

普通高校本科计算机专业特色教材精选·网络与通信

# IPv6 技术与应用

杨云江 高鸿峰 编著

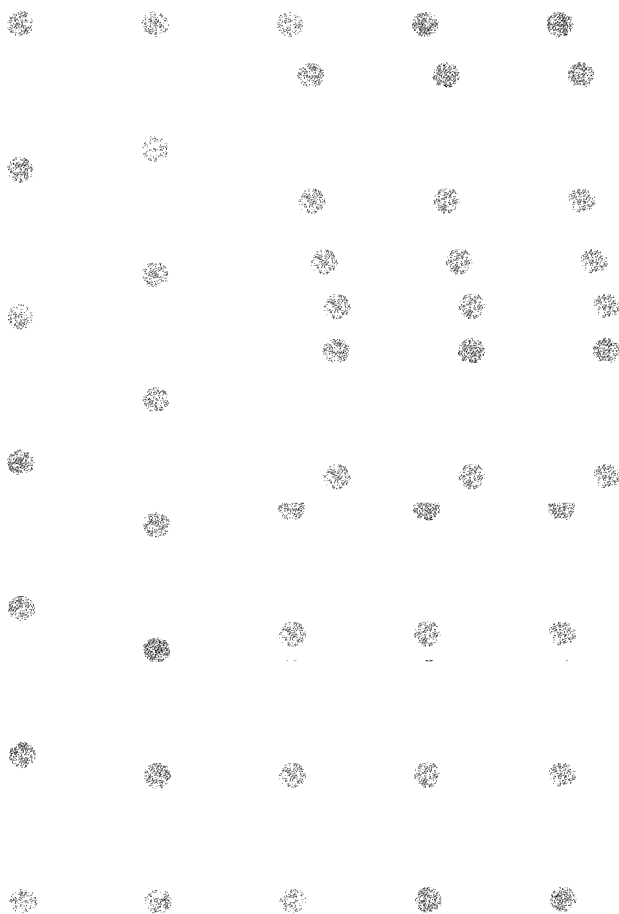
清华大学出版社



普通高校本科计算机专业特色教材精选·网络与通信

# IPv6 技术与应用

杨云江 高鸿峰 编著



清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书全面而又系统地介绍了 IPv6 的基本原理、网络体系结构、寻址模式、报文结构、域名技术、IPv6 的实现技术、Socket 编程技术、IPv6 数据转发技术及路由技术、IPv6 通用服务技术及网络安全技术、IPv6 实验床与 IPv6 驻地网的建立技术、IPv6 实验指导以及 IPv6 的应用技术。

本书是定位于研究生、高年级本科生的教材,读者对象是研究生、本科生、大专院校的教师、计算机网络专业技术人员、通信工程技术人员。

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

IPv6 技术与应用/杨云江,高鸿峰编著. —北京:清华大学出版社,2010.2

(普通高校本科计算机专业特色教材精选·网络与通信)

ISBN 978-7-302-21254-6

I. I… II. ①杨… ②高… III. 计算机网络—传输控制协议—高等学校—教材  
IV. TN915.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 180527 号

责任编辑:袁勤勇 李玮琪

责任校对:时翠兰

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

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

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 装 者:三河市春园印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:27

字 数:604 千字

版 次:2010 年 2 月第 1 版

印 次:2010 年 2 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:39.00 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:033109-01

# 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，培养具有显著特色的人才，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。

清华大学出版社在大量调查研究的基础上，决定组织编写一套“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，主要以培养应用型计算机人才为目标，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

# 序 言

## FOREWORD

当前, Internet 已风靡全球, 人们的生活及工作都已离不开 Internet, 但由于基于 IPv4 的 Internet 的地址即将枯竭而极大地阻碍了 Internet 的发展, 由此引入了 IPv6。自 20 世纪 90 年代初提出 IPv6 的概念之后, 包括中国在内的许多国家都投入了大量的人力、物力和财力进行 IPv6 的研究。在不到 20 年的时间里, 无论在理论上还是在实际应用中, IPv6 都取得了突破性的进展。毫无疑问, IPv6 取代 IPv4 是一种必然趋势, 因此, 学习和掌握 IPv6 技术是我们的当务之急。

IPv6 是一门高新技术, 学习和掌握它必须要有一本技术新颖、理论性和实用性强的专业教材, 杨云江和高鸿峰两位老师编写的这本《IPv6 技术与应用》正是这样的一本书。该书是一本高层次的计算机网络教科书, 书中内容涉及许多 IPv6 网络的新颖技术和内核技术, 如报文结构及域名结构、邻居发现技术、数据包转发技术及路由技术、Socket 编程与应用技术等。

本书的突出特点是: 内容丰富、技术新颖、注重理论与实践相结合、结构严谨、图文并茂。

本书作者长期从事校园网络的建设管理工作及教学工作, 并对 IPv6 进行了深入的探索和研究, 积累了丰富的教学经验和网络应用及管理经验, 本书正是作者基于多年教学经验和网络应用管理经验而编写的。

IPv6 是一门新兴的技术, 尚处于初期发展阶段, 介绍 IPv6 技术的书籍不多, 高校教材更是少见, 而 IPv6 技术却已逐步成为高校本科生和研究生教学的主要课程, 鉴于此, 特向广大师生和计算机网络爱好者推荐本书。本书是一本适应研究生及本科高年级学生教学的高层次优秀教材, 相信本书的出版一定能给大家带来收益和帮助。

李 祥

2009 年 4 月

## 前言

## PREFACE

当前，风靡全球的 Internet 网络已成为人类生活的一部分，但由于当前的 Internet 网络是基于 IPv4 版本的协议，因其 IP 地址即将分配完毕而极大地阻碍了 Internet 网络的发展，要想使 Internet 网络得以进一步的发展，必须对其 IP 地址空间进行扩展，由此引入了 IPv6 协议。IPv6 是下一代互联网络协议，因其拥有海量 IP 地址从而解决了 IPv4 无法解决的问题，此外，IPv6 网络还具有地址的分层结构、完善的 IPSec 及 QoS 能力、网络的即插即用能力及移动网络的能力。所以，IPv6 最终取代 IPv4 是一种必然趋势。

当前，IPv6 网络还处于不成熟的初级阶段，很多技术还在探索和完善之中，介绍 IPv6 技术的书籍还不是很多。作者在总结近几年对 IPv6 网络的研究、使用和教学经验的基础上，参阅了大量的资料，编写出这本《IPv6 技术与应用》，旨在帮助广大读者全面了解和掌握 IPv6 技术，为建立和应用 IPv6 网络打下坚实的基础。希望本书的出版能给广大读者带来帮助。

本书有以下五大特色：

- 特色之一：技术新颖。本书技术的新颖性体现在 IPv6 及下一代网络技术、IPv6 协议、邻机发现技术、IPv6 隧道技术、IPv6 数据转发技术、IPv6 路由管理技术、IPv6 安全管理技术、套接字编程技术、CERNET2 等方面。
- 特色之二：注重理论与实践相结合。本书理论较深，实用性也很强，主要表现在 IP 地址分配技术、路由配置技术、隧道实现技术、IPv6 安装技术、IPv6 实验床的建立、IPv6 信息服务技术和 IPv6 应用技术等方面。
- 特色之三：本书内容全面而完整、结构安排合理、图文并茂、通俗易懂，旨在很好地帮助读者学习和理解 IPv6 技术。
- 特色之四：由于 IPv6 网络是在 IPv4 网络的基础上发展起来的，因此，IPv6 技术与 IPv4 技术是息息相关的。为了使读者能更好地理

解和掌握 IPv6，在介绍关键技术的时候，都是在与 IPv4 相关技术进行比较分析的基础上进行的，因此，读者在学习本书的时候，不但能掌握 IPv6 的新技术，而且能对 IPv4 网络及 TCP/IP 协议的一些内核技术有较深刻的了解。

- 特色之五：对于 IPv6 的核心协议及关键技术，着重介绍其基本原理、内部结构、工作机制、配置技术及应用技术，旨在帮助读者对 IPv6 的核心技术有一个层次的了解。

本书共分为 16 章：第 1 章介绍 IPv6 的产生背景与发展前景；第 2 章介绍 IPv6 网络体系结构及通信协议简介；第 3 章介绍 IPv6 地址结构、寻址模式及地址分配技术；第 4 章介绍 IPv6 域名结构及域名查找技术；第 5 章介绍 IPv6 报文结构及 ICMPv6 报文结构；第 6 章介绍 IPv6 在不同操作系统下的实现技术；第 7 章介绍 IPv6 单播数据的转发技术及组播数据的转发技术；第 8 章介绍 IPv6 路由及路由实现技术；第 9 章介绍 IPv6 过渡技术及组播过渡技术；第 10 章介绍 IPv6 的部署；第 11 章介绍 IPv6 安全管理技术；第 12 章介绍 IPv6 通用服务技术；第 13 章介绍 Socket 编程技术；第 14 章介绍 IPv6 实验床与驻地网的建立技术；第 15 章介绍 IPv6 实验指导；第 16 章介绍 IPv6 应用技术。

由于 IPv6 技术还处于初期发展阶段，而 IPv4 技术已相当成熟，其网络软硬件资源不可能一下子丢弃，因此，IPv6 也不可能一下子取代 IPv4，也就是说，IPv6 网络与 IPv4 网络并存阶段需要相当长的时间。在 IPv6 完全取代 IPv4 之前，必须使用 IPv4 到 IPv6 的过渡技术进行相互间的通信。鉴于此，本书用了一定的篇幅来介绍 IPv6 的过渡技术，其主要内容有：IPv6 过渡技术(第 9 章)、IPv6 的部署技术(第 10 章)以及 IPv6 实验床的建立与应用技术(第 14 章)。IPv6 过渡技术和 IPv6 的部署技术将在 IPv6 取代 IPv4 的过程中逐渐淡出网络领域，而 IPv6 实验床最终也将被 IPv6 网络完全取代。

本书由贵州大学杨云江教授和高鸿峰副教授共同编写。杨云江教授编写第 1~5 章、第 7~11 章及第 16 章；高鸿峰副教授编写第 6 章及第 12~15 章。

在本书编写过程中，参考和借鉴了大量的论文论著、图书资料和网站资料，在此，对相关作者致谢！

因作者知识和水平有限，加上时间仓促，再由于 IPv6 技术本身还处于不断地发展和完善之中，书中难免有不完善、疏漏和错误之处，恳请广大读者多多指教和批评指正，不胜感激。

作 者

2009 年 5 月



## 目 录

## CONTENTS

<b>第 1 章 IPv6 的产生与发展</b> .....	1
1.1 IPv6 概述 .....	1
1.1.1 IPv4 存在的问题 .....	1
1.1.2 IPv6 的诞生 .....	3
1.1.3 IPv6 的特点 .....	3
1.1.4 IPv6 与 IPv4 的区别 .....	7
1.1.5 IPv6 与下一代互联网络 .....	8
1.1.6 IPv6 的基本术语 .....	8
1.2 IPv6 的发展 .....	10
1.2.1 IPv6 在国际上的发展 .....	10
1.2.2 IPv6 在国内的发展 .....	11
1.2.3 IPv6 的发展前景 .....	14
1.2.4 CERNET 和 CERNET2 .....	16
思考题 .....	20
<b>第 2 章 IPv6 网络体系结构</b> .....	23
2.1 IPv4 网络体系结构回顾 .....	23
2.1.1 IPv4 网络体系结构 .....	23
2.1.2 ISO/OSI 体系结构 .....	24
2.1.3 ISO/OSI 的功能 .....	25
2.1.4 通信协议 .....	28
2.2 IPv6 网络体系结构 .....	29
2.2.1 TCP/IP 体系结构 .....	29
2.2.2 TCP/IP 的功能 .....	30
2.2.3 IPv6 网络体系结构 .....	31
2.3 常用 TCP/IP 协议 .....	32
2.3.1 网络接口层协议 .....	32

2.3.2	互联网层协议 .....	33
2.3.3	传输层协议 .....	34
2.3.4	应用层协议 .....	34
2.4	IPv6 的核心协议 .....	36
2.4.1	Internet 协议版本 .....	36
2.4.2	Internet 控制消息协议 .....	36
2.4.3	组播侦听器发现协议 .....	37
2.4.4	邻机发现协议 .....	39
	思考题 .....	40
<b>第 3 章</b>	<b>IPv6 寻址模式及地址分配 .....</b>	<b>41</b>
3.1	IPv6 地址结构 .....	41
3.1.1	IPv4 地址结构回顾 .....	41
3.1.2	IPv6 地址体系结构 .....	43
3.2	IPv6 寻址模式 .....	44
3.2.1	单播地址 .....	45
3.2.2	组播地址 .....	50
3.2.3	泛播地址 .....	52
3.3	IPv6 地址分配 .....	54
3.3.1	地址分配原则 .....	54
3.3.2	国内主要地址分配情况 .....	56
	思考题 .....	59
<b>第 4 章</b>	<b>IPv6 域名系统 .....</b>	<b>61</b>
4.1	IPv4 域名系统回顾 .....	61
4.1.1	IPv4 域名结构 .....	61
4.1.2	IPv4 域名系统的查询技术 .....	62
4.2	IPv6 域名系统 .....	68
4.2.1	IPv6 域名结构 .....	68
4.2.2	IPv6 域名系统的查询技术 .....	72
	思考题 .....	73
<b>第 5 章</b>	<b>IPv6 报文结构 .....</b>	<b>75</b>
5.1	IPv4 报文结构与 IPv6 报文结构 .....	75
5.1.1	IPv4 报文结构回顾 .....	75
5.1.2	IPv6 报文结构 .....	77
5.2	IPv6 扩展报头 .....	79
5.2.1	IPv6 扩展报头的类型与应用 .....	79

5.2.2	逐跳选项扩展报头 .....	81
5.2.3	选路扩展报头 .....	82
5.2.4	分片扩展报头 .....	83
5.2.5	认证扩展报头 .....	84
5.2.6	封装安全有效净荷扩展报头 .....	85
5.2.7	目的选项扩展报头 .....	85
5.3	ICMPv6 .....	86
5.3.1	ICMPv4 报文回顾 .....	86
5.3.2	ICMPv6 差错报文 .....	87
5.3.3	ICMPv6 信息报文 .....	89
	思考题 .....	96
<b>第 6 章</b>	<b>IPv6 实现技术</b> .....	<b>97</b>
6.1	IPv6 在 Windows 环境的实现 .....	97
6.1.1	在 Windows 2000 上实现 IPv6 协议 .....	98
6.1.2	在 Windows XP 上实现 IPv6 协议 .....	108
6.1.3	IPv6 在 Windows XP(SP)和 Windows 2003 Server 上的实现 .....	109
6.1.4	在 Windows 下 IPv6 协议的配置 .....	110
6.1.5	Windows 下 IPv6 常用工具 .....	116
6.2	IPv6 在 Linux 环境的实现 .....	116
6.2.1	Linux 上 IPv6 协议栈的安装 .....	117
6.2.2	Linux 系统下 IPv6 协议的配置 .....	118
6.2.3	Linux 下 IPv6 的常用工具 .....	119
6.3	IPv6 在 Solaris 环境的实现 .....	120
6.3.1	IPv6 配置文件 .....	120
6.3.2	Solaris IPv6 的启用 .....	123
6.3.3	配置 Solaris IPv6 隧道 .....	124
	思考题 .....	125
<b>第 7 章</b>	<b>IPv6 数据转发技术</b> .....	<b>127</b>
7.1	IPv4 数据转发技术回顾 .....	127
7.2	IPv6 单播数据转发技术 .....	128
7.2.1	源与目标在同一链路的数据转发技术 .....	128
7.2.2	源和目标在不同链路的数据转发技术 .....	132
7.3	邻居发现技术 .....	136
7.4	地址自动配置技术 .....	141
7.5	IPv6 组播技术 .....	142
7.5.1	组播的基本概念 .....	142

7.5.2 IPv4 组播技术回顾 .....	143
7.5.3 IPv6 组播技术 .....	152
思考题 .....	155
<b>第 8 章 IPv6 路由技术 .....</b>	<b>157</b>
8.1 路由器和路由表 .....	157
8.1.1 路由器 .....	157
8.1.2 IPv4 路由技术 .....	160
8.1.3 IPv4 路由表 .....	161
8.1.4 IPv6 路由技术 .....	163
8.1.5 IPv6 路由表 .....	164
8.1.6 路由算法 .....	169
8.2 路由协议 .....	175
8.2.1 静态路由协议和动态路由协议 .....	175
8.2.2 路由协议及路由优先级 .....	175
8.2.3 负载均衡与路由备份 .....	175
8.3 BGP 协议 .....	176
8.3.1 BGP 简介 .....	176
8.3.2 BGP 的消息类型 .....	177
8.3.3 IPv6 BGP .....	178
8.4 IS-IS 协议 .....	180
8.4.1 IS-IS 简介 .....	180
8.4.2 IS-IS 区域 .....	180
8.4.3 IPv6 IS-IS .....	182
8.5 OSPF 协议 .....	183
8.5.1 OSPF 简介 .....	183
8.5.2 OSPF 区域与路由聚类 .....	185
8.5.3 DR/BDR .....	189
8.5.4 IPv6 OSPFv3 .....	190
8.6 RIP 协议 .....	192
8.6.1 RIP 简介 .....	192
8.6.2 RIP 的工作机制 .....	193
8.6.3 RIP 的版本 .....	194
8.6.4 TRIP 协议 .....	195
8.6.5 IPv6 RIPng .....	195
思考题 .....	199
<b>第 9 章 IPv6 过渡技术 .....</b>	<b>201</b>
9.1 3 种过渡技术 .....	202

9.1.1	双协议栈技术	202
9.1.2	协议转换技术	203
9.1.3	隧道技术	203
9.2	IPv4 向 IPv6 的过渡	204
9.3	IPv4 与 IPv6 间的通信技术	206
9.3.1	纯 IPv6 小岛之间的通信	206
9.3.2	IPv6 小岛与 IPv4 海洋之间的通信	208
9.4	IPv4-IPv6 组播过渡技术	210
9.4.1	组播过渡技术	210
9.4.2	组播转换网关模型	212
	思考题	217
<b>第 10 章</b>	<b>部署 IPv6</b>	<b>219</b>
10.1	IPv6 隧道技术	219
10.1.1	GRE 隧道	219
10.1.2	手动隧道	222
10.1.3	IPv4 兼容 IPv6 自动隧道	223
10.1.4	6to4 隧道	226
10.1.5	ISATAP 隧道	228
10.1.6	6PE 隧道	231
10.1.7	6over4 隧道	232
10.1.8	Teredo 隧道	232
10.1.9	隧道代理技术	233
10.2	IPv4 与 IPv6 的互通技术	234
10.2.1	双栈技术	234
10.2.2	SIIT 技术	235
10.2.3	NAT-PT 技术	236
10.2.4	DSTM 技术	240
10.2.5	SOCKs64 技术	242
10.2.6	BIS 技术	243
10.2.7	BIA 技术	245
10.3	IPv6 的部署	246
10.3.1	小型网络的部署	246
10.3.2	企业网络的部署	247
10.3.3	ISP 网络的部署	248
	思考题	249

<b>第 11 章 IPv6 安全管理技术</b> .....	251
11.1 AH 协议及 ESP 协议 .....	252
11.1.1 AH 协议 .....	252
11.1.2 ESP 协议 .....	254
11.2 密钥管理技术 .....	256
11.2.1 密钥管理的基本概念 .....	256
11.2.2 Internet 密钥交换协议 IKE .....	257
11.2.3 Internet 简单密钥管理协议 SKIP .....	258
11.2.4 Internet 安全互连与密钥管理协议 ISAKMP .....	258
11.3 IPv6 安全管理技术 .....	259
11.3.1 SA 与 SP 技术 .....	259
11.3.2 IPsec 技术 .....	260
11.3.3 QoS 技术 .....	266
11.3.4 安全产品的改进 .....	274
思考题 .....	275
<b>第 12 章 IPv6 通用服务系统</b> .....	277
12.1 域名系统 .....	277
12.1.1 DNS 概述 .....	277
12.1.2 DNS 的服务系统 .....	278
12.1.3 IPv6 的 DNS 扩展 .....	280
12.1.4 IPv6 域名服务的实现 .....	283
12.1.5 IPv6 下动态域名系统的实现 .....	287
12.2 IPv6 下的 WWW 服务 .....	290
12.2.1 WWW 服务器概述 .....	290
12.2.2 WWW 服务器的安装 .....	292
12.2.3 WWW 服务器的配置 .....	294
12.2.4 与 IPv6 密切相关的参数设置 .....	301
12.3 IPv6 下的 Telnet 服务 .....	301
12.3.1 Telnet 服务概述 .....	301
12.3.2 Telnet 服务器的安装 .....	302
12.3.3 Telnet 服务器的配置 .....	303
12.4 IPv6 下的 FTP 服务 .....	304
12.4.1 FTP 服务概述 .....	304
12.4.2 FTP 服务器的安装 .....	304
12.4.3 FTP 服务器的配置 .....	305
12.5 IPv6 下的 SSH 服务 .....	311
12.5.1 SSH 服务概述 .....	311

12.5.2	SSH 服务器的安装 .....	311
12.5.3	SSH 的密钥 .....	311
12.5.4	SSH 服务器的配置 .....	312
12.5.5	用 SSH 设置加密通道 .....	312
12.6	IPv6 下的 E-mail 服务 .....	313
12.6.1	邮件服务器概述 .....	313
12.6.2	Sendmail 邮件服务器的原理 .....	314
12.6.3	IPv6 邮件服务器的安装 .....	316
12.6.4	IPv6 邮件服务器的常用设置 .....	319
12.6.5	POP3 服务支持 .....	321
	思考题 .....	322
<b>第 13 章</b>	<b>Socket 编程技术 .....</b>	<b>323</b>
13.1	客户、服务器和协议 .....	323
13.2	Berkeley 套接字基础 .....	324
13.2.1	套接字分析 .....	324
13.2.2	套接字寻址 .....	326
13.2.3	字节排序函数 .....	328
13.2.4	地址转换函数 .....	328
13.2.5	域名与地址转换函数 .....	329
13.2.6	双协议栈主机 .....	331
13.3	TCP 套接字编程 .....	333
13.4	UDP 套接字编程 .....	340
<b>第 14 章</b>	<b>IPv6 实验床及驻地网的建设 .....</b>	<b>343</b>
14.1	IPv6 实验床的建设 .....	343
14.1.1	建立实验床的准备工作 .....	343
14.1.2	实验床的实现 .....	348
14.2	IPv6 驻地网的建设 .....	352
14.2.1	主干网、接入网和驻地网 .....	352
14.2.2	驻地网的建设原则 .....	352
14.2.3	建设 IPv6 驻地网的技术路线 .....	353
14.2.4	驻地网接入 CNGI .....	355
<b>第 15 章</b>	<b>IPv6 实验 .....</b>	<b>359</b>
15.1	IPv6 协议安装 .....	359
15.2	链路本地地址的互通性实验 .....	361
15.3	站点本地地址的互通性实验 .....	362
15.4	手工配置主机 IPv6 地址互通性实验 .....	363

15.5 IPv6 NDP 协议实验 .....	365
15.6 6to4 隧道实验 .....	367
15.7 Socket 编程实验 .....	368
<b>第 16 章 IPv6 的应用 .....</b>	<b>385</b>
16.1 IPv6 在家庭网络中的应用 .....	385
16.2 IPv6 在校园网络中的应用 .....	389
16.3 IPv6 在移动通信中的应用 .....	392
16.4 IPv6 在流媒体中的应用 .....	395
16.5 IPv6 在电子商务中的应用 .....	398
思考题 .....	399
<b>附录 A 缩略词汇 .....</b>	<b>401</b>
<b>附录 B 与 IPv6 相关的 RFC 文档 .....</b>	<b>405</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>409</b>



# IPv6 的产生与发展

当前,风靡全球的 Internet 网络已成为人类生活的一部分,由于 Internet 网络目前使用的是 IPv4 版本的协议,故因其 IP 地址即将枯竭而极大地阻碍了 Internet 网络的发展,要想 Internet 网络得以进一步的发展,必须对其 IP 地址空间进行扩展,由此引入了 IPv6 协议。IPv6 是下一代互联网络协议,因其拥有海量 IP 地址空间从而解决了 IPv4 无法解决的问题,此外,IPv6 网络还具有地址的分层结构、完善的 IPSec 及 QoS 能力、网络的即插即用能力及移动网络的能力。因此可见,IPv4 必将逐步退出历史舞台,IPv6 最终必将取代 IPv4。

本章从 IPv4 网络存在的问题入手,详细阐述了 IPv6 网络的产生背景、发展历程及发展趋势。

本章的主要内容有以下几部分。

- IPv4 存在的问题。
- IPv6 产生的背景。
- IPv6 的发展历史及发展前景。

## 1.1 IPv6 概述

### 1.1.1 IPv4 存在的问题

#### 1. IP 地址即将枯竭

传统的 IP,即 IPv4(IP version 4)定义 IP 地址的长度为 32 位。在 20 世纪,32 位的 IP 地址是足够使用的,但进入 21 世纪后,IPv4 地址远远不够用了。在 Internet 设计的初期,谁也没有预料到互联网会有如此爆炸性的增长(例如,1987 年估计全球将需要 10 万个网络,然而这个估计值在 1996 年已被突破)。Internet 的设计者们根本没想到今天 Internet 会发展到如此大的规模,更没有预测到今天 Internet 的发展会因 IP 地址的不足而陷入困境。IPv4 面临一系列难以解决的问题,而 IP 地址即将耗尽无疑是最为严重的,有预测表明,所有 IPv4 地址将在 2015 年分配完毕。