

高等学校计算机教育规划教材

# 计算机网络

刘东飞 李春林 主编

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



清华大学出版社

高等学校计算机教育规划教材

# 计算机网络

刘东飞 李春林 主编 / 严春 副主编 / 周彩兰 等编著

清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

计算机网络是信息技术中一个重要的应用领域,主要包含通信技术和计算机技术两个方面。

本书系统地论述了计算机网络与通信的基础理论、基本技术与应用,从分层的角度详细介绍了计算机网络的协议体系,以实例说明网络组建与应用开发的方法,并且讨论了网络最新技术的发展。

全书内容新颖,注意理论联系实际和应用,学术与工程并重。每章均配有小结与习题。

本书适合作为高等院校电气信息类各专业的计算机网络教材,也可供从事计算机网络与应用的广大科技工作者参考。

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 13501256678 13801310933

## 图书在版编目(CIP)数据

计算机网络 / 刘东飞,李春林主编. —北京:清华大学出版社,2007.4

(高等学校计算机教育规划教材)

ISBN 978-7-302-14409-0

I. 计… II. ①刘… ②李… 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(2006)第 163165 号

责任编辑:张瑞庆 孙建春

责任校对:梁毅

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

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

[c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

社总机:010-62770175

投稿咨询:010-62772015

地址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮编:100084

邮购热线:010-62786544

客户服务:010-62776969

印刷者:北京密云胶印厂

装订者:三河市新茂装订有限公司

经销:全国新华书店

开本:185×260 印张:28 字数:675千字

版次:2007年4月第1版 印次:2007年4月第1次印刷

印数:1~5000

定价:34.00元

---

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:021244-01

## 编 委 会

名誉主任：陈火旺

主任：何炎祥

副主任：王志英 杨宗凯 卢正鼎

委员：(按姓氏笔画为序)

王更生 王忠勇 刘先省 刘腾红 孙俊逸

芦康俊 李仁发 李桂兰 杨健露 陈志刚

陆际光 张焕国 张彦铎 罗可 金海

钟珞 贵可荣 胡金柱 徐苏 康立山

薛锦云

丛书策划：张瑞庆 汪汉友

本书主审：薛锦云

# 序 言

## PREFACE

随着信息社会的到来,我国的高等学校计算机教育迎来了大发展时期。在计算机教育不断普及和高等教育逐步走向大众化的同时,高校在校生的数量也随之增加,就业压力随之加大。灵活应用所学的计算机知识解决各自领域的实际问题已经成为当代大学生必须具备的能力。为此,许多高等学校面向不同专业的学生开设了相关的计算机课程。

时代的进步与社会的发展对高等学校计算机教育的质量提出了更高、更新的要求。抓好计算机专业课程以及计算机公共基础课程的教学,是提高计算机教育质量的关键。现在,很多高等学校除计算机系(学院)外,其他系(学院)也纷纷开设了计算机相关课程,在校大学生也必须学习计算机基础课程。为了适应社会的需求,满足计算机教育的发展需要,培养基础扎实、能力卓越的计算机专业人员和掌握计算机基础知识、基本技能的相关专业的复合型人才迫在眉睫。为此,在进行了大量调查研究的基础上,通过借鉴国内外最新的计算机科学与技术学科和计算机基础课程体系的研究成果,规划了这套适合计算机专业及相关专业人才培养需要的、适用于高等学校学生学习的《高等学校计算机教育规划教材》。

“教育以人为本”,计算机教育也是如此,“以人为本”的指导思想则是将“人”视为教学的主体,强调的是“教育”和“引导”,而不是“灌输”。本着这一初衷,《高等学校计算机教育规划教材》注重体系的完整性、内容的科学性和编写理念的先进性,努力反映计算机科学技术的新技术、新成果、新应用、新趋势;针对不同学生的特点,因材施教、循序渐进、突出重点、分散难点;在写作方法上注重叙述的逻辑性、系统性、适用性、可读性,力求通俗易懂、深入浅出、易于理解、便于学习。

本系列教材突出计算机科学与技术学科的特点,强调理论与实践紧密结合,注重能力和综合素质的培养,并结合实例讲解原理和方法,引导学生学会理论方法的实际运用。

本系列教材在规划时注重教材的立体配套,教学资源丰富。除主教材外,还配有电子课件、习题集与习题解答和实验上机指导等辅助教学资源。有些课程将开设教学网站,提供网上信息交互、文件下载,以方便师生的教与学。

《高等学校计算机教育规划教材》覆盖计算机公共基础课程、计算机应用技术课程和计算机专业课程。既有在多年教学经验和教学改革基础上新编著的教材，也有部分已经出版教材的更新和修订版本。这套教材由国内三十余所知名高校从事计算机教学和科研工作的一线教师、专家教授编写，并由相关领域的知名专家学者审读全部书稿，多数教材已经经受了教学实践的检验，适用于本科教学，部分教材可用于研究生学习。

我们相信通过高水平、高质量的编写和出版，这套教材不仅能够得到大家的认可和支持，也一定能打造成一套既有时代特色，又特别易教易学的高质量系列教材，为我国计算机教材建设及计算机教学水平的提高，为计算机教育事业的发展和高素质人才的培养作出我们的贡献。

《高等学校计算机教育规划教材》编委会

2006年

# 前 言

## FOREWORD

计算机网络技术及其应用是当前信息技术领域的热点之一。尤其近十年来, Internet 网络技术的应用对科技乃至整个社会发展都产生了深远的影响。计算机网络的开发和研究如火如荼, 计算机网络这门课程的建设也更加受到广泛的重视。

本书从强调基础、突出应用出发, 结合网络技术的不断发展, 理论与实践并重, 内容完整, 涵盖计算机网络基本内容, 渐进式、层次性组织教材内容。语言通俗易懂, 适合于教与学, 应用实例丰富, 便于举一反三, 理论应用于实践。

本书分为 10 章。第 1 章主要论述网络的形成与最新进展、网络的定义、功能、组成、作用及分类。第 2 章主要论述数据通信基本概念、信道复用、交换技术、数据编码技术和同步传输与差错控制技术。第 3 章主要论述网络体系结构、ISO/OSI 参考模型和 TCP/IP 体系。第 4 章主要论述物理层与数据链路控制, 如传输介质、物理接口、流量控制、HDLC 与 PPP 协议。第 5 章介绍局域网, 主要包括 IEEE 802 LAN 体系结构、介质访问控制方法、IEEE 802.3 系列以太网、无线局域网与虚拟局域网等。第 6 章广域网, 介绍路由选择、拥塞控制和广域网实例 (X.25, FR, ISDN, ATM)。第 7 章主要论述互联设备、互联协议 IP 与 IPv6、网关协议 (RIP, OSPF, BGP)、ATM 与 IP 结合、NAT 与虚拟专用网 VPN 等。第 8 章“传输服务”, 主要论述传输层作用、TCP 协议和 UDP 协议和网络编程接口。第 9 章网络应用, 主要论述应用层功能、动态主机配置协议 (DHCP)、域名系统 (DNS)、万维网 WWW、电子邮件和多媒体通信等。第 10 章“网络管理与安全”, 主要论述网络管理功能、SNMP 协议、网络攻击防范、加密与认证和防火墙技术。

本书由刘东飞和李春林主编, 严春为副主编, 参加编写的有刘东飞、钟欣 (第 1 章、第 3 章)、张华伟 (第 2 章)、周松林 (第 4 章)、周彩兰 (第 5 章)、李春林 (第 6、7 章)、刘斌仿、刘华 (第 8 章)、严春 (第 9、10 章), 最后由刘东飞、李春林统稿。钟珞教授对本书大纲和书稿提出了许多宝贵建议。

本书由王更生审稿, 提出了许多宝贵意见, 在此表示衷心感谢。本书

的出版得到了武汉理工大学、武汉大学、华中师范大学、黄石理工学院等高校教师和清华大学出版社的大力支持，作者在此致以衷心感谢。

由于作者水平有限，书中难免有疏漏与错误之处，敬请读者批评指正。

作者

2006年10月



## 读者意见反馈

亲爱的读者：

感谢您一直以来对清华版计算机教材的支持和爱护。为了今后为您提供更优秀的教材，请您抽出宝贵的时间来填写下面的意见反馈表，以便我们更好地对本教材做进一步改进。同时如果您在使用本教材的过程中遇到了什么问题，或者有什么好的建议，也请您来信告诉我们。

地址：北京市海淀区双清路学研大厦 A 座 602      计算机与信息分社营销室 收  
邮编：100084      电子邮件：jsjjc@tup.tsinghua.edu.cn  
电话：010-62770175-4608/4409      邮购电话：010-62786544

教材名称： 计算机网络

ISBN： 978-7-302-14409-0

个人资料

姓名： \_\_\_\_\_ 年龄： \_\_\_\_\_ 所在院校/专业： \_\_\_\_\_

文化程度： \_\_\_\_\_ 通信地址： \_\_\_\_\_

联系电话： \_\_\_\_\_ 电子信箱： \_\_\_\_\_

您使用本书是作为：指定教材 选用教材 辅导教材 自学教材

您对本书封面设计的满意度：

很满意 满意 一般 不满意 改进建议 \_\_\_\_\_

您对本书印刷质量的满意度：

很满意 满意 一般 不满意 改进建议 \_\_\_\_\_

您对本书的总体满意度：

从语言质量角度看 很满意 满意 一般 不满意

从科技含量角度看 很满意 满意 一般 不满意

本书最令您满意的是：

指导明确 内容充实 讲解详尽 实例丰富

您认为本书在哪些地方应进行修改？（可附页）

\_\_\_\_\_

您希望本书在哪些方面进行改进？（可附页）

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## 电子教案支持

敬爱的教师：

为了配合本课程的教学需要，本教材配有配套的电子教案（素材），有需求的教师可以与我们的联系，我们将向使用本教材进行教学的教师免费赠送电子教案（素材），希望有助于教学活动的开展。相关信息请拨打电话 010-62776969 或发送电子邮件至 jsjjc@tup.tsinghua.edu.cn 咨询，也可以到清华大学出版社主页（<http://www.tup.com.cn> 或 <http://www.tup.tsinghua.edu.cn>）上查询。

## 《高等学校计算机教育规划教材》近期出版书目

- 大学计算机基础
- 程序设计基础
- 计算机程序设计基础
- 离散数学
- 操作系统
- Java 程序设计
- Java 程序设计实验指导
- C 语言程序设计技术
- Visual Basic.NET 程序设计技术
- 数据库技术及应用
- 电子商务基础
- 软件工程
- 人工智能
- 数字电子技术基础
- 计算机组成与体系结构
- 微型计算机原理及应用
- 微型计算机原理及应用教学辅导与习题解答
- 单片机原理及应用
- 单片机原理及接口
- 计算机网络
- 计算机维护技术
- SQL Server 2000 与 IBM DB2 数据库实验指导教程

# 目 录

# CONTENTS

<b>第 1 章 计算机网络概述</b> .....	1
1.1 计算机网络的发展 .....	1
1.1.1 计算机网络的发展过程 .....	1
1.1.2 Internet 的发展 .....	4
1.1.3 中国计算机网络的发展 .....	7
1.1.4 计算机网络未来发展趋势 .....	8
1.2 计算机网络基本概念 .....	11
1.2.1 计算机网络定义 .....	11
1.2.2 计算机网络功能与应用 .....	12
1.2.3 计算机网络组成与结构 .....	14
1.2.4 计算机网络分类 .....	18
本章小结 .....	22
习题 1 .....	22
<b>第 2 章 数据通信技术</b> .....	23
2.1 数据通信基本概念 .....	23
2.1.1 信息、数据和信号 .....	23
2.1.2 通信系统模型 .....	24
2.1.3 通信系统的性能指标 .....	25
2.2 信道复用技术 .....	27
2.2.1 频分多路复用 .....	27
2.2.2 时分多路复用 .....	28
2.2.3 波分多路复用 .....	28
2.2.4 码分多路复用 .....	29
2.3 信道交换技术 .....	29
2.3.1 电路交换(circuit switching) .....	29
2.3.2 存储转发交换 .....	30
2.3.3 交换技术比较 .....	33
2.4 数据通信方式 .....	34
2.4.1 并行与串行通信 .....	35

2.4.2	单工和双工通信 .....	35
2.4.3	基带与频带传输 .....	37
2.4.4	异步与同步通信 .....	38
2.5	数据编码技术 .....	39
2.5.1	数字数据编码为模拟信号 .....	40
2.5.2	数字数据编码为数字信号 .....	41
2.5.3	模拟数据的数字编码 .....	43
2.6	差错控制技术 .....	44
2.6.1	传输差错类型 .....	44
2.6.2	差错控制策略 .....	44
2.6.3	差错控制编码 .....	47
	本章小结 .....	50
	习题 2 .....	51
<b>第 3 章</b>	<b>计算机网络体系结构 .....</b>	<b>52</b>
3.1	网络体系结构概述 .....	52
3.2	协议、服务与分层 .....	53
3.2.1	协议 .....	53
3.2.2	服务 .....	54
3.2.3	分层 .....	55
3.3	ISO/OSI 参考模型 .....	56
3.3.1	物理层 .....	57
3.3.2	数据链路层 .....	58
3.3.3	网络层 .....	59
3.3.4	传输层 .....	59
3.3.5	会话层 .....	59
3.3.6	表示层 .....	60
3.3.7	应用层 .....	60
3.4	TCP/IP 参考模型 .....	61
3.4.1	网络接口层 .....	61
3.4.2	网际互联层 .....	61
3.4.3	传输层 .....	62
3.4.4	应用层 .....	63
3.5	ISO/OSI 与 TCP/IP 参考模型比较 .....	63
3.5.1	分层结构 .....	63
3.5.2	标准的特色 .....	63
3.5.3	连接服务 .....	64
3.5.4	传输服务 .....	64
3.5.5	应用范围 .....	64
	本章小结 .....	65
	习题 3 .....	65

<b>第 4 章 物理层与数据链路控制</b> .....	67
4.1 物理层 .....	67
4.1.1 物理层概述 .....	67
4.1.2 传输媒体 .....	68
4.1.3 物理层协议标准 .....	71
4.2 数据链路层 .....	74
4.2.1 数据链路层基本概念 .....	74
4.2.2 流量控制与滑动窗口协议 .....	76
4.2.3 面向位的链路控制协议 .....	80
4.2.4 Internet 的点对点协议 .....	84
本章小结 .....	86
习题 4 .....	86
<b>第 5 章 局域网</b> .....	88
5.1 局域网概述 .....	88
5.1.1 局域网定义与特点 .....	88
5.1.2 局域网拓扑 .....	89
5.1.3 局域网参考模型 .....	92
5.1.4 IEEE 802 标准 .....	93
5.2 逻辑链路控制子层 .....	95
5.2.1 LLC 地址 .....	95
5.2.2 LLC 服务 .....	96
5.2.3 LLC 协议 .....	97
5.3 介质访问控制子层 .....	98
5.3.1 MAC 子层访问控制方法 .....	98
5.3.2 MAC 地址 .....	98
5.4 以太网与 IEEE 802.3 .....	99
5.4.1 以太网的发展 .....	99
5.4.2 以太网访问控制方法 .....	101
5.4.3 以太网的连接方式 .....	103
5.4.4 交换以太网 .....	105
5.4.5 快速以太网 .....	105
5.4.6 千兆位以太网 .....	106
5.4.7 万兆位以太网 .....	107
5.5 无线局域网 .....	108
5.5.1 无线局域网概述 .....	108
5.5.2 无线局域网结构与标准 .....	110
5.5.3 无线局域网物理层 .....	114
5.5.4 无线局域网 MAC 层协议 .....	116
5.6 虚拟局域网 .....	117

5.6.1	虚拟局域网功能特点	117
5.6.2	虚拟局域网的划分	118
5.7	其他局域网	119
5.7.1	令牌环网	119
5.7.2	100VG-AnyLAN 局域网	122
5.7.3	光纤分布式数据接口 FDDI	123
	本章小结	124
	习题 5	124
<b>第 6 章</b>	<b>广域网</b>	<b>127</b>
6.1	广域网概述	127
6.1.1	广域网的组成结构	127
6.1.2	广域网提供的两种服务模式	128
6.1.3	广域网的寻址及分组转发	130
6.2	路由选择算法	131
6.2.1	非适应式路由选择算法	131
6.2.2	适应式路由选择算法	132
6.2.3	分层式路由选择	137
6.3	拥塞控制	137
6.3.1	概述	137
6.3.2	拥塞控制的基本原理及方法	140
6.4	X.25 建议	141
6.4.1	X.25 网络的基本特性	141
6.4.2	X.25 协议的层次结构	142
6.4.3	X.25 网的组成结构	145
6.5	ISDN	145
6.5.1	ISDN 概述	145
6.5.2	ISDN 的功能	146
6.5.3	用户—网络接口	149
6.6	帧中继	151
6.6.1	帧中继概述	151
6.6.2	帧中继协议的体系结构	153
6.6.3	帧中继的呼叫控制	155
6.6.4	帧中继的帧格式	156
6.6.5	帧中继网基本构成与用户接入	157
6.6.6	帧中继网的拥塞控制	158
6.6.7	帧中继的应用	160
6.7	ATM	162
6.7.1	B-ISDN	162
6.7.2	SONET 和 SDH	163

6.7.3	ATM 的基本概念及原理	165
6.7.4	ATM 协议参考模型	166
6.7.5	ATM 的交换技术	176
6.7.6	ATM 的拥塞控制	179
6.8	ATM 与 IP 结合	181
6.8.1	IPOA	182
6.8.2	ATM 局域网仿真 LANE	183
6.8.3	MPOA	185
6.8.4	MPLS	187
6.9	无线 ATM	197
	本章小结	200
	习题 6	200
<b>第 7 章</b>	<b>网络互联</b>	203
7.1	网络互联部件	203
7.1.1	中继器	204
7.1.2	网桥	205
7.1.3	路由器	209
7.1.4	网关	216
7.2	网际协议	217
7.2.1	IP 数据报格式	217
7.2.2	IP 地址	219
7.2.3	IP 路由表	223
7.2.4	IP 报文转发及分段	225
7.2.5	ICMP	227
7.2.6	IGMP	228
7.2.7	IPv6 概述	230
7.2.8	IPv6 的报文头	231
7.2.9	IPv6 的地址结构	232
7.2.10	IPv6 的过渡	237
7.3	内部网关协议	238
7.3.1	路由信息协议	238
7.3.2	开放最短路径优先协议	242
7.4	外部网关协议	252
7.5	多播路由策略	254
7.5.1	基于最短路径树的多播路由	254
7.5.2	MOSPF 与 DVMRP	255
7.6	QoS 路由策略	256
7.6.1	传统路由与 QoS 路由	256
7.6.2	QoS 路由算法	257

7.7	网络地址转换与虚拟专用网 .....	259
7.7.1	网络地址转换 .....	259
7.7.2	虚拟专用网 .....	262
	本章小结 .....	268
	习题 7 .....	268
<b>第 8 章</b>	<b>传输服务</b> .....	<b>270</b>
8.1	传输层概述 .....	270
8.1.1	传输层的作用 .....	270
8.1.2	TCP/IP 体系中两个传输协议 .....	273
8.1.3	端口与套接字 .....	275
8.2	TCP 协议 .....	279
8.2.1	TCP 报文格式 .....	279
8.2.2	TCP 连接管理 .....	282
8.2.3	TCP 的流量控制 .....	284
8.2.4	TCP 拥塞控制 .....	286
8.3	UDP 协议 .....	290
8.3.1	UDP 概述 .....	290
8.3.2	UDP 报文格式 .....	291
8.4	网络编程接口 .....	292
8.4.1	Winsocket API 基本函数 .....	292
8.4.2	基于 TCP 的客户机/服务器通信实例 .....	301
8.4.3	基于 UDP 的客户机/服务器通信实例 .....	305
	本章小结 .....	310
	习题 8 .....	310
<b>第 9 章</b>	<b>网络应用</b> .....	<b>312</b>
9.1	应用层概述 .....	312
9.1.1	应用层功能 .....	314
9.1.2	TCP/IP 体系中应用层协议 .....	314
9.1.3	网络应用模式 .....	315
9.2	动态主机配置协议 .....	319
9.2.1	DHCP 基本概念 .....	319
9.2.2	DHCP 工作原理 .....	320
9.3	域名系统 .....	322
9.3.1	域名与域名空间 .....	322
9.3.2	DNS 的报文格式 .....	324
9.3.3	资源记录 .....	327
9.3.4	域名服务器与域名解析 .....	328
9.4	万维网 WWW .....	333
9.4.1	WWW 概述 .....	333



9.4.2	统一资源定位	336
9.4.3	超文本传输协议	336
9.4.4	Web 网页设计	339
9.5	电子邮件	346
9.5.1	电子邮件基本概念	347
9.5.2	电子邮件发送	347
9.5.3	电子邮件接收	349
9.5.4	MIME 协议	350
9.6	多媒体通信	353
9.6.1	多媒体通信基本协议	356
9.6.2	H.322/SIP 协议	358
9.6.3	多媒体实时通信主要应用	365
	本章小结	369
	习题 9	370
<b>第 10 章</b>	<b>网络管理与安全</b>	<b>372</b>
10.1	网络管理概述	372
10.1.1	网络管理功能	373
10.1.2	SNMP 协议	374
10.2	网络安全概述	383
10.2.1	网络安全的问题	385
10.2.2	网络安全策略	388
10.2.3	网络安全协议	391
10.3	网络攻击防范	394
10.3.1	网络攻击的形式	395
10.3.2	网络防病毒	398
10.3.3	网络入侵与检测技术	400
10.4	加密与认证	406
10.4.1	密码技术概述	406
10.4.2	对称密码	407
10.4.3	非对称密码	409
10.4.4	密码技术应用	411
10.4.5	因特网中的加密协议	416
10.5	防火墙	419
10.5.1	防火墙概述	419
10.5.2	防火墙实现原理及实现方法	420
10.5.3	防火墙体系结构	422
	本章小结	425
	习题 10	426
	参考文献	427