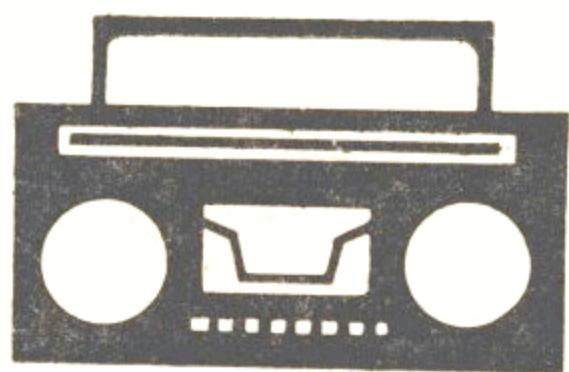


录音机原理与检修

东北三省职业技术教育教材编写组编



辽宁科学技术出版社



ISBN 7-5381-1702-4/TM·87

定 价：5.60元



前 言

为了适应中等职业教育不断发展的需要,东北三省职业技术教育协作会电子教材编写组在编写了电子专业课教学大纲的基础上,编写了一套电子专业课教材,计有《电工基础》、《电子电路基础》、《脉冲电路基础》、《电子工艺基础》、《收音机原理与检修》、《录音机原理与检修》、《黑白电视机原理与检修》、《彩色电视机原理与检修》、《录像机原理与检修》、《电子测量与仪器》等十本。

这套教材可供三年制职业教育电子专业的师生在教学中使用,也可供二年制电子专业或职业培训及家用电器维修培训班的师生选用。

《录音机原理与检修》一书是无线电专业的一门专业技术课,主要讲授录音机电路的构成、工作原理、机械结构、录音机的使用、维护及故障检查、排除等方面的基本知识。

本书自1985年出版以来,受到广大师生及其他读者的欢迎。几年来,收录音机不仅进一步得到普及,而且质量和种类都有了很大发展。因此书中有些内容的阐述及选取上都有必要进行适当的修改。作者听取了一些读者的建议,参考了国内外修理录音机的一些经验,在不脱离教学大纲的前提下,对原《晶体管录音机》一书作了修订。

修订过程中,对保留章节内容的叙述和分析作了较大的调整和补充,特别加强了对录音机电路、机械系统工作原理及维修方法等方面的阐述。另外,还增添了如下一些内容:如集成电路及由它构成的录音机电路分析、收录机调幅、调频接收电路的工作原理及对它们的检修方法、磁头调整方法及常用电子元件的检测方法等。实习内容也增加了磁头调整一项。从而使本书内容更实用、更系统。

本书由杨崇志、马秀荣二人编写,由杨崇志同志统稿,最后由吉林教育学院职教部审订。

由于时间仓促、经验不足,这套教材难免有不妥之处,恳请广大读者批评指正,以便根据教学实践进行修订。

东北三省职业技术教育教材编写组

1991年1月

目 录

第一章 录音机概述	1
第一节 电磁转换.....	1
第二节 磁带.....	5
第三节 磁头.....	9
第四节 录音原理.....	11
第五节 放音原理.....	14
第六节 录、放音中的损耗.....	15
第七节 抹音原理.....	17
第八节 磁带的噪声和杜比系统原理.....	18
习题一.....	19
第二章 录音机电路	21
第一节 单录机电路概述.....	21
第二节 单录机录音放大电路.....	22
第三节 录音电平监控电路.....	30
第四节 抹音和偏磁电路.....	33
第五节 放音电路.....	34
第六节 集成录、放电路.....	38
第七节 电源电路.....	43
第八节 收录机电路特点及结构概况.....	45
第九节 调幅外差收音机电路.....	46
第十节 调频外差接收机电路.....	55
习题二.....	60
第三章 录音机机械系统	63
第一节 录音机各部名称.....	63
第二节 直流电机.....	64
第三节 传动装置的结构.....	67
第四节 各种操作下传动装置的工作状态.....	73
第五节 机械传动装置的质量指标.....	77
第六节 录音机出盒机构.....	81
习题三.....	82
第四章 录音机的使用与维护	84
第一节 录音机的选择.....	84

第二节	使用录音机的注意事项	86
第三节	几种录音方式	90
第四节	放音技巧	94
第五节	录音机的维护和保养	95
习题四		97
第五章	录音机的检修	99
第一节	(收)录机检修所需工具及仪器	99
第二节	录音机修理中的注意事项	100
第三节	基本检修方法	101
第四节	电源部分的检修	104
第五节	放音系统的检修	108
第六节	录音系统的检修	112
第七节	磁头的调整	114
第八节	机械系统的检修	116
第九节	收音系统的检修	120
第十节	常见电子元件的检测方法	124
习题五		131
第六章	立体声录音机及录音机发展趋向	134
第一节	立体声录音原理	134
第二节	立体声录音机电路结构	135
第三节	立体声录音机的使用和维修	144
第四节	录音机发展趋向	146
习题六		148
第七章	实习	149
实习一	录音机的使用	149
实习二	录音机内部结构的认识	150
实习三	录音机的维护	152
实习四	录音机电路检查方法	152
实习五	录音机检修	153
实习六	磁头的调整	154
附 录		
一	盒式磁带上的英文标记	156
二	盒式录音机上的英文标记	157
三	容易排除的故障一览表	161

第一章 录音机概述

录音机是一种能把声音以磁的形式记录在磁带上，在需要时能还原成声音的一种装置。

目前，除普通单录机外，多数录音机和收音机组装在一起构成收录两用机，这种机器是借助开关实现录、放音和收音之间的转换的，这里我们仅讨论录音机部分的构造及工作原理。

录音机的构造从工作机理上，可分为电子线路部分和机械传动部分。从录、放音功能上，可分为录音部分和放音部分。机械传动部分是录音和放音的公共部分，录音部分和放音部分的主要区别体现在电子线路的结构上。

录音电路主要由微音器、录音放大器、录音磁头及抹音磁头构成。微音器把声音转换成电信号，电信号由录音放大器放大后，送给录音磁头产生磁场去磁化磁带，从而把声音以磁的形式记录在磁带上。如需记录新内容，可用抹音磁头先抹去磁带上原有的内容。

放音电路主要由放音磁头、放音放大器及扬声器构成。放音时磁带上的磁信号使放音磁头产生信号电压，放音放大器将信号电压放大后送给扬声器，使声音得到复原。

机械传动系统的主要任务是使磁带在录音和放音过程中能匀速而准确地运行。

本章主要讨论磁头、磁带及录、放音的原理。

第一节 电 磁 转 换

由于磁带、磁头是实现录音和放音的核心，而磁带磁头的工作是以电磁转换为基础的，所以本章在讨论磁带、磁头的工作原理之前先介绍一下电磁转换原理。

一、磁 场

(一) 永磁体的磁场

我国劳动人民很早以前就发现了永磁体，并利用永磁体的特点制造了指南针。具体说，永磁体具有以下特性：

1. 条形磁铁两端的磁性特别强。这两端被称为磁极。
2. 当把条形磁铁悬挂起来时，就会发现它将自动地有一端指向南方，叫南极（或S极），另一端则指向北方，叫北极（或N极）。
3. 当两个永久磁铁靠近时，它们的磁极总是同性相斥、异性相吸。如果把小指南针放在一条形磁铁周围时，随着放置的位置不同，小指南针所指示的方向也不同。

以上说明，永磁体的周围存在着具有磁力作用的磁场。衡量磁场强弱时常用磁感应强度 B 这个物理量，其单位为特拉斯(T)。

(二) 电流的磁场

当电流 I 流过线圈时, 将在线圈周围产生磁场。

实验证明, 线圈内部的磁感应强度比外部大。实验还证明, 线圈的磁感应强度是与流过线圈的电流成正比的, 当线圈匝数 N 和线圈长度 L 一定时, 磁感应强度仅由电流 I 决定。所以 I 变化时, 磁感应强度也随之变化。

例如空芯螺线管匝数为 N , 管长为 L , 通过电流为 I , 则管内中心处的磁感应强度为

$$B_A = \mu \frac{NI}{L} \quad 1-1$$

式中, μ 为磁导率, N 为匝数, I 为电流强度, 单位为安培, L 为管长, 单位为米, B_A 的单位为特斯拉。

若加在线圈两端电压的幅度为 U , 则线圈中电流的强度为 $I = \frac{U}{2\pi f L}$, 式中, $2\pi f L$ 是自感系数为 L 的线圈的阻抗值。此式表明, 当线圈两端电压一定时, 电流与频率成反比。

二、磁性材料

电工基础知识告诉我们, 相对磁导率远大于 1 的物质叫做铁磁性物质, 相对磁导率略大于 1 的物质叫做顺磁性物质, 相对磁导率略小于 1 的物质叫做反磁性物质。相对磁导率大于 1 的统称为磁性材料。磁性材料又分为软磁材料和硬磁材料。

软磁材料的特性是去掉外磁场后, 磁性立即消失, 即不存在剩余磁性。例如软铁、坡莫合金、铁氧体等。录音机磁头是由软磁材料构成的。硬磁材料的特性是在去掉外加磁场后, 磁性并不完全消失, 即有剩磁, 如钢、铁—镍—钴合金等。磁带是由硬磁材料构成的。

三、磁化曲线和磁滞回线

磁化曲线和磁滞回线是描述磁性材料特性的重要手段。它们是磁性材料产生的磁感应强度 B 与外加磁场强度 B_A 之间的关系曲线。

(一) 磁化曲线

当一完全去掉磁性的磁体开始受到由 o 逐渐增加的外磁场 B_A 作用时, 磁体的磁感应强度 B 也由 o 逐渐增加。当 B_A 增加到一定值后, B 不再随 B_A 增加, 如图 1-1 中曲线 $oabcd$ 所示。磁化曲线的 oa 部分表明磁感应强度 B 随外磁场 B_A 增加较慢, 并且 B 与 B_A 基本成正比关系 (线性关系)。另外, 当磁体被 B_A 磁化到这部分时, 如果 B_A 回到 o , 则磁感应强度 B 沿 oa 曲线也同时回到 o 。这时磁体基本无剩余磁性。磁化曲线的 ab 段有明显的非线性 (B 与 B_A 不成正比例关系), B 随 B_A 增加的速度变快。到了 bc 段时, 线性又变好。在 cd 段中, B 随 B_A 增加变慢, 而 d 之后 B 基本不随 B_A 增加而增加, 这时磁体达到磁饱和状态。所有磁性材料都具有磁饱和现象。

(二) 磁滞回线

当外磁场 B_A 使磁体磁化到 ad 段曲线的任意一点 (如 m_1 点) 时, 然后把 B_A 减到 0, 我们会看到磁体的磁感应强度 B 并不是沿着原始磁化的路径回到 o 点, 而是沿着 m_1-B_A 路

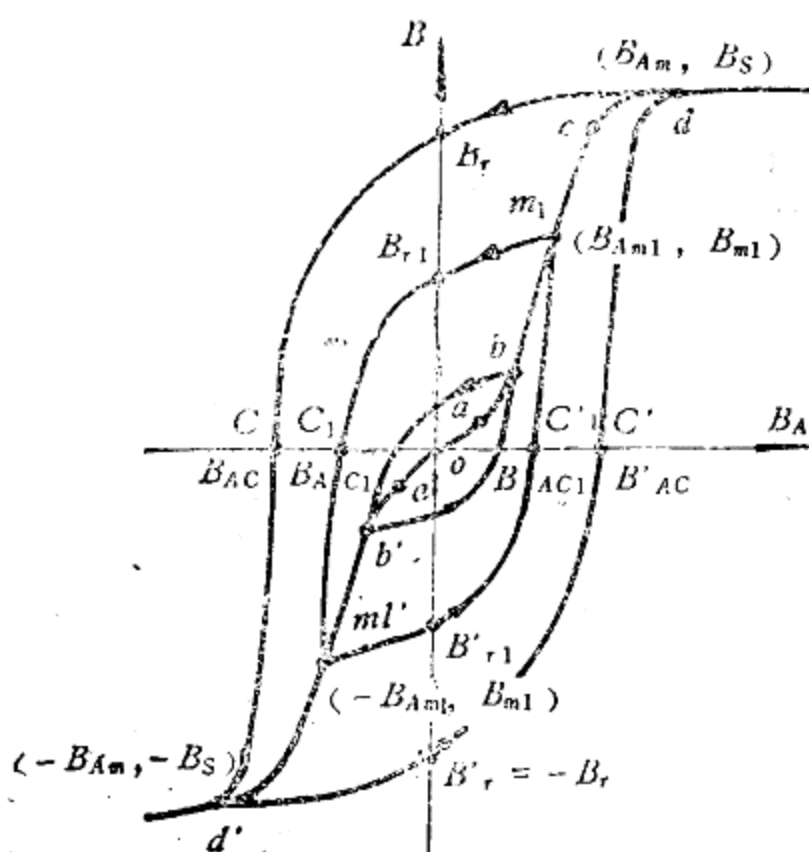


图 1—1

磁化曲线磁化到 ad 间某一点（如 m_1 点）之后，让外磁场在 B_{Am1} 和 $-B_{Am1}$ 之间变化时，则磁体将沿着 $m_1-B_{r1}-C_1-m'_1-B'_{r1}-C'_1-m_1$ 点所圈成的闭合曲线进行磁化。这个闭合曲线叫磁滞回线。

在 ad 段之间可以得到无穷多相似的磁滞回线。从图中可以看出，在饱和点 d 形成的磁滞回线面积最大，称它为饱和磁滞回线。它所对应的剩余磁感应强度是该磁体最大的剩余磁感应强度。在物理学中专门称它为该磁体的“剩磁”，用 B_r 表示。为了以后的叙述方便，我们把其它情况下的剩余磁感应强度也称为剩磁。饱和磁滞回线所对应的 B_{AC} 为矫顽力。它表示要去掉剩磁 B_r 时所需外加的磁感应强度。我们以后也称其它磁化情况下使 B 为0的外磁场为矫顽力。

对某种磁性材料来说，磁体剩磁大小是与外加磁场幅度有关的。外加磁场幅度变化，剩磁也变化，如图1—2所示。该曲线叫剩磁曲线。能在磁带上记录声音信号，就是利用硬磁材料具有剩磁特点实现的。

这里应说明，软磁材料和硬磁材料实际上是用矫顽力的大小来区别的。矫顽力较大的磁性材料是硬磁材料，矫顽力很小的磁性材料为软磁材料。理想的软磁材料矫顽力为0，因而剩磁也为0。

如果线圈中有软磁性材料时，则磁性材料中的磁感应强度

$$B = \mu_r B_A$$

式中 μ_r 是该磁性材料的相对磁导率。例如软铁相对磁导率可达数千，甚至数万。因此线圈

线回到 B_{r1} 值。 B_{r1} 表示受外磁场 B_{Am1} 磁化的磁体，在 B_{Am1} 消失后保留下的剩余磁感应强度。若要去掉磁体的剩磁，就必须给磁体加反向外磁场。当反向外加磁场增大到 B_{AC1} 时，磁体的剩余磁感应强度变为0。在这种情况下，如果继续增加反向外磁场，磁体会出现反向磁感应强度。当反向外磁场增大到 $-B_{Am1}$ （ $|B_{Am1}| = |-B_{Am1}|$ ）时，磁体磁感应强度将增大到 $-B_{m1}$ （ $|B_{m1}| = |-B_{m1}|$ ）。此后如果减小反向磁场 B_A ，则磁体的磁感应强度将沿着 $m'_1-B'_{r1}$ 路径变化。当外磁场为0时，磁体的反向剩余磁感应强度为 B'_{r1} （ $|B'_{r1}| = |-B_{r1}|$ ）。如果给该磁体再加正向外磁场，并使外磁场由0增到 B_{Am1} ，那么磁体的磁感应强度将沿着 $B'_{r1}-C'_1-m_1$ 点的路径又回到 B_{m1} 值。

上述过程可简单叙述为：当把磁体沿原始

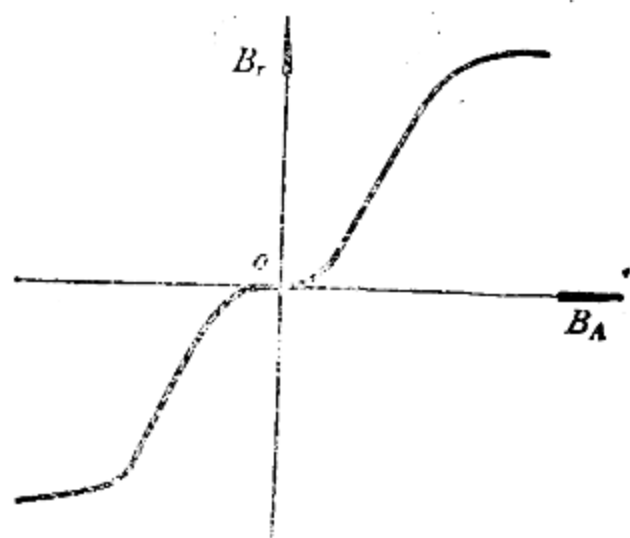


图 1—2

内有铁磁物质时，铁磁物质内的磁感应强度大大增加。录音、放音及交流抹音磁头就是利用在线圈内嵌装软铁磁物质使磁感应强度增强的原理制成的。

最后需指出下面三个问题：

第一，当磁体被外加磁场沿着某一磁滞回线磁化到某一点（如图1—3中所示 K 点）时，若外磁场在这点减为0，那么磁体的磁感应强度将首先变到原始磁化曲线的某一点（比如 m_1 点），然后再按照前边所讲的情况变化到 B_{r1} ……

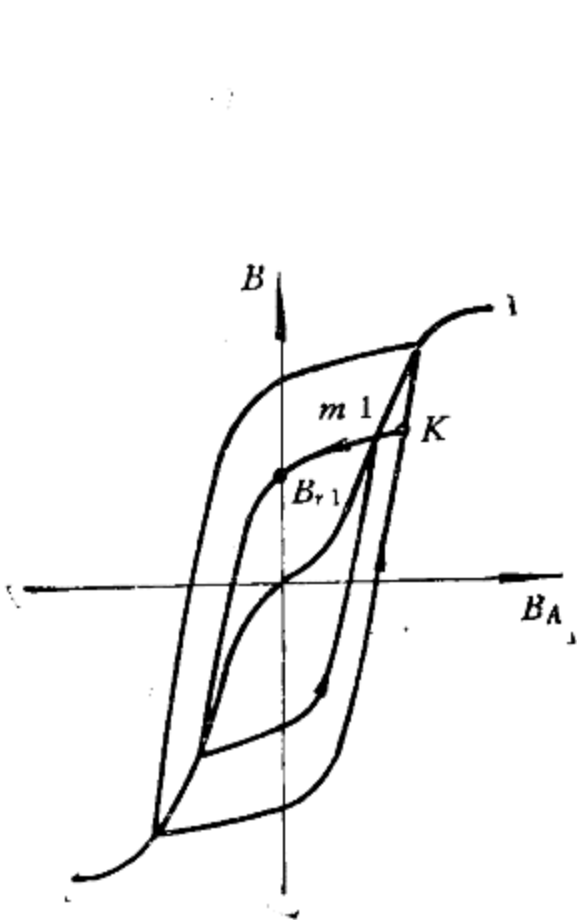


图 1—3

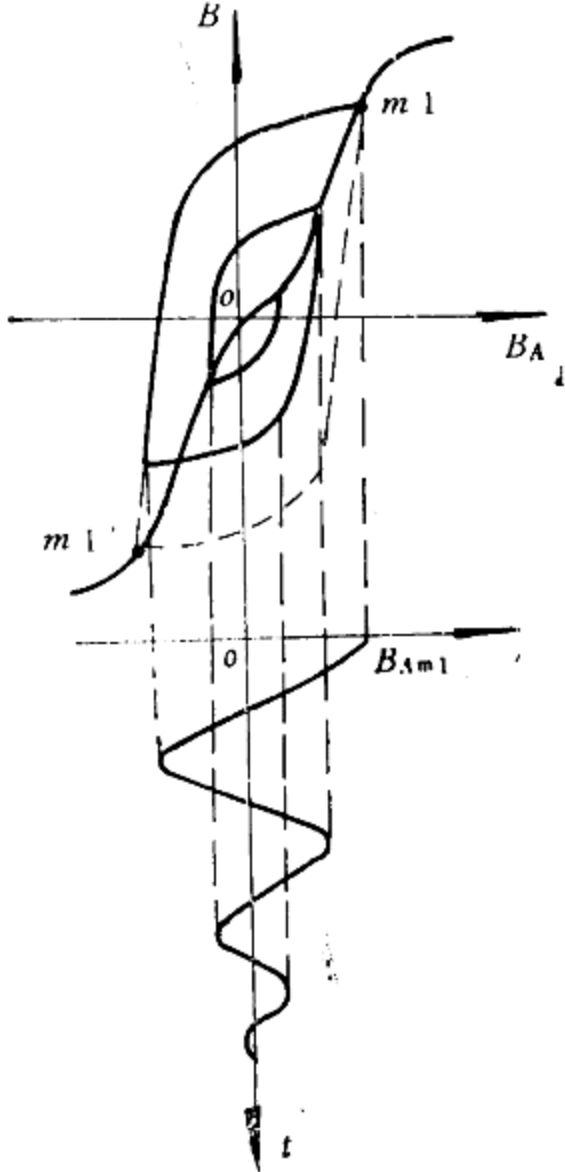


图 1—4

第二，当磁体被外磁场磁化到 ad 间某一点（如 m_1 ）后，若想去掉磁体的磁感应强度，一种办法是外加适当的反向磁场（矫顽力）。另一种办法是采用使外加磁场交变衰减的方法，如图1—4所示，让外加磁场的振幅由 B_{Am1} 不断衰减至0，而使磁体逐渐去磁。

第三，由于磁体本身是导体，可以看成是由无数个闭合线圈构成的。在外加交变磁场使磁体产生磁感应强度的同时，还将在这无数小线圈中产生感应电流，这就是涡流。磁场频率越高，感应的电流越大，即涡流越大。涡流能使磁体在高频磁场下的磁化效率降低。

四、电磁感应

与电流产生磁场相反，当线圈处于一个随时间变化的磁场中时（设磁力线垂直通过线圈横截面 S ），线圈两端将产生感应电动势（即电压），如图1—5所示。

我们把磁感应强度 B 与线圈横截面 S 之积，称为一匝线圈的磁通量，所以 N 匝线圈的

总磁通量为 $\phi = NSB$

实验表明，线圈两端感应电压的大小与垂直穿过线圈横截面的总磁通随时间的变化率成正比，即

$$E \propto \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = NS \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

如果磁感应强度 B 是正弦变化的，即

$$B = B_0 \sin 2\pi ft$$

那么 B 随时间变化率的极限为

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta B}{\Delta t} = 2\pi f B_0 \cos 2\pi ft$$

所以线圈两端的电压为

$$E \propto 2\pi f NS B_0 \cos 2\pi ft \quad 1-2$$

由此可见，当磁感应强度 B 是正弦变化时，产生的感应电压是余弦变化的。事实上，当频率 f 相同时，正弦和余弦随时间变化的规律是一样的，只是相差 90° 的相位角度而已，如图1—6所示。

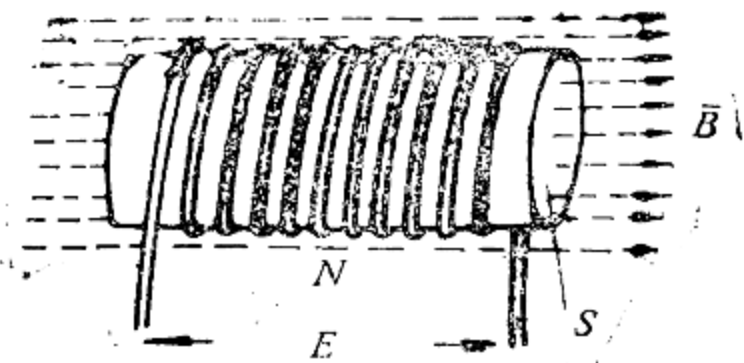


图 1—5

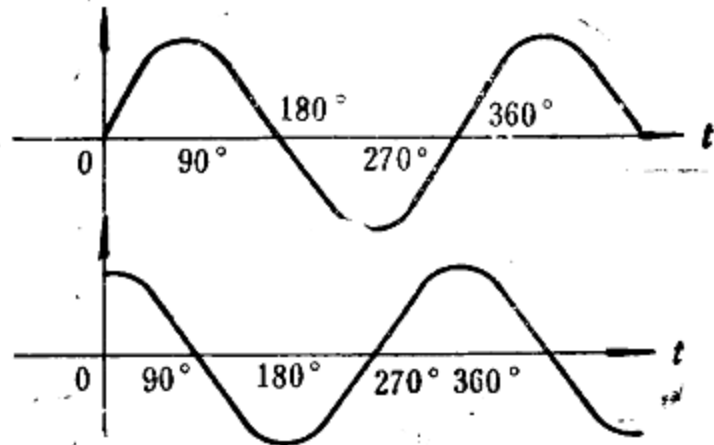


图 1—6

第二节 磁 带

一、磁带的构造

盒式磁带是用聚酯塑料带作为带基，上面涂以硬的强磁性材料制成的。如图1—7所示。这层磁性材料叫做磁性层。为了使磁性层牢固地粘在带基上，常将强磁性粉末与粘合剂混合在一起均匀地涂在带基上。盒式带背面还涂有一层润滑剂，这种润滑剂通常用石墨原料制成。一般盒式带涂一层磁性层，有的高级磁带涂有两层（在带基的同一侧）由不同原料配成的磁性层。

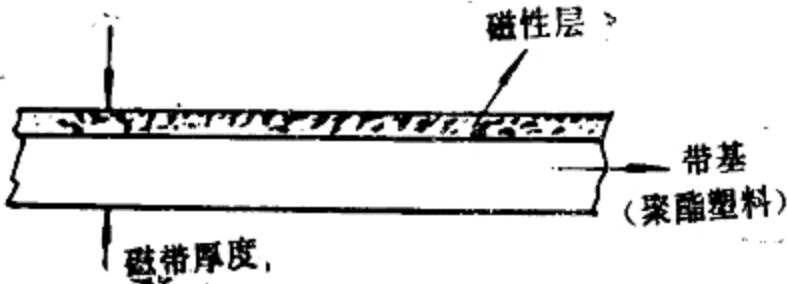


图 1—7

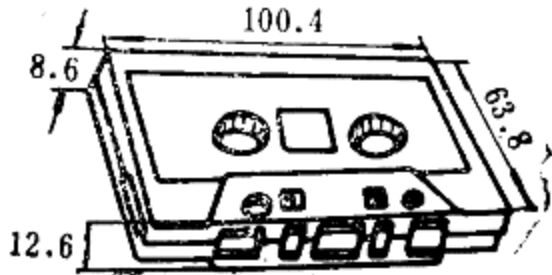


图 1—8

二、带盒机构

磁带带盒虽和录音机主体是分离的，但是它却是录音机实现录、放音不可缺少的部分。带盒的外形和标准尺寸如图1—8所示，其结构如图1—9所示。盒的外壳1是用塑料制成的，上下相同的两半扣在一起，用螺丝加以固定。磁带10卷在轮毂3上，而轮毂上下又垫有润滑薄膜2以减少摩擦阻力。在盒O、O'处装有两个导带轴，轴上各有一个导带轮4，用作磁带的导向。在带盒内与磁头相靠近处还有装在铜片上的毛毡垫6，在录放过程中，它迫使磁带紧贴在磁头上。在毛毡垫后面有屏蔽块5，它是由铁镍合金软磁材料制成的，可减小杂散磁场对磁头的干扰。在带盒1、7的后面各有一防误抹片8，当已录磁带打算长期保留时，可将防误抹片去掉。如需再录音时，则将此防误抹片安上即可。9是自动检测孔，通常在金属带或铬带带盒上设有此装置，利用它可以检测其放音特性。

带盒的质量对录、放音的质量有很大影响。如果带盒中导带轮和针柱（有的带盒中在导带轮旁安有针柱）倾斜或导带轴弯曲都会增大磁带运行的摩擦力，这不仅能造成抖晃，而且容易造成停带或逃带等故障。

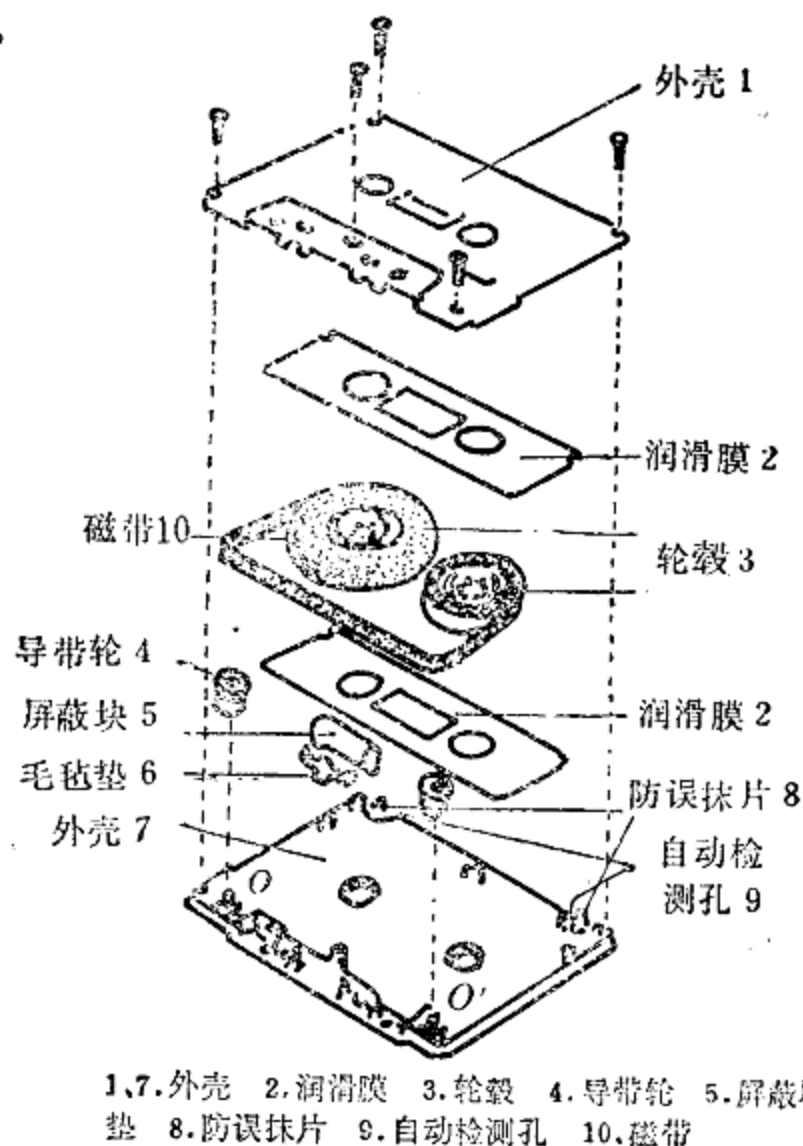


图 1—9

三、磁带的规格

由于盒式磁带的普通带盒都是一样大的，也就是它们的容积是固定的。因此所能容纳的磁带长度与磁带厚度成反比。根据长度和厚度的不同，常用磁带规格如表1—1所示。

表1-1

磁带规格

	C-30	C-46	C-60	C-90	C-120
放音时间(min)	30	46	60	90	120
磁带厚度(μm)	18	18	18	12	9
磁带长度(m)	45	70	90	135	185

四、磁带的种类

根据所用磁粉和制造工艺的不同，盒式磁带大致可分为如下几种：普通带（强磁性氧化铁粉 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 作磁性层），铁铬带（ $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3 + \text{CrO}_2$ ），铬带（ CrO_2 ）和金属带（纯磁性金属或合金磁粉）。按上列顺序，性能一个比一个好（后面与前面相比）。其中金属带是近几年出现的产品，价格高，主要用于高档录音机。

根据用途分，有单声道磁带和立体声磁带。表1-2给出几种磁带的特性。

表1-2

各种磁带的特性

名 称	型 号 IEC规定	录音偏磁 平衡、补偿	放 音 平 衡	结 构	特 性
常 规 带	低噪声带 (LN)	I	常	磁性材料中使用了 γ 三氧化二铁 ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$)	是最早被使用的磁带材料。一般的磁带可作为会议及语言学习录音之用
	低噪声高 输出带 (LH)		规	用氧化铁构成，矫顽力高、磁体的 粒子方向一致	比低噪声磁带录音磁平高3— 6dB, S/N好，动态范围大，故多 作为一般音乐录音之用
铬 带	II	CrO_2 或 Co		磁性材料中使用了二氧化铬 (CrO_2)	比低噪声带的高频域线性好， 高频失真小，是低噪声的，但低 频线性稍差
钴 带				磁性材料中使用了钴及氧化铁 ($\text{Fe} + \text{Co}$)	比铬带矫顽力及剩磁高，故高 频特性及动态范围宽
铁铬带	III	Fe, Cr	70μs	涂了氧化铁和二氧化铬两层磁性体	有氧化铁和二氧化铬磁性材料 的两重特长，从低频到高频有平 坦的特性，动态范围宽，音质不 呆板，比较自然
金 属 带	IV	金 属		以纯铁为主要成分，在磁性材料中 还加入了磁性合金	比铬带的矫顽力及最大剩磁高 2倍以上，从低频到高频，录音磁 平高，且在高磁平上频率特性及 高频的动态范围都有大幅度的改 善

五、录音磁迹

磁带上录音的轨迹叫磁迹，录音方式的不同，磁迹的情况也不同。

图1-10中所示的盒式带总宽为3.81mm(+0—-0.05mm)。这是IEC（国际电气标准会议）规定的标准。其磁迹如图1-11所示。

盒式带中有2磁迹的普通带和4磁迹的立体声磁带（见图6-3）。对盒式带而言，在立体声录音机中所录的磁带和在普通单录机中所录磁带可以在两种录音机中互换放音，但不能得到立体感。

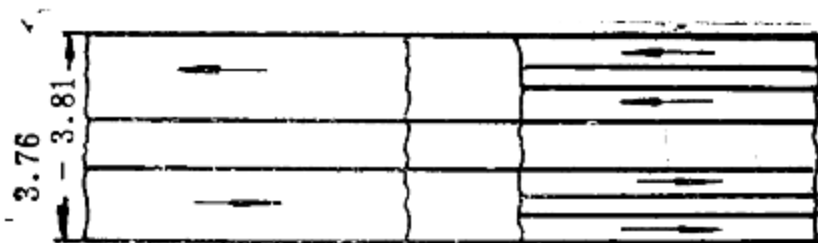


图1-10

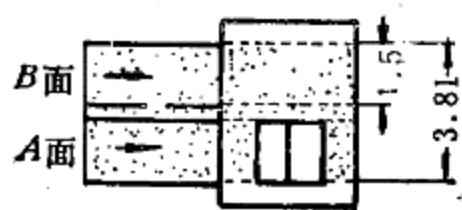


图1-11

六、盒式磁带的性能

盒式磁带的性能主要由机械性能、磁性能和电性能（磁性能和电性能合称电磁转换特性）来表示。机械性能主要取决于带基（聚酯薄膜）的机械特性。磁性能主要由磁粉决定（测出其磁滞回线即可看出其磁性能），但是磁性能最终还是要通过电性能表现出来。所以我们仅对几项主要电性能加以说明。

（一）录音灵敏度

这是衡量磁带电磁变换效率的主要参数。它表示在输入信号大小一定时，磁带的录音电平与标准磁带录音电平之比的分贝(dB)数。它实际上取决于磁带上能够记录的剩磁的多少。当灵敏度比标准磁带高时为正值，否则为负值。灵敏度高的磁带录音效果好，噪音小。

（二）最大输出电平

在不超过规定失真范围，磁带上能记录最大剩磁时，放音的输出电平与标准带在额定状态下的输出电平之比的分贝(dB)数，称为该磁带的最大输出电平。这个数字越大，磁带录音的动态范围越大。

（三）频率响应

频率特性是表示磁带录音灵敏度随信号频率的变化而变化的范围的，亦称磁带录放幅频特性。不同磁带频率响应的不同，主要表现在高频端特性的不同上，如图1-12所示。磁带a比磁带b的高频特性好。

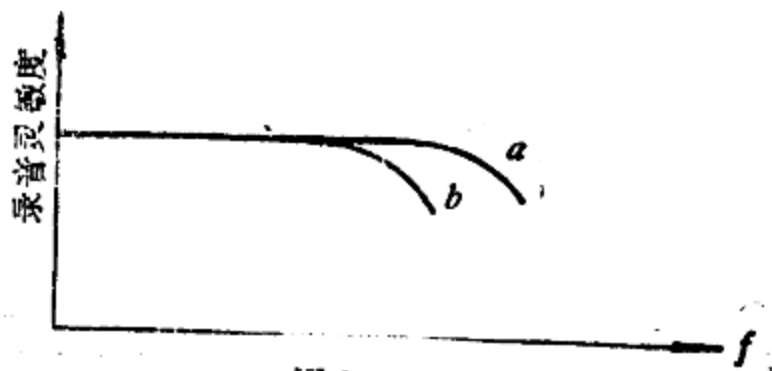


图1-12

（四）均匀性

这项指标是指磁带不同部分灵敏度的均匀程度。好的磁带仅有 ± 0.1 分贝的不均匀性；差的可达 ± 2 分贝。在录音时不均匀性往往表现为噪声。

除上述电性能参数外，衡量磁带好坏的特性参数还有“三次谐波失真”、“工作偏磁”、“信噪比”、“抹音效果”、“复印电平”以及“失落”等，这里就不一一谈了。

七、磁带的选择和保管

（一）磁带的选择

磁带的选用可根据以下几个原则进行：

1. 根据录音机质量的好坏选择磁带。对于一般的录音机，不必选用价格昂贵的高质量磁带。因为在这种录音机上发挥不了高级磁带的优越性能。普通盒式录音机所提供的偏磁电流（关于偏磁电流问题后面讨论）是按普通磁带设计的，是固定不变的。而高级磁带

所需要的偏磁电流往往较大。所以高级磁带用普通录音机放音往往不如普通磁带的效果好。但是也不要选用质量太差(价格往往是较低的)的磁带,因为这样的磁带录音效果差,它不仅电磁转换性能差,而且容易磨损磁头,严重影响磁头使用寿命。同时这种磁带带盒的制作精度差,容易造成磁带在运行过程中不平稳,或因带轴转动力矩太大(往往是带轴摩擦力太大造成的)使磁带边缘被拉长。这些都会造成绕带不整齐,从而又造成磁带与盒壁之间发生摩擦,影响磁带运行速度,甚至造成中途停带现象。所以最好根据不同的录音机选择相应的磁带。普通录音机宜选用LH型(即低噪音、高输出型)磁带。

2. 如果无特殊需要,最好不用C—120型磁带,而用C—60型的。因为磁带太薄,机械强度低,易使磁带边缘被拉长,造成绕带不整齐。另外也容易造成层间的复印效应(后面具体讨论)。

(二) 磁带的保管

磁带长期不用时要注意保管,否则会使磁带质量下降。引起磁带质量下降的原因及解决办法如下:

1. 带盒密封不严,灰尘或潮气进入,使磁带表面积累灰尘或出现“发霉现象”,严重影响录音和放音质量。

长期保管磁带时要注意密封,一旦有了灰尘或有“发霉”现象时,可用软布擦净或用磁带清洗剂处理干净。

2. 磁带长期存放,因有其它物体的挤压或温度过高等,引起磁带变形。

存放磁带时,应远离高温热源,避光。环境最好为10—15℃的干燥环境,并应竖直整齐放置。

3. 磁带存放时间过长,特别是经过快绕的磁带往往绕带过紧,容易发生复印现象。所谓复印效应是指磁带上所录制的内容转印到与之相邻的前后两层磁带上的现象。由于复印效应,在放音时某句话的前后会出现类似的声音。造成复印效应的直接原因是,已录音的磁带的磁性层上具有磁性,它会对与之相邻的带层的磁性物质进行磁化。复印效应的轻重程度一方面与磁带的质量有关,另一方面还与层间距离,存放时间长短有关。层间距离越小,放置时间越长,复印效应越严重。

长期存放的磁带不要经过快绕,也不要选用超薄磁带。

为了防止磁带被其它磁场所磁化,存放时要远离磁场。特别是测试带和标准带要放置在特制的不导磁的金属盒内。

第三节 磁 头

磁头是实现录音和放音的关键部件,它的质量对录音机的性能有很大影响。

一、磁头的分类及功能

一台录音机里通常有三个磁头:录音磁头、放音磁头和抹音磁头。有些录音机把录音磁头和放音磁头合在一块,叫做录放磁头。这三种磁头的外形基本相同,如图1—13(a)所示。

录音磁头的作用是把代表声音的电信号转换为磁信号记录在磁带上。

放音磁头的作用是把磁带上代表声音的磁信号转换为电信号。

抹音磁头可以把记录在磁带上的已经不需要的内容去掉，使磁带能录制新内容。

录音、放音及抹音磁头在电路中的符号如图1—13(b)所示。在有的电路中三者符号相同，这时可以从电路的连接上加以区别。有的电路把抹音磁头用图1—13(b)中的2表示，而录、放音磁头用3表示。

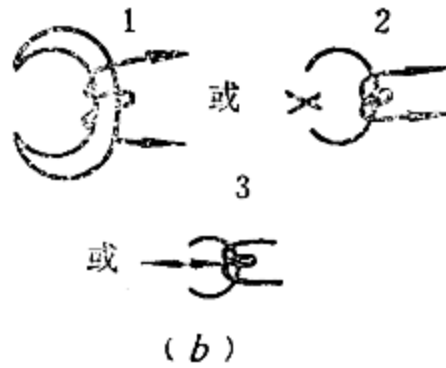
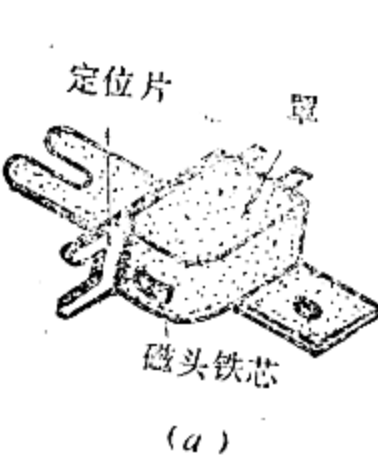
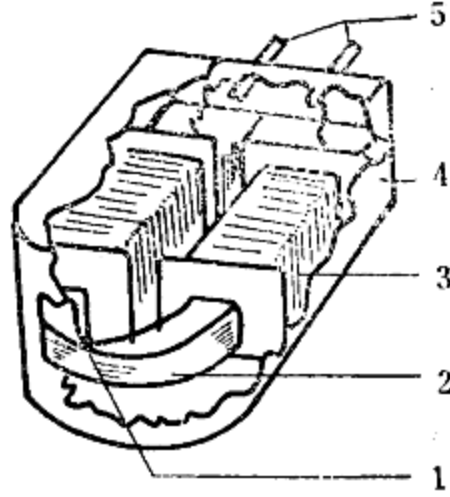


图1—13



1.铁芯缝隙; 2.环形铁芯; 3.线圈;
4.屏蔽罩; 5.引出电极

图1—14

二、磁头的结构

录音、放音及抹音磁头的结构基本相同。这里先谈磁头的结构，然后对比地讨论录音、放音及抹音磁头的区别。

(一) 磁头的内部结构

磁头的内部结构如图1—14所示。图中3为线圈、2为环形铁芯，1为铁芯缝隙（也叫工作缝隙），4为屏蔽罩，5为引出电极。

环形铁芯是由具有优良磁性能的软磁材料制成的。这种铁芯的磁导率高，饱和磁感应强度大，而矫顽力小，能在线圈电流磁场的磁化下产生很强的磁感应强度。铁芯材料可以是坡莫合金或铁氧体。坡莫合金的优点是磁导率高，饱和磁感应强度大。另外，加工容易，价格低廉。缺点是电阻率小，所以在高频情况下涡流损耗大，从而使录音损耗加大。为了减小涡流损耗，坡莫合金铁芯常采用叠片式。由于各片之间是绝缘的，所以可减小涡流，且片越薄，涡流损耗越小。坡莫合金铁芯仅适合于100千赫以下的场合。由于坡莫合金耐磨性较差，所以使用寿命较短。铁氧体铁芯的优点是电阻率大，高频时涡流损耗小，因此工作频率很高。另外，铁氧体铁芯比较耐磨，使用寿命较长。其缺点是：磁导率不如坡莫合金高，电磁转换效率较低；饱和磁感应强度不如坡莫合金大，磁感应强度变化范围较小；质地脆弱易裂，加工困难。

磁头铁芯工作缝隙的作用是：录音磁头铁芯中的强磁场可以在空隙处外溢出来而作用到磁带上，使磁带上的磁性物质得以磁化，或磁带上的磁力线通过放音磁头狭缝作用到磁头的铁芯上，使磁头线圈产生电信号。

(二) 各种磁头的结构特点

1. 录音磁头。录音磁头的工作缝隙宽约5—10微米。

由于录音磁头的线圈中要流过信号电流和超音频偏磁电流（关于偏磁问题在后面讲解），而超音频偏磁电流的频率又比较高，所以录音磁头的阻抗不应太高，一般在1000欧以下（信号频率为1000赫时的测量值）。

2. 放音磁头。放音磁头的外形及内部结构与录音磁头相似，所不同的是放音磁头的工作缝隙比录音磁头的还要窄，仅几微米。另外放音磁头的阻抗可高于录音磁头的阻抗，一般在2000欧以内。

3. 录放两用磁头。既然放音磁头与录音磁头相似，且录音和放音不同时进行，因此可以制成录放两用磁头（称录放磁头）。其外形和内部结构与录音磁头相似，只是阻抗较录音磁头略高一些。普通盒式机多用这种磁头。

4. 抹音磁头。由于抹音方式的不同，抹音磁头的结构也不同。抹音方式分交流抹音和直流抹音两大类。因此抹音磁头有交流抹音磁头和直流抹音磁头之分。

（1）交流抹音磁头：交流抹音磁头的结构与录音、放音磁头结构基本相同。只是工作缝隙较宽，一般为0.05—0.5毫米，且线圈中所通过电流很大，所以磁感应强度也很大。

（2）直流抹音磁头：直流抹音磁头又分饱和式抹音磁头和归零式抹音磁头。

饱和式抹音磁头可用永久磁铁制成，也可用直流电磁铁（即线圈内放以软磁材料，并在线圈内通直流电流）构成。

归零式抹音磁头的结构如图1—15所示。实际上，它是由多个永磁体或直流电磁铁构成的多极性抹音磁头。显然左边的缝隙窄小，而往右逐渐变宽。因此从磁头表面左边至右边，磁场是交变衰减的，如图1—16所示。

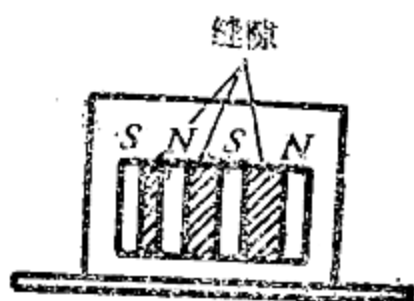


图1—15

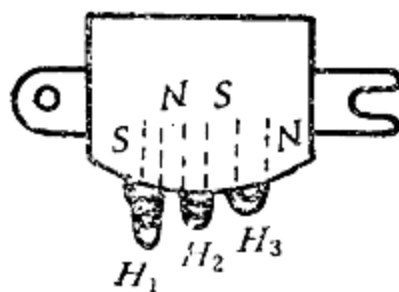


图1—16

第四节 录音原理

本节介绍录音过程及偏磁录音原理。

一、录音过程

微音器（话筒）把声音变成电信号，这个电信号随时间的变化规律同声音变化的规律是相同的。电信号经过“均衡放大”（均衡放大原理后面将详细讨论，此处我们暂把它理解为一般放大）后送入录音磁头。若声音信号是频率为 f 的正弦波，则送入录音磁头的电流可表示成

$$i = I_0 \sin 2\pi f t$$

这里 I_0 是电流的振幅，它与声音的振幅成正比。根据电磁感应原理，录音磁头把送入的电信号变成与电信号变化规律相同的磁信号。根据 $B_A \propto \frac{N}{L}i$ 和 $B = \mu B_A$

可知，磁场的磁感应强度可写成

$$B \propto \mu \frac{N}{L}i$$

其中 μ 是铁芯磁导率， N 是线圈匝数， L 是环形铁芯中心线长度。上式亦可写成

$$B = B_0 \sin 2\pi f t$$

这里 $B_0 \propto \mu \frac{N}{L}I_0$

由此可见，铁芯中的磁感应强度的变化规律与声音是相同的。这样磁场在磁头工作缝隙中外溢出来的磁场使以恒定速度 v 通过缝隙表面的磁带磁化。因磁带的磁性层是硬磁材料制成的，具有良好的磁滞特性，所以磁带上可以保留按声音变化的剩磁。于是完成了录音过程。

下面略为详细地讨论一下磁头的信号磁场使磁带磁化的过程。为此我们引入记录波长的概念：如果磁带以匀速 v 通过磁头工作缝隙表面，而录音信号电流是频率为 f 的正弦波，则磁带上对应于该正弦波每一周期 T ($T = \frac{1}{f}$) 的长度为记录波长，用符号 λ 表示，显然

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

这个关系可用图1—17表示。由上式知，如果带速 v 不变，则信号频率 f 越高，记录波长越短。如果 f 不变，则 v 越大， λ 越大。

例如盒式录音机带速为4.76厘米/秒时，对 $f = 1000\text{Hz}$ 的声音的记录波长 $\lambda = \frac{4.76\text{cm/s}}{1000\text{Hz}} = 47.6\mu\text{m}$ 。

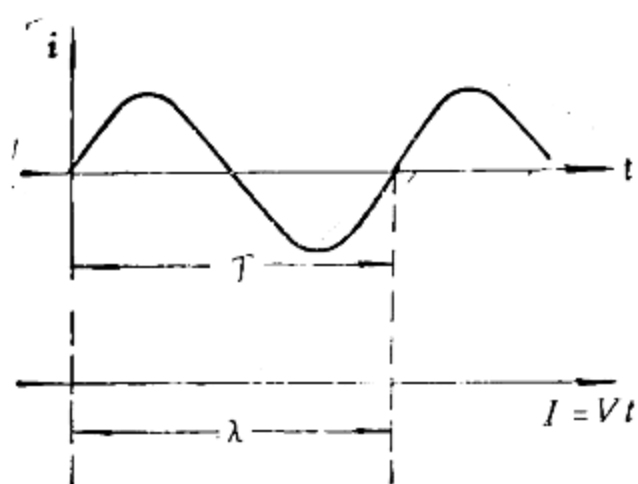


图1—17

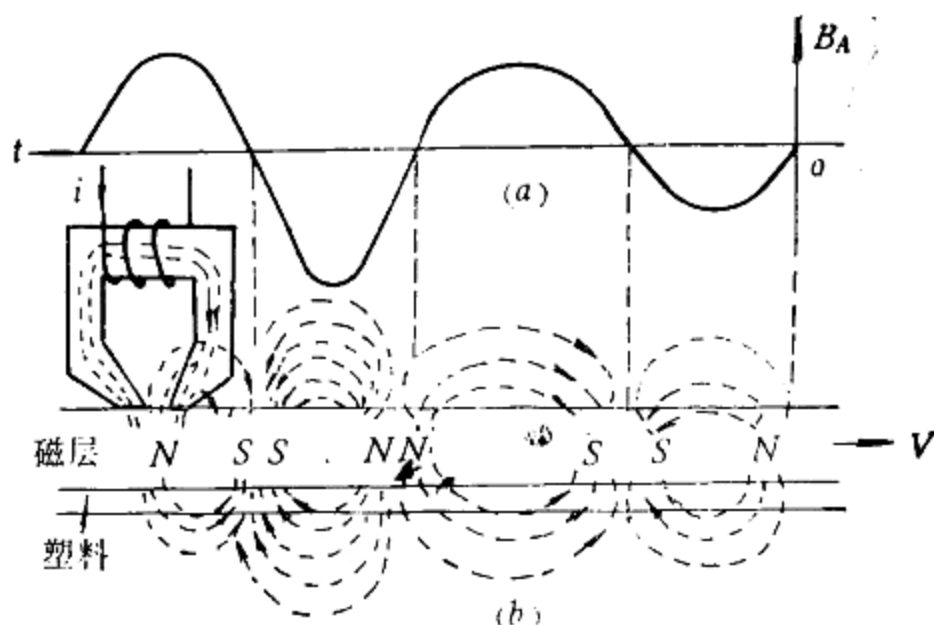


图1—18

录音时，匀速运动的磁带经过磁头空隙处时被磁化，在其离开缝隙磁场之后，磁带上就保留下与磁化它的信号磁场成正比的剩磁。由 $B = B_0 \sin 2\pi f t$ 式，并考虑到磁头的磁场对磁带而言为外磁场的因素，把 B 写为 B_A ，即