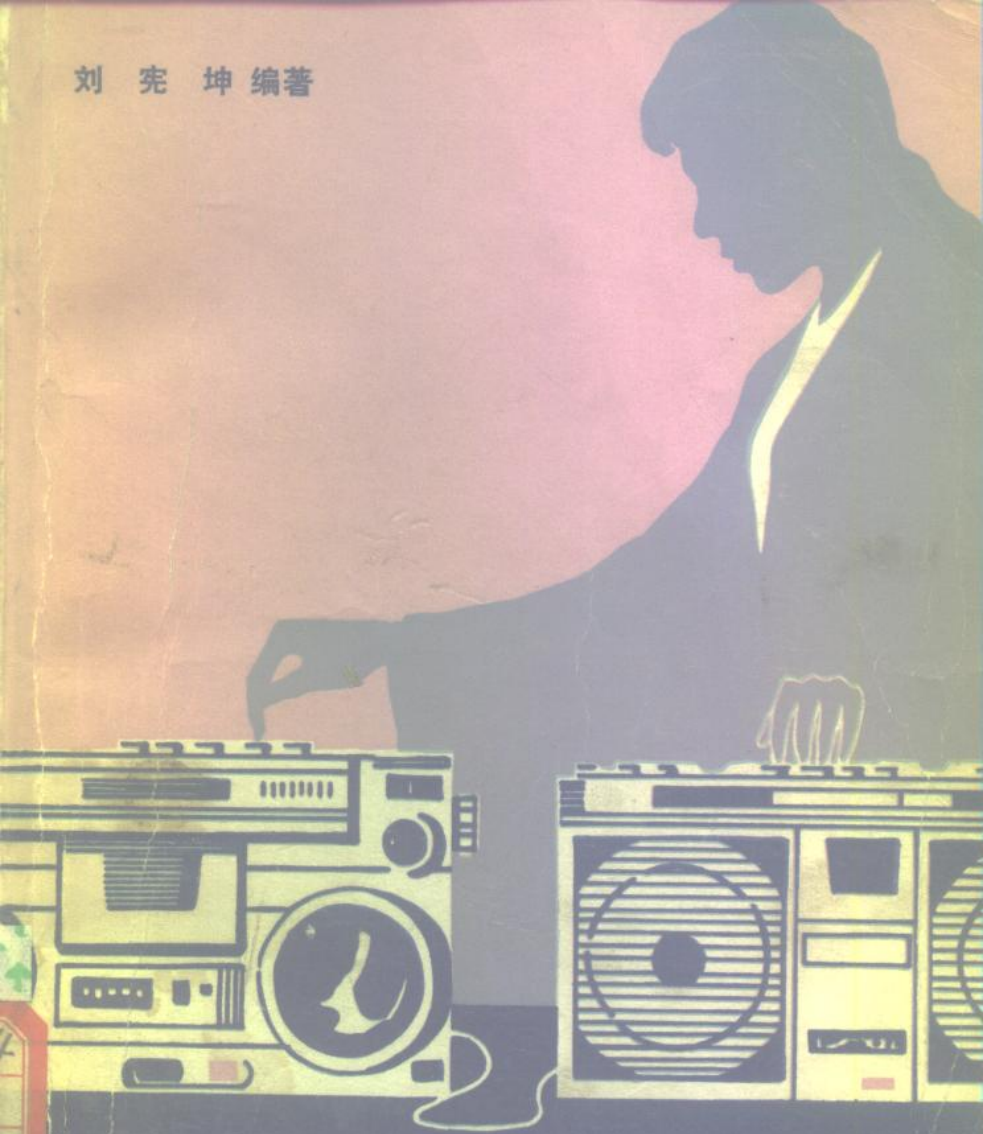


刘 宪 坤 编著



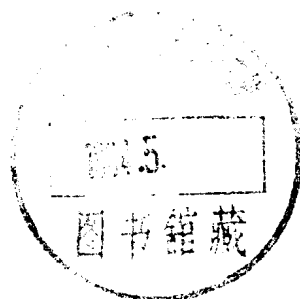
盒式录音机

科学出版社

73.46210
30

盒式录音机

刘宪坤 编著



科学出版社

1983

1111415

内 容 简 介

本书是一本深入浅出、通俗、实用的科普书。

本书不仅讲述了录音的基本原理，还重点剖析了盒式录音机的机械结构和实用电路；较系统地介绍了盒式录音机的调整、测试、维修的常识和家庭录音技术。可供广大无线电爱好者和录音机维修人员阅读，也可供专业设计人员、科研人员和大专院校有关人员参考。

盒 式 录 音 机

刘宪坤 编 著

责任编辑 隋启水

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

长春新华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1983年10月第 一 版

1983年10月第一次印刷

印数：0001—72,000

开本：787×1092 1/32

印张：15 5/8

字数：340,000

统一书号：15031·526

本社书号：3241·15—7

定价：1.95元

前 言

盒式磁带录音是在盘式录音的基础上发展起来的一门新兴的技术，它只有二十年的历史。然而，六十年代以来，随着诸如电子技术、精密加工技术、化工技术等各种现代科学技术的相互渗透、相互促进，盒式录音技术的发展非常迅速，盒式录音机的性能急速提高，其应用日益普及，在一些发达国家，普及率已超过 60%。在我国，十年来，盒式磁带录音技术也取得了很大进展。

现在，盒式录音已经成为人们在技术和生活领域中不可缺少的内容。特别是盒式收录机的出现和大量生产，已使无线电和电声技术密不可分，从而使这门技术拥有大量的业余爱好者和众多的专业设计师。本书力求对普及与提高的相互兼顾作一点尝试，使提高寓于普及之中。全书以介绍盒式录音的基本原理、基本部件、使用维修、简单录音技术等为主，并在适当章节介绍一些与此有关的专业生产和设计时必不可少的测量方法。考虑到我国近年来在各大城市发展起来的FM 立体声广播，在第九章中还专门介绍了一些有关 FM 立体声广播的知识，其中重点介绍了立体声收录机中常用的各种 FM 立体声解调器。

中国电子学会理事、中国电视电声研究所邱绪环总工程师在百忙中审校了全书，提出了许多宝贵意见，本人深表感谢。

由于水平有限，错漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

刘宪坤

目 录

前言	ix
第一章 概论	1
一、录音技术的发展	1
二、磁性录音的发明	4
三、记录载体的演进	7
四、战后磁带录音技术的发展	8
1. 盘式录音机的发展	8
2. 录音机进入家庭	11
五、磁性录音技术展望	14
第二章 磁带录音原理	18
一、磁带录音的特点	18
二、铁磁质的磁化特性	20
1. 磁化曲线和磁滞回线	22
2. 现代磁畴理论	23
3. 硬磁材料和软磁材料	24
三、录音原理	26
1. 磁化现象	26
2. 录音磁头的作用	27
3. 各种录音方式	29
4. 偏磁特性	37
5. 录音过程中的各种损耗	39
四、放音原理	44
1. 放音头的作用	44
2. 放音过程的微分效应	45
3. 放音过程中的各种损耗	47
4. 影响放音频率响应的其它几种效应	53

五、消音原理	57
1. 消音头	58
2. 直流消音	58
3. 交流消音	59
第三章 机构	61
一、带盒机构	61
1. 带盒的内部结构	62
2. 带盒本身的结构	65
二、磁带恒速驱动机构	68
1. 盒式录音机用马达	69
2. 主导轴驱动方式	76
三、主导轴、飞轮和压带轮	79
四、盘芯驱动机构	84
五、制动机构	88
六、磁头机构	92
七、磁带计数器	93
八、自停机构	95
九、暂停机构	100
十、出盒机构	101
1. 空气阻尼式	103
2. 惯性阻尼式	106
3. 油-齿轮阻尼式	107
4. 油阻尼器	108
5. 双卡机 (double cassette) 用的阻尼器	110
十一、防误抹机构和铬带自动转换机构	112
十二、操作机构	114
十三、定时起动机构	115
十四、机芯测量	116
1. 卷带力矩 (包括录放、快进、倒带力矩)	116
2. 带速	118
3. 抖晃	119
4. 压带轮压力	120

5. 带张力	121
6. 按键压力	122
7. 各种状态下的电流 (马达及稳速电路电流)	123
8. 马达轴侧压力	123
9. 马达转速	124
10. 快卷时间	124
11. 传动部分及功能键寿命试验	125
第四章 磁头	126
一、磁头对铁芯材料的要求	126
1. 导磁率 μ	126
2. 饱和磁感应强度 B_s	126
3. 硬度及耐磨性	127
4. 电阻率 ρ	127
5. 矫顽力 H_c 和剩磁感应 B_r	127
二、磁头的种类	129
1. 按功能分类	129
2. 按铁芯材料分类	130
3. 按结构分类	131
三、各种磁头	131
1. 录音头	131
2. 放音头	135
3. 消音头	137
4. 录放头	138
5. 各种组合头	139
6. 立体声磁头	144
7. 各种磁头的结构及制造工艺	145
四、磁头的主要性能及其测量方法	150
1. 阻抗	150
2. 灵敏度	151
3. 频率响应	153
4. 串音	155
5. 录音失真	157
6. 偏磁电流	158
7. 磁头寿命	158
8. 消音效果 (抹音效果)	159

第五章 盒式磁带	161
一、盒式磁带的分类	161
二、磁带的结构	163
1. 带基	163
2. 磁性体	164
3. 粘合剂	165
三、磁带的制造工艺	166
四、各种类型的磁带	168
1. 普通带	168
2. LH 带	169
3. CrO_2 带 (铬带)	171
4. 钴带	171
5. Fe-Cr 带 (铁铬带)	172
6. 金属磁带	174
7. 金属镀膜带	178
五、磁带的各种性能及其测量方法	178
1. 物理性能	179
2. 磁性性能	183
3. 电声性能	184
第六章 电路	213
一、从录音机磁头的特点谈起	213
二、补偿量的分配	216
1. 关于补偿特性的标准化	216
2. 影响补偿分配的主要因素	224
三、补偿方式	227
1. RC 负反馈补偿	228
2. RC 恒流补偿	228
3. RC 衰减式补偿	228
4. LC 谐振补偿	229
5. 并联电容补偿	229
四、盒式磁带录音机的电路组成	229
五、输入电路	231
1. 放音输入电路	231

2. 放音补偿	232
3. 抗干扰电路	236
4. 录音输入电路	237
5. 话筒放大器	239
六、输出电路	242
1. 放音输出电路	242
2. 录音输出电路	246
七、中间放大器	251
八、偏磁和消音电路	255
1. 超音频偏磁振荡器	255
2. 常用振荡电路	256
3. 偏磁供给和偏磁转换	258
九、录音电平自动控制电路	260
1. 关于控制特性	261
2. 常用自动电平控制电路	265
十、电平表和头戴耳机监听电路	272
1. VU 表	272
2. 普通电平表	273
3. 各种峰值电平指示器	275
4. 耳机监听电路	279
十一、杜比降噪电路	282
1. 磁带录音机噪声的特点	283
2. 杜比降噪方式原理	284
3. B 型杜比降噪电路的基本原理	287
4. B 型杜比降噪电路详析	290
5. C 型杜比降噪电路	295
十二、其它电路	300
1. 自停控制电路	300
2. 自动选曲电路	302
3. 立体声展宽电路	304
第七章 盒式录音机的调整与整机性能测量	308
一、测试带和测量仪器设备	309
1. 常用仪器仪表	309
2. 调整测量工具	309

3. 盒式测试带	309
二、盒式录音机的调整	321
1. 带速调整	321
2. 抖晃调整	322
3. 磁头方位角调整	324
4. 放音特性调整	325
5. 综合特性调整	326
三、各项性能的测量	328
1. 带速误差	330
2. 抖晃率	332
3. 机械噪声	334
4. 起动时间	335
5. 倒带时间	336
6. 放音通道频率响应	337
7. 放音通道信噪比	337
8. 放音通道谐波失真	338
9. 综合频率响应 (录放频响)	338
10. 综合信噪比 (录放信噪比)	339
11. 综合谐波失真 (录放谐波失真)	340
12. 抹音效果	340
13. 最大输入电平 (对具有可调录音增益的录音机)	341
14. 最小输入电平 (对具有可调录音增益的录音机)	341
15. 最大输出电平	341
16. 输入阻抗	342
17. 输出阻抗	342
18. 立体声磁迹间串音	344
19. 立体声通道隔离	344
20. 立体声通道平衡 (幅度平衡)	345
21. 收录机的拍频干扰 (对交流偏磁的录音机)	346
22. 绝缘电阻	347
23. 耐压试验	347
24. 工作稳定性	347
25. 录音放大器增益	348
26. 录音放大器信噪比	348
27. 录音放大器频率特性	349
28. 录音放大器前级失真率	350

29. 有 ALC 电路的录音放大器失真率	350
30. 有 ALC 电路的录音放大器恢复时间	351
31. 有 ALC 电路的录音放大器之 ALC 效果	352
32. ALC 开始电平	352
33. 偏磁电流和偏磁频率测量	353
34. 放大电路的稳定性检查	354
第八章 家庭录音技术	355
一、录音准备	360
1. 录音机的选用	360
2. 各种磁带的选用	361
3. 必要的辅助器材	363
4. 录音前的检查	366
5. 录音电平调整	369
6. 操作程序	371
二、从收音机或电视机录音	372
三、唱片转录	373
四、磁带转录	374
五、节目编辑	379
六、话筒录音	381
1. 用一个话筒进行单声录音	382
2. 双话筒立体声录音	382
3. 假头立体声录音	385
4. 立体声录音实例	387
第九章 调频 (FM) 立体声广播	389
一、FM 立体声广播制式	389
1. 和差方式 (和差制)	390
2. AM-FM 制 (导频制)	391
二、AM-FM 制立体声广播的结构	394
三、立体声解调电路	401
1. 矩阵式解调电路	401
2. 矩阵式解调器的分离度	403
3. 矩阵式解调器的失真	407
4. 开关式解调电路	408

5.改善开关式解调电路分离度的方法	414
6.开关式解调的失真	424
四、立体声解调电路实例	425
1.分立元件立体声解调电路	425
2.IC立体声解调器	429
3.锁相环IC立体声解调器 (PLL-IC)	431
第十章 常见故障检修	437
一、非故障性的“故障”	438
1.磁带不走	438
2.完全无声或声音很轻	439
3.录音键按不下去	440
4.转录失真严重	440
5.在录音信号中断处噪声很大	441
6.带速不稳,抖晃严重	442
二、机械部分故障	442
1.完全不能动作	442
2.录音或放音时磁带不走	444
3.绞带	444
4.抖晃严重	450
5.带速不正常	453
6.快卷故障	455
7.暂停失灵	455
8.自停失灵或有异常“哒哒”声	457
9.录音键按不下去,或按下去但不能录音	458
10.全部操作键失灵,按下后锁不住(除暂停键),或除了停止和暂停键之外,其余都按不下去	459
11.机械振动噪声大	459
三、插口、开关及电位器故障	460
四、磁头故障	463
1.方位角偏斜	463
2.磨损	465
3.断线、短路	465
五、电路故障	466
主要参考文献	468
磁带录音专业常用英汉词汇	470

第一章 概 论

一、录音技术的发展

随着人类物质文明的进步，人们发明了各种各样的记录信息的方式。几千年前发明的文字就是一种最古老的记录方式，不过这种方式是由人手拿着笔将语言（要说的话）或思想记录（写）下来，以文字符号的形式保存起来，等到以后需要时再用眼睛读取。显然这是靠人类本身的器官（手和眼）实行写入（录入）和读出的过程。

要是有一种工具能够把人们的语言自动地记录下来，保存起来，以后需要时又可以随时重放，那该多么好啊！千百年来人们为实现这一理想而孜孜不倦地研究着。但是真正有效的能录音和放音的机器是在十八世纪工业革命以后，欧洲社会上出现了发明机器热的情況下才逐步研制出来的。

类似的尝试，早在几千年前就进行过。公元前三世纪，埃及亚历山大城的亥罗(Heron)就制作了一种装置，可以模仿动物的叫声。

1791年，维也纳的迪克普莱因(Dekempelein)发明了一种“可以说一个短句的谈话机”。这些装置都不能记录声音，而只能模仿声音。

1857年，一位年青的法兰西印刷工人利昂·斯科特(Leon Scott)发明了声波记录仪(*Phonautograph*)，这是最早的能够记录人类声音的机器。但是他无法使记录的声音

痕迹重新变成声音再放出来。

斯科特的装置包括一个桶形喇叭筒。开口向左，右端装配一个直径较小的黄铜管，如图 1.1 所示。铜管右边的一片弹性膜片被张紧，在膜片外侧固定一根硬的金属丝作为记录针或记录笔。记录笔的下方有一个用烟熏黑的纸质圆筒，录音时使圆筒旋转。当朝着喇叭左端的开口处发声时，弹性膜和记录笔就前后振动，并在熏黑的旋转的纸筒上描画出波状线，使人们第一次看到了自己话音的声图。但是，这种办法不能由波状线重新得到声音。

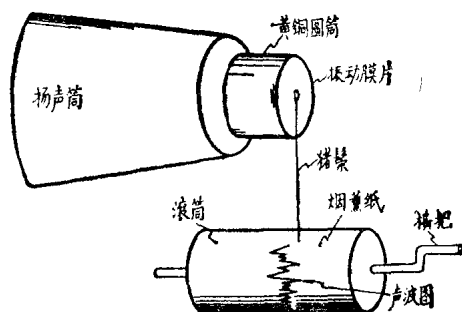


图 1.1 声波记录仪的原理

1877 年，美国的大发明家汤 姆 斯 · 爱 迪 生 (Thomas Edison) 在斯科特记录仪的基础上发明了人类最早的能够记录和重放声音的机器——留声机(*phonograph*)。爱迪生的发明也是由一个粘有钢针的振膜和一个位于钢针下端的圆筒构成的。不过圆筒外表不是熏黑了的纸，而是覆盖了一层锡箔。当人对着喇叭筒大声说话时，振膜就像人的耳膜一样随着声波（纵波）前后振动。这些振动经由记录针传给锡箔覆盖的圆筒。爱迪生旋转圆筒并使之在记录针下作轴向移动，于是记录针就在锡箔表面上刻下了一串螺旋形的纹槽，这就是记

录下的声音的轨迹。与斯科特的记录仪不同的是，这种锡箔纹槽可以通过记录针重新放出声音来。显然，如果让记录针再一次沿着螺旋形纹槽移动，记录针又会使振膜按照纹槽的峰谷变化规律前后振动，而纹槽的峰谷变化规律就是原来声音的记录痕迹，所以振膜又会通过喇叭筒重放出原来的声音。现在的振膜起着人类声带一样的作用。这样，爱迪生的发明就完成了对声音记录和重放的完整的过程，实现了人类很久以来记录、保存和重放声音的愿望。

但是录好音的锡箔要想从圆筒上取下来而不损坏，特别是不损伤记录纹槽是很困难的。这样，既然不能更换锡箔，每次录音都必须用一套新的圆筒、螺杆（使圆筒轴向移动）和摇把。后来，爱迪生用石蜡代替锡箔圆筒改进了他的记录方法，记录针改用玛瑙或蓝宝石针。

大约又过了十年以后，另一位发明家埃米尔·伯利纳（Emile Berliner）发明了一种横向刻纹的扁平录音圆盘，这才使得我们今天所说的留声机或电唱机真正地诞生了。此后，伯利纳开始用虫胶大量生产唱片，使得留声机成了家庭音乐会上不可缺少的设备。

虽然如此，留声机仍有一定的局限性。录音时，人的声音和乐器的声音所引起的记录笔振动变化常常是如此微弱，以致使许多音被丢失，甚至在最好的条件下，录的音听起来常感单薄而枯燥。而在录音时，艺术家和音乐家必须尽可能聚集在喇叭筒周围。乐队要排得很紧，每个人都要尽量大声地演奏。在这种条件下，几乎不可能有保真的记录。

从本世纪初开始，由于电子管的发明，出现了电子放大器。从此以后，情况就发生了变化，人们用电子放大器可以将声波放大成千上万倍。然而制造唱片仍然是一种十分复杂

的工艺过程。在录音刻纹时稍有个别错误，整个录音就要重来。录音节目的编辑也是一件非常麻烦的工作，很难做到十分满意。

四十年代以后，随着磁带录音技术的采用，制造唱片的工艺就变得非常简单了。有了磁带录音机以后，就可以在塑料带基的磁带上制作原版录音，这种磁带可以很方便地进行剪切，粘接、混录和转录等一系列节目编辑工作，而基本不影响最终节目的质量。为了制作高质量唱片，磁带可以使用几千次而不会严重恶化。为了生产廉价唱片，也需要用磁带作节目原版，先制作一个唱片模板，然后再由模板压出成千上万的模压唱片。于是，在现代音频技术领域，唱片（机械录音）和磁带录音就结下了不解之缘。

二、磁性录音的发明

现代高质量机械录音（唱片，除近年来发明的激光唱片外）多半源于磁带录音。磁带录音和所有人类的其他发明一样，它也不是偶然产生的，而是人们多年研究的结果。它是许多学科，如声学、磁学、电磁学、电子学等的综合成果。

在它发展的早期阶段，就与电报和电话技术有着密切的联系。1876年，美国的贝尔发明了电话机。1888年美国人奥伯林·史密斯（Oberlin Smith）在“电世界”杂志上发表的一篇论文中，提出了用永久剩磁来录音的可能性，但他没有把他的理论付诸实用。

大约十年以后，丹麦的沃尔德曼·波尔森（Valdeman Poulsen）（1869～1942）第一个通过磁畴的取向记录和重放了声音。波尔森没有看过或听说过史密斯的理论，因此，他

被世界公认为磁性录音机的发明人。1898年12月1日，他在丹麦申请第一个专利权，专利标题是“记录和重放声音及信号的方法”。1900年11月13日，他在美国也获得了一个发明专利权，其题目为“借助磁感应使物体磁化实现语言或信号的存储”。波尔森的发明物称为“录音电话机”(telegraphophone)。当他的录音电话机1900年在巴黎展出时，在科学和技术团体中引起了很大的轰动。他赢得了这一届博览会的最高奖赏。

波尔森在他的专利权申请中提出的录音电话机的略图示于图1.2。在此图中，钢丝 g 绕在一个大的黄铜圆筒 d 的螺旋形沟槽中。钢丝紧靠着电磁铁 P 的两个极靴。圆筒保持不动，而电磁铁(录音头)旋转。当录音头沿着钢丝移动时，它就相应于话音电流大小的磁场使钢丝磁化。在放音时还要用这个电磁铁，但这时是作为放音头用。磁头的放音输出送给电话听筒。磁化钢丝的剩磁通大小变化引起流入电磁铁(放音头)和电话听筒的电流量的变化，于是就重放出原来的声音。

由于当时还没有电子管和电子放大技术，因此波尔森早期的录音机所录制的信号很微弱，失真很大。直到1909年，他才发现，录音时稍加一些直流电流激励录音头，可以改进重放信号的质量。这是最早的用电子技术改进录音质量的方法。虽然这种技术得到的信噪比较低，但由于电路简单，在一些特殊情况下，甚至直到今天仍然有用。大量的便携式录音机，特别是现在各种类型的廉价盒式磁带录音机，大多采用直流偏磁法。偏磁电路简单，有利于降低价格，减轻重量，缩小体积。

和唱片一样，电子管和电子管放大器的发明使波尔森的磁性录音机性能得到了大幅度提高。不幸的是，放大器不仅