

# 第1章

## 计算机网络概述

随着计算机应用的深入，特别是家用计算机越来越普及，用户一方面希望能共享信息资源，另一方面也希望各计算机之间能互相传递信息。基于这些原因，计算机将向网络化发展，将分散的计算机连接成网，组成计算机网络。

所谓计算机网络，就是把分布在不同地理区域的计算机与专门的外部设备用通信线路互连成一个规模大、功能强的网络系统，从而使众多的计算机可以方便地互相传递信息，共享硬件、软件、数据信息等资源。计算机网络是现代通信技术与计算机技术紧密结合的产物。它涉及通信技术与计算机技术两个领域。

计算机网络的诞生使计算机的应用发生了巨大变化，已经遍布经济、文化、科研、军事、政治、教育和社会生活等各个领域，进而引起世界范围内产业结构的变化和全球信息产业的发展。

### 1.1 计算机网络的定义与发展

从 20 世纪 80 年代末开始，计算机网络技术进入新的发展阶段，它以光纤通信技术应用于计算机网络、多媒体技术、综合业务数据网络（ISDN）、人工智能网络的出现和发展为主要标志。20 世纪 90 年代至本世纪初是计算机网络高速发展的时期，尤其是 Internet 的建立，推动了计算机网络向更高层次发展。

#### 1.1.1 计算机网络的产生和发展

计算机网络的发展过程大致可以分为面向终端的计算机通信网络、计算机互连网络、标准化网络和网络互联与高速网络 4 个阶段。

##### 1. 面向终端的计算机通信网络

早期计算机技术与通信技术并没有直接的联系，但随着工业、商业与军事部门使用计算机的深化，人们迫切需要将分散在不同地方的数据进行集中处理。为此，在 1954 年，人们制造了一种称为收发器的终端设备，这种终端能够将穿孔卡片上的数据利用电话线路发送到远地的计算机。此后，电传打字机也作为远程终端与计算机相连。这种“终端-通信线路-计算机”系统，就是计算机网络的雏形。其特点是计算机为网络的中心和控制者，终端围绕中心计算机分布在各处，各终端通过通信线路共享主机的硬件和软件资源。

这一阶段的计算机网络系统实质上就是以单机为中心的联机系统，是面向终端的计算机通信，如图 1.1 所示。

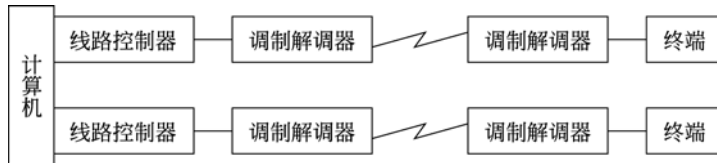


图 1.1 计算机通过线路控制器与远程终端相连

在这样的单机系统中，存在两个显著的缺点：一是主机除了要完成数据处理任务外，还要承担繁重的各终端间的通信管理任务，大大增加了主机计算机的负荷，降低了主机的信息处理能力；二是由于分散的终端都要单独占有一条通信线路，使通信线路利用率降低。

为了克服第一个缺点，人们在主机之间设置了一个前端处理机，专门用于处理主机和终端的通信任务，一个前端处理机与多个远程终端相连，从而实现了数据处理和通信任务的分工，减轻了主机的负荷，提高了系统的工作效率。为了克服第二个缺点，在远程终端比较集中的地方设置了线路集中器，它的一端用多条低速线路与各终端相连，其另一端则用一条较高速率的线路与计算机相连。这样，所有的高速线路的容量就可以小于低速线路容量的总和，从而降低了通信线路的费用。在这个阶段，计算机技术与通信技术相结合，形成了计算机网络的雏形。

## 2. 计算机互联网络阶段

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，从而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，计算机网络的发展就进入了一个崭新时代。

这一阶段研究的典型代表是美国国防部高级研究计划局（Advanced Research Project Agency, ARPA）1969 年 12 月投入运行的 ARPANET，该网络是一个典型的以实现资源共享为目的的具有通信功能的多级系统。它为计算机网络的发展奠定了基础，其核心技术是分组交换技术。

ARPANET 的试验成功使计算机网络的概念发生了根本的变化。计算机网络要完成数据处理与数据通信两大基本功能，它在结构上必然可以分成两个部分：负责数据处理的计算机与终端和负责数据通信处理的通信控制处理机与通信线路。

分组交换网由通信子网和资源子网组成，以通信子网为中心，不仅共享通信子网的资源，还可共享资源子网的硬件和软件资源。

资源子网由计算机系统、终端、终端控制器、联网外设、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，向网络用户提供各种网络资源与网络服务。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。主机要为本地用户访问网络其他主机设备与资源提供服务，同时为远程用户共享本地资源提供服务。

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。

这一阶段，在计算机通信网络的基础上，人们完成了网络体系结构与协议的研究，形成了计算机网络。

### 3. 具有统一的网络体系结构、遵循国际标准化协议的标准计算机网络

随着网络技术的发展与计算机网络的广泛应用，人们对网络的技术、方法和理论的研究日趋成熟。但计算机网络是个非常复杂的系统，要想使连接在网络上的两台计算机互相传送文件，仅有一条传送数据的通路是不够的。

相互通信的两台计算机系统必须高度协调才能工作，而这种“协调”是相当复杂的。为了设计这样复杂的计算机网络，早在最初的 ARPANET 设计时就提出了“分层”的方法。分层就是将庞大而复杂的问题，转化为若干个比较易于研究和处理的较小的局部问题。

1974 年，IBM 公司宣布了它研究的系统网络体系结构（System Network Architecture, SNA）。这个网络标准就是按照分层的方法制定的。

为了使不同体系结构的计算机网络都能互联，国际标准化组织 ISO 提出了一个能使各种计算机在世界范围内互联成网的标准框架——开放系统互连参考模型（Open System Interconnection Reference Model, OSI/RM）。只要遵循 OSI/RM 标准，一个系统就可以和位于世界上任何地方的也遵循同一标准的其他任何系统进行通信。从此开始了所谓的第三代计算机网络。在这个阶段，提出了开放系统互连参考模型与协议，促进了符合国际标准的计算机网络技术的发展。

### 4. 网络互联与高速网络阶段

目前计算机网络的发展正处于第四阶段。这一阶段计算机网络发展的特点是：采用高速网络技术，出现了综合业务数字网、网络多媒体和智能网络。

在计算机网络领域最引人注目的就是起源于美国的 Internet 的飞速发展。Internet 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、电子传输、信息查询、语音与图像通信服务等功能。

在 Internet 发展的同时，高速与智能网的发展也引起人们越来越多的关注。高速网络技术发展表现在宽带综合业务数据网（B-ISDN）、帧中继、异步传输模式（ATM）、高速局域网、交换局域网与虚拟网络的采用上。随着网络规模的增大与网络服务功能的增多，各国正在开展智能网（Intelligent Network, IN）的研究。

20 世纪 90 年代以来，世界经济已经进入了一个全新发展的阶段，计算机技术、通信技术以及建立在互联网络技术基础之上的计算机网络技术得到了迅速的发展。特别是在 1993 年，美国宣布了国家信息基础设施（National Information Infrastructure, NII）建设计划后（又称信息高速公路），各国也纷纷制定自己的 NII。在此基础上人们相应地提出了个人通信与个人通信网的概念，它将最终实现全球有线网、无线网的互联，邮电通信与电视通信网的互联，固定通信与移动通信的结合。

正在宽带化方向上发展的“蓝牙”（Bluetooth）技术，是一种新兴技术规范，目的是要在移动电话和其他手持式设备之间实现低成本、短距离的无线连接。这种技术规范的主要优势是在不同种类的设备中提供连续不断的无线连接。其工作范围在方圆 10m 左右，工作形式类似于红外线连接。

网络发展的另一个特征是 IP 化，这里有两层含义：其一是指因特网；其二是指使用

TCP/IP 这种技术组建整个通信网,即所有的通信网设备,包括传输、交换、无线系统、各类终端、信令将都活跃在统一的 IP 网络上。IP 网络不仅改变了固定电话网络,也可改变无线通信网络,如 GSM(全球通)。现在市面上的 WAP(无线应用协议)手机,不但可以打电话,也可以上因特网。

通过宽带 IP 网可以开展很多业务,如远程教育、远程医疗、视频点播、电子商务等。网络经济是新经济的一个重大增长点,而电子商务的发展将会加速新经济的增长。

### 1.1.2 计算机网络的定义

计算机网络是计算机技术与现代通信技术密切结合的产物,是随社会对信息共享和信息传递的要求而发展起来的。所谓计算机网络就是利用通信线路和通信设备将不同地理位置的、具有独立功能的多台计算机系统或共享设备互联起来,配以功能完善的网络软件(即网络操作系统、网络通信协议及信息交换方式等),使之实现资源共享、互相通信和分布式处理的整个系统。

可以从以下三个方面来理解计算机网络的定义。

首先,一台计算机不能构成网络,只有两台或两台以上的计算机相互连接起来才能构成计算机网络,才能达到资源共享的目的。这就提出了一个服务的问题,即一方请求服务,另一方提供服务。

第二,两台或两台以上的计算机连接,互相通信交换信息,需要存在一条通道。这条通道的连接是物理的,即必须有传输媒体。传输媒体可以是常见的双绞线、同轴电缆或光纤等“有线”、有形的物质,也可以是激光、微波或卫星信号等“无线”、无形的物质。

第三,计算机之间交换信息需要遵循一定的约定和规则,即通信协议。各厂商生产的网络产品都有自己的许多协议,从网络互联的角度看,要求这些协议遵循相应的标准。

### 1.1.3 计算机网络在我国的发展

美国政府在世界上率先提出的“信息高速公路”计划,其基本内容就是要在世界范围内建立高速计算机通信网络,开发信息资源,发展信息技术及其在各领域中的应用。至今在世界范围内,计算机互连网络已成为数百万科学家赖以工作和学习的基本工具。

因特网是世界上覆盖面最广、规模最大的计算机互连网络,因特网的发展,引起了我国学术界的极大关注。近年来,在国家的重视和扶持下,我国计算机网络的建设和有了较大的发展。先后建成了以下主要网络。

#### 1. 中国国家计算机网络设施(NCFC)

该网是由中国科学院牵头,联合北京大学、清华大学共同建设的。于 1994 年 5 月完成了在国际的登记注册,设置了我国最高域名服务器(DNS),实现与国际因特网的全功能连接,使我国成为世界上第 71 个与因特网直接联网的国家。一批外联用户,正通过中国公用分组交换数据网、中国数字数据网和电话拨号等多种途径与 NCFC 联网,网络规模不断扩大。NCFC 的建设和运行,对推进因特网在中国的迅速发展发挥了重要作用。

#### 2. 中国教育与科研计算机网络(CERNET)

该网是由国家教委主持建设的,从 1994 年下半年开始立项启动。总体建设项目是实

现全国大部分高等学校网络连接,推动学校校园网的建设和信息资源的交流与共享,并与国际国内学术计算机网络互联。

### 3. 中国科学院院网工程

其长远目标是实现国内科研机构计算机互联、互通。近期目标是着重满足当前中国科学院院属研究单位的网络应用需求。重点建设院属 12 个分院及相关研究所的地区网和局域网络及“中国生态系研究网络”、“科学数据库及其信息系统”、“文献数据库及其信息系统”、院所两级的管理信息系统等,在全国范围内实现中国科学院百所大联网。

经过几年的发展,我国目前已建成了中国公用计算机互联网(CHINNET)、中国公用分组交换数据网(CHINAPAC)、中国公用数字数据网(CHINADDN)、中国金桥网(CHINAGB)、中国教育和科研网(CERNET)、中国科技网等骨干网络,中国联通、中国网通等新的骨干网也已经投入运营,中国因特网发展已经呈现出新的竞争格局。

未来的基础网当然是光纤通信网,其方向是向宽带化发展,其所依赖的技术是密集波分复用(DWDM)系统。据报道,我国的主干网带宽将扩大 16 倍,由现在的 200 多 Mb/s 扩展为 3Gb/s 以上。

## 1.2 网络的功能与分类

### 1.2.1 计算机网络功能

计算机网络是通过通信媒体,把各个独立的计算机互连所建立起来的系统。一般来说,计算机网络可以提供以下一些主要功能。

#### 1. 通信功能

计算机网络是现代通信技术和计算机技术结合的产物,数据通信是计算机网路的基本功能,正是这一功能才能实现计算机之间各种信息(包括文字、声音、图像、动画等)的传送以及对地理位置分散的单位进行集中管理与控制。

#### 2. 资源共享

资源共享指共享计算机系统的硬件、软件和数据。其目的是让网络上的用户无论处于何处都能使用网络中的程序、设备、数据等资源。也就是说,用户使用千里之外的数据就像使用本地数据一样。资源共享主要分为 3 部分。

(1) 硬件资源共享:共享硬件资源包括打印机、超大型存储器、高速处理器、大容量存储设备和昂贵的专用外部设备等。

(2) 软件资源共享:现在计算机软件层出不穷,其中不少是免费共享的,它们是网络上的宝贵财富。共享软件资源包括各种语言处理程序、服务程序和很多网络软件,如电子设备软件、联机考试软件、办公管理软件等。

(3) 数据资源的共享:数据资源包括各种数据库、数据文件等,如电子图书库、成绩库、档案库、新闻、科技动态信息等都可以放在网络数据库或文件里供大家查询利用。

因此从功能上可以把计算机网络划分为两种子网:资源子网和通信子网,如图 1.2 所示。

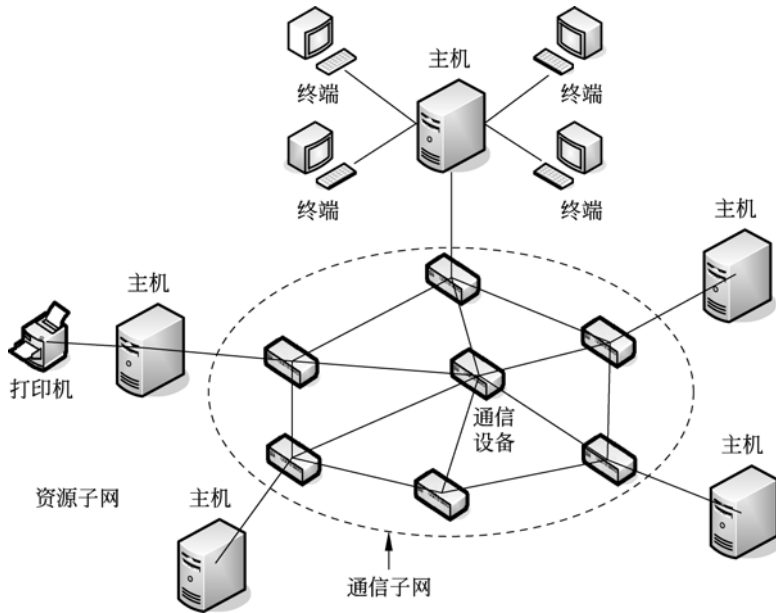


图 1.2 计算机网络的功能构造

资源子网由主计算机、终端控制器、终端和计算机所能提供共享的软件资源和数据源（如数据库和应用程序）构成，给用户访问的能力。

主计算机通过一条告诉多路复用线或一条通信链路连接到通信子网的结点上。

终端用户通常是通过终端控制器访问网络的。终端控制器能对一组终端提供几种控制，因而减少了终端的功能和成本。

通信子网是由用作信息交换的结点计算机（NC）和通信线路组成的独立的数据通信系统，它承担全网的数据传输、转接、加工和交换等通信处理工作。

网络结点提供双重作用：一方面作资源子网的接口，同时也可作为对其他网络结点的存储转发结点。作为网络接口结点，接口功能是按指定用户的特定要求而编制的。由于存储转发结点提供了交换功能，故报文可以在网络中传送到目标结点。它同时又与网络的其余部分合作，以避免拥塞并提供网络资源的有效利用。

## 1.2.2 计算机网络分类

计算机网络的分类可按不同的分类标准进行划分，从不同的角度观察网络系统、划分网络，有利于全面地了解网络系统的特性。

### 1. 按网络作用范围分类

根据计算机网络所覆盖的地理范围、信息的传递速率及应用的目的，计算机网络通常被分为局域网、城域网、广域网。

#### 1) 局域网（Local Area Network, LAN）

局域网指在有限的地理区域内构成的规模相对较小的计算机网络，其覆盖范围一般不超过几十公里。局域网常被用于连接公司办公室、中小企业、政府机关或一个校园内分散的计算机和工作站，以便共享资源（如打印机）和交换信息。

局域网是最常见、应用最为广泛的一种网络，其主要特点是覆盖范围较小，用户数量少，配置灵活，速度快，误码率低。局域网组建方便，采用的技术较为简单，是目前计算机网络发展中最为活跃的分支。将在第4章详细讨论局域网技术。

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

城域网的覆盖范围在局域网和广域网之间，一般来说是将一个城市范围内的计算机互联，范围在几十公里到几百公里。城域网中可包含若干个彼此互联的局域网，每个局域网都有自己独立的功能，可以采用不同的系统硬件、软件和通信传输介质构成，从而使不同类型的局域网能有效地共享信息资源。城域网目前多采用光纤或微波作为传输介质，它可以支持数据和声音的传输，并且还可能涉及当地的有线电视网。

### 3) 广域网 (Wide Area Network, WAN)

广域网是一种跨越城市、国家的网络，可以把众多的城域网、局域网连接起来。广域网的作用范围通常为几十公里到几千公里，它一般是将不同城市或不同国家之间的局域网互联起来。广域网是由终端设备、结点交换设备和传送设备组成的，设备间的连接通常是租用电话线或用专线建造的。

广域网通常除了计算机设备以外，还要涉及一些电信通信方式。广域网有时也称为远程网。

Internet 也称为因特网，是指特定的世界范围的互联网，指通过网络互联设备把不同的众多网络或网络群体根据全球统一的通信规则 (TCP/IP) 互联起来形成的全球最大的、开放的计算机网络。它被广泛地用于连接大学、政府机关、公司和个人用户。用户可以利用 Internet 来实现全球范围的电子邮件、WWW 信息查询与浏览、文件传输、语言与图像通信服务等功能。将在第5章详细讨论广域网技术。

## 2. 其他分类方法

(1) 根据通信介质的不同，网络可划分为以下两种。

- ① 有线网。采用如同轴电缆、双绞线、光纤等物理介质来传输数据的网络。
- ② 无线网。采用卫星、微波等无线形式来传输数据的网络。

(2) 从网络的使用范围可分为公用网和专用网。

① 公用网。公用网也称公众网，是指由国家的电信公司出资建造的大型网络，一般都由国家政府电信部门管理和控制，网络内的传输和转接装置可提供给任何部门和单位使用 (需交纳相应费用)。公用网属于国家基础设施。

② 专用网。专用网是某个部门为本系统的特殊业务工作的需要而建造的网络。它只为拥有者提供服务，一般不向本系统以外的人提供服务。

(3) 根据通信传播方式不同，可将网络划分为以下两种。

① 广播式网络。广播式网络仅有一条通信信道，网络上所有计算机共享。主要有在局域网，以同轴电缆连接起来的总线网、星状网和树状网；在广域网上以微波、卫星通信方式传播的广播形网。

② 点对点网络。由一对多计算机之间的多条连接构成。即以点对点的连接方式，把各计算机连接起来。一般来讲，小的、地理上处于本地的网络采用广播方式，而大的网络则采用点对点方式。

其他还有一些分类方式，如按网络的拓扑结构分类、按网络的通信速率分类、按网络的交换功能分类等。

## 1.3 网络的拓扑结构

网络的拓扑结构就是网络的各结点的连接形状和方法。构成网络的拓扑结构有很多种，通常包括星状拓扑、总线型拓扑、环状拓扑、树状拓扑、混合型拓扑、网状拓扑及蜂窝状拓扑。

### 1.3.1 星状拓扑

星状拓扑是由中央结点和通过点对点通信链路接到中央结点的各个站点组成，如图 1.3 所示。星状拓扑的各结点间相互独立，每个结点均以一条单独的线路与中央结点相连，其连接图形像闪光的星。一般星状拓扑结构的中心结点是由交换机来承担的。

中央结点执行集中式通信控制策略，因此中央结点较复杂，而各个站点的通信处理负担都小。采用星状拓扑的交换方式有电路交换和报文交换，尤以电路交换更为普遍。现在的数据处理和声音通信的信息网大多采用这种拓扑结构。目前流行的专用交换机（private branch exchange, PBX）就是星状拓扑的典型实例。一旦建立了通道连接，可以无延迟地在连通的两个站点之间传送数据。

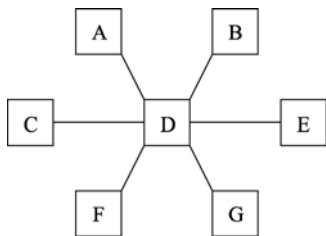


图 1.3 星状拓扑结构

星状拓扑结构的优点：

- 控制简单。在星状网络中，任何站点都直接和中央结点相连接，因而介质访问控制的方法很简单，致使访问协议也十分简单。
- 容易实现故障诊断和隔离。在星状网络中，中央结点对连接线路可以一条一条地隔离开来，来进行故障检测和定位。单个连接点出现故障或单独与中心结点的线路损坏时，只影响该工作站，不会对整个网络造成大的影响。
- 方便服务。中央结点可方便地对各个站点提供服务和对网络重新配置。
- 网络的扩展容易。需要增加结点时直接与中央结点连上即可。

星状拓扑结构的缺点：

- 电缆长度和安装工作量可观。因为每个站点都要和中央结点直接连接，需要耗费大量的电缆，所带来的安装、维护工作量也骤增，成本高。
- 过分依赖中心结点，中央结点的负担加重，形成瓶颈，一旦发生故障，则全网受影响，因而中央结点的可靠性和冗余度方面的要求很高。
- 各站点的分布处理能力较少。

### 1.3.2 总线型拓扑

总线型拓扑结构采用单根传输线作为传输介质，所有的站点（包括工作站和共享设备）都通过硬件接口直接连到这一公共传输介质上，或称总线上。各工作站地位平等，无中心结点控制。任何一个站点发送的信号都沿着传输介质传播而且能被其他站点接收。总线型拓扑结构的总线大都采用同轴电缆。总线型拓扑结构如图 1.4 所示。

因为所有站点共享一条公用的传输信道，所以一次只能由一个设备传输信号。通常采用分布式控制策略决定下一次哪一个站点可以发送。当分组经过各站点时，其中的目的站点会识别到分组的目的地址，然后复制这些分组的内容。

总线型拓扑结构的优点：

- 隔离性比较好，一个站点出现故障，断开连线即可，不会影响其他站点工作。
- 总线结构所需要的电缆数量少，价格便宜，且安装容易。
- 总线结构简单，连接方便，易实现、易维护。又是无源工作，有较高的可靠性。
- 易于扩充，增加或减少用户比较方便。增加新的站点容易，仅需在总线的相应接入点将工作站接入即可。

总线型拓扑结构的缺点：

- 系统范围受到限制。同轴电缆的工作长度一般在 2km 以内，在总线的干线基础上扩展时，需使用中继器扩展一个附加段。
- 故障诊断较困难。因为总线型拓扑网络不是集中控制，故障检测需要在网上各个结点进行，故障检测不容易。哪个站点出故障，只需简单地把连接拆除即可。故障隔离困难，如果传输介质有故障，则整个这段总线要切断和变换。

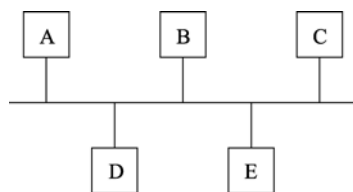


图 1.4 总线型拓扑结构

### 1.3.3 环状拓扑

环状拓扑结构的网络由网络中若干中继器使用电缆通过点对点的链路首尾相连组成一个闭合环，如图 1.5 所示。

网络中各结点计算机通过一条通信线路连接起来，信息按一定方向从一个结点传输到下一个结点，形成一个闭合环路。

所有结点共享同一个环状信道，环上传输的任何数据都必须经过所有结点。这种链路可以是单向的，也可以是双向的。单向的环状网络，数据只能沿一个方向传输，数据以分组形式发送。

例如如图 1.5 中 A 站希望发送一个报文到 C 站，那么要把报文分成若干个分组，每个分

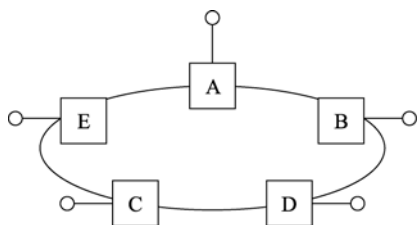


图 1.5 环状拓扑结构

组包括一段数据加上某些控制信息，其中包括 C 站的地址。A 站依次把每个分组送到环上，沿环传输，C 站识别到带有它自己地址的分组时，就将它接收下来。由于多个设备连接在一个环上，因此需要用分布控制形式的功能来进行控制，每个站都有控制发送和接收的访问逻辑。

环状拓扑结构的优点如下：

- 电缆长度短。环状拓扑网络所需的电缆长度和总线型拓扑网络相似，但比星状拓扑网络要短得多。
- 增加或减少工作站时，仅需要简单地连接。
- 单方向传输，适用于光纤，传输速度快。
- 抗故障性能好。

- 单方向单通路的信息流使路由选择控制简单。

环状拓扑结构的缺点如下：

- 环路上的一个站点出现故障，该站点的中继器不能进行转发，相当于环在故障结点处断掉，会造成整个网络瘫痪。这里因为在环上的数据传输是通过接在环上的每一个结点，一旦环中某一结点发生故障就会引起全网的故障。
- 检测故障困难，这与总线型拓扑相似，因为不是集中控制，故障检测需在网各个结点进行，故障的检测就非常困难。
- 环状拓扑结构的介质访问控制协议都采用令牌传递的方式，则在负载很轻时，其等待时间相对来说就比较长。

### 1.3.4 树状拓扑

树状拓扑是从总线型拓扑演变而来的，形状像一棵倒置的树，顶端是树根，树根以下带分支，每个分支还可再带子分支，如图 1.6 所示。

树状拓扑是一种分层结构，适用于分级管理控制系统。

这种拓扑的站点发送时，根接收该信号，然后再广播发送到全网。树状拓扑的优缺点大多和总线型的优缺点相同，但也有一些特殊之处。

树状拓扑结构的优点：

- 组网灵活，易于扩展。从本质上讲，这种结构可以延伸出很多分支和子分支，这些新结点和新分支都能较容易地加入网内。线路总长度比星状拓扑结构短，故它的成本较低。
- 故障隔离较容易。如果某一分支的结点或线路发生故障，很容易将故障分支和整个系统隔离开。

树状拓扑的缺点是各个结点对根的依赖性太大，如果根发生故障，全网就不能正常工作，从这一点看，树状拓扑结构的可靠性与星状拓扑结构相似，结构较星状拓扑复杂。

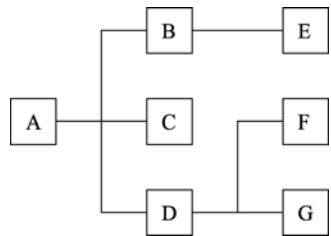


图 1.6 树状拓扑结构

### 1.3.5 混合型拓扑

将以上两种单一拓扑结构类型混合起来，综合两种拓扑结构的优点可以构成一种混合型拓扑结构。常见的有星状/环状拓扑和星状/总线型拓扑，如图 1.7 和图 1.8 所示。

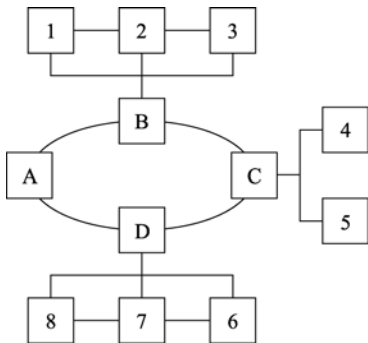


图 1.7 星状环状混合型拓扑结构

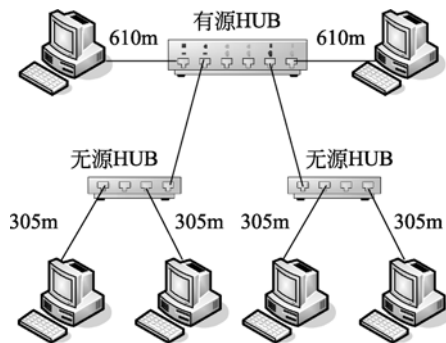


图 1.8 星状/总线型混合型拓扑结构

星状/环状拓扑从电路上看完全和一般的环状结构相同，只是物理安排成星状连接，星状/环状拓扑的故障诊断方便而且隔离容易；网络扩展方便；电缆安装方便。这种拓扑的配置是由一批接入环中的集中器组成，由集中器开始再按星状拓扑结构连至每个用户站点。

星状/总线型拓扑用一条或多条总线把多组设备连接起来，而相连的每组设备本身又呈星状分布。

对于星状/总线型拓扑，用户很容易配置网络设备。

混合型拓扑结构的优点：

- 故障诊断和隔离较为方便。一旦网络发生故障，首先诊断哪一个集中器有故障，然后，将该集中器和全网隔离。
- 易于扩展。如果要扩展用户时，可以加入新的集中器，以后在设计时，在每个集中器留出一些设备的可插入新结点的连接口。
- 安装方便。网络的主电缆只要联通这些集中器，安装时就不会有电缆管理拥挤的问题。这种安装和传统的电话系统的电缆安装很相似。

混合型拓扑结构的缺点：

- 需要选用带智能的集中器。这是为了实现网络故障自动诊断和故障结点的隔离所必需的。
- 集中器到各个站点的电缆安装会像星状拓扑结构一样，有时会使电缆安装长度增加。

### 1.3.6 网状拓扑

网状拓扑近年来在广域网中得到了广泛应用，如图 1.9 所示。

它的优点是不受瓶颈问题和失效问题的影响。由于结点之间有许多条路径相连，可以为数据流的传输选择适当的路由，绕过失效的部件或过忙的结点。这种结构虽然比较复杂，成本比较高；为提供上述功能，网状拓扑结构的网络协议也比较复杂。但由于它的可靠性高，仍受到用户的欢迎。

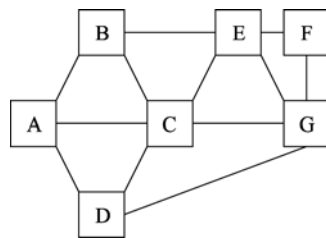


图 1.9 网状拓扑结构

### 1.3.7 蜂窝状拓扑

蜂窝状拓扑结构是作为一种无线网络的拓扑结构，结合无线点对点和对多点的策略，将一个地理区域划分成多个单元，每个单元代表整个网络的一部分，在这个区域内有特定的连接设备，单元内的设备与中央结点设备或集线器进行通信。集线器在互联时，数据能跨越整个网络，提供一个完整的网络结构。目前，随着无线网络的迅速发展，蜂窝状拓扑结构得到了普遍应用，如图 1.10 所示。

蜂窝状拓扑结构的优点：

这种拓扑结构并不依赖于互连电缆，而是依赖于无线传输介质，这就避免了传统的布线限制，对移动设备的使用提供了便利条件，同时使得一些不便布线的特殊场所的数据传

输成为可能。另外蜂窝状拓扑结构的网络安全相对容易，有结点移动时不用重新布线，故障的排除和隔离相对简单，易于维护。

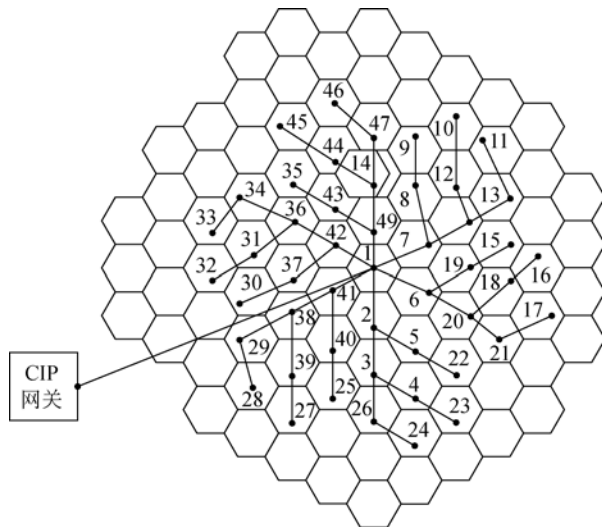


图 1.10 蜂窝状拓扑结构

蜂窝状拓扑结构的缺点：  
容易受外界环境的干扰。

### 1.3.8 网络拓扑结构的选择

上面分析了几种常用的拓扑结构和它们各自的优缺点，由此可见，不管是局域网或广域网，其拓扑结构的选择，都需要考虑很多因素。

- 可靠性：尽可能提高网络的可靠性，保证所有数据流能准确发送和接收。还要考虑网络系统建成后使用的维护，要使故障检测和故障隔离较为方便。
- 费用：它包括组建网络时需要考虑适合特定应用的费用和安装费用，在保证性能和使用方便的情况下尽可能节省。
- 可扩展性：需要考虑网络系统在今后扩展或改动时，能容易地重新配置网络拓扑结构，能方便地进行原有站点的删除和新站点的加入。
- 响应时间和吞吐量：网络要有尽可能短的响应时间和尽可能大的吞吐量。

对网络拓扑结构的掌握和选择是组建网络的第一要素。

## 1.4 计算机网络的应用

### 1.4.1 用于企业的网络——intranet

intranet 基于 Internet TCP/IP 协议，它采用防止外界侵入的安全措施，为企业内部服务，

并有连接 Internet 功能的企业内部网络。

在 20 世纪 90 年代, 企业网络已经成为连接企业、工业内部各部门并与外界交流信息的重要基础设施。基于局域网和广域网技术发展起来的企业网络技术也得到了迅速的发展, 企业网络开放系统集成技术受到人们普遍重视。在市场经济和信息社会中, 企业网络对企业的综合竞争能力的增强起到十分重要的作用。

现在许多企业、机关、校园内都有一定数量的计算机在运行, 它们通常是分布在整幢办公大楼、工厂和校园内的。同时, 有些公司的分支机构可能分布在世界各地。为了实现对公司生产、经营与客户资料等信息的收集、分析和决策。很多公司将那些位置分散的计算机联成局域网, 然后将多个局域网互联起来, 构成支持整个公司的大型信息系统的网络环境, 以超越地理位置的限制。它实现企业内部或分布在世界各地的计算机资源共享, 节约了资金。

同时 intranet 的建立还提供了强有力的通信功能, 两个相距很远的网络用户可以通过电子邮件发送与接收信息, 分散在不同地区的工程技术人员可以共同设计一个技术产品。

### 1.4.2 服务于公众的网络——Internet

从 20 世纪 90 年代开始, 计算机网络开始为个人用户提供信息服务, 典型的就是 Internet 的产生与发展。这些信息服务一般分为以下几种。

(1) 远程登录。远程登录是指允许一个地点的用户与另一个地点的计算机上运行的应用程序进行交互对话。

(2) 传送电子邮件。计算机网络可以作为通信媒介, 用户可以在自己的计算机上把电子邮件 (E-mail) 发送到世界各地, 这些邮件中可以包括文字、声音、图形、图像等信息。

(3) 电子数据交换。电子数据交换 (EDI) 是计算机网络在商业中的一种重要的应用形式。它以共同认可的数据格式, 在贸易伙伴的计算机之间传输数据, 代替了传统的贸易单据, 从而节省了大量的人力和财力, 提高了效率。

(4) 联机会议。利用计算机网络, 人们可以通过个人计算机参加会议讨论。联机会议除了可以使用文字外, 还可以传送声音和图像。

(5) 交互式娱乐。视频点播是最吸引人的应用, 它可以让人们在家里点播自己喜爱的电影和电视节目, 新电影可能是交互式的, 观众可以在某一时刻选择故事情节的发展方向。

总之, 基于计算机网络的各种应用、各种信息服务、通信与家庭娱乐都正在促进信息产业制造业、软件产业与信息服务的高速发展。

## 小结

计算机网络是现代通信技术与计算机技术紧密相结合的产物, 计算机网络的应用已渗透到各个领域, 对人类社会的进步做出了巨大贡献。数据通信和资源共享是计算机网络最基本的功能, 随着计算机技术的不断发展, 计算机网络的功能和提供的服务将会不断增加。

计算机网络分类的方法很多, 通常按作用范围可分为局域网、城域网和广域网。网络的拓扑结构是一个很重要的基本概念, 不同的拓扑结构具有不同的特点, 对网络系统的设

计、功能、可靠性等方面有着重要的影响。

## 习题

1. 什么叫计算机网络？
2. 计算机网络有哪些功能？
3. 计算机网络的发展分为哪些阶段？各有什么特点？
4. 计算机网络按地理范围可以分为哪几种？
5. 计算机网络常见拓扑结构有哪些？各有什么特点？
6. 计算机网络系统由通信子网和\_\_\_\_\_子网组成。
7. 一座大楼内的一个计算机网络系统，属于（ ）。  
A. PAN            B. LAN            C. MAN            D. WAN
8. 计算机网络中可以共享的资源包括（ ）。  
A. 硬件、软件、数据、通信信道  
B. 主机、外设、软件、通信信道  
C. 硬件、程序、数据、通信信道  
D. 主机、程序、数据、通信信道