

毛主席语录

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，解放思想。

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

目 录

检查电源正负极的仪器	(1)
自制耳机	(5)
制作简易的三用表	(11)
简单信号发生器的制作	(15)
修理收音机的助手	(22)
电子节拍器	(28)
简易音频振荡器	(31)
来复再生式单管机的制作	(35)
业余多用电源	(41)
简易半导体收音、扩音、对讲三用机	(59)
自动起止地震报警器	(69)
单通道遥控收发机介绍	(76)

检查电源正负极的仪器

在检修电子设备的时候，往往需要花很长的时间来辨别供电的情况，确定那一条线是电源正极，那一条线是电源负极。有的同志为便于判别，经常采取用万能表的直流电压档，将两根表笔快速接触电源两极，看表针的摆动方向来达到判别的目的。但这样做，由于表针经常反打，就会使表头磁铁逐渐退磁，时间长了就会慢慢影响灵敏度，弄得不好，还有损坏表头的可能。

这里我们介绍一种判别电源正负极的简单仪器，它能在复杂的电路中帮助我们很快地找到正负极。这个仪器的电路图如图 1。它是由两个小电珠和两个二极管组成的。从图 2 上可以看出，当 A 点接在电源 E 的正极、B 点接在电源 E 的负极时，

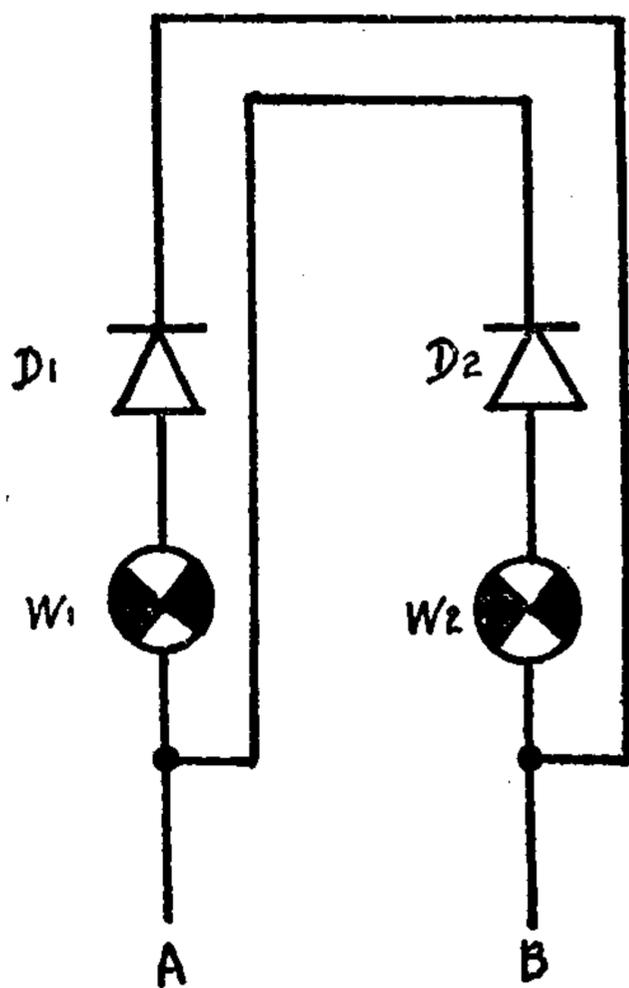


图 1

二极管 D_1 处于正向偏置，所以电源正极就会通过 A 点，经小电珠 W_1 ，二极管 D_1 和 B 点向电源负极放电。于是小电珠 W_1 就发光。而二极管 D_2 处于反向偏置，因此 D_2 和小电珠 W_2 上都没有电流通过。小电珠 W_2 不发光如图 3。

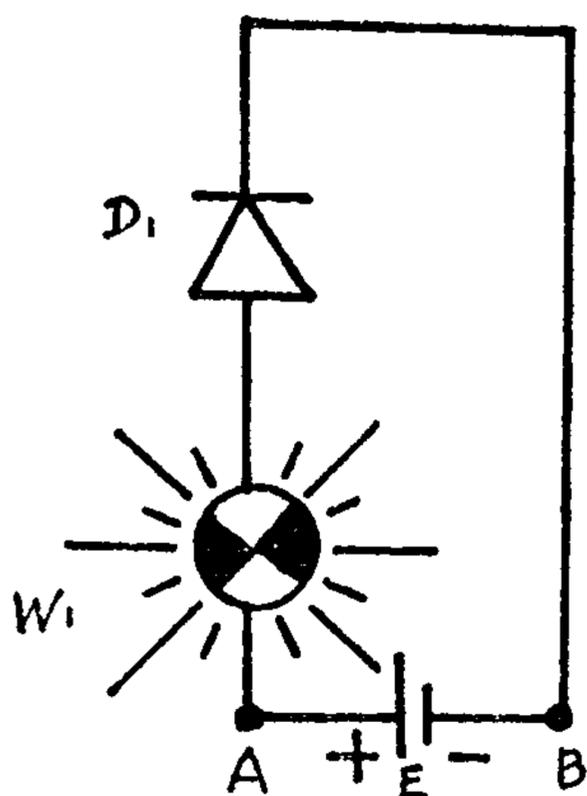


图 2

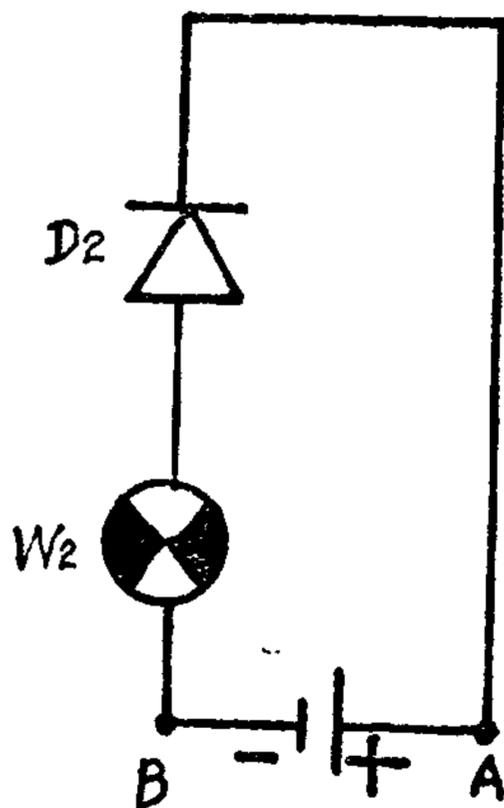


图 3

如果我们把电源二极翻过来接，让 A 点接在电源负极上，B 点接在电源正极上，那么同样的道理你就会发现这时候小电珠 W_1 不发光了，而 W_2 却发光了。从上面所说的情况，我们可以看出，不管 A 点还是 B 点，接到电源上后，哪一边的小电珠发光就说明它所接的是电源的正极。另一端不发光的是电源负极。这样根据小电珠的发光情况就能很方便地确定电源的正负

极了。

这个仪器的做法很简单，找两根胶木管或硬塑料管，管的内径要比小电珠稍大一点，管的长度约为11—12厘米，在距离管的一端30毫米处各开一个小孔，孔的大小要比小电珠小一点。（把小电珠放入管中，从小孔中稍稍伸出来一点为宜）。

把小电珠和二极管及80公分左右长的二条软接线按图1连接好，分别装入两个塑料管内。每一根管的两端，按管的内径大小做两个圆木塞，（用胶木管或塑料管来做也可以），在离小孔近的那个木塞中心钉一个小钉子，并把小钉子和小电珠用导线连接起来，做成一根触针。另一端的木塞中心开一个孔，把两条软接线分别从孔中引出。为了在使用中不把引出线连同里面的二极管，小电珠拉坏，要在木塞的引出孔内侧把引出线打一个结，整个装置如图4。

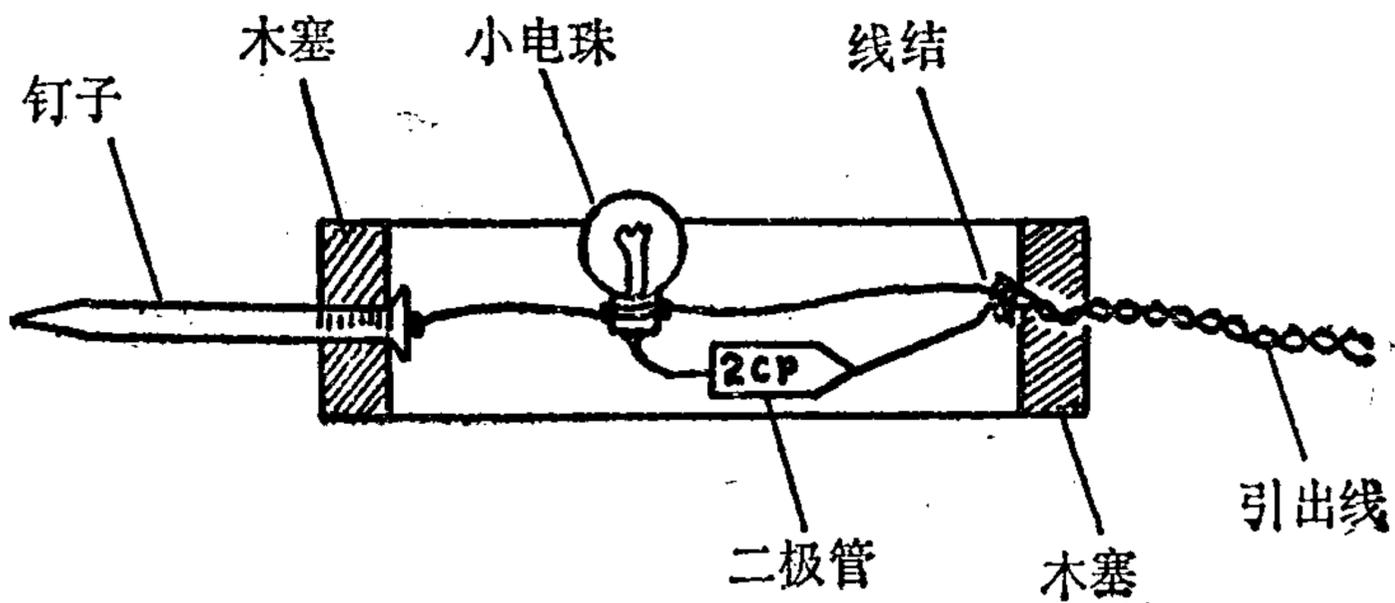


图 4

为了牢固起见，在装置时还要用万能胶或乳胶把小电珠和木塞与塑料管粘牢。装完后的检极器如图5。

电珠可用 6.3V，二极管我们采用手头的 2CP12。

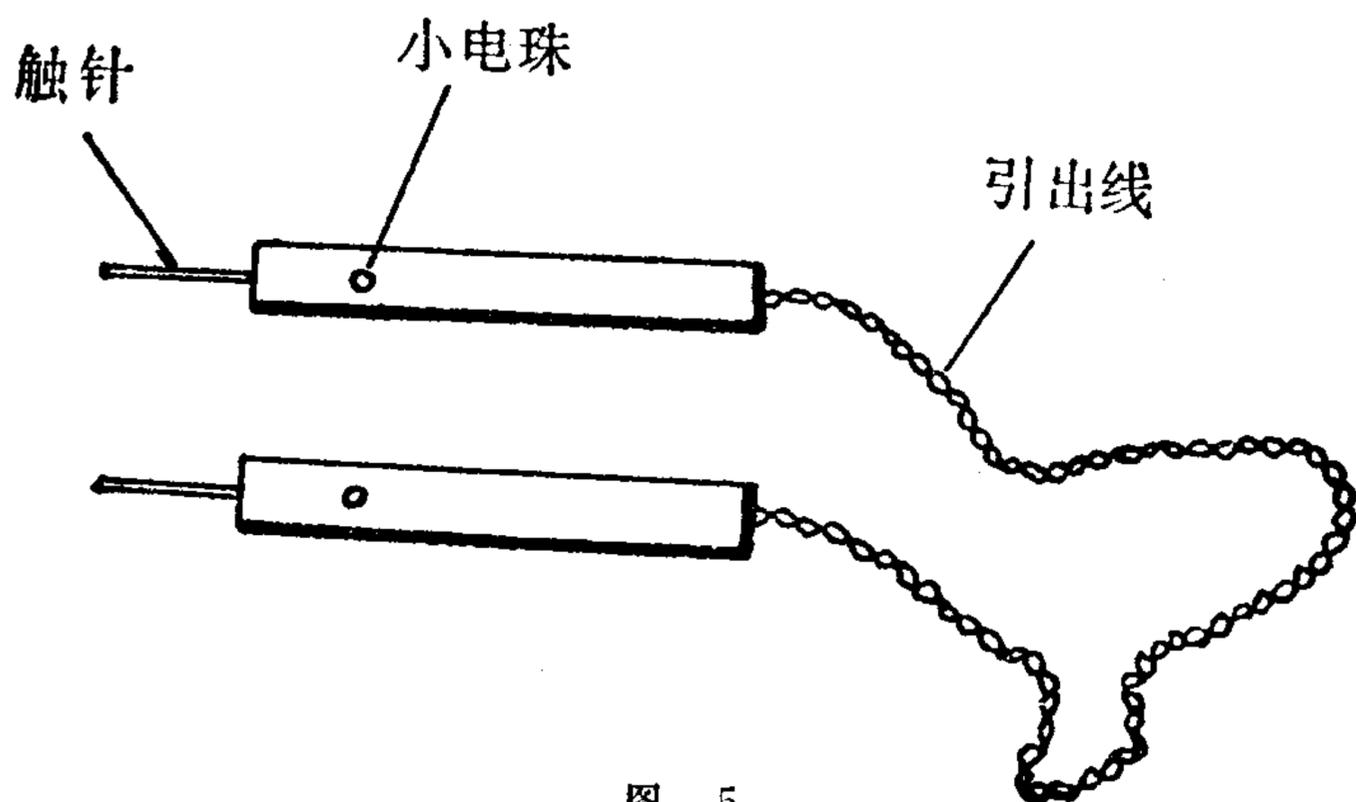


图 5

用其它的二极管也可以，但必须注意二极管的整流电流要大于小电珠的电流，否则二极管会烧坏。这个检极器可在 3 V—8 V 直流电源中使用。

(北京市少年宫科技组)

自制耳机

一、简单的构造和原理

耳机是由磁铁、线圈、振动膜片、外壳和引线几个部分组成的,如图 6 所示。线圈绕在磁铁的两端。市售的耳机一般线圈的直流电阻有 200 欧、800 欧、600 欧、10 欧、8 欧等几种。适用于晶体管收音机的耳机,一般为 300 欧耳塞机,可以直接接在晶体管的集

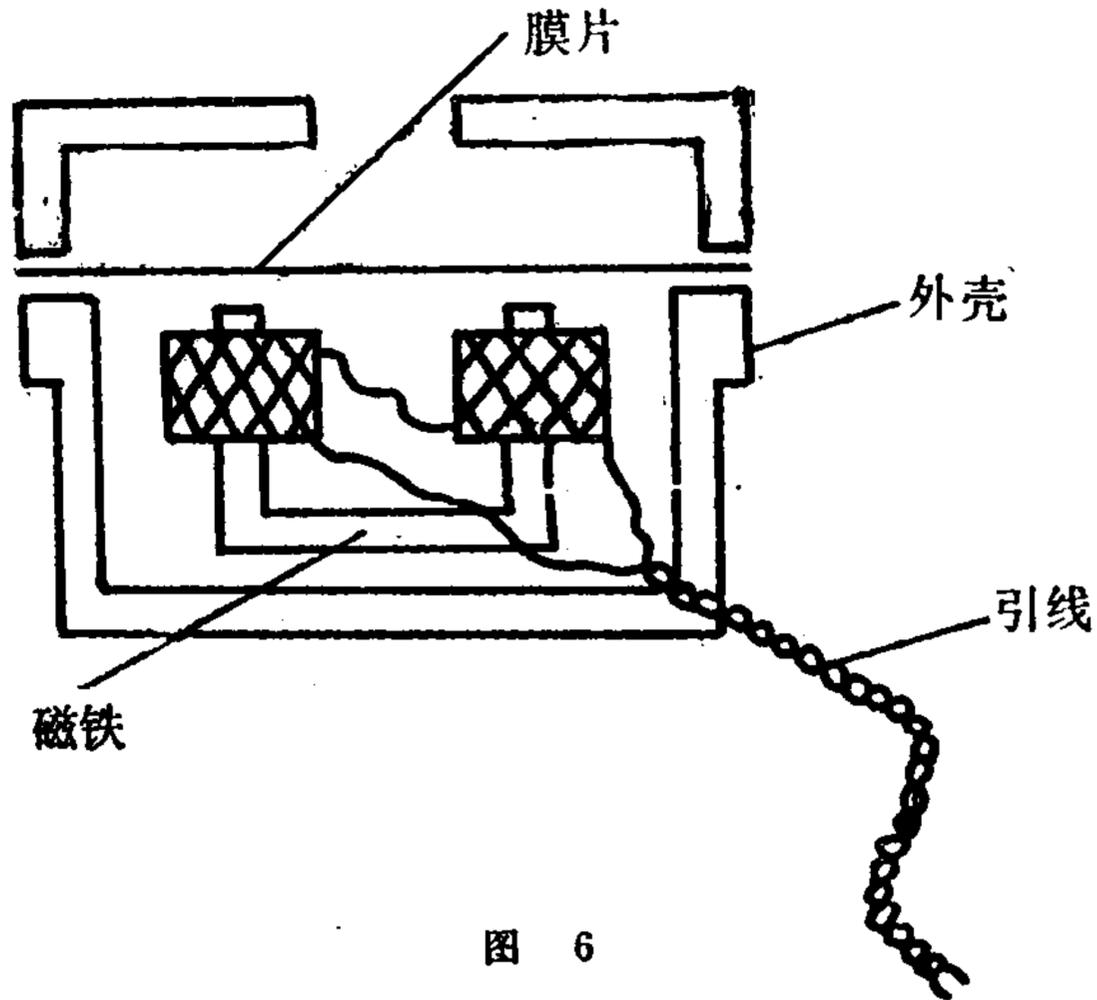


图 6

电极电路中使用，而 8 欧或 10 欧的耳机不能直接接在集电极电路里，需要配适当的输出变压器。

当线圈有电流通过时，会产生磁场。这个磁场的极性和磁铁的极性相同时，对膜片的吸力加强，极性相反时，吸力减弱。当有音频电流通过线圈时，磁场相应的发生变化，吸动膜片，使膜片振动发声。在使用耳机时，要注意正极、负极不要接反。通常耳机的两根引线中，一根是红的(或花色)，另一根是白的，红的表示接正极，白的表示接负极，接反了，当直流电流通过耳机时就会使耳机中的磁铁磁性减退。

磁铁在耳机中的作用，是使膜片被吸处于紧张状态，上下振动时均有一定的幅度。

铁片和磁铁之间要留有间隙，但为了提高灵敏度，间隙应尽量的小。但间隙太小，当大信号通过时，会产生铁片和磁铁相碰而发出沙哑的杂声。什么样的间隙合适，可在膜片上、下各垫一、二个纸圈的方法来调节，使声音最大而又不失真即可。

二、耳机自制方法

1. 材料：直径 40 毫米药瓶盖一个，浆糊瓶盖(直径约 35 毫米)一个，直径 40 毫米圆铁片一块(可用罐头盒做)，废钢锯条一根，塑料软接线两根(分两色，

每色一根), 漆包线直径 0.1 毫米约 100 米, 牙膏纸盒一个(别的薄纸板亦可), 牛皮纸一小张。

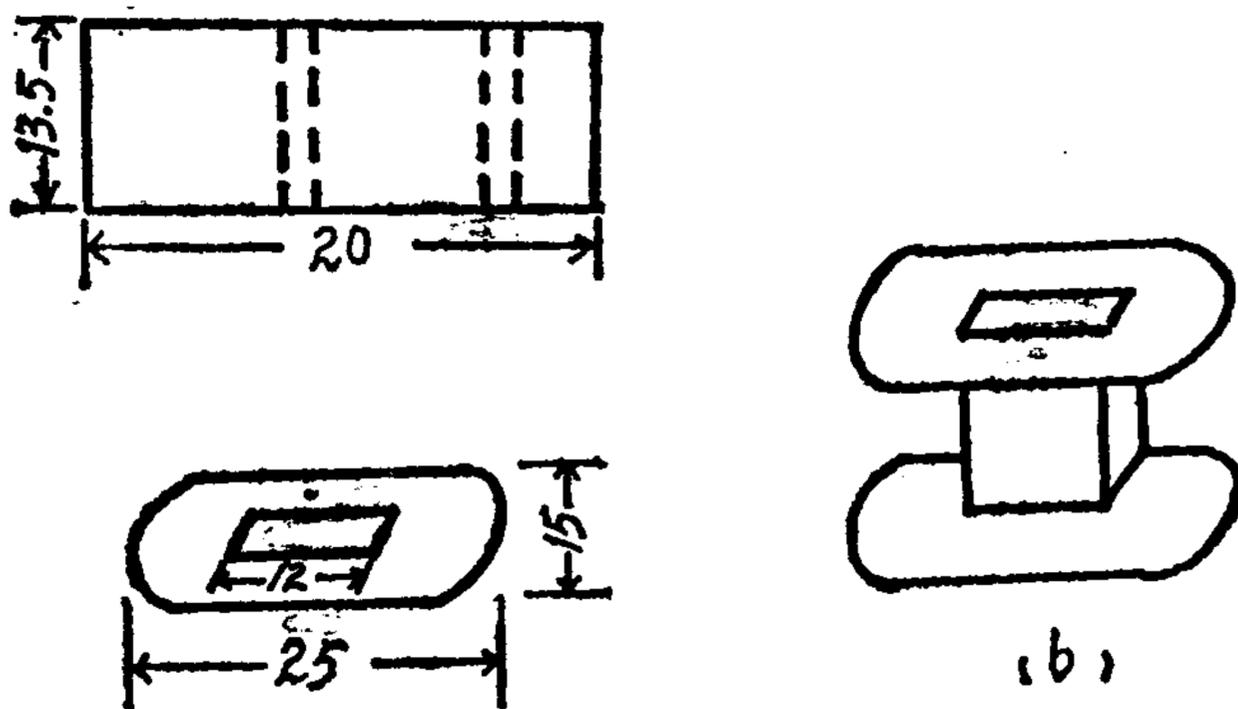
2. 各部件制作方法:

(1)外壳: 将药瓶盖的顶部中心打一直径 10 毫米的圆孔, 然后将瓶盖分为二层锯开。在浆糊瓶盖的侧面打上两个小孔, 作为耳机接线的引出孔, 盖底用乳胶贴上一层牛皮纸。

(2)膜片: 用罐头盒或其它铁片, 剪一直径 40 毫米的圆铁片。

(3)纸垫圈: 用牛皮纸(其它纸亦可), 剪成外径 40 毫米, 内径 34 毫米的纸圈若干个。

(4)线圈支架: 将牙膏纸盒按图 7(a)中的尺寸用剪子剪下来, 然后用乳胶把它象图 7(b)的样子粘



(a)

图 7

(b)

起来，并在两个引线部位打上小孔。这样的支架需要做两个。

(5) 磁铁：用废钢锯条，按图 8(a) 尺寸掰断，并用砂轮磨整齐，然后进行冲磁（充磁机制作和冲磁方法附于后）。钢锯片冲磁后，磁极组合如图 8(b)。

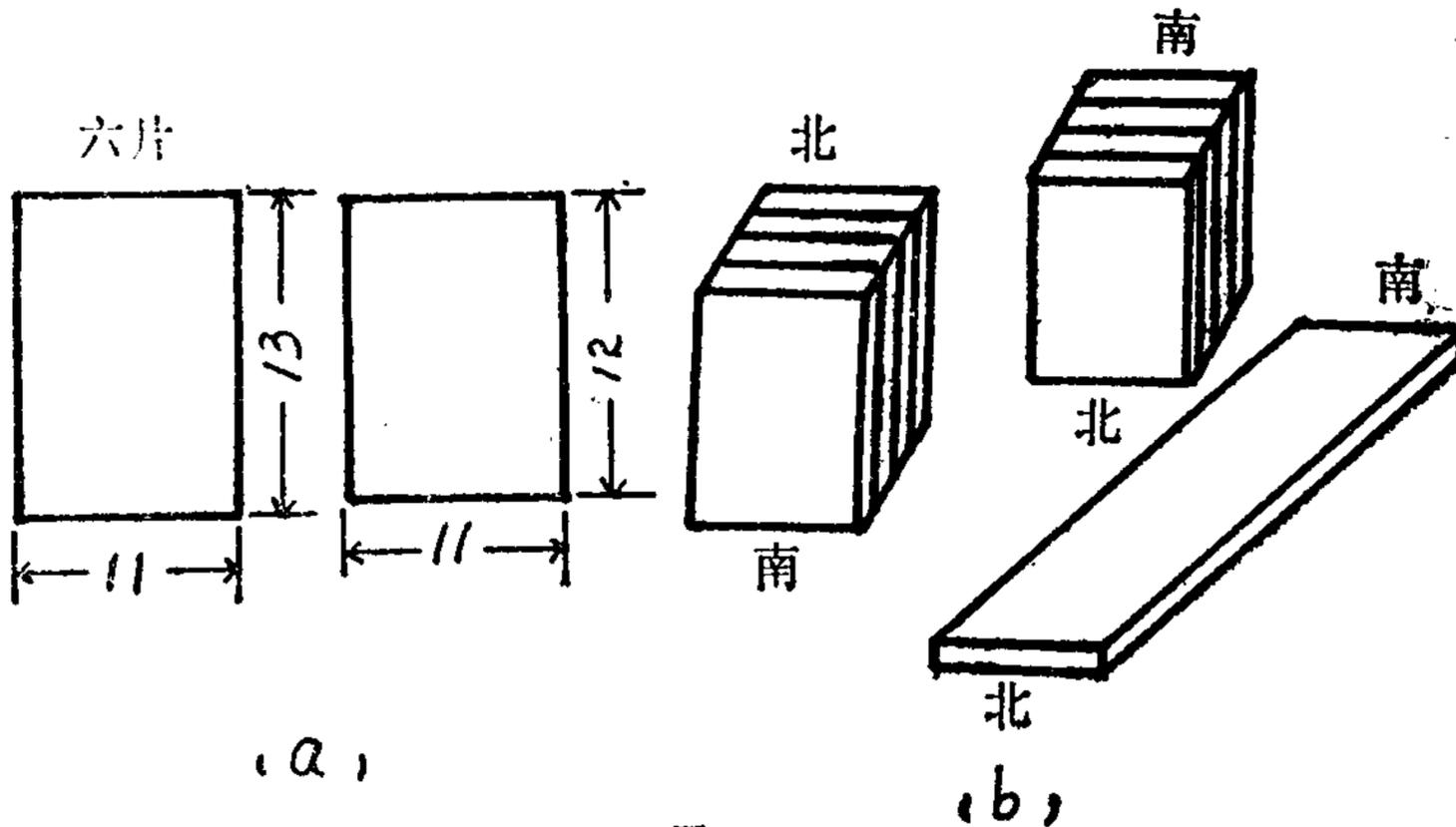


图 8

(6) 绕线包：用直径 0.1 毫米漆包线在每个线圈支架上各绕 1200 圈。（约 50 米）。

3. 各部件组装：

(1) 将两个绕好的线包，按右手定律确定电流产生的磁场极性，注明南北极。将其中一个线包的正极和另一个线包的负极连接起来，然后在线包中插入冲好磁的钢片。注意钢片的磁极必须与线包产生的磁极相同。再接上横头磁片，用牛皮纸和乳胶封贴好。

(2)用乳胶将线包固定在浆糊瓶盖底部。

(3)将药瓶盖上锯下来的圆圈，用乳胶粘牢在浆糊盖的外面，并使磁铁片与外壳处于同一平面上。

(4)在膜片上下垫上纸圈，盖上盒盖，用胶布粘好即可。装完后的外形如图9。

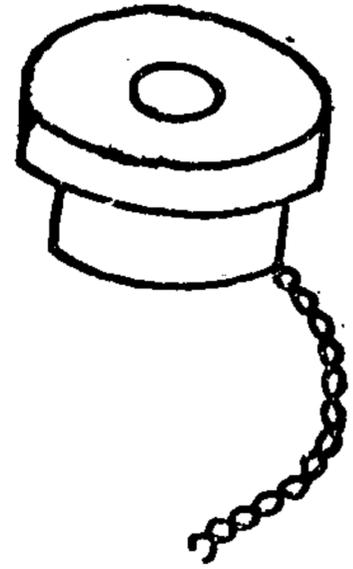


图 9

附：充磁机

一、电路图

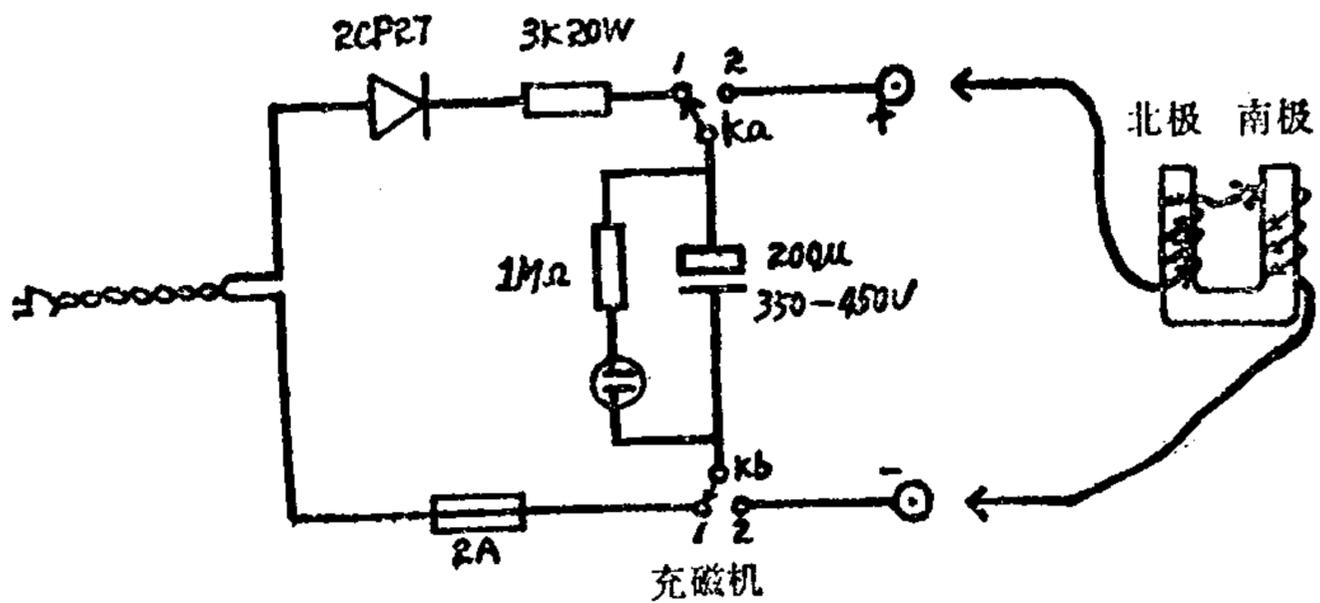


图 10

二、元 件

(1)整流管：用耐压 $2\sqrt{2} \times 220$ 伏，最大允许电流 300 mA 以上的整流管，例如 2 CP27，也可用 2 个 2 CP 24 串联起来代替。

(2)限流电阻：用3 K 20 W 的线绕电阻，或用5 K10 W。

(3)指示氖泡：用50至70伏起辉的氖泡，串联一个1 M Ω 电阻。

(4)电解电容：用200 μ F，耐压350伏以上。

(5)铁心用废旧的矽钢片裁成U字形，截面积1.0 \times 1.0 cm²，用 ϕ 0.6 mm 以上漆包线绕100圈左右。

(6)单刀双掷开关两个，耐压500伏，电流2 A 的一个，10 A 的一个。

三、使用方法

(1)将开关Ka, Kb 拨在1处，插上电源，当电容器两端电压上开到一定数值后，氖泡就起辉发亮，等到最亮时，说明电容器已充满电荷。

(2)将充磁的钢片放在铁心的两极，并注意极性。

(3)将开关Ka, Kb 拨向2处，电容器就向线圈放电，产生很大电流和磁场，使钢片充磁。放电完毕氖泡自行熄灭。可将钢片取下，注明南北磁极。

(4)充磁后的钢片，按南北极顺序排列好，并使磁性保持一定时间的稳定，就可以使用。

(北京市少年宫科技组)

制作简易的三用表

材料：0—1 mA 直流表头一个，1×8 开关一个，1000 欧电位器一个，可变电阻 2 个，电阻 5 个，香蕉插座三个，1.5 伏电池三个。电路图如图 11。

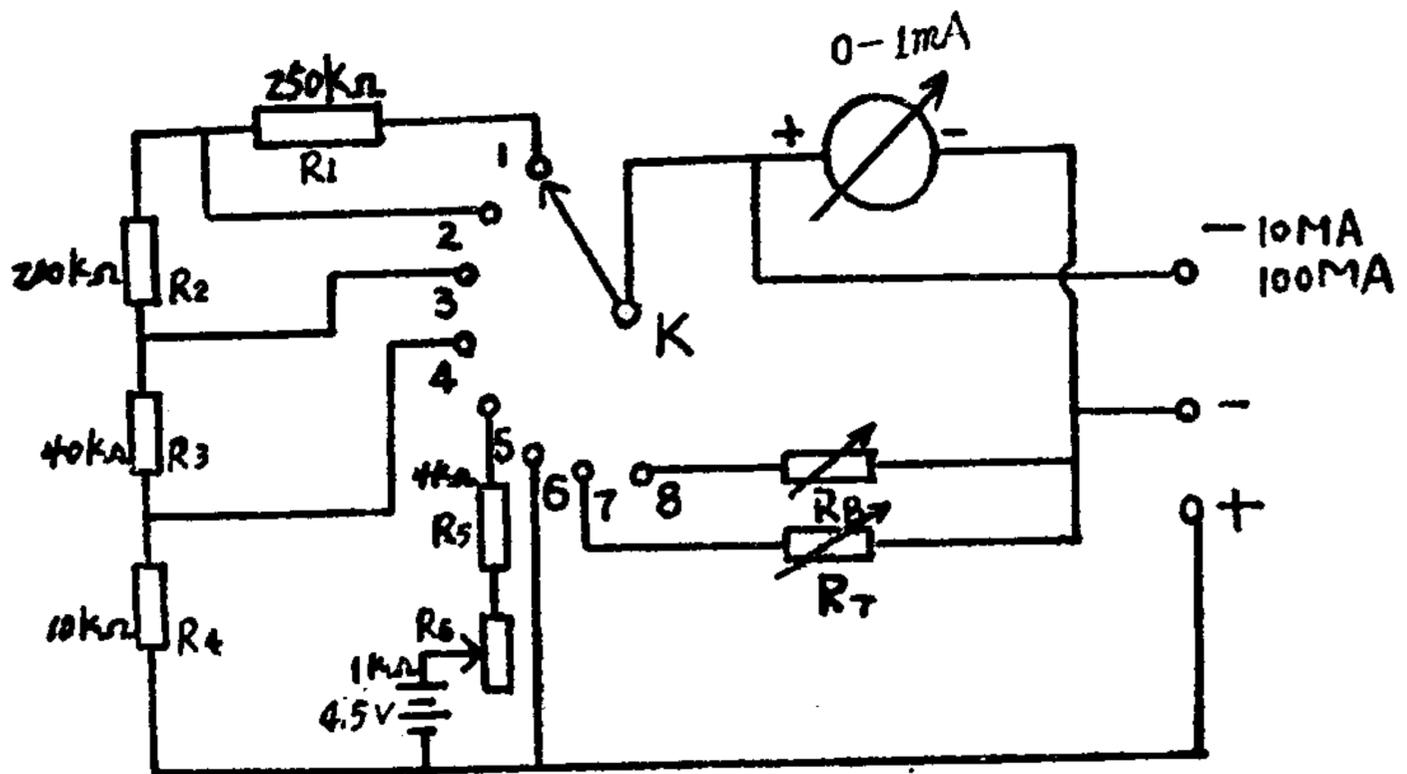


图 11

测量范围：

(1) 0 — 500V

(2) 0 — 250V

- (3) 0 — 50V
- (4) 0 — 10V
- (5) 0 — 100K Ω
- (6) 0 — 1mA
- (7) 0 — 10mA
- (8) 0 — 100mA

这个电表，除 R_7 和 R_8 需要调整外，其他零件数值均可直接照图 11 焊接。

R_7 、 R_8 是表头的分流电阻。 R_7 使表头量程扩大 10 倍， R_8 扩大 100 倍。这两个电阻我们采取用准确的表头来直接校准的办法，误差并不大。调整办法如图 12。把调整的表头和一个标准的电流表以及一个干电池，一个电阻（调 10mA 时用 120 Ω 电阻，调

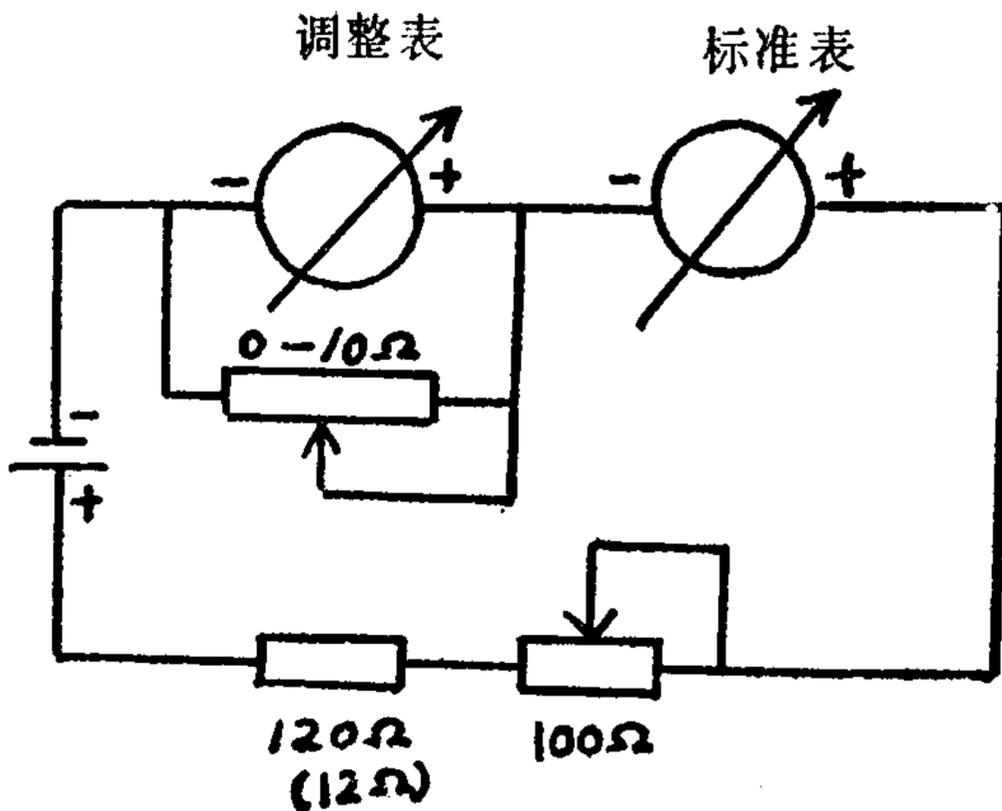


图 12

100mA 时用 12Ω 电阻), 一个 100Ω 的电位器一起串联起来, 并在被调整的表头上并联上一个 $0-10\Omega$ 的可变电阻器, 并将这个电阻器先调在零值位置上。以调 10mA 为例, 先拧动 100Ω 电位器, 使标准表指针指在 10mA 上, 然后慢慢调整 10Ω 可变电阻, 使阻值由零逐渐增加, 这时调整表的指针会慢慢上升, 同时标准表的指针会有些下降。再拧动 100Ω 电位器, 使标准表指在 10mA, 如此反复调整, 直到使标准表指在 10mA 时, 调整表正好满度为止。这时可将可变电阻器封住, 不要再变动它, R_7 的电阻就调整好了。可拆下备用。并用同样的办法调整 R_8 的阻值。这两个电阻都调整好了, 就可安装。

表的板面设计如图

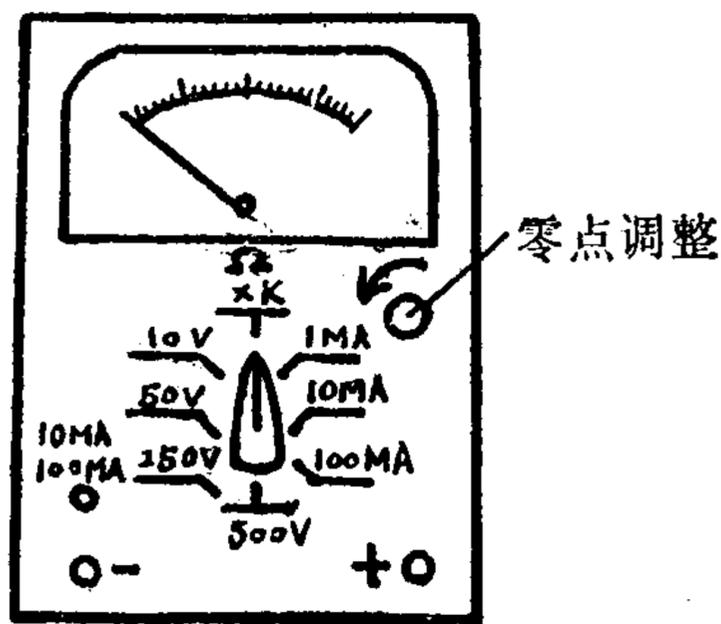


图 13

13。

这个电表的中心阻值为 4500Ω , 表盘可自己来绘制。确定各电阻阻值在表盘上的位置, 可用下面的办法计算。

$$\frac{\text{电池电压}}{\text{中心阻值} + \text{被测电阻}} = \text{电表上的电流值。}$$

例如：要划 20000Ω 电阻，在表盘上的位置则

$$\frac{4.5V}{4500 + 20000} = \frac{4.5}{24500} = 0.00018A = 180\mu A$$

即测 20000Ω 电阻时指针是指 在 $180\mu A$ 处，又如要划 4500Ω 电阻，在表盘上的位置则

$$\frac{4.5}{4500 + 4500} = \frac{4.5}{9000} = 0.0005A = 500\mu A$$

即测 4500Ω 电阻时，电表指针是正好指在表盘中心，即 $500\mu A$ 处。

(北京市少年宫科技组)

简单信号发生器的制作

在调试或检修收音机、扩音机时，常常需要使用高频信号发生器和低频信号发生器。图14是一个构造简单，用途较多的半导体信号发生器的电路。这个信号发生器能产生音频信号，供调试，检修低频放大器和扩音机使用；它还能产生从 450KC 至 1700KC 连续可调的高频等幅或调幅信号，可供调整超外差式收音机的中周、中波段频率覆盖和三点统调时使用；它还能进行无线电广播实验。这个信号发生器可以装在一个木质或塑料小盒中。全机耗电很少，只需用一节五号电池供电。

我们先来分析一下图14所示电路的工作原理。如果先不看电容器 C_3 和 C_4 ，剩下的部分是一个共基极变压器反馈振荡电路。我们用它来产生从 450KC 至 1700 KC 连续可调的高频等幅振荡(图15a)，这是整个信号发生器的核心部分。振荡电流通过线圈 L 和 L_2 向空间辐射电磁波。电容器 C_3 是用来产生音频间歇振

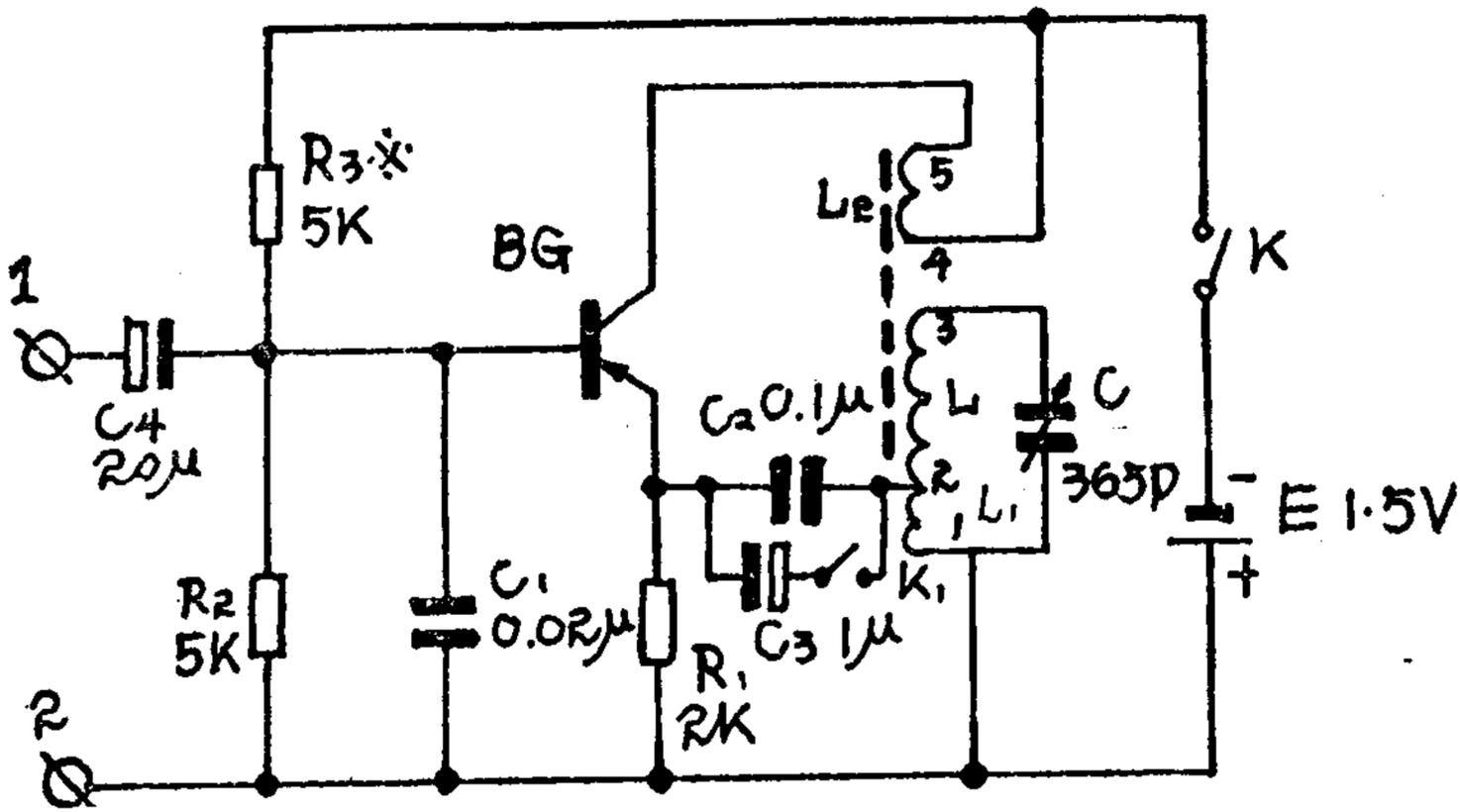


图 14

荡的。当接通开关 K_1 时，由于 C_3 的电容量较大，充放电所需的时间较长，在 C_3 充放电的不同时刻，高频振荡器的振荡幅度也不同。高频振荡的幅度将随电容器 C_3 的充放电过程做周期性变化，有时振幅最高，有时甚至停振。这种振荡叫做间歇振荡（图 15b）。调整电容器 C_3 的电容量，可以使间歇的频率为音频。收音机收到这种高频间歇振荡的电磁波信号就能发出声音。改变 C_3 的电容量，就能改变调制的音调。接线柱 1、2 是音频信号的输出端，当 K_1 接通时，在 1、2 两端有音频信号输出。 C_4 是隔直交联电容。

线圈 L 和电容器 C 是振荡器的重要元件，对振荡器的质量影响很大。线圈 L 最好采用多股纱包线绕制，电容器 C 宜选用空气可变电容器，塑料密封可变电容

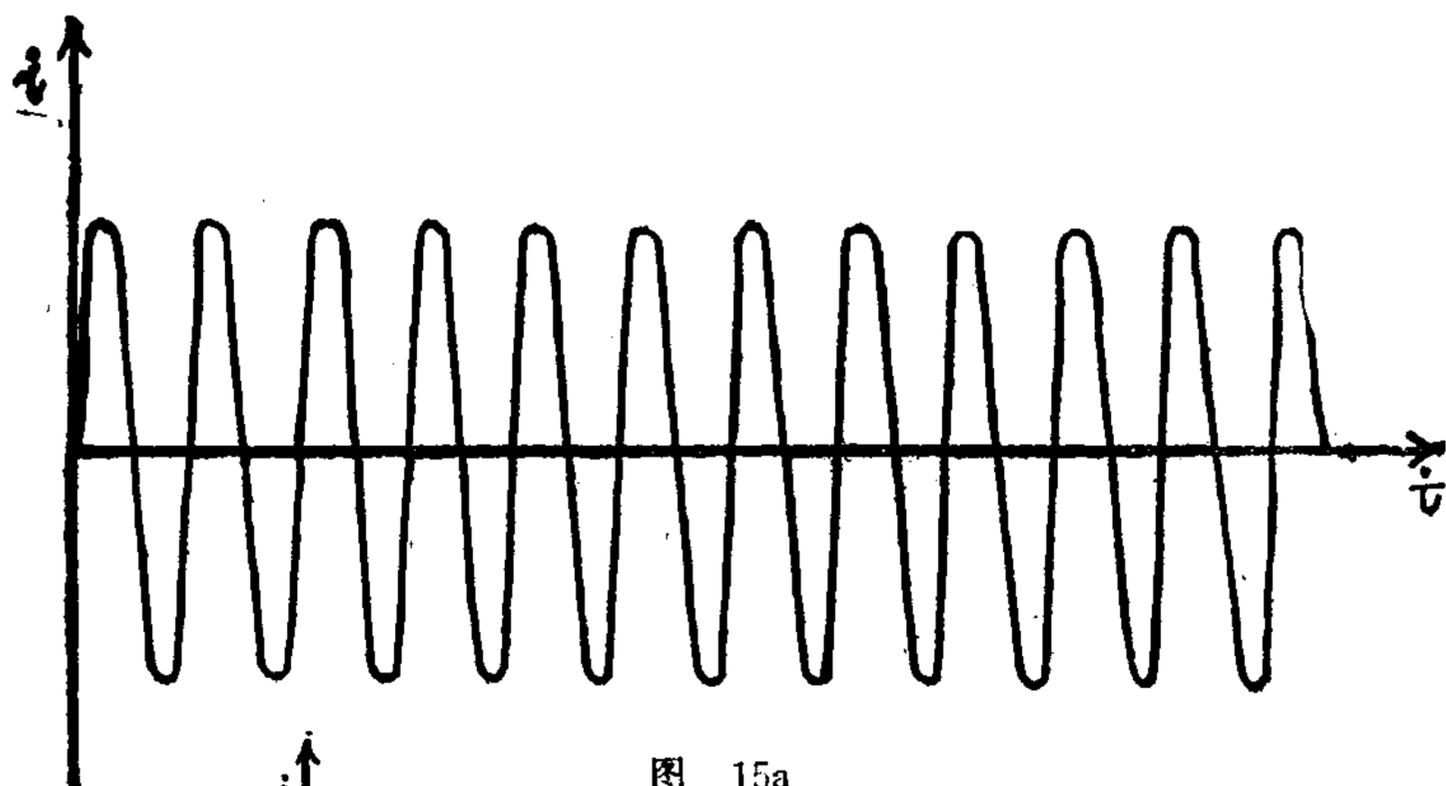


图 15a

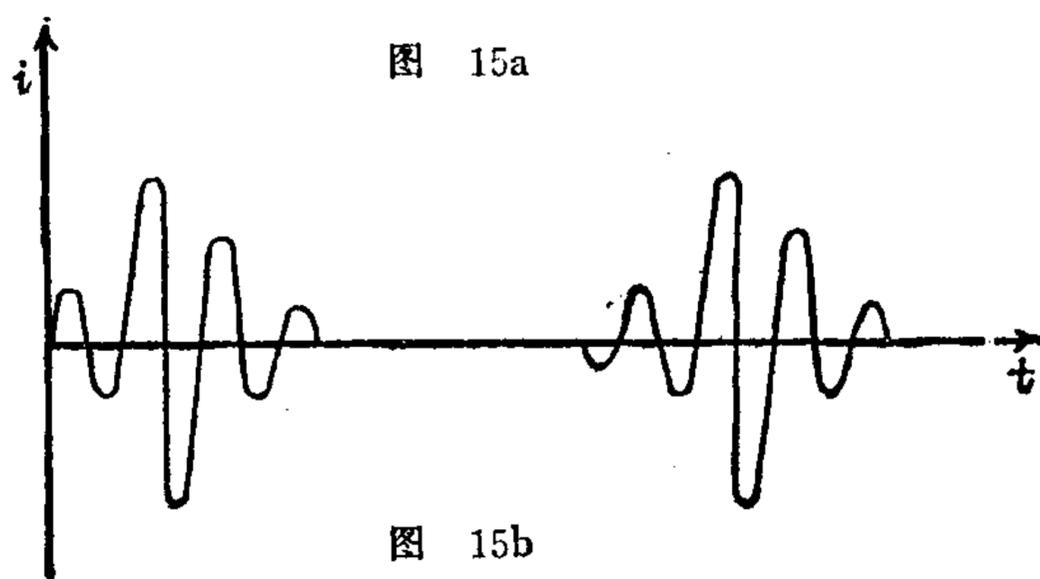


图 15b

器也可以用。

半导体三极管应选用锗高频三极管。晶体管手册中标出的 f_{max} 是指晶体管的最高振荡频率。晶体管的实际工作频率应低于 $\frac{1}{3}f_{max}$ 。例如 3AG11 的 f_{max} 为 30MC，它能工作在低于 10MC 的振荡电路中。本电路的最高振荡频率为 1.7MC，所以一般高频管都可以用。另外 I_{ceo} 大的管子不宜做振荡用，因为它工作不稳定。本电路对三极管的 β 要求不高，低 β 的管子也能工作。

元 件 表

- BG 锗高频半导体三极管
C 365pf 空气单连可变电容器
C₁ 0.02 μ f 纸介电容器
C₂ 0.1 μ f 纸介电容器
C₃ 1 μ f/6V 电解电容器或纸介电容器
C₄ 20 μ f/10V 电解电容器
R₁ 2K Ω ¹/₈W 炭膜电阻
R₂ 5K Ω ¹/₈W 炭膜电阻
R₃ 需调整, 大约为 5K Ω 左右
长 6 ~ 10cm 中波磁性天线棒一根
七股纱包线 3 米
五号电池一个, 开关两个, 三合板一块, 接线若干

制 作 及 调 整

1. 线圈的绕制: 线圈 L 绕在一个可在磁性天线棒上移动的纸筒上, 单层密绕 74 圈。首头为“1”, 在第 4 圈处抽头为“2”, 尾头为“3”。L₂ 绕在另一个小纸筒上, 绕线方向和 L 相同, 共绕 10 圈, 首头为“4”, 尾头为“5”。如图 16 所示。

2. 元件的安装与焊接: 安装排列元件时应注意使各条接线最短, 尽量减少引线交叉, 元件、接线排列

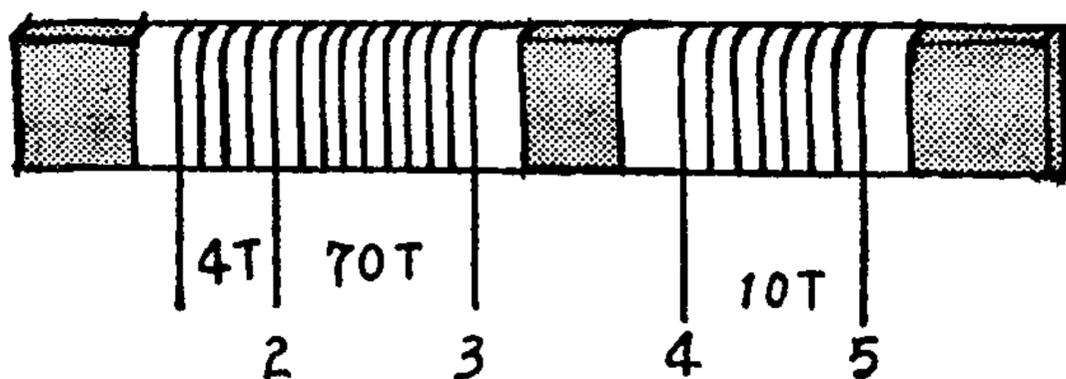


图 16

疏密均匀。焊接时应力求接线短、直，焊点牢固光洁。

3. 焊接检查：焊完后仔细按电路图检查一遍，要注意有无“搭锡”或“虚焊”的现象。

4. 调整偏流电阻：在开关K的两端接上一个 $5 \sim 10\text{mA}$ 的电流表，调整电阻 R_3 ，使电流在 $0.4 \sim 0.6\text{mA}$ 之间即可。

5. 检查高频振荡：用一根导线短路电容器C的动片和定片，电流表读数应有变化，表示高频振荡部分工作正常。若电流表读数无变化，说明没有产生高频振荡，可减小 L_2 和L之间的距离，再试一下。若仍不起振，则可能是反馈线圈 L_2 接反了，将 L_2 的两个头对调一下即可。

6. 检查音频振荡：去掉电流表，接通开关K和 K_1 ，在这个信号发生器附近，开启一架半导体收音机。转动信号发生器的可变电容C，收音机中应能收到信号发生器发出的调幅信号。若收不到音频振荡的声音，而只有差频尖叫声，可增加 L_2 和L之间的距离，使之

产生音频间歇振荡。

7. 校准刻度盘：高频信号频率校正工作可利用一台频率刻度较准确的产品收音机来进行。将信号发生器的可变电容器 C 旋出 5° 左右，并将收音机的可变电容器全部旋进即调谐在中波段 525KC 处，将收音机放在信号发生器附近。此时调节 L 在磁棒上的位置，把 L 从磁棒的中间向边上拨动，即减小振荡电路的电感，使振荡频率升高，当收音机发出音频叫声时，用腊固定线圈 L 和 L_2 的位置。此时振荡器发出的信号频率为 465KC ，记下电容器 C 旋出的角度。这是因为，收音机的输入调谐回路虽然调谐在 525KC ，但它的谐振曲线有一定宽度，当 465KC 的信号足够强时，也可以直接“串入”收音机的中频放大部分而被收音机接收。再逐渐将信号发生器的可变电容器 C 旋出，收音机会重新收到一次振荡信号，这一信号的频率就是收音机所调谐的频率 525KC 。然后再分别将收音机调谐到 600KC 、 700KC 、…… 1650KC ，逐点调节可变电容器 C ，使收音机收到信号，并一一一对应刻好刻度。

8. 试验音频信号：把接线柱“2”和低频放大器的“地”连接，“1”和其输入端连接，开启低频放大器，应能听到音频振荡的声音。也可以在“1”和“2”两端接上一个带输出变压器的喇叭，在喇叭中也能听到轻微的

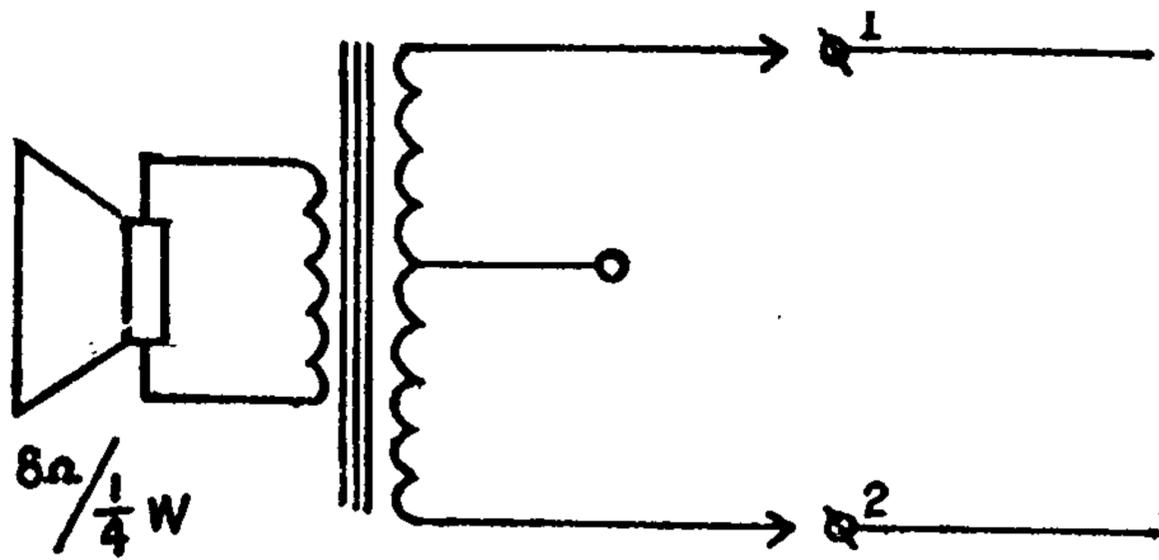


图 17

音频振荡声(图 17)。如想改变音频振荡的频率,可改变 C_3 的电容量, C_3 越大,音调越低, C_3 越小,音调越高。

9. 试验“广播”: 在距信号发生器 1 米左右处, 开启一架超外差式收音机, 并使收音机收到信号发生器发出的信号, 然后断开 K_1 , 在接线柱“1”和“2”两端接上一个带输出变压器的小喇叭(如图 17 所示), 此时对着喇叭说话, 收音机就能收到小“报话机”发出的调幅信号。如把电唱机拾音器的输出端接到“1”和“2”两端, 就可以用它来播送唱片。

(市教育局教材编写组 封承显)

修理收音机的助手

很多爱好无线电的同学，都愿意为自己的邻居或朋友修理收音机。但是有时候为了寻找故障、确定故障发生的部位，经常花费很长的时间。特别是对修理收音机经验还不多的同学更是这样，弄得不好还有烧毁管子，损坏零件造成意外损失的危险。

这里介绍一种简单仪器的制作方法，这种仪器是利用寻找电台信号的办法来发现和确定收音机故障部位的。所以叫做信号寻迹器。

比如说，我们要查看一下收音机的调谐电路有没有故障，就可把调谐电路接收到的电台讯号送到寻迹器去看一看，如果寻迹器发出了广播声，就说明调谐电路没有故障，寻迹器没有发出广播声说明调谐电路有了故障。但是调谐电路接收到的是极微弱的高频讯号，要使寻迹器上的扬声器发出宏亮的电台广播声，就一定要和收音机一样在寻迹器上装上高频放大电路，检波电路和低频放大电路三个部分。所以它的这

三个部分的电路结构和半导体四管来复式收音机是完全一样的。所不同的只是把收音机的调谐电路改成了一个电阻电容交连的输入端子。它的全电路如图 18 所示。电位器 W 是为控制输入讯号大小的。 C_1 采用 $0.01\mu\text{F}400\text{V}$ 纸解电容器, 这样这个仪器也可用来检查交流电子管收音机用。 GZL_1 是为了阻止输入的高频讯号通过 C_3 短路的, 而使检波后的低频讯号又能畅通无阻地送回 BG_1 管基极进行音频放大。 C_1 、 C_2 均为交连电容器, 同时起到隔直流的作用。信号的输入可自己做一根测试棒。用 60—70 厘米长的金属隔离线一根, 在一端的芯线上接一根三用表上的表笔, 线的另一端接一个耳机插头, 在插头根部的隔离线金属网套上要焊出一根长 60—70 厘米的塑料线, 另一头按上一个鳄鱼夹子如图 19。使用时将测试棒上的耳机插头插入寻迹器上的耳机插头即可。测试棒上用金属隔离线的目的是为了防止其他信号的干扰。电路的其它部

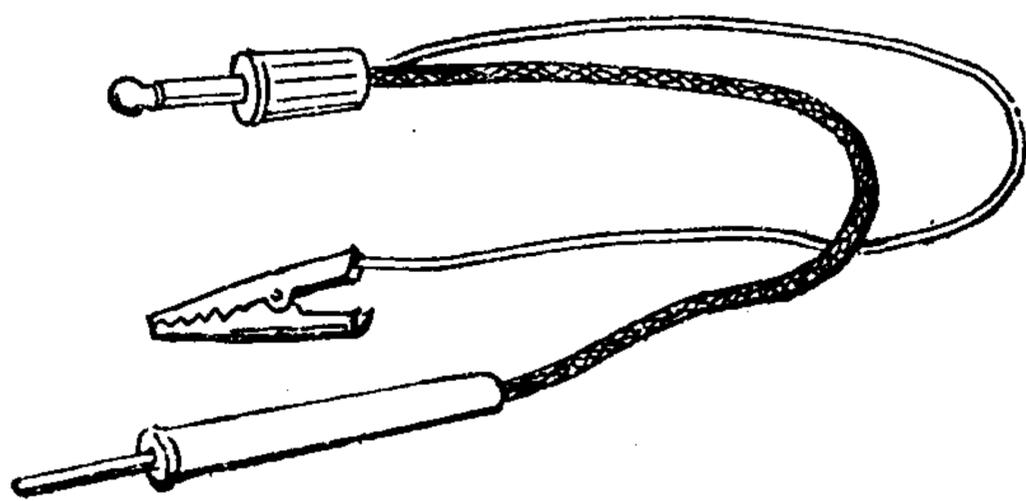


图 19

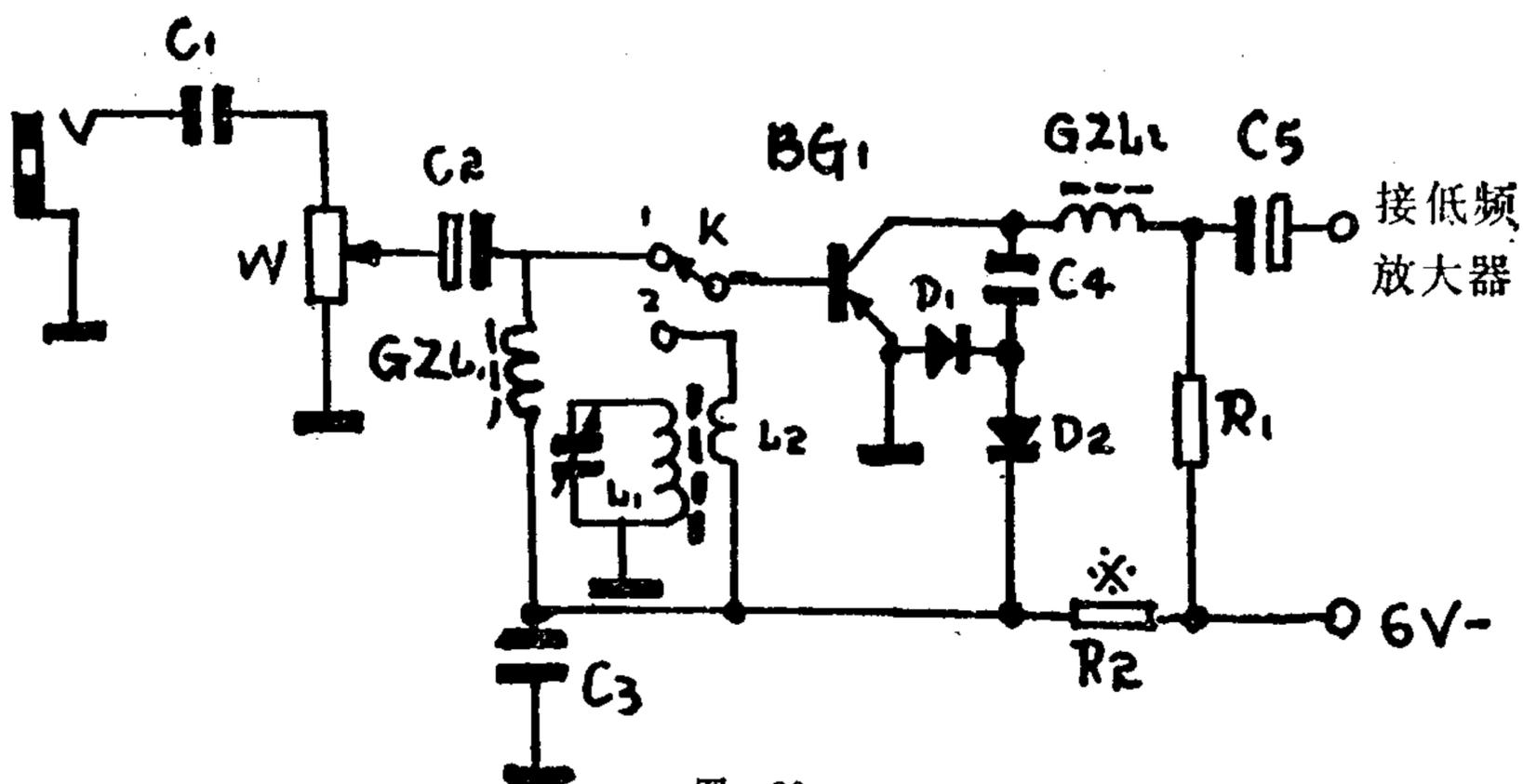


图 20

分均和四管来复式收音机一样，不再赘述。

这个仪器也可用来复式四管机来改制，还可按照图 20 的电路改成收音和寻迹两用。用一个 1×2 的开关来转换，K 在 1 位置时作寻迹用，在 2 位置时作收音用。

寻迹器的印刷电路板可自制，图 21 为 $1:1$ 的印刷电路板。

这个仪器可装在一个 158 厘米 \times 95 厘米 \times 39 厘米的木盒内(可用五合板自己做) 10K 欧姆电位器 W，用体积大的为好，使用比较方便，盒内零件安放如图 22，寻迹器装完后的外形如图 23。

仪器的使用极为方便，寻找故障时，先把鳄鱼夹子夹在有故障收音机的地线上，对 PNP 型管的收音

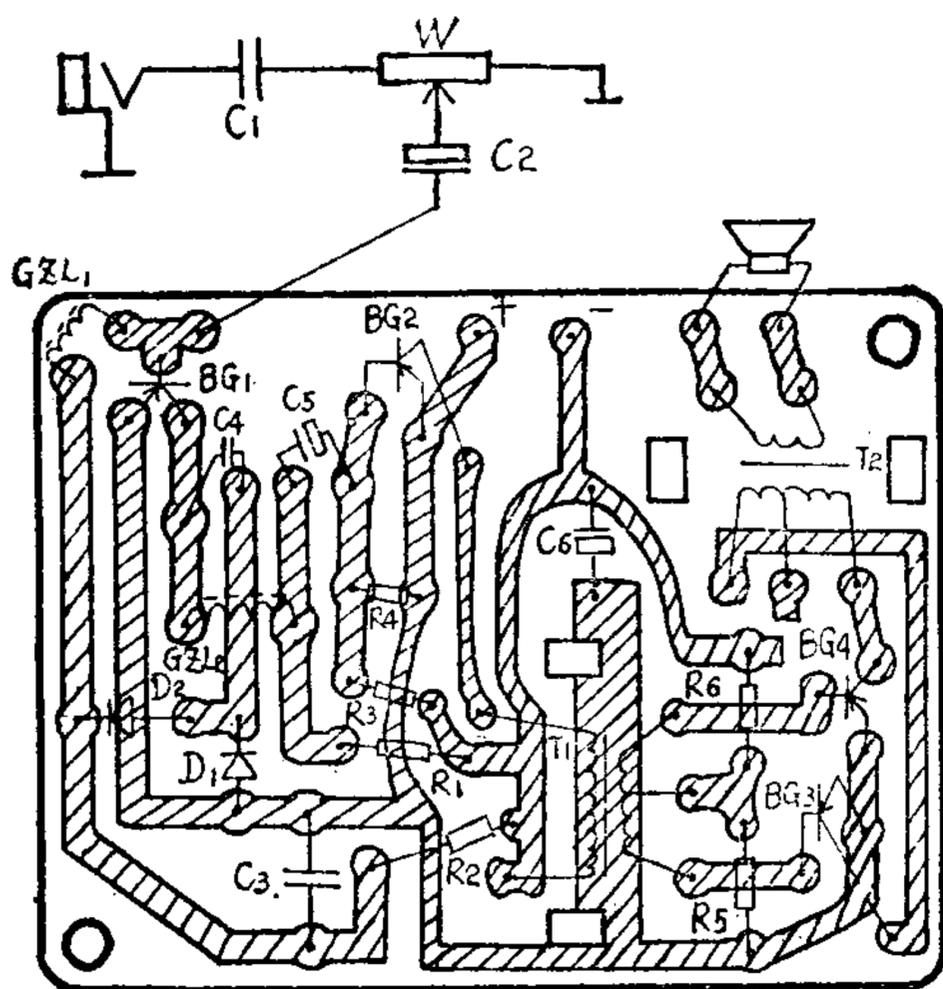


图 21

机来说是电源的正极。打开收音机及信号寻迹器电源，由前级开始逐级的向后检查，把测试棒分别接到每个晶体管的集电极或基极上，一面拧动可变电容

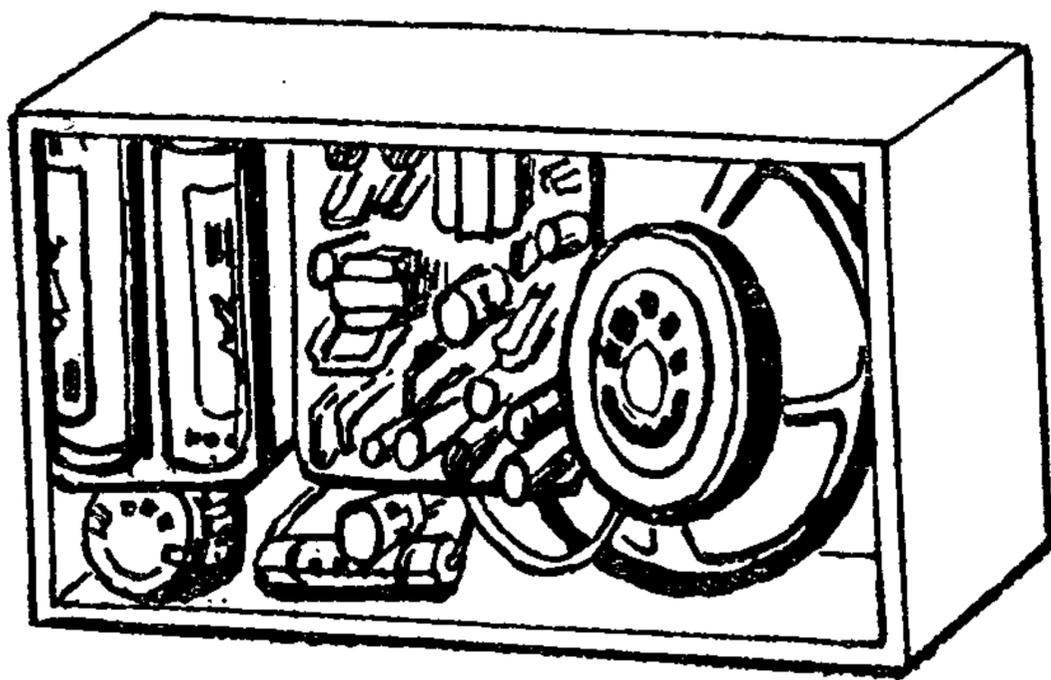


图 22

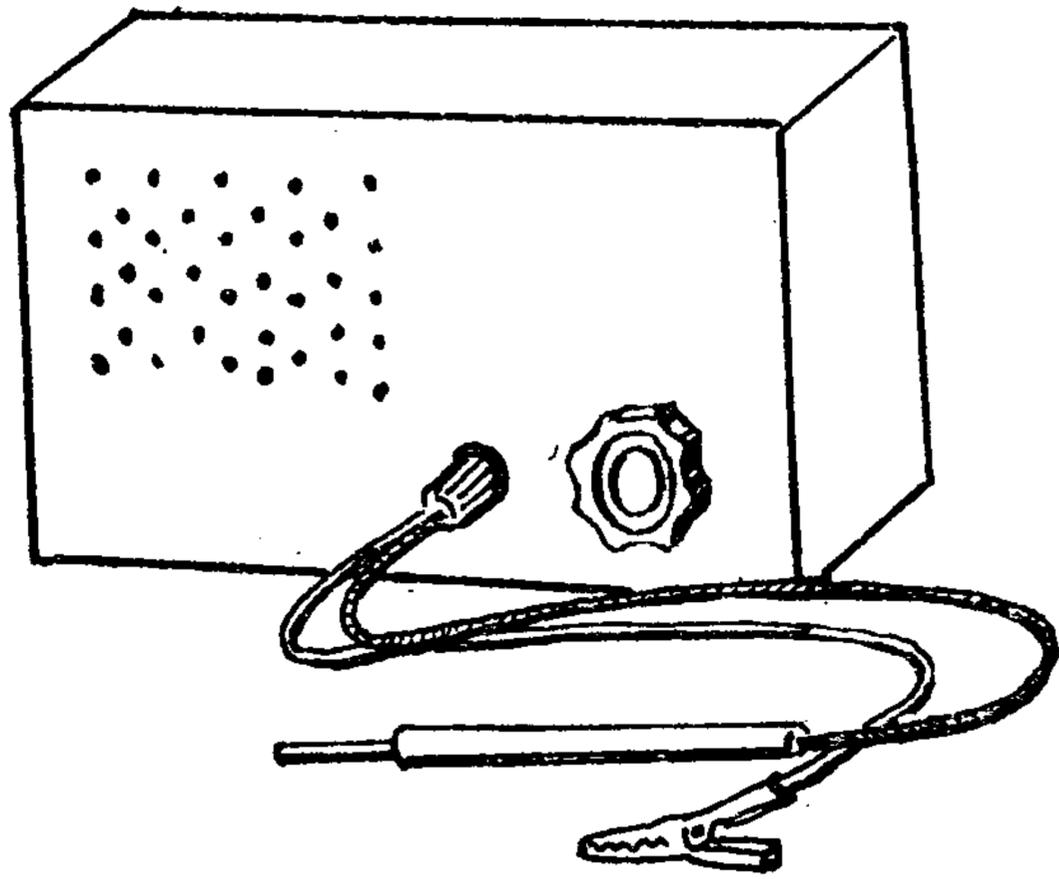


图 23

器，如寻迹器上发出了电台广播，则说明这一级没有故障，如触到哪一级上、哪一级没有广播，或者分别触前后二级集电极，后一级的广播声相反的比前一级的广播声反而小了，说明故障就发生在这一级。查看这一级的元件，就能很快的排除故障。

(北京市少年宫科技组)

电子节拍器

音乐工作者经常使用的节拍器，一般都是利用钟摆原理的机械式节拍器。这种节拍器体积大、怕振动、不水平放置便不能正常工作。这里介绍一种电子节拍器，它的体积只有机械节拍器的几分之一，可以随身携带，不怕振动，不论怎样放置都能正常工作。它不仅可以用声音而且也可以用闪光来表示节奏，所以又叫做电子闪光器。这种装置经过适当的改变还可以用来在暗室中报时，对摄影工作者或者有类似要求的人都是有用的。

一、电路及原理

电子节拍器电路图如图24

1. K_2 拨在灯泡端。 K_1 闭合后，电源通过 R_1 、 R_2 对 C_1 充电。此时因 BG_1 、 BG_2 均截止，故 C_2 充电很慢，可以忽略。

2. 当 C_1 充至一定电压时， BG_1 导通、 C_2 很快地

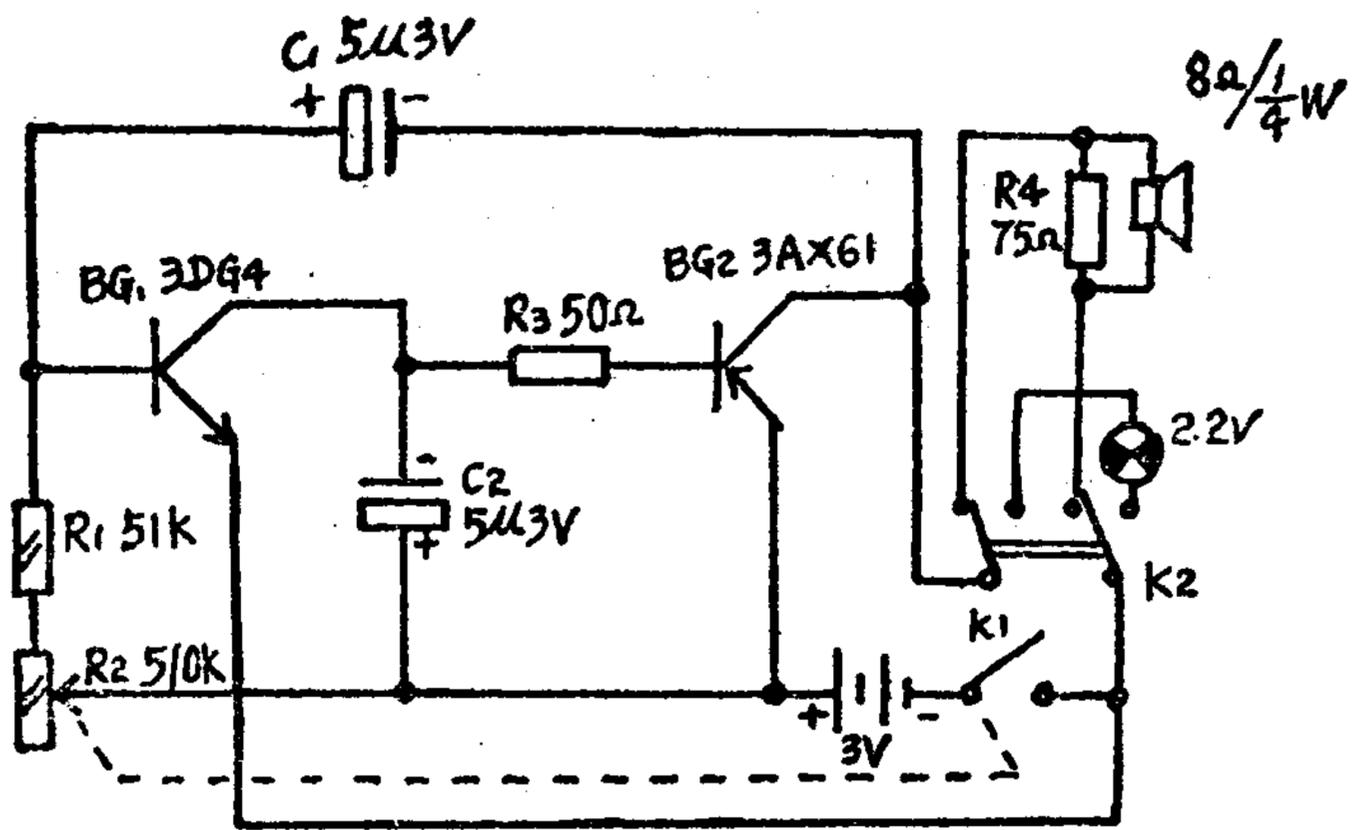


图 24

通过 BG_1 充电，使 BG_2 很快导通，灯亮。

3. BG_2 导通时，集电极即为饱和管压降，所以 C_1 立刻开始放电。其放电途径为 C_1 正端经 BG_1 的基极，发射极至电源的负端，再经电源正端经 BG_2 的发射极，集电极至 C_1 的负端。所以放电的时间常数为 C_1 乘以 BG_1 的发射结正向电阻加电源内阻，再加 BG_2 的饱和内阻。放电至一定时间后， C_1 上的电压接近零， BG_1 就截止了。

4. BG_1 截止时， BG_2 还不马上截止，因为电容 C_2 上还有电荷，此时 C_2 即经过 BG_2 的发射结和 R_3 放电，到一定时间后 C_2 上放完电， BG_2 就截止了。所以灯亮的时间不仅和 C_1 的放电时间常数有关，还和

C_2 的放电时间常数有关。

改变 R_2 的阻值，可以使电源向 C_1 充电的时间改变。这样能调整闪光的周期。

5. 如果将 K_2 拨向扬声器一端，断开小灯泡而接通扬声器，则闪光就变成声音了。由于灯泡与扬声器的阻抗不同，所以换接以后， C_1 的充电时间常数发生变化，节拍周期也就不相同了。

二、装配与调整

在 R_2 和 K_1 电位器的旋钮上装一个较大的度盘，用来刻度节拍频率。 K_2 是一个控制接灯泡还是接扬声器的转换开关，应装在外面。按电路图上元件数值所做成的节拍器，频率一般在 12—180 次/分左右。改变 R_1 和 C_1 的数值就可以使频率范围改变。

由于用闪光与用声响时的节拍频率不完全一致，所以在标刻度时要分成两行，分别标出节拍频率。

(北京市少年宫科技组)

简易音频振荡器

用两个不同类型的晶体管不仅可以做成放大器。还可以做成效率较高的音频振荡器。电路如图 25。可以做为电码练习器用，如果把按键开关 K 安在门上，可以代替门铃或蜂鸣器。音频振荡器是由晶体管 BG_1 (NPN 型硅管)， BG_2 (PNP 型锗管)，电容器 C，电阻 R，输出变压器 T，喇叭 LP，按键开关 K 以及电源 E 等组成。图 26 为振荡器的实物图。

在电路中，由于讯号在晶体管 BG_1 基极 b_1 的位相和在 BG_2 集电极 C_2 的位相相同，所以通过电容器 C 把输出端的讯号回授(又叫反馈即回送的意思)一部分到输入端再进行放大，形成了正反馈电路。另外讯号在变压器 a 端的位相和在 BG_1 发射极 e_1 位相也相同，把它们直接连起来，这也是正反馈电路又是直流通路。这两路正反馈同时起作用就形成了很强的正反馈，使电路产生了很强的电振荡。然后通过变压器送到喇叭里就会发出声音来。

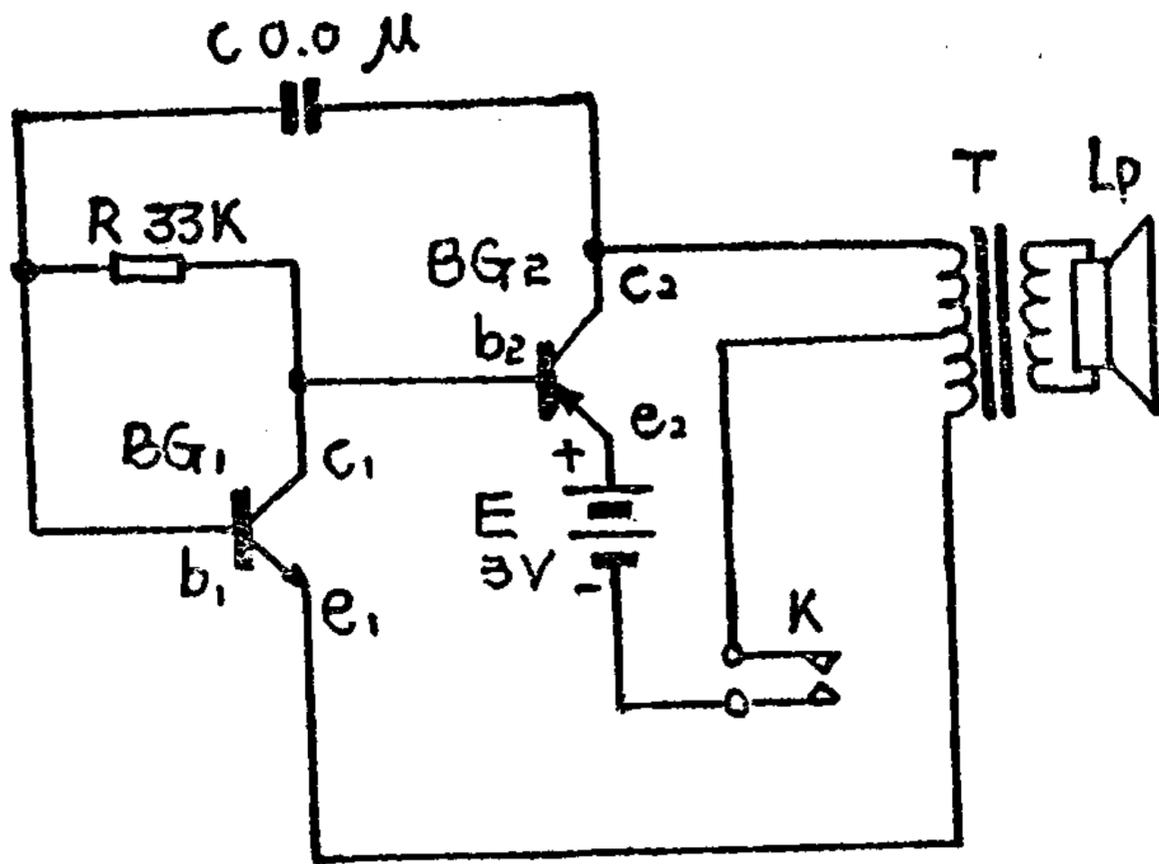


图 25

图 26 中, BG_1 可选用 3DG、3DK 型硅管。
 BG_2 可选用 3AX 型锗管。电源 E 可用一或两节干电
 池串联起来, 如果要求音量大的些, 可增至四节 6 伏。
 电阻 R 是调整直流工作电流用的, 也能改变音调, 另

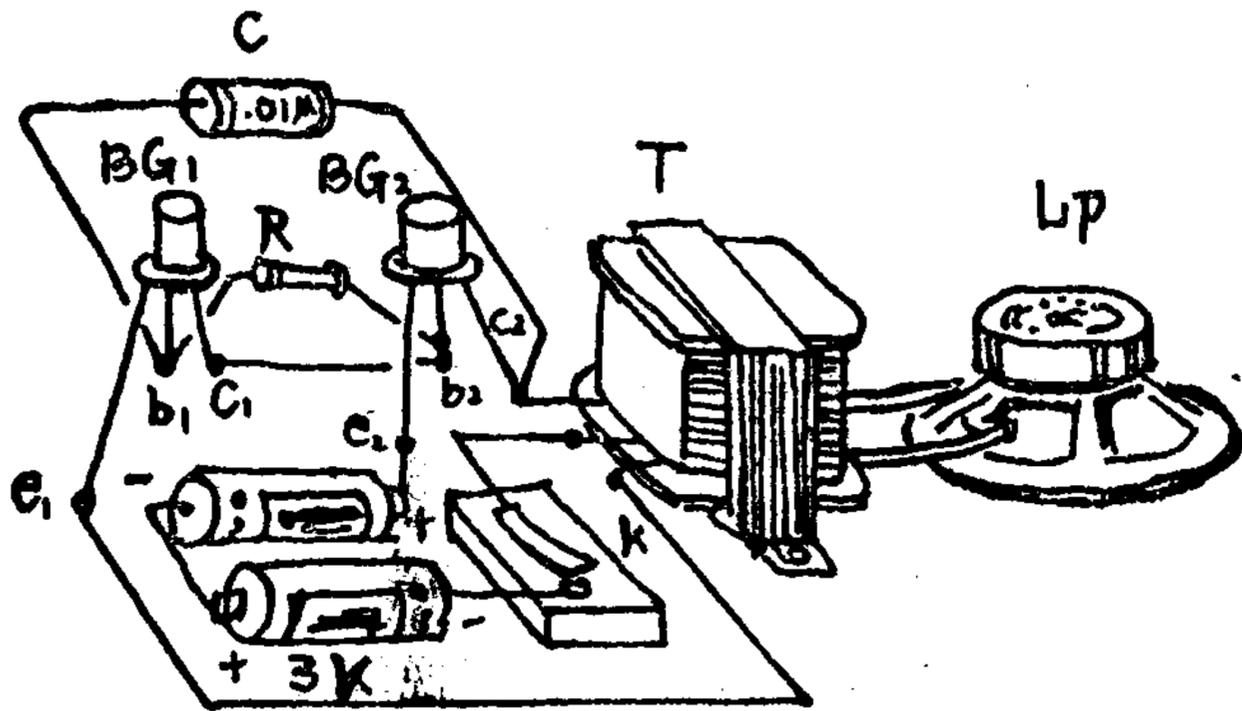


图 26

外它也有负反馈作用，所以电阻 R 不能调得太小，否则就会使振荡器停振。一般调到 5 至 10 毫安左右。如果要求音量大些，还可以把电流适当调得大些，但不要超过 BG_2 的最大允许电流和功率消耗值。

调整 R 时，可以用一个 20 千欧电阻和一个 470 千欧电位器串联起来代替，改变电位器的阻值就能改变直流工作电流和音调。调好后，测出电位器的阻值再加上 20 千欧电阻就是我们所要的电阻 R 的阻值，用一个固定的电阻换上便可。

在调整电容器 C 时，直流工作电流也会受影响，所以要和调整电阻 R 配合起来。电容器 C 的数值可以在 500 微微法至 0.1 微法之间选择。 C 的电容量越大，音调越低，容量越小，音调就越高。 C 的数值大体确定后，再适当变动电阻 R 的数值，就能使振荡器发出我们所要的声音来。

如果要做成蜂鸣器，它的音量要比电码练习器的音量大，在选择晶体管 BG_2 时，要选集电极最大耗散功率在 500 毫瓦以上的锗管。例如 3AX61—63，3AD1—6，3AA，3AK61—66 等都可以。电源电压可提高到 6 伏，电流可调到 50 毫安左右。输出变压器可采用晶体管收音机用的推挽输出变压器，如果把输出变压器和动圈喇叭换成舌簧喇叭（2 寸，有中

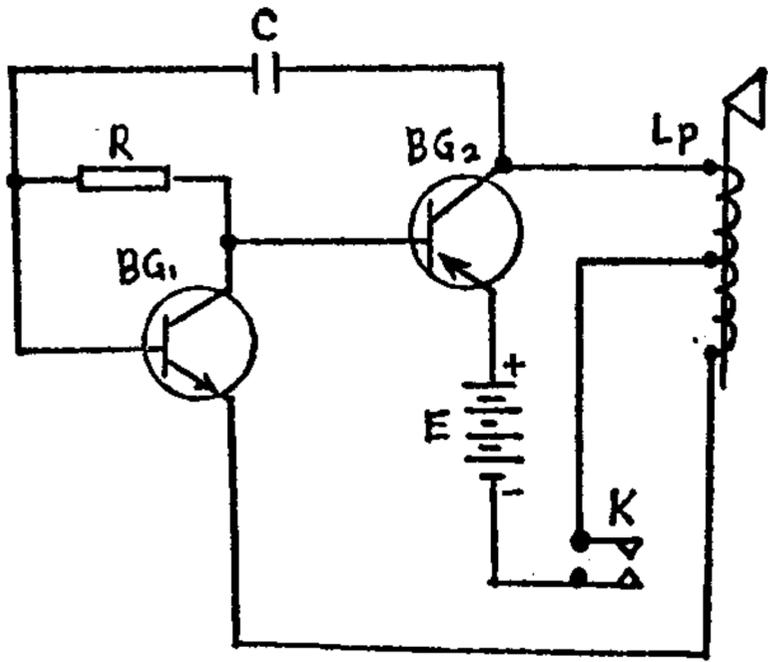


图 27

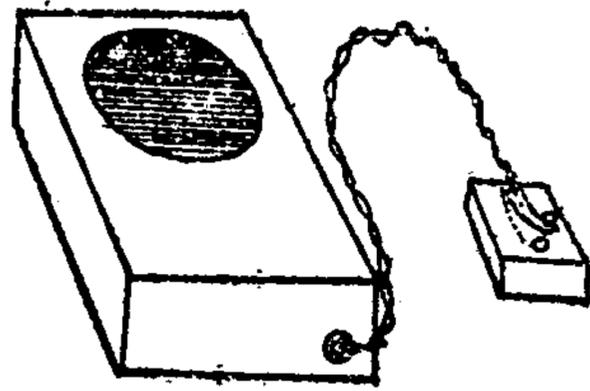


图 28

心抽头),效率更高。电流还可以再适当增大,音量就更大了,电路可参考图 27。

如果要代替门铃,只要把按键开关 K 用导线拉到门外,安在门上,振荡器放在值班室或屋内适当的地方,在门外接通开关,屋里的喇叭就会发出声音来。用它来代替电铃,既节约,又安全。全部零件可装在一个小木盒里,把按键开关留在盒外,如图 28。

(北京市少年宫科技组)

来复再生式单管机的制作

这个来复再生式晶体管单管机，灵敏度和选择性都比较好。收到了中央、北京等六个电台、声音响亮。

单管机全部元件安装在一块 75×50 毫米的胶木板上。机壳是用有机玻璃粘合的。整个单管机体积为 $21 \times 54 \times$

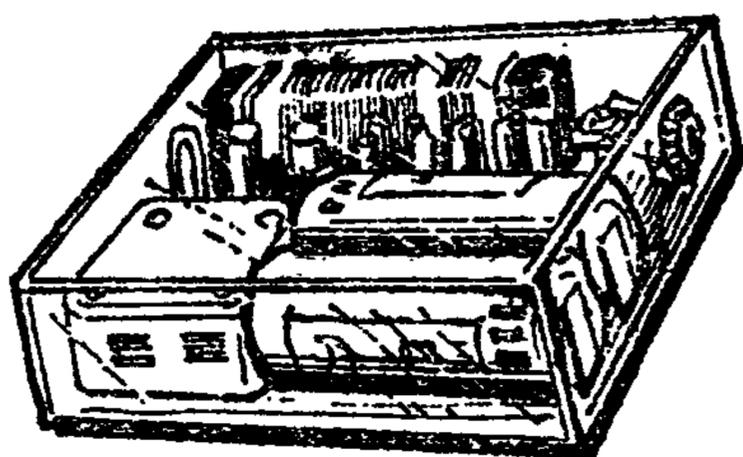


图 29

79 毫米，如图 29 所示，下面谈谈所用电路、元件和制作过程。

一、电路原理

来复再生式单管机的电路如图30。它的工作原理是这样的： C_1 和 L_1 组成的调谐回路对外来信号进行选择后，经磁棒天线由 L_1 线圈感应到 L_2 线圈，加到了晶体三极管基极和发射极之间进行高频放大。 C_3 是

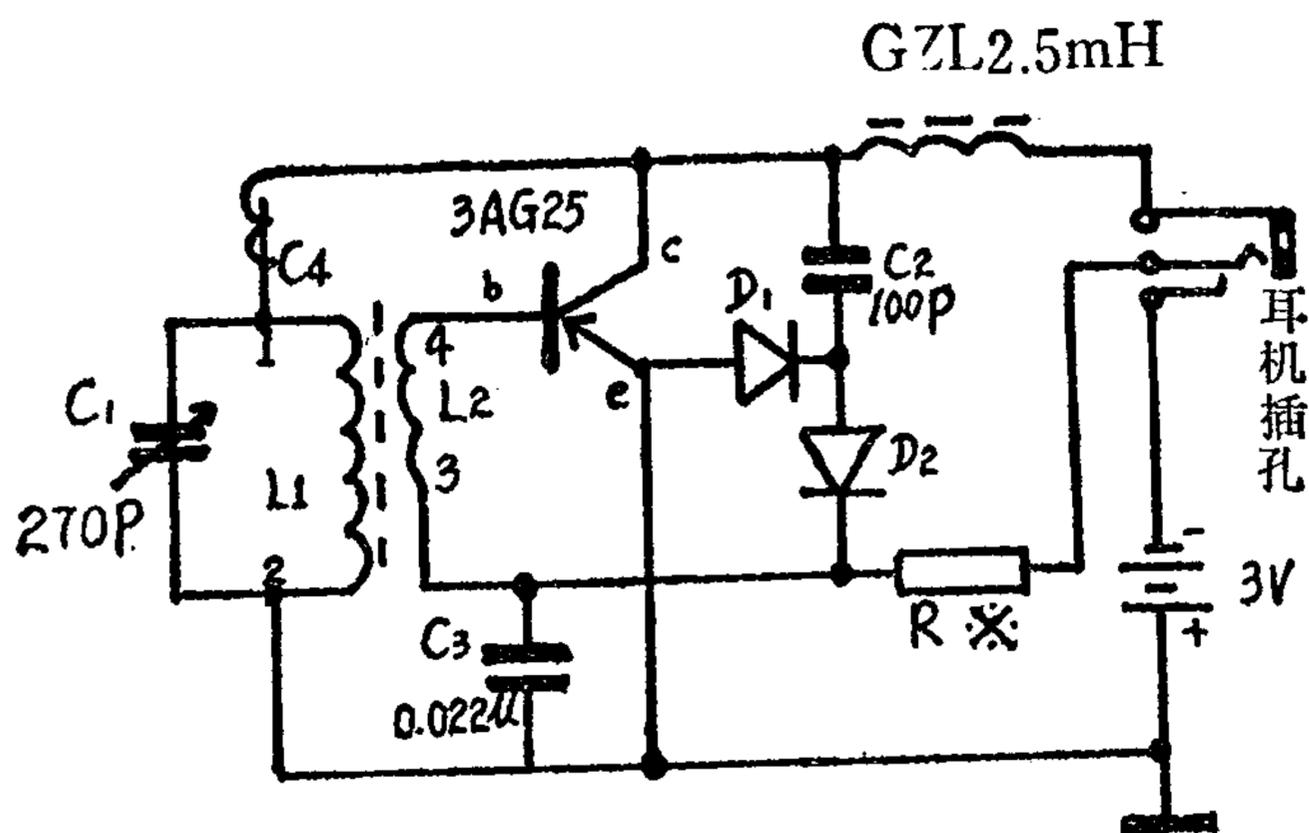


图 30

隔直电容器，它对高频信号构成通路，使高频信号能顺利地加到发射极上。放大后的信号一部分由微调电容 C_4 送回到输入回路，称为“再生”，以提高收音机的选择性和灵敏度。另一部分经过电容 C_2 送到二极管 D_1 、 D_2 进行倍压检波，检波后的音频信号又回到三极管基极再进行一次放大，这一过程称为“来复”。放大后的音频信号由三极管集电极经高扼圈 GZL 输出到耳机。高扼圈有阻止高频电流通过的作用，所以高频电流不会流过耳机影响收听的效果。 C_2 及 C_4 对放大后的低频信号而言，可以看成开路，也就是说 C_2 及 C_4 对低频信号有阻断作用。

二、元件选择

磁性天线采用 $4 \times 13 \times 55$ 毫米的偏磁棒。L₁ 用直径 0.33 毫米漆包线绕 70 圈、L₂ 用同号漆包线绕 7 圈。L₁ 与 L₂ 之间距离为 2 毫米(图31)。

晶体管采用 3AG23, B值选择在 60 以上的, 它有四个引出线如图 32, 其中 d 是接地的。其它型号的高频管也可以用。

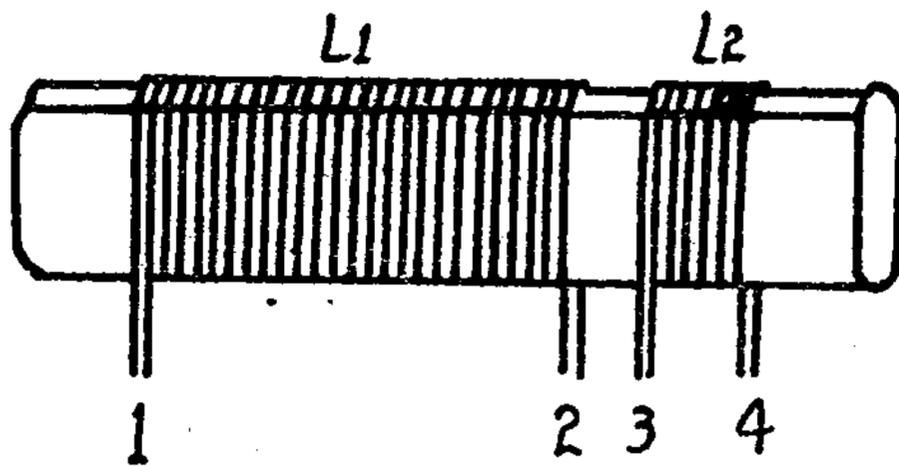


图 31

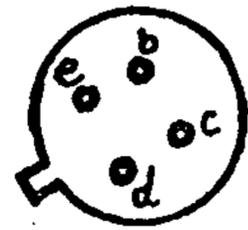


图 32

再生电容 C₄ 可以自制。用一小截单股有塑料皮的电线, 把它的一端焊在可变电容器的定片上, 另一端空着。另外用一根 30 号漆包线一端焊在三极管集电极上, 另一端在塑料电线上密绕 4 圈左右(图 33)、具体圈数等调再生时进行调整。

电池卡子: 一端是用一块 10×20 毫米的铜片, 用胶粘在可



图 33

变电容器一侧，另一边用两块 8×20 毫米的铜片弯成图 34 的样子，用铆钉铆在胶木底板上。



图 34

耳机插口是将市售插口改制一下兼作电源开关。市售耳机插口当中的两个簧片原来是接通的，当插头插进后接点断开，只要把当中较长的簧片弯出来，使两簧片平时断开，耳机插头插入后接通

就可以了。

二极管 D_1 和 D_2 用 2AP 型的，耳机用 800 欧的，其它元件按照图 30 中所标的数值。

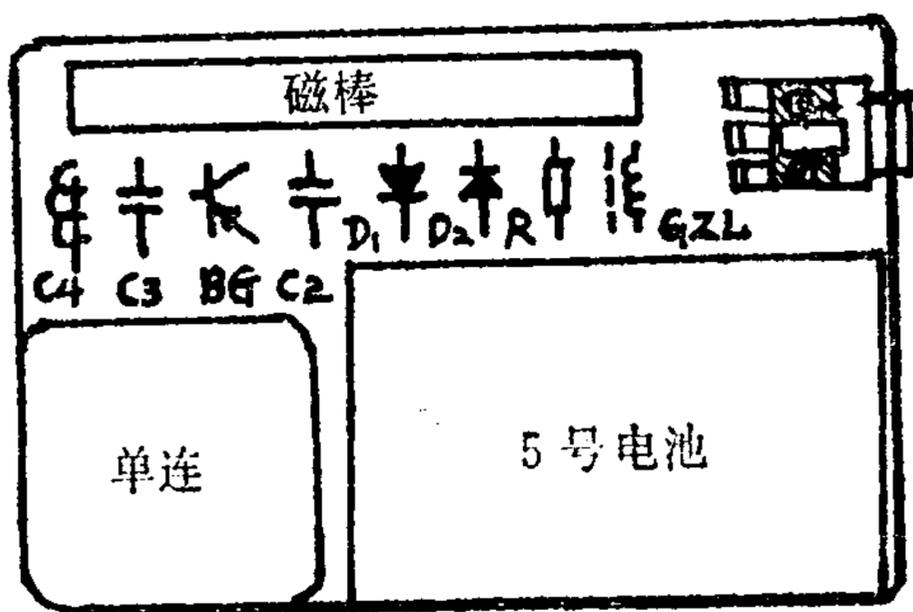


图 35(a)

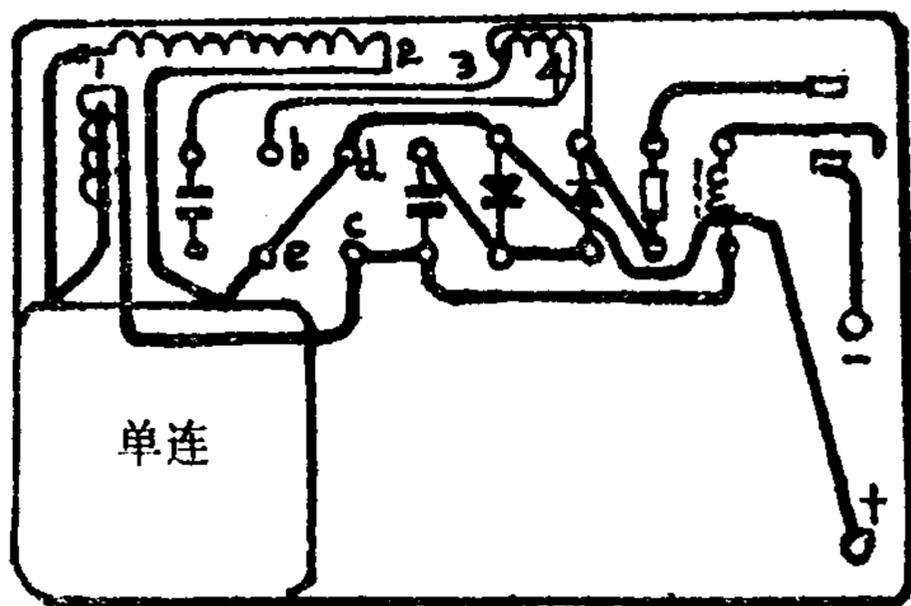


图 35(b)

三、安装与调整

元件的安装排列和接线如图 35(a) 和 (b) 所示。图 35(b) 中较粗的线、是底

板背面的接线。

安装完毕，检查无误即可调整。调整步骤如下：

1. 调整偏流：

用一个 50K 欧的电位器，串一个 30K 欧的电阻，焊在电阻 R 的位置上(代替 R，见图 36)，在三极管集

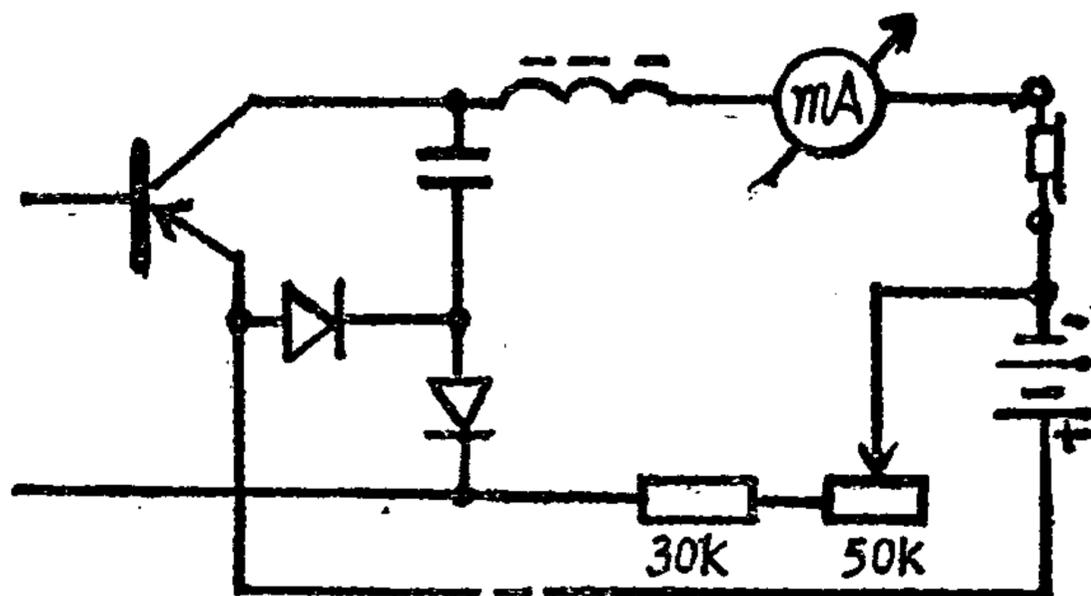


图 36

电极回路里串入电流表、旋动电位器旋钮、使集电极电流达到 1 毫安即可。然后拆下电位器和电阻，量一下电位器和串联电阻的总阻值，按这个阻值换上一个固定电阻即 R。

2. 调整再生：

装响了之后，再生电容 C_1 可能不合适。再生大了会产生啸叫，小了会影响灵敏度和选择性。调整时，把电容器 C_1 旋出，收听高频端的电台，如耳机里有啸叫，就把绕在塑料线上的漆包线拆下几圈，如再生不够，就多加几圈，调到刚好要发出啸叫而又没

叫的时候为止。

3. 调整 L_2 线圈:

调好再生之后,有时还有夹台现象。这是 L_2 圈数多了,只要把 L_2 拆下几圈就可以提高收音机的选择性。最后把它装在盒内。

(北京市少年宫科技组)

业余多用电源

电源是无线电实验所必备的常用工具。

这个电源采用最简单的线路，利用业余器材，力求满足业余无线电实验的多种需要。设有：

1. 0.5~23V 直流稳压输出，(0~0.5A)分五挡连续可调，有短路保护。
2. 多种规格直流大电流输出。(0~1A)
3. 多种规格交流输出。
4. 多种规格直流高压输出。(< 550V, 0~100mA)

可同时供给各项电源，亦可用来给电池充电和测试晶体管的耐压值等。并设有电压指示表以监视各项输出。

整机方框图见 37 图。

整机线路图见 38 图。

安装调试最好分部进行，最后组装整机。

一、变压器和交流部分

变压器要功率稍大一些。次级绕组可根据需要选

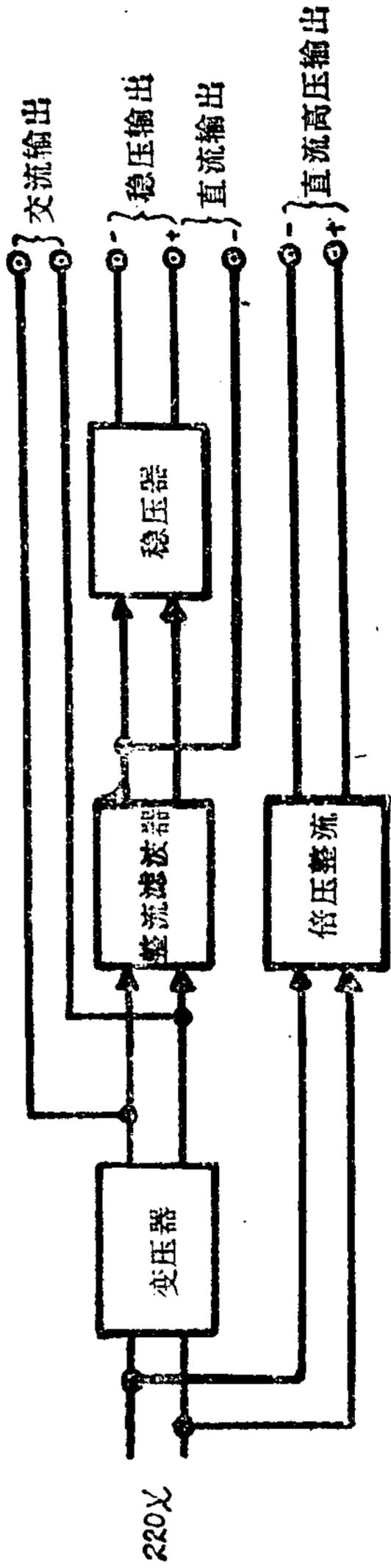


图 37

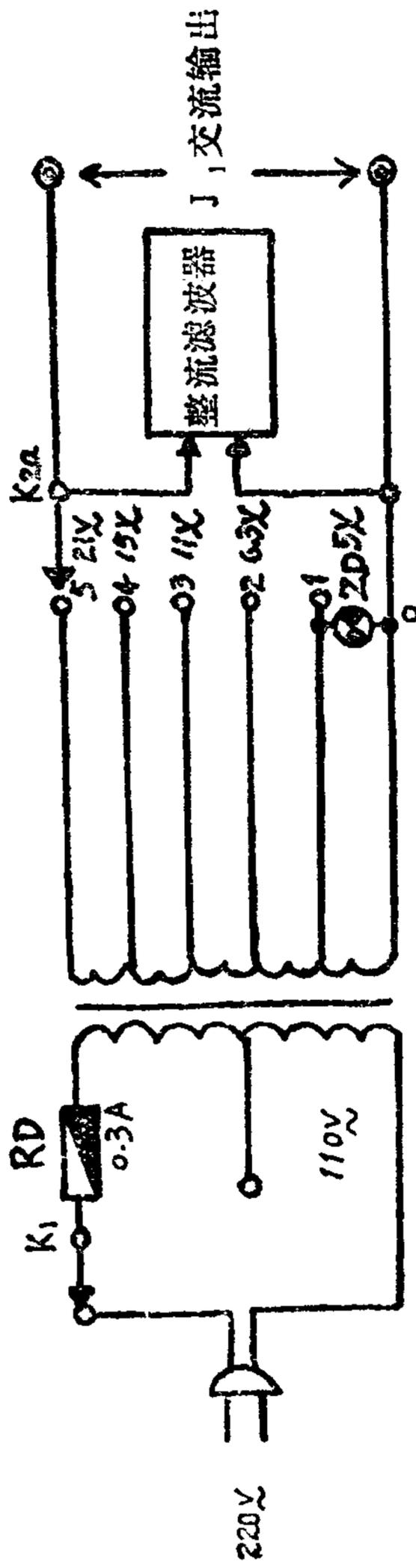


图 39

择抽头，如果手头有现成变压器亦可利用原有抽头来设计各项电源的输出分挡。本电源即是利用一个现成变压器，使用了5V、6.3V、11V、15V、21V五组抽头，配合一个4×5开关，由开关控制，供交流输出，同时供给整流滤波器工作。

二、整流滤波器和直流部分

本电源要求输出较大电流，整流器采用矽堆组成桥式整流电路。亦可采用八支2CP33型业余管（选择耐压 $>50V$ 的）每两个并联组成。供直流输出，同时供给稳压器稳压。

C_2 、 C_4 为滤波电容， C_1 的作用是消除交流声（见图38）。

安装后，各挡实际输出直流电压为6V、7.5V、11V、17V、24V。

三、稳压部分

采用串联型负反馈式稳压电路。这种电路的输出电压可以连续调节，输出电流可以做得相当大，稳压精度较高。

电路基本原理是利用功率较大的晶体管做调整元件，与负载相串联，调整元件可看做可变电阻，从输

出电压中取出一部分电压去调节调整管所呈现的电阻来维持输出电压基本不变。

电路由取样、基准电压、比较放大、调整放大四个相联系的环节组成。其工作过程是：当输出电压 $U_{出}$ 发生变化时，通过电阻分压器取出部分电压和基准电压比较，误差信号通过比较放大器放大后送到调整管的基极，调整其电压，达到稳定输出电压的目的。

在电路形式确定之后，要选择适当的电路参数，保证每个晶体管有合适的工作点，使管子在极限运行范围内有较高的放大倍数。

1. 线路计算和输出电压的确定：

$$U_{\lambda} = 1.2\tilde{E} \text{ (变压器次级交流电压)}$$

$$U_{\lambda} = U_{出} + U_{调}$$

$$U_Z = U_{出大} \cdot \frac{R_{16}}{R_{15} + W_1 + R_{16}}$$

$$U_Z = U_{出小} \cdot \frac{R_{16} + W_1}{R_{15} + W_1 + R_{16}}$$

由上式推出：

$$U_{出大} = U_Z \cdot \frac{R_{15} + W_1 + R_{16}}{R_{16}}$$

$$U_{出小} = U_Z \cdot \frac{R_{15} + W_1 + R_{16}}{R_{16} + W_1}$$

可以看出：

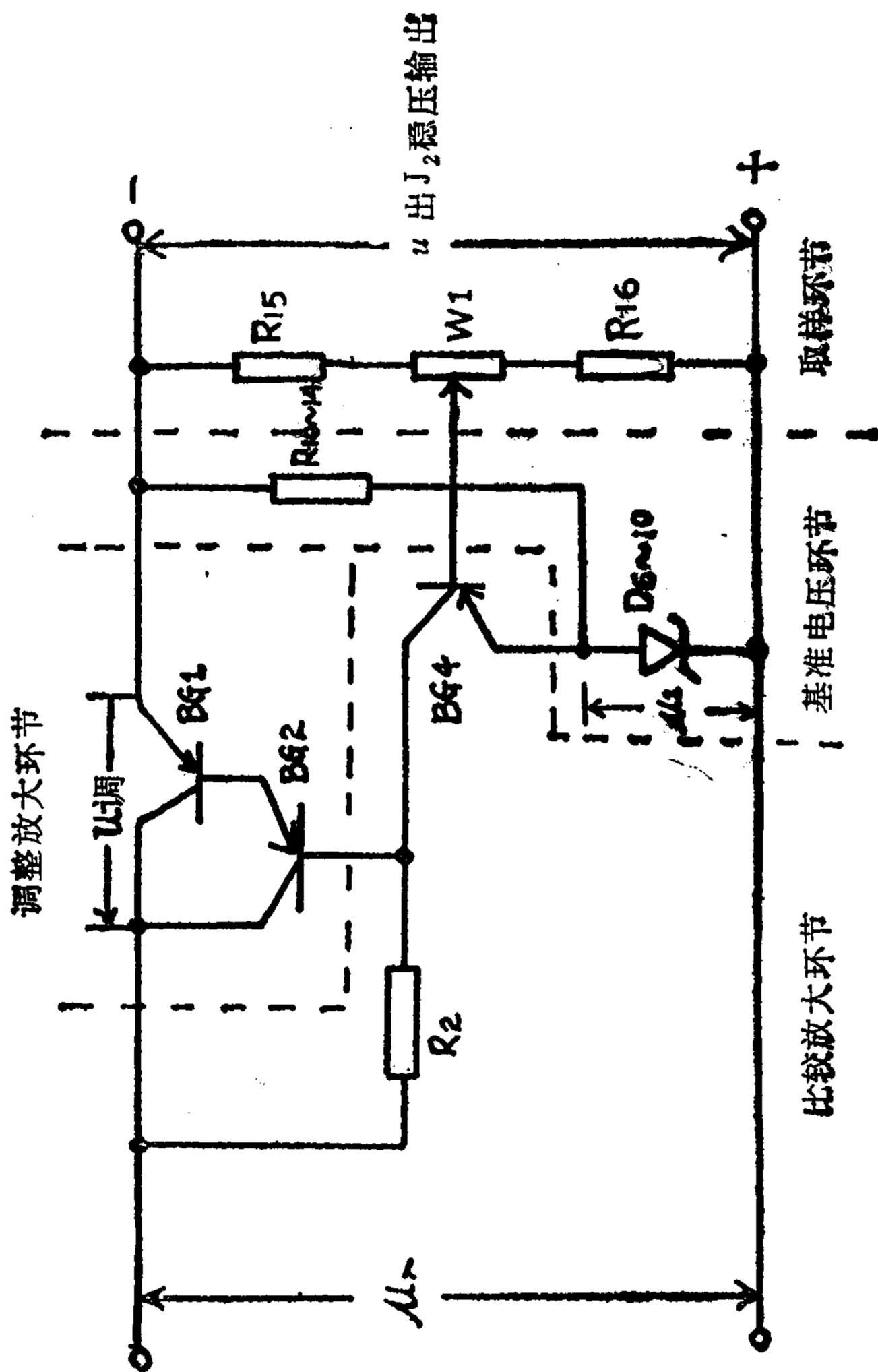


图 40

$$U_Z < U_{\text{出小}}$$

$$\Delta U_{\text{出}} = U_{\text{出大}} - U_{\text{出小}}$$

$$= U_Z \cdot \frac{W_1(R_{15} + W_1 + R_{16})}{R_{16}(R_{16} + W_1)}$$

取 U_Z 的系数为2, 即 $\Delta U_{\text{出}} = 2U_Z$

由调整管的特性可知 $U_{\text{调}} = 3 \sim 10V$

据以上数据可确定稳压输出分为下列五挡:

	U_{λ}	$U_{\text{出}}$	U_Z
I	6V	1~2V	0.5V (D6)
II	7.5V	2~4V	1V (D7)
III	11V	4~8V	2V (D8)
IV	17V	8~16V	4V (D9)
V	24V	10~20V	5V (D10)

(安装后, 实际数据稍有变化。)

2. 基准电压环节——稳压管及 $R_{10 \sim 14}$ 的选取。

基准电压由稳压管固定, 其中稳压值很低的几挡, 可用硅二极管和锗二极管互相组合搭配代替。利用二极管的正向压降 (2CP 型管正向压降约 0.7V, 2AP 型管正向压降约 0.3V) 稳压。如 1V 的基准电压可用 2CP 型管一只串接 2AP 型管一只近似代替。

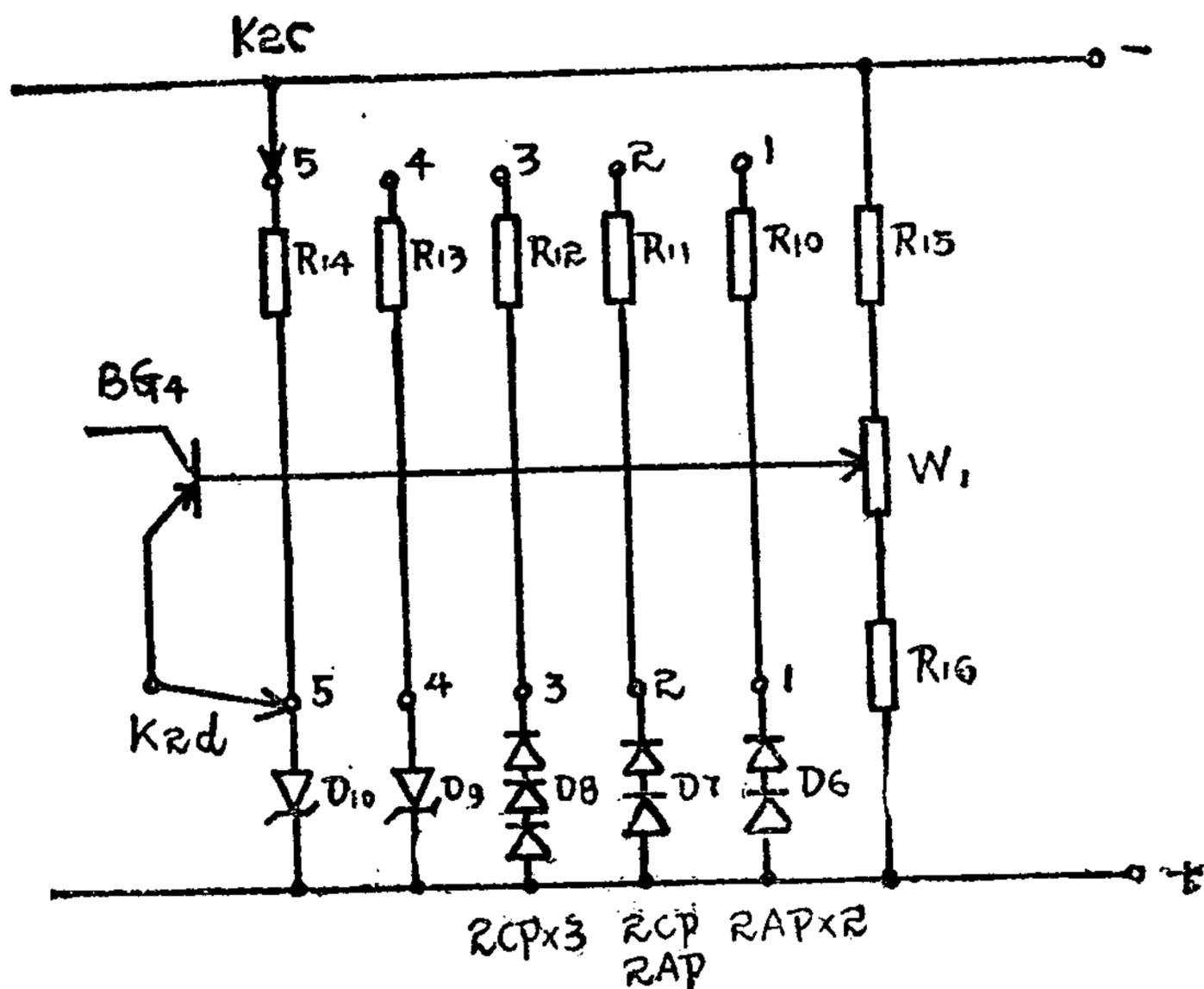


图 41

$R_{10\sim 14}$ 的选取。 $I_{R_{10\sim 14}} \cong I_{D_{6\sim 10}}$ ，要求在 $I_{D_{6\sim 10}}$ 允许范围内取得大些，有利于稳压精度。

取流过 $R_{10\sim 14}$ 的最大电流为 10mA，则

$$R_{10\sim 14} = \frac{U_{出大} - U_Z}{10\text{mA}}$$

计算得下表：

3. 取样环节—— R_{15} 、 W_1 及 R_{16} 的选取

要求流经过 $(R_{15} + W_1 + R_{16})$ 的电流适当大，以保证分压比稳定，以及在电源空载时有适当的泄放电

	$U_{\text{出大}}$	U_Z	$R_{10\sim 14}$
I	2V	0.5V	$R_{10} = 150\Omega$
II	4V	1V	$R_{11} = 300\Omega$
III	8V	2V	$R_{12} = 600\Omega$
IV	16V	4V	$R_{13} = 1.2K\Omega$
V	20V	5V	$R_{14} = 1.5K\Omega$

流，使调整管能工作在放大区。

当 $U_{\text{出}} = 1V$ 时，取 $(R_{15} + W_1 + R_{16})$ 支路的分流值为 $1mA$ ，则

$$(R_{15} + W_1 + R_{16}) = \frac{1V}{1mA} = 1000\Omega$$

对于第 I 挡， $U_Z = 0.5V$ ， $U_{\text{出小}} = 1V$ ， $U_{\text{出大}} = 2V$ ，代入公式

$$U_Z = \frac{R_{16}}{R_{15} + W_1 + R_{16}} \cdot U_{\text{出大}}$$

$$R_{16} = \frac{U_Z(R_{15} + W_1 + R_{16})}{U_{\text{出大}}} = \frac{0.5V \times 1000\Omega}{2V}$$

$$= 250\Omega$$

$$U_Z = U_{\text{出小}} \cdot \frac{R_{16} + W_1}{R_{15} + W_1 + R_{16}}$$

$$W_1 = \frac{U_Z(R_{15} + W_1 + R_{16})}{U_{\text{出小}}} - R_{16}$$

$$= \frac{0.5V \times 1000\Omega}{1V} - 250\Omega = 250\Omega$$

$$\begin{aligned} R_{15} &= (R_{15} + W_1 + R_{16}) - (R_{16} + W_1) \\ &= 1000\Omega - 500\Omega = 500\Omega \end{aligned}$$

以上计算值是否合适, 应对第 II~V 挡进行验算:

$$\text{II: } U_z = 1V$$

$$U_{\text{出大}} = 1V \cdot \frac{1000\Omega}{250\Omega} = 4V$$

$$U_{\text{出小}} = 1V \cdot \frac{1000\Omega}{500\Omega} = 2V$$

$$\text{III: } U_z = 2V$$

$$U_{\text{出大}} = 2V \cdot \frac{1000\Omega}{250\Omega} = 8V$$

$$U_{\text{出小}} = 2V \cdot \frac{1000\Omega}{500\Omega} = 4V$$

$$\text{IV: } U_z = 4V$$

$$U_{\text{出大}} = 4V \cdot \frac{1000\Omega}{250\Omega} = 16V$$

$$U_{\text{出小}} = 4V \cdot \frac{1000\Omega}{500\Omega} = 8V$$

$$\text{V: } U_z = 5V$$

$$U_{\text{出大}} = 5V \cdot \frac{1000\Omega}{250\Omega} = 20V$$

$$U_{\text{出小}} = 5V \cdot \frac{1000\Omega}{500\Omega} = 10V$$

考虑到 U_z 值的波动及上下挡之间的衔接, 应取 W_1 值比计算值稍大, 而 R_{15} 、 R_{16} 值比计算值稍小,

故取

$$W_1 = 270 \sim 330 \Omega$$

$$R_{15} = 470 \Omega$$

$$R_{16} = 220 \Omega$$

而 $(R_{15} + W_1 + R_{16})$ 值宜小于计算值。

4. 调整放大环节—— BG_1 及 BG_2 的选取

调整环节采用复合管。 BG_1 要求集电极最大电流 $I_{c1} > 500\text{mA}$ ，最大功率 $P_{c1} > 6\text{W}$ ， β 值高一些更好。可取 3AD6 或其他符合上述要求的大功率管，加散热板使用。 BG_2 可取任何类型的晶体管，功率大些、 β 值高些为好。

使用稳压电源时，各挡都应选在本挡电压的偏高部分使用，这时调整管的损耗最小，而输出最大。

如果改变输出电压、电流的要求，调整管 BG_1 可按下式选择有关参数值的晶体管：

$$I_c \geq \text{输出最大电流} + \text{取样支路电流} + \text{基准电压支路电流}$$

$$U_{ce} > \text{输入最高电压} - \text{输出最低电压}$$

$$P_c = I_c \times U_{ce}$$

5. 比较放大环节—— BG_4 及 R_2 的选取

BG_4 的作用是将变化了的输出电压与基准电压比较的误差信号送到 BG_2 、 BG_2 ，以实现输出电压的调

整，因此要求 BG_4 有足够的放大能力，以推动调整管工作。取 β 值高些的管子为好。使用高频管和在 BG_4 的集电极与“地”之间加接 C_3 ，有助消除电路内部产生的自激。(BG_2 亦可为此目的选用高频管。)

R_2 为 BG_4 的负载电阻，欲增大 BG_4 的放大作用，须选用较大阻值，但 BG_4 集电极（与 BG_2 基极相接）须有较大电流推动调整管工作，则 R_2 又不能选得太大，可在几 K 欧姆范围内选用适当阻值。

6. 保护电路及元件选取

短路时， $U_{III} = 0$ ，须保证 BG_3 处于饱和状态，即

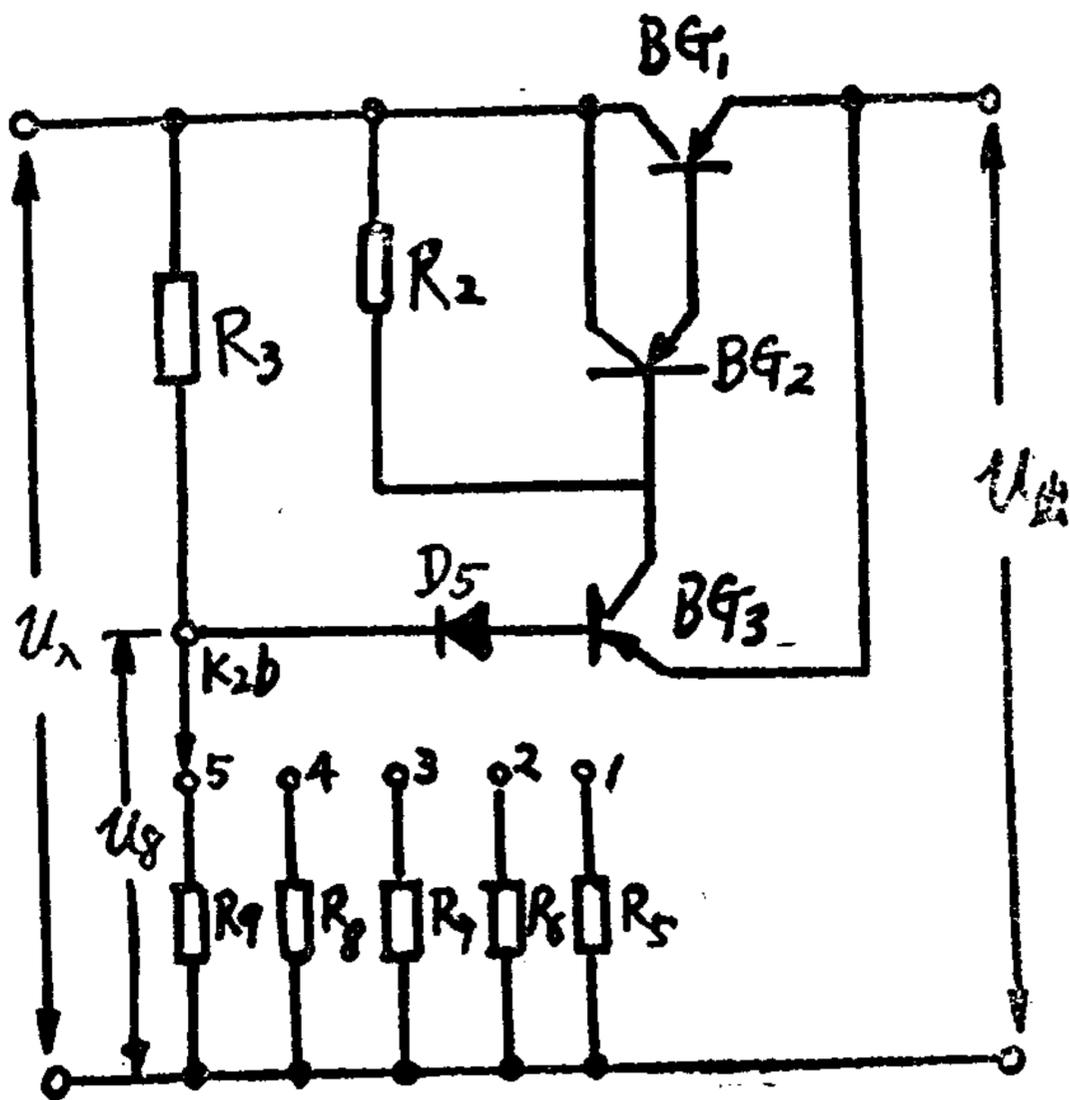


图 42

$U_{be1} \cong 0$, 使 BG_1 截止, 以保护调整管不致烧毁。为此, 应使

$$I_{b3} > \frac{I_{c3}}{\beta} \quad \text{而 } I_{b3} = \frac{U_{\lambda}}{R_3}, \quad I_{c3} = \frac{U_{\lambda}}{R_2}, \quad \text{所以}$$

$$\frac{U_{\lambda}}{R_3} > \frac{U_{\lambda}}{\beta R_2} \quad \text{此式整理为}$$

$$\beta R_2 > R_3 \quad \text{现取 } R_2 = 2K\Omega, \quad \beta = 20, \quad \text{则}$$

$$20 \times 2K\Omega > R_3 \quad \text{即 } R_3 < 40K\Omega \quad \text{取 } R_3 = 20K\Omega$$

正常工作时, 为保证 BG_3 处于截止状态, 应使

$$U_b \leq U_{\text{出小}} \quad \text{而 } U_b = U_{\lambda} \cdot \frac{R_{5\sim 9}}{R_3 + R_{5\sim 9}} \quad \text{则}$$

$$U_{\lambda} \cdot \frac{R_{5\sim 9}}{R_3 + R_{5\sim 9}} \leq U_{\text{出小}} \quad \text{得}$$

$$R_{5\sim 9} \leq \frac{R_3 \cdot U_{\text{出小}}}{U_{\lambda} - U_{\text{出小}}}$$

将 $R_3 = 20K\Omega$ 代入, 并将各挡 U_{λ} 、 $U_{\text{出小}}$ 值代入, 得下表:

	U_{λ}	$U_{\text{出小}}$	$R_{5\sim 9}$
I	6V	1V	$R_9 = 4K\Omega$
II	7.5V	2V	$R_8 = 7K\Omega$
III	11V	4V	$R_7 = 11K\Omega$
IV	17V	8V	$R_6 = 15K\Omega$
V	24V	10V	$R_5 = 14K\Omega$

调试时，如需改变 R_2 阻值，则应将 $R_5 \sim 9$ 值作相应修改。

为使 $u_{\text{出}} = u_{\text{出大}}$ 时 BG_3 的 eb 结不被反向击穿，在其基极上加一锗二极管（耐压值在 15V 以上），以承担正常工作时的反向电压。

四、高压部分

高压部分可以从变压器次级取出整流，如变压器次级没有高压抽头，也可直接从初级整流，即直接取自市电。但这时不仅要特别注意安全问题，而且由于所用业余整流管器材质量原因，容易烧毁整流管。本电源在试制过程中曾因此多次失败，原因是在开关接通后，由于起始电流的冲击，使整流管耐压能力降低而致损毁。最后采取从变压器初级 110V 抽头整流，这样不但缩短了输出电压的挡距，同时降低了对整流管的耐压要求。

整流管可以从 2CP 型业余管中选取，如果管子耐压值不够，可以串接使用，串接时须加均压电阻。由于所取电流不大，器材问题极易解决。

高压部分最好与其他部分分开，另外单独装在一块上，可以保证工作安全，检修方便。

高压部分采用插接。与交流电源联接，在不使用

高压时可将插头拔掉，切断高压。还可将整流器利用插接。在各种交流电源上，充分利用变压器的各个抽头，使输出高压有多规格。自低压直流 24V 以上至 550V 连续有各种电压值的分挡输出。

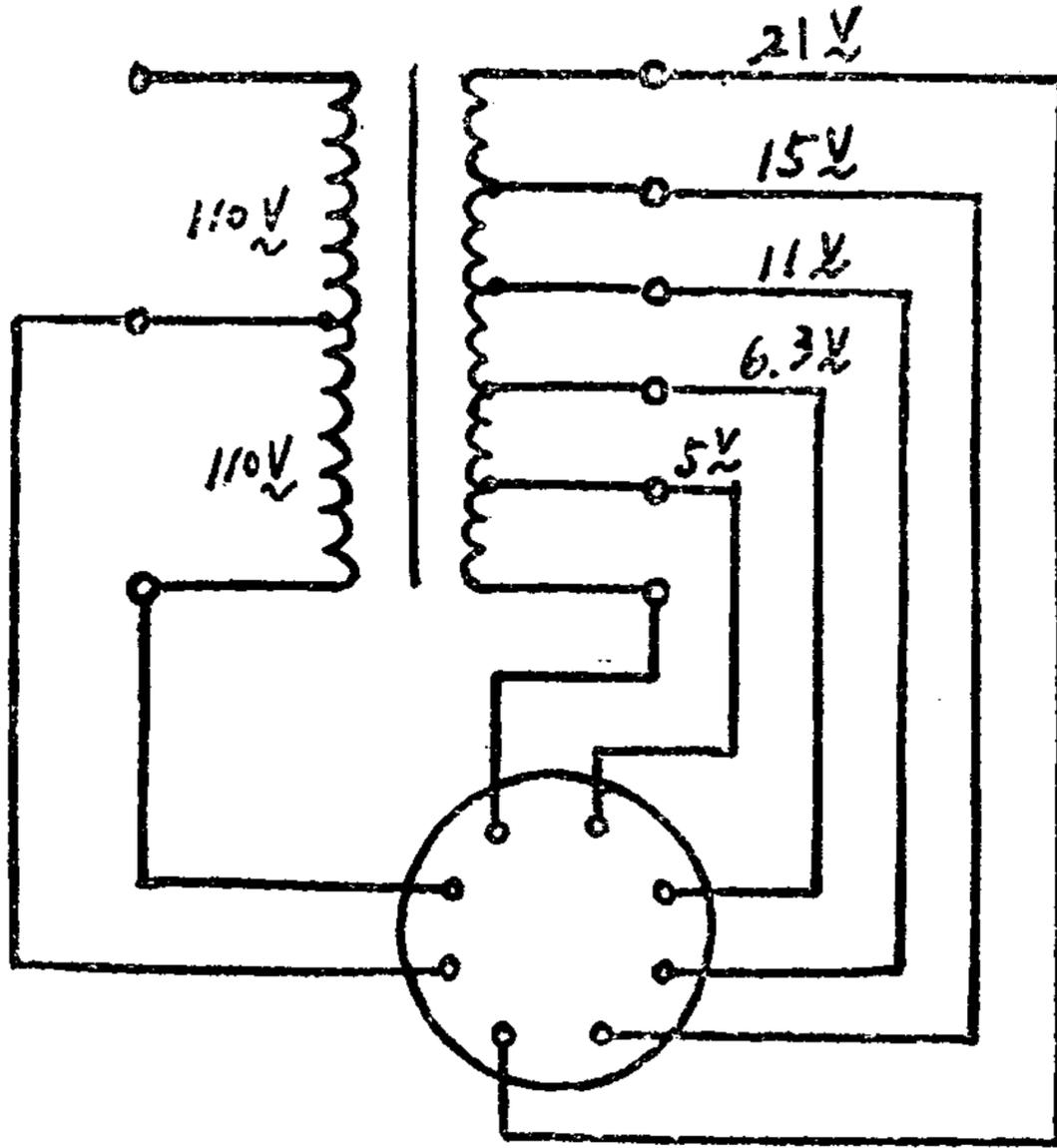


图 43a

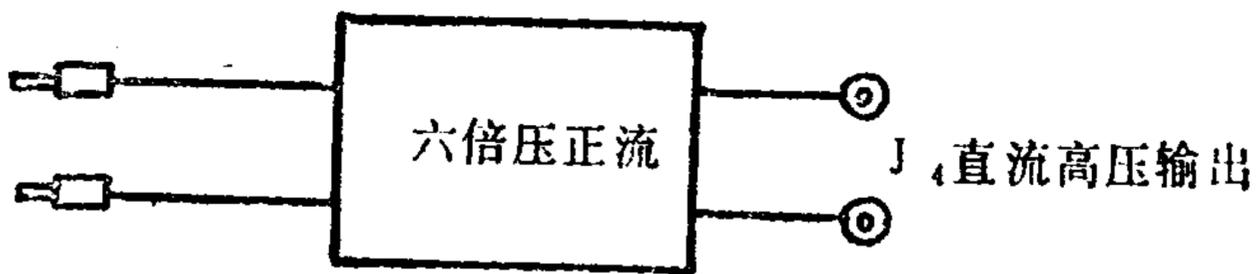


图 43b

五、表头指示部分

利用一块表头，由开关控制指示各项输出电压情况。

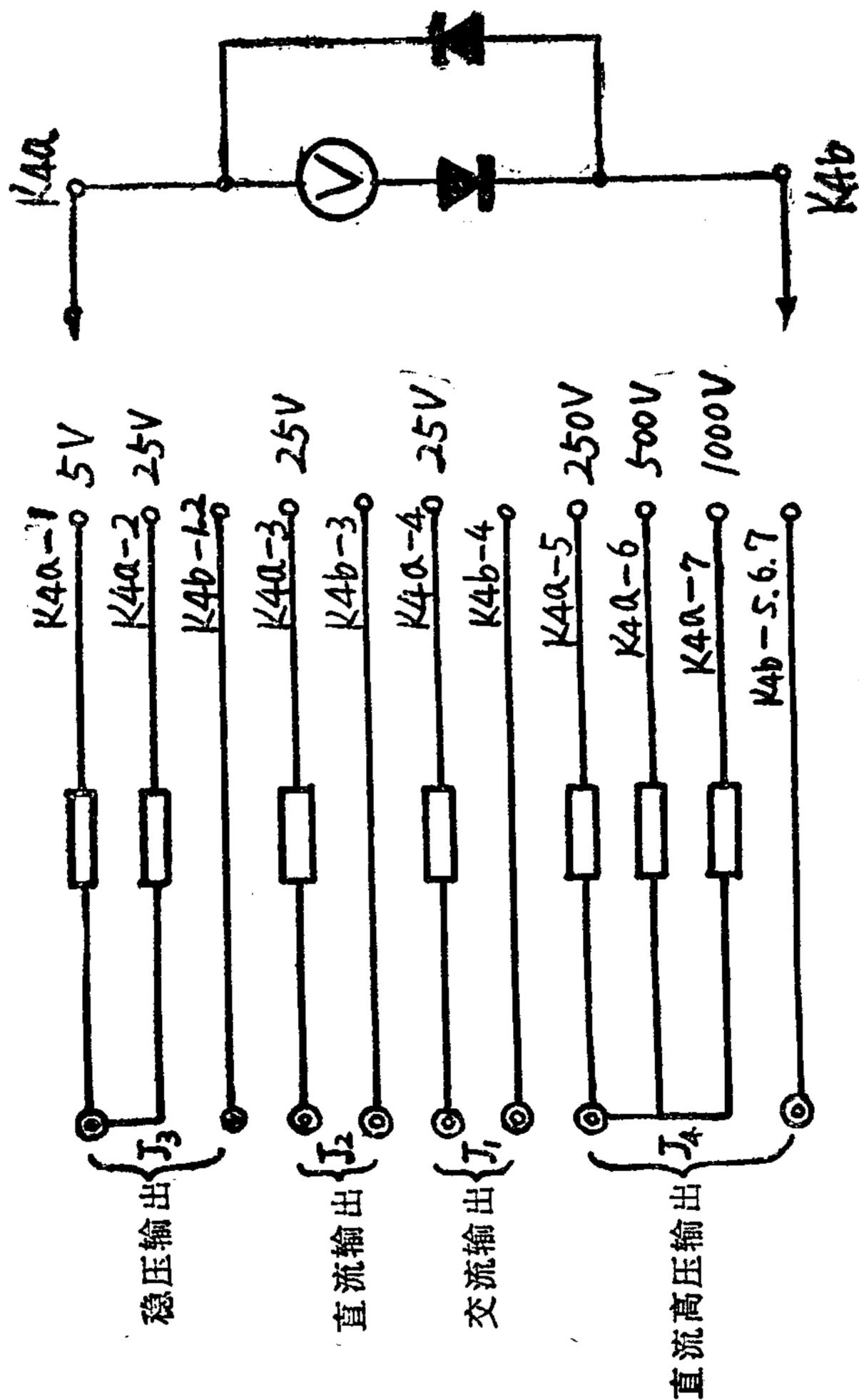


图 44

六、箱面布置

前面

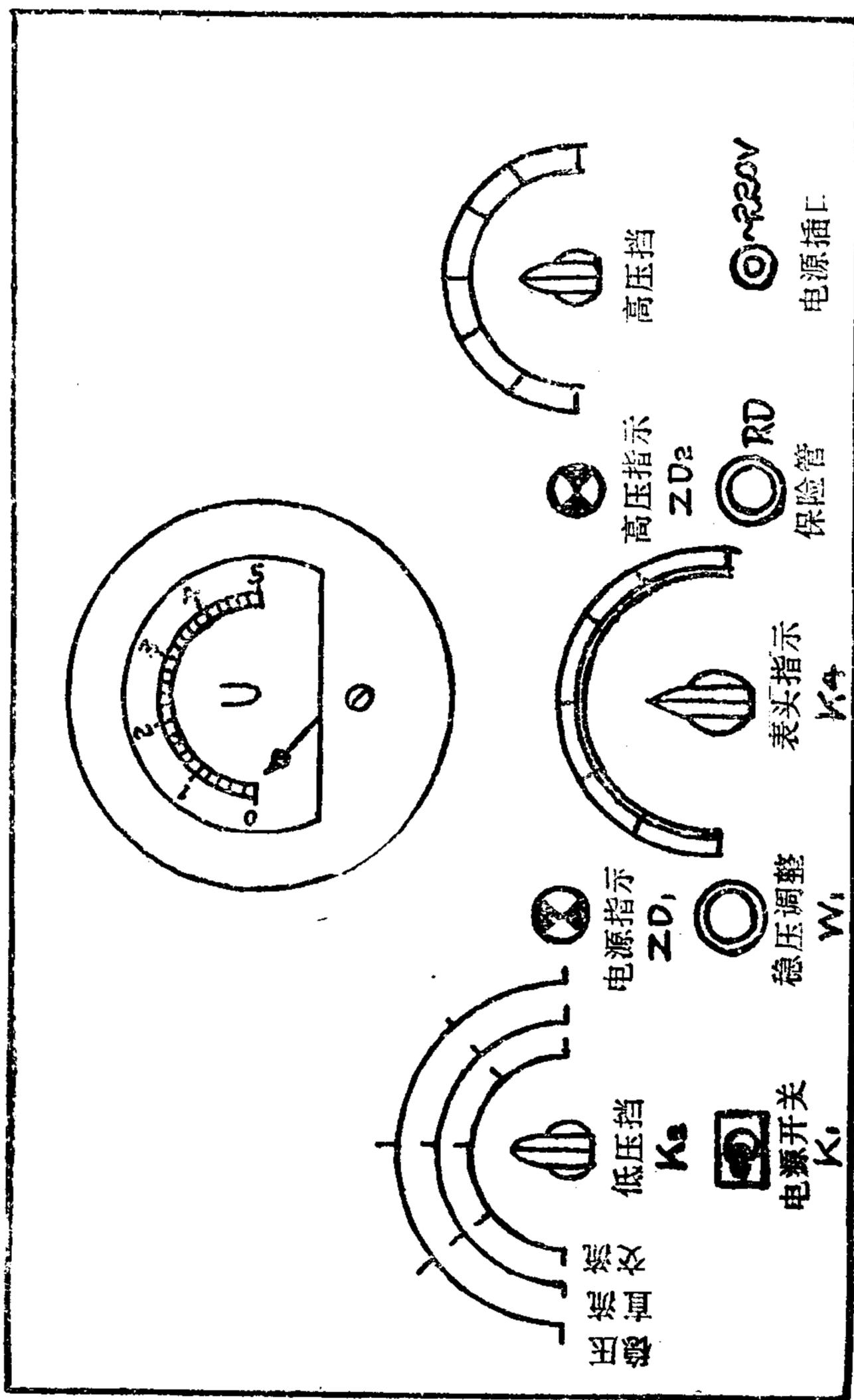


图 45 a

后面

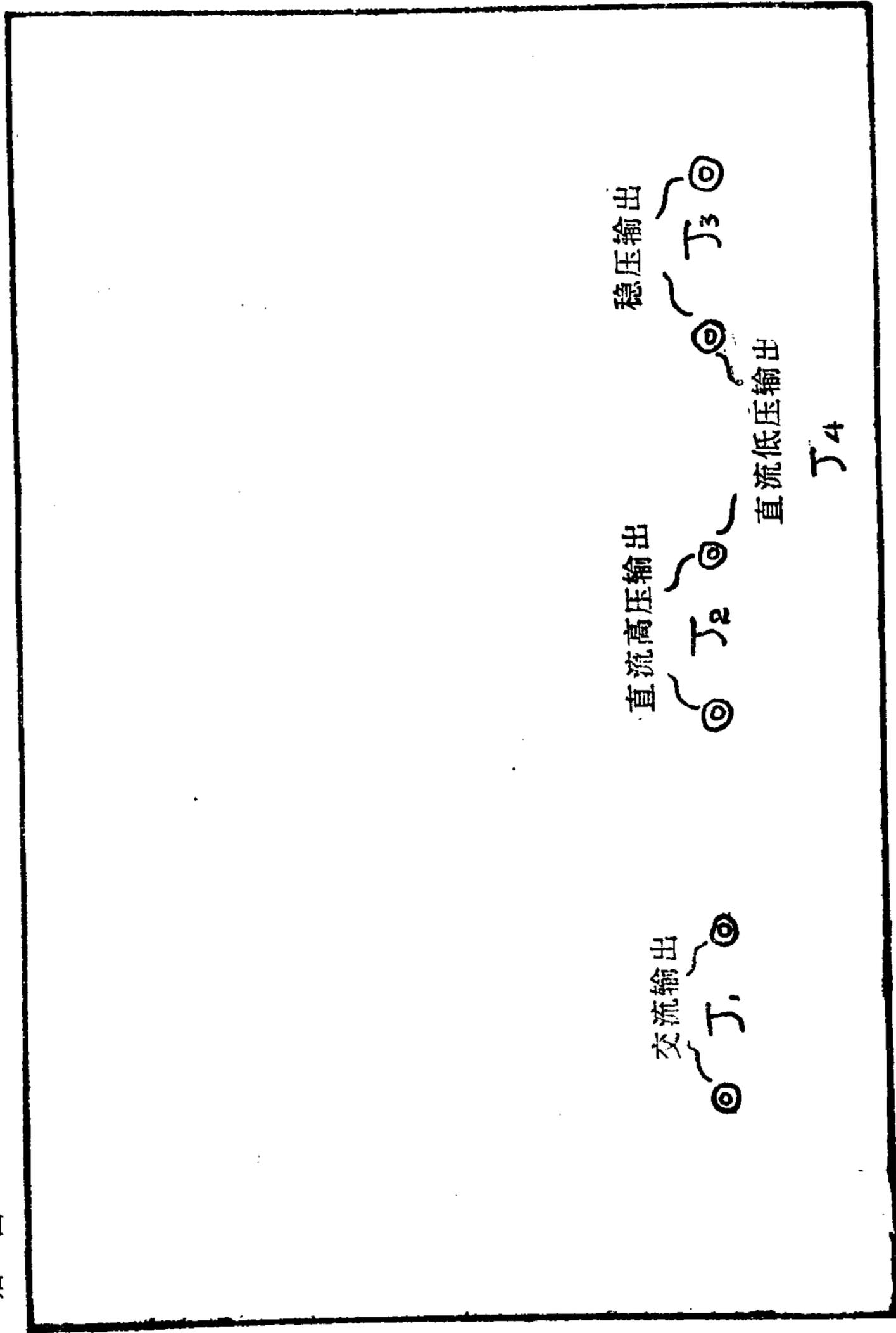


图 45 b

七、利用电源测试晶体管的耐压值

用图 46 的方法可以很简便地测出晶体管的反向耐压值。

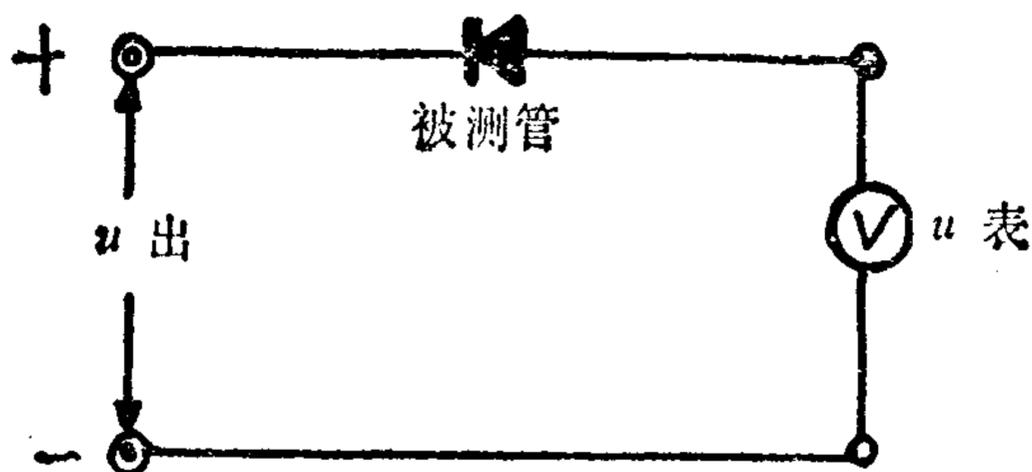


图 46

如果 $u_{表} = u_{出}$ 或接近 $u_{出}$ 值, 则该管不能承受 $u_{出}$ 电压, 反之, 如果 $u_{表} \cong 0$ 或接近零, 即表针基本不动或摆动较小, 则该管反向耐压值即为 $u_{出}$ 。测试中, 被测管不论能否承受 $u_{出}$ 电压都不致损毁。

(北京市四中 王行国)

简易半导体收音、扩音、 对讲三用机

这里介绍一种成本较低、制作调整较易、输出功率为 3 瓦的简易半导体收音、扩音、对讲三用机。

整机线路如图 47 所示。(a) 为收音机部分；(b) 为一功率放大器。该机除做一般的收音机使用外，还可以通过扩音部分带动一只 25 瓦 16 欧的高音喇叭，供 300~400 人开会扩音用；也可以带动 30 只 0.1 瓦的压电晶体喇叭或舌簧喇叭作为农村生产队或学校的有线广播机用。扩音时，收音机内的扬声器可作为话筒，也可外接话筒插入 CZ_1 。搬动转换开关 K_1 还可和用户进行对讲通话。扩音部分电源用整流电源或用 1# 干电池 8 节 (12 伏)，也可用 12 伏小蓄电池。

一、收音机部分

收音机部分如图 47 (a) 所示，是再生来复式四管机，也可以用超外差机。再生机在远郊使用，收电

台较少，外差机收台较多，但在讲话扩音时，这两种收音机的使用效果基本相同。

为了利用机内扬声器做话筒，要加装一只 6×2 的波段开关 K_1 ，使扬声器和输出变压器 B_2 通过 K_1 的接点 2 接到音量控制电位器上，利用收音机的音频放大部分进行放大。当波段开关 K_1 拨至 1 时，该机仍为半导体收音机，通过机内扬声器可以照常收听广播。

二、扩音器部分

扩音器部分是用收音机的音频放大部分作为前置放大部分，这样就不必再装前置放大器，只要在收音机后附加一级功率放大就可以了。为了尽可能利用 β 值较小的业余品晶体管（这类管子通常不易配对使用），所以扩音器的功放级采用甲类单管功率放大，见图 47(b) 电路。晶体管可选用低频或高频大功率硅管（因硅管的 I_{ce0} 随温度的变化比锗管小）。如 3DD4~3DD8、3DA4、3DA5 等，只要集电极最大耗散功率 $P_{CM} \geq 10$ 瓦、 $V_{CM} \geq 30$ 伏、 $I_{CM} \geq 0.75$ 安、 $\beta \geq 10$ 的管子均可使用。我们用了一只 β 为 9 的大功率硅管，扩音器的输出功率超过 3 瓦。

B_3 是扩音器的输入变压器，也是收音机的输出变压器。从图 47 可以看出，当 K_1 拨至接点 2 时，收音机

内的输出变压器 B_2 已与机内扬声器配套作话筒用了，这样推挽输出与功放级之间就缺少一只级间耦合变压器， B_3 就是作这个耦合变压器用的，所以其规格与 B_2 同。

B_4 为功放级的输出变压器。其铁芯截面积应能满足输出功率的要求，其形状可为“山”字形。芯柱的截面积达到 4cm^2 即可。该输出变压器的初级阻抗应为 24 欧，其次级阻抗应适应扬声器的音圈阻抗。一般扬声器阻抗有 4、8、16 欧几种。为了能适应多种使用情况， B_4 的次级阻抗应有 4、8、16 欧以及适应带动 30 只 0.1 瓦压电晶体喇叭的 250 欧等抽头。各线圈绕制数据见图 48。制做时，先按铁芯柱大小做一线圈架，然后用 $\phi 0.44$ 的漆包线在线圈架上绕 200 匝作初级线圈（注意层间垫纸），再裹上一层牛皮纸作为初、次级线圈间的绝缘；次级线圈 0~16 欧共需绕 160 匝，也用 $\phi 0.44$ 漆包线绕制，在 83 匝抽头为 4 欧、116 匝抽头为 8 欧、160 匝为 16 欧；然后再用 $\phi 0.25$ 漆包线焊在 16 欧处继续绕 500 匝为 250 欧。线圈绕完后，将铁芯每两片叠在一起对插入线圈架中，全插满后夹紧即可。

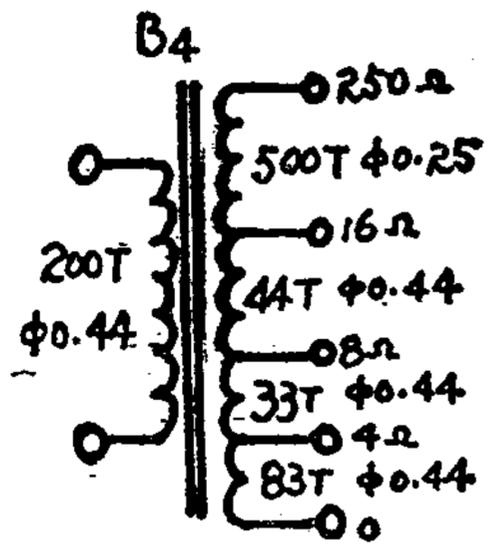


图 48

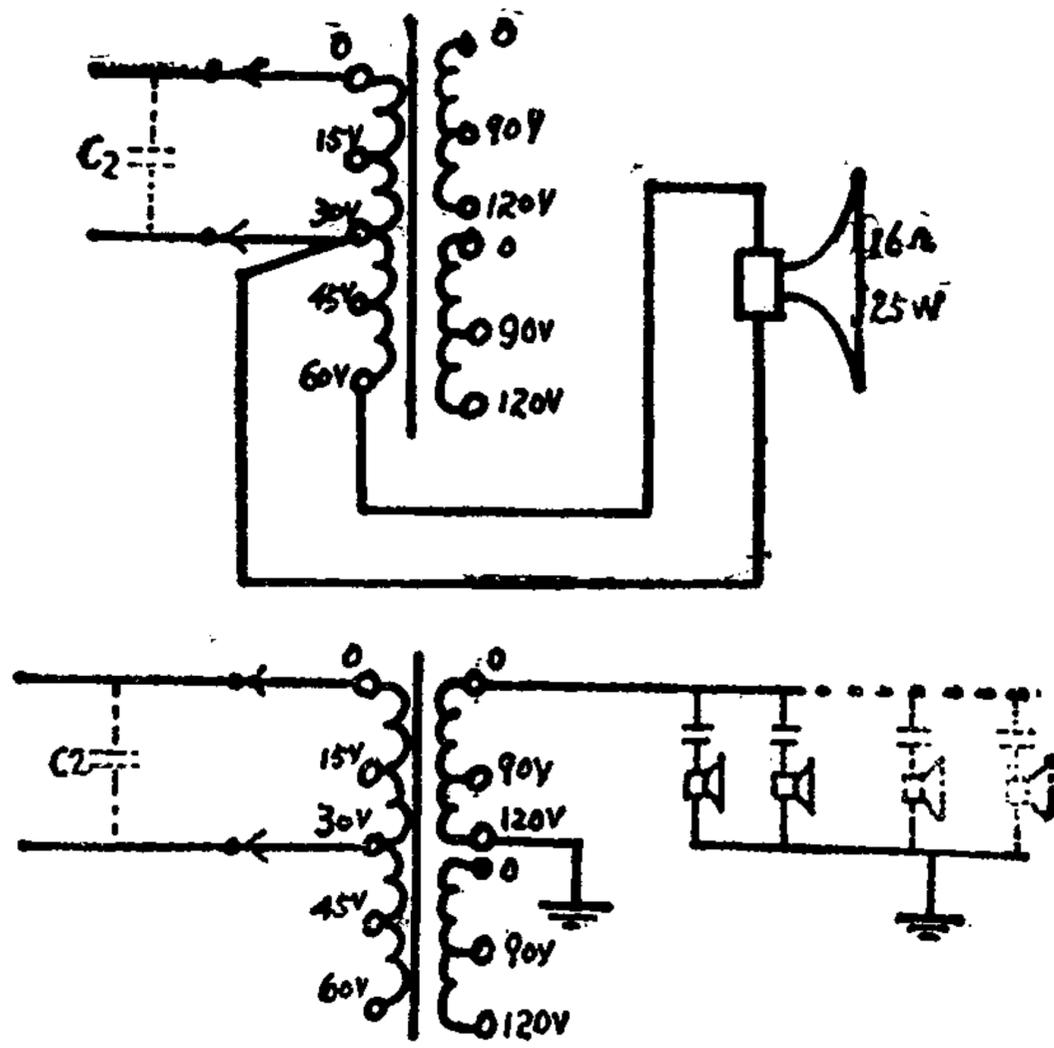


图 49

输出变压器 B_1 也可用原有的线间变压器代替。农村有线广播用的线间变压器定压式的较多。若用 60 瓦定压式线间变压器，接法如图 49；若用 25 瓦定阻式线间变压器，接法如图 50；也可用市售 3~5 瓦电铃变压器代替，音质更好，成本亦低，接法如图 51（图 49、50、51 中两条箭头分别接功放管集电极和电源正极）。用线间变压器代替输出变压器，阻抗不完全匹配，略有些非线性失真；并且缺乏适合 8 欧阻抗的抽头，因此不适合对讲。

若仅带一只 25 瓦 16 欧的高音喇叭，也可采用阻

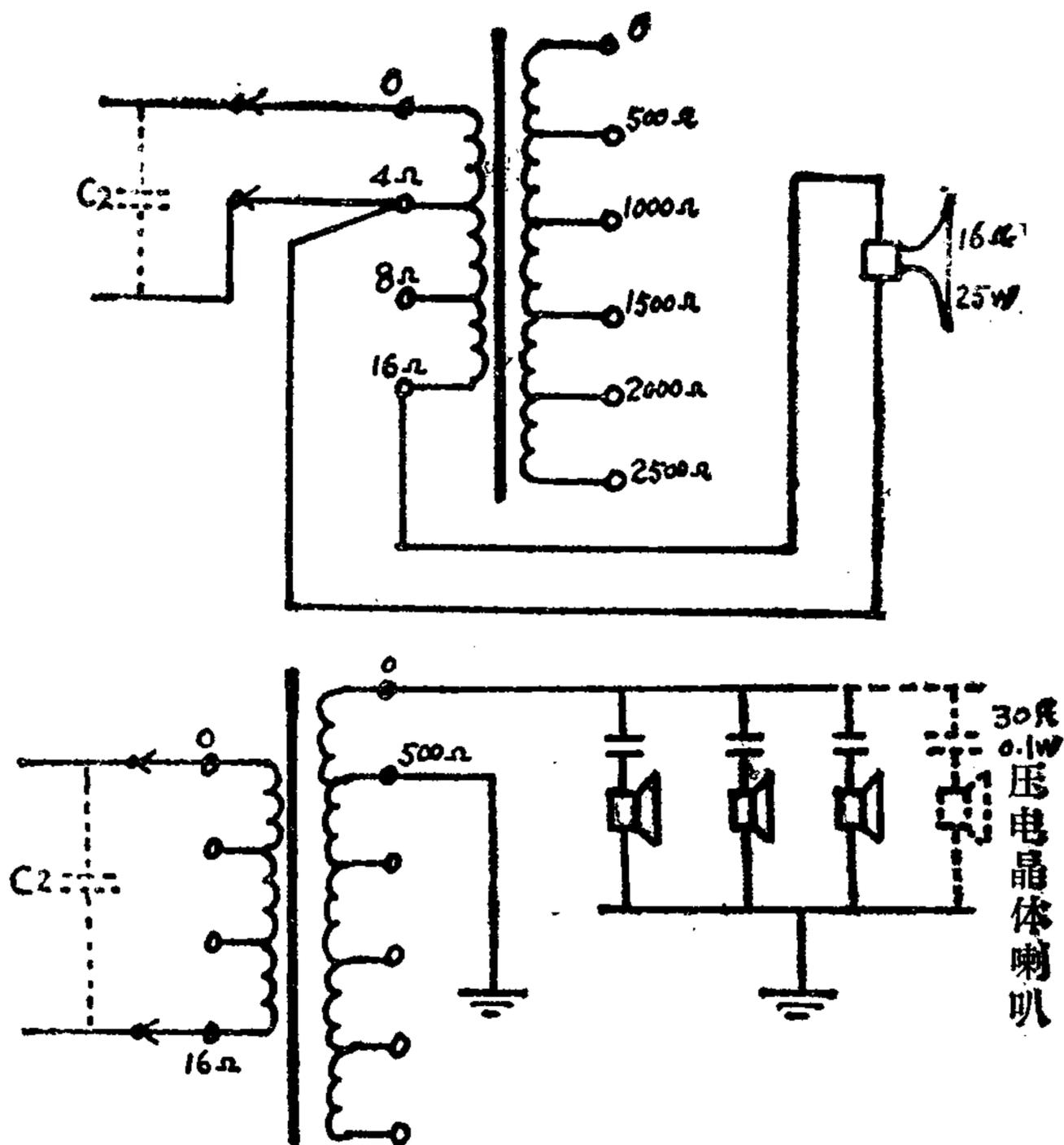


图 50

容耦合输出。这种电路稳定性较好。从图 52 可以看出，这是一种电压并联负反馈电路。当由于某种原因集电极电流 I_c 增大时，则输出电压 U_{RL} 增大，反馈电流也增大，因反馈电流与输入电流在输入端是并联连接的，所以使基极电流 I_b 减小，使得 I_c 也减小，输出电压也减小，从而稳定了输出电压。但用阻容耦合输出时，输出功率也减小了一些。

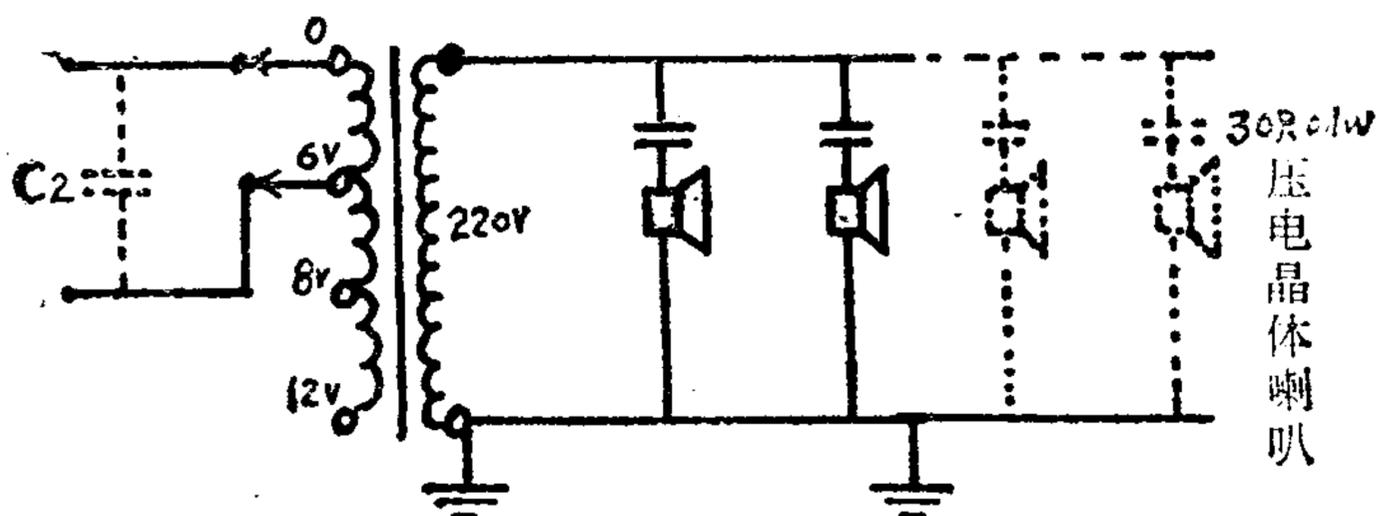
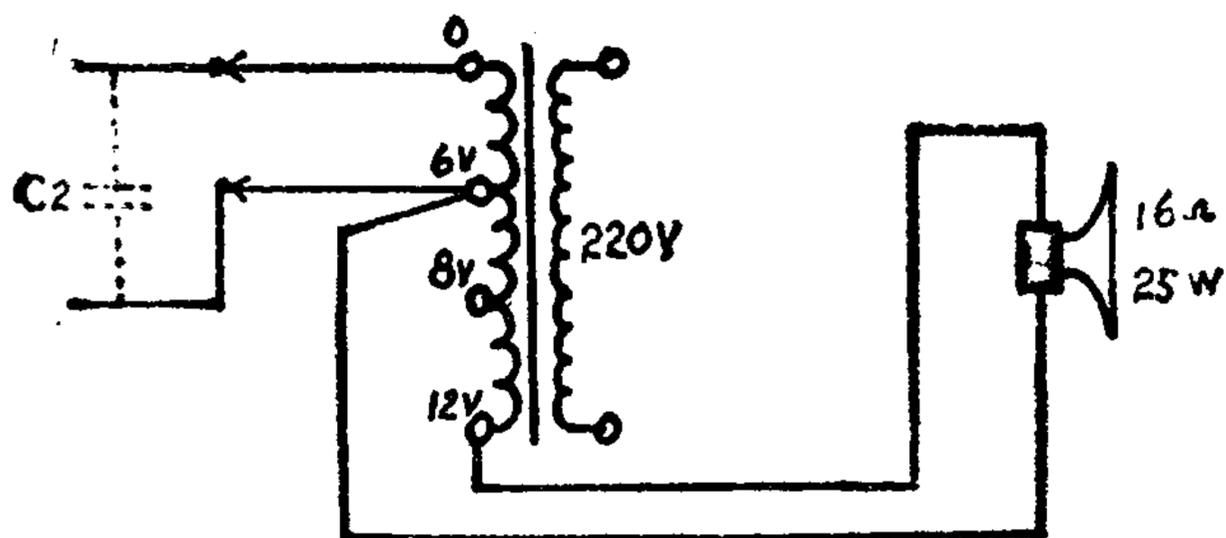


图 51

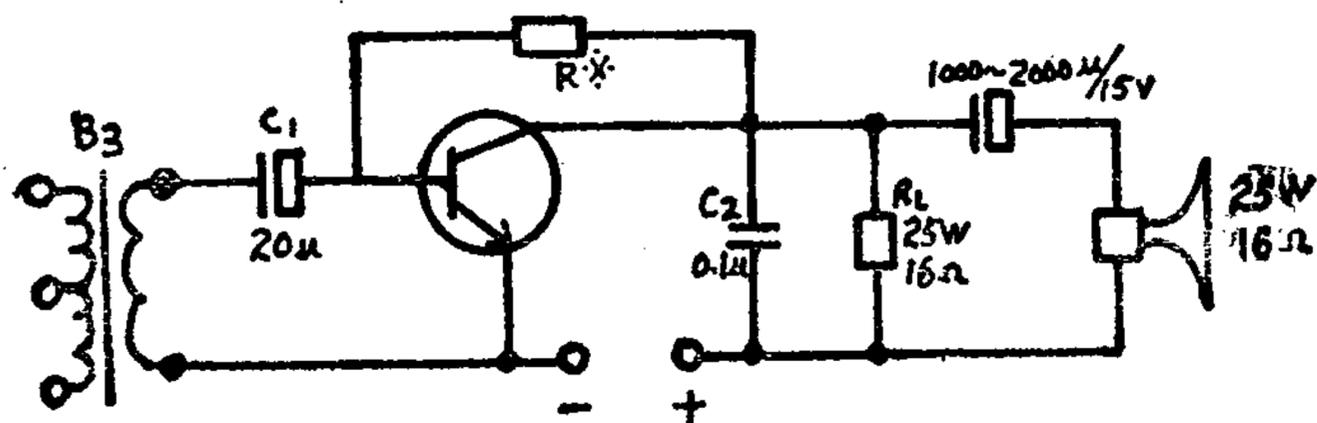


图 52

三、制作与调整

收音机部分的制作与调整与一般半导体收音机相同。

安装功放级时，先将 B_3 、 C_1 、 C_2 安装在一块 150

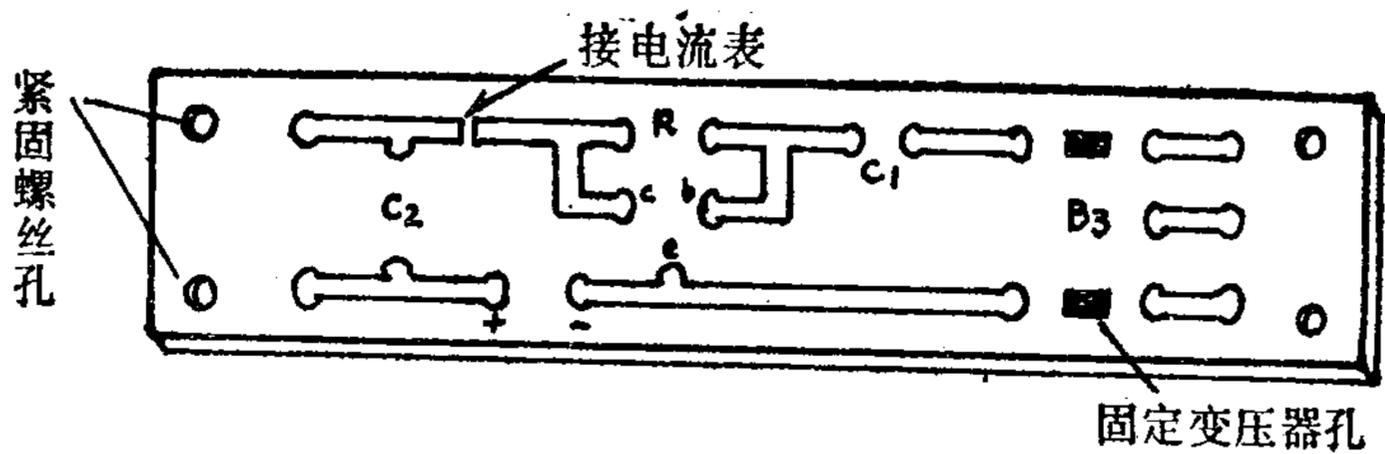


图 53

毫米×30毫米×2毫米的印刷线路板上，如图53所示。从 B_3 输入端引出三根软线接到 K_1 相应接点上及收音部分电源的(负)极。再由 C_2 后引出两根软线，接到 B_4 输入端，将25瓦16欧高音喇叭接在 B_4 输出端0~16欧端子上。在使用大功率管时需加装散热片，可用废旧铝制品（如铝壶梁等）分为上下两层作散热片用，相当于400毫米×30毫米×2.5毫米的散热片；将大功率管装上，如图54所示。散热片装好后，就可将管子的三个极焊到印刷电路板上。将电流表接入图53中所示的接电流表处，再取一5千欧的电位器串一

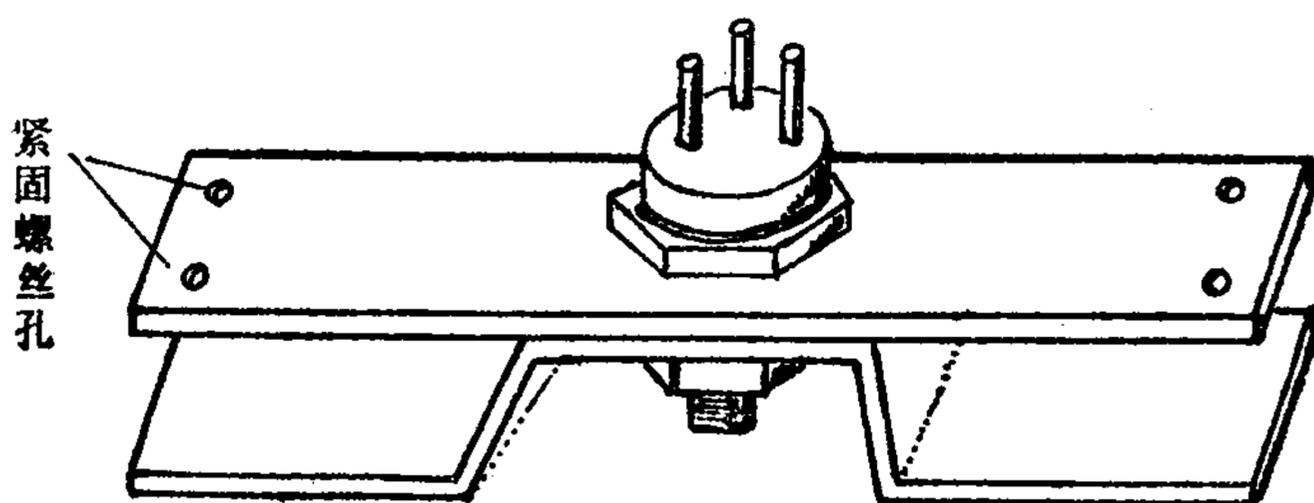


图 54

300 欧电阻，将电位器阻值旋到最大，接到电路中 R 处。电路接好后，仔细检查一遍，就可以进行调整了。

调整时，先接通 12 伏电源。此时 I_c 较小，慢慢旋动电位器，使 I_c 增至 360 mA，然后将收音机打开选一电台，再将 K_1 拨至 2，这时大喇叭即应放音。同时电流就随着放音情况而变化，即输入信号强时，集电极电流减小，无信号输入时，集电极电流较大。若信号输入后，电流变化幅度不大，可再调电位器（注意静态电流不要超过 500 mA），使电流变化幅度最大。电流变化幅度大，说明功放级的效率高。若用 β 值高的大功率管，则 R 值必然大，就会减弱负反馈，影响音质。若失真明显，可在 B_3 与 C_1 之间加一变压器 B_5 如图 55 所示，因为 B_5 的规格与 B_2 、 B_3 相同，可以使输入阻抗接近匹配，从而改善音质。

调整好后，将收音机关掉，把功放级电源断开，

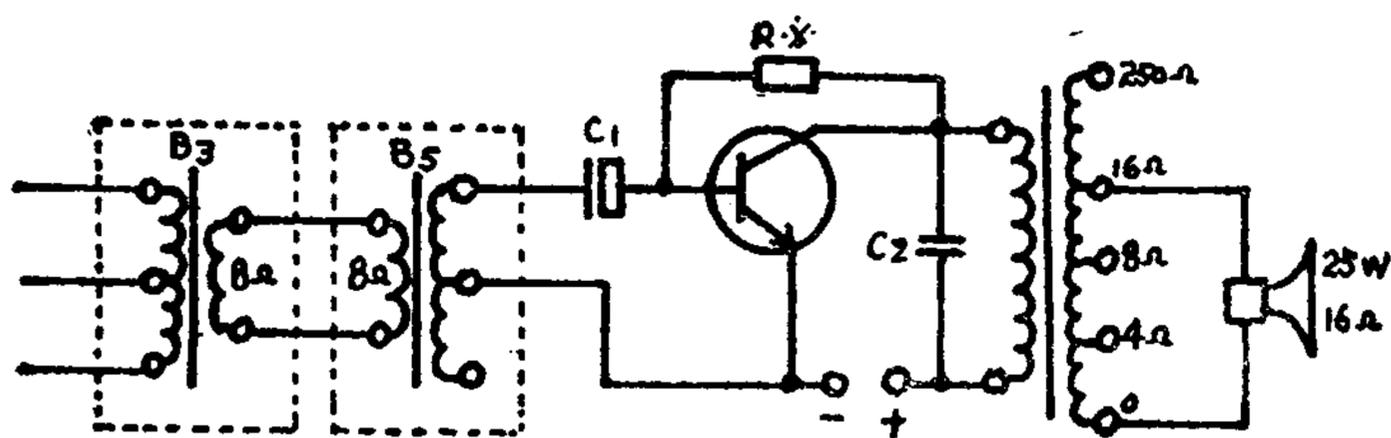


图 55

取出电流表，将串联电流表的电路短接。再把电位器取下，量一下电阻值，取一 1/4 瓦的固定电阻代替电位器焊上。最后将功放管连同散热片用机螺丝和印刷电路板装在一起固定。如图 56 所示。

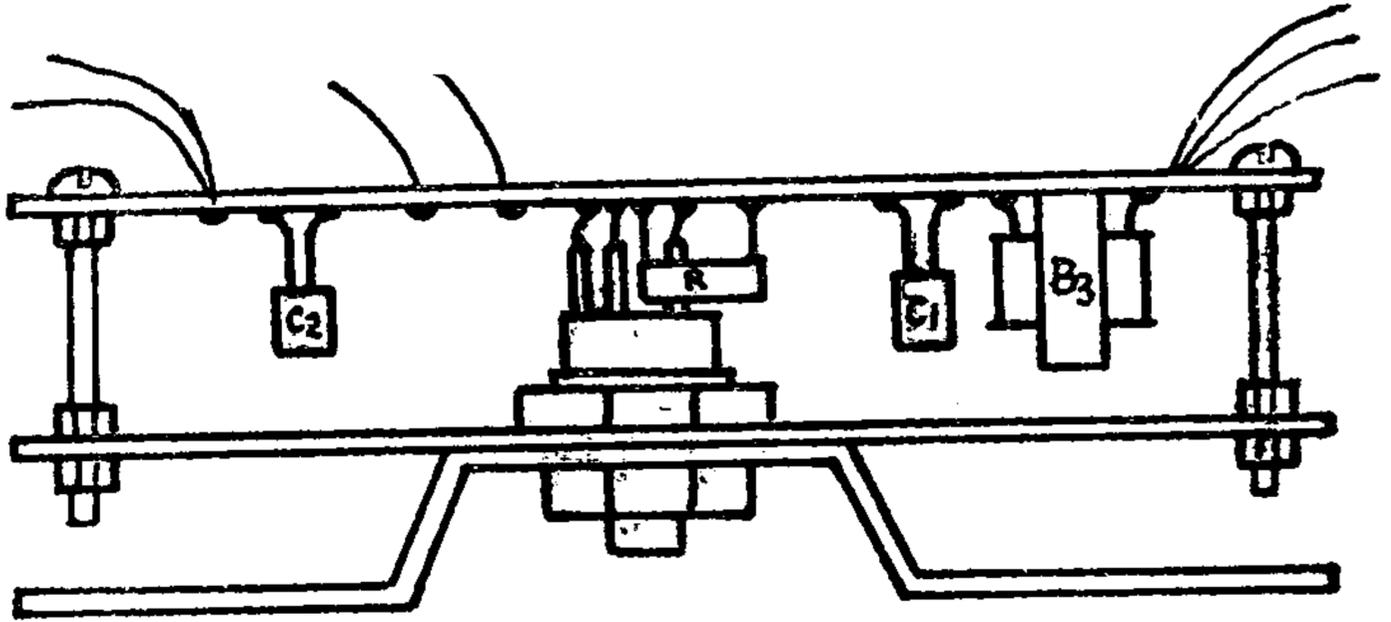


图 56

使用时，打开电位器 K 可单做小型收音机用。需进行扩音时把 K_1 拨至 2，即可扩放电台讯号；需讲话时，再将 K_2 拨至 2，旋动调谐电容至无电台讯号处，对机内扬声器讲话就可以了。若需广播网用户回话，可再将 K_3 拨至 2，对方对着压电晶体小喇叭讲话，回话讯号通过 $K_{3a}-2$ 及音量控制电位器输送到前置放大管的基极进行放大，同时机内扬声器通过 $K_{3c}-2$ 接到输出变压器 B_4 的 8 欧处可听到回话。由于回话时外接的扬声器从输出变压器 B_4 的 250 欧处断开了，因此，通过 $K_{3b}-2$ 接点将一只 300 欧 5 瓦的电阻接到 B_4 的 250 欧处作负载用。扩音、对讲的音量由收音机的电

位器控制。

四、电 源 部 分

扩音部分采用甲类工作状态，因此静态电流较大。电源可用输出为直流 12 伏 500 毫安的整流电源。若无交流电的地区可用 12 伏小蓄电瓶或 8 节 1 号干电池做电源。

前级收音机应单独使用一组电源，可用 5 号干电池。当不扩音时，收音机仍可单独使用。

(北京市少年宫科技组)

自动起止地震报警器

这里介绍的是一种地震自动报警装置，只要大地发生微小的震动，报警器的电铃便会打响。尤其在夜间，它能叫醒人们马上离开房屋或躲离建筑物，避免砸伤。电路的优点在于：（1）平时不耗电，一旦地震，电路自动起动，并开始断续报警。（2）电铃打响后来不及关闸，在报警后能自动停止工作，恢复原来状态，准备下次再报警。（3）适用于任何场合，工厂，机关，学校等。

一、电路原理简介

报警器如图 57 所示，它由无稳态电路、反相器、整流电路、地震传感器和交流继电器、自锁电路等组成。

地震传感器串联于火线(220V 交流市电)上，相当于一个总开关，它平时处于断开状态，断开所有电路，当地面略有倾斜或稍有震动，地震传感器便一下接通

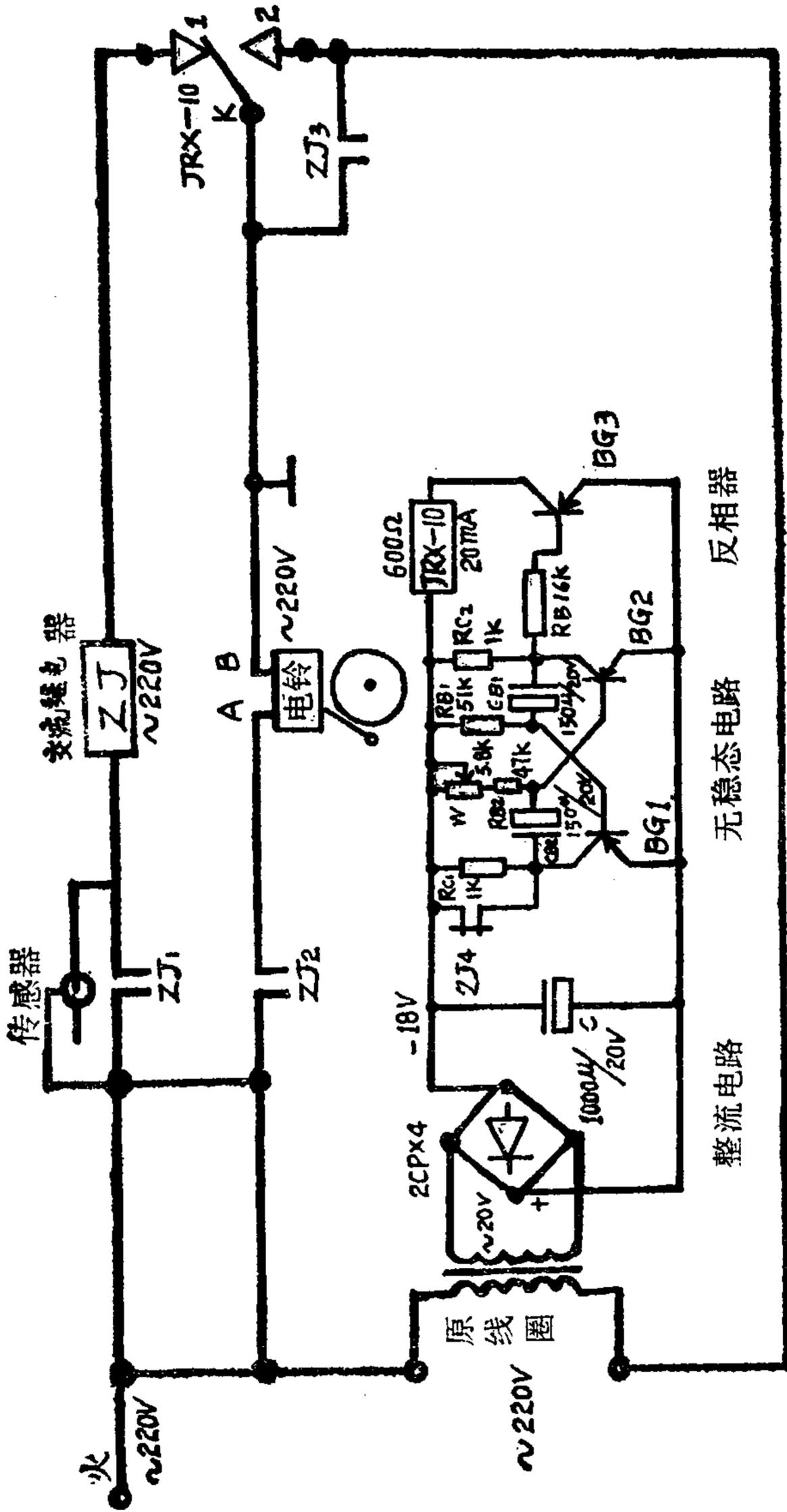


图 57

电路。由于振荡瓶的不断摇摆，使触点不断“开”与“关”。但振荡瓶的第一次关闭电路已给交流继电器ZJ接通，ZJ₁、ZJ₂、ZJ₃触点吸合，ZJ₄常闭点断开。ZJ₁吸合，ZJ自锁接通电路，使地震传感器的不断“开”、“关”失去作用。ZJ₂吸合使电铃打响，发出警报。ZJ₃吸合使变压器B的原线圈接通，控时电路开始工作。ZJ₄断开不影响无稳态电路的正常工作。

由于制作与调试时使 R_{C1} 略小于 R_{C2} ， R_{B2} 也略小于 R_{B1} ，这样当ZJ吸合，控时电路开始工作时，首先使BG₂导通，BG₁截止，BG₃也截止。从而JRX-10灵敏继电器不动作，触点在“1”的位置，5秒钟后，电路翻转。BG₁导通，BG₂截止，BG₃导通。JRX-10触点由“1”至“2”，控时电路自锁接通电路，交流继电器ZJ释放，电铃停响。又5秒钟后，无稳态电路再次翻转，BG₂导通，BG₃截止，使JRX-10触点由“2”回到“1”，电路恢复原来状态。如地震余震未停，传感器就再次接通电源，使电路重新工作，电铃又响5秒，停5秒，如此往复，直至地震全部停止，才不再接通电路。

ZJ常闭触点ZJ₄是为了在电路恢复原来状态的刹间起加速电容器放电而防止电路再次接通时产生连续翻转用的，实践证明加入ZJ₄常闭触点后，电路工作稳

定，效果良好。

二、零件选择与制作

1. 220 V交流继电器一只，要求具备3个常开点，1个常闭点。

2. 220V交流电铃一只(如用于工厂、机关、学校，可在图“A、B”两点多并联几只电铃。)

3. BG_1 、 BG_2 要求B值均为50，以保证管子饱和。 BG_3 、B值取40，保证JRX-10所需的吸合电流。

4. C_{B2} 和 C_{B1} 要求耐压高于电源电压，即大于18伏。

5. 如无JRX-10型小灵敏继电器，也可采用其它型号的小灵敏继电器，但必须保证 BG_3 的集电极电流要大于继电器的吸合电流。

地震传感器要自制，这是整个电路的关键，所以这里着重介绍。整个传感器的构造见图58，胶木块长6 cm，宽2 cm，厚1 cm，用木螺丝把它固定在墙壁上，越高越好。因为地震传感器离地面越高，振荡瓶的摆动角度也越大，越易接通电路，即悬挂振荡瓶的电线铜丝与铜板圆孔接触的可能性越大。电线铜丝要求用 $\phi 0.5$ mm左右的裸铜丝，上端弯成环状，套在螺丝A的螺纹上。下端与振荡瓶接牢。铜板要求厚1 mm，宽1 cm，总长3.5 cm，在长度1 cm处，折成90度角，如图59。

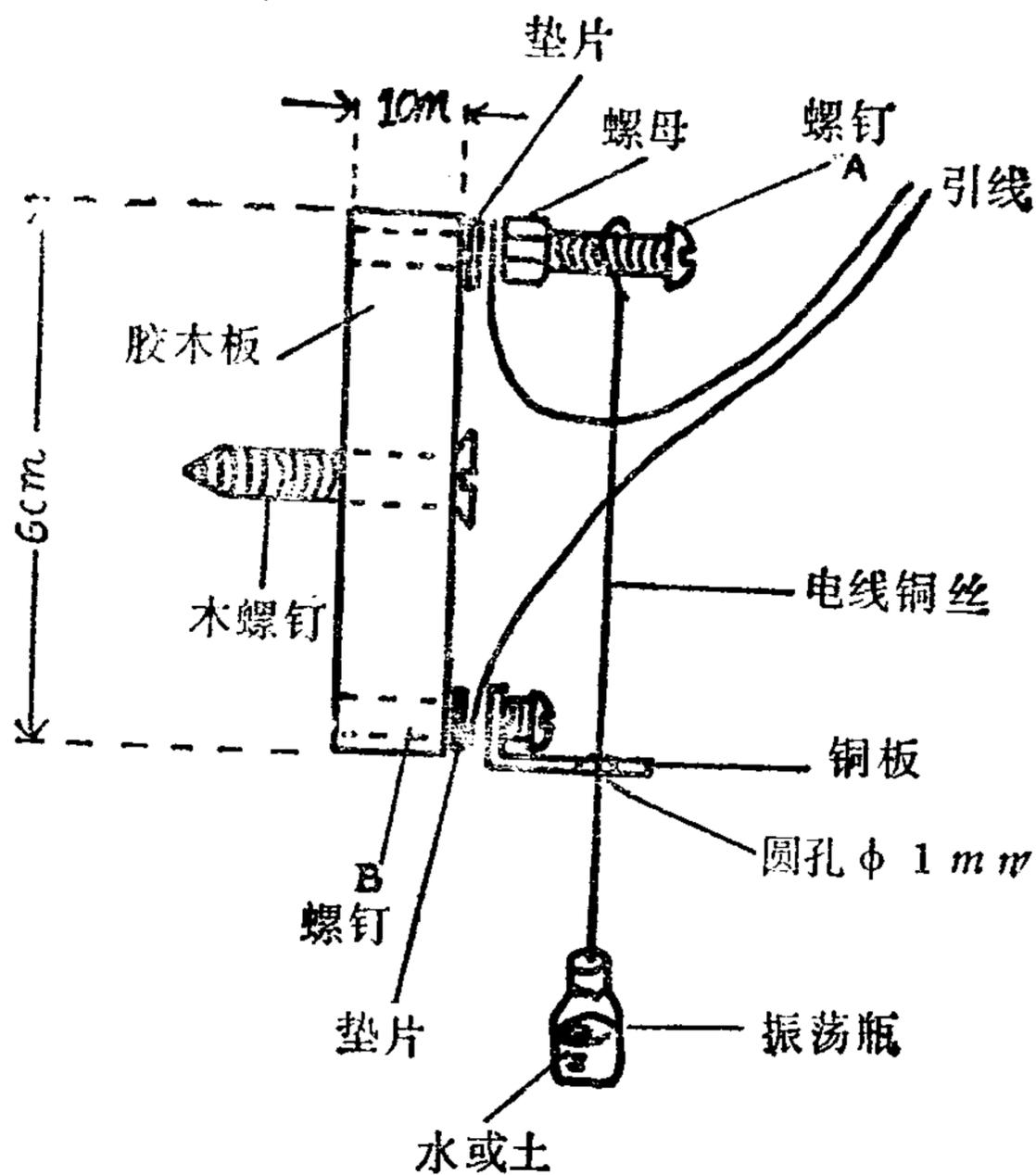


图 58

悬挂振荡瓶的裸铜丝穿过铜板上的圆孔，但平时不能与圆孔接触。可以转动螺丝 A 来调节电线铜丝在铜板圆孔中的左、右距离。用移动胶木块上端的前、后距离来调节电线铜丝在铜板圆孔中的前、后距离。调整时要小心仔细，保证振荡瓶不摆动时，铜线在圆孔的中央位置。地震传感器制作调整后，要加防护罩，以免圆孔被灰尘堵塞而与铜线产生接触不良，影响工作。

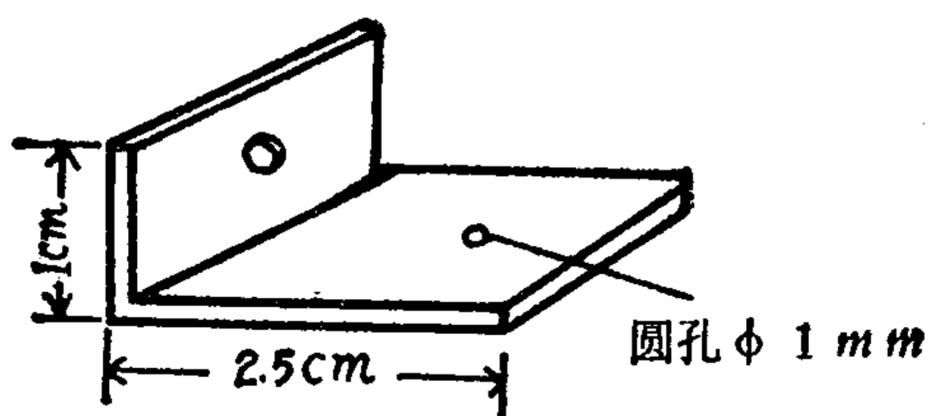


图 59

另外，在螺丝 A、B 上分别压住引线。振荡瓶可用一般的小药水瓶，不宜太大，也不宜太小，里面装满水或土，加重分量。

三、电路调整和故障排除

电路全部装好后，就可进行电路调整，关键在于调整控时电路中的无稳态电路。可先给 B 的原线圈通入 220V 交流市电，检查控时电路的工作情况（这时应断开 ZJ₄ 常闭触点）。调节 R_{B2} 的可变电阻至下端，然后把万用表放在直流 25V 档上，正表笔接 BG₂ 发射极，负表笔接 BG₂ 集电极，电表指针应马上略有摆动，指在 0V 左右，过一定时间，表针突然到达 17V 左右，又过一定时间，表针又下降至 0V 左右，说明无稳态电路工作正常。可改变 R_{B2} 可变电阻值，使表针由 0V ~ 17V 的间隔时间为 5 秒。如果可变电阻调至上端，间隔时间仍小于 5 秒，可适量增大 C_{B1}、C_{B2}；如可变电阻

调至下端，间隔时间仍多于 5 秒，可适量减小 C_{B1} 、 C_{F2} 。但必须注意 C_{B1} 、 C_{B2} 的增减量要一致。

无稳态电路可能出现过饱和状态，即 BG_1 、 BG_2 的集电极电压均在 0 V 左右，电路不发生翻转，这时可适当增加 R_{B1} 、 R_{B2} 或换 B 较小的 BG_1 、 BG_2 。

无稳态电路工作正常后，可用万用表 $\Omega \times 1$ 档检查 JRX-10 的触点通断情况，若能在间隔 5 秒的情况下不断接通与断开，则正常。若触点根本没有接通或动作极小，说明 JRX-10 的吸合电流不够，可将 BG_3 换一较大 B 值的管子。

检查控时电路正常后，可按图 58 接好进行全机试验。用嘴吹动振荡瓶，使它摇摆，电铃立刻就会打响，延时 5 秒后，电铃停止，又 5 秒，电铃复响，如此反复，待传感器停止振荡后，电路便停止工作。实验情况良好，即可使用。

（北京市少年宫无线电培训班学员 邢 晶）
（北京市二中学生）

单通道遥控收发机介绍

无线电遥控是用无线电波来传递信号的远距离操纵技术。最简单的无线电遥控设备，至少应包括信号的产生和发送，信号的接收、分配和被操纵对象的动作等。

信号的产生和发送组成无线电遥控发射机。信号的接收、分配和控制被操纵对象的动作组成了无线电遥控的接收机。

在无线电控制过程中，根据信号传递方式的不同，控制系统可分为两种：一种是单路系统，这种系统在同一时间里只能发送一个信号，控制一个动作。第二种是多路控制系统，这种系统在同一时间里能发送出多种互相独立的信号，控制许多复杂的动作而不会互相干扰。

这里介绍的是一套最简单的无线电单通道的遥控设备。它的收发过程的方框图如图 60。下面分别介绍各个组成部分的原理、构造和制作方法。

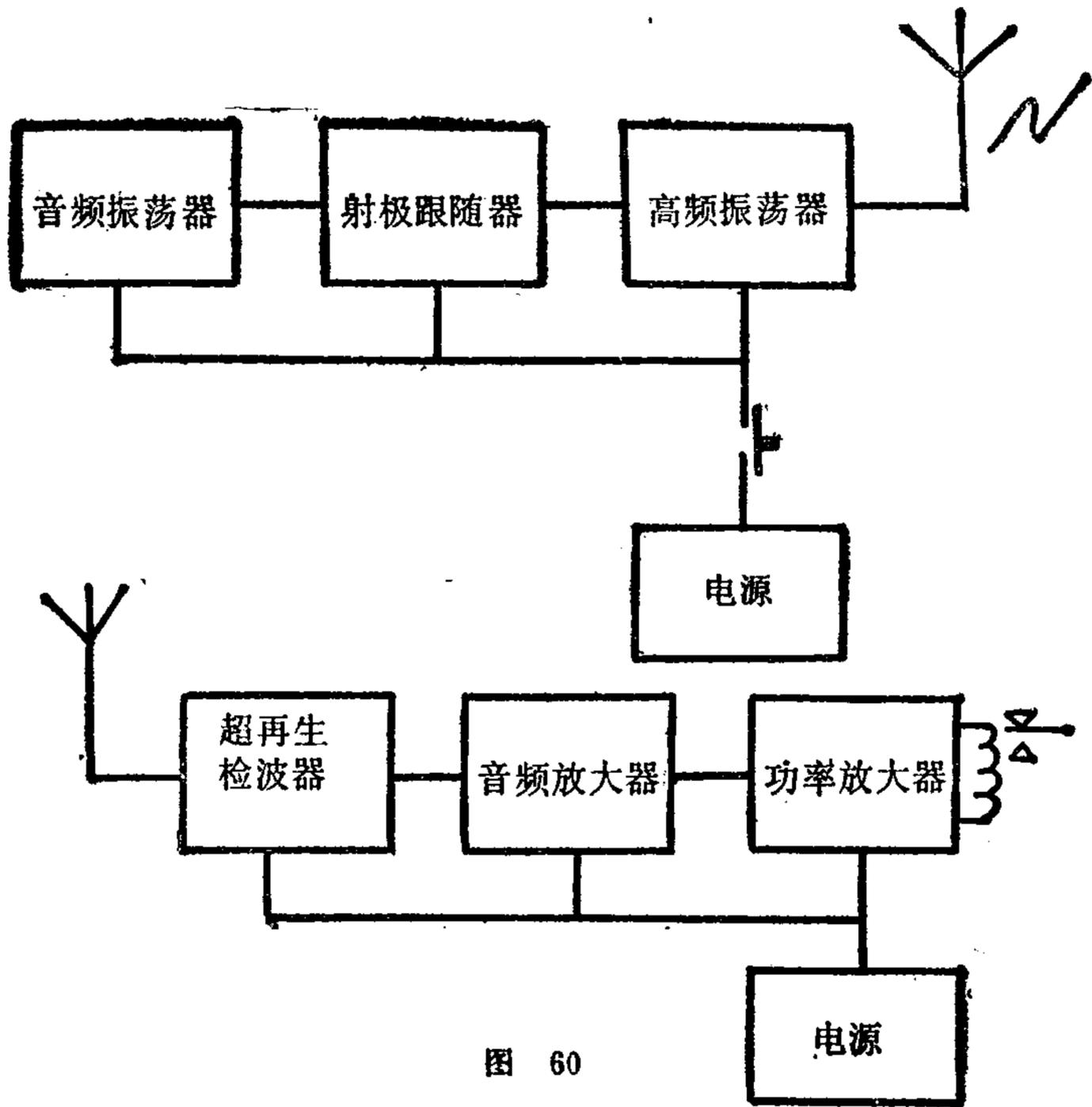


图 60

一、发 射 机

不管做什么用的无线电发射机，它的结构必须包括三个基本的部分：

1. 高频振荡器：是将直流电变为高频电流的装置，目前应用最多的有两种，用电子管做成的振荡器称电子管振荡器，用晶体管做成的振荡器称晶体管振荡器。

2. 辐射装置：是将振荡器产生的高频电能辐射出

去的装置，包括天线和馈线。

3. 电能控制装置：是控制高频能量辐射情况的装置，如发报用的电键器，发话用的调制器。

根据上面所述对无线电发射机的基本要求，最简单的无线电单通道遥控发射机有二种：

① 等幅发射机方框图如图 61。

② 调幅发射机方框图如图 62。

等幅发射机比起调幅发射机来要简单一些，但接收机的抗干扰能力较调幅发射机要差些，而且只能控制一个执行机构。调幅发射机比等幅发射机要复杂一点，而接收机的抗干扰能力较强。并且可以用不同的音频频率来控制几个不同的执行机构，不过在同一时间内，还只能发射一种调制信号，控制一个执行机构工作，不能同时发出几种调制信号使几个执行机构同

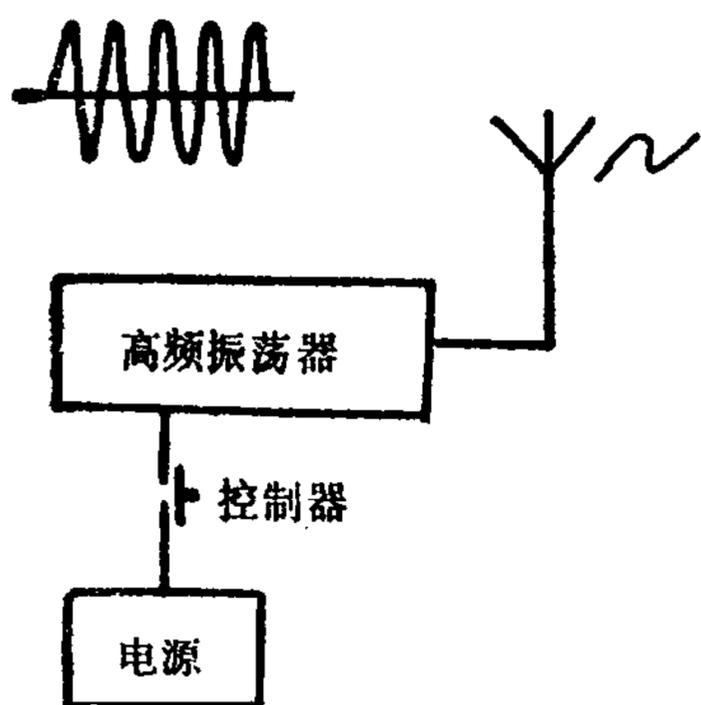


图 61

时工作，所以它还是一种单路系统的发射机。如果这种发射机能分别控制八个执行机构工作，这发射机就称为单路八通道遥控发射机。

这里介绍的发射机是参照上海玩具厂介绍的线

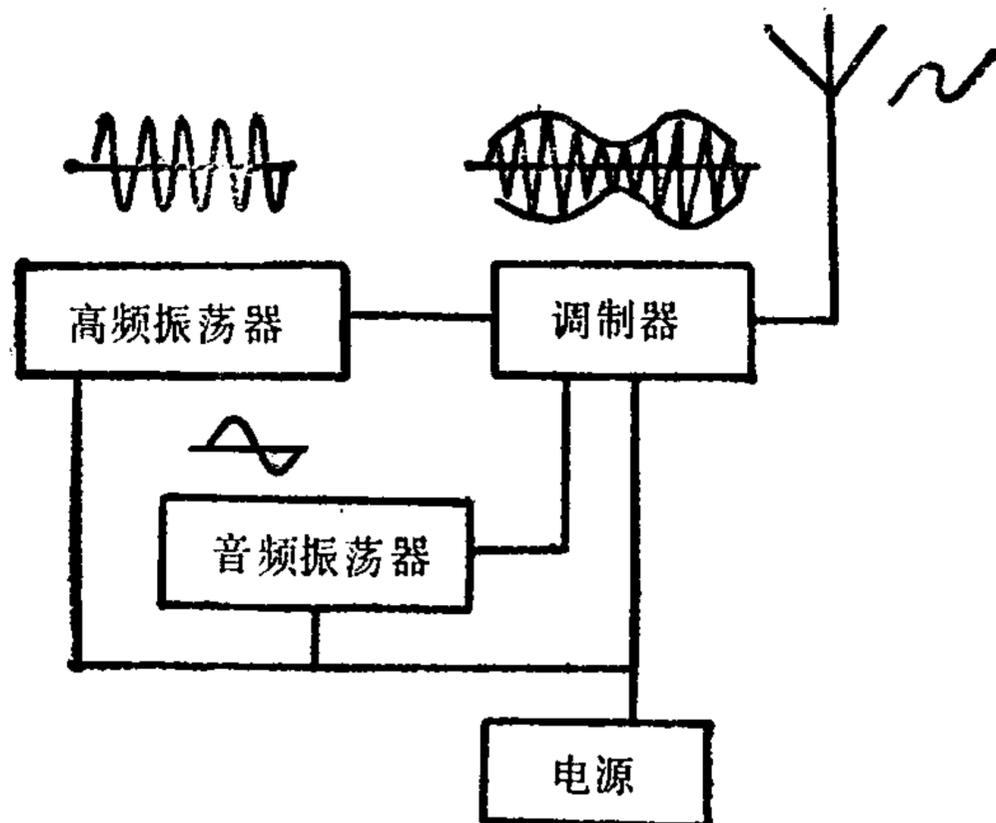


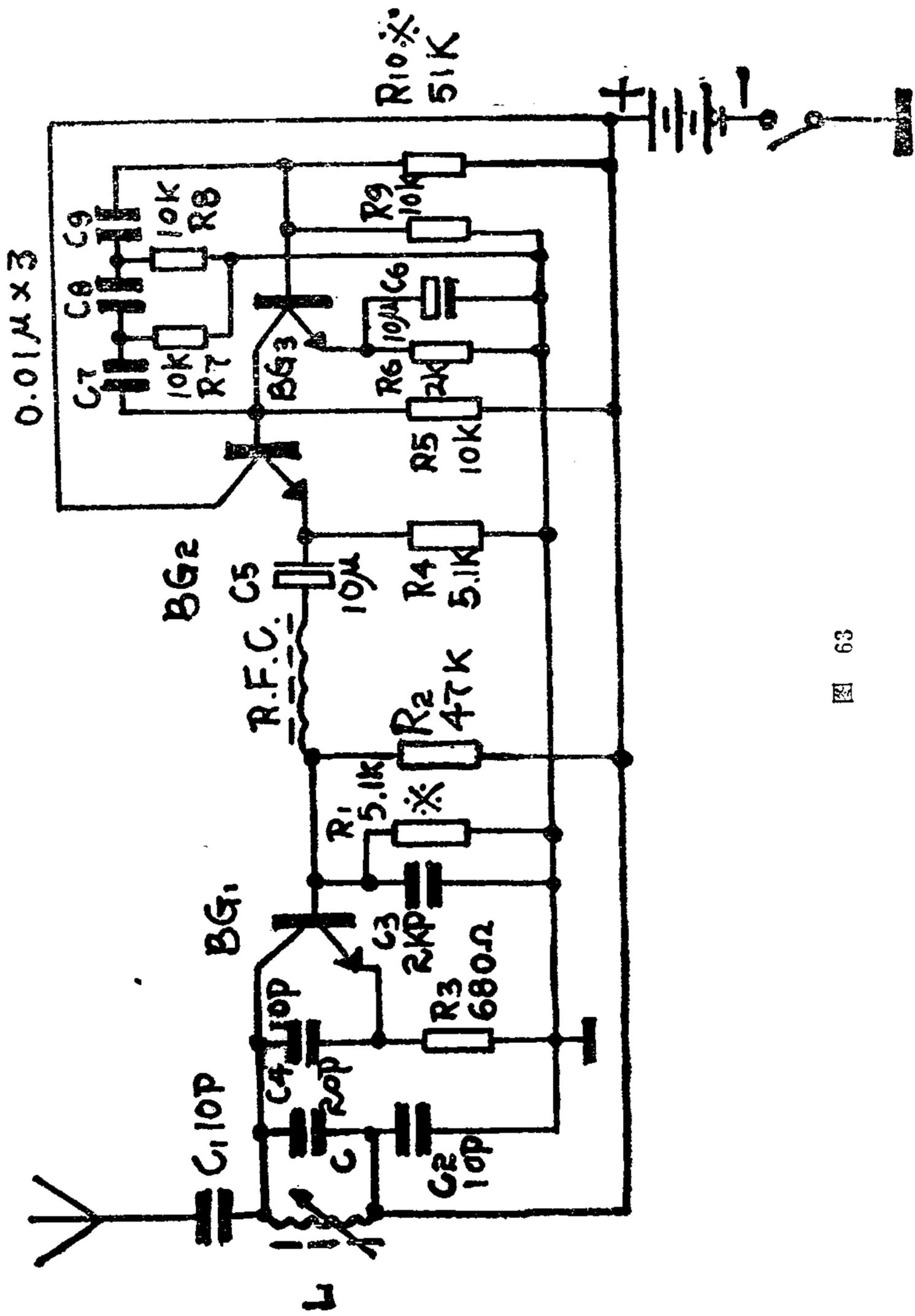
图 62

路搞的单通道调幅式遥控发射机，线路图如图63。

1. 电路的简单原理：

BG_1 等组成电容反馈式振荡电路， L 和 C 为并联调谐电路， C_4 为反馈电容器，当电路接通电源后，输入电流有瞬时变化，变化的电流经晶体管放大引起集电极电压发生变化，变化的电压经 C_4 使发射极电流增大，这样增大部分又经过放大，如此往复，使输出电压饱和，振荡便持续进行。振荡器的振荡频率主要决定于 L, C 。频率一般调整到27—30兆周的范围。内。 R_1, R_2, R_3 为 BG_1 的直流偏置电阻， C_3, C_2 为旁路电容器，RFC是高频扼流圈，阻止高频电流的通过。

BG_2 等组成射极跟随电路，这种电路的特点是输入阻抗高，输出阻抗低。采用射极跟随电路的目的，



是为了作连接来实现前后二级的阻抗匹配。射极输出器的输出阻抗小和 BG_1 的基极输入阻抗小相匹配，而射极输出器的输入阻抗大又能和 BG_3 的集电极输出阻抗大相匹配。虽然射极跟随器本身的电压放大倍数小于1，但加了它之后，由于前后二级的匹配，仍然提高了放大器的放大倍数。

BG_3 和三节 RC($R_7—R_9$ 、 $C_7—C_9$)链式网络组成相移振荡器。它的原理很简单，经晶体管放大后的信号，相位相差 180° ，一节RC网络能使相位最多达 90° ，所以必须用三节或更多的 RC 网络才能使反馈电压相位满足 180° 。

上面所述的三部分电路之间的工作关系是这样的，由 BG_3 等组成的相移振荡器产生一个 400—1000 周左右的音频电流，通过 BG_2 等组成的射极跟随器，输出一个放大的音频讯号到 BG_1 管的基极，与 BG_1 等组成的电容反馈式振荡器产生的射频电流调制，然后将调制后的讯号电流送入天线辐射。

2. 元件的选择：

为提高振荡器的输出功率， BG_1 要选用截止频率较高、输出功率较大的晶体管，为了使频率稳定度高，还要选用管子穿透电流 I_{ce0} 小的。一般用硅管比较合适，如 3DK4、3DG12、3DG7 等。

C_4 的大小要通过试验确定，一般在10—20P左右。 C_4 容量过大，会产生间歇振荡或停振现象，容量过小，又会使振荡减弱和造成振荡频率不稳定，因此，要求在不发生停振和间歇振荡情况下，将容量尽可能用大一些。

振荡线圈可用 LT103S 短波线圈拆去 2—3 圈，高频扼流圈可自己做，在1MΩ以上， $\frac{1}{4}$ W 的电阻上用 36 号漆包线乱绕 70 圈即可。

3. 安装和调整：

调试一般可分两步来进行。

① 先调音频振荡器。将耳机串联一个 $.05\mu\text{F}$ 的电容器一端接 BG_3 的集电极，另一端接地，调整 R_{10} 的阻值，正常的情况下，耳机中会发出“嘟——”的声音，如果没有，则说明音频振荡器电路有故障。可在这一级检查。如集电极上有声，再将耳机同样串联一个 $.05\mu\text{F}$ 电容器接到 BG_2 的发射极和地之间。如无音频声，则故障在射极跟随器，可检查排除。

② 按图 64 做一个检测器，将检测器的线圈套在

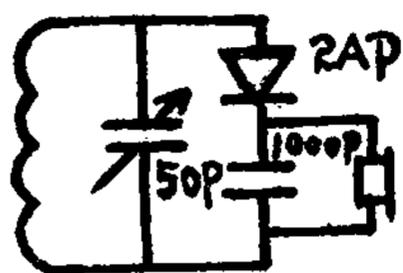


图 64

天线上，拧动发射机电感线圈上的铁粉芯如果正常，检测器的耳机上能听到“嘟——”的声音。如果听不到可调 BG_1 的偏置电阻和回输电容

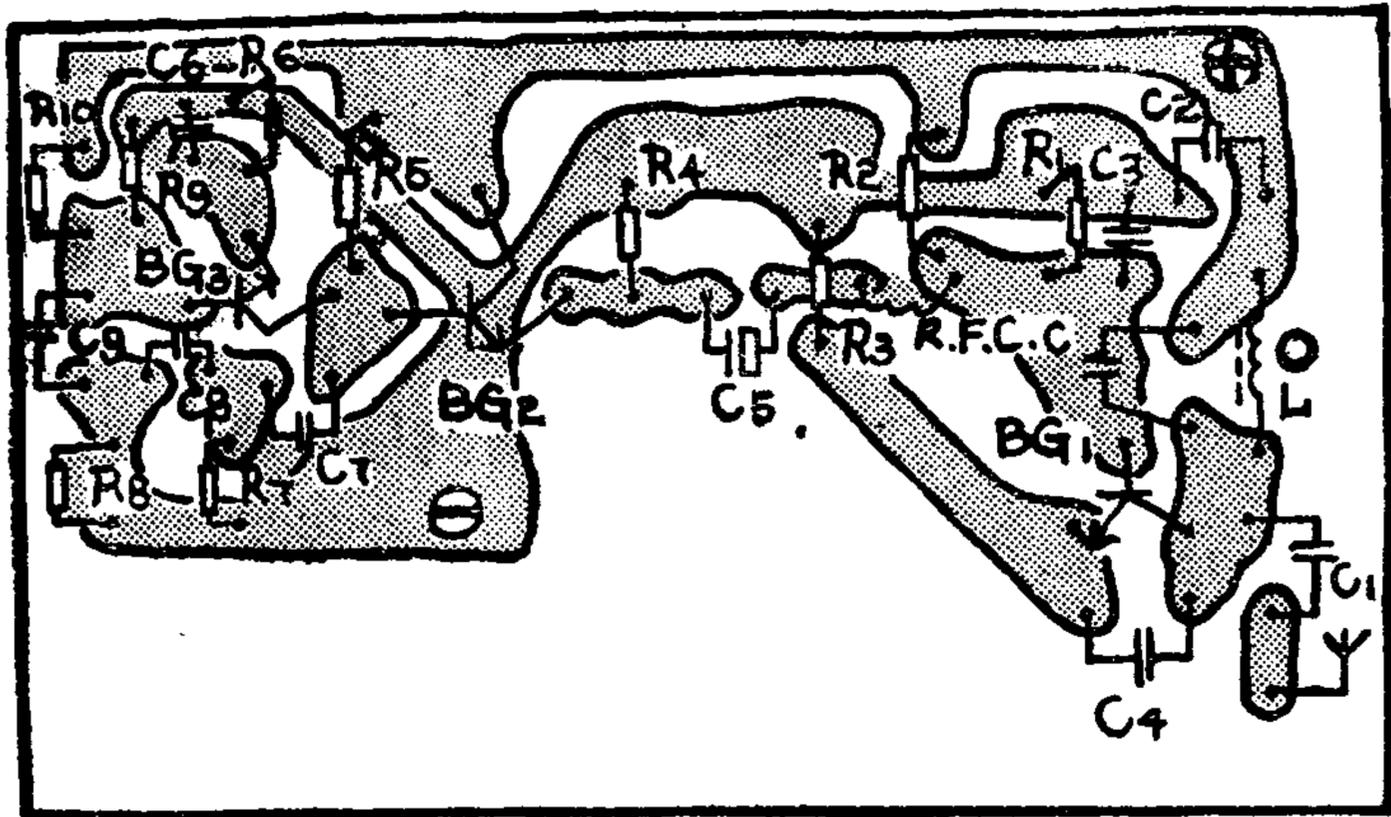


图 65

器 C_4 ，看能否听见，如还听不见，而电路也没有接错，那么应调换 BG_1 再试。

发射机的零件排列和印刷电路板如图 65，发射机天线长度应该等于波长的 $\frac{1}{4}$ ，短一点也可以，但发射距离会受一些影响，我们用一根长1.8米、直径4mm的漆包线作天线，控制接收机将近150米左右。实体如图 66。外壳我们是用有机玻璃粘合的。

二、接收机

遥控接收机目前最常用的有两种，一种是超外差式遥控接收机，另一种是超再生式遥控接收机。超外差式接收机结构较复杂，造价也较高，但灵敏度和选择性都很好。超再生式接收机结构较简单，零件用得少，

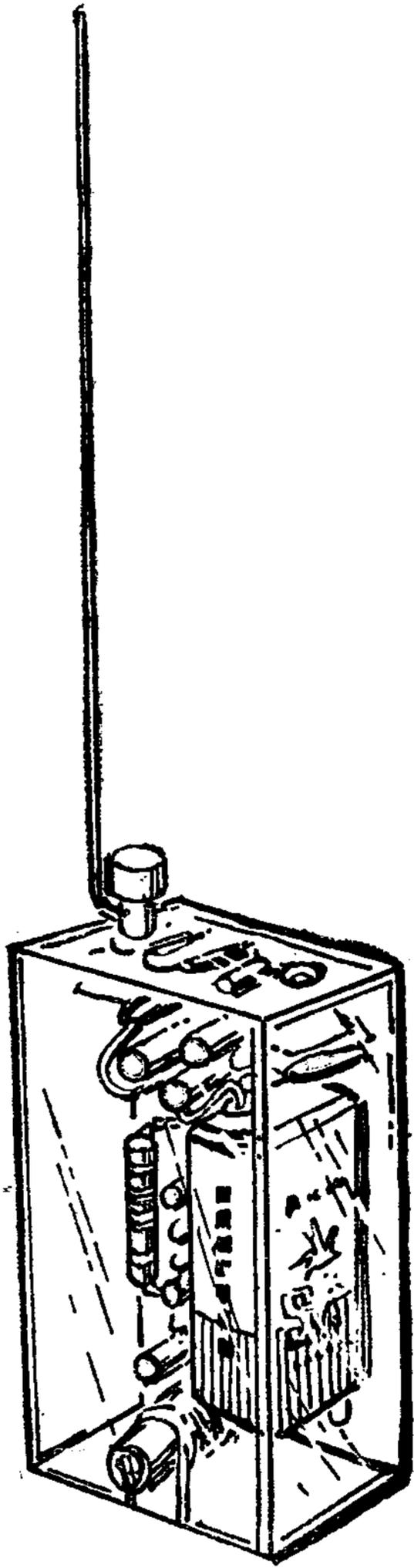


图 66

灵敏度也较高，超再生级的放大倍数可达到几十万甚至几百万倍。但选择性很差，由于选择性差，所以它特别适合于接收没有频率稳定设备的最简单的自激发射机的信号。因此很受业余爱好者的欢迎。这里要介绍的就是这种接收机，它的方框图如图67。图70是它的电路图。

1. 基本原理：

超再生接收机电路有点象再生式接收机电路，但比再生式多加了一个超音频熄灭电压。再生式接收机在回授很强的情况下会产生自激振荡，使所接收的信号产生很大畸变或者使灵敏度急剧下降，如果在产生自激振荡的情况下，加上一个超音频控制电压，使振荡一会儿熄灭，一会儿产生，成为由超音频控制的间歇振荡，这就是超再生电路。

超再生接收机的检波原理是

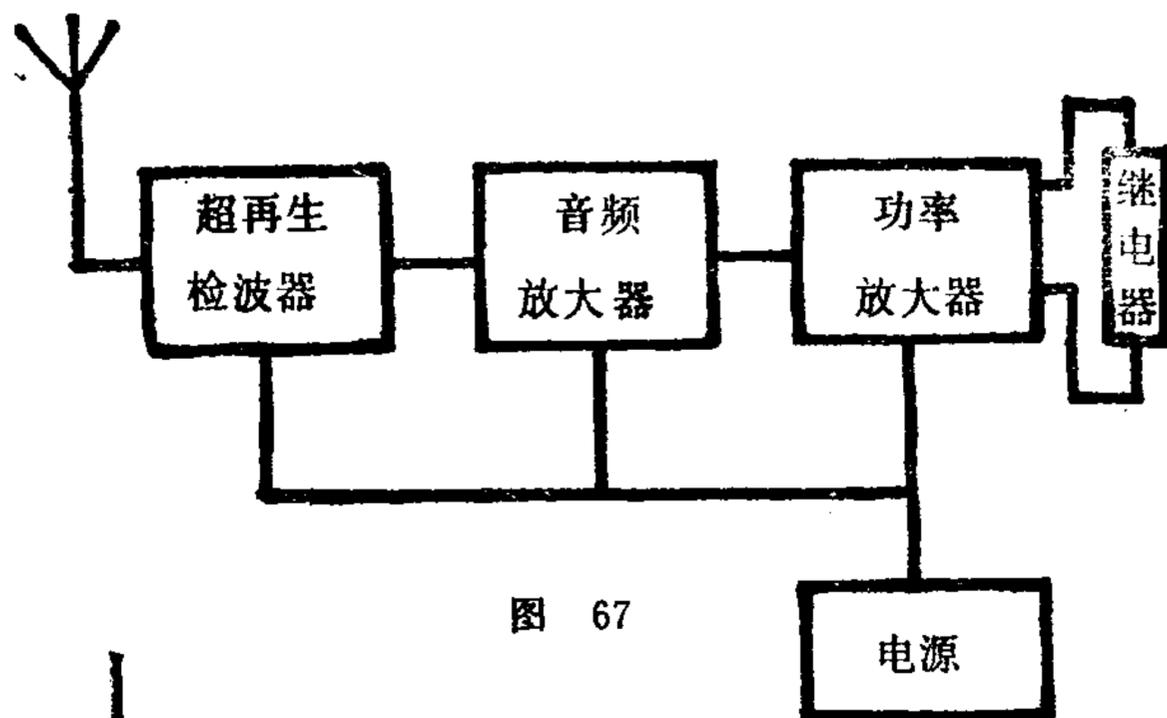


图 67

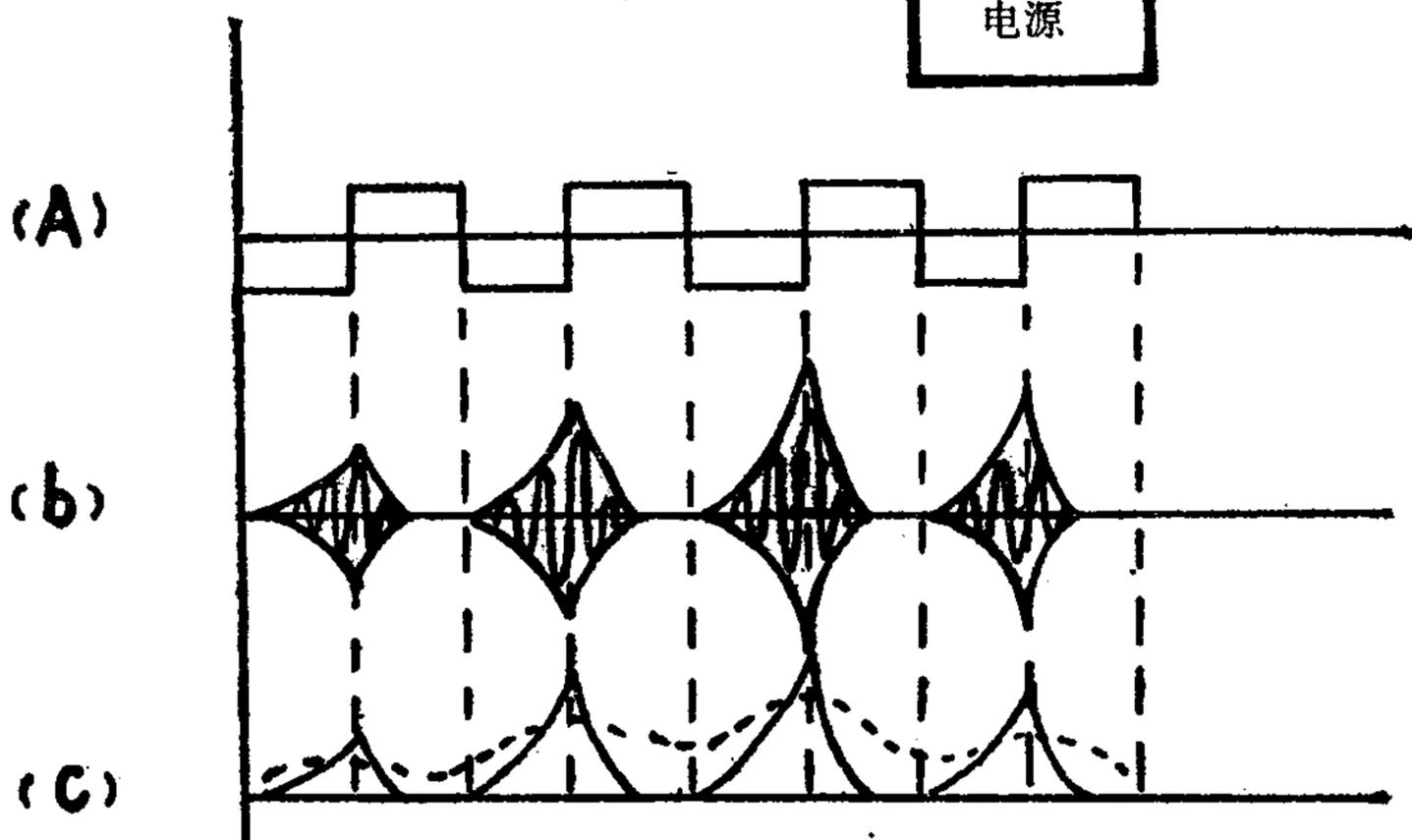


图 68

这样的：我们用图解的方法来说明，当没有外来信号时超再生电路的工作情况：图 68(A)表示熄灭电压。为了便于说明，设这个电压为矩形的。当这个矩形波的负半周作用于晶体管基射(PNP)时，基射间是正向偏置，电路就会发生振荡，振幅逐渐增大。到正半周作用于基射时，基射间为反向偏置，自激条件被破坏，

因而振荡停止。这种间歇振荡每次发生都受导体内电子无秩序的热运动影响，因此振荡的振幅时大时小是没有规律的如图68(b)。这些高频振荡是一些混乱的已调制振荡，它经过检波，就会产生出许多大小不同的脉冲。这些脉冲本身在耳机中是听不见的，因为熄灭频率是高频(超音频)如图68(c)中的实线。脉冲电流的平均值虽然是混乱的，但变化比较缓慢，所以在耳机中会发出“沙沙”的声音，称为超噪声。

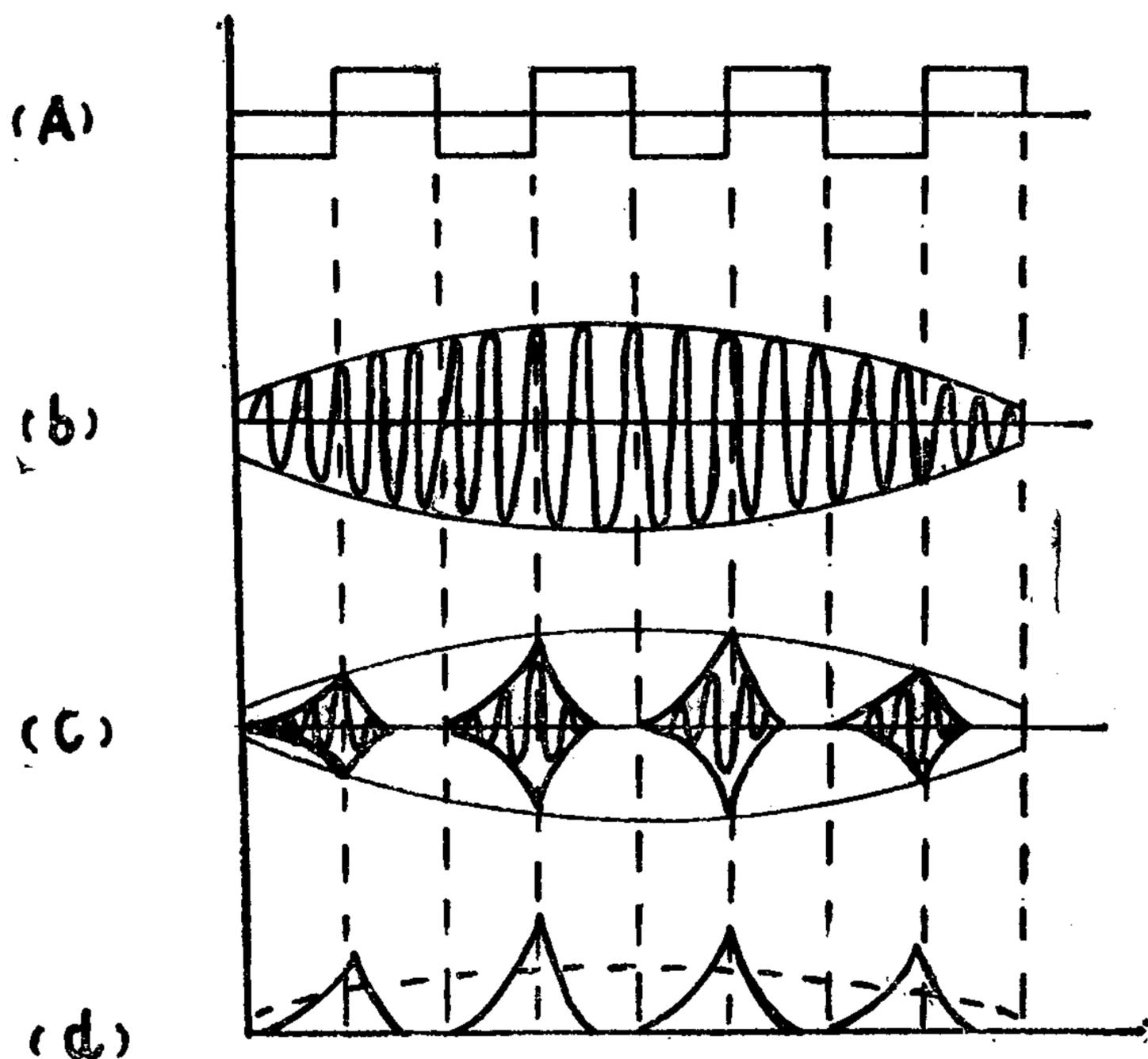


图 69

当接收机收到外来讯号时，超再生电路内就会发生另一种情况，我们还用图解法来说明。图69(A)为熄灭电压。(b)为外来已调幅讯号。这时超再生振荡将在外来已调幅讯号的控制下产生。它的振幅由输入信号的振幅决定，按照外来讯号受调制的规律变化。如图69(c)，经过检波，得到脉冲的平均值是随调制讯号而变的，所以在耳机中将听到所传送的声音。如果收到的外来讯号不是调制讯号而是等幅波，那么将听不见超噪声，等幅波讯号将把超噪声压住。

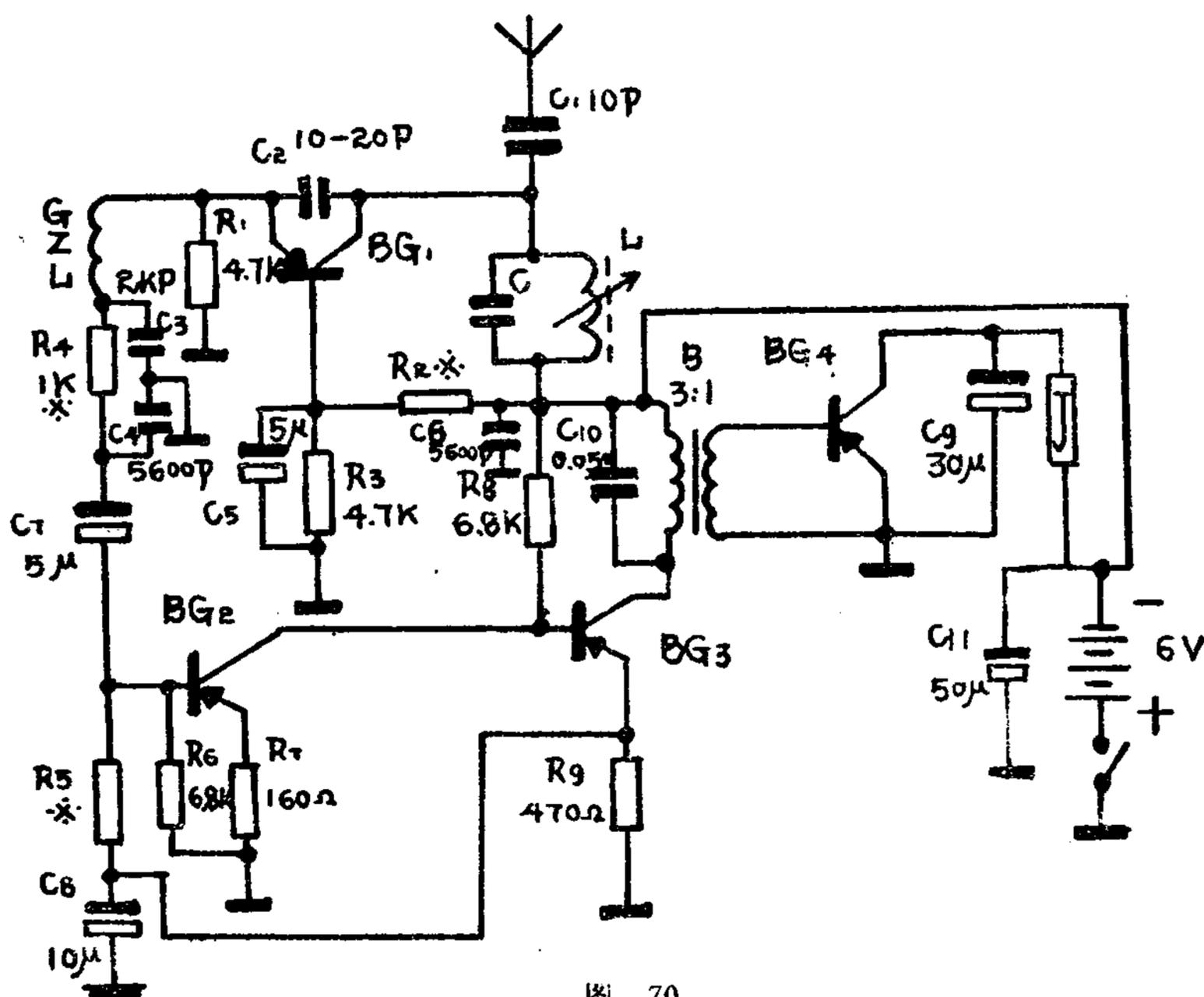


图 70

2. 电路简单介绍:

图 70 中由 BG_1 等组成超再生检波器, C_1 为天线交连电容器, R_2 可调整 BG_1 的直流工作点, C_5 、 R_2 、 R_3 决定超再生检波器的熄灭频率。 L 与 C 组成谐振回路, 决定接收机的接收频率。 C_2 为反馈电容器, 它对振荡的强弱有影响, 所以需要调整, 超再生检波后得到的音频讯号由 BG_1 的射极输出, R_1 为 BG_1 管的负载电阻, GZL 为高扼圈, 阻止高频电流送入到下一级去, 输出讯号中的超音频成份, 通过 C_3 、 C_4 和 R_4 组成的滤波器滤去。只将音频成份送入到 BG_2 、 BG_3 等组成的音频放大器进行放大。 BG_2 和 BG_3 采用直接耦合的形式, 可避免耦合中的信号损失, 从而获得较高的放大倍数。 BG_3 的基极电压就是 BG_2 的集电极电压, 而直流工作点的稳定是通过 BG_3 管的发射极电阻取得的, 反馈电压经 R_5 、 R_6 分压加到 BG_2 基极的。这种电路可取得很强的负反馈, 所以稳定性比较好。 BG_2 的直流工作点可通过 R_5 调整。放大后的音频讯号, 通过 3:1 的级间耦合变压器送到 BG_4 的基极。在变压器 B 的初级要并接一个约 $.05\mu F$ 的电容器, 这个电容器和变压器的初级线圈组成并联谐振电路, 适当选择这个电容的大小可使谐振回路谐振在接收信号的音频上, 提高接收机的增益。 BG_4 为获得大的功率输

出组成乙类放大器，没有讯号输入时，集电极电流非常小不过数微安，相当于集电极电流截止。当音频讯号输入正半周时，e 结加的是反相电压，集电极电流继续被截止，没有电流输出。负半周时，e 结加的是正向电压，BG₄ 导通，才能有电流输出，输出波形实际是脉冲，所以在 BG₄ 的集电极上必须加一个 C₉ 的大电容器，使脉冲电流平滑，保证干簧继电器可靠地动作。

3. 元件选择：

BG₁ 的截止频率要高一些，约在 50 MHz 以上为好，穿透电流要小，B 值在 80 以上，如 3AG29、3AG24 等。BG₂、BG₃，B 值要求在 70 倍以上，用 3AX21、3AX24 都可以。BG₄，B 值在 100 以上，用 3AX81B、3AX31 等均可。干簧继电器，可在干簧接点上用 38 号漆包线自己绕制，直流电阻约 600Ω 左右。这种继电器的灵敏度很高，3 MA 左右，即可可靠地动作。级间耦合变压器用半导体收音机上的输出、输入变压器改制，用 45 号左右漆包线，初级 1800 圈，次级绕 600 圈。

高频扼流圈和调谐线圈的绕制和改制与发射机相同。

4. 安装和调试：

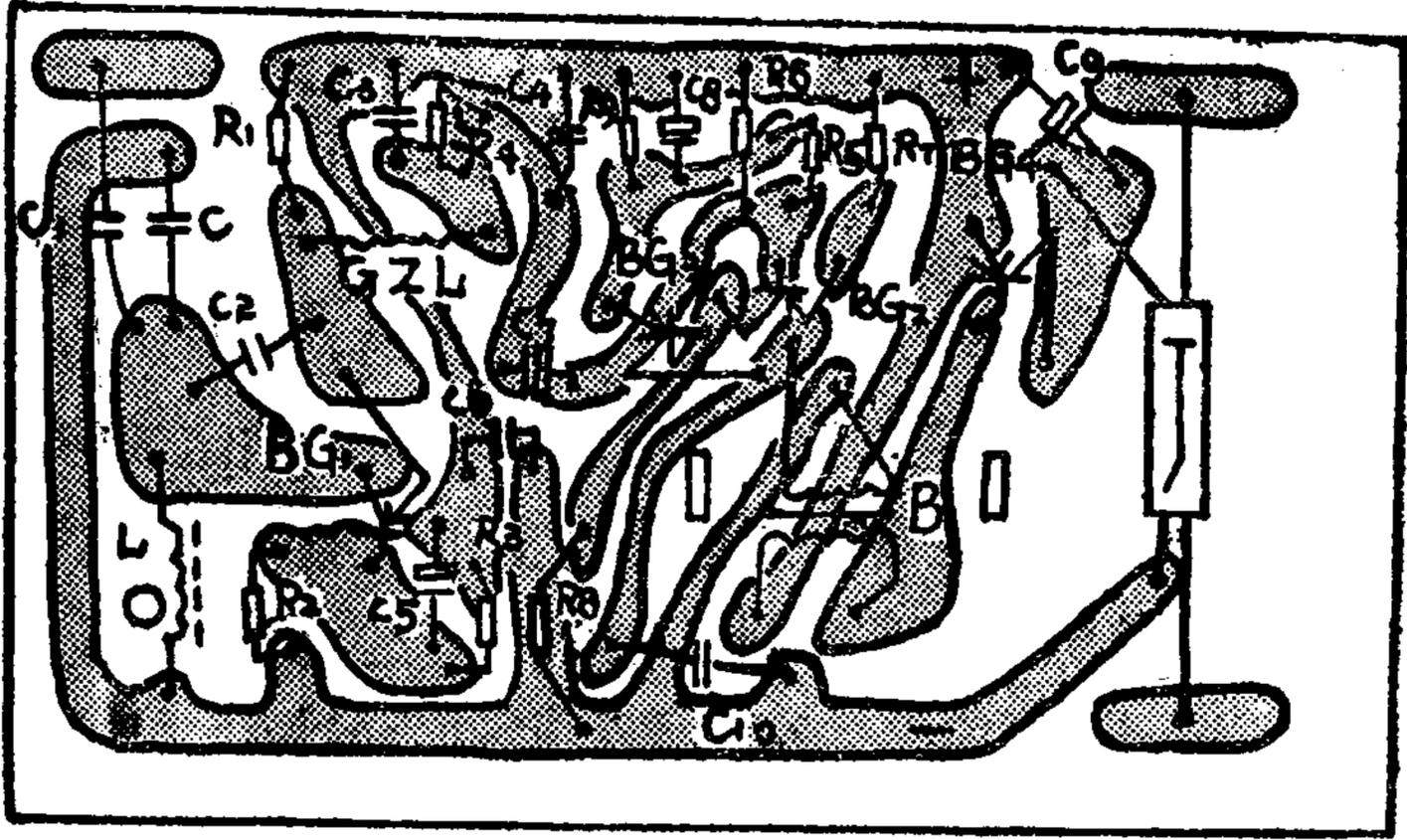


图 71

接收机的印刷电路板和元件排列情况如图 71，调整时可用 $.05 \mu\text{F}$ 的电容器一个串联一副耳机并接在级间耦合变压器初级线圈的两端，另外用三用表一块，拨在交流 5 V 左右的一档上，也串联一个 $.05 \mu\text{F}$ 的电容器，同样并接在级间变压器初级线圈的两端如图 72。然后接通电源，调整 R_2 、 R_4 、 R_5 使耳机中发出的“沙沙”声到达最纯（没有哨叫及其他杂声）、最响的一点，这时电压表应指在 0 值或接近 0 值，接收机的灵敏度最高。打开发射机，调整接收机线圈中的铁粉芯，使耳机中能听到来自发射机“嘟——”的讯号声。电压表指针由 0 值上升，干簧继电器被吸动。然后在 C_1 的输入端接一根 80cm 长的多股塑料线作为天线，将发射机

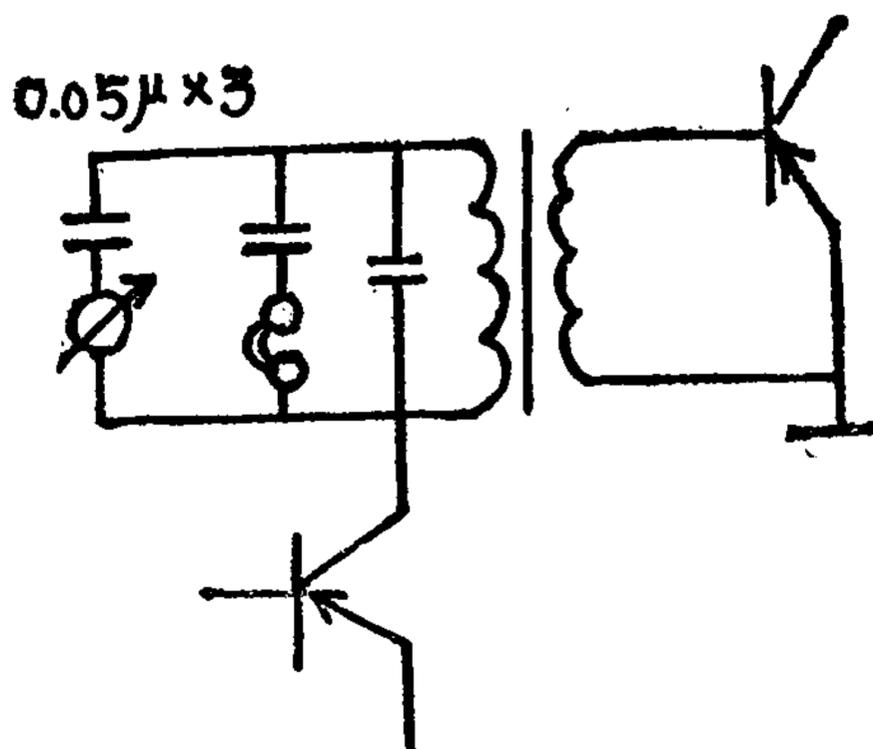


图 72

和接收机拉开 50—60 米的距离，再逐个调整 R_2 、 R_4 、 R_5 及 C_2 、 C_5 等元件数值，使耳机中“嘟——”的音频声达到最响，使电压表指针达到 1—2 伏以上，接收机就能保证干簧继电器可靠地动作。

(北京市少年宫科技组)

前言
目录
目录

检查电源正负极的仪器
自制耳机
制作简易的三用表
简单信号发生器的制作
修理收音机的助手
电子节拍器
简易音频振荡器
来复再生式单管机的制作
业余多用电源
简易半导体收音、扩音、对讲三用机
自动起止地震报警器
单通道遥控收发机介绍