



21世纪高校计算机应用技术系列规划教材

谭浩强 主编

计算机网络

安淑芝 詹青龙 黄彦 等编著

★本书在介绍计算机网络基础知识的同时，
注意跟踪网络发展的最新技术。

★理论联系实际，
书中用较大篇幅介绍了实践和应用的知识。

★每一章后都附有大量习题，
有助于学生巩固理解，
综合运用所学到的知识。

★本书适合用作计算机及相关专业的教材，
也可作为自学网络知识的参考书。



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

TP393/019



谭浩强 主编

21 世纪高校计算机应用技术系列规划教材

计算机网络

安淑芝 詹青龙 黄彦 等编著

中国铁道出版社

2004·北京

内 容 简 介

计算机网络是计算机及相关专业的一门重要的专业课程,有关计算机网络的教材种类繁多、各具特色,本书既注重计算机网络基础理论的讲解又注重实践和应用。全书共分为13章。第1~2章讲解了计算机网络的基础及体系结构;第3~7章按照TCP/IP体系结构的层次对各层的相关内容作了较详细的讲解,并对局域网及介质访问控制技术进行了讲解;第8~13章介绍了计算机网络的因特网接入技术、无线网络、异步传输模式以及安全、管理和实际应用等内容。每章都附有练习题,有些章节后还附有实训练习,附录中按照字母顺序给出了全书出现的缩略词并注明了在书中第一次出现的章节,方便读者查阅。

本书适合作为计算机专业、信息专业、电子商务专业及其他相关专业的网络课程教材,也可以作为广大网络管理人员或技术人员学习网络知识的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络/安淑芝等编著. —北京:中国铁道出版社,2003.12

(21世纪高校计算机应用技术系列规划教材)

ISBN 7-113-05662-8

I. 计... II. 安... 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(2003)第116295号

书 名: 计算机网络

作 者: 安淑芝 詹青龙 黄 彦等

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

策划编辑: 严晓舟 魏 春

责任编辑: 苏 茜 黄园园

封面设计: 孙天昭

印 刷: 北京兴顺印刷厂

开 本: 787×1092 1/16 印张: 24.75 字数: 590千

版 本: 2004年1月第1版 2004年1月第1次印刷

印 数: 1~5000册

书 号: ISBN 7-113-05662-8/TP·1090

定 价: 32.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社计算机图书批销部调换。

21 世纪高校计算机应用技术系列规划教材

编委会名单

主 任： 谭浩强

副主任： 陈维兴 严晓舟

委 员： （以下排名按姓氏字母的先后顺序为序）

安淑芝	安志远	侯冬梅	李雁翎	吕凤翥
秦建中	宋 红	宋金珂	孙中胜	魏 春
魏善沛	熊伟建	薛淑斌	赵乃真	訾秀玲

丛书序言

21 世纪是信息技术高度发展并且得到广泛应用的时代,信息技术深刻地改变着人类的生活、工作和思维方式。每一个人都应当学习信息技术、应用信息技术。人们平常习惯说的计算机教育其内涵实际上已经发展为信息技术教育,内容主要包括计算机和网络的基本知识和应用。

对多数人来说,学习计算机的目的是为了利用计算机这个现代化工具去处理工作和面临的各种问题,使自己能够跟上时代前进的步伐,同时要在学习的过程中努力培养自己的信息素养,使自己具有信息时代所要求的科学素质,站在信息技术发展和应用的前列,推动我国信息技术的发展。

学习计算机课程,有两种不同的方法,一是从理论入手;一是从实际应用入手。不同的人有不同的学习内容和学习方法。大学生中的多数人将来是各行各业中的计算机应用人才。对他们来说,不仅需要解决**知道什么**,更重要的是**会做什么**。因此要以应用为目的,注重培养应用能力,大力加强实践环节,激励创新意识。

根据实际教学的需要,我们组织编写这套“**21 世纪高校计算机应用技术系列规划教材**”。顾名思义,这套丛书的特点是突出应用技术,面向实际应用。在选材上,根据实际应用的需要决定内容的取舍,坚决舍弃那些现在用不到、将来也用不到的内容。在叙述方法上,采取“**提出问题——介绍解决问题的方法——归纳结论和概念**”的三部曲,这种从实际到理论、从具体到抽象、从个别到一般的方法,符合人们的认识规律,实践证明已取得了很好的效果。

本丛书采取模块化的结构,根据需要确定一批书目,也就是提供一个课程菜单供各校选用,以后根据信息技术的发展和教学的需要,不断地补充和调整。只要教学有需要,我们就组织编写新的教材,不受任何框框的限制。我们的指导思想是面向实际,面向应用,面向对象。这样比较灵活,能满足不同学校、不同专业的需要。希望各校的老师把你们的要求反映给我们,我们将会尽最大努力满足大家的要求。

本丛书可以作为大学计算机应用技术课程教材以及高职高专、成人高校和面向社会的培训班的教材,也可作为学习计算机的自学教材。

参加本丛书策划和编写工作的专家和老师有:谭浩强、陈维兴、严晓舟、薛淑斌、秦建中、安淑芝、安志远、赵乃真、吕凤翥、李雁翎、宋红、周永恒、熊伟建、宋金珂、陈元春、冯继生、姚怡、沈洪、沈添、李尊朝、王晓敏、侯冬梅、訾秀玲、魏善沛、孙中胜、王丙义、程爱民、史秀璋、李振银、刘涛、李宁等。此外参加本丛书编辑和其他工作的还有:魏春、秦绪好、张雁芳、戴薇、郭晓溪、马建、姜淑静、姜天鹏、杨东晓、于静、穆蓉等。对于他们的智慧、奉献和劳动表示深切的谢意。中国铁道出版社以很高的热情和效率组织了丛书的出版工作。在组织编写出版的过程中,得到全国高等院校计算机基础教育研究会和各高等院校老师的热情鼓励和支持,对此谨表衷心的感谢。

本丛书如有不足之处,请各位专家、老师和广大读者不吝指正。

谭浩强谨识

2003 年 2 月于清华园

前言

信息化是我国加快实现工业化和现代化的必然选择。计算机网络是知识经济时代的重要工具和载体,成为信息化的主角。计算机网络使人们的生产和生活发生了重大变化。随着计算机技术和通信技术的发展,计算机网络技术也在不断发展。

作者在本书写作时力求体现如下特点:

(1) 考虑到既要便于学生理解网络的基本概念又要注重实际应用,所以本书在介绍网络基本概念时主要以7层协议模型为主,在介绍网络应用技术时则以4层协议模型为主。

(2) 网络技术和其他信息技术一样发展日新月异,所以本书在介绍计算机网络基础知识的同时,注意跟踪网络发展的最新技术,对于一些已经不用的技术则不过多介绍。

(3) 在介绍基础理论的同时,还用了较大篇幅介绍实践和应用的知识。

(4) 由于计算机网络技术是实践性非常强的一门技术,本书每一章后面都附有大量习题,有些章后面还附有实训内容。认真完成这些练习对于理解概念,综合运用知识是十分重要的。

全书共分为13章。分为计算机网络基础知识和计算机网络应用技术两大部分。考虑到本教材的特点,网络应用技术部分占了较大的篇幅。

有关计算机网络基础知识的内容分为2部分:

(1) 第1~2章在介绍了关于信号基本理论基础上,按照开放系统互联(OSI)的7层结构,详细讲解了计算机网络的基础及体系结构;

(2) 第3~7章按照目前应用最广泛的TCP/IP体系结构的层次对各层的相关内容作了较详细的讲解,并对局域网及介质访问控制技术进行了讲解。

有关计算机网络应用技术的内容分为4部分:

(1) 第8~10章介绍了计算机网络的因特网接入技术、无线网络和异步传输模式;

(2) 第11章介绍了计算机网络的安全;

(3) 第12章介绍了计算机网络的管理;

(4) 第13章介绍了计算机网络的几种具体应用。

本书凝聚了作者多年网络教学、科研的经验,非常适合用于计算机专业、信息专业、电子商务专业或其他相关专业的网络、网络技术与应用等课程的教材,也可以作为广大网络管理人员及技术人员学习网络知识的参考书。

本书参考了很多优秀教材或论文,在此对所有引用文献的作者表示衷心的感谢。同时感谢中国铁道出版社秦绪好编辑在编写过程中的大力帮助。

参加本书编写的还有赵乃真、杨杰、王祥和刘德亮,陈兰芳、崔仙翠、程瑞芬等参与了本书的编排工作。

限于作者水平有限,书中的不足和错误之处,恳请读者给予批评指正。我们也会在适当时间进行修订和补充,并发布在天勤网站:<http://www.tqbooks.net>“图书修订”栏目中。

作者

2003年12月



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 计算机网络的产生和发展	2
1-1-2 计算机网络的定义	3
1-2 计算机网络的分类	4
1-2-1 按网络的拓扑结构分类	4
1-2-2 按地理位置分类	6
1-2-3 按计算机和设备在网络中的地位分类	7
1-2-4 其他分类	8
1-3 计算机网络的组成	8
1-3-1 计算机网络的硬件组成	8
1-3-2 计算机网络的软件组成	10
本章小结	11
习题	11
第 2 章 计算机网络体系结构	13
2-1 网络体系结构及协议	14
2-1-1 网络通信要解决的主要问题	14
2-1-2 体系结构及网络协议的概念	16
2-1-3 接口和服务	18
2-1-4 网络通信协议的制定	20
2-2 开放系统互连参考模型	22
2-2-1 OSI/RM 结构	22
2-2-2 OSI/RM 各层基本功能	23
2-3 TCP/IP 参考模型	27
2-3-1 TCP/IP 历史	27
2-3-2 TCP/IP 模型	27
2-3-3 TCP/IP 各层功能	28
2-3-4 TCP/IP 和 OSI/RM 模型的比较	30
本章小结	31
习题	31



第 3 章 网络接口层.....	33
3-1 信号和编码.....	34
3-1-1 信号.....	34
3-1-2 数字调制技术.....	35
3-1-3 二进制数据编码技术.....	39
3-2 数据传输.....	43
3-2-1 数据传输类型.....	43
3-2-2 数据通信的同步技术.....	44
3-2-3 数据传输方式.....	45
3-2-4 多路复用技术.....	45
3-2-5 数据交换技术.....	48
3-3 传输介质.....	51
3-3-1 有线传输介质.....	51
3-3-2 无线传输介质.....	54
3-4 差错校验.....	54
3-4-1 奇偶校验.....	54
3-4-2 方块校验.....	55
3-4-3 循环冗余校验.....	55
3-4-4 海明码.....	56
3-5 流量控制.....	57
3-5-1 非受限协议.....	57
3-5-2 停一等协议.....	58
3-5-3 滑动窗口协议.....	58
3-5-4 流量控制协议的约束条件.....	61
3-6 高级数据链路协议 HDLC.....	62
3-6-1 三种类型的工作站.....	62
3-6-2 三种响应模式.....	63
3-6-3 帧格式.....	63
3-6-4 帧类型.....	65
3-6-5 HDLC 实例.....	66
本章小结.....	67
习题.....	68
第 4 章 介质访问控制技术与局域网.....	69
4-1 介质访问控制技术.....	70
4-1-1 争用协议.....	70
4-1-2 令牌环介质访问控制技术.....	72
4-1-3 令牌总线访问控制技术.....	78

4-2	局域网的参考模型及协议	81
4-2-1	局域网的参考模型	82
4-2-2	IEEE802 协议	82
4-3	以太网	83
4-3-1	IEEE802.3 帧格式	83
4-3-2	IEEE802.3 物理层标准	84
4-3-3	IEEE802 三种协议的比较	85
4-4	局域网连网及网络互联设备	86
4-4-1	网卡	86
4-4-2	中继器	87
4-4-3	集线器	89
4-4-4	网桥	90
4-4-5	交换机	93
4-5	虚拟局域网	94
4-5-1	虚拟局域网的概念	94
4-5-2	虚拟局域网的组建	96
4-6	高速局域网	100
4-6-1	高速以太网	100
4-6-2	其他类型高速局域网	102
	本章小结	105
	习题	105
第5章 网络层		107
5-1	路由选择算法与路由选择协议	108
5-1-1	静态路由选择算法	108
5-1-2	动态路由选择算法	110
5-1-3	内部路由协议	113
5-1-4	外部路由协议	115
5-2	拥塞控制方法	115
5-2-1	拥塞的概念	115
*5-2-2	拥塞控制方法	116
5-3	因特网的网络层协议	117
5-3-1	网络协议 IP	117
5-3-2	地址解析协议和逆向地址解析协议	127
*5-3-3	因特网控制信息协议	128
5-3-4	无类别编址	129
5-4	新一代 IP—IPv6	131
5-4-1	IPv6 的主要设计特点	131
5-4-2	IPv6 的地址表示	133



5-5	网络互联设备	133
5-5-1	路由器	133
5-5-2	网关	135
	本章小结	135
	习题	136
第 6 章	传输层	137
6-1	传输层基本概念	138
6-1-1	传输服务	138
6-1-2	传输协议的要素	139
6-2	传输控制协议	141
6-2-1	TCP 服务模型	141
6-2-2	TCP 数据传输机制	141
6-2-3	TCP 连接管理	143
6-2-4	TCP 滑动窗口控制	145
6-2-5	TCP 重传策略	146
6-2-6	TCP 拥塞控制	146
6-3	用户数据报传输协议	147
6-3-1	UDP 服务模型	147
6-3-2	UDP 数据传输机制	147
6-3-3	UDP 协议的应用	148
	本章小结	148
	习题	148
第 7 章	应用层	149
7-1	超文本传输协议 HTTP	150
7-1-1	万维网的起源和发展	150
7-1-2	HTTP 协议	151
7-1-3	标记语言	153
7-2	电子邮件协议	154
7-2-1	SMTP 协议	154
7-2-2	POP3 协议	156
7-2-3	IMAP4 协议	158
7-2-4	其他邮件协议	159
7-3	FTP 协议	160
7-3-1	FTP 工作方式	160
7-3-2	数据传输过程	161
7-3-3	基于 Web 的传输	162
7-4	域名系统 DNS	163

7-4-1	DNS 的概念	163
7-4-2	DNS 的查询过程	165
7-4-3	域名的注册	167
7-5	目录服务	167
7-5-1	目录服务基本概念	167
7-5-2	活动目录	168
7-6	Telnet 协议	170
	本章小结	171
	习题	171
第 8 章	因特网接入技术	173
8-1	接入技术概述	174
8-1-1	对接入技术的基本要求	174
8-1-2	接入技术的分类	174
8-2	拨号接入	175
8-2-1	调制解调器	175
8-2-2	拨号接入方式	177
8-3	综合业务数字网 ISDN	177
8-3-1	ISDN 的功能及特点	177
8-3-2	ISDN 的通道类型	179
8-3-3	ISDN 的接口结构和接入方式	180
8-3-4	ISDN 室内布线方式	182
8-4	非对称数字用户线系统 ADSL	183
8-4-1	ADSL 的一般概念	183
8-4-2	ADSL 的单用户接入方式	185
8-4-3	ADSL 的多用户接入方式	187
8-5	数字数据网 DDN	188
8-5-1	DDN 网络的结构	188
8-5-2	DDN 网络的特点	190
8-5-3	DDN 的接入方式	191
8-6	其他接入方式	192
8-6-1	混合光纤/同轴电缆接入方式	192
8-6-2	光纤接入网技术	195
8-6-3	卫星接入	196
	本章小结	196
	实训内容: ADSL 接入	197
	习题	200



第9章 无线网络	201
9-1 无线通信介质	202
9-1-1 移动通信介质	202
9-1-2 微波	204
9-1-3 卫星接入	205
9-1-4 红外线	206
9-1-5 激光	207
9-2 移动通信技术的发展	208
9-2-1 第1代移动通信技术	208
9-2-2 第2代移动通信技术	209
9-2-3 第3代移动通信技术	210
9-3 无线通信的主要技术	212
9-3-1 多址技术种类	212
9-3-2 码分多路访问 CDMA	213
9-3-3 数字调制传输	215
9-3-4 软件无线电	216
9-4 无线通信协议	217
9-4-1 IEEE802.11 协议	217
9-4-2 IEEE802.11 系列标准	219
9-4-3 蓝牙技术	222
9-4-4 IrDA 和 HomeRF 技术	222
9-4-5 HiperLAN	223
9-4-6 无线保真技术 Wi-Fi	224
9-4-7 无线应用协议 WAP	225
9-5 无线网络	227
9-5-1 无线网络的概念	227
9-5-2 无线网络分类	227
9-6 无线网络的连接	228
9-6-1 无线网络连接设备	229
9-6-2 无线局域网络拓扑结构	230
9-6-3 无线局域网组网方案	233
9-7 无线网络应用	235
9-7-1 无线网络应用的优势	235
9-7-2 无线网络应用领域	235
本章小结	236
实训练习	237
习题	237

第 10 章 异步传输模式	239
10-1 ATM 信元结构	240
10-1-1 信元格式	240
10-1-2 信元传输方式	242
10-2 ATM 交换机	246
10-2-1 ATM 交换机的结构	246
10-2-2 ATM 交换机的交换结构	247
10-3 ATM 网络结构	250
10-3-1 公用 ATM 网络	250
10-3-2 专用 ATM 网络	250
10-4 ATM 网络参考模型	250
10-4-1 ATM 参考模型简介	250
10-4-2 物理层	252
10-4-3 ATM 层	256
10-4-4 AAL 层	257
本章小结	259
习题	260
第 11 章 计算机网络的安全	261
11-1 计算机网络安全威胁	262
11-1-1 计算机网络面临的安全性威胁	262
11-1-2 计算机网络面临的安全攻击	262
11-2 计算机网络安全体系	263
11-2-1 安全服务	263
11-2-2 安全机制	264
11-2-3 安全体系结构模型	265
11-3 数据加密技术	266
11-3-1 传统加密方法	266
11-3-2 数据加密标准 DES 算法	269
11-3-3 公开密钥加密算法 RAS	273
11-3-4 对称和非对称数据加密技术的比较	274
11-4 数据加密技术应用	275
11-4-1 数字签名	275
11-4-2 数字摘要	276
11-4-3 数字时间戳	277
11-5 IP 安全	278
11-5-1 IP 安全体系结构	278
11-5-2 验证报头	280



11-5-3	封装安全有效载荷	282
11-6	网络防火墙	284
11-6-1	防火墙的概念	284
11-6-2	实现防火墙的技术	285
11-7	防病毒技术	288
11-7-1	计算机病毒	288
11-7-2	计算机网络病毒	290
	本章小结	293
	实训内容: 防火墙的安装与设置	294
	习题	294
第 12 章	计算机网络管理	295
12-1	计算机网络管理概述	296
12-1-1	网络管理系统的产生与发展	296
12-1-2	网络管理模型	298
12-1-3	网络管理的功能	299
12-2	网络管理的协议	301
12-2-1	简单网络管理协议 SNMP	301
12-2-2	公共管理信息协议 CMIP	320
12-2-3	两种协议的比较	322
12-3	常用网络管理系统介绍	322
12-3-1	Cisco 网络管理系统	322
12-3-2	HP OpenView	323
12-3-3	IBM Tivoli	323
12-3-4	Novell 网络管理方案	324
12-3-5	Sun NetManager	324
12-3-6	3Com Transcend	325
	本章小结	325
	习题	325
第 13 章	计算机网络的应用	327
13-1	校园网与远程教育	328
13-1-1	校园网概述	328
13-1-2	校园网建设方案	329
13-1-3	校园网方案实例	330
13-2	现代远程教育	335
13-2-1	现代远程教育系统的构成	336
13-2-2	现代远程教育系统的核心技术	340
13-3	企业电子商务	344

13-3-1	电子商务的系统结构.....	344
13-3-2	电子商务的流程.....	345
13-3-3	电子商务技术.....	345
13-4	视频会议.....	350
13-4-1	视频会议系统的组成.....	350
13-4-2	视频会议系统的组网方案.....	351
13-4-3	视频会议技术.....	352
13-4-4	视频会议标准.....	354
13-5	IP 电话.....	355
13-5-1	IP 电话概述.....	355
13-5-2	IP 电话技术.....	358
13-6	三网合一.....	361
13-6-1	三网合一概述.....	361
13-6-2	“三网合一”技术.....	363
	本章小结.....	364
	实训内容：视频通信.....	364
	习题.....	368
附录 缩略词.....		369
参考文献.....		377



1

计算机网络基础

本章导读

本章从计算机网络的产生和发展入手，依次介绍了计算机网络的定义、结构、分类和组成等基本知识，作为后续章节的基础。通过本章的学习使读者对计算机网络有一个概括性的了解。





1-1 计算机网络概述

计算机网络（Computer Network）的产生和发展，实质上是计算机技术和通信技术相结合与发展的过程。

1-1-1 计算机网络的产生和发展

众所周知，研制计算机的初衷是进行科学计算，但随着计算机技术的飞速发展和计算机的普及，计算机之间信息交换的需求也随之增长，因此人们将计算机与通信相结合而产生了计算机网络。计算机网络的发展历程大致可分为 3 个阶段。

1. 第 1 阶段：面向终端的计算机通信网络

早期的计算机网络产生于 20 世纪 50 年代初，它是将一台计算机经通信线路与若干台终端直接相连，即所谓的“面向终端的计算机通信网络”。其典型代表是美国的半自动地面防空系统（SAGE），它把远距离的雷达和其他测控设备的信号通过通信线路传送到一台旋风计算机进行控制和通信，首次实现了计算机技术与通信技术的结合。

20 世纪 60 年代初，面向终端的计算机通信网络有了新的发展，在主机和通信线路之间设置了通信控制处理机，专门负责通信控制。在终端聚集处设置了集中器，用低速线路将各终端汇集到集中器，再通过高速线路与计算机相连。这样即将计算机承担的通信控制交由通信控制处理机完成，减轻了主机负担，而且降低了通信线路的成本。

面向终端的计算机通信网络是一种主从式结构，计算机处于主控地位，承担着数据处理和通信控制工作，而各终端一般只具备输入输出功能，处于从属地位。这种网络与我们现在所说的计算机网络的概念不同，可以说只是现代计算机网络的雏形。

2. 第 2 阶段：分组交换网

现代计算机网络（本书以下简称计算机网络）产生于 20 世纪 60 年代中期，是利用传输介质将具有自主功能的计算机连接起来的系统。其标志是由美国国防部高级研究计划局研制的 ARPANET 网，该网络首次使用了分组交换（Packet Switching）技术，为计算机网络的发展奠定了基础。

ARPANET 实际上是 20 世纪 60 年代冷战时期的产物。美国军方的目的是对付外来的核进攻威胁，因而要求该网络必须是很强的生存性且能够适应现代战争的新型网络。据此要求，一批专家提出了分组交换（Packet Switching）技术，且应用于 ARPANET。所谓分组交换即将要传输的长的报文分成等长的数字单元（称为分组），以分组为单位进行通信。分组交换技术是计算机网络的关键技术，大大推动了计算机网络的发展。有关分组交换技术的细节，在后面的章节中将论述。

3. 第 3 阶段：OSI 的确定到 Internet

随着网络技术的进步和各种网络产品的不断涌现，亟需解决不同系统互连的问题。1977 年国际标准化组织 ISO 专门设立了一个委员会，提出了异种机系统互连的标准框架，即开放系统互连参考模型 OSI/RM（Open System Interconnection/Reference Model）。