

80286微机系统

硬件原理分析 与 高级维修技术

(软硬磁盘部分)

中 册

朱传乃 编著
刘镜周

中国计算机学会技术开发咨询部
中国科学院计算技术研究所

1990.4

前 言

近几年来, 80286微机系统逐年增多, 正在形成研制、生产、销售、开发、使用的高潮。国内许多用户, 特别是从事系统开发和系统维修的用户, 都急切希望掌握和了解80286微机系统在体系结构上的特点、性能、硬件构成原理及维修方法。针对这种情况, 我们于1988年编写了“80286微机系统分析”一书, 在详细介绍80286 CPU及其外围芯片的基础上, 对IBM PC/AT机的系统板电路进行了深入具体的分析。之后, 许多读者热情希望, 能够继续分析IBM PC/AT机系统板以外的部分, 适当增加维修技术。为此, 作为“80286微机系统分析”一书的续篇, 我们又编写了现在的中、下册的内容。

中册主要对软、硬盘适配器电路和软、硬盘驱动器电路的工作原理进行了全面系统地分析, 在此基础上, 作者根据多年的工作经验, 着重介绍了对它们的维修技巧和方法, 内容丰富, 适用于各种软、硬磁盘的维修。同时, 改正了软、硬盘适配器电路图上的错误, 并对硬盘驱动器电路作了加工整理。

下册对国内拥有量较多且功能较强的LQ-1600和LQ-1500打印机, 从工作原理, 电路组成, 机械结构到维修方法进行了详细深入地论述。书中介绍的内容也可供维修其它类型的打印机参考。另外, 为了维修的需要和内容的完整, 在下册增加了系统板的维修技术, 并包含了电源和显示器等方面的内容。我们还把IBM PC/AT机的全套图纸资料分附在上、中、下三册书的后面, 方便读者进一步查阅。

本书第一、三、五和九至十一章由朱传乃编写, 第二、四章由刘镜周编写, 第六章由周心微编写, 第七章由刘筱桢编写, 第八章由李成章编写, 第十二章由杨福平编写。

在编写本书的过程中, 我们得到中国计算机学会技术开发咨询部王素文和王玉俊等许多同志的大力支持和鼓励, 在此深表感谢! 由于时间紧迫和编者水平所限, 书中的错误一定很多, 敬请读者批评指正。

编者 1990年4月

目 录

第一章 软磁盘驱动器

1.1 概述	(1)
1.2 磁记录的基本原理	(1)
1.2.1 磁化区域的形成	(1)
1.2.2 记录方式	(2)
1.2.3 磁头的结构	(6)
1.2.4 磁盘上的数据记录格式	(7)
1.3 双面软磁盘驱动器	(12)
1.3.1 写盘操作	(14)
1.3.2 寻道操作	(19)
1.3.3 读盘操作	(21)
1.3.4 主轴马达驱动电路	(22)
1.4 高容量软磁盘驱动器	(23)
1.4.1 写盘操作	(24)
1.4.2 寻道操作	(28)
1.4.3 读盘操作	(29)
1.4.4 主轴马达驱动电路	(29)

第二章 软磁盘驱动器故障分析处理

2.1 引言	(30)
2.2 软磁盘驱动器基本操作故障分析处理	(31)
2.2.1 选盘操作故障分析处理	(31)
2.2.2 寻道操作故障分析处理	(33)
2.2.3 读出操作故障分析处理	(35)
2.2.4 写入操作故障分析处理	(39)
2.3 软磁盘驱动器信息交换故障分析处理	(40)
2.3.1 软磁盘驱动器信息交换性	(41)
2.3.2 软磁盘驱动器信息交换故障分析	(41)
2.3.3 软磁盘驱动器信息交换检测校准工具盘	(42)
2.3.4 软磁盘驱动器信息交换性的检查和校准	(46)
2.4 软磁盘驱动器故障检测和维修思路	(50)

第三章 硬盘驱动器

3.1 单片主处理器MC6803控制电路	(53)
3.1.1 MC6803的功能	(53)
3.1.2 MC6803对EPROM的访问	(57)

3.1.3	MC6803 对外围接口适配器MCS6522的访问	(57)
3.1.4	MC6803 对速度产生器(数/模转换器)的访问	(66)
3.2	硬盘驱动器的写操作	(67)
3.2.1	写入操作的条件	(67)
3.2.2	写电路	(71)
3.3	硬盘驱动器的读操作	(72)
3.3.1	读出电路	(73)
3.3.2	索引信号(RINDEX)和道00信号(TRK ZRO SW)	(74)
3.4	磁头定位系统	(75)
3.4.1	闭环式控制系统的基本原理	(76)
3.4.2	位置控制的原理	(77)
3.4.3	定位系统电路分析	(80)
3.5	主轴电机控制电路	(86)
3.5.1	无刷电机的工作原理	(87)
3.5.2	主轴电机驱动电路	(87)
3.6	硬盘驱动器的连接转插	(90)

第四章 硬磁盘驱动器故障分析处理

4.1	引言	(93)
4.2	硬磁盘驱动器软件安装操作	(93)
4.2.1	驱动器类型设置操作	(94)
4.2.2	物理格式化操作	(96)
4.2.3	建立DOS分区操作	(97)
4.2.4	逻辑格式化操作	(98)
4.3	硬磁盘驱动器软故障分析处理	(91)
4.3.1	引导DOS系统故障之一——DOS系统命令文件COMMAND.COM 读出错或丢失	(91)
4.3.2	引导DOS系统故障之二——DOS系统隐含 文件内容读出错	(100)
4.3.3	引导DOS系统故障之三——DOS系统隐含 文件(名)未找到	(101)
4.3.4	引导DOS系统故障之四——DOS分区引导程序 尾标读出错	(101)
4.3.5	引导DOS系统故障之五——分区引导程序读出错	(102)
4.3.6	引导DOS系统故障之六——DOS分区信息表无效	(102)
4.3.7	引导DOS系统故障之七——自动引导系统 板ROM-BASIC	(102)
4.3.8	引导DOS系统故障之八——主引导程序/分区信息表/DOS 分区引导程序/DOS系统文件感染病毒	(103)

4.4	硬磁盘驱动器硬故障分析处理.....	(104)
4.4.1	准备操作故障分析处理.....	(104)
4.4.2	选盘操作故障分析处理.....	(109)
4.4.3	寻道操作故障分析处理.....	(111)
4.4.4	读出操作故障分析处理.....	(113)
4.5	硬磁盘驱动器故障检测维修思路.....	(115)
第五章 软硬盘适配器		
5.1	软硬盘适配器中的内部寄存器及其口地址的分配.....	(117)
5.1.1	口地址的分配.....	(117)
5.1.2	口地址译码电路.....	(118)
5.2	软盘适配器.....	(125)
5.2.1	软盘控制器 μ PD765.....	(126)
5.2.2	软盘适配器的写入电路.....	(149)
5.2.3	读数据分离控制电路.....	(152)
5.3	硬盘适配器.....	(158)
5.3.1	温盘控制器WD1010.....	(159)
5.3.2	缓冲器管理及错误校验控制器WD1014.....	(175)
5.3.3	缓冲器管理控制处理器WD1015.....	(178)
5.3.4	硬盘适配器的写盘操作.....	(179)
5.3.5	硬盘适配器的读盘操作.....	(186)
5.4	软盘和硬盘适配器的维修.....	(193)
5.4.1	软盘适配器的维修.....	(194)
5.4.2	硬盘适配器的维修.....	(202)

第一章 软磁盘驱动器

1.1 概述

软磁盘存储器由盘片、软磁盘驱动器和软磁盘适配器三部分组成，是微型计算机重要的外围设备。自1973年IBM公司首先研制成8英寸(203mm)软磁盘，1976年Shugart公司研制成5 $\frac{1}{4}$ 英寸(133mm)软磁盘以来，软磁盘存储器取得了极为迅速的发展。目前，软磁盘存储器的发展有如下几个重要的特点：一是盘片的存储容量不断提高，价格不断下降。近十多年来，对5 $\frac{1}{4}$ 英寸软磁盘来说，由早期的单面单密度的100KB存储容量，提高到目前的双面倍密度的1.2MB以上，而盘片的价格却下降了一个数量级之多，并且驱动器和适配器的价格也有相应幅度的下降。二是盘片的尺寸和驱动器的体积越来越小，性能越来越高。5 $\frac{1}{4}$ 英寸的软磁盘已成为大多数微型计算机中的标准磁盘，而小于5 $\frac{1}{4}$ 英寸的磁盘，如3.5英寸(还有3英寸和2.5英寸)的微型磁盘，正在逐步地进入微型计算机系统，今后将有更多的软件是由这种微型磁盘来提供。同5 $\frac{1}{4}$ 英寸的标准磁盘相比，3.5英寸的微型磁盘更加经久耐用，它不暴露在烟尘下面，因为大多数磁盘的损坏都是由烟尘造成的。微型磁盘是密封在硬的塑料壳中，其顶部有一个称作遮挡片的金属部分，每当计算机需要进行读/写，驱动器才把遮挡片向左推移，使记录媒体暴露出来。PC-DOS 3.2以上的版本对微型磁盘提供有足够的支持。除盘片尺寸缩小之外，驱动器本身的体积也在不断减小，对5 $\frac{1}{4}$ 英寸的软磁盘来说，有全高型，半高型和超薄型各种体积的驱动器，使原来一个全高型驱动器的位置，可以装备2台半高型软盘驱动器。同时，驱动器电路集成度也愈来愈高，故障率不断下降，使用寿命大大增长。

软磁盘存储器还有其它一些特点：诸如用途广泛，使用方便等等。软磁盘不仅用于微型计算机，还广泛应用于大、中、小型计算机系统，以构成各种类型的数据输入/输出设备和智能终端设备。软磁盘存储器在仪器设备中也取得了很好的应用。由于这些原因，所以可以看到，软磁盘存储器还会向大容量，高可靠性，低价格和小体积的方向迅猛发展。

1.2 磁记录的基本原理

数字式磁表面存储器的种类很多(如磁鼓，磁带，软磁盘和硬磁盘等)，它们的记录原理都是相同的，即都可以利用记录媒体(介质)上的两种剩磁状态或剩磁方向的变化规律来表示二进制数字信息。因此，任何一种磁表面存储器的记录过程都是一种电磁信息的转换过程。下面简单说明记录过程的工作原理。

1.2.1 磁化区域的形成

图1.1(a)所示为写入磁头，它由磁性材料、线圈和磁头前间隙组成。如图1.1(b)所示，当磁头的线圈中通过某一方向的电流时，根据物理学上的右手法则，就会在磁头的磁路中产生一定方向的磁通，由磁头前间隙附近的漏磁通把记录媒体磁化成一种极性的磁化区域。通过线圈的电流被称作磁化电流，当改变线圈中流过的磁化电

时，磁通的方向和磁化区域的极性也会相应地发生改变。

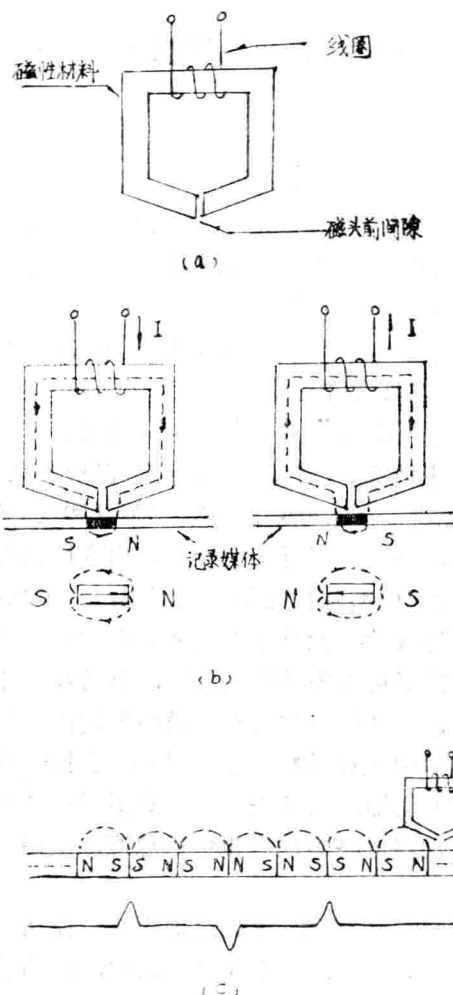


图1.1 磁化区域的形成

可以看到，通过改变线圈中磁化电流的方向，能够得到两种不同极性的磁化区域。如图1.1 (c) 所示，如果在磁记录层上磁化成各种极性的磁化区域，那么，当读出磁头经过这些区域时，由于磁通的变化，就会在线圈中感应出电压信号，信号的幅度与磁通的变化速率成正比。

通过这两种不同极性的磁化区域表示二进制信息的方法，称作记录方式或 编 码 方 法。磁记录的方式很多，这里只介绍同磁盘有关的几记录方式或编码方法。

1.2.2 记录方式

1、不归零制记录方式

不归零制记录方式 (NRZ: Non Return to zero method)，是用一种极性的磁化区域表示二进制的“1”，用另一种极性的磁化区域表示二进制的“0”。这种记录

方式，线圈中始终有电流流过，不回归到零电流状态，故称为不归零记录方式。它的记录原理示于图1.2。

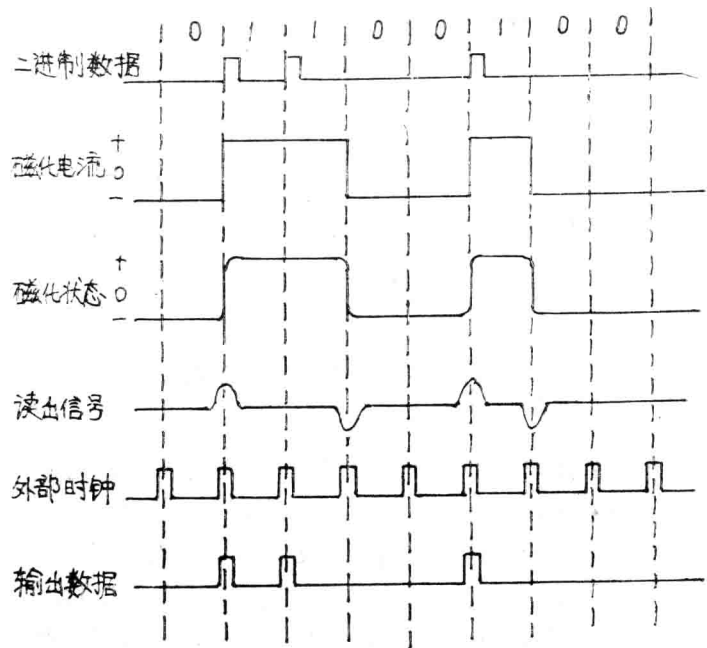


图1.2 不归零记录方式

从图中的读出信号波形可以看到，只有前后相邻的数码不同时，磁记录层的磁化状态才发生翻转，即才有波形产生。如果出现一串“1”与一串“0”，只有最前面的“1”或“0”有波形产生，后面的“1”或“0”均不产生读出信号。图中假定记录“1”时产生正的读出信号，而记录“0”时产生负的读出信号，因此，要把这种读出的脉冲信号还原成记录时的数据信号，就要判别从正脉冲到负脉冲之间包含多少个数据“1”，或从负脉冲到正脉冲之间包含多少个数据“0”，而这一般要使用外部时钟信号进行测量（外同步）。大家知道，磁盘的转速和外部时钟的频率都会存在误差，当连续出现若干个“1”或若干个“0”时，外部电路很难保证不产生测量上的错误。这种记录方式的缺点是没有自同步能力，而且还存在错误的传播。所谓自同步能力，是指从单个磁道读出脉冲序列中提取同步时钟脉冲的难易程度，时钟脉冲的间隔是判读“1”或“0”的时间量，称作数据窗口。所以不归零记录方式只适用于多个磁道能同时读出以形成自同步的磁带存储器中，磁盘存储器一般不能采用这种方式。

2、不归零逢1变化制记录方式

不归零逢1变化制记录方式 (NRZ-1; Non Return to Zero change on 1), 又称为反相 (Inversion) 不归零记录方式 (NRZ-I), 其原理是遇到记录数据“1”时，改变磁化电流的方向，也即改变磁通的方向，使磁录层的磁化状态发生翻

转，而在记录数据“0”时，保持原来的磁化状态不变。图1.3所示为这种方式的记录原理。

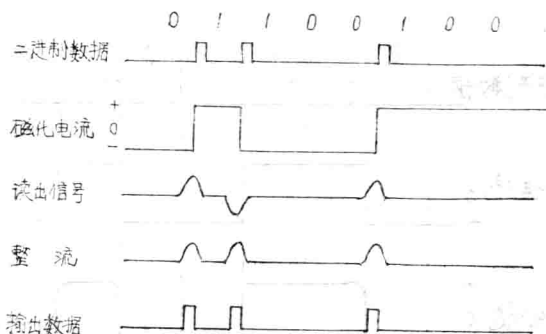


图1.3 不归零逢1变化制记录方式

从图中读出信号的波形可以看到，对于输入数据序列中，凡是出现“1”的地方磁化状态发生翻转，而在记录“0”时，保持原来的磁化状态不变。因此，在读出时，对于数据“1”，就有读出脉冲信号，而且读出脉冲的极性是正负交替的；对于数据“0”，则没有读出脉冲信号。对于数据“1”，在进行还原时，还原电路只要把负脉冲倒相为正脉冲，然后进行放大、限幅、整形等处理即可。对于数据“0”，因不产生脉冲，所以当记录一串“0”时，就需要外部时钟信号测量这个没有脉冲的时间间隔包含有多少个数据“0”。这种测量同样会因磁盘的转速变化和外部时钟的频率变化而带来测量错误。所以，不归零逢1变化制记录方式同不归零制记录方式的缺点，主要是缺乏自同步能力。但是，可以看到，不归零逢1变化制记录方式是一种重要的、最基本的记录方式，它是分析、设计以下记录方式的基础。

3、调频制记录方式

调频制也称倍频制记录方式 (FM; Frequency Modulation或Double Frequency)，是单密度软磁盘及盒式数字磁带机中广泛采用的一种记录方式。

可以看到，不归零逢1变化制记录方式，解决了记录一串“1”，而没有解决记录一串“0”不产生读脉冲的问题。为此，调频制记录方式的关键是在进行记录之前，对数据序列加以改造，在数据序列中插入同步信号，使原来的数据序列中的“1”，对应记录序列中的“11”，数据序列中的“0”，对应记录序列中的“10”，这样，就避免了数据序列中可能出现的一串“0”。改造后的数据再按照不归零逢1变化制进行记录，所以它同不归零逢1变化制记录方式的区别只是对数据序列进行了改造。

图1.4所示为FM记录方式的原理，插入的时钟是位于位单元的前沿位置上，而数据是位于位单元的中央。这种方式由于插入时钟，使它具有自同步能力，即可以用各自位单元的时钟信号对数据位进行判别。但是，它的主要缺点是降低了编码效率，即存储相同的有效数据位时，磁层的翻转次数增加。

4、改进的调频制记录方式

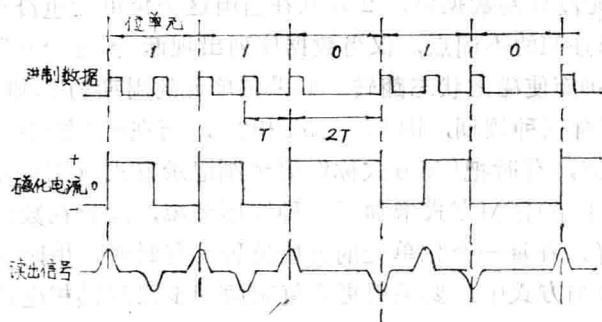


图1.4 调频制记录方式

为了保留调频制记录方式的自同步能力，同时又要克服其编码效率低的缺点，在倍密度软磁盘和硬磁盘中采用了改进的调频制记录方式（MFM, Modified Frequency Modulation）。

调频制记录方式，主要是为了解决NRZ-1记录方式中记录一串“0”数据时不产生读信号的问题，但是在记录数据“1”时，磁化状态翻转，有读信号产生，可以提取同步信号，结果又掺入了同步脉冲，这就增加了磁层上单位间隔内磁化状态的翻转次数。磁通翻转的最小间距与磁层及磁头的频率响应有关，如果磁通翻转的间距越小，则要求信通的频带越宽。MFM记录方式的基本点，在保留自同步能力的前提下，尽可能去掉FM方式中掺入的同步信号。实现在单位长度的磁层上，磁化状态的翻转次数同FM方式相比没有增加，却把记录的有效数据的密度提高了一倍，即提高了编码效率或密度比（Density Rate）。

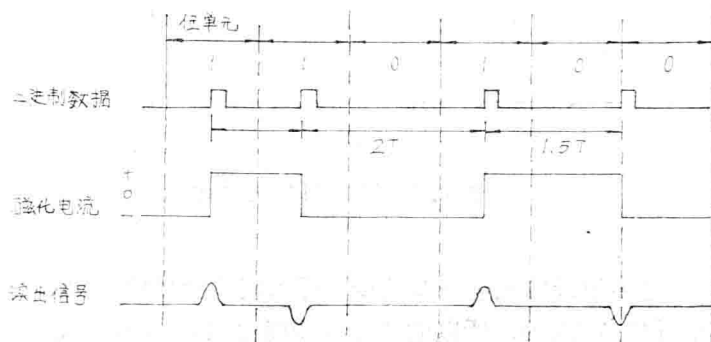


图1.5 改进的调频制记录方式

如图1.5所示，同FM方式一样，MFM方式也是按照一定的规则把数据序列改造为记录序列，然后再按照NRZ-1方式进行记录。MFM记录方式的原理如下：

- 1) 在位单元的中央写数据位。
- 2) 只有在下述两种情况都满足时，在位单元的前沿位置写时钟位：

①前一个位单元没有写数据位，②并且在当前这个位单元也没有数据位写入。

这种记录方式与FM的不同点，仅当数据序列出现两个连“0”时，才在位单元的前沿插入同步时钟而使磁化状态翻转。如果位单元的周期为 T ，则从图1.5可以看到，MFM方式中的波形有三种周期，即 T ， $1.5T$ 和 $2T$ ，而在FM方式中的波形只有两种周期，即 T 和 $2T$ 。所以，有时把FM方式称作倍频制记录方式（FD），把MFM方式称作三频制记录方式。由于MFM方式增加了一种波形频率，因此在数据分离电路中，不能如FM记录方式那样，在每一个位单元的开始位置具有时钟，用时钟信号通过单稳来制作数据窗口。在MFM方式中，要采用更为复杂的同步跟踪锁相电路来制作分离数据的窗口信号。

5 M²FM制记录方式

MFM的改进型，称作改进的调频制记录方式（M²FM: Modified, Modified Frequency Modulation），主要用于高密度软盘驱动器中，其记录原理如下：

- 1) 在位单元的中央写数据位。
- 2) 只有在下述两种情况都满足时，在位单元的前沿位置写时钟位：
 - ①前一个位单元没有写数据位或时钟位，并且
 - ②在当前这个位单元也没有数据位写入。

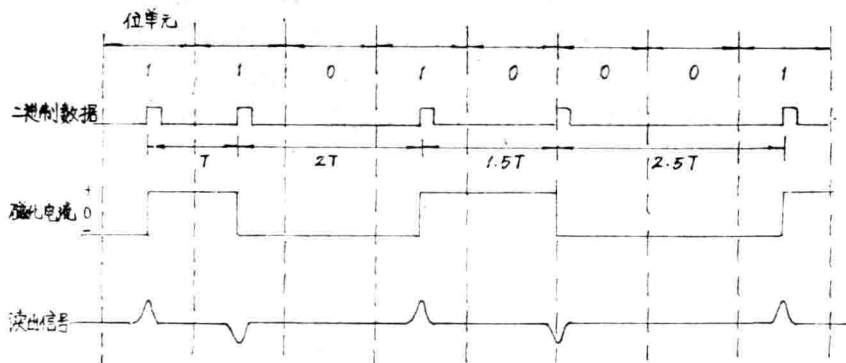


图1.6 M²FM制记录方式

如图1.6所示，这种记录方式进一步减少了插入同步时钟的个数，使磁化翻转周期有 T ， $1.5T$ ， $2T$ 和 $2.5T$ 四种，所以它的自同步能力同MFM相比变差，而位记录密度有所提高。

1.2.3 磁头的结构

实际的磁头如图1.7 (a) 所示，由读/写磁头和隧道清洗磁头组成。读/写磁头的读/写线圈是具有公用抽头的两个绕组，如图1.7 (b) 所示，某一时刻从公用抽头进入一个绕组的电流，图中标作 $+I$ ，同另一时刻从公用抽头进入另一个绕组的电流，图中标作 $-I$ ，它们所产生的磁通相反，写入时形成两种不同极性的磁化区域。在读出时，两组线圈串联，用作读出线圈，可以提高读出电压的幅度。

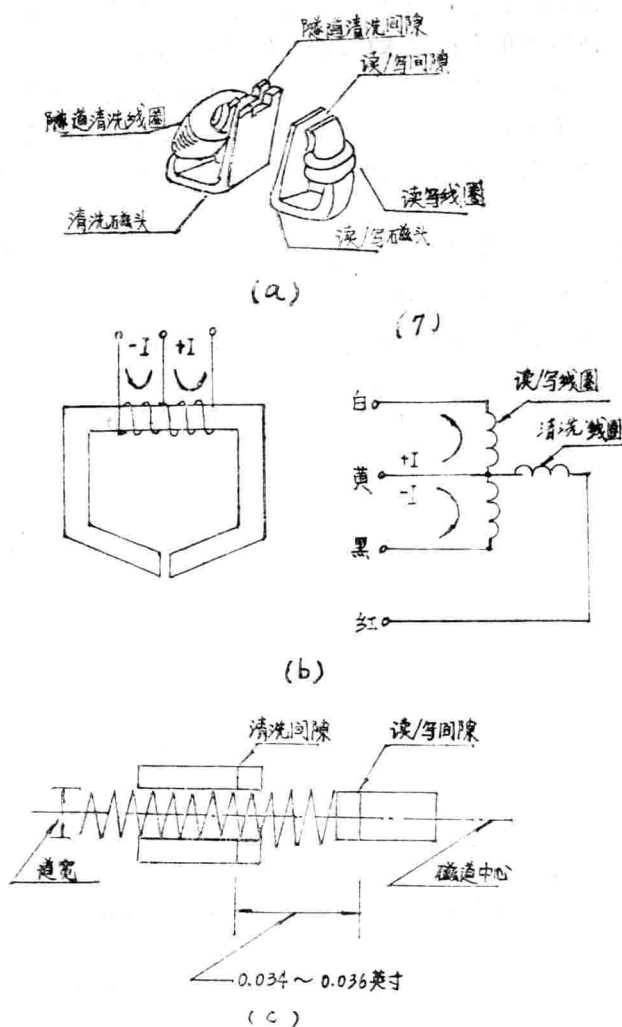


图1.7 磁头的结构

隧道清洗磁头，在写入操作时其清洗线圈中流过一个恒定的电流，对磁道两边进行修整，以保证写入的磁道宽度，防止道间干扰，从而提高了读出信号的噪声比和磁盘之间的互换性。图1.7 (c) 所示为隧道清洗之前和之后读出信号的情况。

1.2.4 磁盘上的数据记录格式

双面软磁盘有两个记录面（0 面和 1 面），每一个记录面上有一个个称作磁道的同心圆，对于有 40 个磁道的 $5\frac{1}{4}$ 英寸软磁盘，最外面的是 0 0 磁道，最里面的是 39 磁道，数据就是记录在这些磁道上。上下两面相同标号的磁道（磁头停在某一位置，由 0 磁头和 1 磁头所对应的磁道）称作柱面。每一种盘片在内径的某一位置上有一个索引孔，由索引孔产生的索引脉冲用作每一个磁道的起点标志。把这些磁道用程序的方法分成若干个扇区（或称扇段），作为记录数据的单位，这种划分方法称作软分区。也有在索引孔的同一内径上设置扇区孔，用扇区孔把磁道分成若干个扇区，这种划分方法称作硬分区。

由于硬分区把扇区的长度固定下来,用户没有自由选择的灵活性,故已很少采用。在软分区的磁道记录格式中,8英寸单密度记录的软磁盘采用的是IBM 3740标准格式,而倍密度记录采用的是IBM 34标准格式。5 $\frac{1}{4}$ 英寸软磁盘没有标准的记录格式,一般是参照8英寸磁盘的标准格式,其主要差别是5 $\frac{1}{4}$ 英寸的软磁盘在格式化磁道时没有使用索引地址标志和间隙5。下面先介绍磁盘格式化时所使用的地址标志和间隙,然后说明软磁盘和硬磁盘的磁道记录格式。

1、单密度记录格式所使用的地址标志

1) 索引地址标志 (Index Address Mark), 又称磁道标志 (Track Mark), 是在索引孔之后表示一个磁道开始的标志, 只用于8英寸磁盘, 5 $\frac{1}{4}$ 英寸磁盘不用。其1个字节节的组成是, 数据位为FCH (即DB=FCH), 时钟位为D7H (即CB=D7H)。图1.8 (a) 所示为索引地址标志中数据位和时钟位的合成情况。

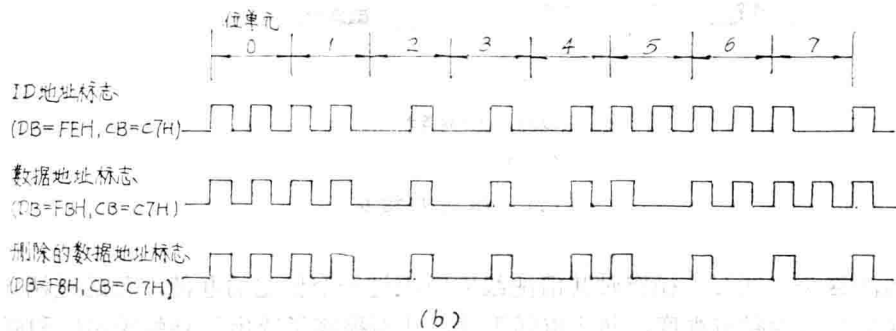
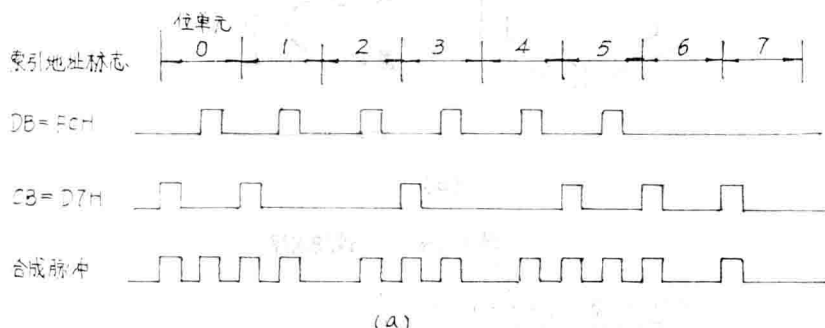


图1.8 FM记录方式中的地址标志

2) 识别字段地址标志 (ID Address Mark), 又称地址标志 (Address Mark), 它位于每个识别字段的开始, 表示后面到来的是磁盘的识别字段, 即磁盘的地址。该标志的数据位为FEH (DB=FEH), 时钟位为C7H (CB=C7H), 数据位和时钟位的组合示于图1.8 (b)。

3) 数据地址标志 (Data Address Mark), 又称数据标志 (Data Mark), 它位于每个未被删除的数据字段的开始, 表示后面到来的字段是数据。该标志的数据位为FBH (DB=FBH), 时钟位为C7H (CB=C7H), 数据位和时钟位的组合示于图

1.8 (b)。

4) 删除的数据地址标志 (Deleted Data Address Mark), 又称删除的数据标志 (Deleted Data Mark)。它位于每个被删除的数据字段的开始, 表明其后的数据字段已删去不用。该标志的数据为F8H (DB=F8H), 时钟位为C7H (CB=C7H), 数据位和时钟位的组合示于图1.8 (b)。

2、倍密度记录格式所使用的地址标志

1) 索引地址标志, 该标志共4个字节, 前3个字节中, 数据位为C2H, 时钟位为14H, 第4个字节的数据位为FCH, 时钟位为01H。前3个字节和第4个字节其数据位和时钟位的组合情况示于图1.9 (a)。

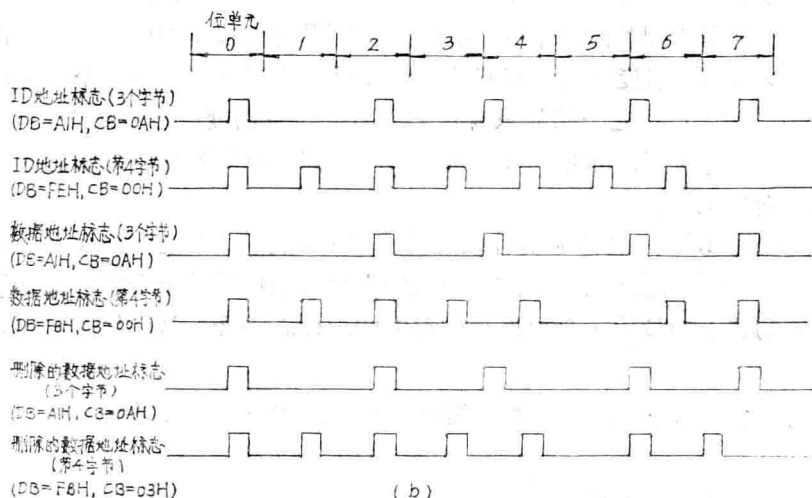
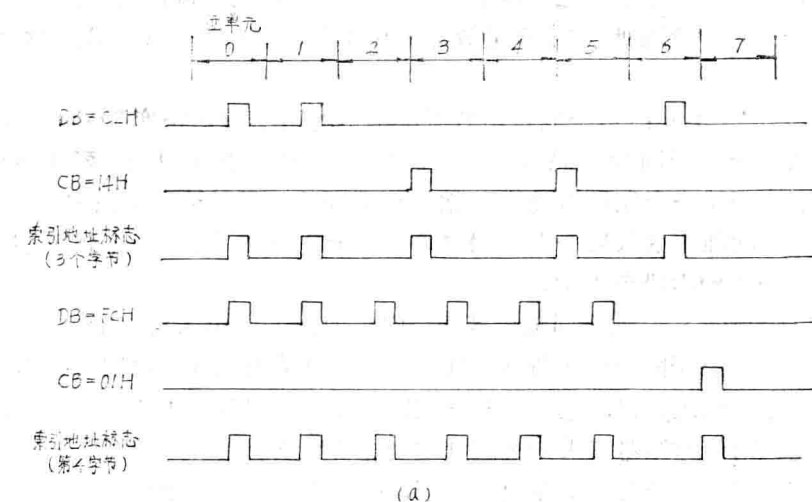


图1.9 MFMR记录方式中的地址标志

2) ID地址标志, 该标志共4个字节, 前3个字节中, 数据位为A1H, 时钟位为

0AH, 第4个字节数据位为FEH, 时钟位为00H。前3个字节和第4个字节其数据位和时钟位的组合示于图1.9 (b)。

3) 数据地址标志, 该标志共4个字节, 前3个字节中, 数据位为A1H, 时钟位为0AH, 第4个字节数据位为FBH, 时钟位为00H。前3个字节和第4个字节其数据位和时钟位的组合示于图1.9 (b)。

4) 删除的数据地址标志, 该标志共4个字节, 前3个字节中, 数据位为A1H, 时钟位为0AH, 第4个字节数据位为F8H, 时钟位为03H。前3个字节和第4个字节其数据位和时钟位的组合示于图1.9 (b)。

3 记录格式中使用的间隙 (GAP)

在记录格式中, 除了使用上述地址标志以外, 还要用到间隙1, 2, 3, 4, 5。间隙5只用于8英寸软磁盘, 5 $\frac{1}{4}$ 英寸软磁盘使用间隙1—4。下面说明这些间隙的作用。

间隙1 (GAP1): 这个间隙由若干个字节的FFH (单密度记录) 或4EH (倍密度记录) 同若干个用于同步 (SYNC) 的字节00H组成。其作用是把索引地址标志 (对8英寸软磁盘) 同第一个识别字段的ID地址标志隔开, 保护第一个识别字段, 使它不会因为写本磁道物理上的最后一个数据字段时而把它破坏了。对于5 $\frac{1}{4}$ 英寸磁盘, 也是为了保护第一个识别字段免遭破坏。

间隙2 (GAP2): 这个间隙由若干个字节的FFH (单密度记录) 或4EH (倍密度记录) 同若干个用于同步的字节00H组成。其作用是把识别字段同数据字段隔开, 使得识别字段 (磁盘地址) 出现之后, 有一定时间延迟再出现数据字段, 执行读/写操作。这一段延迟时间控制器用来对磁盘地址进行判别。另外, 有了这一段延迟时间, 即使驱动器速度变化, 导致写电路提前工作, 也不至于影响识别字段。

间隙3 (GAP3): 这个间隙由若干个字节的FFH (单密度记录) 或4EH (倍密度记录) 同若干个用于同步的字节00H组成。其作用是把数据字段和下一个识别字段隔开, 这样即使驱动器的速度改变, 在写数据字段时, 也不会破坏下一个识别字段。

间隙4 (GAP4): 这个间隙只有若干个FFH (单密度记录) 或4EH (倍密度记录), 用来填写磁道的剩余部分, 直到索引脉冲的前沿出现为止。当磁盘的转速变化时, 其长度是会变化的。

间隙5 (GAP5): 这是8英寸软磁盘使用的间隙, 5 $\frac{1}{4}$ 英寸磁盘不用。它是由若干个字节的FFH (单密度记录) 或4EH (倍密度记录) 同若干个字节的00H组成。其作用是把磁道物理上的最后一个数据段同索引地址标志隔开, 从而保护索引地址标志不被破坏。

这五种间隙中, 间隙1, 3, 5可用程序指定, 间隙2一般是固定的, 间隙4是可变的。

4、软磁盘磁道的记录格式

每一个磁道包含有若干个扇区, 每一个扇区由ID (识别) 字段 (地址区) 和数据字段 (数据区) 组成。其中, ID字段由SYNC (同步), ID地址标志 (AM1), ID字段和CRC组成。ID字段是扇区地址, 有4个字节, 分别表示柱面号 (C), 磁头号

(H)，扇区或记录号 (R)，以及该扇区的字节数 (N)。在这里扇区的字节数为 128×2^N 。图1.10所示为ID字段的详细内容。

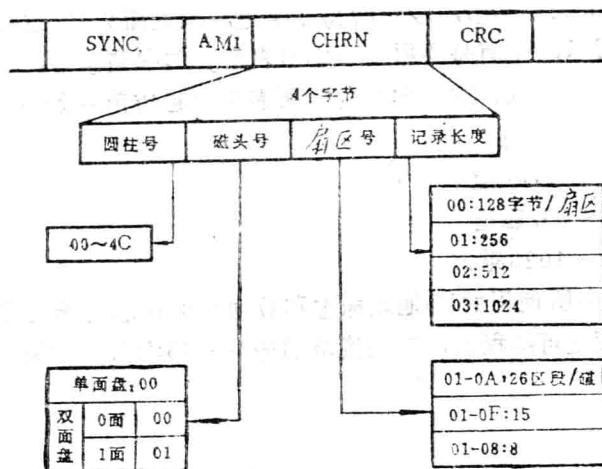


图1.10 ID字段的详细内容

数据字段由SYNC (同步)、数据地址标志 (或删除的数据地址标志)、数据字段和两个字节的CRC组成。数据字段是用户存放数据的区域,磁盘规定的扇区数不同,或记录方式不同,数据字段的字节数也不相同。为了表示某字段的数据是有效数据或者是已删除数据,在数据段的前面设置数据地址标志 (AM1)。图1.11所示为5 $\frac{1}{4}$ 英寸软磁盘的磁道格式。

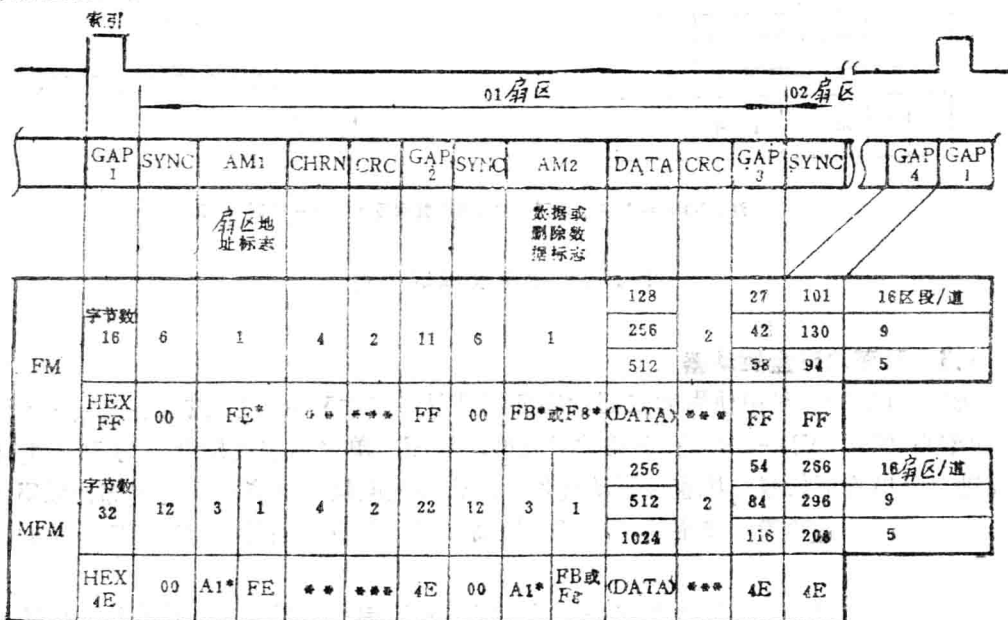


图1.11 5 $\frac{1}{4}$ 英寸软盘的磁道格式

5 硬磁盘的磁道记录格式

硬磁盘和倍密度的软磁盘一样，采用MFM制记录方式和软分区方法。对于20MB的5 $\frac{1}{4}$ 英寸的硬盘驱动器，它有两片盘片，每个记录面分成615个磁道，每个磁道分成17个扇区，每个扇区有512个字节，最外面为0磁道，最里面为614磁道。所以，在格式化磁道时，如图1.12所示，柱面号要用2个字节表示。其中高字节IDENT的低2位（位1，0）用作柱面的高位地址。这个字节的值所表示的磁道范围如下：

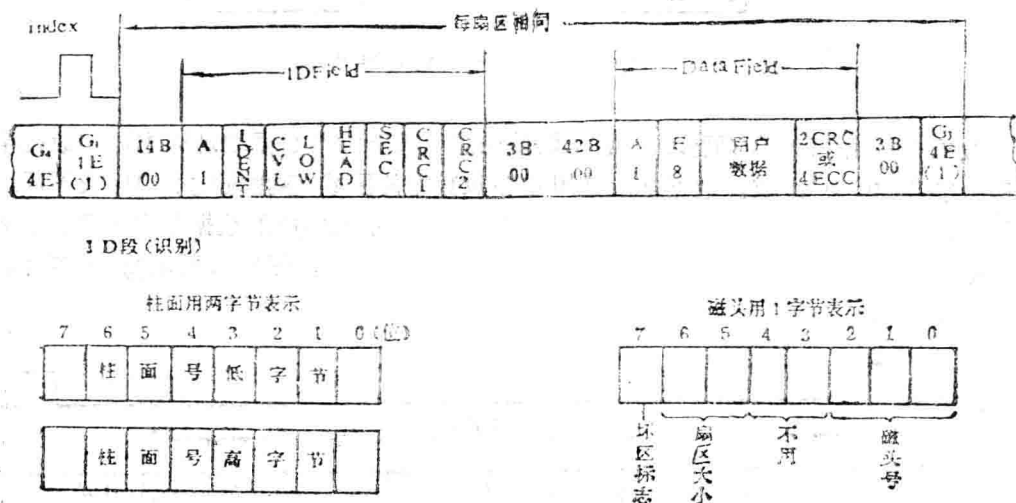
FE = 0 - 255磁道

FF = 256 - 511磁道

FC = 512 - 767磁道

FD = 768 - 1023磁道

在硬盘格式化中所使用的ID地址标志和数据地址标志与倍密度的软磁盘所使用的相同。间隙3的长度是可编程的，其长度范围为3—255字节。磁头字节所表示的内容如图12所示。



注: bit 7 = 1 表示坏区标志, 用户数据段为 128—1024 字节。

图 1.12 硬磁盘磁道格式

1.3 双面软磁盘驱动器

IBM PC/AT机中使用的双面软磁盘驱动器是日本Y—E DATA公司制造的YD—580型驱动器。YD—580是5 $\frac{1}{4}$ 英寸半高型、双面、单/倍密度软盘驱动器。该机结构先进,采用直流伺服电机直接驱动盘片,钢带步进电机寻道方式,电气部件采用大规模集成电路,结构紧凑,性能稳定,可靠性高,平均故障间隔时间(MTBF)达8000小时。

YD-580信号接口为国际标准型,以标准的34芯扁平电缆为输入输出线。它适用于IBM PC/XT机及其兼容机,IBM PC/AT机及其兼容机(286微机系统)是国产