

# 收录机实用维修技术

聂采吉 胡壁涛



学术 期刊 出版社

## 内 容 简 介

本书系统而详细地讲述了由普及型到高档型收录机各部分的工作原理和实用维修技术。每章末附有“实验”或“演示实验”和“复习思考题”。书末收集整理了维修收录机所必须的大量的实用资料和数据。因此，本书既是自学者的入门书，又可作培训班的教材，同时也是维修人员必备的“实用手册”。

## 收录机实用维修技术

聂彩吉 胡壁涛编著

责任编辑：廖汇芳 王有春 孙 萌

学术期刊出版社出版

北京海淀区学院南路86号

四川教育学院印刷厂印刷

四川省新华书店发行 各地新华书店经售

开本：787×1092毫米 1/16 印张：17.75

1989年4月第1版 1989年4月第1次印刷

印数：1—15000册 字数：400千字

统一书号：ISBN 7-80045-088-0/TN·4

定价：7.20元

# 前 言

随着微电子技术和精密机械加工技术的发展,收录机技术也已进入成熟阶段。其普及面之广,恐怕在各种家用电器之中,要推收录音为首了。目前,市面上流行的盒式收录机,主要有袖珍式收录机、便携式收录机和组合式高级音响三大类。

无论是哪类收录机,它们的基本工作原理和基本构成都是相同的,只不过是在功能上、性能上和结构上有较大的差异。本书正是在这种思想的指导下,不是以三大类盒式收录机为线索去讲述,而是在讲述了盒式收录机的基本工作原理、基本构成和基本电路之后,再深入地去讲述它们的特殊功能、特殊结构和特殊电路。这种讲述方法,不仅便于初学者循序渐进地学习到盒式收录机的全部知识,而且也客观地反映了盒式收录机逐步发展和完善的规律。当然,这对不同层次的各种培训班、技术学校和中等专业学校采用本书作为教材,都提供了方便。

本书的第二大特点,是理论与实践并重。本书用了比较多的篇幅讲述盒式收录机的检修技巧、检修的典型实例,并收集整理了检修盒式收录机所必须的大量实用资料和数据。这样一来,使本书作为维修人员的“实用手册”,其实用性,就更加充实。

本书的两位作者,是长期工作在研制和维修工作第一线的工程师和《电子天府》杂志的专栏作者,同时,他们又是多年活跃在家用电器维修人员培训课堂的业余教员。因此,本书的写成,凝聚着他们的智慧和长期积累的丰富经验。

本书的出版发行,对收录机维修技术的普及和提高,必将产生积极的效果。

当然,收录机技术还在不断地向前发展,还有许多新东西需要我们去研究和掌握。如八十年代发展起来的激光数字唱片(CD)放唱机和数字式磁带(DAT)录音机技术,以至更新的无走带系统的固化放唱系统等,本书均未涉及。同时,由于作者、编者的水平所限,错误和不妥之处是难以避免的,还敬望同行专家及广大读者指正。

# 收录机实用维修技术

## 目 录

### 前言

|                              |        |
|------------------------------|--------|
| <b>第一章 磁带录音机的基本原理</b> .....  | ( 1 )  |
| 第一节 磁性材料和电磁转换原理.....         | ( 1 )  |
| 第二节 电→磁和磁→电转换.....           | ( 2 )  |
| 第三节 磁带录音和磁带放音原理.....         | ( 3 )  |
| 第四节 录音和偏磁.....               | ( 4 )  |
| 第五节 录音和放音时的频率补偿.....         | ( 6 )  |
| 第六节 抹音.....                  | ( 6 )  |
| 思考题.....                     | ( 8 )  |
| <b>第二章 盒式录音机的磁头和磁带</b> ..... | ( 9 )  |
| 第一节 磁头.....                  | ( 9 )  |
| 第二节 盒式磁带.....                | ( 11 ) |
| 思考题.....                     | ( 14 ) |
| <b>第三章 盒式录音机的走带机构</b> .....  | ( 15 ) |
| 第一节 走带机构的作用.....             | ( 15 ) |
| 第二节 磁带录放音匀速走带机构.....         | ( 15 ) |
| 第三节 快速卷带机构.....              | ( 17 ) |
| 第四节 其他功能机构.....              | ( 18 ) |
| 第五节 TN-33V型走带机构介绍.....       | ( 20 ) |
| 第六节 盒式录音机的电机.....            | ( 20 ) |
| 思考题.....                     | ( 23 ) |
| <b>第四章 收录音机电路分析</b> .....    | ( 24 ) |
| 第一节 收录音机的基本电路介绍.....         | ( 24 ) |
| 第二节 录音放大器和放音均衡放大器.....       | ( 25 ) |
| 第三节 收录音机的功率放大器.....          | ( 30 ) |
| 第四节 立体声收录机电路.....            | ( 33 ) |
| 第五节 收录机的收音电路.....            | ( 35 ) |

|                                 |                |
|---------------------------------|----------------|
| 第六节 收录机的其他电路·····               | ( 44 )         |
| 第七节 SL-4019型收录机电路分析·····        | ( 45 )         |
| 思考题·····                        | ( 49 )         |
| <b>第五章 全自动停机机构原理与电路分析·····</b>  | <b>( 50 )</b>  |
| 第一节 电子机械式全自动停机机构·····           | ( 51 )         |
| 第二节 机械式全自动停机机构·····             | ( 55 )         |
| 思考题·····                        | ( 57 )         |
| <b>第六章 人工选曲——选听和复听·····</b>     | <b>( 58 )</b>  |
| 第一节 基本原理·····                   | ( 58 )         |
| 第二节 选听—复听机芯·····                | ( 59 )         |
| 思考题·····                        | ( 62 )         |
| <b>第七章 自动选曲机构·····</b>          | <b>( 63 )</b>  |
| 第一节 基本原理·····                   | ( 63 )         |
| 第二节 GF-9090型收录机自动选曲电路分析·····    | ( 65 )         |
| 思考题·····                        | ( 70 )         |
| <b>第八章 “电脑”选曲原理及电路分析·····</b>   | <b>( 71 )</b>  |
| 第一节 “电脑”选曲的基本原理·····            | ( 72 )         |
| 第二节 GF-9494Z型收录机“电脑”选曲电路分析····· | ( 76 )         |
| 思考题·····                        | ( 81 )         |
| <b>第九章 双盒座录音机构·····</b>         | <b>( 82 )</b>  |
| 第一节 机械式录音座开关双盒座录放音机构·····       | ( 82 )         |
| 第二节 电子—机械式录音座开关双盒座录放音机构·····    | ( 86 )         |
| 第三节 GF-666Z型收录机双盒座录放音机构分析·····  | ( 88 )         |
| 思考题·····                        | ( 94 )         |
| <b>第十章 自动降噪电路原理及电路分析·····</b>   | <b>( 95 )</b>  |
| 第一节 自动降噪基本原理·····               | ( 96 )         |
| 第二节 杜比降噪系统·····                 | ( 97 )         |
| 第三节 自动噪声衰减(ANRS)电路·····         | ( 100 )        |
| 第四节 三洋M9998K型收录机“杜比”降噪电路分析····· | ( 102 )        |
| 思考题·····                        | ( 104 )        |
| <b>第十一章 倍速录音机构·····</b>         | <b>( 105 )</b> |

|                                   |         |
|-----------------------------------|---------|
| 第一节 倍速录音基本原理                      | ( 105 ) |
| 第二节 夏普 GF-700Z 型收录机倍速录音机构电路分析     | ( 107 ) |
| 思考题                               | ( 109 ) |
| <b>第十二章 选曲放音自动暂停机构</b>            | ( 110 ) |
| 第一节 基本原理                          | ( 110 ) |
| 第二节 夏普 GF-700Z 型收录机选曲放音自动暂停机构电路分析 | ( 112 ) |
| 思考题                               | ( 114 ) |
| <b>第十三章 收录机的业余修理技巧</b>            | ( 115 ) |
| 第一节 收录机的拆卸                        | ( 115 ) |
| 第二节 怎样用三用表检验常见元件的好坏               | ( 116 ) |
| 第三节 收录机的注入信号检测法                   | ( 120 ) |
| 第四节 怎样用三用表检测收录机中的集成电路             | ( 121 ) |
| 思考题                               | ( 123 ) |
| <b>第十四章 收录机的检修</b>                | ( 124 ) |
| 第一节 检修概述                          | ( 124 ) |
| 第二节 收录机故障检修流程图                    | ( 125 ) |
| 第三节 收录机故障检修实例                     | ( 131 ) |
| 例 1: 磁带放音时只有“嗡嗡”声                 | ( 131 ) |
| 例 2: 磁带放音时音量小, 声音发闷               | ( 131 ) |
| 例 3: 磁带放音时高音刺耳, 无低音               | ( 132 ) |
| 例 4: 磁带放音噪声大                      | ( 132 ) |
| 例 5: 磁带放音失真大, 声音难听                | ( 132 ) |
| 例 6: 立体声放音时, 只有一个声道工作             | ( 133 ) |
| 例 7: 立体声放音时, 两个声道音量差别大            | ( 134 ) |
| 例 8: 录音失真大                        | ( 135 ) |
| 例 9: 录音时, 录出磁带音量小, 声音发闷           | ( 136 ) |
| 例 10: 录音噪声大                       | ( 136 ) |
| 例 11: 立体声录音时, 一个声道录不上音            | ( 137 ) |
| 例 12: 立体声录音时, 左右声道音量差别大           | ( 138 ) |
| 例 13: 按下录音键时仍为放音, 不能录音            | ( 138 ) |
| 例 14: 不能抹音                        | ( 138 ) |
| 例 15: 抹音不干净                       | ( 138 ) |
| 例 16: 怎样更换磁头                      | ( 138 ) |
| 例 17: 轧带(缠带)                      | ( 140 ) |
| 例 18: 放音乐磁带时变调                    | ( 142 ) |

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| 例19: 自动停机机构失灵                | (142) |
| 例20: 不能倒带或倒带时卡滞, 转动无力        | (143) |
| 例21: 不能快进或快进时卡滞, 转动无力        | (144) |
| 例22: 放音时, 音调变高, 声音变得刺耳       | (144) |
| 例23: 放音时声音发抖                 | (145) |
| 例24: 按键不能锁住                  | (146) |
| 例25: 暂停键失灵                   | (146) |
| 例26: 磁带计数器不动                 | (146) |
| 例27: 录放音时, 走带机构噪声大           | (147) |
| 例28: 电机不转                    | (148) |
| 例29: 电机转速变低, 转动无力            | (149) |
| 例30: 调频收音时无声                 | (149) |
| 例31: 调频收音时, 没有立体声效果          | (151) |
| 例32: 走带终止能停机, 但易发生轧带         | (152) |
| 例33: 收带盘上磁带卷得多时容易发生误停机       | (152) |
| 例34: 按下暂停键时, 录、放键立即自行复位      | (153) |
| 例35: 不能停机(全自动停机机构中)          | (153) |
| 例36: 按任一操作键后, “哒哒”作响         | (154) |
| 例37: 自动选曲录音机左右声道啸叫声太大        | (154) |
| 例38: 自动选曲录音机错误选曲             | (155) |
| 例39: 下按选曲键后不能选曲              | (155) |
| 例40: 倒带选曲正常, 快进不能选曲          | (156) |
| 例41: 快进选曲正常, 倒带不能选曲          | (157) |
| 例42: 选曲设定指示正常, 选曲误动作         | (157) |
| 例43: 选曲设定指示正常, 但磁带一直快走, 不能选曲 | (157) |
| 例44: 选曲设定指示灯常亮, 磁带快走不止, 不能选曲 | (158) |
| 例45: 使用杜比录音磁带, 进行杜比放音时高音特别刺耳 | (159) |
| 例46: 杜比录音时, 重放该段录音带有失真       | (160) |
| 例47: 进行倍速录音时, 仍为正常带速         | (160) |
| 思考题                          | (160) |

## 附录一 资料部分..... (161)

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| 资料1 国内外收录机集成电路一览表.....           | (161) |
| 资料2 国内外收录机磁头性能及生产厂家一览表.....      | (178) |
| 资料3 成都无线电七厂磁头适用机型表.....          | (186) |
| 资料4 国内外部分厂家产录音机直流电机性能一览表.....    | (187) |
| 资料5 录音机用直流电机稳速集成电路主要特性一览表.....   | (188) |
| 资料6 国产盒式磁带录音机机芯主要参数及生产厂家一览表..... | (190) |

|      |                                 |       |
|------|---------------------------------|-------|
| 资料7  | 几种常用声源的输出特性.....                | (193) |
| 资料8  | 几种国产小型中频变压器的特性数据表.....          | (194) |
| 资料9  | 几种陶瓷滤波器的性能参数表.....              | (196) |
| 资料10 | 国产部分新型扬声器的特性参数表.....            | (197) |
| 资料11 | 部分国内外收录机变压器的绕制数据表.....          | (199) |
| 资料12 | 日本主要厂家自动选曲集成电路产品一览表.....        | (200) |
| 资料13 | 收录机功放集成电路特性表.....               | (201) |
| 资料14 | 收录机特殊功能部分集成电路一览表.....           | (203) |
| 资料15 | 收录机集成电路国内外型号代换表.....            | (204) |
| 资料16 | 国外调频立体声解码电路互换表.....             | (205) |
| 资料17 | 收录机功放集成电路代换表.....               | (207) |
| 资料18 | 收录机调频头集成电路各机应用电压数据表.....        | (208) |
| 资料19 | 收录机高中频集成电路各机应用电压数据表.....        | (209) |
| 资料20 | 收录机立体声解码集成电路各机应用数据表.....        | (212) |
| 资料21 | 收录机前置放大集成电路各机应用电压数据表.....       | (214) |
| 资料22 | 收录机功放集成电路各机应用电压数据表.....         | (215) |
| 资料23 | 收录机公用线路放大集成电路各机应用电压数据表.....     | (217) |
| 资料24 | 收录机特殊功能集成电路各机应用电压数据表.....       | (218) |
| 资料25 | 收录机选曲放大、检测、整形集成电路各机应用电压数据表..... | (219) |
| 资料26 | 收录机程序选曲微处理器各机应用电压数据表.....       | (220) |
| 资料27 | 部分国产录放磁头性能与生产厂家一览表.....         | (221) |
| 附录二  | 收录机的主要技术指标和性能、功能标志.....         | (223) |
| 附录三  | 盒式收录机的维修调整.....                 | (229) |
| 附录四  | 盒式录音机的英汉词汇对照.....               | (249) |

#### 附图:

- 一、三洋M2564H电原理图
- 二、三洋M9930K录放电路图
- 三、夏普(声宝)GF-666Z电原理图
- 四、夏普(声宝)GF-700Z电原理图

# 第一章 磁带录音机的基本原理

## 第一节 磁性材料和电磁转换原理

### 一、磁性材料

中学的物理学中已经讲过，在磁场中任何一种物质都能够或多或少地被磁化，但磁化的程度不同。有的材料在磁场中能够被强烈磁化，这类材料就称为磁性材料。如铁、钴、镍、铁氧体等。

磁性材料在磁场中被磁化后，它们的磁性并不因外磁场的消失而完全消失，仍然会剩余一些磁性，叫做剩磁。有的磁性材料（如软铁、硅钢片，坡莫合金片、铁氧体天线磁棒等）剩磁很小，而且容易退磁，我们叫它们是“软磁材料”。有的磁性材料（如磁钢、磁带的磁粉等）剩磁很强，而且不易退磁，我们叫它们是“硬磁材料”。软磁材料适用于需要反复磁化的场合，例如录音机的磁头铁芯、变压器铁芯、磁性天线等，硬磁材料则适用于需要强剩磁的场合，如录音机的电机磁铁、磁带上的磁粉、扬声器磁钢等。

### 二、磁性材料的性能

磁性材料的性能因材质不同而有差异。我们若将一个硬磁材料放入均匀磁场中，测量磁通密度的变化则可得到如图1-1所示的性能曲线。图上座标横轴为外加磁场强度，纵轴则为磁性材料的磁通密度。当磁场强度由0逐渐增大时，磁通密度按 $0 \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow c$ 的曲线变化。当曲线到达c点时，磁场强度继续增加，磁性材料的磁通密度已不再增加，即已达到饱和。我们称c点为磁饱和点。这种现象即为磁饱和现象。我们若将磁场强度减小，直到为0，这时磁性材料的磁通密度并不减小到0，而是 $B_r$ 。这里的 $B_r$ 即为磁性材料的剩磁通密度（即剩磁）。若要使剩磁通密度 $B_r$ 减小到0，还必须加上反向磁场。若反向磁场强度由0逐渐增大到 $-H_c$ 时，正好将磁性材料的剩磁消掉（即磁通密度为0），这时的磁场强度 $-H_c$ 就称为这种磁性材料的矫顽磁力。当反向的磁场强度继续增加时，磁性材料被反向磁化，直至饱和。

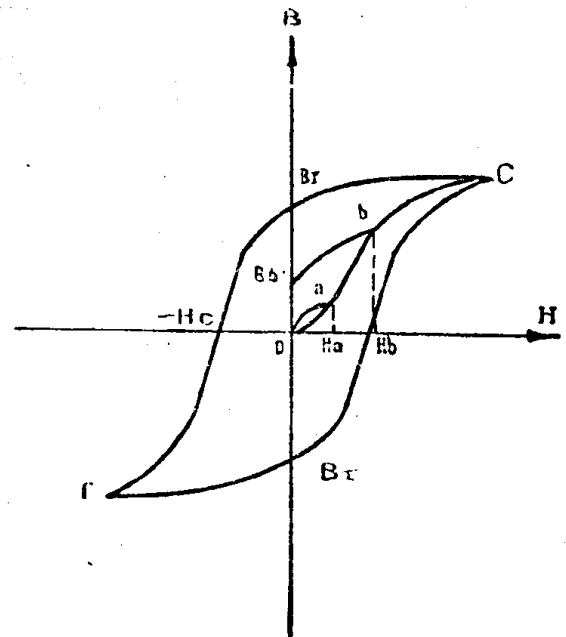


图1-1

我们把磁性材料在磁场中磁化的性能描绘成曲线就成了图1-1所示的封闭曲线（即是磁滞回

线)。曲线中0abc一段称为初始磁化曲线。这是未经过磁化的磁性材料初始磁化时的曲线。

软磁材料的磁化曲线如图1-2所示,若与图1-1的硬磁材料的磁化曲线相比较,我们可看出,软磁材料的最大剩磁 $B_r$ 比硬磁材料的小得多。矫顽磁力 $-H_c$ 也远小于硬磁材料的 $-H_c$ 。

### 【实验1】剩磁实验

**器材:**大头针5根。不带剩磁的小起子一把。磁铁一个(可用扬声器磁钢)。

#### 实验步骤:

1. 先用小起子接触大头针,大头针不应被吸起,证实小起子未带剩磁。

2. 将小起子头去接触磁铁的一极,然后拿开磁铁。这时用小起子再去接触大头针,我们可观察到大头针被吸起。说明小起子被磁铁的磁场磁化后留下了剩磁。

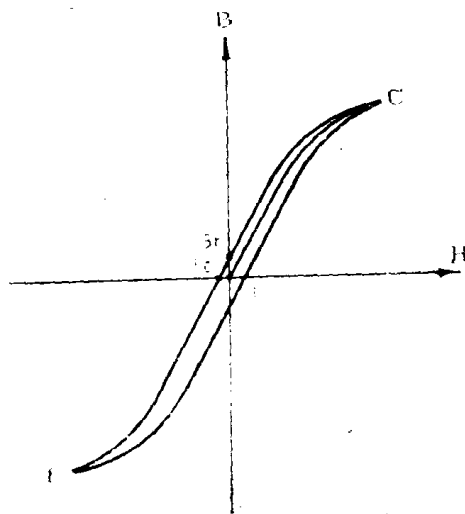


图1-2

## 第二节 电→磁和磁→电转换

### 一、电→磁转换

根据电磁学的基本理论,电荷的运动即能产生磁场。而在变化磁场中的导线里即可产生感生电动势。这就是电→磁和磁→电转换的基本概念。下面我们先看看由电到磁的转换。

图1-3是一个绕有线圈的软铁棒(软磁材料)。当线圈接通电源时,我们可观察到软铁棒已变成了磁铁,用它可以吸起大头针。这就是电磁铁。根据右手定则,左边的磁极为北极(N),右边的为南极(S)。当电源断开后,磁性便基本消失。这就说明了电磁铁的磁性是由电流转换而来的。这种电磁铁还有这样的性能,即它的磁性的与流过线圈的电流有关。当流过线圈的电流较大时,它的磁性就较强。电流较小,磁性就较弱。我们可用下面的实验来作近似地验证(见图1-4)。

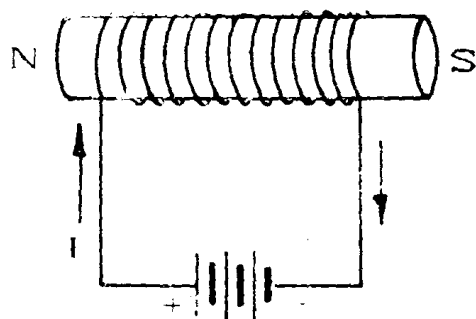


图1-3

图1-3上有一个电磁铁。流过电磁铁线圈的电流大小可由滑线电阻进行调整。并可由串接的电流表读出电流值。用一个弹簧秤挂上一个软铁块。电磁铁通电后,铁块被吸住。当我们垂直向上用力拉弹簧秤时,总可将铁块从电磁铁磁极上拉开。当铁块被拉离电磁铁前的一瞬间,我们可读出弹簧秤的指示值 $F_1$ 。若铁块的重量为 $f_0$ ,则电磁铁对铁块的吸力为 $F_1 - f_0$ 。我们调整滑线电阻后,流过线圈的电流已从 $I_1$ 变为 $I_2$ ,这时拉开铁块的力已变为 $F_2$ 。我们再改变电流,得到 $I_3$ 、 $I_4$ ……。拉开铁块的力测出为 $F_3$ 、 $F_4$ ……。这时我们可看出下面的规律:

$$\frac{I_1}{F_1 - f_0} = \frac{I_2}{F_2 - f_0} = \frac{I_3}{F_3 - f_0} = \frac{I_4}{F_4 - f_0} = \dots$$

由此可以看出，电磁铁磁力的大小，是和流过线圈的电流成正比的。这个磁力也正是由电流转换而来的。

〔讨论〕上述的实验中，当线圈的电流增加到足够大的时候，我们可以观察到磁力的大小已不再增加。这是为什么？这就是“磁饱和现象”。即当线圈的磁场增加到足够大时，铁芯的磁通密度已不再增加。

当流过线圈的电流很小时，电磁铁的磁力变化较小，且不符合  $\frac{I_1}{F_1 - f_0} = \frac{I_2}{F_2 - f_0} = \frac{I_3}{F_3 - f_0} = \dots$  的规律。这是由铁芯的初始磁化性能的弯曲部份造成的（即图 1-1 磁化曲线中 0~a 一段）。

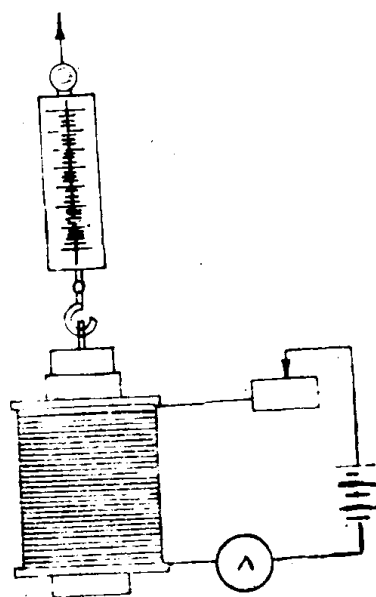


图1-4

## 二、磁→电转换

远在1831年，法拉弟就发现了电磁感应现象，并得出了如下结论：穿过线圈磁通量的变化，在线圈中可产生感生电动势。我们可用下面的实验来说明。一个串接有电流表和空心线圈的闭合回路，当一个条形磁铁插入线圈时或将其从线圈中拉出来时，电流表的指针都会发生偏转，这表明线圈中已产生了感生电动势。

如果我们在线圈中放入一段软磁材料磁芯（见图1-5），这时我们可发现当磁铁接触磁芯的一瞬间，电流表有较大的偏转。当磁铁接触磁芯后不再动，这时虽然磁芯的磁通量较大，但电流表的指示却为零。只有当磁铁从磁芯上拉开的瞬间电流表又才有偏转。这是因为磁铁接触磁芯和磁铁从磁芯拉开的瞬间，磁芯的磁通量发生了变化。而磁铁接触磁芯后静止不动时，磁芯内的磁通量并不发生变化。

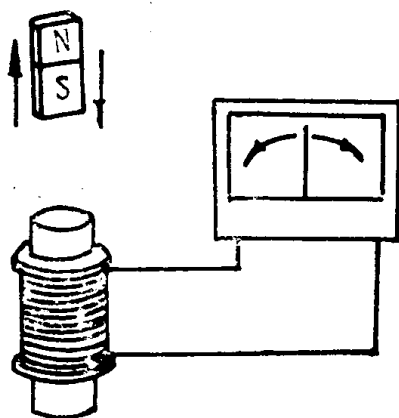


图1-5

我们从上述的实验中可以看出由磁到电的转换原理。

## 第三节 磁带录音和磁带放音原理

磁带录音机是怎样实现录音和放音的呢？图 1-6 是磁带录音机录音的原理图。

当我们对话筒讲话时，话筒可将声音转换成随声音变化的电流。这时的电流还很微弱，必须加以放大。经放大器放大后的音频电流加到磁头线圈（所谓“磁头”，也就是在磁芯上绕有线圈的一种特殊的电磁铁），磁头磁芯中产生了随声音强弱而变化的磁场。这时，磁带从磁头的磁隙上滑过，磁带与磁头接触时就被磁化，离开时仍有剩磁。也就是说，在磁带上造成了无数个强弱不同

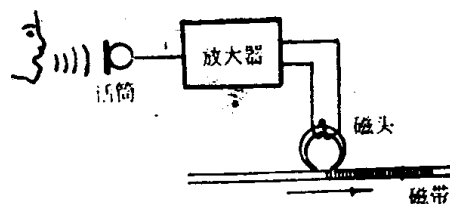


图1-6

的小磁铁。这时候我们可以说声音被转换成了剩磁，在磁带上保留下来了。

磁带放音的原理请参看图1-7。当已录音的磁带（即已留有随声音强弱变化的剩磁的磁带）滑过磁头的磁隙时，磁带上的剩磁将会在磁头的线圈中产生出随剩磁强弱变化而变化的电流（这和图1-5实验的情况相似），经过放大器放大以后，从喇叭中就可以放出原来录进的声音。

以上就是磁带录音机的录音和放音原理。实际的磁带录音机，为了保证达到一定的性能要求和使用操作方便，其结构和电路都要复杂得多。

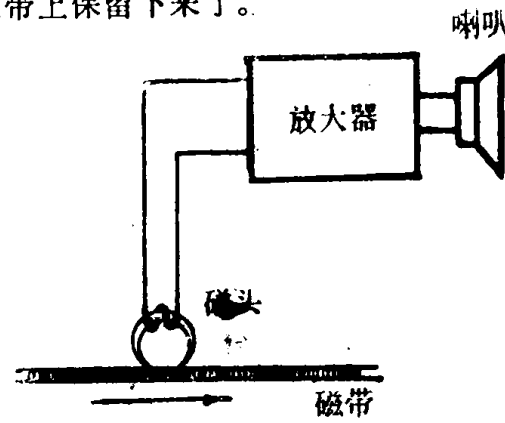


图1-7

### 第四节 录音和偏磁

我们用图1-6和图1-7所示的电路进行录音和放音时，实际效果是很糟的。用这种方式录出的声音是严重失真的。造成失真的主要原因有两点。其一是磁带被音频电流（在磁头中）产生的磁场磁化时，所留下的剩磁和音频电流的大小并不成比例，也就是说并不是线性关系。其二是若不对录音和放音时的频率特性进行适当的补偿，则录出的声音频率特性很差。

我们回过去看看图1-1的磁化曲线。磁带上的磁粉也是一种硬磁材料，因此磁带的磁化性能也和图1-1相似。曲线中0abc一段称为初始磁化曲线，因为这是从无剩磁的磁带开始磁化时的曲线。由初始磁化曲线上可以看出，当磁场强度由0增加到 $H_a$ 时，磁带上的磁通密度由0增加到 $B_a$ 。这时若将磁场强度减小为0，磁带的磁通密度也就减小到0，也就是未留下剩磁。只有磁场强度大于 $H_a$ 时，磁带上的剩磁才能由0逐渐增加。例如当磁场强度增加到 $H_b$ 时，剩磁通密度就可以增加到 $B_b'$ 。我们可以把磁头磁极间（即磁隙）的磁场强度和磁带剩磁的关系改画成图1-8的曲线。这时我们如果在磁头线圈中加一个正弦电流，磁头磁隙中磁场强度也按正弦规律变化。但这时磁带上的剩磁却不按正弦规律变化，如图1-8所示，已明显地失真了。

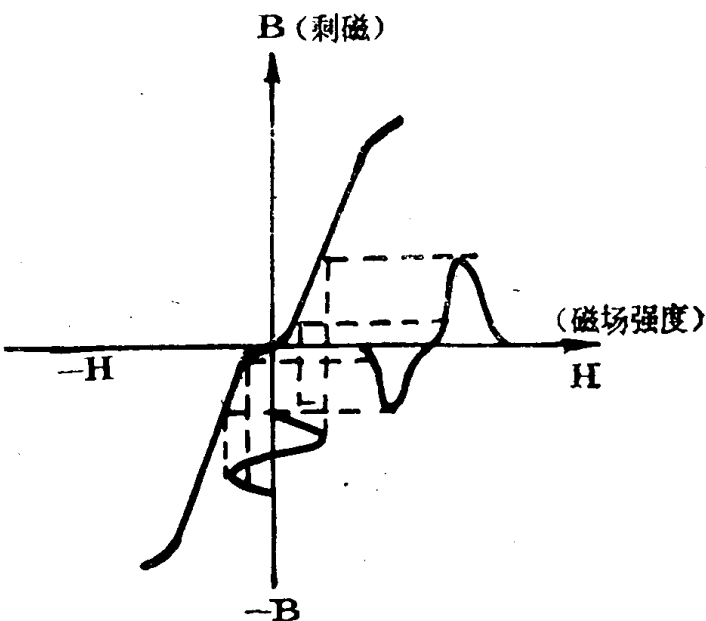


图1-8

若我们用这样的磁带通过放音磁头放音时，磁头线圈上感应出的电流，也就失真了。要使磁带上的剩磁与磁头线圈中的电流变化的规律一致，也就是让录音不失真，我们可以在磁头上加入一个固定的磁场，以避开剩磁曲线起始段的弯曲部份。这就是在录音磁头线圈中加入偏磁电流的原因。磁带录音机中，采用了直流偏磁或交流偏磁两种方式。下面分别介绍：

## 一、直流偏磁

直流偏磁是在磁头线圈中加入一定的直流电流（见图1-9），以在磁头中产生一个固定的磁场（图中的  $H_b$ ）。这时，若在磁头线圈中加入正弦电流，磁带上的剩磁也就成正弦变化。

图1-9系利用初始磁化曲线的直流偏磁方式，仅用于说明原理。

实际录音机的直流偏磁方式是与直流抹音相配合的，因而是利用“磁滞回线边沿”的直流偏磁方式（见图1-10）

“直流抹音”是用一个专用的直流抹音磁头通入较大的直流电流后，产生强磁场  $H_c$ 。当磁带从抹音头的磁隙上滑过以后，使磁带被磁化到磁饱和。并留下最大剩磁  $B_r$ 。这时，我们若在录音磁头上加入一个与抹音头的磁场方向相反，大小合适的固定磁场  $H_o$ （也就是在磁头线圈中加一固定的直流电流  $I_o$ ），这时如果输入信号电流到磁头，则磁头磁场的变化使磁带磁化后留下的剩磁也就不失真了。

## 二、交流偏磁

见图1-11，录音时，我们除了在磁头线圈中加入信号电流外，同时还加入一定大小的超音频电流（频率一般为50千赫至100千赫）。

这时，磁头中的电流为信号电流和偏磁电流相叠加的电流。由图上可以看出，因为有了偏磁电流的存在，偏磁电流产生的磁场使信号磁场避开了剩磁曲线的起始弯曲部份。磁带上的剩磁就可以和信号完全一致了，这样就避免了录音产生的失真。

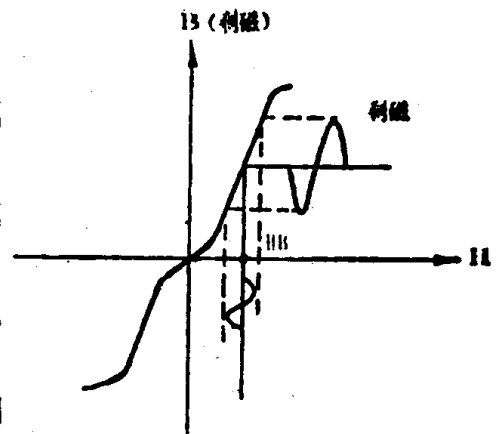


图1-9

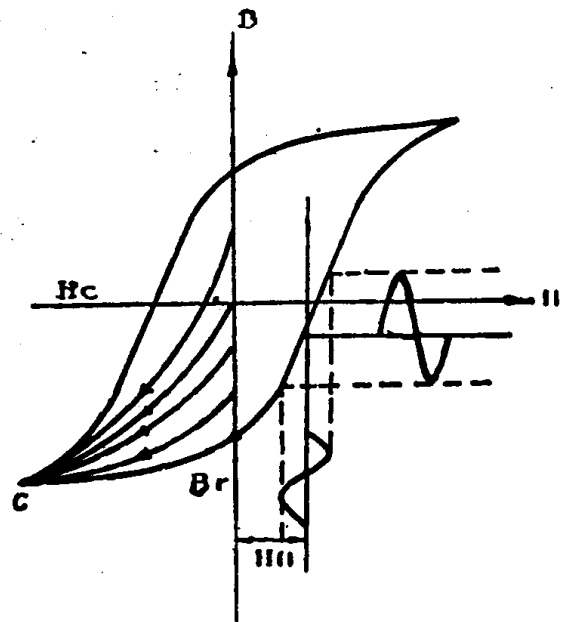


图1-10

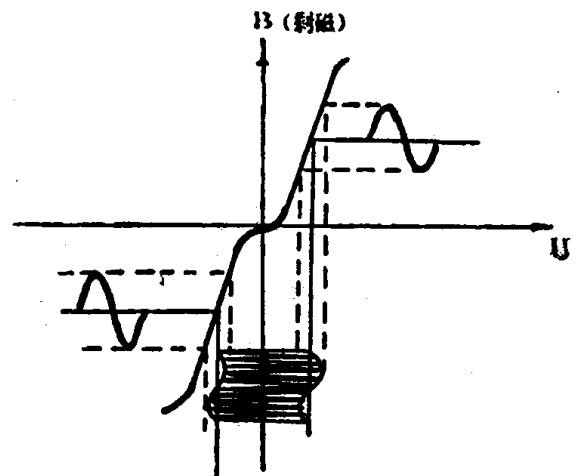


图1-11

## 第五节 录音和放音时的频率补偿

前面已谈到，我们若不对录音和放音频率特性进行适当的补偿，磁带录出的声音频率特性是很差的。现在我们就来谈谈录音和放音时的频率补偿问题。

如果我们在磁头中加入从低音频到高频的各种频率的信号电流，对磁带进行录音，且在信号电流都是相同的情况下（也就是通常称为“恒流录音”情况下），按说在磁带上留下的各种频率信号的剩磁的磁通应相等。若用这条磁带进行放音时，磁头线圈产生的感生电动势（即开路电压）为：

$$E = KN\phi f \times 10^{-8} \text{ (V)}$$

式中N为磁头线圈的匝数，f为频率（Hz）， $\phi$ 为磁带在磁头磁隙处的磁通量有效值（麦）。K为一常数，其值与磁头的磁路结构有关。因此对某一个磁头而言，匝数N、K值均为常数。若磁带上各种频率磁信号的磁通量都相等时，磁头线圈上的感生电动势E就应与信号频率成正比（图1-12中曲线a）。

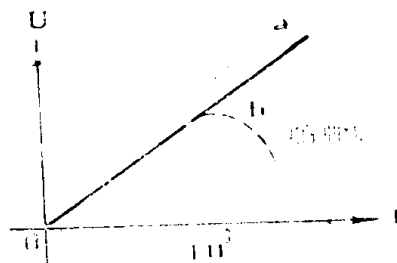


图1-12

实际上因为录音和放音时都存在一些不可避免的损耗，例如，录、放音时磁头铁芯中的涡流损耗；磁头和磁带间的间隙损耗；录音时的磁带厚度损耗；自去磁损耗；录音减磁损耗；放音时的磁隙宽度损耗；磁头方位角损耗等等，都会造成高频的损耗。因此不加任何补偿的录放音频率响应曲线，就成了图上的曲线b。也就是说，如果我们用恒流录音，在不加任何补偿的情况下，放音时听起来高音和低音都大大衰减了，中音成份很多。人耳对各种频率成份的分辨是十分敏感的。这时听起来就会感觉到放出的声音已完全不同于原来的声音了。

为了让录出声音的各种频率成份都能真实地还原出来，就必须在录音和放音时加入适当的频率补偿。实际的磁带录音机中，在录音时，就对高频进行了提升。而在放音时，采取相反的频率补偿（基本上是高音衰减的特性）后，使总的录音和放音频率特性变得平直了。也就是说，使录音后再放出的声音的各种频率成份都和原声音相近，听起来就感到声音“不失真”了（参看图1-13）。

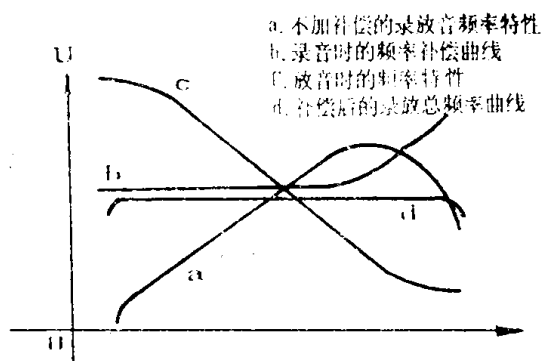


图1-13

## 第六节 抹音

磁带录音机的录音，是在磁带上留下相应于声音变化的剩磁，因此我们只要将磁带的剩磁消去，就可使磁带重新录音，反复使用。这也是磁带录音相对于其它录音方式的主要优点之一。

磁带录音机的抹音，通常有直流抹音和交流抹音两种方式。

### 一、直流抹音

直流抹音是指在抹音磁头（专用于抹音的磁头）线圈中通入较大的直流电流后，使抹音磁头产生强磁场，当已录音的磁带经过这个强磁场时，磁带被磁化到饱和。原录上的随声音变化的剩磁都变成了最大剩磁 $B_{rm}$ ，原录上的信号就被抹去了（见图1-14）。正如在一张记录有文字的纸上，我们用墨将整张纸涂黑，再也看不见原来记录在纸上的文字一样。

有的录音机采用永久磁铁抹音，其原理和直流抹音相似。

直流抹音法电路简单，成本较低，但要产生所谓的“直流磁化噪声”，信噪比变差。因此直流抹音仅在一些普及型录音机中采用。

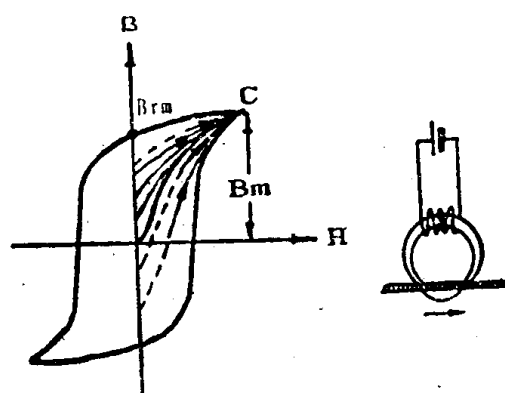


图1-14

### 二、交流抹音

若在抹音磁头上加入较大的交流电流后，抹音头的磁隙上将产生强大的交变磁场。当磁带从磁场中经过时，被反复磁化。当磁带逐渐离开磁隙时，交变磁场逐渐减小，磁带上的剩磁由最大逐渐减小到0（见图1-15），原录在磁带上的信号就被完全消去。正如在黑板上写了字，我们用刷子反复来回将黑板刷了一遍，再也看不见黑板上原来写的字了。

通常交流抹音头的电流由录音偏磁振荡器供给。要使磁带上的信号完全抹掉，要求抹音头上有足够大的电流。因此也要求偏磁振荡器能提供较大的功率。交流抹音比直流抹音的电路要复杂一些，成本也要高一些。但它产生的抹音噪声要小得多，因此现在已被盒式录音机普遍采用。

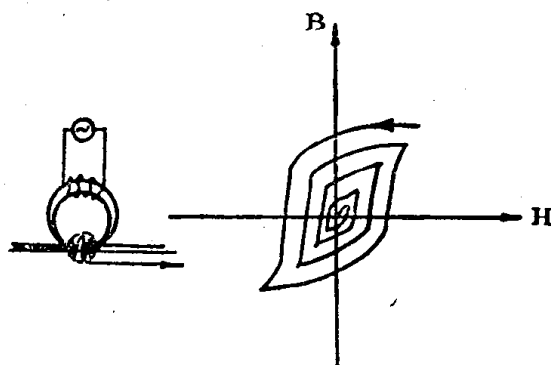


图1-15

#### 【实验2】消磁实验

器材：大头针5根、小起子一把、条形磁铁一个。

##### 实验步骤：

1. 先用小起子接触磁铁的一极，再离开磁铁使小起子被磁化后留下剩磁，用它可吸起大头针。
2. 将小起子从磁铁的一极滑向另一极，反复滑动，并使小起子滑动的幅度向磁铁的中心逐渐减小（见图1-16），最后停在磁铁的中央后离开磁铁。
3. 这时小起子不能再吸起大头针了，从而证明小起子的剩磁已被消掉。

思考：本实验与交流抹音有无相似处？

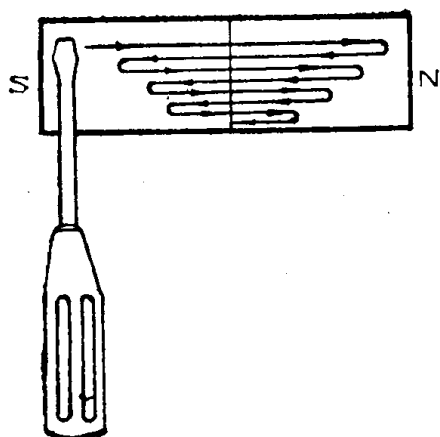


图1-16

**思考题：**

1. 中频变压器磁芯是软磁材料还是硬磁材料？你能举出一些例子说明哪些是软磁材料？哪些是硬磁材料？
2. 如何从磁化曲线上区分软磁材料和硬磁材料？
3. 磁录音的基本原理是什么？
4. 见图1-10，如果录音磁头的偏磁磁场与抹音头的磁场方向相同时，录出的剩磁信号应是怎样的？请作图说明。
5. 录音和放音时，为什么要加入频率补偿？

## 第二章 盒式录音机的磁头和磁带

### 第一节 磁 头

磁头是磁带录音机中作“电→磁”转换和“磁→电”转换的关键部件。录音时，它将电信号转换成磁信号，留存在磁带上。放音时，它可将留存在磁带上的磁信号还原成电信号。抹音磁头则可将磁带上的信号抹去。总之，磁头在磁带录音机中起着十分重要的作用。

#### 一、磁头的结构和作用

磁头的结构示意图见图 2-1。它是由磁芯和绕在磁芯上的线圈组成。整个磁芯和线圈装入一个屏蔽外壳内，以避免杂散磁场的干扰。

磁芯的两极间有一条窄缝，称为磁隙。当磁头线圈通电时，磁隙中可产生极为集中的磁场。录音时，就是用这个磁场对磁带进行磁化的。反过来，当已录音的磁带通过磁头的磁隙时，磁带上的剩磁将引起磁头磁芯中的磁通发生变化，因而在磁头线圈中感应出信号电流。这就是磁头放音时的情况。

抹音磁头的结构与录音磁头相似。抹音磁头的作用是抹去磁带上的磁信号。当抹音头中加入较大的电流时，在它的磁隙中可产生强大的磁场。用这个磁场，将磁带上的信号抹去。

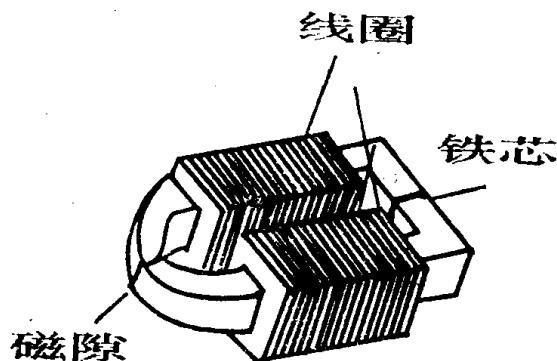


图2-1

#### 二、磁头的分类

磁带录音机的磁头按其功能分类，可分为录音磁头、放音磁头、录放两用磁头和抹音磁头。一般的盒式录音机常常采用两个磁头。一个是录放音磁头，另一个是抹音磁头。

专用的录音磁头为了提高录音性能，往往线圈的阻抗较低，磁隙较宽（通常宽度 5~10 微米）。专用的放音磁头，为了提高放音的灵敏度，往往线圈的匝数较多，阻抗较高。同时为了提高放音的频响，磁隙都作得比较窄（通常宽度为 1~5 微米）。录放两用磁头则为了兼顾录音和放音性能，往往磁隙较窄，线圈阻抗比专用录音磁头高一些。

有的高档盒式录音机为了充分发挥磁头的性能，往往把录音磁头和放音磁头分开，装入一个外壳中，作成录音和放音组合磁头（见图2-2）。

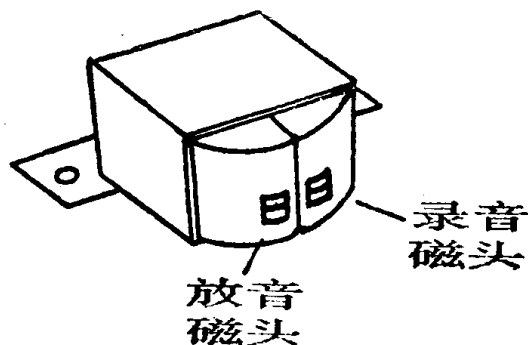


图2-2