



ciscopress.com



VPN故障诊断与排除

Troubleshooting Virtual Private Networks

Master advanced troubleshooting techniques for IPsec, MPLS Layer-3, MPLS Layer-2 (AToM), L2TPv3, L2TPv2, PPTP, and L2F VPNs

[美] Mark Lewis, CCIE #6280 著
袁国忠 译

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

ciscopress.com

VPN故障诊断与排除

Troubleshooting Virtual Private Networks

[美] Mark Lewis, CCIE #6280 著
袁国忠 译

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (C I P) 数据

VPN故障诊断与排除 / (美) 刘易斯 (Lewis, M.) 著
; 袁国忠译. -- 2版. -- 北京: 人民邮电出版社,
2012. 10

ISBN 978-7-115-29308-4

I. ①V… II. ①刘… ②袁… III. ①虚拟网络—故障
诊断②虚拟网络—故障修复 IV. ①TP393.01

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第210359号

版 权 声 明

Mark Lewis: Troubleshooting Virtual Private Networks (ISBN: 1587051044)

Copyright © 2004 Cisco Systems, 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。

VPN 故障诊断与排除

-
- ◆ 著 [美] Mark Lewis, CCIE#6280
译 袁国忠
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>
北京鑫正大印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 37.5
字数: 938千字 2012年10月第2版
印数: 3 501-6 500册 2012年10月北京第1次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2012-4893 号

ISBN 978-7-115-29308-4

定价: 99.00 元

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

内容提要

本书不但介绍了排除 VPN 故障的命令和技巧，而且包含正确地解释故障排除命令输出所需的详细协议信息。全书包含相互独立的 8 章，它们是为快速、简明地排除故障而设计的，提供了有关解决各种常见和不那么常见的 IPsec VPN、MPLS 第 3 层 VPN、基于 AtoM (Any Transport over MPLS) 的第 2 层 VPN、基于 L2TPv3 的第 2 层 VPN、L2TPv2 VPN、PPTP VPN 和 L2F VPN 故障的详细信息。本书不但介绍了如何解决问题，还介绍了如何使用专家级 VPN 配置指南和优化技巧来避免问题。

每章都包含针对不同 VPN 技术的端到端的循序渐进故障排除方法。深入的技术讨论和配置简介让读者熟悉 VPN 技术，为故障排除做准备。为帮助读者获得所需的解决方案，每章都有故障排除流程图，提供了快速获取问题解决方案的路线图。除第 1 章之外，其后的每章都有案例研究和复习题，前者提供了复杂或不常见问题的解决方案，后者可帮助读者检查对知识的掌握程度。另外，还提供了故障排除实验，帮助读者巩固在本书中学到的技能。

本书适合那些负责管理和部署 Cisco IOS VPN 的网络工程师、管理员和设计师阅读，也可供备考服务提供商和安全 (Service Provider 和 Security) 考试的 CCIE 考生参考。

关于作者

Mark Lewis, CCIE #6280, 是 MJL 网络解决方案公司 (www.mjlnet.com) 的一名技术总监, 该公司致力于帮助服务提供商和企业提供商实施最前沿的技术、部署安全解决方案、网络优化, 以及为其提供高级服务, 是一家业界领先的网络互连解决方案供应商。Mark 以 VPN 技术见长, 并且在 IP 网络的设计、实施和排错方面具有多年的经验。他持有 Microsoft 公司的 MSCE+I 认证证书, 并且是 Cisco 认证的一名讲师。Mark 的邮件地址为 mark@mjlnet.com。

关于技术审稿人

Henry Benjamin, CCIE #4695, 持有 3 个 CCIE 证书。他在 Cisco 网络领域拥有 10 多年的从业经验, 现在就职于 Cisco 公司的内部 IT 部门, 致力于设计和实施遍布澳大利亚和亚洲的网络。Henry 是 CCIE 全球小组的重要成员, 他在其中负责为 CCIE 考试编写实验试题。Henry 还是澳大利亚一家大型安全公司的独立顾问。

Robert Brown, CCIE #7309, 是 Cisco Output Interpreter (Cisco 输出解释器) 程序的开发人员和技术带头人。Cisco Output Interpreter 是一款功能强大的在线排错工具, 可用于对 Catalyst、IOS 和 PIX 设备进行故障诊断, 并提供排错建议。他以加密电子技术人员和电话系统专家的身份在美国空军工作了 10 年。在供职于 Cisco 之前, 他曾经先后在 TRW、Litton PRC 和 International Network Services 工作过。

他与家人生活在德克萨斯州的 Round Rock, 而且通过参加专业的鲈鱼垂钓比赛, 实现了他喜欢钓鱼的愿望。

Nathan Lohr, 持有 CISSP、CCSP 和 CCNA 认证证书, 是 TRL 安全解决方案公司的总裁, 这是一家位于北弗吉尼亚的小公司, 该公司为其客户提供国内和国际安全咨询和培训服务。在过去的 15 年里, 他曾经对 VPN、防火墙、入侵检测和事故响应解决方案进行过设计、测试和验证工作, 此外还确保客户遵循了 HIPPA 和 DCID 的规定。

Andrew Makin, 是 Energis 的一名网络咨询人员, Energis 是英国的一家 Cisco 金牌认证合作伙伴, 他持有 CCNP、CCDP 和 CSS-1 认证证书。他为客户设计的 WAN 解决方案会用到跨越 Internet 公网和 Energis 提供商网络的 IP 和安全 VPN 技术。他与爱妻 Lisa、两个女儿 Katy 和 Jessica 居住在 Harrogate。

Ivan Pepelnjak, CCIE #1354, 在设计、部署、排错和运营大型服务提供商和企业 WAN、LAN 网络方面有 10 多年的经验, 他现在是 NIL 数据通信公司的首席技术顾问。他是 NIL 数据通信公司的服务提供商学院项目的架构师, 也是

Cisco 服务提供商课程的架构师之一，同时还是多门服务提供商课程的主要开发人员，这些课程涵盖了 MPLS、BGP 和 IP QoS 等内容。在欧洲，Ivan 在 Cisco 路由技术方面还是一名权威人士。

Tim Sammut, CCIE #6642, 是 Northrop Grumman Information Technology 的一名资深网络咨询师。Tim 在涉及从 LAN 交换、安全到 SNA 集成等技术的项目中扮演过重要的角色，并且帮助许多公司（规模从 100 名用户到 130000 名用户不等）将其网络投资的价值最大化。Tim 持有 CISSP、CCIE 安全和 CCIE 通信和服务等认证证书。

Wen Zhang 从 1997 年 6 月起就是 Cisco 技术支援中心（TAC）负责安全和 VPN 技术的一名成员，而且从 2000 年 8 月起成为 TAC 升级小组（escalation team）的一名成员。Wen 是 Cisco 开放论坛的一名定期撰稿人。他先后获得了克莱姆森大学的学士学位和硕士学位。

致 谢

我要对在本书编写过程中给予帮助的所有人员致以谢意。首先要感谢 Cisco Press 的 Michelle 和 Chris，如果没有他们的帮助，本书将仍然只是空中楼阁。为本书的编写、付梓提供帮助的 Cisco Press 的其他人员还有 Marc、Patrick、Ginny、Tammi、Gina、Louisa、Brett 和 Larry。谢谢你们！

还要感谢本书的技术审稿人，他们是 Henry Benjamin、Tim Sammut、Wen Zhang、Nathan Lohr、Ivan Pepelnjak、Robert Brown 和 Andrew Markin，他们在本书编写过程中提供了有意思而且有用的建议。

还要感谢 W.Mark Townsley，他审读了本书第 5 章。Glen Zorn 和 Luca Martini 分别在 PPTP 自愿隧道模式架构和二层 MPLS 传输方面进行了重点确认，在此向他们二位表示感谢。

最后，还要感谢 Astricom 公司的 Vicky，谢谢她借给我一个 Astricom 开发的 ISDN 模拟器。

前 言

各种形式的虚拟专网（VPN）在全球越来越普及。对服务提供商和企业来说，VPN 提供了一种通过广域网来支持新服务和应用，同时可以极大地节省费用的方法。

VPN 很复杂，因此出现故障时很难排除。遇到这样的问题时，该怎么办呢？一种选择是同 Cisco TAC 联系；另一种选择是购买本书，卷起您的袖子，自己动手排除故障。本书涵盖的信息相当丰富齐备，读者可以通过它来解决遇到的问题。如果你所在的公司正在考虑部署或优化 VPN，并希望能够避免本书提到的各种问题，请访问作者的公司网站（www.mjlnet.com）或与作者本人联系，我和我的同事会及时奔赴现场，确保这一过程顺利完成（当然，我们的服务是收费的）。此外，如果你的公司打算为员工提供高级培训，以提升他们的工作效率和专业知识，也可以与我们联系。

本书提到了大量的 RFC 和 Internet 草案，其中很多都可以在 IETF 网站（www.ietf.org）中找到。然而，Internet 草案会过期，因此另一种找到它们的方法是使用诸如 www.watersprings.org 等存档网站。

本书的写作动机

作者在设计、实施和排除 VPN 故障的工作中注意到，当前没有任何一本资料能够在讲解 VPN 故障排除所使用的命令与技术的同时，还能够囊括用来正确解释排除命令的输出所必需的详细协议信息。但是本书可以实现上述要求，通过本书，读者在对 VPN 进行故障排出时，可以节省大量的时间和精力。

本书的读者对象

本书涵盖了各种 VPN 技术，其中包括 IPSec、MPLS、L2TPv3、L2TPv2、PPTP 和 L2F。本书适合那些从事 VPN 日常工作或在现场部署 VPN 的网络支持工程师和架构师阅读。

由于本书涵盖的范围非常广，每章不但介绍了 VPN 的故障排除，还介绍了技术概述和配置指南，因此本书对备考 CCIE 安全认证和 CCIE SP 认证的考试来说，具有极大的帮助。

本书的内容结构

读者可以采取 3 种方式来阅读本书。首先，读者可以按照顺序从头到尾地阅读本书。如果你对各种 VPN 技术充满好奇，并且希望提升网络互连的技巧，则可以采取这种阅读方式。

第二种方式是，在你的 VPN 网络出现问题之前，阅读与其相关的特定章节。这是一个好的主意，毕竟，有备无患嘛！

最后一种方式是，在问题发生之后，再行查阅相关的章节。本书每章的内容都是本着为读者提供最大便利的目的来组织的。

另外，本书还提供了大量的故障排除实验，以帮助读者提升 VPN 故障排除技能。在与本书相关的 Cisco Press 网站 (www.ciscopress.com/1587051044) 上，包含了 L2F、L2TPv2、MPLS 第 3 层 VPN 和 IPSec 故障排除实验。只所以没有提供 PPTP 故障排除实验，是因为 Cisco IOS 路由器只支持自发隧道模式，而且客户端操作系统的数量可能相当大。L2TPv3 和 Any Transport over MPLS (AToM) 故障排除实验也没有提供，这是因为编写本书时，这些技术要求的最低端平台为 Cisco 7200——很难想象，会有读者在他们的实验室内部署 7200 系列的高端路由器。

只有 Cisco 在更低端的平台中添加了对 L2TPv3 和 AToM 的支持之后，作者才可能开发一些针对这些技术的实验。读者在上面提到的网站上，还会找到几个与本书中讨论的其他技术相关的实验。

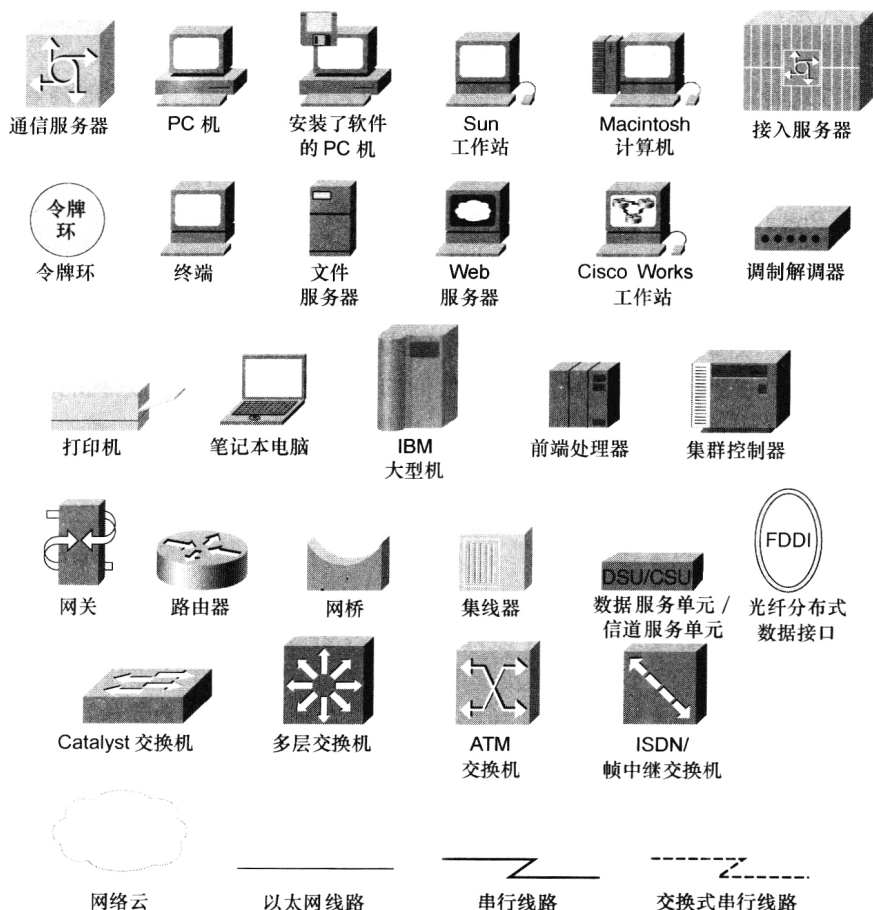
本书包括如下章节。

- **第 1 章“基本的故障排除方法”**：简要地介绍了一种基本的端到端故障排除方法，它非常适合用于 VPN；还讨论了用于排除 VPN 故障的工具和技巧。
- **第 2 章“第 2 层转发协议 VPN 故障排除”**：L2F 是最早使用的虚拟专用拨号网络技术之一，本章讨论了这种技术及其配置，并深入探讨了其故障排除技巧。
- **第 3 章“点到点隧道协议 VPN 故障排除”**：本章讨论了 PPTP 协议及其配置，并深入探讨了其故障排除技巧。
- **第 4 章“第 2 层隧道协议第 2 版 VPN 故障排除”**：L2TP 是基于 L2F 和 PPTP 的，本章简要地介绍了 L2TP，讨论了其配置，深入探讨了 L2TPv2 故障排除技巧。
- **第 5 章“基于 L2TPv3 的 VPN 故障排除”**：L2TPv3 是一种这样的技术：不但支持 PPP 的隧道化，还支持其他第 2 层协议（如以太网、HDLC 和帧中继）的隧道化。本章讨论了这种技术及其配置，并深入探讨了其故障排除技巧。
- **第 6 章“多协议标签交换第 3 层 VPN 故障排除”**：MPLS 第 3 层 VPN 是一种在服务提供商和企业中非常流行的技术。本章讨论了这种技术及其配置，并深入探讨了其故障排除技巧。
- **第 7 章“基于 AToM 的 VPN 故障排除”**：AToM 可用于通过 MPLS 主干传输诸如 HDLC、PPP、帧中继和以太网等第 2 层协议的数据报。本章讨论了这种技术及其配置，并深入探讨了其故障排除技巧。
- **第 8 章“IPSec VPN 故障排除”**：IPSec VPN 通常部署在场点到场点 VPN 或远程访问 VPN 配置中，其目的是提供安全的 VPN。本章讨论了 IPSec 技术及其配置，并深入探讨了其故障排除技巧。
- **附录 A“复习题答案”**：本附录包含每章末尾复习题的答案。

- 附录 B “实验说明和解决方案”：与 L2F、L2TPv2、MPLS 第 3 层 VPN 和 IPSec 相关的章节提供了故障排除实验，以帮助读者理解和巩固讨论的概念和技巧。本附录解释了如何从 Cisco Press 网站 (www.cisco.com/press/1587051044) 将配置文件加载到实验路由器中，并提供了实验的解决方案。

本书使用的图标

本书使用如下图标来表示网络设备。



命令语法惯例

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個。

目 录

第 1 章 基本的故障排除方法	1
1.1 准备工作：网络的基准化	1
1.2 发生问题时如何办	2
1.3 开放系统互连模型	2
1.4 自下而上（或自上而下）的端到端故障排除	2
1.5 故障排除工具	3
1.6 总结	5
第 2 章 第 2 层转发协议 VPN 故障排除	7
2.1 L2F 技术概述	8
2.1.1 L2F 管理消息	12
2.1.2 L2F 隧道的建立	12
2.1.3 L2F 会话的建立	17
2.1.4 L2F 隧道的维护	22
2.1.5 L2F 隧道的拆除	23
2.2 配置 L2F	25
2.2.1 配置 L2F NAS	25
2.2.2 配置 L2F 终点网关	30
2.3 L2F 故障排除	35
2.3.1 NAS 上的呼叫接收	38
2.3.2 排除 NAS 的 PPP 故障	42
2.3.3 排除 L2F 隧道建立故障	50
2.3.4 排除 L2F 会话建立故障	59
2.3.5 终点网关/远程接入客户 PPP 协商失败	62
2.4 案例研究	73
2.4.1 案例研究 1：远程 AAA	73
2.4.2 案例研究 2：无法在负载分担服务器和 终点网关之间建立 L2F 隧道	84
2.5 其他故障排除命令	90
2.5.1 show vpdn history failure	90
2.5.2 debug vpdn error	91
2.5.3 debug vpdn event	91

2.5.4	debug vpdn l2x-data	92
2.5.5	debug vpdn l2x-packets	92
2.5.6	debug vpdn packet	93
2.6	错误消息	93
2.7	show 命令和 debug 命令小结	96
2.8	复习题	96
2.9	故障排除实验	97
2.9.1	故障排除实验 1	97
2.9.2	故障排除实验 2	98
2.9.3	故障排除实验 3	98
第 3 章	点到点隧道协议 VPN 故障排除	101
3.1	PPTP 技术概述	102
3.1.1	PPTP 控制信道的建立	103
3.1.2	PPTP 会话的建立	106
3.1.3	PPP 协商和帧转发	109
3.1.4	PPTP 隧道的维护	110
3.1.5	PPTP 会话和控制信道的终止	111
3.1.6	其他 PPTP 消息	114
3.2	配置 PPTP	115
3.3	排除 PPTP 故障	118
3.3.1	控制连接和呼叫会话建立失败	121
3.3.2	没有克隆虚拟接入接口	125
3.3.3	LCP 协商失败	126
3.3.4	PPP 验证失败	131
3.3.5	NCP 协商失败	134
3.4	案例研究	147
3.4.1	案例研究 1: RADIUS 服务器没有返回 MPPE 属性	148
3.4.2	案例研究 2: 隧道分隔 (split tunnel)	152
3.5	其他故障排除命令	152
3.5.1	show vpdn	152
3.5.2	show vpdn tunnel	153
3.5.3	show vpdn session	153
3.5.4	show ppp mppe virtual-access number	154
3.5.5	debug ppp mppe packet	155
3.5.6	debug ppp mppe event	155
3.5.7	debug ppp mppe detailed	155
3.5.8	debug vpdn error	156
3.5.9	debug vpdn event	157
3.5.10	clear vpdn tunnel pptp remote access client/PNS_name PAC_name	157

3.6	show 命令和 debug 命令小结	157
3.7	复习题	158
第 4 章	第 2 层隧道协议第 2 版 VPN 故障排除	161
4.1	L2TPv2 技术概述	163
4.1.1	L2TP 控制消息	166
4.1.2	L2TP 隧道（控制连接）的建立	170
4.1.3	L2TP 会话的建立	172
4.1.4	L2TP 隧道的维护	174
4.1.5	L2TP 会话的拆除	174
4.1.6	L2TP 隧道的拆除	174
4.1.7	其他 L2TP 消息	175
4.1.8	呼出	176
4.1.9	L2TP 的安全性	176
4.2	配置 L2TPv2	177
4.2.1	配置 L2TP 强制隧道模式	177
4.2.2	配置 L2TP 自发隧道模式	187
4.2.3	在强制隧道模式下使用预共享密钥配置 L2TP IPSec 保护	188
4.2.4	在自发隧道模式下使用预共享密钥配置 L2TP IPSec 保护	190
4.3	L2TPv2 故障排除	190
4.3.1	LAC 上的呼叫接收	193
4.3.2	排除 LAC 的 PPP 故障	198
4.3.3	L2TPv2 隧道建立失败	207
4.3.4	L2TPv2 会话建立失败	216
4.3.5	LNS/远程接入客户 PPP 协商失败	221
4.4	案例研究	232
4.4.1	案例研究 1: AAA (RADIUS) 服务器上的 L2TP 隧道定义配置错误	233
4.4.2	案例研究 2: LNS 上远程 AAA (RADIUS) 验证失败	240
4.4.3	案例研究 3: LNS 上远程 AAA (RADIUS) 授权失败	243
4.4.4	案例研究 4: LNS 无法连接到 AAA (RADIUS) 服务器	246
4.4.5	案例研究 5: 从 Windows 2000 工作站建立自发隧道失败	250
4.5	其他 L2TP 故障排除命令	255
4.5.1	show vpdn history failure	255
4.5.2	show vpdn session all	255
4.5.3	debug vpdn error	256
4.5.4	debug vpdn l2x-data	257
4.5.5	debug vpdn l2x-packets	257
4.5.6	debug vpdn packet	258
4.5.7	clear vpdn tunnel	259
4.6	错误消息	259

4.7	show 命令和 debug 命令小结	261
4.8	复习题	262
4.9	L2TP 故障排除实验	262
4.9.1	故障排除实验 1	263
4.9.2	故障排除实验 2	263
4.9.3	故障排除实验 3	264
第 5 章	基于 L2TPv3 的 VPN 故障排除	267
5.1	L2TPv3 技术概述	268
5.1.1	L2TPv3 消息类型	268
5.1.2	控制连接的建立	276
5.1.3	会话的建立	277
5.1.4	控制连接的维护	278
5.1.5	会话的拆除	278
5.1.6	控制连接的拆除	279
5.1.7	设置链路信息 (SLI) 消息	279
5.2	配置 L2TPv3	280
5.2.1	配置动态建立会话的 L2TPv3	280
5.2.2	配置使用静态会话的 L2TPv3	283
5.2.3	完整的 L2TPv3 配置示例	285
5.2.4	L2TPv3 的 MTU 问题	289
5.3	L2TPv3 故障排除	290
5.3.1	排除 L2TPv3 控制连接建立故障	291
5.3.2	排除 L2TPv3 动态会话建立故障	298
5.3.3	排除使用静态会话配置的 L2TPv3 故障	305
5.4	其他命令	307
5.4.1	show l2tun tunnel all	307
5.4.2	show l2tun session all	308
5.4.3	debug acircuit [error event]	309
5.4.4	debug xconnect [error event]	310
5.4.5	debug vpdn l2tp-sequencing	310
5.4.6	debug vpdn packet	311
5.4.7	debug vpdn l2x-peckets	311
5.5	命令小结	312
5.6	复习题	312
第 6 章	多协议标签交换第 3 层 VPN 故障排除	315
6.1	技术概述	316
6.1.1	MPLS 的体系结构	316
6.1.2	MPLS 第 3 层 VPN	322
6.2	配置 MPLS VPN	333

6.2.1 配置 CE 路由器	333
6.2.2 配置 PE 路由器	333
6.2.3 配置 P 路由器	345
6.3 配置 MVPN	347
6.3.1 配置 CE 路由器	347
6.3.2 配置 P 路由器	347
6.3.3 配置 PE 路由器	348
6.4 配置 TE 隧道来传输 MPLS VPN 数据流	350
6.4.1 配置 PE 路由器之间的 TE 隧道	350
6.4.2 P 路由器之间的 TE 隧道	353
6.5 MPLS VPN 故障排除	353
6.5.1 确定问题所在的位置	356
6.5.2 排除主干 IGP 故障	358
6.5.3 排除 LSP 故障	360
6.5.4 排除 VPN 场点间的路由通告故障	383
6.6 案例研究	402
6.6.1 MPLS VPN 主干中的 MPLS MTU 太小	402
6.6.2 汇总 PE 路由器环回地址导致 VPN 分组被丢弃	405
6.6.3 MPLS VPN 数据流在 P 路由器之间的 TE 隧道上被丢弃	410
6.6.4 在 MPLS VPN 主干中配置 TE 隧道后 MVPN 出现故障	415
6.7 其他故障排除命令	421
6.7.1 show ip cef vrf vrf_name detail	421
6.7.2 show adjacency detail	422
6.7.3 show mpls ldp parameters	423
6.7.4 show mpls atm-ldp capability	423
6.7.5 show atm vc	424
6.7.6 show ip bgp vpnv4 vrf vrf_name labels	424
6.7.7 debug mpls ldp transport events	425
6.7.8 debug mpls ldp messages	426
6.7.9 debug mpls ldp advertisements	426
6.7.10 debug mpls ldp bindings	427
6.8 show 和 debug 命令小结	427
6.9 复习题	429
6.10 MPLS VPN 故障排除实验	429
6.10.1 故障排除实验 1	429
6.10.2 故障排除实验 2	430
6.10.3 故障排除实验 3	431
第 7 章 基于 AToM 的 VPN 故障排除	433
7.1 AToM 技术概述	434

7.1.1	第 2 层 PDU 的传输	434
7.1.2	VC 标签的交换	436
7.2	配置 AToM	440
7.2.1	第 1 步：配置将被用作 LDP 路由器 ID 的环回接口	440
7.2.2	第 2 步：启用 CEF	441
7.2.3	第 3 步：配置标签分发协议	441
7.2.4	第 4 步：配置 LDP 路由器 ID	441
7.2.5	第 5 步：在核心接口上配置 MPLS	441
7.2.6	第 6 步：配置 MPLS 主干 IGP	442
7.2.7	第 7 步：配置 AToM 伪电路	443
7.2.8	完整的 AToM PE 路由器配置示例	447
7.2.9	最大传输单元问题	451
7.3	AToM 故障排除	453
7.3.1	隧道 LSP 故障排除	455
7.3.2	VC 标签交换故障排除	477
7.4	其他 AToM 故障排除命令	485
7.4.1	show mpls l2transport vc vcid detail	485
7.4.2	show mpls l2transport hw-capability interface <i>interface_name</i>	486
7.4.3	show mpls l2transport summary	486
7.4.4	show mpls l2transport binding	487
7.4.5	debug mpls l2transport signaling [event fsm message]	487
7.4.6	debug mpls l2transport packet {data error}	488
7.4.7	debug frame-relay events	488
7.4.8	debug acircuit [error event]	489
7.5	AToM 故障排除命令小结	490
7.6	复习题	490
第 8 章	IPSec VPN 故障排除	493
8.1	IPSec 技术概述	493
8.1.1	安全协议	494
8.1.2	安全关联	496
8.1.3	使用 IKE 协议管理 SA 和密钥	496
8.2	配置 IPSec VPN	502
8.2.1	配置场点到场点的 IPSec VPN	502
8.2.2	配置支持 Cisco VPN Client 3.x/4.0 的远程接入 VPN	511
8.2.3	IPSec 的最大传输单元 (MTU) 问题	516
8.3	IPSec VPN 故障排除	517
8.3.1	IKE Phase 1 (主模式) 协商失败	519
8.3.2	IKE Phase 2 (快速模式) 协商失败	539
8.3.3	用户数据流未能成功地穿越 IPSec 隧道	551