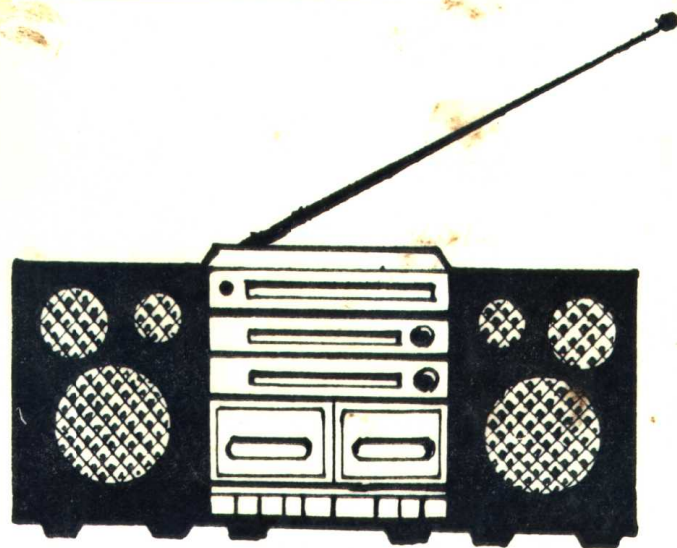


● 家用电器维修丛书

用万用表检修 调频调幅立体声收音机

家用电器维修丛书编写组



辽宁科学技术出版社

家用电器维修丛书

用万用表检修调频 调幅立体声收音机

家用电器维修丛书编写组 编

辽宁科学技术出版社

家用电器维修丛书

用万用表检修调频调幅立体声收音机

Yongwanyongbiao Jianxiu Tiaopin

Tiaopin Litisheng Shouyinji

家用电器维修丛书编写组 编

辽宁科学技术出版社出版 (沈阳市和平区北一马路108号)

辽宁省新华书店发行 朝阳新华印刷厂印刷

开本: $787 \times 1092^{1/16}$ 印张: $20^{1/4}$ 字数: 462,000

1992年3月第1版 1992年3月第1次印刷

责任编辑: 刘绍山

责任校对: 东 戈

封面设计: 庄庆芳

印数: 1—7,443

ISBN 7-5381-1327-4/TM·72 定价: 9.40 元

(辽)新登字4号

前 言

随着家用电器普及率的不断提高，家用电器的维修问题越来越突出。近年来，家电维修队伍不断壮大，广大维修人员急需通俗、实用的家电维修书籍帮助他们提高维修技能。另外，由于客观条件的限制，许多家电维修人员是在没有示波器、高、低频信号发生器、晶体管测试仪、毫伏表、扫频仪等专门仪器，只有万用表等简单维修工具的情况下从事维修工作的。为了给广大家电维修人员排忧解难，家用电器维修丛书编写组的同志经过认真准备，根据各自积累的丰富维修经验和广大维修人员的实际需要，郑重编写出《用万用表检修收音机》、《用万用表检修录音机》、《用万用表检修彩色电视机》、《用万用表检修黑白电视机》、《用万用表检修家用录像机》五本书，期望广大家电维修人员能从中得到启迪和帮助。

本书从晶体管收音机的基本知识入手，介绍了不用仪器、仪表，仅用一块万用表和简单工具检修调幅收音机、调频收音机以及调频立体声收音机的基本方法。对如何使用万用表识别和检修收音机元器件也作了较详细的叙述。

为了使初学者掌握晶体管收音机的维修技术，对调幅、调频及调频立体声收音机的基本工作原理及电路结构作了适当阐述。同时，对常见万用表的结构、原理和使用技巧也作了简要介绍，以便读者学了本书之后，就能灵活运用一块万用表来检修各种类型的收音机。

本书列举了检查收音机故障的十种常用方法。同时又列举了用万用表检修收音机不同故障的几十个实例，供读者参考。

本书由盛铁生同志编写，在编写过程中参阅了许多有关资料，并得到编写组其他同志的大力帮助，在此表示衷心的感谢。

愿这套丛书成为广大家用电器维修人员的良师益友，愿这套丛书在广大读者的热心帮助下不断得到充实和完善。

家用电器维修丛书编写组

1991年8月

目 录

第一章 晶体管收音机概述	1
第一节 无线电广播原理	1
第二节 调幅和调频收音机原理	3
第三节 调频立体声收音机原理	10
第四节 收音机的质量指标	13
第二章 修理收音机最基本的工具——万用表	19
第一节 万用表的结构和工作原理	19
第二节 典型万用表介绍	24
第三节 万用表的正确使用与维护	35
第四节 万用表在修理收音机时的灵活使用	36
第五节 万用表量程的扩展	44
第六节 万用表测量电路和元器件时所引起的误差	52
第七节 万用表的质量检查及简单故障排除	53
第三章 用万用表检修收音机元器件	57
第一节 电阻器的检修	57
第二节 电容器的检修	58
第三节 电感线圈的检修	63
第四节 变压器的检修	64
第五节 半导体器件的判别与代换	73
第六节 集成电路的检修	77
第七节 电声器件的检修	117
第八节 显示器件的检修	120
第四章 检查收音机故障的常用方法	126
第一节 逐步逼近诊断法	126
第二节 逐级电压测量法	127
第三节 逐级电流测量法	132
第四节 逐级电阻测量法	133
第五节 各点信号干扰法	135
第六节 各点信号寻迹法	136
第七节 平均分割检测法	144
第八节 重点取点测试法	145
第九节 逐级电路短路法	145

第十节 元器件代替法.....	146
第五章 前置和功率放大器的检修	147
第一节 阻容耦合前置放大器的检修.....	147
第二节 变压器耦合前置放大器的检修.....	149
第三节 集成电路前置放大器的检修.....	151
第四节 变压器耦合功率放大器的检修.....	153
第五节 OTL功率放大器的检修.....	155
第六节 OCL功率放大器的检修.....	158
第七节 集成电路功率放大器的检修.....	165
第八节 音频放大器附加电路的检修.....	174
第六章 电源电路的检修	181
第一节 电池电路的故障检修.....	181
第二节 整流电路的故障检修.....	184
第三节 电子滤波器的故障检修.....	190
第四节 稳压电源的故障检修.....	191
第五节 OCL电源电路的故障检修.....	192
第六节 集成电源电路的故障检修.....	195
第七章 晶体管调幅收音机的检修	201
第一节 输入回路的故障分析和检查.....	201
第二节 变频电路的故障分析和检查.....	204
第三节 中频放大电路的故障分析和检查.....	211
第四节 检波电路的故障分析和检查.....	217
第五节 自动增益控制电路的故障分析和检查.....	219
第六节 调幅收音机附加电路的故障分析和检查.....	222
第七节 调幅收音机整机常见故障检查和修理.....	230
第八节 调幅收音机修理后的整机调整.....	246
第九节 集成电路收音机的故障分析和维修.....	253
第八章 调频和调频立体声收音机的检修	265
第一节 调频头电路原理和故障分析.....	265
第二节 调频中频放大器的电路原理和故障分析.....	278
第三节 鉴频器电路原理和故障分析.....	283
第四节 立体声解码器电路原理和故障分析.....	289
第五节 调频和调频立体声收音机的整机修理.....	298
第六节 调频和调频立体声收音机修理后的整机调整.....	304
第九章 万用表检修收音机实例	308
第一节 无声故障检修实例.....	308
第二节 灵敏度低故障检修实例.....	310
第三节 声音失真故障检修实例.....	311

第四节	杂音大故障检修实例.....	312
第五节	电源故障检修实例.....	313
第六节	立体声接收故障检修实例.....	314
第七节	其它故障检修实例.....	315

第一章 晶体管收音机概述

本章就无线电广播的原理，调幅和调频广播的发送和接收方式以及收音机的主要性能指标作一简要叙述，以便使初学者和业余无线电爱好者了解晶体管收音机的基本知识。

第一节 无线电广播原理

一、无线电波

一根导线中通过高频电流，就会在其周围产生磁场，形成一种波，并向外辐射。这种高频电流产生的波是由电场和磁场交替变化而形成的，我们称它为电磁波。

电磁波的传播不需要通过导线，而且不需要任何媒介。另外，它具有光一样的速度，即以每秒30万公里的速度传播。因此，我们可以利用电磁波的这种性能，叫它载着音频信号或图像信号，将电台节目或电视节目传送到很远的地方去。

电磁波的频率范围很宽。根据频率范围的不同，可分为无线电波、红外线、可见光、紫外线和X射线等。可见无线电波仅是电磁波的一种，无线电波按波长或频率范围的不同可分为几个波段或频段，如表1—1所示。

表1—1 无线电波段或频段的划分

波段名称	波长范围	频段名称	频段范围
超长波	10000—100000m	甚低频VLF	30—3kHz
长波	1000—10000m	低频LF	300—30kHz
中波	200—1000m	中频MF	1500—300kHz
中短波	50—200m	中高频IF	6000—1500kHz
短波	10—50m	高频HF	30—6MHz
米波	1—10m	甚高频VHF	300—30MHz
分米波	10—100cm	特高频UHF	3000—300MHz
厘米波	1—10cm	超高频SHF	30—3GHz
毫米波	1—10mm	极高频EHF	300—30GHz
亚毫米波	1mm以下	超极高频SEHF	300GHz以上

无线电波中，超长波、长波和中波属于地面波，它们主要以沿着地球表面绕射的形式

传播。波长愈短，电波损耗愈大。因此，中波较长波传播距离要短。它的远距离传播主要是靠电离层反射。电离层就是50—400公里高空的大气层，它包含大量的带正离子，对电磁波起反射和折射作用，但也有吸收作用。特别是白天，吸收更加厉害，所以，中波电台白天传得近，而晚上则可以用收音机收听到较远较多的中波电台广播节目。

短波的传播主要依靠电离层和地面间的来回反射。地面对短波的吸收较强，所以短波沿地面只能传播几十公里。短波虽然靠电离层与地面来回反射可以传得较远，但与季节、气候、日夜变化有关，所以，短波电台的收听信号时强时弱，这是它的不足之处。

超短波是分米波和米波的合称。它一般只能靠空间直线传播，因为地面吸收严重，电离层反射回地面的也很少。电视、调频广播都用超短波。

波长小于30厘米的分米波和厘米波合称为微波，它们只能靠直线传播于视距范围之内，因此，被广泛应用于雷达、导航、卫星通信等方面。

二、无线电广播的原理

无线电广播就是无线电波的发送与接收过程。前面讲到，音频信号是靠无线电波运载发射出去的。就像人单靠两条腿走路走不远，而登上飞机就可以迅速飞往远方。这里，人好比音频信号，飞机好比无线电波。到了目的地，人还要从飞机上走下来。

将音频信号加到无线电波上去的过程，叫做无线电波的调制。调制是在发射台的调制器中进行的。通常是将音频信号和高频信号同时加至调制器，调制器将音频信号“载”到高频信号上，就像将乘客安置到飞机上一样。经音频信号调制的高频信号，经高频放大器放大以后，通过天线发送出去。如图1—1所示。

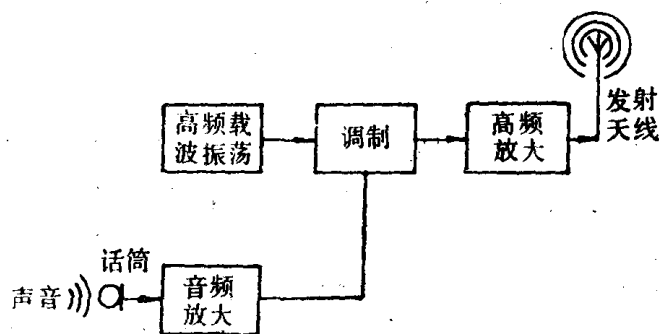


图1—1 无线电波的发送

通常把加至调制器的高频信号叫做载波，它的频率叫做载频。调制后的信号叫做已调波信号。

调制的方式有调幅、调频和调相三种。因此，已调波也有调幅波、调频波和调相波三种。目前，无线电广播大多采用调幅和调频的调制方式。

无线电广播的接收，是靠收音机来完成的。它的基本任务是将空间传来的无线电波接收下来，并把它还原成原来的信号。所以最简单的收音机也要具备以下三项功能：①调谐，即选台。因为同一时间广播电台很多，有许多来自不同电台的各种载频信号，必须用一个调谐装置，选择自己所要收听的电台节目。②解调，即调制的逆过程。也就是将音频信号从已调载频信号中分离出来，如同打开舱门使人从飞机上走下来一样。通常从高频调幅波中取出音频信号的过程叫检波，从调频波中取出音频信号的过程叫鉴频。

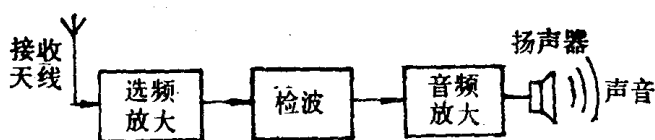


图1—2 无线电波的接收

相应的解调装置分别叫检波器和鉴频器，统称解调器。③电声转换。就是将解调得到的音频电信号通过耳机或扬声器转换成人耳能听到的声音。这样，收音机接收无线电波的任务就算完成了。收音机接收无线电波的过程如图 1—2 所示。

第二节 调幅和调频收音机原理

一、调制

我们已经知道，将声频电流载到高频交变电流上的过程，就是调制。

一个高频正弦信号，具有振幅 U 、频率 f 和初相角 φ 三个变量，可以表示为

$$\begin{aligned}\mu(t) &= U\sin(2\pi f + \varphi) \\ &= U\sin(\omega t + \varphi)\end{aligned}$$

式中， t 为时间， $\omega(t)$ 为高频正弦信号的瞬时值。

所谓调制，其实质是使高频正弦信号的幅度、频率和相位角三个变量中哪一个按照声源的音频信号变化规律而变化。使载波的幅度按调制信号变化的过程称为调幅(AM)；使载波的频率按调制信号变化的过程称为调频(FM)；使载波的相位角按调制信号变化的过程称为调相(PM)。无论哪一种方式，我们都称受调制的高频信号为载波，称调制载波的音频信号为调制信号。

还有一种多工调制方式(也称多次调制方式)，即用一个调制信号先对一个载波进行一种调制，然后再对另一载波进行调制。例如调频立体声广播中的差信号就是先对一个载波进行调幅(或调频)以后，再将已调波对更高频率的另一载波进行调制而得到的。

图 1—3 所示是调制波的波形，其中图(a)是待播送的音频信号即调制波，图(b)是未经调制的高频信号即载波，图(c)是已调幅的调幅波，图(d)是已调频的调频波。

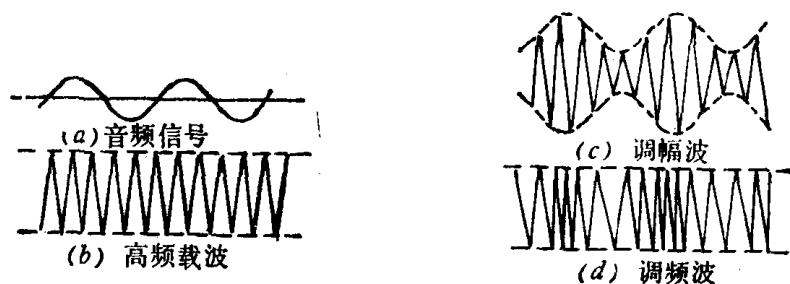


图1—3 调制波形

二、调幅收音机原理

(一) 调幅波的产生

调幅波产生的原理如图 1—4 所示。晶体三极管 BG 有两个输入信号，即低频调制

波 μ 调 和 高 频 载 波 信 号 μ_c 。经 放 大 后 可 使 集 电 极 电 流 i_c 在 高 频 载 波 的 激 励 下 变 成 高 频 脉 冲。由 于 μ 调 同 E_c 相 串 联，所 以 在 调 制 波 的 正 半 周，相 当 于 偏 压 增 大，于 是 i_c 脉 冲 幅 度 相 应 增 大；在 调 制 波 的 负 半 周，相 当 于 偏 压 减 小，于 是 i_c 脉 冲 的 幅 度 也 下 降。这 样， i_c 脉 冲 的 幅 度 就 受 到 调 制。图 中 C 和 L 组 成 谐 振 回 路。当 LC 谐 振 于 i_c 的 基 频（即 载 波 频

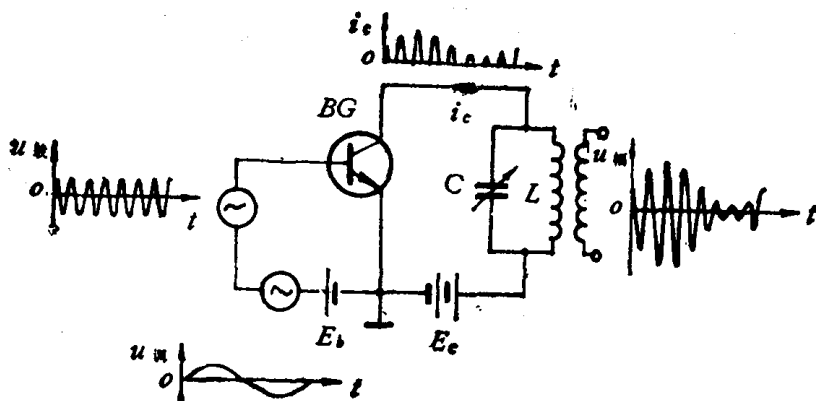


图1—4 调幅波的产生

率) 时，它就会在 i_c 的激励下谐振，其振幅也随 i_c 幅度的变化而改变，于是产生了调幅波 μ 幅。

(二) 调幅波的频谱

各种复杂的信号都可以分解为许多不同频率的正弦信号之和。所谓“频谱”就是指组成信号的各正弦波分量按频率分布的情况。用频率 f 作横坐标，用信号的各正弦波分量的幅度作纵坐标，就可以绘出频谱图。

图 1—5 是受纯音调制的频谱图。其中 f_0 是载波频率， F 是纯音频率。 $f_0 + F$ 是上边频， $f_0 - F$ 是下边频。谱线的高度代表振幅。上下边频是对称的。调幅指数越大，边频的振幅也越大。

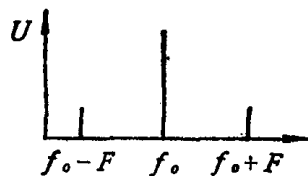


图1—5 调幅波频谱图

由于语言和音乐并不是纯音，而是整个音频带（约 20 赫至 20000 赫）。因此，语言和音乐调制的调幅波就

包含有上、下两个边频带，如图 1—6 所示。调幅广播多数是将载波和两个边带一齐发送。如果要保留全部边带，则信号的总频带宽度应为 $20 \times 2 = 40$ 千赫。但是，供无线电广播的波段宽度有限，为容纳更多的电台，不得不“割掉”部分边带，例如保留 5 千赫，音质也相当不错。但毕竟不能将语言或音乐节目的所有频率成分播出，这便是调幅广播不足的一面。实际上规定每个中波广播电台允许占用 9 千赫频带，短波广播电台允许占用 10 千赫频带。

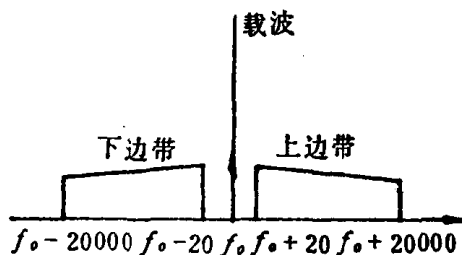


图1—6 调幅波的边频带

(三) 调幅收音机

调幅收音机按电路形式可分为再生来复式收音机和超外差式收音机两种。

1. 再生来复式收音机。这种收音机也叫直接放大式收音机。它通常由一至四只晶体三极管组成。但是，无论多少管，其共同特点是：①在检波前，高频调幅信号的频率始终不变；②检波电路一般采用倍压检波结构；③电路中一般都含有“再生电路”和“来复”电路，一管多用。现举一个典型的来复再生式收音机的例子来说明，电路见图1—7。

由天线TX和磁性天线感应到的高频电台信号，经 L_1 、 C_1 回路选频，经 L_2 耦合到晶体管BG的基极，由其放大后，经集电极输出。由于高频扼流圈GZL对高频信号阻抗很大，而耦合电容 C_4 对其阻抗却很小，所以，高频信号大部分送到 D_1 和 D_2 进行“倍压检波”。

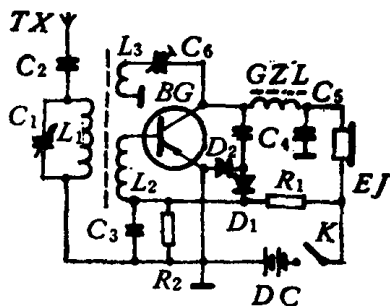


图1—7 再生来复式单管收音机

倍压检波的原理是这样的：被高频晶体三极管BG放大了的高频信号，由集电极和地之间输出。当信号为上负下正时， D_2 导通， C_4 充电， C_4 上的电压极性为上负下正。当信号为上正下负时， D_2 截止而 D_1 导通，信号源的电压与电容 C_4 上充得电压串联，给 C_3 充电。 C_3 、 R_2 组成了检波负载，高频信号会被 C_3 滤掉而留下音频信号，再通过 L_2 加到BG晶体管基极进行放大。从以上分析可知，检波负载 R_2 上的电压几乎等于两倍的BG集电极输出信号电压，所以称之为“倍压检波”。

由二极管检波后所得的低频信号再放到晶体三极管输入端，再作一次低频放大。这样，信号两次经过晶体管放大，这就是所谓“来复放大”。

来复放大使信号的增益大大提高，但整机灵敏度仍然很低。在电路中经晶体三极管放大后的高频信号，有一路经过 C_6 和 L_3 到地即回到发射极成为回路。由于 L_3 和 L_1 绕在同一根磁棒上，而且绕向相同，所以经过放大的高频信号流到 L_3 时就会感应到 L_1 的调谐回路上去，使回路的高频信号进一步加强。这就是“再生”。 C_6 、 L_3 就是再生回路。

再生来复式收音机的优点是电路简单、制作方便、成本低廉。但缺点很多，主要是灵敏度低、选择性差、频率低端和高端不均匀放大等。另外，失真度和稳定性也难以达到较高的指标。所以，当超外差式收音机出现后，再生来复式收音机已基本被淘汰，在正规电子产品中已没有立足之地，只能作为业余品或实习品为无线电爱好者服务。

2. 超外差式收音机原理。为了克服再生来复式收音机的缺点，我们可以把收音机接收到的电台高频信号，都变成一个固定的中频信号，然后再对此固定中频信号进行多级放大，然后通过检波和低频放大，就可以大幅度提高灵敏度和选择性。这就是超外差式收音机。这个固定中频在调幅收音机中规定为465千赫。

超外差式收音机的电路方框图如图1—8所示。

从方框图可以看出，超外差式收音机由输入回路、变频级、中频放大级、检波器、低放级和功放级电路组成。电台的高频信号(u_A)从磁性天线输入回路进入收音机，与收音机本机振荡信号同时进入变频管“混频”，并选出一个调幅的中频信号(u_B)。

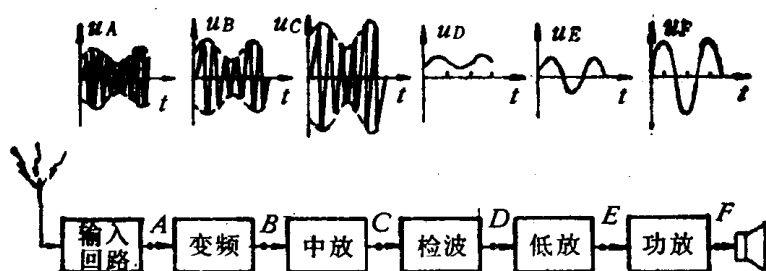


图1—8 超外差式收音机的电路方框图

这个中频信号经中频放大级放大后 (u_C)，在检波级取出音频信号 (u_D)，通过低放级 (也叫前置级) 放大 (u_E) 和功率放大 (u_F)，最后进行电声转换，由扬声器发出声音。这种把调幅高频信号的频率变成中频，并经放大后检波的电路方式称“超外差式”。经变频后的中频信号，只是改变了载波的频率，而调制用的音频信号的包络并未改变，所以经中频和低频放大后由扬声器发声的音频信号与发送端电台的音频信号完全是一致的。

超外差式收音机与再生来复式收音机相比，其主要优点有：①整机灵敏度高。相对于高频信号来说，中频信号的放大可以获得更高的增益；②频率特性均匀。由于不论什么电台的信号频率都变换成一个固定中频，所以收音机对各种频率的电台信号都具有相同的放大能力，克服了再生来复式收音机在频率范围内高端和低端放大不均匀的缺点；③选择性显著改善。这是因为中频放大级放大的是单一的465千赫信号，可以用固定的谐振回路 (谐振频率均设计在465千赫) 来选择。而混进收音机的其它频率的电台信号被层层削弱，因此选择性极好。

超外差式收音机也有它的不足之处：①其电路较复杂，调试也较困难；②如果某电台或外界干扰信号的频率高出本机振荡信号一个中频频率，收音机也能照常接收，即出现像频干扰；③如果干扰信号的频率为465千赫，则它也能进入中放级形成中频干扰。这些缺点在电路设计和调整中可采取适当措施加以抑制。

三、调频收音机原理

(一) 调频波的产生

调频波产生的原理如图1—9所示。这是一个以变容二极管 D (结电容 C_D) 为主的调制电路。电容 C 和电感 L 组成了并联谐振回路。变容二极管 D 串联在 LC 回路的输出端。 C' 为高频耦合电容， C_0 是输出耦合电容， E_D 为变容二极管的偏置电源。 L' 是高频阻流圈，它对高频信号的阻抗可视为无穷大，而对音频信号的阻抗可视为“0”。 μ_i 为调制的音频信号。

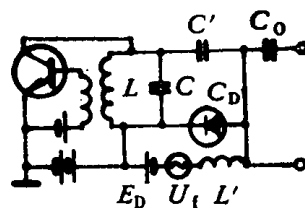


图1—9 调频波的产生

回路的振荡频率由 LC 和 D 的结电容 C_D 确定。如果用 f_0 代表这个回路的振荡频率，则

有:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L(C+C_D)}}$$

当与 E_D 串联的低频调制信号 μ_t 加入时, D 变容二极管的反偏电压也随着发生变化, 因此结电容也发生相应的变化。于是, 振荡频率就随着偏移, 形成调频波。频移的最大值用 Δf 来表示, 一般称它做“频偏”。频偏是从中心频率算起的, 即等于调频波的瞬时最高频率(波形最密时的频率)与载波的频率的差值。

(二) 调频波的频谱

调幅波的频谱是比较简单的, 当调制信号为纯音(单频正弦信号)时, 调幅波仅包含载波(f_0)、上边频($f_0 + F$)和下边频($f_0 - F$)三个频率成分。调频波的波谱要复杂得多。在调制信号仍为纯音时, 调频波却有很多的边频。而一个边频就对应频谱图上一根谱线。边频越多, 频谱图上的谱线就越多。每对谱线的幅度也长短不一。图1—10就是调频波的频谱图。

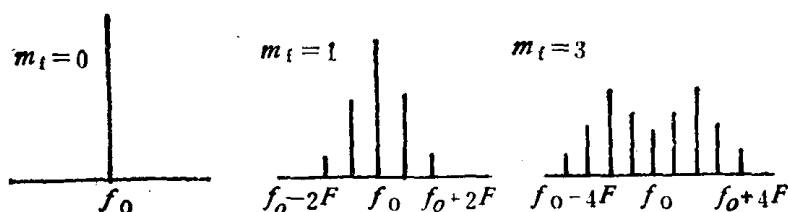


图1—10 调频波的频谱图

从频谱图可以看出, 它有如下特点: ①载频分量两边的边频原则上有无数对, 互相间隔为纯音频率 F 。但远离载频的高次边频振幅很小, 通常将振幅小于未调载波振幅10%的分量忽略不计, 对信号质量并无多大影响。即使如此, 它的频带也要比调幅波宽得多。②调频指数 m_f 对频谱的结构影响很大。调频指数是指频带的宽度与纯音信号的频率 F 之比, 即 $m_f = \Delta f / F$ 。 m_f 越大, 则边频数目越多。有效边频大约是 $m_f + 1$ 。例如当 $m_f = 1$ 时, 有两对边频; 当 $m_f = 3$ 时, 有四对边频。这里的边频是指调制信号振幅等于或大于未调载波振幅10%以上的有效边频。当调频指数更大时, 其边频数目将更多。③载频分量除了边频的数目与调制信号的振幅、频率有关外, 它的幅度并不像调幅波那样固定不变, 而是随着 m_f 的变化而变化。因为调频波传送信息的能量来自载波, 而调幅波传送信息的能量来自载波以外的能源, 所以从能量的角度来看, 适当选择 m_f 值甚至可使载频分量为0, 以至于将大部分, 甚至全部的载频功率转化为边频功率。而调幅时载频功率并没有变化, 只是增添一些边频功率。因此, 调频与调幅相比, 其效率要高得多。

同样由于语言和音乐并不是纯音, 一个受声音调制的调频波, 会有无数对应于各声频分量的“边频对”互相交错地排列, 组成一个复杂的频带。这个复杂频带的调频波频谱是由许多个纯音的频谱迭加而成的。它们的谱线将互相间置, 总的带宽可以表达为 $B = 2(\Delta f + F_{\text{高}})$ 。式中 $F_{\text{高}}$ 是最高调制频率, 因为最外侧的一对边频是它形成的。按国

家标准，调频广播的频偏为75千赫，声频带宽为30—1500赫（即 $F_{\text{高}}$ 为15千赫）。因此，单声道调频广播的频宽为 $B=2(\Delta f + F_{\text{高}})=2(75+15)=180$ 千赫。我国调频广播的波段规定为88—108兆赫，频道间隔为800千赫以上。调频广播一律使用超短波广播。

（三）调频收音机

调频收音机同调幅收音机一样，有超再生式和超外差式两种。

1. 超再生式调频收音机。这种调频接收机类似于调幅广播收音机中的再生来复式。只不过是检波电路明显不同。超再生式检波原理如图1—11所示。如果没有基极回路的熄灭电压 U_z ，那末这个检波器就等于调幅收音机再生式电路。再生式电路不希望收音机工作在自激振荡的情况，否则将引起哨叫，而超再生式电路却有意将正反馈调节到最大量，使电路在自激振荡下工作，但同时却又加了熄灭电压 U_z 来破坏这种振荡，使它只能断续存在。熄灭信号电压通常选200千赫左右。它相当于一个电子开关，使晶体管基极电压正、负交替。当熄灭电压 U_z 正半周时晶体管产生振荡，那么，负半周时就停振。这样就使晶体管工作于振荡与停振的两种交替状态中。当然，这个转换周期就是熄灭电压 U_z 的周期，如图1—12所示。这种周期性的振荡并不影响音频信号的接收。当

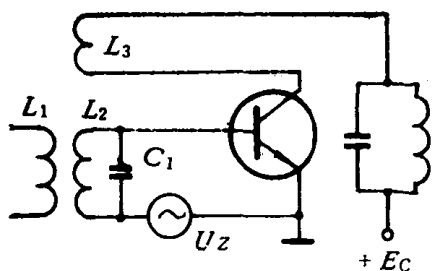


图1—11 超再生检波原理图

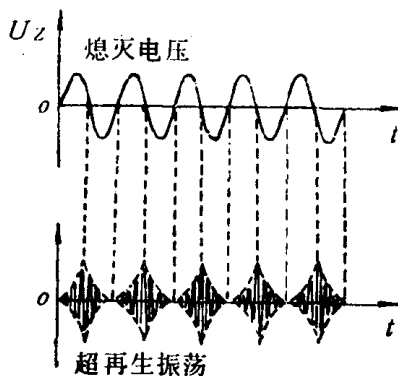


图1—12 超再生振荡波形图

输入信号是调幅波时，便可直接经超再生检波器检波而得到原来信号；当输入信号是调频波时，则需要把调频波的频率变化变换成相应的幅度变化，再经检波器“检”出音频信号。由于调频接收需要将频率的变化变换成幅度的变化，所以超再生检波是靠“斜率式检波”来完成的。

斜率式检波是利用 L_2C_1 谐振曲线的倾斜部分来实现的，如图1—13所示。当收音机接收的调频信号加到 L_2C_1 并联谐振回路上时，谐振回路工作于失谐状态。这时从曲线关系图可以看出，调频信号中心频率 f_0 落到 L_2C_1 谐振曲线的A点。设调频信号最大频偏 Δf ，则频率变化到 $f_0 - \Delta f$ 时，调频信号输出电压增加 ΔU ，工作点由A移到B点；当调频信号频率变化到 $f_0 + \Delta f$ 时，调频信号的输出电压减小 ΔU ，工作

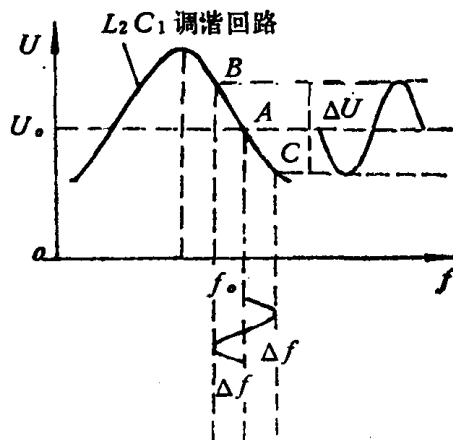


图1—13 失谐状态下的谐振曲线与调频信号曲线关系图

点又移到C点。这样，输入的振幅相等的调频信号就转换成振幅随频率变化的调幅信号。这里的调幅信号仍然是调幅波，再经振幅检波还原出调制音频信号。图1—14是单管超再生式收音机电路图。图中超再生熄灭电压是利用晶体三极管BG基极回路接入的适当数值的电阻 R_1 和电容 C_2 的充放电现象产生的。

超再生调频收音机的优点是电路结构简单，但它的灵敏度、选择性较差。特别是“斜率式检波”的非线性失真较大，这是超再生接收中难以克服的缺点。因此，这种收音机从未由工厂作为正规产品生产，仅仅作为业余无线电爱好者和学生实习使用。

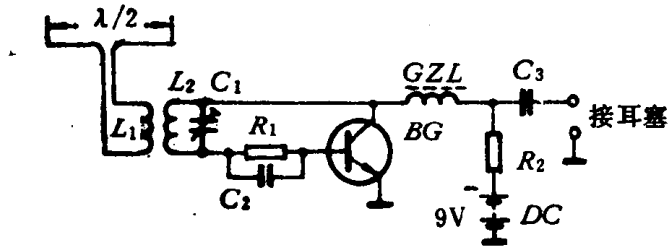


图1—14 单管超再生式收音机电路图

2. 超外差式调频收音机。目前生产的调频收音机基本上都是超外差式收音机，其典型方框图和工作波形如图1—15所示。

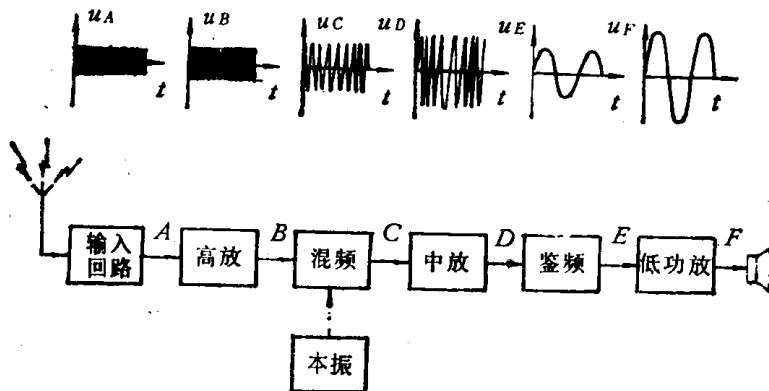


图1—15 超外差式调频收音机方框图

从超外差式调频收音机的方框图可以看出，它与超外差式调幅收音机有许多类似的地方。由天线接收到的信号经输入回路选频，首先送到高频放大级，以提高输入信号的强度，然后进行变频。变频后的调频中频频率为10.7兆赫。中频信号仍保持了原调频信号的频偏特性，仅降低了载频频率而已。中频放大一般有两级。中放之后还要经过限幅，将调幅干扰切除。然后将等幅的中频调频波送入鉴频级，即频率解调，将频偏变化变为原调制信号的幅度变化，从而还原为音频信号。最后经低放、功放级放大输出，由扬声器发声。

同调幅收音机相比较，它有以下几个特点：

①调频收音机前级设有高放级，而调幅收音机一般都没有。这是由于调频广播传播距离较近的原因。同时设立高放级可以使变频级的输入信号强度和信噪比大大提高，使变频级造成的收音机机内噪声受到抑制，从而提高整机灵敏度和信噪比。

②调频收音机的中频频率为10.7兆赫，而调幅收音机的中频频率为465千赫。

③调频收音机中频放大器实际上是中频限幅放大器。调频中频要放大的原因，是使鉴频器能正常工作，而之所以又要限幅，则是排除调频波的外界干扰信号。相反，调幅

收音机却为了防止中频放大器放大信号幅度过高而产生限幅，设有AGC电路。调频中放必须限幅，而调幅中放要防止限幅，这种限幅特性决定了两种不同中放电路的本质的区别。

④调频收音机用鉴频器代替了调幅收音机中的检波器。鉴频器输出端还没有调幅收音机没有的去加重电路，以改善信噪比。

⑤由于立体声广播在调频广播波段。当进行调频立体声广播接收时，还没有专门的立体声还原（解码）电路，并且有两个相同的音频功率放大电路。

四、调频广播与调幅广播的比较

（一）已调信号的频带宽度和音质

调幅广播的调幅波带宽等于音频调制信号的最高频率的两倍，一般不超过20千赫。而调频广播电台的调频波带宽约为150—200千赫，比调幅波带宽大近10倍，所以调频电台的间隔一般为200千赫。而调幅中波电台的间隔只有9千赫，调幅短波电台的间隔也只有10千赫。这样，调频广播的音频频率范围可达20赫到15千赫，基本实现了信号的高保真传送，音质很好。特别是调频广播实现立体声广播以后，更是如身临其境，悦耳动听。而调幅广播由于电台频率间隔的限制，音频信号的高频分量最多只能到7—8千赫，实际上一概只在4千赫，所以高频分量少，音质欠佳。

（二）抗干扰性

无线电波传送过程中，各种干扰信号都是以调幅调制形式调制在载波上的。调幅收音机由于接收的电波本身就是调幅波，不能使用限幅器，否则将把音频调制信号限幅而造成严重失真。这样有用的信号和干扰信号混在一起很难分开，在收音机中形成各种噪声，影响音质。而调频波的幅度与音频调制信号的内容无关，而干扰主要体现在载波的幅度变化上。因此，调频收音机就很容易将干扰信号用限幅器消除掉。调频收音机干扰小的另一个原因是传播距离小，受空间各种电波干扰的机会也大小减小。

然而，事物总不是尽善尽美的。调频广播也有它的不足之处，即调频波的传播易受地形及周围环境的影响，传播距离也不如中波传得远。另外，调频接收机结构复杂，其成本也比调幅接收机高些。

第三节 调频立体声收音机原理

一、双耳定位效应

人的耳朵对声音的强弱、音调和音色的感觉都很灵敏。另外，由于人的双耳在人头两侧，因此，从声源到左右两耳的距离在不同方向上不相等，加上人的头部的掩蔽，就造成了时间和声级差别。根据时间差和声级差，就可以判断声源在何处。在剧场内欣赏音乐时，即使闭上眼睛，也能分出各种不同乐器在舞台的不同位置发声。这就是所谓双耳定位效应。