

VO-2860P

录 象 机 讲 义

摄象机录象机維修技術培訓班編写

中央电化教育館資料交流处翻印

一九八三年四月

前 言

为了加强全国电教设备维修技术力量，提高维修人员的技术水平，中央电化教育馆于一九八二年在天津师范学院举办了两期全国摄、录象机维修技术培训班。培训班主要以(日)索尼公司的产品VO-2860P和DXC-1610P等为样机，讲授彩色盒式录象机和单管彩色摄象机的基本理论及电路分析。

全套讲义包括《摄象机讲义》、《录象机讲义》和《附录：VO-2860P机械传动系统》三部分。由于讲义中的线路图大部分采用(日)索尼公司线路图原版，个别不符合国家标准的线路图符号均未改动。

此讲义是经过了两次培训班的教学实践，并集中了教师和学员的意见最后修改而成的。天津师范学院的游泽清老师、天津大学的高嗣民老师、天津电视技术研究所的工程技术人员徐振学、许宝庚、高运通、蔡志民、郑华泳、王春光、高宽、龚国栋、张益民、陈朝文以及中央电化教育馆的卫功宜等同志分别参加了讲义的编写、修改和审阅工作，在此表示感谢。

由于讲义的编写、修改任务重，时间紧，加之缺乏参考资料，难免有不妥之处，恳请读者指正。

摄象机录象机维修技术培训班教材编写组

一九八三年四月

目 录

第一章 磁带录象机概述	1
§ 1.1 磁带录象机的种类和用途	1
§ 1.2 磁记录基本原理	2
§ 1.3 磁头	7
§ 1.4 磁带	10
§ 1.5 录象机的磁迹格式	10
§ 1.6 VO-2860P 录象机概述	16
第二章 视频系统	19
§ 2.1 概述	19
§ 2.2 视频记录通道	22
§ 2.3 视频重放通道	39
第三章 伺服系统	66
§ 3.1 VO-2860P 中伺服系统的基本思想	66
§ 3.2 基准信号的形成	70
§ 3.3 主导伺服电路	84
§ 3.4 鼓伺服电路	101
第四章 机械控制系统	112
§ 4.1 概述	112
§ 4.2 功能记忆电路	114
§ 4.3 功能电磁铁控制电路及推动电路	120
§ 4.4 停机 (STOP)-手动停机与自动停机	125
§ 4.5 停机控制	133
§ 4.6 穿带电机的控制电路	134
§ 4.7 压带杆电磁铁控制电路	150
§ 4.8 进带 (FWD) 惰轮电磁铁控制电路	154
§ 4.9 停象控制电路	156
第五章 电路控制系统	159
§ 5.1 倒放 (REV) 惰轮电磁铁控制电路	159
§ 5.2 慢放记忆	161
§ 5.3 CTL 整形器和视频静噪控制电路	162
§ 5.4 组合记录与插入记录记忆	164
§ 5.5 记录/电-电选通门及输出门	166
§ 5.6 电子编辑及其对电路控制系统提出的要求	171

§ 5.7	编辑定时和记录定时	176
第六章 音频通道		185
§ 6.1	音频信号的输入与调节	185
§ 6.2	音频信号的输出	186
§ 6.3	记录与重放通道的控制	188
附录 VO—2860P机械传动系统		193
§ 1	穿带机构	193
§ 2	收、供带盘系统	196
§ 3	主导轴传动系统	214
§ 4	磁头鼓组件	218

第一章 磁带录象机概述

§ 1.1 磁带录象机的种类和用途

一、磁带录象机 (VIDEO TAPE RECORDER) 简称VTR是一种用磁带作为媒介,记录视频信号的机器。记录时将视频和音频信号变为磁场保存在磁带上,重放时再把磁场转变为电信号。所以也可以说磁带是记录的媒介,录象机是电—磁和磁—电变换器。磁带录象机与其他记录电视图象与声音的设备相比,具有明显的优点,如快速,即时性——录后即时重放;磁带价廉;便于保存、交换、复制和重复利用;节目制作简单,费用少等等。因此,录象机虽仅有二十多年的历史,但已在广播电视、教育、军事、工农业及科研等各方面获得广泛的应用。

二、录象机的种类按其用途区分主要有三种:

1. 广播用,目前在电视台使用的录象机有三种:四磁头录象机是最早出现的录象机,经过不断地改进和完善与其他录象机比较具有最好的图象质量,使用二英寸磁带,横向扫描,本身带有时基校正和编辑功能,是电视广播的主要设备。缺点是设备复杂、庞大、价格高、运行费用高、不便移动,因此现已停止生产,将逐步淘汰。一英寸螺旋扫描录象机,从原理上是1.5磁头录象机(一个主要磁头,一个辅助磁头),其图象质量现已达到四磁头机的水平,能满足广播的要求。优点是体积小,结构简单,价格比四磁头低且磁带消耗量小,磁头寿命长,目前的趋势是用它代替四磁头机,将来成为电视广播的主要机种。3/4英寸U型盒式机(包括普通U型机和高带U型机),清晰度较低但便于移动和携带,多用于摄录外景、新闻采访等非直接播出使用,或在要求不高的中小电视台用做播出设备,此时需配时基校正器。

2. 教育、工业、科研等方面用,主要是3/4英寸U型盒式机,它的种类多,数量大,也是国内使用的主要机种。有带编辑功能和不带编辑功能的两种,也有少量的只放不录的放象机。

3. 家用录象机,是七十年代末迅速发展起来的,以家用为目的的机种。多数用1/2英寸盒式磁带。主要特点是体积小,价格低,功能多,装有高频头等开路接收部分,有按电视频道发射,供给普通电视接收机收看的射频调制器,有定时器可定时自动收录电视台的节目,带遙控、快放、慢放、停象等功能。现在家用机的产量已占录象机总产量的90%以上,而且还在急速增长。主要有VHS、 β -max、VCR及V2000等系列。格式不统一,不能互换。缺点是清晰度及信噪比低,因而复制性差,在要求较低的部门也可做业务用。

三、录象机的构成一般由以下六个部分组成:

1. 视频磁头鼓 它的作用是形成视频磁头与磁带的高速相对运动以及良好的接触,使磁头在磁带上扫描出一条倾斜的轨迹。

2. 走带机构 使磁带从供带盘经过各种磁头进行录或放等过程以后到达收带盘,保证磁带稳定和精确的运动,使得各种磁头记录的信息能按一定的格式分布在磁带上,重放时则按同样的运动方式取出信息。

3. 视频和音频信号系统 对被记录的信息作一定的处理和变换,使之成为适宜记录的

形式, 送给磁头记录到磁带上, 重放时将磁头取出的信号再复原成本来的形式输出。

4. 伺服系统 包括鼓伺服、主导(磁带)伺服和张力伺服等。它的作用是保证磁头和磁带规定的速度、相位或张力下运动, 通过自动调节消除干扰的影响, 使运动误差控制在一定范围内, 以求达到最小的时基误差。

5. 控制系统 包括机械控制系统和电路控制系统, 它是人为地或自动地向伺服系统、走带系统、信号系统等发出各种操作指令或显示信号, 实现整机的各种功能, 如装带、卸带、记录、重放、停象、慢放、倒放、编辑、保护性停机及其显示等。

6. 电源供电系统 录象机要求有一定精度和稳定性的电源供电系统。

以上各部分是各种录象机都必需具备的组成部分, 但各种机器对各部分的要求不同, 复杂程度也不同, 有时各部分之间也不能截然分开。

§ 1.2 磁记录基本原理

一、磁滞特性 在磁性材料内部有许多很小的叫做磁畴的小微粒, 每个都相当于很小的磁铁, 在无外加磁场时它们的排列是杂乱无章的, 因而整体上不表现出磁性。当外加磁场时, 它们就会按外加磁场方向排列起来, 在宏观上则表现为一块大磁铁。但在外加磁场消失后, 它们并不能完全恢复到原来的状态, 仍然会保持一定的方向性, 表现出磁性, 磁性材料的这种特性, 称为磁滞特性。磁场强度 H 和磁感应强度 B (单位面积的磁通) 的关系如图 1.2.1 所示。

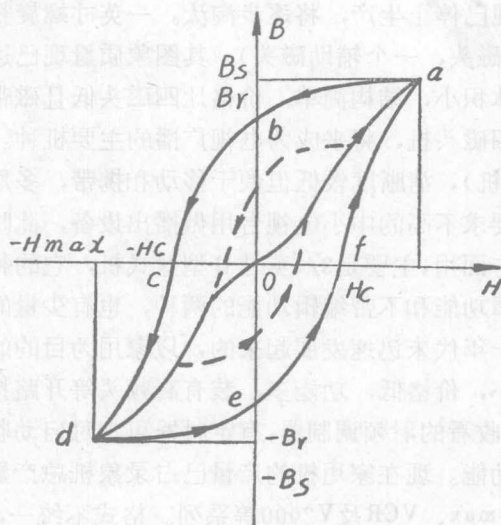


图 1.2.1

当向一无磁性材料加磁场时, 材料将按 oa 曲线磁化, a 点称饱和点, 当 H 减小到零时 B 的变化从 a 到 b , 此时的 B_r 大于零, 称剩余磁感应强度, 简称剩磁。欲使 B 回到零必须加反向的 H 到 H_c 时 $B = 0$, H_c 称矫顽力。继续加反向 H , 沿 cd 反向磁化可达反向饱和点。当 H 减小时, 沿 de 曲线变化, 在 e 点 $B = -B_r$ 是反向剩磁。再加正向 H , 则沿 efa 磁化。由 $abcdefa$ 构成一对称的闭合曲线称磁滞回线, oa 称初始磁化曲线。如所加 H 小于饱和时的最大磁场强度 H_{max} , 将按虚线的路径磁化, 形成较小的磁滞回线。

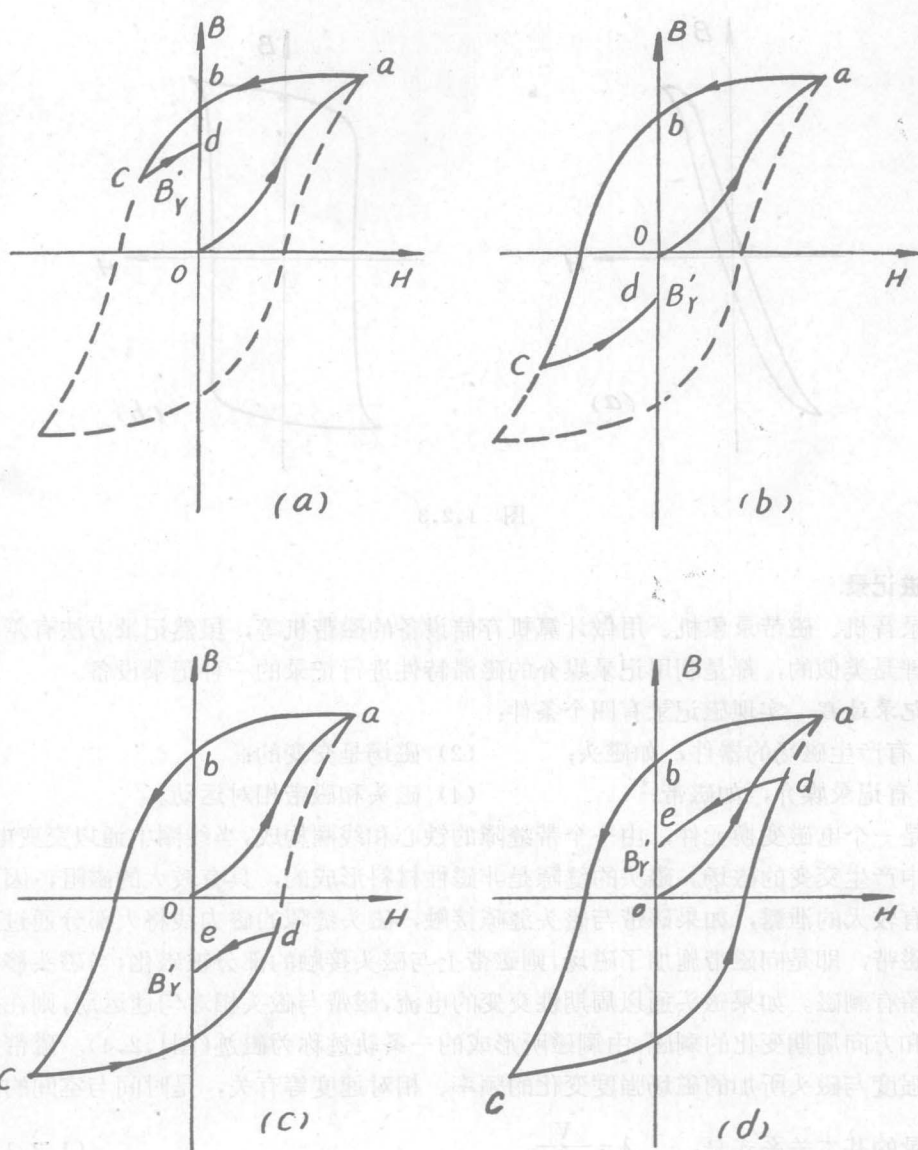


图 1.2.2

如果外加不对称变化的磁场，磁化曲线将不对称，也不闭合。图1.2.2所示的几种情况是所加的磁场在一个循环(a和b)及二个循环(c和d)内磁化的情况。

磁滞回线的形状因材料不同而异，具有较小的 B_r 和 H_c 的材料称为软磁材料(图1.2.3.a)，具有较大的 B_r 和 H_c 的材料称为硬磁材料(图1.2.3.b)。在录象机中，磁头、旋转变压器、电源变压器、信号变压器、电感器件所用的是软磁材料，而磁带则用硬磁材料。前者要求有较好的线性，而后者要求有较大的剩磁。

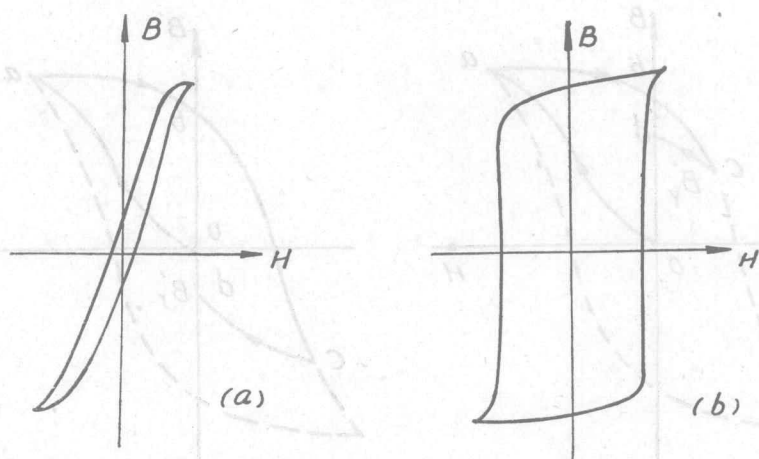


图 1.2.3

二、磁记录

磁带录音机、磁带录象机、用做计算机存储设备的磁带机等，虽然记录方法有差别，但其基本原理是类似的，都是利用记录媒介的磁滞特性进行记录的一种记录设备。

1. 记录过程 实现磁记录有四个条件：

- (1) 有产生磁场的器件，如磁头；
- (2) 磁场是交变的；
- (3) 有记录媒介，如磁带；
- (4) 磁头和磁带相对运动。

磁头是一个电磁变换元件，由一个带缝隙的铁心和线圈构成，当线圈中通以交变电流时，就在铁心中产生交变的磁场。磁头的缝隙是非磁性材料形成的，具有较大的磁阻，因此磁场在缝隙处有较大的泄露，如果磁带与磁头缝隙接触，磁头缝隙的磁力线将大部分通过具有较小磁阻的磁带，即是向磁带施加了磁场，则磁带上与磁头接触的部分被磁化，当磁头移去时，磁带上将留有剩磁。如果磁头通以周期性交变的电流，磁带与磁头相对匀速运动，则在磁带上产生大小和方向周期变化的剩磁，由剩磁所形成的一条轨迹称为磁迹(图1.2.4)。磁带上各点的磁感应强度与磁头所加的磁场强度变化的频率、相对速度等有关，是时间与空间的函数。

磁记录的基本关系式是：
$$\lambda = \frac{V}{f} \quad (1.2.1)$$

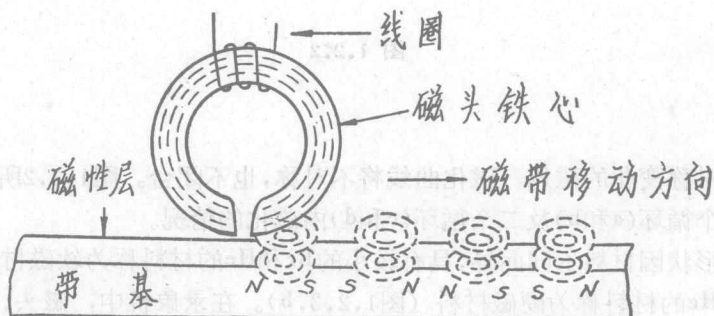


图 1.2.4

其中 λ —— 记录波长, 是记录信号电流一个周期在磁带上磁化的长度;
 V —— 磁头、磁带相对速度;
 f —— 信号电流的频率。

图1.2.5是磁头缝隙附近磁场的分布。

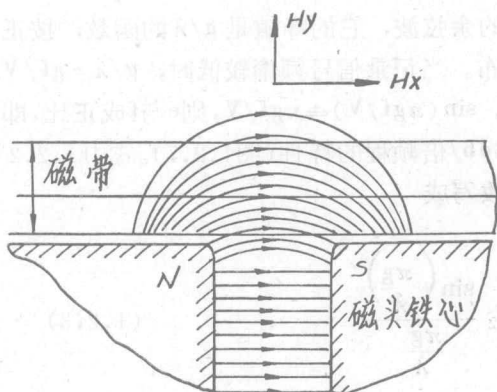


图 1.2.5

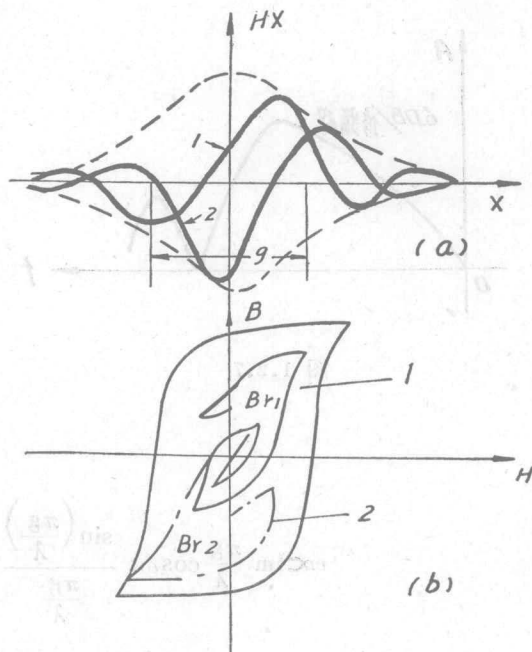


图 1.2.6

图1.2.6.a曲线1表示磁带上某点通过磁头时, 该点磁场强度的x分量(水平分量)的变化。图中虚线表示交变磁场水平分量 H_x 的峰值在x方向的分布, g 是缝隙宽度。由于 H_x 的作用, 磁化的过程如图1.2.6.b所示。磁带上剩磁的大小和方向与整个磁化过程都有关。磁带上另外一点的磁化情况用点划线表示曲线2, 显然, 在磁带上不同点剩磁的大小与方向是不同的, 是时间与空间的函数。

由单一频率的电流记录时, 在磁带上形成许多等距的 形状相同的椭圆形磁化图形 (图1.2.4), 由于磁头缝隙两边磁场趋于0, 所以实际记录时所加磁场最后的 H 总是趋向于零, 其剩磁 Br' 总是要小于 Br , 即不能达到磁性材料的最大剩磁, 此种 Br 的减小称为记录去磁损耗。记录的另一种损失是自去磁损耗, 它是由于相邻磁化图形之间的极性相反, 具有互相抵消的作用造成的。

2. 重放过程 由磁化图形可见, 磁化以后的磁带的磁场溢出磁带表面。当重放时, 磁头缝隙的两极, 用低磁阻通路闭合了溢出的磁场。由于磁场的变化, 会在磁头线圈中感应出电动势, 这就是重放信号。重放信号的大小与溢出磁场的大小及变化率以及磁头本身的参数有关。而溢出磁场的大小及变化率又与记录电流大小、频率及头带相对运动速度有关。如记录时输出为单一频率正弦波电流 $i = I_m \sin \omega t$, 则重放时输出电动势:

$$e \propto I_m \cos \omega t \sin \left(\frac{\pi g}{\lambda} \right) = k_1 I_m \cos (2\pi f t) \sin \left(\frac{\pi f g}{V} \right) \quad (1.2.2)$$

式中 e —— 重放电动势;
 k_1 —— 比例系数;
 g —— 磁头缝隙宽度;

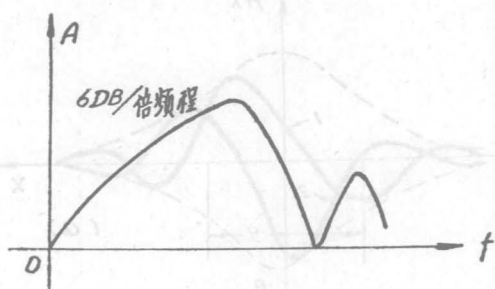


图 1.2.7

λ ——记录波长;
 f, ω ——记录信号的频率和角频率;
 I_m ——记录电流峰值;
 V ——头带相对速度。

由 1.2.2 式知, 在记录与重放时, 速度相同的情况下, 重放电动势是与记录信号频率相同的余弦波, 它的峰值是 g/λ 的函数, 按正弦分布。当记录信号频率较低时, $g/\lambda = gf/V$ 较小, $\sin(\pi gf/V) \doteq \pi gf/V$, 则 e 与 f 成正比, 即具有 6db/倍频程的特性(图 1.2.7)。式中 1.2.2 也可改写成

$$e \propto I_m \frac{\pi g}{\lambda} \cos \omega t \frac{\sin\left(\frac{\pi g}{\lambda}\right)}{\frac{\pi g}{\lambda}} = k_2 \frac{\sin\left(\frac{\pi g}{\lambda}\right)}{\frac{\pi g}{\lambda}} \quad (1.2.3)$$

令
$$L_g = 20 \lg \frac{\pi g/\lambda}{\sin(\pi g/\lambda)} \text{ (db)} \quad (1.2.4)$$

称 L_g 为缝隙损失, 重放时, 由于重放磁头缝隙相对基准面的方位角不同于记录时的方位角, 引起重放输出电动势下降, 称为方位角损失 L_a 。

$$L_a = 20 \lg \frac{\pi w t g \phi / \lambda}{\sin(\pi w t g \phi / \lambda)}$$

$$L_a = 20 \lg \frac{\pi w \phi / \lambda}{\sin(\pi w \phi / \lambda)} \quad (1.2.5)$$

其中, ϕ ——方位角偏差, w ——磁迹宽度。

重放时由于磁头与磁带接触不良引起输出下降, 称为间隙损失 L_s 。

$$L_s = 20 \lg e^{\frac{2\pi d}{\lambda}} = 54.6 \frac{d}{\lambda} \text{ (db)} \quad (1.2.6)$$

其中, d ——磁头与磁带间隙。

记录和重放时, 除以上讨论的损失外还有记录时的厚度损耗 L_t :

$$L_t = 20 \lg \frac{2\pi \delta / \lambda}{1 - e^{-2\pi \delta / \lambda}} \text{ (db)} \quad (1.2.7)$$

其中, δ ——磁带磁性层厚度。显然, δ 越大, 即磁带越厚, 损耗越大。选用较薄的带子有利于减少厚度损耗。

此外, 在记录时还有磁滞损耗。录放过程中都有涡流的损失、磁路损失、长波损失等。

录放时的这些损失大部分与记录波长有关, 因而也与频率有关。由于各种损耗综合作用的结果, 使重放输出在高频端有急剧衰减的特征, 使录放信号的带宽受到限制。

§ 1.3 磁头

磁头是录象机的关键部分，磁头的性能在相当大的程度上决定了整机的性能。磁头的作用是实现电—磁和磁—电变换，工作原理是电磁感应规律。

一、对视频磁头的要求

1. 电气性能

- (1) 电磁变换效率高，特别是重放灵敏度要高；
- (2) 信噪比好，即尽可能大的重放输出，并且尽可能小的噪声；
- (3) 工作频带宽，特别是高频响应好等。

2. 机械性能

- (1) 具有一定的机械强度；
- (2) 耐磨损，即寿命长；
- (3) 长期工作和环境温度、湿度对电气性能的影响小等。

满足这些要求，对材料的选择和加工工艺都提出较高的要求。目前绝大多数螺旋扫描录象机都选用铁氧体软磁材料，因为铁氧体材料耐磨损，高频损耗小。它的缺点是机械强度较低、易碎、加工性不好，导磁率不太高。但与金属头相比，权衡之下优点是主要的。常用锰锌铁氧体，有多晶、单晶、多晶取向等几种。多晶铁氧体噪声较小，单晶铁氧体耐磨性好，多晶取向铁氧体介于两者之间。目前这三种材料都大量应用。

二、磁头的构造

磁头主要由铁芯和线圈两部分组成。铁芯是分开的两半，有一个穿线窗口和两个缝隙。

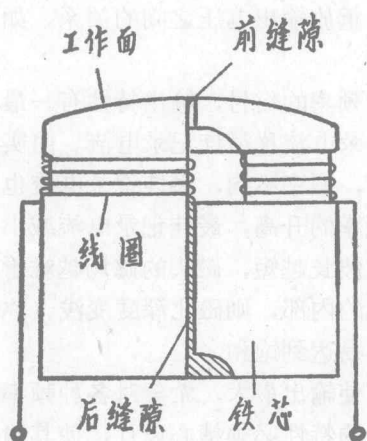


图 1.3.1

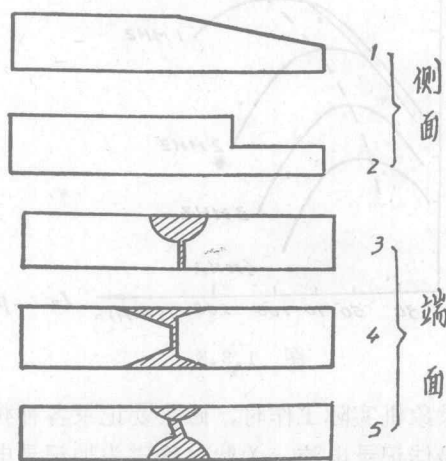


图 1.3.2

图 1.3.1 是 VO-2860P 视频磁头的顶视图。前缝隙是工作缝隙，后缝隙是因加工需要而形成的，同时还可以防止记录时磁路饱和，但对重放是不利的。缝隙一般由玻璃或其他非导磁材料填充。磁头的尺寸一般是 3—4 mm 见方，前端是弧形的工作面，以保持和磁带的良好接触，光洁度很高，所以有时称为镜面。磁头在厚度方向上前后不等，缝隙处的厚度称缝隙长度，决定了视频磁迹的宽度，在 50 μm —200 μm 的范围，如磁头做成如此薄，显然强度很低，所

以往把其他部分加厚。较早期的磁头用图1.3.2的1和2的形状(侧视图)。近期,为了改善耐磨性,多用3、4和5的端面形状的磁头,整个磁头是等厚的,在缝隙附近用一定加工方法使一面或两面凹下开槽,并填充玻璃,这样既达到规定的缝隙长度(迹宽),又使端面与磁带有较大的接触面积,减少了缝隙附近的磨损和迸裂,同时减小了磁阻。磁头的安装以底面为基准面,一般用环氧树脂等封固在铜质的基板上,并有 $50\text{M}\Omega$ 以上的绝缘电阻。调节磁头的位置是调节磁头基板。

影响磁头性能的几何参数主要是缝隙宽度 g 和缝隙深度 D 。

缝隙损耗主要决定于缝隙宽度 g , 减小 g 可以提高最高记录频率。但缝隙变小,其磁阻也变小,重放效率降低,使输出减小。理论上, $\lambda = g$ 时输出为零,输出的峰点在 $\lambda = 2g$ 。实际上由于各种高频损耗的作用,录象机所能记录的最短记录波长 $\lambda_{\min} \leq 2g$, 而且在 $\lambda = 4g$ 附近输出已开始衰减,也就是说由于各种损耗的综合作用,使输出信号的频宽只有单纯由缝隙损耗所决定的频宽的一半左右。例如U型盒式录象机磁头的缝隙宽度为 $0.5\text{--}0.7\mu\text{m}$ 。根据实测, VO-2860P和NV-9200E两种机器 $g \approx 0.5\mu\text{m}$ 。根据 $\lambda = V/f$ 可以算出,理论上最高记录频率 $f_{\max} = 17\text{MHz}$, 此时输出达到零点,在 $f = 8.5\text{MHz}$ 时,输出应达峰值。实测结果,最高记录频率不超过 8MHz 。

缝隙深度 D 影响磁头的寿命和电感量。 D 越大,在同样的磨损情况下寿命越长。但由于 D 大使缝隙磁阻减小,磁头电感量加大,则高频响应不好,且重放效率低,所以 D 的大小应两者兼顾。经验值 $D/g = 30 \sim 90$ 。U型盒式机规定 $D \geq 45\mu\text{m}$, 此时磁头的电感量约 $1.5\mu\text{H}$, 在

正常使用情况下寿命可达1000小时左右。

三、输出特性与记录电流最佳化

磁头的录放输出特性是指向磁头施加的记录电流与磁头重放输出电压之间的关系,如图1.3.3。

对每一种频率的信号,输出特性有一最大值,此时的记录电流称最佳记录电流。由实测曲线可以看出,频率不同,最佳记录电流也不相同,随着频率的升高,最佳记录电流减小。这是由于记录波长越短,磁头的磁场越难于深入磁带磁性层的内部,则磁化深度变浅(称浅层记录)更容易达到饱和。

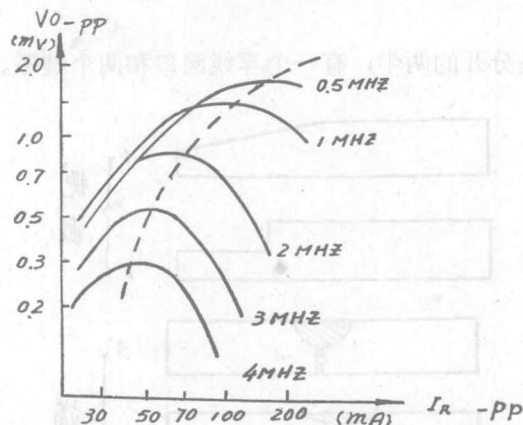


图 1.3.3

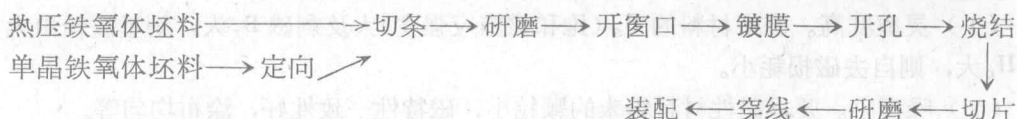
录象机实际工作时,磁头要记录各种频率的信号,为了使输出最大,希望对各种频率都施加最佳记录电流,为此,给磁头加记录电流的记录放大器的特性必须精心设计,使其输出经过旋转变压器到达磁头以后,在磁头中引起最佳记录电流,磁头的最佳记录电流可用实验方法测定。在记录一个视频信号的情况下,记录放大器的输入是经过调制的信号(RF信号),包含有各种频率成份,因为记录放大器已将各种频率均衡到最佳状态,所以也可以象记录一个单频信号一样来调节最佳记录电流。

最佳记录电流不是恒定的。新磁头缝隙深度(咀深) D 大,则磁头磁场溢出小,需较大的记录电流,而且重放输出小。磁头磨损后,最佳记录电流减小,重放输出增大。在磁头寿命終了前的一段时间,最佳记录电流最小,磁头的重放效率最高,输出最大而且频率响应最好。

过了这段时间以后,磁头特性急剧变坏以致不能使用,说明磁头寿命终了。根据这一特点,磁头在使用过程中应定期调节记录电流,使之经常工作在最佳状态。

四、磁头加工过程

由于工艺方法不同,流程也不相同。磁头加工过程可以简单地归纳成如下的流程:



五、其他磁头

VO-2860P录象机中,除有两个视频磁头外还有旋转消磁头两个,音频磁头两个,控制录放磁头一个,控制消磁重放磁头一个,全消磁头一个,音频消磁头两个。下面分别介绍。

1. 消磁头 全消磁头,音Ⅰ、音Ⅱ消磁头是一种固定的磁头,磁头缝隙比音频磁头大,工作时通以47KHZ的消磁电流,磁带通过消磁头的缝隙时被反复磁化,在逐渐离开磁头缝隙时,磁场的幅度逐渐变小,最后趋向于零,剩磁也趋向于零。图1.3.4表示出消磁过程中磁带磁化的情况。它与记录重放磁头的主要区别在于记录波长远远小于缝隙宽度,即 $\lambda = \frac{V}{f}$

$= \frac{95.3 \times 10^3}{47 \times 10^3} \approx 2\mu\text{m}$,而缝隙宽 $g = 16.7\mu\text{m}$,因此磁带在缝隙内能进行8次以上的反复磁化,使磁带上原有的信号完全被消除,而且在磁带通过和远离缝隙过程中,磁场逐渐减小到零,使磁带剩磁趋向于零,达到完全消磁的目的。VO-2860P的消磁头全部采用双缝隙结构,相当于两次消磁,使消磁效果更好,一般要求剩磁要小于-70db。

2. 旋转消磁头 在编辑时使用,作用是消去视频磁迹。它的工作原理与一般消磁头相同,主要区别是,旋转消磁头的相对速度高,因此消磁电流的频率也高,VO-2860P中消磁频率为5.12MHZ,则记录波长为 $\lambda = V/f \approx 1.66\mu\text{m}$ 。旋转消磁头的缝宽为 $6.7\mu\text{m}$,符合多次磁化的条件。此外,旋转消磁头有 $19^\circ 39'$ 的方位角,即使消磁后有一定剩余,视频磁头拾取后的方位角损耗也较大,不会有输出。同时,旋转消磁头的迹宽为 $123\mu\text{m}$,大于视频磁头的迹宽 $85\mu\text{m}$,以保证消磁效果。磁头材料一般用铁氧体。

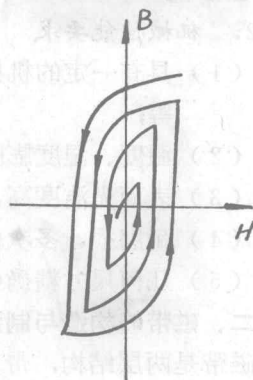


图 1.3.4

3. 音频磁头和控制磁头 工作原理与普通录音机磁头完全相同,磁头材料用玻莫合金等金属材料,并有较好的屏蔽,以提高信噪比。

4. 控制消磁重放磁头 是两用磁头,在记录或组合编辑状态,用于消去控制磁迹。在快进和倒带状态,用于重放控制信号,供给编辑机计时器指示磁带的位置。在正常录放状态,由控制记录重放磁头记录重放控制信号。频率的升高使高频损耗增加,输出信号会很很小,甚至完全没有输出,而控制消磁重放磁头不用于记录,可以设计得重放灵敏度较高(没有后隙),在磁带高速运动时仍能重放控制信号。

§ 1.4 磁 带

一、磁带是被记录信号的媒介或载体。对磁带的要求:

1. 电气性能要求

(1) 灵敏度高。磁带材料的 B_s (饱和磁感应强度) 大及剩磁 B_r 大, 则重放输出大; 矫顽力 H_c 大, 则自去磁损耗小。

(2) 噪声小。要求磁性材料粉末的颗粒小, 磁特性一致性好, 涂布均匀等。

(3) 频率特性好, 特别是高频性能好。则要求高频损耗较小。

(4) 失落少。由于磁带磁性层的异常或缺陷造成重放视频信号的突然下降或消失, 称为失落。常由于磁粉脱落、涂布时的气泡造成漏涂或带基缺陷等原因造成。按失落的程度规定了每分钟允许失落的计数来测量, 应该越少越好, 随着使用的次数增加, 失落要增加。磁带损伤也会引起失落。

(5) 透印小。已记录信号的磁带卷绕在带盘上, 由相邻层磁带的磁伤引起的磁化现象称为透印效应。它的作用对于正常信号是一种干扰。它的大小与磁性材料的性能及磁带保存时间等因素有关, 希望越小越好。

(6) 抗静电性。带基一般是由绝缘材料制成, 在运行中与各种机械零件等摩擦会产生静电荷。静电荷的积累可能产生很高的电压, 它的放电对重放信号造成很大的干扰, 为消除此干扰, 一般在磁带背面涂布一层炭黑, 以降低电阻率, 使静电荷容易导出。要求磁带有一定的电阻率。

2. 机械性能要求

(1) 具有一定的机械强度, 如抗拉伸、抗撕裂, 且具有一定的韧性(横向弹性变形)等;

(2) 温度、湿度膨胀系数小, 即不易变形;

(3) 表面光洁度高, 则对磁头磨损小;

(4) 耐磨损, 多次使用后磁性层的磨损小;

(5) 几何尺寸精确(包括蛇形小)等。

二、磁带的构造与制造过程

磁带是两层结构, 带基常用对酞酸聚乙烯材料, 厚度 $25\mu\text{m}$ 左右, 上面的磁性层厚度约 $6-12\mu\text{m}$ 。

磁性材料有两类: 普通带用 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$; 高能带(高密度带)用 CrO_2 或掺钴(Co)氧化铁。早期多用普通带, 目前大多数录象机用高能带。高能带的 H_c 大, 因而灵敏度及信噪比都优于普通带, 但对磁头的磨损高于普通带, 记录电流与消磁电流都大于普通带。索尼公司的 KCA-60 是 CrO_2 带, 松下公司的 HP-20 是掺钴氧化铁带。

制造过程: 磁性材料首先制成针状的粉末, 然后均匀混合在粘合剂中, 均匀涂布在带基上, 经过磁性取向、干燥、轧光后, 切成需要的宽度, 最后卷绕在带盘上并装盒。

§ 1.5 录象机的磁迹格式

一、磁迹格式的意义

磁迹是磁头在磁带上形成的磁化轨迹, 是将信号由时间分布转换为空间分布。录象机的

视频、音频、控制等磁迹在磁带上的尺寸和排列位置称为磁迹格式。用图示意出或用一定方法显示出来的磁迹位形图称为磁迹格式图。磁迹格式在录象机的设计中具有重要意义。录象机的基本性能指标都可以通过磁迹格式表现出来。相同磁迹格式是互换磁带的必要条件。图 1.5.1 示出 U 型录象机的磁迹格式图, 根据国际电工委员会 (IEC) 公布的正式标准, 表 1.5.1 列出磁迹格式的主要参数。

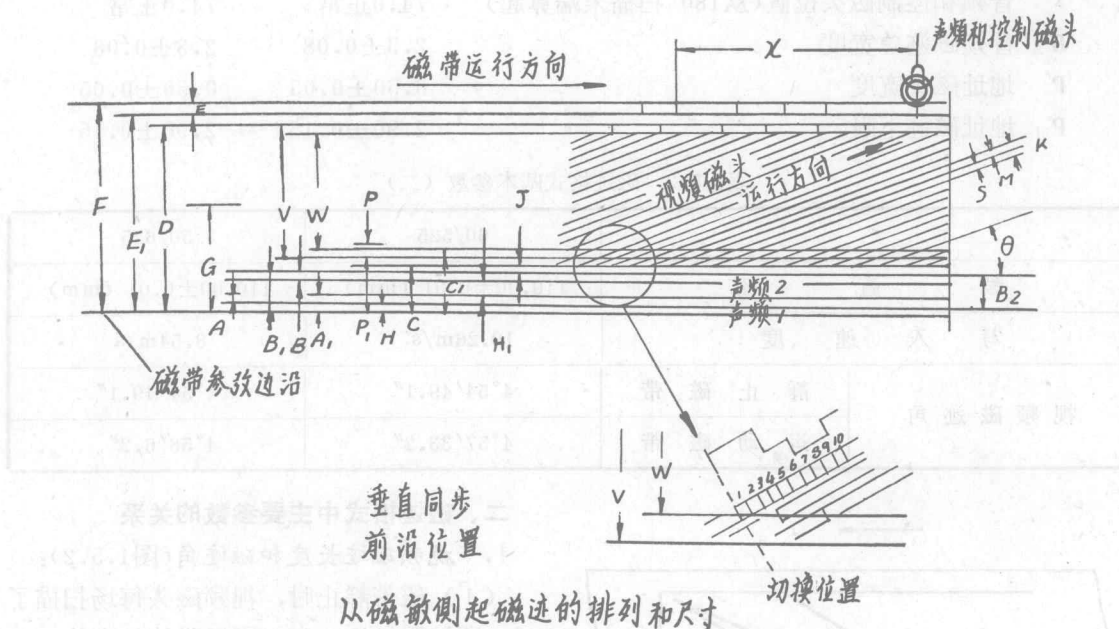


图 1.5.1

表 1.5.1 磁迹格式基本参数 (一)

	60/525	50/625
A 音频 1 宽度	0.80±0.05	0.80±0.05
A ₁ 音频 1-基准	1.00正常	1.00正常
B 音频 2 宽度	0.80±0.05	0.80±0.05
B ₁ 音频 2 基准	2.50正常	2.50正常
K 视频磁迹间距 (计算值)	0.137正常	0.165正常
M 视频磁迹宽度	0.085±0.007	0.085±0.007
S 视频保护带宽度	0.052正常	0.080正常
C 视频面积下限	2.70最小	2.70最小
C ₁ 视频有效面积下限	3.05最小	3.05最小
G 视频磁迹中心 (从参考沿算起)	10.45±0.05	10.45±0.05
V 视频宽度	15.5正常	15.5正常
W 视频有效宽度	14.80正常	14.80正常
D 视频面积上限	18.20最大	18.20最大
E 控制磁迹宽度	0.60正常	0.60正常

E ₁ 控制磁迹基准	18.40	18.40
F 磁带宽度	19.00±0.03	19.00±0.03
H 磁带沿——音频保护带	0.2±0.1	0.2±0.1
H ₁ 音频——音频保护带	0.7正常	0.7正常
J 音频——视频保护带	0.2正常	0.2正常
x 音频和控制磁头位置(从180°扫描末端算起)	74.0正常	74.0正常
B ₂ 音频磁迹总宽度	2.3±0.08	2.3±0.08
P 地址磁迹宽度	0.50±0.05	0.50±0.05
P ₁ 地址磁迹下限	2.90±0.15	2.90±0.15

表1.5.2 磁迹格式基本参数(二)

		60/525	50/625
鼓 直 径		110.00±0.01 (mm)	110.00±0.01 (mm)
写 入 速 度		10.26m/s	8.54m/s
视 频 磁 迹 角	静 止 磁 带	4°54'49.1"	4°54'49.1"
	运 动 磁 带	4°57'33.2"	4°58'6.2"

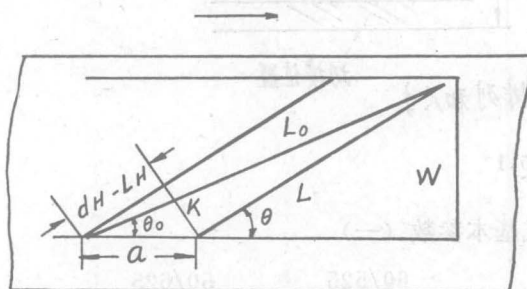


图 1.5.2

二、磁迹格式中主要参数的关系

1. 视频磁迹长度和磁迹角(图1.5.2):

(1) 磁带静止时, 视频磁头每场扫描了180°, 即鼓周长的一半, 所以磁迹长度为:

$$L_0 = \frac{\pi \phi}{2}$$

其中 ϕ 是鼓直径。磁头在磁带横向上升的高度是W(有效视频宽度), 那么磁迹角为:

$$\theta_0 = \arcsin \frac{W}{L_0}$$

θ_0 的形成由鼓的倾斜安装来实现。如果磁带为水平方向, 鼓的轴线应在磁带180°包角的直径方向倾斜 θ_0 。

(2) 磁带运动时, 磁迹是磁头的旋转和磁带的移动两个运动的合成。在U型机中, 两个运动方向近似相同, 则相对速度降低, 磁迹变短, 磁迹角变大。设磁带速度为 V_T , 场周期为 T_V , 则磁带在一个场周期移动的距离为 $a = V_T \cdot T_V$

根据余弦定理, 磁迹长度

$$L = \sqrt{L_0^2 + a^2 - 2L_0 a \cos \theta_0}$$

此时, 磁迹角

$$\theta = \arcsin \frac{W}{L}$$

由于 θ_0 较小,

$$L \approx L_0 - a$$

2. 视频磁迹节距 它是相邻两条视频磁迹的中心线在其垂直方向上的距离K;

$$K = a \cdot \sin \theta = \frac{V_T}{f_V} \cdot \frac{W}{L}$$

其中 f_V 是场频。在这里, $K = M + S$

其中 M —— 磁迹宽度, S —— 保护带宽度。

3. 相邻磁迹错开行数 α_H :

$$\alpha_H = \frac{a \cos \theta}{L_H}$$

其中 L_H 是每行信号在磁迹上的长度 $L_H = \frac{L}{N}$

N 为每场包括的行数, 我国 PAL 制 $N = 312.5$ 。

三、主要参数与录像机性能的关系

1. 视频磁迹宽度 M 为 $85\mu m$, 实际的宽度决定于磁头的缝长, 由于重放电动势与 M 成正比, 则 M 大, 重放灵敏度高, 信噪比好。高带 U 型机 BVU-200 的视频带宽较宽, 使信噪比降低, 但加宽磁迹到 $125\mu m$, 又补偿了信噪比的下降。

2. 磁迹角 θ 磁迹角是由于磁带绕磁鼓螺旋上升造成的。磁带静止时, 由鼓本身的倾斜形成 θ , 磁带运动后 θ_0 变为 θ 。鼓的倾斜角与导柱的高度、垂直度和角度等都是精密装配形成的, 它们的微小变动都会引起磁迹角的变化, 影响磁迹跟踪, 以至影响视频的性能。例如磁迹不重合, 图象质量下降。因此不能随便移动这些部件。

3. 停象、慢动、倒放、快放与视频磁迹 在正常重放时, 视频磁头沿着视频磁迹运动, 得到最大的重放输出。在上述几种特殊重放时, 磁带的速度不同于记录时的速度, 视频磁头则不能完全跟踪视频磁迹, 例如在停象时, 磁带停止运动, 视频磁头在一次扫描中要跨越保护带到达另一条磁迹。在慢放时, 磁带运动减慢, 每扫描一次偏离部分磁迹, 经过几次扫描偏移一条磁迹。而在快放时, 每扫描一次可能跨越几条磁迹。倒放时, 磁带反方向运动, 所以正常倒放时, 扫描一次就要跨越两次保护带, 一次可扫描三条磁迹。倒慢放、倒快放时, 也有类似的情况 (图 1.5.3)。

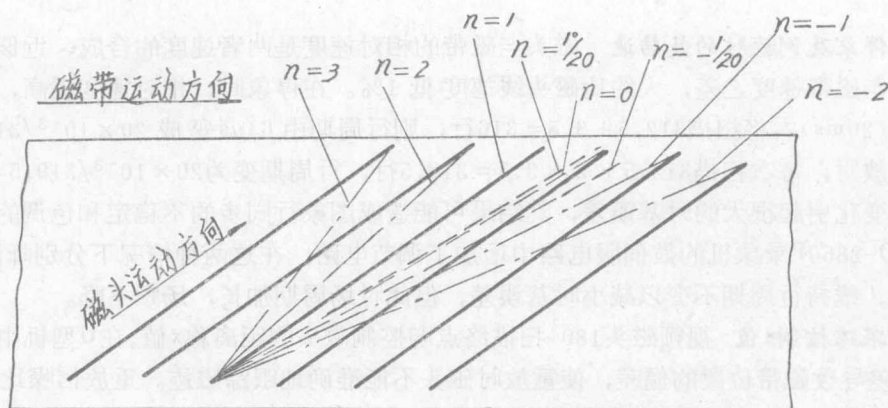


图 1.5.3

设正常带速为 V_t , 变速重放速度为 V_t' , 令 $V_t' = nV_t$, n 表示变速比, 则 $n = 1$ 为正常重放; $n = 0$ 为停象; $n = 1/20$ 为 $1/20$ 速慢放; $n = 2, 3 \dots$ 为快放。 n 为负值时, 为倒放状