



Cisco 职业认证培训系列
CISCO CAREER CERTIFICATIONS

ciscopress.com



CCIE 实验指南 (第2卷)

CCIE® Self-Study

CCIE Practical Studies

Volume II

Hands-on preparation for the CCIE lab exams

内附光盘



[美] Karl Solie, CCIE #4599 著
Leah Lynch, CCIE #7220
姚军玲, CCIE #11470
顾 彬, CCIE #5511 译
梅洪涛 胡 捷

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TN915.05
27D
:2

Cisco 职业认证培训系列

CCIE 实验指南 (第 2 卷)

[美] Karl Solie, CCIE #4599 著
Leah Lynch, CCIE #7220

姚军玲, CCIE #11470

顾 彬, CCIE #5511

梅洪涛

胡 捷

译

人 民 邮 电 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

CCIE 实验指南. 第 2 卷 / (美) 索莱 (Solie, K.), (美) 林奇 (Lynch, L.) 著; 姚军玲等译.
—北京: 人民邮电出版社, 2006.1

(Cisco 职业认证培训系列)

ISBN 7-115-13729-3

I. C... II. ①索...②林...③姚... III. 计算机网络—工程技术人员—资格考核—自学参
考资料 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 111763 号

版 权 声 明

Karl Solie, Leah Lynch: CCIE Practical Studies, Volume II (ISBN: 1587050722)

Copyright © 2004 Karl Solie and Leah Lynch

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。

Cisco 职业认证培训系列

CCIE 实验指南 (第 2 卷)

-
- ◆ 著 [美] Karl Solie, CCIE #4599
Leah Lynch, CCIE #7220
- 译 姚军玲, CCIE #11470 顾 彬, CCIE #5511
梅洪涛 胡 捷
- 责任编辑 李 际
- ◆ 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>
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: 47.75
字数: 1 200 千字 2006 年 1 月第 1 版
印数: 1-2 500 册 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2003-0652 号

ISBN 7-115-13729-3/TP · 4849

定价: 128.00 元 (附光盘)

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

内 容 提 要

本书是《CCIE 实验指南（第 1 卷）》的姊妹篇，本书不涉及具体协议的大量细节，而是提供实际的配置指导，以帮助读者提高网络知识技能。第 2 卷还介绍了很多基础或核心网络技术的大量信息，演示了如何能实现这些技术，并利用实际范例指导读者完成更高级的技术实现。在每一配置章节的最后，读者可以通过完成一个应用了刚刚讲过的技术的实验，来测试对这一主题知识的掌握情况。全书内容分为 6 个部分。第一部分深入地研究了新的思科 3550 智能交换平台；第二部分分析和演示了简单而功能强大的路由映射应用；第三部分深入研究了路由器和交换机平台中的组播路由和交换，演示了组播路由在真实场景中的应用；第四部分全面地研究了路由器性能管理和服务质量；第五部分详细研究并分析了 BGP 理论和配置；第六部分基于《CCIE 实验指南》两卷中的所有信息，并结合这一领域需要的各方面的技能，创建了 5 个有挑战性的实验场景。

本书适合于至少已经获得了 CCNA 或 CCDA 认证的网络工程师。无论你是计划参加 CCIE 考试，还是希望通过此书提高理论水平和工作技能，这本书都不会令你失望。

关于作者

Leah Lynch, CCIE # 7220 路由/交换, 是一家大型金融机构的网络工程师。Leah 有超过 7 年的 IT 行业从业经验, 有 4 年的时间专注于不同种类的互连网络环境, 包括银行、零售、医药、政府、制造业、社团、销售、网络服务提供商、通信和 2.5/3G 无线网络。Leah 还拥有多个其他的思科证书, 当前正在准备通信和服务的 CCIE 认证。她编写了第 6~9 章(服务质量和 BGP 章节)的内容。

Karl Solie, CCIE # 4599, 是 Solie Research 咨询公司的首席工程师。Karl 在美国和其他国家诸如 McDonnell Douglas/Boeing、Unisys 等公司以及富尔顿和洛杉矶国家政府设计和实现了一些大型的基于 IP 和 SNA 的互连网络, 在这方面有超过 14 年的经验。Karl 在思科专业发展方面很积极, 除了本卷, 他还编著了《CCIE 实验指南(第 1 卷)》(人民邮电出版社翻译出版)。Karl 是思科认证讲师, 他在 Minneapolis 为 Ascolta 培训公司做培训。Karl 在 Wisconsin-Stout 大学的专业是应用数学, 在位于 Irvine 的 California 大学获得法律文学学士学位。

关于合作者

Scott Morris, CCIE # 4713, 是思科认证讲师。Scott 目前已拥有 4 个 CCIE 证书(路由与交换、ISP/Dial、安全和服务提供商), 现在正在准备他的第 5 个认证(语音)。他到世界各地授课, 并且为各种项目做咨询。为了不感到无趣或者说停滞, 他还开始将兴趣扩展到 Juniper 网络世界(现在越来越具影响力的 JNCIS)的咨询和培训方面。他主要的兴趣和专长是安全、IP 技术、Cable modem 网络和高级路由。不出差的时候, 他住在 Lexington, Kentucky。有时, 他为各种公司做 CCIE(路由与交换)的培训, 目前在 IPExpert。他参与了一些图书的编写, 并且担任很多图书的技术编辑。现在他经营自己的公司, 名字叫 Emanon.com, 同时为 Uber-Geek.Net 公司做市场推广工作。

关于技术审核人

Jennifer DeHaven Carroll, CCIE # 1402, 是朗讯科技公司的首席顾问。在过去的 15 年中, 她规划、设计和实现了很多大型网络。她也曾开发和教授所有有关 IP 路由协议的理论以及思科实现方法的课程。Jenny 和 Jeff Doyle 合著了《TCP/IP 路由技术 (第 2 卷)》(人民邮电出版社翻译出版)。

Greg Tillett, CCIE # 5231, 目前正在准备他的第二个关于安全领域的 CCIE 认证。自从取得了第一个 CCIE 认证后, 他又通过了两次认证。Greg 是思科系统公司的咨询系统工程师, 专注于安全、虚拟专用网和校园网技术。当前他担任思科系统工程师和客户经理, 在思科研讨会上为各种听众介绍这些技术。自从 1997 年加入思科以后, 他支持过很多客户, 如美国州和地方政府、K-12 以及高教部门的客户和多个财富 100 客户的全球网络。这些经历给了他对于设计和支持类型完全不同的多业务网络的独特观点。

Kevin Turek, CCIE # 7284, 目前在 Research Triangle Park 的思科联邦支持项目组做网络咨询工程师。他现在为思科的美国国防部门的一些客户提供支持。Kevin 也是思科内部虚拟服务质量小组的成员, 这个小组对内部的思科工程师和外部的思科客户的服务质量发展提供支持, 当他们有服务质量应用需求时, 向他们提供当前最优的方案。Kevin 在位于 Stony Brook 的纽约州立大学取得了商业管理工学学士学位。

献 辞

Leah Lynch: 此书献给我的丈夫 Chad Lynch, 他一直支持、倾听和鼓励我。我爱你。

Karl Solie: 此书献给我的家人——我的爸爸妈妈, John 和 Linda Solie; 我的两个兄弟, Mike 和 Jim。祝愿我们有一个亲密的家庭并且像国王那样富有。此书也献给我的妻子 Sandra 和两个女儿 Amanda 和 Paige, 感谢你们几年来所有的付出和永恒的爱, 你们三个使我的每一天都更温暖、更明亮和更快乐。

目 录

第一部分 以太网交换

第 1 章 在思科 Catalyst 3550 以太网交换机上配置

高级交换	3
1.1 进入思科 Catalyst 3550 智能以太网交换机	4
1.2 以太网交换机回顾	5
1.2.1 虚拟局域网 (VLAN)	5
1.2.2 VTP 和骨干协议	9
1.2.3 以太网物理特性: 半双工和全双工 以太网	19
1.3 IEEE 802.1d 生成树协议 (STP)	20
1.3.1 生成树的操作	20
1.3.2 STP 计时器	25
1.4 Catalyst 3550 的配置模式和术语	26
1.4.1 交换端口	26
1.4.2 以太通道端口组	27
1.4.3 交换虚拟接口 (SVI)	27
1.4.4 路由端口	28
1.4.5 配置 Catalyst 3550 以太网交换机	29
1.4.6 在 Catalyst 3550 以太网交换机上配置 高级特性	66
1.5 实验 1: 配置以太通道、三层交换、路由 端口和 SVI	88
1.5.1 练习场景	88
1.5.2 实验练习	88
1.5.3 实验目的	89
1.5.4 需要的设备	90
1.5.5 物理布局和预规划	90
1.5.6 实验步骤	90
1.6 实验 2: 配置 802.1w RSTP 和 802.1s MST、 三层交换以及 VLAN 映射	99
1.6.1 练习场景	99
1.6.2 实验练习	99
1.6.3 实验目的	99
1.6.4 需要的设备	100

1.6.5 物理布局和预规划	101
1.6.6 实验步骤	101

第二部分 控制网络传播和网络访问

第2章 配置路由映射和策略性路由	115
2.1 路由映射介绍	115
2.1.1 配置路由映射	118
2.1.2 路由映射和策略性路由	142
2.1.3 路由映射的“Big Show”	151
2.2 实验3: 配置复杂的路由映射和使用标记	152
2.2.1 练习场景	152
2.2.2 实验练习	152
2.2.3 实验目的	153
2.2.4 需要的设备	154
2.2.5 物理布局和预规划	154
2.2.6 实验步骤	155
2.3 实验4: 配置策略性路由	162
2.3.1 练习场景	162
2.3.2 实验练习	162
2.3.3 实验目的	162
2.3.4 所需的设备	163
2.3.5 物理布局和预规划	164
2.3.6 实验步骤	164

第三部分 组播路由

第3章 配置组播路由	177
3.1 组播的基础知识	177
3.2 IP 组播地址	179
3.2.1 本地链路地址	180
3.2.2 全局分配地址	180
3.2.3 源特定的地址	180
3.2.4 GLOP 地址	181
3.2.5 管理性范围的地址	181
3.2.6 二层的组播地址	181
3.3 组播分发树	183
3.3.1 源树	183
3.3.2 共享树	184
3.3.3 组播转发	185
3.3.4 反向路径转发	185
3.4 与协议无关的组播	185
3.4.1 PIM 密集模式	186

3.4.2 PIM 稀疏模式	186
3.4.3 双向 PIM	187
3.5 实验 5: 设置基本的组播	188
3.5.1 实验 5: 解决方案	188
3.5.2 实验 5: 配置	189
3.6 组播帧中继	190
3.7 组播 TTL	190
3.8 组播边界	191
3.9 PIM 自动 RP	191
3.10 实验 6: 设置帧中继组播路由	193
3.10.1 实验 6: 解决方案	193
3.10.2 实验 6: 配置	194
3.11 组播加入	195
3.12 实验 7: 组播加入	196
3.12.1 实验 7: 解决方案	196
3.12.2 实验 7: 配置	197
3.13 控制组播	198
3.13.1 快速交换	199
3.13.2 组播末梢	199
3.13.3 负载分担或者不连续的组播网络	199
3.14 实验 8: 高级组播传输	200
3.14.1 实验 8: 解决方案	200
3.14.2 实验 8: 配置	201
3.15 DVMRP 组播路由	202
3.16 PIM 版本 2	203
3.17 实验 9: PIM	203
3.17.1 实验 9: 解决方案	204
3.17.2 实验 9: 配置	204
3.18 监控和测试	206
3.18.1 show 和 debug 命令	206
3.18.2 mtrace、mrinfo 和 mstat 命令	206
3.18.3 组播故障排查范例	207
3.18.4 组播路由管理器 (MRM)	209
3.19 CCIE 组播实验场景	211
3.20 进一步阅读资料	211

第四部分 性能管理和服务质量

第 4 章 路由器的性能管理	215
4.1 决定路由器的性能	216
4.1.1 验证思科 IOS 软件和内存的配置	216
4.1.2 决定网络应用程序的需求	217
4.1.3 验证路由器的接口性能	219
4.2 ATM: 其他的广域网技术	226

4.3 交换模式	238
4.3.1 进程交换	239
4.3.2 快速交换	239
4.3.3 最优或者分布式交换	239
4.3.4 NetFlow 交换	240
4.3.5 思科快速转发	240
4.4 压缩	244
4.4.1 Stacker 压缩算法	245
4.4.2 Predictor 压缩算法	246
4.4.3 实验 10: ATM 服务质量	247
4.5 进一步阅读资料	258
第 5 章 集成和差分服务	261
5.1 集成服务	261
5.2 范例: RSVP 和 VoIP	276
5.2.1 实验练习	276
5.2.2 实验目的	276
5.2.3 需要的设备	277
5.2.4 物理布局和预规划	277
5.3 区分服务	285
5.3.1 设置 IP Precedence	286
5.3.2 使用 DSCP 标记流量	288
5.3.3 使用 WRED 避免拥塞	291
5.4 练习场景	297
5.5 进一步阅读资料	305
第 6 章 服务质量——速率限制和对流量进行队列处理	309
6.1 最基础的: 先进先出队列	309
6.2 加权公平队列	310
6.3 优先级队列	316
6.4 定制队列	329
6.5 使用服务质量实施流量策略	338
6.6 流量整形	339
6.7 使用 CAR 分类和标记流量	342
6.8 优化实时的语音流量	346
6.9 基于类别的队列解决方案	348
6.9.1 基于类别的整形	358
6.9.2 基于类别的监管	360
6.9.3 低延迟队列 (LLQ)	368
6.10 练习场景	371
6.10.1 实验 12: 定制队列	371
6.10.2 实验目的	373
6.10.3 实验任务	373
6.10.4 实验步骤	375
6.11 实验 13: 使用 CBWFQ 和 NBAR 管理因特网的流量	382

6.12 进一步阅读资料	388
--------------	-----

第五部分 BGP 理论和配置

第 7 章 BGP-4 的原理	393
7.1 BGP 简介	393
7.2 BGP 路由表	395
7.3 邻居关系	398
7.4 BGP 报文	408
7.4.1 OPEN 报文	408
7.4.2 UPDATE 报文	411
7.5 通知 (NOTIFICATION) 报文	416
7.5.1 保活 (keepalive) 报文	418
7.5.2 路由刷新报文	420
7.6 BGP 状态机的操作	421
7.6.1 空闲状态	422
7.6.2 连接状态	424
7.6.3 激活状态	426
7.6.4 OPEN 发送状态	426
7.6.5 OPEN 确认状态	427
7.6.6 已建立状态	428
7.7 BGP 路径属性	429
7.7.1 起源属性	429
7.7.2 AS 路径属性	431
7.7.3 下一跳属性	434
7.7.4 多出口鉴别器 (MED) 属性	436
7.7.5 本地优先 (LOCAL_PREF) 属性	438
7.7.6 权重 (WEIGHT) 属性	439
7.7.7 原子聚合 (ATOMIC_AGGREGATE) 属性	440
7.7.8 聚合者属性	441
7.7.9 BGP 团体属性	442
7.8 路由反射器	443
7.8.1 起源者识别符 (ORIGINATOR_ID)	445
7.8.2 集群列表 (CLUSTER-LIST)	446
7.9 联盟	446
7.10 对等体组	450
7.11 路由选择处理	450
7.12 总结	451
7.13 进一步阅读资料	451
第 8 章 BGP-4 配置介绍	453
8.1 BGP 配置的先决条件	453
8.1.1 评估路由器的 BGP 能力	454
8.1.2 BGP 配置提示	456

8.2	配置和故障排查 BGP 邻居关系	458
8.2.1	使用 BGP 报文作为征兆	477
8.2.2	BGP 空闲/活动场景	479
8.3	BGP 邻居的配置	484
8.4	E-BGP 对等关系	504
8.5	BGP 和 IGP 的相互作用	510
8.6	BGP 和 IP 路由表	512
8.7	通告本地网段	512
8.7.1	通告连接网段	513
8.7.2	通告静态路由	516
8.7.3	通告由 IGP 学到的路由	518
8.8	实验 14: BGP 路由	519
8.8.1	实验练习	519
8.8.2	实验目的	520
8.8.3	需要的设备	520
8.8.4	物理布局和预规划	520
8.8.5	实验步骤	521
8.9	进一步阅读资料	532
第 9 章	高级 BGP 配置	535
9.1	BGP 邻居认证	535
9.2	简化大型 BGP 网络	536
9.2.1	路由反射器	537
9.2.2	联盟	540
9.3	实际范例: BGP 联盟	542
9.3.1	私有自治系统	551
9.3.2	使用对等体组简化配置	553
9.4	路由聚合	555
9.4.1	聚合与路由抑制	559
9.4.2	条件路由通告	562
9.5	过滤 BGP 路由	564
9.5.1	使用分发列表来过滤网段前缀	564
9.5.2	使用前缀列表过滤 BGP 路由	566
9.5.3	采用路由映射过滤 BGP 路由	568
9.6	使用 BGP 属性来建立路由策略	571
9.6.1	修改起源属性来影响路径选择	572
9.6.2	使用 AS 路径属性来影响路径选择	576
9.6.3	使用 AS 路径属性过滤 BGP 路由	578
9.6.4	对于路径操作修改下一跳属性	584
9.6.5	使用多出口鉴别器属性来指定最佳路径	586
9.6.6	使用本地优先属性来指定网络的出口点	589
9.6.7	使用权重属性来影响路径选择	591
9.6.8	团体属性的许多用法	593
9.7	使用多路径	600
9.8	实际范例: 多归路一个 BGP 网络	605

9.9 管理距离和在 BGP 上的效果	615
9.10 BGP 路由衰减	618
9.11 调整 BGP 的性能	620
9.12 实验 15: 多归路一个 BGP 网络	625
9.12.1 实验练习	625
9.12.2 实验目的	625
9.12.3 需要的设备	625
9.12.4 物理布局和预规划	626
9.12.5 实验练习	627
9.12.6 实验步骤	630
9.13 进一步阅读资料	655

第六部分 CCIE 练习实验

第 10 章 CCIE 准备和练习实验	659
10.1 CCIE 准备	659
10.2 CCIE 练习实验	665
10.3 CCIE 练习实验: Broken Arrow	666
10.3.1 准备阶段——帧中继交换机和 ATM 配置	666
10.3.2 规则	669
10.3.3 第 I 部分: IP 设置	669
10.3.4 第 II 部分: Catalyst 配置	670
10.3.5 第 III 部分: OSPF、RIP 和帧中继	671
10.3.6 第 IV 部分: EIGRP 集成	671
10.3.7 第 V 部分: 流量控制和 ISDN	671
10.3.8 第 VI 部分: BGP	672
10.3.9 第 VII 部分: 服务质量和 ATM	672
10.3.10 第 VIII 部分: DLSW+	673
10.4 CCIE 练习实验: !!! Boom ...	673
10.4.1 准备阶段——帧中继交换机、骨干路由器和 ATM 配置	673
10.4.2 规则	677
10.4.3 第 I 部分: IP 设置	678
10.4.4 第 II 部分: Catalyst 配置	679
10.4.5 第 III 部分: OSPF、三层交换和帧中继	679
10.4.6 第 IV 部分: RIP、EIGRP、IS-IS 集成	679
10.4.7 第 V 部分: 路由过滤和控制	680
10.4.8 第 VI 部分: ISDN	680
10.4.9 第 VII 部分: BGP	680
10.4.10 第 VIII 部分: 服务质量	681
10.4.11 第 IX 部分: DLSW+	681
10.5 CCIE 练习实验: The Intimidator	681
10.5.1 准备阶段——帧中继交换机和骨干路由器配置	681
10.5.2 规则	685
10.5.3 第 I 部分: IP 设置	685

10.5.4	第 II 部分: Catalyst 配置	686
10.5.5	第 III 部分: OSPF 和帧中继	687
10.5.6	第 IV 部分: EIGRP 集成	687
10.5.7	第 V 部分: HSRP	687
10.5.8	第 VI 部分: BGP	687
10.5.9	第 VII 部分: Voice	689
10.5.10	第 VIII 部分: 服务质量	689
10.5.11	第 IX 部分: DLSW+	689
10.6	CCIE 练习实验: Enchilada II	690
10.6.1	准备阶段——帧中继交换机、骨干路由器和 ATM 的配置	690
10.6.2	规则	695
10.6.3	第 I 部分: IP 设置	696
10.6.4	第 II 部分: Catalyst 配置	697
10.6.5	第 III 部分: EIGRP、三层交换和帧中继	697
10.6.6	第 IV 部分: RIP、OSPF 集成	697
10.6.7	第 V 部分: 路由过滤和 HSRP	698
10.6.8	第 VI 部分: ISDN	698
10.6.9	第 VII 部分: ATM	698
10.6.10	第 VIII 部分: BGP	698
10.6.11	第 IX 部分: DLSW+	699
10.6.12	第 X 部分: NAT	699
10.6.13	第 XI 部分: 组播路由	699
10.7	CCIE 练习实验: Kobayashi Maru	700
10.7.1	准备阶段——帧中继交换机、骨干路由器和 ATM 配置	700
10.7.2	规则	703
10.7.3	第 I 部分: IP 设置	703
10.7.4	第 II 部分: Catalyst 配置	704
10.7.5	第 III 部分: OSPF、EIGRP、三层交换和帧中继	704
10.7.6	第 IV 部分: IS-IS 和 RIP 集成	705
10.7.7	第 V 部分: NAT 和 DHCP	705
10.7.8	第 VI 部分: 组播路由和 NTP	705
10.7.9	第 VII 部分: ISDN	705
10.7.10	第 VIII 部分: ATM	706
10.7.11	第 IX 部分: BGP	706
10.7.12	第 X 部分: 语音	707
10.7.13	第 XI 部分: DLSW+	707

第七部分 附 录

附录 A	思科 IOS 软件的限制和约束	711
A.1	思科 IOS 软件的限制和约束	711
A.2	集群的限制和约束	716
A.3	集群管理组限制和约束	717
A.4	重要注释	717

A.4.1	思科 IOS 软件注释	717
A.4.2	集群注释	718
A.4.3	CMS 注释	719
A.4.4	CMS 中的只读模式	719
A.4.5	版本 12.1 (11) EA1 中不支持的 CLI 命令	720
附录 B	RFC	727
附录 C	参考书目	729
附录 D	IP 前缀列表	733

第一部分

以太网交换

第1章 在思科 Catalyst 3550 以太网交换机上配置高级交换