

耳塞式 晶体管收音机制作

陈有卿 编

中国农业机械出版社

耳塞式晶体管收音机制作

陈有卿 编

中国农业机械出版社

本书较系统地介绍了耳塞式晶体管收音机的原理、制作和调试。全书共分两章。第一章介绍了电阻器、电容器、电感器、晶体管和耳机等无线电元件的基础知识。第二章是实际制作，分别介绍了十六个单管、两管、三管、四管和超外差式晶体管耳塞式收音机的原理、制作和调试。这些收音机都用一节五号电池供电，具有体积小、灵敏度高、电路简单、安装和调试容易等特点。为了便于读者仿制，对每一个电路都提供了与实物同样大小的印刷电路板图。本书适于广大青少年和无线电爱好者阅读。

耳塞式晶体管收音机制作

陈有卿 编

•
中国农业机械出版社出版

北京南海淀区阜成路东钓鱼台乙七号

花园村中学印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

新华书店经售

•
787×1092 32开 3 6/16印张 72千字

1984年1月北京第一版·1984年1月北京第一次印刷

印数：00,001—51,500 定价：0.32元

统一书号：15216·211

前 言

在青少年中开展科技活动，是开发青少年智力的有效措施之一，而业余无线电制作活动，则是青少年比较喜爱的科技活动项目。要学好无线电知识，一般可以先动手制作一些较简单的收音机，然后由低级到高级、由简单到复杂，循序渐进，最后再学装较复杂的收音机或其它电子器件。

耳塞式晶体管收音机是一种比较简单的收音机。它使用的元件少，成本低，制作和调试都比较容易；同时它的体积小，随身携带方便，因此这种收音机也比较实用。对于外出旅行游览或者收听外语教学广播都是十分适宜的。这种耳塞式晶体管收音机不仅适合青少年无线电爱好者制作、使用，也适合中老年无线电爱好者制作和使用。

为了帮助无线电爱好者掌握这种收音机的装置技术，笔者根据多年来辅导青少年科技活动积累的实际经验和资料，编写了这本小册子。全书一共分析介绍了十六个耳塞式收音机的电路工作原理、制作要领和调试方法。这些电路都经过实际制作，证明是性能良好的。读者在使用本书时，最好先认真阅读第一章基础知识，然后再按第二章动手制作。制作时可以先简单后复杂逐个制作，也可以从中挑选合适的电路进行制作。

限于作者的水平，书中缺点或错误之处，敬希读者批评指正。

作 者

目 录

第一章 无线电元件的基础知识

第一节	电阻器	1
第二节	电容器	7
第三节	电感器	15
第四节	晶体二极管	23
第五节	晶体三极管	31
第六节	耳机和耳机插座	42
第七节	印刷电路板的制作	45

第二章 耳塞式晶体管收音机制作

第一节	单管耳塞式晶体管收音机	49
第二节	两管高阻耳塞式晶体管收音机	62
第三节	两管低阻耳塞式晶体管收音机	71
第四节	三管低阻耳塞式晶体管收音机	79
第五节	四管低阻耳塞式晶体管收音机	86
第六节	超外差式耳塞式晶体管收音机	92

第一章 无线电元件的基础知识

任何一台电子设备都是由各种各样的电子元件组合而成的，打开收音机的后盖板，就能见到各种各样的电阻器，电容器、电感器以及晶体二极管和晶体三极管等。初学者制作收音机，有必要先熟悉各种元器件的性能，然后再动手去实践。

第一节 电 阻 器

电阻器是一种具有一定数值的电阻元件，简称电阻，通常用字母 R 表示。它的种类很多，按制成材料分：有碳质电阻、碳膜电阻、金属膜电阻、线绕电阻等数种。它们的实物和外形如图1-1所示。

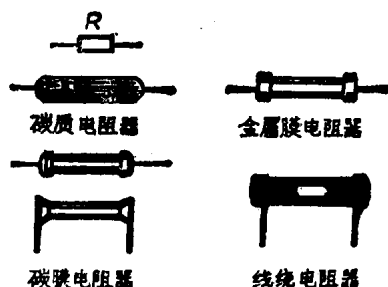


图 1-1 电阻器

碳质电阻又称合成电阻，它由碳粉与陶瓷粉按一定的比例烧结而成。这种电阻制造成本低，但性能很差，目前已经

趋于淘汰。碳膜电阻和金属膜电阻是在瓷管上蒸镀一层极薄的碳膜和金属膜制成。为了便于区别，碳膜电阻外面一般涂有绿色保护漆，而金属膜电阻外面通常涂有红色或棕红色保护漆。这种电阻体积较小，稳定性较高，阻值范围可做得较宽，是目前用得最广泛的一种电阻。本书所列的制作电路一般都采用碳膜电阻或金属膜电阻。线绕电阻是用镍铬丝或锰铜丝、康铜丝在瓷管上绕制而成，外面一般涂有黑色保护漆。这种电阻工作稳定可靠，误差较小、耐高温较高，一般用在大功率的情况下，本书所列的线路一般不采用。

按照电阻值是否可变来分，电阻器又分为固定电阻、可变电阻和半可变电阻数种。

固定电阻是指电阻值不能变更的电阻器。

可变电阻又叫电位器，它又分带开关和不带开关两种。常用的可变电阻外形与符号见图1-2。

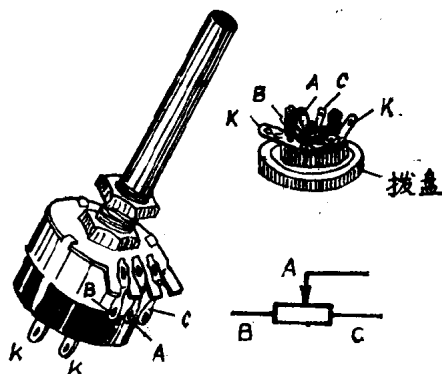


图 1-2 可变电阻器

半可变电阻又叫微调电阻器，它的体积很小，通常是用
来调整晶体管的偏流大小。图1-3是它的外形与符号。

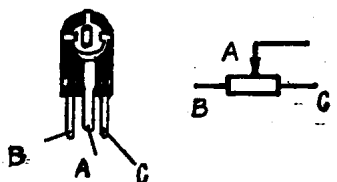


图 1-3 微调电阻器

电阻器接在电路中有限流作用：将几个电阻器串联起来，接在电路中，可以起到分压作用；将电阻器并联在电路中，可以起到分流作用。

电阻的单位是“欧姆”简称“欧”，通常用希腊字母“ Ω ”表示。常用的单位还有“千欧”和“兆欧”两种。千欧的符号为“ $k\Omega$ ”或“ k ”；兆欧的符号为“ $M\Omega$ ”或“ M ”。它们之间的换算关系为

$$1 k\Omega = 1000\Omega$$

$$1 M\Omega = 1000k\Omega$$

例如， $4.7k\Omega$ 就是 4700Ω ； $1.5M\Omega$ 就是 $1500k\Omega$ ，也是 1500000Ω 。

电阻器除了阻值大小有区别外，它所能承受的电功率也不相同。电功率是流过电阻器的电流强度的平方与电阻值的乘积，它的单位是“瓦特”，简称“瓦”，用“ W ”表示。例如，“ $1/2W$ ”表示这个电阻的额定电功率是0.5瓦。当电流通过电阻器时，由于电流的热效应，电能将转变为热能消耗，消耗功率太大，超过电阻器的额定功率时，电阻器就会烧坏。所以在选用电阻器时，不仅要注意阻值的大小，而且要看功率的要求。常用的电阻器的额定功率有：

1/16、1/8、1/4、1/2、1、2、3、5和10瓦等数种。本书介绍的各种收音机，因使用电源电压低，电阻器上消耗电功率不大，一般可选用1/8瓦或1/16瓦。

由于在生产过程中电阻器的阻值不可能做到完全正确无误，而总是存在着一定的误差。因此在电阻器上还标明了电阻的误差等级。“Ⅰ”级表示误差为 $\pm 5\%$ ，“Ⅱ”级表示误差为 $\pm 10\%$ ，“Ⅲ”级表示误差为 $\pm 20\%$ 。对于一般使用，可以不考虑电阻的误差等级。

固定电阻的测试，可用万用表置于相应的电阻量程。例如，阻值在几到几十欧姆的电阻应该用 $R \times 1$ 档测试；几百到几千欧姆的电阻应该用 $R \times 10$ 档或 $R \times 100$ 档测试；几十千欧到几百千欧的电阻则要用 $R \times 1 K$ 档测试。

测试时应注意不要用手接触到电阻的两端引线(图1-4)，因为这样测得的结果实际上是人体电阻与待测电阻的并联值，读数就不会正确。

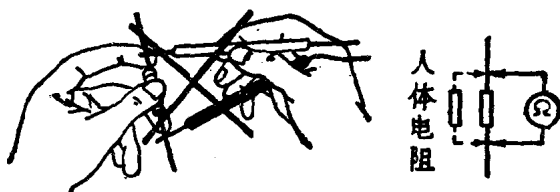


图 1-4 测电阻时不正确的手势

在装置调试收音机时，特别是调整晶体管的工作点时，最好能用微调电阻器。有时买不到微调电阻器而且也没有阻值合适的固定电阻器，这时我们可以采用几个电阻串联或并联的方法来解决。电阻串联，其等效总电阻相当于各个电阻值之

和：电阻并联后，总电阻的倒数为各个电阻值倒数之和（图1-5）。

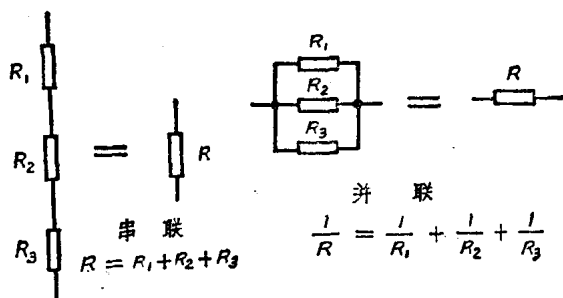


图1-5 电阻的串联与并联

除了串并联外，我们还可以直接改变固定电阻器的阻值。方法是取一个比预定阻值略小的碳膜电阻，电阻两引线分别绕在万用电表的两根表棒上（见图1-6）。用小刀、什锦锉

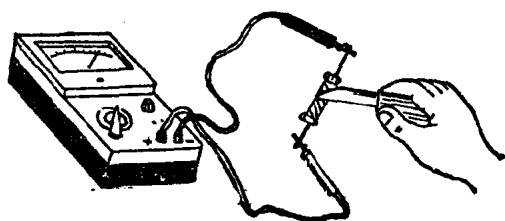


图1-6 修正电阻的方法

或细砂纸小心地在电阻上刮去或锉去一层碳膜，同时眼睛要密切注视万用表的读数变化。边看边刮，一直刮到预定的阻值时为止，最后在上面涂上一层清漆作为保护膜即可。刮时应注意不要把电阻器上的螺纹刮断，否则这个电阻器就会失效。

325751

电位器的内部构造，有碳膜、实心碳质和线绕等几种。我们通常使用的大多是碳膜电位器，它的结构见图1-7，它由炭黑和树脂的混合物喷涂在马蹄形胶木板上制成。在电阻片上装有一个可以转动的活动臂，旋转电位器的转轴，可以改变活动臂在电阻片上的接触位置，从而达到改变电阻值的目的。

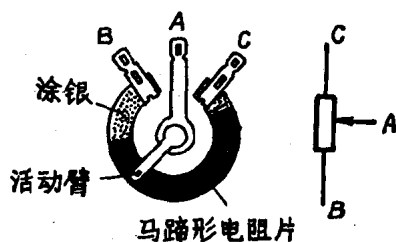


图1-7 电位器内部结构

电位器按阻值变化规律有指数式、对数式和直线式三种，它们分别用字母“Z”、“D”、“X”来表示。指数式电位器在旋转转轴时开始阻值变化较小，以后阻值变化较大。这种电位器常用在音量控制调节上。这是因为在声音微小时，即使稍有增加，人的耳朵的感觉是较为灵敏的；但当音量达到一定响度时再继续增加，人耳的感觉反而比较迟钝了。所以在收音机里采用指数式电位器来调节音量，正好适应了人耳的听觉特点，使人们感觉到收音机音量变化是均匀的。直线式电位器的阻值变化是均匀的，也就是说，电位器的转轴每转动一度，电阻值变化都是一样的。直线式电位器主要用于一些仪器仪表里，例如万用电表里电阻档调零旋钮就是一个直线式电位器。对数式电位器的电阻变化符合对数规律。即在开始旋动转轴时，每转动一度，阻值变化较大，

但以后每转动一度时，阻值变化就小。这种电位器通常用在收音机里作音调控制。

对电位器的要求主要是转动灵活，接触良好。有些接触不良的电位器用在收音机里作音量控制时，在转动电位器时会使收音机发出很大的“喀啦”响声。检查电位器，可先用万用电表测量电位器的总阻值是否符合要求，然后将一根表棒接触电位器当中那个焊片（滑动臂），另一根表棒接触边上任何一个焊片（见图1-8），再慢慢地旋动电位器的转轴，

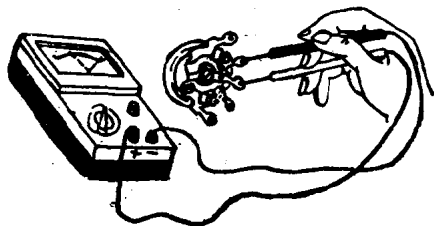


图 1-8 电位器检查法

如果万用表的指针能从头到尾平稳地移动，没有突然的跳动现象，说明电位器基本良好。

微调电阻器一般都是直线式的，结构大都是碳膜型的。它的测试方法和电位器基本相同。

第二节 电 容 器

电容器是一种具有充电和放电能力的电子元件，简称电容，常用大写字母C表示。电容器的种类很多，按绝缘介质材料来分，常用的有：纸质电容器、云母电容器、瓷介电容器、涤纶电容器、金属化纸介电容器、玻璃釉电容器和电解

电容器等。按结构型式来分有：固定电容器、可变电容器和半可变电容器等，各种电容器的外形和符号见图1-9。

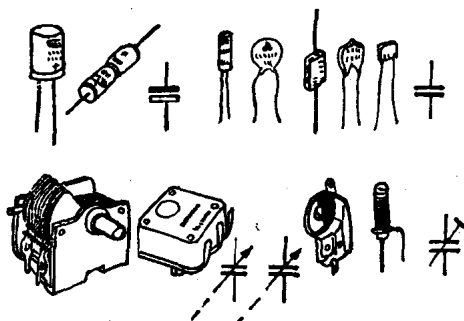


图 1-9 各种电容器外形及符号

电容器由两个导体（金属片）和夹在导体中间的绝缘介质（空气、纸、云母等）组成。两金属片的引线就是电容器的两个电极，图1-10是它的结构示意图。

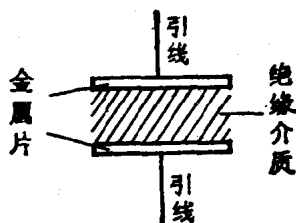


图 1-10 电容器的构造

电解电容器的两个引出线有正负之分，“ $\sqcap$ ”表示正极，在电路里应接电位高的一点，“ $\perp$ ”表示负极，在电路里应接电位低的一点，不能接反，否则轻者会使漏电流增大，严重时会使电容器击穿损坏。

1. 电容器在电路里的作用

电容器接在直流电路和交流电路中所起的作用是不同的。如图1-11所示，把电容器C串联在直流电路里，灯泡D不亮，说明直流电不能通过电容器，这叫做电容器的隔直作用。

如果把电容器串联在交流电路里，灯泡D就会发亮（图1-12），说明交流电能“通过”电容器。

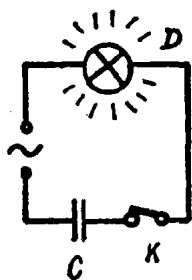
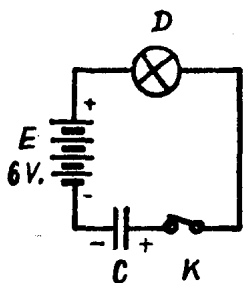


图1-11 电容器的隔直作用 图1-12 电容器的通交作用

为什么交流电能“通过”电容器？这是因为电容器具有充电、放电的特性。以图1-11为例，在未合上开关K时，电容器C不带电，在合上开关K时，回路里有短暂的瞬间电流，使电容器充上右正左负的电荷，因而使电容器带上一定的电量。如果此电容器两端的电压与电源电压E相等时，充电就完毕，回路中就不再有电流流通，所以灯泡不会发亮。这就是电容器的“隔直”作用。如果我们用一根短导线连结电容器的两端，那么电容器两极板所带电量就会通过短导线放掉，这就是电容器的放电特性。

如果把电容器接在交流电路里，由于交流电源的电压极性不断发生交替变化，因而使电容器不断地进行充电与放电，

回路里始终有电流往返流动，因而灯泡发光。好象交流电“通过”了电容器，这是电容器的“通交”作用。

我们可以用图1-13作比喻。图1-13a是用一根水管把一台水泵的进水口与出水口连结起来，管道里充满了水，现

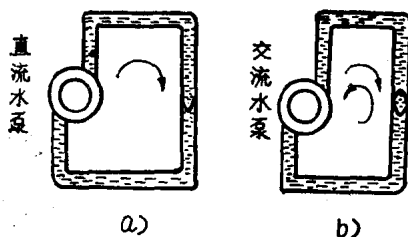


图1-13 电容器充电放电比喻图

在管道中央安置一块弹性橡皮膜，平时橡皮膜处于水平状态。如果一开水泵，由于水泵压力，橡皮膜就会向下凹，因此在开泵瞬间，管道里有短暂的水流，这就象电容器的充电过程。待电容器充满了电，即橡皮膜向下凹到一定程度，橡皮膜因形变而产生的弹力与水泵（相当于电源）的压力相等时，橡皮膜就不再继续向下凹，管道里的水也就不再流动，所以“直流”水不能通过橡皮膜。

如果有这样一种水泵，它的进水口与出水口不是固定的，而且互相交替变换，这就相当于交流电源的“交流”水泵。那末橡皮膜的情况又会怎样呢？很明显，它会不断地上凸和下凹，无休止地交替进行（图1-13b）。就好象电容器在交流电路里不断地充电与放电。所以管道里不断地有水往返流动，因此可认为“交流”水“通过”了橡皮膜。但是管道里上半部的水并没有流到管道里的下半部来，所以这里的

“通过”两字要加引号。

利用电容器的“通交”作用，可以用它来完成“耦合”、“退耦”、“傍路”和“滤波”等任务。

2. 电容器的容量、容抗和耐压

电容器能够充电放电，说明它具有贮藏电荷的本领。这个本领是用电容量来表征的。电容量的单位是“法拉”，简称“法”，通常用字母“F”表示。但法拉的单位太大，常用的单位有“微法”和“微微法”两种，微法的字母代号是“ μF ”或“ μ ”；微微法的字母代号是“ $\mu\mu\text{F}$ ”或“pF”，或简写成“p”。它们之间的换算关系是

$$1\text{ F} = 1000000\mu\text{F}$$

$$1\mu\text{F} = 1000000\text{pF}$$

例如， $0.0022\mu\text{F}$ 的电容器也就等于 2200pF 。

电容器虽然能通过交流电，但是它对交流电也存在阻力，这个阻力我们叫做“容抗”，用字母“ X_c ”表示。容抗的单位是欧姆，它的大小由公式

$$X_c = \frac{1}{2\pi fC}$$

求得。这个式表明：交流电的频率 f 愈高、电容器的容量 C 愈大，它对交流电的阻力即容抗 X_c 就愈小，交流电就愈容易通过。

由于电容器介质材料的绝缘能力有一定的限度，所以加在电容器两极之间的电压不能太高，如果这个电压超过了介质材料所能忍受的程度，介质材料就会被击穿，电容器就损坏了。因此每一个电容器都有一个所能忍受的最大工作电压，这个电压称为电容器的耐压值。它通常在电容器的外壳上标出。

一般纸质电容器耐压大都在400伏以上，但这种电容器的体积较大，在晶体管收音机里一般很少采用。金属化纸介电容器耐压值一般有160伏、300伏、400伏等数种。耐压愈高，体积愈大。这种电容器有一个最大特点是具有自愈本领，即介质部分击穿后，它能自行修复，可继续使用。小型涤纶电容、瓷介电容和玻璃釉电容一般耐压值在63伏左右。小型电解电容器的耐压值有6.3伏、10伏、16伏、25伏、32伏和50伏等几档。本书介绍的所有制作，因为电源电压较低，仅1.5伏，对电容器的耐压无要求，只要选取体积较小的一种就可以了。

可变电容器常用的有空气可变电容器和有机密封介质可变电容器两种。它是由许多形状相同的两组金属片间隔一定距离组合而成的。其中固定不动的一组，称为定片；可以转动的一组称为动片。转动动片可以改变两组金属片的相互重合面积，因此可以调节电容量的大小。在安装时，动片应接电路里地线或高频的低端。可变电容器又有单联与双联之分，所谓双联可变电容器是指两只可变电容器采用同一个旋转轴进行调节电容量的。超外差式收音机一般都要使用双联可变电容器，本书介绍的简易型耳塞式收音机只要使用单联可变电容器就可以了，有时单联可变电容器不易买到，可采用双联可变电容器，在实际接线时只用其中一联，另一联空着不用就是了。可变电容器的容量变化范围，空气式的一般是 $10\sim 365\text{pF}$ ，有机密封式的一般是 $10\sim 270\text{pF}$ 。在电路图中通常只标最大电容量。

半可变电容器也叫做微调电容器，最常见的有瓷介微调 and 拉线微调两种。它们的电容量只能在较小范围内（几到几十微微法）进行变化。它也有动片与定片之分，瓷介微调在