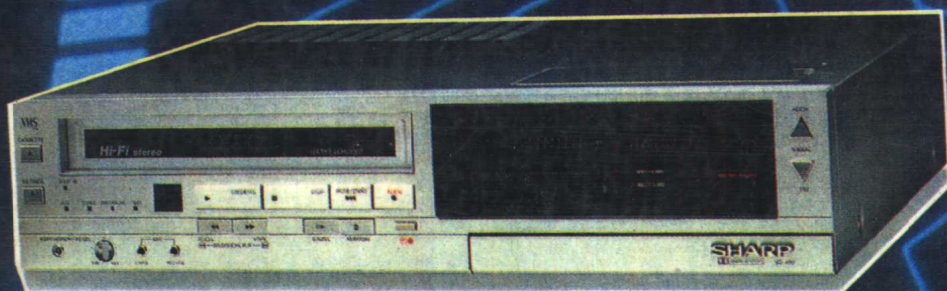


工人技术等级标准(家用电器维修专业)考核辅导丛书

# 新 编 家用录象机电路解 说与故障分析、检修

孟宪明 刘新民 赵山鹰 孙志奇 编



机械工业出版社

工人技术等级标准（家用电器维修专业）考核辅导丛书

# 新编家用录象机 电路解说与故障分析、检修

孟宪明 刘新民 编  
赵山鹰 孙志奇



机械工业出版社

**(京) 新登字 054 号**

本书介绍了录像机的基本组成, 工作原理和维修技术, 并以家用 VHS 录像机为例对录像机各部分电路作了叙述。本书还介绍了录像机常见故障的检修方法, 是一本录像机原理和维修的入门书。

本书可供家电维修人员, 职业学校师生以及广大无线电爱好者参考。

**新编家用录像机电路解说与故障分析、检修**

孟宪明 刘新民 编  
赵山鹰 孙志奇

\*

责任编辑: 王海峰 贡克勤 版式设计: 朱淑珍  
封面设计: 普天宝 责任印制: 李兴民

\*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

邮政编码: 100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

河北省望都新华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

\*

开本 787×1092 1/16·印张 14·插页 1·字数 335 千字

1995 年 5 月北京第 1 版·1995 年 5 月河北第 1 次印刷

印数 0 001—8500·定价: 12.00 元

\*

· ISBN 7-111-04270-0/TN·91

工人技术等级标准（家用电器维修专业）考核辅导丛书  
编写委员会

|       |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|
| 主 编   | 王仲文 | 孙祥根 | 关正杰 |
| 副 主 编 | 贡克勤 | 高文龙 |     |
| 主任编委  | 李兴民 | 高士曾 | 刘志平 |
| 编 委   | 韩泽林 | 魏 钢 | 李玉林 |
|       | 赵炳琪 | 武绪廉 | 张 屹 |
|       | 曹志宏 | 陶宏伟 | 沈 文 |
|       | 邹 平 | 宋贵林 | 李旭东 |
|       | 李振华 | 张峻峰 | 邓从真 |
|       | 王 敏 | 杜德昌 | 李 波 |
|       | 段 欣 | 李援瑛 | 刘慧贞 |
|       | 王银波 | 孟宪明 | 刘新民 |
|       | 赵山鹰 | 孙志奇 | 聂在强 |
|       | 迟朋亘 | 陈延军 |     |

## 序

根据劳动部和国内贸易部联合颁发的“商业行业工人业务技术等级标准”要求，为了培训各类家用电器维修技术人员，本书由劳动部、国内贸易部组织专家进行审定。它是我国目前工人技术等级标准（家用电器维修专业）考核唯一的一套具有系统性、权威性的辅导丛书。本书突出实践环节，注重家电维修的基本技能训练，明确技能要求和考核标准，使读者在尽可能短的时间内取得技术等级证书。本书由机械工业出版社出版。

本套教材包括《实用无线电维修理论基础》，《实用无线电维修操作基础》，《实用无线电维修技术基础》，《实用无线电维修测试基础》，《新编黑白电视机电路解说与故障分析、检修》，《新编收录机电路解说与故障分析、检修》，《新编彩色电视机电路解说与故障分析、检修》，《家用制冷设备原理与故障分析、检修》，《家用电热、电动器具原理与故障分析、检修》，《新编家用录象机电路解说与故障分析、检修》共10本。各类家电维修人员都将按照本教材组织培训、考核、晋升等级，此套丛书的读者对象是：具有初中以上文化程度的全国家电维修人员、职工大学、职业中学家用电器专业师生以及广大无线电爱好者。

工人技术等级标准（家用电器维修专业）考核辅导丛书编委会

1994年1月

## 前 言

本书系工人技术等级标准（家用电器维修专业）考核辅导丛书之一，作为家用电器维修工人技术等级考核录象机辅导课程的教材。

本课程的参考学时数为 40 学时，其主要内容为录象机的基本组成，工作原理和维修技术。

本书以 VHS 家用录象机为例，介绍了视、音频信号系统、伺服系统、机械系统、控制系统、电源系统等电路的原理。全书共分十一章，每章后附有习题。

通过本课程的学习，使学生掌握录象机的基本工作原理，并对常见故障的一般检修方法有一定的了解。

本教材由孟宪明、刘新民、赵山鹰、孙志奇编写。在编写过程中，参阅了有关专著和教材，并得到有关同志的大力帮助，在此表示衷心感谢。由于编者水平有限，书中错误和不妥之处，恳请广大师生批评指正。

编 者

1994 年 5 月

# 目 录

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 序                            |     |
| 前言                           |     |
| 第一章 磁带录象机简介 .....            | 1   |
| 第一节 录象机发展简史 .....            | 1   |
| 第二节 录象机的分类 .....             | 2   |
| 第三节 录象机的基本组成部分 .....         | 5   |
| 习 题 .....                    | 6   |
| 第二章 视频录放的基本原理 .....          | 7   |
| 第一节 磁性录放的基本原理 .....          | 7   |
| 第二节 视频信号的特点与录放原理 .....       | 11  |
| 第三节 视频磁头 .....               | 13  |
| 第四节 录象磁带 .....               | 17  |
| 第五节 录象机的磁迹格式及其参数关系 .....     | 20  |
| 第六节 高密度记录原理 .....            | 22  |
| 习 题 .....                    | 24  |
| 第三章 视频信号处理系统 .....           | 26  |
| 第一节 视频信号的处理 .....            | 26  |
| 第二节 视频信号记录电路 .....           | 29  |
| 第三节 视频信号重放电路 .....           | 40  |
| 习 题 .....                    | 48  |
| 第四章 伺服系统 .....               | 49  |
| 第一节 伺服的基本原理 .....            | 49  |
| 第二节 鼓伺服电路 .....              | 53  |
| 第三节 主导轴伺服电路 .....            | 55  |
| 第四节 特技重放 .....               | 57  |
| 第五节 松下 L15 录象机伺服电路说明 .....   | 61  |
| 习 题 .....                    | 63  |
| 第五章 系统控制电路 .....             | 64  |
| 第一节 系统控制电路的作用与功能 .....       | 64  |
| 第二节 系统控制电路的基本组成和工作条件 .....   | 65  |
| 第三节 微处理器输入检测电路 .....         | 67  |
| 第四节 微处理器输出控制电路 .....         | 71  |
| 第五节 松下 L15 录象机系统控制电路说明 ..... | 73  |
| 习 题 .....                    | 76  |
| 第六章 电视信号的接收与射频变换 .....       | 77  |
| 第一节 电视信号的接收 .....            | 77  |
| 第二节 电视接收系统的制式改造 .....        | 78  |
| 第三节 射频调制器原理 .....            | 78  |
| 第四节 射频调制器的制式改造 .....         | 79  |
| 习 题 .....                    | 80  |
| 第七章 音频信号处理电路 .....           | 81  |
| 第一节 音频记录过程 .....             | 81  |
| 第二节 松下 L15 录象机音频记录过程 .....   | 82  |
| 第三节 音频重放电路 .....             | 84  |
| 第四节 L15 录象机的重放电路 .....       | 84  |
| 习 题 .....                    | 85  |
| 第八章 电源电路 .....               | 86  |
| 第一节 连续式自动稳压电路 .....          | 86  |
| 第二节 开关式自动稳压电路 .....          | 87  |
| 习 题 .....                    | 88  |
| 第九章 机械系统 .....               | 89  |
| 第一节 概述 .....                 | 89  |
| 第二节 磁鼓组件 .....               | 90  |
| 第三节 走带机构 .....               | 92  |
| 第四节 加载机构 .....               | 98  |
| 第五节 带盘运转机构 .....             | 101 |
| 第六节 带仓运转机构 .....             | 103 |
| 总 结 .....                    | 104 |
| 习 题 .....                    | 105 |
| 第十章 家用录象机的使用 .....           | 106 |
| 第一节 家用录象机的使用方法 .....         | 106 |
| 第二节 家用录象机的维护和保养 .....        | 108 |
| 习 题 .....                    | 110 |
| 第十一章 录象机的检修 .....            | 111 |
| 第一节 录象机故障的大部压缩 .....         | 111 |
| 第二节 电源电路的故障 .....            | 111 |
| 第三节 系统控制与机械部分故障的排除 .....     | 112 |
| 第四节 伺服系统的维修 .....            | 113 |
| 第五节 放象故障的维修 .....            | 114 |
| 第六节 记录电路故障维修 .....           | 115 |

## 第一章 磁带录象机简介

磁带录象机（VIDEO TAPE RECORDER）是一种以磁带作为媒介，记录视频信号的设备。

磁带录象装置可由图 1-1 所示的三部分组成：电视摄象机、磁带录象机和监视器组成。在记录时，景物的光信号由摄象机变成视频电信号送入磁带录象机，磁带录象机把视频信号转换为磁信号记录在磁带上。重放时，磁带录象机把磁信号变为电信号，送给监视器重现景物的图象。

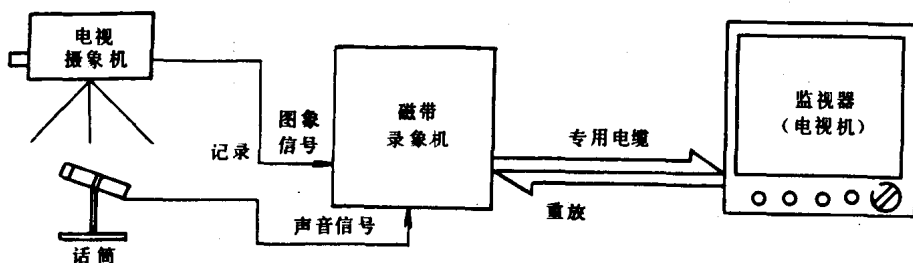


图 1-1 磁带录象装置

在信号的变换过程中，磁带是记录信号的媒介。在磁带录象机研制出来之前，活动影象的记录与再现主要是依靠电影设备。这两者相比，录象机具有明显的优点，它记录的信号在录后马上就可以重放，使用很方便，节目的制作相对而言要简单得多。磁带录象机使用磁带贮存信息，便于保存和复制，节目带可以多次重复使用，还可以按需要进行电子编辑。随着录象机技术的不断发展和日益完善，录象机在广播电视、教育、科研、工农业生产、文化生活等各个方面都得到了极为广泛的应用。

在这一章，我们对磁带录象机的发展简史、磁带录象机的分类及其基本组成作一介绍。

### 第一节 录象机发展简史

在录象机发明之前，早在 1880 年人们就已开始各种磁性记录的实验工作。

到了本世纪 20 年代末期，由于交流偏磁方法和录音磁带技术上的突破，使得声音的磁性记录和重放逐步向较高的水平迈进。到 40 年代末，由于录音磁头和磁带的进一步改进，录音机进入了实用阶段，磁带录音机的设计与制造几乎已遍布于全球的工业发达国家。

随着广播电视技术的发展，人们又开始研究如何利用磁性记录方法来记录视频信号。最初的做法只是对传统的录音方式做一些改进，使用性能更好一些的固定磁头并增加走带速度，以满足记录视频的要求。但是这种方法并没有取得成功。

1956 年美国安培公司首次展出了四磁头横向扫描录象机，这是历史上第一部达到实用水平的磁带录象机。这台录象机采用让磁头高速旋转的办法取得磁带和磁头之间相对的高速度，

而磁带本身以较低的速度运动。另外，四磁头横向扫描录象机设计了一种宽带、低调制度、低载频的调频信号记录方式，这样就把频带压缩到了几个倍频程，从而实现了视频信号在磁带上的录放。

四磁头录象机自 1956 年问世以来，经过不断改进，到 60 年代末基本技术已经成熟，大体结构已经定型，在图象质量方面可以认为基本达到了完善的地步。

1959 年日本试制成功二磁头螺旋扫描方式录象机，60 年代中期最初的工业用录象机，采用的就是螺旋扫描技术。到了 70 年代初，又开发了 3/4 英寸 U 型彩色盒式录象机，这种录象机使用统一的盒式磁带，操作简单，性能优良，彩色图象也较好，因此很快就在许多专业领域得到了应用。

1978 年，广播专用的 1 英寸螺旋扫描录象机研制成功，1 英寸录象机性能优越，可以录放的视频信号频率范围为 0~5.5 MHz，录放的信号具有很高的技术指标。

70 年代中期研制的 1/2 英寸彩色盒式录象机，使用 1/2 英寸磁带，体积比 U 型机进一步缩小，售价较低廉，采用高密度记录技术，每盘磁带可以录放较长的时间，1/2 英寸盒式录象机由于非常适合家庭使用而逐渐成为一种很受欢迎的高档家用电器产品。

现在家用录象机声音已实现高保真，图象采用高画质技术，功能齐全。为了外出摄像方便，录象机和摄像机合二为一，家用摄像机多数都制成为摄录一体机。

随着录象机技术的不断发展，80 年代还产生了许多性能优异的新型录象机。80 年代初，日本松下公司和索尼公司分别推出了广播电视用的新一代电子新闻采访用机 M I 和 Betacam 摄录一体机。这两种机器都有别于过去的录象机，在图象上不是采用混合记录方式，而是采用分量记录方式中称为 TDM 的时间压缩、时间分割记录方式。这两类机器都有很好的信噪比和清晰度，是仅次于 1 英寸录象机的高画质录象机。

80 年代问世的 S-VHS、8mm 录象机也各具特色颇受用户喜爱。为了追求视频信号记录的进一步完善，实现无损失的后期制作和复制，实用化的数字录象机也已经相继投放市场。

现代录象机是机、电、磁高技术产品，随着现代磁技术、微电子技术、微电脑技术和精密机械制造技术以及电视技术的不断发展，在今后肯定还会研制出性能更加优异的录象机，以满足不同用户的需求。

## 第二节 录象机的分类

目前，全世界生产的录象机品种繁多，也没有一个明确统一的分类方法，通常根据录象机某一方面的特点，比如录象机的扫描方式、走带方式、磁迹格式、磁头数量、磁带形式及磁带宽度、视频信号处理方式以及录象机的用途等进行分类。

### 1. 按扫描方式分类

#### (1) 横向扫描方式

扫描方式是指视频磁头接触磁带相对运动的方式。广播用四磁头录象机采用横向扫描，在录象机磁鼓圆周上装有四个互成 90° 的视频磁头，磁鼓带着磁头旋转，磁头横越磁带，运动着的磁带在真空导向器的作用下弧形包着磁鼓以保持与磁头的良好接触，视频磁头几乎是垂直于磁带的长度方向进行扫描。广播用四磁头录象机横向扫描方式如图 1-2 所示。

#### (2) 螺旋扫描方式

螺旋扫描方式录象机中,磁带以某一角度环绕磁鼓表面,见图1-3。当磁鼓旋转时,磁头沿一个倾斜不大的角度从磁带的一侧到另一侧斜越磁带,视频磁头走过的路径倾斜扫描磁带表面,构成了螺旋形的一部分,所以把这种扫描方式称之为螺旋扫描。

## 2. 按走带方式分类

螺旋扫描方式录象机的视频磁头安装在磁鼓上,磁鼓实际上是一个精密加工的铝制圆柱体。磁带顺着导柱倾斜地包绕在磁鼓上,磁带绕磁鼓运动,磁鼓快速旋转,视频磁头在磁带上扫描形成一条条与磁带纵向成一定倾角的视频磁迹。走带方式根据磁带在磁鼓上包绕形式的不同而不同,主要有 $\Omega$ 方式、 $\alpha$ 方式和两磁头半绕方式。

### (1) $\Omega$ 方式

$\Omega$ 方式是一种全包绕方式,磁带围绕磁鼓一周,用于单个磁头录象机。 $\Omega$ 方式如图1-4a所示。为了减少视频信号的丢失,应尽可能使磁带围绕整个磁鼓,但实际上,为了便于磁带的穿绕和放置入口、出口导柱, $\Omega$ 方式的包角略小于 $360^\circ$ 。

### (2) $\alpha$ 方式

$\alpha$ 方式和 $\Omega$ 方式一样,也是一种全包绕方式(见图1-4b)。曾被设计用于单磁头录象机。和 $\Omega$ 方式不同的是,在 $\alpha$ 方式中,磁带在磁鼓的入口与出口处交叉而过,显然这种方式对上带不太方便。

在典型的全包绕方式中,磁鼓以场频的速度(在525行制式中是60Hz,625行制式中是50Hz)旋转,这是因为采用单个磁头录放视频信号时,旋转 $360^\circ$ ,磁头扫描磁带记录一场电视信号。无论是 $\Omega$ 方式还是 $\alpha$ 方式,当磁头掠过磁带出入口间隔时,单磁头方式都会造成短暂的信号失落。由于记录速度与磁鼓直径和磁鼓速度成正比,对于一定的记录速度,全包绕方式的磁鼓直径只有半绕方式的一半,这是全包绕方式的一个优点。

### (3) 两磁头半绕方式

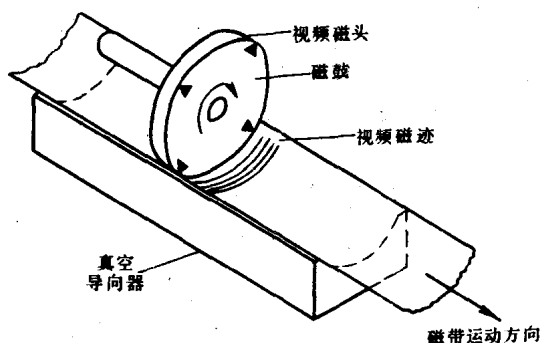


图 1-2 横向扫描方式

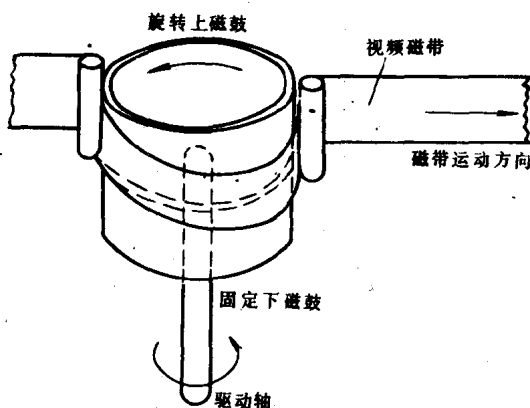


图 1-3 螺旋扫描方式

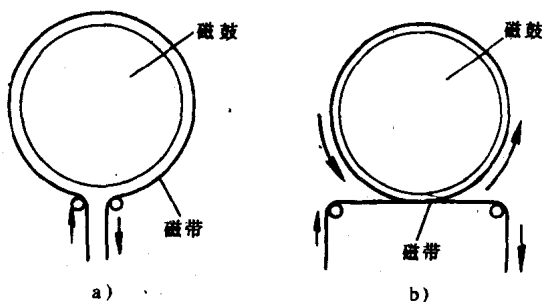


图 1-4 两种全包绕方式

a)  $\Omega$  方式    b)  $\alpha$  方式

在全绕方式中,上带都比较麻烦,只适用于开盘式录象机。在两磁头半绕方式中,磁带只包绕磁鼓的一半(见图 1-5),上带比较方便,所以广泛用于盒式磁带录象机。在两磁头半绕方式中,磁鼓上对称装有两个视频磁头,磁鼓的转速为场频的一半,在 525 行制式中是 30Hz,在 625 行制式中是 25Hz。磁鼓旋转  $180^\circ$  记录一场信号,这样两个磁头依次互相交替,保证了视频信号的完整记录和重放。

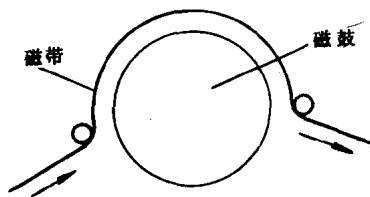


图 1-5 两磁头半绕方式

### 3. 按磁迹格式分类

每条磁迹根据其是完整记录一场视频信号还是部分信号,而形成不同的磁迹格式。

#### (1) 场分段式

一场全电视信号分成若干条磁迹来进行记录,每条磁迹只记录若干行信号,这种方式称为场分段式磁迹格式。广播用四磁头横向扫描录象机一场信号在 525 行制式中分为 16 条磁迹进行记录,在 625 行制式中则分为 20 条磁迹。场分段式录象机相对带速高,记录频带宽,图象质量好。但是象广播用四磁头录象机这样用多个磁头进行分段记录也有一些缺点,它不能通过简单改变带速来实现快动作、慢动作、静象和倒放。

#### (2) 场不分段式

所谓场不分段式,是指一场电视信号完整地记录在一条磁迹上。场不分段式在技术上较为简便,记录密度高,可以完成变速重放的功能。两磁头螺旋扫描录象机以及 1 英寸 C 型录象机都采用场不分段式。

### 4. 按磁头数量分类

按录象机主要视频磁头数目的不同,磁带录象机可以分为四磁头录象机,单磁头录象机和两磁头录象机。

#### (1) 四磁头录象机

广播用四磁头录象机采用横向扫描,经过不断地改进,彩色画面录放达到相当完善的水平,先后占领广播录象机工业 20 年。但由于这种设备体积大,结构和操作比较复杂,价格昂贵,使用场分段方式,不能简单变速放象,因而逐渐被螺旋扫描方式所取代。

四磁头录象机有 AYR-1、SV-7800 等型号。

#### (2) 单磁头录象机

单磁头录象机中运用较为广泛的是 C 型规格机器,C 型机采用螺旋扫描场不分段方式,使用 1 英寸带宽的开盘录象带。在单磁头录象机中,无论采用哪一种包绕方式,都有信号丢失的问题,在 C 型 1 英寸单磁头录象机中增加了一个辅助磁头,用来记录丢失的场消隐部分,所以有时又称这种录象机为 1.5 磁头录象机。

C 型录象机有美国安培公司的 VPR-2B 和日本索尼公司的 BVH-110P 和 BVH-2000P 等型号。C 型机带速为 23.98cm/s,磁头磁带相对速度为 21.39m/s。

#### (3) 两磁头录象机

两磁头录象机的磁鼓上以  $180^\circ$  等分配置二个视频磁头。磁带绕磁鼓半周,包角约为  $180^\circ$ ,磁鼓转速等于帧频,磁鼓每转一圈记录两条磁迹,每条磁迹记录一场信号。两磁头录象机上

带方便,已全部盒式化。专业用录象机以及家用录象机都是两磁头录象机。

#### 5. 按磁带形式、磁带宽度分类

按磁带形式分有开盘式录象机和盒式录象机两类。

按使用录象带的宽度分有2英寸、1英寸、3/4英寸、1/2英寸和8mm等几类。

#### 6. 按对视频信号处理方法分类

广播用四磁头横向扫描录象机及1英寸单磁头录象机,其扫描速度高、频带宽,都将电视信号直接调频记录在磁带上。在另一类称为分量方式的录象机中,则将亮度信号和色度信号分别进行记录,形成亮度信号磁迹和色度信号磁迹。这一类型录象机有日本索尼公司的BE-TACAM系列和松下公司的MⅠ系列。在专业用和家用录象机中,因频带较窄,而采取把彩色信号降频再同亮度信号混合后进行记录的方法。

上面所提到的记录方法所记录的都是电视图象模拟信号。图象信号的数字化是电视技术发展的必然趋势。目前,数字录象机已开始用于广播电视节目制作,随着数字录象机的开发应用,录象机技术必将有一个更新的发展。

#### 7. 按用途分类

按用途的不同,磁带录象机通常可分为广播用、专业用和家用三类。

广播用录象机指标高,记录和重放的图象质量好,性能稳定,但它的价格比较高。这一类录象机有四磁头横向扫描录象机、1英寸单磁头录象机、广播用分量方式录象机以及数字录象机等。

专业用录象机主要是指在教育、科研、工农业生产等方面进行节目制作作用的录象机。专业用录象机有较好的技术指标,价格适中。专业用录象机主要是3/4英寸盒式磁带录象机。另外S-VHS录象机性能指标较好,价格不太高,很适合在专业范围使用。

家用录象机是以面向家庭使用为主的录象机,使用1/2英寸盒式磁带或8mm盒式磁带。家用录象机体积小,价格低,功能却比较多,通常家用录象机装有高频头,可以收录当地的电视广播,还装有射频调制器,用普通彩电就可以播放节目。家用录象机一般还装有定时装置,用于自动收录电视节目。

### 第三节 录象机的基本组成部分

录象机主要由六大部分组成:视频磁鼓组件,走带机构,视、音频信号系统,伺服系统,控制系统和电源部分。

#### 一、视频磁鼓组件

视频磁鼓组件包括磁鼓和磁鼓驱动部分,视频磁鼓是录象机重要部件之一。视频磁鼓的旋转形成视频磁头和磁带之间的相对高速扫描,磁鼓保证了磁头和磁带之间的良好接触,磁鼓包角对应的圆弧形成了磁带行走路径的一部分,记录时,视频磁头在磁带上扫描出一条条磁迹,重放时,磁头跟踪磁迹拾取信号。

#### 二、走带机构

录象机的走带机构使录象带从供带盘沿一定的路径并经过各种磁头进行录放后到达收带盘。走带机构应当保证磁带稳定而精确地运动。

#### 三、视、音频信号系统

录象机的视、音频信号系统，记录时把输入的视、音频信号经过一系列处理之后送往视频磁头和音频磁头。重放时把磁带上拾取的信号加以放大处理，最后恢复成全电视信号和伴音信号输出。

#### 四、伺服系统

伺服系统包括鼓伺服、主导伺服和张力伺服等。伺服系统控制磁鼓转速和旋转位置，控制走带速度和磁带行走的张力，保证磁头和磁带在规定的速度、相位和张力下运动。通过自动调节消除干扰影响，使运动误差控制在一定范围内，以求达到最小的时基误差，在记录时形成标准的磁迹格式，重放时准确跟踪磁迹。

#### 五、控制系统

录象机的控制系统包括机械控制和电路控制两部分，用以实现整机各种功能的控制并对一些必要的信号进行显示。

#### 六、电源部分

录象机要求有一个有一定精度和稳定度的电源供给系统，从而保证录象机各个部分正常工作。

### 习 题

1. 磁带录象装置由哪几个基本部分组成？它们之间有何关系？
2. 录象机按用途可以分为哪几类？
3. 录象机由哪几个基本部分组成？

## 第二章 视频录放的基本原理

磁带录象机中磁头和录象磁带是完成电磁转换的主要部件，它们都是由铁磁性材料制成的。为了更好地掌握录象机技术，应当对磁性录放过程的物理基础有较清楚的了解。本章将介绍视频信号录放原理，磁头、磁带及录象机的磁迹格式和高密度记录原理。

### 第一节 磁性录放的基本原理

#### 一、磁性记录的基本原理

##### 1. 磁滞回线和剩磁特性曲线

把铁磁性材料放在磁场中，磁感应强度  $B$  会大大增加，这种现象被称为磁化。在磁化过程中，磁感应强度  $B$  的值和磁场强度  $H$  之间的关系可用初始  $B-H$  曲线和  $B-H$  磁滞回线来描述。这两条曲线见图 2-1。图中，曲线  $Oa$  为初始  $B-H$  曲线，闭合曲线  $abcdefa$  为磁滞回线。铁磁性材料不同，其磁滞回线的形状也不相同。图中  $B_r$  和  $H_c$  分别为剩磁和矫顽力。常用铁磁性材料，根据其剩磁  $B_r$  和矫顽力  $H_c$  大小的不同，可分为软磁性材料和硬磁性材料两大类。

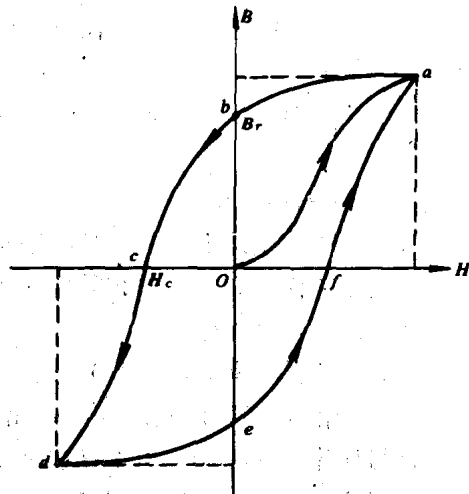


图 2-1 磁滞回线

剩磁  $B_r$  小、矫顽力  $H_c$  也小的铁磁性材料为软磁性材料。常用的软磁性材料有硅钢片、坡莫合金、软磁铁氧体等。软磁性材料的磁滞回线很窄，磁滞损耗小。录音机、录象机中各类磁头的铁心都用软磁性材料制作。

硬磁性材料的剩磁  $B_r$ 、矫顽力  $H_c$  都比较大，磁性不易消失，适合作永久磁性材料。硬磁性材料的磁滞回线比较宽，录音磁带、录象磁带上的磁粉都是硬磁性材料。

很多铁磁性材料都具有剩磁现象，剩磁现象是磁性录、放原理的基本依据。描述磁性物质的剩磁感应强度  $B_r$  与外加磁场  $H$  相互关系的曲线称为剩磁特性曲线，如图 2-2 所示。可以看出，剩磁特性曲线靠近饱和区的上端和靠近坐标原点起始区的下端都有较大的弯曲，中部的  $ab$  和  $a'b'$  段线性比较好。

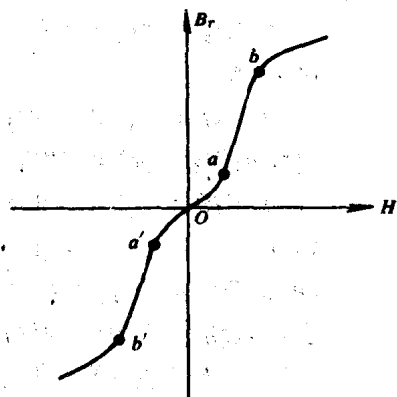


图 2-2 剩磁特性曲线

## 2. 磁性记录和重放的基本原理

录音和录象设备依靠磁头和磁带完成磁性记录工作。

磁头就是带有一组线圈的环形磁心，环形磁心中有一细小缝隙叫做磁头缝隙。当信号电流通过磁头线圈时，在磁心中产生与信号相对应的交变磁场。让磁带和磁头在磁头缝隙处相接触，因缝隙部的磁阻比较大，磁带的磁性层在磁头缝隙处形成磁的旁路状态，磁通通过磁带从一磁极到另一磁极形成闭合磁路。当磁带以一定速度相对磁头移动时，凡经过磁头与磁头接触过的磁粉，将被磁化，随着磁带的移动就在磁带的不同位置留下极性及大小随信号电流变化的剩磁。

假定记录信号波形是正弦波，那么磁带上的磁场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称为记录波长，记录波长和磁带、磁头之间的相对速度成正比，和信号频率成反比。

重放时，让已经录有信号的磁带表面和磁头接触，在磁头缝隙处，又形成磁带和铁心桥接的状态，于是磁力线通过铁心。任何时刻磁通的大小都和间隙两端实际接触的那部分磁带磁化量的平均值成正比。重放过程中，磁带在磁头缝隙处移动，磁带磁化量变化，铁心中的磁通也随之变化，因此在铁心线圈中感生和磁化量变化相对应的电压。图 2-3 所示为磁性录放原理。

### 3. 重放磁头的输出特性

在重放时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，那么重放磁头的输出电压就随重放信号的时间变化率，也就是重放信号的频率高低而变化。

图 2-4 示出不同频率下重放磁头的输出特性，在曲线 *ab* 斜坡上重放磁头的输出信号和信号频率成正比。信号频率每增加一倍，输出信号增加 6dB。这就是所谓 6dB/倍频程特性曲线。

但在信号频率的高频段，由于存在磁头的缝隙损失，重放间隔损失，方位角损失，涡流及磁滞损失等高频损失，输出频率特性由上升再趋于平坦然后下降。

## 二、消磁和偏磁的基本原理

### 1. 消磁原理

用磁带作为载体进行信号的记录，其最大的优点就是所记录的信号可以根据需要随时抹去，再录制新的内容。把磁带上所记录的信号抹去的过程称为消磁，消磁的方法有两种：直流消磁法和交流消磁法。

直流消磁法，就是在消磁头中加入比较大的直流，从而产生一个强的直流磁场，当磁带经过消磁头时，磁带就被磁化到饱和状态，整个磁带都变成了最大剩磁  $B_{max}$ ，原有信号都被掩盖而抹去。直流消磁方法简单，但消磁后磁带呈饱和剩磁状态，噪声较大。

交流消磁法是在消磁磁头线圈加一频率足够高、振幅足够大的交流消磁电流，这时产生的交变磁场把磁带向某一方向磁化到饱和状态，然后又向相反方向磁化，在磁带离开磁头的过程中，交变的磁场逐渐减弱，磁化过程就沿着逐渐变小的小磁滞回线进行，如图 2-5 中沿 *P*、*S*、*A*、*B*、*C*、*D*、*E* 方向进行，最后磁滞回线收缩到零，磁带恢复成为不带磁性的状态。交流消磁过程中，只要选择合适的消磁电流，磁带上几乎不会产生剩磁，消磁以后背景噪声很低。

### 2. 偏磁原理

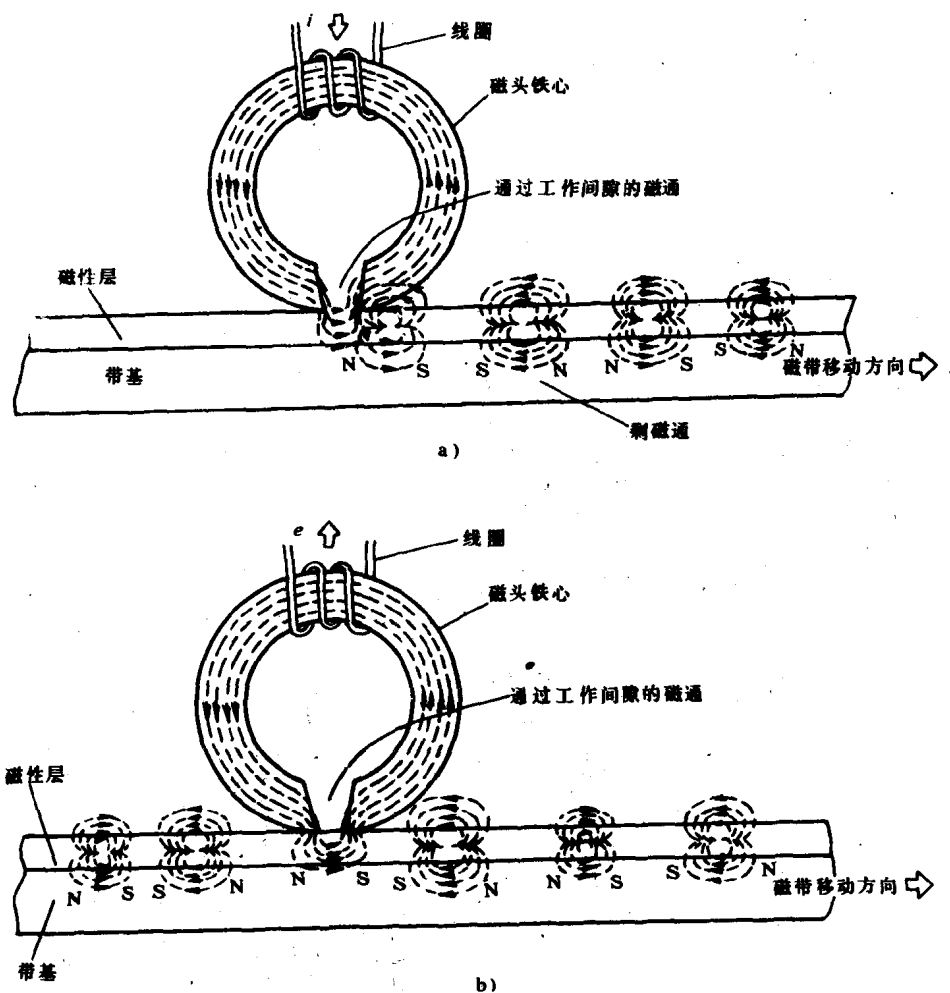


图 2-3 磁性录放原理

a) 记录 b) 重放

在磁带记录信号时，剩磁感应强度  $B_r$  和磁场强度之间是一个非线性关系。如果记录的信号工作于剩磁曲线的起始区或饱和区的非线性段时，所录制的信号将出现很大的失真。

为避免非线性失真的出现，可以采用偏磁记录方法。偏磁记录方法又有直流偏磁和交流偏磁两种。直流偏磁就是在记录磁头线圈中加上一个适当的直流，使之产生一个直流磁场，把信号移出剩磁曲线的起始非线性段，使信号工作在剩磁曲线的直线部分。

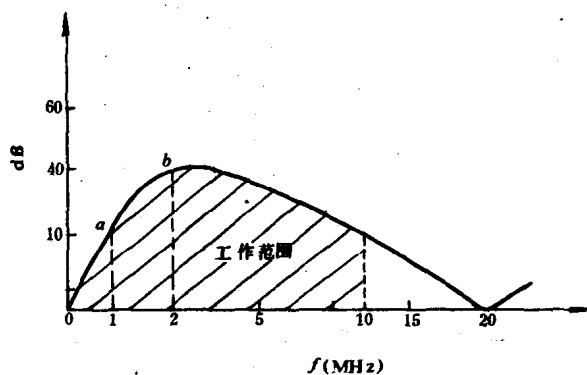


图 2-4 不同频率下重放磁头的输出特性

直流偏磁方法简单但输出较小，信噪比差，现已不再采用。

交流偏磁就是在记录磁头线圈中加上信号的同时，再加上一个等幅高频振荡电流。记录信号和高频偏磁信号二者叠加产生一个复合信号，复合信号的包络和记录信号波形相同，其形状如图2-6。在交流偏磁记录过程中，复合信号的包络已避开了剩磁曲线的起始部分的非线性段。

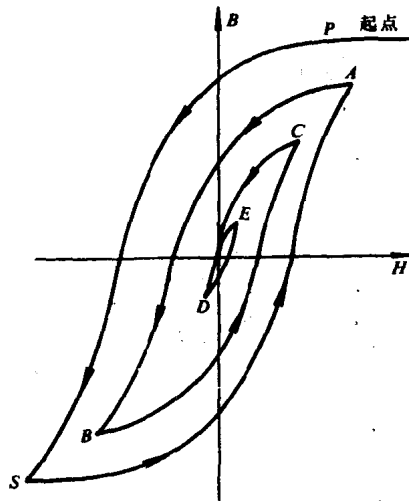


图 2-5 消磁过程

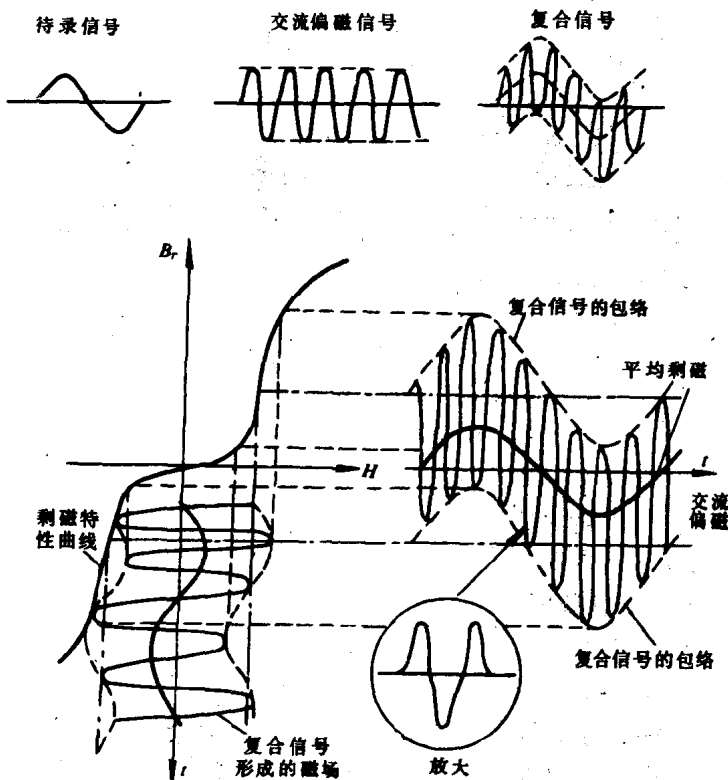


图 2-6 交流偏磁工作情况

由于交流偏磁信号的频率比较高，一般为记录信号最高频率的3~4倍，磁带在高频偏磁信号的反复磁化下，只呈现平均效应，磁带上留下的剩磁信号和记录信号相同。交流偏磁不仅消除了失真，背景噪声也比较低。在录象机中，伴音和色度信号一般采用交流偏磁方法进行记录。