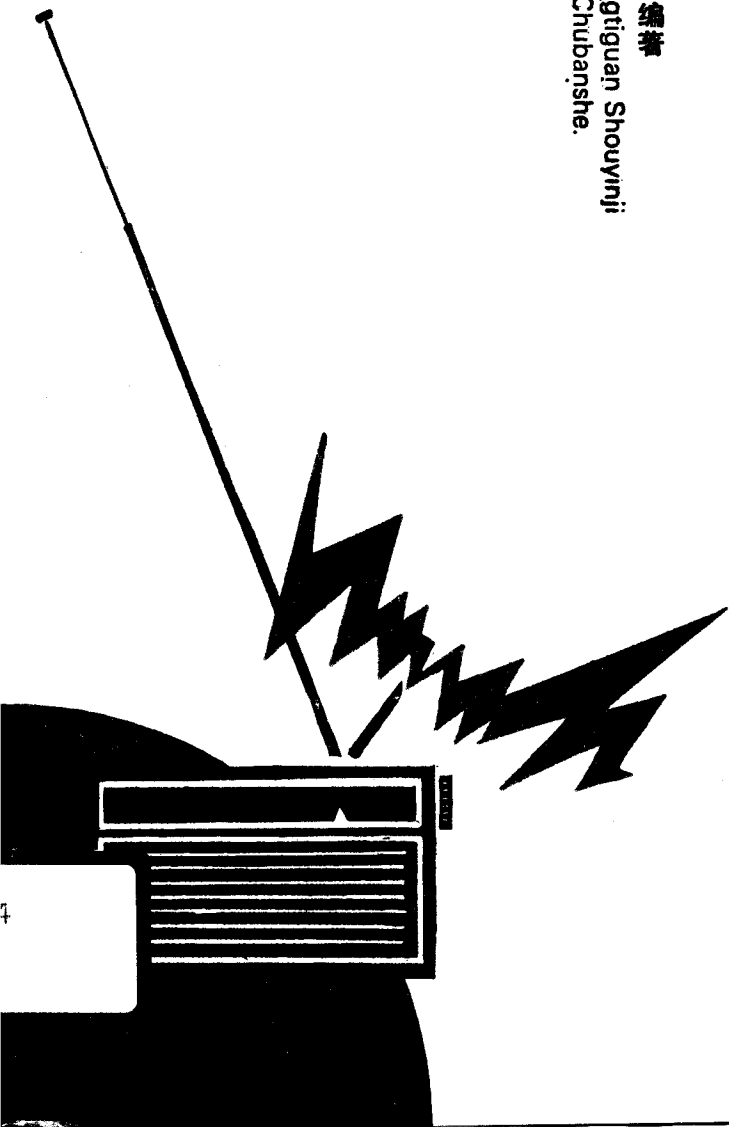


# 怎样修理晶体管收音机

(第二次修订本)

顾旭槐 陈达斌 编著

Zenyang Xiuli Jingtiguān Shouyinji  
Renmin Youdian Chubanshe.



## 内 容 提 要

本书重点介绍了一般晶体管超外差式收音机的修理方法，同时也介绍了集成电路收音机、调频调幅晶体管收音机和晶体管再生式收音机的修理方法。书中首先讲述了收音机的常用元器件和晶体管的选用知识，接着介绍了收音机各级电路并分析了各级电路可能发生的故障；然后详细阐述了检查收音机故障的几种常用方法和怎样根据故障现象去检查及排除故障。最后还介绍了晶体管收音机的调试方法和修理实例。本书可作为业余无线电爱好者学习修理家用电器和其他电子设备的入门篇，也可供广大电子、电器修理部门的工人和技术人员学习参考。

## 怎样修理晶体管收音机 Zen yang Xiu li Jing ti guan Shou yin ji

(第二次修订本)

顾灿槐 陈达斌 编 著

责任编辑：孙中臣

\*

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

进通公司激光照排

北京振华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

\*

开本：787×1092 1/32 1989年12月 第三版

印张：11 12/32 页数：182 1989年12月北京第13次印刷

字数：260 千字 插页：3 印数：3 895 90.1—3 9459.00册

ISBN 7-115-04195-4/TN·349

定价：4.30元

## 第二次修订说明

本书自 1974 年 10 月出版和 1981 年 10 月修订再版以来，深受广大读者欢迎，先后重印了 12 次，发行量近 390 万册，曾两次获全国评比优秀图书奖；还被翻译成朝鲜文版本。鉴于国家实行新的法定计量单位和社会广大读者对本书的需要，我们再一次进行修订出版。

1. 把原书中旧的计量单位改为新的国家法定计量单位；
2. 把广大读者反映的和有关专家指出的对原书所存在的缺点和差错进行了较全面地修正；
3. 为了方便读者循序渐进的掌握本书的内容，将原书的结构顺序和层次进行了调整；同时删除了“半导体的特性、半导体中的载流子、N 型半导体和 P 型导体和 PN 结”这部分内容，使初学者跃过这些难懂的理论问题，直接掌握实用知识，从而加强了本书的系统性和实用性。

由于编者水平所限，可能还有不足之处，望广大读者指正。

编著者

一九八九年四月二十日

## 修 订 版 前 言

《怎样修理晶体管收音机》一书自 1974 年 10 月出版以来，受到了全国广大无线电爱好者和无线电修理部门的工人和技术人员的欢迎。近年来，晶体管收音机的型号和电路都有新的发展，不少读者提出希望本书能增加些新的内容。根据广大读者的要求，我们对本书进行了修订。在修订中，对近几年晶体管收音机所应用的新器件、新电路，例如场效应晶体管、陶瓷滤波器、音调控制电路等，做了充实和说明，并介绍了相应的维修知识。还增加了较复杂的三波段十二管收音机、集成电路收音机、调频调幅 (FM/AM) 晶体管收音机及其修理等方面的内容。

在编写本书时，我们力求做到通俗易懂，由浅入深，讲清道理，联系实际。从讲述晶体管的基本知识入手，接着介绍了晶体管收音机的各级电路，分析了各级电路中可能发生的故障，然后再讲述怎样根据故障现象去查找和排除故障。先介绍修理晶体管收音机的一般方法，然后通过一些典型收音机的例子来说明如何具体运用这些方法。但是，晶体管收音机电路和遇到的故障是各种各样的，书中介绍的方法和具体步骤只能作为参考。实际修理时，还必须善于对具体情况做具体分析，灵活运用。

为了便于叙述，书中将各种故障现象分成几种类型。但是事实上，许多故障现象常常不是孤立存在的，它们往往相互联系、交错在一起。如“灵敏度低”与“音小”，“失真”与“音小”等。这时既要抓住主要的故障现象，又要注意到次要的故障现

象，这样才能较快地把收音机修好。

我们希望读者通过对本书的学习，能够熟悉晶体管收音机的基本原理，学会分析故障的方法，掌握修理晶体管收音机的基本知识。但书本知识毕竟是间接的东西，要真正学会修理，还必须反复实践，不断总结经验。

本书在第一版发行后，广大读者对本书的支持和鼓励以及所提的许多宝贵意见，对我们这次修订工作帮助很大，在此表示衷心的感谢。

由于我们的理论水平和实际经验有限，书中可能有不少缺点和错误，希望广大读者批评指正。

编著者

一九八一年十月

# 目 录

<b>第一章 晶体管收音机常用元器件</b> .....	1
第一节 电阻器 .....	1
第二节 电位器 .....	2
第三节 电容器 .....	3
第四节 天线线圈 .....	10
第五节 中频变压器和本机振荡线圈 .....	15
第六节 陶瓷滤波器 .....	25
第七节 低频变压器 .....	27
第八节 扬声器和耳机 .....	29
第九节 印制电路板 .....	35
第十节 塑料机壳和波段开关 .....	36
<b>第二章 晶体管及其选用常识</b> .....	39
第一节 晶体二极管 .....	39
第二节 晶体三极管 .....	42
第三节 场效应晶体管 .....	74
<b>第三章 晶体管收音机各级电路及其故障分析</b> .....	89
第一节 晶体管超外差式收音机概述 .....	89
第二节 变频级及其故障分析 .....	95
第三节 中频放大级及其故障分析 .....	108
第四节 检波器和自动增益控制电路及其故障分析 .....	120
第五节 前置放大级及其故障分析 .....	127
第六节 功率放大级及其故障分析 .....	140
第七节 电源电路及其故障分析 .....	161

<b>第四章 晶体管收音机故障检修方法</b> .....	173
第一节 几种常用的故障检修方法 .....	173
第二节 怎样根据故障现象检修收音机 .....	195
<b>第五章 各种程式收音机的故障检修</b> .....	229
第一节 多波段超外差式收音机的修理 .....	229
第二节 集成电路收音机及其修理 .....	241
第三节 调频调幅晶体管收音机及其修理 .....	259
第四节 再生式晶体管收音机及其修理 .....	283
<b>第六章 晶体管收音机的调试</b> .....	297
第一节 晶体管超外差式音机的调整 .....	297
第二节 晶体管再生来复式收音机的调整 .....	309
第三节 晶体管收音机主要指标测试 .....	312
第四节 调频晶体管收音机主要指标测试 .....	316
第五节 晶体管收音机修理后需要调试的项目 .....	328
第六节 调频部分的调整 .....	330
<b>第七章 收音机检修实例</b> .....	333
<b>第八章 修理收音机常用工具及仪表</b> .....	343
第一节 常用工具 .....	343
第二节 仪表设备 .....	345
<b>附录 国产晶体管命名法</b> .....	353

# 第一章 晶体管收音机常用元器件

---

修理晶体管收音机过程中，要接触到大量的无线电元器件。本章简单介绍一下晶体管收音机中常用的一些主要元器件，以便更有效和合理地使用它们。

## 第一节 电阻器

晶体管收音机本身消耗功率较小，整个机器的体积能做到小巧，所以广泛使用小型炭膜电阻器，其功率常在  $1/4 \sim 1/8$  瓦之间。如果晶体管收音机的体积较大，那么一般大一些的电阻器，只要阻值相符，可以使用。

在晶体管收音机电路里，电阻器主要是用作负载、分压器、分流器，以及用来调节电路中某一点的工作电流，与电容器一块儿起滤波作用等。起不同作用的电阻器，对它们的阻值要求的严格程度也不一样。例如，若电源滤波电阻坏了，就可以用一个阻值相差不多的电阻代替。负载电阻的阻值稍有变动，影响也不太大。但是偏置电路中的分压电阻就不能随便改变，只有新换了晶体管，或确定原晶体管特性已有变化时，才需要对偏置电阻作相应的改变。

在晶体管收音机电路中所用电阻，如无特别的说明，一般它的标称功率值为  $1/16$ 、 $1/8$  和  $1/4$  瓦。对于电阻在电路中用的标称功率是多少？通常采用如图 1-1 所示的符号来表



示。维修中应根据电路要求电阻的功率，换上相应的标称功率的电阻。

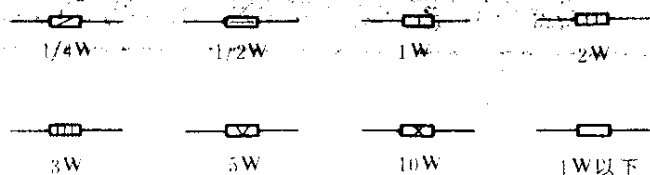


图 1-1 电阻及功率大小符号

关于电阻的阻值，我国是按标准系列进行生产的。表 1-1 为各种误差下的标准化系列产品标称值。对表列的数值分别乘以 1、10、100、1000、10, 000、100, 000、1, 000, 000 就可以得出 1~9.1 兆欧的电阻值。

表 1-1 各种误差下的标准化系列产品标称阻值

系 列	误 差	电 阻 的 标 称 值
E24	I 级 $\pm 5\%$	1.0、1.1、1.2、1.3、1.5、1.6、1.8、2.0、2.2、2.4 2.7、3.0、3.3、3.6、3.9、4.3、4.7、5.1、5.6、6.2 6.8、7.5、8.2、9.1
E12	II 级 $\pm 10\%$	1.0、1.2、1.5、1.8、2.2、2.7、3.3、3.9、4.7、5.6 6.8、8.2
E6	III 级 $\pm 20\%$	1.0、1.5、2.2、3.3、4.7、6.8

## 第二节 电位器

在晶体管收音机里，为了调节音量与音质，常采用可变电阻器，一般叫电位器。电位器最常见的故障是发生噪声。

电位器使用一段时间后，就可能产生“喀啦、喀啦”的噪声。这可能是电位器炭层被磨损，或电阻膜片上有杂质和油垢过多所造成的。另外，转轴与轴套间接触不好，也会产生噪

声。电位器发生噪声，可以用以下方法来修理。

(一) 将电位器盖子打开，用香蕉水或汽油擦洗电阻膜片。如果发现膜片上被磨损的痕迹较深，可以改变触点位置，使触点不再沿原来的痕迹移动。但要注意，在触点位置改变时，仍应保持触点在电阻膜片上有适当的压力。

(二) 将轴与轴套拆开用汽油洗净，并涂上适量的电位器油脂（目前工厂配用的为锂基油脂，在高温  $140^{\circ}\text{C}$  时不会流动，低温  $-55^{\circ}\text{C}$  时不会冻结，且粘度很好），以减少电位器转动时产生的噪声。

(三) 采用向电位器喷注清净润滑剂的方法改善电位器的功能。当电位器经过一段时间使用以后，由于灰尘、氧化物、碎屑的附着物、以及零件的磨损而产生噪声、工作不稳定等等，只要向电位器的滑动接触部分喷注以电位器清净润滑剂，即可显著改善电位器的功能。电位器清净润滑剂，不仅适合于改善电位器的噪声以及接触不好等故障，而且也可改善用于其它插接器件，如各种开关、插座、继电器、调谐机构等，因接触不良所引起的故障。

### 第三节 电容器

晶体管收音机里所用的电容器可分为可变的、半可变的和固定的三种形式。

#### 一、可变电容器

收音机里的可变电容器多是用来调谐电台的。根据收音机的电路结构不同，可变电容器有单连可变电容器、双连可变电容器两种。前者用于再生来复式简易型收音机，后者用于超外

差式收音机。

根据所用介质不同，可变电容器又可分为空气介质和固体介质两种。空气介质可变电容器的体积较大，只适用于台式收音机及部分体积大些的便携式收音机。固体介质可变电容器的特点是体积小，重量轻，因此适用于袖珍式、便携式收音机。但固体介质电容器使用较长时间后，介质会遭受磨擦损伤，故其寿命比空气可变电容器要短一些，而且质量不好的还可能产生静电杂音。

晶体管收音机里用的单连可变电容器，其最大容量一般为290~360皮法，最小容量为9皮法左右，在超外差式晶体管收音机内用的双连可变电容器，其两个电容器的容量有一样大的和不一样大的两种。前者叫做等容双连，后者叫做差容双连。可根据各晶体管收音机的特点选用。表1-2是晶体管收音机常用的可变双连电容的规格。

可变双连电容器的动片与定片都是平行装置的，因此要求动片转到任一角度时，都应与定片保持平行而且相互处于绝缘的状态。有时会发生动片与定片相碰的情况，结果就收不到电台。这种故障以空气可变电容器出现最多。固体介质绝缘的可变电容器，动片与定片间的绝缘膜片，经过长期使用之后，也会发生磨穿的情况。这样，动片与定片就会造成短路，收音机就收不到电台。有些情况是只有当动片转到某一角度时才发生动片和定片碰片，而在其他位置时收音机能够正常收听。这时，用手旋动电容时就会感到忽松忽紧的现象，而且在扬声器内会发生“喀、喀”的杂音。如果有这种现象，可将电容器的引线断开，用万用电表的欧姆档测量动片和定片之间的电阻，同时用手旋动电容器，检查动片和定片间有无短路现象。

空气可变电容器的碰片，通常是由于片子不正造成的。如

表 1-2

常用双连可变电容器规格

型 式		天 线 连 容 量(pF)		振 荡 连 容 量(pF)	
		最大容量	最小容量	最大容量	最小容量
固 体 介 质	等 容	270	5	270	5
	差 容	200	8	90	6
		90	5.5	60	3.5
空 气 介 质	等 容	340	12	340	12
		350	10	350	10
		250	<8	250	<8
	差 容	290	12	250	12
		290	9	124	7
		170	6	70	6

果是少数几片动片弯扭，只要用薄刀片仔细拨正就可以了。如果是定片偏斜，可以将定片两端的胶木板加以校正。如胶木板没有松脱，则可能是定片两端固定点的焊锡脱开所致。这种故障，只要把动片全部旋入，确定不碰片的位置，重新焊好，碰片的问题就可以解决。

当动片和定片之间有了杂物，如焊锡、导线头等，也会造成定、动片之间的短路。解决的办法，可以将细砂纸撕成细条状，插入极片之间把杂物除去，或用“皮老虎”吹去即可。

空气可变电容器，使用日久之后，在动片与定片之间会积有一层污垢杂质，这样定片与动片之间就会发生漏电。它等于在可变电容器的两端并上了一个电阻，使调谐电路的有效 Q 值降低。这样晶体管收音机的灵敏度、选择性都会受到影响，而且在调谐电台时，还会出现杂声。如果漏电严重会使本机振荡停振，扬声器中就没有声音。遇到这种情况，只要清除动片

与定片间的污垢杂质，就能使整机恢复正常工作。

固体介质可变电容器如确定动片与定片有短路情况时，需要卸开外部的塑料封闭盒，逐片拆开进行检查。如系绝缘膜片破裂，可以另外换上一片。

固体介质可变电容器在使用中可能会产生静电噪声。这样在调谐电台时会产生“喀、喀”的噪声。产生静电噪声的原因是固体介质经过磨擦之后，产生了静电效应。这时，可以试在电容器中注入几滴高纯度的酒精，然后转动几下动片，静置几昼夜，待酒精蒸发干后，故障可能有显著好转。但这样不能完全根除，最好换用一个质量好的电容器。

另外，固体介质可变电容器不会发生内部接触电阻增大的毛病，这样就会使选择性变坏，灵敏度下降，严重时停止振荡，尤其是短波段。修理的方法，可以松开四个固定螺母，摇动几下各支柱，然后再旋紧螺母，直至接触电阻显著改善为止。

## 二、电解电容器

晶体管收音机的电路具有阻抗小的特点，所以必须采用大容量的电容器。由于晶体管收音机工作电压较低，所以有可能使用体积小、工作电压低而容量却很大的电解电容器，其外形一般如图 1-2 所示。目前在晶体管收音机中所常用的电解电容器，其容量和工作电压如表 1-3 所示。电解电容器在电路内主要起级间耦合，隔直流，旁路和去耦滤波等作用。一般用作去耦的电解电容器，其容量常达 50~200 微法之间，旁路用的电解电容器在 30~50 微法之间，耦合电解电容器在 10~50 微法之间。

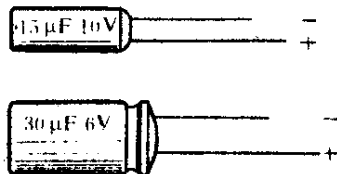


图 1-2 电解电容器

电解电容器具有极性，一般长引线是正极，短引线是负极。换电解电容器时，必须按照原来的极性要求装上。如果极性接错，不仅漏电严重，而且可能爆炸或击穿，影响电路的正常工作。另外在焊接电解电容器时，要求不要过多拨动引线，以免造成引线内部接触不良。焊接时间要短，以免烙铁头的高温破坏密封，甚至造成内部短路。此外，长期贮存会使电解电容器的性能变坏，要求隔一定时间以后，按规定电压充电一次。装在收音机上以后，如机器长期不使用，也要隔一定时间工作一下。

表 1-3 小型电解电容器的规格

标称容量 ( $\mu\text{F}$ )	直 流 工 作 电 压 (v)				
	3	6	10	15	25
	外 形 尺 寸 直径 $\times$ 长度(mm)				
3				4.5 $\times$ 15	4.5 $\times$ 15
5			4.5 $\times$ 15	4.5 $\times$ 15	6 $\times$ 120
10	4.5 $\times$ 15	4.5 $\times$ 15	6 $\times$ 20	6 $\times$ 20	7 $\times$ 20
15	6 $\times$ 20	6 $\times$ 20	6 $\times$ 20	7 $\times$ 20	8.5 $\times$ 30
20	6 $\times$ 20	6 $\times$ 20	7 $\times$ 20	7 $\times$ 20	8.5 $\times$ 30
30	6 $\times$ 20	7 $\times$ 20	7 $\times$ 20	8.5 $\times$ 30	
50	7 $\times$ 20	8.5 $\times$ 30	8.5 $\times$ 30	8.5 $\times$ 30	
100	8.5 $\times$ 30	8.3 $\times$ 30			

如果有的电解电容器“+”、“-”极性标记已经模糊不清时，可以根据电解电容器在正接时漏电小，反接时漏电大的特点来判别电解电容器的正负极性。通常，可采用万用电表先量一下

电解电容器漏电为多少欧姆的电阻，再将两个表棒对换下进行测量，可以根据两次测量出的漏电程度判断出它的极性。漏电小时，黑表棒所连接的是电解电容的正极“+”，红表棒所连接的是电解电容器的“-”负极。

### 三、小型固定电容器

在小型便携式和袖珍式晶体管收音机里，广泛采用各种小型的固定电容器。例如陶瓷电容器，涤纶电容器，金属膜电容器及云母电容器等。其中最常用的是陶瓷电容器。这种电容器是采用一种铁电陶瓷作为介质，在陶瓷片的两面都涂有一层很

表 1-4 在晶体管收音机中使用的五个类型电容器

序号	类别		适用电容器的品种	图中编号	需用容量范围
1	谐振回路电容器		云母、玻璃釉、 聚苯乙烯、高频 瓷介等	$C_{10}$ 、 $C_{11}$	270~390pF 与 双连配合
				$C_{13}$ 、 $C_{19}$ 、 $C_{21}$	180~510pF 与 中周配合
2	交流旁路 电容器	高中频	金属化纸介，涤纶 低频瓷介	$C_4$ 、 $C_{17}$ 、 $C_{20}$ 、 $C_{21}$	0.01~0.047 $\mu$ F
		低频	电 解	$C_{15}$	10~50 $\mu$ F
				$C_{31}$ 、 $C_{33}$	5~50 $\mu$ F
3	交流耦合 隔直流电 容器	高中频	金属化纸介，涤纶	$C_7$ 、 $C_{12}$	0.0068~0.02 $\mu$ F
		低频	电 解	$C_{28}$	5~10 $\mu$ F
4	改善波形或改善 频率响应电容器		金属化纸介、 涤纶电容	$C_{34}$	0.0033~0.01 $\mu$ F
				$C_{36}$	0.1~0.22 $\mu$ F
5	电源退交连		电 解	$C_{24}$ 、 $C_{27}$ 、 $C_{35}$	30~220 $\mu$ F

薄的银层作为电极，再经过一系列工艺处理而成。由于铁电陶瓷介质具有很高的介电常数，所以做成的电容器体积小而容量大。但这种电容器由于介电常数会受到温度的影响，而且还有老化的现象，使用时间一久，容量会有一定程度的减低。修理收音机时，要注意是否由于这种电容器造成的故障。

另外，在晶体管收音机维修中，由于机器中所用的固定电容器，品种繁多，容量不一，性能要求又各不相同，有时尽管容量大致相同，但不一定都可以代换使用。因为电容器分有高频用电容器与低频用电容器两大类。如云母电容器、玻璃釉电容器、聚苯乙烯电容器、高频瓷介电容器等就属于高频电容器，

表 1-5 高低频电容器的品种和型号

分类	品种	常用型号	损耗	容量范围	容量误差等级
高频电容器	云母	CY <sub>1</sub> CY <sub>2</sub>	$(10\sim 20)\times 10^{-4}$	10~1000pF	+20%, ±5%, ±10%
	玻璃釉	CI <sub>2</sub>	$15\times 10^{-4}$	10~680pF	±5%, ±10%, ±20%
	聚苯乙烯	CB <sub>1</sub> CB <sub>2</sub> CB <sub>10</sub>	$(10\sim 20)\times 10^{-4}$	3~10000pF	±5%, ±10%, ±20%
	高频瓷介	CC <sub>1</sub> CC <sub>2</sub> , CC <sub>3</sub>	$15\times 10^{-4}$	1~1800pF	±5%, ±10%, ±20%
低频电容器	电解	CD <sub>3</sub> , CD <sub>10</sub> , CD <sub>11</sub>	0.2~0.3	1~10000μF	+100% -20%
	金属化纸介	CJ <sub>10</sub> , CJ <sub>11</sub>	0.015	0.0033~1μF	±5%, ±10%, ±20%
	涤纶	CLX, CL-1	0.01	0.001~1μF	±5%, ±10%, ±20%
	低频纸介	CT <sub>1</sub> , CT <sub>2</sub> , CT <sub>3</sub>	0.04	0.00033~ 0.047μF	+80% -20%



而且容量误差也比较小。而电解电容器、纸介电容器、涤纶电容器、低频瓷介电容器都属于低频电容器的类型。电容器因为使用的频率不同，它们的损耗差别也就大。因此，在维修中遇有电容器要代用时，必须注意这个问题。一般凡是使用低频电容器的场合，只要体积容许，都可以用等容量的高频电容器来代替；而用高频电容器的场合，一般就不能用低频电容器来代替。表 1-4 列出晶体管收音机使用的五个类别。这是根据图 3-46 为例，列成的表。

高低频电容器的品种与型号可见表 1-5 所列（见图 3-46）。

## 第四节 天线线圈

晶体管收音机，大都采用磁性天线。由于磁性天线对广播电台发射出来的电磁波有很强的聚束磁力线的的能力，这样就可以减少线圈的面积，提高线圈的效率。磁性天线还有较强的方向性。所以能够增强晶体管收音机的抗干扰能力。

磁性天线接收电磁波的能力，除和磁棒材料特性有关外，还和磁棒的长度  $l$  和截面积  $d$  有关。磁棒越长，截面积越大，接收电磁波的能力就越强，收音机的灵敏度就越高。但这只是在一定限度内才是正确的。当超过一定极限以后，过粗过长的磁棒，内部损耗也就越大，因此  $Q$  就越低，这样就会使灵敏度和选择性都反而变坏，所以一般磁棒长度多在 200 毫米以下。另外，如果磁棒过长，晶体管收音机就不能做得很小。因此选用磁棒的规格是根据晶体管收音机不同要求而确定的。

磁棒的材料有不同，即有锰锌磁棒和镍锌磁棒的区别。锰锌磁棒呈黑色，工作频率较低，导磁率较高，适用于中波段。