

第 1 章 计算机网络基础

内容提要

本章主要介绍计算机网络的定义、产生和发展,计算机网络的构成和分类,计算机网络的功能和应用,以及计算机网络的拓扑结构等。

随着计算机技术和通信技术的发展,计算机(Computer Network)网络已成为当今计算机界的热门话题。那么什么是计算机网络?它的最基本的特征又是什么?我们通过计算机网络的产生、计算机网络的组成和分类、计算机网络功能和应用的论述,将初步回答上述问题。

1.1 计算机网络概述

1.1.1 计算机网络的定义

所谓计算机网络就是将分散的计算机通过通信线路有机地结合在一起,达到相互通信,实现软、硬件资源共享的综合系统。

网络是计算机的一个群体,是由多台计算机组成的,这些计算机是通过一定的通信介质互连在一起的,使得彼此间能够交换信息。计算机互连通常有两种方式:通过双绞线、同轴电缆、电话线、光纤等有线介质连接;通过短波、微波、地球卫星通信信道等无线介质互连。计算机之间的通信是通过通信协议实现的。

由于网络中可能存在不同公司、不同种类的计算机,在其上运行的操作系统也不尽相同,它们在机器字长、信息的表示方法等多方面都存在差异,这就影响了计算机之间的通信,正如使用不同语言的民族难以进行语言交流一样。为了解决这一问题,需要制定一组通信规则,虽然机器不同,但只要遵从相同的规则,就可以实现相互通信。这些规则就称为通信协议。国际标准化组织(ISO)就是制定计算机网络通信协议的最主要的世界组织,其制定的开放系统互连参考模型已成为全世界公认的国际标准。

随着计算机技术的迅速发展,计算机的应用逐渐渗透到各个技术领域和整个社会的各个方面。社会的信息化、数据的分布处理、各种计算机资源的共享等各种应用要求都推动计算机技术朝着群体化方向发展,促使计算机技术与通信技术紧密结合。计算机网络属于多机系统的范畴,是计算机和通信这两大现代技术相结合的产物,它代表着当前计算机体系结构发展的一个重要方向。

1.1.2 计算机网络的产生和发展

计算机网络的产生和发展经历了从简单到复杂、从单机系统到多机系统的发展过程,其演变过程可分为四个阶段。

1. 具有通信功能的单机系统阶段

20 世纪 50 年代初期，计算机网络与通信没有任何联系。当时的计算机体积庞大，价格昂贵，由专门的技术人员在专门的环境下进行操作与管理，一般人接触不到。当时，人们在需要用计算机时，只能亲自携带程序和数据，到机房交给计算机操作人员，等待几个小时甚至几十个小时之后，再去机房取回运行结果。如果程序有错，修改后再次重复这一过程。这种方式即所谓的批处理方式。批处理方式需要用户（特别是远程用户）在时间、精力上付出很大代价。

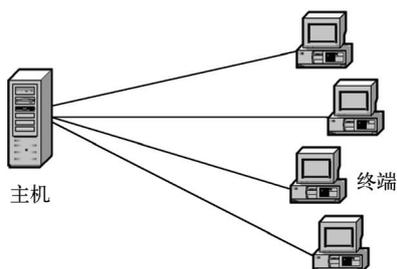


图 1.1 具有通信功能的单机系统

20 世纪 50 年代后期，计算机主机昂贵，而通信线路和通信设备的价格相对便宜，为了共享主机资源（强的处理能力）和进行信息的采集及综合处理，同时随着分时系统的出现，产生了具有通信功能的单机系统，如图 1.1 所示，其基本思想是在计算机上增加一个通信装置，使主机具备通信功能。将远地用户的输入/输出装置通过通信线路与计算机的通信装置相连，这样，用户就可以在远地的终端上输入自己的程序和数据，再由通信线路将结果返回给用户终端。

这种系统称为具有通信功能的单机系统，又可称为终端—计算机网络，是早期计算机网络的主要形式。在这种系统中，终端设备与计算机之间的连接可以采用多种方式。最初采用专线点到点方式，每个终端都独占一条线路，这种方式的缺点是线路利用率很低。随着计算机应用的不断发展，要求与主机系统相连的终端越来越多，这个缺点就越发明显，从而发展到利用电话网实现终端与主机的连接。

2. 具有通信功能的多机系统阶段

单机系统减轻了远程用户来往路途上的时间浪费，在当时来讲，这是一大创举。但随着应用的进一步发展，新的问题又出现了，主要表现在两个方面：第一，主机的负担加重，主机既要进行数据处理，又要完成通信控制，通信控制任务的加重，势必降低处理数据的速度，对昂贵的主机资源来讲显然是一种浪费；第二，线路的利用率比较低，特别是在终端速率比较低时更是如此。

为了克服第一个缺点，出现了通信控制处理机 CCP（Communication Control Processor）或称前端处理机 FEP（Front End Processor）。通信控制处理机分工完成全部的通信控制任务，而让主机专门进行数据处理，这样就使主机从通信控制的额外开销中解脱出来，提高了主机进行数据处理的效率。

为了克服第二个缺点，通常在低速终端较集中的地区设置终端集中器（Terminal Concentrator）。低速终端通过低速线路先汇集到终端集中器，再由较高速通信线路将终端集中器连接到通信控制处理机上，如图 1.2 所示。终端集中器的硬件配置相对简单，它主要负责从终端到主机的数据集中以及从主机到终端的数据分发。显然，采用终端集中器可提高远程高速通信线路的利用率。而通信控制处理机由小型机或微型机来承担，通信控制处理机除了具有以上功能外，还可以互相连接，并连接多个主机，具有路由选择功能，它能根据数据包的地址把数据发送到适当的主机。

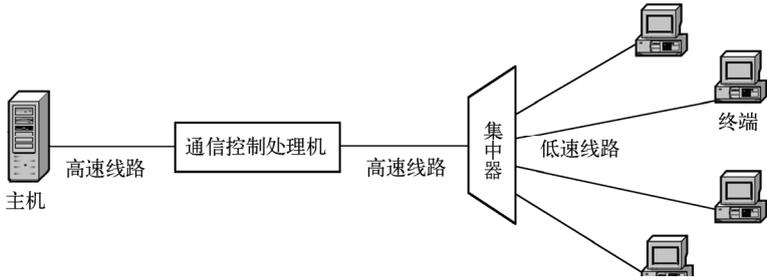
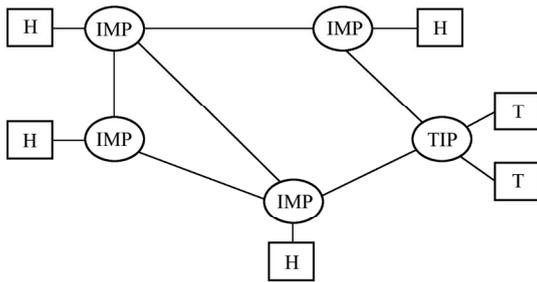


图 1.2 具有通信功能的多机系统

20 世纪 60 年代初期，这种面向终端的计算机通信网（多机互连系统）得到很大发展，有一些至今仍在发挥作用。比较著名的有美国通用电气公司的信息服务网络（GE InformaTion Services），它是世界上最大的商用数据处理分时网络，1968 年投入运行，拥有 16 个集中器、75 个远程集中器，地理范围从美国外延到加拿大、欧洲、澳大利亚和日本。由于该网络地理范围很大，可以利用时差达到资源的充分利用。

3. 计算机网络阶段

随着计算机应用的发展，出现了多台计算机互连的需求。这种需求主要来自军事、科学研究、地区与国家经济信息分析决策、大型企业经营管理。他们希望将分布在不同地点的计算机通过通信线路互连成为计算机——计算机网络。网络用户可以通过计算机使用本地计算机的软件、硬件与数据资源，也可以使用连网的其他地方的计算机软件、硬件与数据资源，以达到计算机资源共享的目的。在这种形势下，美国国防部高级研究计划局（Advanced Re-search ProjecTs Agency, ARPA）的 ARPANeT（通常称为 ARPA 网）的出现成为必然。ARPANeT 的结构如图 1.3 所示。



H——主机；T——终端；IMP——接口信息处理机；TCP——终端接口处理机

图 1.3 ARPANeT 的结构

ARPA 网是一个分组交换网，其中：IMP（接口信息处理机）负责通信处理和通信控制（包括报文分组、存储转发、信号发收等功能）；H（HosT,主机）负责数据处理；TIP（终端接口处理机）将终端连入网络。

1969 年，美国国防部高级研究计划局提出将多个大学、公司和研究所的多台计算机互连的课题。1969 年 ARPA 网只有 4 个节点，1973 年发展到 40 个节点，1983 年已经达到 100 多个节点。ARPA 网通过有线、无线与卫星通信线路，使网络覆盖了从美国本土到欧洲与夏威夷

夷的广阔地域。ARPA 网是计算机网络技术发展中的一个重要的里程碑，它对发展计算机网络技术的主要贡献表现在以下几个方面：

- (1) 完成了对计算机网络的定义、分类与子课题研究内容的描述。
- (2) 提出了资源子网、通信子网的两级网络结构的概念。
- (3) 研究了报文分组交换的数据交换方法。
- (4) 采用了层次结构的网络体系结构模型与协议体系。

ARPA 网络研究成果对推动计算机网络发展的意义是深远的。在它的基础之上，20 世纪 70 年代到 80 年代计算机网络发展十分迅速，出现了大量的计算机网络，仅美国国防部就资助建立了多个计算机网络。同时还出现了一些研究试验性网络、公共服务网络、校园网，如美国加利福尼亚大学劳伦斯原子能研究所的 OCTOPUS 网、法国信息与自动化研究所的 CY-CLADES 网、国际气象监测网 WWW、欧洲情报网 EIN 等。

在这一阶段中，公用数据网 PDN(Public DaTa NeTwork)与局部网络 LN(Local NeTWork)技术发展迅速。

4. 网络体系结构的标准化和网络的高速发展

随着网络技术的进步和各种网络产品的不断涌现，亟需解决不同系统互连的问题。1977 年，国际标准化组织(ISO)专门成立了一个委员会，提出了异种机系统互连的标准框架，即开放系统互连参考模型 OSI/RM(Open SysTem InTerconnecTion/ReferenceModel)。作为国际标准，OSI 规定了可以互连的计算机系统之间的通信协议。

1983 年，TCP/IP 协议被批准为美国军方的网络传输协议。同年 ARPANeT 分化为 ARPA-NeT 和 MILNET 两个网络。1984 年，美国国家科学基金会决定将教育科研网 NSFNET 与 ARPA-NeTA、MILNET 合并，运行 TCP/IP 协议，向世界范围扩展。

InTerne 是覆盖全球的信息基础设施之一，对于用户来说，它像是一个庞大的远程计算机网络。用户可以利用 InTerneT 实现全球范围的电子邮件、文件传输、信息查询、语音与图像通信服务功能，实际上 InTerneT 是一个用路由器(RouTer)实现多个远程网和局域网互连的网际信服务功能。InTerneT 的计算机数以亿计。它将对推动世界经济、社会、科学、文化的发展产生不可估量的作用。

20 世纪 90 年代后，计算机网络的发展更加迅速，目前正在向综合化、智能化、高速化方向发展，即人们所说的下一代网络(NGN)，其突出特征表现为电信网、移动网与计算机网的“三网融合”。

(1) 电信网的下一代网络。NGN(NexT GeneraTion NeTwork)即下一代通信网络，是以软交换为核心，控制、承载和业务三者分离的开放性网络。NGN 网络从功能上可分为 4 个层面：接入层、传送层、控制层和业务层。接入层包括各种接入网关、中继网关、无线接入网关、智能终端以及与处理媒体有关的媒体服务器和多点处理器(MP)。各类网关和智能终端主要实现媒体流格式的转换和媒体流传送，实现语音分组在分组网的承载和传输。终端智能化将使终端越来越多地参与业务提供和处理，业务有以网络为主和以终端为主等不同的提供方式，终端作为业务提供的重要部分，与网络相互配合，共同提供业务，这对终端相关的存储技术、操作系统、显示方式、应用软件等提出了更高的要求。NGN 代表了通信网发展的方向，是一种能够提供包括语音、数据、视频和多媒体等多种业务的基于分组技术的综合开放

的网络架构，随着各种应用的推广实施，带动了电信、信息、消费、娱乐等相关行业的发展，市场份额不断扩大，价值链不断增长。

(2) 第三代移动通信技术 (3G) 将使移动电话成为能通信的掌上电脑。相对于第一代模拟制式手 (1G) 和第二代 GSM、TDMA 等数字手机 (2G)，3G 指第三代移动通信技术。国际电联提出的“IMT-2000” (国际移动通信—2000) 标准，就是指将无线通信与国际互联网等。多媒体通信相结合的新一代移动通信 (即第三代移动通信) 标准，它能够处理图像、音乐、视频流等多种媒体形式，提供包括网页浏览、电话会议、电子商务等多种信息，且在不同网络间可无缝提供服务。

(3) 有线电视网与计算机网络的连接形成 IPTV。有线电视网与计算机网络相连后形成交互电视 (IPTV)，交互电视在安装了路由器和存储器后即可实现网页浏览和信息下载、视频点播和对等交互等功能。

总之，由于计算机网络方便了人们随时接收信息和传输信息，而电信网、移动网、有线电视网与计算机网络的融合，将促成计算机网络成为信息网络体系的核心。多网融合可以降低总的成本投入，方便人们的使用，提高效率，产生更多的经济效益和社会效益。世界的大型计算机企业，如微软等公司，已经把“三网融合”作为其今后发展的业务重点而加以大力推进。

1.2 计算机网络的组成和分类

计算机网络要完成数据处理与数据通信两大基本功能，那么它的结构必然可以分成两个部分：负责数据处理的计算机和终端；负责数据通信的通信控制处理机 CCP (Communication Control Processor) 和通信线路。从计算机网络组成角度来分，典型的计算机网络在逻辑上可以分为两个子网：资源子网和通信子网。

1.2.1 计算机网络系统的逻辑组成

计算机网络系统是由通信子网和资源子网组成的，其结构如图 1.4 所示。

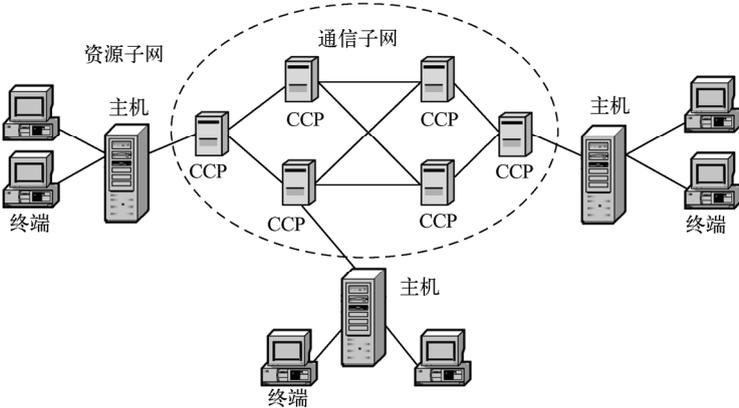


图 1.4 计算机网络系统的逻辑组成

1. 资源子网

资源子网由主机、终端、终端控制器、连网外设、各种软件资源与信息资源组成。资源子网负责全网的数据处理业务，向网络用户提供各种网络资源与网络服务。

(1) 主机。在计算机网络中，主机可以是大型机、中型机、小型机、工作站或微机。主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。普通用户终端通过主机连入网内。主机要为本地用户访问网络的其他主机设备与资源提供服务，同时要为网中远程用户共享本地资源提供服务。

(2) 终端/终端控制器。终端控制器连接一组终端，负责这些终端和主计算机的信息通信，或直接作为网络节点。终端是直接面向用户的交互设备，可以由键盘和显示器组成的简单的终端，也可以是微型计算机系统。

(3) 连网外设。连网外设是指网络中的一些共享设备，如大型的硬盘机、高速打印机、大型绘图仪等。

2. 通信子网

通信子网由通信控制处理机、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。通信控制处理机又被称为网络节点。一方面作为与资源子网的主机、终端连接的接口，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、转发等功能，实现将源主机报文准确发送到目的主机的功能。

(2) 通信线路。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、无线通信信道、微波与卫星通信信道等。一般大型网络和相距较远的两节点之间的通信链路，都利用现有的公共数据通信线路。

(3) 信号变换设备。信号变换设备对信号进行变换以适应不同传输媒体的要求。比如，将计算机输出的数字信号变换为电话线上传送的模拟信号的调制解调器、无线通信接收和发送器、用于光纤通信的编码解码器等。

1.2.2 计算机网络的软件组成

在网络系统中，网络上的每个用户都可享用系统中的各种资源。系统必须对用户进行控制，否则就会造成系统混乱、信息数据的破坏和丢失。为了协调系统资源，系统需要通过软件工具对网络资源进行全面的、管理和分配，并采取一系列的安全保密措施，防止用户进行不合理的对数据和信息的访问，以防数据和信息的破坏与丢失。网络软件是实现网络功能不可缺少的软件环境。

通常网络软件包括：

(1) 网络协议和协议软件——实现网络协议功能，比如 TCP/IP、IPX/SPX 等。

(2) 网络通信软件——用于实现网络中各种设备之间进行通信的软件。

(3) 网络操作系统——网络操作系统是用以实现系统资源共享、管理用户对不同资源访问的应用程序，它是最主要的网络软件。

(4) 网络管理及网络应用软件——网络管理软件是用来对网络资源进行管理和对网络进

行维护的软件。网络应用软件是为网络用户提供服务并为网络用户解决实际问题的软件。

网络软件最重要的特征是：网络软件所研究的重点不是在于网络中互连的各个独立的计算机本身的功能，而是在于如何实现网络特有的功能。

1.2.3 计算机网络的分类

计算机网络可按不同的标准进行分类。

(1)从网络节点分布来看,可分为局域网(Local Area Network, LAN)广域网(Wide Area, WAN)和城域网(Metropolitan Area Network, MAN)。

① 局域网是一种在小范围内实现的计算机网络,一般在一个建筑物内,或一个工厂、一个企事业单位内部,为单位独有。局域网地理范围可在十几千米以内,传输速率高(一般在10Mbps以上)、延迟小、误码率低且易于管理和控制。

② 广域网覆盖的地理范围从数百千米至数千千米,甚至上万千米。可以是一个地区或一个国家,甚至世界几大洲,又称为远程网。在广域网中,通常是利用各种公用交换网,将分布在不同地区的计算机系统互连起来,达到资源共享的目的。广域网使用的主要技术为存储转发技术。

③ 城域网通常是一种大型的LAN,使用与局域网相似的技术它可以覆盖一组邻近的公司或一个城市。城域网一般采用光纤作为传输介质,通常提供固定带宽的服务,可以支持数据和声音传输,并有可能涉及当地的有线电视网。

(2)按交换方式可分为线路交换网络(Circuit Switching)、报文交换网络(Message Switching)和报文分组交换网络(Packet Switching)。

① 线路交换最早出现在电话系统中,早期的计算机网络就是采用此方式来传输数据的,数字信号经过变换成为模拟信号后才能在线路上传输。

② 报文交换是一种数字化网络。当通信开始时,源机发出的一个报文被存储在交换机里,交换机根据报文的地址选择合适的路径发送报文,这种方式称做存储转发方式。

③ 分组交换也采用报文传输,但它不是以不定长的报文做传输的基本单位,而是将一个长的报文划分为许多定长的报文分组,以分组作为传输的基本单位。这不仅大大简化了对计算机存储器的管理,而且也加速了信息在网络中的传播速度。由于分组交换优于线路交换和报文交换,具有许多优点,因此它已成为计算机网络的主流。

(3)按网络拓扑结构可分为星型网络、树型网络、总线型网络、环型网络和网型网络。

1.3 计算机网络的功能和应用

1.3.1 计算机网络的功能

计算机网络既然是以共享资源为主要目标,那么它应具备下述几个方面的功能。

1. 数据通信

计算机连网之后,便可以实现计算机与终端、计算机与计算机之间的数据传输,这是计算机网络的基本功能。随着因特网在世界各地的风行,传统的电话、电报、邮递投信方式受到很大冲击,电子邮件已为世人广泛接受,网上电话、视频会议等各种通信方式正在迅速发展。

2. 资源共享

网络上的计算机彼此之间可以实现资源共享，包括硬件、软件和数据。信息时代的到来，资源的共享具有重大的意义。首先，从投资考虑，网络上的用户可以共享使用网上的打印机、扫描仪等，这样就节省了资金；其次，现代的信息量越来越大，单一的计算机已经不能将其全部储存，只有分布在不同的计算机上，网络用户可以共享这些信息资源；再次，现在计算机软件层出不穷，在这些浩如烟海的软件中，不少是免费共享的，这是网络上的宝贵财富，任何连入网络的计算机的使用者都有权利使用它们。资源共享为用户使用网络提供了方便。

3. 远程传输

计算机应用的发展，已经从科学计算到数据处理，从单机到网络。分布在很远位置的用户可以互相传输数据信息，互相交流，协同工作。

4. 集中管理

计算机网络技术的发展和运用，已使得现代的办公手段、经营管理等发生了变化。目前，已经有了许多管理信息系统（MIS）、办公自动化（OA）系统等，通过这些系统可以实现日常工作的集中管理，提高工作效率，增加经济效益。

5. 实现分布式处理

网络技术的发展，使得分布式计算成为可能。对于大型的课题，可以分为许许多多的小题目，由不同的计算机分别完成，然后再集中起来，解决问题。

6. 负荷均衡

负荷均衡是指工作负荷被均匀地分配给网络上的各台计算机系统。网络控制中心负责分配和检测，当某台计算机负荷过重时，系统会自动转移负荷到负荷较轻的计算机系统去处理。

由此可见，计算机网络可以大大扩展计算机系统的功能，扩大其应用范围，提高可靠性，为用户提供方便，同时也降低了费用，提高了性价比。

综上所述，计算机网络首先是计算机的一个群体，是由多台计算机组成的，每台计算机的工作是独立的，任何一台计算机都不能干预其他计算机的工作，如启动、关机和控制其运行等；其次，这些计算机是通过一定的通信介质互连在一起，计算机间的互连是指它们彼此间能够交换信息。网络上的设备包括微机、小型机、大型机、终端、打印机以及绘图仪、光驱等设备。用户可以通过网络共享设备资源和信息资源。网络处理的电子信息除一般文字信息外，还可以包括声音和视频信息等。

1.3.2 计算机网络的应用

目前，计算机网络的应用可以概括为以下几个方面。

1. 信息服务

多年以来，美国数以千计的公司就是通过联机服务公司的网络向用户提供电子商品目录，用户在家里就可以将自己的计算机通过电话线与该网络相连，查阅目录和网络购物。这些联机服务公司还提供电子报纸、电子图书等各种信息资料。此外，用户还可使用磁卡并通

过 ATM 银行自动出纳机、收银机与网络访问自己的银行账号，进行查账、取款、付款与投资的管理等。

目前应用最广泛的信息浏览服务系统是 InTerTneT 中的 World Wide Web (万维网)，它以网页的形式向用户提供具有超文本特性的文本、图形、动画、图像、音频与视频等多媒体信息，用户通过鼠标点击网页中可选的链接对象，就可以立即访问相应的网页。该系统的信息包括各国综合信息、政府部门、公司企业、商业、科学、计算机、教育、历史、艺术、气象、交通、旅游、运动、健康、烹调、业余爱好以及其他各种信息。此外，InTerTneT 还向广大用户提供 Go-Pher 信息浏览服务、FTP 文件传送服务等信息服务。

2. 通信与协作服务

(1) 键盘对话、网上聊天、电子邮件、可视电话、可视会议。网络上的用户除了可以进行实时的“键盘对话”和网上聊天外，目前网络上个人之间相互通信最流行的方式是 E-mail (电子邮件)，它除了可以传送文字信息外，还可传送图形、图像、音频和视频信息。电子邮件还可以用于个人与单位、单位与单位之间。

随着音频数据和视频图像传输速率的进一步提高，基于 InTerneT 的可视电话必将成为 21 世纪最流行的通信方式。这一技术也将使通过 InTerTneT 的远距离视频会议成为现实，它可以用于分散的大学的校园的网络教学，如组织异地的医学专家会诊等。

(2) 信息组。20 世纪 70 年代末，信息组最早以社区为主要服务对象，后来发展为 InTerTneT。目前面向公共服务的 BBS 子布告牌系统以及 InTerTneT 上流行的各种电子邮递名单 (Mailing LisT) 和 UseneT 新闻组等则是当今网络上个人之间、研究组之间相互交流信息和相互协作最流行的方式。现在 InTerTneT 上已有人们可能想像出来的上万种涉及各种主题的电子邮递名单和新闻组，任何一个人都可以向任何一个电子邮递名单或新闻组发布信息，也可以订阅自己感兴趣的电子邮递名单或新闻组，阅读其中的稿件信息，甚至建立新的电子邮递名单和新闻组。由于网络信息组打破了时间、国界与空间的限制，大大加强了人们之间的交流和合作。

3. 交易服务与电子商务

由独立的联机服务公司 (On-line Services) 开始，现已发展到通过 InTerneT 提供的网上交易与电子商务 (ElecTronics Commerce) 将成为信息社会新的购物方式。目前，网上计算机商店、电器商店、日用百货商店、礼品店、书店、订购飞机票，甚至网上拍卖等网上交易与电子商务发展很快。由于基于 InTerneT 的电子商务卖方不需要租用营业场地和大库房，也不需要雇用大批员工，而只需建立自己的 Web 主页而买方只需在相应 Web 主页上填写有关商品表格和自己的信用卡信息，就可以实现交易。顾客还可以从网上动态了解所订货物的装配和发货日程等信息，以及通过网络获得售后服务等。

电子商务要求相应服务程序具有鉴别顾客身份、向顾客授权、保护顾客隐私等功能，因而对信息加密技术要求高。电子商务不受时间和地域的限制，因而极具发展前途，并受到一些国家政府的倡导和支持，例如，美国政府就对 InTerneT 的电子商务实行免税等优惠政策。

4. 休闲娱乐服务

目前，网络已向用户提供了许多交互娱乐服务。例如，用户可在计算机上通过网络欣赏

音乐、录像、球赛等，还可与其他用户一起下棋、打牌、玩游戏。在不久的将来，网络还将向用户提供交互式的电影与电视，用户可以按照说明书或根据自己的爱好选择不同的剧情发展。

5. 计算服务

计算服务是指提交批处理作业或采用分布式计算方式。该方式是早先计算机网络主要的服务方式，而随着 Web 资源的实现，我们可以获得近乎免费的计算服务以及协作计算服务。

6. 分布式控制系统

分布式控制系统广泛应用于工业生产过程和自动控制系统。使用分布式控制系统可以提高生产效率和质量，节省人力和物力，实现安全控制等目标。常见的分布式控制系统，如电厂和电网的监控调度系统，冶金、钢铁和化工生产过程的自动控制系统，交通调度与监控系统。这些系统连网之后，一般可以形成具有反馈的闭环控制系统，从而实现全方位的控制。

7. 计算机集成与制造系统

计算机集成与制造系统实际上是企业中的多个分系统在网络上的综合与集成。它根据本单位的业务需求，将企业中各个环节通过网络有机地联系在一起。例如，计算机集成与制造系统可以实现市场分析、产品营销、产品设计、制造加工、物料管理、财务分析、售后服务以及决策支持等一个整体系统。近年来，出现了一些新的网络应用类型，如播客、博客、网络即时通信和网络电视服务等。

8. 计算机网络的新应用

近年来出现了一些计算机网络的新应用，如播客、博客、网络即时通信（IM）、IPTV 即交互式网络电视、微博、微信等。

“播客”翻译自英语单词 PodcasTing，它其实是一个合成词，取自苹果公司研发的便携播“ipod”与传统广播（BroadcasTing）的结合。借助于苹果公司的 ipod 便携播放器和相关软件，网友可将音乐或广播等数码声讯文件下载到自己的 ipod、MP3 播放器或其他便携式数码声讯播放器中随时收听，也可将自己制作的声讯或视频文件上传到网络上与他人共享。目前，研究者认为，与汉语里的“播客”一词相对应的英文词汇其实有三个，即 PodcasTor，Podcas-Ting 和 PodcasT 分别指制作播客节目并上网发布的使用者，播客这一独特的传播方式与形态，以及提供上传和下载服务的播客网站和播客接收终端。

“博客”一词是从英文单词 Blog 翻译而来的。Blog 是 WeBlog 的简称，而 WeBlog 则是由 Web 和 Log 两个英文单词组合而成的。WeBlog 就是在网络上发布和阅读的流水记录，通常称为“网络日志”，简称为“网志”。而博客（Blogger）解释为网络出版（WebPublishing）发表和张贴文章，是个急速成长的网络活动。

网络即时通信（IM）是指能够即时发送和接收互联网消息的业务。自 1998 年面世以来，特别是经过近几年的迅速发展，即时通信的功能日益丰富，并逐渐集成了电子邮件、博客、音乐、电视、游戏和搜索等多种功能。目前即时通信不再是一个单纯的聊天工具，它已经发展成集交流、资讯、娱乐、搜索、电子商务、办公协作和企业客户服务等为一体的综合化信息平台。即时通信最初是由 AOL、微软、雅虎、腾讯等独立于电信运营商的即时通信服务商

提平台。即时通信最初是由 AOL 供的，但随着其功能日益丰富，应用日益广泛，特别是即时通信增强软件的某些功能如 IP 电话等，已经在分流和替代传统的电信业务，使得电信运营商不得不采取措施应对这种挑战。2006 年 6 月，中国移动已经推出了自己的即时通信工具——FeTion，中国联通也将推出即时通信工具“超信”，但由于进入市场较晚，其用户规模和品牌知名度还比不上原有的即时通信服务提供商。

IPTV 即交互式网络电视，是一种利用宽带有线电视网，集互联网、多媒体、通信等多种技术于一体，向家庭用户提供包括数字电视在内的多种交互式服务的崭新技术。用户在家中可以有两种方式享受 IPTV 服务：计算机和网络机顶盒+普通电视机。IPTV 既不同于传统的模拟式有线电视，也不同于经典的数字电视，因为传统的模拟电视和经典的数字电视都具有频分制、定时、单向广播等特点，尽管经典的数字电视相对于模拟电视有许多技术革新，但只是信号形式的改变，而没有触及媒体内容的传播方式。

微博（Weibo），微型博客（MicroBlog）的简称，即一句话博客，是一种通过关注机制分享简短实时信息的广播式的社交网络平台。微博是一个基于用户关系信息分享、传播以及获取的平台。用户可以通过 WEB、WAP 等各种客户端组建个人社区，以 140 字（包括标点符号）的文字更新信息，并实现即时分享。微博的关注机制分为可单向、可双向两种。微博作为一种分享和交流平台，其更注重时效性和随意性。微博客更能表达出每时每刻的思想和最新动态，而博客则更偏重于梳理自己在一段时间内的所见、所闻、所感。因微博而诞生出微小说这种小说体裁。2014 年 3 月 27 日晚间，在中国微博领域一枝独秀的新浪微博宣布改名为“微博”，并推出了新的 LOGO 标识，新浪色彩逐步淡化

微信是腾讯公司于 2011 年 1 月 21 日推出的一个为智能终端提供即时通信服务的免费应用程序，微信支持跨通信运营商、跨操作系统平台通过网络快速发送免费（需消耗少量网络流量）语音短信、视频、图片和文字，同时，也可以使用通过共享流媒体内容的资料和基于位置的社交插件“摇一摇”、“漂流瓶”、“朋友圈”、“公众平台”、“语音记事本”等服务插件。微信提供公众平台、朋友圈、消息推送等功能，用户可以通过“摇一摇”、“搜索号码”、“附近的人”、扫二维码方式添加好友和关注公众平台，同时微信将内容分享给好友以及将用户看到的精彩内容分享到朋友圈。截至 2013 年 11 月我国微信的注册用户量已经突破 6 亿。

1.4 计算机网络的拓扑结构

拓扑（Topology）是从图论演变而来的，是一种研究与大小形状无关的点、线、面特点的方法。计算机网络拓扑结构是抛开网络电缆的物理连接来讨论网络系统的连接形式，是指网络电缆构成的几何形状，它能表示出网络服务器、工作站的网络配置和相互之间的连接。

网络拓扑结构按形状可分为六种类型，分别是星型拓扑结构、环型拓扑结构、总线型拓扑结构、树型拓扑结构、总线/星型拓扑结构及网型拓扑结构。网络拓扑结构对整个网络的设计、功能、可靠性、费用等方面有着重要的影响。

1. 星型拓扑结构

星型拓扑结构是以中央节点为中心与各节点连接而组成的，各个节点间不能直接通信，

节点间的通信必须经过中央节点的控制，各节点与中央节点通过点到点方式连接，中央节点执行集中式通信控制策略，因此中央节点相当复杂，负担也重。目前流行的专用分局交换机（Private Branch Exchange, PBX）就是星型拓扑结构的典型实例，如图 1.5 所示。

以星型拓扑结构组网，中央节点的主要功能包括：

- (1) 为需要通信的设备建立物理连接。
- (2) 在两台设备通信过程中维持物理连接。
- (3) 在完成通信或通信不成功时，拆除物理连接。

在文件服务器/工作站（File Servers/Workstations）局域网模式中，中心节点为文件服务器，存放共享资源。由于这种拓扑结构的中心节点与多台工作站相连，为便于集中连线，目前多采用集线器（Hub）。

星型拓扑结构的特点是：很容易在网络中增加新的站点，数据的安全性和优先级容易控制，易实现网络监控；但是属于集中控制，对中心节点的依赖性大，一旦中心节点有故障就会引起整个网络瘫痪。

2. 环型拓扑结构

环型网中各节点通过环路接口连在一条首尾相连的闭合环型通信线路中。环路上任何节点均可以请求发送信息，请求一旦被批准，便可以向环路发送信息。环型网中的数据可以是单向也可以双向传输。由于环线公用，一个节点发出的信息必须穿越环中所有的环路接口，信息流中目的地址与环上某节点地址相符时，信息被该节点的环路接口所接收，而后信息继续流向下一环路接口，一直流回到发送该信息的环路接口节点为止，如图 1.6 所示。

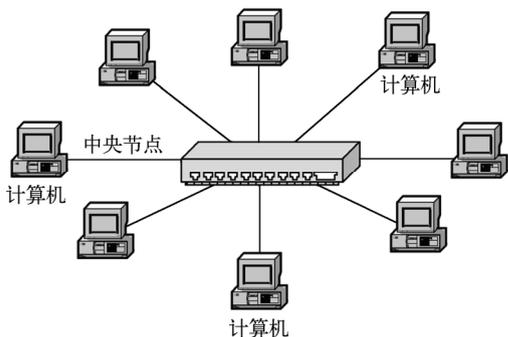


图 1.5 星型网络拓扑

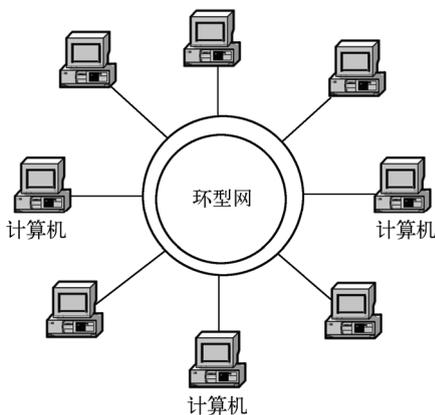


图 1.6 环型网络拓扑

环型网的特点是：信息在网络中沿固定方向流动，两个节点间仅有唯一的通路，大大简化了路径选择的控制；某个节点发生故障时，可以自动旁路，可靠性较高；由于信息是串行穿过多个节点环路接口，当节点过多时，影响传输效率，使网络响应时间变长，但当网络确定时，其延时固定，实时性强；由于环路封闭，故扩充不方便。

环型网也是微机局域网常用拓扑结构之一，适合信息处理系统和工厂自动化系统。1985 年 IBM 公司推出的令牌环型网（IBM Token Ring）是其典范。在 FDDI 光纤分布式数字接口得以应用推广后，这种结构会进一步得到采用。

3. 总线型拓扑结构

用一条称为总线的中央主电缆，将相互之间以线性方式连接的工作站连接起来的布局方式，称为总线型拓扑，如图 1.7 所示。

在总线结构中，所有网上微机都通过相应的硬件接口直接连在总线上，任何一个节点的信息都可以沿着总线向两个方向传输扩散，并且能被总线中任何一个节点所接收。由于其信息向四周传播，类似于广播电台，故总线网络也被称为广播式网络。总线有一定的负载能力，因此，总线长度有一定限制，一条总线也只能连接一定数量的节点。

总线布局的特点是：结构简单灵活，非常便于扩充；可靠性高，网络响应速度快；设备量少，价格低，安装使用方便；共享资源能力强，极便于广播式工作，即一个节点发送所有节点都可接收。

在总线两端连接的器件称为端接器（末端阻抗匹配器或终止器），主要作用是与总线进行阻抗匹配，最大限度吸收传送到端部的能量，避免信号反射回总线产生不必要的干扰。

总线型网络结构是目前使用最广泛的结构，也是最传统的一种主流网络结构，适合于信息管理系统、办公自动化系统领域的应用。

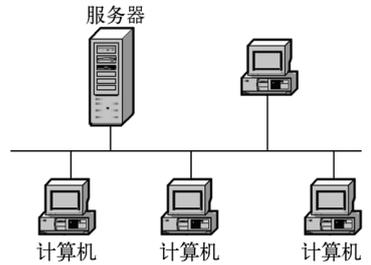


图 1.7 总线型网络拓扑

4. 树型拓扑结构

树型结构是总线型结构的扩展，它是在总线网上加上分支形成的，其传输介质可有多条分支，但不形成闭合回路。树型网是一种分层网，如图 1.8 所示，其结构可以对称，联系固定，具有一定容错能力，一般一个分支和节点的故障不影响另一分支节点的工作，任何一个节点送出的信息都可以传遍整个传输介质，也是广播式网络。一般树型网上的链路相对具有一定的专用性，无须对原网做任何改动就可以扩充工作站。

5. 总线/星型拓扑结构

总线/星型拓扑结构就是用一条或多条总线把多组设备连接起来，相连的每组设备呈星型分布。采用这种拓扑结构，用户很容易配置和重新配置网络设备。总线采用同轴电缆，星型配置可采用双绞线，如图 1.9 所示。

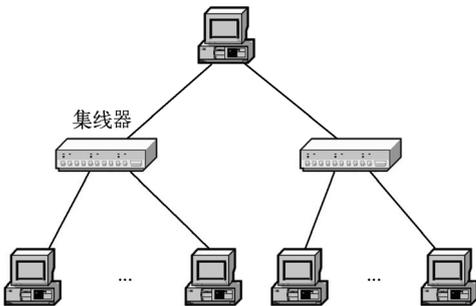


图 1.8 树型网络拓扑

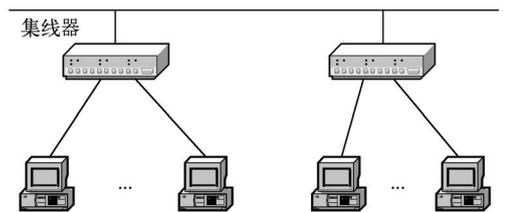


图 1.9 总线/星型网络拓扑

6. 网型拓扑结构

将多个子网或多个局域网连接起来构成网型拓扑结构。在一个子网中，集线器、中继器将多个设备连接起来，而网桥、路由器及网关则将子网连接起来。根据组网硬件不同，主要有三种网型拓扑结构：

(1) 网型网。在一个大的区域内，用无线电通信链路连接一个大型网络时，网型网是最好的拓扑结构。通过路由器与路由器相连，可让网络选择一条最快的路径传送数据。

(2) 主干网。通过网桥与路由器把不同的子网或 LAN 连接起来形成单个总线或环型拓扑结构，这种网通常采用光纤做主干线。

(3) 星型相连网。利用一些叫做超级集线器（如交换机）的设备将网络连接起来，由于星型结构的特点，网络中任一处的故障都可容易查找并修复。

应该指出的是，在实际组网中，拓扑结构不一定是单一的，通常是几种结构的混用。

本章小结

本章对计算机网络做了概括性的描述。

计算机网络就是将分散的计算机，通过通信线路有机地结合在一起，达到相互通信，实现软、硬件资源共享的综合系统。

计算机网络是信息时代的产物。起初与通信毫无相干的计算机经历了具有通信功能的单机系统、多机系统之后，终于发展为与通信紧密结合的计算机网络。

计算机网络从诞生之日起，就向大而广的方向发展，即所谓的广域网（WAN）。依据网络是专用还是公用，最初的 WAN 可区分为专用网和公用数据网。到了 20 世纪 80 年代，随着微处理技术的进步和计算机的普及，最初的 WAN 普及，局域网（LAN）得到极大发展。同时，网络的标准化问题也在这一时期进入成熟阶段。20 世纪 90 年代的网络热点则是网络互连和 ISDN（综合业务数字网），进入 21 世纪，各种网络的融合趋势明显并加剧，网络规模进一步扩大，出现了如物联网、云计算、3G、4G 等新的网络技术。

计算机网络的组成是我们讨论的另一个问题，通信子网和资源子网的划分使我们的讨论简单易行。而网络软件系统和网络硬件系统是网络系统赖以存在的基础。计算机网络可按不同的标准进行分类。

本章从资源共享的角度阐述了计算机网络的功能，具有数据通信、资源共享、信息传输、信息的分布式处理等功能，主要应用于信息服务、通信与协作服务、交易服务与电子商务、休闲娱乐服务、计算服务等方面。

组建一个计算机网络需要考虑网络系统的连接形式。研究计算机网络的拓扑结构具有重要意义，它对整个网络的设计、功能、可靠性、费用等方面有着重要的影响。

习 题 1

一、填空题

1.1 所谓计算机网络就是将分散的计算机通过_____有机地结合在一起，达到相互通信，实现_____的综合系统。

1.2 _____是制定计算机网络通信协议的最主要的世界组织，其制定的_____已成为全世界公认的国际标准。

1.3 20世纪90年代后,计算机网络的发展更加迅速,目前正在向_____化、_____化和_____化发展,即人们所说的_____。

1.4 从计算机网络组成角度来分,典型的计算机网络在逻辑上可以分为两个子网:_____子网和_____子网。

1.5 从网络节点分布来看,计算机网络可分_____网 NeTwork (LocalAreaNeTwork, LAN)、网 (WideAreaNeTwork,WAN)和_____网 (MeTropoliTanAreaNeTwork, MAN)。

1.6 按交换方式分,计算机网络可分_____网络 (CircuiTSwiTching) _____网络 (Mes-sageSwiTching)和_____网络 (PacKeTSwiTching)

二、选择题

1.7 InTerneT 最早起源于 ()。

- A. ARPAnET B. 以太网 C. NSFnet D. 环状网

1.8 计算机网络系统是由哪两部分构成的 ()。

- A. 网络软件和网络硬件 B. 通信子网和资源子网
C. 节点和通信链路 D. 网络协议和计算机

1.9 计算机网络中可共享的资源包括 ()。

- A. 硬件、软件、数据和通信信道 B. 主机、外设和通信信道
C. 硬件、软件和数据 D. 主机、外设、数据和通信信道

1.10 通信子网为网络源节点与目的节点之间提供了多条传输路径的可能性,路由选择指的是 ()。

- A. 建立并选择一条物理链路
B. 建立并选择一条逻辑链路
C. 网络中间节点收到一个分组后,确定转发的路径
D. 选择通信介质

1.11 目前人们所使用的计算机网络是根据 () 观点来定义的。

- A. 资源共享 B. 广义 C. 狭义 D. 用户透明性

1.12 下面哪一项是描述网络拓扑结构的 ()。

- A. 仅是网络的物理设计 B. 仅是网络的逻辑设计
C. 仅是网络形式上的设计 D. 网络的物理设计和逻辑设计

1.13 计算机网络拓扑结构是通过网络中节点和通信线路之间的几何关系来表示的,它反映的是网络中各实体间的 ()。

- A. 结构关系 B. 主从关系 C. 接口关系 D. 层次关系

1.14 采用一个信道作为传输媒体,所有站点都通过相应的硬件接口直接连到这一公共传输媒体上的拓扑结构为 ()。

- A. 星型拓扑 B. 总线拓扑 C. 环型拓扑 D. 树型拓扑

1.15 一旦中心节点出现故障则整个网络瘫痪的局域网的拓扑结构是 ()。

- A. 星型结构 B. 树型结构 C. 总线型结构 D. 环型结构

1.16 网络拓扑设计的优劣将直接影响网络的性能、可靠性与 ()

- A. 网络协议 B. 通信费用 C. 设备种类 D. 主机类型 A 星型结构

三、判断题（正确的打√，错误的打×）

- 1.17 从计算机网络的最基本的组成结构来看，一个网络可分为通信子网、网络高层和网上应用三部分。
()
- 1.18 资源子网负责全网的数据处理业务，向网络用户提供各种网络资源与网络服务。()
- 1.19 资源子网由主计算机系统、终端、终端控制器、连网外设、各种软件资源及数据资源组成。()
- 1.20 通信线路只能为通信控制处理之间提供通信信道。()
- 1.21 网络软件是实现网络功能不可缺少的软件环境。()
- 1.22 分组交换也称为存储转发方式。()
- 1.23 计算机网络拓扑定义了网络资源在逻辑上或物理上的连接方式。()
- 1.24 目前流行的专用分局交换机采用了环型拓扑结构。()
- 1.25 星型网络的瓶颈是中心节点。()
- 1.26 总线型网络中各计算机发送的信号都有一条专用的线路传播。()