

完全手册系列丛书

硬盘完全手册



怀石工作室 编著
何健辉



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



完 全 手 册 系 列 丛 书

硬盘完全手册



怀石工作室

何健辉

编著

中国电力出版社



内 容 提 要

本书从硬盘的历史与发展过程讲起,详细讲述了硬盘的物理结构与各种接口、硬盘的选购与安装、Windows 操作系统附带的磁盘工具和几个常用的磁盘工具软件,还介绍了硬盘生产厂家及产品、数据安全与备份以及硬盘使用过程中的常见问题及解决方法等,涉及硬盘应用的方方面面,是广大用户购买与使用硬盘的好帮手。

本书可供所有计算机用户参考。

图书在版编目(CIP)数据

硬盘完全手册/怀石工作室 编著.-北京:中国电力出版社,2000.1

(完全手册系列丛书)

ISBN 7-5083-0166-8

I. 硬… II. 怀… III. 硬磁盘-磁盘存储器-手册 IV. TP333.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 63763 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2000 年 6 月第一版 2000 年 6 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 19.25 印张 434 千字

定价 28.00 元

版 权 所 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

前 言

硬盘在电脑的各个配件中具有非常特殊的地位。像 CPU、主板、内存、显示器这些配件坏了可以买一个新的，但是硬盘呢，虽然坏了也可以买一个新的硬盘换上，可是上面的数据——你辛辛苦苦编写的程序、你呕心沥血写成的文档、你好不容易收集起来的 MP3 歌曲……全都没了。如果很不幸的发生了这种事情，相信每一个用户都会痛心不已。

电脑在中国已经非常普及，但是广大用户（包括一些专业人士）对“躲”在机箱里面的硬盘还是非常陌生。所以就出现了下面这样的情况：有的用户已经用了很长时间的电脑，但是连硬盘是什么样子都没有见过；有的用户用了一段时间电脑后，发现“电脑”的速度明显变慢了，以为一定是电脑出了故障——他就是不知道用工具软件来整理一下乱七八糟的硬盘；有的用户的硬盘出现了问题，不管是软件故障还是硬件故障，都要找人来修，更有甚者是把整台电脑都送去修理……像上面这样的例子实在是举不胜举。

鉴于上面这种情况，我们组织编写了这本书，希望能对国内的电脑用户更好地使用硬盘有所帮助。在这本书中详细介绍了硬盘的物理结构、硬盘的各个生产厂家和它们的产品特点、Windows 操作系统附带的磁盘小工具和几个常用的磁盘工具软件。另外我们还在报刊杂志和网上收集了一些比较典型的与硬盘有关的问题，在这里单独编成一章。

由于时间仓促和编者水平有限，书中难免有错误和遗漏之处，望广大读者不吝指正。

编 者

1999 年 10 月 17 日

目 录

前 言

第 1 章 硬盘概述	1
1.1 简介	1
1.2 发展纪事表	2
1.3 产业特点与发展史	3
第 2 章 硬盘的内部结构和外部接口	7
2.1 温式硬盘	7
2.2 硬盘内部结构概述	8
2.3 磁头盘片总成	8
2.4 控制电路的各个功能模块	12
2.5 硬盘外部接口概述	14
2.6 SCSI	14
2.7 ATA	21
2.8 1394 接口的发展	30
2.9 FC-AL 串行接口	33
第 3 章 硬盘的选购	38
3.1 选购硬盘的必备知识	38
3.2 硬盘选购原则	56
第 4 章 厂商及产品介绍	61
4.1 Seagate	61
4.2 Quantum	63
4.3 Western Digital	69
4.4 IBM	71
4.5 Fujitsu (富士通)	73
4.6 Maxtor	76
4.7 Samsung	78
4.8 Toshiba (东芝)	80
4.9 Hitachi (日立)	81
4.10 Conner Technology	81
4.11 IOMega (艾美)	81
4.12 Sony (索尼)	84

4.13 Syquest (赛快)	84
4.14 综述	85
4.15 选购指南	87
第 5 章 硬盘的安装	89
5.1 安装硬盘	89
5.2 FAT16、FAT32 和 NTFS	98
5.3 格式化和分区	103
5.4 关于低级格式化的讨论	114
第 6 章 文件安全性与数据备份	116
6.1 文件安全性	116
6.2 数据备份的原则	118
6.3 可用于备份的外设	123
第 7 章 操作系统上的硬盘工具	136
7.1 备份工具	136
7.2 磁盘清理程序	153
7.3 驱动器转换器 (FAT32)	156
7.4 磁盘空间管理	161
7.5 磁盘扫描程序	170
7.6 磁盘碎片整理程序	176
7.7 压缩代理	179
第 8 章 几个关于硬盘的应用软件	184
8.1 Partition Magic (PQMagic, 磁盘分区大师)	184
8.2 Norton Disk Doctor (NDD, Norton 磁盘医生)	196
8.3 Norton Speed Disk	210
8.4 Norton Unerase	221
第 9 章 硬盘的售后服务及简单维护	226
9.1 硬盘故障	226
9.2 硬盘的保修	227
9.3 关于硬盘保修的几个问题	229
9.4 “水货”的问题	231
9.5 硬盘一般故障的自我排除	234
第 10 章 有关硬盘的常见问题及解答	245
10.1 与基本概念有关的问答	245

10.2 有关操作系统应用的问答	263
10.3 有关系统 BIOS 的问答	277
10.4 有关 SCSI 接口的问答	281
10.5 有关 IDE 接口的硬盘的问答	286
10.6 其他问题的问答	291

第1章 硬盘概述

计算机的发展越来越快，作为计算机的最重要的组成部分——硬盘也是日新月异。许多计算机使用者，不管是计算机的老用户，还是初学者，面对计算机市场的变化和硬盘的更新换代，几乎都感到眼花缭乱，无所适从。因此，作为一个计算机用户，需要对当前潮流中的各种硬盘的型号、容量、接口等特点有一个全面而又清晰的了解，以满足工作和学习的一般需要。

本书的基本内容，就是对硬盘接口、硬盘选购以及硬盘的应用和维护等方面作一些介绍，以使读者对硬盘的基本情况有一个了解，并希望能在实际应用中能对读者有所帮助。

首先在本章我们介绍一下入门的基础知识。

1.1 简介

在本节中，我们简单地介绍一下硬盘在计算机中的地位和作用，希望初次接触硬盘的用户能够对硬盘有一个大体上的印象。

硬盘是计算机中的一种非常重要的外部存储器。外部存储器与内部存储器（内存）相对，这二者都是计算机中存储数据的设备。不同之处在于：内存中存储的数据断电后即会消失，无法恢复，而外存中的数据即使断电也不会消失，可以做永久保存，所以可以用来保存一些需要经常用到的数据，而内存则用来保存一些运行时才需要的一次性数据。计算机中常用的存储器如图 1-1 所示。外部存储器中，使用范围最广、与普通用户关系最密切的就是硬盘。

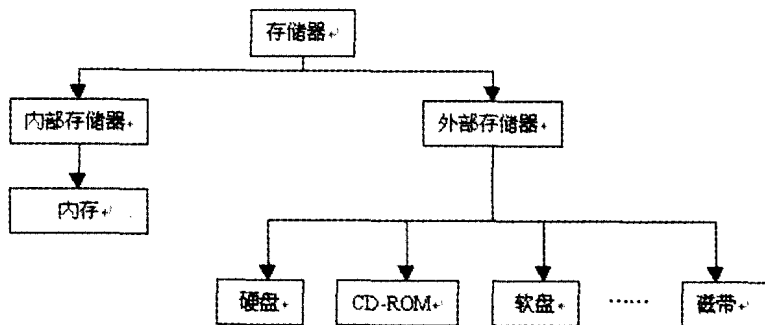


图1-1 存储设备分类

使用硬盘的过程中最大的问题就是硬盘的安全问题，即如何保护好硬盘上的数据不丢失。在后面的章节中我们研究硬盘的内部结构、技术原理、安装调试以及故障的排除等各个方面的知识，其目的都是为了存放在硬盘上的数据的安全考虑。因为一旦出现安全性问题，例如是在系统出现故障时或硬盘本身出现故障时，如果处理不好的话，很容易造成数据的丢失，其损失往往是不可估量的。因此，如何处理硬盘故障等非常情况是贯穿本书的主要思想。

1.2 发展纪事表

现在流行的硬盘都是 IDE 硬盘。除了一些早期的用户以外，大多数人并没有接触过 ST506、IDE 控制卡这些古老的概念。为了读者能够更好地理解本书后面章节的内容（主要是第 2 章的技术内容和第 4 章的各个厂商的简介），我们将硬盘发展史上的一些重要纪事放入本书，提供读者作参考。从这些纪事中，我们可以大致看出硬盘的工艺、外观及接口等方面的发展轨迹。

- 80 年代以前** 由于在 80 年代之前，硬盘的生产一直是 IBM 的一统天下。1979 年以后，才有其他生产硬盘驱动器或是相关产品的厂商不断成立和介入，硬盘产业在竞争中得到了空前的发展。
- 1979 年** Seagate 推出第一台 5.25 英寸的硬盘，接口为 ST506，储存容量为 5MB，这个接口于 1983 年被 IBM 所采用，作为其个人计算机的硬盘接口标准。
- 1983 年** Rodime 推出第一台 3.5 英寸的硬盘，储存容量为 10MB。
- 1985 年** Compaq、Western Digital 及 Imprimis 合作推出第一台以 PC/AT 为架构的硬盘，Imprimis 94204-74。这个接口就是后来的 ATA/IDE 接口。
- 1986 年** ANSI X3 标准委员会正式接受 Shugart Associated 及 NCR 的提议，正式将 SASI（Shugart Associated System Interface）改名为 Small Computer System Interface（SCSI），也就是我们所熟知的 SCSI-I（ANSI X3 131-1986），同年 SCSI-II 标准草拟工作正式展开。
- 1987 年** Prarie Tek 推出的第一台 2.5 英寸的硬盘，储存容量为 10MB。
- 1989 年** 硬盘控制卡的最大厂商 Western Digital 购并了硬盘厂商 Tandon，正式步入从事硬盘生产的行业。
- 1990 年** Intergal 开发出全球第一台 1.8 英寸硬盘。
- 1991 年** 生产高容量硬盘闻名的 Maxtor 购并了生产低容量硬盘闻名的 Miniscribe 公司。
- IBM 推出世界第一台使用新一代磁阻式（MR）磁头的硬盘，SCSI 接口的 3.25 英寸硬盘，数据记录密度首次突破每平方英寸 1G 位。
- 1992 年** HP 开发出 1.3 英寸硬盘，不过这种硬盘并未真正进入批量生产。
- 1993 年** SCSI-3 标准开始草拟。

- 1994 年** ANSI 正式接受 SCSI-II (X3 131-1994) 标准, ATA 规格正式发布。
PRML 读取通道应用在硬盘, 在同样的单位面积上比使用传统的波峰检测法多储存 30% 的容量。
Quantum 购并了 DEC 的储存设备事业部, 而 DEC 则在 1998 年为 Compaq 所购并。
- 1995 年** 南韩现代集团购并 Maxtor。
HP 退出硬盘生产行列。
- 1996 年** IBM 首先突破每平方英寸 1.4G 位的数据记录密度, 2 片 2.5 英寸的盘片可以储存高达 1.6GB 容量的数据。
IBM 展示数据记录密度接近每平方英寸 5G 位的新一代巨磁阻磁头——GMR。
1.8 英寸硬盘厂商纷纷退出市场。3 英寸硬盘厂商也因为不堪长期亏损, 包括 Western Digital、Integra、JTS 都逐渐淡出, 3 英寸硬盘所标榜取代 2.5 英寸硬盘市场的目标还是未完成。
- 1997 年** Seagate 及 Maxtor 分别于 Comdex 中展出它们的第一台 IEEE-1394 接口的硬盘。
IBM 首先正式将硬盘的数据记录密度推至每平方英寸 3G 位的空前记录。
Intel 及 Quantum 再度合作推出 Ultra ATA-66 规格, 将 ATA 接口数据传输速率提升到 66.6MB/s。
- 1998 年** Seagate 因为一连串的策略错误, 使该公司市场占有率在二年间 (1996~1998) 下降了 10%。

从 IBM 第一台硬盘开始, 硬盘尺寸由 24 英寸、14 英寸、9 英寸、8 英寸, 到 1980 年 Seagate 推出全球第一台 5.25 英寸的 ST 506 开始, 硬盘的尺寸一直在向轻、薄、短、小的潮流发展, 可是 1.8 英寸及 3 英寸硬盘都是出师不利, 5.25 英寸硬盘只剩下 Quantum 的大脚系列。目前市场上只剩下 2.5 英寸应用于手提计算机, 而 3.5 英寸则应用于个人计算机及其他计算环境。3 英寸硬盘曾经失败但又在重新崛起, 不知前景如何。

1.3 产业特点与发展史

作为一个独立的产业, 硬盘产业有与其他的高科技工业产业相似的地方, 同时也有其独特的地方。硬盘产业的发展同 PC 机的发展是分不开的。正是 PC 机的发展促进了硬盘产业, 反过来硬盘业的进步又推动了 PC 机的普及。

硬盘从 1957 年由 IBM 发明出来之后, 一直到 1980 年之间的这 20 年间, 几乎所有的硬盘的发展都是由大型计算机公司主导的, 如 IBM、CDC、DEC、Honeywell 等大型公司。计算机一直是少数专业人士的专利。硬盘体积庞大 (14 英寸~24 英寸), 价格昂贵, 不是个人用户可以负担得起的。结果就是硬盘的市场一直为这些大型计算机厂商所垄断。

80 年代初期, 由于 APPLE 公司的推动, 计算机业的发展进入了个人计算机时代。此

时 IBM 为了跟 Apple 以及其他先进入这个行业的厂商竞争, 大力发展个人计算机, 这对计算机的历史产生了巨大的影响。在这种形势下, 产生了两个超级公司——Microsoft 和 Intel, 同时也极大地推动了 PC 行业, 将计算机与人类的生活紧密地结合在一起。IBM 在发展个人计算机时, 为了抢占市场先机而采用完全开放的架构, 在硬盘上选定了 Seagate、Miniscribe 以及 IMI 作为其个人计算机硬盘的主要供应厂商。

IBM 的这项决定促进了硬盘产业, 其结果是导致 80 年代美国的硬盘高科技产业(事实上不只是硬盘, 其他计算机相关的高科技产业都是如此) 蓬勃发展起来。80 年代是一个独立硬盘厂商发展的黄金时代。这个时代对后来以至现在的硬盘市场都产生了巨大的影响。许多公司纷纷推出新的技术和产品规格, 都力图在这段黄金时间做出更大的成绩, 尽可能地抢占这个广大的市场。在这段时期内, 硬盘界涌现了一大批公司企业和技术人员。但好景不长, 不久, 在激烈的竞争下, 一些厂商开始衰退。其实这是硬盘产业走向成熟的标志。从此以后, 硬盘的产业几乎每五年就经历一个轮回, 竞争开始日趋激烈, 规格逐渐统一、产业逐渐兼并到几家大的厂商手中。

1983 年, 一家公司推出全球第一台 3.5 英寸硬盘, 这加速了硬盘小型化的发展。真正借硬盘成名的是由当时两大独立硬盘厂商 Seagate Technology 以及 Miniscribe 的业务及开发人员, 加上靠 Intel 的 80386 处理器迅速崛起的 Compaq 计算机公司等三家公司所合作创立的 Conner Peripheral。

Conner Peripheral 最值得一提的是其在硬盘自我测试技术上的创新。这个设计使得硬盘本身在生产线上就可以进行自我测试, 从而大大降低了成本。不仅如此, Conner Peripheral 还在短短的三年之内, 进入美国《财富》杂志的五百大企业排名, 创造了计算机业的传奇故事。Conner 后来为 Seagate Technology 所合并。

1987 年, 另一公司发明了 2.5 英寸硬盘, 这是继 Rodime 发明 3.5 英寸硬盘之后, 另一个硬盘小型化的行动。这中间最大的受益者是 Conner, Conner 就靠着它的 2.5 英寸硬盘而崛起。后来 Seagate 购并了 Conner 才逐渐在硬盘市场中站稳了脚跟。当时第二大硬盘厂商 Miniscribe 也被 Maxtor 购并了。不过 Maxtor 公司的营运状况却是越来越差, 后来被韩国的现代集团所购并。几年后, 在 1998 年中才转亏为盈。在今天的硬盘市场, 尤其是 PC 机用的硬盘市场, 传统的三大厂商——Quantum、Seagate 及 Western digital 在最近两年的表现都并非很理想, Maxtor、Fujitsu 及 Samsung 都从前三大厂商的手中抢走一些市场占有率, 其中 Maxtor 已经与 Western Digital 平起平坐, 因此世纪末的硬盘市场还有一番激烈的竞争。

一般来说, 成功的硬盘厂商在技术上都有其突出的地方。IBM 在磁头上取得了卓越的成就。它首先开发成功了磁阻式磁头并制造出硬盘历史上第一台突破每平方英寸 1G 位记录密度的硬盘(1991 年出产的 3.5 英寸 SCSI 接口的硬盘 0663-E12)。1996 年在实验室中成功制造出来的 GMR 磁头, 其磁记录密度更高达每平方英寸 5G 位。IBM 又于 1997 年在 2.5 英寸硬盘上率先使用这种磁头。技术的不断更新使硬盘的储存容量和磁碟的记录密度能够以每年 60% 的成长速度上涨。这是其他存储设备所不能相比的。

Seagate 则是在主轴马达科技上独领风骚, 这是该公司在高级硬盘市场上领先群体的主

要原因。在 1990 年之前,硬盘的主轴马达的标准转速为 3600RPM (Revolution Per Minute), Seagate 于 1990 年推出使用 5400RPM 的硬盘——该公司的 Elite 系列,一举将高容量高性能硬盘的主轴马达转速推向 5400RPM 水准,在两年后公司再度推出全世界第一台使用 7200RPM 主轴马达的 3.5 英寸 SCSI 接口硬盘。因为越来越快的性能表现,Seagate 又再度于 1996 年 10 月推出业界第一台使用 10000RPM 主轴马达的硬盘,将硬盘的性能再推上另一个高峰。Seagate 在这几年间建立了每三年将磁盘的马达转速推到另一个更高的转速的惯例。

另外,现在各个大公司和学术研究机构都在研究其他增加记录密度的各种可能技术。Seagate 于 1997 年购并了一家发明了称为 OAW (Optic Assist Winchester) 新技术的公司——Quinta。这种技术是以光学装置来辅助磁记录的方式,来增加磁记录的密度。该公司于 1998 年公开展示了可以工作的 OAW 装置,预计它一旦批量生产进入市场,将会使硬盘的储存容量向上提升数倍。Quantum 与 Terastor 也有类似的动作,只是离商业化还有一段很长的距离。

读写通道 (Read/write channel) 技术的改良对硬盘性能的提高也有很大帮助。一种已经在太空通信中使用多年的技术——PRML 读取通道,也在 1994 年首次用于硬盘上,以取代传统的峰值检测法 (Peal detection)。这一新读取技术也让磁盘的单位储存容量提升约 30%。

此外,磁头日益接近盘片表面,硬盘的抗震能力,尤其是 2.5 英寸硬盘的工作中抗震能力大幅度提升,1992 年 Seagate 首先将其所生产的 2.5 英寸硬盘工作中抗震能力 (Operating Shock) 提高到 100G,这甚至比 3.5 英寸硬盘的非工作中抗震能力 (Non-operating Shock) 75G 还高,目前业界推出的 2.5 英寸硬盘甚至已经将非工作的抗震能力提高到 500G 的空前程度 (桌上型计算机用的硬盘则可达 300G)。

目前抗震性比较好的桌上型计算机用硬盘是 Quantum 的 Fireball KA13.6。只是要提醒读者的是,不论硬盘所标示的抗震能力有多高,硬盘还是非常脆弱的精密产品,还是尽量让它在良好的环境中工作为好。

Quantum 原来在硅谷的硬盘业中并没有太突出的表现,可是该公司在 80 年代末期改变生产策略,将整个硬盘生产工作全部交由该公司的生产伙伴,日本的 MKE 负责,并且只专注于几家 OEM 客户,终于在 1993 年取代 Conner 而成为世界硬盘销售量最大的厂商。

Western Digital 最早是一个硬盘控制器的生产厂商,在 80 年代购并了几家适配卡厂商,一直到该公司购并了硬盘厂商 Tandon 之后才涉足硬盘业。Western Digital 在 90 年代中期表现相当杰出。

相对于 Quantum 以及 Western Digital,Seagate 则是另一种经营策略。在 1989 年 10 月购并了 CDC 生产硬盘的子公司之后,在 1992 到 1997 年之间,在硬盘厂商中,是唯一没出现赤字的公司。不过在购并 Conner 之后,由于 2.5 英寸硬盘的竞争力不强,Seagate 在过去这几年市场占有率一直不太理想。

硬盘发展的十年中,许多曾名噪一时的大公司都在很短的时间内寂静无声,或被吞并,或停产歇业,即使是存活下来的公司,日子也不是都很好过。只有 IBM 始终都是主要的厂

商，它也是在硬盘发展的历史上，十年中唯一存活下来的公司。今天在前几名硬盘厂商，任何一个都不敢保证可以在未来的市场中保持长盛不衰。这也是高科技产业的特点，同时也是由市场规律所主导的。

第2章 硬盘的内部结构 和外部接口

本章比较简要的介绍一下有关硬盘内部接口和外部接口的一般知识。虽然我们的目的是要让读者对当前流行的、以及不久的将来可能流行的硬盘技术有初步了解，但在介绍的过程中我们依然会介绍一些已经淘汰的技术，并对现在流行技术的发展历史概括介绍一下，这样做无非是为了使读者对这些技术了解更加全面，并通过同被淘汰的技术做比较，从而更清楚地了解当前流行技术的优缺点。

2.1 温式硬盘

目前我们在市场上看到的硬盘，都是所谓的温式硬盘，即温彻斯特硬盘（Winchester Rigid Disc Drive）。温式硬盘主要指的是它的磁头构造，第一代的温式硬盘所使用的磁头被称为 Winchester Head（温式磁头），所以“温式硬盘”这个名字就一直流传至今。今天，我们常常可以从厂商的产品规格中看到，他们的硬盘是 xx%（如 50%）的磁头，这是指它的磁头大小与第一代温式磁头的大小相比，50%即是指其磁头尺寸为第一代温式磁头的 50%。

下面我们来大概看一下 Winchester 硬盘的构造。Winchester 硬盘是由 1 片到十数片（目前 PC 机中最常见的是 1 片到 4 片不等）硬盘片（Rigid Media，或 Platter）固定于主轴马达（Spindle Motor）的主轴上，磁头（Magnetic Head）则是固定在磁头定位器（Head Positioner）上的。每一个盘片的表面至少有一个磁头。当硬盘没有运转的时候（没有加电），磁头就停放在硬盘片的表面上，或是停放在硬盘片旁边的一个“停车”装置上（PC 机一般停在盘片表面，可以停放在任意磁道或是专门的停放区。“停车”装置只用在笔记本计算机中）。在硬盘的磁头盘片总成（Head Disc Assembly, HDA）内充满了高度洁净的空气。一旦硬盘加电，主轴马达启动转动硬盘片，转动所产生的气流会产生空气浮力而使磁头滑轨上的空气轴承（Air Bearing）自动产生轴承的效果，而将磁头推离盘片的表面（就像飞机与跑道的关系）。硬盘的基本结构如图 2-1 所示。

在硬盘的磁头盘片总成内的气体必须是高度洁净的空气。因为硬盘在运转的时候，它的磁头是以非常接近盘片表面的高度来“飞行”，所以硬盘的磁头盘片总成必须在非常干净的无尘室（洁净度介于 Class10 到 Class100 之间，所谓的 Class xx 是指在一立方米的空

间中，空气中的直径超过 1 埃（埃= 10^{-6} 英寸）的尘粒不得超过 xx 颗）环境中装配，而且在其运转时也必须维持同样洁净的环境，否则磁头在高速飞行时会撞到空气中的尘粒（Particle）而损毁。这种情况就是通常所说的“磁头撞毁”（Head Crash），往往导致硬盘的彻底损坏。

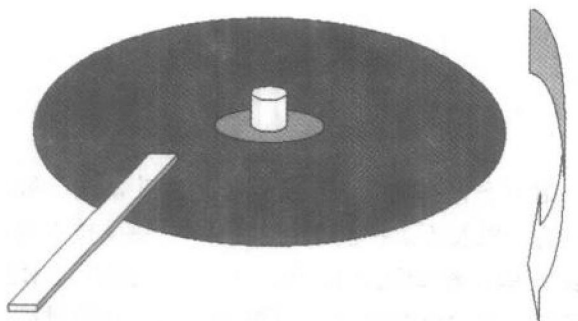


图2-1 硬盘的基本构造

世界上的第一台温式硬盘是 IBM 公司于 1973 年推出的，它使用的是 14 英寸直径的硬式盘基（Rigid Disc，或 Rigid Media）。当年它的记录密度（Areal Density）只有每平方英寸 1.67M 位，同如今的每平方英寸 20G 位相比，简直是天壤之别了。

2.2 硬盘内部结构概述

硬盘是一个十分精密的机电组合，通常由磁头盘片总成（从外表看往往是一个黑色或是银白色的金属盒子），以及一个控制电路（印刷电路板及电子零件总成，Print circuit Board Assembly, PCBA）两部分所组成。

磁头盘片总成也就是硬盘的机械零部件，它主要的作用有两个：一是读写磁头定位（Positioning），二是信息的写入和读出。

印刷电路板上的电子零部件也提供了两个主要的功能：一是将计算机系统所使用的数字信号和从磁盘盘片上读出的模拟信号（电流大小、磁场方向等）互相转换。第二个作用是提供所有机械零部件所需的控制信号。

下面我们来具体看一下各个组成部分的详细情况。

2.3 磁头盘片总成

我们在前面提到硬盘主要由两大部分组成：磁头盘片总成和控制电路部分。以下要介绍的是硬盘的磁头盘片总成的内部构造。

上盖 (Top Cover)、底座 (Base Plate) 和垫圈 (Gasket)

硬盘的上盖、底座和垫圈共同组成了硬盘的外壳，外壳更重要的作用是提供对硬盘内部结构的保护，维持 HDA 内的密封完整性，有些硬盘的外观设计还可以起到防护静电和减少震动的作用。硬盘的上盖和底座也就是从外表可以看到的金属壳，材质有铝质和不锈钢材质两种，都是以压制 (Pressed) 或是挤铸 (Die-casted) 工艺制成的。现在的硬盘厂商一般会把硬盘的设置资料 (如硬盘型号、跳线设置，或 SCSI ID 的基本设置资料，技术支持电话、主页网址等) 印刷在上盖上，以方便他们的客户查询。而底座主要的功能是固定磁头盘片总成 (HDA) 内部的各项零部件，例如主轴马达。它们的形式一般会因为不同的厂商、不同的产品型号而分为两种，一种是平平的一片，另一种是碗状的，如 Quantum 的 Fireball 系列及 Seagate 的 Medialist 系列硬盘的上盖就是碗状的。

上盖和底座一起把整个硬盘包了起来，一般来说这两者都是非常光滑的，能够尽量紧密地结合在一起，保证磁盘内部空气的洁净度。有时为了确保密封性，还会在它们之间设计一个垫圈，一般是用橡胶或弹性较好的金属填充在两者之间。市场上也有一些硬盘是无垫圈设计的，它们直接使用金属材料 (通常是用铜或铝) 的胶条沿 HDA 四周上盖和底座的结合缝处贴起来，以达到密封效果。这种设计一方面可以确保完全密封的效果，另一方面也可以防止来自系统的电磁干扰 (EMI)。不过这种胶条由于暴露在外，很容易被刮伤，一旦密封胶条被损坏，HDA 内部的密封性就容易遭到破坏。这样，一来硬盘可能会因此而产生坏扇区 (Bad sector)，二来厂商可能会因此而不再提供保修。

读写定位部分

磁盘中盘片上的信息是按照磁道来存储的，所谓磁道就是盘片上的一组同心圆，而每一个圆又分为几个扇区，磁头读写信息是以扇区为单位进行的，每次至少读写一个扇区的数据。所以对磁盘中指定位置的数据进行读写，就要确定盘片号、磁道号和扇区号三个地址信息。因为一般每个盘片上都有至少一个读写磁头，所以盘片号只要由控制电路来指定哪个磁头进行读写即可。而磁道号的定位则是由磁头定位器马达来完成的，扇区的定位是由主轴马达来完成的。

磁头定位系统 (Head Positioning) 马达

由于硬盘的磁头是固定在磁头驱动臂 (Arm Actuator) 上的，因此磁头的移动只是在磁道与磁道之间变动，也就是磁头的移动方向只限于磁头驱动臂与盘片表面所构成的垂直线方向，这样只有在定位磁道时才能移动磁头。

磁头定位器 (Head Positioner) 马达，其主要功能就是负责磁头在搜寻磁道时的定位功能。硬盘的磁头定位系统可分为开环系统 (Open Loop) 和闭环系统 (Close Loop) 两种。开环系统 (Open Loop) 是一种较早的磁头定位系统，这种定位系统使用构造不是很精密的步进马达作为定位马达来进行磁头定位的工作。由于它的定位是依靠机械刻度的，必然有精度的限制，因此它的定位是无法满足较高的磁道密度 (Track per Inch, TPI) 的

硬盘的，而且容易产生搜寻错误，所以现在早已淘汰了。

闭环式磁头定位系统（Close Loop）原来是用于大型机上的，现在由于硬盘容量的急剧上涨，目前市场上的各种尺寸或者接口的硬盘都是清一色的使用闭环式磁头定位系统。

在 Close Loop 定位系统所采取的是音圈马达（Voice Coil Motor, VCM），它根据电流的大小来作为移动位移，可以达到比步进马达更高精密度的磁道密度（Track Density），并且驱动器在进行搜寻磁道的工作时，要依据记录在盘片上的“伺服信号”来计算所到的位置是否就是想到达的地方，所以可以达到精确定位磁头的目的。

所谓的“伺服信号”是由磁盘中一个叫“伺服（Servo）系统”的电路写入的。目前的伺服系统一般有两种，一种是专用伺服系统（Deducted Servo System），一种是内嵌式伺服系统（Embedded Servo System）。专用伺服系统会占用一部分盘片表面作为它的伺服面（Servo Surface）。专用伺服系统运行时会产生大量热量，会影响到硬盘本身的性能表现，现在市场上所看到的硬盘几乎已经放弃这种伺服系统，而采用内嵌式伺服系统。

内嵌式的伺服则是将伺服信号（Servo Burst）写在磁道内，同用户数据写在一起，利用伺服解调器（Servo Demodulator）来分辨伺服信号与用户数据信号，当伺服解调器识别出信号之后，即读取它后面的磁道信号，再利用定位信号计算出磁头在磁道上的偏差量，将这些偏差数据送回定位控制器之后，就可以精确定位了。磁头在搜寻磁道时，就已经进行定位补偿的工作，因此运转所产生的热量并不会对它产生任何影响。

❑ 主轴马达（Spindle Motor）

主轴马达的主要任务有两点：

- 带动盘片（Media）高速旋转，从而提供磁头悬浮所需的空气浮力。
- 将操作系统想要存取的磁盘扇区送到磁头下方，进行数据读写的操作。

前面已经讲过，在温式硬盘中磁头移动需要盘片高速旋转产生的空气浮力。盘片是固定为主轴马达的转轴（Spindle）上，当马达达到所设计的定速时，它持续旋转所产生的空气浮力就会让磁头以固定的高度悬浮于磁盘表面。

主轴马达的另一个任务就是在转动时，将盘片表面的指定扇区带到磁头下方，以便磁头对磁区（Magnetic Domain）进行数据的读取。正是因为它的旋转速度与指定扇区送到磁头下方的速度，有着绝对的关系，所以主轴马达的转速与硬盘的性能表现有密不可分的关系。主轴马达的转速越高，它消耗在等待指定扇区到达磁头下方的时间也就越短，反映到硬盘的整体性能，也就会随着转速的提高而有明显提高。

事实上，从上面介绍的磁头定位过程可以看出，磁头定位时间主要是磁道搜寻时间（Seek Time）和主轴马达将想要读写的数据所在的扇区送到磁头下方的等待时间（Latency）。这些时间消耗再加上硬盘上的接口控制器（Interface Controller）的执行这些动作与指令所需花费的指令处理时间（Controller overhead），就是测试硬盘整体性能表现时常用的所谓“平均存取时间”（Average Access Time）。

主轴马达的转速越高，成本就越高，在运转时产生的热量也就越多，当然它的电源消