



LUXIANGJIYUALI JI WEIXIU

王新田 邵士宽 编著

录像机原理及维修

目 录

第一章 概述	1
第一节 磁带录象机的发展概况	2
第二节 录象机的组成	4
第三节 磁带录象机的种类	7
第四节 磁带录象机的应用系统	8
第二章 磁带录象机的基本知识	12
第一节 在磁带上实现电信号记录的原理	12
第二节 磁带录、放的技术要求	13
第三节 录音技术的现状	16
第四节 录象机的关键技术及要求	16
第五节 VHS制式和 β 制式	19
第六节 VHS、 β 制式磁带上磁迹的分布	25
第七节 VHS、 β 制式视频信号的记录方式	31
第八节 PS方式	36
第九节 PI方式	39
第十节 H 排列和磁鼓伺服	41
第十一节 慢速放象、静止图象和搜索功能	44
第十二节 改善图象质量的特殊措施	51
第十三节 控制微电脑	57
第十四节 视频磁头	58
第十五节 视频磁带	61
第三章 NV-370 录象机实际电路工作原理	66
第一节 伺服系统的工作原理及实际线路	66

第二节	彩色信号处理电路及工作原理	74
第三节	伪时基校正原理	81
第四节	亮度信号的处理电路及工作原理	84
第五节	微电脑控制系统	89
第六节	声音系统	92
第四章	NV-370 录像机的调整程序	94
第一节	电气调节过程	94
第二节	机械调节过程	123
第五章	录像机故障分析及排除实例	149
第一节	录像机的故障分类	149
第二节	故障实例分析及排除方法	150
第六章	录像机的使用与保养	173
第一节	录像机的使用	173
第二节	录像机的维护保养	176
第三节	录像机的保管及运输	179
第四节	录像磁带的使用和保管	179

第一章 概 述

第一节 磁带录象机的发展概况

从世界范围来说，磁带录象机只有三十多年的历史。在它问世以后，人们只注意到它那笨重、庞大的体积、复杂的结构和昂贵的价格，根本没料到三十多年以后它会进入人们的家庭生活。

随着微电子技术的飞速发展，磁带录象机也迅速地朝着小型化、自动化、使用方便、售价低廉的方向发展，家庭使用录象机现在已经成为现实。目前，在一些工业发达的国家中，录象机已大规模地进入了各种业务领域和家庭，成为一种重要的消费类电子产品。在日本，家用录象机的普及率达11%以上。

磁带录象机在我国起步较晚，但近年来它的应用范围也正迅速扩大，已由电视广播扩展到生产、科研、国防建设、交通管理、医疗、电化教育等各方面。目前，虽然仅有极少数的家庭才有购买这种目前还算昂贵的电子产品的能力，但是社会上的录象放映队正在迅速发展，遍布广大城镇以及乡村，学校、厂矿、机关的录象机数量也在逐年增多。可以预料，随着城乡人民生活水平的提高和录象机价格的逐步下降，录象机进入中国每个现代家庭的时刻必将会到来。

(一) 磁带录象机的定义

所谓磁带录象机，就是用磁带来记录和重放电视信号的设备。

磁带录象是在磁带录音的基础上发展起来的。

(二) 录象机发展简史

1951年，自美国无线电公司提出要研制视频磁带录象机开始，磁带录象机就开始了它的研制历史。

1956年，美国安派克斯公司在电视广播上试用四磁头磁带录象机，终于获得成功，从此录象机进入了实用阶段。从1955年到1964年，各国制造厂商竞相研制工业用三磁头螺旋扫描录象机，并纷纷申请专利。

1956年，西德德律风根公司推出单磁头、复数磁头螺旋扫描录象机。

1956年，美国无线电公司研制出单磁头螺旋扫描录象机，同时该公司的固定磁头进入公开实用阶段。

1956年，英国广播公司的 Vera 式录象机进入公开实用阶段。

1959年，美国安派克斯公司试制螺旋扫描录象机。

1959年，西德德律风根公司研究新的磁头机构。

1959年，日本东芝公司推出单磁头录象机。

1959年，日本胜利公司推出二磁头螺旋扫描录象机。

1962年，日本索尼公司研制出1.5英寸录象机。

1964年，美国安派克斯公司研制出VR-050机。

1964年，日本索尼公司推出开盘式家用CV-2000机。

1965年，日本索尼公司推出台式DV-2400机。

1969年,日本电子工业协会宣布1/2英寸开盘式小型录象机标准。

1971年,日本松下、胜利、索尼三公司宣布联合研制采用3/4英寸磁带的U-Matic或U-Type盒式录象机,以替换1/2英寸开盘式磁带录象机。

1971年,荷兰飞利浦公司推出VCR盒式磁带录象机。磁带盒尺寸为 $127 \times 142 \times 40$ mm,磁带厚为 $17\mu\text{m}$,录/放时间长达130分钟,并成为欧洲格式。西德的格隆迪希公司也采纳了这种结构。

1974年和1976年,日本东芝公司、三洋公司完成V-Cord I型和V-Cord II型1/2英寸盒式录象机。磁带盒尺寸为 $124 \times 156 \times 25$ mm,录放时间从1小时增至两小时。

1975年,日本索尼公司发明U-Matic的改进型,即Beta-max新型高密度录放系统。磁带盒尺寸缩小至 $156 \times 96 \times 25$ mm。

1976年8月,日本松下公司研制成功VX-1000型单磁头“Q”绕带系统1/2英寸盒式录象机,磁带运转时几乎把整个磁头鼓包起来。同年,日本胜利公司为了提高1/2英寸盒式录象机的录放时间,发明了“M”型磁带加载系统,简化了走带机构。

1978年,日本索尼公司、东芝公司、三洋公司加上美国的奔尼斯公司合作研制成Beta format录象机,采用与Beta-max相同的记录方式,但是带速减半,即从 40mm/s 下降到 20mm/s ,录/放时间达195分钟。

1978年,日本胜利公司研制成4小时录放时间和四速(标准速、静止、慢速、倍速)的HR-3660录象机。

1978年,西德格隆迪希公司研制成SVR4004录象机,录/

放时间为4小时。

1979年，荷兰飞利浦公司和西德格隆迪希公司制成Video 2000盒式录象机。

1980年，荷兰飞利浦公司和西德格隆迪希公司又宣布了VR2020型盒式录象机，录/放时间达8小时。

第二节 录象机的组成

磁带录象机大体上由以下几部分组成：

(一) 磁带和磁带盘

磁带用来记录和储存信号，平时放在磁带盘上。磁带盘有供带盘和卷带盘两种。盒式录象机的供带盘、卷带盘和磁带都封装在一个小盒内，只留出一面受磁头磁化。

(二) 磁头

最简单的盒式录象机磁头也有总消磁、视频、音频和控制等四个磁头。

1. 总消磁头 记录时磁带离开供带盘首先碰到的是总消磁头。在记录信号之前，它把磁带上所有的原有信号完全消去，以便记录新信号。加在总消磁头上的一般是超音频信号。

2. 视频旋转录/放共用磁头 这是录象机的核心。视频磁头的好坏直接影响录象机的指标。大多数录象机录、放共用一组视频磁头。随着使用时间的增加，磁头缝隙会磨宽，致使图象质量大幅度下降，因此要定期更换视频磁头。

3. 音频录/放磁头 用于记录电视伴音信号的磁头。

4. 控制信号录/放磁头 专门用于录、放伺服系统所需控制信号的磁头。

在一些高级型的录象机中还有旋转消磁头、即时重放视频磁头、插入信号磁头、音频消磁头、控制信号消磁头、时间地址码磁头等。

(三)信号系统

1. 视频信号录、放系统 主要用于实现对视频信号的调频和解调，以及相应的电信号加工处理。

2. 音频信号录、放系统 主要用来实现对音频信号的加工处理。和录音机一样，记录音频信号时要加入一个超音频电流做偏磁信号，以便于磁带重放时对重放特性进行校正。

3. 操作信号系统 磁带录象机的操作是相当复杂的，因此需要有专门的操作信号系统来协调按键动作。一般由很多门电路和继电器来完成这些功能。最新的录象机已经采用微电脑控制操作系统。

(四)伺服系统

伺服系统是稳定相对速度的关键部分。录象机一般有三个伺服系统。

1. 磁鼓伺服系统 其作用是稳定磁头的转速，并与标准信号锁相，使磁迹的排列遵循固定的规则。磁鼓伺服的好坏直接影响输出重放信号的相位误差。

2. 磁带伺服系统 也叫主导轴伺服系统。它的作用是使带速稳定，并使重放磁头准确跟踪记录磁迹。录放时，带速的变化会使图象的动作跟着发生变化，因而可以人为地做出慢动作、快动作和停象等特技动作。

3. 张力伺服系统 磁带所受的张力会使磁带发生轻微变形。如果重放时的张力与记录时不同，就会造成时基误差。为

此，在一些高级录象机中设有张力伺服系统使其张力能保持恒定，做到放、录时张力一致。

在四磁头录象机中，为了防止重放和记录时导杆的压力不同而造成的时基误差，还加有导杆伺服系统以求对磁带的压力保持恒定。

(五)机械系统

录象机的机械系统很复杂，主要用于使磁带卷绕、走动，及盒带进出等，直接影响录象机的质量。关于机械系统将在后面章节中作专门介绍。

(六)电源

电源是磁带录象机的动力系统，它保证录象机的各个部分都得到合适的供电。

磁带录象机的基本结构示于图1-1。

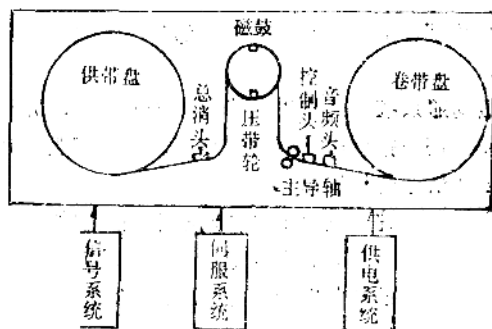


图1-1 录象机的基本结构

第三节 磁带录象机的种类

目前世界各国生产的录象机种类繁多。由于它们的视频磁头的数目不同，磁迹布局、调频载频和频偏范围、彩色副载波变换频率、磁带宽度和绕带方式都各有不同，所以分类有好几种分法。不同种类的录象机不能互换使用。

(一)按用途分

1. **电视广播用录象机** 一种高质量的录象机。这种录象机的技术指标高，体积庞大，功能齐全，耗电量大，价格也贵。

2. **工业用录象机** 一种中等质量的录象机。它的造价比电视广播用录象机低，操作方便，和电子编辑机配合，可以制作一些简单的节目，适合于科学研究、工业生产、电化教育等。

3. **家用录象机** 一种简便的录象机，造价最低，图象质量能做到家庭观赏满意。

(二)按视频录、放磁头分类

1. **单磁头录象机** 磁鼓上只有一个视频录、放共用磁头，其转速等于场频，即以每秒50转的速度将每场电视信号记录在



图1-2 单磁头录象机

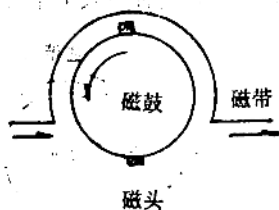


图1-3 双磁头录象机

一条磁迹上，如图 1-2 所示。单磁头录象机上带难，但互换性好。

2. 双磁头录象机 两个磁头以 180° 分装在磁鼓上，以 25r/s 的速度将每场电视信号记录在一条倾斜的磁迹上。两个磁头轮换工作，如图 1-3 所示。双磁头录象机上带容易，但互换性能差。

3. 四磁头录象机 该机有四个磁头在磁鼓上作 90° 角分装，每个磁头只记录一场中的若干行。磁鼓以5倍于场频的速度垂直于磁带旋转，如图 1-4 所示。

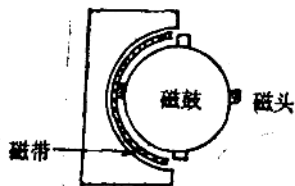


图 1-4 四磁头录象机

除此以外，还有与单磁头录象机相似的 1.5 磁头和 1.2 磁头录象机。它们用另外一个附加磁头代替主磁头在磁头磁带

不接触时作瞬间记录，以防止信号丢失。

(三)按绕带方式分类

根据磁带对磁鼓的缠绕方式，录象机可以分为两种方式。

1. Ω 走带方式录象机 机中磁带以 180° 或小于 360° 的包角缠绕磁鼓。这种方式上下带方便，如图 1-5 所示。目前生产的大

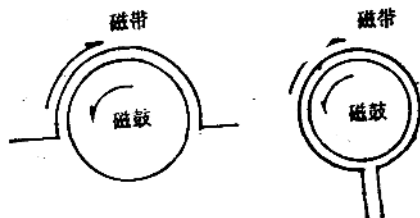


图 1-5 Ω 走带方式

多数录象机都是 α 走带方式。

2. β 走带方式录象机 也称“方式录象机。磁带以大于 180° 、小于 360° 的包角缠绕磁鼓，如图1-6所示。这种形式的家用磁带录象机由于其带盒小于 M 走带方式的家用录象机，故通常称为小 $1/2$ 的磁带录象机， M 走带方式的则被称为大 $1/2$ 的录象机。这两种方式的家用录象机近期内竞争相当激烈，而且各自发展相当快。



图1-6 β 走带方式

另外，按扫描方式分类，有横向扫描、螺旋扫描和平行扫描录象机；按磁迹布局分类，有场分段式和场不分段式录象机；按彩色信号记录方式分类，有直接记录彩色信号和彩色信号频率下移的录象机；按磁带安装方式分类，有开盒式、盒式和卡式录象机。这里不一一详述了。

第四节 磁带录象机的应用系统

磁带录象机一般应用于摄录象系统、放象系统和复制系统。

(一) 摄录象系统

最简单的摄录象系统由一台摄象机和一台录象机组成，如图1-7所示。

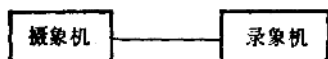


图1-7 最简单的摄录象系统

由于微电子学的发展和集成电路的广泛应用，目前已生产出摄录象一体化设备并实施应用。

需要拍摄合成镜头时，就要采用较为复杂的摄录象系统。这个系统包括多台摄像机、磁带录象机、摄像控制装置(CGU)、监视器，从中能获得简单的图象效果和文字合成镜头。它们的构成如图1-8所示。

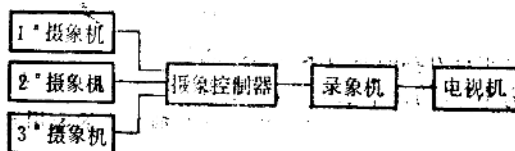


图1-8 较复杂的摄录象系统

如果拍摄不能接近并有危险的实验或记录野生动物活动，也可以采用带有遥控装置的摄录象系统。

(二)放象系统

只需重放的放象系统比较简单，如图1-9所示。

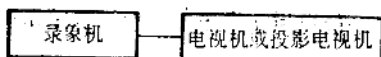


图1-9 放象系统

(三)复制系统

当复制单盘录象带时，其方框图如图1-10所示。

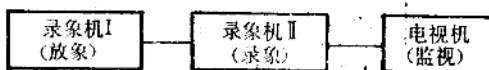


图1-10 复制单盘系统

当需要复制多盘录象带时，其方框图如图1-11所示。

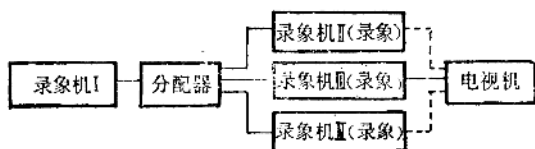


图1-11 复制多道系统

注：图中虚线表明一台普通的电视机只能监视1台录象机，只能轮流而不能同时监视3台录象机。

当需要大量复制时，可使用高速复制机。高速复制机是一种特殊的转印设备，它能将特制在特殊母带上的节目连续不停地高速转印到普通磁带上。

当从电视节目复制，而又不影响节目收看时，可以采用图1-12所示连接方式。

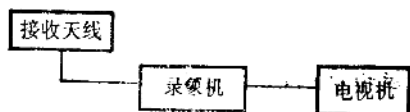


图1-12 电视节目复制系统

当复制电影节目时，由于影片每秒跳24幅画面，而电视系统每秒为25帧，所以转录时要采用专用的电影放映机，才能将图象正确地复制在录象磁带上。其连接方式如图1-13所示。

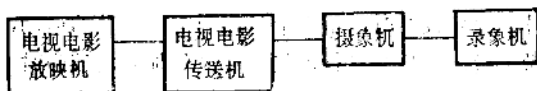


图1-13 电影节目复制系统

第二章 磁带录象机的基本知识

第一节 在磁带上实现电信号记录的原理

为了对录象机有一个较明确的认识，首先要了解在磁带上记录电信号的过程和原理。这些原理和过程包括电磁变换过程、铁磁物质的磁化过程，以及记录实际信号而采取的技术手段和措施。

(一)铁磁物质的磁化过程

铁磁物质的原子具有永久磁矩。各磁畴的磁矩取向无规则时，磁矩互相抵消，宏观上磁化等于零。磁畴的磁矩偏于某一方向时，宏观上在该方向呈现磁化。

铁磁物质的磁化过程中，磁畴的变化有两种方式。一是磁畴体积的变化，二是磁畴磁矩方向的变化。

如果对某一铁磁物质加一外加磁场，也会产生两种情况：一是外加磁场较弱时，基本上只能引起磁畴壁的运动，当外加磁场撤去后，磁化则自行消失。二是外加磁场较强时，不仅能引起磁畴壁的运动，同时也能引起磁畴取向发生变化。这时当外加磁场撤去后，铁磁物质仍将保留一部分剩磁，也就是说铁

磁物质已被永久磁化了。铁磁物质这种能被永久磁化的程度因各种材料的性能不同而不同。

把一铁磁物质置于交变磁场作用下,我们能够看到如图2-1

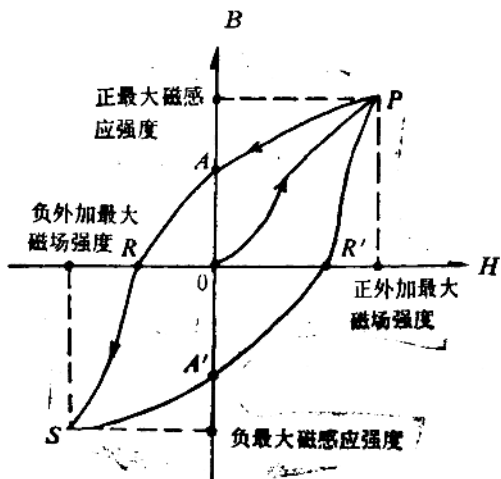


图2-1 磁滞回线

所示的情形。即当外加磁场由零逐渐加强时,磁感应强度 B 沿图中的 OP 增大,当达到 P 点后就不再增大。这时外加磁场又逐渐减弱并回到零, B 不回到零而到达 A 点。这就是上面所讲的剩磁。因为有剩磁,外加磁场为零时,感应强度 B 并不为零。要使 B 为零只有再加上一个相反的外加磁场才能使 B 为零(见图中 R 点)。这时,如果继续加大反向外加磁场一直达到反向最大值后再逐渐减小,而后增大到正向的最大值。从图中可以看到,铁磁物质在变化的外加磁场的作用下而被磁化的过程是经历了 $0 \rightarrow P \rightarrow A \rightarrow R \rightarrow S \rightarrow A' \rightarrow R' \rightarrow P$ 这么一条闭合曲线。这就叫做磁滞回线。其中 OA 段用 B_r 表示,叫剩磁; OR' 段用 H_c 表

示,叫矫顽磁力,是要把剩磁去掉所要的反向磁场强度。

由于各个材料的 B_r 和 H_c 不一样,我们可以看到如图2-2所

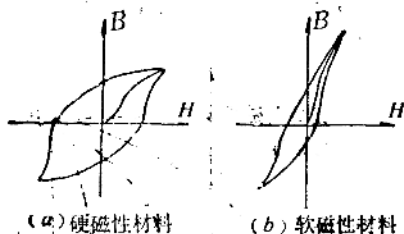


图2-2 两种材料的磁滞回线

示的两种磁滞回线。一种呈胖粗形, B_r 、 H_c 小回线面积大;另一种呈瘦长形, B_r 和 H_c 较小,因而回线的面积也大。后者的导磁率较高($\mu = \frac{B}{H}$),这样的磁性材料则做软磁性材料。磁

头就是这样的材料做成的,因此磁头是不容易被磁化的。前者的导磁率较大,容易被磁化,故此类磁性材料叫做硬磁性材料。

(二) 电磁转换过程

如果在一种软磁性材料做成的环形铁芯上绕一组线圈(铁芯留一条很细的缝),给线圈加上一信号电源并将用硬磁性材料做的磁粉涂敷在一种带子上。则当带子靠近铁芯细缝(称作工作间隙)运动时,线圈内的信号电流所产生的磁场将使带子的硬磁性材料受到磁化,并且由于带子在运动,所以带子上的磁性材料是根据信号电流的变化而被分段磁化的。这样,信号电流的变化就变成了带子上磁性材料的磁化程度变化而被永久记录下来,如图2-3所示。