

Cisco IOS XR技术精要

Cisco IOS XR Fundamentals



[美]

Mobeen Tahir Mark Ghattas
Dawit Birhanu Syed Natif Nawaz

著

付强

译

赵志伟, CCIE #28563



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

Cisco IOS XR技术精要

Cisco IOS XR Fundamentals

[美] Mobeen Tahir Mark Ghattas 著
Dawit Birhanu Syed Natif Nawaz
付强 译
赵志伟, CCIE #28563

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

Cisco IOS XR技术精要 / (美) 塔希尔 (Tahir, M.)
等著 ; 付强, 赵志伟译. — 北京 : 人民邮电出版社,
2014. 7

ISBN 978-7-115-35534-8

I. ①C… II. ①塔… ②付… ③赵… III. ①互联网
络—通信协议 IV. ①TN915.04

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第109909号

版权声明

Cisco IOS XRFundamentals (ISBN:1587051125)

Copyright © 2009 Pearson Education, 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。

-
- ◆ 著 [美] Mobeen Tahir Mark Ghattas
Dawit Birhanu Syed Natif Nawaz
译 付 强 赵志伟 CCIE #28563
责任编辑 傅道坤
责任印制 彭志环 焦志伟
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京艺辉印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 800×1000 1/16
印张: 28.25
字数: 554 千字 2014 年 7 月第 1 版
印数: 1—3 000 册 2014 年 7 月北京第 1 次印刷
著作权合同登记号 图字: 01-2009-5770 号
-



定价: 99.00 元

读者服务热线: (010)81055410 印装质量热线: (010)81055316
反盗版热线: (010)81055315

内 容 提 要

本书基于 CRS-1 平台，详细介绍了 IOS XR 系统组件、硬件架构以及关键配置，主要内容有 Cisco IOS XR 的基本介绍、IOS XR 架构、IOS XR 的安装、IOS XR 监控与维护、IOS XR 安全、如何在 IOS XR 下进行 IGP/BGP 路由协议配置、IOS XR MPLS 体系结构、如何在 IOS XR 中使用组播、分布式路由引擎在安全域路由器中的应用，以及 CRS-1 多框系统中关键组件的介绍。

本书适合所有希望学习和了解 Cisco IOS XR 知识的读者阅读。

序

在过去的几年，财政纪律主导着行业的发展，消费者及行业专家都希望从服务提供商处获得比几年前更多的服务。仅靠简单的电话接入及网络接入服务对企业成功而言已不足够。然而，与此同时，服务提供商也希望能够持续降低运营成本。所以，服务提供商目前面临的最主要的挑战就是如何在降低成本的同时，能有效地给消费者提供更多的创新服务。因此，大多数供应商致力于将原本不同的网络，整合成基于 IP/MPLS 的统一聚合网络。MPLS 能够承载多种通信协议，比如 ATM 或帧中继，因此这些通信协议也能在 IP 网络上运行。借助于 IP/MPLS，各种不同的网络归为一统，服务提供商也就显著降低了运营成本。在迁移到 IP/MPLS 网络后，服务提供商可以将各种通信类型（比如语音、数据、视频）进行整合，提供可以满足消费者需求的任何服务。

我们相信，CRS-1 将成功帮助服务提供商过渡到通信新时代。而且全世界的运营商都对聚合网络持欢迎态度，并一致认为 IP/MPLS 将是构成新网络设施的基石。借助于 CRS-1，服务提供商能够以一种最有效和最具成本效益的方式来构建、巩固其网络。在可扩展性、可靠性和灵活性等方面，当前市面上还没有任何一款产品强于 CRS-1。服务提供商可以放心地将业务部署在 CRS-1 上。我坚信，运营商通过部署 CRS-1 获得的竞争优势要远远强于提高运营效率和服务灵活性所带来的优势。正如我们所知，服务提供商与 Cisco 的合作，不仅仅是网络供应商与客户的合作，更是商业伙伴之间的合作。

——Sameer Padhye

Cisco 客户支持服务提供商产品线，高级副总裁

译者序

随着网络技术的迅速发展及客户对系统稳定性标准的逐渐提高，分布式硬件架构已成为当前核心路由器的主流硬件架构，使用多机框、数据的并行化处理，提高数据在处理过程中的转发效率，也已成为各个设备厂商遵循的设计规范；系统运行的各个进程间的独立性、软件层面的分布式也逐渐成为衡量系统稳定的标准。

IOS XR 系统是 Cisco 公司在近几年的高端核心路由器平台上普遍采用的操作系统，从 2004 年首次在 CRS-1 路由器上使用，到目前在 ASR 9K 系列、CRS-1/3/X 系列上广泛使用，IOS XR 系统经历了各种应用场景的检验。目前，IOS XR 系统在中国各大运营商及 OTT 客户中得到广泛部署。为了引导网络从业人员更好地了解和学习 Cisco 的 IOS XR 系统，在 CCIE SP 的考试中，也加入了基于 XR 12000 硬件平台的 IOS XR 实验。

本书作者是 IOS XR 技术专家，供职于 Cisco 研发及营销部门，对 IOS XR 的内部架构、IOS XR 在各种应用场景下的配置具有丰富经验。本书涵盖了 IOS XR 的系统架构、IOS XR 平台下的路由协议配置、CRS-1 多框转发架构等内容。在本书的翻译过程中，译者受益良多，相信本书也一定能为网络工程师及 CCIE SP 备考人员提供参考。

本书也是 Cisco IOS XR Specialist Certification 的官方教材（考试代码：644-906），能作为此书的译者，本人倍感荣幸。在翻译的过程中，虽参阅了诸多 Cisco 资料并使用真实设备进行技术验证，但由于时间仓促加之译者翻译水平有限，译文难免有不当之处，敬请读者谅解。如对本书的译文有所质疑，可以与我进行交流，我会尽力答复。

致谢

感谢我工作的团队（Cisco TAC RP Team）对我的帮助和包容，你们给予了我很多。感谢我的直接主管刘在恒先生对我工作的支持，正是由于您的理解，我才能坚持完成本书。

感谢我的妻子对我工作上的支持和生活上的照顾，因为您的存在，让我们家充满爱，使我更努力地去达成自己的目标。

——赵志伟

“生的尽头是爱”：感谢我的父母，感谢你们的养育之恩。我的每一次进步都归功于家庭的和睦，以及你们对我的良好家教。能将一本自己翻译的图书作为礼物献给你们，也许是儿子当前能做到的最大的孝顺了。

“爱的尽头是船”：感谢世间让我遇见了她，让我拥有一个从心底无限思念的人。未来的日子里，希望我们的生活能够虽平淡似水，却绵长无限。

感谢本书的合译者赵志伟，如果没有你的支持和审校，本书根本不会以今天这样的面貌呈现出来。如果将这本书比作一件艺术品的话，我完成的只是躯体，而你赋予它的则是灵魂。希望赵兄日后能将部分精力转移到生活中，毕竟人生只有一次，得好好享受生活。

最后，感谢傅道坤先生以及人民邮电出版社的幕后工作人员对译者翻译质量和水平的肯定，希望今后我们能在更广阔的领域中继续合作。

——付强

关于作者

Mobeen Tahir, CCIE #12643 (SP、路由 & 交换), Cisco 公司 SP 实战团队网络咨询工程师。Mobeen 于 1993 年加入法国阿尔卡特, 由此进入通信行业。在为阿尔卡特工作的 1993 年到 1998 年间, 他参与了语音交换机的研发和大型电信网络的设计等工作。他在 1999 年加入 Cisco 公司, 负责 c12000 和 CRS-1 平台下的 IOS XR 操作系统的开发测试。目前, Mobeen 作为网络咨询工程师, 主要负责服务提供商领域的下一代网络的设计与部署。Mobeen 擅长基于 IOS XR 的部署, 并为 Cisco 客户提供相关咨询服务。Mobeen 在加拿大和美国分别获得了工程硕士和电机工程理学学士学位。他与妻子及两个孩子居住在美国北卡罗来纳州卡里。

Mark Ghattas, CCIE #19706 (SP), Cisco 公司解决方案架构师, 专注于架构与设计。他是 Cisco 公司高级服务部门 SP NGN 核心实战团队的负责人, Mark 在数据通信领域拥有超过 15 年的工作经验。Mark 于 1999 年加入 Cisco 公司并为许多战略服务提供商提供了技术支持。此外, 他还支持了全球多个区域的首台 CRS-1 上线。他还在 Cisco Networkers 大会上发表过 IOS XR 的主题演讲。Mark 拥有马里兰大学学士学位, 目前正在准备计划攻读 MBA。

Dawit Birhanu, CCIE #5602, Cisco 公司 SP 实战团队的技术负责人, 为全球服务提供商在部署 NGG 产品和技术方面提供协助支持。Dawit 专注于 IOS XR 平台、QoS、MPLS 和 BGP。Dawit 于 2000 年加入 Cisco, 负责服务提供商领域的 Cisco 12000 和 CRS-1 新技术部署。Dawit 拥有匹兹堡大学的电信硕士学位和埃因霍温科技大学的电子工程硕士学位。涉足网络行业之前, Dawit 于 1992 年到 1995 年间, 在埃塞俄比亚的阿迪斯阿贝巴大学担任电气工程讲师。Dawit 和妻子及两个女儿居住在北卡罗来纳州罗利。

Syed Natif Nawaz, CCIE #8825 (SP、路由 & 交换), 在为不同服务提供商客户提供网络设计、部署和升级援助方面, 具有 10 年以上的经验。Syed Natif Nawaz 单签是 Cisco 公司 IOS XR 软件开发经理, 负责面向客服的软件资质 / 认证 / 部署、功能集成、版本发布, 以及其他软件质量举措等工作。他在 Cisco Networkers 大会上发表过很多 MPLS 相关的主题演讲, 而且还发表过多篇技术文章。加入 Cisco 公司前, Syed Natif Nawaz 先后以开发工程师的身份供职于 Assured Access 公司 (后被阿尔卡特收购) 和阿尔卡特公司, 负责开发了软件访问集中器。Syed Natif Nawaz 拥有马德拉斯大学电气电子学学位和纽约州立大学的计算机科学与工程硕士学位。

关于技术审稿人

Mukhtiar Shaikh，目前在 Cisco 公司客户服务部门担任高级服务工程师。Mukhtiar 于 1996 年 10 月加入 Cisco。在 Cisco 工作之初，他主要为多个大型服务提供商提供技术支持。他的技术领域包括路由协议、组播和 MPLS 技术。在过去的几年，他领导了多个大型网络的设计及下一代网络中的 MPLS 的实施。目前，Mukhtiar 主要向 Cisco 大客户提供技术支持与网络设计及架构咨询。此外，Mukhtiar 也是多个行业技术论坛的演讲者，他拥有 CCIE 认证和科罗拉多州立大学的电子工程学硕士学位。

Syed Kamran Raza，Cisco 公司 MPLS 领域技术专家，于 2000 年加入 Cisco，负责 IOS XR 系统和运营商级核心路由器平台（CRS-1）下 MPLS 的架构实现和设计。在过去的 8 年里，他专注于 IOS XR MPLS LDP 的开发，并实现了多个特性，其中包括 RSVP、LDP、MPLS 转发、L2VPN/L3VPN、SRP、高可靠性。加入 Cisco 前，他在北电担任软件设计师，并在阿尔卡特担任电信工程师。他于 1993 年获得了巴基斯坦卡拉奇 N.E.D. 工程技术大学计算机系统学士学位，并于 1999 年在加拿大渥太华卡尔顿大学取得了硕士学位。他还发表了多篇论文，而且经常在国际会议及研讨会上进行演讲，此外，他还积极投身到 IETF 标准化的行动中来。

献辞

谨将本书献给我的父亲 Tahir Khan，他是我人生道路上的启蒙老师。

献给我的妻子 Sharmeen，我的孩子 Mohammad 和 Iman，感谢他们给予我无私的爱。

献给我的母亲 Sadiqa 以及我的兄弟姐妹 Noreen、Javaria 和 Usman，感谢他们的支持。

——Mobeen Tahir

谨将本书献给我的妻子和儿子。感谢我的妻子 Amy，在我达成理想的过程中为我付出的牺牲、爱护、耐心以及无限支持。

献给我的母亲 Ehsan，感谢她给了我很多机会、引导、智慧以及爱，正是因为这些才成就了如今的我、一名合格的丈夫及父亲。

献给我的兄弟姐妹 Matt 和 Paul，感谢他们平日里对我技术上的指导。

献给我朋友 Brian，我们的友谊使我倍受鼓舞。

——Mark Ghattas

谨将本书献给我的妻子 Lydia 以及我的女儿 Leah 和 Blen，感谢她们为我付出的牺牲、耐心、爱与支持。还要献给我的母亲 Negesu 和我的父亲 Birhanu，感谢他们为我做出的牺牲和支持。

——Dawit Birhanu

谨将本书献给我深爱的祖母 Ameerunissa Begum 和我的母亲 Haseena Begum，感谢她们对我多年以来的牺牲、支持和爱。还要献给我的妻子 Kouser Fathima 以及我的儿子 Taha，是他们使我的生活充满了欢乐。感谢我姐姐 Arshiya Afshan 和姐夫 Shameeqe，祝愿他们的生活充满美好和机遇。最后，感谢我的父亲 Syed Yakoob Ali 先生。

——Syed Natif Nawaz

致谢

感谢 IOS XR 开发社区的成员给予我技术上的帮助。特别感谢 Pradosh Mohapatra、Brian Hennies、Muhammad Durrani、Arun Satyanayarana、Deepak Sreekanten、John Plunkett、Rakesh Gandhi 和 Syed Kamran Raza，感谢他们不厌其烦地向我解答诸多难题，并给予我大量专业建议。同时，我还要感谢我的同事 Muhammad Waris Sagheer，感谢其给予我的帮助和鼓励。

——Mobeen Tahir

感谢在理念及创新方面支持我完成此项工作的 Shahzad Burney 和 Waris Sagheer；感谢 Anthony Lau 帮助我积累了大量多机框平台的经验；感谢 Eddie Chami、Grant Socal 和 Nikunj Vaidya 给了我很多优秀的最佳实践文档。还要感谢本书的合著者 Mobeen、Dawit 和 Syed，他们为完成本书牺牲了许多私人时间。

——Mark Ghattas

感谢 IOS XR 和 CRS 开发团队诸多成员在技术上对我的帮助。感谢 Lane Wigley、Ken Gray、Joel Obstfeld 和 Yeva Byzek 对我的指导、启发及支持。

——Dawit Birhanu

感谢我所有的搭档所付出的努力和团队协作。尤其感谢我的朋友 Waris 和 Shahzad，对我起初编著此书有着重大意义。还要感谢 Jeffrey Liang 和 Lakshmi Sharma 给予我了许多宝贵的专业意见及经验。感谢 Kiran Rane、Srihari Sangli、Sai Ramamoorthy、Ravi Amanaganti、Pankaj Malhotra 和 Paresh Shah 的大力支持。感谢我的母亲 Haseena Begum、我的妻子 Kouser Fathima 和我的姐姐 Arshiya Afshan 一如既往的陪伴。

——Syed Natif Nawaz

本书作者一致特别鸣谢 Cisco Press 的 Brett Bartow，在本书出版过程中，当我们遇到困难及延误时，他给予我们莫大的支持和理解。另外，还要感谢 Cisco Press 的 Dayna Isley，感谢其对本书内容的指导和支持。

前言

本书旨在为计划或已经在网络中实施 Cisco IOS XR 的读者提供参考。本书对 IOS XR 操作系统组件和硬件架构进行了概述，其目的是为读者提供一些 IOS XR 中的通用网络知识。尽管本书不会涵盖 IOS XR 的所有方面，但是核心网络中经常会部署的那些关键配置都在本书中得以体现。

本书读者对象

本书适合打算学习 Cisco IOS XR 的读者阅读，如果读者具有一定的 Cisco IOS 和路由协议的知识，将更有利于理解本书中的讨论和配置实例。

本书的组织方式

本书提供了 Cisco IOS XR 的配置实例。第 1 章重要讲述了操作系统的演进和 QNX 系统。第 2 章到第 12 章是本书的核心章节。如果你想深入地了解 IOS XR 系统，请从头到尾阅读本书。

第 1 章到第 12 章涵盖了下述主题。

- 第 1 章，“Cisco IOS XR 介绍”，本章讨论了网络操作系统在服务提供商环境中的演进。这对于理解服务提供商的目标和需求至关重要，因为对 IOS XR 所要实现的目标产生影响。
- 第 2 章，“Cisco IOS XR 架构”，本章讨论了 IOS XR 的内部架构，讲述了 IOS XR 的微内核架构、进程调度、进程间通信、系统数据库和分布式服务。
- 第 3 章，“安装 Cisco IOS XR”，本章讨论基于 CRS-1 硬件平台的 IOS XR 系统的安装。
- 第 4 章，“配置管理”，本章讨论了 IOS XR 下如何配置接口、带外管理、相关特性（如回滚和提交命令）。理解 IOS XR 的特性将有助于您更好地管理系统。
- 第 5 章，“Cisco IOS XR 监控与维护”，本章讨论了如何监控实时的 IOS XR 系统，并讨论了监控工具和命令的使用。
- 第 6 章，“Cisco IOS XR 安全”，本章讨论了 IOS XR 系统的安全策略，还详细讲述了 LPTS 的重要性。
- 第 7 章，“IGP 路由”，本章讨论了如何在 IOS XR 系统下配置 IGP 路由协议，并提供了相应的配置实例。
- 第 8 章，“Cisco IOS XR 中的 BGP 实现”，本章讨论了 IOS XR 系统下的 BGP 配置，如果您具备一定的 BGP 配置知识，将更有利于您理解本章，同时，本章详细介绍了

BGP 配置中的路由策略。

- 第 9 章, “Cisco IOS XR MPLS 体系结构”, 本章讨论了 MPLS, 如果您具备一定 MPLS 知识, 将有利于你理解本章。本章讨论了 IOS XR MPLS 架构、特性、实施和配置, 还讲解了 LDP、L3VPN、VPWS、VPLS 和 MPLS TE。
- 第 10 章, “Cisco IOS XR 组播”, 本章讨论了如何在 IOS XR 中使用组播的队列技术, 讨论了 WFQ、CQ、PQ 技术在客户网络中的应用。
- 第 11 章, “安全域路由器”, 本章讨论了安全域路由器的概念组成, 解释了分布式路由引擎 (DRP) 在安全域路由器中的应用, 并提供了相应的配置实例。
- 第 12 章, “理解 CRS 多框系统”, 本章讨论了 CRS 多框系统的部署, 重点介绍了多框系统中的多个关键组件。为了更好地协助用户故障排错, 本章对矩阵排错分析进行了详细的讲述。

本书使用的图标



文件服务器



路由器



多业务交换机



交换机



Cisco CRS



以太网连接

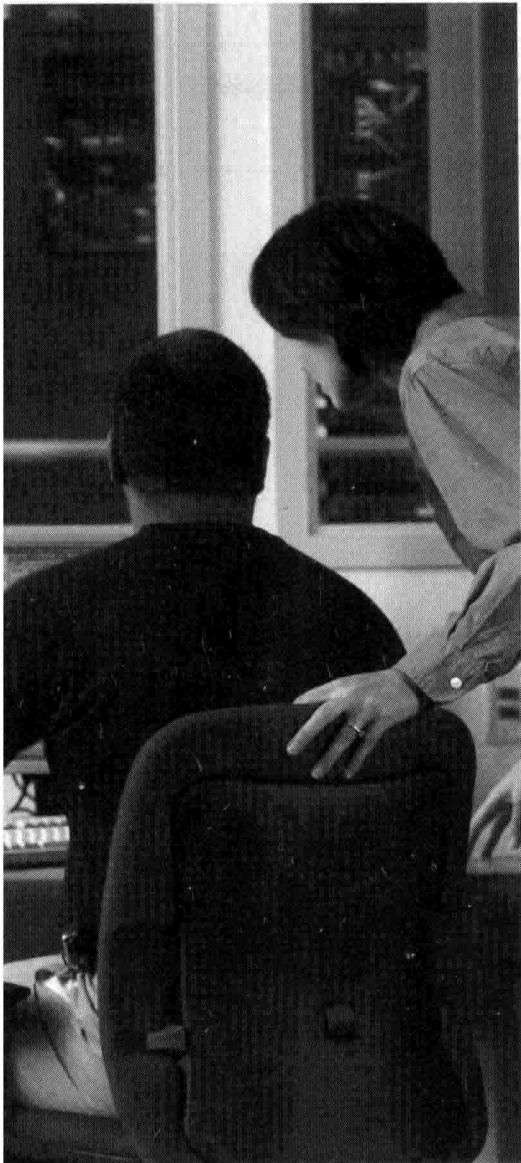


串口连接

命令语法约定

本书命令语法遵循的惯例与 IOS 命令手册使用的惯例相同。命令手册对这些惯例的描述如下。

- 粗体字表示照原样输入的命令和关键字, 在实际的设置和输出 (非常规命令语法) 中, 粗体字表示命令由用户手动输入 (如 show 命令)。
- 斜体字表示用户应提供的具体值参数。
- 竖线 (|) 用于分隔可选的、互斥的选项。
- 方括号 ([]) 表示任选项。
- 花括号 ({}) 表示必选项。
- 方括号中的花括号 ([{}]) 表示必须在任选项中选择一个。



本章讲解了以下几个主题：

- 网络的演变；
- 运营商级 NOS 需求；
- 操作系统概念；
- Cisco IOS XR 高级介绍；
- Cisco IOS XR 平台；
- 参考资料。

本章讨论了网络操作系统（NOS）的演变、今天和未来的网络对 NOS 的需求，以及 Cisco IOS XR 如何满足这些需求。本章第一节概述了网络的演变，第二节论述了通过关键应用支撑的融合性网络对运营商级 NOS 的需求，第三节介绍了操作系统的基本概念，最后一节对 Cisco IOS XR 做了深入的介绍。

目 录

第 1 章 Cisco IOS XR 介绍	1	2.6 Cisco IOS XR 系统数据库	46
1.1 网络的演变	1	2.7 高可用架构	50
1.2 运营商级 NOS 需求	2	2.8 转发路径	54
1.2.1 融合性	3	本章小结	55
1.2.2 可扩展性	3	参考资料	56
1.2.3 可用性	3	第 3 章 安装 Cisco IOS XR	59
1.2.4 安全性	4	3.1 Cisco IOS XR 特性包介绍	59
1.2.5 服务灵活性	5	3.1.1 镜像命名规则	60
1.3 操作系统概念	5	3.1.2 Cisco IOS XR 可引导文件、 PIE、SMU	61
1.4 Cisco IOS XR 高级介绍	8	3.1.3 可选 PIE	65
1.5 Cisco IOS XR 平台	12	3.1.4 SMU	66
1.5.1 Cisco CRS 运营商级路由系统	13	3.2 系统安装概述	67
1.5.2 Cisco XR 12000 系列	13	3.3 Cisco IOS XR 安装准备	70
1.5.3 Cisco ASR 9000 系列	14	3.4 TURBOBOOT	72
本章小结	14	3.4.1 设置 TURBOBOOT ROMMON 变量	72
参考资料	15	3.4.2 从 ROMMON 中引导 .vm 文件	73
第 2 章 Cisco IOS XR 架构	17	3.4.3 检查已安装软件	75
2.1 Cisco IOS XR 内核	17	3.4.4 安装 PIE	77
2.1.1 线程	18	3.4.5 c12000 平台中的 TURBOBOOT	80
2.1.2 调度算法	21	3.4.6 引导备 RP	81
2.1.3 同步服务	24	3.5 使用 mini.pie 升级 Cisco IOS XR 主版本	82
2.2 Cisco IOS XR 系统管理器	26	3.5.1 安装回退	84
2.2.1 进程属性	27	3.5.2 移除未激活 PIE	87
2.2.2 系统管理器与进程生命周期	29	3.5.3 执行安装审计	88
2.2.3 Sysmgr 与进程的 CLI	30	3.6 磁盘备份与恢复	89
2.3 进程间通信	32	3.6.1 备份引导盘	89
2.3.1 IPC 机制特点	32	3.6.2 磁盘镜像	90
2.3.2 轻量级消息	34	3.7 安装状态检查	95
2.3.3 组服务协议	35	3.7.1 PIE 或 SMUMD5 校验	95
2.3.4 微量描述信息环	35	3.7.2 估算磁盘空间占用	95
2.3.5 Qnet	35		
2.4 分布式服务	36		
2.4.1 GSP	36		
2.4.2 批量内容下载器	40		
2.5 进程迁移	42		

3.7.3	PIE 或 SMU 安装测试	96	5.2	Cisco IOS XR 中的 Syslog	138
3.7.4	检查配置寄存器	96	5.2.1	日志输出位置	139
3.7.5	清除配置不一致性	96	5.2.2	日志存档	140
本章小结		97	5.3	嵌入式事件管理器 (EEM)	142
第 4 章 配置管理		99	5.3.1	EEM 事件探测器与事件处理 流程	142
4.1	理解分布式配置管理	99	5.3.2	定时服务事件探测器	142
4.1.1	控制平面配置管理	99	5.3.3	Watchdog 系统监控事件 探测器	143
4.1.2	数据平面配置管理	99	5.3.4	分布式事件探测器	143
4.2	理解配置平面	100	5.3.5	自带 EEM 策略的注册与使用	143
4.2.1	管理平面	100	5.3.6	用户自定义 EEM 策略	144
4.2.2	共享平面	101	5.3.7	EEM 可靠性监控	146
4.2.3	本地平面	101	5.4	进程监控	148
4.3	配置管理组件	101	5.4.1	WDSYMON	149
4.3.1	配置管理器	102	5.4.2	内存监控	150
4.3.2	配置文件系统 (CFS)	104	5.4.3	show system verify 的使用	151
4.3.3	SysDB 在配置管理中的作用	107	5.4.4	其他推荐监控维护方法	154
4.3.4	副本数据服务文件系统 (RDSFS)	109	本章小结		155
4.4	理解二级提交模型	109	第 6 章 Cisco IOS XR 安全		157
4.4.1	生成 target config	110	6.1	操作系统安全	157
4.4.2	Commit 操作	112	6.2	路由器接入安全	158
4.5	Cisco IOS XR 配置特性	117	6.2.1	管理平面	159
4.5.1	删除物理接口	117	6.2.2	SDR 平面	160
4.5.2	配置导航	118	6.2.3	用户组与任务组	160
4.5.3	running config 的默认行为	119	6.2.4	用户组与任务组继承	165
4.5.4	配置不一致问题	119	6.2.5	外部 AAA	167
4.5.5	配置会话锁	120	6.2.6	配置 SSH	171
4.5.6	其他配置操作	121	6.2.7	管理平面保护	175
4.6	硬件及软件操作的配置管理	123	6.3	转发平面安全	176
4.6.1	OIR 操作中的配置管理	123	6.3.1	ACL	176
4.6.2	PIE 操作中的配置管理	126	6.3.2	uRPF	179
4.6.3	接口预配置	126	6.3.3	LPTS	180
4.6.4	配置模板	128	本章小结		188
4.6.5	路由器启动阶段的配置管理	129	参考资料		189
4.7	配置回退	130	第 7 章 IGP 路由		191
本章小结		132	7.1	RIP	191
第 5 章 Cisco IOS XR 监控与维护		135	7.1.1	理解 RIP 原理	191
5.1	SNMP 的使用	135	7.1.2	RIP 版本	192
5.1.1	配置 SNMP	137	7.1.3	配置 Cisco IOS XR 中的 RIP	192
5.1.2	VRF 下的 SNMP	138			