

计算机网络

主编 辛海涛

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

普通高等院校电气信息类专业系列教材

计算机网络

主 编 辛海涛
副主编 宁士勇 刘湛清 程 涛
参 编 冯 剑 朱海波 程日来
张艳荣 张 楠

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书共分8章,内容涵盖了全国计算机相关专业研究生入学考试的所有知识点,各章附有与章节内容相对应的练习题,同时提供了配套的实验内容。

本书的特点是概念准确、叙述严谨、图文生动、易于理解。本书以通俗易懂的方式阐述了计算机网络的原理与协议,注重分析各种技术的原理与应用方法。

本书可供所有专业的大学本科学生使用,对从事网络工作的工程技术人员也有一定的参考价值。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络 / 辛海涛主编. -- 北京 : 北京理工大学出版社, 2021.5(2021.7重印)

ISBN 978-7-5682-9847-6

I. ①计… II. ①辛… III. ①计算机网络-教材
IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2021)第092063号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68944723 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 /

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 18.25

字 数 / 426千字

版 次 / 2021年5月第1版 2021年7月第2次印刷

定 价 / 54.00元

责任编辑 / 封 雪

文案编辑 / 毛慧佳

责任校对 / 刘亚男

责任印制 / 李志强

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前 言

计算机网络是一门快速发展的学科，也是一门应用领域极其广泛的学科，对科学、技术和经济发展具有极大的意义。高等学校的计算机相关专业都开设了这门课程，计算机网络教材的建设对于培养网络方面的技术人才具有重要的意义。

本书以计算机网络中最基本和最关键的问题为核心，以互联网和成熟技术为实例，讲解和分析了计算机网络中的基本原理、协议和技术。

本书共 8 章。第 1 章为计算机网络概述，主要介绍计算机网络的定义、分类、组成、体系结构、性能指标等；第 2 章为物理层，主要介绍数据通信基础、网络通信介质和信道复用技术等；第 3 章为数据链路层，主要介绍数据链路层的功能、点对点协议、传统以太网、无线局域网等；第 4 章为网络层，主要介绍 IP、IP 数据报转发、路由选择协议、IPv6 技术等；第 5 章为传输层，主要介绍 UDP 和 TCP 数据报、拥塞控制等；第 6 章为应用层，主要介绍域名系统、电子邮件、文件传送协议（FTP）、多媒体网络应用等；第 7 章为网络安全，主要介绍信息加密技术、网络安全解决方案等；第 8 章为实验实训，主要内容为网络基本实验。

本书的参考学时数为 52 课时。其中，理论教学 44 课时，实验教学 8 课时。在理论课时数较少的情况下，可以只讲述前 6 章，这样就可以让学生完成计算机网络基本知识的学习。各章的参考教学课时见以下的课时分配表。

章节	课程内容	课时分配
第 1 章	计算机网络概述	4
第 2 章	物理层	4
第 3 章	数据链路层	8
第 4 章	网络层	12
第 5 章	传输层	8
第 6 章	应用层	4
第 7 章	网络安全	4
第 8 章	实验实训	8
合计	—	52

本书由哈尔滨商业大学计算机与信息工程学院教师团队编写。其中，辛海涛、张楠编写第 1 章，辛海涛、冯剑、张艳荣编写第 2 章；程涛编写第 3 章；宁世勇、辛海涛编写第 4 章；刘湛清、程日来、张艳荣编写第 5 和第 8 章；程日来编写第 6 章；朱海波编写第 7 章。本书在编写的过程中得到了学院领导的大力支持，在此向所有关心和支持本书出版的人员表示衷心的感谢。

由于时间仓促，编者水平和经验有限，书中难免存在疏漏，恳请广大读者批评指正。电子邮件请发送至 101181@hrbcu.edu.cn。

编 者

第1章 计算机网络概述	1
1.1 计算机网络的形成	1
1.2 计算机网络的定义与分类	2
1.2.1 计算机网络的定义	2
1.2.2 计算机网络的分类	3
1.3 计算机网络的组成	6
1.4 计算机网络体系结构	8
1.4.1 层次结构体系	8
1.4.2 ISO/OSI 参考模型	9
1.4.3 TCP/IP 体系结构	11
1.5 计算机网络在我国的发展.....	14
1.6 计算机网络性能指标.....	15
1.7 互联网.....	16
第2章 物理层	19
2.1 物理层概述.....	19
2.2 数据通信基础.....	20
2.2.1 数据通信模型	21
2.2.2 编码调制	22
2.2.3 信道速率的计算	25
2.3 网络通信介质.....	27
2.3.1 导引型通信介质	27
2.3.2 非导引型通信介质	30
2.4 信道复用技术.....	31
2.4.1 时分多路复用	31
2.4.2 频分多路复用	32
2.4.3 波分多路复用	32
2.4.4 码分多路复用	32
第3章 数据链路层	35
3.1 数据链路层的功能.....	35
3.1.1 封装成帧	36
3.1.2 透明传输	39
3.1.3 差错检测	40



3.2	点对点协议	43
3.2.1	点对点协议的特点	43
3.2.2	点对点协议的帧格式	45
3.3	传统以太网	47
3.3.1	CSMA/CD 协议	48
3.3.2	信道利用率	52
3.3.3	以太网的 MAC 层	53
3.4	扩展以太网	56
3.4.1	以太网交换机	56
3.4.2	以太网的扩展	59
3.4.3	虚拟局域网	61
3.5	无线局域网	63
3.5.1	无线局域网概述	63
3.5.2	802.11 局域网 MAC 协议	64
3.5.3	Wi-Fi	65
3.5.4	蓝牙	66
3.5.5	蜂窝移动网络技术	67
第 4 章	网络层	71
4.1	网络层概述	71
4.1.1	网络层提供的两种服务	71
4.1.2	分组转发的路由选择	76
4.2	网际协议	78
4.2.1	虚拟互连网络	78
4.2.2	分类的 IP 地址	81
4.2.3	IP 地址与硬件地址	85
4.2.4	地址解析协议	87
4.2.5	IP 数据报的格式	90
4.2.6	IP 层转发分组的流程	94
4.3	划分子网和构造超网	96
4.3.1	划分子网	96
4.3.2	使用子网时分组的转发	102
4.3.3	无分类路由选择	103
4.4	ICMP	109
4.4.1	ICMP 报文的种类	110
4.4.2	ICMP 的应用举例	112
4.5	互联网的路由选择协议	113
4.5.1	有关路由选择协议的几个基本概念	113
4.5.2	路由信息协议	115
4.5.3	开放最短路径优先协议	121



4.5.4 边界网关协议	125
4.6 IP 多播	129
4.6.1 IP 多播的基本概念	129
4.6.2 在局域网上进行硬件多播	130
4.6.3 网际组管理协议和多播路由选择协议	131
4.7 IPv6	136
4.7.1 IPv6 的基本首部	136
4.7.2 IPv6 的地址	139
4.7.3 从 IPv4 向 IPv6 过渡	141
4.7.4 ICMPv6	143
第 5 章 传输层	144
5.1 传输层概述	144
5.1.1 传输层协议	145
5.1.2 复用与分用	146
5.2 UDP	148
5.2.1 UDP 概述	148
5.2.2 UDP 报文格式	149
5.3 TCP	151
5.3.1 可靠传输基本原理	152
5.3.2 TCP 报文格式	155
5.3.3 可靠传输	158
5.3.4 流量控制	166
5.4 拥塞控制	169
5.4.1 拥塞控制原因	169
5.4.2 拥塞控制方法	171
5.4.3 TCP 的拥塞控制	172
5.5 TCP 传输连接原理	176
5.5.1 TCP 连接的建立	177
5.5.2 连接释放	178
第 6 章 应用层	182
6.1 域名系统	182
6.1.1 域名	183
6.1.2 域名服务器	185
6.1.3 域名解析过程	187
6.1.4 DNS 报文格式	188
6.2 电子邮件	189
6.2.1 电子邮件概述	189
6.2.2 邮件传输协议	191
6.2.3 电子邮件的扩展 MIME	195



6.3	文件传送协议	197
6.3.1	FTP 的基本原理	197
6.3.2	FTP 的命令和返回信息	198
6.4	多媒体压缩格式	200
6.4.1	图像压缩格式	200
6.4.2	音频压缩格式	202
6.4.3	视频压缩格式	202
6.5	多媒体网络应用	204
6.5.1	流式存储音频/视频	205
6.5.2	流式实时音频/视频	207
6.5.3	流式交互音频/视频	209
6.6	多媒体播放器	211
6.6.1	暴风影音	211
6.6.2	PP 视频	211
第 7 章	网络安全	213
7.1	网络安全概述	213
7.1.1	网络安全的定义	213
7.1.2	网络安全的内容	213
7.1.3	计算机网络面临的威胁	214
7.1.4	网络安全措施	216
7.1.5	网络安全策略	217
7.2	信息保密技术	218
7.2.1	密码学的发展历程	218
7.2.2	密码学中的基本术语	221
7.2.3	对称密码体制	222
7.2.4	非对称密码体制	236
7.3	网络安全解决方案	240
7.3.1	防火墙技术	240
7.3.2	网络的安全防范建议	249
第 8 章	实验实训	252
8.1	常用网络命令	252
8.2	网线的制作与测试	256
8.3	使用网络模拟器 Packet Tracer	259
8.4	集线器与交换机配置	262
8.5	使用 Wireshark 分析协议	267
8.6	路由器配置	271
8.7	分析 TCP	278
	参考文献	282

第 1 章

计算机网络概述

计算机网络是计算机与通信技术密切结合的产物。本章对计算机网络的形成、定义与分类、组成、体系结构以及性能指标等方面进行了分析，能够帮助读者对计算机网络有一个全面的认识。

1.1 计算机网络的形成

任何一种新技术的出现都必须具备两个条件，即强烈的社会需求与先期技术的成熟。计算机网络技术的形成与发展也证实了这个规律。1946年，世界上第一台电子数字计算机 ENIAC 在美国诞生时，计算机技术与通信技术并没有直接的联系。20世纪50年代初，美国军方出于需要，对美国半自动地面防空系统（SAGE）进行了计算机技术与通信技术相结合的尝试。它将远程雷达与其他测量设施监测到的信息通过通信线路与一台 IBM 公司生产的计算机连接，进行集中的防空信息处理与控制。

若要实现这样的目的，首先要完成数据通信技术的基础研究。在这项研究的基础上，完全可以将地理位置分散的多个终端通过通信线路连接到一台中心计算机上。用户可以在办公室内的终端输入程序，通过通信线路传送至中心计算机，分时访问和使用其资源进行信息处理，处理结果再通过通信线路回送至用户终端显示或打印。人们把这种以单个计算机为中心的联机系统称为面向终端的远程联机系统。它属于计算机通信网络的一种。20世纪60年代初，美国航空公司（American Airlines）建成的由一台计算机与分布在全美国的2 000多个终端组成的航空订票系统 SABER - 1 就是一种典型的计算机通信网络。

随着计算机应用的发展，出现了多台计算机互联的需求。这种需求主要来自军事、科学研究、地区与国家经济信息分析决策、大型企业经营管理等领域的用户。他们希望将分布在不同地点的计算机通过通信线路互联成为“计算机—计算机”网络。网络用户可以通过计算机来使用本地计算机软件、硬件与数据资源，也可以使用连网的其他地方的计算机软件、硬件与数据资源，以达到资源共享的目的。

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 Projects Agency, ARPA）的 ARPANET（通常将其称为 ARPA 网）。1969年，美国国防部高级研究计

划局提出将多个大学、公司和研究所的多台计算机互联的课题。1969年，ARPANET只有4个结点；1973年已达到40个结点；1983年已经达到100多个结点。ARPANET通过有线、无线与卫星通信线路，将网络覆盖了从美国本土到欧洲与夏威夷的广阔地域。

ARPANET是计算机网络技术发展的重要的里程碑。它对发展计算机网络技术的主要贡献表现在：完成了对计算机网络定义、分类与子课题研究内容的描述，提出了资源子网、通信子网的两级网络结构的概念，研究了报文分组交换的数据交换方法，采用了层次结构的网络体系结构模型与协议体系，促进了TCP/IP的发展，为Internet（互联网）的形成与发展奠定了基础。

ARPANET研究成果对计算机网络发展的意义是深远的。20世纪七八十年代，计算机网络的发展十分迅速，出现了大量的计算机网络，仅美国国防部就资助建立了多个计算机网络。与此同时，世界上还出现了一些研究实验性网络、公共服务网络与校园网。

1.2 计算机网络的定义与分类

1.2.1 计算机网络的定义

在计算机网络发展过程的不同阶段，人们对计算机网络提出了不同的定义。这些定义反映了当时网络技术的发展水平以及人们对网络的认识程度。这些定义可分为三类：广义的观点、资源共享的观点以及用户透明性的观点。从计算机网络的特点看，资源共享的观点能比较准确地描述出其基本特征。

资源共享观点将计算机网络定义为：以能够相互共享资源的方式互联起来的自治计算机系统的集合。这一定义可以从以下4个方面来理解。

1. 计算机网络建立的主要目的是实现资源共享

计算机资源共享包括硬件资源共享、软件资源共享以及数据共享。网络用户既可使用本地计算机资源，又可通过网络访问连网的远程计算机资源，还可以调用网络中几台不同的计算机共同完成某项任务。若要实现这一目的，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等）和网络操作系统（如Netware、Windows 2000 Server、Linux等）。

2. 互联的计算机是分布在不同地理位置的多台独立的“自治计算机”

互联的计算机之间可以没有明确的主从关系，每台计算机既可连网工作，又可脱网独立工作。连网计算机可以为本地用户提供服务，也可以为远程网络用户提供服务。将独立的“自治计算机”称为主机（Host），在网络中也称为结点（Node）或节点。网络中的结点不仅可以是计算机，还可以是其他通信设备，如交换机、路由器等。

3. 连网计算机之间的通信必须遵守共同的网络协议

计算机网络是由多台计算机互联而成，计算机之间需要不断交换数据。为了保证计算机

之间有条不紊地交换数据，网络中的每台计算机都必须遵守某种事先约定好的通信规则。例如，互联网上使用的通信协议是 TCP/IP。

4. 互联计算机之间的连接需要有一条通道，即由传输介质实现物理互联

物理通道既可以是双绞线、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。

1.2.2 计算机网络的分类

随着计算机网络的不断发展，出现了多种形式的计算机网络，因此也就有不同的分类方法及标准。下面介绍几种主要分类方式。

1. 按网络的覆盖范围分类

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。按覆盖的地理范围划分，计算机网络可分为以下4类。

1) 局域网

局域网 (Local Area Network, LAN) 用于将有限范围内 (如一个实验室、一幢大楼、一个校园) 中的各种计算机、终端与外部设备互联成网。局域网技术发展非常迅速，并且应用日益广泛，是计算机网络中最为活跃的领域之一。

从局域网应用的角度看，局域网的技术特点主要表现在以下几方面：

(1) 局域网覆盖有限的地理范围，适用于机关、校园、工厂等有限范围内的计算机、终端与各类信息处理设备联网的需求。

(2) 局域网提供高数据传输速率 (10 Mb/s ~ 10 Gb/s)、低误码率的高质量数据传输环境。

(3) 局域网一般属于一个单位所有，易于建立、维护与扩展。

(4) 从介质访问控制方法的角度来看，局域网可分为共享介质局域网和交换式局域网；从传输介质类型的角度来看，局域网可分为有线局域网和无线局域网。

(5) 局域网可以用于个人计算机局域网、大型计算设备群的后端网络与存储区域网络、高速办公室网络、企业与学校的主干局域网等。

2) 城域网

城市地区网简称城域网 (Metropolitan Area Network, MAN)。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十千米范围内的大量企业、机关、公司的多个局域网互联的需求，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功能。从技术上看，很多城域网采用的是以太网技术，由于城域网与局域网使用的体系结构相同，所以，城域网一般并入局域网中进行讨论。

3) 广域网

广域网 (Wide Area Network, WAN) 也称远程网，覆盖的地理范围从几十千米到几千千米。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。广域网的通信子网利用公用分组交换网、卫星通信网和无线分组交换网，将分布在不同地区的计算机系统

互联，达到资源共享的目的。

4) 个人区域网

个人区域网 (Personnel Area Network, PAN) 覆盖的地理位置范围最小 (通常为 10 m 以内), 用于连接计算机、平板电脑、智能手机、打印机等数字终端设备。个人区域网主要使用无线通信技术实现联网设备之间的通信, 因此更准确的含义是无线个人区域网 (Wireless Personnel Area Network, WPAN)。

2. 按网络采用的传输技术分类

网络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, 通信信道有两种类型: 广播通信信道与点对点通信信道。在广播通信信道中, 多个结点共享一个通信信道, 一个结点广播信息, 其他结点则必须接收信息。在点对点通信信道中, 一条通信线路只能连接一对结点, 如果两个结点之间没有直接连接的线路, 那么它们只能通过中间结点转接。显然, 若要通过通信信道完成数据传输任务, 网络所采用的传输技术也只能有两类: 广播方式与点对点方式。因此, 相应的计算机网络也可分为两类: 广播式网络与点对点式网络。

1) 广播式网络

在广播式网络中, 所有连网计算机共享一条公共通信信道。当一台计算机利用共享通信信道发送报文分组时, 其他计算机都会“收听”到这个分组。由于发送的分组中带有目的地址与源地址, 接收到该分组的计算机将检查目的地址是否与本结点地址相同。若被接收报文分组的目的地址与本结点的地址相同, 则接收该分组; 否则, 丢弃该分组。显然, 在广播式网络中, 发送的报文分组的目的地址可以有三类: 单一结点地址、多结点地址与广播地址。

2) 点对点式网络

在点对点式网络中, 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需要通过中间结点的接收、存储与转发来实现, 直至到达目的结点。由于连接多台计算机之间的线路结构可能是复杂的, 因此, 从源结点到目的结点可能存在多条路由 (即路径)。采用分组存储转发与路由选择机制是点对点式网络和广播式网络的重要区别之一。

3. 按网络的拓扑结构分类

拓扑学是几何学的一个分支, 它是从图论演变而来的。拓扑学将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、面之间的关系。网络拓扑是通过网络结点与通信线路之间的几何关系来表示网络结构, 反映网络中的各实体之间的结构关系的。网络拓扑设计是建设计算机网络的第一步, 也是实现各种网络协议基础, 对网络性能、系统可靠性与通信费用都有很大影响。

常见的计算机网络拓扑结构有星型拓扑结构、环型拓扑结构、总线型拓扑结构、树型拓扑结构和网状拓扑结构, 如图 1-1 所示。其中, 星型拓扑结构、环型拓扑结构和总线型拓扑结构是三种基本的拓扑结构。实际生活中的网络往往是多种拓扑结构的组合。

1) 星型拓扑结构

星型拓扑结构如图 1-1 (a) 所示, 是一种集中控制式的结构, 以一台设备为中央结

点，其他外围结点都通过一条点到点的链路单独与中心结点相连，各外围结点之间的通信必须通过中央结点进行。其优点是结构简单，容易实现，在网络中增加新的结点也很方便，易于维护、管理及实现网络监控，某个结点与中央结点的链路故障不影响其他结点间的工作；缺点是网络对中央结点的要求较高，如果中央结点发生故障，就会使整个网络瘫痪。

2) 环型拓扑结构

环型拓扑结构如图 1-1 (b) 所示，各结点通过链路连接，在网络中形成一个首尾相接的闭合环路，信息在环中作单向流动，通信线路共享。其优点是结构简单，容易实现，信息的传输延迟时间固定；缺点是网络建成后，增加新结点较困难，此外，链路故障对网络的影响较大，只要有一个结点或一处链路发生故障，就会造成整个网络瘫痪。

3) 总线型拓扑结构

总线型拓扑结构如图 1-1 (c) 所示，所有结点均连接到一条称为总线的公共线路上，即所有结点共享同一条数据通道，结点间通过广播进行通信。其优点是结构简单，易于实现，组网灵活方便，所用的线缆最短，增加和撤销结点比较灵活，个别结点发生故障不影响网络中其他结点的正常工作；缺点是传输能力低，易发生“瓶颈”现象，安全性低，链路故障对网络性能的影响大，总线的故障会导致网络瘫痪，此外，结点数量的增多也会影响网络性能。

4) 树型拓扑结构

树型拓扑结构如图 1-1 (d) 所示，是一种分层结构，信息交换主要在上、下结点之间进行，相邻及同层结点一般不进行数据交换。树型拓扑结构比星型拓扑结构复杂，数据在传输过程中需要经过多条链路，延迟较大，适用于分级管理和控制的网络系统，是广域网或规模较大的快速以太网中常用的一种拓扑结构。

5) 网状拓扑结构

网状拓扑结构如图 1-1 (e) 所示，由分布在不同地点且各自独立的结点经链路连接而成，每个结点至少有一条链路与其他结点相连，每两个结点间的通信链路可能不止一条，需进行路由选择。其优点是可靠性高，灵活性好，结点的独立处理能力强，信息传输容量大；缺点是结构复杂，管理难度大，投资费用高。网状拓扑结构是一种广域网常用的拓扑结构，互联网大多也采用这种结构。

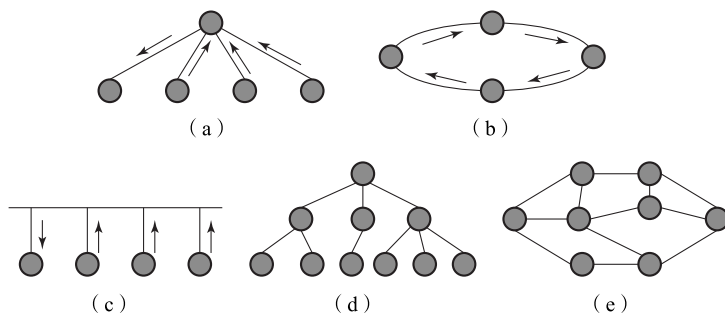


图 1-1 计算机网络拓扑结构

(a) 星型拓扑结构；(b) 环型拓扑结构；(c) 总线型拓扑结构；
(d) 树型拓扑结构；(e) 网状拓扑结构



4. 按网络的管理方式分类

1) 对等网络

对等网络 (Peer to Peer Network) 是最简单的网络, 不需要专门的服务器, 接入网络的每台计算机都是平等的, 既可使用其他计算机资源, 又可为其他计算机提供资源。对等网络比较适合作为部门内部协同工作的小型网络, 适合小于 10 台计算机的网络连接, 自行管理。对等网络组建简单, 不需要专门的服务器, 各用户分散管理自己机器的资源, 因而网络维护容易; 但较难实现数据的集中管理与监控, 整个系统的安全性也较低。

2) 客户机/服务器网络

在客户机/服务器网络 (Client/Server Network) 中, 有一台或多台高性能的计算机专门与其他计算机提供服务, 这类计算机称为服务器; 而其他与之相连的用户计算机通过向服务器发出请求可获得相关服务, 这类计算机称为客户机。客户机/服务器网络是一种由客户机向服务器发出请求并获得服务的网络形式, 而服务器专门提供客户端所需的资源, 服务器根据其提供的服务配备相应的硬件设备。

5. 按网络的使用者分类

1) 公用网络

公用网络 (Public Network) 是指由国家电信公司 (国有或私有) 出资建造的大型网络。“公用”的意思是所有愿意按电信公司规定交纳费用的人都可以使用, 因此公用网络也称为公众网络。

2) 专用网络

专用网络 (Private Network) 是某个部门为单位的特殊业务工作的需要而建造的网络。这种网络不向本单位以外的人提供服务。例如, 军队、铁路、电力、银行、证券等均有自己的专用网络。

1.3 计算机网络的组成

计算机网络要完成数据处理与数据通信两大基本功能, 因此, 计算机网络从逻辑功能上可分为两部分: 资源子网与通信子网。计算机网络的基本结构如图 1-2 所示。

1. 资源子网

资源子网由主机 (Host)、终端 (Terminal)、终端控制器、连网外设、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业务, 向网络用户提供各种网络资源与网络服务。

1) 主机

主机是资源子网的主要组成单元, 既可以是大型机、中型机、小型机, 也可以是局域网中的微型计算机。主机是软件资源和信息资源的拥有者, 一般通过高速线路和通信子网中的结点相连。

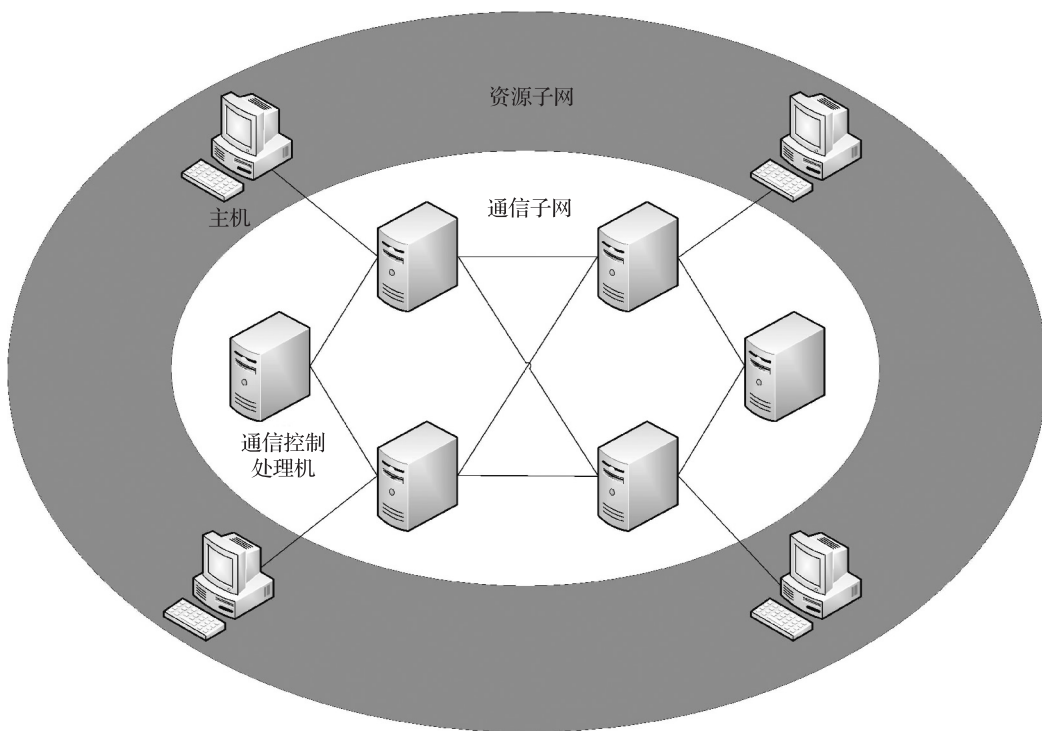


图 1-2 计算机网络的基本结构

2) 终端

终端是直接面向用户的交互设备。终端的种类很多，如交互终端、显示终端、智能终端、图形终端等。

3) 连网外设

连网外设主要是指网络中的一些共享设备，如高速打印机、绘图仪和大容量硬盘等。

2. 通信子网

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。通信子网负责完成网络数据传输、路由与分组转发等通信处理任务。

1) 通信控制处理机

通信控制处理机在网络拓扑结构中被称为网络结点。其主要功能：一是作为主机和网络接口来负责管理和收发主机和网络所交换的信息；二是作为发送信息、接收信息、交换信息和转发信息的通信设备来负责接收其他网络结点送来的信息，然后选择一条合适的通信线路发送出去，以完成信息的交换和转发。

2) 通信线路

通信线路是网络结点间信息传输的通道。其传输媒体主要有双绞线、同轴电缆、光纤、无线电和微波等。

1.4 计算机网络体系结构

1.4.1 层次结构体系

1. 网络协议的概念

计算机网络由多个网络结点组成，结点之间需要不断交互数据与控制信息。为了有条不紊地交换数据，每个结点都必须遵守事先约定的一些规则。这些规则明确规定了交换数据的格式和时序。为网络数据交换而制定的规则、约定与标准称为网络协议。

网络协议主要有3个要素：

- (1) 语法：用户数据与控制信息的结构与格式。
- (2) 语义：需要发送何种控制信息，以及要完成的动作与响应。
- (3) 时序：对事件实现顺序的详细说明。

2. 网络层次的划分

层次结构是对复杂问题采取“分而治之”的模块化处理方法。它将一个复杂问题分解为多个可控制的小问题分别解决，可大大降低复杂问题的处理难度，这就是网络研究中采用层次结构的直接动力。

计算机网络按层（Layer）的方式来组织，高层都建立在低层之上。不同网络，其层的数量，各层的名字、内容和功能都不尽相同。在所有计算机网络中，每一层的目的都是向更高层提供一定的服务，而实现服务的细节对高层加以屏蔽。

网络层次的好处如下：

- (1) 各层之间是独立的。高层不需要知道低层是如何实现功能的，仅需要得到该层通过层间的接口（即界面）提供的服务。
- (2) 灵活性好。当任何一层发生变化时（如由于技术的变化），只要层间接口关系保持不变，这层以上或以下各层都不受影响。此外，对某一层提供的服务还可进行修改。当某层提供的服务不再需要时，甚至可将这层取消。
- (3) 结构上可分割开。各层都采用最合适的技术来实现。
- (4) 易于实现和维护。整个系统被分解为多个易于处理的部分。这种结构使一个庞大而复杂的系统的实现和维护变得易于控制。
- (5) 能促进标准化工作。每层功能与提供的服务都有精确的说明。

分层时应注意，每层功能应非常明确。若层数太少，就会使每层的协议过于复杂。但层数太多又会在描述和综合各层功能时遇到较多的困难。通常网络各层所要完成的功能主要如下：

①差错控制：检测或纠正数据在传输过程中的差错，使得和网络对等端的相应层次的通信更加可靠。

- ②流量控制：控制发送端的发送速率不要太高，要使接收端来得及接收。
- ③分段和重装：发送端先将要发送的数据块划分为适当的大小，然后在接收端将其还原。
- ④复用和分用：发送端几个高层会话复用一条低层的连接，在接收端再进行分用。
- ⑤连接建立和释放：交换数据前先建立一条逻辑连接，待数据传输结束后再释放连接。
- ⑥寻址：发送端的分组通过寻址传送到目的端。

当然，分层也有一些缺点，例如，有些功能会在不同的层次中重复出现，因而产生了额外开销。

3. 网络体系结构

网络体系结构（Network Architecture）是网络层次模型和各层协议的集合，是计算机网络及其构件所应实现的功能的精确定义。体系结构只对各层功能进行定义，不讨论功能的具体实现问题。所以，网络体系结构是抽象的，而实现是具体的，是真正在运行的计算机硬件和软件。

1.4.2 ISO/OSI 参考模型

1974年，国际标准化组织 ISO 定义了网络互联 7 层框架，即开放系统互联（Open System Interconnection, OSI）参考模型，如图 1-3 所示。在 OSI 中“开放”是指：只要遵循 OSI 标准，一个系统就可以与位于世界上任何地方、同样遵循同一标准的其他任何系统进行通信。

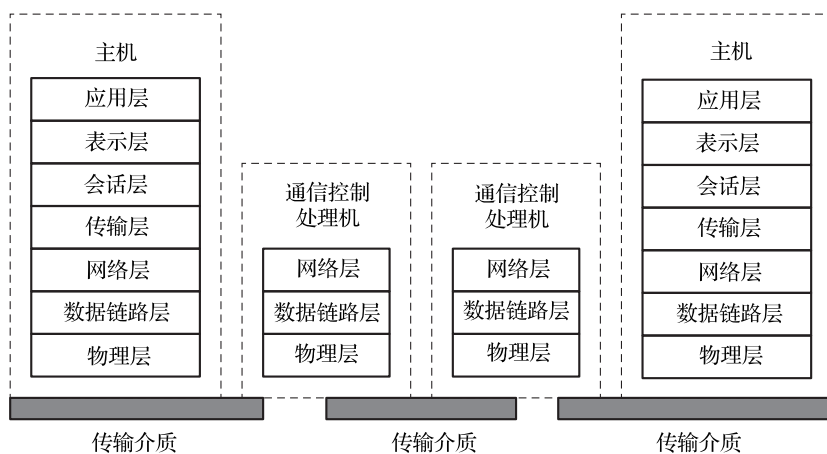


图 1-3 OSI 参考模型结构示意图

1. OSI 参考模型分层原则

OSI 参考模型采用的方法是：将整个庞大而复杂的问题划分为若干个容易处理的小问题，这就是分层的体系结构方法。具体分层原则如下：

- (1) 每层功能的选择应着眼于使该层协议标准化。