

前

言Foreword

曾经在人们心目中神秘的硬盘维修,由于维修人员对硬盘工作原理认识不够,维修技术不规范,技术交流不通畅等方面的原因,导致硬盘维修成功率并不高。作为国内第一本由正规出版社出版的硬盘固件级维修实战手册,本书由资深硬件支持工程师撰写,期间更经国内硬盘研究所专业工程师严格审稿,原理和实例并重。其中不仅以图文形式穿插介绍了垂直记录等硬盘新技术,同时对读者比较关心的迈拓C区维修、重定义主头、希捷的屏蔽磁头自校、指令任意“砍头”(包括“砍0头”的操作)、修复ATA模块损坏时出现死循环、西部数据的砍段及偏移、三星的自校和“砍头”、日立的C区和NVRAM修复等维修热点进行详细解析。

本书的主要内容包括:

1. 学习理念和硬盘基础介绍,包括对物理结构、固件结构、故障分析的介绍。
2. 固件维修部分,包括迈拓篇、希捷篇、西数篇、日立篇、三星篇、富士通篇的介绍。
3. 数据恢复部分的简介(包括开盘方面的图解说明)。
4. 针对数据处理的其他软硬件维修辅助产品使用图例解析。

本书内容由浅入深,层次分明,具有容易阅读、上手快的特点。实例部分结合大量的图例说明,简单易懂。既可作为硬盘维修参考书,也可作为职业教育和硬盘维修爱好者的自学教材。由于维修工作注重实践,建议阅读期间最好结合文中所列工具加以实践,这样上手更快。

这里需要特别提到是,本书作者经过同效率源科技以及出版社方面的友好协商,决定委托专门的公益机构,将本书所得稿费收入,无偿捐献用于汶川灾区教育重建事业!作者始终坚信:只要尽自己的一点努力,让周遭变得更美好更文明,那就是最大的公益。本书的稿酬是以版税的形式来结算的。它的计算方法是:图书定价×销售册数×版税率。也就是说,本书卖得越多,作者的稿费收入也就越多。从某种意义上讲,作者也就可以用稿费来做更多的公益贡献。

为最大限度地帮助读者解决阅读和实践中遇到的各种问题,并让读者能够得到完善的技术支持和后期服务,作者特别建立维修技术支持网站(www.ifixhdd.com),希望对广大读者有所帮助。该网站也会对本书在公益捐赠的行动做出及时的跟踪报导!

由于作者水平有限,书中难免出现一些错误及纰漏,谨以真诚谦卑的态度接受读者的批评和指正。作者邮箱: ifixhdd@126.com。

最后要感谢在本书撰写期间给予大力支持的福建省中行各级领导,是他们给予我不断前进的动力和向上的源泉。同时也要感谢给予本书出版大力帮助的各界朋友,真诚地感谢大家,没有你们就没有这本书的面世!

第1章 硬盘基础知识

1.1 硬盘品牌	2
1.1.1 希捷 (Seagate)	2
1.1.2 迈拓 (Maxtor)	2
1.1.3 西部数据 (WesternDigital)	3
1.1.4 日立 (Hitachi)	3
1.1.5 三星 (Samsung)	3
1.2 物理结构篇	4
1.2.1 驱动器结构	4
1.2.2 硬盘电路功能	6
1.3 硬盘固件	10
1.3.1 固件信息组成	10
1.3.2 S.M.A.R.T 在硬盘维修时的作用	11
1.4 故障分析原则	15
1.4.1 故障类型	15
1.4.2 查找故障的基本原理和厂家检测工具	15
1.5 通用诊断程序 MHDD 和 Victoria4.x 的使用	17
1.5.1 Victoria 维修检测工具使用详解	17
1.5.2 其他辅助检测维修工具	22
1.6 常见的硬盘缺陷及修复初级图文实例篇	25
1.7 电路板和固件区的修复是普通硬盘维修工作者的主要着眼点	27
1.7.1 固件分析基础	27
1.7.2 固件备份	28

第2章 迈拓硬盘维修

2.1 迈拓硬盘修复前应该了解的知识	30
2.1.1 迈拓硬盘型号识别方法	30
2.1.2 常见迈拓硬盘跳线	31

2.2	MAXTOR 固件分类及备份	32
2.3	迈拓修复案例	41
2.3.1	迈拓美钻二代硬盘 A 区自动校准	41
2.3.2	迈拓金钻九代盘面缺陷自校维修图解	49
2.3.3	迈拓硬盘固件引起的不认盘修复实例	53
2.3.4	迈拓的重定义主头	64
2.3.5	迈拓 C 区维修	69
2.3.6	抢救迈拓金九数据恢复一例	79
2.3.7	硬盘参数模块含义详解 (PC3000 中为 1F 模块, 效率源中为 31 号模块)	84
2.3.8	Maxtor 固件选择的匹配方法	84
2.4	效率源迈拓说明手册	87
2.4.1	效率源迈拓说明手册主要内容	87
2.4.2	效率源说明手册其他内容	100

第 3 章 希捷硬盘维修实战

3.1	希捷硬盘维修必备常识	104
3.1.1	希捷硬盘的基础知识	104
3.1.2	U 系列和酷鱼系列维修时需要了解的知识点	106
3.1.3	希捷硬盘启动流程	108
3.2	维修方式	109
3.2.1	串口调试维修硬盘介绍	109
3.2.2	希捷指令维修案例分析	111
3.2.3	效率源希捷维修工具典型维修操作	129
3.3	希捷维修经验问题集	166
3.3.1	酷鱼硬盘	166
3.3.2	U 系列硬盘	168
3.4	效率源希捷 v1.35 功能对照表及最新升级功能说明	169

第4章 西部数据硬盘维修

4.1 西部数据硬盘维修必备常识	172
4.1.1 西部数据四大系列	172
4.1.2 西部数据硬盘的两种跳线模式	173
4.1.3 电路板ROM的识别	174
4.1.4 西部数据硬盘启动流程	175
4.2 西部数据硬盘固件特点及模块分析	176
4.2.1 西部数据硬盘固件的结构特点	176
4.2.2 固件备份及模块分析	178
4.3 案例分析	180
4.3.1 西部数据固件区低格及固件回写	180
4.3.2 西部数据硬盘固件区缺陷修复	181
4.3.3 西部数据硬盘通电敲盘修复	188
4.3.4 黑盘L板缺陷修复实例图解	199
4.3.5 西部数据硬盘ROM读写详解	202
4.4 不同故障情况的硬盘快速修复流程	204
4.4.1 使用MHDD检测出硬盘有大量缺陷(红绿块)	204
4.4.2 认硬盘很慢的情况修复流程	205
4.4.3 能够通过硬盘重建,但无法重写伺服	205
4.4.4 全盘SSS的硬盘数据恢复及修复	205
4.5 效率源西部数据维修工具功能详解及问题集	206
4.5.1 各项功能说明	206
4.5.2 关于	207
4.5.3 固件备份	208
4.5.4 固件回写	209
4.5.5 固件检测修复	211
4.5.6 固件区检测修复	212
4.5.7 缺陷扫描修复	213
4.5.8 ZONE修改	216
4.5.9 自动校准	217

4.5.10	ROM& 磁头操作	218
4.5.11	其他操作	220
4.5.12	问题集部分	221
4.5.13	效率源西数 V2.3 功能对照表	226

第5章 富士通硬盘维修

5.1	富士通硬盘维修必备常识	228
5.1.1	富士通硬盘启动流程	228
5.1.2	富士通硬盘固件特点	228
5.1.3	富士通硬盘规格列表和命名规则	229
5.2	富士通硬盘维修实例	229
5.3	效率源富士通笔记本硬盘修复软件使用说明	231
5.3.1	基本说明	231
5.3.2	A 区功能介绍	232
5.3.3	B 区功能介绍	234
5.3.4	C 区功能介绍	234
5.3.5	D 区功能说明	235
5.3.6	E 区功能说明	236
5.4	效率源富士通笔记本硬盘维修经验大全	237
5.4.1	盘体异响	238
5.4.2	缺陷修复	239
5.4.3	磁头的屏蔽	239
5.4.4	电路板 ROM 的写入方法	240

第6章 日立硬盘维修

6.1	日立硬盘维修必备常识	242
6.1.1	日立硬盘型号识别方法	242
6.1.2	固件组成	243
6.1.3	固件模块用途	243

6.1.4 日立硬盘电路板兼容性	245
6.1.5 故障指引	246
6.2 DFT 维修案例	246
6.3 效率源日立维修工具介绍及跳线方式	249
6.4 效率源日立维修工具特色介绍	250
6.4.1 日立 (Hitachi) 硬盘“C区”介绍	250
6.4.2 NVRAM 操作	251
6.5 维修案例	254
6.5.1 5480 笔记本硬盘 C 区操作演示	254
6.5.2 日立硬盘“砍头”操作	257
6.5.3 图解日立 NVRAM 修复实例	258
6.5.4 NVRAM 数据区参数匹配方法	261
6.5.5 效率源日立修复硬盘缺陷实例	263
6.6 效率源日立工具说明	266
6.6.1 关于我们	266
6.6.2 装入管理	267
6.6.3 备份固件	268
6.6.4 回写固件	269
6.6.5 固件检测与修复	269
6.6.6 缺陷修复	270
6.6.7 NVRAM 操作	271
6.6.8 其他操作	271
6.6.9 电源管理	273
6.6.10 扇区查看	273

第7章 三星硬盘维修

7.1 三星硬盘维修必备常识	276
7.1.1 三星硬盘型号识别方法	276
7.1.2 三星硬盘原厂诊断工具介绍	276

7.2 PC3000 维修案例	278
7.2.1 ISA3000 三星硬盘维修全解析	278
7.2.2 PCI3000 巧修三星笔记本硬盘	283
7.3 图解 PC-3000 for Windows 维修三星硬盘	286
7.3.1 基本操作原理	288
7.3.2 维修实战	290
7.4 三星硬盘“砍头”操作	292
7.5 三星硬盘磁头修改实战	294
7.6 用 PCI3000 偏移三星硬盘模块	295

第8章 硬盘数据恢复实战

8.1 电路板的损坏修复案例	298
8.2 磁盘表面的缺陷使用 ISA3000 Data Extractor 恢复案例	299
8.2.1 简单的应用可以使用 PC3000 Win 2000/XP Disk 工具	300
8.2.2 图解 ISA3000 Data Extractor 恢复硬盘数据	301
8.3 数据恢复只读隔离卡简介	305
8.4 金钻八代开盘盘片互换实战图解	306
8.5 遇到操作系统数据结构混乱如何处理?	308
8.6 良好的使用习惯: 预防>事后补救	316

附录

效率源快速流程修复日立 (IBM) 硬盘解决方案	319
“小处”不小——浅谈硬盘转接卡的选择	335
930 硬盘数据粉碎机实战	338

第1章 硬盘基础知识

硬盘品牌

物理结构篇

硬盘固件

故障分析原则

通用诊断程序 MHDD 和 Victoria4.x 的使用

1.1 硬盘品牌

你是否曾认为：硬盘是不可以修复的，即便可以修复，也是不稳定的呢？事实是硬盘能否修复以及修复后能否稳定地运行取决于硬盘的故障类型！世界上只有少数几家公司可以设计和生产硬盘，硬盘的生产技术一直都被严格保密，这为了解硬盘及其维修蒙上了一层神秘的色彩。

在硬盘维修中，最常遇到的是“缺陷磁道（缺陷柱面）”和“缺陷扇区”。在硬盘生产商看来，“缺陷扇区”或“缺陷磁道（缺陷柱面）”是由于磁介质发生变异，不能有效地记录和读取数据造成的。而在操作系统看来，很多因素都会造成“坏扇区”的出现：数据结构的混乱，数据传输过程出错，也包括磁介质的不稳定。前两者都是可以纠正的，似乎可以理解为“逻辑错误”；而后者是操作系统不可纠正的，于是就被理解为“物理扇区”。

磁介质的不稳定，可能是由于磁性的退化引起的，也可能是由于磁盘表面被划伤所致。生产商通过把它们记录到“缺陷列表”中的方法来隐藏这些缺陷。由于生产过程不可能是完美的，因此硬盘在出厂时已经出现了很多的缺陷，并被隐藏在缺陷列表中。对于使用者来说，这些缺陷是完全不可见的。而借助下文提及的专业工具你也能达到工厂级隐藏缺陷的目的。

硬盘发生故障的另外因素还包括设计上的缺陷、固件上的缺陷、电路和电子元件的缺陷，同样也会造成硬盘失去正常功能。不过这些故障点完全可以通过替换或修复使硬盘恢复正常。

既然硬盘可以修复，那么有必要让我们先来了解一下目前市售硬盘的主要品牌，作为维修入门的第一步。

1.1.1 希捷 (Seagate)

希捷官方：<http://www.seagate.com/www/zh-cn/>



作为超过 25 年的行业专家，Seagate 正继续领导着存储业的创新解决方案。今天没有一家硬盘驱动器厂商能与 Seagate 所提供的广泛的解决方案相媲美。拥有涵盖从家庭计算到企业数据中心的 40 多类产品，Seagate 为每个需要数字存储的行业提供先进的解决方案。公司在研发方面处于行业领先地位，致力于引入能满足未来发展需要的新技术。从起步开始，Seagate 就不断进行突破性的创新，解决数字存储解决方案所面临的难题。

Seagate 公司总部位于美国加州圣克拉拉谷市 (Santa Clara Valley)，全世界员工超过 56 000 人，均致力于开发公司的新一代存储产品。从最初的 PC 用 5.25 英寸硬盘到垂直记录技术的开发，公司倡导的新行业标准大大促进了数字信息时代的进步。通过技术领先和创新，Seagate 不断帮助个人及公司在不断发展、随需应变的世界中将其数字内容的应用推向极致。

1.1.2 迈拓 (Maxtor)

迈拓官方：http://www.seagate.com/maxtor/index_zh-cn.html



Maxtor Corporation 曾经是世界上最信息存储方案供应商中的佼佼者，成立于 1982 年，总部位于加州的 Milpitas，全球员工大约 6 500 人。2005 年 12 月 21 日，希捷宣布以 19 亿美元收购迈拓，消息传出后震动业界。

1.1.3 西部数据 (Western Digital)

西部数据官方: <http://www.wdc.com/cn/index.asp>



WD 公司于 1970 年成立，并于 1988 年开始设计和生产硬盘。该公司的总部设在加州的 Lake Forest，在全球员工人数大约有 23 000 人。该公司的生产机构设在马来西亚、美国加州和泰国，设计机构设在美国加州南部和北部，而营业部门则遍及全球。公司的存储产品以 Western Digital 和 WD 品牌名称销售给顶级系统生产商、优秀转售商和零售商等。

1.1.4 日立 (Hitachi)

日立官方: <http://www.hitachi.com.cn/>



日立环球存储科技公司创立于 2003 年，它是基于 IBM 和日立就存储科技业务进行战略性整合而创建的。存储业务是日立的五项核心业务之一，引进先进的技术及雄厚的资金是其业务发展及利润增长的重要因素。

1.1.5 三星 (Samsung)

三星官方: <http://www.samsung.com/global/business/hdd/>



三星制造硬盘的历史可以追溯到 1988 年。到目前，三星已经拥有了年产超过 1800 万套的生产能力。三星半导体是仅次于芯片巨人英特尔的全球第二大芯片提供商，作为三星电子的核心部门，近年来它一直保持着强劲的增长势头，2003 年三星半导体的增长率达到 76.1%，是整体市场的两倍。凭借其领先的技术实力和强大的生产能力，三星半导体努力使硬盘发展成为继内存、集成电路之后的又一成功产品。

除此之外，还有易拓、富士通等品牌，在这里就不一一赘述。对品牌有了了解后，下面我们进入比较深入的物理结构篇，开始了解硬盘内部结构。

1.2 物理结构篇

1.2.1 驱动器结构

硬盘驱动器由机械部分——磁头、磁碟组件（HDA，俗称盘体）和印刷电路板（PCB）组成。HDA 是硬盘驱动器中唯一的机械部件，它还包含有一片执行前置放大器/转接器功能的芯片。PCB 由一些控制机械部件的芯片、对磁盘表面的数据进行编/解码的芯片和与外部接口交换数据的芯片组成。PCB 位于 HDA 的外部，一般是在下方，如图 1-1 所示。

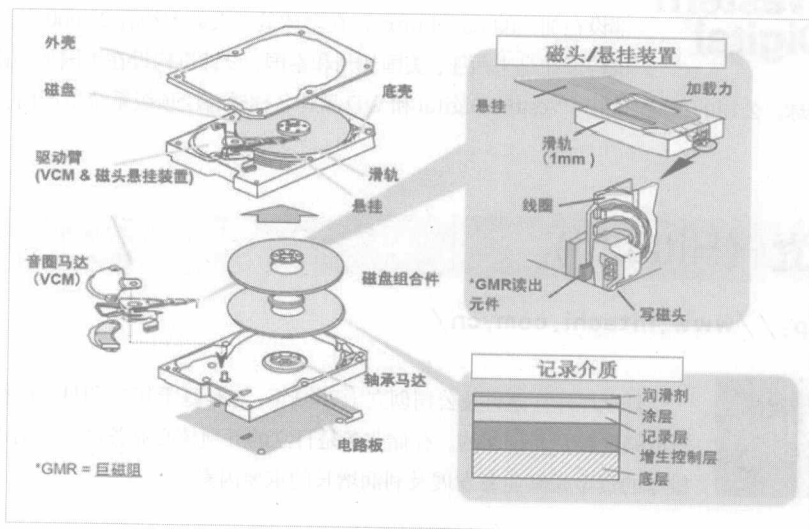


图 1-1

硬盘的机械部分的组件是在“100级清洁空间”完成装配的。HDA 盘体有一个填充有紧密的空气过滤材料的开口，用于平衡HDD内外的空气压力。驱动器盘体包括由主轴马达驱动的磁碟，带有定位系统和放大信号的前置放大器/转接器的磁头。磁碟是一种铝制的圆盘（少量是陶瓷或特殊玻璃的），磁碟由专门的主轴电机驱动，如图 1-2 所示。



图 1-2



磁头是一种非常精密的部件,如图1-3所示。推动磁头组运动的传动系统与扩音喇叭的线圈类似,叫做音圈。在HDA内的电子部件只有从磁头接收信号的前置放大器/转接器。前置放大器/转接器位于靠近磁头的地方,以最大限度地减少外部干扰。

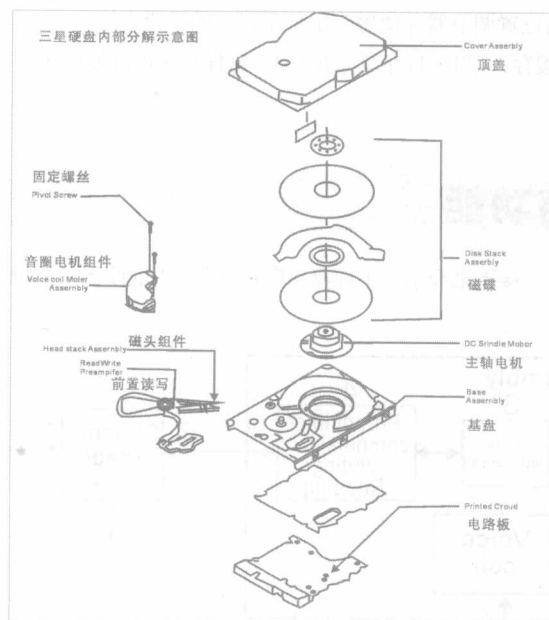


图 1-3

HDA 通常使用两个接头与 PCB 连接,其中一个是为主轴马达供电的三相中心抽头电缆接头,另一个是与前置放大器/转接器及音圈电缆传递信号的电缆接头。

一般来说,硬盘整个电路板设计基于四种芯片,如图1-4所示。

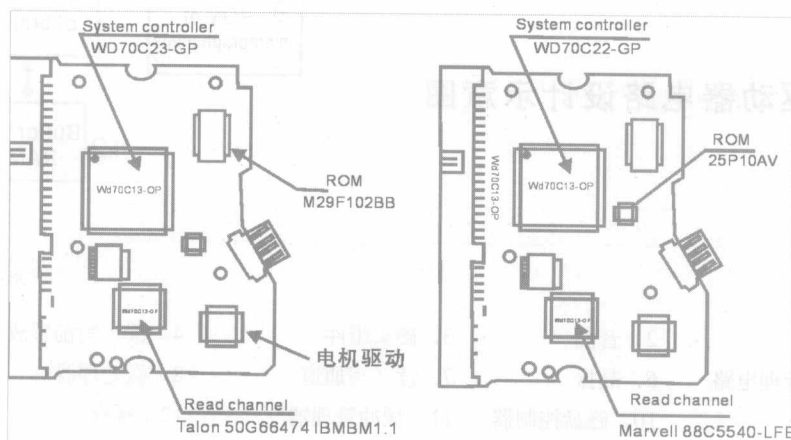


图 1-4

第一，系统控制芯片，采用高集成度芯片设计。

第二，FlashROM 芯片。

第三，主轴马达和音圈控制芯片。其中主轴马达控制器控制 3 相电机的运转。它由驱动器微处理器控制。音圈控制器产生控制电流以移动位置调节器并使磁头定位于指定的磁道上。

第四，RAM 芯片（用作缓存）。用于暂存缓冲 RAM，这样系统可以处理从 / 向磁盘读 / 写数据或与主机之间的数据交换。

1.2.2 硬盘电路功能

看完硬盘物理部分介绍后，接下来介绍一下硬盘电路设计部分功能分析，如图 1-5 所示。

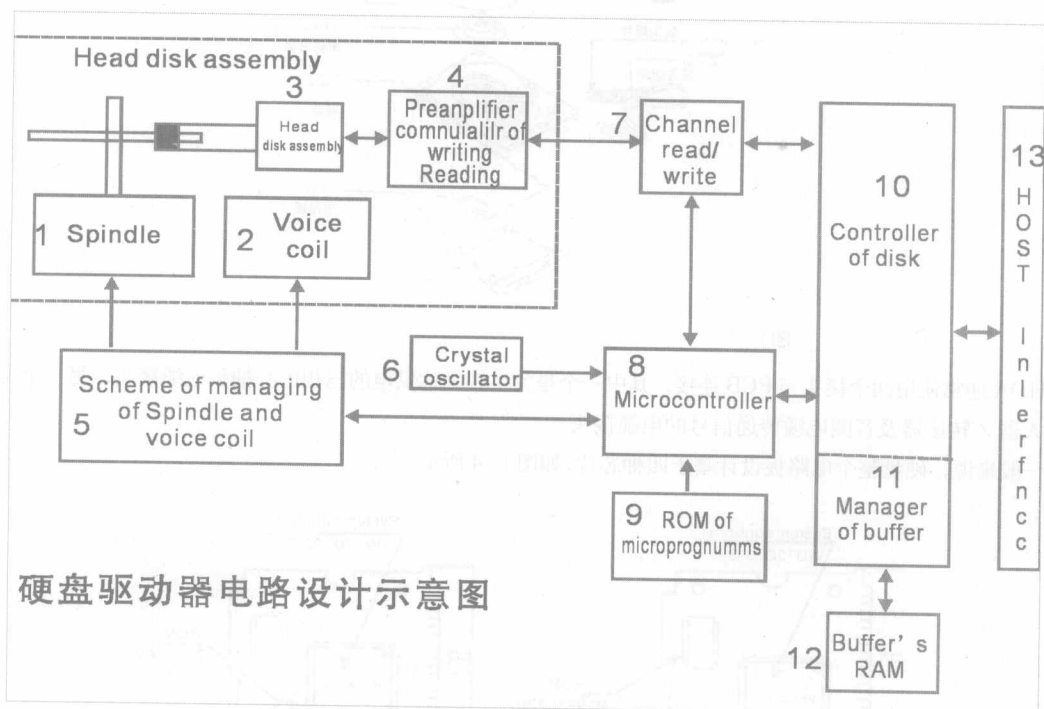


图 1-5

序号含义：

- | | | | |
|--------------|-----------|------------|-------------------|
| 1. 主轴 | 2. 音圈 | 3. 磁头组件 | 4. 读 / 写前置放大器和转接器 |
| 5. 主轴和音圈管理电路 | 6. 晶振 | 7. 读 / 写通道 | 8. 微处理器 |
| 9. ROM 程序 | 10. 磁盘控制器 | 11. 缓冲管理器 | 12. 缓存 |
| | | | 13. 主机接口 |



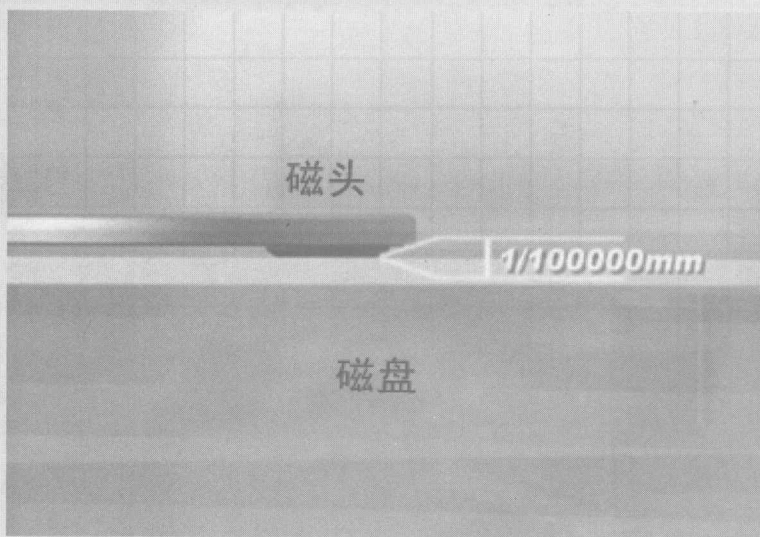
小知识：硬盘大容量小型化记录技术的介绍



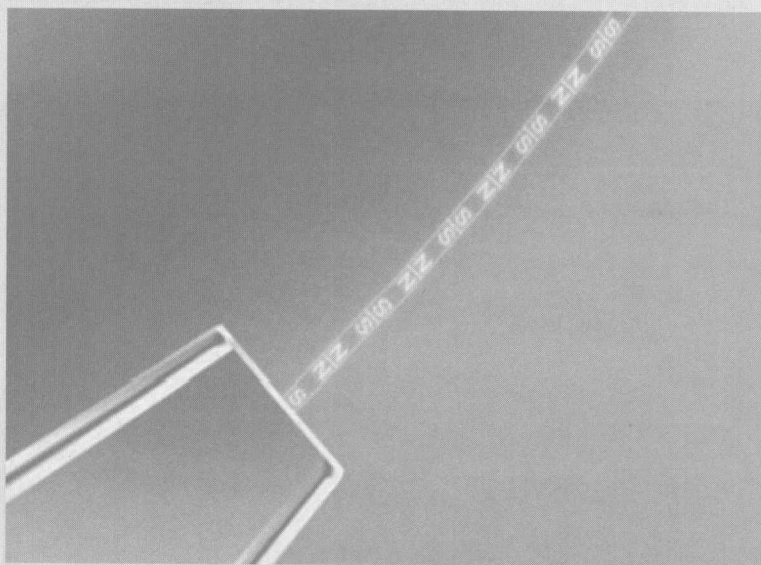
外形上的演进变化



重量和容量上的演进变化

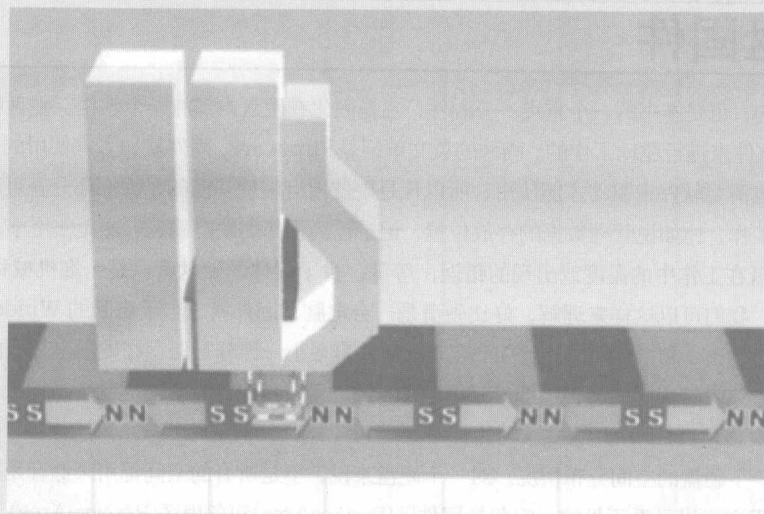


磁头与盘片之间的距离非常近，突发性震动有可能会造成磁头以及机械臂的剧烈震动，如果不幸打在盘片上就会产生划伤，从而造成盘面缺陷，导致硬盘损坏。所以一定要避免工作时移动和注意轻拿轻放。

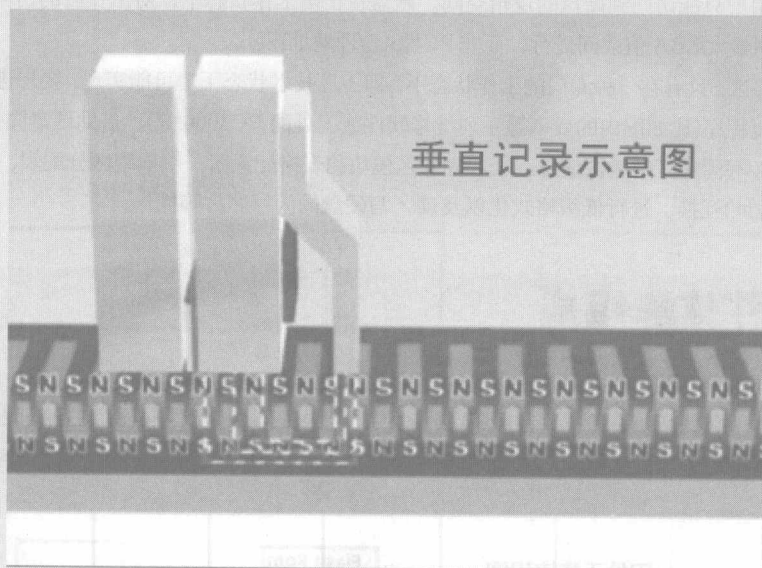


提升硬盘容量目前有两种方法：一是提升磁道密度，二是提升数据存取位密度。不管是现在普遍采用的纵向记录技术还是垂直记录技术，都是依靠这两种方式去增大磁盘的容量。

对我们读写速度最有帮助的是提升数据存取位密度，因为这样可以让磁头在恒定速度下读取到更多的数据。



纵向记录技术，已经接近了超顺磁性限制的临界点，如果再使用纵向记录技术往前推进，那么过小的位间隔将会使磁场失去稳定，南北极自然地发生逆转，导致数据损坏。



而垂直记录则是把纵向记录的磁盘排列改变，由以盘片表面平衡改为与盘片表面垂直，这样则可以在以前只能放一个磁场的空间内放置更多的垂直磁场，可以在相同的位元间隔下轻而易举地把数据存取位元密度提高，将超顺磁性限制的来临再往后延迟。未来垂直记录将会成为硬盘行业的主流技术，不同厂商过渡到这项新技术上的顺利程度，将会决定未来硬盘业界的新格局。

1.3 硬盘固件

接下来要介绍的,也是本书的一个重点——固件,它是固化在硬盘内部的一个软件。硬盘就如一台小型的电脑,也是需要使用软件来进行驱动工作的。固件的英文单词是 Firmware。固件就如大家使用的手机软件一样,手机的物理硬件部分也需要软件来驱动才能使用,所以凡是硬件内有软件功能的,软件部分就可以称为固件。固件在硬盘中要做很多工作,比如说管理数据的存放位置,记录已经损坏的缺陷扇区,避免使用中再次用到这些坏的缺陷扇区,记录硬盘在工作中的温度或出现的错误,等等。少了固件的硬盘就只是一堆机械和电子元件。

对于硬盘固件,我们可以这样来理解,好比硬盘是一台电脑,固件就相当于电脑的 Windows 操作系统和程序,固件里包括了引导指令和数据代码,比如 P 表等。固件有很小一部分是保存在硬盘电路板的芯片中的,而大部分则保存在硬盘盘体内的存储区内,这部分存储区是厂商专用,用户是无法访问的。这样一来,厂家就不用买昂贵的电路板芯片,使生产成本可以大幅降低。

下面我们来看一下硬盘的空间分布情况。对一个硬盘来说,不是所有的空间都用来储存用户的数据信息。有相当一部分空间对用户来说是看不见的,它包括固件区(ServiceArea)和备用区(ReserveArea)。

固件区是用来储存固件信息,即硬盘的内部程序和一些辅助表格。备用区是用来替换用户工作时产生的缺陷扇区和磁道(比如常见品牌硬盘加 G 表的操作,就是用到它。G 表解释见下文)。这两个区域在硬盘正常工作状态下是访问不到的。用户只能访问到硬盘的逻辑空间。硬盘在正常工作状态下,对工作区的访问是通过逻辑 LBA 方式进行,即在 0 到最大 LBA 值之间进行,而非 PCHS(物理地址)模式。

要想接触到固件区,只有在一种专门的工作状态下,即工厂技术状态下才可能实现。要想进入这一工作状态,则需要硬盘固件修复程序(比如国内的效率源系列维修软件或国外的 PC3000 等)。借助硬盘固件修复程序,我们就可以进行诸如读/写固件区的扇区信息、获取固件区模块和表格配置图、获取扇区分配表、进行 LBA(逻辑地址)与 PCHS(物理地址)互换、进行低级格式化以及读/写硬盘的闪存芯片等操作。

1.3.1 固件信息组成

1. 管理模块

硬盘固件程序一般包括初始诊断程序、伺服电机旋转控制程序、磁头定位程序、硬盘控制器和缓冲存储器的信息交换程序等。所有这些合起来称作硬盘固件。对大部分型号的硬盘来说,固件的部分工作程序存储在磁盘的

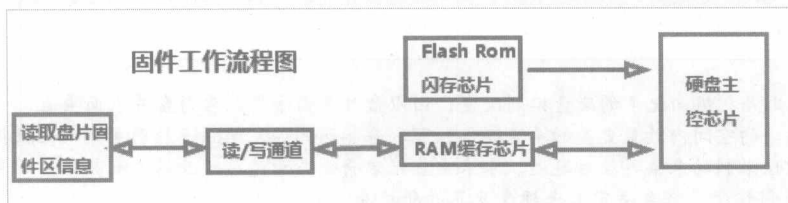


图 1-6