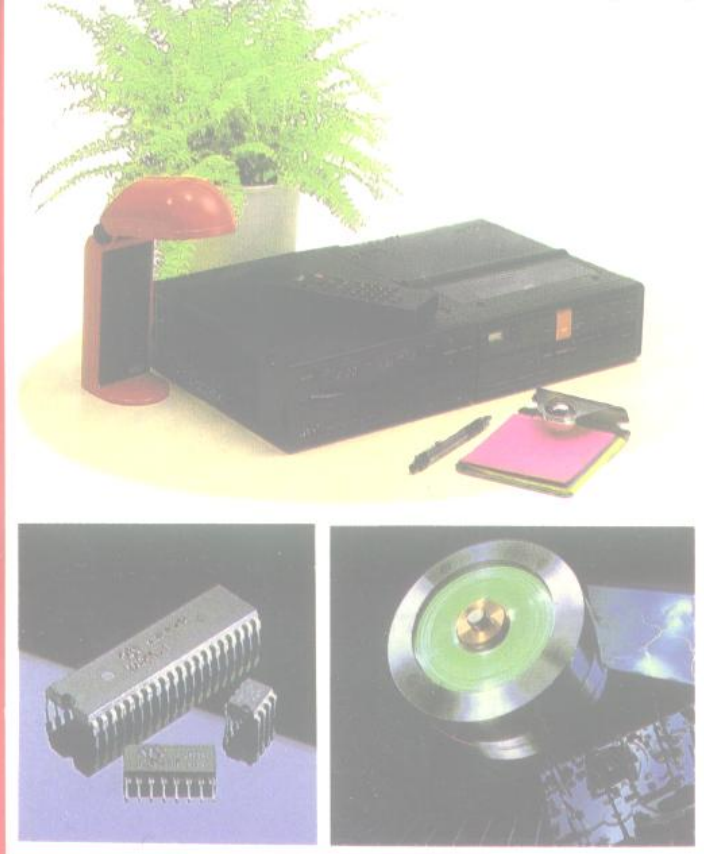




家用 录像机的原理与检修

JIA YONG LU XIANG JI DE YUAN LI YU
JIAN XIU

宋聚文 吴 疆 编著

人 民 邮 电 出 版 社

家用录像机的原理与检修

宋聚文 吴 疆 编著

人民邮电出版社

登记证号 (京) 143 号

内 容 提 要

本书是一本介绍家用录像机工作原理和故障检修的书。它通过对 NV-G33 等典型机型的介绍,全面系统地阐述了家用录像机的构成和工作原理。在此基础上,深入分析了家用录像机各部分常见故障的产生原因及检修方法,列举了各类机型的一些实例。为了帮助读者了解正确的检修思路,还针对各种故障现象,给出了故障检修的流程图。在本书的最后一章,还详细地介绍了家用录像机的定期保养和调整知识。

本书适合于家电维修人员、广播电视和电化教育技术人员、无线电爱好者等阅读,也可作为有关院校、家电技术培训部门的教材使用。

0156/20

家用录像机的原理与检修

JIAYONG LUXIANGJI DE YUANLI YU JIANXIU

宋素文 吴 疆 编著

责任编辑 贾安坤

*

人民邮电出版社出版发行

北京东长安街 27 号

北京密云春雷印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

*

开本: 787 × 1092 1/16 1992 年 8 月 第 一 版

印张: 13 ⁶/₁₆ 页数: 107 1992 年 8 月 北京第 1 次印刷

字数: 328 千字 插页: 5 印数: 1 — 15 000 册

ISBN 7-115-04689-1/TN·523

定价: 8.80 元

前 言

自 1956 年美国安培公司 (AMPEX) 生产出世界上第一台录像机以来, 至今录像机问世已有 30 多年的历史了。随着科学技术的不断发展和人类物质文化生活的水平不断提高, 录像机的应用已渗透到社会各个领域。现在, 录像机除在广播电视部门广泛应用之外, 在机关团体、文化教育、军事、体育等部门中也日益普及, 同时还以相当快的速度进入千家万户。了解录像机基本工作原理, 掌握基本维修技术知识, 做好日常维修保养工作, 正成为各相关部门的专业人员、广大城乡的家电维修工作者及无线电爱好者钻研的新课题。本书就是为适应录像机应用的新发展而编写的一本实用维修技术用书。

本书以家用录像机基本结构为主线来安排全书章节, 以当前我国社会拥有量较多的 NV-G33 等家用录像机为典型样机, 全面系统地讲述了录像机基本工作原理和基本维修技术知识。其基本内容包括: 磁带录像机基本原理、视频系统、伺服系统、机械系统、系统控制、音频系统、调谐器与射频调制器、电源等工作系统的基本结构分析及故障检修技术, 并提供整机保养调整、综合故障检修流程等资料。

由于我们水平有限, 加之时间仓促, 有不妥之处敬请广大读者批评指正。

作 者

1991 年 7 月

目 录

第一章 磁带录像机基本原理	(1)
一、概述	(1)
1. 录像机的特点	(1)
2. 录像机的分类及发展过程	(1)
3. 录像机与录音机的区别	(2)
二、实现磁带录像的技术措施	(2)
1. 解决视频信号上限频率高的措施	(3)
2. 解决视频信号相对频带宽的措施	(4)
3. 解决视频信号对相位失真的敏感性措施	(6)
三、视频信号处理方式	(7)
1. 问题的提出	(7)
2. 解决方案	(7)
3. 降频法的优点	(8)
四、高密度记录原理	(9)
1. 高密度记录的措施	(9)
2. 倾斜方位角记录	(10)
3. 消除色度串扰的措施	(10)
五、家用录像机的构成	(13)
1. 电视解调器	(13)
2. 视频系统	(13)
3. 音频系统	(13)
4. 射频调制器	(13)
5. 机械系统	(13)
6. 系统控制	(14)
7. 伺服系统	(14)
8. 电源电路	(14)
第二章 视频系统	(15)
一、亮度信号处理电路	(15)
1. 亮度信号记录通道	(15)
2. 亮度信号重放通道	(21)
二、VHS 型录像机色度信号处理电路	(28)
1. 色度信号记录通道	(28)
2. 色度信号重放通道	(31)
三、Beta 型录像机色度信号处理电路	(33)

1. 色度信号记录通道	(34)
2. 色度信号重放通道	(35)
四、视频系统故障检修	(37)
1. 常用仪器及工具	(37)
2. 故障检修	(37)
第三章 伺服系统	(45)
一、伺服系统的作用	(45)
1. 何谓伺服系统	(45)
2. 伺服系统的任务	(45)
二、伺服电路的构成	(46)
1. 伺服电路的基本构成	(46)
2. 基准信号与反馈信号的产生	(47)
3. 鉴相器电路	(49)
4. 鉴频器电路	(50)
5. 鼓电机及主导电机	(51)
三、NV-G33 录像机伺服原理分析	(53)
1. 记录状态	(53)
2. 重放状态	(61)
四、特技重放及其控制	(62)
1. 特技重放的种类及实现方法	(62)
2. 解决问题的措施	(63)
3. NV-G33 录像机特技重放控制电路	(67)
五、伺服系统故障检修	(69)
1. 常用仪器及工具	(70)
2. 故障检修	(71)
第四章 机械系统	(75)
一、加载及走带机构	(75)
1. VHS 型录像机走带路径及加载机构	(75)
2. Beta 型录像机走带路径及加载机构	(76)
二、磁鼓机构与主导轴机构	(77)
1. 磁鼓机构	(77)
2. 主导轴机构	(78)
三、带盘机构与带仓机构	(79)
1. 带盘机构	(79)
2. 带仓机构	(80)
四、张力调节机构	(81)
五、机械系统故障检修	(82)
1. 常用仪器及工具	(82)
2. 故障检修	(83)
第五章 系统控制	(87)

一、系统控制的任务	(87)
二、系统控制的构成	(87)
1. 输入信号	(88)
2. 输出指令	(89)
三、单片微处理机系统控制	(90)
1. 输入信号	(90)
2. 输出指令	(94)
四、双片微处理机系统控制	(96)
1. 输入信号	(97)
2. 输出指令	(99)
五、遥控系统.....	(103)
1. 遥控发射器	(104)
2. 遥控接收电路	(106)
六、系统控制故障检修.....	(108)
1. 常用仪器及工具	(108)
2. 故障检修	(108)
第六章 音频系统	(111)
一、音频系统的特点.....	(111)
二、普通家用录像机音频电路.....	(111)
1. 记录通路	(112)
2. 重放通路	(113)
三、高保真 (Hi-Fi) 录像机	(113)
1. 高保真录像机的特点	(113)
2. VHS 型高保真录像机	(114)
3. Beta 型高保真录像机	(116)
四、音频系统故障检修.....	(117)
1. 常用仪器及工具	(117)
2. 故障检修	(117)
第七章 调谐器与射频调制器	(121)
一、调谐器.....	(121)
二、射频调制器.....	(122)
三、录像机的制式改造.....	(125)
1. 电视的彩色制式和黑白制式	(125)
2. 射频调制器的改制	(126)
3. 调谐器的改制	(127)
四、调谐器与射频调制器故障检修.....	(127)
1. 常用仪器及工具	(128)
2. 故障检修	(128)
第八章 电源电路	(130)
一、普通串联式稳压电源.....	(130)

1. 基本工作原理	(130)
2. 电路实例	(131)
二、开关式稳压电源.....	(133)
1. 基本工作原理	(133)
2. 电路实例	(134)
三、电源电路故障检修.....	(138)
1. 常用仪器及工具	(138)
2. 故障检修	(138)
第九章 综合故障检修流程	(140)
一、图像故障.....	(140)
二、伴音故障.....	(154)
三、操作故障.....	(160)
四、显示故障.....	(166)
第十章 定期保养与调整	(170)
一、定期保养.....	(170)
二、机械调整.....	(172)
1. 分解方法	(173)
2. 机械调整步骤	(175)
三、电气调整.....	(191)
附录：NV-G33MC 录像机主要电路图	

第一章 磁带录像机基本原理

一、概 述

磁带录像机简称 VTR (VIDEO TAPE RECORDER), 是一种记录图像信号和声音信号的设备。在记录时, 它通过视频磁头和音频磁头把视频信号和音频信号变为磁信号, 记录到磁带上, 并可进行长期保存; 重放时, 磁头再把磁带上的磁信号变为视频和音频电信号, 经过处理后输出, 从监视器或一般电视机上便可看到和听到所记录的图像和声音。

1. 录像机的特点

录像机作为图像记录设备, 与一般电影设备相比, 具有许多特点。比如, 它能把记录的内容即时重放出来, 并可方便地进行多种特技重放; 它能长期保存和重复使用, 而不需要时又可随时抹掉, 重新录上新的内容; 它的记录密度很高, 可以在较短的磁带上记录较多的内容; 它还能准确而迅速地进行电子编辑……这些特点都是电影无法比拟的。

由于录像机具有这些特点, 因而得到广泛的应用。

2. 录像机的分类及发展过程

在 1956 年, 美国安培公司 (AMPEX) 生产出世界上第一台录像机, 它把四个视频磁头安装在高速旋转的磁鼓上, 在 2 英寸宽的磁带上作横向扫描, 于是在磁带上留下一条条横向磁迹, 把所要记录的图像信号以磁信号形式保留下来。由于这种录像机一开始就具有较高的图像质量, 因而很快被全世界广播电视台所采用。这种录像机尽管有结构复杂, 体积庞大, 使用不便, 价格昂贵等缺点, 但它为录像机的发展奠定了理论和技术基础。在以后的三十多年中, 录像机得到了飞速的发展。就目前的广播电视用录像机而言, 四磁头、2 英寸磁带的录像机已基本被淘汰, 而广泛采用的是单磁头或 1.5 磁头、1 英寸磁带的录像机; 二磁头、3/4 英寸 U 型高带录像机; 采用分量方式 (把色度信号和亮度信号分别记录) 记录的四磁头、1/2 英寸磁带的录像机等。这些录像机在保持高质量的前提下, 磁带越来越窄, 体积越来越小, 操作和维修越来越方便, 价格也变得越来越便宜。

目前除了广播专用机以外, 还有被学校、机关团体等广泛使用的专业用机, 它的质量不如广播用机, 但价格却远低于广播用机。二磁头、3/4 英寸 U 型低带机则属此种类型。

现在家用录像机已是录像机家族中一个重要分支。1975 年日本索尼公司 (SONY) 首先推出 Betamax 型家用录像机, 而在 1976 日本胜利公司 (JVC) 又推出 VHS 型家用录像机。这两种机型都采用两磁头、1/2 英寸磁带, 应用高密度记录原理, 在保证一定质量的前提下, 使结构简化, 体积减小, 价格降低, 因而很快推广到了家庭。这两种机型的主要区别在于机械结构、带盒尺寸和一些信号处理电路不同。在这两种家用录像机不断发展的同时, 索尼公司 1988 年又开始推出 8mm 录像机。这是一种新型的家用户录像机, 它使用 8 毫米宽的磁带, 因而带盒更加小巧, 与现在的录音磁带盒差不多。磁鼓直径亦进一步减小, 走带机构更加精密, 整机

体积进一步缩小。它使用了新的高精度磁头和质量磁带，视频信号采用了高带记录方式，音频信号采用了调频(FM)或脉冲编码调制(PCM)记录方式等等。这就使8mm录像机体积虽然减小，但质量却提高了，因而它具有广阔的发展前景。

3. 录像机与录音机的区别

录像机是在录音机的基础上发展起来的，因而它们之间有着许多共同的特点。比如，都是利用磁性材料制成磁带，作为信号的载体；都是用带磁心的线圈——磁头进行录放过程中的电磁变换；在工作时都是让磁头和磁带作相对运动，记录时把电信号变成磁信号保留在磁带上，重放时把磁信号变为电信号输出出来；整机都是由机械和电路两部分组成等。但它们之间又有许多不同点，主要包括：

(1) 磁头具体工作方式不同

录音机的磁头是固定不动的，而录像机的磁头则是高速旋转的。这样做的目的是为了提提高磁头、磁带的相对速度，以提高可记录信号的上限频率。录音机的相对速度（即带速）一般只有10cm/s左右，而录像机的相对速度一般为10m/s左右，最高可达40m/s。

(2) 磁头间隙的宽度不同

录音机的磁头间隙宽度一般有5 μ m左右，而录像机则只有0.3~1 μ m，目的也是为了提高可记录信号的上限频率。

(3) 记录信号处理方式不同

录音机中音频信号加偏磁后才能记录，以防止产生非线性失真。而录像机中视频信号经调频后直接记录，因为非线性失真对调频信号不会产生什么不利影响。这样做的目的是为了压缩视频信号的相对带宽。

(4) 伺服系统及时基误差校正系统不同

由于人耳对于音频信号产生的轻微相位失真（时基误差）不敏感，因而在录音机中，没有加任何伺服系统，也没有增设时基误差校正系统。但人眼对于视频信号的轻微相位失真很敏感，视频信号的相位失真，轻则会使图像彩色不正，重则会使图像行场不同步。录像机对速度的稳定性要求很严，因而增加了伺服系统。另外还增设了时基误差校正系统。

(5) 磁迹分布的位形不同

在录音机中磁迹是与磁带平行的，共有二条（单声道）或四条（立体声）磁迹分布在磁带表面上。但在录像机中除记录音频信号外，还要记录视频信号和控制信号等。为了充分利用磁带的有效面积，各种录像机均把视频磁迹以倾斜或横向方式安排在磁带的中间大部分位置，而把音频磁迹和控制磁迹分别安排在磁带的两边缘上。

由此可以看出，录像机尽管与录音机有许多共同之处，但比录音机要复杂得多，精密得多。

二、实现磁带录像的技术措施

我们已经知道，为了实现磁带录音采用了加偏磁的办法来克服磁性材料剩磁特性产生的非线性失真，并用加补偿的办法来克服磁头输出特性带来的频率失真。采取了这两项措施后，取得了满意的录音效果。但如果仍然沿用记录音频信号的办法来录放视频信号，是行不通的。

这是因为视频信号与音频信号有许多不同之处，需要采取相应技术措施加以解决。主要有以下三方面措施：

1. 解决视频信号上限频率高的措施

我们知道，音频信号的频率范围是 20Hz~20kHz，而我国采用 PAL 制彩色电视制式，其视频信号的频率范围为 0~6MHz，视频信号的上限频率要比音频信号高出 300 多倍。

那么，上限频率高对视频信号的录放有何影响呢？我们知道，磁记录波长的公式为：

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

式中： λ —记录波长； v —头带相对速度； f —记录信号频率。

同时，当记录的信号频率等于临界频率时，亦即 $\lambda=g$ 时（ g 为磁头间隙宽度），磁头的输出为零。为此，记录信号的频率必须远小于临界频率，一般取：

$$f = \frac{v}{2g}$$

如果所记录的信号不是单一频率，则取信号的上限频率（用 $f_{\perp}$ 表示）满足上式：

$$f_{\perp} = \frac{v}{2g}$$

若取录音机的带速 $v=20\text{cm/s}$ ，磁头间隙宽度 $g=5\mu\text{m}$ ，则有：

$$f_{\perp} = \frac{20\text{cm}}{2 \times 5\mu\text{m}} = 20(\text{kHz})$$

即录音机所能记录信号的上限频率只有 20kHz。很显然，用录音机系统记录上限频率为 6MHz 的视频信号是不行的。

由上式可知，要想提高上限频率 $f_{\perp}$ ，可以减小磁头间隙宽度 g ，也可以加大头带的相对速度 v 。事实上，在录像机中是双管齐下，两种办法均被采用。

首先是减小磁头间隙的宽度。随着磁头加工工艺的不断提高，视频磁头的间隙宽度已经减小到 $1\mu\text{m}$ 以下，在家用录像机中又把磁头间隙宽度减小到 $0.3\mu\text{m}$ 左右。在目前的条件下，再进一步减小磁头工作间隙已很困难，这除了机械加工的困难外，更重要的是磁头间隙太窄会降低录放灵敏度。

按目前的家用录像机视频磁头的间隙宽度（ $0.3\mu\text{m}$ ）计算，设经过处理后的视频信号最高频率为 10MHz，则磁头、磁带的相对速度 v 应达到：

$$v = 2g \times f_{\perp} = 6\text{m/s}$$

如果单纯用提高走带速度来达到 6m/s 这样的头带相对速度，一方面磁带用量太大，一小时节目的磁带消耗量达到 20km，造成很大的浪费，另一方面设计和制造这样庞大的走带机构也是相当困难的。

后来人们想到了另一种方法，就是让磁带仍然按照录音机那样低速运行，而让磁头高速旋转，达到提高相对带速的目的。假设磁带带速为 20cm/s，磁头间隙 g 为 $0.3\mu\text{m}$ ，磁鼓直径为 110mm，磁鼓转速为 25r/s，则其头带相对扫描速度 v 和可记录信号上限频率 $f_{\perp}$ 分别为：

$$v = 3.14 \times 11 \times 25 = 843.5\text{cm/s} \approx 8.43\text{m/s}$$

$$f_{\perp} = \frac{v}{2g} = \frac{8.43}{2 \times 0.3 \times 10^{-6}} = 14.05\text{MHz}$$

由此可见，把视频磁头改为旋转式以后，视频磁记录就完全有可能实现。

具体的做法是把视频磁头固定到一个圆柱体（磁鼓）边缘上，由电机带动圆柱体高速转动，从而带动磁头一起高速旋转。人们通常把此圆柱体叫做磁鼓。

视频磁头沿磁带运动称为扫描。录像机的扫描方式有两种：横向扫描和螺旋扫描。横向扫描方式在早期的录像机中使用，在磁鼓上装有 4 个磁头，使用 2 英寸的磁带，磁头运动方向与走带方向相垂直，故称横向扫描方式。因现在已不生产和极少使用，所以不再详细介绍。

现在生产的所有录像机，不论是广播专用录像机、专业用录像机、还是家庭用录像机一般都采用螺旋扫描方式。这类录像机的视频磁头被固定在上磁鼓的下边缘上，或者被固定在上、下磁鼓中间的圆柱体上，由电机带动旋转。除少数广播专用录像机用一个视频磁头外，多数都使用二个（或以上）视频磁头。当磁带绕磁鼓缓慢移动时，旋转的视频磁头就在磁带上形成一条条几乎与磁带平行的倾斜视频磁迹。

由于磁带是按螺旋的形状绕在磁鼓上，故称为螺旋扫描方式。目前，螺旋扫描方式的录像机种类繁多，按应用领域来分有广播专用录像机、专业用录像机和家用录像机。按视频磁头个数分有单磁头（包括 1.5 磁头）和两磁头录像机。按所用磁带宽度分有 1 英寸、3/4 英寸、1/2 英寸和 8mm 录像机。VHS 型和 Beta 型家用录像机多是属于 2 个视频磁头、1/2 英寸磁带的螺旋扫描方式的录像机。

两磁头录像机的磁头在磁鼓上的安装位置如图 1-1 所示。

其磁带绕磁鼓的位置如图 1-2 所示。

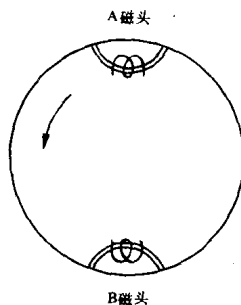


图 1-1 两磁头录像机的磁头安装位置

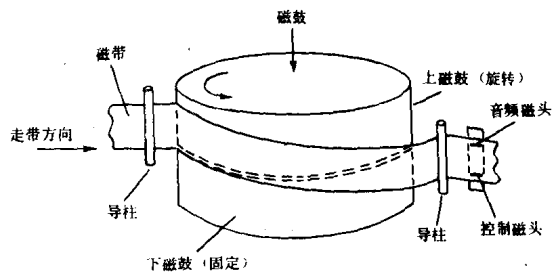


图 1-2 两磁头方式磁带绕磁鼓的位置

工作时，磁鼓高速旋转，磁带低速运行，由于一般都要求一条磁迹记录一场电视信号，因而磁鼓的转速为每秒 25 周。当磁鼓每旋转一周，则磁带将向前移动两条磁迹间距的距离。不同种类的两磁头录像机，其磁带上磁迹的分布是不同的，图 1-3 是它们的磁迹分布图。

2. 解决视频信号相对频带宽的措施

一种电信号的相对带宽是指它的上限频率与下限频率的比值。我们知道，音频信号的上限频率为 20kHz，下限频率为 20Hz，所以它的相对带宽 A 就等于：

$$A = \frac{20 \times 10^3}{20} = 1000 \approx 2^{10}$$

即音频信号的相对带宽为 1000 倍，约有 10 个倍频程数。*

对于 PAL 制的彩色全电视信号而言，其上限频率为 6MHz，下限频率为零（但一般计算时

* 指从信号下限频率开始，频率每升高一倍为一个倍频程，直至信号上限频率为止，共有的倍频程数量。

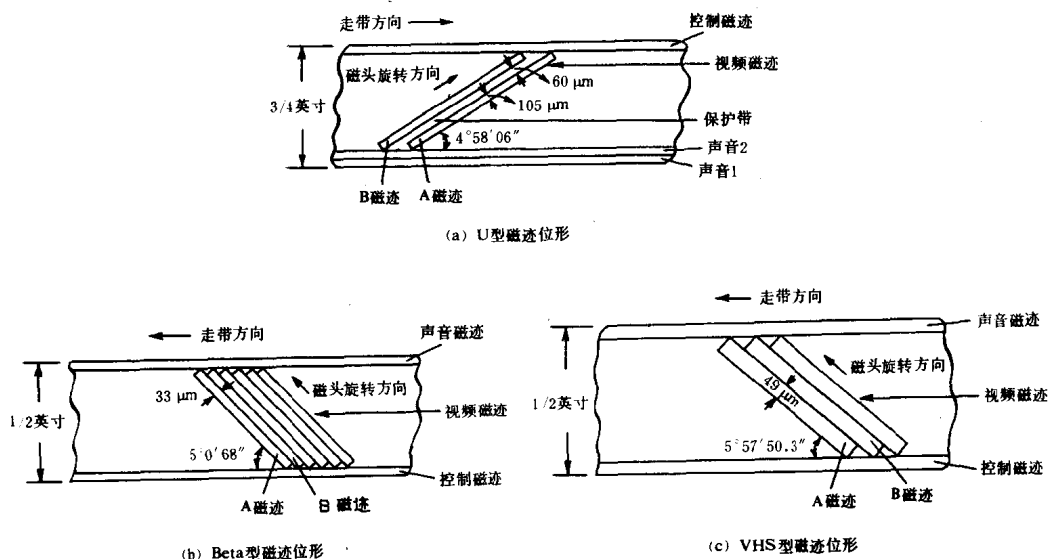


图 1-3 两磁头方式磁迹分布图

可视为 25Hz)，则视频信号的相对带宽 A 为：

$$A = \frac{6 \times 10^6}{25} = 240000 \approx 2^{18}$$

即视频信号的相对带宽为 240000 倍，约有 18 个倍频程。

那么，视频信号的相对带宽比音频信号宽对磁带记录有什么影响呢？我们知道，磁头的输出特性是以每倍频程 6dB 上升的（忽略了各种高频损失）。音频信号有 10 个倍频程，最高频率的重放电平比最低频率要高 60dB。这样，信号低频端将会很弱，很容易被磁带噪声所“淹没”。不过在 10 个倍频程的范围内，通过加补偿线路的办法，还是可以解决的。但视频信号有 18 个倍频程，高频端与低频端的磁头输出电平相差 108dB，如果让高频端信号不过载，则低频端信号必然远远低于噪声信号。通过加补偿电路也无济于事。因此，视频信号就不能像音频信号那样采用直接记录的办法，而必须在记录前降低相对带宽，减小倍频程。

为了达到此目的，录像机采用了调制的办法，来改变视频信号的频谱分布，使其上移。调制后的视频信号虽然其频带宽度增加了，但因下限频率增高而使相对带宽大大减小。假设调制后的视频信号上限频率为 16MHz，下限频率为 1MHz，则相对带宽为 16 倍，也只有 4 个倍频程，实际上录像机调制后的上限频率一般均达不到 16MHz。

一般调制方式有调幅、调频和调相三种方式，录像机选择调频方式。这是因为，调幅方式尽管频带窄，但抗幅度干扰的能力差。而录像机中信号幅度干扰又是经常发生的，比如磁头、磁带接触不良、磁头偏离磁迹等均会引起信号幅度的变化，用调幅方式则无法消除这种影响。采用调相方式因频带过宽也不适用，因而选用了调频方式。

录像机采用调频方式记录主要有两个优点：

(1) 便于消除幅度干扰

调频后，视频信号的信息由调频波的频率变化反映出来，而与幅度无关。当重放时若有幅度干扰存在，通过解调前的限幅则可去掉，而对信号丝毫不产生影响。

(2) 记录时不需加偏磁信号

调频后的调频波是等幅高频信号,剩磁曲线的非线性引起的波形失真尽管存在,但所引起的谐波干扰均在录像机的频带之外,而对调频波的频率变化规律没有影响,因而调频波可以不加偏磁而直接记录。

录像机的调频方式与一般调频方式有所不同,主要区别有下面两点:

①载频低

在一般的调频方式中,其载波频率比调制信号的上限频率往往要高出许多倍(比如10倍以上)。例如电视伴音信号的上限频率一般只有15kHz,而伴音载频则是6.5MHz。而在录像机中,由于信号的上限频率受到头带系统临界频率的限制,视频信号的载频就不能取得太高,往往只稍许大于信号的上限频率。如在专业用和家用录像机中,亮度信号带宽取到3MHz以上,而专业档录像机的载频则为3.8~5.4MHz;家用录像机VHS型的载频则为3.8~4.8MHz;Beta型的载频则为3.8~5.2MHz。

②调制指数小

在一般的调频方式中,为了提高信号的信噪比,均尽量增大调制指数 m_f ,这样就会增加调制后信号的带宽。但在录像机中由于临界频率的限制,频带就不能取得太宽。因而就必须减小调制指数 m_f ,一般取到0.5以下。这样调制后的调频波只取上一对边带就足够了。调制前、后的视频信号频谱分布如图1-4(a)、(b)所示。

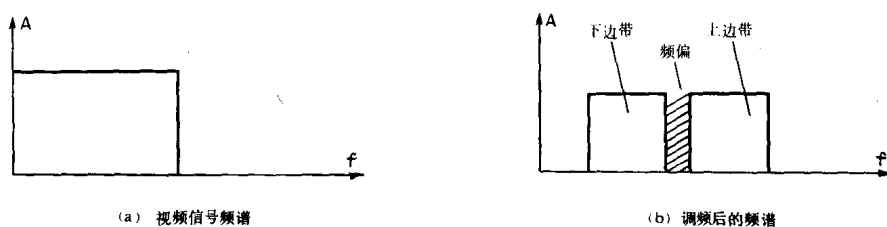


图 1-4 视频信号及其调频波的频谱

3. 解决视频信号对相位失真的敏感性措施

音频信号在录放过程中产生的相位失真,人耳不易感觉出来,所以在录音机中对相位失真没有采取什么措施。但对于录像机就不同了,它重放出来的视频信号即使有不太大的相位失真,在电视画面上也会被人眼察觉出来。因此,对视频信号的相位失真要求是很严格的。对于黑白电视信号来讲,其相位失真不得大于1%,否则将会引起行或场的不同步。对于色度信号来讲,其相位失真不得大于30ns,否则将会出现彩色失真。如果要将两个视频信号进行混合处理,则对两个信号的行同步和副载波的相位差要求更严格。

下面分析一下录像机中产生相位失真的原因。我们知道,视频信号的录放过程是靠磁头和磁带相对运动完成的,在记录时,把随时间变化的视频信号通过磁头变成随空间变化的磁信号记录在磁带上。重放时又把空间变化的磁信号变成随时间变化的视频信号。在这两次扫描过程中,如果磁头和磁带的相对速度不一致,或者因环境的不同造成磁带伸缩率的变化,都会造成重放信号与记录信号在时间轴上的差异,这种差异就是相位失真,在录像机中称为时基误差。

为了减小视频信号在录放过程中产生的时基误差,在录像机中采取了多方面的措施:

A. 提高机械加工精度。

B. 增加伺服系统来稳定视频磁头的旋转速度和走带速度,使录放过程中头带的两次扫描尽量一致,以减小在此过程中产生的时基误差。

C. 增加时基误差校正电路,以便更进一步减小时基误差,满足上面提出的对相位失真的要求。

这些措施将在后面的有关部分详细加以介绍。

三、视频信号处理方式

1. 问题的提出

对于广播电视用录像机来说,它的着眼点是图像的高质量,因而这种录像机的头、带相对速度都比较高,可达到 20m/s 以上,因而信号的上限频率也可取得高些。这样就可以把彩色全电视信号作为整体经过调频后直接记录到磁带上,这种方法就叫直接调频记录法。

但对于家用录像机(包括专业用录像机)来说,主要着眼点不是尽量提高图像的质量,而是在保证一定质量的前提下,降低成本和使用方便。这就要求电路简单,机械结构小巧,磁带做到盒式化。因此,目前录像机普遍采用两磁头螺旋扫描方式,其头带相对速度一般不超过 10m/s 。这样一来,允许记录的信号最高频率一般不能超过 8MHz 。又由于视频信号采用调频记录,因而视频信号的带宽也只能取 3MHz 左右了。在这种情况下,如果仍将彩色全电视信号作直接调频记录,调制在 4.43MHz 副载波上的色度信号是无法包括在系统的频带之内的。

2. 解决方案

为了解决家用录像机记录色度信号的问题,普遍采用了色度信号降频记录法,简称降频法。就是在记录时,将输入的彩色全电视信号分成亮度信号和色度信号,然后分别加以处理。其记录过程的方框图如图 1-5 所示。

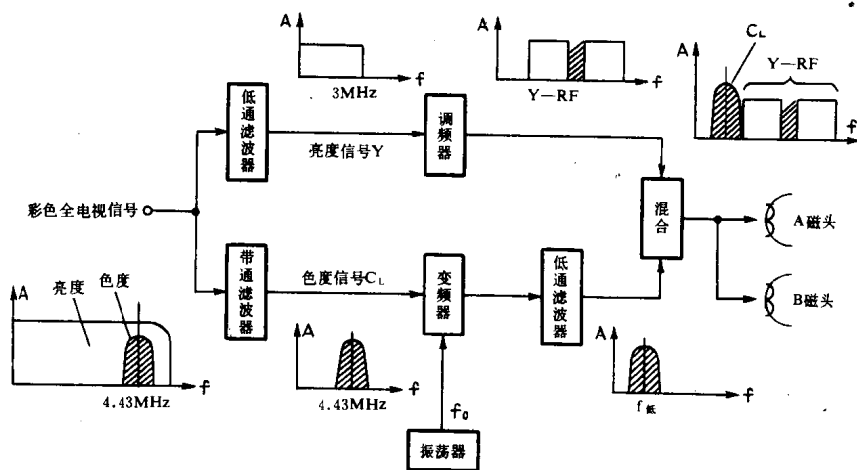


图 1-5 降频法的记录过程

记录时,用低通滤波器从彩色全电视信号中取出亮度信号 Y ,其带宽约 3MHz 左右,然后经过频率调制器变成调频信号,一般用 $Y\text{-}RF$ 表示。由于亮度信号的上限频率较低,因而可以采用较低的载频。色度信号用中心频率为 4.43MHz 的带通滤波器取得。取出的色度信号在变频器中将 4.43MHz 载频变为 1MHz 以下的载频,一般用 $f_{\text{低}}$ 表示。变频器的另一路输入信号来自本机振荡器。它的振荡频率比 4.43MHz 高出一个 $f_{\text{低}}$ 。在变频器中取二个信号的差频,再经过低通滤波器便得到降频的色度信号了。最后再将 $Y\text{-}RF$ 和降频色度信号相混合,送给两个磁头记录到磁带上。适当选择亮度信号的载频,可以使 $Y\text{-}RF$ 与降频色度信号的频谱互相不重叠。

重放时,降频法的处理方框如图 1-6 所示。

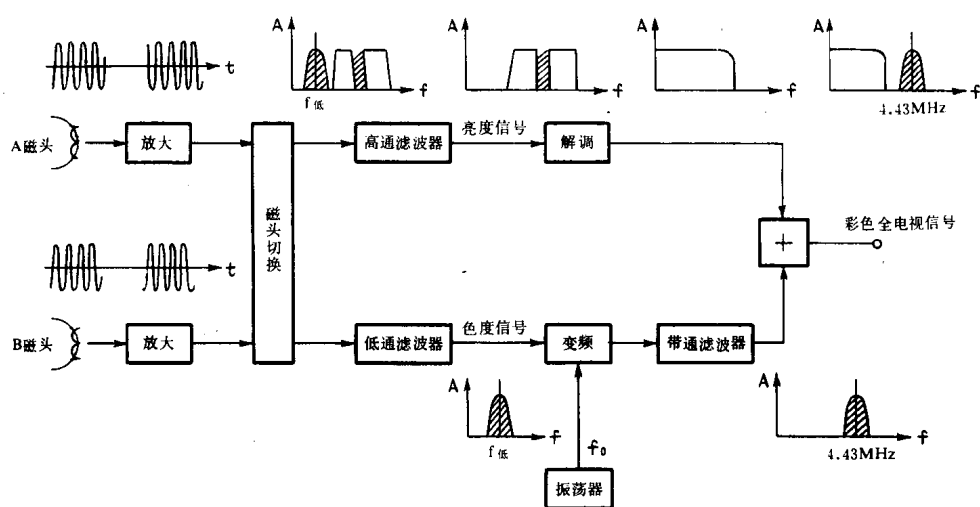


图 1-6 降频法的重放过程

重放过程是记录过程的逆过程。 A 磁头和 B 磁头分别从磁带上的不同磁迹拾取信号,每个磁头拾取的信号都是不连续的,均是隔一场拾取一场。由于从磁带上拾取的信号较弱,首先要对每个磁头的信号进行放大,并要进行适当的频率补偿。通过两个磁头的切换作用就将两个磁头拾取的不连续信号变成一个连续的信号。然后再将此信号分成亮度信号和色度信号分别处理。高通滤波器将调频的亮度信号(即 $Y\text{-}RF$)取出,再经频率解调器将 $Y\text{-}RF$ 还原成亮度信号 Y 。用低通滤波器将降频的色度信号取出,然后再与振荡器产生的信号 f_0 进行变频。这时的振荡频率 f_0 与记录时的 f_0 是一样的,仍比 4.43MHz 高一个色度低载频 $f_{\text{低}}$ 。经变频后存在和频和差频两个信号,再经过中心频率为 4.43MHz 的带通滤波器后,便得到载频为 4.43MHz 的原色度信号。再将该色度信号与还原的亮度信号相加,于是就得到原彩色全电视信号了。

以上便是降频法的视频信号处理方案。

3. 降频法的优点

降频法不仅解决了用较窄的频带记录彩色电视信号的问题,而且还有下列几个优点:

(1) 调频的亮度信号充当了降频色度信号的偏磁信号,因此不需要再加偏磁信号。这是因为调频的亮度信号频率较高,而且是等幅波,正好与低载频的色度信号相加时充当色度信号的交流偏磁信号。

(2) 同样的时基误差对降频的色度信号来说相位失真小。

比如重放过程中产生的时基误差引起1%的频率变化,如果记录4.43MHz的色度信号,将引起44.3kHz的频率变化。如果记录的降频色度信号的载波为0.627MHz(VHS型),则引起的频率变化只有6.27kHz。

(3) 可单独对色度信号进行时基误差校正。

这是因为,在录放过程中都是对色度信号进行单独处理,这就有可能只对色度信号进行时基误差校正,因为色度信号对时基误差要求更严。具体方法请看后面有关章节。

正因为降频法有这些优点,所以被广泛采用。但它也并非十全十美,也存在着不可忽视的缺点。其一是亮度信号频带较窄,因而使图像的清晰度下降。其二是破坏了亮度信号与色度信号的频谱间置关系,因而增加了图像的干扰。

四、高密度记录原理

1. 高密度记录的措施

要想节省磁带,就必须提高单位面积磁带所容纳的信息量,对于家用录像机来说更是如此,因为它的服务对象是广大家庭和个人。家用录像机为实现高密度记录,主要采取了以下几方面措施:

(1) 取消保护带

在家用录像机出现以前,广播机和专业档机的所有视频磁迹分布都是有间隔的,如图1-7(a)所示。

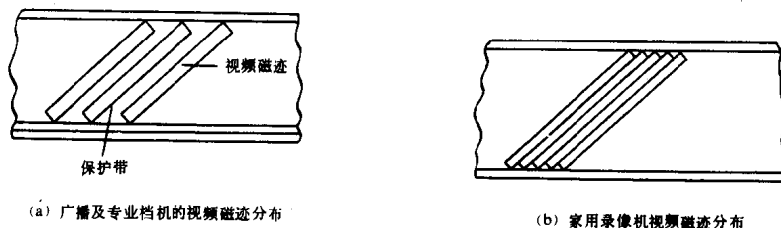


图 1-7 视频磁迹分布差异

各磁迹之间的间隔称为保护带,是没有记录任何信息的空白磁带。它的作用是防止重放时磁头偏离磁迹而拾取另一条磁迹的信号,造成干扰。这种干扰通常叫做邻迹串扰。

在家用录像机中取消了保护带,使视频磁迹一条挨着一条,如图1-7(b)所示。这无疑会大幅度提高记录密度,但必须有消除邻迹串扰的措施。

(2) 减小磁迹宽度

通过减小磁头间隙的宽度来减小磁迹宽度,使VHS型录像机减小到 $49\mu\text{m}$ (微米),Beta型录像机减小到 $32.8\mu\text{m}$,将记录密度进一步提高。但这样做将使视频信号的信噪比下降。为此家用录像机改进了磁带的加工工艺,降低了磁带本底噪波,同时对视频信号又进行了一些特殊处理。

(3) 缩短磁迹长度