全国高等学校自动化专业系列教材

教育部高等学校自动化专业教学指导分委员会牵头规划

Computer Networks

计算机网络

张曾科　阳宪惠　主编

Zhang Zengke　Yang Xianhui

吴秋峰　主审

Wu Qiufeng

清华大学出版社

全国高等学校自动化专业系列教材
教育部高等学校自动化专业教学指导分委员会牵头规划

Computer Networks
计算机网络

张曾科　阳宪惠　主编
Zhang Zengke　Yang Xianhui
吴秋峰　主审
Wu Qiufeng

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书讲述计算机网络和控制网络的基本原理、技术与应用。全书分为两篇。第1篇介绍计算机网络技术，首先介绍计算机网络的体系结构，然后以物理层、数据链路层、网络层、传输层和应用层五层体系结构层为主线进行讲述，最后介绍计算机网络的规划与设计。第2篇介绍控制网络技术，首先介绍控制网络的构成、特点和参考模型，然后重点讨论了一种典型的控制网络FF，并介绍了几种被列入ISO、IEC国际标准的控制网络。

全书注重讲述网络的基本概念和原理，它们是学习网络技术的最重要的知识点。同时，本书也力图反映计算机网络和控制网络发展的新技术。

本书可以作为高等院校自动化类专业和其他理工科专业本科生及研究生计算机网络和控制网络课程的教材，也可供广大工程技术人员参考。本书还将配套出版习题集和实验指导书。

版权所有，翻印必究。举报电话：010-62782989　13501256678　13801310933
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。
本书防伪标签采用特殊防伪技术，用户可通过在图案表面涂抹清水，图案消失，水干后图案复现；或将表面膜揭下，放在白纸上用彩笔涂抹，图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络/张曾科，阳宪惠主编. —北京：清华大学出版社，2006.3
(全国高等学校自动化专业系列教材)
ISBN 7-302-12326-8

Ⅰ. 计…　Ⅱ. ①张… ②阳…　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000813号

出 版 者：清华大学出版社　　**地　　址**：北京清华大学学研大厦
http://www.tup.com.cn　　**邮　　编**：100084
社 总 机：010-62770175　　**客户服务**：010-62776969
组稿编辑：王一玲
文稿编辑：王冰飞
印 刷 者：清华大学印刷厂
装 订 者：三河市李旗庄少明装订厂
发 行 者：新华书店总店北京发行所
开　　本：175×245　**印张**：41.5　**字数**：863千字
版　　次：2006年3月第1版　2006年3月第1次印刷
书　　号：ISBN 7-302-12326-8/TP·7908
印　　数：1～4000
定　　价：49.80元

出版说明

《全国高等学校自动化专业系列教材》

为适应我国对高等学校自动化专业人才培养的需要，配合各高校教学改革的进程，创建一套符合自动化专业培养目标和教学改革要求的新型自动化专业系列教材，“教育部高等学校自动化专业教学指导分委员会”（简称“教指委”）联合了“中国自动化学会教育工作委员会”、“中国电工技术学会高校工业自动化教育专业委员会”、“中国系统仿真学会教育工作委员会”和“中国机械工业教育协会电气工程及自动化学科委员会”四个委员会，以教学创新为指导思想，以教材带动教学改革为方针，设立专项资助基金，采用全国公开招标方式，组织编写出版了一套自动化专业系列教材——《全国高等学校自动化专业系列教材》。

本系列教材主要面向本科生，同时兼顾研究生；覆盖面包括专业基础课、专业核心课、专业选修课、实践环节课和专业综合训练课；重点突出自动化专业基础理论和前沿技术；以文字教材为主，适当包括多媒体教材；以主教材为主，适当包括习题集、实验指示书、教师参考书、多媒体课件、网络课程脚本等辅助教材；力求做到符合自动化专业培养目标、反映自动化专业教育改革方向、满足自动化专业教学需要；努力创造使之成为具有先进性、创新性、适用性和系统性的特色品牌教材。

本系列教材在“教指委”的领导下，从2004年起，通过招标机制，计划用3～4年时间出版50本左右教材，2006年开始陆续出版问世。为满足多层面、多类型的教学需求，同类教材可能出版多种版本。

本系列教材的主要读者群是自动化专业及相关专业的大学生和研究生，以及相关领域和部门的科学工作者和工程技术人员。我们希望本系列教材既能为在校大学生和研究生的学习提供内容先进、论述系统和适于教学的教材或参考书，也能为广大科学工作者和工程技术人员的知识更新与继续学习提供适合的参考资料。感谢使用本系列教材的广大教师、学生和科技工作者的热情支持，并欢迎提出批评和意见。

《全国高等学校自动化专业系列教材》编审委员会

2005年10月于北京

《全国高等学校自动化专业系列教材》编审委员会

顾　　问：（按姓氏笔划）

王行愚（华东理工大学）　　冯纯伯（东南大学）
孙优贤（浙江大学）　　吴启迪（同济大学）
张嗣瀛（东北大学）　　陈伯时（上海大学）
陈翰馥（中国科学院）　　郑大钟（清华大学）
郑南宁（西安交通大学）　　韩崇昭（西安交通大学）

主任委员：吴　澄（清华大学）

副主任委员：赵光宙（浙江大学）　　萧德云（清华大学）

委　　员：（按姓氏笔划）

王　雄（清华大学）　　方华京（华中科技大学）
史　震（哈尔滨工程大学）　　田作华（上海交通大学）
卢京潮（西北工业大学）　　孙鹤旭（河北工业大学）
刘建昌（东北大学）　　吴　刚（中国科技大学）
吴成东（沈阳建筑工程学院）　　吴爱国（天津大学）
陈庆伟（南京理工大学）　　陈兴林（哈尔滨工业大学）
郑志强（国防科技大学）　　赵　曜（四川大学）
段其昌（重庆大学）　　程　鹏（北京航空航天大学）
谢克明（太原理工大学）　　韩九强（西安交通大学）
褚　健（浙江大学）　　蔡鸿程（清华大学出版社）
廖晓钟（北京理工大学）　　戴先中（东南大学）

工作小组（组长）：萧德云（清华大学）
（成员）：陈伯时（上海大学）　　郑大钟（清华大学）
田作华（上海交通大学）　　赵光宙（浙江大学）
韩九强（西安交通大学）　　陈兴林（哈尔滨工业大学）
陈庆伟（南京理工大学）
（助理）：郭晓华（清华大学）

责任编辑：王一玲（清华大学出版社）

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

序

FOREWORD

自动化学科有着光荣的历史和重要的地位，20 世纪 50 年代我国政府就十分重视自动化学科的发展和自动化专业人才的培养。五十多年来，自动化科学技术在众多领域发挥了重大作用，如航空、航天等，两弹一星的伟大工程就包含了许多自动化科学技术的成果。自动化科学技术也改变了我国工业整体的面貌，不论是石油化工、电力、钢铁，还是轻工、建材、医药等领域都要用到自动化手段，在国防工业中自动化的作用更是巨大的。现在，世界上有很多非常活跃的领域都离不开自动化技术，比如机器人、月球车等。另外，自动化学科对一些交叉学科的发展同样起到了积极的促进作用，例如网络控制、量子控制、流媒体控制、生物信息学、系统生物学等学科就是在系统论、控制论、信息论的影响下得到不断的发展。在整个世界已经进入信息时代的背景下，中国要完成工业化的任务还很重，或者说我们正处在后工业化的阶段。因此，国家提出走新型工业化的道路和“信息化带动工业化，工业化促进信息化”的科学发展观，这对自动化科学技术的发展是一个前所未有的战略机遇。

机遇难得，人才更难得。要发展自动化学科，人才是基础、是关键。高等学校是人才培养的基地，或者说人才培养是高等学校的根本。作为高等学校的领导和教师始终要把人才培养放在第一位，具体对自动化系或自动化学院的领导和教师来说，要时刻想着为国家关键行业和战线培养和输送优秀的自动化技术人才。

影响人才培养的因素很多，涉及教学改革的方方面面，包括如何拓宽专业口径、优化教学计划、增强教学柔性、强化通识教育、提高知识起点、降低专业重心、加强基础知识、强调专业实践等，其中构建融会贯通、紧密配合、有机联系的课程体系，编写有利于促进学生个性发展、培养学生创新能力的教材尤为重要。清华大学吴澄院士领导的《全国高等学校自动化专业系列教材》编审委员会，根据自动化学科对自动化技术人才素质与能力的需求，充分吸取国外自动化教材的优势与特点，在全国范围内，以招标方式，组织编写了这套自动化专业系列教材，这对推动高等学校自动化专业发展与人才培养具有重要的意义。这套系列教材的建设有新思路、新机制，适应了高

等学校教学改革与发展的新形势，立足创建精品教材，重视实践性环节在人才培养中的作用，采用了竞争机制，以激励和推动教材建设。在此，我谨向参与本系列教材规划、组织、编写的老师，致以诚挚的感谢，并希望该系列教材在全国高等学校自动化专业人才培养中发挥应有的作用。

吴启迪 教授

2005 年 10 月于教育部

序

FOREWORD

《全国高等学校自动化专业系列教材》编审委员会在对国内外部分大学有关自动化专业的教材做深入调研的基础上，广泛听取了各方面的意见，以招标方式，组织编写了一套面向全国本科生（兼顾研究生）、体现自动化专业教材整体规划和课程体系、强调专业基础和理论联系实际的系列教材，自2006年起将陆续面世。全套系列教材共53本，涵盖了自动化学科的主要知识领域，大部分教材都配置了包括电子教案、多媒体课件、习题辅导、课程实验指示书等立体化教材配件。此外，为强调落实"加强实践教育，培养创新人才"的教学改革思想，还特别规划的一组专业实验教程，包括《自动控制原理实验教程》、《运动控制实验教程》、《过程控制实验教程》、《检测技术实验教程》和《计算机控制系统实验教程》等。

自动化科学技术是一门应用性很强的学科，面对的是各种各样错综复杂的系统，控制对象可能是确定性的、也可能是随机性的，控制方法可能是常规控制、也可能需要优化控制。这样的学科专业人才应该具有什么样的知识结构，又应该如何通过专业教材来体现，这正是"系列教材编审委员会"规划系列教材时所面临的问题。为此，设立了《自动化专业课程体系结构研究》专项研究课题，成立了由清华大学萧德云教授负责，包括清华大学、上海交通大学、西安交通大学和东北大学等多所院校参与的联合研究小组，对自动化专业课程体系结构进行深入的研究，提出了按"控制理论与工程、控制系统与技术、系统理论与工程、信息处理与分析、计算机与网络、软件基础与工程、专业课程实验"等知识板块构建的课程体系结构。以此为基础，组织规划了一套含盖几十门自动化专业基础课程和专业课程的系列教材。从基础理论到控制技术、从系统理论到工程实践、从计算机技术到信号处理、从设计分析到课程实验，涉及的知识单元多达数百个、知识点几千个，介入的学校50多所、参与的教授120多人，是一项庞大的系统工程。从编制招标要求、公布招标公告，到组织投标和评审，最后商定教材大纲，凝聚着全国近百名教授的心血，为的是编写出版一套具有一定规模、富有特色的、既考虑研究型大学又考虑应用型大学的自动化专业创新型系列教材。

然而，如何进一步构建完善的自动化专业教材体系结构？如何建设基

础知识与最新知识有机融合的教材？如何利用现代技术，适应现代大学生的接受习惯，改变教材形态单一，建设数字化、电子化等多元形态、开放性的“广义教材”等等。这些都还有待我们进行更深入的研究。

本套系列教材的出版，对更新自动化专业的知识体系、改善教学条件、创造个性的教与学环境，一定会起到积极的作用。但是由于受各方面条件所限，该套教材从整体结构到每本书的知识组成都可能存在许多不当甚至谬误之处，还望使用本套教材的教师、学生及各界人士不吝批评指正。

吴 院士

2005 年 10 月于清华大学

前言

PREFACE

计算机网络特别是 Internet 的产生和发展在现代科学技术史上具有划时代的意义。计算机网络为人们在全世界范围内的信息交流铺设了四通八达的信息高速公路。

用日新月异来形容计算机网络技术的飞速发展并不为过。以太网是局域网的主流网络，历经 30 年的发展，其传输速率从 10Mb/s、100Mb/s、1000Mb/s 到今天的 10Gb/s，以太网近期的发展速度超过了摩尔定律。现在以太网的应用又跨入了城域网和广域网的领域。当今 Internet 以惊人的速度在发展扩大，人们难以准确地统计 Internet 上的计算机数目，它每天都在增长。根据中国互联网信息中心 CNNIC 的统计，截止到 2005 年 6 月 30 日，我国上网计算机数为 4560 万台，比 2004 年同期增长 25.6%；上网网民 1.03 亿人，次于美国居世界第二，同比增长 18.4%；建设网站 67.7 万个；互联网国际出口带宽 82617Mb，比 2004 年底增长 11%。

计算机网络和 Internet 彻底改变了人们的工作和生活方式，改变了企事业单位的运营和管理方式。人们可以在网上进行电子商务、召开网络会议、开展远程教学、监控生产过程。发往大洋彼岸的电子邮件数分钟就可以送达；异国图书馆的文献资料片刻就可以查阅下载；坐在计算机前，人们就可以浏览全世界网站上感兴趣的信息，小小的屏幕连接了全球。人们切切实实地享受到生活在地球村的美妙感觉。

计算机网络技术在自动化领域也有着非常广阔的应用。控制网络的出现，导致了传统控制系统结构的变革，形成了以网络作为各组成部件之间信息传递通道的新型控制系统，即网络化控制系统 NCS，这是工业控制系统的新型结构形式和发展趋势，现代的企业自动化系统，信息网络和控制网络完美结合，管理和控制融为一体。

全书分为两篇，第 1 篇讲述计算机网络技术。首先给出了计算机网络的体系结构，然后以物理层、数据链路层、网络层、传输层和应用层五层体系结构层为主线进行讲述，这也是目前国际上编排计算机网络教材主导的层次结构，最后介绍了计算机网络的规划与设计方法。第 2 篇介绍控制网络技术，首先介绍控制网络的构成、特点和参考模型，然后重点介绍了

一种典型的控制网络 FF 和几种流行的控制网络。

本书注重讲述计算机网络和控制网络的基本概念和原理。虽然网络技术发展迅速，各种技术层出不穷，但是其基本概念和原理，是学习网络技术的最重要的知识点。同时，本书也力图反映计算机网络和控制网络发展的新技术，使读者跟上网络技术飞速发展的潮流。

本书是在清华大学本科和研究生计算机网络和控制网络课程教学的基础上编写的，可以作为高等院校自动化类专业以及其他理工科专业本科生和研究生计算机网络课程的教材，也可供广大工程技术人员作为学习、使用和研究计算机网络和控制网络的参考书。教学中，可以根据教学对象和学时等具体情况对书中的内容进行裁减和组合，可在 32~ 64 学时之间安排教学计划。为方便教学和学习，本书还将配套出版习题集和实验指导书。

本书第 1 ~ 12 章由张曾科编写，第 14~ 16 章由阳宪惠编写，吴秋峰编写了第 13 章并审阅了全书，关敬敏编写了部分习题。

由于作者的学识和水平有限，书中难免存在错误和疏漏之处，殷切希望广大读者批评指正。

作　者

2005 年仲夏 于清华园

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

目 录

CONTENTS

第 1 篇 计算机网络技术

第 1 章 计算机网络概述 …… 3

1.1 计算机网络的基本概念 …… 3

1.1.1 什么是计算机网络 …… 3

1.1.2 计算机网络的分类 …… 5

1.2 计算机网络的发展历程 …… 11

1.2.1 计算机网络的产生 …… 11

1.2.2 分组交换网的出现 …… 12

1.2.3 计算机网络体系结构的形成 …… 14

1.2.4 局域网的产生与发展 …… 15

1.2.5 Internet 时代 …… 16

1.3 计算机网络技术国际标准化组织 …… 19

习题 …… 21

第 2 章 计算机网络体系结构 …… 23

2.1 ISO/OSI 体系结构概述 …… 23

2.1.1 开放系统互连参考模型(OSI/RM) …… 23

2.1.2 ISO/OSI 的一些基本概念 …… 25

2.1.3 ISO/OSI 各层基本功能 …… 28

2.2 TCP/IP 体系结构概述 …… 31

2.2.1 TCP/IP 及其发展 …… 31

2.2.2 TCP/IP 体系结构 …… 32

2.3 五层体系结构 …… 34

习题 …… 34

第 3 章 物理层 …… 37

3.1 概述 …… 37

3.2 数据通信系统的性能指标 …… 39

3.2.1 信息传输速率与码元传输速率 …… 39
3.2.2 时延和时延带宽积 …… 41
3.2.3 误码率和误比特率 …… 42
3.2.4 奈奎斯特准则与香农定理 …… 43
3.3 数据传输方式 …… 44
3.3.1 单工、全双工和半双工传输 …… 44
3.3.2 异步传输和同步传输 …… 45
3.3.3 频带传输和基带传输 …… 48
3.4 调制解调技术 …… 49
3.4.1 幅移键控(ASK) …… 50
3.4.2 频移键控(FSK) …… 50
3.4.3 相移键控(PSK) …… 50
3.4.4 多级调制和幅相键控(APK) …… 50
3.5 编码解码技术 …… 51
3.5.1 不归零制编码 …… 52
3.5.2 曼彻斯特编码 …… 52
3.5.3 差分曼彻斯特编码 …… 53
3.5.4 mB/nB 编码 …… 53
3.5.5 多进制编码 …… 54
3.6 信道复用技术 …… 55
3.6.1 频分复用(FDM) …… 56
3.6.2 时分复用(TDM) …… 56
3.6.3 统计时分复用(STDM) …… 57
3.6.4 准同步数字系列(PDH) …… 58
3.6.5 同步数字系列(SDH/SONET) …… 60
3.6.6 波分复用(WDM/DWDM/CWDM) …… 63
3.7 传输媒体 …… 64
3.7.1 双绞线 …… 64
3.7.2 同轴电缆 …… 65
3.7.3 光纤 …… 66
3.7.4 无线传输 …… 67
习题 …… 70

第 4 章 数据链路层 …… 74

4.1 数据链路控制机制 …… 74
4.1.1 引言 …… 74

4.1.2 滑动窗口机制 …… 76
4.1.3 停等 ARQ …… 77
4.1.4 回退-N ARQ …… 79
4.1.5 选择重传 ARQ …… 81
4.2 差错校验 …… 82
4.2.1 奇偶校验 …… 82
4.2.2 循环冗余校验 …… 83
4.2.3 校验和 …… 85
4.3 高级数据链路控制(HDLC) …… 86
4.3.1 HDLC 链路配置和工作模式 …… 86
4.3.2 HDLC 帧格式和传输控制 …… 87
4.4 Internet 数据链路控制协议 PPP …… 90
习题 …… 93

第 5 章 局域网 …… 96

5.1 IEEE802 局域网体系结构 …… 96
5.1.1 IEEE802 局域网参考模型 …… 96
5.1.2 媒体接入控制子层 …… 98
5.1.3 逻辑链路控制子层 …… 101
5.2 以太网的发展 …… 103
5.3 以太网媒体接入控制方式 CSMA/CD …… 105
5.3.1 随机接入技术先驱 ALOHA …… 105
5.3.2 CSMA 工作机理 …… 107
5.3.3 CSMA/CD 工作机理 …… 109
5.3.4 CSMA/CD 以太网传输特点 …… 117
5.3.5 CSMA/CD 以太网性能 …… 118
5.4 以太网帧格式和数据封装 …… 121
5.4.1 以太网帧格式 …… 121
5.4.2 以太网数据封装 …… 123
5.5 传统以太网 …… 125
5.5.1 物理层、网络接口卡和中继器 …… 125
5.5.2 粗缆以太网 10Base5 …… 128
5.5.3 细缆以太网 10Base2 …… 128
5.5.4 双绞线以太网 10BaseT …… 130
5.5.5 光纤以太网 10BaseF …… 133
5.6 高速以太网 …… 133

5.6.1 100BaseT …… 134
5.6.2 千兆以太网 …… 139
5.6.3 万兆以太网 …… 143
5.7 全双工以太网 …… 146
5.7.1 全双工以太网的特点 …… 146
5.7.2 全双工以太网的流量控制 …… 147
5.8 交换式以太网 …… 148
5.8.1 网桥 …… 149
5.8.2 交换机 …… 152
5.8.3 交换式以太网及其特点 …… 154
5.9 非主流局域网 …… 156
5.9.1 令牌环 …… 156
5.9.2 令牌总线 …… 159
5.9.3 光纤分布数据接口(FDDI) …… 160
5.10 无线局域网(WLAN) …… 162
5.10.1 IEEE802.11 WLAN 网络结构 …… 162
5.10.2 IEEE802.11 WLAN 物理层 …… 163
5.10.3 IEEE802.11 WLAN MAC 层 …… 164
5.11 虚拟局域网(VLAN) …… 170
5.11.1 VLAN 及其特点 …… 170
5.11.2 VLAN 划分 …… 171
5.11.3 VLAN 帧格式 …… 172
5.11.4 VLAN 运行 …… 173
习题 …… 174

第 6 章 广域网 …… 183

6.1 广域网传输控制机制 …… 183
6.1.1 数据交换技术 …… 183
6.1.2 分组转发和动态路由 …… 187
6.1.3 拥塞控制 …… 190
6.2 帧中继 …… 193
6.2.1 帧中继交换 …… 193
6.2.2 帧中继体系结构 …… 194
6.3 异步传输模式(ATM) …… 196
6.3.1 信元交换 …… 196
6.3.2 ATM 协议模型 …… 197

6.3.3 ATM 服务质量和服务类型 …… 204
6.3.4 ATM 通信量控制 …… 206
习题 …… 208

第 7 章 网络层 …… 211

7.1 网络互联与路由器 …… 211
7.1.1 网络互联 …… 211
7.1.2 路由器 …… 212
7.2 网际协议(IP) …… 214
7.2.1 网际层的服务和协议 …… 214
7.2.2 分类 IPv4 地址及子网划分 …… 215
7.2.3 地址解析协议(ARP) …… 219
7.2.4 IP 数据报格式 …… 223
7.2.5 IP 数据报分片与重组 …… 225
7.2.6 IP 数据报转发 …… 228
7.2.7 IP 数据报选项 …… 233
7.2.8 Internet 控制报文协议(ICMP) …… 235
7.2.9 无类别域间路由(CIDR) …… 239
7.3 路由算法和路由协议 …… 242
7.3.1 Internet 两类路由协议 …… 242
7.3.2 距离矢量路由算法 …… 244
7.3.3 最短路径优先路由算法(SPF) …… 246
7.3.4 路由信息协议(RIP) …… 249
7.3.5 开放最短路径优先协议(OSPF) …… 255
7.3.6 边界网关协议(BGP) …… 261
7.4 Internet 组管理协议(IGMP) …… 266
7.4.1 多播 …… 266
7.4.2 IP 多播组地址及其转换 …… 267
7.4.3 IGMP 协议 …… 268
7.4.4 距离矢量多播路由协议(DVMRP) …… 270
习题 …… 276

第 8 章 传输层 …… 286

8.1 传输层端口 …… 286
8.1.1 端口及其作用 …… 286
8.1.2 传输层的复用和解复用 …… 288

8.2 用户数据报协议(UDP) …… 289
8.2.1 UDP 用户数据报 …… 289
8.2.2 UDP 伪报头 …… 290
8.2.3 UDP 的特点 …… 290
8.3 传输控制协议(TCP) …… 291
8.3.1 TCP 的编号与确认 …… 291
8.3.2 TCP 报文段 …… 293
8.3.3 TCP 连接管理 …… 297
8.3.4 TCP 重传机制 …… 301
8.3.5 TCP 流量控制 …… 305
8.3.6 TCP 拥塞控制 …… 309
习题 …… 313

第 9 章 应用层 …… 317

9.1 网络应用模式 …… 317
9.1.1 客户-服务器模式 …… 317
9.1.2 浏览器-服务器模式 …… 319
9.2 域名系统(DNS) …… 320
9.2.1 Internet 的域名结构 …… 320
9.2.2 域名解析 …… 322
9.3 文件传送协议(FTP) …… 326
9.3.1 FTP 的客户-服务器模式 …… 327
9.3.2 FTP 的访问控制 …… 329
9.4 电子邮件 …… 329
9.4.1 电子邮件系统概述 …… 329
9.4.2 电子邮件的信息格式 …… 332
9.4.3 简单的电子邮件传送协议(SMTP) …… 335
9.4.4 邮局协议(POP) …… 336
9.5 万维网(WWW) …… 337
9.5.1 万维网工作原理 …… 337
9.5.2 统一资源定位符(URL) …… 343
9.5.3 超文本传送协议(HTTP) …… 344
9.5.4 超文本标记语言(HTML) …… 346
9.5.5 动态 Web 文档技术 …… 349
9.5.6 活动 Web 文档技术 …… 352
9.6 动态主机配置协议(DHCP) …… 354

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com