

家用电器维修丛书

收音机和收录机 电路分析与维修技术

上海市电子电器技术协会 上海市闸北区业余大学 编著



上海科学普及出版社

家用电器维修丛书

收音机和收录机电路分析与维修技术

上海市电子电器技术协会 编著
上海市闸北区业余大学

上海科学普及出版社

(沪)新登字第 305 号

责任编辑 胡名正 范 敏 黄琼志
封面设计 毛增南

收音机和收录机电路分析与维修技术

上海市电子电器技术协会

编著

上海市闸北区业余大学

上海科学普及出版社出版

(上海曹杨路 500 号 邮政编码 200063)

新华书店上海发行所发行 上海市委党校印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 23.5 插页 10 字数 569000

1995 年 6 月第 1 版 1995 年 6 月第 1 次印刷

印数 1—5000

ISBN 7-5427-0916-X/TN·14 定价: 24.00 元

《家用电器维修丛书》编委会

主 编：孔宪豪 王元熊

编 委：瞿成往 黄承尧 倪桂林 吴 耕 陈林春

单锦星 赵忠卫 瞿成龙 王锦华 张人伟

本册主编：单锦星

本册作者：(以姓氏笔划为序)

王志华 陈 华 单锦星

《家用电器维修丛书》编写说明

随着科学技术的发展,各种新型家用电器已日益深入到千家万户,家用电器的普及不仅使人们从繁重的日常家务操作中解脱出来,而且为丰富人们的文化生活提供了物质基础。

家用电器的品种繁多,既有各类电扇、吸尘器、洗衣机、电冰箱、微波炉、空调器等实用电器;也有收录机、电视机和录像机等电子设备。为了向广大的读者提供家用电器的原理、结构、选用、故障诊断和维护修理等方面的知识,上海市电子电器技术协会和上海市闸北区业余大学组织了有关大专院校的专业教师和部分家用电器制造厂的工程技术人员共同编写了这套《家用电器维修丛书》。

本丛书的五个分册为:

1. 《家电维修电工与电子技术基础》
2. 《家庭实用电器电路分析与维修技术》
3. 《收音机和收录机电路分析与维修技术》
4. 《黑白与彩色电视机电路分析与维修技术》
5. 《录像机电路分析与维修技术》

本丛书在编写的方法上力求深入浅出,简洁明了。配以线路图表,增强直观性。并注意丛书的系统性和相对的独立性。因此,本丛书还可以作为家用电器维修人员、军地两用人才的培训教材以及家电专业人员和业余爱好者的参考资料。

丛书在组织、编写和审稿的过程中,得到了许多单位的大力支持,在此表示衷心的感谢。对书中存在的缺点和错误,恳切地希望读者批评指正。

《家用电器维修丛书》编委会

1993年8月

前 言

本书分收音和录音两大部分。

收音部分的前三章从无线电接收的基本知识着手，介绍了收音机的工作原理、主要技术指标及调幅、调频收音机的高、中、低频电路。在调频机中，对立体声接收作了重点讲述，同时，每节还穿插了典型电路分析和主要故障排除方法。前者为后者服务，后者加深了对前者的理解。第四章介绍了数字调谐（DTS）收音电路，第五章集中讲述了收音机的选择、使用及维修、调整，为检修人员提供了入门途径及范例。

录音机部分的前两章对录音机的整体及机心、电机、磁头等主要零部件作了介绍，第八、第九章以众多的实例对录音机的主要电路作了分析。第十章为录音机的使用、维护与修理。

为了便于读者查阅有关资料，本书还将收录音机常用的集成电路、晶体管、磁头等用表格形式分门别类地插入相应章节。为便于寻找，在附录中编印了索引，同时还将与收录音机密切相关的标准及常用的英文标记收入附录中。

本书由单锦星主编。其中除录音机部分第十章盒式收录机的维护与检修由陈华编写，第七章中磁带驱动机构（机心）部分由王志华编写以外，其余各章节由单锦星编写。上海录音器材厂顾立人提供附录中盒式磁带收录机的英文标记，还对本书稿进行了仔细审阅并提出许多宝贵意见，在此谨致以衷心感谢。

由于作者水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，恳切希望读者批评指正。

作 者

1994年12月

内 容 提 要

本书系统地介绍了收音机(包括调幅及调频立体声收音机)和录音机的整机及各部分组成、工作原理、性能指标,并结合典型电路分析,对常见故障的检修、调整作了阐述。书中还穿插了常用的计算公式、资料、数据,各章后面附有思考题。本书除适用于电子产品维修人员及无线电爱好者作学习教材外,对从事电子工程的技术人员也有一定的参考价值。

目 录

第一篇 收音机部分	(1)
第一章 无线电接收的基本原理	(1)
第一节 无线电接收的基本知识	(1)
一、无线电波的发送与接收	(1)
二、无线电接收机的演变	(2)
第二节 外差式收音机	(3)
一、外差式收音机的组成	(3)
二、各级工作过程及波形图	(3)
三、实际电路分析	(4)
第三节 收音机的主要技术指标	(4)
一、灵敏度和信噪比	(6)
二、抗干扰特性	(6)
三、频率特性	(7)
四、非线性失真	(7)
思考题	(7)
第二章 调幅收音电路	(9)
第一节 输入电路	(9)
一、输入电路的作用	(9)
二、输入电路的种类及特点	(9)
三、实际电路	(11)
四、主要故障分析	(12)
第二节 混频与变频电路	(12)
一、混频电路的作用原理	(12)
二、本机振荡电路	(13)
三、混频电路实例	(14)
四、变频电路实例	(15)
五、常见故障分析	(15)
第三节 中频放大电路	(16)
一、中频放大电路的作用原理和主要类型	(16)
二、单调谐中频放大器	(17)
三、双调谐中频放大器	(20)
四、IC 中频放大器	(22)
第四节 检波与自动增益控制(AGC)电路	(26)
一、检波电路	(26)

二、自动增益控制(AGC)电路	(27)
三、实用电路分析	(29)
四、主要故障检修	(30)
第五节 音频放大电路	(30)
一、前置低放电路	(30)
二、功率放大电路	(33)
三、电路实例分析	(35)
四、主要故障检修	(40)
思考题	(41)
第三章 调频接收电路	(43)
第一节 调频接收机的特点、组成及基本参数	(43)
一、调频接收的特点	(43)
二、调频收音机的基本组成	(43)
三、调频收音机的主要技术指标	(44)
第二节 调频高频调谐器	(48)
一、晶体管高频头	(49)
二、场效应管高频头	(57)
三、IC 高频头	(65)
四、电调谐高频头	(68)
五、典型电路的故障分析	(70)
第三节 中放与鉴频电路	(73)
一、LC 中放及比例鉴频电路	(73)
二、陶瓷滤波器中放电路	(76)
三、IC 中放及乘积式相位鉴频电路	(79)
四、典型电路的故障分析	(88)
第四节 调频接收机的附加电路	(90)
一、静噪电路	(90)
二、调谐指示电路	(92)
第五节 调频立体声接收电路(导频制)	(93)
一、调频立体声广播简介	(93)
二、调频立体声接收电路的基本组成	(94)
三、副载波发生器	(94)
四、立体声解码器	(99)
思考题	(104)
第四章 数字调谐(DTS)收音电路	(105)
第一节 概述	(105)
一、电压合成方式	(105)
二、锁相环频率合成方式	(106)
第二节 数字调谐收音机简介	(107)

一、功能特点·····	(107)
二、工作原理·····	(107)
第三节 数字调谐收音机电路分析·····	(111)
一、收音通道·····	(111)
二、控制部分·····	(113)
第四节 几种常用的数字调谐收音机控制电路·····	(114)
一、 μ PD 1715-015 ·····	(114)
二、 μ PD 1723-012 ·····	(116)
三、TC 9307AF-010 ·····	(122)
四、LC 7234-8460 ·····	(127)
思考题·····	(130)
第五章 收音机的维护和修理 ·····	(147)
第一节 收音机的选择、使用、维护和保养·····	(147)
一、收音机的选择·····	(147)
二、收音机的使用、维护和保养·····	(148)
第二节 收音机故障检修法·····	(149)
一、直观检查法·····	(149)
二、电压电流测量法·····	(149)
三、信号检测法·····	(150)
四、替换法·····	(150)
五、交流短路法·····	(150)
六、开路分割法·····	(150)
第三节 收音机常见故障的检修·····	(151)
一、无声·····	(151)
二、声音轻·····	(153)
三、灵敏度低·····	(154)
四、串台·····	(155)
五、失真·····	(155)
六、声音时有时无·····	(156)
七、杂声·····	(156)
八、自激或阻塞·····	(157)
九、机震·····	(158)
第四节 修理中的调整与测试·····	(158)
一、直流工作状态的调整与测量·····	(158)
二、低频放大器的测量·····	(158)
三、中频与鉴频的调整·····	(159)
四、高频调试·····	(160)
思考题·····	(161)
第二篇 录音机部分 ·····	(162)

第六章 录音机的基本知识	(162)
第一节 录音机的类型及特点	(162)
一、盘式录音机.....	(162)
二、卡式录音机.....	(163)
三、盒式录音机.....	(165)
四、微盒式录音机.....	(165)
五、大盒式录音机.....	(166)
六、录音座.....	(167)
第二节 录音机的工作原理	(169)
一、录音.....	(169)
二、放音.....	(170)
三、抹音.....	(170)
第三节 录音机的电路组成	(171)
一、整机方框图及功能分析.....	(171)
二、各级增益分配.....	(173)
第四节 录音机的主要技术指标	(174)
一、带速误差.....	(174)
二、抖晃率.....	(174)
三、录音磁平.....	(174)
四、全通道信噪比.....	(174)
五、全通道频响.....	(175)
六、全通道谐波失真.....	(175)
第五节 录音机常用的功能装置	(175)
一、机心按键功能及符号.....	(175)
二、录音机中的开关及插孔.....	(175)
思考题.....	(176)
第七章 盒式录音机的主要零部件	(177)
第一节 磁带驱动机构（机心）	(177)
一、机心的主要技术指标.....	(177)
二、机心的主要组成.....	(178)
三、机心的工作过程及其主要故障.....	(182)
第二节 电机	(186)
一、电机的一般构造.....	(186)
二、常用电机的技术指标.....	(187)
三、电机的稳速、调速装置.....	(189)
四、电机的主要故障分析.....	(190)
五、电机的转速调整.....	(191)
第三节 磁头	(191)
一、磁头的构造、种类与特点.....	(191)

二、盒式磁头的外形尺寸.....	(192)
三、盒式磁头的主要性能指标.....	(193)
四、磁头的选用与代换.....	(200)
第四节 盒式磁带.....	(202)
一、盒式磁带的尺寸与构造.....	(202)
二、盒式磁带的主要性能指标.....	(205)
三、盒式磁带的种类.....	(206)
四、盒式磁带的选择和使用.....	(206)
思考题.....	(207)
第八章 盒式录音机的电路原理.....	(208)
第一节 前置电路.....	(208)
一、前置电路的作用、类型及特点.....	(208)
二、前置输入电路.....	(209)
三、前置放大电路.....	(211)
第二节 频率均衡电路.....	(213)
一、均衡电路的作用原理.....	(213)
二、RC 衰减式放音频率均衡电路	(218)
三、RC 负反馈式放音频率均衡电路	(220)
四、录音频率补偿电路.....	(222)
第三节 录音放大器.....	(227)
一、录音放大器的功能、特点.....	(227)
二、RC 录音放大器	(228)
三、电感负载及变压器升压式录音放大器.....	(230)
四、IC 录音放大器	(231)
五、功放共用式录音放大器.....	(237)
第四节 偏磁及偏磁供给电路.....	(239)
一、录音偏磁的作用、原理及参数选择.....	(239)
二、单管 LC 偏磁振荡电路	(243)
三、推挽式 LC 偏磁振荡电路	(244)
四、利用抹音头电感的偏磁振荡电路.....	(246)
五、偏磁供给电路.....	(248)
第五节 自动电平控制电路(ALC)	(249)
一、ALC 电路的作用原理及性能参数	(249)
二、二极管衰减式 ALC 电路	(251)
三、三极管衰减式 ALC 电路	(252)
思考题.....	(254)
第九章 盒式录音机的特殊电路.....	(256)
第一节 音调控制电路.....	(256)
一、单音调控制电路.....	(256)

二、高低音音调控制电路	(258)
三、简易图示式音调控制电路	(264)
四、模拟电感图示式音调电路	(267)
五、音调电路的故障分析	(270)
第二节 降噪电路	(274)
一、杜比 B 型降噪电路	(275)
二、杜比 C 型降噪电路	(278)
三、dbx 降噪系统	(280)
第三节 自动选曲电路	(282)
一、选曲电路的作用原理	(282)
二、一曲选曲电路	(282)
三、多曲选曲电路	(287)
四、选曲功能在使用中的注意事项	(292)
五、选曲电路与整机的配合	(293)
六、选曲电路的检测	(294)
七、选曲功能的故障分析	(295)
第四节 频谱显示电路	(297)
一、无源网络式频谱显示电路	(297)
二、有源网络式频谱显示电路	(298)
思考题	(299)
第十章 盒式收录机的维护与检修	(301)
第一节 必要的维护与正确的使用	(301)
一、不使用时的保管	(301)
二、日常使用保养维护	(301)
三、盒式收录机的正确使用	(303)
第二节 检修思路与检修方法	(303)
一、盒式收录机的检修思路	(303)
二、盒式收录机的检修方法	(304)
三、盒式收录机检修过程中尚需进行的调试项目	(309)
第三节 盒式收录机机心故障与检修	(311)
一、盒式收录机机心故障的种类和检修方法	(311)
二、盒式收录机机心故障举例	(312)
第四节 盒式收录机电路故障与检修	(315)
一、盒式收录机电路故障类型及检修方法	(315)
二、盒式收录机整机故障分析与检修	(317)
三、盒式收录机常见电路故障的原因	(318)
四、几种关键元器件的检验与代换	(322)
思考题	(324)
附录一 收录机常用元器件性能参数简明索引	(325)

附录二	GB 9374-88 声音广播接收机基本参数	(326)
附录三	GB 2019-87 磁带录音机基本参数和技术要求	(337)
附录四	国外部分厂家集成电路字母代号一览表	(347)
附录五	盒式磁带收录机的英文标记	(348)

第一篇 收音机部分

第一章 无线电接收的基本原理

第一节 无线电接收的基本知识

一、无线电波的发送与接收

众所周知,现代通信广播是将欲传递的信号(一般为 $20\text{Hz} \sim 20\text{kHz}$ 的音频)调制到射频(一般为 300kHz 以上的高频)上,然后通过天线向空中发射。远处的接收机再从其天线感应到的电波中选择需要的射频信号加以放大解调,还原成原来的信号,推动终端设备(如扬声器)为人们所感知。其发射与接收的过程可用图 1.1 的方框图来说明。

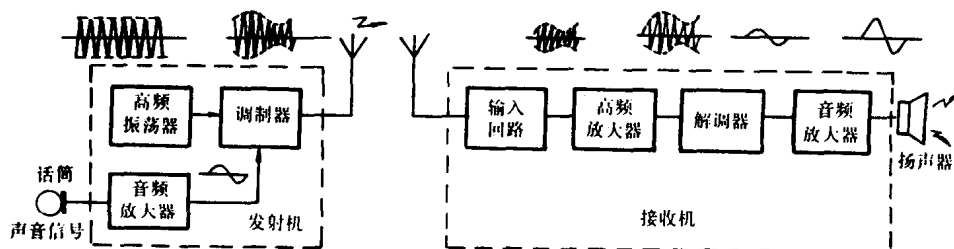


图 1.1 无线电波的发送与接收方框图

1. 发射机的工作过程

首先把欲传递的声音信号通过话筒转换成相应频率的电信号。

- 这一微弱的信号通过音频放大器放大后送往调制器。
- 由高频振荡器产生的高频振荡信号(作为载频)也送往调制器。
- 调制器通过其内部的非线性器件作用,将音频信号调制在载频上,形成一已调射频信号。根据调制方式的不同又可分幅度调制、频率调制和相位调制。
- 调制后的已调射频信号送往天线(或经已调波放大后再送往天线)向空间辐射。这一电磁波以 $3 \times 10^8 \text{m/s}$ 速度向外传送。

2. 接收机的工作原理

- 载着信号的电磁波在接收机天线上产生感应电动势。
- 欲接收频率的感应电势在输入回路中得到加强(即经过选择),并经输入回路馈送给高频放大器。
- 这一频率的电信号又经高频放大器得到放大,放大后的信号送往解调器。
- 解调器通过非线性器件的作用,从高频信号中解出所需的音频信号。
- 解出的音频信号经音频放大器放大推动终端设备——扬声器还原成相应的声音。

经过发射机和接收机的工作，人们就将欲传送的信息(声音)借助于电磁波传送到千里以外的接收点。

二、无线电接收机的演变

从以上信号接收的过程来看，接收机必须完成的两项任务：一是要从到达天线的纷纭众多电波中(除欲接收的电台信号外，其他均可视为干扰)选出所需的电台信号；二是要从已调射频信号中解出真正欲传递的信息。无线电接收机从最初的矿石机、高放式机到目前普遍应用的超外差接收机，均围绕着更好完成这两项任务而加以发展。

1. 矿石收音机——最简单的接收装置

矿石机的电原理图如图 1.2 所示。图中 L_1C_1 组成并联谐振回路，谐振频率由下式来决定。

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1 C_1}}$$

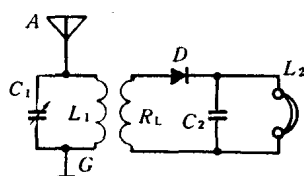


图 1.2 最简单的接收装置
——矿石机

调节可变电容器 C_1 可改变回路的谐振频率。当此谐振频率与某一欲收听的电台信号频率相等时，此信号在天线 A 上产生感应电压，并在回路的两端得到了加强，从而衰减了其他频率的信号，信噪比增大(起到了选择电台的作用)。这一加强了电压经过 L_1 、 L_2 之间的耦合及 C_2 加到矿石——天然半导体的两端，由于其单向导电的作用，检出音频信号，再通过耳机发出声音。在这种接收装置中，天线接收的微弱信号没有经过放大，故矿石机的接收灵敏度很低，使得远距离的微弱信号无法接收。另外，矿石机只靠一个由 L_1 、 C_1 组成的回路选择信号，所以选择信号的能力较差。

2. 高放式收音机

为了改善接收机的灵敏度和选择性，因此设计出高放式收音机。随着放大器件(电子管和半导体管)的出现，高放式接收机得到了发展。高放式接收机的方框图如图 1.1 所示，电原理图如图 1.3 所示。

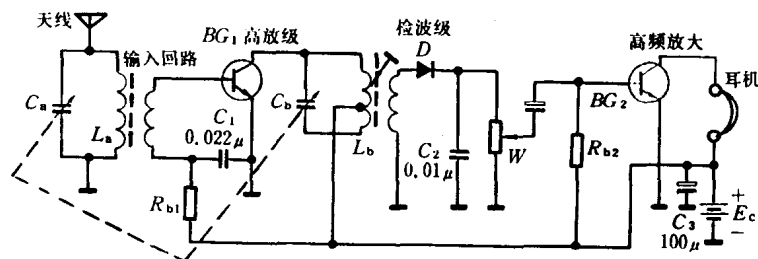


图 1.3 高放式收音机电原理图

天线感应的信号由输入回路(L_1 、 C_1)选择后，经电感耦合加到高频管 BG_1 的 b 、 e 极，在 c 、 e 极得到了放大后的高频信号，再经 L_2 、 C_2 组成的回路进一步抑制其他成分的干扰，送往检波级解调出音频信号，通过 BG_2 放大，推动耳机发声。高放式接收机虽然可以用增加高频放大器的级数来提高接收机的灵敏度和选择性，但是高放级数的增加将受到稳定性的制约，当级数增到一定数量时，后级输出端稍有一点信号反馈到输入端，就会被逐级放

大, 当该反馈信号一旦满足幅度和相位条件时就会产生自激振荡, 从而破坏了放大器的正常工作 (频率越高, 这种情况越严重)。其次, 为了选台必须使所有的 LC 回路调谐在同一个频率上, 这样使可变电容器 (C) 的同轴连数随高放级数的增加而增加, 并且各转动角度都要使各容量一致, 这种同步要求难以实现, 因为四连以上的可变电容器制造有困难。加上频率越高 (如在短波), 回路的相对通带越宽, 对临近干扰的抑制能力越差, 故性能要求较高的接收, 高放式接收机是无法满足的。针对高放式的弱点, 出现了外差式接收方法, 其原理及工作情况在下一节讲述。

第二节 外差式收音机

一、外差式收音机的组成

针对高放式接收的弱点, 外差式接收采用了先将所接收的高频信号变成一固定频率 (中频) 的办法, 再以中频放大器为主完成放大和选择的任务。由于中放输出端信号频率与天线输入端的信号频率相比, 中频频率较低, 故中放放大倍数稳定且可大大提高。又因中频的相对通带较窄又不易受接收信号频率高低的影响, 所以对邻近干扰的抑制能力大大提高。外差式收音机主要由变频、中频放大、检波及低频放大几部分组成, 其框图如图 1.4 所示。

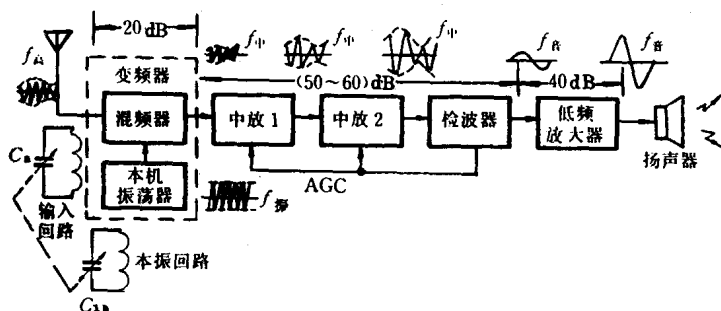


图 1.4 外差式收音机方框图

二、各级工作过程及波形图

外差式收音机各级工作波形及各级增益如图 1.4 所示。其工作原理大致分述如下：

- 由天线感应的信号经输入回路选出后, 送到混频器。
- 由本机振荡器产生一高频振荡电压, 同时送到混频器。本振电压频率 ($f_{\text{振}}$), 由于双连可变电容 (C_{1a} 、 C_{1b}) 同调, 所以始终比信号频率 ($f_{\text{高}}$) 高~中频 ($f_{\text{中}}$) (即 $f_{\text{中}} = f_{\text{振}} - f_{\text{高}}$)。
- 通过混频器的非线性作用, 产生 $\pm n f_{\text{振}} \pm m f_{\text{高}}$ ($m \cdot n$ 为大于 0 的正整数) 一系列复合信号, 其中只有 $f_{\text{振}} - f_{\text{高}}$ 的中频信号在混频器负载 (中频变压器 B_1) 端产生中频电压, 这一电压又被耦合到中频放大器。
- 中放 1、中放 2 为固定频率 (465 kHz 中频) 放大器, 整机的放大和抑制干扰主要由它们完成。经选频放大后的中频电压加到检波器。
- 检波器利用二极管的单向导电作用, 从调幅波中分离出音频信号 (调频接收时此级