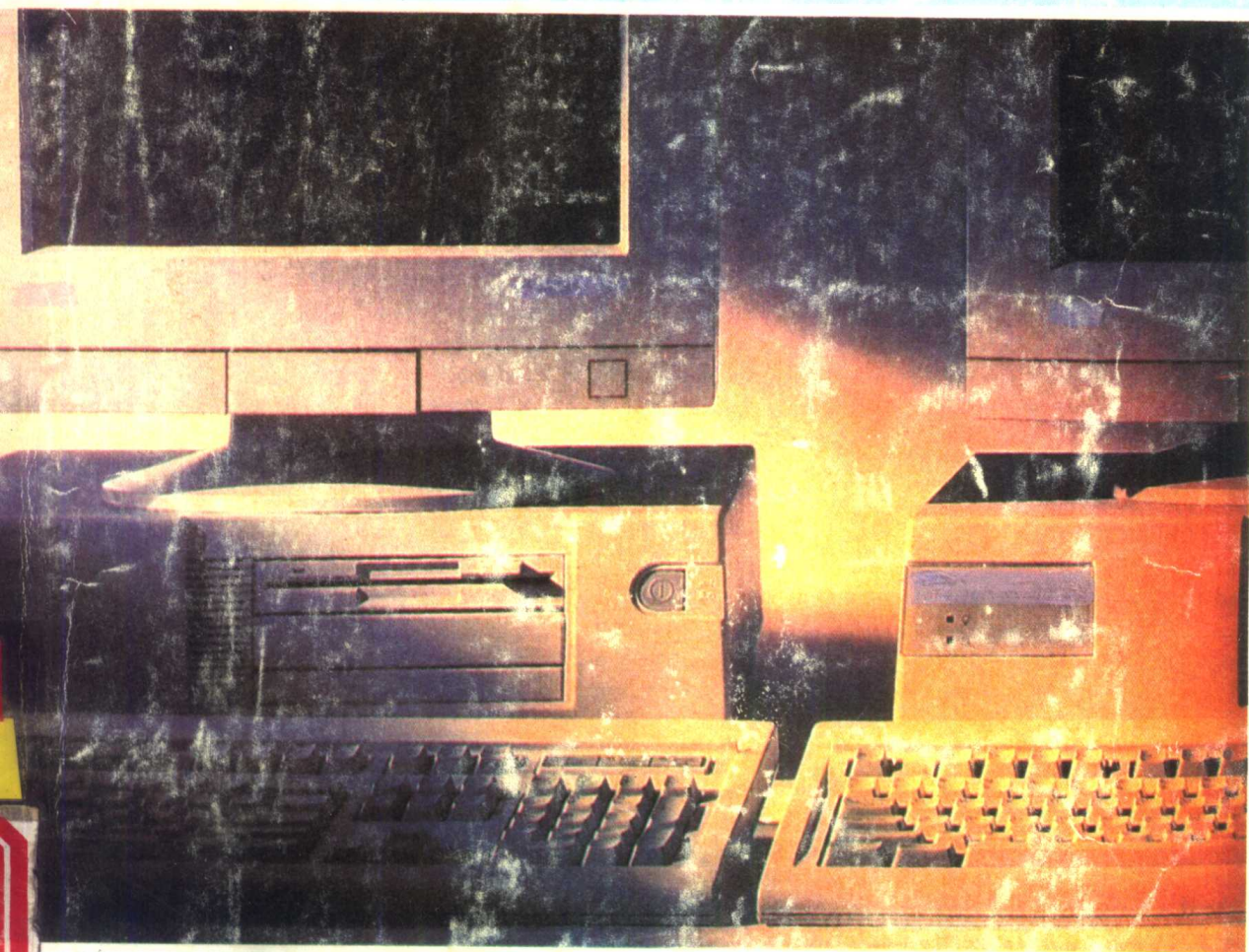


80286 微型计算机系统 原理分析与维修

中 册

朱传乃 刘镜周 主编
李成章 编著



科学出版社

80286 微型计算机系统 原理分析与维修

中 册

朱传乃 主编

朱传乃 刘镜周 李成章 编著

科学出版社

1 9 9 2

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书以 IBM PC/AT 机为例,从系统开发和系统维修的角度,对 286 微机系统的工作原理进行深入具体的分析。在此基础上着重介绍对系统各部件的维修方法和技术。本书内容适用于各类 286 微机系统。同时也可供学习和维修 80386 微机系统参考,全书分上、中、下三册。

中册对软、硬磁盘适配器和软、硬磁盘驱动器及电源的电路工作原理进行了全面系统的分析,介绍了维修这些部件的方法和技巧。

本书可供广大微型机用户及专业维修人员参考,也可作有关院校师生教学参考书和培训教材。

80286 微型计算机系统 原理分析与维修

中 册

朱传乃 主编

朱传乃 刘镜周 李成章 编著

责任编辑 徐一帆

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100707

1202 工厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经售

*

1992 年 6 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

1992 年 6 月第一次印刷 印张:18

印数:1-17 170 字数:416 000

ISBN 7-03-002945-3/TP·217

定价:9.60 元

前 言

自 1984 年 8 月 IBM 公司推出 PC/AT 微型计算机以来,短短几年,国内外涌现出了许多采用 80286CPU 的各类微型计算机系统(简称 286 微机系统),IBM PC/AT 机成为这类系统的典型代表。根据有关资料统计,1990 年第一季度,我国 286 微机的销售量已占国内微机市场的 60%左右。286 微机在我国已经进入日益普及的阶段。

面对这种情况,国内许多从事系统开发和系统维修的用户,都急切希望了解 80286 CPU 在体系结构上的特点、性能、用法、系统构成和维修方法。但是,目前从硬件角度系统介绍这方面内容的资料和书籍很少,为此我们组织编写了本书。

80286 CPU 是 Intel 公司继 8086/88、80186/188 之后而开发的第三代 CPU。概括说来,它有如下特性:(1)80286 具有存储器管理功能,使每一个任务分配到的虚拟地址空间多达 2^{30} 字节(1G 字节),可以映象到 2^{24} 字节(16M 字节)的物理存储器上;(2)80286 具有保护功能,可以对段的边界、属性和访问权等自动进行检查。通过四级保护环结构和任务之间的相互隔离,能够建立高可靠性的系统软件;(3)80286 具有高效率的任务转换功能,非常适用于多用户、多任务系统;(4)80286 同 8086/88、80186/188 是向上兼容的,因此,可以有效地利用 8086 系列的软件;(5)80286 的工作时钟是以 8MHz 为标准的,这种 CPU 标作 80286-8。此外还有 6MHz 的 80286-6,以及更高速度的 80286-10(10MHz)和 80286-12(12.5MHz)等等。工作时钟的多样化,使用户在组成高性能价格比的系统时,有更多的选择余地。

80286 CPU 中引入的虚拟地址空间的概念,四级保护环结构和多任务转换功能等,在 80386/80486 CPU 中进一步得到发展。80386/80486 的虚拟地址空间高达 2^{46} 字节(64T 字节,1T=1024G),可以映象到 2^{32} 字节的物理存储器上。80386/80486 微机系统在总线结构,中断和 DMA 功能,以及软磁盘和硬磁盘的工作方式等许多方面基本上和 286 系统相同。因此,学习 286 微机系统,也为进一步掌握 80386/80486 微机系统奠定了基础。

编写本书的目的,主要以 IBM PC/AT 机为例,从系统开发和系统维修的角度,对 286 微机系统的工作原理进行深入具体的分析。在此基础上,着重介绍对系统各部件的维修方法和技术。书中的内容适用于各类 286 微机系统。同时,也可以作为学习和维修 80386 微机系统的参考。

本书分上、中、下三册出版。上册在介绍了 80286 CPU 的工作原理之后,围绕 IBM PC/AT 机的系统板,详细论述了 286 系统的硬件结构和维修方法,并对当前广为采用的门阵列电路等进行了说明。上册第一至十五章由朱传乃编写,第十六章由李秋实和吴寒星编写。

中册主要对软、硬磁盘适配器和软硬磁盘驱动器及电源的电路工作原理进行了全面系统的分析,介绍了维修这些部件的方法和技巧。中册第一、三和五章由朱传乃编写,第二和四章由刘镜周编写,第六章由李成章编写。

下册对国内拥有量较多且功能较强的打印机,从工作原理,电路组成,机械结构到维修方法均作了阐述。为了 IBM PC/AT 系统内容的完整和作为培训教材的需要,在下册书

中还包含 IBM PC/AT 机原配置的单色显示器和彩色显示器方面的内容,并且对高分辨度图形显示器的构成原理,以 μ PD7220 为例进行了详细的说明。下册第一章由周心微编写,第二章由刘筱桢编写,第三、四和五章由朱传乃编写。

在编写本书的过程中,我们得到丁彤、岳方辰、王力波、李美勤、田希、朱晓松和董彬彬等许多同志的大力支持和帮助,在此一并向他们表示诚挚的感谢!限于我们的水平,书中错误和不当之处一定很多,敬请读者批评指正。

编 者

1991 年 11 月 8 日

目 录

第一章 软磁盘驱动器	1
§ 1.1 概述	1
§ 1.2 磁记录的基本原理	1
§ 1.3 双面软磁盘驱动器	14
§ 1.4 高容量软磁盘驱动器	24
第二章 软磁盘驱动器故障分析处理	31
§ 2.1 引言	31
§ 2.2 软磁盘驱动器基本操作故障分析处理	32
§ 2.3 软磁盘驱动器信息交换故障分析处理	41
§ 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	53
§ 3.1 单片主处理器 MC6803 控制电路	53
§ 3.2 硬盘驱动器的写操作	67
§ 3.3 硬盘驱动器的读操作	73
§ 3.4 磁头定位系统	77
§ 3.5 主轴电机控制电路	89
§ 3.6 硬盘驱动器的连接转插	92
第四章 硬磁盘驱动器故障分析处理	102
§ 4.1 引言	102
§ 4.2 硬磁盘驱动器软件安装操作	103
§ 4.3 硬磁盘驱动器软故障分析处理	108
§ 4.4 硬磁盘驱动器硬故障分析处理	113
§ 4.5 硬磁盘驱动器故障检测维修思路	123
第五章 软硬盘适配器	125
§ 5.1 软硬盘适配器中的内部寄存器及其口地址的分配	125
§ 5.2 软盘适配器	134
§ 5.3 硬盘适配器	167
§ 5.4 软盘和硬盘适配器的维修	199
§ 5.5 附图	212

第六章 微型计算机用直流稳压电源	229
§ 6.1 微型计算机直流稳压电源概述	229
§ 6.2 IBM PC 微型计算机直流稳压电源	231
§ 6.3 IBM AT 微型计算机用直流稳压电源	243
§ 6.4 IBM AT 微型计算机直流稳压电源之二	256
§ 6.5 长城 0520A 微型计算机直流稳压电源	270
§ 6.6 微型计算机直流稳压电源的常见故障及其排除办法	274

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 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 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 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 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 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-DOS3.2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 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英寸=25.4mm

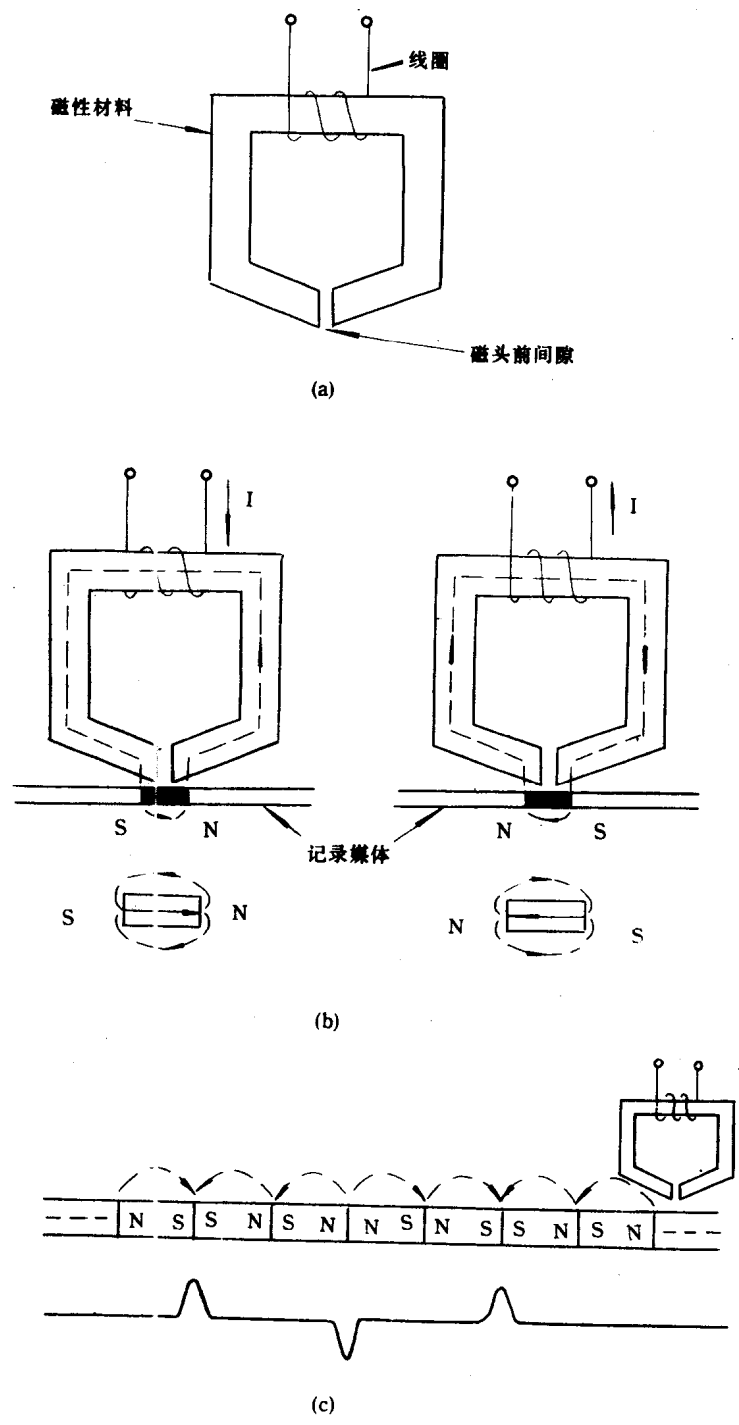


图 1.1 磁化区域的形成

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流时,磁通的方向和磁化区域的极性也会相应地发生改变。

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。

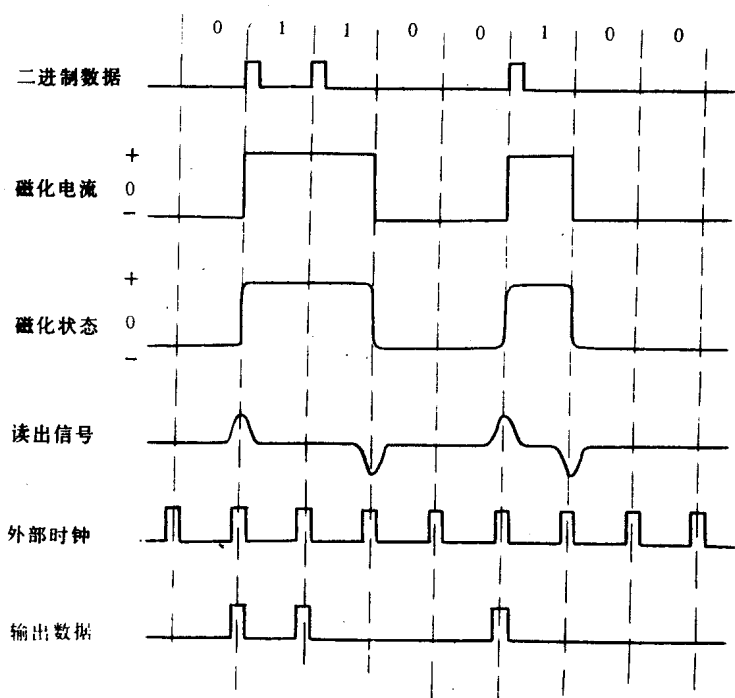


图 1.2 不归零记录方式

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,使磁记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。

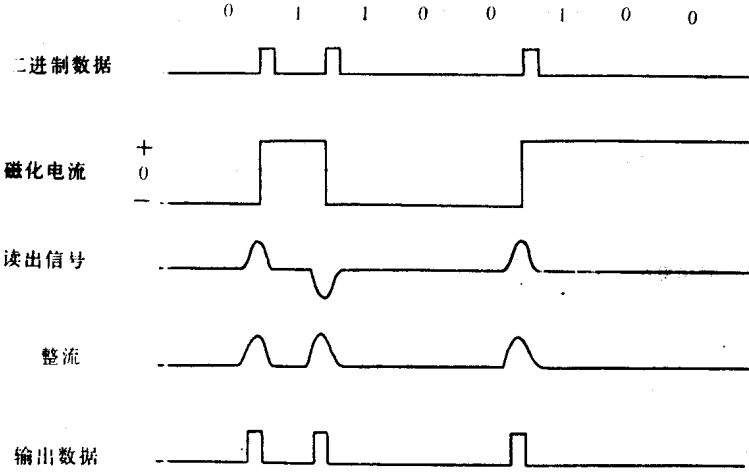


图 1.3 不归零逢1变化制记录方式

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

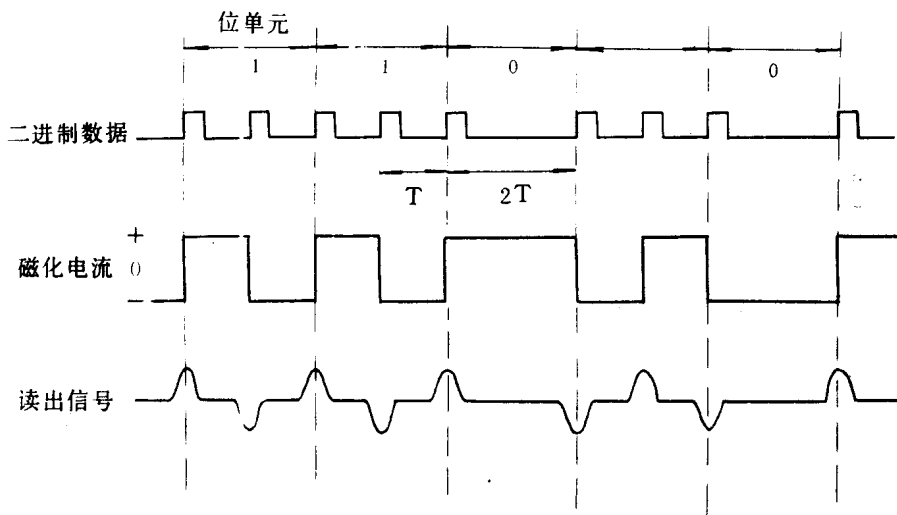


图 1.4 调频制记录方式

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,结果又插入了同步脉冲,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 方式中插入的同步信号。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)。

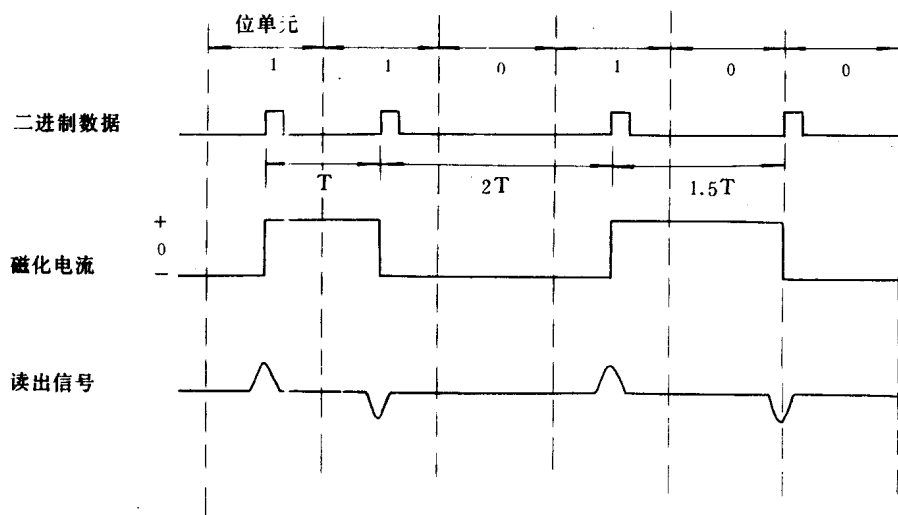


图 1.5 改进的调频制记录方式

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续的“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. M^2 FM 制记录方式

MFM 的改进型,称作改进的调频制记录方式(M^2 FM; 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。

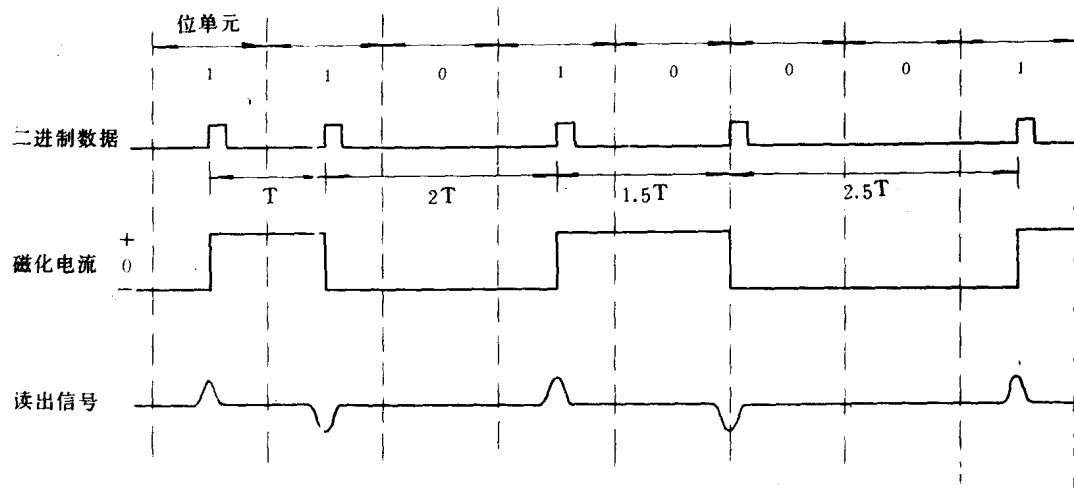


图 1.6 M²FM 制记录方式

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 $+I$,而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。

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 1/4 英寸软磁盘,最外面的是 00 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

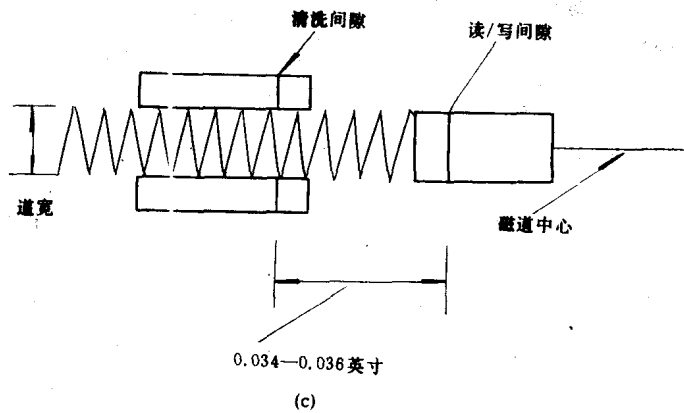
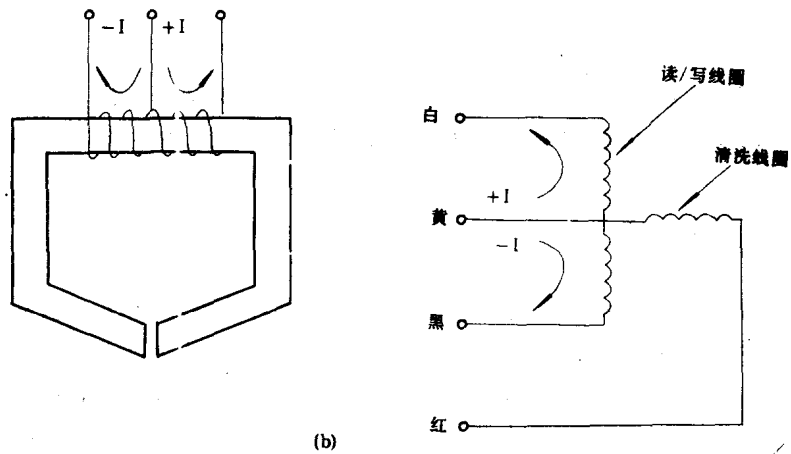
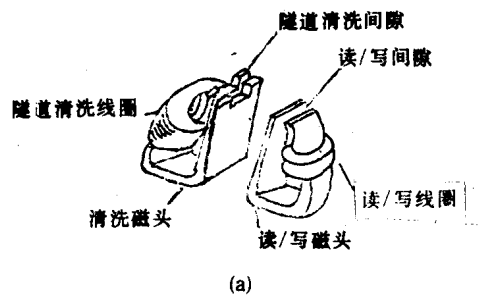


图 1.7 磁头的结构

的是 IBM 34 标准格式。5 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 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 1/4 英寸磁盘不用。其 1 个字节的组成是,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。

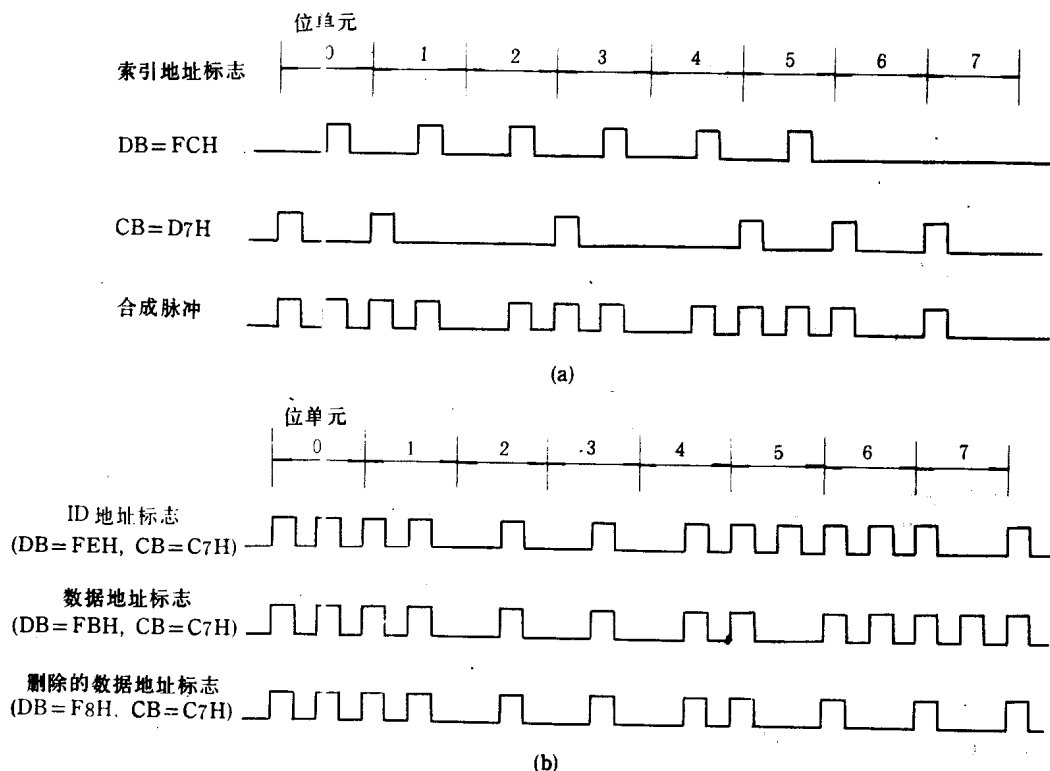


图 1.8 FM 记录方式中的地址标志

(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。该标志的数据位为 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)。

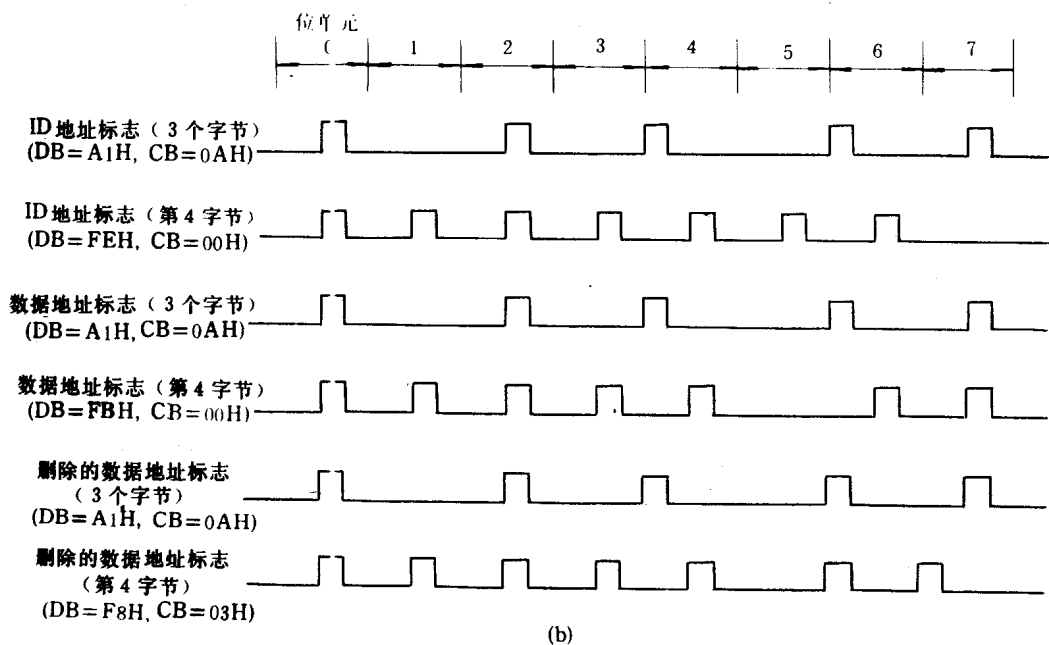
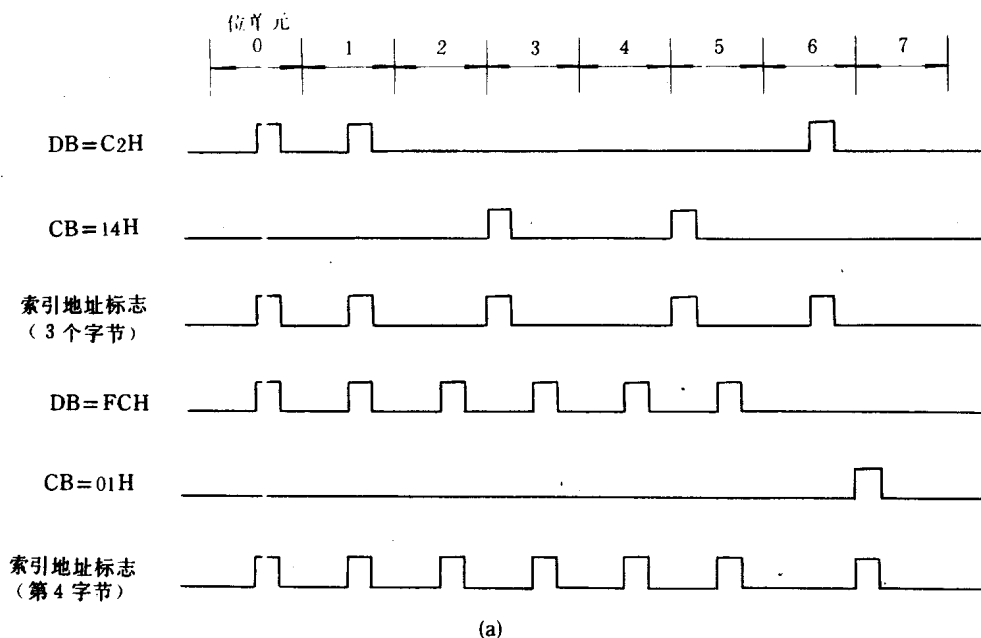


图 1.9 MFM 记录方式中的地址标志