

盒式录音磁带的 使用与维修

● 庄钢铭 陈布峰 ● 福建科学技术出版社



HESHI
JUYINCHIDAI
DE
SHIYONG
FA
WUXIU

责任编辑：王水倮

盒式录音磁带的使用与维修

庄钢铭 陈布峰

*

福建科学技术出版社出版

(福州得贵巷27号)

福建省新华书店发行

福建新华印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/32 3.875印张 82千字

1986年6月第1版

1986年6月第1次印刷

印数：1—17,000

书号：15211·79 定价：0.67元

前 言

磁带录音机是语言、音乐记录的理想设备。随着科学技术的迅速发展和人民生活水平的不断提高，盒式录音机已深入我国城乡许多领域和普通家庭。近年来还引进了不少类型的国外产品，从而促进了国内磁带生产技术的不断提高。目前，市场上进口和国产的磁带品种不断增多，质量也不断提高。在这种情况下，如何评价、选用和维修录音磁带，使录音机和磁带配用合适，达到既经济又实用的目的，已成为广大使用者所关心和必须了解的问题。为此，我们根据生产实践和使用中遇到的问题，通俗易懂地向读者作一详细的介绍和具体的解答。

本书虽然以介绍磁带为主，但由于磁带与录音机是相辅相成的，有着密切的关系。因此，对普及型盒式录音机的结构、使用及维修也作了一些必要的简介。对于希望了解录音机性能及维修的读者来说，也是一本理想的参考书。同时，本书附录部分，还提供了实用性较强的有关资料供读者参考。

本书在编写过程中，承蒙邹建华同志帮助绘图，在此表示感谢！

由于我们水平有限，错误之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

1985.2.

目 录

第一章 概述	1
第一节 磁记录的基本概念.....	1
第二节 磁带的基本知识.....	4
第三节 信号的磁记录.....	8
第二章 盒式录音磁带	14
第一节 盒式录音磁带的结构.....	14
第二节 盒式磁带的性能.....	28
第三节 盒式磁带的分类.....	32
第三章 录音磁带的工作原理	35
第一节 盒式录音机的基本结构.....	35
第二节 盒式磁带的基本工作原理.....	48
第三节 盒式录音机的杜比降噪电路.....	52
第四章 盒式录音磁带的使用	54
第一节 盒式录音机功能键的使用.....	54
第二节 盒式录音磁带的录音效果.....	57
第三节 盒式磁带使用和维护.....	59
第四节 磁带的选择和评价.....	64
第五章 盒式磁带的维修	82
第一节 检修常识.....	82
第二节 盒式磁带常见故障.....	85
第三节 盒式磁带使用时产生的故障、原因及其排除.....	90

第六章 附录.....	98
一、分贝换算表.....	98
二、电压、磁平、磁通换算表.....	101
三、各国标准录音工作磁平对照表.....	105
四、磁带技术常用术语解释.....	106
五、常用磁带录音技术名词、标记英汉对照表.....	110

第一章 概 述

按照磁性，所有的物质可分为抗磁性、顺磁性和铁磁性三种。抗磁性物质在外加磁场作用下，虽被磁化，但磁化强度非常小，属于非磁性物质。顺磁性物质在外加磁场的作用下，显示为磁性，外加磁场强度越大，物体被磁化强度也越大。铁磁性物质只要在很弱的磁场中，就能够强烈地被磁化，因此它在磁记录方面得到了广泛的应用。属于铁磁性的物质，有铁、镍、钴、钇、镧、锰和铬的合金以及氧化物。

第一节 磁记录的基本概念

就广义而言，记录过程是把信息变成某种物体状态或形状的空间变化，目的是把它们作为信息保存下来，并在需要的时候使其还原。我们可以把磁系统理解为是使记录载体各点磁化状态的相应变化，磁记录是使某些铁磁性物质，在外部磁场的作用下，获得剩余磁化强度。

一、铁磁性本质

1. 铁磁性物质的磁化。磁性材料都是由很多细小的磁分子组成的，在没有磁化以前，这些分子是杂乱无章的，如图 1—1—1 (a) 所示。因此，对外不呈现磁性。当磁性材料在外磁场作用下，这些磁分子将逐步沿着外磁场的方向排列，

如图 1—1—1 (b) 所示，这样对外就呈现出磁性，并加强了外磁场。因此，磁化的过程就是在外磁场的作用下，磁分子逐渐转向排列的过程。

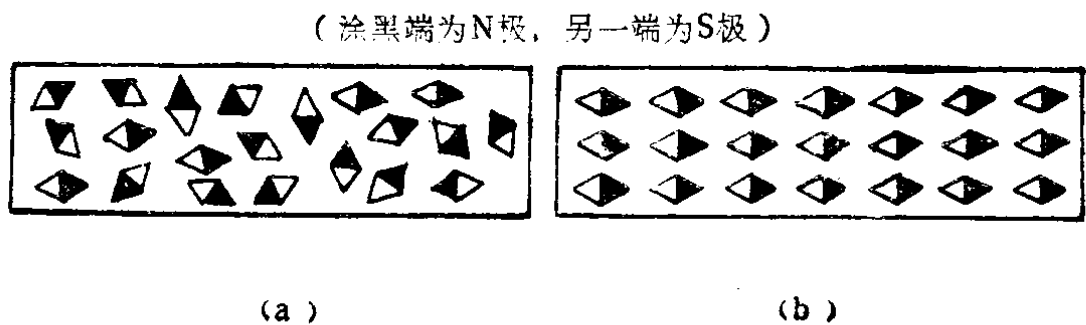


图 1—1—1 磁分子的排列

2.磁滞回线。我们知道，磁体周围空间存在有磁场，通电导体周围也会产生磁场。如果将一块磁性材料插入一圆形线圈中，给线圈通以直流电流，并使电流从零开始逐渐增大，则磁性材料中的磁通密度 B 也随着增加，如图 1—1—2 曲线 Oa 所示。如果磁化力 H 达到 H_m 后，开始减小（即减小线圈中的电流），那么，磁通密度 B 不是沿着原来曲线下降，而是沿曲线 ab 段下降。当磁化力降到零时（线圈开路），材料仍保留磁性（同图中的 Ob 段），此时的磁通密度 B_r 被称为剩余磁通密度（剩磁）。这时如果改变磁化的方向（线圈电流反向增大），当磁化力 H 增加到 $-H_c$ 时，磁通密度回到零，这时磁性材料的磁性才消失。 $-H_c$ 是为克服剩磁所加的磁化力，因此称它为矫顽磁力。如果磁化力继续沿反向增大，这时的磁通密度 B 也改变了方向，于是铁芯中的磁通密度 B 将沿 d 、 e 、 f 、 a 回到 a 点，形成一闭合回线（见图 1—1—2）。从图中可以看出，磁性材料在反复磁化的过程中，磁通密度 B 的变化始终落后于磁化力 H 的变化。这种现象叫做磁滞，这条闭合回线($abcdefa$)叫做磁滞回线。

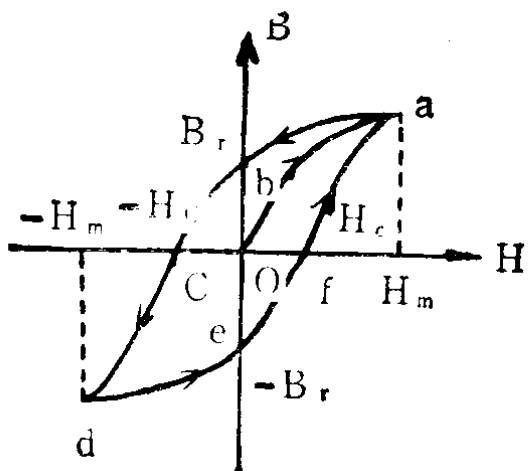


图 1—1—2 磁滞回线

二、磁性材料的分类

不同的磁性材料，具有不同形状的磁滞回线。根据磁滞回线的性状及其在工程上的用途，基本上分为三大类：硬磁材料、软磁材料、矩磁材料。

1. 硬磁材料。它的特点是必须用较强的外加磁场，才能使它磁化，但一经磁化后，撤去外磁场，它的剩磁大，磁性不易消失。例如：铁、镍、铝合金经过适当的热处理后就成为硬磁材料。硬磁材料的磁滞回线，如图 1—1—3。

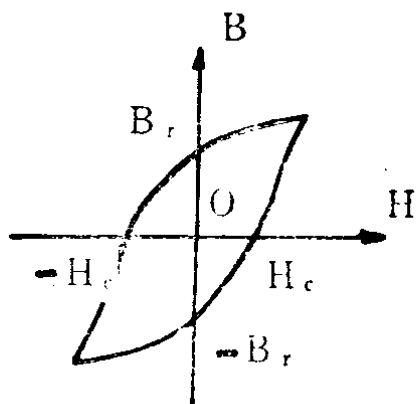


图 1—1—3

硬磁材料的磁滞回线

2. 软磁材料。它的特点是比较容易磁化，但撤去外磁场后，磁性大部分消失。例如，硅钢、软磁铁氧体和介质磁都属于软磁材料。软磁材料的磁滞回线如图 1—1—4。

3. 矩磁材料。它的特点是：当很小的外磁场作用时，就

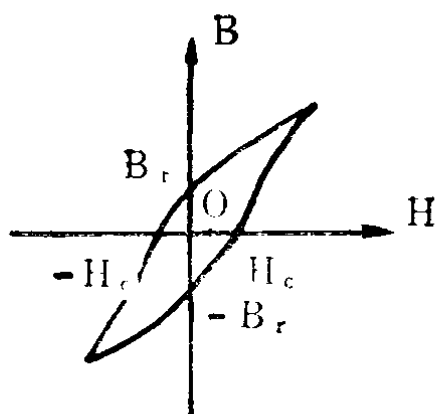


图 1—1—4
软磁材料的磁滞回线

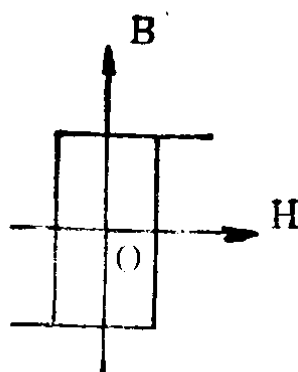


图 1—1—5
矩磁材料的磁滞回线

能使它磁化，并达到饱和，去掉磁场后，磁性仍然保持与饱和时一样。矩磁材料的磁滞回线如图 1—1—5。

第二节 磁带的基本知识

一、磁记录的形成与发展

磁记录开始于十九世纪末。最早的记录载体是钢丝，继而经过采用不锈钢带、合金带、表面有铁磁性涂层的磁盘和磁鼓（目前有些场合仍使用这些材料）。这个时期曾使用纸作为带基，但由于纸基磁带的物理机械性能不好，未能得到广泛的应用。二十世纪初出现了赛里特的制造方法，制造出所谓《拜耳赛里特薄膜》（Bayer Cellit film）。从那时起，聚合物薄膜的生产，便在磁带工艺学中占有特殊的位置。这种薄膜占磁带总厚度的75~80%，磁带的物理机械性能有所加强了。

早期使用的聚合物薄膜是二醋酸纤维素，但由于这种带基还有缺点，主要是水膨胀性相当大，几何尺寸稳定性及拉

伸强度不够。此后国外一些公司开始采用聚氯乙烯，乙烯的氟衍生物薄膜作磁带的带基。但由于聚氯乙烯和聚苯乙烯薄膜的软化温度低，用它们作成的磁带不适应温度升高的要求，因此，用这些聚合物薄膜作带基仍不能满足磁记录日益发展的要求。随着科学技术的进步，当前，磁带的带基改为聚酯薄膜。它具有抗湿性和热稳定性，而且机械强度大大超过醋酸纤维素、聚氯乙烯和聚乙烯的强度，从而保证了几何尺寸稳定性和贮放中的物理机械性能的稳定。尤其是它具有耐寒性，用它制成的磁带在相对湿度达到98%的情况下，从 -60°C 到 $+60^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内都可以使用，所以聚酯是迄今为止制造带基的最适宜的材料。

最初涂粉磁带，是用羰基铁粉作为磁记录载体，近期已普及了针状 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 微型磁粉。近几年来，磁性二氧化铬和含钴的 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 得到了推广，并出现了纯金属的合金粉作为磁记录载体。

磁带性能改进的另一方面，是使用更好的粘合剂制造磁浆。最早使用的粘合剂是含结合氮10~12%的硝酸纤维素。目前多采用乙烯化合物的共聚物和聚氨酯，用这样的粘合剂在相应的条件下加工成的磁层，具有高度耐磨性而又不损坏磁带的弹性。

二、磁带的性能及特点

目前生产的磁带是多种多样的，它们各具有独特的性能。但，不管磁带应用于什么范围，均应满足如下要求：

1. 横向、纵向、表面和体积的记录密度要高。
2. 在给定的动态范围内，非线性失真小。
3. 频率特性好，动态范围宽。

4. 信号去磁性能好, 保证反复使用干扰小、噪声低。

5. 输出大、灵敏度高。

6. 复印效应小。

7. 拉伸强度高。

8. 工作性能稳定。

9. 磁层磨损小, 粘牢度高。

10. 用粘合的方法使磁带能够进行剪辑。

11. 能够迅速获得记录结果。

12. 磁层表面的均匀性高, 无杂质, 无气泡, 无脱磁现象。

13. 磁带使用的经济效果高。

但是, 实际上不可能有完全满足以上各项特性的磁带, 因为有些条件彼此互不相容。例如, 为了改善频特性和提高记录密度, 就要求提高磁层的矫顽力, 这就不可避免地会导致信号去磁困难。因此, 应根据使用范围所提出的要求来选择偏重某种性能的磁带。

三、磁带的分类和用途

1. 磁带的分类。根据磁带的技术要求, 可以作以下分类:

(1) 录音磁带。

(2) 录像磁带。

(3) 计算机磁带。

(4) 精密记录磁带。

这些应用中的每一种磁带的带基材料、磁层厚度及其性能和其他指标都有所不同。

2.各种磁带的使用范围。由于磁带有许多固有的优良特性，如，记录迅速准确；效率高、效果好；可以通过消磁反复使用；存贮信息量大；记录密度高；结构小巧，重量轻，容易携带；使用方便；耗能低等。因此，随着制造技术的不断提高，使用范围也日益扩大。其使用范围，大体划分如下：

(1) 录音磁带。目前，大多数无线电广播，都预先把节目录好，这不仅降低了广播费用，同时又丰富和扩大了不同特点的节目，而且便于节目的交换和复制。在电影技术中，磁性录音便于纠正制片过程中的缺陷。简化了影片配音和译制过程，改善了录音质量，同时使电影中的立体声传输成为可能。另外，科学研究、教学、音乐、无线电通话及业余爱好者记录等都有应用。在这些要求多次声复制的部门，磁带就具有更大的意义。近年来，随着便携式、卡式磁带录音机的不断发展，也促进了录音磁带的发展。

(2) 录像磁带。录像磁带早期用于广播电视。近年来出现了小型磁带录像机，用于各种工业部门、医学、教学及有关科学、技术和文化部门以及业余爱好者录像等。

(3) 计算机磁带。随着计算机工业的迅速发展，磁带存贮各种原始数据、中间数据、最终数据的结果以及指令等。并按照需要以一定精度使其还原等方面，它比起穿孔卡片、纸带、延迟线及专用电子束管等，具有更多、更好的优越性。例如，它们可以使用多次，记录容量大，能较快地实现信息的记录和还原，并且可以长时间存放信息而无变化。

(4) 精密记录磁带。这种磁带用于测量和记录各种工艺参数。在某些领域里能够克服感光胶片不能重复记录及设备复杂等的缺陷。

第三节 信号的磁记录

一、记录与还原

1. 记录与还原的基本原理。当记录时，磁记录装置的作用靠磁头来实现，磁头是个电磁铁，其磁铁蕊有非磁性缝隙，见图 1—3—1。随着时间变化、被记录信号的电流，在磁头的绕组中通过，便在磁铁蕊里产生相应的磁通。磁头缝隙附近的部分，磁场通过磁铁蕊外面的空气而闭合。带状或线状的磁记录载体，以恒定的速度，在非磁性隙缝区，紧贴记录磁头，与磁头作相对的移动，这时，磁记录载体被磁化。在离开磁场范围之后，仍保留剩余磁化强度。因为磁头产生的磁场依照记录的振荡规律，随时间变化着，剩余磁化强度则沿着记录载体的运动方向改变着，带有这种剩余痕迹的载体叫信号带。若载体上录了声音信号的就叫录音带。

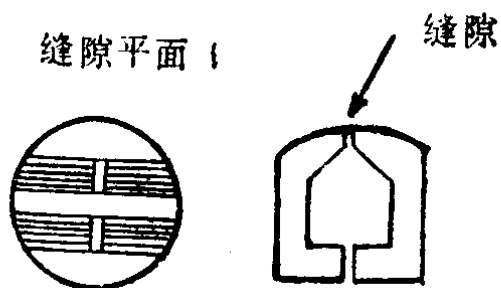


图 1—3—1 磁头的缝隙

当还原时，应使带有磁场的磁信号带，以等于它记录时的移动速度，相对于还原磁头移动。还原磁头和记录磁头一样，有带绕组的非闭合铁芯。当记录载体同还原磁头的隙缝接触时，磁性信号带在磁头磁铁蕊造成磁通，这种磁通当信号带运动时发生变化，这时还原磁头绕组里的感应电动势随着信号带磁场进行相应的变化。除了录音与还音磁头之外，在有些记录系统中还包括有消磁磁头。如录音机，借助于消磁磁头的作用，使记录载体去磁。这样可以使记录载体多次反

复使用。

2. 磁性信号带的基本特征。用剩余磁化强度或剩余磁通的大小来评价磁性信号带，它们沿着载体的运动方向，依照被记录信号的规律而变化。

假定沿录音磁头绕组通过的电流 I 是按如下正弦规律随时间改变：

$$I = I_0 \sin \omega t$$

式中 $\omega = 2\pi f$ ——被记录信号角频率，

f ——信号的频率。

在这种情况下，磁头铁芯隙缝附近所产生的磁场强度 H ，也将近似地按同一规律变化：

$$H = H_0 \sin \omega t$$

这个磁场使记录载体磁化，并且在每个瞬间 t 里，磁场作用在起始磁性信号带（相对于 $t = 0$ 时）的距离为 x 的载体上。

$$X = Vt$$

式中 V 系指磁带与录音磁头相对运动的速度。

在磁带磁层所产生的剩余磁化强度与作用着的磁场强度间，在线性关系的条件下，信号带的剩余磁化强度 J 由下式确定：

$$J = J_0 \sin \omega \frac{x}{V}$$

由上式可知， J 是按照被记录信号的规律，沿信号带（依座标 x 为转移）变化，剩余磁化强度 J_0 的振幅与录音磁头绕组中电流的振幅成比例。

根据同一规律，当磁带磁层厚度进行均匀磁化的理想条件时，则在信号带中变化着的剩余磁通 ϕ_r 由下式来确定：

$$\phi_r = ab\mu_0 J_0 \sin \omega \frac{x}{V}$$

式中 a ——磁层厚度;
 b ——信号带的宽度;
 μ_0 ——真空导磁率;
 J_0 ——剩余磁化强度。

把 $\omega = 2\pi f$ 代入 J 的式中, 则得到:

$$J = J_0 \sin 2\pi x \frac{f}{V} = J_0 \sin \frac{2\pi x}{\lambda} \quad (1)$$

式中 $\lambda = V/f$ 。

V/f 决定磁带切段的长度, 每个切段在被记录振荡的一个周期中通过录音磁头。换句话说, 信号带这个切段上, 被记录的是振荡的一个循环, 在其上形成磁化方向相反的两个小磁体, 这个切段被称为记录波长, 用字母 λ 表示。 λ 的倒数等于 f/v , 称为纵向记录密度。

当记录波长减小时, 从信号带还原出的信号也减少。为了保证信号的传递可靠, 最小记录波长不能任意小, 所以, 纵向记录密度的最大允许值也就受到了限制。于是在记录高频信号时, 磁带与录音磁头的相对运动速度应较快。所允许的纵向记录密度值, 在很大程度上是由磁带的几何形状和磁性参数决定。

在还原过程中, 磁头绕组中所获得的电信号 e 与同还原磁头相互作用的信号带部分上的剩余磁通成比例:

$$e = K\phi_r$$

式中 K ——比例系数。

由此可见:

$$e = Kab\mu_0 J_0 \sin \frac{2\pi x}{\lambda} \quad (2)$$

式中 x ——信号带长度的坐标。

当信号带相对于还原磁头做匀速 V 运动时, x 值可以按下式计算:

$$x = v_B t + x_0 \quad (3)$$

式中 x_0 ——起始坐标, 把它定为零, 可以认为这时信号带开始还原。

当把 (3) 式和数值 $\lambda = v/f$ 代入方程 (2) 时, 就得到:

$$e = K a b \mu_0 J r_0 \sin 2\pi f \frac{V_B}{V} t \quad (4)$$

可见, 还原的电信号是随时间按被记录信号相同的规律变化。

3. 磁记录和还原系统的要求。磁记录及其以后的还原系统, 必须保证信号的传递不失真, 即由还原设备输出所获得的电信号, 应该同记录的信号相同。

二、音频信号的磁记录

声波和电磁波一样, 用幅度和频率来说明它的特性。它的单位是周/秒, 或用“赫兹”(常用字母 H_z) 来表示。一般正常人能听到的频率是 $16 \sim 20,000 H_z$, 这个范围内的频率称为音频。

1. 声音的特性。声音的特性一般由音调、响度及音色来衡量。

音调: 表示声音的高低。它与音频的频率高低有关, 频率越高, 声音越尖, 频率越低, 声音越粗。

响度: 表示音量的大小。它与声波振幅的大小有关。当声源和人耳之间的距离不变时, 声波振幅越大, 音量也就越

大，也就是说声音越响，反之，音量就小。人们听觉所感受的响度与声压的变化不是成正比例关系的，而是与声压的对数关系成正比。通常以声压来衡量音量的大小。声压的单位是“微巴”，常用字母 μb 来表示。

音色：两种或更多种的声源，以相同的音调和响度发出声音，但听觉仍然能分辨出来。例如男女声合唱一支歌，几种乐器同奏一支曲子，一听就能分辨出男声和女声，钢琴和提琴的声音。这是由于声音除了音调和响度外，还有一种特性——音色。

2. 信号的非线性失真。前面已经讲过，在磁记录与还原系统中，要求还原设备输出的电信号必须同记录的信号完全相同。但在实际设备中很难实现。因为还原信号稍不同于被记录的信号，就会产生失真。还原信号不同于记录信号，其区别在于有新的谐波分量输出，这个谐波的频率为基波频率的两倍，称为二次谐波；谐波频率为基波频率的三倍，称为三次谐波……。在磁记录中谐波的产生，是由于记录载体剩余磁化强度和磁化强度之间的非线性关系而产生的。也就是磁性的非线性失真。非线性失真的大小用谐波系数来评价（以%来表示），这个系数由下式来确定：

$$K = \frac{\sqrt{A_2^2 + A_3^2 + A_4^2 + \dots}}{A_1} \times 100\%$$

式中 A_2 、 A_3 、 A_4 …为输出的谐波振幅； A_1 是输出信号中基波的振幅。在磁记录中，三次谐波的影响较明显，因此在测量中常以三次谐波系数来衡量失真大小：

$$K_3 = \frac{A_3}{A_1} \times 100\%$$

为了降低磁性录音的非线性失真，采用在录音磁头绕组内通