



WangluoCunchuXitongSheji
华东师范大学出版社

时成阁 编著

WWW.网络存储 系统设计



网络存储系统设计

时成阁 编著



华东师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

网络存储系统设计 / 时成阁编著. —上海: 华东师范大学出版社, 2007. 1

ISBN 978-7-5617-5188-6

I. 网… II. 时… III. 计算机网络-信息存贮-系统设计 IV. TP393.0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 010923 号

网络存储系统设计

著 者 时成阁
项目编辑 孔繁荣
文字编辑 周志凤
封面设计 高山
版式设计 蒋克

出版发行 华东师范大学出版社
社 址 上海市中山北路 3663 号 邮编 200062
电 话 021-62450163 转各部 行政传真 021-62572105
网 址 www.ecnupress.com.cn www.hdsdbook.com.cn
市 场 部 传真 021-62860410 021-62602316
邮购零售 电话 021-62869887 021-54340188

印 刷 者 上海华成印刷装帧有限公司
开 本 787×1092 16 开
印 张 16
字 数 370 千字
版 次 2007 年 2 月第一版
印 次 2007 年 2 月第一次
印 数 5 100
书 号 ISBN 978-7-5617-5188-6/O·188
定 价 24.00 元

出 版 人 朱杰人

(如发现本版图书有印订质量问题,请寄回本社市场部调换或电话 021-62865537 联系)

版 权 声 明

本书描述和分析的内容可能涉及但不限于：资讯、数据、文本、产品、图片、音像、录像、软件、声音、图表等信息(以下简称“资料”)，来源主要是作者通过实践经验的积累和对公开技术资料的分析。本书也主动收录部分“资料”，但不拥有“资料”中的任何权益(包括知识产权)，不代表同意其介绍或描述，也不构成任何投资或商务建议，仅为提供更多信息和促进学术交流以及工程实现。

本书尽可能对“资料”的来源、作者或提供者做出明确描述，但并不负责检查“资料”中的所有内容。因此，本书对“资料”所涉及的正确性、版权所属或是合法性如何，并不负担任何责任。本书有权但没有义务提高所提供“资料”的质量，以及改正或更新当前在“资料”中的任何错误。

对于任何包含、经由、链接、下载或从任何与本书有关的服务(以下简称“服务”)所获得的“资料”，不作任何明示或暗示的保证其内容的真实性、可靠性和准确性。并且，对于您使用“服务”而展示、购买或获得的任何“资料”，本书也不负担对品质保证的责任。您需要接受并承认因为参考或信任任何“资料”所产生的风险自行承担。本书对于因为“服务”或“资料”所产生的任何直接、间接和附带的损害概不负责。

本书尊重他人的所有权益(包括知识产权)，同时也要求使用者也尊重本书作者的所有权益。本书所有的引用“资料”，其版权均归原作者所有，附带版权声明的“资料”，其版权以附带的版权声明为准。本书无意从任何公司、组织或个人的权益中谋利，如果您认为您的作品被非法复制或权益受到了损害，请通知作者更正，作者会及时处理。

本书适用于法律法规规定的其他有关免责规定。

著作权人保留所有权益。

作 者

2006 年 10 月 22 日于上海

序

一、信息时代的安全问题

随着信息化建设在全球的迅猛发展,政府、电信、金融等各行各业对信息系统的依赖性越来越强,尤其是对那些如财务数据、客户资料以及关系到企业生存发展的各种重要业务数据的依赖,凸显了数据安全性的重要性。信息化建设的深入发展,必将给信息系统带来数据安全问题的挑战。

众所周知,信息系统的數據安全性存在着众多隐患,如病毒、黑客、设备故障、人为误操作、大面积电力系统故意以及火灾、水灾、地震等自然灾害。(IDG, International Data Group, 国际数据集团)的统计数字表明,美国在 2000 年以前的 10 年间,发生过灾难的公司中,有 55% 当时倒闭,剩下的 45% 中,因为数据丢失,有 29% 也在两年之内倒闭,生存下来的仅占 16%。另外,全球有 60% 以上的公司数据是存放在不受保护的 personal 电脑当中,数据总量高达 109 PB;平均每台电脑数据丢失的损失大概是 2 557 美金,全球大概有 6% 的电脑每年可能会发生一次数据丢失,这样整个算下来,全球平均每年因为数据丢失造成的损失高达 920 亿美元。

在震惊世界的美国“9·11”恐怖袭击事件中,入驻世贸大厦的一些世界著名企业由于关键的业务数据在瞬间被毁,没有一套完善的异地容灾备份系统保障,业务无法继续开展,更要面临巨额的经济赔偿,公司信誉扫地,以至停业破产。但是,在这场悲剧性的人为灾难中,也有一些亮点值得深思。一些目光长远、居安思危的企业,由于建立了完善的容灾备份系统,在灾难发生的瞬间,系统迅速切换到异地容灾备份中心运行,保证了公司业务的连续性,顺利度过了这场灾劫。

2003 年 7 月上海发生了轨道交通 4 号线工地坍塌事件,导致周围地基下陷,三座大楼严重倾斜,其中一座楼中就有上海市社会保障系统的重要信息数据。由于没有一套容灾备份系统,而社会保障的信息数据又是如此重要,有人冒着生命危险进入倾斜的大楼抢救出存放数据的硬盘,总算有惊无险。试想,如果大楼真的倒塌,这些数据可能就无法挽回了,后果不堪设想。如果建立了一套容灾备份系统,就不用有人冒生命危险去抢救数据了。对于灾难,企业面临的可能是破产、倒闭,而如果政府部门丢失了关乎国计民生的关键数据,承受的的损失和代价



将是不可估量的。面对灾难事件,我们不能心存侥幸,只有建立起容灾备份系统,才能给信息系统上好保险。

综上所述,以数据安全为核心的容灾备份系统不仅具有重大的现实意义,对国家而言更具有重大的战略意义。目前,对于数据安全性的考虑和建设,各行业参差不齐,存在较大差距,政府和企业应当积极迎接数据安全挑战,建设强大的容灾备份系统,确保数据安全。可以预见,容灾备份系统建设将成为一个非常庞大的市场。

二、国外容灾技术与网络存储产业的发展

容灾系统涉及的核心关键技术包括远程数据复制技术、快照技术和互联技术。建设一个容灾系统一般首先要经过一个存储资源整合阶段,将信息系统繁多的存储设备和繁杂的各类数据有效整合后,远程复制到异地灾备中心。

与容灾密切相关的 IT 存储领域,2001 年是以 SAN(Storage Area Network,存储局域网络)和 NAS(Network Attached Storage,网络附加存储)技术为代表的存储年,2002—2004 年则是以远程数据复制技术为代表的容灾年,信息系统存储网络形成了 DAS(Direct Attached Storage,直接附加存储)、NAS 和 SAN 并存的局面。但是多种存储网络带来了存储管理的复杂性和维护升级成本的急剧上升,更重要的是不利于信息资源的整合,从而不利于容灾建设。

为了打破瓶颈、优化存储资源、增强存储系统的可管理性和健壮性并为建设容灾系统做好准备工作,存储资源的整合和集中管理成为一种迫切需求。如何整合 DAS、NAS 和 SAN 为一体的存储网络现已成为技术上的热点。美国 FalconStor、NetApp 等公司在这一领域首先推出了 IP SAN 存储网络产品,实现了多种存储网络的整合。

目前国际上网络存储的高端市场是以 EMC、HDS、IBM、HP 等大公司提供的基于高端智能磁盘阵列系统的远程数据复制技术为代表,如 HDS 公司的基于 UPS100/600/1100 系列磁盘阵列的 TrueCopy 产品;EMC 公司的基于 Symmetrics 系列磁盘阵列的 SRDF 产品。这些产品技术已经成熟并牢牢地占据着电信、金融等高端市场。在中低端市场,有 Veritas 公司基于磁盘逻辑卷复制的软件产品,NetApp 公司基于 NAS 设备的容灾产品和 FalconStor 公司的基于虚拟存储的软件产品,售价也在几十万美金以上。



2005 年全球外部磁盘存储系统销售收入前 5 大厂商(单位: 百万美元)

厂 商	2005 收入	市场份额	2004 收入	市场份额	2004—2005 收入增长
EMC	3 364	20.7%	3 054	21.1%	10.2%
HP	2 965	18.3%	2 649	18.3%	11.9%
IBM	2 206	13.6%	1 782	12.3%	23.8%
Dell	1 358	8.4%	995	6.9%	36.5%
Hitachi	1 297	8.0%	1 243	8.6%	4.3%
其 他	5 054	31.1%	4 769	32.9%	6.0%
所有厂商	16 244	100.0%	14 492	100.0%	12.1%

2005 年第三季度,中国存储系统出货量达到 1.28 万台,同比增长 34.5%,环比增长 6.6%;市场价值达到 19.1 亿元,同比增长 23.3%,环比增长 6.9%。

国内市场的前三甲位置,同样是由国外厂商 HP、IBM 和 EMC 占据:HP 以 5 亿元的市场规模占据 26.2% 的市场份额;IBM 则以 21.8% 的市场份额居第二;EMC 占据 21.6% 的市场份额。

遗憾的是,国内尚无具有自主知识产权的网络存储与容灾备份恢复的软硬件产品推出,直接导致国内相关市场全部被国外产品占领瓜分。其原因一方面是国内 IT 企业在容灾领域起步较晚;另一方面是由于其技术难度大,很多技术攻关尚未实现。

三、中国信息化进程中的安全问题

根据中国互联网络信息中心于 2006 年 5 月 16 日发布的《2005 年中国互联网络信息资源数量调查报告》和 2006 年 7 月发布的《第十八次中国互联网络发展状况统计报告》,我国现有 12 300 万人上网(规模居世界第二位),上网计算机 5 450 万台,全国网站数约为 69.4 万个,比上年增长 3.8%,全国网页总数和网页总字节数均比上年增长 200% 以上。这充分说明了 2005 年我国网上信息量的高速增长,也反映出我国网络信息资源的快速增长。

然而,从另一个角度看,我国目前的信息化基础是十分薄弱的,在信息安全和数据安全方面存在着很大的隐患。

1. 信息安全问题

由于我国在软硬件产业技术领域的相对落后,目前我国信息资源的载体、应用和管理,大都使用的是别国的设备和系统。仅以网站为例,根据中国互联网络信息中心的统计,国内各类网站拥有的服务器所采用的操作系统情况如下表所示。



	政府网站	企业网站	商业网站	教育科研机构网站	个人网站	其他公益性网站	总体 (加权)
Windows	83.8%	71.6%	75.7%	81.1%	77.5%	73.9%	74.8%
Unix	2.7%	6.1%	5.4%	16.2%	3.4%	8.7%	6.1%
Linux	10.8%	12.9%	13.5%	16.2%	13.5%	17.4%	13.3%
其他	0	1.5%	0	0	1.1%	—	1%
不清楚	16.2%	17%	8.1%	8.1%	9%	13%	13.9%

从上表中可以看到,以 Windows 为代表的国外操作系统已经成为国内的主流应用,然而各种各样的系统漏洞、后门,不仅给病毒、黑客提供了可乘之机,而且给国家政府和企事业单位重要信息的保密工作带来了极大的难题。

另一方面,结合上述的国外网络存储设备系统目前占据了国内市场垄断地位的实际状况来看,可以说绝大多数在线数据库的信息安全系统,都被把持在国外厂商手中。

由此可见,国家的信息安全形势十分严峻。

2. 数据安全问题

从数据的容灾备份与安全保障方面来看,据中国互联网络信息中心的调查,在拥有在线数据库的网站中,68.1%的网站只有1个在线数据库、18.2%的网站有2个、13.7%的网站有3个及3个以上;而在所有拥有在线数据库的网站中,只有13.8%的网站拥有在线数据库的其他备份载体。

网站类型	政府网站	企业网站	商业网站	教育科研网站	个人网站	其他公益性网站	总体
在线数据库拥有其他备份载体的网站比例	37.0%	13.1%	22.2%	10.5%	5.3%	25%	13.8%

这仅有的13.8%的网站中,在线数据库的其他备份载体形式主要还只是靠光盘、纸质等传统手段,在数据库的容灾实时恢复能力方面极其落后。具体分布情况如下表所示。

载体形式	总体	政府网站	企业网站	商业网站	教育科研网站	个人网站	其他公益性网站
光盘	57.1%	77.8%	62.5%	33.3%	50.0%	20.0%	50.0%
纸质	61.2%	44.4%	62.5%	66.7%	100.0%	60.0%	66.7%
其他	20.4%	11.1%	20.8%	—	—	40.0%	33.3%



据了解,目前国内一些单位的容灾备份,还只是通过在异地建立一个备份数据库,利用地理上的分离来保证数据资料遭遇灾难性事件后的恢复能力。

综观 2005—2006 年国内各行业信息系统的容灾建设,只有电信、银行这样的信息化程度高、财力雄厚的行业和一些有实力的大企业、大集团进行了异地容灾系统级备份项目的建设。究其原因,是因为建设一套容灾备份系统所投入的资金动辄上千万,广大中小企业根本无力承担这种投入。

四、我国信息安全产业落后的原因与行业发展趋势

人们通常习惯于把计算机技术产品分为软件和硬件两大类,而从计算系统的构成来看,可以将其分为三个部分:数据处理、数据通信和数据存储。其中,侧重于计算机应用的数据处理和数据通信,分别以软件产业群和网络通信产业群为代表,在国内得到了迅速的发展;而较多依赖于硬件技术发展基础的数据存储行业,由于我国计算机硬件工业的相对落后,目前还远远地落后于国际水平。

业内有一种观点认为,IT 业在经历了个人计算机(数据处理)和互连网络(数据通信)两次浪潮以后,正在迎来网络存储(数据存储)的时代。这是因为,随着信息时代的到来,人们对计算机的应用,已经从单纯的事务处理发展到了网络信息化的高度;而随着信息化社会数据量的爆炸性膨胀和人们对电脑的依赖性增强,数据的存储和安全问题也日益突出。平时用到的文档管理、CAD/CAE、电子邮件、上网访问的服务器,以及企事业单位的网络系统,都需要有可靠的数据运算和存储系统;而网络存储不仅为网络信息的存取和文件共享提供服务,更关系到信息系统的安全性和可靠性。因此,网络存储技术的发展也日益引起人们的关注和重视。

网络存储所要解决的问题,不仅仅是数据的存储载体及存取管理的效率,还涉及网络信息系统的安全性、稳定性和抗风险能力。而这些方面,正是我国当前在建设信息化社会过程中的最薄弱环节。

国内在信息安全和数据安全方面的落后,主要有客观和主观两方面的原因。

从客观方面看,我国在数据存储软硬件技术发展方面相对滞后,导致了相关信息安全产品的匮乏。就我国目前信息安全产品市场的现状来分析:国内信息安全产品市场在全球 IT 业前进脚步放缓的时候,依然能够保持持续高速增长。在过去的数年里,得益于政府重视、政策扶持等多方面原因,我国安全产品市场发展迅猛,信息安全产品市场的容量也在以每年超过 100% 的速度增长。据了解,1999 年国内信息安全产品市场容量约 9 亿元,2000 年增至 20 亿元,2001 年达到 50 亿元左右,到 2002 年已突破了 100 亿元大关。



目前,我国信息化建设投资每年达5 000亿元以上,按国家规定用于信息安全的投资占总投资的10%计算,则需要有500亿元以上产值的产业规模,才能基本满足安全防护的需求。但是,我国目前信息安全产品还远远满足不了国家信息安全防护的要求,产品结构也主要分布在低端领域。

从目前中国市场来看,HP、IBM、EMC等国外存储厂商在技术和产品方面占据着优势地位。国内的存储厂商大多在20世纪末才开始涉足存储领域,虽然有的从事自主研发,但更多的是采取OEM(Original Equipment Manufacture,原始设备制造商)方式,比如从比较简单的NAS开始,再到SAN或存储软件。目前,国内存储业内的公司大多都在扮演着系统集成商角色,而处于高利润端的底层存储软件开发和大量的售后服务资源,则被老牌的国外存储软件商牢牢地把握在手中。

无论从数据安全角度、从经济建设角度,还是从国家安全角度考虑,中国政府部门和企事业单位的数据安全都应掌握在自己手中,数据安全存储和信息管理所需的系统、装备也应立足于本国的自有技术。但目前事实上,不仅国外的芯片、设备、操作系统占据电脑用户主流市场,国外存储厂商在技术和产品方面也占据着绝对优势地位。

从主观原因来看,主要存在以下三个方面的问题。

1. 安全意识的薄弱

现在很多企事业单位都实现了联网办公,管理信息化系统、企业ERP(Enterprise Resource Planning,企业资源计划)系统的应用也越来越普遍,然而在追求提高办公和生产效率的同时,却往往忽视了信息安全和数据安全方面的配套。有的企事业单位不舍得花钱投资、心存侥幸,有的则干脆没有这方面的意识。

除了企事业单位以外,个人电脑的资料安全也根本得不到有效的保护。绝大多数电脑用户都曾有过遭受病毒或黑客攻击的经历,有一些用户还知道安装和经常升级防火墙与杀毒软件并刻录光盘备份数据,而大多数用户还完全不知道如何来保护自己辛苦收集的资料和工作的成果。一旦遇到病毒或系统崩溃,往往电脑中所有的数据资料尽数丢失。

2. 安全手段的滞后

事实上,杀毒软件和防火墙的升级,经常是滞后于病毒和黑客攻击手段的更新的,并不能从根本上杜绝外来的侵袭;而光盘、磁盘和移动硬盘的容量和使用寿命都十分有限,也起不到实时保护和容灾恢复的作用。现已有部分网络服务商采用国外的网络存储技术,开办提供了“网络硬盘”数据托管服务,但限于网速



和设备投资昂贵的原因,容量、效率和应用普及方面都还处于初级阶段。

3. 安全工作的忽视

如果说网络存储系统新产品提供了数据安全的可能性的话,那么对网络管理工作的重视与否就关系到人们对数据安全必要性的认识程度了。许多企事业单位的网络管理员,经常充当的是电脑和网络使用的辅导员角色,对于数据管理的安全工作通常也只停留在杀毒软件升级、电脑系统重装等被动应付的层面。既缺乏专门针对性的系统课程培训,也没有专业职称资格的认证。网管职位在企业中很多时候往往处于不可或缺而又无足轻重的尴尬地位,这与人们对数据安全工作的忽视是分不开的。

五、民族的数据存储产业发展势在必行

世界各国均将信息安全列为本国经济和科技发展的重点,采取各项措施推动本国信息安全产业的发展;数据的安全存储、管理和有效使用,是信息安全产业的重要组成部分。

在我国,党中央国务院对信息的安全给予了高度的重视,近年来接连下发了中央《关于信息资源整合产业的意见》[(2004)34号文件]和国务院《关于加快电子商务发展的若干意见》[(2005)2号文件],对信息的采集、存储、备份、整合,以及防止数据灾难的发生提出了重要的指导方针。2006年5月,信息产业部更明确将“网络存储及备份恢复系统”、“信息安全软件”、“国产操作系统”、“网络威胁防御管理系统”、“可信计算机系统研发与标准制定”等信息安全项目作为重点扶植对象。

可以预见,我国网络存储产业的发展、容灾系统的建设和对存储技术人才的需求,即将形成一个高速增长时期;而学习、掌握、应用国外先进存储技术,乃至开发具有自主知识产权的网络存储技术产品,都将成为未来一个时期内的重要工作。

技术的应用与发展,依赖于知识和人才。本书的作者之一时成阁博士,长期从事网络存储系统的开发和研究,不仅已经开发出了国内第一套拥有自主知识产权的网络存储安全操作系统,更立足于多年的实践成果,参与和主持撰写了《网络存储导论》及《网络存储系统设计》两部专著。前者主要面向大学计算机专业的高年级学生和研究生,适合于作为初学者的入门教材,是国内第一部系统介绍网络存储理论和技术发展的专门书籍。而这本《网络存储系统设计》则主要面向更广泛的群体,包括有志于在网络存储行业领域发展的大专院校计算机专业学生、网络工程师、技术人员,以及从事网络存储系统开发和建设的专业人士。



《网络存储系统设计》的内容,涵盖了网络存储系统从设计、实施、项目管理,到运营维护、技术支持等等全方位的过程,是一本极富于实践指导意义的应用性教材读物,不仅可作为计算机专业学生的辅助教材,也可作为工程技术人员的自学进修、在职培训教材使用,更是电脑和网络业内人员手头必备的网络存储系统实务性操作指南手册。

希望本书的出版,能够有助于国内数据存储领域人才的成长、技术的提高和行业的发展,为我国的信息化社会建设贡献一份力量。

邓耀波

2006年11月

(本文作者为上海诸葛投资咨询有限公司执行董事)



说 明

本书上篇是基础知识,在本书作者另一部专著《网络存储导论》中有更详尽的阐述;对于有此理论基础或阅读过《网络存储导论》的读者,也可以直接阅读中篇和下篇。

本书主要由时成阁博士撰写。在基础知识部分,杨伟涛先生收集了大部分材料。整本书由杨伟涛校对,时成阁博士统编、定稿。

约 定

1. 数据容灾项目经理(DM, Data disaster recovery Manager), 某大型部门容灾中心负责约定客户的数据系统整合的专家, 容灾专职人员。负责客户沟通, 灾备切换命令下达和故障报告审核。

2. 数据容灾项目维护巡检员(DS, Data disaster recovery Specialist), 某大型部门容灾中心负责约定客户的数据系统整合、日常运维管理、演练操作的专家, 容灾专职人员。负责完成日常日志报告, 提供系统维护、演练实施计划和建议。

3. 协调专员(CS, Co-operation Specialist), 某大型部门容灾中心负责约定客户的数据系统, 整合 IT 基础架构的协调专业人员, 负责整个数据系统的基础安全。

4. 集成商(IS, System Integrator), 项目实施公司。

5. 项目管理协调委员会

职责: 是该项目的最高权力机构, 领导项目的实施和决定项目的工作计划表。项目管理协调委员会应定期主持会议, 听取项目进展汇报, 并对各个关键阶段完成进度进行评估和指导, 同时对项目实施过程中出现的重大问题进行决策。

人员组成: 用户方和 IS 项目主管领导负责人。

6. 项目经理

职责: 对项目管理协调委员会负责, 向项目管理协调委员会汇报, 重大决策和重要阶段性评审需经项目管理协调委员会通过。

人员构成: 由参与项目的有关方面及用户方各指派一名经验丰富的项目经理担任。

7. 技术总监组

职责: 负责项目各部分技术总体工作, 保证项目采用先进的和合理的技术, 指导各项目组的技术工作。

人员构成: 由各厂家派出有关的技术专家组成。

8. 系统设计组

职责: 全面负责项目总体设计的工作, 包括总体方案和实施方案。负责项目各小组的统一协调与管理, 听取项目各小组进度汇报, 及时调整项目实施



方案。

9. 项目总体组

职责：项目经理控制各小组工作，控制项目总体进度，协调项目各小组关系。

10. 系统实施组

职责：负责服务器、存储系统和各种软件的实施、安装的工作，包括数据系统容灾和远程灾备系统定义等工作。

11. 测试验收组

职责：在项目的各阶段，监督检查项目的工程质量。贯穿整个系统安装和投产的全过程。测试验收组从项目启动开始，就应制定项目测试计划，编写测试用例，完成测试工作并提交测试报告。

12. 技术服务支持组

职责：主要负责系统运行阶段的技术支持服务，解决系统运行中遇到的各种技术难题。

人员构成：技术支持组由参与项目各方及用户方的技术骨干组成。



目 录

说明	(1)
约定	(2)

上篇 基础知识——海量存储与数据备份

第 1 章 RAID 与大容量存储	(3)
1.1 RAID 概念	(3)
1.2 RAID0 等级	(5)
1.3 RAID1 等级	(6)
1.4 RAID2 等级	(7)
1.5 RAID3 等级	(10)
1.6 RAID4 等级	(11)
1.7 RAID5 等级	(12)
1.8 RAID6 等级	(12)
第 2 章 磁盘存储阵列	(14)
2.1 磁盘阵列原理	(15)
2.2 磁盘阵列的额外容错功能	(15)
2.3 多数据流对磁盘阵列系统性能的影响	(16)
2.3.1 单主机连接情况下的磁盘阵列存储系统性能	(16)
2.3.2 多主机同时访问下,传统磁盘阵列存储系统的性能变化	(17)
2.4 相关磁盘阵列存储术语	(22)
第 3 章 FC 交换机和 SAN	(26)
3.1 存储与网络	(26)
3.2 存储网络基础	(26)
3.2.1 SCSI	(26)
3.2.2 TCP/IP	(27)
3.2.3 Ethernet	(27)
3.2.4 Fibre Channel	(27)
3.3 体系结构基础	(28)
3.3.1 DAS	(28)
3.3.2 NAS	(28)



3.3.3	SAN	(28)
3.3.4	SAN 与 NAS 的区别和联系	(29)
3.4	TCP/IP、Ethernet 和存储网络相结合的多层环境	(30)
3.4.1	iSCSI	(30)
3.4.2	FCIP	(30)
3.4.3	SAN 的应用	(30)
3.4.4	将存储网络拓展到 LAN、MAN 和 WAN	(31)
3.5	新一代多层智能化存储网络	(31)
3.5.1	单一交换架构存储网络的扩展性	(32)
3.5.2	采用 VSAN 技术	(32)
3.5.3	有助于加强投资保护的多协议智能	(32)
3.5.4	全面的安全性	(33)
3.5.5	先进的诊断和故障修复工具	(33)
3.5.6	便于管理	(33)
3.6	存储网络的未来发展	(34)
3.6.1	存储管理的自动化与智能化	(34)
3.6.2	提高存储效率	(35)
3.6.3	减少总体拥有成本 TCO(Total Cost of Ownership), 增加投资回报 ROI(Return of Investment)	(35)
3.7	如何建造企业 SAN 系统	(35)
3.7.1	SAN 应用系统评估	(35)
3.7.2	企业存储网络系统管理	(40)
3.8	小结: 全面集成	(41)
第 4 章	备份带库	(42)
4.1	磁带库基础	(42)
4.2	磁带库的发展	(44)
4.3	磁带库评估	(46)
4.4	磁带库是存储的基础	(46)

中篇 系统设计

第 5 章	系统设计综述	(51)
5.1	项目建设背景	(51)
5.2	系统集成方案编制依据	(51)
5.3	项目建设意义	(52)

