



21世纪高等院校计算机科学与工程系列教材

北京希望电子出版社 总策划

杨喜权 樊秀梅 陈志峰 编 著

计算机 网络与通信



电子科技大学出版社



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn



北京希望电子出版社 总策划

杨喜权 樊秀梅 陈志峰 编 著

计算机 网络与通信



电子科技大学出版社



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn

内 容 简 介

《计算机网络与通信》是为了适应面向 21 世纪课程体系改革的需要,针对高等院校编著的计算机本科专业教材,是作者多年教学实践的总结。本教材针对计算机网络与通信技术的新发展、新技术,系统地阐述了计算机网络与通信的基础理论及其应用技术。同时,对相关工程技术人员进行网络设计、开发、建设、管理和使用提供专业帮助与指导。

本教材共分 12 章,从 6 个方面阐述计算机网络与通信的基础理论及应用技术,第一部分阐述网络理论基础,介绍计算机网络的概述、数据通信技术、计算机网络体系结构等基本内容;第二部分阐述计算机网络技术,介绍局域网技术、广域网技术及网络互联等内容;第三部分介绍 Internet,网络协议、计算机网络应用;第四部分介绍计算机网络安全与管理;第五部分介绍计算机网络的新发展,高级计算机网络体系结构;第六部分介绍计算机网络工程方法与实施。

本书注重基础理论与应用技术相结合,力图反映计算机网络发展的经典理论在现实中的应用。本书可作为本科生的专业教材,也可作为研究生与相关专业技术人员的参考书。

需要本书或技术支持的读者,请与北京中关村 083 信箱(邮编 100080)发行部联系,电话:010-82702660 010-82702658, 010-62978181(总机)转 103 或 238,传真:010-82702698, E-mail: yanmc@bhp.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络与通信 / 杨喜权, 樊秀梅, 陈志峰编著.

成都: 电子科技大学出版社, 2004. 11

ISBN 7-81094-577-7

I. 计… II. ①杨…②樊…③陈… III. ①计算机网络
②计算机通信 IV. ①TP393 ②TN919

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 078216 号

计算机网络与通信

杨喜权 樊秀梅 陈志峰 编著

-
- 出 版: 电子科技大学出版社(成都建设北路二段四号 610054)
北京希望电子出版社(北京海淀区上地信息产业基地 3 街 9 号
金隅嘉华大厦 C 座 610 100085)
- 网 址: www.bhp.com.cn E-mail: lwm@bhp.com.cn
- 责任编辑: 张蓉莉 邓 伟
- 发 行: 新华书店经销
- 印 刷: 北京双青印刷厂
- 开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张 18.75 字数 431 千字
- 版 次: 2004 年 11 月第 1 版
- 印 次: 2004 年 11 月第 1 次印刷
- 书 号: ISBN 7-81094-577-7/TP·343
- 印 数: 0001-3 000 册
- 定 价: 30.00 元
-

21世纪高等院校计算机教材编委会名单

(排名不分先后)

主任:	陈火旺	院士	
副主任:	李仁发	教授	金茂忠 教授 陈 忠 教授 陆卫民 高工
委员:	晏海华	教授	北京航空航天大学
	赵宏利	教授	装备指挥学院
	邵秀丽	副教授	南开大学
	刘振安	教授	中国科技大学
	董玉德	副教授	合肥工业大学
	倪志伟	教授	合肥工业大学
	吕英华	教授	东北师范大学
	杨喜权	副教授	东北师范大学
	朱诗兵	副教授	装备指挥学院
	樊秀梅	副教授	清华大学
	徐 安	教授	上海同济大学
	赵 欢	副教授	湖南大学
	胡学钢	教授	合肥工业大学
	林福宗	教授	清华大学
	王家昕	教授	清华大学
	郑 莉	教授	清华大学
	朱淼良	教授	浙江大学
	刁成嘉	副教授	南开大学
	林和平	教授	东北师范大学
	孙铁利	教授	东北师范大学
	温子梅	讲师	广东教育学院
	吕国英	副教授	山西大学
	张广州	讲师	沈阳大学
	何新华	教授	装甲学院
	邱仲潘	副教授	厦门大学
	曾春平	副教授	第二航空学院
	姬东耀	教授	中科院计算所
	喻 飞	博士	浙江大学
	徐建华	总编	北京希望电子出版社
	郑明红	副总编	北京希望电子出版社
	韩素华	编室主任	北京希望电子出版社

总 序

21 世纪挑战与机遇并存, 没有足够的知识储备必将被时代所抛弃。中国 IT 教育产业竞争日趋激烈, 用户需求凸现个性, 行业发展更需要理性。未来五年 IT 行业将以每年 18% 的速度连续增长, 将引发 IT 产业新的发展高潮。实现信息产业大国的目标, 应该依赖教育, 要圆信息产业强国的梦想, 依然要寄托于教育, IT 教育事业任重道远, 其产业也正面临着机遇与挑战。

我国的计算机教学长久以来一直重原理、轻应用。高等院校的计算机教学机制和教材对计算机本身的认识都存在误区。要改革高校计算机教学, 教材改革是重要方面, 用计算机教材的改革促进基础教育的改革势在必行。

一本好书, 是人生前进的阶梯; 一套好教材, 就是教学成功的保证。为缓解计算机技术飞速发展与计算机教材滞后落伍的矛盾, 我们通过调查多所院校的师生, 并多次研讨, 根据读者认识规律, 开创出一种全新的方式, 打破过去介绍原理——理论推导——举例说明的样式, 增加实用操作性, 通过上机实验与课上内容结合起来增强可读性, 用通俗易懂的语言和例子说明复杂概念。

本套教材的特点一是“精”, 精选教学内容; 二是“新”, 捕捉最新资讯; 三是“特”, 配备电子课件, 力争达到基础性、先进性、全面性、典型性和可操作性的最大统一。

为保证教材质量, 我们同时聘请了一批学术水平较高的知名专家、教授作为本套教材的主审和编委。全套教材包括必修课教材二十多种, 选修课教材和学习配套用书 10 余种, 基本上涵盖了目前高等院校(含高等职业技术学院、高等专科学校、成人高等学校)计算机科学与技术专业所必修或选修的内容。各种教材编写时既注意到内容上的连贯性, 又保证了教学上的相对独立性。

本套教材在内容的组织上, 大胆汲取当今计算机领域最新技术, 摒弃了传统教材中陈旧过时的内容。这些变化在各本教材中都得到了不同程度的体现。本套教材编写时既参照了教育部有关计算机科学与技术专业的教学要求, 又参考了“程序员考试大纲”和“全国计算机水平等级考试大纲”的内容, 因此既适合作为高等学校计算机科学与技术专业教材, 也可作为计算机等级考试学习用书。

考虑到各校教学特点和计算机设备条件, 我们本着“学以致用”的理念, 在本套教材编写中自始至终贯彻“由浅入深, 理论联系实际”的原则, 以阐明要义为主, 辅之以必要的例题、习题和上机实习, 能够使学生尽快领悟和掌握。

在本套教材编写过程中, 作者们付出了艰辛的劳动, 教材编委会的各位专家、教授进行了认真的审定和悉心指导。书中参考、借鉴了国内外同类教材和专著, 在此一并表示感谢。

我们希望更多的优秀教师参与到教材建设中来, 真诚希望广大教师、学生与读者朋友在使用本丛书过程中提出宝贵意见和建议。

若有投稿或建议, 请发至本丛书出版者电子邮件: hansuhua@163bj.com

21 世纪高等院校计算机科学与工程系列教材编委会

前 言

计算机网络是计算机技术与通信技术相结合的产物，是信息化社会发展的主要基础设施。在信息化社会中，信息已成为改造世界、推动社会发展的直接媒体与动力。今天，Internet已成为我们生活与工作的主要信息平台，成为知识经济载体的支撑环境，成为国家进步和社会发展的主要支柱。

学习与研究计算机网络与通信基础理论知识及其应用技术，是计算机专业学生与相关工程技术人员进一步提高专业水平所必须的，也是高校教育培养一批掌握网络基础理论与应用技术人才的主要任务。基于这两个方面的要求，作者在多年教学实践的基础上，编写了《计算机网络与通信》一书。针对计算机网络技术的发展与课程改革的实际需要，言简意赅地介绍了计算机网络与通信的基础理论及其应用技术。同时，对从事计算机网络设计、开发、建设、管理和使用的专业人员亦有所帮助与指导。

本书第1章介绍计算机网络概述；第2章介绍数据通信技术；第3章介绍计算机网络体系结构；第4章是局域网技术；第5章介绍广域网技术；第6章介绍异步传输模式；第7章介绍网络互联；第8章介绍网络传输协议；第9章介绍计算机网络应用；第10章介绍高级计算机网络体系结构；第11章介绍计算机网络安全与管理；第12章介绍计算机网络工程。第1、2、3章由杨喜权编写；第4、5、6、7章由樊秀梅编写；第8、9、10章由陈志峰编写，第12章由沈东哲（朝鲜金日成综合大学）编写。全书由樊秀梅进行了统稿，由吕英华教授进行了审阅。

本书根据计算机网络与通信技术的发展特点，对近年来涌现的新技术进行了较为全面的介绍与分析，突出理论性与应用性相结合的特色，较为全面而深入地阐述了计算机网络与通信技术发展的状况。

由于作者水平有限，对书中存在的错误和问题，殷切希望读者批评指正。

编者

目 录

第1章 计算机网络概论	1
1.1 计算机网络的产生与发展	1
1.2 计算机网络的构成与功能	3
1.2.1 网络硬件	4
1.2.2 网络软件	4
1.2.3 网络功能	5
1.3 计算机网络的连通性与拓扑结构	5
1.3.1 计算机网络的连通性	5
1.3.2 计算机网络的拓扑结构	6
1.4 计算机网络的分类	8
1.5 计算机网络服务与应用	9
1.5.1 计算机网络服务	9
1.5.2 计算机网络应用	10
1.6 网络标准化组织	11
思考题	12
第2章 数据通信技术	13
2.1 数据通信	13
2.1.1 数据传输	13
2.1.2 数据表示格式化	14
2.2 数据编码	15
2.2.1 数字—数字转换	15
2.2.2 模拟—数字转换	17
2.2.3 数字—模拟转换	17
2.3 成帧技术	19
2.4 数据传输	21
2.4.1 数据传输模式	21
2.4.2 数据传输方式	22
2.4.3 同步控制技术	22
2.5 传输介质	23
2.6 复用技术	25
2.6.1 频分多路复用(FDM)	26
2.6.2 时分多路复用(TDM)	26
2.6.3 波分多路复用(WDM)	26
2.6.4 码分多路复用(CDM)	27
2.6.5 复用技术的应用	27

2.7 交换方式与技术	29
2.7.1 电路交换	29
2.7.2 分组交换	31
2.7.3 分组大小	32
思考题	33
第3章 计算机网络体系结构	34
3.1 计算机网络体系结构概述	34
3.1.1 网络的层次结构	34
3.1.2 OSI/RM 模型	35
3.2 物理层	37
3.3 数据链路层	39
3.3.1 HDLC 协议	40
3.3.2 差错校验方法	43
3.3.3 差错控制方法	46
3.3.4 流量控制方法	48
3.4 网络层	49
3.5 传输层	50
3.6 会话层、表示层和应用层	52
3.6.1 会话层	52
3.6.2 表示层	52
3.6.3 应用层	53
3.7 TCP/IP 模型	54
3.8 局域网体系结构	55
思考题	57
第4章 局域网技术	58
4.1 以太网	58
4.1.1 带有冲突检测的载波侦听多路访问法(CSMA/CD)	59
4.1.2 粗缆以太网(10Base-5)	59
4.1.3 细缆以太网(10Base-2)	60
4.1.4 双绞线以太网(10Base-T)	61
4.1.5 光纤以太网(10Base-F)	62
4.1.6 快速以太网	62
4.1.7 高速以太网	63
4.2 令牌环网	64

4.2.1 令牌环网物理结构.....	65	5.4 帧中继.....	88
4.2.2 令牌环网的组成部件.....	65	5.4.1 帧中继的特点.....	88
4.2.3 IEEE802.5 令牌帧格式.....	66	5.4.2 帧中继通信.....	89
4.2.4 令牌环的构造规则.....	67	5.4.3 帧中继的数据传输与帧格式.....	89
4.2.5 令牌环网工作原理.....	67	5.4.4 帧中继的应用.....	90
4.2.6 令牌环网的特点.....	68	5.5 综合业务数字网.....	91
4.3 令牌总线型网 (Token Bus).....	68	5.5.1 ISDN 及其分类.....	91
4.3.1 令牌总线网的工作原理.....	68	5.5.2 ISDN 的制定原则.....	92
4.3.2 令牌总线 MAC 帧格式.....	69	5.5.3 ISDN 帧格式.....	92
4.3.3 令牌总线介质访问控制.....	70	5.5.4 ISDN 的服务及其连接.....	92
4.3.4 令牌总线网的主要特点.....	71	5.6 SONET/SDH.....	94
4.4 FDDI (光纤分布式数据接口).....	71	5.6.1 SONET 多路复用技术.....	94
4.4.1 FDDI 的双环结构.....	72	5.6.2 SONET 系统的构成.....	95
4.4.2 FDDI 网络体系结构.....	72	思考题.....	96
4.4.3 FDDI 的帧格式.....	73	第 6 章 异步传输模式 (ATM).....	97
4.4.4 FDDI 的基本工作原理.....	73	6.1 ATM 结构.....	97
4.4.5 FDDI 的特点与主要应用环境.....	74	6.1.1 ATM 的基本概念及主要特点.....	97
4.5 虚拟局域网.....	75	6.1.2 ATM 的信元结构.....	98
4.5.1 构建 VLAN 的主要思路.....	75	6.1.3 ATM 网的分类与主要接口.....	99
4.5.2 VLAN 的划分.....	76	6.2 ATM 参考模型.....	100
4.5.3 VLAN 的优势.....	77	6.2.1 ATM 参考模型.....	100
4.6 无线局域网.....	78	6.2.2 物理层.....	101
4.6.1 无线局域网的目的与概念.....	78	6.2.3 ATM 数据链路层.....	101
4.6.2 无线局域网标准.....	78	6.2.4 ATM 网络层.....	102
4.6.3 无线局域网的特点.....	79	6.2.5 ATM 适配层 (AAL 层).....	104
4.6.4 无线局域网的工作模式.....	80	6.3 交换机制.....	108
4.6.5 无线局域网的组建形式.....	80	6.3.1 ATM 的虚连接.....	108
思考题.....	81	6.3.2 连接建立.....	109
第 5 章 广域网技术.....	82	6.3.3 ATM 交换工作原理.....	110
5.1 广域网概论.....	82	6.3.4 ATM 交换设备.....	111
5.1.1 广域网基本架构.....	82	6.4 ATM 服务类.....	112
5.1.2 广域网提供的服务模式.....	83	思考题.....	114
5.1.3 广域网的路由选择与拥塞控制.....	83	第 7 章 网络互联.....	115
5.2 分组交换网.....	84	7.1 网络互联原理和设备.....	115
5.3 X.25.....	86	7.1.1 网络互联原理.....	115
5.3.1 X.25 的传输模式.....	86	7.1.2 网络互联设备.....	117
5.3.2 X.25 帧结构.....	87	7.2 网络互联协议.....	122
5.3.3 X.25 的设备.....	87	7.2.1 网络互联协议 IPv4.....	122
5.3.4 X.25 的特点.....	88	7.2.2 网络控制报文协议 (ICMP).....	126

7.2.3 地址解析协议 ARP.....	127	9.1.4 远程登录 Telnet 服务.....	201
7.2.4 反向地址解析协议 RARP.....	128	9.2 域名系统 DNS.....	207
7.2.5 动态主机配置协议 DHCP.....	128	9.2.1 域名结构.....	207
7.3 路由原理.....	129	9.2.2 域名解析.....	209
7.3.1 IP 路由原理.....	129	9.2.3 中文域名.....	213
7.3.2 IP 路由类型.....	131	9.3 代理服务器.....	214
7.3.3 动态 IP 路由算法.....	132	9.3.1 代理服务器原理.....	216
7.4 Internet 路由协议.....	133	9.3.2 客户端代理设置.....	219
7.4.1 路由信息协议 (RIP).....	133	9.4 电子商务.....	220
7.4.2 开放式最短路径优先 OSPF.....	135	9.4.1 电子商务的功能.....	220
7.4.3 外部网关协议 EGP.....	137	9.4.2 电子交易与支付.....	222
7.4.4 边界网关协议 BGP.....	139	思考题.....	224
7.5 全球 Internet.....	140	第 10 章 高级计算机网络体系结构	226
7.5.1 Internet 面临的危机.....	140	10.1 综合服务模型.....	226
7.5.2 无类域间路由 (CIDR).....	141	10.1.1 综合服务模型的简介.....	226
7.5.3 IPv6.....	143	10.1.2 综合服务模型的组成部件.....	228
思考题.....	150	10.1.3 综合服务模型提供的服务.....	228
第 8 章 网络传输协议	151	10.1.4 资源预留协议 (RSVP).....	229
8.1 传输服务.....	151	10.1.5 IntServ 主要的不足.....	231
8.1.1 服务质量.....	152	10.2 差分服务模型.....	231
8.1.2 服务原语.....	154	10.2.1 差分服务的介绍.....	232
8.2 传输协议.....	156	10.2.2 差分服务的组成部件.....	232
8.2.1 寻址.....	157	10.2.3 差分服务提供的服务.....	235
8.2.2 建立连接.....	158	10.2.4 差分服务体系的特点.....	237
8.2.3 释放连接.....	160	10.3 多协议标签交换技术.....	237
8.3 滑动窗口协议.....	163	10.3.1 MPLS 简介.....	238
8.4 因特网传输协议.....	167	10.3.2 MPLS 的组成部件.....	239
8.4.1 传输控制协议 TCP.....	168	10.3.3 MPLS 的核心技术.....	240
8.4.2 用户数据包协议 UDP.....	170	10.4 流量工程.....	242
8.5 TCP 连接管理.....	171	思考题.....	244
8.6 TCP 重发机制.....	173	第 11 章 计算机网络安全与管理	245
8.7 TCP 流量控制.....	174	11.1 网络安全概述.....	245
8.8 TCP 拥塞控制.....	175	11.2 网络安全策略.....	247
思考题.....	177	11.3 数据加密技术.....	249
第 9 章 计算机网络应用	180	11.3.1 常规密码体制.....	250
9.1 常见因特网服务.....	180	11.3.2 公开密码体制.....	252
9.1.1 万维网 WWW 服务.....	180	11.4 防火墙技术.....	255
9.1.2 电子邮件 E-mail 服务.....	187	11.4.1 什么是防火墙.....	255
9.1.3 文件传输 FTP 服务.....	193	11.4.2 防火墙的类型.....	256

11.4.3 防火墙中的非军事区	257
11.5 数据备份技术	258
11.5.1 备份策略	259
11.5.2 数据备份	261
11.5.3 灾难恢复	263
11.6 网络管理概述	263
11.7 网络管理功能	267
11.8 简单网络管理协议 SNMP	269
11.8.1 SNMP 基本框架	270
11.8.2 管理信息结构	272
11.8.3 SNMP 消息	276
思考题	280
第 12 章 计算机网络工程	281

12.1 计算机网络工程概述	281
12.2 网络工程的构建方法	282
12.2.1 需求分析	282
12.2.2 网络规划与设计	283
12.2.3 网络实施	286
12.2.4 网络测试与验收	287
12.3 网络工程实例	288
12.3.1 用户需求分析	288
12.3.2 网络系统方案设计	288
12.3.3 网络系统的实施	289
12.3.4 网络系统的特点	291
思考题	291

第 1 章 计算机网络概论

今天，电话网络、电视网络和计算机网络被广泛应用着。在这些纵横交织的网络中，计算机网络作为现代技术的标志，已成为世界许多经济增长的主要动力并以令人惊叹的速度向前发展。

计算机网络（Computer Network）传输多种数据揭示了计算机网络的发展是计算机技术与通信技术相结合的产物。为迎接信息社会的挑战，世界各国纷纷建设信息高速公路（Information Highway）、国家信息基础设施（National Information Infrastructure）等计划，其目的就是构建信息社会的重要物质和技术基础。在信息社会，信息资源已成为社会发展的重要战略资源。计算机网络是国家信息基础建设的重要主成部分，也是一个国家综合实力的重要标志之一。

本章重点概述计算机网络的历史发展过程，计算机网络的构成形式及其提供的功能，计算机网络通信的拓扑结构以及常用的分类，计算机网络的服务与应用以及在数据通信领域中的标准化组织机构。

1.1 计算机网络的产生与发展

计算机网络从 20 世纪 60 年代开始发展至今，已形成从小型局域网到全球性的广域网的规模。仅在过去的 20 多年里，计算机技术就取得了惊人的发展，处理和传输信息的计算机网络形成了信息社会的基础。由于人们运用了计算机这一工具使得生产率和工作效率飞速增长，也正是由于人们不断地依靠计算机和计算机网络来处理个人和工作事务，又加剧了计算机和计算机网络的强大功能。

计算机网络是把各种计算机及网络设备通过通信链路或传输介质连接在一起，以协议及网络硬件、网络软件使计算机或网络设备进行相互通信，实现信息的通信和资源的共享。计算机网络与电话网络、电视网络的区别主要在于计算机网络的通用性，它是通过可编程硬件构建的，能够支持广泛而不断增长的应用。计算机网络的本质是把两台以上具有独立功能的计算机系统互连起来，提供若干个计算机之间的连通性，以达到资源共享和远程通信的目的。

计算机网络的发展主要经历了以下几个阶段。

1. 20 世纪 60 年代初期

以美国航空公司订票系统（SABRE-1）为代表的联机终端系统。该系统以一台大型计算机作为中央计算机，外联 2000 多台终端遍布美国各地区。实质上构成的是一种分时多用户系统，通常称为面向终端的联机系统或以单计算机为中心的联机系统。为了中央计算机更好地发挥效率进行数据的处理与计算，通信任务从中央计算机中分离出来，形成了通信处理机，如图 1-1 所示面向终端的联机系统。

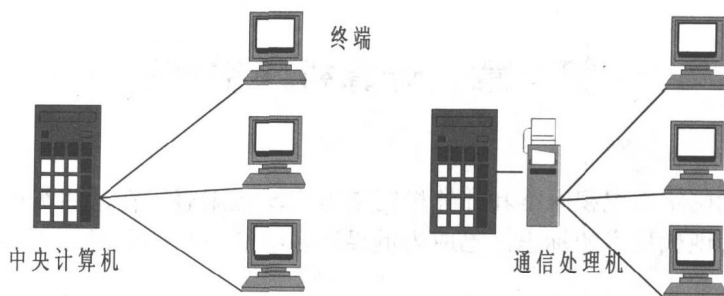


图 1-1 面向终端的联机系统

2. 20 世纪 60 年代末期

由美国国防部高级计划属 ARPA 建成的分组交换网——ARPA 网，该网络横跨美国东西部地区，主要连接政府机构、科研教育及金融财政部门，并通过卫星与其他国家实现网际互联。ARPA 网的主要技术创新体现在分组交换技术的应用及连接节点都是独立的计算机系统，而且信道采用宽带传输，网络作用范围大，拓扑结构灵活。通常称这种网络为计算机—计算机网络。在此期间，美国贝尔（Bell）实验室的科研人员发明了（Newhall）环型网络，其基本原理被后来的令牌环继承，计算机—计算机网络如图 1-2 所示。

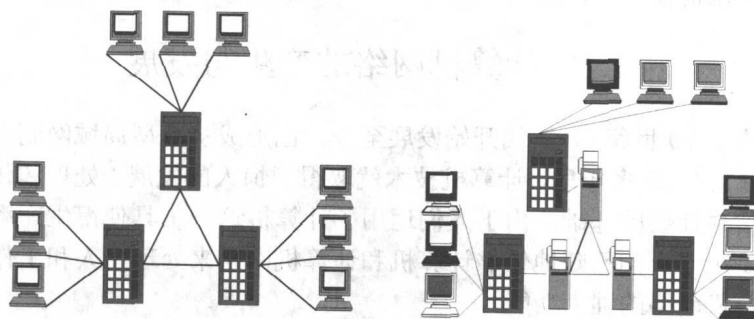


图 1-2 计算机—计算机网络

3. 20 世纪 70 年代

计算机网络体系结构标准化与局域网研发阶段。这一时期，IBM 公司提出了系统网络体系结构 SNA（System Network Architecture）标准，DEC 公司提出了数字网络体系结构 DNA（Digital Network Architecture）标准。随后，国际标准化组织 ISO 成立了计算机与信息处理标准化委员会（TC97）下的开放系统互连分技术委员会（SC16），并于 1981 年制定了“开发系统互连参考模型（OSI/RM）”计算机网络的一系列国际标准。与此同时，局域网的研发出现了重大成果：贝尔实验室发明了 Pierce 环；Xerox 公司发明了以太网（Ethernet）；剑桥大学发明了剑桥环（Cambridge-Ring）等。这些机构对局域网进行了深入而广泛的研究，为局域网的商业化发展铺平了技术道路。

4. 20 世纪 80 年代

局域网标准化与发展阶段。美国 3 大公司 Xeros、DEC 和 Inter 联合公布了局域网的 DIX 标准，以太网规范。同时，随着光纤技术的发展以及通信业务的多媒体化，使宽带通信业务得到迅猛的发展，出现了光纤分布式数据接口（FDDI）的高速局域网技术，也推动了

分布式对列双总线 (DQDB) 和多兆位数据交换服务 (SMDS) 等城域网技术的开发。正是由于局域网的繁荣发展, 美国电子与电气工程师协会 (IEEE) 计算机学会的 802 局域网委员会成立, 并相继提出了 IEEE802.1~802.14 等局域网标准草案, 其中大部分内容被 ISO 认可, 成为局域网国际标准。

5. 20 世纪 90 年代

互联网发展阶段。随着美国信息高速公路法案的提出, 各国纷纷建设信息基础设施, 使得 Internet 获得了迅速发展。尤其 WWW (World Wide Web) 技术成熟应用, 有力地促进了 Internet 的推广应用。现在 Internet 包括了几十万个全球范围内的局域网, 这些局域网通过主干广域网互联起来。在互联网上, 每天增加上百万的新网页, 成为现实社会最大的信息公告板。与此同时, 电子商务、电子政务的发展, 进一步促进了信息技术的应用, 通信技术的长足发展与网络技术的紧密结合, 使得电信网、电视网与计算机网络向着融合统一的趋势发展。

今天是以网络为核心的信息时代。网络化、信息化和数字化已成为社会经济发展与人们生活的基础, 计算机网络会向着高速、宽带、智能、多媒体及移动方向发展, 人类只有运用这些信息技术才能迎接未来的挑战。

1.2 计算机网络的构成与功能

从计算机—计算机网络的逻辑结构上, 一些计算机要对信息进行处理, 另一些计算机要对处理的信息进行传送, 使信息从源计算机传递到目的计算机。如图 1-3 所示从逻辑功能上构造了网络的结构。在虚线框内, 由专门处理数据传输、转发的通信处理机、通信线路与其他通信设备构成了网络的通信子网, 进行数据的传输; 在虚线框外, 由主机、终端、终端控制器、联网外设、各种软件与信息资源构成了数据处理的资源子网, 向网络用户提供各种网络资源与网络服务。这种划分, 侧重网络的逻辑构成, 便于对网络的研究与开发。事实上, 从网络实现上看, 网络一般由网络硬件、网络软件两大部分构成。

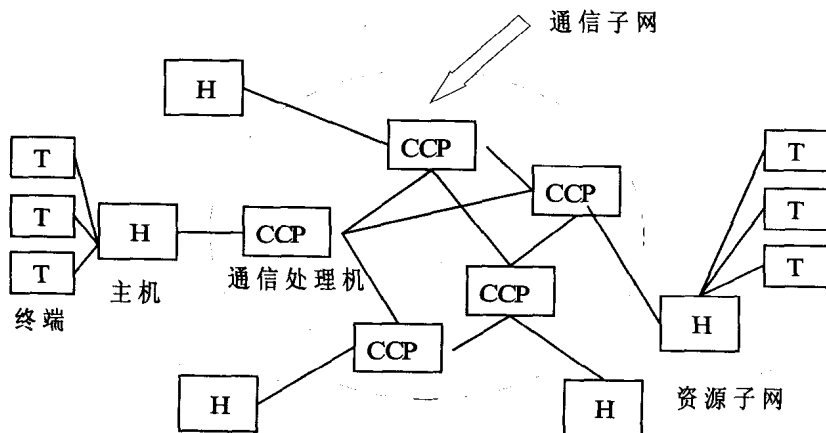


图 1-3 计算机网络的逻辑结构

1.2.1 网络硬件

网络硬件一般包括工作站、服务器、网络互连设备、联网部件、通信媒体等。

1. 工作站

工作站是数据处理设备，在网络的不同应用中，其数据处理的能力差异较大。通常泛指主机或计算机。

2. 服务器

服务器也是一种计算机，是为客户端计算机提供各种服务的高性能计算机。它分为专用服务器和基于计算机的普通服务器。专用服务器常用于大中型组网环境，需要较高的性能。基于计算机的普通服务器常用于小型网络中，性能要求不高。从服务器提供的功能上分，有文件服务器、电子邮件服务器、Web 服务器等。

3. 网络互连设备

网络互连设备常用的有中继器、网桥、路由器和网关。根据网络互连的不同层次，使用不同的网络互连设备。在图 1-3 的计算机网络逻辑结构中，通信子网可由路由器构成。

4. 联网部件

联网部件主要包括网卡或适配器、调制解调器、连接器、收发器等。例如，通过局域网接入 Internet 必须使用网卡，通过电话线接入 Internet 必须使用调制解调器 (Modem)。

5. 通信媒体

通信媒体主要有同轴电缆、双绞线、光纤及微波、无线电、卫星等。它们构成通信双方的通信信道，实现数据的传输。

1.2.2 网络软件

网络软件是实现数据双方通信要求、网络系统对共享的各种资源控制与分配以及网络设备的管理等网络功能必不可少的软环境，网络软件主要有网络操作系统软件、管理软件及应用软件等，通常包括以下几种。

- 网络协议软件 实现网络协议功能，如 TCP/IP、IPX 等。
- 网络通信软件 用于实现网络设备之间的通信软件。
- 网络操作系统 实现系统资源共享，管理用户的应用程序对不同资源的访问。如 Windows 2000、Windows NT、NetWare、UNIX 等。
- 网络管理软件 主要用于网络用户与网络接入的认证管理以及监控、审计、计费等功能。如 HP OpenView 等。
- 网络安全软件 主要用于保护网络系统免受各种病毒及其恶意代码的威胁与攻击，强调安全防护的主动性以及管理策略，对网络的所有层面实施保护。如 McAfee Security 等。
- 网络应用软件 为用户提供各种服务。如 IE5.0、Foxmail 等。

网络软件的重要特征不是研究网络中各个独立的单机系统的功能，而是实现网络特有的资源共享、相互通信的功能。

1.2.3 网络功能

由计算机网络的定义可知其主要功能是资源共享和信息通信,因此网络功能通常包括以下内容:

1. 共享硬件

计算机网络允许网络用户共享网络上的各种硬件设备,如巨型计算机、大容量磁盘、激光打印机、高精度图形设备及一些通信设备等。其优点可减少硬件费用并相对提高计算机或终端的性能。

2. 共享软件

数据库管理系统以及网络信息服务软件等多可供网络用户随时使用,并保持数据的完整性。尤其在客户机/服务器(Client/Server)和浏览器/服务器(Browser/Server)下,用户通过客户机联网访问服务器,共享服务器软件。

3. 共享信息

在信息社会里信息是一种重要的战略资源。对于联网的计算机用户,可以通过搜索引擎检索网络上的所有信息进行工作、学习与研究。此外,还可以娱乐消遣和购物。

上述3个方面是计算机网络的基本功能——资源共享的主要表现。信息通信是计算机网络的又一基本功能。

4. 信息通信

对联网的计算机用户提高强大的通信手段,使分布在不同地域的计算机用户彼此之间都能相互通信、交流信息。而且在网络中传输的信息种类可以是数据、语音、视频等多种媒体信息。

5. 高可靠性

对于单机系统来说,难免会出现计算机故障,使系统死锁或崩溃,造成数据或信息的丢失。而联网后,计算机可以相互备份,分布式处理数据、管理信息,这样提高整个系统的可靠性。同时,在信息的传输中还能均衡负载,发挥网络系统上各主机及相关设备的作用,协同计算,提高效率。

1.3 计算机网络的连通性与拓扑结构

1.3.1 计算机网络的连通性

联网的计算机之所以能与网络上的其他计算机通信,是因为该计算机与网络上的其他计算机具有物理上(或逻辑上)直接或间接的连接,即存在连通性。不同的连通性形成不同的计算机网络结构,也决定计算机网络使用不同的传输技术。

计算机网络的连通性主要表现在两个方面,直接链路 with 间接链路,如图1-4所示是直接链路的例子。a)是两个计算机通过某种物理介质(双绞线、同轴电缆或光纤)直接相连。b)是多个计算机共享一条物理介质连接起来。

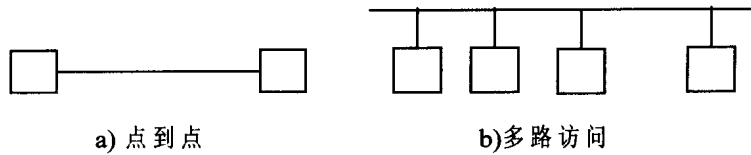


图 1-4 直接链路

通常称连接节点（如计算机或其他网络设备，统称为节点 **node**）的物理介质为链路（**link**），只有一对节点的物理链路称为点到点的链路（**point to point**），多个节点共享一条物理链路称为多路访问（**multiple access**）。图 b) 各节点是通过一个公共链路进行多路访问的。此外，一些节点还可以彼此间接相连，如图 1-5 所示。在图 1-5 中，每个节点都连到一条或多条点到点链路上，这样节点在网络中所起的作用就发生了变化。在云形图里的节点主要进行数据的交换，形成交换网，起通信的作用。云形图外的节点主要进行数据的处理，云形图与云形图之间的网络互联形成互联网（**Internet**），形成网络节点与另一些网络节点间接相连。

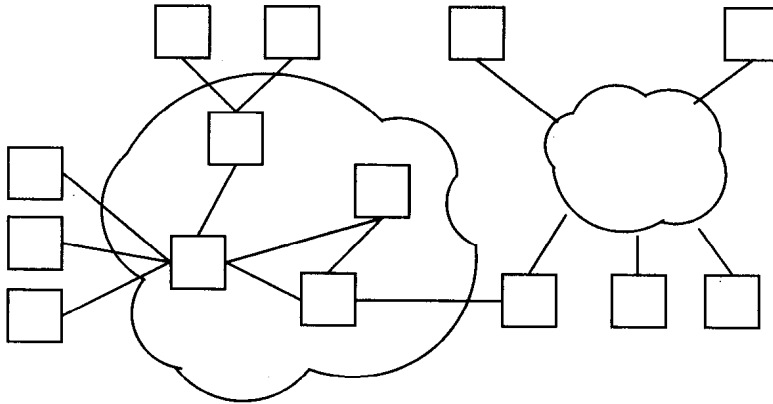


图 1-5 间接链路

1.3.2 计算机网络的拓扑结构

计算机网络的拓扑结构是网络中结点（主机或通信设备）和通信链路所组成的几何形状。在计算机网络中，把主机抽象为点，通信链路抽象为线。这样形成了计算机网络的各种拓扑结构，计算机网络中常用的网络拓扑结构有以下几种。

1. 总线型拓扑

一条通信链路作为公共传输信道，所有结点共享公共信道进行数据传输，如图 1-6 所示。该结构特点是每一结点都可以向其他所有结点传输数据，实现广播式传输技术。但必须采取某种方法来分配信道的使用，以避免两个结点同时发送数据造成冲突。这一结构简单灵活，易于扩充，便于安装，成本低。负荷重时网络性能会下降，总线上的任意一点的故障会导致网络瘫痪。

2. 星型拓扑

每一结点都通过点到点的链路与中心结点相连，如图 1-7 所示。中心结点可以是中心

交换设备、主机等。数据的传输通过中心结点的存储转发实现各结点的信息通信。该结构简单，易于扩充，便于维护和管理。但通信线路专用，电缆成本高，而且网络的任务与可靠性都集中在中心结点上，容易造成数据交换的瓶颈和网络整体可靠性差。

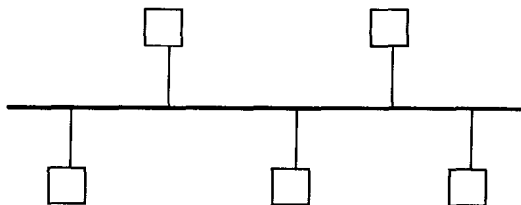


图 1-6 总线型拓扑

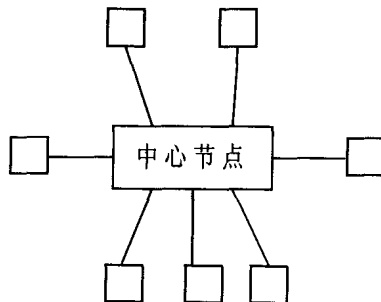


图 1-7 星型拓扑

3. 环型拓扑

网络结点连在一条首尾相接的闭合环型通信线路中，如图 1-8 所示。环型结构有单环结构（如 Token Ring）与双环结构（如 FDDI）两种，其环中的数据都是沿一个方向逐站传输。这种结构各站无主从关系，结构简单。数据传输延迟固定，实时性好，但任何线路或结点的故障，都会引起全网故障，而且扩充性差。

4. 树型拓扑

网络各结点形成层次化的结构，按一定的层次连接起来，形状如一棵倒置的树，如图 1-9 所示。该结构具有天然的分级结构，易于扩展。但层不宜过多，以免转接开销过大，使高层结点的负荷过重。

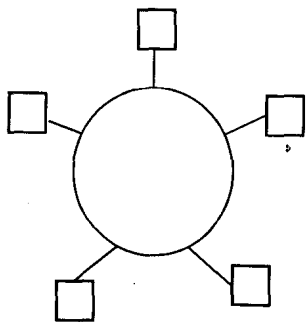


图 1-8 环型拓扑

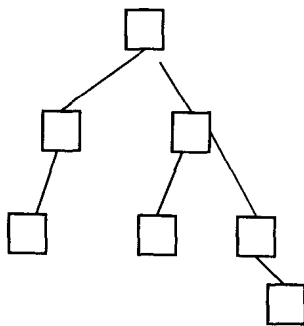


图 1-9 树型拓扑

5. 网状型拓扑

网络中的每个结点与其他结点都有冗余链路相连，如图 1-10 所示。该结构的主要优点是提高可靠性，改善网络流量的分配，提高网络性能。但结构复杂，线路成本高，适用于广域网。如图 1-11 所示是 Internet 的主干结点的拓扑结构。