

盒式录音机 原理与检修

迟良功 编著

盒式录音机原理与检修

迟良功 编著

黑龙江科学技术出版社

一九八四年·哈尔滨

内 容 简 介

本书重点对国外的盒式磁带录音机、收录两用机的录放部分及盒式录音机座的电路系统、传动系统、磁头、磁带的性能与制造，以及包括整机在内的性能测试、调试与检修方法等，作了较为详尽的剖析。此外，对磁性录放基本原理、各种降噪系统等，也作了相应的阐述。书的最后以若干专题介绍了当前盒式机的发展动向和成就。本书可供从事有关专业的技术人员和业余爱好者阅读参考。

封面设计：王 来 龙

盒式录音机原理与检修

迟良功 编著

黑 龙 江 科 学 技 术 出 版 社 出 版

(哈尔滨市南岗区分部街28号)

长春新华印刷厂印刷·黑龙江省新华书店发行

开本787×1092毫米1/32·印张9.5·字数190千

1984年8月第一版·1984年8月第一次印刷

印数：1—67,460

书号：15217·138

定价：1.00元

前 言

磁性录音技术自三十年代以来，曾一度停留在有限的领域内，如专业性的广播和科研等。而盒式磁带录音机的出现，却使这项技术迅速地突破了专业化的圈子，普及渗透到广大的文化，教学、娱乐及家庭等各个方面。

随着电子工业及其技术的不断发展，为录音及音响技术提供了发展和创新的条件。七十年代以来，盒式机已突破了便携式机型的性能限制，大踏步地走向高保真化和立体声化，使盒式机的动态范围由原来的50~55分贝扩展到70~80分贝，目前完全可以达到音域宽广，音色优美的境域。

为适应这项技术迅速发展的需要，我们以当前国外的一些有关资料为基础编写了本书。书中第一章叙述了磁性录放原理，由此引向第二和第三章的磁头、磁带性能及制造工艺等理论和实践。在第四、五、六章中较详细地介绍了盒式机的核心——传动机构和电路。第七章为当前在国际间盛行的动态范围扩展技术——降噪系统。第八章中介绍了测试与调试技术。最后的章节是以若干专题介绍了当前录音机技术的发展动向与成就。

本书的编写力求以物理概念来剖析并尽量避免复杂的公式推导，使之通俗易懂。但由于笔者水平有限，对这一迅速发展的高新技术，在理解和认识上难免有不足和错误之处，诚

望读者指正。

本书编写后，又经马义、徐兰许同志进行了审阅，在此特表谢意。

目 录

前 言

第一章 盒式磁带录音机基础知识	1
第一节 电与磁的变换.....	1
第二节 偏磁与录音特性.....	7
第三节 放音及其输出特性.....	9
第四节 录、放音过程中的各种损耗.....	11
第五节 抹音.....	17
第二章 录放磁头	21
第一节 铁心材料及其特性.....	21
第二节 磁头设计中的基本问题.....	26
第三节 录音磁头.....	35
第四节 复合型磁头.....	40
第五节 特殊形式的磁头.....	46
第六节 磁头制造程序.....	49
第七节 磁头的发展和动向.....	53
第三章 盒式磁带	55
第一节 盒式磁带的材料.....	55
第二节 盒式磁带的电磁特性.....	62
第三节 高密度盒式磁带.....	66
第四节 盒式测试磁带.....	68
第四章 盒式机的驱动机构	76
第一节 驱动方式及其特点.....	76

第二节	传动机构的基本动作	77
第三节	传动机构中的辅助机构	79
第四节	直流微电机	87
第五节	传动机构的主要性能	93
第五章	盒式机的性能和类别	100
第一节	盒式机的电性能	100
第二节	盒式机的分类	114
第三节	音轨的类别	116
第四节	音头方式的类别	118
第六章	盒式机电路	120
第一节	录音输入电路	120
第二节	录音输出电路	124
第三节	偏磁和抹音电路	131
第四节	自动电平控制电路	137
第五节	放音输入电路	143
第六节	放音均衡电路	147
第七节	音调音量控制电路	159
第八节	电平指示电路	163
第九节	放音输出电路	168
第十节	开关电路	178
第七章	压缩与扩展降噪系统	184
第一节	<i>dbx</i> 降噪系统	184
第二节	超 <i>D</i> 降噪系统	192
第三节	<i>ADRES</i> 降噪系统	196
第四节	<i>DNL</i> 降噪系统	203

第五节	杜比 <i>NR</i> 降噪系统	206
第六节	杜比 <i>HX</i> 系统	210
第七节	<i>COM</i> 压缩与扩展系统	222
第八节	<i>ANRS</i> 降噪系统	228
第九节	高—— <i>COM II</i> 降噪系统	236
第八章	盒式机及盒式带的测试与调试	240
第一节	盒式磁带的测试	240
第二节	盒式机整机性能的测试	253
第三节	盒式机传动机构及录/放电路的调试	268
第九章	盒式机在国外的发展、近况与动向	283

第一章 盒式磁带录音机基础知识

第一节 电与磁的变换

盒式磁带录音机和其它类型的录音机一样均能把语言、音乐等节目记录在磁带上，需要的时候再由磁带重放出来。从记录到重放的过程，实际上是一个音频信号经历了由电到磁或由磁到电的变换过程。录音，通常是利用微音器（也可用电唱机、收音机等作为信号源）的微弱音频电流经盒式机的机内放大器进行放大，然后进入录音磁头线圈，录音磁头便按音频电流的变化规律变换为磁场的变化规律。当录音磁带在一定速度下通过磁头时，因录音磁带的表面敷有磁性物质，便很容易地被录音头变化着的磁场而磁化。其结果便在

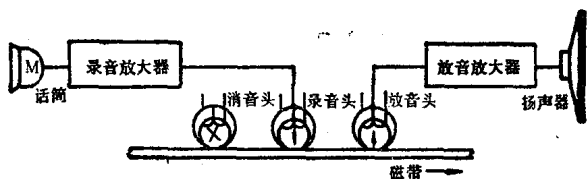


图 1—1 电与磁的变换

磁带上形成永久性的剩磁，称为磁迹或音迹。放音是录音过程的反过程。当磁带按一定速度通过放音磁头时，放音磁头线圈便把表征录音信号的剩磁通过由磁到电的变换，成为微弱的音频电动势，再通过放大器放大后去推动扬声器发声。电与磁的变换过程如图1—1所示。

一、录音过程

磁带按恒速在录音磁头工作缝隙前通过，并在其线圈内有录音信号电流流动时，便会在铁心中感生出相应的磁通。录音磁头是在环形铁心上绕有一组线圈的电磁铁。其结构如图1—2所示。

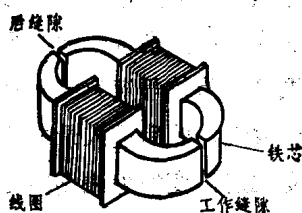


图 1—2 磁头结构

环形磁头铁心前面有一条几微米的细缝，叫做“工作缝隙”，一般在缝隙内填有非导磁材料。因此工作缝隙的磁阻比铁心高，磁力线会很容易在其附近溢出，形成漏磁场。盒式磁带的涂敷层是由磁性材料构成的，当磁带与磁头工作缝隙接触时，磁通则通过磁带形成了一个闭合磁路。信号电流会在磁头铁心内以正比例关系感生出相应的磁通。当磁带按一定速度在磁头前沿磁带走向移动时，在离开工作缝隙的瞬

间，会被磁化成永久性的剩磁，因而正比例于电流的磁信号得以储存在磁带上，如图 1—3 所示。

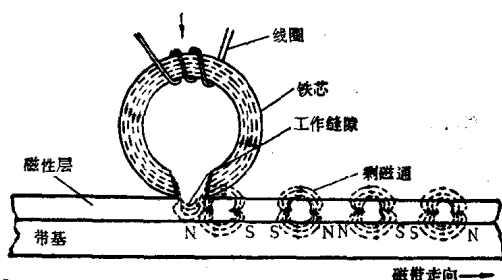


图 1—3 录音过程

被记录下来的磁信号，如果是正弦波，磁化在磁带上的磁迹也会沿磁带长度方向，以正弦波变化。记录的波长和频率间有下列关系：

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad (1-1)$$

式中 λ ——磁带上的记录波长，即记录信号一周期内磁带通过的距离，以厘米为单位；

v ——带速，单位：厘米/秒；

f ——信号频率，单位：赫芝。

二、录音磁化曲线

图 1—4 绘出了录音时磁带上被磁化的特性曲线。图中的横轴表示磁场强度 H ，纵轴表示磁带上的磁性体被磁化的磁化强度 B 。当信号电流增加时，磁带上被磁化的磁化强度

B 是沿图中的 $0-1-2-3-4-5$ 曲线增长的，一直到饱和区（即 $4-5$ ）。此时，如果将 H 的强度减小（减小电流），磁通密度 B 并不按原来的曲线下降，而是按照 $5-6-7-8$ 的曲线下降。当 $H=0$ 时， B 并不是 0，仍保留着一定的磁性，即图中的 B_r 值。此时的 B_r 称为剩磁，这条闭合曲线称为“磁滞回线”。

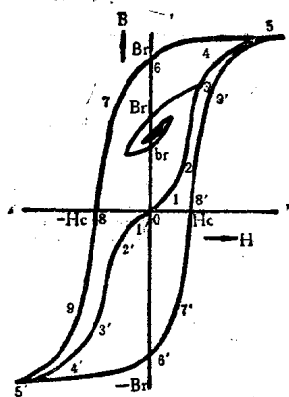


图 1—4 磁滞回线

图中的 $0 \sim 1$ 或 $0 \sim 1'$ 称为起始磁化曲线的起始部分； $2 \sim 3$ 或 $2' \sim 3'$ 称为起始磁化曲线的直线部分； $4 \sim 5$ 或 $4' \sim 5'$ 称为饱和区； $7 \sim 9$ 或 $7' \sim 9'$ 是磁滞回线的直线部分。

三、无偏磁录音

图 1—5 示出了磁性传输特性曲线。从图示中可以看到，加在传输特性曲线中心点上的正弦波磁信号和磁化到磁

带上的剩磁信号波形。由此不难看出,无偏磁录音实际上是一种非线性过程, 其原因是磁场只在磁滞回线的起始点附近变化, 结果使磁化曲线出现弯曲。在这种情形下, 录音音量较弱时就会出现录不到音的现象。如果把录音音量提高到可以录到的程度, 便会出现严重的非线性失真, 使声音含糊不清。无偏磁录音是不可采用的一种偏磁方法。为了提高电、磁变换效率, 扩大录音动态范围, 减小非线性失真, 在盒式机中绝大多数均采用直流或交流偏磁, 使其工作点离开起始点, 在特性曲线的直线部位工作。

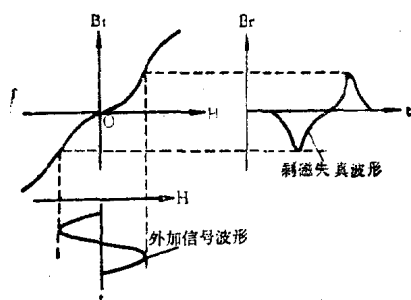


图 1—5 无偏磁录音

四、直流偏磁录音

录音时在录音磁头线圈中与信号电流叠加一个直流电流使音频信号调制在传输特性曲线的直线部分上。图 1—6 所示的特性曲线是加直流偏磁后的变化情形。

直流偏磁虽然在失真度、动态范围等方面都优于无偏磁录音, 录音效果较好。但是, 直流偏磁由于磁粒子是沿着一个

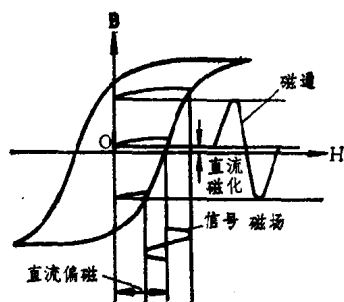


图 1—6 直流偏磁录音

方向磁化，因而会产生本底噪声，致使录音信噪比低劣。目前直流偏磁只能用于普及型盒式机中。

五、交流偏磁录音

为了取得理想的频率特性和最小的失真和良好的信噪比，使磁粒子沿两个方向磁化，交流偏磁可以获得比直流偏磁更优越的录音效果。交流偏磁方法多用在中、高档的盒式机或盒式收录两用机。它所采用的偏磁频率，通常是信号频率的五倍以上。实际上为了避免发生拍频或复合音，偏磁频率一般均采用60~100千赫之间。图1—7示出了交流偏磁的传输特性曲线和采用交流偏磁的录音过程。交流偏磁在磁带上所产生的磁场和作用，以及在磁带上的物理过程，同音频信号不完全一样。因为交流偏磁的频率比信号频率高的很多，当磁带通过磁头缝隙时，它不会象音频信号那样在磁带上被磁化成一个永久性的剩磁。因交流偏磁是一个交变磁场，当磁带通过磁头工作缝隙瞬间，交流偏磁的高速交变磁

场强度是由弱逐渐增强，然后又逐渐地降到零，这等于将交流偏磁自动退磁，磁带上不会留下任何磁迹，所以不能再用剩磁曲线概念来解释。

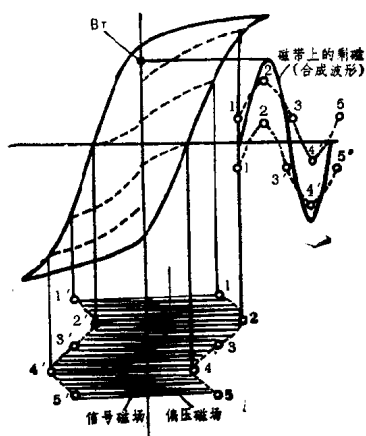


图 1—7 交流偏磁录音

第二节 偏磁与录音特性

偏磁电流的大小与录音的非线性失真以及输出特性之间有着密切的关系。为了使信号工作在传输曲线的直线部分，偏磁电流既不能过大也不能过小，否则都不会实现其目的。过小会使信号工作在起始部分的非线性区，过大又会使信号工作在饱和区的弯曲部分。为了减少非线性失真和增加输出幅度，必须选择一个理想的偏磁电流值。本节从偏磁与失真率开始，依次介绍偏磁电流与频率特性等的关系，以及选择偏磁的方法。

一、偏磁电流与失真率

如果将带速和信号频率（以 1 KHz ）保持不变，将偏磁电流由 1 mA 开始逐渐增加，就会发现由 1 mA 增加至 3 mA ，输出电压会迅速上升，谐波失真则迅速下降。如果继续将偏磁电流增加，当偏磁电流升高到 $4 \sim 5\text{ mA}$ ，输出电压和谐波失真率均呈饱和状态，当偏磁电流升至 $6 \sim 10\text{ mA}$ ，谐波失真无变化，而输出电压则开始从峰点逐渐下降。依此变化规律描绘的偏磁与失真特性曲线，即如图 1—8 所示。

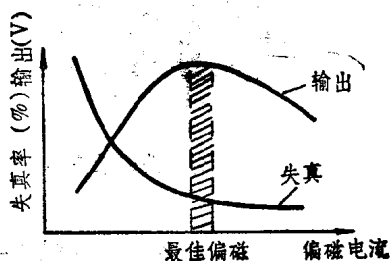


图 1—8 偏磁与失真

在实际调试中可根据以上种种变化规律来考虑偏磁电流与非线性失真等关系。

二、偏磁电流与频率特性

偏磁电流除对非线性失真和输出幅度有一定的影响外，对录音的频率特性和噪声也有一定的影响。通常，偏磁电流过大会导致高频音域的特性曲线下降。因为，偏磁电流也属

具有去磁作用的一种“磁场”。所以，对于磁带上的高频信号（比较微弱）也会起到去磁作用。因此，过高的偏磁电流会对音频信号中的高频成分削弱。从图1—9中可以看出，不同的音频信号对偏磁的要求也是不同的。

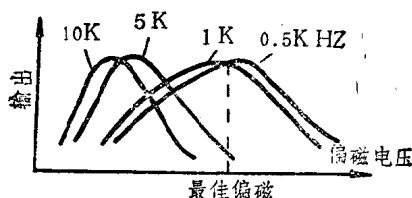


图1—9 偏磁与频率特性

偏磁电流与噪声之间的关系是加大偏磁后，可相应地减小噪声电平，反之，噪声电平则会增高。通常，采取优先考虑高频不受到损失的前提下适当地减小偏磁电流，但是又会因此而引起噪声电平略增。

常规的偏磁电流选择，可按图1—8所示的方法进行。图中所示的峰值点，也就是由磁头线圈两端测得的最大输出电压值。然后再继续增大偏磁电流，直至输出电压下降至一分贝，与此所对应的偏磁电流称为工作偏磁电流。

偏磁电流和以上种种特性之间的关系，还须根据所采用的录音磁头特性以及所使用的磁带种类不同，也会相应地出现不同程度的差异。（参见第七章第六节、第八章第一节）。

第三节 放音及其输出特性

已被磁化成磁迹的磁带，可向外产生漏磁通。当放音磁