

盒式录音机的使用和修理

HE SHI LU YIN JI DE SHI YONG HE XIU LI

马德功 编著



盒式录音机的使用和修理

马德功编著

原湖北人民出版社

1981年12月第1版共印43,300册

湖北科学技术出版社出版 湖北省新华书店发行

天门县印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 6.5印张 1插页 147,000字

1984年4月新1版 1984年4月第1次印刷

印数：1—30,200

统一书号：15304·20 定价：0.74元

目 录

一、概述	1
二、磁性录音的基础知识	3
(一) 声音的产生、传播	3
(二) 声音与电	9
1. 电与磁的关系	9
2. 声音和电的关系	11
3. 由声到电—传声器	12
4. 由电到声—扬声器	13
三、什么是盒式磁带录音机	15
(一) 工作原理	15
1. 录音原理	16
2. 放音原理	18
3. 抹音原理	18
4. 立体声录、放原理	19
(二) 总体结构	21
1. 电子电路部分	22
2. 控制、传动机械	28
3. 磁头	32
4. 电动机	34
(三) 种类和功能	36
1. 二轨迹单通道盒式磁带录音机	38
2. 盒式收录两用机	45
3. 立体声盒式磁带录音机	51

4. 其它新型盒式磁带录音机.....	55
(四) 盒式磁带	57
1. 磁带的构造.....	58
2. 磁带的性能.....	60
3. 盒式磁带的种类与选用.....	63
四、怎样使用盒式磁带录音机	67
(一) 录音前对盒式机各项性能的一般检查	67
1. 一般性能的检查.....	67
2. 机械性能的检查.....	69
3. 电磁性能的检查.....	70
4. 盒式磁带的检查.....	71
(二) 录音的原则与技巧	75
1. 录音的几条原则.....	75
2. 录音的技巧及操作方法.....	81
(三) 放音音质评价与欣赏	98
(四) 使用注意事项及日常维护	105
五、盒式磁带录音机的检修.....	107
(一) 检修概述	107
(二) 检修的步骤和方法.....	110
1. 询问用户法	110
2. 操作检查法	111
3. 外观检查法	113
4. 用万用电表检查法	116
5. 简单工具触碰法(干扰法)	123
6. 注入信号检查法	124
7. 平分切断法	124
8. 元件替换试验法	126
9. 用测试磁带放音检查法	126

(三) 各部分常见故障的检修	127
1. 电子电路部分常见故障的检修	128
2. 磁头部分常见故障的检修	139
3. 传动机械部分常见故障的检修	145
4. 电动机常见故障的检修	155
(四) 盒式磁带录音机常见故障原因及修理排除方法	160
六、盒式磁带录音机的调整与测试	167
(一) 盒式磁带录音机的几项调整工作	167
(二) 盒式磁带录音机的几项测试工作	170
附录	175
一、声波波长频率对照表	175
二、各种常见乐器及人音基频范围	176
三、各种常见放声系统的频率范围	177
四、各种常见声源的声功率表	178
五、几种常用国产传声器特性参数表	179
六、盒式磁带录音机上的英文标记	182
七、衰减器的设计和制作	184
八、盒式磁带的磁特性及电磁变换特性	186
九、磁带录音机的分类及基本参数	190
十、测试磁带的制作	198
十一、消磁器的制作	199

一、概 述

盒式磁带录音机是继收音机、电视机和电唱机之后出现的又一种与人民群众工作和生活密切联系的电声设备。

盒式磁带录音机是在一般磁带录音机的基础上发展起来的，它是在机械录音(唱片录音)和光学录音(胶片录音)之后运用电磁学原理创造的又一种记录声音的新技术。

盒式磁带录音机诞生以前，一般盘式磁带录音机已大量被人们用于工农业生产和国防科研以及文化生活之中，人们可以随心所欲地把精采的报告或美妙的歌曲、戏曲从头到尾地收录在磁带里，一旦需要就重新播放，这不仅较好地解除了人们多年来试图保存声音不能成功的苦恼，而且还给人们在文化生活中增添了不少美好的资料。然而，人们并不因此而满足，总感到一般盘式磁带录音机，它还有体积大，操作麻烦，与电唱机相比，手装磁带的方法远远比不上安放唱片方便。为此，应尽量在不降低录音质量的前提下，缩小体积，减轻重量，简化操作手续，逐渐满足人们的愿望和要求。

五十年代初，所谓“便携式”录音机仍然是采用电子管等元件制成的，既笨重，而且带盘也没有改进。到了五十年代末期，由于半导体技术的飞跃发展，晶体管才大量用于电子设备；之后，各国生产的录音机才在重量、体积和质量上得到进一步改善，“便携”一语从此才算“名副其实”。

一九五七年，菲得里派克公司提出了把录音磁带装进盒子里的设想，然后再把盒子放进装有特殊走带机构的录音机内，

从而避免了手装磁带的累赘。这种机器，人们叫它“卡式录音机”。

一九六三年，荷兰飞利浦公司同时发明了盒式磁带及盒式磁带录音机以后，机器的面貌才大大改观，盒式磁带录音机以它显著的特点立即引起世界各国的重视和欢迎。至今虽然只有十多年的历史，但在许多国家都得到了迅速的发展和广泛的应用，许多工厂竞相生产，有的把盒式磁带录音机和收音机结合起来，制成收录两用机或收、录、电唱三用机，甚至制成收、录、电唱、电视四用机，有的制成带有语言研究功能的立体声录音机及各种有特殊功能的盒式磁带录音机。据报道，在国外，盒式磁带录音机的花样仍在不断翻新，品种也在日益增多，而且正向功能多样化，电路集成化，录放数码化、自动化的方向发展。

目前，在我国，人们致力于实现“四化”的同时，国产和进口的盒式磁带录音机也大量地进入城乡市场和个人家庭；继收音机、电唱机、电视机之后，又有一种与人民群众工作和生活有密切联系的家用电器出现了。人们用它记录生产和科研工作中的特定信号，以便进行分析和研究；用它记录教师的讲学内容，以便课余学习；用它录制一段自己喜爱的歌曲或戏曲，以便丰富家庭生活。

如何发挥盒式磁带录音机应有的功能，这是广大盒式磁带录音机爱好者、拥有者十分关心的一个问题。录音质量的高低固然与所用盒式磁带录音机、盒式磁带本身的质量有关，但使用者对录音机知识的了解及其是否具备纯熟的录音技巧，却是影响录音质量和录音效果的一个重要因素。本书仅就怎样用好盒式磁带录音机的问题谈谈体会，供盒式磁带录音机的业余爱好者和拥有者参考。

二、磁性录音的基础知识

怎样用好盒式磁带录音机，首先必须了解磁性录音的基础知识。如：声音的产生、传播等特性，声音和电的关系，磁性录音的工作原理等。

（一）声音的产生、传播

自然界里充满了各种各样的声音。比如：潺潺的流水声，怒吼的浪涛声，婉转的鸟叫声，昆虫的长鸣声，机器的轰响声，悦耳的歌唱声；还有侃侃的讲演、窃窃的私语……，即使在深夜里，也很难找到“万物俱寂”的环境。我们完全可以说，世界上每时每刻到处都有声音，我们的的确确生活在声音之中。

声音是怎样产生的呢？可以做两个实验来说明：我们用槌敲鼓时，鼓就会发出声音。这时如果拿一把沙子放在鼓面上，就会看到，沙子随鼓声在跳动，等到沙子跳动停止，鼓声也就消失了。同样，当我们讲话和唱歌时，如果用手按在喉咙上，就会发现喉头在震动。由各种实验证明，一切声音都是由物体的振动所产生的。我们就把发声的物体叫“声源”。

物体的振动为什么会产生声音呢？原来物体在振动的时候，能够迫使周围的空气随着物体振动的频率也一疏一密的向外挤压扩散，当这种空气压力的变化传到人耳鼓膜时，鼓膜亦随着振动起来，于是我们就听到了声音。因此也可以说，声音是由物体本身振动产生的一种波动。它好象水波的运动，但又与水

波有所不同。水波的振动和传播的方向是相互垂直的，叫做“横波”，而声波的振动与传播方向则是相同的，称之为“纵波”。可见，水波和声波是不同性质的两种波。

声音是怎样传播的呢？我们可以做个物理实验来说明：把一只响铃的闹钟放在玻璃罩里，我们仍能听到闹钟的铃响；当把玻璃罩里的空气抽出来，使内部成为真空时，我们就听不到闹钟的铃声了，不过仍能看到铃锤在振动。这个实验表明，铃声是通过玻璃罩里的空气传播出来的。这也就是说，声音必须通过“介质”（或称媒介物）来传播。人们通过实验还发现：不仅空气可以传播声音，而且其他气体、液体或固体也可以传播声音的。我们把耳朵贴在火车铁轨上就可以听到远方火车运行的车轮声就是这个道理。不过，不同介质的传声能力是不同的。例如：声音在空气中的传播速度每秒钟为334米，而在常温状态的水中传播的速度每秒钟为1450米，在铁中传播速度却是空气中的14倍左右，即每秒钟约为5000米。

声音的传播速度不仅因介质不同而不同，而且还和温度有关。我们刚才讲过，在常温（20℃）下，声音在空气中的传播速度每秒钟为334米，但当温度每升高1℃的时候，声速约增加0.6米/秒。

声音传播的速度是不快的，假如和无线电波、光波的传播速度（3亿米/秒）相比，就显得太慢了。不仅如此，声音传播的距离也不很远，因为在传播过程中，会遇到介质间的摩擦而使它的能量逐渐减弱。

声音在传播过程中当遇到障碍物的时候，声音还会发生反射和绕射的现象。

声音反射和绕射的现象是否发生，这和障碍物的大小有关。如果障碍物的尺寸大于声音的波长，则声波将发生明显的反射；

如果障碍物尺寸与波长在同一数量级，则声波将绕过障碍物传播而无反射，这一现象就称之为声音的绕射。

谈到声音还有所谓声音的三要素。声音三要素即指声音的响度、音调、音色三个主要特性，人们就是以此来辨别各种声音。下面分别来说一说。

响度。是指人耳对听到声音音量大小的主观感受，也叫做“音量”或“音强”。当我们用力敲鼓的时候，鼓膜振动的幅度大，鼓发出的声音就响；轻轻敲鼓时，鼓膜振动的幅度小，鼓发出的声音也就弱。可见，响度是表示声波振动幅度大小的。因为振动幅度的大小是由敲击时用力的大小来决定的。所以，振动幅度的大小是由发音物体得到能量的大小来决定的。

此外，响度还和声音的频率有关。声波的振幅是以介质的疏密压力变化来计算的，常以“声压”来表示。声压的单位是“巴”或“微巴”。一微巴到底有多大呢？从声学定义上讲就是：在一平方厘米面积上声波引起压力的变化为 1.02 毫克重。举例来讲：人们较高的谈话声，其声压约等于 1 微巴，此时发出的声音功率约等于十万分之一瓦。

另外，人耳对声音响度的感受与声压增加不是成正比例关系，而是近似对数的关系。例如，声压从人耳刚能听到的音量某一值开始增加一倍时，人耳听起来好似响度增加了许多倍，但当声压增加到 1000 倍时，而人耳此时感受的响度却只增加了 60 倍。所以，为了反映人耳的这一特性，有时又把声压用“分贝”来表示。“分贝”，一般用来表示增益或衰减的大小，通常用以计算输入功率、电压、电流与输出功率、电压、电流的比值，是两个数值之比用对数表示，符号为“dB”。

音调。表示声音的高低，通常指高音、中音和低音的协和程度。音调主要决定于声音的频率。

什么叫频率呢？我们知道，不同的发音物体在同一时间内振动的快慢也不相同。发音物体往返振动一次，便会使周围的空气产生一次疏密变化的声波。这种空气疏密变化间的距离叫“波长”（见图1），单位用米表示。声波每秒钟内振动的次数就

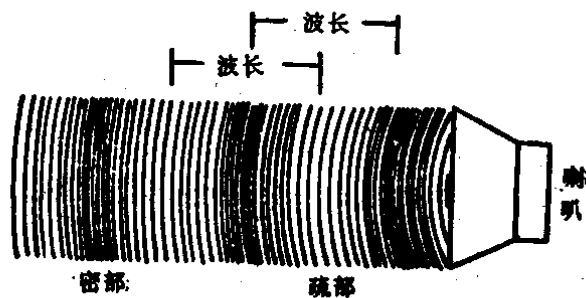


图1 声波与波长

叫“频率”，它的单位是“赫芝”（或简称“赫”）。我们说某一声波的频率是100赫芝，那就是指它每秒钟内振动100次。由此可见，频率越高，波长越短，频率越低，波长就越

长。

还有，频率不同，声音也不一样。频率高的声音，其音调也高，听起来就尖锐些；频率低的声音，其音调也低，听起来就粗钝些。音调，就是高、低音（此处应着重指出一点：这里所说的高、低音，注意不要和上面响度一段里谈到的声音大小相混淆）调门的不同，它是由声波的频率来决定的。

例如：男同志讲话时的平均频率约为130赫芝，女同志则为260赫芝。可见，女同志要比男同志的音调高。声波频率越高（振动越快），音调就越高；频率越低（振动越慢）音调也就越低。但音调与频率决不只是简单的正比关系，它还与声压及声波波形有关。

音调的高低与响度无关。例如，一个人在发出C调“DO——”音的时候，无论他是大声唱或小声唱，音调都没有变化，只是在大声唱与小声唱时的响度不一样罢了。

正常人耳听到的声音频率范围在20~20000赫芝之间，过高过低的声音都是听不到的。所以，人们通常把20~20000赫

这段频率称为“音频”范围，而把低于 20 赫芝的声音叫“次声”，把高于 20000 赫芝的声音叫“超声”。

通过大量的实践证明：即使在音频范围内，人耳听觉对具有相同声压声强的不同频率的声音感受亦不相同，其中对 1000 赫芝的纯音最为敏感，对于 1000 赫芝以下和以上的所谓低频、高频声音，不同年龄的人，听觉感受也不相同。例如，儿童可以听到 30000 赫芝至 40000 赫芝的高音调，20 岁左右的年轻人能听到 20000 赫芝左右的高音调，而对 50 岁以上的老年人来说也就只能听到 1300 赫芝左右的音调了。可见，人们随着年龄的增长，人耳能听到声音的高频上限在逐渐降低。后面，我们提到对录音质量效果的评价和欣赏会因人而异，其中指的就这层意思。

在音频范围内，人们为了区分音调，通常把 20~50 赫芝的声音叫“超低音”，频率为 100 赫芝的声音叫“低音”，200~500 赫芝的声音叫“中低音”，1000~5000 赫芝的声音叫“中音”，而频率在 10000~20000 赫芝的声音称之为“高音”。如浑厚的男低音，明亮的女高音等。声音频率每增加一倍，音调便升高八度；故八度音又称为倍频程。

音色，或称“音品”，在声频工程中有时又称作“音质”。它表示了某种声源或乐器的发音特点。例如，我们每个人讲话都有自己的声音特点，所以，在众人七言八语之中，我们仍能很容易的区分出讲话是哪一个人的声音。又如，在乐器合奏中，虽然各种乐器齐鸣，都在和谐地伴奏同一曲调，但我们却能很容易从中把各种乐器的声音区别开来，这是为什么呢？原来，由于各种乐器的发音材料和结构不同，它们虽然同发出一个音调的声音，但振动的情况却不相同；就象我们每个人由于声带和口腔结构不同，因此就构成了各人的发音特点一样，使人们听后就能容易区分出来。这种特性，称为“音色”或“音品”。

音色与很多因素有关。主要的是取决于声波的波形，即谐波的多少和强弱。

综上所述，由此可见，人耳听到的声音尽管千差万别，但用一句话来说，都是响度、音调与音色的不同配合而已。以下我们要谈及的高质量录、放声音，就是要使它们在这“三个要素”上与原来的声音完全一致或尽量一致。

现在录音机录放音，有所谓立体声。什么叫立体声呢？我们不妨仍举例说明。大家可能有这样的感觉：每当我们在音乐厅或建筑考究的剧场聆听交响乐团演奏时，常被乐团精采的节目所吸引，听来不仅技巧精湛、纯熟，而且曲调清晰、柔和、亲切、丰满、活跃……，可是，同样的曲调如果再通过收音机或录音机再来欣赏时，却感到枯燥、单调，反不如身临乐厅、剧场听到的那样好听。这是为什么呢？这正是立体声与“单调声”最本质的不同点。前者从乐团在舞台上演奏的情况看，我们可把舞台分为左、中、右三部分（详见图 49），假如我们的座位在中间位置，并且乐厅或剧场的音响效果较好，有合适的混响时间和较高的清晰度的话，那么，当舞台左部发音时，大部分声音被我们的左耳接收，小部分的声音被送到右耳。同样，我们的右耳主要接收舞台右边的声音。这样，当乐团一起演奏时，我们就可以听到各部分乐器的声音是来自舞台的两侧和纵深处，层次非常分明，视觉和听觉效果一致。这就是所谓的“临场感觉”，也就是我们常说的“优美动听”。此时，我们听到的声音比较复杂，包括从各种乐器来的直达声；从舞台上各个反射面来的早期反射声，以及在大厅或剧场内经过多次反射而形成的混响声。刚才已经提到，人的听觉具有双耳听音的效果（双耳效应），所以，当这些声音到达我们的双耳时，就具有时间差、相位差及强度差。因而，也就使我们听到的声音具有方向感、

空间感，这就叫立体声。

如果我们用收音机或普通录音机再来欣赏同一曲调时，就等于只在舞台中间放置一只话筒，它把左、中、右各部分的声音一起收集起来，所以，此时我们听到的也就只能是毫无方向感、立体感的“单调声”了。

(二) 声音与电

欲把声音记录下来，首先就必须把声音转换成电，以便满足录音机“听得懂”、“记得下”的要求。

能否把声音——机械振动的机械能转变为作相应变化的电能呢？“能量守恒和转化定律”告诉我们：能量，即不能创生，也不会消失，它只能由一种形式转化为另一种形式。因此，物体振动的机械能也是一定可以转化为电能的。但用什么方法来实现“声——电”转换呢？这还要从电和磁的关系谈起。

1. 电与磁的关系

两千多年前，我国劳动人民首先发现了磁，当时人们叫它“慈石”，意思是慈石吸引铁就象一个慈爱的母亲吸引着自己的孩子一样。后来，欧亚大陆等国也用类似的名字称呼磁石，如法文“aimant”就有“吸引”、“慈爱”的意思。

我们知道，每块磁铁都有两个异性磁极，一个叫南极(S极)，一个叫北极(N极)。它除了有同极性相斥，异极性相吸的特性而外，它还具有一个特殊的性质，我们不妨做个实验说明：

先拿一根条形磁铁去吸引一根完全没有磁性的铁钉，然后，再拿第二根铁钉去靠近被磁铁吸引的第一根铁钉；此时，我们就可以看到第二根铁钉仍然会被第一根铁钉所吸引。但是，当

把第一根铁钉从磁铁上拿开时，我们便会发现，第二根铁钉便会立即从第一根铁钉上掉下来。这说明，第一根铁钉只有在被磁铁吸引时才有磁性，当与磁铁离开时，就不再有磁性了。在电磁学上就称铁这类物质为“软磁性物质”。假如我们把第一根铁钉换成钢条并重复上次的实验，我们又会发现：当把钢条从磁铁上拿开时，第二根铁钉却仍然被钢条吸引着。这说明，钢条被磁铁吸引的同时，钢条自己也被磁铁磁化了。此时，即使把磁铁移去，钢条上仍会留有一些磁性(称为剩磁)，还能吸引铁等类物质。在电磁学里，就把这种被磁铁磁化后能留有剩磁的物质称之为“硬磁性材料”。

电和磁乍看起来互不关连，其实它们之间具有互不可分的密切关系。我们仍然可以做个实验证明：

先把一根磁针放在通有直流电流的导线附近，就会发现磁针象放在磁铁旁边一样会发生偏转。这说明：通有电流的导线附近具有磁场。也就是说，“电能生磁”。

然后，我们再作另一个实验：把一个线圈(空芯)和一块电流表如图 2 所示那样接好，此时，因为没有电流通过，电流表指示为零。当把一个条形磁铁从线圈上端插入线圈时，我们便会看到磁铁插入的瞬间，

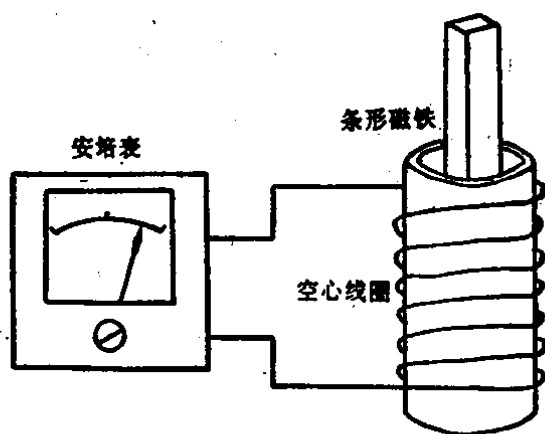


图 2 磁能生电

会看到磁铁插入的瞬间，电流表指针会向一边偏转。这说明，此时线圈中有电流流过。实验中还发现，磁铁插入线圈的速度越快，电流表指针偏转就越大，插入后磁铁不动，电流指针亦即回到零处。相反，当由线圈上端抽出

条形磁铁时，电流表指针却向另一边偏转，同时在抽去磁铁的速度越快，电流表指针偏转角度亦越大。这个实验说明，当变化的磁力线切割线圈时，在线圈中便会产生变化的电流。这也就是说不仅磁能生电，而且电还能生磁哩！

上述电与磁的关系，不仅是录音技术的基础，而且在一切电子技术中都有广泛的用途。

2. 声音和电的关系

声音和电，看起来似乎毫无共同之处，其实不然，用电是能代替声音的。原来交流电也有“三个要素(三个特性)”，而且正好与声音的“三个要素”互相对应。

我们知道，交流电的强度是变化的，这个强度的最大值称为交流电的“振幅(峰值)”，这是第一个特性。交流电在导体内不断地作往返运动，我们把它在一秒钟内来回变化的次数称为交流电的频率，这是第二个特性。交流电的变化是形形色色的，有时(波形)变化比较圆滑，呈正弦波形；有时(波形)变化则比较复杂，出现了畸变的正弦波。由此可以看出，电流的三个特征的确正好与声音的三个特性相对应。现在，关键的问题，只要设法把声音的三个特性按照其对应关系全部转换成电流的三个特性，就可以用电代替声音了。

声 音 三 特 性	电 流 三 特 性
响 度	振 幅
音 调	频 率
音 色	波 形

磁性录音首先要解决的问题就是找到一种声电转换的器

件，把声音的变化转换成电流的变化，来完成录音的要求。然后，再找到一种电声转换的器件，把电流的变化还原转换成声音的变化，让人听到录音的内容。人们在科学实验中确实已经找到了这种转换器件，一个是完成“声——电转换”的“传声器”；一个是完成“电——声转换”的“扬声器”。

3. 由声到电——传声器

传声器又叫“微音器”、“送话器”、“声音感受器”，或“话筒”等。目前我国已统一命名为“传声器”。传声器的规格型号很多，但按它产生电压的方式可分为三大类：即电动式、压电式和变阻抗式。其中电动式传声器从构造和作用上又可分为“动圈式”和“铝带式”两种。压电式传声器又可分为“声电池式”和“薄膜晶体式”两种。而变阻抗式传声器又分为“炭粒式”和“电容式”两种。凡此种种，相比之下，以动圈式传声器较好。因为它不易损坏，而为人们普遍使用。下面就以此为例，简述它的结构性能，看看它是怎样把声音变成“电”讯号的。

动圈式传声器的构造(如图3)主要由一个永久磁铁和一只线圈(常称为音圈)组成，线圈处在永久磁铁的隙缝里。由于

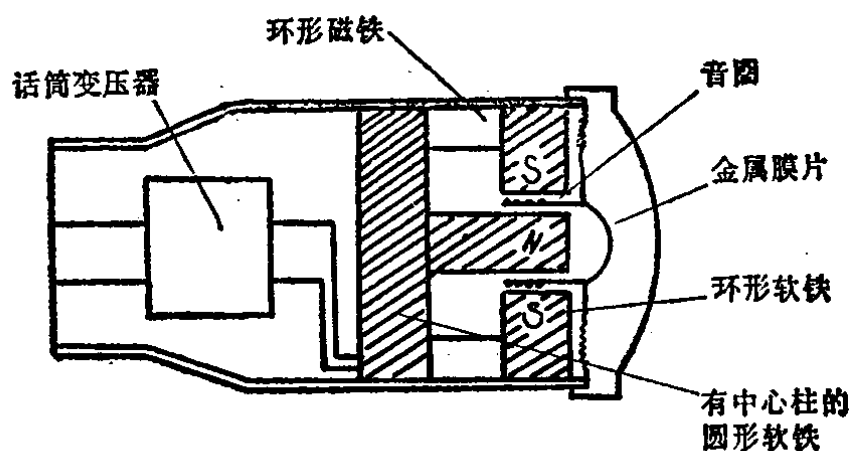


图3 动圈式传声器构造示意图