

第 1 章 计算机通信网络概论



本章导读

计算机通信网络是计算机技术和通信技术结合的产物。本章首先介绍计算机通信网络的定义与发展过程，从简单到复杂，从整体上和结构上认识计算机通信网络。要求掌握计算机通信网络的定义，计算机通信网络的分类、组成的结构及其设备的作用、两种网络体系结构模型。



本章要点

- 计算机通信网络的定义与发展
- 计算机通信网络的分类
- 计算机通信网络系统的组成与主要设备
- 计算机通信网络体系结构

1.1 计算机通信网络的定义与发展

1.1.1 计算机通信网络的定义

1. 计算机通信网络的定义

过去的三个世纪中，每个世纪都有一种主流技术。18 世纪伴随着工业革命而来的是机械时代；19 世纪是蒸汽机时代；而从 20 世纪中至今，关键技术则是信息技术的发展，随之而来的是信息时代。

由于信息技术的发展，使得信息收集、传输、存储和处理之间的分隔在迅速消失，在广阔的地理位置上分布有数以万计的机构，期望可以通过信息技术迅速了解和处理各地的当前情况。

计算机和通信的结合对计算机系统的组成方式产生了深远的影响，由以前的单台计算机系统变成了大量而又互连的计算机系统——计算机通信网络。计算机及计算机通信网络就是信息技术的核心。

所谓计算机通信网络，是指将若干台具有自主功能的计算机通过通信设备及传输媒体互连起来，在通信软件的支持下，实现计算机间的信息传输与交换的系统。

在上述的定义中涉及到以下四个要点：

(1) 计算机通信网络中包含两台以上的地理位置不同且具有“自主”功能的计算机。所谓“自主”，是指这些计算机不依赖于网络也能独立工作。通常，将具有“自主”功能的计算机称为主机 (Host)，在网络中也称为节点 (Node)。网络中的节点不仅仅是计算机，还可以是其他通信设备，如 HUB、路由器等。

(2) 网络中各节点之间的连接需要有一条通道, 即由传输介质实现物理互联。这条物理通道可以是双绞线、同轴电缆或光纤等“有线”传输介质; 也可以是激光、微波或卫星等“无线”传输介质。

(3) 网络中各节点之间互相通信或交换信息, 需要有某些约定和规则。这些约定和规则的集合就是协议, 其功能是实现各节点的逻辑互连。例如, Internet 上使用的通信协议是 TCP/IP 协议簇。

(4) 计算机通信网络以实现数据通信为目的。要实现这一目的, 网络中需配备功能完善的网络软件, 包括网络通信协议(如 TCP/IP、IPX/SPX)和网络操作系统(如 Netware、Windows Server、Linux)。

计算机通信网络与计算机网络有相同点也有区别, 主要区别: 计算机网络的主要目的是网络资源(包括硬件资源和软件资源)共享, 而计算机通信网络的主要目的是网络中计算机之间的数据通信。显然, 网络中计算机之间的数据通信也是实现网络资源共享的技术基础。

2. 计算机通信网络的功能与应用

计算机通信网络主要具有以下功能:

(1) 实现资源共享。可使只具有微、小型或不具备计算机的用户也能分享只有大型机用户才有的好处, 避免重复投资和劳动, 从而可提高利用率, 使系统的整体性能价格比得到改善。

(2) 突破地理界限。更加符合信息系统的原始组织结构, 也更易于被用户所接受。

(3) 增加可靠性。在一个系统内, 单个部件或计算机的暂时失效需通过改换资源的办法来维持系统的继续运行。但在计算机通信网络中, 每种资源(尤其是数据)可以存放在多个地点, 通过多种途径可以访问网内的某个资源, 从而避免了单个故障对用户使用的影响。

(4) 提高处理能力。单机的功能是有限的, 且由于种种原因, 计算机之间的忙闲程度是不均匀的。从理论上讲, 在同一网络内的多台计算机可通过协同操作、并行处理来提高整个系统的处理能力, 并使网内计算机负载均衡。

(5) 进行数据通信。计算机通信网络内的各计算机、终端和用户之间可以实现电子邮件, 可以在相距遥远的地方进行文字、声音和图像的通信。如果计算机通信网络覆盖的地域范围足够大, 可使各种信息在全国乃至全球范围内快速传递和处理。只有具备了这种功能, 才表明信息处理系统和通信系统已统一到了一个系统之中。

在如今的信息世界里, 没有充足、准确、及时的信息, 任何信息系统都无法发挥作用。世界上建立的各种各样的数据库便是提供准确、及时的信息的集散地, 而计算机通信网络正是存取这些数据库的重要手段。计算机通信网络作为传递、存储、处理信息的整体系统, 在信息社会中已经得到更加广泛的应用, 如电子邮政、电子会议、计算机辅助教育、自动化图书馆、自动化商店等, 甚至可以在旅途或家里上班。

1.1.2 计算机通信网络的发展

1. 计算机通信网络的发展过程

计算机通信网络的发展经历了由简单到复杂、由低级到高级的发展过程。最初为了解决远程数据收集、远程计算和处理, 而发展了远程联机的系统, 如图 1-1 所示。

一个远程终端利用专用线路和主机连接起来作为主机的一个用户。这种方式的缺点在于一个远程终端占一条线路, 线路利用率很低。于是出现了许多终端共用一条线路的结构, 如图

1-2 所示。

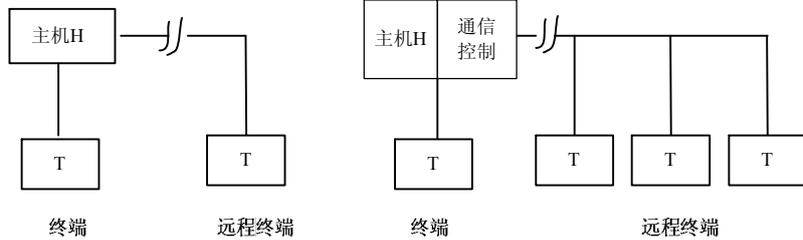


图 1-1 远程终端示意图

图 1-2 共用一条线的远程终端

显然，任何时刻只可能有一个终端利用传输线与主机通信，不同的终端必然要分时地使用传输线。为了有选择地连接某个终端，多个终端同时要求使用主机时解决它们之间的争用问题，这就需要相应的硬件和软件，最初这些工作是由主机负担。

为了减少主机在通信控制方面的负担，提高主机的处理效率，出现了集中器和前端处理机系统（如图 1-3 所示），往往把这种系统称为面向终端的计算机网络。FEP（前端处理机）本身是一台小型计算机或高档微机，承担通信处理的任务；在终端较集中的地方设置集中器，先用低速线路把数据汇集到集中器，再用高速线路把汇集以后的信息送入主机中，集中器通常是一台高档微机。

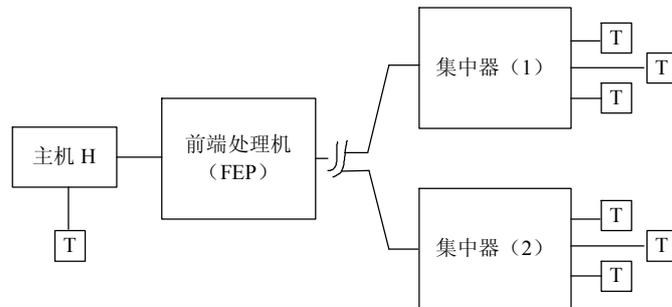


图 1-3 面向终端的计算机网络

随着计算机应用范围的扩大，新的要求不断出现。例如，一个计算机系统用户希望能使用另一个计算机系统的资源，或希望和另一个计算机一起共同完成某项任务，这就出现了计算机—计算机通信网络，如图 1-4 所示。随着网络结构的不断完善，从逻辑上把数据处理功能和数据通信功能分开，这就构成了具有二级结构的网络，如图 1-5 所示。

通常把实现通信功能的部分称为通信子网，把实现数据处理功能的部分称为资源子网。美国国防部高级研究计划局于 1969 年组建的 ARPA 网络就是二级网络的一个例子。随着 ARPA 网的建立与发展，20 世纪 80 年代诞生了覆盖全球的 Internet，使计算机网络的优越性得到了证实。另外，很多国家都建立了较大规模的公用的计算机分组交换网，如美国的 TELENET；加拿大的 DATAPAC；法国的 TRANSPAC；中国的 ChinaPAC 等。由于远程计算机通信网络必须使用长距离的数据通信网络，因此，它只有依靠一个国家政府才能投资兴建。

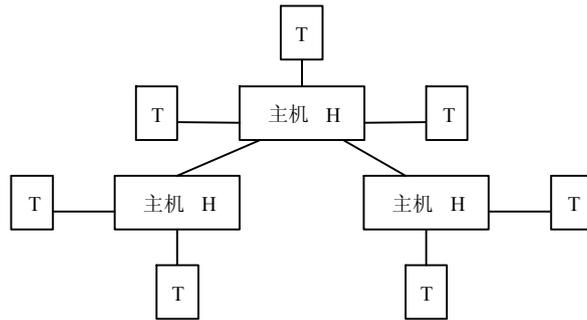


图 1-4 计算机—计算机通信网络示意图

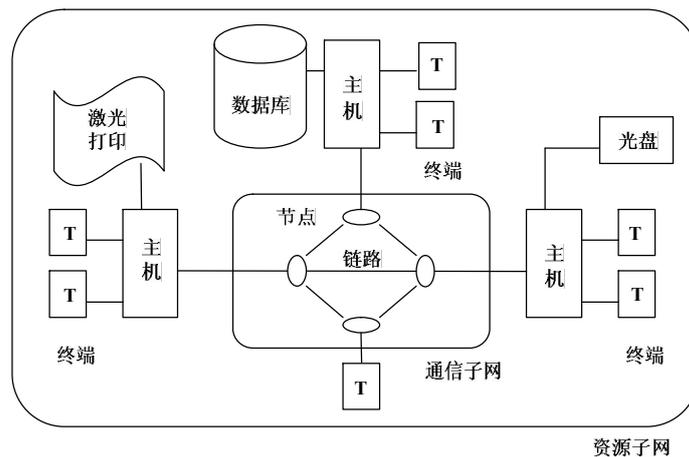


图 1-5 二级结构网络模型

1975 年，美国 Xerox 公司推出了世界上第一个总线型的 Ethernet 网络，使计算机通信网络技术出现了一个新的分支——计算机局域网。

由于微型计算机技术的迅猛发展，计算机局域网已普遍用于各类中小型信息系统、办公室自动化系统、生产过程的自动化控制系统。国内外较流行的局域网络产品已有几十种，如 Ethernet、ARCNET、Token Ring、FDDI 等。各种局域网络之间的互连以及局域网与广域网之间的互连技术也得到了大的发展。

2. 计算机通信网络的发展趋势

必须用系统的观点来分析计算机通信网络，才能够站在一个较高的层次来认识网络系统的体系结构及网络工程技术中的许多重要问题，把握计算机通信网络系统的发展趋势。

(1) 开放性方向发展。

计算机通信网络系统开放性的体现是基于统一网络通信体系结构协议标准的互联网结构，而统一网络分层结构标准是互联异种机的基本条件。Internet 之所以能风靡全球，正是因为它所依据的 TCP/IP 协议已经成为事实上的国际标准。

标准化始终是发展计算机通信网络开放性的一项基本措施，除了网络通信协议的标准，还有许多其他有关标准，如应用系统编程接口 API 标准、数据库接口标准、计算机操作系统接口标准以及应用系统与用户使用的接口标准等，也都与计算机通信网络系统更大范围的开放性有关。这种全球开放性必然引起网络系统容量需求的极大增长，从而推动计算机通信网络系

统向广域、宽带、高速、大容量方向发展。

21 世纪的计算机通信网络将是不断融入各种新信息技术,进一步面向全球开放性的广域、宽带、高速网络。

(2) 一体化方向发展。

“一体化”是一个系统优化的概念,其基本含义是:从系统整体出发,对系统进行重新设计、构建,以达到进一步增强系统功能、提高系统性能、降低系统成本和方便系统使用的目的。计算机通信网络发展初期是由计算机之间通过通信系统互连所得,但从系统观点看,已不是简单的叠加,而是一个具有新内涵并将不断发展变化的大系统。随着计算机通信网络应用范围的不断扩大和对网络功能、性能要求的不断提高,网络中的许多成分将根据系统整体优化的要求重新分工、重新组合,甚至可能产生新的成份。

目前,计算机通信网络系统的这种一体化发展方向正沿着两条不同的基本路径展开:一是重新安排网络系统内部元素的分工协同关系,如客户/服务器结构、各种专用浏览器、瘦客户机、网络计算机、无盘工作站等。服务器面向网络共享的服务将更专门化、更高效,如各种 Web、DNS、NEWS、NetMeeting 服务器,计算服务器,文件服务器,磁盘服务器,数据库服务器,SMTP、POP3 电子邮件服务器,打印服务器等。网络中的通信功能从计算机节点中分离出来,形成各种专用的网络互连通信设备,如各种路由器、桥接器、集线器、交换机等,这也是网络一体化分工协作的体现;二是基于虚拟技术,通过硬件的重新组织和软件的重新包装所构成的各种网络虚拟系统,各种透明节点的分布应用服务,如分布文件系统、分布数据库系统、分布超文本查询系统等,用户看到的是一个虚拟的文件系统、数据库系统和信息查询系统,而看不到网络内部结构和操作细节,进而网络的各种具体应用系统(如办公自动化系统、银行自动汇兑系统、自动售票系统、指挥自动控制系统、生产过程自动化系统等)实际上都是更高层次的网络虚拟系统。

21 世纪的网络将是网络内部进一步优化分工,而网络外部用户可以更方便、更透明地使用网络。

(3) 多媒体网络方向发展。

多媒体技术实际上是对多种形式的信息(如文字、语音、图像、视频等)进行综合采集、传输、处理、存储和控制利用的技术,包括人们对客观世界最基本的从感性认识上升到理性认识的处理过程,也可以说是一种“多媒体信息”的采集处理过程。多媒体技术与计算机通信网络的融合是必然的趋势。

目前,手写输入、声控输入、数字相机、IC 卡、扫描仪等各种多媒体信息采集技术以及大容量光盘、面向对象数据库、超媒体查询等多媒体存储技术和 MMX 芯片、TTS 语音合成、虚拟现实灵境技术、智能机器人等多媒体处理技术的蓬勃发展,为多媒体计算机通信网络的形成和发展提供了有力的技术支持。电信网、电视网和计算机网的“三网合一”,也在更高层次上体现了多媒体计算机通信网络系统的发展趋势。光纤到户、信息家电、家庭布线网络、VOD 视频点播、IP 电话、智能大厦等技术正在迅猛发展。

21 世纪的计算机通信网络必定是融合包括电信、电视等更广泛功能,渗入到千千万万家庭的多媒体计算机通信网络。

(4) 高效、安全的网络管理方向发展。

对于计算机通信网络这样一个复杂的系统,如果没有有效的管理方法、管理体制和管理系统的支撑与配合,很难使它维持正常的运行,保证其功能和性能的实现。计算机通信网络管理的基本任务包括系统配置管理、故障管理、性能管理、安全管理和计费管理等几个主要方面。

网络管理系统已成为计算机通信网络系统中不可分割的一部分。

当前网络管理应着眼于网络系统整体功能和性能的管理，趋于采用适应大系统特点的集中式与分布式相结合的管理体制。在当前网络全球化的发展趋势下，各种危害网络安全的因素，如病毒、黑客、垃圾邮件、信息泄漏、端口攻击等，甚至威胁网络系统的生存。因此网络系统的高效管理（特别是网络系统的安全管理）显得尤为重要。

21 世纪的计算机通信网络应该是更加高效管理和更加安全可靠的网络。

（5）智能化网络方向发展。

人工智能技术在传统计算机的基础上进一步模拟人脑思维活动能力，包括进行分析、归纳、推理、学习等更高级的信息处理能力。在现代社会信息化的过程中，人工智能技术与计算机通信网络技术的结合与融合，构成了具有更多思维能力的智能计算机通信网络，也是综合信息技术的必然发展趋势。

当前，基于计算机通信网络系统的分布式智能决策支持系统、分布式专家系统、分布式知识库系统、分布智能代理技术、分布智能控制系统以及智能网络管理技术的发展，也都明显地体现了这种智能网络的发展趋向。

21 世纪的计算机通信网络将是人工智能技术和计算机通信网络技术更进一步融合的网络系统，它将使社会信息网络更加有序化、更加智能化。

1.2 计算机通信网络的分类

经过半个世纪的发展，计算机通信网络已经不是一个简单的通信设备与终端计算机的集合体，而是已经运行在各种具备独立功能的硬件和软件上，通过成熟的规则进行高效可靠地通信的有机体。计算机通信网络各部分紧密结合，各种信息同时传输，各种服务彼此配合，很难对网络进行严格的分类。只能从不同的角度（比如拓扑结构、地域范围、传输技术、传输速率、传输介质、交换方式、服务方式、连接类型等）对网络进行分类。

下面仅仅从拓扑结构、地域范围、传输技术、传输介质四个角度对计算机通信网络进行分类。

1.2.1 按拓扑结构分类

在计算机通信网络的拓扑结构中，把网络单元定义为节点，两节点间的线路定义为链路，则网络节点和链路的几何位置就是网络的拓扑结构。网络的拓扑结构主要有总线型、环型、星型和网状结构。

1. 总线拓扑（Bus Topology）结构

总线拓扑结构是将网络中的所有设备都通过一根公共总线连接，通信时信息沿总线进行广播式的传送，如图 1-6 所示。

总线拓扑结构简单，增加或删除节点容易。网络中任何节点的故障都不会造成全网的瘫痪，可靠性高，但是任何两个节点之间传送数据都要经过总线，总线成为整个网络的瓶颈，当节点数目多时，易发生信息拥塞。

总线结构投资省、安装布线容易、可靠性较高，总线网是常用的局域网拓扑结构之一。由于网络中的所有设备共用总线这一条传输信道，因此存在信道争用问题。为了减少信道争用带来的冲突，带有冲突检测的载波监听多路访问/冲突检测（CSMA/CD）协议被用于总线网中。

为了防止信号到达总线两端的回声，总线两端都要安装吸收信号的端接器。

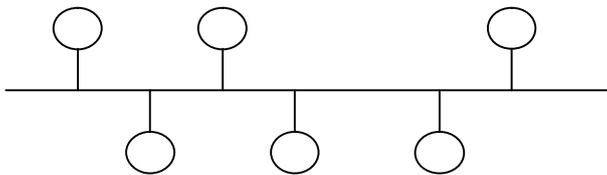


图1-6 总线拓扑结构

2. 环型拓扑 (Ring Topology) 结构

环型拓扑结构中，所有设备被连接成环，信息传送是沿着环传播的，如图 1-7 所示。在环型拓扑结构中，每一台设备只能和相邻节点直接通信。与其他节点通信时，信息必须依次经过二者间的每一个节点。

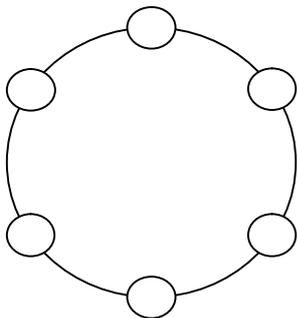


图1-7 环型拓扑

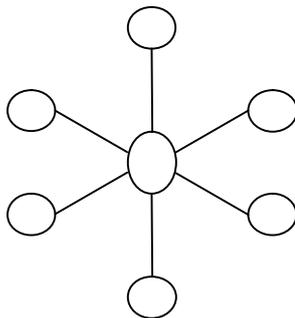


图1-8 星型拓扑

环型拓扑结构传输路径固定，无路径选择问题，实现简单。但任何节点的故障都会导致全网瘫痪，可靠性较差。网络的管理比较复杂，投资费用较高。当环型拓扑结构需要调整时，如节点的增加、删除、修改，一般需要将整个网重新配置，扩展性和灵活性差，维护困难。

环状网一般采用令牌（一种特殊格式的帧）来控制数据的传输，只有获得令牌的计算机才能发送数据，因此避免了冲突现象。环状网有单环和双环两种结构。双环结构常用于以光导纤维作为传输介质的环状网中，目的是设置一条备用环路，当光纤环发生故障时，可迅速启用备用环，提高环状网的可靠性。最常见的环状网有令牌环网和 FDDI（光纤分布式数据接口）。

3. 星型拓扑 (Star Topology) 结构

星型拓扑结构是由一个中央节点和若干从节点组成，如图 1-8 所示。中央节点可以与从节点直接通信，而从节点之间的通信必须经过中央节点的转发。

星型拓扑结构简单，建网容易，传输速率高。每个节点独占一条传输线路，消除了数据传送堵塞现象。一台计算机及其接口的故障不会影响到网络，扩展性好，配置灵活，增、删、改一个节点容易实现，网络易管理和维护。网络可靠性依赖于中央节点，中央节点一旦出现故障将导致全网瘫痪。

星型网络的中央节点是该网的瓶颈。早期的星型网，中央节点是一台功能强大的计算机，既具有独立的信息处理能力，又具备信息转接能力。目前星型网的中央节点多采用诸如交换机、集线器等网络转接、交换设备。自 20 世纪 90 年代，网络的物理拓扑大多向星型网络演化。

常见的采用星型物理拓扑的网络有 100Base-T 以太网等。

4. 网状拓扑 (Net Topology) 结构

网状拓扑是星型拓扑的变形，网状拓扑结构分为一般网状拓扑结构和全连接网状拓扑结构两种。全连接网状拓扑结构中的每个节点都与其他所有节点相连通，一般网状拓扑结构中每个节点至少与其他两个节点直接连通。图 1-9 中的 (a) 为一般网状拓扑结构，(b) 为全连接网状拓扑结构。

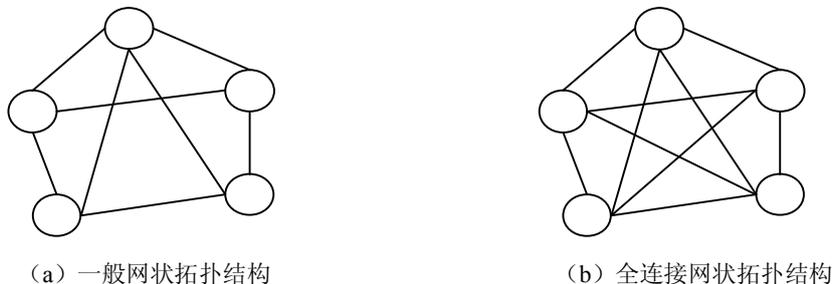


图 1-9 网状拓扑结构

网状拓扑结构的容错能力强，如果网络中一个节点或一段链路发生故障，信息可通过其他节点和链路到达目的节点，故可靠性高，但其建网费用高，布线困难。网状网络的最大特点是其强大的容错能力，因此主要用于可靠性高的网络中，如 ATM 网、帧中继网等。在这些网络中，成本相对性能和容错就退居到次要位置。

1.2.2 按地域范围分类

计算机通信网络按照其覆盖的地理范围进行分类，可以很好地反映不同类型网络的技术特征。由于网络覆盖的地理范围不同，它们所采用的传输技术也就不同，因此形成了不同的网络技术特点与网络服务功能。

按覆盖的地理范围进行分类，计算机通信网络可以分为以下三类。

1. 局域网 LAN (Local Area Network)

局域网用于将有限范围内（如一个实验室、一幢大楼、一个校园）的各种计算机、终端与外部设备互连成网。局域网按照采用的技术、应用范围和协议标准的不同可分为共享局域网与交换局域网。局域网技术发展迅速，应用日益广泛，是计算机通信网络中最活跃的领域之一。

2. 城域网 MAN (Metropolitan Area Network)

城市地区网络简称为城域网。城域网是介于广域网与局域网之间的一种高速网络。城域网设计的目标是要满足几十公里范围内的大量企业、机关、公司的多个局域网互连的需求，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和共享功能。

3. 广域网 WAN (Wide Area Network)

广域网也称为远程网。它所覆盖的地理范围从几十公里到几千公里。广域网覆盖一个国家、地区，或横跨几个洲，形成国际性的远程网络。广域网的通信子网主要使用分组交换技术，可以利用公用分组交换网、卫星通信网和无线分组交换网，它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。

互联网 (Internet) 是世界上最大广域网，目前网站数量已经上亿。互联网使用 TCP/IP 协议进行通信，向用户提供网页浏览、文件下载、邮件传输等多种通信服务。互联网已渗透到人们的生活、工作、学习、商务、交流、娱乐等各个方面，也改变了人类的生存方式。

1.2.3 按传输技术分类

按照网络的传输技术分类, 可以将计算机通信网络分为广播网络与点对点网络。

1. 广播网络

广播网络的通信信道是共享介质, 即网络上的所有计算机都共享它们的传输通道。这类网络以局域网为主, 如以太网、令牌环网、令牌总线网、光纤分布数字接口 (Fiber Distribute Digital Interface, FDDI) 网等。

2. 点到点网络

点到点网络也称为分组交换网, 点到点网络使得发送者和接收者之间有许多条连接通道, 分组要通过路由器, 而且每一个分组所经历的路径是不确定的。因此, 路由算法在点到点网络中起着重要的作用。点到点网络主要用在广域网中, 如分组交换数据网 X.25 网络、帧中继网络、ATM (Asynchronous Transfer Mode, 异步传输方式) 网络等。

1.2.4 按传输介质分类

按照网络的传输介质分类, 可以将计算机通信网络分为有线网络和无线网络两种。一个局域网通常采用单一的传输介质, 比如目前较流行的双绞线, 而城域网和广域网则可以同时采用多种传输介质, 如光纤、同轴电缆、双绞线等。

1. 有线网络

有线网络指采用同轴电缆、双绞线、光纤等有线介质来连接的计算机通信网络。采用双绞线联网是目前最常见的联网方式。它价格便宜, 安装方便, 但易受干扰, 传输率较低, 传输距离比同轴电缆要短。光纤网采用光导纤维作为传输介质, 传输距离长, 传输率高, 抗干扰性强, 现在正在迅速发展。

2. 无线网络

无线网络采用微波、红外线、无线电等电磁波作为传输介质。由于无线网络的联网方式灵活方便, 不受地理因素影响, 因此是一种很有前途的组网方式。目前, 不少大学和公司已经在使用无线网络了。无线网络的发展依赖于无线通信技术的支持。目前无线通信系统主要有: 低功率的无绳电话系统、模拟蜂窝系统、数字蜂窝系统、移动卫星系统、无线 LAN 和无线 WAN 等。

1.3 计算机通信网络系统的组成

1.3.1 计算机通信网络系统的组成

计算机通信网络系统是一个集计算机硬件设备、通信设施、软件系统及数据处理能力为一体的, 能够实现数据通信和资源共享的现代化综合服务系统。一个网络可以由两台计算机组成, 也可以由在同一大楼里面的上千台计算机和使用者组成。计算机通信网络系统的组成可分为三个部分, 即硬件系统、软件系统及网络信息系统。

1. 硬件系统

硬件系统是计算机通信网络的基础。硬件系统有计算机、通信设备、连接设备及辅助设备组成, 如图 1-10 所示。硬件系统中设备的组合形式决定了计算机通信网络的类型。下面介

绍几种网络中常用的硬件设备。

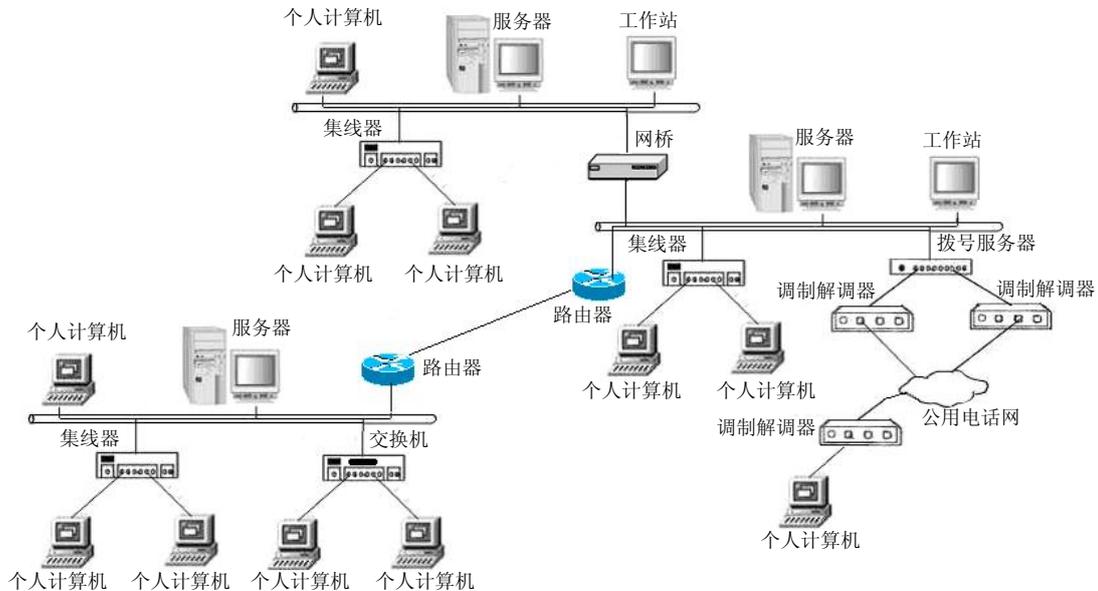


图 1-10 一个典型的计算机通信网络

(1) 服务器。服务器是一台速度快、存储量大的计算机，它是网络系统的核心设备，负责网络资源管理和用户服务。服务器可分为文件服务器、远程访问服务器、数据库服务器、打印服务器等，是一台专用或多用途的计算机。在互联网中，服务器之间互通信息、相互提供服务，每台服务器的地位是平等的。服务器需要专门的技术人员对其进行管理和维护，以保证整个网络的正常运行。

(2) 工作站。工作站是具有独立处理能力的计算机，它是用户向服务器申请服务的终端设备。用户可以在工作站上处理日常工作，并随时向服务器索取各种信息及数据，请求服务器提供各种服务（如传输文件、打印文件等）。

(3) 网卡。网卡又称为网络适配器，它是计算机和计算机之间直接或间接传输介质互相通信的接口，它插在计算机的扩展槽中。一般情况下，无论是服务器还是工作站都应安装网卡。网卡的作用是将计算机与通信设施相连接，将计算机的数字信号转换成通信线路能够传送的电子信号或电磁信号。网卡是物理通信的瓶颈，它的好坏直接影响用户将来的软件使用效果和物理功能的发挥。目前，常用的有 10Mb/s、100Mb/s 和 10Mb/s/100Mb/s 自适应网卡，网卡的总线形式有 ISA 和 PCI 两种。

(4) 调制解调器。调制解调器（Modem）是一种信号转换装置。它可以把计算机的数字信号“调制”成通信线路的模拟信号，将通信线路的模拟信号“解调”回计算机的数字信号。调制解调器的作用是将计算机与公用电话线相连接，使得现有网络系统以外的计算机用户能够通过拨号的方式利用公用电话网访问计算机通信网络系统。这些计算机用户被称为计算机通信网络的增值用户。增值用户的计算机上可以不安装网卡，但必须配备一个调制解调器。

(5) 集线器。集线器（HUB）是局域网中使用的连接设备。它具有多个端口，可连接多台计算机。在局域网中常以集线器为中心，用双绞线将所有分散的工作站与服务器连接在一起，形成星型拓扑结构的局域网系统。这样的网络连接在网上的某个节点发生故障时，不会影响其他节点的正常工作。集线器所起的作用相当于多端口的中继器。其实，集线器就是中继器的一

种，其区别仅在于集线器能够提供更多的端口服务，所以集线器又叫多口中继器。

普通集线器外部板面结构非常简单。比如 D—Link 最简单的 10Base-T EthernetHub 集线器是个长方体，背面有交流电源插座、开关、一个 AUI 接口和一个 BNC 接口，正面的大部分位置分布有一行 17 个 RJ45 接口。在正面的右边还有与每个 RJ45 接口对应的 LED 接口指示灯和 LED 状态指示灯。

集线器的应用较多，其分类见第 5 章。集线器的传输速率有 10Mb/s、100Mb/s 和 10Mb/s/100Mb/s 自适应的。

(6) 交换机。交换 (switching) 是按照通信两端传输信息的需要，用人工或设备自动完成的方法，把要传输的信息送到符合要求的相应路由上的技术的统称。根据工作位置的不同，可以分为广域网交换机和局域网交换机。广义的交换机 (switch) 就是一种在通信系统中完成信息交换功能的设备。

在计算机通信网络系统中，交换概念的提出改进了共享工作模式。我们前面介绍过的 HUB 集线器就是一种共享设备，HUB 本身不能识别目的地址，当同一局域网内的 A 主机给 B 主机传输数据时，数据包在以 HUB 为架构的网络上是以广播方式传输的，由每一台终端通过验证数据包头的地址信息来确定是否接收。也就是说，在这种工作方式下，同一时刻网络上只能传输一组数据帧的通信，如果发生碰撞还得重试，这种方式就是共享网络带宽。而如果通过交换机，除非 A 通知交换机广播，否则 C 绝不会收到发给 B 的信息 (获取交换机控制权限从而监听的情况除外)。

目前，以太网交换机厂商根据市场需求推出了三层甚至四层交换机。但无论如何，其核心功能仍是二层的以太网数据包交换，只是带有了一定的处理 IP 层甚至更高层数据包的能力。

(7) 网桥。网桥 (Bridge) 也是局域网使用的连接设备。网桥的作用是扩展网络的距离，减轻网络的负载。在局域网中，每条通信线路的长度和连接的设备数都是有最大限度的，如果超载就会降低网络的工作性能。对于较大的局域网，可以采用网桥将负担过重的网络分成多个网络段，当信号通过网桥时，网桥会将非本网段的信号排除掉 (即过滤)，使网络信号能够更有效地使用信道，从而达到减轻网络负担的目的。由网桥隔开的网络段仍属于同一局域网，网络地址相同，但分段地址不同。

(8) 路由器。路由器 (Router) 是互联网中使用的连接设备。它可以将两个网络连接在一起，组成更大的网络。被连接的网络可以是局域网也可以是互联网，连接后的网络都可以称为互联网。路由器不仅有数据转发功能，还具有路径的选择功能。路由器可根据网络上信息拥挤的程度，自动地选择适当的线路传递信息。

在互联网中，两台计算机之间传送数据的通路会有很多条，数据包 (或分组) 从一台计算机出发，中途要经过多个节点才能到达另一台计算机。这些中间节点通常是由路由器组成的，路由器的作用就是为数据包 (或分组) 选择一条合适的传送路径。用路由器隔开的网络具有不同的局域网地址。

2. 软件系统

计算机通信网络中的软件按其功能可以划分为数据通信软件、网络操作系统和网络应用软件。

(1) 数据通信软件。数据通信软件是指按照网络协议的要求，完成通信功能的软件。

(2) 网络操作系统。网络操作系统是指能够控制和管理网络资源的软件。网络操作系统的功能作用在两个级别上：在服务器机器上，为在服务器上的任务提供资源管理；在每个工作

站机器上, 向用户和应用软件提供一个网络环境的“窗口”。这样, 向网络操作系统的用户和管理人员提供一个整体的系统控制能力。网络服务器操作系统要完成目录管理、文件管理、安全性、网络打印、存储管理、通信管理等主要服务。工作站的操作系统软件主要完成工作站任务的识别和与网络的连接, 即首先判断应用程序提出的服务请求是使用本地资源还是使用网络资源, 若使用网络资源则需完成与网络的连接。常用的网络操作系统有: Netware 系统、Windows NT 系统、UNIX 系统和 Linux 系统等。

(3) 网络应用软件。网络应用软件是指网络能够为用户提供各种服务的软件。如浏览查询软件、传输软件、远程登录软件、电子邮件等。

3. 网络信息系统

网络信息系统是指以计算机通信网络为基础开发的信息系统。如各类网站、基于网络环境的管理信息系统等。

1.3.2 DTE 与 DCE

DTE 是数据终端设备, DTE 提供或接收数据, 连接到网络中的用户端机器, 主要是计算机和终端设备。与此相对地, 在网络端的连接设备称为 DCE(Data Communications Equipment)。DCE 是数据通信设备, 如 Modem 是连接 DTE 设备的通信设备。DTE 与进行信令处理的 DCE 相连。DTE 是用户—网络接口的用户端设备, 可作为数据源、目的地或两者兼而有之。

从某种意义上说, DTE 设备称为“主动通信设备”, DCE 设备称为“被动通信设备”。DTE 与 DCE 之间的区别是 DCE 提供时钟, DTE 不提供时钟, 但它依靠 DCE 提供的时钟工作, 比如 PC 机和 Modem 之间。数据传输通常是经过 DTE-DCE, 再经过 DCE-DTE 的路径。

路由器通常是 DTE 设备, Modem 等传输设备通常被规定为 DCE。比如一台路由器处于网络的边缘, 它有一个 S0 口需要从另一台路由器中学习一些参数, 具体实施时, 我们就无须在这个 S0 口配“时钟速率”, 它从对方学到。这时它就是 DTE, 而对方就是 DCE。

1.3.3 因特网的组成与工作方式

1. 因特网的组成

从因特网的功能上看, 可以划分为以下两大块: ①资源子网, 由所有连接在因特网上的主机组成。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; ②IP 通信子网, 由大量网络和连接这些网络的路由器组成。这部分是为资源子网提供服务的(提供连通性和交换)。

资源子网中的主机也称为端系统(end system)。“主机 A 和主机 B 进行通信”实际上是指: “运行在主机 A 上的某个程序和运行在主机 B 上的另一个程序进行通信”。即“主机 A 的某个进程和主机 B 上的另一个进程进行通信”, 或简称为“计算机之间通信”。

因特网的通信子网部分是因特网中最复杂的部分。因特网的通信子网要向资源子网的大量主机提供连通性, 使资源子网中的任何一个主机都能够向其他主机通信(即传送或接收各种形式的数据)。因特网的通信子网部分起特殊作用的是路由器(router)。路由器是实现通信的关键构件, 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。因特网的通信子网部分是由许多网络和把它们互连起来的路由器组成。因特网的路由器之间一般都用高速链路相连接, 而主机通常以相对较低速率的链路与 IP 通信子网中的某个路由器连接。如图 1-11 所示。

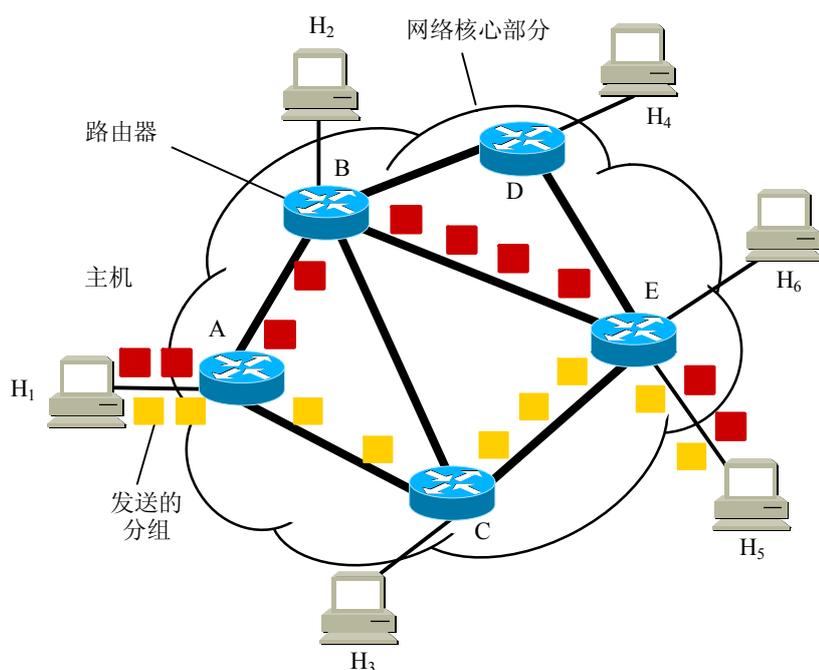


图 1-11 因特网的通信连接示意图

主机的用途是为用户进行信息处理，并且可以和其他主机通过网络交换信息。路由器的用途则是用来转发分组，即进行分组交换。

2. 因特网的工作方式

在端系统中，运行的程序之间的通信方式通常可划分为两大类：客户服务器方式（Client/Server 方式，即 C/S 方式）和对等方式（Peer-to-Peer 方式，即 P2P 方式）。客户（client）和服务器（server）都是指通信中所涉及的两个应用进程。

客户服务器方式所描述的是进程之间服务和被服务的关系。客户是服务的请求方，服务器是服务的提供方。如图 1-12 所示，客户 A 向服务器 B 发出请求服务，而服务器 B 向客户 A 提供服务。

客户软件被用户调用后运行，在打算通信时主动向远地服务器发起通信（请求服务）。因此，客户程序必须知道服务器程序的地址，不需要特殊的硬件和很复杂的操作系统。

服务器软件是一种专门用来提供某种服务的程序，可同时处理多个远地或本地客户的请求。系统启动后即自动调用并一直不断地运行着，被动地等待并接受来自各地的客户的通信请求。因此，服务器程序不需要知道客户程序的地址。一般需要强大的硬件和高级的操作系统支持。

对等连接（Peer-to-Peer, P2P）是指两个主机在通信时并不区分哪一个是服务请求方还是服务提供方。只要两个主机都运行了对等连接软件（P2P 软件），它们就可以进行平等的、对等连接通信。双方都可以下载对方已经存储在硬盘中的共享文档。

对等连接方式的特点：对等连接方式从本质上看仍然是使用客户服务器方式，只是对等连接中的每一个主机既是客户又同时是服务器。

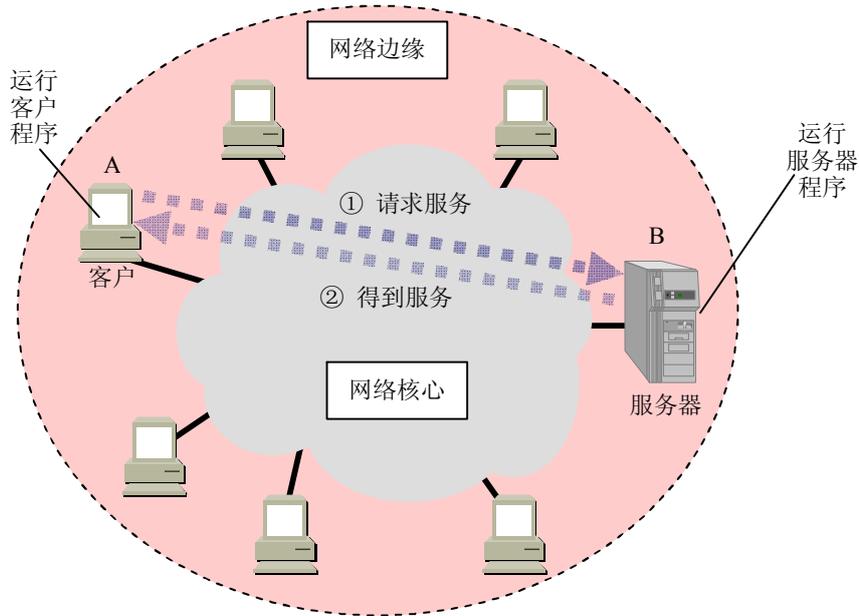


图 1-12 客户服务器方式

例如，主机 C 请求 D 的服务时，C 是客户，D 是服务器。但如果 C 又同时向 F 提供服务，那么 C 又同时起着服务器的作用。如图 1-13 所示。

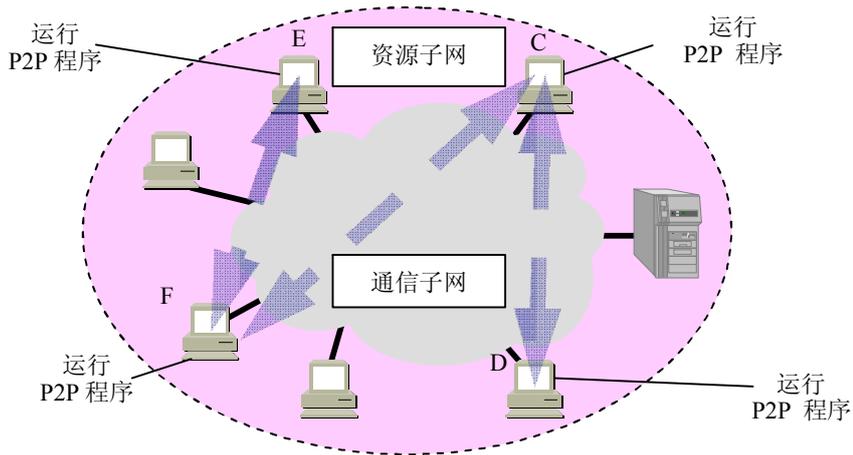


图 1-13 对等方式

1.3.4 计算机通信网络系统的组成结构

1. 独立网络

独立网络不与其他网络进行连接，我们通常所见的独立网络为局域网（Local Area Network, LAN）。其组成的设备有：服务器、工作站、网卡、集线器或交换机等。ARPAnet 也是一个独立网络。

2. 三级结构网络

到1970年代中期,人们认识到仅使用一个单独的网络无法满足所有的通信问题。于是 ARPA 开始研究很多网络互连的技术,这就导致后来互联网的出现。1983年, TCP/IP 协议成为 ARPAnet 的标准协议。同年, ARPAnet 分解成两个网络:一个是进行试验研究用的科研网 ARPAnet;另一个是军用的计算机网络 MILnet。1990年, ARPAnet 因试验任务完成正式宣布关闭。1985年起,美国国家科学基金会 NSF 就认识到计算机通信网络对科学研究的重要性。1986年, NSF 围绕六个大型计算机中心建设 NSFnet 网络,它是个三级网络,分主干网、地区网、校园网。它代替 ARPAnet 成为 Internet 的主要部分。1991年, NSF 和美国政府认识到因特网不会限于大学和研究机构,于是支持地方网络接入,许多公司的纷纷加入使网络的信息量急剧增加,美国政府就决定将因特网的主干网转交给公司经营,并开始对接入因特网的单位收费。

3. 多级结构网络

1993年开始,美国政府资助的 NSFnet 就逐渐被若干个商用的因特网主干网替代,这种主干网也叫因特网服务提供者 ISP,考虑到因特网商用化后可能出现很多的 ISP,为了使不同 ISP 经营的网络能够互通,在1994年创建了4个网络接入点, NAP 分别由4个电信公司经营,21世纪初,美国的 NAP 达到了十几个。NAP 是最高级的接入点,它主要是向不同的 ISP 提供交换设备,使它们相互通信。现在的因特网已经很难对其网络结构给出很精细的描述,但大致可分为五个接入级:网络接入点 NAP,多个公司经营的国家主干网,地区 ISP,本地 ISP,校园网、企业或家庭 PC 机上网用户。

1.4 计算机通信网络体系结构及协议

1.4.1 协议与体系结构

1. 网络协议 (Protocol)

计算机通信网络资源共享以及在网络中交换信息,就需要实现不同系统中的实体间的通信。实体包括用户应用程序、文件、数据库管理系统、电子邮件以及终端等。系统包括计算机、终端和各种设备等。一般来说,实体是发送和接收信息的任何东西。而系统是物理上明显的物体,它包含一个或多个实体。两个实体要想成功地通信,它们必须具有同样的语言。交流什么、怎样交流及何时交流,都必须遵从有关实体间某种互相都能接受的一些规则。这些规则的集合称为协议,它可以定义为在实体间控制数据交换的规则的组合。协议的关键成分有:

- ① 语法 (Syntax): 包括数据格式、编码及信号电平等。
- ② 语义 (Semantics): 包括用于协调和差错处理的控制信息。
- ③ 定时 (Timing): 包括速度匹配和排序。

由于不同系统中实体间通信的任务十分复杂,相互不可能作为一个整体来处理,否则任何一方面的改变都要修改整个软件包。一种替代的办法是使用结构式的设计和实现技术,用分层或层次结构的协议集合。较低级别的、更原始的功能在较低级别的实体上实现,而它们又向较高级别的实体提供服务。

如图 1-14 所示表示一般的结构或协议集合,并画出了两个站经由多个交换网连接的情况。A 站和 B 站都有一个或多个希望通信的应用程序。在每一对相似的实体间需要一种面向应用的协议,以协调两个应用模块的行动并保证共同的语法和语义。这一协议不需要知道有关中间

通信网络设施的情况,但是要利用网络服务实体所提供的服务。网络服务实体与另一个站中的相应实体要有一个进程的协议。这一协议要处理诸如信息流控制和差错控制之类的事务。在 A 站和 X 网之间以及 B 站和 Y 网之间也必须有协议。

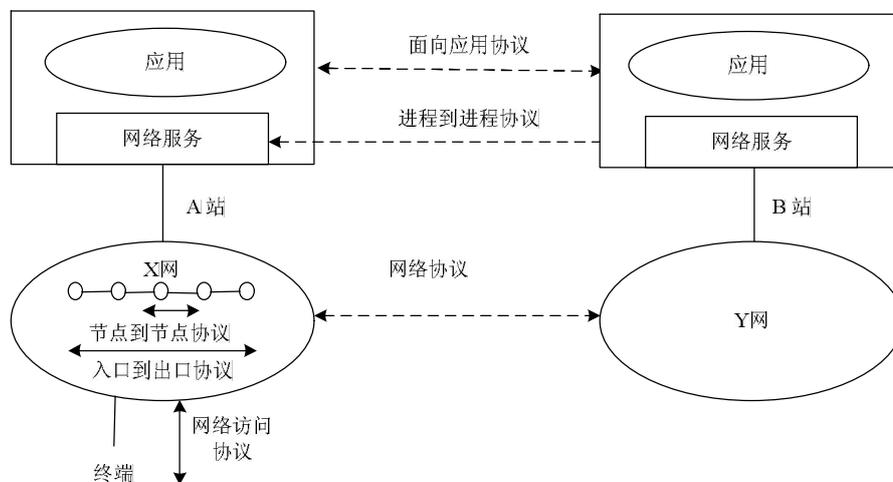


图 1-14 一般的结构或协议集合

当采用结构式协议设计时,拥有实现通信功能的硬件和软件被称为通信体系结构。

2. 网络的体系结构层次划分所遵循的原则

计算机通信网络系统是一个十分复杂的系统。将一个复杂系统分解为若干个容易处理的子系统,然后“分而治之”,这种结构化设计方法是工程设计中常见的手段。分层就是系统分解的最好方法之一。

如图 1-15 所示的一般分层结构中, n 层是 $n-1$ 层的用户,又是 $n+1$ 层的服务提供者。 $n+1$ 层虽然只直接使用了 n 层提供的服务,实际上它通过 n 层还间接地使用了 $n-1$ 层及以下所有各层的服务。层次结构的好处在于使每一层实现一种相对独立的功能。分层结构还有利于交流、理解和标准化。

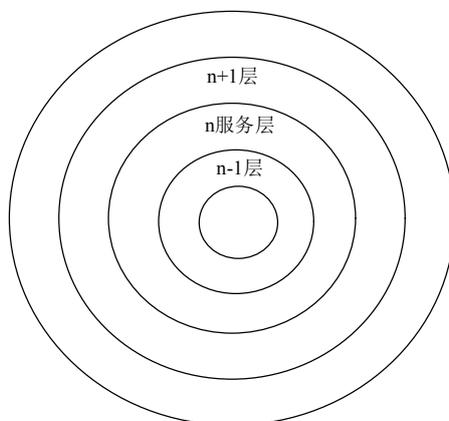


图 1-15 一般分层结构

所谓网络的体系结构 (Architecture) 就是计算机通信网络各层次及其协议的集合。层次

结构一般以垂直分层模型来表示。如图 1-16 所示是计算机网络层次模型。

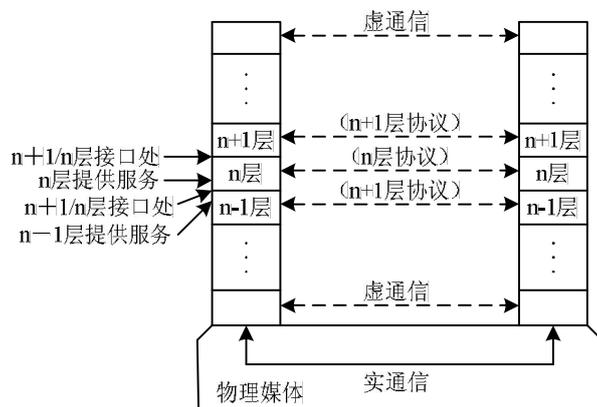


图 1-16 计算机网络层次模型

(1) 层次结构的特点:

- ① 除了在物理媒体上进行的是实通信之外，其余各对等实体间进行的都是虚通信。
- ② 对等层的虚通信必须遵循该层的协议。
- ③ n 层的虚通信是通过 $n/n-1$ 层间接口处 $n-1$ 层提供的服务以及 $n-1$ 层的通信（通常也是虚通信）来实现的。

(2) 层次结构划分的原则:

- ① 当在处理数据的过程中需要建立不同的抽象层次时，应进行分层；
- ② 不能把结构的层分得太多，以免在描述和综合这些层次时发生困难；
- ③ 当需要完成显然不同的处理功能或者需要采用完全不同的技术时，应进行分层；
- ④ 应把相似的功能放在同一层内；
- ⑤ 在建立分层边界时，应使其服务描述简单且应保证通过边界往返的次数最少。
- ⑥ 在分层时应允许各层重新设计，且允许各层协议为适应结构、软硬件方面的新技术而做某种变化；

⑦ 分层后，每一层应仅与其相邻的上下层有接口；

⑧ 根据不同的通信服务需要可以在同一层内进一步建立若干子层；

⑨ 允许对子层进行旁路。

(3) 网络体系结构的特点。

- ① 以功能作为划分层次的基础。
- ② 第 n 层的实体在实现自身定义的功能时，只能使用第 $n-1$ 层提供的服务。
- ③ 第 n 层在向第 $n+1$ 层提供的服务时，此服务不仅包含第 n 层本身的功能，还包含由下层服务提供的功能。
- ④ 仅在相邻层间有接口，且所提供服务的实现细节对上一层完全屏蔽。

1.4.2 OSI 模型

国际标准化组织 ISO 的 OSI 分委员会于 1981 年正式推荐了一个网络体系结构参考模型，即开放系统互连参考模型 (Open System Interconnection/Reference Model, OSI/RM)。目前形

成的开发性互连参考模型的正式文件是 ISO7498 国际标准，也记为 OSI/RM，或笼统地记为 OSI，我国的相应标准是 GB9387。OSI 模型是一个定义连接异种计算机标准的主体结构，为连接分布式应用处理的“开放”系统提供了基础。“开放”这个词表示能使任何两个遵守参考模型和有关标准的系统进行连接。OSI 模型采用分层的结构化技术。

ISO 分委员会的任务是定义一组层次和每一层所完成的服务。层次的划分应该从逻辑上将功能分组，层次也应该足够多，以使每一层小到易于管理，但是也不能太多，否则汇集各层的处理开销太大。

1. OSI 参考模型的特征

OSI 模型是一种将异构系统互连的分层结构，该模型共有七层，由低到高分别是：物理层（Physical Layer）、数据链路层（Data Link Layer）、网络层（Network Layer）、传输层（Transport Layer）、会话层（Session Layer）、表示层（Presentation Layer）、应用层（Application Layer），如图 1-17 所示。

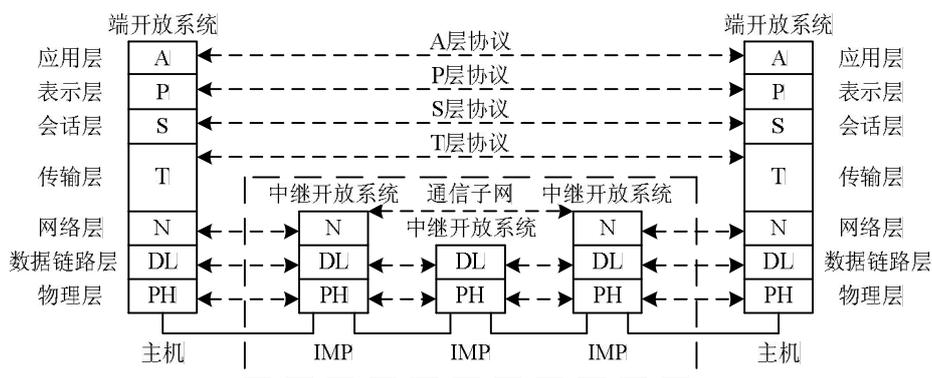


图 1-17 OSI/RM

OSI 参考模型的特征如下：

- (1) 提供了控制互连系统交互规则的标准框架。
- (2) 定义了一种抽象结构，而并非具体实现的描述。
- (3) 不同系统上的相同层的实体称为同等层实体。
- (4) 同等层实体之间的通信由该层的协议管理。
- (5) 相邻层间的接口定义了原语操作和低层向上层提供的服务。
- (6) 所提供的公共服务是面向连接的或无连接的数据服务。
- (7) 直接的数据传送仅在最低层实现。
- (8) 每层完成所定义的功能，修改本层的功能并不影响其他层。

2. OSI 参考模型各层的功能

(1) 物理层（Physical Layer）。

物理层位于 OSI 参考模型的最底层，是整个 OSI 参考模型的基础。该层规定了通信设备的机械、电气、功能和规程特性，用以建立、维护和拆除物理链路连接。具体地讲，机械特性规定了网络连接时所需接插件的规格尺寸、引脚数量和排列情况等；电气特性规定了在物理连接上传输比特流时线路上信号电平的大小、阻抗匹配、传输速率距离限制等；功能特性是指对各个信号先分配确切的信号含义，即定义了 DTE 和 DCE 之间各个线路的功能；规程特性定义

了利用信号线进行比特流传输的一组操作规程，是指在物理连接的建立、维护、交换信息时，DTE 和 DCE 双方在各电路上的动作系列。

在这一层，数据的单位称为比特（bit）。属于物理层定义的典型规范代表有：EIA/TIARS-232、EIA/TIARS-449、V.35、RJ-45 等。

（2）数据链路层（Data Link Layer）。

数据链路层在物理层提供比特流服务的基础上，建立相邻节点之间的数据链路，通过差错控制提供数据帧（Frame）在信道上无差错的传输，并进行各电路上的动作系列。

数据链路层在不可靠的物理介质上提供可靠的传输，该层的作用包括：物理地址寻址、数据的成帧、流量控制、数据的检错校正、重发等，概括如下：

- ① 在网络层实体间提供传送数据的功能和过程。
- ② 提供数据链路的流控。
- ③ 检测和校正物理链路产生的差错。
- ④ 保证报文以帧为单位在链路上可靠传送。

在这一层，数据的单位称为帧（frame）。数据链路层协议的代表有：SDLC、HDLC、PPP、STP、帧中继等。

（3）网络层（Network Layer）。

在计算机通信网络中，进行通信的两个计算机之间可能会经过很多个数据链路，也可能还要经过很多通信子网。网络层的任务就是选择合适的网间路由和交换节点，确保数据及时传送。网络层将数据链路层提供的帧组成数据包，包中封装有网络层包头，其中含有逻辑地址信息（源站点和目的站点地址的网络地址）。

网络中谈论的 IP 地址就是指网络层的问题，这是“数据包”问题，而不是第二层的“帧”。IP 是第三层问题的一部分，此外还有一些路由协议和地址解析协议（ARP），有关路由的一切事情都在第三层处理。地址解析和路由是第三层的重要目的，网络层还可以实现拥塞控制、网际互连等功能，概括如下：

- ① 控制报文分组传送系统的操作，即路由选择、拥塞控制、网络互连等功能，它的特性对高层是透明的。
- ② 根据传输层的要求来选择服务质量。
- ③ 向传输层报告未恢复的差错。
- ④ 确定主机和通信子网的接口方式。

在这一层，数据的单位称为数据包（packet），网络层协议的代表有：IP、IPX、RIP、OSPF 等。

（4）传输层（Transport Layer）。

第四层是处理信息的传输层，该层的数据单元是数据包（packet）。但是当谈论 TCP 等具体的协议时又有特殊的叫法，TCP 的数据单元称为段（segment），而 UDP 协议的数据单元称为数据报（datagram）。传输层负责获取全部信息，因此，它必须跟踪数据单元碎片、乱序到达的数据包和其他在传输过程中可能发生的危险。传输层为上层提供端到端（最终用户到最终用户）的透明、可靠的数据传输服务。所谓透明的传输，是指在通信过程中传输层对上层屏蔽了通信传输系统的具体细节。概括如下：

- ① 提供建立、维护和拆除传送连接的功能。
- ② 选择网络提供的最合适的服务。

③ 在系统之间提供可靠的、透明的数据传送，提供端到端的错误恢复和流控制。

④ 实现主机—主机间的连接，传输单位为报文。

传输层协议的代表有：TCP、UDP、SPX 等。

(5) 会话层 (Session Layer)。

会话层也可以称为会晤层或对话层，在会话层及以上的高层次中，数据传送的单位不再另外命名，统称为报文。会话层不参与具体的传输，它提供包括访问验证和会话管理在内的建立和维护应用之间通信的机制。概括如下：

① 提供两个进程之间建立、维护和结束会话连接的功能。

② 提供交互会话的管理功能，有三种数据流方向的控制模式，即一路交互、两路交替和两路同时会话模式。

(6) 表示层 (Presentation Layer)。

表示层主要解决信息的语法表示问题，它将欲交换的数据从适合于某一用户的抽象语法，转换为适合于 OSI 系统内部使用的传送语法，即提供格式化的表示和转换数据服务。数据的压缩和解压缩、加密和解密等工作都由表示层负责。

(7) 应用层 (Application Layer)。

应用层为操作系统或网络应用程序提供访问网络服务的接口，应用层协议的代表有：Telnet、FTP、HTTP、SNMP 等。

1.4.3 因特网体系结构

Internet 无疑是如今使用最广泛的计算机通信网络。Internet 的协议可划分为 4 个层次，它们与 OSI/RM 的对应关系如表 1-1 所示。

表 1-1 因特网体系结构与 OSI/RM

OSI/RM		TCP/IP	
7	应用层	4	应用层
6	表示层		
5	会话层		
4	传输层	3	传输层
3	网络层	2	网络互连层
2	数据连接层	1	网络访问层
1	物理层		

由于 Internet 注重的是网络互连，允许通信子网采用已有的或将来的各种协议，所以这个层次结构中没有提供统一的网络访问层的协议。网络访问层由具体的网络实现。



1. 请解释下列概念：计算机通信网络、计算机网络、协议、通信子网、资源子网、面向终端的计算机通信网络、总线型结构、星型结构、服务器、工作站、路由器、集线器、网卡、DTE、DCE、二级结构网络

模型、三级结构网络、体系结构、对等服务方式、客户服务器方式。

2. 选择题

- (1) 关于计算机通信网络的说法, 正确的是 ()。
 - A. 强调资源共享
 - B. 以传输与交换信息为主要目的
 - C. 最主要的任务是提供资源共享
 - D. 强调覆盖的范围
- (2) 通信子网的组成之一是 ()。
 - A. 主机
 - B. 终端
 - C. 终端控制器
 - D. 交换机
- (3) 计算机通信网络从逻辑功能上可以分为 ()。
 - A. 用户资源子网和通信子网
 - B. 局域网、城域网和广域网
 - C. 公用网和专用网
 - D. 集中式网络、分散式网络和分布式网络
- (4) 按网络覆盖的地理范围, 计算机通信网分为 ()。
 - A. 用户资源子网和通信子网
 - B. 局域网、城域网和广域网
 - C. 公用网和专用网
 - D. 集中式网络、分散式网络和分布式网络
- (5) 计算机网络的体系结构是 ()。
 - A. 计算机网络的层次结构模型
 - B. 计算机网络的各层协议的集合
 - C. 计算机网络的组成结构
 - D. 计算机网络的层次结构模型和各层协议的集合
- (6) 关于服务和协议的说法, 错误的是 ()。
 - A. n 层服务是通过 n 服务访问点提供给 n+1 实体的
 - B. n 层协议对于 n 层服务用户是透明的
 - C. 协议是“垂直”的, 服务是“水平”的
 - D. 协议是控制对等实体间进行通信的规则
- (7) 实体为完成服务用户所请求的功能所需要的信息单元称为 ()。
 - A. 通信数据单元
 - B. 协议数据单元
 - C. 接口数据单元
 - D. 服务数据单元
- (8) 物理层实现两个网络物理设备之间透明地传输 ()。
 - A. 数据包
 - B. 数据帧
 - C. 比特流
 - D. 报文

3. 填空题

(1) _____ 由主机、终端及终端控制器等组成, 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。

- (2) OSI 参考模型中, 对于一个 _____ 子网, 它只包括物理层、数据链路层和网络层。
- (3) 网络协议包含三要素, 这三要素分别是 _____、语法和同步。
- (4) OSI 参考模型中, 实体为完成服务用户请求的功能所需要的数据单元称为 _____。
- (5) 物理层接口的特性包括机械特性、电气特性、_____ 和规程特性。

4. 计算机通信网络的主要功能有哪些?

5. 举出一个计算机通信网络的例子, 说明它的用途、拓扑结构、传输介质、网络体系结构。

6. 简述计算机通信网络得到发展的主要原因。

7. 调制解调器的作用是什么?

8. DTE 的作用是什么?

9. 简述 OSI/RM 及其特征。