



项目 1 数据存储基础 / 1

任务 1.1 数据存储概述	2	子任务 1.3.1 备份技术背景	13
子任务 1.1.1 信息数据发展历程	2	子任务 1.3.2 数据备份原则	14
子任务 1.1.2 存储的基本概念	3	子任务 1.3.3 数据灾难基础	14
任务 1.2 数据存储原理与物理结构	4	子任务 1.3.4 数据容灾与备份	15
子任务 1.2.1 存储的基本原理	4	子任务 1.3.5 数据容灾指标	15
子任务 1.2.2 常见存储设备及其组件	4	子任务 1.3.6 数据容灾级别	17
子任务 1.2.3 存储网络的分类	7	任务 1.4 数据存储技术对应用系统的影响及	
子任务 1.2.4 存储网络的比较	10	意义	18
子任务 1.2.5 存储 RAID 技术	12	子任务 1.4.1 数据存储与数据访问	18
子任务 1.2.6 存储性能指标	12	子任务 1.4.2 存储网络对应用系统的影响	18
任务 1.3 数据存储备份与容灾技术	13	子任务 1.4.3 存储网络对应用系统的意义	20



项目 2 存储应用环境 / 21

任务 2.1 IT 基础设施与数据中心	22	子任务 2.3.5 SSD 在存储中的应用	44
子任务 2.1.1 计算机系统组成	22	任务 2.4 主机与应用	45
子任务 2.1.2 IT 系统基础设施	23	子任务 2.4.1 主机硬件系统	45
子任务 2.1.3 数据中心	25	子任务 2.4.2 主机软件系统	47
任务 2.2 存储的应用环境	26	子任务 2.4.3 主机管理	49
子任务 2.2.1 主机的内部应用环境	26	任务 2.5 存储数据库应用系统	52
子任务 2.2.2 传统内置存储遇到的问题	26	子任务 2.5.1 数据库基本概念	52
子任务 2.2.3 网络存储应用环境	27	子任务 2.5.2 数据库处理系统	52
任务 2.3 存储介质	27	子任务 2.5.3 数据库基本结构	53
子任务 2.3.1 机械硬盘	27	子任务 2.5.4 数据库主要特点	53
子任务 2.3.2 SSD	32	子任务 2.5.5 数据库的结构模型	54
子任务 2.3.3 SSD 与 HDD 比较	42	子任务 2.5.6 数据库备份与恢复	54
子任务 2.3.4 SSD 性能优势	44		



项目3 数据存储技术 / 59

任务 3.1 存储阵列技术与应用	60	子任务 3.3.5 IP-SAN 产生与发展	78
子任务 3.1.1 存储阵列系统基本概念	60	子任务 3.3.6 IP-SAN 组成和组网连接	81
子任务 3.1.2 存储阵列在存储系统架构中 位置	61	子任务 3.3.7 FC 协议与 TCP 融合	85
子任务 3.1.3 存储阵列系统硬件组成	61	任务 3.4 NAS 存储系统	93
任务 3.2 DAS 存储系统	61	子任务 3.4.1 NAS 存储基础	93
子任务 3.2.1 外置存储网络形态	61	子任务 3.4.2 NAS 网络拓扑	93
子任务 3.2.2 DAS 存储的形态	62	子任务 3.4.3 NAS 的发展及特点	94
子任务 3.2.3 DAS 存储局限性	62	子任务 3.4.4 集群 NAS	95
任务 3.3 SAN 存储系统	63	子任务 3.4.5 NAS 与文件服务器对比	95
子任务 3.3.1 SAN 存储基础	63	子任务 3.4.6 NAS 系统组成与部件	96
子任务 3.3.2 FC 连接与协议	65	子任务 3.4.7 NAS 文件共享协议 CIFS 与 NFS	97
子任务 3.3.3 SCSI 协议介绍	71	子任务 3.4.8 NAS 文件系统 I/O 与性能	99
子任务 3.3.4 iSCSI 协议介绍	76	子任务 3.4.9 NAS 的实现与应用	100



项目4 RAID 技术与应用 / 105

任务 4.1 RAID 技术介绍	106	子任务 4.2.3 RAID 2	111
子任务 4.1.1 RAID 简介	106	子任务 4.2.4 RAID 3	111
子任务 4.1.2 RAID 的实现技术分类	106	子任务 4.2.5 RAID 4	112
子任务 4.1.3 基本原理	107	子任务 4.2.6 RAID 5	112
子任务 4.1.4 RAID 的关键技术	108	子任务 4.2.7 RAID 6	113
子任务 4.1.5 RAID 的优势	109	子任务 4.2.8 RAID 组合等级	113
任务 4.2 RAID 级别分类	110	子任务 4.2.9 非标准 RAID 等级	116
子任务 4.2.1 RAID 0	110	子任务 4.2.10 实现方式	118
子任务 4.2.2 RAID 1	110	任务 4.3 RAID 的应用选择	119



项目5 虚拟磁带库技术 / 121

任务 5.1 虚拟磁带库介绍	122	子任务 5.2.3 智能化专用型虚拟磁带库设备 方案(第Ⅲ代)	128
子任务 5.1.1 架构	123	任务 5.3 虚拟磁带库功能介绍	129
子任务 5.1.2 各种 VTL 产品间的重要差异	123	任务 5.4 虚拟磁带库利弊解析	131
子任务 5.1.3 虚拟磁带库和磁带库的对比	125	任务 5.5 虚拟磁带库的管理方式	132
任务 5.2 虚拟磁带库的实现方式	126	任务 5.6 虚拟磁带库数据如何进行迁移	133
子任务 5.2.1 备份软件型虚拟磁带库 (第Ⅰ代 D2D)	126	任务 5.7 虚拟磁带库与重复数据删除技术	133
子任务 5.2.2 应用服务器级虚拟磁带库方案 (第Ⅱ代)	127	子任务 5.7.1 重复数据删除的概念	134
		子任务 5.7.2 重复数据删除的技术基础	134

子任务 5.7.3 重复数据删除技术的分类	136	任务 5.8 虚拟磁带库的趋势介绍	140
子任务 5.7.4 重复数据删除操作基本原理	137	子任务 5.8.1 变化中的虚拟磁带库市场	140
子任务 5.7.5 重复数据删除选择方式	137	子任务 5.8.2 用户的需求	141
子任务 5.7.6 重复数据删除的优势	139	子任务 5.8.3 下一代产品的增强特性	141



项目 6 数据灾备与恢复技术 / 143

任务 6.1 灾备技术介绍	144	任务 6.6 基于主机的数据复制方案介绍	156
子任务 6.1.1 本地备份异地保存方案	145	子任务 6.6.1 数据卷镜像方案	156
子任务 6.1.2 远程数据备份方案	146	子任务 6.6.2 数据卷复制方案	159
任务 6.2 基于目的端重复数据删除技术	148	任务 6.7 基于存储虚拟化的数据复制技术介绍	162
任务 6.3 基于源端重复数据删除技术的备份方案介绍	149	子任务 6.7.1 带外数据、带外管理模式	162
任务 6.4 基于智能存储设备的数据复制技术	151	子任务 6.7.2 带内数据、带外管理模式	163
任务 6.5 基于数据库的数据复制技术	155	子任务 6.7.3 带内数据、带内管理模式	165
		任务 6.8 灾备技术对比表	166



项目 7 虚拟化技术 / 167

任务 7.1 虚拟化技术概述	168	子任务 7.3.1 ESX 的虚拟化架构	193
子任务 7.1.1 虚拟化的定义	168	子任务 7.3.2 Hyper-V 的虚拟化架构	194
子任务 7.1.2 虚拟化的发展历史	169	子任务 7.3.3 Xen 的虚拟化架构	195
子任务 7.1.3 百花齐放的虚拟化技术	170	子任务 7.3.4 KVM 的虚拟化架构	196
子任务 7.1.4 虚拟化的优势	172	任务 7.4 虚拟平台所面临的安全问题	196
子任务 7.1.5 虚拟化的目的	172	子任务 7.4.1 使用虚拟化环境时存在的缺陷	197
任务 7.2 现有虚拟化技术的分析与对比	173	子任务 7.4.2 保障虚拟服务器环境安全的措施	197
子任务 7.2.1 服务器虚拟化	173	任务 7.5 虚拟化未来发展趋势	198
子任务 7.2.2 网络虚拟化	188	子任务 7.5.1 被重构的 IT 图景	199
子任务 7.2.3 存储虚拟化	190	子任务 7.5.2 云计算的演进	199
子任务 7.2.4 应用虚拟化	191		
子任务 7.2.5 虚拟化技术的比较	192		
任务 7.3 虚拟化架构分析	193		



项目 8 灾备系统设计与典型案例分析 / 203

任务 8.1 灾备需求分析	204	子任务 8.2.1 系统设计的理论依据和规范	209
子任务 8.1.1 信息可行性分析	204	子任务 8.2.2 系统设计方法论	210
子任务 8.1.2 业务影响分析	204	子任务 8.2.3 技术路线	210
子任务 8.1.3 基础架构分析	205	子任务 8.2.4 系统设计原则	211
子任务 8.1.4 案例介绍	205	任务 8.3 典型案例分析	211
任务 8.2 系统设计思路和设计原则	209		

子任务 8.3.1 基本数据保护及数据归档 场景	211	子任务 8.3.2 应用及数据混合型保护场景 ...	213
		子任务 8.3.3 大型灾备场景	214



项目 9 数据中心安全运维 / 217

任务 9.1 运维体系介绍	218	子任务 9.2.2 管理制度说明	230
子任务 9.1.1 运维管理服务体系	218	子任务 9.2.3 运维服务内容综述	231
子任务 9.1.2 运维监控平台的建设原则	220	子任务 9.2.4 基础设施保障服务	231
子任务 9.1.3 系统集中监控方案	221	子任务 9.2.5 变更管理服务	234
子任务 9.1.4 统一事件管理平台建设	223	子任务 9.2.6 问题管理服务	236
子任务 9.1.5 报表管理系统	224	子任务 9.2.7 客户服务管理	238
子任务 9.1.6 运维服务管理平台建设	224	子任务 9.2.8 运维服务质量管理	239
子任务 9.1.7 应急机构与职责	226	子任务 9.2.9 服务水平管理	240
子任务 9.1.8 突发事件分级	227	子任务 9.2.10 灾难恢复服务	240
子任务 9.1.9 应急响应	227	子任务 9.2.11 应急资源保障	240
任务 9.2 运维制度管理	229	子任务 9.2.12 应急宣传、培训与演练	241
子任务 9.2.1 管理制度架构	229	任务 9.3 安全管理服务	242



项目 10 云计算应用及云灾备 / 245

任务 10.1 云计算的应用	246	子任务 10.4.1 Google 文件系统 GFS	253
任务 10.2 云的三种服务模式 and 四种服务 模型	248	子任务 10.4.2 系统架构	254
子任务 10.2.1 云服务的模式	248	子任务 10.4.3 容错机制	256
子任务 10.2.2 云服务的部署模型	249	子任务 10.4.4 系统管理技术	257
任务 10.3 云灾备介绍	251	子任务 10.4.5 并行数据处理 MapReduce ...	257
子任务 10.3.1 云灾备服务	251	子任务 10.4.6 分布式锁服务 Chubby	262
子任务 10.3.2 基于云灾备的数据安全存储 关键技术	252	子任务 10.4.7 通信协议	266
任务 10.4 Google 云计算原理介绍	253	子任务 10.4.8 正确性与性能	267
		子任务 10.4.9 分布式结构化数据表 Bigtable	268
参考文献	277		

项目 1

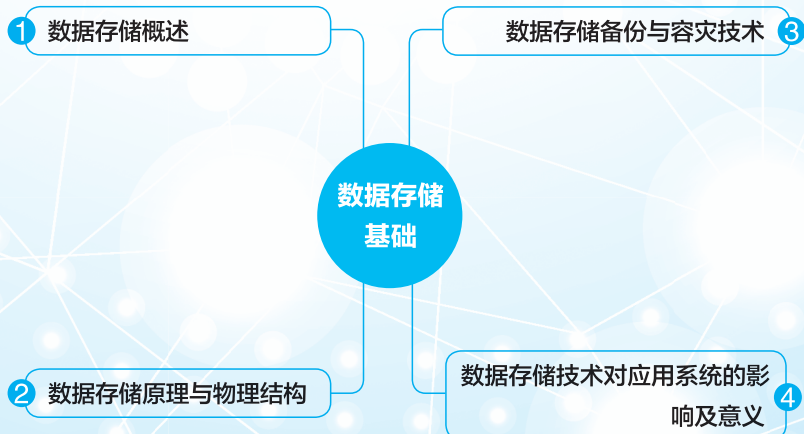
数据存储基础

存储技术作为信息技术的核心之一，一直伴随着，同时推动着 IT 业各方面技术的协同发展，是当今 IT 领域中少数发展最为迅速的热点之一。纸的发明记载了人类的历史和文明，现代信息存储技术则大大超越了纸张记录的含义。如果说信息代表的是生存和生命、进取和发展，那么信息的价值是无可估量的，而存储作为信息的载体使信息的价值得到实现和增值。也就是说，存储的数据才是现代人类社会的真实财富所在。

项目目标 >

- 1 了解数据存储的概念与发展历程。
- 2 了解数据存储的原理与物理结构。
- 3 了解数据存储的基本介质与技术。
- 4 了解数据灾难与容灾技术。

知识导图 >



聚比特科技有限公司自成立以来一直从事互联网和电子商务等业务，但是随着信息化的发展，出现了很多瓶颈，越来越影响着企业的经营管理模式，这当中影响最大的便是企业的信息管理模式。随着互联网应用和电子商务业务应用的增长，企业信息数据呈爆炸性的增长，一方面极大地促进了企业的发展，另一方面又对海量信息数据的存储和管理提出了新的挑战，如何有效地解决这些数据存储问题直接影响着行业的发展和自身的竞争力。

【分析】

如何高效、安全、可靠、完整地使用和保存宝贵的数据资料，又如何从这些浩如烟海的信息中顺利找到所需要的信息成为聚比特科技有限公司的当务之急，只有使用高性能计算机网络存储系统，才能从根本上满足企业数据日益增长的需求。

【实现】

通过企业信息化专家分析形成一种自动化的存储管理手段，不仅可以解决现有企业关键数据的存储和管理需求，而且可以同时为网络上各种工作站用户提供数据备份的解决方案，减轻系统管理员的负担，有效地保护宝贵的数据及人力资源。并且当数据遇到灾难后，可以在第一时间内迅速地恢复数据，使整个系统在最短的时间内重新投入正常运行。

任务 1.1 数据存储概述

存储即信息记录，是伴随人类活动出现的技术。自世界上第一台计算机问世以来，计算机的存储器件也在不断地发展更新，从一开始的汞延迟线，磁带、磁鼓、磁芯，到现在的半导体存储器、磁盘、光盘、纳米存储等，无不体现着科学技术的快速发展。伴随着计算机的飞速发展，计算机上面的存储器也出现了翻天覆地的变化。可以说，存储技术的飞跃发展，也促进了计算机的发展。

子任务 1.1.1 信息数据发展历程

对于 IT 行业，存在一个耳熟能详的定律，即摩尔定律。摩尔定律是指：每隔 18 个月，微处理器的性能提高一倍，而价格下降一半。在信息世界中，根据各种应用的普及以及大量数据的产生情况，表明硬件的摩尔定律对于数据的增长量的预测也同样有用。在当今的信息环境下，数据将随着时间的推移而呈几何级数增长，庞大的信息使得人们在信息存储方面所花费的管理和维护开销大大增加，图 1-1 为 IDC 数字宇宙研究中心预测的全球数据量。不仅如此，如何安全、合理地保存这些新增的数据，又如何从这些浩瀚如海的信息中顺利找到人们所需要的信息，成为摆在数据管理人员面前的难题。

自计算机产生以来，人们对数据信息的处理能力得到了大幅提高，这也使得数据信息爆炸式增长。而在 1973 年的 5 月 22 日以太网发明之后，更多的数据信息通过网络传递于分布在全球各地的信息系统当中。当大部分的 IT 系统管理人员一直将注意力放在如何提升主机、网络的数据处理性能的时候，部分研究人员却已经将注意力放在了数据的存储上。由于种种历史原因，数据被分割成杂乱且分散存放的“数据孤岛”，需要的信息无法得到充分的利用，并且设备的充分利用和资源的共享也极为困难。在这样的背景下，人们推出了数据存储系统，从本质上解决了数据集中存储、共享和管理以及分布备份的问

题，为整个系统的可靠、便捷应用提供了坚实的基础。

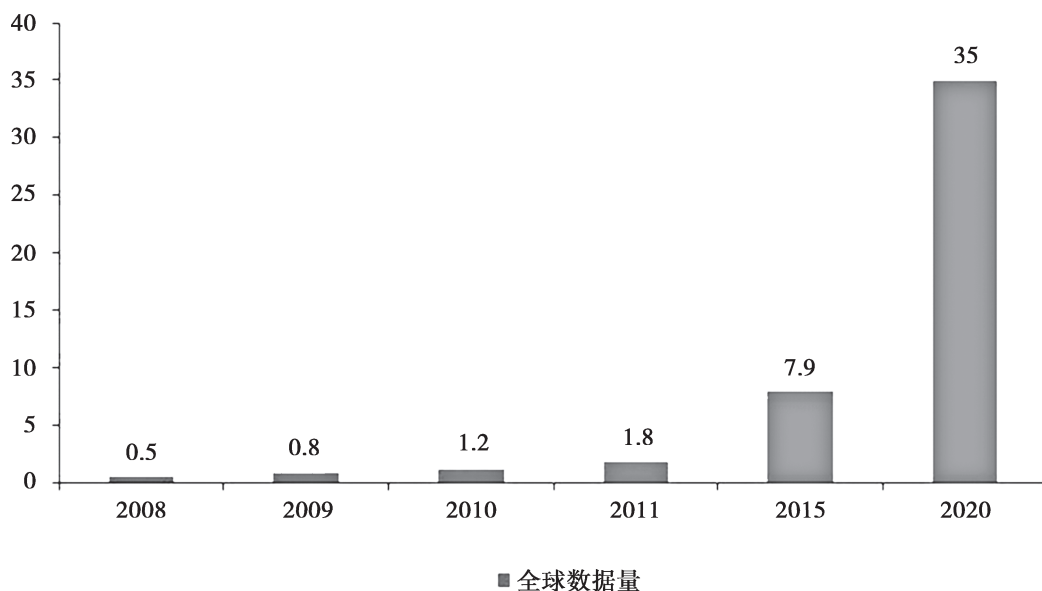


图 1-1 全球数据量急剧增长

越来越多的 IT 组织将存储系统的规定与建设视为其现有以及待建的应用系统赢得差异化竞争优势的战略性要素。越来越多的 IT 组织都已经认识到数据在企业中所起的关键性作用，并进而清晰地认识到，企业需要强大、健壮、便捷的存储基础设施来支持企业的数据管理。基于此，在 IT 设备采购过程中，越来越多的采购人员会将服务器和存储设备分别进行采购，这样有助于确保存储解决方案不再被单纯视为新建应用系统的附属品。对现代企业而言，这是一种新的尝试的开始，并且这种尝试可能会使企业在应用系统建设的初期就确立其优越性和先进性。而随着存储市场上技术、产品的日益成熟，越来越多的 IT 专业人员将深入认识存储的价值，主动去掌握相关的技能，并努力将这一潮流持续不断地推进。

现在企业对于数据的依赖性愈加严重，现代的企业中存在大量的 IT 应用系统用于处理各种各样的数据——产生数据、销售数据、人事信息、客户信息等。大量应用系统的上线直接导致海量数据的产生，这些数据甚至直接关系着企业的生死存亡。所以，如何有效、安全地存储数据这些海量数据，已经是现在企业面临的头等大事。

子任务 1.1.2 存储的基本概念

所谓存储，是指将数据信息整合合并存储在某种介质（见图 1-2）上的一个过程的结果。对于传统的计算机系统而言，存储并不是一个孤立的系统，而是依附于传统应用存在的一个系统组件。计算机系统的发展和数据的爆炸增长，促使存储系统的发展朝着独立化的方向进行。

- (1) 存储设备是用于存放数据信息的设备和介质。
- (2) 存储是一个系统，等同于计算机系统外的外部存储系统。
- (3) 存储系统的独立化是计算机技术发展的必然结果。



图 1-2 各种常见的存储介质



任务 1.2 数据存储原理与物理结构

子任务 1.2.1 存储的基本原理

存储是指根据不同的应用环境通过采取合理、安全、有效的方式将数据保存到某些介质上并能保证有效地访问，从而向用户提供一套数据存放和读取的解决方案。

存储的特征：它是数据临时或长期驻留的物理媒介；它是保证数据完整安全存放的方式或者行为。

传统计算机存储系统如图 1-3 所示。

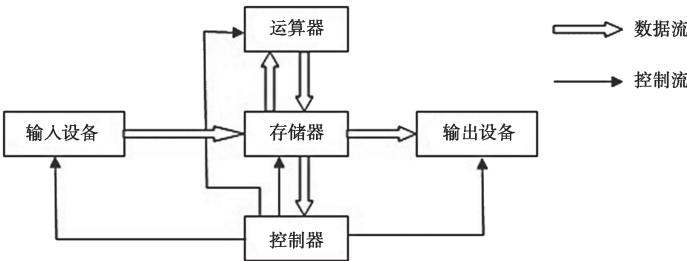


图 1-3 传统计算机存储系统

在传统的计算机存储系统中，存储通常是由计算机内置的硬盘完成，采用这种设计方式，硬盘本身的缺陷很容易成为系统的性能瓶颈，并且机箱内有限的空间也限制了硬盘的数量扩展，同时也对机箱内的散热、供电等提出了严峻的挑战。此外，不同的计算机相互独立，使用各自内置的硬盘，导致从总体看来存储空间的利用率较低，并且分散存储的数据也不利于数据的共享和备份工作。

在传统的 C/S 架构中，无论使用的是何种协议，存储设备都直接与服务器相连接，在这种结构下，对存储设备上所保存的所有数据的任何读写操作，都必须由服务器进行，给服务器带来了沉重的负担。外部存储系统的出现，彻底将服务器从烦琐的 I/O 操作中解放出来，使服务器更加专业化，使之仅仅承担应用数据的操作任务，以便充分地释放自身潜能。

子任务 1.2.2 常见存储设备及其组件

在计算机系统中存储分为外部存储和内部存储，存储网络建立了独立的基于网络的存储架构，增加了现有 C/S 的计算机拓扑架构，从而从整体上改变了上述模型。存储网络允许存储设备直接连接到现有网络上，也可以通过专门的存储网络进行连接，这一技术给传统的存储配置方案带来了以下两个重要的变化。

(1) 存储网络在存储设备、服务器以及客户机之间建立了更多的直接访问路径，使用户能够绕过大量的服务器 I/O 操作而直接与数据发生联系，从而避免了对服务器进行不必要的访问。

(2) 存储网络使商务应用系统能够以更高的效率访问数据。换言之，存储网络使应用系统能够更方便地共享数据，并赋予服务器更为强大的数据连接能力。

1. 常见存储组件

当今的存储技术不是一个独立的技术，实际上，完整的存储系统是由一系列组件构

顺序将数据读出的数据存储设备。其特点如下。

①顺序读写、读写速度快、容量大、脱机存放容易、成本低。

②适合需要长期保存、快速读写的场合。

(3) 光盘。高密度光盘是使用光学存储介质而非磁性载体,用聚焦的氢离子激光束处理记录介质的方法存储和再生信息的一种数据存储设备。其特点如下。

①寻址访问、保存简单、可靠性高、低成本。

②适合需要长期保留,对写速度要求不高的场景。



图 1-6 磁带机

(5) 磁带库。磁带库是基于磁带的备份系统。磁带库由多个驱动器、多个槽、机械手臂组成,并可由机械手臂自动实现磁带的拆卸和装填。它能够与磁带机相同的基本自动备份和数据恢复功能,但同时具有更先进的技术特点。它可以多个驱动器并行工作,也可以几个驱动器服务于不同的服务器来做备份,存储容量高达到 PB (1PB=1 000 000GB) 级,可实现连续备份、自动搜索磁带等功能,并可以在管理软件的支持下

实现智能恢复、实时监控和统计,是集中式网络备份的主要设备。磁带库不仅数据存储量大得多,而且在备份效率和人工占用方面拥有无可比拟的优势,如图 1-7 所示。

(6) 磁盘阵列。磁盘阵列是由一个或者多个磁盘子系统(通常可访问的)中的磁盘组成的磁盘集合,这些磁盘由控制软件组合到一起并统一控制。控制软件将磁盘集合的总磁盘存储容量作为一个或者多个虚拟磁盘提供

(4) 磁带机。磁带机是传统数据存储备份中最常见的一种存储设备。磁带机一般指单驱动器产品,通常由磁带驱动器和磁带构成,是一种经济、可靠、容量大、速度快的备份设备。这种产品采用高纠错能力编码技术和写后即读通道技术,极大提高了数据备份的可靠性,如图 1-6 所示。



图 1-7 磁带库

给主机。控制软件在磁盘控制器中运行的控制软件通常称为固件(Firmware)或者微码(Microcode)。在主机中运行的控制软件通常称为卷管理器(Volume Manager)。磁盘阵列通常由一个或者多个控制框级联一个或者多个扩展框构成,可以为应用系统提供高可靠的、大容量的数据存储空间,如图 1-8 所示。



图 1-8 磁盘阵列

(7) 虚拟磁带库。虚拟磁带库集成了仿真软件的基于磁盘的备份系统,仿真软件可使基于磁盘的系统发挥磁带库的效用。这使用户几乎不需要更改就能利用现有的备份以及恢复过程和软件,提高了备份与恢复性能,可满足用户的恢复时间和恢复点目标要求。VTL

允许使用现有的磁带备份软件，这使管理人员使用物理磁带机进行备份管理的经验可以延续。VTL 由三部分组件构成：计算机硬件、应用软件（用于仿真磁带库和磁带驱动器）以及磁盘阵列。VTL 允许客户配置虚拟磁带驱动器、虚拟磁带盒和指定磁带盒容量。与物理磁带库不同，物理磁带库需要购买并安装额外的磁带驱动器，但对 VTL 来说通过改变软件配置即可增加虚拟磁带驱动器，而这不需要花费任何额外的硬件成本，如图 1-9 所示。



图 1-9 虚拟磁带库

子任务 1.2.3 存储网络的分类

计算机技术不断向更便宜、更有效的方向发展，早期的主机式计算机也从大型的中心式系统演化为便捷的、企业级的服务器。同时，网络技术也对计算机平台的演化产生了相应的影响。随着这两项技术的逐渐成熟，以及对计算机处理能力和相关数据需求的不断增长，可达性更好的存储技术将得到更多的市场驱动，存储网络也由此而生。

在过去的 10~15 年中，商业的模式发生了重大的改变，其中，基于因特网的商业应用的爆炸性增长给信息的获取和存储技术带来了新的挑战。不断增长的对存储能力的需求使许多 IT 组织不堪重负，因此，发展一种具有成本效益的先进存储方式就成为必然。

1. 直接连接存储

直接连接存储（Direct Attached Storage，DAS）是指将存储设备通过 SCSI 线缆或光纤通道直接连接到服务器上。随着用户数据的不断增长，尤其是达到数百 GB 以上时，其在备份、恢复、扩展、灾备等方面的问题变得日益困扰系统管理员。

早期的数据存储方式大都是采用硬盘为主要的存储媒体，对于网络上的文件共享及资料的存取，都需要通过文件服务器来完成，这种数据存储架构称为直接连接存储架构。其目的是希望通过这种架构将数据资源给网络上的使用者共享，但这种方式的主要缺点在于目前使用的文件服务器都需要通过某种常用的操作系统才能达到资源共享的目的，而通常操作系统的设计是为了多功能用途而规划的，并不是只针对数据的 I/O 部分去做最佳化处理，因此文件服务器这个角色，常常会因为不必要的驱动程序或服务占据了系统资源，导致文件存取的效能下降。

由于早期的网络以及应用非常简单，所以 DAS 存储架构已广泛应用。随着计算能力、内存、存储密度和网络带宽的进一步增长，越来越多的数据被存储在个人计算机和工作站中。分布式的计算和存储的增长对存储技术提出了更高的要求。由于使用 DAS，存储设备与主机的操作系统紧密相连，数据以及存储空间共享存在较大的限制。同时，服务器系统也背上了沉重的负担，因为 CPU 必须同时完成磁盘存取和应用运行的双重任务，所以不利于 CPU 的指令周期的优化。典型 DAS 组网图如图 1-10 所示。

笔记

笔记

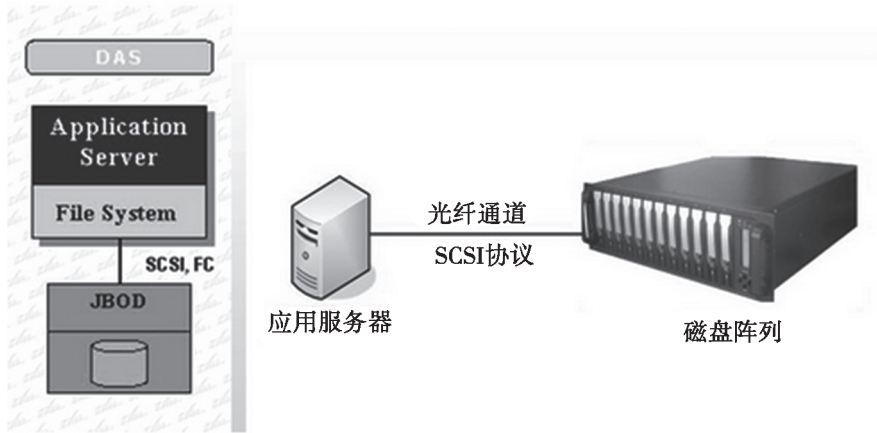


图 1-10 典型的 DAS 组网图

DAS 具有以下特点：

- (1) 存储设备（RAID 系统、磁带机和磁带库、光盘库）直接连接到服务器。
- (2) 传统的、常见的连接方式，容易理解、规划和实施。
- (3) 没有独立操作系统，不能提供跨平台的文件共享，不同平台下的数据需分别存储。
- (4) 各 DAS 系统之间没有连接，数据只能分散管理；备份软件需要服务器支持。

2. 网络连接存储

网络连接存储（Network Attached Storage，NAS）是一种文件共享服务。NAS 拥有自己的文件系统，通过 NFS 或 CIFS 协议对外提供文件访问服务，因此能实现在不同操作系统间进行文件共享。NAS 从结构上分为文件服务器和后端存储系统两大部分。文件服务器上装有专门的操作系统，通常是定制的 UNIX、Linux 操作系统，或者是一个简化的 Windows 系统。这些操作系统为文件系统管理和访问做了专门的优化。文件服务器（File Server，FS）利用网络文件系统（Net-work File System，NFS）或通用网络文件系统（Commen Internet File，CIFS）协议对外提供文件级的访问，因此 NAS 文件服务器也称为 NAS 网关。后端存储系统主要由磁盘阵列构成，提供数据存储的空间支持；另外，部分文件服务器的操作系统也集成在磁盘阵列上。

随着商业需求的增加，局域网技术得以广泛的实施，在多个文件服务器之间实现了互连，为实现数据共享而建立了统一的结构。但随着计算机节点的增加，系统平台不兼容导致数据的获取日趋复杂。因此采用广泛使用的局域网加工作站的方法实现文件共享、提高互操作性和节约成本有着巨大的现实意义。

为了解决扩展及性能的问题，NAS 架构应运而生，这是一种直接通过现有业务网络连接，提供不同系统平台间文件共享的存储设备。其设计理念是制作一个专门负责文件 I/O 处理的高效能文件存储设备，将不必要的服务程序、工具软件全部移除，并针对文件 I/O 的存取功能进行最佳化的处理，使文件存取效率较传统的文件服务器大为提升。

NAS 包括一个特殊的文件服务器和存储设备，NAS 服务器上采用优化的文件系统，并且安装有预配置的存储设备。由于 NAS 是连接在局域网上的，所以客户端可以通过网络与 NAS 系统的存储设备交换数据。另外，NAS 提供对多种网络文件传输协议的应用支持，如 NFS、CIFS 等，客户端系统可以通过磁盘映射与数据源建立虚拟连接。

对网络上的使用者而言，NAS 就像是一个大型的文件服务器，NAS 设备以文件共享设备的形态在网络上出现。NAS 是一种使用传统以太网作为传输介质的存储装置，用户

将所需共享的文件集中存放在 NAS 设备上，利用标准的网络传输协议（如 TCP/IP）来与网络上的服务器或者客户机通信，并将存储空间共享给网络上的服务器或客户机使用。文件的集中存放，使共享文件的控制和管理更加容易，同时提升了 IT 人员的管理效率。典型 NAS 组网图如图 1-11 所示。

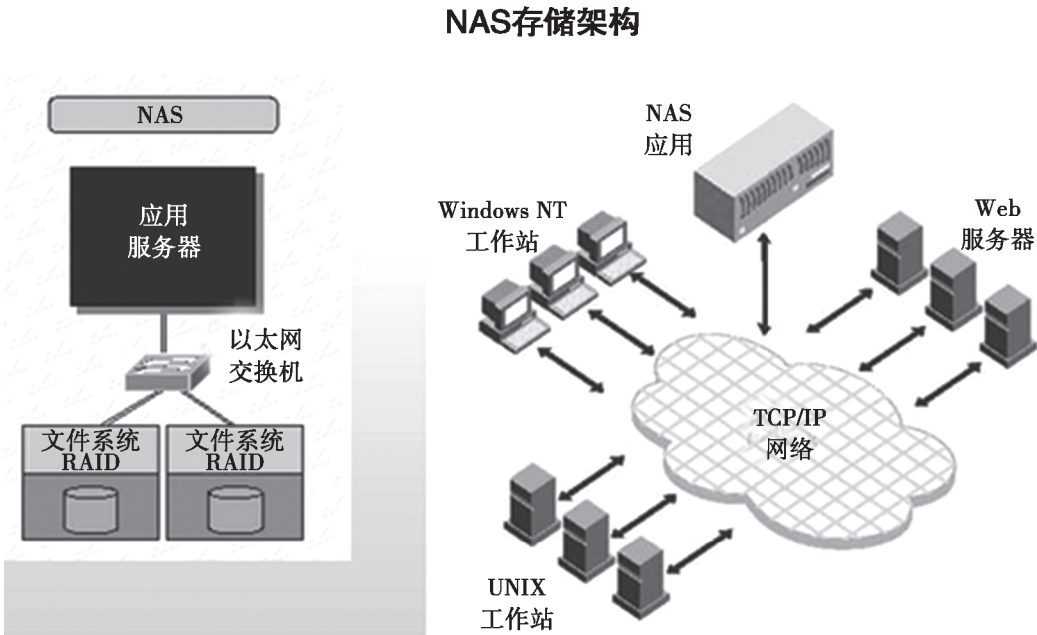


图 1-11 典型的 NAS 组网图

- NAS 具有以下特点：
- （1）NAS 本身具有独立的操作系统，通过网络协议可以实现完全跨平台的文件共享。
 - （2）NAS 可以实现集中数据管理，且很多 NAS 产品都集成了本地备份软件，可以实现无服务器备份功能。
 - （3）NAS 内每一个应用服务器通过网络共享协议（如 NFS、CIFS）使用同一个文件管理系统。
 - （4）磁盘 I/O 会占用业务网络带宽，同时 NAS 的性能也受到业务网络的影响。

3. 存储区域网络

存储区域网络（Storage Area Network，SAN）是一种通过网络连接存储设备和服务器的存储架构，这个网络专用于主机和存储设备之间的访问。当有数据的存取需求时，数据可以通过存储区域网络在服务器和后台存储设备之间高速传输。目前常用的 SAN 结构根据协议和连接器的不同，主要可以分为两种：一种是 FC SAN；另一种是 IP SAN。目前主流存储厂商的 FC SAN 已经能实现 8Gb/s 的传输速率。

这是一种用在服务器与存储资源之间的，专用的、高性能的网络体系。它为了实现大量原始数据的传输而进行了专门的优化。SAN 是一个存储网络架构，其主要概念是将服务器与存储设备分开，然后利用高速光纤或者 IP 网络将两者连接在一起，从而使服务器可将其数据存储任务完全移交给存储装置处理，而服务器只需要专注于用户事务工作，然后再利用光纤通道或者 IP 网络来传输数据，以达到服务器与存储装置之间高效、稳定的存储环境。

构架 SAN 使用的典型协议组是光纤通道（Fiber Channel，FC）协议。在使用 FC 协议



构建的 SAN 中，FC 承载 SCSI 指令和数据，并为其提供更高的传输效率、更远的传输距离以及更好的传输质量。SAN 的应用主要集中在高端企业级的存储应用上，这些应用通常对于性能、冗余度和数据的可获得性都有很高的要求。

就应用而言，NAS 可视为一个以产品为导向的小型企业文件存储架构的解决方案，而 SAN 则是为大中型数据存储而规划与建设的存储架构解决方案。典型的 SAN 组网图如图 1-12 所示。

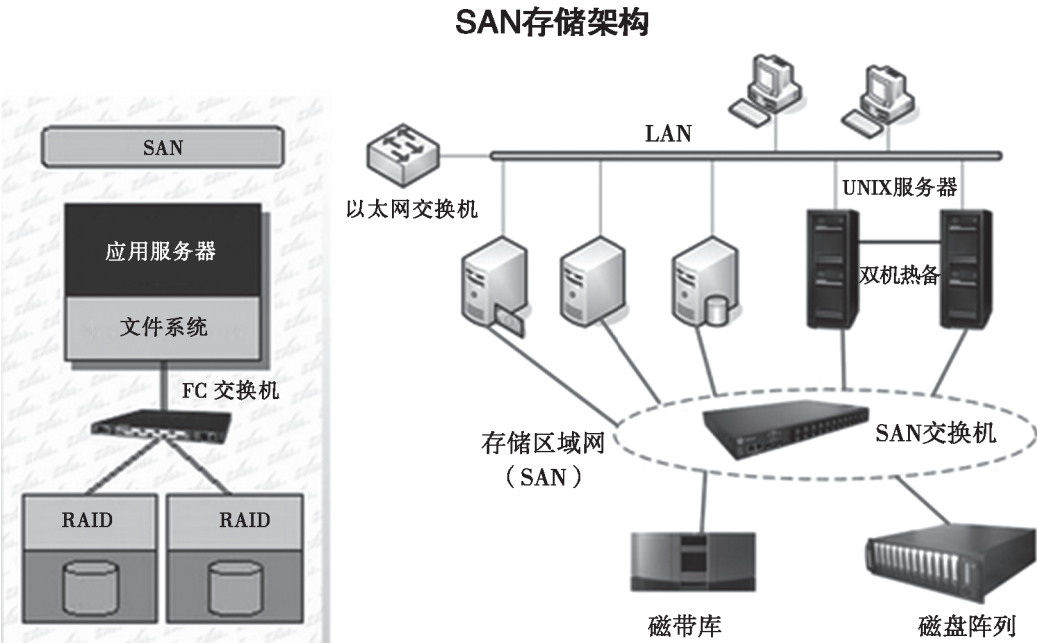


图 1-12 典型的 SAN 组网图

子任务 1.2.4 存储网络的比较

目前来看，每一种存储形态都会有自己的优点和缺点，在做出存储方案之前需要权衡利弊。至少有三个比较全面的存储选项值得考虑：直连存储（DAS）、网络直连存储（NAS）、和存储区域网络（SAN）。

1. DAS

接触过服务器的人都会对 DAS 比较熟悉。DAS 是一种将存储介质直接安装在服务器上或者安装在服务器外的存储方式，将存储介质连接到服务器的外部 SCSI 通道上也可以认为是一种直连存储方式。

由于这种存储方式在磁盘系统和服务器之间具有高速的传输速率，因此，虽然在一些部门中一些新的 SAN 设备已经开始取代 DAS，但在要求快速磁盘访问的情况下，DAS 仍然是一种理想的选择。在 DAS 环境中，运转大多数的应用程序都不会存在问题，所以不必担心应用程序问题，从而可以将注意力集中于其他可能会导致问题的领域。

以下情况可以选择 DAS 方式存储：

- （1）如果存储系统中需要快速访问，但是公司目前还不能接受最新的 SAN 技术的价格时或者 SAN 技术在公司中还是一种必要的技术时。
- （2）对于那些对成本非常敏感的客户来说，在很长一段时间内 DAS 将仍然是一种比

较便宜的存储机制。当然，这是在只考虑硬件物理介质成本的情况下才有这种结论。如果与其他的技術进行一个全面的比较——考虑到管理开销和存储效率等方面的因素的话，可以发现，DAS 将不再占有绝对的优势。

(3) 非常小的不再需要其他存储介质的环境。

2. NAS

如果任务需要较大的存储空间并需要增加额外的容量的时候，用户可以很容易地扩展 NAS 设备。市场上的一些 NAS 设备可以扩展到 200TB 的容量。在需要对数据进行块级访问的情况下，对数据库存储和 Exchange 信息存储来说，使用 NAS 方式更适合。

以下情况可以选择 NAS 方式存储：

在文件级访问系统中，数据的访问是通过文件名称来实现的，因为文件名称是带有一定含义的。而在块级访问系统中，数据的访问是通过数据块的地址来实现的，这个地址是特定数据存放的位置。在一个客户机 / 服务器的环境中，如果需要从文件服务器读取一个文件时，首先需要指定文件，然后服务器完成数据块的读取工作，最后将得到的数据返回给客户机。数据库存储和 Exchange 存储在这种方式的通信过程中存在着很多问题，所以它们并不适合存储于 NAS 设备中。使用 DAS 和 SAN 解决方案中提供的块级访问可以更为有效地实现数据库存储和交换存储中的数据访问。

虽然在需要将存储空间放在网络时，NAS 是一个非常伟大的解决方案，但是，NAS 也还是存在一些不足：

- (1) 在拥有相同的存储空间时，它的成本比 DAS 要高很多。
- (2) 对数据库存储和 Exchange 存储这种要求高使用率的任务来说，不是很适合。
- (3) 获得数据的最大速率受到连接到 NAS 的网络速率的限制。
- (4) 在存储基础设施中存在潜在的节点故障的可能。

3. SAN

存储解决方案中，SAN 是最昂贵的存储选项，也是最复杂的选项。然而，虽然 SAN 在初始阶段需要投入大量的费用，但是 SAN 却可以提供其他解决方案所不能提供的能力，并且在合适的情形下可以为公司节约一定的资金。

SAN 解决方案通常会采取以下两种形式：光纤信道以及 iSCSI 或者基于 IP 的 SAN。光纤信道是 SAN 解决方案中大家最熟悉的类型，基于 iSCSI 的 SAN 解决方案开始大量出现在市场上，与光纤通道技术相比较而言，这种技术具有良好的性能，而且价格低廉。

SAN 真正综合了 DAS 和 NAS 两种存储解决方案的优势。例如，在一个良好的 SAN 解决方案实现中，用户可以得到一个完全冗余的存储网络，这个存储网络具有非凡的扩展性，确切地说，用户可以得到只有 NAS 存储解决方案才能得到的几百 T 字节的存储空间，同时还可以得到块级数据访问功能，而这些功能只能在 DAS 解决方案中才能得到。对于数据访问来说，你还可以得到一个合理的速度，对于那些要求大量磁盘访问的操作来说，SAN 显然具有更好的性能。利用 SAN 解决方案，用户还可以实现存储的集中管理，从而能够充分利用那些处于空闲状态的空间。此外，在某些实现中，用户甚至可以将服务器配置为没有内部存储空间的服务 器，要求所有的系统都直接从 SAN（只能在光纤通道模式下实现）引导。这也是一种即插即用技术。

SAN 确实具有很大的优点，但 SAN 仍有较大的缺陷：成本高昂和极为复杂，特别



笔记



是在光纤信道中这些缺陷尤其明显。在使用光纤信道的情况下，1TB 或者 2TB 大概需要五万到六万美元。从另一个角度来看，虽然新推出的基于 iSCSI 的 SAN 解决方案大约只需要两万到三万美元，但是其性能却无法与光纤信道相比较。在价格上的差别主要是由于 iSCSI 技术使用的是现在已经大量生产的吉比特以太网硬件，而光纤通道技术要求特定的价格昂贵的设备。

表 1-1 列出了不同类型的存储解决方案的优缺点，其中 SAN 分成 iSCSI 和光纤通道两种类型，以帮助读者区分这两种技术。根据该表可以快速确定存储解决方案。

表 1-1 不同存储形态比较

存储形态	DAS	NAS	iSCSI/IP SANs	光纤通道
价格	价格较低	价格中等	价格中等到较高	价格较高
可扩展性	非常有限	依赖于解决方案	依赖于解决方案	依赖于解决方案
可管理性	效率较低	效率较低	非常高效	非常高效
容错性	容错性较好	容错性较好	容错性很好	容错性很好
是否适合文件存储	是	是	是	是
是否适合数据库存储	是	否	通常适合	是
是否适合网页服务	是	是	是	是
是否适合 Exchange 存储	是	否	通常适合	是
安装的简易性	简单	简单	有一定的困难	非常困难
灾难恢复的能力	没有	没有	很多	很多
操作系统的支持	全部	N/A	Windows、Linux、UNIX、NetWare (其他系统是否支持依赖于驱动器本身)	Windows、Linux、UNIX、NetWare (其他系统是否支持依赖于驱动器本身)
主要提供商	任何服务器提供商	IBM、Dell、HP、Network Appliance	LeftHand、EMC、HP、IBM、NetworkAppliance	IBM、EMC、HP、Network Appliance

子任务 1.2.5 存储 RAID 技术

传统的单盘容量和性能提升存在瓶颈，独立磁盘冗余阵列（Redundant Array of Independent Disks，RAID）是一种冗余磁盘阵列技术，该技术可以将多个磁盘组合为一个逻辑磁盘，从而突破单盘的容量限制，满足大数据存储空间的需求。同时 RAID 技术还可以提高磁盘的冗余度，传统机械磁盘难免会遇到物理故障，RAID 技术有效解决了单盘故障造成数据丢失的风险。

常见的 RAID 级别有 RAID0、RAID 1、RAID 3、RAID 5、RAID6 等。

子任务 1.2.6 存储性能指标

存储系统性能的三个主要衡量指标是最大带宽、输入 / 输出速率（IOPS）以及 SPC 测试报告。

1. 最大带宽

带宽通常也称为数据吞吐量，通常用 MBps 表示，表明最大持续不变的数据速率。通常最大的数据速率可以通过读或写操作的顺序数据流检测，数据块的大小为 64kB 或更大。

2. 输入 / 输出速率

输入 / 输出速率是系统每秒钟能够完成输入 / 输出 (I/O) 的最大值。最大输入 / 输出速率通常也是通过读或写操作的顺序数据流进行测量，数据块的代号为单一扇区的大小或者 512 字节。

3. SPC 测试报告

存储性能理事会 (Storage Performance Council, SPC) 提供较权威的存储性能基准测试，包括 SPC 和 SPC-1 IOPS。

IOPS (I/O Per Second)：即每秒的输入 / 输出次数。指的是系统在单位时间内能处理的最大 I/O 频度；一般联机事务处理系统 (On-line Transaction Processing, OLTP) 应用涉及更多的频繁读写，更多地考虑 IOPS。

IOPS 测试结果与很多测试参数和存储系统具体配置有关。IOPS 还可以细分为 100% 顺序读 IOPS、100% 顺序写 IOPS、100% 随机读 IOPS、100% 随机写 IOPS 等，在同等情况下这四种 IOPS 中 100% 的顺序读的 IOPS 最高。

厂商公布的经常是 IOPS 很高的 100% 顺序读 IOPS 指标，但多数用户实际使用的环境既有顺序读写，也有随机读写操作。传输的数据块尺寸大小也不相同，所以产品在用户实际使用环境中性能通常会比厂商标称的指标差。

SPC 的 SPC-1 基准测试主要针对随机 I/O 应用环境、SPC-2 基准测试主要针对顺序 I/O 应用环境。SPC-1 基准测试的结果具有很高权威性和可比性。

SPC-1 基准测试虽然规定了严格的顺序和随机读写比例、数据块尺寸以及在何种磁盘负载情况下取值，但没有规定被测存储设备使用多少个磁盘，也没有固定被测存储产品设置何种 RAID 级别，好在存储性能理事会 (SPC) 要求测试报告必须详细地列出被测存储系统的配置和价格。

任务 1.3 数据存储备份与容灾技术

子任务 1.3.1 备份技术背景

随着终端技术在商业系统中的普及以及大量应用系统的上线，企业的信息安全的重要性日益凸显。但作为信息安全的一个重要内容——数据备份的重要性往往被忽视。只要发生数据传输、数据存储和数据交换，就有可能产生数据故障，而一些自然灾害和人为的错误也在威胁着信息的安全，这些情况都可能造成数据丢失、数据被篡改甚至是系统瘫痪等后果，而作为系统管理员则必须要维护数据的完整性和准确性，以保证系统和业务的持续运行。

在信息系统中，备份是指为原始数据制作一个或者多个额外的备份拷贝并将其存放于其他某些存储介质中，以便在原始数据受到破坏或者其他特定情况下加以重新利用的一个过程。数据备份的目的主要有两个：其一是在灾难发生后用于恢复原始数据状态，这也



笔记

可称为灾难恢复；其二是用于数据的恢复，即当原始数据文件在被意外删除或者被损坏的情况下，恢复原始数据。由此可见，数据备份的根本目的不在于数据的重新利用。也就是说，备份工作的核心是备份恢复，一个无法恢复的备份，对任何系统来说都是毫无意义的。能够安全、方便又高效地恢复数据才是备份系统的真正意义。对一个完整的 IT 系统而言，备份工作是其中必不可少的组成部分，其意义不仅在于防范意外事件的破坏，同时也是归档保存历史数据的最佳方式。

子任务 1.3.2 数据备份原则

1. 稳定性

备份产品的主要作用是为系统提供一个数据保护的方法，所以备份系统的稳定性和可靠性是最最重要的一个因素。通常要求备份软件与操作系统 100% 兼容，并且当失误发生时能够快速有效地恢复数据。

2. 全面性

在复杂的应用环境中，应用系统可能采用了多种操作平台，包括 UNIX、Windows、Linux 等，并安装了各种应用系统，如 ERP、数据库、齐群系统等。而备份系统要求能够支持各种操作系统、数据库和典型应用，以满足复杂的实际应用需求。

3. 自动化

很多系统由于工作性质，对何时备份、用多长时间备份都有一定的限制。在非工作时间内系统负荷较轻，适合备份。因此，备份方案应能提供定时的自动备份，并利用自动磁带库等技术进行自动更换磁带。在这种备份过程中，还要有日志记录功能，并在出现异常情况时自动报警。

4. 高性能

随着业务的不断发展，数据越来越多，更新越来越快，在休息时间来不及备份如此多的内容，所以需要考虑提高数据备份的速度，利用多种技术加快对数据的备份，并充分利用通道的带宽和性能。

5. 操作简单

D2D 方式正逐渐被越来越多的用户采用，其基本数据流程如下：备份服务器按照既定策略在相应时间发出控制命令，将生产服务器主存储磁盘的数据通过 LAN 或 SAN 备份到相应的磁盘设备中，通常可用于数据的分级存储。

D2D2T 方式结合了传统磁带的离线管理和磁盘高速备份恢复的特性，其基本数据流程为：备份服务器按照既定策略，在相应时间发出控制命令，将生产服务器主盘的数据通过 LAN 或 SAN 备份到相应的次级磁盘存储设备中（如虚拟磁盘库），再由相应生产主机备份服务器在既定时间自动将保存在次级磁盘存储设备中数据复制到磁带库中，这样可以大大缩短对备份窗口的需求，并能够有效减少对应用系统资源的占用，使备份效率得到极大的提升。

子任务 1.3.3 数据灾难基础

《重要信息系统灾难恢复规则指南》中明确定义：“灾难是由于人为或者自然的原因，造成信息系统运行严重故障或瘫痪，使信息系统支持的业务功能停顿或服务水平不可接

受、达到特定的时间的突发性事件，通常导致信息系统需要切换到备用场地运行。”由此可见，灾难不仅包括自然的原因，也包括人为的原因。在信息系统中，一切能导致系统非正常停机的时间都可以称为灾难。灾难大致可以分成以下四个类型。

（1）自然灾害：包括地震、洪水、雷电等，这种灾难破坏性大，影响面广。

（2）社会灾难：包括战争、火灾、盗窃等。

（3）IT 系统灾难：包括主机的 CPU、硬盘等损坏，还有电源中断以及网络故障等，这类灾难影响范围比较小，破坏性小。

（4）人为灾难：包括黑客攻击、病毒侵入、误操作、蓄意破坏等。

子任务 1.3.4 数据容灾与备份

容灾，就是当灾难发生时，保证生产系统的数据尽可能少的丢失，并保持生产系统的业务不间断地运行。

备份是容灾的基础，是指为了防止系统遭受人为的误操作或者其他故障而导致数据丢失，而采取的将全部或者部分数据从应用主机的存储设备复制到其他存储设备的过程。通常将这种数据备份方式称为冷备份。

数据备份的核心是恢复，采取的措施主要有双机热备、磁盘镜像或容错、备份介质异地存放、关键部分冗余等多种灾难预防措施。这些措施能够在计算机发生单点故障后进行系统恢复，对于一些区域性、毁灭性的灾难不具有恢复能力。

数据容灾是指能够在灾难发生时，全面、及时地恢复整个系统，弥补传统冷备份的不足。国际标准 SHARE 78 定义的容灾系统有七个层次：从最简单的仅在本地进行磁带备份，到将备份的磁带存储在异地，再到建立应用系统实施切换到异地备份系统，各个容灾级别所对应的系统恢复时间也从几天到小时级再到分钟级、秒级或零数据丢失等。

无论采取哪种容灾方案的基础都是数据备份，因为任何容灾方案都不可能脱离备份的数据而实现。衡量容灾系统的指标主要有两个：RPO 和 RTO。其中，RPO 代表了当灾难发生时丢失的数据量，而 RTO 则代表了恢复系统所需的时间。

在建立容灾系统之前，首先要进行全面的需求分析，其中包括业务系统风险分析、容灾系统对业务系统的影响分析和成本分析。

（1）风险分析：主要检查哪些是可能造成数据损失或者系统瘫痪的外在和内在因素。既然是容灾，必须充分考虑业务系统所在的自然环境，针对可能发生的灾难准备相应的容灾对策。

（2）容灾系统对业务系统的影响分析：容灾系统肯定对业务系统的性能有一定影响，因此，对于那些高负荷运行的业务系统必须认真计算。

（3）成本分析：建立容灾系统，除了需要购买必要的设备外，还要考虑系统维护管理成本和使用通信线路的费用，这些容灾成本也是构建容灾系统所必须考虑的因素。

子任务 1.3.5 数据容灾指标

1. RTO

恢复时间目标（Recovery Time Objectives, RTO）是指恢复数据存储和使机器正常



笔记

运行的时间。相比之下，RPO 是数据保护的间隔尺寸和多少数据丢失的决定因素，而 RTO 决定数据恢复时间。更进一步说，没有停顿的恢复数据，即 0 小时的 RTO 表明没有任何延迟地恢复数据，并且能够重新正常使用机器。RTO 需要考虑的一个因素是能够在一段特定的时间恢复出数据，同时还能恢复服务器操作系统以及安装相应的软件来使用相应的数据。例如，如果只是需要恢复服务器上的数据文件，那么同时还需要在服务器上恢复相应的操作系统和设备，或安装另外的数据恢复产品。因此，RTO 需要考虑的因素有备份操作的完整性以及数据的恢复、数据的重新存储和重启机器需要的设备。

RTO 如图 1-13 所示。

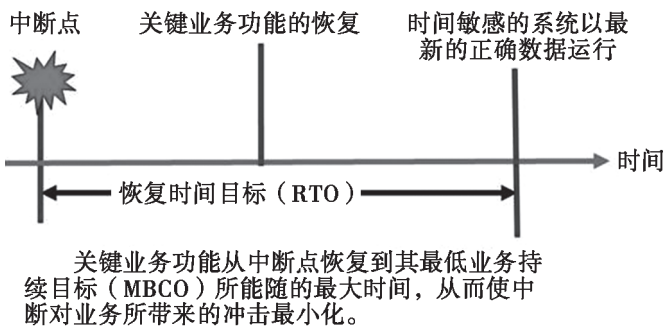


图 1-13 RTO 示意图

2. RPO

恢复点目标 (Recovery Point Objectives, RPO) 是实时地复制业务信息中的每一个数据恢复事务。短时间的 RPO 能够更少地丢失数据。例如，一个 5 分钟的 RPO 表明必须在 5 分钟内恢复数据，而一个 1 小时的 RPO 表明这种数据恢复的弱点在于，在这 1 小时内，要备份的数据可能已经丢失了。相反的，一个 0 分钟的 RPO 表明没有数据可以丢失，因为数据已经及时地备份或者记录下来了，从而阻止了任何数据的丢失。RPO 要考虑的另外一个层面是数据的保护要完整和全面到什么程度，例如：RPO 如果每隔 24 小时备份一次的话，意味着这 24 个小时内数据可能会丢失，完全和全面的数据保护注重的是数据是否 100% 被保护起来；或者说，只有部分的文件和数据被保护起来。再举一例，打开的文件能不能被完全备份，除非内存里面的缓存中的数据存储到了磁盘里。另外，还要考虑所要备份的文件是否是某个特殊的目录或者文件共享中的某种特定文件，以及数据是否完全备份下来了。小的 RPO 意味着要付出更多的费用以及更少的数据丢失量，应用时必须在这之间做一个权衡。PRO 如图 1-14 所示。

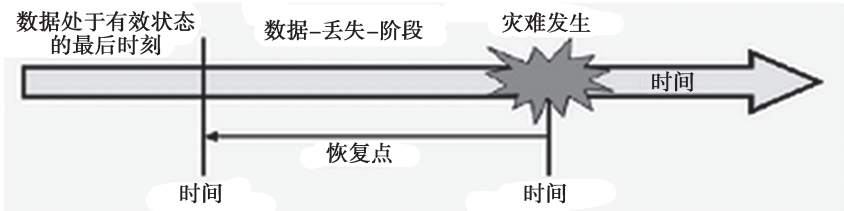
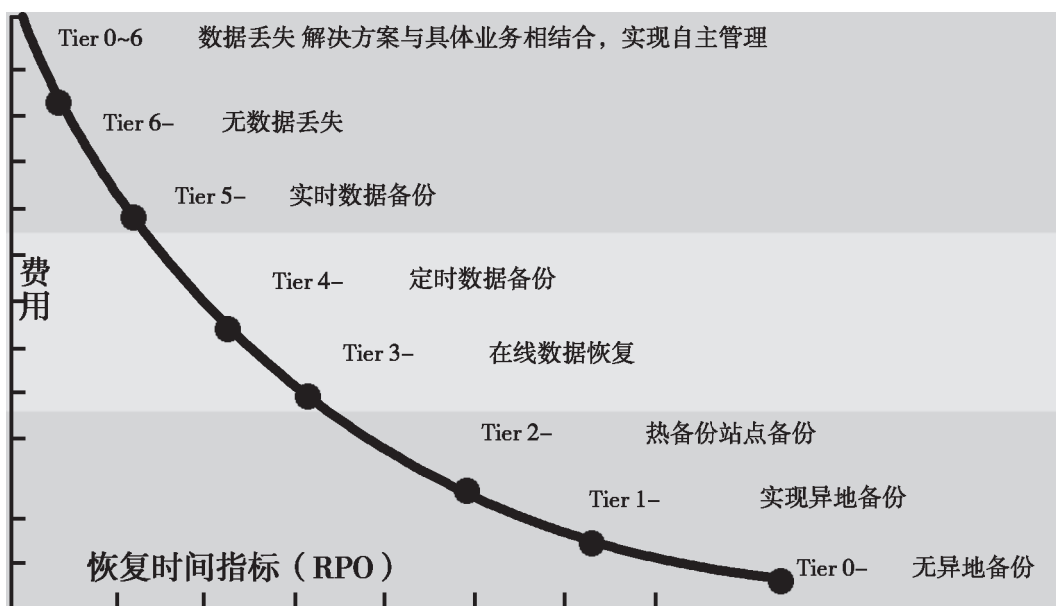


图 1-14 PRO 示意图

子任务 1.3.6 数据容灾级别



根据 SHARE 78 国际组织提出的标准，灾难恢复解决方案可分为七级，即从低到高有七种不同层次的灾难恢复解决方案。可以根据企业数据的重要性以及业务所需要恢复的速度和程度来设计选择并实现业务的灾难恢复计划，如图 1-15 所示。



0 级：无异地备份。Tier 0 即没有任何异地备份或应急计划。数据仅在本地进行备份恢复。没有数据送往异地。事实上这一层并不具备真正灾难恢复能力。

1 级：实现异地保存。Tier 1 的灾难恢复方案必须设计一个应急方案，能够备份所需要的信息并将它存储在异地。这种方案相对来说成本较低，但难于管理。

2 级：热备份站点备份。Tier 2 相当于 Tier1 加上热备份中心，是进一步的灾难恢复级别。热备份中心拥有足够的硬件和网络设备区支持关键应用。相比于 Tier1，明显降低了容灾恢复时间。

3 级：在线数据备份。Tier 3 是在 Tier 2 的基础上用电子链路取代了卡车数据的传送的进一步的灾难恢复。由于热备份中心要保持持续运行，增加了成本，但提高了灾难恢复速度。

4 级：定时数据备份。Tier 4 是指两个中心同时处于活动状态同时互相备份，在这种情况下，工作负载可以在两个中心之间分摊。在灾难发生时，关键应用的恢复可以降低到小时级或分钟级。

5 级：实时数据备份。Tier 5 则提供了更好的数据完整性和一致性。也就是说，Tier 5 需要两个中心的数据都同时更新。在灾难发生时，仅是传送中的数据丢失，恢复时间降低到分钟级。

6 级：无数据丢失。Tier 6 可以实现零数据丢失率，可认为是灾难恢复的最高级别，在本地和远程的所有数据更新的同时，利用了双重在线存储和完全的网络切换能力，当发生灾难时，能够提供跨站点动态负载平衡和自动系统故障切换功能。

任务 1.4 数据存储技术对应用系统的影响及意义

子任务 1.4.1 数据存储与数据访问

随着计算机在人们生活、工作中的普及，计算机存储系统作为计算机系统的组件也越来越受到重视。存储系统的发展随着计算机技术的发展进入了存储网络阶段，从而向人们提供了更大的存储空间以及更加便捷的存储访问能力。

互联网的范围已经从人们生活、工作、旅游度假等延伸到各个方面，如此庞大的数据信息，保存在各个巨大的在线信息库中，从而实现人们对各种各样信息的访问。实际上，所有对数据的请求和访问，都依赖于世界各地各种类型的服务器。服务器对这些应用数据进行保存，并在人们需要时提供对这些数据准确、有效的访问。随着计算机的飞速发展，人们对数据信息的存取方式和可达性提出了更高的要求，而网络的出现为数据存取和访问方式的变革提供了强大的动力，使得人们无论身处何处，都能够方便、快捷地实现对数据的访问。

数据量的不断增长和人们对数据访问性能要求的不断提升推动了计算机存储技术的发展，而网络的出现和大规模应用使得存储技术变得更加重要。因此，人们现在所面临的问题已经由需要足够的存储空间去保存数据转变为保存什么样的数据、如何保存这些数据，以及将这些数据放在哪里的问题。一方面，人们所面对的数据量非常庞大；另一方面，人们对需要在如此庞大的数据中访问所需要的数据，所以，网络技术与存储技术的融合是历史的必然。

子任务 1.4.2 存储网络对应用系统的影响

应用系统中的非线性的性能扩展主要受到两方面因素的影响：一是存储容量是否充足、可用，以满足应用系统数据的需求，并且有足够的临时存储资源（包括内存和高速缓存），以满足应用系统处理的要求；二是与应用系统进行交互操作，从而访问在线存储设备以及应用数据，或者向存储设备中写入新数据，应用系统在处理用户数据访问的时候应该能够利用临时在线存储资源以保证能够及时地处理预定数量的事务。

在线存储的可用性问题中，如果用户将要与应用系统进行交互操作，那么与该交互操作相关的信息就应该能够实时地访问，而在线存储所提供的是满足这种要求的机制，并且在线存储容量应该确保有足够的空间以保存当前用户的数据和应用操作所需的数据，同时还应当有足够的空闲容量，以便在尽可能不影响应用系统操作的情况下支持用户数据的拓展。

访问应用系统的用户数量对于应用系统性能拓展的影响，也可以理解为规划的数据访问量。因此，配置方案中可以设定在可接受的响应时间窗口内，所能够服务的最大用户数量。尽管这种优化配置还需要服务器运算能力和充足的网络资源的支持。但是，从根本上来说，应用系统所能够承受的用户失误需求取决于存储基础设施。

C/S 存储组网模式如图 1-16 所示。

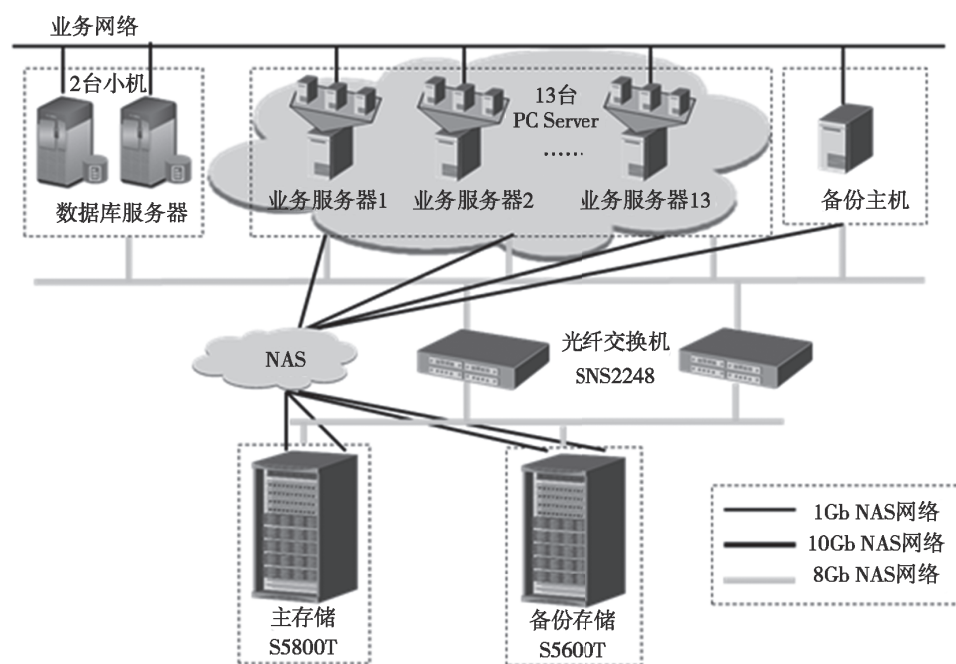


图 1-16 C/S 存储组网模式

现代存储配置方式体现的是分布式计算形式下的客户机 / 服务器模式的特征，客户机 / 服务器存储模式为服务器提供了数据存储的能力，也为客户端提供了数据存储的空间。

随着在线存储的增大，服务器的性能也越来越强大，并配置了更多的 RAM、高速缓存和更高的网络带宽资源处理来自用户的大量网络访问请求。而由于客户端用户需求的增长速度高于服务器能力的提高速度，因而服务器很快就会达到其性能的极限。由于服务器的性能限制，最优化的存储配置几乎是不可能实现的。

除了处理来自客户端的访问请求以外，为了实现数据的查找，服务器的信息共享也提出了大量的存储容量需求，因此需要在网络中设置多台服务器以满足不断增长的数据信息的存储需求。由此导致了服务器的专门化演变。网络服务器专门负责处理与客户机登录网络相关的各种工作，保存网络参数信息，并管理网络资源，而客户端资料以及共享的信息则保存在其各自的文件服务器上。对在线存储空间的需求以及客户端的多重访问，要求网络中部署多态服务器以共同承担负载。同时，数据库的规模也越来越大，这就要求在网络中部署数据库服务器。数据库服务器的出现，有效推进了客户机 / 服务器存储模式的发展，并促使其成为一种新的可拓展的存储解决方案。

在传统的 C/S 模式中，存在着一些难以克服的局限。随着数据和在线存储要求的不断增加，系统的容量和功能都必须不断地提升以应对所面临的挑战。尽管服务器中各种临时需求量总是在无限攀升，但服务器的性能却存在提升的极限。此外，在 C/S 体系架构中的设备都有可能收到用户的访问，在网络日益壮大的今天，越来越多的用户通过互联网与应用系统相连接，且每个人都需要存储越来越多的数据，这种现实需求所带来的挑战越来越严峻。

数据流量所带来的挑战是触发存储技术变革的直接因素之一。如今，数据存储以及数据访问所面临的问题已经促使存储研究取得了技术上的突破，激发出创造性的解决方案来应对 C/S 存储模式的局限性。存储网络的出现改变了传统的存储方式，将存储直接与“服务器”相连变成与“网络”相连。这种设计方式直接将存储设备连接在网络上，将存储连



接从服务器分离出来，从而动态地改变了服务器的 I/O 能力。为彻底解决应用系统性能扩展问题奠定基础。同时，在这一变革的基础上，人们将能够构建扩展性极高的存储基础设施，用以处理大规模的数据访问任务，以及在服务器之间共享数据、提高大规模在线存储的管理效率。

存储网络建立了独立的基于网络的存储架构，增强了现有 C/S 模式的计算拓扑结构，并从整体上改变了 C/S 模型。存储网络允许存储设备直接连接到现有的业务网络上（如 NAS），也可以通过专门的存储网络进行连接（如 SAN），存储网络的应用为传统的存储配置方案带来了两个重要的变化。

存储网络根据应用环境的不同发展出了网络连接存储（Network Attached Storage，NAS）和存储区域网络（Storage Area Network，SAN）。NAS 可以将存储设备直接连接在基于以太网标准的现有业务网络中，并可以使用标准的 TCP/IP 网络协议与服务器或者客户机进行通信。而 SAN 则专门为存储建立一个基于光纤通道协议或者 IP 协议的独立网络，以保证服务器系统能够与存储系统间独享高带宽。

子任务 1.4.3 存储网络对应用系统的意义

存储网络的出现，使服务器能同时连接和利用更多的存储设备，从而消除因对单个服务器的大量访问而产生的性能瓶颈，同时也不需要为每台服务器都维护一个数据副本，且因其所带来的复杂性和开销都将不复存在。从应用系统的角度看，这一转变使应用数据可以分布在所有的服务器上，在保持对相关数据的集中访问的前提下，避免了应用过程中单点故障的存在。

存储网络的部署所带来的带宽提升为大量数据的传输提供明显优势，通过 FC 建立的 SAN 或者是通过以太网架构的 NAS 系统都能对日益增长的应用需求提供支持，并为维护稳定、可靠的响应时间奠定基础。

对平台环境的维护需要有多重维护 / 支持应用系统的配合，而在 SAN 环境中，各种设备之间通过网络连接从而具备相互通信的能力，这样的能力使得许多基于服务器的、以数据为中心的维护 / 支持应用系统能够得到优化。支撑应用系统可以从应用服务器上分离出来，这意味着数据可以在存储网络设备直接进行复制。以往的许多应用系统一直被这样的维护工作所困扰，因为数据在复制过程中是不可用的。但是新的操作方式（存储网络中，数据直接在存储设备之间复制）可以大幅度地缩短数据不可用时间，从而提高应用系统的可用性。