

Cisco 职业认证培训系列

组建 Cisco 多层交换网络

[美] Karen Webb 编著

李逢天 张 帆 译

人 民 邮 电 出 版 社

Cisco 职业认证培训系列
组建 Cisco 多层交换网络

◆ 编 著 [美] Karen Webb
译 李逢天 张 帆
责任编辑 刘 涛

◆ 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@ pptph.com.cn
网址 <http://www.pptph.com.cn>
读者热线:010-67129212 010-67129211(传真)
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:20.75
字数:501 千字
印数:10 001-15 000 册
2000 年 10 月第 1 版
2001 年 4 月北京第 3 次印刷
著作权合同登记 图字:01-2000-1365 号
ISBN 7-115-08884-5/TP·1901

125234/04

定价:39.00 元

内 容 提 要

本书不但指导读者如何利用第 2 层设备（如交换机）和第 3 层设备（如路由器）来组建企业园区网，还进一步教给读者在园区网组建好之后如何优化路由、如何确保网络的可用性以及如何为多点广播应用做准备。本书内容全面，读者通过学习书中深层的案例分析和配置示例，可以完成以下的工作：

- 选择并连接能够实现园区网连通性的 Cisco 产品；
- 通过冗余链路和虚拟缺省路由器来确保网络的可用性；
- 启用多层交换以帮助进行线速数据传输；
- 通过实施 Cisco 热备份路由器协议（HSRP）来确保路由的可靠性；
- 实施网络服务以获得在多点广播组中的成员身份；
- 通过实施网络访问规则来控制网络流量。

本书适用于要为企业实施多层交换网络的网络管理员。同时，本书也是对“组建 Cisco 多层交换网络（BCMSN）”课程的有益补充，可以帮助读者顺利通过 CCNP 或 CCDP 认证过程中的相应认证考试。

版权声明

Karen Webb: Building Cisco Multilayer Switched Networks
Authorized translation from English language edition
published by Cisco Press.

Copyright © 2000 by Cisco Press.

All rights reserved. For sale in Mainland China only.

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。

关于作者

Karen Webb (CCIE #3662) 在 Meadow 网络培训公司 (The Meadow Network Training Corporation) 为 Cisco 的产品和技术开发并提供培训方案。她也是一位 CCSI (Cisco Certified System Instructor), 教授过许多 Cisco 授权课程。她以其动态教学法、对成人教学的热忱, 以及对路由和交换协议及概念的深入了解而闻名。Karen 从事网络业工作已经超过 13 年, 在各种各样不同的网络技术和协议方面拥有丰富的网络设计和实施经验。

关于技术审稿人

Hassan Jabi 是一位 CCSI, 拥有电子工程学士学位。他在数据通信领域具有 12 年工作经验, 在北美和欧洲提供培训和咨询服务。

Paul Levasseur 是为 Protocol Interface、GeoTrain 和 Global Knowledge 公司进行教学工作的 CCSI, 他现在是 Netscreen Technologies 公司的课程开发人员和项目经理。

Kevin Schemery 在互联网业界从事各种技术培训和技术支持工作已经 6 年多了。他具有包括局域网 (LAN) 和广域网 (WAN) 设计、分析及项目管理的丰富经验。他在校区层、地区层、区域层和全国层都有过工作经历。他曾参与过保险公司、政府部门、教育界和企业中的几项大型交换以太网的实施工程。此外, Kevin 还教授有关交换以太网设计和实施方面的客户化课程。目前, 他在位于威斯康星州 Middleton 的 Cisco 金牌合作伙伴——AE Business Solutions 公司工作。

致 谢

谨在此向给予本书的出版以帮助的各位表示衷心的感谢：

Cisco Press 小组。衷心感谢 Cisco Press 小组在本书的创作过程中所给予的帮助。Drew Cupp 为书稿的编辑提供了宝贵的帮助，最令我惊喜的是他改进语言和表示方法，以及改正技术差错的能力。还要衷心感谢 Paul Lavasseur、Kevin Schemery 和 Hassan Jabi 对本书各章进行的技术审校和建议。

Cisco Systems 小组。感谢 BCMSN 课程的最初开发者 Libby Goga 和 Charles Newb 为这一杰出的课程所做出的贡献。正是他们的工作才使得本书的创作容易了很多。

除了课程开发人员 (Libby Goga、Charles Newby 和 Karen Webb) 之外，Cisco Press 还要感谢为 Cisco 公司的 BCMSN 课程得以实现所付出过工作和帮助的以下技术人员：Andre Wetsteyn、Stefan Sidl、Gilles Larivee、Peter Welcher、Ilona Serrao、Ken Crozier、Phillip Harris 和 Faraz Aladin。

原 书 序

1998 年 4 月, Cisco Systems 公司宣布了一项新的称之为 Cisco 职业认证的专业发展计划。这些认证是为了满足全球范围不断增加的更多和受过更好培训的计算机网络互联专家的需求。基于我们极为成功的 Cisco 认证的互联网专家 (CCIE) 项目——业界最受尊敬的网络互联认证方式, Cisco 职业认证可以使你在不同程度的技术熟练级别上获得认证。

《组建 CISCO 多层交换网络》讲解了同名的认证准备课程 (BCMSN) 里所包括的全部题目, 这门通过讲师指导和“电子学习” (e-learning) 的课程是很有挑战性的。BCMSN 课程的设计目的是教授网络专业人员如何通过在高速以太网上的多层交换技术组建园区网。它是 CCNP 和 CCDP 认证的 4 门推荐培训课程之一。无论是为了努力通过 CCDP 或 CCNP 认证, 还是想要对产品、业务和策略做进一步了解, 以帮助自己组建和管理高效的多层交换网络, 你都将从本书中获益。

为了给我们的客户和所有更广泛的用户群体提供另一个学习工具, Cisco 和 Cisco Press 将这些内容以教材的形式介绍给大家。尽管一本书不能复现有讲师指导的或电子学习的环境, 但是我们相信不同的人对于同一种教授方式的响应是不同的。我们通过 Cisco Press 出版物提供这些内容的目的是希望将这些知识传授给更广泛的网络互联专业人员。

这是 Cisco Press 计划出版的系列教程补充读物中的第 8 本, 在其之前已出版了《Cisco 路由器配置导论》、《Cisco 路由器高级配置》、《组建 Cisco 远程接入网络》、《Cisco 互连网络故障查找与排除》、《设计 Cisco 网络》、《Cisco 互连网络设计》和《Cisco 网络设备互连》。Cisco 将通过这些书目讲授当前的和未来的课程, 以帮助实现 Cisco 全球培训的主要目标: 培训 Cisco 网络互联专业人员群体, 使该群体能够组建和维护可靠的、可扩展的网络。Cisco 职业认证以及支持这些认证的课程正是通过有计划的循序渐进的学习来

实现这些目标的。Cisco 和 Cisco Press 合作出版的这些书在内容质量方面都达到了我们课程和认证所要求的标准。我们的目的是使你在构筑你的网络互联知识库过程中发现本书以及随后的 Cisco Press 认证和培训出版物是极有价值的。

Thomas M.Kelly
Cisco Systems 公司全球培训总监
2000 年 2 月

1. 本书的读者

本书适用于要为企业实施多层交换网络的网络管理员。我们也把本书推荐给所有对学习第 2 层和第 3 层交换概念感兴趣的读者。同时，它也是对“组建 Cisco 多层交换网络（BCMSN）”课程的有益补充，并可以帮助读者准备 Cisco CCNP 或 CCDP 认证过程中的相应认证考试。

本书中所教授的技术和在案例学习中所使用的网络图表，都取自于 Cisco 推荐的设计和典型的客户实施方案。目前绝大多数的客户实施方案都在园区网中使用以太网，同时采用 TCP/IP 作为第 3 层协议。基于这个原因，本课程中所涉及的传输介质包括以太网、快速以太网和千兆以太网，所讨论的第 3 层协议为 TCP/IP。

本书首先讨论多层交换网络的设计标准，包括用于设计园区网的 Cisco 当前推荐标准。在随后的章节中将讲述网络的组建，包括从缆线连接到 VLAN 实施、生成树（Spanning Tree）和路由。网络组建好之后，本书将介绍优化网络和确保其可用性的方法。

2. 所需预备知识

本书是帮助读者准备 CCNP 和 CCDP 认证的系列丛书中的一本。为了能对本书中所讲述的内容有充分的理解，读者应对以下内容具有相当 CCNA 水平的认识：

- 网络互连基础；
- 基本路由器配置；
- 基本交换机配置；
- 生成树（Spanning Tree）协议（STP）；
- 交换机间链路（ISL）配置；
- 标准访问控制列表配置；
- 路由选择协议概念。

在每章的最后，通过做复习题和完成案例学习，读者将有机会复习所学的概念。每个案例学习将引导读者学会如何实施图 I-1 中所示网络的一个新的部分。

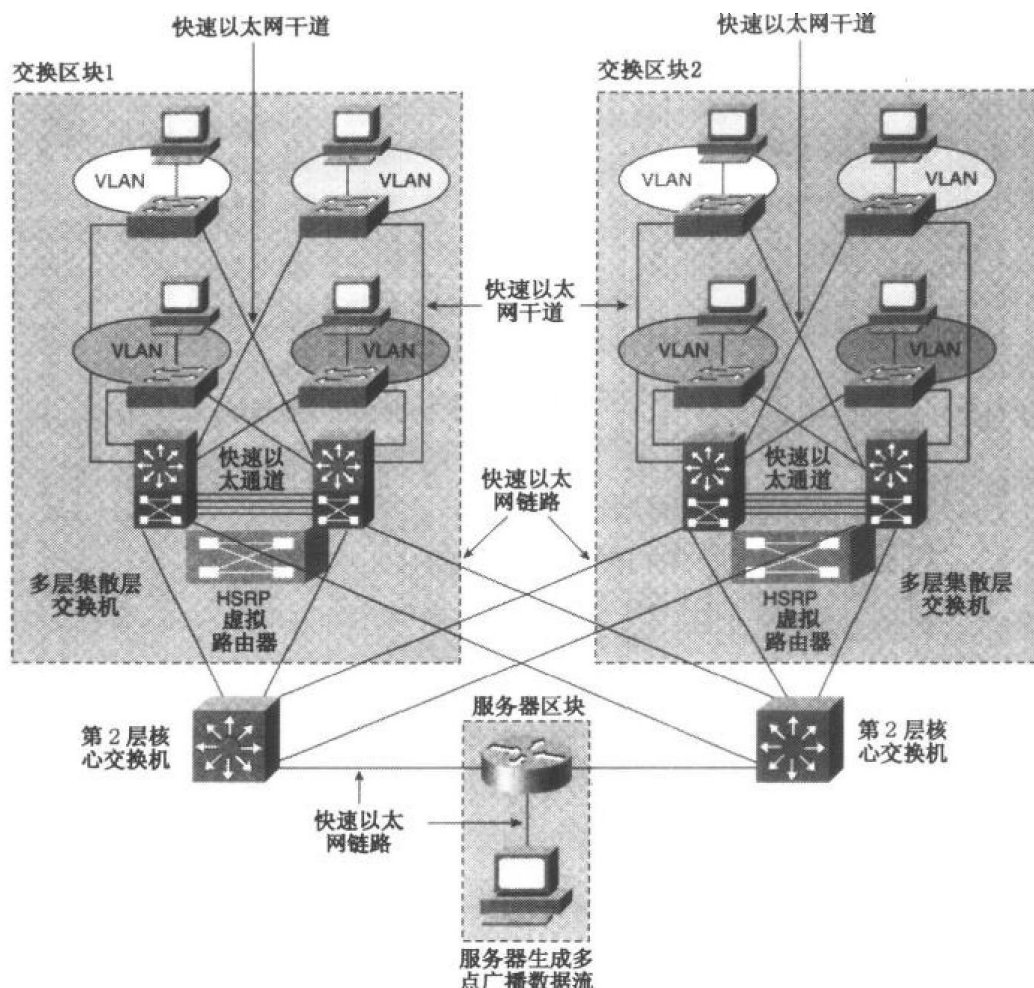


图 I-1 案例学习所用的网络

图 I-1 代表了当前最常推荐使用的企业园区网的 Cisco 设计方案。本书各章和其相应的案例学习分别讲述了该网络中某部分的组建、优化和安全措施。

3. 本书所用图标和命令句法表示方法

本书中含有图示和配置示例，用来帮助读者理解多层交换网络。下面介绍本书所使用的图标和句法结构表示方法。

(1) 图标

本书所有图例使用图 I-2 中所示的图标。

(2) 命令句法

本书中所使用的命令句法表示方法与 IOS 命令参考中的一致。在命令参考中对这些惯用表示方法的描述如下：

- **黑体字**表示应输入的命令或关键字。注意在示例（而非句法）中，**黑体字**用于表示用户的输入（例如一个 **show** 命令），或者用于强调示例中与当前课文内容相关的部分。
- *斜体字*表示用户应提供实际值的参数。

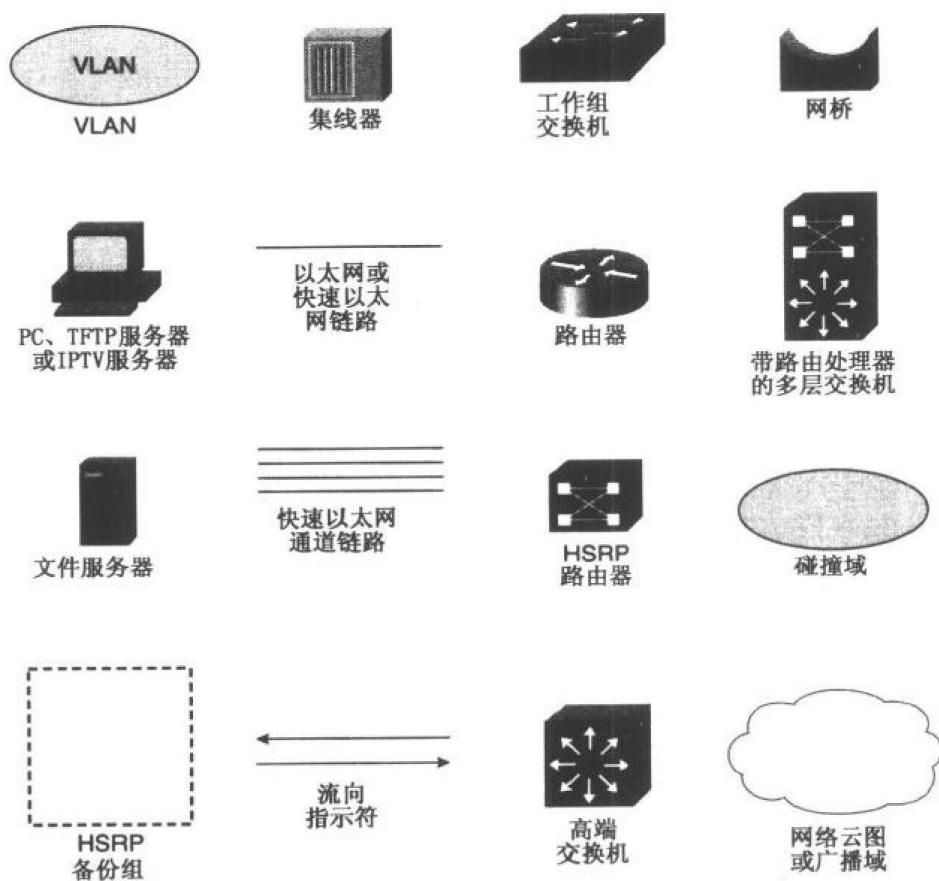


图 1-2 本书所用的网络图标

- 竖条 (I) 用于分开待选的、互斥的选项。
- 方括号 ([]) 表示任选项。
- 大括号 ({ }) 表示必选项。
- 方括号中的大括号 ([{ }]) 表示任选项目中的必选项。

目 录

第 1 章 园区网概述	1
1.1 园区网概述	1
1.1.1 传统园区网	2
1.1.2 当前的园区网	5
1.2 新兴的园区网	6
1.2.1 新兴园区网结构	7
1.3 交换技术	8
1.3.1 基本分层术语	8
1.3.2 第 2 层交换	9
1.3.3 路由的优势	10
1.3.4 第 3 层交换	11
1.3.5 第 4 层交换	12
1.3.6 多层交换	12
1.4 分级模型	13
1.4.1 接入层	13
1.4.2 汇接层	14
1.4.3 核心层	14
1.4.4 选择 Cisco 产品	14
1.5 构件区块解决方案	15
1.5.1 交换区块	16
1.5.2 核心区块	18
1.6 园区网可用性示例	23
1.7 小 结	26
1.8 复习题	27
1.9 书面练习：园区网综述	27
1.9.1 任务 1：描述第 2 层、第 3 层和第 4 层交 换及多层交换的功能	27

1.9.2	任务 2: 根据网络需求选择交换层解决方案	28
1.9.3	任务 3: 根据用户需求选择正确的 Cisco 产品解决方案	29
1.9.4	任务 1 答案: 描述第 2 层、第 3 层和第 4 层交换及多层交换的功能	30
1.9.5	任务 2 答案: 根据网络需求选择交换层解决方案	30
1.9.6	任务 3 答案: 根据用户需求选择正确的 Cisco 产品解决方案	31
第 2 章	连接交换区块	33
2.1	交换区块连接简介	33
2.2	缆线介质类型	34
2.2.1	以太网	34
2.2.2	快速以太网	35
2.2.3	吉比特以太网	37
2.2.4	链路需求估算举例	38
2.3	连接交换区块设备	42
2.3.1	连接到基于 IOS 命令的交换机上的控制台端口	42
2.3.2	连接到 Catalyst 5000 系列交换机上的控制台端口	43
2.3.3	连接到以太网端口	43
2.4	在交换区块中配置连接	44
2.4.1	用口令限制对交换机的访问	45
2.4.2	对交换机进行惟一性定义	46
2.4.3	配置交换机的远程访问	47
2.4.4	对端口进行惟一性标识	48
2.4.5	定义链路速率	48
2.4.6	最大化数据传输能力	49
2.4.7	验证连通性	50
2.5	小 结	51
2.6	复习题	51
2.7	案例学习: 连接交换区块	52
2.7.1	背景介绍	52
2.7.2	命令列表	53
2.7.3	任务 1: 配置到 PC 的接入层连接	54
2.7.4	任务 2: 配置接入层交换机到汇接层交换机的连接	56
2.7.5	任务 3: 配置汇接层交换机到核心层交换机的连接	59
第 3 章	通过 VLAN 定义共同工作组	61
3.1	VLAN	61
3.1.1	定义 VLAN 边界	63
3.1.2	建立 VLAN 成员身份	65
3.1.3	配置 VLAN	67
3.1.4	核验 VLAN 的配置	67

3.2 VLAN 标识	68
3.2.1 链路类型	68
3.2.2 VLAN 帧标识方法	70
3.2.3 干道 (trunk) 协商	73
3.2.4 配置干道链路	74
3.3 VLAN 干道协议 (VTP)	75
3.3.1 VTP 操作	76
3.3.2 VTP 操作模式	77
3.3.3 向一个已存在的域加入交换机	77
3.3.4 VTP 通告	78
3.3.5 VTP 配置版本号	79
3.3.6 VTP 配置任务和指导原则	79
3.3.7 VTP 修剪 (pruning)	82
3.4 小 结	84
3.5 复习题	84
3.6 案例学习: 定义共同工作组	84
3.6.1 背景介绍	85
3.6.2 命令列表	85
3.6.3 任务 1: 对接入层设备配置 VTP 域、VLAN 和干道	86
3.6.4 任务 2: 对汇接层交换机配置 VTP 域和干道	89
第 4 章 管理冗余链路	93
4.1 透明桥接概述	93
4.2 生成树协议 (STP) 简介	95
4.2.1 桥接协议数据单元 (BPDU)	96
4.2.2 选举根网桥 (Root Bridge)	97
4.2.3 与根网桥建立关联	98
4.2.4 生成树端口状态	99
4.2.5 生成树计时器	100
4.2.6 处理生成树中的拓扑变化	101
4.2.7 生成树示例	102
4.2.8 启用生成树	103
4.3 虚拟局域网和生成树	105
4.3.1 按 VLAN 生成树 (PVST, Per-VLAN spanning Tree)	105
4.3.2 公共生成树 (CST)	106
4.3.3 增强的按 VLAN 生成树 (PVST+)	107
4.4 在园区网中扩展生成树	107
4.4.1 建立根网桥	108
4.4.2 确定到根网桥的最佳无环路径	109
4.4.3 修改生成树的计时器	114

4.4.4 以太通道 (EtherChannel)	114
4.4.5 配置上行速链路 (UplinkFast)	118
4.4.6 配置速骨干 (BackboneFast)	121
4.5 小 结	122
4.6 复习题	122
4.7 案例学习: 管理冗余链路	123
4.7.1 背景介绍	123
4.7.2 命令列表	123
4.7.3 任务 1: 核验生成树协议的运行	125
4.7.4 任务 2: 为 VLAN 配置主、从根网桥	126
4.7.5 任务 3: 配置快速以太通道	129
4.7.6 任务 4: 配置速端口和上行速链路	132
第 5 章 VLAN 间路由选择	135
5.1 VLAN 间路由选择的问题和解决方案	135
5.1.1 隔离的广播域	136
5.1.2 寻找路由	136
5.1.3 支持多 VLAN 数据流	137
5.2 汇接层拓扑结构	138
5.2.1 外部路由处理器	139
5.2.2 内部路由处理器	139
5.3 配置 VLAN 间路由选择	141
5.3.1 加载和访问路由处理器	142
5.3.2 启用 IP 路由选择协议	143
5.3.3 配置接口	144
5.3.4 定义缺省网关	147
5.3.5 测试链路	148
5.4 小 结	149
5.5 复习题	149
5.6 案例学习: VLAN 间路由选择	149
5.6.1 背景介绍	149
5.6.2 命令列表	149
5.6.3 任务 1: 执行基本的路由器设置	152
5.6.4 任务 2: 在路由交换模块上配置路由	152
5.6.5 任务 3: 核验 IP 地址并为工作站建立缺省网关	154
第 6 章 通过多层交换增强 IP 路由选择性能	157
6.1 多层交换基础	158
6.1.1 硬件和软件的要求	158
6.1.2 MLS 组件	159

6.1.3	MLS 工作原理	159
6.1.4	使 MLS 失效的命令	163
6.2	配置多层交换路由处理器	164
6.2.1	在路由处理器上全局启用 MLS	164
6.2.2	指派 MLS 接口到 VTP 域	165
6.2.3	在接口上启用 MLS	166
6.2.4	创建一个空域	166
6.2.5	指定一个 MLS 管理接口	166
6.2.6	为外部路由器上的接口分配一个 VLAN ID	167
6.2.7	核验配置	168
6.3	应用流掩码	169
6.3.1	目的地 IP 流掩码	169
6.3.2	源—目的地 IP 流掩码	170
6.3.3	IP 流掩码	170
6.3.4	输出访问控制列表和 IP 流掩码	170
6.3.5	输入访问控制列表和 IP 流掩码	172
6.4	配置多层交换机的交换引擎	173
6.4.1	在交换机上启用 MLS	173
6.4.2	在交换机上更新缓存条目	173
6.4.3	管理短生存期的流	174
6.4.4	添加外部路由器 MLS ID	175
6.4.5	核验配置	176
6.5	MLS 拓扑结构示例	177
6.5.1	拓扑结构示例	178
6.5.2	拓扑变化和路由影响	179
6.5.3	拓扑小测验	179
6.6	其他第 3 层交换技术	180
6.7	小 结	181
6.8	复习题	181
6.9	案例学习：通过多层交换增强 IP 路由选择性能	181
6.9.1	背景介绍	181
6.9.2	命令列表	182
6.9.3	任务 1：配置汇接层路由处理器以参与多层交换	183
6.9.4	任务 2：配置汇接层交换引擎以参与多层交换	185
6.9.5	任务 3：核验 MLS 流缓存	186

第 7 章 为容错路由选择配置 HSRP

7.1	HSRP 综述	189
7.1.1	冗余性网络中的路由问题	190
7.1.2	路由问题的解决方案：热备份路由选择协议	192

7.1.3 HSRP 组成员	192
7.2 HSRP 运行	195
7.2.1 定位虚拟路由器的 MAC 地址	195
7.2.2 HSRP 消息	197
7.2.3 HSRP 状态	198
7.3 配置 HSRP	199
7.3.1 分配 HSRP 备份优先级	200
7.3.2 配置 HSRP 备份占先权	200
7.3.3 在干道链路上配置 HSRP	201
7.3.4 配置 hello 消息计时器	202
7.3.5 HSRP 接口跟踪	202
7.3.6 显示 HSRP 的状态	203
7.4 小 结	205
7.5 复习题	205
7.6 案例学习	205
7.6.1 背景介绍	206
7.6.2 命令列表	206
7.6.3 任务 1: 配置 HSRP	207
7.6.4 任务 2: 通过指定占先权确保活跃路由器的角色	209
第 8 章 多点广播 (Multicast) 综述	211
8.1 多点广播简介	212
8.1.1 单点传送数据流	212
8.1.2 广播数据流	213
8.1.3 多点广播数据流	214
8.1.4 IP 多点广播特性	215
8.2 在 IP 多点广播环境中寻址	216
8.2.1 IP 多点广播地址结构	216
8.2.2 将 MAC 地址映射到 IP 多点广播地址	217
8.3 在园区网中管理多点广播数据流	218
8.3.1 预定和管理多点广播组	219
8.3.2 Internet 组管理协议版本 1 (IGMPv1)	219
8.3.3 Internet 组管理协议版本 2 (IGMPv2)	221
8.3.4 在交换机中处理多点广播数据流	225
8.4 为多点广播数据流选择路由	226
8.4.1 分布树	227
8.4.2 管理分发范围	229
8.5 多点广播路由选择协议	231
8.5.1 密集模式路由选择协议	231
8.5.2 稀疏模式路由选择协议	233