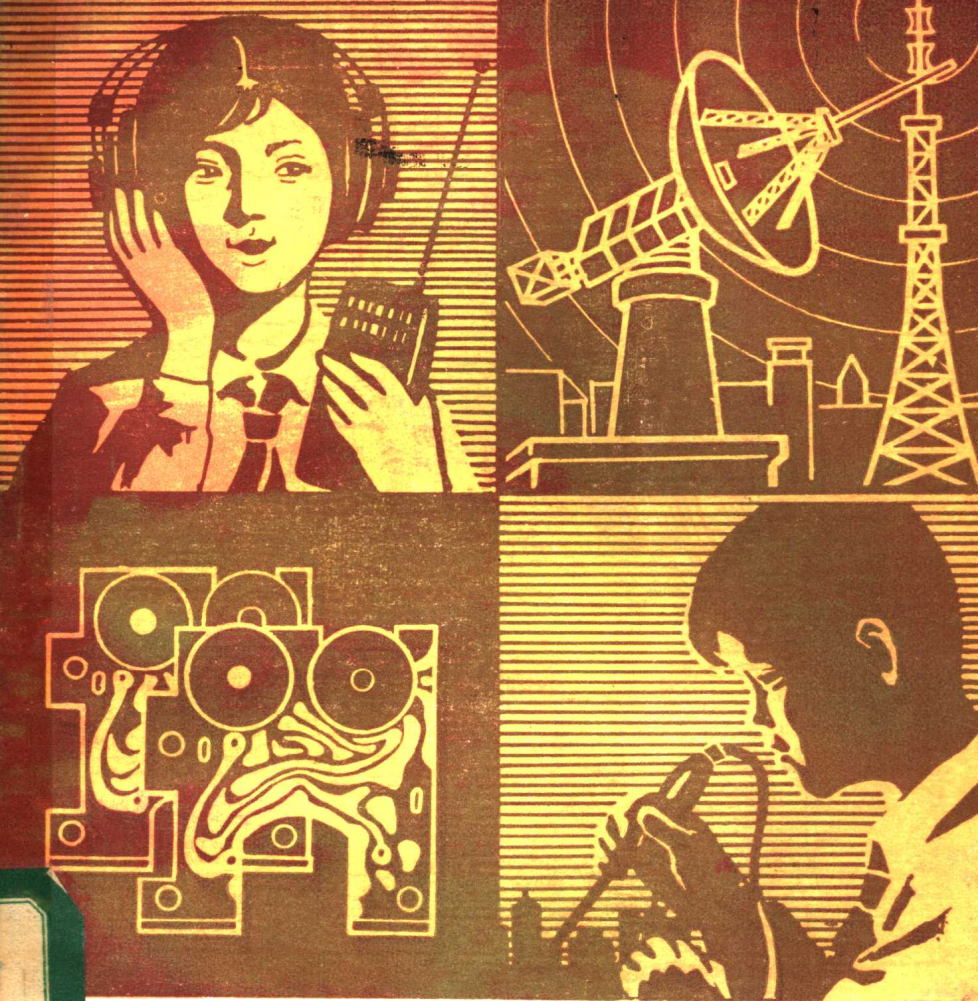




晶体管二、三管收音机

陈鹏飞 编著

黑龙江科学技术出版社

少年无线电丛书

3

• 少年无线电丛书 •

晶体管二、三管收音机

JINGTIGUANER SANGUAN SHOUYINJI

陈鹏飞 编 著

黑龙江科学技术出版社

一九八五年 • 1

内 容 提 要

学会制作晶体管单管收音机后，我们在无线电电路知识和动手能力方面都有了一定基础。于是，便会产生“更上一层楼”的愿望，希望能进一步提高自己的理论及实践水平，装制性能更好一点的收音机。本书首先简要地叙述收音机电路的基本原理和万用电表的知识，然后介绍几种有特点的二、三晶体管收音机电路和制作方法，供读者练习实验。二、三晶体管收音机比起单管机又进了一大步，其接收效果足可以使业余无线电爱好者满意。

封面设计：一 民

少年无线电丛书 晶体管二、三管收音机

陈 鹏 飞 编 著

黑龙江科学技术出版社出版
(哈尔滨市南岗区建设街 35 号)

黑龙江新华印刷厂附属厂印刷·黑龙江省新华书店发行

开本 787×1092 毫米 1/32·印张 2.75·字数 54 千

1985 年 4 月第一版·1985 年 4 月第一次印刷

印数：1—51,800

书号：15217·174

定价：0.47 元

出 版 说 明

电子科学技术日新月异的发展把人类社会推进到一个灿烂的电子时代。今天，电子技术不仅广泛应用于国民经济各个部门，而且也渗透到人们的家庭生活。因而普及电子科学知识，推广应用电子技术，比以往任何时候都更加迫切。近年来青少年电子科普活动蓬勃展开，奇妙的电子世界吸引着越来越多的电子爱好者去探索它的奥秘。

为了迎接新技术革命的到来，及早培养出更多适应现代化建设需要的有用人才，电子科普教育很有必要从“娃娃”做起。为此，我们针对孩子的特点，为他们的求知和探索提供了一批无线电科普读物。这套丛书是由工作在电子科普教育第一线的同志及其他热心电子科普活动的科技人员编写的，共十种，分两批出版。第一批出版发行的有：《无电源收音机》、《晶体管单管收音机》、《晶体管二、三管收音机》、《少年实用电工》、《家庭电子小装置》等五种。书中内容由浅入深，通俗易懂，并且有一定的实用性。很适合初级电子爱好者阅读，亦可供中、小学课外电子活动小组、少年电子科技活动站作教材使用。我们热诚希望电子科技工作者和广大读者对该丛书的编辑出版提出宝贵的意见。

在这套丛书的编辑出版过程中，曾得到《电子世界》编辑部的支持和帮助，在此谨致谢意。

目 录

一、简单收音机的电路原理.....	1
1. 收音机的电路结构.....	1
2. 天线和调谐电路.....	3
3. 低频放大电路.....	9
4. 高频放大电路.....	13
5. 检波电路.....	16
二、万用电表.....	20
1. 万用电表的构造.....	20
2. 万用电表的使用.....	23
3. 怎样选购万用电表.....	27
4. 用万用电表检测收音机元件.....	31
三、来复式两管收音机的制作.....	41
1. 简单收音机元件的选用.....	41
2. 阻容耦合两管收音机的制作.....	49
3. 变压器耦合两管收音机的制作.....	57
4. 用低阻耳塞机的两管收音机的制作.....	64

四、简单三管收音机的制作	68
1. 高效袖珍式三管收音机的制作.....	68
2. 放音响亮的台式三管收音机的制作.....	73
五、二、三管收音机的检修	78
1. 完全无声.....	78
2. 声音太轻.....	81
3. 选择性差.....	81
4. 啸叫.....	82

一、简单收音机的电路原理

无线电爱好者，特别是少年朋友们初次制作收音机往往是从仿制开始的。我们学会了看电路图，凑齐了零件，就动手安装、焊接，然后调整、试听。付出一番辛苦后，终于收听到悦耳的广播声，会感受到成功的喜悦。

但是，大家是不会满足于单纯的仿制的。初步掌握实验、安装本领以后，如果再学习一些道理，熟悉收音机中各部分的工作情况，了解各种电路的基本原理，才能使自己有更快的提高。

这里，我们先介绍一下简单收音机的电路结构，然后分别讨论各部分电路的基本原理。

1. 收音机的电路结构

常见的收音机从电路程式上来区分，有直接放大式（直放式）和超外差式两种。

直放式收音机对接收到的电波信号不经过任何变化，直接进行放大，通过检波后还原成声音。超外差式收音机则要先对收到的高频电波信号进行“加工”，转变为“中频”信号，然后加以放大，再经检波后放出声音。直放式收音机原理简单，所用零件少，容易制作。超外差收音机虽然有良好的性能，但使用零件多，制作和调整都比较复杂。初学者最

好先从学习直放式收音机入手，积累一定经验后再学习制作超外差收音机。这本书介绍的几种收音机都是直放式收音机。

在学习单管来复式收音机时，我们知道它虽然只用一只三极管，却完成了一次高频放大和一次低频放大。它的工作程序可以用图 1—1 所示的方框图表示。这种电路就是 1—V—1 结构。字母 V 表示检波级，前面数字表示高频放大级的数目，后面的数字表示低频放大的级数。

现在，我们如果在来复式单管收音机电路后面再增加一只三极管作低频放大级，做成两管收音机，那么收音机就有一级高放和二级低放，则电路

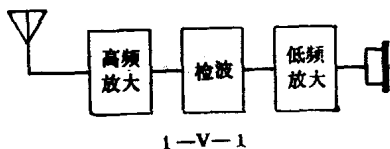


图 1—1

成为 1—V—2 式结构；如果我们在来复单管收音机上再加

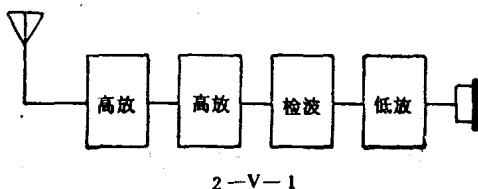
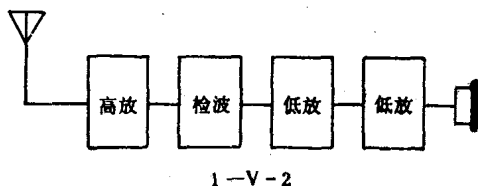


图 1—2

一级高频放大，那就形成了 $2-V-1$ 式结构，见图 1—2。

收音机中的高放电路通常只有一级，一般不超过两级。这是因为高频信号容易向四周发射，高频放大级数加多很容易互相影响，引起自激，使收音机发生啸叫。所以，直放式的三管收音机电路结构常常是 $1-V-2$ 式的，如果采用来复电路也可以做成 $1-V-3$ 式。

2. 天线和调谐电路

为了接收广播电台发射的无线电波，收音机都需要天线。晶体管收音机一般采用磁性天线，把一个线圈绕在用铁氧体材料制成的磁棒上。磁棒能把空中的电波汇聚起来，在线圈上感应出较强的高频信号。使用时应将磁棒水平放置，并使它的轴线方向与电波传播方向垂直，如图 1—3 所示。这时接收效果最好。

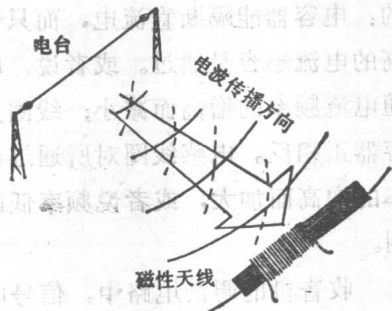


图 1—3

每一个广播电台发射的高频电波是各不相同的，都有自己的固定频率。为了从很多不同频率的信号中选出我们所要收听的信号，收音机必须有“调谐电路”来完成“选台”任务。

常见的收音机调谐电路如图 1—4 所示。它是由可变电容器 C 和套在磁棒上的线圈 L 组成。它们是怎样选择电台

的呢?

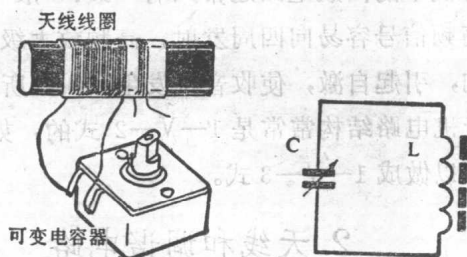


图 1—4

我们知道，电容器和电感线圈对电流的特性是很不同的：电容器能隔断直流电，而只让交流电通过，而且频率越高的电流越容易通过。或者说，电容器对电流的阻碍作用要随电流频率的增高而减小；线圈是个电感器，它的特性与电容器正相反。电感线圈对所通过电流的阻碍作用要随电流频率的增高而加大，或者说频率低的电流更容易通过电感线圈。

收音机的调谐电路中，信号电流同时通过电容 C 和线圈 L ，相当于把电容器和电感线圈串联起来，如图 1—5 所示。在这电路中，频率高的电流受到 L 的阻碍较大，而频率低的电流又受到 C 的更大阻碍。那么，就只有某一个频率 (f_0) 的电流，受电容和电感的阻碍都比较小，能在电路中顺利通过。我们把这种情况叫做调谐电路与电流 f_0 “谐振”。电路的谐振频率为 f_0 ，它是由 C 的电容量和 L 的电感量大小决定的。电容量或电感量越大，谐振频率越低；反之，电容量或电感量越小，谐振频率就越高。

在收音机里，调谐电路常常用调节可变电容器容量的办法改变谐振频率，使它正好与某个电台的信号谐振。那么，只有这个电台的信号才在电路中产生最大的电流，由收音机进行放大。其他频率的电台信号，则不能通过调谐电路传送到收音机中。有少数收音机也采用改变线圈电感量的办法来选择电台，目前已极少见。

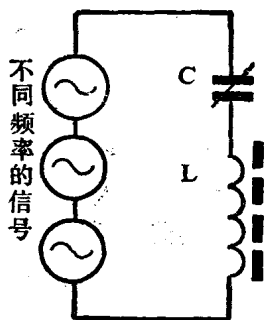


图 1—5

调谐电路选择性能的好坏，取决于它的“品质因数”，也称为“Q值”。这也就是电路中储存的能量与损耗的能量的比值：

$$Q = \frac{\text{回路储存能量}}{\text{损耗能量}}$$

电路的 Q 值越高，选择性就越好。

从上面式子可以看出增大 Q 值的途径是提高电容器和线圈的质量，使它们储存能量增加，同时要减小电路中电阻的损耗。为了改善收音机的选择性，我们在设计和制作中要采取一些办法：如用多股线绕线圈，选良好的绝缘材料做线圈管，确定合理的匝数，使用优质可变电容器和注意良好的焊接等。

调谐电路的 Q 值是不是越高越好呢？这也不是的。因为我们所收到的电台信号成分很复杂，除去载波频率外，还有调制时产生的“边频”。调谐电路 Q 值过高，使收音机

的选择性过于尖锐，电路会只“筛选”单一的谐振频率，而对频率接近的“边频”削弱过多，造成所谓“频带过窄”的情况，使收音机的声音有较大失真，音质明显变坏。有的收音机加了“再生”之后，声音不如以前柔和动听，原因就在于此。

对调谐电路的另一要求是有足够的“频率覆盖范围。”简单收音机只收听中波段（MW）广播，规定的频率范围是535千赫~1605千赫。最高端和最低端的频率相差3倍。通过进一步的分析知道，要求调谐电路能接收这个范围内的任何频率，电路的电容量大小变化必须达到9倍。由于实际制作时电路中存在各种附加电容，所以用作调节的可变电容器容量变化范围更要大得多，一般为20~40倍。例如常用在晶体管收音机中的CBM-X-270型可变电容器，它的容量能在7~270微微法之间调节。自制的简单收音机一般只收听本地和邻近地区几个电台，如果它们的频率不是相隔很远，也可以用变化范围较小的可变电容器。

实际制作时，要把调谐线圈的电感量做成可调整的，线圈能在磁棒上移动。改变线圈的位置，它的电感量也就随之变化。通过反复调整，能使调谐电路有准确的频率覆盖范围。

为了把调谐电路选中的信号输送给后级，收音机常采用图1—6所示的两种方式。

图（a）是在磁棒上绕一个副线圈 L_2 ，通过电磁感应从调谐电路中得到信号，送给三极管放大。 L_1 和 L_2 两个线圈绕在同一根磁棒上，实际组成了一个高频变压器。由于三

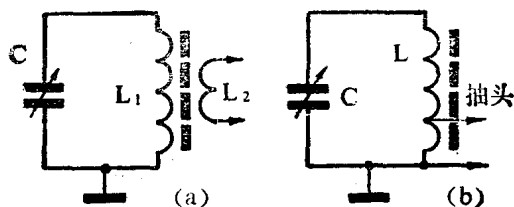


图 1—6

极管 b、e 两极间的输入阻抗较低，为了不使调谐电路因负载过重而降低 Q 值， L_2 的匝数较少，通常为 3~8 匝，是 L_1 的 $1/10 \sim 1/20$ 。

图 (b) 中，高频信号通过电容 C_2 传输到三极管。也是为了不降低调谐电路的 Q 值，信号从线圈的抽头上引出。抽头的位置在离“地”端总匝数的 $1/15$ 处。这种传输方式制作时稍简单一点，但不便于调节。

晶体管收音机使用磁性天线，一般可以满意地收听。但是，简单收音机的灵敏度较低，在接收条件差的地方发音很轻，一些远处的弱小电台还可能收不到。这时，收音机就要使用外接天线来改进收听效果。

把外接的长天线直接连在调谐电路上是不可行的。因为外接天线与地之间实际形成一个较大的电容器（图 1—7），它并联在调谐电路两端，会破坏电路的正常工作，使收音机的选择性严重变坏。

正确使用外接天线，通常用下面的两种连接方法：

图 1—8 是把外接天线经过一个电容器 C_a 接到调谐电路上。 C_a 的电容量很小，一般为 10~30 微微法。由于频率较

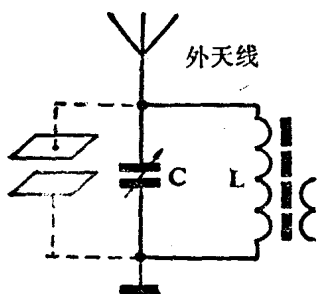


图 1—7

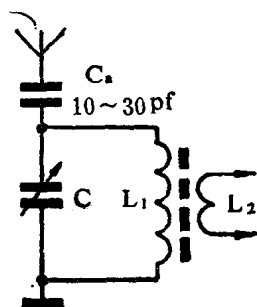


图 1—8

低的信号通过 C_a 受到的阻碍作用较大，这种接法对接收频率较高的电台有利。

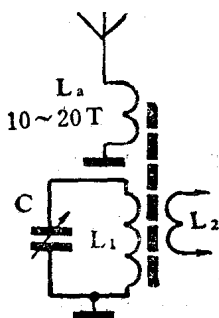


图 1—9

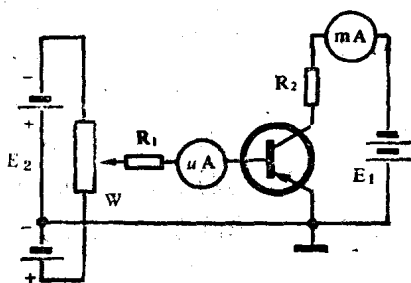


图 1—10

在图 1—9 所示电路中用加天线线圈 L_a 的方式接入外接天线。 L_a 一般用细漆包线绕在磁棒一端靠近调谐线圈的地方，匝数为 10~20 匝。这种办法对高、低频率的电台效果都较好，使用比较普遍。

3. 低频放大电路

收音机的低频放大电路用来放大检波后得到的音频信号。我们先了解一下三极管的放大原理，再介绍基本的低频放大电路。

三极管是放大电路中的主要器件。我们按图 1—10 所示，用一只 3AX31 等型号的 PNP 型三极管连接一个实验电路。电路中三极管的发射极接“地”，集电极加上负电压。电池 E_1 、 E_2 和电位器 W 做成一个模拟信号源，上下移动电位器的滑动触头，能使三极管基极电压的极性和大小随时变动，相当于在基极加上一个缓慢变化的交流信号。

实验开始以后，接通电源，缓缓移动电位器触头，同时注意观察电表的读数。我们会看到：

(1) 对 PNP 型的三极管来说，基极电压为正极性时毫安表的读数为零，三极管截止；只有基极电压为负极性时才有基极电流产生。基极电流 I_b 的大小可以由微安表读出，大致为 0~100 微安。

(2) 电位器滑动触头放在中点时，基极电压和电流都为零。这时三极管的集电极电流极小，一般锗管为零点几毫安，硅管更小得多。我们称这电流为“穿透电流”，用 I_{co} 表示。

(3) 滑动触头位置移动时，三极管基极电流的大小变化，会引起集电极电流的强烈变化。这就是三极管放大的基本原理。从实验中可以看到，基极电流 I_b 从零到几十微安变化时，集电极电流 I_c 会在零点几到十几毫安之间相应变

化。我们把基极电流变化量与集电极电流变化量的比值，称作三极管的“电流放大系数”，用字母 β 表示。 β 是希腊字母，读作“贝塔”。三极管的 β 值越高，放大能力越强。

(4) 测量负载电阻 R_e 两端的电压，会看到它也是随基极输入电压大小变动而改变，而且变动幅度要大得多。这说明电路有电压放大作用。

(5) 当基极电流超过一定值后，再继续增大，毫安表读数将维持一定值不再增大。这时三极管处在“饱和”状态。

上面介绍的是三极管的基本放大特性。在实际应用中，由于放大的信号特点不同（如频率和强度），对电路性能要求也不同（如功率大小，失真程度），所以各种放大器的具体电路也不一样。

图 1—11 是一种常见的低频放大电路。电路输入和输出端各有一只电解电容器，用来隔断与前后电路的直流联系，但交流的音频信号可以顺利通过它。输入信号加在三极管的

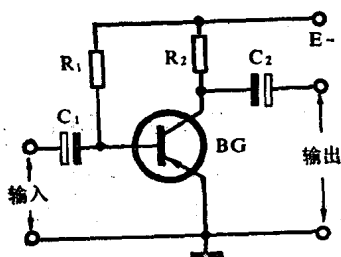


图 1—11

基极和发射极之间，使基极电流随信号强弱变化。音频信号被放大后从三极管集电极输出，在 R_2 上产生音频电压。由于电源对交流电的阻碍极小，可以看成是通路，所以交流（音频）输出信号一般从 C_2 与地之间取出。

与前面实验电路不同，图 1—11 电路中还增加了电阻 R_1 ，通过它把三极管基极与电源相连，为基极加上负电压，

即为发射结加上“正向偏压”。这样，即便在没有信号输入的时候，三极管也有一定大小的基极电流存在。我们称它为三极管的“静态偏流”。这个电流的大小由电阻的 R_1 的阻值决定，所以改变 R_1 的阻值就可以调节基极偏流的大小。通常称 R_1 为偏流电阻。

三极管加上静态偏流之后，再有交流信号输入，它的集电极电流只在一定范围内随信号的强弱起伏变化，不会再象上面实验中那样，三极管有一半时间处在截止状态。这就大大减轻了放大后信号的失真。

为三极管提供偏流的电路叫做“偏置电路”，是放大电路的必要组成部分。三极管在电路中的基极电流、集电极电流和集电极电压，这三个电学量通常为三极管的“工作点”。为三极管确定合适的工作点，是放大电路设计和调整的重要内容。

受三极管放大能力的限制，收音机往往要有几级放大电路才能得到足够的增益。前后两级电路之间的信号传输，是靠“耦合电路”来完成的。常用的有“阻容耦合”和“变压器耦合”两种方式。

图 1—12 是常见的阻容耦合电路。第一级放大器输出的信号在 BG_1 管的负载电阻 R_2 上形成电压降。这是个交流信号电压，所以它的一端通过电容器 C 加到后一级三极管 BG_2 的基极，另一端通过电源加到 BG_2 的发射极，形成后一级放大器的输入信号。

电路中， R_2 的阻值为几百欧到几千欧。它的阻值大一些，能在一定范围内提高放大器的增益，但会使三极管集电