

计算机 网络技术与应用

肖仁锋 尤凤英 刘洪海 主 编
李兴福 刘晓玲 韦 银 王 冰 副主编



+



+



+



- ◆ 以基础理论—实用技术—实训为主线
- ◆ 按照教与学的实际需要取材谋篇
- ◆ 精心设置了“小型案例实训”，旨在培养学生的实践能力
- ◆ 配备丰富的免费教学资源——电子课件、习题答案

全国高等院校应用型创新规划教材·计算机系列

计算机网络技术与应用

肖仁锋 尤凤英 刘洪海 主 编

李兴福 刘晓玲 韦 银 王 冰 副主编

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书将计算机网络技术与通信技术相结合,以 TCP/IP 协议为基础,全面系统地阐述计算机网络所涉及的基本概念和基本内容。全书共分为 11 章,分别介绍了计算机网络的基本概念和发展历史、Internet 基础、计算机网络体系结构、物理层及通信技术基础、数据链路层的基本概念和功能、网络层与路由器的工作原理,以及传输层、会话层、表示层和应用层的基本内容,还有局域网的相关技术和协议、无线网络技术、网络管理和网络安全等内容。

本书的内容组织、案例设计新颖,在以往网络基础理论基础上增加了大量的教学案例,体现了“学中做、做中学”的思想,可作为普通本科院校和高职高专院校的教学用书以及其他相关读者的学习用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术与应用/肖仁锋,尤凤英,刘洪海主编. —北京:清华大学出版社,2016
(全国高等院校应用型创新规划教材·计算机系列)

ISBN 978-7-302-42151-1

I. ①计… II. ①肖… ②尤… ③刘… III. ①计算机网络—高等学校—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 271772 号

责任编辑:汤涌涛 李玉萍

封面设计:杨玉兰

责任校对:王 晖

责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62791865

印装者:北京密云胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:23 字 数:547 千字

版 次:2016 年 1 月第 1 版 印 次:2016 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:46.00 元

产品编号:063716-01

前 言

计算机网络是计算机技术和通信技术紧密结合并不断发展的一门学科，是 20 世纪最伟大的科技成就之一。它的理论发展和应用水平直接反映了一个国家高新技术的发展水平，并成为反映一个国家现代化程度和综合国力的重要标志。

计算机网络正在改变着我们的工作和生活的各个方面，推进着全球信息革命的进程。我们紧跟网络技术的发展，编写适应目前高校教学需求并贴合当代计算机网络发展现状和趋势的这本书。在本书的编写过程中，我们始终把内容的可读性、实用性、先进性和科学性作为编写原则，力求做到内容新、结构清晰、概念准确、理论联系实际的目标。本书作者多年来一直位居网络教学一线，有着丰富的理论基础和实践经验，在书中用大量的实例深入浅出地讲解了计算机网络的相关知识，使读者易读易懂，轻松掌握计算机网络技术。

本书具有如下特色。

1. 全面系统的基础理论

本书系统地介绍了网络基础和网络体系结构，详细介绍了 TCP/IP 参考模型和 OSI/RM 参考模型中涉及的重要原理和协议。另外，还结合实用的网络技术，循序渐进，让读者在掌握各种实用网络技术的基础上建立完整的理论体系。

2. 内容新颖

本书在大量的网络素材中选材精炼，力求做到内容新颖、详略得当，介绍了必要的理论基础，也补充了部分最新的知识和技能，实现了与时俱进的目标。本书内容为教师创造了良好的教学空间，为学生提供了良好的学习空间。

3. 大量的案例应用

本书在介绍理论的基础上，根据每章内容涉及的实用技术设计了多个相关的案例，帮助学生在学中做、做中学，做到了理论联系实际。

4. 实用性强

本书按照由浅入深、循序渐进的思路，详细地介绍了计算机网络技术的教学大纲知识，并配合一些经典的实用案例进行讲解，帮助读者达到学以致用目的。

本书的第 1 章到第 5 章由肖仁锋老师编写，第 6 章到第 8 章由刘洪海老师编写，第 9 章到第 11 章由李兴福老师编写。同时，在本书的编写过程中，尤凤英、刘晓玲、韦银、王冰等多位同事和朋友参与协助，在此深表感谢。

限于作者的水平，本书难免存在不当之处，恳请广大读者批评指正，作者邮箱：renfengx@sina.com。

编 者

目录

第 1 章 计算机网络基础.....	1
1.1 计算机网络概述.....	2
1.1.1 计算机网络的产生.....	2
1.1.2 计算机网络的发展.....	2
1.2 计算机网络的定义.....	6
1.3 计算机网络的功能.....	7
1.4 计算机网络的组成.....	8
1.5 计算机网络的分类.....	9
1.5.1 按网络覆盖的地理范围分类.....	9
1.5.2 按网络的拓扑结构分类.....	10
1.5.3 按物理结构和传输技术分类.....	12
1.5.4 按传输介质分类.....	12
1.5.5 按带宽速率分类.....	12
1.5.6 按网络的交换方式分类.....	12
1.6 计算机网络的应用.....	13
1.7 计算机网络发展前景.....	16
1.8 本章小结.....	18
1.9 本章习题.....	18
第 2 章 Internet 概述.....	21
2.1 Internet 的发展历史.....	22
2.2 Internet 的接入技术.....	24
2.3 Internet 的地址.....	29
2.3.1 IP 地址的结构.....	29
2.3.2 IP 地址的分类.....	29
2.3.3 特殊的 IP 地址.....	30
2.3.4 子网掩码.....	32
2.4 域名系统 DNS.....	34
2.4.1 域名结构.....	34
2.4.2 DNS 查询方式.....	35
2.4.3 DNS 工作过程.....	36
2.5 Internet 提供的服务.....	37
2.5.1 WWW 服务.....	37
2.5.2 电子邮件服务.....	41

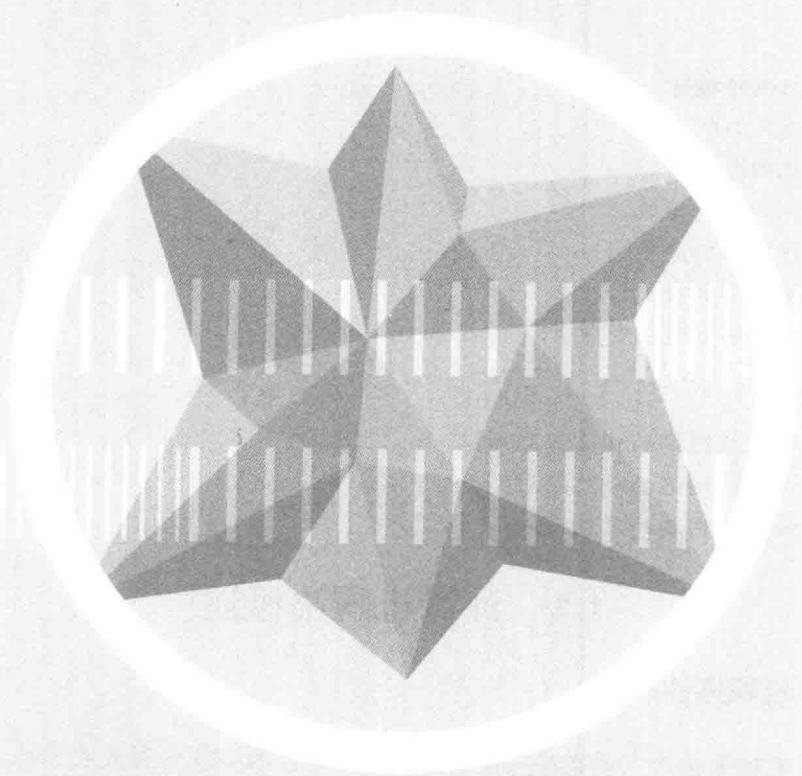
2.5.3 FTP 服务.....	45
2.5.4 Telnet 服务.....	47
2.5.5 BBS 服务.....	48
2.6 Internet 的组织管理机构.....	49
2.7 小型案例实训.....	51
2.8 本章小结.....	60
2.9 本章习题.....	60
第 3 章 网络体系结构.....	63
3.1 网络体系结构概述.....	64
3.1.1 基本概念.....	64
3.1.2 服务类型.....	67
3.1.3 服务原语.....	68
3.2 OSI 参考模型.....	70
3.2.1 OSI 参考模型概述.....	70
3.2.2 OSI 参考模型各层描述.....	71
3.2.3 OSI 参考模型的数据封装.....	74
3.2.4 OSI 通信方式.....	74
3.3 TCP/IP 参考模型.....	76
3.3.1 TCP/IP 四层模型.....	76
3.3.2 OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型的比较.....	77
3.4 本章小结.....	79
3.5 本章习题.....	79
第 4 章 物理层.....	81
4.1 物理层功能.....	82
4.2 物理层特性.....	82
4.3 物理层协议.....	85
4.3.1 RS-232-C 协议.....	85
4.3.2 CCITT X.21 建议.....	88
4.4 通信基础.....	90
4.4.1 基本概念.....	90
4.4.2 数据通信的主要技术指标.....	94
4.4.3 多路复用技术.....	96

4.4.4	数据编码技术.....	98	5.6.2	LAN 中的数据链路层.....	144
4.4.5	网络传输介质.....	101	5.6.3	Internet 的数据链路层协议....	144
4.4.6	数据交换技术.....	109	5.7	本章小结	147
4.5	小型案例实训	112	5.8	本章习题	147
4.6	本章小结	114	第 6 章	网络层.....	149
4.7	本章习题.....	114	6.1	网络层概述	150
第 5 章	数据链路层.....	117	6.1.1	为什么需要网络层	150
5.1	数据链路层概述.....	118	6.1.2	网络层的功能概述	151
5.1.1	数据链路层协议和设备.....	118	6.1.3	网络层所提供的服务	151
5.1.2	数据链路层的分层结构 及各自作用	119	6.2	网络层功能	152
5.1.3	数据链路层主要功能概述.....	120	6.2.1	路由选择	153
5.1.4	链路层向网络层提供的 服务	122	6.2.2	网络互联	159
5.2	帧同步功能.....	123	6.2.3	拥塞控制	161
5.2.1	字符计数法.....	123	6.3	网络互联设备	163
5.2.2	字符填充的首尾定界符法.....	124	6.3.1	网卡	163
5.2.3	比特填充的首尾定界符法.....	126	6.3.2	中继器	165
5.2.4	违法编码法.....	127	6.3.3	集线器	167
5.3	差错控制功能.....	127	6.3.4	调制解调器	171
5.3.1	差错控制概述.....	128	6.3.5	网桥	172
5.3.2	差错编码方案.....	128	6.3.6	交换机	176
5.4	流量控制功能.....	133	6.3.7	路由器	179
5.4.1	XON/XOFF 方案.....	133	6.3.8	网关	183
5.4.2	停止等待协议.....	134	6.3.9	设备的辨别与选择	185
5.4.3	滑动窗口协议.....	135	6.4	TCP/IP 的网络层.....	188
5.4.4	窗口协议机制.....	136	6.4.1	IP 协议	189
5.5	数据链路层服务.....	141	6.4.2	ARP 协议与 RARP 协议.....	191
5.5.1	LLC 向网络层提供的基础 呼叫服务	141	6.4.3	ICMP 协议	192
5.5.2	MAC 子层向 LLC 子层提供的 基础呼叫服务	142	6.5	小型案例实训	193
5.5.3	LLC 子层间的通信协议	142	6.6	本章小结	198
5.6	数据链路层协议实例.....	143	6.7	本章习题	198
5.6.1	媒体访问控制及 MAC 地址.....	143	第 7 章	传输层.....	201
			7.1	传输层概述	202
			7.1.1	传输层的地位	202
			7.1.2	传输层的功能	203

7.1.3 传输层的服务类型.....	203	9.1.2 局域网的拓扑结构及传输 介质	242
7.1.4 传输层的协议等级.....	204	9.1.3 局域网参考模型	245
7.1.5 传输层端口.....	205	9.1.4 信道的多路访问控制.....	247
7.2 TCP 协议	206	9.2 以太网基本技术	247
7.2.1 TCP 报文格式	207	9.2.1 媒体访问控制技术	248
7.2.2 TCP 建立连接过程	208	9.2.2 数据链路和帧	252
7.2.3 TCP 释放连接过程	209	9.3 10Mbps 以太网	254
7.2.4 TCP 流量控制	210	9.3.1 10Mbps 以太网的连接种类.....	254
7.3 UDP 协议.....	211	9.3.2 以太网集线器	256
7.3.1 UDP 协议概述.....	211	9.4 交换式以太网	258
7.3.2 UDP 数据报格式.....	211	9.4.1 以太网交换原理	258
7.3.3 UDP 数据报最大长度.....	212	9.4.2 全双工以太网	263
7.4 本章小结.....	212	9.4.3 虚拟局域网	264
7.5 本章习题.....	212	9.5 高速以太网	268
第 8 章 会话层、表示层和应用层	215	9.5.1 100Mbps 快速以太网.....	269
8.1 会话层.....	216	9.5.2 千兆以太网	271
8.1.1 会话层概述.....	216	9.5.3 万兆以太网	273
8.1.2 会话层工作原理.....	217	9.6 小型案例实训	274
8.1.3 会话层功能.....	217	9.7 本章小结	278
8.1.4 会话层协议.....	218	9.8 本章习题	278
8.2 表示层.....	218	第 10 章 无线网络技术	281
8.2.1 表示层功能.....	218	10.1 无线网络概述	282
8.2.2 表示层的工作原理.....	219	10.2 无线通信技术	282
8.2.3 抽象语法标记 ASN.1.....	220	10.3 无线局域网	285
8.3 应用层.....	220	10.3.1 无线局域网概述	285
8.3.1 应用层概述.....	220	10.3.2 无线局域网的分类	286
8.3.2 应用层功能.....	221	10.3.3 无线局域网标准	288
8.3.3 应用层协议.....	222	10.3.4 无线局域网的组网设备	290
8.4 小型案例实训	224	10.3.5 典型的无线局域网连接 方案	291
8.5 本章小结	238	10.4 无线广域网	293
8.6 本章习题	238	10.4.1 无线广域网标准	293
第 9 章 局域网技术	241	10.4.2 第二代移动通信系统	295
9.1 局域网概述	242	10.4.3 第三代移动通信系统	296
9.1.1 局域网的特点	242		

目录

10.4.4 第四代移动通信系统.....	296	11.2.1 网络安全问题概述	322
10.5 小型案例实训	305	11.2.2 数据加密技术	325
10.6 本章小结	310	11.2.3 防火墙技术	330
10.7 本章习题	310	11.2.4 虚拟专用网 VPN	335
第 11 章 网络管理和网络安全.....	313	11.2.5 网络防病毒技术	340
11.1 网络管理	314	11.3 本章小结	342
11.1.1 网络管理的基本概念	314	11.4 本章习题	342
11.1.2 网络管理的功能	316	习题参考答案	345
11.1.3 简单网络管理协议 SNMP	320	参考文献	357
11.2 网络安全	322		



第 1 章

计算机网络基础

本章要点

- 计算机网络概述。
- 计算机网络的定义。
- 计算机网络的功能。
- 计算机网络的组成。
- 计算机网络的分类。
- 计算机网络的应用。
- 计算机网络的发展前景。

学习目标

- 掌握计算机网络的相关基础知识。
- 掌握计算机网络的相关应用。
- 掌握计算机网络的发展前景。

1.1 计算机网络概述

1.1.1 计算机网络的产生

随着计算机越来越深入地走进人们的生活，有时候我们迫切需要在异地访问某一台计算机上的数据。这时，计算机网络技术就派上用场了。可以这样说，计算机网络是计算机技术和通信技术结合的产物。计算机硬件技术的发展提升了计算机的运算速度，而通信技术的发展提升了数据交换的速度。两者的结合推动了计算机网络的迅速发展。

近年来，计算机技术和通信技术都迅猛发展、互相渗透而又密切结合。计算机在通信中的应用也促使数据通信和数字通信等得到了快速发展，并促进了通信由模拟向数字化并最终向综合服务的方向发展。通信技术则为计算机之间信息的快速传递、资源共享和协调合作提供了强有力的手段。计算机网络在当今社会和经济发展中起着非常重要的作用，世界上任何一个拥有计算机的人都能够通过计算机网络了解世界的变化，掌握先进的科学知识，获得个人需要的信息。网络已经渗透到人们生活的各个角落，影响着人们的日常生活，计算机网络提供了人们几乎所有可能的需要。因此在某种程度上讲，计算机网络的发展水平不仅反映了一个国家的计算机科学和通信技术的水平，而且已经成为衡量其国力及现代化程度的重要标志之一。

1.1.2 计算机网络的发展

计算机网络技术发展和应用速度是非常快的。计算机网络从形成、发展到广泛应用大致经历了近 60 年时间。纵观计算机网络的形成与发展历史，大体可以将它划分为 4 个阶段。

第一阶段：以单个计算机为中心的远程联机系统，构成面向终端的计算机通信网(20 世纪 50 年代)。

第二阶段：多个自主功能的主机通过通信线路互联，形成资源共享的计算机网络(20 世纪 60 年代末)。

第三阶段：形成具有统一的网络体系结构、遵循国际标准化协议的计算机网络(20 世纪 70 年代末)。

第四阶段：向互联、高速、智能化方向发展的计算机网络(始于 20 世纪 80 年代末)。

1. 面向终端的计算机通信网

1946 年世界上第一台电子计算机 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，美国为了自身的安全，在美国本土北部和加拿大境内，建立了一个半自动地面防空系统 SAGE(译成中文为赛其系统)，进行了计算机技术与通信技术相结合的尝试。

人们把这种以单个计算机为中心的联机系统称作面向终端的远程联机系统。该系统是计算机技术与通信技术相结合而形成的计算机网络的雏形，因此也称为面向终端的计算机通信网。60 年代初，美国航空订票系统 SABRE-1 就是这种计算机通信网络的典型应用，该系统由一台中心计算机和分布在全美范围内的 2000 多个终端组成，各终端通过电话线连接到中心计算机。

具有通信功能的单机系统的典型结构是计算机通过多重线路控制器与远程终端相连，如图 1-1 所示。

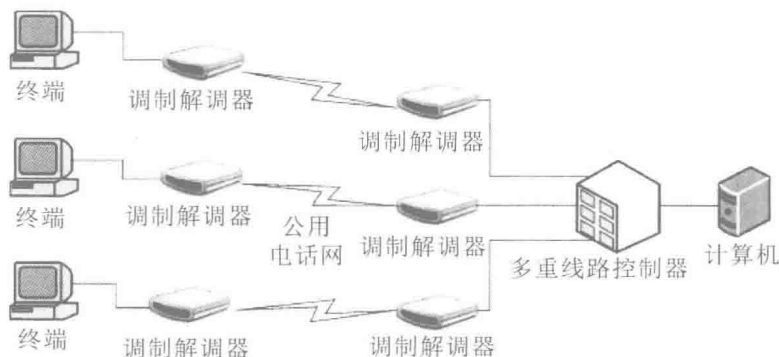


图 1-1 单机系统的典型结构示意图

上述单机系统有以下两个主要缺点。

- (1) 主机既要负责数据处理，又要管理与终端的通信，因此主机的负担很重。
- (2) 由于一个终端单独使用一根通信线路，造成通信线路利用率低。此外，每增加一个终端，线路控制器的软硬件都需要做出很大的改动。

为减轻主机的负担，可在通信线路和计算机之间设置一个前端处理机(FEP)，FEP 专门负责与终端之间的通信控制，而让主机进行数据处理；为提高通信效率，减少通信费用，在远程终端比较密集的地方增加一个集中器，集中器的作用是把若干个终端经低速通信线路集中起来，连接到高速线路上。然后经高速线路与前端处理机连接。前端处理机和集中器当时一般由小型计算机担当，因此，这种结构也称为具有通信功能的多机系统，如图 1-2 所示。

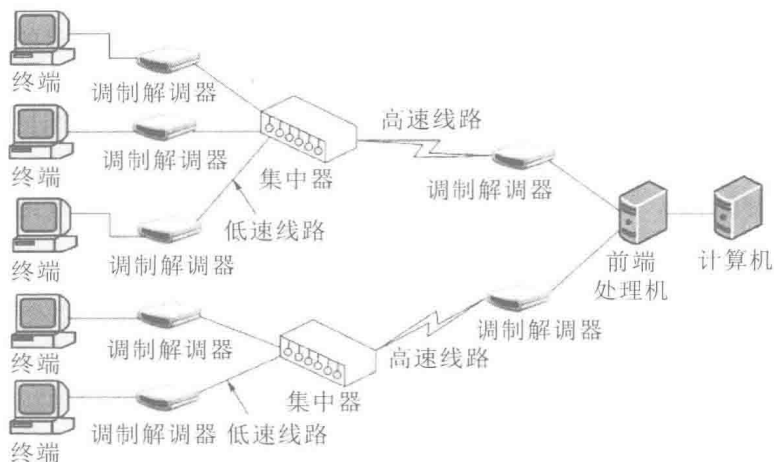


图 1-2 具有通信功能的多机系统

2. 多个自主功能的主机通过通信线路互联的计算机网络

资源子网由网络中的所有主机、终端、终端控制器、外设(如网络打印机、磁盘阵列等)和各种软件资源组成，负责全网的数据处理和向网络用户(工作站或终端)提供网络资源和服务。

通信子网由各种通信设备和线路组成，承担资源子网的数据传输、转接和变换等通信处理工作。二者的关系如图 1-3 所示。

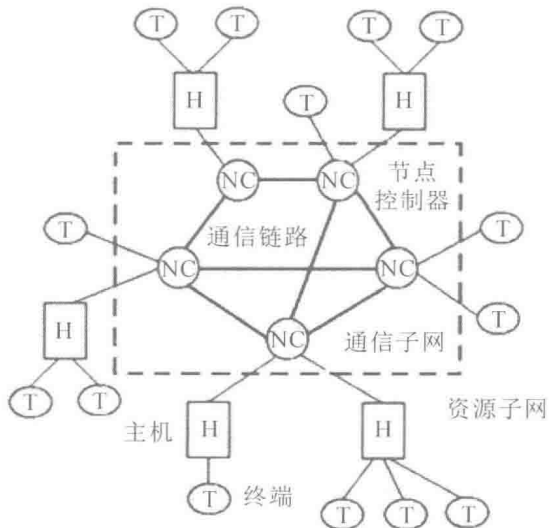


图 1-3 计算机互联网络的逻辑结构

网络用户对网络的访问可分为以下两类。

- 本地访问：对本地主机访问，不经过通信子网，只在资源子网内部进行。
- 网络访问：通过通信子网访问远地主机上的资源。

3. 标准化的计算机网络

计算机网络发展的第三阶段是加速体系结构与协议国际化的研究与应用。20 世纪 70 年代末, 国际标准化组织 ISO(International Organization for Standardization)的计算机与信息处理标准化技术委员会成立了一个专门机构, 研究和制定网络通信标准, 以实现网络体系结构的国际化。1984 年, ISO 正式颁布了一个称为“开放系统互连基本参考模型”的国际标准 ISO 7498, 简称 OSIRM(Open System Interconnection Basic Reference Model), 即著名的 OSI 七层模型。OSI RM 及标准协议的制定和完善大大加速了计算机网络的发展, 很多大的计算机厂商相继宣布支持 OSI 标准, 并积极研究和开发符合 OSI 标准的产品。

遵循国际标准化协议的计算机网络具有统一的网络体系结构, 厂商需按照共同认可的国际标准开发自己的网络产品, 从而保证不同厂商的产品可以在同一个网络中进行通信, 这就是“开放”的含义。

目前存在着两种占主导地位的网络体系结构: 一种是国际标准化组织 ISO 提出的 OSI RM(开放式系统互联参考模型); 另一种是 Internet 所使用的事实上的工业标准 TCP/IP 参考模型。

4. 互联网络与高速网络

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, 其特点是: 互联、高速和智能化。其主要表现在以下几个方面。

(1) 发展了以 Internet 为代表的互联网。

(2) 发展高速网络。1993 年, 美国政府公布了“国家信息基础设施”行动计划(National Information Infrastructure, NII), 即信息高速公路计划。这里的“信息高速公路”是指数字化大容量光纤通信网络, 用以把政府机构、企业、大学、科研机构 and 家庭的计算机联网。后来, 美国政府又分别于 1996 年和 1997 年开始研究发展更加快速可靠的互联网 2(Internet 2)和下一代互联网(Next Generation Internet)。可以说, 网络互联和高速计算机网络正成为最新一代计算机网络的发展方向。

(3) 研究智能网络。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络 IN(Intelligent Network)的研究, 以提高通信网络开发业务的能力, 并更加合理地进行各种网络业务的管理, 真正以分布和开放的形式向用户提供服务。

智能网的概念是美国于 1984 年提出的, 智能网的定义中并没有人们通常理解的“智能”含义, 它仅仅是一种“业务网”, 目的是提高通信网络开发业务的能力。它的出现引起了世界各国电信部门的关注, 国际电联(ITU)在 1988 年开始将其列为研究课题。1992 年, ITU-T 正式定义了智能网, 制定了一个能快速、方便、灵活、经济、有效地生成和实现各种新业务的体系。该体系的目标是应用于所有的通信网络, 即不仅可应用于现有的电话网、N-ISDN 网和分组网, 同样适用于移动通信网和 B-ISDN 网。随着时间的推移, 智能网络的应用将向更高层次发展。

【例 1-1】Internet 的前身是_____。

A. ARPANet B. MILNet C. NSFNet D. ANSNet

本题主要考查 Internet 的形成及发展历史。Internet 即因特网, 起源于美国, 现在已经发展为世界上最大的国际性计算机互联网。1969 年, 美国国防部高级研究计划局(ARPA)

构建了最初的分组交换网 ARPANet。1983 年 ARPANet 分解为两个部分：一部分仍称作 ARPANet，用于进一步的研究工作；另一部分称为 MILNet，用于军方的通信。1986 年，美国国家科学基金会构建了一个与 ARPANet 互联的三级计算机网络 NSFNet，NSFNet 后来取代了 ARPANet，成为 Internet 的主干网。1990 年，NSFNet 被由美国高级网络与服务公司(ANS)创建的主干网 ANSNet 所取代。因此，Internet 最早起源为 ARPANet，答案为 A。

1.2 计算机网络的定义

早期，人们将分散的计算机、终端及其附属设备，利用通信介质连接起来，能够实现相互通信的系统称为网络。1970 年，在美国信息处理协会召开的春季计算机联合会议上，计算机网络被定义为“以能够共享资源(硬件、软件和数据等)的方式连接起来，并且各自具备独立功能的计算机系统之集合”。现在，对计算机网络比较通用的定义是：计算机网络是利用通信设备和通信线路，将地理位置分散的、具有独立功能的多个计算机系统互联起来，通过网络软件实现网络中资源共享和数据通信的系统，如图 1-4 所示。

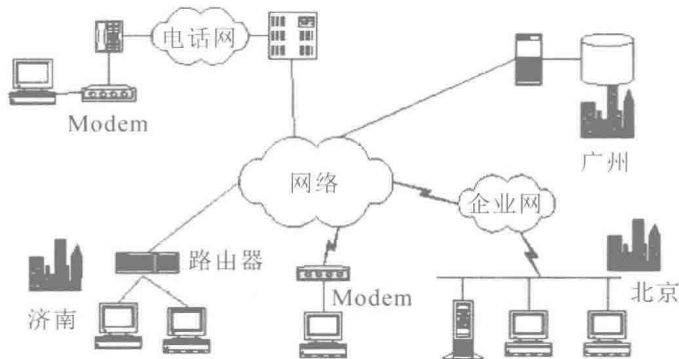


图 1-4 计算机网络系统

计算机网络的定义涉及以下四个要点。

(1) 计算机网络中包含两台以上的地理位置不同、具有“自主”功能的计算机。所谓“自主”的含义，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联。例如，Internet 上使用的通信协议是 TCP/IP 协议簇。

(4) 计算机网络是以实现数据通信和网络资源(包括硬件资源和软件资源)共享为目的。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 2000、Linux)。

计算机网络是计算机技术和通信技术相结合的产物,这主要体现在两个方面:一方面,通信技术为计算机之间的数据传递和交换提供了必要的手段;另一方面,计算机技术的发展渗透到通信技术中,又提高了通信网络的各种性能。

③ **知识链接:** 分布式系统定义是:存在着一个能为用户自动管理资源的网络操作系统,由它调用完成用户任务所需要的资源,而整个网络像一个大的计算机系统一样对用户是透明的。

分布式系统有以下5个特征:

- (1) 系统中拥有多种通用的物理和逻辑资源,可以动态地给它们分配任务;
- (2) 系统中分散的物理和逻辑资源通过计算机网络实现信息交换;
- (3) 系统存在一个以全局方式管理系统资源的分布式操作系统;
- (4) 系统中联网各计算机既合作又自治;
- (5) 系统内部结构对用户是完全透明的。

计算机网络和分布式系统的共同点主要表现在:一般的分布式系统是建立在计算机网络之上的,因此分布式系统与计算机网络在物理结构上基本相同。

计算机网络与分布式系统的区别主要表现在:分布式操作系统与网络操作系统的设计思想是不同的,因此它们的结构、工作方式与功能也是不同的。

分布式系统与计算机网络的主要区别不在它们的物理结构上,而是在高层软件上。分布式系统是一个建立在网络之上的软件系统,这种软件保证了系统高度的一致性与透明性。分布式系统的用户不必关心网络环境中资源的分布情况,以及联网计算机的差异,用户的作业管理与文件管理过程是透明的。

计算机网络为分布式系统研究提供了技术基础,而分布式系统是计算机网络技术发展的高级阶段。

1.3 计算机网络的功能

计算机网络能够迅速发展,与其提供的强大功能是息息相关的。随着网络技术的进一步发展,人们除了可以利用计算机网络进行资源共享、数据通信和远程管理与控制外,还可以进行各种娱乐和商务活动。计算机网络的功能主要表现在以下几个方面。

(1) 资源共享。

资源共享是计算机网络提供的最重要的功能之一,包括硬件资源和软件资源共享。计算机网络可以在整个网络内提供处理资源、存储器资源、输入输出资源等昂贵设备的共享,如巨型计算机、具有特殊功能的处理部件、高分辨的激光打印机、大型绘图仪以及大量的外部存储器等,从而帮助用户节约投资,也便于集中管理和均匀分担负荷。另外,网络资源还允许互联网上的用户远程访问大型数据库,并提供网络文件传送服务、远程进程管理服务和远程文件访问服务,从而避免软件开发中的重复工作以及资源的重复存储,也便于集中管理。

(2) 数据通信。

远程数据通信是计算机网络的基本功能。计算机网络为人们提供了强有力的通信手段。近几年,随着网络技术的发展,计算机网络提供的数据通信服务无论在速度还是质量上,都有了明显的提高。

(3) 集中管理和远程控制。

利用计算机网络可以轻松地在—个地点对分布在不同地点的设备进行管理(集中管理),还可以对远地系统进行控制(远程控制)。

(4) 分布式信息处理。

假设企业分布在不同的城市,每个城市都需要计算机处理信息,那么可以通过计算机网络在不同计算机之间交换数据。

(5) 提高计算机系统的可靠性。

有了计算机网络,计算机系统软件和硬件的可靠性都得到提高,例如,还可以利用多个服务器为用户提供服务,当某个服务器崩溃时,其他服务器可以继续提供服务;也可以将数据存储在网络中多个地方,当某个地方不能访问时,可以方便地从其他地方继续访问。

(6) 娱乐和电子商务。

网络游戏和网上购物已经成为人们日常生活的重要组成部分,所产生的新的经济价值引起各界的关注。

1.4 计算机网络的组成

通常把计算机网络中的计算机、通信设备等称为节点,而连接这些节点的通信线路称为链路。计算机网络就是由节点以及连接节点的链路所组成的。

我们知道,通信是计算机网络最基本的功能,以通信为手段可以访问网络上的各种软件、硬件和信息资源。所以可以把计算机网络划分成通信子网和资源子网两部分,如图 1-5 所示。通信子网由通信处理机(Communication Control Processor, CCP)、通信链路和其他通信设备组成,其功能是通过通信处理机将资源子网中的计算资源连接起来进行通信。而资源子网可以是一个小规模的计算网络(例如局域网),也可以是计算机系统、软件,或者打印机、磁盘等外设。

无论是通信子网还是资源子网,均包含一个非常重要的组成部分,即软件。通常计算机网络所涉及的软件有以下一些。

- 网络协议软件:通过协议程序控制数据的可靠、正确传输,同时对网络的流量、拥塞等进行控制。该软件的功能一般由网络接口卡和网络操作系统来共同实现。
- 网络操作系统:对网络环境下的系统资源进行调度、分配和有效管理,以实现资源共享。
- 网络管理和网络应用软件:网络管理软件对网络的运行进行监视和维护,根据监视数据合理配置网络设备,使网络系统能够安全、可靠、高效地运行;网络应用软件为用户提供各种服务,用户通过这些软件可以方便地访问和使用网络上的各种资源。

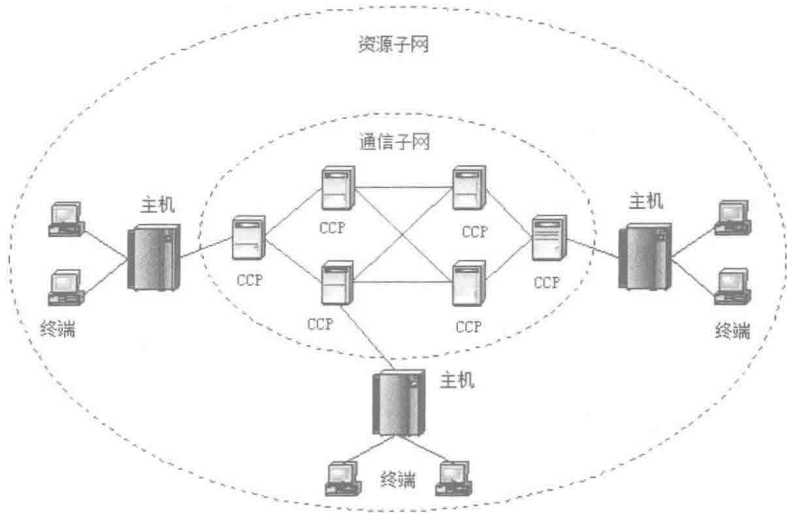


图 1-5 计算机网络组成

1.5 计算机网络的分类

计算机网络已经被广泛使用，目前出现了多种形式的计算机网络，根据不同的网络分布方式，同一种网络，我们会得到各种各样的说法，例如局域网、总线网，或 Ethernet(以太网)等。因此，研究网络的分类有助于我们更好地理解计算机网络。

1.5.1 按网络覆盖的地理范围分类

按照计算机网络覆盖的地理范围对其进行分类，可以很好地反映不同类型网络的技术特征。由于网络覆盖范围的地理位置不同，所采用的传输技术也不相同，因而形成了不同的网络技术特点和网络服务功能。按覆盖范围的大小，可以把计算机网络分为广域网、城域网和局域网。

1. 广域网

广域网(Wide Area Network, WAN)的作用范围通常为几十至几千千米，现在采用了新技术和新设备，广域网的主干线路传输速率已可达 2.5Gbps。广域网又被称为远程网，是可以在任何一个广阔的地理范围内进行数据、语音、图像信号传输的通信网。在广域网上一般连接有数百至数万台各种类型的计算机和网络，并提供广泛的网络服务。

广域网是从 20 世纪 60 年代开始发展的，其典型代表是美国国防部的 ARPANET 网，即现在全世界普遍使用的 Internet 互联网。中国公用计算机互联网(CHINANET)、国家公用信息通信网(又名金桥网, CHINAGBN)、中国教育科研计算机网(CERNET)均是广域网。

2. 城域网

城域网(Metropolitan Area Network, MAN)是介于局域网与广域网之间的一种高速的网络，城域网设计的目标是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