

中等专业学校教材

录音与录像

姜 邈 刘建杰



国防工业出版社

录音与录像

姜 蕊 刘建杰

国防工业出版社

内 容 简 介

本书包括录音与录像两部分，主要内容有磁头记录原理、录音机基本电路及工作原理、录音机驱动机构、录音机主要参数与测试、录像机基本原理、视频信号处理系统、伺服系统、控制系统及典型录像机电路分析。内容系统而全面，原理阐述清晰，文字简练。

本书适用于中等专业学校及培训班作教材，也可供无线电技术人员及家电维修人员参考，它也是无线电爱好者的良师益友。

录 音 与 录 像

姜 遵 刘建杰

国防工业出版社

(北京东黄城根北街27号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印刷

787×1092 1/16 印张14¹/₂ 330千字

1989年11月第一版 1989年11月第一次印刷 印数：0,001—5,080册

ISBN 7-118-00559-2/TN105 定价：2.60元

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作分工的规定，我部承担了全国高等学校、中等专业学校工科电子类专业教材的编审、出版的组织工作。由于各有关院校及参与编审工作的广大教师共同努力，有关出版社的紧密配合，从1978年至1985年，已编审、出版了两轮教材，正在陆续供给高等学校和中等专业学校教学使用。

为了使工科电子类专业教材能更好地适应“三个面向”的需要，贯彻“努力提高教材质量，逐步实现教材多样化，增加不同品种、不同层次、不同学术观点、不同风格、不同改革试验的教材”的精神，我部所属的七个高等学校教材编审委员会和两个中等专业学校教材编审委员会，在总结前两轮教材工作的基础上，结合教育形势的发展和教学改革的需要，制订了1986~1990年的“七五”（第三轮）教材编审出版规划。列入规划的教材、实验教材、教学参考书等近400种选题。这批教材的评选推荐和编写工作由各编委会直接组织进行。

这批教材的书稿，是从通过教学实践、师生反映较好的讲义中经院较推荐，由编审委员会（小组）评选择优产生出来的。广大编审者、各编审委员会和有关出版社为保证教材的出版和提高教材的质量，作出了不懈的努力。

限于水平和经验，这批教材的编审、出版工作还会有缺点和不足之处，希望使用教材的单位，广大教师和同学积极提出批评建议，共同为不断提高工科电子类专业教材的质量而努力。

电子工业部教材办公室
电子工业部教材办公室

前 言

本书系由中等专业学校电子类教材编审委员会无线电技术编审小组组织专家评审选拔，名列榜首而推荐出版。作者遵循专家评审意见对原稿作了必要的修改。

本书由北京无线电工业学校姜逸主编，上海电子技术学校吴汉森主审，编写和审定均依据无线电编审小组审定之编写大纲进行。

本书包括录音和录像两部分内容，相互独立又紧密配合，主要内容有磁性记录原理、录音机基本电路及工作原理、录音机驱动机构、录音机基本参数与测试，录像机基本原理、视频信号处理系统、伺服系统、控制系统以及典型录像机电路分析举例，最后简述了录像机的使用和维护，内容系统而全面、逻辑性强、原理阐述清晰。

根据中专无线电技术专业教学计划，本课程为选修课，计划50学时讲完，不包括实验时数，但可增加演示与讲授配合。本课程应排在“电子线路”和“电视原理”课程之后讲授，根据需要本课程可分为两部分进行，录音部分排在“电子线路”之后，录像部分排在“电视原理”之后。根据教学实践，录音部分讲授40至50学时为宜，录像部分讲授30至40学时为宜，即根据当前家用电器迅速发展之现状及学生之要求与接受能力，本课程时数有突破之必要。

本书内容以物理概念之分析为主，并分析基本电路和实用电路，电路分析以定性原理为主。每章末尾均有复习思考题，为各章重点之所在，便于学生复习巩固，抓住要领。

本书录音部分由刘建杰编写，北京理工大学陈军绘图，录像部分由姜逸编写，尹立俊绘图。在编写过程中吴汉森老师提出许多宝贵的建设性意见，北京无线电工业学校二专科的许多同志及北京理工大学唐建新同志给本书编写以很大支持，在此一并表示感谢。

由于编者水平所限，书中缺点错误一定不少，请读者批评指正。

编 者

1988.9.

目 录

第一章 音频信号的记录及重放

原理 1

§1 录音技术绪言 1

§2 预备知识——铁磁物质的磁化曲线及其特性 2

§3 音频信号的记录及重放 4

§4 磁头 9

§5 盒式磁带 15

第二章 盒式磁带录音机电气电路 19

§1 偏磁及抹音电路 19

§2 频率特性校正电路 21

§3 线路放大器 27

§4 自动电平控制 (ALC) 电路 28

§5 电平指示电路 32

§6 立体声声像展宽电路 35

§7 等响度控制电路 37

§8 图示均衡器 (GEQ) 39

§9 降噪系统 49

§10 自动磁带响应系统 (ATRS) 61

§11 倍速复制电路 66

§12 自动选曲电路 70

第三章 盒式磁带录音机驱动系统 82

§1 主导机构 82

§2 卷带机构 85

§3 制动机构 88

§4 控制机构 90

§5 附属机构 90

§6 直流电动机及其调速 98

§7 轻触式机芯 104

§8 自动返转机芯 107

第四章 盒式录音机的主要性能指标及其测试 112

§1 盒式机的主要性能指标 112

§2 盒式机主要性能指标的测试 115

第五章 录像机基本原理 119

§1 录像技术序言 119

§2 磁带记录原理 122

§3 视频信号的记录 124

§4 视频磁头与磁带 131

§5 录像机基本结构 134

第六章 视频信号处理系统 139

§1 视频系统方框和频谱 139

§2 亮度信号记录系统 141

§3 亮度信号重放系统 145

§4 色度信号通道 149

§5 伪时基校正系统 152

第七章 伺服系统 155

§1 伺服系统工作方式 155

§2 磁头鼓伺服系统 156

§3 主导轴伺服系统 159

§4 数字式伺服系统 160

第八章 控制系统 163

§1 自动穿带机构 163

§2 走带系统 165

§3 传动系统 166

§4 张力伺服系统 167

§5 功能控制键和防误消机构 168

§6 录像机的自停机构 169

§7 微计算机控制系统 173

第九章 典型录像机电路分析

举例 181

§1 引言 181

§2 VT-340方框图 182

§3 调谐器/中频电路板 183

§4 射频放大器与射频变换器 183

§5 主电路板——亮度/色度部分 184

§6 主电路板——伺服系统部分 189

§7 主电路板——系统控制部分 192

第十章 录像机的使用与维护 193

§1 使用前的准备 193

§2 录像机的基本使用方法 194

§3 录像机的维护 198

第一章 音频信号的记录及重放原理

§1 录音技术绪言

磁带录音机具有独特的记忆能力, 它能完美地记录或重放各种音频信息, 具有准确、方便等优点, 因而获得了广泛的应用。

1898年, 丹麦电话工程师波尔逊 (V. Poulsen) 发明了人类历史上第一架钢丝录音机, 从而揭开了磁性记录技术的序幕。1932年, 英国推出了马可尼-斯特利 (Marconi-Stille) 钢带录音机, 供通讯、邮电、广播等部门使用。此后不久, 随着纸质、乙烯树脂和醋酸纤维质为带基的各种氧化物磁带的出现, 以及环形磁头的发明应用, 磁带录音机迅速地发展起来, 从而迫使钢丝、钢带录音机逐渐退出历史舞台。1962年, 荷兰飞利浦 (Philips) 公司发明了盒式磁带录音机, 该系统特殊的走带机构和磁带结构陆续为许多国家所接受, 成为当今世界最畅销的机种。此后, 微型盒式录音机、卡式录音机、大盒式录音机等一系列盒式机陆续问世, 连同七十年代初问世的脉冲编码调制 (PCM) 录音机 (即数字录音机) 一起, 使录音机市场达到空前的繁荣。

磁带录音机种类繁多。按结构或形状分类, 有落地式、台式、便携式、袖珍式、车用式及立柜式等; 按功能分类, 有单放机、录放两用机、多用录音机和特殊录音机等; 按使用的磁带分类, 则有盘式录音机 (使用金属或塑料带盘卷绕磁带, 带宽多为 6.25 mm)、盒式录音机 (使用规定的盒装磁带, 带盒尺寸为 100.4×63.8×8.6 mm, 带宽为 3.81 mm, 带速为 4.75 cm/s)、微盒式录音机 (使用尺寸为 50.2×33.5×8.15 mm 的盒装磁带, 带宽为 3.81 mm, 带速为 2.38 cm/s)、大盒式录音机 (使用尺寸为 150×106×13 mm 的盒装磁带, 带宽为 6.25 mm, 带速为 9.53 cm/s, 其走带结构与盒式录音机有很大的不同之处) 和卡式录音机 (磁带卷绕在带卡的一个盘芯上, 能循环走带, 带卡尺寸为 133.35×107.95×72.35 mm, 带宽为 6.25 mm, 带速为 9.53 cm/s) 等; 按其工作原理分类, 则又有模拟磁带录音机和数字磁带录音机。

盒式磁带录音机对于我们来说并不陌生, 作为大家熟知的一种电子产品, 它早已进入千家万户。现代盒式录音机之极品以盒式录音座为典型代表, 这不仅是因为它具有比一般录音机更多、更完善的功能, 更主要的是它有着超乎寻常的高水平电声指标。目前盒式录音座的主要技术性能已达到专业录音机的水平, 其操作功能也不断地完善。即便是一些中、低档盒式录音机, 由于逐步采用了某些新技术, 使其技术性能和操作功能也有较显著的提高。盒式机中采用的新技术主要包括降噪技术、多频率补偿技术、自动选曲技术、双向走带技术、走带机构的轻触控制技术, 以及逐渐获得推广应用的微机技术、多磁头多电机系统、新型电子计数及多种信息显示系统等。可以说, 那种仅由必要的基本电路和驱动系统构成的盒式机已一去不复返了。

今天, 数字录音机已结束实验样机阶段而进入实用阶段。尽管目前对数字录音技术

尚有一些争议,但从它所具有的、模拟录音技术不可企及的优异性能来看,必将是未来一段时期的发展方向。毫无疑问,数字录音机的出现是对磁性记录技术的划时代变革。随着音频数字化技术的发展和集成电路技术的飞速进步,用半导体集成电路技术存储音频信息将得以实现,预计在不久的将来,一种不用磁带、无转动部件的固体电路录音机即将问世。据称,日本已作出规划和着手研制这种全新的录音机,并可望在2000年之前推出样机。值得自豪的是,我国一青年于1987年发明的载波录音机,被专家称为录音机的换代产品。其突出特点是能在同一盘磁带上重复记录许多种不同的信息而不致混淆(一盘磁带相当于若干盘),重放时则可任意选取。目前,磁带录音技术的发展方兴未艾,未来的录音机到底是什么样,还是让我们拭目以待吧!

§2 预备知识——铁磁物质的磁化曲线及其磁性

铁磁物质(即磁性材料)主要指铁、镍、钴及其合金材料。它们的磁性能主要由其磁化曲线($B-H$ 曲线)或导磁率($\mu = B/H$)来表征,不同的铁磁物质具有各自的 $B-H$ 曲线,但其形状大体相似,均表现为回线形式。

§2.1 磁化曲线及其表征的磁性

典型的铁磁物质磁化曲线如图1-1(a)所示。铁磁物质在完全去磁(无剩磁)的状态下开始磁化,若外加磁化力 H 由零上升到某个最大值 H_m ,则铁磁物质的磁感应强度 B 沿初始磁化曲线 Oa 上升并逐渐达到饱和, B_m 称饱和磁感应强度;此后当 H 减弱(去磁)时, B 并不沿原来的(初始磁化)曲线下降,而是沿另一曲线 ab 下降。显然,去磁过程中的磁感应强度 B' 比磁化过程中同一磁化力 H 产生的磁感应强度 B 稍大,而要达到 B 须滞后一段时间,这种磁的滞后现象称为磁滞现象。此外,在去磁过程中,即使 H 减弱到零,铁磁物质仍留有一定的剩磁感应强度 B_r ,称为剩磁。此时必须外加反向磁化力 $-H_c$,才能使 B_r 减小为零, H_c 称为矫顽磁力。类似地,当 H 按 $O \sim -H_m$ (反向磁化)、 $-H_m \sim O$ (反向去磁)、 $O \sim +H_m$ (正向磁化)诸过程不断变化时, B 分别沿曲

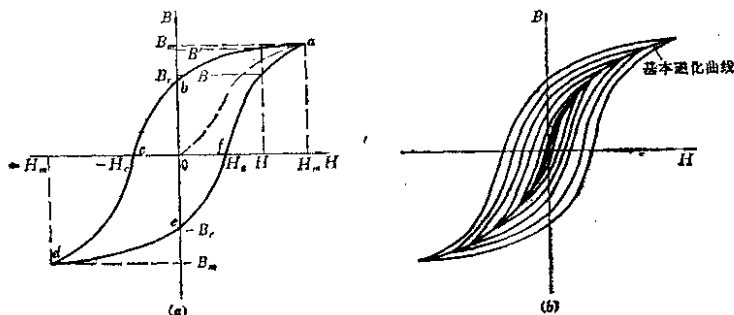


图1-1 典型铁磁物质的磁化曲线、磁化曲线族及基本磁化曲线
(a) 磁化曲线; (b) 磁化曲线族及基本磁化曲线。

线 bcd 、 de 、 ef 变化并回到 a 点 (事实上经多次反复磁化后才与 a 点重合)。经过如此反复磁化及去磁的多次循环, 便形成一个描述 B 与 H 关系的闭合回线, 这就是 $B-H$ 回线, 也称磁滞回线。对同一铁磁物质来说, 回线的大小随 H_m 的变化而不同, H_m 大则回线大, 反之则小。由此得到不同 H_m 值下的磁化曲线族, 将各顶点连接便能获得一条基本磁化曲线, 见图 1-1(b)。

$B-H$ 曲线形象地描述了铁磁物质磁化的全过程, 由该曲线可知铁磁物质磁化后的剩磁及其矫顽磁力的大小; 对于一定的交变磁场频率, 曲线所围面积与每反复磁化一次所消耗的能量 (用于克服铁磁物质的磁滞作用) 成正比。

铁磁物质的磁滞作用决定了磁化过程是不可逆的, 即对同一 H 值存在着不唯一的 B 值, 视以前的磁化情况而定。而且为完全消除磁化后的剩磁 B_r , 必须外加方向交替变化、强度不断减小的磁化力。铁磁物质的导磁率 μ 并非常数, 由 $B-H$ 曲线可见, 其最大值在曲线中段, 而 H 过大或过小对应的 μ 值均较小。

§ 2.2 铁磁物质的种类及应用

铁磁物质大致可分为软磁性材料和硬磁性材料两大类, 其 $B-H$ 曲线如图 1-2 所示。

软磁性材料是指剩磁及矫顽磁力都很小的铁磁物质, 参见图 1-2(a)。这类磁性材料的特点是 $B-H$ 曲线极窄, 几乎与基本磁化曲线重合, 因而受磁化后几乎不留有剩磁,

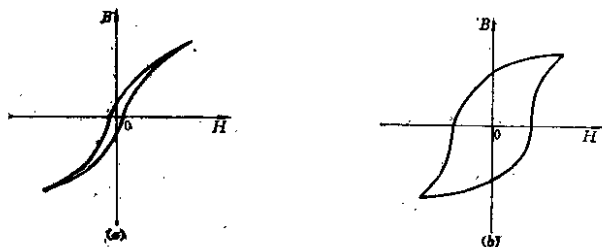


图1-2 软、硬磁性材料的 $B-H$ 曲线

(a) 软磁性材料的 $B-H$ 曲线; (b) 硬磁性材料的 $B-H$ 曲线。

磁滞损耗也很小。最适用于反复磁化、去磁的场合, 硅钢、坡莫合金、铁氧体、介质磁等均属此列。软磁性材料主要用于制造音频和视频磁头的铁芯, 还可用来制造电机、继电器和变压器的铁芯。

硬磁性材料是指剩磁和矫顽磁力都很大的铁磁物质, 参见图 1-2(b)。这类磁性材料的特点是 $B-H$ 曲线很宽, 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, 钨钢、钴钢等均属此列。硬磁性材料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, 此外它还可用来制造永久磁铁。

铁磁物质是磁性记录的基础, 是制造磁头和磁带的重要材料。正是由于铁磁物质具有反复磁化和去磁的特性, 才使得磁性记录成为现实。可以说, 对磁性材料的不断研究和发 展, 是磁性记录技术得以迅猛发展的原因之一。

§3 音频信号的记录及重放

音频信号的记录及重放过程，实质上是“声→电→磁”及“磁→电→声”的变换过程。为实现上述转换而组成的电气和机械系统，便构成了一套完整的录放音系统。

录音时，声音首先通过话筒变换为电信号，再经电路放大和频率校正后送至录音磁头；录音磁头将此电信号转换为磁信号，使匀速通过磁头工作面的磁带磁化，磁信号便以剩磁的形式保留在磁带上了，这就是记录过程。放音时，已录磁带匀速地通过放音磁头工作面，后者将分布在磁带上的剩磁信号逐一变换为电信号，并经电路放大、频率校正及功率放大后，由扬声器将此电信号还原为声信号，这就是重放过程。录放音过程示意图如图 1-3 所示。

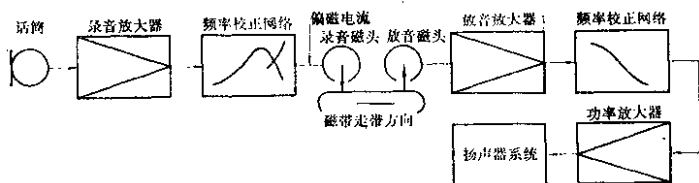


图1-3 录放音过程示意图

本节着重讨论录放音过程中的“电⇌磁”变换原理及偏磁录音、抹音原理，并对录放音过程中各种损耗的产生机理及影响因素加以阐述，其它有关问题留待以后的章节中陆续讨论。

§3.1 电、磁信号变换原理

一 电信号变换为磁信号

所谓“电→磁”变换，实质是将音频电流的变化规律转换为能够保存在磁带上的剩磁分布规律。当音频电流送入录音磁头线圈时，录音磁头工作缝隙处将产生随音频电流变化规律而变化的交变磁场，使磁带的磁粉层连续磁化成许多按音频信号变化规律排列的小磁体，参见图 1-4(a)。由于磁带的磁性层是硬磁性材料制成的，故当磁带远离录音磁头工作缝隙后，磁带各处便留有较强的、不同程度的剩磁，其分布规律与录音磁化场随时间而变化的规律相一致，如图 1-4(b) 所示。

由图 1-4(b) 可见，录音电流所包含的振幅、极性和时间三个基本参量，均相应地体现在磁带的剩磁分布图形中。图中，每组椭圆形的磁力线在磁性层厚度方向上，均以磁性层的中间层为基准呈对称分布。每组椭圆形所占的磁带长度对应着录音电流（记录信号）的半波长；椭圆形磁力线的多寡与录音电流的幅度成正比；两相邻椭圆形的临界位置，对应着录音电流的零值。

这里特别要说明的是，在“电→磁”变换过程中，真正对磁带起磁化作用的录音磁化场并非磁头工作缝隙中的总磁场，而是磁头工作缝隙中溢出的纵向（磁带运行方向）

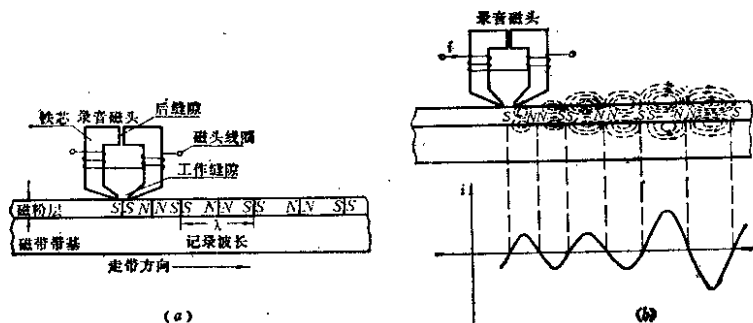


图1-4 电信号转换为剩磁信号

(a) “电→磁”变换示意图；(b) 磁带上剩磁分布规律与录音电流之间的关系

磁场；磁头工作隙隙溢出的横向磁化场（与磁带运行方向垂直）对磁带磁化而产生的小磁体都相互抵消掉了。

二 磁信号变换为电信号

已录磁带匀速地通过放音磁头工作面时，磁带上的剩磁分布依次被放音磁头拾取，因而磁头铁芯中便产生依剩磁分布规律而变化的磁通，使缠绕在铁芯上的线圈两端感生电势。换言之，放音磁头将磁带上的剩磁信号转换成了电信号，如图 1-5 所示。

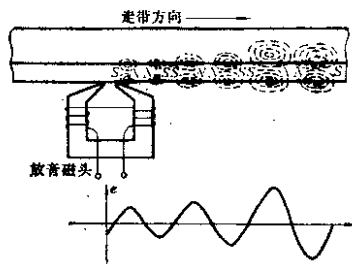


图1-5 剩磁信号转换为电信号

上述讨论使我们对录放音过程中“电⇌磁”变换的本质有了较清楚的认识，归根结蒂，它是以电磁感应原理和铁磁物质的磁化特性为依据的。

必须申明，以上讨论是基于磁带在录音之前无任何剩磁且在“电⇌磁”变换过程中无任何失真产生，也不存在任何损耗。然而实际情况并非如此；确切地说，录、放音过程都伴有一定的失真，即由于某些因素的影响使得电、磁变化规律不一致。这种电、磁变化规律不一致的现象在录音过程中尤为突出！此外，磁带在录音之前往往已留有一定的剩磁，不难想象这对录音信号的重放将产生怎样的影响。

那么造成电、磁变化规律不一致的原因是什么呢？怎样减小由此产生的录音失真呢？无用的剩磁信号又是如何消除的？录放音过程中存在的损耗及其产生机理是怎样的？细读本节的下而内容，一切问题便可迎刃而解。

§ 8.2 偏磁录音原理

无偏磁录音时，由于磁头偏磁特性和磁带剩磁特性的影响，使录音磁头的磁化力与磁带的剩磁之间呈非线性关系，见图 1-6(※)。这是造成剩磁与录音电流变化规律不一

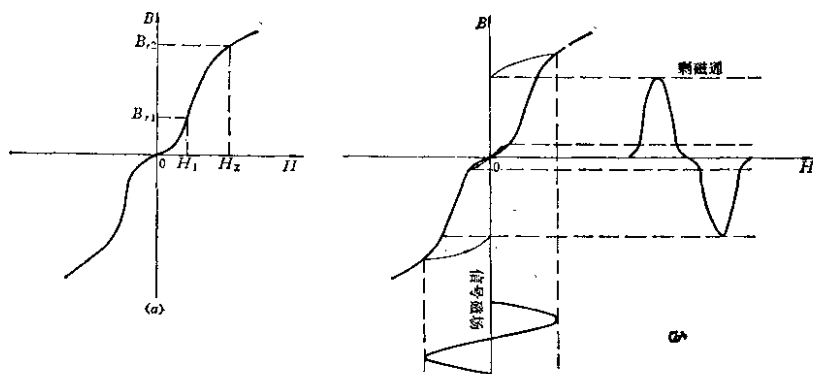


图1-6 磁头磁化力与磁带剩磁之关系及其带来的录音失真
(a) 录音磁头磁化力与磁带剩磁之间的非线性关系；(b) 无偏磁录音产生的失真。

致的根本原因。由此而产生的录音失真参见图 1-6(b)。

采取偏磁录音技术能够有效地减小录音失真，并能显著地提高录音灵敏度。

所谓“偏磁”，是指录音时将一固定幅度的电流（称为偏磁电流）与录音信号电流叠合后一起馈至录音磁头线圈。偏磁电流产生的恒幅磁化场改变了磁带磁特性的工作区域，使录音信号电流产生的磁化场避开 $B-H$ 曲线的弯曲段而工作于线性段，从而大大降低了录音失真，并显著地提高了磁带上的剩磁感应强度（即录音灵敏度）。

偏磁录音技术有直流偏磁和交流偏磁两种方式，参见图 1-7。直流偏磁方式是给录音磁头加一固定的直流电流，以产生一个恒定方向和幅度的偏磁磁化场，如图 1-7(a) 所示。交流偏磁方式是给录音磁头加一恒定幅度和频率的超音频交变电流，以产生一个幅度恒定而方向交变的偏磁磁化场，如图 1-7(b) 所示。

直流偏磁方式有两大缺点，一是只能利用 $B-H$ 曲线的很小一段，而对 $-H$ 那一半曲线完全不能利用，故录音后磁带上的剩磁较无偏磁录音增加得不多，即录音灵敏度仍不够高；二是直流偏磁磁化场在磁带上留有一定的直流剩磁，使磁带的本底噪声增加，因而信噪比指标较差。直流偏磁方式的两个致命弱点注定了它将走向衰亡。事实上，现代录音技术广泛采用交流偏磁方式，直流偏磁方式已被淘汰。

交流偏磁录音时，超音频偏磁电流与录音信号电流一起送入录音磁头，偏磁磁化场的交变使 $B-H$ 曲线两侧的线性段均被利用，形成两剩磁信号的叠加，因而大大提高了录音灵敏度。同时，由于 $B-H$ 曲线独特的对称性，叠加的结果使两剩磁信号的部分失真（由于 $B-H$ 曲线的线性段线性不佳造成的剩磁信号正、负半周波形不一致）相互抵消，并消除了直流剩磁成份，因而大大降低了录音失真，提高了信噪比。

需要强调的是，在偏磁录音中，偏磁电流的大小对录音性能（频响、失真和磁平）的影响极大，其相互关系见图 1-8。由图可见，偏磁电流逐渐加大时，录音失真迅速减小并趋于恒定；录音磁平除在某一点有最大值（取决于录音信号频率）外呈下降趋势；

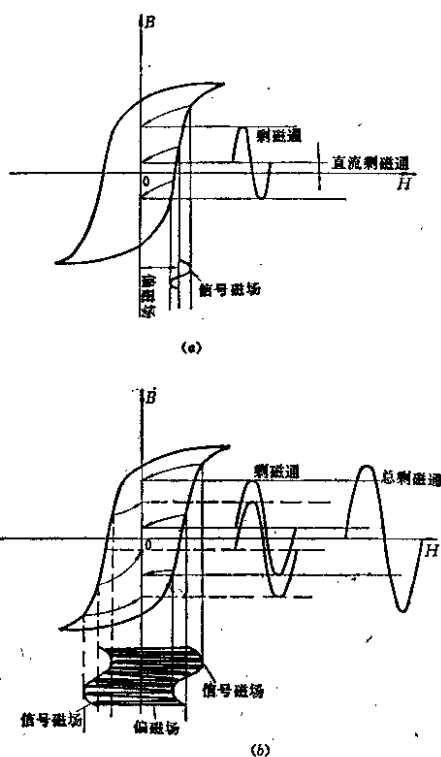


图1-7 偏磁录音的剩磁信号
(a) 直流偏磁录音; (b) 交流偏磁录音。

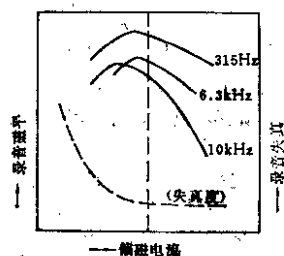


图1-8 偏磁对录音质量的影响

频响却渐趋恶化(录音信号频率越高,其磁平下跌越甚)。由于这三项指标相互牵连,因而慎重地选取偏磁电流的大小是充分发挥偏磁录音方式优良性能的关键。

§3.3 抹音原理

磁带在录音之前,必须用抹音磁头(或消磁器)将原有剩磁去除(称为抹音或消音),以保证记录及重放信号的真实性(良好的还原性)。

抹音方式有直流抹音和交流抹音两种,其抹音原理可用图 1-9 来说明。

直流抹音是对抹音磁头通以较强的直流电流,使磁头工作缝隙处产生恒定强磁场(一般为磁带矫顽力的 5 倍以上)。已录磁带通过抹音磁头工作面时,磁带上分布的各种

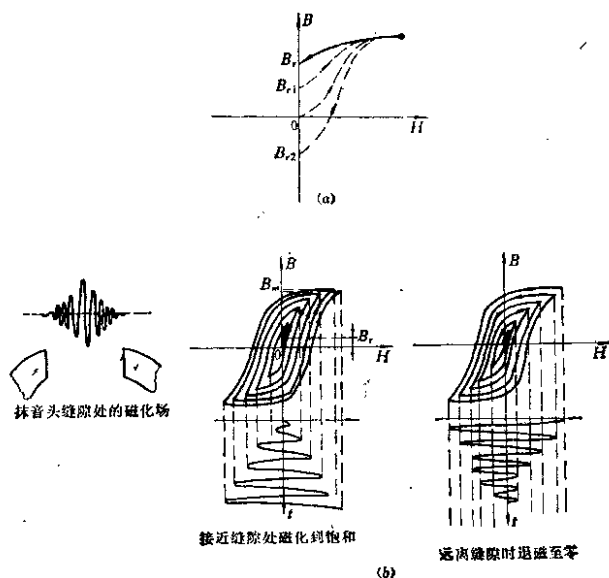


图1-9 抹音原理
(a) 直流抹音; (b) 交流抹音。

剩磁状态均被磁化到饱和;磁带远离抹音磁头工作缝隙后,其饱和磁化状态便沿磁带回线变为剩磁状态,参见图 1-9(a)。显然,直流抹音在消除剩磁分布信号的同时,也加大了磁带的本底噪声。

交流抹音是对抹音磁头通以一定频率的交变电流,在其工作缝隙处产生强交变磁场。由于交流抹音磁头将工作缝隙设计得较宽,故其溢出的磁化场在缝隙的中间最强,足以将磁带磁化到饱和,而两侧的磁化场却逐渐减弱到零,参见图 1-9(b)。这样,磁带位于工作缝隙中心处时,其各种剩磁状态均被磁化到饱和,此后随着抹音磁化场的不断减弱(磁带偏离工作缝隙的中心位置),磁带的饱和状态将沿磁滞回线逐渐回到起始磁化

的零状态,如图 1-9(b) 所示。只要抹音电流是纯正弦波,交流抹音便能完全消除磁带上的剩磁,其抹音效果大大优于直流抹音。

§ 3.4 录放音过程中的各种损耗

一 低频损耗

在低频段,记录在磁带上的信号波长比较长。若记录波长的一半(磁带上小磁性体的长度)大于磁带与放音磁头接触面的长度,则放音磁头便不能拾取所有的剩磁信号,而是漏掉了部分磁通,其结果势必造成低频放音信号的衰落。由此造成的放音输出波动常称为“轮廓效应”。

二 高频损耗

磁头的缝隙损耗 当记录波长与放音磁头工作缝隙宽度(平行于磁带运行方向的宽度)可比较时,将造成磁带上两个极性相反的小磁性体同时被放音磁头拾取而产生抵消作用,致使高频响度下跌。记录波长越接近磁头工作缝隙宽度,缝隙损耗便越大;当两者相等时,磁头的输出为零。上述现象常称为磁头的“缝隙效应”。

自去磁损耗 录音后的磁带,其磁性层被磁化成许多连贯的小磁性体。由于它们自身及相互间的退磁作用,使剩磁信号因这种自去磁效应而产生自去磁损耗。已录信号的频率越高,自去磁损耗便越大。

间隔损耗 间隔损耗是由于磁头和磁带的接触面存在一定的间隔而造成的,而且间隔越大、录音波长越短,损耗便越大。间隔损耗将导致录音磁化场强度减弱和放音磁头拾取的磁通量减小,它在录、放音过程中均可产生。

带厚损耗 由于磁带的磁性层具有一定的厚度,故相对于磁性层表面,磁性层里面与磁头表面有一段较小的距离,相当于存在间隔损耗。显然,磁带的磁性层越厚,带厚损耗便越大。现代盒式磁带的带厚损耗均很小。

方位角损耗 磁头的方位角偏离理想位置时将产生方位角损耗。方位角偏离理想位置越远,损耗便越大。

偏磁去磁损耗 录音时,录音磁头工作缝隙处将产生一些杂散磁场,其强弱除与磁头的结构有关外,主要取决于偏磁电流的大小。偏磁电流越大,该杂散磁场对记录信号的去磁作用越明显,偏磁去磁损耗便越大。

磁头铁芯损耗 铁芯损耗是指磁滞损耗、涡流损耗和剩余损耗。磁滞损耗是指反复磁化过程中克服磁滞作用所付出的能量消耗;涡流损耗是变化磁通在材料里感生的电(涡)流面产生的欧姆损耗。两者均与材料的最大磁通密度及工作频率有关,涡流损耗还与材料的厚度有关。剩余损耗系指磁后效应及各种谐振损耗。

上述各种损耗对整机电声性能指标的影响极大,必须采取措施将它们的影响减至最小,包括通过电路予以适当的弥补。

§ 4 磁 头

磁头是磁带录音机最关键的部件之一。其功能是将电信号转换为(剩)磁信号记录在磁带上(此称为记录磁头),或将磁带上的剩磁信号转换为电信号输出(此称为重放

磁头)。磁头是一个可逆电磁转换器件,其质量的优劣对录音机的主要电声指标有直接的影响。

§ 4.1 磁头的品种分类

磁头依不同概念大致分为如下几类:按磁头的功能分有录音磁头、放音磁头和抹音磁头三种;按磁头芯材料分有合金类(包括坡莫合金、铁铝硅合金、非晶态合金等)磁头、铁氧体(包括烧结铁氧体、热压铁氧体和单晶铁氧体等)磁头及复合磁头(如铁铝硅-坡莫合金复合磁头、铁铝硅-铁氧体复合磁头)等三大类;按磁头的款式分有单道双迹单声道磁头、双道四迹立体声磁头、四道四迹自动换向立体声磁头及录放组合磁头、录放抹三合一磁头等;按磁头的制造方法分有整块铁氧体磁头、金属叠片磁头和薄膜磁头(用于PCM录音机);按磁头的尺寸分有普通型和小型(均属标准型)及非标准型等几种。

通常以铁芯材料、款式和功能来划分磁头种类,这样较直观且便于理解。

§ 4.2 磁头的结构形式

磁头由带缝隙的铁芯、绕在铁芯上的线圈及防止电场和磁场干扰用的屏蔽物组成。

最初的磁头结构形如棒状,三十年代初期,德国人肖勒(Shuller)发明了圆环形磁头,使磁记录技术有了较快的发展。现代磁头的基本结构形状大多是对圆环形磁头改进而成的长圆形结构。标准录放磁头的外形尺寸见图1-10。

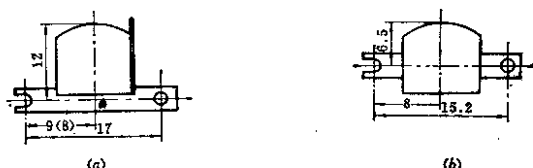


图1-10 标准录放磁头的外形及尺寸

(a) 普通型磁头; (b) 小型磁头。

一 磁头铁芯材料

磁头芯材料是磁头的基础,其物理性能和机械性能直接影响着录音机的综合性能指标。磁头芯材料应具备以下性能:

1 导磁率要高 导磁率决定了磁头铁芯的磁阻,而录、放音磁头的灵敏度均与磁阻有关。导磁率高(相应地磁阻低),录、放音灵敏度也高,对改善频响及提高信噪比极为有利。

2 矫顽力要小 矫顽力不仅能引起录音时的磁滞损耗和放音时磁头铁芯的起始导磁率增加,产生直流调制噪声、造成谐波失真增大;而且会对磁带的放音产生部分消磁作用,使高频频响严重变劣,因而矫顽力越小越好。

3 最大磁通密度要高 由于录音磁头和抹音磁头均需在较大的偏磁电流和抹音电流下工作,故应避免在铁芯极靴(工作缝隙)处产生磁饱和。否则会使工作缝隙附近的磁场分布增宽,造成高频录音特性变差,录音失真增大及抹音效果降低等不利影响。严重

时甚至无法录音或抹音。磁头芯材料的最大磁通密度高,对减小录音失真和扩展动态范围都是十分有益的。

4 损耗要小 铁芯损耗要尽可能地小。

5 其它特性 如耐磨性、加工性要好,磁特性的时效现象和磁致伸缩系数要小,应力敏感性要小,以及居里温度要高等等。

鉴于上述特性要求,目前应用的磁头芯材料最具代表性的有:坡莫合金、硬坡莫合金、热压铁氧体、烧结铁氧体,以及被公认为最有发展前途的铁铝硅合金、单晶铁氧体和非晶态合金。这些材料制成的磁头在性能上有较大的差异,应根据整机的性能要求合理地选用。表 1-1 列出了几种常见磁头芯材料的特性。

表 1-1 几种常见磁头芯材料特性

材 料 特 性	坡莫合金		铁 氧 体				其它合金	
	高硬度	高 Bs	单 晶	热 压	高硬度	烧 结	铁铝硅	非晶态
主要组成材料	Ni 78% Fe 16% Ti 3% Nb 2.8%	Fe Ti Nb } 合金	Fe ₂ O ₃ 50~60% MnO ₂ 5~35% ZnO10~20%	Fe ₂ O ₃ 50~60% MnO ₂ 20~30% ZnO15~30%	Fe ₂ O ₃ 50~60% MnO ₂ 5~35% ZnO15~25%	Fe ₂ O ₃ 50~60% Ni30~40% ZnO10~20%	Fe 85% Al5.5% Si 9.5%	Fe Co Si B } 合金
导磁率 μ	30000		10000	17000	12000	12000	30000 ~ 35000	10000
饱和磁通密度 B_s (G)	4800	10000	3800	3300	3700	4200	7000~ 11000	8000~ 10000
矫顽磁力 H_c (Oe)	0.015	0.01	0.05	0.05	0.05	0.10	0.025	0.02
居里温度 T_c (°C)	280		180	90	120	130	500	420
电阻率 ρ ($\Omega \cdot \text{cm}$)	98×10^{-6}		3	10	1	50	80×10^{-6}	130×10^{-6}
硬度 HV	200	<200 含 Ti 远 比 Nb 少	650	650	650	450	500	800~ 1000
密度 (g/cm^3)	8.6		5.1	5.1	5.1	4.8	6.96	7.77

二 铁芯的结构

常见的磁头铁芯结构有层叠式、铁氧体块式及组合式等几种,如图 1-11 所示。

层叠式铁芯是用坡莫合金、硬坡莫合金、铁铝合金或铁铝硅合金等软磁性材料的薄片叠合而成。根据两半叠片的不同拼合,又有环型和横叠型之分,参见图 1-11(a),两者均采用非导磁性材料(如镀青铜箔等)固定工作缝隙的宽度。横叠型拼合较易控制工作缝隙的尺寸,但其在叠合处的磁力线与铁片相垂直,仍会引起一些涡流而造成高频性能下降,因而大多数层叠式铁芯采用环型拼合。层叠式铁芯的突出优点是能够有效地减小磁头的高频(涡流)损耗。

块状铁芯通常由三块非金属材料——铁氧体拼合而成,其工作缝隙常采用玻璃或金属箔层等耐磨性与铁氧体相当的非导磁性材料来固定,如图 1-11(b)所示。铁氧