

计算机
基础与维修
系列丛书



PC 硬件

资源库 第1卷

Micro House
PC Hardware Library
Vol 1: Hard Disks

硬盘

(美) Scott Mueller 著
曲泽阳 王如亮 路明 等译



机械工业出版社

西蒙与舒斯特
国际出版公司



QUE CMP

计算机硬件基础与维修系列丛书

PC 硬件资源库

第1卷

硬 盘

(美) Scott Mueller 著

曲泽阳 王如亮 路明 等译

机 械 工 业 出 版 社
西蒙与舒斯特国际出版公司

本书详尽地介绍了硬盘的原理,讨论了各种硬盘接口的特点,并列出了市场上常见的硬盘驱动器和硬盘控制器的各种配置信息以及相关的厂商信息,本书可作为 OEM 厂商以及广大计算机用户选购硬盘时的参考手册。

Scott Mueller: Micro House PC Hardware Library Vol 1: Hard Disks.

Authorized translation from the English language edition published by Que.

Copyright 1998 by Que Corporation.

All rights reserved. For sale in Mainland China only.

本书中文简体字版由机械工业出版社和美国西蒙与舒斯特国际出版公司合作出版,未经出版者书面许可,本书的任何部分不得以任何方式复制或抄袭。

本书封底贴有 Prentice Hall 防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,翻印必究。

本书版权登记号:图字:01-98-1924

图书在版编目(CIP)数据

PC 硬件资源库 第1卷:硬盘/(美)缪勒(Mueller, S.)著;曲泽阳等译.-北京:机械工业出版社,1999.1

(计算机硬件基础与维修系列丛书)

书名原文:Micro House PC Hardware Library Vol 1: Hard Disks

ISBN 7-111-06937-4

I. P... II. ①缪... ②曲... III. ①个人计算机-硬件 ②个人计算机-磁盘存储器
IV. TP368.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 32257 号

出版人:马九荣(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:于 静

北京市南方印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1999 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·25.25 印张

定价:40.00 元

凡购本书,如有倒页、脱页、缺页,由本社发行部调换

译 者 序

本书名为《PC 硬件资源库第 1 卷硬盘》，是一本硬盘驱动器参考手册。它从硬盘的原理出发，详尽介绍了硬盘各个部件的功能，各种硬盘接口的特点，安装和使用硬盘的要点，并列出了市场上最常用的硬盘驱动器和硬盘控制器的完整信息、各种配置以及安装时所需的信息。

Micro House International 是一家总部设在 Colorado 的 Boulder 的私人公司，是先进的 PC 硬件技术信息、硬件驱动、安装和配置软件的提供者。Micro House 的信息产品和设施被世界各地的网络管理者、帮助平台、IT 专家、转卖商及系统集成者用来安装、维护和升级多种供应商的 PC 机和网络。

作者 Scott Mueller 是 Mueller 技术研究所 (MTR) 的所长，他开设和发展了 PC 软硬件方面的培训课程，他是 PC 硬件、操作系统、数据恢复技术和局域网络方面的专家。

本书的内容分为 7 章：

第 1 章包括基本的硬盘驱动器组成部件和通用概念。

第 2 章是关于 IDE 和 SCSI 两种硬盘接口类型的综合介绍。

第 3 章介绍了 IDE 和 SCSI 两种接口硬盘的安装过程，以及硬盘的分区和高级格式化。

第 4 章列举了各种常用硬盘控制卡。

第 5 章列举了两百多种常用 IDE 和 SCSI 接口硬盘。

第 6 章列举了一些主要生产商的硬盘驱动器的物理和逻辑硬盘参数。

第 7 章是关于 IDE 硬盘的容量以及它的合法的 BIOS 逻辑参数的快速参考。

附录 A 列出了一些主要的硬盘驱动器和控制器销售商的联系方式。

在本书的翻译过程中，遇到许多专业词汇，国内也没有统一的规定，译者翻阅了大量的书籍，尽量采用了最为通用的译法。对于一些很新的词汇，以通顺为标准。对于一些大写的英文，则引用了原文。由于译者能力有限，加上时间仓促，难免有许多疏漏之处，望读者见谅。

参加本书翻译的有曲泽阳、王如亮、路明、黄安乐、聂智明、艾尼等。

1998.10

前言

本书是一本关于台式计算机中各种最常用硬盘驱动器的简便而又实用的参考手册。不仅个人电脑工程师或技术人员在日常操作硬盘驱动器或控制器的工作中会用到本书，个人电脑爱好者和热衷者在使用硬盘驱动器或控制器时，手头也应该有这本很有价值的参考手册。

《PC 硬件资源库第 1 卷硬盘》包括业界最常用的硬盘驱动器或控制器的完整的安装信息和过程。本书侧重于目前最常用的两种硬盘接口形式：IDE 和 SCSI。

本书的随书光盘包括了一些流行的用于硬盘驱动器的 Micro house 应用软件。诸如：Image Cast LE 的全功能版本，用于复制硬盘驱动器信息；一些其他功能软件，用于辨别硬盘驱动器模式，保存 BIOS 中的驱动器的设置等等。同时，光盘中的可查电子版中包括了本书的内容。

关于本书

本书内容分为 7 章，每章都是针对硬盘驱动器和控制器安装过程中的某一方面内容而编写的。

第 1 章包括基本的硬盘驱动器组成部件和通用概念。

第 2 章是关于 IDE 和 SCSI 两种硬盘接口类型的综合介绍。

第 3 章介绍了 IDE 和 SCSI 两种接口硬盘的安装过程，以及硬盘的分区和高级格式化。

第 4 章列举了各种常用硬盘控制卡，包括每种卡的简图，用以标明跳线和连接口的位置，以及相关的连接件、厂家缺省跳线和用户跳线列表。

第 5 章列举了两百多种常用 IDE 和 SCSI 接口硬盘，每家生产厂商的各种相类似的产品型号在同一张简图或表中都做了相应的描述。比如 Conner Peripherals 的 CFA850S, CFA1275S, CFP1080S 三种硬盘被列在一起，它们使用的是相同的简图和列表，所以往往只有浏览了每一页上的硬盘后，才能找到你所想找的型号。对于每种硬盘，简图上都标明了连接器和相关跳线的位置。而列表中则注明每个项目的跳线设置，诸如，IDE 硬盘上的主从盘设置，SCSI 硬盘上的 SCSI 标志以及其他用户跳线。

第 6 章列举了一些主要生产商的 3600 多种硬盘驱动器的物理和逻辑硬盘参数。列表中表明硬盘的容量以及在 BIOS 中的逻辑驱动器的设置。

第 7 章是关于 IDE 硬盘的容量以及它的合法的 BIOS 逻辑参数的快速参考。如果你有一个 IDE 硬盘，从前面第 6 章或从附带的驱动器设置中却找不到生产厂商推荐的逻辑参数，那么只要你知道它的正确容量，通过这些一般设置，就能使 BIOS 运行正常。

附录 A 列出了一些主要的硬盘驱动器和控制器销售商的联系方法，其中包括硬盘相关产品销售商，如移动介质、硬盘设置和维护实用程序等等。

欢迎和我们联系

Que 公司因其高质量的书籍和产品长时间以来享有盛誉，为了能使顾客永远满意，您对

我们的帮助和支持是十分重要的。

技术支持

如果对书中的内容需要帮助或想向我们反馈对本书的看法，请和 Macmillan Technical Support 联系。Tel: 317-518-3833, Email: Support@mcp.com.

订购、书目和客户服务

如果想订购 Que 或 Macmillan 计算机出版的新书、书目或产品，请与我们的客户服务部门联系。

电话: 1-800-428-5331

传真: 1-800-835-3202

国际传真: 1-317-228-4400

或请访问我们的在线书店，网址: <http://www.mcp.com>.

目 录

译者序	
前言	
第 1 章 硬盘驱动器	1
1.1 数据编码模式	1
1.1.1 FM 编码	1
1.1.2 MFM 编码	2
1.1.3 RLL 编码	2
1.2 扇区	3
1.3 基本的硬盘驱动器部件	6
1.3.1 硬盘盘片	7
1.3.2 记录介质	7
1.3.3 读写头	8
1.3.4 读写头设计	10
1.3.5 磁头滑块	12
1.3.6 磁头驱动机构	12
1.3.7 空气过滤器	19
1.3.8 硬盘的温度适应	20
1.3.9 主轴电机	21
1.3.10 主轴接地母线	21
1.3.11 逻辑板	22
1.3.12 电缆与连接口	23
1.3.13 配置项	24
1.3.14 面板	24
1.4 硬盘驱动器特性	25
1.4.1 可靠性	25
1.4.2 性能	26
1.4.3 减震座	30
1.4.4 价格	30
1.4.5 容量	30
第 2 章 硬盘接口	33
2.1 接口选择	33
2.2 ST-506/412 接口	33
2.3 ESDI 接口	33
2.4 IDE 接口	34
2.5 SCSI 简介	45
2.6 IDE 与 SCSI 比较	62
2.6.1 性能	62
2.6.2 SCSI 与 IDE: 优势与局限性	63
2.7 硬盘硬件和软件限制	63
2.7.1 硬盘接口性能的限制	63
2.7.2 ROM BIOS 容量限制	65
2.7.3 操作系统容量限制	65
第 3 章 硬盘驱动器的安装	66
3.1 硬盘的安装过程	66
3.1.1 控制器配置	66
3.1.2 物理安装	70
3.1.3 系统安装	71
3.1.4 格式化和软件安装	72
3.2 硬盘驱动器故障的查找和修理	80
第 4 章 控制卡的设置	82
4.1 接口的连接	82
4.2 控制器与驱动器电源的连接	82
4.3 驱动器有源连接口	83
4.4 常用 BIOS 调试格式码	83
4.5 常用硬件设置	83
4.5.1 基本的 I/O 地址	83
4.5.2 IRQ	83
4.5.3 BIOS 地址	83
4.5.4 数据传输方式	83
4.5.5 非硬盘 I/O 操作	83
4.5.6 未指定的跳线	84
4.5.7 控制器设置	84
第 5 章 硬盘驱动器的设置	173
5.1 接口的连接	173
5.2 默认跳线的设置	173
5.3 跳线的类型	173
5.4 无文档的跳线	173
5.5 典型的跳线选项	173
5.6 选择跳线设置	173
第 6 章 硬盘驱动器规格	255
6.1 简介	255
6.2 型号和构造的变更	255
6.3 目录与缩写	255
6.4 生产厂商推荐的 IDE 参数	256
第 7 章 IDE 速查表	350
附录 生产厂商联系信息	356

第 1 章 硬盘驱动器

对多数用户来说，硬盘驱动器是计算机系统中最重要最神秘的部分。它是一个密封的部件，在系统中用来储存数据，如果它失效了，那么后果通常很严重。为了能够正确地使用、维护以及扩展个人计算机系统，用户必须全面地了解硬盘驱动器。

1.1 数据编码模式

磁介质基本上是一种模拟存储介质，我们存储在其上的数据其实是数字信号——0 和 1。当数字信号传到记录头时，记录头在磁盘介质上产生带有特殊极性的磁畴。如果是正电压被加在记录头上，磁畴被极化成朝某一方向；相反，如果加载的是负电压，磁畴被极化成朝与前者相反的方向。那么，如果数据流中记录的是从正电压到负电压的转换，磁畴的极性也就相应地跟着转换。

在回读过程中，磁头经过一组具有相同极性的磁畴时实际上并不产生电压信号；但它每检测到一个磁畴的极性转换时就会产生一个电压脉冲。每一个磁通翻转在读磁头上都会产生电压脉冲，驱动器在读数据时检测到的就是这些脉冲。读磁头产生的波形和写入的波形并不相同，它产生的是一系列的脉冲，这些脉冲是磁通翻转发生时产生的。

在磁存储的过程中为了优化脉冲的布局，未加工过的数字式输入数据被送到了一个叫编码/译码器的装置，原始的二进制信息就被转换成有利于优化磁通翻转的波形。在读操作过程中，编码/译码器进行与上述相反的操作，把脉冲波形转换成原始的二进制数。

由于能够记录在一定介质上的磁通翻转数量受到磁盘介质和磁头技术的限制，硬盘驱动器工程师们尝试了各种各样的方法来把数据编成最少数量的磁通翻转，这其中也考虑到需要有一些只用作记录正确时序的磁通翻转，从而使现有的驱动器硬件技术得到了最大程度的应用。

尽管尝试过很多种编码模式，但只有几种是常用的。近几年来，下面的三种方法最为流行：

- 调频制 (FM)
- 改进型调频制 (MFM)
- 行程长度受限制 (RLL)

以下几段内容介绍了这几种方法，讨论了它们是如何工作的，在什么情况下使用它们，以及它们各自的优缺点。

1.1.1 FM 编码

调频编码是一种最早的用于磁存储的编码技术。这种编码模式有时又叫作单密度编码，应用于早期的个人电脑系统的软盘驱动器。比如，早期的 Osborne 计算机就使用单密度软盘驱动器，每张磁盘可储存大约 80KB 的数据。FM 编码一直到 70 年代末都很流行，但是现在已经不存在了。

1.1.2 MFM 编码

改进型调频编码是为减少调频编码中使用的磁通翻转数量而发明的，从而可以在磁盘上压缩更多的数据。在 MFM 编码中，时钟转换单元的使用降到了最低，这就为数据留出了更多的空间。只有在已存储的 0 位前面加上另一个 0 位时，时钟转换才被记录，在其他的情况中则不需要。由于时钟转换使用的最小化，实际的时钟频率就是 FM 编码的两倍，结果导致在相同数量的磁通翻转中 MFM 编码存储的数据是 FM 编码的两倍。

也是由于 MFM 编码的效率是 FM 编码的两倍，因此它被称作双密度编码。事实上，今天所有的软盘驱动器和在很长一段时间内的几乎所有硬盘驱动器使用的都是 MFM 编码。现在，大多数的硬盘驱动器使用的是行程长度限制编码 (RLL)，它的效率比 MFM 编码还要高。

由于 MFM 编码在相同数量的磁通翻转中记录的数据位是 FM 编码的两倍，数据的时钟速率也是双倍的，而实际上，硬盘在这两种编码方式中查找到的磁通翻转的总数是相同的。这就意味着尽管在这两种方法中硬盘查找到磁通翻转的频率是相同的，MFM 编码的读写速度却是 FM 编码的两倍。这种方法也就允许已有的硬盘技术以双倍的速度来读写数据。

要说明的是 MFM 编码需要改进的硬盘控制器和驱动器线路，因为这种编码中磁通翻转的计数要比 FM 编码精确得多。但是要实现这种改进并不困难，所以在很长一段时期内 MFM 编码一直是最流行的。

1.1.3 RLL 编码

今天最常用的硬盘数据编码方式是行程长度限制编码。在给定的硬盘上，它压缩的数据量比 MFM 编码多 50%，是 FM 编码的二倍。在 RLL 编码中，一组组的数据位被当作一个单元，组合在一起产生特定模式的磁通翻转。由于时钟和数据是组合在一起的，所以保存在硬盘上的磁通翻转的基本距离间的时钟频率就大大提高了。在 80 年代后期，计算机硬盘工业中开始采用 RLL 编码方式来提高硬盘的存储能力。今天，市场的每种硬盘采用的都是 RLL 编码。

RLL 编码通常一次存储一组数据位，取代以前的单个数据位。RLL (Run Length Limited) 一词来源于这些编码的两个基本特性，那就是磁通翻转间允许的行程长度最小量和行程限制的最大量。通过改变行程长度和限制这两个参数，可实现几种编码，但实际中只有两种最常用：RLL2, 7 和 RLL1, 7。

某种意义上 FM 和 MFM 编码也可以表达为 RLL 编码。FM 编码可视为 RLL0, 1，因为这种方式中的两个磁通翻转间可有 0~1 个转换单元。MFM 编码可视为 RLL1, 3，这种方式中的两个磁通翻转间则有 1~3 个转换单元。虽然这些编码可表达为 RLL 方式，但通常并不这样做。

RLL2, 7 开始时是最常用的一种 RLL 编码方式，在与 MFM 方式具有相同大小的转换检测窗口的情况下，它提供了高的密度化。这种方式不仅存储密度高，而且具有相当好的可靠性，但是在大容量硬盘中，RLL2, 7 编码方式的可靠性还是不够高。当前的大容量硬盘中，大多采用 RLL1, 7 编码方式，它的转换检测窗口比 MFM 方式要大，密度比也是后者的 1.27 倍。RLL1, 7 编码具有更高的容错性和可靠性，在介质和磁头技术发展到极限的时

候就必须用到它了。

还有一种应用较少的 RLL 编码方式是 RLL3, 9, 有时又称作高级 RLL 编码 (ARLL), 它的密度甚至比 RLL2, 7 还要高。但是这种方式的可靠性太低了, 只有少数几家控制器公司采用过它, 现在也都消失了。

1.2 扇区

如果把一条硬盘磁道当作一个存储单元, 那么它太大了, 很难有效地管理。许多硬盘磁道能存储 50 000 字节或更多的数据, 用它存储小文件效率就太低了。基于上述原因, 一条磁道被分为几部分, 称为扇区, 扇区代表着磁道的分段。

不同型号的磁盘把磁道分成不同数量的扇区, 其数量视磁道密度而定, 硬盘中通常采用的是 17~100 扇区/磁道。在个人计算机系统中, 标准格式化程序后, 扇区的容量是 512 字节, 这个数字在将来会变化。一条磁道中, 第一个扇区为 1 扇区, 这与磁头和柱面不同, 后者都被称为 0 磁头和 0 柱面。

当磁盘被格式化后, 磁盘上产生附加的标志符区域, 通过它, 磁盘控制器能为扇区作编号和标志。该区域位于扇区上数据区的首尾处, 用以标识格式化区域和非格式化区域的不同。扇区头, 扇区间隙等与操作系统、文件系统以及驱动器中存储的文件是相对独立的。例如, 一个旧式的 38MB 的硬盘格式化后容量只剩下 32MB, 目前的 IDE 和 SCSI 接口硬盘都被格式化过了, 生产厂商标称的也是它们的格式化后容量。虽然如此, 几乎所有的驱动器仍使用一部分保留空间来管理磁盘上的存储数据。

一般来说, 每个磁盘扇区的大小是 512 字节, 但从技术上来说这种说法是错误的。每个扇区确实允许存储 512 字节的数据, 但数据区仅仅是扇区的一部分。磁盘上的扇区实际上占有 571 字节的存储空间, 其中仅仅 512 字节能够存储有用数据。实际中的硬盘用于存储扇区头和尾的字节数据因盘而异, 但上面所设的数字是典型的。目前, 有一些驱动器使用一种无标志符记录技术, 去除了存储扇区头信息的额外开销, 这样磁道上的所有空间都可用于存储数据。

可以把一个扇区想象成一本书中的一页, 书中的每一页都包含着内容, 但并不是整个页面都被内容填满, 每一页都有它的上、下、左和右边距。磁道和柱面数相当于章节的标题, 扇区数相当于页码, 这些信息都放在每页边缘的空白位置中, 这些扇区的“边缘区域”是在格式化的过程中产生并标志的, 格式化同时也在扇区的数据区域填入模拟值。磁盘被格式化后, 在正常写入时, 数据区域就会被修改, 但是扇区的头尾信息并不会被修改, 除非再次对磁盘进行格式化。

磁盘上的每个扇区都有一个前置部分, 或者叫扇区头, 用以辨别扇区的开始和扇区数; 同时还有一个后置部分, 也叫扇区尾, 它包括一个检查和, 用于确保数据内容的完整性。每个扇区同时还包括 512 字节的数据区, 数据区的大小通常都被设置成某些特殊值, 如 F6H (十六进制), 这是在物理格式化, 也就是低级格式化时产生的。下面的内容将说明低级格式化。

在很多情况下, 用一些被认为是较难写入的特定种类的字节来冲掉一些边缘扇区。间隙除了存在于扇区内之外, 同一磁道的不同扇区、以及不同的磁道间都存在着间隙, 这些间隙都不包含有用的数据区。以上所说的前置部分、后置部分和间隙三部分相加, 就是未格式化

容量与格式化容量的差。

表 1-1 典型的 17 扇区/17 磁道磁盘扇区格式

字 节	名 称	描 述
16	POSTINDEX GAP	4Eh, 位于磁道的开始, 索引标志之后
下面两条线之间的扇区数据在 MFM 编码磁道中重复了十七次		
13	ID VFO LOCK	00h ; 使 VFO 与 ID 同步
1	SYNC BYTE	A1h ; 告诉控制器后面是数据
1	ADDRESS MARK	FEh ; 定义后面跟随数据的标志符
2	CYLINDER NUMBER	定义驱动器位置的值
1	HEAD NUMBER	定义所选磁头的值
1	SECTOR NUMBER	定义扇区的值
2	CRC	循环冗余检验, 验证标志符数据
3	WRITE TURN-ON GAP	00h ; 格式化时形成, 区别标志符和数据
13	DATA SYNC VFO LOCK	00h ; 使 VFO 与 DATA 同步
1	SYNC BYTE	A1h ; 告诉控制器后面的数据
1	ADDRESS MARK	F8h ; 说明后面是用户数据区
512	DATA	用户数据区
2	CRC	循环冗余检验, 验证数据
3	WRITE TURN -OFF GAP	00h ; 数据更新形成, 以区别于数据
15	INTER -RECORD GAP	00h ; 主轴速度变化缓冲区
693	PRE-INDEX GAP	4Eh ; 位于磁道尾, 索引标志之前
571	每扇区总字节	
512	每扇区数据字节	
10, 416	每磁道总字节	
8, 704	每磁道数字节	

上面的表参考的是 17 扇区/磁道的硬盘, 这在 80 年代中期是较典型的。现在的硬盘磁道有 150 个或更多的扇区, 这些扇区的格式与上面的例子可能会稍有不同。

如读者所见, 每条磁道的可用空间比未格式化之前容量少了 16% 左右, 大部分硬盘的情况是这样的, 个别的稍微有些差别。

POST INDEX GAP 提供了一个磁头切换复原阶段, 所以从一条磁道转换到另一条时, 不需要硬盘作额外的变动就能依次读取扇区。有的驱动器中这段时间并不够用, 这时可通过斜移不同磁道上的扇区得到一段额外的时间, 这样到达第一扇区就被推迟了。

扇区标志符数据包括 CYLINDER NUMBER、HEAD NUMBER、SECTOR NUMBER 以及 CRC，这是用于验证标志符数据的。大多数的控制器用 HEAD NUMBER 中的第 7 位在低级格式化或表面分析时注明本扇区是坏的。当然这一方法并不是绝对的，有些控制器用其他方法标明坏扇区。通常，都需要使用一个标志符区域。

WRITE TURN-ON GAP 在标志符数据的 CRC 区域后面，为保证后面用户数据区的正确记录提供了一个插入点，同时也保证标志符 CRC 全部恢复。

用户数据区包括了存储在扇区内的 512 字节的数据，它后面紧跟着一个 CRC 区域来验证这些数据。尽管很多控制器采用两个字节作为 CRC，但是有可能产生一个较长的错误纠正码（ECC）需要超过两个字节的 CRC 来保存它。正是这个错误纠正码使数据读取的正确性和读取错误的检查成为可能，而这种正确/纠正的能力则靠错误纠正码和控制器的采用，WRITE TURN-OFF GAP 是纠正码（ECC）完全恢复的插入点。

INTER-RECORD GAP 提供了一种适应驱动器主轴不同转速的途径。如果磁盘转速比正常转速慢，那么磁道有可能被格式化；相反，磁道有可能被刷新。这种情况下，INTER-RECORD GAP 能防止下一个扇区中的内容被意外覆盖掉。这一区域的大小要视磁道格式化和数据区被刷新时磁盘的速度而定。

PRE-INDEX GAP 考虑到了整个磁盘的速度容限，随着磁盘旋转速度的不同以及格式化时写频率容限的不同，这一区域的大小也有所不同。

扇区的前置信息是极其重要的，因为它包含了有关柱面、磁头、扇区等数目信息。这些内容中，除了数据区、数据循环冗余检验字节（DATA CRC）以及 WRITE TURN-OFF GAP，其他的都是在低级格式化时写入的。在典型的非伺服引导（步进电机驱动器）硬盘中，温度梯度会导致错误，512 字节的数据刷新以及随后的循环冗余检验可能与扇区头信息并不一致，这种情况最终导致读或写错误，如 Abort、Retry、Fail 以及 Ignore 等。这一错误可通过对磁盘重做低级格式化来纠正，这一过程将扇区和数据信息在当前的磁道位置重写在一起，然后，当往磁盘里重写数据时，数据区就和新的扇区头写在一起了。

多区域记录

一种提高硬盘容量的方法是使外部柱面比内部柱面格式化成更多的扇区，因为外部柱面的圆周较长，因此它就能存储更多的数据。没有区域记录技术的硬盘驱动器，尽管外部柱面圆周长度是内部柱面的两倍，但是每个柱面上记录的数据量是相同的。因为磁盘介质在不同柱面上必须以相同的密度存储数据，因此结果导致浪费了大量的存储空间。在旧式的 ST-506/412 ESDI 控制器中，每磁道的扇区数据是固定的，硬盘容量就被最短磁道的密度限制住了。

在分区记录中，柱面被分成一系列的组，又称区域。当沿磁盘半径从内向外移动时，外部的磁道依次要比内部磁道包含更多的扇区；同一个区域的柱面，每个磁道含有相同的扇区。区域的数目随驱动器的不同而不同，但大部分驱动器分成 10 个或更多的区域。

区域记录的另一个结果是数据传输速率随磁头所在区域的不同而变化。因为外部区域含有较多的扇区，而角速度是相同的，所以外部区域的数据传输速率要高。

具有分离控制器的磁盘不能采用区域记录，因为驱动器和控制器之间并没有标准的通道来传输有关区域的信息。对于 SCSI 和 IDE 接口的硬盘，因为控制器位于驱动器内，所以能

够将不同磁道格式化成不同的数目的扇区，这种内置控制器必须清楚全面地“了解”所使用的区域信息。内置控制器同时也能够将物理的柱面号、磁头号和扇区号转化成相应的逻辑号，这样一来，驱动器就可以认为所有的磁道上的扇区数是都相同的。个人电脑的 BIOS 被设计成只能处理整个硬盘驱动器的扇区/磁道值是相同的这一情况，因此区域记录的硬盘必须运行一种扇区转换措施。

区域记录的运用，使硬盘制造商大大提高了硬盘的容量。事实证明，这种硬盘比固定扇区/磁道值硬盘的容量要高 20%~50%。目前所有的 IDE 和 SCSI 硬盘都采用了区域记录技术，但由于计算机 BIOS 的限制，这些硬盘看起来还是运行在固定扇区/磁道值模式下，转换过程是由控制器完成的。

1.3 基本的硬盘驱动器部件

市场上的硬盘驱动器种类很多，可是几乎所有的基本物理部件都是相同的。可能它们的制造和使用原料有些不同，使用性能却大多相似。下面是典型的硬盘部件（见图 1-1）。

- 硬盘盘片
- 逻辑板
- 读写头
- 电缆与连接口
- 磁头驱动机构
- 配置项（如跳线和开关）
- 主轴电机
- 面板

盘片、主轴电机、磁头以及磁头驱动机构通常是装在一个密封室内的，又叫头盘部件

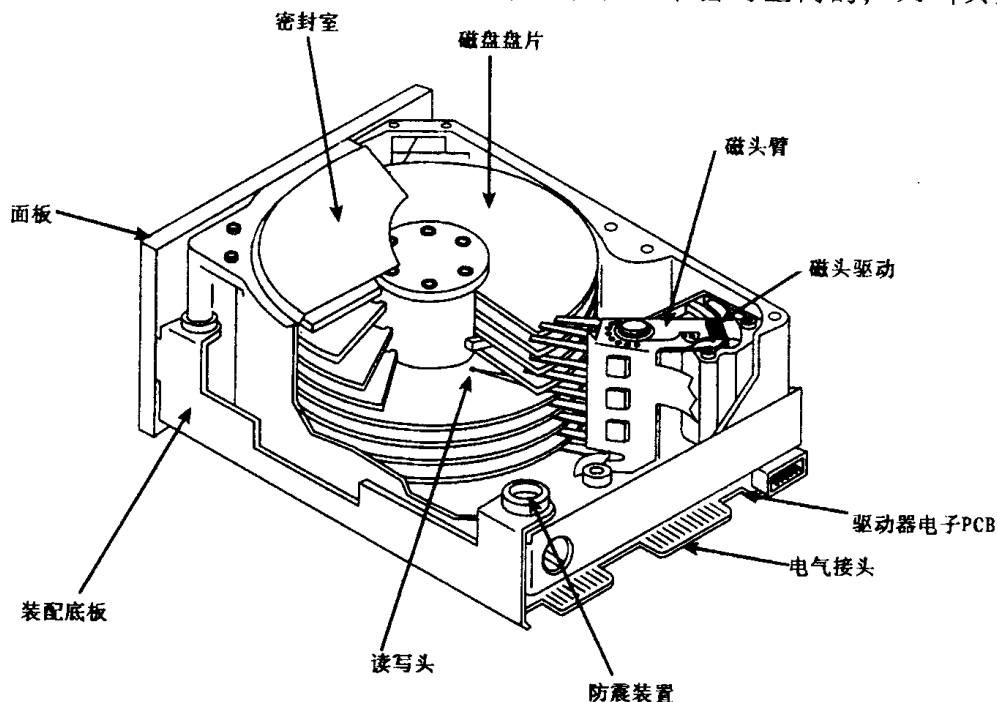


图 1-1 硬盘驱动器部件

(HDA)。HDA 一般被当作一个单独部件，很少打开。HDA 的其他外部部件，如逻辑板，面板以及其他的配置或装配硬件则可以从驱动器上拆下来。

1.3.1 硬盘盘片

典型的硬盘驱动器有一张或几张盘片。这些年来，个人系统的硬盘采用过很多种形状系数，一般则用盘片的尺寸来标称驱动器的物理尺寸。当今个人电脑硬盘最常用的盘片尺寸如下：

5 1/4in (实际上是 130 毫米或 5.12in)

3 1/2in (实际上是 95 毫米或 3.74in)

2 1/2in

1.8in

也有 8in、14in 或更大的硬盘驱动器，但它们一般是不用于个人电脑的。目前 3 1/2in 的硬盘大多用于台式机和一些便携系统中，而 2 1/2in 或更小的硬盘则大多用于便携系统或笔记本电脑中。这些小驱动器相当令人惊奇，目前它们的容量高达 1GB 或更多一点，到本世纪末则将达到 20GB。设想一下提着一台 20GB 容量的内置硬盘的笔记本是什么样的情形，不过它的实现可比想象的要快得多。由于这些小驱动器的尺寸相当小，它们也就变得极其坚固，粗暴地使用可能会毁坏掉几年前的台式机硬盘，而对它们则不算什么。

一些小驱动器只有一张盘片，大部分驱动器则有两张或更多张。驱动器所具有的盘片是由驱动器垂直方向上的物理尺寸所限制的，我所见的使用盘片最多的是一种 3 1/2in 的驱动器，它有 11 张盘片。

为了达到高强度和轻重量，传统的盘片是由铝合金制成的。但是现在制造商们为了越来越高的存储密度和更小的尺寸，许多硬盘采用玻璃作盘片，或采用更先进的玻璃陶瓷复合材料，比如 Dow Corning 公司研制的一种叫 MemCor 的材料，由玻璃基体混入陶瓷而成，它的抗冲击能力比纯玻璃要高。

玻璃盘片的刚性更高一些，所以它可以做到只有传统铝盘片厚度的二分之一或更薄。同时，玻璃盘片热稳定性也要好，这就意味着在温度变化时，它的尺寸不会变化，既不膨胀也不收缩。目前 Seagate、Toshiba、Areal Technology、Maxtor 以及 Hewlett-Packard 公司制造的几种硬盘采用了玻璃或玻璃陶瓷盘片。对于大多数生产商来说，在未来的几年内玻璃盘片也会代替传统的铝基体，特别是高性能的 2 1/2in 和 3 1/2in 驱动器。

1.3.2 记录介质

无论采用什么作基体，磁盘表面总要覆盖着一层磁滞物质叫作记录介质，磁信息就是存储在这层磁滞物质中的。目前硬盘上最常用的两种介质是：

- 氧化介质
- 薄膜介质

氧化介质由数种成分构成，其中的铁氧体是有效部分。这层磁介质是在铝磁盘基体上涂抹含有铁氧体微粒的糊状溶液而制成的。通过盘片的高速旋转，介质在磁盘上铺开，离心力使它们由盘片的心部流向四周，形成了一层磁介质的平滑涂层，再对这一涂层进行烘干和抛光。最后还要加上一层用于保护和润滑介质表面的材料，并对它进行抛光处理。氧化介质通

常只有 3×10^{-5} in 厚，呈褐色或琥珀色。

随着磁盘密度的增加，介质变得越来越薄，工艺越来越好，大多数的大容量硬盘的性能已经超过了氧化涂层。由于氧化介质非常柔软，如果使用这种介质的硬盘在使用过程中有颠簸的话，磁头很容易受到损伤。大多数的旧式硬盘使用这种介质。氧化介质从 1955 年开始被使用，由于成本低以及容易推广，在很长时间内一直是主流产品，而现在则极少有硬盘使用它。薄膜介质与氧化介质相比，更薄、更结实，工艺更好。它是一种高品质的介质，促使形成了具有更低磁头浮动高度的新一代硬盘，从而提高了磁盘密度。最初，薄膜介质仅用于高容量或高品质的硬盘系统，现在则已普及到所有的硬盘中。

薄膜介质这一名字非常贴切，它的涂层比氧化涂层法所能达到的厚度要薄得多。由于向硬盘盘片上涂薄膜介质的工艺过程不同，它又被称作薄膜电镀介质或薄膜溅射介质。

薄膜电镀介质是通过一种电镀机构把介质材料覆盖在盘片表面而形成的。类似于往汽车保险杠上镀铬。把铝盘片浸到一系列化学浴中以在其上覆盖几种金属薄膜层，介质层是厚约 3×10^{-6} in 的钴合金层。

薄膜溅射介质工艺是这样的：首先在铝盘片上涂覆一层镍磷层，然后让盘片进行含有钴合金磁性材料的持续真空沉积过程，这一过程叫溅射，在这一过程大约有 $1 \sim 2 \times 10^{-6}$ in 的磁性层被沉积在盘片上，与半导体工业中的硅晶片覆盖到金属薄膜表面一样。然后还要用到溅射技术，在磁性材料上面再覆盖一层非常硬的厚约 1×10^{-6} in 的碳保护层。由于用到非常高的真空度，溅射是这里所介绍的工艺中最昂贵的一种。

经过溅射处理的磁盘表面包含的磁介质层只有 1×10^{-6} in 厚，同时表面又非常光滑，所以磁头能以比前低得多的高度浮动在磁盘表面，甚至能达到盘片以上 3×10^{-6} in 这一高度。当磁头离盘片很近的时候，磁通翻转的密度就可以提高，这样也就提高了磁盘的存储能力。同时，信噪比性能由于信号振幅的增加而获得改善，这也是因为读取过程中的磁场密度的增加而造成的。

溅射和电镀这两种工艺都能在磁盘表面形成非常薄而又非常硬的介质膜，在磁盘高速旋转的时候，尽管盘面与磁头要发生接触，但由于介质膜很硬，所以不容易被损伤。事实上，现在的薄膜介质是碰不坏的，而氧化介质膜则非常容易刮伤或损坏。如果你打开一个驱动器看看它的盘片，便会发现薄膜介质跟镜子的银面一样。

溅射工艺使生产商在硬盘的商品化生产中得到质量最好、厚度最薄、质地最结实的介质表面，它也在很大范围内替代了薄膜介质的另一种生产方法——电镀法。硬盘表面的薄膜介质大大提高了硬盘容量，同时也尽可能地减少了磁头盘片的碰撞，这就保证了硬盘可以长时间无故障地使用。

1.3.3 读写头

在硬盘中，通常每张盘片的每一侧都有一个读写头，这些读写头被同一个运动装置连系在一起，组成一组，因此它们是同时在盘片上移动的。

从机械的角度看，读写头非常简单。每一个读写头固定在装有弹簧的动臂上，这使它被压到盘片中心去，很少有人意识到每张盘片实际上是被它上面和下面的读写头挤在中间的。如果安全地打开一个驱动器，并且用手指扳起上面的那个磁头，那么放手的时候，磁头会啪地下弹回盘片里；同样，向下拉盘片下面的磁头，松手时它也要弹回去。

图 1-2 是典型的音圈式硬盘驱动器的磁头驱动部件。

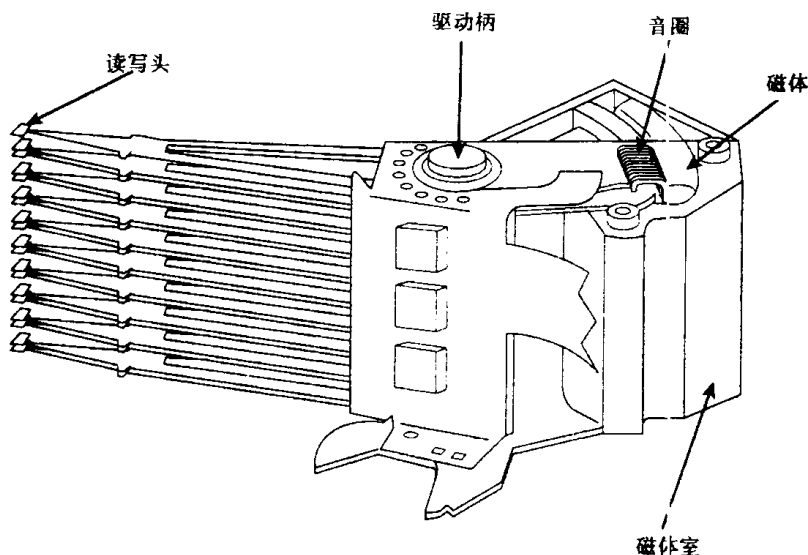


图 1-2 读写头和旋转式音圈驱动部件

当驱动器停下来的时候，由于弹力作用，磁头被压向并直接接触到盘片表面；但是当驱动器全速旋转的时候，磁头下面产生的空气压力会将磁头抬离盘片表面，这时候，磁头与盘片之间的距离将会有 $3 \sim 20 \times 10^{-6} \text{in}$ 。

60 年代早期的时候，硬盘读写头工作时，浮动高度有 $200 \sim 300 \times 10^{-6} \text{in}$ ；今天的硬盘中，读写的浮动高度仅有 $3 \sim 5 \times 10^{-6} \text{in}$ ；而到本世纪末，为了进一步提高硬盘的密度，磁头与盘片之间的物理间隙将会只有 $0.5 \times 10^{-6} \text{in}$ 厚。

警告 正是因为磁头与盘片之间存在着这样小的间隙，所以除了在超洁净室环境中，HDA 根本不允许私自打开。如果有灰尘微粒进入这个机械结构中，那么磁盘在全速旋转时，磁头就不能正确读取数据，甚至碰到盘片。这种情况下，极有可能碰坏盘片和磁头。

为了保证驱动器内部的清洁，HDA 是在 100 级或更高级别的超洁净室内组装的。这要求每立方英尺的空气中 $0.5 \mu\text{m}$ ($19.7 \times 10^{-6} \text{in}$) 大的微粒不能超过 100 个，而一个人在静立的时候每分钟就要呼出 500 个这样的微粒。这种超洁净室装有特殊的空气过滤系统，它持续地抽取和更新室内的空气，所以硬盘驱动器的 HDA 除了在这种环境中，一般是不允许打开的。

虽然看起来保持这样一种环境非常昂贵，但是许多公司生产的台式或工作台大小的超洁净室只卖几千美元。这些装置使用起来有的像个手套盒子：操作者首先把驱动器和需要用到的工具放进这个盒子，然后关上它并打开空气过滤系统，盒子里面就产生了一个超洁净环境，工程师可以戴着里面的内置式手套进行操作。

在另一类超洁净环境中，操作者站在工作台前，工作台的上方有一个压缩空气形成的帘子，只需穿过这一层空气帘，操作者就可以进出这个超洁净环境。这一情况类似于冬天的时候，有的商店或仓库在门敞开时，为了防止热气跑出去而在门上装的那种空气帘。

由于保持这种超洁净环境很昂贵，所以只有少数硬盘驱动器生产商才需要装备它。

1.3.4 读写头设计

随着硬盘驱动器技术的发展，读写头的发展也在进行着。最早的磁头简单地在铁芯外面缠绕着电磁线圈，而按照现在的标准，这种原始磁头的物理尺寸堪称“巨大”，并且记录密度极低。由于近些年来的技术进步，磁头由原来的简单的铁芯模式发展成许多不同的种类。这部分内容着重介绍个人机硬盘驱动器中常用的几种不同形式的磁头，以及它们的应用和相对优缺点。

近年来硬盘驱动器主要用到下列四种磁头：

- 铁氧体磁头
- 金属间隙磁头 (MIG)
- 薄膜磁头 (TF)
- 磁阻磁头 (MR)

1. 铁氧体磁头 铁氧体磁头是一种传统的磁头设计，由早期 IBM 的温彻斯特硬盘发展而来。这种磁头的结构中间是铁氧体铁芯，四周被电磁线圈缠绕。当给线圈通电的时候，磁头周围就会产生一个磁场，同样，当绕圈靠近一个磁场时，也能导致产生一个磁场，这种情况使磁头同时具有读和写的能力。铁氧体磁头比薄膜磁头要大、要重，因此为了防止与盘片的接触，这种磁头需要更大的浮动高度。

早期的（整体）铁氧体磁头设计过程中，曾做过许多改进，比如一种组合式铁氧体磁头，它的铁芯比较小，外面粘贴着玻璃，固定在一个陶瓷腔内。这种磁头的浮动高度较低，大大提高了磁道密度。同时，与传统的整体式磁头相比，它的漏瓷也较轻。

在 80 年代，组合式铁氧体磁头用于许多低端驱动器，比如当时流行的 Seagate ST-225。随着对磁盘密度要求的提高，铁氧体磁头逐渐被更有竞争力的金属间隙磁头 (MIG) 和薄膜磁头 (TF) 所替代，目前已经完全不用它了。铁氧体磁头不能用于高密度性能的高矫顽介质，而且在高噪声时，它的频率响应又太差。它的主要优点是它是所有类型磁头中最便宜的。

2. 金属间隙磁头 金属间隙磁头 (MIG) 基本上是组合式铁氧体磁头的一种特殊强化类型。在这种磁头设计中，磁头后沿的记录间隙中溅射进一种金属物质，这种金属物质大大提高了抗磁饱和的能力，从而提高了记录密度。MIG 磁头在磁场内能为波形较好的磁脉冲产生更陡的梯度，能用于高矫顽力薄膜磁盘，同时浮动高度也较低。

常用的金属间隙磁头有两种类型：单边型和双边型。单边型 MIG 磁头，只是在记录间隙的后沿具有金属合金层。这层金属合金是通过真空溅射过程形成的。这种合金的磁化能力是原有的铁氧体的两倍，能用于具有高密度的高矫顽薄膜介质的记录。双边型 MIG 磁头的磁化能力则比单边型 MIG 磁头还要高。

由于 MIG 磁头在不断发展的过程中性能越来越好，除了非常高容量的硬盘以外，它几乎用于其他所有的硬盘。由于市场需求越来越高的磁盘密度，MIG 磁头逐步被薄膜磁头代替了。

3. 薄膜磁头 薄膜磁头的制造类型类似于半导体芯片的生产过程，即光刻工艺。用这种方法在一个圆形的晶片上能一下生产出几千个磁头，同时，这种方法生产出来的磁头质量非常好。薄膜磁头 (TF) 的磁头间隙极其窄，而且可控，这是通过溅射一种硬铝材料而成