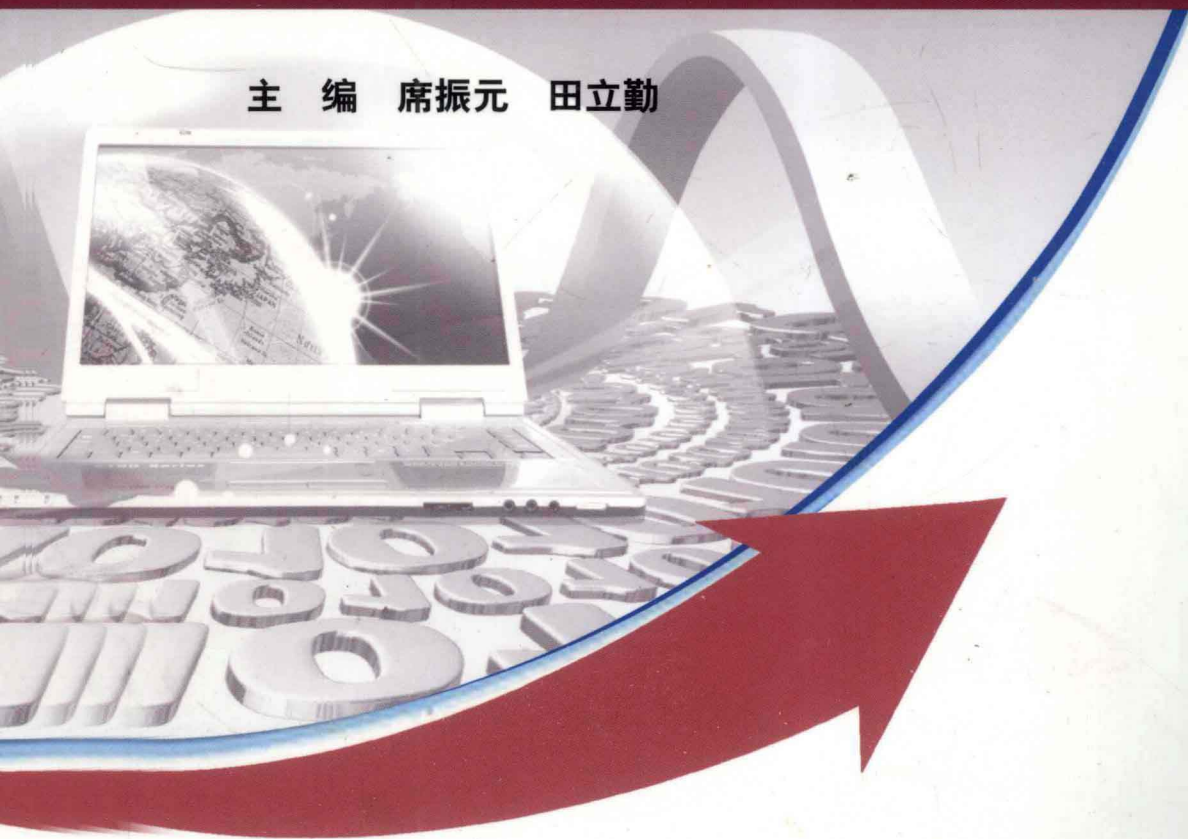


高等院校规划教材

数据通信与计算机网络

SHUJU TONGXIN YU JISUANJI WANGLUO

主 编 席振元 田立勤

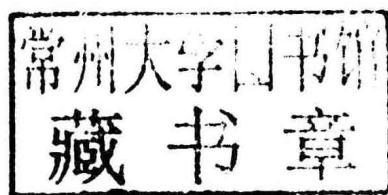


煤炭工业出版社

高等院校规划教材

数据通信与计算机网络

主编 席振元 田立勤



煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

数据通信与计算机网络/席振元, 田立勤主编. --北京:
煤炭工业出版社, 2010

高等院校规划教材

ISBN 978 - 7 - 5020 - 3749 - 9

I. ①数… II. ①席… ②田… III. ①数据通信-高
等学校-教材 ②计算机网络-高等学校-教材 IV. ①TN919
②TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 211666 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn
北京房山宏伟印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm×1092mm^{1/16} 印张 16^{1/2}

字数 385 千字 印数 1—1 000

2010 年 12 月第 1 版 2010 年 12 月第 1 次印刷

社内编号 6559 定价 38.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

全书共分 8 章，主要内容包括计算机网络概述、数据通信基础知识、数据链路层和局域网、网络层与网络互连、传输层、Internet 技术与应用、网络操作系统和网络管理与安全方面的内容。

本书适合作为高等院校计算机、信息管理、电子商务、通信及其相关专业教学的教材，也可供网络工程技术人员培训或自学之用。

目 次

1 计算机网络概述	1
1.1 计算机网络的发展、功能与组成	1
1.2 计算机网络的定义与分类	5
1.3 计算机网络体系结构	8
1.4 计算机网络的主要性能指标与应用模型	13
习题	18
2 数据通信基础知识	21
2.1 数据通信系统	21
2.2 数据通信方式	25
2.3 数据传输技术	27
2.4 数据交换技术	35
2.5 流量控制	36
2.6 差错检测编码	39
2.7 传输介质	42
2.8 物理层接口及标准	45
2.9 宽带接入技术	47
习题	49
3 数据链路层和局域网	52
3.1 数据链路层	52
3.2 点对点信道的数据链路层	57
3.3 广播信道的数据链路层	60
3.4 以太网	65
3.5 集线器和交换机	70
3.6 高速局域网	81
3.7 无线局域网	86
习题	92
4 网络层与网络互连	95
4.1 网络互连概述	95
4.2 网络层提供的两种服务	96

4.3	路由算法	99
4.4	路由器	105
4.5	IP 地址	109
4.6	IP 协议	113
4.7	ARP 协议与 RARP 协议	116
4.8	ICMP 协议	117
4.9	IPv6 协议	118
4.10	RIP 协议	121
4.11	OSPF 路由协议	123
4.12	外部网关协议	126
4.13	IP 多播	127
4.14	拥塞控制	130
	习题	131
5	传输层	136
5.1	概述	136
5.2	用户数据报协议	139
5.3	传输控制协议	144
5.4	TCP 报文段的首部格式	147
5.5	TCP 的传输控制	149
5.6	TCP 的拥塞控制	153
5.7	TCP 的传输连接管理	158
	习题	162
6	Internet 技术与应用	165
6.1	Internet 的产生及主要应用	165
6.2	域名系统	167
6.3	动态主机配置协议	169
6.4	文件传输协议	172
6.5	电子邮件	175
6.6	远程终端协议	178
6.7	万维网	179
	习题	182
7	网络操作系统	185
7.1	概述	185
7.2	Windows Server 2003 操作系统	188
7.3	Linux 操作系统	189
7.4	DNS 服务器的安装与配置	194

7.5	Web 服务器的安装与配置	204
7.6	FTP 服务器的安装与配置	211
7.7	邮件服务器的安装与配置	220
	习题	225
8	网络管理与安全	228
8.1	计算机网络的管理	228
8.2	简单网络管理协议	230
8.3	网络管理系统 HP OpenView 简介	235
8.4	计算机网络安全	236
8.5	网络数据安全	239
8.6	网络安全防范技术	244
	习题	250
	参考文献	253

1 计算机网络概述

计算机网络技术是计算机技术和现代通信技术紧密结合的产物，是当今世界发展最快的技术之一。计算机网络不仅为社会的信息化奠定了坚实的基础，为社会经济的发展起到了巨大的推动作用，同时也使人们的生活和工作方式产生了深刻的变化。可以预计，计算机网络的应用必将日益深入到人类社会的各个领域和各个方面，计算机网络的发展必将给人类社会的发展带来不可估量的影响。

1.1 计算机网络的发展、功能与组成

1.1.1 计算机网络的发展

随着计算机技术的迅速发展，计算机的应用逐渐渗透到社会的各个领域和各个方面。社会的信息化、计算机资源的共享等各种需求，促使网络由简单到复杂，由低级到高级。计算机网络的发展大致可以划分为以下 4 个阶段：

- (1) 以单个计算机为中心的远程联机系统构成的面向终端的计算机网络。
- (2) 多个计算机通过通信线路互连的计算机网络。
- (3) 具有统一的网络体系结构，遵循标准化协议的计算机网络。
- (4) 网络互连与高速网络。

1. 面向终端的计算机网络

最初阶段的计算机网络的基本结构：一台中央主机（Host）连接大量的在地理位置上处于分散的终端（Terminal）构成的系统，系统中除主机具有独立处理数据的功能外，其他终端没有独立处理数据的能力，这样的终端被称为哑终端。这一阶段的网络实质上就是联机多用户系统，是一个简易的联机系统。

20 世纪 60 年代，为减轻主机的通信负担，在主机和通信线路之间设置了通信控制处理机或前端处理机（Front End Processor, FEP）。FEP 专门负责与终端的通信工作。为提高线路利用率，设置了线路集中器。邻近的多个终端先通过低速线路连接到集中器上，集中器再通过高速线路送给 FEP，再送到主机。主机把处理后的数据发给用户终端时，集中器先接收由 FEP 传来的数据，经预处理后分发给用户终端。

上述的 FEP 和集中器常采用小型计算机，其特点是内存容量较小，运算速度较低，指令系统简单，但通信功能强。这种以单计算机为中心的远程联机系统如图 1-1 所示。

2. 多机互连的计算机网络

在面向终端的计算机网络中，只有一个计算机处理中心，各终端通过通信线路共享主机的硬件和软件资源。然而，随着计算机应用的发展和硬件费用的下降，一个部门或一个大公司常拥有多台主机系统，这些系统分布在不同的地方，用户除了使用这些计算机系统提供的本地功能外，还希望与其他计算机系统互连使用，使用其他系统的资源，彼此交换信息，或者与其他系统联合起来共同完成一项任务。

到 20 世纪 60 年代中期，出现了若干个计算机处理中心互连的系统，各主计算机通过

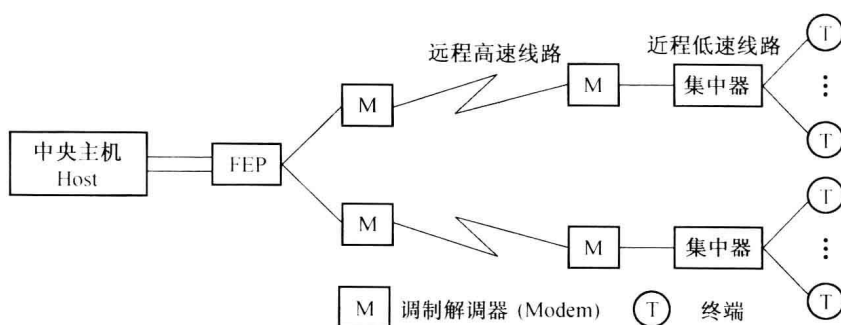


图 1-1 以单计算机为中心的远程联机系统

通信线路连接，相互交换数据、传递软件，实现了网络中连接的计算机之间的资源共享。这种以资源共享为主要目的，用通信线路将各主机系统连接起来的多计算机系统就是第二阶段的计算机网络。

3. 标准的计算机网络

在 20 世纪 70 年代后期，计算机网络得到空前的发展，各大计算机公司陆续推出自己的网络体系结构，以及实现这些网络体系结构的软硬件产品。但对各种网络体系结构来说，同一网络体系结构的网络产品互连是很容易实现的，而不同网络系统体系结构的产品却很难实现互连，因此，人们迫切希望建立一系列国际标准，得到一个“开放”的系统。出于这种需要，国际标准化组织（International Standards Organization, ISO）对网络体系结构的国际标准化问题进行了多年艰苦的研究，终于在 1984 年正式制定、颁布了“开放系统互连基本参考模型”（Open System Interconnection/Basic/Reference Mode, OSI 或 OSI/RM）的国际标准。OSI 参考模型分 7 层，因此又称为“OSI 七层模型”。

很快，OSI 参考模型被国际社会普遍接受，并被公认为是新一代计算机网络体系结构的基础。OSI 标准确保了厂商生产的计算机和计算机网络产品之间的互连，为推动 OSI 技术和标准的应用，许多国家和大计算机公司宣布支持 OSI，并争相研制和开发产品。以至于各种符合 OSI 标准的远程计算机网络、局部计算机网络与城市地区计算机网络开始广泛应用。

4. 网络互连与高速网络

所谓网络互连，就是把不同的计算机网络互相连接起来，实现网络间的通信和资源共享。进入 20 世纪 80 年代以后，由于微机的广泛应用，使得一个单位或部门拥有的计算机数量越来越多。共享资源互连通信的要求促进了局域网的诞生和发展，局域网很快成为机构内部使用的典型结构。但局域网的局限性也很明显，越来越多的用户希望在更广泛的范围内进行通信，这就迫切需要将多个网络进行互连，从而实现由网络到网络的多网络系统。

自 20 世纪 90 年代以来，计算机技术、通信技术以及建立在互连计算机网络技术基础上的计算机网络技术得到迅猛发展。目前，世界最大的计算机互联网是国际互联网（Internet）。全球已有几万个网络进行了互连。计算机网络正在向着综合化、智能化和高速化的方向发展。

在中国,1993 年国务院启动了金桥工程,1996 年 9 月中国金桥信息网 (CHINAGBN) 正式向社会提供服务。1994 年,国家支持建设了中国教育科研网 (China Education and Research NETwork, CERNET) 示范网工程,这是中国第一个全国性的 TCP/IP 互联网。1994 年,中国科学院建设了中国科技网 (CSTNET),并于 1994 年 4 月接入国际互联网,这是我国最早完成与国际互联网相连接的网络。中国公用计算机互联网 (CHINANET) 始建于 1995 年,由中国电信负责运营,向全社会提供互联网接入服务。目前,电信、网通、移动、联通、铁通以及卫通等运营商都建立了各自的网络来向全社会提供互联网接入服务。

截至 2007 年 6 月,中国互联网用户数已经达到 1.6 亿,仅次于美国 2.1 亿的规模,位居世界第二,国际出口带宽已将近 320GB。

1.1.2 计算机网络的功能

1. 数据通信

数据通信是计算机网络最基本的功能之一。

计算机网络为分布在不同地点的用户提供了便利的通信手段,允许网络上的不同计算机之间快速、准确地传送数据,交换各种信息。特别是随着互联网技术的快速发展,更多的用户把计算机网络作为一种强有力的通信手段。通过计算机网络,用户可以发送 E-mail、传真、进行远程数据交换、实现电子商务,还可以利用网络使远距数千里的人们召开多媒体会议、讨论问题、协同工作等。

2. 资源共享

在信息时代计算机网络的资源共享具有重大意义,它包括硬件、软件和数据资源的共享。

硬件资源的共享包括对处理器资源、存储资源、输入输出资源的共享,特别是对一些价格昂贵的、高级的设备,如巨型计算机、高分辨率打印机、大型绘图仪以及大容量的外存储器等的共享。

软件资源的共享包括各种应用程序和语言处理程序的共享。软件共享一般有两种方法:一种方法是把网上其他用户的软件传送到本地计算机,由本地计算机处理;另一种方法是本地计算机将数据传送到装有所用软件的网上计算机,由网上计算机处理后将结果返回本地计算机。

数据资源的共享包括数据库、数据文件以及数据软件系统等数据的共享。网络上可以存放各种数据库供用户使用。随着网络覆盖区域的扩大,信息交流已越来越不受地理位置、时间的限制,使得人们对数据资源能互通有无,从而大大提高了信息资源的利用率。

3. 提高系统的可靠性和可用性

当网络中某一处发生故障时,用户可通过多种途径从不同地点访问所需要的资源,也可以通过网络把任务转到其他计算机代为处理,从而保证了用户的工作任务不因系统的局部故障而受影响,保证了整个网络仍处于正常状态,提高了系统的可靠性和可用性。

4. 实现分布式处理

对于综合性的大问题,可以分为许多小的任务,将它们分散到网络中不同的计算机上进行分布式处理,然后再集中起来解决问题。分布式处理对当前流行的局域网更有意义,它利用网络技术将微机连成高性能的分布式计算机系统,使之具有解决复杂问题的能力。

1.1.3 计算机网络的组成

计算机网络系统由网络硬件和网络软件两部分组成。在网络系统中，硬件对网络的性能起着决定性的作用，是网络运行的实体；网络软件是支持网络运行、提高效益和开发网络资源的工具。

1. 网络硬件

网络硬件是计算机网络系统的物质基础。构成一个计算机网络系统，首先要将计算机及其附属硬件设备与网络中的其他计算机系统连接起来，实现物理连接。不同的计算机网络系统，在硬件方面是有差别的。

随着计算机技术和网络技术的发展，网络硬件日趋多样化，且功能更强，结构更复杂。常见的网络硬件有计算机、网络接口卡、调制解调器、计算机外围设备，以及交换机、路由器等各种网络互连设备、通信链路等。网络中的计算机又分为服务器和网络工作站两类。

2. 网络软件

网络软件是计算机网络中不可缺少的重要部分。正像计算机是在软件的控制下工作的一样，网络的工作也需要网络软件的控制。网络软件一方面授权用户对网络资源的访问，帮助用户方便、安全地使用网络。另一方面管理和调度网络资源，提供网络通信和用户所需要的各种网络服务。网络软件一般包括网络操作系统、网络协议、通信软件以及管理和服务软件等。下面主要介绍网络操作系统和网络协议。

1) 网络操作系统

一台计算机的运行有赖于操作系统的支持，操作系统用于管理、协调、控制计算机系统的各种资源，并使用户方便地使用计算机。同样，对于计算机网络也需要一个与此相当的网络操作系统来支持其运行。网络操作系统是网络软件的重要组成部分，是网络系统管理和通信控制软件的集合，它负责整个网络的软、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。因此，网络功能的多少和强弱在很大程度上取决于网络操作系统。

网络操作系统（NOS）由多种系统软件组成，在基本系统之上有多种配置和选项，用户可以根据需要构成最佳组合。目前，计算机网络操作系统主要有 UNIX、Windows、Linux 等。UNIX 网络操作系统是唯一跨微机、小型机和大型机的系统；Windows 是 Microsoft 公司推出的网络操作系统，其界面友好、易操作并支持分布式数据处理，市场占有率迅速上升；Linux 是一种与 UNIX 兼容的免费操作系统，也是目前流行的热门软件之一。

2) 网络协议

网络协议是实现计算机之间、网络之间相互识别并正确进行通信的一组标准和规则，它是计算机网络工作的基础。正如两个人相互交流必须使用同一种语言一样，两个系统之间要实现相互通信、交换数据也必须遵守共同的规则和约定。一般来说，网络协议一部分由硬件实现，另一部分由软件实现。

3. 通信子网与资源子网

为了简化计算机网络的分析与设计，有利于网络的硬件和软件配置，按照计算机网络的系统功能，一个网络可分为资源子网和通信子网两大部分，以通信子网为中心的分组交换网如图 1-2 所示。虚线外部是资源子网，属于网络的外层边缘部分；虚线内部是通信

子网，属于网络的内层核心部分。

资源子网主要包括网络中所有主机、I/O 设备、终端，以及安装在计算机中的各种网络协议、网络软件和数据库等。资源子网主要负责全网的信息处理，为用户提供网络服务和资源共享等功能。

通信子网主要包括通信线路（传输介质）、网络连接设备（如网络接口设备、通信控制处理设备、通信控制处理机、网桥、路由器、交换机、网关、调制解调器、卫星地面接收站等）、运行在网络连接设备上的网络通信协议、通信控制软件等。它主要负责全网的数据通信，为网络用户提供数据传输、转接、加工和变换等通信处理功能。

将计算机网络分为资源子网和通信子网，符合网络体系结构的分层思想，便于对网络进行研究和设计。在组网时，通信子网可以单独建立和设计，它可以是专用的数据通信网，也可以是公用的数据通信网。

1.2 计算机网络的定义与分类

1.2.1 计算机网络的定义

计算机网络就是将分布在不同地理位置的具有独立功能的计算机系统，通过通信设备和通信线路连接起来，在网络软件支持下进行数据通信，以实现计算机资源共享的系统。

首先，计算机网络是计算机系统的一个群体，是由多台计算机系统组成的，它们处在不同的地理位置，可以在一个建筑物或一幢楼内，甚至可以分散在全球范围内，并且网络中各台计算机是独立的。

其次，网络中的计算机系统是互连的。它们通过通信设备和通信线路相互连接，并彼此交换信息。这些构成通信线路的传输介质可以有线的（如双绞线、同轴电缆和通信光纤等），也可以是无线的（如激光、微波和通信卫星等）。通信设备是在计算机与通信线路之间按一定通信协议传输数据的设备。网络的通信协议就是计算机之间相互进行数据通信而事先规定的规则。一台计算机只有遵循某个协议，才能与网上其他计算机通信。

要说明的是，资源共享是计算机连网的最主要的目的。这里的资源指的是构成网络系统的所有要素，包括计算机的处理能力、数据、应用程序、存储器以及各种输入输出设备。资源共享就是网络上的用户共享网络中上述硬件、软件和数据资源中的一部分或者全部。通过硬件资源的共享，可以减少硬件设备的重复购置，从而提高设备的利用率；通过软件资源的共享，可以避免软件的重复开发、重复存储，大大提高软件的应用效率。在信

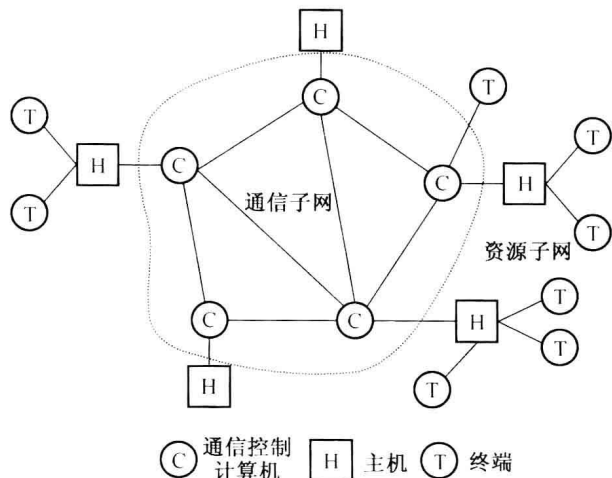


图 1-2 以通信子网为中心的分组交换网

息社会用户数据是一个非常有价值的资源，通过网络达到全网用户数据的共享，可以提高信息的利用率和信息的使用价值。

1.2.2 计算机网络的分类

计算机网络的分类方法很多，认真研究计算机网络的分类，有助于更好地理解计算机网络，全面了解网络系统的特征。从不同的角度对计算机网络可以进行不同的分类，常用的分类方法有：①按网络覆盖的地理范围划分；②按网络的拓扑结构划分；③按网络的传输介质划分；④按网络的通信传播方式划分；⑤按网络的使用范围划分；⑥按使用的网络操作系统划分。

1. 按网络覆盖的地理范围划分

按网络覆盖的地理范围进行网络分类的方法，是最常用、最普遍的分类方法。按照这种方法，可以把网络划分成局域网、城域网和广域网。

1) 局域网

局域网（Local Area Network，LAN）是一种覆盖范围一般在几公里以内，属于一个部门、一个单位或一个建筑物内组建的小范围网。局域网的基本组成包括服务器、客户机、网络设备和通信介质。服务器是局域网的核心，它可以用于文件存储和进行网与网之间的通信连接。客户机称为工作站，是用户与网络的接口设备，它通过网络接口卡（简称网卡）、通信介质和通信设备连接到服务器上，以使用户能共享网络资源。网络设备是指网络交换机、集线器等设备。通信介质是指网络中传输数据的传输介质。

2) 城域网

城域网（Metropolitan Area Network，MAN）是处于局域网和广域网之间，覆盖范围在几公里到几十公里之间，由多个单位或一个城市组建的计算机网络。城域网建立的主要目的是为网内用户进行通信、数据传输及声音、图像的集成等提供服务。目前，我国许多城市都建立了为整个城市的信息服务的城域网。

3) 广域网

广域网（Wide Area Network，WAN）又称远程网，是覆盖范围为几十到几千公里的一种远距离计算机网络。广域网通常是覆盖一个省、一个国家，甚至全球的进行多种信号传输的通信网。由于距离远、信道的建设费用很高，因此广域网很少像局域网那样敷设自己的专用信道，而是租用或借用电信通信线路，如长途电话线、光缆通道、微波与卫星通道等。广域网不同于局域网和城域网，它是通过通信线路将异地的专用计算机连接起来，这些专用计算机称为通信处理机，主要负责网络通信。用户的主机只能与通信处理机连接，在一个大范围内进行数据通信，实现资源共享，并提供各种网络服务。由于广域网的结构复杂，信号的传输速率也比较慢，入网站点无法参与网络管理。

2. 按网络的拓扑结构划分

计算机网络的拓扑结构是指网络中的物理连接方式。按照网络的拓扑结构可以将网络分成星型网络、环型网络、总线型网络、树型网络和网状型网络等。

1) 总线型网络

总线型网络是由一条高速公用总线连接若干个结点所形成的网络，其结构如图 1-3 所示。其中一个结点是网络服务器，它提供网络通信及资源共享服务，其他结点是网络工作站。总线型网络采用广播通信方式，即由一个结点发出的信息可以被网络上的任何一个

结点所接收。

2) 星型网络

星型网络是以一个中心结点为中心的处理系统，各种类型的入网机器均与该中心结点的物理链路直接相连，其他结点间不能直接通信，其他结点间通信时需要该中心结点转发，因此，中心结点必须有较强的功能和较高的可靠性。星型网络的结构如图 1-4 所示。

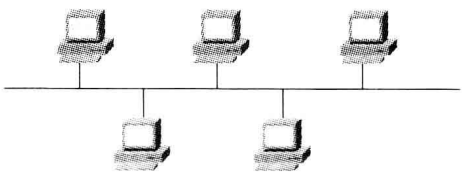


图 1-3 总线型网络结构

3) 环型网络

环型网络是指在网络中的各结点通过环路接口连在一条首尾相接的闭合环型通信线路中，环路上的每个结点发送的信息，在环上只沿一个方向传输，依次通过每台计算机。其结构如图 1-5 所示。

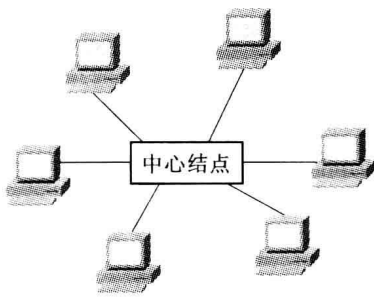


图 1-4 星型网络结构

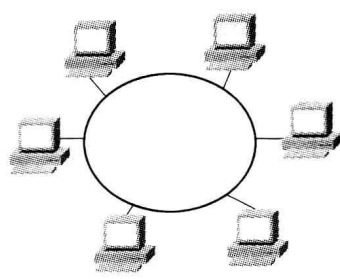


图 1-5 环型网络结构

4) 树型网络

树型网络实际上是星型网络的一种变形，它将原来用单独链路连接的结点通过多级处理主机进行分级连接，如图 1-6 所示。

5) 网状型网络

网状型网络中每一个结点都与其他结点由一条专门线路相连。网状拓扑结构广泛应用于广域网中。网状型网络结构如图 1-7 所示。

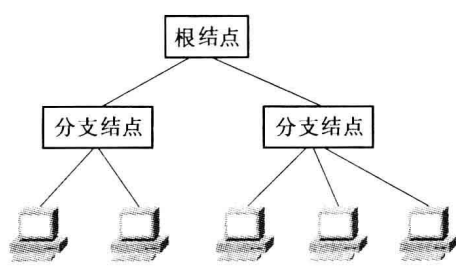


图 1-6 树型网络结构

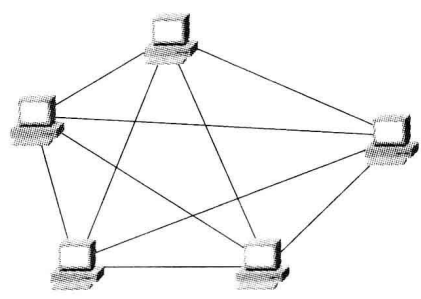


图 1-7 网状型网络结构

3. 按网络的传输介质划分

按照网络的传输介质划分，可以把网络分为有线网和无线网。有线网是采用如同轴电缆、双绞线、光纤等物理媒体传输数据的网络。无线网则是采用卫星、微波和红外线等无

线形式传输数据的网络。

4. 按网络的通信传播方式划分

按网络的通信传播方式划分, 可以将计算机网络分为点对点通信网和广播式通信网。点对点通信网是以点对点的连接方式, 把各台计算机连接起来的。这种传播方式主要用于广域网中。广播式通信网是用一个共同的通信介质把各计算机连接起来的, 如局域网中以同轴电缆连接起来的总线型网络、星型网络、树型网络, 以及广域网中以微波、卫星方式传播的网络。

5. 按网络的使用范围划分

按照网络的使用范围划分, 可以将网络分为公用网和专用网。公用网是对所有人提供服务, 只要符合网络拥有者的要求就能使用这个网。也就是说, 它是为全社会所有人提供服务的网络。例如, 中国的 CHINANET 为公用网, 它是向公众开放的网络。专用网是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。专用网根据网络环境又可细分为部门网络、企业网络和校园网络。

6. 按使用的网络操作系统划分

网络的工作离不开网络操作系统的控制和支持。根据网络所使用的操作系统的不同, 可以将其分成不同类型的网络。例如, Novell 网络、Windows 网络、UNIX 网络和 Linux 网络等。这种分类是以不同公司的不同操作系统为标志的。

1.3 计算机网络体系结构

一个计算机网络系统是由各个结点相互连接而成的, 目的是实现各个结点间的相互通信和资源共享, 这里的结点就是具有通信功能的计算机系统。那么, 怎样构造计算机系统的通信功能, 才能实现这些系统之间, 尤其是不同种计算机系统之间的相互通信呢? 这就是网络体系结构要解决的问题。网络体系结构通常采用层次化结构, 定义计算机网络系统的组成方法、系统的功能和提供的服务。

1.3.1 网络层次结构的基本概念

计算机网络是由数台、数十台乃至上千台计算机系统通过通信网络连接而成的一个非常复杂的系统。为了简化对复杂的计算机网络的研究、设计和分析工作, 同时也为了使网络中的不同的计算机系统、不同的通信系统和不同的应用能够互相连接(互连)和互相操作(互操作), 人们想过许多种方法, 其中一种基本的方法就是针对计算机网络所执行的各种功能, 设计出一种网络体系结构模型, 从而可使网络的研究工作摆脱一些烦琐的具体事物, 使问题抽象化、形象化, 使复杂问题得到简化; 同时, 也为不同的计算机系统之间的互连和互操作提供相应的规范和标准。

1. 层次结构

基本的网络体系结构模型是层次结构模型, 如图 1-8 所示。所谓层次结构, 就是指把一个复杂的系统设计问题分解成多个层次分明的局部问题, 并规定每一层次所必须完成的功能。层次结构提供了一种按层次来观察网络的方法, 它描述了网络中任意两个结点间的逻辑连接和信息传输。

同一系统体系结构中的各相邻层间的关系是下层为上层提供服务, 上层利用下层提供的服务完成自己的功能, 同时再向更上一层提供服务。因此, 上层可看成是下层的用户,

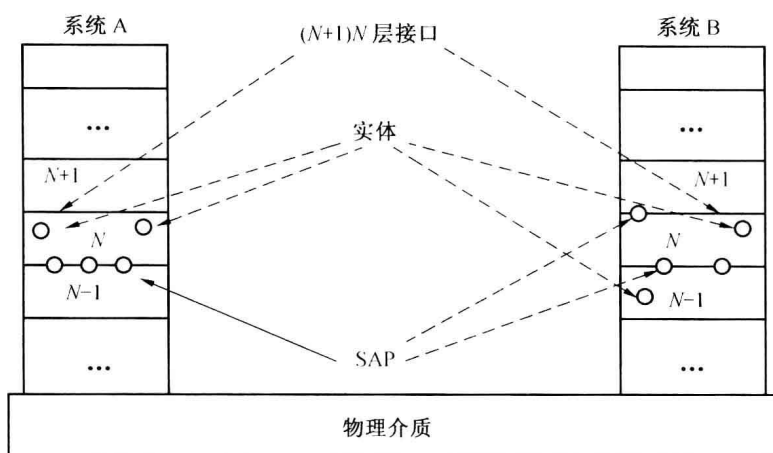


图 1-8 层次结构模型

下层是上层的服务提供者。系统的顶层执行用户要求做的工作，直接与用户接触，可以是用户编写的程序或发出的命令。系统的底层直接与物理介质相接触，通过物理介质实现不同系统之间的沟通。

不同系统的相同层次称为对等层（或同等层），如图 1-8 中系统 A 的第 N 层与系统 B 的第 N 层就是对等层。每层中参与网络通信的设备和程序称为实体，对等层的实体称为对等实体。

同一系统相邻层之间都有一个接口，接口定义了下层向上层提供的原语（primitive）操作和服务。上层调用下层所提供的服务必须通过和下层交换一些命令，这些命令称为服务原语。同一系统相邻两层实体交换信息的位置称为服务访问点（Service Access Point, SAP），它是相邻两层实体的逻辑接口，也可说 N 层 SAP 都有一个唯一的地址，供服务用户间建立连接之用。相邻层之间要交换信息，对接口必须有一个一致遵守的规则，这就是接口协议。

2. 网络协议

在计算机网络中，相互通信的双方处在不同的地理位置，其上的两个实体相互通信，需要通过交换信息来协调它们的动作以使其达到同步。而信息的交换必须按照预先约定好的规则进行，这种在计算机网络中通信双方都遵守的规则称为网络协议。

如图 1-8 所示，两个系统各层间存在两类通信：一类是对等通信，如系统 A 的第 N 层实体与系统 B 的第 N 层实体之间的通信；另一类是在一个系统中的相邻层实体之间的通信，如系统 A 的第 N 层实体与第 $N+1$ 层实体之间的通信。层间的这两类通信各有其不同的规则或约定，通常把对等层实体之间（水平）相互通信所遵守的规则称为对等层协议，简称协议（如第 N 层协议，第 $N+1$ 层协议等）；把相邻层实体间（垂直）的通信规则称为接口协议，简称接口（如 $N/N+1$ 层接口）。各层的协议只对所属层的操作有约束力，而不涉及其他层。整个网络的协议就是由这些对等层协议和接口协议共同组成的。在进行网络设计时，除要解决对等层的协议问题外，还要解决接口协议问题。只有这两种问题都得到了解决，整个网络系统才能正常运行。

计算机网络的协议主要由语法、语义和时序（也称语序或同步）3个要素构成。语法规定通信双方彼此“如何讲”，即确定协议元素的格式，如数据和控制信息的格式；语义规定通信双方彼此“讲什么”，即确定协议元素的类型及功能，如规定通信双方要发出的控制信息、执行的动作和返回的应答等；时序规定通信双方彼此之间“讲的顺序”，即通信过程中的应答关系和状态变化关系。

3. 网络体系结构

网络体系结构（Network Architecture）是计算机网络的分层、各层协议、功能和层间接口的集合。不同的网络体系结构，其层的数量、各层的名称、内容和功能以及各相邻层之间的接口都不一样。然而，在任何网络中，每一层都是为了向它的邻接上层提供一定的服务而设置的，而且每一层都对上层屏蔽如何实现协议的具体细节。这样，网络体系结构就能做到与具体的物理实现无关，哪怕连接到网络中的主机和终端的型号及性能各不相同，只要它们共同遵守相同的协议就可以实现互通信和互操作。

由此可见，计算机网络体系结构实际上是一组设计原则，是一个抽象的概念，因为它不涉及具体的实现细节，只是网络体系结构的说明必须包括足够的信息，以便网络设计者能为每一层编写符合相应协议的程序。因此，网络的体系结构与网络的实现不是一回事，前者仅告诉网络设计者应“做什么”，而不是“怎样做”。

1.3.2 OSI 参考模型

1. OSI 参考模型概述

ISO 提出 OSI 参考模型的目的，就是要使在各种终端设备之间、计算机之间、网络之间、操作系统进程之间互相交换信息的过程中，能够逐步实现标准化。参照这种参考模型进行网络标准化的结果，就能使得各个系统之间都是“开放”的，而不是封闭的。即凡是遵守这一模型的系统之间都可以互相连接以交换信息。含有通信子网的 OSI 参考模型如图 1-9 所示。

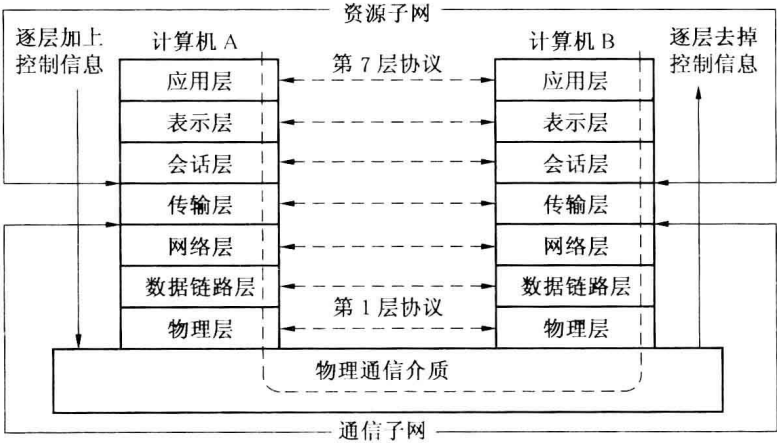


图 1-9 OSI 参考模型

在 OSI 参考模型中，由下至上分别为第 1 层到第 7 层，物理层属于第 1 层，应用层为第 7 层。OSI 参考模型中各层的主要功能如下：