

盒式录音机

原理 · 调试 · 维修

李承芳 编著



YUANLI
TIAOSHI
WEIXIU

科学普及出版社广州分社

盒式录音机

原理·调试·维修

李承芳 编著

科学普及出版社广州分社

内 容 简 介

本书侧重于从理论上对盒式录音机作全面的叙述，并结合各机种的实例，对生产、维修、使用中的技术问题作具体的分析，意在使读者能较系统、全面地掌握盒式录音机各部件和各部分电路的原理、结构及其相互关系，又能解决设计、生产、维修中的实际问题。

本书是一本内容丰富、通俗易懂，既有理论又有实用技术的普及读物，适合于生产、维修人员和业余爱好者阅读，也可供录音机工作者及有关专业师生参考。

盒式录音机

原理·调试·维修

李承芳 编 著

*

科学普及出版社广州分社出版

广州市应元路大华街兴平里二号

惠东县印刷厂印刷

广东省新华书店发行

787×1092毫米32开 11.5印张 246千字

1984年3月第1版 1985年6月第2次印刷

印数：66601—170700册 统一书号：15051·60282

定 价：1.60元

前 言

盒式录音机由于重量轻、外形小巧美观和易于携带而遍布城乡各地。因此，广大读者希望既能较全面掌握盒式录音机各部分的工作原理和结构，又能解决使用和生产、修理中所遇到的问题。笔者正是为了适应这一形势而编写了这本书。

本书以盒式录音机的原理为线索，贯穿各功能部件，结合各机种实例进行详细的论述。对测试、调整、各类故障及其排除方法，作了系统的介绍和分析。

本书若能对读者掌握原理、解决实际问题起到有益的作用，这是笔者最大的快慰。但是由于笔者水平所限，缺点、错误在所难免，敬请读者批评指正。

本书承袁家广同志审阅，并提出很多宝贵意见，在此表示衷心感谢。

作 者

一九八二年五月

目 录

第一章 录音机的工作原理	(1)
一、录音机概述	(1)
二、录音原理	(2)
三、放音原理	(3)
四、磁化现象	(6)
五、录音偏磁原理	(8)
六、直流偏磁法	(10)
七、交流偏磁法	(13)
八、偏磁特性	(14)
九、直流抹音	(16)
十、交流抹音	(17)
第二章 录音机的特性	(19)
一、频率特性响应	(19)
1. 磁头铁芯的涡流损失	(19)
2. 偏磁抹音损失	(20)
3. 录音减磁损失	(21)
4. 自我消磁损失	(23)
5. 磁带磁层厚度效应	(23)
6. 间隙损失	(23)
7. 角度倾斜损失	(24)
8. 轮廓效应与包复效应	(24)
二、信号噪声比 (SN比)	(26)
三、串音	(30)

四、磁带的速度及其准确度	(32)
1.速度的容差	(32)
2.速度变动幅度	(33)
3.抖晃现象	(33)
4.抖晃和听觉	(35)
五、频率补偿	(38)
六、频率特性和听觉	(41)
七、频率特性的标准	(41)
八、失真	(44)
1.谐波失真	(45)
2.互调失真	(46)
九、录音电平の設定	(48)
十、动态范围	(49)
第三章 立体声与立体声录音机	(51)
一、立体声传输的原理	(51)
1.单声道传输	(51)
2.听觉的一些特性	(52)
3.双耳法立体声系统	(53)
4.理想的立体声传输	(54)
5.声道数量有限时的立体声系统	(55)
二、双声道立体声	(58)
1.AB制系统	(58)
2.XY制系统	(59)
3.MS制系统	(60)
三、立体声录音机的原理	(62)
1.立体声感觉的特点	(62)
2.立体声录音机的结构	(63)

3. 立体声录音机设备的特点	(64)
4. 立体声放大器	(66)
5. 立体声已录音磁带和单声道已录音磁带的兼容性	(68)
第四章 录音机的驱动机构	(70)
一、磁带的定速驱动方式	(70)
1. 主驱动轴	(70)
2. 整速飞轮	(72)
3. 压带轮	(73)
4. 直接驱动方式	(74)
5. 跨轮驱动方式	(75)
6. 皮带传动方式	(76)
7. 特殊的驱动方式	(77)
二、卷带机构	(78)
1. 供给端机构	(78)
2. 倒卷机构	(83)
3. 卷取端机构	(84)
三、录音机机构例	(85)
1. 三马达式机构	(85)
2. 两马达式机构	(86)
3. 一马达式机构	(87)
四、制动机构	(89)
1. 制动器的基本原理	(89)
2. 制动比率和滑动	(90)
3. 制动器的种类和构造	(90)
4. 制动器的保养	(93)
五、录音机的附属机构	(93)

1. 稳定机构	(93)
2. 张力杆和自动停止	(95)
3. 磁带与磁头的接触机构	(98)
4. 因摩擦造成噪声	(100)
5. 速度变换机构	(100)
6. 磁带计数器	(101)
7. 磁头的调整机构	(102)
8. 自动倒转	(103)
9. 暂停机构	(104)
六、录音机的马达	(106)
1. 对马达的要求	(106)
2. 交流马达	(107)
3. 直流马达	(108)
七、盒式录音机的机构	(111)
1. 驱动方式	(111)
2. 操作机构	(113)
3. 摇晃平衡机构	(114)
第五章 磁头、磁带与话筒	(115)
(一) 磁头	(115)
1. 录音磁头 (简称录音头)	(116)
2. 放音磁头 (简称放音头)	(117)
3. 放音、录音两用磁头	(118)
4. 双磁迹磁头	(119)
5. 直流抹音磁头 (简称直流抹音头)	(120)
6. 交流抹音磁头 (简称交流抹音头)	(121)
(二) 磁带	(123)
1. 磁带的性能	(125)

2. 磁带的标准	(127)
3. 磁带的装置方式	(129)
4. 磁带在使用上要注意的问题	(131)
三、话筒	(132)
1. 动圈式话筒	(133)
2. 晶体话筒	(134)
3. 铝带话筒	(136)
4. 电容式话筒	(136)
5. 驻极体式话筒	(137)
第六章 录音机电路	(138)
一、录音机的电路结构	(138)
二、录音机的放大器	(142)
三、录音输入电路	(144)
四、录音输出电路	(148)
五、高频补偿电路	(150)
六、录音补偿电路	(157)
七、录音电路举例	(158)
八、偏磁振荡电路	(160)
九、录音音量指示电路	(164)
十、放音输入电路	(167)
十一、放音补偿电路	(171)
十二、放音输出电路	(173)
十三、监听器电路	(176)
十四、自动电平控制电路	(178)
十五、音质调整电路	(181)
十六、转换电路	(182)
十七、杜比降噪电路	(188)

十八、睡眠 (SLEEP) 电路	(191)
十九、自动选曲电路	(192)
二十、立体声扩展电路	(193)
二十一、立体声解码电路	(194)
二十二、调谐指示电路	(198)
二十三、静噪电路	(199)
二十四、全自动停机检测电路	(200)
二十五、电源电路	(201)
二十六、录放连接器	(202)
二十七、录音机电路的综合分析	(204)
第七章 录音机的使用与录音技巧	(217)
一、怎样使用录音机	(217)
1. 盒式机功能键的用途与代号	(217)
2. 盒式机常用插口的用途	(218)
3. 盒式机常用的开关等设置的用途	(219)
二、使用前注意事项	(221)
1. 阅读操作说明书	(221)
2. 磁带速度的选定	(221)
3. 磁带的选择	(221)
4. 录音前的检查	(222)
5. 录音电平的调节	(223)
三、话筒录音	(223)
1. 话筒的使用	(223)
2. 话筒的选择	(225)
3. 话筒的具体布置	(226)
四、广播、唱片录音和磁带复制	(228)
1. 利用收音机进行录音	(228)

2. 从电视机中录音.....	(230)
3. 唱片转录.....	(231)
4. 磁带复制.....	(231)
五、磁带的编辑	(232)
1. 编辑的方法.....	(232)
2. 接驳的方法.....	(233)
六、录音机的保养	(234)
1. 录音机的清洁.....	(235)
2. 消磁.....	(235)
3. 注油.....	(235)
七、消磁器的制作与使用	(236)
1. 消磁器的制作.....	(236)
2. 消磁器的使用.....	(238)
3. 使用消磁器的注意事项.....	(239)
八、录音设备的保养	(239)
1. 录音机的保养.....	(239)
2. 磁带的保管.....	(240)
第八章 录音机的测试与调整	(242)
一、录音机的测试	(242)
1. 有关术语的定义.....	(242)
2. 测量条件.....	(243)
3. 机械性能的测试.....	(247)
4. 电声性能的测试.....	(250)
二、磁头的测试	(257)
三、录音机的调整	(261)
1. 磁头的方位调整	(261)
2. 交流偏磁电流的调整.....	(263)

3. 交流抹音电流的调整.....	(264)
4. 交流杂音的处置.....	(264)
5. 频响特性的调整.....	(265)
6. 磁带速度的调整.....	(265)
7. 录音最大电平的调整.....	(265)
8. 立体声录音机的调整.....	(266)
第九章 录音机的维修	(270)
一、无声	(270)
1. 放音无声.....	(270)
2. 不能录音.....	(272)
二、音量失常	(272)
1. 放音声音小.....	(272)
2. 录音信号小.....	(273)
三、失真	(275)
1. 放音失真.....	(275)
2. 录音失真.....	(275)
四、抹音不净	(276)
五、杂音和交流声	(277)
1. 放音杂音.....	(277)
2. 录音杂音.....	(278)
3. 交流声.....	(279)
六、放音抖晃	(279)
七、绞带(卷带)	(281)
八、机械运行故障的检查与修理	(283)
1. 常规检查.....	(283)
2. 不转动的检查.....	(283)
3. 走带无力的检查.....	(284)

4. 倒带失常的检查	(284)
5. 主驱动轴的修理	(284)
6. 跨轮的修理	(285)
7. 传动带的修理	(285)
8. 制动器的修理	(285)
9. 压带轮的修理	(286)
10. 三马达式录音机机构的修理	(286)
九、话筒的修理	(287)
1. 动圈话筒	(287)
2. 铝带话筒	(288)
3. 晶体话筒	(288)
十、磁头的修理	(288)
十一、马达的修理	(290)
1. 离心稳速式马达的修理	(290)
2. 电子稳速式马达的修理	(292)
十二、录音机的故障分析与检查方法	(293)
十三、录音机故障的分析与排除实例	(295)
十四、录音机故障诊断的顺序	(299)
十五、录音机故障对策便查表	(302)
附录一 盒式录音机基本参数和技术要求	(307)
附录二 测试磁带暂定技术要求	(315)
附录三 录音机的附属用品	(321)
附录四 电阻器、电容器色标符号	(322)
附录五 分贝表	(324)
附录六 国外部分录音机用晶体管主要特性	(326)
附录七 国外部分录音机用集成电路	(335)
附录八 盒式录音机的英文标记	(345)

第一章 录音机的工作原理

一、录音机概述

录音机是1898年由丹麦科学家华得曼·波尔生发明的。他是一位电话工程师，他认为让一条长形的磁性体一边移动，一边以电话电流来磁化，这样磁性体上各个部分就会被磁化，就可以达到录音和放音的目的。根据这一原理，波尔生制成了世界上第一台录音机，在1900年的巴黎博览会荣获大奖。

当时没有放大设备，其输出是极其微弱的，只能用耳机听。在这个基础上，波尔生进一步改进，于1907年设计出了直流偏磁式录音机，大大减小了录音的失真，并增大了输出音量。

1963年飞利浦公司变革了传统的盘式录音机安放磁带的办法，制出了盒装磁带的录音机。这种盒式录音机的出现，是录音机史上的飞跃。

录音机是把声音的变化转换为电信号的变化，再通过电磁转换记录在磁带上，并能把磁性变化还原为声音的一种装置。声电转换和电磁转换分别通过话筒和磁头来实现，磁带以一定的速度滑顺地通过磁头的任务是由驱动机构完成的。

按使用的磁带及卷绕磁带方式的不同，磁带录音机可分成下述三大类：

(1) 盘式录音机：把磁带卷绕在金属或塑料制成的带盘内使用，带宽为6.25mm。

(2) 卡式录音机：它是一种循环走带的录音机，主要

是装在汽车上使用。磁带盒的尺寸为 $133.35\text{mm} \times 107.95\text{mm} \times 72.35\text{mm}$ 。带宽为 6.25mm 。

(3) 盒式录音机：指使用规定盒装磁带的录音机。普通盒式机带盒尺寸为 $100.4\text{mm} \times 63.8\text{mm} \times 8.6\text{mm}$ 。带宽为 $3.66 \sim 3.81\text{mm}$ 。微盒式机带盒尺寸为 $50.2\text{mm} \times 33.5\text{mm} \times 8.15\text{mm}$ ，带宽为 $3.66 \sim 3.81\text{mm}$ 。大盒式机带盒尺寸为 $150\text{mm} \times 106\text{mm} \times 13\text{mm}$ ，带宽为 6.25mm 。

二、录音原理

声音经过话筒转变为电的信号，放大器把这个信号放大到一定的电平，经过均衡电路对频率响应加以适当的校正以适应磁带录音的特性之后，信号就可以送进录音磁头的线圈内了。由于线圈内有随着声音变化的电流通过，磁头的空隙——磁隙周围磁力线就发生与声音变化相对应的变化。当磁带以一定的速度经过磁隙之际，相继地随着磁力线的变化而被磁化，磁带离开磁头之后，得到了与信号相对应的剩磁。

录音信号就是以这种剩磁的形式被记录下来的。如图1—1所示。

当电流流过录音磁头线圈的时候，录音磁头的铁芯就暂时变成一块磁铁，铁芯磁隙的两个切面成为磁铁的两个磁极，它们的极性是由通过线圈的电流方向决定的。

如果流过磁头线圈的电流是交变电流，铁芯磁隙的两个切面的极性也就随着电流方向的变化而忽南忽北地不断在改变。在录音的过程中，磁带上

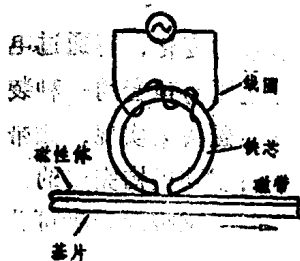


图1—1 信号被纪录在磁带上

面的每一部分在经过录音头的时候都要经受两次方向相反的磁场强度作用。随着流过磁头线圈电流方向的不同，磁带上每一部分受磁化的次序也不一样，可能是先南后北或者是先北后南。但是，结果总是在磁带离开磁头时与磁带作最后接触的那一边铁芯磁极决定了磁带受磁化的极性。

磁带在离开了录音磁头之后，磁带上面的磁性体由于受到了磁头磁隙磁场强度的影响，产生了与磁头磁性相对应的剩磁，就它们的磁性来说，好象是一小块一小块的小磁铁排列在一起，成为图 1—2 的样子，构成我们通常所说的“磁迹”。

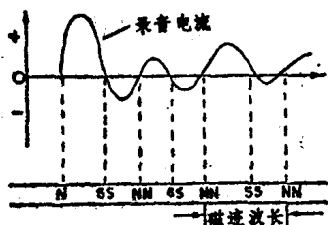


图 1—2 磁带上与录音电流相对应的磁迹

现在假设录音电流的波形是一个正弦波，在每一周期之内，磁头磁隙的极性改变两次。磁带上磁迹的磁性相当于两块小磁铁排列在一起，它们排在一起的长度就是磁带上磁迹波形的波长。用下面的普通公式就可以很容易的求出它的数值：

波长 = 速度 ÷ 频率。公式中的速度是指录音机在录音时磁带运行的速度，频率是指录音电流的频率。可以看出，如果录音机所录的音频愈高或者磁带运行的速度愈慢，磁迹的波长也就愈短。举一个例子来说，假设录音机磁带运行的速度是 190.5mm/S ，录音电流的频率是 15000Hz ，由上面的公式我们可以求出磁带上磁迹的波长为 0.0127mm 。

三、放音原理

放音的时候，录音机的工作过程刚好与录音时相反。录

有声音磁迹的磁带以一定的速度经过磁头，根据电磁感应定律，在磁头的线圈上就能感应出与声音变化相对应的电压。这个电压的大小与磁头铁芯磁力线的“改变”有关，在磁带速度一定的情况下，磁带上频率高的磁迹信号使铁芯的磁力线改变较快，线圈感应出的电压也较高，为了要均衡这一种高频提升，磁头输出的信号首先要经过均衡电路对频率响应作适当的校正。然后，放大器把信号放大到一定的电平并具有一定的功率接到扬声器。扬声器所发出的就是录音机在录音时话筒所拾到的声音。

普通的录音机，磁带运行的速度无论在放音或者是录音时都保持不变，磁力线改变很快的时候就相当于磁带上录有高频信号的部分经过磁头；磁力线改变较慢的时候就相当于磁带上录有低频信号的部分经过磁头。因此，尽管磁带上高低音频磁迹的感应强度都是一样，在放音的时候，放音磁头的高音频电压输出要比低音频输出电压要高许多。放音头输出电压除了与录音的频率有关之外，放音磁头本身的磁隙宽度对它也有影响。总的来说，放音磁头的输出电压与下面算式的结果成正比：

$$\text{输出电压} \propto \text{磁带速度} \times \sin \left[\pi \frac{\text{磁隙的宽度}}{\text{波长}} \right]$$

上式中的波长是指磁带上磁迹的波长，它可以由上面提过的： $\text{波长} = \frac{\text{磁带速度}}{\text{录音频率}}$ 这个简单的公式求得。由上面的算式可以看出：放音磁头的输出电压与录音频率成正比。也就是说，如果录音频率增加的话，放音头的输出电压也随着增加，其增加的比率是当录音频率每增加一个倍频程的时候，磁头的输出电压增加6dB。录音频率与输出电压的关系如图