

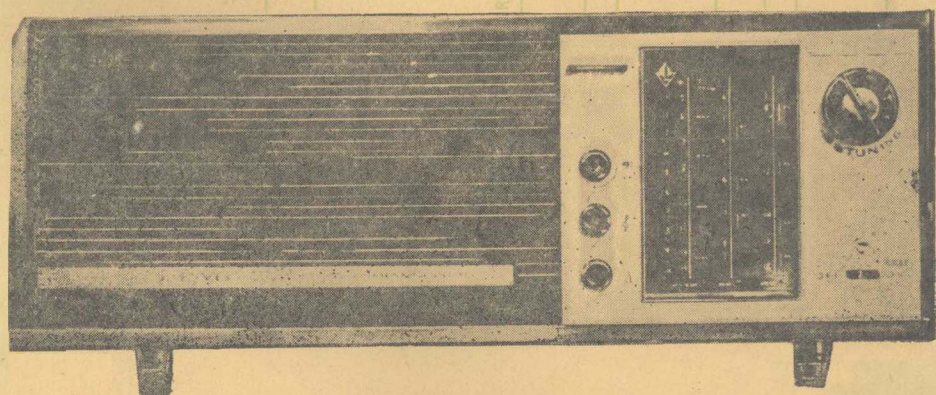
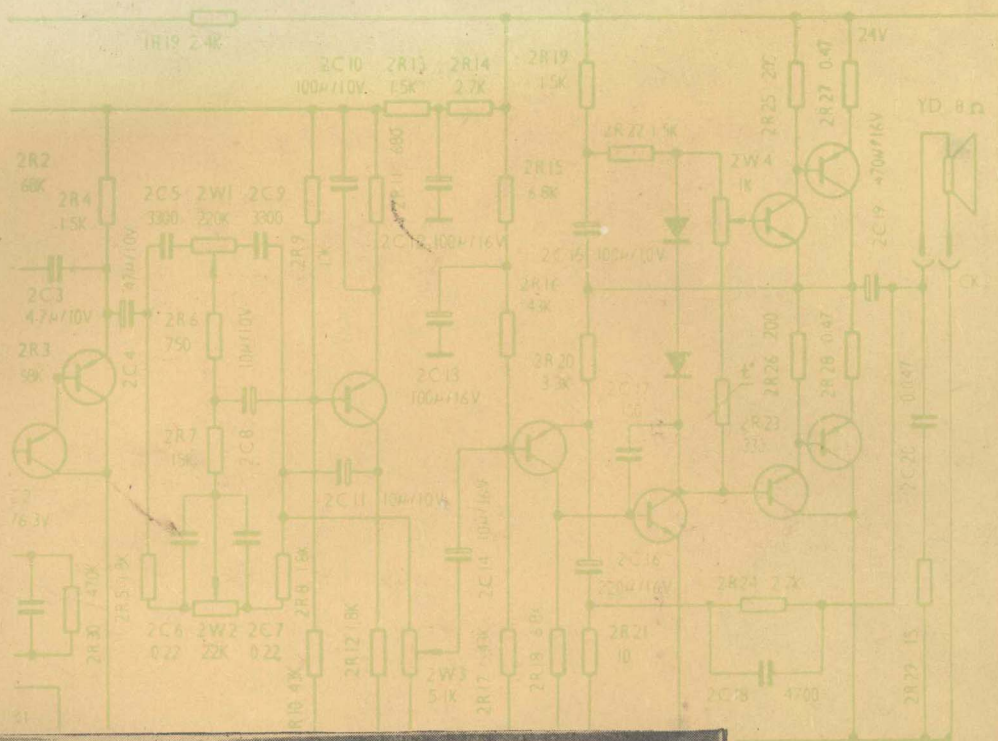


中学科技丛书

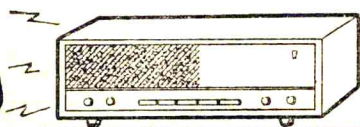
初级晶体管收音机

林超杰

上海科技教育出版社



初级晶体管收音机



林 超 杰

上海科技教育出版社

中学科技丛书
初级晶体管收音机
林超杰

上海科技教育出版社出版、发行
(上海延安西路601号)

各地新华书店经销 上海东方印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 7.25 字数 176,000

1987年4月新1版 1987年4月第1次印刷

印数: 1—30,000本

统一书号: 7487·81 定价: 1.15 元

目 录

第一章 绪论	1
第一节 声音是怎样传播的	1
第二节 无线电广播是怎么一回事	2
第二章 几种常用的元件	7
第一节 电阻器	7
第二节 电容器	9
第三节 电感器	14
第四节 扬声器和耳机	19
第五节 晶体二极管	20
第三章 实验前的准备工作	24
第一节 几种必要的工具	24
第二节 怎样做好焊接工作	27
第三节 底板的制作	29
第四节 怎样绕制线圈	32
第五节 元件的检查	34
第四章 最简单的收音机——矿石机	41
第一节 矿石机的电路	41
第二节 怎样装置矿石机	42
第五章 来复式单管收音机	46
第一节 收音机的质量要求	46
第二节 对晶体三极管的认识	47
第三节 三极管的偏置电路	50
第四节 怎样在矿石机上加接低放	52
第五节 1-V-1 式单管收音机	56
第六章 来复再生式二管机和四管机	64
第一节 来复再生式二管机	64
第二节 推挽式放大电路	67
第三节 来复再生式四管机	69
第四节 用四管机放唱片	72
第七章 电视伴音接收器	74
第一节 超再生式检波电路	74

第二节	简易两管超再生式电视伴音接收器	75
第三节	参考电路	77
第八章	稳压电源	79
第一节	整流电路	79
第二节	滤波电路	82
第三节	稳压管和稳压电路	83
第九章	检修初步	86
第一节	故障及其原因	86
第二节	检修方法	86
附 录		91
一、	一些常用的电学知识	91
二、	参考电路	93
三、	常用国产品体管的特性	98
四、	万用表使用初步知识	98
五、	小型变压器的绕制	100
六、	部分元件的修理	106

第一章 绪 论

当我们打开无线电收音机，转动旋钮，便会听到从伟大首都北京传来的声音，发自党中央的号召，鼓舞人心的捷报，绚丽多采的节目，……。这是多么奇妙啊！北京离我们

那么远，那里的声音竟能够传到我们的耳边！我们一定很想知道，这里面的奥秘是什么？我们也一定很想亲自动手试试，装置一架能听到首都声音的收音机。

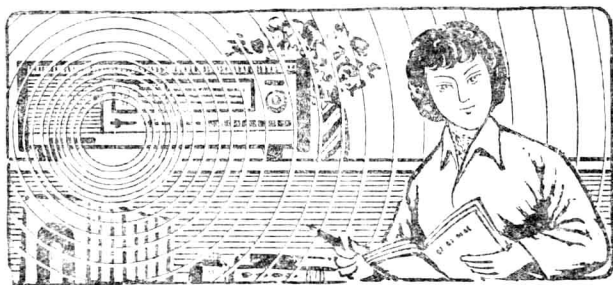


图 1-1 收音机里传来了党中央的号召

无线电确实有趣。它不仅能够给我们带来远方的声音，还能够给我们传来远方的图象呢！不是吗，电视机曾多次给我们传来祖国各地工农业生产的捷报和毛主席、叶副主席和邓副主席等党中央首长英姿勃勃的讲话场面。

其实又何止这些，近代无线电科学已经发展成为一门尖端的科学，有了这门科学，我们能做的事情可多呢！你看，一位少年选手在河岸上正用遥控机操纵着一艘漂亮的船模，它忽而向左，忽而向右，一会快速破浪前进，一会又停了下来……。这真是一门又奇妙又有用的科学。多少青少年被它吸引住了，都想学会它、掌握它。好，就让我们一起努力吧！

们的学习要从声音的传播原理开始。

我们熟悉的鼓，如果不去敲击它，它是不会发出声音的。同样，如果我们不说话，谁也不会听到我们的讲话声。这是什么原因呢？只要用手摸摸刚被敲击的鼓皮或正在讲话的喉咙，我们就会明白的。原来，它们都是在振动着的。

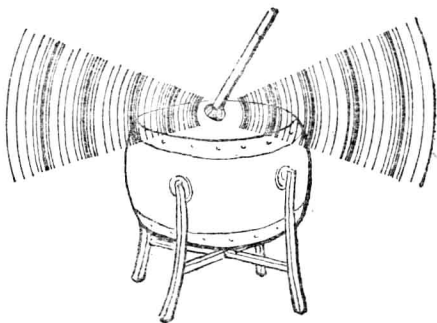


图 1-2 击鼓

第一节 声音是怎样传播的

无线电广播技术研究的是怎样把远方传来的信号变成为我们需要的声音，所以，我

大量的实验证明，一切发出声音的物体——声源——都是在振动着的。这样，我们就弄清楚了声音传播过程中的一个重要问

题——发声。

曾经有人做过一个实验。把电铃的四只角用弹簧悬挂在支架上，然后再放进玻璃罩里。电铃接通电源后，我们看到电铃的敲锤不断地敲击铃盖，同时听到了铃声。但是，

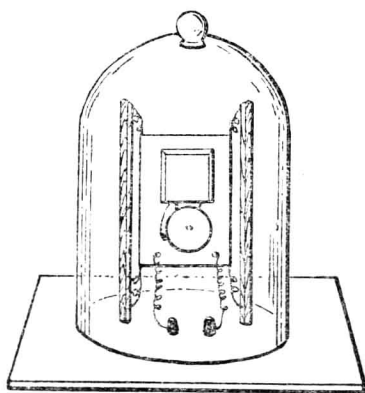


图 1-3 放在玻璃钟罩里的电铃

当用抽气机逐渐地抽去玻璃罩子里的空气时，可以发现，尽管电铃的铃锤仍旧在敲击着，但随着罩子里空气的减少，听到的声音也一点一点地轻了下来。最后，就几乎听不到铃声了。重新让空气慢慢地进入罩内，电铃声就又逐渐响了起来，这是什么缘故呢？要理解它，先让我们分析一个大家都非常熟悉的现象。

向平静的水面扔一块小石子，就会使水面激起一层波浪，波浪以小石子为中心逐渐向外传播，形成了图 1-4 所示的水波。产生

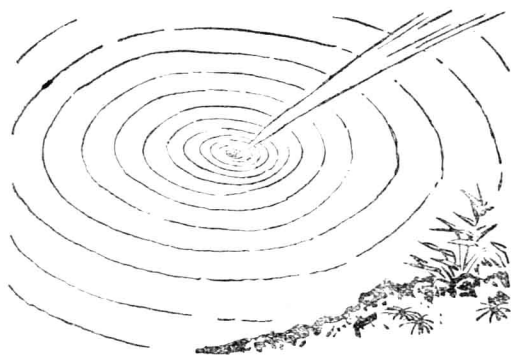


图 1-4 水波的形成

带动周围的水一起振动，进而在更广泛的水域内引起振动……，振动就这样一步一步地向四周传播，形成了水波。这一下子就清楚了，原来是水把振动传播出去的，我们把这种起着传播振动的媒介作用的物质叫做媒质。

在上述实验中，抽空玻璃罩里的电铃虽然在振动，但却听不到声音。这是因为罩内失去了传播振动的媒质——空气的缘故，可见，媒质是传播声音的必要条件。

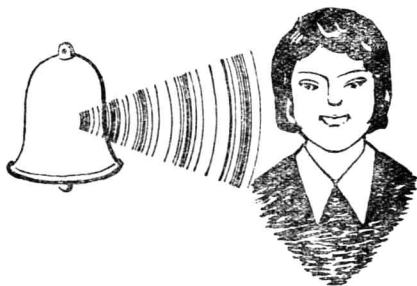


图 1-5 声波的传播

声波在传播过程中会作用到人的耳朵，使耳膜相应振动，这就造成了人的听觉。图 1-5 示意说明声波传播的全过程。

第二节 无线电广播是 怎么一回事

在上一节里，我们知道声音通过媒质以声波的形式传播。实践告诉我们，这种依靠媒质直接传播声音的方式不可能将声音传得很远。一个大型乐队的乐声只能传播几百米，即使用了功率十分强大的扩音机，其传送距离也不会超过几十公里。然而，人们的社会活动却需要听到远方的声音，怎么办呢？一种有效的办法就是用无线电广播技术进行信息的远距离传送。

一、无线电波和它的发送

打开收音机，传来了远方电台的播音，是什么东西把电台和收音机“连通”起来的？

水波的原因是，落石处的水发生了振动，并

是“无线电波”——一种电磁波。

电磁波又是什么？我们知道，电荷的周围有电场，电流的周围有磁场，这就是产生电磁波的依据。在有交流电流通过的地方，四周空间有电场和磁场存在，并且，这个电场和磁场的强弱和方向又都跟随着交流电流一起变化。实验证明交流电流的频率低于几十千

赫时，它所产生的电场和磁场只能在一个很小的空间里存在，但是，当交流电流的频率高于几十千赫时，情况就完全不同了。这时，电流所产生的变化的磁场(或电场)会在它的外围产生一个变化的电场(或磁场)，而这个电场(或磁场)又会在它的外围产生一个新的变化的磁场(或电场)，……。于是，这些交

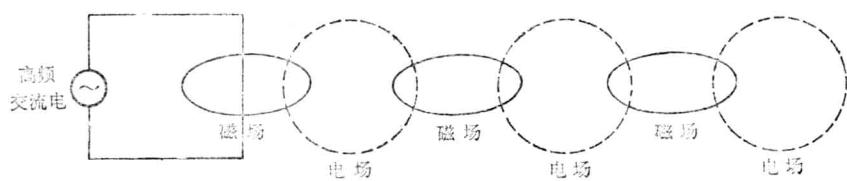


图 1-6 电磁波

替产生的电场和磁场就以导线为中心，用300000公里/秒的速度向四面八方传播出去，这种交替产生、由近而远地传播的电场和磁场，叫做电磁波。

电磁波的传播距离很可观，强大的电磁波可以传到非常遥远的地方。

电磁波可以用频率来表示它们之间的差异，也可以用电磁波在完成一次全振荡(从零值到最大值，再回到零值，接着到反方向最大值，最后回到零值)的时间内向外传播的距离——波长来表述。例如某电磁波在完成一次全振荡的时间内向外传播了1000米，它的波长就是1000米。我们经常听到电台自报××千赫、×××米，例如990千赫、303.03米，这里的990千赫表示电台的工作频率，而303.03米就是它的波长。

无线电波(也包括其他电磁波)的波长λ可以用下面的公式求算：

$$\lambda(\text{米}) = \frac{300000000(\text{米/秒})}{f(\text{赫})}$$

电磁波的频率范围很广，无线电波只占它的一小部分，表 1-1 列出了无线电波的频率和波长的范围。

普通的无线电波本身不含有任何信息，要利用它传递信号，还得进一步动脑筋。简

表 1-1

名 称	频 率	波 长
长 波	低于100千赫	3000米以上
中 波	100千赫~1600千赫	3000米~180米
中 短 波	1600千赫~6000千赫	180米~50米
短 波	6000千赫~30兆赫	50米~10米
超 短 波	30兆赫以上	10米以下

单的办法是“打电报”，用电键控制电波，使它按特定的组成以“点”(很短时间的波)和“划”(稍长时间的波)发送出去，收听的一方再按规定译成文字。这种方法不很方便，而且不能传送音乐，也不能把讲话的感情表达出去。为此，人们想了办法把语言、音乐等信号“载”到无线电波上，让信号跟随着无线电波送到遥远的地方，这种办法叫做“调制”。

我们现在使用的调制方法有两种：调幅和调频。

1. 调幅

调幅的工作概况可以用图 1-7 来解释。一种叫做高频振荡器的设备会产生一个幅度较弱频率不变的高频交流电，再用高频放大器将这个高频电流放大到需要的程度。同时

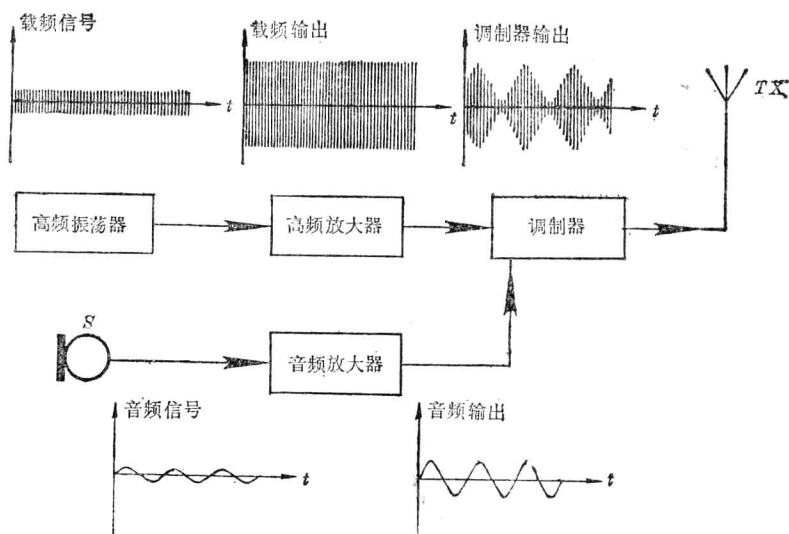


图 1-7 调幅过程示意图

在电台的播音室里，话筒将广播员的声音转变成音频（20 赫~20000 赫这段频率称为音频）交流电流（当然，获取音频交流电流的方法很多，例如电唱头能将唱片槽纹的变化转变为交流电流，放音磁头能将磁带上的磁性变化转变为交流电流），由于这些交流电流一般是十分微弱的，必须经音频放大器把它们放大到适当的程度。上述高频和音频信号最后都输入到调制器，在调制器的输出端得到强度随着音频电流而变化的高频交流电，于是，音频信号就被“载”到高频交流电流上了，

这个过程叫做调幅。我们将经过调幅的高频交流电流送到天线上，天线就向外发送出含有我们所需信号的无线电波，这种无线电波叫做调幅波。中波和短波广播用的都是调幅波。

2. 调频

我们将调制器电路改变一下，使调制器输出的高频交流电流的强度保持不变而频率跟随着音频信号变化，这种调制方式叫做调频，见图 1-8。经过调频的无线电波叫做调频波。

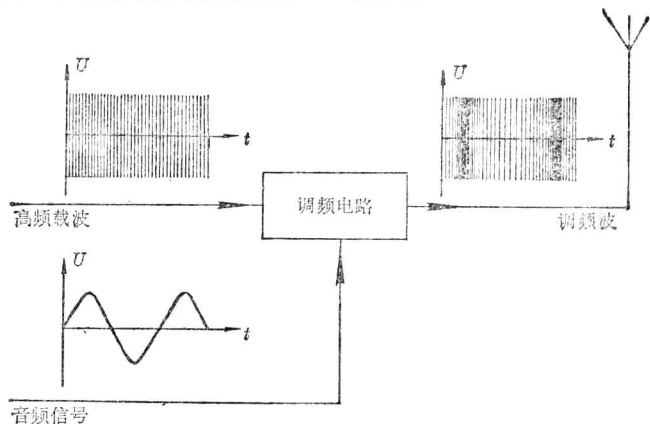


图 1-8 调频过程示意图

调频波在传送过程中不受外界杂声源的干扰（因为杂声干扰一般都产生调幅波），这

是很大的优点。但是由于它的频率不断变化，并且变化范围可以达到 ± 75 千赫，所以，在

中波和短波不适宜于使用。超短波广播和电视因载波频率很高， ± 75 千赫的变化对于它们来讲只是极小的变化，没有任何不良影响，所以，超短波和电视广播都使用调频。

不论是调幅还是调频，都达到了将信号“载”在无线电波上传送出去的目的。不过，既然两种电波的特性不同，它们的接收方法也就不一样了。这是我们应该注意的。

二、无线电波的接收

我们已经初步明白了无线电波的作用以及发送无线电波的简单原理和过程。这个过程，是以无线电波为媒质，完成我们所要求的前半部。为什么呢？这是因为，无线电波虽然传了过来，却不能够使我们的耳朵产生听觉。它的频率太高了，远远超出了人类耳朵能够感受的范围。因此，我们还有一半事情要做，那就是把载在无线电波上的音频信号“检”出来，重新把它转变成为人耳能够听得见的声波。这后半部过程，就是接收的过程。

怎样完成接收工作呢？读者们一定会说：这好办！只要将发送的过程倒过来就行了。

是的，确是这样。只要：①先用天线把无线电波重新转变为经过调制的高频交流电流；②从这个高频电流中“检”出它所“载”来的音频交流电流；③最后再设法把音频交流电流转变为声波。办法倒是不错，只是忘记考虑一件事。

前面在介绍无线电波的发送时，没有讨论电台之间的相互关系。假使全世界只有一个电台，那么，刚才说的办法当然是没有问题的。可是，实际的情况并非如此，空间里有着千百个电台在广播，它们同时向外发出千百个带着各式各样不同内容的无线电波，若是就照上面说的办法去做，那么，出现在我们耳朵里的将不是一个电台的播音，而是许多混杂在一起的、各不相同的播音，它们将使我们什么也听不清楚。这就要求我们在上述的三个环节之外，再加上一个环节——挑选出一个我们需要的无线电波的环节。平时我们在使用收音机时，转动旋钮，收听某电台的播音，就是这个挑选的环节。

从上面的分析中可以归纳出，完整的接收过程有四个工作环节：

①将无线电波重新变为带有信号的高频交流电流。这个环节由天线完成。

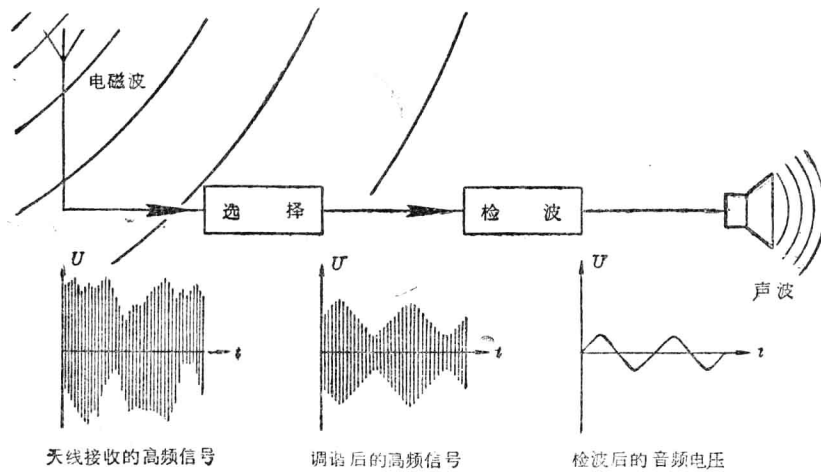


图 1-9 天线电波的接收

②从许多频率不同、内容也不同的高频交流电流中选出需要的那一个电流。这个环

节由“调谐电路”完成。

③将音频交流电流从高频交流电流中

“检”出来。这个环节由“检波器”完成。

④将音频交流电流重新还原成为声波。这个环节由“扬声器”或“耳机”完成。

图 1-9 是上述四个环节的示意图。有必要强调指出，这四个环节是接收无线电波所必不可少的、最基本的四个环节。

任何一架收音机，不管是最简单的“矿石机”，还是相当复杂的八管、九管乃至更多管的超外差式收音机，都必须完成这四个环节，少一个也不行。高级的多管收音机不过是为了提高性能，在基本环节外再加入一些别的环节，象高放、低放、中放等等罢了。

我们可以把整个无线电波的发送和接收

过程简单地写成：

声波→音频电流→无线电波→音频电流→声波

在这个完整的过程里，前半过程是发送过程。这个过程我们暂时还没有条件去实践。我们能够实践，而且是即将要实践的，是后半过程，就是接收过程。

按照循序渐进的原则，我们在本书里只介绍一些基础的、必不可少的知识。在初学阶段，不宜于一下子就钻入较深的理论中去，所以，我们应以实践为主，通过实践，来取得对无线电波的接收原理和技术的感性认识。

第二章 几种常用的元件

要装成一架收音机，即能够完成上一章所说的接收过程的机件，要用到好几种元件。只有对各种元件有了一定的认识之后，才能很好地动手去实践。

第一节 电 阻 器

电阻器是一种具有一定数值的电阻的元件。在收音机（和其他的电子仪器）中，它有降低电压（简称降压）、分去电流（简称分

流）、限制电流（简称限流）和产生电路中需要的某些数值的电压（产生压降）等多种作用。

一、电阻器的分类和符号

电阻器通常简称为电阻，除少数阻值很小的电阻外，是用电阻率比较大的材料制成的。在电路中用字母 R 来表示。它在电路图中的符号和实物外形见图 2-1。

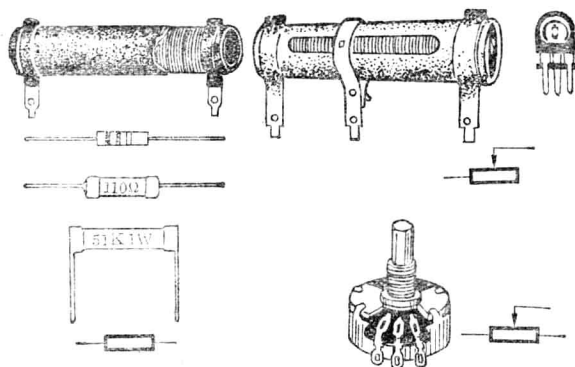


图 2-1 各种电阻器的外形和符号

按照制成材料的不同，电阻器可以分为碳质电阻器、碳膜电阻器、金属膜电阻器、金属氧化膜电阻器和线绕电阻器等好几种。另外还有特种用途的热敏电阻、光敏电阻等。在一般的晶体管收音机里，大多数用的是碳膜电阻器。

按照结构的特点来分，电阻器又有固定电阻、可变电阻和电位器等三种，而其中的可变电阻又有好几种不同的形式。

二、电阻器的特性参数

每一只电阻都有它自己的特性。电阻的

特性有阻值方面的、频率方面的、温度方面的、功率方面的、耐压方面的、阻值稳定性方面的等多种。在一般晶体管收音机里，可以只考虑它的阻值方面和功率方面的特性。

1. 标称阻值和误差

在电阻器上面，一般都标出它的阻值大小，这个阻值就叫标称阻值。市售电阻的阻值通常从几欧到几十兆欧。

在标注阻值时，凡不满 1 千欧的，都标注为若干 Ω ，例如 320Ω ，有时干脆只标注 330。1 千欧到不满 1 兆欧的，标注为若干

K Ω 或若干 K, 例如 5.1K Ω 或 5.1K。1 兆欧以上的, 则标注为若干 M Ω 或若干 M, 例如 2.2M Ω 或 2.2M。

目前国产的电阻器, 除了供特种用途如仪表等使用的外, 都是按标准化系列阻值生产的。表 2-1 列出了标准化系列产品的标称值。各档阻值的电阻, 其阻值都是标称值的 1 倍、10 倍、100 倍、1,000 倍、10,000 倍、100,000 倍和 1,000,000 倍。例如 330 Ω 是 3.3 的 100 倍, 5.1K 是 5.1 的 1,000 倍, 4.7M 是 4.7 的 1,000,000 倍等。

表 2-1

系 列	误 差	电 阻 的 标 称 值
E24	Ⅰ级±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±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±20%	1.0 1.5 2.2 3.3 4.7 6.8

表中的“误差”栏是指产品的实际阻值偏离标称值的程度, “+”表示阻值偏大, “-”表示阻值偏小, 表中所列百分数则表示偏离的程度。例如 Ⅱ级电阻器的误差是 ±10%, 它表示实际阻值可以比标称值大 10%, 也可以比标称值小 10%, 譬如一只误差为 Ⅱ级、标称值是 5.1K 的电阻, 实际阻值在 5.1K±510 Ω 之间。

表 2-1 列举的, 是适合于一般用途例如收音机、扩音机等使用的电阻器的误差等级。较精确的还有 ±0.5%、±1% 和 ±2% 等。在晶体管收音机中, 并不要求很高的精确度。±5% 和 ±10% 的都足以满足要求。简易收音机更是连 ±20% 的都不成问题。

旧式的电阻器大多数不按照标称值生产, 而是按整数值生产, 例如 500 Ω、15 Ω、40K、500K 等。选用时, 只要挑选最接近的阻值就行了, 譬如 500 Ω 和 510 Ω 可以互

相代用, 250K 和 240K 可以互相代用。

2. 额定功率

额定功率也叫耐热功率。

工作时电流从电阻中通过, 电阻就要消耗功率, 消耗的功率转变为热量向周围散发。当电阻消耗功率而产生的热量来得及发散到空气中去时, 热量不会在电阻里积累起来, 电阻的温度不会升高。如果产生的热量来不及发散到空气中去, 热量就要在电阻里积累, 而且会越积越多, 使得电阻的温度升高。温度的升高会引起阻值变化和产生噪声等。如果温度升得很高, 电阻就要烧毁。

电阻器使用时温度会不会升高是由两方面因素决定的。一个因素是实际消耗在电阻上的电功率的大小, 这是因为消耗的电功率越大, 热量的产生就越快, 越不容易散掉。另一个因素是电阻器本身的特性——额定功率。一只电阻器在正常工作时允许消耗的最大功率, 叫做电阻器的额定功率, 由于电阻器所用材料以及体积大小不同, 它们的耐热功率是不同的。一般说, 线绕电阻器的额定功率较大, 体积大的电阻器的额定功率也较大。

电阻器在使用时, 实际消耗的功率不得超过它的额定功率。为了保证安全可靠, 所用电阻器的额定功率应比实际消耗的功率大 100% 到 200%。例如通过电阻的电流(I)是 0.1 安, 电阻的阻值(R)是 200 Ω, 则电阻实际消耗的功率 $P=I^2R=0.1^2\times 200=2$ (瓦), 此时应选用额定功率为 4~6 瓦的电阻, 一般可选用 5 瓦。

电阻器额定功率的标称值有 1/20 瓦、1/16 瓦、1/8 瓦、1/4 瓦、1/2 瓦、1 瓦、2 瓦、3 瓦、5 瓦、10 瓦、20 瓦或更大。在晶体管收音机里, 大多数电阻消耗的功率都很小, 因此, 选用 1/8 瓦已经够安全了, 甚至选用 1/16 瓦或 1/20 瓦的都可以。当然, 少数几只电阻可能要选用大于 1/8 瓦的, 请读者注意零件表上的说明, 或者按照电路图中电阻

符号的标记选用。在电路图中，电阻器应该具有的额定功率用不同的符号来表明，如图 2-2。

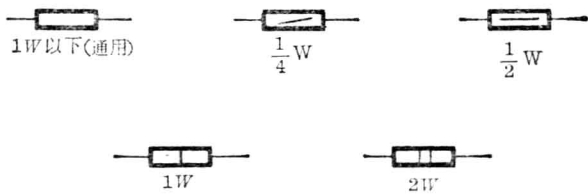


图 2-2 表示电阻器额定功率的符号

最后让我们来看图 2-3 所示的那只电阻。从图中可以知道，这只电阻器的标称阻值是 $22\text{K}\Omega$ ，误差为 $\pm 5\%$ ，额定功率是 2 瓦。

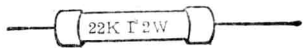


图 2-3

第二节 电 容 器

电容器是一种具有充电和放电能力的元件，在各种电路里，起着隔直流“通交流”、滤波、调谐等重要作用。

一、电容器的种类和符号

电容器的结构是很简单的，由两块金属箔和夹在中间的一层薄薄的绝缘薄膜（通常叫电介质薄膜）组成。各种电容器的具体构造可以很不相同，但是，基本结构都是一样的。

按所用电介质分类，电容器有纸介电容器、云母电容器、瓷介电容器、空气电容器、玻璃釉电容器、电解电容器等好多种。若按结构特点分类，电容器又有固定电容器、可变电容器和半可变的微调电容器等。图 2-4 是各种电容器的外形和符号。文字上我们用字母 C 来代表电容器。

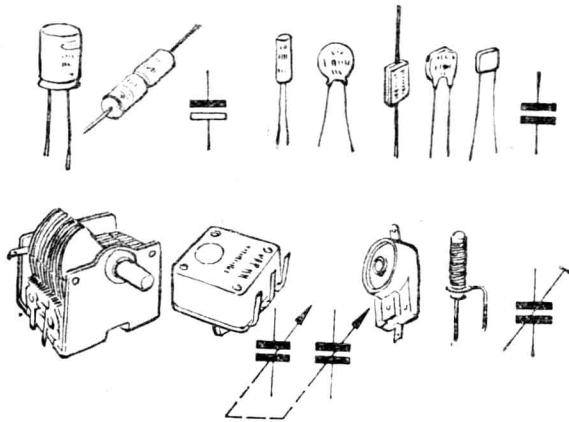


图 2-4 各种电容器的外形和符号

固定电容器有着一定值的电容量，它们适用于电容量不需要调节的地方。可变电容器的电容量可以在一定的范围内任意调节，常用在电容量需要调整的电路如调谐电路

中。半可变电容器的电容量可以在一定的范围内适量调节，它们多数用在调谐电路中作为频率微调。

在晶体管收音机里，除了大容量的电容

器用电解质电容器外，其他绝大多数采用金属化纸介电容器、云母电容器、瓷介电容器、涤纶电容器和玻璃釉电容器等。

二、电容器的特性和特性参数

电容器的主要特性有电容量、耐压和绝缘电阻三个方面。选用时应按电路的需要挑选特性合乎要求的电容器。

1. 电容量和它的误差

电容器的电容量一般简称为容量。它表示电容器充电、放电能力的大小。

什么是电容器的充、放电能力？为什么电容器会有这种能力？这可以用图 2-5 来解

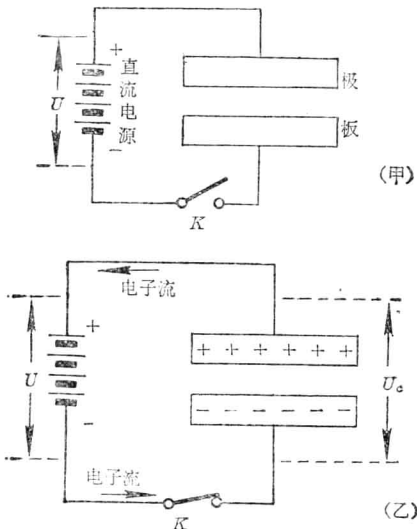


图 2-5 电容器的充电过程

释。在图中，我们特意将极板——即电容器的两块金属箔——画得厚些，这样可以画出极板内部电子的移动情况。图 2-5 (甲) 是开关未接通前的情况。这时，电容器两块极板都不带电，两块极板之间也没有电压。将开关合上，如图 2-5 (乙)，由于电源电压 U 的作用，电子从电源的负极流到电容器的下极板上，同时，上极板的电子则被电源的正极拉走，在电子移动的过程中，电路中形成了电流，这样，电容器的上极板因缺少电子而带上正电，下极板则因多出电子而带负电，两块极

板带电的结果，在极板间的电介质里形成了一个电场，使极板间产生电压 U_c 。应该指出， U_c 的方向正好和 U 的方向同极性，所以 U_c 有抵消 U 的作用。

在开关刚合上时，电容器两端电压 U_c 为零，随着电荷不断地积累，极板间介质里的电场也不断增强， U_c 随着增大，最后， $U_c = U$ ，电荷停止移动。此时把开关切断，原来没有电的电容器就带上了电。这就是电容器的充电过程。

应该强调指出，若电容器的质量良好，那么，充电过程结束时，电容器两端电压 U_c 等于电源电压 U 。

现在，把电容器两端的引线从电源上拿下，注意不要用手直接接触引线，然后将这两根引线接到图 2-6 的左边电路上，电容器

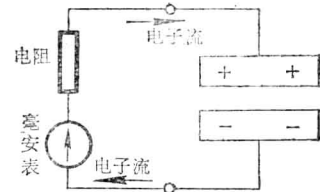


图 2-6 电容器的放电过程

两极板间的电压就会驱使下极板多余的电子沿着毫安表和电阻流到上极板，这时，毫安表会指示出电流，很明显这时的电流方向跟充电时相反，随着时间的流逝，极板间积累的电荷逐渐减少，极板间电压 U_c 逐渐降低，最后，下极板多余的电子全部转移到上极板，两块极板重新不带电，电介质里的电场消失， U_c 也就下降到零。这就是放电的过程。

从上面的叙述中可以归纳出下述几点：

(1) 电容器的充电过程事实上就是介质中电场的建立过程，而放电过程就是介质中电场的消失过程。如果介质损坏或绝缘性能不好，使电荷可以从介质里“漏过”，介质里的电场不能正常建立，电容器的充电能力就要被削弱甚至完全丧失。所以，介质必须

保持良好的绝缘性能。

(2) 电容器充电完毕时, 电容器两端电压同电源电压相等。放电结束时, 电容器两端电压等于零。

(3) 从充电开始到充电结束, 从放电开始到放电结束, 电路里都有电流通过, 但两个过程的电流方向相反。在任何时候, 一个良好的电容器的介质里没有电流通过, 绝对不能把充电和放电时电路里有电流通过当作是电荷从介质里通过。

(4) 刚开始充电时, 电容器两端电压 U_c 等于零, 这时, 在全部电源电压的作用下, 大量电子在电路中移动, 所以这时电路里电流最大。随着充电过程不断地进行, 电容器两端电压 U_c 很快升高, 电源电压 U 被抵销, 剩下的差数 $(U - U_c)$ 越来越小, 电路里电流就越来越小。最后, 当 $U_c = U$ 时, 也就是电容器两端电压最高时, 电路中电流等于零。这就是说, 电容器两端电压最小时, 电路里电流最大, 而电容器两端电压最大时, 电路里电流反而最小。这个关系很重要, 因为当我们将电容器接到交流电路里去时, 就产生了电流的变化领先于电压变化的结果。

进一步的实验还可以发现另一个现象, 将几个不同的电容器接到同一个电源上去充电, 然后分别让它们用图 2-6 的办法放

电, 我们会看到, 尽管各电容器的充电电压一样, 放电的多少却不一样。这说明不同的电容器的充电、放电能力不相同。电容器的这个特性就是本节一开始时提出的“电容量”。由此可见, 容量是电容器的重要特性参数。

容量的单位是“法拉”, 简称“法”, 用字母“F”表示。“法”是一个非常大的单位, 实际上, 我们总是取“法”的一百万分

之一来做单位, 叫做“微法”(μF); 或取它的一万亿分之一来做单位, 叫做“微微法”($\mu\mu\text{F}$ 或 pF)。

按照通常的习惯, $1 \sim 10000$ 微微法的容量用微微法为单位, 例如 6800pF ; 而大于 10000 微微法的容量改用微法做单位, 例如 33000pF 标为 $0.033\mu\text{F}$; 470000pF 标为 $0.47\mu\text{F}$ 等。

电容器的实际容量同它的标称容量之间往往也存在着一定的差别, 也就是存在着误差, 这个误差同电阻一样, 用百分数来表示。常见的容量误差等级有三种: $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 和 $\pm 20\%$ 。对于普通的晶体管收音机, 误差 $\pm 10\%$ 和 $\pm 20\%$ 的电容器都能使用。在个别对容量的精确度要求较高的地方, 譬如调谐电路, 可以在所用电容器的两端并联一只微调电容器来补偿容量的误差。

2. 耐压

上面说过, 电容器只有在它的介质完好的时候, 才能正常工作, 一旦介质损坏, 电容器就坏了。这就提出了一个新的问题。因为介质的绝缘能力是有一定限度的, 当加在介质上的电压超过了介质所能耐受的程 度, 介质就会被“击穿”而变成导体。因此, 每只电容器都有它特定的耐受电压的能力——耐压。目前国产电容器的耐压有多种。低的有 6 伏、12 伏、25 伏、50 伏等, 高的有 160 伏、400 伏、1 千伏、2 千伏等。

选用电容器时, 加在电容器上的电压不允许超过它的标称值。有些制造厂为了确保工作的安全, 在标注耐压时有意把数值压低一些。有时我们在标称耐压为 6 伏的电容器上加上 7 伏电压, 电容器没有损坏, 就是因为这个缘故。但是, 这毕竟是不安全的, 万一电压发生波动, 电容器极易被击穿。

3. 绝缘(漏电)电阻

电学知识告诉我们, 世界上是没有绝对完美的绝缘体的, 所谓绝缘, 事实上不过是电流极难通过罢了, 所以, 在电容器的介质

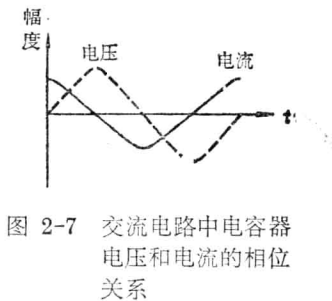


图 2-7 交流电路中电容器电压和电流的相位关系

里，总是有漏电存在的。我们把绝缘体呈现的电阻叫做绝缘电阻或漏电阻。良好的电容器的绝缘电阻一般都很大。

电解质电容器与其他电容器不同，它的两个极板有正负之分，使用时应正确联接，

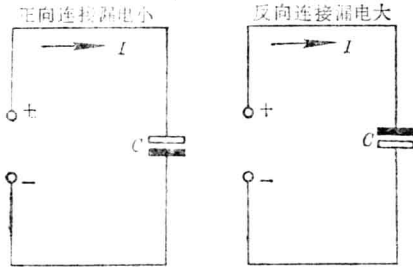


图 2-8 电解电容器的正向和反向联接

即电容器正极接电路电压的正端，电容器负极接电路电压的负端，不能接反，否则绝缘电阻会大大减小，破坏电路的工作，甚至于使电容器击穿。

三、电容器的隔直“通交”作用

照图 2-9 那样，将一只 $30\mu\text{F}$ 、150 伏的电容器同 6 伏小电珠串联起来，然后把它们先后接到 6 伏交流电和 6 伏干电池（直流

电）上去，我们会发现，接交流电时小电珠

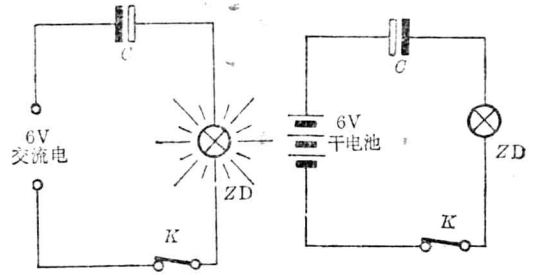


图 2-9 电容器的隔直“通交”作用

发光，而接直流电时小电珠不发光。这说明电容器能让电路中的交流电“通过”，而将电路中的直流电隔断。这个作用就叫做隔直“通交”作用。这是什么道理呢？

关于隔直作用，实际上在前面讨论充、放电作用时已经解释过了。因为直流电的方向不变，所以只有在刚接通电路时，有一个很短暂的电流——充电电流——通过，以后就没有电流了。这样，直流电即被隔断了。但是若接上交流电，情况便大不相同。

让我们参看图 2-10，讨论电容器在电源交流电压的作用下，其端电压和电路电流的关系。

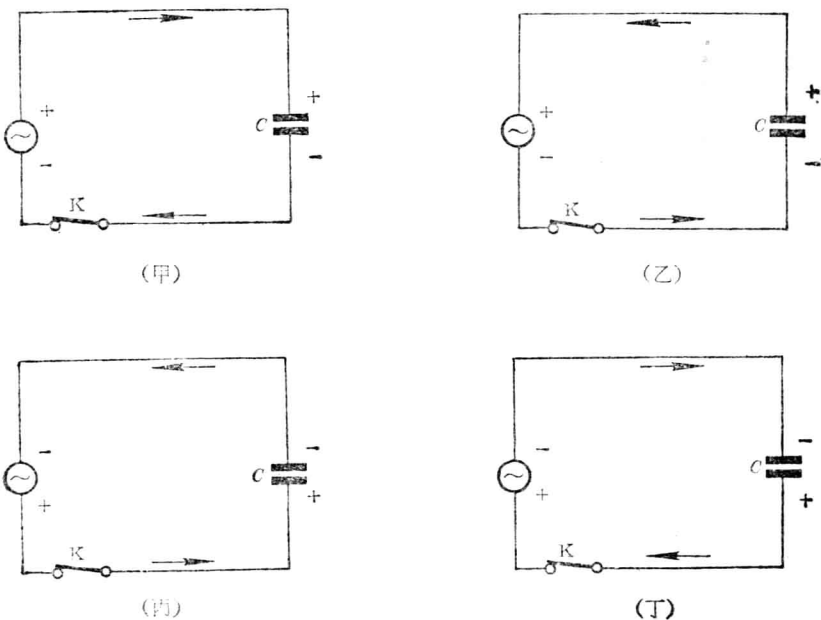


图 2-10 电容器的“通交”原理