



数据中心虚拟化技术权威指南

Data Center Virtualization Fundamentals

Understanding Techniques and Designs for Highly Efficient
Data Centers with Cisco Nexus, UCS, MDS, and Beyond

[巴西] Gustavo A. A. Santana 著
张其光 袁强 薛润忠 译

数据中心虚拟化技术权威指南

Data Center Virtualization Fundamentals

Understanding Techniques and Designs for Highly Efficient
Data Centers with Cisco Nexus, UCS, MDS, and Beyond

[巴西] Gustavo A. A. Santana 著

张其光 袁强 薛润忠 译



人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (C I P) 数据

数据中心虚拟化技术权威指南 / (巴西) 桑塔纳
(Santana, G. A. A.) 著 ; 张其光, 袁强, 薛润忠译. —
北京 : 人民邮电出版社, 2015. 2
ISBN 978-7-115-38232-0

I. ①数… II. ①桑… ②张… ③袁… ④薛… III.
①数据库系统—指南 IV. ①TP311.13-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第017836号

版权声明

Data Center Virtualization Fundamentals (ISBN: 9781587143243)

Copyright©2013 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。

-
- ◆ 著 [巴西] Gustavo A.A. Santana
 - 译 张其光 袁强 薛润忠
 - 责任编辑 赵轩
 - 责任印制 张佳莹 焦志炜
 - ◆ 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: 787×1092 1/16
 - 印张: 38.25
 - 字数: 1032千字 2015年2月第1版
 - 印数: 1-2500册 2015年2月北京第1次印刷
 - 著作权合同登记号 图字: 01-2013-8474号

定价: 108.00元

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

作者简介

Gustavo A. A. Santana, CCIE#8806, 思科技术方案架构师, 致力于企业和服务提供商的数据中心项目的开发和部署, 涉足数据中心所需的多项技术领域融合, 如网络、应用优化、存储以及服务器。

Gustavo 在数据中心行业拥有超过 15 年的工作经验。在巴西, 他领导和协调一支专业的思科工程师团队。作为教育促进技术发展的信仰者, 作者还致力于 IT 专业人才的技术培养和开发, 为客户、合作伙伴和战略联盟组织培养了许多专业技术人才。

除了持有两个 CCIE 证书 (路由交换和存储网络) 之外, Gustavo 也是 VMware 认证专家 (VCP) 和 SNIA 认证存储网络专家 (SCSN-E)。他拥有巴西航空技术学院 (ITA-Brazil) 计算机工程的学士学位, 并获得了巴西 FGV 大学战略 IT 管理的 MBA 学位 (FGV-Brazil), 还经常作为思科和数据中心业界活动的演讲者。

Gustavo 的个人博客是 <http://gustavoasantana.net>, 用于分享并讨论数据中心虚拟化技术相关的话题。

技术审稿人简介

Maurilio Gorito, CCIE, Riverbed 科技学院的认证经理, 领导着 Riverbed 科技的认证计划。此前, 他曾管理思科 CCIE 路由与交换认证的计划, 并且他也是持有 3 个 CCIE 证书的思科认证互联网络专家。Maurilio 在 IT 领域拥有 25 年的经验以及超过 20 年的教育、测试和评估相结合的实践经验。Maurilio 撰写过一书籍以及许多书面文章, 并为思科出版社审查了若干技术书籍。Maurilio 持有巴西 Centro Universitario Geraldo Di Biasi 学府的教育教学以及数学学士学位。Maurilio 现任职于性能测试委员会 (PTC) 的董事会。

Krishna Arji, 思科公司的高级经理。在这个职位上, 他负责思科服务交付相关的技术研发。Krishna 曾在思科服务技术团队的多个职位就职。他当前的工作是执行思科 BYOD 服务产品的交付。过去, 他参与了云计算规划、设计和实施服务的交付, 并在技术评估和开发上担当了关键角色。在他的领导下, 他的团队开发了多项技术来实现客户的基础设施评估 (包括: 路由、交换、数据中心、安全和 WLAN)。他的专业领域包括网络、软件设计和开发以及数据中心技术, 如虚拟化。Krishna 拥有电子和通信工程学士学位, 并取得了企业软件技术学科的硕士学位。目前, 他正攻读加州大学伯克利分校哈斯商学院 MBA 学位。他有一个关于“存储区域网络的自动评估”的专利, 等待 USPTO (美国专利商标局) 的通知 (序号为 13/115, 141)。

献辞

将本书献给我的妻子和真挚的爱情，Carlene，她的无私奉献和无条件支持对于本书的创作是至关重要的。还有我可爱的女儿，Carolina，是她的好奇心不断激励着我向前迈进。

我也将这本书献给我的父母，Honorio 和 Cleia，是他们教育了我：只有无所畏惧和谦虚，才能学到知识。

最后，本书还献给致力于传授知识和经验的每一个人。

致谢

创作本书的过程，可以说是一段“孤独的旅程”。当然，如果没有亲戚、朋友和专家们的支持，无数寂寞的写作时间也会是徒劳无功的，这里我要向他们致谢。

首先，我要感谢我的妹妹 Raquel 和兄弟 André，感谢他们在我这本书的写作过程中所给予的支持。

我也想对我的朋友以及值得信赖的顾问 Alexandre M.S. P. Moraes 表达我的感谢，因为从本书写作的早期阶段起，他就分享了许多宝贵的意见和见解。

非常感谢 Andrey Lee 提供的第 1 章和第 17 章的精彩插图。

衷心感谢 Paulo Quinta、Fernanda Spinardi 和 Marcelo Ehalt 帮助协调我的本职工作和写作。

感谢本书的技术审稿人 Maurilio Gorito 和 Krishna Arji 所给予的积极贡献以及专注于目标读者群，使得本书的创作更加高效。

感谢巴西数据中心的老虎团队，他们一直作为我最喜欢的“智囊团”为我提供了最佳实践和经验交流。

我还要感谢两位非常有才华的导师，Dan Murray 和 Fabricio Grimaldi。

我也很感谢那些贡献设备的人：Shane Hudson 和 Bilal El-Ayi（来自 GoldLabs），Ohad Richberg（和他的神奇 CPOC 以色列团队），François Tallet 和 Mark Allen（来自思科企业核心业务部），以及 Hugo Marques。

感谢 Pearson 产品团队所有同事，尤其是 Ellie Bru 和 Seth Kerney，是他们帮我创作了本书的最终版本。

特别感谢 Mary Beth Ray 和 Anand Sundaram，感谢你们所支持的数据中心独特构思和不同的方法。

序

随着互联网经济的快速发展和信息技术的爆炸，数据中心正在发挥着举足轻重的作用，并成为当今IT界最令人兴奋的领域之一。随着虚拟化和云计算的加速发展，这种趋势还在继续，并且数据中心解决方案变得更高效和更具扩展性。更确切地说，采用虚拟化技术的组织看到更大的回报和更多的活力来应对不断增长的经济需求。

数据中心虚拟化是一个渐进的过程，开始于多年前的大型机机房之中，并在最近几年出现了疯狂增长。更重要的是，它在架构角度上倡导的脱离物理边界的束缚，已在各个技术领域产生效益。

然而，由于这些环境的复杂性不断增长，这对数据中心专业人士的知识广度提出了挑战，他们必须具备多个不同领域的知识，如网络、存储、服务器、操作系统、应用和安全性。

本书内容非常全面，它包含了所有这些领域的知识，介绍了数据中心环境中的虚拟化技术。本书并没有采用其他书籍所使用基于产品的方法，而是从方案架构的角度提供了理论概念、配置说明以及每个虚拟化技术的真实设计。本书可作为那些想要了解当今数据中心技术状态的学生和专业人士的一本入门书籍。作者认为，虚拟化技术是实现这一壮举的最佳途径，因为在学习这些技术之前，必须清楚地认识到数据中心环境所面临的物理挑战。

一谈及虚拟化，就有许多误解，人们会立刻在虚拟服务器环境中想到它。然而，数据中心中的虚拟化并不局限于单一的技术领域。本书将重点介绍数据中心中主流的虚拟化技术，并作为一个整体揭示它们在这些环境中的影响和适用性。它鼓励读者摆脱技术的束缚，并认识到每个决策均可能会影响到其他数据中心团队。步入云时代，从业人员需要有很强的数据核心理论基础，而这正是本书所带来的。

作者 Gustavo A. A. Santana 是一位具备多年丰富经验的技术专家，并在这些技术领域的集成上做出了出色的工作。他已经展现了他的技能和技术手段，能够采用独特的方法将最复杂的和最深奥的技术信息转化为简单的、容易理解的材料。读者一定会欣赏这本书。

最后，对于那些想要追求思科数据中心认证的读者来说，这本书也将会是一份重要的参考和有价值的读物。我深信，通过阅读本书，读者必将在认证准备过程中获得丰富的知识和动手操作经验。如果您正在寻找有关虚拟化的真正的全面指南，本书就是最好的选择！

Yusuf Bhajji

高级经理，专家认证 (CCIE、CCDE、CCAR)

Learning@Cisco

"If you can't explain it simply, you don't understand it well enough."

—Albert Einstein

“如果你没法简单地解释它，说明你还不够了解它。”

——阿尔伯特·爱因斯坦

译者简介

张其光，博士，ITIL 专家，CCIE#11333 R&S/Security（已获得超过 10 年），现任思科服务部支持经理，持有 VMware 及 Linux 等多项专业证书。从事互联网行业超过 16 年，先后指导并参与了中国各大运营商、互联网公司的骨干网络 / 城域网 / 业务支撑网、数据中心、虚拟化 / 云平台等多个项目的设计、规划、建设以及运营支持，是 IT 网界理论付诸于实践的先驱和积极倡导者。目前感兴趣和正在探索的领域有：云计算的业务应用、基于大数据的软体智能、家庭物联网的标准化。

袁强，CCIE#30025，思科中国高级服务部团队的网络咨询工程师，主要负责基于思科网络产品来帮助客户构建和优化思科网络解决方案，有 10 年以上的网络行业经验。先后参与了中国移动、东方有线、阿里巴巴、腾讯等国内顶尖的运营商和互联网企业的网络和数据中心建设，对数据中心和虚拟化技术的产品如 Nexus 交换机、ASR9k 路由器和 UCS 服务器有着深刻的理解和丰富地部署、实施和优化经验。

薛润忠，现就职于某外企运营商部门，担任资深技术工程师、高级网络顾问职务，持有 CCNP，NCSA，VCP，VTSP 等证书。具有 20 多年网络和通信行业经验，先后了参与中国移动、中国联通、中国工商银行等多个客户的核心网络建设和交付，目前研究的重点是核心通信网络和数据中心架构。

前言

“我对学习数据中心技术很感兴趣，应该如何开始呢？”

自从我第一次听到这个问题，我见过很多 IT 专业人士，面对令人晕头转向的数据中心新技术开发变得不堪重负。从我的角度来看，这种挫折主要是由于试图去理解这个问题，却没有被正确地引入到有关这些复杂的环境的最根本的概念和定义。而这些观点一直是我给他们建议的基础。

然而，随着岁月的流逝，我发现回答这个问题变得更复杂。可以理解的是，这些专业人士的背景也被要求日益多样化，主要是因为数据中心技术在不同的知识领域不断地融合，如网络、存储、应用、服务器、布线以及其他，等等。而令我懊恼的是，我不得不承认，要创建一个对这些技术有效的介绍，将会是一项越来越难完成的任务。

在开发了许多学习方法和定制化培训后，我决定写一本书来挑战自己，这本书将涵盖先进的数据中心技术和它们所依赖的核心概念。从一开始，这些庞杂技术细节让我意识到我是多么接近这个任务，就像编写甲壳虫乐队传记一样。而且这一确切想法启发了我去遵循最佳音乐出版的步骤：我不得不使用一个统一的主题，它可以为这些技术的陈述提供一个坚实的支柱。这对我而言是相当容易的，我的结论是，虚拟化是这个主题。

如今，虚拟化通过以下的技术深深植根于数据中心设备之中，这些技术有：虚拟内存、虚拟网关、VLAN、VRF、虚拟环境、VDC、vPC、VNTag、VPLS、OTV、虚拟的 LUN、VSAN、IVR、NPV、FCoE、虚拟机、服务配置文件、虚拟联网、虚拟网络服务，等等。所有这些成功的技术都有一个共同的特点：它们都是用来提供资源优化的。正因如此，学习上述技术为解决以下问题提供了机会。

- 传统的数据中心部署及其局限性；
- 每项虚拟化技术的好处和它们的行为；
- 这些技术所提供的在数据中心设计和架构上的变化。

虚拟化还改变了数据中心环境中的人力配置。从“现实的链条”获得了解放，技术团队能够简化操作任务，并加快新 IT 模式的采用，比如云计算。有了这样一个中心主题，就只剩下一个问题了——如何处理它。

目标和方法

本书通过对主要的基础设施虚拟化技术的系统检查，循序渐进地介绍了创新的数据中心技术。书中还特意介绍了基本概念和定义，这也是那些从事现代数据中心设计的专业人士所要求的。

由于主要集中在 3 个主要的数据中心基础设施领域（网络、存储和服务），本书既不拘泥于某个单一的产品，也不是作为配置指南。相反，它充分利用了广泛的思科数据中心产品组合（其他来自于思科生态系统合作伙伴和联盟的解决方案）来分析每项虚拟化技术的行为，并提供虚拟化数据中心的架构视角。

除了提供这些领域发展的技术解释外，本书还将通过一系列与以下相关联的主题，探讨每一项虚拟化技术：

- 虚拟化分类系统（在第 1 章中介绍），它快速提示读者特定技术的主要特征；
- 一种技术初级读本，它强调这个虚拟化技术所克服的物理挑战；
- 该技术的详细分析，包括其特点、可能性、扩展性、结果和影响；
- 一个真实世界中使用的案例，演示了所审查技术的“实际作用”。

我坚信，设计和部署必须是互补的过程。因此，本书含有实际的配置案例，这是专门创建用以说明每项虚拟化技术及其在数据中心设计中的适用性。尽管如此，我也包含了一些不常用的拓扑结构，目的是要特别强化本书一直探讨的概念。

读者对象

本书提供了针对数据中心虚拟化技术的深入探讨（从概念到实施），适合初学者和经验丰富的 IT 专业人士来阅读。

- 具备基本的网络和操作系统的知识，并对现代数据中心设计、部署和基础设施优化技术感兴趣的读者；
- 思科数据中心认证，包括 CCNA 数据中心、CCNP 数据中心以及 CCIE 数据中心的读者；
- 专注于某单一的数据中心技术领域，而且希望能学到一些更广泛的架构知识，以加速职业发展的专业人士。

内容结构

随着互联网带来的信息爆炸，在 21 世纪，教育必须始终为非结构化数据的随机堆积提出替代方案。因此，我特意采用建构主义者的学习理论原则（如系统的分析和概念合成）在整本书中讲述内容。虽然每个章节可以不按照顺序去阅读，但书中所设计的排列是为了提供解释的逻辑顺序，为读者带来一个更受益的学习体验。

尽管博客和微博会发布并提供及时信息更新，本书旨在提供完整的知识体系，并协调章节之间的秩序和关联。

第 1 ~ 17 章以及附录覆盖了以下主题。

- 第 1 章，“虚拟化的历史和定义”：这个入门章节呈现了数据中心环境虚拟化的发展历史，并通过一些说明性的例子，提供了虚拟化的统一定义。本章也提出了一种分类系统（被称为“虚拟化分类学”），这将贯穿全书，并迅速向读者推出虚拟化新技术。
- 第 2 章，“数据中心网络演进”：使用以太网协议的演变作为画布，本章主要论及的内容用于传统数据中心的网络拓扑管理，还讨论了虚拟化能够给这些网络带来的常规优势。
- 第 3 章，“网络虚拟化入门”：重点解释了虚拟局域网（VLAN）和虚拟路由转发（VRF），本章对这些完善的虚拟化技术结构进行了深入的分析，并阐明本书的方法，揭示隐藏在常识背后的重要概念。
- 第 4 章，“ACE 虚拟环境”：本章讨论数据中心中网络服务的重要性，重点介绍了服务器的负载均衡器。本章提出了当数据中心应用环境扩张时，虚拟环境可作为增加灵活性和优化硬件资源的重要工具。
- 第 5 章，“即时交换机：虚拟设备环境”：本章详细介绍了虚拟设备环境（VDC）的创新特点，这也显示了它们在富有挑战性的数据中心网络方案中的适用性。
- 第 6 章，“生成树欺骗”：本章论证了虚拟化技术，如以太网通道和虚拟端口通道（vPC）技术是如何突破生成树协议的（STP）限制来适应数据中心网络的严格要求。它还引入了一个两层多路径技术 FabricPath，为替代这些环境中的 STP 提供了最安全的路径。
- 第 7 章，“带阵列扩展器的虚拟机箱”：阵列扩展器（FEX）构成了一种在数据中心网络接入层提供布线优化和网络管理整合的虚拟化技术。本章充分探讨了这项技术的多种方式。
- 第 8 章，“两个数据中心的传说”：在地理位置不同的数据中心站点之间实现两层域扩展，这个经典问题在本章中进行了讨论。它基于前几章所研究的概念，提供多种不同的虚拟化技术的实践检验，能够解决这个挑战。
- 第 9 章，“存储的演进”：本章探讨了当今数据中心中所使用的与存储访问技术相关的主要概念。这也解释说明了虚拟化是如何扎根于存储数据的定义之中。
- 第 10 章，“SAN 孤岛”：虚拟存储区域网络（VSAN）可以以一个简单而优雅的方式来克服光纤通道架构的挑战。本章提出了一些必备的协议概念，以了解它们是如何应用于真实世界场景的。

- 第 11 章，“私密身份”：本章介绍了 3 种虚拟化技术，它们的掩饰手法有利于数据保护、环境隔离和存储区域网络的扩展性。
- 第 12 章，“统一线缆”：融网络和存储虚拟化概念于一体，本章全面考察了数据中心桥接（DCB）和以太网上的光纤通道（FCoE）所带来的 I/O 整合的细节和优点。
- 第 13 章，“服务器的演进”：本章介绍现代服务器架构相关的主要概念。同时还介绍了服务器虚拟化，并描述了 21 世纪伊始，它是如何改变数据中心的运行风格的。本章还涉及统一计算的定义，并解释了其创新的架构原则如何大大简化服务器环境。
- 第 14 章，“改变特性”：尽管服务器虚拟化已经帮助实现数据中心内服务器负载的合理化，但在这些环境中去维护和管理“裸机”服务器配置仍被视为重大挑战。本章演示了在这些场景中服务配置文件如何能带来多个服务器虚拟化效益。
- 第 15 章，“跨越机架”：本章演示了书中所探讨的技术是如何牢牢交织在一起的，同时也展示了服务器虚拟化是如何彻底改变网络的。它通过对 VMware 的 vSwitch、Nexus 1000V 和虚拟机阵列扩展器（VM-FEX）的分析，提出了虚拟网络概念。
- 第 16 章，“移动目标”：虚拟机可以在不同的主机和地点之间迁移，这种方式也已经改变了网络服务的部署。本章探讨了解决方案所提供的服务的独特性，如虚拟防火墙（虚拟安全网关 VSG 和 ASA 1000V），虚拟加速器（虚拟广域应用服务 vWAAS），以及虚拟路由器（CSR 1000V）。同时，还提出了一种特殊的网络服务——站点选择服务，并介绍了一些解决方案来优化客户端会话路由，以实现虚拟机漫游。
- 第 17 章，“虚拟数据中心和云计算”：本章巩固了贯穿全书的概念，讨论了 1+1 如何能大于 2，多种虚拟化技术的部署如何创造出一个完美的“云计算”风暴，以及这种 IT 交付模式是如何影响数据中心网络的演进。
- 附录 A，“思科数据中心产品系列”：为保持本书的重点针对于虚拟化概念和特征行为，本附录包含所有思科数据中心的产品描述，在实际部署中会应用到这些技术。
- 附录 B，“IOS、NX-OS 和应用控制软件命令行接口基础”：如果您不习惯于来自不同网络操作系统的命令行界面，本附录会向您介绍它们最典型的特征和定义。

本书中使用的图标



路由器



边缘标签交换
路由器



Nexus 1KV VSM



思科 MDS
多层导向器



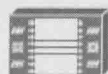
思科 MDS 多层
阵列交换机



网桥



工作组交换机



UCS 5108 机箱



Nexus 2000 10GE



小 Hub
(10 BaseT Hub)



Nexus 1KV VEM
或 Nexus 1000



UCS 6100 系列
阵列互联



UCS-C 系列



广域应用引擎



Nexus 2000
阵列扩展器



Nexus 5000



Nexus 7000



路由/交换
处理器



Cisco 5500
家族



防火墙
服务模块



应用控制引擎



系统控制器



应用控制引擎



思科 ASA 5500



笔记本



工作站(Sun)



Web 服务器



思科安全管理器



PC



IBM 大型机



文件/应用
服务器



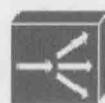
监视器



刀片服务器



WAN



本地导向器



移动终端



网络云



DWDM 环



防火墙



分支办公室



中等大楼



小企业



最终用户

目 录

第 1 章 虚拟化的历史和定义	1	2.4 总结	28
1.1 数据中心的基本定义	2	2.5 扩展阅读	28
1.1.1 数据中心的演进	2	第 3 章 网络虚拟化入门	29
1.1.2 作业区以及数据中心架构	4	3.1 网络分区	30
1.2 数据中心虚拟化起源	5	3.2 桥接世界的概念	30
1.2.1 虚拟内存	6	3.3 VLAN 定义	31
1.2.2 大型机虚拟化	6	3.4 VLAN 的两个常见误解	36
1.2.3 热备份路由器协议	7	3.4.1 误解 1：一个 VLAN 必须 关联到一个 IP 子网	37
1.2.4 定义虚拟化	8	3.4.2 误解 2：3 层 VLAN	38
1.2.5 数据中心虚拟化的时间轴	8	3.5 生成树协议和 VLAN	40
1.3 虚拟化技术分类	9	3.5.1 生成树协议的工作机理	42
1.3.1 虚拟化分类	10	3.5.2 端口状态	46
1.3.2 虚拟化的可扩展性	12	3.5.3 增强生成树协议	47
1.3.3 技术领域	12	3.5.4 生成树实例	49
1.3.4 分类的例子	14	3.6 私有 VLAN	52
1.4 总结	14	3.7 VLAN 特性	55
1.5 扩展阅读	15	3.7.1 本征 VLAN	55
第 2 章 数据中心网络演进	16	3.7.2 预留 VLAN 标识	56
2.1 以太网协议：过去和现在	16	3.7.3 资源共享	56
2.1.1 以太网介质	17	3.7.4 控制平面和管理平面	56
2.1.2 同轴电缆	17	3.8 路由世界的概念	57
2.1.3 双绞电缆	17	3.9 数据中心中的地址重叠	58
2.1.4 光纤	19	3.10 定义和配置 VRF	59
2.1.5 直连双同轴电缆	20	3.11 VRF 和路由协议	61
2.1.6 以太网数据速率时间轴	21	3.12 VRF 和管理平面	66
2.2 数据中心网络拓扑	22	3.13 VRF 资源分配控制	68
2.2.1 数据中心网络分层	23	3.14 使用案例：数据中心网络分段	69
2.2.2 数据中心网络的设计因素	23	3.15 总结	71
2.2.3 物理层网络布局问题	25	3.16 扩展阅读	71
2.2.4 ANSI/TIA-942 标准	26	第 4 章 ACE 虚拟环境	72
2.3 网络虚拟化的优点	27	4.1 应用网络服务	73
2.3.1 网络逻辑分区	27	4.2 负载均衡器的使用	73
2.3.2 网络简化和流量负载平衡	28	4.2.1 负载均衡的概念	75
2.3.3 管理整合和布线优化	28	4.2.2 4 层交换与 7 层交换	79
2.3.4 网络扩展	28		

2 目 录

4.2.3 连接管理	80	6.2 链路汇聚	160
4.2.4 地址转换和负载平衡	82	6.3 跨交换机的 PortChannel	164
4.2.5 其他负载平衡的应用	84	6.4 虚拟 PortChannel (vPC)	165
4.2.6 服务器卸载	86	6.4.1 虚拟 PortChannel 的定义	165
4.3 负载均衡器在数据中心中的增长	89	6.4.2 配置虚拟端口通道	169
4.3.1 负载均衡器性能	90	6.4.3 第一步: 定义 vPC 域	169
4.3.2 安全策略	90	6.4.4 第二步: 建立对等体保持存活 的连接性	170
4.3.3 次优流量	91	6.4.5 第三步: 创建对等链路	171
4.3.4 应用环境独立性	92	6.4.6 第四步: 创建 vPC	172
4.4 ACE 虚拟环境	93	6.4.7 生成树协议和虚拟 PortChannel	174
4.4.1 应用控制引擎的物理连接	94	6.4.8 对等链路故障和孤立端口	177
4.4.2 创建和分配资源给到虚拟环境	97	6.4.9 第一跳路由由协议和虚拟 PortChannel	177
4.4.3 整合 ACE 虚拟环境到数据 中心网络	105	6.5 2 层多路径及 vPC+	182
4.4.4 管理和配置 ACE 虚拟环境	109	6.5.1 FabricPath 数据平面	183
4.4.5 控制虚拟环境的管理访问	116	6.5.2 FabricPath 控制平面	184
4.4.6 ACE 虚拟环境的附加特性	120	6.5.3 FabricPath 和 STP	186
4.5 使用案例: 多租户数据中心	121	6.5.4 增强虚拟端口通道	190
4.6 总结	123	6.6 使用案例: 网络 POD 的演进	193
4.7 扩展阅读	124	6.7 总结	196
第 5 章 即时交换机: 虚拟设备环境	125	6.8 扩展阅读	196
5.1 设备虚拟化扩展	126	第 7 章 带阵列扩展器的虚拟机箱	197
5.2 为什么使用 VDC	127	7.1 服务器接入模型	198
5.3 VDC 详细介绍	128	7.2 理解阵列扩展器	199
5.4 创建和配置 VDC	129	7.2.1 阵列扩展器选项	202
5.4.1 VDC 名称和 CLI 提示符	135	7.2.2 连接阵列扩展器至父交换机	202
5.4.2 虚拟化嵌套	136	7.2.3 阵列扩展接口和生成树协议	205
5.5 分配资源给 VDC	138	7.2.4 阵列接口冗余	206
5.6 使用资源模板	145	7.3 阵列扩展器拓扑	209
5.7 管理 VDC	147	7.3.1 直通式拓扑	210
5.7.1 VDC 操作	147	7.3.2 双宿主拓扑	212
5.7.2 进程故障和 VDC	148	7.4 使用案例: 混合接入数据中心	216
5.7.3 VDC 带外管理	149	7.5 总结	217
5.7.4 基于角色的访问控制和 VDC	153	7.6 扩展阅读	217
5.8 全局资源	155	第 8 章 两个数据中心的传说	218
5.9 使用案例: 数据中心安全区域	155	8.1 分布式数据中心的简要历史	219
5.10 总结	157	8.1.1 冷门时期 (1970-1980 年)	219
5.11 扩展阅读	157	8.1.2 热门时期 (1990-2000 年)	219
第 6 章 生成树欺骗	158	8.1.3 双活时期 (2000- 今)	221
6.1 STP 协议和链路利用率	159		

8.2	2层扩展实例	221	9.3.4	虚拟化 SAN	278
8.3	基于光连接的以太网扩展	223	9.4	总结	278
8.3.1	虚拟端口通道 (vPC)	223	9.5	扩展阅读	278
8.3.2	FabricPath	225	第 10 章 SAN 孤岛 279		
8.4	基于 MPLS 的以太网扩展	226	10.1	一些光纤通道的定义	280
8.4.1	MPLS 的基本概念	227	10.1.1	光纤通道层次	280
8.4.2	基于多协议标签交换的以太网协议	229	10.1.2	光纤通道拓扑和端口类型	281
8.4.3	虚拟私有局域网服务	233	10.1.3	光纤通道地址	282
8.5	基于 IP 的以太网扩展	239	10.1.4	帧、序列和交换集	283
8.5.1	基于 GRE 的 MPLS	239	10.1.5	流量控制	284
8.5.2	重叠传输虚拟化	241	10.1.6	服务分类	285
8.5.3	OTV 术语	243	10.2	交换阵列处理	286
8.5.4	OTV 基本配置	244	10.2.1	交换阵列初始化	287
8.5.5	OTV 环路避免和多宿主	248	10.2.2	交换阵列最短路径优先	288
8.5.6	迁移到 OTV	249	10.2.3	注册状态变化通知	290
8.5.7	OTV 站点设计	254	10.2.4	光纤通道登录	290
8.6	VLAN 标识符和 2 层扩展	257	10.2.5	分区	291
8.7	连接数据中心的内部路由	259	10.3	定义和探索 VSAN	292
8.8	使用案例: 双活新数据中心	261	10.3.1	SAN 孤岛	292
8.9	总结	262	10.3.2	创建 VSAN	293
8.10	扩展阅读	263	10.3.3	VSAN 中继	295
第 9 章 存储的演进 264			10.3.4	分区和 VSAN	298
9.1	数据中心中的存储设备	264	10.3.5	FSPF 和 VSAN	300
9.1.1	磁盘	264	10.3.6	VSAN 范围	302
9.1.2	磁盘阵列	265	10.4	使用案例: SAN 整合	304
9.1.3	磁带库	266	10.5	总结	306
9.2	访问后端数据	267	10.6	扩展阅读	306
9.2.1	块级数据访问	267	第 11 章 私密身份 307		
9.2.2	小型计算机系统接口	267	11.1	基于 IP 的光纤通道	308
9.2.3	大型机存储访问	270	11.1.1	FCIP 的高可用性	312
9.2.4	高级技术附件	271	11.1.2	使用案例: 部署流量工程的 SAN 扩展	313
9.2.5	文件级数据访问	271	11.2	VSAN 间路由	314
9.2.6	网络文件系统	272	11.2.1	IVR 基础架构	315
9.2.7	公共互联网文件系统	272	11.2.2	IVR 分区	317
9.2.8	记录类型的访问	272	11.2.3	使用案例: 穿越 VSAN	321
9.3	存储虚拟化	272	11.3	N_Port 虚拟化	321
9.3.1	虚拟化存储设备	274	11.3.1	配置 N_Port 虚拟化	324
9.3.2	虚拟化 LUN	276	11.3.2	NPV 流量管理	328
9.3.3	拟化文件系统	277			

11.3.3	在 NPV 上部署 pWWN	331	13.4	统一计算	393
11.3.4	使用案例：刀片服务器托管 数据中心	332	13.5	总结	395
11.4	总结	333	13.6	扩展阅读	395
11.5	扩展阅读	334	第 14 章	改变特性	396
第 12 章	统一线缆	335	14.1	服务器部署面临的挑战	397
12.1	数据中心网络融合案例	336	14.1.1	服务器域的操作	398
12.2	数据中心桥接	337	14.1.2	基础架构域的操作	398
12.2.1	基于优先级的流量控制	338	14.2	统一计算和服务配置文件	398
12.2.2	增强型传输选择	339	14.3	建立服务配置文件	400
12.2.3	数据中心桥接交换协议	340	14.3.1	标识一个服务配置文件	404
12.2.4	拥塞通知	341	14.3.2	存储规范	405
12.3	基于以太网的光纤通道介绍	342	14.3.3	网络定义	407
12.3.1	FCoE 元素	343	14.3.4	虚拟接口的安装	409
12.3.2	FCoE 初始化协议	344	14.3.5	服务器引导顺序	411
12.4	部署统一服务器接入	345	14.3.6	维护策略	412
12.4.1	在单模式交换机上配置统一服务器 接入	346	14.3.7	服务器分配	412
12.4.2	为存储 VDC 配置统一 服务器接入	352	14.3.8	操作策略	413
12.5	配置多跳 FCoE	356	14.3.9	关联服务配置文件到服务器	416
12.5.1	配置虚拟光纤通道 PortChannel	360	14.3.10	安装操作系统	422
12.5.2	FCoE N_Port 虚拟化	362	14.4	验证无状态计算	425
12.6	统一阵列设计	364	14.5	使用策略	427
12.6.1	服务器接入层统一设计	365	14.6	固件 (Firmware) 策略	432
12.6.2	超越接入层	370	14.7	大规模服务器部署	435
12.7	FCoE 和 SAN 扩展	371	14.7.1	克隆	436
12.8	使用案例：LAN 和 SAN 管理分离	372	14.7.2	池	436
12.9	总结	379	14.7.3	服务配置文件模板	437
12.10	扩展阅读	380	14.7.4	服务器池	443
第 13 章	服务器的演进	381	14.8	使用案例：周期性的工作负载	446
13.1	服务器架构	381	14.9	总结	448
13.1.1	大型机	382	14.10	扩展阅读	448
13.1.2	RISC 服务器	382	第 15 章	跨越机架	449
13.1.3	x86 服务器	382	15.1	虚拟网络介绍	450
13.2	x86 架构硬件演进	383	15.2	思科 Nexus 1000V 架构	451
13.2.1	CPU 演进	384	15.3	Nexus 1000V 通信模型	453
13.2.2	内存演进	385	15.4	端口配置文件和动态接口预配置界面	453
13.2.3	扩展总线演进	388	15.5	部署 Nexus 1000V	455
13.2.4	物理形式演进	389	15.6	外部连通性和链路汇聚	468
13.3	x86 服务器虚拟化介绍	390	15.7	虚拟世界里的 NX-OS 特性	470
			15.7.1	MAC 地址表	472
			15.7.2	访问列表	473
			15.8	在线迁移和 Nexus 1000V	474

15.9 虚拟可扩展局域网.....	477	安全策略.....	522
15.10 虚拟机的阵列扩展器介绍.....	482	16.3.10 应用加速.....	523
15.11 部署 VM-FEX.....	484	16.3.11 WAN 加速和在线迁移.....	527
15.11.1 在 UCS 服务配置文件中 启用动态 vNIC.....	484	16.4 虚拟世界中的路由.....	528
15.11.2 准备 VMware vSphere 主机 来部署 VM-FEX.....	485	16.5 位置选择及服务器虚拟化.....	531
15.11.3 使用 UCS Manager VMware 集成向导.....	486	16.5.1 路由健康注入 (RHI).....	531
15.11.4 迁移 VM 到 VM-FEX.....	491	16.5.2 全局服务器负载均衡.....	533
15.12 在线迁移和 VM-FEX.....	493	16.5.3 位置/标识分离协议.....	534
15.13 VM-FEX 高性能模式.....	496	16.6 使用案例: 虚拟数据中心.....	535
15.14 使用案例: 数据中心的融合.....	501	16.7 总结.....	537
15.15 总结.....	502	16.8 扩展阅读.....	537
15.16 扩展阅读.....	503	第 17 章 虚拟数据中心和云计算.....	539
第 16 章 移动目标.....	504	17.1 虚拟数据中心.....	539
16.1 虚拟网络服务的定义.....	505	17.2 自动化和标准化.....	541
16.2 虚拟网络服务数据路径.....	506	17.3 什么是云计算.....	544
16.3 启用 vPath 的虚拟网络服务.....	507	17.4 云实施案例.....	546
16.3.1 思科虚拟安全网关: 计算虚拟 防火墙.....	508	17.5 走向云端.....	547
16.3.2 安装虚拟安全网关.....	509	17.6 云中的网络.....	548
16.3.3 创建安全策略.....	511	17.7 软件定义网络.....	548
16.3.4 发送数据流量到 VSG.....	513	17.8 OpenStack.....	549
16.3.5 虚拟机属性以及虚拟区域.....	515	17.9 网络叠加.....	550
16.3.6 思科 ASA 1000V: 边缘虚拟 防火墙.....	517	17.10 思科开放式网络环境.....	550
16.3.7 安装 ASA 1000V.....	518	17.11 出发之前... ..	551
16.3.8 发送数据流量到 ASA 1000V.....	520	17.12 总结.....	552
16.3.9 配置 ASA 1000V 上的		17.13 扩展阅读.....	552
		附录 A 数据中心产品系列.....	554
		附录 B iOS、NX-OS 和应用控制软件 命令行接口基础.....	579

虚拟化的历史和定义

坦白地说，虚拟化就是欺骗。

即使我们拒绝相信它，但制假、造假以及伪装正在像创作和创意一样成为我们生活的一部分。事实上，整个艺术和科学专门致力于对感知的操纵。

然而，随着个人计算机的普及，“虚拟化”这个广泛使用的术语已经脱离了其技术本身，成为一种共同语言、流行文化和理念。自 20 世纪 90 年代互联网热潮的早期，任何与 Web 相关的活动均被称为“虚拟”，这已然成为了一种完完全全的老生常谈（或只是懒于写出来）。然而，通过菲利普·狄克的科幻小说、让·鲍德里亚的后现代主义研究，以及最近的电影（如《黑客帝国》和《盗梦空间》）的影响，模拟现实的概念依然使得我们当前这个谙熟技术的社会为之入迷。

根据牛津英语词典解释，在计算领域范畴内，虚拟是指“物理上并不存在，而是通过软件实现并呈现出来的做法”。因此，相同情况下，可以这样说，一个虚拟元素是某个元素的一种特定的抽象。

抽象或考虑事物独立于其组织或属性的过程，天然就存在于信息技术（Information Technology, IT）之中。实际上，计算机科学中的许多领域都是建立在抽象层之上的。

计算机数据本身就是一个抽象的实体，这是因为它可以代表着任何东西，从家用电器到日常生活。对计算机系统而言，符号和表征是日常操作的原始数据。但作为用户，我们必须添加一个额外的抽象层，来正确解读这些数据的含义。

如果抽象的概念在 IT 中是如此常见，那又如何解释为什么最近几年人们对虚拟化技术越来越痴迷呢？这种虚拟化趋势在数据中心的硬件核心更是如此。自 2005 年以来，虚拟化早就深深根植于这些环境的战略发展之中，并且这种痴迷还在持续增长：在 2012 年国际数据公司（International Data Corporation, IDC）所做的一项调查中，几乎 40% 的首席信息官（Chief Information Officers, CIO）已经将虚拟化作为他们首要考虑的问题。

因此，这些基础设施都遭到虚拟服务器、虚拟网络、虚拟存储、虚拟设备和其他“虚拟技术”的逆袭，正如这些技术承诺的一样，减少了对现实的束缚。广义而言，这些技术设计为数据中心环境带来了以下好处：

- 降低成本，提高资产利用率；
- 更稳定和更高的可用性；
- 简化操作流程。

考虑到操作运营方面占据了数据中心的绝大部分开支，虚拟化技术被期望能以魔幻的方式工作，在无需对系统以及流程进行全面改造情况下，方便快捷地实现上述好处。

然而，虚拟化可能会带来如下所述的一些问题：

- 所有的这些技术是否真的能带来这么多好处？