

计算机网络概述

内容提要：

- 计算机网络的定义；
- 计算机网络的形成与发展；
- 计算机网络的基本功能；
- 计算机网络的分类；
- 计算机网络的组成；
- 计算机网络的拓扑结构。

1.1 计算机网络的定义

对计算机网络的定义没有统一的标准,根据计算机网络发展的阶段或侧重点的不同,对计算机网络有不同的定义。根据目前计算机网络的特点,侧重资源共享的计算机网络定义则更准确地描述了计算机网络的特点。

计算机网络定义：为了实现计算机之间的通信交往与资源共享,利用通信设备和线路将地理位置分散的、各自具备自主功能的一组计算机有机地联系起来,并由功能完善的网络操作系统和通信协议进行管理的计算机复合系统,如图 1-1 所示。

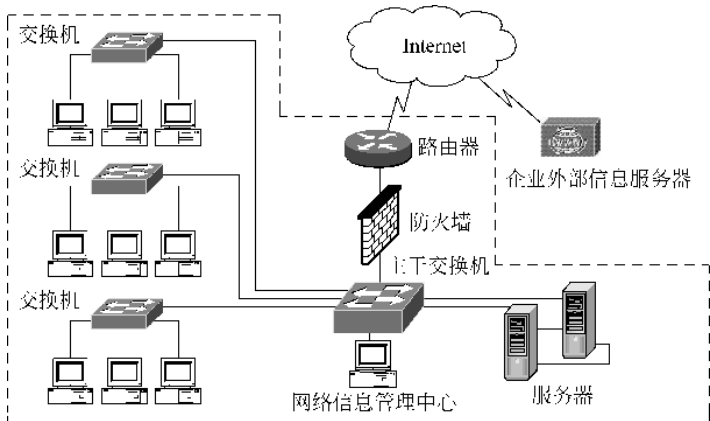


图 1-1 计算机网络结构图

1.2 计算机网络的形成与发展

计算机网络(Computer Network)是计算机技术与通信技术结合的产物。自从 20 世纪 60 年代计算机网络发展至今,已形成从小型的局域网到全球性的大型广域网的规模,计算机网络对现代人类的生、产、经济、生活等各个方面都产生了巨大的影响。在过去的 20 多年里,计算机和计算机网络技术都取得了惊人的发展。处理和传输信息的计算机网络形成了信息社会的命脉和发展知识经济的重要基础,不论是企事业单位、各个社会团体或是个人,他们的生产效率和工作效率都由于使用计算机和计算机网络技术而有了实质性的提高。在当今的信息社会中,人们不断地依靠计算机网络来处理个人和工作上的事务,而这种趋势正在加剧并显示出计算机和计算机网络的强大功能。计算机网络的形成大致分为以下几个阶段。

1. 早期计算机网络

早期计算机网络产生于 20 世纪 50 年代初,它是将一台计算机经通信线路与若干台终端直接相连,即所谓的“面向终端的计算机通信网络”,如图 1-2 所示。其典型代表是美国的半自动地面防空系统(SAGE),它把远距离的雷达和其他测控设备的信号通过通信线路传送到一台旋风计算机进行处理和控制,首次实现了计算机技术与通信技术的结合。

面向终端的计算机通信网络是一种主从式结构,计算机处于主控地位,承担着数据处理和通信控制工作,而各终端一般只具备输入/输出功能,处于从属地位,这些技术对以后的计算机网络的发展有着深刻的影响。这种网络就是现代计算机网络的雏形。

2. 初级计算机网络

在 20 世纪 60 年代末期至 70 年代中后期,计算机网络在单处理联机网络互联的基础上,完成了计算机网络体系结构与协议的研究,形成了初级计算机网络。这时的计算机网络以分组交换技术为基础理论。其标志是由美国国防部高级研究计划局研制的 ARPANET 网,如图 1-3 所示。该网络被公认为世界上第一个最成功的远程计算机网络,它首次使用了分组交换(Packet Switching)技术,为计算机网络的发展奠定了基础。

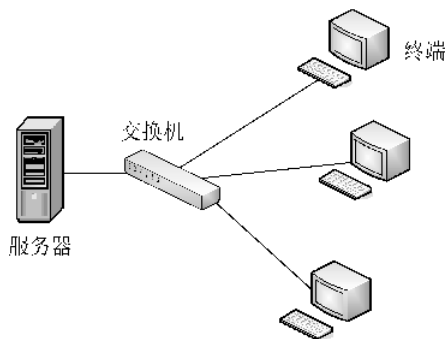


图 1-2 “主机—终端”系统

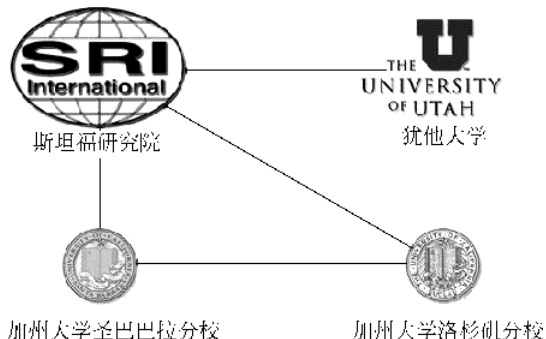


图 1-3 ARPANET 网

3. 计算机网络标准化阶段

随着计算机网络技术的进步,计算机厂商纷纷制定自己的网络技术标准。1977年,国际标准化组织(ISO)的 TC97 信息处理系统技术委员会 SC16 分技术委员会开始着手制定开放系统互联参考模型(OSI/RM)。目前存在着两种占主导地位的网络体系结构,一种是 ISO(国际标准化组织)的 OSI(开放式系统互联)体系结构;另一种是 TCP/IP(传输控制协议/网际协议)体系结构。

4. Internet 的发展阶段

1969年,ARPANET 开始投入运行,到1990年,在历史上起过重要作用的 ARPANET 就正式宣布关闭。

1992年,Internet 学会成立,该学会把 Internet 定义为“组织松散的、独立的国际合作互连网络”。1993年,美国伊利诺伊大学国家级计算中心成功开发网上浏览工具 Mosaic(后来发展成 Netscape),使得各种信息都可以方便地在网上交流。浏览工具的实现掀起了 Internet 发展和普及的高潮。随着 Internet 的快速发展,世界上的许多公司纷纷接入到 Internet,使网络上的通信量急剧增大。到1999年年底,Internet 上注册的主机已超过1000万台。Internet 拓扑结构图如图1-4所示。

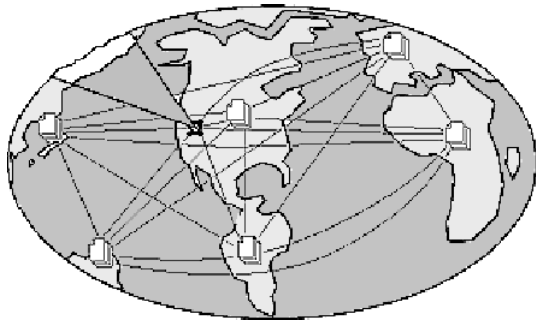


图1-4 Internet 拓扑结构图

1.3 计算机网络的基本功能

1. 数据交换和通信

数据交换和通信是指计算机之间、计算机与终端之间或者计算机用户之间能够实现快速、可靠和安全的通信交往。例如,电子邮件(E-mail)可以使相隔万里的异地用户快速准确地相互通信;文件传输服务(FTP)可以实现文件的实时传递等。

2. 资源共享

建立计算机网络的主要目的是实现资源共享。通常将计算机资源共享作为网络的最基本特征。资源共享的主要目的在于充分利用网络中的各种资源,减少用户的投资,提高资源的利用率。这些资源主要是指计算机中的硬件资源、软件资源和数据与信息资源。

3. 分布式网络处理和负载均衡

面对大型任务或网络中某些计算机的任务负荷过重时,可以将任务化整为零,即将任务分散到网络中的其他计算机上进行,由多台计算机共同完成这些复杂和大型的计算任务,以达均衡负荷的目的。这样既可以处理大型的任务,使得一台计算机不会负担过重,又提高了计算机的可用性。负载均衡原理如图 1-5 所示。

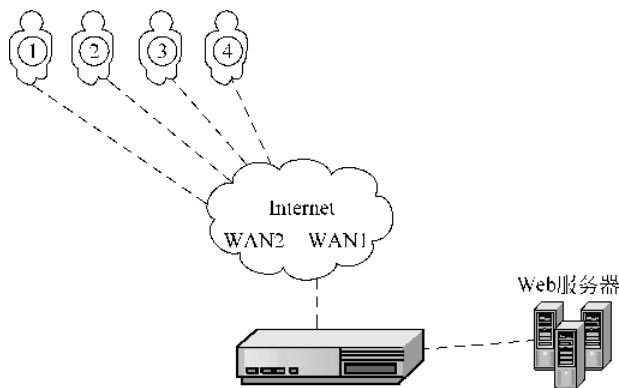


图 1-5 负载均衡原理图

1.4 计算机网络的分类

计算机网络可按不同的标准分类,如按网络的作用范围、按网络的应用管理范围、按网络的传输技术、按网络的使用范围、按网络的传输介质进行分类。下面就常见的几种分类作介绍。

1. 按网络的作用范围分类

(1) 局域网(Local Area Network, LAN)

局域网是将小区域内的各种通信设备互连在一起的通信网络。通常在地域上位于园区或者建筑物内部的有限范围内,但经过各种有线传输介质或无线传输介质,也能和相距很远或无法直接连接的另一个 LAN 相连。局域网被广泛应用于连接企业或者机构内部办公室之间的计算机和打印机等办公设备,实现数据交换和设备共享。LAN 数据传输速率一般小于或等于 100Mbps,进入 20 世纪 90 年代以来,数据传输速率超过 100Mbps 的 LAN 相继推出,通常称为高速局域网,而把以前推出的数据传输速率小于 100Mbps 的 LAN 称为传统局域网,如图 1-6 所示。

(2) 城域网(Metropolitan Area Network, MAN)

城域网是在 5~100km 的地理覆盖范围内,以高的传输速率支持数据、声音和图像综合业务传输的一种通信网络。它以光纤为主要传输介质,其传输速率为 100Mbps 或更高。城域网

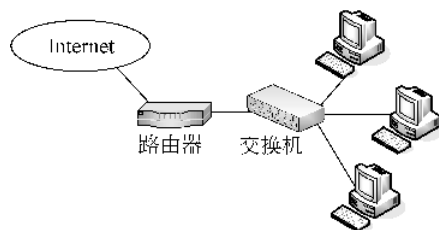


图 1-6 局域网

是城市通信的主干网,它充当不同局域网之间通信的桥梁,并向外连入广域网。城域网提供高速综合业务服务。它一般采用简单、规则的网络拓扑结构和高效的介质访问控制方法,避免复杂的路由选择和流量控制,以达到高传输率和低差错率。

城域网不仅具备数据交换功能,还能够进行话音传输,甚至可以与当地的有线电视网络相连接,进行电视信号的广播,如图 1-7 所示。

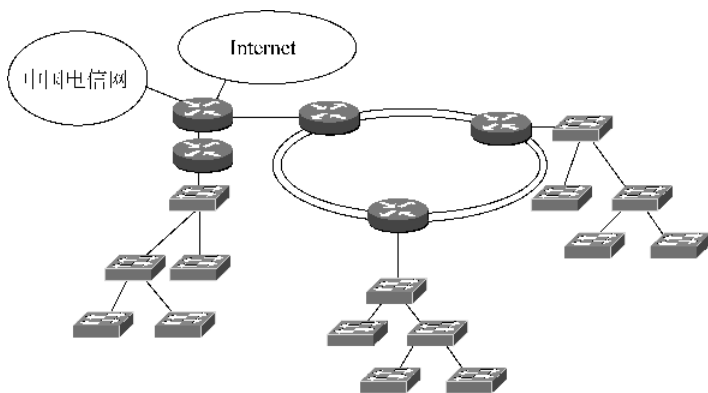


图 1-7 城域网

(3) 广域网(Wide Area Network, WAN)

广域网是在数十公里到数千公里的地理覆盖范围内,可以连接若干个城市、地区,甚至跨越国家,遍及全球的一种通信网络,也称远程网。广域网在采用的技术、应用范围和协议标准方面与局域网和城域网有所不同。在广域网中,通常利用电信部门提供的各种公用交换网,将分布在不同地区的计算机系统互连起来,以达到资源共享的目的,如图 1-8 所示。广域网可以被视为一个纯粹的通信网络,发送端和接收端主机间的通信与公共电话网中通话方和受话方之间的通信非常类似, WAN 的网络结构与公共电话网的结构也非常相似,而且两种网络很大程度上是运行在同样传输介质上的。广域网经常通过电话线传输数据,因此容易发生传输差错,传输速率相对较慢。

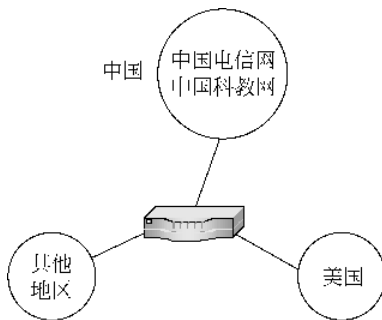


图 1-8 广域网

2. 按网络操作类型分类

(1) 对等网络

在对等网中,没有专用的服务器,网络中的所有计算机都是平等的,即网络中没有客户机(Client)和服务器(Server)的区别,如图 1-9 所示。网络中的每一台计算机既可充当工作站的角色,又可充当服务器角色,它们分别管理着自己的用户信息,在不同的主机间相互访问时都要做身份认证。在 Windows 系列操作系统中,对等网又被称为工作组模式。这种网络的优点是连接和管理都比较简单,通常情况下对等网所包括的主机不超过 10 台;其缺点是安全性差、效率低,只适用于安全性要求不高的小型网络。

(2) 基于服务器的网络

在基于服务器的网络中,为网络用户提供共享资源和服务功能的计算机或设备称为服务器,服务器运行服务器端操作系统;接受服务或访问服务器上共享资源的计算机称为客户机,客户机运行客户端软件。这种既有服务器又有客户机的网络称为基于服务器的网络,如图 1-10 所示。

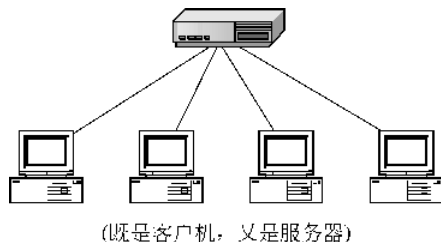


图 1-9 对等网

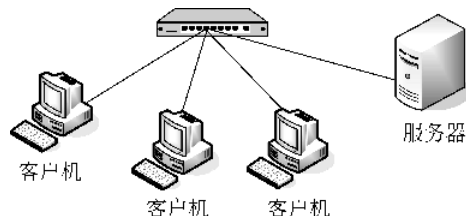


图 1-10 基于服务器的网络

在基于服务器的网络中,主机之间的通信是依照请求/响应模式进行的。当客户机需要访问集中管理的数据资源或者请求特定的网络服务时,首先向一台管理资源或者提供服务的网络服务器发出请求,该服务器收到请求后,对客户端用户的身份和权限认证并做出适当响应。在基于服务器的网络中,由一台服务器集中进行身份的认证和管理,该模式适用于安全性较高的大型网络。

3. 按网络的传输技术分类

(1) 点对点网络(Point-to-Point Network)

点对点传输技术是指网络连接中的数据接收端被动接收数据的传输模式,目标地址由发送端或中间网络设备确定。应用点对点传输技术的网络称为点对点网络。点对点网络中两点之间都有一条独立的连接,信息是一点一点逐点传输的。由于要保证网络中任意一对主机之间可以实现点对点的通信,所以一个完备的点对点网络包含了所有主机对之间的独立连接。

(2) 广播网络(Broadcast Network)

广播网络的特点是仅有一条通信信道,网络上的所有计算机都共享这个通信信道。当一台计算机在信道上发送分组或数据包时(分组和数据包实质上就是一种短的消息),网络中的每台计算机都会接收到这个分组,并且将自己的地址与分组中的目的地址进行比较,如果相同,则处理该分组,否则将它丢弃。

在广播网络中,若某个分组发出以后,网络上的每一台机器都接收并处理它,则称这种方式为广播(Broadcasting);若分组是发送给某个网络计算机的,则被称为多点播;若分组发送给网络中的某一台计算机,则称为单播。数据通过广播的方式从发送端发出,网络中所有主机发现共享信道上的数据后,都要主动对数据的目标地址进行检查以判断是否符合,如果地址一致就接收数据,否则就拒绝接收。

4. 按网络的逻辑功能分类

按网络的逻辑功能分类,计算机网络可分为资源子网和通信子网。资源子网和通信

子网是一种逻辑上的划分,它们可能使用相同设备或不同的设备。如在广域网环境下,由电信部门组建的网络常被理解为通信子网,仅用于支持用户之间的数据传输;而用户部门之间的入网设备则被认为属于资源子网的范畴。在局域网环境下,网络设备同时提供数据传输和数据处理的能力,因此只能从功能上对其中的软硬件部分进行这种划分。

5. 按网络的拓扑结构分类

按网络的拓扑结构分类,计算机网络可分为星型网络、总线型网络、环型网络和网状型网络等。

(1) 星型网络

以一台中心处理机为主而构成的网络,其他入网机器仅与该中心处理机之间有直接的物理链路,中心处理机采用分时的方法为入网机器服务。

(2) 总线型网络

所有入网机器共用一条传输线路,机器通过专用的分接头接入线路,由于线路对信号的衰减作用,总线型网络仅用于有限的区域,常用于组建局域网。

(3) 环型网络

入网机器通过转发器接入网络,每个转发器仅与两个相邻的转发器有直接的物理线路,所有的转发器及其物理线路构成了一个环状的网络系统。

(4) 网状型网络

利用专门负责数据通信和传输的节点机器构成网状型网络,入网机器直接接入节点机器进行通信。网状型网络主要用于地理范围大、入网主机多的环境,如广域网就是典型的一种网状型网络。

6. 按网络具体传输介质分类

按网络具体传输介质分类,计算机网络可分为双绞线网络、同轴电缆网络、光纤网络、微波网络和卫星网络等。有关网络传输介质的内容,将在以后的章节中介绍。

7. 按网络的所有权分类

按网络的所有权分类,计算机网络可分为公用网和专用网。

(1) 公用网

由电信部门或其他提供通信服务的经营部门组建、管理和控制,网络内的传输和转接装置可供任何部门和个人使用。公用网常用于广域网络的构造,支持用户的远程通信。

(2) 专用网

由用户部门组建经营的网路,不容许其他用户和部门使用。由于投资的因素,专用网常为局域网或者是通过租借电信部门的线路而组建的广域网络,如由学校组建的校园网、由企业组建的企业网等。

8. 按网络的交换方式分类

按网络的交换方式分类,计算机网络可分为电路交换网、报文交换网、分组交换网、帧中继交换网、ATM 交换网和混合交换网。有关数据交换的内容在以后的章节中介绍。

1.5 计算机网络的组成

从计算机网络系统组成的角度来看,典型的计算机网络从逻辑功能上分为资源子网和通信子网,如图 1-11 所示。

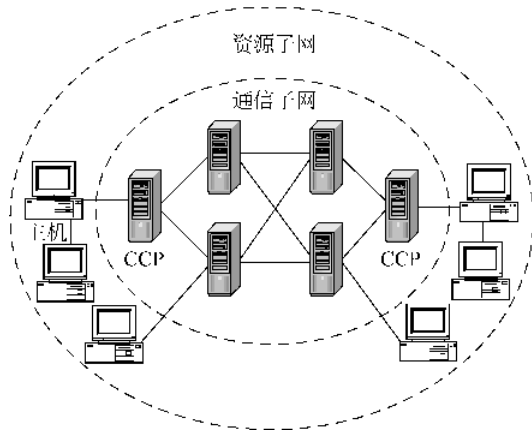


图 1-11 计算机网络的组成

1. 资源子网

资源子网由拥有资源的主计算机、请求资源的用户终端、终端控制器、软件资源和数据资源组成。资源子网负责全网的数据处理业务,并向网络用户提供各种网络资源与网络服务。

(1) 主计算机(Host)

网络中的主计算机可以是大型机、中型机、小型机、工作站或微机,如图 1-12 所示。主计算机是资源子网的主要组成单元,它通过高速通信线路与通信子网的通信控制处理机相连接。普通的用户终端机通过主计算机接入网络。主计算机还为本地用户访问网络的其他计算机设备和共享资源提供服务。



图 1-12 网络中的主计算机

(2) 终端(Terminal)

终端是直接面向用户的交互设备。终端的种类很多,通常把没有存储与处理信息能力的简单输入/输出设备称为终端,如图 1-13 所示。但有时也指带有微处理机的智能型终端。这些终端既可以通过主机联入网中,也可以通过通信控制设备联入网内。智能终端也可以和节点处理机直接相连。

(3) 计算机外设

计算机外设是指计算机的外部设备,如大型的硬盘机、高速网络打印机、大型绘图仪等,如图 1-14 所示。

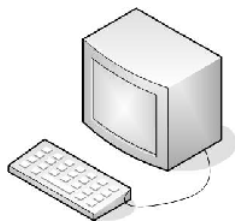


图 1-13 终端



绘图仪

打印机

图 1-14 绘图仪和打印机

2. 通信子网

通信子网按功能分类可以分为数据交换和数据传输两个部分。通信子网通常由通信控制处理机、通信线路与其他通信设备组成,完成网络数据传输、转发等通信处理任务。

(1) 通信控制处理机

通信控制处理机在通信子网中又被称为网络节点。它一方面作为资源子网的主机、终端的接口节点,将主机和终端连入网内;另一方面它又作为通信子网中的分组存储转发节点,完成分组的接收、校验、存储和转发等功能,从而将源主机报文准确发送到目的主机。

(2) 通信线路

通信线路通常是指通信介质,它为通信控制处理机与通信控制处理机之间、通信控制处理机与主机之间提供数据通信的通道。通信线路和网络上的各种通信设备一起组成了通信信道。计算机网络采用了多种通信线路,如电话线、双绞线、同轴电缆、光纤、微波与卫星通信信道等。

(3) 信号变换设备

信号变换设备的功能是根据不同传输系统的要求对信号进行变换。这些设备主要有实现数字信号与模拟信号之间变换的调制解调器,无线电通信接收和发送器以及光纤中使用的光-电信号之间的变换和收发设备等。

1.6 计算机网络的拓扑结构

计算机网络的拓扑结构是指网上计算机或设备与传输媒介形成的节点与线的物理构成模式。网络的节点有两类:一类是转换和交换信息的转接节点;另一类是访问节点。线则代表各种传输媒介,包括有形的和无形的。计算机网络有很多种拓扑结构,最常用的网络拓扑结构有总线型结构、星型结构、树型结构、环型结构和网状型结构。

1. 计算机网络拓扑的定义

通常将计算机网络中节点与通信链路之间的几何关系表示成网络结构,这些节点和链路所组成的几何图形就是计算机网络的拓扑结构。网络拓扑结构对于计算机网络的稳定性、可靠性和通信费用都有重大的影响。

2. 基本网络拓扑结构的类型

计算机网络有很多种拓扑结构,最常用的网络拓扑结构有总线型结构、星型结构、树

型结构、环型结构和网状型结构。

(1) 总线型结构

总线型拓扑结构采用一条单根的通信线路(总线)作为公共的传输通道,所有的节点都通过适当的硬件接口直接连接到总线上,一个节点发出的信息可以被网络上的多个节点接收。但是任何时刻只能由一个节点使用公共信道传输信息,一个网络段之内的所有节点共享总线带宽和信道,所以必须采取某种方法分配信道,以决定哪个节点可以发送数据,如图 1-15 所示。

(2) 星型结构

在星型结构中,每个节点都由一个单独的通信线路连接到中心节点(公用中心交换设备,如交换机、集线器)上,中心节点控制整个网络的通信,任何两个节点的相互通信都必须经过中心节点。因此,中心节点的负荷较重,这也是网络的瓶颈,一旦中心节点发生故障,会导致整个网络瘫痪。目前星型网络结构是局域网中最常用的拓扑结构,如图 1-16 所示。

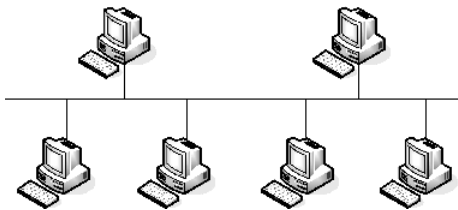


图 1-15 总线型拓扑结构图

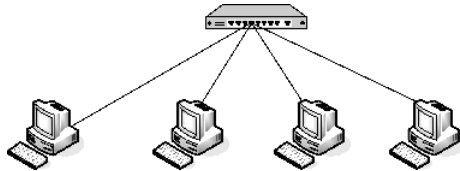


图 1-16 星型拓扑结构图

(3) 树型结构

树型结构实际上是星型结构的扩展,它采用了层次化的结构,具有一个根节点和多层分支节点,网络中的节点设备都连接到一个中央设备上,但并不是所有的节点都直接连接到中央集线器,大多数的节点首先连接到一个次级集线器,次级集线器再与中央集线器连接,如图 1-17 所示。

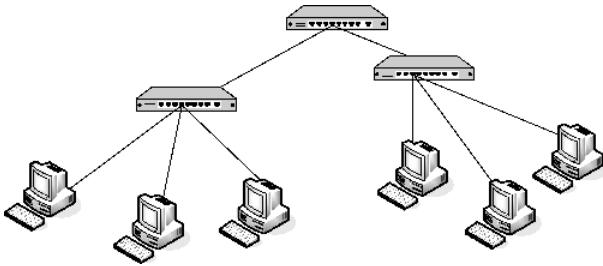


图 1-17 树型拓扑结构图

(4) 环型结构

环型结构是各个网络节点通过点到点的通信线路首尾相接,形成闭合的环型。环中数据将沿一个方向逐站传送。环型拓扑网络结构简单,传输延时固定,环中的任何一个节