

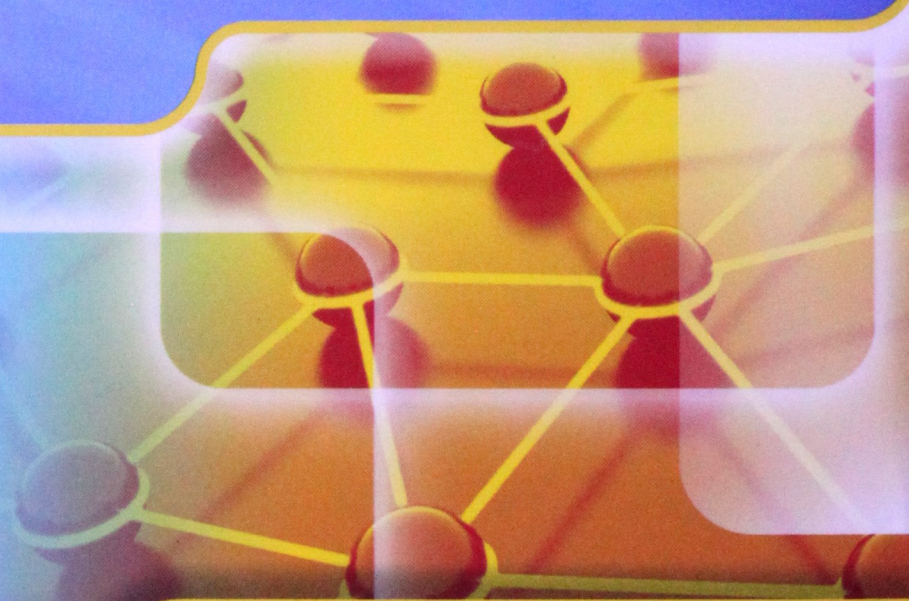


高等院校规划教材·计算机系列

计算机网络

——原理、技术与应用

贺平 编著



电子教案下载网址 www.cmpedu.com



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

014001242

TP393-43

381

高等院校规划教材·计算机系列

计算机网络 ——原理、技术与应用

贺平 编著



TP393-43

381



北航

C1689048

机械工业出版社

本书是针对高等院校计算机网络课程编写的教材。

本书综合了计算机网络的原理、实现技术与应用方法三方面的内容，从计算机网络的基本概念和原理知识入手并不断引申，围绕网络体系结构、协议标准、网络数据通信、局域网与广域网、TCP/IP 协议（簇）、网络管理与服务、网络与信息安全、网络应用、下一代网络、无线网络、移动互联及物联网等最新网络技术专题，通过深入分析与详尽阐述，融合了计算机网络经典内容与网络的新兴技术。

全书内容全面翔实，结构层次清晰，叙述详略得当，实例丰富，突出对网络的原理阐述、技术实现和应用导引，为系统深入地认识、理解与应用计算机网络奠定技术理论的基础。

本书可供高等院校本科、专科的计算机网络、软件工程、通信技术及物联网等相关专业使用，也可供计算机网络领域的工程技术人员参考，还可作为计算机网络技术的培训教材。

本书配套授课电子课件，需要的教师可登录 www.cmpedu.com 免费注册、审核通过后下载，或联系编辑索取（QQ：1239258369，电话：010-88379739）。

图书在版编目（CIP）数据

计算机网络——原理、技术与应用 / 贺平编著. —北京：机械工业出版社，

2013.6

高等院校规划教材·计算机系列

ISBN 978-7-111-43162-6

I. ①计… II. ①贺… 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（2013）第 145904 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

责任编辑：鹿 征

责任印制：李 洋

三河市宏达印刷有限公司印刷

2013 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·26 印张·644 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-43162-6

定价：54.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

社服务中心：(010) 88361066

销售一部：(010) 68326294

销售二部：(010) 88379649

读者购书热线：(010) 88379203

网络服务

教材网：<http://www.cmpedu.com>

机工官网：<http://www.cmpbook.com>

机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

封面防伪标均为盗版

前 言

计算机网络是 20 世纪 60 年代以来人类科技进步与信息技术发展最重要的体现。

现代计算机网络是计算机技术与通信技术的有机结合。计算机网络课程是高等院校计算机与信息技术类专业普遍开设的专业基础课程,对计算机网络知识的了解和技术应用的掌握,已成为信息技术专业人才必备的知识组成与技能素养。

本书的编写力求涵盖计算机网络课程的基本内容与经典知识,以及网络与通信方面的新知识、新技术、新应用,比较深入地解析计算机网络的机制原理、技术方法及应用发展的全貌,强化基础知识与技术理论体系的建立,突出技术方法的应用引导。

本书选材新颖,内容全面,实例丰富。在保持传统的计算机网络原理、技术和应用领域的内容基础上,增加和融入了大量下一代网络与通信方面的新技术及应用案例。如无线网络,3G/4G 移动通信技术,P2P 网络、传感器网络,网络实时音频、视频技术,QoS 以及物联网、RFID 技术和云计算等。

全书共分为 12 章,内容概要如下:

第 1 章是计算机网络原理技术与应用的概要。内容包括计算机网络产生与发展历程、网络拓扑结构及实体组成、网络传输介质、网络体系结构与协议模型、网络运行管理及应用。这些内容将为后续各章节更详细地阐述和讨论起到导引作用,为读者更全面、更系统、更深入学习和掌握计算机网络各领域的原理、技术和应用奠定基础。

第 2 章阐述数据通信的概念,数据通信系统和其主要特性,以及数据通信方式和数据编码技术。较深入地介绍了频分复用、时分复用、波分复用等多路复用技术的原理及实现技术;电路交换、报文交换、分组交换 3 种数据交换技术的原理及应用,以及传输差错产生原因的分析及差错控制的方法。

第 3 章介绍了局域网和广域网的重点内容,包括广泛应用的以太网、交换式网络等多种类型网络的工作原理、技术特点及应用策略。同时,增加了目前广泛应用与发展的无线局域网技术,从概念到传输信道机制、信息存取原理、协议标准、安全问题,以及技术实现的方法多层面做了全面及深入的分析。广域网概念、路由原理及其接入技术也列入本章内容。

第 4 章围绕网络的 IP 地址及相关问题展开,详细介绍了 IPv4、IPv6 地址、地址分类及寻址规则,掩码与子网划分,超网技术与无分类编址等方法。介绍了有关地址解析协议 ARP/RARP 及其分组和封装等操作过程,结合下一代网络有关 IPv6 的基本知识,分析了地址表示形式、分层结构、分组格式及应用的特性。

第 5、6、7、8 章,通过分层次和分类的方法,对 TCP/IP 协议簇中的主要内容做了深入、系统的讨论与分析。包括网际协议、用户数据报与传输控制协议、网际路由协议及应用层协议的标准、技术规范和实际应用方法等。

第 9 章的内容分两个部分,第一部分介绍了网络管理的概念与基本要素,网管系统的功能与分类,网管目标及主要内容,以及 SNMP 体系结构、协议报文与基本配置,管理信息库 MIB 等内容;第二部分重点介绍了网络服务质量 QoS 的基本知识与技术。

第 10 章以网络及信息安全为主要内容,包含网络访问控制、安全审计、认证原理、网络攻击手段、防火墙技术、入侵检测、隧道技术、VPN 技术等。分析了网络及信息安全方面的各种问题及可采用的安全策略与技术措施。

第 11 章以互联网的电子邮件系统、Web 应用系统、实时与视频系统为出发点,阐述了邮件系统的 SMTP、POP3、IMAP, Web 系统的 HTML、HTTP, 音频、视频系统的 VoIP、H.323、SIP 等的概念、技术方法和应用过程。

第 12 章专门介绍和讨论了下一代网络的几项特征技术以及物联网的概要知识,包括新的网络拓扑结构、IPv6 技术、各种无线网络等,以及物联网的概念、结构与技术框架,物联网的基础平台与运行环境,与物联网紧密相关的 RFID 技术及应用,支撑物联网的云计算、海计算平台与关键技术。

本书以培养计算机网络、通信、软件、物联网等专业高起点的工程人才为目标,使用对象为学习和从事网络技术、软件开发、物联网工程等领域的高校师生与工程技术人员,同时也可作为 IT 企业或在职人员技术培训的资料。

本书内容覆盖面宽、实例丰富、层次清晰、逻辑严谨、详略得当,符合学习及认识规律。对一些较深入的内容用*号标记,便于针对具体教学的需求选取或裁剪,以适应和满足不同学时时的课程教学。

因作者专业知识水平、工程与教学经验有限,书中难免有疏漏之处,敬请读者批评指正。

编者

目 录

前言

第 1 章 计算机网络	1
1.1 计算机网络概述	1
1.1.1 计算机网络形成与发展	1
1.1.2 计算机网络定义	5
1.1.3 计算机网络功能	5
1.2 计算机网络的拓扑结构和实体组成	6
1.2.1 网络系统拓扑结构	6
1.2.2 网络系统实体组成	9
1.2.3 网络有线传输	12
1.2.4 网络无线传输	15
1.3 计算机网络体系结构	17
1.3.1 网络体系结构	17
1.3.2 网络模型	18
1.4 计算机网络运行管理及应用	27
1.4.1 网络运行管理	27
1.4.2 网络应用及服务	28
小结	31
习题	32
第 2 章 数据通信	34
2.1 数据通信系统	34
2.1.1 数据通信的概念	34
2.1.2 数据通信方式	36
2.1.3 数据通信的主要技术指标	37
2.2 数据传输方式与编码方法	39
2.2.1 数字数据的数字传输	39
2.2.2 模拟数据的数字传输	43
2.3 数据同步方式	45
2.3.1 位同步	45
2.3.2 字符同步	46
2.3.3 帧同步	46
2.4 多路复用技术	47
2.4.1 频分多路复用	47
2.4.2 时分多路复用	49

2.4.3	波分多路复用	51
2.5	数据交换技术	52
*2.5.1	电路交换	53
2.5.2	报文交换	55
2.5.3	分组交换	57
*2.5.4	帧中继与 ATM 交换技术	63
2.6	差错控制技术	65
2.6.1	差错的产生原因及控制方法	65
*2.6.2	差错控制编码	66
	小结	70
	习题	71
第 3 章	局域网与广域网	72
3.1	局域网	72
3.1.1	以太网概述	72
3.1.2	以太网帧格式	74
3.1.3	以太网的数据接收流程	76
3.1.4	IEEE 802 系列标准	77
3.2	高速以太网	78
3.2.1	百兆以太网	78
3.2.2	千兆以太网	80
3.2.3	万兆以太网	81
3.2.4	以太网 IEEE 802 协议簇	83
3.3	交换式网络	83
3.3.1	共享式网络的缺点	83
3.3.2	交换式以太网基本结构	84
3.3.3	交换式以太网工作原理	85
3.3.4	交换式以太网特点	85
3.4	无线局域网	86
3.4.1	无线局域网概述	86
3.4.2	无线传输信道	86
3.4.3	无线局域网信息存取方式 CSMA/CA	87
3.4.4	无线局域网协议标准	88
3.4.5	无线局域网组成设备	91
*3.4.6	构建无线局域网	94
3.4.7	无线局域网安全机制	96
3.5	广域网	97
3.5.1	广域网概念	97
3.5.2	广域网的路由	98
*3.5.3	广域网连接技术	100

*3.5.4 广域网接入技术	105
小结	110
习题	110
第 4 章 互联网 IP 地址	113
4.1 IP 地址概念	113
4.1.1 IPv4	113
4.1.2 IPv4 地址分类	114
4.1.3 IPv4 寻址规则	115
4.2 IPv6 地址及分类	116
4.2.1 IPv6	116
4.2.2 IPv6 地址分类	117
4.2.3 IPv4 到 IPv6 的转换	121
4.3 地址掩码	124
4.3.1 掩码概念	124
4.3.2 默认掩码	124
4.4 子网	124
4.4.1 子网掩码	125
4.4.2 子网划分	126
4.5 超网	126
4.5.1 超网地址分配	127
4.5.2 超网掩码	127
4.6 无分类编址 CIDR	127
4.6.1 无分类编址的概念	128
4.6.2 CIDR 记法	128
4.6.3 前缀与后缀	128
4.7 地址解析	129
4.7.1 静态映射和动态映射	129
4.7.2 地址解析协议	129
4.7.3 反向地址解析协议	132
小结	133
习题	134
第 5 章 网际、控制报文和网际组管理协议	136
5.1 网际协议 (IP)	136
5.1.1 IP 协议	136
5.1.2 IP 数据报	137
5.1.3 IP 选项	139
5.2 网际控制协议 (ICMP)	145
5.2.1 ICMP 协议	145
5.2.2 ICMP 报文的封装	145

5.2.3	ICMP 报文类型与格式	146
5.2.4	ICMP 报文释义	147
5.3	网际组管理协议 (IGMP)	153
5.3.1	IGMP 报文类型与格式	153
5.3.2	IGMP 报文的封装	154
5.3.3	IGMP 操作	154
	小结	157
	习题	157
第 6 章	传输层用户数据报与传输控制协议	160
6.1	传输层协议概述	160
6.1.1	传输层在 TCP/IP 中的位置	160
6.1.2	传输层的端口机制	161
6.2	用户数据报协议 (UDP)	162
6.2.1	UDP	162
6.2.2	UDP 的应用	165
6.3	传输层协议 (TCP)	165
6.3.1	传输协议	166
6.3.2	TCP 连接	166
6.3.3	TCP 报文段结构	167
6.3.4	TCP 连接的管理	169
6.3.5	序号与确认	170
6.3.6	滑动窗口机制和流量控制	171
6.3.7	拥塞控制	173
6.3.8	溢出时间与重传	173
6.4	TCP 连接的状态转换图	174
	小结	176
	习题	176
第 7 章	网际路由及协议	178
7.1	路由基本原理	178
7.2	路由类型	179
7.2.1	直接路由	179
7.2.2	间接路由	179
7.3	路由表	181
7.4	路由选择协议	182
7.4.1	路由算法分类	182
7.4.2	距离向量算法和链路状态算法	183
7.4.3	RIP 与 OSPF 比较	194
*7.5	自治系统与网关协议	194
7.5.1	内部网关协议	195

7.5.2	增强内部网关协议 (EIGRP)	198
7.5.3	OSPF 协议	201
7.5.4	外部网关协议	204
7.5.5	BGP 路由属性	207
7.6	移动 IP	209
7.6.1	移动 IP 技术	209
7.6.2	移动 IP 实现原理及存在问题	210
小结		212
习题		213
第 8 章	互联网应用层协议	216
8.1	文件传输与访问协议 (FTP)	216
8.1.1	网络文件访问与传输	216
8.1.2	FTP	217
8.1.3	TFTP	224
8.1.4	NFS	226
8.2	远程登录协议	227
8.2.1	远程登录服务	227
8.2.2	Telnet 协议	228
8.2.3	Telnet 交互过程	228
8.2.4	网络虚拟终端	228
8.2.5	Telnet 命令	229
8.2.6	Telnet 选项协商	231
8.3	自动配置协议 (DHCP)	231
8.3.1	BOOTP 协议	232
8.3.2	DHCP 协议	234
8.4	域名系统 (DNS)	238
8.4.1	域名与命名约定	238
8.4.2	域名解析	240
8.4.3	区域	241
8.4.4	域名解析过程	241
8.4.5	DNS 缓存	242
8.4.6	DNS 报文格式	242
小结		245
习题		246
第 9 章	网络管理与网络服务质量	249
9.1	网络管理的基本概念	249
9.1.1	网络管理的基本要素	249
9.1.2	网络管理系统	251
9.1.3	网络管理的主要指标	252

9.2	SNMP 体系结构	253
9.2.1	SNMP 的发展	253
9.2.2	SNMP 的基本原理	254
9.2.3	SNMP 的配置	255
9.3	SNMP 报文格式	257
9.3.1	管理信息库 MIB	257
9.3.2	SNMP 的协议数据单元	258
9.4	SNMPv (x) 协议	260
9.4.1	SNMPv2 协议	260
9.4.2	SNMPv3 的体系结构	262
*9.5	QoS	264
9.5.1	QoS 的基本概念	264
9.5.2	QoS 技术概要	267
	小结	275
	习题	276
第 10 章	网络及信息安全	278
10.1	访问控制技术	278
10.1.1	访问控制定义	278
10.1.2	访问控制内容	280
10.1.3	访问控制模型	280
10.1.4	访问控制安全策略与安全级别	283
10.1.5	访问控制技术实例	284
10.2	安全审计	285
10.2.1	安全审计要素	285
10.2.2	安全日志审计	286
10.2.3	安全审计实例	288
10.3	认证技术	289
10.3.1	身份认证	290
10.3.2	消息认证	292
10.3.3	数字签名	294
10.4	网络攻击	296
10.4.1	网络攻击手段	296
10.4.2	网络攻击原理	298
10.4.3	网络攻击步骤	301
10.4.4	网络黑客攻击实例	304
10.5	防火墙	305
10.5.1	防火墙体系结构	306
10.5.2	设置防火墙的目的与作用	311
10.5.3	防火墙技术分类与实现方法	311

10.5.4	防火墙的局限性	318
10.6	入侵检测	318
10.6.1	入侵检测系统概述	319
10.6.2	入侵检测系统的模型	320
10.6.3	入侵检测的过程	322
10.6.4	入侵检测系统的分类	324
*10.7	VPN 及隧道技术	328
10.7.1	VPN	328
10.7.2	隧道技术	329
10.7.3	IPSec	333
小结		337
习题		338
第 11 章	网络应用系统	340
11.1	电子邮件系统	340
11.1.1	电子邮件系统概述	340
11.1.2	SMTP 协议	342
11.1.3	POP 协议	346
11.1.4	IMAP 协议	347
11.2	MIME 系统	348
11.2.1	MIME 标题域	348
11.2.2	MIME 多部分消息	349
11.3	超文本传输协议 HTTP	350
11.3.1	万维网	350
11.3.2	Web 服务器与浏览器	351
11.3.3	HTTP	354
11.3.4	HTTP 连接	355
11.4	实时语音与视频传输	359
11.4.1	VoIP 的概念	359
11.4.2	VoIP 实现过程	360
*11.4.3	H.323 标准	361
*11.4.4	SIP 及应用	363
小结		368
习题		369
*第 12 章	下一代网络及物联网	372
12.1	下一代网络	372
12.1.1	网络拓扑结构	372
12.1.2	IPv6 技术	373
12.2	无线网络	375
12.2.1	有线/无线混合型局域网	375

81E	12.2.2	无线自组网	376
81E	12.2.3	无线传感器网络	377
91E	12.2.4	无线网状网	379
05E	12.3	移动通信技术	380
55E	12.3.1	3G 移动通信	380
45E	12.3.2	LTE 网络	381
85E	12.3.3	4G 移动通信	382
85E	12.4	物联网技术框架与标准体系	383
95E	12.4.1	物联网概念	383
85E	12.4.2	物联网结构框架	385
75E	12.4.3	物联网技术体系组成	386
85E	12.5	互联网与物联网的区别与联系	388
04E	12.5.1	互联网核心交换与端系统的抽象方法	388
04E	12.5.2	网络数据采集与传输内容的区别与联系	390
04E	12.5.3	物联网的基础平台标准	391
54E	12.6	物联网运行环境	391
84E	12.6.1	互联网基础	391
74E	12.6.2	物联网的通信平台	391
84E	12.6.3	物联网与云计算	392
84E	12.7	RFID 技术及应用	396
94E	12.7.1	射频标签	396
05E	12.7.2	RFID 应用系统基本工作原理	398
05E	12.7.3	RFID 技术的应用	399
12E		小结	400
42E		习题	401
72E		参考文献	403
92E		参考网站	403

第1章 计算机网络

主要内容

计算机网络的形成与技术发展
计算机网络拓扑结构
计算机网络体系结构与模型、协议
计算机网络系统的实体组成
计算机网络信号传输方式及传输介质
计算机网络管理及应用服务

1.1 计算机网络概述

1.1.1 计算机网络形成与发展

1. 计算机网络产生体现人类重大科技进步

计算机网络是自上世纪 60 年代以来,现代科技最显著的进步之一,特别是互联网的飞速发展与应用,已经或正在改变着人类社会生活的各个方面,使人类的发展进程不断进入到一个新阶段。

从最初单主机与数个终端之间的通信到现在全球上亿台的计算机或终端设备的互连;从开始只有每秒几百波特的数据传输速率到今天已达到每秒上千兆波特的数据传输速率;从简单的数据传输到当今丰富、复杂的应用,计算机网络的发展已经历了几个阶段。特别是 20 世纪的最后 20 年,互联网(Internet)的诞生和发展,使计算机网络的技术进步跨入飞速发展时期。计算机网络已成为人类社会组成的一个基本部分,互联网已成为连接全球几十亿人的通信系统,连接着大多数国家的各级政府、机构、工商企业、学校和几乎所有的科研部门及军事组织。计算机网络应用遍布各领域,广泛应用于科学研究、文化教育、金融财贸、工商活动及社会生活的各个方面,使处在全球各地的人们通过网络打破国别和疆域的界限,获取所需信息资源和信息服务。

2. 计算机网络的形成

(1) 终端分时系统

以单计算机为中心的联机终端网络系统是计算机网络的最初形式。这是一种星形网络结构,一台主机连接若干台终端,终端一般不具有中央处理器(CPU),因此自身没有数据处理能力。这些终端通常采用多条线路与中央计算机相连,中央计算机与各终端具有交互性和批处理能力,在一定的地理范围内实现资源的共享和应用。

在以单计算机为中心的联机网络中，已由最初单用户系统发展到分时多用户系统。但这种联机终端网络系统存在明显的缺点：第一，主机负荷太重，它要驱动很多终端，既要担负通信工作，又要完成数据处理任务；第二，主机/终端联机通信线路利用率低且费用高；第三，网络结构为集中控制方式，使网络系统的可靠性与安全性难以保证。

为解决这些问题，提高通信线路利用率并减轻主机负担，此时的网络开始采用多点通信线路、集中器或前端处理机技术。所谓多点通信线路就是在一条通信线路上串联多个终端，多个终端共享一条通信线路与主机通信，通信方式采用分时的使用机制，提高信道利用率。

终端集中器的主要任务是把终端到主机的数据进行集中及从主机到终端的数据实现分发；前端处理机除具备上述两项功能外，还能互连及与多主机连接，并具有路径选择的功能。以单计算机为中心的联机分时网络结构如图 1-1 所示。

从本质上讲，终端分时系统不论主机上连接多少个终端或计算机，主机与其连接的计算机终端或计算机之间都是支配与被支配的关系。在多用户系统中，终端不具备单独的数据处理能力。以分时系统为例，终端要依靠中央处理机的 CPU 把系统的一部分存储器分配给终端用户，并通过主机为每个终端用户划分时间片的方法来执行用户的应用程序，全部的资源集中在主机上，终端不拥有计算资源，主机以自己的资源分时为各终端服务。

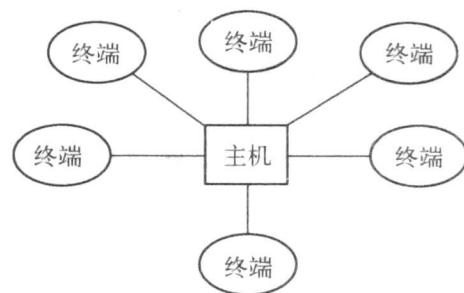


图 1-1 单机为中心的联机分时网络

(2) 以多处理机为中心的网络

利用通信线路把多个单主机联机的终端网络互连起来，形成多处理机为中心的计算机网络。

以多处理机为中心的网络主要有两种形式：第一种是通过通信线路将各主机间连接起来，并由主机承担数据处理和通信的双重任务；第二种是将通信系统从主机中分离出来，设置专用的通信控制处理机 (CCP)。主机间的通信通过通信控制处理机的中继功能间接实现，通信控制处理机承担网络各主机间的通信控制及通信处理任务。由通信控制处理机组成的传输网络称为通信子网，或称网络内层。网络上的主机承担数据处理的任任务，是网络资源的拥有者，组成网络的资源子网，或称网络外层。通信子网为资源子网提供信息传输服务，资源子网上的用户间通信建立在通信子网的基础上，若无通信子网，网络无法工作。反之，若没有资源子网，通信子网的存在也就失去意义。因此，二者结合才能构成网络，任何现代意义上的计算机网络必然由通信子网和资源子网两部分组成，如图 1-2 所示。

(3) 利用公用数据通信网组成的计算机网络

如将通信子网的规模和范围扩大，利用社会公用数据通信网 (如公用电信网) 将组成广域计算机网络，特别是国家级或全球性的计算机网络，如图 1-3 所示。这种利用公用数据通信网组成的计算机网络的联网范围已扩大到各种局域网，实现了网络体系结构的标准化，制定了互连的计算机系统及计算机网络之间的通信协议“开放系统互连参考模型”，互联网 (Internet) 就是这种形式的计算机网络，其联网设备最多、结构最复杂。

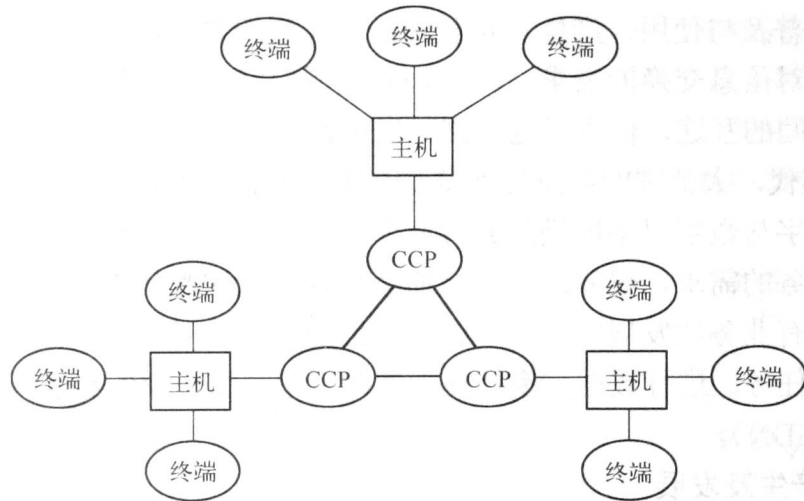


图 1-2 通信子网和资源子网两层网络结构

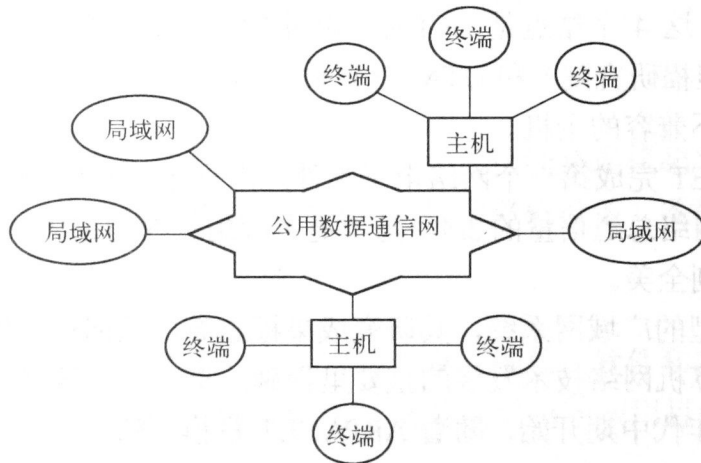


图 1-3 由公用数据网组成广域计算机网

(4) 通信技术进步促进计算机网络发展

数据通信是计算机网络的基础，通信技术的进步直接影响和促进着计算机网络的发展。当代的计算机网络，计算机技术和通信技术互相渗透，融为一体，使信息收集、传输、存储及处理之间的界限逐渐不那么明显。网络初期线路利用率低与通信费用高的矛盾，促进了数据通信进入利用原有用户电报网和普通电话交换网进行数据通信的阶段，该模式最主要的问题是解决在模拟信道上进行数字信号的传输，即如何进行模拟信号和数字信号两类不同形式的信号之间的变换和传输。而调制解调器技术的研制和应用，成功解决了这一关键性问题。

如何实现数据的快速、可靠传输，在数据交换技术的发展历程中，经历了电路交换、报文交换和分组交换的演变过程。分组交换奠定现代计算机网络“存储—转发”的信息交换基础。其工作原理如图 1-4 所示。

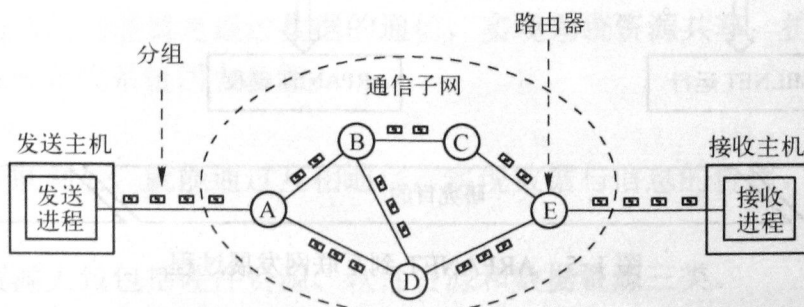


图 1-4 分组交换网络工作原理

个人计算机的普及与使用，产生了相互间进行通信的要求，使局域网迅速发展。局域网解决了一定范围内对信息交换的需求，同时，局域网信息交换的规范和接口技术实现了标准化，加速了局域网间的互连，促进了远程网的发展需求。

20 世纪 90 年代，大范围的信息交换意识与需求增强。人们对信息表现形式也提出多样性的要求，传统文字与数字已不能满足各方应用需求，声音、图形、动态影像逐渐要求实时传输。针对这些业务的需求，仅靠原有网络通信技术已无法胜任，于是产生新的设想，构建一种网络来适应所有业务的发展需要，将各种通信业务的信号都实现数字化，通过一个网络担任骨干网通信的任务，进行数据交换处理，这即所谓的综合业务数字网（Integrated Service Digital Network, ISDN）。

3. 互联网的产生及发展

1969 年，美国国防部高级研究计划局的由 4 个结点组成的具有互联特性的实验网络 ARPANET 开始运行，这 4 个结点是 UCLA（加州大学洛杉矶分校）、UCSB（加州大学圣芭芭拉分校）、SRI（斯坦福研究院）和 UTAH（犹他大学）4 个大学。在每个结点当中都包含有许多不同类型且完全不兼容的主机。

1972 年，ARPANET 完成第一个网络电子邮件应用程序，接入结点数约为 40 个。至 1973 年，邮件通信量已占网络总通信量的 3/4。随着更多应用程序的完成与运行，ARPANET 规模快速增长，很快扩展到全美。

ARPANET 为典型的广域网系统，其研究成果标志着广域网技术的成熟，并进入应用阶段。ARPANET 是计算机网络技术发展的重要里程碑，奠定了计算机网络理论与技术发展的基础。从 20 世纪 80 年代中期开始，随着 ARPANET 规模不断增大，它已成为互联网的主干网络。

互联网的最初用户只限于科学研究和学术领域。20 世纪 90 年代初期，互联网上的商业活动开始发展，如在网上开展宣传产品、商贸活动等。随着互联网的商业应用迅速发展，其用户数量倍增于学术研究用户。商业应用的进入，使互联网规模不断扩大、用户不断增加、应用不断拓宽、技术不断更新，令互联网几乎深入到人类社会生活的各个角落，成为全球一种全新的工作、学习和生活的方式。图 1-5 显示了从 ARPANET 到互联网的发展过程。

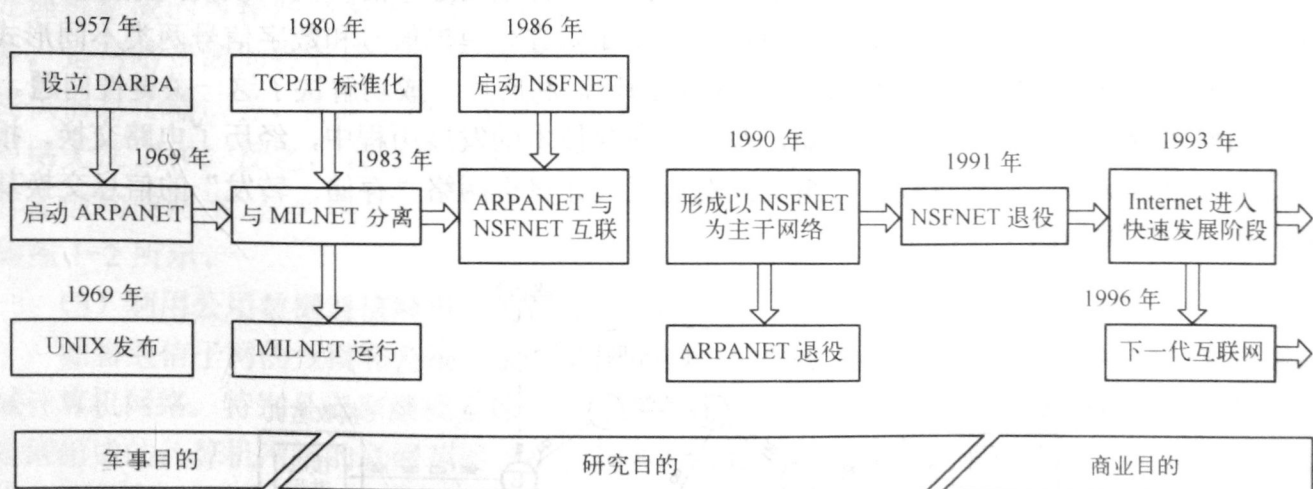


图 1-5 ARPANET 到互联网发展过程

互联网是目前全球范围的广域计算机通信网，也是网络技术与应用的热点。互联网