



Cisco 职业认证培训系列  
CISCO CAREER CERTIFICATIONS

ciscopress.com

CCIE



# CCIE 路由与交换 认证考试指南

## CCIE Routing and Switching Exam Certification Guide

The official preparation guide for the CCIE  
Routing and Switching written exam

内附光盘



[美] A. Anthony Bruno, CCIE #2738 著  
卓林, CCIE #8867 译  
李津, CCIE #8794

人民邮电出版社  
POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS

Cisco 职业认证培训系列

# CCIE 路由与交换 认证考试指南

[美] A. Anthony Bruno, CCIE #2738 著

卓林, CCIE #8867

译

李津, CCIE #8794

人民邮电出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

CCIE 路由与交换认证考试指南 / (美) 布鲁诺 (Bruno, A. A.) 著; 卓林, 李津译.  
—北京: 人民邮电出版社, 2003.8

(Cisco 职业认证培训系列)

ISBN 7-115-11146-4

I. C... II. ①布...②卓...③李... III. 计算机网络—路由选择—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 (2003) 第 019943 号

## 版 权 声 明

A. Anthony Bruno: CCIE Routing and Switching Exam Certification Guide ( ISBN:1587200538 )

Copyright © 2003 by 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。

Cisco 职业认证培训系列

### CCIE 路由与交换认证考试指南

- 
- ◆ 著 [美] A. Anthony Bruno, CCIE#2738  
译 卓 林, CCIE#8867 李 津, CCIE#8794  
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>  
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: 31.5  
字数: 761 千字 2003 年 6 月第 1 版  
印数: 1-3 500 册 2003 年 6 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记 图字: 01-2001-5375 号

ISBN 7-115-11146-4/TP·3359

定价: 75.00 元 (附光盘)

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

# 内容提要

本书讲述了 CCIE 路由与交换 (R&S) 笔试将会涉及的全部内容, 此外, 还介绍了 CCIE 通信与业务 (C&S) 书面考试中与网络相关的内容。全书内容包括网络概念、设备操作、桥接与局域网 (LAN) 交换技术、广域网 (WAN)、IP 及 IP 路由选择协议、网络安全性, 以及多服务网络等等。

本书在介绍基本内容的同时, 还提供了多种评估工具, 以检查自己对某些内容的掌握情况。这样的评估工具包括小测试、问题与答案、实践模拟练习以及 CD-ROM 中提供的 200 多道练习题。

本书适合准备参加 CCIE 认证考试的读者, 也可供相关网络技术人员参考。

## 关于作者

**A. Anthony Bruno** 是国际网络服务（International Network Services）公司的首席顾问，他在网络领域工作已经超过了 11 个年头，有着极为丰富的网络技术经验。其获得的网络认证证书包括 CCIE, CWNA, CCDP, CCNA-WAN, Microsoft MCSE, Nortel NNCSS, Checkpoint CCSE 以及以太网的网络专家认证（CNX）。作为一名资深的网络顾问，Anthony 参与了许多网络运营商大规模多协议网络的设计、应用和优化工作，其中包括大公司的网络合并、无线局域网、IP 语音以及 Internet 接入。还是一名空军中尉的时候，Anthony 就专门从事网络维护和管理的工作。1994 年，Anthony 在 Missouri-Rolla 大学获得了电子工程的学士学位，1990 年则在 Puerto Rico-Mayaguez 大学完成了电子工程专业硕士学位的课程。此外，Anthony 还是 Phoenix 网上大学的一名兼职讲师，专门负责网络课程的教授。

## 本书其他作者简介

**Roy Spencer** 是 WAN 交换技术方面的 CCNA，作为一位 CCSI，他已经在网络教育领域积累了 15 年以上的丰富工作经验。Roy 曾经为 Cisco、3Com 以及 Nortel 网络等公司编写网络培训教材，其中包括 ATM 交换机配置、网络管理、路由器配置、LAN 交换机配置、SONET 多路复用器、以太网以及 TCP/IP 等方面的教材。目前，Roy 在一家有名的 SONET 光交换机制造公司里负责培训教材的编写工作。在本书中，Roy 主要是完成了第 5 章 ATM 方面的内容。

## 关于技术审稿人

**Jennifer DeHaven Carroll**, CCIE #1402。在过去的 13 年里, Jennifer 参与了许多大型网络的规划、设计与实施工作, 也负责过网络技术理论与应用方面课程的编写和教授工作。Jennifer 在 Santa Barbara 的 California 大学完成了她计算机科学的理学学士课程。

**Galina Diker Pildush**, CCIE #3176, JNCIE #18。Galina 就职于 Juniper 网络公司(领先的互联网系统供应商), 其工作主要是为 Juniper 网络公司编写培训材料。获得自己计算机科学的理学硕士学位之后的 19 年中, Galina 在全球范围内著名的网络公司从事着网络设计、网络结构规划、网络优化、网络实施以及项目管理与培训的工作。

Galina 曾经在 York 大学担任过教师, 专门教授计算机科学、数据通信以及计算机网络等方面的课程。在广泛的获取了国际互联网和 Cisco 的系列产品方面的技术知识经验之后, Galina 于 1997 年通过了路由与交换技术的 CCIE 认证考试。此后, Galina 担任了 Global Knowledge 网络公司下属的 Netgun 研究院 CCIE 培训部门的技术主管, 将大量的时间花在了 CCIE 的培训上。在此期间, Galina 投入大量热情, 主持过各种 Cisco 培训项目。而在加入 Juniper 网络公司之后, Galina 则通过了网络行业中公认是最为困难的一项认证考试——Juniper 网络认证互联网专家(JNCIE)。然后, Galina 就在 Juniper 为人们提供那些世界上最为先进的技术的培训, 包括 ATM、网络设计与优化、VoIP、VPN、MPLS 以及无线技术等。

# 献 词

本书谨献给我的父母 Augustus Anthony Bruno, Sr. 与 Iris Belia Bruno, 感谢他们在我成长的岁月里给予我的教导。爸爸, 谢谢那台 VIC20 电脑。同时, 这本书也献给我可爱的妹妹 Anjanette。

## 致 谢

本书的最终完成离不开很多人的大力协助。首先要提到的就是本书的编辑 Andrew Cupp，他的指导与建议才使得这本书更好地呈现给读者。感谢编辑 Michelle Grandin 给我撰写本书的机会，感谢执行编辑 Brett Bartow 对我的悉心指导。特别要感谢的是主编 John Kane 先生，感谢他在 1999 年让我有机会开始和 Cisco 出版社合作。

感谢在 WAN 一章中撰写 ATM 相关内容的 Roy Spencer。

感谢两位技术审校 Galina Pildush 和 Jennifer Carroll，她们的建议和细心的工作大大改善了本书内容

此外，我还想感谢我的老板 Randy Kunkel 先生，感谢他这 4 年来对我的支持。

最后，我还要感谢我亲爱的妻子 Ivonne 以及可爱的女儿 Joanne Nichole 和 Dianne Christine，感谢她们在我撰写本书的过程中对我无私的支持和理解。



# 序

**“没有准备，任何渴望成功的决心都是没有用的”**

**——Henry David Thoreau**

在这个飞速发展的网络时代，CCIE 项目就是为了从个人、公司、行业乃至国家中挑选出最优秀的 Internet 网络专家，帮助他们成功与发展。而选拔 CCIE 的标准之高也正如这个目标一样崇高。

获取 CCIE 证书就如同一个攀登 IT 行业的技术高峰的过程。尽管那些 CCIE 们在其获取 CCIE 证书的过程中不可避免地要去获得大量有关各种产品的知识，然而对于各种产品的培训并不是最终的目的。CCIE 的目的在于选拔那些有能力理解和驾驭各种端对端网络中错综复杂及潜在的缺陷的专家，而不是拘泥于某种技术或产品。

要想成为 CCIE，必须首先通过一个用来评估参试者对于目前各种相关的技术和拓扑结构知识的资格考试。只有在这一考试中取得了专家级别的分数，参试者才能够有资格参加 CCIE 认证实验考试。这一由 Cisco 举办的考试与别的认证考试有很大的区别。参试者必须通过一系列的关于 Internet 网络的考试来表明其对各方面知识的掌握程度，这一系列的考试都是严格模拟目前实际 IT 世界里的各种网络环境，以实践能力为考核基础的练习。

为了成为一名 CCIE，参试者必须付出大量的精力去培训和准备。而且，严格以至于有点强制性的每两年进行重认证的措施保证了考试评价的长期有效性以及本考试的权威性。这些严格的规定也保证了获得 CCIE 的参试者是一直在从事这个行业的工作并且是在不停的学习进步之中的。

Cisco 并不要求参试者在准备资格考试或者 CCIE 认证考试的过程中去完成某一特定的培训工作，因为这一考试的

目的是为了考察参试者所掌握的专业技术知识以及在工作中获得的经验，而不是去完成某项特定的工作。本书能够让那些有志于获取 CCIE 证书的人们在准备的过程中有效地安排好时间，提高效率。而且的确能够通过练习，加强参试者已经掌握的技能 and 已经获得的知识，来帮助 CCIE 认证考试的参试者们成功取得 CCIE 认证证书。

Cisco 系统公司  
CCIE 项目部主任  
Lorne Bradock

# 目 录

<b>第 1 章</b>	<b>CCIE 认证考试简介、考试指南以及本书使用说明</b>	<b>3</b>
1.1	Cisco 认证考试介绍	3
1.2	CCIE 认证考试简介	4
1.2.1	CCIE R&S	5
1.2.2	CCIE C&S	5
1.3	CCIE 笔试的内容	6
1.3.1	CCIE R&S 笔试的考查内容	6
1.3.2	CCIE C&S 笔试通用知识部分的考查内容	8
1.4	如何备考、考试技巧以及如何使用本书	9
<b>第 2 章</b>	<b>网络概念回顾</b>	<b>13</b>
2.1	“我已经知道这些了吗？”小测试	13
2.2	OSI 参考模型	16
2.2.1	物理层 (OSI 模型第 1 层)	17
2.2.2	数据链路层 (OSI 模型第 2 层)	17
2.2.3	网络层 (OSI 第 3 层)	18
2.2.4	传输层 (OSI 第 4 层)	18
2.2.5	会话层 (OSI 第 5 层)	18
2.2.6	表示层 (OSI 第 6 层)	19
2.2.7	应用层 (OSI 第 7 层)	19
2.2.8	分层通信的实例	20
2.3	进制转换	20
2.3.1	十六进制数	21
2.3.2	二进制数	22
2.4	基本路由选择概念	25
2.4.1	分层网络模型	25
2.4.2	基本网络设备	26
2.4.3	路由选择协议的特性	29
2.5	本章采用的参考资料	36
2.6	基础知识总结	37

2.7 问题与答案 (Q & A) .....	38
2.8 实践模拟练习 .....	43
<b>第 3 章 Cisco 设备的操作</b> .....	<b>45</b>
3.1 “我已经知道这些了吗?”小测试 .....	45
3.2 基础结构 .....	47
3.2.1 中央处理器(CPU) .....	47
3.2.2 主存储器 .....	49
3.2.3 非易失性 RAM(NVRAM) .....	49
3.2.4 只读存储器(ROM) .....	49
3.2.5 启动 Flash .....	49
3.2.6 Flash 存储器 .....	49
3.2.7 配置寄存器 .....	51
3.3 路由器工作模式 .....	56
3.3.1 ROM 监控模式 .....	56
3.3.2 启动模式 .....	56
3.3.3 用户执行模式 .....	56
3.3.4 特权执行模式 .....	57
3.3.5 配置模式 .....	57
3.3.6 初始配置对话模式 .....	57
3.4 路由器的操作 .....	60
3.4.1 密码安全 .....	60
3.4.2 TFTP .....	61
3.4.3 配置文件管理 .....	61
3.4.4 密码恢复 .....	63
3.4.5 设备的访问 .....	64
3.5 路由器命令行接口 (CLI) .....	66
3.5.1 Debug 命令 .....	68
3.5.2 交换机操作命令 .....	70
3.6 本章采用的参考资料 .....	73
3.7 基础知识总结 .....	73
3.8 问题与答案 (Q & A) .....	74
3.9 实践模拟练习 .....	78
<b>第 4 章 局域网与局域网交换技术</b> .....	<b>81</b>
4.1 “我已经知道这些了吗?”小测试 .....	82
4.2 LAN 传输介质回顾 .....	85
4.2.1 MAC 地址格式 .....	85
4.2.2 以太网 .....	86
4.2.3 令牌环网 .....	94

---

4.2.4 无线局域网 (WLAN) .....	98
4.3 透明桥接 (TB) .....	101
4.3.1 网桥和 STP .....	101
4.3.2 CRB .....	105
4.3.3 IRB .....	106
4.4 SRB .....	107
4.4.1 SRB 的工作方式 .....	107
4.4.2 SRT .....	111
4.4.3 SR/TLB .....	111
4.4.4 RSRB .....	113
4.4.5 DLSw+ .....	115
4.5 局域网 (LAN) 交换技术 .....	118
4.5.1 VLAN 中继技术 .....	118
4.5.2 ISL .....	119
4.5.3 IEEE 802.1q .....	120
4.5.4 VLAN 中继协议 (VTP) .....	122
4.5.5 快速以太网信道 (FEC) .....	123
4.5.6 CDP .....	124
4.5.7 局域网 (LAN) 安全性 .....	126
4.6 ATM 局域网仿真 (LANE) .....	128
4.6.1 ATM LANE 的构成组件 .....	128
4.6.2 LANE 的加入与线路建立过程 .....	128
4.6.3 SSRP .....	129
4.7 本章采用的参考资料 .....	129
4.8 基础知识总结 .....	129
4.9 物理介质规范 .....	130
4.10 站点加入令牌环的过程 .....	131
4.11 透明网桥功能 .....	131
4.12 透明网桥的端口状态 .....	132
4.13 STP .....	132
4.14 CRB .....	132
4.15 RIF .....	133
4.16 VLAN 中继技术 .....	133
4.17 FEC .....	133
4.18 CDP .....	133
4.19 LANE .....	134
4.20 问题与答案 (Q & A) .....	134
4.21 实践模拟练习 .....	141
4.21.1 模拟练习 4-1 .....	141
4.21.2 模拟练习 4-2 .....	144

<b>第 5 章 广域网 (WAN)</b> .....	149
5.1 “我已经知道这些了吗?”小测试 .....	150
5.2 物理层访问 .....	152
5.2.1 同步线路 .....	153
5.2.2 SONET 和 SDH .....	153
5.2.3 动态数据包传输 (DPT) /空间复用协议 (SRP) .....	154
5.3 X.25 .....	156
5.3.1 X.25 VC .....	156
5.3.2 X.121 寻址方式 .....	157
5.3.3 X.25 数据帧 .....	157
5.3.4 协议转换 .....	157
5.3.5 映射 .....	158
5.4 帧中继 .....	158
5.4.1 帧中继的数据封装 .....	159
5.4.2 承诺信息速率 (CIR) .....	159
5.4.3 本地管理接口 (LMI) .....	160
5.4.4 数据链路连接标识 (DLCI) .....	160
5.4.5 帧中继反向地址解析协议 (InARP) .....	161
5.4.6 拥塞控制 .....	161
5.4.7 帧中继数据帧格式 .....	162
5.4.8 帧中继流量整形 (FRTS) .....	163
5.4.9 帧中继数据压缩 .....	164
5.4.10 帧中继的 map 命令 .....	164
5.4.11 帧中继的 show 命令 .....	165
5.5 ISDN .....	167
5.5.1 ISDN 结构 .....	168
5.5.2 ISDN 接口 .....	169
5.5.3 ISDN 第 1 层数据帧 .....	169
5.5.4 ISDN 第 2 层协议 .....	170
5.5.5 ISDN 的配置 .....	172
5.6 ATM 的结构 .....	173
5.6.1 AAL .....	174
5.6.2 ATM 信元格式 .....	175
5.6.3 ATM 信元交换 .....	177
5.6.4 ATM 连接 .....	179
5.6.5 SSCOP .....	180
5.6.6 ATM 的通信管理 .....	180
5.6.7 PNNI .....	182
5.6.8 ATM 的 ES 地址 .....	183

---

5.6.9 临时本地管理接口 (ILMI) .....	185
5.6.10 IISP .....	186
5.6.11 ATM 上的经典 IP (CIA) (RFC 2225) .....	187
5.6.12 IP 到 VC 的映射 .....	188
5.6.13 AAL5 上的多协议封装 (RFC 2684) .....	189
5.6.14 ATM 接口的配置 .....	190
5.7 本章采用的参考资料 .....	191
5.8 基础知识总结 .....	192
5.9 ISDN 的参考点 .....	193
5.10 SONET 的接口速率 .....	193
5.11 问题与答案 (Q & A) .....	195
5.12 实践模拟练习 .....	200
<b>第 6 章 Internet 协议 (IP) .....</b>	<b>203</b>
6.1 “我已经知道这些了吗?” 小测试 .....	203
6.2 TCP/IP 协议架构 .....	205
6.3 IP 寻址方式 .....	209
6.3.1 IP 地址类别 .....	209
6.3.2 私有地址空间 .....	210
6.3.3 IP 地址子网 .....	211
6.4 传输层 .....	215
6.4.1 TCP .....	215
6.4.2 UDP .....	220
6.5 TCP/IP 协议、服务以及应用 .....	221
6.5.1 ARP .....	221
6.5.2 BOOTP .....	223
6.5.3 DHCP .....	224
6.5.4 热备用路由选择协议 (HSRP) .....	224
6.5.5 ICMP .....	226
6.5.6 Telnet .....	228
6.5.7 FTP .....	228
6.5.8 TFTP .....	229
6.5.9 DNS .....	229
6.5.10 SNMP .....	229
6.5.11 NAT .....	230
6.6 IPv6 .....	232
6.7 本章采用的参考资料 .....	233
6.8 基础知识总结 .....	234
6.9 问题与答案 (Q & A) .....	236
6.10 实践模拟练习 .....	241

<b>第 7 章 静态路由选择与距离矢量路由选择协议</b> .....	245
7.1 “我已经知道这些了吗？”小测试 .....	245
7.2 静态路由 .....	248
7.3 RIPv1 .....	248
7.3.1 RIPv1 转发信息数据库 .....	249
7.3.2 RIPv1 信息格式 .....	249
7.3.3 RIPv1 定时器 .....	250
7.3.4 RIPv1 的配置 .....	251
7.3.5 RIPv1 总结 .....	255
7.4 RIPv2 .....	255
7.4.1 RIPv2 转发信息数据库 .....	256
7.4.2 RIPv2 信息格式 .....	256
7.4.3 RIPv2 定时器 .....	257
7.4.4 RIPv2 的配置 .....	257
7.4.5 RIPv2 总结 .....	261
7.5 IGRP .....	261
7.5.1 IGRP 定时器 .....	262
7.5.2 IGRP 度量值 .....	262
7.5.3 IGRP 配置 .....	264
7.5.4 IGRP 总结 .....	266
7.6 EIGRP .....	267
7.6.1 EIGRP 组成 .....	267
7.6.2 EIGRP 定时器 .....	269
7.6.3 EIGRP 度量值 .....	269
7.6.4 EIGRP 数据包类型 .....	270
7.6.5 EIGRP 的配置 .....	271
7.6.6 EIGRP 总结 .....	274
7.7 本章采用的参考资料 .....	275
7.8 基础知识总结 .....	275
7.8.1 RIPv1 总结 .....	275
7.8.2 RIPv2 总结 .....	276
7.8.3 IGRP 总结 .....	276
7.8.4 EIGRP 总结 .....	276
7.9 问题与答案 (Q&A) .....	277
7.10 实践模拟练习 .....	282
<b>第 8 章 IP 链路状态路由选择协议</b> .....	285
8.1 “我已经知道这些了吗？”小测试 .....	285
8.2 OSPF .....	288



8.2.1 OSPF 概念和设计 .....	288
8.2.2 OSPF 配置 .....	295
8.2.3 OSPF 小结 .....	308
8.3 IS-IS .....	308
8.3.1 IS-IS 度量值 .....	308
8.3.2 IS-IS 运算 .....	309
8.3.3 IS-IS 配置 .....	311
8.3.4 IS-IS 总结 .....	318
8.4 本章采用的参考资料 .....	318
8.5 基础知识总结 .....	318
8.6 OSPF 总结 .....	319
8.7 IS-IS 总结 .....	319
8.8 问题与答案 (Q&A) .....	320
8.9 实践模拟练习 .....	324
8.9.1 实践模拟练习 8-1 .....	324
8.9.2 实践模拟练习 8-2 .....	325
<b>第 9 章 边界网关协议 .....</b>	<b>329</b>
9.1 “我已经知道这些了吗?” 小测试 .....	329
9.2 BGP 回顾 .....	331
9.2.1 BGP 邻居 .....	332
9.2.2 BGP 对等体 .....	333
9.2.3 宣告网络 .....	335
9.2.4 BGP 管理距离 .....	337
9.2.5 BGP 过滤器 .....	337
9.2.6 BGP 同步 .....	339
9.3 BGP 属性、加权和 BGP 决策过程 .....	340
9.3.1 BGP 路径属性 .....	340
9.3.2 加权 .....	344
9.3.3 BGP 决策过程 .....	345
9.4 BGP 路由衰减、对等体组、路由反射器及联盟 .....	346
9.4.1 路由衰减 .....	346
9.4.2 BGP 对等体组 .....	347
9.4.3 路由反射器 .....	348
9.4.4 联盟 .....	350
9.5 BGP show 命令 .....	353
9.6 本章采用的参考资料 .....	355
9.7 基础知识总结 .....	356
9.8 BGP 小结 .....	356
9.9 BGP 决策算法 .....	356