

# 磁盘机原理与软件加密解密实用技术

夏 东 涛

- ▲介绍磁盘机7种常用指标及4种编码方式
- ▲给出磁盘机16种测试项目及测试方式
- ▲解释校正磁盘（猫眼盘）的工作原理与实际应用
- ▲详解磁盘技术细节及软盘机控制器工作原理
- ▲提供几种软盘加密解密实例分析

科海总公司培训中心

一九八八年五月

---

**编辑：**科海培训中心教材部

**发行：**科海培训中心资料组

**地址：**北京2725信箱 科海培训中心  
资料组

(北京海淀路332路黄庄站旁)

**印刷：**河北省蔚县印刷厂

---

# 目 录

<b>第一章 磁盘机常用指标及编码方式比较</b> .....	( 1 )
1.1 磁盘机常用指标 .....	( 1 )
1.1.1 访问时间 (Access Time) .....	( 1 )
1.1.2 平均访问时间 (Average Access Time) .....	( 1 )
1.1.3 安顿时间 (Settling Time) .....	( 1 )
1.1.4 每英吋比特数 (BPI) 及每英吋磁道数 (TPI) .....	( 1 )
1.1.5 每英吋磁通变化FCI.....	( 2 )
1.1.6 运输延迟时间 (ATENCY) .....	( 2 )
1.1.7 出错率 (ERROR RATE) .....	( 2 )
1.2 编码方式 .....	( 3 )
1.2.1 FM编码方式.....	( 3 )
1.2.2 MFMM编码方式 .....	( 4 )
1.2.3 M <sup>2</sup> FM编码方式 .....	( 6 )
1.2.4 GCR编码方式 .....	( 6 )
<b>第二章 磁盘机的测试项目及方式</b> .....	( 9 )
2.1 马达启动时间 .....	( 9 )
2.2 磁盘片旋转周期 .....	( 10 )
2.3 磁头读出电压幅度 .....	( 11 )
2.4 磁头读分辨率 .....	( 12 )
2.5 调幅度 (Modulation) .....	( 13 )
2.6 读数据脉冲宽度 .....	( 13 )
2.7 写完到稳定读时间 .....	( 14 )
2.8 索引脉冲宽度 .....	( 14 )
2.9 索引信号时序 .....	( 15 )
2.10磁头导入时间 .....	( 15 )
2.11每步间安顿时间 .....	( 16 )
2.12磁头选择时间 .....	( 16 )
2.13磁偏角 (AZIMUTH) .....	( 17 )
2.14磁头定位精度 .....	( 18 )
2.15磁滞 (BACK LASH) .....	( 21 )
2.16不对称相移 .....	( 23 )
<b>第三章 校正磁盘 (猫眼盘) 工作原理与实际应用</b> .....	( 26 )
3.1 校正磁盘的功能 .....	( 26 )
3.2 校正磁盘内部信号分析 .....	( 32 )

3.3	复制及使用环境	( 33 )
3.4	校正、诊断磁盘实例——INTERROGATOR	( 34 )
3.4.1	磁头定位	( 34 )
3.4.2	磁偏角	( 35 )
3.4.3	读/写测试	( 35 )
<b>第四章</b>	<b>系统程序员需了解的磁盘技术细节</b>	<b>( 37 )</b>
4.1	磁盘扇区内部细节	( 37 )
4.1.1	前置区 (preamble)	( 39 )
4.1.2	ID FIELD (识别区)	( 40 )
4.1.3	DATA FIELD (数据区)	( 41 )
4.2	磁盘上的数据组织	( 42 )
4.2.1	引导/保留区, FAT表, 盘簇及链	( 42 )
4.2.2	磁盘容量大小的限制	( 47 )
4.2.3	关键磁盘参数 (BIOS参数块)	( 48 )
4.2.4	硬盘的分区扇区	( 51 )
<b>第五章</b>	<b>软磁盘机控制器工作原理</b>	<b>( 54 )</b>
5.1	数据输出寄存器	( 54 )
5.2	主状态寄存器	( 54 )
5.3	信息 (数据) 寄存器	( 55 )
5.4	磁盘机控制器命令执行过程	( 55 )
5.4.1	读数据	( 57 )
5.4.2	读已删除数据	( 58 )
5.4.3	写数据	( 58 )
5.4.4	写已删除数据	( 59 )
5.4.5	读磁道	( 59 )
5.4.6	读识别数据	( 60 )
5.4.7	规划磁道	( 60 )
5.4.8	相等扫描	( 61 )
5.4.9	小于或等于扫描	( 61 )
5.4.10	大小或等于扫描	( 62 )
5.4.11	磁道规零	( 62 )
5.4.12	检测中断状态	( 63 )
5.4.13	指定	( 63 )
5.4.14	检测磁盘机状态	( 63 )
5.4.15	找寻	( 63 )
5.4.16	错误	( 64 )
5.5	状态寄存器	( 64 )
5.5.1	ST0	( 64 )
5.5.2	ST1	( 64 )

5.5.3 ST2 .....	( 65 )
5.5.4 ST3 .....	( 65 )
<b>第六章 软盘加密、解密实例分析 .....</b>	<b>( 67 )</b>
6.1 简单的防copy命令措施 .....	( 67 )
6.2 利用INTBH来格式化特殊磁道 .....	( 67 )
6.3 利用INTBH格式化出32个扇区 .....	( 70 )
6.4 特殊磁道的读、写 .....	( 71 )
6.5 游戏程序酒保 (TAPPER) 的解密 .....	( 73 )
6.6 游戏程序空战 (BUCK ROGERS) 的解密 .....	( 79 )
6.7 游戏程序ZAXXON的解密 .....	( 81 )
6.8 游戏程序武士道的解密 .....	( 84 )
6.9 游戏程序PC-MAN (小精灵) 的解密 .....	( 85 )
6.10 游戏程序十项全能 (DECATHLON) 的解密 .....	( 87 )
6.11 游戏程序鹰式15战斗机 (F-15 STRIKE EAGLE) 的解密 .....	( 91 )
6.12 游戏程序赛车 (PITSTOP II) 的解密 .....	( 99 )
6.13 游戏程序国王密使 (KING'S QUEST) 的解密 .....	( 106 )
6.14 游戏程序印刷工厂 (PRINT SHOP) 的解密 .....	( 108 )
6.15 游戏程序冥河争霸战 (STYX) 的解密 .....	( 111 )
6.16 游戏程序巫师决斗 (ARCHON) 的解密 .....	( 113 )
6.17 游戏程序蛇吞蛋 (SERPENTINE) 的解密 .....	( 119 )
6.18 游戏程序抓特务 (SPY HUNTER) 的解密 .....	( 119 )
6.19 介绍一种高级反拷贝技术 .....	( 124 )
<b>附录 中断BH程序清单注释 .....</b>	<b>( 131 )</b>

# 第一章 磁盘机常用指标及编码方式比较

## 1.1 磁盘机常用指标

### 1.1.1 访问时间 (Access Time)

Access Time是指从一个磁道到相邻磁道所需时间，也称之为TRACK—TRACK Access Time或STEP RATE。

### 1.1.2 平均访问时间 (Average Access Time)

访问数据平均所需花的时间称为平均访问时间。计算公式为：

$$\text{平均访问时间} = \frac{\text{最大磁道数}}{3} \times \text{访问时间} + \text{寻道安顿时间}$$

以40个磁道估算：

$$\text{最大磁道数} = 40$$

$$\text{访问时间} = 6$$

$$\text{寻道安顿时间} = 15$$

$$\text{故平均访问时间} = \frac{40}{3} * 6 + 15 = 95\text{ms (毫秒)}$$

此数值越小表示访问数据速度越快。

### 1.1.3 安顿时间 (Settling Time)

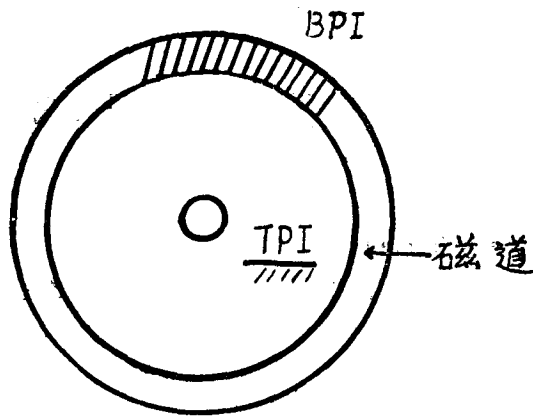
磁头刚从别的磁道移到所要访问的磁道时，由于此时尚未完全定住位置仍在抖动，所以还不能开始访问数据，这段安顿时间通常 $\leq 15\text{ms}$ 。必须使磁头有足够的时间安顿下来，抖动消失后开始访问数据。

### 1.1.4 每英寸比特数 (BPI) 及每英寸磁道数 (TPI)

BPI及TPI都是用于计算磁盘密度的。不同的是BPI的计算方式沿磁道方向，TPI的计算方式沿半径方向。由下图可看出其区别。

$$\text{BPI} = \frac{\text{比特数/每圈}}{2\pi * \text{半径}}$$

内圈的BPI较大因此较拥挤，所以越是内圈的分辨率越差。BPI受书面介绍的FCI限制，不能无限度增加，通常以最内道的BPI为标准。



### 1.1.5 每英寸磁通变化FCI

MFM方式:  $BPI = FCI$

FM方式:  $BPI = 1/2FCI$

GCR方式:  $BPI = 4/5FCI$

### 1.1.6 运转延迟时间 (LATENCY)

LATENCY是在磁道上去查找所需扇区的平均花费时间, 找到磁道后, 接着要寻找扇区, 此时磁头静止不动, 靠磁盘的旋转来找所要的扇区。由于有可能要几乎转满一圈才能找到, 也有可能很快可找到, 所以LATENCY的计算通常是1/2磁盘周期。对于5<sup>1</sup>/<sub>4</sub>吋的软盘机来说,

$$LATENCY = 200 \times 1/2 = 100.ms.$$

### 1.1.7 出错率 (ERROR RATE)

出错率分为软出错率和硬出错率

#### (1) 软出错率

可经重读而克服的出错称为软出错, 通常是由电子噪音引起。一般的软出错率为 $10^{-9}$ , 即读取 $10^9$ 个比特才发生一次软出错。双面倍密度5吋软盘数据有500KB (包括数据和FORMAT信息), 如果每次都从头读到尾, 则2500次这样的读写才出现一次软出错 (因为  $1 \times 10^9 \div (500 \times 10^3 \text{ BYTE} * 8 \text{ BIT/BYTE}) = 2.5 \times 10^2 = 2500$  次全读)。为克服软出错, 大部分系统都有RE-TRY设计。读到错误就重读, 10次内只要读成功一次就算。

#### (2) 硬出错率

硬出错是由重读无法克服的错误, 原因是:

- 磁盘损坏;
- 写操作错误;

硬出错率的标准通常更高, 为 $10^{-12}$ 。一旦出现硬出错, 程序就无法读出。仿照前面的计算, 作25万次全读才应出现一次硬错误:

$$1 \times 10^{12} \text{ BIT} \div (500 \times 10^3 \text{ BYTE} * 8 \text{ BIT/BYTE}) = 2.5 \times 10^5.$$

## 1.2 编码方式

编码方式		
ENCODE	BITS/FLUX	效率
METHOD	CHANGE	EFFICIENCY
FM	0.5	50%
MFM	1	100%
M <sup>2</sup> FM	1	100%
GCR	0.8	80%

### 1.2.1 FM (FREQUENCY MODULATION) 编码方式

为了便于作各种编码方式的比较，我们将用一个固定DATA型式。11010001以各种不同编码方式来作说明。

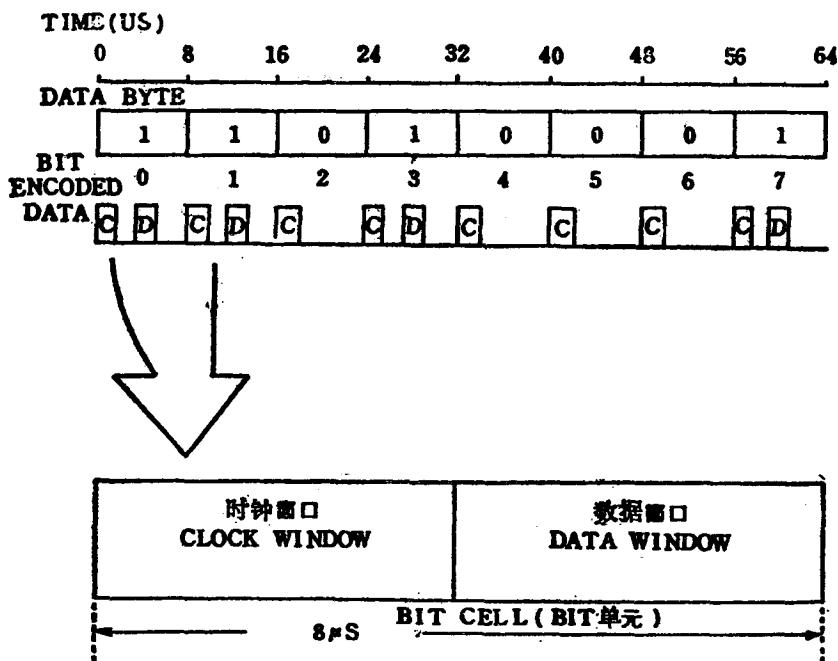


图 1-1 单密度FM编码方式，每一个BIT CELL不管有无数据都有一个CLOCK放在开头处

FM编码规则如图1-1。

- (1) 在每一个BIT CELL的开始处写上CLOCK BIT。
- (2) DATA BIT写在每一个BIT CELL的中央。

不管有无DATA BIT，CLOCK每8μs固定产生一次，这是最简单的编码方式，数据传输率为125K比特/秒。计算方式如下：

每8μs可有一个DATA BIT，故每秒最大可传输的DATA BIT为：

$$1 \div (8 \times 10^{-6}) = 125 \text{KBITS/SEC.}$$



以上陆续会谈到的三种倍密度编码方式是目前用来增加磁片储存DATA容量的方式，MFM，M<sup>2</sup>FM及GCR。每一种技术都是大同小异的以DATA BIT来取代CLOCK BIT的同步作用，因此而增加了磁片的容量。每一种技术如同磁片容量一般的也增加了数据传输率。数据传输率的增加不会影响控制器的设计，因为大部份的控制器是采用异步方式来传输数据。但是编码方式却与控制器的设计有关。

### 1.2.2 MFM (MODIFIED FREQUENCY MODULATION) 编码方式

在目前运用的磁头及磁盘片的技术下，MFM编码方式是最容易完成，而且已经变成了在工业上倍密度的标准。在IBM SYSTEM/34及所有倍密度LSI的磁盘机控制芯片都用MFM。MFM编码方式之所以可以连到双倍容量是因为采取用DATA BIT来取代CLOCK BIT的方法。这种方式减小了BIT CELL在磁片上所占尺寸至原来的一半，因此能使DATA BIT的容量增加一倍。

CLOCK BIT仍然被采用，但是只有在前一个BIT CELL及目前BIT CELL都无DATA BIT时才被写入。所以大家在图1-3可看到每个BIT CELL只有一次磁通变化 (FLUX CHANGE)。

为了要把MFM DATA BIT解码，DATA SEPARATOR必须产生一个2 $\mu$ s DATA WINDOW及CLOCK WINDOW为2 $\mu$ s的互补DATA WINDOW。因为并不是每一个BIT CELL都有一个CLOCK脉冲，DATA/CLOCK WINDOW无法从CLOCK脉冲得到修整。DATA SEPARATOR必须不断的分析WINDOW内的BIT位置，由此DATA/CLOCK WINDOW才能与DATA/CLOCK BIT维持同步。在理想状况下每一个BIT应该出现在WINDOW的中央，然而实际上由于BIT-SHIFT的效应，DATA BIT有可能会SHIFT出2- $\mu$ s WINDOW外面或虽然仍在里面但造成出错。因此，DATA SEPARATOR的设计及磁盘控制器的设计其倍密度编码方式要比单密度来得复杂。目前的LSI控制单

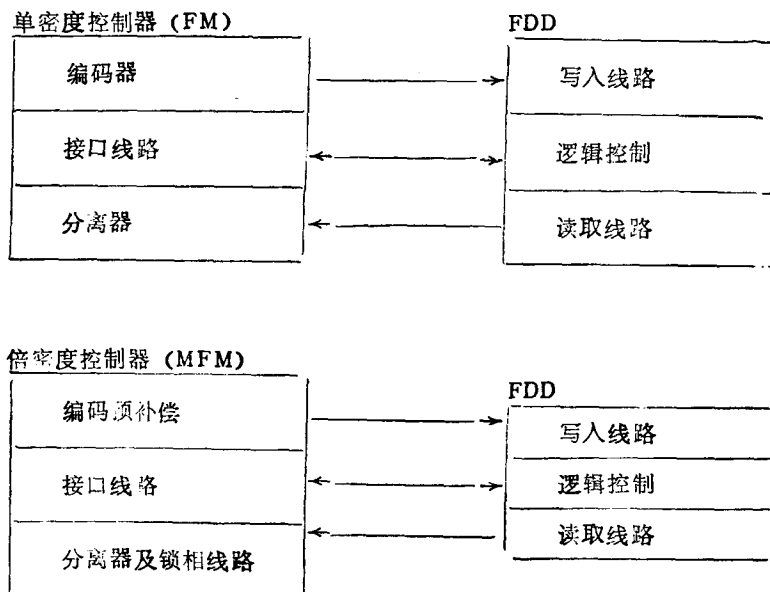


图 1-2 单密度 (FM) 控制器与倍密度 (MFM) 控制器的比较

片机能处理磁盘机接口,倍密度编码方式,及BIT-SHIFT现象的检测。但是必须加入BIT-SHIFT补偿线路及高解析度的类比DATA SEPARATOR。如图1-2。MFM的控制器。设计要比M<sup>2</sup>FM及GCR来得简单。虽然其他倍密度编码方式有一些优点, MFM是最不复杂而且是表现最好的。

MFM是目前除了APPLE机以外,最常采用的编码方式,由于FM方式我们称之为单密度,所以容量为FM两倍的MFM被称为倍密度(DOUBLE DENSITY)。

MFM编码规则(图1-3)

- (1) DATA BIT是写在每一个BIT CELL的中央。
- (2) 如果在目前这个BIT CELL没有DATA BIT,并且前一个BIT CELL也没有DATA BIT,则一个CLOCK BIT会被安排写在目前BIT CELL的开头处。如图1-3中的BIT6及BIT7。

比较FM及MFM的编码方式,可知道为什么MFM可有2倍的容量,同样的DATA BYTE(11010001), MFM只需32 $\mu$ s的写入时间,而FM却是需要64 $\mu$ s才能完成,同样转一圈的时间里MFM所能储存DATA的密度就会比FM高出一倍。

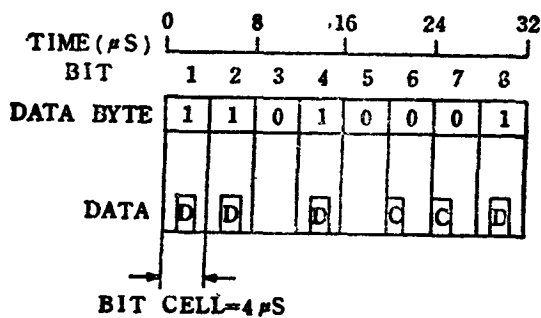


图 1-3 MFM倍密度编码方式每个BIT CELL内不一定非要CLOCK BIT不可,故容量为FM的2倍

FM编码方式,有一半的储存空间被CLOCK BIT占用,所以效率仅为MFM的50%而已。

上面谈到FM的数据传输率为125K比特/秒,而MFM则为如下:

每个BIT CELL约为一个DATA BIT = 4 $\mu$ s(比特/秒)

故每秒数据传输率 =  $1 / (4 \times 10^{-6}) = 250$  K

综合上述,我们又可得到一个比较表(表1-1)

表 1-1 FM/MFM的DATA TRANSFER RATE及效率比较

方式	BIT CELL	DATA TRANSFER RATE	效率
FM	8 $\mu$ S	125KBIT/S	50%
MFM	4 $\mu$ S	250KBIT/S	100%

### 1.2.3 M<sup>2</sup>FM (MILLER MODIFIED FREQUENCY MODULATION) 编码方式

式

M<sup>2</sup>FM方式的解码线路比较复杂，在目前所能接触到的磁盘机中，已经很少看到。

编码方式与MF<sup>2</sup>M很类似，唯一的差别是如图1-4，M<sup>2</sup>FM是在连续两个BIT CELL无数据并且前一个BIT CELL无CLOCK BIT时才加入一个CLOCK BIT，连续3个数据为LOW时，MF<sup>2</sup>M须加2个CLOCK BIT，而M<sup>2</sup>FM则只须加一个CLOCK BIT即可。

这种M<sup>2</sup>FM的存储效率亦与MF<sup>2</sup>M一样为100%。

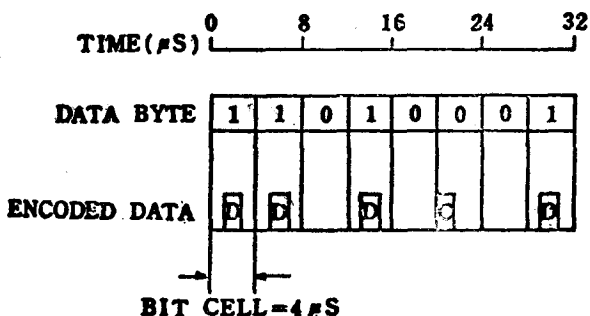


图 1-4 M<sup>2</sup>FM倍密度编码方式

到目前为止，M<sup>2</sup>FM已经在倍密度的编码方式很普遍的被采用，在M<sup>2</sup>FM方式中，只有在下列情况下才会写入CLOCK信号。

▲前一个BIT CELL没有DATA BIT或是CLOCK BIT。

▲目前BIT CELL中无DATA BIT。

因为CLOCK PULSE在磁盘片上相对的被孤立起来，如图1-4就要比MF<sup>2</sup>M少一个CLOCK BIT，所以CLOCK BIT的BIT SHIFT就被减少至最小。因此可以用较窄的CLOCK WINDOW来作CLOCK PULSE的解码，DATA WINDOW的宽度因而增加20%，如此就可允许DATA BIT SHIFT更多而不致构成ERROR。

现在的磁头比起过去，分辨率要好得多，较好的磁头设计减低了BIT SHIFT的现象，并且使得M<sup>2</sup>FM所提供WINDOW MARGIN的功能变得并不需要了，另外M<sup>2</sup>FM在读取大块DATA BIT为低的低频数据时，在读取放大线路上会有较多的问题发生。

### 1.2.4 GCR (GROUP-CODED RECORDING) 编码方式

GCR编码方式是从磁带记录器的方法引用过来的，如表1-2所示GCR在写入时将4个DATA BIT转换成5 BIT码，在读出时则将5-BIT的码再转换成4个DATA BIT，不产生CLOCK BIT。只有在数据为高时才加入一个数据脉冲。如果一连串的数据都为低而且都没有脉冲写入磁盘片，会造成频率太低，所以GCR的方式是采用上述的转换GCR CODE，将4 BIT转换成5 BIT，不允许有连续两个以上为低电位，并且首尾顶多有一个低电位，每个BYTE (8 BIT) 分成两个NIBBLE (4 BIT)，而这NIBBLE与GCR CODE的对照如表1-2。

如图1-5是GCR编码方式的说明。

表 1-2 十六进制, 4-BIT NIBBLE及GCR码 (5BIT) 的对照表

十六进制	4-BIT NIBBLE	GCR码 (5BIT)
0	0 0 0 0	1 1 0 0 1
1	0 0 0 1	1 1 0 1 1
2	0 0 1 0	1 0 0 1 0
3	0 0 1 1	1 0 0 1 1
4	0 1 0 0	1 1 1 0 1
5	0 1 0 1	1 0 1 0 1
6	0 1 1 0	1 0 1 1 0
7	0 1 1 1	1 0 1 1 1
8	1 0 0 0	1 1 0 1 0
9	1 0 0 1	0 1 0 0 1
A	1 0 1 0	0 1 0 1 0
B	1 0 1 1	0 1 0 1 1
C	1 1 0 0	1 1 1 1 0
D	1 1 0 1	0 1 1 0 1
E	1 1 1 0	0 1 1 1 0
F	1 1 1 1	0 1 1 1 1

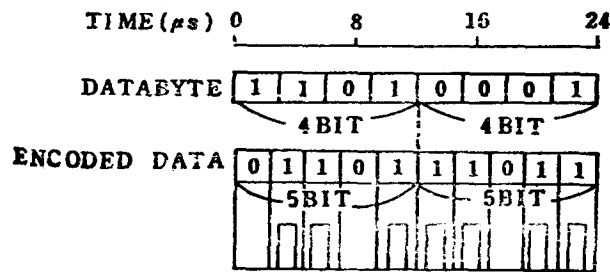


图 1-5 GCR编码方式, 将4BIT的NIBBLE转换成5-BIT的GCR码

GCR方式比起FM, DATA存储量由50%增加到80%, 比起MFM及M<sup>2</sup>FM的100%为小。如果要增加到与MFM及M<sup>2</sup>FM一样为100%, 则每英吋的磁通变化密度会超过限度。GCR方式需要更多的线路去编码、解码并且提供GCR对照表, 比起其他两种倍密度方式, 成本较贵。

图 1-6是GCR写入操作流程图

使用5-FOR-4码, DATA容量会因为BIT CELL时间由4μs减少至3.2μs (4×4÷5) 而增加, 一般而言MFM及M<sup>2</sup>FM的DATA传输率是500K比特/秒, GCR编码方式使得数据传输率增加至625K比特/秒。DATA RECOVERY WINDOW较宽, 因此BIT SHIFT

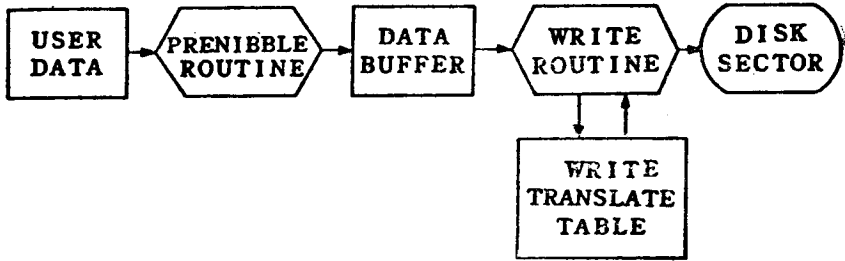


图 1-6 GCR的写入磁盘片时的流程图

对它影响较小，不太需要写入预先补偿 (WRITE PRECOMPENSATION)。

GCR编码方式的缺点：

▲ 编码，解码线路比较复杂 (COMMODORE的GCR方式)

▲ 读取线路中的PLO (PHASE LOCK LOOP) 及BAND WIDTH问题较多，COMMODORE采用的GCR比起MFM或其他倍密度方式，读取线路比较复杂，而且容易出错。

## 第二章 磁盘机的测试项目及方式

本章介绍如何评价、挑选、检测一部软磁盘机。首先列出有关软磁盘机的测试项目，后面将给出详细的图文说明。

下面逐项介绍每项指标的测试方法，包括原理、方式、标准-目的等诸方面。

### 2.1 马达启动时间 (MOTOR START TIME)

如果读者用过8吋FDD，就会发觉有一点与5<sup>1</sup>/<sub>4</sub>吋迥然不同的是，8吋FDD只要打开电源开关，不管有没有被主控制器选择，马达永远不停的旋转，FDD内都有磁头导入磁盘的装置 (HEAD LOAD MECHANISM)，因此当主控制器没送磁头导入信号来时，磁头是与磁片分开的，不会因磁片的不停旋转而逐渐磨损，当FDD收到HEAD LOAD信号时，上面的海棉压垫 (FOAM PAD) 或上磁头 (UPPER HEAD) 才因电磁阀的动作而压下给予由上往下适当的压力到磁盘上，磁头才能读到适当的磁场电压变化。

部分5<sup>1</sup>/<sub>4</sub>吋全高型FDD仍保留HEAD LOAD的特性。但是半高型也就是目前市面所称的超薄型就已经省略掉HEAD LOAD的动作，只要关上前门，磁头就已经紧贴住磁片，但是平常MOTOR不转，只有在MOTOR ON为LOW时才转，原因是磁片永远紧贴磁头，如果使用者用上半年电脑，而磁片也不停的转，那么磁头就得在磁片上磨上半年，一秒钟转5次，12小时总共旋转

$$5 \times 60 \times 60 \times 12 = 216,000 \text{ 圈/12小时}$$

平均磁头在磁片上转一圈的长度为28cm，那么12小时磁头磨擦经过的距离如下

$$28\text{cm} \times 216000 = 6048000\text{cm} = 60480\text{m} = 60.48 \text{ 公里}$$

那么再坚固的材料只要几天或几个礼拜下来也会出问题的，轻者造成磁片的磨损，原有数据再也读不出来，重者磁头很容易就会被磨坏掉。

由此可知，5<sup>1</sup>/<sub>4</sub>吋FDD只有在主控制器要做数据读或写时才使MOTOR ON，使用者在电脑前面大部份的时间是在思考或是敲键盘，真正用到FDD的读写时间不到十分之一，因此这种设计可以延长FDD的使用寿命。

这种方法的缺点是每次读写资料时，MOTOR要重新由静止开始启动，直到转速到达

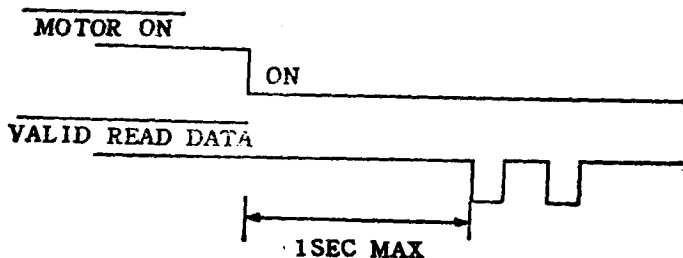


图 2-1 马达启动与正确的READ DATA之间的时间关系

一定速度后才能作正常的读写动作，这样的确是浪费了一些准备时间，因此本项目所测的“马达启动时间 (MOTOR START TIME)”愈短就代表等待的准备时间愈短。

图2-1 ANSI规定从MOTOR ON到能正确的读取DATA，中间的时间不能超过一秒钟。

图2-2亦指出了从MOTOR ON到得到正确的索引信号(INDEX)，不能超过一秒钟。实际上许多厂商如TEAC的FD554比这规格还严，是0.4秒。

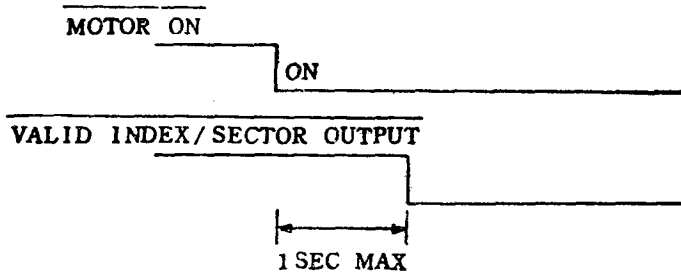


图 2-2 正确的INDEX/SECTOR输出与MOTOR ON之间的时间关系

## 2.2 磁盘片旋转周期 (ROTATION PERIOD)

磁盘片旋转时的周期非常重要，如果忽快忽慢会造成磁盘机无法正确读到数据，因而产生错误。每家磁盘机的标准都不尽相同，ANSI中也没有规定，一般来说差不多是 $200\text{ms} \pm 3\%$ ，也就是等于

$194\text{ms} - 206\text{ms}$

有的采取更严的规定，譬如 $197 - 203\text{ms}$ ，全看买主与工厂生产间所订下的产品规定是如何要求的。

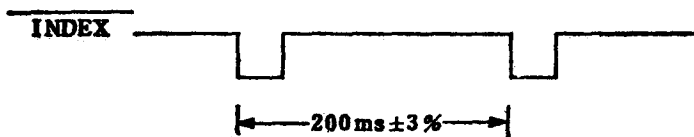


图 2-3 每圈出现一次的索引信号

图2-3的索引脉冲是磁盘片每转一圈由传感器感应出来一次，依赖磁片的索引孔转过红外光二极管与传感器之间时，光线才穿过圆孔而产生脉冲，所以磁片速度愈快，中间的脉冲宽度相对的就愈短。

读者一定会问到一个有趣的问题“为何APPLE II的磁盘机可以没有INDEX信号而仍然正常工作呢？”

APPLE II的磁盘机控制方式与一般ANSI标准的磁盘机大不相同，它不需要INDEX信号来同步或当做读取，写入的参考，一般十六进位代表“FF”的BYTE是8个BIT。

1 1 1 1 1 1 1 1

而APPLE II所采用的自同步 (SELF-SYNC) 代表“FF”的BYTE则是10个BIT，

后面多了两个零BIT。

1 1 1 1 1 1 1 1 0 0

它可以利用5个自同步的BYTE来保证硬件线路可以读到正确的数据。

111111110011111111001111111100111111110011111111001111111100

测试转速的方式：

(1) ANSI标准的转盘机

用计数器 (COUNTER) 测量索引信号

(2) 观察转盘机反面的圆形测速贴纸，如果呈稳定静止状态，代表转速对而且稳定，但是看不出来确实的转速。

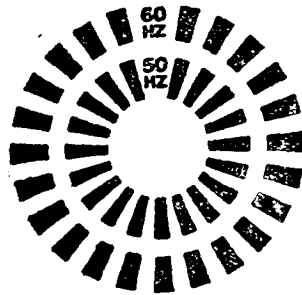


图 2-4 测速贴纸

(3) APPLE II 的转盘机

可以利用特定方式写入一个信号，再想办法去测量此信号从读写头读出时的周期。

(4) 市面上有一些测转速的自测试程序可以利用。

参 考 标 准：TEAC FD-55A

$300\text{RPM} \pm 1.5\%$  (i.e.  $200\text{ms} \pm 3$ )

有的甚至还规定了：

①瞬间转速 (INSTANTANEOUS SPEED)

②长期转速 (LONG TERM SPEED)

### 2.3 磁头读出电压幅度 (READ SIGNAL AMPLITUDE)

图2-5这项测试，很难确切告知在TP A/TPB处应该量到多大的电压才是正常，主要

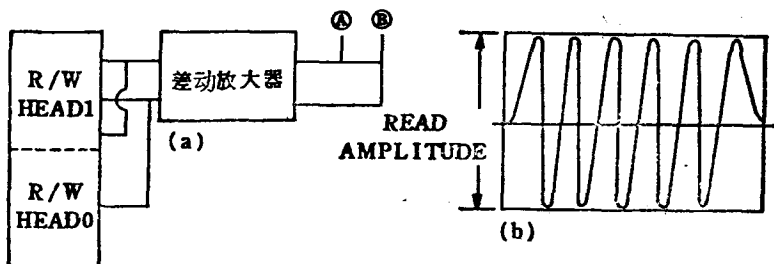


图 2-5 (a) 读出测试点①② (b) READ SIGNAL AMPLITUDE



是因为各家所用的读写头及差动放大器倍数的指标都不相同，必需视磁头出厂指标及线路放大倍数而定。

虽然如此，我们还是可以谈谈测试的原则及方法。

- A. 假设磁头输出是2.5mV（一般说来大致如此）。读取特定的数据pattern。
- B. 如果使用34701C当做磁头读取数据后的处理，放大倍数为80~120倍。
- C. 那么在TPA，TPB端量取的电压将是 $2.5 \times 80 = 200\text{mV}$ 以上。
- D. 示波器设定

CHANNEL A: AC, TPA

B: AC INVERT, TPB

利用ADD，就可以量出差动输出了。这项测试参数愈大愈好。

## 2.4 磁头读分辨率 (READ RESOLUTION)

这项测试的目的在于得到磁头的分辨率。

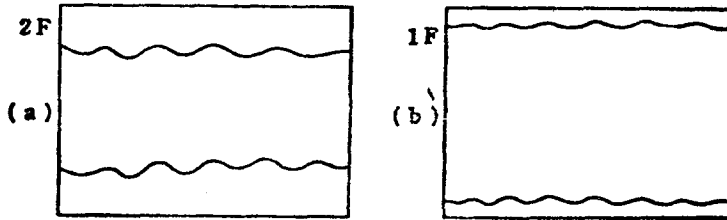


图 2-6 读取 (a) 2F (b) 1F  
信号电压,  $2F/1F = \text{RESOLUTION}$

分辨率定义:

“在特定磁道上，高密度与低密度数据PATTERN由同一磁头所读回电压值的百分比值。”

公式如下:

$$\text{RESOLUTION} = \frac{2F \text{ 电压值}}{1F \text{ 电压值}} \times 100\%$$

2F频率: 125 K H<sub>2</sub>正弦波

1F频率: 62.5K H<sub>2</sub>正弦波

读写头以“2F”的频率写入磁盘片，所读回的电压，会比“1F”较小，这是因为磁通变化与转速频率的高低有关，变化太快的话，磁头来不及反应就又转到下一次的变化了。

分辨率的比值应为

$$\frac{2F \text{ 电压值}}{1F \text{ 电压值}} \times 100\% \geq 55\% \quad (\text{在第34道, 也有订在第39道})$$

$$\frac{2F \text{ 电压值}}{1F \text{ 电压值}} \times 100\% \leq 95\% \quad (\text{在第00道})$$

第00道的测试，有许多厂商没有测（包括TEAC），指标中没有这一项，此处列出当做读者的参考。