

中国电子学会
中国计算机学会信息存储技术专业委员会

推荐教材

WILEY EMC²

信息存储与管理

(第二版)

数字信息的存储、管理和保护

Information Storage and Management Second Edition
Storing, Managing, and Protecting Digital Information in Classic, Virtualized, and Cloud Environments

[新加坡] G.Somasundaram [美] Alok Shrivastava 著
马衡 赵甲 译 王永康 陈弘 井超 主审



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

EMC Education Services

013049436

TP333
42-2

中国电子学会
中国计算机学会信息存储技术专业委员会

推荐教材

信息存储与管理

(第二版)

数字信息的存储、管理和保护

[新加坡] G.Somasundaram

著

[美] Alok Shrivastava

马衡赵甲译

王永康 陈弘 井超 主审



北航 C1658445

人民邮电出版社

北京

TP333
42-2

图书在版编目 (CIP) 数据

信息存储与管理：数字信息的存储、管理和保护 /
(新加坡) 萨曼达 (Somasundaram, G.), (美) 希瓦史塔
瓦 (Shrivastava, A.) 著；马衡, 赵甲译. -- 2版. --
北京：人民邮电出版社, 2013. 7
ISBN 978-7-115-32326-2

I. ①信… II. ①萨… ②希… ③马… ④赵… III.
①信息管理—研究 IV. ①G203

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第131714号

版 权 声 明

Information Storage and Management

Copyright © 2013 by EMC Corporation

All rights reserved. This translation published under license.

Authorized translation from the English language edition published by Wiley Publishing, Inc.

本书中文简体字版由Wiley Publishing公司授权人民邮电出版社出版，专有版权属于人民邮电出版社。

内 容 提 要

信息的管理和安全对于企业的成功至关重要，它已经发展成为一门高度成熟和复杂的 IT 支柱产业和学科。本书是同名书籍的第二版，主要包括存储系统的各个组件和不同存储系统的模型，以及与“云计算”相关的重要信息和新技术。

本书所涵盖的概念、原理和方案部署理念贯穿了整个信息存储和管理技术的范畴。本书包含 5 个部分，包括新增的章节“云计算”，主要阐述以下方面的内容：重复数据删除技术、虚拟资源调配、统一存储、连续数据保护技术、FCoE、闪存、存储分层、大数据、物理和虚拟环境下的业务连续性和安全，以及关于存储模型 (NAS、SAN) 和基础设施组件虚拟化存储对象的详细信息。

本书适合作为高校信息管理专业的教材或参考书，同时也非常适合信息管理专业技术人员、IT 经理人等专业人士阅读参考。

-
- ◆ 著 [新加坡] G.Somasundaram
[美] Alok Shrivastava
译 马 衡 赵 甲
主 审 王永康 陈 弘 井 超
责任编辑 俞 彬
执行编辑 杜 洁
责任印制 程彦红 焦志炜
- ◆ 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 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
- ◆ 开本：787×1092 1/16
印张：19.5
字数：522 千字 2013 年 7 月第 2 版
印数：8 501-12 500 册 2013 年 7 月北京第 1 次印刷
著作权合同登记号 图字：01-2013-3651 号
-

定价：45.00 元

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

反盗版热线：(010)67171154

广告经营许可证：京崇工商广字第 0021 号

推荐序

信息化是不可逆转的发展趋势，经济和社会的发展离不开信息化。信息化已经对经济、社会的发展和人类的进步产生了重大的推动作用，今后也必将产生更大的影响。而在信息化进程中，信息的存储与管理是核心。存储像是一个坚强的基石，支撑着信息化的快速发展。

然而，存储不仅是设备本身，也不仅是技术本身，还包含了更加复杂的系统化的全局观念和新颖的管理理念。随着信息量的爆炸性增长，信息管理的复杂程度也急剧增加。高水平的信息存储管理人员在全球范围内普遍缺乏，专业人员的培养需求迫切。培养优秀的专业人才离不开优秀的教材，而《信息存储与管理（第二版）》的出版，从专业培训的角度来看，可以说是填补了空白。

本书特色明显，主要体现在：（1）内容新颖实用。本书既介绍了 iSCSI 等新的网络存储概念，也描述了实现存储可靠性和安全性的远程复制、存储安全域等新技术。（2）知识系统丰富。本书包含了从设备到系统、从直连存储到网络存储、从智能化存储管理到存储虚拟化、从存储可靠性到存储安全性，知识系统而全面。每章后面的小结归纳了本章的重要知识点，所附的练习题有利于考查对本章知识的掌握情况。附录中的缩略语为更好地阅读本书提供了帮助，而术语表为更好地与他人交流提供了共同语言。（3）理论与实践结合。本书在讲授基本原理的基础上，结合具体的软、硬件产品作为范例剖析，不仅为存储管理人员提供了具体的实例参考，也为存储研究人员提供了技术借鉴。

参与本书原文编写的有约 20 位来自 EMC 教育服务部门的专家，并经多位专家全面审阅，最后由 G.Somasundaram 和 Alok Shrivastava 两位业界资深专家撰写统稿而成，体现了集体的智慧。本书中文译、校者来自北京大学、中山大学等国内著名大学和 EMC 等知名企业，译著文字顺畅、概念准确。

《信息存储与管理：数字信息的存储、管理和保护》一书适合作为高校学生和教师、企事业信息管理专业技术人员的培训教材，也适合 IT 经理人、信息存储研究人员等专业人士阅读参考。

我相信，《信息存储与管理：数字信息的存储、管理和保护》一书的出版能为我国培养信息存储与管理方面的专业技术人才和管理人才做出贡献，能为提升我国的信息存储技术应用水平起到良好的促进作用，从而有利于加速我国的信息化进程。

方 报

博士

中国计算机学会信息存储技术专业委员会 主任委员

国防科技大学计算机学院 研究员

中国电子学会网络存储工程师专业技术资格认证 特聘专家

第二版序

首先衷心祝贺 EMC 学院联盟主编的《信息存储与管理（第二版）》即将付梓，也非常荣幸地能代表 EMC 为此书作序。

《信息存储与管理（第二版）》的出版正当其时，这和 IT 行业的需求紧密相连。目前 IT 行业正面临着前所未有的挑战：一方面，随着平板电脑等智能终端的日益普及和社交网络的兴起，我们的信息世界在急速膨胀，2012 年全球产生的数据总量已达到 2.7ZB（1ZB=1 万亿 GB），较 2011 年增长 48%。如何存储、管理和保护这种巨量的信息？另一方面，IT 架构尤其是企业 IT 架构也日趋复杂，成本不断攀升，而 IT 预算却在减少。IT 技术将如何帮助企业提升响应能力和资源利用率，降低软硬件采购和管理成本，提高竞争力？面对这种挑战，IT 行业需要不断创新，以及培养更多、更优秀的人才。作为云计算和大数据方向的 IT 行业领先者，EMC 责无旁贷；而在中国这个快速发展的市场推动创新和培养人才，更是 EMC 中国卓越研发集团的使命之一。

作为一个重要的里程碑，EMC 全球总裁乔·图斯先生于 2006 年宣布投资 5 亿美元在上海建立 EMC 中国研发中心，使中国成为 EMC 的全球软件研发基地之一。时至今日，EMC 中国研发中心已发展成为 EMC 中国卓越研发集团，并成为 EMC 最重要的创新中心之一。集团下设存储技术研发基地、云计算研发基地、信息管理研发基地、中国实验室、全球解决方案中心和全球客户技术支持中心，共 6 大职能部门，在北京和成都均设有研发中心，以招募最优秀的人才。目前员工已达 1700 多名。EMC 中国卓越研发集团每时每刻都向 EMC 业务部门提供优质的软件与硬件开发与质量保证，为中国、亚太地区和全球的客户 provide 世界一流的产品和服务。

在人才培养方面，EMC 推出了完整的、先进的培训和认证体系，并在全球高校中广泛开展教育项目的合作——EMC 学院联盟项目。这个项目旨在普及信息管理知识，已经向高校赠送开放式课程《信息存储与管理》、《云架构及服务》和《数据科学与大数据分析》，今后还会贡献更多的课程。目前 EMC 学院联盟已经覆盖了全国所有的省市，并拥有超过 300 所高等院校的加盟，每年培训超过 2 万名学生，而且这个数字每年都在快速地增长。除此之外，EMC 与众多中国一流的高校有着长期、深入的全面合作，包括教育和科研机构建设、学科共建等，其中包括“EMC-复旦网络存储培训中心”和清华大学的“EMC 课堂”；每年，EMC 中国卓越研发集团都会举办“iStorage 爱存储”知识竞赛，吸引了大批 EMC 学院联盟的学生参与，其中不少优秀的学生在毕业后加入了 EMC 中国卓越研发集团。每年，EMC 学院联盟都会邀请大批学生与教师参观 EMC 中国卓越研发集团的办公室，与技术专家和管理人员进行面对面的交流，为大学生和跨国 IT 公司架起了一座桥梁。

最后，我希望《信息存储与管理（第二版）》能帮助到更多愿意了解和投入到信息化浪潮中的人们。



EMC 全球副总裁

EMC 中国卓越研发集团总经理

注：2012 年信息总量数据来自 IDC 数字世界研究 <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS23177411>

原书序

在本书第一版出版之后的两年内，我们所了解的世界发生了前所未有的巨大变化。我们身处一个数字时代，信息量不到两年就翻一番。在未来十年内，全球的 IT 部门需要管理的信息量将增长 50 倍，但是相关的 IT 专业人员只增长 1.5 倍（数据来自 2011 年 6 月由 EMC 赞助的 IDC 数字宇宙研究报告）。虚拟化和云计算对于企业来说不再是一个可选项，而是一个生存的必选项。大数据正在创造一个巨大的新机会，企业可以对自己最有价值的资产——信息进行分析、采取行动和创造新的价值，并最终成为自己的竞争优势。

信息技术领域正在经历一场巨大的变革。云带来了颠覆性的新技术、计算模型和学科，极大地改变了 IT 的构建、运作、管理和消费方式。它创造了新的角色，如云技术专家和云架构师，来引领这场变革。IT 组织正在从后台的基础设施管理方（任务是保证正常运行），转变为主要的战略性业务贡献方，工作重点是将 IT 作为服务来提供。

所有的这些变化都要求我们在 IT 组织内创造新的核心竞争力，在业务需求和战略目标的框架下建立对于技术的新思维（甚至重建数据中心的组织结构）。信息存储和管理专业人员必须在已有知识的基础上，获得新的关键技能，才能成功踏上这一将耗费几年时间的、复杂的云端之旅。我们认为的关键技术有：虚拟化、聚合网络（converged networking）、信息安全、数据保护以及数据仓库和分析等。

我们对信息存储和管理进行了修订，希望带给您新的认识，以及当前急需的新的技术和技能的一些幕后见解。这些技术和技能，在设计、实现、管理、优化和利用虚拟基础设施，并最终实现云的商业利益方面具有不可或缺的作用。你将跟随拥有业界最先进的培训、认证和实践经验的 EMC 专家进行学习。

如果你是存储和信息管理方面的专业人士，正在实施数据中心的虚拟化，或正在构建一个稳健的云基础设施，或你只是对学习这些方面的概念或原则感兴趣，现在正是更新你的 IT 技能的关键时机。借助本书，并利用相应的新的培训和认证机会，你可以加速更新你的技能，填补关键技能的空白，从而获得职业发展，为你所在的公司的成长、持续发展和盈利能力贡献自己的力量。

这个行业的挑战有很多，回报也同样丰厚。尼尔森·曼德拉说过：“教育是最强大的武器，你可以用它来改变世界。”我衷心希望这本书能在你的 IT 教育和职业发展（不管你现在担任什么职位）的路上起到关键的作用，希望你抓住这个机遇，改变自己，也改变世界。

Thomas P. Clancy
EMC 全球副总裁，教育服务部
2012 年 5 月

前 言

信息存储是信息技术的中流砥柱。无论是个人用户还是企业 IT 用户，他们每时每刻都在产生着海量的数字信息。我们需要对这些处于传统环境、虚拟环境以及迅速发展的云环境中的信息进行存储、保护、优化和管理。

曾几何时，人们对信息存储的认识还仅仅是连接到电脑主机背后的那一摞摞用于保存数据的磁盘或磁带。即使在今天，也只有那些存储业内人士才深知信息存储技术对于 IT 基础设施的可用性、高性能、完整性和信息优化所发挥的至关重要的作用。近十年来，信息存储技术已发展成为尖端技术，为数字信息的存储、管理、互联、保护、安全、共享和优化提供了丰富多彩的解决方案。

虚拟化的广泛应用、云计算的出现、数据量每年的高速增长、数据类型和来源多样化——所有这些因素都让现代存储技术在企业和组织成功中扮演着越来越重要的角色。在传统、虚拟及云环境下，如何雇佣存储领域的专业人才，是主管们正面临的严峻挑战。

尽管许多一流大学已经开始在其计算机或信息技术专业的教学计划中加入了专门讲授存储技术的课程，但遗憾的是，当今的许多 IT 专家们，甚至包括那些有着多年经验的专家，都未曾获益于这种正规教育。因此，包括应用、系统、数据库及网络管理等多个领域在内的资深专家，对于存储技术对各自领域所产生的影响并不具备一个统一的认知基础。

我们编写本书的目的在于：使学生和专业人士对存储技术的各个环节形成一个完整全面的认识与理解。尽管本书的实例部分采用的是 EMC 公司的产品，但是，读者通过本书形成的对于技术概念及其基本原理的理解，必将有助于轻松地掌握其他公司的相关产品。

本书分为 5 个部分，共 15 章。其中，高级专题是基于其前面章节所掌握的内容深化而来的。第 1 部分介绍虚拟化和云基础设施的概念，这些概念贯穿全书，确保对于存储技术的探讨覆盖传统环境、虚拟环境和迅速发展的云环境。

第 1 部分，存储系统：这 4 章讲述了信息增长及其带来的挑战，定义了存储系统及数据中心环境，回顾了存储技术的发展历程，并介绍了智能存储系统。这一部分还介绍了虚拟化和云计算的概念。

第 2 部分，存储网络技术：这 4 章涵盖了光纤通道存储区域网 (FC-SAN)、IP 存储区域网 (IP SAN)、网络连接存储 (NAS)、基于对象的存储和统一存储。对统一存储和聚合网络 (FCoE) 的概念也进行了介绍。

第 3 部分，备份、归档和复制：这 4 章介绍了传统环境和虚拟环境中的业务连续性、备份及恢复、数据去重、数据归档、本地数据复制和远程数据复制。

第 4 部分，云计算：这一部分讲述的是云计算的内容，包括基础设施框架、服务模型、配置选项以及迁移到云需要考虑的问题。

第 5 部分，存储基础设施的安全与管理：这 2 章涵盖了存储安全、存储基础设施的监控和管理。其中包含了虚拟和云环境中在安全和管理方面需要考虑的问题。

此外，本书的网站还提供了一些最新的辅导资源和阅读材料，有兴趣的读者可以访问 <http://education.EMC.com/ismbook>，以获取更详尽的信息。

EMC 学院联盟

我们真诚地邀请有意教授《信息存储与管理：数字信息的存储、管理和保护》课程的大专院校参与 EMC 学院联盟计划。参与该计划可获得针对以下课题的独特的公开课程教育：

- 信息存储和管理
- 云基础架构和服务
- 数据科学与大数据分析
- 备份恢复系统及体系结构

本计划为教学机构免费提供各种课程资源，帮助学生在迅速变化的 IT 业界获得工作机会。具体内容请访问 <http://education.EMC.com/academicalliance>。

EMC 认证专家证书



EMC 认证专家是 IT 业界领先的培训和认证项目，涵盖了信息存储技术、虚拟化、云计算、数据科学/大数据分析等方面的内容。

参与认证是对自己的投资，也是对经验的检验。

本书是 EMC 信息存储及管理专家认证考试（E10-001）的辅导教材。通过此考试将获得 ECM 认证专家——信息存储准专家（第 2 版）的认证。

欲了解其细节，请访问 <http://education.EMC.com>。

致 谢

当我们开始本书的编撰时，首当其冲的挑战就是如何寻找一个对构成现代信息存储基础设施的广泛技术有着全面了解的专家队伍。

激发并支持我们完成本书的一个关键因素就在于：在 EMC，我们有着丰富的技术和经验，以及许许多多业界最优秀的人才。和这些专家交流时，他们都和我们一样对出版这本全面涵盖信息存储技术的书籍的前景倍感兴趣，因为这是使他们能够与全球的专家和学生分享他们专业知识的一个难得的契机。

本书是在 EMC 教育服务部的指导下，在 CTO 办公室、全球市场部、EMC 研发部门的支持下，由 EMC 许多关键部门的努力和奉献所凝聚的结晶。

本书第一版出版于 2009 年，是在来自 EMC 教育服务部的 Ganesh Rajaratnam 和来自 EMC CTO 办公室的 David Black 博士带领下完成的。出版后一直是最受专业人士和学生欢迎的存储技术类书籍。除了英文纸版和电子版外，本书还有简体中文版、葡萄牙语版和俄语版。

随着云计算的兴起和虚拟化技术的广泛应用，我们觉得有必要对书的内容进行更新，加入对信息存储领域出现的新技术和新成果的介绍，于是就有了本书的第二版。第二版的内容更新是在来自 EMC 教育技术部的 Ashish Garg 的带领下完成的。而内容的审阅则是由 Joe Milardo 和 Nancy Gessler 牵头，是他们协同专家团队共同完成的。

下列来自 EMC 的专家参与编撰审阅了本书的某些章节，我们在此向他们表示衷心的感谢。

编撰：

Rodrigo Alves	Anbuselvi Jeyakumar	Charlie Brooks	Sagar Kotekar Patil
Debasish Chakrabarty	Andre Rossouw	Diana Davis	Tony Santamaria
Amit Deshmukh	Saravanaraj Sridharan	Michael Dulavitz	Ganesh Sundaresan
Anand Varkar	Dr. Vanchi Gurumoorthy	Dr. Viswanth VS	Simon Hawkshaw
Jim Tracy			

审阅：

Ronen Artzi	Jack Harwood	Eric Baize	Arthur Johnson
Greg Baltazar	Michelle Lavoie	Edward Bell	Tom McGowan
Christopher Chaulk	Jeffery Moore	Roger Dupuis	Toby Morral
Deborah Filer	Peter Popieniuck	Bala Ganeshan	Kevin Sheridan
Jason Gervickas	Ed VanSickle	Jody Goncalves	Paul Brant
Juergen Busch	Brian Collins	Juan Cubillos	John Dowd
Manoj Kumar	Wayne Pauley	Ira Schild	Shashikanth, Punuru
Murugeson Purushothaman		Shekhar Sengupta	Mike Warner
Ronnie Zubi	Evan Burleigh	Ed Belliveau	

我们还要感谢 EMC 的 Mallik Motilal 为本书制作了所有的插图，感谢 EMC 的 Mallesh Gurram 为本书设计封面，感谢本书的出版商 John Wiley & Sons 协助本书及时出版。

——Somasundaram Gnanasundaram, EMC 公司教育服务部主管

——Alok Shrivastava, EMC 公司教育服务部资深主管

2012 年 3 月

作者简介

Somasundaram Ganasundaram (Somu) 目前是 EMC 全球服务部的主管，引领着全球世界的培训创新。Somu 是 EMC 开放课程的架构师，该课程旨在填补 IT 业界关于存储和新兴云计算知识的鸿沟。在他的率领和指导下，EMC 学习伙伴 (EMC Learning Partner)、学院联盟 (EMC Academic Alliance) 等业界培训创新项目如火如荼地持续发展壮大，为全球信息存储和管理技术领域培养了成千上万的优秀学生。Somu 所负责的关键领域包括指导全球专家小组、发掘全球 IT 教育提供商并建立合作以及为 EMC 的业界培训创新制定总路线。在此之前，Somu 曾担任 EMC 以及其他 IT 领军厂商的多个管理及领导职位。Somu 毕业于印度金奈的安娜大学 (Anna University Chennai)，并获得孟买印度理工学院 (Indian Institute of Technology) 的硕士学位。他拥有 25 年的 IT 从业经验。

Alok Shrivastava 是 EMC 教育服务部门的资深主管。Alok 是 EMC 许多成功培训创新计划的架构师，如业界领先的 EMC 专家认证项目、EMC 学院联盟培训项目以及这本关于信息存储技术的独特而宝贵的书籍。Alok 以其卓识远见领导着一个由高水平专家组成的团队，共同为 EMC 员工、合作伙伴、客户和其他业界专业人士提供世界一流的技术培训。在此之前，Alok 曾在亚太地区和日本组建并率领了一个富有成就的 EMC 售前工程师团队。Alok 在早期还曾作为系统管理员、存储管理员以及备份和灾难恢复顾问，效力于全球许多大型数据中心。他获得了印度理工学院 (Indian Institute of Technology) 和印度 Sagar 大学 (University of Sagar) 的双硕士学位。在超过 30 年的 IT 从业生涯中，Alok 一直对信息存储技术领域怀着情有独钟的热情。

译者简介

马衡，EMC 公司中国卓越研发中心企业存储部门高级文档工程师。参与了 EMC Symmetrix DMX-4、VMAX 系列以及 VPLEX 等产品文档的设计和编写，同时负责分析和总结对客户影响较大的产品问题，对存储技术和存储解决方案有较好的理解。具有 7 年的 IT 行业从业经验，涉及存储、关系数据库、数据仓库、数据分析和挖掘等领域。在加入 EMC 之前，曾在 IBM 的信息管理部门工作，参与了数据仓库 InfoSphere Warehouse、数据分析工具 Cubing Services 和 IBM Alphablox 多个版本的开发和测试工作。

赵甲，曾在 EMC、HP 和中国邮政等多家国内外知名企业从事技术工作。拥有多年存储工作经验，曾多次承担重大项目的规划和实施工作，在存储规划、性能调优和容灾方向拥有丰富经验。现就职于中国建设银行北京数据中心，担任高级信息技术工程师，主要负责 EMC 存储全系产品的研究工作。

主审简介

王永康，现任 EMC 公司学院联盟计划大中国区高级经理，中国电子学会教育工作委员会委员，全球网络存储工业协会（SNIA）中国教育委员会副主席。王永康先生是 IT 行业的教育专家，主要工作是在大中华地区的著名高校中普及与存储、云计算、大数据相关的技术和知识，致力于为 IT 行业培养未来的专业人才。王永康先生及其领导的团队代表 EMC 与全国各大教育机构建立了长期的合作伙伴关系，涉及学科建设，科研开发，实习生计划，联合实验室等各个领域。王永康在 IT 行业从业 15 年，之前在 EMC 担任资深技术顾问。

陈弘，现任 EMC 中国卓越研发集团统一存储部门总监，主持和领导 EMC 统一存储产品系列包括 CLARiiON, Celerra, VNX 和 VNXe 在中国的开发、测试、系统工程等活动。陈弘在通信和 IT 行业从业十余年，在加入 EMC 之前，陈弘在朗讯科技和阿尔卡特-朗讯的光网络产品和接入网络产品研发部门从事多年的通信系统产品软件开发、系统工程及其相关的领导工作。

井超，现任 EMC 大中国区培训服务经理，专注于培训领域超过了 10 年，为大陆、港、台三地的客户和合作伙伴提供企业级专业的技术培训，涵盖了虚拟化、云计算、大数据和数据中心基础架构等最前沿的技术及解决方案。从早年的网络公司 Novell 到通信公司摩托罗拉等，井超先生担任过售前、售后工程师，拥有超过 10 年的网络、通信理论及实战经验。井超先生及其 EMC 培训团队作为国内网络存储及云计算技术的布道者，每年为国内培训上千名存储专家、虚拟化专家、云计算专家及数据中心专家。

本书中文版审编人员

主审

- 王永康 EMC 学院联盟大中国区高级经理
陈 弘 EMC 卓越研发集团软件开发总监
井 超 EMC 培训部服务经理

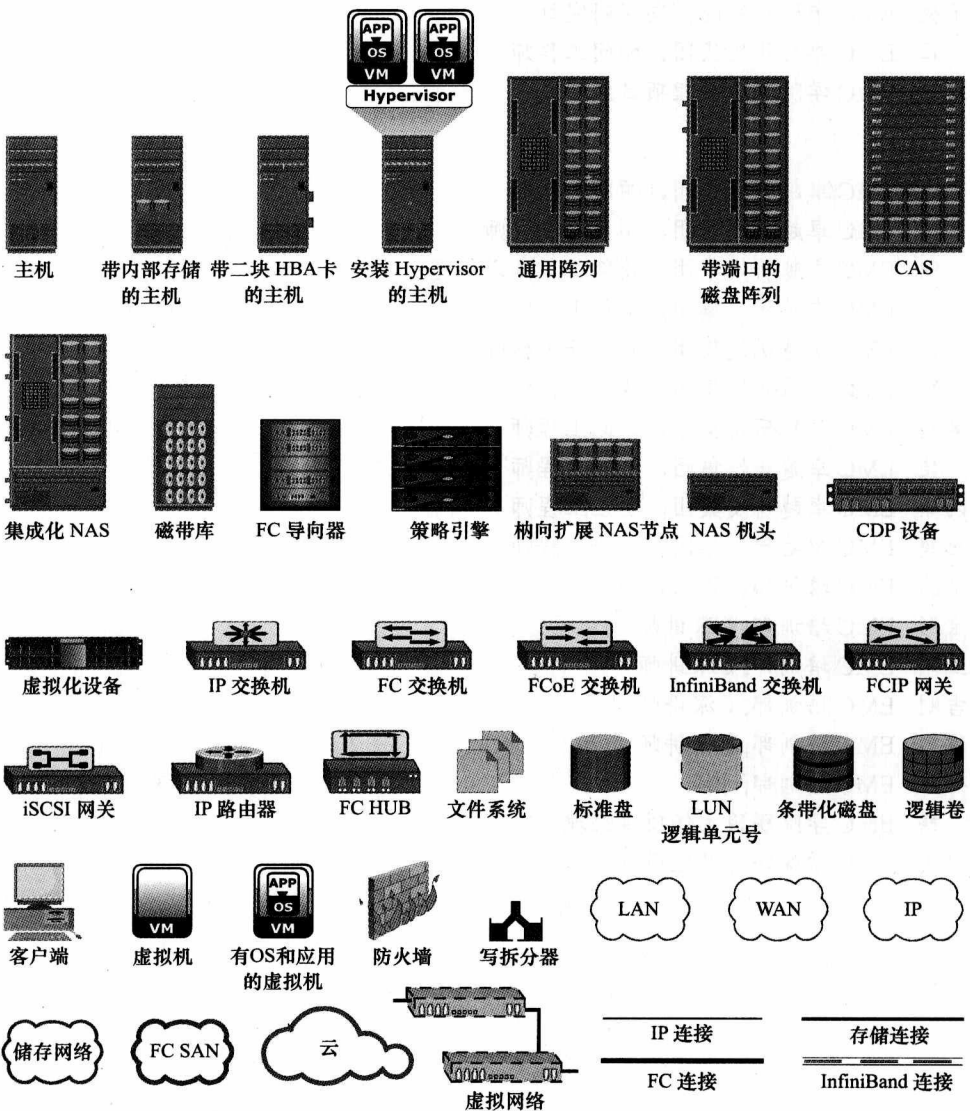
执行主审

- 杨子夜 EMC 中国研究院, 高级研究员
张 正 EMC 卓越研发集团, 顾问工程师
吴文磊 EMC 学院联盟助理项目经理

审编

- 李 虎 EMC 卓越研发集团, 顾问工程师
汪 洁 EMC 卓越研发集团, 副主任工程师
吴 俊 EMC 卓越研发集团, 软件工程高级经理
许 杰 EMC 卓越研发集团, 主任工程师
杨 铭 EMC 卓越研发集团, 副主任工程师
曾 军 EMC 卓越研发集团, 软件工程经理
章昊翰 EMC 卓越研发集团, 顾问工程师
章 竺 EMC 卓越研发集团, 主任工程师
赵丙峰 EMC 卓越研发集团, 主任工程师
周应超 EMC 卓越研发集团, 主任工程师
顾京晶 EMC 培训部, 资深讲师
李宝彤 EMC 培训部, 资深讲师
王立军 EMC 培训部, 资深讲师
林吉刚 EMC 培训部, 资深讲师
边俊杰 EMC 培训部, 资深讲师
吴知岚 EMC 培训部, 讲师
刘 龔 EMC 学院联盟主任项目经理
陈 实 EMC 学院联盟助理项目经理

本书图标 说明



目 录

第 1 部分 存储系统

第 1 章 信息存储与管理的介绍	2	2.6.5 控制器	22
1.1 信息存储	2	2.6.6 物理磁盘的结构	22
1.1.1 数据	3	2.6.7 分区位记录	23
1.1.2 数据类型	4	2.6.8 逻辑块寻址	23
1.1.3 大数据	5	2.7 磁盘驱动器的性能	24
1.1.4 信息	5	2.7.1 磁盘服务时间	24
1.1.5 存储	5	2.7.2 磁盘 I/O 控制器的利用率	25
1.2 存储架构的发展	5	2.8 主机对数据的访问	26
1.3 数据中心基础设施	7	2.9 直连存储 (direct-attached storage)	27
1.3.1 数据中心核心部件	8	2.9.1 直连存储的好处和局限	27
1.3.2 数据中心的主要特点	8	2.10 基于应用程序的需求和 磁盘性能的存储设计	28
1.3.3 管理数据中心	9	2.11 磁盘原生命令排序 (disk native command queuing)	30
1.4 虚拟化和云计算	9	2.12 闪存盘简介	30
小结	10	2.12.1 闪存盘的组件和架构	31
第 2 章 数据中心环境	11	2.12.2 企业级闪存盘的特性	31
2.1 应用	11	2.13 概念应用: VMware ESXi	31
2.2 数据库管理系统 (DBMS)	12	小结	32
2.3 主机 (计算)	12	第 3 章 数据保护: RAID	33
2.3.1 操作系统	12	3.1 RAID 的实现方式	33
2.3.2 设备驱动	13	3.1.1 软件 RAID	33
2.3.3 卷管理器	13	3.1.2 硬件 RAID	34
2.3.4 文件系统	14	3.2 RAID 阵列的组成	34
2.3.5 计算虚拟化	16	3.3 RAID 技术	35
2.4 连接	18	3.3.1 分条 (Striping)	35
2.4.1 连接的物理部件	18	3.3.2 数据镜像	36
2.4.2 接口协议	18	3.3.3 奇偶校验	36
2.5 存储	19	3.4 RAID 级别	37
2.6 磁盘驱动部件	20	3.4.1 RAID 0	37
2.6.1 盘片	20	3.4.2 RAID 1	38
2.6.2 主轴	21	3.4.3 嵌套 RAID	38
2.6.3 读写头	21		
2.6.4 驱动臂装置	22		

3.4.4 RAID 3	40	4.1.4 物理磁盘	51
3.4.5 RAID 4	41	4.2 存储资源配给	51
3.4.6 RAID 5	41	4.2.1 传统式存储配给	51
3.4.7 RAID 6	41	4.2.2 虚拟式存储配给	52
3.5 RAID 对磁盘性能的影响	42	4.2.3 LUN 屏蔽	55
3.5.1 应用程序的 IOPS 与 RAID 配置	43	4.3 智能存储系统的类型	55
3.6 各种 RAID 的比较	43	4.3.1 高端存储阵列	55
3.7 热备用	44	4.3.2 中档存储阵列	56
小结	44	4.4 概念实践: EMC Symmetrix 和 VNX	57
第 4 章 智能存储系统	46	4.4.1 Symmetrix 存储阵列	57
4.1 智能存储系统的组成部分	46	4.4.2 EMC Symmetrix VMAX 组件	58
4.1.1 前端	46	4.4.3 Symmetrix VMAX 架构	58
4.1.2 高速缓存	47	小结	60
4.1.3 后端	51		
第 2 部分 存储网络技术			
第 5 章 光纤通道存储区域网络	62	5.10 FC SAN 拓扑	78
5.1 光纤通道: 概览	62	5.10.1 Mesh 拓扑	78
5.2 SAN 及其演化	63	5.10.2 核心—边缘 Fabric	78
5.3 FC SAN 组件	65	5.11 SAN 环境下的虚拟化	80
5.3.1 节点端口	65	5.11.1 块级存储虚拟化	80
5.3.2 线缆与连接器	65	5.11.2 虚拟 SAN (VSAN)	82
5.3.3 互连设备	66	5.12 概念实践: EMC Connectrix 和 EMC VPLEX	82
5.3.4 SAN 管理软件	66	5.12.1 EMC Connectrix	83
5.4 FC 连接	67	5.12.2 EMC VPLEX	84
5.4.1 点对点	67	小结	85
5.4.2 光纤通道仲裁环	67	第 6 章 IP SAN 和 FCoE	86
5.4.3 光纤通道交换 fabric	68	6.1 iSCSI	86
5.5 交换 fabric 端口	70	6.1.1 iSCSI 组件	86
5.6 光纤通道架构	70	6.1.2 iSCSI 主机连接	87
5.6.1 光纤通道协议栈	71	6.1.3 iSCSI 的连接拓扑	87
5.6.2 光纤通道编址	72	6.1.4 iSCSI 协议栈	88
5.6.3 万维网名称 (WWN)	72	6.1.5 iSCSI PDU	89
5.6.4 FC 帧	73	6.1.6 iSCSI 发现	90
5.6.5 FC 数据的结构和组织	74	6.1.7 iSCSI 名称	91
5.6.6 流量控制	74	6.1.8 iSCSI 会话	91
5.6.7 服务类	74	6.1.9 iSCSI 命令排序	92
5.7 Fabric 服务	75	5.2 FCIP	92
5.8 光纤通道登录类型	75	6.2.1 FCIP 协议栈	93
5.9 分区	76	6.2.2 FCIP 拓扑	94
5.9.1 分区类型	77		

6.2.3 FCIP 的性能和安全	94	7.10 概念实践: EMC Isilon 和 EMC VNX Gateway	114
6.3 FCoE	94	7.10.1 EMC Isilon	114
6.3.1 FCoE 的 I/O 合并	95	7.10.2 EMC VNX Gateway	115
6.3.2 FCoE 网络的组成	96	小结	115
6.3.3 FCoE 帧结构	98	第 8 章 基于对象的存储和统一存储	117
6.3.4 FCoE 的实现技术	100	8.1 基于对象的存储设备	117
小结	101	8.1.1 基于对象存储的架构	118
第 7 章 网络连接存储	103	8.1.2 OSD 的组件	118
7.1 通用服务器与 NAS 设备的对比	103	8.1.3 OSD 系统中对象的存储和 获取	119
7.2 NAS 的优势	104	8.1.4 基于对象存储的优势	121
7.3 文件系统和网络文件共享	104	8.1.5 基于对象存储的常见用例	121
7.3.1 文件系统访问	105	8.2 内容寻址存储	122
7.3.2 网络文件共享	105	8.3 CAS 应用实例	123
7.4 NAS 组件	106	8.3.1 医疗保健行业解决方案: 病历存储	123
7.5 NAS I/O 操作	106	8.3.2 金融行业解决方案: 财务数据存储	123
7.6 NAS 实现	107	8.4 统一存储	124
7.6.1 统一 NAS	107	8.4.1 统一存储的组件	124
7.6.2 统一 NAS 的连接	107	8.5 概念实践: EMC Atmos, EMC VNX, 以及 EMC Centera	126
7.6.3 网关式 NAS	107	8.5.1 EMC Atmos	126
7.6.4 网关式 NAS 连接	108	8.5.2 EMC VNX	127
7.6.5 横向扩展式 (Scale-out) NAS	109	8.5.3 EMC Centera	128
7.6.6 横向扩展式 NAS 连接	109	小结	129
7.7 NAS 文件共享协议	110		
7.7.1 NFS	110		
7.7.2 CIFS	111		
7.8 影响 NAS 性能的因素	112		
7.9 文件级虚拟化	113		

第 3 部分 备份、归档和复制

第 9 章 业务连续性概述	131	9.6 BC 技术方案	138
9.1 信息可用性	131	9.7 概念实例: EMC PowerPath	139
9.1.1 信息不可用的因素	131	9.7.1 PowerPath 特性	139
9.1.2 停机时间的后果	132	9.7.2 动态负载平衡	139
9.1.3 信息可用性度量	132	9.7.3 自动通路失效切换	141
9.2 BC 术语	134	小结	142
9.3 BC 计划生命周期	135	第 10 章 备份和归档	144
9.4 故障分析	136	10.1 备份目的	144
9.4.1 单点故障	136	10.1.1 灾难恢复	144
9.4.2 解决单点故障	137	10.1.2 业务性恢复	145
9.4.3 多通路软件	138	10.1.3 归档	145
9.5 业务影响分析	138	10.2 备份考虑	145

10.3	备份粒度	146	11.3.2	复制数据库的一致性	169
10.4	恢复考虑	147	11.4	本地复制技术	171
10.5	备份方法	148	11.4.1	基于主机的本地复制	172
10.6	备份体系结构	149	11.4.2	基于存储阵列的复制	174
10.7	备份和恢复操作	150	11.4.3	基于网络的本地复制	179
10.8	备份拓扑结构	151	11.5	跟踪源和目标的修改	180
10.9	NAS 环境的备份	153	11.6	恢复和重启的考虑	181
10.9.1	基于服务器备份和 无服务器备份	153	11.7	创建多个副本	181
10.9.2	基于网络数据管理协议 (NDMP) 的备份	154	11.8	虚拟环境中的本地复制	182
10.10	备份目标	156	11.9	概念实践: EMC TimeFinder、EMC SnapView 和 EMC RecoverPoint	183
10.10.1	备份到磁带	156	11.9.1	EMC TimeFinder	183
10.10.2	备份到磁盘	157	11.9.2	EMC SnapView	183
10.10.3	备份到虚拟磁带	158	11.9.3	EMC RecoverPoint	184
10.11	备份数据去重	159	小结		184
10.11.1	数据去重方法	160	第 12 章 远程复制		185
10.11.2	数据去重的实现	160	12.1	远程复制模式	185
10.12	虚拟环境下的备份	161	12.2	远程复制技术	187
10.13	数据归档	163	12.2.1	基于主机的远程复制	187
10.14	归档方案体系结构	164	12.2.2	基于阵列的远程复制	189
10.14.1	应用实例: 电子邮件归档	164	12.2.3	基于网络的远程复制	191
10.14.2	应用实例: 文件归档	165	12.3	三站点复制	192
10.15	概念实践: EMC NetWorker, EMC Avamar 和 EMC Data Domain	165	12.3.1	三站点复制——级联/多跳	192
10.15.1	EMC NetWorker	165	12.3.2	三站点复制——三角/ 多目标	193
10.15.2	EMC Avamar	166	12.4	数据迁移方案	194
10.15.3	EMC Data Domain	166	12.5	虚拟环境中远程复制和迁移	196
小结		166	12.6	概念实践: EMC SRDF、EMC MirrorView 和 EMC RecoverPoint	197
第 11 章 本地复制		168	12.6.1	EMC SRDF	197
11.1	复制术语	168	12.6.2	EMC MirrorView	198
11.2	本地副本的用途	169	12.6.3	EMC RecoverPoint	198
11.3	副本一致性	169	小结		198
11.3.1	复制文件系统的一致性	169			

第 4 部分 云计算

第 13 章 云计算	201	13.4.2	平台即服务 (PaaS)	204	
13.1	云计算的关键技术	201	13.4.3	软件即服务 (SaaS)	204
13.2	云计算的特点	202	13.5	云计算的实施模型	204
13.3	云计算的优势	202	13.5.1	公有云	204
13.4	云服务模式	203	13.5.2	私有云	204
13.4.1	基础设施即服务	203	13.5.3	社区云	206