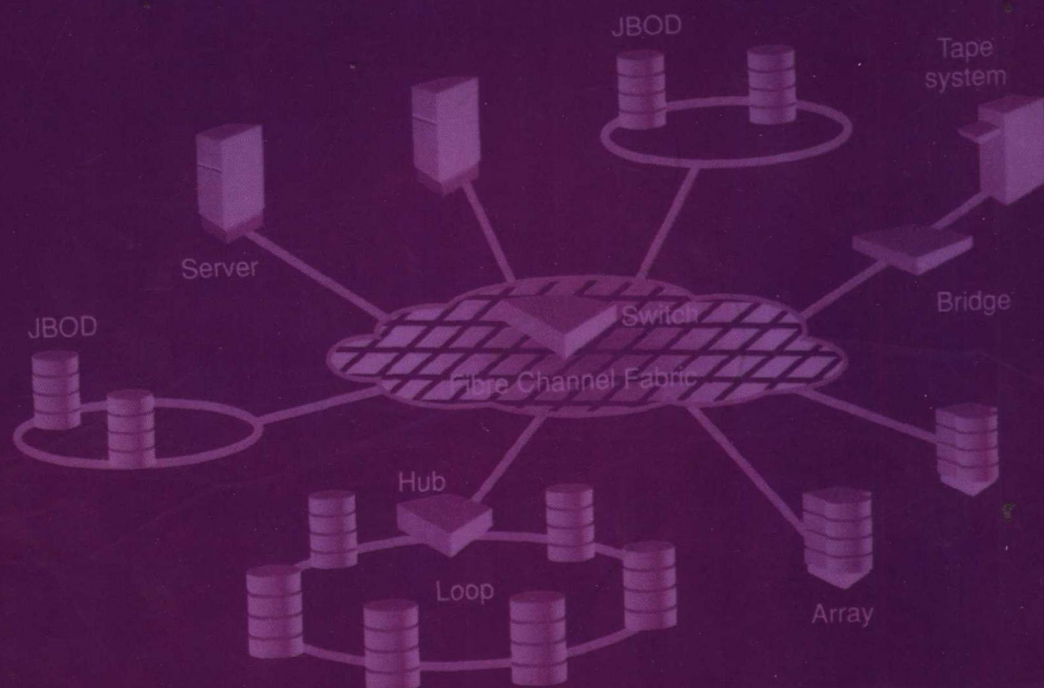


*The Essential Guide to
Storage Area Networks*

存储区域网络精髓



[美] John Vacca 著

郭迅华 肖勇波 王征宇 文进 等译



电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
<http://www.phei.com.cn>

存储技术丛书

存储区域网络精髓

The Essential Guide to Storage Area Networks

[美] John Vacca 著

郭迅华 肖勇波 王征宇 文 进 等译

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · Beijing

内 容 简 介

本书主要介绍了存储区域网络技术,对存储区域网络的概念、技术、架构、厂商、产品、成本收益分析以及最新的标准进行了全面介绍,深入探讨了SAN规划、设计、实施、测试、切换、性能维护和管理中的各项工作,重点分析了企业存储系统中的高可用性、可扩展性、灾难恢复等关键性问题,并对基于IP的SAN等前沿技术进行了讨论。本书涵盖了SAN建设及管理的整个生命周期,包括从整体规划、实施策略到日常维护的各种问题。对于IT决策人员而言,这是一部最新、最全面的SAN指南。

本书适用于企业数据存储相关领域的系统管理人员及系统分析、设计、开发人员,也可为企业IT决策人员提供参考。

Authorized translation from the English language edition, entitled The Essential Guide to Storage Area Networks, ISBN: 0130935751 by John Vacca, published by Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall PTR, Copyright © 2002. All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

Simplified Chinese language edition published by Publishing House of Electronics Industry, Copyright © 2003.

This edition is authorized for sale only in the People's Republic of China excluding Hong Kong, Macau and Taiwan.

本书中文简体专有翻译出版版权由Pearson教育集团所属的Prentice Hall PTR授予电子工业出版社。其原文版权及中文翻译出版版权受法律保护。未经许可,不得以任何形式或手段复制或抄袭本书内容。

此版本仅限在中华人民共和国境内(不包括香港、澳门特别行政区以及台湾地区)发行与销售。

版权贸易合同登记号:图字:01-2003-2418

图书在版编目(CIP)数据

存储区域网络精髓/(美)瓦卡(Vacca, J.)著;郭迅华等译.

-北京:电子工业出版社,2003.6

(存储技术丛书)

书名原文:The Essential Guide to Storage Area Networks

ISBN 7-5053-8771-5

I. 存… II. ①瓦… ②郭… III. 信息存储-计算机网络 IV. TP393.0

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第041860号

责任编辑:赵宏英

印刷者:北京京科印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编:100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:24.25 字数:621千字

版 次:2003年6月第1版 2003年6月第1次印刷

定 价:39.00元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010) 68279077

译者序

现代信息技术的突飞猛进使得信息系统成为企业商务活动的一个重要支柱。正如大量国内外专家所指出的那样,当代信息系统的基础是数据库系统,数据是现代信息系统的核心。在数十年的研究与实践中,这一理念已经作为信息系统开发、应用与管理领域的核心思想之一而被学术界和业界广泛接受。20世纪90年代以来,席卷全球的互联网浪潮以前所未有的力量推动了企业经营模式的变革和全球商务活动的大融合。企业借助IT打破了时空对业务活动的传统限制,获得了更为广阔的发展疆域。IT的进步催生了全球电子商务,而商务应用的发展反过来又对IT提出了新的要求和新的挑战。可以预见,在信息世界的下一轮浪潮中,数据的存储、利用与管理将成为一个举足轻重的发展热点。一方面,在电子商务环境中,信息流范围的扩大和信息量的激增使得数据成为企业的战略性资产;另一方面,IT应用的长期积累使得海量数据的存储以及数据宝藏的深层次挖掘利用成为可能。从而,对数据的把握能力便成为了未来企业发展的核心动力之一。在这样的形势下,更为强大先进的数据存储技术和数据管理方法应运而生。

首先,随着信息系统应用的逐渐成熟,企业对IT的依赖程度不断加深,越来越多的运作事务被迁移到IT平台上运行,系统中所容纳的数据呈现出爆炸性的增长,各方面对系统可用性和安全性以及数据共享能力的要求不断提高,以往的数据存储技术和数据管理方法在这种形势面前开始显得捉襟见肘,必须有新的技术和方法才能提供进一步发展的动力。

其次,在多年来IT应用的发展过程中,我国许多企业不可避免地走过一些弯路。缺乏规划的盲目发展导致企业中形成了大量功能上重复混乱、应用上支离破碎的信息孤岛。近年来,企业力图借助于业务流程重组和信息资源规划的手段,对IT应用实施集中化的控制,克服扩张阶段所造成的种种问题,将已经成形的各个系统集成起来并进一步规划改造,构造整个企业的信息平台。此时,数据管理工作的实质,就是要运用信息组织技术对集团多年来所堆积的结构不合理、冗余混乱、分散或是未能收集整理利用的数据进行规范化的重组工作,从而取消或极大地减少数据接口,实现基于高档次数据环境的系统集成。这一趋势也迫切需要有集成、集中、安全共享的数据存储技术和管理方法来与之相适应。

第三,信息系统的应用经历了一个从低级向高级发展的过程。企业借助信息技术解决了事务处理和日常管理问题后,逐步将眼光转向更具战略意义的数据智能分析应用上。数据仓库和数据挖掘技术的发展使得企业越来越注重信息在企业决策中的作用。这种海量数据的深度分析要求,更需要以先进的数据管理和信息组织技术作为基础。

上述各方面的要求推动了网络存储技术的出现。在新的环境中,数据存储不再仅仅扮演附加设备的角色,而是以独立的网络系统的形式存在。网络连接存储(Network Attached Storage, NAS)和存储区域网络(Storage Area Network, SAN)是其中最为重要的技术。SAN独立于传统的局域网之外,通过网关设备和局域网连接。其传输速率极高,不但可以进行跨平台处理数据,还可以在多种存储设备和服务器以及其他网络设备之间通信。以SAN为代表的网络存储具有现代数据存储所需要的高速度、高可用性、高可扩展性、跨平台、远程虚拟存储等特性,并通过两个网络的分离充分保证了应用系统的效率。其未来发展的目标是可将系统监控、资源管理、

系统配置、安全策略、高可靠性、容量计划及冗余管理等众多功能集于一身的集成式数据分发与检索架构解决方案。网络存储被视为第三次IT革命浪潮,近年来在西方国家方兴未艾。根据IDC的数据,NAS的市场规模从1998年的9亿美元,增长到2002年的105亿美元;SAN的市场规模也从1998年的30亿美元,增长到2002年的114亿美元。到2005年,数据存储方面的开支可能会上升到企业总体IT预算的70%。

为了让国内更多的IT管理人员和IT技术人员了解、掌握SAN和NAS,推动中国IT行业的发展紧跟世界的脚步,在世界IT大潮中扮演更为重要的角色,我们翻译了John Vacca先生的这部著作,并将它推荐给中国读者。作为本书译者之一的文进先生亲眼目睹了数据存储行业在美国、欧洲、日本的诞生和兴起,并深切地感受到了这一新兴行业在中国难以想像的广阔前景,因而热切地期望着将这部数据存储领域的经典著作介绍到中国。

本书涵盖了丰富的存储市场信息、完整的理论框架和贴合实际的应用指南。对于存储系统的用户和系统集成商,本书提供了全面的市场及产品资料,分析了数据存储应用中的问题以及相应对策;对于存储系统技术人员,本书提供了关于数据存储的完整理论框架;对于初涉存储领域者,它是非常好的中级技术读物;对于熟悉传统存储技术的读者,它是融汇多种技术、把握未来发展的优秀指南;对于企业管理者和数据存储战略的决策者,本书提供了他们所需的全部基础知识,包括存储的基础概念、系统的机构、解决的问题以及市场上的产品价位和发展趋势等。“市场+应用+基础理论”是本书相对于其他著作的突出优势。

本书的四位译者长期从事信息系统与信息管理方面的工作和实践工作。其中,文进、王征宇身在美国,郭迅华、肖勇波则在国内。多年的交流与合作使我们保持了对国外技术潮流的敏锐洞察力和对国内应用环境的现实认识。在翻译的过程中,力图将我们作为研究者和实践者的心得与体会融汇于字里行间,使译文既能保持原著的风貌,又易于为国内的读者所理解和领悟。网络存储在国内还处于发展的初期,许多概念、术语以及表述规范都尚未统一。因此,我们查阅了大量的资料,对译文中的许多文字进行了细致的推敲,力求准确、精辟并且符合国内的技术语言惯例,以期在网络存储技术中文规范的建立和完善做出一点贡献。

本书序言、引言及第1章至第5章由郭迅华翻译,第6章至第14章由肖勇波翻译,第15章至第17章及附录A至附录D由王征宇翻译,第18章至第21章及附录E和附录F由文进翻译。术语表由四位译者共同翻译。全书由郭迅华统稿,文进作整体审校。

有兴趣的读者可以按如下地址和我们联系:

郭迅华: guoxh@em.tsinghua.edu.cn

肖勇波: xiaoyb@em.tsinghua.edu.cn

王征宇: zywang@stanford.edu

文进: wen_j@hotmail.com

感谢清华大学经济管理学院刘红岩博士为推动本书的翻译出版所付出的努力。此外,本书翻译过程中得到了李飞、张林鹏、李志军、刘晓玲、任雪茵、林震昆、冯锦锋、冯铁军、李倩、史锐、肖宽等人的大力协助,在此一并表示感谢。

由于译者水平有限,不足之处在所难免,还望各位读者批评指正。

序 言

在全世界范围内,存储区域网络(Storage Area Networks, SAN)正在成为IT体系架构的一个重要组成部分。像以往曾经出现的种种新技术一样, SAN为实现更为便捷、易用、可靠和低成本的IT应用提供了新的机遇。另一方面,同样由于SAN是一种新技术,它必然也会给IT应用带来新的挑战,例如实施的困难、多种标准之间的竞争、令人眼花缭乱的产品选择,以及由于大量制造商纷纷挺进这一领域而造成的产品发展战略上的不确定性。

本书的目的就是要帮助人们在这看似纷乱的局面中理清头绪,准确地认识SAN,从而更加胸有成竹地进行产品的选择、采购和部署。本书从最基本的概念入手,引领读者循序渐进,逐步掌握成功实施SAN应用所需要具备的关键技能。

Vacca在本书中所展示的有关SAN的信息,较之已出版的数量众多的“白皮书”和各类报告更为丰富。本书力图将读者从浩瀚的资料研读中解放出来,使他们只需要花费两天而非两个月的时间,就能够开始从事SAN的应用建设项目工作。

应用新技术时需要谨慎考虑的另一个重要问题是如何应对厂商的宣传攻势,理智地选择产品。读者从本书中所获得的知识,将有助于拨开厂商所散播的迷雾,辨识并提取那些关键性的产品信息,从而更为准确地选择产品。更为重要的是,读者将能够根据其自身的环境状况,选择最有效的SAN产品。

对于SAN技术的安装和实施过程,本书也给出了关键的指导。同时, Vacca首次介绍了SAN系统上线之前的测试过程。该测试过程能够有效地检验SAN系统是否达到其设计目标,真正实现最终用户的预期效果。

—— Michael Erbschloe
Computer Economics 研发副总裁
Carlsbad, CA

引 言

信息技术的日新月异使得企业对数据存储的需求日甚一日地攀升,同时,数据存储为企业所带来的价值也日益增长。无论是在桌面环境、部门环境,还是整个企业环境中,曾经一度被视为静态资源的数据,都已经作为与企业生存息息相关的关键性资产而受到全方位的重视。在竞争日趋激烈的环境中,IT业界已经充分地意识到,良好的在线存储管理能力与诸如 Windows NT 之类的标准化操作系统相结合,将大大提升数据存储系统的性能。

在桌面环境下,包括电子表格、字处理程序、个人数据库程序、多媒体和图像处理程序在内的应用办公软件已被普遍地使用。相应地,新一代个人计算机的硬盘存储容量已经达到数十 GB,内存容量也达到了 1 GB 以上。进而,在部门及工作组的层面上,随着用户工作协同性的提升,数据存储需求呈指数增长,已达到 TB 以上的量级。同时,数据应用的范围也不再仅限于部门或是工作组之内,而是扩展到了全国甚至全球范围内的数据共享。

存储的重要性

存储曾经是隶属于服务器的一种外围设备,然而这种情况如今已经不复存在。对于 IT 应用而言,这一变化无疑是有益的,因为数据不应该总是被服务器所控制和隐藏。数据应当被放置在恰当的地方,以使企业中的各种应用程序和各个部门都能够快捷并且安全地访问它们。时至今日,存储已经走出了服务器的阴影,从而我们应该从一种新的视角去领略其真正的价值。正确理解现代数据存储的重要性体现在以下几个方面。

首先,在过去的几年中,数据作为一种企业资产所具有的价值以一种罕见的速度显现出来。如今,保证数据的可用性、完整性以及安全性已经成为关系到许多企业生死存亡的关键工作。

其次,随着存储网络的出现,企业已将数据存储视为核心竞争力的一部分。从而,企业对数据存储的要求也变得更为严格和复杂。同时,由于市场上新技术、新产品不断涌现,要真正了解各种可供选择的方案并做出正确的判断,也变得越来越困难了。

最后,多数企业目前所拥有的 IT 技术人员远远不能满足新型企业数据存储环境的管理需求。因此,优秀存储管理人员的招募和培训等工作已是企业 IT 部门刻不容缓的任务。

数据的价值

对于许多企业而言,数据(经过应用程序和底层设备的处理之后,数据就转化为信息)的价值已上升到了一种至关重要的企业资产的地位。对于诸如 CRM 和 CSM 之类的面向客户的应用程序而言,数据起到了基础性的支撑作用,从这种意义上说来,数据是企业竞争中脱颖而出的法宝。同时,随着 Web 的出现,对数据的访问可以通过网络门户(portal)进行,数据的重要性得到进一步提升。因此可以说,数据与企业经营目标的实现息息相关。在这样的环境下,甚至可以认为,数据存储是企业最需要保护的、最重要的、独一无二的 IT 资源。数据存储资源的保护包括以下三个方面的内容:

- 数据可用性
- 数据完整性
- 灾难恢复能力

数据可用性

数据的可用性指的是数据在其应用模型所定义的范围内长久地保持可供使用的状态。换句话说，数据的供给就应该像电源的供给一样，在需要的时候就能够获取。数据可用性的丧失对企业所造成的损害将是十分严重的，有时甚至会致命的。例如，在医疗系统中，数据的持续可用性就可能会关系到病人的生死。

数据完整性

数据完整性指的是对数据的维护和保护，避免数据的丢失和损坏，抵御外部攻击。企业的数据存储设备好比银行的保险柜，人们总希望放入其中的物品能够完好无缺。存储设备和存储管理人员共同构成了数据的守护者。

灾难恢复能力

灾难恢复能力指的是在发生不可避免的重大故障时，存储网络和存储管理软件对数据的恢复能力。这里所谓的“灾难”是各种各样的，既包括运行关键应用程序的服务器系统的崩溃，也包括由于火灾、洪水或是地震造成的整个数据中心的瘫痪。

企业核心能力

有人认为，有关存储的工作无非就是把一个磁盘阵列插入到一个SCSI插槽中而已。这种观点无疑是草率而肤浅的。如今，各种新技术与新产品层出不穷，从FC-AL到FC光纤网，从各类IP衍生产品到带宽极限的不断突破，那种SCSI标准“放之四海而皆准”的日子已经一去不复返了。作为企业的核心能力，数据存储已经变得极为复杂。以下是一份简略的、不完整的清单，列出了本书中所要讨论的一些与数据存储直接相关的技术。

- 光纤通道：仲裁环路和光纤网架构
- 以太网和IP
- 服务器集群
- 数据备份和恢复
- SCSI
- 广域网及城域网协议
- 桥接、路由和交换技术
- 主机总线适配器及驱动器
- 宽带通信
- 企业管理应用程序
- 数据库及文件系统架构
- 操作系统

存储的优势与不足

当企业致力于存储和保护大量（并且不断增长）的数据时，存储区域网络（Storage Area Networks, SAN）便日益为人们所重视。SAN是一种专用的多服务器配置环境，这些服务器通过高速光纤以及专用的路由器、交换机和集线器与外围存储设备相连接。SAN通常是企业整体计算资源的一个组成部分，用于支持企业将分散在五花八门的服务器上的数据统一到一个集中管理的存储网络上，在全企业范围内建立牢固的数据基础。

与传统的文件服务以及网络连接存储（Network Attached Storage, NAS）方式相比，存储区域网络具有相当突出的优势。它提高了数据的共享能力，实现了良好的可扩展性，支持远程备份和恢复，并能够保证系统的长时间可靠运行。然而，SAN的一些不足，如较高的成本、较差的软件兼容性、硬件及软件组件上的一些缺陷，以及安全性方面一些让人不放心之处，使得它在较长的一段时间内难以得到普及。

优势

目前已经有许多企业选择存储区域网络作为其存储解决方案。SAN的主要优势包括以下几个方面：

- 数据共享
- 运行中的可扩展能力
- 远程备份和恢复

数据共享

SAN中所存储的数据可供多用户互不妨碍地同步使用。SAN在一组系统服务器之间提供高速的数据访问能力，从而，当大量的用户同时对数据进行访问时，SAN能够提供更好的响应速度。对于那些注重运作效率的企业，以及那些拥有数百万用户的网上存储系统而言，这种数据共享能力所带来的优势是无与伦比的。

SAN中的所有计算机共享全部的存储设备，这一特性消除了NAS和文件服务环境中的数据瓶颈。所有的存储设备构成了一个巨大的数据存储池。假如系统中有30台计算机需要访问数据，那么对每一台计算机而言，其数据访问能力都将覆盖整个存储池。

运行中的可扩展能力

SAN允许网络管理员在不关闭服务器的情况下对存储容量进行扩充。新的存储设备直接通过光纤接口接入到系统中的服务器上。在Internet环境下，系统管理员需要保证其数据时时可用，这种无需关机的可扩展能力就更显得重要了。

远程备份与恢复

SAN是一个单独的网络，因此它能够便捷地实现数据的自动备份，也就是说，IT管理员不需要每天更换备份磁带。由于用户的计算机位于另一个网络上，因而备份工作不会影响用户对系统的使用。相比之下，使用NAS系统的企业用户常常会抱怨，系统在进行数据备份的时候占用了太多的带宽，影响了用户的正常工作。

SAN也使得数据的迁移工作更加具有条理。数据通过高速的光纤进行传输，并存储在远程

服务器上。这一方式避免了将数据转储到单机硬盘上的过程。在故障发生时，这一特性也使得数据恢复工作变得更为容易。

不足

信息时代的网络管理员面临着一个令人沮丧的挑战：他们需要保存不断增长的各种业务数据，保证其安全性，并且能够在需要的时候以极高的速度将其提供给各种各样的用户，同时还要进行定期的、及时的备份，而且这一切都不能无节制地花费太多的资金。从这种意义上说来，SAN 的不足主要包括以下几个方面：

- 成本
- 品牌兼容性
- 网络安全性

成本

产业界的专家指出，复杂的 SAN 系统可能要花费数十万美元，这对于多数小企业而言是可望而不可及的。尽管 SAN 可以通过减少 IT 专业人员的需求量来节约成本，但其高昂的价格还是让许多企业望洋兴叹。

一些中小型企业打算建设小型的 SAN 系统。在这些小型 SAN 的网络中配有若干交换机，为特定的部门和应用软件系统提供服务。这些简化的网络为企业打下了颇有潜力的基础，此后，当企业计算能力需求增长时，能够较为容易地对这些网络进行扩展。

品牌兼容性

兼容性也是 SAN 的不足之处。在实施 SAN 时，企业常常会向一家厂商购买硬件，向另一家厂商购买软件，而连接器件则可能由第三家厂商提供。目前，SAN 还没有一个全面统一的标准。各厂商所提供的组件是多种多样的，因而企业在挑选组件时应特别小心，确保所选择的组件能与自己的系统相兼容。

位于美国加利福尼亚州 Mountain View 的存储网络行业协会（Storage Networking Industry Association, SNIA）正在制订一项开放的标准，以保证不同厂商的存储网络产品能够互相兼容。不过该协会自己也承认，这一开放标准的真正出台至少还需要一两年以上的时间。

网络安全性

行业标准的缺失也使安全性以及防止非法入侵的能力成为一个倍受关注的问题。这一问题有几种可行的解决方案，例如构建新技术与成熟架构相结合的混合系统。安全性问题是目前 SAN 广泛实施的一个主要障碍。

SAN 中应当加入安全保障策略。从本质上说，SAN 与其他的各种计算机网络并没有什么大的区别。因此，它同样也需要保证网络中的各个计算机安分守己，不越权侵犯其他设备。

多种数据存储方案

当前，企业所面临的问题是如何对纷繁复杂的存储问题进行管理，如何控制各种形式的数据，使数据不但能在单机或是部门内使用，而且能够在全企业的范围内实现有序的共享。这个问题最直接的一个表现就是要弄清楚企业中究竟有多少数据需要管理，其存储需求如何。然

而,仅提供足够的存储容量并不能解决问题。当代企业需要考虑的问题还包括设备的运转效率是否能够满足用户的需要,企业存储系统的单位存储成本如何,各种不同设备的可靠性如何(这与系统可用性的概念直接相关),是否能够清楚地确认所写入的数据可以被原封不动地读取出来(数据的集成性)等等。对于这些需求,不同的存储设备所实现的效果是各不一样的。有些方案效率低,但是价格低廉;有些方案性能强大,但价格昂贵。另一方面,用户的需求在上述各个方面也是各不相同的。因而,企业往往希望能够将各种不同的技术和产品组合起来,以满足其自身的特定需求。

要建立完善的IT运作体系,就必须谨慎地对在线存储管理方式进行规划和设计。一份好的在线管理计划应对用户的需求有清楚的认识,并充分利用各种可供选择的存储产品的长处。只有如此,才能有效地避免许多企业曾经犯过的错误。那些企业选择了错误的技术,最终得到的是价格昂贵且性能低下的解决方案,并且无一例外地让最终客户感到失望。

显而易见,存储技术可以根据前面所讨论过的各种需求维度(即可用性、容量、性能以及经济性)来进行分类。数据的可用性与其逻辑位置直接相关。对于用户而言,在线(Online)数据是随时可用的;近线(Nearline)数据则指用户需要等待一段延迟时间才能获取的数据,但数据的存取工作仍完全由存储设备自动进行;而离线(Offline)数据,有时也称为远线(Farline)数据,则保存在不与其他存储设备相连接的、成本较低的独立介质上,一般用于数据归档。当用户需要使用这些数据时,需要人工地将这些存储设备挂接到系统上。磁带库是离线或远线存储的一个典型例子。在软件系统开发人员中,流传着一个古老的玩笑:我们可以把软件系统做得稳定、快速或是廉价,但是在三种特性中只能选择两样。与此相类似,在考虑各类系统及其组合的特性时,需要有一个轻重权衡。也许需要花费昂贵的代价来获取高容量和高速度;而倘若要降低成本的话,可能就需要牺牲一些速度或是容量了。

设计良好的在线存储管理系统应是上述三类存储方式的优化组合,这样的系统能够根据数据价值的高低自动地设定其在访问速度方面的优先级。在这种方式下,最常用的数据被保存在磁盘上,并且时时在线可用,相对不那么常用的数据则采用近线模式保存在光盘或是磁带上。用这种方式设定数据访问的优先级,也有利于保证业务过程的连续性,提高用户的工作效率,同时可以控制存储的成本。

管理“军械库”

令人振奋的是,存储设备的“军械库”是如此丰富,足以满足企业各种不同形式的需求。事实上,多数企业都需要各种不同类型的存储设备,才能够满足其全部的需求。光盘驱动器、磁带库、固定的和可移动的磁盘、磁带驱动器以及RAID(廉价磁盘冗余阵列,Redundant Array of Independent Disk)如今已通过各种各样的配置形式融入了企业应用之中。另一方面,令人沮丧的是,也正是由于存储产品的丰富,将不得不面对大量具有不同软硬特性的设备,需要管理这些设备,而在这个管理工作中,企业核心计算机系统所能起到的作用是不尽人意的。

像UNIX之类的一些操作系统在其内核中支持“可移除设备”的概念,但多数PC机以及基于PC机的服务器所采用的存储模式仍然是“一个萝卜一个坑”的形式,即每个插槽一个驱动器。设备驱动程序将物理设备与操作系统的功能体系联系起来,但倘若操作系统自身只能处理基于固定介质的指令,那么就需要借助于其他的软件来解决这一问题了。用这种方式,任何支

持可移除或是可替换介质的设备，如广为流行的Iomega系列驱动器、新型的120 MB软盘介质或是老式的Bernoulli盒带，都可以与计算机系统相连接，并且操作系统可以使用一个特定的字母符号来对之进行识别。假设一个系统上有两个软盘驱动器以及两个硬盘逻辑分区，那么新接入的可移除驱动器的代号可能就是“E”。由此，操作系统可以判断出该存储设备的存在。但是，由于操作系统将该设备也视为固定的存储设备来对待，它就无法知道该设备所支持的是可移除的介质，因此，它也就不能提供支持多重独立卷（volume）的机制。于是，我们需要一套附加的软件来帮助应用程序识别该可移除介质的插拔状态。若要避免系统试图向已被改变或是移除的介质中写入数据，就需要在系统中加入一个额外的软件层，引入“卷”的概念，这样才能保证即使在应用程序将每个驱动器视为一个固定设备的时候，可移除介质也能够得到正确的使用。

要想在存储介质和技术高度多样化的环境下设计正确的方案，需要从三个方面对之进行考察。首先，也是最重要的一点，是要保证所存储信息的集成性。数据存储系统应当能够帮助我们在备份和恢复等操作中保持数据的集成性，并且通过循环冗余校验、纠错码以及奇偶校验等方式来保证数据不被破坏。

其次，系统应该能够帮助用户对数据的逻辑状态进行跟踪和定位，并能将数据的逻辑位置映射到物理设备上。这就要求系统具有对不同介质的扇区和磁道进行管理的能力，并能够将这些物理结构与用户所定义的层次或是网状的体系结构联系起来。最后，数据管理中所使用的各种介质，如光介质、磁介质、盘片、盒带，等等，都应该能够得到统一的控制。

存储管理人员的培养

存储网络的价值正为人们所普遍认识，然而由于目前的IT人员在存储管理方面的技能还明显不足，企业在存储系统的建设方面仍然犹豫不决。因此，招募、培训和挽留优秀存储管理人员的能力是企业的一项核心IT竞争能力。有了它，企业才能真正享受存储革命所带来的益处。

谁在使用 SAN

尽管SAN所带来的规模经济性是显而易见的，但成本和技术复杂性使得SAN的应用率仍然十分低下。据估计，在《财富》500强的企业中，只有6%到11%的企业实施了SAN系统。在中小型企业中，这个比率就更低了。然而，在今后的几年里，随着数据存储需求的增长，特别是电子商务的稳步上升，SAN很可能会成为所有组织的必需品。

在SAN出现之前，解决存储问题的办法无非是在单独的服务器上增加存储容量。然而，单纯地增加空间已经不能够解决今天的存储问题了。如今，问题的关键是要更有效地对空间进行管理，因为在现代商业环境中，企业最承受不起的事便是停机了。

在过去的几年中，存储环境发生了巨大的变化。如今，企业所需要管理的数据量之庞大是前所未有的，数据管理的复杂性上升了一个数量级，存储产品的互补性和替代性也大为增加。随着数据在企业中的重要性的增加，存储的地位日益提升，从而，存储网络将逐步成为一种必然的选择。

谁适合阅读本书

本书适合于国内外的系统管理人员、政府计算机安全人员、网络管理员、高级经理人员、

工程师、销售工程师、营销人员、Web开发人员、军事技术人员、网络设计师及技术人员、SAN项目经理、SAN实施人员、LAN和PBX管理人员，以及其他SAN相关工作人员。对于系统分析师、系统设计师、程序员、技术管理人员，以及其他所有与SAN的设计、配置和实施相关的数据处理、通信和办公自动化方面的专业人士，本书也具有较高的价值。简而言之，本书力图为全世界与存储管理相关的人员提供帮助，这些人或多或少地与组织中SAN服务的管理和维护工作存在着联系，他们可能包括项目经理、团队成员、顾问、软件及安全工程师，以及其他涉及SAN成本预算、投资和标准管理的IT专业人员。科研人员、工程师、教师、高层经理、信息技术及职能部门经理、技师，以及全球9亿以上的Internet，Intranet和Extranet用户，也都能从本书中得到一定的帮助。阅读本书，需要对SAN的实施有少量初步的认识。

本书有何特别之处

本书首次全面地对SAN的实施、成本收益分析以及最新的标准进行了介绍。对于SAN以及灾难恢复（Disaster Recovery，DR）等各方面的问题，本书是一部详细的、最新的专业指南，全面涉及了规划、实施和管理中的各项工作。

关键信息系统和通信手段的高可用性是现代组织赖以生存和发展的生命线所在。倘若SAN系统瘫痪，企业或是组织就将丧失其向内外顾客提供不间断服务的能力。

此外，性能强大的工作站及个人计算机的出现，加上已经广泛使用的小型机和大型机，已使得这些设备资源之间的连接工作成为一个重要的问题。借助于局域网与本地或是远程的SAN资源建立通用连接，就可以有效地对程序、数据和外围设备进行共享。

本书提供了从事SAN的设计、配置和实施工作所需要的基础知识，并着重讨论了软件和硬件之间的整合。

在本书中，还将介绍系统脆弱点的诊断方法，以及如何采取恰当的应对措施以防范和降低风险。读者将学到建立存储管理持续性发展计划的技巧，以及建立支持SAN高效运转的基础设施的先进方法论。以下是本书的部分重要特点：

- 理解基本的SAN术语、技术和协议
- 根据应用需求选择SAN技术
- 对SAN进行配置，以实现组织内计算资源的互联
- 支持局域网存储
- 为组织建立一份有效的SAN管理及灾难恢复策略，将之文档化，并进行测试
- 通过风险分析和商务影响度评价（Business Impact Assessment，BIA）识别关键过程中的脆弱点
- 为关键性应用程序的运行选择并实施备用的SAN系统
- 对SAN基础设施、网络、数据和用户访问能力进行恢复
- 对SAN和灾难恢复团队进行组织和管理
- 在快速变化的IT环境中对灾难恢复策略进行有效的检测和维护
- 对来源于内外部的威胁和影响进行分析
- 对各种SAN及灾难恢复方案和设备进行选择
- 对SAN及灾难恢复项目进行规划

- 为 SAN 系统和通信系统的恢复设计策略
- 设计突发事件中的团队组织结构
- 根据现有的模板制订 SAN 管理和灾难恢复计划

本书包括七个部分，并在末尾提供了一份全面的 SAN 词汇表。全书采用循序渐进的方法，引领读者逐步了解 SAN 的各种相关内容以及与 SAN 的规划、设计和实施相关的各种话题。对于最新的 SAN 技术结构以及正在出现的开放性标准，本书也给出了深入的介绍。此外，本书还介绍了为各类组织和教育机构制订 SAN 实施计划的方法。更为重要的是，本书全面讨论了 SAN 的实施工作，包括对系统进行测试的技术，以及系统性能的认证。书中介绍了系统维护中所涉及的大量的通用 SAN 设备，讨论了各种持续性的维护工作。作为全书的总结，我们讨论了 SAN 的未来发展规划、标准的制订以及 SAN 行业的发展。

第一部分：SAN 技术概述

这一部分讨论了各种类型的 SAN 操作系统软件和硬件、SAN 发展的动力、SAN 的市场需求及预测、SAN 市场的演进过程以及信息的价值。进而讨论了灾难恢复、I/O 性能、高可扩展性和适应性、技术平台、技术及可选产品、对传统的视频信息分布的冲击，以及 SAP R/3 的存储管理。本部分还介绍了 SAN 标准的发展过程以及 SAN 标准化组织。此外，还讨论了 SAN 的自服务、存储服务的外包、多种计算机平台之间的高速数据共享、存储区域网络为间接渠道所带来的新机遇、由多个品牌的产品组成的企业级存储区域网络上的端对端服务，以及视频服务的存储子系统。最后，介绍了减少和消除企业环境中单一失败点（single points of failure）的方法，并以此说明存储区域网络对商务应用系统整体可用性所带来的贡献。高可用性并不是通过单一的产品来实现的，而是要借助于复杂的系统设计才有可能成功，这一设计工作涉及到了 SAN 中的所有组件。通过使用高度可用的组件和解决方案（以及一套具有容错能力的设计方案），企业才能够实现支持 24×7 （每周 7 天，每天 24 小时）全时运转需求的高度可用性。

第二部分：设计 SAN

第二部分首先介绍了如何利用光纤通道交换机、交换集线器和集线器来设计存储网络；接着讨论了组件、安装计划和实践、应用测试和 SAN 认证设计问题、SAN 设计文档问题等方面的内容。本部分还包括了 SAN 的财务影响、SAN 的运行成本、财务因素和采购等方面的内容。此外，还探讨了有关如何设计分布式的 SAN 标准、以及新标准设计中的一些问题。最后介绍分布式 SAN 标准的设计，并讨论标准设计中的各种问题。

第三部分：SAN 实施计划

第三部分首先介绍了如何在企业环境中结合企业基础体系结构实现 SAN；为什么基于 Internet 的交易为 SAN 体系注入了大量资源；以及如何为存储区域网络做好准备。随后讨论了为什么说 SAN 集群技术是 Web 商务时代的一个重要组成部分；为什么在选择正确的硬件时片面依赖于行业标准对于 SAN 结构设计是有害的。最后，讨论了如何将 SAN 模拟技术应用于对客户、网络以及集群需求的理解，从而确保企业虚拟门户始终开放。

第四部分：安装和实施 SAN

第四部分首先讨论了物理层测试、应用层测试和管理层测试，为什么应该进行 SAN 测试，以及 SANmark Revision TestSuite 等方面的内容；随后介绍了怎样配置 SAN，如何迈出 SAN 的第一步，如何使用存储交换技术以促进 SAN 下一阶段的实施，以及如何为电子贸易准备数据等内容。最后，本部分探讨 SAN 的测试和故障处理、SAN 的文档记录和测试结果以及 SAN 的性能认证等内容。

第五部分：维护 SAN

第五部分首先介绍了数据管理方案、虚拟存储区域网络和对光纤通道仲裁环路的一个管理策略。接着讨论了 SAN 软件、文档记录标准以及预出版（prepress）市场不断效率等内容的。最后探讨了 SAN 管理标准的现状和未来。

第六部分：SAN 解决方案和未来的发展方向

在第六部分中，我们讨论了数据不可用的起因、成本的考量、高可用性的目标以及不同规模的 SAN（包括独立建筑、园区集群和城市集群）解决方案。接着讨论了 SAN 在法据分析中的角色，这是计算机数据存储关于证据搜集和法据分析的一些讨论。最后，本部分对全书进行了总结，提出了一些结论以及对未来 SAN 开发和实施的建议。

第七部分：附录

本部分提供了七个附录作为 SAN 相关的补充资料。附录 A 是一份在线存储管理任务清单。附录 B 是一份优秀的 SAN 实施和部署厂商的列表。附录 C 包括了可供选择的一些 SAN 产品。附录 D 提供了 SAN 的各种标准。附录 E 是一项有关 SCSI 和光纤通道存储对比的讨论。附录 F 是一份各类 SAN 资源的列表。附录 G 是 SAN 术语和缩写词汇表。

目 录

第一部分 SAN 技术概述

第 1 章	SAN 基础	2
1.1	SAN 究竟是什么	2
1.2	各类 SAN 操作系统软件和硬件组件	9
1.3	SAN 市场需求：日本市场的例子	12
1.4	SAN 市场的发展	13
1.5	信息的价值	15
1.6	本章小结	19
1.7	尾注	19
第 2 章	各种类型的 SAN 技术	20
2.1	FC-AL：第一步	21
2.2	SAN 的局限性	22
2.3	技术与配置	24
2.4	高可扩展性和灵活性	25
2.5	技术平台、技术及产品选择	35
2.6	视频信息分布的变革	41
2.7	SAP R/3 的存储管理	45
2.8	本章小结	51
2.9	尾注	51
第 3 章	标准	52
3.1	与以太网相似，SAN 的标准仍处于发展之中	54
3.2	阶段性的发展	54
3.3	进入第三阶段	55
3.4	其他参与者	57
3.5	SAN 标准的未来	58
3.6	本章小结	61
3.7	尾注	61
第 4 章	厂商及 SAN 服务提供商类型	62
4.1	SAN 自服务	63
4.2	服务外包	65
4.3	多种平台之间的高速数据共享	66
4.4	间接渠道商的机遇	68

4.5 多厂商企业级存储区域网络端到端服务	78
4.6 用于视频服务的存储子系统	82
4.7 您的企业将会需要 SSP 吗	94
4.8 本章小结	95
4.9 尾注	95
第 5 章 实现 SAN 的可扩展性和高可用性	97
5.1 持续增长的高可用性需求	97
5.2 高可用性的目标	97
5.3 通过冗余实现系统可用性	98
5.4 应用程序	98
5.5 服务器和主机总线适配器	99
5.6 存储	99
5.7 镜像	100
5.8 交换机	101
5.9 光纤网络	102
5.10 交换机的啮合树拓扑结构	103
5.11 双重连接的单一光纤网	104
5.12 双重连接的双重光纤网	105
5.13 单一和双重光纤网的可靠性计算	106
5.14 分区	107
5.15 光纤网管理	109
5.16 高可用性的关键	110
5.17 本章小结	110
5.18 尾注	110

第二部分 SAN 的设计

第 6 章 SAN 的设计问题	112
6.1 光纤通道拓扑	112
6.2 客户对光纤通道产品的选择	113
6.3 存储网络的设计	114
6.4 SAN 设计的其他因素	119
6.5 本章小结	123
6.6 尾注	123
第 7 章 成本的测评和考虑	125
7.1 SAN 的财务影响	125
7.2 SAN 运行成本的测评	129
7.3 财务方面的考虑和 SAN 的采购	130
7.4 本章小结	135
7.5 尾注	135