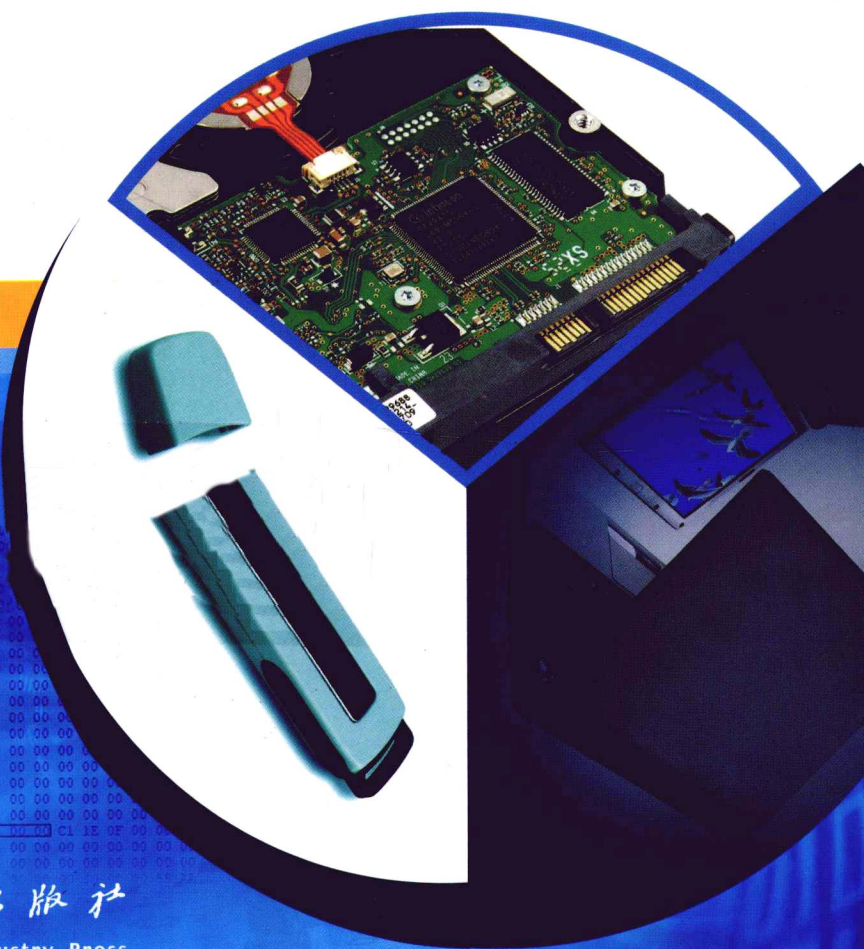


李晓中 乔晗 马鑫 常涛◎编著

数据恢复原理 与实践

SHUJU HUIFU
YUANLI
YU SHIJIAN



国防工业出版社

National Defense Industry Press

数据恢复原理与实践

李晓中 乔晗 马鑫 常涛 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书主要对常见的 WINDOWS 文件系统进行了详细的分析和介绍,在此基础上对当前的一些常用数据恢复技术进行了详细的介绍。内容包括:数据恢复技术综述;硬盘基础知识;WINDOWS 文件系统;数据恢复技术基础;文档的数据恢复;密码修复;系统的修复;数据安全与数据备份等。

本书适合于计算机用户、各种文件系统应用人员、数据恢复技术人员、操作系统开发人员、数据恢复编程人员、电子取证工作者、数据安全研究人员、系统管理员及数据安全存储与灾难恢复爱好者、学生阅读和使用,也可作为高等院校相关专业的教材或教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数据恢复原理与实践 / 李晓中等编著. —北京:
国防工业出版社, 2011. 5
ISBN 978-7-118-07314-0

I. ①数... II. ①李... III. ①数据管理—安全技术
IV. ①TP309.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 056111 号

※

国防工业出版社出版发行
(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)
涿中印刷厂印刷
新华书店经售



*

开本 787 × 1092 1/16 印张 20½ 字数 474 千字
2011 年 5 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 38.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422 发行邮购:(010)68414474
发行传真:(010)68411535 发行业务:(010)68472764

前 言

随着计算机应用的不断普及,系统崩溃、病毒破坏、木马入侵以及误操作等因素造成的数据丢失频繁发生,越来越多计算机用户亟需掌握实用的数据恢复技术。但是,数据恢复技术是一项专业化程度很高的技术领域,一直被视为专业技术人员的专属领地。普通用户很难找到一本完善的数据恢复书籍,既从基本概念和基础知识出发讲解数据恢复原理,又基于常用数据恢复软件介绍实用化的数据恢复方法。本文作者长期从事数据恢复的教学和实践工作,结合多年来积累的数据恢复经验编写了本书。

数据恢复技术是随着信息化技术的飞速发展,计算机在我们的工作和生活中占据的地位越来越重要而应运而生的。随着越来越多的企业、商家、政府机关和个人通过计算机来获取和处理信息,每个人都将自己最重要的信息以数据文件的形式或多或少地保存在各种计算机硬盘和其他各种存储介质中。这些重要数据一旦丢失,就会给大家造成重大的损失。因此,在数据丢失后,能否很好地恢复丢失的数据就尤为重要。于是,数据恢复技术成了电脑应用者需要掌握的又一项技能。

数据恢复技术,就是将由于硬件或软件操作及其他原因导致的数据丢失或不可正常访问的数据进行抢救和恢复的技术。现实中很多人认为删除、格式化以后数据就不存在了。事实上,许多操作后数据仍然存在于硬盘中,懂得了数据恢复原理知识后,你也可以亲自做一回魔术师。

本书共分10章,从WINDOWS文件系统原理、数据恢复技术基础具体介绍到各种文档、文件详细的数据恢复操作过程。其中第1章数据恢复技术综述、第4章数据恢复技术基础、第7章数据的恢复、第8章文档修复由乔晗编写。第2章硬盘技术基础、第3章WINDOWS文件系统、第5章数据恢复必备的相关软件由常涛编写。第6章系统分区的修复、第9章密码修复、第10章数据安全与数据备份由李晓中、马鑫编写。

在本书编写过程中,张景生对本书的编写提出了很多宝贵的意见,为本书的出版给予了全力支持和鼓励。范兴隆、麻信洛副教授对本书组织结构给出了很多技术指导。牟书贞、马祥杰、王艳、葛长涛、顾树威、张志军、胡洁为本书提供了大量的技术资料并承担文字校对工作。在此,编者向所有为本书做出贡献的同志表示衷心感谢。

此外,书中若有错误或不妥之处,还望广大读者批评指正。

编者

2011年3月于北京

目 录

第1章 数据恢复技术综述	1
1.1 数据存储技术	1
1.1.1 数据的定义	1
1.1.2 数据的存储介质	1
1.2 数据存储安全	11
1.2.1 影响数据存储安全的因素	11
1.2.2 数据保护方式介绍	12
1.3 数据恢复技术	15
1.3.1 什么是数据恢复	15
1.3.2 数据的可恢复性	16
1.3.3 数据恢复的范围	17
1.3.4 数据恢复技术展望	18
第2章 硬盘基础知识	19
2.1 硬盘的物理结构与组成	20
2.2 硬盘逻辑结构	26
2.2.1 磁道	26
2.2.2 柱面	26
2.2.3 扇区	26
2.3 常用的硬盘接口标准	27
2.3.1 IDE	27
2.3.2 SCSI	28
2.3.3 Serial ATA	28
2.3.4 USB	30
2.3.5 Fibre Channel	31
2.4 硬盘的主要技术指标	32
2.4.1 容量	32
2.4.2 转速	32
2.4.3 缓存	33
2.4.4 平均寻道时间	33
2.4.5 传输速率	34
2.5 硬盘的工作原理	35
2.6 硬盘的主要技术	35
2.7 硬盘的品牌	42
2.8 硬盘缺陷与故障	43
2.8.1 硬盘缺陷的分类	43
2.8.2 厂家处理硬盘缺陷的方式	45

2.8.3	硬盘缺陷的处理	46
2.8.4	坏扇区的修复原理	46
第3章	Windows 文件系统	48
3.1	文件系统概述	48
3.2	FAT 文件系统	48
3.2.1	硬盘组织结构	48
3.2.2	FAT 文件系统结构	48
3.2.3	主引导扇区	48
3.2.4	分区引导扇区	51
3.2.5	FAT 类型识别	53
3.2.6	FAT 表结构	54
3.2.7	目录结构	55
3.2.8	长文件名	59
3.3	NTFS 文件系统	61
3.3.1	NTFS 文件系统基础	61
3.3.2	NTFS 的 DBR	63
3.3.3	NTFS 文件空间分配	64
3.3.4	NTFS 元文件	64
3.3.5	常驻属性与非常驻属性	68
3.3.6	MFT 文件记录结构分析	71
3.3.7	\$Boot 元文件介绍	79
3.3.8	NTFS 索引与目录	79
第4章	数据恢复技术基础	82
4.1	数据恢复的定义	82
4.2	数据恢复的原理	82
4.2.1	分区	82
4.2.2	Format 的使用	83
4.2.3	文件分配表	83
4.2.4	Fdisk 的使用	83
4.2.5	文件的读取与写入	83
4.2.6	格式化与删除	84
4.2.7	覆盖	84
4.2.8	硬件故障数据恢复	84
4.2.9	磁盘阵列 RAID 数据恢复	85
4.3	数据恢复的基本方法	85
4.3.1	故障表现	85
4.3.2	数据丢失后的注意事项	86
4.3.3	数据恢复需要的技能	87
4.3.4	数据恢复的一般原则	87
4.3.5	自己恢复——数据恢复原理方法	88
4.4	硬盘一般性故障的检测	88
4.4.1	MHDD 的使用	88

4.4.2	效率源检测磁盘	118
4.4.3	用 MHDD 清除主引导扇区“55AA”标志	124
4.4.4	用 PC-3000 检测磁盘	125
第5章	数据恢复必备的相关软件	128
5.1	系统启动盘的制作	128
5.1.1	安装 Easyboot 和安装的注意事项	128
5.1.2	制作启动界面的 LOGO、背景图像	130
5.1.3	制作中文启动菜单、快捷按键和功能键	130
5.1.4	制作启动盘的子菜单	133
5.1.5	将所有文件打包成 ISO 镜像	133
5.1.6	将 ISO 文件刻录到光盘	134
5.2	Fdisk 的应用	135
5.2.1	创建分区	135
5.2.2	激活主分区	141
5.2.3	删除分区	142
5.2.4	显示分区信息	144
5.3	分区魔术师 PQ-Magic 的使用	145
5.3.1	调整分区容量	145
5.3.2	格式化分区	147
5.3.3	创建系统分区	147
5.4	磁盘管理工具 Acronis Disk Director Suite 10 的使用	151
5.4.1	Acronis Disk Director Suite 10 的特点	151
5.4.2	Acronis Disk Director Suite 10 的使用	152
5.5	常用 DOS 命令	162
5.5.1	常用的内部命令	162
5.5.2	常用的外部命令	164
第6章	系统分区的修复	165
6.1	主引导记录的恢复	165
6.1.1	使用 Fdisk 恢复主引导记录	165
6.1.2	使用 Fixmbr 恢复主引导记录	165
6.2	分区的恢复	166
6.2.1	手动重建分区表	166
6.2.2	使用工具软件自动重建分区表	167
6.3	DBR 的恢复	167
6.3.1	使用 Format 恢复 DBR	167
6.3.2	使用 WinHex 恢复 DBR	167
6.3.3	使用 DiskEdit 恢复 DBR	167
6.4	FAT 表的恢复	169
6.4.1	使用 WinHex 恢复 FAT	169
6.4.2	使用 DiskEdit 恢复 FAT	172
第7章	数据的恢复	177
7.1	删除数据	177

7.1.1	FAT32 文件系统下的恢复	177
7.1.2	NTFS 文件系统下的恢复	181
7.1.3	恢复 DELETE 及清空回收站删除的数据	185
7.2	使用数据恢复软件	187
7.2.1	数据恢复软件 FinalData	187
7.3	使用数据恢复套装 R-Studio. complete. v5.0	190
7.3.1	R-Studio 软件功能简介	190
7.3.2	使用 R-Studio 查找并回复本地硬盘数据	191
7.3.3	使用 R-Studio 通过网络恢复远程计算机数据	195
7.3.4	R-Studio 的其他功能使用	199
7.3.5	R-Studio 的分区恢复	207
7.3.6	R-Studio 的格式化恢复	212
7.4	使用 EasyRecovery Professional 恢复数据	215
7.4.1	EasyRecovery 简介	215
7.4.2	EasyRecovery 恢复原理	216
7.4.3	使用 EasyRecovery 进行数据恢复	216
第 8 章	文档修复	221
8.1	Word 文档修复	221
8.1.1	恢复丢失的文档	221
8.1.2	使用工具软件修复文档	224
8.2	Execl 文档修复	227
8.2.1	恢复丢失的文档	227
8.2.2	使用工具软件修复 Excel 文档	229
8.3	Access 文档修复	231
8.3.1	简单的修复	231
8.3.2	使用软件修复	232
8.4	Out look 文档修复	236
8.4.1	简单的修复	236
8.4.2	使用软件修复	236
8.5	Office 综合文档修复工具集	237
8.5.1	简单的修复	237
8.5.2	使用软件修复	237
8.6	MP3 文件修复	238
8.6.1	使用 MP3 Repair Tool 修复 MP3 文件	238
8.6.2	使用 Noncook 修复 MP3 文件	239
8.6.3	使用 mp3Trim 截取 MP3 文件	240
8.7	影音文件修复	241
8.7.1	使用 RM 电影文件修复专家修复	241
8.7.2	使用 Real 文件修复器修复	242
8.7.3	使用 Divx Avi Asf Wmv Wma Rm Rm vb 修复器修复	243
8.7.4	使用 ASF - AVI - RM - WMV Repair 修复	243
8.8	压缩文件修复	245

8.8.1	使用 WinRAR 自带的修复功能进行修复	246
8.8.2	使用 Advanced RAR Repair 修复 RAR 文档	246
8.8.3	使用 Advanced Zip Repair	248
8.8.4	Advanced TAR Repair	250
8.9	PDF 文档修复	252
8.9.1	宏宇 PDF 恢复向导	252
8.9.2	Advanced PDF Repair	255
8.10	Exchange 文档修复	262
8.11	SQL Server 数据库修复	263
8.11.1	SQL Server 数据库修复分析	263
8.11.2	MS SQL Server 数据库修复工具	265
第9章	密码修复	266
9.1	Office 密码恢复	266
9.2	去除 PDF 密码与取消 PDF 文件限制	269
9.3	破解压缩文件密码	272
9.4	清除 Windows 操作系统管理员密码	275
第10章	数据安全与数据备份	279
10.1	Windows 文件保护机制	279
10.1.1	通过文件检查器修改文件保护机制	279
10.1.2	通过注册表修改文件保护机制	280
10.1.3	通过组策略修改文件保护机制	282
10.2	禁止访问与禁止查看	284
10.2.1	禁止访问	284
10.2.2	禁止查看重要数据分区	285
10.3	设置用户权限	286
10.4	使用第三方工具软件进行文档加密	287
10.5	数据删除安全	295
10.5.1	使用彻底删除文件	296
10.5.2	使用 WinHex 彻底删除文件或填充区域	296
10.5.3	使用 Absolute Security 擦除数据文件	298
10.5.4	使用 Paragon Disk Wiper 彻底擦除磁盘	301
10.6	使用 Symantec Ghost 备份分区	307
10.6.1	准备工作	307
10.6.2	用 Ghost 分区的备份分区	307
10.6.2	用 Ghost 恢复分区备份	314
10.7	其他数据备份方法	318
10.7.1	快照/影像备份	318
10.7.2	在线备份技术	318
参考文献		319

第1章 数据恢复技术综述

数据恢复技术是保证计算机数据安全的重要技术。在当今电脑日益普及而数据安全越发重要的情况下,数据恢复技术也已成为电脑爱好者,或电脑使用者需要必备的能力了。本章主要通过对数据存储结构的分析,对当前数据恢复的基本技术进行探讨,并结合实际讨论了数据的恢复方法及其实现。

1.1 数据存储技术

信息时代的核心当然是信息技术,相比提升计算机硬件的效率,我们现在更关心的是信息的存储。当今越来越多的信息已经变成了电子信息,从个人的 BLOG、微博,到网上银行、网上购物,一本(笔记本电脑)在手就可以足不出户地完成所有的事情。所有的公司、办公室已经用数据存储代替了纸张,提高了生产效率。这些在提醒我们,信息的存储安全是何等的重要。

1.1.1 数据的定义

在计算机科学中,数据的定义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、符号和模拟量等的通称。

1.1.2 数据的存储介质

在计算机的存储中,主要采用二进制代码“0”和“1”来记录信息,而一个具有两种不同的稳定状态且能相互转换的器件都可以用来表示一位二进制数。这样凡是可以方便地检测出两种稳定物理状态的物质或元器件,都可以作为计算机的存储介质。存储介质不同,其存储原理也不同。

根据存储原理的不同,可以把常用的存储技术分为:磁存储技术,使用的介质主要有磁盘和磁带等;光存储技术,使用的主要介质有各种光盘;电存储技术,主要产品有内存、闪存等。

1. 磁存储技术

磁存储技术在当今信息时代的应用越来越广泛,利用它可以对各种图像、声音、数码等信息进行转换、记录、存储和处理。磁存储技术的工作原理是通过改变磁粒子的极性来在磁性介质上记录数据。简单地讲如果在一张白纸上点一个黑点,电脑记录这个信息的方式是设定白点为1,黑点为0。当记录这张纸的时候,就是众多的1的排列中,有一个0。根据这样的道理,磁存储技术通过改变电流来实现1和0的设定。当给一个磁体通上正

电流,磁体的磁力方向指向左边,用来记录白点,通入负电流的时候,磁体的磁力方向指向右边,用来记录黑点。

磁表面存储器 MSM (Magnetic Surface Memory) 是用非磁性金属或塑料做基体,在其表面涂敷、电镀、沉积或溅射一层很薄的高导磁率、硬矩磁材料的磁面,用磁层的两种剩磁状态记录信息“0”和“1”。基体和磁层合成为磁记录介质。MSM 是机械运动方式,通过磁记录介质作高速旋转或平移,借助于软磁材料制作的磁头实现读写,其存储单位是磁层上非常小的磁化区域,可以小至 $20\mu\text{m}$ 的平方,所以存储容量可以很大,且每位价格低,因此被广泛应用作辅存。计算机中目前广泛使用的 MSM 是磁盘和磁带存储器。

硬盘是大家最熟悉的磁盘存储器,作为主要外存储器,是个人用户最重要的存储设备。硬盘通过磁头改变盘片上磁性物质的状态来存储与读取信息。在读取和写数据时,磁头将存储介质上的磁粒子极性转换成相应的电脉冲信号,并转换成计算机可以识别的数据形式。在硬盘的盘片上有很多由无数的任意排列的小磁铁组成的磁道,当这些小磁铁受到来自磁头的磁力影响时,其排列的方向会随之改变。利用磁头的磁力控制指定的一些小磁铁方向,使每个小磁铁都可以用来存储信息。硬盘的存储能力则与这些小磁铁的密度和信息传输的速度有关。硬盘的结构图如图 1-1 所示,图中 GMR (Giant Magheto Resistive) 为巨磁阻之意。

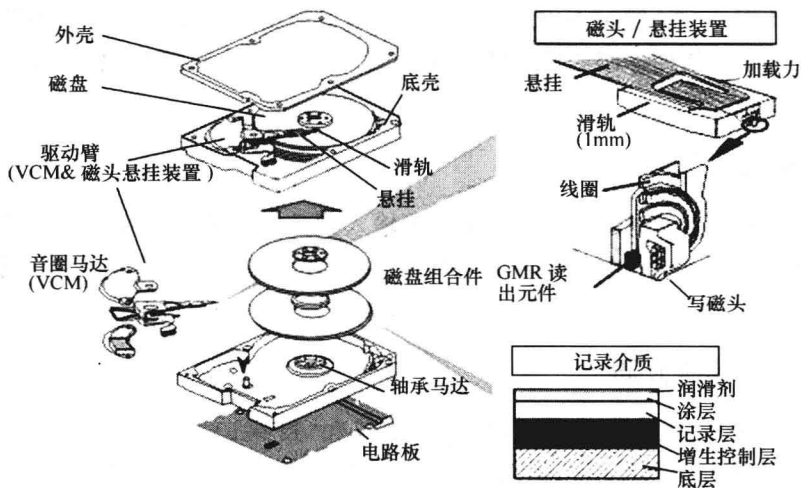


图 1-1 硬盘的结构

世界上出现的第一个硬盘是由 IBM 公司研制开发的 RAMAC,它仅仅是一个庞大的磁盘储存系统。由此硬盘开始了发展之路。1968 年,IBM 提出了温彻斯特 (Winchester) 技术的可行性,并于 1973 年推出了使用温彻斯特技术的第一块硬盘。温彻斯特技术的精髓在于提出了硬盘所发展的方向:密封、固定并高速旋转的镀磁盘片,磁头沿盘片径向移动,磁头悬浮在高速转动的盘片上方,而不与盘片直接接触。

1979 年,IBM 发明了薄膜磁头,为进一步减小硬盘体积、增大容量、提高读写速度提供了可能。同期 IBM 的两位员工 Alan Shugart 和 Finis Conner 离开 IBM 后成立了希捷公司 (Shugart Technology 公司,也就是后来的 Seagate 希捷公司),之后便推出了像 5.25 英寸

大小的硬盘驱动器。

20 世纪 80 年代末期 IBM 推出了 MRHEAD (Magneto Resistive Head), 这种磁头在读取数据时对信号变化相当敏感, 使得盘片的存储密度能够比以往每英寸 20MB 的容量提高了数十倍, 其工作方式在于将读写两个磁头分开, 不再受限于磁场切割的速度, 可以针对读写的不同特性来适应以达到最佳状态, 大幅度地提升了磁盘的密度。读取数据的准确性也得到提高。并且由于读取的信号幅度与磁道宽窄无关, 所以磁道可以做得很窄, 从而提高了盘片密度, 达到 200MB/平方英寸。

90 年代后期, 巨磁阻 (GMR) 磁头技术问世了。它使用磁阻效应更好的材料和多层薄膜结构, 增强了读取的敏感度, 相同的磁场变化能引起更大的电阻值变化, 从而可以实现更高的存储密度, 现有的 MR 磁头能够达到的盘片密度为 $3\text{Gbit/in}^2 \sim 5\text{Gbit/in}^2$ (千兆位每平方英寸), 而 GMR 磁头可以达到 $10\text{Gbit/in}^2 \sim 40\text{Gbit/in}^2$ 。

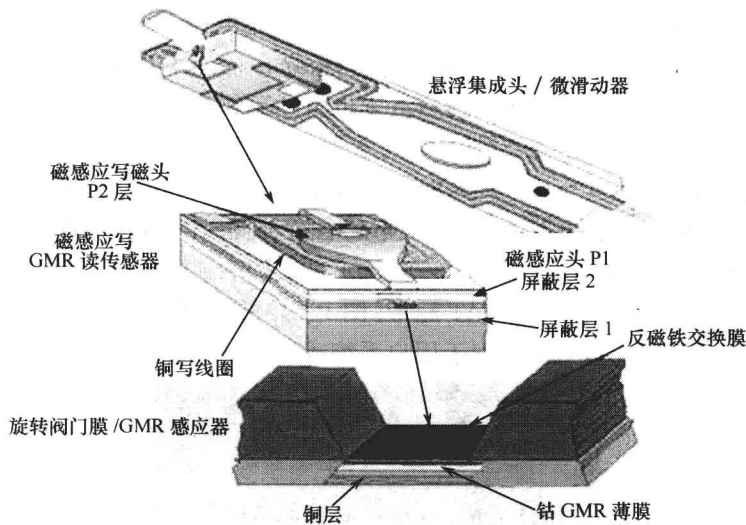


图 1-2 巨磁阻磁头结构

2000 年以后, 电脑的民用硬盘进入了一个暂时的顶峰状态。在经历价格波动、接口波动、电机转速等的不断变革之后, 硬盘主要技术的发展主要集中在速度、容量及可靠性三方面。Ultra - ATA/66 接口、GMR 巨磁阻技术和 SMART 自我监测分析和报告技术等各项技术已普遍, 这使得硬盘在传输率、单片存储容量和监测预告技术上较以往有了很大提高。

1) 磁带存储器

从 1952 年第一台 13mm (0.5 英寸) 磁带机在 IBM 公司问世以来, 磁带机已经走过了 50 多年的历史, 积累了大量的使用经验和可靠性数据。磁带存储是一种安全、可靠、易用、效率高的数据备份方法。

目前常用的磁带介质有普通金属磁带 Metal Particle (MP)、高级金属蒸发带 Advanced Metal Evaporated (AME)、具有自动清洗功能的高级金属蒸发带 AME with Smart Clean TM Technology 等类型。

2) 磁带机的性能参数

磁带记录密度:主要反映在单位面积磁带上记录数据多寡的能力,单位通常是 bpi (bit per inch 位/英寸)。这个数值取决于磁带介质和磁头能力。通常,采用 AME(高级金属蒸发带 Advanced Metal Evaporated)介质的要高于 MP(普通金属磁带 Metal Particle)介质的磁带,达到 100000bpi 以上,但价格上也要贵些。

磁带机读带速度:磁头从磁带中将写入的数据读出到磁盘中的频率大小,单位通常是 ips (inch per second 英寸/秒)。这个数值主要取决于磁带机的机械能力。

磁带机倒带速度:磁带处于 READY(准备好)状态时,把磁带从头倒到尾的平均速度称之为倒带速度,单位通常是 ips。这个数值主要取决于磁带机的机械能力。

磁带存储记录格式:磁带机根据采用的备份技术不同,其磁带的存储记录格式也不同。当前磁带机支持的备份技术主要有 DAT、8mm、DLT、LTO、AIT 及 VXA 等。

接下来介绍一下磁带机的备份技术及相应磁带。

(1) DAT(Digital Audio Tape,数码音频磁带技术),也称 4mm 磁带机技术,DAT 使用影像磁带式技术——旋转磁头和按对角方式穿越 4mm 磁带宽度的螺旋式扫描磁道来达到快速访问数据的目的,即使是很小的磁带盒也可达到很高的容量。这种技术后来也使用 8mm 磁带盒。最初是由惠普公司(HP)与索尼公司(SONY)共同开发出来的。这种技术以螺旋扫描记录(Helical Scan Recording)为基础,将数据转化为数字后再存储下来,早期的 DAT 技术主要应用于声音的记录,后来随着这种技术的不断完善,又被应用在数据存储领域里。4mm 的 DAT 经历了 DDS-1、DDS-2、DDS-3、DDS-4 几种技术阶段,容量跨度在 1GB~12GB。目前一盒 DAT 磁带(图 1-3)的存储量可以达到 12GB,压缩后则可以达到 24GB。DAT 技术主要应用于用户系统或局域网。

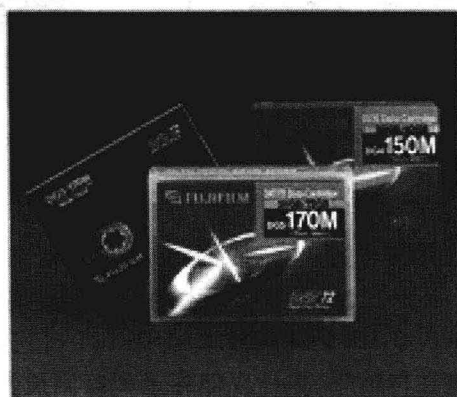


图 1-3 DAT 磁带

(2) 8mm 技术由 Exabyte(安百特)公司在 1987 年开发,采用螺旋扫描技术,其特点是磁带(图 1-4)容量大,传输速率高,它在较高的价位上提供了相对较高容量的存储解决方案。8mm 磁带机的发展经历了 8200、8500、8500c 和 8900(mammoth)的数据格式,容量从最初的 2GB 发展到现在的 40GB,传输速率最快可达 6MB/s。新一代的 Mammoth-2 技术又进一步提升,存储容量达到 170GB(非压缩 60GB)传输速率 30MB/s(非压缩 12MB/s),在技术上有广阔的发展空间。主要制造商是 Exabyte 公司。

(3) DLT(Digital Linear Tape,数字线性磁带)技术源于 1/2 英寸磁带机。1/2 英寸磁

带机技术出现很早,主要用于数据的实时采集,如程控交换机上话务信息的记录,地震设备的震动信号记录,等等。DLT 磁带(图 1-5)由 DEC 和昆腾(Quantum)公司联合开发。由于磁带体积庞大,DLT 磁带机全部是 5.25 英寸全高格式。DLT 产品由于高容量,主要定位于中、高级的服务器市场与磁带库系统。目前 DLT 驱动器的容量从 10GB 到 80GB 不等,数据传输速率相应由 1.25MB/s ~ 10MB/s。另外,一种基于 DLT 的 Super DLT (SDLT)是昆腾公司 2001 年推出的格式,它在 DLT 技术基础上结合新型磁带记录技术,使用激光导引磁记录(LGMR)技术,通过增加磁带表面的记录磁道数使记录容量增加。目前 SDLT 的容量为 160GB,近 3 倍于 DLT 磁带系列产品,传输速率为 11MB/s,是 DLT 的 2 倍。

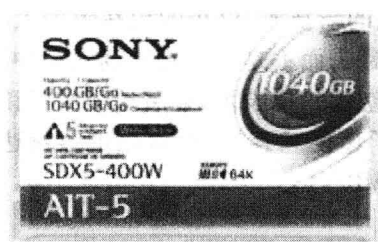


图 1-4 8mm 磁带



图 1-5 DLT 磁带

(4) LTO (Linear Tape Open, 线性磁带开放协议) 技术。是由 HP、IBM、Seagate 这三家厂商在 1997 年 11 月联合制定的,其结合了线性多通道、双向磁带格式的优点,基于服务系统、硬件数据压缩、优化的磁道面和高效率纠错技术,来提高磁带的能力和性能。LTO 是一种开放格式技术,用户可拥有多项产品和多规格存储介质,还可提高产品的兼容性和延续性。

LTO 技术有两种存储格式,即高速开放磁带格式 Ultrium 和快速访问开放磁带格式 Accelis,它们可分别满足不同用户对 LTO 存储系统的要求,Ultrium 采用单轴 1/2 英寸磁带,非压缩存储容量 100GB、传输速率最大 20MB/s、压缩后容量可达 200GB,而且具有增长的空间。非常适合备份、存储和归档应用。Accelis 磁带格式则侧重于快速数据存储,Accelis 磁带格式能够很好地适用于自动操作环境,可处理广泛的在线数据和恢复应用。

(5) AIT (Advanced Intelligent Tape, 先进智能磁带),具有螺旋扫描、金属蒸发带等先进技术,AIT 的数据保护性能比较突出,AIT 已经发展到应用 AME (先进的金属汽化附着) 技术的 AIT-5,目前开发 AIT 技术的索尼公司和专注在 AIT 技术上开发产品的 Spectra Logic 公司都在大力推广采用 AIT 的产品。现已成为磁带机工业标准。AIT 使用一种磁带盒上含有存储芯片的磁带,通过在微芯片上记录磁带上文件的位置,大大地减少了存取时间。

AIT 采用的是螺旋扫描方式进行记录,与家用录像机的工作原理一样,整个磁带机中,只有磁鼓是高速旋转,其他部件,如磁带、伺服机构都是低速运动的。这样的结构紧凑合理、易于设计和维护。而 LTO、DLT、SDLT (Super Digital linear Tape) 都是线性记录,像录音机一样,磁头是固定不动的,磁带直线运动通过磁头。与录音机不同的是,磁带机要保证记录速度,就要让磁带高速通过磁头,为此,就需要复杂机构控制磁带抖动、冷却高速

运动的各种部件和轴承。在相同材料下,采用螺旋扫描的方式能使材料寿命延长。

从应用方面讲,对于企业级用户来说,AIT 磁带库可用于数据备份。与其他同容量、同传输速率的产品相比,AIT 机架式的磁带库具有体积小、能耗低、容量大、价格便宜的优点。对于中端用户,AIT 自动加载机是较好的选择。考虑到数据容量和自动备份等问题,可选用能容纳 4 盘磁带的自动加载机。

(6) VXA 技术是由 Exabyte 公司开发的磁带备份技术,VXA 技术不依赖于精确的磁头和磁道位置来保证读写的可靠性,它不像流式磁带设备为定位磁道而需要昂贵的高精度的部件和精确的机械零件。不同于传统的磁带驱动器,VXA 通过自动调节磁带移动易和主机的传输速率相匹配而完全消除磁带“回扯”问题,能够显著提高介质和驱动器的可靠性,进而优化了备份和存储。

VXA 包格式磁带驱动器应用非连续包格式的新技术,以小的包在磁带上写数据,同时每个包都有自动唯一的地址。每个包被四个磁头而不是一个磁头读入缓冲区内,在那里包依它们的地址按原有的顺序排放。这种无空隙扫描技术,显著地减少了读错误。目前,VXA 技术在保持高可靠性的基础上,提高了速度和容量,单盒磁带容量达到 160GB (非压缩为 80GB),速度为 12MB/s(非压缩为 6MB/s)。

3) 磁存储的缺点

硬盘由于采用机械装置,虽然目前的传输速度很快,但它的速度已经难以再有较大幅度的提高。在硬盘大小不变的情况下,硬盘容量的大幅提升较为困难。现在已经出现的 8T 容量的硬盘,其重量和大小就相当于一个普通西瓜的大小。

此外,磁介质存储设备目前面临的比较大的问题就是不稳定,经常会发生软盘损坏、硬盘磁道出错等故障。这是因为磁存储技术是采用磁介质作为存储媒介,这些媒介会随着使用次数的不断增加而出现磁粉脱落、划伤等现象,导致数据存储的失败。同时,磁介质存储器的安全性还有另一个失天不足,就是非常怕振动。对于外部环境的变化,磁介质存储器也表现得比较敏感。

2. 光存储技术

光存储技术是通过光学的方法写入和读出数据的存储技术,又称为激光存储技术,它利用光盘上的凹坑或变型来保存数据,用带激光头的光驱来读写数据。光盘用带金属反射层的塑料聚合物制成,既轻便又结实,而且防磁、防水和防摔。为了充分利用盘面空间,光盘采用了螺旋线光道和恒定线速度电机,这与采用同心环磁道和恒定角速度电机的普通磁盘有着很大的不同。为了能正确并有效地读取光盘中的数据,在光盘的数据存储上,采用了位调制型通道编码和错误检测与校正技术。

只读型光盘采用母盘压制的方法来进行批量生产;一次性刻录盘($\pm R$)和可反复擦写盘($\pm RW$)则采用激光加热相变的方法,来改变介质的光反射率,达到擦写数据的目的。

CD、DVD 和 BD 与 HD DVD 等光盘,都采用了同样的光存储原理,只是它们所用的激光波长不同,在具体的参数和技术细节上也有所差别。

(只读)光盘主要由保护层、反射激光的(铝、银、金等)金属反射层、刻槽层和(聚碳酸酯)塑料基衬垫组成,如图 1-6 所示。

光盘的外径一般为 120mm(4.75 英寸)(也有外径 80 mm 即 3.15 英寸的小型盘片)、

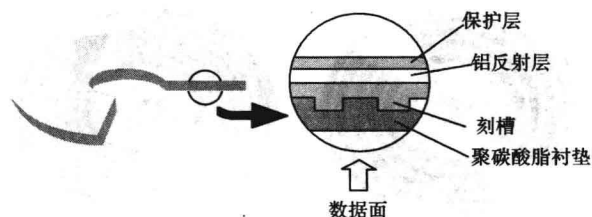


图 1-6 光盘片的结构

内径 15mm、厚 1.2mm,重量为 14g~18g。CD-DA(激光唱盘)分 3 个区:导入区、导出区和声音数据记录区,如图 1-7 所示。

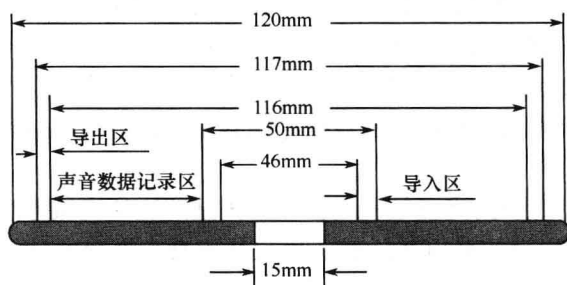


图 1-7 CD 盘的尺寸和结构

光盘在驱动马达(电动机)的带动下高速旋转,光头发射的激光束经透明的塑料基后被金属反射层反射,反射的光经棱镜分光后被光头所接收。存储的数据用光盘刻槽层上的凹坑(pit)和岸台(land)表示,光驱利用坑台交界处反射光强的突变来读取数据,如图 1-8 所示。

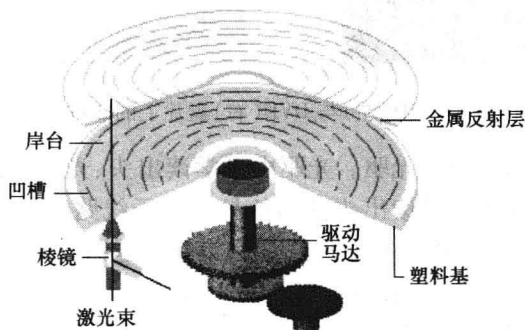


图 1-8 光盘的结构与数据的读取

光盘光道的结构与磁盘磁道的结构不同:磁盘存放数据的磁道是多个同心环,而光盘的光道则是一条螺旋线(CD 盘的光道长度大约为 5km),如图 1-9 所示。

磁盘片转动的角速度是恒定的,通常用 CAV (Constant Angular Velocity, 恒定角速度)表示。但在不同的磁道上,磁头相对于磁道的速度(称为线速度)是不同的。采用同心环磁道的好处之一是控制简单,便于随机存取。但由于内外磁道的记录密度(比特数/英寸)不相同,外磁道的记录密度低,内磁道的记录密度高,外磁道的存储空间就没有得到

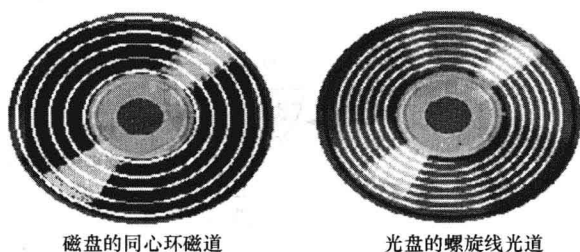


图 1-9 磁道(左)与光道(右)

充分利用,因而存储器没有达到应有的存储容量。

光盘转动的角速度在光盘的内外区是不同的,而它的线速度是恒定的,就是光头相对于盘片运动的线速度是恒定的,通常用 CLV (Constant Linear Velocity, 恒定线速度) 表示。由于采用了恒定线速度,所以内外光道的记录密度 (比特数/英寸) 可以做到一样,这样盘片就得到充分利用,可以达到它应有的数据存储容量。但随机存储特性变得较差,控制也比较复杂。

光盘数据的表示和读写:光盘是利用在盘上压制凹坑的机械办法,利用凹坑的边缘来记录“1”、而用凹坑和岸台的平坦部分记录“0”,使用激光来读出(图 1-10)。

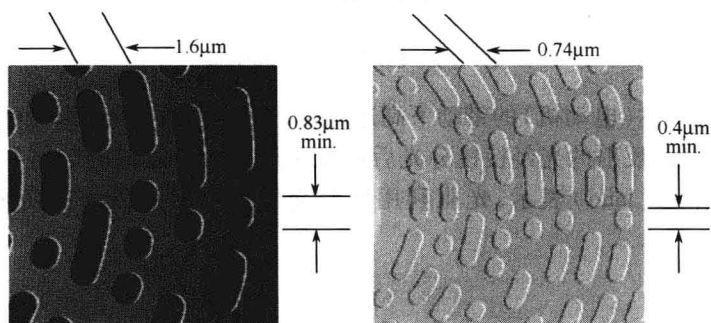


图 1-10 CD(左)与 DVD(右)盘片上的凹坑和岸台

CD 光盘的数据读出要使用光驱。光驱由光学读出头、光学读出头驱动机构、光盘驱动机构、控制线路以及处理光学读出头读出信号的电子线路等组成。图 1-11 为 CD 光盘的原理简化图。光盘上压制了许多凹坑,激光束在跨越凹坑的边缘时,反射的光的强度有突变,光盘就是利用这个简单的原理来区分“1”和“0”的。凹坑的边缘代表“1”,凹坑和岸台的平坦部分代表“0”,一定长度的凹坑和岸台都代表着若干个“0”。

光存储的优点是:存储容量大;非接触方式读/写信息;能长期保存信息;信息的载噪比高;价格低廉;多媒体信息存储。随着光学技术、激光技术、微电子技术、材料科学、细微加工技术、计算机与自动控制技术的发展,光存储技术在记录密度、容量、数据传输率、寻址时间等关键技术上将有巨大的发展潜力。在未来,光盘存储将在功能多样化,操作智能化等方面都会有显著的进展。随着光量子数据存储技术、三维立体存储技术、近场光学技术、光学集成技术的发展,光存储技术必将成为未来信息产业中的支柱技术之一。

3. 电存储技术

电存储技术主要是指半导体存储器 (Semi-Conductor Memory, SCM),它是一种以半导