

5005  
83821

390722

成都 金工图书馆  
基 藏

# 晶体管广播收音机

调整 测试 修理



郑州无线电厂资料室

# 前 言

无线电工业日新月异，无线电产品丰富多采。战斗在无线电工业战线上的无产阶级革命派，在伟大领袖毛主席“**努力办好广播，为全中国人民和全世界人民服务。**”的指示鼓舞下，正意气风发，斗志昂扬，为赶超世界先进水平忘我地劳动着。

收音机，特别是晶体管广播收音机，是近几年来无线电工业产品中发展最快、产量最大和品种最多的产品。在今天，它不再是可有可无的“娱乐品”，而是必不可少的宣传品，是毛泽东思想的“传播机”。伟大导师列宁，早在一九一九年就曾经指出：“**不用纸和没有距离的报纸，将要成为一件伟大的事业。**”在史无前例的无产阶级文化大革命取得伟大胜利的今天，使我们更加深刻地体会到：收音机是宣传党中央的号令，传播伟大的毛泽东思想的重要工具。它以每秒钟30万公里的惊人速度，把毛主席的指示，把时代的最强音传至天山南北，传至四面八方，传至祖国各地，传至世界各个角落，时刻鼓舞、激励和教育着世界亿万革命人民。由此看来，把收音机誉为“宣传员”是十分恰当的。同时，它使我们意识到：能多生产一部收音机就等于多出一个“宣传员”，能修好一部收音机，就等于复活一个“宣传员”。从这点考虑，我们就会感到“**为人民服务**”责任之大、担子之重。

就在这崭新的形势面前，不少从事无线电工作的同志

们，特别是刚刚迈进无线电工业大门的战友，深感知识的不足，他们渴望寻求有关基本知识，以掌握为人民服务之本能。

这本书主要是写给刚开始担任收音机调整、测试和修理人员的，所以书中在这几方面讲述和提供了一些必要的基本概念、定义和方法，以便使读者能够理解并掌握所述的内容，使之在实际工作中运用自己已学的知识。

本书编写的指导思想是：力求所涉及的材料尽可能地完整，叙述尽可能地通俗，为普及开道，为初学者提供方便。可供工厂、修理部门或学校培养调整测试和修理人员时作为参考教材。

由于水平和能力的限制，加上编写这方面的经验、资料缺乏，遗漏和错误在所难免，希望同志们本着“互相学习，互相勉励，共同提高”的宗旨加以批评指正，使之更好地为人民的广播事业服务。

郑州无线电厂资料室

一九七二年一月

# 目 录

<b>一、晶体管收音机的基本性能意义</b> .....	( 1 )
(一) 中频频率.....	( 3 )
(二) 频率范围.....	( 3 )
(三) 灵敏度.....	( 3 )
(四) 选择性.....	( 4 )
(五) 中频波道衰减.....	( 6 )
(六) 假象波道衰减.....	( 7 )
(七) 失真度.....	( 7 )
(八) 频率特性.....	( 9 )
(九) 自动增益控制.....	( 9 )
(十) 音量控制作用范围.....	( 10 )
(十一) 额定输出功率.....	( 10 )
(十二) 高频机震抑制系数.....	( 10 )
(十三) 低阻性能.....	( 11 )
<b>二、电路分析</b> .....	( 12 )
(一) 常用电路分析.....	( 12 )
(二) 外差式收音机电路分析.....	( 33 )
(三) 普及式收音机电路分析.....	( 50 )
(四) 试谈 1.5V 机电路中的若干问题.....	( 58 )
<b>三、测试应具备之环境条件</b> .....	( 61 )
(一) 气候.....	( 61 )
(二) 电源.....	( 62 )

(三) 屏蔽室·····	(62)
(四) 露天·····	(63)
<b>四、测试应具备之仪器及其精确度·····</b>	<b>(64)</b>
(一) 高频信号发生器·····	(64)
(二) 低频信号发生器·····	(64)
(三) 毫伏计(电子管电压表)·····	(64)
(四) 失真度测试仪·····	(65)
(五) 各种电流表、电压表、欧姆表·····	(65)
<b>五、有关测试仪器的使用方法·····</b>	<b>(65)</b>
(一) 高频信号发生器·····	(66)
(二) 低频信号发生器·····	(73)
(三) 失真度测试仪·····	(78)
(四) 示波器·····	(81)
(五) 万用电表·····	(87)
<b>六、有关测试专用设备、工具的制作·····</b>	<b>(93)</b>
(一) 等效天线、方框天线、环状天线·····	(93)
(二) 调试棒·····	(97)
(三) 负荷箱·····	(98)
(四) 直流电源箱·····	(98)
(五) 整流器·····	(99)
(六) 交流电源滤波器·····	(105)
<b>七、调整项目及调整方法·····</b>	<b>(108)</b>
(一) 外差式收音机的调整·····	(109)
(二) 普及式收音机的调整·····	(117)
<b>八、测试项目及测试方法·····</b>	<b>(125)</b>

(一) 中频频率	(125)
(二) 频率范围	(126)
(三) 灵敏度	(126)
(四) 选择性	(127)
(五) 假象波道衰减	(127)
(六) 中频波道衰减	(128)
(七) 自动增益控制	(128)
(八) 音量控制器作用范围	(128)
(九) 拾音器插口灵敏度	(128)
(十) 音调控制器作用范围	(129)
(十一) 不失真功率	(129)
(十二) 整机电压频率特性	(130)
(十三) 整机电压谐波失真	(130)
(十四) 高频机震抑制系数	(131)
(十五) 电源消耗	(131)
(十六) 低压性能	(132)
<b>九、收音机故障的判断、检查与修理</b>	<b>(133)</b>
(一) 判断、检查与修理提要	(133)
(二) 外差式收音机的检修	(133)
(三) 普及式收音机的检修	(146)
(四) 检修集锦	(152)

## 一、晶体管收音机的基本性能意义

毛主席教导我们：“理性认识依赖于感性认识，感性认识有待于发展到理性认识，这就是辩证唯物论的认识论。”遵循这一伟大教导，我们首先从感性知识谈起，引导大家由浅入深地了解晶体管广播收音机的有关问题。

晶体管收音机和电子管收音机一样，根据使用和性能要求的不同而有所分类。

按其体积大小，可分台式、便携式、袖珍式及超小型式等。一般体积超过 $5000\text{CM}^3$ 的为台式，体积在 $1000-5000\text{CM}^3$ 之间的为便携式，体积小于 $1000\text{CM}^3$ 的为袖珍式，超小型一般指采用微型组合件其体积比袖珍式更小，如手表型等。

按其调制和解调的方法分调幅广播收音机和调频广播收音机两类。所谓调制就是音频讯号（广播电台播音室的音频电流）“改造”高频电振荡的过程（或手段）。

我们都知道，广播电台送往发射天线上的电振荡是一种频率很高的交流电。它的大小和方向时刻变化着。用来表达交流电的“量”有两个：“振幅”和“频率”。

从广播电台发射的无线电波都具有固定的频率（如图A）它的振幅随着由声音转变来的音频讯号（如图B）而变化，这样的电波称调幅广播（如图C）；调频广播则和调幅广播相反，它的幅度始终保持不变，而频率却严格地随着音频讯号而变化（如图D）。



(A)广播电台固定频率



(B)播音室音频频率



(C)已调制的调幅频率



(D)已调制的调频频率

按其电性能的优劣，目前又分为简易型和外差式两类。简易型一般指再生来复式。按不同的电、声性能参数分为三管（包括四管末级推挽输出）、二管（包括三管末级推挽输出）；外差式按不同的电和声性能参数分为一级（参考管数在九只以上），二级（参考管数七~八只），三级（参考管数六~七只），四级（参考管数六只以下）。在国家无线电专业标准里，对收音机电气性能规定有灵敏度、选择性、整机频率特性、整机谐波失真，最大不失真输出功率、机震抑制系数和低压性能等十多项指标。从使用的要求来衡量，以上几项是最主要的。由于各项指标之间互有牵连，如果过分追求某项指标，可能导致它项指标降低，从而总的效果不能兼顾。也有些指标提得过高了，还会产生副作用，或是不经济。因此，为了均衡照顾总的效果，各项指标都应从合理或从最佳出发来考虑确定。测试和调整人员在进行某种产品测



试或调整时，应按照被测机级别分类和国家标准对待该级机的性能要求进行。

1. **中频频率**：是指外差式收音机变频后，中频变压器的谐振频率。这是外差式收音机中极其重要的电气指标，它的准确与否，对收音机的灵敏度、选择性、谐波失真以及自动增益控制等主要性能指标起着决定性的作用。其偏调误差不得大于规定值。关于中频频率，则各国采用的不尽相同，目前世界上采用较多的是455KHZ，而欧洲多采用415~490KHZ，美国常采用455KHZ，我国则和电子管收音机一样，采用465KHZ。（一般偏调不得大于 $\pm 4$ KHZ。）

2. **频率范围**：是收音机能够接收的频率范围，和电子管收音机一样，一般分为长波、中波、短波以及超短波。而且每个波段的有效范围，应该达到要求。如一般晶体管收音机的中波频率为保证550~1600KHZ之间的收听和正常工作，其范围必须保证在宽于535~1605KHZ，否则550及1600KHZ就不能得到保证，但如果太宽，其它指标如灵敏度等都将受到影响，特别是低、中、高三点灵敏度很难达到一致性。

3. **灵敏度**：灵敏度就是收音机对接收微弱信号的敏感程度。收音机灵敏度用外接天线时表示单位为微伏( $10^{-6}$ V)，用磁性天线时多用毫伏/米(mv/m)，其值愈小灵敏度愈高。它的定义是：在标称输出功率时，并维持信号噪声比一定，接收机上所需的最小感应电动势，称为接收机的灵敏度。例如，有两部收音机，它们的输出功率都等于5mw，输出端的信号噪声比等于20db，而其中一部收音机在天线上

所需要的感应电动势为 $E_A = 1\text{mv/m}$ ，而另一部只需要 $E_A = 0.5\text{mv/m}$ ，那末后一部收音机的灵敏度高于前一部。

要想得到较高的灵敏度，就要求收音机有足够的放大量。但是，事物都是一分为二的。在输出功率一定时，放大量愈大，收音机的内部噪声也随着被放大了（称机内噪声）。当外来信号很弱的情况下，噪声可能把信号埋没掉。因此，无限制地提高收音机的放大量并不能无限制地提高收音机的灵敏度，这是因为灵敏度的极限受到内部噪声的限制。所以在灵敏度的问题上往往规定出绝对灵敏度和相对灵敏度两个指标。前者是加上内部噪音，后者是去除内部噪声。如国家标准规定的三级收音机，当信号输出 $5\text{mw}$ 、噪声输出不大于 $0.05\text{mw}$ （即信号噪声比也称信杂比为 $20\text{db}$ ）。另外，灵敏度过高，不应收到的信号也收到了，这是因为在每一个波段里，都拥有成百上千个广播电台，如中波广播段，工作频率大致由 $540\text{KHZ}$ 到 $1600\text{KHZ}$ ，按最理想的排列方法就有 $106$ 个电台。然而，只是国内电台就有 $200$ 多家，再加上其他各国主要电台就更加客观了。因此，灵敏度过高，往往会造成串音，这种串音虽不是机器本身造成的，但往往影响着收音效果，所以，综上所述，灵敏度并不是愈高愈好。一般不劣于 $1\text{mv/m}$ 或者达到 $0.2\text{mv/m}$ 左右，就满足要求了，短波的灵敏度也不要高于 $0.1\text{mv/m}$ 。

其次收音机波段范围内高端和低端灵敏度之比（ $FQ/FD$ ）值应愈小愈好，其单位为 $\text{db}$ （分贝）。一般较理想时为 $1\sim 2\text{db}$ ，而较差的为 $10\text{db}$ 左右。

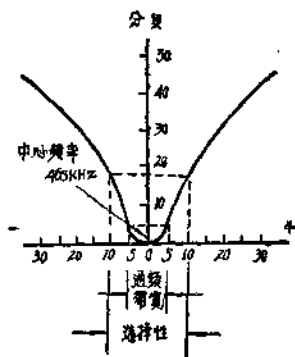
**4. 选择性：**通常也称邻近选择。它表示收音机在许

多多的信号与干扰中对有用信号和无用信号的分选能力。这是衡量一架收音机在实际工作时能否对邻近电台和干扰有足够的滤除能力的主要指标。

在这里需要阐明的是：超外差式收音机的选择性，除了天线输入谐振回路的选择能力外，基本上是由中频放大级的特性所决定。它的定义是：在偏离某一中心频率（如455、475KHZ）时信号的放大率比中心频率信号（如465KHZ）的放大率降低得越显著，选择性就越好。按照一般常规，具有两级中放的收音机用三个中频变压器，每级的衰减率设为8分贝的话，三级共有24分贝的衰减率。这样该收音机的中频选择性便为24分贝了。

在一般情况下，选择性约20~30分贝就不错了。若选择性过高，则旁频率被截除而使音质变坏，造成“夹音”，反之，选择性过低时，通频带过宽，结果选择信号的能力减低，造成“串音”。收音机的选择性常用分贝作单位，在测试1000KHZ灵敏度时，分别±偏调10KHZ的灵敏度与1000KHZ时之比，如某收音机1000KHZ时为1mv/m，而偏调±10KHZ后，各为10mv/m，其偏调衰减各为10倍，选择性即20分贝。

在通常的情况下，往往因1000KHZ失调，频率不准或



中频谐振曲线图

中和过大、过小都会引起正负偏调衰减不对称，造成一边不合格。

### 5. 中频波道衰减：

是指收音机在工作频率范围内，对于相当于收音机中频频率信号的衰减能力。因为收音机对接收的电台信号经变频后便是对固定的中频进行放大，其放大倍数往往占整个高频部分放大倍数的70%左右；当有相当于中频信号的输入时，变频器也相当于一个中频放大器，不过放大器的信号处于回路失调状态，因此，它对中频的放大一般是处于衰减状态，但再经中频放大后，输出端仍有输出。从使用观点来看应当输出愈小愈好，也就是指变频前对中频的衰减要足够大，因此，当收音机在变频前加一级调谐式高频放大器，对改善收音机这一性能将会带来很大好处，或者在输入电路加置中频陷阱器（即狭带带除滤波器）对改善这项指标也起着积极意义。

由输入调谐回路的分析可知，变频器对中频的衰减性能在低限频率处最差，例如中波段即为535KHZ。具体衡量这一性能的好坏是让收音机调谐在535KHZ，当输出端为某一固定值（例如1/10额定输出功率，信号噪音比为20db）时所需的输出端电场强度为准，然后使收音机调谐不变，将输入信号偏调至收音机中频频率（如465KHZ），此时，为了使收音机输出不变，必须增强输入电场强度，使其达到规定值（即1/10额定功率，信号比为20db），两频率灵敏度之比即为中频波道衰减系数。性能较好的收音机（例如在变频前加有调谐式高频放大器）其系数可达35~40db以上，一般收音

机可达20~25db, 较差的也可达到15db左右。

### 6. 假象波道衰减系数:

是指收音机对输入之信号高于或低于二倍中频信号的抗干扰衰减能力。

当收音机工作于 $f_1$ 频率时, 如果此时另有一信号频率为 $f_1+2f$ 中(或 $f_1-2f$ 中, 看本地振荡频率高于或低于输入信号而定)则变频器输出端也会有中频输出, 这在收音机内将引起干扰。象频波道衰减系数主要取决于变频器。由输入电路的分析可知, 这一性能是在收音机的上限频率处为最差。以中波段为例, 即为1605KHZ, 衡量这一性能的方法是: 收音机谐振在1605KHZ, 使收音机为额定输出功率, 设此时输入端电场强度为E, 而收音机调谐不变, 然后偏调输入信号至 $1605+(2\times 465)=2535$ KHZ, (如收音机本地振荡频率低于输入信号频率, 则为 $1605-2\times 465=675$ KHZ, 为了保持输出不变, 必须加强输入, 加强后的电场强度为EA则

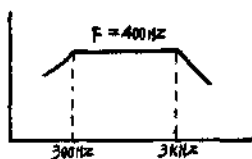
$$D=20\lg\left(\frac{EA}{EO}\right)\text{db}$$

即为该点的象频波道衰减系数。对于一般收音机, 在中波段要求大于20~30db(1605KHZ), 在短波波段则要看短波频率的高低, 一般在12MC时要求大于6~10db, 短波频率愈高, 其衰减能力愈差(尚无具体规定)。

7. 失真度: 是指收音机输入信号(波形或频率)经过放大器放大以后, 输出端所失去的真实程度。收音机的失真越小, 说明它的保真度(逼真度)越高。

收音机产生失真的原因很多，从失真的性质和低频放大器一样可以分为频率失真、相位失真与非线性失真。但在收音机中只有频率失真和非线性失真的产生。

频率失真用收音机的频率特性曲线来衡量的（如图）。它说明输出电压  $U_B$  与输入电压的调制频率  $F$  之间的关系。



理想的曲线应该是与横坐标轴平行呈直线，但事实是不可能的，不过对语言和一般音乐说来，能在300HZ 到3 K HZ 范围内比较平直就足够了。

非线性失真，是由于收音机中某些元件的非线性作用产生的，它使得收音机的输出端不但有调制频率的基波，而且还产生调制频率的谐波。非线性失真的程度，和低频放大器一样，可以用非线性失真系数  $K_f$  表示。

$$K_f = \sqrt{\frac{U_2 + U_3 + U_4 + \dots}{U^2}}$$

$U_1$             基波（也叫主波）；

$U_{2,3,4}$        谐波（也叫副波）。

采用CZ—1A型失真度测量仪基波和谐波可以一次测出。

一般晶体管收音机在收音频率范围内低频端失真较大，高频端失真较小，故一般要求高端失真度小于10%，低端失真度则小于15%，在测试失真时负载要用线性元件，不得使用

扬声器件，否则它的阻抗将会随频率的变化而变化。

**8. 频率特性：**也称频率响应，可分低频频率响应及整机频率响应。低频频率响应是由输入一变化低频频率如300~3000HZ电压经过低频放大器是否能够均衡地进行放大。对正机频率特性而言，如同测试正机失真一样，只是将调制频率进行变化如300~3000HZ，输出变化力求越小越好，用分贝表示，一般晶体管四级机变化应不大于10分贝。其计算方法，以10千KHZ时，1/4额定功率下的输出电压为0db。改变调制频率取变化最大值和最小值之比。即可从分贝表中查出分贝数。

### **9. 自动增益控制特性：**

是指当天线端电场强度发生强弱变化时，输出端变化能保持尽量小的能力。也就是收音机对强信号的压抑能力，这种压抑的结果，不致使输出的信号因为输入大而输出大，输入小而输出小，即强者强，弱者弱，尽管输入强弱悬殊，而输出则大致一致。

衡量收音机自动增益特性的好坏，目前有两种方法：其一是当输入端为某一强信号时（指50mv/m），调节音量控制电位器，设输出为某一额定值U。（如为额定输出功率时，输出负载上的电压），然后将输入端电场强度衰减为某一数值（较普遍的为26db如2.5mv/m）。此时来观察输出端的电压，如U<sub>01</sub>，则：

$$B=20lg\left(\frac{U_{01}}{U_0}\right)db$$

自动增益控制特性较好的收音机B值可小于1~2db，

较差的可达10db左右，甚至更大。

另一种方法是指：当输入端电场强度为94db时（按0db为1mv/m亦即50mv/m），调节音量控制器，使输出端为额定输出，此时降低输入端电场强度，使输出减小10db时，观察输入端电场强度的变化，以94db减去降低后的电场强度，以此值来衡量收音机自动增益控制特性。这种测试方法换算复杂且灵敏度较低的收音机无法测试，所以人们不常采用。

#### 10. 音量控制器作用范围：

音量控制器是用来调节收音机响度的，它应具有一定的调节范围。当收音机输入端为一固定输入电平时，使音量控制器分别放在最大和最小位置，在此同时分别记录这二位置时收音机的输出电压，此二电压的比值，并用分贝数表示，即为音量控制器作用范围。对于这项指标，则要求愈大愈好，一般要求大于30~40db，一般外差式收音机如果电位器本身良好，此项指标极易达到，采用来复式电路则往往比较困难。

#### 11. 额定输出功率：

额定输出功率是指收音机输出保证在一定的失真范围内的输出功率，通常是：在输出音频为1KHZ或400 K Z非线性失真系数为10%时的输出功率。收音机额定输出功率与体积有关。一般台式为200~500mw，少数也有1~2w；便携式大约为50~150mw；袖珍式则较小，通常能有50mw即可。

#### 12. 高频机震抑制特性：

收音机工作时，由于扬声器放音使机内元件发生震动，



其中如本地振荡的可变电容器，震动后将使片距发生变化，即产生电容量的变化，因而将使本地振荡频率发生变化，这就相当在原来本地振荡的某一固定频率上产生频率调制。这一调制频率等于可变电容器固有机械震动频率，当其经二极管检波器解调后，这一固有机械震动频率将经低频放大，由扬声器输出。因此，收音机便可听到一固定音频输出（常称话筒效应），使收音机不能正常工作。这种现象常常出现于较高频率，短波段更为显著。

高频机震抑制特性是表示收音机避免出现这种情况的能力。实验这种性能的办法是在收音机输入端输入一等幅强信号，同时让音量控制电位器开到最大，再使输入信号的整个接受频率范围内逐点改变，而收音机也随之调谐，逐点寻找产生机震点，当找到机震点后，即关小电位器，使机震刚好停止，再在输入等幅信号上加上调制，并增加调幅度，使收音机为额定输出功率，记下此时的调幅度，然后与30%的调幅度相比并用分贝表示，即为收音机的高频抑制系数。该数值当然要求愈小愈好，（机震抑制特别好的可能出现负值。）一般在中波段要求为0 db，短波段要求为3 db。在测试过程中，往往在该波段最高点进行，而且必须使用机内扬声器。

### 13. 低压性能：

低压性能是指收音机在工作一定时期后，电源降至某一数值收音机的工作性能。这一性能考核它对电池的利用系数。一般晶体管收音机当电源电压降至原标称值的75%时，灵敏度应不低于电源标称值时的三倍，应无明显汽船哨叫