

# 学习单元 1 计算机网络和互联网

在过去的几个世纪里，每个世纪都有一种占主导地位的技术。18 世纪随着工业革命到来的是伟大的机械时代；19 世纪则属于蒸汽机时代；而到了 20 世纪，信息的收集、处理和分发技术成为关键的技术。随着计算机技术和通信技术的结合，21 世纪的一个重要特征就是数字化、网络化和信息化，它是一个以网络为核心的信息时代。要实现信息化就必须依靠完善的网络，因此，网络基础设施现在已经成为信息社会的命脉和发展知识经济的重要基础。网络对社会生活的很多方面以及对国民经济的发展都已经产生了不可估量的影响。网络在人们的日常生活、学习和工作中所起的作用越来越重要。为此有必要了解一下什么是计算机网络，计算机网络到底有哪些应用，以及如何组建网络。

今天的互联网无疑是有史以来由人类创造且精心设计的最大系统，该系统具有数以亿计相连的计算机、通信链路和交换机，有数十亿使用便携计算机、平板电脑和智能手机进行连接的用户，还有无数与互联网连接的“物品”，包括游戏机、监视系统、手表、眼镜、温度调节装置、体重计和汽车等。随着互联网的发展及应用，面对如此巨大并且具有如此众多不同组件和用户的互联网，怎么理解它的工作原理？它的结构如何？

通过本单元的学习，大家应该掌握以下知识。

- 网络是如何影响我们学习、工作和生活方式的。
- 互联网边缘部分和核心部分的作用。
- 理解电路交换和分组交换的概念。
- 了解网络的组成和功能。
- 熟悉网络的分类。
- 了解计算机和互联网的演变和发展。
- 熟悉网络的性能指标。
- 熟悉理解网络体系结构。

互联网的全球化速度已超乎所有人的想象。无论是社会、商业还是政治的方方面面都随着这一全球化网络的发展而发生着深刻的变化。

## 1.1 全球联网

无处不在的网络为我们与同一地区或全球各地的人们进行通信或共享信息和资源提供了便利。

### 1.1.1 当今网络

对于大多数人来说，使用网络已成为日常生活中不可或缺的一部分。网络改变了人们之间传统的交流方式。

(1) 日常生活中的网络。当今世界的网络让人与人之间的联系变得空前便利。当人们想到某个创意时，可以实现即时沟通，使创意变为现实；新闻事件和新的发现在几秒钟内就能举世皆知；可以在电商平台或商家网上平台进行购物，可以实现跨境交易；旅行、住宿可以在网上办理，甚至目的地的天气都可以在网上获取；人们可以通过网络和大洋彼岸的朋友交流和玩游戏；网约车、出租车、自驾车司机手持一个手机就可以走遍全国不用问路；个人、企业之间通过网上银行足不出户就可以完成资金的流动；支付宝、微信等支付方式的出现改变了现金支付的方式。

(2) 网络改变我们的学习方式。人们接受优质教育不再受到距离的限制。在线远程学习消除了地理位置的障碍，增加了人们的学习机会。网络提供了各种形式的学习方式，包括互动练习、评估和反馈。

(3) 网络改变了我们的通信方式。随着互联网的全球化，许多新的通信方式也应运而生，人们可以更加便利地实现全球通信。如腾讯的 QQ、微信，阿里的钉钉，微软的 MSN、ICQ 等即时通信软件。

(4) 网络改变了我们的工作方式。自 2020 年 1 月暴发新冠肺炎疫情以来，各行政大厅、企事业单位开展网上办公，网上员工招聘、培训，召开远程视频会议，教育部门也开展了“停课不停课”网上教学活动，这些都与我们传统的工作方式有所不同。网络直播产生了网红经济，催生了新的职业。

(5) 网络改变了我们的娱乐方式。互联网可以支持传统的娱乐形式，可以在线收听歌曲、欣赏电影、阅读书籍以及下载资料以便将来脱机访问。也可以在线观看体育赛事和音乐会的直播、录像和进行点播。网络促进了各种新娱乐形式（如在线游戏）的出现，玩家们参与游戏设计者们设计的各种网上游戏的角逐。人们可以和世界各地的认识的或不认识的朋友在网上并肩作战，就像我们在同一游戏室一样。网络给了我们与以往完全不同的体验。

### 1.1.2 身边的网络

网络规模可以是小到两台计算机组成的简易网络，也可以是大到连接数百万台甚至更多的设备的超级网络。

(1) 将少量的几台计算机互联并将它们连接到互联网的小型家庭网络。可以在多台本地计算机之间共享资源，如打印机、文档、图片和音乐等。

(2) 可让一个家庭办公室或远程办公室的计算机连接到企业网络或访问集中的共享资源的小型办公室或 / 家庭办公室 (SOHO) 网络。

(3) 可能有许多站点，包含成百上千相互连接的计算机的大中型网络（例如大型企业和学校使用的网络）。在大型企业和大型组织中，网络的应用更加广泛。

(4) 互联网是连接全球亿万台计算机的网络。是现存最大的网络，是由众多网络所组成的网络。

### 1.1.3 计算机网络概念

对于计算机网络（简称网络）没有严格的定义，其内涵也在不断变化中。所谓网络，就是将分布在不同地理位置上的具有独立工作能力的计算机、终端及其附属设备用通信设备和通信线路连接起来而形成的计算机集合，通过配置网络软件，计算机之间可以借助于通信线路传递信息、共享软件、硬件和数据等资源。也就是说网络是由若干结点 (Node) 和连接这些结点的链路 (Link) 组成。图 1-1 所示为一个具有四个结点和三条链路的网络。我们看到一台服务器、一台计算机（微机）、一台笔记本通过三条链路连接到一个交换机上，构成了一个简单的网络。

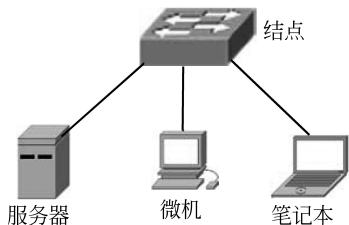


图 1-1 计算机网络示意图

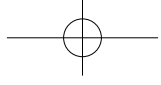
从以上网络的定义可以看出以下 3 点。

(1) 一个网络可以包含多个“结点”，结点可以是计算机、集线器、交换机或路由器等，在后面单元我们会介绍集线器、交换机和路由器等设备。

**注意：**在网络领域，“结点”是 node 的标准译名，而“节点”是非标准表达，本书采用“结点”。

(2) 网络是通过通信设备和通信线路把有关的计算机有机地连接起来的。所谓“有机地”连接是指连接时彼此必须遵循所规定的约定和规则。

(3) 建立网络的主要目的是实现通信、信息的交流、计算机分布资源的共享或者是协同工作。其中最基本的目的是资源共享，包括硬件资源、软件资源和数据资源的共享。



### 1.1.4 互连网与互联网

网络和网络之间还可以通过路由器等设备互连起来,这样就构成了一个覆盖范围更大的网络,这样的网络称为互连网 (internet),如图 1-2 所示。因此互连网是网络的网络 (Network of Networks)。

网络我们可以用一朵云来表示,这时候既可以把网络上的计算机包含在云中 (见图 1-2),也可以把计算机画在云的外边 (见图 1-3),通常,为了便于大家理解像讨论计算机之间的通信等之类问题,一般采用把计算机画在云外。把与网络相连的计算机称为主机 (Host),这样,在图 1-3 中,用云表示的互联网里面就剩下许多路由器和连接这些路由器的链路了。

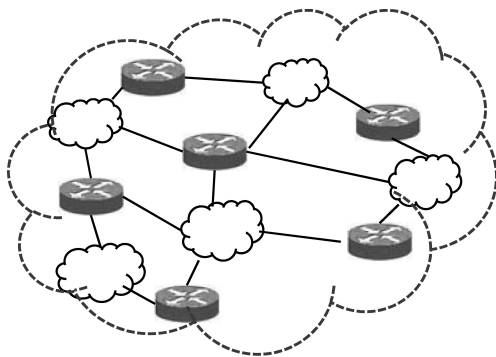


图 1-2 互连网 (网络的网络)

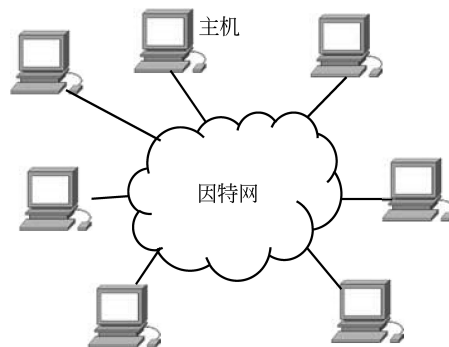


图 1-3 因特网与连接的主机

不久前,这些主机多数是传统的桌面 PC、笔记本、Linux 工作站以及所谓的服务器 (用于存储和传输 Web 页面和电子邮件报文、视频等各种信息)。然而,现在越来越多的非传统 PC 机如平板电脑、智能手机、电视、游戏机、家用电器、交通信号灯、监视系统、手表、眼镜、温度调节装置、汽车控制系统等设备也连接到了互联网中。

由此大家可以初步建立这样的基本概念,即通过网络把许多计算机连接在一起,而通过互联网则把许多网络连接在了一起,因此,互联网就是世界上最大的计算机网络。

互联网 (Internet) 是世界上最大的互连网络 (用户数以亿计,互连的网络数以百万计),是一个世界范围的计算机网络,即它是一个互联了遍及全世界数十亿计算机设备的网络。

据统计,在 2015 年有 134 亿台设备与互联网相连,而到了 2020 年则达到了 385 亿台设备。2016 年,全球互联网用户数为 34.2 亿人,相当于全球人口的 46%;而到了 2109 年,全球互联网用户数为 38 亿人,占全球总人口的一半以上。

**注意:** Internet (互联网或互连网) 是一个通用名词,它泛指由多个网络互连而成的网络。

Internet (互联网) 是一个专用名词,它指当前全球最大的、开放的、由众多网络相互连接而成的特定计算机网络,它采用 TCP/IP 协议族作为通信的规则,其前身是美国的 ARPAnet (Advanced Research Projects Agency Network, 高级研究计划局网络)。

## 1.2 互联网的组成

互联网的结构虽然非常复杂,并且在地理上覆盖了全球,但从其工作方式上看,可以划分为以下的两大部分,图 1-4 所示为这两部分的示意图。

(1) 边缘部分。由所有连接在互联网上的主机组成。这部分是用户直接使用的,用来进行通信 (传送数据、音频或视频) 和资源共享。

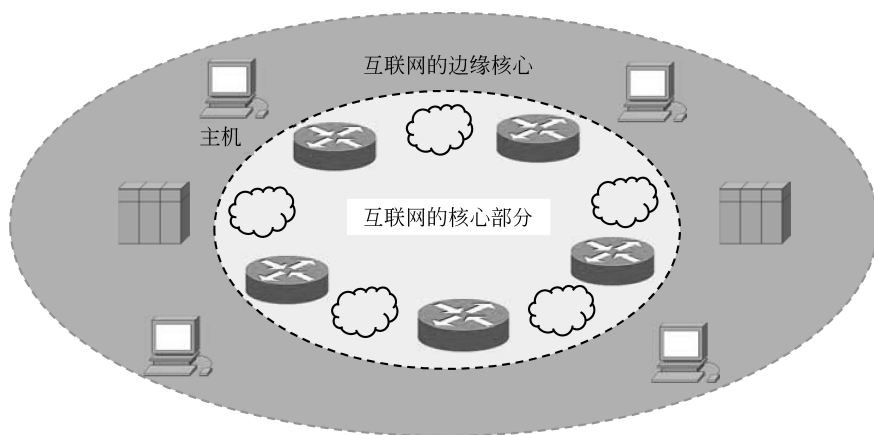


图 1-4 互联网的边缘部分与核心部分

(2) 核心部分。由大量网络和连接这些网络的路由器组成。这部分是为边缘部分提供服务的（保证连通性和实现数据交换）。

### 1.2.1 边缘部分

互联网的边缘部分也称为资源子网。处在互联网边缘的部分就是连接在互联网上的所有的主机。这些主机又称为端系统（End System），“端”就是“末端”，也就是互联网的末端。端系统在功能上可能有很大的差别，小的端系统可以是一台普通个人计算机（PC 台式机、笔记本及平板电脑）和具有上网功能的手机，甚至可以是很小的网络摄像头，而大的端系统则可以是一台服务器、大型计算机。

- 桌面计算机（如包括桌面 PC、Mac、工作站等）。
- 服务器（如 Web 服务器、视频服务器、电子邮件服务器等）。
- 移动计算机（如笔记本电脑、智能手机、平板电脑、PDA 等）。
- 其他非传统设备（也称 IoT 设备，如电视、游戏机、家用电器、交通信号灯、监视系统、手表、眼镜、温度调节装置、汽车控制系统等）。

端系统的拥有者可以是个人、单位（如企业、学校、政府机关、科研院所等），也可以是某个 ISP（即 ISP 不仅仅是向端系统提供服务，也可以拥有一些端系统）。

边缘部分利用核心部分所提供的服务，使众多主机之间能够互相通信并进行数据交换或共享信息。

(1) 接入网。用户和组织可以采取许多不同的方式连接到互联网，家庭用户、远程工作人员和小型办公室通常需要连接到互联网服务提供商（ISP）才能访问互联网（获得上网所需的 IP 地址）。不同 ISP 和地理位置的连接选项各不相同。接入网是指将端系统物理连接到其边缘路由器的网络。边缘路由器是端系统到任何其他远程端系统的路径上的第一台路由器。接入网主要解决的是“最后一公里接入”问题。

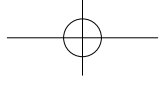
(2) 物理媒体。端系统通过通信链路（Communication Link）和分组交换机（Packet Switch）连接到一起，再接入到互联网。而通信链路就使用了物理媒体。

目前，物理媒体分为两类，即导引型媒体和非导引型媒体。对于导引型媒体，是指电波沿着固体媒体前行，如双绞电缆、光缆和同轴电缆。对于非导引型媒体，是指电波在空气或外层空间中传播，例如无线局域网或数字卫星频道等。

### 1.2.2 互联网的核心部分

互联网的核心部分也称为通信子网，是互联网中最复杂的部分，因为网络中的核心部分要向网





络边缘中的大量主机提供连通功能，使边缘中的任何一台主机都能够和其他主机进行通信。

在网络核心部分起特殊作用的是路由器（Router），它是一种专用计算机（但不是主机）。端系统通过通信链路（Communication Link）和分组交换机（Packet Switch）连接到一起。当一台端系统要向另一台端系统发送数据时，发送端系统令将数据分段，并为段加上首部字节，由此形成的数据包称为分组（Packet）。这些分组通过网络发送到目的端系统，在那里被装配还原成初始数据。路由器是实现分组交换（Packet Switching）的关键构件，其任务是转发收到的分组，这是网络核心部分最重要的功能。

为了弄清楚分组交换，下面先介绍电路交换的基本概念。

### 1. 电路交换

电路交换（Circuit Switching）是通信网中最早出现的一种交换方式，也是应用最普遍的一种交换方式，主要应用于电话通信网中，至今已有 100 多年的历史。

在电路交换网络中，通过网络结点在两个工作站之间建立一条专用的通信电路。最普通的电路交换例子是公用电话交换网（Public Switched Telephone Network, PSTN）。使用电路交换时，在通话之前，必须先拨号请求建立连接，当被叫用户听到交换机送来的振铃并摘机后，从主叫端到被叫端就建立了一个连接，也就是一条专用的物理通路。这个连接保证了双方通话时所需的通信资源，而这些资源在双方通信时不会被其他用户占用。此后主叫和被叫双方就能互相通话，通话完毕并挂机后，交换机释放刚才使用的这条专用的物理通路（即把刚才占用的所有通信资源归还给电信网）。这种必须经过“建立连接（占用通信资源）→通话（一直占用通信资源）→释放连接（归还通信资源）”三个步骤的交换方式称为电路交换。如果主叫用户在拨号呼叫时电信网的资源已不足以支持这次的呼叫（如被叫方在通话，同时通话数量超过线路容量），则主叫用户会听到忙音，用户需要挂机，等待一段时间后再重新拨号以建立连接。

图 1-5 所示为电路交换的示意图。在图 1-5 中，共有 4 部电话及其相连的市话程控交换机和长途程控交换机。

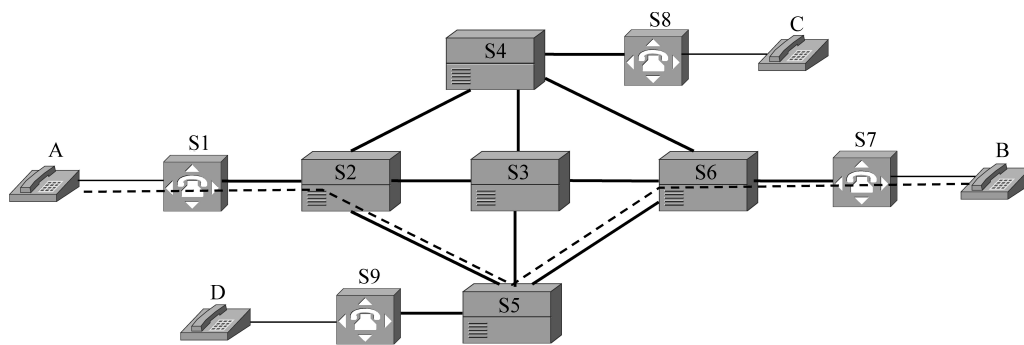


图 1-5 电路交换的过程

用户线是用户电话机到所连接的市话程控交换机的连接线路，是用户独占的传送模拟信号的专用线路，而市话程控交换机、长途程控交换机之间拥有大量话路的中继线则是许多用户共享的，正在通话的用户只占用了中继线里面的一个话路（采用多路复用技术，如频分、时分、码分等），程控交换机之间是数字电路。这里的市话程控交换机和长途程控交换机统一用结点来表示。

电路交换方式，在传输数据之前需建立连接，因此存在延迟；而在电路建立后就专用该电路，即使没有数据传输也要占用电路，所以利用率可能较低。然而，一旦建立了连接，网络对于用户实际



互联网核心部分工作原理

上是透明的，用户可以以固定的速率传输数据，除了传输延迟外，不再其他的延迟。电路交换适用于实时性传输，但如果通信量不均匀，容易引起阻塞。目前我们常用的固定电话、移动电话都采用电路交换方式。

## 2. 报文交换

自古代就有的邮政通信就是采用了基于存储转发传输（Store-and-forward Transmission）原理的报文交换（Message Switching）方式。在报文交换中心，一份份电报被接收下来，并穿成纸带，操作员以每份报文为单位，撕下纸带，根据报文的目的地地址，拿到相应的发报机转发出去。这种报文交换的时延较长，从几分钟到几小时不等，现在报文交换方式已不再使用了。

## 3. 分组交换

分组交换（Packet Switching）的概念是1964年提出来的，简称为分组交换或包交换，最早在ARPANET上得以应用，它试图兼有报文交换和线路交换的优点，而尽量避免两者存在的缺点。

在各种网络应用中，端系统彼此交换报文（Message）。为了从源端系统向目的系统发送一个报文，源端将传送的报文划分为一个个更小的数据段，例如，每个数据段为1024bit，在每一个数据段前面，加上一些由必要的控制信息组成的首部（Header）后，就构成了一个分组（Packet），也称“包”，分组的首部也可称为“包头”。分组是在互联网中传送的数据单元。分组中的首部是非常重要的，正是由于分组的首部中包含了诸如目的地址和源地址等重要控制信息，每一个分组才能在互联网中独立地选择传输路径，并被正确地交付到分组传输的终点。图1-6所示表示把一个报文划分为几个分组后再进行传送。

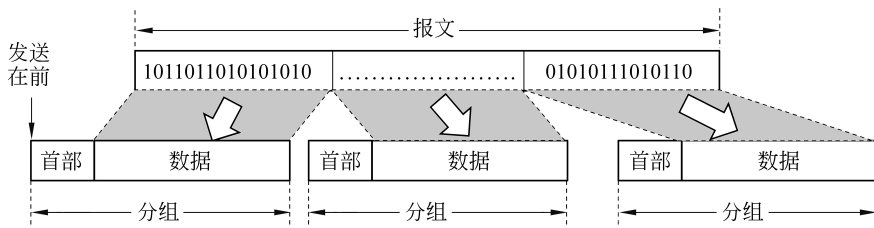


图 1-6 以分组为基本单位在网络中传送

在源和目的之间，每个分组都通过通信链路和分组交换机（Packet Switch）（包括路由器和链路层交换机）传送。

我们用图1-7所示的示意图来讨论互联网核心部分中的路由器转发分组的过程，在这里为了突出路由器是如何转发分组这个重点，把单个的网络简化为一条链路，这时路由器就成为核心部分的结点。

如图1-7所示，假定主机A向主机B发送数据。主机A先把分组逐个地发往与它直接相连的路由器R1；然后，路由器R1把主机A发来的分组放入缓存；最后，路由器R1根据转发表和路由选择协议选择把分组转发到链路R1→R2，于是分组就传送到路由器R2。当分组在链路R1→R2中传送时，该分组并不占用网络其他资源。

路由器R2同样按上述方法转发到路由器R3，当分组到达路由器R3后，路由器R3就最后把分组直接交给主机B。

假定在某一分组的传送过程中，链路R1→R2的通信量太大，那么当路由器R1发送分组时，既可以选择先转发到路由器R5，也可以选择先转发到路由器R4，再转发到路由器R3，最后把分组传送到主机B。

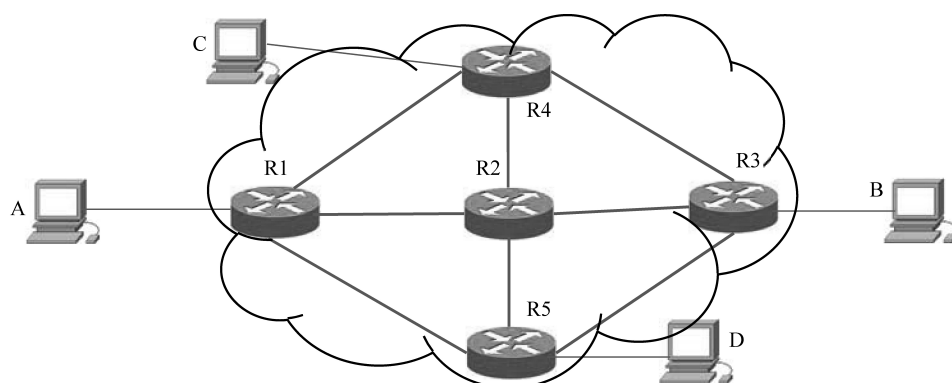


图 1-7 分组交换示意图

在网络中可同时有多台主机进行通信，如主机 C 在发送数据时也可以经过路由器 R4、R1 和 R5 到达主机 D。实际上，在互联网上可以允许非常多的主机同时进行通信，而一台主机中的多个进程（程序）也可以各自和不同主机中的不同进程进行通信。

分组交换在传送数据前不必占用一条端到端的链路的通信资源，只有分组在哪段链路上传送分组时才占用这段链路的通信资源。分组到达一个路由器后，先暂时存储下来，查找路由转发表，然后从一条合适的链路转发出去。分组在传输时就这样一段一段地断续占用通信资源，而且省去了建立连接和释放连接的开销，因而数据的传输效率较电路交换更高。

图 1-8 所示总结了电路交换和分组交换的主要区别。A 和 B 分别是源结点和目的结点，而 C 和 D 是在 A 和 B 之间的中间结点。

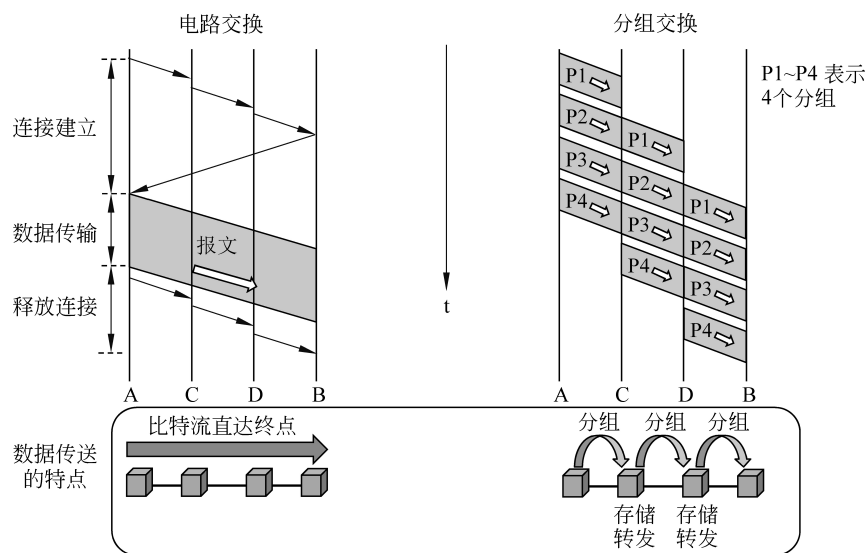
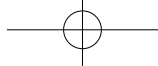


图 1-8 电路交换、分组交换比较

- 电路交换：整个报文的比特流连续地从源点直达终点，好像在一个管道中传送。
- 分组交换：单个分组（这只是整个报文的一部分）传送到相邻结点，存储下来后查找转发表，然后转发到下一个结点。

如图 1-8 所示，若要连续传送大量的数据，且其传送时间远大于连接建立时间，则电路交换的传输速率较快。而分组交换不需要预先分配传输带宽，在传送突发数据时可提高整个网络的信道利用率。



## 1.3 计算机网络的组成及分类

### 1.3.1 计算机网络的组成

一个典型的计算机网络主要由端设备、中间网络设备、网络媒体、网络接口卡、网络软件及协议等部分组成。



#### 1. 终端设备

连接到网络的设备称为端设备或主机。这些设备形成了用户与底层通信网络之间的界面。端设备包括传统桌面 PC、工作站、笔记本、服务器以及智能手机、平板电脑、PDA 和 IoT 设备，如电视、游戏机、家用电器、交通信号灯、监视系统、手表、眼镜、温度调节装置、汽车控制系统等。

为了区分不同端设备或主机，网络中的每台端设备或主机都用一个地址加以标识。

#### 2. 中间网络设备

中间网络设备与终端设备互连，将每台主机连接到网络，并且可以将多个独立的网络连接成互联网络。这些设备提供连接并在后台工作，以确保数据在网络中传输。

中间网络设备包括以下几种。

- 网络接入设备（交换机和无线接入点）。
- 网络互联设备（路由器）。
- 安全设备（防火墙、入侵检测设备）。

中间网络设备确定数据的传输路径，但不生成或修改数据。在中间网络设备上，会涉及物理端口和接口的概念。

- 物理端口：网络设备上的接口或插口，媒体通过它连接到终端设备或其他网络设备。
- 物理接口：网络设备上连接到独立网络的专用端口。由于路由器用于互连不同的网络，路由器上的端口称为网络接口。

#### 3. 网络媒体

现代网络主要使用以下三种媒体来连接设备并提供传输数据的路径。

- 电缆内部的金属电线（双绞线或同轴电缆）。
- 玻璃或塑料纤维（光缆）。
- 无线传输。

每种媒体都采用不同的信号编码来传输数据。在金属电线上，数据要编码成符合特定模式的电子脉冲；而光纤传输则依赖于红外线或可见光频率范围内的光脉冲；在无线传输中则使用电磁波的波形来说明这个位值。

#### 4. 网络接口卡

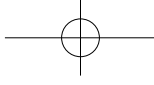
网络接口卡简称网卡，又称网络适配器，主要负责主机和网络之间的信息传输控制，它的主要功能是线路传输控制、差错检测与恢复、代码转换以及数据帧的装配与拆装等。

#### 5. 网络软件及协议

网络软件一般包括网络操作系统、网络协议和通信软件等。

(1) 网络操作系统。是网络软件的重要组成部分，是进行网络系统管理和通信控制的所有软件的集合，负责整个网络软、硬件资源的管理以及网络通信和任务的调度，并提供用户与网络之间的接口。常用的网络操作系统有 Linux、Windows、UNIX、NetWare 等。





(2) 网络协议。是为了实现计算机之间、网络之间相互识别并正确进行通信而制定的一组标准和规则。

### 1.3.2 计算机网络的功能

计算机网络的主要功能是向用户提供资源的共享和数据的传输, 计算机网络主要包括以下功能。

(1) 数据通信。数据通信是计算机网络的最基本的功能之一, 通过数据通信使分散在不同地理位置的计算机之间可相互传送信息。该功能是计算机网络实现其他功能的基础。

(2) 实现资源共享。计算机网络中的资源可分成 3 大类, 即硬件资源、软件资源和信息资源。相应地, 资源共享也可分为硬件共享、软件共享和数据共享。可以在全网范围内提供如打印机、大容量磁盘阵列等各种硬件设备的共享及各种数据, 如各种类型的数据库、文件、程序等资源的共享。

(3) 进行分布式处理。对于综合性的大型问题可采用合适的算法, 将任务分散到网中不同的计算机上进行分布式处理。

(4) 综合信息服务。随着计算机网络的发展, 应用也日益多元化, 即可在一套系统上提供集成的信息服务, 如电子邮件、网上交易、视频点播、文件传输、办公自动化等。

正是由于计算机网络具有以上的功能, 计算机网络才得到了迅猛的发展, 不仅各单位组建了自己的局域网, 而且又把这些局域网互相连接起来组成了更大范围的网络, 如 Internet。

### 1.3.3 计算机网络的分类

对计算机网络进行分类的标准很多, 在这里介绍最常见的两种。

#### 1. 按网络的传输技术分类

网络所采用的传输技术决定了网络的主要技术特点。根据数据传输方式的不同, 计算机网络可分为广播网络和点到点网络两大类。

(1) 广播网络 (Broadcast Network) 中的计算机或设备使用一个共享通信媒体进行数据传输, 网络中的所有结点都能收到任何结点发出的数据信息。广播网络中的传输方式有单播 (Unicast)、组播 (Multicast) 和广播 (Broadcast) 三种模式。如以太网和令牌环网属于广播网络。

(2) 点到点网络 (Point-to-Point Network) 中的计算机或设备以点对点的方式进行数据传输, 两个结点间可能有多条单独的链路。这种传播方式一般应用于广域网中, 如 ADSL。

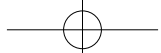
#### 2. 按计算机网络的作用范围分类

根据计算机网络所覆盖的地理范围、信息的传输速率及其应用目的不同, 计算机网络通常可分为局域网 (LAN)、城域网 (MAN) 和广域网 (WAN)。

(1) 局域网 (Local Area Network, LAN)。也称局部网, 是指将有限范围内 (例如一个实验室、大楼或校园) 的各种计算机、终端与外部设备互连在一起的通信网络。具有传输速率高 (通常为 100Mbps、1000Mbps 甚至更高), 其覆盖范围一般不超过几十千米, 通常将一座大楼或一个校园内分散的计算机连接起来构成 LAN。

(2) 城域网 (Metropolitan Area Network, MAN)。有时又称为城市网、区域网、都市网。城域网介于 LAN 和 WAN 之间, 其覆盖范围通常为一个城市或地区, 可满足距离从几十千米到上百千米范围内的大量企业、机关、公司的多个局域网的互联需求, 以实现大量用户之间的数据、语音、图形与视频等多种信息的传输。

(3) 广域网 (Wide Area Network, WAN)。又称远程网, 所覆盖的范围从几十公里到几千公里。广域网可以覆盖几个国家或地区, 甚至横跨几个洲, 形成国际性的远程计算机网络。



### 1.3.4 网络的拓扑结构

在计算机网络中,把计算机、终端、通信处理机等设备抽象成点,把连接这些设备的通信线路抽象成线,并将由这些点和线所构成的拓扑称为网络拓扑结构。网络拓扑结构定义了计算机、终端设备等各种网络设备之间的连接方式,描述了线缆和网络设备的布局以及数据传输时所采用的路径,在很大程度上决定了网络的工作方式,对于网络的性能、可靠性以及建设管理成本等都有着重要的影响。

网络的拓扑结构通常有星形、总线型、环形、树形和网状结构,如图 1-9 所示。

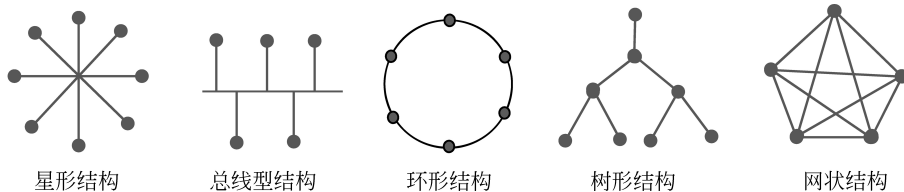


图 1-9 各种不同的拓扑结构

(1) 星形结构。由中央结点和通过点对点链路连接到中央结点的各结点(网络工作站等)组成。中央结点一般为交换机(点到点式)或共享式 Hub 集线器(广播式)。是局域网中最常用的拓扑结构。

(2) 总线型结构。采用单根传输线作为传输媒体,所有的结点都通过相应的硬件接口直接连接到传输媒体或总线上。任何一个结点发送的信息都可以沿着媒体传播,而且能被所有其他的结点接收。目前这种网络正在被淘汰。

(3) 环形结构。将各结点通过一条首尾相连的通信线路连接起来形成封闭的环,环中信息的流动是单向的。

(4) 树形结构。从星型结构派生而来,各结点按一定层次连接起来,任意两个结点之间的通路都支持双向传输,网络中存在一个根结点,由该结点引出其他多个结点,形成一个分级管理的集中式网络,越顶层的结点处理能力越强。是目前在局域网建设中所采用的最常用的结构。

(5) 网状结构。分为全连接网状和不完全连接网状两种结构形式。在全连接网状结构中,每一个结点和网中其他结点均有链路连接;而在不完全连接网状结构中,两结点之间不一定有直接链路连接,它们之间的通信,依靠其他结点转接。

## 1.4 计算机网络的性能

### 1.4.1 计算机网络的性能指标

影响网络性能的因素有很多,如传输的距离、使用的线路、传输技术、带宽等。对用户而言,则主要体现在所获得的网络速度不一样。网络的主要指标包括带宽、吞吐量、时延、往返时间和利用率等。



互联网的发展

#### 1. 带宽

在局域网和广域网中,一般使用带宽(Bandwidth)来描述它们的传输容量。带宽本来是指某个信号具有的频带宽度,带宽的单位为 Hz(或 kHz、MHz 等)。

(1) 在通信线路上传输模拟信号时,将通信线路允许通过的信号频带范围称为线路的带宽(或通频带)。

(2) 在通信线路上传输数字信号时,带宽就等同于数字信道所能传输的“最高数据率”。数字信道传输数字信号的速率称为数据率或比特率。带宽的单位是比特每秒(bit/s)即通信线路每秒所能传