

SJT-731

磁带存贮器说明书

上海计算技术研究所
一九七六·十·

目 录

§ 1.	751	磁带存储器概述	1
§ 1-1		指标	1
§ 1-2		磁记录的一般原理和不归零制记录方式	2
§ 1-3		通道命令字和通道状态字简述	6
§ 1-4		磁带存储器的接口	11
§ 2.	751	磁带存储器控制逻辑简述	13
§ 2-1		磁带带面上的信息分布	13
§ 2-2		磁带存储器的逻辑框图及说明	14
§ 3.	751	磁带存储器的逻辑功能	23
§ 4	751	磁带存储器的分测操作	28
附录 I		逻辑符号说明	31
附录 II		逻辑操作时间表	33
附录 III		逻辑校验系统	41

§ 1 731 磁带存储器概述

§ 1-1 概述

1. 731 磁带存储器采用呼和浩特市电子设备厂制造的 DL-1 型磁带机，其主要技术指标如下：

- (1) 磁带宽度 1 吋 (25.4 毫米)
- (2) 走带速度 2 米/秒 $\pm 0.5\%$
- (3) 启动时间不大于 30 毫秒
- (4) 停止时间不大于 10 毫秒
- (5) 横向记录密度 (磁道数) 16 道
- (6) 纵向记录密度 (不归零制记录) 20 位/毫米，即相当于 2 米/秒带速下 40 KC 的工作频率
- (7) 磁头采用单磁头，读出幅度不小于 25 毫伏 (峰-峰值)
- (8) 磁头道间干扰不大于正常幅度的 $1/10$ (外界干扰除外)
- (9) 机壳外形尺寸: $602 \times 702 \times 1710$ 毫米

2 731 磁带存储器的设计指标

(1) 磁道 16 道

其中 8 道为信息道

3 道为同步道 (采用 3 取 2 检验)

5 道为校验道 (采用海明码校验)

(2) 工作频率

考虑到磁带机的互换性，工作频率定为 30 KC，即纵向记录密度为 15 位/毫米。

(3) 容量

磁带分组定长记录，每盘带规定为 1024 组 (十进制)，每组为 1024 字全字长 (十进制)，每盘磁带的容量为：

$$1024 \times 1024 = 100 \text{ 万字全字长}$$

(4) 工作页

731 磁带存储器共有 2 个通道，在交换器的字节多重通道中

佔用第 2 和第 3 通道，每个通道配有 2 个磁带机，总共 4 个磁带机要求能互换，其工作方式对于通道内为串行工作，通道间可并行工作。

(5) 记录方式

· 採用不归零制记录。规定写电流方向改变表示“1”，写电流方向不变表示“0”。

(6) 校验方式

採用海明码校验，位码道 1 位出错能自动纠错，2 位出错不能自动纠错，但能检出并发送中断信号。

§ 1-2 磁记录的一般原理和不归零制记录方式

1. 磁记录的一般原理

磁性材料在外磁场的作用下被感应磁化，若外磁场强度为 H ，磁性材料被感应磁化后的磁感应强度为 B ，则

$B = f(H)$ 是一函数关系，如图 (1) 所示，这关系是非线性的。

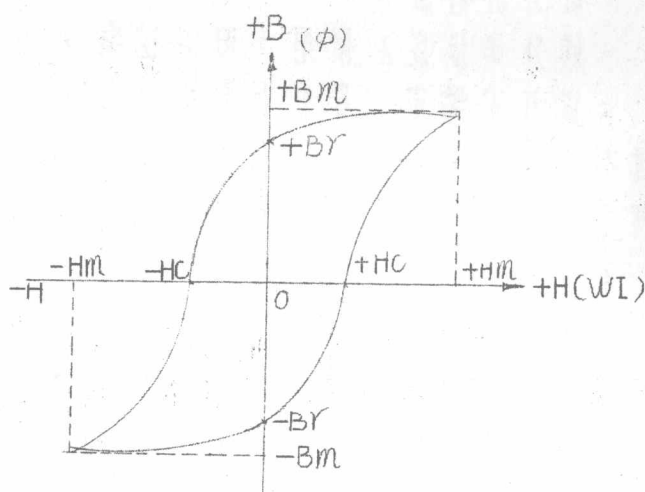


图 1 $B = f(H)$ 磁滞回线

这种非线性可以用磁畴的概念来解释，当磁性材料在外磁场

H 的作用下，它内部的磁畴就转向外磁场的方向，当外磁场强度达到一定值后，全部的磁畴均和外磁场的方向一致，此时，若再增加外磁场强度，其磁感应强度不再增加，也就是磁性材料被饱和磁化了。

由图 (1) 可知，当磁场强度 H 由零增加到最大值，然后由 $+H_m$ 减小到 $-H_m$ ，再从 $-H_m$ 增大到 $+H_m$ ，在这 $+H_m$ 到 $-H_m$ 范围内由于磁感应 B 的数值有滞后于 H 的现象，其轨迹就形成一循环曲线，称为磁滞循环曲线，磁滞曲线的面积和最大磁场强度 H_m 有关，当磁性材料被饱和磁化后，磁滞曲线的面积也就几乎不变了。

再由图 (1) 可知，当去除外磁场时，（即 $H=0$ ），则磁感应强度为 $\pm B_r$ ，这了磁感应强度称为材料的剩磁，要使磁感应强度的数值 $B=0$ ，必须加一个反向的磁场强度 $\pm H_c$ 这了磁场强度称为矫顽力。

由于外加磁场强度的方向不同，因此，在磁性材料中所感应的磁感应强度值方向亦不同，当去除外磁场后，其剩磁的方向亦不同，即有 $+B_r$ 和 $-B_r$ 两种剩磁状态，磁记录的基本原理就是利用磁性材料在饱和磁化后的两种剩磁状态或利用两种剩磁状态的变化沿来存储二进制信息“1”或“0”的。

目前，在计算机的外存储器中使用的磁鼓、磁带、磁盘都是根据磁记录这一基本原理，采用不同的载磁体所组成的磁表面存储器。磁带是以涤纶薄膜带为基底，在其表面涂上一层磁性材料（ $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ）所组成的一种载磁体。

磁带存储器即载磁体磁带相对于磁头运动来完成一串二进制信息在磁带上存（写入）取（读出）的一种磁表面存储器。

信息存取的过程是电能和磁能相互转换的过程。执行电能转换的装置是磁头。它的作用是使载磁体磁带具有不同的剩磁状态并能检测这些状态的变化。

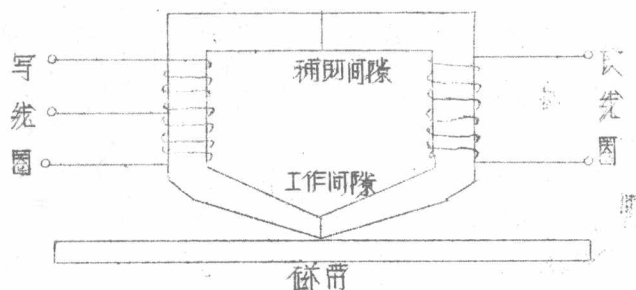


图 2 磁头的结构 (1道) 图

磁头的结构如图 (2) 所示，它是分别绕有读与写线圈的电磁铁。当写线圈中通以一定的电流时，由高导磁率材料所组成的铁芯内就产生一定方向的磁通，由于磁头的工作间隙是厚有非磁性材料（康铜箔），因而，在那里集中了很强的磁通密度，当运动着的磁带通过磁头的工作间隙时，在这一磁通密度的作用下，磁带表面这一区域的磁层就被感应磁化。显然，写电流的大小，而磁头的性能，磁带的性能等因素来决定的，以便电流通过写线圈在工作间隙处所产生的磁通强度足以使磁带表面的磁层达到饱和磁化，这样，当外磁层去掉了，按其磁化方向的不同，在磁层里保留着不同的两种剩磁状态，这就是在磁带上记录信息的过程，亦即信息由电能转化为磁能的过程。

当运动着的记录有信息的磁带通过磁头的工作间隙时，原来被饱和磁化的磁层具有一定方向的磁力线，它通过铁芯形成一回路。产生一定的磁通。由于在磁层中剩磁状态是变化的，因而磁力线的方向将随着剩磁状态的变化而变化，这样，在磁头铁芯里就有相应的磁通的变化。从而使在铁芯上的读线圈里产生感应电动势，其值为 $e = -\alpha \frac{d\phi}{dt}$ ，这微小的感应电动势（峰—峰值约为 25 毫伏）经放大、整流，整形之后就完成了在磁带上读信息的任务，亦即信息由磁能转化为电能的过程。

2. 不归零制记录方式

有关数字磁记录仅仅包含着二元（“0”或“1”）离散型的信息传递和存储，所谓记录方式就是将该二元信息在载磁体上反映出来。采用的方式有归零制、不归零制，周波制和调频制等多种记录方式，这里，仅就我们所采用的不归零制的记录方式和线路加以扼要的叙述。

不归零制记录方式最简单的理解就是在记录信息时，无论是“1”信息或“0”信息在磁头与线圈中总是处在有磁化电流的状态，不是有正向何的电流就是反向何的电流，亦即在记录信息时，写线圈中的磁化电流不可能为零，这就是不归零制记录方式的涵义。因此采用这种记录方式磁层不是正向何饱和磁化就是反向何饱和磁化。

我们采用了一种改进型的不归零制记录方式，亦称保里西，它是具“1”就翻的不归零制记录，每遇写入信息为“1”时，写线圈中的磁化电流方向就发生变化（每来一个写“1”脉冲，写电流都要改变一次端位），而遇写入信息为“0”时，写线圈中电流方向同前端位电流方向，也就是电流方向遇“1”变，遇“0”不变，显然，在读写时，信息“0”没有感应电势，信息“1”有感应电势，显然，感应电势的正负极性不同，但是经过整流和整形之后能得到原来写入时的一串信息脉冲。

必须指出，信息在写入磁带时，磁带先经清洗磁头，使磁层被饱和磁化或某一固定剩磁方向（即磁带清洗），然后，在“1”电流的作用下，使磁层反向饱和磁化。

为便于理解，我们将磁头某一道记录的线路和写入读面波形用图表示如下：

波形图说明：(1) 为 A 端写入电流；(2) 为磁层磁化状态；(3) 为磁头读线圈中的感应电势；(4) 为读面感应电势经线性放大并整流后的电压波；(5) 为 (4) 的积分后的电压波；(6) 为 (5)

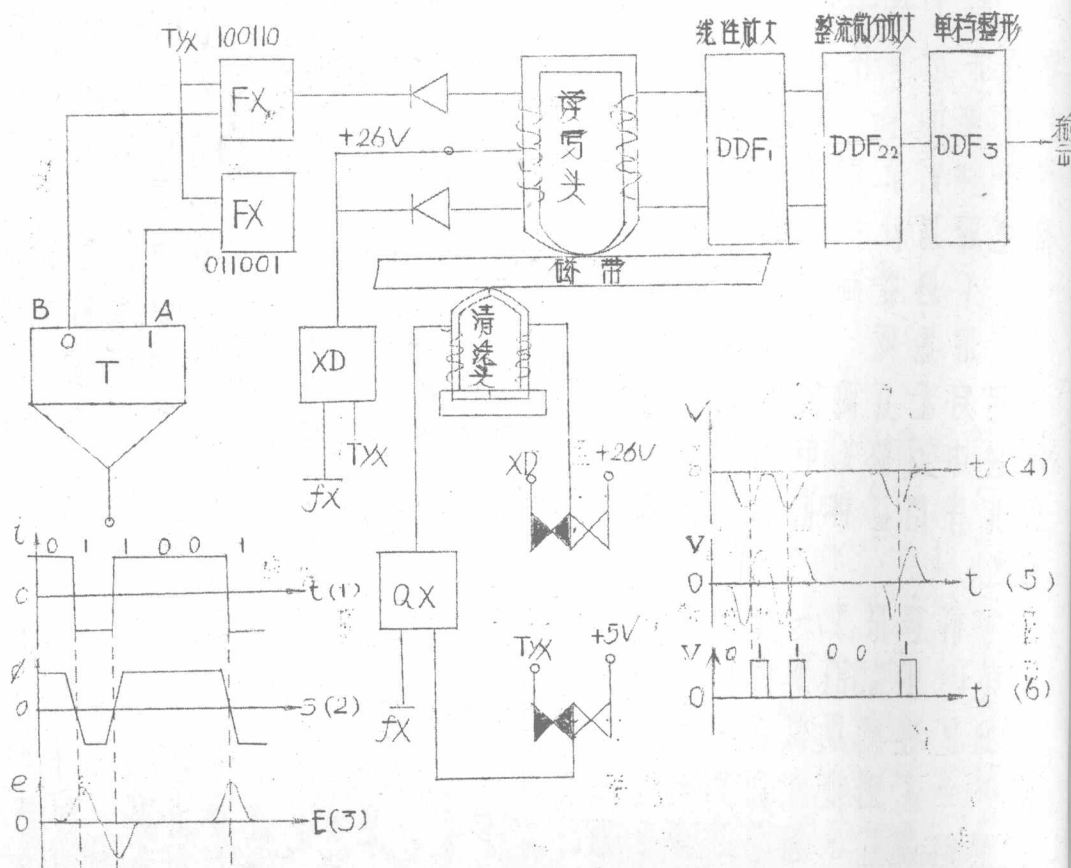


图3 磁头某1道记录线路和写入使用波形图

的放大并经单稳整形后的输出脉冲电压波

§ 1—3 通道命令字和通道状态字简述

731 磁带存储器在交换器的字节多重通道中被分配在第2和第3通道里。

1 通道命令字

磁带存储器通道命令字用来控制磁带存储器以一定方式工作指定磁带上某一区域和内存指定区域之间进行信息交换。同时还规定了交换长度(全字K个数)。该命令字有48位组成,它在相应的交换器存储地址里寄存并在程序执行过程中有自动修改的功

能。

通道命令字的格式如下：

48	47	46	45	44	43	42	41	40	24	17	16	1
启动位	命令位	读写位	真值位	组号 (高2位)	组号 (低2位)	引带位	批满位	信息交换长度(补码) (16位)	组号 (低8位)	内存交换地址 (16位)		

命令字各位的含义：

- 1—16位：指定内存交换信息的内存地址。
- 17—24位：指定磁带存储器与内存交换信息时的组号。因为整盘磁带有1024组，故组号需有10位二进制数组成，我们将17—24位的8位为组号的低8位。
- 45—44位：指定磁带存储器与内存交换信息时的组号。我们将45—44位的2位为组号的高2位。
- 25—40位：指定内存和磁带存储器进行信息交换的全字长了数，它以补码填写在31磁带存储器中规定交换的全字长了数为1024字的整数倍，亦即规定整组交换，若交换的有效信息不足1组时，则在有效信息后交换“0”信息，直至填满1024字信息为止，它是辅助于程序来实现的。
- 41位：指定内存与磁带存储器信息交换是否结束的標誌。41位为“1”表示一批信息交换已经结束（批满），41位为“0”表示交换还在进行。实际上41位是交换长度溢出与否的標誌。在磁带存储器控制逻辑中，由TPM触发器相对应的状态来表示。
- 42位：表示磁带存储器的引带位，该位为“1”表示引带，该位为“0”表示非引带。在磁带存储器控制逻辑中，由TID触发器相对应的状态来表示。引带的

逻辑过程实际上是花组号的过程，其区别在于引带是一个独立的命令字。当花到所需组号后，申请中断并让磁带机向操作系统脱机，而花组号是使脱机命令派生出来的。当花到所需组号后，不能进行读写操作，引带的目的是为了缩短在下次同磁带存储器交换信息时花组的等待时间，若下次同磁带存储器交换信息的起始组号为 N 组，则引带组号规定为 $N-1$ 组，这样，当花第 N 组开始交换信息之前，先发一个引带命令将带引到 $N-1$ 组，然后当交换信息的命令来时，就能很快花到 N 组进行信息交换。

45 位：信息真假交换位，该位为“0”表示真交换，该位为“1”表示假交换。在磁带存储器的控制逻辑中由 TZJ 触发器相对应的状态来表示。所谓信息真假交换仅对读带而言，即是否能向内存写入信息，真交换是磁带上读出的信息写入内存，假交换是磁带上读出的信息不写入内存。它的作用是检验磁带存储器逻辑功能用的。

46 位：信息读写位，该位为“0”表示从内存读出向磁带写入信息，该位为“1”表示从磁带读出向内存写入信息。在磁带存储器的控制逻辑中由 TDX 触发器的状态来表示，但必须注意， TDX 的状态与上述规定是相反的，即 TDX 为“1”时表示从内存读出向磁带写入信息， TDX 为“0”时表示从磁带读出向内存写入信息。

47 位：命令位，该位为“0”表示 0 命，该位为“1”表示 1 命，在磁带存储器控制逻辑中由 TTH 触发器相对应的状态来表示。

43 位：启动位。该位为“1”表示启动磁带机运行（走带），该位为“0”表示停止磁带机运行（空闲服务系统或停机），在磁带存储器的控制逻辑中由 TQT 触发器相应的状态来表示。

2. 通道状态字和中断条件

通道状态字是反映磁带通道、磁带存储器控制逻辑及磁带机工作状态的一组信息，通道在工作过程中建立的某种状态及何时中断系统方面申请，以便做相应的处理。

731 磁带存储器控制逻辑的状态字有 8 位。

8	7	6	5	4	3	2	1
忙	丁	引	带	组	三	台	批
闲	交	带	束	号	位	号	满
	错	束	束	不	和		
			到	障	漏		
					同		
					步		

- (1) 批满：标志磁带存储器和内存之间的一批信息交换结束，如前所述，这批信息应为 N 组（ $N = 1, 2, 3, \dots$ ）因内存的容量为 65536 字（十进制），所以， $N \leq 64$ 组即交换一批信息不能超过内存的最大容量。批满由触发器 TPM 的状态来表示。当 TPM 为“1”时表示信息交换已批满结束，批满后，发中断申请，并由磁带机向服务系统，看管理送停机命令，则停机。
- (2) 台号：标志磁带存储器的某一通道中 0 台还是 1 台磁带机在运行。台号由触发器 TTH 的状态来表示。TTH 为“0”表示 0 台磁带机在运行，TTH 为“1”表示 1 台磁带机在运行。建立台号状态位的目的是供管理程序查询用。
- (3) 二位错和漏同步：根据设计要求，731 磁带存储器与内存交换信息采用海明码校验，它既可能是从带上读面时能纠正一位错。校验二位错，即当写入的 8 道位码在读面时其中有某一道与写入时不一致，则可通过海明校验的纠错线路，将错位的某一位自动进行纠正，使读出的 8 道位

倘若写入时 8 道位码完全一致。若读出时的 8 道位码与写入时的 8 道位码有 2 位不一致，则无法将出错的 2 位加以纠正，只能发现错误。这个错误我们称为二位错。

同步码用三取二的检验线路，看三道同步信息从带上读出时只读到一道，则判定漏同步。

由于 3 位状态字所限，所以将二位错和漏同步合并为一位状态字，由触发器 TCW2L 状态来表示。若 TCW2L 为“1”表示从磁带上读出的信息内存写入时，出现二位错或漏同步，此时产生中断，订机并将该台磁带机退回管理，待故障排除后，该台磁带机重新顶到，才能继续使用。

- (4) 故障：磁带机在运行过程中，由于设备本身的控制部件发生故障而造成磁带机走带时磁带沉底或过箱严重的产生断带，凡属此类现象产生，称为系统性故障，产生这种故障的措施是磁带机控制部件中 -12V 直流电源电压或 -12V 直流上不去，此时，产生中断，并订机，并将该台磁带机退回管理，待故障排除后，重新顶到，才能继续使用。

系统性故障由触发器 TXC 的状态来表示，TXC 为“1”表示产生了故障。

- (5) 组号找不到：当磁带机在磁带的某一组号区域正反反复走带来回 3 次仍找不到该组号就不能通过该组号时，被判为组号找不到，组号找不到有二种情况：第一种情况，正好是要找的那一组号被破坏了；第二种情况，在找所需的组号的过程中某一组被破坏了，组号找不到由触发器 TZBD 的状态来表示，当 TZBD 为“1”表示组号找不到，此时，产生中断并订机磁带机退回管理，待故障排除后，重新顶到，才能继续使用。

- (6) 引带错误：在引带命令下，找到所需的组号后，产生中断并订机管理系统，若管理发订机命令，则订机。

- (7) T 交换：磁带存储器在交换器通道的控制下，内存进行信息交换，其交换方式采用 8 并 6 串，即交换一个全字长（48 位）分成 6 排，每排一个字节（8 位）为实例这种交换方式凡，内存和磁带存储器信息的交换是通过交换器缓冲存储器（简称交存）来考虑的考虑到交换器的信息流量，磁带存储器每一通道在交存中只有二个全字长的信息字单元我们称该二个单元为上区和下区，信息的交换由磁带存储

器的控制逻辑向交换器发出请求并经交换器响应后得以实现，请求分二种：

一种是控制字请求即TKA请求，它是磁带存储器向交换器请求并经交换器响应后将一个全字长的信息从内存指定的地址送到寄存中的上区或下区，或从寄存中的上区或下区送到内存指定的地址里去。

寄存中上下区的控制是由磁带存储器控制逻辑中触发器TKA_{S/X}的状态来确定。

当TKA_{S/X}为“0”时，表示内存与寄存中的上区进行信息交换。

当TKA_{S/X}为“1”时，表示内存与寄存中的下区进行信息交换。

另一种是数据字请求即TSA请求，它是磁带存储器向交换器请求并经交换器响应后将寄存中的上区或下区中的一个字节读出并写入磁带或由磁带读出一个字节写入寄存中的上区或下区中去。

寄存中上下区的控制是由磁带存储器控制逻辑中触发器TSA_{S/X}的状态来确定。

当TSA_{S/X}为“0”时，表示磁带与寄存中上区交换信息。

当TSA_{S/X}为“1”时，表示磁带与寄存中下区交换信息。

显然控制字请求和数据字请求二者的关系是每发6个TSA请求发1个TKA请求。若在规定时间内当磁带存储器向交换器发出请求后，无论是TKA请求或TSA请求，而交换器不作响应，则认为交换器出错（丁交错），它由触发器TJC的状态来表示，当TJC为“1”时，则认为交换器出错，此时，产生中断并向伺服系统。

(3) 忙/闲：磁带机在通道命令字控制下启动，通道即置忙，由触发器TMX状态为“1”来表示，当出现下列情况之一时，通道置闲。信息交换已批满；引带结束；二位错或漏同步故障；组号找不到，丁交错。

建立忙/闲状态的目的是，同台号位一起供管理程序作查询用。

§ 1-4 磁带存储器的接口

磁带存储器与交换器，中断系统之间的联系

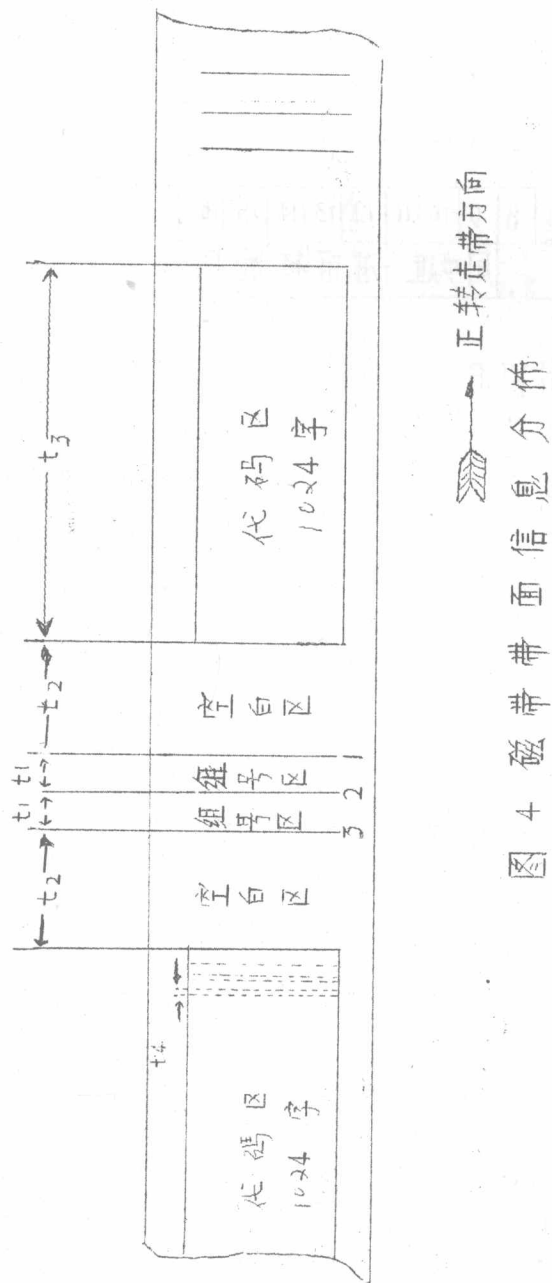
名称 符号		连接数量	发送形式 电位或脉冲	由磁带存储器 送往何处
位码流	DMI—DM8	8	电位	交换器
批满	TPM	1	电位	交换器

命令	TTH	1	电位	变换器
二位错和漏同步	TCW2L	1	电位	变换器
故障	Txc	1	电位	变换器
组号花不到	TZB0	1	电位	变换器
引带	TID	1	电位	变换器
T交错	TJC	1	电位	变换器
忙/闲	TMX	1	电位	变换器
数据字请求	TSa	1	电位	变换器
控制字请求	TKa	1	电位	变换器
sa地址	Tsa %x	1	电位	变换器
ka地址	Tka %x	1	电位	变换器
读/写	DX	1	电位	变换器
中断	ZD	1	脉冲	中断系统
共计		22		

名称	符号	连接数	发送形式 电位或脉冲	由何处送往 寄存器或存储器
位指令	J指令 ^T 1'-8'	8	电位	变换器
组号指令	J指令 ^T 17-24, 43-44	10	电位	变换器
引带命令	J指令 ^T 42	1	电位	变换器
真假变换命令	J指令 ^T 45	1	电位	变换器
读写命令	J指令 ^T 46	1	电位	变换器
命令字	J指令 ^T 47	1	电位	变换器
启动命令	J指令 ^T 48	1	电位	变换器
命令字接收脉冲	mJ外令	1	脉冲	变换器
数据字请求回答	J'0"TSa	1	脉冲	变换器
控制字请求回答	J'0"TKa	1	脉冲	变换器
地址满	J'1"地址满	1	脉冲	变换器
清状态	J'0"状态字	1	脉冲	中 控
清忙/闲	J'0"TMX	1	脉冲	中 控
全机置零	全机ZL	1	电位	运 控
振到退出	TBTD TBTi	2	电位	中 断
打 写	fx0, fx1	2	电位	中 断
共 计		34		

§ 2. 731 磁带存储器控制逻辑简介

§ 2.1 磁带带面上的信息分布



如图 4 所示，磁带带面上的信息有组号区和代码区两部分组成。

1 组号区的信息分布
磁带存储器与内存之间的信息交换是按固定长交换的。代码之前必须带有相应的组号，它相当于磁带存储器的存储地址。

对于同一组号在带面上分成三排，第一排为组号的低 8 位，第二排为组号高 2 位，第三排为组号的低 8 位，组号写成三排的目的，便于在找组时。正反转走带都能进行找组，在找组逻辑的控制下，无论是正转找组还是反转找组，在磁带上总是先找到组号的高 2 位，然后是低 8 位，在正转找组时，找到第二排和第三排组成的组号。在反转找组时，找

到第二排和第一排组成的组号，每排信息之间的时间间隔 $t_2=200\mu s$ ，通过时间判别线路以严格区别读出的信息是组号信息还是代码信息。

2 代码区的信息分布

对于一组由 1024 字组成的代码区需有 1024×6 排信息，每排信息之间的时间间隔取决于磁带机的走带速度和工作频率。我们规定 $t_1=33\mu s$ ，则 $t_3=6 \times 1024 \times t_1 \approx 200ms$ 。

每排信息位置分布如下表所示：

磁道号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
信息名称	代 码 道								同步道		海明校验道					

3 空白区

在组号区和代码区之间留有空白区，其长度决定于磁带机的启停时间，因为当一批信息交换结束或当引带结束后，磁带机停止走带，要求磁头停在空白区，当下一个命令字来时，磁带机又开始走带，要求带速达到稳定后磁头才能进入代码区或组号区。所以，空白区的最小时间间隔应为磁带机的启停时间之和。在实际设计中要考虑到启停时间的变化和各台磁带机之间的互换，还要加上一定的余量。

空白区 $t_2 = \text{磁带机启动时间} + \text{停止时间} + \text{余量}$

$$= 30ms + 10ms + \text{余量}。$$

余量取 $10 \sim 20ms$ 所以 $t_2 = 50 \sim 60ms$

由这里可以看出，空白区几乎佔去了整个磁带长度的 $1/3$ ，所以，对于磁带机来说，启停时间是一个很重要的指标。它直接关系到磁带的存储容量和磁带的利用率。

§ 2-2 磁带存储器的逻辑框图及说明。

现将框图中主要部件加以说明：

1 读写代码寄存器部分，它是由二套代码寄存器组成，JB1-16（16位 R-S 触发器组成，）简称 B 寄存器，和 JA1-14。

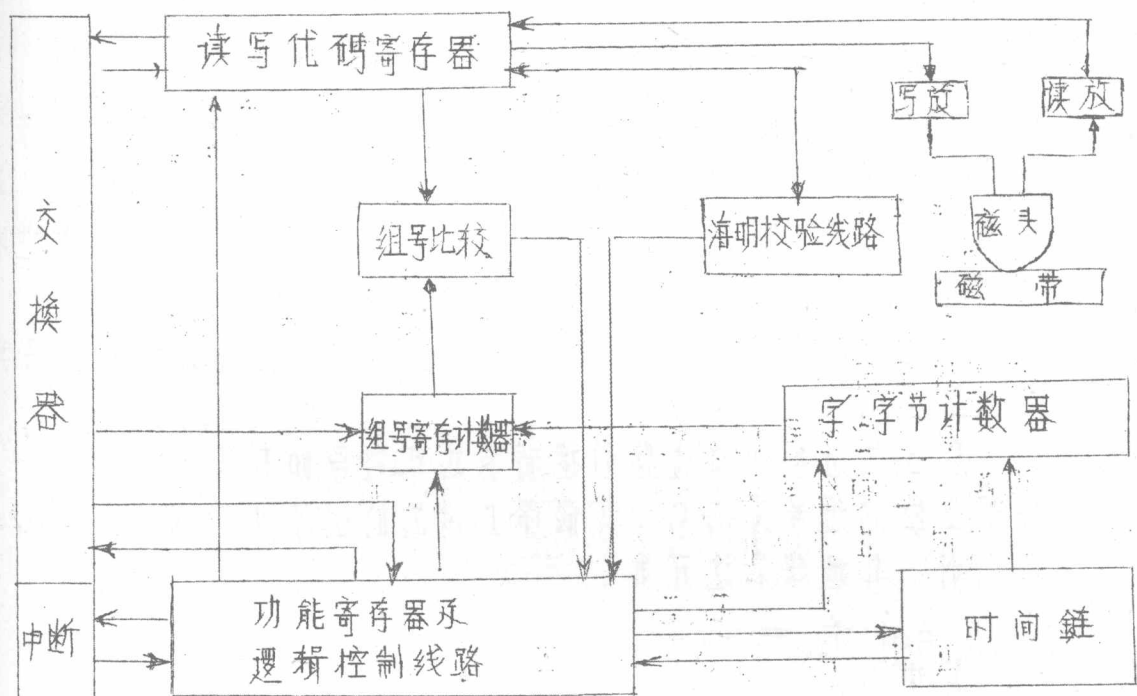


图5 731 磁带存储器控制逻辑框图

(14位J-K触发器组成)简称A寄存器；B寄存器作为代码的缓冲寄存器，它的功能作为读写代码时海明码校验形成线路用以及作为不归令制记录方式所必需的。

2 功能寄存器及逻辑控制线路部份，它包括命令字寄存器、状态字寄存器，以及控制磁带存储器各种逻辑功能所需的寄存器和形成各种控制条件的逻辑线路。

3 组号寄存、计数器：它是由10位计数器组成 Jc_{1-10} 简称C寄存器。

4 字、字节计数器、字计数器由10位计数器组成 JS_{z1-10} ，字节计数器由3位计数器组成 JS_{zj1-3} ，其原始状态为010。

5 时间链：它是磁带存储器用以产生时序脉冲的部件，该部件的作用是完成信息在一个读、写周期内的各种操作，采用的线路为单稳延迟型。