

电子应用技术丛书

2

录音机的原理及使用常识

肖和祥 刘宪坤 席金生编著



科学普及出版社

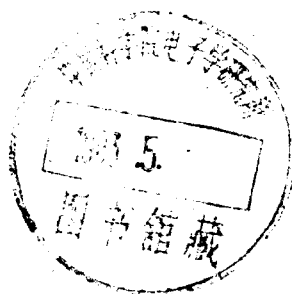
73.46244

270

电子应用技术丛书 2

录音机的原理及使用常识

肖和祥 刘宪坤 席金生 编著



科学普及出版社

1110637

内 容 提 要

本书是一本普及读物，书中全面介绍了录音机的发展历史，基本原理(录音、放音、机械传动和电路原理)，性能，使用方法，保养维修和录音机的发展方向等内容，适于具有初中文化水平的读者和业余爱好者阅读，对于从事录音机生产的工人和技术人员也有一定参考价值。

电子应用技术丛书 2

录音机的原理及使用常识

肖和祥 刘宪坤 席金生 编著

责任编辑：朱桂兰

封面设计：陈德宝

*

科学普及出版社出版 (北京白石桥紫竹院公园内)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京印刷一厂印刷

*

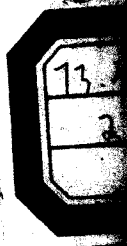
开本：787×1092毫米 1/32 印张：5 $\frac{3}{4}$ 字数：126千字

1983年1月第1版 1983年1月第1次印刷

印数：1—150,000册 定价：0.56元

统一书号：15051·1075 本社书号：0589

40/55



《电子应用技术丛书》

前 言

电子科学技术是一门发展迅速、应用广泛的近代科学技术。而先进的电子技术又是现代化的重要标志。为了尽快普及电子科技知识，中国电子学会和出版部门聘请有关专家、学者组成编委会，组织编写三套各有特点的、较系统的普及丛书，本丛书是“电子应用技术丛书”，由科学普及出版社出版；其余两套是“无线电爱好者丛书”，由人民邮电出版社出版，“电子学基础知识丛书”，由科学出版社出版。

“电子应用技术丛书”以具有中等文化水平的干部、知识青年和电子技术爱好者为对象，着重介绍电子技术的应用，兼顾有关基础知识、发展史和展望未来，俾使读者对电子科技获得比较完整的概念和知识。

我们竭诚地期望广大读者和电子科技人员对这套丛书提出宝贵意见，对缺点或错误提出严正批评，使本丛书不断完善，从而更好地适应“四化”建设的需要。

作 者 的 话

随着磁带录音机生产技术的迅速提高，录音机的品种和产量大幅度增加，质量也越来越好。今天，磁带录音机的应用范围正逐渐扩展到国民经济的各个领域。特别是在人民群众的文化娱乐生活中，磁带录音机已经成了不可缺少的电子产品之一。

为了方便读者深入和较全面地熟悉了解磁带录音机的性能，掌握它的使用方法，在本书中，我们介绍了磁带录音机的发展、基本原理、性能特点、使用方法、保养和维修等方面的知识。

本书是一本普及性的读物，适合于广大群众和无线电业余爱好者使用。对于从事录音机生产工作的技术人员和工人同志，也可供作参考。

在撰写本书的过程中，广播电视电声研究所张宗琪工程师为我们提供了许多修改意见和帮助。在此表示衷心感谢。

本书第一、四、六及九章由刘宪坤工程师执笔；第二、五及七章由肖和祥工程师执笔；第三、八章由席金生工程师执笔。由于作者水平所限，书中肯定会有许多错误和不当之处，敬请读者提出宝贵意见。

作者 1981年6月

目 录

第一章	录音机发展简史.....	(1)
第二章	磁性录放音原理.....	(5)
第三章	传动机构.....	(35)
第四章	电路.....	(72)
第五章	录音机的性能.....	(116)
第六章	常用功能键、开关和插口的用法.....	(136)
第七章	录音机的选择与使用.....	(145)
第八章	录音机的保养与维修.....	(156)
第九章	录音机的发展动向.....	(163)

第一章 录音机发展简史

1876年美国大发明家爱迪生发明了留声机，这是人类实用录音技术的开端。同年，贝尔发明了电话机。1888年美国的史密斯根据上两项重要发明设想用电话机线圈中的音频电流使钢丝磁化，以剩磁的形式将话音信号记录在钢丝上，这是人类最早的磁性录音方案。1898年，丹麦工程师波尔森实现了史密斯的设想，制成了世界上第一台磁性录音机。由于当时还没有电子管，不能将微弱的信号放大，因而还达不到实用水平。

1906年美国的德福雷斯特发明了真空三极管，开创了电子放大技术。同年波尔森发明了直流偏磁录音技术，从而使磁性录音进入实用阶段。

第二次世界大战前，录音机主要在德国发展。德国几家有名的公司，如德律风根、劳伦兹等都制造了钢带式录音机。1935年，德国AEG公司制成了最早的商品磁带录音机，带速为76厘米/秒，性能很先进，这就是现代磁带录音机的始祖，所用磁带是德国BASF公司的以塑料为带基的磁带。这种录音机广泛用于当时的军事、警察、广播等部门。接着，美国的贝尔电话研究所，英国马可尼公司，日本电气、安立电气公司等也先后生产了钢带式录音机。

1938~1940年间，日本、德国、美国分别发明了磁带录音的超音频交流偏磁法，大大提高了录音质量。

二次大战后，德国先进的磁带录音技术作为战利品转移

到了美国，大大地刺激了美国的录音工业。所以，五十年代和六十年代美国发展了各种各样的磁带录音机，包括各种循环带形式的卡式(Cartridge)录音机，并发展了专业用和立体声盘式磁带录音机。1947年美国的霍夫曼试制成功了多声道录音机。1949年，美国的“Magnecord”首先使立体声录音机商品化。

1958年，德国出售了所谓“边缘驱动”电池式小型录音机。于是日本开始大量生产这种录音机，并出口到美国。1960年前后，日本又开始生产正规的主导轴驱动电池式录音机。这一时期，日本的发展比较快。

1962年荷兰的飞利浦公司发明了盒式磁带录音机。1965年该公司将发明专利权向全世界无偿地公开。于是世界各国，特别是日本各公司开始大量生产这种构造简单，操作方便，价格便宜，互换性好的小型盒式录音机，从而确定了盒式系统的国际统一标准。现已成为国际电工委员会(IEC)正式标准，这是飞利浦公司对世界磁带录音机工业的重大贡献。

1966年，瑞士的库德爾斯基公司研制了记者采访用的纳格拉Ⅲ型全晶体管化录音机，有三种带速，操作简便，工作可靠，性能优良。1972年后，又在此基础上充分发挥钟表之国的精加工技术特长，在结构工艺上作了很大改进，电路上也采用一些新技术，做出了纳格拉Ⅳ型电影同步录音机，在性能和可靠性方面达到了很高的水平，创出了便携式录音机的世界王牌。

1970~1975年，瑞士斯塔德公司先后研制和生产了多种播音室用高质量盘式录音机(落地式)，有单声、立体声及多通道等各种类型。带速为9.5、19、38.1厘米/秒。性能很好，抖晃率达0.04%(计数峰值)，信噪比达66dB，失真小

于 1%，频响 30~18000 Hz $\pm$ 2 dB。操作简便，稳定可靠。

1976 年，日本松下电气公司生产了采用直接驱动 (DD) 马达隔离环驱动技术的 U-38 系列各种高级盘式录音机，性能极高。标准型的 RS-1500 U 为 2 迹 2 通道或 4 迹 2 通道立体声。抖晃率小于 0.018% (计权有效值)，信噪比 60 dB，频响 30~30000 Hz $\pm$ 3 dB (38 厘米/秒时)。其中的 RS-1800 U 型还将微型计算机引入录音机，从而为实现一系列操作功能的自动化开辟了道路。

为了进一步小型化，日本奥林帕斯公司 1969 年又研制了一种微型盒式磁带录音机 (Microcassette)，带盒更小，外形尺寸为 50.2 $\times$ 33.5 $\times$ 8.15 mm，带宽和盒式的相同，为 3.81 mm，带速为 2.38 厘米/秒。两面录音 60 分钟。开始性能较差，现在频响已提高到 7000 Hz 以上。

为了专业使用剪接方便，1976 年日本三家公司 (松下、索尼、特亚克 (TEAC) 联合研制了一种新型的大盒式录音机 (ELCASET)，带盒尺寸为 152 $\times$ 106 $\times$ 18 mm，带宽 6.30 mm，带速 9.5 厘米/秒，用 EC-60 带，两面录音时间 60 分钟。抖晃率 $\leq$ 0.025% (计权有效值)，频响 25~22000 Hz $\pm$ 3 dB，信噪比 62 dB。另外，在操作上，这种录音机一开始就在磁带上设置了专用的控制磁迹，以便于操作自动化和实行程序控制。在剪接方面，此类机器工作时由引带销将磁带从盒内挑出来通过磁头和导带系统，不像飞利浦盒式那样磁带完全缩在盒内，因而专业使用时剪接方便。

从六十年代起，日本的录音技术发展较快，1967 年开始将数字通讯领域的新技术——脉冲编码调制 (PCM) 引入磁带录音领域，研制所谓 PCM 录音机。1968 年做出了样机。1972 年，日本 NHK 和哥伦比亚公司都研制出了实用的 PCM

录音机，用在灌制唱片和广播上，大大提高了磁带录音的质量。

我国最早的钢丝录音机是 1951 年上海钟声电工社制造出来的。该社于 1953 年又造出了我国第一台磁带录音机，型号为 591 型。1956 年以后，全国生产录音机的厂发展到两家，即上海录音器材厂和北京的广播录音器材厂。主要研制生产一般盘式录音机和广播用盘式录音机。以后十几年发展缓慢，就是盘式机的品种也很少。

1973 年，北京录音机厂和广播电视电声研究所联合研制了携带式全晶体管化电影同步录音机——长城 DTL-4 型，使我国盘式录音机的水平提高了一步，达到国外六十年代水平。抖晃率达到 0.1%（计权峰值），信噪比优于 57 dB，失真小于 1.5%，频响 40~18000 Hz ± 3 dB（19.05 厘米/秒带速），消磁率优于 80 dB。

1973 年上海玩具元件厂开始试制生产盒式录音机。型号为葵花 HL-1 型。

1974 年，我国广播电视电声研究所和大连电子研究所，联合研制 PCM 录音机。1978 年做出了我国第一台 PCM 录音机的样机。

1976 年以后，由于四个现代化的需要，各个行业，特别是电化教育需要大量的盒式录音机，人民的业余学习和业余文化生活也需要大量的盒式录音机。因此，促使国内不少厂家转向试制生产盒式录音机。几年来，录音机的生产技术得到迅速发展，产品质量和数量逐年提高，出现了我国录音机发展史上从未有过的局面。

第二章 磁性录放音原理

为了掌握磁带录音机，提高它的性能和使用效果，必须对磁性录放音的基本原理有正确的认识。本章简要地介绍物质的磁性、电磁感应特性、磁化曲线和磁滞回线、录音和放音原理、偏磁录音原理、实际录放音中的各种损耗。

一、物质的磁性

人类很早以前就发现了永磁体，它具有以下特性。

1. 把一个长条形永磁体放到铁粉屑中，然后取出，可以看到在磁体的两端吸引着特别多的铁粉屑。这说明磁体两端的磁吸引力特别强。我们把磁体的两端叫做磁极；

2. 如果用一根棉线拴住长条磁体的中间并悬挂起来。使它能在水平面内自由活动。这时不论怎样改变两磁极的方位，最后两磁极总要摆动到恒定的南北指向。指向北方的磁极称北极，用字母N表示，指向南方的称南极用字母S表示。

3. 当两个永磁体互相靠近时，它们的磁极总是同性相斥，异性相吸。

若在一个水平放置的永磁体上面，盖一张光滑的硬纸，然后把铁粉撒在纸上，轻轻地拍打硬纸，这时铁粉就会按一定规律排列成许多线条。另外，如果用一个小指南针在永磁体附近移动，可发现指南针按照铁粉排成的线条取向。

以上现象说明，永磁体的周围具有磁力。通常说，有磁力作用的空间具有磁场，用字母 H 表示。磁场强度的单位为奥斯特。常用假想的磁力线来表示磁场的强弱和方向。磁力线多表示磁场强。磁力线的方向与处在磁力线位置上的小指南针的 N 极所指的方向一致。磁力线总是从永磁体的北极出发而回到磁体的南极。通过空间某一截面的磁力线总数叫做磁通，常用字母 ϕ 表示。磁通的单位为韦伯（或麦克斯韦，简称麦）。1 韦伯等于 10^8 麦。但是，仅用磁通还不能确切地表示出某处磁场的强弱，必须用单位面积上磁力线数的多少，才能说明磁场的强弱。因此，规定单位面积上通过的磁力线数为磁感应强度或称磁通密度，用字母 B 表示。磁感应强度 B 的单位常用高斯（1 高斯等于 10^{-4} 韦伯/米²）。

二、电 磁 感 应 特 性

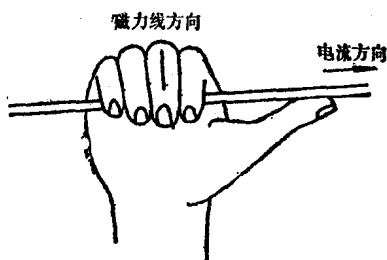
将一个小指南针，放在一根通电的导线附近，指南针就会偏转到一个特定的方位上，如图 2-1 所示。这说明通电导线周围产生了磁场。其磁力线是许多以导线为中心的同心圆。磁力线的方向遵循右手法则：右手握住导线，姆指沿导线伸直，如姆指与电流方向一致，则其它手指方向与磁力线方向一致。见图 2-2。

一个通电螺管线圈产生的磁场与条形磁铁的磁场非常相似。如图 2-3 所示。

如导线中流动着交变电流，那么导线或者是螺管线圈就产生跟随交变电流而变化的磁场。

相反，如果将一个长条形永磁体向着线圈移动，见图 2-4，图中电流计的指针将发生偏转。如将永磁体反向运动，

指针就向相反方向偏转。当磁体停止运动时，电流计指针立即回到零。这说明，一个闭合回路与磁体作相对运动时，回路中就产生电流。我们称这种电流为感应电流。如果把这个闭合回路断开，那么在断开的两端就有电位差，称感应电势。



直导线的右手法则

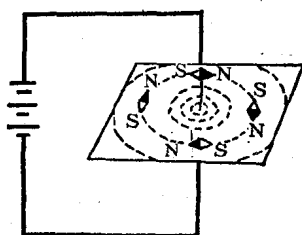
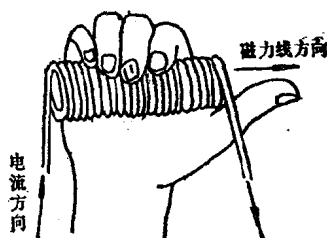


图 2-1 电流产生磁场



线圈的右手法则

图 2-2 右手定则

实验表明，感应电势正比例于磁通的变化速率。感应电势的方向总是和其所建立的感应电流方向一致，而感应电流的方向是企图建立另一个和原磁通方向相反的磁通，力图阻止原磁通的变化。确定感应电势或感应电流的方向也用右手法则。正如图 2-4 所示。线圈中的磁通逐渐减小，拇指指向阻止原磁通减小的磁通方向，其余四指的指向即为感应电流的方向。上述变化规律就是有名的法拉第电磁感应定律，可用以下公式表示

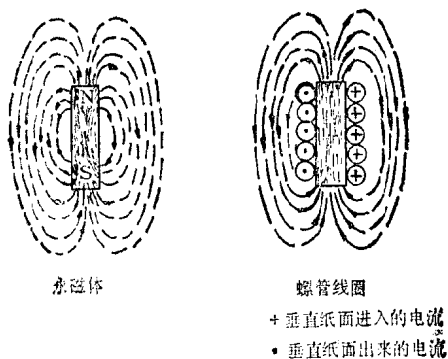


图 2-3 螺管线圈与条形永磁体的磁场

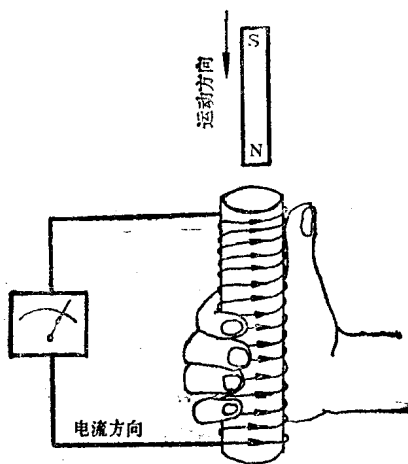


图 2-4 变化磁通产生感应电流的方向

$$E = -W \frac{d\Phi}{dt}$$

式中， E 为感应电势，单位“伏”。 W 为线圈的圈数。 $d\Phi/dt$

为磁通的变化速率(磁通的单位用“韦伯”,时间单位为“秒”)。

三、磁化曲线和磁滞回线

实用上磁性材料分为软磁材料和硬磁材料两大类。在录音技术中,软磁材料用于制造录音磁头和放音磁头的铁芯。硬磁材料用于制造磁带的磁性层。

表征磁性材料特性的是磁化曲线和磁滞回线。它们是材料磁感应强度 B 和外加磁场 H 之间的关系曲线。

当一块磁体开始受到外加磁场 H 的作用时, H 由零值逐渐增加, 磁感应强度 B 值也从零值开始逐渐增加。直到 H 继续增加, B 不再增加为止。如图 2-5 所示。曲线 $OABCD$ 称原始磁化曲线(只有经完全去磁的磁体才能测得)。磁化曲线的 OA 部分表明 B 随 H 变化的增加量不大, 且基本上为线性, 当磁体被 H 磁化到这部分时, 如果 H 回复到零, 则磁感应强度 B 也回复到零。这时磁体基本上没有剩磁。磁化曲线的 AB 段有明显的非线性, 即磁感应强度 B 随 H 增加而增加得愈来愈快。 BC 段线性也较好。 CD 段则说明 B 随 H 增加而增加得愈来愈慢。磁化曲线的 D 点以后表明, H 增加 B 不再增加了。我们说, 这时磁体达到了饱和磁化程度。与 D 点对应的磁感应强度, 称磁体的饱和磁感应强度。用字母 B_s 表示。当磁化场 H 使磁体磁化到 AD 曲线上的任意一点时, 然后 H 减小到零。我们会看到磁体的磁感应强度 B 并不是沿着磁化曲线反回到零, 而是沿着曲线 aB_s 反回到 B_r 。 B_r 表示受磁化场 H_s 磁化后, 当 H_s 消失后, 磁体保留下来的剩磁感应。这种不随磁场减小到零而磁感应也

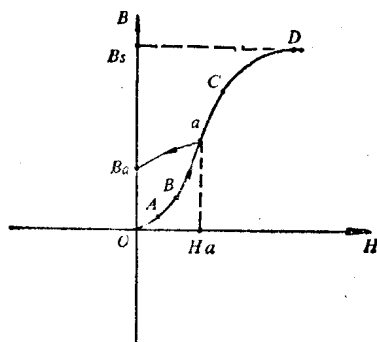


图 2-5 磁体的磁化曲线

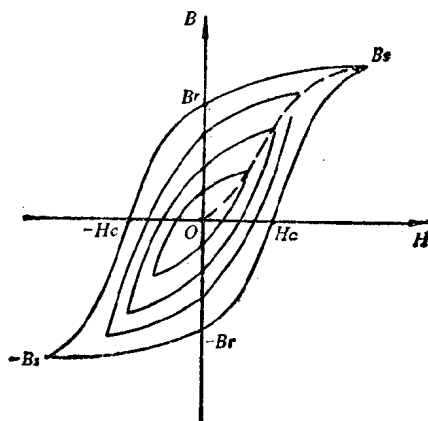


图 2-6 磁滞回线

减小到零的现象称磁滞现象。

如果用 H_m 表示可以把磁体磁化到饱和的磁场。那么，利用小于 H_m 的几种不同的磁场强度，分别进行正反方向的反复磁化，就可以获得一系列闭合的磁化曲线，如图 2-6 所示。这些闭合的磁化曲线称作磁滞回线。对于每种磁性材料

来说，只有一个最大的磁滞回线，如图 2-6 中的“ $B_s, B_r, -H_c, -B_s, -B_r, H_c, B_s$ ”。如果把图中所有磁滞回线的顶点连接起来，就得到一条磁化曲线。这条磁化曲线称基本磁化曲线。对每种磁性材料来说，它也只有一条。

最大磁滞回线（以下简称磁滞回线）与纵轴的交点 B_r （或 $-B_r$ ）称“剩磁”，与横轴的交点 H_c （或 $-H_c$ ）称“矫顽磁力”（简称矫顽力）。

磁化曲线的每一点磁感应强度 B 与其所对应的磁场强度 H 之比称导磁系数。常用 μ 表示。对于软磁材料来说，导磁系数 μ 很大，饱和磁感应强度也很高，但剩磁小，矫顽磁力也小。而硬磁材料，导磁系数很小，饱和磁感应强度也小，剩磁和矫顽磁力却较大。

四、录音和放音原理

传声器（话筒）把声音变换成电信号。这个电信号的变化规律，与声音的变化规律是一致的。电信号经过均衡放大处理，被送入录音磁头。根据电磁感应原理，录音磁头把送入的电信号变换成与电信号变化规律一样的磁场信号。磁场信号集中表现在录音磁头的工作缝隙中，并有相当量的磁场信号（称磁化场）从缝隙中外溢出来，使以恒定带速通过缝隙表面的磁带磁化。由于磁带上的磁性层是由硬磁材料组成的，具有较优良的磁滞特性。所以，被录音磁头磁化过的磁带上，就留下了按声音变化规律而分布着的剩磁。这种把声变换成电，再变换成磁，而使其保留在磁带上的过程，称作录音。显然磁带在这里就是所谓的载音体。

反之，如果让记录着声音变化规律的磁带，沿着放音磁