

一本让你了解硬盘固件知识的书

一本让你掌握数据恢复的书

深度剖析

——硬盘固件级数据恢复

SHENDUSHIZHANYINGPANGUJIANJISHUJUHUIFU

刘永刚 袁建国 刘思波 等编著

深度剖析

——硬盘固件级数据恢复

刘永刚 袁建国 刘思波 等编著

福建师范大学
图书馆
藏书印

1044261



T1044261

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是为数据恢复爱好者撰写的一本参考书。作者根据长期的实际工作经验,对于带有固件故障的硬盘,如何进行数据恢复进行了深度剖析,其内容包括各个硬盘系列的固件结构及特点、故障分析、案例讲解,以及相应工具的使用介绍。内容丰富、通俗易懂、实用性和可操作性较强,读者通过对本书的学习,可以很快的了解和掌握一些硬盘固件级数据恢复的思路和技能,迅速成为本专业的行家里手。

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

深度剖析:硬盘固件级数据恢复 / 刘永刚等编著. —北京:电子工业出版社, 2013.1
ISBN 978-7-121-19164-0

I. ①深… II. ①刘… III. ①硬磁盘—维修 IV. ①TP333.307

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 293254 号

策划编辑: 祁玉芹

责任编辑: 鄂卫华

印 刷: 中国电影出版社印刷厂

装 订: 中国电影出版社印刷厂

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: 20 字数: 487 千字

印 次: 2013 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 39.80 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

计算机的出现把人们从重复、繁琐的工作中解脱出来，现代社会各行各业都离不开计算机，我们的思想、作品、设计、功课、方案及文档都存储在计算机硬盘（或称作磁盘）里，硬盘的记忆辅助了人脑的记忆，帮助我们使记忆成为永恒。

随着微电子、机械、制造技术和工艺的不断进步，磁盘的容量越来越大，读写速度越来越快，体积越来越小，样式也越来越多。人们希望不断提升计算机的性能，其中一项重要指标就是升级或扩充硬盘容量。任何事物都有两面性，在使用计算机并从中收益的同时，计算机也给我们带来一些问题。由于硬盘使用量的总体上升，再加上外在或硬盘内部的原因，硬盘故障台次呈逐年上升趋势，从而直接影响到其中的数据安全。有道是，硬盘有价，数据无价，人们不禁要问，硬盘坏了，存储到其中的数据怎么办？能否被得以抢救？所以，数据恢复技术就应运而生。

近些年来，数据恢复行业异军突起，门面林立，各类资料也琳琅满目，但由于种种原因，对固件级硬盘数据恢复知识涉及较少，或者是浅尝辄止。本书从各类硬盘系列的固件结构入手，介绍了每个硬盘系列固件故障特点及其原因分析，并列举了一些故障案例，等等。使读者能够由浅入深的了解硬盘固件知识和相关的故障处理。

全书分为三大部，第一部分是第1章，介绍硬盘硬件结构的基础知识、以及各硬盘系列基本情况、硬盘固件的基础知识。第二部分包括第2章～第8章，介绍了各硬盘系列的基础知识、固件结构特点、固件模块、固件故障表现方式、处理方法、案例分析。第三部分包括第9章～第12章，介绍了硬盘固件级维修的一些工具、硬盘固件修复的一般方法，以及一些硬盘系列典型故障的修复方法及案例分析。

本书适合于从事数据恢复的工作人员、数据恢复的爱好者，也可以作为数据恢复的专业教材。希望经过我们的努力，帮助大家更多地了解各硬盘系列的固件知识及其结构特点，更好地使用电脑和硬盘，更有效地保护好硬盘中存储的数据。在硬盘出现固件故障或数据丢失时，能够找到合理的解决方法并能挽救自己的数据。

目 录

第 1 章 硬盘基础知识	1
1.1 硬盘系列	1
1.1.1 希捷硬盘	1
1.1.2 日立硬盘	1
1.1.3 迈拓硬盘	1
1.1.4 西部数据硬盘	2
1.1.5 三星硬盘	2
1.1.6 富士通硬盘	2
1.1.7 东芝硬盘	2
1.2 硬盘物理结构	3
1.2.1 硬盘外部结构	3
1.2.2 硬盘内部结构	5
1.3 硬盘固件	7
1.3.1 硬盘固件概念	7
1.3.2 硬盘固件结构	8
1.3.3 S.M.A.R.T.技术简介	9
第 2 章 迈拓硬盘固件特点及其故障分析	11
2.1 迈拓硬盘基础知识	11
2.1.1 迈拓硬盘简介	11
2.1.2 星钻与美钻系列	11
2.1.3 金钻系列	11
2.1.4 DiamondMax 家族	12
2.1.5 Atlas 家族	13
2.2 Maxtor 硬盘编号介绍识别方法	13
2.3 迈拓硬盘的跳线设置	14
2.4 迈拓硬盘固件结构及模块	15
2.4.1 固件版本定义	15
2.4.2 固件区 (Service Area) 模块	16
2.4.3 适配数据 (Adaptive Data)	21
2.4.4 备用固件区 (Alternate Service Area)	21
2.4.5 译码器 (Translator)	22
2.5 迈拓硬盘固件故障分析	22
2.5.1 迈拓硬盘的启动状态	23

2.5.2	迈拓硬盘启动失败的原因分析	23
2.6	迈拓硬盘维修案例	30
2.6.1	迈拓硬盘的 LDR 备份	30
2.6.2	迈拓硬盘的固件备份	34
2.6.3	刷写迈拓硬盘固件	37
第 3 章	三星硬盘固件特点及其故障分析	45
3.1	三星硬盘基础知识	45
3.1.1	三星硬盘命名规则	45
3.2	三星硬盘固件结构及模块	48
3.2.1	固件结构特点	48
3.2.2	硬盘空间组织	49
3.2.3	固件区模块	51
3.2.4	译码器模块	55
3.2.5	扇区缺陷表	55
3.2.6	S.M.A.R.T 表	57
3.3	三星硬盘终端命令	57
3.4	Burn Test	58
3.4.1	选择必要的资源	58
3.4.2	加载与执行测试	59
3.4.3	使用 HT 代码检测固件区与磁头映射图的修改	60
3.5	三星硬盘固件故障表现及分析	61
3.5.1	ROM 模块故障	61
3.5.2	固件区模块损坏故障	61
3.5.3	SMART 模块故障	61
3.5.4	密码保护故障	61
3.6	三星硬盘固件维修案例	62
3.6.1	备件磁头与固件区不兼容	62
3.6.2	SMART 出错实例	65
第 4 章	希捷硬盘固件特点及其故障分析	69
4.1	希捷硬盘基础知识	69
4.1.1	希捷硬盘的编号	69
4.1.2	Barracuda 系列	70
4.1.3	希捷 U 系列	72
4.2	希捷硬盘固件结构及模块	73
4.2.1	装配 Parallel flash 的硬盘固件结构	73
4.2.2	装配串行 Serial Flash 的希捷硬盘固件结构	74
4.3	工作模式: Normal mode, Safe mode	76
4.4	终端模式: COM, ATA	77
4.4.1	COM 和 ATA 终端模式间的转换	77

4.5 希捷硬盘各级指令	78
4.5.1 在线命令	79
4.5.2 公共命令（除 8 级别以外的所有等级都可以使用）	82
4.5.3 T 级（0 级），主要测试级	82
4.5.4 level F 启动代码	84
4.5.5 level 1 内存管理	85
4.5.6 level 2 物理参数操作	86
4.5.7 level 7 适配数据操作	86
4.6 希捷硬盘固件故障表现及分析	87
4.6.1 希捷硬盘常见的硬件故障	87
4.6.2 固件故障的处理	88
4.7 希捷硬盘维修案例	96
4.7.1 用指令方式维修希捷硬盘	96
4.7.2 希捷硬盘固件备份	100
4.7.3 希捷硬盘写固件	104
第 5 章 日立硬盘固件特点及其故障分析	107
5.1 日立硬盘基础知识	107
5.1.1 日立硬盘系列	107
5.1.2 日立硬盘编号	110
5.1.3 日立硬盘的跳线设置	111
5.2 日立硬盘固件结构及模块	113
5.2.1 日立（Hitachi-IBM）硬盘固件数据的分布	113
5.2.2 固件兼容的条件	113
5.2.3 硬盘电路板上的 ROM 种类	113
5.2.4 NVRAM 数据配置	114
5.2.5 固件数据的特点	114
5.2.6 固件数据模块	114
5.3 日立硬盘固件故障表现及分析	117
5.3.1 故障判断	117
5.3.2 Hitachi-IBM 硬盘电路板的替换	118
5.3.3 日立（Hitachi）硬盘“C 区”介绍	120
5.3.4 日立硬盘故障修复案例	121
第 6 章 西数硬盘固件特点及其故障分析	139
6.1 西数硬盘基础知识	139
6.1.1 西数硬盘家族简介	139
6.1.2 西数硬盘命名规则	140
6.2 西数硬盘固件结构及模块	144
6.2.1 固件结构特点	144
6.2.2 经典西数架构固件	145

6.2.3	Marvell 架构固件	153
6.3	西数硬盘固件故障表现及分析	158
6.3.1	固件区模块损坏故障	158
6.3.2	ROM 故障	160
6.3.3	G 表模块故障	162
6.3.4	P 表模块故障	162
6.3.5	SMART 模块故障	163
6.3.6	密码保护故障	163
6.3.7	译码器故障	163
6.3.8	其他固件故障	164
6.4	西数硬盘固件维修案例	164
6.4.1	备件磁头与 ROM 不兼容	164
6.4.2	ATA overlay 与 ROM 不匹配	168
第 7 章	富士通硬盘固件特点及其故障分析	173
7.1	富士通硬盘基础知识	173
7.1.1	富士通硬盘家族简介	173
7.1.2	富士通硬盘命名规则	173
7.2	富士通硬盘固件结构及模块	174
7.2.1	固件结构特点	174
7.2.2	硬盘空间组织	175
7.2.3	ROM 固件	175
7.2.4	固件区模块	180
7.2.5	适配数据	184
7.2.6	S.M.A.R.T 表	185
7.3	富士通硬盘终端命令	185
7.4	富士通硬盘固件故障表现及分析	186
7.4.1	固件区模块损坏故障	186
7.4.2	ROM 模块故障	187
7.4.3	SMART 模块故障	188
7.4.4	密码保护故障	188
7.4.5	译码器故障	188
7.5	富士通硬盘固件维修案例	189
7.5.1	硬盘解密实例	189
7.5.2	特殊版本 ROM 实例	190
第 8 章	东芝硬盘固件特点及其故障分析	195
8.1	东芝硬盘基础知识	195
8.1.1	东芝硬盘家族简介	195
8.1.2	东芝硬盘命名规则	198
8.1.3	最新型号	200

8.2	东芝硬盘固件结构及模块	201
8.2.1	固件结构特点	201
8.2.2	固件读取方式	202
8.2.3	区域分配表	202
8.2.4	配置页 CP	203
8.2.5	RAM 资源	205
8.2.6	固件区磁道	205
8.2.7	S.M.A.R.T 表	206
8.2.8	扇区缺陷表	206
8.3	东芝硬盘终端命令	207
8.4	东芝硬盘固件故障表现及分析	208
8.4.1	G 表故障	208
8.4.2	SMART 模块故障	208
8.4.3	密码保护故障	208
8.4.4	其他固件故障	208
8.5	东芝硬盘固件维修案例	209
8.5.1	G 表错误修复案例	209
8.5.2	P 表模块故障修复案例	211
第 9 章	硬盘固件修复工具介绍	215
9.1	PC-3000 固件修复工具	215
9.1.1	PC-3000 工作基本原理	215
9.1.2	PC-3000 主要功能	215
9.1.3	PC-3000 基本使用流程	216
9.1.4	PC-3000 通用工具简介	217
9.2	效率源 compass 固件修复工具	239
9.2.1	效率源 compass 套件简介	239
9.2.2	PC-3000 与效率源固件模块对照	242
9.3	HRT 固件修复工具	243
9.3.1	HRT 固件修复工具简介	243
9.3.2	HRT 硬盘修复工具修复案例	244
第 10 章	硬盘固件修复一般方法	249
10.1	清空 G 表与重置 SMART	249
10.2	刷新 Flash ROM	253
10.3	固件区测试与修复	256
10.4	热交换	261
第 11 章	硬盘修复进阶	265
11.1	希捷硬盘	265
11.1.1	希捷酷鱼 10 代校准中途停电的处理	265
11.1.2	酷鱼 11 代容量为 0 的修复	267

11.2	日立硬盘	270
11.2.1	日立硬盘数据恢复典型故障处理	270
11.2.2	不同型号日立硬盘之间的磁头兼容	272
11.2.3	日立硬盘的密码解锁	273
11.3	西数硬盘	276
11.3.1	磁头卡死故障	276
11.3.2	电路板故障	276
11.3.3	电机故障	277
11.3.4	USB 接口硬盘的维修	277
11.3.5	ROM 中磁头映射图的编辑	278
11.3.6	RAM 中磁头映射图的编辑	278
11.3.7	硬盘 ID 识别故障	279
11.3.8	ABR 错误	280
11.4	三星硬盘	280
11.4.1	备件盘的选用原则	281
11.5	富士通硬盘	282
11.5.1	电路板的选择	282
11.5.2	备件板 ROM 直接能用的情形	283
11.6	东芝硬盘	283
11.6.1	电路板更换注意事项	284
11.6.2	其他电路板故障	284
11.6.3	电机故障	284
11.6.4	PC-3000 中添加新型号	285
第 12 章	固态硬盘固件损坏的维修	287
12.1	固态硬盘物理结构	287
12.1.1	固态硬盘简介	287
12.1.2	接口类型	289
12.1.3	存储介质	289
12.1.4	Nand Flash 存储管理	290
12.2	固态硬盘主控固件	293
12.2.1	固态硬盘主流主控介绍	293
12.2.2	主控体系架构	294
12.3	固态硬盘固件故障维修	298
12.3.1	Winhex 镜像法	299
12.3.2	主控自修复法	299
12.3.3	PC-3000 指令修复法	300
12.3.4	Flash 数据重组法	301
附录 1	术语与缩略语	305
附录 2	三星 Burn test 完成代码总表	307



第 1 章 硬盘基础知识

1.1 硬盘系列

硬盘的常见品牌有：希捷、日立、迈拓、西部数据、三星、富士通、东芝。每个品牌下面又分成若干个系列，每个系列下面又分成若干个家族。

1.1.1 希捷硬盘

希捷公司成立于 1979 年，总部位于美国加州，希捷在设计、制造和销售硬盘领域居全球领先地位，提供用于企业、台式计算机、移动设备和消费电子的产品。现为全球最大的硬盘、磁盘和读写磁头制造商。

希捷硬盘产品主要包括 SCSI 与 IDE 硬盘、磁带机与网络存储设备。希捷在 SCSI 市场也有相当重要的地位，独有的 3D 防护技术和 Soft Sonic 降噪技术是希捷产品的特色，用于提高产品的安全性和降低工作噪声。

按照工作原理分类，可以将目前市面上的希捷硬盘分为三类，即酷鱼（Barracuda）系列、U 系列和笔记本系列，在每一个大系列下面又包括了若干家族，各个系列的硬盘相较于之前推出的硬盘，在技术上都有不同程度的提高。

1.1.2 日立硬盘

日立硬盘制造公司成立于 1979 年，它是首家专为台式电脑制造 5.25 英寸硬盘的公司，日立硬盘的出现推动了整个 PC 界的变革，世界从此发生了巨大的变化。

2003 年 1 月，日立公司收购了 IBM 的存储事业部，并正式推出全新的硬盘品牌，也就是今天的日立硬盘。

日立存储公司生产的硬盘产品有：服务器硬盘、台式机硬盘、移动电子产品硬盘等，另外该公司还生产磁头和盘片。

目前日立硬盘拥有四大技术：磁头载入载出（Load/Unload）、重排指令序列（Tag and Seek）、涡流磁臂锁（Eddy current latch）以及 RVS（旋转振动保护）。这些技术对读写速度和抗冲击能力的提升都有明显的帮助。

1.1.3 迈拓硬盘

迈拓（Maxtor）公司于 1982 年成立于美国加州，曾是全球出货量最大的硬盘厂商。

20 世纪 90 年代中期，迈拓公司将 XT 系列硬盘的制造权出售给名为 Sequel 的公司，因此退出了服务器 SCSI 硬盘市场，同时 SCSI 版本的 7000 系列硬盘也停止生产。

该公司于 2000 年 10 月宣布以股权置换形式收购昆腾公司硬盘部门，而昆腾的 Atlas

系列 SCSI 驱动器使得迈拓重返服务器 SCSI 硬盘市场；并推出了便携式存储产品 Maxtor One-Touch 个人移动硬盘。另外，迈拓公司曾努力进入 2.5 英寸硬盘（用于笔记本电脑）市场，但在 2005 年初，又终止这一领域开发的决定。

2006 年 12 月，希捷公司以换股的方式收购迈拓公司，目前“Maxtor”是希捷旗下的一个商标。

迈拓硬盘主要有金钻、美钻、星钻、DiamondMax、服务器等系列，其中只有金钻系列是 7200 r/min，其余都是 5400 r/min。

1.1.4 西部数据硬盘

西数硬盘（WD）是美国西部数据公司生产的硬盘。公司始创于 1970 年，并于 1988 年开始设计和生产硬盘。总部在美国加州，是 IDE 接口的创始者之一。WD 公司在 1999 年退出 SCSI 市场后主攻 IDE 领域。

西数数据公司在为用户收集、管理与使用数字信息的组织方面具有丰富的服务经验。目前，西部数据公司的产品线涵盖了企业服务器，桌面级 IDE 硬盘、移动存储应用及 AV 领域。

西数数据公司根据客户的群体不同，分别推出了针对个人计算机用户的 Experl 专家系列和 Caviar 鱼子酱系列，针对企业用户的 RE 系列和 VelociRaptor 猛禽系列，针对移动存储应用的 Scorpio 天蝎系列。

1.1.5 三星硬盘

1938 年 3 月三星公司成立于韩国大丘，起初是一家糖业厂商后来逐步转型为一家电子公司。三星的硬盘事业起步于 1989 年，当时涉猎面很广，从笔记本电脑硬盘到 SCSI 硬盘应有尽有，后来只集中精力发展 IDE 硬盘。三星基本上属于技术采用者的角色，不过它针对硬盘的噪声与可靠性也开发了自己的专用技术。

2011 年三星硬盘部门被希捷并购，三星硬盘品牌也将于 2012 年底成为历史。

在早期的产品中，三星硬盘各型号皆为 3.5 英寸台式机硬盘。在划归三星半导体管理之后，三星硬盘按内置硬盘与外置硬盘分为两大门类。

1.1.6 富士通硬盘

富士通（Fujitsu）是企业级硬盘市场的领先者，拥有 SAS、FC 等接口控制技术，但其在个人消费市场一直份额不大，其产品以低功耗、低噪声为特点。2001 年富士通停产 3.5 英寸的台式机硬盘，全力充当服务器和笔记本厂商的 OEM，2009 年富士通硬盘部门被东芝并购，企业级硬盘生产线继续发展，消费级硬盘则彻底退出历史舞台。目前数据恢复遇到的富士通案例一般只涉及 2.5 英寸笔记本硬盘。

1.1.7 东芝硬盘

东芝是笔记本硬盘研发的鼻祖之一，专注于笔记本用途的 2.5 英寸以下尺寸的硬盘研发，东芝在小尺寸硬盘方面无可争议地处于领导者地位，相继推出了 2.5 英寸、1.8 英寸到 0.85 英寸硬盘，东芝公司在降低硬盘功耗与提高盘面记录密度方面都有着先进的技术优势。

东芝是业界第一家将垂直记录技术商业化的公司，而且是世界最小硬盘（0.85 英寸）的吉尼斯纪录保持者。在并购富士通硬盘部门之后，东芝也将产品线扩展到了 3.5 英寸企业级硬盘。目前作为三足鼎立中的一足，东芝是机械硬盘领域的最后一家日本厂商。

1.2 硬盘物理结构

硬盘是一种工艺要求精密、内部密封的专业数据存储系统。它集机、电、磁技术于一身，对用户而言，各类硬盘之间除其品牌型号、家族系列、各类参数有所不同外，最直观明显的区别就是硬盘接口的不同，硬盘接口是指硬盘与主机系统间的连接部件，作用是在硬盘缓存和主机内存之间传输数据。目前常用硬盘可分为 IDE、SATA、SCSI、光纤通道、SAS 和 USB 等 6 种。IDE 接口硬盘多用于家用产品中，也部分应用于服务器，SCSI 接口的硬盘则主要应用于服务器市场，而光纤通道只在高端服务器上，价格昂贵。SAS 是并行 SCSI 接口之后开发出的全新接口。此接口的设计改善了存储系统的效能、可用性和扩充性，并且提供与 SATA 硬盘的兼容性。USB 主要是省去了转接电路板，减小了移动硬盘的尺寸。不同的硬盘接口决定着硬盘与计算机之间的连接速度也互不相同，在整个系统中，硬盘接口的优劣直接影响着程序运行的速度和系统性能的好坏。

1.2.1 硬盘外部结构

硬盘的外部结构并不复杂，主要由盘体、电源接口、数据接口、控制电路板等几部分构成。

1. 盘体

硬盘的外壳与底板结合成一个密封的整体，简称盘体，如图 1-1 所示。



图 1-1 硬盘正面

硬盘正面外壳起到了保证硬盘盘片和机构稳定运行的作用,在其面板上印有产品标签,标明该产品的厂家信息和产品信息,例如:商标、型号、容量、转速、序列号、产地及生产日期等信息,这些信息是正确使用硬盘的基本依据。

图 1-1 中标示了西部数据 WD2500BEVS 的产品标签。从型号上判断,这是一款容量为 250GB,转速为 5400r/min 的 SATA 高速硬盘,产品序列号为 WXE408AX7395,产地是泰国,出厂日期是 2008 年 5 月 3 日。

控制电路板位于硬盘的背面,如图 1-2 所示。硬盘外部的物理结构总体可以分为外壳和控制电路板两个部分。

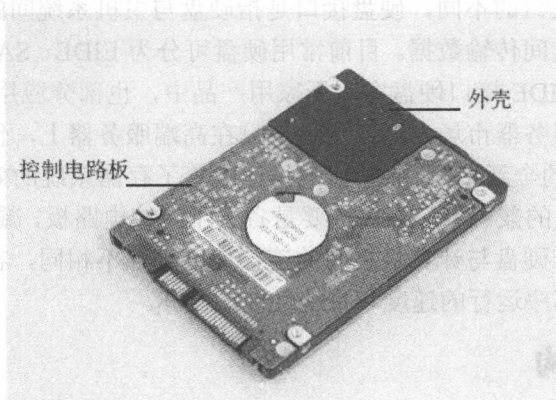


图 1-2 硬盘背面

2. 电源接口

电源接口通过与主机的电源连接,为硬盘工作提供电力支持。对于 5.25 英寸与 3.5 英寸的台式机硬盘,常见的接口类型有两种:一种是最为常见的 4 针 D 形电源接口;另一种为 Serial-ATA 硬盘使用的 SATA 专用电源接口,该接口的宽度与以前的电源相当,这种接口有 15 个插针。在购买 SATA 硬盘时,厂商一般会在其产品包装中提供必备的电源转接线。

对于 2.5 英寸的 PATA 硬盘,可直接由数据口取电,不需要额外的电源接口。2.5 英寸的移动硬盘,由计算机外部的 USB 接口提供电力来源,单个 USB 口供电约为 4~5V 500mA,若移动硬盘盒用电需求较高,需要外接电源供电,或接上两个 USB 口才能使用。但现今多数新型硬盘盒(使用 2.5 英寸以下之硬盘)已可方便地使用单个 USB 口供电。

3. 数据接口

数据接口是硬盘和主板控制器之间进行数据传输和信号交换的纽带,根据连接方式的差异,分为 EIDE 接口、SCSI 接口、SATA 串口、光纤通道、SAS 和 USB 等 6 种。硬盘通过硬盘数据线连接到硬盘数据接口。

老式的 IDE 硬盘采用的是普通 40 针数据线,现已不常见,目前 IDE 硬盘采用的是 80 针数据线。随着 IDE 接口技术不断发展,性能也在不断提高,其特点是价格低廉、兼容性强。

SCSI 硬盘数据线有 68 针接口和 80 针接口两种。SCSI 是一种广泛应用于小型机上的高速数据传输技术。SCSI 接口具有应用范围广、多任务、带宽大、CPU 占用率低,以及

热插拔等优点,但价格较高,因此 SCSI 硬盘主要应用于中、高端服务器和高档工作站中。

SATA 硬盘采用 7 芯数据线、点对点传输协议,这样可以做到在减少数据线内部电缆数目的情况下提高抗干扰能力。每个 SATA 线缆(或通道)只能连接一块硬盘,因此也不必考虑主、从跳线的设置。

光纤通道硬盘是为提高多硬盘存储系统的速度和灵活性才开发的,它的出现大大提高了多硬盘系统的通信速度。光纤通道的主要特性有:热插拔性、高速带宽、远程连接、连接设备数量大等。

SAS (Serial Attached SCSI) 即串行连接 SCSI,其技术特点是采用串行技术以获得更高的传输速率,并通过缩短连接线改善内部空间等。是新一代的 SCSI 技术,和现在流行的 Serial ATA (SATA) 硬盘相同。SAS 是并行 SCSI 接口之后开发出的全新接口。此接口的设计是为了改善存储系统的效能、可用性和扩充性,并且提供与 SATA 硬盘的兼容性。

4. 控制电路板

为加强散热,控制电路板一般裸露在硬盘下表面,但是也有少数硬盘将其完全封闭以更好地保护各种控制芯片,同时还能降低噪声。硬盘的控制电路板由主轴调速电路、磁头驱动与伺服定位电路、高速缓存,读/写控制电路、控制与接口电路等构成,如图 1-3 所示。

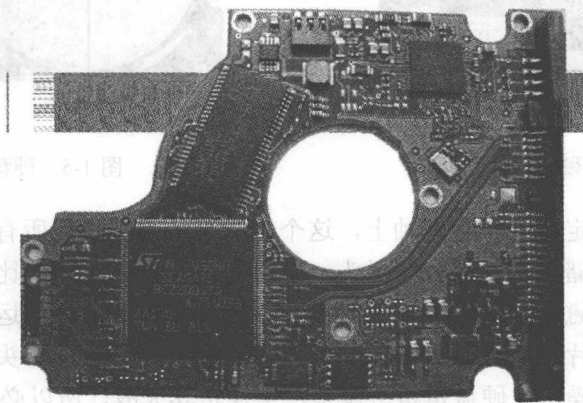


图 1-3 硬盘控制电路板

1.2.2 硬盘内部结构

从产品外观、产品特征及磁盘性能等方面可以认识了解硬盘,而大多数计算机的使用者和非计算机硬件维护方面的技术人员并不关心硬盘内部的构造,因此硬盘的内部结构很少被涉及。此外,硬盘内部对空气洁净度的要求极高,需要在极为严格的超净环境中进行操作,不能沾染上一粒灰尘,否则立即报废,这样就使得真正了解硬盘内部结构的机会变少了。硬盘内部如电机、磁头、盘片、接口等部件的外观是怎样的,它们又是如何工作的?可以通过对硬盘内部结构加以剖析,使用户能够更加了解硬盘的整体构造。

打开硬盘外壳之后,能够看到硬盘内部结构,如图 1-4 所示。

注意: 千万不要随意打开硬盘的外壳,这样做很容易使整个硬盘报废。

硬盘内部结构主要包括：盘片、磁头、主轴、控制电机、磁头控制器、数据转换器、接口、缓存等几个部分。其中磁头盘片组件是构成硬盘的核心，封装在硬盘的净化腔体内，包括浮动磁头组件、磁头驱动机构、盘片、主轴驱动装置及前置读写控制电路等几个部分，如图 1-5 所示。

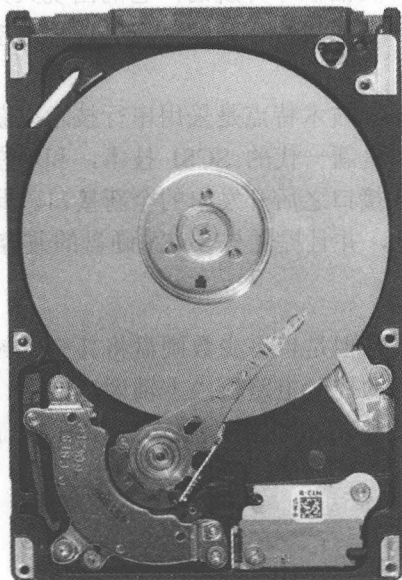


图 1-4 硬盘腔体

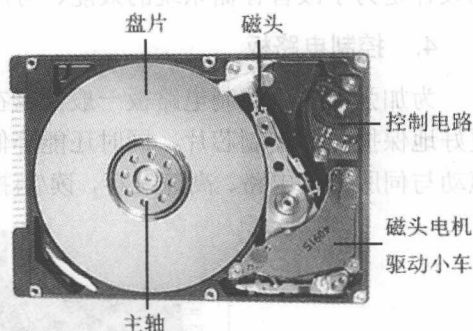


图 1-5 硬盘内部结构

所有的盘片都固定在一个旋转轴上，这个轴即盘片主轴。而所有盘片之间是绝对平行的，在每个盘片的存储面上都有一个磁头，磁头与盘片之间的距离比头发丝的直径还小。所有的磁头连在一个磁头控制器上，由磁头控制器负责各个磁头的运动。磁头可沿盘片的半径方向动作，而盘片以每分钟数千转的速度在高速旋转，这样磁头就能对盘片上的指定位置进行数据的读写操作。硬盘是精密设备，尘埃是其大敌，所以必须完全密封。

1. 磁头组件

磁头组件（Hard Disk Assembly, HDA）负责数据的最终存取，是硬盘中最精密的部件之一。它由三部分组成：读/写磁头、传动手臂、传动轴，如图 1-6 所示。

磁头采用了非接触式头、盘结构，加电后与盘片之间的间隙只有 $0.1\sim 0.3\mu\text{m}$ ，这样能够获得极高的数据传输率。转速 5400 r/min 的硬盘飞高都低于 $0.3\mu\text{m}$ ，以利于读取较大的高信噪比信号，提供数据传输存储的可靠性。

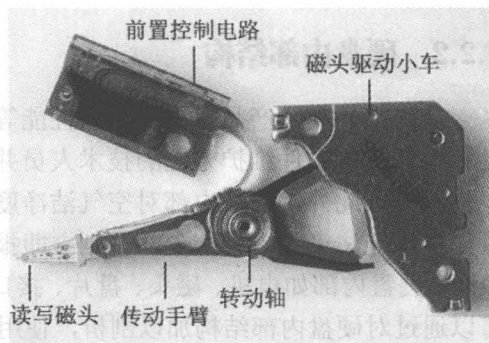


图 1-6 磁头组件

2. 磁头驱动机构

硬盘的寻道是靠移动磁头来实现的，而移动磁头需要驱动机构才能完成。磁头驱动机