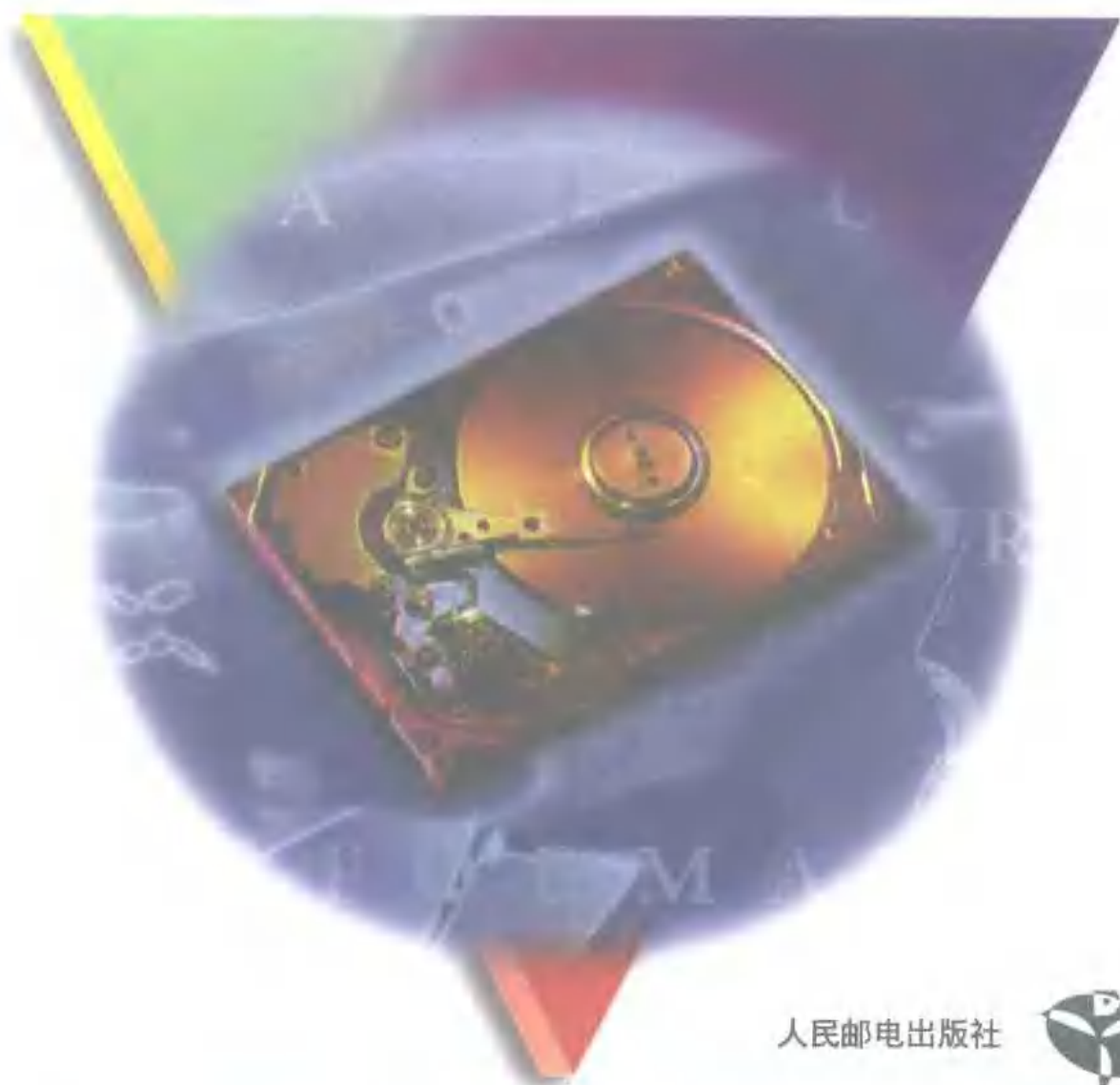


微型计算机维修技术丛书

磁盘驱动器测试 与维修

黎欣 冯秦光 向青 编著



人民邮电出版社



磁盘驱动器测试与维修

人民邮电出版社

50.6

1/1

rp360.6
LX/1

微型计算机维修技术丛书

磁盘驱动器测试与维修

黎欣 冯秦光 向青 编著



人民邮电出版社

045161

内 容 提 要

本书介绍了微型计算机软磁盘驱动器、硬磁盘驱动器的结构、工作原理,以及测试、维修的常用方法和常用工具。书中列出了大量维修实例、常用维修软件和附录的资料,对读者很有参考价值。本书内容丰富,实用性强。

读者对象:广大微型计算机维修人员、计算机用户及大中专院校相关专业师生。

JS270/118
微型计算机维修技术丛书

磁盘驱动器测试与维修

黎 欣 冯秦光 向 青 编著

责任编辑 刘 涛 赵桂珍

*

人民邮电出版社出版发行

北京崇文区夕照寺街14号

北京顺义兴华印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

*

开本:787×1092 1/16 1997年3月第1版

印张:16 1997年11月北京第2次印刷

字数:392千字 印数:8 001—14 000册

ISBN 7-115-06247-1/TP·348

定价:21.00元

《微型计算机维修技术丛书》

编 委 会

主 编：黄昌夺

副 主 编：任公越 吕晓春

编 委：杨 俊 谢 建
杨福平 陈世林
李海泉

丛书前言

我国目前已拥有近 200 万台微型计算机。保证这些计算机的可靠运行,预防、减少故障的产生,在故障出现后及时排除和修复,使已有计算机更好地发挥作用,更好地为我国社会主义建设服务,是一项极其重要的工作。为此,中国计算机学会维护技术专业委员会和中国电子学会计算机工程与应用学会维护技术学组,联合组织编写了这套《微型计算机维修技术丛书》。本丛书深入浅出地介绍了微型计算机主机及各种外部设备的故障原理和诊断方法,并以大量翔实的故障检修实例,介绍 IBM PC/XT、AT 和 386、486 及其兼容系列微型计算机的维护、修理技术。它既适合于广大微型计算机的维护、修理人员和应用人员的学习、使用,也适用于各类院校计算机课程教学和师生参考,是微型计算机维修和应用常备参考书。我们希望本丛书的出版能为广大微机用户的维修工作贡献一点绵薄之力。

本丛书是在人民邮电出版社的大力支持下,通过作者和编审、校对人员的共同辛勤努力而面世的。谨此,我们对为本丛书的出版做出贡献的有关人士,表示衷心感谢。

由于本丛书编审仓促,缺点、疏漏和错误在所难免,欢迎各界同仁批评指正。

《微型计算机维修技术丛书》编写组

目前,我国微型计算机应用的发展非常迅速。计算机技术在国民经济的各个领域得到广泛普及并且发挥着越来越重要的作用。磁盘驱动器作为微机系统的外存储设备,是系统中重要的组成部分。磁盘驱动器是精密的机械电子产品,故障率较高,特别是硬盘驱动器,一旦发生故障,不仅导致微机系统的瘫痪,还会损坏用户存储的数据。所以,及时诊断并且排除磁盘驱动器的故障是微机维修中的重要环节。

本书是为了提高广大微型计算机用户的使用和维护水平而编写的。在介绍磁盘驱动器原理的基础上,重点介绍它的维修测试技术、检修方法以及常用磁盘维修软件的使用。书中还介绍了各种软、硬磁盘驱动器典型故障的分析与排除方法。在附录中还选编了维修所需的部分电子元器件标识方法及磁盘驱动器参数,供读者参考。本书适用于广大微机专业和业余维修人员。

本书共分八章。第一章、第四章至第七章由黎欣编写,第二、三、八章由冯秦光编写,向青负责审核了本书大部分章节。本书在编写过程中得到了北京北方计算中心微机维修中心的大力支持,张荣荣、王和平、丁伟同志也给予了热诚帮助,在此谨表谢意。

由于编者水平有限,加之本书涉及问题较多,难免有错误之处。敬请读者批评赐教,以便进一步修改、补充和完善。

编者

1996年1月

目 录

第一章 软盘驱动器结构及原理	1
第一节 软盘驱动器的基本知识.....	1
一、数据磁表面记录的基本概念	1
二、数据磁记录的编码技术	5
三、几种常用软盘类型的有关参数	7
四、软盘使用及保管	8
第二节 软盘驱动器的结构.....	9
一、磁头的结构.....	10
二、磁头定位和加载机构.....	10
三、盘片驱动机构.....	13
第三节 软盘驱动器电路原理	15
一、主轴电机驱动电路.....	16
二、磁头定位控制电路.....	16
三、读出电路.....	18
四、写入电路.....	22
第四节 软盘驱动器接口	23
第二章 软盘驱动器维修测试技术与方法	26
第一节 软盘驱动器测试校准常用工具	26
一、软盘驱动器测试校准工具盘.....	26
二、软盘驱动器测试校准设备和仪器.....	28
第二节 软盘驱动器部件测试与调整	28
一、软盘驱动器主轴电机转速测试与调整.....	29
二、软盘驱动器索引位置的测试与调整.....	29
三、软盘驱动器定位测试与调整.....	31
四、软盘驱动器磁头的测试与调整.....	32
第三节 软盘驱动器软件测试技术	34
一、系统诊断程序.....	34
二、软盘驱动器测试程序.....	38
三、自编软盘驱动器磁头定位测试程序.....	44

四、用 DOS 命令测试与调整	46
第四节 软盘驱动器维修方法	47
一、软盘驱动器使用注意事项	47
二、软盘驱动器维修注意事项	48
三、人工诊断法	49
四、程序诊断法	49
五、原理分析法	49
六、仪器测试法	50
七、软盘驱动器维修步骤	50
第五节 软盘驱动器故障检测流程图	51
一、一般故障检测流程图	51
二、主轴电机故障检测流程图	51
三、步进电机寻道故障检测流程图	51
四、不读盘故障检测流程图	51
第三章 软盘驱动器故障实例分析	55
第一节 状态电路故障	55
第二节 主轴电路故障	61
第三节 步进驱动电路故障	68
第四节 读/写电路故障	72
第五节 常见故障	84
第六节 软盘片故障	87
第四章 硬盘驱动器结构及原理	91
第一节 硬盘驱动器基本知识	91
一、硬盘片及磁道格式	91
二、硬盘的初始化	92
三、硬盘的有关参数	93
第二节 硬盘驱动器的结构	94
一、硬盘驱动器的组成	95
二、主轴转动机构	96
三、密封室	97
四、磁头定位机构	98
五、磁头组件	99
第三节 硬盘驱动器电路原理	101
一、主轴电机控制电路	102
二、磁头定位控制电路	103
三、读/写控制电路	108
第四节 硬盘驱动器接口类型	111
一、ST 506/412 接口	111

二、AT BUS 接口	116
三、ESDI 接口	119
四、SCSI 接口	121
第五章 常用硬盘驱动器	125
第一节 ST 225 型硬盘驱动器	125
一、概述	125
二、主轴电机转速控制系统电路原理	129
三、磁头定位系统电路原理	131
四、读/写系统电路原理	134
第二节 HH 725 型硬盘驱动器	136
一、概述	136
二、主轴电机稳速电路	140
三、磁头定位系统	141
四、读/写电路	143
第三节 3650 型硬盘驱动器	144
一、概述	144
二、控制电路	146
三、主轴电机伺服电路	149
四、步进电机驱动电路	151
五、读/写电路	153
六、接口逻辑电路与复位电路	156
第六章 硬盘驱动器维修测试技术与方法	159
第一节 硬盘驱动器测试技术	159
一、主机对硬盘驱动器的自动检测	159
二、使用诊断软件检测硬盘驱动器	159
三、使用硬/软盘测试仪测试状态信号及基本功能	164
第二节 几个实用的维修软件	165
一、硬盘低级格式化软件(LOWFMT)	165
二、磁盘管理软件(DM)	167
三、磁盘维修程序(Diskfix)	171
四、磁盘诊断软件(NDD)	177
第三节 硬盘驱动器维修方法及步骤	181
一、软件法	181
二、硬件法	183
三、维修步骤	185
第四节 硬盘驱动器的保护与使用	188

第七章 硬盘驱动器故障实例分析	190
第一节 软故障维修.....	190
第二节 硬故障维修.....	192
一、主轴电机稳速系统故障	193
二、步进电机驱动电路故障	197
三、读/写电路故障.....	200
四、其它电路故障	202
第八章 磁盘驱动器常用测试仪器	204
第一节 磁盘专用测试仪.....	204
第二节 短路跟踪仪.....	209
附录一 半导体器件标识方法	214
附录二 电阻标识方法	220
附录三 电容标识方法	223
附录四 电感线圈标识方法	228
附录五 360K 软盘驱动器控制/数据接口	232
附录六 部分软盘驱动器参数	233
附录七 部分硬盘驱动器参数	236

第一章

软盘驱动器结构及原理

软盘存储器是微型计算机重要的外围设备,它由盘片、软盘驱动器和软盘适配器三部分组成。本章主要介绍磁记录原理和编码技术的基本知识,5.25英寸软盘驱动器的基本结构和基本工作原理,并通过介绍 YD-580 软盘驱动器电路,详细分析其电路原理。本章内容叙述避免过多的论证和推导,以适应仅想使用和维修软盘驱动器的读者。

第一节 软盘驱动器的基本知识

要学习微型计算机系统中软、硬盘驱动器的工作原理,掌握它的维修方法,首先要了解这类存储设备的磁记录基本知识。磁盘适配器、磁盘驱动器的控制电路、读写电路、磁盘片、磁头组件、磁盘驱动器主轴伺服系统及一整套复杂而精密的机械结构,都是为完成这一“磁记录”而精心设计的。

本节将对数据磁表面记录的基本概念及数据磁记录的编码技术进行比较系统的介绍。

一、数据磁表面记录的基本概念

数据的磁表面记录,就是对磁表面存储器的数字式记录。其基本思想是:电子线路把要记录的二进制数据序列转换为一系列有规律的脉冲波,这一系列有规律的脉冲波使磁介质产生磁化翻转,磁介质就用这种不同的有规律的磁化翻转(或叫做磁化状态)记录二进制数据序列。

1. 软盘片的结构和分类

记录二进制数据序列的磁介质是软、硬磁盘片。这里仅介绍软盘片,它是计算机的外存储器件,由圆形盘片和方形保护套两部分组成。

软盘片是由 $76\mu\text{m}$ 厚的聚酯薄膜作基底,再涂一层 $2-3\mu\text{m}$ 厚的不定向金属氧化物($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$)构成的,它靠磁性材料不同方向的磁化来存储信息。在制造时,对盘片的磁层平整度、光洁度、电磁性能、膨胀系数以及磁头和盘片间的耐磨性能均有一定要求,盘片始终放在保护套内封好(见图 1-1)

保护套的作用主要有:①保护磁盘表面免受划伤;②擦拭磁盘表面使其清洁,减少软盘读/写错误;③防止由于静电作用而引起的数据丢失。

保护套的结构大体分两层,外壳用薄塑料板或纸板制作,内衬用柔软的防静电的疏松材料(无纺布或特种纸)制作。保护套上有 3 个孔,一个是长方形孔,供磁头寻道和读/写用,称磁头加载窗口;另一个是盘片装卡孔(中心位置),供软盘片定位用,通过它盘片夹紧机构把盘片夹住,在主轴电机的驱动下,盘片可以在保护套内自由转动;第三个是索引孔,软盘驱动器中有光

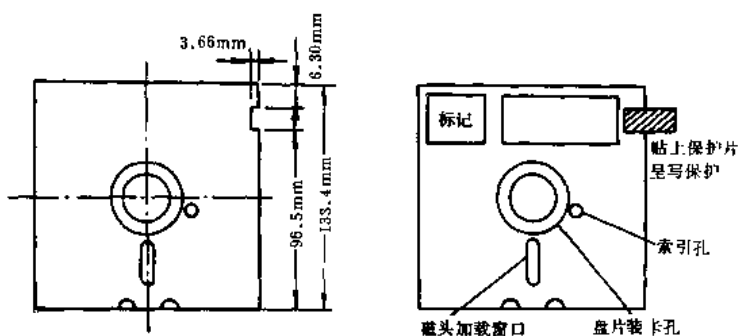


图 1-1 软磁盘外形图

电检测装置,当盘片旋转时,允许光通过索引孔来产生索引信号,该信号被用来检测磁道起始位置。在保护套的边缘还有一个写保护缺口,当不允许破坏磁盘上的文件,即只准读不准写时,可以封住写保护缺口。保护套上还有两个半圆形的小缺口,是为消除保护套应力,避免变形而设置的。

目前经常使用的软盘片种类、规格很多,有供操作人员使用的工作盘片;有供制造和维修人员用的 CE 校准盘片;还有供清洁用的清洗盘片等等。

(1) 工作盘片

按记录面分为单面和双面;按记录密度分为单密度和倍密度;按区段分为软分段和硬分段;按尺寸分为 5.25 英寸和 3.5 英寸及其它的尺寸。现在微型计算机系统大量使用的是双面、倍密度、软分段的 5.25 英寸、3.5 英寸软盘片。

(2) CE 校准盘片

它是用于测量和校准软盘驱动器的一种软盘片。它的某些磁道上预先记录有测量用的特殊信息,当被测软盘驱动器对校准盘进行读出时,由示波器或其它仪器可以测得软盘驱动器的机电参数(如落头时间、步进电机稳定时间等)、磁头在磁道上的位置和角度等。在装配和维修软盘驱动器时,校准盘片是必不可少的测量工具。校准盘片有许多种,使用者可根据计算机系统的配置情况选用。

(3) 清洗盘片

清洗盘片是用于清洗磁头的,常用的有两种:一种是湿式清洗盘,一种是无毒的干式清洗盘,后者比较受用户欢迎。

2. 软盘的数据记录格式

软盘的磁道格式可分为硬分段和软分段两种。早期的软盘是靠盘片上按等弧度距离冲若干个孔来产生索引和扇区脉冲信号,再用电路来区分索引和扇区信号。索引信号代表磁道的开始,然后依次为扇区的开始,这种分段方法叫硬分段。后来软盘上只有一个索引孔,在索引脉冲之后,等间隔地分别写上扇区识别标志(ID)信号,读出时能为接口所识别,这种分段方法叫软分段。

在软分段的磁道格式中,可分为 IBM 标准和非 IBM 标准。在 IBM 标准中,有 IBM3740 标准(适用于 FM 调频制记录方式)和 IBM34 标准(适用于 MFM 改进的调频制记录方式)。由于目前使用的软盘基本上是用软分段 IBM34 标准,所以下面将介绍 IBM34 磁道格式。

(1) 软盘地址

一张软盘片的存储容量很大,为了在盘面上有条不紊地存取信息,通常把一张双面软盘片的两个面都分成若干条磁道,每条磁道又分成若干个扇区,每个扇区可存放一定字节的数据。存取文件以扇区为单位进行,因此,必须对每个扇区地址进行编号,这种编号称为软盘地址。软盘地址一般由磁道号、面(头)号、区段号组成。

① 磁道号。在软盘片上,从最外侧起,由 00 道开始,依照顺序向里排列,以 5.25 英寸高密度软盘片为例,一直可排列到 79 道。再向里排则为 10 道左右的备份磁道,用来替换坏磁道。

② 面(磁头)号。对双面软盘驱动器而言,0 面对应的读/写磁头,编号记作 00;1 面对应的读/写磁头,编号记作 01。

③ 扇区号。目前常用软分段的方法将每一条磁道划分成若干个扇区,尽管外磁道和里磁道的记录密度不同,但扇区数相同,如图 1-2 所示。

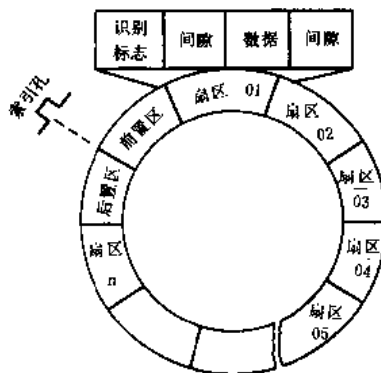


图 1-2 软分段的磁道和分段

每条磁道由前置区(PRE-AMBLE)、区段区(SECTOR)及后置区(POST-AMBLE)三部分组成。每当检索到索引孔时,磁头前隙对应处,作为磁道的开始,由于索引传感器和磁头的位置对各台驱动器来说都有公差,为了避免由于公差而导致互换性降低,所以,在格式化时安排一个间隔区域(前置区)。

由图 1-2 可见,每个扇区都有识别标志(ID)字段、数据字段和两个间隙(GAP)。软盘的磁道号、磁头号、扇区号就记录在 ID 字段里,用户的数据安排在数据字段进行存取。

(2) 磁道格式

5.25 英寸软盘的磁道格式如图 1-3 所示。

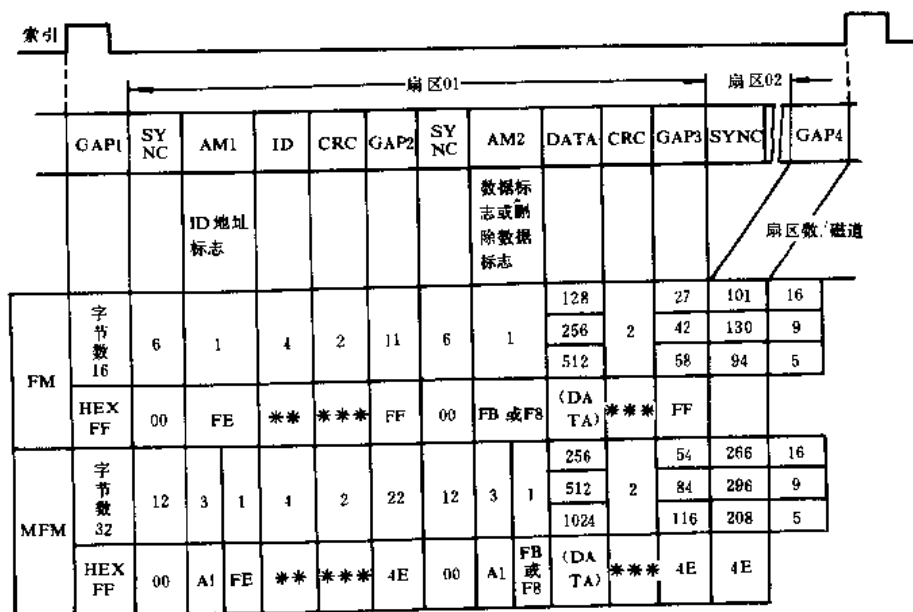


图 1-3 5.25 英寸软盘的磁道格式

前置区部分由间隙 GAP1 构成。用于缓冲,防止索引传感器位置误差影响互换性。

扇区部分由 ID 字段和数据字段两部分构成。其中 ID 地址段由 SYNC(同步字段)、AM1

(ID 的地址标志)、ID 字段和 CRC(循环冗余校验)组成。

从磁盘上读出数据时,锁相电路锁住读出数据需要一定时间,同步字段(SYNC)就是为锁相电路和读出数据的同步而设置的。在地址字段和数据字段的起始都有同步字段,其作用相同。

ID 地址标志 AM1 在 FM 记录方式和 MFM 记录方式中字节数和代码值是不同的,但是只要检索到这些信号,就可以断定紧跟在这个标志后面的就是 ID 字段。

ID 字段共有 4 个字节,如图 1-4 所示。

其中 3 个字节用来表示盘地址,1 个字节用来表示每个扇区记录的数据字段的长度。

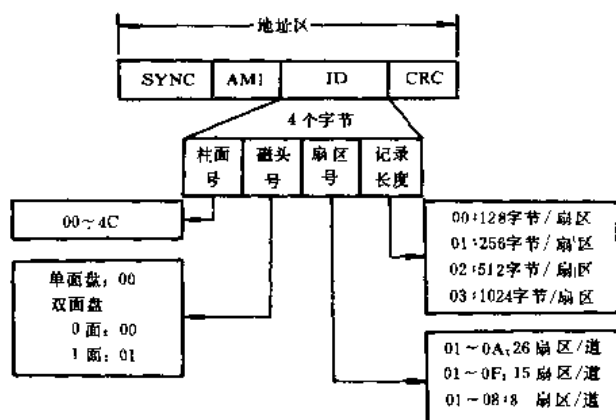


图 1-4 ID 字段的详细内容

循环冗余校验 CRC 用两个字节,它是为校验扇区记录是否出错而设置的。

数据字段由 GAP2、SYNC、AM2(数据标志或删除数据标志)、DATA(数据)、CRC 和 GAP3 组成。其中 GAP、SYNC、CRC 的作用和前述相同,删除数据标志 AM2 在 MFM 记录方式下共有 4 个字节,其中前 3 个字节的代码值均为 A1H,后一个字节为 FBH(或 F8H)。当检索到 FBH 时,表示后面的数据有效,若检索到 F8H 时,则表示这个扇区的数据是已被删除的数据。

DATA 区域是用户存取数据的地方。存取字节数和记录方式有关,和每条磁道划分的扇区数有关。在 MFM 记录方式下:

5 扇区/道时,DATA 为 1024B;

9 扇区/道时,DATA 为 512B;

16 扇区/道时,DATA 为 256B;

后置区部分由 GAP4 构成,如图 1-3 所示。它位于该磁道的最后一个扇区的后面,是连接最后一个扇区和下一个索引脉冲前沿的间隔。因软盘在初始化时,可能受转速的波动而有所变化,图中字节数是平均值。

(3) 软盘初始化

软盘的初始化,就是在磁盘的磁记录表面上划分记录区,写入各种标志信息和地址信息。新的软盘在启用之前,必须在每条磁道上(从索引脉冲的前沿开始,到下一个索引脉冲的前沿为止),将图 1-3 中所示的磁道格式的内容写到盘上,这一过程为初始化。

当计算机系统不能正确地找到扇区地址,或需重新改变每条磁道的扇区时,可将该盘重新格式化。

3. 数据的磁记录过程

无论是哪种磁表面存储器,记录信息的过程都是一种电磁信息转换过程,它是通过磁头和与磁头作相对运动的磁记录介质来实现的。

软、硬盘驱动器的主要功能就是把磁盘控制器送来的数据脉冲序列转换为不同的磁化状

态,记录到盘片上,这就是写过程;或者从盘片中把数据还原出来,即读过程。它的工作过程可以用图 1-5 来表示。

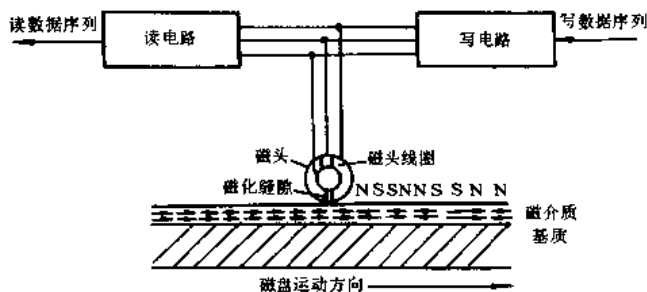


图 1-5 磁表面记录信息原理图

由图可见,写过程就是把要记录的数据序列经过写电路形成写电流,写电流流经写线圈,产生与数据相对应的磁场,磁化磁头缝隙下的磁层,完成“电—磁”转换。盘片在磁头下面作恒速运动,输入的脉冲序列不断改变磁头中电流的方向,也就是不断改变磁场的方向,则在盘片的表面(磁介质)“刻”下一串与输入脉冲序列相对应的有规律的小磁化单元,这就是软、硬盘记录的过程。

读过程就是把对应于二进制数据序列的阶跃脉冲系列从磁盘中还原出来,完成“磁—电”转换。当已写入数据做恒速运动的盘片经过磁头下方时,磁头线圈切割磁力线,在磁头线圈中就产生相应的感应电势信号,这个信号经过读电路放大和处理后,就还原出了原来写进去的脉冲序列,完成了对磁盘的读过程。

二、数据磁记录的编码技术

目前,磁记录的编码技术有若干种,其中有 FM(Frequency Modulation)制,即调频制或称双频制;MFM(Modified Frequency Modulation)制,即改进的调频制; M^2 FM(Modified Modified Frequency Modulation)制,即改进的改进调频制;还有 RLL(Run-Length Limited)制,即游长限制码。

软盘驱动器采用前 3 种编码方式,硬盘驱动器采用上述 4 种编码方式,其中 RLL 制是当前新型硬盘驱动器主要采用的编码方式,MFM 制是当前软硬盘驱动器最常用的编码方式。

下面介绍编码技术中两个常用的概念:时钟和位单元。

时钟是实现同步用的,由软、硬盘控制器的时序电路产生,它决定了软、硬盘驱动器与计算机系统进行数据传输的速率。例如,软盘驱动器的时钟为 250KHz,那么软盘驱动器与计算机系统进行数据交换的速率为 250KB/s。

位单元是指经过编码以后形成的脉冲序列,既包括时钟位,又包括数据位。在 FM 制中一个有用的数据位和一个作为同步用的时钟位就组成一个位单元。

下面对 4 种编码方式分别进行介绍:

1. FM 制编码方式

FM 制编码方式是早期磁盘驱动器最常用的编码方式。由于这种编码方式是按位编码,所以在其编码中规定,在位单元中心写入一个脉冲定义为逻辑“1”,在位单元中心无脉冲定义为逻辑“0”。在每个位单元的前沿有一个时钟脉冲。如图 1-6 所示,(a)为时钟,(b)是实际要记

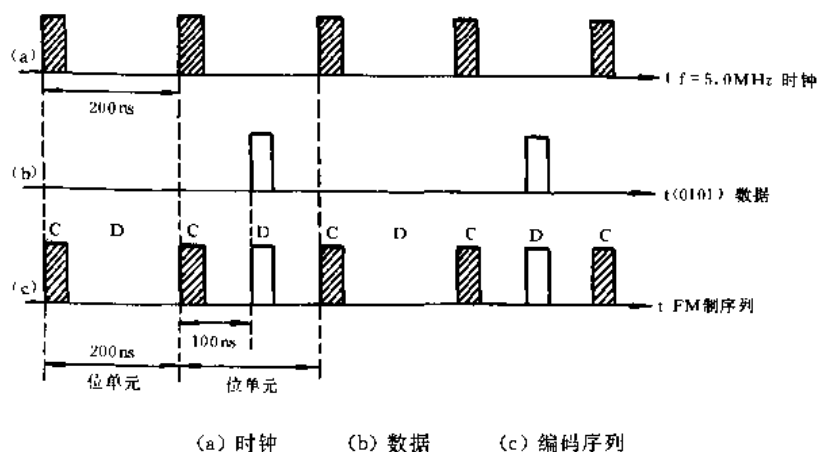


图 1-6 FM 制编码波形图

录的二进制数据串,(c)是经 FM 制编码以后形成的脉冲序列。

由于 FM 制编码方式对应每一个数据位至少要有一次翻转,故它的编码效率为 50%。FM 制的每一个位单元都有一个时钟位,所以它的自同步能力很强,这是它的一个突出优点。

2. MFM 制编码

MFM 制编码也称双密度编码方式、三频制或密勒码。这种方式减少了每个位单元磁通翻转次数,使用同样的磁介质可使其数据容量增加一倍。MFM 制规定,在位单元中心写入一个脉冲为逻辑“1”,在位单元中心不写入脉冲为逻辑“0”。只有在两个位单元中记“0”,并且上一个位单元也记“0”时,在这两个记“0”位单元的中间才可写入时钟脉冲。这样,每个位单元磁化状态最多改变一次。假设要进行编码的数据序列为 10011011,观察 MFM 制编码的脉冲序列,并与 FM 制编码的脉冲序列作一比较,如图 1-7 所示。

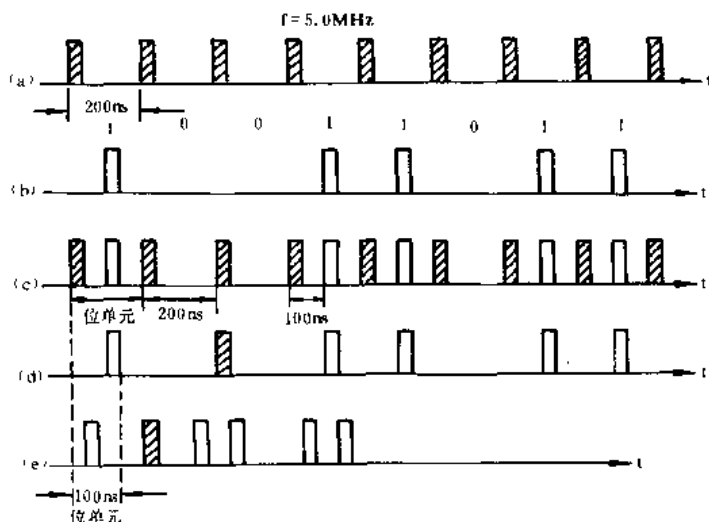


图 1-7 MFM 制编码波形及与 FM 制的比较

从图中看出,记录同样的数据序列,MFM制编码比FM制编码脉冲波形少得多,也就是要求磁介质的磁化翻转少得多。

MFM制的编码效率为100%,并且保留了FM制同步能力强的优点。用评价记录方式的各种指标来衡量,MFM制是一种优良的编码方式。因此它应用广泛,是目前磁盘机最常用的记录方式之一。

3. M²FM制编码方式

M²FM制编码方式也称为改进的改进调频制,又叫改进的密勒码(M²)或四频制。与MFM制相比,M²FM制中插入的同步时钟更少些。其编码规则是:(1)对应数据“1”或“0”按MFM规则写入。(2)当数据序列中连续“0”的个数大于2时,在头两个“0”的位单元起始位置插入一个同步时钟脉冲,以后在每隔两个“0”的位单元起始位置插入一个同步时钟脉冲。

M²FM制的编码效率和MFM制相同,也为100%,但该码型的带宽、信噪比等指标比MFM有所改善;缺点是自同步能力较差。它已应用于一些软盘驱动器和一些特殊用途的数字磁带机中。

4. RLL编码

RLL制编码称为游长限制码,可分为2,7RLL和1,7RLL两种。2,7RLL码规定在记录序列中,两个“1”之间至少有2个“0”,最多有7个“0”。2,7RLL编码限制了两次翻转之间最小和最大距离,因而提高了每英寸允许翻转的次数。以2,7RLL码为例,在同样的磁通翻转密度情况下,比MFM制容量可提高50%。RLL码数据传输率高,是MFM制的1.5倍。用此方式做成的硬盘扇区可达25个以上。最近美国又设计出了ARLL(2,7)编码,把编码效率提高到200%,这种编码将是以后高密度磁盘机普遍采用的一种主要方式。表1-1是RLL(2,7)编码规则表。

表 1-1

RLL(2,7)编码规则表

二进制码	RLL(2,7)编码
11	1000
10	0100
000	100100
001	001000
010	000100
0110	00100100
0111	00001000

三、几种常用软盘类型的有关参数

1. DOS支持的部分软盘格式

表 1-2

DOS支持部分软盘格式

尺寸大小(英寸)	3.5	3.5	3.5	3.5	5.25	5.25	5.25	5.25
磁盘类型	软盘	软盘	软盘	软盘	软盘	软盘	软盘	软盘
密度类型	双	双	4	高	双	双	4	4