

微机磁盘光盘 系统原理与维修

吴产乐

郭学理

编 著

武汉大学出版社



微机磁盘光盘系统原理与维修

吴产乐 郭学理 编著



武汉大学出版社

内 容 简 介

本书系统地阐述磁盘存储器和光盘存储器的基础知识、工作原理和接口标准,详细地分析和介绍微型计算机软盘子系统和硬盘子系统的功能结构、电路原理、驱动软件和使用维修技术,并给出了许多典型的磁盘存储器性能参数、工作程序和故障分析实例。

全书硬件与软件、原理与维修、分析与图表相结合,内容充实,系统完整,并联系实际介绍了许多分析方法和维修经验,其系统性和实用性较强。本书可作为大专院校计算机专业微机原理、接口技术和外部设备课程教材和教学参考书以及广大微机用户和维修人员培训班教材和工作参考书。

微机磁盘光盘系统原理与维修

吴产乐 郭学理 编著

*

武汉大学出版社出版发行

(430072 武昌 珞珈山)

海南华美公司文字处理

武汉大学印刷厂印刷

*

787×1092 毫米 1/16 13 印张 312 千字

1991 年 3 月第 1 版 1991 年 3 月第 1 次印刷

印数:1-4000

ISBN 7-307-00946-3/TP·33

定价:5.50 元

前 言

计算机技术进步和应用日广,微处理器和内存储器的性能不断升级,促进了计算机外存储技术的同步发展和迅速提高。采用磁记录技术或光记录技术的磁鼓、磁带、软磁盘、硬磁盘、光盘等主要外存设备在计算机发展的不同阶段发挥着重要的支撑作用。外存设备的存储容量、存取速度、数据传输率、微型化程度、性能价格比的不断提高直接引起计算机系统性能的提高和升级。

微型计算机系统装备的主要外存储设备是软(磁)盘、硬(磁)盘和光盘。软盘存储器体积小、介质可换和方便廉价等优点使其成为数据存储和交换的重要设备,它为微型计算机的推广和应用起了重要作用;基于温彻斯特技术的微小型硬盘存储器在微机外存系统中处于主导地位,以温盘为核心的各种外存储器构成多样化多层次结构;光盘存储器异军突起,光存技术日臻完善,在与硬盘相互竞争和相互促进中发展成为一个欣欣向荣的产业。软、硬、光盘作为各种微机系统主要外存设备的地位无可替代和日益巩固加强。

为了适应微型计算机的开发应用、教学科研以及故障诊断和维修的需要,我们在长期从事微型计算机系统原理、接口技术、外部设备和计算机应用等课目的教学、科研、使用、维修的基础上编写了这本书。它是在计算机外存领域中教学实践、科研成果、维修经验的积累和阶段性总结。

本书分十二章和三个附录。第一章是磁盘存储器基础,介绍数据磁记录原理、介质、方式和编码技术。磁盘驱动器和控制器的基本结构、功能和性能参数作为软盘和硬盘的共同知识作了统一介绍。第二章是计算机外存储器接口标准,从作为磁盘工业标准的各种流行驱动器接口介绍到前途远大的智能外围子系统接口。第三、四、五、六章围绕着软磁盘系统地介绍了软盘驱动器、软盘控制器、软盘接口软件和软盘子系统的故障诊断和维修。第七、八、九、十、十一章围绕着硬磁盘系统地介绍了硬盘驱动器、硬盘控制器、硬盘 ROM BIOS 以及硬盘子系统的使用和维修。第十二章概要地介绍了各种光盘存储器的记录原理、技术要点、应用领域和发展趋势,为计算机工作者步入光存时代作理论准备。附录 A 是关于磁盘存储器和光盘存储器的一些主要性能指标和技术参数。附录 B 是软盘检查程序清单说明。附录 C 是 IBM PC/XT 系统配置的软盘与硬盘的控制器和驱动器逻辑电路图。

本着基本原理与实用技术相结合强调实用性的原则,本书以系统的观点,从维修的角度深入分析了微型机软盘子系统和硬盘子系统的硬件结构、接口信号、电路原理和驱动软件,突出了对于微小型软盘存储器、硬盘存储器的使用维修、测试调整 and 实际动手能力。因此本书除作为大专院校计算机专业微型计算机原理和接口技术、微型机外部设备等课程的基本教材之外,也是从事微型计算机系统分析、使用开发以及广大维修人员的培训教材和自学读物,对于相关专业的教师、研究生和计算机科技工作者也有相当的参考价值。

本书编写过程中,曾得到武汉大学教务处、计算机科学系领导和老师们热情支持和大力帮助,曹万里、程伟同志承担了大量的技术性工作,付出了辛勤的劳动,编者一并向他们表示

衷心的感谢。

由于计算机磁外存和光外存涉及的时间跨度长、发展速度快和技术难度大，编者的水平和经验有限，因此本书会有不妥和错误之处，敬请专家和读者批评指正。

编 者

1990年9月于武汉大学

目 录

前 言	(1)
第一章 磁盘存储器的基础知识	(1)
§ 1.1 计算机外存设备及磁盘子系统	(1)
1.1.1 计算机外部存储设备	(1)
1.1.2 微型计算机磁盘子系统	(2)
§ 1.2 数据磁记录原理	(3)
1.2.1 磁记录原理	(3)
1.2.2 磁记录过程	(3)
§ 1.3 磁记录介质	(5)
1.3.1 软磁盘片	(5)
1.3.2 硬磁盘片	(7)
1.3.3 5.25 英寸软磁盘磁道格式	(8)
1.3.4 5.25 英寸硬磁盘磁道格式	(10)
§ 1.4 数据磁记录方式和编码技术	(12)
1.4.1 数据磁记录方式	(12)
1.4.2 磁记录的编码技术	(12)
1.4.3 三电平归零制	(13)
1.4.4 归零制	(14)
1.4.5 逢 1 翻转不归零制 NRZ-I	(14)
1.4.6 异码翻转不归零制 NRZ-C	(14)
1.4.7 FM 制编码方式	(15)
1.4.8 MFM 制编码方式	(16)
1.4.9 M ² FM 制编码方式	(16)
1.4.10 GCR(4/5)编码方式	(17)
1.4.11 2,7RLL 制编码方式	(17)
§ 1.5 磁盘存储器的基本组成和技术参数	(18)
1.5.1 磁盘驱动器的基本组成	(18)
1.5.2 磁盘控制器的基本组成	(21)
1.5.3 小型磁盘驱动器的主要技术参数	(22)
第二章 外存接口标准	(24)
§ 2.1 微型计算机外存接口技术	(24)
§ 2.2 ST506/412 接口	(26)
2.2.1 ST506/412 接口	(26)

2.2.2 ST412 HP 接口	(30)
§ 2.3 ESDI 接口	(30)
§ 2.4 SMD 接口	(35)
§ 2.5 SCSI 接口	(36)
§ 2.6 IPI 接口	(39)
§ 2.7 外存接口性能比较	(40)
第三章 软盘驱动器	(42)
§ 3.1 软盘驱动器的性能和接口	(42)
§ 3.2 软盘驱动器的组成和功能	(43)
§ 3.3 软盘驱动器工作原理	(44)
§ 3.4 软盘驱动器电路	(45)
3.4.1 驱动器选择电路	(45)
3.4.2 磁头选择电路	(45)
3.4.3 主轴电机恒速电路	(46)
3.4.4 索引检测电路	(46)
3.4.5 零磁道检测电路	(46)
3.4.6 写保护检测电路	(47)
3.4.7 磁头寻道定位控制电路	(47)
3.4.8 写电路和抹电路	(48)
3.4.9 读电路	(51)
第四章 软盘控制器	(53)
§ 4.1 软盘控制器的结构和功能	(53)
§ 4.2 软盘控制器接口信号	(54)
§ 4.3 软盘控制器电路	(54)
§ 4.4 μ PD756 软盘控制器芯片	(61)
4.4.1 μ PD765 的结构	(61)
4.4.2 μ PD765 的功能	(64)
4.4.3 μ PD765 的命令及其组成	(65)
第五章 系统 ROM BIOS 中软盘程序和参数	(71)
§ 5.1 软盘基本参数表	(71)
§ 5.2 软盘数据区及定义域	(72)
§ 5.3 软盘硬中断处理程序	(73)
§ 5.4 软盘 I/O 驱动程序	(73)
§ 5.5 软盘 I/O 驱动程序调用	(84)
第六章 软盘子系统的故障诊断与维修	(86)
§ 6.1 软盘子系统故障类型和定位	(86)

§ 6.2 软盘子系统故障诊断方法	(87)
6.2.1 自检和引导时 ROM BIOS 对软盘子系统的检查	(87)
6.2.2 使用 DEBUG 调试程序进行故障诊断	(88)
6.2.3 利用 INT 13H 编写软盘子系统诊断测试程序	(89)
6.2.4 IBM PC/XT 高级诊断程序对软盘子系统的测试	(90)
§ 6.3 软盘驱动器故障分析与维修	(90)
6.3.1 软盘驱动器故障诊断流程	(90)
6.3.2 检查电源及电缆连接	(91)
6.3.3 选盘电路故障分析	(91)
6.3.4 主轴驱动电路故障分析	(91)
6.3.5 零磁道电路故障分析	(92)
6.3.6 磁头选择电路故障分析	(92)
6.3.7 寻道故障分析	(93)
6.3.8 磁头部件故障分析	(93)
6.3.9 读电路故障分析	(93)
6.3.10 写电路和抹电路故障分析	(93)
6.3.11 索引电路故障分析	(94)
6.3.12 磁头定位检测与调整	(94)
§ 6.4 软盘控制器的故障诊断与分析	(95)
6.4.1 软盘控制器故障检测流程	(96)
6.4.2 软盘控制器故障诊断与排除	(96)
§ 6.5 软盘子系统的故障排除维修实例	(97)
6.5.1 软盘复位故障检修	(98)
6.5.2 00 磁道故障的排除	(98)
6.5.3 寻道故障的排除	(98)
6.5.4 索引信号故障的排除	(98)
6.5.5 DMA 传送故障的检修	(98)
6.5.6 读数据系统故障检修	(99)
6.5.7 写数据系统故障检修	(101)
6.5.8 驱动器主轴转速异常的检修	(101)

第七章 硬盘驱动器	(102)
§ 7.1 硬盘存储技术的发展	(102)
§ 7.2 硬盘驱动器结构	(102)
7.2.1 温彻斯特技术的特点	(102)
7.2.2 硬盘驱动器组成	(103)
§ 7.3 硬盘驱动器接口信号	(103)
§ 7.4 硬盘驱动器电路	(104)
7.4.1 6803 单片机	(104)
7.4.2 驱动器选择电路	(104)

7.4.3	磁头定位驱动电路	(104)
7.4.4	磁头选择电路	(106)
7.4.5	写电路	(106)
7.4.6	读电路	(106)
7.4.7	检测电路	(107)
第八章	硬盘控制器	(108)
§ 8.1	硬盘控制器的功能和组成	(108)
§ 8.2	硬盘控制器接口信号	(110)
§ 8.3	硬盘控制器电路	(110)
8.3.1	处理机接口电路	(110)
8.3.2	智能控制电路	(113)
8.3.3	驱动器接口电路	(118)
§ 8.4	硬盘控制器工作状态	(119)
§ 8.5	硬盘控制器命令	(121)
8.5.1	设备控制块(DCB)	(121)
8.5.2	控制器命令摘要	(122)
§ 8.6	硬盘控制器错误信息	(124)
§ 8.7	硬盘控制器编程要点	(126)
第九章	硬盘 ROM BIOS	(127)
§ 9.1	硬盘 ROM BIOS 功能	(127)
9.1.1	硬盘 ROM BIOS 结构	(127)
9.1.2	INT 13H 处理程序的功能	(128)
§ 9.2	硬盘 ROM BIOS 程序框图	(129)
9.2.1	初始化程序框图	(129)
9.2.2	INT 19H 引导装入程序框图	(131)
9.2.3	INT 13H 处理程序(硬盘驱动程序)框图	(132)
第十章	硬盘的使用	(134)
§ 10.1	硬盘使用前的准备工作	(134)
10.1.1	初始化	(134)
10.1.2	建立 DOS 分区	(134)
10.1.3	格式化	(135)
10.1.4	磁盘参数建立过程	(135)
§ 10.2	硬盘分配	(136)
10.2.1	主引导程序	(136)
10.2.2	分区信息表	(137)
10.2.3	PC DOS 分区	(137)
§ 10.3	硬盘引导	(140)

10.3.1	主引导程序分析	(140)
10.3.2	PC DOS 分区引导程序分析	(141)
10.3.3	硬盘引导过程	(141)
第十一章	硬盘子系统的故障诊断与维修	(143)
§ 11.1	硬盘故障分类	(143)
§ 11.2	硬盘故障诊断初步	(143)
11.2.1	硬盘子系统在引导时的故障诊断	(143)
11.2.2	硬盘操作中故障诊断	(146)
§ 11.3	软件故障诊断与修复	(146)
11.3.1	00 磁道软故障诊断及修复	(146)
11.3.2	引导过程中系统文件故障及排除方法	(148)
11.3.3	硬盘使用过程中出现读/写故障与修复方法	(150)
§ 11.4	硬盘控制器故障诊断与修复	(150)
§ 11.5	硬盘驱动器常见故障的诊断、排除方法及原则	(151)
11.5.1	驱动器主轴电机转动的故障	(151)
11.5.2	驱动器不能进入“准备好”状态	(153)
11.5.3	驱动器选择电路故障	(154)
11.5.4	索引电路及主轴电机恒速系统故障	(155)
11.5.5	寻道系统故障	(155)
11.5.6	00 道故障	(155)
11.5.7	读数据电路故障	(156)
11.5.8	写数据电路故障	(157)
11.5.9	“写故障”检测电路和“磁头不安全”电路故障	(157)
11.5.10	硬盘驱动器故障维修实例	(158)
§ 11.6	硬盘诊断程序的使用	(161)
11.6.1	HDTEST 硬盘诊断程序	(161)
11.6.2	IBM 个人计算机高级诊断程序	(161)
第十二章	光盘存储器	(164)
§ 12.1	光盘存储器的种类和特点	(164)
§ 12.2	光盘记录原理	(166)
12.2.1	WORM 光盘记录原理	(167)
12.2.2	磁光盘记录原理	(167)
12.2.3	相变光盘记录原理	(168)
§ 12.3	光盘存储器主要技术	(169)
§ 12.4	CD ROM 光盘存储器	(172)
§ 12.5	WORM 光盘存储器	(173)
12.5.1	WORM 光盘存储器的组成和特点	(173)
12.5.2	WORM 光盘存储器的应用	(174)

§ 12.6 磁光盘存储器	(174)
12.6.1 磁光盘存储器的性能特点	(174)
12.6.2 磁光盘的应用	(176)
附录 A 参数表	(177)
IBM PC/XT(AT)各类磁盘的基本输入/输出参数表	(177)
2.5 英寸硬盘驱动器主要技术性能参数	(178)
3.5 英寸高档硬盘驱动器主要技术性能参数	(178)
5.25 英寸高档硬盘驱动器主要技术性能参数	(179)
5.25、3.5 英寸磁光盘存储器主要技术性能参数	(179)
附录 B 软盘检查程序(DISKETTE)	(180)
附录 C 逻辑图	(183)
5-1/4 Inch Diskette Drive Adapter(Sheet 1~4 of 4)(记为 5"DDA 图 4 之 1~4)	
.....	(183~186)
5-1/4 Inch Diskette Drive—Type 1(Sheet 1~3 of 3)(记为 5"DD 图 3 之 1~3)	
.....	(187~189)
Fixed Disk Drive Adapter (Sheet 1~6 of 6)(记为 FDDA 图 6 之 1~6)	(190~195)
Fixed Disk Drive—Type 2 (Sheet 1~3 of 3)(记为 FDD—2 图 3 之 1~3)	(196~198)

第一章 磁盘存储器的基础知识

§ 1.1 计算机外存设备及磁盘子系统

利用数据磁记录原理的表面介质型外部存储设备(硬盘、软盘、磁带、磁带库等),在各种计算机系统中广泛地使用着,占有非常重要的地位。这些外部存储设备,属于磁表面存储器。磁表面存储器是利用基质表面上的一层磁介质来记录信息的。在微型计算机系统中使用最广的磁表面存储器是磁盘(软磁盘和硬磁盘)存储器,它由磁盘驱动器、磁盘控制器和磁盘片组成。控制器、磁盘片、驱动器的控制电路、读写电路、磁头组件、主轴伺服系统以及一整套精密而复杂的机械结构都是围绕着磁表面记录精心设计和制造的。

本章将对磁盘存储器的存储介质、数据磁记录原理、数据磁记录方式和各种磁记录编码技术进行系统的说明,进而对磁盘存储器的基本结构功能和主要技术参数作简要介绍。

1.1.1 计算机外部存储设备

早期计算机的主要外部存储设备是磁鼓和鼓带。随着磁记录技术的迅速发展,到70年代中期,由于磁盘驱动器具有磁鼓所不能比拟的许多优点,所以很快就取而代之成为计算机的主要外存设备,磁带机则主要充当磁盘的后备文件库来使用。十几年来中央处理机的内存储器技术发展迅猛,对外存储器要求日益提高。磁记录的一些重大关键技术相继突破,磁盘驱动器的存储容量、记录密度和数据存取速度等都得到大幅度的提高,应用范围也越来越广。硬磁盘驱动器的单机容量已从70年代中期的几十兆、几百兆字节上升到现在几万兆字节;而记录密度从不足每平方英寸3兆位提高到40兆位;数据传输率从不足每秒1兆位提高到32兆位;数据存取时间从近100毫秒下降到10毫秒左右;品种规格从14英寸的单一产品发展到现在的10.8、10.5、9、8、5.25、3.5、2.5、2英寸等多种盘径的驱动器,应用范围也从通用计算机扩大到小型计算机、微型计算机等多种领域。

80年代兴起的光记录技术日臻完善,光盘存储器在计算机外存中异军突起,已形成了一个欣欣向荣的产业。随着计算机数据处理量的增加和速度的提高,在其外存设备中又增添了半导体“磁盘”、光盘、光盘库、盒式磁带库等新的品种。半导体“磁盘”实际上是一种半导体存储器,而不是根据磁记录原理而制成的真正的磁盘,因从软件的角度来看,它和磁盘具有类似的功能而得名。光盘库和盒式磁带库是能够提供特大存储容量的自动换盘光盘系统和盒式磁带系统。图1.1示出了计算机存储设备层次的构成情况。

从计算机存储设备的层次结构看出,从上到下,存储容量越来越大;以下到上,存取速度越来越快。它们在计算机存储设备中以各自的特点发挥着不同的作用,大大提高了计算机系统的处理能力。CPU高速缓存和内存属于纳秒(ns)级存储器,磁盘和光盘属于毫秒(ms)级存储器,磁带等属于秒(s)级存储器。如果把内存、硬磁盘、磁带分别称为一次、二次、三次存储装置,

那么容量和存取速度处在内存和硬盘之间的半导体“磁盘”就可称作一点五次存储装置，而处在硬磁盘和磁带之间的光盘称作二点五次存储装置。

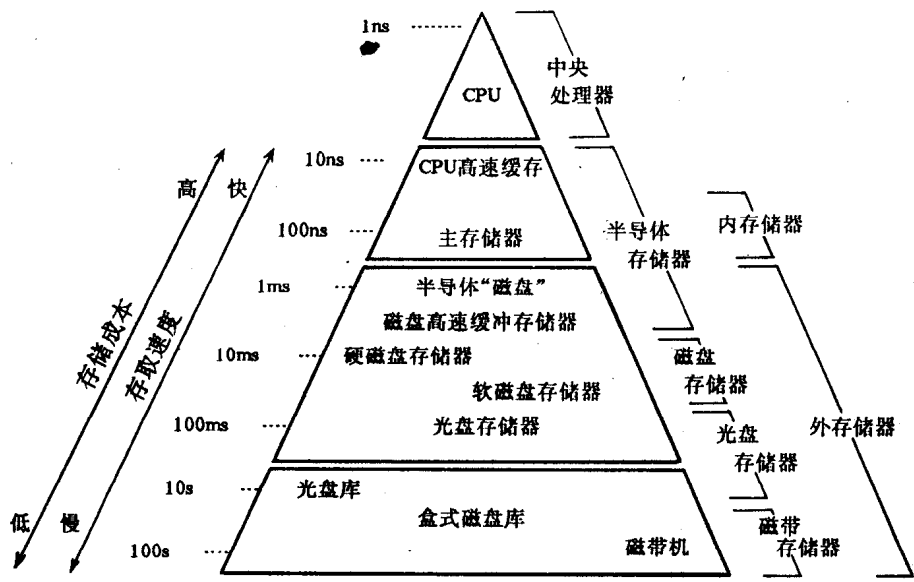


图1.1 计算机存储设备层次的构成

计算机系统存储设备长期处于互相竞争、互相补充的局面，磁盘存储器一直处于中心位置。磁记录技术利用电磁感应原理，离不开各种部件的机械运动，这给它的发展带来一定局限性。人们寻求一种“静止”的全电子化的存储方式，以便获得速度快、容量大的存储装置。其中有曾给人们厚望的磁泡技术、全息光存技术以及现在都以盘的形式在外存设备中各占一席的半导体“磁盘”和光盘。正是由于磁盘技术在三十多年来的研究和生产中积累了精密加工技术、数据编码技术、伺服技术、大面积薄膜溅射工艺、伺服盘刻划技术等等，在此基础上，加上光学跟踪技术和激光技术才有如今的光盘技术。现在可抹重写光盘的出现使磁盘面临更严峻的考验，但从目前的技术水平来看，光盘的挑战只是促使磁盘向更高水平挺进。在本世纪内，磁盘仍是外存储器的主力。这两者各有所长：光盘在存储容量和低成本方面占有优势，磁盘在存取速度和数据传输率方面仍然领先。预计这种互相竞争又互相促进的局面还将继续下去。

1.1.2 微型计算机磁盘子系统

微型计算机系统一般包含 CPU 子系统、内存子系统、磁盘子系统、显示子系统、打印子系统、通信子系统等等。其中磁盘子系统包括软磁盘子系统和硬磁盘子系统，作为综合性论述统称为磁盘子系统或磁盘系统。图 1.2 表明了磁盘子系统的组成。

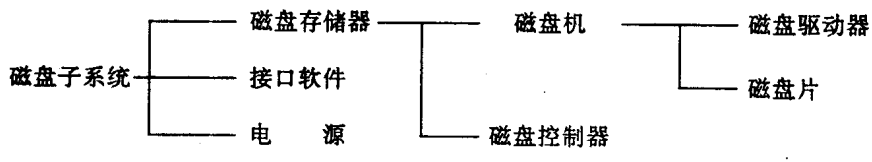


图1.2 微机磁盘子系统组成

磁盘机是磁盘子系统的基础,对于硬磁盘机,它的硬盘片就安装在驱动器内;而对于软磁盘机,它的软盘片在使用时插进驱动器,不用时取出保存。磁盘控制器是微型计算机系统中主机与磁盘驱动器之间的接口设备,它通过微型计算机系统总线与主机联结,它与磁盘驱动器的联结必须遵从一定的磁盘接口标准。磁盘控制器是主机与驱动器之间命令、数据、状态的中转设备。微机系统通过接口软件控制整个磁盘子系统的工作。

磁盘子系统(这里主要指硬盘子系统)与主机的硬件联结形式通常有四种。第一种是内含式,如 IBM PC/XT 那样,硬盘控制器板安装在微型机总线插槽中,硬盘控制器通过命令电缆和数据电缆与控制器联结,使用主机提供的电源。第二种是插卡式的,驱动器和控制器都安装在一块插件板上,直接插入主机总线插槽中即可。第三种是外挂式,驱动器、控制器和电源安装在一个专用机箱中,子系统通过总线电缆与主机相联。第四种形式是控制器板装在主机插槽中,而驱动器和它的电源装在另一个机箱中,驱动器通过电缆与控制器相联。内含式子系统装配简单,使用方便。外挂式子系统在系统扩充时用得多。由于现在微型计算机种类繁多,系统总线接口形式不少,所以用户在选择时,除了确定驱动器外,还要研究控制器的类型,看其是否适合自己微型计算机总线结构。第四种子系统具有一定的灵活性,它实际上是在控制器已经确定的基础上,用户根据系统的需要,选用合适的驱动器。

随着磁盘驱动器的性能不断改进,磁盘控制器的功能不断提高以及高效多功能的接口标准、接口软件不断推出和采用,磁盘子系统的智能化程度和性能价格比都在不断地提高。

§ 1.2 数据磁记录原理

1.2.1 磁记录原理

数据磁表面记录是对磁表面存储器的数据式记录。利用电子线路把要记录的二进制数据转换成有规律的脉冲序列,脉冲序列在磁头线圈中形成的电流使磁头周围产生磁场,磁场将使在磁头下运动的磁盘的介质磁化。为了记录二进制数据“1”和“0”两种状态,可以利用磁化强度的大小、饱和和不饱和磁化状态、不同的饱和磁化方向来表示。大多数磁盘存储器都是利用饱和磁记录方式由两种不同的磁化方向来记录二进制数据。磁盘介质被磁化的方向,根据磁头线圈产生的磁场方向不同而不同,于是这些饱和磁化单元的状态就表示了二进制“1”和“0”。目前微机系统中使用的磁盘主要利用水平磁记录方式,它是利用磁头磁场的水平分量在介质上写入信息,盘片磁化方向与盘片水平方向平行。这种记录方式存在自退磁效应,限制了记录密度的进一步提高。

利用磁头磁场的垂直分量在介质上写入信息,使介质的磁化方向垂直于介质平面的方式称为垂直磁记录方式。这种记录方式使相邻位的退磁场几乎为零,各磁束之间不会抵消,反而加强,适合于高密度记录。

在需要取回磁盘上信息时,根据电磁感应原理,介质上的磁化单元可在相对它运动的磁头上感应出与“1”或“0”数据相对应的电动势,利用电子线路还原成为原写入的数据序列。

1.2.2 磁记录过程

我们知道,无论哪种磁表面存储器,记录信息的过程都是一种电磁信息的转换过程,它是

通过磁头与其作相对运动的磁记录介质来实现的。根据磁记录原理，下面分析磁盘的写入和读出过程以及它们对记录密度和可靠性的影响。

1. 磁盘写过程

磁盘驱动器的读写磁头是由高导磁率的软磁材料和线圈绕组等构成。磁头铁芯是图 1.3 所示的环形磁芯，靠盘片一端开有前间隙 g ，为使磁场集中，要求磁头前隙做得很小。磁头前隙的冠顶与盘片之间的距离 d 称为浮动间隙或飞行高度，也要尽量小。工作时磁头线圈接通读电路或写电路，磁盘片相对于磁头作切向运动，磁头进行数据的读或写操作。

磁盘写操作时，要记录的数据序列经过写电路形成写电流，写电流经过磁头线圈在前间隙处产生较强的磁场，磁化前间隙下的磁介质。切断线圈电流，介质上仍存在剩磁形成的磁化单元。磁盘在磁头下作恒速运动，输入的脉冲序列不断改变磁头中电流的方向，即不断改变磁场的方向，这样就在磁盘表面的介质磁层刻下了一串与输入脉冲序列相对应的有规律的磁化单元。

磁头通电后，在磁头前隙附近形成漏磁场。在水平磁记录方式中，利用水平磁场分量作为盘片介质磁化场。磁头浮动间隙越小，介质上的磁场强度就越强，它在磁头前隙中心处最强，向两侧逐渐减小。每次写入的磁化场都修改了前次记录的磁化区的后沿边界，使其变窄，磁化区的边界不在磁头前隙中心，而在后沿。假设磁介质相对磁头没有移动时，磁头线圈通以电流，此时被磁化的介质可分为三个区域：磁头前隙下的饱和磁化区，磁头前隙两侧远处的非磁化区，介于两者之间的过渡区。过渡区介质处于非饱和磁化状态，即不稳定状态。过渡区是增加噪音和影响写记录密度提高的主要因素，越短越好。当磁介质矫顽力高，磁层薄，磁头浮动间隙小，写电流大小适中、上升沿陡时，可以减小过渡区长度和提高写入密度。

2. 磁盘读过程

磁介质上的磁化单元系一串排列整齐的小磁铁，在它们周围建立起磁场。由于磁芯导磁率很高，尽管磁头前间隙极小，但空气磁阻远大于磁芯磁阻，所以当磁头靠近盘片时，磁化单元的磁场取道磁芯构成闭合回路。当磁化单元以一定速度通过磁头时，磁通线经过磁芯与线圈交链，不断发生变化，就在线圈两端感应出如图 1.4 所示的交变电动势 e 。由图可见，在相邻磁元交界处，磁通变化最大，因此感应电势也最大。感应电动势经过读电路放大和处理后，还原成为原来写入的数据脉冲序列。

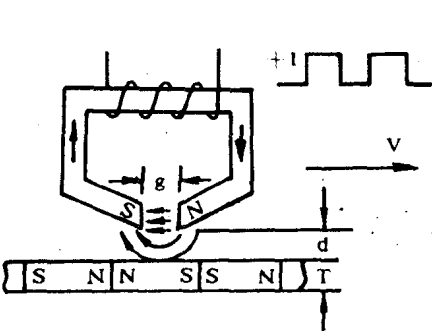


图 1.3 磁介质记录信息示意图

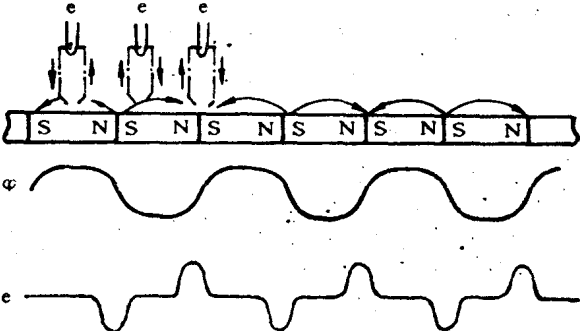


图 1.4 磁头电动势感应过程

根据电磁感应定律，当磁介质以恒速 v 相对磁头运动时，在线圈两端会感应出电动势 e 。

$$e = -N \frac{d\Phi}{dt} = -Nv \frac{d\Phi}{dl}$$

其中 N 为线圈匝数, Φ 为磁头线圈中通过的磁通量, 正比于磁道宽度 l 。由式可见, 磁头感应电动势 e 与 v 、 N 、 l 有关。对于硬盘驱动器, 盘片转速较高, 道密度较高、磁道宽度较小, 线圈匝数有限, 所以感应电动势较低, 一般在 1mV 以下。而软盘驱动器虽然盘片转速低, 但其道密度低、磁道宽度较大, 而且磁头与盘片是接触式工作的, 所以感应电动势较大, 一般在 3mV 以上。因而对于硬盘驱动器的读出电路要求较高。

目前, 小型磁盘驱动器的读电路都是利用峰值检测的方法将磁头中感应出的电动势还原成数字信号。头盘材料和参数以及读出脉冲的拥挤现象都会对读出信号的幅度和相移产生影响。电压幅度过低, 将使检测产生困难; 信噪比减小, 可靠性降低。峰值偏移, 会造成信号检测和同步的困难, 使读出误码率增大。

在饱和磁记录方式中, 由于连续脉冲相互影响引起读出幅度降低、峰值偏移现象称为“脉冲拥挤效应”。记录密度越高, 拥挤效应越明显; 不同的记录编码、不同的记录频率、不同的码字之间, 脉冲拥挤效应也不相同。从两次相邻磁化翻转读波形图 1.5 (a)、(b) 可见, 记录频率低 ($1f$), 拥挤效应不明显; 记录频率高 ($2f$), 峰偏增大, 幅度降低。而且频率越高, 记录密度越大, 则影响越大。从三次连续翻转的波形图 1.5 (c) 可见, 两边的波形出现峰偏, 中间的电压幅度降低, 但无峰偏。所以在一些读、写电路中, 根据不同的记录码组, 采用相应的预补偿, 以减小脉冲拥挤效应带来的影响。此外, 脉冲拥挤效应也会降低信噪比。因此, 记录密度不应超过脉冲拥挤效应的容许范围。

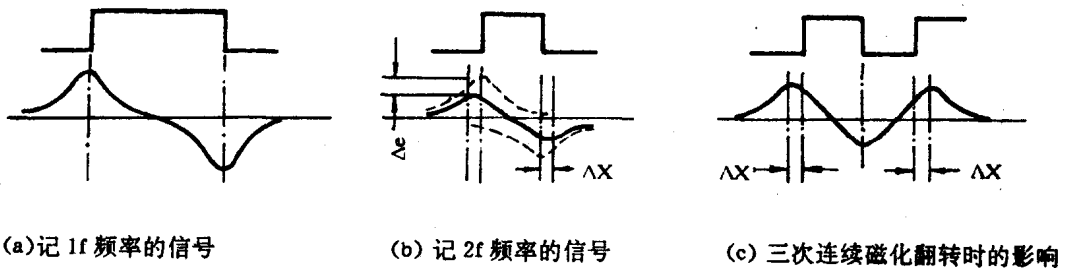


图 1.5 相邻磁化翻转读出波形间的影响

§ 1.3 磁记录介质

我们知道, 微型计算机系统中一般都配置磁盘存储器(软盘和硬盘存储器)。磁盘存储器由磁盘驱动器(包括磁盘片)和磁盘控制器组成。磁盘片是存储信息的磁记录介质, 它是磁盘驱动器的主要执行部件。磁盘片分为软磁盘片和硬磁盘片, 下面介绍它们的主要特性。

1.3.1 软磁盘片

1. 结构

软磁盘片由圆形盘片和方形保护套组成。圆盘片由 $60\sim 100\mu\text{m}$ 厚的聚脂薄膜作基底, 再涂上一层 $2\sim 3\mu\text{m}$ 厚不定向的金属氧化物 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 构成, 它靠磁性材料被不同方向磁化来存储信息。制造时盘片磁层平整度、电磁性能、温度和湿度的膨胀系数以及磁头和盘片间的耐磨

性能均有一定要求。圆盘片始终放在保护套里(图 1.6)

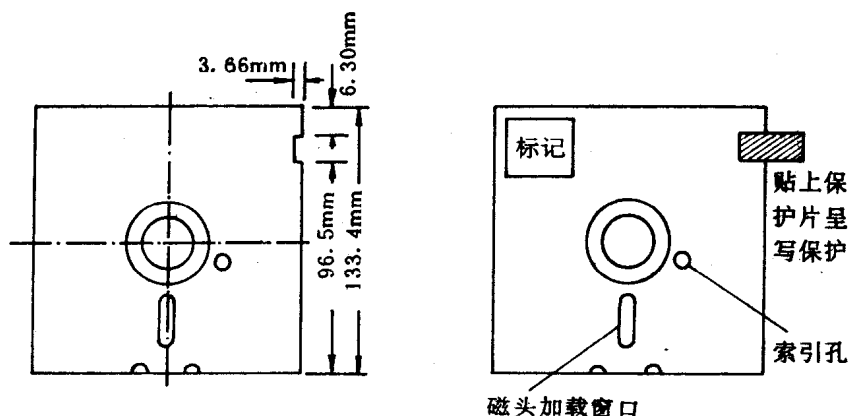


图 1.6 软磁盘片外形图

保护套外壳层用薄塑料板或纸板制作,内衬层用柔软的防静电疏松材料如无纺布或特种纸制作。它的主要作用是保护磁盘表面免受划伤,防止静电作用引起数据丢失;擦拭磁盘表面保持清洁以减少软盘读/写错误。

保护套上有 3 个孔、3 个缺口和 1 个永久标记。永久标记是制造厂贴的,用于说明软盘片的型号和规格。软盘使用时贴上用户标记,记载盘上文件的有关信息。保护套上长方孔供磁头寻道和读写操作;中心孔是盘片装卡孔供盘片定位用;索引孔供软分段磁盘标识磁道起始位置用,在软盘驱动器中有光电检测装置,当盘片旋转时,允许光通过索引检测孔来产生索引信号,检测磁道起始位置。在保护套边缘有一个写保护缺口,对于 5.25 英寸软片可以封住缺口使软盘成为只读不写的盘从而保护了盘上数据。有些重要的软盘片如系统盘在出厂时就没有写保护缺口,这是绝不允许破坏盘上文件。此外保护套上还有两个半圆形小缺口,这是为了消除保护套应力避免变形而设置的。

2. 分类

微机用软磁盘片的种类、规格很多,分类的方法也有多种。根据盘径大小可分为 8 英寸、5.25 英寸、3.5 英寸和 2 英寸四种;按扇区同步方式分为硬分段磁盘和软分段磁盘;根据使用记录面和记录密度可分为单面单密度、双面倍密度、双面倍位倍道密度和高密度软盘;根据功能可划分为工作盘、CE 校准盘和清洗盘。下面简要说明上述盘片的含义。

(1) 单面单密度盘片 这种单面盘片的位密度为 2500BPI(每英寸位),道密度为 48TPI(每英寸道),采用 FM(调频)制记录方式,存储容量为 125kB。

(2) 双面倍密度盘片 这种盘片使用两个记录面,记录方式由 FM 改进为 MFM(改进调频制),在道密度和磁道数不变情况下,将位密度提高到 5876BPI,存储容量增加到 500kB。

(3) 双面倍位倍道密度盘片 这种盘片仍采用 MFM 制记录方式,位密度为 5922BPI,道密度提高到 96TPI,每个盘面上有 80 个磁道,因而存储容量可达到 1MB。

(4) 高密度盘片 这种盘片的高密度是通过记录介质的改进和磁头性能的改善获得的,它的位密度为 9650BPI,道密度仍为 96TPI,存储容量为 1.6MB。

(5) 工作盘片 供操作人员使用的盘片。5.25 英寸工作盘片在同一柱面号的 0 面和 1 面