



路由设计的优化

Optimal Routing Design

Techniques for optimizing large-scale IP routing
operation and managing network growth

[美] **Russ White, CCIE #2635**
Don Slice, CCIE #1929 著
Alvaro Retana, CCIE #1609

夏俊杰 译

ciscopress.com

路由设计的优化

Optimal Routing Design

[美] **Russ White**, CCIE #2635
 Don Slice, CCIE #1929 著
 o Retana, CCIE #1609

夏俊杰 译

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

路由设计的优化 / (美) 怀特 (Russ, W.), (美) 斯
莱斯 (Slice, D.), (美) 雷塔纳 (Retana, A.) 著 ; 夏
俊杰译. — 北京 : 人民邮电出版社, 2013. 1
ISBN 978-7-115-29618-4

I. ①路… II. ①怀… ②斯… ③雷… ④夏… III.
①计算机网络—路由选择 IV. ①TN915.05

中国版本图书馆CIP数据核字 (2012) 第242093号

版权声明

Optimal Routing Design (ISBN: 1587051877)

Copyright © 2005 Pearson Education, Inc.

Authorized translation from the English language edition published by Cisco Press.

All rights reserved.

本书中文简体字版由美国 Cisco Press 授权人民邮电出版社出版。未经出版者书面许可, 对本书任何
部分不得以任何方式复制或抄袭。

版权所有, 侵权必究。

路由设计的优化

◆ 著 [美] Russ White, CCIE #2635 Don Slice, CCIE #1929
Alvaro Retana, CCIE #1609

译 夏俊杰

责任编辑 傅道坤

◆ 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>

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

◆ 开本: 800×1000 1/16

印张: 29.25

字数: 641 千字

2013 年 1 月第 1 版

印数: 1~3 000 册

2013 年 1 月河北第 1 次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2012-5021 号

ISBN 978-7-115-29618-4

定价: 79.00 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

本书从网络设计的基本要素入手，深入系统地阐述了网络设计人员必须牢记的网络设计目标以及优秀网络设计方案所必备的各种网络设计基础技术，重点讨论了包括 EIGRP、OSPF、IS-IS、BGP-4 在内的各种主流 IGP 和 EGP 在二层网络 and 三层网络中的路由优化、高可用性以及路由安全等技术，为便于读者深入掌握各章所学知识，本书提供了大量案例分析材料，内容涵盖协议配置与优化、特殊拓扑设计、故障排查等方方面面，并且在每章结束后都提供了大量复习题，以加强读者对所学知识的记忆与理解。

本书是作者长期网络技术支持工作经验与教训的总结，不但适用于所有从事网络架构和网络设计工作的专业人士，而且适用于所有正在学习 CCIE 或 Cisco 网络设计认证的工程师以及广大在校学生。

关于作者

Russ White, CCIE #2635, 是 Cisco 公司路由部署及架构团队（位于北卡罗来纳州的 RTP）的成员，工作范围涵盖了路由协议设计、路由网络设计及路由网络部署的各个领域。他是 Cisco Networkers 大会的固定演讲人，曾经与他人合作出版了多本路由协议方面的专业书籍和多篇 IETF RFC，并且长期为网络杂志撰稿。

Don Slice, CCIE #1929, 是距离矢量路由协议团队的开发工程师，负责创建 EIGRP 和 RIP 路由协议的新特性并修复相应的软件缺陷。Don 曾经在路由部署与路由架构团队以及路由协议故障上报团队负责各类 IP 路由协议的设计、实施以及排障等工作。

Alvaro Retana, CCIE #1609, 是 Cisco 公司 IP 路由部署与架构团队的技术负责人，全面负责各种路由协议高级特性的部署与设计工作，他目前的研究领域还包括 BGP 安全及 Ad Hoc 网络。

关于技术审稿人

Neil Lovering, CCIE #1772, 是 Cisco 公司的网络设计顾问。他在网络咨询领域工作了十余年时间, 曾经参与了北美大量客户的路由、交换、拨号、安全以及网络设计项目。Neil 目前在华盛顿地区与多家大型系统集成商进行项目合作, 工作之余, Neil 总是在弗吉尼亚陪伴他的妻子和两个可爱的孩子。

Danny McPherson, 是 Arbor Networks 公司网络架构及开发经理, 在电信行业拥有广泛的技术影响力。除了在设备供应商 Amber Networks 工作过之外, Danny 还曾经作为网络架构师为多家全球 Internet 服务提供商 (如 Qwest 和 MCI) 提供技术支持达 12 年之久。

Danny 是一位非常活跃的 IETF 及全球网络运营社区撰稿人, 兴趣范围涵盖了路由、运营以及 Internet 领域。他曾经完成了多项 Internet 协议标准, 出版了多本 Internet 协议书籍, 并在 Internet 路由协议、网络安全、Internet 寻址以及网络运营等方面发表了大量技术文章。他最近推出的一本书是 2004 年中出版的 *Practical BGP*。

Steve Moore, CCIE #4927, 是 Cisco IP 路由部署及扩展团队的一名工程师, 该团队隶属于 Cisco 工程部的 IOS 技术研究分部。他负责发现、测试、验证并帮助客户部署与路由协议扩展性相关的各种新需求。他长期贴近客户, 并与 Cisco 内部的研发、技术支持、测试以及咨询团队保持了长期密切合作。此外, Steve 还负责教育培训工作, 直接为客户提供技术培训、撰写白皮书, 并多次在 Networkers 大会上发表演讲。在 Cisco 工作的 9 年多时间里, Steve 因在路由协议、WAN 技术以及光网络领域的出色工作而备受赞誉。

献词

Russ White: 感谢我的妻子 Lori，谢谢她在我写作本书期间对我长期伏案工作的理解与支持！Bekah、Hannah，我们可以一起搭建单杠啦！感谢上帝对我家庭的眷顾，感谢我的母亲、我的继父以及我妻子的家庭在这些年来给予我的无私帮助与支持。

Don Slice: 感谢我的妻子 Pam 和我的女儿 Jessica、Amy 和 Heather，谢谢她们在我写作本书期间对我工作的理解与支持！感谢上帝给予我源源不断的动力，让我有时间、有能力将我的想法付诸纸上。

致谢

感谢本书的技术编辑 Steve Moore、John Cavanaugh、Danny McPherson 以及 Neil Lovering，谢谢你们长期辛勤的劳动，你们的帮助显著地提升了本书的质量。感谢 Brett Bartow 对我们一次次延时交稿行为的宽容，感谢 Chris Cleveland 对本书字斟句酌的审阅以及为排版所付出的巨大精力。

最后，感谢 Cisco Press 的全体管理及市场团队，正是他们出色的工作成就了本书。

序

我第一次登录 Internet 的前身 Arpanet 是在 1980 年，作为技术助理，我的任务是从 MIT 的一位同僚那里为我们新的计算机科学系 VAX 下载两个编译程序，期间我知道了电子邮件和 Adventure 及 Zork 这两款游戏，与当下一样，这也耗费了我大量在线时间。

虽然我并不了解将我在 Halifax 的 VAX 会话迁移到 MIT 的另一台计算机上的技术机制，但是我还是一想到就会陶醉不已。在我开始从事系统程序员工作之后，我就一直专注于计算机通信并经常追忆此事。

20 世纪 80 年代出现的 TCP/IP 和随后出现的路由协议极大地促进了 Internet 的发展。目前，Internet 已从早期的简单原始网络演进到由众多相互连接的网络组成的网络集合，包含了大量服务提供商、政府机构以及私有企业，而网络架构及网络设计也顺理成章地成为了一门专门学科。

Russ White、Alvaro Retana 和 Don Slice 在 Cisco 公司长期负责客户网络的技术支持与设计工作，他们的努力工作因大量的内部奖励、IETF RFC、Internet 草案以及各类出版物而得到一致称赞。确实，他们在使用路由协议进行网络设计、解决各类客户反馈以及在 Cisco 和 IETF 内改善路由协议过程中，做了大量工作并积累了丰富的实践经验。大家只要在 Google 上以他们的名字以及 IETF 进行搜索，就能知道他们为 Internet 行业做出了多么大的贡献。

在 IP 网络上叠加语音和视频需要考虑包括时延、抖动、可用性和快速恢复等在内的诸多复杂因素，本书的目的就是为大家深入理解融合网络环境下的网络架构的原理提供敏锐的视角，因此，本书适用于所有从事网络架构和网络设计工作的专业人士或在校学生阅读。

John Cavanaugh, CCIE #1066

杰出服务工程师，Cisco 公司高级服务团队

译者序

在互联网快速增长和日益复杂化的今天，作为网络技术人员，必须把握网络设计精髓、理解网络设计目标、掌握网络优化技术，从而构建出可靠、可扩展、可管理的互联网，其中，路由优化问题是必须解决的首要问题，必须解决路由系统与网络架构的适配性，提高路由系统的稳定性、安全性、运行效率以及控制能力，从而最大程度地满足日常工作与生活的需要。

本书作者都是互联网领域的资深专家，长期从事路由协议的设计与部署工作，并在长期的路由故障排查工作中接触了大量形形色色的互联网，遇到了各种路由问题，解决了大量路由故障，拥有丰富的路由优化经验。本书写作内容精炼实用，涵盖了 EIGRP、OSPF、IS-IS 以及 BGP-4 等在内的所有常用域内和域间路由协议，并提供了大量有益的优化示例和案例研究，不但便于读者学习理解，而且也极具实际操作价值，完全可以直接应用于现实世界中的 IP 网，很多知识都是初次展现，译者在翻译过程中收获良多，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。

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，特别是对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

2012 年 8 月于北京

前言

当我们在 1998 年写作 *Advanced IP Network Design* 时，不曾想到我们会在将来越来越深入地研究路由式网络设计领域，也不曾想到我们会如此紧密地合作共事这么多年。当初写作 *Advanced IP Network Design* 的初衷是为了回答我们在 Cisco 技术支持中心路由协议故障上报团队工作时遇到的一些问题。

在很多方面，写作本书的原因也大抵如此：帮助我们在日常工作中面对的客户回答他们提出的问题。比如，设计网络编址方案的最佳方式是什么？如何在不影响网络正常运行的情况下进行两种路由协议之间的路由重分发？何时以及为何使用 BGP？

但是在某些方面，本书却又有所不同。当然，最主要的区别就是本书的作者在写作了 *Advanced IP Network Design* 之后又经历了数以千计的网络和客户，每次网络工程师提交给我们新的待解决问题或者我们找到好的解决方案时，都会让我们对网络设计有更深的认识。

虽然不是很明显，但是各类网络故障和糟糕的网络设计确实会给我们带来启示，每当我们提供的建议方案不起作用时，我们就学到了之前在路由设计方面没有了解的东西，也同时学会了观察之前未能预料得到的问题。我们写作本书的目的是将这些好的和坏的经历都糅合成可读、可理解的整体，使得不同技术水平的网络工程师都能从中发现价值。我们时刻准备着处理各种新网络、新问题和新的解决方案，本书是我们与其他网络工程师分享经验的一次尝试。

本书阅读对象

本书适合希望理解大型网络设计和部署概念及理论的网络工程师，以及目前正在管理大型网络的网络工程师阅读，对那些正在备考 CCIE 或 Cisco 网络设计认证的工程师来说也大有裨益。读者应该熟悉基本的路由协议概念，包括每种路由协议的工作机制、基本的 Cisco 路由器配置以及物理层连接性等基础知识。虽然本书附录也回顾了各种路由协议的基本操作机制，但并没有涵盖其所有内容。

本书组织方式

本书分为四部分，第 I 部分从宏观角度讨论了网络设计的基本考虑因素。

- **第 1 章“网络设计目标与方法”**：本章讨论了网络设计人员必须牢记的网络设计目标以及需要在不同设计目标之间做出的权衡，着重讨论了在网络扩展性、收敛速度以及网络弹性之间的权衡问题。
- **第 2 章“应用基础”**：本章讨论了适用于各种网络设计方案（无论采取哪种路由协议）的基础技术，包括层次化网络架构、编址、汇总和信息隐藏等优秀网络设计方案中必备的各个关键因素。

本书第 II 部分深入讨论了每种内部网关协议，首先讨论如何在三层网络架构中部署这些协议，然后再讨论如何在二层网络架构中部署这些协议。每章同时都分析了在特定拓扑中部署这些路由协议的注意事项，如全互连（full mesh）拓扑和星型拓扑，最后，每章都给出了相应的案例研究。

- **第 3 章“EIGRP 网络设计”**：本章讨论了大型网络中 EIGRP 的部署和操作问题，同时分析了 EIGRP 在各种特殊拓扑中的操作以及部署 EIGRP 时用到的各种特殊技术。
- **第 4 章“OSPF 网络设计”**：本章讨论了大型网络中 OSPF 的部署和操作问题，同时分析了 OSPF 在各种特殊拓扑中的操作以及部署 OSPF 时用到的各种特殊技术。
- **第 5 章“IS-IS 网络设计”**：本章讨论了大型网络中 IS-IS 的部署和操作问题，同时分析了 IS-IS 在各种特殊拓扑中的操作以及部署 IS-IS 时用到的各种特殊技术。

本书第 III 部分跳出 IGP 领域，讨论了网络设计中遇到的各种高级主题。

- **第 6 章“BGP 核心与网络扩展性”**：本章首先讨论了何时以及如何大型网络中应用 BGP，然后分析了 BGP 核心与外部网络（如 Internet 服务提供商或外联网[extranet]）的连接。
- **第 7 章“高可用性与快速收敛”**：本章深入分析了为实现 99.999% 的网络可用性而用到的各种技术以及相应的权衡考虑。
- **第 8 章“路由协议安全”**：本章讨论了与路由系统相关的安全概念、基线最佳实践以及未来的发展方向等内容。
- **第 9 章“虚拟专用网”**：本章讨论了虚拟专用网的概念以及创建虚拟专用网

的各种实现机制，同时还讨论了通过 VPN 承载路由信息的各种技术。

本书第 IV 部分以附录形式给出了本书讨论过的各类路由协议的运行基础，本附录的用意不是涵盖这些路由协议的全部内容，而是希望在阅读各章内容的时候为读者不熟悉的知识提供辅助参考。

- **附录 A “用于 IP 协议的 EIGRP 操作基础”**：本附录描述了 EIGRP 的基础操作，包括邻居的建立方式、度量的使用方式、DUAL 算法以及更改或撤销路由信息的处理方式。
- **附录 B “OSPF 操作基础”**：本附录描述了 OSPF 的基础操作，包括邻居的建立方式、信息在网络中的泛洪方式，以及如何利用 SPF 算法在网络中寻找无环路径。
- **附录 C “集成式 IS-IS 操作基础”**：本附录描述了 IS-IS 的基础操作，包括邻居的建立方式、信息在网络中的泛洪方式，以及如何利用 SPF 算法在网络中寻找无环路径。
- **附录 D “BGP-4 操作基础”**：本附录描述了 BGP 的工作原理，包括邻居的建立方式以及 BGP 如何在互连网络中确保无环选路。
- **附录 E “IP 网络设计清单”**：本附录提供了一份 IP 网络设计清单，网络设计人员可以据此来确定需要进一步考察网络中的哪些地方、找出网络中隐藏的问题以及全面理解网络设计方案，这对第一次接触一个网络的工程师来说尤为有用。
- **附录 F “复习题答案”**：本附录提供了第 1 章至第 9 章复习题的参考答案。
- **附录 G “选用哪种路由协议？”**：本附录概要描述了各种路由协议并分析了每种路由协议的优缺点，主要目的是为熟悉某种路由协议但正希望了解其他路由协议的工程师提供参考，以及为正在考虑为新网络部署何种路由协议或者希望迁移到其他路由协议的工程师提供参考。

最后的话

从总体上来看，我们写作本书的目的是希望大家阅读本书，而不是将本书作为案头参考。我们坚信，理解网络设计过程中全部可用协议会让您成为更加优秀的网络工程师，即使可能根本用不上某些路由协议，但是理解了这些协议的部署方式，绝对有助于理解这些路由协议的底层原理，并且能够更加轻松地解决日后可能遇到的各类网络问题。

我们衷心地希望大家能够仔细阅读我们的点滴经验，也衷心地希望能在杰出网络设计人员名单上看到大家的名字！让我们开始轻松地从头至尾看完这本书吧，那时你完全可以告诉老板，你已经学会了如何设计极具扩展性的网络了！

命令语法定义

本书命令语法遵循的惯例与 IOS 命令手册使用的惯例相同。命令手册对这些惯例的描述如下。

- **粗体字**表示照原样输入的命令和关键字，在实际的设置和输出（非常规命令语法）中，粗体字表示命令由用户手动输入（如 **show** 命令）。
- *斜体字*表示用户应提供的具体值参数。
- 竖线（|）用于分隔可选的、互斥的选项。
- 方括号（[]）表示任选项。
- 花括号（{}）表示必选项。
- 方括号中的花括号（[{}]）表示必须在任选项中选择一个。

目 录

第 I 部分：网络设计概述

第 1 章 网络设计目标与方法	3	1.6.1 隐藏信息	25
1.1 网络设计目标	3	1.6.2 功能分离	29
1.2 可靠性	4	1.7 本章小结	30
1.2.1 数据包传送的可靠性	4	1.8 复习题	30
1.2.2 数据包传送时间	6	第 2 章 应用基础	33
1.2.3 时延和抖动预算	7	2.1 层次化设计	33
1.2.4 网络设计对时延和抖动预算 的影响	7	2.1.1 通过分层机制实现抽象化	33
1.3 可靠性和弹性	8	2.1.2 网络中的横向层次	34
1.3.1 定义网络故障	9	2.1.3 层功能	36
1.3.2 网络恢复时间	11	2.1.4 网络层次结构	40
1.4 可管理性	11	2.2 编址与汇总	47
1.4.1 日常运行维护	12	2.2.1 在网络中分配地址	47
1.4.2 应急管理	16	2.2.2 处理编址问题	51
1.5 可扩展性	18	2.2.3 汇总存在的问题	55
1.6 分层机制	25	2.2.4 重分发	59
		2.3 复习题	67

第 II 部分：内部网关协议

第 3 章 EIGRP 网络设计	73	3.1.3 接入层网络汇总	81
3.1 在大规模三层网络中部署 EIGRP	73	3.1.4 在接入路由器中使用末梢 特性	85
3.1.1 核心层网络汇总	75	3.1.5 外部连接路由	88
3.1.2 分发层网络汇总	78	3.1.6 公共服务区路由	89

3.1.7 拨号接入客户端路由	92	3.10.1 保持定时器	131
3.2 在两层网络中部署 EIGRP	94	3.10.2 SIA 定时器	132
3.2.1 核心层网络汇总	95	3.10.3 保持定时器与 SIA 定时器 之间的交互	132
3.2.2 汇聚层网络汇总	95	3.11 案例研究: 多 EIGRP 自治 系统	134
3.3 EIGRP 新特性	96	3.12 复习题	136
3.3.1 第三方下一跳	96	第 4 章 OSPF 网络设计	139
3.3.2 增强型路由映射	101	4.1 汇总与聚合	139
3.3.3 增强型 EIGRP 活动进程	107	4.1.1 在三层网络中部署 OSPF	141
3.4 案例研究: 汇总方法	111	4.1.2 在两层网络中部署 OSPF	147
3.4.1 IP 汇总地址	111	4.1.3 利用末梢区域减轻泛洪	148
3.4.2 分发列表	113	4.1.4 在 OSPF 中聚合路由	155
3.5 案例研究: 控制查询传播	113	4.1.5 在 OSPF 中过滤路由	157
3.6 案例研究: 拓扑表项过剩	115	4.2 在特殊拓扑中部署 OSPF	158
3.7 案例研究: 排查 EIGRP 邻居关系 故障	117	4.2.1 重分发到 OSPF	158
3.7.1 EIGRP 邻居关系: 常见 问题 1	117	4.2.2 全网状拓扑	162
3.7.2 EIGRP 邻居关系: 常见 问题 2	119	4.2.3 星型拓扑	165
3.8 案例研究: 排查 SIA 路由 故障	121	4.2.4 与区域边界平行的链路	172
3.9 案例研究: 重分发	126	4.2.5 拨号链路	173
3.9.1 利用分发列表防止重分发 路由环路	127	4.2.6 点到点广播链路	175
3.9.2 利用路由映射防止重分发 路由环路	127	4.3 案例研究: OSPF 外部路由及 下一跳	176
3.9.3 利用前缀列表防止重分发 路由环路	128	4.4 案例研究: OSPF 邻居邻接关系 故障排查	178
3.9.4 利用管理距离防止重分发 路由环路	128	4.5 复习题	181
3.9.5 利用外部标签防止重分发 路由环路	129	第 5 章 IS-IS 网络设计	183
3.10 案例研究: 重传和 SIA	131	5.1 在三层网络中部署 IS-IS	184
		5.1.1 将整个网络视为单一 路由域	184
		5.1.2 将核心层视为 L2 路由域	187

5.1.3 将核心层与分发层合并 为 L2 路由域	188
5.1.4 L1/L2 边界混合及重叠	189
5.2 在两层网络中部署 IS-IS	190
5.3 IS-IS 路由域	191
5.3.1 将路由泄漏到 L1 路由域	196
5.3.2 IS-IS 路由聚合	197
5.4 在特殊拓扑中部署 IS-IS	197
5.4.1 重分发	198
5.4.2 全网状拓扑	198
5.4.3 星型拓扑	202
5.4.4 点到点广播链路	203
5.4.5 与区域边界平行的链路	204
5.5 IS-IS 扩展性的其他考虑因素	205
5.5.1 度量	205
5.5.2 链路状态泛洪过度	206
5.5.3 LSP 损坏	207
5.5.4 最大伪节点数	208
5.5.4 前缀驱动型路由表安装	209
5.5.5 Hello 填充抑制	210
5.6 案例研究: IS-IS 邻居关系故障 排查	210
5.7 复习题	213

第 III 部分: 高级网络设计

第 6 章 BGP 核心与网络扩展性	217
6.1 案例研究: BGP 邻居关系故障 排查	219
6.1.1 无 IP 连接	220
6.1.2 多跳 eBGP	220
6.1.3 其他 BGP 邻居问题	222
6.1.4 记录邻居变化	223
6.2 在核心层网络中部署 BGP	224
6.3 将 BGP 的部署扩展到核心层 网络之外	228
6.3.1 网络分区	229
6.3.2 区域 IGP	230
6.4 BGP 网络扩展之痛	231
6.4.1 BGP 更新的生成问题	231
6.4.2 案例研究: 路由反射器与 路由服务器	237
6.5 外部连接	239
6.5.1 案例研究: 双宿主连接 至 Internet	239
6.5.2 案例研究: 条件式宣告	245
6.5.3 案例研究: 路由阻尼	247
6.6 复习题	249
第 7 章 高可用性与快速收敛	253
7.1 快速收敛的考虑因素	253
7.1.1 网络崩溃	254
7.1.2 解决网络崩溃	255
7.1.3 设计路由由协议不出现 崩溃	255
7.1.4 不要报告发生的所有 事件	256
7.1.5 不间断转发	257
7.1.6 平滑重启	257
7.2 快速故障检测	271
7.2.1 利用轮询机制检测链路或 邻接关系故障	272
7.2.2 利用事件驱动型链路故障 通告机制检测链路或邻接 关系故障	275
7.3 网络变化加剧时的降速机制	281

7.3.1 链路状态指数退避	282	攻击	324
7.3.2 IP 事件阻尼	285	8.4 保护路由信息	327
7.4 加速路由计算	287	8.4.1 Extranet 连接	327
7.4.1 EIGRP 可行后继路由	287	8.4.2 Internet 连接	331
7.4.2 链路状态部分 SPF	290	8.5 路由协议安全的未来发展	
7.4.3 链路状态增量 SPF	292	方向	333
7.5 部署 GR 与快速收敛技术	293	8.5.1 防止非法设备加入	
7.5.1 GR 与快速故障检测	294	路由域	333
7.5.2 在 BGP 和 IGP 中部署		8.5.2 soBGP	334
GR	295	8.6 复习题	338
7.5.3 为快速收敛部署指数		8.7 参考文献	339
退避	297		
7.6 复习题	298	第 9 章 虚拟专用网	343
第 8 章 路由协议安全	301	9.1 MPLS	343
8.1 路由与安全基础	301	9.1.1 MPLS 基础	344
8.1.1 理解路由系统	301	9.1.2 MPLS VPN 上的重叠	
8.1.2 认证与授权的思考	302	路由	345
8.1.3 确定路由系统的攻击原因	308	9.1.3 MPLS VPN 上的对等	
8.2 路由系统的攻击类型	309	(重分发) 路由	346
8.2.1 阻断对等关系	309	9.1.4 BGP/MPLS VPN	348
8.2.2 篡改路由信息	313	9.2 IPsec	360
8.2.3 破坏路由域的稳定性	314	9.3 GRE	361
8.3 保护路由域的合法性	316	9.4 NHRP	361
8.3.1 防止路由器被攻破	316	9.5 动态多点 IPsec VPN	364
8.3.2 防止非法设备加入路由域	321	9.6 复习题	367
8.3.3 防止路由器遭受 DoS		9.7 参考文献	367

第 IV 部分：附录

附录 A 用于 IP 协议的 EIGRP 操作	附录 D BGP-4 操作基础	407
基础	附录 E IP 网络设计清单	419
371	附录 F 复习题答案	425
附录 B OSPF 操作基础	附录 G 选择哪种路由协议	439
387		
附录 C 集成式 IS-IS 操作基础		
399		