

IPv6 Essentials

第2版



IPv6精髓

O'REILLY®

[美] *Silvia Hagen* 著
夏俊杰 译

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

IPv6 精髓

(第2版)

[美] Silvia Hagen 著

夏俊杰 译

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (C I P) 数据

IPv6精髓：第2版 / (美) 哈根 (Hagen, S.) 著；
夏俊杰译. — 北京：人民邮电出版社，2013.7
ISBN 978-7-115-31946-3

I. ①I… II. ①哈… ②夏… III. ①计算机网络—通信协议 IV. ①TN915.04

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第098233号

版权声明

Copyright © 2006 by O'Reilly Media, Inc.

Simplified Chinese Edition, jointly published by O'Reilly Media, Inc. and Posts & Telecom Press, 2013.
Authorized translation of the English edition, 2006 O'Reilly Media, Inc., the owner of all rights to publish and sell the same.

All rights reserved including the rights of reproduction in whole or in part in any form.

本书中文简体字版由 **O'Reilly Media, Inc.** 授权人民邮电出版社出版。未经出版者书面许可，对本书的任何部分不得以任何方式复制或抄袭。

版权所有，侵权必究。

-
- ◆ 著 [美] Silvia Hagen
 - 译 夏俊杰
 - 责任编辑 傅道坤
 - 责任印制 程彦红 杨林杰

 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市海波印务有限公司印刷

 - ◆ 开本：787×1000 1/16
印张：28
字数：538千字 2013年7月第1版
印数：1-2500册 2013年7月河北第1次印刷

著作权合同登记号 图字：01-2012-7990号

定价：89.00元

读者服务热线：(010)67132692 印装质量热线：(010)67129223
反盗版热线：(010)67171154

内 容 提 要

本书是《IPv6 精髓》的第 2 版，从 IPv6 的发展历史入手全面阐述了 IPv6 的各种知识，包括 IPv6 编址、ICMPv6 与邻居发现协议、IPv6 IPSec 安全架构、IPv6 QoS、IPv6 路由（包括 RIPng、OSPFv3、IS-IS、EIGRP 以及 BGP-4 等）、DHCPv6、移动 IPv6 等内容。本书详细讨论了包括双栈、隧道、转换在内的各种 IPv4 向 IPv6 迁移的过渡技术，并讲解了 DHCP、DNS、SLP、FTP、Telnet 等上层应用协议对 IPv6 的支持要求，最后还分析了向 IPv6 过渡的成本以及大量商业案例，并解释了各种常见操作系统以及 Cisco 路由器对 IPv6 的支持情况及配置示例。受篇幅限制，本书没有过多地描述 IPv4 的相关技术细节，因而读者应具备基本的 IPv4 知识。

本书适用于任何希望学习 IPv6 基础知识和高级知识的读者，包括所有从事网络或系统管理、网络规划与设计工作的专业人士以及广大网络专业的在校学生。

O'Reilly Media, Inc.介绍

O'Reilly Media通过图书、杂志、在线服务、调查研究和会议等方式传播创新知识。自1978年开始，O'Reilly一直都是前沿发展的见证者和推动者。超级极客们正在开创着未来，而我们关注真正重要的技术趋势——通过放大那些“细微的信号”来刺激社会对新科技的应用。作为技术社区中活跃的参与者，O'Reilly的发展充满了对创新的倡导、创造和发扬光大。

O'Reilly为软件开发人员带来革命性的“动物书”；创建第一个商业网站（GNN）；组织了影响深远的开放源代码峰会，以至于开源软件运动以此命名；创立了Make杂志，从而成为DIY革命的主要先锋；公司一如既往地通过多种形式缔结信息与人的纽带。O'Reilly的会议和峰会集聚了众多超级极客和高瞻远瞩的商业领袖，共同描绘出开创新产业的革命性思想。作为技术人士获取信息的选择，O'Reilly现在还将先锋专家的知识传递给普通的计算机用户。无论是通过书籍出版、在线服务或者面授课程，每一项O'Reilly的产品都反映了公司不可动摇的理念——信息是激发创新的力量。

业界评论

“O'Reilly Radar博客有口皆碑。”

——Wired

“O'Reilly凭借一系列（真希望当初我也想到了）非凡想法建立了数百万美元的业务。”

——Business 2.0

“O'Reilly Conference是聚集关键思想领袖的绝对典范。”

——CRN

“一本O'Reilly的书就代表一个有用、有前途、需要学习的主题。”

——Irish Times

“Tim是位特立独行的商人，他不光放眼于最长远、最广阔的视野并且切实地按照Yogi Berra的建议去做了：‘如果你在路上遇到岔路口，走小路（岔路）。’回顾过去Tim似乎每一次都选择了小路，而且有几次都是一闪即逝的机会，尽管大路也不错。”

——Linux Journal

译者序

随着 IANA 将最后 5 个地址块分配给 5 大 RIR，其主地址池于 2011 年 2 月 3 日已正式宣告耗尽，世界各国范围内的 IPv4 地址枯竭问题已真真切切地摆到了大家面前。特别是中国互联网在经过十几年的快速发展之后，步入了一个崭新的发展天地，网民数早已跃居世界第一，互联网在中国也得到无所不在的广泛应用。互联网在给大家带来便利的同时，也让几乎所有的人都无法离开互联网，因此，大家不得不正视 IPv4 向 IPv6 过渡的问题。虽然近些年关于 IPv6 试验或试商用部署的消息不时见诸报端，但业界对 IPv6 的认识却始终未能统一，包括运营商在内的 ISP 很少能真正意识到问题的迫切性和严重性。可喜的是，我国政府很早就认识到这一点，特别是 2012 年开始全面启动我国下一代互联网商用建设工程，并提出了明确的发展目标，计划在 2014~2015 年进入 IPv6 的全面商用阶段。

不过，向 IPv6 的发展演进是一个长期而复杂的进程，涉及互联网产业链的方方面面。由于 IPv6 仍然处于发展变化之中，很多技术还不成熟，再加上因陌生而产生的排斥感，使得大家对 IPv6 还存在着各种各样的疑惑或顾虑，因此相关网络技术人员应提前做好向 IPv6 过渡的技术储备，尽早熟悉 IPv6，尽早制定并测试本公司的 IPv6 迁移方案。

本书作者是互联网领域的资深专家，长期从事 IPv6 等相关领域的咨询和教育工作，具有丰富的实践经验。本书内容精炼实用，涵盖了包括编址、路由、过渡技术、上层应用、操作系统等在内的所有 IPv6 知识，并提供了大量有益的分析 and 配置实例。本书不但便于读者学习理解，而且也极具实际参考价值，译者在翻译过程中就收获良多，相信本书也一定能够为广大网络工程师提供大量有益信息和最佳实践。此外，考虑到 IPv6 一直都处于不断地发展变化之中，为了更好地了解当前技术发展情况，建议读者通过 IETF 的相关站点查询最新标准状况（如 <http://www.rfc-editor.org/>）。

在本书翻译过程中，得到了家人、朋友和编辑的无私支持与帮助，在此表示衷心地感谢。本书内容涉及面广，在翻译过程中为了尽量准确表达作者原意，特别是某些专有名词术语的译法，译者在多年网络通信工程经验的基础上，查阅了大量的相关书籍及标准规范，但由于时间仓促，加之译者水平有限，译文中仍难免有不当之处，敬请广大读者批评指正。

夏俊杰

前 言

本书讲述的是下一代互联网协议。大家已经熟知了 IPv4 的优缺点，知道如何设计和配置 IPv4，也知道如何排查 IPv4 的故障，为何还要学习一种新协议呢？一切都要从头开始吗？完全不必！IPv6 的设计人员从 15 年以上的 IPv4 发展经验中学到了很多。他们从 20 世纪 90 年代就开始开发这种新协议，保留了 IPv4 的优点，将地址空间从 32 比特扩展到 128 比特，增加了 IPv4 曾经缺失的功能。他们还制定了多样化的过渡机制，允许 IPv4 和 IPv6 和平共处，实现两种协议之间的平滑过渡。事实上，这也是制定新协议版本的主要需求之一。

所以读者完全不必忘掉自己的 IPv4 知识，很多知识都与 IPv6 似曾相识。在开始学习 IPv6 的时候，将会发现许多使生活更加轻松的新特性和新功能。IPv6 拥有未来网络所需的各种功能特性，而这些都是 IPv4 所不具备的。未来的 PDA 和移动电话都将拥有自己的 IP 地址，而这一天必将很快到来。除了 IPv4 地址空间无法满足未来的 IP 地址需求之外，试想一下，如果仍然按照目前的配置机制来配置如此大量的设备，那么将会是一种什么样的情形呢？

IPv6 最引人注目的新功能就是自动配置能力，我们不是一直都在为 IP 地址的分配工作而斗争吗？虽然 DHCP 的出现让我们变得轻松了一些，但是我们仍然要为 DHCP 服务器的维护和故障排查付出大量精力，如果未来的电冰箱、PDA 和 TV 都有了自己的 IP 地址，那是不是也要在家里配置一台 DHCP 服务器呢？有了自动配置机制之后，这一切都不再是问题了。对于具备 IPv6 能力的主机来说，只要将其接到网络中，就能自动为其配置有效的 IPv6 地址。作为网络人员的最佳工具，IPv6 让 ICMP 的功能更加强大。IPv6 的许多功能特性都基于 ICMPv6，如自动配置、优化的多播路由以及多播组管理、邻居发现、路径 MTU 发现和移动 IPv6 等。

希望读者通过本书的学习能够全面掌握 IPv6 协议的相关知识。为此本书提供了易于理解的编写方式，以方便广大读者对这一新领域的学习和理解。

本书阅读对象

本书几乎涵盖了 IPv6 的所有知识，为所有希望理解并部署 IPv6 的人员提供了非常好的学习资源。无论您是企业老板还是 IT 部门经理，无论您是系统管理员还是网络管理员，亦或是工程师、网络设计人员，哪怕是仅仅希望从一般性角度来了

解 IPv6 的重要变化，都可以在本书中学到很多知识。本书除了提供了大量技术细节之外，还详细分析了向 IPv6 演进的成本和过渡策略，描述了平滑引入 IPv6 所需的互操作性机制和应用场景。本书针对不同操作系统的快速入门指南将有助于大家快速掌握 IPv6 的基本实施步骤。如果您是老板或 IT 部门经理，那么可能会对第 1、第 10 章感兴趣；如果您需要规划企业网过渡策略，那么可能会对第 1、第 4、第 8、第 9、第 10 章感兴趣；如果您负责管理企业的网络基础设施，那么可能会对第 4、第 7、第 8、第 10 章感兴趣，这几章讨论了 ICMPv6、二层及路由问题，还探讨了互操作性问题；如果您是系统或网络管理员，那么应该阅读本书的所有章节：本书是部署 IPv6 以及与 IPv4 集成的基础。

关于本书

本书详细讨论和解释了 IPv6 的新特性和新功能，分析了规划、设计并将 IPv6 集成到现有 IPv4 网络基础设施的方式，提供了读者快速入门、在主机和路由器上配置 IPv6 以及寻找支持 IPv6 的应用所需的一切知识。

在大家了解了本书的内容之后，需要进一步解释的就是本书不是为开发人员而编写的，但这并不意味着开发人员不应该阅读本书。实际上，开发人员不但能通过本书理解网络引入 IPv6 的含义，而且对开发优质的 IPv6 应用来说也是至关重要的。如果读者需要进一步了解与 IPv6 开发相关的具体指导，可以参考相应的开发者资源。

本书假定读者已经掌握了基本的网络知识并且熟悉 IPv4，有关 IPv4 的细节信息不在本书写作范围之内。虽然本书会在必要时引用这些知识，但是如果希望学习更多的 IPv4 知识，建议大家参考市面上的众多优秀书籍。附录 C 也列出了一些推荐读物。

本书组织方式

对于熟悉 IPv4 的读者来说，通过阅读第 2 章至第 6 章的内容即可非常轻松地学习 IPv6 的各种新功能特性。这些章节包含了读者所需的编址、新 IPv6 报头、ICMPv6、安全性和 QoS 等方面的知识。第 7 章到第 11 章讨论了网络互连、不同链路层服务的支持、路由选择、上层协议的支持、实现 IPv6 与 IPv4 互操作的过渡机制以及移动 IPv6 等内容。第 12 章是快速入门指南，简要描述了各类操作系统的 IPv6 配置方式。本书各章主要内容如下。

- 第 1 章“为何使用 IPv6”：简要介绍了 IPv6 的发展历史和 IPv6 的新功能特性。本章刻画了一幅更大的互联网远景和服务演进目标，而且极大的地址空间和各种高级功能是需要 IPv6 的重要原因。本章随后澄清了大家在学习和集成 IPv6

协议时存在的一些普遍性误解，最后简要归纳了全球范围内正在采取的重要步骤以及当前世界在 IPv6 方面出现的种种变化。

- 第 2 章“IPv6 协议结构”：描述了新 IPv6 报头格式，分析了每个字段信息并给出了相应的追踪文件示例，而且还描述了扩展报头的作用以及已定义的扩展报头类型和使用方式。
- 第 3 章“IPv6 编址”：全面分析了包括新地址格式、地址表示方法、地址类型、国际注册服务以及前缀分配等在内的所有内容。
- 第 4 章“ICMPv6”：描述了新 ICMPv6 消息格式、ICMPv6 差错消息和通信消息，并以追踪文件为例解释了 ICMPv6 的报头信息。本章还讨论了基于 ICMPv6 的扩展功能，如邻居发现、自动配置、路径 MTU 发现以及 MLD 等机制。通过本章的学习，读者将知道 ICMPv6 能够简化管理员工作的根本原因。
- 第 5 章“IPv6 安全”：首选讨论了基本的安全概念和安全需求，然后分析了 IPSec 安全框架、可用于 IPv6 认证和加密的安全要素及其使用方式，未来网络将需要这些新的安全架构。本章最后还简要讨论了一种新型安全模型。
- 第 6 章“QoS”：讨论了 QoS 的基本需求和 QoS 类型，解释了可用于 IPv6 的 QoS 要素以及部署方式，而且还讨论了不同的 QoS 架构，并介绍了 QoS 领域的研究重点。
- 第 7 章“网络方面”：讨论了二层网络（包括以太网、令牌环、ATM、帧中继等）对 IPv6 的支持，解释了多播地址到二层地址的映射方式，最后还介绍了 DNS 工作组的工作情况。
- 第 8 章“路由协议”：讨论了 IPv6 的高级路由功能，并逐一分析了 RIPng、IPv6 OSPFv3、IPv6 的 BGP-4 扩展、IS-IS 以及 EIGRPv6 等路由协议（本章作者是 Stefan Marzohl）。
- 第 9 章“上层协议”：讨论了 IP 层之上的工作机制，首先介绍 TCP 和 UDP 的变化，接着详细讨论了 DHCPv6 规范、IPv6 的 DNS 扩展、IPv6 网络中的 SLIPv2 以及 FTP、Telnet 和 Web 服务器等内容。
- 第 10 章“互操作性”：讨论了目前已定义的各种过渡机制，包括双栈、隧道和转换技术，解释了这些过渡机制的联合使用方式以及实现和平共存和平滑过渡的方式。大量案例研究也已经说明 IPv6 足够成熟，完全可以通过多种方式引入现网。本章最后还分析了有待解决的问题以及安全性、应用、设备商状态以及引入成本等内容。
- 第 11 章“移动 IPv6”：全面讨论了移动 IPv6，解释了该技术将成为下一代移动业务基石的原因。
- 第 12 章“动手实践”：解释了如何在不同操作系统使用和配置 IPv6，如 Sun Solaris、Linux、BSD、Windows 2003、Windows XP、Mac OS 以及 Cisco 路由

器，介绍了每种操作系统提供的最常见的 IPv6 工具，而且还以作者的实验室为例，提供了大量追踪文件示例。

- 附录 A “RFC”：简要介绍了 RFC 标准化流程及管理机构，并提供了与 IPv6 相关的 RFC 列表。
- 附录 B “IPv6 资源”：反映了本书的章节组织方式，提供了本书用到的所有索引、协议号、消息类型和地址分配信息。
- 附录 C “推荐读物”：提供了推荐读物列表。

某些重要主题和重要信息会在本书中反复出现，这么做的原因不是要无故生厌，而是假定某些读者不会从头到尾阅读本书，而只是根据兴趣节选部分章节阅读。因此如果某些信息对不同章节都很重要的话，我会重复说明。

本书的惯例



提示

这个图标用来强调一个提示、建议或一般说明。



警告

这个图标用来说明一个警告或注意事项。

代码示例的使用

本书的目的是为了帮助读者完成工作。一般而言，你可以在你的程序和文档中使用本书中的代码，而且也没有必要取得我们的许可。但是，如果你要复制的是核心代码，则需要和我们打个招呼。例如，你可以在无需获取我们许可的情况下，在程序中使用本书中的多个代码块。但是，销售或分发 O'Reilly 图书中的代码光盘则需要取得我们的许可。通过引用本书中的示例代码来回答问题时，不需要事先获得我们的许可。但是，如果你的产品文档中融合了本书中的大量示例代码，则需要取得我们的许可。

在引用本书中的代码示例时，如果能列出本书的属性信息是最好不过。一个属性信息通常包括书名、作者、出版社和 ISBN。例如：“IPv6 Essentials, Second Edition, by Silvia Hagen. Copyright 2006 O'Reilly Media, Inc., 0-596-10058-2.”

Safari®在线图书

Safari 在线图书是一个按需订阅的数字图书馆。它有不少于 7500 本技术和创意

相关的书籍和视频供你参考和搜索。

通过订阅，你可以在在线阅读任何页面或任何视频，甚至可以从手机或移动设备上在线阅读。你可以在书籍出版前访问到它们，并给读者发送反馈。其他功能还包括：复制和粘贴代码、组织收藏夹、下载和标记章节、做笔记、打印等。

O'Reilly Media 已经将本书英文版上传到 Safari 在线图书服务。在 <http://my.safaribooksonline.com> 上免费注册，你就可以访问本书所有章节以及类似主题的书籍。

联系方式

如果你想就本书发表评论或有任何疑问，敬请联系出版社：

美国：

O'Reilly Media Inc.
1005 Gravenstein Highway North
Sebastopol, CA 95472

中国：

北京市西城区西直门南大街 2 号成铭大厦 C 座 807 室 (100035)
奥莱利技术咨询 (北京) 有限公司

我们还为本书建立了一个网页，其中包含了勘误表、示例和其他额外的信息。你可以通过如下地址访问该网页：

<http://www.oreilly.com/catalog/9781449387860>

关于本书的技术性问题或建议，请发邮件到：

bookquestions@oreilly.com

欢迎登录我们的网站 (<http://www.oreilly.com>)，查看更多我们的书籍、课程、会议和最新动态等信息。

Facebook: <http://facebook.com/oreilly>

Twitter: <http://twitter.com/oreillymedia>

YouTube: <http://www.youtube.com/oreillymedia>

致谢

本书的出版要感谢世界各地的朋友们，没有他们的帮助和支持，就不可能完成本书。非常感谢 Stefan Marzohl，他是 Cisco 和 Nortel 认证教师，也是本书第 8 章的作者。他在本书第 1 版中编写了这一章内容，并在第 2 版（也就是本书）中做了大量更新。感谢 Anja Spittler (Maggy)，她为我们实验室安装 SuSE Linux、保障 BIND 及其他服务正常运行方面花费了大量时间和精力，并且完成了本书第 1 版第 9 章和第 12 章的部分内容。还要感谢本书的技术编辑们，他们的宝贵意见、校正和

澄清使得本书更加出色，在我为某些主题绞尽脑汁并寻求答案时，他们是我的重要资源。本书第 1 版的技术审稿人是 Patrick Grossetete，他是 Cisco ITD (Internet Technology Division, 互联网技术部门) 的产品经理；还有 Neil Cashell，他是 Novell 的 TCP/IP 专家。此外，还要感谢 Brian McGehee，他拥有多年的 IPv6 工作经验，并编写了大量 IPv6 课程，完成了本书第 1 版最后一次的技术编辑工作并增加了很多有用信息。感谢 Cisco 瑞士公司，特别要感谢 René Råber，为我提供了最新的路由器，允许我访问他们的技术资源库，而且对我的 IPv6 工作提供了长期支持。感谢 SuSE 公司的专家们提供软件并为主机的 IPv6 配置提供技术支持。感谢 Microsoft 公司提供软件以及软件的 IPv6 实现信息。感谢 Network General 公司提供用于获取追踪文件的 Sniffer Pro 软件。感谢 Peter Bieringer 提供了大量优秀的互联网资源网站，并以闪电般的速度解答了我的大量疑问。

本书第 2 版还有大量支持者、编写者及审稿人：HP 公司的 Jim Bound (IPv6 论坛的 CTO、NAv6TF 的主席)、Latif Ladid (IPv6 论坛主席)、Tim Chown (南安普敦大学电子和计算机科学系) 以及 McAfee 公司的 Vijayabhaskar。Native6 公司 (位于西雅图) 的 Yurie Rich、John Spence 和 Mike Owen from 为本书第 1、第 5、第 6、第 10 章提供了大量信息。Robin Shepherd 集团的 Gene Cronk 为本书第 5、第 10 章提供了大量信息。John Jason Brzozowski (北美 IPv6 任务组，主持中大西洋 IPv6 任务组) 为本书第 1、第 9 章提供了大量信息。感谢 SRI International 公司的 David B. Green 允许我在本书第 5 章引用他们公司的安全模型报告，并且他还审阅了本书的很多章节。感谢 Merike Kaeo (Double Shot Security 公司的网络安全架构主管) 对本书第 5 章提供的输入信息和宝贵意见。感谢 Microsoft 公司的 Chris Engdahl 对本书第 10 章提出的宝贵意见。感谢 Sunny Connection 公司的 Jimmy Ott 研究和编写了本书第 12 章的所有更新内容。David Malone (本书姊妹书 *IPv6 Network Administration* 的作者) 审阅了全书所有内容，感谢 David 的宝贵意见和技术澄清。非常感谢所有愿意与我们分享 IPv6 部署经验并提供案例研究的人们，他们是波尔图大学的 Paolo Vieira、斯特拉斯堡大学的 Pierre David、NTT Communications 公司的 Cody Christman 以及苏黎世 Cyberlink AG 公司的 Flavio Curti 和 Ueli Heuer。IABG 德国公司的 Wolfgang Fritsche 和斯德哥尔摩 Ericsson AB 公司的 Karim El-Malki 审阅了第 11 章并提供了宝贵的输入信息。感谢 Checkpoint 公司提供信息和连接，特别要感谢 Patrik Honegger 和 Yoni Appel。还要感谢 Juniper 公司 Jean-Marc Uzé 提供的信息和连接。我还要感谢所有国际工作组的工作人员和开发人员，没有他们的想象力、热情和不知疲倦地工作，我们是无法完成本书编写工作的。

特别感谢 O'Reilly 出版社的 Jim Sumser、Mike Loukides 和 Tatiana Apandi。Jim Sumser 在本书第 1 版的整个写作阶段以极大的热情、耐心、信任和经历给予我全程指导。感谢 Jim，谢谢您在我尽力工作时从不打扰我，您是如此的与众不同！负

责本书第 2 版的 Mike 和 Tatiana 在整个写作阶段也给予了极大的支持，还要感谢 O'Reilly 出版社对本书做出贡献的所有人，特别是 Tim O'Reilly 使本书的最终出版成为可能。

特别感谢我的老师 Hanspeter Büttler，使我认识到古希腊语之美。他极富洞察力和敏锐力的教育方式使我深刻地理解和感受到古老语言的丰富性，为我对语言和不同文化的理解以及通过语言认知世界的差异奠定了坚实的基础。在很大程度上，是他让我有机会成为一名作家。语言是沟通的媒介，语言应用得越准确，我们的理解与被理解就越好，没有沟通就没有理解。从不同视角来看，TCP/IP 作为网络通信协议，也为互联网沟通奠定了基础，而互联网又为全球沟通奠定了物理基础，因而 TCP/IP 为全球范围内不同文化之间的沟通、共享和理解提供了无与伦比的机遇，而这正是我们应该使用它的方式。

目 录

第 1 章 为何使用 IPv6	1
1.1 IPv6 历史	3
1.2 IPv6 有何新特性	5
1.3 为何需要 IPv6	5
1.4 常见误解	8
1.5 何时部署 IPv6	11
1.6 全球 IPv6 发展状况	12
1.7 IPv6 状态和厂商支持情况	15
1.8 参考文献	16
第 2 章 IPv6 协议结构	19
2.1 通用报头结构	19
2.2 IPv6 报头字段	20
2.3 扩展报头	25
2.4 参考文献	36
第 3 章 IPv6 编址	39
3.1 IPv6 地址空间	39
3.2 地址类型	40
3.3 地址记法	41
3.4 前缀记法	42
3.5 全局路由前缀	43
3.6 全局单播地址	44
3.7 特殊地址	49
3.8 链路本地地址和站点本地地址	52
3.9 任播地址	54
3.10 多播地址	56
3.11 必需的地址	61
3.12 默认地址选择	62
3.13 参考文献	63
第 4 章 ICMPv6	67
4.1 通用消息格式	67

4.2	ICMP 差错消息	71
4.3	ICMP 通知消息	76
4.4	处理规则	77
4.5	追踪文件中的 ICMPv6 报头	78
4.6	邻居发现	80
4.7	自动配置	93
4.8	网络重新编址	97
4.9	路径 MTU 发现	99
4.10	MLD	99
4.11	MRD	105
4.12	参考文献	106
第 5 章	IPv6 安全	109
5.1	通用安全概念	109
5.2	通用安全实践	110
5.3	IPSec 基础	112
5.4	IPv6 安全要素	117
5.5	最新的 IPSec RFC	124
5.6	IPSec 与 IPv6 元素的交互	125
5.7	IPv6 安全“陷阱”	126
5.8	企业 IPv6 安全模型	131
5.9	参考文献	134
第 6 章	QoS	139
6.1	QoS 基础	139
6.2	IPv6 协议中的 QoS	141
6.3	使用 QoS	146
6.4	参考文献	146
第 7 章	网络方面	149
7.1	二层对 IPv6 的支持	149
7.2	DNA	157
7.3	参考文献	158
第 8 章	路由协议	161
8.1	路由表	162
8.2	RIPng	165
8.3	IPv6 OSPF (OSPFv3)	176
8.4	支持 IPv6 的 BGP-4	217

8.5	支持 IPv6 的其他路由协议	231
8.6	参考文献	239
第 9 章	上层协议	243
9.1	UDP/TCP	243
9.2	DHCP	245
9.3	DNS	261
9.4	SLP	267
9.5	FTP	268
9.6	Telnet	269
9.7	Web 服务器	270
9.8	参考文献	272
第 10 章	互操作性	275
10.1	双栈技术	275
10.2	隧道技术	276
10.3	网络地址和协议转换	299
10.4	对比分析	304
10.5	集成方案	306
10.6	案例研究	308
10.7	有待解决的问题	321
10.8	安全问题	325
10.9	应用	325
10.10	引入成本	326
10.11	厂商支持	328
10.12	参考文献	330
第 11 章	移动 IPv6	335
11.1	概述	336
11.2	移动 IPv6 协议	340
11.3	ICMPv6 和移动 IPv6	347
11.4	移动 IPv6 通信流程	350
11.5	安全性	357
11.6	移动 IPv6 的扩展	358
11.7	参考文献	361
第 12 章	动手实践	363
12.1	Linux	363
12.2	BSD	366

12.3	Sun Solaris	369
12.4	Macintosh	370
12.5	Microsoft	373
12.6	Cisco 路由器	377
12.7	应用	381
12.8	测试说明	382
附录 A	RFC	387
附录 B	IPv6 资源	403
附录 C	推荐读物	431