

第 1 章 计算机网络概论

知识能力目标

- 了解计算机网络的发展历史和功能。
- 掌握计算机网络的定义、组成。
- 掌握计算机网络的类型和网络拓扑结构。
- 理解并掌握网络的计算模式。

素质目标

理解计算机网络中平等、包容的理念,求同存异,尊重差别。

计算机网络是计算机技术与通信技术结合的产物,利用计算机技术进行信息的存储和加工,利用通信技术传播信息。它的产生扩大了计算机的应用范围。

1.1 计算机网络的发展历史

计算机网络的发展历史不长,它是从简单地为解决远程计算、信息收集和处理而形成的专用联机系统开始的。随着计算机技术和通信技术的发展,又在联机系统被广泛使用的基础上,发展到把多台中心计算机连接起来,组成以共享资源为目的的计算机网络。

计算机网络的发展经历了从简单到复杂,从低级到高级的过程,这个过程可分为 4 个阶段:面向终端、面向计算机通信、面向应用(标准化)和面向未来的计算机网络。

1.1.1 面向终端

早期计算机价格昂贵,只有稀少的计算机中心才拥有计算机。使用计算机的用户要将程序和数据送到计算机中心去处理,这样,除花费时间、精力和大量资金外,还无法对急需处理的信息进行加工。为了解决这个问题,在计算机内部增加了通信功能,使远处的输入、输出设备通过通信线路直接和计算机相连,达到一边输入信息,另一边处理信息的目的,最后将处理结果再经过通信线路返回。这种系统也称为简单的计算机联机系统,如图 1-1 所示。第一个联机数据通信系统是在 20 世纪 50 年代初,美国建立的半自动地面防空系统(SAGE)。

随着连接终端个数的增多,上述联机系统存在两个显著缺点:一是主机系统负荷过重,它既要承担本身的数据处理任务,又要承担通信任

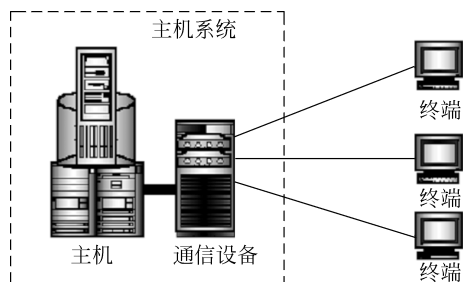


图 1-1 简单的计算机联机系统

务；二是通信线路利用率很低，特别是当终端或主机较多时尤为明显。为了克服第一个缺点，可以在主机之前设置一个前端处理机 FEP(front end processor)，专门负责与终端的通信工作，使主机能有较多的时间进行数据处理。为克服第二个缺点，通常是在终端较为集中的区域设置线路集中器，大量终端先连到集中器上，集中器则通过通信线路与前端处理机相连，如图 1-2 所示。这种系统是以中央计算机为核心的具有通信功能的远程联机系统，具有终端与计算机之间的通信，也称面向终端的网络。如 20 世纪 60 年代初期美国建成的由一台计算机和遍布全美两千多个终端组成的美国航空公司飞机订票系统 SABRE 和随后出现的具有分时系统的通信网。

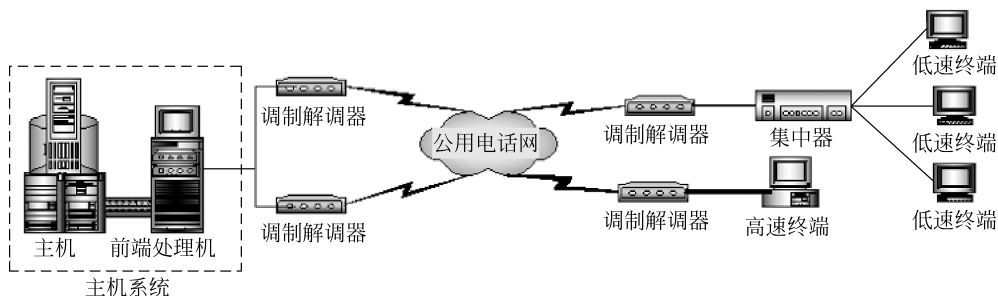


图 1-2 具有通信功能的联机系统

1.1.2 面向计算机通信

联机系统的发展，提出了在计算机系统之间进行通信的要求。20 世纪 60 年代中期，英国国家物理实验室 NPL 的戴维斯(Davies)提出了分组(packet)的概念，1969 年美国的分组交换网 ARPA 网络投入运行，使计算机网络的通信方式由终端与计算机之间的通信，发展到计算机与计算机之间的直接通信。从此，计算机网络的发展进入了一个崭新的时代。

早期的系统中只有一个计算机处理中心，各终端通过通信线路共享主计算机的硬件和软件资源。计算机与计算机通信的计算机通信网络系统，呈现出的是多个计算机处理中心的特点，各计算机通过通信线路连接，相互交换数据、传送软件，实现了网络中连接的计算机之间的资源共享。

面向计算机通信的网络有两种连接形式，如图 1-3 所示。

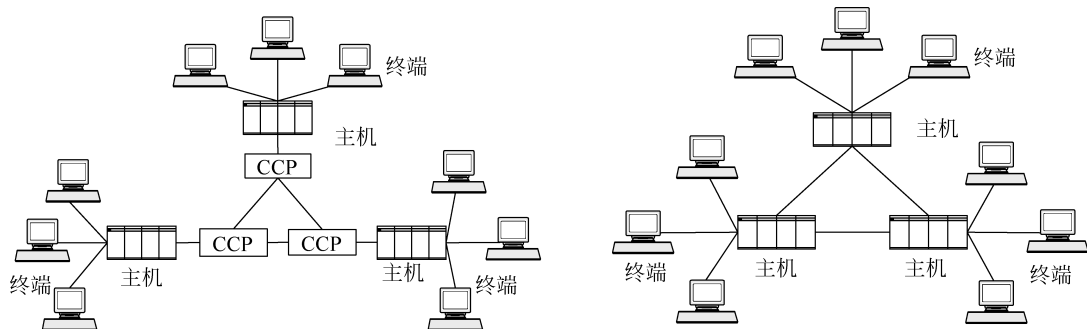


图 1-3 面向计算机通信的网络的两种连接形式

1.1.3 面向应用(标准化)

20 世纪 70 年代中期,计算机网络开始向体系结构标准化的方向迈进,即正式步入网络标准化时代。1974 年,美国 IBM 公司公布了它研制的系统网络体系结构 SNA(system network architecture)。不久,各种不同的分层网络系统体系结构相继出现。

对各种体系结构来说,同一体系结构的网络产品互联是非常容易实现的,而不同系统体系结构的产品却很难实现互联。但社会的发展迫切要求不同体系结构的产品都能够很容易地得到互联,人们迫切希望建立一系列的国际标准,渴望得到一个“开放”系统。为此,国际标准化组织 ISO(international standards organization)于 1977 年成立了专门的机构来研究该问题。1984 年,ISO 正式颁布了一个开放系统互联参考模型(open system interconnection basic reference model)的国际标准 OSI 7498,模型分为七个层次,有时也被称为 ISO/OSI 七层参考模型。从此网络产品有了统一的标准,促进了企业的竞争,也为计算机网络向国际化方向发展提供了重要依据。

20 世纪 80 年代,随着微型机的广泛使用,局域网获得了迅速发展。美国电气与电子工程师协会(IEEE)为了适应微机、个人计算机(PC)以及局域网发展的需要,于 1980 年 2 月在旧金山成立了 IEEE 802 局域网络标准委员会,并制定了一系列局域网络标准。在此期间,各种局域网大量涌现。其中新一代光纤局域网——光纤分布式数据接口(FDDI)网络标准及产品的问世,为推动计算机局域网技术进步及应用奠定了良好的基础。这一阶段典型的标准化网络结构如图 1-4 所示,通信子网的交换设备主要是路由器和交换机。

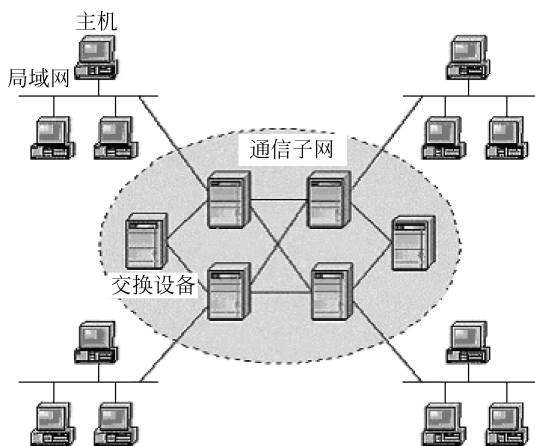


图 1-4 面向应用(标准化)网络的结构示意图

1.1.4 面向未来的计算机网络——以 Internet 为核心的高速计算机网络

进入 20 世纪 90 年代,计算机技术、通信技术以及建立在互联计算机网络技术基础上的计算机网络技术得到了迅猛的发展。特别是 1993 年美国宣布建立国家信息基础设施 NII(national information infrastructure)后,全世界许多国家纷纷制定和建设本国的 NII,从而极大地推动了计算机网络技术的发展,使计算机网络进入了一个崭新的阶段,这就是计算机

网络互联与高速网络阶段。

目前,全球以 Internet 为核心的高速计算机互联网络已经形成,Internet 已经成为人类最重要的、最大的知识宝库。网络互联和高速计算机网络被称为第四代计算机网络。网络互联与高速网络如图 1-5 所示。

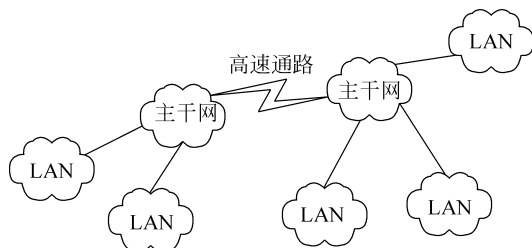


图 1-5 网络互联与高速网络结构示意图

1.2 计算机网络的定义和组成

“计算机存在于网络上”“网络就是计算机”这样的概念正在成为人们的共识。

1.2.1 计算机网络的定义

计算机网络是计算机技术与通信技术结合的产物。计算机网络是将处于不同地理位置,具有独立功能的计算机通过通信设备和传输媒体连接起来,以功能完善的通信软件(即网络通信协议、信息交换方式及网络操作系统等)实现网络中资源共享、信息交换和协同工作的系统。网络中的每台计算机称作一个节点(node)。可见,计算机网络是多台计算机彼此互联,以相互通信和资源共享为目标的计算机系统。

1.2.2 计算机网络的组成

计算机网络由计算机系统、通信链路和网络节点组成。计算机系统进行各种数据处理,通信链路和网络节点提供通信功能。图 1-6 所示为计算机网络的一般构成。从逻辑上可以把计算机网络分成资源子网和通信子网两个子网。

1. 计算机系统

计算机网络中的计算机系统主要担负数据处理工作,计算机网络连接的计算机系统可以是巨型机、大型机、小型机、工作站、微型机或其他数据终端设备,其任务是进行信息的采集、存储和加工处理。

2. 网络节点

网络节点主要负责网络中信息的发送、接收和转发。网络节点是计算机与网络的接口,计算机通过网络节点向其他计算机发送信息,鉴别和接收其他计算机发送来的信息。在大型网络中,网络节点一般由一台处理机或通信控制器来担当,此时网络节点还具有存储转发和路径选择的功能,在局域网中使用的网络适配器也属于网络节点。

3. 通信链路

通信链路是连接两个节点之间的通信信道,通信信道包括通信线路和相关的通信设备。

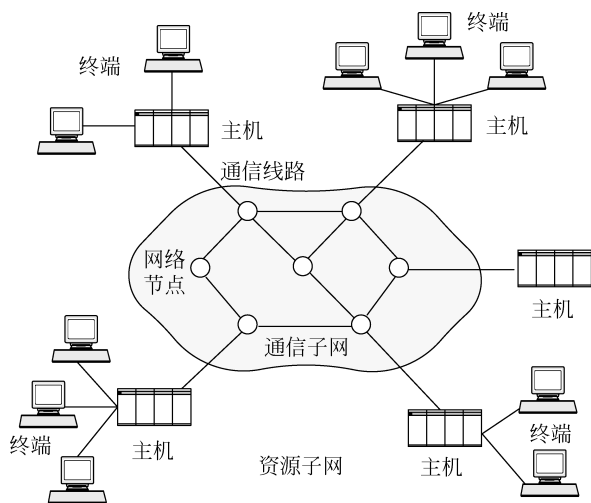


图 1-6 计算机网络的一般构成

通信线路既可以是双绞线、同轴电缆和光纤等有线介质,也可以是微波等无线介质。相关的通信设备包括中继器、调制解调器等,中继器的作用是将数字信号放大,调制解调器则能进行数字信号和模拟信号的转换,以便将数字信号通过只能传输模拟信号的电话线来传输。

4. 通信子网

通信子网提供计算机网络的通信功能,由网络节点和通信链路组成。通信子网是由节点处理机和通信链路组成的一个独立的数据通信系统。

5. 资源子网

资源子网提供访问网络和处理数据的能力,由主机、终端控制器和终端组成。主机负责本地或全网的数据处理,运行各种应用程序或大型的数据库系统,向网络用户提供各种软、硬件资源和网络服务。终端控制器用于把一组终端连入通信子网,并负责控制终端信息的接收和发送。终端控制器可以不经主机直接和网络节点相连,当然还有一些设备也可以不经主机直接和节点相连,如打印机和大型存储设备等。

1.3 计算机网络的类型

计算机网络的类型可以按不同的标准进行划分。从不同的角度观察网络系统、划分网络类型,有利于全面地了解网络系统的特性。

1.3.1 按通信媒体划分

1. 有线网

有线网是指采用双绞线、同轴电缆、光纤连接的计算机网络。有线网的传输介质包括以下几种。

- 双绞线: 双绞线网是目前最常见的联网方式,它比较经济,安装方便,传输率和抗干扰能力一般,广泛应用于局域网中。还可以通过电话线上网,通过现有电力网导线建网。

- 同轴电缆：可以通过专用的粗电缆或细电缆组网。此外，还可通过有线电视电缆，使用电缆调制解调器(cable modem)上网。
- 光纤：光纤网采用光导纤维作传输介质。光纤传输距离长，传输率高，可达每秒数千兆比特，抗干扰性强，不会受到电子监听设备的监听，是高安全性网络的理想选择。

2. 无线网

无线网使用电磁波传播数据，它可以传送无线电波和卫星信号。无线网包括以下几种。

- 无线电话：通过手机上网已成为新的热点。目前联网费用较高，速率不高。但由于联网方式灵活方便，是一种很有发展前途的联网方式。
- 无线电视网：普及率高，但无法在一个频道上和用户进行实时交互。
- 微波通信网：通信保密性和安全性较好。
- 卫星通信网：能进行远距离通信，但价格昂贵。

1.3.2 按网络的使用范围划分

1. 公用网

公用网对所有的人提供服务，只要符合网络拥有者的要求就能使用这个网，也就是说它是为所有的人提供服务的网络。如邮电部的公用数据网 CHINAPAC。

2. 专用网

专用网为一个或几个部门所拥有，它只为拥有者提供服务，这种网络不向拥有者以外的人提供服务。如军事专网、铁路调度专网等。

1.3.3 按网络的传输技术进行分类

网络所采用的传输技术决定了网络的主要技术特点，因此根据网络所采用的传输技术对网络进行分类是一种很重要的方法。

在通信技术中，通信信道的类型有两类：广播通信信道与点到点通信信道。在广播通信信道中，多个节点共享一个通信信道，一个节点广播信息，其他节点则接收信息。而在点到点通信信道中，一条通信线路只能连接一对节点，如果两个节点之间没有直接连接的线路，那么它们只能通过中间节点转接。显然，网络要通过通信信道完成数据传输任务。因此，网络所采用的传输技术也只可能有两类，即广播(broadcast)方式与点到点(point-to-point)方式。这样，相应的计算机网络也以此分为广播式网络(broadcast networks)、点到点式网络(point-to-point networks)两类。

1. 广播式网络

在广播式网络中，发送的报文分组的目的地址可以分为三类：单一节点地址、多节点地址和广播地址。其特点如下。

- 广播式网络仅有一条通信信道，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，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。
- 在广播式网络中，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，则称为广播(broadcasting)；若分组是发送给网络中的某些计算机，则称为多点播送

或组播(multicasting);若分组只发送给网络中的某一台计算机,则称为单播(unicasting)。

广播式网络示意图如图 1-7 所示。

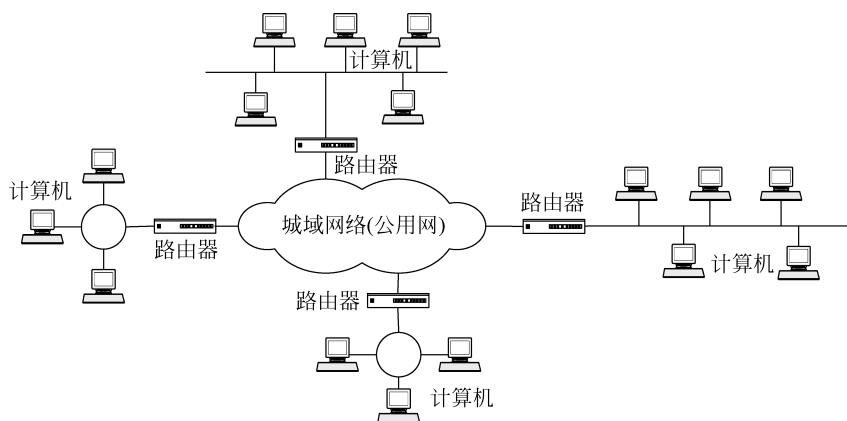


图 1-7 广播式网络示意图

2. 点到点式网络

与广播式网络相反,在点到点式网络中,每条物理线路连接一对计算机。假如两台计算机之间没有直接连接的线路,那么它们之间的分组传输就要通过中间节点的接收、存储、转发,直至目的节点。由于连接多台计算机之间的线路结构可能是复杂的,因此从源节点到目的节点可能存在多条路由。决定分组从通信子网的源节点到达目的节点的路由是通过路由的选择算法。采用分组存储转发与路由选择是点到点式网络与广播式网络的重要区别之一。

1.3.4 按距离划分

按距离划分就是根据网络的作用范围划分网络,可分为局域网(local area network, LAN)、广域网(wide area network, WAN)和城域网(metropolitan area network, MAN)。

1. 局域网 LAN

局域网地理范围一般在十几千米以内,属于一个部门或单位组建的小范围网。例如,一个建筑物内、一所学校、一个单位内部等。局域网组建方便,使用灵活,是目前计算机网络发展中最活跃的分支。LAN 是计算机通过高速线路相连组成的网络,网上传输速率较高,从 10~1000Mbps。通过 LAN,各种计算机可以共享资源。例如,共享打印机和数据库。局域网示意图如图 1-8 所示。

2. 广域网(又称远程网)WAN

广域网有如下特点。

- WAN 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,故称远程网。
- WAN 在采用的技术、应用范围和协议标准方面有所不同。在 WAN 中,通常是利用邮电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联起来,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。

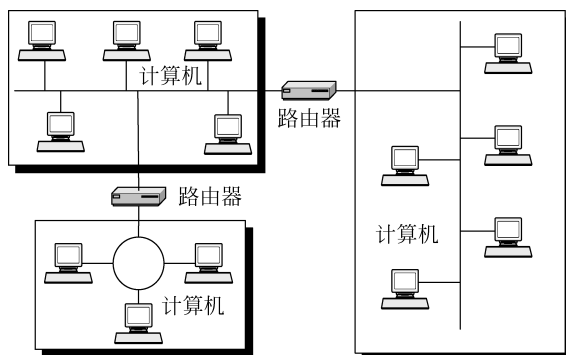


图 1-8 局域网示意图

广域网示意图如图 1-9 所示。

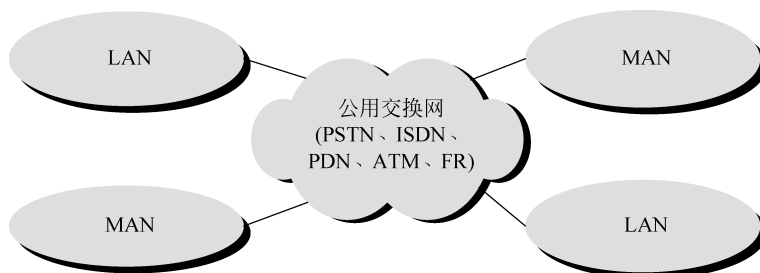


图 1-9 广域网示意图

3. 城域网 MAN

城域网的作用范围在 LAN 与 WAN 之间,规模局限在一座城市的范围内,覆盖的地理范围从几十至数百千米。其运行方式与 LAN 相似,基本上是一种大型 LAN,通常使用与 LAN 相似的技术。MAN 是对局域网的延伸,用来连接局域网,在传输介质和布线结构方面牵涉范围较广。城域网示意图如图 1-10 所示。

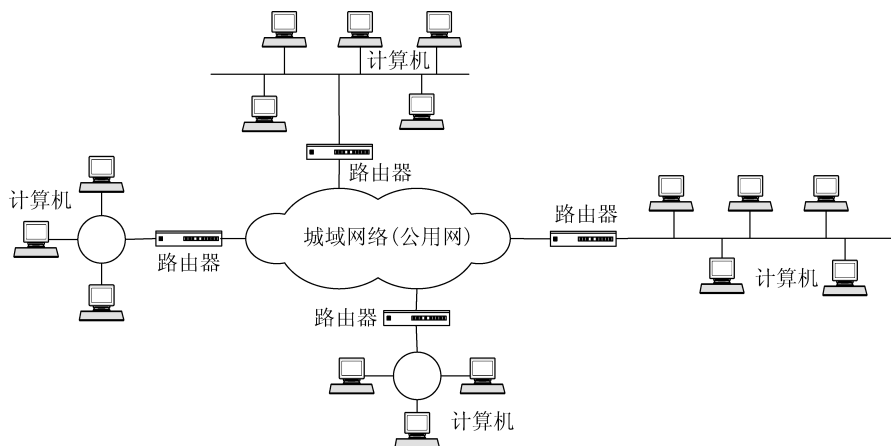


图 1-10 城域网示意图

1.3.5 按企业和公司管理分类

1. 内联网(Intranet)

Intranet 是指企业的内部网,是由企业内部原有的各种网络环境和软件平台组成的,例如,传统的客户机/服务器模式逐步改造、过渡、统一到像 Internet 那样使用方便的浏览器/服务器模式。在内部网络上企业采用通用的 TCP/IP 作为通信协议,利用 Internet 的 WWW 技术,以 Web 模型作为标准平台。一般企业具备自己的 Intranet Web 服务器和安全防护系统,为企业内部服务。

2. 外联网(Extranet)

相对企业内部网,Extranet 是泛指企业之外,需要扩展连接到与自己相关的其他企业网。采用 Internet 技术,又有自己的 WWW 服务器,但不一定与 Internet 直接进行连接的网络。同时必须建立防火墙把内联网与 Internet 隔离开,以确保企业内部信息的安全。

3. 因特网(Internet)

Internet 是目前最流行的一种国际互联网。Internet 起源于美国,自 1995 年开始启用,发展非常迅速,特别是随着 Web 浏览器的普遍应用,Internet 已在全世界范围得到应用。它在全球性的各种通信系统基础上,像一个无法比拟的巨大数据库,并结合多媒体的“声、图、文”表现能力,不仅能处理一般数据和文本,而且也能处理语音、静止图像、电视图像、动画和三维图形等。

1.4 计算机网络的功能

计算机网络主要有以下功能。

1. 数据通信

数据通信是计算机网络的基本功能之一,用于实现计算机之间的信息传送。在计算机网络中,可以传递文字、图像、声音、视频等信息。

2. 资源共享

计算机资源主要是指计算机的硬件、软件和数据资源。资源共享功能是组建计算机网络的主要目标之一,使得网络用户可以克服地理位置的差异性,共享网络中的计算机资源。共享硬件资源可以避免贵重硬件设备的重复购置,提高硬件设备的利用率;共享软件资源可以避免软件开发的重复劳动与大型软件的重复购置,进而实现分布式计算的目标。

3. 提高系统可靠性

在计算机网络系统中,可以通过结构化和模块化设计将大而复杂的任务分别交给多台计算机处理,用多台计算机提供冗余,以提高计算机的可靠性。当某台计算机发生故障时,不至于影响整个系统中其他计算机的正常工作,使被损坏的数据和信息能得到恢复。

4. 易于进行分布处理

对于综合性大型科学计算和信息处理问题,可以采用一定的算法,将任务分交给网络中

不同的计算机,以达到均衡使用网络资源,实现分布处理的目的。

5. 系统负载的均衡与调节

通过网络系统可以缓解用户资源缺乏的矛盾,并可对各种资源的忙与闲进行合理调节,以达到对系统负载均衡调节的目的,提高网络中计算机的可用性。

1.5 计算机网络的拓扑结构

拓扑学把实体抽象成与其大小、形状无关的点,将连接实体的线路抽象成线,进而研究点、线、面之间关系。计算机网络的拓扑结构就是网络中通信线路和站点(计算机或设备)的几何排列形式。

在计算机网络中,将主机和终端抽象为点,将通信介质抽象为线,形成点和线组成的图形,使人们对网络整体有明确的全貌印象。网络拓扑是由网络节点设备和通信介质构成的网络结构图。在网络方案设计过程中,网络拓扑结构是关键问题之一,了解网络拓扑结构的有关知识对于网络系统集成具有指导意义。

计算机网络拓扑结构一般可以分为:总线型、星形、环形、树形、网状等。计算机网络拓扑结构如图 1-11 所示。

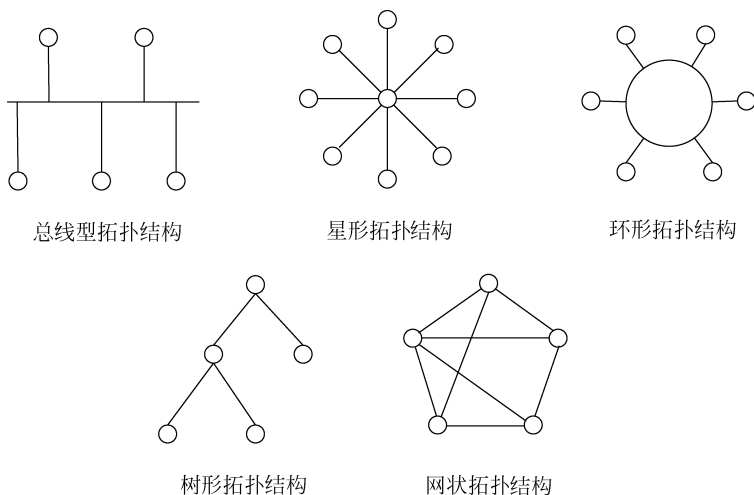


图 1-11 网络拓扑结构示意图

1.5.1 总线型拓扑结构

总线型拓扑结构(bus topology)是一种比较简单的结构,网络中所有的站点共享一条数据通道,即通过一根传输线路将网络中所有节点连接起来,这根线路称为总线。各节点直接与总线相连接,信息沿总线介质逐个节点广播传送,在同一时刻只能允许一对节点占用总线通信。总线型拓扑结构图如图 1-12 所示。

- 总线型拓扑结构的优点:结构简单,实现容易;易于安装和维护;需要铺设的电缆最短,成本低,用户节点入网灵活;某个站点的故障一般不会影响整个网络。