



Cisco 职业认证培训系列
CISCO CAREER CERTIFICATIONS

ciscopress.com



CCNP 自学指南： 组建 Cisco 多层交换网络 (BCMSN)(第二版)

CCNP Self-Study:
Building Cisco Multilayer Switched
Networks (BCMSN)
Second Edition

Cisco authorized self-study book for
CCNP®642-811 switching foundation
learning

Richard Froom, CCIE #5102
Balaji Sivasubramanian
Erum Frahim, CCIE #7549
刘大伟 袁国忠

著
译

 **人民邮电出版社**
POSTS & TELECOM PRESS

Cisco 职业认证培训系列

**CCNP 自学指南：
组建 Cisco 多层交换网络（BCMSN）
（第二版）**

Richard Froom, CCIE #5102

[美] Balaji Sivasubramanian 著

Erum Frahim, CCIE #7549

刘大伟 袁国忠 译



人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

CCNP 自学指南: 组建 Cisco 多层交换网络 (BCMSN): 第 2 版/ (美) 弗鲁姆 (Froom, R.) 著; 刘大伟译. 北京: 人民邮电出版社, 2004.11
ISBN 7-115-12734-4

I. C... II. ①弗...②刘... 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 (2004) 第 108874 号

版 权 声 明

Richard Froom Balaji Sivasubramanian Erum Frahim: CCNP Self-Study Building Cisco Multilayer Switched Networks (BSMSN) Second Edition ISBN: 1-58705-150-8

Authorized translation from the English language edition published by Cisco Press.

Copyright © 2004 Cisco Systems, Inc.

All rights reserved.

本书中文简体字版由美国 Cisco Press 公司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

CCNP 自学指南:

组建 Cisco 多层交换网络 (BCMSN) (第二版)

◆ 著 [美] Richard Froom, CCIE #5102

Balaji Sivasubramanian

Erum Frahim, CCIE#7549

译 刘大伟 袁国忠

责任编辑 陈冀康

◆ 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 ciscobooks@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

读者热线 010-67132705

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: 36

字数: 1 010 千字

2004 年 11 月第 1 版

印数: 1-4 000 册

2004 年 11 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记 图字: 01-2004-0571 号

ISBN 7-115-12734-4/TP · 4286

定价: 66.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

内 容 提 要

本书是针对最新 CCNP BCMSN 考试 (642-811) 的参考书籍, 反映了新版 BCMSN 考试的目标。

全书分为 18 章。首先, 本书的前两章介绍多层交换网络设计的基本知识; 随后, 第 3 章讨论基本的多层交换机配置; 后续章节分别讨论特定的设计特性, 例如生成树、QoS (Quality of Service, 服务质量) 和高可用性等。

本书内容丰富, 条理清晰, 是 CCNP 考生必备的复习资料, 适合作为 CCNP BCMSN 课程的培训教材。也可作为网络专业人员了解和学习网络交换知识的参考书。

关于技术审稿人

Stephen A.Daleo 不仅是 Golden 网络咨询公司的总裁，还是一名网络顾问，Steve 的客户包括南加州大学（圣彼得堡）和北布罗沃德地区医院（Fort Lauderdale）。Steve 不仅在 Cisco Press 出版的书籍中经常编写技术方面的内容，并且还是 Cisco Systems 的一名认证教师，主要讲述 BCMSN、BCRAN、CIPT、BSCN 和 ICND 等 Cisco 课程。

Brent Stewart 是 Cisco Systems 的一名认证讲师，并且曾经参与编写 Cisco Press 的《CCNP 认证考试冲刺指南》和 BSCI 2.0 课程。作为 Global Knowledge 公司的一名教师，他积极参加 CCNA 和 CCNP 网上发布内容的开发，并且是 ICND 和 CIT 课程的讲师。在此之前，Brent 拥有一家 ISP，并且从事 IT 咨询工作。Brent 拥有 CCNP、CCDP 和 MCSE 等认证。他现在与家人共同居住在 North Carolina 的 Hickory，其中包括妻子 Karen 和漂亮但顽皮的孩子们，他们是 Benjamin、Kaitlyn 和 Madelyn。

Geoff Tagg 已经从事计算机工作 35 年时间。他的早期工作专注于大型机和小型机系统的系统和运行，并且曾经在 1975 年就组建个人的首个网络。自从 20 世纪 80 年代早期以来，Geoff 就专注于网络技术，并且在大学建立了高速网络领域的研究团队，在此主持工作 12 年。他现在是网络设计和实施领域的一名全职顾问，并且主要提供采用 Cisco 路由器和交换机实现 LAN/WAN 集成方面的专业知识。

关于作者

Richard Froom(CCIE #5120)是 Cisco Systems 公司 ISBU 金融评测实验室 SAN 团队的技术领导者。Richard 已经在 Cisco 公司工作 6 年时间,他曾经担当负责排除客户网络故障的支持工程师,并且还曾经担当负责处理 Cisco Catalyst 产品的技术领导者。因为长期从事 Catalyst 产品的现场测试工作,所以 Richard 对于 Catalyst 产品和软件都具有非常深厚的功底,并且具备极强的故障排除能力。此外,他还不定期地向 Cisco.com 提供 LAN 技术方面的技术技巧,并且已经编写 802.3 自动协商和 HSRP 方面的白皮书。Richard 目前正在从事 Cisco SAN 解决方案的测试工作。Richard 还是 Cisco Press 出版的 *Cisco Catalyst QoS: Quality of service in Campus Networks* (中文版《Cisco Catalyst QoS——园区网中的服务质量》即将由人民邮电出版社出版) (ISBN 1-58705-120-6) 的作者。Richard 曾经在 Clemson 大学就读,并且获得计算机工程专业的理学学士学位。

Balaji Sivasubramanian (CCNP) 是 Cisco Systems 公司技术支持中心 (TAC) LAN 交换团队的领导者。Balaji 曾经是 LAN Tethonotogics 世界级的主题专家,他曾经在 Cisco TAC 工作过 4 年多的时间,他还是 Cisco Press 出版的 *Cisco Catalyst QoS: Quality of service in Campus Networks* (ISBN 1-58705-120-6) 的技术审稿人。此外,在 Cisco.com 的 LAN 技术主题领域内, Balaji 还曾经编写或审阅很多技术白皮书。他是为合作伙伴提供的技术虚拟讲堂的主持人和协调人。此外, Balaji 积极参与 Catalyst 4000/4500 系列交换机的早期现场测试工作。Balaji 拥有 Arizona 大学的电子和计算机工程专业的理学硕士学位,他还拥有电气和电子工程专业的理学学士学位。

Erum Frahim (CCIE #7549) 是 Cisco Systems 公司 ISBU 金融评测实验室的支持工程师。Erum 已经在 Cisco 公司工作 3 年时间。在加入 Cisco 公司之前，她曾经在 IT 咨询公司从事顾问工作。在从事新特性和新产品的评测工作之外，Erum 还负责 Catalyst 产品的早期现场测试工作。此外，Erum 不仅向 Cisco.com 提供 LAN 技术方面的文章，还在 Cisco.com 网站主持“专家咨询”的讨论来回答关于 Catalyst 4000 系列产品的技术问题。Erum 曾经就读于 Chicago 的 Illinois 技术学院，并且获得电气工程专业的理学硕士学位。

对于有关本书的任何问题，读者可以直接与 Richard 联系，他的电子邮件地址是 richard-froom@nc.rr.com。

献 辞

本书献给我的爱妻 Elizabeth 和我们的儿子 Nathan Alexander。在撰写这本书的过程中，你们给我的支持、理解和耐心是非常巨大的。此外，我还要感谢 Elizabeth 在审阅资料时的合作与帮助。

——Richard Froom

本书献给我的爱妻 Beth，感谢她通过关爱、照顾和奉献等举动为我的生活带来幸福。在完成本项目的过程中，我需要与她暂别一段时间，她对此表现出深深的理解。此外，我还要把本书献给我的母亲，没有她的贡献和牺牲，我也就不会到达现在的位置。妈妈，儿子向您脱帽致敬。

——Balaji Sivasubramanian

本书献给我的父母 Fahim 和 Perveen，在我生命中的每个时期，他们都教导和支持我。此外，本书还要献给我的兄弟姐妹，他们是我最好的朋友，他们的鼓舞帮助我不断前进和实现生命中的新目标。非常感谢家庭全体成员的支持和关爱，他们一直帮助和鼓励我在生命中不断前进。

——Erum Fahim

致 谢

我们非常感谢 Cisco Press 的整个团队，他们帮助我们将这些文字组织到一起。我们特别感谢 Brett Bartow 所制定的进度表，以及 Kate Shoup Welsh 为资料编辑所完成的杰出工作。

此外，我们还要感谢本书的技术审稿人，感谢他们为本书所完成的重要评论，以及为使本书成为高水平著作所作出的奉献。

Richard 感谢本书的合著者，感谢他们在完成本书的过程中勤奋而辛苦的工作和努力。

Balaji 感谢本书的合著者 Richard Froom，感谢他对本项目的领导和辛苦的工作。Balaji 真挚地感谢 Richard 在该项目过程中杰出的审阅和帮助。Balaji 还要感谢他的经理 Scott Lawrence，感谢他允许 Balaji 投入本项目的工作之中，还要感谢他所提供的支持。此外，Balaji 还要感谢他的同事 Prashanth Krishnappa，感谢他与 Balaji 就各种主题进行即时信息的聊天，这种交流甚至在深夜进行。此外，Balaji 还要感谢 RTP TAC LAN 交换团队的全体成员，感谢他们的问题和讨论，这些信息帮助 Balaji 更好地理解技术。最后，Balaji 还要感谢技术审稿人和 Kate，感谢他们为本书所完成的重要审校和帮助。

Erum 愿意向 Richard 表示特别的赏识，感谢他花时间审阅和编辑 Erum 的资料，并感谢他为 Erum 所提供的写作机会。此外，Erum 特别感谢 Elizabeth Froom，感谢她审阅自己的工作。Erum 还感谢技术审稿人和 Kate Shoup Welsh，感谢他们为审阅和推敲 Erum 的书稿所完成的卓越工作。

序

《CCNP 自学指南：组建 Cisco 多层交换网络（BCMSN）（第二版）》是 Cisco 授权的自学工具，它有助于帮助读者理解 CCNP BCMSN 考试中的基本概念。本书是与 Cisco 互联网学习解决方案集团(ILSG)合作开发出来的书籍，ILSG 是 Cisco 内部负责开发 CCNP 考试的部门。作为考试前早期阶段的一种辅导资料，本书详细地介绍了组建可扩展多层交换网络所使用的技术。无论读者是正在为获得 CCNP 认证而学习，或者只是希望更好地理解交换技术、实施和操作、规划和设计、排错等，他们都能够从本书所提供的信息中受益。

Cisco Systems 公司和 Cisco Press 以文本形式将该资料提供给某些客户进行学习，有时也提供给更广泛的用户团体。尽管出版物不能复制教师指导环境或电子学习环境，但我们承认并不是所有人对相同的传授机制都有相同的反应。我们意图将该资料通过 Cisco Press 进行发行，从而能够将知识传授给更多的网络专业人士。

Cisco Press 将通过“认证自学系列”的形式提供现有和即将公布的考试的学习指南，从而帮助 Cisco 互联网学习解决方案集团 (ILSG) 实现如下主要目标：培训 Cisco 网络专业人士的团体，使其能够组建并维护可靠而且可扩展的网络。Cisco 职业认证及其相关的培训课程提供了学习的基础，只要通过严格培训来推进学习，网络专业人士就可以满足这些目标。

如果希望在 Cisco 职业认证考试中取得成功，或者作为一名 Cisco 认证专业人士在日常工作中取得成功，我们推荐读者采取一种混合型的学习解决方案：通过亲手实验进行教师指导、电子学习、自我培训。通过 Cisco Systems 所创建的 Cisco 教育合作伙伴计划，用户不仅可以获得最权威的指导，甚至可以积累实验室和仿真环境中的宝贵的动手经验。如果读者希望获得所在地区可利用的 Cisco 教育合作伙伴计划的详细信息，请访问网址：<http://www.cisco.com/go/authorizedtraining>。

通过与 Cisco Systems 公司的亲密合作, Cisco Press 出版的图书可以满足我们关于课程和认证的内容品质要求。我们希望读者能够在建立网络知识库的同时,能够体会到现在和今后 Cisco Press 认证和培训出版物的价值。

Thomas M.Kelly

互联网学习解决方案集团 副总裁

Cisco Systems公司

2004年2月

前言

在过去的几年时间中,交换技术已经从简单的第 2 层交换机发展到新的交换机,它们支持第 3 层到第 7 层的特性,例如服务器负载均衡、URL 检测、防火墙、VPN 等等,并且还具备较高的端口密度。正因为这种发展,企业和服务提供商开始采用多层交换机来替代多种网络组件,例如路由器和网络设备。交换技术不再仅仅是网络基础结构的一部分,而就是网络基础结构。

伴随着企业、服务提供商,甚至消费者在内都开始部署多层交换网络,也就需要大量有经验且知识丰富的多层交换网络领域的设计、配置和支持方面的专业人才。CCNP (Cisco Certified Network Professional, Cisco 认证网络专家) 和 CCDP (Cisco Certified Design Professional, Cisco 认证设计专家) 能够证明网络专业人士的竞争力。CCNP 和 CCDP 不仅仅是一个简历名词,更可以证明证书持有人在网络技术领域的经验、知识和竞争力。获得 CCNP 认证的个人能够在部署多种协议的中大规模网络中安装、配置和运转 LAN、WAN 和拨号访问服务。获得 CCDP 认证的个人能够设计高性能、高可扩展、高可用的路由和交换网络,其中包括 LAN、WAN 和拨号访问业务等。

CCNP 和 CCDP 认证途径要求通过“组建 Cisco 多层交换网络”考试。如果读者希望获得关于 Cisco 认证的最新信息,请访问网址:

http://www.cisco.com/en/US/learning/le3/learning_career_certifications_and_learning_paths_home.html

目标和目的

自学指南图书的目标是帮助读者准备和通过“组建 Cisco 多层交换网络”考试,还可以帮助读者参加 BCMSN 课程。为了完成上述任务,本书不仅对 BCMSN 主题展开深入的理论解释,还提供了大量的例证性的设计和配置示例。BCMSN 主题的理论解释包括背景信息、标准参考和 cisco.com 的文档列表。每章末尾还提供实验练习,它可以详细评估读者对主题的掌握程度。

此外，本书还超出认证考试和BCMSN课程所要求的基本信息。本书试图以另外一种方式来提供主题、理论和示例，进而帮助读者真正理解在当今需求网络中组建多层交换网络所需要的主题。通过本书中各章的示例和问题，读者能够计划和应用各章中的概念。本书的目标就是帮助读者理解主题，随后在参加认证考试和BCMSN课程的过程中应用自己的理解。

此外，本书不仅包括多种讨论、主题和示例，还包括BCMSN认证考试所不涉及的两个附加章节。此外，根据我们的经验，对于网络专业人士所经常忘记的几个重要概念，它们不仅可能会出现在认证考试中，还可能是实际应用所必需的。本书将从第1章“组建Cisco多层交换网络入门”开始分别讨论这些重要概念。

网络中另外一种快速发展的领域是存储区域网络。本书包含介绍SAN (Storage Area Network, 存储区域网络) 的章节——第16章：“存储网络入门”。伴随着SAN逐渐融入IP和以太网领域，SAN技术也不断融入多层交换网络。第16章的目的在于向读者简要地介绍这种新兴的技术及其在多层交换网络中的角色。能够同时理解多层交换网络和SAN的网络专业人士的人数非常少。对于部署SAN的企业和服务提供商而言，拥有能够同时应用两种技术的人才是非常必要的。基于上述原因，如果网络专业人士能够同时掌握这两种技术，那么他们就比那些没有掌握的人具有更加明显的专业优势。

读者对象

本书不仅是网络专业人士准备CCNP和CCDP认证考试的资料，而且还是那些渴望学习交换技术或掌握Catalyst交换机知识的网络专业人士的优秀资源。

本书适用的读者对象可以具有多种的经验和知识水平。本书的第1章首先介绍基本知识，后续章节则深入介绍具体内容。作为最低限度要求，本书要求读者应当对网络具备基本的了解。尽管阅读本书不需要任何认证，但为了充分利用本书所覆盖的主题，读者最好具有CCNA或等同水平的知识。

此外，本书也覆盖CCIE认证考试中出现的交换主题。本书中的示例是以Catalyst 3550和6500系列交换机为基础。基于上述原因，对于正在准备CCIE认证考试的考生而言，本书能够帮助他们准备CCIE考试中的交换部分。

方法

本书各章的末尾是总结和复习题，它们有助于读者应用和评估对各章内容的理解程度。此外，对于覆盖交换机配置的章节，它们还包含配置练习。大多数练习都是能够在单台交换机上执行的小规模练习。使用小规模练习的目的在于能够使得网络专业人士只使用单台交换机进行配置练习。

阅读方法

尽管读者可以逐页地阅读本书，但也可以选择灵活的阅读方式。通过在各章或各节之间移动，读者能够关注需要深入研究的特定资料。对于希望从本书获得配置信息的读者，第3章“Cisco多层交换机的初始配置和排错”是后续章节的前提条件；对于希望从本书获得多层交换网络设计的相关信息的读者，第1章和第2章“交换机在Cisco多层交换网络设计中的角色”是后续章节的前提条件。

本书组织结构

首先, 本书的前两章介绍多层交换网络设计的基本知识; 随后, 第3章讨论基本的多层交换机配置; 后续章节分别讨论特定的设计特性, 例如生成树、QoS (Quality of Service, 服务质量) 和高可用性。本书的具体组织结构如下:

- **第1章 组建 Cisco 多层交换网络入门:** 本章首先介绍与多层交换网络相关的几个重要定义和讨论。此外, 本章提出多层交换网络的设计模型——企业复合网络模型。最后, 本章还简要介绍各种 Catalyst 交换机。
- **第2章 交换机在 Cisco 多层交换网络设计中的角色:** 本章采用第1章所介绍的企业复合网络模型, 并且还向读者展示如何根据该模型, 以及使用特定的 Catalyst 交换机、特性和数据链路技术建立不同的网络拓扑。
- **第3章 Cisco 多层交换机的初始配置和排错:** 本章介绍所有 Catalyst 交换机的基本配置参数, 其中包括配置 SSH、系统主机名称和管理 IP 配置等。
- **第4章 实施和配置 VLAN:** 本章覆盖 VLAN (Virtual LAN, 虚拟局域网) 的基本知识, 其中包括私有 VLAN、VTP 和 802.1Q 链路聚集等。
- **第5章 理解和配置 802.1D、802.1s 和 802.1w 生成树协议:** 本章首先讨论标准 802.1D 的 STP 规范, 随后讨论更新的 802.1s 和 802.1w 的 STP 规范。
- **第6章 理解和配置 Cisco 特定的生成树协议特性和 STP 排错:** 本章继续讨论 802.1s 和 802.1w 的 STP 规范, 并且还介绍 Cisco 的高级 STP 特性, 例如 UplinkFast 和根防护等。
- **第7章 配置第2层和第3层特性:** 本章讨论 Catalyst 交换机的第2层和第3层特性。此外, 本章还包括讨论积极模式的 UDLD、CDP (Cisco Discovery Protocol, Cisco 发现协议) 和巨型以太网帧。
- **第8章 理解和配置 VLAN 间路由选择:** 本章通过介绍 VLAN 间路由选择来讨论第3层交换的问题。此外, 本章还讨论 UDP 广播转发和 DHCP 中继。
- **第9章 理解和配置多层交换:** 本章以第1章所讨论的多层交换内容为基础, 并且从 Catalyst 交换机角度介绍多层交换的体系结构。此外, 本章还讨论基于 CEF 的 MLS。
- **第10章 理解和实施 Cisco 多层交换网络中的服务质量:** 本章覆盖 Catalyst 交换机中第2层和第3层交换的服务质量。此外, 本章还用较短篇幅介绍路由器的 QoS。
- **第11章 部署多层交换网络中的多播:** 本章覆盖多播的第2层和第3层特性。此外, 本章还讨论 IGMP 监听、IGMP v3 和 IP 多播路由选择等。
- **第12章 实施多层交换机中的高可用性选项:** 本章覆盖 Catalyst 交换机可以利用的, 并且与高可用性相关的组件级别和网络级别的选项。此外, 本章还讨论 VRRP、HSRP 和 Supervisor Engine 冗余等。
- **第13章 部署 Cisco IP 电话入门:** 本章简要介绍多层交换网络中 IP 电话的要求。此外, 本章还讨论语音 (辅助) VLAN。
- **第14章 实施 Cisco Catalyst 交换机的管理和数据平面安全特性:** 本章覆盖多层交换网络的重要组件: 安全。本章主要讨论控制平面 (控制) 的安全, 此外还确实包括数据平面 (通信流量) 的讨论。
- **第15章 Catalyst 交换体系结构入门:** 本章以第1章到第9章的内容为基础, 并且给出 Catalyst

交换体系结构的概述。

- **第 16 章 存储网络入门：**本章提供 SAN (Storage Area Network, 存储区域网络) 的概述。此外，本书还解释多层交换网络和 SAN 之间的关系。
- **第 17 章 使用城域解决方案设计、组建和连接 Cisco 多层交换网络：**本章覆盖城域以太网解决方案，并且给出在长距离内部署以太网快速发展的方法。
- **第 18 章 多层交换机的性能和连通排错工具：**本章覆盖 Catalyst 交换机的管理和性能监控技巧。此外，本章还讨论 SPAN 特性和 NAM (Network Analysis Module, 网络分析模块)。
- **附录 A 深入研究 802.3u 和 802.3ad 自动协商**
- **附录 B 复习题答案**

本书中使用的图标示例

下面给出本书中所使用图标的图例：



命令语法约定

本书命令语法的表示习惯与 Cisco IOS 命令参考中的表示方法是相同的。命令手册中采用如下表示方法：

- **粗体字** 表示按照原样输入的命令和关键字。在实际配置的示例和输出（非命令语法）中，粗体字表示由用户手工输入的命令，例如 **show** 命令；
- *斜体字* 表示用户应当输入具体值的参数；
- 竖线（|）用于分开可选择的、互斥的选项；
- 方括号（[]）表示可选项；
- 大括号（{}）表示必选项；
- 方括号中的大括号（[{ }]）表示可选项中的必选项。

目 录

第1章 组建 Cisco 多层交换网络入门	3
1.1 硬件交换和软件交换术语	4
1.2 多层交换概述	4
1.2.1 理解第 2、3、4 和 7 层交换的术语	5
1.2.2 深入分析第 2 层交换	7
1.2.3 深入分析第 3 层交换	8
1.2.4 多层交换网络	9
1.3 组建 Cisco 多层交换网络的企业复合网络模型	10
1.3.1 Cisco AVVID 框架	10
1.3.2 企业复合网络模型	12
1.3.3 企业园区	15
1.3.4 企业边缘	18
1.3.5 服务提供商边缘	22
1.4 Cisco Catalyst 交换机入门	23
1.4.1 Catalyst 6500 系列交换机	24
1.4.2 Catalyst 4500 系列交换机	25
1.4.3 Catalyst 3550 和 3750 系列交换机	25
1.4.4 Catalyst 2950 和 2955 系列交换机	26
1.5 总结	26
1.6 复习题	27
第2章 交换机在 Cisco 多层交换网络设计中的角色	31
2.1 数据链路技术	31
2.1.1 10Mbit/s 以太网	31
2.1.2 快速以太网	33
2.1.3 吉比特以太网	33
2.1.4 快速以太网和吉比特以太网自动协商	35
2.1.5 10 吉比特以太网	36
2.1.6 吉比特接口转换器	37
2.1.7 Cisco 长距离以太网	37
2.1.8 城域以太网	38