

录音与录像技术

曹直文 编著

(京)新登字 097 号

录音与录像技术

曹直文 编著

*

中国广播电视出版社出版发行

(北京复外广播电影电视部灰楼 邮政编码 100866)

国防大学第一印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

850×1168 毫米 32 开 10.875 印张 246(千)字 (插图 7 页)

1993 年 12 月第 1 版 1994 年 1 月第 1 次印刷

印数:1~11,000 册 定价:9.40 元

ISBN7-5043-0180-9/TN·182

目 录

第一章 磁记录原理	(1)
1.1 磁性材料的特性	(1)
一、磁化曲线	(1)
二、剩磁特性	(3)
三、磁性材料的分类	(3)
1.2 磁头与磁带	(5)
一、磁头	(5)
二、磁带	(8)
1.3 磁带记录信号的方法	(9)
一、磁记录过程	(9)
二、偏磁记录原理	(11)
三、磁记录的高频损失	(13)
1.4 磁带信号的重放	(14)
一、重放过程	(14)
二、重放特性	(15)
三、重放过程的高频损失	(17)
1.5 消磁原理	(19)
一、直流消磁方式	(19)
二、交流消磁方式	(20)
复习题	(21)

第二章 录音机的基本原理	(22)
2.1 录音机概述	(22)
2.2 录音机的基本电路	(25)
一、录放音放大电路	(25)
二、录放音频率补偿电路	(28)
三、自动电平控制 (ALC) 电路	(32)
四、偏磁振荡电路	(35)
五、电平指示电路	(36)
2.3 录音机的特殊电路	(39)
一、降噪电路	(39)
二、图示均衡器 (GEQ)	(42)
三、等响度控制电路	(46)
四、自动选曲电路	(48)
2.4 录音机的驱动机构	(52)
一、磁带稳速走带机构	(52)
二、供带卷带机构	(55)
三、制动机构	(59)
四、操作机构	(61)
五、附属机构	(62)
复习题	(67)
第三章 盒式录音机典型电路分析	(68)
3.1 盒式录音机整机电路组成	(68)
一、整机主要性能指标	(68)
二、整机电路的原理方框图	(69)
3.2 录放音前置均衡放大电路	(71)
一、放音前置均衡放大电路	(73)
二、录音均衡放大电路	(73)
三、偏磁振荡电路	(74)

3.3 功放电路.....	(75)
一、音调控制电路	(75)
二、功放电路	(76)
三、电平指示电路	(77)
3.4 收音电路.....	(77)
一、调幅 (AM) 收音电路	(77)
二、调频 (FM) 收音电路	(78)
复习题	(79)
第四章 广播磁带录音机	(81)
4.1 性能与结构.....	(81)
一、技术性能	(81)
二、结构	(82)
4.2 录放音电路及附属电路.....	(86)
一、放音放大器电路	(86)
二、录音电路	(90)
三、电平表指示电路	(91)
4.3 测试调整与维护.....	(91)
一、测试与调整	(91)
二、日常维护	(93)
4.4 数字录音机简介.....	(94)
一、DAT 的音频处理过程	(94)
二、DAT 的构成和性能	(96)
三、DAT 的优点	(100)
复习题	(102)
第五章 录音机使用与维修	(103)
5.1 录音机的使用与录音技术.....	(103)
一、录音机的使用	(103)
二、录音机的日常维护	(106)

三、录音技术简介	(107)
5.2 录音机维修的基本知识	(110)
一、常用的故障检测方法	(110)
二、录音机典型故障的维修	(113)
复习题	(117)
第六章 录像机的基本原理	(119)
6.1 录像机技术概述	(119)
一、录像机发展概况	(119)
二、录像机的分类	(121)
6.2 视频信号记录原理	(125)
一、提高上限记录频率的方法	(125)
二、低载频调频方式	(127)
三、色度信号降频记录方式	(129)
四、降频色度信号的重放	(132)
6.3 高密度记录方式	(135)
6.4 录像机的基本构成	(140)
复习题	(143)
第七章 视频信号录放电路	(144)
7.1 亮度信号记录通道	(145)
一、自动增益控制电路 (AGC)	(145)
二、低通滤波器 (LPF)	(147)
三、箝位电路	(148)
四、预加重电路	(148)
五、黑白切割电路	(152)
六、调频电路	(155)
七、高通滤波器和记录放大器电路	(157)
7.2 色度信号记录通道	(158)
一、自动色度控制 (ACC)	(158)

二、色同步信号提升电路	(160)
三、主变换器	(161)
四、副变换器和移相处理 (PS) 电路	(161)
7.3 亮度信号重放通道	(164)
一、预放器	(165)
二、失落补偿电路	(166)
三、限幅电路	(167)
四、调频解调器	(169)
五、噪声抑制电路	(172)
7.4 色度信号重放通道	(173)
一、色度信号重放方框图	(173)
二、伪时基校正电路	(175)
7.5 录放电路中的 HQ 技术	(177)
复习题	(179)
第八章 伺服系统	(181)
8.1 伺服系统的基本原理	(181)
一、伺服系统的功能	(181)
二、伺服系统的基本工作原理	(183)
8.2 数字伺服电路的基本原理	(185)
一、数字速度伺服电路	(186)
二、数字相位伺服电路	(188)
8.3 伺服电机及其检测器	(190)
一、伺服电机	(190)
二、速度和相位检测器	(193)
8.4 伺服电路	(197)
一、磁鼓伺服电路	(197)
二、主导轴伺服电路	(201)
8.5 特技重放	(203)

一、特技重放的扫描磁迹	(204)
二、特技重放的控制电路	(205)
三、特技重放方式	(208)
复习题	(213)
第九章 机械系统	(215)
9.1 磁头鼓组件	(215)
一、上磁鼓组件	(216)
二、下磁鼓	(217)
三、旋转变压器	(217)
9.2 走带系统	(218)
9.3 加载机构	(222)
一、加载机构的组成	(222)
二、加载工作过程	(222)
三、卸载(退带)工作过程	(224)
复习题	(225)
第十章 系统控制	(226)
10.1 系统控制的作用和组成	(226)
一、系统控制的作用	(226)
二、系统控制的组成	(227)
10.2 系统控制的输入电路	(229)
一、操作键指令输入电路	(229)
二、机构状态开关	(230)
三、传感器和开关检测电路	(231)
10.3 系统控制的输出电路	(234)
一、电机驱动电路的控制	(234)
二、伺服电路的控制	(235)
三、音频和视频电路的控制	(235)
四、停机与自动停机的控制	(236)

复习题	(237)
第十一章 录像机整机电路分析举例	(238)
11.1 日立 VT-426E 录像机的主要特点	(238)
11.2 视频信号录放电路	(239)
一、亮度信号处理电路	(239)
二、色度信号处理电路	(244)
三、磁头前置放大器	(255)
11.3 伺服系统电路	(256)
一、磁鼓伺服电路	(256)
二、主导伺服电路	(258)
三、特技重放控制电路	(259)
11.4 系统控制电路	(259)
一、自动停机保护	(260)
二、电路系统的控制	(261)
三、机械动作的控制	(262)
复习题	(263)
第十二章 录像机的使用和维护	(264)
12.1 录像机的基本使用方法	(264)
一、录像机使用注意事项	(264)
二、录像机的配套使用	(265)
12.2 录像机的维护	(271)
一、定期清洁	(271)
二、消磁	(272)
三、上磁鼓的更换	(273)
12.3 录像机维修的基本方法	(275)
一、基本方法	(275)
二、常见故障的处理方法	(277)
复习题	(285)

附图 1 熊猫牌 SL-05 收录机整机原理图

附图 2 亮度信号处理通道

附图 3 色度信号处理通道

附图 4 磁头前置放大器

附图 5 伺服系统电路 (I)

附图 6 伺服系统电路 (I)

附图 7 系统控制电路

第一章 磁记录原理

磁带录音机和录像机都是利用磁记录原理来存储信息的。利用磁头完成电磁和磁电的转换。利用磁带作为载体，记录、存储和传递声音和图像信息。在这一章里，我们将讨论用磁性材料记录信号的基本原理。

1.1 磁性材料的特性

自然界中的某些物质（如：铁、钴、镍及其合金、化合物），在外界磁场作用后，能够暂时或永久地保持着比较明显的磁性，称这些物质为磁性材料。磁性材料是磁记录的物质基础。磁性材料的特性主要由其磁化曲线和剩磁特性来说明。

一、磁化曲线

磁化曲线是表示磁性材料在磁化过程中磁感应强度 B 与外加磁场强度 H 之间关系的曲线，又称 $B-H$ 曲线。这种曲线可通过实验方法测量，图 1-1 是典型的磁性材料磁化曲线。

由图可知：当外加磁场强度 H 由零逐渐增加，磁性材料的磁感应强度 B 开始增加较慢，随之增加较快。当 H 增大到某个最大值 H_m ，则 B 不再增加而达到饱和，对应点 B_m 称为饱和磁感应强度。这段曲线为 $o \rightarrow a$ 。有时把这段曲线又称为初始磁化曲线。

达到饱和后，若让 H 逐渐减小， B 也随之减小，但不按原来

曲线，而沿另一曲线cd下降。当 H 减小到零时， B 并不为零，而保留一定值 B_r ，这称为磁性材料的剩磁。

要使磁性材料的剩磁为零，必须加一个与原来方向相反的磁场 $-H_c$ ， H_c 称为矫顽磁力。若 H 继续向反向增加，则在d点又达到反向饱和点，当反向磁场 H 减弱， H 为零时，也存在一个反向剩磁 $-B_r$ 。若 H 再继续正向增加，则在 H_c 点时对应 B 为零，也称 H_c 为矫顽磁力。 H 值再加大，则又达到饱和点，便形成闭合曲线， $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow f \rightarrow a$ 又称为磁滞回线。

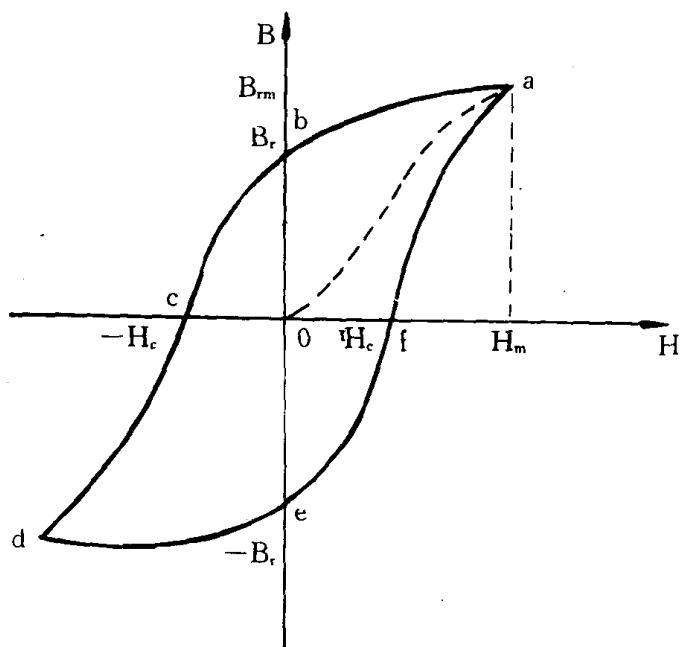


图 1-1 磁化曲线

B - H 曲线形象地描述了磁性材料磁化的全过程，反映了磁感应强度变化落后于磁场强度变化的磁滞现象。从该曲线可看出磁性材料磁化后的剩磁及其矫顽磁力的大小。不同的磁性材料有不同的磁化曲线。

二、剩磁特性

磁性材料的剩磁特性是用剩磁曲线来表征。我们把磁滞回线上对应于不同的 H 值磁化以后所得到的剩磁 B_r 另作一条曲线叫剩磁曲线。如图 1-2 所示。这条曲线的纵坐标是 B_r ，这与磁化曲线是不一样的。

由图可知：当外加磁场 H 很小时，磁性材料基本上不留剩磁。当 H 逐渐增大时， B_r 也增大，但不成线性关系。在中间段， B_r 随 H 增大呈线性增长关系。当 H 很大时， B_r 不再随 H 线性变化而进入饱和。显然，剩磁特性曲线的变化规律也呈现出非线性。

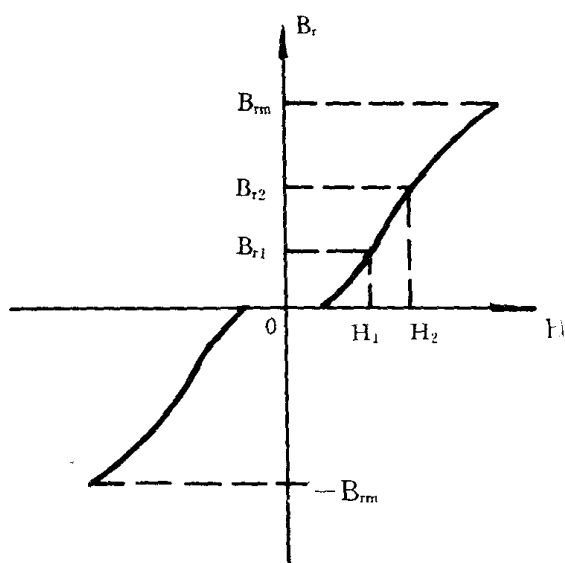


图 1-2 剩磁曲线

磁性记录正是利用了磁性材料的剩磁特性，由记录信号电流产生外加磁场对磁带进行磁化，使磁带上保留着与记录信号对应的剩磁而实现记录信息的。显然，在磁性记录中，只能利用剩磁特性曲线的中间线性段进行纪录，从而保证磁带上留下的剩磁大小与记录信号电流大小成正比。

三、磁性材料的分类

磁性材料一般可以分为软磁性材料和硬磁性材料两大类，其磁化曲线如图 1-3 所示。

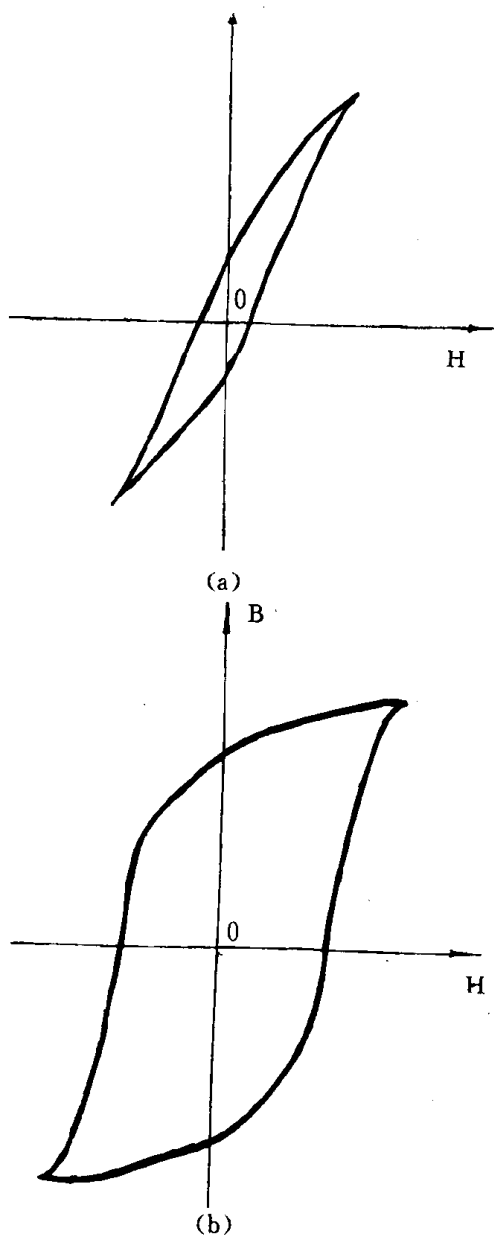


图 1-3 软、硬磁性材料的磁化曲线

软磁性材料是指剩磁和矫顽磁力都很小的磁性材料。例如电工钢片（硅钢片）、坡莫合金、铁氧体、介质磁等，都属于这一类。如图 1-3（a）所示，这类材料的磁化曲线很窄，几乎与初始磁化曲线重合，因而受磁化后几乎不留有剩磁，磁滞损耗也很小。最适用于反复磁化、去磁的场合。显然，软磁性材料适宜作电磁变换元件，如音频和视频磁头的铁芯、电机和变压器的铁芯。

硬磁性材料是指剩磁和矫顽磁力都很大的磁性材料，例如钨钢、钴钢和硬性铁氧体等。这类材料的磁化曲线如图 1-3（b）所示，其磁滞回线较宽，因而受磁化后能保留较大的剩磁且不易退磁，磁滞损耗也较大，最适用于记录保存磁信号，常作为录音和录像磁带的磁性层材料，此外也用来制造永久磁铁。

磁性材料是任何磁性记录设备的物质基础。正是由于磁性材料具有磁化和剩磁特性，才使得磁性记录成为现实。因而，对磁性材料的不断研究和发展，势必促进磁性记录设备的迅猛发展。

1.2 磁头与磁带

一、磁头

磁头是磁性记录设备中最关键的部件之一，其功能是将电信号转换为剩磁信号记录在磁带上，或将磁带上的剩磁信号转换为电信号输出。磁头是一个可逆电磁转换器件，其性能的好坏直接决定录放质量。由于录音机的音频磁头与录像机的视频磁头在记录的信号频率和工作方式不同，其结构和要求也不同，现分别介绍如下。

1. 音频磁头

音频磁头主要由带缝隙的铁芯、绕在铁芯上的线圈、防止电场和磁场干扰用的屏蔽罩以及固定支架等组成。

磁头铁芯材料是磁头的基础，其物理性能和机械性能直接影响录音机的综合性能指标。对磁头铁芯材料性能的要求是：导磁率高、矫顽力小、损耗小以及耐磨性能好等。目前广泛应用的磁头铁芯材料有：坡莫合金、热压铁氧体、铁铝硅合金和单晶铁氧体等。常见的磁头铁芯结构有层叠式、铁氧体块式及组合式等。

常见的音频磁头的铁芯被前后两个缝隙分割成两个对称部分。其中铁芯前部与磁带相接触的缝隙，称为工作缝隙。工作缝隙尺寸（主要是宽度和深度）对磁头的工作性能影响极大，其工作缝隙的宽度直接影响磁头的上限工作频率，其工作缝隙的深度直接影响磁头的灵敏度和耐磨程度。铁芯后缝隙的作用是为了录音时不易将铁芯磁化到饱和程度。磁头线圈绕在铁芯上，不同用途的磁头其线圈的线径和绕制的匝数不同。

音频磁头均采用高导磁坡莫合金的外壳作为磁头整体的屏蔽罩，以消除外磁场对内铁芯的磁场干扰；磁头正面经过研磨抛光处理。此外，立体声磁头为避免两声道间的相互干扰，而采取了声道间加装金属片的屏蔽措施。导带叉固定在磁头外壳上，其作用是保证磁带运行时与磁头工作缝隙相吻合。整个磁头的构造如图 1-4 所示。

音频磁头大致可分为以下几类：按磁头的功能分，有录音磁头、放音磁头、抹音磁头及录/放两用磁头；按磁头铁芯材料分，有合金类磁头、铁氧体磁头及复合磁头；按磁头的声道分，有单道双迹单声道磁头、双道四迹立体声磁头及四道四迹自动换向立体声磁头；按磁头的尺寸分，有普通型和小型（均属标准型）及非标准型等

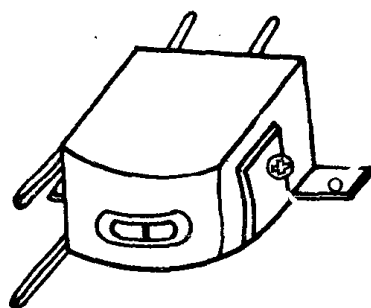


图 1-4 音频磁头结构

几种。

2. 视频磁头

录像机中配置有多种磁头，其中最主要的是用来记录和重放图像信号的视频磁头。视频磁头的基本构造、工作原理与音频磁头相同。但是，由于视频信号的频率高达 6MHz，并且处于高速旋转状态，所以与音频磁头相比具有工作缝隙小、磁头体积小、线圈匝数少及高频性能好等特点。

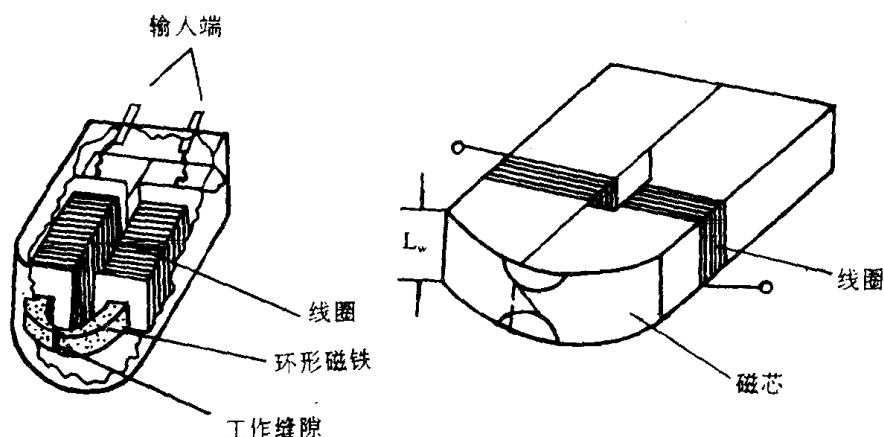


图 1-5 视频磁头结构

视频磁头的典型结构如图 1-5 所示。它是由铁芯、铁芯线圈和缝隙三个主要部分构成。整个磁头的体积很小，最大方向的长度仅为几毫米，且在小而薄的铁芯上绕有线圈。

铁芯材料一般采用单晶铁氧体，由两片组合形成一个穿线窗口和前后两个缝隙，缝隙由玻璃薄膜夹在铁芯两端，在高温下熔结而成。前缝隙是磁头的工作缝隙，其宽度比音频磁头小得多，一般在 $1\mu\text{m}$ 以下；其长度在 $100\mu\text{m}$ 左右。由于视频磁头体积很小，所以磁头都采用环氧树脂等封固在铜质的基板上，通过基板安装在上磁鼓上，它与基板之间必须有 $50\text{M}\Omega$ 以上绝缘电阻。

视频磁头不但是录像机中的关键部分，而且也是最容易损坏