

GH

高等学校 规划教材
工科电子类

录象技术

徐中州

西安交通大学出版社



录 象 技 术

徐中州

西安交通大学出版社

内容简介

本书是高等学校工科电子类应用电子技术专业(大专)“八五”规划教材之一。

全书内容包括录象技术基础、视频信号的记录及重放原理与系统、伺服系统、控制与保护系统、伴音电路与其它附属电路、机械系统与机芯以及录象新技术等主要内容。

本书充分考虑了大专应用电子技术专业的实用性要求,注意内容的精选,在电路的理论基础与定量分析方面以必需、够用为度,充分体现了大专教材的特色。

本书也可作为成人高等教育相应专业的教材,以及供工程技术人员、维修人员参考。

(陕)新登字 007 号

录象技术

徐中州

责任编辑 白居易 朱秉升

*

西安交通大学出版社出版发行

(西安市咸宁西路 28 号 邮政编码 710049)

西安电子科技大学印刷厂印装

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 13.75 插页: 3 字数: 328 千字

1996 年 6 月第 1 版 1996 年 6 月第 1 次印刷

印数: 1—3000

ISBN7-5605-0772-7/TN·48 定价: 12.50 元

前 言

本教材系根据电子工业部的工科电子类专业教材 1991~1995 年编审出版规划,由工科电子类应用电子技术专业(大专)教材编审委员会征稿并推荐出版的。责任编委为韩行洲副教授。

本教材由深圳大学徐中州编写,解放军电子技术学院王春安教授担任主审。

本课程的参考学时数为 54 学时,其主要内容为录象技术基础、视频信号的记录与重放原理、视频信号的录放系统、录象机伺服系统、控制与保护系统、伴音电路与其它附属电路、机械系统与机芯以及录象新技术。考虑到大专应用电子技术专业的实用性要求,本书在阐述工作原理时注意了结合具体机型的具体电路。在选材上,注意普及与新颖两个特点;在论述上,注意理论基础与实际电路的结合。由于录象技术正在飞速发展,所以本书专门安排一章较为详细地介绍了一些即将应用与推广的新技术,使教材内容具有一定的超前性。考虑到课时及内容的精辟,对于一些曾经使用而目前已经淘汰的技术与机型,本书不再涉及。最后,在本书附录中开列了录象技术常用的英文词汇,以便学生读图时应用,还选编了本书中较为详细介绍的日本松下公司的 NV-J27 录象机的部分方框图。使用本教材时各校可根据课时及专业需要指导学生阅读这些电路。

参加本教材审阅工作的还有楼道嵩副教授与赵殿礼副教授,责任编委韩行洲副教授和其他审阅人都为本书提出了许多宝贵意见,这里表示诚挚的感谢。由于编者水平所限,书中难免还存在一些缺点和错误,殷切希望广大读者批评指正。

编 者

1995.5 于深圳大学

目 录

第1章 录象技术基础

1.1 录象技术发展概况	(1)
1.2 录象技术中的磁记录基础	(2)
1.2.1 磁记录技术基础	(2)
1.2.2 录象机信号的磁记录	(8)
1.2.3 螺旋扫描的磁记录方式	(9)
1.3 录象机的组成	(11)
1.3.1 录象机主体组成部分	(11)
1.3.2 录象机附属组成部分	(12)
1.3.3 其它功能录象机组成	(13)
小结	(13)
习题	(13)

第2章 视频信号的记录与重放原理

2.1 视频信号记录过程中的处理	(15)
2.1.1 视频信号特点	(15)
2.1.2 亮度信号的调频处理	(15)
2.1.3 色度信号的降频与移相处理	(18)
2.1.4 视频信号的高密度记录	(21)
2.2 视频信号重放过程中的处理	(23)
2.2.1 亮度调频信号的解调与色度信号还原	(23)
2.2.2 时基误差校正	(23)
2.2.3 HQ 技术	(27)
小结	(30)
习题	(30)

第3章 视频信号的记录与重放系统

3.1 视频信号记录系统	(32)
3.1.1 亮度信号记录电路	(32)
3.1.2 色度信号记录电路	(38)
3.1.3 视频信号记录磁头电路	(41)
3.1.4 视频信号记录系统电路实例	(44)
3.2 视频信号重放系统	(46)
3.2.1 亮度信号重放电路	(46)
3.2.2 色度信号重放电路	(55)
3.2.3 视频信号重放磁头电路	(61)

3.2.4 视频信号重放系统电路实例	(63)
小结	(68)
习题	(68)

第4章 伺服系统

4.1 伺服系统概述	(69)
4.1.1 伺服系统的任务与要求	(70)
4.1.2 伺服对象的分析	(70)
4.2 伺服系统的组成	(72)
4.2.1 伺服系统的基本组成	(72)
4.2.2 伺服系统的基本环节	(73)
4.3 磁鼓伺服系统	(80)
4.3.1 磁鼓伺服控制电路	(80)
4.3.2 磁鼓电机驱动电路	(82)
4.3.3 磁鼓伺服系统电路实例	(85)
4.4 主导轴伺服系统	(85)
4.4.1 主导轴伺服控制电路	(85)
4.4.2 主导轴电机驱动电路	(87)
4.4.3 主导轴伺服系统电路实例	(88)
4.5 特技重放	(90)
4.5.1 磁迹位形坐标图	(90)
4.5.2 静止重放与慢速重放	(94)
4.5.3 快速重放	(97)
小结	(99)
习题	(99)

第5章 控制与保护系统电路

5.1 系统控制电路的功能与组成	(101)
5.1.1 系统控制电路的功能	(101)
5.1.2 系统控制电路的组成	(103)
5.1.3 系统控制电路的信号与控制程序	(106)
5.2 控制与保护单元电路	(112)
5.2.1 控制单元电路	(112)
5.2.2 保护单元电路	(120)
5.3 红外遥控技术	(124)
5.3.1 红外遥控系统的基本原理	(124)
5.3.2 红外遥控信号与信号编码	(125)
5.3.3 红外遥控发射器	(129)
5.3.4 红外遥控信号的接收	(132)
小结	(135)
习题	(135)

第6章 伴音电路与其它附属电路

6.1 录象机伴音电路	(137)
6.1.1 录象机伴音电路的特点	(137)
6.1.2 普通伴音系统	(138)
6.1.3 高保真 Hi-Fi 伴音系统	(139)
6.2 电视接收电路	(143)
6.3 射频调制器	(144)
6.4 定时录象与多功能显示器	(146)
6.4.1 定时录象功能	(147)
6.4.2 多功能显示器	(147)
6.5 录象机电源电路	(151)
6.5.1 录象机电源的组成与要求	(151)
6.5.2 录象机电源电路实例	(152)
小结	(153)
习题	(154)

第7章 机械系统与机芯

7.1 概述	(155)
7.1.1 机械系统的作用	(155)
7.1.2 机芯组成与工作过程	(155)
7.2 加载机构	(160)
7.2.1 M形加载机构的特点	(161)
7.2.2 M形加载机构部件与加载过程	(162)
7.2.3 前加载机构	(163)
7.3 走带系统	(165)
7.3.1 走带系统正常工作的条件	(165)
7.3.2 恒速牵引机构	(167)
7.3.3 供、收带机构	(169)
7.3.4 磁带张力伺服机构	(172)
7.3.5 其它部件	(173)
7.4 磁头鼓组件	(173)
7.4.1 视频磁头鼓组件的组成	(174)
7.4.2 磁头鼓组件的结构参数	(175)
7.4.3 磁头鼓的速度与相位检测装置	(176)
7.5 小型录象机及摄录一体化机芯	(177)
7.5.1 小型录象机机芯	(177)
7.5.2 小型摄录一体机机芯	(177)
7.6 机芯主要技术指标及检测操作方法	(178)
7.6.1 机芯主要技术指标及测试方法	(178)
7.6.2 机芯检修的操作方法	(180)

小结.....	(182)
习题.....	(182)

第8章 录象新技术介绍

8.1 S-VHS 录象机的技术特点	(183)
8.1.1 视频信号处理的技术特点	(183)
8.1.2 音频信号处理的技术特点	(184)
8.1.3 S-VHS 的其它配置	(185)
8.1.4 S-VHS 性能综述	(186)
8.2 8mm 录象机的技术特点	(187)
8.2.1 视频信号处理的技术特点	(187)
8.2.2 音频信号处理的技术特点	(188)
8.2.3 导频制自动跟踪方式	(190)
8.2.4 使用 AST 磁头的动态磁迹跟踪	(191)
8.2.5 高带 8mm 录象机 H _i 8	(193)
8.3 高清晰度电视录象机	(194)
8.3.1 时分分量记录方式录象机	(194)
8.3.2 数字录象技术	(197)
8.3.3 高清晰度电视录象机	(199)
8.4 新型记录方式录象机	(200)
8.4.1 垂直磁记录方式录象机	(200)
8.4.2 光码记录与重放	(201)
小结.....	(202)
习题.....	(202)

附录

附录一 录象技术英汉词汇对照表.....	(203)
附录二 NV-L15 录象机系统控制与伺服及定时器方框图	
附录三 NV-J27 录象机系统控制与伺服电路方框图	
附录四 NV-J27 录象机亮度与色度电路方框图	

参考文献

第 1 章 录象技术基础

1.1 录象技术发展概况

录象技术是一种融汇了磁记录技术、电视技术、微电子技术与精密机械等现代技术的综合产物。目前以磁带记录为主,其设备主体是磁带录象机 VTR(Video Tape Recorder)。

磁带录象机最早的方案是仿照录音机的方式,通过改造固定磁头和提高带速来实施的。20 世纪 50 年代,美国 RCA 公司和英国 BBC 公司先后研制出了相应的实验装置,但因录放时间短,走带不稳定,重放图象抖动严重等问题无法解决而未能实用化。

1956 年美国 Ampex 公司研制成功了四磁头横向扫描磁带录象机,这种录象机采用了旋转磁头,一举突破了固定磁头方式在记录波长上所受的限,使录象技术第一次进入实用化阶段,为录象机的发展奠定了技术基础。到目前为止,所有实用化的磁带录象机都采用旋转磁头结构及低载频浅调制(又称窄带调制)的调频记录方式。

1959 年,日本 Toshiba 公司研制成功了世界上第一台螺旋扫描磁带录象机,确立了目前广泛使用的螺旋扫描倾斜磁迹格式。

1969 年,日本的 Sony, JVC, National 等公司相继推出盒式磁带录象机,并联合研制了 19.05mm($\frac{3}{4}$ in)的 U 型盒式录象机。由于该机型明显的技术优势而成为国际统一标准的专业用机。

1976 年, JVC 与 National 公司在 U 型机基础上推出了 VHS(Video Home System)型家用录象机,为录象机技术的发展提供了广阔的天地。

1980 年至 1981 年,日本 Sony, HITACHI, National 公司先后研制出摄录一体化机。经过几年的标准化工作,于 1984 年确定了 8mm 录象机的国际标准。

此后,各公司不断对家用录象机产品进行更新,陆续开发出了高带 Beta 型机与采用 HQ 技术的 VHS 型机。1987 年 1 月 JVC 公司推出了 Super-VHS 型机,其图象水平清晰度达到 430 线。两个月后 Sony 公司又推出 ED-Beta 型机,进一步把水平清晰度提高到 500 线。至此,家用录象机的清晰度指标已非常接近现行电视系统的标准,然而,随着 HDTV 技术的逐渐成熟与发展,录象技术又面临着一次更严峻的挑战。

1989 年,日本 National 公司推出了一种使用 S-VHS 录象带的两通道时分分量记录方式的家用录象机,水平清晰度更高,有可能取代目前的 S-VHS。而具有更高清晰度指标的多通道分量记录方式录象机,如 NHK 与 HITACHI 公司的四通道 MUSE 制录象机、SONY 公司的八通道 HD-DVTR 试制机,以及 1992 年由美国通用仪器公司与日本 Toshiba 公司共同研制的全数字式家用 Digicipher HD VCR 机,乃至全新记录方式——高密度垂直记录与激光光盘数码记录等技术,都在加紧研制并不断推出新机种。

目前,录象技术使用的主要设备是磁带录象机与摄录一体机。使用范围遍及科技、体育、档案管理、公检法、出版以及生活等各个领域。人们生活中对录象机的应用也已经不仅仅局限于

娱乐方面的需求,而是越来越广泛地将录象技术与录象机的应用扩展到教育、文化领域,使传统的“纸张文化”正局部地被新的“磁带文化”所取代。

作为一种新的强有力的信息记录与存储手段,录象技术对人类生活的许多方面已经产生并将继续产生巨大的影响,录象机的惊人的生产增长速度就是一个有力的证明。以日本为例,1976年家用录象机问世以来至1985年,10年间产量增长了265倍。1993年的统计资料表明,全世界录象机总的保有量已达3亿台左右。如此强劲的需求对录象技术的发展无疑是一个强大的推动力。

随着新材料、新器件、新技术的不断开发,以及激光与数字技术在录象机中的广泛使用,在不久的将来录象技术必将进入一个崭新的阶段。

1.2 录象技术中的磁记录基础

1.2.1 磁记录技术基础

1. 信号的无偏磁记录与偏磁记录

磁记录无一例外地利用信号电流对记录磁头进行励磁,并由磁头对信号的磁性载体进行磁化,以载体的剩磁形式储存信号信息。

磁场强度 H 与磁感应强度 B 之间的关系曲线称为磁化曲线,如图 1-1(a)所示。这一曲线呈现非线性,而磁感应强度 B 与剩磁 B_r 之间的非线性关系,使 H 与 B_r 之间呈现严重的非线性,如图 1-1(b)所示。这使得模拟信号的磁记录产生严重的非线性失真,表现为图 1-2 所示的正弦波信号的钟形失真。

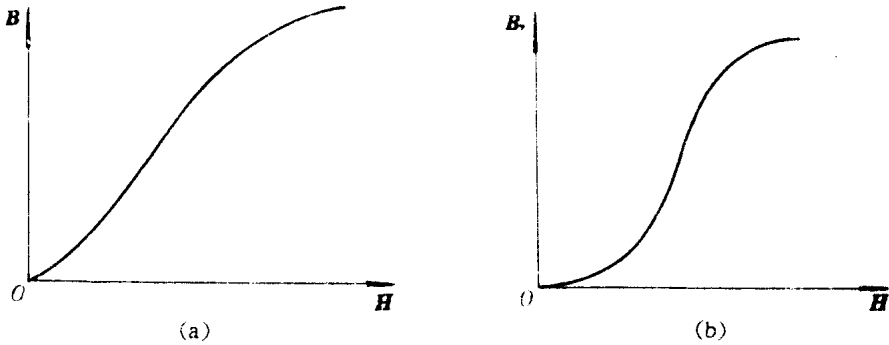


图 1-1 (a) H 与 B 关系曲线;(b) H 与 B_r 关系曲线

在这种磁记录过程中,信号的零位线对应于剩磁曲线的起始点,称为无偏磁记录。为了避免这种非线性失真,可以在信号电流中叠加一个幅度适宜的直流电流或等幅交变电流,使信号动态范围偏离剩磁曲线的非线性部分。这种记录方式称为偏磁记录方式。以直流电流偏磁的称为直流偏磁,以交流电流偏磁的称为交流偏磁,后者的记录效果优于前者,其偏磁电流频率应高于记录信号频率的两倍以上。

2. 记录波长

记录波长是磁记录技术中一个非常重要的概念,定义为记录一个完整的正弦波信号周期所需要的磁带长度。它与磁头与磁带间的相对运动速度 v 成正比,与记录信号的频率 f 成反比。即记录波长 λ 为

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad (1.1)$$

为保证不失真记录,磁带在通过磁头工作缝隙 g 期间,信号应近似不变。这就要求长度相当于 g 的一段磁带通过磁头工作缝隙的时间 t 应小于记录信号的周期 T ,由于

$$t = \frac{g}{v} \quad (1.2)$$

显然,要满足不失真记录,必须满足

$$t < T \quad (1.3)$$

将式(1.1)和式(1.2)代入式(1.3),便有

$$\lambda < g \quad (1.4)$$

由式(1.4)可知,当磁头工作缝隙宽度 g 一定时,磁记录系统的不失真记录频率不能高于某一数值。目前,一般取磁记录系统的最低记录波长 λ_m 为 $(1.5 \sim 2)g$,相应的最高记录频率 f_m 为 $v/(1.5 \sim 2)g$ 。

〔例〕某录象机记录信号的最高频率 $f_m = 6\text{MHz}$,记录磁头的工作缝隙宽度 $g = 0.3\mu\text{m}$,试求其磁头磁带相对速度 v 。

〔解〕: 取记录波长 $\lambda = 1.5g = 0.45\mu\text{m}$

由 $\lambda = \frac{v}{f}$, 得

$$v = \lambda f = 0.45 \times 10^{-6} \times 6 \times 10^6 = 2.7\text{m/s}$$

此例说明,记录波长的概念对视频磁记录设备提出了很高的要求。像磁带录音机那样采用固定磁头方式显然已无法实现视频磁记录。

3. 磁信号重放输出特性

在不失真记录条件下,磁带上信号的剩磁 B_r 和信号电流 $I_m \sin \omega t$ 之间呈线性关系。设 K 为线性常数,则

$$B_r = KI_m \sin \omega t = KI_m \sin 2\pi f t \quad (1.5)$$

代入式(1.1),并设 x 为磁带在时间 t 内由磁头缝隙中心移开的距离,即 $x = vt$,则式(1.5)成为

$$B_r = KI_m \sin \frac{2\pi}{\lambda} x \quad (1.6)$$

磁头工作缝隙中的平均剩磁 $\overline{B_r}$ 可表示为

$$\overline{B_r} = \int_{x-g/2}^{x+g/2} \frac{B_r}{g} dx = KI_m \sin \frac{2\pi}{\lambda} x \cdot \frac{\sin(\pi g/\lambda)}{\pi g/\lambda} \quad (1.7)$$

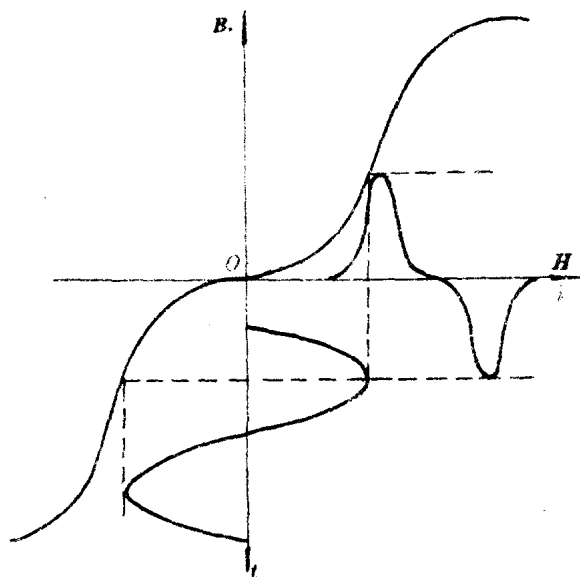


图 1-2 无偏磁记录的波形失真

与式(1.6)相比, $\overline{B_r}$ 表达式多了一个与时间无关的因子 $\sin(\pi g/\lambda)/(\pi g/\lambda)$ 。在 $\pi g/\lambda$ 较小的情况下, $\pi g/\lambda \approx \sin(\pi g/\lambda)$, 即:

$$\overline{B_r} \approx B_r = KI_m \sin \omega t \quad (1.8)$$

忽略漏磁, 磁带剩磁 B_r 即为磁头工作缝隙的磁感应强度, 磁头铁芯磁通 Φ 与工作缝隙平均磁感应强度 $\overline{B_r}$ 成正比, 即

$$\Phi = k_\phi \overline{B_r} \quad (1.9)$$

由电磁感应定律, 重放磁头线圈两端的输出电压为

$$e = -N \frac{d\phi}{dt} = -NK_\phi \frac{d\overline{B_r}}{dt} \quad (1.10)$$

式中, N ——重放磁头线圈匝数;

K_ϕ —— ϕ 与 $\overline{B_r}$ 间的比例系数。

将式(1.8)代入式(1.10), 可得重放磁头输出电压

$$\begin{aligned} e &= -NK_\phi KI_m \omega \cos \omega t = 2\pi NK_\phi KI_m f \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) \\ &= E_{m0} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) \end{aligned} \quad (1.11)$$

式中, $E_{m0} = 2\pi NK_\phi KI_m f$, 为重放输出电压的幅值。

以电平(dB)形式表达之, 式(1.11)为

$$E_{m0}(\text{dB}) = 20\lg(2\pi NK_\phi KI_m) + 20\lg f = K_0 + 20\lg f$$

其中, $K_0 = 20\lg(2\pi NK_\phi KI_m)$ 。

由于恒流记录的条件, K_0 为一个常数。若信号频率增加一倍, 如 $f_2 = 2f_1$, 即 1 个倍频程 (倍频程 octave, 简称 oct), 则信号电平差 ΔE_{m0} 为

$$\begin{aligned} \Delta E_{m0} &= E_{m02} - E_{m01} \\ &= (K_0 + 20\lg f_2) - (K_0 + 20\lg f_1) \\ &= 20\lg \frac{f_2}{f_1} = 20\lg 2 \\ &\approx 6\text{dB/oct} \end{aligned}$$

即如图 1-3 所示, 理想重放特性曲线为一条输出电平随频率以每倍频程 6dB 斜率上升的直线。

以音频信号为例, 其频域约在 20Hz ~ 20kHz, 倍频程数 N_s 为

$$N_s = \log_2 \frac{f_{Hs}}{f_{Ls}} = \log_2 \frac{2 \times 10^4}{2 \times 10} \approx 10\text{oct}$$

相应的理想输出电平的最大差别为 60dB, 目前的电路技术尚可对其作均衡处理, 使其基本达到平坦的频响。然而对于视频信号而言, 虽将其频率下限取作帧频即 25Hz, 频率上限为 6MHz, 其倍频程数 N_s 仍达

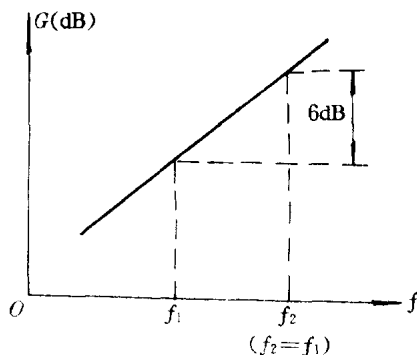


图 1-3 理想重放输出特性曲线

$$N_v = \log_2 \frac{f_{Hv}}{f_{Lv}} = \log_2 \frac{6 \times 10^6}{25} \approx 18 \text{ oct}$$

相应的理想输出电平的最大差别高达 108dB。如此之高的电平差,使视频信号的记录必须采取不同于录音技术的处理方法。

4. 磁记录与重放过程中的损耗

(1) 记录去磁损耗。当记录信号的频率较低时,磁头缝隙中的磁场对某一小段磁带的磁化基本不随时间变化,只是空间位置的函数:

$$H_1 = \frac{H_0}{\pi} \left[\arctg\left(\frac{1 + 2x/g}{2y/g}\right) + \arctg\left(\frac{1 - 2x/g}{2y/g}\right) \right] \quad (1.12)$$

式中, H_0 ——磁头工作缝隙中心处的磁场强度;

x, y ——水平方向与垂直方向上偏离磁头工作缝隙中心的距离。

但是,当记录信号的频率较高时,磁头缝隙中的磁场便不仅仅是空间位置的函数,同时也是时间的函数:

$$H_h = H_1 \cos(\omega t + \theta) = H_1 \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} x + \theta\right) \quad (1.13)$$

式中,磁带运动方向上偏离磁头缝隙中心的距离 $x=0$ 时,初相 $\theta=0$ 。式(1.13)所表示的磁场如图 1-4 所示。

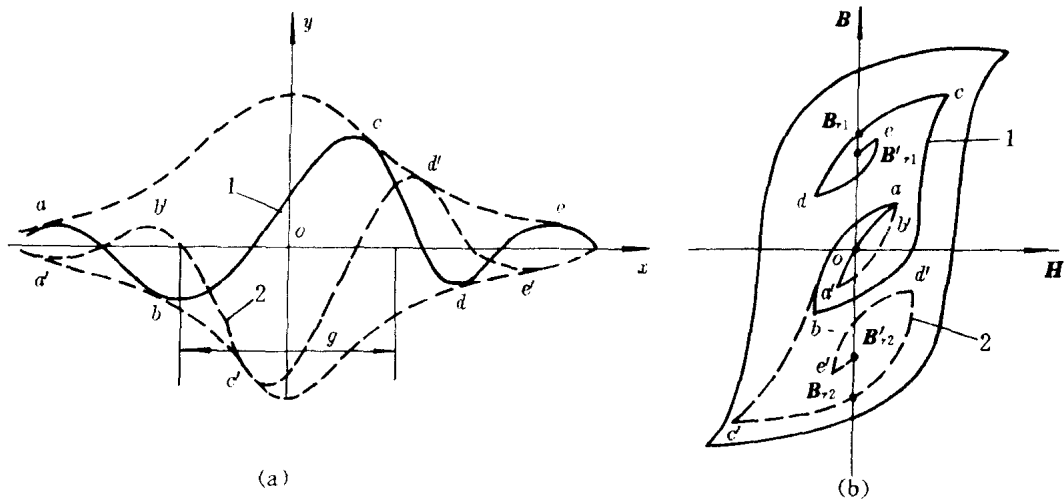


图 1-4 记录去磁损耗的磁化特性

图中可以看到,一小段磁带在磁化过程中,由于记录信号频率过高,同一小段内磁场会发生数次方向和强度上的变化,而磁场方向的改变必然会使磁带上已录剩磁信号被削弱,造成记录去磁损耗。

记录信号频率越高,记录去磁损耗也就越大。在高频记录时,例如对视频信号记录时,为减小记录去磁损耗,要求记录磁头的缝隙宽度 g 应尽可能小,这就使得视频磁头的加工难度大大超过了音频磁头。

(2) 自去磁损耗。自去磁损耗指磁带本身的磁化对磁带磁信号的削弱作用。

记录了信号的磁带离开磁头缝隙后,磁带上的剩磁会在深层磁层中感应出一个与记录剩

磁方向相反的磁场,使重放时磁头工作缝隙所拾得的合成磁场小于原记录的剩磁磁场,形成自去磁损耗。随着记录信号频率升高,记录信号的磁畴有向磁层外表层集中的趋向,使记录层变薄,非记录层相应变厚,造成记录剩磁信号易于建立反向磁场。另外,同极相邻的小磁畴变强,使相互抵消的作用增强,这些都使自去磁损耗增大。

自去磁损耗可用下式表示:

$$L_d(\text{dB}) = 20\lg\left(1 + aN \frac{B_r}{H_c}\right) \quad (1.14)$$

式中, a ——常系数,一般有 $0.5 < a < 1$;

N ——退磁系数,与磁层厚度以及记录波长有关。

(3) 磁带厚度损耗。磁带厚度损耗也是一种高频损耗。当记录信号的频率较高时,磁层中未被磁化的厚度增大;重放时,磁带上剩磁磁场的部分磁力线通过磁层内的未磁化区域形成闭合磁路,不再链过重放磁头线圈,使输出信号减弱而产生磁层厚度损耗。

磁层厚度损耗 L_d 由下式表示:

$$L_d(\text{dB}) = 20\lg\left(\frac{2\pi\delta/\lambda}{1 - e^{-2\pi\delta/\lambda}}\right) \quad (1.15)$$

式中, δ ——磁层厚度(m);

λ ——记录波长(m)。

磁层厚度损耗特性如图 1-5 所示。

(4) 间隔损耗。磁头与磁带之间不可避免的间隔具有很高的磁阻,使磁头与磁带之间的耦合作用减弱,产生所谓的间隔损耗。

当磁头与磁带之间的间隔为 d 时,产生的间隔损耗 L_d 可用下式表示:

$$L_d(\text{dB}) = 20\lg e^{-2\pi d/\lambda} \approx 54.6 \frac{d}{\lambda} \quad (1.16)$$

随着信号频率的升高与记录波长的减小,间隔损耗也相应增大。显然,这也是一种高频损耗。间隔损耗在重放工作状态同样存在。

(5) 重放磁头工作缝隙损耗。由式(1.7)已知,重放磁头缝隙中的平均剩磁 $\overline{B_r}$ 与磁带剩磁 B_r 之间存在 $\overline{B_r} = B_r \frac{\sin(\pi g/\lambda)}{\pi g/\lambda}$ 的关系。在高频下,不能忽略因子 $\frac{\sin(\pi g/\lambda)}{\pi g/\lambda}$,即不存在式(1.8)的关系。这样,耦合到磁头线圈后产生的感应电压可表示为

$$\begin{aligned} e &= E_{mo} \frac{\sin(\pi g/\lambda)}{\pi g/\lambda} \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \\ &= E_m \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \\ E_m &= E_{mo} \frac{\sin(\pi g/\lambda)}{\pi g/\lambda} \end{aligned} \quad (1.17)$$

E_{mo} 为理想重放输出电压幅值。由此可得磁头缝隙损耗

$$L_s(\text{dB}) = 20\lg \frac{E_{mo}}{E_m} = 20\lg \frac{\pi g/\lambda}{\sin(\pi g/\lambda)} \quad (1.18)$$

式(1.18)所示的缝隙损耗特性如图 1-6(a)所示。

该图示出随着 λ 的减小, L_s 逐渐增大,在 g/λ 接近于 1, 2, ... 正整数时, L_s 急剧增大。考虑

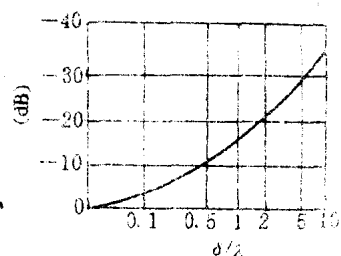


图 1-5 磁层厚度损耗特性

了缝隙损耗后的重放输出特性如图 1-6(b)所示。

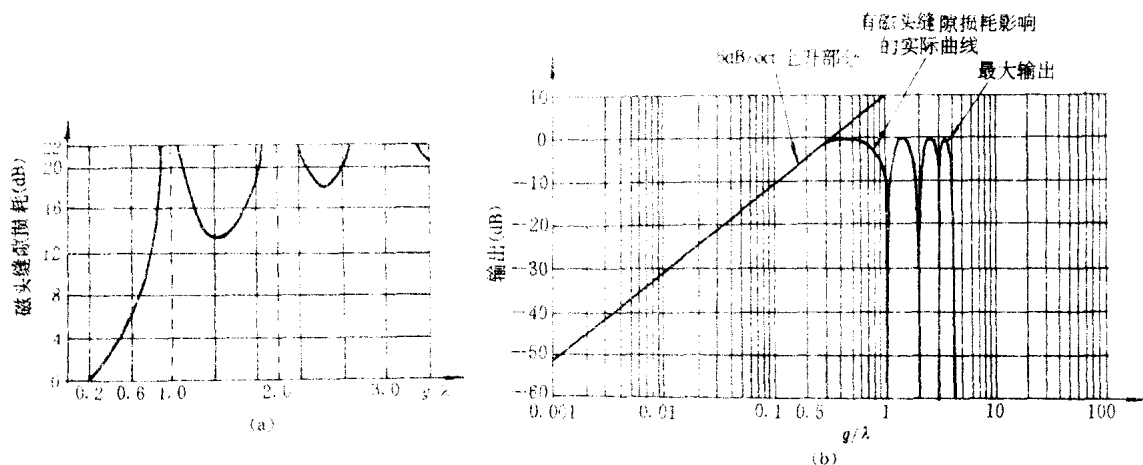


图 1-6 考虑磁头缝隙损耗后的实际重放输出特性

由图 1-6(b)可知,重放输出随着 λ 的减小按 $\sin(\pi g/\lambda)$ 的规律变化,在 g/λ 为整数时,输出为零,并在 $g/\lambda = \frac{1}{2}(2n+1)$ 时达最大值。一般把 $\lambda=g$ 时相应的信号频率称为临界频率 f_c 。为避免重放输出出现过大的跌落,通常选择 $g \leq \frac{1}{2}\lambda_{\min}$,即磁性录放系统所能录放的信号最高频率不得大于临界频率的一半。

(6)方位角损耗。在理想录放情况下,重放磁头与记录磁头工作缝隙的方向应完全相同,才能得到最佳的录放效果。但是实际上,重放磁头与记录磁头工作缝隙的方位总存在偏差,沿缝隙各点所对应的磁迹相位并不完全一致,以致于各点上的剩磁磁通不是同相叠加的结果,造成输出下降,产生所谓方位角损耗。

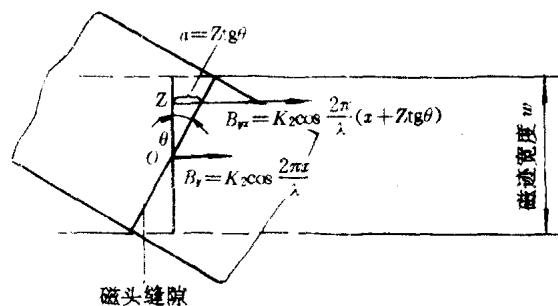


图 1-7 方位角损耗示意图

如图 1-7 所示,设磁迹宽度为 w ,工作缝隙沿磁迹方向上的投影为 a ,若重放磁头工作缝隙方向与记录磁迹的磁化方向间

存在方位偏差 θ ,便有 $a = Z \tan \theta$,其中 Z 为偏离磁迹中心的距离。相应地,在工作缝隙中任一点的剩磁即可表示为

$$B_r = K I_m \sin \frac{2\pi}{\lambda} (x + Z \tan \theta)$$

重放磁头工作缝隙中的剩磁平均值为

$$\bar{B}_r = \frac{1}{a} \cdot \frac{1}{g} \int_{-g/2}^{g/2} \int_{-w/2}^{w/2} B_r dx dz = K I_m \frac{\sin(\pi g/\lambda)}{\pi g/\lambda} \cdot \sin 2\pi \frac{x}{\lambda} \cdot \frac{\sin \pi w \tan \theta/\lambda}{\pi w \tan \theta/\lambda} \quad (1.19)$$

相应的输出电压幅值为

$$E_m = E_m \frac{\sin(\pi g/\lambda)}{\pi g/\lambda} \cdot \frac{\sin(\pi w \tan \theta/\lambda)}{\pi w \tan \theta/\lambda} \quad (1.20)$$

在 θ 为零时, 输出最大值与式(1.18)相同。方位角损耗可表示为

$$L_{\theta}(\text{dB}) = 20\lg \left| \frac{E_m}{E_m} \right|_{\theta=0} = 20\lg \left| \frac{(\pi w \lg \theta) / \lambda}{\sin(\pi w \lg \theta / \lambda)} \right| \quad (1.21)$$

当 θ 很小时, $\lg \theta \approx \theta$, 有

$$L_{\theta}(\text{dB}) = 20\lg \left| \frac{\pi w \theta / \lambda}{\sin(\pi w \theta / \lambda)} \right| \quad (1.22)$$

方位角损耗会引起输出电压的跌落, 尤其会引起重放信号中的高频成分的损失。但是在家用录象机及 Hi-Fi 录音中, 为提高记录密度, 取消了相邻磁迹间的保护带(即间隔), 这时通常都采用相邻磁迹具有不同的磁化方位角的方位角记录方式, 利用方位角损耗来抑制相邻磁迹间的串扰。

1.2.2 录象机信号的磁记录

1. 视频信号的磁记录

视频信号包括亮度信号与色度信号两部分。在录象技术中, 通常采用亮度-色分离的处理方式, 将亮度信号作低载频浅调制的调频处理(详见第2章介绍)。这种亮度调频信号的幅度经过严格的限幅处理, 是一种等幅调频波。由于波形的失真并不影响携带信号信息的频率变化(见图1-2), 因此在记录时完全可以不加入偏磁。至于由波形的非正弦失真而产生的高次谐波, 其频率已经超出了磁头磁带系统的频率响应范围, 同时也可以利用低通滤波的方法将其除去。

在 VHS 系统中, 亮度调频信号的载频为 3.8~4.8MHz, 色度信号则在记录前利用差拍的方法将其频率降低至 0.627MHz。在偏磁记录方式中, 要求偏磁电流频率应高于记录信号频率至少两倍以上, 这样, 在亮度信号作调频处理、色度信号作降频处理的录象系统中, 刚好可以利用等幅的亮度调频信号兼作色度信号的记录偏磁, 使图象信号在记录处理过程中可以不必设置专门的偏磁电路。

至于色度降频信号与亮度调频信号在偏磁记录中幅度方面的要求, 可以由色度与亮度通道的增益控制来满足。

2. 音频信号的磁记录

普通 VHS 系统音频(即图象伴音)信号的磁记录与一般的磁带录音处理完全相同, 需设置一个 50~200kHz 的单频等幅超音频振荡器, 为伴音信号的记录提供偏磁电流。这一超音频振荡器通常还同时向录象机的全消磁头提供消磁电流。

一些新型录象机如 S-VHS, Hi8 等, 为提高伴音信号的录放质量, 采用了立体声调频处理或数字音频技术的脉冲编码调制(PCM)等记录方式。这些记录方式不需要作偏磁处理, 但是需采用多工处理方法, 或者利用时分多工方式将数字音频信号记录在磁迹的某一段(如 Hi8); 或者利用频分多工方式将调频伴音信号记录在磁带上同一位置磁迹的深层。其基本的工作原理是记录过程的厚度损耗, 使不同频率的视频与音频信号可以记录在磁带磁层的不同深度(如 S-VHS)。伴音信号的这些记录方式可以大幅度地提高信号的动态范围并改善频响。

本书将在第6章对这些记录方式作较为详细的介绍。

1.2.3 螺旋扫描的磁记录方式

1. 螺旋扫描方式

式(1.1)表明,受磁头工作缝隙宽度 g 制约的记录波长 λ 一旦确定,提高记录信号频率的唯一途径就是提高磁头与磁带间的相对速度。将磁头安装在直径数厘米至十几厘米的圆形金属“鼓”边缘,使这个磁头鼓高速旋转,便可以获得很高的线速度。然而,如果高速旋转的磁头沿磁带低速移动的方向作水平扫描,势必造成扫描磁迹的重叠。为避免这种重叠现象,可以使磁鼓旋转的线速度方向与磁带运动方向保持一定的角度,即将磁鼓相对于磁带走带方向倾斜安装,使磁带以螺旋形状包绕在磁鼓上,这样,磁头在磁带上的扫描轨迹将与磁带运动方向保持一定的倾斜角度,形成所谓的螺旋扫描,如图 1-8 所示。上述倾斜角度,即为螺旋扫描方式的磁迹倾角 θ 。

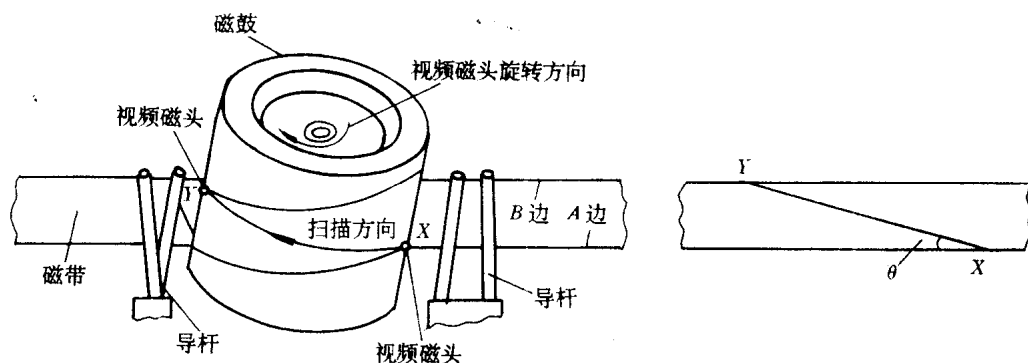


图 1-8 螺旋扫描方式

在图 1-8 中,磁带上边沿 X 点至下边沿 Y 点的整条螺旋线,都与磁头处于同一旋转平面上,磁头对整条磁迹的扫描从 X 点开始,通过包绕着的磁带到 Y 点结束,扫描出的磁迹宽度 w 等于磁头工作缝隙厚度。在磁头扫描这条磁迹的时间内,低速移动的磁带只走过很短的距离,其值 $L = w / \sin \theta$ 。

在两磁头录象机中,两个磁头互呈 180° 安装在磁鼓外缘。若磁鼓的转速等于视频信号的帧频即 25r/s ,那么它准确旋转一周的时间恰好是一个帧周期,而每个磁头的扫描时间则是一个场周期。准确地控制视频磁鼓的旋转相位,即可使每个磁头把一场信号记录在一条磁迹上。

标准 VHS 录象机视频磁头鼓直径 $\phi = 62\text{mm}$, PAL 制工作方式的转速 $n = 25\text{r/s}$,鼓外沿线速度

$$V_H = \pi n \phi = \pi \times 25\text{r/s} \times 62\text{mm} = 4.87\text{m/s}$$

标准走带速度 $V_T = 23.39\text{mm/s}$,鼓转向与带走向仅相差不足 6° 的倾角 θ ,所以磁头磁带的相对速度

$$V_o = V_H - V_T / \cos \theta \approx V_H - V_T = 4.846\text{m/s}$$

2. VHS 磁迹格式

VHS 录象机使用 12.70mm 即所谓大 $\frac{1}{2}\text{in}$ 的盒式磁带,磁带实际宽度为 12.65mm ,视频磁迹长度为 102.5mm ,宽度为 $48.6\mu\text{m}$,视频磁迹 1 与 2 的记录方位角分别为 $+6^\circ$ 与 -6° ,两个