

第 5 章 网络技术基础

计算机网络是计算机技术与通信技术高度发展、相互渗透、紧密结合的产物。Internet 的出现,彻底改变了人们的工作和生活方式,也改变了企事业单位的运营和管理方式。人们可以在网上进行电子商务、网络会议、远程教学、医疗会诊;世界各地的文献资料片刻间就可以查阅下载;远距离的电子邮件瞬间就可以送达;坐在家里就可以浏览网站提供的各种信息。

学习计算机网络的基础知识,掌握计算机网络的基本应用技能,已经成为现代人学习和生活的必需。本章内容如下。

- 计算机网络概述
- 计算机网络体系结构
- 常用的网络互联设备
- 局域网技术
- Internet 技术与应用

5.1 计算机网络概述

5.1.1 计算机网络的定义

计算机网络是现代计算机技术与通信技术密切结合的产物,是随着社会对信息共享和信息传递日益增强的需求而发展起来的,始于 20 世纪 50 年代,近 60 年来得到迅猛发展。所谓计算机网络,就是利用通信设备和线路将地理位置不同的、功能独立的多个计算机系统互联起来,按照网络协议进行数据通信,由功能完善的网络软件(即网络通信协议、信息交换方式和网络操作系统)实现网络中的资源共享和信息传递的计算机系统。

在计算机网络出现以前,大多数个人计算机只是作为单机独立使用。如今,通过向经过授权的网络用户提供可接入的共享资源——硬件、软件及数据,网络的普及极大地改变了计算机的内涵。计算机网络的实现,也为用户构造分布式的网络计算环境提供了基础,计算机网络的功能主要表现在以下几个方面。

1. 数据通信

数据通信或数据传送是计算机网络最基本的功能之一。利用这一功能,地理位置分

散的计算机可以通过网络连接起来,人们可以很方便地进行数据传递和信息交换。例如,电子邮件和新闻发布就是典型的数据通信方面的应用。

2. 资源共享

计算机网络中的资源共享包括共享硬件资源、软件资源和数据资源。通过资源共享,可以使网络中各单位的资源互通有无、分工协作,从而大大提高了系统资源的利用率。

3. 提高可靠性与可用性

通过网络,各台计算机可互为后备机,当某台计算机出现故障时,其任务可由其他计算机代理,避免系统瘫痪,从而提高了可靠性。同样,当网络中某台计算机负担过重时,可将其任务的一部分转交给其他空闲的计算机完成,这样就提高了网络中每台计算机的可用性。

4. 易于进行分布式处理

把待处理的任务按一定的算法分散到网络中的各台计算机上,并利用网络环境进行分布处理和建立分布式数据库系统,达到均衡使用网络资源、实现分布式处理的目的。

5.1.2 计算机网络的发展

计算机网络技术的发展与应用的广泛程度是前人难以预料的,追溯计算机网络的发展历史,它的演变可以概括为面向终端的计算机通信网络、计算机-计算机网络、体系结构标准化网络、Internet 的广泛应用与高速网络技术、物联网技术 5 个阶段。

1. 面向终端的计算机通信网络

计算机网络产生于 20 世纪 50 年代初期,通常是将一台计算机经过通信线路与若干台终端直接相连,计算机处于主控地位,承担着数据处理和通信控制的工作,而终端一般只具有输入输出功能,处于从属地位。通常将这种具有通信功能的计算机系统称为第一代计算机网络——面向终端的计算机通信网络,如图 5-1 所示。

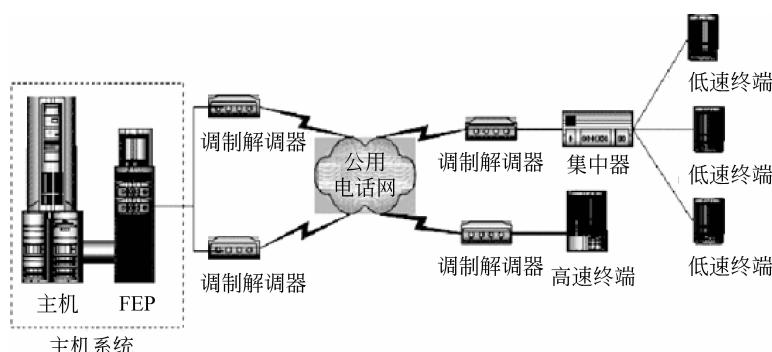


图 5-1 面向终端的计算机通信网络

随着连接终端数目的增多,为减轻承担数据处理的中心计算机负载,在通信线路和中心计算机之间设置了一个前端处理器 (Front End Processor, FEP) 或通信控制器 (Communication Control Unit, CCU),专门负责与终端之间的通信控制,从而出现了数据

处理和通信控制的分工,更好地发挥了中心计算机的数据处理能力。另外,在终端较集中的地区,设置了集中器和多路复用器,它们首先通过低速线路将附近群集的终端连至集中器或复用器,然后通过高速通信线路、实施数字数据和模拟信号之间转换的调制解调器与远程中心的计算机前端机相连,构成如图 5-2 所示的远程联机系统,从而提高了通信线路的利用率,节约了远程通信线路的投资。

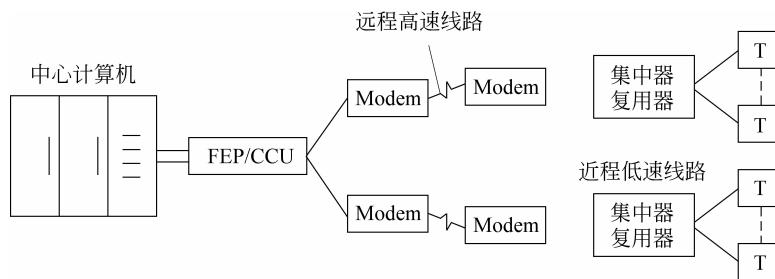


图 5-2 远程联机系统

2. 计算机-计算机网络

20世纪60年代中期,出现了由若干个计算机互联的系统,开创了“计算机-计算机”通信的时代,并呈现出多处理中心的特点。20世纪60年代后期由 ARPA(现称 DARPA,即 Defense Advanced Research Projects Agency)提供经费,联合计算机公司和大学共同研制而发展起来的 ARPA 网,标志着目前所称的计算机网络的兴起。ARPA 网的主要目标是借助通信系统,使网内各计算机系统间能够共享资源。ARPA 网是一个成功的系统,它是计算机网络技术发展中的一个里程碑,它在概念、结构和网络设计方面都为后继的计算机网络技术的发展起到了重要的作用,并为 Internet 的形成奠定了基础。

这一时期的计算机网络是将多个单处理机联机终端网络互相连接起来,形成了以多处理机为中心的网络。利用通信线路将多个计算机连接起来,为用户提供服务。此外,为了减轻主机的负荷,使其专注于计算任务,设置专门的通信控制处理机(Communication Control Processor, CCP)负责与终端的通信,把通信从主机分离出来,主机间的通信通过 CCP 的中继功能间接进行,如图 5-3 所示。由 CCP 组成的传输网络称为通信子网。CCP 负责网上各主机间的通信控制和通信处理,它们组成的通信子网是网络的内层,或称为骨架层。网上主机负责数据处理,是计算机网络资源的拥有者,它们组成了网络的资源子网,是网络的外层,通信子网为资源子网提供信息传输服务,资源子网上用户间的通信建立在通信子网的基础上。没有通信子网,网络不能工作,而没有资源子网,通信子网的传输也失去了意义,两者合起来组成了统一的资源共享的两层网络。

这一时期的网络的特点是:连入网中的每台计算机本身是一台完整的独立设备。它可以自己独立启动、运行和停机。所有用户都可以共享系统的硬件、软件和数据资源。

此后,计算机网络得到了迅猛的发展,各大计算机公司都相继推出了自己的网络体系结构和相应的软、硬件产品。用户只要购买计算机公司提供的网络产品,就可以通过专用或租用通信线路组建计算机网络。例如,IBM 公司的 SNA (System Network Architecture) 和 DEC 公司的 DNA(Digital Network Architecture)。凡是按 SNA 组建的

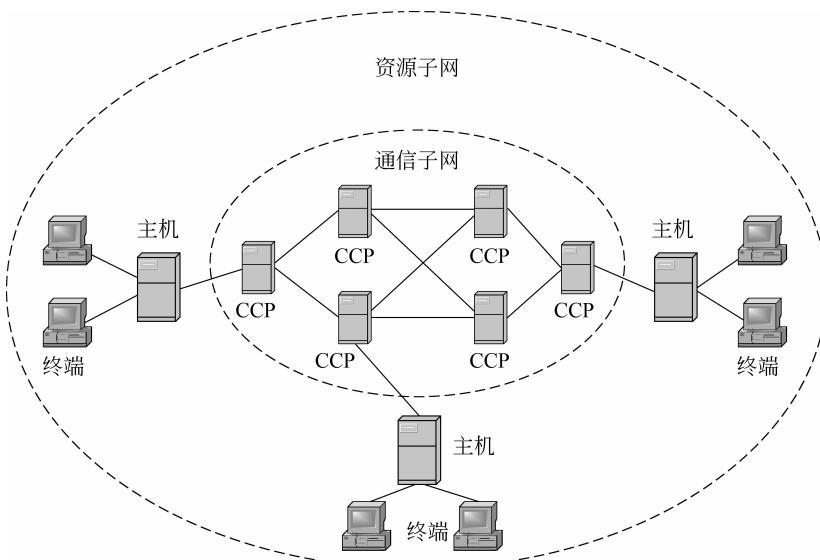


图 5-3 计算机-计算机网络

网络都可称为 SNA 网,而按 DNA 组建的网络都可称为 DNA 网或 DECNET。

3. 体系结构标准化网络

经过了 20 世纪 60 年代和 70 年代前期的发展,人们对组网的技术、方法和理论的研究日趋成熟。为了促进网络产品的开发,各大计算机公司纷纷制定自己的网络技术标准,最终促成国际标准的制定。到 20 世纪 70 年代末,国际标准化组织 (International Standards Organization, ISO) 成立了专门的工作组来研究计算机网络的标准,在研究、吸收各计算机制造厂家的网络体系结构标准化经验的基础上,制定了开放系统互连参考模型 (Open System Interconnection Reference Model, OSI/RM),它旨在将异种计算机方便地互联,构成网络。OSI/RM 规定了可以互联的计算机系统之间的通信协议,遵从 OSI 协议的网络通信产品都是所谓的开放系统。今天,几乎所有网络产品厂商都声称自己的产品是开放系统,不遵从国际标准的产品逐渐失去了市场。这种统一、标准化产品互相竞争的市场给网络技术的发展起到了促进作用。如图 5-4 所示为现代计算机网络。

4. Internet 的广泛应用与高速网络技术发展

20 世纪 90 年代,网络技术最富有挑战性的话题是 Internet 与高速通信网络技术、接入网、网络与信息安全技术。Internet 作为世界性的信息网络,正在对当今经济、文化、科学、教育与人类社会生活发挥着越来越重要的作用。宽带网络技术的发展为全球信息高速公路的建设提供了技术基础。用户可以利用 Internet 实现全球范围的电子邮件、WWW 信息查询与浏览、电子新闻、文件传输、语音与图像通信服务功能。它对推动世界科学、文化、经济和社会的发展有不可估量的作用。

5. 物联网技术

进入 21 世纪,网络发展集中在两方面:一方面是基于无线网的蓝牙技术、Wi-Fi 技术

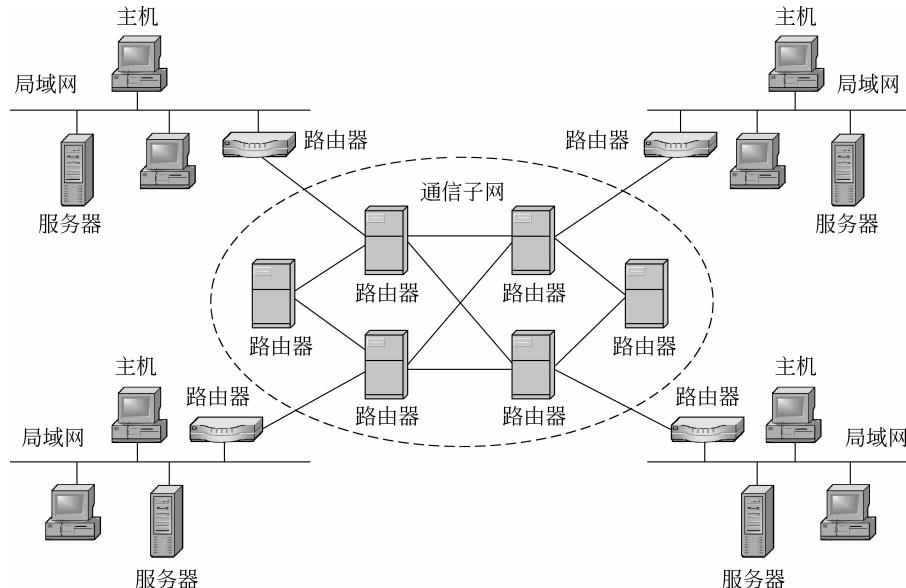


图 5-4 现代计算机网络

的广泛应用,另一方面就是物联网技术。

随着 Internet 的广泛应用与高速网络技术发展,互联网功能更加深入和延伸。各种联网终端层出不穷,智能手机、个人数字助理(PDA)、平板电脑等迅速普及,催生了一类新型网络——物联网。

物联网起初被描述为物品通过射频识别等信息传感设备与 Internet 连接起来,实现智能化识别和管理,其核心在于物与物之间广泛而普遍的互联。上述特点已超越了传统互联网的应用,呈现了设备多样、多网融合、感知结合等特征,具备了物联网的初步形态。物联网技术通过对物理世界的信息化、网络化,实现了物理世界与信息世界的互联与整合。

信息高速公路的服务对象是整个社会,因此它要求网络无处不在,未来的计算机网络将覆盖所有的企业、学校、科研部门、政府及家庭,其覆盖范围甚至要超过目前的电话通信网。为了支持各种信息的传输,网络必须具有足够的带宽、很好的服务质量与完善的安全机制,支持多媒体信息通信,以满足不同的应用需求。为了有效地保护金融、贸易等商业秘密,保护政府机要信息与个人隐私,网络必须具有足够的安全机制,以防止信息被非法窃取、破坏与损失,网络系统必须具备高度的可靠性与完善的管理功能,以保证信息传输的安全与畅通。毋庸置疑,计算机网络技术的发展与应用必将对 21 世纪世界经济、军事、科技、教育与文化的发展产生重大的影响。

5.1.3 计算机网络系统的组成

计算机网络是一个非常复杂的系统,网络的组成根据应用范围、目的、规模、结构及采用的技术不同而不尽相同。但计算机网络一般都包括计算机系统、通信线路及通信设备、

网络协议和网络软件 4 个部分。

处于不同位置的、具有独立功能和不同资源的计算机系统,通过通信设备和线路连接起来,形成计算机网络,在网络协议软件的支持下实现不同用户对网络资源的共享。在计算机网络中,资源(指计算机系统、软件及数据)通过网络实现共享,无论用户网络的具体配置如何不同,但从网络逻辑功能角度来看,可以将计算机网络分为通信子网和资源子网。

通信子网处于网络的内层,由通信控制设备、通信线路等组成,它承担网络的传输、转发等任务。通信子网一般由路由器、交换机、服务器和通信线路等设备组成。

资源子网也称为用户子网,它处于网络的外围,它由网络中所有计算机系统、数据终端、网络设备、各种软件资源和信息资源等组成。资源子网负责全网的数据处理,向网络用户提供各种网络资源和网络服务。

计算机网络的基本组成可分为如下 4 个部分。

1. 计算机系统

计算机系统主要作用是负责数据的收集、处理、存储、传播和提供资源共享。计算机网络连接的计算机可以是巨型机、大型机、微型机及其他数据终端设备。

2. 通信线路及通信设备

通信线路指各种传输介质及其连接部件,它们包括光纤、双绞线、同轴电缆等;通信设备指网络互联设备,包括网卡、集线器(hub)、交换机、路由器及调制解调器等其他设备。通信线路和通信设备负责控制数据的发送、传输、接收或转发。

3. 网络协议

为了使网络实现正常的数据通信,通信双方之间必须有一套彼此能够互相了解和共同遵守的规则和约定,这些规则和约定称为网络协议。

现代网络大多采用层次结构,网络协议规定了分层原则、层间关系、信号传输的方向等约定。在网络上通信的双方必须遵守规定的协议才能正确交流信息。

4. 网络软件

网络软件是一种在网络环境下使用或者管理网络的计算机软件。根据软件的功能,网络软件可分为网络系统软件和网络应用软件两大类。

网络系统软件用于控制和管理网络运行、提供网络通信和网络资源分配与共享功能,并为用户提供各种网络服务。网络系统软件主要包括各种网络协议软件、网络服务软件、网络操作系统等。网络操作系统是一组对网络内的资源进行统一管理和调度的程序集合,同时,网络操作系统也是网络用户和网络系统软件之间的接口。无论是什么样的网络环境,都需要网络操作系统的支持。网络操作系统除了一般的操作系统功能外,还包括网络环境下的通信、网络资源管理、网络服务等特定功能。它是计算机网络软件的核心和基础。

网络应用软件是指为某个应用目的而开发的网络软件,如浏览器软件、即时通信软件、下载软件、远程教学软件、电子图书馆软件等。

5.1.4 计算机网络的分类

目前计算机网络的分类有许多方法,常用的是根据网络的覆盖范围和网络的拓扑结构分类。也可以按所采用的传输介质分为双绞线网、同轴电缆网、光纤网、无线网;按信道的带宽分为窄带网和宽带网等。

1. 按网络覆盖范围进行分类

1) 局域网

局域网(Local Area Network, LAN)是将小区域内的各种通信设备互联在一起的网络,其分布范围局限在一个办公室、一幢大楼或一个校园内,用于连接微型计算机、工作站和各类外设,以实现资源共享和信息交换。

LAN 具有以下特性:高速传输数据(一般在 10M~1Gbps);存在于限定的地理区域(一般几千米范围内),工程费用较低。

2) 广域网

广域网(Wide Area Network, WAN)也称远程网,其分布范围可达数百至数千千米,可覆盖一个地区、一个国家,甚至全球。

WAN 具有以下特征:地理范围没有限制,长距离的数据传输容易出现错误,可以连接多种 LAN,工程费用昂贵。

3) 城域网

城域网(Metropolitan Area Network, MAN)是介于局域网与广域网之间的一种高速网络,也可以看作局域网技术与广域网技术相结合的一种应用。它可以在一个较大的地理区域,如一组邻近的公司和一个城市内,提供数据、声音和图像的传输。

一般来说,局域网都用在一些局部的、地理位置相近的场合,如一个家庭、一个机房或一个小办公楼。而广域网则与局域网相反,它可以用于地理位置相差甚远的场合,如两个国家之间。此外,局域网中包含的计算机数目一般相当有限,而广域网中包含的机器数目则可高达几百万台。可见局域网与广域网之间在规模和使用范围之间相差较大,但这并不意味着两种类型的网络之间没有任何的联系,恰恰相反,它们之间联系紧密,因为广域网是由多个局域网组成的。

从技术角度来说,广域网和局域网在连接的方式上有所不同。例如,一个局域网通常是在一个单位拥有的建筑物里用本单位所拥有的电缆线连接起来的,即网络是属于该单位自己的;而广域网则不同,它通常是租用一些公用的通信服务设施连接起来的,如公用的无线电通信设备、微波通信线路、光纤通信线路和卫星通信线路等。这些设备可以突破距离的局限性。

2. 按网络拓扑结构进行分类

网络拓扑结构是指网络结点和链路所构成的网络几何图形。网络中的各种设备称为网络结点,在两个结点之间传输信号的线路称为链路。按网络拓扑结构来分类,计算机网络可以分为星型网、环型网、总线网、树型网、网状网和混合型网。

1) 星型网

星型网是最早采用的拓扑结构形式,其每个结点都通过连接电缆与主控机相连,如图 5-5 所示。相关结点之间的通信都由主控机控制,所以要求主控机有很高的可靠性,这种结构是一种集中的控制方式。其优点是结构简单,控制处理也较为简便,增加工作结点容易;其缺点是一旦主控机出现故障,将会导致整个系统瘫痪。

2) 环型网

环型网中各工作站依次互相连接组成一个闭合的环形,如图 5-6 所示。信息沿环形线路单向(或双向)传输,由目的结点接收。环型网适合那些数据不需要在中心主控机上集中处理而主要在各自结点进行处理的情况。其优点是结构简单,成本低;缺点是环中任意一点的故障都会引起网络瘫痪,可靠性低。

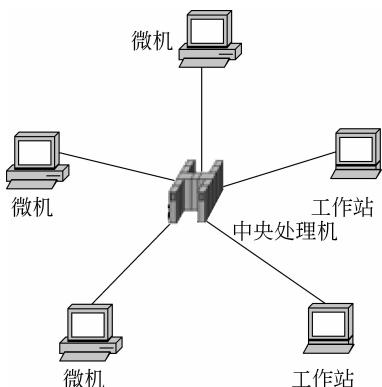


图 5-5 星型拓扑结构

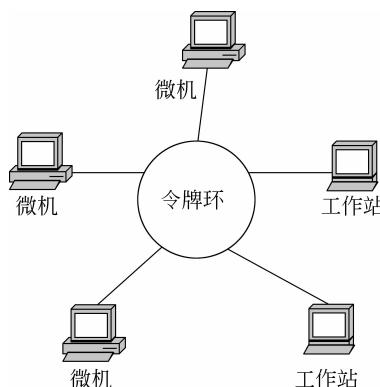


图 5-6 环型拓扑结构

3) 总线网

总线网中各个工作站通过一条总线连接,如图 5-7 所示。信息可以沿着两个不同的方向由一个结点传向另一个结点,是目前局域网中普遍采用的一种网络拓扑结构形式。其优点是工作站接入或从网络中退出都非常方便,系统中某工作站出现故障也不会影响其他结点之间的通信,系统可靠性较高,结构简单,成本低。

4) 树型网

在树型结构中,结点按照层次进行连接,信息交换主要在上下结点间进行。其形状像一棵倒置的树,顶端为根,从根向下分之,每个分支又可以延伸出多个子分支,一直到树叶,如图 5-8 所示。这种结构易于扩展,但是一个非叶子结点发生故障很容易导致网络分割。

5) 网状网

网状网的控制功能分散在网络的各个结点上,网上的每个结点都有几条路径与网络相连,如图 5-9 所示。即使一条线路出故障,通过迂回线路,网络也仍能正常工作,但是必

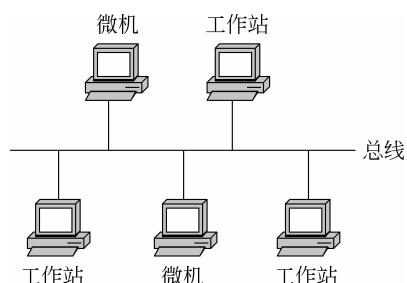


图 5-7 总线型拓扑结构

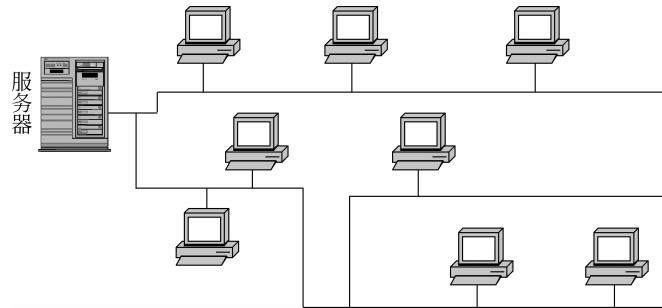


图 5-8 树型拓扑结构

须进行路由选择。这种结构可靠性高,但网络控制和路由选择比较复杂,一般用在广域网上。

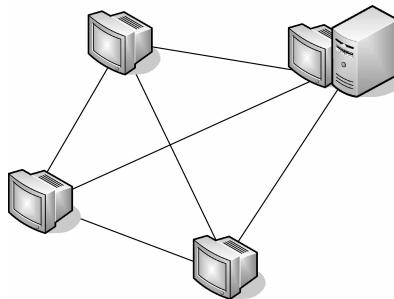


图 5-9 网状拓扑结构

6) 混合型网

将两种或几种网络拓扑结构混合起来构成的一种网络拓扑结构称为混合型拓扑结构(也有的称之为杂合型结构)。例如,图 5-10 是将星型拓扑和总线拓扑混合起来的一种拓扑结构,取这两种拓扑的优点用于一个系统。

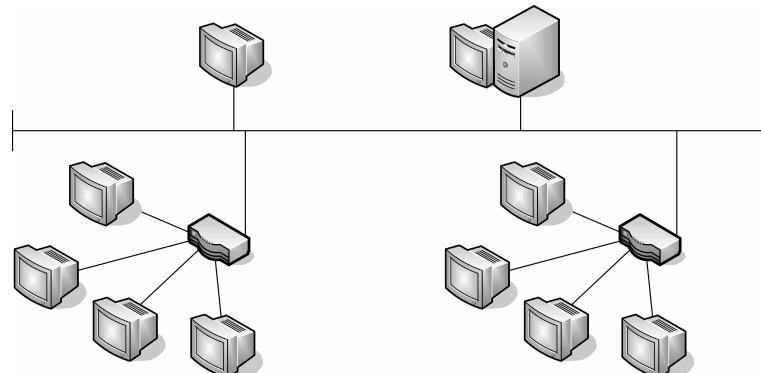


图 5-10 混合型结构

5.2 计算机网络体系结构

计算机网络体系结构从整体角度抽象地定义了计算机网络的构成及各个网络部件之间的逻辑关系和功能,给出了协调工作的方法和计算机网络必须遵守的规则。

5.2.1 网络体系结构概述

在研究计算机网络时,分层次的论述有助于清晰地描述和理解复杂的计算机网络系统。

1. 网络协议

就数据发送方的计算机而言,为了把用户数据转换为能在网络上传送的电信号,需要对用户数据分步骤地进行加工处理,其中每一组相对独立的步骤就可以看作是一个“处理层”。用户数据通过多个处理层的加工处理后,就会成为一个个包含对方地址、本地地址、用户数据、数据校验信息等在内的,能在网络上传输的电信号(比特流)。在每一层中怎样加工处理这些数据,把它加工处理成什么形式,这种规范就是网络通信协议。

在计算机网络中用于规定信息的格式以及如何发送和接收信息的一套规则、标准或约定称为网络协议,简称协议。协议的组成包括如下3个要素。

1) 语义

语义规定了控制信息的具体内容,以及发送主机或接收主机所要完成的工作,它主要解决“讲什么”的问题。

2) 语法

语法规定了进行网络通信时,数据的传输和存储格式,以及通信中需要哪些控制信息,它解决“怎么讲”的问题。

3) 时序

时序规定了计算机操作的执行顺序,以及通信过程中的速度匹配,主要解决“顺序和速度”问题。

2. 网络协议的分层

为了减少网络协议的复杂性,可以把网络通信问题划分为许多小问题,然后为每一个问题设计一个通信协议,这样使得每一个协议的设计、分析、编码和测试都比较容易。协议分层就是按照信息的流动过程,将网络的整体功能划分为多个不同的功能层,每一层都建立在它的下层之上,每一层的目的都是向它的上一层提供一定的服务。

网络系统采用层次化的结构有如下优点。

- (1) 各层之间相互独立,高层不必关心低层的实现细节,可以做到“各司其职”。
- (2) 某个网络层次的变化不会对其他层次产生影响,因此每个网络层次的软件或设备可单独升级或改造,利于网络的维护和管理。
- (3) 分层结构提供了标准接口,使软件开发商和设备生产商易于提供网络软件和网络设备。