

## 内 容 简 介

本书着重介绍一般用二磁头录象机和广播用四磁头录象机，对其电路系统、伺服系统和机械系统等作了较详细的叙述。其他内容有磁性录放原理，磁头和磁带的性能和制造，测试上的基本概念、方法和仪器等。在书末，通过若干专题介绍磁带录象机技术的最近动态。本书可供从事磁带录象机生产、研制、使用等方面的工作人员阅读参考。

本书主要是由陈水、陈占德同志编译的。

## 磁 带 录 象 机

辽宁大学物理系 编译

\*

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街 137 号

湖南省新华印刷二厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

1978年8月第一版 开本：787×1092 1/32

1978年11月第二次印刷 印张：11 3/4

印数：20,421—50,560 字数：264,000

统一书号：15031·169

本社书号：993·15—7

定 价： 1.20 元

# 目 录

第一章 磁带录象机概述 .....	1
一、录象机的功能和用途 .....	4
二、磁性录放原理 .....	6
1. 录放原理 .....	6
2. 重放磁头的输出特性 .....	7
3. 录放条件 .....	8
三、四磁头录象机 .....	12
1. 磁头的旋转 .....	12
2. 伺服系统 .....	15
四、螺线式二磁头录象机 .....	17
1. 螺线式扫描 .....	17
2. 伺服系统 .....	19
3. 信号电路系统 .....	21
第二章 磁性录放基础理论 .....	23
一、铁磁性 .....	23
1. 电子自旋和磁畴 .....	23
2. 磁滞回线 .....	24
二、磁性录放过程 .....	28
1. 记录过程 .....	28
2. 重放过程 .....	29
3. 消去过程 .....	30
4. 记录磁场的磁场分布 .....	31
三、磁头磁带系统的录放损失 .....	32
1. 自然去磁损失 .....	33
2. 磁带厚度损失 .....	34

3. 空隙损失	35
4. 方位损失	35
5. 工作间隙宽度损失	36
四、录象机磁性记录中的问题	38
1. 短波长记录	38
2. 频率调制记录	40
第三章 视频磁头	43
一、磁头的材料和结构	43
1. 复合磁头	46
2. 单体磁头	47
3. 磁头组件	48
二、磁头的制造	51
1. 制造工序	51
2. 晶体取向的选择	52
三、磁头设计中的问题	54
1. 合金-铁氧体复合磁头的重放效率	54
2. 铁氧体单体磁头的重放效率	55
3. 记录效率	58
4. 工作间隙长度	58
5. 线圈匝数	59
6. 磁头侧面漏磁	59
7. 磁头磁带接触面的温升	60
四、磁头的杂波	61
1. 阻抗杂波	61
2. 调制杂波	61
3. 滑动杂波	62
4. 重象杂波	62
五、磁头的使用	62
1. 使用中的变化	62
2. 互换性	64

第四章	视频磁带	65
一、	磁带的性能	65
二、	视频磁带的特点	66
三、	视频磁带的材料	67
1.	磁性粉末材料	67
2.	粘合剂	68
3.	带基	70
四、	视频磁带的制造	71
1.	磁性粉末的制备	71
2.	涂敷液的制备	73
3.	涂敷	73
4.	加工	73
5.	检查	74
五、	视频磁带的电磁特性	74
1.	录放灵敏度和信杂比	74
2.	取向角度和视频磁迹、音频磁迹的灵敏度的关系	77
3.	频率特性	78
4.	时基跳动	78
5.	信号失落	78
6.	磁带的带电	78
六、	视频磁带的机械特性	79
1.	机械强度	79
2.	走带稳定性	80
3.	磁头磨损	80
七、	高密度视频磁带	81
1.	CrO <sub>2</sub> 磁带	81
2.	Avilin 磁带	81
3.	Belidox 磁带	85
第五章	螺线式二磁头录象机	85
一、	螺线式录象机的分类	88

1. 一磁头录象机	88
2. 二磁头录象机	90
二、机械系统	91
1. 机械部分的设计	92
2. H 相位对准	94
3. 一磁头录象机的机械构造	95
4. 二磁头录象机的机械构造	96
三、伺服系统	100
1. 记录时的伺服系统	101
2. 重放时的伺服系统	102
3. 伺服系统的电路结构	103
4. 伺服系统的稳定性	106
5. 磁头电动机的旋转不匀	110
6. 小型录象机的伺服系统	111
四、信号电路系统	113
1. 频率调制系统	114
2. 频率调制器	115
3. 频率调制器的性能	117
4. 低通滤波器	120
5. 预加重电路	121
6. 箝位和白色峰值削波电路	122
7. 记录放大器	125
8. 汇流环, 旋转变压器	126
9. 前置放大器	127
10. 频率补偿电路	128
11. 磁头切换电路	130
12. 限幅电路	131
13. 频率解调电路	134
14. 解调端视频放大器	137
15. 其他的视频信号电路	138

16. 声音电路 .....	146
五、互换性 .....	151
第六章 螺线式二磁头录象机的彩色化 .....	154
一、NTSC 制式 .....	154
1. Y,I,Q 信号 .....	154
2. 彩色电视摄像 .....	155
3. 频谱交错 .....	157
4. 正交调制 .....	158
5. 彩色同步信号 .....	159
6. 彩色图象信号录放中的问题 .....	160
二、彩色记录方式 .....	161
1. 多重载波记录方式 .....	161
2. 不使用导频信号的多重载波记录方式 .....	166
3. 直接记录方式(APC-AFC外差方式) .....	167
4. 导频 NTSC 方式 .....	168
第七章 图象信号录放电路系统 .....	171
一、录放电路系统的结构 .....	172
二、录放电路系统的综合特性 .....	173
1. 微分增益(DG)和微分相位(DP) .....	173
2. 调制指数小的调频信号的传输 .....	174
3. 边带的输入输出特性 .....	178
4. 磁头磁带系统传输特性的均衡 .....	179
5. 信杂比 .....	180
6. 波纹干扰 .....	181
三、调制器 .....	182
1. 调制器的功能 .....	182
2. 主要电路 .....	183
四、解调器 .....	185
1. 解调器的功能 .....	185
2. 主要电路 .....	186

五、记录放大器 .....	189
六、前置放大器、切换开关和均衡器 .....	190
1. 前置放大器 .....	190
2. 信道均衡器 .....	190
3. 切换开关 .....	192
4. 调频均衡器 .....	192
5. 主均衡器 .....	193
第八章 图象信号校正电路系统 .....	194
一、图象相位稳定器 .....	195
1. 重放图象信号的相位变动 .....	195
2. 工作原理 .....	197
3. 主要电路 .....	197
二、彩色相位稳定器 .....	203
1. 工作原理 .....	204
2. 主要电路 .....	206
三、整形器 .....	208
1. 主要功能 .....	208
2. 电路结构 .....	209
3. 主要电路 .....	211
四、信号失落补偿器 .....	216
1. 信号失落的检出 .....	216
2. 信号失落的补偿 .....	217
五、速度误差校正器 .....	218
1. 工作原理 .....	218
2. 电路结构 .....	219
第九章 伺服系统 .....	221
一、磁头电动机伺服系统 .....	223
1. 结构和工作原理 .....	223
2. 时基跳动和稳定度 .....	231
3. 主要电路 .....	236

二、主导轴伺服系统 .....	240
1. 结构和工作原理 .....	240
2. 时基跳动和稳定度 .....	243
3. 主要电路 .....	244
三、磁带导向器伺服系统 .....	245
1. 帘形失真 .....	245
2. 工作原理 .....	247
四、起动特性 .....	249
1. 起动特性的概念 .....	249
2. 各种伺服系统的起动 .....	250
第十章 机械系统 .....	253
一、磁带输送系统的主要结构 .....	253
1. 磁带盘电动机组件 .....	253
2. 主导轴电动机组件 .....	258
3. 磁带导柱 .....	260
4. 极尖突出量调整装置 .....	262
5. 磁带计时器 .....	263
6. 视频消去磁头 .....	264
二、空气系统 .....	265
1. 低压空气系统 .....	265
2. 高压空气系统 .....	266
3. 磁头电动机鼓风机 .....	269
三、机械系统对重放图象的影响 .....	270
1. 磁带输送系统和重放图象的 S 失真 .....	270
2. 机械振动和时基跳动 .....	271
四、冷却、隔音和维修 .....	272
1. 冷却和隔音 .....	272
2. 寿命和维修 .....	273
第十一章 声音电路系统 .....	275
一、声音电路系统的要求事项及其措施 .....	276



1. 磁头磁带部分的串扰·····	276
2. 和其他系统之间的干扰·····	277
3. 继电器和电源·····	277
4. 信杂比·····	277
二、声音磁头组件和视频消去磁头组件·····	278
1. 声音消去磁头·····	278
2. 录放磁头·····	279
3. 视频消去磁头·····	279
三、电路系统·····	280
1. 声音记录电路·····	280
2. 声音重放电路·····	283
3. 视频消去放大器·····	285
四、同时重放·····	285
第十二章 录象机的测试·····	288
一、图象信号系统的测试·····	288
1. 信杂比·····	288
2. 分解力·····	293
3. 脉冲波形特性·····	295
4. 微分增益(DG)、微分相位(DP)·····	296
5. 彩色信号的信杂比·····	298
6. 彩色信号的频带和脉冲波形特性·····	300
7. 频率调制载波频率·····	301
8. 频率调制系统的特性·····	302
9. 信号失落·····	304
10. 时基跳动·····	305
二、图象信号系统测试仪器·····	308
1. 电视试验信号发生器·····	308
2. 矢量显示器·····	314
3. 图象扫频信号发生器·····	317
4. 录象机试验信号发生器·····	319

5. 录象机载波输入输出特性测试器	322
三、机械精度的测量	323
1. 磁头的高度和对称性	323
2. 慢速重放和H相位对准	325
3. 磁迹的直线性	325
4. 走带速度	326
5. 晃动	326
6. 磁带张力	327
7. 磁头极尖突出量	328
第十三章 录象机技术的近况	329
一、盒子式录象机	332
1. Cassette 式(双磁带盘盒子式)	332
2. Cartridge 式(单磁带盘盒子式)	334
二、长时间记录	337
三、电子编辑	340
1. 录象机磁带编辑中的问题	341
2. 电子编辑	344
四、视频磁带的复制	348
1. 重放-记录方式复制方法	348
2. 热接触转印式复制方法	349
3. 磁接触转印式复制方法	350
4. 同时绕卷式复制方法	351
五、宽时基校正器	353
六、固定磁头式录象机	355
1. 空气垫	355
2. 纵向扫描	357
七、高密度记录	357
1. 方位记录方式	358
2. 彩色信号的新录放方式	360
主要参考资料	362

## 第一章 磁带录象机概述

磁带录象机(Video Tape Recorder 或 VTR, 下称录象机)是能把景物的图象信号和声音信号同时记录在磁带上, 又能从磁带上把景物的信号重放出来的装置。

如图 1-1 所示, 磁带录象装置由三个基本部分即电视摄像机、录象机和监视器(一般可用电视机代替)组成。

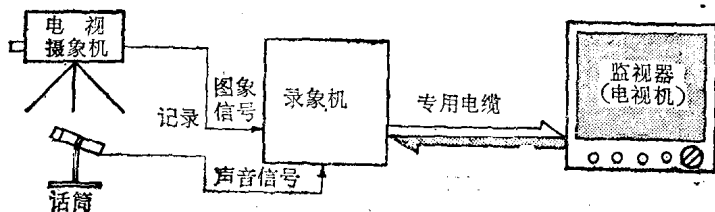


图 1-1 磁带录象装置

记录时, 景物的光声信号由电视摄像机变换为电信号, 电信号由录象机变换为磁带上的磁信号。重放时, 磁信号由录象机变换为电信号, 电信号由电视机变换为景物原来的光声信号在荧光屏和扬声器再现。

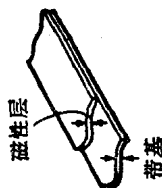
我们从大家熟悉的磁带录音机(下称录音机)讲起。录象机和录音机有许多相似的地方, 比如两者都使用磁头和磁带进行磁性记录。但也有许多不同的地方, 主要有如下两点:

① 录音机采用高频偏置记录方法。录象机把图象信号经过频率调制变换为射频信号后记录。

② 录音机磁头只有一个而且是不旋转的。录象机因为信号在高频带需要靠磁头的高速旋转来提高磁头磁带相对速

表 1-1 录音机和录像机的比较

记录信号	宽				厚			
	录音机	统一 I 型二磁头录像机	U 规格二磁头录像机	四磁头录像机	录音机	统一 I 型二磁头录像机	U 规格二磁头录像机	四磁头录像机
音频 50 Hz—15 kHz	音频 50 Hz—15 kHz	音频 50 Hz—15 kHz 视频 0—3 MHz	音频 50 Hz—15 kHz 视频 0—3 MHz	音频 50 Hz—15 kHz	1/4 吋 6.25mm	1/2 吋 12.7mm	3/4 吋 19mm	2 吋 50.8mm
	带基 50 微米 磁性层 10 微米	带基 25 微米 磁性层 4 微米	带基 25 微米 磁性层 —	带基 24 微米 磁性层 12 微米				
磁带速度	输送速度 19 厘米/秒 相对速度 19 厘米/秒 (固定磁头)	输送速度 19.05 厘米/秒 相对速度 11.26 米/秒 (旋转磁头)	输送速度 9.53 厘米/秒 相对速度 10.26 米/秒 (旋转磁头)	输送速度 10—20 厘米/秒 相对速度 38 米/秒 (旋转磁头)				



<p>磁头</p>	
<p>旋转磁鼓 固定磁鼓 磁头 (上面磁鼓旋转)</p>	
<p>固定磁鼓 固定磁鼓 磁头 (磁鼓固定, 磁头轮旋转)</p>	
<p>磁头 工作间隙</p>	
<p>磁迹分布</p>	<p>扫描方式</p>

度，所以通常有一个以上的磁头轮番切换使用。在磁带上视频磁迹不成为连续的一整条，而是一小段一小段磁迹的集合。因此，磁头的旋转和磁带的运行必须有相当精密的伺服系统。

为进一步作比较，表 1-1 列出录音机、二磁头录象机和四磁头录象机的大概情形。

## 一、录象机的功能和用途

录象机的主要功能可以举出三个：

(1) 录象机具有镜子般的功能，可以即时记录即时重放，可以把自己活动着的主观形象和声音立即记录，同时可以自己观察。这样的观察对今后的改进很有启发。比如体育、舞蹈等节目的排演有时候要利用镜子从各种角度矫正姿势或检验舞台效果。录象机这镜子没有象一般镜子那样的所谓左右倒反(镜象倒反)，而且还可以以慢速或静止方式重放，显然比一般镜子优越。

(2) 录象机具有存取功能，可以把图象和声音记录并保存起来在需要时可以立即重放。记录和储存非常方便是录象机的很大优点。正因为这点，录象机的出现促进了电视工业的发展，大大提高了电视节目的拍摄效率和使用范围。世界各国目前的电视节目有相当大部分是用录象机拍摄的。

(3) 录象机具有所谓黑板的功能，可以消去，消去后可以重新记录。这种特点是其他任何图象信号装置不具备的。利用录象机可以做资料数据的记录和保存，还可以把存档中随时间推移而变为不需要的部分消去，及时更新内容。

由于以上功能，录象机除了上述电视工业外，在生产科研、国防建设、交通管理、医疗、专业训练、课堂教学等各方面都有着广泛用途。

电视工业方面：电视节目的拍摄、保存和转寄。

生产科研、国防建设方面：比如野外或远地现场情况的记录，现场和分析单位（化验、计算机等单位）之间的联系，物理、化学、生物过程的观察（一般观察和长时间观察），生产制造流程的自动化控制和检验等。

交通管理方面：机场飞机起降，港口船只进出，公路车辆来往等情况的观察记录。

医疗方面：治疗过程材料的收集，诊断数据、X光相片等记录以供会诊或研究用。

专业训练方面：体育、舞蹈、演剧、动手术、器乐演奏、特殊操作、工艺等的说明和传授。

课堂教学方面：视听教学电气化，实验设备的说明，社会调查，现场参观记录，授课方式的研究。

录象机除了单独使用外，还可以作为电子计算机系统中的存储装置使用，不仅如此，它还将超出单纯积累图象信息技术的范畴，进而在图象信息处理技术中发挥作用。

总之，录象机随着电视工业的普及将扮演越来越重要的角色。随着录象机本身的改进以及集成电路、数字电路技术的发展，它将广泛渗透到科研、生产和生活各领域去。

磁带录象机技术是磁带录音机和电视这两门技术结合发展起来的，已自成一整套独特的系统。早在1936年就有利用旋转磁头在磁带宽度方向记录即横向扫描的基本设想，然而实际开始使用的却是20年后即1956年的美国 Ampex 型四磁头式广播用录象机。1959年日本试制成功二磁头螺线扫描（斜扫描）式录象机。经过不断改进，到1970年左右录象机技术基本达到完善的地步，原理和结构大致定型。目前广播用录象机多数采用四磁头式。一般用（包括生产、教学、家用）录象机多数采用二磁头螺线式。

## 二、磁性录放原理

### 1. 录放原理

录放磁头是环形铁心上绕一组线圈的电磁铁，其大体结构如图 1-2 所示。环形铁心有一细缝叫做工作间隙。信号电流流过磁头线圈时，在铁心中感生磁通。这时在工作间隙部分，磁力线由一磁极渡越到另一磁极。因为间隙部分的磁阻比铁心高，磁力线从铁心溢出，在间隙周围产生漏磁场。

涂敷磁性层的磁带和磁头工作间隙接触，形成以磁阻低的磁性体把磁头间隙旁路的状态，磁通则通过磁带从一磁极到另一磁极构成闭合磁路。当磁带以一定速度相对于磁头移动时，所有经过工作间隙的磁性体都在离开间隙的瞬间受到与磁头内磁通成正比的永久磁化(剩磁)。磁带上的一条条磁化图样叫做磁迹。

假定记录信号波形是正弦波，那末磁带上的磁化强度也沿磁带长度方向按正弦波变化。在记录信号一周期内磁带走过的距离叫做记录波长，因而记录波长和磁带速度成正比，和信号频率成反比，即

$$\text{记录波长(厘米)} = \frac{\text{磁带速度(厘米/秒)}}{\text{信号频率(赫)}} \quad (1-1)$$

注意，记录波长和信号本身的波长不同，信号波长是光速/频率。

重放时，让带有磁迹的磁带表面和重放磁头接触。重放磁头的结构和记录磁头相同，实际上两者往往是同一磁头。在磁带和磁头间隙两端接触的地方，形成磁带被铁心桥接的状态，于是磁力线流过铁心。任何时刻磁通的大小都等于间隙两端实际接触的那部分磁带磁化量的平均值。磁带经过重放



磁头间隙移动时，磁带磁化量变化，铁心中磁通也变化，因此在铁心线圈感生和磁化量变化相对应的电压。

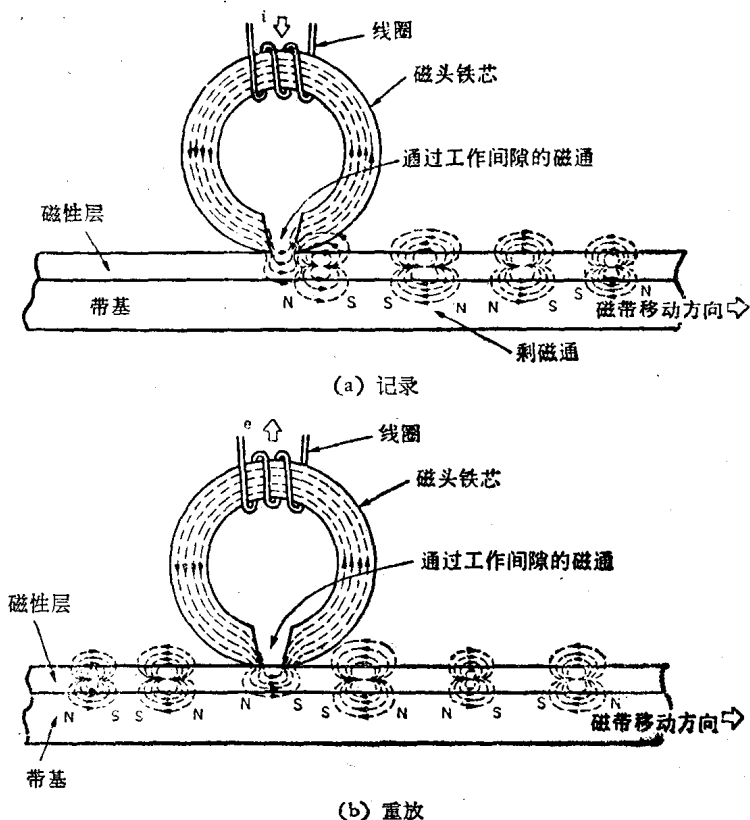


图 1-2 磁性录放原理

## 2. 重放磁头的输出特性

必须指出，在重放磁头感生的电压并不是和磁通的大小成正比，而是和磁通的时间变化率成正比。如果磁通和记录电流成正比，那末重放磁头的输出电压就随重放信号的频率高低而变化。