

1994

TP316

IBM PC/XT和PC/AT

磁盘系统

尹彦芝 编

中国科学院计算技术研究所

科海培训中心

一九八七年三月

前 言

磁盘系统是微机中最重要的必不可少的外部设备。用户在使用微机的过程中，最常遇到的许多问题都牵涉到磁盘系统。

本书从实用的角度出发，以IBM PC/XT的硬盘系统为主，结合IBM PC/AT的硬盘以及IBM PC/XT和PC/AT的软盘，详细分析介绍了微机的磁盘系统。第一章和第二章是硬盘系统的硬件介绍，分别介绍了硬盘驱动器和硬盘控制器以及它们之间的接口。第三章详细分析了一个最典型的硬盘基本输入输出程序(ROM BIOS程序)，给出它们的框图，这一章的内容对于希望深入了解磁盘输入输出过程的同志是很重要的。第四章和第五章详细介绍了操作系统对磁盘的管理办法和引导过程。在上面诸章的基础上，在第六章中介绍了几种修改和扩充磁盘系统的办法。第七章介绍了磁盘系统故障的现象和诊断。第八章就磁盘系统经常遇到的一些问题作了解答。

由于作者水平有限，书中可能存在某些错误，衷心欢迎读者提出批评指正。

中国科学院计算技术研究所

尹彦芝 1987、2

目 录

第一章 PC/XT硬盘驱动器	(1)
第一节 硬盘驱动器	(1)
第二节 驱动器与控制器的ST506/412接口	(4)
第三节 驱动器与控制器的ESDI接口	(7)
第二章 硬盘控制器	(16)
第一节 用户编程接口	(16)
第二节 六个工作状态	(18)
第三节 编程顺序	(19)
第四节 命令格式	(20)
第五节 控制器与主机的接口	(28)
第三章 硬盘基本输入输出程序	(29)
第一节 概述	(29)
第二节 硬盘基本输入输出源程序	(31)
第三节 程序框图	(45)
第四章 硬盘分配和硬盘自举程序	(53)
第一节 整体硬盘分配	(53)
第二节 PC-DOS分区的硬盘分配	(54)
第三节 PC/XT机主引导程序	(58)
第四节 PC/XT机的PC-DOS分区引导程序	(60)
第五节 PC/XT机的软盘引导程序	(66)
第六节 PC/XT机的引导程序	(66)
第七节 引导小结	(70)
第五章 磁盘使用前的准备工作	(72)
第一节 初始化	(72)
第二节 建立DOS分区	(73)
第三节 格式化	(77)
第四节 软盘使用前的准备工作	(78)
第五节 磁盘参数建立过程	(78)
第六章 硬盘系统的修改和扩充	(81)
第一节 不修改硬件和软件的简单办法	(81)
第二节 修改硬盘基本输入输出程序	(82)
第三节 更换控制器板和驱动器	(85)
第四节 硬盘驱动程序	(85)
第五节 增加软盘片容量的一种办法	(100)

第七章 出错信息和故障诊断	(103)
第一节 控制器返回的错误码	(103)
第二节 中断13H返回的错误信息	(105)
第三节 整机故障的查找	(106)
第四节 硬盘系统的故障诊断	(109)
第八章 技术问答	(116)

第一章 PC/XT硬盘驱动器

在微机中，硬盘系统的组成如图1.1所示

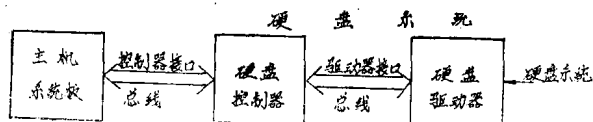


图1.1

从图1.1可以看出，硬盘系统主要由硬盘驱动器和硬盘控制器组成。为连接起来工作，还有两个接口约定，这就是硬盘驱动器与硬盘控制器的接口，以及硬盘控制器和主机之间接口。

第一节 硬盘驱动器

一、硬盘驱动器的主要指标

硬盘驱动器行业发展迅速、产品更新快，市场上已出现各种各样的硬盘驱动器。硬盘驱动器结构各异，性能也可能相差很大，内部的性能指标包括有很多项。当应用到PC/XT微机时，对用户来说，最主要的指标如下：

盘片直径：微机上常见的有8英寸、5英寸、3英寸、目前用得最多的是5英寸。

存储容量：最常见的有10兆、20兆、30兆、40兆、80兆字节等，更大容量（100兆字节以上）的硬盘驱动器现在也开始投向市场。

磁头数：一般情况下也就是记录面数，最常见的有2，3，4，5个头。

圆柱数：最常见的有306，615，1050个柱面等等。

每道扇区数：最常见的是每道17扇，每道35扇等。

步进速率：在某些类型的硬盘驱动器中，这项指标反映了驱动器寻道时所要求的最小步进脉冲的周期，最常见的是3ms。

实际上，容量 = 头数 * 道数 * 每道扇区数 * 每扇的K字节数。如表1.1所示

表1.1

	PC/XT原装机	PX/AT原装机
头 数	4	4
道 数	306	615
每道扇区数	17	17
每扇K字节数	0.5	0.5
容 量	约10兆	约20兆

二、格式

所谓格式就是以扇区为单位来分割磁道的办法。在磁道上每个扇区是由两部分组成的，前一部分是扇区的地址部分，上面记有这一扇区的地址，后一部分是扇区的数据部分，上面记有这一扇区所保存的内容。如图1.2所示。具体的格式随控制器和接口种类的不同而有所不同，但基本概念是一样的。下面阐述的是OMTI公司的控制器在ST506/412接口时的格式。

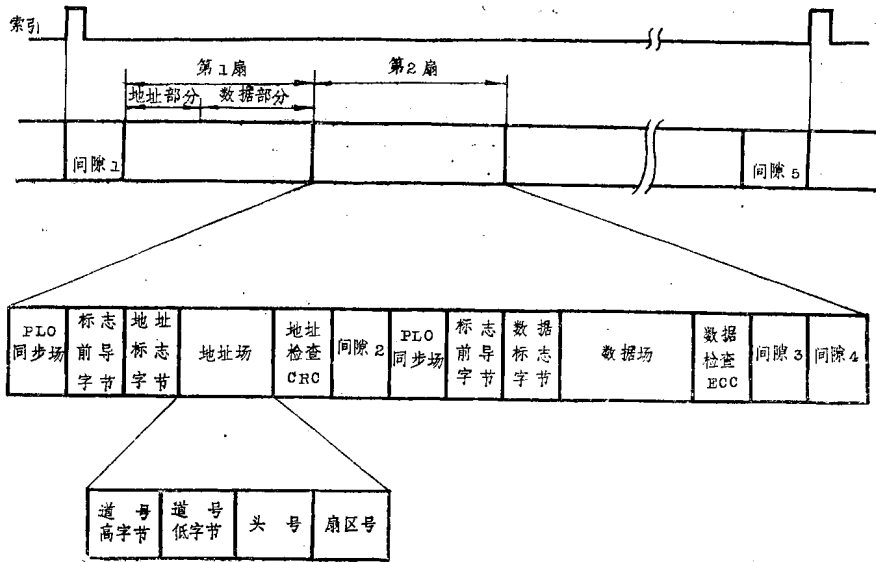


图 1.2

1. 间隙1

一圈一个，是为了消除索引信号的偏移而设的，内容为11个字节的4EH。

2. PLO同步场

在地址检索以前，用于使控制器的压控振荡器VFO（PLO）进入锁定。通常为12个字节的“0”，即只有时钟位，没有数据位（在MFM编码下）。

3. 标志前导字节

在同步之后一旦读到这个字节，就知道PLO同步场已经结束。下面接着读到的将是有效的地址标志或数据标志字节。

4. 地址标志字节

标志下面接着读到的将是地址场。

5. 地址场

共有4个字节，依次为柱面地址的高8位，柱面地址的低8位，头号，扇区号。

6. 地址场检查

一般为2个字节的CRC（循环冗余码）或4个字节的ECC码（误差校正码），用来检查或校正地址场的4个字节的错误。

7. 间隙2

这个间隙被称为读写转换间隙。一般为2个字节的00H。每当往驱动器写数据时，磁头不停的读其下面的信息，一旦寻找到需要的扇区地址后，就开始往这扇区里写数据。这样，在由地址部分进入数据部分时，磁头的线路可能由读状态转换为写状态。间隙2就是为了保证这个转换所需的时间。

8. 数据标志字节

标志着下面接着到来的是数据场。

9. 数据场

数据场是真正记录扇区数据的。数据场可以通过控制器板上的开关选定为128字节，256字节，512字节或1024字节，在IBM PC中为512字节。

10. 数据场检查

一般为4字节或6字节ECC码，用来检查并纠正数据场数据的错误。

11. 间隙3

这个间隙被称为读写转换间隙，通常为2个字节的00H。这个间隙的作用与间隙2的作用类似，只是用于保证磁头从写转换到读所需的时间。

12. 间隙4

这个间隙是各扇区之间的间隙。在往一个扇区中写数据时，如果主轴电机变快，则可能把最后的一部分数据写到下一扇区中去了，破坏了下一扇区的数据。为了避免这种破坏，就设了14个字节4EH的间隙4。虽然在格式化时，间隙4是14个字节，但在多次读写以后，这个间隙的长度会发生变化。

13. 间隙5

这个间隙的设置理由与间隙4类似。在PC/XT的原配硬盘中，在标准转速下，每道标称是10416个字节（在有的硬盘中，每道是20880个字节）。如果在分配格式时，把这10416个字节全部分配到各扇区中去了，那么当第一次格式化时，如果磁盘转速高于标准转速，则将在一道上不能写下10416个字节，从而使格式化不能成功，为了保证格式化成功，一般在设计格式时预留了300个字节左右的间隙5。当然，一旦格式化成功，以后的磁盘读/写都是以扇区为单位，这个间隙5也就不起作用了。

三、格式化时扇区的间隔数

当主机需要连续读出同一磁道上的几个扇区时，由于在从控制器向主机传送第一个扇区的数据的这段时间内，磁盘在继续旋转，所以当要读第二个扇区时，这第二个扇区可能已经从磁头下转过去了。这样，为了读出第二扇区，控制器就必须等待这第二扇区再一次转过来。因此，为了高效率地连续读出，应该使磁道上的逻辑扇区的排列顺序不同于物理扇

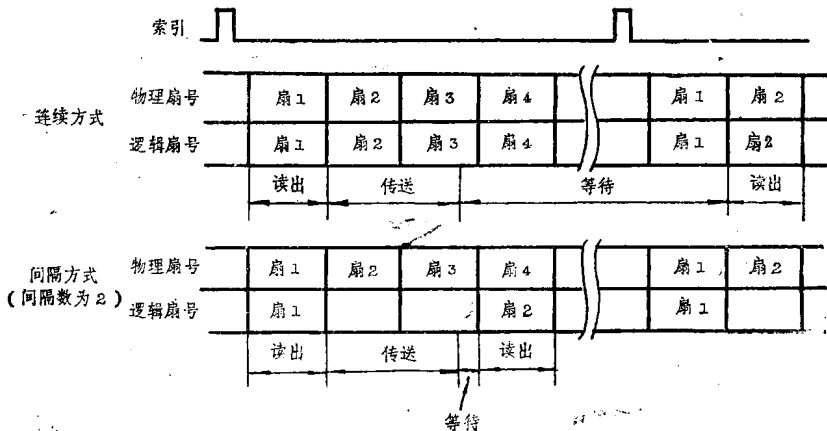


图 1.3

(左方括号内的“间隔数为2”的“2”应改为“3”)

区的排列顺序,使得逻辑上的第一扇区的数据传送完成时,逻辑上第二个扇区刚好转到磁头下边。

在PC/XT的标准硬盘系统中,驱动器的每道分17个扇区,扇区间隔数为6,此时物理扇区的排列顺序与逻辑扇区的排列顺序的对照关系如下:

物理扇区: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17。

逻辑扇区: 1, 7, 13, 2, 8, 14, 3, 9, 15, 4, 10, 16, 5, 11, 17, 6, 12。

显然,格式化时扇区间隔数的大小是与主机和控制器之间的数据传输率,每道的扇区数等因素有关。

第二节 驱动器与控制器的ST506/412接口

磁盘驱动器和磁盘控制器之间通常使用的接口有好几种,但Seagate Technology公司的ST506/412接口是5英寸温盘事实上的工业标准接口,也是PC/XT机上最常用的接口。

一、ST506标准接口

ST506标准接口使用两根电缆。一根是传送控制、指令及状态用的,共34线。另一根是供传送数据用的,共20线。插头是一般的间隔为2.54mm的扁平电缆插头。

按ST506标准,一块控制器板可以控制4台磁盘驱动器(在PC/XT标准控制板上,一块控制板只能控制两台驱动器)。

34线控制电缆带有多个插头,分别插入各台驱动器,在最后一台驱动器上安装有匹配电阻。这根电缆把所有驱动器并行连接,控制信号送往所有的驱动器,利用驱动器选择信号来选择驱动器,只有被选的驱动器接收控制信号或把状态信号送往控制器。所有信号均为负逻辑。20线数据电缆是采用轴射状连接。传送数据的信号全都是由差动式电路来产生和接受。

控制电缆各信号的意义

1. 驱动器选择1, 2, 3, 4

在多驱动器系统中,这四根线用来选择驱动器。各驱动器上都有相应的4根跨接线或4个开关。每个驱动器都应只有一根跨接线接上,以此来决定它的台号。同一块控制器板所接各驱动器的台号必须不同。

2. 准备就绪

表示驱动器已准备好。具体来说,当主轴电机达到额定转速,自动重校动作已完成(加电后自动回到000磁道的动作)时,如果没有其它异常情况,则发出准备就绪信号。驱动器被选,寻道完成以及准备就绪三条件都存在时,表示该驱动器已可以进行寻找和读写操作了。

3. 磁道0

该信号为“真”时,表示数据磁头位于000柱面上,既在盘片的最外圈上。

4. 向内寻道

该线决定磁头的寻道方向。当为“真”时,存取机构向盘片中心运动,即向圆柱号大的方向运动。该信号必须最少在输出步进脉冲之前100 μ S被置位,而且在输出第一个步进脉冲之后维持90 μ S以上。

5. 步进脉冲

表 1.2

针脚号	固 定 盘	可 换 盘
2	减少写电流	换盘盒
4	头选 2^2	
6	写门	
8	寻道完成	
10	000道	
12	写故障	
14	头选 2^0	
16	保 留	扇区脉冲
18	头选 2^1	
20	索引	
22	准备就绪	
24	步进脉冲	
26	驱动器选择1	
28	驱动器选择2	
30	驱动器选择3	
32	驱动器选择4	
34	方向选择	
奇号	地	

驱动器每接收一个步进脉冲就使磁头移动一个圆柱。接受步进脉冲之后(下降沿有效)约100ns, 寻道完成信号变成“假”, 待寻道完成后, 才又变成“真”。

寻道方式有缓冲步进方式和非缓冲步进方式两种。

在非缓冲步进方式, 步进脉冲间隔在3ms以上, 寻道时间较长。

在缓冲步进方式, 步进脉冲间隔在10 μ S—500 μ S, 驱动器接收到全部步进脉冲之后才开始寻道动作。因此, 驱动器电路的微处理器可以知道要寻找的目的圆柱距离当前所在圆柱有多远, 可以采取理想的加速和减速曲线, 以便达到高速存取。

6. 寻道完成

该信号为“真”时, 表示寻道动作和稳定动作已完成, 可以进行读写了。

7. 索引脉冲

该脉冲每一圈出现一次, 用来表示磁道的开始。

8. 磁头选择 2^0 , 2^1 , 2^2

由这三条信号线来选择8个磁头中的一个。

9. 写门

这个信号“为真”时, 驱动器进入写状态, 写电流存在。这个信号为“假”时, 驱动器进入读状态。

表 1. 3

针脚号	固 定 盘	可 换 盘
1	驱动器被选	
2	地	
3	保留	
4	地	
5	保留	写保护
6	地	
7	保留	
8	地	
9	保留	
10	保留	盘盒已换
11	地	
12	地	
13	+ MFMM或(2,7)码写数据	
14	- MFMM或(2,7)码写数据	
15	地	
16	地	
17	+ MFMM或(2,7)码读数据	
18	- MFMM或(2,7)码读数据	
19	地	
20	地	

10. 减少写电流

越靠近内圈的圆柱，位密度越高，磁头浮动高度越小。为了减少位间干扰，到内圈写时必须减小写电流。这个信号一般引起写电流减少30%。

11. 写错误

该信号为“真”时，表示写入错误或发生了破坏盘上数据的故障，此时必须禁止写入操作。写错误一般是由于如下一些原因引起的：写门没开而有写电流，写门已开但没有写电流，几个磁头中都有写电流而使写电流过大，电源电压异常。

11. 换盘盒

这个信号只在某些带活动盘盒的驱动器中使用，它用来弹出活动盘盒。

12. 盘盒已换

这个信号用来通知控制器，驱动器中已经换成另一个活动盘盒。

13. 扇区脉冲

在硬分扇的驱动器中，用来表示一个扇区的开始。

14. 写保护

表示此活动盘盒是不允许写的。

15. 驱动器被选

该信号是对驱动器选择信号的回答。被选中时，面板上的发光二极管发光。

16. 写数据

17. 读数据

现在最常见的一些驱动器，写数据和读数据都是MFM编码数据，但也有部分驱动器采用更先进的2,7编码数据。

二、ST412HP接口

ST412HP接口与ST506接口很类似，区别仅在于数据传输率为10兆位/秒，比ST506提高了一倍。数据传输率提高以后，数据检测窗口变得更小了，要求控制器具有稳定频率更高的压控振荡器电路和能更高速处理的误差校正电路。

第三节 驱动器与控制器的ESDI接口

从1983年起，开始出现了一种新的驱动器与控制器的接口。它不仅能满足今天大容量存储的要求，而且也将满足可预见的未来的要求。这就是高级小型设备接口ESDI (Enhanced Small Device Interface)。它是为各种5英寸磁盘和磁带驱动器设计的，可以把更多的智能加入到驱动器内，且允许更高的数据传输率(10兆位/秒或更高)，打开了高性能系统设计的大门，使得在5英寸磁盘驱动器内可以达到更高的记录密度，更大的存储容量。

由于ESDI接口简化了多设备控制器的设计，它将允许系统设计者在使用单个控制器的情况下，混和和搭配地选用磁盘机和和磁带设备以满足设计的要求，并做到与系统总线无关。在控制器和磁盘、磁带驱动器内部都使用微处理器，这使固件能适应不同的指令结构，且接插件脚的命名与磁盘和磁带驱动器相同。

上面第二节所述的ST506/412接口原为低性能5和10兆字节的磁盘驱动器所设计。这些驱动器采用步进马达使磁头定位，数据传输率为几兆位/秒。这个接口在某些方面类似软盘驱动器接口。然而，由于以16位和32位微处理器为基础的系统的出现，对更高存储容量的小型磁盘的要求增加了。为了增大存储容量，只能通过如下三种途径：增加磁道密度（磁道数/英寸），增加位密度（既每英寸的磁道翻转数FRPI），增加盘片数（既磁头数）。如果采用ST506/412接口，所有这三种途径都受到了限制。

增加位密度也就会增加数据传输率，而ST506/412接口限制数据传输率为每秒5兆位增加盘片数也就要求增加接口中磁头号占的线数。而ST506接口中只有三根线用来选择磁头，因此，最多只能8个磁头。

增加道密度就要求采用精确的闭环定位系统，因为开环定位系统（通常用步进马达）道密度的典型上限是500道/英寸。闭环定位系统一般使用音圈电机来定位，而ST506/412是为使用步进马达的驱动器接口而设计的，因而不能充分发挥驱动器的性能。

因为磁盘或磁带驱动器的目的是存取数据，所以任何接口的一个关键性能是数据怎样在驱动器和控制器之间传输。过去，在ST506/412接口中，磁盘控制器和磁盘驱动器之间传送的大都是MFM编码数据。数据编码和译码都在控制器中进行。现在，在ESDI接口中磁盘控制器和磁盘驱动器之间传送的是不归零制的NRZ数据，数据的编码和译码都在驱动器内进行。显然这样做会增加驱动器电路的负担，增加驱动器的价格，但同时也带来很大

的好处，改进了驱动器的性能。

原始数据，MFM编码数据，NRZ数据，(2,7)编码数据的波形如图1.4所示，

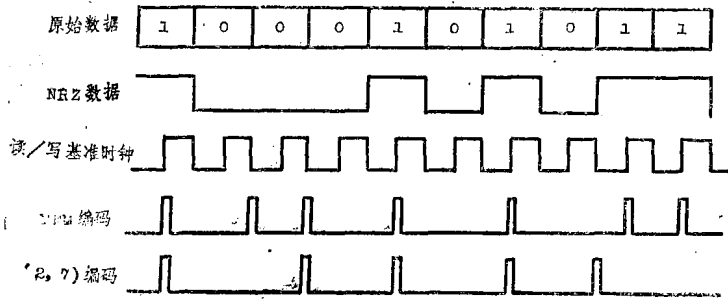


图 1.4

数据的编/译码以及数据分离归属到驱动器以后，驱动器制造厂家可以更精密地控制驱动器的误差率而与使用什么样的控制器无关。驱动器制造厂家可以自由地决定采用何种编码方式，可以仍然采用MFM编码，也可以采用能使位密度比MFM还能增加50%的(2,7)编码。因此，用NRZ数据传输的磁盘驱动器对种类繁多的控制器设计，均可提供更高的数据完整性。

采用NRZ数据传输后，可以更可靠地传输数据。这是因为驱动器和控制器不是沿一根电缆传输由时钟和数据混和组成的单个信号，而是提供一个独立的50%占空度的时钟脉冲。这允许数据位有一整个位单元长度，对噪声和颤动敏感较小。

实际上，在8英寸盘和14英寸盘中，早已经在使用NRZ数据传输了。其所以在5英寸盘中采用了MFM数据传输，纯粹只是因为5英寸硬盘是从5英寸软盘的环境中发展起来的。

ESDI允许两种实现方式：步进方式和串行方式。对于磁盘驱动器这两种都能使用，而对磁带驱动器只能用串行方式。

步进方式是为步进马达定位的驱动器设计的。然而“索引”、“寻道定成”以及“扇区/字节时钟/地址标志找到”信号，在34线电缆和20线电缆中都有提供。这使并行寻找成为可能。这种方式和ST506/412接口相似，但数据传输用NRZ制。它最多可支持三个驱动器。每个驱动器能有多至16个磁头（若是不可换盘）或8个磁头（若是可换盘）。在可换盒式驱动器内，最高位的磁头选择线用作可选用的“换盘盒”线。在换盘盒时，使主轴马达停止转动。在步进方式中，磁头定位是由控制器控制方向线和每移动一道发出一个步进脉冲来实现的。步进脉冲以最高可达 $4\mu\text{s}$ 的速率传出。和ST506/412接口一样，主机担负发送驱动器参数的任务。在驱动器能正常操作以前，必须使用驱动器参数对控制器进行初始化。

串行方式是为具有闭环伺服系统和音圈执行机构的驱动器设计的。它能利用更多智能和更高性能的设备。它最多可支持7个设备。控制器和驱动器之间的信息交换是通过一连串的16位指令和响应，以及一个奇偶位实现的。借助每一位简单的请求应答对话协议，指令和响应以串行方式送出，控制器启动所有的传送。通过使接口上的“注意”线变为“真”，驱动器能请求控制器读出驱动器的状态。

指令包括一个4位命令功能码，随后是12位的参数或4位修饰码加上8位零。命令功能码确定命令的类型，例如寻道或请求组态。参数用于传送信息到驱动器，例如在寻道命令中的柱面地址。修饰码用来得到每个命令的多至16种的变型。用不同的修饰码，请求组态命令能决定一个驱动器的全部属性。例如，当修饰码为0时，命令送回一般组态；当修饰码为1时，命令将送回一个驱动器内的固定的柱面数目。

在串行方式中，控制器把柱面地址当作寻道命令的一部分传送给驱动器（直接柱面寻址），驱动器计算寻道的方向和步数。其余命令允许控制器请求驱动器状态，起动或停止主轴马达，以及执行其它功能。可选用的数据选通和磁道补偿命令，能在出现误差的情况下用来使数据复原。

对请求状态命令的响应可使控制器得到关于驱动器的现有状态的信息，这包括误差报告和状态信息，如驱动器写保护或在盒式驱动器内无可换介质等信息。在请求状态命令中，修饰码取0以外的值，可使控制器读出驱动器卖主特有的状态字，如诊断结果。

对请求组态命令的响应是送回包括16位一般组态在内的驱动器的静态属性。这个一般组态给控制器提供如下的信息，驱动器的型式是硬还是软分扇，是否用MFM编码。最后一点对于利用纠错电路检测和修正差错的控制器的设计是很重要的。一个在MFM中引起一位差错的介质缺陷，在(2,7)编码中则能使误差达到5位之长（这种差错传播是因为(2,7)编码一次编4位数据）。因此，如果一个控制器要在(2,7)码系统中具有纠错功能，它就应该能处理至少5位的突发差错。

对请求组态命令的其它响应是送回使用驱动器所必需的物理和格式信息。这样在使用设备时，就不必监视它的参数，从而极大地简化了在一系统中使用不同的存储设备的工作。

在ESDI接口中连接磁盘和磁带驱动器到控制器的电缆与在ST506/412接口中使用的相同。所有设备用一根34线控制电缆传送控制器到驱动器的信号以及从被选择的驱动器送出的多路信号。另外，每个设备通过它自己的20线数据电缆辐射状连接到控制器上。

1. 驱动器选择1, 2, 3

与ST506接口不同，ESDI接口的驱动的选择线是二进制编码的，编码000是不用的，一共可选择7台，如表1.6所示。这些线在驱动器被选期间必须保持稳定不变。

2. 头选择 2^0 , 2^1 , 2^2 和 2^3 线

这4根选择线也是二进制编码的。编码0是有效的，代表0头，一共可选择16个头。

3. 写门

此信号为“真”时，写驱动线路开始工作，产生写电流。

4. 读门

当此信号为“真”时，驱动器上的编码线路和数据分离电路开始工作，并允许驱动器把NRZ读数据和时钟发送到控制器。

5. 命令数据

命令数据线以串行的方式发送16位命令字及1位奇校验位到所选择的驱动器。串行数据的传送是由传输请求线和传输认可线之间的握手规则来控制的。命令数据的最高有限位首先发送，校验位最后发送。命令数据有两种格式如表1.7所示。

表 1.4

针脚号	说 明
2	头选2 ^a
4	头选2 ^a
6	写门
8	结构/—状态数据
10	传输认可
12	注意
14	头选2 ^a
16	扇区/—地址标志找到
18	头选2 ¹
20	索引
22	准备就绪
24	传输请求
26	驱动器选择1
28	驱动器选择2
30	驱动器选择3
32	读门
34	命令数据
奇号	地

表 1.5

针脚号	说 明
1	驱动器被选
2	扇区/—地址标志找到
3	命令完成
4	地址标志允许
5	保留
6	地
7	+ 写参考时钟
8	—写参考时钟
9	保留
10	保留
11	+ 读参考时钟
12	—读参考时钟
13	+ NRZ写数据
14	—NRZ写数据
15	地
16	地
17	+ NRZ读数据
18	—NRZ读数据
19	地
20	索 引

表 1.6

—驱动器选择1	—驱动器选择2	—驱动器选择3	选 择 台 号
0	0	0	没有
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7

表 1.7

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	P
格式1	命令功能码				命令修饰码				全				零				P
格式2	命令功能码				命 令 参 数												P

命令码的定义如表1.8所示。

表 1.8

命令功能码	命 令 功 能 说 明	命令修饰码	命令参数	返回数据
0000	寻 道	无	有	无
0001	重校准	无	无	无
0010	请求状态	有	无	有
0011	请求组态	有	无	有
0100	选择磁头群 (可选择)			
0101	控 制	有	无	无
0110	数据选通补偿			
0111	磁道补偿	有	无	无
1000	启动诊断 (可选择)	无	无	无
1001	设置每扇字节数 (可选择)			
1010	保 留			
1011	保 留			
1100	保 留			
1101	保 留			
1110	保 留			
1111	保 留			

表 1.9

位	说 明
15	保 留
14	可换介质不存在
13	写保护, 可换介质
12	写保护, 固定介质
11	保 留
10	保 留
9	保 留
8	上电复位情况存在
7	命令数据奇偶校验错
6	接口故障
5	无效或未完成的命令故障
4	寻道故障
3	有磁道偏离的写选通故障
2	卖主特有状态可用 (TBD)
1	写 故 障
0	可换介质自上次请求状态后已改变

表 1.10

命令修饰码	说 明
0000	驱动器的通用结构和格式
0001	柱面数, 固定盘
0010	柱面数, 可换盘
0011	磁头数目
0100	每磁道的最少非格式化字节数
0101	每扇区的最少非格式化字节数 (仅硬分扇盘)
0110	每磁道的扇区数 (仅硬分扇盘)
0111	在ISG区的最少字节数 (高8位为索引后, 低8位为扇区间)
1000	每个PLO同步场的最少字节数
1001	卖主特有状态的字数

其中通用结构和格式信息的定义如表1.11所示。

(1) 寻道命令 (0000)

这条命令使驱动器磁头移动到位11一位0所指示的磁道上。同时该命令也使道补偿恢复到0。

(2) 回000道 (0001)

这条命令使驱动器的磁头移动到000磁道上，并使道补偿恢复到0。

(3) 请求状态 (0010)

这条命令使驱动器通过结构/状态线（见下面）发送16位状态信息到控制器，需要什么状态信息是由位11~位8的命令辅助码来决定的。当命令辅助码是0000时，驱动器将发送标准状态信息到控制器。标准状态信息各位的定义如表1.9所示。

状态信息的位15一位12是反映状态，而不意味着出错，因此，当其中某一位为“1”时，不会引起“注意”信号为“真”（见下面）。位11一位0中有某1位为“1”时，会引起“注意”“信号为真”。表1.9中的写故障可能是由于下列原因引起的：没开写门但有写电流，开了写门但没有写电流，多头被选，无头被选，直流电压变化超过允许的误差范围，开了写门但写保护，写门和读门同时打开，磁盘转速太低等。

(4) 请求组态 (0011)

这条命令使驱动器通过结构/状态线（见下面）返回16位的结构数据到控制器。位11一位8的辅助命令码决定究竟返回什么结构数据，见表1.10。

表 1.11

位	说 明
15	ESDI磁带驱动器
14	要求格式化速度误差间隙
13	提供磁道补偿
12	提供数据选通补偿
11	旋转速度误差大于0.5%
10	传输率大于每秒10兆位
9	传输率等于每秒10兆位
8	传输率等于每秒5兆位
7	ESDI可换介质
6	ESDI固定介质
5	提供马达启/停控制
4	磁头开关时间大于15微秒
3	RLL（游程长度受限）码，非MFM编码
2	ESDI软分扇
1	ESDI硬分扇
0	保 留