

最新录象机原理与检修技术

马名伟 熊耀辉 梁永汉 编著

马兰皋 审订



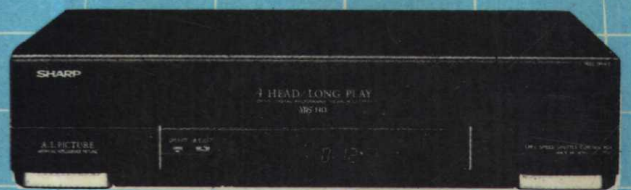
NV-J27MC



NV-J23MC



HR-D660ED



VC-B78DT

现代出版社

最新录象机原理与检修技术

马名伟 熊耀辉 梁永汉编著 马兰皋审订

现代出版社

最新录象机原理与检修技术

马名伟 熊耀辉 梁永汉编著 马兰皋审订

现代出版社出版
广东省出版进出口公司重印
(广州市环市东水荫路11号8楼)
广东省新华书店发行
粤北印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 34.25印张 816,000字

1991年10月第3版 1991年10月第1次印刷

ISBN7-80028-029-2/TN·001 定价 17.50元

内 容 简 介

本书介绍了录象机的基本原理，还侧重介绍了目前世界最新颖、最流行、最具代表性和国内进口最多的录象机机型，并对检修实例和排除故障方法作了详细的介绍。书末附有新颖和实用的资料。

本书内容新颖，全面系统，显浅易懂，实用性强。可供维修部门的技术人员、理工学校有关专业师生、广大用户和电子爱好者阅读、参考，并作为维修录象机必备的工具书，也可以作为每个有录象机的家庭的备用书籍。

前 言

现代科学技术的飞速发展，促使录象机不断地更新换代。而生活水平的不断提高，录象机已逐渐进入家庭。由于录象机能够用于各个领域，又能丰富文化生活，因此，录象机具有广阔的发展前途。

近几年来，进口和国产录象机大量涌入市场，其品种型号繁杂，电路新颖、微电脑控制、数字记录方式和高精度的产品不断出现，因此，维修人员和用户都要相应地掌握新的使用方法和检修技术。

鉴于国内缺乏新颖和实用的录象机书籍，我们编写了本书。本书详尽地叙述了录象机的概况、基本原理、结构和使用，还着重介绍目前世界最流行、最具代表性及国内进口较多的录象机机型、并作了故障检修等的典型分析，书末还附了新颖实用的资料，使本书成为录象机维修的必备工具书，又是家电维修培训的合适教材，甚至是每个有录象机的家庭的备用书籍。

本书第一、二、五、六、七、八章由马名伟编写，第三章由熊耀辉编写，第四章由梁永汉编写。全书承华南工学院副院长徐秉铮教授、马兰皋高级工程师审阅定稿，对提高本书质量起了重要的作用，谨致以由衷的感谢。

本书在编写过程中得到中国电子进出口总公司华南分公司、广东省家电维修培训领导小组、广州家电维修行业协会、中国电子报、国际电子报等单位的大力支持和帮助。还得到葛长义、李育祥同志的鼓励和指导。此外，也得到何文勇、陈德钦同志提供新颖的资料，谨此一并致以深切的谢意。

由于水平所限，难免有不妥甚至错误之处，敬请读者惠予指正。

编著者

1991年10月于广州

目 录

第一章 绪论	1
第一节 录象机的起始与发展	1
第二章 录象机的磁记录基础	6
第一节 磁性材料与电磁变换	6
第二节 磁记录过程和记录方式	10
第三节 信号的重放过程	18
第四节 消磁原理	25
第五节 家用录象机的高密度记录技术	27
第三章 视频信号与音频信号处理系统	38
第一节 概述	38
第二节 亮度信号处理系统	39
第三节 色度信号处理系统	66
第四节 音频信号处理系统	87
第四章 伺服系统	92
第一节 磁鼓电机伺服系统	92
第二节 磁鼓电机伺服系统实例	121
第三节 主导轴电机伺服系统	124
第四节 主导轴电机伺服系统实例	140
第五章 机械传动系统	143
第一节 机械系统的主要任务	143
第二节 磁鼓组件和主导轴的驱动装置	144
第三节 磁带传送系统	146
第四节 带盘机构	152
第五节 机械控制系统	152
第六章 录音机与盒式录象机的比较和主要性能指标	165
第一节 录音机与盒式录象机主要性能比较	165
第二节 盒式录象机类型和主要性能指标	165
第三节 贝特马可思盒式录象机(Betamax、SL—C30CH)的性能与联机	167
第四节 盒式录象机的磁带性能和指标	172
第七章 录象机检修技术、使用和保养	174
第一节 录象机故障检修指南	174

第二节	乐声牌 NV-370 型录象机的检修	187
第三节	乐声牌 NV-450 / 250 型录象机的检修	199
第四节	日立牌 VT-340E 型录象机常见故障检修流程图	205
第五节	三洋牌 VTC-M10 录象机常见故障流程表	211
第六节	富丽牌 VIP-1000 (摩力士 777) 单放机常见故障检修	212
第七节	乐声牌 NV-G10 录象机常见故障检修	212
第八节	乐声牌 NV-G12MC 型、NV-G30MC 型录象机常见故障检修	215
第九节	乐声牌 NV-G20 型、NV-G33 型录象机常见故障检修	216
第十节	乐声牌 NV-G50MC 和 NV-L15MC 型录象机简介与常见故障检修	217
第十一节	日立牌 VT-426E 型录象机维修实例	218
第十二节	东芝牌 DV-90D / DC 型 (DC-98C 型) 录象机常见故障流程图	231
第十三节	东芝牌 83-DC 型录象机常见故障检修流程图	240
第十四节	声宝牌 VC-789ET 象机常见故障检修、维修表及流程图	245
第十五节	录象机的制式、检验、使用与保养	255
〔附录〕		
附录一	乐声牌 NV-G20 拆卸方法和电气调整	260
附录二	乐声牌 NV-G10 (EN、A、AC、EA) 拆卸方法和电气调整	285
附录三	乐声牌 NV-G12 拆卸方法和电气调整	309
附录四	日立牌 VT136 (DH) 拆卸方法和电气调整及集成电路块主要功能	320
附录五	东芝牌 V-84C / V-83DC 电气调整	386
附录六	乐声牌 NV-G33 型录象机集成电路块主要功能	396
附录七	乐声牌 NV-L15MC 调整程序和集成电路块主要功能	400
附录八	乐声牌 NV-J25MC / BD 拆卸方法和调整步骤及实测数据资料	415
附录九	日立牌 VT-M747E (DH) 拆卸方法和调整步骤及集成电路块实测数据资料	451
附录十	日立牌 VT-426 型录象机电路原理和集成电路块主要功能	503
附录十一	东芝牌 DV-90D / DC 型 (DC-98C 型) 录象机电路原理和集成电路块主要功能	522
附录十二	图象信号不良故障分析和原因	537

第一章 绪 论

第一节 录象机的起始与发展

录象机的技术是以磁带录音和电视这两门技术结合发展起来的,它们已自成为一套的独特系统。录象机的简称是 VTR(Video Tape Recorder),早在1898年发明录音机以后,又于1936年就有利用旋转磁头在磁带宽度方向记录,即采用横向扫描的基本设想。但是,由于当时技术条件的限制,磁带录象的进步很缓慢。到了五十年代,磁带录象技术才有较大的发展,在1956年先是由美国一家公司以 Ampex 型四磁头横向扫描式磁带录象机问世,当时只限于广播使用的录象机,这种录象机的磁带是以二英寸,其体积庞大,结构复杂,操作麻烦。

1959年日本试制成功二磁头螺线扫描(斜扫描)式录象机,随后经过不断地改进,在1968年由 EIAJ(日本电子工业协会)的主持下,日本各制造商才制定了 1/2 英寸的磁带录象机的标准。从而才确定了全场黑白录象机的机械与电气参数。随后又对标准进行补充,才使彩色录象技术趋于标准化。并由索尼、胜利(JVC)及松下等制造厂生产的录象机也符合 EIAJ 的标准,虽然当时打开了工业和教育的市场销路,但在家用市场中仍无起色。但是,在工业用的录象机是得到了迅速发展,也为盒式录象机所需要的技术标准提供了一些基本参数。在1969年安培公司(Ampex)曾开始以EIAJ彩色格式为基础的盒式录象机,但最终放弃了制造方案。在1970年后期,由索尼公司以 3/4 英寸的二氧化铬磁带代替了过去使用的氧化铁基础磁带的盒式录象机。索尼公司就称为 U-matic 的系统在1972年开始销售,随后日本不少制造厂获得仿制 3/4 英寸的 U-matic 盒式录象机的许可权。并在日本和美国也被作为供教育、工业使用的非正式标准而被普遍接受。当时的 U-matic 盒式录象机、体积小、图象质量好,操作简便,价格低廉。此种盒式录象机不仅用于广播电视的专业表演,而且广泛进入科研、生产、教育及家庭等领域。

在1970年左右录象机技术已基本完善,其原理和结构,大致趋于定型,并磁带宽度由二英寸减至一英寸和四分之三英寸,而四分之三磁带又从开盘式改成盒式。

在1976年首先又由日本索尼(SONY)公司提供了 Betamax 型机组,由于 Betamax 型体积较小,俗称小 1/2。随后又由另外几家公司制成了录象机:增你智(Zenith)、三洋(SANYO)、制成与 Betamax 型兼容的机器,夸萨尔(Quasar)是采用松下制的走带机构(Matsluita-builtdeck);美国无线电公司(RCA)、泛声公司(Panasonic)和胜利公司(JVC)是以 JVC-VHS 式为基础的机组。由于 VHS 型体积稍大,又俗称为大 1/2。

目前广播用的录象机多数采用 2~4 磁头式,并广泛应用 U 规格(U-matic)的盒式录象机,这种录象机,其体积稍大,图象质量较好(磁带复制了 3~4 代后仍有较好的质量)录放功能齐全、操作简便。但磁带消耗量大,价格高。VHS 规格(Video Home Sytem),又称为“家用录象机”,它不仅用于家庭录象使用,而且还广泛进入科研、生产、教学等领域。此种机型一般是采用二个或多个视频磁头,是以螺旋扫描形式进行扫描。

近年来,国内使用较多的有 VHS 型(大 1/2) Beiamax 型(小 1/2)及 U 型机

($\frac{3}{4}$)。U型机; 索尼公司称 U-matic 型, 松下公司称 U-Vision 型, 胜利公司(JVC)称 U-VCR 型, 故统称为U型机。由于该型号的体积和磁带盒最大, 因此, 俗称为 $\frac{3}{4}$ 。国内还有少量使用 V-2000型。V-2000型也是使用 $\frac{1}{2}$ 英寸的磁带, 这种机型的磁带盒可两面使用, 记录密度为最高。该型号的磁带盒尺寸为 $26 \times 110 \times 183$ 毫米, 与 VHS 型 $25 \times 104 \times 183$ 毫米虽较接近, 但也不能互换使用。V-2000型主要由飞利浦和根德生产, 多用于欧洲, 本书对 V-2000型则不多作介绍。

盒式录象机基本上是一种螺旋扫描式的磁带录象机, 它的磁带是缠绕在直径较大的磁头鼓上, 绕在磁头鼓上的磁带路径是螺旋形式。磁带离开磁头鼓的高度与它到达磁头鼓的位置高度有所不同, 缠绕运转时可以围着磁头鼓绕半圈或一圈。盒式录象机的结构, 外观和操作等方面不同于开盘式, 它是把磁带完全对装在一个可以方便地插入机器内部的塑料盒内, 并且磁带的穿绕是由机器自动完成录放象的工作。

随着科学技术的发展, 特别是录音和电视及音响技术的进步, 录象机不但品种和类型日新月异, 使用范围日益扩大, 而且性能不断地迅速提高。盒式录象机已突破便携式的性能极限, 又向着多功能的方向发展。盒式录象机不但使人们获取视频信息不受电视广播时间和节目内容的限制, 并且使人们获得了较大的使用自由。盒式录象机除了单独使用外, 还可以作为电子计算机系统存储装置使用, 它还将超出单纯积累图象信息的范畴, 进而在图象信息处理技术中发挥良好的作用。

随着电视工业的普及, 录象机的发展趋势已经相继采用了集成电路, 数字电路、方位角记录方式、克服亮度信号的串信。移相或倒相法、消除色度信号的串信。还采用了非线性预加重、双重限幅电路、色同步提升 6 dB 电路、梳状滤波器及锁相环路(PLL)立体声解码器等电路的新技术。从而保证了色彩艳丽、图象清晰、立体声的分离、高低音层次分明、改善音色。特别是1983年由索尼公司(SONY)开发了高保真的(Hi-Fi)录象机, 紧接着胜利(JVC)也开发了高保真录象机(Hi-Fi-VHS)。这两种高保真(Hi-Fi)录象机对音频信号的记录方式虽然各不相同, 但都采用了调频记录方式。因此, 对于声频技术有了很大的发展, 并把优质的声音同彩色的画面结合起来, 可以说达到了比较理想的境界。

VHS 盒式录象机主要性能指标: VHS 盒式录象机的性能指标包括的范围较多, 但主要的性能是包括图象指标, 通常都侧重于视频信噪比和清晰度。它们是 VHS 盒式录象机质量的关键, 对于有关盒式录象机的主要性能指标如第六章表 6-2 所示。

VHS 盒式录象机与 β 机和 Philips 机的性能指标较为接近: 如 VHS 日立 VT-340E(CS)型, 其视频信噪比40分贝(dB), 音频信噪比43dB(分贝), 日立 VT-660 E 型视频和音频均为43分贝(dB), 图象清晰度(水平解象度)彩色均为240线。而与U型机信噪比和音频信噪比46 dB(分贝)和图象清晰度(水平解象度)彩色340线相比较就显得要差一些, 但作为一般业务和家庭的使用已能满足其需要了, 也说明U型机是具有其优越之处。但 VHS 机磁带的耗用量仅有U型机约十一分之一, U型机录放时间10~60分钟, VHS 机的录放时间一般可达240分钟。VHS 机是很适合于长时间的连续使用, VHS 机由于磁带的价格低廉, 并能在图象和音频质量方面与U型机和其他高密度机同样获得并驾齐驱的发展。

VHS 机是使用 $\frac{1}{2}$ 英寸带宽的磁带, 其突出的优点是延长录放时间, 它不仅采取缩小磁头鼓的直径来降低走带的速度, 而且还采用提高磁带记录密度的技术。从而减小

磁头缝隙来缩窄视频磁迹(VHS 机的磁迹宽度 2 小时为 58 微米)。由于它的工作缝隙倾斜, 就采用倾斜方位角的记录方式, 以取消相邻磁迹间的空白保护带, 则去掉磁带的保护间隔, 使磁带紧密度地相连接而不留下空隙, 可以增加信息的储存量, 就能延长磁带录放音的时间, 以这种方式就可以达到高密记录的实现。在电路设计中, 它还采用更低的频率 629 千赫彩色副载频和移相 90° 的方式, 也消除了相邻磁迹间色度信号的串扰。

VHS 机录象是采用 M 型自动装卸磁带机构, 其导柱、主导轴、压带轮等都采用直装方式装于平面的底板上, 其磁头鼓则倾斜装于底板。VHS 机的装卸机构较为简单, 磁带引出量小, 装卸磁带的时间短, 磁带不易污损, 机器体积较小, 但磁带承受的张力稍大。若与 U 型机穿带比较, 则 U 型机磁带承受的张力较小, 但磁带引出量较大, 装卸时间稍长。从 VHS 型机和 U 型机的自动装卸磁带机来比较, 是各有其优缺点。

VHS 型机的视频磁头是分别安装在直径为 62 ± 0.01 毫米的上磁鼓两侧边缘, 其相距的位置为 180° 。它们的方位角为 $6^\circ \pm 10'$, 则记录在磁带的相邻两条磁迹的磁化状态就具有不同的方位角。其视频磁迹的倾斜角度, 约为 $5^\circ 57' 5''$ 。在重放时, 磁头准确跟踪录象时是由磁头 I 记录视频磁迹, 则磁头 II 也同样准确地对着磁迹 II 跟踪, 以采用分别拾取信号。若两个磁头都不能从相邻磁迹上拾取信号, 对亮度信号而言, 也不会存在相邻磁迹的串扰, 若仅靠这种方式仍不能消除色度相邻磁迹间的串扰。因此, 在设计上就采用了逐行移相 90° 的电路抑制色度串扰。在记录时, 则磁迹 I 是正常记录色降频信号, 磁迹 II 则是逐行移相 (-90°) 后记录。在重放时, 磁迹 I 输出信号是不移相, 而磁迹 II 则是逐行移相 ($+90^\circ$), 则将延时两行后的重放信号和未延时的信号相加, 从而得到色度串扰和已经抵消掉的重放信号。

VHS 型机亮度信号的调制特性是: 基准白电平为 4.8 ± 0.1 兆赫。同步顶电平为 3.8 ± 0.1 兆赫。在记录时, 其降频后色度信号的载频为 629 千赫。色度信号则在 II 路磁迹旋转 (-90°), I 路磁迹并不旋转。其控制信号的正跳变沿与 I 路磁迹的起始端为一致。

VHS 型机是由磁头系统、磁带转动系统、伺服系统、机械控制系统、视频信号处理和音频系统及电源部分等几个部分组成。此外, 还有高频调谐接收系统, 各种多功能电路, 如快速和快速搜索、静象与慢动作、暂停、电子编辑电路及遥控等电路。

目前 VHS 有些新的发展; 如松下 NV-700E、胜利 HR-700 等盒式录象机有些特点:

1. 采用微处理控制触摩式按键, 代替了机械按键, 并以遥控操作机器的运转。
2. 采用了长时间多种节目的自动录影装置, 可自动任选, 最多可以 8 个节目以 14 天的自动录象。

3. VHS 的 NTSC 制的录象机, 其录放时间可长达 6 小时极慢的带速, 如松下公司 NV-6000, 为特殊用途提供了方便。

4. β -Hi-Fi 及 VHS 连续录音时间长, 可达 8-12 小时, 这与目前任何录音机都无法与之相比。

5. 新一代录象机简化了结构, 缩小了体积, 减轻了重量, 如胜利公司的 HR-2000, 重仅 4 公斤。

目前日本各 VHS 厂正努力研制小型多功能的录象机更趋于完善, 并发展地制造出 PAL、SECAM、NTSC 三制式的通用 VHS 机。预计今后不断地发展对于极慢速、检索的无噪声的画面质量改善的 VHS, 将更多的问世和更有其美好的发展前景。

录象机的分类如表 1-1 所示。录象机视频磁头发展史如表 1-2 所示。

表 1-1

录象机分类表

项目	分类	用途	主要功能	视频磁头 数目(1)	使用磁带 宽度	磁带装式	磁头 扫描方式	穿带方式	亮度调频 频带
类 别		a. 广播用	a. 放象机	a. 4磁头	a. 2英寸	a. 开盘式	a. 纵向扫描	a. c型	a. 高带式
		b. 业务用	b. 录象机	b. 2磁头	b. 1.5英寸	b. 盒式	b. 横向扫描	b. a型	b. 低带式
		c. 家用	c. 编辑录象机	C. 1.5磁头	c. 1英寸		c. 螺旋(斜)	c. Ω 型	
			d. 摄录体化	d. 1磁头	d. $\frac{3}{4}$ 英寸		扫描	d. U型	
					e. $\frac{1}{2}$ 英寸			e. M型	
					f. 8毫米				
					g. $\frac{1}{4}$ 英寸				
国内常用录象机型	BVH	a	b. c	c	c	a	c	c	a
	BVH	a	b. c	b	d	b	c	d	a
	U	b	a.b.c	b	d	b	c	d	b
	VHS	c	a.b.c.d	b	e	b	c	e	b
	β -max	c	a.b.c.d	b	e	b	c	d	b

注: (1) 旋转磁鼓上的旋消磁头, 辅助磁头, 音频磁头不能计入。

(2) 一种型号的录象机, 在不同的分类栏中, 就有不同的称呼。

表 1-2

录象机视频磁头发展史

年 代	1950	1955	1960	1965				1970				1980
结构和时间		复合	复合	复合	复合	单体	单体	单体	单体	单体	单体	
	单 体	Clevite 型	Ampex 型	NHK 400	Ampex MKIV	Ampex Kx	NHK 800					
		1956	1958	1960	1964	1966	1967	1967	1967	1970	1980	
磁 芯	坡莫合金 (叠层)	铁氧体	铁氧体	铁氧体	铁氧体	—	—	—	—	—	—	
材 极 尖		Alfenol	Alfenol	Alfenol	Sendust	Sendust	单晶铁氧体	单 晶 铁氧体	热压铁氧体	单晶或热 压铁氧体	单晶或热 压铁氧体	
料 工作间隙												
垫 料	Be-Cu	Sio	Pt	Be-Cu	Sio	Sio	玻璃	Sio	玻璃	玻璃或Cr	玻璃或Cr	
尺寸	磁芯 (毫米)	15×9× 0.2	6φ×1.8	7φ×1.7	1×3×0.3	—	—	—	—	—	—	
	极尖 (毫米)	0.1×6 ×0.2	6.7×1.8 ×0.25	5.7×1.5 ×0.25	5×4×0.2	5×4×0.2	3×2.7 ×0.15	1.7×1.8 ×0.18	3×3×0.7	2.2×2.5 ×0.2		
	工作间隙											
宽度 (微米)		0.5	2.5	2.0	1.2	1.1	1.0	1.0	0.6	0.6	0.3—0.8	
寿命(小时)	50	100	100	100	500	500	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	
使用频带 (兆赫)	0.30	2.0	6.0	6.0	8.0	14	14	3.5	4.0	5—6	5—6	
波长(微米)		5	6.3	6.3	4.8	2.7	2.7	3.2	3.0	2.2—1.8	1—1.9	
相对速度 (米/秒)		10	38	38	38	38	38	11	12	11	4—25	
用 途			广播用	广播用	低频段方式 彩色 广播用	高频段方式 彩色 广播用	高频段方式 彩色 广播用	家用	家用	家用	家用 广播用	

第二章 录象机的磁记录基础

磁带录象机跟磁带录音机一样,是以磁记录方式为基础,记录(存储)和重放(拾取)图象信号(包括声音信号)的设备。磁头是录象机的核心器件,磁带是录象机存储信号的媒介和载体。录象机的记录过程就是通过磁头把电信号转换成信号后记录在磁带上;而重放过程则是通过磁头将磁带上存储的磁信号还原成原来的电信号。发生的主要物理过程是电磁变换。因此,了解有关磁记录方面的一些基本知识,是学习录象机技术的基础。

第一节 磁性材料与电磁变换

1. 磁场基本概念

磁铁能吸引铁和钢,这种性质称为磁性。一个磁体具有两个磁极,常称作磁北极和磁南极,分别以字母N和S表示。磁铁能吸引它附近的铁磁物质,说明它周围有一个磁力能起作用的空间,即磁场存在。磁场可以用从N极到S极的平滑曲线来描述,如同用电力线描述电场一样,如图2-1所示。这些假想的线就叫磁力线。

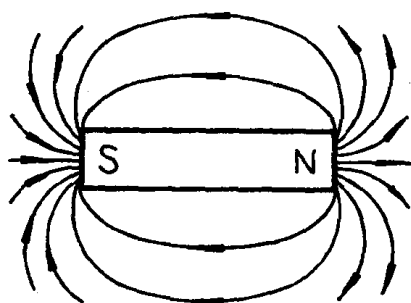


图 2-1

通过与磁场方向垂直的某一截面S的磁力线总数,称作通过该截面的磁通量,简称磁通,用字母 ϕ 表示,单位是韦伯(Wb)。

垂直通过单位面积的磁力线数目叫磁通密度,用字母B表示;单位是特斯拉(T),特斯拉等于韦伯/米²(wb/M²)。磁通密度大,表示磁场强,反之则弱。因此,B能代表磁场中某点的磁场强弱,故又叫磁感应强度。磁场中单位长度的磁势,即磁性强弱,叫磁场强度,用字母H表示,单位是安/米(A/M)。

2. 磁性材料及磁滞特性

所谓磁性材料,就是指能被磁铁吸引的物质,如铁、镍、铬、锰、以及它们的合金和氧化物。

磁性材料为什么能够具有磁性呢?这是因为磁性材料内部有很多很小的,叫做磁畴的小微粒,每个小微粒就相当于一个很小的磁铁。在无外加磁场时,小磁铁是杂乱无章地排列着,这些小磁铁的磁场就相互抵消,如图2-2(a)所示,因而整体上对外不呈现磁性。当磁性材料在外加磁场作用下,这些小磁铁将会沿外磁场方向排列,如图2-2(b)所示,这样就对外呈现出磁性。当外加磁场消失后,小磁铁并不都能恢复到原

来的状态，仍然会保持一定的方向性，表现出一定的磁性，这就是所谓的剩磁。磁性材料的这种剩磁特性，称为磁滞特性。

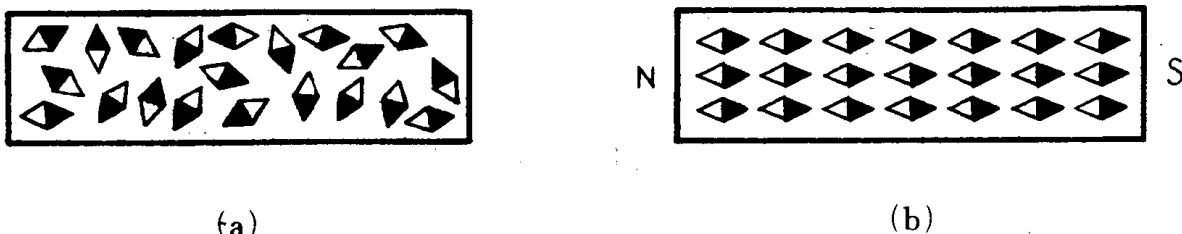


图 2-2 磁性材料的磁性

磁性材料在磁场中磁化过程是一个复杂的物理过程。下面还用磁感应强度 B 和磁场强度 H 的关系来加以简单说明。

磁性材料在未被磁化前，其磁感应强度(磁通密度)为0。当外加磁场 H 从0逐渐开始增大， B 将按图 2-3 (a) 中的 $0a_1 a_2 a$ 曲线磁化。在 a 点以后，即使 H 再增强， B 却不再增加。此点称磁饱和点，对应的 B_s 称饱和磁感应强度， $0 a_1 a_2 a$ 称起始磁化曲线。

当磁场 H 从最大逐渐减小到0， B 也随之减小，但并未循着原来的 $a0$ 曲线返回0点，而是按 ab 路径下降到 B_r 。 B_r 就是剩磁感应强度，简称剩磁。

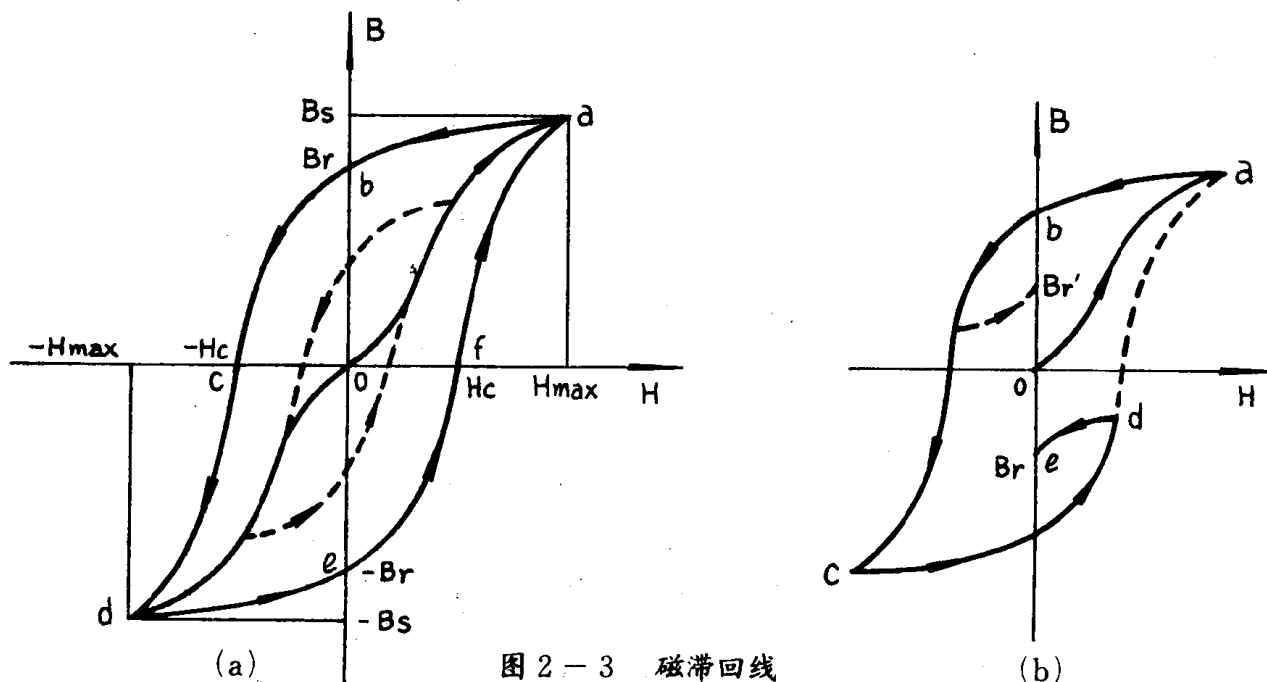


图 2-3 磁滞回线

要使 B 回到零，必须加一个与原来反的磁场。当 H 反向增至 $-H_c$ 时， B 才等于0。这个 H_c 称矫顽磁场，它表徵磁性材料保持剩磁的能力。

继续增大反向磁场，磁性材料将沿 cd 曲线达到反向饱和状态。当反向磁场又减弱至0，磁化沿 de 曲线变化。 $-B_r$ 为反向剩磁。然后再增加正向磁场，磁化则沿 efa 曲线达到正向饱和点。

上面的结果，形成了 $abcde fa$ 对称闭合曲线，称为磁滞回线(饱和)。如果外加的磁场 H 小于 H 最大 H_{max} ，将按图 2-3 (b) 中的 $O-B-H$ 路径磁化，形成小磁滞

回线。如果外加不对称变化的磁场，磁化曲线将不对称，也不闭合，如图 2-3 (b) 中的 oabcd。

录象机在磁带上能够记录下图象信号，正是利用了磁性材料的剩磁特性。没有剩磁，也就没有磁记录。

不同的磁性材料具有不同的磁滞回线，根据磁滞回线的形状，可以分成软磁性材料和硬磁性材料，如图 2-4 所示。软和硬的意思是指保留剩磁能力的大小，主要区别在于剩磁 B_r 和矫顽力 H_c 的大小。

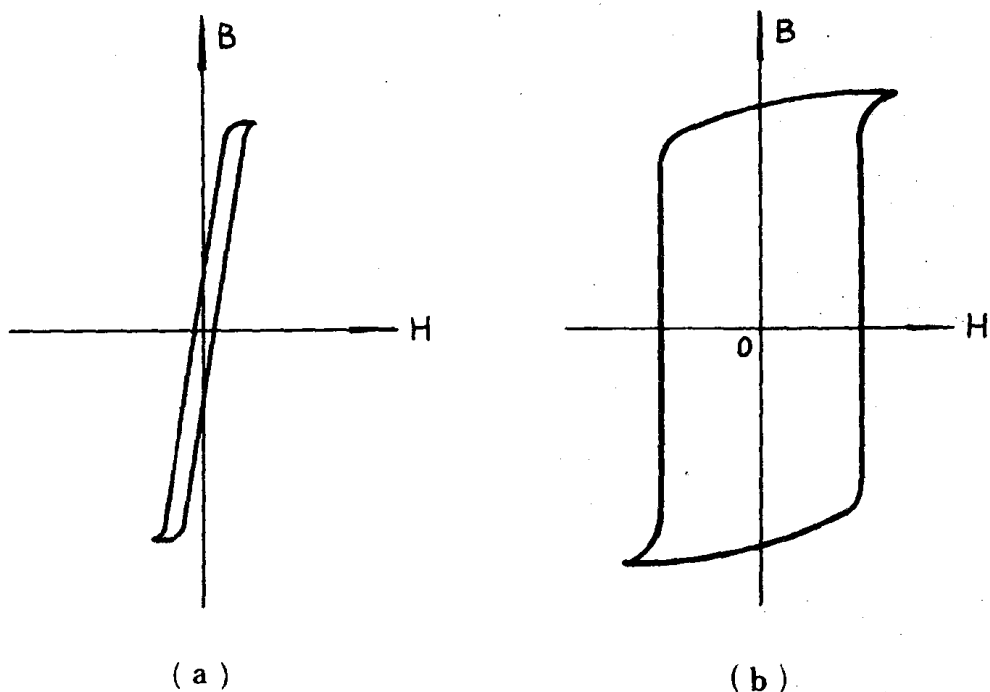


图 2-4

软磁性材料的磁滞回线瘦长，面积小， B_r 和 H_c 都极小。这种材料容易磁化，也极易消磁，如各种坡莫合金、铁氧体等，很适合用来制作录象机的各种磁头，因为磁头不允许存在剩磁。

硬磁性材料的磁滞回线肥胖，面积大， B_r 和 H_c 都很大，是软磁性材料的上万倍。这种材料被磁化后，能保留较强的剩磁，且不易退磁，故很适合制作记录存储信息的载体——磁带。制造录象机磁带的硬磁性材料有 γ - Fe_2O_3 、 CrO_2 、Co 铁氧体等。

通常还用矩形系数 $A = \frac{B_r}{B_s}$ 来表征磁性材料的磁特性。可见软磁性材料的 A 小，硬磁性材料的 A 大。

3. 电磁变换

磁体周围空间存在有磁场，能吸引附近的铁磁物质。而继电器通电后，也能吸衔铁，可见导线通电后，也会在其周围出现磁场。这就是电流的磁效应。如图 2-5 所示是直导线和螺线管通直流电后出现的磁场示意图。

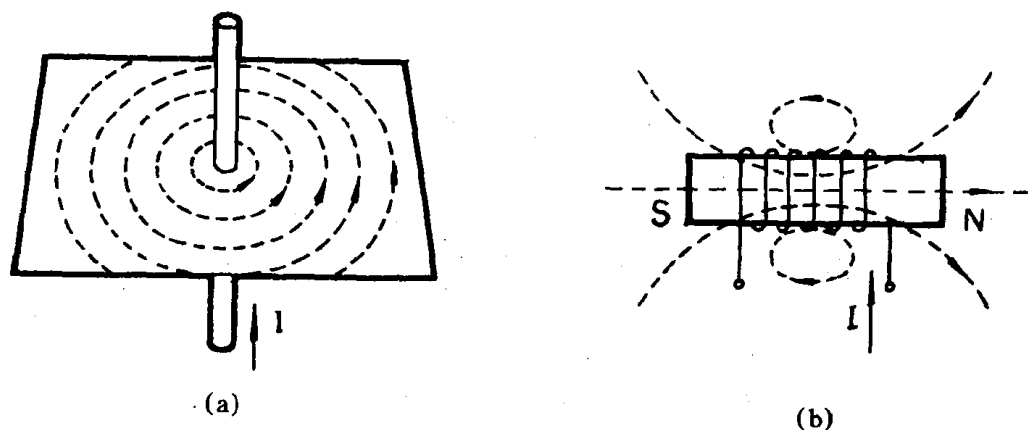


图 2-5 电流的磁效应

大量实验表明: ①电流是恒定的, 所产生的磁场也是恒定的; ②电流是交变的, 所产生的磁场也是交变的; ③电流越强, 所产生的磁场越强。

在通电的空心线圈中若插有铁心, 则磁通将大大增加, 磁场得到大大加强。

电流能产生磁场, 反过来, 磁场也能产生电流(电压), 这就是电磁感应。如图 2-6 所示是磁场产生感应电压的几个例子。

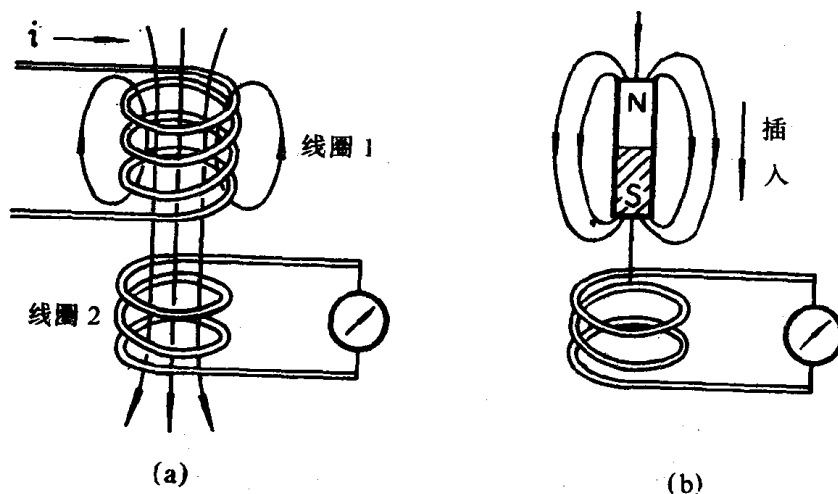


图 2-6 电磁感应

实验表明, 没有磁通的变化, 就不会有感应电压产生。图 2-6 中, 线圈 1 若通以直流, 尽管磁通很大, 但磁通没有变化, 线圈 2 不会产生感应电流; 磁铁放入线圈中不动, 线圈上也不会产生感应电压。感应电压的有无, 同磁通是否变化有关。而感应电压的大小, 欲与磁通对时间的变化率成正比。即:

$$e = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

式中 N 为线圈匝数, ϕ 为磁通, t 为时间, 负号表示感应电动势的方向与磁通的方向相反。

在录象机的磁记录中, 由磁头将电信号转换成磁信号记录磁带上, 就是建立在电流的磁效应基础上的。而磁头把磁带上记录的磁信号还原成电信号, 则是建立在电磁感应基础上的。

第二节 磁记录过程和记录方式

在磁记录系统中,要将图象和声音电信号记录下来,必须具备四个条件:

(1)有实现电磁转换的器件,如磁头,能将电信号转换成磁信号,又能将磁信号转换成电信号。

(2)信号磁场是交变的。即被记录的电信号是交变的。只有交变的磁信号才能被拾取出来,还原成电信号重放。

(3)有记录媒介,如磁带,是存储信号的载体。

(4)磁头和磁带相对运动,且一般要求运动是匀速的,重放和记录时的运动状态(方向、速度)要一致。

1. 记录过程

磁头是由一个带缝隙的铁心和绕在铁心上的线圈构成,当线圈上通以记录信号的交变电流,铁心中就会产生相应的交变磁通。由于磁头的工作缝隙是由非磁性材料形成的,磁阻相当大,在缝隙处就会出现磁力线的较大溢出,形成漏磁场。如图2-7(a)所示是根据理论计算得到的磁场分布图,(b)是工作缝隙附近的磁场分布示意图。图中表示记录某一时刻的情形,可以近似认为磁场是不变的。

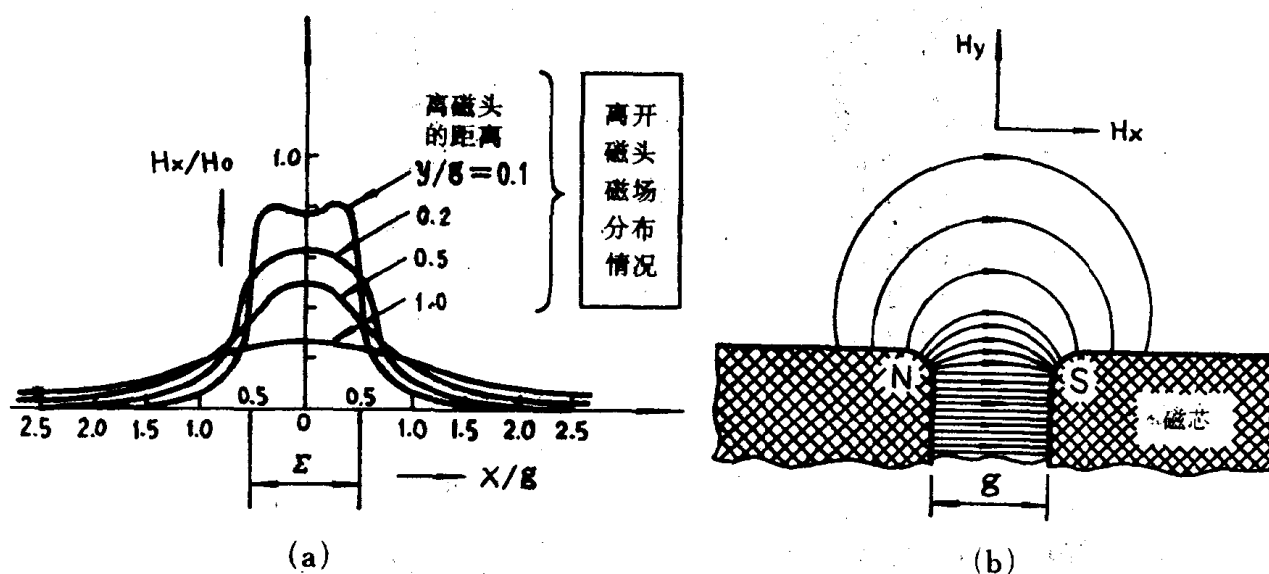


图 2-7 磁隙附近磁场分布

当磁带与磁头工作缝隙接触时,由于磁带的磁阻极小,铁心缝隙溢出的磁通就会通过磁带,即向磁带施加了磁场,则磁带上同工作缝隙接触的区域被磁化,如图2-8(a)所示。当磁带一离开磁头,这时磁带上被磁化的区域就保留有刚才离开工作缝隙那一瞬间留下的剩磁,这个剩磁同记录信号的方向和强度有关。如果磁头通以交变电流,磁头与磁带相对匀速运动,于是磁带就被磁头顺序磁化,从而形成一条剩磁轨迹,即磁迹,如图2-8(b)所示。这样,信号就被记录下来了。在这个过程中,记录信号随时间变化的规律,就变成了剩磁对于磁带位移、即空间变化的规律。