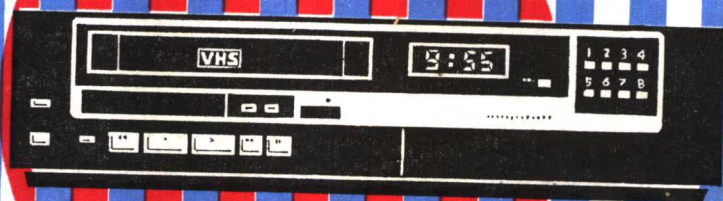


【英】史蒂夫·皮钦 编著

张夏阳 赵力斌 译

陈体铤 校



家用 录像机原理

● 人民邮电出版社

家用录象机原理

〔英〕史蒂夫·皮钦 编著

张夏阳 译

赵力颀 校

人民邮电出版社

内 容 简 介

本书主要以飞利浦N1500型录象机为基础介绍家用盒式录象机的电路原理，但也广泛地介绍了多种其它盒式录象机。其中有我国目前广泛使用的VHS（俗称大1/2英寸）和Betamax（俗称小1/2英寸）型录象机，还包括了许多读者不大熟悉的欧美市场很流行的飞利浦、Grundig公司的一些高级盒式录象机。

本书内容精炼，针对性强。全书共分7章，除了第一章概述录象机整体结构和第二章介绍方位角记录技术外，其余5章集中进行了电路分析，包括录象调频技术和调制器、伺服系统、色度系统、控制系统和慢动作特技重放等部分。

本书适合录象机维修人员及无线电爱好者阅读。

家 用 录 象 机 原 理

JIAYONG LUXIANGJI YUANLI

〔英〕史蒂夫·皮钦 编著

张夏阳、赵力颀 译

陈体镔 校

特约编辑：宋 东 生

人 民 邮 电 出 版 社 出 版

北京东长安街27号

铁道出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所发行

各 地 新 华 书 店 经 售

开本：787×1092 1/32 1988年6月第一版

印张：7 28/32 页数：126 1988年6月北京第1次印刷

字数：179 千字 插页：3 印数：21,000 册

ISBN7-115-03613-6/TN·C17

定 价：1 9 5 元

前 言

有关录象技术的书目前还很少。已经出版的那些书大多是一些有关使用技术方面的，如怎样使录象机或摄象机处于最佳状态以及照明技术等。这些书可用于训练刚刚由电影或摄影改行的录象工程师或用户，但对于维修工程师或关心修理技术的读者却不适用。

现有的那些实用技术书是针对广播用录象机的，其中包括已被微处理机技术大量取代的老式广播录象机技术。本书目的在于提供通用的家用录象技术的基础知识。基础知识的一部分是介绍 1 小时格式的早期飞利浦 N1500 录象机。这种录象机于 1972 年开始生产，当时它还是先进的。与 80 年代生产的机型相比，这种飞利浦机器的技术是简单的，但以 N1500 录象机电路原理适于作为研究的起点，因为它是新技术发展的基础。那些在飞利浦设计方法基础上产生的新技术，未必是其翻版，而是分别有独特的发展，进行了改进，增加了更复杂的电路，这些电路后来由集成电路取而代之。因此，在讨论新系统的各种改进之前，以 N1500 系统为例先介绍基本技术。

本书内容是这样安排的，从基本技术开始，然后讲述对这些基本技术的改进，并以各厂家在这方面的不同技术作为实例。随着新技术的发展，将会不断补充和丰富本书各章的内容，但各章节不会有大的改动。

这本书不是维修手册，而是与维修手册配合的一本参考书。在录象机制造厂家近年出版的新机型维修手册中，都不包

括那些基本的技术内容，而这正是本书的任务——为读者提供一本作为家用录象机技术的教材。

感谢允许从他们维修手册上复制机器图纸的各制造厂家。

目 录

概述.....	1
1.各种类型的录象机.....	5
2.方位角倾斜技术.....	32
3.频率调制.....	36
4.伺服系统.....	87
5.色度系统.....	122
6.控制系统.....	160
7.VHS 慢动作和静帧技术	180
8.视频专业词汇简释.....	220

概 述

家用录象机由七个主要部分组成:

1. 调谐器和中放系统;
2. 亮度信号的记录与重放系统;
3. 色度信号的记录与重放系统;
4. 伺服系统;
5. 系统控制与定时系统;
6. 电源;
7. 声音的记录与重放系统。

其中只有一部分,即调谐器和中放系统,是与电视接收机通用的。

本书不拟涉及调谐器和中放系统,也不包括超高频(UHF)调制器。前者是一个标准的信号处理部件,后者是一个“黑盒”。也不介绍有关电源的内容,因为这些读者都比较熟悉,而且在厂家的维修手册中已有介绍。本书要详细讨论伺服、色度信号、记录和重放系统,但声音的记录和重放也不讲,因为它是标准的录音机技术。各厂家通常使用“内部”或“专用”的微处理器实现系统控制,因种类太多,本书不能逐一详细介绍,但通过实际例子,比较详细地讨论了这方面的一些技术。

本书有一章专门讲特技装置和慢动作、静止画面、快速搜索技术,并介绍了当使用特技装置时,对所出现的各种问题的不同处理方法。

本书以彩色电视工程师和学过无线电与电视技术课程的读者为主要对象,要求读者已具备基本的彩色电视基础知识和一

些关于录象机方面的实际经验，至少也应该知道如何使用它们。

基本概念

如果要把一个录音机的频响范围从20Hz~20 kHz 增加到3~5 MHz，首先必须增加走带速度，提高（磁）头（磁）带间的相对速度。其次是必须大大减小磁头缝隙。多高的速度才合适呢？经粗略计算证明要达到8m/s。但这样做的结果，不仅会使记录时间大大缩短，而且会因用带量增加而使磁带盘变得很大，其直径甚至可达1m。即使我们能够解决大量磁带的处理问题，也还有频率响应问题存在。

由磁头至磁带的磁通量与流过磁头线圈的电流有直接关系。流过磁头线圈的电流为 $I = V/Z$ 。随着频率的增加，磁头阻抗 Z 也增加。为了保证记录电流值不变，驱动电压 V 就要按比例增加。这一相应变化叫作预加重或记录校正，其具体数值为驱动电压 V 按6dB/倍频程增加。6dB 的增量相当于电压加大1倍，1倍频程则相当于频率增高1倍。因此每次频率加倍，磁头的驱动电压也要相应加倍。

例如，频率为25Hz时，阻抗 $Z = 100\Omega$ 。当频率为25kHz时，阻抗 Z 就是原来的1000倍，等于100k Ω ，那么记录驱动电压必然也要为原来的1000倍，即增加40dB。依此类推，如果频率为2.5MHz时，记录驱动电压将为1kV。这是很不实际的。即使用音频技术来均衡这一频响，其范围也将太大，要达11个倍频程。

几年来在解决这两个问题的过程中，发展起来两项基本的录象技术——螺旋扫描和调频记录。在1954~1959年间，由东芝公司研制出了第一部螺旋扫描录象机。

螺旋扫描

要获得 8m/s 的带速，人们发现可以采用较低的走带速度和高速旋转磁头，从而保证头带间的相对高速度。

磁带围绕着旋转的磁头鼓运行，而磁头鼓的安装与磁带保持一定的角度。视频磁头很小，在磁带上记录出一条条倾斜的视频磁迹。这些将在以后章节中详细介绍。磁头和磁带间的相对速度因机而异，一般在 $4\text{m/s}\sim 8\text{m/s}$ 之间。螺旋扫描解决了需要高的头带相对速度的问题，同时也带来了新的问题，即如何控制视频磁头鼓的旋转和保证重放信号的连续性，也就是保证重放时没有任何间断。用伺服系统即可严格控制走带速度和磁头鼓的旋转，使磁头鼓以恒定速度 $[1500\text{r/min}(\text{转/分钟})]$ 旋转，并使旋转相位误差控制在1转以内 (1500r/min) 。

调频记录

螺旋扫描产生的问题之一是头、带接触问题。当磁带经过磁头鼓并通过走带系统时，视频磁头可能会在磁带上“颤动”。另一个问题是带宽或频响问题。将视频信号是以调频方式调制在载波上的，同步头对应于最低频率，约为 3MHz ；峰值白电平对应于最高频率，约为 4.2MHz 。

因此，这里要记录的信号频率不是 $25\text{Hz}\sim 2.5\text{MHz}$ ，而是 $3\text{MHz}\sim 4.2\text{MHz}$ 。后者用高频视频磁头记录更容易一些。在频率调制中，调制信号的带宽形成了边带。下边带限制在 1MHz ，在低于 1MHz 的地方插入降频彩色副载波。上边带限制在 5.5MHz 。用滤波器完成对上下边带的限制。这样，由于边带的存在，使记录带宽扩展为 $1\sim 5.5\text{MHz}$ 。为了保证高频特性，需要采用一定的预加重，在重放时采用去加重，从而获得

满意的信噪比。

调频信号的另一个优点是经过放大和限幅后，信号不大受幅度变化的影响。这一性能可以消除视频磁头颤动的影响，补偿由于机械走带误差、磁迹偏移和与其他录象机互换磁带时造成的重放信号电平减小。采用调频技术后，对磁迹控制的要求也可明显降低。

1.各种类型的录象机

飞利浦N1500型

介绍录象机时，从带路（磁带路径）开始是很合适的。在飞利浦N1500型录象机的盒式底座上，首先对带路进行了改进。为了阐明对走带系统良好走带的要求，先要详细地了解一下走带系统，说明各个导杆（柱）的作用。

N1500机器的两个磁带盘是同轴安装的，一个带盘装在另一个带盘的上边。下边的是供带盘，上边的是收带盘。图1·1示

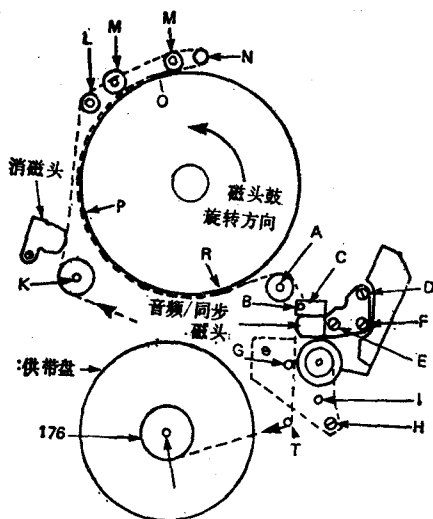


图 1·1 飞利浦N1500的带路

出了该机的带路。磁带从带盒里的供带盘中拉出，绕过盒内惰轮(K)，为了保持磁带的张力，对供带盘施加了一个小的、但又大于磁带张力的制动力。然后磁带经过全消磁头，于是记录时磁带上原来的内容已被消净。下一个经过的是导杆(L)，它是高度调整导杆，其顶部和底部都有凸沿(见图1·2)，用以确定磁带经过消磁头时的高度，并对磁带到磁头鼓和导杆M、M'及N的带路起到预调整作用。M是一个绝缘的柱，它不与底座连接，但L却是与底座相连的。磁带始端和尾端的金属带可以将L与M短接在一起，使磁带停止运行。M'是一个锥形柱体，磁带经过它时要向下倾斜。当磁带绕过略成锥形的导杆N时，便贴在导轨靠板(O)上了。

O、P和R是磁带导轨的靠板，磁带沿着它们向下倾斜地绕过磁头鼓，于是磁带就不会上下摆动。经过靠板(R)后，磁带绕过惰轮A，这也是一个装在带仓内的惰轮。然后经过导柱B，它能使磁带稳定，避免机械走带系统在磁带边缘引起的波动。音频/同步磁头在磁带上部记录控制(同步)磁迹，而在下部记录音频录/放磁迹(见图1·4中磁迹图的注释)。经过音频/同步磁头后，磁带被压带轮和主导轴夹紧，从而获得了磁带驱动力。磁带通过走带系统的速度由主导轴决定，而主导轴是受伺服系统控制的。主导轴也是使磁带倾斜系统的一部分。主导轴略有倾斜，倾斜方向如图1·2中箭头所示。倾斜系统使带路有一定的斜度，磁带经过主导轴时向上斜，在到达主导轴之前向下斜。这一点可能难以想象。但如果把磁带看作硬的带条而不是软带，这个倾斜问题就比较容易理解了。图1·2是将带路拉直的情况，这样就能更清楚地看到各个导杆和高度调整部件。图1·2b中磁头鼓周围的导轨靠板O、P和R是在一条直线上，这样画是为了能与各个导杆拉平，实际上它们是在一条斜

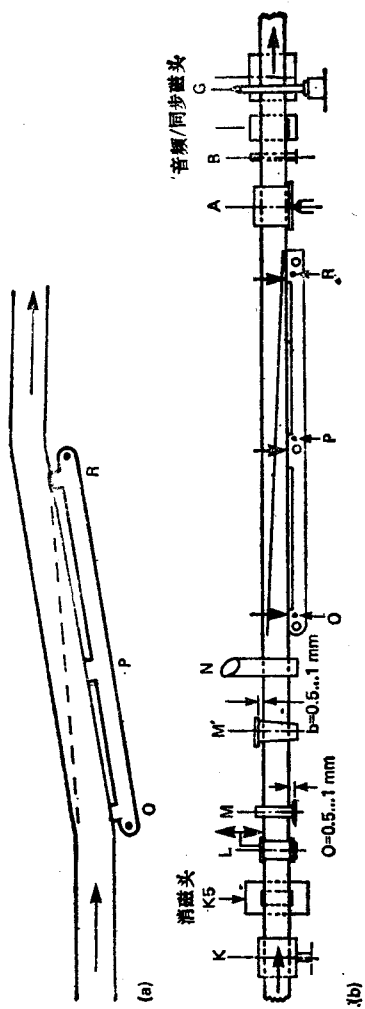


图 1·2 将N1500带路拉直后的示意图

线上，如图1·2a中所示。图中虚线是视频磁头的轨迹，它表示出磁带上倾斜的磁迹是如何形成的。

在收带盘上施加了一定的转动收带力矩。磁带绕过导杆 T 后到达收带盘，T 是安装在带仓内的。

图1·3示出了同轴带盘载体装置，上边可转动的是收带盘，下边可转动的是供带盘。在处于录、放状态时，收带盘由一个毡环离合装置驱动（图中未画出）。供带盘则是在毡环上“自由转动”的（如图所示）。当供带盘转动时，毡环不动，起到一个慢刹车的作用，即提供了一个“反张力”，它的大小要保证

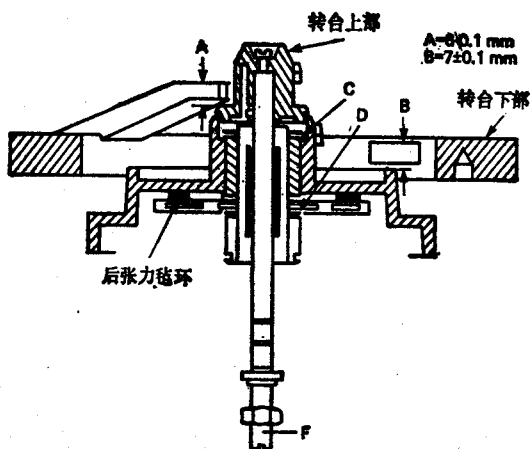


图 1·3 带盘载体装置

既不会因磁带太紧使磁带拉长，也不致太松而引起磁带打卷。其作用是保持磁带绷紧，但又不过分紧。这样磁带就象一条硬带，在消磁头和音频/同步磁头上保持一定的压力，保证接触良好；同时也使磁带与视频磁头能很好地接触，从而也就满足了倾斜系统的要求。

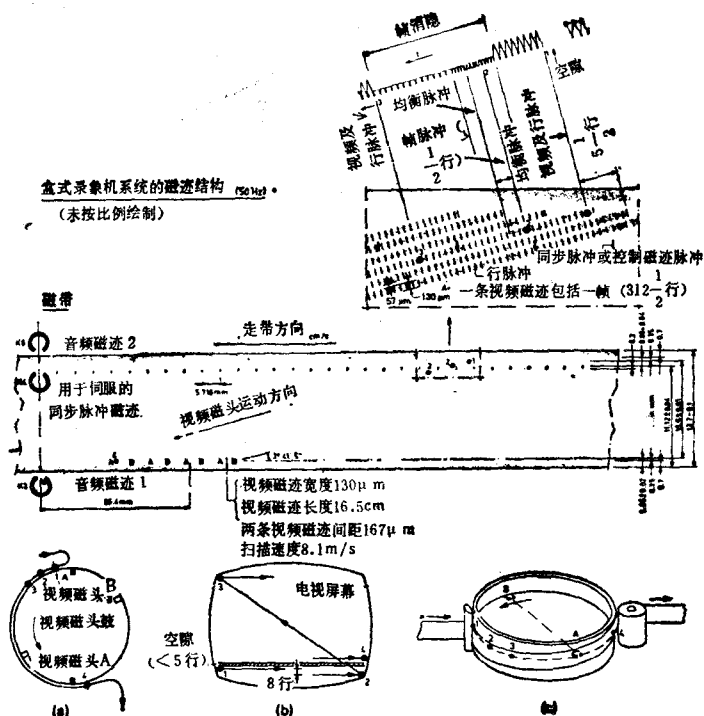


图 1-4 N1500 机器的记录磁迹

对机械走带系统的上述要求与记录电视信号有什么关系呢？图1-4示出了磁带上的磁迹和N1500机器的规格。

图中给出的是走带方向与磁头旋转方向相同的情况。磁头从磁带上边缘处开始扫描，到下边缘处离开磁带，记录了一条倾斜的磁迹。图1-4示出了磁带上记录着磁迹的情况。磁带两边各有一条音频磁迹。除N1520型半专业用录象机外，一般不用上边缘的音频磁迹2。通常利用磁带上边缘记录同步或称控

制磁迹。而下边缘用于记录音频磁迹。从图1·4中我们就能看出视频信号与磁迹的关系。但不要忘记这里所说的视频信号是调频信号。磁带上边缘的点1是旋转视频磁头接触磁带的起点，对应于视频信号场同步脉冲前约8行的信号，相应于电视荧光屏上图象的底部。但在标准高度调整的情况下，这部分一般是看不见的。接下去磁迹上点2为视频场同步信号起点，点3为场消隐结束、视频信号开始点。点3对应于电视荧光屏图象的顶部。磁迹上点3以后直到点4的部分为记录电视图象信号部分。

两条磁迹上有一段视频信号重叠区，这是由于在视频磁迹下端点4处记录的8行信号，同时也是第二个视频磁头在其扫描磁迹的起点处记录的内容。即每当一个磁头即将结束扫描时，另一个磁头已开始记录。在两个磁头同时接触磁带的短暂时间内，记录了场同步前的8~10行信号。

在两个视频磁头转换期间，信号是重复记录的。重放时两磁头可同时重放几行，因此能消除重放调频信号时的任何间断或不连续的现象。

这个问题也可作进一步的说明。视频磁带与视频磁鼓的半周是接触的，即磁带包绕磁头的角度为 180° ，而实际上包绕角却为 186° ，这样就提供了一个小的重叠周期。这一重叠周期通常被称为磁头交越点（区）。重放时磁头交越点与记录时的磁头交越点对应。精确的交越点发生在磁头1停止重放、磁头2接着重放的时刻。重放时的切换受控于鼓伺服电路产生的开关信号。减小重放图象的高度，即可清楚地看到交越点，它是出现在图象底部的一条很细的水平线，对应于场消隐前5~10行的信号。

图1·4a、b、c示出了磁迹，并标明点1到4在磁头、磁鼓

及在电视屏幕上的相对位置。这有助于使读者了解磁带上倾斜磁迹与实际图象和录象机的相互关系。从图1·4a可以看出，磁带包角稍大于 180° ，为 186° ；磁头A接触磁带时，磁头B正处于尚与磁带接触但却即将离开磁带的状态。看完图1·4后，读者可能会提出一个显而易见的问题：控制磁迹脉冲位于视频磁迹之中，为什么不会对它产生干扰？答案是这样的，如果你仔细观察磁迹图，你会发现控制磁迹脉冲介于点2与点3之间。这样即使它们会被当成脉冲或尖峰信号重放出来，却是在场消隐期间。还可以看到，每两条视频磁迹有一个控制磁迹脉冲（这一点将在伺服章节中详细介绍）。这就意味着控制磁迹脉冲是按帧速率而不是场速率记录的，磁头鼓每转一周产生一个控制磁迹脉冲。

盒式录象机 (N1500) 基本数据

鼓直径	105mm
磁头转速	1500r/min
扫描速度 (视频磁头与磁带相对速度)	8.1m/s
带速	14.29cm/s
视频磁头隙缝宽	0.8 μ m
视频磁迹宽度	130 μ m
两条视频磁迹之间的距离	57 μ m
音频磁迹宽度	0.7mm
同步磁迹宽度	0.3mm

在场消隐期间，重放的控制磁迹脉冲通常不会出现什么问题。但在某些早期的电视机中，没有给显象管加上足够的消隐驱动，因此控制磁迹脉冲会“冲出来”显示在荧光屏上，犹如在图象上跳动着的五彩缤纷的小点。较新式的录象机(N1501)