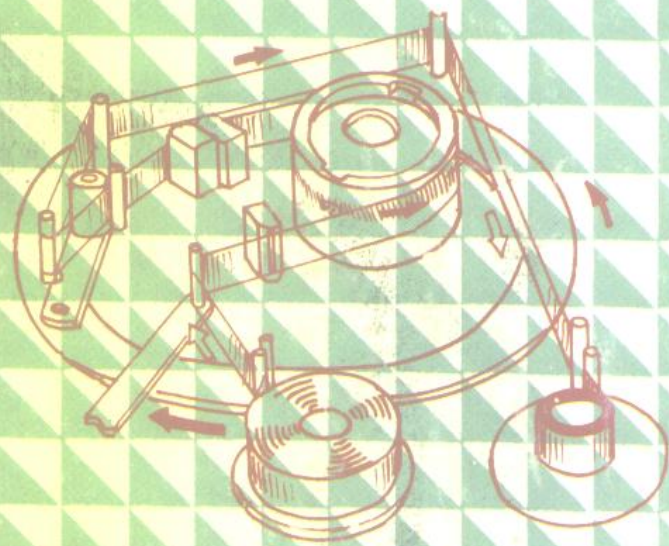


磁带录像机原理与调试

武世鹏 董美云 编著



2114

电子工业出版社

73.46202

313

磁带录像机原理与调试

武世鹏 董美云 编著



电子工业出版社

8810551

内 容 提 要

本书全面阐述了磁带录象机技术。书中首先介绍了录像机的基本原理和各种格式标准,然后在此基础上进一步介绍了视频系统、伺服系统、机械控制系统、机械系统、音频系统、电子编辑系统等的原理和工作实例,最后介绍了录像机的实用测试技术。本书介绍的主要格式和实例虽是VHS型(大 $\frac{1}{2}$ 英寸)录像机,但也兼顾介绍了U型($\frac{3}{4}$ 英寸)、BETA型(小 $\frac{1}{2}$ 英寸)等格式。对于广大的从事磁带录像机科研、生产、维修、使用的科技人员和技术工人来说,本书是一本实用的科技读物和自修读本。

DT89/19

磁带录像机原理与调试

武世鹏 董美云 编著

责任编辑 王德声

封面设计 冯梦波

出版(北京海淀区万寿路)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

工程兵印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米1/16 印张: 18.25 字数: 441千字

1988年3月第一版 1988年5月第一次印刷

印数: 1—30200册 定价: 4.85元

ISBN 7-5053-0063-6/TN·61

前 言

磁带录像机是近几年发展最迅速的一种电子产品，在短短的十年中，它的世界年产量由10万台猛增到3000万台以上，其生产发展速度之快和应用范围扩展之广都远远超过了过去的电视产品，因而得到了“电子工作新宠儿”的美称。

磁带录像机的出现也大大促进了电视工业的发展，并扩大了电视设备的应用范围。现在，录像机不但广泛用于广播、教育、工业、国防、医疗、科研等各种部门，而且也进入了家庭，在家庭娱乐和家庭教育中发挥愈来愈大的作用，成为先进工业国家中人民生活不可缺少的家用电器之一。

在我国，随着国民经济的发展和人民生活水平的提高，录像机的应用领域正在迅速扩大，数量和品种也在不断增加，这一切都说明我国也必然会象其它工业发展国家一样，迎来录像机“起飞发展”的时期。

为了适应我国电子事业发展的需要，为了促进录像机这门新技术的发展，我们编著了本书，供从事录像机生产、研制、使用、维修等方面的工作人员使用和参考。

本书共分十章，系统地介绍了录像机的基础知识、格式类型、电路系统、机械系统、测试技术等。其中第一章至第七章由武世鹏执笔，第八章至第十章由董美云执笔。在编著本书的过程中，电子工业部通广局总工程师隋经义同志、广播处副处长施国强同志给予了很大帮助，北京广播学院林正豹同志对全书进行了审阅和修正特此表示衷心的感谢。

由于作者的水平有限，录像机又是一门新兴的发展很快的技术，所以本书肯定存在不够完善或谬误之处，如蒙有关专家给予批评指正，则作者幸甚。

武世鹏 董美云

1986年5月

目 录

第一章 概述	(1)
1.1 录像机的发展过程.....	(1)
1.2 录像机的技术特点及其进展情况.....	(2)
1.3 编写本书的指导思想.....	(4)
第二章 磁带录像机基础知识	(7)
2.1 基本磁学知识.....	(7)
2.1.1 描述磁场特性的物理量.....	(7)
2.1.2 磁滞曲线.....	(8)
2.1.3 硬磁性物质和软磁性物质.....	(9)
2.2 磁性录放原理.....	(10)
2.2.1 磁性记录原理.....	(10)
2.2.2 记录过程中的磁场分布和各种损耗.....	(11)
2.2.3 重放过程和重放特性曲线.....	(15)
2.2.4 重放过程中的各种损耗.....	(18)
2.2.5 磁头磁带系统的实际录放特性.....	(23)
2.2.6 消磁原理.....	(24)
2.3 录放视频信号的技术特点.....	(25)
2.3.1 提高上限记录频率的方法——采用旋转磁头鼓.....	(25)
2.3.2 提高视频频带宽度的方法——采用调频记录.....	(26)
2.3.3 彩色化措施.....	(28)
2.4 录像机的磁头系统和扫描方式.....	(33)
2.4.1 视频磁头的扫描方式.....	(34)
2.4.2 视频磁头鼓组件.....	(39)
2.4.3 视频磁头.....	(42)
2.5 磁迹位形图.....	(47)
2.5.1 磁迹位形图的内容和要求.....	(47)
2.5.2 螺旋扫描方式磁迹位形图的计算.....	(49)
2.5.3 磁迹位形图的座标表示法.....	(51)
2.6 视频磁带.....	(55)
2.6.1 视频磁带的构造.....	(55)
2.6.2 视频磁带的电磁特性.....	(56)
2.6.3 视频磁带的机械特性.....	(57)
2.6.4 视频磁带的种类.....	(58)
2.7 磁带录像机的组成.....	(59)
第三章 磁带录像机的主要类型及技术规范	(62)
3.1 两英寸四磁头横向磁迹录像机.....	(63)
3.2 1英寸C型录像机.....	(65)
3.3 1英寸B型录像机.....	(68)

3.4	U型盒式录像机	(70)
3.5	VHS型盒式录像机	(74)
3.6	BETA型盒式录像机	(77)
3.7	BETACAM型录像系统	(81)
3.8	RECAM (M) 型录像系统	(84)
3.9	Quarter CAM型录像系统	(87)
3.10	8毫米录像系统	(90)
3.11	MII型录像系统	(93)
第四章	视频录放系统	(98)
4.1	窄带调频工作原理	(99)
4.1.1	窄带调频的必要性及其特点	(99)
4.1.2	频率调制的理论基础	(100)
4.1.3	窄带调频的矢量表示法	(101)
4.1.4	视频调频信号的技术参数	(102)
4.1.5	视频调频系统的噪声和信噪比	(104)
4.1.6	视频调频系统的失真	(105)
4.2	视频信号系统的构成与方框图	(108)
4.2.1	高带调频方式的视频信号系统	(108)
4.2.2	亮度调频 - 色度降频方式的视频系统	(112)
4.3	组成视频信号系统的基本电路	(121)
4.3.1	记录系统的基本电路	(121)
4.3.2	重放系统的基本电路	(125)
第五章	伺服系统	(134)
5.1	伺服系统的组成与基本要求	(134)
5.2	伺服系统基本工作原理	(136)
5.2.1	相位伺服环路	(136)
5.2.2	速度伺服环路	(142)
5.2.3	伺服系统的传递函数	(143)
5.3	磁头鼓伺服系统	(144)
5.3.1	磁头鼓伺服系统的两个环路	(144)
5.3.2	磁头鼓伺服系统的方框图及信号流程	(146)
5.4	主导轴伺服系统	(148)
5.5	静止图像和慢速动作重放状态的实现方法	(152)
5.5.1	实现无噪声慢速动作的基本要求和方法	(153)
5.5.2	慢放伺服系统实例	(156)
5.5.3	慢速重放状态对磁头鼓伺服系统的要求	(158)
5.5.4	消除慢速重放噪声带的其它措施	(158)
5.6	快速搜索状态的实现方法	(159)
5.6.1	快速搜索状态时的噪声带	(160)
5.6.2	快速搜索状态的伺服方法	(162)
5.6.3	磁头磁带相对速度的校正	(163)
5.7	自动扫描跟踪(AST)系统	(163)

5.7.1	AST视频磁头组件	(163)
5.7.2	AST伺服系统	(164)
第六章	机械控制与保护系统	(168)
6.1	概述	(168)
6.2	基本工作原理	(168)
6.2.1	基本工作原理与框图	(168)
6.2.2	逻辑控制电路	(169)
6.2.3	执行元件	(169)
6.2.4	自动保护的要求与实现方法	(170)
6.3	普通的机械保护与控制系统	(172)
6.3.1	主要功能	(172)
6.3.2	工作原理与实现方法	(173)
6.4	采用微计算机的机械控制与保护系统	(180)
6.4.1	组成与工作原理	(181)
6.4.2	主要功能	(182)
6.4.3	操作键盘	(183)
6.4.4	遥控操作和传输方式	(185)
6.4.5	工作流程图	(188)
6.4.6	实例	(196)
第七章	机械系统	(199)
7.1	概述	(199)
7.2	螺旋扫描录像机机械走带系统的组成	(199)
7.3	螺旋扫描录像机机械走带系统的主要部件和工作原理	(201)
7.3.1	磁带恒速驱动机构	(201)
7.3.2	张力调整机构	(204)
7.3.3	供带盘和收带盘的驱动与制动机构	(205)
7.3.4	磁带盒弹出机构	(205)
7.4	VHS型录像机机械系统	(208)
7.4.1	M形自动加载和走带系统	(208)
7.4.2	驱动元件及驱动方法	(209)
7.4.3	工作实例	(213)
7.5	U型录像机机械系统	(218)
7.5.1	U型自动加载和走带系统	(218)
7.5.2	稳定走带的条件	(219)
7.5.3	驱动元件及驱动方法	(220)
7.6	BETA型录像机机械系统	(221)
7.6.1	U形自动加载和走带系统	(222)
7.6.2	磁头鼓组件	(223)
7.6.3	新U型加载走带系统	(224)
第八章	电子编辑系统	(226)
8.1	概述	(226)
8.2	编辑系统的组成与要求	(227)

8.2.1	简易编辑方法	(227)
8.2.2	标准编辑系统	(228)
8.3	具有编辑功能的录像机	(229)
8.3.1	概述	(229)
8.3.2	磁头系统	(230)
8.3.3	定时控制电路	(233)
8.3.4	主导轴伺服系统	(236)
8.3.5	预置倒带电路	(237)
8.3.6	成帧控制	(239)
8.4	自动编辑控制器	(239)
8.4.1	功能与组成	(239)
8.4.2	操作控制顺序	(241)
8.4.3	自动编辑与确定编辑点的方法	(341)
第九章	音频录放系统	(247)
9.1	概述	(247)
9.2	典型音频系统	(247)
9.2.1	记录与配音状态	(247)
9.2.2	重放状态	(248)
9.2.3	频率特性与均衡器	(249)
9.3	高保真度(HiFi)音频系统	(251)
9.3.1	技术特点	(251)
9.3.2	VHS HiFi音频系统	(252)
9.3.3	BETA HiFi音频系统	(256)
第十章	录像机测试技术	(260)
10.1	概述	(260)
10.1.1	测试环境	(260)
10.1.2	测试专用术语和有关规定	(260)
10.2	整机技术指标的测试	(261)
10.2.1	功能检查	(262)
10.2.2	视频指标测试	(263)
10.2.3	音频指标测试	(272)
10.2.4	机械指标测试	(273)
10.3	局部技术指标的测试	(275)
10.3.1	视频电路的测试	(275)
10.3.2	机械性能的测试	(280)

第一章 概述

近几年来,随着电子技术的迅速发展,在电子工业中升起了一颗耀眼的新星,它照亮了整个电视工业,给电视工业带来了新的希望和发展,这颗新星就是被誉为“视频明珠”和“电子工业新宠儿”的小型彩色盒式录像机。

大家知道,人类自古以来就希望创造一种能够记录和重现自然界的各种图像和声音的方法,而录像机恰恰是满足人类这种愿望的理想工具。因此,当大型录像机刚刚一出现,便立即受到广播电视和各种专业部门的高度重视。但是,由于设备复杂、价格昂贵,这种录像机仅能在少数领域中使用。随后,经过几年的探索和努力,在1975年,小型彩色盒式录像机终于突破了技术难关,以优良的图像质量和合理的价格出现在消费市场上。小型录像机的出现受到了用户的热烈欢迎,用户的巨大需求量又反过来促进研制和生产部门的积极性,于是录像机便以惊人的速度发展起来,短短几年时间便在家用电器行列中占据了首席位置,现在已成为电视领域中不可缺少的设备。

按照使用范围的不同,录像机大致可以划分为三类:广播电视台范围的高档录像机;各种闭路电视范围的专业录像机;家用录像机。从技术角度看来,这三类录像机既有很多的共同点,也有很大的差别。它们的共同点主要是工作原理相同,无论哪类录像机,它的记录形式都属于磁记录范畴,它的记录媒质都是磁带,它的换能器件都是磁头。它们的差别主要是追求的目标和设计的出发点不同,因而采取的技术措施不同。

根据录像机的上述特点,为了全面的学习和掌握录像机技术,就要兼顾两个方面:一方面要学习和掌握基本工作原理,其中包括磁性记录原理、彩色电视原理、电机与伺服技术、精密机械技术等等;另一方面要学习和掌握各种录像机所采取的特殊技术措施,其中包括各种录像机的格式、磁迹位形图、装卸磁带与走带系统、视频信号的记录形式等等。本书就是按照这两个方面的内容,以采用螺旋扫描方式的盒式录像机为主进行介绍。考虑到目前我国录像事业发展的需要,考虑到我国还非常缺乏系统介绍录像技术的书籍。作者相信本书至少能起一个抛砖引玉的作用,一石激起千重浪,在我国电视界中引出一批水平更高的论著出来,满足我国录像技术发展的需要。

1.1 录像机的发展过程

磁性记录的设想最早是美国人史密斯(O. Smith)于1888年提出的,随后,1898年丹麦人波尔森(V. Poulsen)发明钢丝录音机,第一个通过磁畴的取向录放了声音信号,为磁性记录奠定了技术基础。1928年德国人弗勒马(P. Phleumer)发明细颗粒磁粉涂敷磁带,用磁带代替钢丝作为记录媒质,使录音机进入了实用阶段。以后,随着录音技术的不断进步,人们开始研究磁带录像技术。经过长期的探索和努力,1951年美国RCA公司在录音技术的基础上制成世界上第一台固定磁头式录像机,但是由于这种录像机存在一些明显的缺点,所以没有推广应用。1956年美国安派克斯(Ampex)公司研制出一种四磁头横向扫描的磁带录像机,使录像机开始进入实用阶段。在这种录像机中,针对固定磁头式录像机的缺点,采用视频信号调频记录来解决视频信号相对频带过宽的问题,采用旋转磁

头提高磁头磁带相对速度和降低磁带速度来解决磁带消耗量过大和磁带速度不易控制的问题。安派克斯公司研制的这些技术一直沿用至今，是录像机中采用的基本技术。四磁头横向扫描录像机虽然成功地解决了一些问题，但是设备过于庞大复杂，因此只适于在广播电视领域中使用。为了把录像机推广应用到专业领域中去，1959年日本东芝公司研制出了单磁头螺旋扫描录像机。1961年日本胜利（JVC）公司研制出了两磁头螺旋扫描录像机，这些录像机的出现，使小型专业用录像机开始进入实用阶段。随后，由于新型磁性材料、晶体管、集成电路的出现和应用，录像机发展很快。1969年日本电子工业联合会宣布了1/2英寸开盘式录像机的标准。1970年日本松下、胜利、索尼三个公司联合研制出了3/4英寸U型彩色盒式录像机。这种录像机与以前生产的录像机相比、具有图像质量好、操作简单、功能全面、性能优良、使用盒式磁带、便于电子编辑等许多优点，因而在专业领域中迅速得到了应用。但是U型录像机要想进一步应用到家庭或其它消费领域中去，还存在着体积大、每盒磁带只能录放一小时、价格较贵等缺点。所以从1973年开始，世界各国开始积极研制小型家用录像机。1975年松下公司首先发表VX2000型单磁头盒式录像机，同年索尼公司发表BETA型双磁头盒式录像机。1976年东芝和三洋公司联合发表VCord型录像机，同年胜利公司发表VHS型双磁头盒式录像机。接着在1978年西德根德公司发表SVR型盒式录像机，1979年荷兰菲力普公司发表V2000型盒式录像机。这一系列家用录像机的出现，标志着录像技术已经进入了成熟的阶段，是录像技术发展过程中的一个重要里程碑。在激烈的竞争中，性能优良和价格合理的VHS型及BETA型录像机逐渐打败了各个对手，垄断了录像机市场。目前VHS型录像机已经占世界上各种录像机总产量的90%左右，BETA型录像机占10%左右，其余录像机占1%左右。

在小型盒式录像机迅速发展的同时，高质量的广播用录像机也出现采用螺旋扫描方式的第二代产品。1976年至1977年美国安派克斯公司和日本索尼公司相继研制出采用1英寸磁带的螺旋扫描式录像机，这种录像机在美国广播工作年会展出时受到了一致好评。经过各国专家的协商、推荐并制定出便于互换的统一规格，它被命名为C格式录像机。与此同时，西德博施（Bosch）公司也研制出一种分段式的采用1英寸磁带的螺旋扫描录像机，经过讨论，由国际电工委员会命名为B格式录像机。这两种录像机的性能质量都达到了广播电视部门所要求的性能质量，同时又具有可靠性高、磁带消耗量较小等优点，因而很快地取代了复杂笨重的四磁头横向扫描录像机。目前，B型录像机主要在欧洲地区使用，C型录像机主要在美日等国使用。我国中央电视台1981年决定淘汰四磁头横向扫描录像机，并规定以C型录像机作为各电视台的主要录像设备。

1. 2 录像机的技术特点及其进展情况

迄今为止，得到普遍应用的、能同时记录贮存图像和声音信号，并能进行重现的主要设备有三种：电影设备、磁带录像设备、电视唱片（又称视频圆盘）。在这三种方式中，磁带录像机具有以下一些特殊的优点：

（1）可以同时记录彩色图像信号和声音信号。记录后可以立即进行重放，因而具有随时可以监看和监听的优点。

（2）不需要的图像和声音信号可以随时从磁带上消去，因而具有能多次消去再重

新记录的优点。

(3) 声音信号可以单独消去、单独记录，因而，后期配音极为方便。

(4) 在体积很小的磁带盒中能记录大量的信息，记录密度高、贮存和运输方便。

(5) 能够用电子方法进行节目编辑，很容易把不同素材磁带上的镜头和画面接起来，构成一个完整的节目。这种方法与机械剪辑相比，具有迅速、方便，不损伤记录媒质的优点

(6) 与电影相比，录像设备的操作简单，使用方便。

由于录像机具有上述许多优点，所以是目前应用最广的记录、贮存和重现声像信号的工具。但是磁带录像也存在着一个很大的缺点，这就是录像机录放图像信号的清晰度远远不如电影设备，因此提高录像机录放图像信号的清晰度一直是录像技术的主要追求目标之一。

从技术角度看来，在磁头和磁带水平相同的情况下，为了提高图像质量，亦即提高图像的清晰度和信噪比，最有效的措施是提高磁头磁带相对速度 v_0 和增加视频磁迹宽度 T 。但是在记录同样频率的信号时，根据磁性记录原理，提高磁头磁带相对速度相当于加长记录波长 λ ，再进一步考虑到这个信号每个周期在磁带上占有的面积 S 等于记录波长 λ 与磁迹宽度 T 的乘积，因此可以得出以下推论：提高磁头磁带相对速度 v_0 会引起加长记录波长 λ ， λ

的加长会引起加大记录面积量 S ， S 的加大会引起磁带消耗的增加和记录密度的降低。也就是说，为了改善图像质量所付出的代价是降低记录密度。而这又将导致磁带消耗量增加、使用不便、制造困难、设备体积加大、价格上升等一系列缺点随之出现。因此实际上不同用途的录像机只能根据使用部门的技术要求和当前磁性材料的水平，在图像质量和记录密度两方面选取一种为用户接受的折衷方案。为了提高这种“折衷”的水平，也就是说在维持同等图像质量的情况下提高记录密度，其唯一的途径就是提高磁头磁带材料的性能和加工的水平。为此，三十多年来世界各国在提高磁性材料性能及其加工技术方面作出了

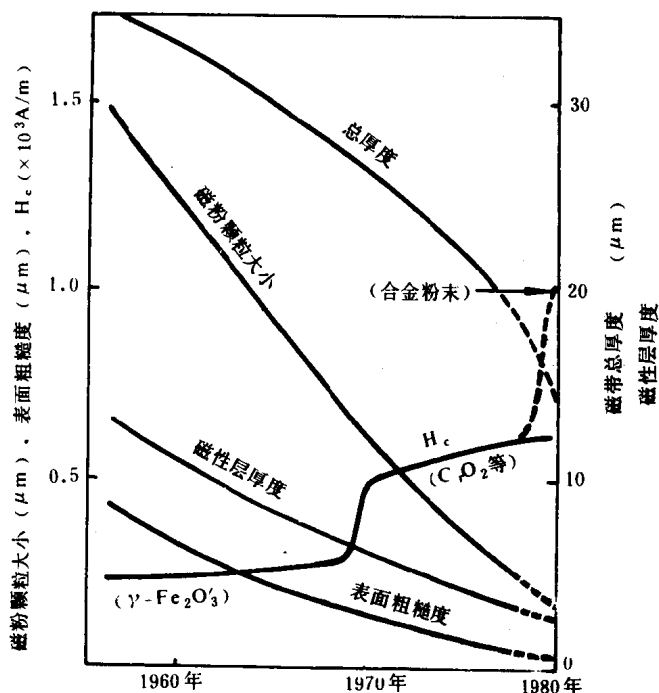


图1-1 录像磁带主要性能发展情况

极大的努力，也取得了辉煌的成果。在刚开始研制录像机时，录像磁带只具有与录音磁带大致相同的性能，而现在使用的高密度视频磁带，在磁粉颗粒大小、表面粗糙度以及矫顽力 H_c 等重要性能上都比原始的录像磁带提高数倍以上。在图1-1中画出了从六十年代到八十年代，录像磁带各项主要指标的提高情况。从中可以看出，录像磁带的发展是十分迅速的。

在磁带发展的同时，另一个重要的部件——视频磁头也取得长足的进步，与1956年美国安培公司研制的铁铝合金磁头（用于四磁头横向扫描录像机中）和随后出现的铁铝硅（Sendust）合金磁头相比，现在使用的单晶铁氧体磁头和多晶热压铁氧体（HPF）磁头有着优良得多的特性。其使用寿命提高大约十倍，频率范围增加了一倍，记录波长减小到1/5左右。

磁头磁带技术的发展，使得录像机的性能不断提高，在维持同样图像质量的情况下，大约每过十年记录密度便增加十倍。1956年研制的第一台黑白四磁头录像机，尽管取用了诸如旋转磁头等很多重要技术，但是它的磁带消耗量仍然高达 $69.7\text{m}^2/\text{h}$ 。也就是说，用标准的2英寸磁带播放一小时节目，需要一千四百米长的磁带，把它们卷绕在磁盘上以后，所占的体积几乎相当于一只手提公文箱的体积。但是经过二十多年以后，1983年研制的高密度记录式广播用Quarter Cam式录像机，尽管图像质量远远超过1956年出现的四磁头录像机质量，但是其磁带消耗量为 $2.69\text{m}^2/\text{h}$ ，仅仅是四磁头录像机磁带消耗量的1/25。

相比之下，在专业用和家用录像机领域中，记录密度的提高就更为惊人。与广播用的高档录像机不同，这种录像机追求的主要目标是性能稳定、操作简单、小型轻量、可靠性高等，因此在对图像质量和记录密度两项主要性能进行折衷考虑时，用户更为重视的是提高记录密度。为此，家用录像机采用了一系列提高记录密度的新技术；使录像磁带的单位时间消耗量大大减少，几乎接近于目前录音磁带的消耗水平。例如，BETA-III型录像机的磁带消耗量为 $0.51\text{m}^2/\text{h}$ ，是四磁头录像机磁带消耗量的0.73%；BETA（PAL制）型录像机的磁带消耗量为 $0.85\text{m}^2/\text{h}$ ，是四磁头录像机磁带消耗量的1.2%；VHS（PAL制）型录像机的磁带消耗量为 $1.06\text{m}^2/\text{h}$ ，是四磁头录像机磁带消耗量的1.5%；8毫米视频系统的磁带消耗量为 $0.577\text{m}^2/\text{h}$ （PAL制），是四磁头录像机磁带消耗量的0.8%。现在，在图像录放质量比较优良的情况下，重放一小时节目需要的磁带体积已经缩小到一只香烟盒那么大小。这样一来，就大大提高了录像磁带在使用、贮存和运输时的机动性和实用性，为录像机扩大应用范围提供了良好的基础。

为了便于读者了解录像机的技术进展和机型变化，在表1-1中列出了从1956年至1983年间出现的录像机主要类型及其技术性能和用途。

从表1-1中可以看出，录像机的发展过程是沿着一条指导思想进行的。这条指导思想就是：在保证图像质量满足用户要求的前提下，不断提高密度，不断降低磁带消耗量，不断减小录像机的体积重量，以便使录它机使用起来更方便、更机动、更能满足各种使用部门的要求。

在录像机的发展过程中，最为重要的是磁性材料的性能及其加工技术，它的进步和发展是录像机取得巨大发展的决定性因素。以优良的磁性材料为基础，再加上扫描方式的改进。电子技术的不断进步，盒式磁带及其加载系统的研制成功，精密机械技术的配合等等，使得录像机从广播领域发展到了专业领域，随后又进入了家庭消费领域，从质量到产量都发生了巨大的变化和进步，成为电视工业的骄子，成为人类进入信息时代的不可缺少的工具。

1.3 编写本书的指导思想

录像机技术的发展历史造成它在技术上具有如下一些特点：

表1-1 录像机的主要类型性能表

格式 (电视制式)	研制者	发表日期	记录扫描方式	磁带类型	磁带消耗量	主要视频指标	用途
四磁头录像机 (PAL制)	安派克斯公司 (美)	1956年	分段式横向磁迹扫描方式	2英寸 盘式磁带	72.6m ² /h	频带宽度 6MHz S/N 46dB	广播电视
C型录像机 (PAL制)	安派克斯公司 索尼公司	1976年	不分段螺旋扫描方式	1英寸 盘式磁带	21.9m ² /h	频带宽度 5MHz±0.5dB 5.5MHz-3dB S/N 44dB	同上
B型录像机 (PAL制)	博施公司 (西德)	1979年	分段式螺旋扫描方式	1英寸 盘式磁带	22.2m ² /h	频带宽度 5MHz±0.5dB 5.5MHz-3dB S/N 4.5dB	同上
U型录像机 (PAL制)	索尼公司 松下公司 胜利公司	1970年	不分段螺旋扫描方式	3/4英寸 盒式磁带	6.5m ² /h	清晰度 黑白: 340线 彩色: 260线 S/N 黑白: 49dB 彩色: 46dB	专业 部门
BETA录像机 (PAL制)	索尼公司 (日)	1978年	不分段螺旋扫描方式	1/2英寸 盒式磁带	0.85m ² /h	清晰度 黑白: 280线 彩色: 260线 S/N 黑白: 45dB 彩色: 43dB	家用 专业用
VHS录像机 (PAL制)	胜利公司 (日)	1977年	不分段螺旋扫描方式	1/2英寸 盒式磁带	1.07m ² /h	清晰度 黑白: 280线 彩色: 240线 S/N 43dB	同上
SVR录像机 (PAL制)	根德公司 (西德)	1978年	不分段螺旋扫描方式	1/2英寸 盒式磁带 (双面)	1.8m ² /h	清晰度 S/N	同上
V2000录像机 (PAL制)	菲力普公司 (荷兰)	1979年	不分段螺旋扫描方式	1/2英寸 盒式磁带 (双面)	0.56m ² /h	清晰度 240线 S/N 40dB	同上
8毫米视频系统 (PAL制)	索尼、松下、 胜利、日立、 菲力普等公司	1983年	不分段螺旋扫描方式	8毫米 盒式磁带	0.58m ² /h	清晰度 240线 S/N 40dB	同上
BETACAM录像机 (PAL制)	索尼公司	1983年	不分段螺旋扫描方式	1/2英寸 盒式磁带	4.64m ² /h	宽度 亮度 4.1MHz ^{+0.5dB} -6 频带 色度 1.5MHz-3dB 亮度 47dB S/N 色度 49dB	广播电视
RECAM录像机 (PAL制)	松下公司	1983年	不分段螺旋扫描方式	1/2英寸 盒式磁带	8.59m ² /h	频带 亮度 3.6MHz-3dB 宽度 色度 1.0MHz-3dB 亮度 44dB S/N 色度 46dB	同上
Quarter-CAM 录像机(PAL制)	博施公司	1983年	不分段螺旋扫描方式	1/4英寸 盒式磁带	2.69m ² /h	频带 亮度 3.6MHz 宽度 亮度 1.2MHz 亮度 46dB S/N 色度 46dB	同上

(1) 技术内容广泛: 录像技术是现代科学技术的结晶, 它包含的技术内容主要有: 彩色电视技术、磁性材料及其加工技术、微计算机技术、伺服技术、电动机技术、电子电路基础、精密机械技术等等非常广泛的内容。

(2) 品种规格繁多: 近几年来录像机发展极快, 由于各国争相研制, 其结果是出现多种录像机格式并存的局面。由于不同格式的录像机电气和机械系统不同, 磁带尺寸结构不同, 因而没有互换性, 给用户造成很大不便。这是录像机在发展过程中出现的一个特殊

问题。

(3) 必须配套使用, 在不同的使用领域中有不同的配套系统。配套设备包括摄像机、监视器、电视机、时基校正器、电子编辑控制器、高频调制器、电视解调器等等。

根据上述特点, 本书的指导思想是: 首先对录像机的基本原理和各种格式进行简单介绍, 使读者对录像机有一个全面的概念, 然后对目前最常用的两磁头螺旋扫描方式录像机进行重点分析, 使读者进一步深入了解录像机的电路技术和机械技术, 最后介绍录像系统的应用和配套设备, 启发读者能够灵活地把录像机应用到各种领域中去。根据这一指导思想, 对本书的各章作了如下安排。

在第一章概述中介绍录像机的发展过程及其特点。在第二章录像机的基础知识和第三章录像机的主要类型中, 介绍录像机的基本工作原理、磁头、磁带、录像机的各种格式及有关规定。前三章的目地是概略地介绍录像机, 使读者对录像机有一个初步的了解和全面的印象。

从第四章开始到第九章为止, 顺序介绍录像机的视频信号系统、伺服系统、机械系统、机械控制与保护系统、音频信号系统、电子编辑电路。这部份以两磁头螺旋扫描录像机为重点, 详细地介绍了工作原理、基本电路、结构方式、计算方法等。可供从事录像机设计和制造工作的读者作为参考和学习用。

在第十章测试与维护技术中, 介绍录像机的各种测试方法和维护技术, 为读者提供有关应用和测试方面的资料, 使读者从理论到实践进一步掌握录像机技术。

第二章 磁带录像机基础知识

磁带录像机和磁带是记录、贮存和重放彩色电视图像的一种工具。从使用角度看，录像机和磁带应该能实现图像和声音的录、放、存三个过程；从工作原理看，上述三个过程又可归纳为以下两个转换过程：

电-磁转换过程（记录、存贮过程），在此过程中把随时间变化的彩色电视信号转换为随磁带长度变化并记录在磁带上的磁信号，以进行保存。

磁-电转换过程（重放过程），这是电磁转换的逆过程。在此过程中把记录在磁带上的磁信号复原成标准彩色电视信号，以便进行显示或作其它技术处理。

表面看来，上述两种转换过程与磁带录音非常相似。但是由于彩色电视信号在频带宽度、时基抖动等方面的要求远远高于音频信号，因此磁带录像技术也远比录音技术复杂，必须结合彩色电视信号的要求进行更加全面的考虑和更加复杂的技术处理。为此，本章将介绍有关这方面的必要的基本知识，以便为后面各章的介绍奠定基础。

2.1 基本磁学知识

在分析磁性录放过程之前，我们必须首先回顾一下基本的磁学知识。

大家知道，根据电磁学中的介绍，磁场就是磁性存在空间，在载流导体的周围存在着磁场；在磁化物体，例如铁磁棒的周围也存在着磁场。因此，凡有电流的地方必然伴随着磁场，磁化了的铁磁棒周围的磁场也是由电流产生的，不过这个电流回路存在于铁磁棒之中，它的尺寸只有原子大小而已。我们可以想象，只要有一个电子围绕着原子核在轨道上旋转，就会形成一个微小的电流环。这个电流环的周围就伴随着一个磁场，而所有的原子周围又都有电子旋转，所以我们可以想象所有的物质都有磁效应，但是这种效应在大多数物质中都是很微弱的，只有一些物质，例如铁、钴、镍等，具有很强的磁效应。按照物质的这种磁性质，可以把物质划分为抗磁性物质，顺磁性物质，铁磁性物质三类。其中抗磁性物质和顺磁性物质的磁效应均很微弱，只有磁性物质表现很强的磁效应。这种铁磁效应的性质大体上可以归纳为以下三点：

(1) 磁场中放入铁磁性物质后，在铁磁体中的磁力线密度——即磁感应强度 B 将比没有铁磁体时的 B 增大数百倍至数千倍（也就是说铁磁体中的磁场比非铁磁体中的磁场大大加强）。

(2) 磁场中放入铁磁物质后，铁磁物质中的磁感应强度 B 和磁场强度 H 不是简单的线性关系，而是非线性关系。即铁磁物质的导磁率不是常量，而是与磁场强度 H 大小有关的变量。

(3) 在外磁场消失后，铁磁物质并不完全失去磁性，而仍然能保留一部分磁性，这叫作剩磁，剩磁大小与材料有关。

2.1.1 描述磁场特性的物理量

在说明上述铁磁特性时，我们已经提到了若干个有关磁场的基本物理量，这些物理量在后面经常要用到，因此应该首先对它们的物理意义和单位进行一些简单的阐述。

(1) 磁感应强度B：磁感应强度又称为磁通密度，它是描述磁场中各点磁场强弱和方向的物理量，是一个向量。根据磁场的特性，当一个载流导体放在磁场中时，磁场会对该载流导体产生一作用力F，F的大小与载流导体的长度l和流过导体的电流I有关，也与该处磁场的强弱与方向有关，亦即与该处磁场的磁感应强度B有关，因此定义： $B=F/Il$ 。磁感应强度B的方向与磁场方向一致，按照左手定则来确定B、F与I三者的关系是：B的方向正对掌心，I的方向顺着四指方向，则姆指指示F的方向。

在国际标准单位制中，B的单位是伏·秒/米² ($V \cdot s/m^2$)，伏·秒称为韦伯 (Wb)。在实用单位制中B的单位是高斯 (G)。

两种单位制的换算关系是：1高斯 = 10^{-4} 韦伯/米²

(2) 磁通量Φ：磁感应强度对面积的积分，称为穿过面积S的磁通量。

$$\Phi = \int B ds$$

显然，在均匀磁场中，磁通量等于磁感应强度B和与它垂直方向的面积S的乘积。

$$\Phi = B S$$

在国际标准单位制中，Φ的单位是韦伯 (Wb)。

在实用单位制中，Φ的单位是马克斯韦，1马克斯韦 = 1高斯·厘米²。1马克斯韦表示各点磁感应强度均匀为1高斯时，通过1平方厘米的磁通量。

两种单位制的换算关系是：1马克斯韦 = 10^{-8} 韦伯。

(3) 导磁率μ：导磁率μ是衡量物质导磁性能的一个系数。真空中的导磁率μ₀是一常数，μ₀ = $4\pi \times 10^{-7}$ 亨利/米 (H/m)。任一媒介质的导磁率μ与μ₀的比值称为相对导磁率μ_r。相对导磁率μ_r是没有单位的，它的物理意义是在同样的磁场强度下，某媒介质中的磁感应强度是真空的多少倍。

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0} = \frac{B}{H \mu_0}$$

(4) 磁场强度H：磁场强度是描述磁场特性的物理量。磁场的特性与产生磁场的磁源以及媒介质的分布有关，而与放入磁场中的载流导体无关。在均匀的媒介质中，磁场的这种特性可以用磁场中某点的磁感应强度B和媒介质的磁导率μ来表示，称之为该点的磁场强度H。磁场强度的方向与磁感应强度的方向相同，磁场强度的大小：

$$H = B/\mu = B/(\mu_r \mu_0)$$

在国际标准单位制中，磁场强度(H)的单位是安/米 (A/m)。

在实用单位制中，H的单位是奥斯特 (Oe)。

两者的换算关系是：1安/米 = $4\pi \times 10^{-3}$ 奥斯特。

2.1.2 磁滞曲线

如前所述，在相对导磁率μ_r远远大于1的铁磁性物质中，B与H的关系是非线性的。为此，经常要用到描述这种非线性关系的一条曲线 这条曲线叫作磁滞曲线。

磁滞曲线是表示在交变外磁场强度作用下铁磁性物质的磁化过程的一条曲线。若外磁场强度用 H 表示，铁磁体被磁化的磁感应强度用 B 表示，则典型的曲线如图2-1所示。在图中，当磁化开始时，铁磁体的磁感应强度 B 随着外磁场强度 H 的增加，按 $O-a-b-c-d-s$ 曲线

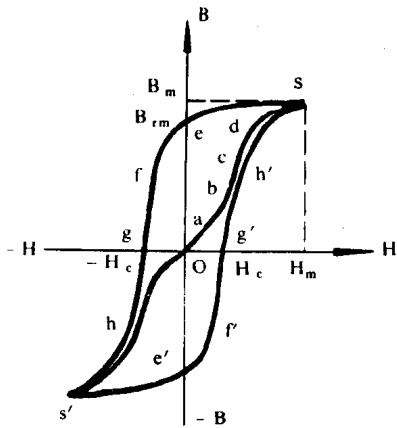


图2-1 磁滞曲线

上升，当 H 增加到某一磁场强度 H_m 时，铁磁体的磁感应强度 B 达到饱和值 B_m ，这时再继续加大 H 数值 B 值不再增加。 B_m 称为饱和磁感应强度， H_m 是使铁磁体的磁化达到饱和时的外磁场强度。如果这时减小外磁场强度 H ，铁磁体的磁感应强度并不沿着原路 $s-d-c-b-a$ 变化，而是沿曲线 $s-e$ 变化，当外场强度由 H_m 减小到零时，铁磁体的磁化状态并不恢复到零，而是存在一个剩余磁感应强度 B_{rm} 值。这种现象称为磁滞由饱和磁感应强度 B_m 引起的剩余磁感应强度 B_{rm} 称之为最大剩余磁感应强度。若要去掉这一剩磁，则需加一反方向的外磁场强度 $-H_c$ 才能使铁磁体的磁感应强度 B 沿 $e-f-g$ 曲线变化到零，这一反向磁场强度 H_c 称之为矫顽力。若反向磁场强度和数值超过矫顽力继续增加时，则铁磁体就沿曲线 $g-h-s'$ 反方向磁化，直到饱和。这时若再改变外磁场方向，铁磁体的磁化状态将沿曲线 $s'-e'-f'-g'-h'$ 重新回到 s ，构成一个闭合回线，这个闭合回线称为磁滞曲线。其中 $O-a-b-c-d-s$ 曲线称为初始磁化曲线， $O-e-f-g-h-s'$ 称为反向初始磁化曲线。

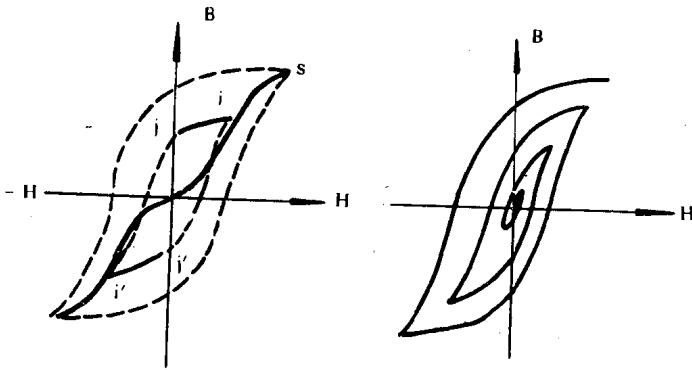


图2-2 交流消磁过程

如果磁化从零开始，如图2-2所示。把外磁场强度 H 增加到 i 点以后就开始减少 H 值，这时磁感应强度 B 就会沿着另一条曲线 $i-j$ 下降。改变 H 值的大小和方向，可以形成面积较小的磁滞曲线。若交变磁化的磁场强度的幅度在变化过程中是逐渐减小的，则会得到一圈圈逐渐减小的磁滞曲线，最后缩成一个包围原点的极小的迴线。如图2-2所示。

可看出，利用上述图2-1磁滞曲线中的剩磁特性也可以把信号记录和贮存在磁性体上，而利用图2-2的特性就可以实现用交变磁场消去剩磁，亦即消去记录在磁性体上的信号，这就磁性记录和消磁的原理。

2. 1. 3 硬磁性物质和软磁性物质

按照磁滞曲线中矫顽力 H_c 和剩余磁感应强度 B_r 的大小，铁磁物质可以分为硬磁性和软磁性两类。