

CISCO SYSTEMS



Cisco Press

Cisco 职业认证培训系列
CISCO CAREER CERTIFICATIONS

CCIP



MPLS和VPN 体系结构 CCIP 版

MPLS and VPN Architectures CCIP Edition

Prepare for CCIP certification as you learn to design and
deploy MPLS-based VPNs

〔美〕 Ivan Pepelnjak, CCIE # 1354 著
Jim Guichard, CCIE # 2069

赵 斌 陈文飞 徐鸿文 译

人民邮电出版社
POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS

Cisco 职业认证培训系列

MPLS 和 VPN 体系结构

CCIP 版

[美] Ivan Pepelnjak, CCIE #1354 著
Jim Guichard, CCIE #2069

赵 斌 陈文飞 徐鸿文 译

人 民 邮 电 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

MPLS 和 VPN 体系结构: CCIP 版/ (美) 佩皮贾克 (Pepelnjak,I.), (美) 盖查德 (Guichard,J.) 著; 赵斌, 陈文飞, 徐鸿文译. —北京: 人民邮电出版社, 2003.4

(Cisco 职业认证培训系列)

ISBN 7-115-11165-0

I. M… II. ①佩…②盖…③赵…④陈…⑤徐… III. 宽带通信系统—综合业务通信网—工程技术人员—资格考核—自学参考资料 IV. TN915.42

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 010958 号

版权声明

Ivan Pepelnjak Jim Guichard: MPLS and VPN Architectures CCIP Edition ISBN: 1-58705-081-1

Authorized translation from English language edition published by Cisco Press.

Copyright © 2002 by Cisco Systems, Inc.

All rights reserved.

本书中文简体字版由美国 Cisco Press 出版公司授权人民邮电出版社出版。未经出版者书面许可, 对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。

Cisco 职业认证培训系列

MPLS 和 VPN 体系结构 CCIP 版

-
- ◆ 著 [美] Ivan Pepelnjak, CCIE#1354
Jim Guichard, CCIE#2069
 - 译 赵斌 陈文飞 徐鸿文
 - 责任编辑 俞彬
 - ◆ 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 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
读者热线 010-67132705
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京顺义振华印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 24
字数: 579 千字 2003 年 4 月第 1 版
印数: 1-4 000 册 2003 年 4 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记 图字: 01-2002-1548 号

ISBN 7-115-11165-0/TP · 3378

定价: 46.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

前言

最初的《MPLS 和 VPN 体系结构》一书是在 MPLS VPN 还是一种新出现的技术时编写的。现在，这种技术已经成熟，大部分有远见的服务提供商都使用它来为客户提供 VPN 服务。随着这种技术被应用到大型运行网络(Production Network)中，读者需要深入了解 MPLS 和 MPLS VPN 的监视和故障诊断。因此本书在原书的基础上添加了两章，分别对 MPLS 和 MPLS VPN 的故障诊断进行了讨论。

促使本书面世的另一个主要原因是 Cisco Systems 公司推出了官方的服务提供商培训。本书的作者深入参与了培训材料的编写工作，Cisco 通过它的学习合作伙伴 (CLP) 提供的“Implementing Cisco MPLS”课程同本书的结构很接近，因此本书可用作该课程的配套参考教程。

随服务提供商培训一起推出的还有一种新的服务提供商职业认证方案，它包括 CCIP (Cisco Certified Internetwork Professional) 和 CCIE C&S (Cisco Certified Internetwork Expert, Communication and Service)。

1. CCIP 认证过程

为满足电信行业对人才及其技能日益增长的需求，Cisco Systems 公司推出了一种新的认证：通信和服务 (Communication and Service)。获得该认证的人员将能够规划、设计、实现或运营新的服务提供商网络，认证考试将检查考生对基础设施或 Cisco 端到端接入解决方案的理解程度。该认证包括职业级认证 (CCIP) 和专家级认证 (CCIE C&S)。和其他认证一样，考生必须首先通过 CCNA 后，才能参加这种认证考试。

CCIP 认证过程和 CCNP 认证过程类似。考生必须深入了解各种与服务提供商相关的技术，并通过 Prometric 或 VUE 考试中心组织的多种考试。

与 CCNP 认证不同的是, CCIP 认证包括多门必考课程和一门选考课程, 后者针对的是一种服务提供商技术。这些技术包括 MPLS VPN、光通信技术、分组电话技术、电缆 (cable) 技术等, 同时不断有新的技术被加入。

如果考生选择 MPLS VPN 技术作为选考课程, 则整个 CCIP 认证过程将如下表所示。该表列出了所有的考试、相应的推荐培训以及推荐阅读的 Cisco Press 出版的图书。

主 题	考 试	推荐的培训	推荐的 Cisco press 出版的图书
高级 IP 路由 选择技术	640-901 BSCI	组建可扩展的 Cisco 互联网络 (Building Scalable Cisco Internetwork, BSCI) 在 Cisco 路由器上配置 BGP (Configuring BGP on Cisco Routers, CBCR) 在 Cisco 路由器上配置 IS-IS (Configuring IS-IS on Cisco Routers, CISIS)	《Routing TCP/IP》第 1 卷和第 2 卷 <i>Large-Scale IP Network Solution</i> <i>Building Scalable Cisco Networks</i> <i>Internet Routing Architectures 第二版</i> <i>IS-IS Network Design Solution</i>
IP 服务	640-905 Qos+MCAST	实施 Cisco 组播 (Implementing Cisco Multicast, MCAST) 实施 Cisco Qos (Implementing Cisco Qos, Qos)	<i>Enhanced IP Services for Cisco Networks</i> <i>IP Quality of Service</i> <i>Developing IP Multicast Networks</i>
MPLS VPN	640-910 MPLS	实施 Cisco MPLS (Implementing Cisco MPLS)	《MPLS and VPN Architectures》

要获得通过考试所需的知识, 有很多途径, 具体采用哪种, 取决于您的偏好:

- Cisco 授权的培训中心提供的传统指导式培训;
- 使用基于 Web 的培训 (WBT) 模块自学;
- 阅读 Cisco Press 出版的图书。

无论采用哪种方式, 除了通过阅读推荐的图书或接受推荐的培训来了解理论外, 还应进行实践。指导式培训通常会提供实践的机会。如果您采用其他学习方式, 则还必须在远程实验环境下进行实践。当前, 只有 NIL 数据通信公司 (www.ccip.com) 提供 CCIP 级的远程实验练习。

2. 目标和方法

本书最重要也是比较明显的目标, 是帮助读者通过 CCIP 认证的 MPLS 考试 (640-910)。事实上, 如果本书的目标不是这样, 则其书名将误导读者; 然而, 本书采用的方法不仅仅能够帮助读者通过 MPLS 考试。虽然本书提供了很多复习题, 以帮助读者为考试做准备, 但目的并不是让读者记住尽可能多的问题, 并做出回答。

本书旨在让读者了解需要进一步复习的考试主题, 从而帮助读者完全理解并记住这些细节, 并确信自己了解这些主题。因此本书不是让读者通过记忆, 而是通过真正地学会并理解这些主题, 来通过这种考试。MPLS 考试涵盖了一种非常重要的服务提供商技术, 以及对读者成为真正的服务提供商工程师或专家至关重要的知识。如果本书不能帮助读者学会这些知识, 将是对读者的极大伤害。本书采用了下述方法, 以帮助读者通过 MPLS 考试:

- 帮助读者发现未掌握的考试主题;
- 为弥补读者知识上的缺陷, 提供了解释和相应的信息;
- 提供了练习和案例, 以提高读者推断问题答案的能力。

3. 本书针对的读者

本书并非为帮助读者了解一般网络技术主题而编写的, 虽然可以将其用于这样的目的。本书旨在极大地提高读者通过 CCIP MPLS 考试的概率。虽然通过阅读本书也将达到其他目

的,但在编写它时,目标只有一个,就是帮助读者通过这种考试。

那么,您为什么想通过 CCIP MPLS 考试呢?因为它是通过 CCIP 认证的最后一步,这可不那么容易。您为何要通过 CCIP 认证呢?除了获得提升和他人的认可外,它还能增加您的简历的分量,表明您对不断学习非常重视,而不满足于以前取得的成就;另外如果您所在的公司是 Cisco 的代理商的话,还可以取悦于您的老板,他们需要更多通过认证的员工,以便从 Cisco 公司那里得到更大的折扣。

4. 备考策略

备考 MPLS 考试的策略随您的技能、知识和经验而定。例如,如果您参加了 Cisco 的 MPLS 培训课程,则采用的方法与通过工作培训而了解 MPLS 基本知识的人采用的方法不同。

无论读者采用什么样的策略,背景如何,本书都将帮助您在最短的时间内通过 MPLS 考试。例如,如果您已经完全掌握了有关 MPLS 体系结构方面的知识,而无需阅读这方面的内容。然而,很多人喜欢为确保自己确实了解某个主题,而再次去阅读已经了解的内容。本书将帮助读者确信自己了解了哪些知识,而对哪些主题还需要进一步学习。

5. 本书的组织方式

虽然读者可以从头到尾依次阅读本书,但也可以跳过一些章节,只阅读需要进一步学习的内容。本书分两部分:

第一部分“MPLS 技术及配置”介绍了 MPLS 的体系结构、如何在 Cisco IOS 中实现帧模式和信元模式的 MPLS,同时介绍了有关 MPLS 的高级主题和 MPLS 故障诊断。

第二部分“基于 MPLS 的虚拟专网”介绍了各种 VPN 实现方式、MPLS VPN 技术在 VPN 解决方案中的地位、MPLS VPN 的体系结构和操作以及配置、部署和故障诊断方面的高级主题。

6. 本书各章的内容如下:

- 第1章指出了传统 IP 路由选择技术的局限性,为此可使用 MPLS;介绍了端到端 MPLS 体系结构以及标签交换路由器 (LSR) 的体系结构;讨论了各种 MPLS 应用 (MPLS VPN、MPLS 流量工程、MPLS 组播) 是如何在同一个 LSR 中共存的。
- 第2章介绍如何在 Cisco IOS 设备上配置帧模式 MPLS,并对其进行监视。
- 第3章介绍如何在 Cisco IOS 设备上配置和监视帧模式 MPLS,包括路由器配置和 ATM 交换机的配置。
- 第4章介绍在帧中继或 ATM 网络上部署 MPLS 所需的配置知识。
- 第5章介绍一些高级 MPLS 主题,包括有条件地通告标签以及 MPLS 中的环路监测和防范,同时讨论了 IP 地址汇总对 MPLS 正常运行的影响。
- 第6章是一个典型的迁移案例研究:将一个大型 Internet 服务提供商 (ISP) 从纯粹的 IP 主干迁移到 MPLS 主干。
- 第7章详细介绍 MPLS 网络的故障诊断。
- 第8章首先对虚拟专网进行了定义并介绍了两种基本 VPN 模型 (覆盖 VPN 模型和对等 VPN 模型) 之间的区别,然后介绍了用于实现覆盖或对等 VPN 模型的各种技术。
- 第9章基于前几章对 VPN 体系结构的讨论,介绍 MPLS VPN 技术在 VPN 解决方案中的位置,并描述 MPLS VPN 网络中的 VPN 路由传播和 VPN 分组转发。
- 第10章深入讨论 MPLS VPN 体系结构的细节及其在 Cisco IOS 中的实现。

- 第 11 章介绍各种在提供商边缘 (PE) 路由器和客户边缘 (CE) 路由器之间交换路由信息的方式, 包括静态路由、路由选择信息协议 (RIP)、开放最短路径优先 (OSPF) 协议和边界网关协议 (BGP)。
- 第 12 章介绍在 MPLS VPN 体系结构中能够实现的高级主题, 包括 MPLS VPN 环境中的覆盖 VPN 拓扑、中央服务式拓扑和星形拓扑仿真。
- 第 13 章介绍成功部署大型 MPLS VPN 所涉及到的主题, 包括 MPLS VPN 的扩展和汇集调整以及在 MPLS VPN 主干中部署分区的路由反射器和 BGP 联邦。本章最后讨论各种在 MPLS VPN 环境中集成 VPN 服务和 Internet 接入服务的方式。
- 第 14 章详细介绍 MPLS VPN 的设计和部署指南。
- 第 15 章讨论两种提供商之间的 MPLS VPN 模型: 运营商的运营商模型和提供商间的 VPN 模型。在前一种模型中, 一个服务提供商在另一个服务提供商的 MPLS 基础设施上部署其 MPLS VPN 服务; 在后一种模型中, 两个服务提供商以对等模型提供端到端的 MPLS VPN 服务。
- 第 16 章是一个典型的迁移案例研究。将一个使用 IP 隧道在公用 IP 基础设施上实现 VPN 服务的客户迁移到更安全的 MPLS VPN 基础设施上。
- 第 17 章在第 7 章的基础上, 深入描述了 MPLS VPN 控制层面和数据层面的故障诊断。

7. 本书使用的图标



8. 命令语法约定

本书在介绍命令语法时使用的约定与《IOS 命令参考手册》相同，这些约定如下：

- 互斥的元素用竖线（|）隔开；
- 可选元素用方括号（[]）括起；
- 必不可少的选项用花括号（{}）括起；
- 可选元素中必不可少的选项用[{ }]括起；
- 需要逐字输入的命令和关键字，用粗体表示。在配置范例和输出（而不是命令语法）中，需要用户手工输入的命令用粗体表示。
- 必须提供实际值的参数，用斜体表示。

目 录

第一部分 MPLS 技术及配置

第 1 章 多协议标签交换 (MPLS) 体系结构概述	5
1.1 基于 IP 转发技术的伸缩性和灵活性	5
1.1.1 网络层的路由选择模式	6
1.1.2 区分式 (differentiated) 分组服务	8
1.1.3 独立转发和控制	9
1.1.4 外部路由选择信息的传播	9
1.2 多协议标签交换 (MPLS) 简介	9
1.2.1 MPLS 体系结构: 构件块	11
1.2.2 网络边缘的标签加入	13
1.2.3 MPLS 分组转发和标签交换路径	14
1.3 其他 MPLS 应用	15
1.4 总结	16
1.5 复习题	17
第 2 章 帧模式 MPLS 的操作	19
2.1 帧模式 MPLS 数据层的操作	20
2.1.1 MPLS 标签栈头	22
2.1.2 帧模式 MPLS 中的标签交换	23
2.2 帧模式 MPLS 中的标签绑定及传播	25
2.2.1 LDP/TDP 会话的建立	26
2.2.2 标签绑定和分发	27
2.2.3 帧模式 MPLS 网络中的汇集	30
2.3 倒数第二跳弹出机制	32
2.4 MPLS 与边界网关协议的交互	34
2.5 总结	36
2.6 复习题	37

第 3 章 信元模式 MPLS 的操作	41
3.1 跨越 LC-ATM 接口的控制层面连接性	42
3.1.1 Cisco IOS 软件中的 MPLS 控制层面连接性	43
3.1.2 ATM 交换机中的控制层面实现	45
3.2 跨越 ATM-LSR 域转发标签分组	45
3.3 跨越 ATM-LSR 域的标签分配和分发	46
3.3.1 VC 合并	48
3.3.2 跨越 ATM-LSR 域的汇集	50
3.4 总结	51
3.5 复习题	51
第 4 章 跨越交换式 WAN 介质运行帧模式 MPLS	53
4.1 跨越帧中继的帧模式 MPLS 操作	53
4.2 跨越 ATM PVC 的帧模式 MPLS 操作	55
4.3 总结	57
4.4 复习题	58
第 5 章 高级 MPLS 主题	61
5.1 控制标签映射的分发	61
5.2 跨越以太网链路的 MPLS 封装	64
5.2.1 IP MTU 路径发现	64
5.2.2 以太网交换机和 MPLS MTU	66
5.3 MPLS 环路检测和防范	67
5.3.1 帧模式 MPLS 中的环路检测和防范	67
5.3.2 信元模式 MPLS 中的环路检测和防范	68
5.4 跨越 MPLS-enabled 网络的路由跟踪	72
5.5 MPLS-enabled 网络中的路由汇总	75
5.6 总结	76
5.7 复习题	76
第 6 章 MPLS 迁移和配置案例研究	79
6.1 将主干迁移到帧模式 MPLS 解决方案	79
6.2 迁移前对基础设施的检查	81
6.3 着手解决内部 BGP 结构	82
6.4 内部链路到 MPLS 的迁移	84
6.5 消除不必要的 BGP 对等会话	85
6.6 基于 ATM 的主干到帧模式 MPLS 的迁移	85
6.7 总结	88
6.8 复习题	89

第7章 MPLS 故障诊断	91
7.1 快速检查与 MPLS 相关的方面	92
7.1.1 是否全局地启用了 CEF	92
7.1.2 MPLS 是否被启用	92
7.1.3 是否在所有接口上启用了 MPLS	93
7.2 MPLS 控制层面的故障诊断	94
7.2.1 核对本地的 TDP/LDP 参数	94
7.2.2 验证 TDP/LDP 问候协议是否正常运行	94
7.2.3 检查 TDP/LDP 会话	96
7.2.4 检查标签交换情况	97
7.3 MPLS 数据层面的故障诊断	97
7.3.1 监视接口级 CEF	98
7.3.2 监视端到端 MPLS 路径	98
7.3.3 分组过长的问题	99
7.4 总结	100
7.5 复习题	100

第二部分 基于 MPLS 的虚拟专网

第8章 虚拟专网 (VPN) 的实现选项	105
8.1 虚拟专网的演进过程	105
8.2 基于业务问题的 VPN 分类	107
8.3 覆盖 VPN 模型和对等 VPN 模型	109
8.3.1 覆盖 VPN 模型	109
8.3.2 对等 VPN 模型	111
8.4 典型的 VPN 网络拓扑	115
8.4.1 星型拓扑 (hub-and-spoke Topology)	116
8.4.2 部分或全互联式拓扑	118
8.4.3 混合拓扑	119
8.4.4 简单的企业外部网拓扑	120
8.4.5 中央服务式企业外部网	121
8.4.6 VPDN 拓扑	123
8.4.7 管理式网络 VPN 的拓扑	124
8.5 总结	125
8.6 复习题	126
第9章 MPLS/VPN 体系结构概述	129
9.1 案例研究: 服务提供商网络 SuperCom 中的虚拟专网	130
9.2 VPN 路由表和转发表	132

9.3 重叠虚拟专网	134
9.4 路由目标	136
9.5 提供商网络中 VPN 路由选择信息的传播	137
9.6 VPN 分组转发技术	140
9.7 总结	142
9.8 复习题	142
第 10 章 MPLS/VPN 体系结构的操作	145
10.1 案例研究: MPLS/VPN 内部网的基本服务	146
10.2 配置 VRF	147
10.3 路由区分符和 VPN-IPv4 地址前缀	148
10.4 BGP 扩展共用体属性	153
10.4.1 BGP 扩展共用体路由目标	153
10.4.2 扩展共用体源站点	155
10.4.3 BGP 扩展共用体属性的格式	157
10.5 PE 到 CE 链路的基本配置	158
10.5.1 PE 到 CE 链路的配置——静态路由选择技术	159
10.5.2 PE 到 CE 链路的配置——RIP 第二版	160
10.6 接口与 VRF 的关联性	161
10.7 多协议 BGP 的用途及部署	162
10.7.1 配置多协议 BGP	164
10.7.2 VPN-IPv4 前缀的增强型 BGP 决策进程	167
10.8 出站路由过滤技术 (ORF) 和路由刷新特性	169
10.8.1 PE 路由器上的自动路由过滤技术	169
10.8.2 在 PE 路由器之间刷新路由选择信息	171
10.8.3 PE 路由器的 ORF	173
10.9 MPLS/VPN 数据层面——分组转发	174
10.10 总结	175
10.11 复习题	176
第 11 章 提供商边缘 (PE) 到客户边缘 (CE) 的连接性选项	179
11.1 VPN 客户到 MPLS/VPN 主干的接入	179
11.2 服务提供商和客户网络之间的 BGP-4	180
11.3 PE 路由器和 CE 路由器之间的开放最短路径优先协议 (OSPF)	183
11.4 区分 VPN 客户路由选择信息	185
11.5 跨越 MPLS/VPN 主干传播 OSPF 路由	187
11.6 PE 到 CE 的连接性——支持站点区域 0 的 OSPF	190
11.7 PE 到 CE 的连接性——不支持站点区域 0 的 OSPF	193
11.8 VPN 客户的连接性——可选择的 MPLS/VPN 设计方案	196
11.8.1 在网络中使用 iBGP 的客户到 MPLS/VPN 服务的迁移	198

11.8.2 自主系统号覆盖特性	200
11.9 总结	201
11.10 复习题	202
第 12 章 高级 MPLS/VPN 拓扑	205
12.1 内部网和外部网的集成	205
12.2 中央服务式拓扑	207
12.3 MPLS/VPN 星型拓扑	209
12.4 总结	212
12.5 复习题	213
第 13 章 高级 MPLS/VPN 主题	215
13.1 MPLS/VPN: 对解决方案进行扩展	216
13.2 MPLS-enabled VPN 网络中的路由选择汇聚	217
13.2.1 服务提供商主干中的汇聚	218
13.2.2 VPN 站点之间的汇聚	219
13.3 跨越主干通告路由	223
13.3.1 运载 VPN-IPv4 和 IPv4 路由选择信息的 BGP 会话	223
13.3.2 PE 路由器之间的全互联 MP-iBGP	227
13.3.3 分割 PE 路由器之间的 MP-iBGP 会话	228
13.4 采用路由反射器层次	229
13.4.1 帮助扩展的 PE 路由反射	231
13.4.2 对路由反射器进行分割	232
13.4.3 PE-路由器上的标准共用体过滤	233
13.4.4 路由反射器上基于路由目标属性的过滤	236
13.4.5 路由反射和 ORF 功能	237
13.5 部署 BGP 联邦	238
13.5.1 BGP 联邦——单 IGP 环境	242
13.5.2 BGP 联邦——多 IGP 环境	243
13.6 PE-路由器的规范和扩展	246
13.7 另一种连接需求——Internet 接入	247
13.8 通过防火墙连接到 Internet	248
13.9 Internet 接入——静态缺省路由选择	249
13.10 PE-路由器和 CE-路由器之间独立的 BGP 会话	253
13.11 通过动态缺省路由选择连接到 Internet	260
13.11.1 动态缺省路由选择——路由目标分配	260
13.11.2 将全局路由表和 VRF 关联起来	261
13.12 再次在全局路由表中查找	264
13.13 通过另一个服务提供商连接到 Internet	265
13.14 总结	266

13.15 复习题	266
第 14 章 MPLS/VPN 部署指南	269
14.1 MPLS/VPN 部署初步	269
14.2 将客户路由从 IGP 迁移到 BGP	269
14.3 在 MPLS/VPN 主干中部署多协议 BGP	273
14.3.1 VPN 路由和下一跳转发	274
14.3.2 配置 PE-路由器的环回地址	275
14.4 在 LAN 接口上部署 MPLS/VPN	281
14.5 对客户链路的网络管理	283
14.5.1 使用不同的扩展共用体通告路由	284
14.5.2 使用标准 BGP 共用体来过滤路由	287
14.5.3 使用导出映射表通告包含两个不同路由目标的路由	291
14.6 在 MPLS/VPN 主干上使用路由跟踪	294
14.7 总结	296
14.8 复习题	297
第 15 章 运营商的运营商以及提供商之间的 VPN 解决方案	299
15.1 运营商的运营商解决方案概述	300
15.2 运营商的运营商体系结构——拓扑	302
15.2.1 没有在 POP 站点中部署 MPLS 的 ISP	303
15.2.2 POP 站点中部署了 MPLS 的 ISP	307
15.3 层次式虚拟专网	310
15.4 提供商之间的 VPN 解决方案	312
15.4.1 提供商之间的 VPN——跨越边界交换 VPN-IPv4	313
15.4.2 提供商之间的 VPN——在客户站点之间运行多跳 eBGP	318
15.5 总结	321
15.6 复习题	321
第 16 章 从 IP 隧道技术到 MPLS/VPN 的迁移案例研究	323
16.1 当前的 VPN 解决方案——IP 隧道技术	324
16.2 定义 PE 路由器的 VPN 和路由选择策略	325
16.3 定义主干网络中的 VRF	326
16.4 SampleNetVPN 站点的 VRF 和路由选择策略	327
16.5 SampleNet 接入 Internet 的 VRF 和路由选择策略	327
16.6 Internet 接入客户的 VRF 和路由选择策略	328
16.7 迁移到 MPLS/VPN——步骤和实施	329
16.8 配置 BGP 路由反射器上的 MP-iBGP	332
16.9 配置 TransitNet 的 PE-路由器上的 MP-iBGP	333
16.10 将 VPN 站点迁移到 MPLS/VPN 解决方案	334

16.11 总结	334
16.12 复习题	335
第 17 章 MPLS VPN 故障诊断	337
17.1 快速检查与 MPLS 相关的方面	338
17.1.1 在 CE 路由器之间 ping	338
17.1.2 检查 PE-路由器之间的端到端 LSP	339
17.1.3 检查是否启用了 CEF	340
17.2 彻底的 MPLS VPN 故障诊断	341
17.2.1 检查出口 CE 到 PE 的路由选择交换情况	342
17.2.2 检查路由导出功能	344
17.2.3 检查 MPLS VPN 路由的传播情况	346
17.2.4 检查路由导入功能	347
17.2.5 检查入口 PE 到 CE 的路由选择交换	349
17.3 总结	350
17.4 复习题	350
附录 A 复习题答案	353
附录 B 标记交换和 MPLS 命令参考	365

内 容 提 要

本书涵盖了 MPLS 的理论、配置和网络设计方面的主要内容以及一种主要的 MPLS 应用——基于 MPLS 的 VPN。本书通过配置范例、设计和部署指南以及大量的案例研究，阐述了 MPLS/VPN 的体系结构及其所有的机制，同时介绍了 MPLS 故障诊断、MPLS/VPN 故障诊断，并在每章的最后提供了自测题，以帮助读者准备 CCIP MPLS 考试。本书共 17 章。第 1~7 章介绍 MPLS 技术及其配置，包括帧模式 MPLS 和信元模式 MPLS、在交换式 WAN 介质上运行帧模式 MPLS、高级 MPLS 主题、MPLS 迁移和配置案例研究以及 MPLS 故障诊断等；第 8~17 章介绍基于 MPLS 的虚拟专网，包括实现虚拟专网的方式、MPLS/VPN 体系结构、提供商边缘到客户边缘的连接方式、高级 MPLS/VPN 拓扑、高级 MPLS/VPN 主题、MPLS/VPN 部署指南、运营商的运营商 VPN 解决方案、IP 隧道技术到 MPLS/VPN 的迁移案例研究以及 MPLS/VPN 故障诊断等。

本书是 CCIP 考生准备 MPLS VPN 考试的推荐教材，也是理解、设计和部署基于 MPLS 的 VPN 的实用指南。

