

物联网“落地有声”系列丛书

网络存储与虚拟化技术

主 编 孙丽丽 王伟峰

副主编 丁 鹏 卢印海 周 凯



配有课件



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

013071211

TP393.0

02

物联网“落地有声”系列丛书

网络存储与虚拟化技术

主 编 孙丽丽 王伟峰
 副主编 丁 鹏 卢印海 周 凯



北京航空航天大学出版社

TP393.0

02

013017511

内 容 简 介

本书由浅入深、循序渐进、全面系统地介绍网络存储各部件的结构特点、性能、安装方法,有助于学习者理解网络存储各主要部件的硬件结构、相互联系和作用,掌握网络存储技术的基本理论知识和调试技能以及网络存储各部分的组装、设置、日常维护、维修及管理系统安装等使用技术的能力。虚拟化技术则在典型的理论知识介绍基础上,结合实际的虚拟软件来实现理论与实践的结合教学。

本书重点培养工科学生的实际动手能力,解决实际与理论联系相脱节的问题,可用作应用型本科和高职高专院校相关专业的教材,也可供存储网络技术人员和设备工程师作为技术参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

网络存储与虚拟化技术 / 孙丽丽, 王伟峰主编. --
北京: 北京航空航天大学出版社, 2013. 9

ISBN 978-7-5124-1238-5

I. ①网… II. ①孙… ②王… III. ①计算机网络—
信息存储 IV. ①TP393.0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 199409 号

版权所有,侵权必究。

网络存储与虚拟化技术

主 编 孙丽丽 王伟峰
副主编 丁 鹏 卢印海 周 凯
责任编辑 刘 星

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@gmail.com 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:14.75 字数:314 千字

2013 年 9 月第 1 版 2013 年 9 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-1238-5 定价:32.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:010-82317024

前言

本书以知识性、实用性、应用性相结合为特征,力求成为学生学习存储技术基础理论、研究网络存储构架、搭建与应用虚拟系统的使用工具书;注重培养学生对具体知识学习的逻辑思维习惯;对技术实现力求讲述清楚明白,易学易懂。在教材中设计了“汉”和“睿”两个人物角色,通过故事化的情节引出每章节知识点,与教学内容进行衔接,增强学生对知识的理解与运用。

2012年,云计算、瘦终端机普及的趋势愈发明显。计算机系统未来的构架模型逐渐向应用的两端迅速收敛,未来后台的云平台与前端的云终端和网络互联技术的迅猛发展,更是加速云的普及。也许不远的明天,高性能计算机不再是大大的机箱、高噪声的风扇及巨大的耗电,它会回到数据中心的高楼大厦中,用我们手中那小小的手持终端代替了它们的存在。未来就在眼前,我们正加紧培养走向未来的职业人。

一、本书特色

► 技术前沿,与时俱进

基于磁盘存储技术的 DAS、NAS、SAN 的应用和 vSphere 云应用平台的虚拟化实现方案。

► 案例实用,体系完备

案例实用源自工作和生活实践(包括存储拆装、存储配置、RAID 配置、vSphere5 云应用案例等);实训内容以案例为核心,编排新颖;案例之外,前有基础知识,后有扩展应用,知识体系完备。

► 循序渐进,通俗易懂

内容简明,图文并茂;案例讲解通俗易懂;步骤详尽,方便操作;知识点明确,方便查阅。

二、内容介绍与教学建议

本书共三大部分。第一部分为理论基础知识,主要介绍了网络存储实训内容需要的技术知识,包括信息理论、磁盘系统原理、RAID 技术、接口技术、网络存储技术等。第二部分为虚拟化技术,详细介绍了主要的虚拟化方案和 VMware vSphere 的实现等。第三部分为实训内容,主要介绍了存储单机结构及 RAID 系统配置、iSCSI 网络存储的配置、VMware vSphere5 平台的配置。

本书的内容结构如下:第 1 章主要介绍计算机相关存储技术的发展历史、未来趋势;第 2 章主要介绍磁盘与磁带存储技术及工作原理;第 3 章主要介绍 12 种 RAID 级别技术的原理;第 4 章主要介绍磁盘存储器应用的接口技术;第 5 章主要介绍存储

前言

技术涉及的文件存储系统和网络文件系统;第6章主要介绍 DAS、SAN、NAS 技术;第7章主要介绍数据的容灾、备份技术;第8章主要介绍虚拟化技术与 vSphere 云应用平台;第9章主要讲解存储单机结构及拆装技术,并详细介绍 RAID 的配制方法;第10章主要讲述 iSCSI 的配置和使用;第11章主要介绍 vSphere 云应用平台的配置方案。

本书建议以理论课与实践课相结合的方式讲授,强调学生的实际动手能力。各院校可以根据自己的实际情况适当调整教学内容。在学习本课程的过程中,具体可以分为以下几个步骤:做好预习工作;课堂上积极互动;认真开展实验课上机实践;课后多动手实践;尽可能参与相关的科研工作。

为促进学生综合素质的提高,课程采用“七二一”的教学管理模式,70%是理论考试(考察学生的基础知识掌握水平和思维组织能力),20%是实践实训(管理考察学生的系统调试应用能力),10%是课堂表现(管理考察学生的主动参与意识、语言能力和思维缜密度),切实促进学生综合素质的提高。

三、案例说明

- RAID 案例:包括 RAID 的配置、错误信息的识别、常规灾难维护等。
- iSCSI 案例:包括 Windows 平台选择、WSS2008 的配置等。
- VMware 虚拟化数据中心搭建案例:ESXi5 安装、vSphere Client 安装、VMware vCenter 安装、VMware vCenter 建立数据中心和集群、VMware Data Recovery 安装配置案例。

本书中案例操作步骤的讲解清晰详细,适于自学或培养学生的自学能力。

四、读者对象

- 应用型本科院校计算机相关专业的学生;
- 高职高专计算机相关专业的学生;
- 计算机相关专业培训机构的学生;
- 广大计算机爱好者。

本书由孙丽丽编写第1~4章,王伟峰编写第5~11章,参与编写的还有丁鹏和卢印海,技术支持工作由来自企业一线的具有多年服务器实践经验的周凯高级工程师负责。

由于时间仓促,水平有限,书中难免有疏漏之处,敬请广大读者不吝指正。

编者
2013年8月

本书还配有教学课件,需用于教学的教师,请与北京航空航天大学出版社联系。
通信地址:北京市海淀区学院路37号北京航空航天大学出版社嵌入式系统事业部
邮编:100191 E-mail:emsbook@gmail.com
电话:010-82317035 传真:010-82328026

目 录

151	项目分析	2
151	技术准备	2
151	1.3.1 信息、数据和存储	2
151	1.3.2 信息	2
18	1.3.3 数据	3
19	1.4 项目实施	3
19	1.5 技术拓展——存储体的历史和今天	4
19	1.5.1 纸张	4
19	1.5.2 穿孔卡	4
19	1.5.3 磁带	4
19	1.5.4 磁鼓	5
19	1.5.5 磁盘	5
19	1.5.6 光盘	5
19	1.5.7 闪存	6
19	1.5.8 磁盘阵列	6
19	1.5.9 网络磁盘阵列	6
19	1.5.10 计算机存储系统	7
19	1.5.11 网络存储系统	7
19	1.6 本章小结	9
19	1.7 拓展练习	10
19	第2章 磁盘存储技术基础	11
19	2.1 项目导引——“丢失”的宝藏	11

目 录

2.2	项目分析	12
2.3	技术准备	12
2.3.1	磁带机、磁盘物理结构	12
2.3.2	硬盘数据的逻辑结构	16
2.3.3	磁盘控制系统	18
2.3.4	衡量存储系统性能的参数	19
2.4	项目实施	20
2.5	技术拓展——磁盘接口技术	20
2.5.1	SATA 硬盘接口	20
2.5.2	SCSI 硬盘接口	24
2.5.3	SAS 技术	25
2.5.4	SSA 技术	26
2.5.5	FCP 技术	29
2.6	本章小结	29
2.7	拓展练习	29
第 3 章	RAID 技术	30
3.1	项目导引——万全之策	30
3.2	项目分析	30
3.3	技术准备	30
3.3.1	RAID 基础知识	30
3.3.2	RAID 的实现方案	31
3.3.3	RAID 系统的硬件构成	32
3.3.4	RAID 技术术语	33
3.3.5	各种 RAID 级别技术的实现	36
3.4	项目实施	48
3.5	技术拓展——RAID 故障分析及修复	49
3.6	通用处理方案	54
3.7	本章小结	55
3.8	拓展练习	56
第 4 章	存储协议及接口技术	57
4.1	项目导引——精益求精	57
4.2	项目分析	57
4.3	技术准备	57
4.3.1	SCSI 总线协议	58

4.3.2	Fibre Channel 协议	63
4.3.3	iSCSI 协议	65
4.3.4	iSCSI 与光纤通道的比较	66
4.4	项目实施	66
4.5	技术拓展	67
4.5.1	SCSI 总线信号	67
4.5.2	总线的使用状态	68
4.5.3	同步传输与异步传输	71
4.5.4	SCSI 命令描述	73
4.6	本章小结	75
4.7	拓展练习	75
第 5 章	存储的文件系统	76
5.1	项目导引——神奇的纸张	76
5.2	项目分析	76
5.3	技术准备	77
5.3.1	什么是文件系统	77
5.3.2	主流文件系统和特点	78
5.4	项目实施	78
5.5	技术拓展——网络文件系统	80
5.5.1	NFS 和 CIFS 网络文件系统工作原理和特点	80
5.5.2	共享文件系统特点	81
5.5.3	存储系统与文件系统的关系	81
5.6	本章小结	82
5.7	拓展练习	82
第 6 章	DAS、SAN、NAS 技术详解	83
6.1	项目导引——共享的资源	83
6.2	项目分析	83
6.3	技术准备	83
6.3.1	存储分类	83
6.3.2	直连式存储	84
6.3.3	网络接入存储	85
6.3.4	存储区域网络	88
6.3.5	DAS、NAS 与 SAN 的分析与比较	90
6.4	项目实施	92

目 录

6.5	技术拓展	92
6.5.1	iSCSI SAN	92
6.5.2	iSCSI 与各类型存储方案综合评比	94
6.5.3	iSCSI、SAN 及 NAS 的比较	96
6.5.4	iSCSI 网络中的组成要件	97
6.6	本章小结	98
6.7	拓展练习	99
第7章	数据容灾、备份技术	100
7.1	项目导引——有备无患	100
7.2	项目分析	100
7.3	技术准备	100
7.3.1	数据备份	101
7.3.2	数据复制	102
7.3.3	数据一致性	104
7.3.4	容灾方案评价指标	106
7.3.5	备份与复制、归档的区别	107
7.3.6	备份的实现方式	107
7.3.7	LAN Free 和 Serverless 备份	108
7.4	项目实施	109
7.5	技术拓展	110
7.5.1	主流备份软件和介质	110
7.5.2	备份技术新趋势	113
7.6	本章小结	115
7.7	拓展练习	115
第8章	虚拟化技术	116
8.1	项目导引——给航空公司建个虚拟平台	116
8.2	项目分析	117
8.3	技术准备	117
8.3.1	虚拟化技术	117
8.3.2	虚拟存储技术	117
8.3.3	计算机虚拟化	118
8.3.4	多计算机虚拟成一台计算机	119
8.3.5	一台计算机虚拟成多台计算机	122
8.3.6	数据中心应用的虚拟化技术 VMware vSphere	123

8.3.7 存储阵列的特殊虚拟应用——虚拟磁带库	126
8.4 项目实施	130
8.5 技术拓展	132
8.6 本章小结	132
8.7 拓展练习	133
第9章 综合实训一——存储系统的分解及 RAID 配置	134
9.1 项目分析	134
9.2 项目设计	134
9.3 项目实施	135
9.4 项目成果	166
第10章 综合实训二——网络存储系统调试	169
10.1 项目分析	169
10.2 项目设计	169
10.3 项目实施	170
10.3.1 系统版本选择	170
10.3.2 WSS2008 的基本配置	170
10.3.3 在 Windows 7 中使用 WSS2008 提供的虚拟磁盘	171
10.4 项目成果	185
第11章 综合实训三——虚拟系统的调试应用指导	186
11.1 项目分析	186
11.2 项目设计	186
11.3 项目实施-VMware 虚拟化数据中心搭建	186
11.3.1 ESXi5.0 安装步骤	186
11.3.2 vSphere Client 安装步骤	195
11.3.3 VMware vCenter 安装步骤	199
11.3.4 VMware vCenter 建立数据中心和集群	207
11.3.5 VMware Data Recovery 安装配置	213
11.3.6 安装部署 VMware Data Recovery 的详细过程	213
11.4 项目成果	224
附录 本书使用软件说明	225
参考文献	226

第 1 章

存储系统简介

1.1 项目导引——生存的力量

远古时代的黄河流域,有一个叫作“汉”的古人,为了生存猎杀了一头熊(如图 1-1 所示)。在搏斗过程中他的喉咙被黑熊击伤无法说话了,“汉”发现了一个秘密,用长矛刺熊的胸前白毛可以一击将熊杀死,那是黑熊的心脏。但是他怎么能把这个秘密告诉他的朋友和家人呢?



图 1-1 项目导引

1.2 项目分析

分析“汉”的故事可以知道,“汉”想要做的是将杀熊的方法告诉给自己的亲人。而他却无法通过话语直接告诉家人,那只有通过将杀熊的方法变成家人能够理解的内容记录下来让家人知道了。在这里“汉”最关心的是将杀熊的方法能够完整地让家人知道,这就要求有好的承载杀熊方法的载体。这里杀熊的方法就是信息,记录杀熊方法的方式就是信息的数据化方案,记录这些数据的载体就是存储体。

第1章 存储系统简介

1.3 技术准备

1.3.1 信息、数据和存储

存储系统的存在一定是为了满足人类社会进步的需求,这是不可否认的。因此,人类社会的存在就让存储系统的诞生有了必然性。人类由诞生社会组织的那一刻起就注定了需要产生存储系统,因为人们需要传递自己的信息来相互沟通、协调,其原始动力就是为了生存。

原始社会人类用石头刻画图示,保存的是信息和数据,来向他人和后人告示自己的所想所知。但并不是所有人都能看懂,是因为没有统一的标准,能看懂自己的画,不一定能够看懂别人的。随着人类交流信息的需求越来越迫切,慢慢地产生了文字和语言,当然这是在已经统一标准的一定范围内产生的,在此范围内大家有一样的标示方法和一样的表达,因此统一的标准和协议促成了扩大的信息交流。数据和信息的存在是必然,而数据的传递和存储就需要有统一的标准作为支撑,其发展至今诞生了网络的各种协议,在其上承载的信息数据可以瞬间传递到世界各地。

既然信息传递有着重要的意义,那么信息数据的承载方式就是非常重要的研究内容了。人类发展至今,承载信息数据的载体从石头、竹签、棉帛、纸张,至今发展到闪盘、光盘、移动硬盘,而信息量大爆炸的今天必然登上历史舞台的就是我们接下来学习的云平台的网络存储。

人类社会文明高度发展,信息量快速累积的必然结果就是信息数据的大量重复和高度的冗余,云作为有效的解决方案已经登堂入室,今后我们的数据将更多地承载到可以通过各种终端、各种接入方式连接的云数据存储中心,使用者可以更加高效地获取有效的数据,创作者可以更加便捷地发布出新创造的能满足人们更广泛需求的应用成果,进而提高人们的生活质量,而作为支撑这个庞大繁杂体系平台的核心,网络存储的存在和发展尤为重要。

1.3.2 信息

信息(Information)在科学上定义为:以适合于通信、存储或处理的形式来表示的知识或消息。现代科学指事物发出的消息、指令、数据、符号等所包含的内容。人通过获得、识别自然界和社会的不同信息来区别不同事物,得以认识和改造世界。在一切通信和控制系统中,信息是一种普遍联系的形式。1948年,数学家香农在题为“通信的数学理论”的论文中指出:“信息是用来消除随机不定性的东西”。美国数学家、控制论的奠基人诺伯特·维纳在他的《控制论——动物和机器中的通信与控制问题》中认为,信息是“我们在适应外部世界,控制外部世界的过程中同外部世界交换的内容的名称”。英国学者阿希贝认为,信息的本性在于事物本身具有变异度。

我们则更抽象的定义为:信息是客观物质及其外感特性在其生存环境中的客观反映。

1.3.3 数据

在计算机系统中,各种字母、数字符号的组合、语音、图形、图像等统称为数据,数据经过加工后就成为信息。数据是信息的一种存在方式。

在计算机科学中,数据是指所有能输入到计算机并被计算机程序处理的符号的介质的总称,是用于输入电子计算机进行处理,具有一定意义的数字、字母、符号和模拟量等的统称,是组成信息系统的最基本要素,种类很多。

① 按性质分为:

- 定性的,如表示事物属性的数据(男女、地点、道路等);
- 定量的,反映事物数量特征的数据,如长度、面积、体积等几何量或重量、速度等物理量;
- 定时的,反映事物时间特性的数据,如年、月、日、时、分、秒等。

② 按表现形式分为:

- 数字数据,如各种统计或测量数据;
- 模拟数据,由连续函数组成,是指在某个区间连续变化的物理量,又可以分为图形数据(如点、线、面)、符号数据、文字数据和图像数据等,如声音的大小和温度的变化等。

③ 按记录方式分为:图示,表格,影像,声音。

④ 按记录的介质分为:纸介质,磁带,磁盘,光介质,电信号。

数据在计算机的存储系统中是信息流的存在方式,是运算的核心负载,是存储系统工作的对象,是存储系统存在的意义。因此,数据信息处理的准确性、I/O 效率的高低、安全性的好坏决定着信息系统的生命力和可用性。

1.4 项目实施

“汉”经过考虑,采用了当时家人常用的方式,通过画在兽皮上的画面来传递他的狩猎经验。在这幅画上,“汉”用很多石头表示了熊常出没在丘陵,然后用直立起来的熊表示当时的熊的攻击方法,用矛刺熊的胸前表示击杀的方法,最后又用白染料特地画在了熊的胸前正对矛尖的位置,特殊提示熊的心脏要害在哪里。家里人通过学习“汉”的狩猎经验成为了世代相传的猎户,过着衣食无忧的生活。

1.5 技术拓展——存储体的历史和今天

1.5.1 纸张

千年之久的中国的四大发明之一造纸术,承载了文字的信息,如图 1-2 所示。

1.5.2 穿孔卡

如图 1-3 所示,穿孔设备存储数据信息是通过有无空洞代表数据的“0”或“1”来实现的,20 世纪 70 年代还被广泛应用。

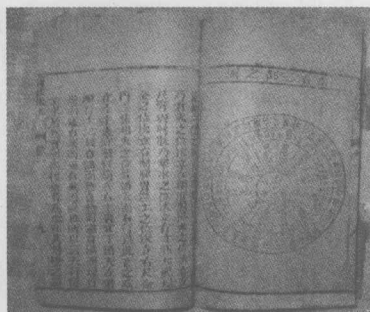


图 1-2 纸制书籍

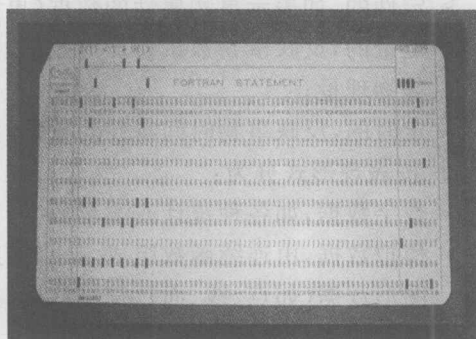


图 1-3 大容量穿孔卡

1.5.3 磁带

磁带存储在 20 世纪 50 年代开始应用于数据存储,典型的设备是大型的磁带机,如图 1-4 所示,其最重要特点是数据存储的连续性和数据检索的连续性。

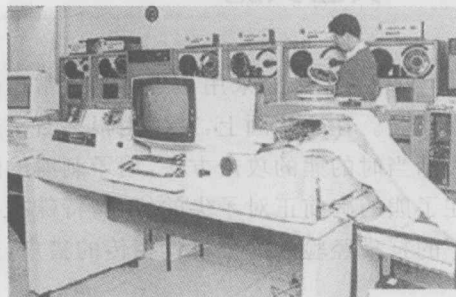


图 1-4 磁带存储系统

1.5.4 磁鼓

同磁带机一样,由于磁存储的发展,磁鼓存储器也登上了历史舞台。图1-5是常作为内存应用的磁鼓存储器。

1.5.5 磁盘

第一款硬盘诞生于20世纪50年代,初始容量不过个位的MB级别,发展至今已经是TB量级了,如图1-6所示。

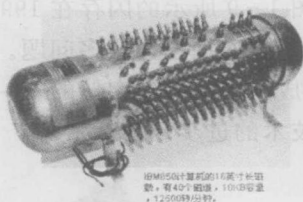


图 1-5 磁鼓存储器



图 1-6 磁盘之硬盘

软盘与硬盘统称磁盘,于20世纪70年代广泛应用于今,已经位于淘汰边缘,其主流移动存储地位被U盘等便携大容量存储设备所代替。软盘如图1-7所示。

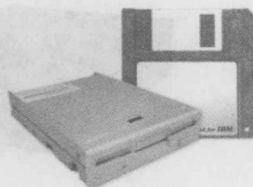


图 1-7 磁盘之软盘

1.5.6 光盘

光存储技术由于其大容量,高密度,于20世纪80年代中期开始进入数据存储领域,有30cm的LD领衔,不断发展壮大到现今的蓝光技术,一直是影音信息存储的首选载体,如图1-8所示。



图 1-8 光盘

第1章 存储系统简介

1.5.7 闪存

图1-9所示的闪存在1999年开始应用,它解决了软盘的易损坏、容量低、不易保存、不方便携带等诸多问题。由于其优势明显,在短短数年便一举将软盘挤出消费市场,成为主导移动存储的新一代王者,而USB等通用接口技术的发展更是助推了闪存技术的进步。



图1-9 闪存

1.5.8 磁盘阵列

随着计算机应用的进步及网络的发展,信息存储量爆发式增长。RAID技术支持的服务器磁盘阵列以及专注数据存储的外部磁盘阵列系统都是今天应用的主流,如图1-10所示。

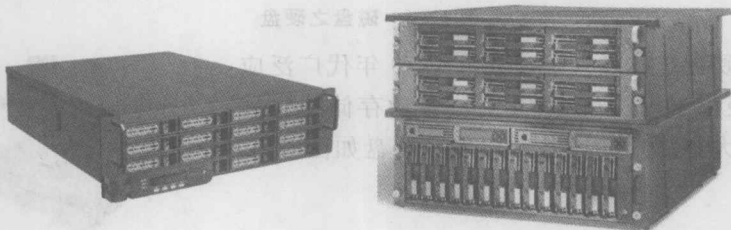


图1-10 磁盘阵列

1.5.9 网络磁盘阵列

网络技术的前进伴随着数据需求量级的不断提高。于是,网络磁盘阵列诞生于21世纪,大型化网络化的磁盘阵列系统出现了。

如图1-11、图1-12所示就是云数据中心。

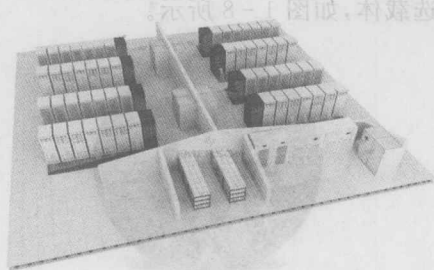


图1-11 数据中心立体图示

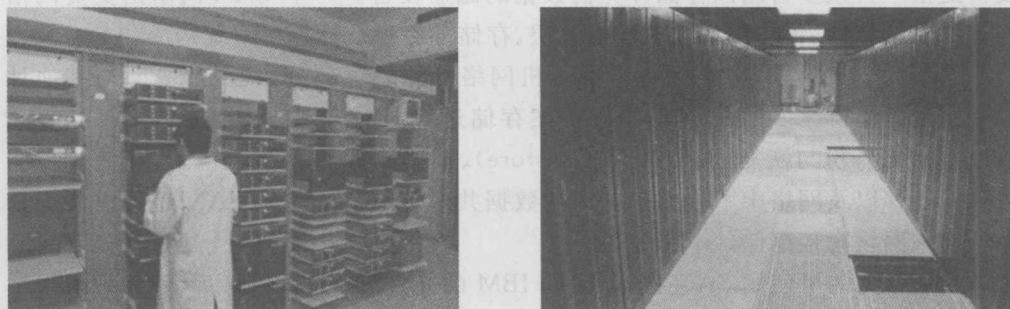


图 1-12 数据中心图示

1.5.10 计算机存储系统

存储是信息、数据保存的地方,是信息、数据的载体。

在存储业内,狭义上讲,存储是指根据不同的业务,采取合适、安全、有效地技术方案,将信息存放在具有冗余、保护、迁移等功能的物理媒介。

而从广义上讲,存储可以理解为一组为现代企业提供信息存取、保护、优化和利用的整体解决方案,是以数据为中心的信息架构的支柱。

如图 1-13 所示,公共调查信息显示,40%的企业和个人认为存储是企业信息的中心,而越来越多的企业开始以信息和存储为中心来建立其信息基础设施。而存储更是因为成为了企业信息的存放载体,存储的保护和信息可靠性显得尤为重要,服务器损坏可以再更新购买,软件和应用出现了问题可以升级更换,但存储出现了问题将直接导致信息数据的丢失,如果没有好的保护机制,将直接影响到企业的业务,甚至演变成企业无法挽救的灾难。



图 1-13 信息中心调查结果

1.5.11 网络存储系统

网络存储是存储服务功能升级的存在形式,其服务范围随着网络技术的发展不断延伸而逐渐扩大,并产生由科学服务到商业化的质的改变。商品化的特性要求网络存储易使用、可量化消费,而技术的发展则更趋于便捷连接、安全共享。

现在主要的网络存储系统包括: SAN、NAS、IP 存储。

1. SAN(Storage Area Network and SAN Protocols, 存储区域网络及其协议)

它是一种高速网络或子网络,提供在计算机与存储系统之间的数据传输。存储