普通的电话用户线路上, 提供两个双向的 64kb/s 的 B 通道和一个 16kb/s 的 D 通道。B 通道是承载通道, 可以传送语音和数据。两个 B 通道既可以单独使用, 也可以捆绑起来传送数据, 都可达到 128kb/s 的速率。ISDN 可连接 8 台终端或电话, 有两台终端(如一部电话、一台计算机或一台数据终端)可以同时使用。对于用户而言, 同样的一对普通电话线原来只能接一部电话机, 而申请了 ISDN 后, 通过一个称为 NT 的转换盒, 就可以同时使用数个终端。在一根普通电话线上, 可以提供以 64kb/s 速率为基础并可达到 128kb/s 上网速度的数字连接。

局域网用户可通过 ISDN 专线接入 Internet, 其拓扑结构如图 1-11 所示。所需的硬件设备有 NT1、ISDN 专线、交换机或集线器、代理服务器(ISDN 卡和网卡)等。代理服务器可安装 WinGate、Sygate 等代理软件, 以便代理局域网内的其他计算机访问 Internet。

局域网用户也可采用 ISDN 路由器接入 Internet, 其拓扑结构如图 1-12 所示。

3. ADSL 接入技术

ADSL 是英文 Asymmetrical Digital Subscriber Loop(非对称数字用户环路)的缩写, ADSL 技术是运行在原有普通电话线上的一种新的高速宽带技术, 它利用现有的一对电话铜线, 为用户提供上、下行非对称的传输速率(带宽)。非对称主要体现在上行速率(最高 640kb/s)和下行速率(最高 8Mb/s)的非对称性上。上行(从用户到网络)为低速的传输, 可达 640kb/s; 下行(从网络到用户)为高速传输, 可达 8Mb/s。在不影响原有语音信号的基础上, 扩展了已有电话线路的功能。

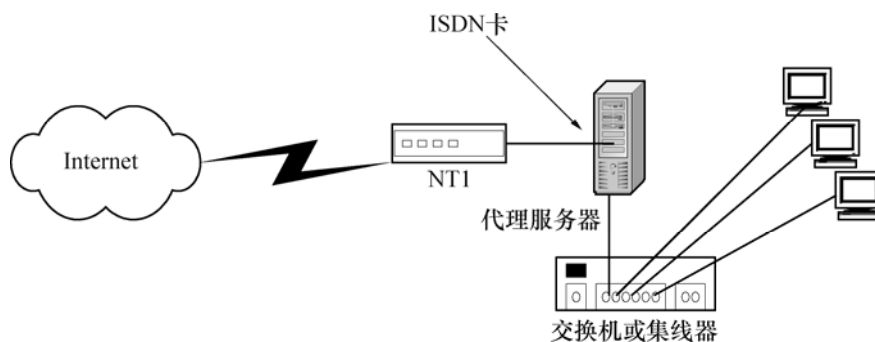
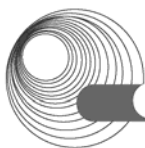


图 1-11 局域网使用 ISDN 专线接入 Internet

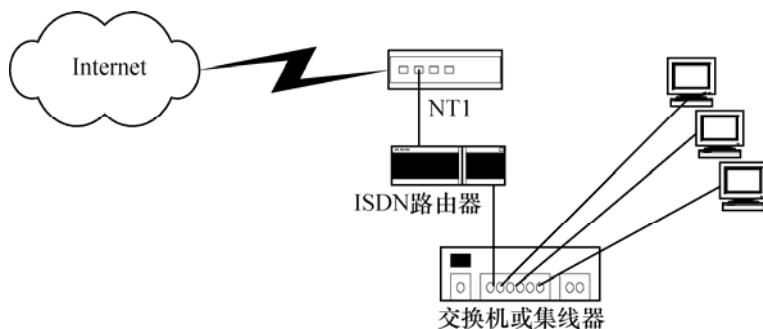


图 1-12 局域网使用 ISDN 路由器接入 Internet

局域网用户可通过 ADSL 接入 Internet, 其拓扑结构如图 1-13 所示。所需的硬件设备有语音/数据分离器、ADSL 专线、交换机或集线器、代理服务器(两块网卡)等。代理服务器上连接 ADSL Modem 的那一块网卡设置电信公司提供的 IP 地址、子网掩码、DNS、网关等参数, 内网可设置私有地址, 并安装代理服务软件, 以便代理局域网内的其他计算机访问 Internet。

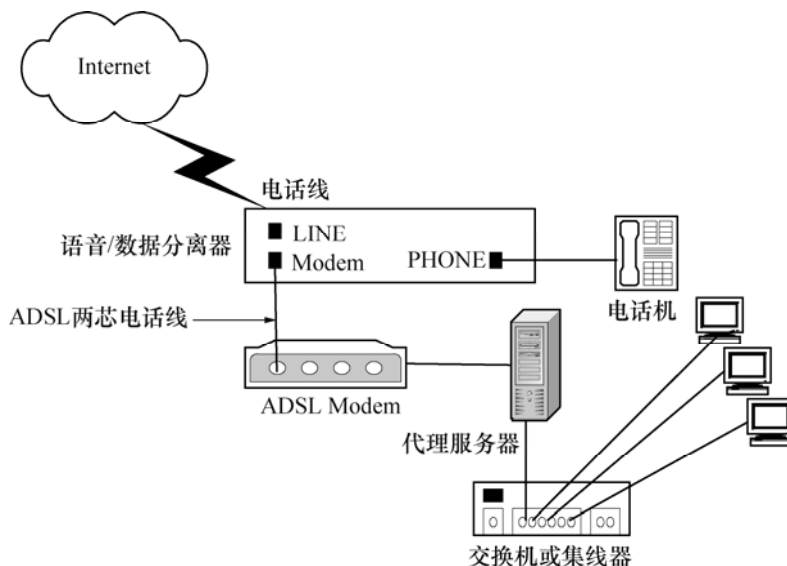


图 1-13 局域网用户使用 ADSL 接入 Internet

局域网用户也可利用 ADSL 路由器接入 Internet，其拓扑结构如图 1-14 所示。

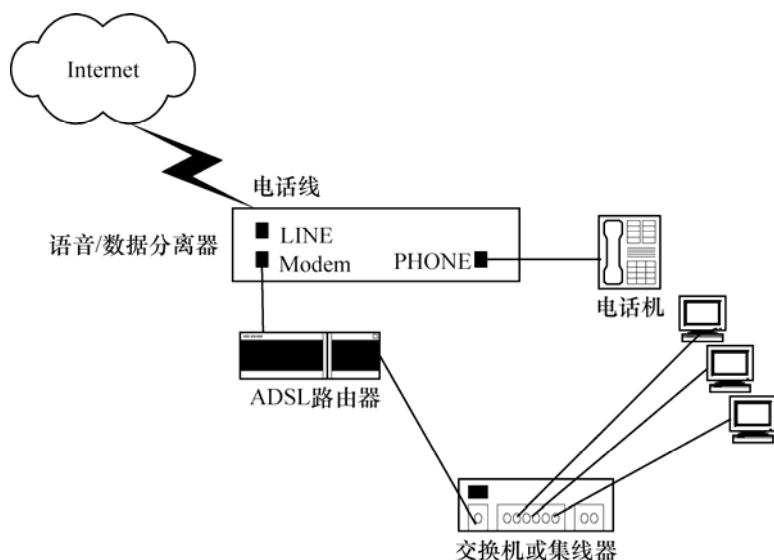


图 1-14 局域网使用 ADSL 路由器接入 Internet

4. 宽带网接入技术

宽带网也称为“IP 城域网”，它是在城市范围内以多种传输介质为基础，采用 TCP/IP 协议，通过路由器组网，实现 IP 数据包的路由和交换传输。

IP 城域网的接入方式目前一般分为 LAN 接入(用网线)和 FTTX 接入(用光纤)。LAN 接入是指从城域网的节点经过交换机和集线器将网线接入到用户家中。FTTX 接入是指光纤直接接入到用户家中，即光纤到户(FTTH)或光纤到桌面(FTTD)，它是未来宽带网络发展的方向。

宽带 IP 网以光纤通信为基础，以成熟的 IP 技术为核心，采用路由器和交换机等设备组网，可为用户提供 10Mb/s、100Mb/s、1000Mb/s 等几种可选接入速率。其速率是目前电话拨号上网的 170 多倍。

宽带 IP 网的建设目标是铺设光纤到小区，到大楼，最终以光纤到户为目标。目前一般采用光纤加局域网的方式实现群体用户接入宽带网络。其拓扑结构如图 1-15 所示。

5. HFC 和 Cable Modem 接入技术

HFC 网是光纤同轴电缆混合网，它是一种新型的宽带网络，采用光纤到服务区，而在进入用户的“最后 1 千米”采用同轴电缆，最常见的是有线电视网络。HFC 网络大部分采用传统的高速局域网技术，而 Cable Modem 是最重要的组成部分。

Cable Modem 可以译为电缆调制解调器或线缆调制解调器，它是一种将数据终端设备连接到有线电视网(CATV)，以使用户能够进行数据通信访问 Internet 等信息资源的设备。

6. 数据通信网接入技术

局域网用户还可以通过 DDN 网、X.25 网、帧中继网、ATM 网接入 Internet，其核心设备是路由器等网络终端接入设备。其拓扑结构如图 1-16 所示。

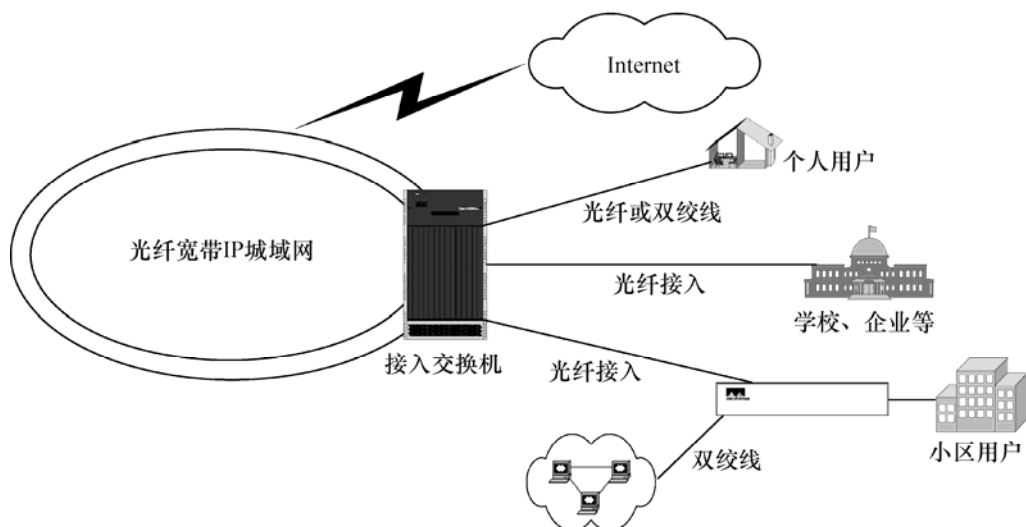
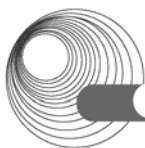


图 1-15 局域网宽带 IP 接入 Internet

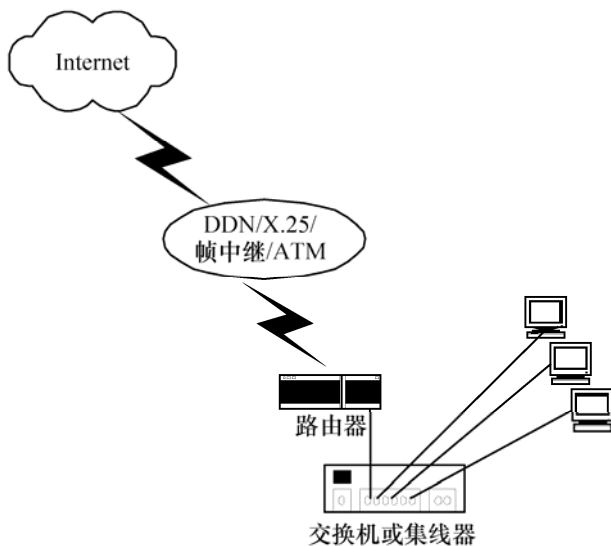


图 1-16 局域网使用数据通信网接入 Internet

1) X.25 分组交换网

X.25 是 CCITT 制定的在公用数据网上供分组型终端使用的, 数据终端设备(DTE)与数据通信设备(DCE)之间的接口建议。它只是一个以虚电路服务为基础的对公用分组交换网接口的规格说明。它动态地对用户传输的信息流分配带宽, 能够有效地解决突发性、大信息流的传输问题, 分组交换网络同时可以对传输的信息进行加密有效的差错控制。

X.25 一般只用于要求传输费用少, 而远程传输速率要求又不高的广域网环境。其速率为 9600b/s~64kb/s。

2) 数字数据网

数字数据网(DDN)是利用数字通道提供半永久性连接电路, 向用户提供端到端的中高速率、高质量的数字专用电路, 全程实现数字信号透明传输的数据传输网。DDN 网通常由 4



部分组成,包括本地传输系统、复用与交叉连接系统、局间传输与同步系统和网络管理系统等。DDN 干线主要采用光缆、数字微波与卫星信道,所提供的信道是非交换型的半永久电路,通常由电信部门在用户申请时设定,修改并非经常性的。

DDN 采用脉冲编码调制(PCM)的数字中继方式,传输距离远,具有传输速度快、质量好、性能稳定和带宽利用率高等优点。其速率可达 2Mb/s。

3) 帧中继

帧中继是为了克服 X.25 的缺点,提高性能而发展起来的一种高速分组交换与传输技术。它是一种减少节点处理时间的技术。帧中继认为帧的传送基本上不会出错,因此每个节点只要一知道帧的目的地址就立即转发,大大减少了帧在每一个节点的时延,比传统 X.25 的处理时间少一个数量级。

帧中继的设计目标主要是针对局域网之间的互联,它以面向连接的方式、合理的数据传输率和低廉的价格提供数据通信服务。帧中继的主要思想是“虚拟租用线路”。帧中继采用帧作为数据传送单元,网络的带宽根据用户帧传输的需要,可以采用统计复用的方式动态分配,可以充分复用网络资源,从而提高了中继带宽的利用率,尤其对突发信息的适应性比较强。帧中继用户的接入速率为 64kb/s~2Mb/s。

4) 异步传输模式(ATM)

ATM 是 Asynchronous Time division multiplexing 的缩写,译为“异步传输模式”,它是以高速分组传送模式为主,综合电路传输模式优点的一种宽带传输模式。

ATM 系统使用异步时分复用技术的快速分组交换方式,它将信息流分割成固定长度的 ATM 信元,能比较容易地实现各种信息流混合在一起的多媒体通信,能根据业务类型、传输速率等要求动态分配有效容量,对高速信息元传输频次高,对低速信息元传输频次低。因此 ATM 能采用单一的交换方式,支持从窄带语音、数据传输到高清晰度电视(High Definition TeleVision, HDTV)等范围极广的各种业务。

ATM 信元是固定长度的分组,并使用空闲信元来填充信道,从而使信道被分为等长的时间小段。每个信元共有 53 个字节,分为两个部分。前面 5 个字节为信头,主要完成寻址的功能;后面的 48 个字节为信息段,用来装载来自不同用户、不同业务的信息。ATM 接入的速率可达 155~622Mb/s。

1.2.2 典型例题分析

例 1 目前局域网广泛采用以太网技术。局域网互联时通常采用中继器、集线器、网桥、交换机、路由器、网关等设备,请简要回答下列问题。

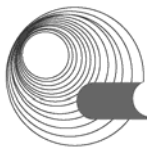
【问题 1】 以太网的标准是什么?

【问题 2】 中继器、集线器、网桥、交换机、路由器、网关分别工作在 ISO/OSI 参考模型的哪一层?

【问题 3】 简述路由器的特点。

分析:

【问题 1】 是考查以太网的概念,要求考生对以太网的标准有所了解,属于识记层次,较容易。



【问题2】考查局域网互联设备工作在 ISO/OSI 参考模型的哪一层。中继器是网络物理层的一种介质连接设备,它工作在 ISO/OSI 参考模型的第一层(物理层)。当局域网物理距离超过了允许的范围时,可用中继器将该局域网的范围进行延伸。集线器从工作原理上看就是一个多端口中继器,它起到一个信号分散器的作用,它也工作在 ISO/OSI 参考模型的第一层(物理层),它通过一个端口接收信号,然后再发送到其他所有端口。网桥工作在 ISO/OSI 参考模型的第二层(数据链路层),负责接收和转发数据帧,并对数据帧进行管理。交换机从工作原理上看就是一个多端口网桥,它利用存储转发和过滤技术来分割网段,使局域网整体带宽得到成倍提高。路由器工作在 ISO/OSI 参考模型的第三层(网络层),它能够在复杂网络中为网络数据的传输自动进行路径选择。网关工作在 ISO/OSI 参考模型的传输层及其以上的层次,用于在不同网络之间实现协议转换的专用网络通信设备。

【问题3】考查路由器的特点。

答案:

【问题1】以太网的标准是 IEEE 802.3。

【问题2】中继器工作在 ISO/OSI 参考模型的第一层,集线器工作在 ISO/OSI 参考模型的第一层,网桥工作在 ISO/OSI 参考模型的第二层,交换机工作在 ISO/OSI 参考模型的第二层,路由器工作在 ISO/OSI 参考模型的第三层,网关工作在 ISO/OSI 参考模型的传输层及其以上的层次。

【问题3】路由器的特点如下。

(1) 更强的异种网络互联能力。路由器不仅能实现不同类型的局域网互联,而且可以用于局域网与广域网、广域网与广域网的互联,同时它还提供不同网络地址格式的转换功能。

(2) 有较好的拥挤控制能力。路由器具有各种解决拥挤的方法,而网桥只能通过加大缓存来局部解决拥挤问题,同时路由器可以隔离广播信息,避免出现广播风暴。

(3) 具有防火墙功能。路由器通常有多种隔离信息包的方法,从而进一步加强网络的安全保密性,防止网络系统和系统内的数据遭到攻击和破坏。

(4) 便于网络管理和维护。路由器连接的各个网络仍是独立的子网,便于各自管理和维护。并且,通过路由器提供的网管功能,可以随时对各子网的工作状况进行监视和控制,及时发现和解决可能出现的问题。

例2 阅读以下说明,回答问题。

【说明】

图 1-17 是某办公局域网的拓扑结构,采用 8 口 Hub 将客户机、打印机及服务器相连,形成一个小型的办公网络。

【问题1】该网络采用的媒体访问控制技术是什么?

【问题2】局域网的主要网络拓扑有哪些?图 1-17 采用了哪种网络拓扑?

【问题3】Hub 与服务器、客户机之间采用什么传输介质?

分析:

【问题1】考查共享型以太网的概念。用 Hub 组建的以太网为共享型以太网,采用 CSMA/CD 媒体访问控制技术是它的特征。

【问题2】考查局域网的拓扑结构分类。局域网的拓扑结构通常分为 3 种,分别是总线

型拓扑结构、星型拓扑结构和环型拓扑结构。总线型结构使用同一媒体或电缆连接所有端用户，也就是说，连接端用户的物理媒体由所有设备共享。星型结构存在着中心节点，每个节点通过点对点的方式与中心节点相连，任何两个节点之间的通信都要通过中心节点来转接。环型结构在 LAN 中使用较多。这种结构的传输媒体从一个端用户到另一个端用户，直到将所有端用户连成环形。

【问题 3】考查局域网采用的传输媒体。在 Hub 组建的以太网中，局域网采用两端都装有同样的 RJ-45 型接头(水晶头)，每一个工作节点都需要一根双绞线电缆，用来连接工作节点上的网卡与集线器。

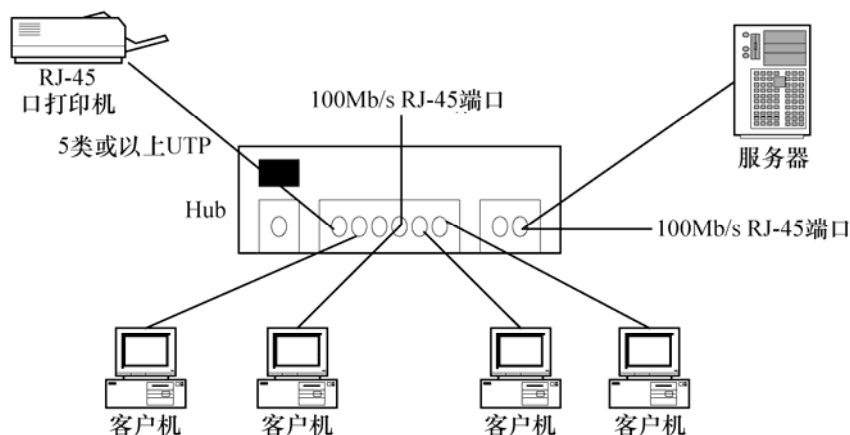


图 1-17 某办公局域网拓扑结构

答案：

【问题 1】CSMA/CD。

【问题 2】局域网在网络拓扑上主要采用了环型、星型和总线型结构。图 1-17 中采用的是星型拓扑结构。

【问题 3】双绞线。

例 3 简要回答有关局域网传输媒体的问题。

【问题 1】局域网的传输媒体包括哪些种类？

【问题 2】目前局域网上常用哪几种传输媒体？

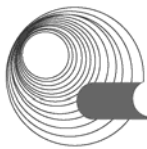
【问题 3】目前局域网上能达到最高传输率的传输媒体是哪一种？

【问题 4】要获得最佳的数据传输安全保密性的传输媒体是哪一种？

分析：局域网的传输媒体主要有双绞线、同轴电缆、光缆和无线传输四大类。最常用的是双绞线和光缆，这与它们各自的特点是分不开的。一般短距离采用双绞线，长距离则使用光缆。

光纤利用全内反射来传输经信号编码的光束，能实现最高速率的传输。所以说目前局域网能达到最高传输率的传输媒体是光缆。

光纤不受电磁干扰或噪声的影响，这种特性允许其在很长的距离内进行高速数据传输，并能提供优良的安全保密性，所以说要想获得最佳的数据传输安全保密性，就要采用光缆作为传输媒体。



答案:

【问题1】传输媒体是收发双方之间进行通信的物理信号通路。用于局域网的传输媒体有双绞线、同轴电缆、光缆和无线传输媒体四类。

【问题2】目前局域网常用的传输媒体为双绞线和光缆。

【问题3】目前局域网上能达到最高传输率的传输媒体是光缆。

【问题4】要想获得最佳的数据传输安全保密性,需使用的传输媒体是光缆。

例4 阅读以下说明,回答问题。

【说明】

某大型企业包括网络中心、管理部、生产部、市场部、财务部、人事部等部门,各部门内部都已经建设了自己的局域网系统。现要将企业内部各部门的局域网互联起来。建设企业内联网。

组网要求:能够实现企业内部各部门局域网系统的有效隔离,防止跨部门的非法访问;各部门之间根据需要可以有效互联通信,将信息由部门级共享提高至企业级共享;各部门的计算机都可以连接访问 Internet。

【问题1】请简述其实施方案并画出网络拓扑结构示意图。

【问题2】简述路由器在局域网组网工程中的应用。

分析:根据用户需求可以总结出用户对现有局域网系统的3点要求,即局域网隔离、局域网互联以及局域网与广域网互联。这恰好就是路由器在局域网系统中的3项应用。因此可以在组网方案中应用路由器作为网络互联设备。

答案:

【问题1】各部门局域网之间通过路由器互联起来,通过配置路由器实现各部门之间的访问控制策略;路由器具有连接 Internet 的广域网端口,企业内部各部门局域网系统中的计算机可以通过路由器访问 Internet,其拓扑结构如图 1-18 所示。

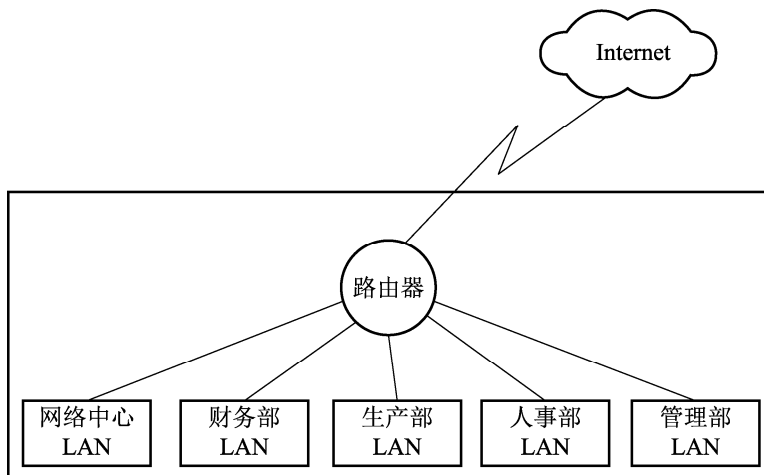


图 1-18 某企业内部网组网拓扑结构

【问题2】路由器在局域网系统中的应用主要如下。



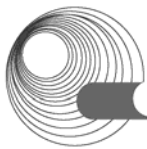
- (1) 局域网互联。连接多个局域网系统并实现局域网系统之间的数据转发。互联的局域网系统可以是相同类型，也可以是不同类型。
- (2) 局域网隔离。连接多个局域网系统并实现局域网系统之间的数据隔离。
- (3) 局域网与广域网互联。局域网通过路由器连接广域网，实现对远程主机的访问。

1.2.3 同步练习

1. 简要回答下列有关局域网的问题。
 - 【问题1】局域网需要 OSI 参考模型的哪几层？
 - 【问题2】局域网的标准主要是由哪个委员会制定的？
 - 【问题3】列出局域网常用的访问控制方式。
2. 简要回答下列有关 10Mb/s 以太网的问题。
 - 【问题1】简述 10Base-T 以太网的组成。
 - 【问题2】简述 10Base-T 以太网系统的特点。
 - 【问题3】在 10Base-T 的收发器中，双绞线起什么作用？
 - 【问题4】试比较 4 种 10Base 以太网的物理性能。
3. 按传输媒体类型划分快速以太网类型。
4. 交换型以太网的中心设备是什么？与共享型以太网系统比较，交换型以太网系统有何特点？
5. 10Mb/s 以太网、快速以太网以及千兆位以太网有何区别与联系？
6. 对于工作在半双工模式的 24 口交换机，若每个端口的速率为 10Mb/s，则整个系统带宽可达多少？
7. 简要回答下列问题。
 - 【问题1】哪些以太网产品支持全双工操作？
 - 【问题2】简述全双工以太网的技术特点(与传统半双工以太网相比)。
8. 已知某局域网采用 CSMA/CD 媒体访问控制技术，其共享媒体最大跨距为 500m，物理层处理延迟时间为 10^{-5} s，传输媒体的数据传输率为 10Mb/s，试计算该网络的最小帧长度。
9. 简要回答下列问题。
 - 【问题1】收发器的主要功能有哪些？
 - 【问题2】对于 10Mb/s 的以太网，它有哪几种收发器？
 - 【问题3】集线器在以太网系统中具有的主要功能是什么？

1.2.4 同步练习参考答案

1.
 - 【问题1】局域网需要 OSI 中的物理层、数据链路层(数据链路层分为媒体访问控制子层和逻辑链路控制子层)。
 - 【问题2】IEEE 802 委员会。



【问题3】局域网常用的访问控制方式有3种,分别是载波帧听访问/冲突检测(CSMA/CD)、令牌环访问控制法(Token Ring)和令牌总线访问控制法(Token Bus)。

2.

【问题1】10Base-T以太网的组成如下。

- (1) 10Base-T以太网系统由集线器、网卡和非屏蔽双绞线(3类以上)组成。
- (2) 网卡与集线器、集线器与集线器之间通过RJ-45连接器和双绞线实现互联和通信。
- (3) 10Base-T以太网系统中,单段媒体最大长度为100m,可以通过4个集线器级联,连接5个媒体可使最大跨距达500m。

【问题2】10Base-T以太网系统的特点如下。

- (1) 采用星型或树型拓扑结构,核心为集线器。
- (2) 传输媒体采用3类、4类或5类非屏蔽双绞线,发送与接收通道物理上分开,各占一根双绞线。
- (3) 网络站点通过网卡上的RJ-45连接器和双绞线直接连接集线器。

【问题3】双绞线的作用如下。

- (1) 网卡上发送和接收分别使用一根双绞线,即一根双绞线发送信号,另一根作为信号接收使用。
- (2) 当网卡与集线器相连接时,网卡上作为发送的那根双绞线正作为集线器接收使用;反之,网卡上作为接收的那根双绞线正作为集线器发送使用。

【问题4】10Base以太网的物理性能如下。

- (1) 10Base-5使用外置收发器,传输媒体为价格较贵、需要专业化安装的直径10mm、阻抗 50Ω 的粗同轴电缆,采用总线型拓扑结构,单段媒体最大长度为500m,最多可使用4个中继器连接5段媒体,使跨距最大达2.5km,网卡通过AUI接口与媒体连接。
- (2) 10Base-2在网卡上内置收发器,传输媒体使用价格便宜、安装简单的直径5mm、阻抗 50Ω 的细同轴电缆,采用总线型拓扑结构,单段媒体最大长度为185m,最多可使用4个中继器连接5段媒体,使跨距最大达925m,网卡通过BNC连接器和T形头与媒体连接。
- (3) 10Base-T在网卡上内置收发器,传输媒体使用便宜、安装简单的非屏蔽双绞线(3类以上UTP),采用星型拓扑结构,单段媒体最大长度为100m,可以通过4个集线器级联,连接5个媒体,使最大跨距达500m,网卡通过RJ-45连接器与媒体连接。
- (4) 10Base-F在网卡上内置收发器,传输媒体使用62.5/125多模光纤,采用星型拓扑结构,单段媒体最大长度为2km,可以通过一个集线器级联,连接两个媒体段,使最大跨距达4km,网卡通过ST连接器与光纤连接。

3.

按传输媒体类型划分,快速以太网可分为100Base-TX、100Base-FX、100Base-T4这3种类型。

- (1) 100Base-TX采用5类非屏蔽双绞线,使用两对线对。
- (2) 100Base-FX采用多模光纤或单模光纤。
- (3) 100Base-T4采用3类非屏蔽双绞线,使用全部4对线对。

4. 交换型以太网的中心设备是以太网交换机。交换型以太网系统与共享型以太网比较



有以下优点。

- (1) 每个端口上可以连接站点，也可以连接一个网段。不论站点和网段是否独占该端口的带宽。
- (2) 系统的最大带宽可以达到端口带宽的 n 倍，其中 n 为端口数。 n 越大，系统的带宽越高。
- (3) 交换机连接了多个网段，每一个网段都是独立的、被隔离的。但如果需要的话，独立网段之间通过其端口也可以建立暂时的数据通道。
- (4) 被交换机隔离的独立网段上数据流信息不会随意广播到其他端口上去，因此具有一定的数据安全性。

5.

(1) 快速以太网和千兆位以太网属于高速以太网，是在 10Mb/s 以太网基础上发展起来的数据传输率更高的以太网技术。

(2) 快速以太网是在 10Base-T 和 10Base-F 技术基础上发展起来的具有 100Mb/s 数据传输率的以太网，快速以太网的传输媒体和媒体布局向下兼容 10Mb/s 以太网，帧结构和媒体访问控制方式则完全遵循 IEEE 802.3 基本标准。

(3) 千兆位以太网是快速以太网的自然发展，只是数据传输率达到 1000Mb/s，二者的拓扑结构完全一致，传输媒体的媒体布局在快速以太网基础上有所发展，但向下兼容快速以太网和 10Mb/s 以太网，帧结构和媒体访问控制方式也与 IEEE 802.3 基本类同，但有所发展。

6. 240Mb/s(24×10Mb/s)

7.

【问题 1】

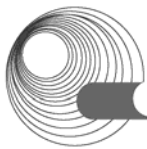
- (1) 只有链路上提供独立的发送和接收媒体的以太网产品才能支持全双工操作。
- (2) 在 10Mb/s 以太网中只有 10Base-T 和 10Base-F 支持全双工操作。
- (3) 在 100Mb/s 以太网中 100Base-TX、100Base-FX 都支持全双工操作。
- (4) 在 1000Mb/s 以太网中 1000Base-LX、1000Base-SX、1000Base-CX、1000Base-TX 都支持全双工操作。

【问题 2】全双工以太网技术是用来说明以太网设备端口的传输技术，与传统半双工以太网技术区别在于：每个端口和交换机背板之间都存在两条逻辑通路。这样每个端口就可以同时接收和发送帧，不再受 CSMA/CD 的约束，在端口发送帧时不会再发生帧的碰撞，已无碰撞域存在。这样端口之间媒体的长度仅仅受数字信号在媒体上传输衰变的影响，而不像传统以太网半双工传输时还要受碰撞域的约束。

8. 根据最小帧长度的计算公式：

$$\begin{aligned}
 L_{\min} &= \text{slot time} \times R \approx (2S/0.7C + 2t_{\text{PHY}}) \times R \\
 &= [2 \times 500 / (0.7 \times 3 \times 10^8) + 2 \times 10^{-5}] \times 10 \times 10^6 \\
 &= 248(\text{位})
 \end{aligned}$$

所以该网络最小帧长度为 248 位。



9.

【问题1】收发器的主要功能有：向媒体发送信号、自媒体接收信号、识别媒体是否存在信号。

【问题2】对于 10Mb/s 的以太网有 10Base-5、10Base-2、10Base-T、10Base-F 几种收发器。

【问题3】集线器在以太网系统中具有的主要功能有：一是媒体上信号的再生和再定时；二是检测碰撞；三是端口的扩展功能；四是混合连接 10Base-5 与 10Base-2 以太网系统。

1.3 以太网交换机的部署

1.3.1 考点辅导

1.3.1.1 交换机的连接模式

交换机的连接模式有级联模式、堆叠模式和混合模式。

1. 级联模式

级联模式是最常规、最直接的一种扩展方式。级联模式是通过双绞线或光纤来级联，一般在交换机的前面板上有专门的级联口，如果没有也可以用交叉线接法来级联。级联是通过端口进行的，级联后两台交换机是上下级的关系。

级联模式起源于早期的共享型集线器，其物理拓扑结构是星型的，而逻辑拓扑结构是总线型的。集线器仅相当于一条浓缩的总线，在集线器的某一个端口级联另一台集线器，只是相当于把浓缩的总线又加长了一些，但其仍然是一条总线，所有端口都要在一个碰撞域里受 CSMA/CD 的约束。但这样相当于把传输媒体加长了，在加长的传输媒体上又增加了一些端口。但付出的代价是，在这个碰撞域里又多了一些端口共享整个带宽，从而导致网络性能低下。当然，这种级联方式必须遵循 5-4-3 法则，也就是级联不能超过 4 层。

在交换机上进行级联，级联交换机的端口共享的仅仅是被级联交换机端口的带宽，而不是整个网络的带宽。更何况目前的交换机级联通常是高速交换机级联低速交换机，即 1000Mb/s 端口级联 100/1000Mb/s 的交换机；100Mb/s 端口级联 10/100Mb/s 的交换机；或者是交换机级联共享型的集线器。由此级联模式极大程度地克服了传统集线器级联共享带宽而导致网络性能降低的弊端。

2. 堆叠模式

堆叠通常是为了扩充带宽用的，通常用专门的堆叠卡插在交换机的后面，用专门的堆叠电缆连接几台交换机，堆叠后这几台交换机相当于一台交换机。堆叠是采用交换机背板的叠加，使多个工作组交换机形成一个工作组堆，从而提供高密度的交换机端口。堆叠中的交换机就像一个交换机一样，配置一个 IP 地址即可。

级联是通过交换机的某个端口与其他交换机相连的，而堆叠是通过集线器的背板连接



起来的，它是一种建立在芯片级上的连接。如两个 24 口交换机堆叠起来的效果就像是一个 48 口的交换机。

常见的堆叠有两种，即菊花链堆叠和矩阵堆叠。

3. 混合模式

在实际应用中，由于网络的复杂性、用户需求的多重性，通常同时使用两种模式进行交换机的部署，故称其为混合模式。

1.3.1.2 以太网交换机的设置

对一台新的交换机进行配置和管理有两个主要步骤：一是通过仿真终端进行 IP 地址设置；二是通过浏览器进行管理。

1. 通过仿真终端进行 IP 地址设置

通过仿真软件设置 3COM 交换机 IP 地址的步骤如下。

- (1) 用一条 RS-232 型电缆将管理终端的串口与交换机的控制台端口(Console)相连。
- (2) 运行仿真终端软件，通常使用“附件”中的“超级终端”命令即可。
- (3) 选择所连接的串口，如 COM1 端口。
- (4) 根据说明书设置仿真终端的位率、数据位、奇偶校验和停止位等参数。
- (5) 设置远程登录的用户名、密码及其他常见用户名。
- (6) 设置 IP 地址及子网掩码。

2. 通过浏览器进行管理

- (1) 打开浏览器，在 URL 栏中输入交换机 IP 地址后按 Enter 键，出现交换机的 Web 登录界面，在其中输入相应的用户名和密码后单击“确定”按钮。
- (2) 进入交换机的 Web 管理页面。
- (3) 在 Web 管理页面中，既可以查看交换机的基本信息，也可以进行一些参数设置，如修改交换机管理用户的口令。

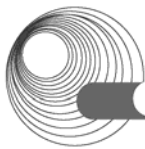
1.3.2 典型例题分析

例 1 以太网交换机一定要设置才能工作，这一叙述是否正确？

分析：一台新的交换机部署到网络中后，使用默认配置就可以工作，不需要再进行设置。因为它是一种将软件装在 Flash Memory(闪存)中的硬件设备，当加电时，首先进行一系列自检，对所有的端口进行测试之后，交换机就处于工作状态。这时设备的交换表是空的，它可以通过自学来了解各个端口的设备连接情况，并将设备的 MAC 地址记录在交换表中，当有信息交换时交换机就根据交换表来进行数据转发。

但是，当有一些高级应用和需求时，如通过交换机划分 VLAN 或是对交换机进行远程管理等，就需要对交换机进行设置。

答案：错误，以太网交换机在一般应用时不需进行任何设置即可使用。



例 2 交换机之间级联只能采用双绞线,这一叙述是否正确?采用什么类型的级联双绞线?

分析: 交换机之间级联可通过双绞线或光纤。用双绞线进行级联时可根据实际情况采用直通线或交叉线。

答案: 错误。级联双绞线可根据需要采用直通线或交叉线。

例 3 非屏蔽双绞线的直通线和交叉线可用于下列哪两种设备间的通信?集线器到集线器(不使用级联端口)使用__(1)__;PC 到集线器使用__(2)__;PC 到交换机使用__(3)__;PC 到 PC 使用__(4)__。

分析: 对于那些没有专用级联端口的集线器之间的级联,双绞线接头中线对的分布与连接网卡和集线器有所不同,必须要用交叉线。而许多集线器为了方便用户,提供了一个专门用来连接到另一台集线器的普通端口,对此类集线器进行级联时双绞线均采用直通线。

答案: (1)交叉线 (2)直通线 (3)直通线 (4)交叉线

例 4 交换机与 Hub 如何进行级联才能达到最佳效果?

分析: 在 Hub 和交换机性能优化方面主要体现在 Hub 或交换机的级联上。如果需要 Hub 与 Hub 或 Hub 与交换机级联,则一定要注意 Hub 的带宽是所有端口共用的,因此每个端口实际利用的带宽均是应用总带宽(如 100Mb/s)除以所用端口数。所以一般不用 Hub 来级联,而是通过用 Hub 连接在交换机的端口上,因为交换机所指的带宽就是每个端口的实际可用带宽,如 $n \times 10\text{Mb/s} + m \times 100\text{Mb/s}$ 就表明在这个交换机上有 n 个 10Mb/s 的带宽,有 m 个 100Mb/s 的带宽端口,这些带宽是具体端口独享的,而不受交换机所用端口数的限制。

也就是说,如果一个 Hub 连在一个交换机的 100Mb/s 端口上,则这个 Hub 上就拥有总共 100Mb/s 的带宽;如果一个 Hub 连接在有 100Mb/s 带宽的 Hub 端口上,则连接一个 Hub 可能使用了 10 个端口,实际上下一个 Hub 的总带宽就远达不到 100Mb/s 的带宽,这样就影响了连接在下一个 Hub 上的工作站速度。所以 Hub 级联一般最多为两层,层数多了会使速度呈倍差级数减慢。

另外还有两点要注意:一是当 Hub 要通过交换机级联时最好连接在 100Mb/s 带宽的端口,除非没有 100Mb/s 端口可用;二是要注意双绞线最大单段网线长度在 100m 以内,否则信号会衰减严重,影响网络速度。

答案: 一个 Hub 连在一个交换机的 100Mb/s 或 10Mb/s 端口上,同时相互级联的网线长度在 100m 之内。

1.3.3 同步练习

1. 什么是级联?
2. 简述级联的优势。
3. 常见的堆叠有哪两种?堆叠技术的最大优点是什么?



4. 简述堆叠模式的优、缺点。
5. 在网络中利用以太网交换机进行部署时常采用哪3种模式？
6. 对没有任何设置的交换机通过何种方式进行配置？
7. 设置了IP地址以后的交换机可采用哪两种方式进行远程管理？
8. 描述通过仿真软件设置3COM交换机IP地址的步骤。
9. 通过Web页面可对设置IP地址的3COM 3300交换机进行远程管理，请列举出通过远程管理可实现哪些功能。

1.3.4 同步练习参考答案

1. 级联是通过双绞线或光纤把需要级联的设备通过端口相连接，从而达到增加同一网络端口数目的方法。

2. 级联的优势如下。

(1) 级联模式可使用通用的以太网端口进行层次间互联，其中包括100Mb/s端口、1000Mb/s端口以及新兴的10Gb/s端口。

(2) 级联模式是组建结构化网络的必然选择，级联使用普通的、长度限制并不严格的电缆(光纤)，各个级联单元的位置相对较随意，非常有利于综合布线。

(3) 级联模式通常是解决不同品牌的交换机之间以及交换机与集线器之间连接的有效手段。

3. 常见的堆叠有两种，即菊花链堆叠和矩阵堆叠。堆叠技术的最大优点就是提供简化的本地管理，将一组交换机作为一个对象来管理。

4.

堆叠模式的优点如下。

(1) 增加网络端口的同时，还增加了逻辑通道，扩充了网络带宽，不同堆叠单元的端口之间可以直接交换，进行快速转发，从而极大地提高了网络性能。

(2) 不受5-4-3法则的约束，堆叠单元可以超过4个。

(3) 提供简化的本地管理，将一组交换机作为一个对象来管理。

堆叠模式的缺点如下。

(1) 堆叠是一种非标准化技术，各个厂商之间不支持混合堆叠，同一组堆叠交换机必须是同一品牌。

(2) 堆叠模式不支持即插即用，在物理连接完毕之后还要对交换机进行相应的设置才能正常运行。

(3) 不存在拓扑管理，一般不能进行分布式布置。

5. 常采用3种模式，即级联模式、堆叠模式和混合模式。

6. 对没有任何设置的交换机通过仿真终端可设置交换机的登录用户名、密码、IP地址及子网掩码等。

7. 交换机可通过Telnet命令行的方式及Web页面的方式进行远程管理。