

小宝贝检修技术

● 曾鸣 麦衬兴 曾芳

福建科学技术出版社



小宝贝检修技术

● 曾鸣 麦衬兴 曾芳



福建科学技术出版社

(闽)新登字 03 号

小宝贝检修技术

曾鸣 麦衬兴 曾芳 编著

*

福建科学技术出版社出版、发行

(福州得贵巷 59 号)

福建省新华书店经销

福建省科发电脑排版服务公司排版

沙县印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 13 印张 14 插页 320 千字

1996 年 6 月第 1 版

1996 年 6 月第 1 次印刷

印数:1—8 000

ISBN 7-5335-1010-0/TN·128

定价:18.00 元

书中如有印装质量问题,可直接向承印厂调换

前言

自小宝贝（国外称 WALKMAN，即袖珍型放、收放、收录放机，也称随身听）问世以来，它便以外型美观、携带方便、音质效果好等优点风靡全球。近年来，电子技术的飞速发展使小宝贝的功能不断完善，品种不断更新，音质更加优美。无论何时何地，人们都能在小宝贝的伴随下，或徜徉于美妙的音乐世界；或撷取千变万化的信息；或架起四通八达的语言之桥。小宝贝，你确是名副其实，不负人们厚爱！

由于小宝贝的社会拥有量极大，且品种繁多，因此带来了维修难的问题。不少用户想了解其故障产生的原因以利预防，或自己动手排除一些假故障、小故障，使小宝贝正常工作并延长使用寿命；而更多的修理人员则渴望有一本专门介绍小宝贝检修技术的书指导实践。众望所归，却难寻书迹。本书愿集小宝贝检修技术之精萃，奉献给广大读者。

本书简述了小宝贝基本工作原理，并以其功能及所用集成电路分类，选择具有代表性的几十种机（部件）进行详细的电路分析，并通过故障检修实例介绍各种检修方法。同时，对一些典型的器件给出较详细的技术资料，使读者在维修时能举一反三地分析电路。通过本书的分析与介绍，相信读者一定能迅速地了解小宝贝的原理并掌握检修方法。

在本书编写过程中，承蒙曾达聪、陈家芳、麦少好、徐小键、朱云、聂虹倩、熊杰等协助整理资料，使本书得以及时完成，特表示衷心感谢。

编者

1995年9月

目 录

第一章 小宝贝基本工作原理与组成

第一节 概述

一、小宝贝的发展..... (1)

二、小宝贝的分类..... (1)

第二节 小宝贝基本工作原理

一、小宝贝基本工作原理..... (1)

(一) 磁带录音原理..... (2)

(二) 磁带放音原理..... (4)

(三) 磁带抹音原理..... (5)

(四) 收音原理..... (5)

1. 调幅收音电路工作原理..... (5)

2. 调频收音电路工作原理..... (8)

3. 立体声解码电路工作原理..... (9)

二、各类小宝贝工作原理..... (11)

(一) 单放机..... (11)

1. 单放机电路组成..... (12)

2. 单放机工作原理..... (12)

(二) 收放机..... (13)

1. 收放机电路组成..... (13)

2. 收放机工作原理..... (14)

(三) 收录放机..... (14)

1. 收录放机电路组成..... (14)

2. 收录放机工作原理..... (15)

第三节 小宝贝基本组成

一、小宝贝的机械系统结构..... (17)

(一) 磁头..... (17)

(二) 机芯..... (19)

1. TN-3C 型放音机芯..... (20)

2. TN-6CS 型放音机芯..... (22)

3. TN-9ZR 型录放机芯..... (24)

4. HRC24-13 型自动翻转录放机芯..... (27)

二、典型电路分析..... (36)

(一) 放音电路..... (36)

(二) 录音电路..... (38)

(三) 马达稳速电路..... (39)

(四) 收音电路..... (40)

1. 收音电路..... (40)

2. 数字调谐电路..... (43)

(五) 音调调节电路..... (49)

1. 均衡电路..... (49)

2. 重低音电路..... (50)

(六) 杜比降噪电路..... (51)

(七) 整流电源电路..... (53)

第二章 小宝贝各部分基本调试

第一节 磁带录放部分调试

一、带速调节..... (56)

(一) 用仪器仪表进行调试..... (56)

(二) 无仪器仪表时的调试..... (56)

二、磁头方位角调节..... (56)

(一) 用仪器仪表进行调试..... (56)

(二) 无仪器仪表时的调试..... (57)

三、杜比电平调节..... (57)

第二节 收音部分调试

一、调幅部分 (60)

(一)用仪器仪表进行调试..... (60)

1. 中频调试 (60)

2. 覆盖调试 (61)

3. 灵敏度统调 (63)

(二)无仪器仪表时的调节..... (64)

1. 中频调试 (64)

2. 覆盖调试 (64)

3. 灵敏度调试 (64)

二、调频部分 (65)

(一)用仪器仪表进行调试..... (65)

1. 中频调试 (65)

2. 覆盖调试 (65)

3. 灵敏度统调 (67)

(二)无仪器仪表时的调节..... (67)

1. 中频调试 (67)

2. 覆盖调试 (67)

3. 灵敏度调试 (68)

三、立体声压控振荡频率调试 (68)

(一)用仪器仪表进行调试..... (68)

(二)无仪器仪表时的调节..... (68)

第三章 小宝贝常见故障判断与检修

第一节 小宝贝常见故障判断与检修方法

一、故障分类 (69)

二、维修工具、仪器及使用..... (70)

(一)MF90 型模拟万用表的使用... (70)

1. 直流电压测量..... (71)

2. 交流电压测量..... (71)

3. 直流电流测量..... (72)

4. 电阻测量方法..... (73)

5. 三极管放大倍数测量 (73)

6. 功率测量 (73)

7. 分贝测量 (73)

(二)DT830 型数字万用表的使用... (73)

1. 直流电压测量..... (73)

2. 交流电压测量..... (73)

3. 直流电流测量..... (74)

4. 交流电流测量..... (74)

5. 电阻测量方法..... (75)

6. 三极管放大倍数测量 (75)

7. 通断测量 (75)

8. 二极管测量 (75)

(三)小宝贝常见元器件的检查..... (75)

1. 电阻的检查 (75)

2. 电容的检查 (76)

3. 电感线圈(变压器)的检查 (76)

4. 二极管及三极管的检查 (76)

5. 开关的检查 (78)

6. 插座的检查 (78)

三、故障检查与判断 (78)

(一)维修前的检查..... (79)

(二)常见故障现象..... (80)

(三)常用初步检查方法..... (80)

1. 外观检查 (80)

2. 功能和听音检查 (80)

3. 内部检查 (80)

4. 性能指标检查..... (81)

(四)检查注意事项..... (81)

四、常见检修方法 (81)

(一)电阻检查法..... (81)

(二)电压检查法..... (82)

(三)电流检查法..... (82)

(四)交流短路检查法..... (82)

(五)开路检查法..... (82)

(六)波形检查法..... (82)

(七)信号注入检查法..... (83)

(八)元件替代检查法..... (83)

第二节 小宝贝机芯常见故障检修	
(一)带速失调	(83)
1. 故障原因分析	(83)
2. 故障检修方法	(84)
(二)抖晃	(84)
1. 故障原因分析	(84)
2. 故障检修方法	(85)
(三)机械噪声严重	(85)
1. 故障原因分析	(85)
2. 故障检修分析	(85)
(四)按键失灵	(85)
1. 故障原因分析	(86)
2. 故障检修方法	(86)
(五)纹带	(86)
1. 故障原因分析	(86)
2. 故障检修方法	(86)
(六)自停失灵	(87)
1. 故障原因分析	(87)
2. 故障检修方法	(88)
第三节 小宝贝电路常见故障原因及其检修步骤	
一、磁带放音电路故障	(89)
(一)磁带放音无声	(89)
1. 故障原因分析	(89)
2. 故障检修步骤	(89)
(二)磁带放音声音小	(89)
1. 故障原因分析	(89)
2. 故障检修步骤	(91)
(三)磁带放音噪声大	(91)
1. 故障原因分析	(92)
2. 故障检修步骤	(92)
(四)磁带放音失真	(92)
1. 故障原因分析	(92)
2. 故障检修步骤	(94)
(五)磁带放音频响差	(94)

1. 故障原因分析	(94)
2. 故障检修步骤	(95)
(六)磁带放音自激	(96)
1. 故障原因分析	(96)
2. 故障检修步骤	(96)
(七)磁带放音杂音大	(97)
1. 故障原因分析	(97)
2. 故障检修步骤	(98)
二、磁带录音电路故障	(98)
(一)录音不能重放	(98)
1. 故障原因分析	(98)
2. 故障检修步骤	(99)
(二)录放声音小	(99)
1. 故障原因分析	(100)
2. 故障检修步骤	(100)
(三)录放少一个声道	(101)
1. 故障原因分析	(101)
2. 故障检修步骤	(101)
(四)录放噪声大	(102)
1. 故障原因分析	(102)
2. 故障检修步骤	(103)
(五)录放失真	(103)
1. 故障原因分析	(103)
2. 故障检修步骤	(104)
(六)磁带录放频响差	(104)
1. 故障原因分析	(104)
2. 故障检修步骤	(105)
(七)磁带录音啸叫	(106)
1. 故障原因分析	(106)
2. 故障检修步骤	(106)
三、马达驱动稳速电路故障	(107)
(一)马达不转	(107)
1. 故障原因分析	(107)
2. 故障检修步骤	(107)
(二)磁带带速不正常	(108)
1. 故障原因分析	(108)
2. 故障检修步骤	(108)
四、收音电路故障	(108)
(一)收音无声	(108)
1. 故障原因分析	(108)

2. 故障检修步骤	(109)
(二)收音少一个声道	(110)
1. 故障原因分析	(110)
2. 故障检修步骤	(110)
(三)收音灵敏度低	(111)
1. 故障原因分析	(111)
2. 故障检修步骤	(111)
(四)收音杂音大	(112)
1. 故障原因分析	(112)
2. 故障检修步骤	(112)
(五)收音失真	(113)
1. 故障原因分析	(113)
2. 故障检修步骤	(113)
(六)收音自激	(113)
1. 故障原因分析	(113)
2. 故障检修步骤	(114)
(七)调频立体声失效	(114)
1. 故障原因分析	(114)
2. 故障检修步骤	(115)

第四节 各类小宝贝电路常见故障检修

一、单放机故障检修	(115)
(一)采用单片集成电路的单放机	(115)
1. JW-86 型单放机放音无声,磁带可正常转动	(115)
2. JW-82 型单放机放音左声道无声	(118)
3. FX300B 型单放机放音噪声大	(118)
4. ST-2000 型单放机放音两个声道均高频差(声音沉闷)	(121)
5. SUNNY 型单放机放音左声道低频差(声音刺耳),另一声道正常	(121)
(二)采用两片集成电路的单放机	(124)
1. M-923A 型单放机放音无声,磁带可正常转动	(124)
2. MXF-1 型单放机放音无声,磁带转动正常	(127)

3. HX-87 型单放机放音左声道声音很小,右声道正常	(129)
4. 熊猫 2101 型单放机放音时,两个声道噪声都很大,耳机内可听见明显的“兹兹”声	(129)
5. XC-402 型单放机放音左声道声音小,右声道正常	(132)
6. F1012 型单放机磁带放音时,左声道噪音大	(134)
7. BX-238 型单放机磁带放音变调	(136)
8. CR5000 型放音无声,磁带不转	(136)
9. HS-G35 型放音左声道正常,右声道无声	(139)
10. AE20 型收放机放音左声道无声	(142)
(三)采用多片及部分采用分立元件的小宝贝	(143)
1. CN-1 型放音机磁带不转	(143)
2. MG-21 型单放机放音右声道无声,左声道有声音但发闷	(145)
3. SL-860 型单放机放音时左声道有“噗噗”	(147)
4. KT-4138 型单放机磁带放音左声道无声	(148)
二、收放机故障检修	(149)
(一)采用两片集成电路的收放机	(149)
1. JW-218 型收放机放音无声,磁带不转,收音正常	(149)
2. EW-228 型收放机收音放音均无声,磁带可正常转动	(151)
(二)采用多片集成电路的收放机	(152)
1. JW-92 型收放机收音无声,磁带放音正常	(152)
2. EW188P 型收放机收音调频无声,调幅正常,磁带放音也正常	(156)
3. JW-96 型收放机调幅无声,调频正常,磁带放音也正常	(158)
4. JY-768 型收放机在调频调幅收音时均会出现左声道无声的故障,但磁带放音时正常	(160)
5. JW-206A 型收放机调幅收不到电台,但有噪声,调频正常	(160)
6. W-118 型收放机调幅灵敏度低,只能收到一个本地的强信号电台	(163)

7. KT-4038 型收放机调幅的高端能正常接收电台信号,但低端收不到	(163)	不到电台	(179)
8. KT-V940 型收放机调频有噪声,但收不到电台节目	(165)	4. KT-4538 型数字调谐收放机 FM 收音收不到电台,AM 收音正常	(180)
9. KT-4027 型收放机调频灵敏度低,只能收到一个电台节目	(167)	三、收录机故障检修	(181)
10. KT-4218 型收放机调频收音时输出失真,调幅及磁带均正常	(170)	1. JW-258 型声控录音机录音后放音无声	(181)
11. HS-T23 型收放机在调频收音时无立体声效果	(170)	2. EW188R 型声控收录机话筒无法录音	(183)
12. HS-RD7 型收放机中波收音在电台频率附近的位置有啸叫,准确收到电台后啸叫消失	(174)	3. 金品 3032 型收录机录音后重放声音小	(186)
(三)采用数字调谐式的收放机 ...	(176)	4. W-180 型收录机话筒录音重放噪声大	(187)
1. PP125 型数字调谐收放机 UP 键失灵,且显示少笔划	(176)	5. KT-V950 型收录放机录音后左声道高频差	(188)
2. PP225 型数字调谐收放机在 FM/AM 自动搜索时均无法停止锁住电台	(178)	附录一 常见小宝贝的 IC 代换表	(191)
3. JW268 型数字调谐收放机 FM/AM 收音均收		附录二 国际主要收录机参数 ...	(192)
		附录三 英汉名词对照表	(194)

第一章 小宝贝基本工作原理与组成

家庭音响设备 (一)

第一节 概述

一、小宝贝的发展

在 70 年代末期,随着晶体管、集成电路技术的不断发展以及各种元器件的小型化、微型化,出现了可以装入衣服口袋里用普通盒式录音磁带的放音机。由于它具有体积小、重量轻、便于携带等优点,因此受到人们的普遍欢迎。我国从 80 年代末开始引进小宝贝的生产流水线,经过 10 多年不懈的努力,已成为世界上最大的小宝贝生产基地。

小宝贝最初是作为高档消费品投入市场,发展到目前成为日常用品而进入家庭,其功能也由最初的单放机发展到收放机、收录放机。由于结构、注塑工艺的发展,小宝贝的外形样式、外表颜色越来越多样化。现在人们选择小宝贝时,不仅考虑到其造型是否美观,而且注重其功能是否齐全。

二、小宝贝的分类

目前,国内市场上的小宝贝品种很多,根据它的功能可分类如下:

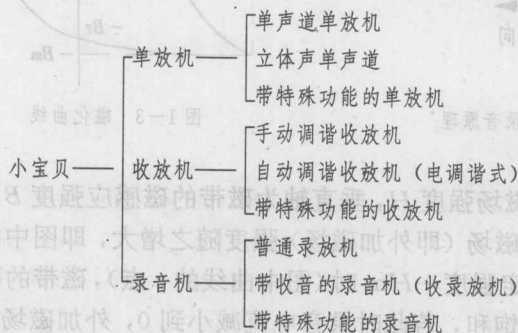


图 1-1 小宝贝分类

图 1-1 中所提的特殊功能是指:磁带选择、自动翻带、音调均衡(重低音)、杜比降噪、声控录音等。

第二节 小宝贝基本工作原理

一、小宝贝基本工作原理

小宝贝之所以能够放音、录音、收音,是因为它具有磁带录放电路,能将录音电路的电

信号转换成磁信号记录在磁带上，也可将磁带上的磁信号转换为电信号经放大通过推动喇叭（耳机）将其还原成声音，并且还具有收音电路，可接收电台播送的无线广播信号，进行解调后形成音频信号推动喇叭（耳机），也可通过磁带录音电路记录在磁带上。

（一）磁带录音原理

磁带录音就是先把声音转换为电信号，经过录音放大电路放大后再将电信号通过磁头转换成磁信号记录在磁带上过程。如图 1-2 所示。磁带在放音机构的驱动下匀速经过录音磁头的工作间隙，当声音被话筒接收后则转换成音频电信号，先经录音放大器放大，然后以电流方式流过录音磁头的线圈，在录音磁头的工作间隙间就产生随声音信号变化的磁场，磁带经过录音磁头的工作间隙时被磁化并在离开工作间隙后留下剩磁，这样声音就以剩磁方式记录在磁带上。

磁带的磁化及剩磁特性可用磁化曲线来表示，如图 1-3 所示。

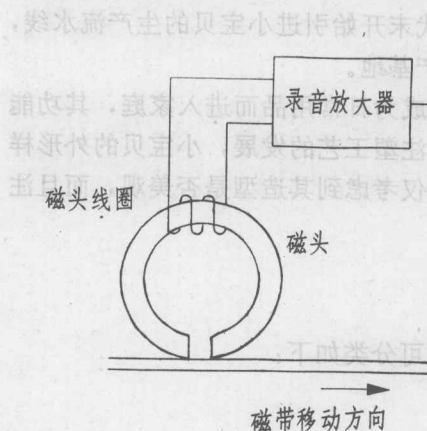


图 1-2 磁带录音原理

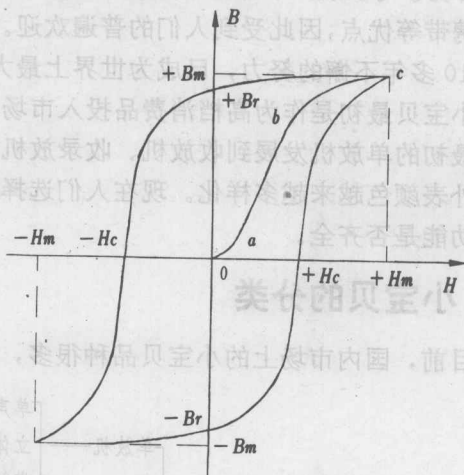


图 1-3 磁化曲线

图 1-3 中水平轴为外加磁场强度 H ，垂直轴为磁带的磁感应强度 B 。当通过磁头的录音电流由 0 逐渐增大时，磁头的磁场（即外加磁场）强度随之增大，即图中的 $0 \rightarrow a \rightarrow b$ 磁化曲线，当外加磁场强度增加到一定强度 $+H_m$ 时（图中曲线的 c 点），磁带的磁感应强度 $+B_m$ 已不能再增加，即磁带已达到磁饱和，若此时录音电流减小到 0，外加磁场强度也减小到 0，而磁带上还留有剩磁 Br 。当录音电流反向增大，使外加磁场强度达到 $-H_c$ 时，磁带的磁感应强度减小到 0，此时的外加磁场强度 $-H_c$ 称为磁带的矫顽磁力。当录音电流反向继续增大，使外加磁场强度达到 $-H_m$ 时，磁带达到反向磁饱和状态，磁带的磁感应强度为 $-B_m$ ，录音电流反向减小到 0，使外加磁场强度也随之减小到 0，磁带上留下剩磁 $-Br$ 。若录音电流再次正向增加，使外加磁场强度至 H_m ，形成闭合的磁化曲线（磁滞回线）。

图 1-3 中曲线的 $0abc$ 一段称为初始磁化曲线，可以看出，曲线 $0 \rightarrow a$ 及 $b \rightarrow c$ 的外加磁场强度与磁带的磁感应强度是非线性的关系，它们的波形如图 1-4 所示。如果这样录音，就会产生严重失真。为了避免这种失真，必须在录音时加入偏磁，使记录在磁带的剩磁处于初始磁化曲线的线性部分。如果小宝贝的抹音采用恒磁抹音，即经过抹音的磁带其剩磁处于饱和状态，那么录音记录的剩磁处于磁化曲线上。如果小宝贝的抹音采用交流抹音，即经过抹音

的磁带其剩磁为 0，那么此时若直接进行录音则记录的剩磁处于初始磁化曲线。

偏磁方式有两种：即直流偏磁和交流偏磁。

直流偏磁时，通过对录音磁头加入一定的直流电流使磁头的工作间隙中产生一个固定的偏磁磁场，调节偏磁电流的方向和大小，可使记录的剩磁处于磁化曲线的线性部分，避免了录音失真。如图 1-5 所示。

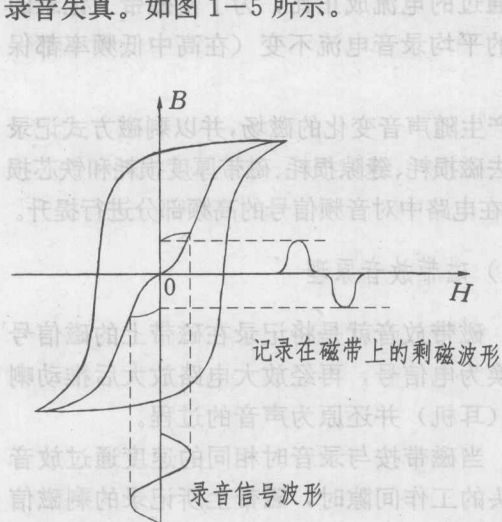


图 1-4 偏磁原理

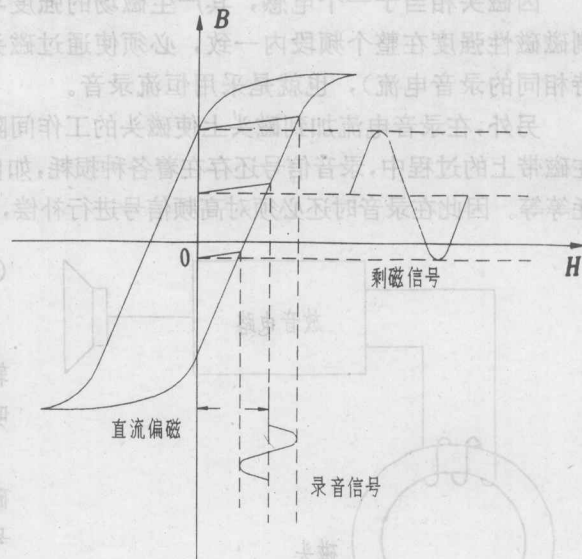


图 1-5 直流偏磁原理

交流偏磁时，通过对录音磁头加入一个超音频的交流电流同样可使磁带记录的剩磁避开磁化曲线的弯曲部分，达到消除失真的目的。如图 1-6 所示。

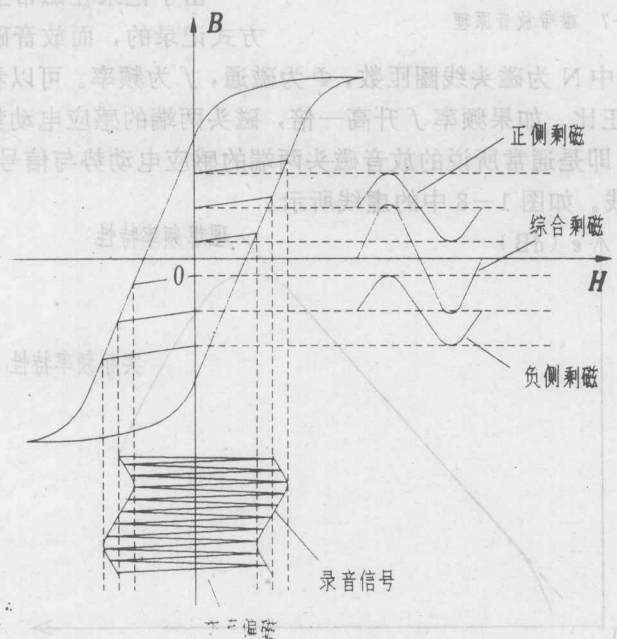


图 1-6 交流偏磁原理

加在录音磁头上的偏磁电流有一个最佳值，在录音电路设计时，可通过改变偏磁元件的值，使偏磁电流满足最佳值的要求。如果偏磁电流太小，录音后重放信号失真大，但若是偏磁电流过大，又使录音信号的高频部分损失严重，导致录音后重放响太窄。录音磁头的最佳值由磁头的生产厂家给出，一般小宝贝的偏磁电流为几百微安。

因磁头相当于一个电感，其产生磁场的强度与通过的电流成正比，为了使磁带上记录的剩磁磁性强度在整个频段内一致，必须使通过磁头的平均录音电流不变（在高中低频率都保持相同的录音电流），也就是采用恒流录音。

另外，在录音电流加到磁头上使磁头的工作间隙产生随声音变化的磁场，并以剩磁方式记录在磁带上的过程中，录音信号还存在着各种损耗，如自去磁损耗、缝隙损耗、磁带厚度损耗和铁芯损耗等等。因此在录音时还必须对高频信号进行补偿，即在电路中对音频信号的高频部分进行提升。

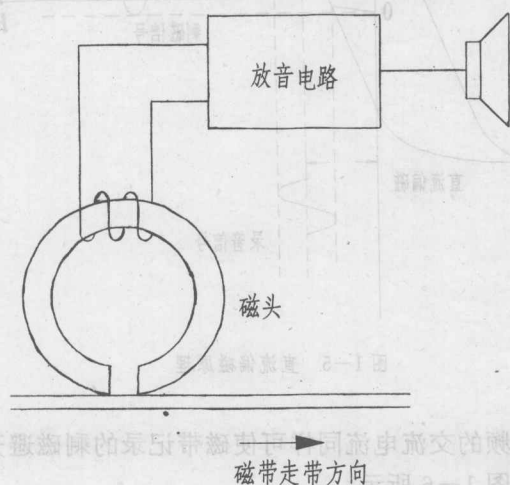


图 1-7 磁带放音原理

(二) 磁带放音原理

磁带放音就是将记录在磁带上的磁信号转换为电信号，再经放大电路放大后推动喇叭（耳机）并还原为声音的过程。

当磁带按与录音时相同的速度通过放音磁头的工作间隙时，磁带上所记录的剩磁信号的磁力线通过放音磁头的环形铁芯形成闭合回路，环形铁芯上的线圈受变化磁通的作用感应出随磁带剩磁变化的感生电动势，即放音磁头的线圈输出随磁带剩磁变化的音频电压信号。如图 1-7 所示。

由于记录在磁带上的剩磁信号是以恒流方式记录的，而放音磁头两端的感应电动势为： $E=2\pi fN\Phi$ ，其中 N 为磁头线圈匝数， Φ 为磁通， f 为频率。可以看出，磁头两端的感应电动势与 f 频率成正比。如果频率 f 升高一倍，磁头两端的感应电动势 e 也升高一倍，以分贝表示则为 6dB，即是通常所说的放音磁头两端的感应电动势与信号频率是一条以 6dB/倍频程斜率上升的直线。如图 1-8 中的虚线所示。

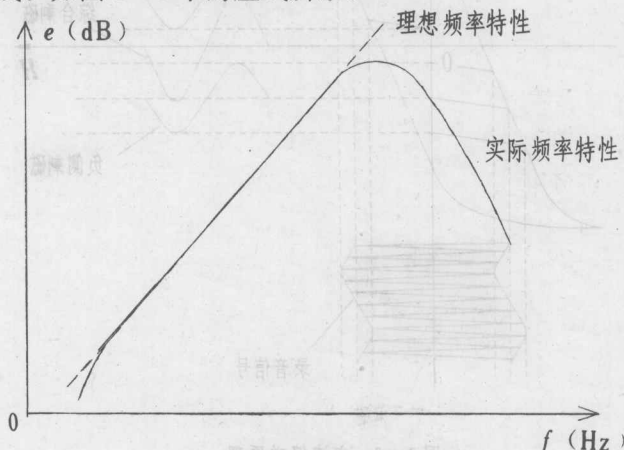


图 1-8 放音磁头频率特性

由于在放音过程中还存在着缝隙损耗、间隔损耗、方位角损耗及涡流损耗等，因此实际上磁带的录放频响由于磁头在录放过程中存在的各种损耗，而使得频响曲线在高、低频都有下降，如图 1—8 中的实线所示。相对来说，放音的高频信号比低频信号衰减要大得多，因此在放音过程中也须对信号的高频部分加以提升。

(三) 磁带抹音原理

在录音信号通过录音磁头以剩磁方式记录在磁带上时，磁带上不能有其他信号，如果有，就必须进行抹音以清除其内容再录音。

抹音的方式有两种：直流抹音和交流抹音。小宝贝由于受到体积、电源等因素的限制，通常都采用恒磁抹音（直流抹音的一种），当磁带经过抹音头工作间隙的强磁场时，磁带被磁化到饱和，从而消除了原有的剩磁信号，达到抹音的目的。

(四) 收音原理

小宝贝收音一般具有调频（FM87~108MHz）和调幅中波（AM526.5~1606.5kHz）两个波段，其电路形式与采用超外差接收方式的普通收音机的电路形式很相似。由天线接收到的广播电台的高频载波信号，经过混频电路变频后得到的中频信号进行中频放大，然后再进行检波或鉴频得到音频信号。调频接收时还要对鉴频后的音频信号进行立体声解码并通过加重电路得到 L、R 两路信号。

1. 调幅收音电路工作原理

调幅收音电路的方框图如图 1—9 所示。

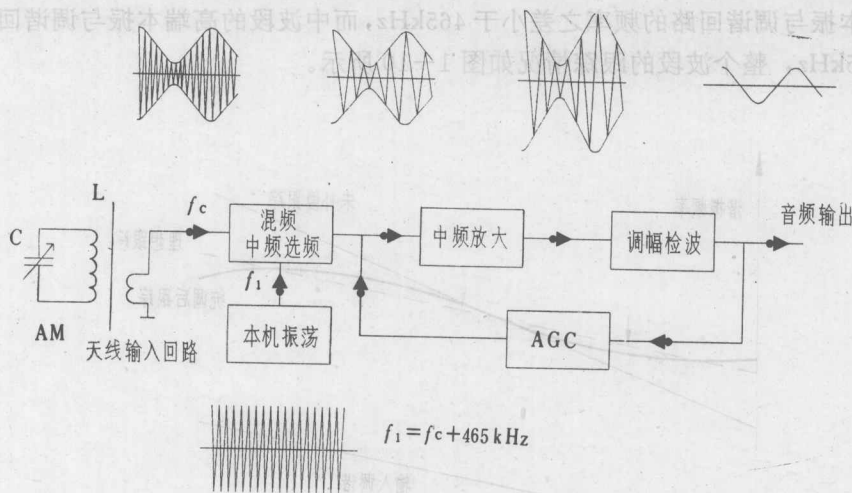


图 1—9 调幅收音电路方框图

磁性天线 L 感应的广播电台的高频载波信号，由磁性天线和双连可变电容 C 组成的调谐回路选择所要接收电台载波的频率（LC 串联谐振），再与本振电路产生的等幅振荡信号同时送入混频电路，在设计时选择适当的参数使本振的频率高于调谐回路的谐振频率一个中频（465kHz），使混频后得到 f_1 （本振频率）— f_c （电台频率）、 $f_1 + f_c$ 等新的频率。这些新的频

率虽然载波的频率发生了改变,但载波上调制的音频信号包络并未改变。由中频选频回路选出 $f_1 - f_c = 465\text{kHz}$ 的中频信号,送入中频放大电路进行中频放大,再经过检波电路检出音频信号,即去掉载波 465kHz 留下音频调制信号。为了在接收强信号电台和弱信号电台时的检波电路检出音频信号都能保持基本不变,还需由自动增益控制电路 (AGC) 从检波电路的检出的音频信号中取出控制电压控制中频放大电路的增益。

由于调谐回路的频率覆盖系数与本振的频率覆盖系数相差较大,二者的频率覆盖系数如下:

$$\text{调谐回路 } K_t = \frac{f_h}{f_l} = \frac{1606.5\text{kHz}}{526.5\text{kHz}} \approx 3.05$$

$$\text{本振 } K_o = \frac{f_h + \text{中频}}{f_l + \text{中频}} = \frac{(1606.5 + 465)\text{kHz}}{(526.5 + 465)\text{kHz}} \approx 2.09$$

为使整个中波段都能实现良好的跟踪 (即调谐回路的频率与本振的频率之差恒为 465kHz),而一般的小宝贝均采用改变谐振电容而实现调谐,因此必须使双联可变电容的每一联的变化分别满足 K_t 和 K_o ,由于谐振频率与电容的平方根成反比 ($f = 1 / (2\pi \sqrt{LC})$),因此双联可变电容 C 的本振连和调谐回路连的最大容量与最小容量之比分别为:

$$\text{调谐回路 } N = K_t^2 \approx 9.30$$

$$\text{本振 } N = K_o^2 \approx 4.37$$

为了达到这一目的,设计小宝贝时通常有两种方法:

一种方法是采用差容式双联可变电容器,其两组的容量一大一小,最大容量与最小容量之比分别满足 K_t 与 K_o ,从而使整个中波段都能获得良好的跟踪。

另一种方法是采用等容式双联可变电容器,其两组的容量相等。在电路设计时,使接收中波中间频段 (如 1000kHz 左右) 电台信号时本振与调谐回路的频率之差为 465kHz ,此时中波段的低端本振与调谐回路的频率之差小于 465kHz ,而中波段的高端本振与调谐回路的频率之差大于 465kHz ,整个波段的跟踪情况如图 1-10 所示。

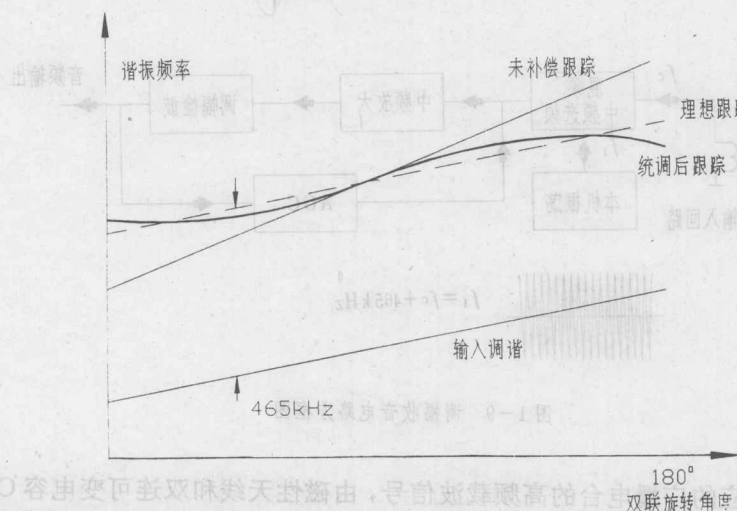


图 1-10 AM 波段跟踪

因此在振荡回路中串联一只容量较大的(300pF左右)垫整电容和并联一只容量较小的(10~20pF)补偿电容,使得在中波低频段的本振频率主要受垫整电容的影响(并联的补偿电容容量较小,对本振频率影响不大)。垫整电容与本振连电容串联,电容量减小,本振频率升高,使跟踪曲线与理想跟踪直线在低频段有一交点;在中波高频段的本振频率主要受补偿电容的影响(串联的垫整电容容量较大,对本振频率影响不大),补偿电容与本振连电容并联,电容量增大,本振频率降低,使跟踪曲线与理想跟踪直线在高频段也有一交点,如图1-10所示。

通常低频段的交点取600kHz、中频段的交点取1000kHz、高频段的交点取1400kHz。这种方法使跟踪曲线只有三点其调谐回路频率与本振频率之差为465kHz,而其它的频率点的调谐回路频率与本振频率之差接近465kHz,称之为三点统调。由于中波的中频通频带较宽,因此基本上整个中频段都可良好跟踪。三点统调的电路原理如图1-11所示。图中L1为中波磁性天线,L2为中波振荡线圈,Ca、Cb为等容式双连可变电容,Ca1、Cb1为并联在Ca、Cb上的微调电容(补偿电容),C1为垫整电容。

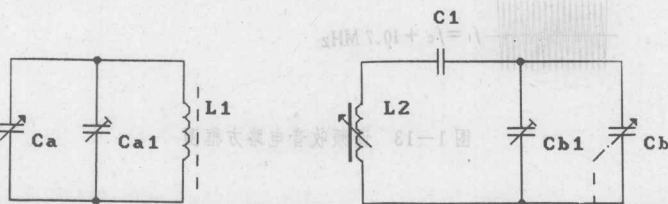


图1-11 三点统调电路原理

实际统调时,由于1000kHz频率点的统调是电路设计好的,因此只需在600kHz时调节调谐磁性天线L1的电感量,并在1400kHz时调节调谐回路上的微调电容Ca1将这两个频率点的调谐回路频率与本振的频率之差调为465kHz即可。

小宝贝的收音部分一般都采用集成电路,调幅检波采用三极管检波电路,其检波原理如图1-12所示。

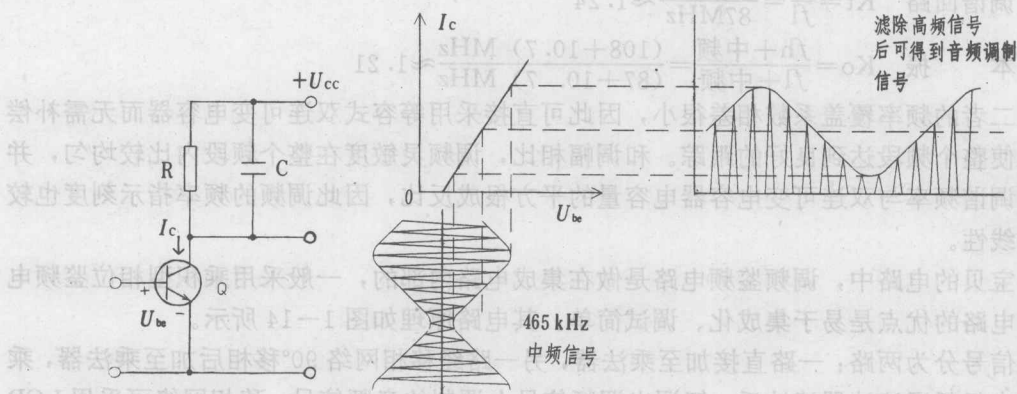


图1-12 AM检波原理

三极管的静态工作点设置在导通电压上, 调幅波信号从三极管的基极输入, 三极管的集电极输出包含了调制信号的脉冲信号, 再经过 RC 滤波, 解调出调制在载波上的音频信号。

2. 调频收音电路工作原理

调频收音电路的方框图如图 1-13 所示。

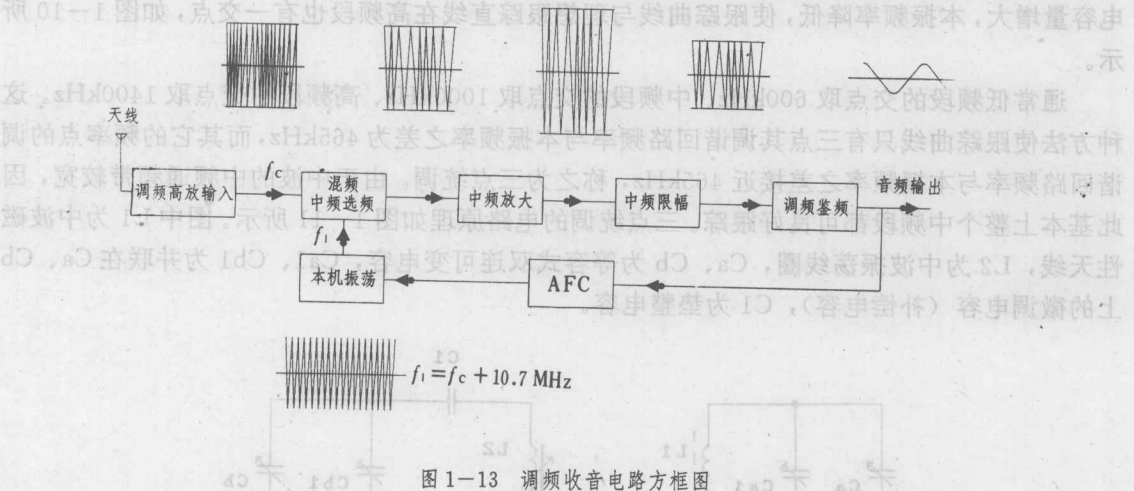


图 1-13 调频收音电路方框图

天线感应的广播电台的高频载波信号, 由高频放大和调谐回路选择所要接收电台载波的频率, 再与本振电路产生的振荡信号同时送入混频电路, 本振的频率高于调谐回路的谐振频率一个中频 (10.7MHz), 使混频后得到 $f_1 - f_c$ 、 $f_1 + f_c$ 等新的频率; 由中频选频回路选出 $f_1 - f_c = 10.7\text{MHz}$ 的中频信号, 送入中频放大电路进行中频放大, 通过限幅电路把调频波上的幅度干扰和噪声消除, 成为等幅的调频波, 再经过鉴频电路检出音频信号。由于调频的载波频率较高, 本振的频率和中频频率相差较远, 所以本振频率容易发生漂移。为了稳定地接收调频电台信号, 还必须增加自动频率控制电路使本振频率和电台信号频率之差保持为 10.7MHz。

调频调谐回路的频率覆盖系数与本振的频率覆盖系数如下:

$$\text{调谐回路 } K_t = \frac{f_1}{f_1} = \frac{108\text{MHz}}{87\text{MHz}} \approx 1.24$$

$$\text{本 振 } K_o = \frac{f_h + \text{中频}}{f_l + \text{中频}} = \frac{(108 + 10.7) \text{ MHz}}{(87 + 10.7) \text{ MHz}} \approx 1.21$$

可见二者的频率覆盖系数相差很小, 因此可直接采用等容式双连可变电容器而无需补偿电路即能使整个频段达到良好的跟踪。和调幅相比, 调频灵敏度在整个频段内比较均匀, 并且调频的调谐频率与双连可变电容器电容量的平方根成反比, 因此调频的频率指示刻度也较容易做成线性。

在小宝贝的电路中, 调频鉴频电路是做在集成电路内部的, 一般采用乘积型相位鉴频电路, 这种电路的优点是易于集成化、调试简单。其电路原理如图 1-14 所示。

调频信号分为两路: 一路直接加至乘法器, 另一路经移相网络 90° 移相后加至乘法器, 乘法器的输出经低通滤波器滤波后, 解调出调频信号上调制的音频信号。移相网络可采用 LCR 谐振回路, 如图 1-15 所示。LC 谐振频率为 10.7MHz。在实际调试中, 调整 L 的电感量使鉴频 S 曲线的中点位于水平轴上。