

# 少年半导体收音机

SHAO NIAN BAN DAO TI SHOU YIN JI

汤洪涛 编著



# 少年半导体收音机

湯 洪 涛 编著



少年儿童出版社

## 內 容 提 要

半导体管又叫晶体管，是一项新技术，少年們对此感到极大的兴趣。用半导体管裝置的收音机，具有体积小，用电省，寿命长，便于携带等許多优点。

本书首先闡述了半导体管的基本原理，然后由淺入深，介紹了直接放大式、再生式、来复式直到标准的超外差式六管机等二十多种实用半导体收音机的电路和裝置調整方法。书中对于元件的选择和半导体三极管的簡易測試方法也作了适当的介紹，很适合少年們开展科技活动的需要。

### 少年半导体收音机

湯洪涛編著

陈芝仪 胡庚生繪图 張之凡裝幀

少年儿童出版社出版

上海延安西路1538号

上海市书刊出版业营业許可証出014号

上海市印刷三厂印刷 新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

統一书号：R10024·2977 书号：自1090（高小、初中）开本787×1092毫米1/28 印张3 6/7 字数66,000  
1964年3月第1版 1964年11月第4次印刷 印数180,001—275,000 定价（6）0.28元

## 前 言

半导体三极管又叫晶体三极管。从第一个半导体三极管诞生到现在，不过十多年的历史，但发展的速度是惊人的，它几乎完全可以代替一般电子管在电路中工作了。

半导体三极管具有寿命长、体积小(只有电子管的 $\frac{1}{10}$ )、重量轻(仅电子管的 $\frac{1}{10}$ )、耐震动、用电省、需要的电压很低等一系列的特点，得到各方面广泛应用，最普通的是用来装置收音机。

近几年来，我国已能制造半导体三极管了，自己生产的小型元件也有出售，这是我们少年无线电爱好者最高兴的事，因为我们已能使用国产元件来从事装置与研究半导体收音机了。

我是一个无线电爱好者，喜欢在业余时间里搜集各种资料，装置和研究无线电。在装置过程中，当然有成功有失败。现在将我平日装置的半导体收音机，选取其中效果较好的，由简到繁，系统地介绍给广大少年无线电爱好者作为参考。由于时间短，经验少，理论水平又低，一定存在着不少缺点和问题，欢迎大家指正。

編 者

# 目 录

前 言 .....	III
<b>第一章 半导体基本知識 .....</b>	<b>1</b>
一、什么是半导体 .....	1
二、N型半导体和P型半导体 .....	1
三、PN 结与两极管 .....	4
四、半导体三极管 .....	6
五、怎样检验半导体三极管 .....	9
六、半导体三极管的应用和注意事项 .....	12
<b>第二章 简易半导体收音机制作 .....</b>	<b>17</b>
一、单回路式半导体单管收音机 .....	17
二、双回路式半导体单管收音机 .....	23
三、几种简化的半导体单管收音机 .....	27
四、自由能半导体收音机 .....	31
<b>第三章 再生式与来复式半导体单管收音机制作 .....</b>	<b>35</b>
一、半导体再生式单管机之一 .....	35
二、半导体再生式单管机之二 .....	44

三、有高放的半导体单管再生式收音机	50
四、来复式半导体单管机之一	51
五、来复式半导体单管机之二	55
<b>第四章 半导体多管收音机制作</b>	<b>61</b>
一、0—V—2 半导体两管机之一	61
二、0—V—2 半导体两管机之二	67
三、1—V—2 半导体两管机	71
四、1—V—3 半导体三管机	74
五、推挽输出来复式三、四管收音机	79
<b>第五章 半导体超外差式收音机制作</b>	<b>84</b>
一、简易两管来复超外差式收音机	84
二、三管来复超外差式收音机	92
三、四管超外差式收音机	93
四、五管超外差式收音机	96
五、六管超外差式收音机	97
六、实验板	99

# 第一章 半导体基本知識

## 一、什么是半导体

在我们日常接触的物质中，一类是电阻率很小，容易导电的金属，如铜、银、铝……这类物质叫做导体；另一类是电阻率很大，几乎不能导电的物质，如橡胶、陶瓷、玻璃……这些物质叫做绝缘体。但是在自然界里还有一些物质，它们的导电本领恰好在导体和绝缘体之间，这种物质我们就叫它为“半导体”。目前用来制造半导体管的材料主要有锗、硅、硒等。

## 二、N型半导体和P型半导体

一块纯度很高的半导体，其中的原子核对它的电子束缚力很强，电子不能自由活动，也就是说“自由电子”很少，导电能力也就很低，与绝缘体差不多。但是如果在纯净的半导体中加入哪怕是百万分之一的杂质，它的导电能力也就有很大的改变。

以锗(Ge)为例，锗原子有32个电子，按一定的规律分成四层，排

列在原子核的周围,从里往外,第一层为 2 个电子,第二层为 8 个电子,第三层为 18 个电子,最外面一层是 4 个电子,如图 1—1。在这些电子中,里面三层的电子是比较稳定的,而最外面一层的 4 个电子是不稳定的。这最外层的 4 个电子叫做“价电子”。每一个锗原子就通过这 4 个价电子,和另外 4 个锗原子的价电子拉起手来,组成 4 个“共价键”,而达到稳定,如图 1—2。

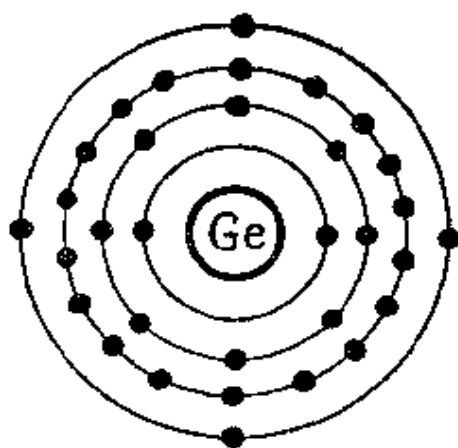


图 1—1

如果在锗晶体里加入少量的砷(As)或锑(Sb)后,因为它们每个原子的外层都有 5 个价电子,其中有 4 个价电子就和周围 4 个锗原子的价电子拉起手来,组成共价键,还有一个价电子,因为没有手来拉它,被排斥在共价键之外,所以就能在锗晶体中自由跑动,成为“自由电子”,

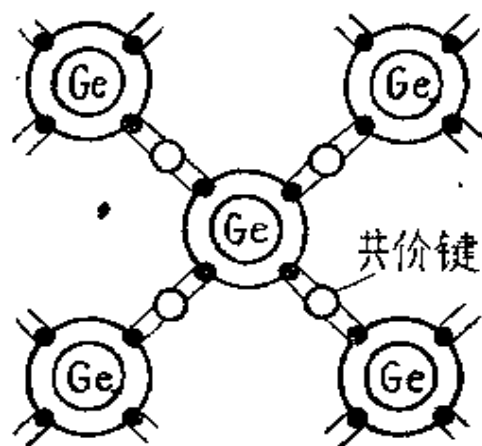
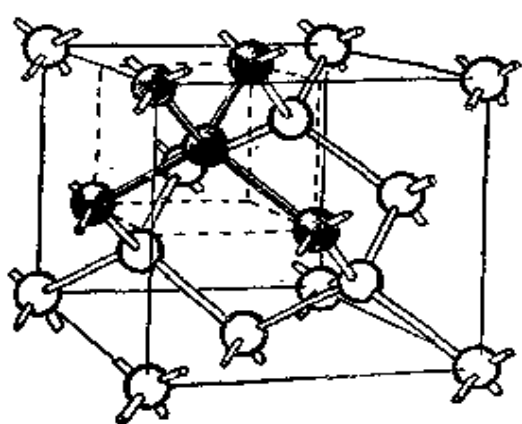


图 1—2



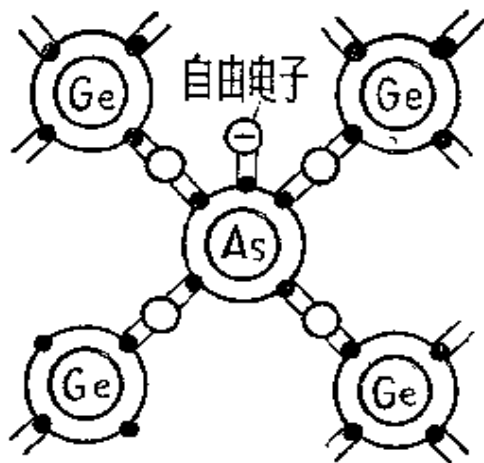


图 1—3

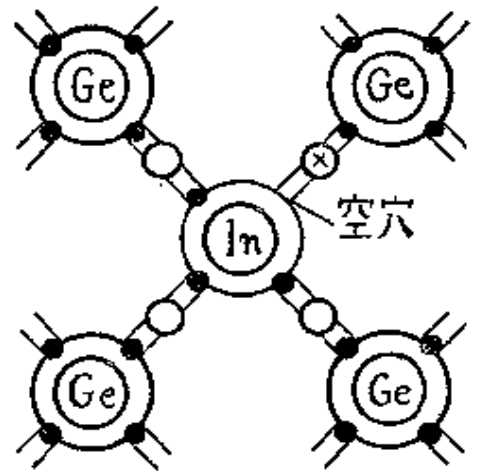


图 1—4

如图 1—3。锗晶体中加了砷或锑，产生了许多自由电子，它的导电能力就大大增加。由于这种导电作用主要是依靠自由电子，因此称为“电子型锗”或“N型锗”，而靠自由电子导电的半导体，也就通称为“电子型半导体”或“N型半导体”。

如果在锗晶体中不是加入砷或锑，而是加入少量的铟(In)或硼(B)，情况又不同了。因为铟和硼原子的外层只有3个价电子，因此它和4个锗原子的价电子“拉手”时，就少了一只“手”，或者说多了一个“空位”出来了，如图1—4，这个空位就要从别处拖一个价电子来组成共价键，那么被拖走一个价电子的锗原子就出现了一个空位，再要到别的锗原子中去拖价电子，这样，就好象空位在锗晶体中“跑”一样。为了方便起见，我们特地称它为“空穴”。空穴能和自由电子一样，在锗晶体中跑来跑去，导电就是依靠它们来完成，因此称这样的锗为“空穴型锗”或“P型锗”，依靠空穴导电的半导体，通称为“空穴型半导体”或“P型”半

导体。

### 三、PN 结与两极管

把一块锗一半变成N型，一半变成P型，如图 1—5 那样紧密地结合在一起，中间的结合处就叫做“PN 结”。半导体两极管，就是利用这 PN 结制成的。

在 PN 结的左面 P 型锗中有带正电的空穴，右面 N 型锗中有带负电的电子，它们彼此要向对方扩散，N 型锗中的电子向 P 型锗方向移动，越过交界面以后，就在靠近交界处积累起负电来；同样，P 型锗中的空穴向 N 型锗方向移动，越过交界面以后，就在靠近交界处积累起正电。这种电的积累到一定程度以后，就形成了一个阻挡层，阻止电子和空穴的继续移动。

如果给 PN 结的两端加上一个电压，P 端接负，N 端接正，如图 1—6 所示。这样，P 型锗中的空穴和 N 型锗中的电子，都沿着离开阻挡层的方向向两端移动，使阻挡层变厚，呈现非常高的电阻值，电子和空穴一般都无法通过，只有少数能量特别高的电子能通过阻挡层而形成电流。这种电流叫做“反向电流”。

假使把外加上去的电压的方向掉过头来，P 端接正，N 端接负，如图 1—7。那么情况就完全不

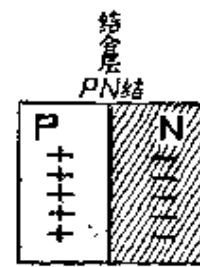


图 1—5

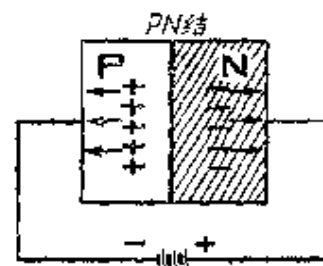


图 1—6

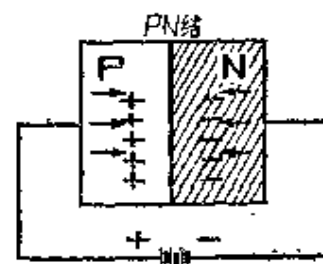


图 1—7

同了，阻挡层电场被减弱，呈现非常低的电阻值。这时候，P型锗中的空穴和N型锗中的电子，就能非常顺利地越过交界处，电路中就有较大的电流流过。这时候的电流，我们叫它为“正向电流”。

由于PN结具有只向一个方向导电的特性，因此半导体二极管（即PN结），可用来作为无线电上整流和检波的元件。

按照结构的不同，半导体二极管可以分为点接触型与面接触型两种。这两种二极管的用途也有些不同，点接触型允许通过的电流很小，极间的电容也很小，适宜作高频检波用；而面接触型允许通过的电流较大，极间的电容也较大，适宜用于整流。

国产锗半导体二极管的型号很多，它的实体如图1—8。它的接法，在一般电路里没有严格的规定，正接反接都可以。但在有的电路里，要按照电路规定的接法来接，不能接反，否则收音机就无声。它的正负极

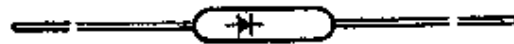


图 1—8

可以从外边涂的颜色来区别，一端有红色的是正极，另一端不涂颜色的是负极。如果买到两端都不涂颜色的，则用万用电表测量两端的电阻来分清它的正负极。好的二极管，测它的正向电阻，大约600欧姆左右，这时红表笔（+）所接触的为负极，黑表笔（-）所接触的是正极。

通常我们选购半导体二极管的时候，也是根据上述测得的电阻为依据的值。正向电阻总在几百欧姆之间，越小越好。而反向电阻，在几百千欧甚至超过1兆欧以上，越大越好。总之，正反向之间的电阻

率差距越大，表示单向导电性能越好，灵敏度越高，用它来作检波效果当然也越好。

#### 四、半导体三极管

半导体两极管只能起整流和检波作用，而半导体三极管和电子管一样，除了能够检波以外，具有放大作用。因而能代替电子管在各种电路里应用。

一块半导体，中间是P型，两旁是N型，或者中间是N型，两旁是P型，也就是说，有两个PN结，就有可能做成三极管。根据组合的方式不同，半导体三极管有PNP型和NPN型两种。

图1—9是PNP型三极管的示意图，左边的P型锫接上适当的电压后，能向中间N层发射空穴，因而叫做发射极，符号是E(或e)，它相当于电子管中发射电子的阴极。右边的P型锫，用来收集发射极发射到中间N型锫层中去的空穴，因此叫做集电极，符号是C(或c)，它相当于电子管中收集电子的屏极。中间的N型锫叫做基极，符号是B(或b)，它能控制发射极发射空穴的多少，和电子管中控制栅的作用相同。

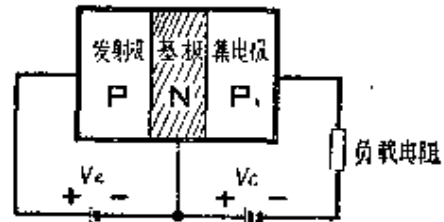


图 1—9

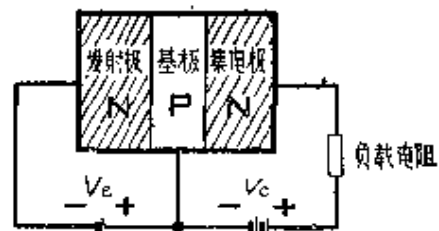


图 1—10

图1—10是NPN型三极管的示意

图,中间的P型锗层作为基极,两边的N型锗分别作为发射极和集电极。它的作用和原理与PNP型的完全相同,所不同的是PNP型三极管主要是空穴导电,而NPN型三极管主要是电子导电的。另外,电池的接法,PNP型和NPN型完全相反。半导体三极管的符号如图1-11

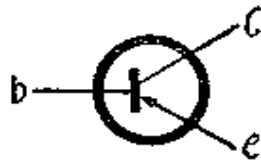


图 1-11



图 1-12

和图 1-12,两者之间的区别在于:发射极箭头向内的是PNP型,发射极箭头向外的是NPN型。

半导体三极管除了根据它们的组合方法不同,分为PNP型和NPN型以外,根据它们的内部结构不同,又分为点接触型和面接触型两种。目前国内生产的半导体三极管,都是面接触型的。常见的半导体三极管型号很多,为了便于参考起见,将目前较流行的国产半导体三极管列成表(见第8页)。表中所列的型号是旧型号,现在我国国家科学技术委员会对半导体管的命名有了新的规定,从今年七月一日起正式实施。旧型号Π6A,新型号为3AX1;旧型号Π401,新型号为3AG1;旧型号2Z171,新型号为3AX13;旧型号2Z301,新型号为3AG1。

型 号		三个电极的位置图
П 6 А П 6 Б П 6 В П 6 Г П 6 Д	低 頻 低 頻 低 頻 中 頻 低 頻	
2G 100 2G 101 2G 102 2G 103 2G 104 2G 105	低 頻 低 頻 低 頻 低 頻 低 頻 低 頻	
ZK 306 ZK 307 ZK 308 ZK 309	高 頻 高 頻 高 頻 高 頻	
П 401 П 402 П 403 П 403A	高 頻 高 頻 高 頻 高 頻	<p>红点</p>
2Z 171 2Z 172 2Z 301 2Z 302 2Z 303 2Z 304	低 頻 低 頻 高 頻 高 頻 高 頻 高 頻	<p>红点</p>

## 五、怎样检验半导体三极管

检验PNP型半导体三极管好坏的方法,最简单的就是用万用电表或欧姆表测量三个电极的正反向直流电阻。先如图1—13测量基极与集电极正反向电阻。完好的三极管,它的正向电阻在400欧姆左右,而反向电阻约为几百千欧,越大越好,但不能无限大。如果电表的读数无限大,则表示电极已断路,根本不能使用。其次如图1—14那样测量集电极与发射极反向电阻,在正常情况下,反向电阻不应小于50千欧,否则也不能使用。如上述测量的结果完全符合要求,则不必再测量发射极与基极的正反向电阻。

如果要判断半导体三极管的放大性能,可按图1—15接线,在基极和集电极间加接一个100千欧的固定电阻;假使电表的读数在5—10千欧,这是完好的表示。读数越小,放大性能越好。如果接上100千欧电阻后,电表的读数

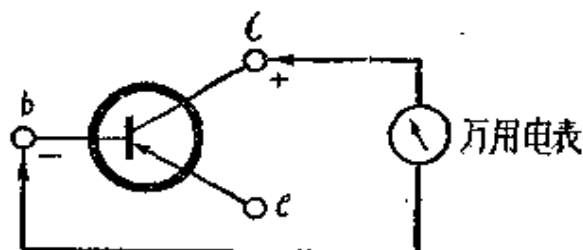


图 1—13

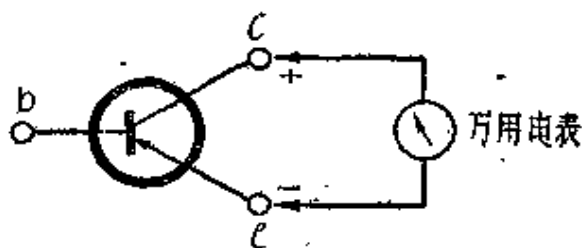


图 1—14

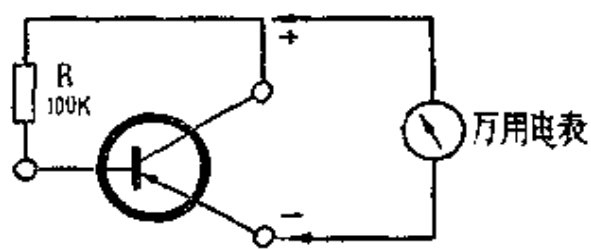


图 1—15

不变，或者变得很少，这就表明没有放大作用了。有时电表的指针不是停止不动，而自动地沿着阻值减小的方向移动（也有向大的方向移动），这只三极管不仅有很大的噪声，而且工作也很不稳定的，应用时不会有很好成绩。

检验 NPN 型的半导体三极管好坏，方法与检验 PNP 型的相同，只要把两枝表笔反过来就可以了。

进行上述检验的时候要注意，时间不宜过长，否则就容易烧毁三极管的，所以要小心从事。如果从小脚电子管座上拆下 6 个小插脚，找几只空心铆钉和一只 500K 的电位器，按图 1-16 装置在一只小木匣

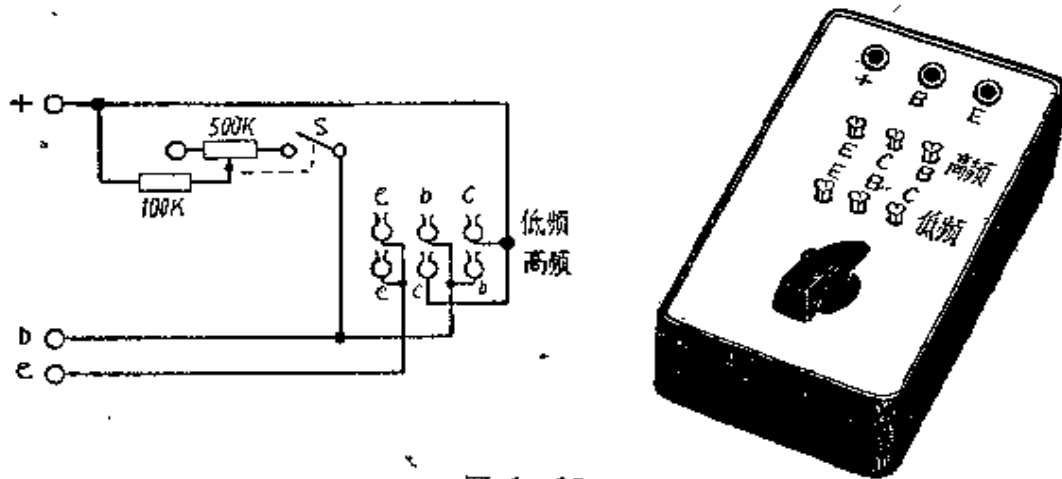


图 1-16

里，就可以使两枝表笔不会接错，加快检验速度。检验的方法是这样的：先将半导体三极管的三个电极引线，插入相适应的三个小插脚里，然后将万用电表转到最大欧姆量程，例如  $R \times 1000$  或  $R \times 100$  处，把红色的正表笔插入有“+”记号的空心铆钉内，黑色的负表笔插入有 b 记号的空心铆钉，即测得基极与集电极反向电阻。如果把负表笔插入有 e 记号的空心铆钉，即可测得集电极和发射极间的电阻。同时旋转



电位器的柄,把开关开启,此时电表的读数应减小些,而且随着电位器阻值逐渐减小到零,电表的读数应随着电位器的转动而均匀地减小。当电位器旋转到尽头,阻值为零时,完好的三极管,读数应为5—10千欧,读数越小放大性能越好。当电位器旋停在某一位置固定不变动时,如果电表的指针也稳定不动,就表示三极管工作稳定,噪声也较小。假使指针仍在移动,不管向哪个方向移动,都不是好现象。

有时电位器的接头接反了,电表的读数不是由大到小,而是由小到大,这时只要调换电位器的接头就能解决。

假使读者手头有一只0—1毫安表,那么照图1—17所示进行检验(图上画的是PNP型,如果NPN型的三极管,要

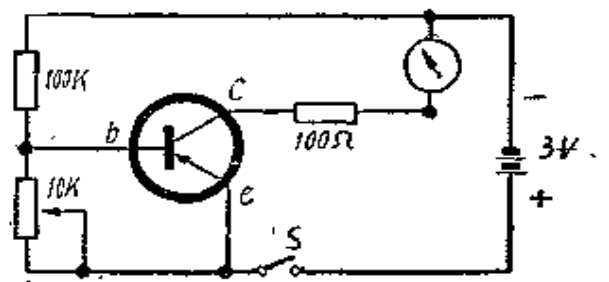


图 1—17

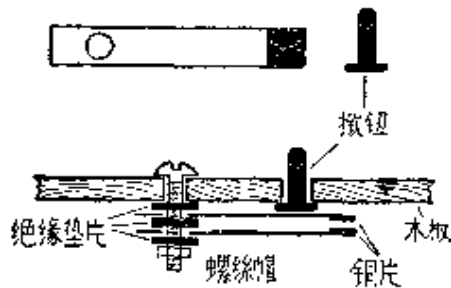


图 1—18

把电池的正负极接线对调)。先根据毫安表表头的大小,做一只木匣,参看图1—18用铜片和小胶木板自制开关S一只,再从旧的小脚电子管座上拆下6个插脚做高低频三极管的管座,将电表、电位器、开关、管座按照图1—19装在面板上。

把电池的正负极接线对调)。先根据毫安表表头的大小,做一只木匣,参看图1—18

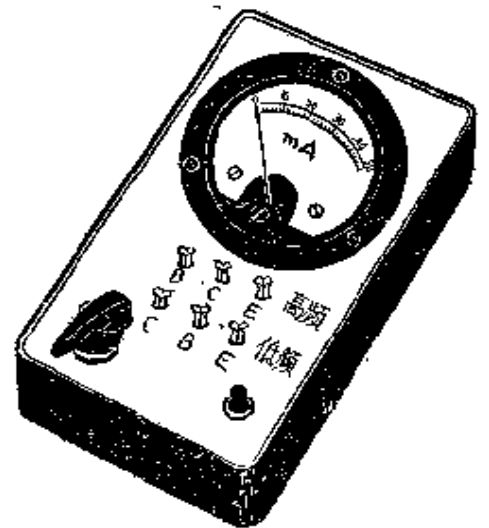


图 1—19

检验的方法如下：将要检验的三极管的三根引线插入相适应的管座里，把10K电位器旋到阻值为零的位置上，按下开关S，逐渐增加电位器的阻值，毫安表的读数如平稳上升，则说明这只三极管是好的；如果发现下述情况，则说明被检验的三极管性能不好。

A. 当电位器R的阻值为零时，按下开关S，毫安表指针已跑出度盘范围，这说明管内发生短路，不能使用。

B. 当电位器R的阻值不变时，毫安表的指针不断地缓慢上升，则说明这只三极管只能工作很短时间。

C. 在检验时用手指轻轻地敲打三极管，如毫安表的指针起急剧波动，说明这只三极管是不耐震动的。

## 六、半导体三极管的应用和注意事项

用半导体三极管装置的收音机，和电子管收音机一样，有直接放大式、再生式、米复式、超外差式等。它的基本电路也与电子管电路相似，电子管电路有阴极接地（图1—20a）、栅极接地（图1—21a）和屏极接地（图1—22a）等三种，而半导体三极管的基本电路，也有三种，如图1—20b所示的共发射极电路，图1—21b所示的共基极电路和图1—22b所示的共集电极电路。但在实际应用时常采用共发射极电路，因为这种电路可以获得较大的电压放大和功率放大。

电子管电路中栅极上往往需要一定数值的负偏压；而在半导体三极管电路中，为稳定工作点起见，也常给基极一定数值的偏流电压，如图1—23中的R，它的阻值随着工作点的大小来决定，一般在几十千欧到2兆欧之间，有时除R外，再加接 $R_1R_2$ 两只电阻，目的也是使工作

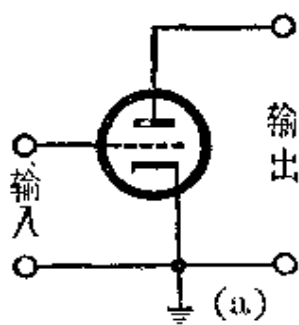


图 1—20

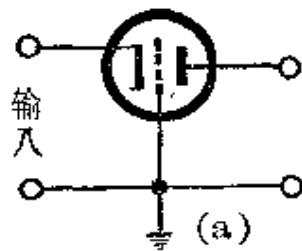


图 1—21

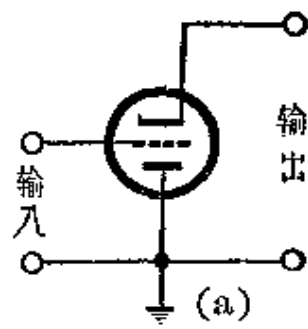
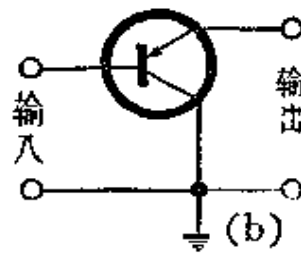
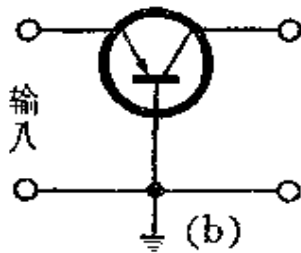
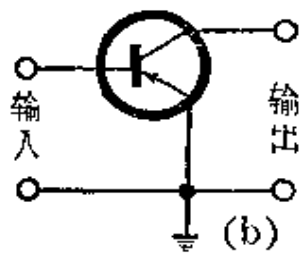


图 1—22



点稳定。这些电阻的数值是  $R_1 = 5-10$  千欧,  $R_2 = 1-2$  千欧之间。

半导体三极管比电子管坚固耐用,但在温度和电的特性方面却远不如电子管,是极不稳定的,只要稍微受热,或把电源电压接反,就会把它击穿损坏,因此要注意下列几点:

1. 焊接用的电烙铁功率不得大于45瓦,烙铁头要扁而尖。烙铁功率大时,热量就高,很容易传入半导体管内部,如果温度超过  $100^{\circ}\text{C}$  时,就容易损坏。

2. 为了防止烙铁的热量传入半导体管内,在焊接半导体管时,必须要在焊接的引线中央,用平口钳夹紧,如图 1—24 所示,使烙

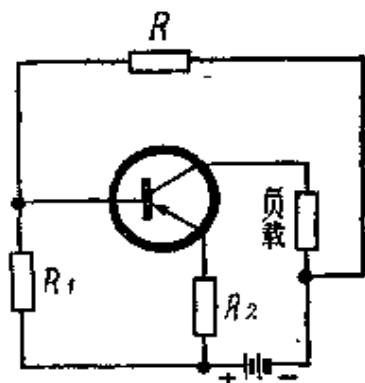


图 1—23

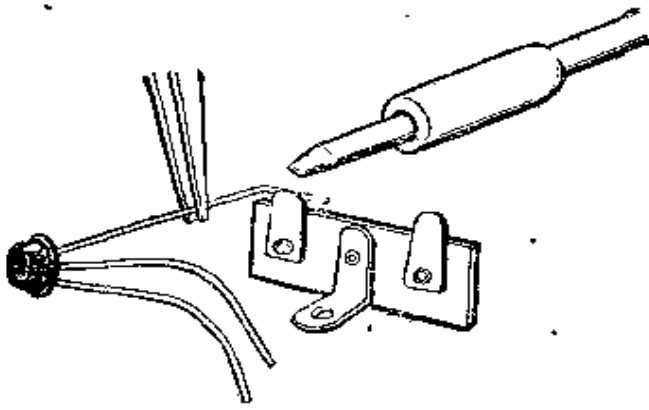


图 1-24

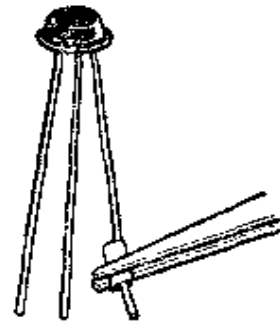


图 1-25

铁发出的热量沿着引线传给平口钳散去。在熔铁从焊接处拿开以后，平口钳还应当继续夹在引线上，一直等到焊锡完全冷却，然后松开平口钳。这种防热方法，在把其他导线焊接到和半导体管的引线相联的焊片上也必须采用。为了防止半导体管受热，通常总是先焊接好一切接线，最后才把半导体管焊上去，先焊基极引线，确保安全。焊接半导体管时，最好事先将引线刮光吃锡，然后尽可能用最快的速度焊上去，一次成功。另外如果用碎布一小块，浸水后包裹在比较短的引线外面，如图 1-25 所示，用手或镊子等工具夹住后再焊，这样不但不易传热，散热也更快。

3. 半导体三极管的三根引线不宜剪短，既有利于焊接时的防热，又可避免装拆次数过多，引线弄断时不会过短。因为半导体三极管不同于电子管，即使用同一型号的，它们的特性也有差别，因此换用新半导体三极管时，电路中的元件，特别是偏流电阻的数值，也要更换，尤其是在新装时，为了选择几只半导体管中效率最高的一只，或是考虑安排哪一只放在前级，哪一只放在后级，都可能要装拆多次。由于半导体三

极管的引线是焊接的，不象电子管那样拔下插上很方便，这样多次焊接拆装，很容易使半导体三极管遭到损坏。所以最好从旧的小脚电子管座上拆下三只脚，自制一只管座，试验的时候，只要将引线插在管座里，就和电子管一样便利，待选择确定后，再焊好。

4. 当选好电路以后，各项元件必须严格检查，数值还有待于实验后才能作最后决定，这样才能有理想的成绩，所以事前不必忙于设计制造机壳的大小，只要先用一块地位比较宽、质地比较好的胶木板或层压板，做一块实验板（怎样做后面有说明），这样，偏流电阻和其他电阻可以多换几只，耐心地选取最满意的定下来。电容器也同样经过试换，选定合适的数值。全部元件决定后，就可以正式考虑各个元件的合理排列、底板的大小，钻好需要的洞孔，再逐一移装上去，最后设计机壳的大小与所用的材料，尽可能做到小巧美观。

5. 加到半导体管上的电压，必须严格按照半导体特性规定的范围以内，一般用 1.5V—9V。如果所加电压超过额定值，管内就有过量电流通过，它所产生的热量会把三极管烧毁。另外还必须注意电源的极性是否正确，如果是 PNP 型管，那么加到集电极的必须是负电，发射极上是正电；假使是 NPN 型管，则完全相反，集电极上所接电源一定是正的，而发射极上是接负电。除此以外，还要检查一下半导体三极管的引线和电路中其他元件的接触是否牢固可靠。接上电池后，就不能随便拨弄接线了，以防电路断开，因为只要足够强度的电流冲击，就会使半导体管或其他元件受到损坏。接上电池以后，发现线路需要改换或重接，应该先把电池断开，确保安全。

6. 半导体收音机用的电池质量也直接影响收音机的质量，电池

电压下降，不仅音量减小，音质也会变坏，甚至发生嘶叫等毛病。因此需经常检查其完好程度，收音机一旦发生故障，不要轻易修理线路，首先应检查电池情况。装置时为了防止接错电路或漏接起见，先将电路用铅笔仔细地毫无遗漏地画在纸上，每接好一根接线或元件，用钢笔在纸上重复画一下。钢笔全部画满，也就是装置完毕，再核对一遍，即可放心试听了。

## 第二章 简易半导体收音机制作

### 一、单回路式半导体单管收音机

现在我们先装置一些简易的半导体收音机，为以后装置较高级的收音机准备条件。

半导体收音机所用的元件，大部分与电子管收音机用的没有什么差异，只是规格不同，其作用是一样的。

用一只半导体两极管和一只半导体三极管，与其他一些元件，按照图 2-1 的电路装配起来，就可以装成一架简单的半导体收音机。如果选用小型元件，那么包括电池在内，可以全部装在一块透明的塑料肥皂盒或香烟盒内。小巧美观。

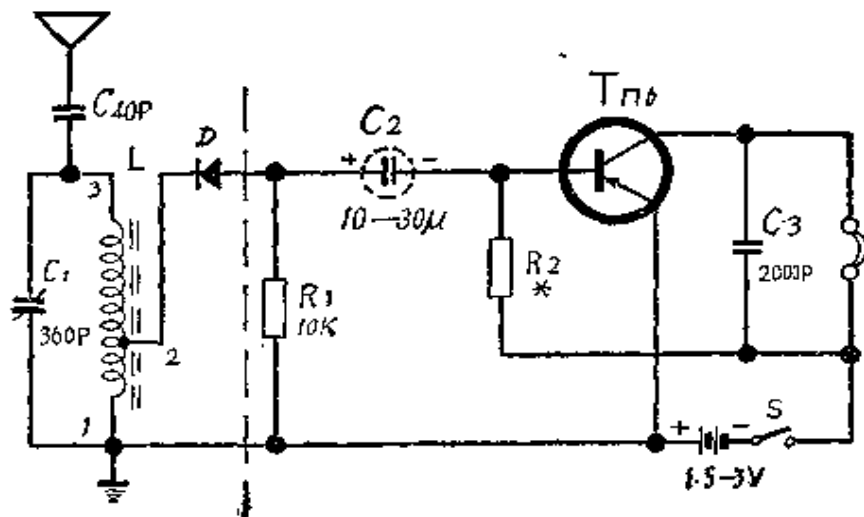


图 2-1

## 电路说明

在电路上已可以看出有两个组成部分：虚线的左边是用一只半导体两极管检波，等于一只单回路矿石收音机，从天线上收集到的各电台信号，经过交连电容器  $C_1$ ，送到由  $C_1L$  组成的调谐回路。经过调谐回路的选择以后，把欲收听的电台信号，借抽头点送到两极管  $D$  检波，检波后的音频电压，经过  $C_2$  输入三极管  $T$  的基极和发射极之间，就成共发射极放大电路。音频电压经过三极管放大，它的灵敏度与响度就提高很多倍，在耳机内可清楚地收听电台的播音，如果在近台区，使用良好的天地线，可以用舌簧喇叭放出声音，供一间屋子里的人收听。

### 元件的选用和制作

为了提高线圈的  $Q$  值，调谐线圈  $L_1$  一般都是用 7 股以上的绞合线，绕在华北无线电器材厂出品的  $M_4$  型磁棒（直径 10 毫米，长 140 毫米）上，约绕 60 圈，绕制时先在磁棒上衬垫绝缘纸一层，在磁棒上直接绕成，如图 2—2。抽头的圈数，根据经验，如离电台近而又较多的大城市

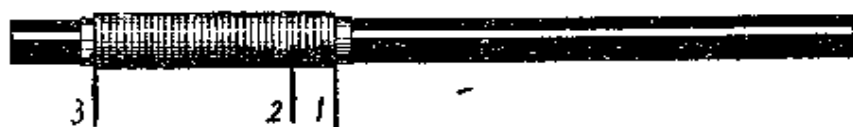


图 2—2

区域里，应抽在离地线端约为总圈数  $\frac{1}{3}$ （即 6 圈处），以增强选择性，在农村离电台较远，则可抽在 15 到 20 圈处，可增加音量。总之，抽头点离地线端近，圈数少，选择性好，但音量少；反之，离地线端远，圈数多，音量响，而选择性差。读者应根据自己居住区域试验决定。

初装的人因为缺乏经验，很难确定抽头圈数的多少，假使绕制很多只线圈，从不同的圈数抽头，再逐一试验，也是麻烦而又浪费的事。我





图 2—3

们不妨先绕制一个抽头较多的线圈，比如，先从开始到 6 圈处抽第一个头，以后再每绕 2 或 3 圈即抽一个头，直到 25 圈为止，如图 2—3 那样，大约抽 8—9 个头。这样，可在每个抽头上试听，认为哪个抽头满意，即焊接在哪个抽头上。若要齐整美观，可以根据试验的结果，确定抽头抽在第几圈，再绕一只线圈替换。绕线圈用的多股绞合线，可以买现成的，也可从废旧的外差式电子管收音机的中频变压器线圈上拆下，或者用 7 根 3 米长、绝缘良好的 45 号漆包线用手捻成。焊接时每根漆包线头部都应刮去外面包裹的漆皮，吃锡焊牢。

刮干净每股线头上的漆皮，一般使用小刀刮，或者用很细的砂纸打，但要防止弄断线头，影响焊接的质量。

天线不直接接在线圈上，串联一只 40 微微法（微微法的符号是 PF 或 P，是电容量单位之一，它是一百万分之一微法。微法的符号是 MFD 或  $\mu$ ，所以 360P 就等于 .00036  $\mu$  或 .00036MFD，这几种写法，表面上好象不同，但实质是一样的）固定电容器 C，目的有二：第一，为了增强选择性；第二，可以把整个中波广播段（530—1600KC）都收听到。这个电容器的容量大，声音也大，但在离电台较近而多的地区选择性就差；容量小，选择性好而声音要减轻，读者可以根据具体居住地区，与天线长短，在 5 到 100 微微法或更大些适当选择，比较决定，甚至不用它也可试试，总之，既要选择性好，没有串台现象，又要耳机中的声音响亮。

可变电容器  $C_1$  用 360P 空气绝缘单连可变电容器的效果为最好，灵敏度较高，声音也较响。缺点是体积较大。也可以用固体介质可变电容器，但要把这种电容器的原有绝缘片，换上自制的同样形状、质量较好的薄云母片，如图 2—4 所示，不然声音要减轻的。

如果要装袖珍式体积较小的收音机，则可用超外差式收音机用的垫整电容器，它的体积较小，片与片之间是用云母片绝缘的，可惜电容量小些，不妨将中间螺丝钉旋下，加焊一两片从另一只上拆下同样形式的铜片，中间也要隔好云母片，这样就可以增加它的电容量。再调换一只比较长的螺丝钉，旋钮就固定在这只螺丝钉上，如图 2—5 所示。如用这种经过改制的垫整电容器时，为了缩小体积，磁棒可以缩短到 50—60 毫米。



图 2—4

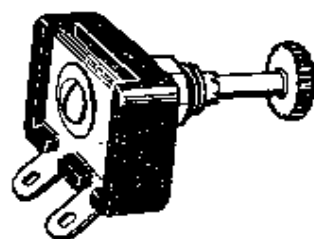


图 2—5

耦合电容器  $C_2$  的数值要求不很严格，一般 10—30 微法都可以，这里是用 30 微法。由于半导体三极管的输入电阻很低，电容量太小是不适宜的，30 微法耐压 6 伏的小型电解电容器最适宜。

$C_3$  的作用是高频的旁路，电容量 2000 微微法左右，不妨调换几只容量大小不同的试试，选好的就固定了。有时因地位关系容纳不下时，也可以省略，对声音无大妨碍。

D 是半导体两极管，任何型号的都可以用。T 是低频半导体三极管，如 П6A、П6B、П6Г、2G105 等任何型号的 PNP 型小功率低频三极管都适用。假使读者有 NPN 型的，只要把电池的正负极对调，也就

一样可用了。

三极管三个电极的位置可以参看第一章里的表,千万不能接错,接错了,小则无声,大则要把半导体三极管击穿,也就是烧毁的。电源用1.5—3伏已够了,高了也没有什么好处。工作电流很小,几乎不耗电,因此电池可以保持到它的自然寿命,就是说同它的保藏寿命差不多,所以一节电池最少可以用几个月。

$R_1$  是负载电阻,代替矿石收音机听筒的地位,这里是10千欧,你们不妨用5—10千欧范围里的不同阻值的固定电阻调换试试选定。 $R_2$  是用来供给三极管基极偏流电压的偏流电阻,有了它才能使三极管工作点稳定。它的阻值要根据半导体三极管的特性而决定,一般在50千欧到2兆欧之间。

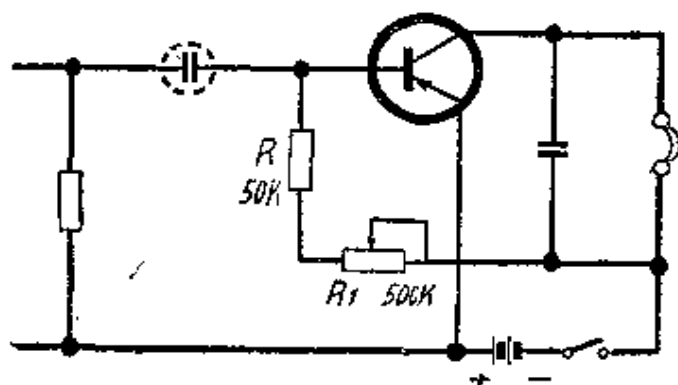


图 2—6

### 调整方法

在装置的时候,先不要把  $R_2$  焊上去,如图 2—6 那样,用一只 1 兆欧或 500 千欧的电位器  $R_1$ ,串接一只 50 千欧的保护电阻  $R$ ,代替  $R_2$  接入电路,

仔细核对接线,如无错误,接上天地线和电池,调节可变电容器  $C_1$ ,使耳机中听到一个电台的播音。这时可能声音很轻,或很不清楚,甚至有串台现象,你可以由大到小,慢慢地转动电位器的柄,减小电位器的阻值,使耳机中声音最响而又不失真。再调整两极管接到线圈  $L$  上的抽头点,应该耐心地在逐个抽头上试听,同时慢慢地转动可变电容器  $C_1$ ,比

较在哪个抽头上声音最响，而且没有串台现象，选择好以后就固定焊好。最后不要移动电位器的柄，烫下电位器与电阻，用万用电表测出它们的串联阻值，这就是最合适的  $R_2$  的阻值，按照这个阻值选一个相接近的四分之一瓦的电阻焊到电路中去，再听一下耳机中的声音，如无变动，那么  $R_2$  与线圈抽头的调整手续就完成了。假使有一只 1 毫安电流表，如图 2—7 所示，串接在集电极电路里，调整电位器，使集电极电流在 0.5—1 毫安之间，再听听耳机中的声音，是否响亮清晰。

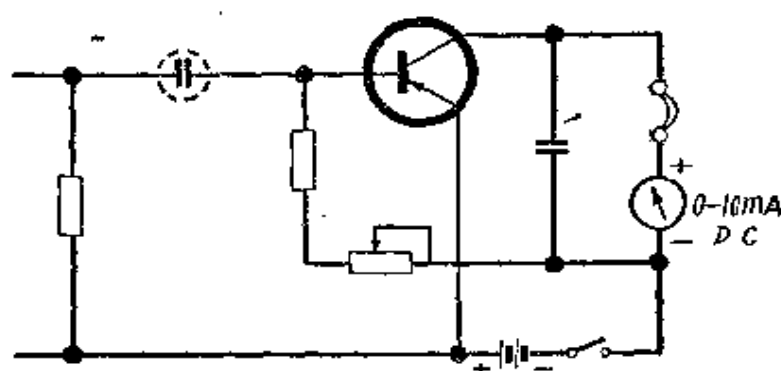


图 2—7

耳机可用普通 4000 欧姆的那种，或用耳塞机，最好在选定耳机后再依它来调整，以后不宜更换，因为耳机阻值不同，对电路工作也有影响。

最后校核一下波段复盖是否完整，即能不能收听从 530KC 到 1600 KC 之间的电台。如将可变电容器完全旋出（电容量最小），频率较高的 1500KC 收不到，则 L 的圈数嫌多，要拆除适当圈数。反之，如果将可变电容器完全旋进（电容量最大），而频率低的 540KC 收不到，则 L 的圈数嫌少，要增加适当圈数。好在是分段绕制的抽头式线圈，要增加或减少都比较方便。

### 排列和安装

根据元件的大小、接线的短直，合理安装在一块层压板或胶木板上，读者可以自己设计，只要接线近、短、直。图 2—8 是实体接线图。安

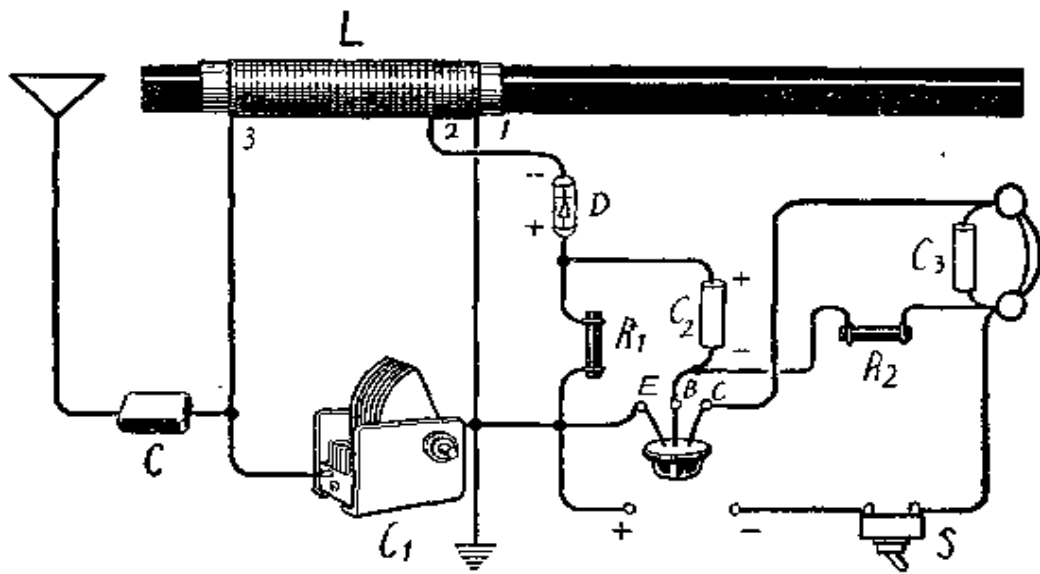


图 2-8

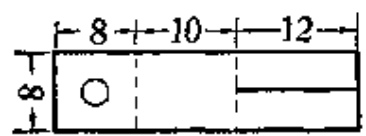


图 2-9



装时磁棒不要靠近金属物，用铜片如图 2-9 做两个支架把它固定。接线柱可以用直径 2—3 毫米的铜质空心铆钉钉

在底板上替代，既经济美观，又不占地位。

在底板上钉空心铆钉的方法是这样：先在底板上钻一个比铆钉略小的洞孔，将铆钉的一头置于洞孔上，用热烙铁搁在钉上，烫一二分钟后，微微用力一压，铆钉就牢牢地钉在洞孔里了，永远不会脱落。

半导体收音机可以装得很小巧，但现在还是开始，体积的大小不是主要问题，重要的是成绩好，效率高。装了几只以后；取得一定经验，不难把它装成很小巧的。

## 二、双回路式半导体单管收音机

要增强收音机的选择性，可把第一只单回路式的略加改装，就成为

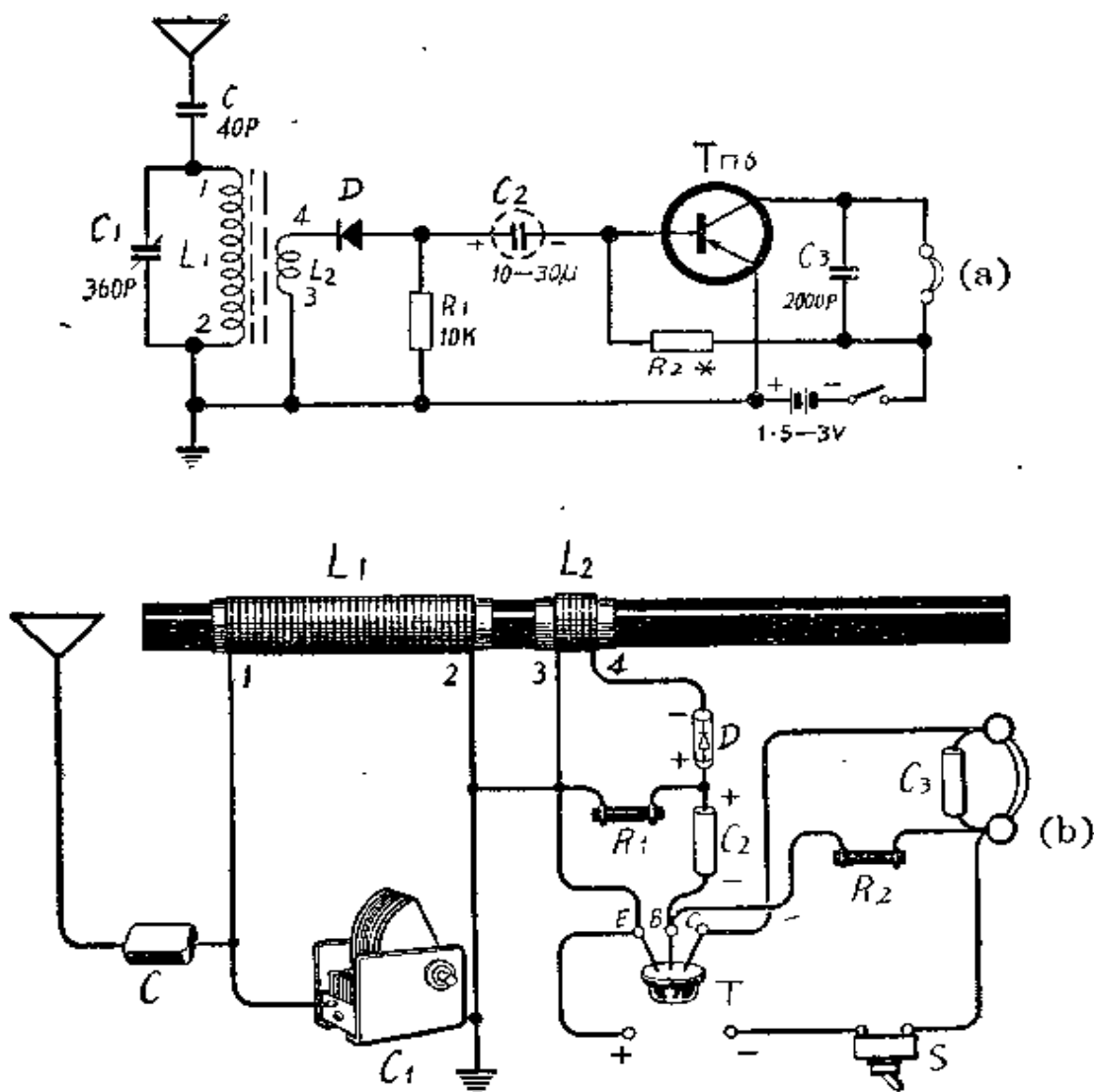


图 2—10

图 2—10a 那样的双回路式的收音机了。它除把原来单回路线圈改绕成双回路外，其他没有多大变动，但选择性要好得多，适宜于电台较多的大城市区域。

### 工作原理

它的工作原理这样：从天线上收得的各电台信号，通过交连电容

器 C, 送到由  $C_1$  和  $L_1$  组成的调谐回路, 经过选择后, 把欲收听的电台信号, 借  $L_1 L_2$  两线圈之间耦合关系, 交连到次级线圈  $L_2$  上, 然后由两极管 D 进行检波, 从负载电阻  $R_1$  上取得的音频信号电压, 经大容量电容器  $C_2$  输入三极管 T 的基极, 经过放大后由耳机或扬声器放出声音。

### 元件的选用和制作

本机所用元件数值已注明在图上, 事实上与图 2—1 完全相同。所不同的是调谐线圈的制法, 它也是用 7 股以上绞合线, 绕在直径 10 毫米、长 140 毫米的磁棒上, 如图 2—11。  $L_1$  为初级线圈, 绕 60 圈。  $L_2$  是次

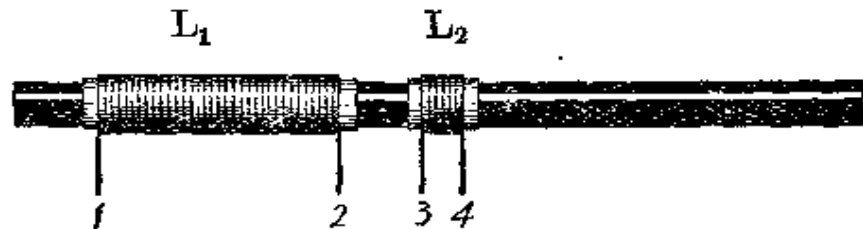


图 2—11

级线圈, 用同样的线绕初级线圈的  $\frac{1}{10}$ , 约 5—6 圈, 中间的距离约 5 毫米, 做成磁性天线。绕时最好先用一小张牛皮纸, 裹在一根比磁棒略粗的木棒上, 纸边用胶水胶牢, 然后带木棒绕好两个线圈, 涂一层快干胶, 待干后抽掉木棒, 用剪刀剪去纸筒多余部分, 再套在磁棒上, 这样做能使线圈在磁棒滑动, 假使频率高的电台, 例如 1500KC 的电台收听不到时, 可将线圈向磁棒的左边移动; 反之, 如频率低的 540KC 的中央人民广播电台第一套节目收听不到, 则将线圈往磁棒中间移动, 使 530KC 到 1600 KC 之间电台都可以收到, 使波段复盖完整。

装过矿石收音机或电子管收音机的人, 一定感到奇怪, 一般双回路矿石机或电子管收音机上的初级线圈圈数总是很少的, 而次级的圈数

一定很多,现在恰巧相反,这是什么道理呢?由于半导体三极管输入阻抗很低,一般在50—2000欧姆之间,为了获得良好的阻抗匹配,得到最大的输出,必须要用圈数不多的次级耦合线圈  $L_2$ ,或如图 1—2 将线圈抽头,否则收音机的选择性和灵敏度都将大受影响。

这里有一个较新的名词,就是磁性天线。什么叫做磁性天线?在以前有些收音机里装有环状天线,就是将绝缘的漆包线,绕在特制的大型蛛网板上,装在收音机里。这环状天线,有方向性,人们就利用这个特性,提高收音机抵抗干扰的能力,增加收音机的选择性,使扬声器放出更为清晰的声音。但环状天线的尺寸比较大,如果把它做得很小时,效率就很低,不起作用。近年来用铁淦氧做成磁性瓷棒(简称磁棒),在上面绕上线圈,用来作天线。这种天线也有方向性,性能与环状天线一样,但尺寸却小得多,装在收音机里所占地位很小,很方便。这种天线叫做磁性天线。现在国产高级收音机里,几乎都有这种磁性天线,增强收音机的灵敏度。我们装置半导体收音机时,尤其是在下一章里,更是必不可少的。

本机虽采用磁性天线,但因两极管仅能检波,不起放大作用,效率较低,后面只有一级三极管阻容耦合的低频放大,增益不大,所以仍要良好的天地线,才能有响亮的声音。假使用几米长的导线做尾巴天线,也可用耳塞机听到强力电台的播音,不过声音轻微,方向性也很显著。

### 调整方法

本机主要调整的也是基极偏流电阻  $R_2$ ,方法与前节完全相同。假使仍用原来的三极管,那么  $R_2$  可以不必调整,还是用原来的电阻,检查核对一下电路,认为没有错误,就可以接上天地线与电源,转动可变电



容器  $C_1$ ，即可收听电台播音。然后移动线圈在磁棒上的位置，使频率复盖完整，如选择性不好，可将  $L_1$  与  $L_2$  的距离拉得远些，等调整好后，在绕线圈的纸筒边缘上涂一些胶水或石蜡，使与磁棒胶牢，防止滑动。

### 三、几种简化的半导体单管收音机

以半导体两极管检波、低频三极管接成共发射极低频放大的电路

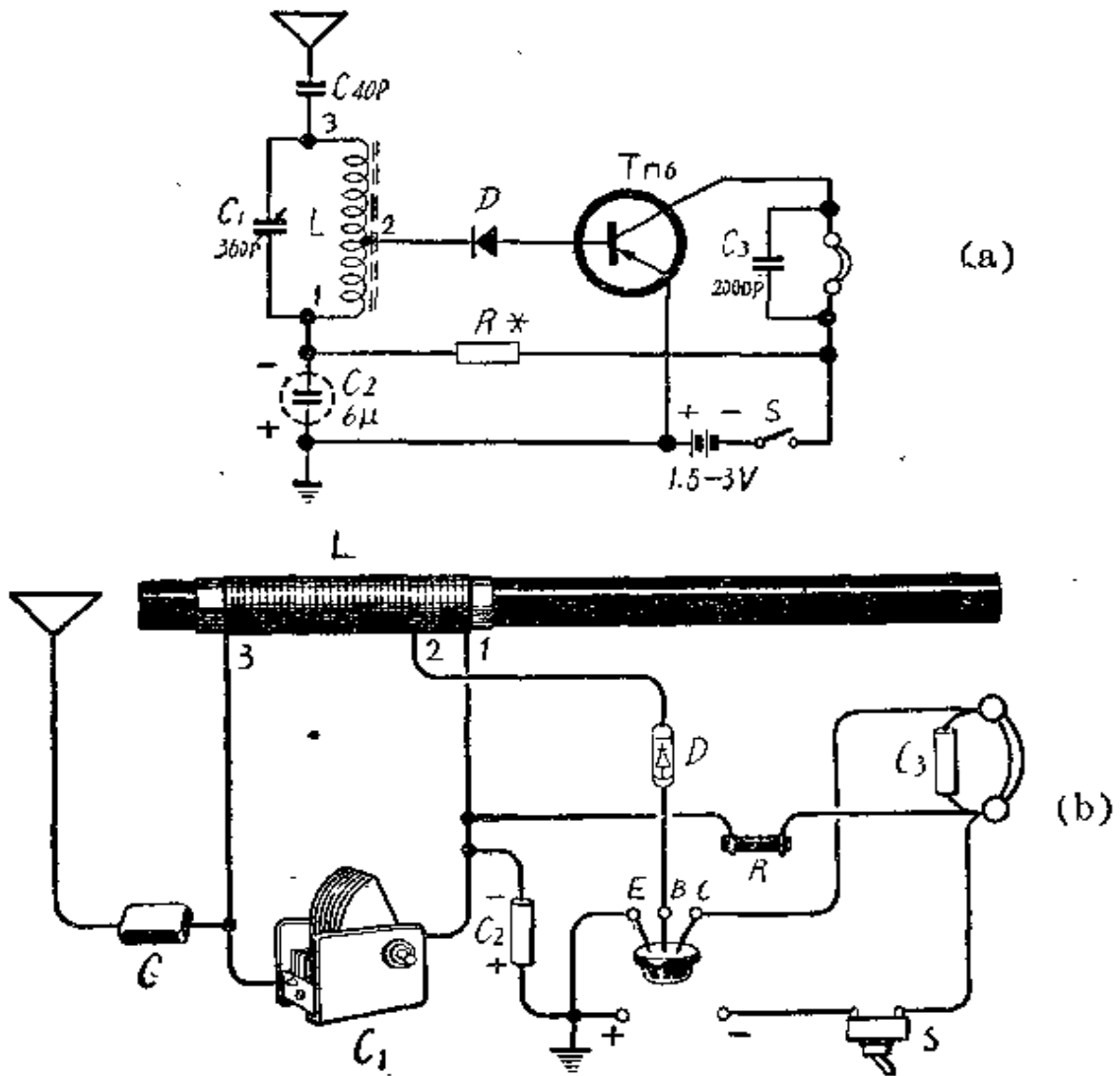


图 2—12

有多种,但总是在前面两架的基础上加以演变的。图 2-12 a 是图 2-1 的简化,所用元件与调谐线圈等,都和原来的相同。它虽然比图 2-1 少了几个小元件,但效果并不差,它更显出半导体收音机的特点,结构简单,容易装置。

### 本机所需元件

L 绕法同图 2-1

C 40 微微法云母固定电容器

C<sub>1</sub> 360 微微法空气绝缘可变电容器

C<sub>2</sub> 6 微法小型电解电容器

C<sub>3</sub> 2000 微微法云母或纸质绝缘固定电容器

R 调整后决定

D Д1 型半导体两极管

T П6 型低频三极管

电池 1.5-3 伏

### 工作原理

简单地说,由天线上得到的信号,送到两极管 D 检波,检波后所得的音频电压,不用电容器耦合,全部无损耗地加到低频三极管 T 的基极加以放大。调谐线圈 L 的一端与发射极之间,接上一个 6 微法耐压 6 伏的小型电解电容器 C<sub>2</sub>,目的是让检波所得的音频电压,顺利地通过这个容量很大的电容器,加到三极管 T 的基极和发射极之间。由电池的负端接一只电阻 R,通过部分调谐线圈与两极管,给低频三极管的基极加上一定的偏压,使工作稳定。这个电阻的阻值也如前述方法调整。

图2—13a是由图2—10a的电路简化成的。工作原理也是把检波后的音频电压，不用交连电容器，直接无损耗地送到低频三极管放大，线圈 $L_2$ 的一端与发射极之间，同样接一只小型电解电容器 $C_2$ ，它的作用与上述的相同，是让检波所得的音频电压顺利地加到基极和发射极之间。 $R$ 是偏流电阻，通过线圈 $L_2$ 与两极管给低频三极管加上一定的偏压。

调整基极偏流电阻 $R$ 时，读者手头如有一只5毫安的直流电流表

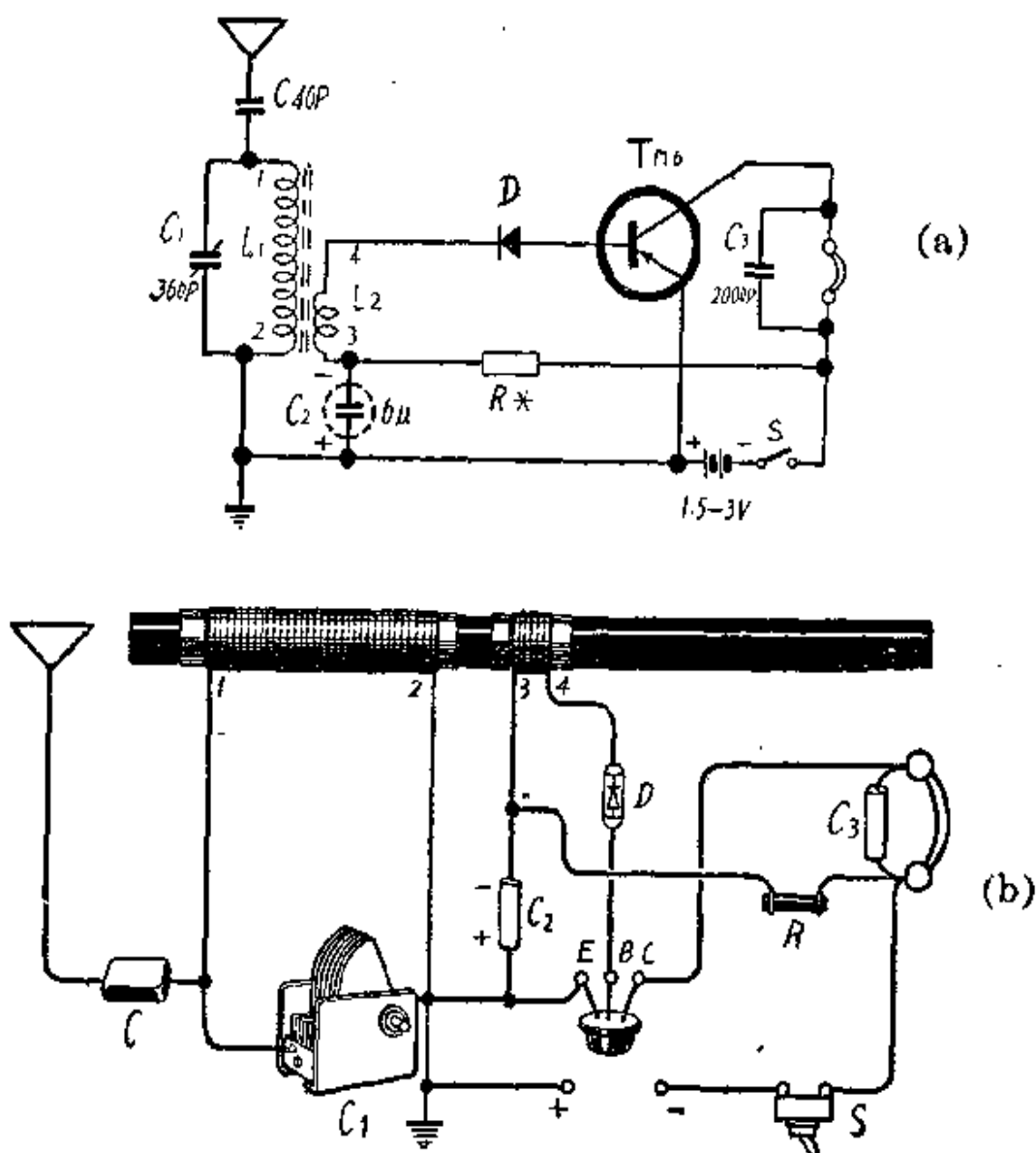


图 2—13

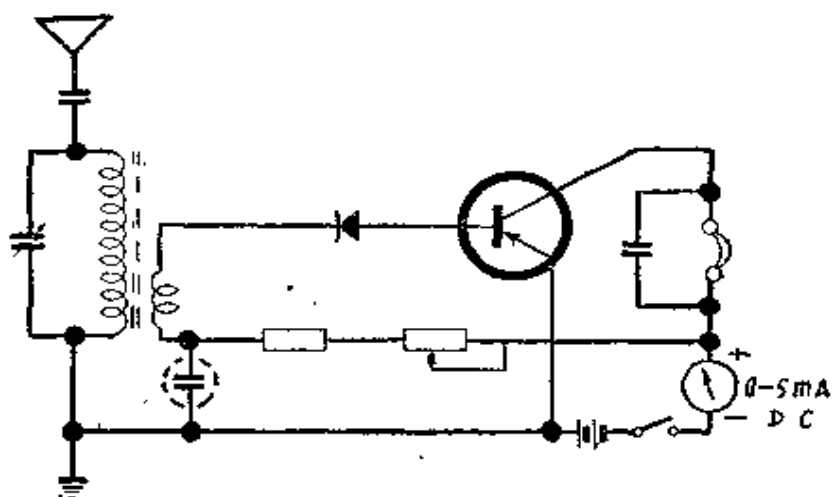


图 2—14

(或用万用电表的相应档)，按图 2—14 那样串接在低频三极管集电极电路中，调动电位器，使电流表的指针指到 2 毫安左右，听听耳机或扬声器中的声音是否够响。如把电流表的读数调得大一些，声音也随着响一些，但耗电就费一些，可以根据读者需要决定，但最大也不能超过 5 毫安。

本章所介绍的每只收音机的电路上，都有一只开关 S。这只开关有专用于半导体收音机的与电位器相连的开关，但价格较贵，可改用普通

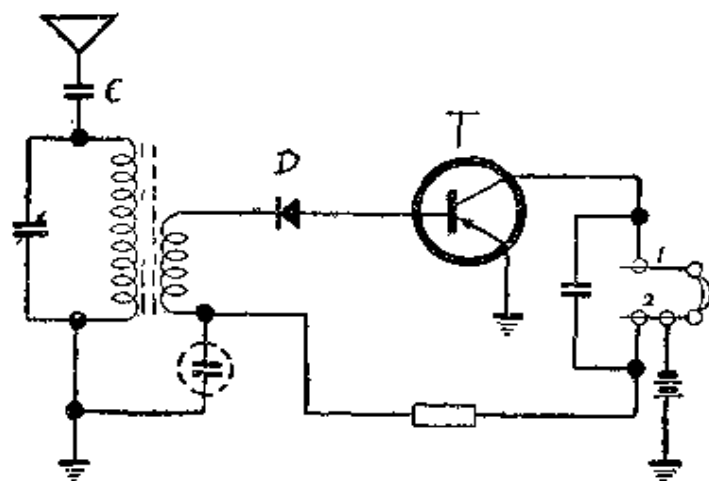


图 2—15

开关,也可以不用,只要多用一只空心铆钉,参考图 2—15 那样装置。当你不听的时候,只要拉掉耳机的插脚,电路中 断就停止工作了。

#### 四、自由能半导体收音机

用半导体三极管装置的收音机一般都需要电池供电。这里介绍的自由能收音机,也叫做无电源收音机,就不用电池供电,它和矿石收音机一样,只要装上良好的天地线,即可收听电台广播,音量要比矿石收音机响亮得多。

自由能收音机不用电池供电,它需要的电能,是利用广播电台发射到空中的高频信号电波,凭天线接收下来,经过整流,变成直流电能,作收音机的电源。所以这类收音机,必须有良好的室外天线与地线,离电台越近越好。

在大城市地区,一根普通天线可以收到几百微瓦的高频信号电能,这种电能虽然微乎其微,但经过整流后,用以供给一个作为低频放大用

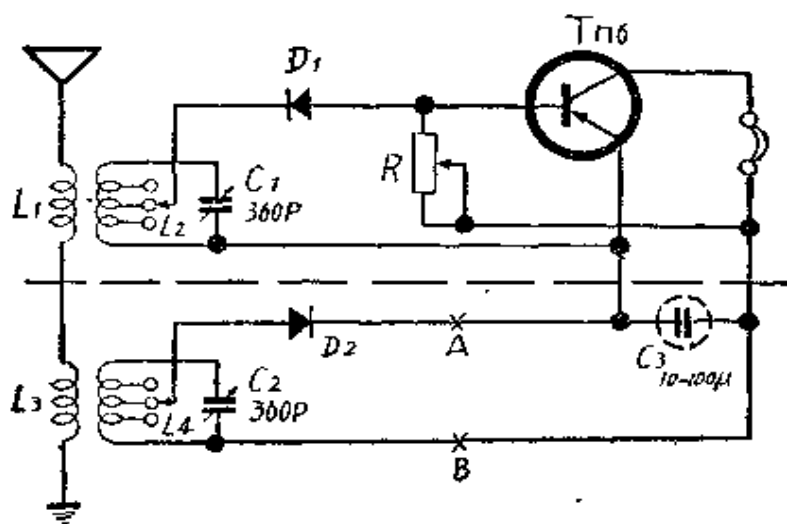


图 2—16

的半导体三极管的电源，还可勉强应付，假使在强力电台附近，更是足够有余。这种不必经常花钱而声音又响亮的收音机，很受少年无线电爱好者的欢迎。

这类收音机的电路分为两个组成部分，即收音部分和电源部分。电路见图 2—16。

电源部分在虚线的下部，与矿石机一样，通过调谐回路  $L_4$  及  $C_2$  选收当地讯号最强的电台，然后由两极管  $D_2$  进行整流，变成低频直流电流后，使大容量耐低压的电解电容器  $C_3$  充电，起滤波作用，使直流电流更趋平滑。由两极管引出的是正极，应接到收音部分三极管的发射极上，从线圈引出的是负极，应接到耳机的插脚，因此两极管  $D_2$  的极性不能接错，接反以后，电源正负极也反了，使三极管不能工作，就不能起应有的作用。

我们可以做这样测定，全机装好，检查接线无误后，接上天地线，暂时不接耳机，把一只 1 毫安的直流电流表的正极接在 A 处，负极接在 B 处，转动  $C_2$ ，观察电流表指针的读数，如果读数由小到大，这是接对的；如指针倒转，这是两极管的极性接反的表现，只要把两极管的两个头调换焊接即成。再转动  $C_2$ ，并改变  $L_4$  的抽头点，使电流表指到读数最大时即停止，记下  $C_2$  的度数与  $L_4$  的抽头，移去电流表，在 A、B 处换接耳机两只插脚，听听是否是本地强力电台在播音。知道了这一点，在调整时很有帮助。

收音部分在虚线的上部，与普通两极管检波、再加一级低频放大的线路没有什么两样，自天线接收广播电台的信号，经调谐回路  $L_2C_1$  选择所需的电台（这个电台不一定与上述电源部分所接收电台相同，可另

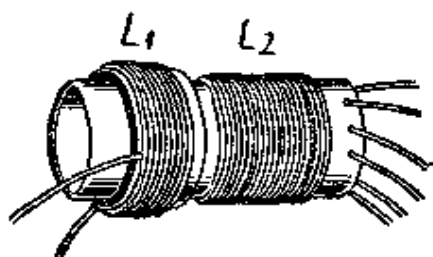


图 2-17

行选择),由抽头送至两极管  $D_1$  检波,再经低频三极管  $T$  放大,放大后的低频信号由集电极送至耳机,发出响亮的声音。

本机所用元件,数值已注明在电路图上。线圈  $L_1$ 、 $L_2$  与  $L_3$ 、 $L_4$ , 是两套相同的双回路式矿石收音机用的线圈,如图 2-17 所示,可买现成的,或用直径 65 毫米左右的羽毛球纸筒两段,放在石蜡里煮过,用 26 号左右的漆包线,在纸筒上绕 70 圈作为  $L_2$ ,自接可变电容器的动片端开始,在第 15、20、25、30 圈处抽头。绕好后,在外层包裹上过蜡的硬纸一条,用同号漆包线在硬纸上绕 16 圈作为  $L_1$ ,要求  $L_1$  能在  $L_2$  上滑动,方向要一致。 $L_3$  与  $L_1$  相同,  $L_4$  与  $L_2$  相同。 $R$  为普通 500 K 电位器,是供给三极管的基极偏流,使发声响亮而不失真,经调整后,测得电阻值,用接近阻值的固定电阻替代。

$D_1$ 、 $D_2$  可用任何型号的两极管,正负极都应依照图示的方向来接,否则要没有声音的。 $T$  是任何型号的低频三极管,例如  $\Pi 6$  型或  $2G$  型的都可以。

试听时一定要接上良好的天地线,缺一不可。假使你已用电流表测定过电源部分的正负极,就将  $C_2$  转动到电流最大的刻度,旋转  $C_1$ ,就能收到电台播音。以后反复改变线圈  $L_2$  的抽头位置,使达到最大响度,而且选择性又很好。最后调整电位器  $R$ ,使耳机中的声音更清晰响亮。用万用电表相适应的一档量出  $R$  的阻值,换一只同阻值的固定电阻。

在没有电表的情况下,可以改用下列方法调整:先接上天地线,将

耳机的两脚设法接在电源部分 A、B 两点，转动  $C_2$ ，选取强力电台的播音（耳机中最响的一个电台），再逐个换接  $L_4$  的抽头（也应将  $C_2$  转动一下），使声音最响。因为要增强输出电流，可以不考虑选择性的好坏。调整满意后，把耳机恢复接到原来地位，转动  $C_1$ ，就能收到电台的播音，以下步骤完全相同。也可以暂用干电池一节，接在电解电容器  $C_3$  的两端，电池的正极接三极管发射极，负极接耳机的接线柱，旋转  $C_1$ ，就能收到电台播音。再移去电池，调节  $C_2$ ，使耳机中听到的声音恢复到最响，以后反复改变两个线圈的抽头位置，使收听最满意为止。

本机电源部分经一次调整以后，除强力发送台更动外，平日收听时不必再进行调整。



## 第三章 再生式与来复式半导体

### 单管收音机制作

#### 一、半导体再生式单管机之一

应用具有较高的截止频率的半导体三极管，如国产高频管  $\Pi 401$ 、 $ZK 306$ 、 $2Z301$  等，将前章已装的收音机稍作变动，就可以改成一架再生式单管收音机了。

再生式电路有反馈作用，因此不论灵敏度、选择性等都要好得多。根据试验，只要元件可靠，用高频三极管装置的再生式收音机，可以不用天地线，在上海市区用耳机能收听到上海所有电台的播音。如果在调谐可变电容器的定片上，串接一只小容量固定电容器，在电容器的另一端再接上一根天线，不必用地线，在耳机的接线柱上，改接一只电子管  $6V6$  或  $2P2$  用的普通小型输出变压器，变压器次级线圈的两个线头上，接上 5 吋永磁动圈式扬声器，则有足够的响度，可供一室人收听。如用舌簧扬声器，则不需输出变压器，音量比较响些，但音质没有动圈式那样柔和动听。

#### 工作原理

半导体三极管再生式检波的工作原理，与电子管再生式收音机的工作原理基本相同。图 3—1 是三极电子管单管再生式收音机电路图，要收听的电台信号，由调谐回路  $L_2C_1$  中选出，送入电子管栅极检波，经再放大后，板极中一部分剩余高频电流，因为有高频扼流线圈 RFC 的

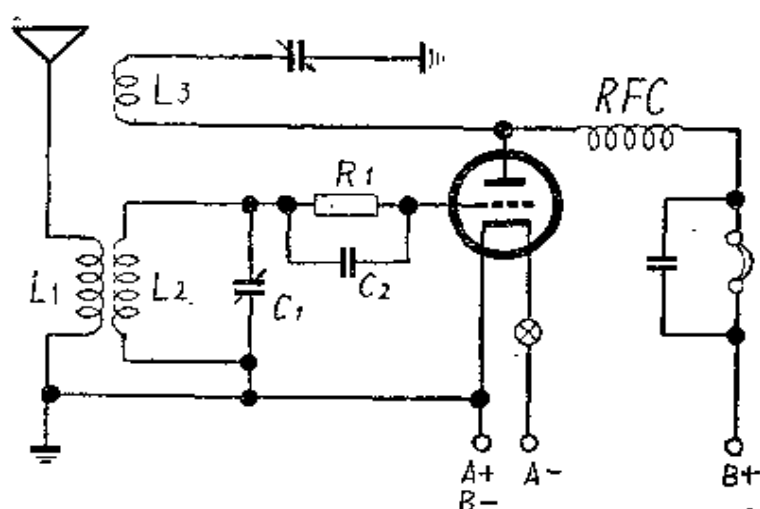


图 3-1

阻碍，不能流入耳机，只好流回  $L_3$ ，使这个线圈产生变动的磁场，截割了靠近的  $L_2$ ，这样就使高频电流反馈到调谐回路，只要相位相同，使调谐回路的高频信号又获得加强，加强以后的信号，再送去检波，这样选择性及灵敏度大大地提高了。这  $L_3$  是起反馈作用的线圈，就叫做再生圈。因为有三个线圈，所以叫做三回路式。再生式检波的收音机，在超外差式收音机尚未创造以前，曾风行过一时，直到现在，一般爱好者在装置简易的小收音机，例如一两管机时，仍乐于采用，因其简单易制，效果又好。

用半导体三极管装置的再生式单管机的基本电路，如图 3-2 a 所示，要接收的电台信号，由调谐回路  $L_1C_1$  中选出，通过感应送入  $L_2$ ，再至三极管基极，经检波放大后，集电极中剩余高频，由于高频扼流圈 RFC 的阻碍，同样也反馈到调谐回路，以后所起的作用，完全与电子管再生检波相同。

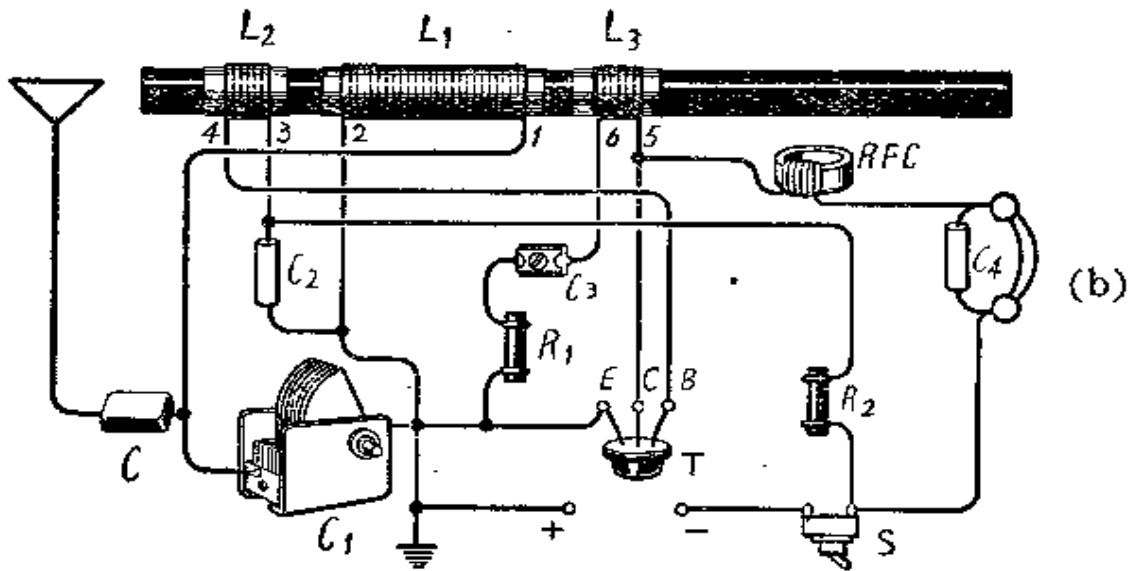
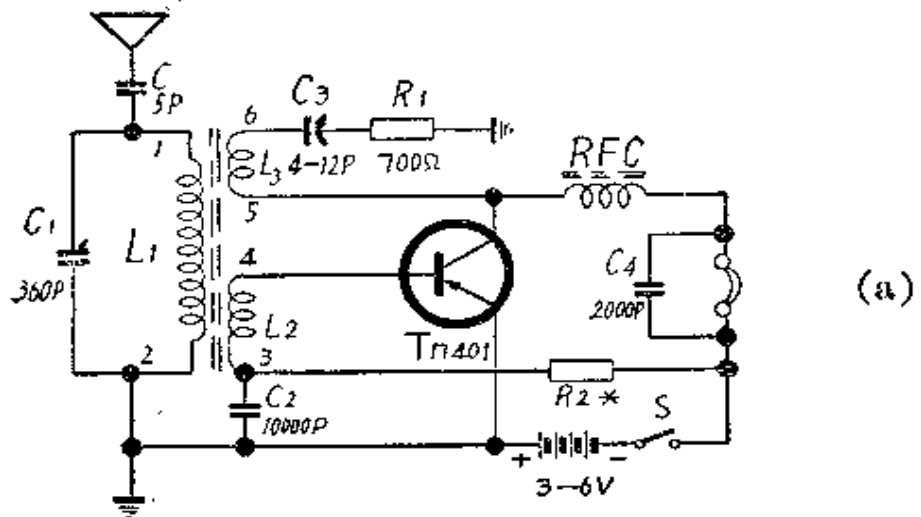


图 3-2

### 元件的选用和制作

三个线圈的制法是这样：用 7 股以上的绞合线，也是绕在直径 10 毫米、长 140 毫米的磁棒上。L<sub>1</sub> 绕 60 圈，L<sub>2</sub> 为 6 圈，L<sub>3</sub> 是再生圈，圈数的多少，由试验后决定，因此在绕制时宁可多绕几圈，待再生过强

无法控制时，再逐圈拆去，比较便当。这里建议先绕8圈，要求每个线圈都能单独在磁棒上移动，以便调节在磁棒上的位置，方法已在第二章里介绍过了。绕好后如图3—3。

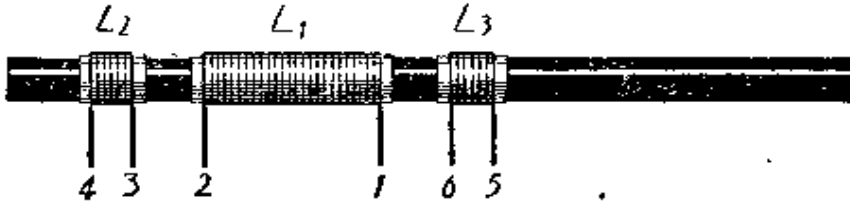


图 3—3

调谐电容器  $C_1$ ，采用普通 360 微微法空气介质单连可变电容器。为缩小体积起见，也可采用固体介质的，但效果没有前者好。

固定电容器  $C_2$  的作用，是保证  $L_2$  末端与三极管发射极之间有良好的高频通路，所以容量应足够大，否则会使效率降低。这里是用 10000 微微法。

高频扼流圈 RFC 有市售成品，电感量 2.5—5 毫亨的都可以用，不过它的体积较大，价格也贵，读者根据自己的条件，可用下列几种方法自制或替代。第一种，选一个  $1/2$  瓦 1 兆欧的碳膜电阻做芯子，用砂纸将碳膜磨掉，然后用 40 号左右的漆包线乱绕 600—1000 圈就成。第二种，利用内径 5 毫米、外径 10 毫米的磁环作磁芯，磁环上涂一层快干胶，防止它的棱角损伤漆包线，用 42 号漆包线一段，约 2.5 米长就够了，以穿绕法在磁环上穿绕 150 圈。因为它的自感量较大，并且是闭合回路，所以体积既小，效果又好。但绕制很费时间，因为漆包线又长又细，要耐心地逐圈逐圈地穿过磁环中心绕制，防止把漆包线弄乱弄断和损伤它的绝缘漆。最好事前先用竹片如图 3—4 那样做一个比较狭

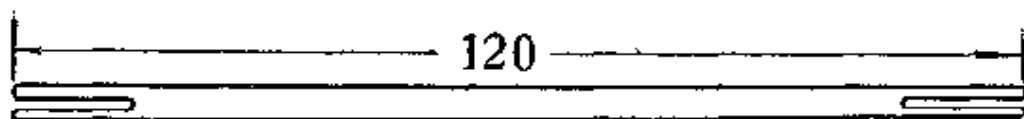


图 3-4

小的梭子,把漆包线绕在梭子两端的凹口里,然后用梭子在磁环孔中上下穿插绕制,每穿插一圈,须将梭子按漆包线扭转的相反方向旋转一次,防止漆包线打结或扭折。图 3-5 是绕好后的样子。最后在漆包线的外面,涂一层快干胶,以免散乱。第三种是从旧中频变压器中拆出一只线圈,要有磁芯的,如图 3-6 所示替代。第四种用一只固定电阻替代,阻值在 300—2000 欧姆之间,也勉强可用。



图 3-5

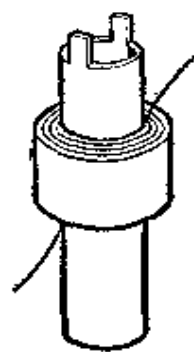


图 3-6

$C_3$  是调节再生强弱的主要元件,这里采用半调式的,可用图 3-7 那种胶板云母半调电容器,如用图 3-8 那种瓷介的就更好,必须选择质量可靠、高频损失不大的产品,否则会发生很多弊病。同时也要装得稳固,不能振动,不然再生不稳定,影响收音效果。方法很简便,只要在层压板上钉上两只空心铆钉,把半调电容器的两头,如图 3-9 那样各焊在一只铆钉上,既牢固,又便于调节。

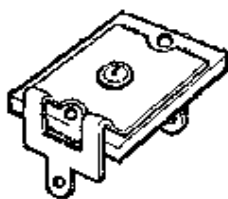


图 3-7

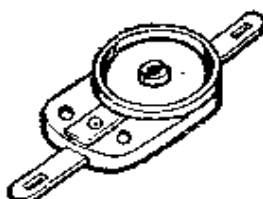


图 3-8

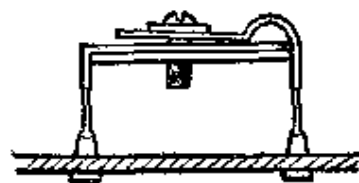


图 3-9

$R_1$  的作用,是使再生更为稳定,阻值的大小,需试验后决定,可先用一只 700 欧姆的。

再生式收音机果然有它的优点,但也有它的缺点,例如在再生过强时,要有刺耳的啸声,且有电波发射出去,干扰附近收音机。除此以外,调整一只电台时,要有几次调整手续,以图 3—2 为例,通常将再生电容器  $C_3$  的动片慢慢旋进,直至耳机内听到噗的一声就停住,再转动调谐可变电容器  $C_1$ ,在转动过程中听到每一啸叫声处就是一个电台。如果把  $C_1$  旋转到某一啸叫处停住,再慢慢地将  $C_3$  旋出,待叫声消失,耳机中就出现电台的播音声。如果要声音更响亮清晰,再要反复地细微调整  $C_1$  及  $C_3$ ,真够麻烦,初学者很感困难。为减少调整手续,并且不发生讨厌的啸叫声,本机采用固定再生式,只要适当改变  $C_3$  及  $R_1$  的数值,或增减  $L_3$  的圈数,移动  $L_3$  与  $L_1$  之间的距离,使再生处在不强不弱最好状态,就把各元件的数值一次固定下来,以后不必每次再调整、更动了。

$C_4$  是高频的旁路,数值可以改变,假使效果不显著,可以省掉。

半导体三极管 T, 必须选择截止频率较高的, 否则将不起再生作用。国产扩散型高频三极管, 如  $\Pi 401-403$ 、 $ZK 306-309$ 、 $2Z 301-304$  较好, 低频管一般不适用。业余品高频三极管价格比较便宜, 只要选购得好, 效果也是很好的。电池用 4.5 伏, 3 伏也可, 声音较低, 用 6 伏比较响, 一般用 2 号电池比较经济实用, 如嫌体积大, 则改用笔形或层叠电池。本机用电极省, 几节干电池, 可以使用很长一个时期。

开关 S 可以省掉, 参看图 3—10 所示, 多用一只空心铆钉。当你不听的时候, 拔掉一只耳机插脚, 电路就中断。

本机最好先在实验板上预装, 各元件的数值经调整确定后, 再移装

在一块  $140 \times 75 \times 2$  毫米的层压板上，各元件的排列可参看图 3-11。装好后再用做模型飞机用的 3 毫米厚的薄木板，做一只  $145 \times 80 \times 42$  毫米的机壳，把整只机器放在机壳里。

### 調整方法

全机装好后，先不要接上电池，检查一下线路有没有接错或漏接的地方，每个接头焊接得牢不牢。其次要反复检查高频三极管三个接脚是否接错。电池的负极应

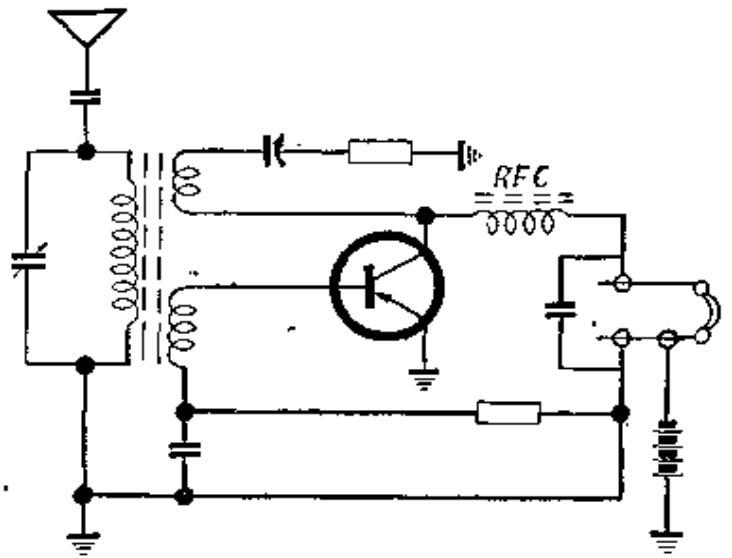


图 3-10

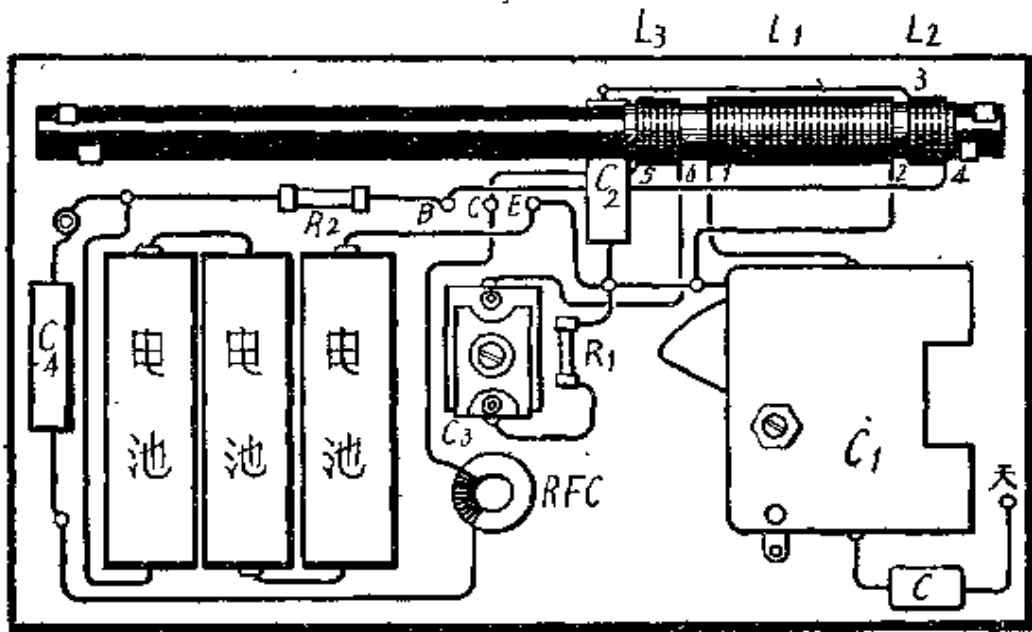


图 3-11

该通过耳机和 RFC 与集电极相接,正极应该接到三极管的发射极。认为没有错误后,用一只 500 千欧或 1 兆欧的电位器,串联焊接一只 50 千欧的保护电阻,把电位器旋到最大阻值处,代替  $R_2$  接入电路,将耳机插脚插入两只空心铆钉内,接上电源,如能听到沙沙沙的声音,再用螺丝刀或手指,接触三极管的基极或调谐电容器  $C_1$  的定片,耳机内有咯咯声,这证明电路已在工作。如果听到的沙沙声不甚显著或听不到声音,可以由大到小缓缓转动电位器到某一点,耳机中就会出现沙沙声。假使再没有声音的话,调换一只 100 千欧或 200 千欧甚至更大的保护电阻再试,如果仍然没有声音,那可能是电路接错或三极管有问题。

耳机中有沙沙声后,慢慢旋紧半调电容器  $C_3$  的螺丝钉,使耳机中听到有噗的一声或有啸叫声,这表示有再生作用。再转动调谐电容器  $C_1$ ,找到啸叫声较响的一点,就是一个电台正在播音,再慢慢旋松  $C_3$  的螺丝钉,使电容量逐渐减小到适当容量时,耳机中啸叫声消失,就能在耳机中听到电台的播音。假使听不到电台播音,可能是再生圈接反了,不起反馈作用,只要对调一下再生圈的两个接头就可以解决。听到电台播音后,再将电位器由大到小的方向慢慢转动,直到声音最大又很清晰为止,用万用电表测出电位器与串联上去的保护电阻的总阻值,换入一只最好等于或相接近这个数值的  $1/4$  瓦固定电阻  $R_2$ 。

有时将  $C_3$  的螺丝钉旋到无可再松的位置,虽然啸叫声由大到小,但不能消失,这说明再生太强,收音机产生振荡,必须采取措施,移动  $L_3$ ,使与  $L_1$  的距离渐渐增大;若在离得很远时啸叫声还不能消失,就拆除  $L_3$  一两圈再试。如果再生仍是很强,不易调整,可适当加大  $R_1$  的阻值。相反,如果没有啸叫声,而收到的电台播音音量较低,这是再生不足的现象。



象,要加大 $C_3$ 的容量,缩短 $L_3$ 与 $L_1$ 的距离,减小 $R_1$ 的阻值,交换 $L_3$ 的两个接头,甚至增加 $L_3$ 的圈数,直到再生处在不太强也不弱的最好状态,就固定下来,达到固定再生的目的。以后在选择电台时,只要转动 $C_1$ 的旋钮就可以了。

最后调整 $L_1$ 及 $L_2$ 的圈数。增减 $L_1$ 的圈数主要保证频率复盖的完整,方法已在前章说过,不再重复。 $L_2$ 增加或减少一两圈影响不大。主要的还是调整 $L_1$ 与 $L_2$ 之间的距离(约在5毫米左右)。当两线圈靠近时,输入信号强,音量增大,但选择性稍差;离得远些,则与上述情况相反。调整它们间的距离,最好做到把所有电台都能响亮地收到,而又能分隔清楚。调整满意后,把各个线圈用石蜡或快干胶封固在磁棒上,防止滑动。

本机在一般情况下不需天地线,即可收听本市所有电台的播音,但有方向性,因此在收听的时候,要注意改变收音机的方向,增加音量,有时借此也可以增强选择性,使电台分隔清楚。如果接好良好的室外天线,在耳机的插孔里接上普通输出变压器与五吋动圈式扬声器,或在插孔里直接插入舌簧扬声器的插脚,可供一家人收听,很适合没有电源的农村使用。如果不用固定的室外天线,在调谐电容器的定片上,焊接一只电容量5—10微微法的固定电容器,在电容器的另一端,接上一根一两米长的软花线作尾巴天线也可以。如果有专用于半导体收音机的伸缩天线,固定装在机壳上,收听时把天线拉出,不听时则天线缩在机壳内,不管在哪里收听都有优良成绩。但目前这种天线还不能买到。

## 二、半导体再生式单管机之二

由于固定再生式收音机只要转动一只旋钮或度盘，就可选择所有电台，如同超外差式收音机一样方便，所以大家乐于装置。但在制作时

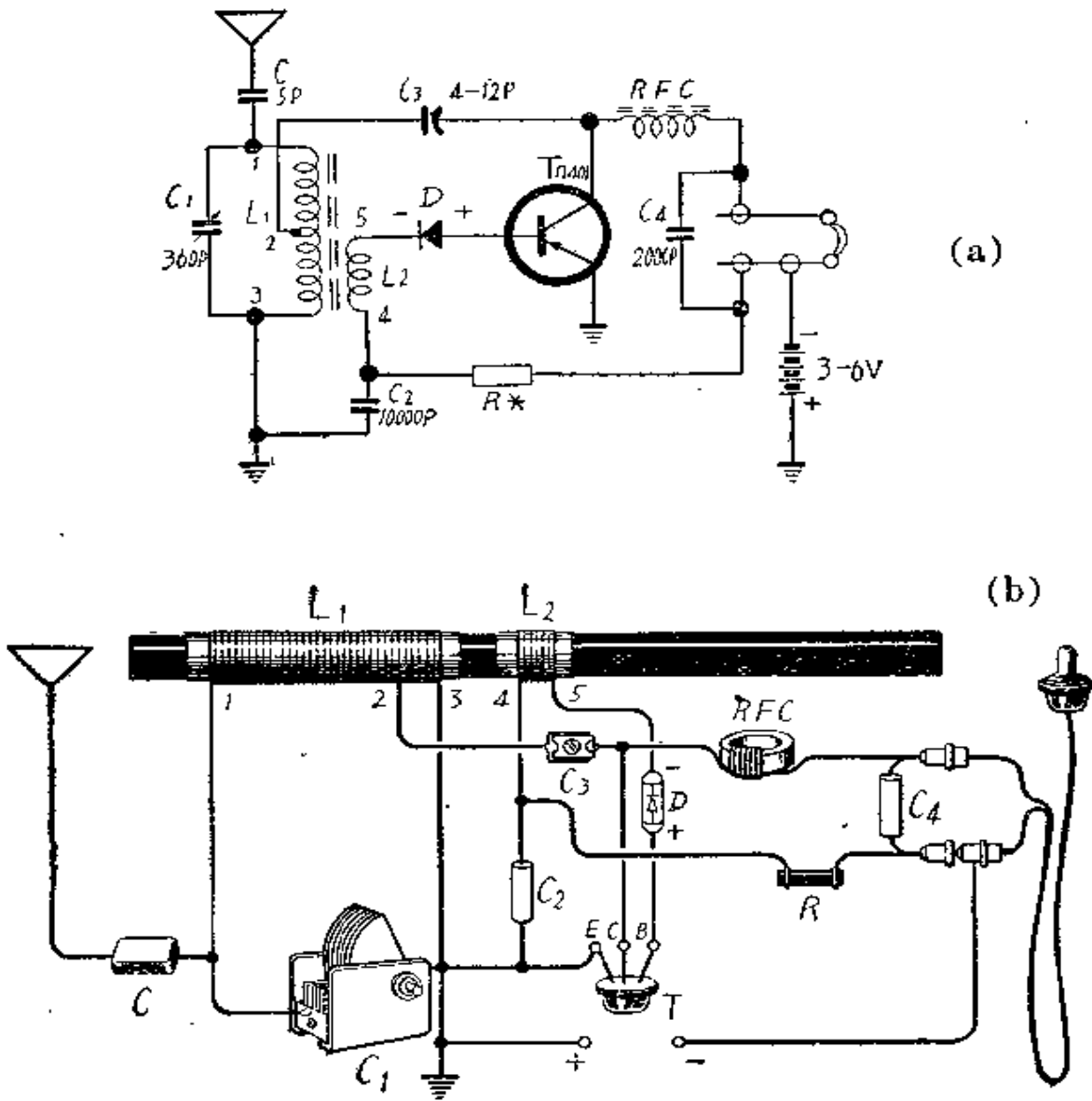


图 3-12

调整再生圈的手续较烦。图 3—12 又是一种再生式收音机，它的效果比第一架要好，而且容易调整。

### 工作原理

从磁性天线上感应得到的信号，传到由  $L_1C_1$  组成的调谐回路加以选择后，将欲收听的电台信号感应到  $L_2$ ，然后送到二极管 D 检波。检波后的信号无损耗地交给三极管 T 去放大，放大以后的低频信号，从 T 的集电极上输出，通过高频扼流圈 RFC 流入耳机中发声。而集电极上的高频信号，由于高频扼流圈的阻碍，不能流入耳机，只好取道  $C_3$ ，又返回调谐回路。这重新反馈回来的高频信号，如果相位合适 ( $L_1$  及  $L_2$  绕的方向与接头合适)，可使调谐回路的高频信号获得进一步加强，换句话说，产生了再生增益。 $C_3$  容量的大小，可以控制再生的强弱，所以也叫再生调节电容器。这只电容器只要一经调好，就用不着每次调整，所以也是固定再生式。由于三极管的特性不可能一致， $C_3$  的容量必需根据所用的三极管来确定，所以采用半调式，便于调整。

### 元件的选用和制作

所用元件的数值与在电路中所起作用，与第一架完全相同，不过多了一只两极管，少了再生圈  $L_3$ ，又在  $L_2$  上抽了一个头作为高频反馈的通路。制作方法是这样：也是用 7 股以上的绞合线绕在直径 10 毫米、长 140 毫米的磁棒上。 $L_1$  绕 60 圈，在 52 圈处抽一个头。离  $L_1$  4—5 毫米再绕 5—6 圈为  $L_2$ ，如图 3—13。线头 1 接可变电容器  $C_1$  的定片，2 接再生电容器  $C_3$ ，3 接地，4 接固定电容器  $C_2$  的一端，5 接高频三极管 T 的基极，不能接错，否则就不起再生作用，当然不会有好的收音效果。

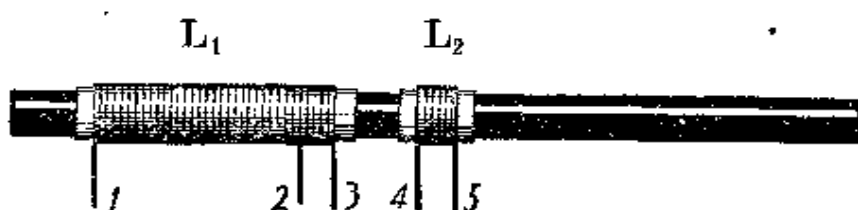


图 3-13

高频扼流圈 RFC 可以自制,买一只外径 10 毫米、内径 6 毫米的小磁环,用 42 号漆包线穿绕 150 圈。在装置时要注意,它与调谐线圈的距离如果靠得太近,会产生不必要的感应,发生啸叫,无法控制再生,最好与磁棒离得远些。但有时也利用它们之间的感应增加适当的再生作用,改善收音机的灵敏度与音量。

两极管 D 可用任何型号,它的正负极不能接错,接反了没有声音。

三极管 T 一定要用截止频率较高的高频管,如 П401—403 等。电压从 3 到 6 伏都可以,一经调整就应该固定不变,否则又要再调基极偏流电阻了。

### 调整方法

在装置的时候,暂时不把基极偏流电阻 R 接入电路,和第一架一样,用一只 1 兆欧或 500 千欧的电位器,串联一只 100 千欧的保护电阻,替代 R 接入电路。仔细检查一下电路后,接上电源,将耳塞机插入插孔,如无错误,所用元件与三极管都完好可靠,应该在耳机里有沙沙声听到,证明电路已在工作。然后转动电位器到适当位置(使沙沙声最显著的一点),再调  $C_1$ , 找到一个啸叫声处,旋松半调电容器  $C_3$  的螺絲釘,使两片距离增大,减小电容量,减弱高频信号的反馈作用。旋到适当容量时,叫声消失,出现的是电台播音。有时将  $C_3$  的螺絲釘完全旋出,

而叫声还不消失,这是  $C_3$  的容量嫌大,要调换一只容量较小的再试,或者将  $C_3$  螺絲釘拿掉,用手指攀折  $C_3$  上面的一片铜片,扩大两片之间的距离,减小容量,换一只较长的螺絲釘旋入再试,也可达到目的。

有时转动  $C_1$  就能听到电台的播音,但音量较低,这是再生不足的现象,可慢慢旋紧  $C_3$  的螺絲釘,使两片靠近,增大电容量,加强高频反馈作用,使耳机中将出现再生的啸叫声为止,就固定  $C_3$  不再转动,假使  $C_3$  的螺絲釘旋到不可再紧而再生还嫌不足,不起啸叫,这是  $C_3$  的电容量不够,要调换容量较大的一种再试。在调整  $C_3$  的过程中,也要细微转动  $C_1$ ,这样可以得到更好的效果。最后再转动电位器,转到耳机中音量最大、音质最好的一点为止,测量一下电位器和串联上去的保护电阻的总阻值,换入同阻值的小型固定电阻,重新听一下,假使没有变动,调整  $R$  的手续就算完成。

假使有 5 毫安的直流电流表,如图 3—14 那样串接在集电极回路里,转动电位器,电流表的指数应有变动。将电位器调到电流表的读数为 1 毫安的地方,这时

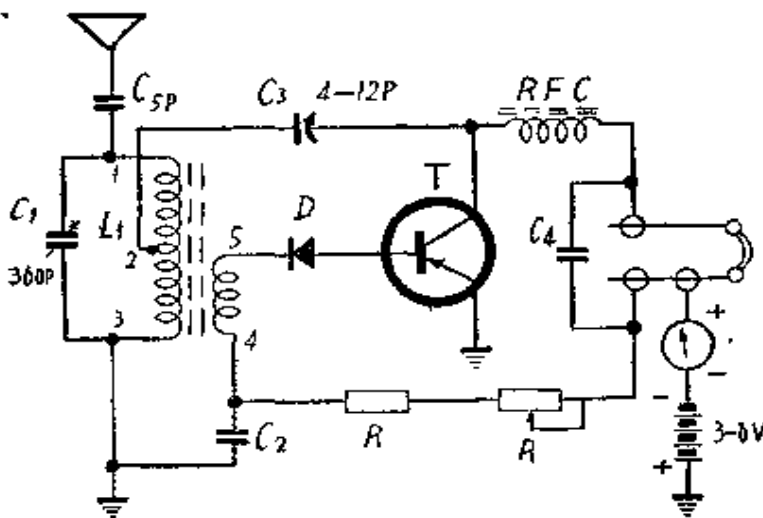


图 3—14

为 1 毫安的地方,这时电位器与保护电阻的串联总阻,就是所需要的  $R$  的电阻值。

移动线圈在磁棒上的位置,使波段复盖完整的方法已在前面介绍过,这里不再重复。有时感到在低

频端（例如 540 KC 附近）电台的再生力不足，而在高频端（例如 1500 KC 附近）电台的再生力很好，可以适当增加高频扼流圈的圈数；相反，在高频端的再生力不足，而低频端较好，则可减少高频扼流圈的圈数或变换它的安装位置。至于各元件的安排可参考图 3—11。

为了减少元件，调整再生方便，所以采用抽头式，就是在调谐线圈  $L_1$  上抽一个头作为再生回路。但也可以把抽头取消，电路如图 3—15 所示。这样， $C_3$  的容量就很小，甚至不到 2 微微法，在再生无法控制时，可用下列两个办法改善：

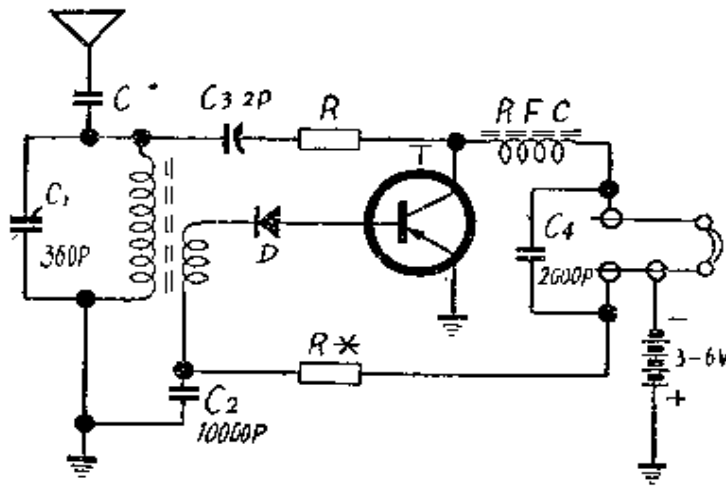


图 3—15

1. 如图示在高频扼流圈与半调再生可变电容器之间，加接一只电阻  $R$ 。这只电阻的阻值大小，需要试验决定，可用一只 5 千欧或阻值更小些的电位器，代替  $R$  接入电路，当电位器的阻值减小， $C_3$  的容量加大时，再生就强。反之电位器的阻值加大， $C_3$  的容量减小时，通过的高频电流就少，再生就弱。因此将电位器调到一点，使耳机中叫声消失，收听一个电台播音，再调  $C_3$ ，使再生增强到将要发生啸叫声的时

候,灵敏度与音质都比较合适。再用万用电表测出电位器的阻值,换入相同阻值的固定电阻,换好后  $C_3$  再调一次,防止调换电阻以后有所变动,以后可以不再调整了。

2. 把半调电容器  $C_3$  取消,由集电极上引出一根导线,在  $C_1$  的定片接线绝缘层外约绕上十圈左右。这样处理后,两根导线就等于一个

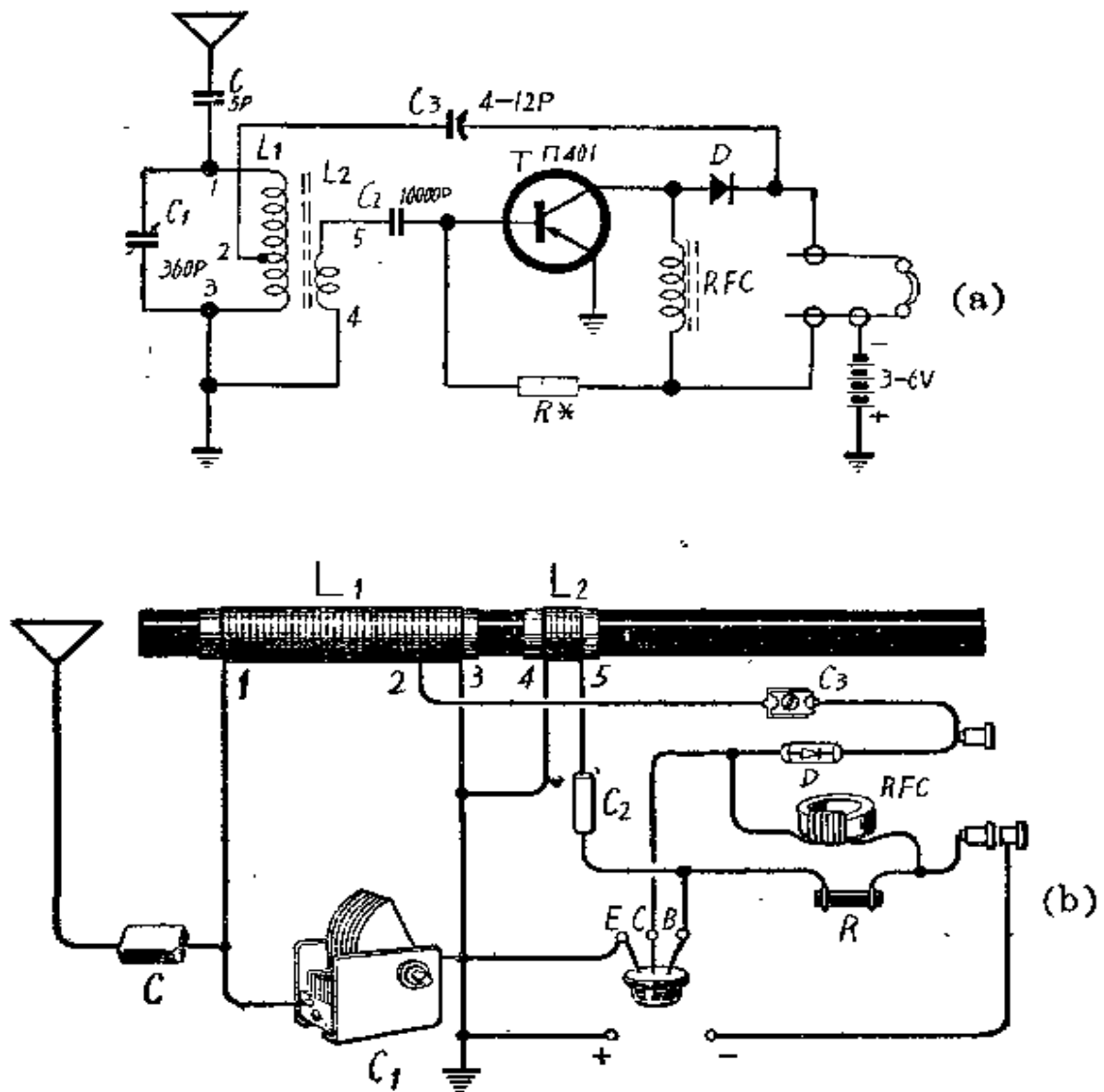


图 3-16

容量很小的电容器。再生的强弱可用增加或减少绕线的圈数来控制。同时也可以把新加的电阻取消不用。

### 三、有高放的半导体单管再生式收音机

本机外来信号先由三极管T放大，增强以后的信号，送至两极管D检波，利用输出回路里的剩余高频产生再生增益。这加强以后的外来信号，不但对两极管检波有利，并且能使收音机的收程遥远。电路如图3-16。

#### 工作原理

从磁性天线上感应所得的外来信号，由调谐回路 $L_1C_1$ 中选出，感应到 $L_2$ ，加到三极管T的基极进行高频放大，放大后的高频信号，从集电极输出，送到两极管D进行不调整检波(也可以象图3-17那样，在集电极与两极管之间加接固定电容器 $C_4$ ，使两极管不与三极管的集电极直接相连，这样就沒有直流联系，使它们各自处在最好的工作状

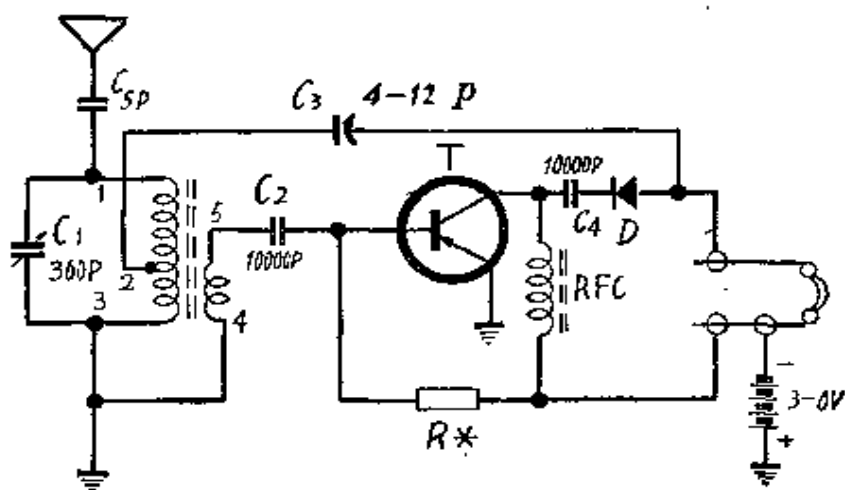


图 3-17



态), 检波后的低频电流使耳机发声。利用剩余高频通过  $C_3$  半调电容器反馈到调谐回路, 产生再生作用, 增强收音机的灵敏度与选择性。

检波部分所以采用不调整的原因, 主要是节省元件, 缩小体积, 调整简单, 容易装好。假使在再生不易控制时, 则可将再生部分拆除, 这当然要影响灵敏度与选择性的。但可以适当调整高频扼流圈 RFC 在底板上安装的位置, 同样可以达到产生再生的目的。经验证明, 将 RFC 逐渐靠近调谐线圈  $I_1$ , 使相互发生感应时, 耳机中就会发生啸叫, 这就是产生再生作用。再移动 RFC 的位置, 使两者之间远近适宜, 再生处在将起振荡而尚未振荡的一点, 就把 RFC 固定在这一位置上。虽然要多费些时间, 然而从减少元件的角度来衡量, 还是合适的。

本机偏流电阻 R 的调整方法, 与所用元件、装置布局等, 与再生式单管机制作之二完全相同, 因此不重复了。

#### 四、来复式半导体单管机之一

来复式收音机最大的特点, 能使一个高频半导体三极管起着多种作用, 因而使电路简化, 而且能减少电源消耗。图 3-18 是目前比较流行的来复式单管机电路之一。它虽是单管机, 但音量可以与普通的两管机比美, 不接室外天线, 即可收听本地电台的播音。

##### 工作原理

从磁性天线感应所得的信号, 传到由  $L_1C_1$  组成的调谐回路加以选择后, 将要收听的电台信号感应到  $L_2$ , 并送到高频三极管的基极加以高频放大, 出现在集电极上已经放大的高频信号, 由于高频扼流圈 RFC 的阻挡, 不能顺利通过, 于是分成两路, 一路经  $C_4$  送给两个两极管

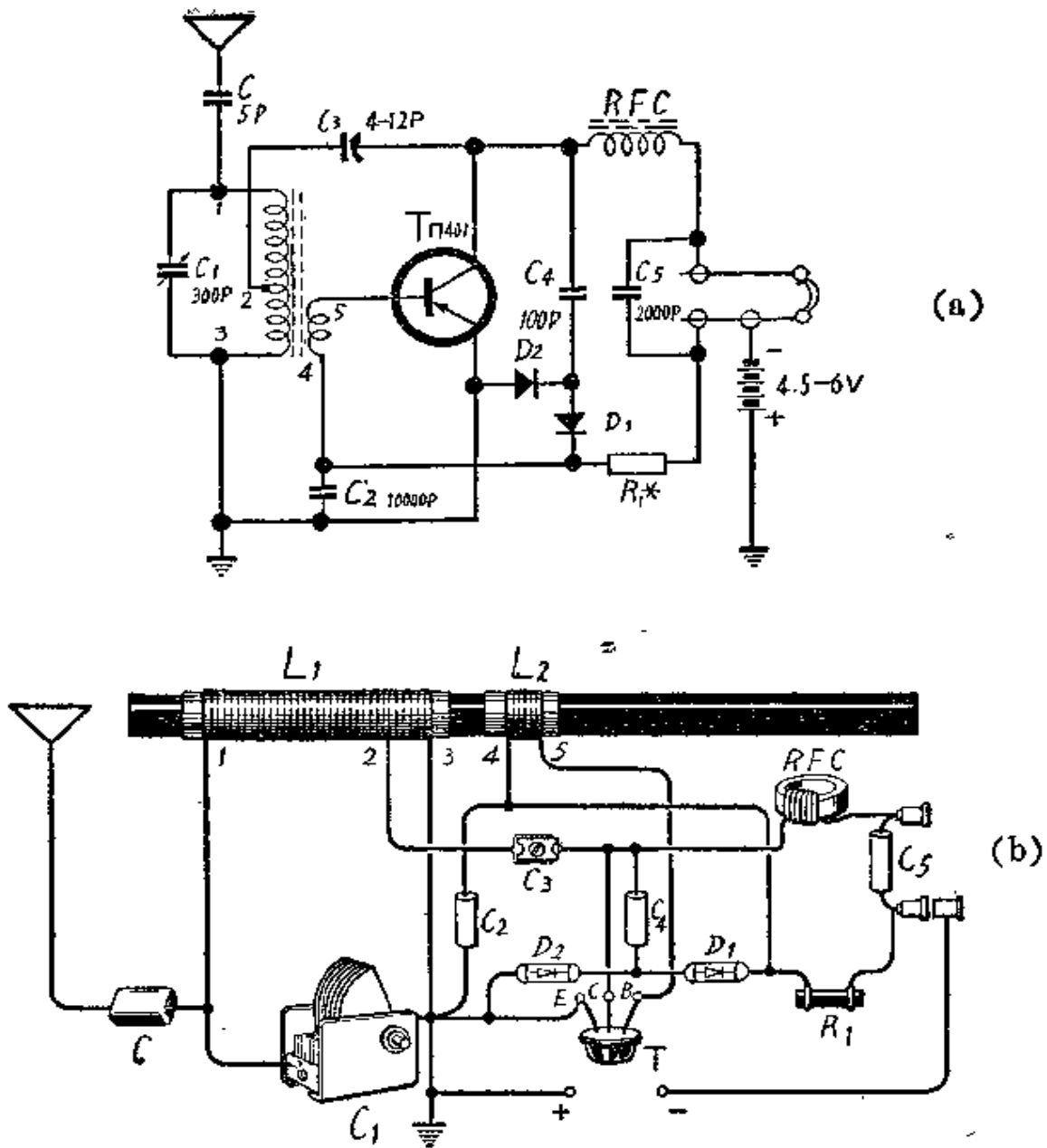


图 3-18

$D_1$ 及 $D_2$ 作倍压检波；另一路则经半调电容器  $C_3$ 后重新进入调谐回路起再生作用，提高灵敏度与选择性。经过  $D_1$  及  $D_2$  检波后得到的低频信号，又经线圈  $L_2$  回到三极管的基极，再作一次低频放大，放大后的低频

信号就能顺利地通过 RFC 进入耳机发声。在上述情况下,三极管先作一次高频放大,后又担任一次低频放大,先后利用了两次,充分发挥了三极管的潜力,达到一管多用。这种电路,就称为来复式放大电路。

### 元件的选择和制作

所用元件数值已在图上注明。调谐线圈  $L_1$  及  $L_2$  的圈数与各个接头的接法,与图 3—13 完全一样。电容器  $C_4$  的作用是使高频通过,容量自 100—500 微微法范围内选取,不宜过大,否则将有部分低频又重新进入检波器,影响它的正常工作。

$D_1$  及  $D_2$  两只两极管,组成倍压检波器,检波后所得的电压,几乎等于普通检波器的两倍。除此以外,它还能起着自动调节音量的作用,所以这两只两极管的正负极不能接错,否则得不到上述效果的。

### 调整方法

高放级工作状态的好坏,决定于偏流电阻 R 阻值的大小,调整得当,使基极得到适当偏流,从而使高频三极管处于最好工作状态,是全机关键所在,调整方法在第一第二两架再生式收音机里讲得很多,读者已很熟悉。如用一只 5 毫安的直流电流表串接在集电极回路里帮助调整,在理论上说,集电极电流应调在 0.5—1 毫安范围内,也可以适当增大到 1—2 毫安,使音量增加。但也不能过大,调得过大后会三极管的高频放大增益下降。

有一点要注意,这种工作在来复状态的高频三极管,要求有很低的负载电阻(约 500—800 欧姆),否则就会阻抗不匹配,效果要受到很大的损失。因此要求耳机的阻值在 800 欧姆左右,而一般的耳塞式耳机的电阻总在 1000 欧姆以上,如用这种耳机直接串入三极管的集电极回路作

为负载是不适宜的。补救的办法是用一只电阻,如图 3—19 所示,接入电路做假负载,等于在耳机的两端并联了一只电阻,使耳机的电阻降低(由于同类型三极管的特性也不同,这只电阻的阻值自 200—1000 欧姆范围内选取)。

假使读者已装好第一架再生式收音机,那么就在这已调整好的基础上,在集电极回路里,如图 3—20 加接一只 100—500 微微法的固定电容器  $C_5$  与两只两极管,也就成为来复式单管机了。

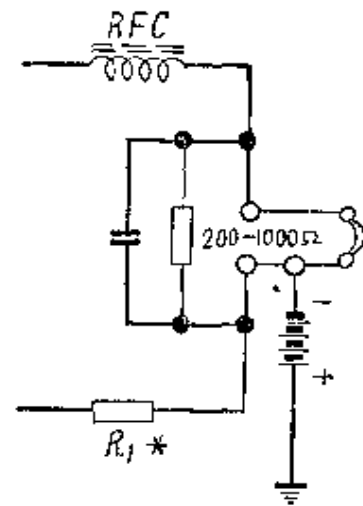


图 3—19

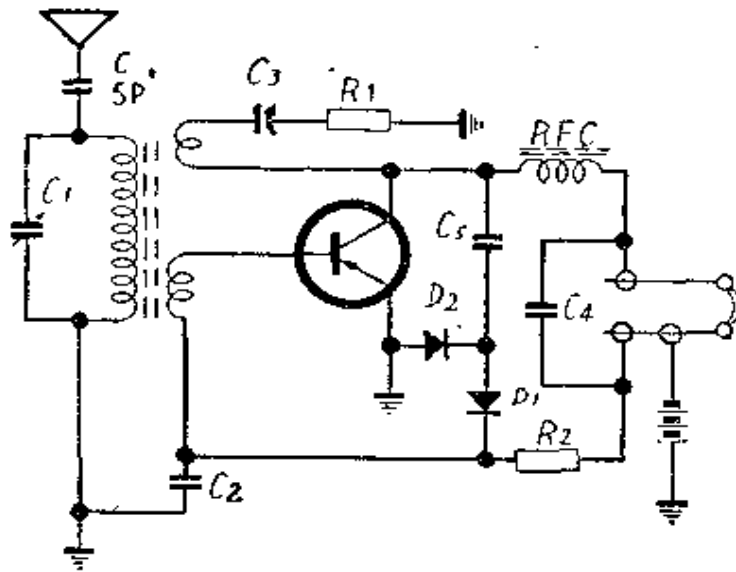


图 3—20

## 五、来复式半导体单管机之二

图 3—21 也是目前很流行的来复式单管机电路之一，特点是用的元件较少，而灵敏度很高，声音宏亮，选择性也好，装置更容易，因此很受少年无线电爱好者的欢迎。

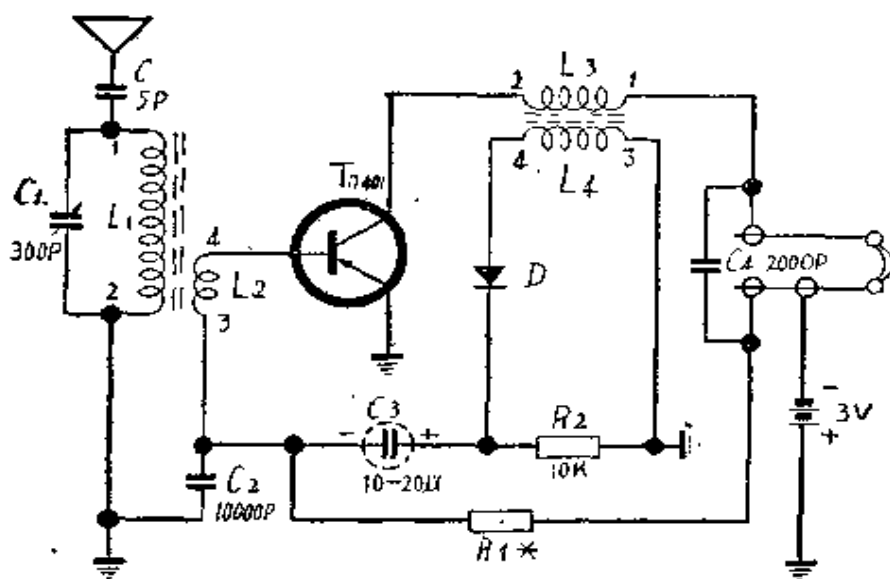


图 3—21

### 工作原理

电路基本原理和前几架一样，由  $L_1C_1$  选出后的外来信号感应到  $L_2$ ，加到高频三极管的基极进行高频放大，放大后的高频信号，降落在高频变压器的初级线圈  $L_3$  上，再耦合到次级线圈  $L_4$ ，经两极管 D 进行不调整检波，检波后的低频信号，经过大容量电容器  $C_3$  又反馈到三极管的基极，进行低频放大，放大后的低频信号，顺利地通过  $L_4$  进入耳机发声。它的高、低频放大双重任务，全由高频三极管 T 完成。

高频放大和检波级之间，所以采用高频变压器耦合，有下列几个好

处：第一，使这两级之间不发生直接联系，因此两级可以各自处在最佳的工作点上。第二，高频变压器是升压式，通过高频变压器的升压作用，把检波前的电压适当提高，可以提高两极管检波效率，并可减小失真，因此虽只用一只两极管担任半波检波，但效果却不亚于倍压检波。第三，虽则电路上是没有再生调节设备，但适当安排高频变压器在底板上的安装地位，处理得好，可使再生控制得均衡稳定，提高收音机的灵敏度与选择性。

### 应用元件

$L_1L_2$  见图 3—22

$L_3L_4$  用 42 号左右漆包线穿绕在外径 10 毫米、内径 5 毫米的小磁环上，初级线圈  $L_3$  绕 80 圈，次级线圈  $L_4$  绕 180 圈，分别绕在磁环的两边，如图 3—23。也可以在一个有磁芯的中频变压器的线圈上加绕 60 圈作为  $L_3$ ，原线圈作为  $L_4$ ，如图 3—24。

C 5P 固定电容器

$C_1$  360P 空气绝缘可变电容器

$C_2$  10000P 固定电容器

$C_3$  10—20 $\mu$  耐压 6V 小型电解电容器

$C_4$  2000P 固定电容器

$R_1$  调整后决定

$R_2$  10K 固定电阻

D 任何型号的两极管

T П401 或 ZK306 型高频三极管

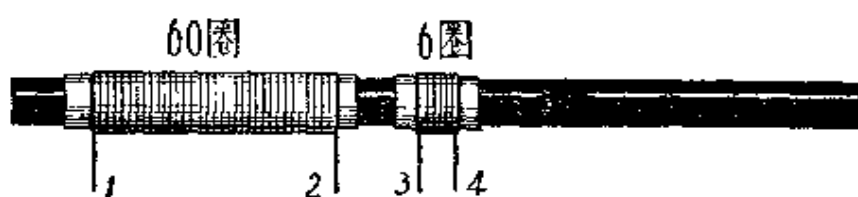


图 3-22



图 3-23

### 调整方法

检查接线是否正确,线路焊接是否牢固,认为无误后,先调基极偏流电阻  $R_1$ ,方法与前面讲的相同。如用直流电流表调整,按照一般设计,Π401的集电极电流是在0.5—1毫安之间,但经验证明,可以把它加大到2毫安,使灵敏度与音量有显著的增加。若高频变压器初级两个线头接反,会产生振荡,这时可把两个线头对调后再试即可解决。

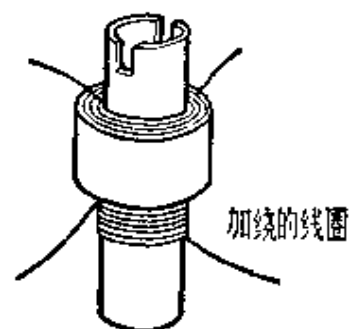


图 3-24

本机主要调整的是高频变压器在底板上安装的位置,因它兼有控制再生作用,位置是否适当对效果很有关系。方法也不难,请参阅图3-25,先将高频变压器暂时任意放置在底板上,与磁棒的距离约在20—30毫米之间,转动可变电容器 $C_1$ ,选收一个电台。如果耳机中有很强的啸叫声,或声音模糊不清,这是再生过强的现象,可把高频变压器在原地向左或向右转动,使磁棒与初级线圈之间的距离增大,与次级线圈的距离减小,至啸叫声刚停止的位置加以固定。有时左转右转都不能使啸叫声消失,那么移动高频变压器,使与磁棒离得更远些再试。相反,如果是再生力不足,也是将变压器在原地扭转,而方向与上述相反,使磁棒与初级线圈之间的距离减小,与次级线圈的距离增大,转到即将发生啸叫的

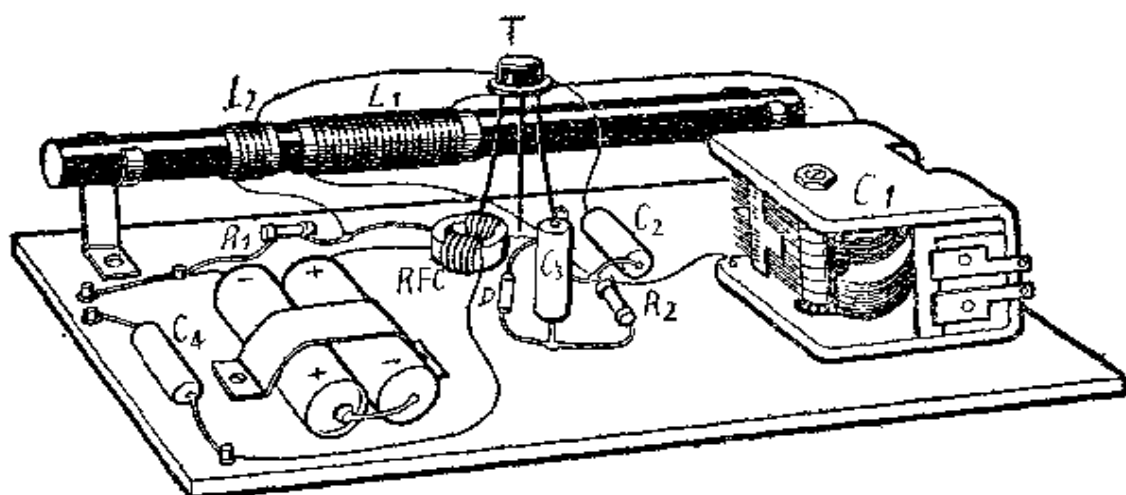


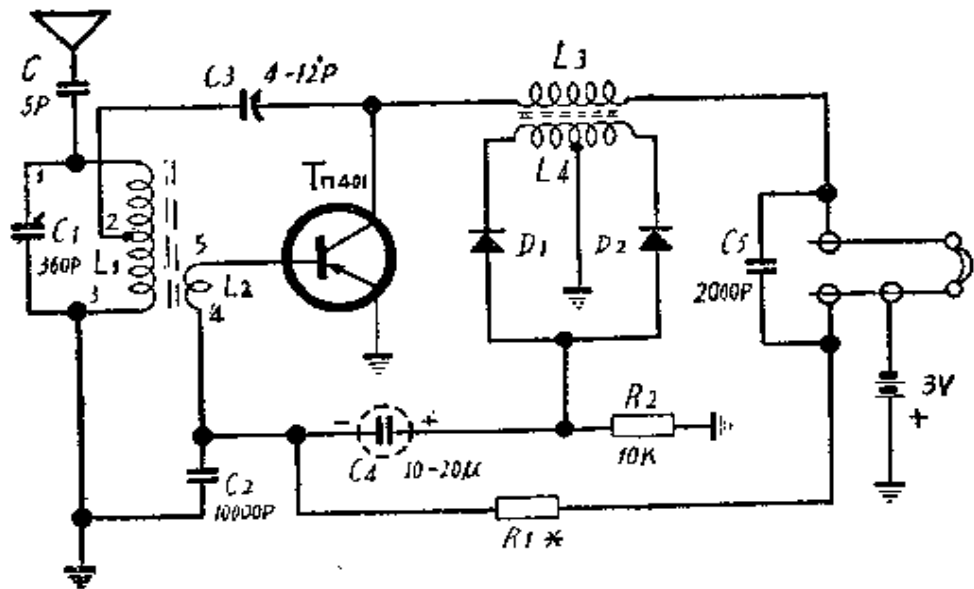
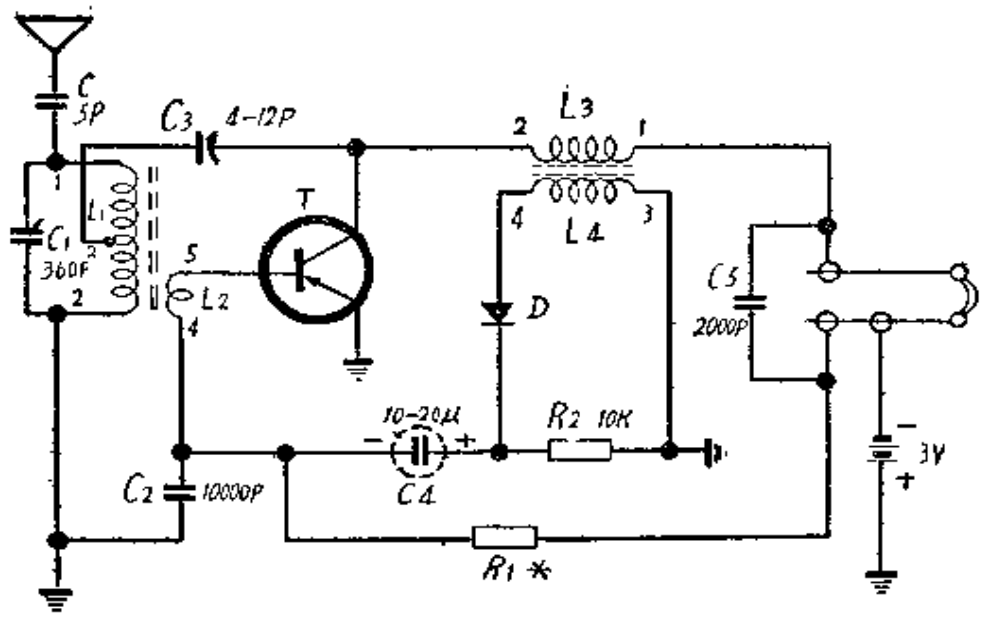
图 3—25

位置加以固定。如仍不能达到目的，则移动变压器，使与磁棒靠得近些再试，直到再生适当为止。最后再调整一下  $L_4$  的圈数。如发现在频率高端（例如 1500KC）附近电台的再生效果很好，而在低端（540KC）比较差，要适当增加  $L_4$  的圈数。反之，在高频端差，低频端好，要减少  $L_4$  的圈数，做到不管在频率高、低端都能均衡。全部调整后，用石蜡把高频变压器封固，以免散乱，产生不良影响。

至于频率复盖的调整，读者已有经验，只要移动调谐线圈  $L_1L_2$  在磁棒上的位置即可解决。电池用 3 伏已足够了。

本机电路略作变动，可改成图 3—26 的样子，调谐线圈  $L_1L_2$  仍用图 3—13 抽头式，并增加一只半调可变电容器  $C_4$ 。这样，经过放大后的高频信号，一部分送到两极管进行检波，一部分经  $C_4$  返回输入回路产生再生作用。和前面几种一样， $C_4$  就变成调整再生的主要元件了。但要将再生率控制得均衡稳定，还是要注意高频变压器与磁棒之间的距离，不过没有上述那样麻烦，当你听到电台播音后，只需将高频变压器





慢慢移近磁棒，耳机內的音量逐渐增大，到适当程度，就可以把它固定在底板上，然后再增加  $C_4$  的容量，即能使再生调整到起振的边緣，使收音机的灵敏度最高。以后在收听时，可以不必再调，所以虽多用一只半调可变电容器，但调整再生的手续却方便得多。

读者如仍要采用全波检波，可参考电路图 3—27，将高频变压器次级  $L_4$ ，在原绕 180 圈处抽头作为接地点，再加绕 180 圈，并增加一只两极管，其他元件与图 3—21 完全相同。

图 3—28 是简化的来复式单管机线路图，虽然沒有再生调节设备，但如“来复式单管机之二”一样，只要适当安排 RFC 的地位，同样可以产生再生作用。如沒有高频管，可用  $\Pi 6A$  等低频管代替，除必须加接良好的天线，再生现象不很显著外，效果还是很好的。

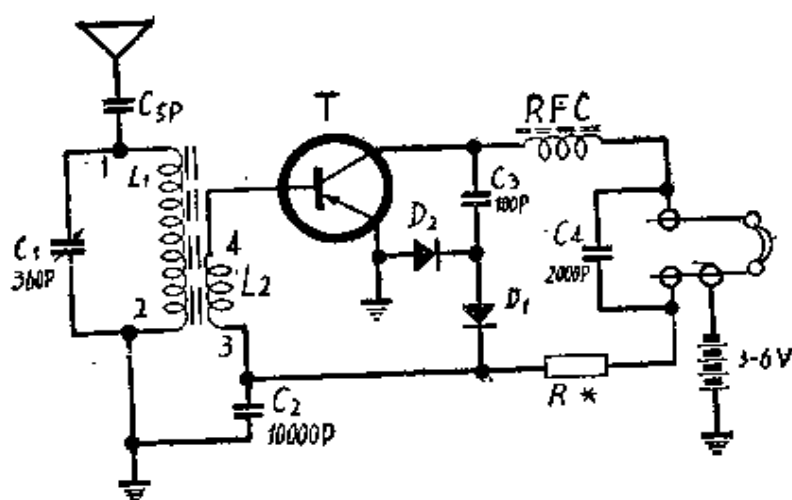


图 3—28

## 第四章 半导体多管收音机制作

### 一、0—V—2 半导体两管机之一

用两只半导体三极管,和一只或两只半导体两极管装置的收音机,从线路的型式上来说,有0—V—2式、1—V—1式、1—V—2式等几种装法。所谓0—V—2式,就是一级检波,二级低频放大;1—V—1式就是一级高频放大,一级检波,一级低频放大;1—V—2式就是一级高频放大,一级检波,二级低频放大。从这几个解释中,可以看出符号中的V代表检波,V前面的数字,表示高频放大的级数。V后面的数字,表示低频放大有几级。

最理想的当然是1—V—2式两管机,但一定要有高频三极管才能装置。假使限于条件,手头没有高频三极管,而只有低频三极管,那么就用两极管担任检波,后面再加两级由三极管作低频放大的0—V—2式收音机,效果也很好,从扬声器中放出的声音,可供一个房间内收听。图4—1就是在第二章图2—13的基础上,增加一级电阻与电容器耦合(简称阻容耦合),接成共发射极的低频放大电路。

虚线前的一级检波、一级低频放大,已在第二章讲过。事实上,本章所介绍的多管机装置法,都以第二、第三两章单管机作为基础,再在后面增加一到两级低频放大,或推挽输出。为避免重复起见,着重介绍低频放大装置方法。虚线前的 $R_2$ 是第一级低放的负载,代替耳机的地位,它的阻值一般也是在5—10千欧的范围内选取。 $R_3$ 是 $T_2$ 的偏流

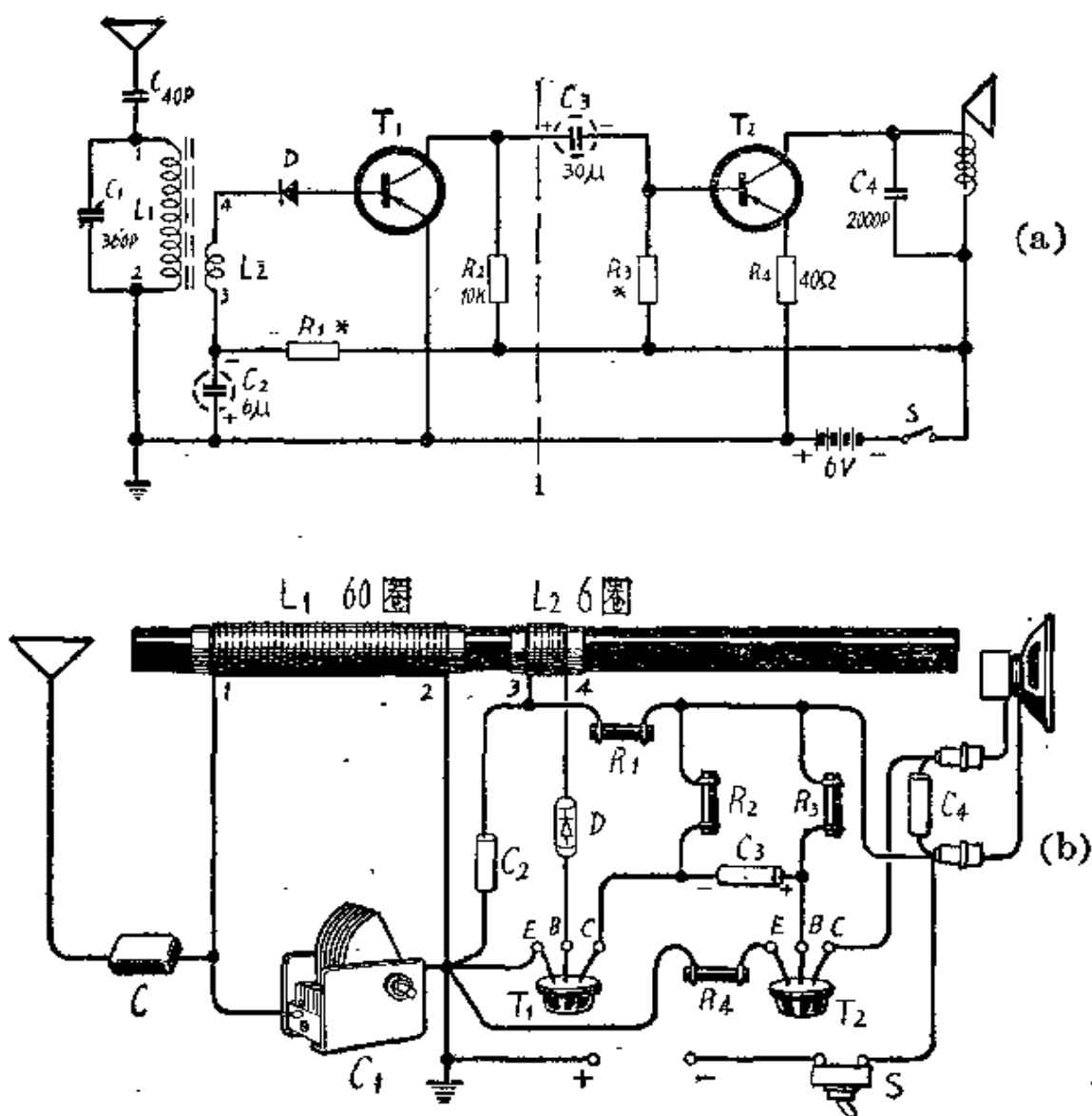


图 4-1

电阻，阻值约在 10—100 千欧的范围内选择。

电阻  $R_4$  是负回授电阻，用途是补偿三极管因温度变化而引起的工作状态的变化，使工作稳定。它的阻值愈大，所受的影响愈小。但太大了，所造成的电降压也会增大，会使输出功率减小，所以在 10—100 欧

姆范围内选用,这里是用40欧姆,假使要简单些不用它也可以。 $C_4$ 是旁路电容,它可以改善音质,地位不够时,也可以取消。

D是任何型号的两极管, $T_1$ 和 $T_2$ 是两只П6型小功率低频三极管。如面结合型锗三极管П6A、П6B、П6Г等都可用。

扬声器可用任何口径的舌簧式扬声器,直接接入电路使用。

整机装好,仔细核对电路无误后,就可以进行调整工作。与以前所介绍的方法一样,最好用两只100千欧的电位器,各串接一只10千欧的保护电阻,代替 $R_1$ 、 $R_3$ 接入电路,然后接上扬声器与电池,用天线头触碰 $T_2$ 的基极,如线路接对,就应该听到有喀喀声,这表示第二级有放大作用。再用天线头触碰 $T_1$ 的基极,会有更大的喀喀声,这都表示完好。最后把天线接到天线接线柱上,调节调谐电容器 $C_2$ ,即可收听模糊的电台播音。接着由大到小地转动代替 $R_3$ 的电位器,听到扬声器中放出的声音比较响和比较清楚些就停止不动,再由大到小转动代替 $R_1$ 的电位器,这时音量可能又增加,音质也更清楚,以后再反复转动两只电位器,转到扬声器中声音最响、音质又最好的一点,这就是最好的 $R_1$ 与 $R_3$ 的阻值,用万用电表测量电阻挡,分别测出两只电位器与保护电阻的串联总阻值,换入相同或接近阻值的固定电阻再试听一下,如没有变化,调整手续基本完成。

若已装有虚线前单管机的,现在再增加一级低频放大,调整时因 $R_1$ 已调好,可以不必动它,仅调整 $R_3$ ,这就省力得多。初装的人经验不多,建议还是这样分级装置的好,就是先装好第一级低放,试听满意后,再装第二级低放,这样保证不会失败。

有时没有适宜的电阻,可以用一只阻值略小的碳质电阻接入电路,

用三角銼銼它的中部,越銼阻值越增大,一边听,一边銼,直到最佳点为止。为銼时方便起见,应该用两根有绝缘的长导线,把电阻引到外部后再銼。

用舌簧扬声器不需输出变压器。读者如用永磁动圈式扬声器,就需要输出变压器TP来匹配,电路如图4-2所示。这输出变压器的初级

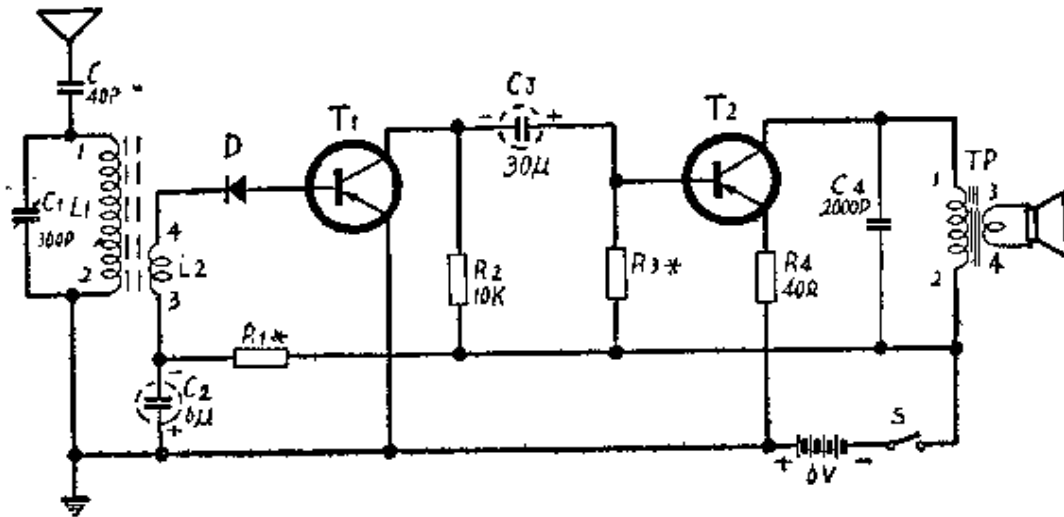


图 4-2

阻抗应等于第二级的负载,次级阻抗应等于扬声器的音圈阻抗,只有取得良好的阻抗匹配,才能得到最好的效果。这只变压器用市售的成品

最好,就是价格较贵,因此有条件的爱好者可以自制。这里介绍几种自制方法,读者可根据自己的条件选择自制。

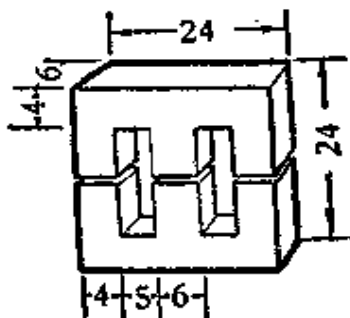


图 4-3

要制作小型输出变压器,首先要有铁芯。读者如有图4-3所示的铁淦氧磁芯(图中尺寸以毫米为单位,供参考,如有比它大或小些的也可以,不必限于这些数字),用卡纸根据

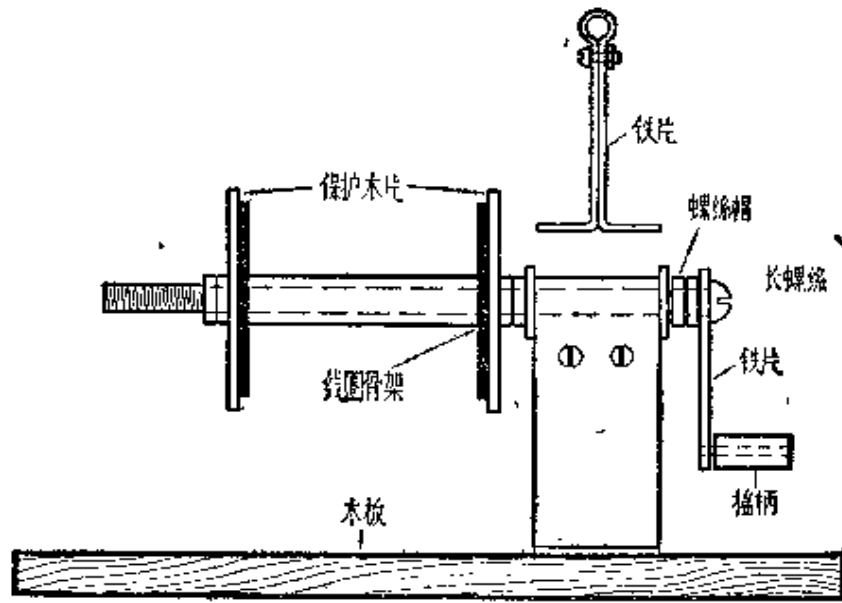
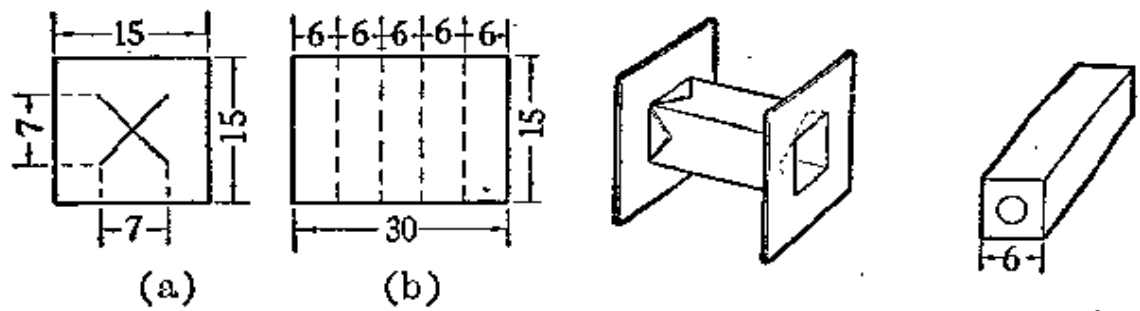


图 4—4

磁芯中间舌的大小,参照图 4—4a,剪两块,b剪一块,按虚线折好,把它们用胶水胶成骨架,胶好后将磁芯插入试试,要松紧适宜。待胶水干后,用质地细致的木材,做一个木芯,把它插入骨架,穿在自制小型绕线机上绕线。先绕初级线圈,用 38 号漆包线绕 600 圈,可以乱绕,但要注意平整。初级线圈绕好后,要用质地优良的薄绝缘纸包裹一两层,在包裹层外用 30 号漆包线绕次级线圈。次级线圈的圈数要配合扬声器的音圈阻抗,8 欧姆高灵敏度扬声器要绕 80 圈,如用 3.5 欧姆的扬声器,绕 55 圈,3.2 欧姆的扬声器绕 50 圈。绕好后从绕线机上拿下,外面用牛

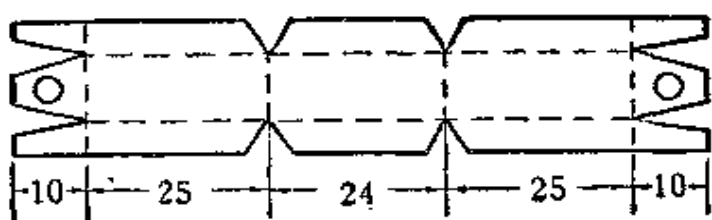


图 4—5

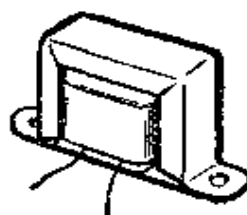


图 4—6

皮纸或黄蜡绸包好,检查一下,两个线圈是否短路,初、次级线圈有否碰线等现象。假使一切都很好,放在石蜡里浸一下,然后将两片磁芯插入,要尽量靠紧,使间隙最小。再用薄铁皮或铝片按图 4—5 的样子画好剪下,如图 4—6 那样套在磁芯外边,以便安装在底板上。

假使读者手头有图 4—7 这样大小的硅钢片,叠厚用 10 片足够了,按上述方法用卡纸做线圈骨架,自己绕制也可以,初次级线圈的圈数和上面一样。

再有一种方法是用已经坏掉的电子管 6V6 等用的小型输出变压器,拆下 10 片铁片,按图 4—8A、B、C 划好线进行改制。

叠片的时候,第一层按图 4—9a 的方式插入线圈骨架,第二层按图 4—9b 的方式插入,第三层再按 a 的方式插,以后依此交替插叠,这样就不会松散。假使插入最后一片还嫌松,不妨在靠骨架的一端插入一层适当厚的硬纸,最后参阅图 4—5 做一个外套,至于初次级线圈的圈数,与上述相同。

有时在废品商店可以买到一种铍钼合金边料,把它剪成 6 毫米宽的狭条,待线圈绕好后(初次级线圈的圈数与绕法也都与上面相同),把它穿绕在线圈骨架内,如图 4—10 所示。

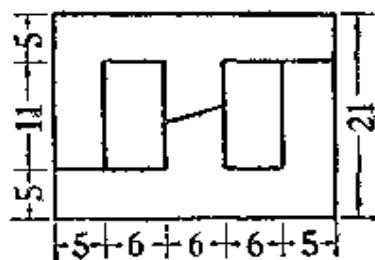


图 4—7



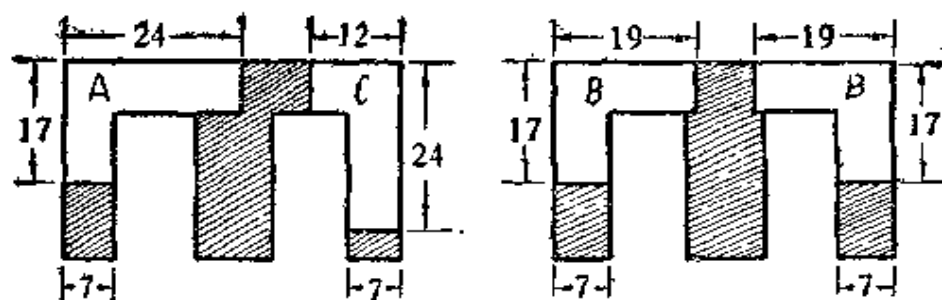
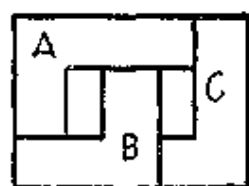


图 4-8

还有一种制作方法是购买一只外径 17 毫米、内径 8 毫米的小磁环，用 40 号漆包线，象穿绕高频变压器一样，在磁环的一边，穿绕 600 圈作为初级线圈（考虑到绕的线较长，如图 3-4 的竹制梭子嫌短了，最好再做一只，长度要放长到 200 毫米），再用 30 号漆包线，配合扬声器的音圈阻抗，在磁环的另一边穿绕适当圈数作为次级线圈。全部绕完后应放在石蜡里浸过，防止散乱。

(a)



(b)

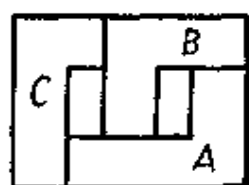


图 4-9

## 二、0-V-2 半导体两管机之二

半导体三极管放大级之间的交连，与电子管放大级之间的交连一样，同样有阻容耦合与变压器耦合。阻容耦合的最大优点是简单、价廉、占地位少，但阻抗并不匹配，因此效率不高。而变压器耦合，就能满意地解决阻抗匹配，充分发挥半导体三极管的效能，缺点是占的地位较多，费用也大。因此一般爱好者在设计装置收音机时，第一级低放多数采用阻容耦合，末级用变压器耦合，以求得较大的输出，使扬声器能放出比

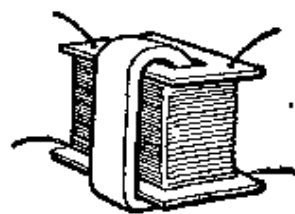


图 4-10

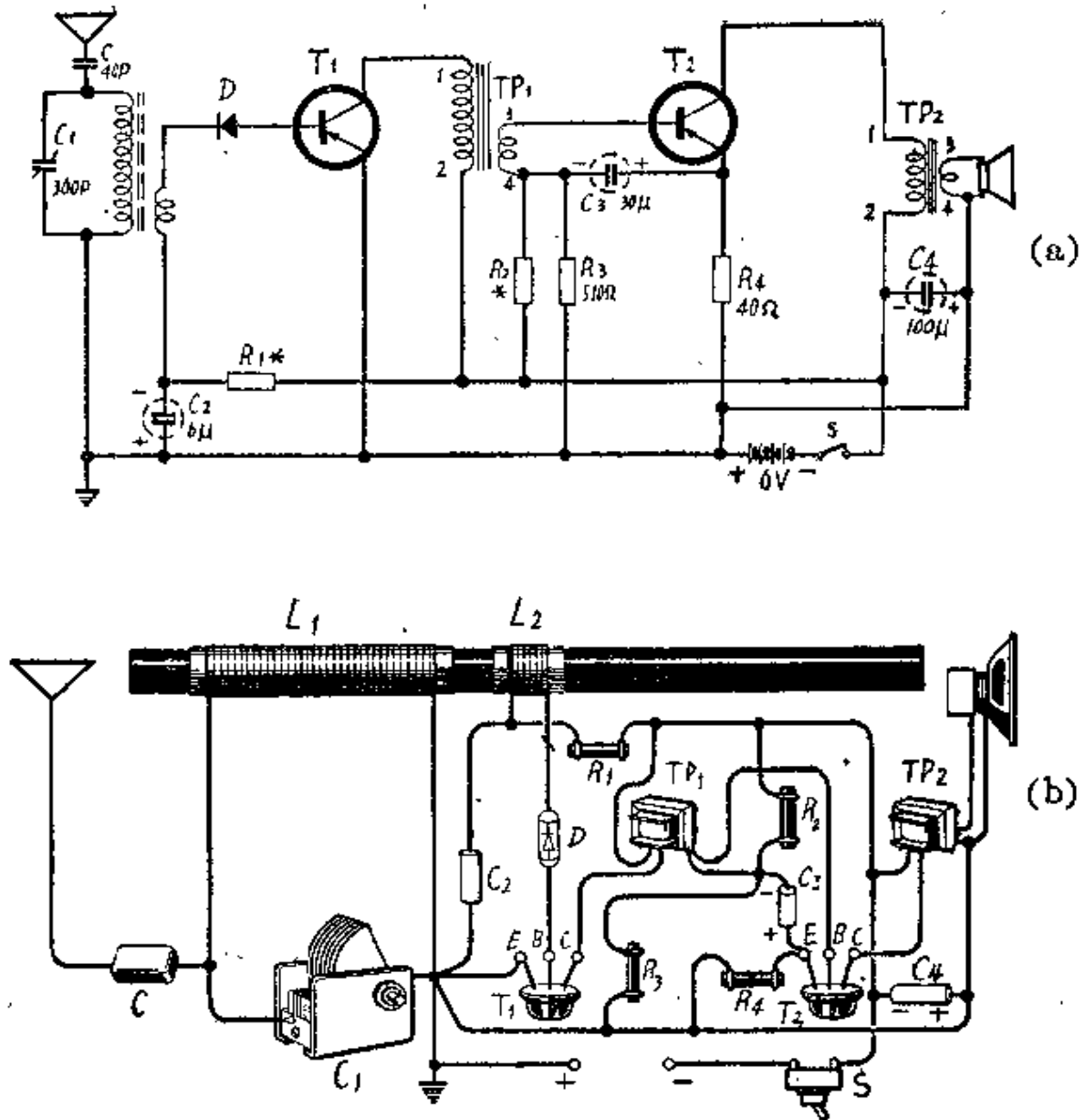


图 4-11

较响亮的声音。

图 4-11 的电路基本与图 4-2 相同。但中间用变压器耦合，效果就显著提高，扬声器中放出的音量，足够一家人收听。

图中的  $TP_1$  就是级间耦合的输入变压器, 它的比数一般是 3:1 到 5:1, 看需要也有其他比数。音频信号经  $T_1$  放大后, 再经  $TP_1$  的初级耦合到次级, 送到  $T_2$  的基极, 进行第二级放大后, 由输出变压器  $TP_2$  推动扬声器发声。

由于半导体三极管的输入阻抗比输出阻抗低, 因此  $TP_1$  的初级圈数多, 而次级圈数少。这种输入变压器有成品出售, 也可以自制。自制输入变压器可用上述自制输出变压器任何一种铁芯。初级线圈用 42 号漆包线绕 1800 圈, 绕足后同样包裹一两层绝缘纸, 再用 40 号漆包线绕 600 圈作为次级线圈, 其余完全与自制输出变压器相同。

如果用磁环穿绕输入变压器也可以, 方法与穿绕输出变压器相同。但是磁环比较小, 变压器的圈数较多(初级 1800 圈, 次级 600 圈), 所以要用 45 号漆包线绕。由于用的线细, 圈数多, 磁环的孔又小, 所以绕的时候要十分细心, 不能急躁, 防止把漆包线弄断。

输入变压器初级线圈的线头接  $T_1$  的集电极, 线尾接电池的负极, 次级线圈的线头接  $T_2$  的基极, 线尾经过  $C_3$  接到  $T_2$  的发射极。 $C_3$  的作用是沟通低频回路的, 为了使输入变压器次级感应所得的电压, 通过它加到  $T_2$  的基极与发射极之间, 这只电容器可用 30—50 微法、耐压 6 伏的小型电解电容器, 它的漏电要小, 容量要足, 否则对音量有很大损失, 所以事前要严格检查。另外正负极也不能接错。试听时如有啸叫声或嘶嘶杂声, 不妨将  $TP_1$  的初级线圈两个接头对调, 使相位合适, 杂声就可消失。假使调换初级线圈不方便, 互换次级线圈的两个接头也有同样效果。

$R_2R_3$  是供给  $T_2$  基极偏压的分压电阻, 偏压通过  $TP_1$  的次级线圈

加到  $T_2$  的基极。通常  $R_3$  的阻值固定用 510 欧姆,  $R_2$  的阻值需调整后决定, 调整的方法与前述的完全相同, 用一只 10 千欧的电位器旋到阻值最大处, 串接一只 3 千欧的保护电阻替代  $R_2$ , 如图 4-12 接入电路, 在  $TP_2$  的初级与电池负极

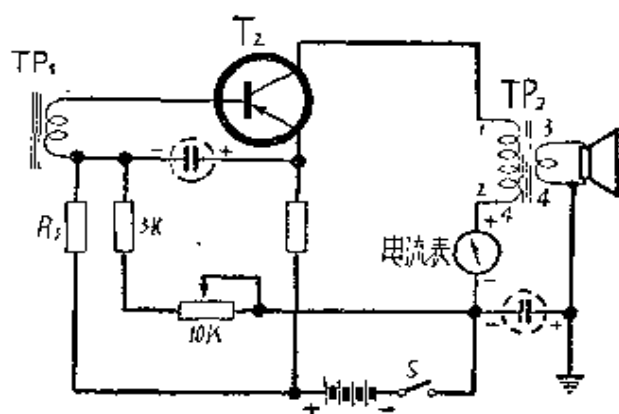


图 4-12

之间串接一只 10 毫安的直流电流表, 接上电源, 直流电流表应有指数, 再由大到小慢慢地转动电位器, 电流表的指数应有变化。当调整到 6—8 毫安时, 转动可变电容器  $C_2$ , 选收一个电台播音, 听听扬声器中的音量是否够响, 是否清晰, 认为满意后, 把电位器与保护电阻一起烫下, 测出它们的串联总阻, 就等于  $R_2$  的阻值, 换上相同阻值的固定电阻。如将电流调得大些, 扬声器放出的音量会随着增大, 但电池就要用得费了, 而且音量增大后可能会产生音质模糊不清的缺点。所以电流的大小还是根据需要决定, 不要调得太大。假使没有电流表, 也同样可以进行调整, 那就要凭耳朵听了。

以上是指  $R_1$  已调整好, 专调  $R_2$  而说的。假使  $R_1$  尚未调整好, 那么应将  $T_2$  的集电极电流调到 8 毫安, 再用一只 100 千欧的电位器串接一只 10 千欧的保护电阻, 如图 4-13 代替  $R_1$  接入电路, 并在  $TP_1$  的初级线圈上串接一只 10 毫安直流电流表, 转动电位器, 使电流表指示到 2 毫安左右(不宜过大), 转动  $C_2$  选取电台播音, 听听扬声器放出的音量与音质再作决定。

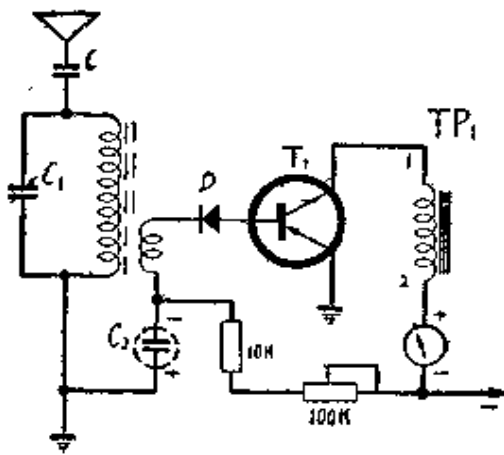


图 4-13

在电池的正负极之间，并联的一只 100 微法小型电解电容器是为了改善音质，而且在电池每节的电压用到只有 1.2 伏时，仍可不失真地收听。

装置的时候，要注意 TP<sub>1</sub> 的初、次级不要搞错，否则会使扬声器的音量很低。TP<sub>1</sub>、TP<sub>2</sub> 的方位最好

装成互相成直角，套子应接地，以免交连而发生啸叫。磁棒也应远离变压器与扬声器。半导体三极管应仔细检查校验，性能要好，质量高的放在功率放大级（也就是第二级）。

### 三、1—V—2 半导体两管机

在来复式单管机的基础上加装一级低频放大，就成为两管机了。图

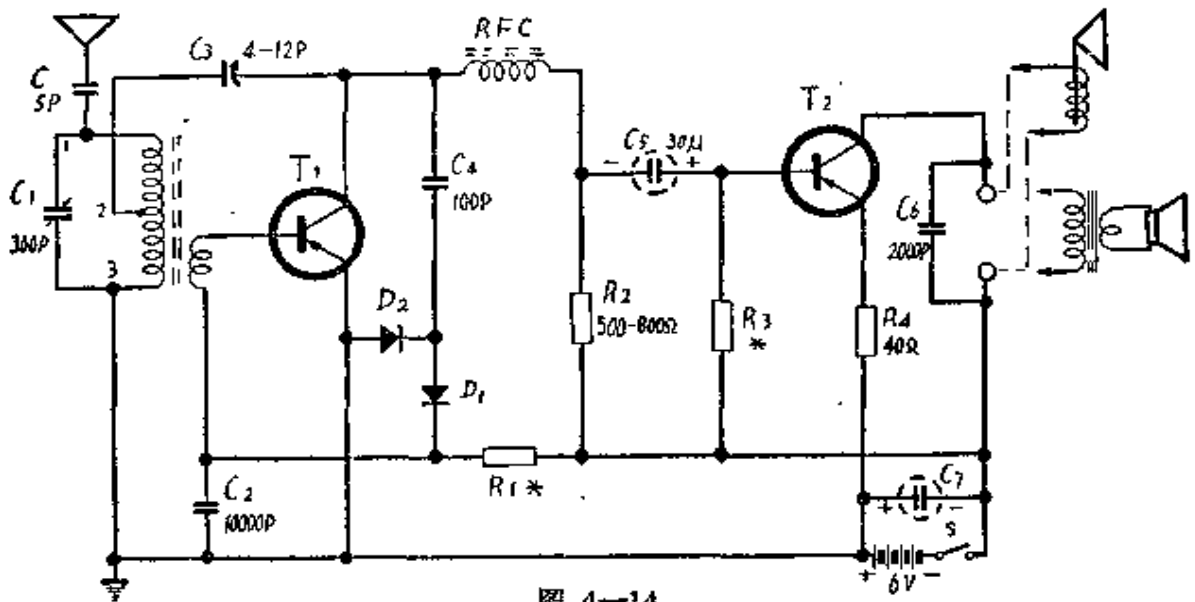


图 4-14

4—14 便是来复式单管机的后面加一级阻容耦合低频放大的 1—V—2 两管机。由于在原有一级高放与一级低放后面，又增加了一级低放，音量要比单管机响得多，用质量较好的小型舌簧扬声器，直接接在电路里，在离电台较近的地区，不用加接室外天线，就能满意地收听本地电台播音。假使用 2.5 吋直径的动圈式扬声器，要用输出变压器配合，音量比舌簧式的稍低些，但音质柔和动听。

装置与调配上没有多大不同，就是第三章图 3—18 与本章图 4—1 虚线后部的合并。 $R_2$  是  $T_1$  的负载，代替了耳机的地位，它的阻值应在 500—800 欧姆范围内选用，不能太大，否则音量将受很大损失。选择的方法是用一只几百欧姆的丝绕可变电阻，串接一只 200 欧姆的保护电阻，代替  $R_2$  接入电路，调整丝绕可变电阻，使发声响亮清晰为止，然后测出串联总阻值，用一只同阻值的固定电阻接入电路。如果没有丝绕可变电阻，则准备几只阻值在 500—800 欧姆之间不同阻值的电阻，逐个

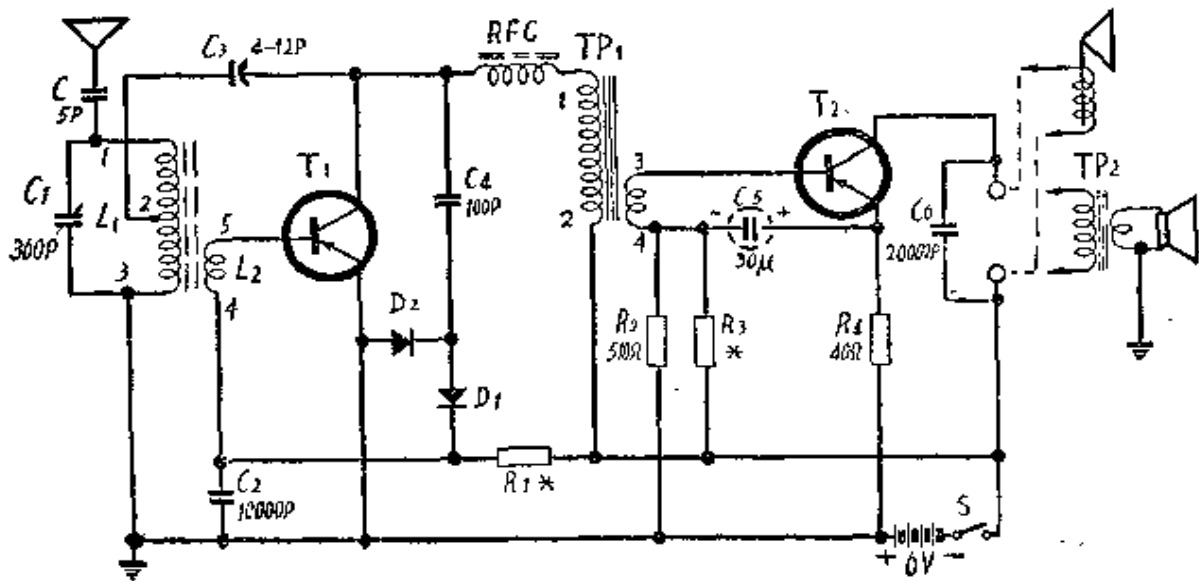


图 4—15

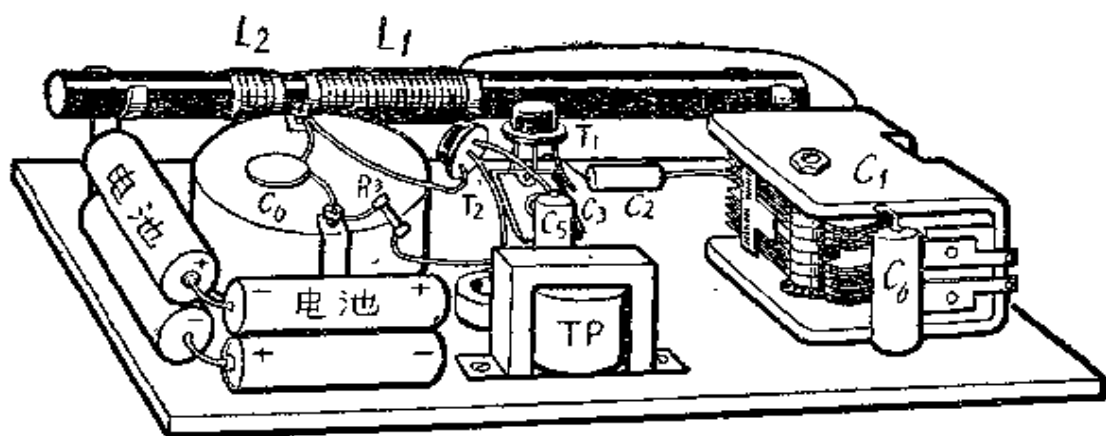


图 4-16

试验选择,把最满意的固定在电路里。

图 4-15 是将原来阻容耦合的低频放大电路,改接成变压器耦合的低频放大电路。变压器的初级一般都有几百欧姆,正好适合  $T_1$  的要求。如果变压器初级的阻值(用电表测量)实在太小,发生再生不易控制的现象时,在变压器初级与接电池负极之间,串接一只 100 欧姆或更大些的固定电阻补救(用换试办法)。用变压器作为级间耦合,音量要比阻容耦合响得多。

图 4-16 是供参考的元件排列图,是安装在一块  $140 \times 80 \times 2$  毫米

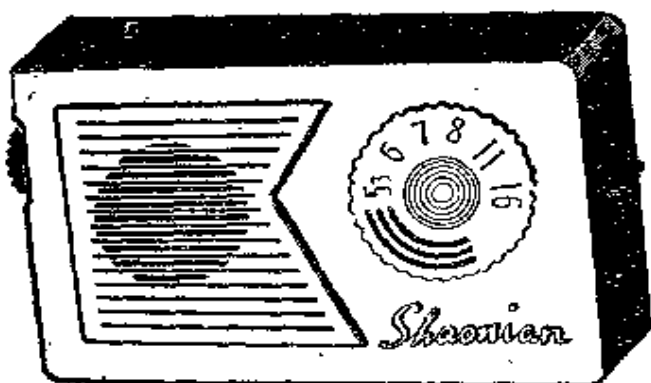


图 4-17

的有机玻璃或层压板上。全机调配完成后,安放在目前市面上出售的专门装置半导体收音机的小型塑料机壳里,如图 4-17。也可以用有机玻璃、塑胶板和薄木板自制机壳。

本书第三章所介绍的几种

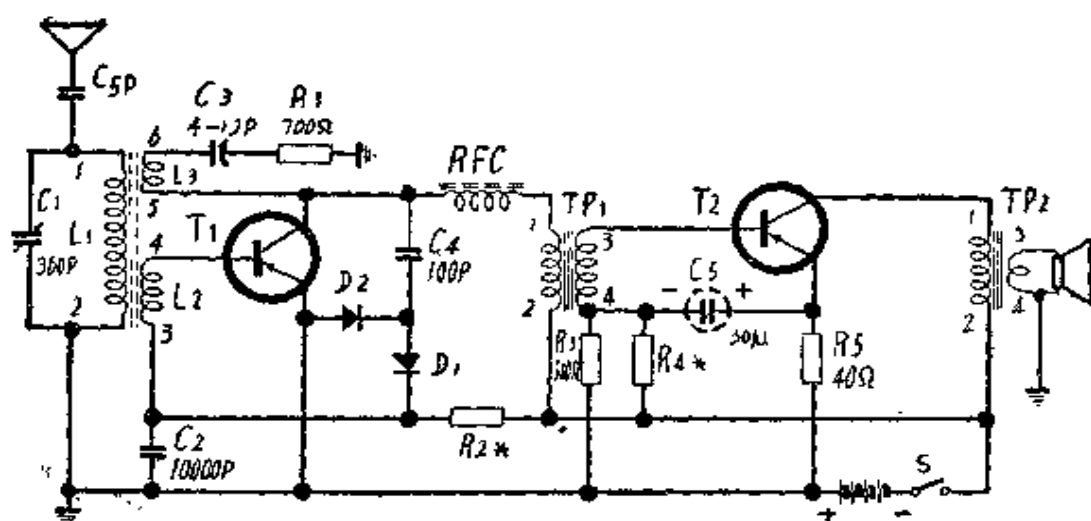


图 4-18

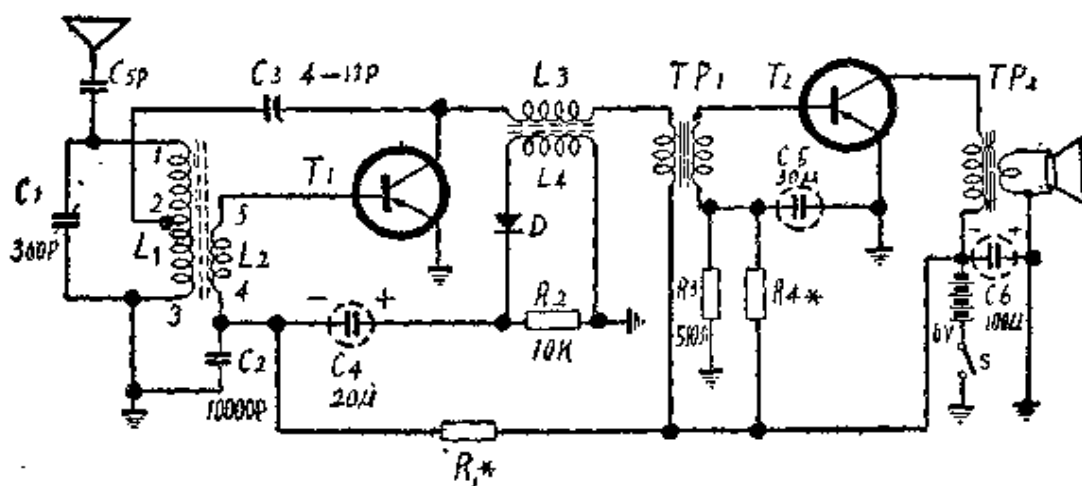


图 4-19

来复式单管机，在后面都可以增加一级低频放大，成为 1—V—2 式的两管机。图 4-18、图 4-19 是参考线路，可由读者任意选择装置。

#### 四、1—V—3 半导体三管机

在图 4-15 的中间再增加一级阻容耦合低频放大，就成为 1—V—3 式三管机了，电路如图 4-20。



### 应用元件

- C 5P 瓷介固定电容器
- C<sub>1</sub> 小型双连可变电容器
- C<sub>2</sub> 10000P 固定电容器
- C<sub>3</sub> 半调可变电容器
- C<sub>4</sub> 100P 云母固定电容器
- C<sub>5</sub>C<sub>6</sub> 30 $\mu$  小型电解电容器
- C<sub>7</sub> 100 $\mu$  小型电解电容器
- R<sub>2</sub> 500 $\Omega$
- R<sub>3</sub> 小型 50 K 连 开关电位器, 假使没有, 可用 500 $\Omega$  固定电阻代替, 另制小开关一只
- R<sub>1</sub>R<sub>4</sub>R<sub>6</sub> 调整后决定
- R<sub>5</sub> 510 欧姆
- R<sub>7</sub> 40 欧姆
- L<sub>1</sub>L<sub>2</sub> 同图 3-13
- RFC 自制
- TP<sub>1</sub> 输入变压器
- TP<sub>2</sub> 输出变压器
- T<sub>1</sub> П401 高频三极管
- T<sub>2</sub>T<sub>3</sub> П6B 低频三极管
- D<sub>1</sub>D<sub>2</sub> Д1 或 Д9 型两极管

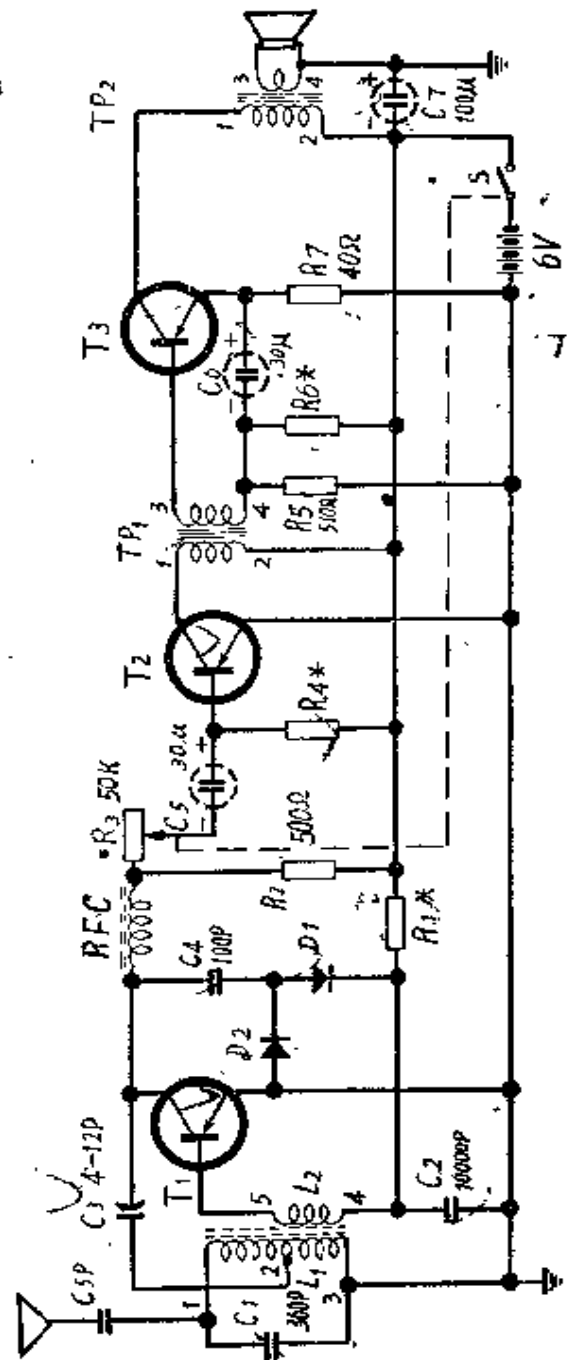


图 4-20

## SP 2.5 吋动圈式扬声器

电池 6V

线圈  $L_1$  仍是 60 圈，在离地 8 圈处抽头， $L_2$  为 5 圈。可变电容器  $C_1$  是复旦厂出品的小双连，可以用片数多的一连，也可以把两个定片焊接起来，当作单连使用，或改用普通介质绝缘可变电容器。

装置时如果经验不足，还是先装在实验板上，分级装置，即先装好第一级来复式单管机部分，用耳机试听满意后再继续装第二级  $T_2$  部分，装好后也要进行调整试听，使  $T_2$  有不失真的最大输出，最后装  $T_3$  末级输出。装末级输出时，除调整  $R_6$  外，

还要全机调整一次，以便取得良好的效果。等到你取得丰富的经验后，可以全机装好，作统一的试验调整。全机一次装好后调整的方法是先调末级  $T_3$ ，用 10 或 50 毫安的直流电流表串接在  $TP_2$  的初级与电池的负极之间，也可以按图 4-21，把电流表串接在  $T_3$  发射极回路里，调整电位器，使

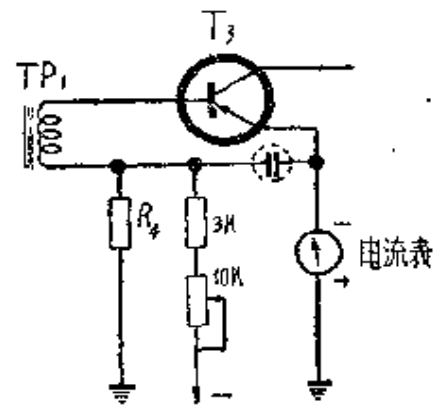


图 4-21

电流表指示在 8-10 毫安。然后调整末前级  $T_2$ ，将电流表如图 4-22 串

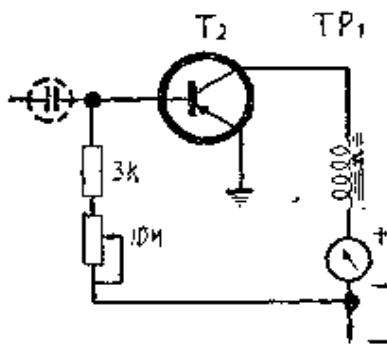


图 4-22

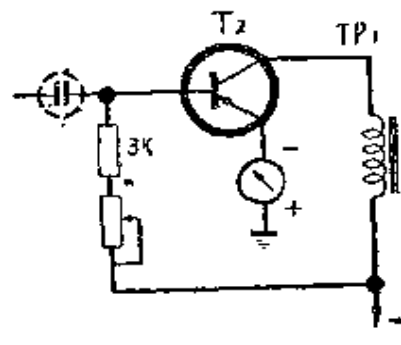


图 4-23

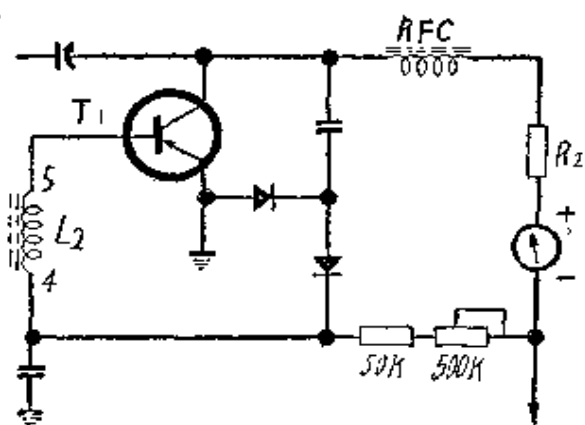


图 4-24

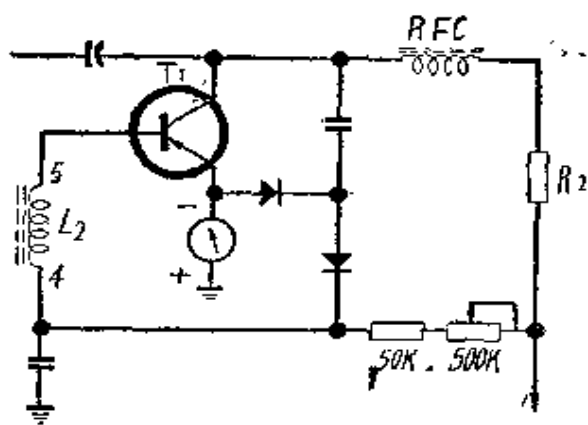


图 4-25

接在  $T_2$  的集电极回路里，或如图 4-23 那样串接在发射极回路里，调整电位器，使电流表指示在 1—2 毫安。接下来调来复级，将电流表如图 4-24 串接在  $T_1$  的集电极回路里，或者把电流表如图 4-25 串接在发射极回路里，使电流表指示在 0.5—1 毫安范围内。最后调整频率复盖，方法和前面讲过的一样。等全部调整好，试听满意后，再移装到底板上去。

本机元件较多，要使它的体积缩小，待全机装成后，能够把它装在一一只市面上出售的专门装半导体收音机用的塑料机壳里，就要考虑元

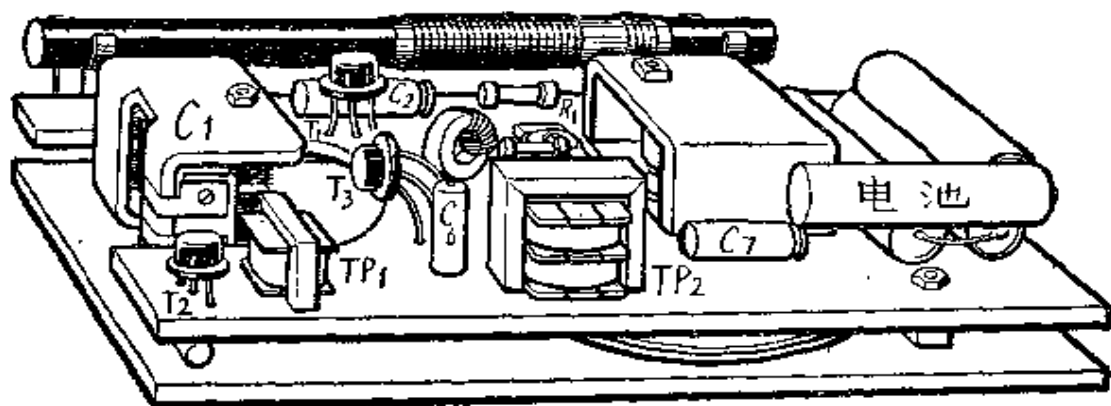


图 4-26

件的安装位置合理,接线短而直。图 4—26 是供参考的元件排列图。它用两块底板,如图 4—27。这两块底板,一块是市售的铝质成品,在这块底板上主要是装可变电容器  $C_1$  和扬声器;另一块是用有机玻璃或层

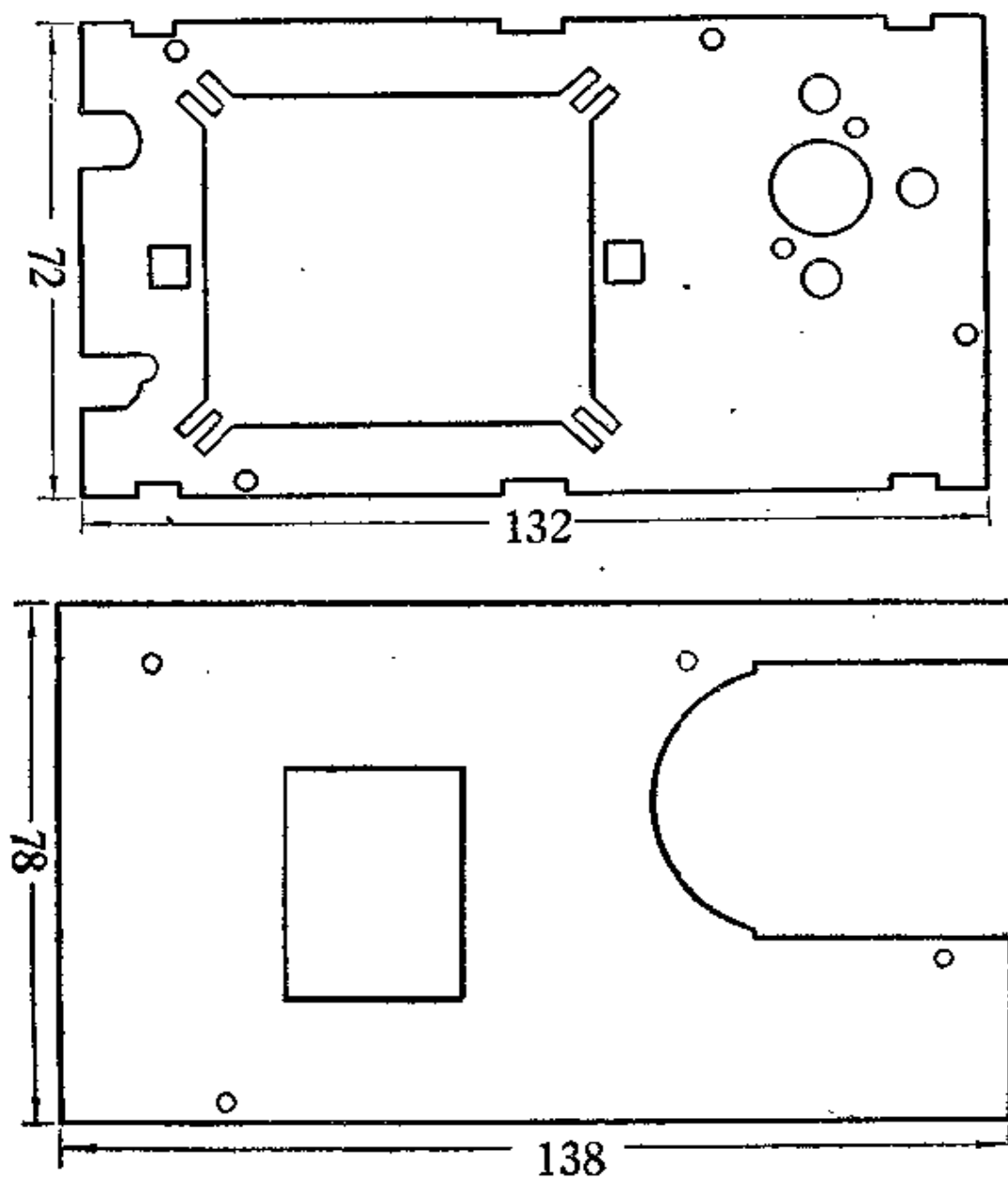


图 4—27

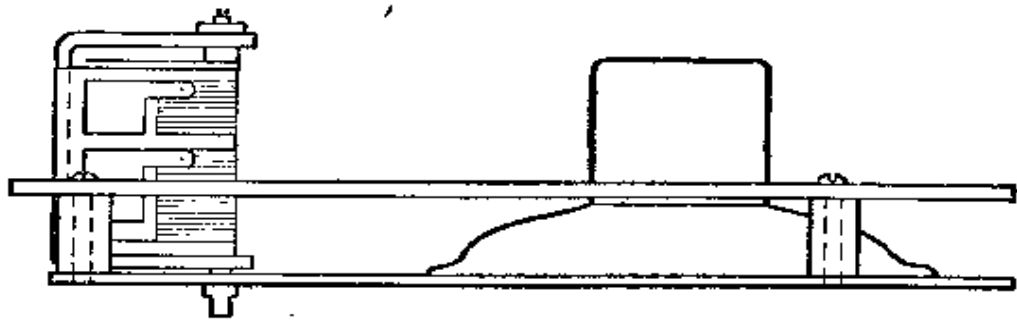
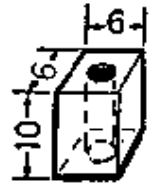


图 4—28

压板自制的,先把所有元件合理地排列在这块底板上,如地位不够,可把电阻、电容器等元件竖立起来装置。各元件位置固定后,把底板翻过来进行焊接,待全部焊接好,另外用有机玻璃做四个柱头,如图 4—28,依靠四只螺絲的力量,把两块底板固定好。最后把调谐线圈  $L_1$  与可变电容器  $C_1$  的动定片焊好,输出变压器的次级线头与扬声器接好,再仔细核对一下线路,进行试听,试听认为满意后,即可装入机壳。



### 五、推挽输出复式三、四管收音机

要使扬声器放出较高而又不失真的音量,那么收音机的末级需采用具有较大功率输出的推挽电路。图 4—29 是在来复式单管机的基础上增加两只小功率低频三极管组成的乙类推挽输出级。它在无信号时电流消耗很低,所以电源平均消耗较小,工作效率也较高。

输入变压器  $TP_1$  与输出变压器  $TP_2$  都是推挽式,也可以自制,铁芯仍用本章第一节所介绍的那几种,输入变压器的初级用 42 号漆包线绕 1800 圈,次级用 40 号漆包线绕  $2 \times 600$  圈。输出变压器的初级用 38 号漆包线绕  $2 \times 300$  圈,次级的圈数,要根据所用扬声器的音圈阻抗

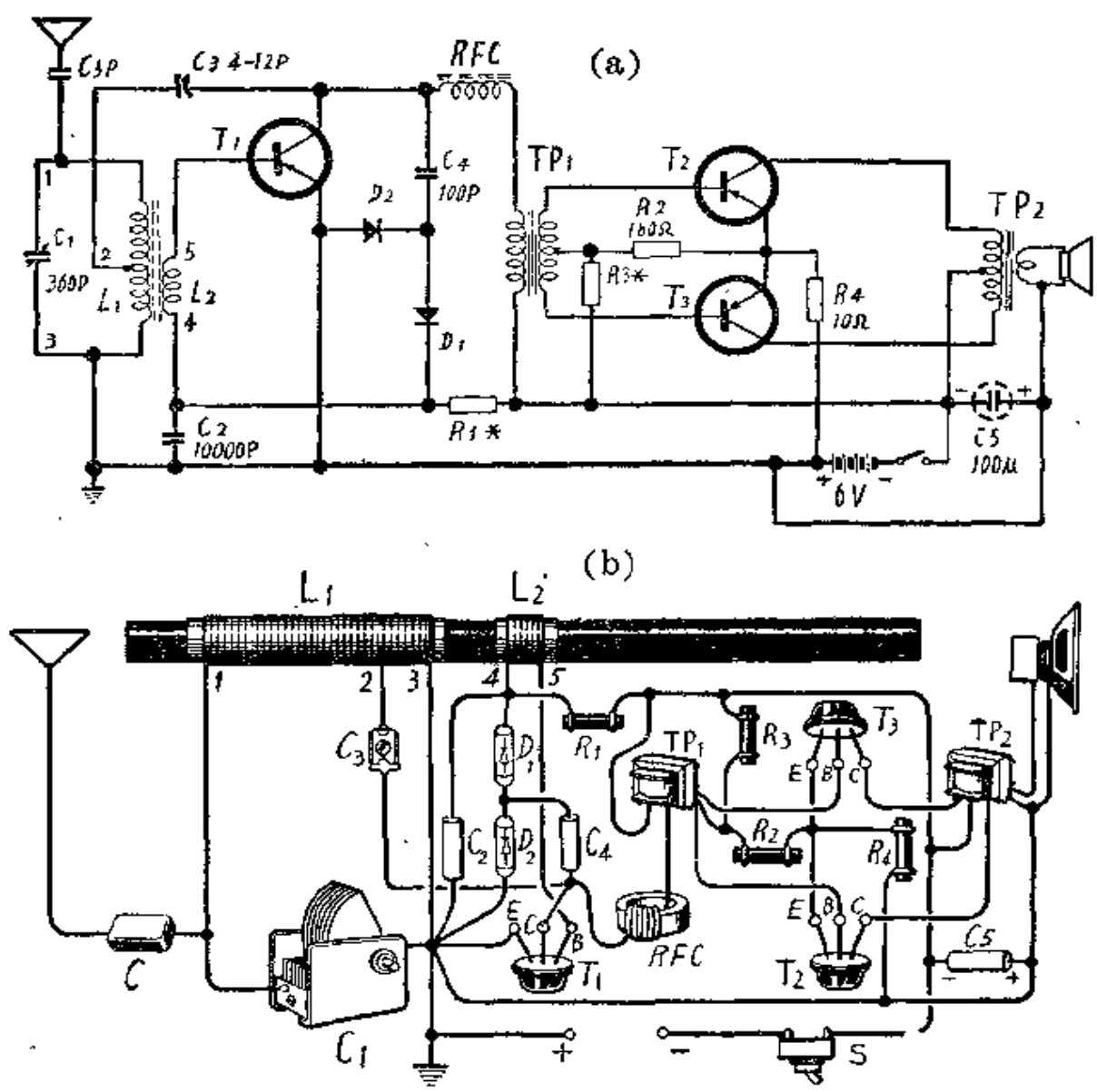


图 4-29

决定。为取得直流电阻平衡,防止失真起见,输入变压器的次级与输出变压器的初级,都是双线绕法,即用两根同号漆包线同时并绕,绕好后,将一根线的头与另一根线的尾接好作为中心抽头。

如果在前面自制变压器时,就绕成推挽式,在单臂使用时,输入变

压器仅用一半,另一半空着不用,输出变压器的中心抽头也空着不用。

装置还是采取分段装好,先装来复式单管机部分,使  $T_1$  工作在最佳状态,波段复盖完整,这是关键所在。然后再装推挽部分,经检查核对,焊上  $T_2$  和  $T_3$ ,便可以进行调整工作了。

调整推挽部分时,最好一面观察电流表的读数,一面听扬声器放出的声音。具体的方法是把 0—50 或 0—100 毫安的直流电流表(也可用万用电表)串入  $TP_2$  初级的中心抽头与电池负极之间,再用一只 10 千欧的电位器,串接一只 3 千欧的固定电阻,代替  $R_3$  接入电路,如图 4—30(3 千欧固定电阻是保护两只低频三极管而设的,即使在电位器短路时,也不致将三极管击穿)。然后接上电池,转动  $C_1$ ,收取电台播音;再转动电位器,自大而小地改变电位器的阻值,使扬声器发声最响,而失真又最小,电流表的读数约在 20—30 毫安之间。再把  $C_1$  转到没有电台播音处,扬声器停止发声,这时电流表的读数应降到 2—3 毫安。测出电位器和保护电阻的串联总阻值(大约在 5—9 千欧之间),换上一只等值的固定电阻。

用  $\Pi 6$  型低频管作乙类推挽放大器,原则上要求两只三极管的特性基本一致,否则会

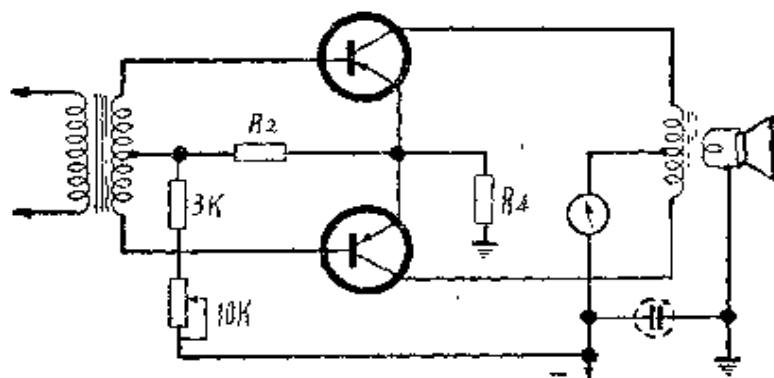


图 4—30

引起失真。但本机要求并不严格,只要选择两只集电极电流相差不多的即可应用。

$R_4$  是发射极电阻,作用是稳定三极

管工作点，一般是用10欧姆的，假使没有影响，也可以取消不用。 $R_2$ 形成基极和发射极间的直流电路，为了不使在这个电阻上消耗功率，它的数值一般选得较小，大约在30—300欧姆之间，这里是用180欧姆，读者应调换几只较小阻值的试试，选择效果好的固定下来。

本机不接天地线，就可以从扬声器中清晰地收听本地所有电台播音，夜间还可以收邻省电台播音。加接室外天线后，效果就更好。

不管选用哪一种来复式电路，按照一般的说法， $T_1$ 的集电极电流都调整在0.5—1毫安左右，但在本电路中可以把它加大到2—3毫安，这样，对收音机的灵敏度与音量有显著的提高。但也不能过大，过大了选择性会下降。

若在来复级与推挽级的中

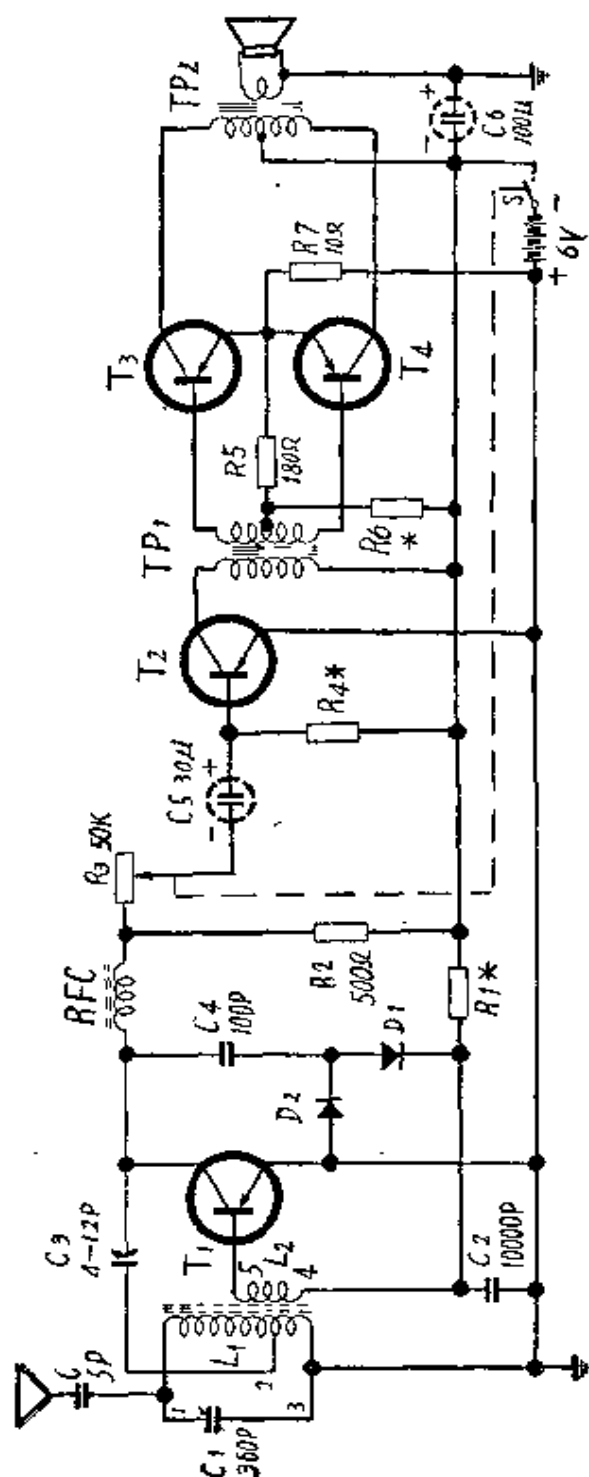


图 4—31



间再用一只  $\Pi 6$  型低频管作为激励，就能成为推挽输出复式四管机，电路如图 4—31。多了一级激励，灵敏度与音量比推挽输出复式三管机来得大，可以装成旅行式的。

本机各部分的调整方法和上面基本相同，但有几点要注意：

1. 高频管  $T_1$  的电流放大系数要求不小于 50，才有良好的灵敏度，如小于 50，灵敏度就要下降。

2. 推挽输出级用的两只  $\Pi 6$  型三极管的特性，不象上述三管机那样随便，要求较高，一定要基本一致，否则失真就无法解决。激励级  $T_2$  的电流放大系数也应大于 30，才能得到较好的效果。

3.  $T_1$  的集电极电流应调到 0.5—1 毫安， $T_2$  的集电极电流在 1—2 毫安之间，推挽级的集电极电流同三管机一样。有时为了需要，上述各集电极电流可以稍有些出入。

# 第五章 半导体超外差式收音机制作

## 一、简易两管来复超外差式收音机

一架超外差式收音机，是由变频、中放、检波、低放、功率输出等几个部分组成的，它比前面介绍的几种收音机灵敏度高，选择性好，收程远。但是它的电路比较复杂，使用的三极管与其他元件也比较多一些，比前面的增加了变频和中放部分。

现在先介绍一架简易的两管来复超外差式收音机，电路见图5-1。由于采用来复电路，一管多用，所以虽说两管机，实际上起了三管机的作用，它具备了超外差式收音机应该具备的变频、中放、检波、低放等条件。

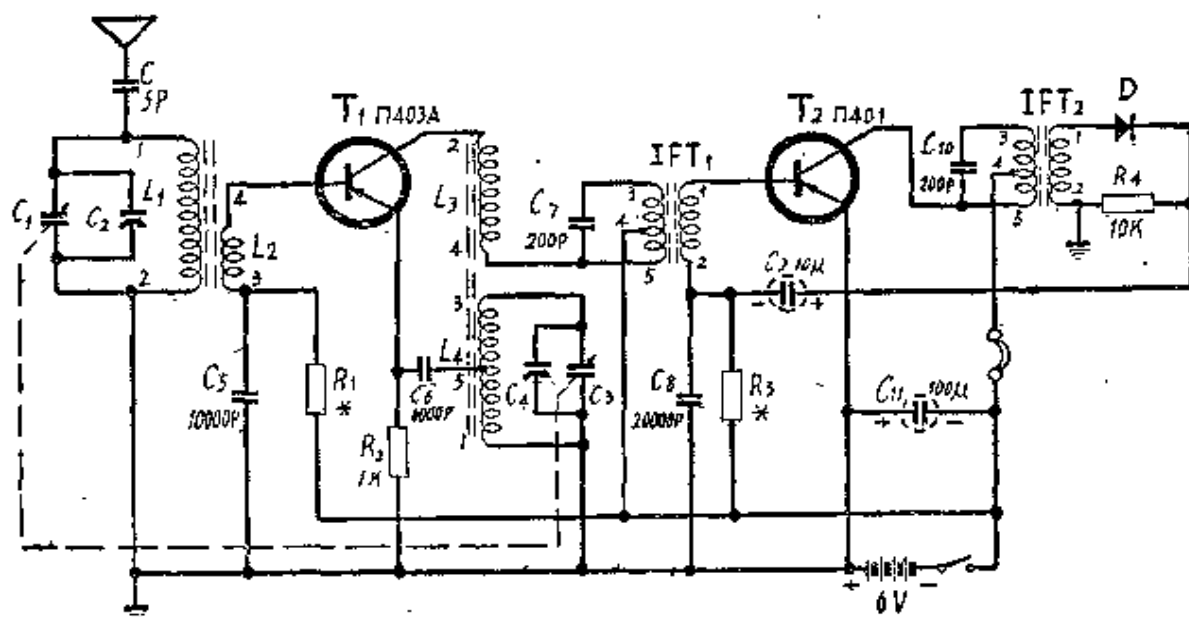


图 5-1

## 工作原理

$T_1$  是扩散型高频三极管接成典型的共基极调发射极反馈振荡电路。 $L_3$  是反馈线圈,  $L_4$  是振荡部分的调谐线圈。 $L_1$ 、 $L_2$  是调谐输入回路线圈, 电台信号电压由  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $L_1$  组成的回路选择后, 感应到  $L_2$  送到  $T_1$  的基极。同时由  $C_3$ 、 $C_4$ 、 $L_4$  组成回路产生的本地振荡频率, 也由  $L_2$  加到  $T_1$  的基极, 利用  $T_1$  输入特性的非线性特点而进行混频, 就得 465 KC 的中频信号, 经过第一中频变压器  $IFT_1$  交连, 而输入  $T_2$  的基极, 先由  $T_2$  作中频放大, 依靠第二中频变压器  $IFT_2$  的交连, 送到两极管  $D$  进行检波。 $R_4$  是检波器的负载, 检波所得的音频电压, 通过大容量电解电容器  $C_9$  重新送回到  $T_2$  的基极, 这时  $T_2$  又担任低频放大, 经放大后的低频, 不受  $IFT_2$  的影响, 无阻碍地送入耳机发声。

## 元件的选用和制作

所用元件都在电路图上注明了,  $L_1$  和  $L_2$  绕在直径 10 毫米、长 140 毫米的磁棒上, 开始绕以前, 先做两个能在棒上移动的纸筒, 一个长一些, 一个短一些。 $L_1$  用 7 股以上的绞合线在长纸筒上绕 70 圈,  $L_2$  在短纸筒上用同样的线绕 7 圈, 如图 5—2 所示。

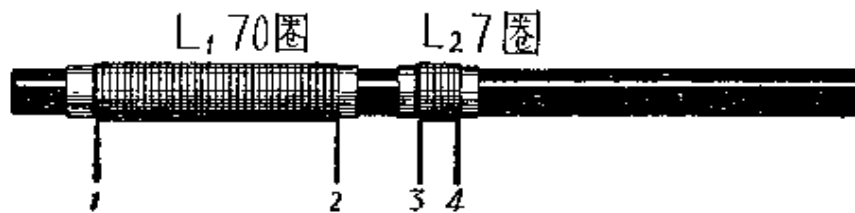


图 5—2

振荡线圈和中频变压器, 是采用上海出品的, 一套共四只, 它的形状是方的, 如图 5—3, 根据顶上塑料圈的颜色来辨别, 其中一只顶上



图 5-3

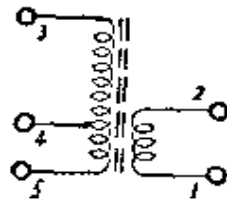


图 5-4

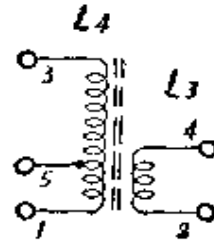


图 5-5

塑料圈是灰色的,就是本地振荡线圈  $L_3L_4$ ,其余三只是中频变压器,顶上塑料圈红色的一只和白色的一只构造完全相同,另一只绿色塑料圈的,是供第二级中放与检波级用的;它的次级圈数稍多几圈。本机仅用两只,一只红或白色的作第一中频变压器  $IFT_1$ ,绿色的作第二中频变压器  $IFT_2$ ,使用时不要弄错。三只中频变压器的引线接法相同,如图 5-4 所示。这种中频变压器内部不带电容器,每只应外加一只 200 微微法的电容器  $C_7$  和  $C_{10}$ 。振荡线圈接法见图 5-5,不能接错,否则就起不振荡。

$C_1$  和  $C_3$  是双连同轴可变电容器,采用上海复旦厂出品的超小型的,两连容量不等,片数多的一连容量约为 10—210 微微法,用作输入回路  $C_1$ ;片数少的一连,容量约为 9—110 微微法,供本地振荡回路  $C_3$  用。 $C_2$  和  $C_4$  是附在小双连上的半调补偿电容器,容量很小。

$C_6$  是分隔直流电的交连电容器, $C_5$ 、 $C_8$  为旁路电容器,自 10000—50000 微微法都可以用, $C_9$  有时大至 20 微法。 $R_2$  是用来加强三极管稳定性的发射极电阻,它的阻值 1 千欧,也可以用 2 千欧的。 $R_1$  及  $R_3$  是  $T_1$  和  $T_2$  的基极偏流电阻,数值由调整后决定。

变频管  $T_1$  要求用截止频率较高的高频三极管来担任,一般在 10

兆赫以上。如  $\Pi 401-403A$  或  $ZK306-309$  各型都可用，其中以  $ZK308, 309, \Pi 403A$  截止频率较高，非但适用于中波，并能装置有短波的外差式收音机。

中频放大管  $T_2$  工作在  $465KC$  的固定频率，因此要求不高，如  $\Pi 6\Gamma$  等截止频率在 1 兆赫以上的即可以应用，如用高频管  $\Pi 401$  或  $ZK306$  等来担任，效果更会好些。

担任检波的两极管，可用任何型号的。电用 6 伏。

### 装配与调整

外差式电路较复杂，为便于纠正电路错路，与调换电阻、电容器等起见，最好先在实验板上试装，经过调整，认为满意后再正式装在底板上。在装配以前，应该检查一下所有元件是否齐全，数值是否正确，质量是否合乎要求，电阻电容器等元件，除已具有图上注明的数值外，最好再备些不同数值的，有条件的话，高频管也能多备一只，必要时可以调换试用，以求得良好成绩。然后根据电路在实验板上试装。如果经验不足，可以先将  $L_2$  直接接到第二级  $T_2$  的基极上，装成一只来复式高放

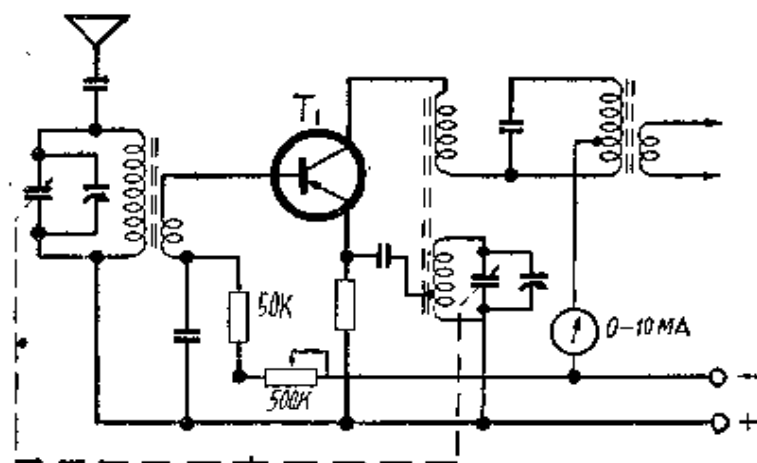


图 5—6

检波兼低放的单管机，调整  $R_3$  的阻值，这时就能很响地收听本地电台播音，这级以后就不再调整了。成功后再按图装置变频级，要求焊接无误，接线可靠。两只中频变压器的隔离罩要

妥善接地。

如果全机一次装配作统一调整，那么首先调整变频级。用 500 千欧的电位器调在最大阻值，串接一只 50 千欧的保护电阻，替代  $R_1$  接入电路，如图 5—6。在集电极回路里串接一只 1 毫安直流电流表， $T_2$  应拔去，核对电路后接通电源，自大而小缓缓地改变电位器的阻值，使电流表的读数在 0.5 毫安左右就固定下来，测量一下电位器与保护电阻的串联总阻，换上同阻值的固定电阻。这时应再检查一下振荡器是否起振，检查的方法是把万用电表调到测量直流电压的最低一档，接在  $R_2$  的两端，测量它的直流电压读数，再用螺丝刀将  $C_3$  的动定片短路，电压表的读数应该变小些，这是本地振荡起振的表示。如果电压表不起变化，说明本机不起振荡，原因可能是  $L_3$  的 2、4 端接反了，可以调过来再试。有时  $C_6$  的容量嫌小，也不起振荡，必要时可以改变  $C_6$  的容量，它的范围一般在 5000—20000 微微法之间，再有可能是线路不对，可变电容器短路或  $T_1$  不符合要求的缘故。

接着就调整  $T_2$  了。将电位器与保护电阻代替  $R_3$ ，和电流表一起接入电路(如图 5—7)，由大而小地改变电位器的阻值，使  $T_2$  的集电极电流在 1 毫安左右，测量电位器与保护电阻的总阻值，就得  $R_3$  的阻值，换上同阻值的电阻。这时，转动双连可变电容器，应该能够听到本地强力电台播

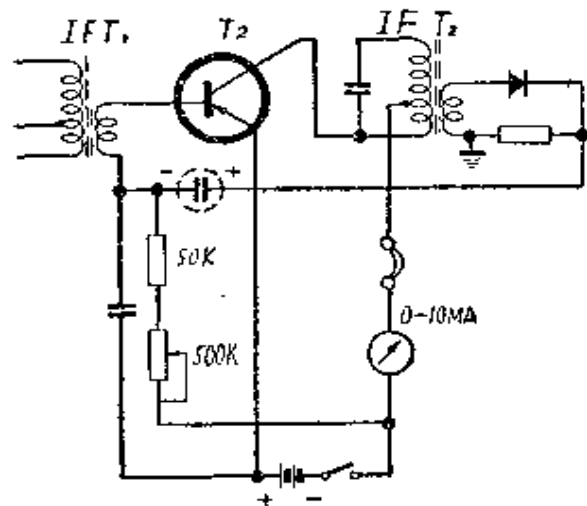


图 5—7

音。假使声音很轻,可接上天线,增强音量,便于调整。

下一步应当调整中频变压器了。在没有振荡器与电子管电压表的情况下,最简单的办法是先把双连可变电容器旋到波段中间的一段(900KC左右),收听一个电台播音。先校正第二中频变压器 IFT<sub>2</sub> 顶上的磁芯,动作要慢而轻,以免弄断磁芯,只要稍微转动一点点,中频变压器就有很大影响,这样直到耳机中音量最响为止。以后再调 IFT<sub>1</sub>,使耳机中的音量更响些。

其次调整一下本地振荡与输入信号的同步跟踪,从上海地区来说,先把双连可变电容器转出约 10°—20°,微微转动本地振荡回路线圈的磁芯,使能收到 640KC 中央人民广播电台第二套节目播音,移动 L<sub>1</sub> 在磁棒上的位置,移到音量最响的一点就固定下来,再将双连可变电容器旋出约 150°左右,慢慢转动补偿半可变电容器 C<sub>4</sub>,使能收到 1210KC 的上海人民广播电台的播音,也调到最响的一点。这样反复几次,同时将 C<sub>2</sub> 也稍稍转动,帮助调整,基本上达到同步跟踪。初步调好后,去掉天线再调几次,务使波段复盖完整,耳机中音量最响为止。

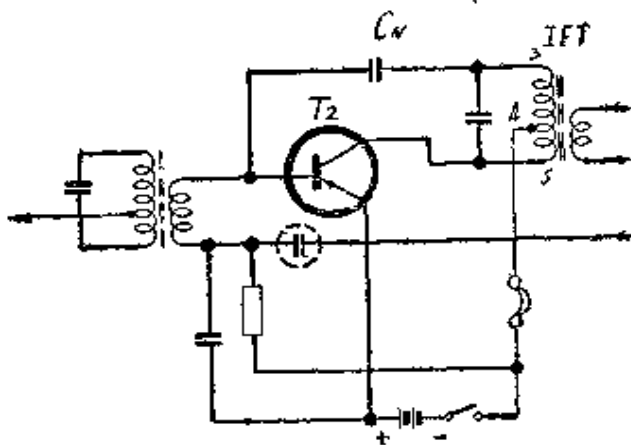


图 5—8

在调整过程中,如有啸叫声发生,可能是中放级产生自激振荡,只要在中放管 T<sub>2</sub> 的基极和中频变压器 IFT<sub>2</sub> 的 3 端上加接一只容量很小的中和电容器 C<sub>N</sub>,如图 5—8,加以中和。这只中和电容器的容量一般为几微微法到几十微微法,

根据实际调整来决定。调整的方法通常是用一只半调可变电容器替代  $C_3$  接入电路,接收一个电台播音,增减半调可变电容器的容量,使啸叫声消失,测出半调可变电容器的容量,然后换入固定电容器。但是,这个办法不是每一个少年无线电爱好者都能做到的,这里介绍一种简单的办法,自制一个微调电容器,用长约 20 毫米、绝缘良好的塑料接线一段,另用 36 号漆包线,一端留出一个线头后,固定在塑料接线的外层,紧密而齐整地在绝缘层外绕 30 圈左右,如图 5-9。绕好后把塑料接线的一头焊在  $T_2$  的基极上,漆包线的一头焊在  $IFT_2$  的 3 端,接上电源再试听,若仍有叫声,把漆包线拉掉几圈,使电容量渐渐减小,直到叫声消失为止,再固定好,剪去漆包线与塑料接线的多余部分,调整  $C_3$  的手续就完成了。这种自制的电容器也适用于再生式或来复式电路中作调整再生力强弱之用。

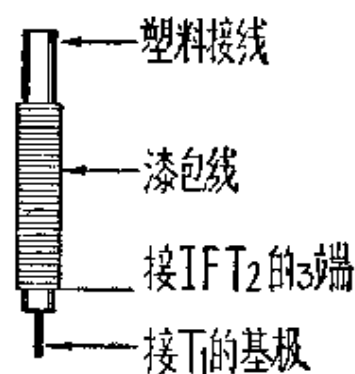


图 5-9

有时情况恰与上述相反,本地振荡过强的现象表现在接收频率较高的电台时有沙沙杂声出现。这时应适当加大  $R_1$  的阻值,降低  $T_1$  的工作点,就可以解决。但  $T_1$  的工作点不能低于 0.3 毫安,否则电池使用日久,电压低落时又要引起不振荡了。

有时也有振荡不均匀的现象,就是接收频率高端的电台时振荡很强,可能发生啸叫声;而在频率低端又很弱。补救的办法是改变交连电容器  $C_6$  的容量,可以用几只不同容量的电容器(5000—20000 微微法)交换试试,可以解决。

本机不接室外天线,仅用机内磁性天线,在接近电台地区,能收听



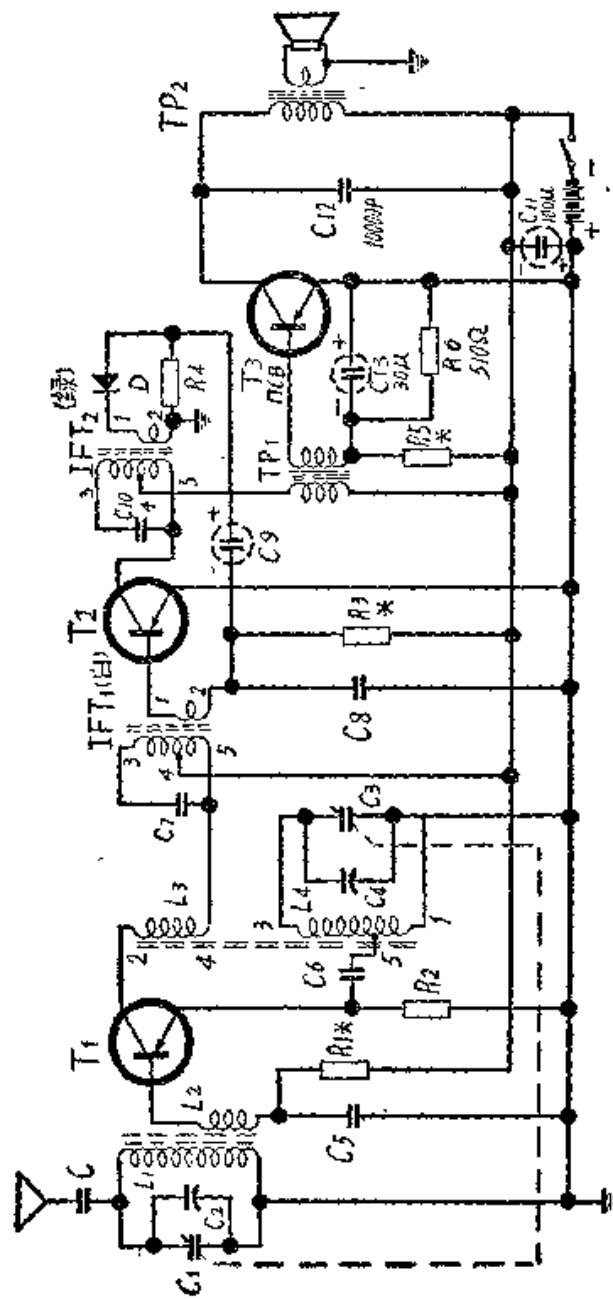


图 5-10

本地电台的播音。若用外接天线的话,收程较远,可以收听外地广播电台的播音,各台分隔也很清楚。

## 二、三管来复超外差式收音机

经过第一架简易来复超外差式两管机的试装,对外差式电路和调整初步熟悉了。本机在图 5—1 电路的后面,再加一级变压器耦合的低频放大输出,就成三管机了。电路如图 5—10 所示。多了一级低频放大,可以在扬声器中放出电台的播音。

本机电路前面高频部分,在上面介绍过了,后面低放部分也在第四章介绍过了,如果是续装的话,只需调整  $T_3$ ,它的集电极电流在 8—10 毫安左右。调整方法与前面介绍的一样,所以不再重复了。所用元件如下:

$L_1L_2$  磁性天线同两管来复超外差式收音机

$L_3L_4$  振荡线圈

$I\text{FT}_1I\text{FT}_2$  中频变压器

C 5P 瓷介固定电容器

$C_1C_3$  复旦厂出品小双连可变电容器

$C_2C_4$  补偿电容器

$C_5C_{12}$  10000P 固定电容器

$C_6$  6000P 固定电容器

$C_7C_{10}$  200P 固定电容器

$C_8$  20000P 固定电容器

$C_9$  10 $\mu$  耐压 6V 小型电解电容器

$C_{11}$  100 $\mu$  耐压 6V 小型电解电容器

$C_{13}$  30 $\mu$  小型电解电容器

$R_1R_3R_5$  调整后决定

$R_2$  1K 固定电阻

$R_4$  10K 固定电阻

$R_6$  510 $\Omega$  固定电阻

TP<sub>1</sub> 输入变压器

TP<sub>2</sub> 输出变压器

T<sub>1</sub>T<sub>2</sub> П401—П403 和 ZK306 等高频三极管

T<sub>3</sub> П6B 低频三极管

D Ⅱ型两极管

电池 6V

2.5 吋永磁动圈式扬声器

### 三、四管超外差式收音机

这里介绍两种四管超外差式收音机,第一种仍为来复式,电路如图 5—11 所示,它是在图 5—1 电路接耳机的地位再加一级推挽输出构成的。推挽输出的两只三极管用 П6B 的,要求不高,只要两管集电极电流相差不大即可应用。本机前半部分的装置与调整方法已在本章第一节里介绍过了,后面推挽部分的调整方法,在第四章里也讲过了,所以不再重复,请你们根据前面讲的方法自行调整吧!

第二种不是来复式的,电路见图 5—12。本机电路中有自动音量控制,T<sub>1</sub> 是变频级,T<sub>2</sub> 是中放级,经放大后的中频信号送至两极管 D

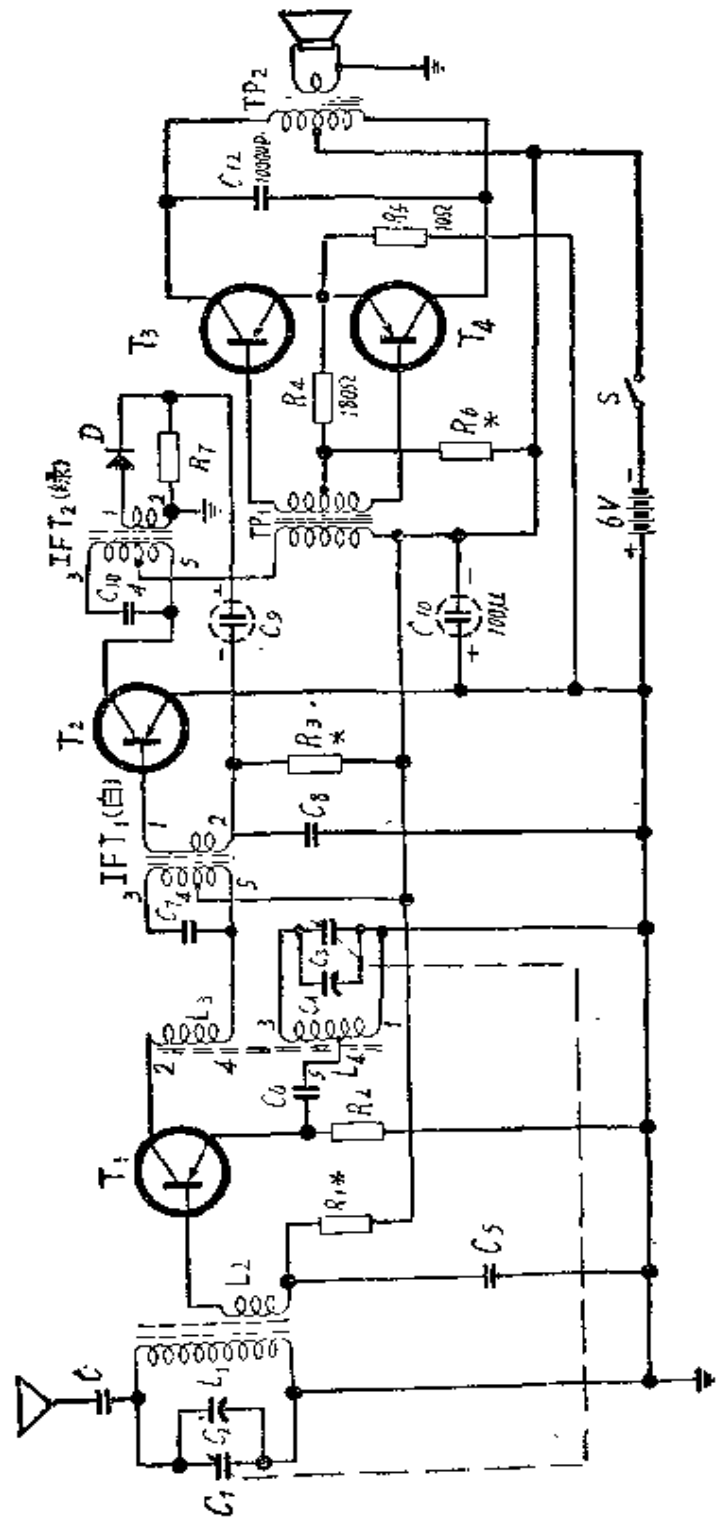


图 5-11

进行检波，检波后的电流，一部分经过  $C_{10}$ 、 $R_4$ 、 $C_{11}$ 、 $R_5$  滤去交流成分，然后加到中放管  $T_2$  的基极，用来控制这一级的直流工作点。当电台信号增强时，检波后的直流电流也随着增强，而相反，使中放级基极偏流减小，增益减低，起到自动音量控制作用。 $C_{10}$ 、 $R_4$ 、 $C_{11}$  再有一个作用，组成滤波器，减少检波级失真及中频反馈。检波后另一路电流，经大容量电解电容器  $C_{12}$  送到  $T_3$  的基极，作为末级前低频放大，再由  $T_4$  作功率输出。

### 调整方法

先调各三极管集电极电流， $T_4$  在 8—10 毫安或更大些，由失真的情况而决定。依次是  $T_3$ ，集电极电流在 1—2 毫安。 $T_2$  在 0.8 毫安左右，最大不宜超过 1 毫安，宁可低些的好。 $T_1$  的集电极电流在 0.5 毫安左右或更小些。

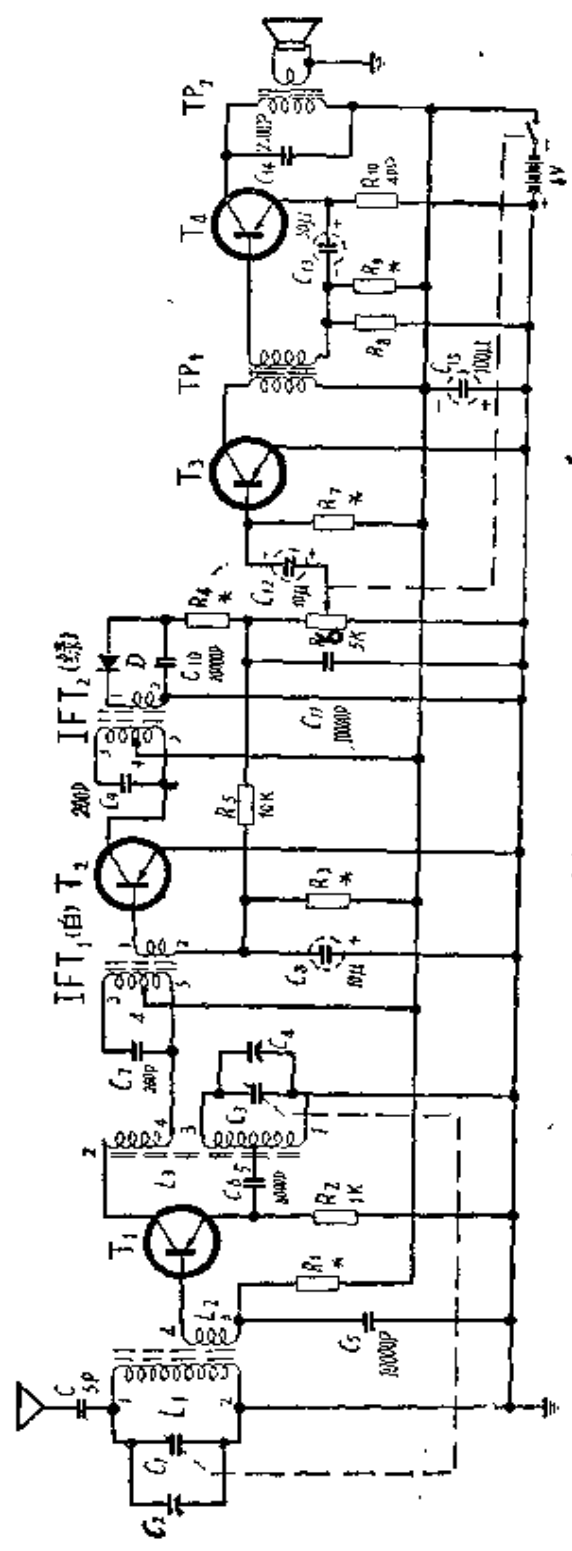


图 5-12

以上两种超外差式收音机，从扬声器中放出的音量，足供一个普通房间里的人收听。

#### 四、五管超外差式收音机

一般半导体超外差式收音机，都是采用两级中频放大，因为中频信号经过两级放大后，增益比较高，这样不但提高收音机的灵敏度与选择性，并且为检波级输入足够的功率，保证检波后能够得到失真很小的音频信号。本机是在图 5—12 的基础上，再加一级中频放大接成的五管机，电路见图 5—13。

前面装置外差式电路时，一套中频变压器只用了两只中频变压器和一只振荡线圈，还有一只中频变压器剩余，现在完全用上了。IFT<sub>1</sub> 是顶上白的，IFT<sub>2</sub> 是红的，IFT<sub>3</sub> 是绿的，T<sub>2</sub> 和 T<sub>3</sub> 最好用高频三极管 П401，假使用中频管 П6Г 也可。

调整各级集电极电流基本与图 5—12 相同，T<sub>1</sub> 在 0.5 毫安左右；

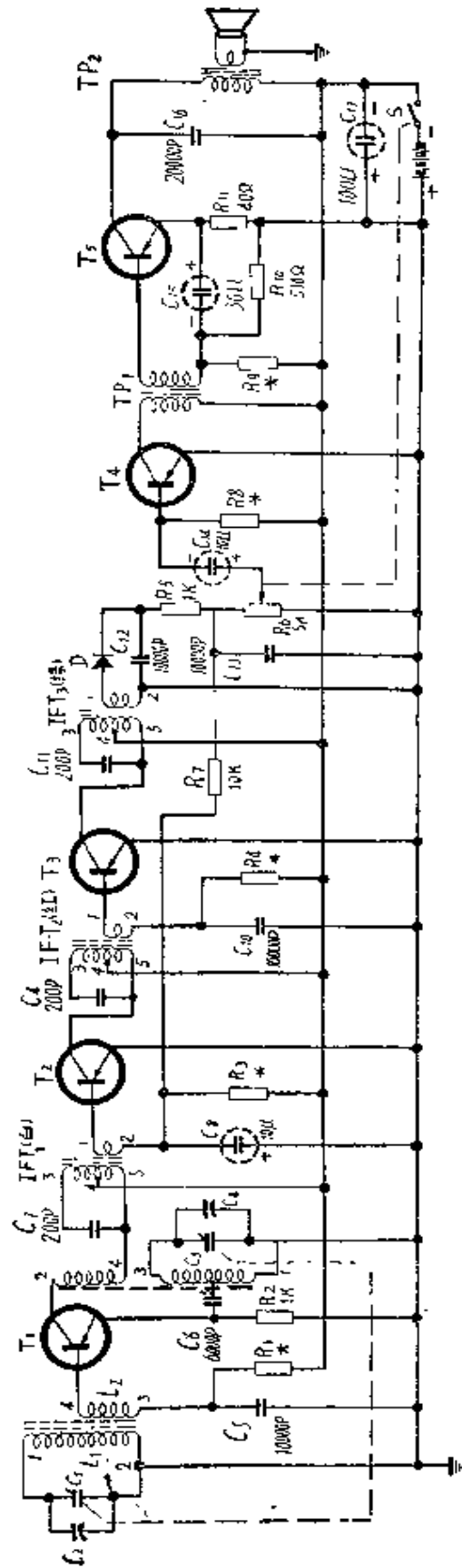


图 5—13

$T_2$  在 0.8 毫安左右, 最大不超过 1 毫安;  $T_3$  在 1 毫安左右, 最大不宜超过 1.2 毫安;  $T_4$  在 1—2 毫安之间;  $T_5$  是功率级, 要求输出大些, 因此集电极电流调在 8—10 毫安, 如果扬声器中的声音不失真的话, 可以调得更大些, 这样, 扬声器中音量更响些, 但耗电要相应增加, 由自己选择决定。

### 五、六管超外差式收音机

标准的超外差式收音机为六管机, 只要在图 5—13 的基础上, 再增加一只  $\Pi 6B$ , 接成推挽输出, 就成六管超外差式收音机了。本机包括一级变频、二级中放、一级检波、一级低放、一级推挽输出, 因此增益较大, 有足够音量, 可供家庭或旅行之用。电路见图 5—14。

$T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$  的集电极电流与上节相同,  $T_4$  可以调得大些, 约在 2—3 毫安之间, 推挽级在无信号时电流调到 5 毫安以下 (如果两只三

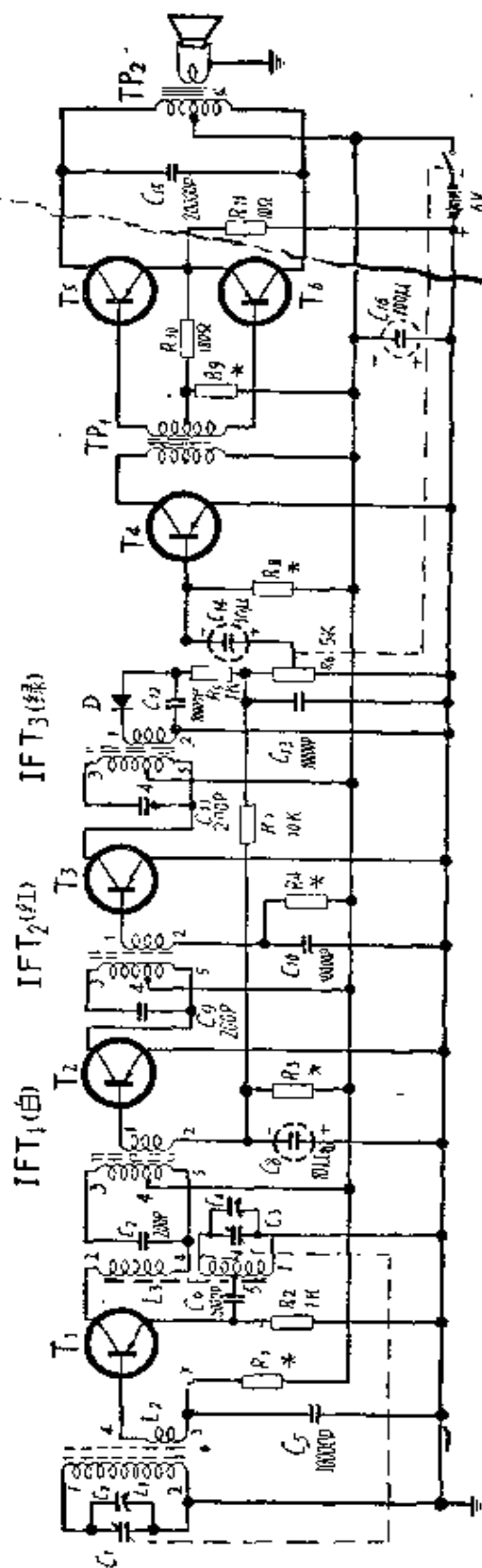


图 5—14

极管不好,或两管参数对称不一致时就不能调得很小,否则失真的情况很严重),最大信号时在 30—50 毫安之间。本机的正常总电流消耗,最小信号时为 10—15 毫安,最大信号时 40—50 毫安。

本机的调整与装置方法与前面讲的基本相同,为了使它的体积缩

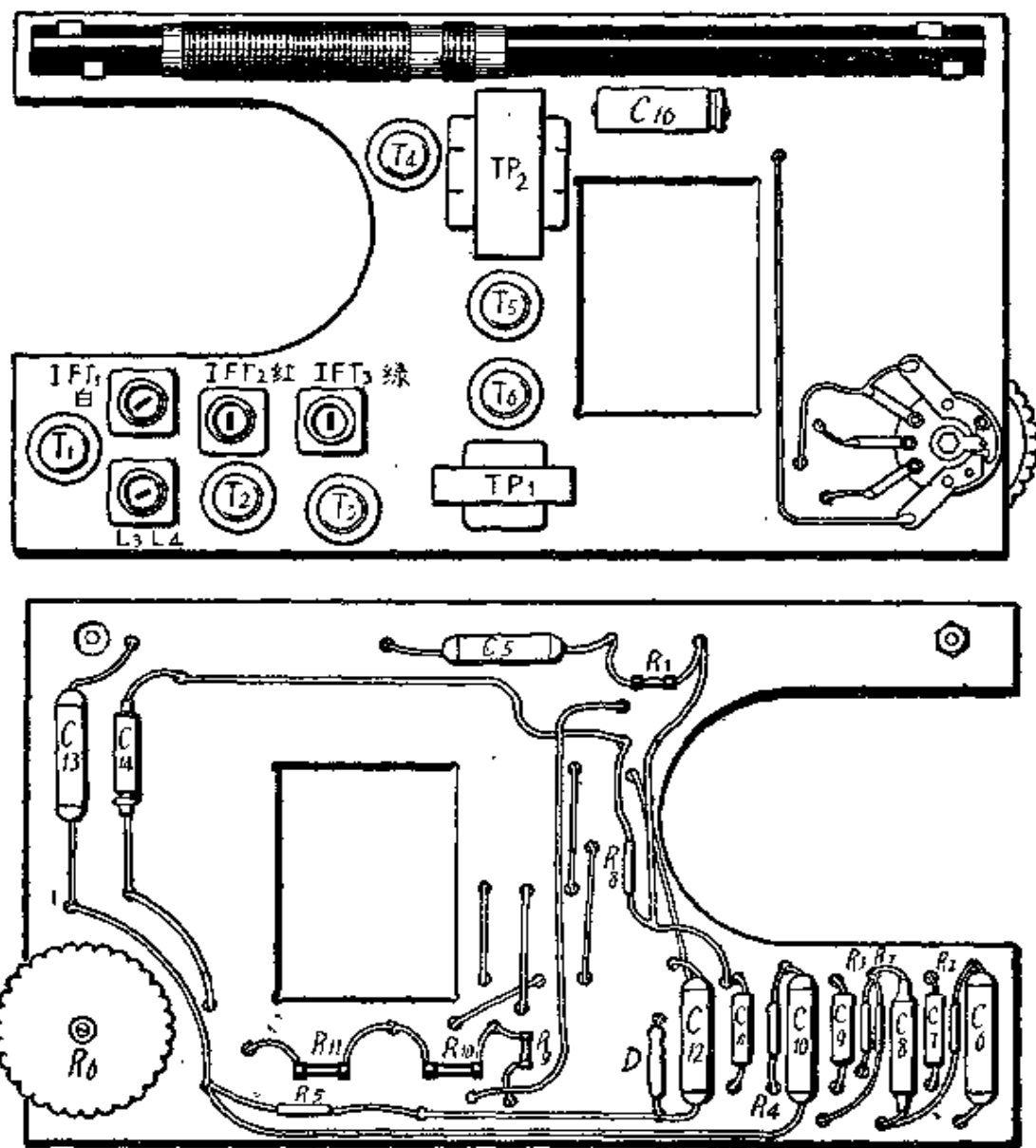


图 5-15



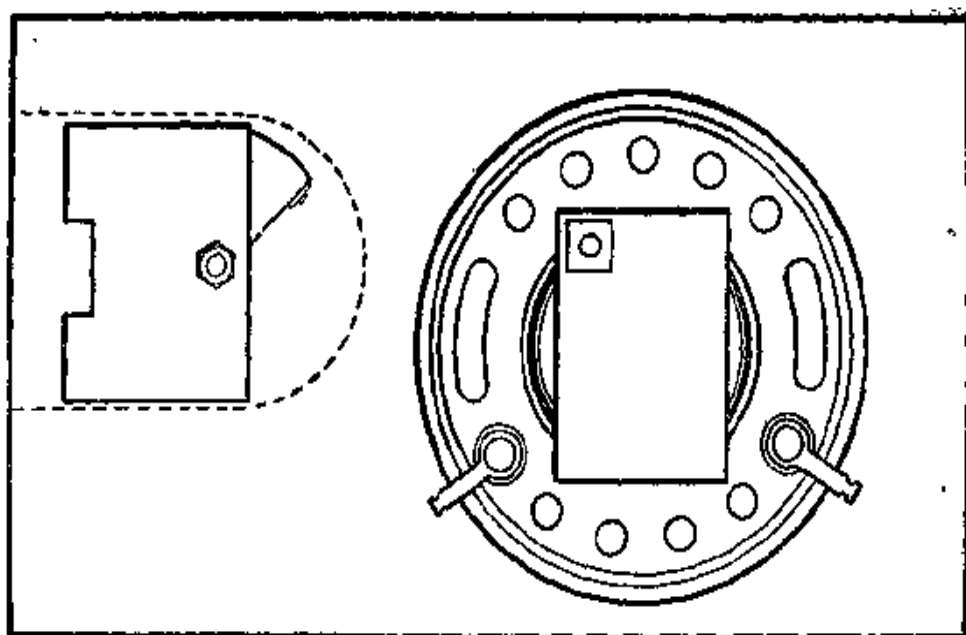


图 5-15 (續)

小,这里介绍一种元件排列图,见图 5-15。所用电容器与电阻完全是小型的。

关于超外差式收音机就写到这里,当然还有七管、八管……希望少年无线电爱好者们在这个基础上,再进一步地进行研究吧!

## 六、实验板

少年无线电爱好者总是经常不断地把一个电路改装成另一个电路,不断地实验,不断地提高自己的知识和制作技能。

从前面我们已经知道,由于半导体三极管的性能差别较大,即使同类型的三极管,性能也不同,相应的元件也要随之改变,因此装置半导体收音机时,调整与拆装的手续较多,特别是各个电容器与电阻,这样非但浪费时间,而且有的元件经过多次拆装以后,很容易损坏,以半导体三极管最为显著。为了节约时间,避免不必要的损失,建议大家做一

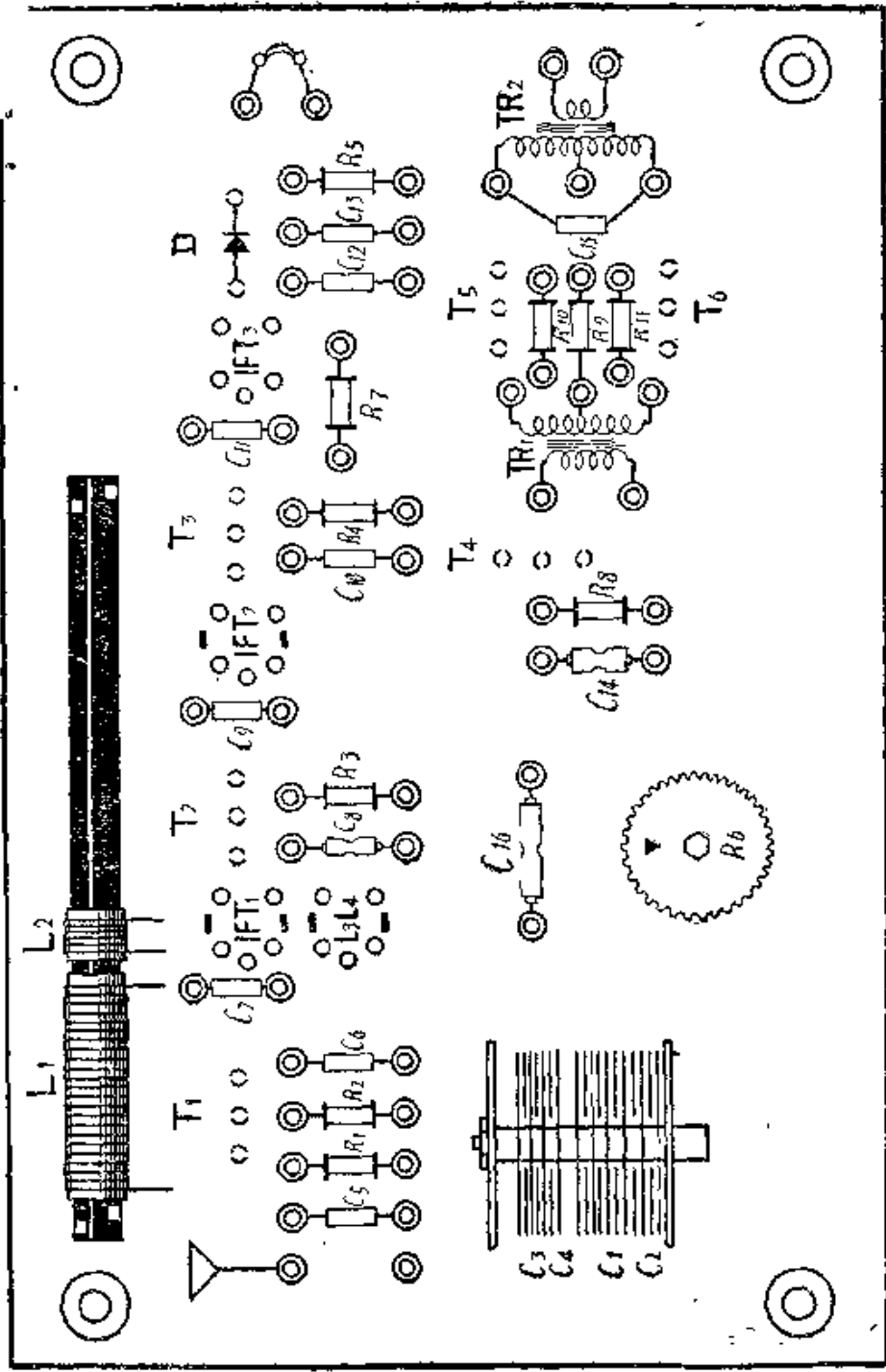


图 5-16

块实验板，有其实际价值。

找一块绝缘较好又很平整的层压板或胶木板，尺寸是  $150 \times 240 \times 2$  毫米（假使能大一些则更好，使地位更宽敞些，不会因元件之间太近而发生短路），四角装上 4 只橡皮垫圈，既把板垫高，又可防止震动。用较小的空心铆钉 150 只，参考图 5—16，在有  $\odot$  的记号处钻好适当洞孔，装上空心铆钉，用热烙铁压在铆钉上，待一两分钟后微微用力一压，就紧密地装在孔里了。有  $\circ$  记号处也钻好孔，将来装中频变压器用。有  $( )$  记号处是三极管的插座，是用小脚电子管座上的脚做的。板上画好符号，应该焊接的就焊好。有多余的可变电容器与电位器，就固定在板上，不是特殊需要不必拆下。电池用大型的比较经济，如地位不够，把它们焊接起来扎好，放在板外，每节电池上都分出一个接头，电压要高要低就可根据需要来接线。

在实验某一电路时，只要把元件按符号插入空心铆钉内，并用不同颜色的接线连接起来，检查无误后即可试听。当你要调换基极偏流电阻或电容器时，先拆下一脚电源线，再将原来的拆下的，可以多次调换，十分方便。如要修改线路，加装元件或全部拆卸，需几分钟时间即可完成。所以有了这块实验板，既保护元件，节省时间，又提高了装置兴趣，为进行研究提供了有利条件。

有了这块实验板，本书所介绍的各种收音机，都能在板上装置起来（装置前面四章的收音机时，本地振荡和中频放大部分不用，只用后面部分）。

当在不用的时候，应把这块实验板严密地用纸包裹起来，不要暴露在空气里，免得日久后铆钉等发黑生锈，影响使用效果。