

王兆基 著

晶体管收音机修理技巧

河南科技出版社

内 容 提 要

本书介绍了晶体管超外差式收音机的工作过程，讲述了各级电路的基本原理，尤其是对近年来收音机低放部分广泛采用的OTL电路进行了深入分析；同时对收音机的挑选、主要性能指标和使用维护注意事项等也作了简要说明；最后还介绍了晶体管收音机的调试。

为了帮助读者根据收音机故障现象去分析查找和排除故障，本书对每一种故障的分析都是由浅入深，既讲清道理，又联系实际。对于OTL电路的讲述更为详细。为了加深读者理解，书中还列举了大量检修实例。

本书附录中提供了常用磁棒规格、收音机输入、输出变压器数据、常用晶体管参数及晶体管收音机用稳压电源等各种有用资料。

本书可供修理部门的同志和业余无线电爱好者阅读。

目 录

第一章 晶体管超外差式收音机概述

第一节 超外差式收音机的基本工作原理…………… (1)

一、直接放大式收音机…………… (1)

二、超外差式收音机的工作概况…………… (2)

三、收音机的输入回路…………… (5)

四、超外差式收音机的变频电路…………… (7)

五、超外差式收音机的中频放大器…………… (11)

六、自动增益控制电路…………… (16)

七、检波电路…………… (23)

八、低频放大电路…………… (25)

第二节 收音机的主要性能指标…………… (43)

一、频率范围…………… (44)

二、灵敏度…………… (45)

三、选择性…………… (45)

四、整机非线性失真度…………… (46)

五、输出功率…………… (47)

六、电源消耗…………… (48)

第三节 怎样挑选晶体管收音机…………… (48)

一、怎样选择收音机的类型·····	(49)
二、怎样鉴别收音机的质量·····	(51)
第四节 怎样维护收音机·····	(55)
一、收音机安放位置·····	(55)
二、收音机连续工作时间·····	(55)
三、使用干电池注意事项·····	(55)
四、音量大小·····	(56)

第二章 晶体管收音机主要元件的修理

第一节 扬声器·····	(57)
一、扬声器质量的鉴别·····	(60)
二、电动扬声器常见故障的修理·····	(61)
第二节 电位器·····	(64)
第三节 双连可变电容器·····	(65)
一、空气双连可变电容器的检修·····	(67)
二、固体介质双连可变电容器·····	(69)
第四节 中频变压器和本机振荡线圈·····	(70)
一、中频变压器和振荡线圈的检修·····	(71)
二、常用中频变压器和本机振荡线圈规格·····	(72)
第五节 波段开关·····	(84)

第三章 晶体管收音机常见故障的检修方法

第一节 修理收音机的步骤·····	(86)
一、摸清情况，做到心中有数·····	(86)
二、试听·····	(87)
三、检查·····	(87)

四、故障处理.....	(87)
第二节 几种常用的检修方法.....	(88)
一、直观检查法.....	(88)
二、整机电压、电流检查法.....	(88)
三、各级电压、电流检查法.....	(90)
四、干扰法.....	(93)
五、短路法.....	(94)
六、代替法.....	(95)
第三节 修理注意事项.....	(96)
第四章 超外差式收音机的故障分析和检修举例	
第一节 无声.....	(98)
一、完全无声.....	(99)
二、完全无声检修举例.....	(108)
三、复合互补对称式功率放大电路的检修.....	(119)
四、能听到一点“沙沙”的噪声,但收不到电台.....	(133)
五、晶体管收音机无声故障检修举例.....	(142)
第二节 声音小.....	(160)
一、声音小的故障的检修方法.....	(160)
二、声音小的故障检修举例.....	(165)
三、互补对称式低频放大器引起声音小的故障分析与修理.....	(168)
四、互补对称式低频放大器声音小的故障检修举例.....	(169)

第三节 失真·····	(173)
一、失真的现象及其产生原因·····	(173)
二、收音机失真故障检修举例·····	(178)
三、互补对称式放大器失真故障的分析与 修理·····	(179)
四、互补对称式放大器失真故障检修举例·····	(181)
第四节 灵敏度低·····	(189)
一、灵敏度低的原因及检修方法·····	(190)
二、收音机灵敏度低检修举例·····	(196)
第五节 杂音·····	(204)
一、杂音来源的判别·····	(204)
二、收音机内产生杂音的原因·····	(204)
三、检修杂音故障方法·····	(205)
四、杂音故障检修举例·····	(206)
第六节 啸叫·····	(209)
一、低频部分的啸叫·····	(209)
二、中频部分的啸叫·····	(211)
三、高频部分的啸叫·····	(215)
四、收音机啸叫故障检修举例·····	(216)
第七节 机振·····	(225)
一、产生机振的原因·····	(225)
二、防止机振的办法·····	(225)
第八节 混台·····	(226)
一、混台的原因及检修方法·····	(226)

二、混合故障检修举例·····	(227)
第九节 声音时有时无、时大时小·····	(230)
一、引起声音时有时无、时大时小的原因和检修方法·····	(230)
二、声音时有时无、时大时小故障检修举例·····	(232)
第十节 七管收音机主要故障原因一览表·····	(236)
第五章 晶体管收音机的调整	
第一节 各级晶体管工作状态的调整·····	(248)
一、变频管集电极电流的调整·····	(249)
二、中频放大级集电极电流的调整·····	(250)
三、前置低频放大级集电极电流的调整·····	(250)
四、推挽功率放大级集电极电流的调整·····	(251)
五、互补对称低频放大器工作状态的调整·····	(253)
第二节 中频频率的调整·····	(255)
一、新中频变压器的调整·····	(255)
二、旧中频变压器的调整·····	(256)
第三节 频率刻度调整·····	(257)
第四节 统调(跟踪)·····	(258)
一、什么叫跟踪·····	(258)
二、跟踪的实现·····	(259)
三、跟踪的调整·····	(263)

附录:

附录一、常用裸导线数据·····	(264)
------------------	---------

附录二、常用磁棒规格.....	(265)
附录三、磁性天线配可变电容器的参考数据.....	(266)
附录四、晶体管收音机低频变压器规格.....	(267)
附录五、收音机常用晶体管及其参数.....	(268)
附录六、晶体管收音机用稳压电源.....	(272)

第一章 晶体管超外差式收音机概述

超外差式收音机具有灵敏度高、选择性好、失真小和工作稳定等一系列优点，深受广大群众的欢迎。本章将扼要地讲述超外差式收音机的基本原理、主要技术指标和怎样挑选、鉴别、维护晶体管收音机。

第一节 超外差式收音机的基本原理

晶体管收音机可分为两大类：一类是直接放大式，由于这种收音机中都加有“再生”电路，所以又叫再生式收音机；另一类是超外差式收音机。

一、直接放大式收音机

直接放大式即再生式收音机，其电路方框图如图 1—1 所示。

从图中可以看出，接收天线将广播电台发出的各种高频调幅波接收下来，由输入调谐回路选出需要的信号，送至高

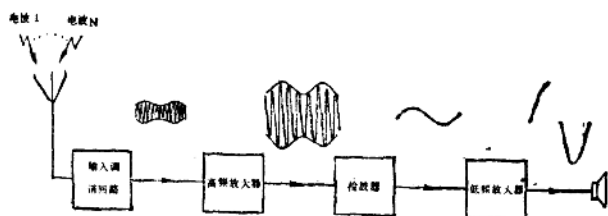


图1—1 直接放大式收音机方框图

频放大器放大。放大后的信号送入检波器。检波器把“载在”高频调幅波上的低频信号“检出”来，由低频放大器加以放大，最后推动扬声器将低频信号转变为声音。应该指出，这种电路的特点是，从天线接收到的高频调幅信号，在检波以前，一直不改变它原来的高频频率。例如在郑州收到河南人民广播电台第一套节目657、1332千赫和第二套节目972千赫的信号，进入检波器的信号频率仍然是这些，如果说有所不同，只是幅度增大而已，其本质并无差别。所以，我们将这种被送到检波器去的信号只是把外来信号直接进行放大的接收方式称为“直接放大”式电路。这种收音机的优点是电路简单，制作容易，缺点是在接收频带内高端和低端的放大量不一样，而且电路的稳定性、选择性差，失真比较大，灵敏度低。因此现在它已被性能优良的超外差式收音机所代替。

二、超外差式收音机的工作概况

超外差式收音机的电路方框图，如图1—2所示。

从图中可以看出，由天线接收下来的高频无线电信号，经输入调谐回路选择（选出所需要的信号，并抑制不需要的

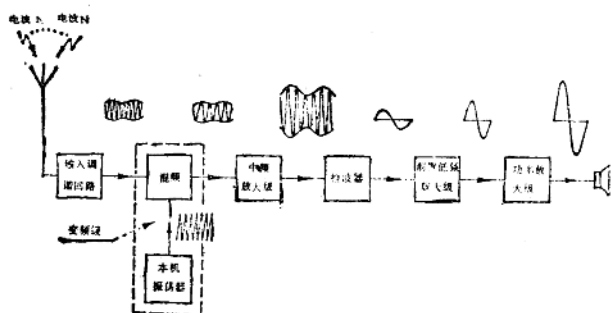


图1—2 超外差式收音机方框图

电台或干扰信号)后送至变频级,与变频级本机振荡器产生的高频信号(其频率较天线收下来的高频信号高一固定中频,我国收音机的中频频率为465千赫)进行混频,混频后经变频级输出端调谐回路(即我们通常所说的中频变压器)的选择,就得到中频。通常这个中频都是本机振荡频率与外来信号的差频,即 $f_{\text{振}} - f_{\text{信}} = 465$ 千赫。

由于本机振荡器的振荡回路与输入回路的可变电容器是同轴联调的,不管调到何处,都使本机振荡频率比外来信号频率高出一个中频。这样就可以做到,不论所接收的电台信号频率是多少,经变频器送到中频放大器的信号,总是一个固定的频率——465千赫。

必须指出,外来高频调幅信号,经过变频后,只是变换了载波的频率,加在它上面的音频信号并没有改变(即包络线不变),仍然调制在新的中频信号上,如图1—2所示波

形。这个固定的中频信号经中频放大级放大后送入检波级，即可检出音频信号。同直接放大式接收一样，为了获得足够的输出音量，也需经低频前置放大级和低频功率放大级放大。

由于超外差式收音机是经过变频后，以固定的中频频率来进行放大的，因此在整个接收范围内高端和低端的灵敏度就比较均匀，同时因中频频率低，容易得到比较大的放大量，所以灵敏度也比较高。此外这种收音机的选择性、稳定性等项指标，也都优于直接放大式的收音机。

从上面的分析可以看出，经过变频，把高频信号变为固定中频加以放大，这是超外差式收音机所以具有一系列优点的关键。但是，事物总是一分为二的，经过变频，也带来一些它所特有的缺陷，即所谓“镜像干扰”和中频干扰。

因为中频频率等于本机振荡频率 $f_{\text{振}}$ 与外来信号频率 $f_{\text{信}}$ 之差，即 $f_{\text{振}} - f_{\text{信}} = 465$ 千赫。这就产生了一个问题，如果有另外一个电台，或干扰信号，其频率 $f_{\text{干}}$ 刚好比本振频率高465千赫，即 $f_{\text{干}} - f_{\text{振}} = 465$ 千赫，也是中频，这个信号也会经变频级变成中频信号，结果，与它有用信号变成的中频信号，同时送至中放级，造成 $f_{\text{干}}$ 对有用信号 $f_{\text{信}}$ 的干扰。举例来说，欲接收中央人民广播电台信号640千赫即 $f_{\text{信}} = 640$ 千赫，本振频率比信号频率高一个中频。即 $f_{\text{振}} = 640 + 465 = 1105$ 千赫，则 $f_{\text{振}} - f_{\text{信}} = 1105 - 640 = 465$ 千赫（中频），倘若又有一个干扰信号，刚好比本振信号高一个中频，即 $f_{\text{干}} = 1105 + 465 = 1570$ 千赫，则 $f_{\text{干}} - f_{\text{振}} = 1570 - 1105 = 465$ 千赫，也是中频。这样1570千赫

的信号就会干扰640千赫的有用信号。如果把它们的频率关系画在图上，将如图1—3所示。由图可见， $f_{\text{信}}$ 和 $f_{\text{干}}$ 在频率轴

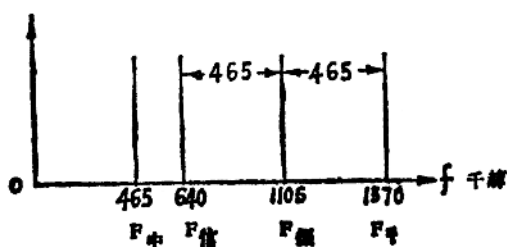


图1—3 镜像干扰示意图

上分别居于 $f_{\text{振}}$ 的两侧，都距 $f_{\text{振}}$ 465千赫，很象以 $f_{\text{振}}$ 为镜面的“物”与“像”的关系。所以常称 $f_{\text{干}}$ 为 $f_{\text{信}}$ 的镜像频率。这种干扰就叫镜像干扰。

另外，如果外来信号中混有恰巧为中频，或与中频相接近的干扰信号，也可能直接通过变频级送到中放级，造成对有用信号的干扰，这种干扰，称为中频干扰。

上面只是简要地叙述了超外差收音机的基本原理，下面将进一步说明每一部分的作用和工作原理。作为一个无线电修理人员，掌握这些基础知识是非常必要的，只有这样，才能得心应手地处理机器的各种故障。

三、收音机的输入回路

天线接收到高频无线电信号首先经过输入回路，然后送至变频级，所以输入回路是收音机的“大门”。

1. 输入回路的主要作用：从天线到收音机中第一级晶体

管基极之间的电路，称为输入回路。在超外差式收音机中，输入回路的主要作用是满足选择性的要求。所谓选择性，就是把所要收听的电台信号选出来，而把不需要的电台或干扰信号抑制掉的能力。这种选择作用，包括以下三个方面：

①广播电台发出的信号是一个高频调幅波，也就是一个频率很高而且幅度随着音频信号变化的振荡信号，如图1—4所示。在这里，高频信号只是起“运载”音频信号的作用，所以称为载波信号，其频率称为载频。通常我们说中央人民广

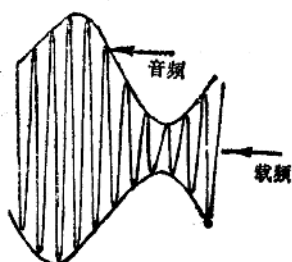


图1—4 高频调幅波

播电台频率是640千赫，就是指高频信号的载频。各广播电台所播发出的信号，是以不同的载波频率彼此分开的。例如，中央人民广播电台的640千赫、720千赫，河南人民广播电台的657千赫、1332千赫、972千赫等

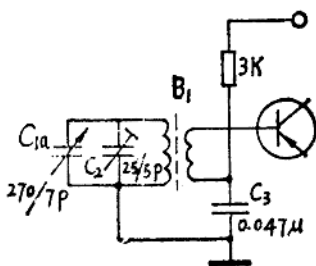
等。所以收听时，就必须分隔开相邻的电台，即只选出所需要电台的信号而抑制掉邻近电台的信号，从而不出现串台的现象。这种选择能力，叫做邻近波道的选择性。

②由于超外差式收音机要通过变频级把高频信号变成中频信号，由此带来了镜象干扰。选择有用的信号，去掉镜象干扰的能力，叫做镜象选择性。

③输入回路除能抑制邻近电台干扰和镜象干扰外，还应能抑制中频干扰信号，这种能力称为中频选择性。

输入回路除能满足上述选择性的要求外，还希望它能给出最大的信号电压，以提高接收机的灵敏度。同时，它工作的频率范围应能保证接收波段内包括的所有电台信号，即有足够宽的波段覆盖范围。比如，中波段输入回路的覆盖范围应为535千赫至1605千赫，就是说，凡是处在这个频率范围的电台信号，输入回路都能选出。

2. 输入回路的实际电路：图1—5是百泉731—A型收音机的输入回路。 B_1 是绕在天线磁棒上的线圈， B_1 的初级线圈与可变电容器 C_{1a} 组成串联谐振回路。当改变 C_{1a} 的容量，从最大到最小（或者相反）时，可使回路在中波段（535千赫至1605千赫）内分别谐振于所需任一电台的频率，初级电感上的谐振电压



耦合到次级，并送至变频管的基极。这就是调谐选台的过程。微调电容 C_2 是可变电容器 C_{1a} 的补偿电容，用以保证回路能覆盖整个波段。

四、超外差式收音机的变频电路

1. 变频电路的作用：在超外差式收音机中，输入回路之后连接的是变频电路。其主要作用是，将输入回路送来的调幅信号的载频，由高频变为比高频低而又比音频高的“中频”，而且变换前后仅是载波频率的改变，信号的包络不变，即调幅信号的形状不变，如图1—6所示。我国规定的中频为

465千赫。所以收音机在接收不同载波频率的电台信号时，

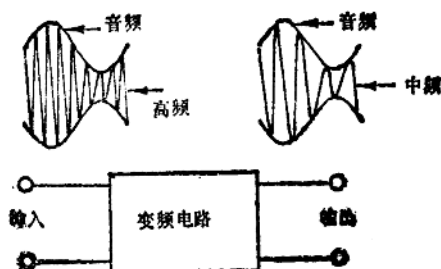


图1—6 变频作用示意图

不论这些电台信号的载频是多少，经过变频之后，都一律变为465千赫的中频信号，然后送到中频放大器放大。

2. 变频的基本原理：变频电路的原理如图1—7所示。图中在晶体管的基极和发射极之间，加入了从输入回路送来的电台高频信号电压 $U_{信}$ 和一个高频振荡电压 $U_{振}$ 。这个振荡电压是由收音机内的本机振荡器产生的，所以 $U_{振}$ 通常称为本机振荡电压。在变频电路中， $U_{振}$ 既可以由晶体管的发射极输入（如图1—7），也可以由基极或集电极输入。在晶

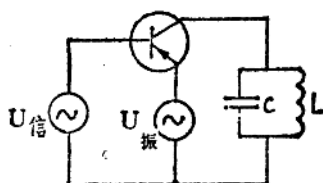


图1—7 变频器的原理电路

体管的集电极回路中，由LC组成谐振电路，谐振频率调在465千赫，用来选取中频信号。

在图1—7中，设电台高频信号的频率为 $f_{信}$ ，

本机振荡信号的频率为 $f_{振}$ ，由于 $U_{信}$ 和 $U_{振}$ 均加在晶体管基极与发射极之间，所以基极电流要受 $U_{信}$ 与 $U_{振}$ 的双重控制，集电极电流同样也要受 $U_{信}$ 与 $U_{振}$ 的双重控制。如果把集电极电流调得比较低，使晶体管工作在非线性放大的情况下，则集电极电流中除了有 $f_{信}$ 与 $f_{振}$ 这两个频率成分外，还有它们的倍频、和频及差频等等，即 $2f_{信}$ 、 $2f_{振}$ 、 $f_{振} + f_{信}$ 、 $f_{振} - f_{信}$ ……。在这些新的频率成分中，对我们有用的是： $f_{振} - f_{信}$ 。只要适当选择 $f_{振}$ ，使 $f_{振} - f_{信} = 465$ 千赫，就能够实现变频。例如收听河南人民广播电台972千赫的信号，即 $f_{信} = 972$ 千赫，则 $f_{振} = 1437$ 千赫时，在集电极电流中将会有频率为 $f_{振} - f_{信} = 1437 - 972 = 465$ 千赫的中频成分。当集电极电流流过对中频谐振的LC谐振回路时，只有这个中频成分产生的电压较大，而其它频率成分产生的电压很小。这样就可以用谐振回路选出我们所需要的中频信号，从而达到了变频的目的。

3. 变频器的实际电路：一般讲，变频电路包括本机振荡器、混频器和选频三个部分。图1—8是黄河741型收音机的变频部分。下面简单介绍一下该电路的工作原理。通过磁性天线在 L_1 、 C_{11} 组成的输入回路上感应出信号电压，并通过该回路选出所需要的信号。经 L_1 和 L_2 的互感送到变频管的基极。由于 C_{12} 是高频旁路电容，对高频信号可以看作短路，因此 C_{12} 上端可以认为是高频接地。这样，输入回路送来的高频信号实际上是加在变频管的基极与地之间。 L_1 、 C_{11} 组成振荡回路， L_3 是产生振荡所必须的反馈线圈。振荡能量通过 C_1 耦合至变频管的发射极。电容器 C_2 与电感线圈 L_4 组成的

• • •