

网络存储 与灾难恢复技术

刘洪发 唐宏 ◎ 编著 贾卓生 ◎ 主审



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

网络存储与灾难恢复技术

刘洪发 唐 宏 编著

贾卓生 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书较为全面地介绍了目前热门的网络存储技术、数据备份和灾难恢复技术；研讨了容灾系统建设中的规划、建设和组织管理问题；综合分析了几种不同灾难备份与恢复系统的成功应用案例，并结合业界著名厂商的热销存储备份产品给出了多种环境下的典型存储备份解决方案。从理论、技术、产品和解决方案几个层面进行了较为全面的讨论。

本书可以作为计算机信息系统设计者和开发者的重要参考书，同时也适合作为高等院校信息技术专业的教学参考书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

网络存储与灾难恢复技术/刘洪发，唐宏编著. —北京：电子工业出版社，2008.6

ISBN 978-7-121-06584-2

I. 网… II. ①刘…②唐… III. 计算机网络—信息存贮—研究 IV. TP393.0

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 060175 号

责任编辑：李雪梅

印 刷：北京市李史山胶印厂
装 订：

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本：787×1092 1/16 印张：15.5 字数：396.8 千字

印 次：2008 年 6 月第 1 次印刷

印 数：4 000 册 定价：36.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，
联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

前 言

随着信息化建设的迅猛发展，计算机系统已成为各企事业单位的基础设施，数据成为关系到企业生存的重要资源，数据存储和数据安全成为信息化进一步发展的重要基础。震惊世界的“9·11”恐怖袭击事件后，数据存储安全和灾难恢复更引起人们的高度重视。面对信息系统中数据安全的问题，各国都投入了大量资金进行研究，生产厂商生产了各种环境中使用的数据安全产品，各个层次的计算机信息系统的使用者也积极关注自己系统的数据安全问题。

2005 年国务院信息化工作办公室下发了《重要信息系统灾难恢复指南》，现已正式升级为国家标准《信息系统灾难恢复规范》，并于 2007 年 11 月正式实施。包括银行、证券、保险、电力、民航、铁路、海关、税务等关系国计民生的重要信息系统正在积极建设自己的容灾中心，确保在灾难发生的情况下业务可以持续运行。

数据存储技术是与计算机技术同步发展的。在主机 / 终端时代，数据主要集中在主机上。20 世纪 80 年代后，由于 PC 的发展，特别是客户机 / 服务器应用模式的普遍采用，数据可能存储在客户机和服务器中，形成数据存储分布化的倾向。计算机网络化的发展使数据的存储技术、备份和恢复技术发生了革命性的变化。主要表现在：

- 数据存储容量急剧膨胀；
- 数据存储结构网络化，存储系统已经发展成为独立的系统；
- 对数据存储安全更加重视，备份和容灾系统成为保障数据安全的重要系统。

数据的安全和计算机系统的稳定运行成为关系企业生存的大问题。作为信息系统数据安全方面的数据存储安全和灾难恢复技术正在高速发展，在实际应用中具有重要的地位和作用。本书结合目前正在广泛进行的存储和容灾系统的建设，全面讲解了相关的理论与实践。

本书共分 7 章。

第 1 章绪言，概述存储技术和灾难备份系统的发展，使读者对存储技术和灾难备份系统的发展，以及建设灾难备份系统的作用和意义有一个概貌的了解。

第 2 章数据存储技术基础，介绍数据存储的基本理论和数据存储设备的特点。本章从存储基本概念引入，介绍 RAID 技术、DAS 存储、NAS 存储、SAN 存储、IP SAN 存储、分级存储、虚拟存储的概念和技术特点，并介绍了一些常用的存储产品。

第 3 章数据备份技术，介绍数据备份的作用和意义，数据备份的类型，数据备份系统的构成和常用备份软件及备份技术。

第 4 章灾难恢复技术，介绍灾难恢复的意义和作用，灾难恢复的策略和等级划分，桌面系统的灾难恢复，以及常用灾难恢复技术。

第 5 章容灾系统的规划、建设和组织管理，讨论建设数据备份与灾难恢复系统的策略，数据备份与灾难恢复系统的规划，数据备份与灾难恢复系统的设计、实施、演练和组织管理等方面的问题。

第 6 章应用案例，结合几个不同的灾难备份与恢复系统应用案例，全面介绍数据安全和灾难恢复系统的构成。读者可以根据这些实际案例，深入理解数据存储安全和灾难恢复系统的构成和工作原理。这些系统都是实际工作的应用系统，对读者构建自己的存储备份系统有极大的参考价值。

第 7 章典型存储备份解决方案，紧密结合目前市场上提供的热销存储备份产品，选择典型的应用情况，给出在不同环境下的存储备份解决方案。在设计建设自己的存储备份系统时，读者可以参考这些方案，了解有关厂家产品及其产品的特点和适用场合。

本书的主要特点是：

(1) 系统性。以存储系统的发展为主线，使读者不仅了解目前的技术状态，而且了解这种技术出现的背景和这种技术解决了哪些问题，从而可以对该技术有更深入的理解，更好地使用这种技术。

(2) 实用性。本书介绍的内容是目前正在使用的实用技术，并给出典型系统的技术方案，读者可以直接使用这些技术方案解决自己系统的数据安全问题。

(3) 先进性。本书介绍的内容是目前正在使用的先进、稳定的技术，同时介绍数据存储安全的技术发展方向。

本书第 1 章、第 2 章、第 5 章、第 7 章由刘洪发编写，第 3 章、第 4 章、第 6 章由唐宏编写，贾卓生对全书进行了审校。

由于作者水平有限加上时间仓促，书中难免有疏漏不当之处，敬请读者批评指正。

来信请寄 wlccyznhf@tom.com。

作 者
2008年3月

鸣 谢

本书在编写过程中特别重视理论和实践的结合。书中的大量实例都是业界主要公司大力推广和在用户的生产实践中实际使用的。在本书的编写过程中得到了美国安腾普公司、IBM 公司、美国慷孚系统公司、BakBone 公司、Symantec 公司、杭州华三通讯技术有限公司、DataDomain 公司、甲骨文公司、北京同友飞骥科技有限公司、NEC 卓越软件科技（北京）有限公司等业界知名公司的大力支持，在此对各公司的大力支持表示感谢。在本书的编写过程中得到了中国计算机用户协会网络分会的关心与支持。在此一并表示感谢。

作 者
2008 年 3 月

目 录

| | |
|--------------------------------|----|
| 第 1 章 绪言 | 1 |
| 1.1 数据安全的重要性 | 1 |
| 1.2 从计算机系统在数据处理中的地位看数据安全 | 1 |
| 1.3 存储与灾难恢复技术的发展 | 5 |
| 1.4 中国信息化进程中的数据安全问题 | 7 |
| 第 2 章 数据存储技术基础 | 9 |
| 2.1 常用数据存储技术概述 | 9 |
| 2.1.1 存储器的主要技术参数 | 10 |
| 2.1.2 常用数据存储设备 | 10 |
| 2.2 磁盘与磁盘阵列 | 10 |
| 2.2.1 硬盘基础知识 | 10 |
| 2.2.2 磁盘接口技术 | 13 |
| 2.2.3 磁盘阵列 RAID 概念 | 15 |
| 2.2.4 RAID 的实现方式 | 15 |
| 2.2.5 RAID 技术的级别 | 16 |
| 2.2.6 JBOD | 18 |
| 2.3 磁带存储 | 18 |
| 2.3.1 磁带 | 18 |
| 2.3.2 磁带机 | 19 |
| 2.3.3 磁带库 | 20 |
| 2.3.4 磁带库性能的考量 | 20 |
| 2.3.5 主流的磁带技术 | 21 |
| 2.4 光盘塔、光盘库和光盘网络镜像服务器 | 22 |
| 2.4.1 光盘 | 22 |
| 2.4.2 光盘塔 | 24 |
| 2.4.3 光盘库 | 24 |
| 2.4.4 光盘网络镜像服务器 | 24 |
| 2.4.5 三种设备的比较 | 25 |
| 2.5 网络存储系统 | 25 |
| 2.5.1 网络存储协议的概念 | 25 |
| 2.5.2 DAS | 27 |
| 2.5.3 NAS | 27 |
| 2.5.4 SAN | 29 |
| 2.5.5 IP SAN 存储架构 | 33 |
| 2.6 虚拟存储 | 37 |

| | | |
|--------------|------------------------------|-----------|
| 2.6.1 | 虚拟存储技术的产生 | 37 |
| 2.6.2 | 虚拟存储的概念 | 37 |
| 2.6.3 | 虚拟存储的三种实现方式 | 37 |
| 2.6.4 | 虚拟存储的优势 | 38 |
| 2.7 | 分级存储技术 | 39 |
| 2.7.1 | 分级存储的优势 | 39 |
| 2.7.2 | 分级存储方式 | 40 |
| 2.7.3 | 分级存储管理 | 40 |
| 2.7.4 | 存储模式的选择 | 41 |
| 2.8 | 常用存储设备产品介绍 | 42 |
| 2.8.1 | 光纤通道交换机 | 42 |
| 2.8.2 | 磁盘存储设备 | 45 |
| 2.8.3 | 磁带存储设备 | 51 |
| 2.9 | 存储技术的发展 | 56 |
| 2.9.1 | IP 存储技术 | 56 |
| 2.9.2 | 存储的互操作性 | 56 |
| 2.9.3 | 分层虚拟存储技术 | 57 |
| 2.9.4 | 无磁带备份 | 57 |
| 2.9.5 | 自动化存储管理 | 57 |
| 2.9.6 | 基于 InfiniBand 的 SAN 架构 | 57 |
| 2.9.7 | 存储产品的标准化 | 58 |
| 第 3 章 | 数据备份技术 | 59 |
| 3.1 | 数据备份 | 59 |
| 3.1.1 | 数据备份的作用与意义 | 59 |
| 3.1.2 | 数据备份的定义 | 60 |
| 3.1.3 | 数据备份的原则 | 61 |
| 3.1.4 | 备份系统的组成 | 62 |
| 3.1.5 | 备份类型 | 63 |
| 3.1.6 | 备份数据的保存方式 | 64 |
| 3.2 | 备份系统的架构方式 | 66 |
| 3.2.1 | 主机备份 | 66 |
| 3.2.2 | LAN 备份 | 66 |
| 3.2.3 | LAN-Free 备份 | 67 |
| 3.2.4 | SERVER-Less 备份 | 69 |
| 3.3 | 备份策略 | 70 |
| 3.3.1 | 备份策略的规划 | 70 |
| 3.3.2 | 常用备份策略 | 71 |
| 3.3.3 | 制定备份策略应考虑的问题 | 73 |
| 3.4 | 备份软件 | 74 |
| 3.4.1 | 备份软件的作用 | 74 |

| | | |
|--------------|--------------------------|------------|
| 3.4.2 | 备份软件的选择 | 75 |
| 3.4.3 | 常用的备份软件 | 76 |
| 3.5 | 重复数据删除技术 | 81 |
| 3.5.1 | 工作原理 | 81 |
| 3.5.2 | 实现方式 | 82 |
| 3.5.3 | 安装部署 | 83 |
| 3.5.4 | 技术优势 | 83 |
| 3.6 | 常用数据库备份技术 | 84 |
| 3.6.1 | SQL Server 数据库备份 | 85 |
| 3.6.2 | SQL Server 数据库恢复 | 89 |
| 3.6.3 | Oracle 的备份与恢复 | 93 |
| 第 4 章 | 灾难恢复技术 | 102 |
| 4.1 | 灾难恢复 | 102 |
| 4.1.1 | 灾难恢复的定义 | 102 |
| 4.1.2 | 灾难恢复的基本术语 | 103 |
| 4.1.3 | 灾难恢复等级 | 104 |
| 4.2 | 灾难恢复策略 | 106 |
| 4.2.1 | 灾难恢复策略的规划 | 106 |
| 4.2.2 | 主机的灾难恢复策略 | 107 |
| 4.2.3 | 企业数据的灾难恢复策略 | 108 |
| 4.3 | 桌面系统的灾难恢复 | 109 |
| 4.3.1 | 操作系统重新安装 | 109 |
| 4.3.2 | Ghost 工具 | 112 |
| 4.3.3 | 安装桌面数据备份软件的必要性 | 115 |
| 4.3.4 | 常用桌面备份软件 | 115 |
| 4.4 | 数据复制 | 117 |
| 4.4.1 | 数据复制的概念 | 117 |
| 4.4.2 | 数据复制的必要性 | 118 |
| 4.4.3 | 数据复制的技术 | 118 |
| 4.4.4 | 复制方案的选择 | 119 |
| 4.4.5 | 数据复制应注意的问题 | 119 |
| 4.4.6 | 常用的数据复制软件 | 120 |
| 4.5 | 集群技术 | 121 |
| 4.5.1 | 可用性 | 122 |
| 4.5.2 | 高可用性 | 122 |
| 4.5.3 | 集群技术 | 123 |
| 4.5.4 | 双机容错技术 | 124 |
| 4.5.5 | 集群技术在信息系统建设中的重要性 | 125 |
| 4.6 | SQL Server 的灾难恢复技术 | 126 |
| 4.6.1 | 复制 | 126 |

| | | |
|--------------|------------------------------|------------|
| 4.6.2 | 镜像 | 129 |
| 4.6.3 | 日志传送 | 132 |
| 4.7 | Oracle 的灾难恢复技术 | 137 |
| 4.7.1 | 真正应用集群 | 137 |
| 4.7.2 | 自动存储管理 | 138 |
| 4.7.3 | 闪回技术 | 138 |
| 4.7.4 | Data Guard | 140 |
| 4.7.5 | 滚动版本升级 | 142 |
| 第 5 章 | 容灾系统的规划、建设和组织管理 | 144 |
| 5.1 | 容灾系统建设的几个重要问题 | 144 |
| 5.1.1 | 数据安全对信息系统建设的重要意义 | 144 |
| 5.1.2 | 容灾系统成本效益的平衡 | 145 |
| 5.1.3 | 灾难备份系统是信息系统的一个有机组成部分 | 145 |
| 5.1.4 | 容灾系统建设是一项系统工程 | 146 |
| 5.1.5 | 数据集中与灾难恢复 | 146 |
| 5.1.6 | 灾难恢复系统建设的步骤和过程 | 146 |
| 5.1.7 | 灾难恢复建设的基本原则 | 147 |
| 5.2 | 灾难备份系统建设的需求分析 | 147 |
| 5.2.1 | 需求分析的必要性 | 148 |
| 5.2.2 | 需求分析的方法和内容 | 149 |
| 5.2.3 | 确定灾难恢复目标 | 150 |
| 5.2.4 | 灾难恢复的等级 | 150 |
| 5.3 | 灾难恢复系统设计 | 151 |
| 5.3.1 | 设计思想与设计原则 | 151 |
| 5.3.2 | 灾难恢复系统的设计 | 151 |
| 5.3.3 | 灾难恢复系统网络基础设施 | 156 |
| 5.4 | 灾难恢复系统的实施 | 157 |
| 5.4.1 | 灾难恢复系统的建设过程 | 157 |
| 5.4.2 | 灾难恢复系统设备的选择 | 158 |
| 5.4.3 | 灾难备份中心 | 158 |
| 5.4.4 | 数据介质的存放管理 | 160 |
| 5.4.5 | 灾难备份 / 恢复外包提供商的选择 | 160 |
| 5.4.6 | 项目管理 | 162 |
| 5.5 | 灾难恢复预案、演练与培训 | 162 |
| 5.5.1 | 灾难恢复预案 | 162 |
| 5.5.2 | 灾难恢复计划的测试和演练 | 164 |
| 5.5.3 | 培训 | 165 |
| 5.6 | 灾难恢复系统建设的发展与展望 | 166 |
| 第 6 章 | 应用案例 | 167 |
| 6.1 | 网络公司集中备份系统 | 167 |

| | | |
|--------------|-------------------------|------------|
| 6.1.1 | 项目背景 | 167 |
| 6.1.2 | 面临的挑战 | 167 |
| 6.1.3 | 解决方案 | 168 |
| 6.1.4 | 备份系统的特色 | 168 |
| 6.1.5 | 应用效果 | 169 |
| 6.2 | 某海关办公系统备份 | 169 |
| 6.2.1 | 项目背景 | 169 |
| 6.2.2 | 面临的挑战 | 169 |
| 6.2.3 | 解决方案 | 169 |
| 6.2.4 | 备份系统的特色 | 170 |
| 6.3 | 国家某部委 CA 系统集中备份 | 170 |
| 6.3.1 | 项目背景 | 170 |
| 6.3.2 | 技术要求 | 171 |
| 6.3.3 | 解决方案 | 171 |
| 6.3.4 | 备份系统的特色 | 172 |
| 6.4 | 政法大学图书馆备份 | 173 |
| 6.4.1 | 技术要求 | 173 |
| 6.4.2 | 解决方案 | 173 |
| 6.4.3 | 应用效果 | 174 |
| 6.5 | 理工大学图书馆备份 | 174 |
| 6.5.1 | 项目背景 | 174 |
| 6.5.2 | 技术要求 | 175 |
| 6.5.3 | 解决方案 | 175 |
| 6.5.4 | 系统特色 | 176 |
| 6.5.5 | 应用效果 | 177 |
| 6.6 | 交通大学容灾备份系统 | 177 |
| 6.6.1 | 项目背景 | 177 |
| 6.6.2 | 技术要求 | 177 |
| 6.6.3 | 解决方案 | 178 |
| 6.6.4 | 应用效果 | 179 |
| 6.7 | 迈阿密大学桌面数据保护系统 | 179 |
| 6.7.1 | 项目背景 | 179 |
| 6.7.2 | 解决方案 | 179 |
| 6.7.3 | 系统特色 | 180 |
| 6.7.4 | 应用效果 | 181 |
| 第 7 章 | 典型存储备份解决方案 | 182 |
| 7.1 | 大容量邮件系统的 NAS 解决方案 | 182 |
| 7.1.1 | 方案背景 | 182 |
| 7.1.2 | 基于 NAS 的邮件存储解决方案 | 183 |
| 7.1.3 | 方案特点分析 | 183 |

| | | |
|--------|--------------------------------------|-----|
| 7.2 | 支持异构平台的 NAS 集群数据共享解决方案 | 184 |
| 7.2.1 | 方案背景 | 184 |
| 7.2.2 | 支持异构平台的 NAS 集群数据共享解决方案 | 184 |
| 7.2.3 | 方案特点分析 | 185 |
| 7.3 | 统一数据管理平台 QiNetix 解决方案 | 185 |
| 7.3.1 | 方案背景 | 185 |
| 7.3.2 | CommVault 的 QiNetix 平台解决方案 | 186 |
| 7.3.3 | 方案特点分析 | 189 |
| 7.4 | H3C 公司 CDP 解决方案 | 192 |
| 7.4.1 | 方案背景 | 192 |
| 7.4.2 | CDP 解决方案 | 193 |
| 7.4.3 | 方案特点分析 | 195 |
| 7.5 | IBM SVC 异构容灾平台解决方案 | 195 |
| 7.5.1 | 方案背景 | 195 |
| 7.5.2 | SVC 异构容灾平台解决方案 | 195 |
| 7.5.3 | 方案特点分析 | 197 |
| 7.6 | Atempo 桌面系统数据安全解决方案 | 199 |
| 7.6.1 | 方案背景 | 199 |
| 7.6.2 | 桌面系统数据安全方案介绍 | 200 |
| 7.6.3 | 方案特点分析 | 202 |
| 7.7 | Atempo 数据库应用备份与恢复解决方案 | 203 |
| 7.7.1 | 方案背景 | 203 |
| 7.7.2 | 数据库应用备份恢复解决方案 | 204 |
| 7.7.3 | 方案特点分析 | 206 |
| 7.8 | Symantec 信息系统数据安全解决方案 | 209 |
| 7.8.1 | 方案背景 | 209 |
| 7.8.2 | 企业信息系统的全面保护解决方案 | 211 |
| 7.8.3 | 方案特点分析 | 215 |
| 7.9 | BakBone 业务连续性解决方案 | 215 |
| 7.9.1 | 方案背景 | 215 |
| 7.9.2 | BakBone 的业务连续性解决方案 | 216 |
| 7.9.3 | 方案特点分析 | 219 |
| 7.10 | 采用 Data Domain 重复数据删除技术的广域实时备份恢复解决方案 | 220 |
| 7.10.1 | 方案背景 | 220 |
| 7.10.2 | 采用重复数据删除技术的广域实时备份恢复解决方案 | 221 |
| 7.10.3 | 方案特点分析 | 221 |
| 7.11 | IP SAN 多服务器集中存储解决方案 | 223 |
| 7.11.1 | 方案背景 | 223 |
| 7.11.2 | 多服务器集中存储解决方案 | 223 |
| 7.11.3 | 方案特点分析 | 224 |

| | |
|-------------------------------|------------|
| 7.12 VOD 万兆存储解决方案 | 224 |
| 7.12.1 方案背景 | 224 |
| 7.12.2 H3C VOD 万兆存储解决方案 | 225 |
| 7.12.3 方案特点分析 | 226 |
| 7.13 高可用性集群服务解决方案 | 227 |
| 7.13.1 方案背景 | 227 |
| 7.13.2 高可用性群集解决方案 | 227 |
| 7.13.3 方案特点分析 | 229 |
| 参考文献 | 232 |

第 1 章

绪 言



1.1 数据安全性

随着信息化建设的迅猛发展，各行各业的信息进入到计算机系统中。计算机系统逐渐成为各企事业单位运行的基础设施，人们对数据的依赖性越来越高，特别是一些财务数据、客户数据等更是关系到企业生存的重要数据。信息化的深入发展，使信息系统的的核心安全问题成为必须予以重视的大问题，特别是那些重要信息系统的的核心安全问题，更成为关系国家安全、经济命脉、社会稳定等各方面的重大问题。《国家信息化领导小组关于加强信息安全保障工作的意见》指出，要重点保护基础信息网络和信息系统安全，抓紧建立信息安全保护制度，制定信息安全等级保护的管理办法和技术指南。国务院信息化工作办公室发布了《重要信息系统灾难恢复指南》，规定了对重要信息系统灾难恢复的规划和准备工作的基本要求。

IDG 公司对美国发生过灾难的公司的情况进行了统计，其中 55% 的公司立即倒闭，29% 的公司两年后倒闭。在震惊世界的“9·11”恐怖袭击事件中，由于入驻世贸中心的公司数据瞬间被毁，造成公司无法继续运营。一些有远见的公司，由于预先建立了自己的容灾备份系统，使系统可以迅速切换到备份系统中运行或使数据得到快速的恢复，保障了公司的业务连续性。我国也有类似的事件发生。据报道，2003 年上海发生轨道工程工地坍塌事件，三座大楼安全受到严重威胁。在危险关头，为保障楼内信息系统中的数据安全，人们冒着生命危险进入即将倒塌的楼内将存放重要数据的磁盘抢出。如果事先建立了容灾备份系统，这种冒险就是没有必要的了。

一系列的灾难事件对信息系统的破坏使我们重新审视我们的信息系统：企业赖以生存和发展的信息系统是安全的吗？计算机硬件损坏后可以再购买，信息系统损坏后可以重新安装，但信息如果丢失了怎么办？灾难事件具有偶然性，但灾难事件可以避免吗？



1.2

从计算机系统在数据处理中的地位看数据安全

信息安全问题可能发生在信息处理的各个环节。计算机系统的的核心数据处理过程如图 1-1 所示。

现实世界中的信息以各种形式存在，如文字、语音、图像等多种形式，其介质主要为

纸张、胶片等物质载体。现实世界中信息安全问题主要是数据的载体，即介质的安全，防止介质的丢失与损坏。

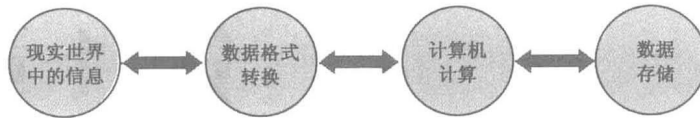


图 1-1 计算机系统的数据处理过程

现实世界中的信息必须经过格式转换才能进入计算机，被计算机接收和处理。正确的数据转换保证计算机中数据的正确性，使计算机数据处理有一个正确的基础。

进入计算机的数据由计算机的信息处理系统进行处理，这依赖于计算机的硬件处理能力和各种信息处理软件。为保证数据的安全性，信息处理软件自身的安全是一个重要问题。

数据经过计算机的处理后，存储在可以保存二进制数据的存储介质中，如磁盘、磁带等。这些数据是在计算机进行数据处理的过程中逐渐积累产生的，在需要的时候经计算机调出，产生人可以识别的格式，交给人们使用。计算机中的数据是数据系统长时间运行的积累，它已经成为一个单位信息系统赖以生存的基础。对这部分数据的保护具有重要的意义。由于计算机中数据存储形式的特殊性，它的保护方法与传统的数据安全保护方法有所不同。

计算机存储系统是计算机的重要组成部分，计算机存储的发展是随着计算机技术的进步和计算机应用的普及而发展的，计算机存储系统的发展也促进了计算机技术发展和应用的进一步发展。

自 1946 年第一台电子计算机 ENIAC 在美国加州问世以来，计算机的发展经历了几个主要的发展阶段：早期计算机科研使用发展阶段；计算机主机系统发展阶段；PC 系统发展阶段和网络系统发展阶段。

早期的计算机主要用于科研使用，ENIAC 用了 18 000 个电子管和 86 000 个其他电子元件，有两个教室那么大，运算速度却只有每秒 300 次各种运算或 5000 次加法，耗资 100 万美元以上。尽管 ENIAC 有许多不足之处，但它毕竟是计算机的始祖，揭开了计算机时代的序幕。第一代计算机的内部元件使用的是电子管。由于一部计算机需要几千个电子管，每个电子管都会散发大量的热量，因此，如何散热是一个令人头痛的问题。电子管的寿命最长只有 3000 小时，计算机运行时常常发生由于电子管被烧坏而使计算机死机的现象。第一代计算机主要用于科学研究和工程计算。

由于这时的计算机还没有磁盘系统（磁盘系统是 IBM 公司 1956 年发明并投入使用的），计算机使用卡片、穿孔纸带、磁带等来存储程序与数据，这些存储方式不仅容量低、速度慢，而且有个大缺陷：它们都是顺序存储，为了读取后面的数据，必须从头开始读，无法实现随机存取数据。1956 年 9 月，IBM 公司的一个工程小组向世界展示了第一台磁盘存储系统 IBM 350RAMAC（Random Access Method of Accounting and Control），其磁头可以直接移动到磁盘上的任何一块存储区域，从而成功地实现了随机存储。磁盘系统的出现大大提高了计算机信息系统的性能，使航空售票、银行自动化、医疗诊断和航空航天等领域引入计算机成为了可能。

磁盘系统一经问世便得到了快速发展，1973 年，IBM 公司又发明了 Winchester（温氏）硬盘，其特点是工作时磁头悬浮在高速转动的盘片上方，而不与盘片直接接触，这便是

现代硬盘的原型。磁盘系统的引入使计算机的应用领域得到了很大的发展。这一时期使用的计算机系统主要是大型主机系统，美国的军事系统、银行系统和重要的工业领域开始使用计算机大型主机系统处理他们的业务。计算机大型主机系统结构如图 1-2 所示。

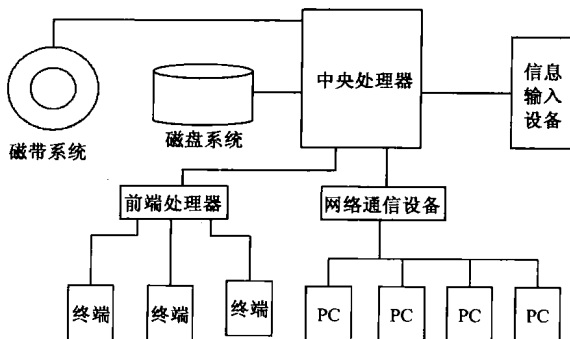


图 1-2 计算机大型主机系统结构

大型主机系统由中央处理器、信息输入设备、前端处理器、网络通信设备、磁盘系统和磁带系统等组成。大型主机使用专用的操作系统，其客户端使用哑终端或智能终端，通过前端处理器与主机连接，使用磁带系统存储数据，形成一套封闭的系统。随着 PC 的兴起，大型主机的前端设备也由终端逐渐改为使用 PC。大型主机在 20 世纪 60 年代以后得到了广泛应用，很多大型部门纷纷采用计算机大型主机处理自己的业务。目前很多大型系统仍然使用大型主机系统处理他们的业务。大型主机价格很高，只有重要部门才使用，早期的计算机系统还有一层神秘的面纱，它只是科研工作者和计算机专业人员的专利品，并不为一般人所了解和使用。由于系统相对封闭，大型主机系统的数据安全不是一个很大的问题。

1986 年 IBM 公司推出了具有独立计算能力的个人计算机系统（PC 系统），PC 系统的出现大大推广了计算机的使用范围。由于价格很低，PC 系统得到了迅速发展。PC 的大量使用使得大量的数据进入计算机中，计算机中的数据呈现分布存储的状态。由于 PC 系统处理能力有限，不适合处理大型企业的数据处理问题，随着 C 语言和 UNIX 操作系统的兴起，开放式的服务器系统由于其价格优势（相对于大型主机）和处理能力优势（相对于 PC）而得到了迅速发展，目前已经成为计算机市场主流。开放式服务器系统沿用了大型主机的存储方式，使用磁盘和磁带作为主要的数据存储方式。

20 世纪末期兴起的开放网络（TCP/IP）进一步推进了计算机事业的发展。国际互联网（又称万维网——World Wide Web, WWW）的出现是一个划时代的事件。1990 年，Tim Berners-Lee 首先使用超文本（hypertext）共享信息，1993 年 4 月，美国国家超级计算应用中心（NCSA）发布了 Mosaic 浏览器，万维网从此迅速发展。通过浏览器用户可以以图形方式快速方便地浏览服务器端发布的信息，电子邮件（E-mail）系统将用户以无距离的方式联系起来，互联网的巨大优势将全球用户吸引到互联网中。计算机用户迅速增加，计算机中的数据量以指数增长，人们生活和工作的信息迅速数字化，对存储系统提出了更高的要求和挑战。互联网的产生和发展将社会生活的各个方面和计算机网络紧密地联系起来。有学者论断，人类已经从工业时代逐渐进入信息时代。互联网已不仅是人们休闲娱乐的场所，随着重要信息的进入和重要信息系统的使用，互联网已经成了人们学习、生活和工作的虚拟空间，引起了深刻的社会变革。人类社会建立起来的各种制度和法律、法规必然反映到互联网中，

信息和数据的安全成为互联网进一步发展必须解决的问题和制约因素。

如果我们将互联网的体系结构和计算机系统加以比较,会发现它们有很多相似之处。互联网中广泛使用的 B/S (客户机/浏览器) 结构,从某种意义上讲可以认为是两台互为信息驱动的计算机的相互作用。从这种意义上说,互联网是一台结构松散的巨型计算机,某些业界公司甚至得出互联网就是计算机的论断。

由于互联网的开放性,由此产生的安全问题也凸显出来。2001 年第一个互联网病毒出现。网络攻击事件、网络病毒、网络盗窃层出不穷。互联网的重要性已经影响到社会生活的稳定,甚至成为敌对双方争夺的目标。互联网中的核心资源是存储在互联网中的数据资源,有效保护互联网中的数据资源成为我们进一步发展的重要课题。

在互联网高速发展的同时,数据的存储、备份、恢复技术也发生了巨大变化,这种变化主要表现在以下几个方面:

- 存储容量急剧膨胀,随着计算机信息服务范围不断扩大,应用深度不断加深,对存储容量不断提出新的要求。特别是非结构化数据,如图形数据、影像数据、音频数据、视频数据等,需要很大的存储容量。
- 对数据访问的时间和方式提出了更高的要求。今天,互联网中的应用系统往往需要每天 24 小时、每周 7 天、每年 365 天始终处于可使用状态。在互联网时代,数据是面向世界的,人们可以在世界的任何地方,以任何方式(有线的和无线的)访问你的数据。
- 数据存储结构的不同。数据存储技术的发展也基本符合摩尔定律的规律,目前硬盘中采用的纵向存储技术的存储面密度可达 5~20 兆位/平方英寸,并且以每年 130% 的速度增长。存储设备也从早期的计算机内的存储发展成为计算机外的独立存储,并进一步发展到网络存储。

数据安全主要包括:数据的保密性 (Confidentiality)、数据的完整性 (Integrity)、数据的可用性 (Availability)、数据的可鉴别 (Authentication) 和数据的授权安全。

数据的保密性是指私密信息对于不该得到的人无法获得,通常使用数据加密的手段实现。数据加密确保只有数据的合法拥有者才能唯一地知道数据信息的内容。数据加密后即使非法者得到了这份数据,也无法知道它的真实含义。由于大量敏感信息需要通过公共计算机网络进行交换,密码学走进了计算机网络信息传输的研究领域,成为网络信息安全领域的核心技术,对网络中数据加解密的研究起到了重要作用,产生了很多重要的研究成果。如私钥加密技术、公钥加密技术和各种加密算法。

数据的完整性确保数据在传输或存储的过程中不丢失或被修改,保证数据的使用者得到正确的数据。

数据的可用性是指当合法用户在要求使用数据时数据是可用的,保证系统中的合法用户或被授权者随时且安全地使用系统中的信息和信息系统的服务。

数据的可鉴别保证数据通信的双方身份的合法性,通信双方的身份是合法的,不可抵赖的。

本书主要讨论数据存储安全和灾难恢复的问题。数据安全的威胁主要来源于以下几个方面:计算机病毒、黑客攻击、设备故障、人为操作失误、人为破坏、各种自然灾害及其他不可预见损害。