

普通高校本科计算机专业特色教材精选·网络与通信

计算机网络（第2版）

史志才 编著

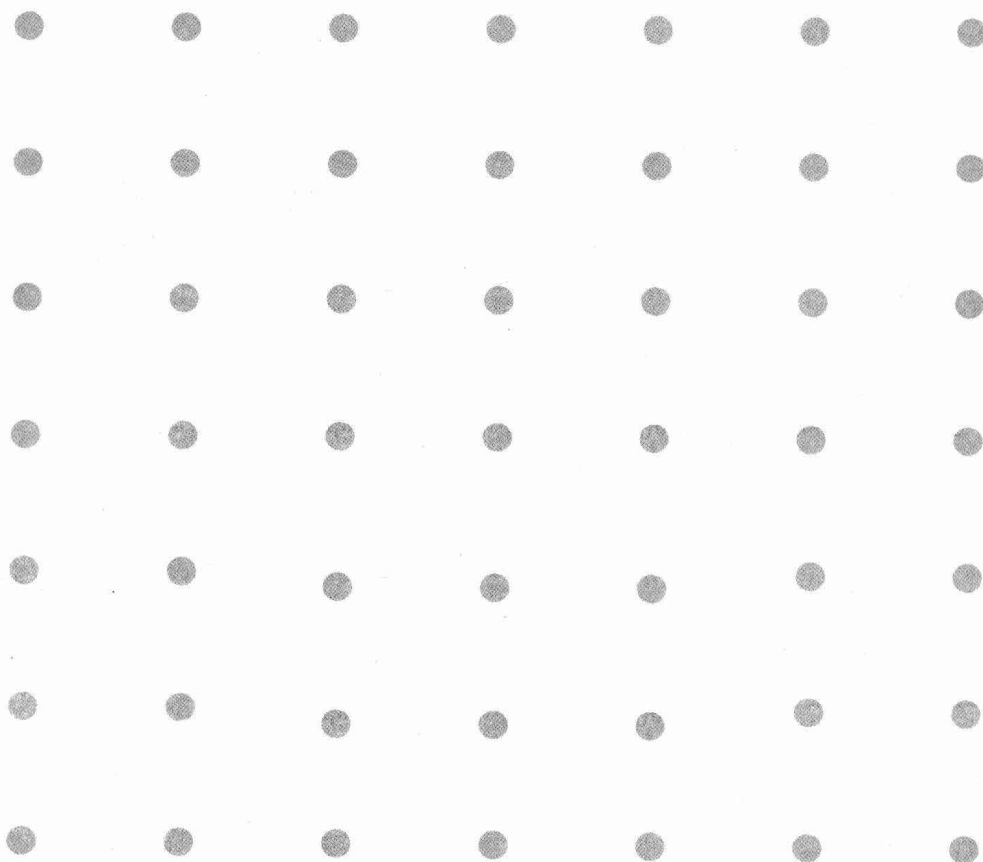


清华大学出版社

普通高校本科计算机专业特色教材精选·网络与通信

计算机网络（第2版）

史志才 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

计算机网络是计算机科学与技术专业的主干课程之一,也是自动化、电子信息工程以及通信工程等专业学生所必须掌握的一门技术。本书从方便读者学习的角度出发,遵循读者的思维习惯,采用自顶向下的方法,结合 Internet 和以太网技术,按照网络体系结构的层次模型,从应用层开始按照数据发送时的信息流向来深入剖析和讲解计算机网络的原理和工作过程,为读者建立一个完整的网络通信模型,最后还介绍了主动网、自组网、无线传感器网等新型网络技术以及集群计算、网格计算、云计算、移动计算和普适计算等网络计算新模式。

本书兼顾实用性和先进性,内容精练全面,结构清晰,系统性强,易于阅读和理解。本书可以作为计算机科学与技术等电气信息类相关专业的本科生和研究生教材,也可以作为广大网络爱好者自学的参考书。

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 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络 / 史志才编著. --2 版. --北京: 清华大学出版社, 2012.5

(普通高校本科计算机专业特色教材精选·网络与通信)

ISBN 978-7-302-27461-2

I. ①计… II. ①史… III. ①计算机网络 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 249228 号

责任编辑: 谢 琛 薛 阳

封面设计: 常雪影

责任校对: 焦丽丽

责任印制: 李红英

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-

印 刷 者: 北京市人民文学印刷厂

装 订 者: 三河市兴旺装订有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm 印 张: 23.5

字 数: 525 千字

版 次: 2009 年 4 月第 1 版 2012 年 5 月第 2 版

印 次: 2012 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 1~3000

定 价: 35.00 元

产品编号: 040890-01

编审委员会

主任：蒋宗礼

副主任：李仲麟 何炎祥

委员：（排名不分先后）

王向东	宁 洪	朱庆生	吴功宜	吴 跃
张 虹	张 钢	张为群	余雪丽	陈志国
武 波	孟祥旭	孟小峰	胡金初	姚放吾
原福永	黄刘生	廖明宏	薛永生	

出版说明

INTRODUCTION

在我国高等教育逐步实现大众化后，越来越多的高等学校将会面向国民经济发展的第一线，为行业、企业培养各级各类高级应用型专门人才。为此，教育部已经启动了“高等学校教学质量和教学改革工程”，强调要以信息技术为手段，深化教学改革和人才培养模式改革。如何根据社会的实际需要，根据各行各业的具体人才需求，培养具有特色显著的人才，是我们共同面临的重大问题。具体地说，培养具有一定专业特色的和特定能力强的计算机专业应用型人才则是计算机教育要解决的问题。

为了适应 21 世纪人才培养的需要，培养具有特色的计算机人才，急需一批适合各种人才培养特点的计算机专业教材。目前，一些高校在计算机专业教学和教材改革方面已经做了大量工作，许多教师在计算机专业教学和科研方面已经积累了许多宝贵经验。将他们的教研成果转化为教材的形式，向全国其他学校推广，对于深化我国高等学校的教学改革是一件十分有意义的事情。

清华大学出版社在经过大量调查研究的基础上，决定组织出版一套“普通高校本科计算机专业特色教材精选”。本套教材是针对当前高等教育改革的新形势，以社会对人才的需求为导向，主要以培养计算机应用型人才为目标，立足课程改革和教材创新，广泛吸纳全国各地的高等院校计算机优秀教师参与编写，从中精选出版确实反映计算机专业教学方向的特色教材，供普通高等院校计算机专业学生使用。

本套教材具有以下特点：

1. 编写目的明确

本套教材是在深入研究各地各学校办学特色的基础上，面向普通高校的计算机专业学生编写的。学生通过本套教材，主要学习计算机科学与技术专业的基本理论和基本知识，接受利用计算机解决实际问题的基本训练，培养研究和开发计算机系统，特别是应用系统的基本能力。

2. 理论知识与实践训练相结合

根据计算学科的三个学科形态及其关系，本套教材力求突出学科的理论

论与实践紧密结合的特征,结合实例讲解理论,使理论来源于实践,又进一步指导实践。学生通过实践深化对理论的理解,更重要的是使学生学会理论方法的实际运用。在编写教材时突出实用性,并做到通俗易懂,易教易学,使学生不仅知其然,知其所以然,还要会其如何然。

3. 注意培养学生的动手能力

每种教材都增加了能力训练部分的内容,学生通过学习和练习,能比较熟练地应用计算机知识解决实际问题。既注重培养学生分析问题的能力,也注重培养学生解决问题的能力,以适应新经济时代对人才的需要,满足就业要求。

4. 注重教材的立体化配套

大多数教材都将陆续配套教师用课件、习题及其解答提示,学生上机实验指导等辅助教学资源,有些教材还提供能用于网上下载的文件,以方便教学。

由于各地区各学校的培养目标、教学要求和办学特色均有所不同,所以对特色教学的理解也不尽一致,我们恳切希望大家在使用教材的过程中,及时地给我们提出批评和改进意见,以便我们做好教材的修订改版工作,使其日趋完善。

我们相信经过大家的共同努力,这套教材一定能成为特色鲜明、质量上乘的优秀教材。同时,我们也希望通过本套教材的编写出版,为“高等学校教学质量和教学改革工程”做出贡献。

清华大学出版社

前言

PREFACE

目前,计算机网络已经深入应用到社会的各个领域,实现了信息世界与人类社会的高度融合,有力地推动了经济发展和社会进步,熟练操作和使用计算机网络已成为现代公民的一项基本技能。但是对于计算机科学与技术等相关专业的学生而言,不但要熟练地掌握计算机网络的各種应用技术,而且还要掌握计算机网络的工作原理。以往的计算机网络教材一般是从信息接收者的角度出发,从物理层开始讲解计算机网络的工作过程。但是作为计算机网络的使用者,当想要得到某种网络服务时首先要给网络发送请求,然后才能得到来自网络的响应信息;所以对于计算机网络的用户,从信息发送的角度来讲解计算机网络的工作原理更为直观和易于理解。本书就是从上述角度出发,根据国民经济建设和社会发展对计算机等电气信息类专业技术人才在素质、能力等方面的要求,并参考 IEEE-CS/ACM 联合制定的 CC2001—2005 计算学科教程,结合 Internet 和以太网技术,采用自顶向下的方式,按照从应用层、运输层到物理层的顺序详细介绍计算机网络的工作过程,使读者能够更好地理解和掌握计算机网络的原理和相关技术。本书具有如下特点。

(1) 从用户角度出发,按照计算机网络中数据发送的信息流向,采用自顶向下的方法从应用层开始介绍计算机网络的工作原理,内容组织安排合理,结构清晰,易于阅读和理解。

(2) 书中内容精简得当,重点突出。由于通信技术属于通信专业的基础教学内容,故书中仅做了简单介绍,而重点介绍了目前典型的网络协议(如以太网协议和 Internet 协议)及其实现技术等高级课程内容,以避免与基础课内容重复,同时突出书中内容的计算机专业特色,更加符合计算机专业学生培养的特点。

(3) 注重理论联系实际,概念讲解透彻、具体。对于许多网络协议层所包括的一些功能具体讲解到实现细节,如物理层的信号编码和高层协议的信息编码及其功能和意义,文中均进行了详细解释。对于简化的 5 层网络协议,对每层的功能不但讲解其原理,而且结合以太网、因特网等技术详细介绍了各种功能的具体实现方法。

(4) 实用性和先进性并重。计算机及其网络技术发展迅速,可以说是日

新月异。本书作为一门计算机网络课程的教材,不但将以太网、因特网等传统的计算机网络技术详细地介绍给读者,而且也将计算机网络技术的最新发展及其作用展现给读者,以激发读者的学习兴趣。

(5) 本书内容丰富、系统性强,从计算机网络的基本概念、基本原理到工作过程、网络接入、网络管理、网络安全和网络计算,将计算机网络的原理和实现技术系统地呈现给读者,有利于读者学习和掌握。

本书分6篇,共20章。第1篇为计算机网络和通信技术基础,包括第1和第2章。第1章为计算机网络概述,介绍了计算机网络的基本概念、组成、发展历史、网络体系结构以及计算机网络的一些重要概念。第2章为数据通信技术基础,简单介绍了计算机网络中所涉及的一些通信技术和基本概念。这两章为后续内容的学习奠定了基础。第2篇为Internet和TCP/IP协议,包括第3至第5章。其中,第3章介绍了Internet的HTTP、FTP、SMTP、TELNET等应用层协议以及域名解析、DHCP等协议,讲述了网络系统如何接收和响应用户的应用请求。第4章介绍了Internet的TCP、UDP等运输层协议,重点介绍了TCP协议在确保网络传输可靠性中的作用。第5章介绍了Internet的网络层协议,即IP协议,全面论述了IP协议在网络互联中的重要作用;同时也介绍了ICMP、IGMP、ARP、路由选择等与IP协议密切相关的几个协议。第3篇为物理网络,包括第6至第10章,分别介绍了数据链路层和物理层的功能以及为网络提供底层通信功能的局域网、广域网和接入网等技术。其中,第6章和第7章从共性角度出发,分别介绍了数据链路层和物理层的功能、数据链路层中进行流量控制和差错控制的方法,同时介绍了几个典型的数据链路层和物理层协议。第8章以以太网系列局域网为例,通过从10兆比特到吉比特的发展过程详细介绍了局域网技术的原理及其演变进程。第9章介绍了广域网技术,具体包括X.25、帧中继、ISDN、ATM等。第10章介绍了网络接入技术。第4篇为网络安全与管理,共两章,分别介绍了网络管理和网络安全技术。第5篇为网络计算,共5章,分别介绍了集群计算、网格计算、云计算、移动计算、普适计算等网络计算新技术。第6篇为网络技术的延伸,共3章,分别介绍了主动网、自组网、无线传感器网等新型网络。

本书由上海工程技术大学的史志才教授编写,书中与信息安全相关内容的编写得到了上海市教委科研创新项目(No:09YZ370)的资助。由于计算机网络技术发展速度快,涉及的知识面广,加上作者的知识和能力有限,书中定有不妥和错误之处,恳请读者批评指正,以便对本书的内容进行改进和完善。

本书可以作为计算机科学与技术等电气信息类相关专业本科和研究生的专业教材,建议授课学时为64个学时。最后两篇的部分章节在对本科生的授课过程中可以概略地介绍给学生,目的在于拓宽学生的视野和知识面,使学生能够了解网络技术的最新发展及其对相关技术的促进和支撑作用;而对于研究生可以作为其相关研究方向的指导。本书配有教学课件,若需要可以到出版社的相关网站上下载。

作 者

2011年9月于上海

目 录

CONTENTS

第1篇 计算机网络与通信基础

第1章 计算机网络概述	3
1.1 计算机网络的产生与发展	3
1.2 计算机网络的定义和功能	5
1.3 计算机网络的组成与分类	7
1.3.1 计算机网络的组成	7
1.3.2 计算机网络的拓扑结构	8
1.3.3 计算机网络的分类	9
1.4 计算机网络协议与体系结构	10
1.4.1 网络协议	10
1.4.2 网络体系结构	10
1.4.3 层次网络体系结构下数据的发送和接收 过程	12
1.5 典型的网络体系结构	13
1.5.1 开放式系统互连参考模型 OSI/RM	13
1.5.2 Internet 体系结构	15
1.6 常用的网络设备	16
1.7 计算机网络中的一些重要概念	17
1.7.1 IP 地址和物理地址	17
1.7.2 计算机网络的服务类型	17
1.7.3 计算机网络的主要性能指标	18
1.7.4 计算机网络中数据分组的传输方式	19
1.8 网络操作系统	19
1.9 典型的计算机网络简介	22
1.10 计算机网络在我国的发展	25
1.11 计算机网络的应用	26
习题	27

第 2 章 数据通信技术基础	29
2.1 数据通信的基本概念.....	29
2.2 传输介质.....	30
2.2.1 有线传输介质	30
2.2.2 无线传输介质	32
2.3 信道及其复用.....	32
2.3.1 信道	32
2.3.2 信道复用	33
2.4 数据传输方式.....	35
2.5 信道的性能指标.....	36
2.6 信息编码与数字信号编码.....	37
2.7 调制技术与远程传输.....	39
习题	39

第 2 篇 Internet 与 TCP/IP 协议

第 3 章 应用层	43
3.1 概述.....	43
3.2 域名和域名解析.....	45
3.2.1 域名及域名结构	45
3.2.2 域名解析	47
3.3 远程终端协议.....	50
3.4 文件传输协议.....	52
3.4.1 FTP 的工作原理	53
3.4.2 FTP 的命令和响应	54
3.4.3 FTP 的使用	57
3.4.4 简单文件传输协议 TFTP 及与 FTP 的区别	58
3.5 电子邮件服务.....	58
3.5.1 电子邮件系统的组成及工作过程	58
3.5.2 SMTP 协议	60
3.5.3 POP3 协议	62
3.5.4 电子邮件协议的扩充	63
3.6 WWW 服务	64
3.6.1 WWW 服务的工作原理	64
3.6.2 超文本标记语言	65
3.6.3 统一资源定位符	66
3.6.4 HTTP 协议	67
3.7 动态主机配置协议.....	69
3.8 其他 Internet 服务.....	72

习题	72
第 4 章 运输层	74
4.1 TCP/IP 协议的运输层	74
4.2 TCP 协议	75
4.2.1 TCP 报文段的格式	76
4.2.2 TCP 协议的复用和分用	78
4.2.3 报文段的顺序控制	79
4.2.4 报文段的可靠性控制	80
4.2.5 流量控制与拥塞控制	81
4.2.6 TCP 的连接管理	86
4.3 用户数据报协议	87
4.3.1 概述	87
4.3.2 用户数据报的首部	89
4.3.3 UDP 协议的应用	90
习题	90
第 5 章 网络层与网络互联	91
5.1 路由器	92
5.2 因特网的网络层	94
5.3 IP 协议	94
5.3.1 IP 地址	95
5.3.2 IP 数据报	100
5.3.3 数据报的分片与重组	104
5.3.4 IP 数据报的转发	105
5.3.5 地址解析与逆向地址解析	107
5.4 路由选择算法与协议	109
5.4.1 路由选择算法	110
5.4.2 路由选择协议	111
5.5 因特网控制报文协议	117
5.6 因特网组管理协议	120
5.7 下一代网际协议 IPv6	122
习题	126

第 3 篇 物理网络

第 6 章 数据链路层	131
6.1 引言	131
6.2 流量控制	132

6.2.1	停止等待协议	132
6.2.2	连续 ARQ 协议	134
6.3	差错控制	137
6.3.1	奇偶校验	137
6.3.2	校验和	137
6.3.3	循环冗余校验	137
6.4	高级数据链路控制协议	138
6.4.1	概述	138
6.4.2	HDLCL 的帧结构	139
6.4.3	HDLCL 的信息交换过程	141
6.5	SLIP/PPP 协议	142
6.5.1	SLIP 协议	142
6.5.2	PPP 协议	142
	习题	145
第 7 章	物理层	146
7.1	物理层的基本概念	146
7.2	典型的物理层协议	146
	习题	149
第 8 章	局域网	150
8.1	局域网概述	150
8.2	传统以太网	152
8.2.1	逻辑链路控制层	152
8.2.2	介质访问控制层	154
8.2.3	以太网的介质访问控制方式	156
8.2.4	传统以太网的物理层	160
8.2.5	传统以太网的连接方法	161
8.3	全双工以太网	164
8.4	高速以太网	165
8.4.1	100BASE-T 以太网	166
8.4.2	千兆以太网	168
8.4.3	万兆以太网	169
8.5	其他高速局域网	171
8.6	局域网中的网络连接设备	172
8.6.1	中继器	173
8.6.2	集线器	173
8.6.3	网桥	173

8.6.4	以太网交换机	176
8.7	虚拟局域网	178
8.7.1	虚拟局域网的概念	178
8.7.2	VLAN 的标准及帧格式	179
8.7.3	VLAN 的划分方法	180
8.7.4	VLAN 交换机及应用	181
8.8	无线局域网	182
8.8.1	无线局域网的组成与分类	183
8.8.2	无线局域网的体系结构	183
	习题	184

第 9 章	广域网	186
9.1	广域网概述	186
9.2	广域网的组成及数据交换技术	186
9.3	广域网中的物理地址与分组转发	189
9.4	广域网的拥塞控制	190
9.5	X.25 网	192
9.5.1	X.25 网概述	192
9.5.2	X.25 网络协议	192
9.5.3	X.25 网的接入	194
9.5.4	X.25 网的特点及应用	195
9.6	帧中继	195
9.6.1	帧中继的概念及特点	195
9.6.2	帧中继的协议层次及帧格式	196
9.6.3	帧中继的工作过程	197
9.6.4	帧中继的拥塞控制	198
9.6.5	帧中继网的接入	199
9.6.6	帧中继的应用	200
9.7	ISDN	201
9.7.1	ISDN 的定义与特点	201
9.7.2	ISDN 的协议和基本结构	202
9.7.3	ISDN 的接入	203
9.7.4	ISDN 的应用	204
9.8	ATM	205
9.8.1	ATM 的基本概念及特点	205
9.8.2	ATM 的工作原理	206
9.8.3	ATM 的协议参考模型和信元结构	207
9.8.4	ATM 的流量控制与拥塞控制	210

9.8.5	ATM 设备及接入	211
9.8.6	ATM 的应用	213
习题		213
第 10 章	Internet 接入技术	215
10.1	概述	215
10.2	双绞线接入	215
10.2.1	通过普通电话拨号接入	215
10.2.2	通过 ISDN 接入	216
10.2.3	通过 ADSL 接入	218
10.3	DDN 接入	219
10.4	HFC 接入	220
10.5	光纤接入	220
10.6	无线接入	221
习题		222
第 4 篇 计算机网络安全与管理		
第 11 章	网络管理	227
11.1	网络管理的功能	227
11.2	简单网络管理协议	229
11.2.1	SNMP 的产生与发展	229
11.2.2	SNMP 的组成及网络管理模型	230
11.3	远程网络监控	234
11.4	常用的网络管理系统	235
习题		237
第 12 章	网络与信息安全	238
12.1	概述	238
12.2	网络的脆弱性及安全威胁	239
12.2.1	网络的脆弱性	239
12.2.2	网络的安全威胁	240
12.3	网络攻击与攻击过程	242
12.3.1	网络攻击	242
12.3.2	网络攻击过程	243
12.4	网络安全的基本功能和网络安全技术	244
12.5	密码学与数据加密	246
12.5.1	对称密钥密码体制	246
12.5.2	非对称密钥密码体制	247

12.5.3	混合密码体制	247
12.5.4	常见的密码算法	248
12.5.5	新兴的密码技术	249
12.6	消息认证与数字签名	250
12.6.1	消息认证	250
12.6.2	数字签名	251
12.7	信息隐藏技术	252
12.8	公开秘钥基础设施	254
12.8.1	数字证书	255
12.8.2	PKI 的组成及功能	257
12.9	安全通信协议	259
12.9.1	IP 安全协议	259
12.9.2	安全套接层协议	261
12.9.3	安全协议 SSH	262
12.10	虚拟专用网	263
12.10.1	虚拟专用网概述	263
12.10.2	隧道协议	264
12.11	防火墙技术	268
12.11.1	防火墙技术概述	268
12.11.2	防火墙的功能及分类	269
12.11.3	防火墙的体系结构	271
12.11.4	防火墙的发展趋势	272
12.12	网络入侵检测技术	273
12.12.1	入侵检测及入侵检测系统	273
12.12.2	入侵检测系统的组成及功能	274
12.12.3	入侵检测系统的分类	275
12.12.4	典型的入侵检测系统	276
12.12.5	入侵检测与其他技术的融合及发展	278
习题		279

第5篇 网络计算

第13章	高性能集群计算	283
13.1	集群计算系统及其体系结构	283
13.2	集群计算系统的分类	285
13.3	集群计算系统中的关键技术	287
13.4	集群计算系统的应用	288

习题.....	289
第 14 章 网格计算	290
14.1 网格的基本特征和内涵.....	290
14.2 网格的分类.....	292
14.3 网格的体系结构.....	293
14.4 网格系统的层次划分.....	295
14.5 网格计算中的关键技术.....	296
14.6 国内外对网格计算技术的研究.....	298
14.7 网格计算的应用.....	299
习题.....	300
第 15 章 云计算	301
15.1 云计算的概念和特点.....	301
15.2 云计算系统的组成和体系结构.....	303
15.3 云计算的关键技术.....	304
15.4 云计算的主要服务形式和典型应用.....	306
15.5 典型的云计算平台.....	307
习题.....	309
第 16 章 移动计算	310
16.1 移动计算环境的组成及特点.....	310
16.2 移动计算中的关键技术.....	312
16.3 移动计算的应用.....	314
习题.....	315
第 17 章 普适计算	316
17.1 普适计算的产生、组成及特点	316
17.2 普适计算中的关键技术.....	318
17.3 普适计算的典型研究工作.....	321
习题.....	323

第 6 篇 新型计算机网络

第 18 章 主动网	327
18.1 主动网的产生及特点.....	327
18.2 主动网体系结构.....	328
18.3 主动网的实现方法.....	331

18.4	主动网的应用.....	332
	习题.....	334
第 19 章	自组网	335
19.1	自组网的概念及其特征.....	335
19.2	自组网的组成结构.....	336
19.3	自组网中的关键技术.....	338
19.4	自组网的应用.....	340
	习题.....	342
第 20 章	无线传感器网络	343
20.1	概述.....	343
20.2	无线传感器网络的体系结构.....	345
20.3	无线传感器网络的关键技术及研究重点.....	347
20.4	无线传感器网络的应用.....	348
	习题.....	350
参考文献		351