

97

操作系统与网络技术系列教材

计算机网络概论

(第三版)

何 莉 许林英 孟昭鹏 姚鹏海



A0967495

高等教育出版社

内容提要

本书在第二版的基础上进行了全面修订和更新,以尽可能地反映当今计算机网络理论和技术的最新发展状况,适应读者对计算机网络知识的需要。

本书主要讲授计算机网络和数据通信系统的基本组成、工作原理及应用技术。主要内容包括:计算机网络引论,数据通信基础,计算机网络体系结构,计算机局域网,网络互联技术,TCP/IP协议,网络操作系统,交换网与宽带网,计算机网络安全,计算机网络管理,网络规划与网络应用等十一个章节。

本书具有知识系统性,内容先进性、实用性,叙述简明、清楚的特点,适合高等学校计算机和非计算机专业的学生学习,也可作为对计算机网络感兴趣的工程技术人员的学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络概论/何莉等编. —3版. —北京:高等教育出版社,2002.7

大学本科教材

ISBN 7-04-010798-8

I. 计… II. 何… III. 计算机网络—高等学校—教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 044411 号

计算机网络概论(第三版)

何莉 许林英 孟昭鹏 姚鹏海

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

传 真 010-64014048

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京铭成印刷有限公司

购书热线 010-64054588

免费咨询 800-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

开 本 787×1092 1/16

印 张 22.25

字 数 530 000

版 次 1992 年 4 月第 1 版

2002 年 7 月第 3 版

印 次 2002 年 7 月第 1 次印刷

定 价 25.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

第三版前言

计算机网络是当今社会人们学习、工作、生活等诸方面都离不开的工具，也是信息网络时代传输信息和交换信息的公用平台。21世纪，计算机网络的应用已渗透到社会的各个领域。学习计算机网络知识、掌握计算机网络技能已不仅是高等学校广大学生的必备知识，也是各行各业人们为普及和应用计算机网络所急需补充的知识。

《计算机网络概论》一书自1992年出版后，深受广大读者的喜爱，曾多次印刷，1996年被原国家教委列入“高等学校“九五”教材建设规划”重点建设教材，于1998年出版了第二版。为适应计算机网络的飞速发展和保持教材内容的先进性，又提出对该书进行修订的要求，于2001年对本书组织进行了第三次修订。它在第二版的基础上做了较多的修改和充实，以尽可能地反映当今计算机网络的发展状况，并适应读者对计算机网络知识的需要。

本书具有知识系统性，内容先进性、实用性，叙述简明、清楚的特点。其内容的组织和安排做了如下的修改和充实：

1. 调整和组织了第1章至第4章的内容，使其更有助于加强基础性、知识性、易学性和系统性；重新调整和组织了第2章通信系统基础的内容，增加了新的接口标准；组织和安排了第4章，计算机局域网的内容，使其叙述上更符合循序渐进的学习规律以使读者能系统性地掌握知识，并在原有内容的基础上，增加了网络新技术方面的介绍，如蓝牙技术、宽带接入技术等。

2. 增加并扩展了计算机网络操作系统和TCP/IP的内容。将Windows NT网络操作系统和TCP/IP协议各列为独立的一章，重点讲述，并对Linux和IPv6做了必要的介绍。

3. 展览了网络管理的内容，较系统地介绍了网络管理的职责、模型和有关协议，并对网络管理的综合分析和结构设计做了一般性的介绍。

4. 在计算机网络安全方面增加了网络攻击和防范等方面的内容。

5. 扩展了网络应用的内容。在原有案例的基础上，增加了企业电子商务、企业办公自动化网络、视频会议系统、校园网和现代远程教育等方面的应用。整个网络的应用面涵盖了制造、金融、企业、教育和办公自动化等方面。

其余几章的内容也做了不同程度的修改。

全书共分11章。其中，第1~4章由何莉编写，第5、6、8章由许林英编写，第7章由孟昭鹏编写，第9、10章由姚鹏海编写，第11章由何莉、孟昭鹏合写。全书由何莉统稿和定稿。

编写过程中得到了柏家球教授的关心支持。南开大学吴功宜教授认真地审阅了全书，并提出了宝贵的意见，对此表示衷心的感谢。

限于作者水平，难免有不足的地方，殷切期望广大读者批评指正。

作者

2001年12月于天津大学

第二版前言

计算机网络是计算机技术和通信技术结合的产物。自 20 世纪 70 年代世界上出现第一个远程计算机网开始,到 80 年代的局域网,90 年代的综合业务数字网……计算机网络得到高速发展。计算机网络的规模、覆盖面积和功能也不断扩大,今天已形成了环球的网络,并向着全球智能网发展。计算机网络广泛地用于工业、商业、金融、科研、教育以及日常生活的各个领域,成为信息社会中不可缺少的基础设施,成为信息网中承担传输和交换信息的公用平台。计算机网络的重要性已被愈来愈多的人所认识。人们迫切需要了解计算机网络知识,特别是在占全国高校学生总数 95% 以上的非计算机专业的学生中,更普遍需要开展计算机网络方面的教育。为适应这一需要,我们对原书进行了重新组织和修订,去掉了某些过时的内容,增加了网络技术的最新内容。修改后的教材基本反映了计算机网络技术和应用的最新发展。

本书编写的原则是:

系统性:系统地阐述计算机网络与通信的基本知识、工作原理、网络协议、组网理论与技术、网络安全等。

新颖性:介绍计算机网络的最新技术和发展动态。对高速交换网、宽带网、ATM 技术、Windows NT、Internet 等均做了不同程度的介绍。

实用性:除介绍网络应用实例外,还对目前流行的网络技术、网络器件、常用的 MODEM、Internet 使用等做了较详细的介绍,使读者阅完此书后,能在组网、建网和网络应用方面具有一定的实用能力。

通俗性:对内容力图简明扼要、深入浅出地阐述,增加可读性。为有关人员初步掌握网络应用、进行计算机联网和网络开发工作打下一定的基础。

此外,本书的取材力争做到有一定的代表性。为便于巩固和测试知识,每章后附有思考题。

全书共分 8 章,内容包括:数据通信系统基础知识;计算机网络组成、体系结构及网络协议;局域网络、网络互联及 Internet;交换网和宽带网;网络安全及网络管理;网络应用及网络规划等 6 方面。本书可作为高等院校非计算机专业的本科生及有关计算机网络培训班的教材,也可作为计算机专业的本科生及从事计算机网络开发、应用的工程设计人员的参考书。

本书已被国家教委列为“高等学校“九五”教材建设规划”重点建设教材。

本书的第 1~4 章由何莉编写,第 5、6 章由许林英编写,第 7 章由姚鹏海编写,第 8 章由何莉、许林英、王崴合写。全书由何莉统稿和定稿。

编写中得到天津大学计算机系领导的关心和支持,南开大学计算机系吴功宜教授认真地审阅了全书,提出了很多宝贵意见,在此一并表示衷心的感谢。

限于作者水平,书中谬误之处,敬请各位专家和广大读者批评指正。

作 者

1997 年 12 月于天津大学

目 录

第 1 章 引论	1	2.4.1 数据传输介质特性	33
1.1 计算机网络的产生、发展	1	2.4.2 有线通信	33
1.1.1 计算机网络的产生与发展阶段	1	2.4.3 光纤通信	34
1.1.2 计算机网络与相关技术	3	2.4.4 无线通信	35
1.2 计算机网络结构及功能	5	2.4.5 卫星通信	35
1.2.1 计算机网络的组成	5	2.5 数据传输设备	36
1.2.2 计算机网络的拓扑结构	7	2.5.1 集中器	36
1.2.3 计算机网络功能	8	2.5.2 调制解调器	37
1.3 计算机网络定义及分类	9	2.6 数据通信中常用的串行接口标准	41
1.3.1 计算机网络定义	9	2.6.1 接口标准的提出	41
1.3.2 计算机网络分类	9	2.6.2 EIA RS - 232C 接口标准	41
1.4 信息高速公路与 Internet	10	2.6.3 EIA RS - 499、RS - 422A、 RS - 423A 和 RS - 485 接口标准	44
1.4.1 信息高速公路	10	2.6.4 CCITT X.21 和 X.21bis 建议	44
1.4.2 Internet 和 Intranet	11	2.6.5 CCITT X.400 建议	45
1.4.3 Internet2	12	2.7 数据通信的串行接口器件	46
1.4.4 我国的信息高速公路	13	2.7.1 异步通信适配器	46
思考题	15	2.7.2 同步通信适配器	46
第 2 章 数据通信基础	16	思考题	47
2.1 数据通信系统	16	第 3 章 计算机网络体系结构	48
2.1.1 数据和信号	16	3.1 网络体系结构及网络协议	48
2.1.2 模拟数据通信与数字数据通信	16	3.1.1 网络体系结构的确定	48
2.1.3 数据通信系统结构	17	3.1.2 开放系统互联参考 模型 OSI/RM	48
2.1.4 通信线路的连接方式和通信方式	18	3.1.3 网络协议	50
2.1.5 数据通信系统的主要技术指标	20	3.2 物理层	52
2.2 数据传输技术	21	3.2.1 物理层作用及特性	52
2.2.1 数据传输方式	21	3.2.2 物理层标准	52
2.2.2 数据的编码	22	3.3 数据链路层	53
2.2.3 数据同步方式	25	3.3.1 数据链路层作用	53
2.2.4 差错的检测及控制	26	3.3.2 数据传输控制规程	53
2.2.5 多路复用技术	27	3.3.3 面向字符的传输控制规程	54
2.3 数据交换技术	30	3.3.4 面向比特型的传输控制规程	59
2.3.1 线路交换	30	3.3.5 停止等待协议	63
2.3.2 存储转发交换	30	3.3.6 流量控制	64
2.3.3 高速交换技术	32	3.4 网络层	65
2.4 数据传输介质	33		

3.4.1	概述	65	4.6.2	无线局域网实现技术	106
3.4.2	数据报服务和虚电路服务	66	4.6.3	无线局域网的系统结构	107
3.4.3	路径选择	67	4.6.4	IEEE802.11 系列标准	107
3.4.4	流量控制	68	4.6.5	无线局域网的组建	108
3.4.5	网络地址标识	70	4.7	蓝牙(Bluetooth)技术	109
3.5	传输层	71	4.7.1	蓝牙技术的产生	109
3.5.1	传输层功能	71	4.7.2	蓝牙的关键技术	110
3.5.2	传输层特性及其协议	71	4.7.3	蓝牙系统构成	110
3.5.3	连接管理和数据传输	72	4.7.4	蓝牙软件结构和协议体系	111
3.5.4	传输层流量控制	74	4.7.5	蓝牙技术的应用	112
3.5.5	传输层的故障恢复	74	4.8	常用局域网的硬件及其选择	112
3.6	高层协议	75	4.8.1	网卡	113
3.6.1	会话层	75	4.8.2	收发器	114
3.6.2	表示层	75	4.8.3	中继器(Repeater)	114
3.6.3	应用层	76	4.8.4	集线器(HUB)	115
思考题		80	4.9	宽带接入技术	116
第 4 章 计算机局域网		82	4.9.1	传统的接入方式	116
4.1	计算机局域网概述	82	4.9.2	ADSL 接入	117
4.1.1	计算机局域网的发展及技术	82	4.9.3	Cable Modem 接入	118
4.1.2	计算机局域网的特点	82	4.9.4	千兆位以太网接入	119
4.1.3	计算机局域网的基本组成	83	4.9.5	光纤接入	119
4.2	局域网协议与 IEEE802 标准	83	4.9.6	无线接入	119
4.2.1	局域网的介质访问控制方式	83	思考题		121
4.2.2	局域网络协议与 IEEE802 标准	84	第 5 章 网络互联		123
4.3	共享介质局域网	86	5.1	概述	123
4.3.1	Ethernet	86	5.2	网络互联技术和结构	124
4.3.2	令牌环网(Token Ring)	89	5.2.1	网络互联需解决的主要问题	124
4.3.3	令牌总线网(Token Bus)	91	5.2.2	网络互联层次	124
4.3.4	CSMA/CD、Token Ring、 Token Bus 比较	93	5.3	网络互联硬件设备	125
4.4	FDDI 网络	93	5.3.1	网桥	126
4.4.1	光纤通信系统	93	5.3.2	交换机	129
4.4.2	FDDI 标准	94	5.3.3	路由器	131
4.4.3	FDDI 网络部件及应用方式	98	5.3.4	网关	132
4.4.4	FDDI 网络性能指标	99	思考题		133
4.5	高速局域网	100	第 6 章 TCP/IP 协议		135
4.5.1	高速交换式局域网	100	6.1	概述	135
4.5.2	快速以太网(100 BASE - T)	101	6.2	TCP/IP 体系结构	135
4.5.3	千兆位以太网(Gigabit Ethernet)	103	6.3	TCP/IP 网络层协议	136
4.5.4	高速骨干网	105	6.3.1	IP 协议与 IP 地址	137
4.6	无线局域网	106	6.3.2	ICMP 协议	142
4.6.1	无线局域网的提出	106	6.3.3	路由选择	145

6.4 TCP/IP 传输层协议	148	8.1.2 ISDN 的体系结构	223
6.4.1 UDP 协议	148	8.1.3 ISDN 的信令——7 号信令	225
6.4.2 TCP 协议	149	8.1.4 ISDN 协议参考模型	227
6.4.3 Windows Socket 编程	155	8.1.5 ISDN 的典型应用	228
6.5 TCP/IP 应用层协议	162	8.2 宽带网 B-ISDN	229
6.5.1 域名系统 DNS	162	8.2.1 B-ISDN 提供的主要业务	230
6.5.2 文件传输协议 FTP	164	8.2.2 异步传输模式	231
6.5.3 电子邮件	167	8.2.3 B-ISDN 协议的参考模型	232
6.5.4 WWW	169	8.2.4 ATM 的标准化组织和标准	234
6.6 IPv6 协议	172	8.2.5 ATM 技术	235
6.6.1 概述	172	8.2.6 IP Over ATM	239
6.6.2 IPv6 的特点和改进	173	8.2.7 ATM 应用示例	242
6.6.3 IPv6 协议	174	8.3 帧中继	244
6.6.4 IPv4 向 IPv6 的过渡	179	8.3.1 帧中继技术	244
思考题	179	8.3.2 帧中继技术的基本工作原理	244
第 7 章 网络操作系统	181	8.3.3 拥塞管理	246
7.1 概述	181	8.3.4 帧中继的应用	247
7.2 Windows NT 网络操作系统	183	8.4 回顾和展望	249
7.2.1 Windows NT 概述	183	思考题	250
7.2.2 Windows NT 域与工作组	186	第 9 章 计算机网络安全	251
7.2.3 Windows NT 网络协议	191	9.1 计算机网络安全问题的提出	251
7.2.4 Windows NT 安装与配置	195	9.1.1 计算机网络面临的安全问题	251
7.2.5 Windows NT 文件系统	197	9.1.2 计算机网络安全的内容	252
7.2.6 Windows NT 的服务器		9.2 网络安全体系结构	252
数据保护	200	9.2.1 安全服务和安全机制的一般	
7.2.7 Internet 和 Intranet 服务	203	描述	252
7.3 NetWare 网络操作系统	209	9.2.2 安全服务和安全机制的关系	255
7.3.1 NetWare 发展	209	9.2.3 安全服务和 OSI 层次的关系	255
7.3.2 NetWare 网络操作系统	209	9.2.4 安全管理	256
7.3.3 NetWare 的主要特点	211	9.3 数据加密技术	257
7.3.4 NetWare 的网络服务	212	9.3.1 密码技术概述	257
7.3.5 IntranetWare	213	9.3.2 私有密钥密码体系与公开密钥	
7.4 Linux 操作系统	214	密码体系	258
7.4.1 Linux 的产生	214	9.3.3 DES 和 RSA	258
7.4.2 Linux 的特点	215	9.3.4 密钥管理	260
7.4.3 Linux 的结构	216	9.3.5 验证和数字签名	263
7.4.4 Linux 的网络接口	218	9.4 网络的基本攻击	264
思考题	219	9.4.1 网络攻击概述	264
第 8 章 交换网与宽带网	221	9.4.2 网络防病毒技术	265
8.1 综合业务数字网 (ISDN)	221	9.5 防火墙技术	268
8.1.1 ISDN 概述	221	9.5.1 防火墙概念	268
		9.5.2 防火墙的安全模型	269

9.5.3 防火墙的类型	269	11.3.1 CIMS 系统结构及其网络特点 ...	302
思考题	271	11.3.2 制造自动化协议和办公自动化 协议	304
第 10 章 计算机网络管理	273	11.4 金卡工程网络	305
10.1 网络管理概述	273	11.4.1 金卡工程作用及分类	305
10.1.1 网络管理者的职责	273	11.4.2 银行卡互联网络的层次体系 结构	306
10.1.2 网络管理与网络管理系统	273	11.4.3 银行卡互联网络总体结构	306
10.1.3 网络管理系统的产生与发展 ...	274	11.4.4 银行卡互联网络的主要功能 ...	308
10.2 OSI 系统管理模型概述	275	11.4.5 银行卡互联网络的交换中心 ...	309
10.2.1 网络管理的结构	275	11.4.6 银行卡互联网络的安全	310
10.2.2 网络管理的功能	276	11.4.7 电子资金传送系统(EFT)	311
10.2.3 网络管理中管理信息的表示 ...	277	11.5 企业电子商务	311
10.2.4 网络管理的操作	278	11.5.1 电子商务的产生	311
10.2.5 网络管理的协议	278	11.5.2 电子商务技术环境模式	312
10.3 SNMP 协议	279	11.5.3 电子商务安全协议	313
10.3.1 SNMP 的工作原理	279	11.5.4 电子商务安全性的技术解决 方案	315
10.3.2 SNMP 管理信息库 MIB	280	11.5.5 电子商务交易的基本程序	316
10.3.3 SNMP 的局限性	285	11.6 企业办公自动化网络	318
10.3.4 SNMPv2 简介	285	11.6.1 办公自动化的提出	318
10.4 CMIS/CMIP 协议	286	11.6.2 办公自动化系统的层次划分 ...	319
10.4.1 CMIS/CMIP 工作原理	286	11.6.3 workflow 技术概述	319
10.4.2 公共管理信息服务 CMIS	287	11.6.4 企业办公网络的设计与建立 ...	323
10.4.3 公共管理信息协议 CMIP	288	11.7 视频会议系统	325
10.4.4 CMIS/CMIP 与 SNMP 的比较 ...	289	11.7.1 视频会议系统的提出	325
10.5 网络管理系统的设计与应用	289	11.7.2 视频会议标准	326
10.5.1 网络管理系统需求综合分析 ...	289	11.7.3 视频会议系统解决方案	329
10.5.2 网络管理系统体系结构设计 ...	290	11.8 校园网与现代远程教育	331
10.5.3 网络管理系统的开发与应用 ...	292	11.8.1 校园网概述	331
思考题	294	11.8.2 校园网建设目标及原则	331
第 11 章 计算机网络规划与网络应用	295	11.8.3 校园网建设内容及技术	331
11.1 计算机网络规划与性能评价	295	11.8.4 校园网建设方案	333
11.1.1 网络规划的一般方法	295	11.8.5 现代远程教育	335
11.1.2 网络性能评价	297	思考题	336
11.2 智能大厦	298	附录 英文缩写词	338
11.2.1 智能大厦组成及功能	298	参考文献	344
11.2.2 智能大厦技术	298		
11.2.3 智能大厦系统功能的发展	301		
11.3 计算机集成制造系统网络	302		

第1章 引 论

1.1 计算机网络的产生、发展

1.1.1 计算机网络的产生与发展阶段

计算机网络是计算机技术和通信技术结合的产物，出现于20世纪50年代初。至今，虽然时间不长，但发展很快，经历了从简单到复杂、从单机到多机、从单个网络通信到高速网间互联的信息网络发展过程。如今，计算机网络已成为人们社会生活、工作、经济、贸易等各个方面不可缺少的重要组成部分。计算机网络的演变可概括为4个阶段，即：具有通信功能的单机系统，具有通信功能的多机系统，计算机网络系统，信息网络。

1. 具有通信功能的单机系统

该系统也称终端—计算机网络，是早期计算机网的主要形式。它是将一台计算机经通信线路与若干台终端直接相连，如图1.1-1(a)所示。美国20世纪50年代的半自动地面防空系统(SAGE)就属于该类网络。它把远距离的雷达和其他测量控制设备的信号通过通信线路送到一台旋风计算机进行处理和控制，首次实现了计算机技术与通信技术的结合。

随着计算机在工业、商业和军事部门应用的深入，加之计算机批处理软件(为提高计算机系统效率而推出的一种软件系统)的出现，要求对分散在各地的数据进行集中处理，进而出现了远程批处理作业站。这些工作站通过通信线路连到一台主计算机上，即联机系统。在此之前，通信装置往往与远程终端相连，它以脱机方式先接收远程终端的原始数据和程序，在操作员的干预下送入计算机进行处理，再将处理后的结果送回远程终端。由于脱机系统的输入、输出需要人的干预，因此效率较低。若在计算机上增加通信控制功能，就可构成具有联机通信功能的批处理系统。

在联机系统中，随着所连远程终端数目的增加，一方面使计算机负载加重，系统实际效率下降；另一方面，系统中每一台远程终端都要通过一条通信线路与主计算机连接。这样，不仅线路利用率低，而且费用比例增大，于是出现了多终端共享通信线路的结构。图1.1-1(b)给出了多点式线路的结构。

2. 具有通信功能的多机系统

在上述简单的“终端—通信线路—计算机”系统中，主机负担较重，它既要进行数据处理，又要承担通信控制。为减轻主机负担，20世纪60年代，出现了主机和通信线路之间设置

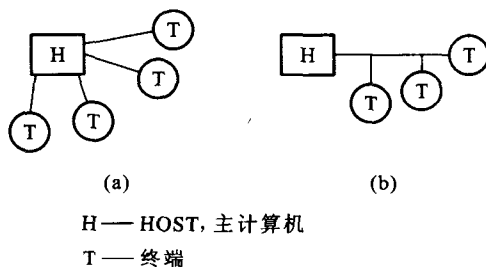


图 1.1-1 具有通信功能的单机系统

通信控制处理机(CCP——Communication Control Processor,或叫前端处理机 FEP——Front End Processor),专门负责通信控制。此外,在终端聚集处设置集中器 C (Concentrator)。用低速线路将各终端汇集到集中器,再通过高速通信线路与计算机相连,如图 1.1-2 所示。它是终端群—低速通信线路—集中器—高速通信线路—前端机—主计算机结构。由于前端机和集中器一般由计算机来承担,故该结构称为具有通信功能的多计算机系统。

网络发展的第二个阶段在军事、银行、铁路、民航和教育等部门都有应用。20 世纪 60 年代初,美国建成了全国性航空公司飞机订票系统(SABRE)。它用一台主计算机连接遍布全国各地的 2 000 多个终端。1970 年美国商用分时系统(TYMNET)在 60 个城市设有终端,除商用外,还可供所有终端检索国立医药图书馆的资料。美国通用电气公司的 GE 网,其主机与 7 个中心集中器连接,每个集中器又分别与分布在 23 个地区的 75 个远程集中器相连,成为世界上最大的商业数据处理网。

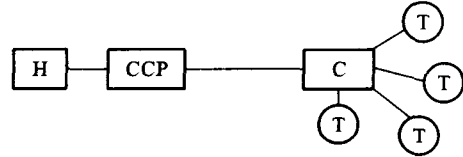


图 1.1-2 具有通信功能的多机系统

3. 计算机—计算机网络

计算机—计算机网络简称计算机网络。20 世纪 60 年代中期发展了由若干计算机互联的系统,即利用通信线路将多台计算机连接起来,开始了计算机—计算机之间的通信。该网络有两种结构形式,如图 1.1-3 所示。图 1.1-3 (a)所示是主计算机通过通信线路直接互联的结构,这里主计算机同时承担数据处理和通信工作。图 1.1-3 (b)所示是通过通信控制处理机(CC)间接地把各主计算机连接的结构。通信控制处理机和主计算机的分工是:前者负责网络中各主机间的通信处理和控制在;后者是网络资源的拥有者,负责数据处理,它们共同组成资源共享的计算机网络。

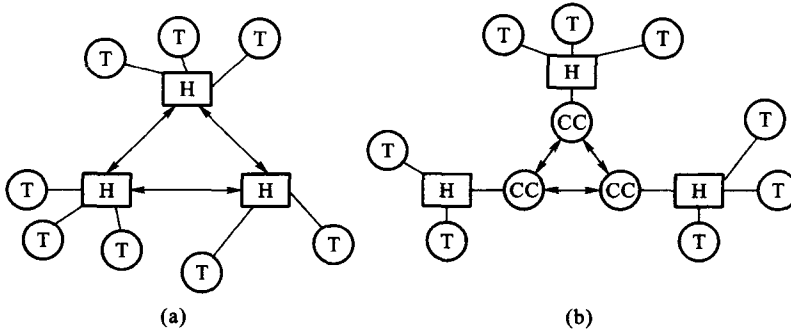


图 1.1-3 计算机—计算机网络

20 世纪 70 年代,美国国防部高级研究计划局研制的 ARPA 网是计算机—计算机网的代表。最初,该网仅由 4 台计算机连接组成,发展到 1975 年,已将 100 多台不同型号的大型计算机连于网内。ARPA 网成为第一个完善地实现分布式资源共享的网络,为计算机网络的发展奠定了基础。ARPA 网显示了计算机网络的优越性,促使许多国家组建规模较大的网络,如美国的 CYBERNET 网络、欧洲情报网 EIN 网络、英国国家物理研究所的 NPL 网络、法国的 CYCLADES

网络和日本的 JIPNET 网络等。在技术上, 这些网络与 ARPA 网都有相似之处。

随着大规模集成电路技术和计算机技术的飞速发展, 硬件价格下降, 从 20 世纪 70 年代开始, 微机广泛应用, 局域网络技术得到迅速发展。特别是 20 世纪 80 年代以来, 更是局域网腾飞的年代。局域网的发展, 使计算模式发生了变革。由过去主计算机(HOST)为主的集中计算模式, 发展成多个个人计算机(PC)的独立平台——分布计算模式。本书将用一章的篇幅专门介绍局域网的内容。

4. 信息网络

20 世纪 90 年代, 计算机网络得到了迅猛的发展, 特别是 1993 年 9 月美国首先宣布国家信息基础设施 NII (National Information Infrastructure) 发展计划, 它迅速传向世界, 受到各国的重视, 引起了极强烈的反响, 并纷纷规划实施本国的 NII 计划。这极大地推动了世界互联网的建设, 形成国际性的网络, 计算机网络进入了高速互联网时代。

计算机网络技术的发展又促进了信息技术革命的“第三次浪潮”的到来, 把人类社会从工业时代推向了信息时代。以“主—从结构”大型机为代表的第一次浪潮, 使银行联机交易、航空公司联机订票业务等成为可能; PC 机的出现, 开始了以“客户机/服务器 C/S (Client/Server) 结构”的第二次浪潮, 各行各业纷纷建立网络, 进行联网工作。现在正处于第三次浪潮之时, 这就是“网络计算”的时代。它以网络为中心, 把整个网络作为一个大系统的时代。“网络计算”NC (Network Computing), 它使人人拥有强的计算能力和共享世界信息资源成为可能。在 NC 模式中, 网络上的各计算机都能直接交换服务, 并具有无限存取和处理的能力。

21 世纪是信息社会的年代, 社会离不开网络, 网络的功能也不仅仅是简单地连接多个计算机, 更重要的是具有连接信息的功能, 这即是信息网络时代。信息网络作为面向信息传输、交换、存储、访问的网络, 是面向应用的高性能计算机网络。

1.1.2 计算机网络与相关技术

随着互联网的发展, 网络已开始使人们能跨越时间和空间的限制, 成为人们随时随地获取信息的重要手段。随之, 计算机网络的应用也有了进一步的发展。表现在: 网络从传输单一的正文数据, 发展为传输语音和视频数据, 以及集成声、文、图、像的多媒体传输; 从传统的点到点交互, 发展到单点到多点交互, 实现如视频广播和远程教育的应用, 进而发展到多点到多点间的交互应用, 如计算机视频会议系统; 从集中控制结构发展到分布控制结构, 并进一步发展到联邦(具有不同管理域)控制结构; 从传统的没有服务质量要求的服务模式, 发展到具有服务质量保证的服务模式——高性能网络服务。

高传输速率、高带宽、高服务质量(传输正确性、传输安全性、可靠性)是高性能计算机网络的重要指标, 也是 21 世纪计算机网络发展的主要方向。为此, 网络的发展, 将会要求和带动如下网络技术的发展和应用。

1. 综合业务数字网(ISDN)技术

ISDN (Integrated Service Digital Network)是全数字的通信网。由于现有电话网一般是模拟网或模拟数字混合网, 其传输速率低, 最高仅 56 kbps (Bits Per Second, 位/秒), 不能传输多媒体信息。ISDN 支持文字、语音、数据、图形、活动图像的通信, 可以实现全数字化的信息传输, 是今后一段时间内多媒体通信的基本传输手段。随着对高清晰度电视和高速率业务的要求,

光纤传输发展为宽带 ISDN, 即 B-ISDN。它利用光纤做传输介质, 采用异步传输模式, 其传输速率从 150 Mbps 到 10 Gbps, 可支持多种媒体通信业务。满足多媒体通信对网络总带宽的要求, 是实现多媒体有效通信的基本条件。ISDN 技术由于其技术上的成熟、稳定性和使用的经济性, 已成为中小商业用户、家庭用户最经济的中速数字接入互联网技术。

2. 高速交换网技术

利用网段微化技术, 通过在网段间建立多个并行连接, 提供单独网段上的专用频带, 有效地提高了网络的吞吐量, 提高传输效率。

交换技术是计算机网络的核心技术之一。采用新的交换方式, 变集中交换为分布交换; 多层交换(三层交换和高层交换); 使用高速交换设备, 如光交换机等, 以提高网间交互速度。

3. 宽带网技术

宽带网即能实现高速上网, 且在一条线上同时能支持语音、数据和视像等多种业务服务的网。宽带网技术将从根本上改变全球范围的通信手段。随着大容量光缆、同步光网络、数字交换机、卫星通信链路等世界范围的公共通信基础设施的建立, 可在全球范围内高速、有效地传输多种类型的信息。

1) 异步传输模式 ATM (Asynchronous Transfer Mode)。ATM 是一种能同时满足文字、图形、图像、音频、视频等传输要求的技术, 具有高速、大容量、实时等特点。真正实现无缝地高速传送多媒体信息。

2) 电缆调制解调器产品正逐渐成熟, 电缆局部网已开始步入家庭和中小型企业, 通过电缆插头可以方便地将有线电视直接接入因特网(Internet)。

3) 10G 位以太网。为适应网络数据流量的迅速增加, 2000 年初, 美国电气和电子工程师学会 IEEE (Institute for Electrical and Electronic Engineers)进行了 10G 位以太网的开发, 并发布了 10G 位以太网的 802.3ae 标准规范。10G 位以太网不仅具有很高的带宽(传输速率达 10 亿位/秒, 即 10 Gbps), 且扩展了网络范围, 使其超越局域网, 进入广域网或城域网范围。

此外, 实时影视点播、远程医疗、远程教育和虚拟专用网等应用也需在宽带网发展的基础上实现。

4. 网络标准化

网络标准化是时代的要求。国际标准化组织(ISO)在这方面做了大量的工作, 其开放系统互联参考模型(OSI/RM)是标准化的基础。随着宽带网、光纤骨干网、移动通信和无线通信等技术的应用和发展, 新的标准也不断产生。按照标准化生产的产品, 具有互联方便、可维护性好等优点。

5. 移动通信技术

笔记本电脑和智能手持设备 SHD (Smart Handheld Device)的发展, 使得对移动无线网的要求日益增加。将固定综合宽带网通信业务用于移动环境中, 采用新技术, 提高数字传输速率, 实现笔记本电脑和 SHD 的方便入网和高速通信。其特点是个人终端用户能在全球范围内的任何时间、任何地点与任何人用任何方式高质量地完成任何信息的移动通信与传输。预计, 至 2010 年可实现 2~20 Mbps 的传输速率, 最高达 156 Mbps, 2020 年将最高达 600 Mbps。最终实现人类通信的梦想——“无线信息高速公路”。

6. “全球智能网”的构筑

“全球智能网”的构筑，即把全球局域网与 Internet 融为一体，处理亿万个连接点，提供智能服务，包括确认网上用户身份、位置、需求和服务方法等。网络提供优良的可访问性和广泛的兼容性，是用户的“智能助手”。用户可在任何时候、任何地点访问网络。网络具有自动故障检测、诊断和排除功能。

7. 复播技术

传统的网络应用局限在两台计算机之间进行相互操作。目前，一些新的应用，如网络电视、视频会议、协同计算等，它们均需在一组计算机之间进行通信，即多点通信。采用复播技术，打破传统的广播方式，实现信包投递信包组方式，即把同样信息复制多次，投递到组内每一个要接收此信息的成员。

8. 宽带接入技术

Internet 时代的到来，使人们对信息的要求比以往任何时候都强烈。局域网、小型办公室以及家庭用户都迫切要求快速接入 Internet，这即是“最后一公里接入技术”。传统的公用电话网通过 Modem 拨号上网的最高传输速率为 56 kbps，已远远无法满足人们快速上网的要求。随着信息技术的发展，特别是多媒体信息需求的提高，促进了宽带化、数字化接入技术的研究，并有了极大的发展。其宽带接入的方式有：有线电视电缆(Cable Modem)接入、电信网接入、卫星接入、固定无线接入和移动无线接入。其中，卫星接入、固定无线接入和移动无线接入是今后一段时间内需研究的内容。有线电视电缆接入，由于有线电视网具有频带宽(高达 1 GHz)的特点，已被世界各国公认为是“信息高速公路最后一公里”接入具有巨大开发价值的方式，故有线电视电缆接入技术很有应用前景。

电信网接入中的基于双绞线的不对称数字用户线 ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) 接入，由于双绞线用户在全世界占据了全部用户线的 90% 以上，充分利用该部分资源，开发新的宽带业务是中近期接入网发展的重要任务，ADSL 技术是近期有广阔应用前景的接入技术之一，它将代替传统的 Modem 方式，成为家庭和小型商务应用的主流接入技术。

随着光纤价格的不断下降以及企业、家庭用户对宽带要求的不断增长，光纤系统将逐步从骨干网扩大到接入网。如混合光纤同轴(HFC)接入和基于光纤的无源光网络(PON)方式等，均是光接入技术今后研究的内容。

综上所述，计算机网络的发展以及对网络性能的高要求，刺激了网络新技术的不断开发和应用。反过来，网络新技术的成熟，又加速了全球智能计算机网络的早日到来。

1.2 计算机网络结构及功能

1.2.1 计算机网络的组成

计算机网络主要由主计算机、终端、通信处理机和通信设备等网络单元经通信线路连接组成。随着计算机技术和网络技术的发展，网络单元也日益增多，功能更加完善。下面仅就常用的几个网络单元说明它们在网络中的作用。

主计算机(HOST) 是计算机网络中承担数据处理的计算机系统，可以是单机系统，也可

以是多机系统。主计算机应具有完成批处理(实时或交互分时)能力的硬件和操作系统,并具有相应的接口。

终端(Terminal) 是网络中用量大、分布广的设备,直接面向用户,实现人一机对话,并通过它与网络进行联系。终端种类很多,如键盘显示器、智能终端、会话型终端、复合终端等。

通信处理机 也称结点计算机(NC,Node Computer)或叫前端处理机,是主计算机与通信线路单元间设置的计算机,负责通信控制和通信处理工作。它可以连接多个主机,也可将多个终端接入网内。通信处理机是为减轻主计算机负担,提高主机效率而设置的。

通信设备 是数据传输设备,包括集中器、信号变换器和多路复用器等。

集中器 集中器设置在终端较集中的地方,它把若干个终端用低速线路先集中起来,再与高速通信线路连接,以提高通信效率,降低通信费用。

信号变换器 提供不同信号间的变换。不同传输介质采用不同类型的信号转换器,通常用电话线做传输线。电话线只能传输模拟信号,但主计算机和终端输出的是数字信号,因此在通信线路与主计算机、通信处理机和终端之间都需接入模拟信号与数字信号相互转换的转换器。

通信线路 通信线路用来连接上述组成部分。按数据信号的传输速率不同,通信线路分高速、中速和低速三种。一般终端与主机、通信处理机及集中器之间采用低速通信线路;各计算机之间,包括主机与通信处理机之间及各通信处理机之间采用高速通信线路。通信线路可采用电缆、架空明线和光导纤维等有线通信线路,也可采用微波、通信卫星等无线通信线路。

上述网络单元按其功能组成一个两级计算机网,如图 1.2-1 所示。它是当前计算机网络结构的主要形式。

按照数据通信和数据处理的功能,该网络可分为两层:内层通信子网和外层资源子网。通信子网由结点计算机和高速通信线路组成独立的数据通信系统,承担全网的数据传输、交换、加工和变换等通信处理工作,即将一个主计算机的输出信息传送给另一个主计算机。资源子网包括主计算机、终端、通信子网接口设备及软件等。它负责全网的数据处理和向网络用户提供网络资源及网络服务。

除上述物理组成外,计算机网络还应具有功能完善的软件系统,以支持资源共享功能。为了在各网络单元间进行数据通信,通信的双方就必须有一套能够彼此了解、全网一致遵守的规则或约定,如:数据传输的格式,数据传输的起始和停止标志,传输速度,传输时如何检查信息是否正确,一旦检

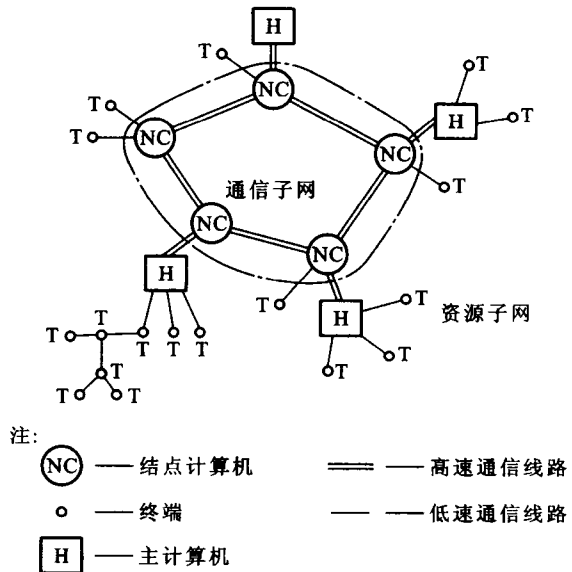


图 1.2-1 计算机网络的一般结构

查出错又如何处理，等等。这些规则或约定称为网络协议。有关计算机网络协议更详细的内容，将在第三章中介绍。

1.2.2 计算机网络的拓扑结构

为进一步分析网络单元彼此互联的形状与其性能的关系，采用拓扑学中一种研究与大小形状无关的点、线特性的方法，把网络单元定义为结点，两个结点间的连线称链路。这样，从拓扑学观点看，计算机网络则是由结点和链路组成。网络结点和链路的几何位置就是网络的拓扑结构。网络中共有两类结点：转接结点和访问结点。结点计算机、集中器和终端控制器等属转接结点，它们在网络中只是转接和交换传送的信息；主计算机和终端等是访问结点，它们是信息交换的源结点和目标结点。通信子网的拓扑类型较多，主要有以下六种：星型、树型、环型、总线结构、全部互连和不规则型，如图 1.2-2 所示。

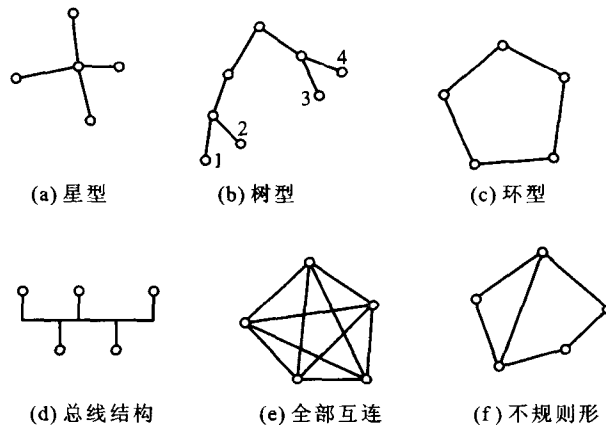


图 1.2-2 网络的拓扑结构

星型 图 1.2-2 (a)所示是星型结构。星型的中心结点是主结点，它接收各分散结点的信息再转发给相应结点，具有中继交换和数据处理功能。星型网的结构简单，建网容易，但可靠性差，中心结点是网络的瓶颈，一旦出现故障则全网瘫痪。

树型 树型网络是分层结构，适用于分级管理和控制系统中。与星型结构相比，由于通信线路总长度较短，故它的成本低，易推广，但结构较星型复杂。网络中，除叶结点(图 1.2-2 (b)中标有数字 1、2、3 和 4 的各结点)及其连线外，任一结点或连线的故障均影响其在支路网络的正常工作。

环型 网络中结点计算机连成环形，就成为环型网络，如图 1.2-2 (c)所示。环路上，信息单向从一个结点传输到另一个结点，传输路径固定，没有路径选择问题。环型网络实现简单，适用于传输信息量不大的场合。由于信息从源结点到目的结点都要经过环路中的每个结点，故任何结点的故障均导致环路不能正常工作，可靠性较差。

由于环型网络具有结构简单、容易实现、无路径选择和建网投资少等优点，使它在多机系统和局部计算机网络中占有重要地位，是使用较多的结构。有关环型网络的详细内容将在

第4章介绍。

总线结构 如图 1.2-2 (d)所示。总线结构中,各结点通过一个或多个通信线路与公共总线连接。总线型结构简单、扩展容易。网络中任何结点的故障都不会造成全网的故障,故相对上述几种结构可靠性高。

全部互连 如图 1.2-2 (e)所示。网络中任意两结点间都有直接通路相连,故通信速度快,可靠性高;但建网投资大,灵活性差。适用于对可靠性有特殊要求的场合。

不规则型 网络中各结点的连接没有一定的规则,一般当结点地理分散,而通信线路是设计中主要考虑因素时,采用不规则型网络。其结构如图 1.2-2 (f)所示。

上述结构中,星型和树型均属集中控制方式,它们的主要缺点是可靠性差,主结点的故障会导致全网瘫痪。环型和总线型主要使用分布式控制方式,在局域网络中多被采用。不规则型网络则主要用在远程网络中。如何确定网络的拓扑结构,这是网络设计中首要考虑的问题,需根据应用场合、任务要求和费用等诸因素综合分析比较后确定。

1.2.3 计算机网络功能

计算机网络主要有如下四点功能:

1. 数据通信

数据通信即数据传送,是计算机网络的最基本功能之一,用以实现计算机与终端或计算机之间传送各种信息。利用这一功能,地理位置分散的生产单位或业务部门可通过计算机网络连接起来,进行集中的控制和管理。

2. 资源共享

资源共享包括共享软件、硬件和数据资源,是计算机网最有吸引力的功能。资源共享指的是网上用户都能部分或全部地享受这些资源,使网络中各地区的资源互通有无,分工协作,从而大大地提高系统资源的利用率。例如,少数地区设置的数据库可供全网使用;某些地方设计的专用软件可供其他处调用;一些特殊功能的计算机或外部设备面向全网,使不具有这些硬件设备的地区也能利用这些硬件资源,以完成特殊的处理任务。因此计算机网的引入使整个系统的数据处理平均费用大为下降。

3. 提高计算机的可靠性和可用性

提高可靠性表现在计算机网络中各台计算机可以通过网络彼此互为后备机,一旦某台计算机出现故障,故障机的任务就可由其他计算机代为处理,避免了单机在无后备使用情况下,某些计算机故障导致系统瘫痪的现象,大大地提高了可靠性。

提高计算机可用性是指当网络中某台计算机负载过重时,网络可将新的任务转交给网中较空闲的计算机完成,这样就能均衡各台计算机的负载,提高了每一台计算机的可用性。

4. 易于进行分布处理

计算机网络中,各用户可根据情况合理选择网内资源,以就近、快速地处理。对于较大型的综合问题,通过一定的算法将任务分交给不同的计算机,达到均衡使用网络资源,实现分布处理的目的。此外,利用网络技术,能将多台计算机连成具有高性能的计算机系统,以共同完成对一个复杂问题的处理,这就是当今称之为协同式计算的一种网络计算方式。

1.3 计算机网络定义及分类

1.3.1 计算机网络定义

通过前面几节的介绍，读者对计算机网络的概貌已有了一些了解，在此基础上，就计算机网络的定义再做进一步的叙述。

什么是计算机网络？自 1970 年以来存在着各种不同的理解和定义。从计算机与通信技术结合的广义观点出发，把计算机网络定义为“计算机技术与通信技术相结合实现远程信息处理或进一步达到资源共享的系统”。照此定义，20 世纪 50 年代的“终端—计算机网”，60 年代的“计算机—计算机网”以及目前发展的分布式计算机网均属计算机网络。

美国信息处理学会联合会在 1970 年从共享资源角度出发，把计算机网络定义为“以能够相互共享资源(硬件、软件和数据等)的方式连接起来，并各自具备独立功能的计算机系统之集合”。随着“终端—计算机”通信发展到“计算机—计算机”通信，又出现了计算机通信网的定义。它定义：在计算机间以传输信息为目的而连接起来的计算机系统的集合，为计算机通信网。可见，计算机通信网是一组物理上相互连接、能够彼此通信的、以共享硬件、软件和数据等资源为目的的计算机系统。

从物理结构上看，计算机网又可定义为在协议控制下，由若干计算机、终端设备、数据传输设备和通信控制处理机等组成的系统集合。它强调计算机网是在协议控制之下，通过通信系统来实现计算机之间的连接。网络协议是区别计算机网络与一般计算机互联系统的标志。

综上所述，本书给出计算机网络的定义为：把分布在不同地点的多个计算机物理上互联，按照网络协议相互通信，以共享硬件、软件和数据资源为目标的系统。根据所处的环境和研究的着眼点不同，可选用计算机网络的不同术语。当研究分析网络资源的共享时，可采用计算机网络术语；当着重通信方面的研究时，可使用计算机通信网络术语。

1.3.2 计算机网络分类

计算机网络可按不同的方法分类：按拓扑结构划分；按网络范围和计算机间互联距离划分；按网络数据传输控制方式和系统拥有者划分；按信息交换方式划分，等等。其中，人们习惯使用的划分方法是按网络范围和计算机间互联距离划分。

按网络范围和计算机间互联距离划分，主要有广域网 WAN (Wide Area Network)和局域网 LAN (Local Area Network)。广域网也称为远程网 RCN (Remote Computer Network)。广域网涉及的范围较大，一般可以从几公里至几万公里。例如，一个城市、一个国家或洲际间建立的网络都是广域网。广域网内，用于通信的传输装置和介质一般由电信部门提供，网络由多个部门或多个国家联合组建而成，网络规模大，能实现较大范围内的资源共享。局域网地理范围一般在 10 公里内，属于一个部门或单位组建的小范围网。例如，一个建筑物内、一所学校、一个单位内等。局域网组建方便，使用灵活，是目前计算机网络发展中最活跃的分支，有关局域网的详细内容将在第 4 章内介绍。介于广域网和局域网之间，在一个城市或地区建立的网络称为城域网 MAN (Metropolitan Area Network)，其网络距离从几十公里到上百公里。在一个城市内，将局域网互联则通常称