

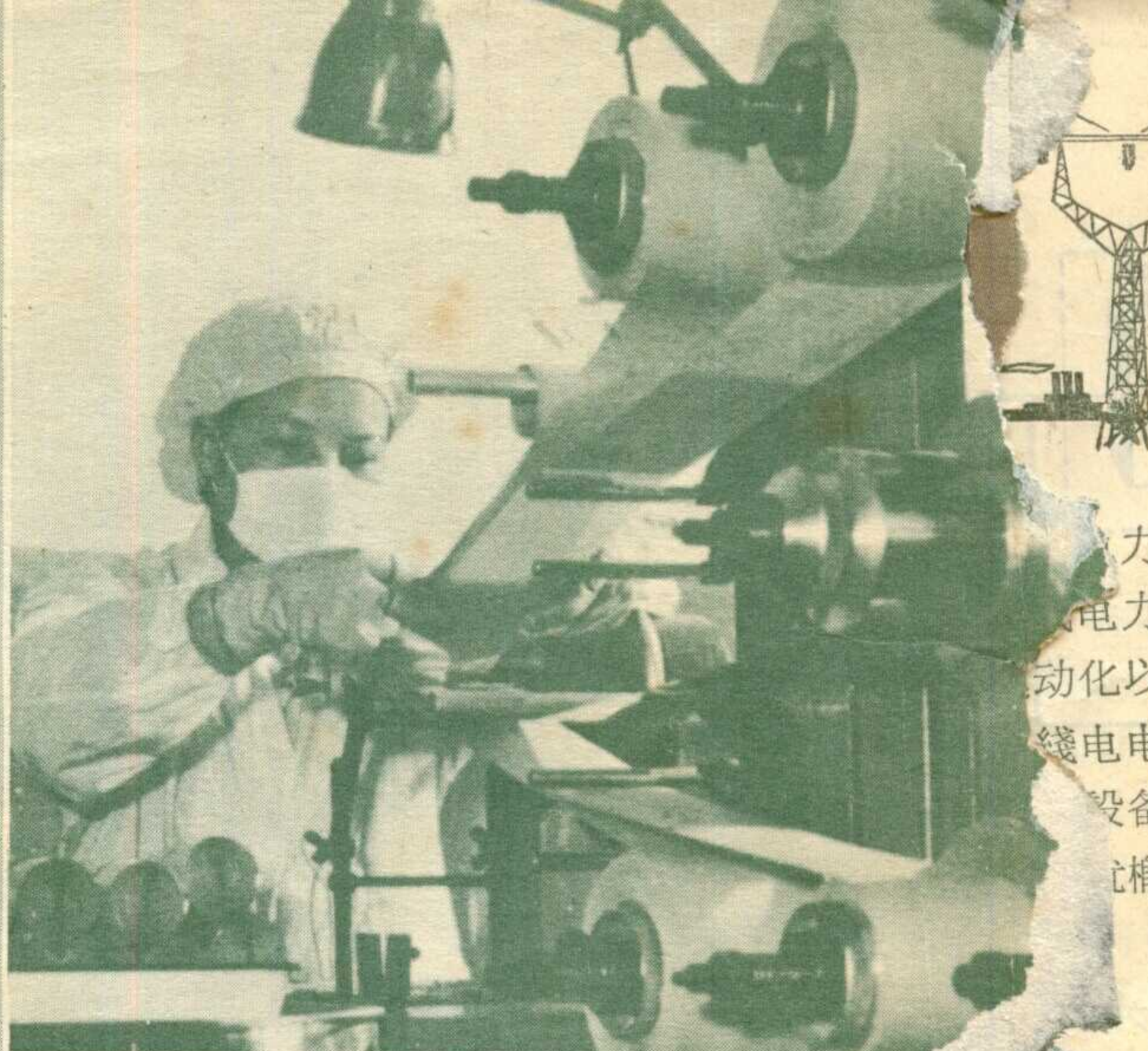
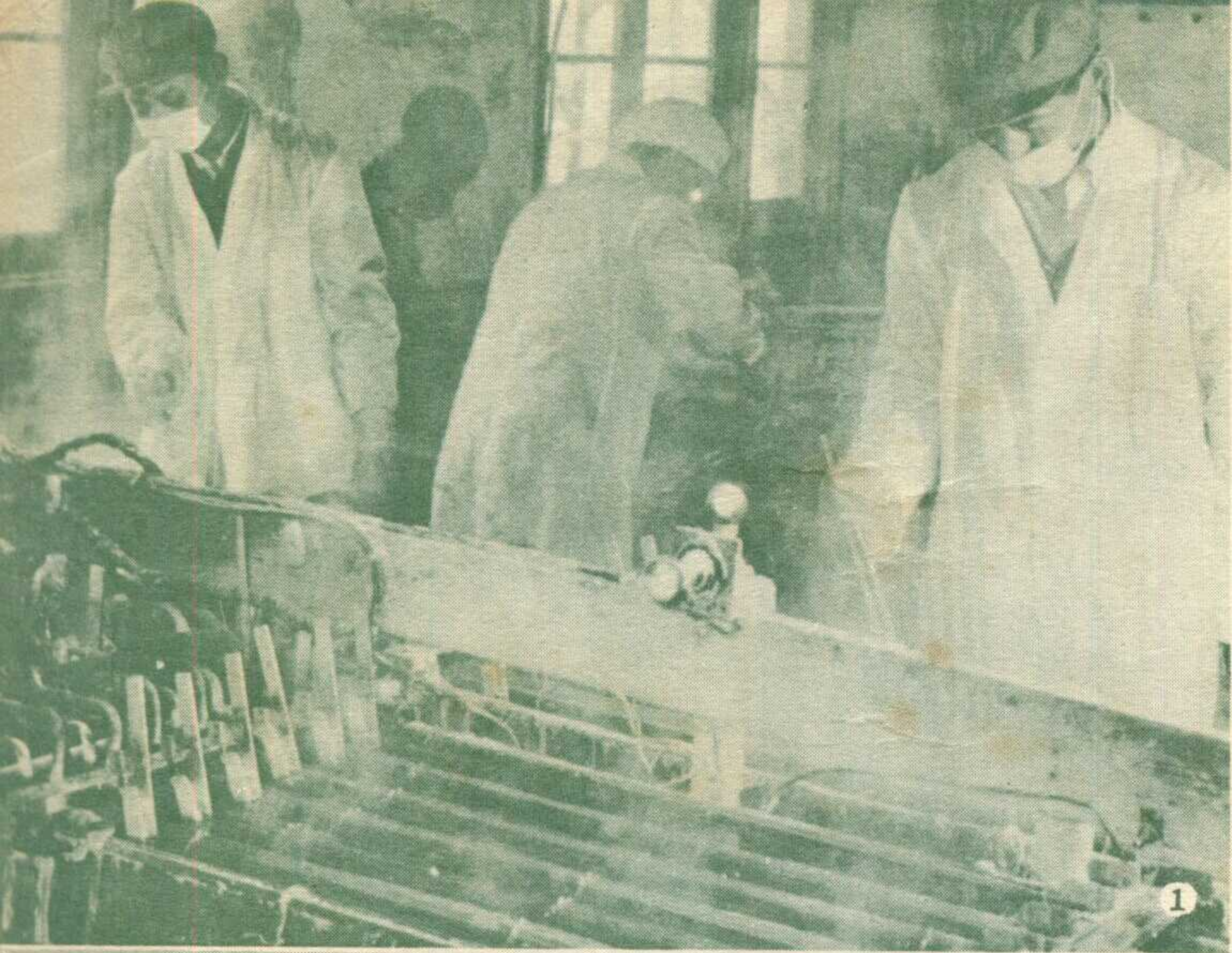


无线电

1

WUXIANDIAN

1965



## 铝电解电容器的生产过程

柳岸摄

在无线电通信设备及电子仪器中有各式各样的元件，铝电解电容是其中主要的元件之一，它的特点是体积小、容量大、制造过程比一般元件复杂。

目前国内生产的铝电解电容器有极性和无极性的两种。一般通信设备及电子仪器中都采用有极性的电容器，在电路中作滤波和旁路用。无极性的电容器主要用于单相电动机的起动电路中及特殊的工业设备中。近年来，由于半导体工业的飞跃发展，铝电解电容器向小型化方面迈进了大步，在各种使用半导体电路的通信设备及电子仪器中，它占了比较重要的地位，为了帮助大家了解铝电解电容器的生产过程，这里把几个主要环节的镜头介绍一下。

- ① 铝电解电容器的正极片需要经过阳极化赋能处理，图示在赋能槽内进行介质形成。
- ② 电容器的正极与负极需组合在一起，图示卷绕高电压大容量电容器的芯子。
- ③ 把卷绕好的芯子装入真空浸渍器

中，用真空浸渍法使纤维质足工作电解质。

- ④ 把制造好的小型铝电解电容装配上外壳。
- ⑤ 装配好的电容器需要经过加温老炼，然后还需要逐只检验其参数，图示用电桥进行测试。

力  
电  
动化以  
线电电  
设备  
槽

密有  
的申  
调度所  
部利用  
大量资  
十  
信。  
子  
利用  
合

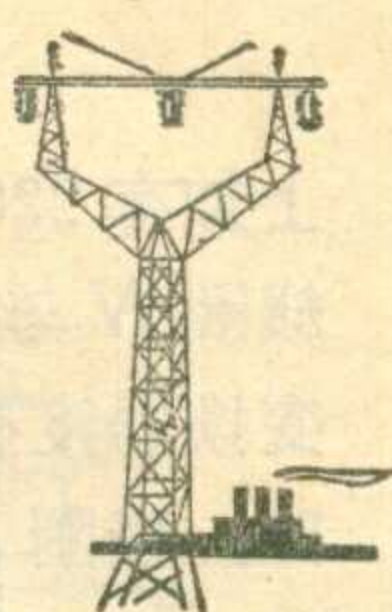
音频

①

(赫)  
频信  
它把  
C<sub>1</sub> 送  
进入变  
C<sub>1</sub> 送到  
的。高  
阻抗匹  
结合滤  
合电容  
静电  
图  
了  
6



# 无线电电子学在输配电方面的应用

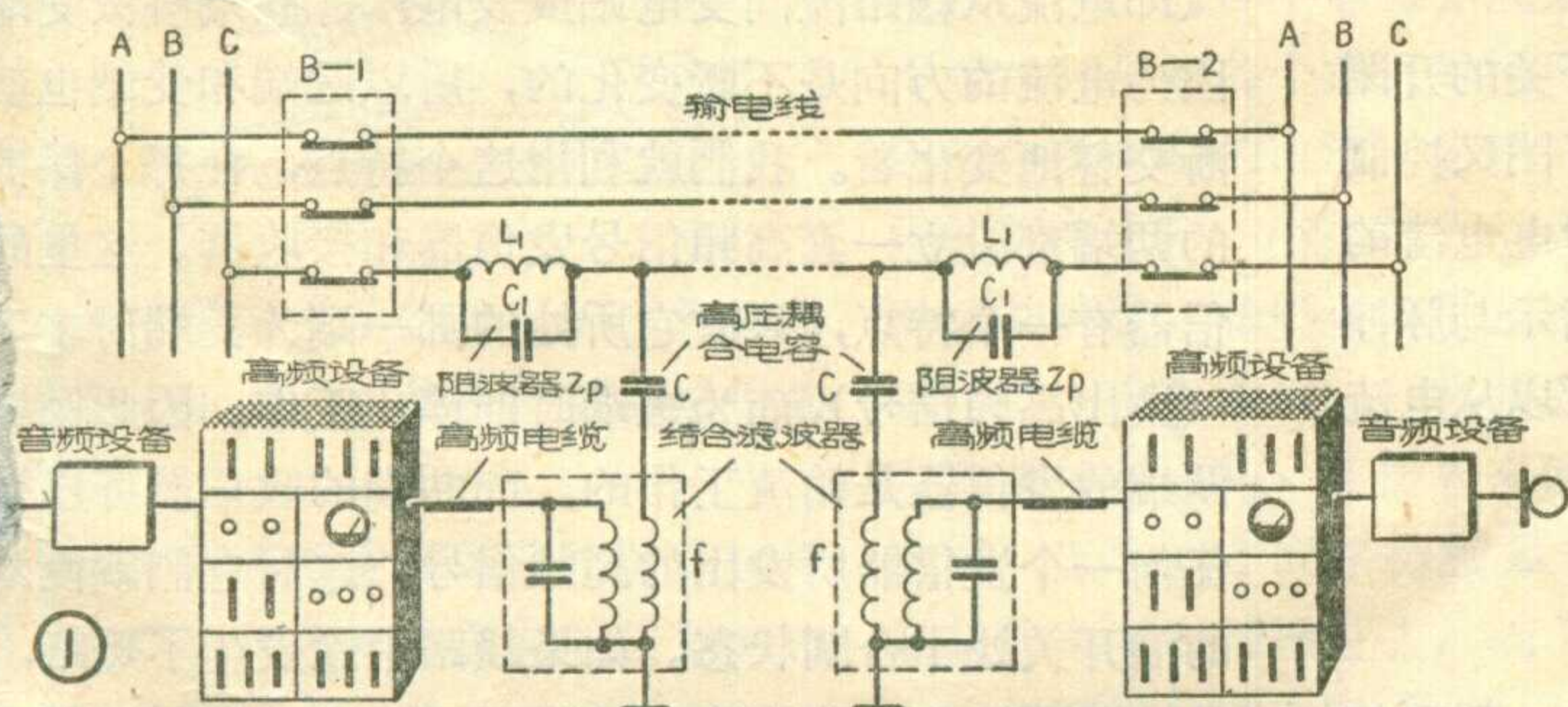


电力是一切生产部门最主要的动力源泉。在近代电力工业中，电力的生产、输送、自动化、远动化以及负荷的自动经济分配等过程，都需要无线电电子设备的协助才能完成。因此，无线电电子设备是电力工业的一个重要组成部分。下面我们我们就概略地介绍它们在输配电方面的一些应用情况。

## 电力网通信设备

密布各地的电力线路，构成了庞大的电力网。在电网的电力运行和维护中，各发电厂、变电站、配电站调度所之间，经常要进行各种通信联系。近代的电力部门利用电力线兼作通信线路，以便节省架设通信线路的大量资金。由于电力线上传输高达几千伏、几万伏甚至几十万伏的电压，因此不能利用一般的电话设备来实现通信。实际上采用的是电力线载波电话机，这也是一种电子设备。

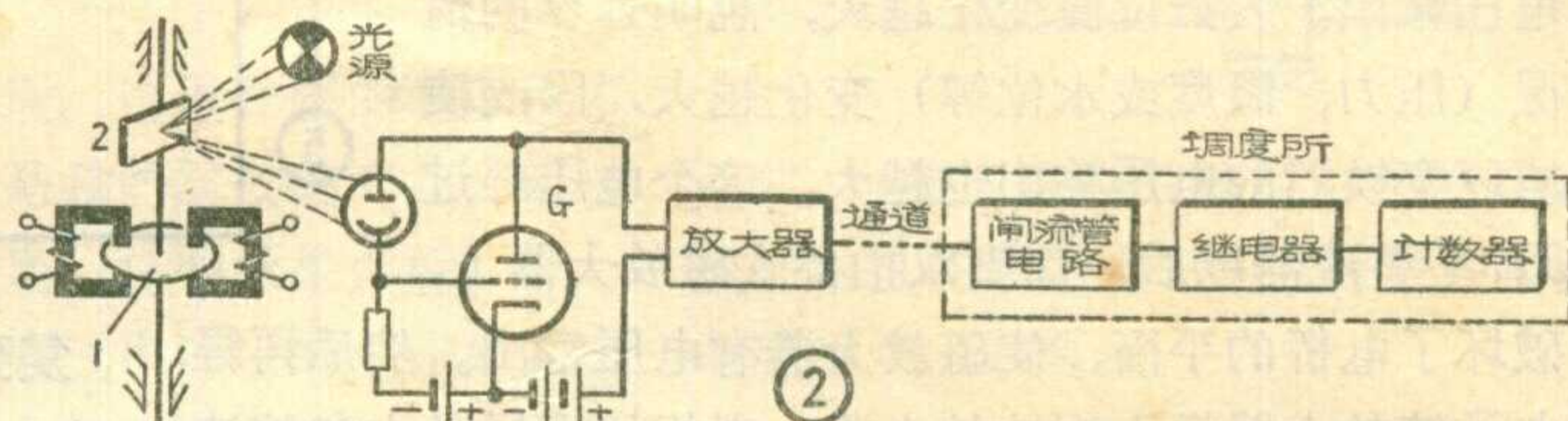
利用电力线通信的原理如图1所示。图中C是高压耦合电容器，它的容量很小，对频率很低（50赫或



60赫)的电力电流有很大的阻抗，而高频设备发出的高频信号则能通过它送到线路上去，或者从输电线上通过它把高频信号引入高频设备。 $Z_p$ 是高频阻波器， $L_1$ 和 $C_1$ 谐振在高频信号频率上，因此它能阻止高频信号进入变电站。而变电站送出的低频电能却可以通过线圈 $L_1$ 送到线路上去。高频设备是用高频电缆与线路联接的。高频电缆的阻抗很低，为了与高阻抗的输电线达到阻抗匹配，必须使用结合滤波器 $f$ 。

结合滤波器的另一个作用是使高压耦合电容有一个接地的通路，以防止高压静电造成的危险。

图中的高频设备就是电力线载波机，它的原理与一般载波机相同。但是为了克服电力线上的高杂音电平的



干扰，它的输出电平比一般载波机都高。目前电力线载波机所使用的频率范围为30千赫~320千赫。

利用这些设备，我们就可以将音频信号调制成高频信号，送到电力线上去，完成通信任务。此外，我们还可以利用这些设备，传送电力系统的遥测、遥控、遥调和高频保护等信号，以满足电力系统自动化和远动化的需要。

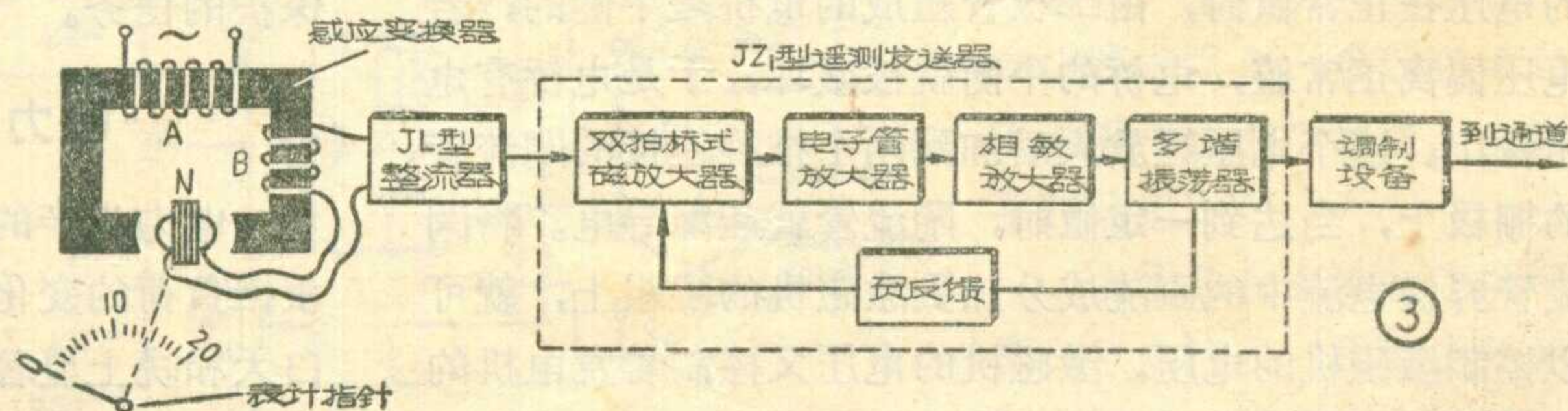
## 电力系统的遥测装置

为了使调度员能够根据负荷的变化情况，迅速决定在某一时刻各发电厂应该发出的电量，调度员就必须及时地掌握有关的参量，如发电机发出的功率、电压和频率，火电厂的蒸汽压力和温度，水电站的水位以及用户的用电量等。这些参量都必须利用遥测的方法得到。

图2是对用户的用电量进行遥测的方框图。在需要用电的地方，装配一个电表，它里面有一个圆盘(1)，用圆盘的转动周数记录用户的用电量。圆盘每转一周，它轴上的小镜子(2)就把光线反射到光电管上一次，使光电管产生电流，从而改变电子管G的栅压，使电子管导电，发出一个脉冲。这个脉冲被放大后，利用电力线或专用的通信线路送到调度所。调度所收到这个脉冲以后，使接收装置中的闸流管导电，因而在继电器的线圈中有电流流通，继电器的衔铁控制计数器进行计数。从计数器的指示中，便可读出用电量的数值。

图3是对压力、温度和液位等进行遥测的方框图。在发送端装有感应变换器，变换器中的线圈N与压力表或温度表的指针用机械连接起来。在变换器的线圈A

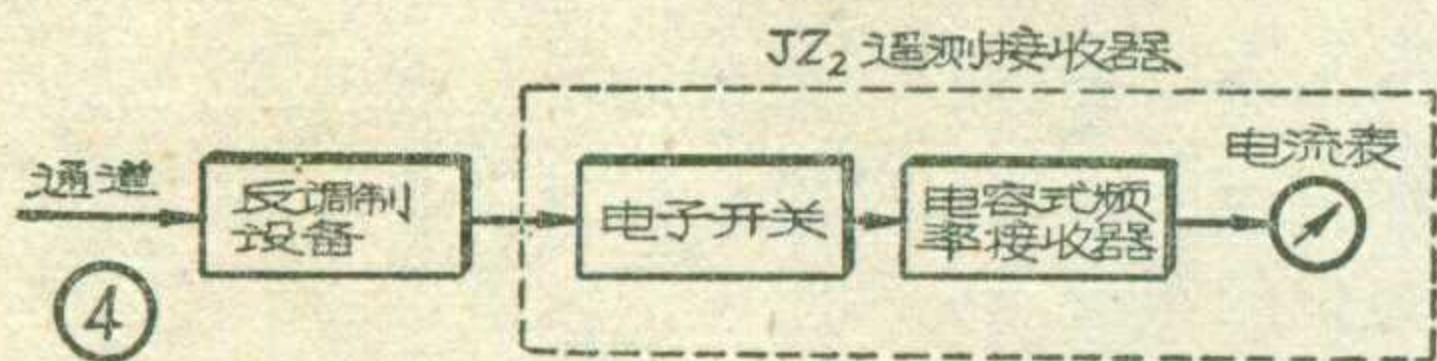
中，通入高频电流，产生高频磁场，使线圈N中感应出电压，经整流器整流后，送入放大器放大，再经相敏放大器放大，最后经多谐振荡器调制，由调制设备送到通道。



上加有 220 伏 50 赫的电压。在正常情况下，线圈  $N$  与  $B$  的感应电势的和为零，因此感应变换器没有电压输出。当表针指示的位置变化时，线圈  $N$  随着转动，这时线圈  $N$  与  $B$  的感应电势的和就不等于零，于是感应变换器有了电压输出。表针位置变化越大，说明外界的情况（压力、温度或水位等）变化越大，因而使感应变换器的电压输出也越大。这个电压经过 JL 型整流器以后，加到双拍桥式磁放大器上，破坏了电桥的平衡，使磁放大器有电压输出。然后再经电子管放大器送入相敏放大器，经相位选择放大和整流后，加到具有正栅偏压控制的多谐振荡器的栅极上，使多谐振荡器发出脉冲信号。这个脉冲信号的频率与被测量的变化成正比。为了保证测量的稳定性和精确性，在电路中加入有负反馈电路。

因为多谐振荡器发出的脉冲频率很低（1~10 赫），所以还要利用调制设备把它调变到音频或高频，然后传送到调度所去。

在调度所里，有一套相应的接收装置（如图 4 所示）。收到的信号先经过反调制还原成低频的脉冲信号，

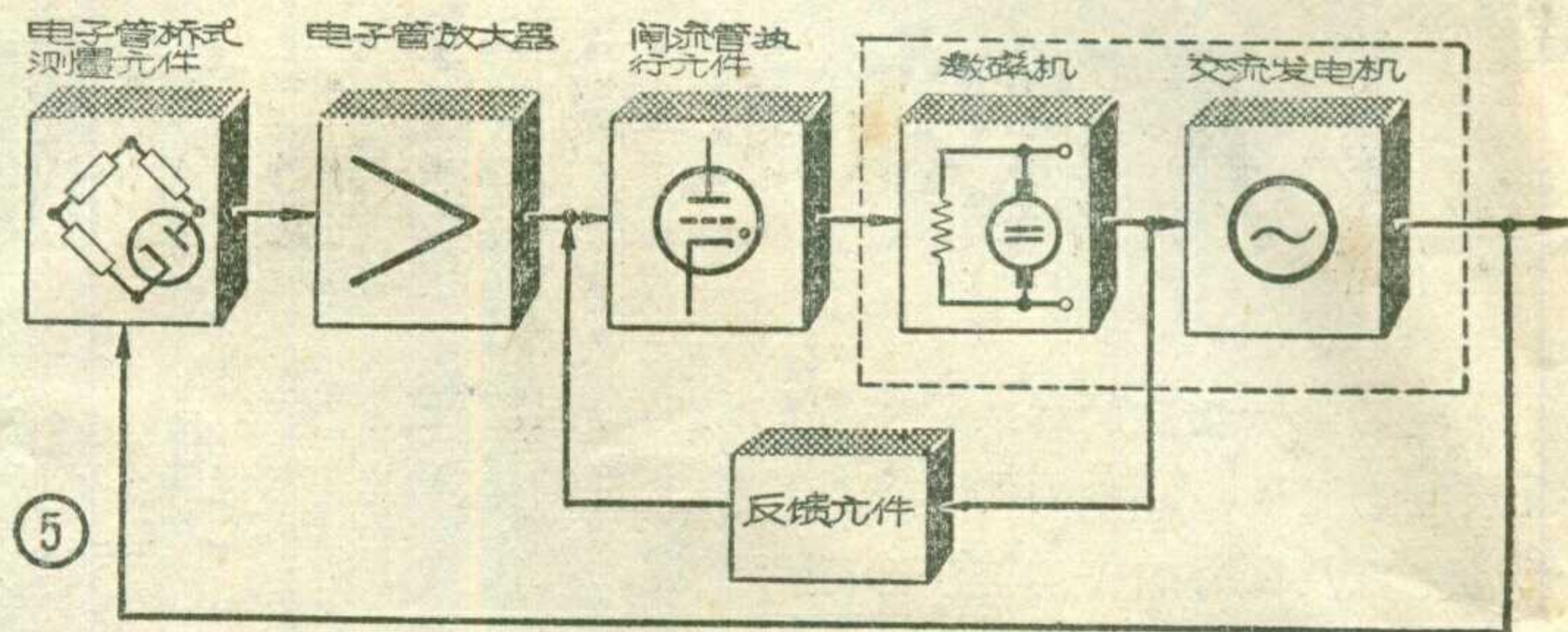


然后送入电子开关控制它的开或闭——电子开关的开闭次数与信号脉冲的频率成正比。电子开关的开闭又控制电容式频率接收器中电容的充放电次数，充放电电流的平均值可以在电流表上读出。因此电流表的指示与脉冲信号的频率成正比，也即与被测量成正比。所以从电流表上可以直接读出被测量的数值。

### 发电机的电压自动调整

机械式电压调整设备的最大缺点是惯性大，调整起来不够迅速和灵活。例如冶金工业的炼钢炉在起动的瞬间，电流可能达数百甚至数千安培，而时间只是几秒。这时如果利用机械式电压调整设备，电厂的汽机转速便不能迅速提高，电网电压就要降低。如果我们采用动作迅速、灵敏的电子式电压调整器，就能在极短的时间内自动调整发电机的电压，保持电网电压的稳定。

图 5 是电子式电压调整器的方框图。当发电机发出的电压在正常值时，由二极管组成的电桥是平衡的；若电压偏离正常值，电桥的平衡就被破坏，于是电桥有电压输出。这个电压经放大后加到两个推挽连接的闸流管的栅极上，当达到一定值时，闸流管就起辉导电。将闸流管屏极电流中的直流成分加到激磁机的绕组上，就可以控制激磁机的电压。激磁机的电压又控制着发电机的励磁绕组，因此发电机的电压就随着发生变化，立即恢

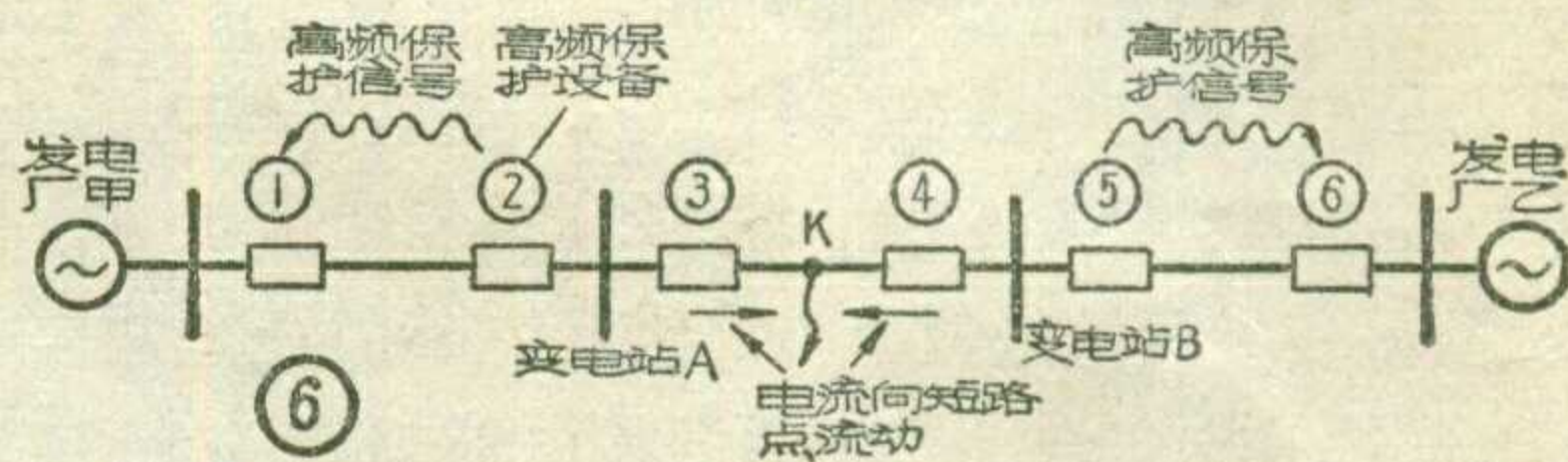


复到正常值。

### 输电线路的高频保护

当输电线路在某处发生短路故障的时候，为了不使整个电网都受到影响，必须利用保护设备把产生故障的局部线路迅速与整个电网断开。

在现代的超高压线路上，使用着迅速可靠的高频保护设备。如图 6 所示，在两个发电厂之间有两个变电站和三段输电线路。如果第二段输电线路中的  $K$  点短路，我们就希望油开关 3、4 跳闸；而油开关 1、2 和 5、6 仍然闭合，以保证第一、三两段输电线的正常供电。为达到这个目的，输电线的保护必须是分段的，每两个油开关之间的一段线路形成一个保护区。在每个保护区的两端，在每一瞬间，总有一端送出电流（即电流从变电站或发电厂流向线路，该端叫做送端），一端接受电流（即电流从线路流向变电站或发电厂，该端叫做受端）。因为电流的方向是不断变化的，所以送端和受端也就不断交替地变化着。我们就利用这个特点，在每个保护区的两端都设立一套高频信号发信器和接收器。这里的发信器有一个特点，只有它所处的那一端为受端时才工作（发出高频信号），而为送端时则停止工作。因此保护区两端的发信器是轮流工作的。而两端的收信器可以接收任何一个发信器所发出的高频信号，这时它们就使两端的油开关处于合闸状态。如果线路中途发生了短路，则保护区两端的电流均流向线路的短路点（见图 6  $K$  点），



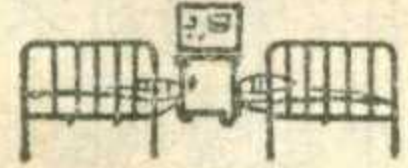
因此该保护区两端的发信器均停止工作，两端的收信器就收不到高频信号，因而启动油开关，使其跳闸，完成保护的任务。

### 电力系统的自动经济分配负荷

电力生产的特点是电能不能储藏，发电量的多少要根据负荷的变化来调整。但是负荷的变化是很频繁的，白天和晚上显著不同，而在白天，用户的情况也随时都

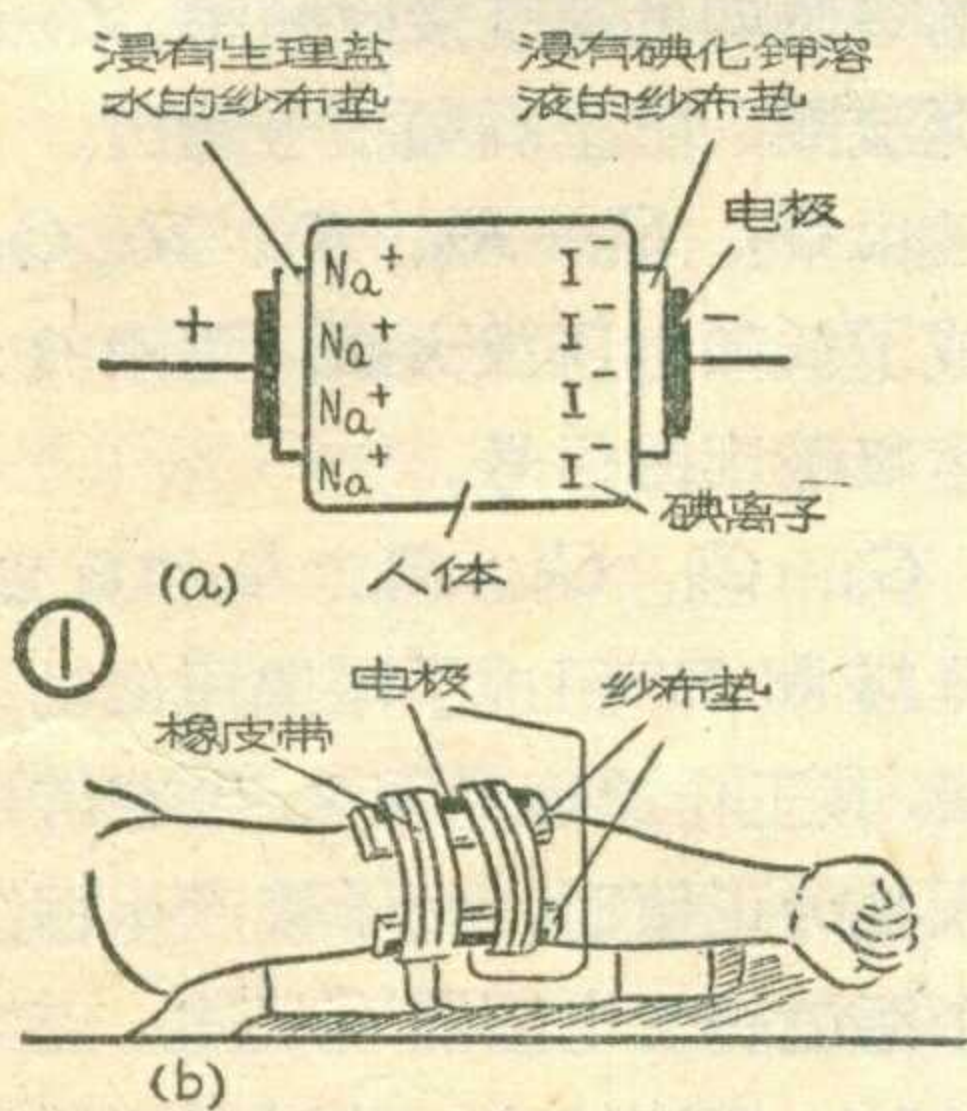
（下转第 7 页）

# 两床位 直流电疗机



薛万良

离子电渗疗法(又名游子导入法)是物理治疗中广泛应用的一种方法。它是根据水溶液中的正离子和负离子,受电场的作用后就分别向彼此对应的阴极和阳极移动的性质,把某种药物离子导入人体,以达到治疗目的的一种方法。例如碘化钾的水溶液可以分解成带负电荷的碘离子(负离子)和带正电荷的钾离子(正离子)。把纱布垫用碘化钾溶液浸湿以后,缚在人体的患处,在电场的作用下,阴极



侧的碘离子由于受到排斥而进入体内(见图1a),图1b是进行局部治疗的示意图。

这种疗法的优点是药物可直接作用于患处;透入的是需要起作用的纯药,不是混合剂;导入的药物在机体内停留的时间较长;治疗时患者没有疼痛;以及用药量少等等。

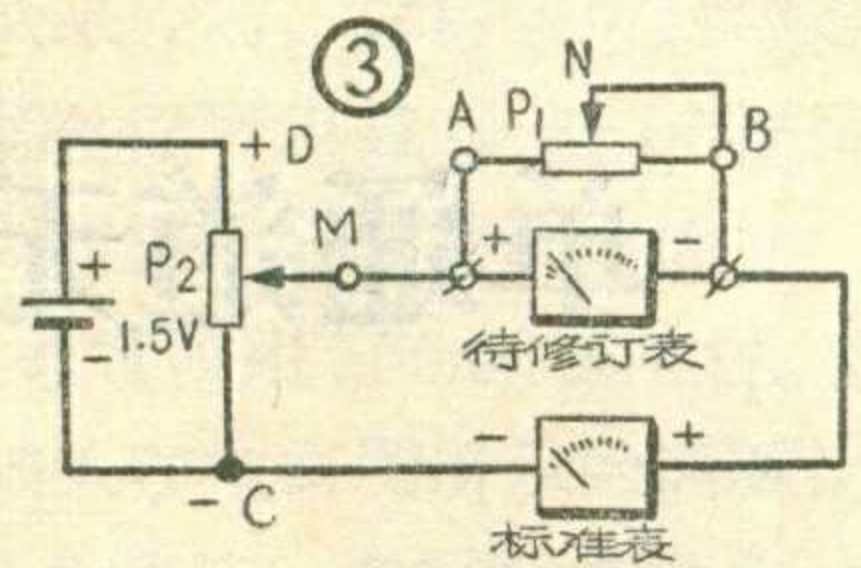
进行这种治疗的设备就是直流电疗机,其任务是输出一个稳定而又可

调的直流电压。这里介绍的两床位直流电疗机,是我们试制的产品,经过较长时间使用,证明效果良好。

两床位直流电疗机的电路如图2所示。它是由两套独立的整流电源供电,整流管可采用6Z4或5Z2P,整流后的电压要经过两段π式滤波器,因此它的直流纯净度较好。电位器R<sub>3</sub>和R<sub>4</sub>的动臂分别通过电表(M)的分流电阻R<sub>1</sub>和R'<sub>1</sub>(R<sub>1</sub>=R'<sub>1</sub>)引到输出端,因此在输出端可得到由0—100伏的平滑直流电。

导入人体的剂量是由回路电流的大小来表示的。因此为了掌握剂量,有必要经常测量回路电流。用电流表测量电流,必须把电流表串联在电路中。如果几个病人电路共用一只电流表,电流表就必须不断地从各个电路中取下或连接。这样不但操作起来麻烦,不能及时观察各个病人的情况,而且还要中断电路的电流,常给病人加很强的脉冲电压,增加病人的痛苦。针对这种情况,我们采取了利用分流电阻,扩大电表量程,并将两者用一双刀双掷开关(S<sub>2</sub>)连接起来的办法。

这样,当S<sub>2</sub>由I回路转到II回路时,只是将电流表切换过去,而I回路的电流仍经过分流电阻R<sub>1</sub>输出,使I回路电流不致中断。又因电流表内阻远大于分流电阻,所以电流表的切换对电路电流影响也很小。极性的转换也不必变动导线,而是由开关S<sub>3</sub>和S<sub>4</sub>



完成。电流表量程的转换由开关S<sub>1</sub>完成。本机在负荷为500欧时最大输出电流为0—50毫安。

确定分流电阻阻值可按下列步骤进行:

一、连好图3的电路。

二、将电位器P<sub>2</sub>的动臂M转到C端,使回路电流为0。P<sub>1</sub>动臂N转到A,使P<sub>1</sub>短路,阻值为0。

三、向D端缓慢移动P<sub>2</sub>的动臂M,使标准电流表的指针偏转,直到规定值(如5毫安)为止。

四、向B端缓慢移动P<sub>1</sub>的动臂N,使待修订表的指针达到满刻度。这时标准表的指针定会稍有改变。因此必须反复调整几次,最后使标准表指规定值,待修订表指满刻度。

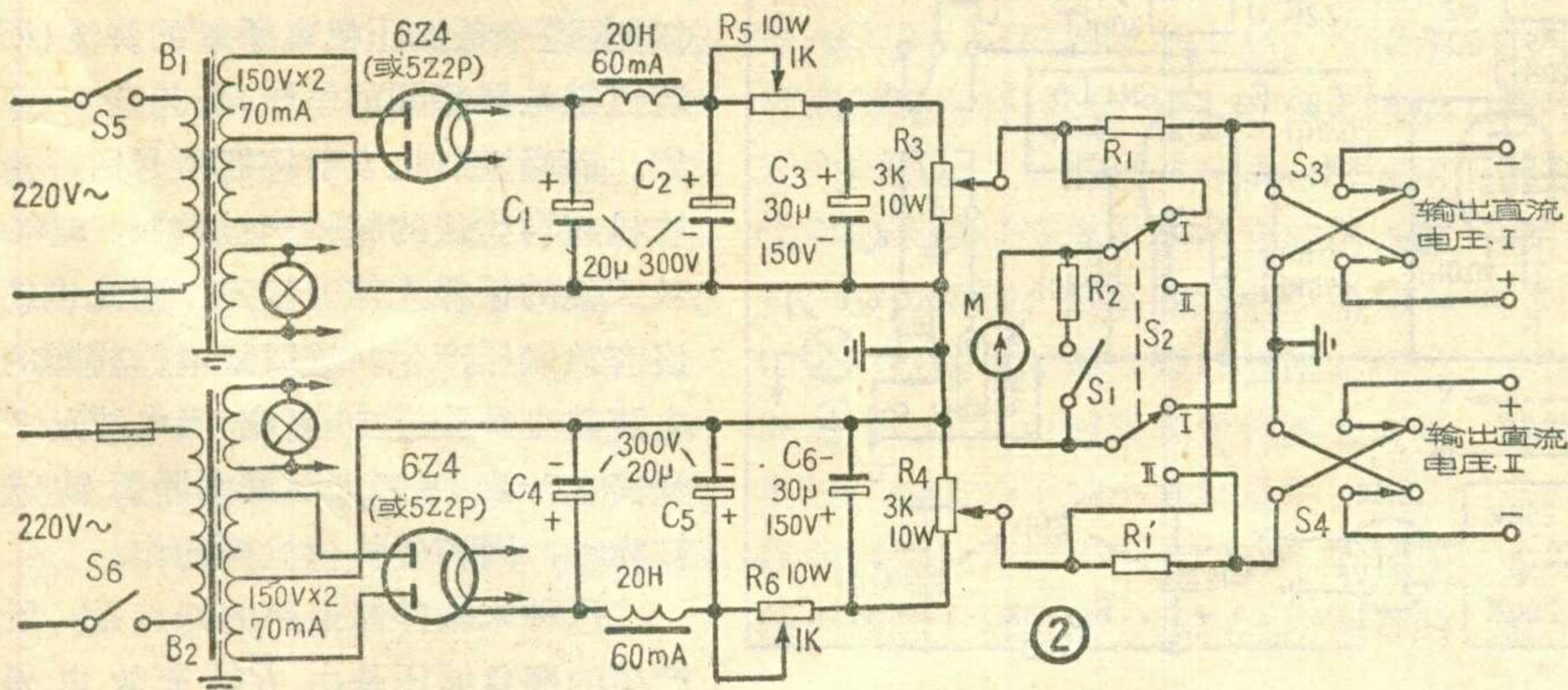
五、拆下A、B点,测量P<sub>1</sub>的AN两个端点的阻值,该阻值即为待修订表0—5毫安的分流电阻阻值。

六、R<sub>2</sub>的阻值也可按此法求出。但R<sub>2</sub>是与R<sub>1</sub>并联到电路中的,因此必须考虑R<sub>1</sub>的影响。

如果已知表头内阻R<sub>0</sub>,则分流电阻值也可按下式计算: $R_x = \frac{R_0 I_n}{I_m - I_n}$ 。R<sub>x</sub>为扩大量程后所需的分流电阻值(即R<sub>1</sub>、R'<sub>1</sub>等)。I<sub>m</sub>为要修订的量程范围。I<sub>n</sub>为修订前原表头指针满刻度值。上式中电流的单位均为安培,电阻的单位均为欧姆。

求出阻值后即可进行制作。可取一已坏的炭膜电阻,将炭膜刮掉。选用直径相当的锰铜丝,量好所需的阻值,绕在炭膜电阻上。最后必须对分流电阻阻值进行复核,直到准确时为止。

由于几台直流电疗机可共用一只电流表(用转换开关控制),因此本机的成本较低。



# 单通道无线电遥控装置

周天恩

工业上应用的无线电遥控装置会受到很强的工业用电干扰，如果这些装置的抗干扰能力较差，便不能正常工作。这里所介绍的单通道无线电遥控装置，抗干扰能力较强，适合于工业上应用。我们曾对这个装置进行了各种抗干扰性能的实验，证明效果良好。例如我们将接收机放在距35000伏高压电弧放电器半米远的地方，接收机仍能正常地被控制。这个装置的工作频率是26~30兆赫，遥控距离可达一公里。下面介绍该装置的工作原理和所采取的抗干扰措施。

## 接收机电路原理

接收机电路如图一所示。由电子管G<sub>1</sub>、线圈L<sub>1</sub>和L<sub>2</sub>、电容C<sub>2</sub>和C<sub>3</sub>组成了超再生电路。从电路中可以看出，电子管的控制栅极经泄漏电阻R<sub>1</sub>后不是接到电子管的阴极，而是接到屏极电源的正极，从而造成了正反馈，建立了振荡条件。这时只要控制栅极上有一个微小的电压起伏，超再生级就能产生振荡。

当接收机没有收到控制信号时，超再生级的振荡是靠电子管和电阻本身的微弱的起伏电压建立起来的。随着这个振荡幅度的不断增大，在栅极电压正半周的峰值附近，电子管将出

现栅流，这个栅流给电容器C<sub>3</sub>充电的结果，就等于在栅极上加了一个负偏压，且这一负偏压随着振荡幅度的增大而增加，电子管工作点的互导也随之降低，到某一瞬间，自激振荡条件被破坏，振荡开始衰减直至停止。振荡衰减时，由于C<sub>3</sub>通过电阻R<sub>1</sub>放电的结果，使C<sub>3</sub>两端的电压逐渐减小，这样栅极负偏压随之减小，电子管工作点的互导随之增加，到某一瞬间将重新达到自激振荡条件，从而在起伏电压的影响下，又建立起下一个超再生振荡。这和一般超再生级的间歇振荡过程相同。

由于起伏电压具有不同的数值，因此由它们所建立起来的超再生振荡也具有不同的振幅，而且在这种情况下是没有规律的。这个高频振荡经电子管G<sub>1</sub>的栅阴极电路检波以后，将通过L<sub>2</sub>和C<sub>5</sub>输出一个杂乱无章的音频信号，这个信号我们把它叫做超噪声。

当接收机天线收到控制信号时，超再生级的振荡将在比较强的输入信号的影响下发生，而不是由弱的起伏电压产生。这个单通道装置的控制信号是等幅的高频振荡，因此超再生级经检波后输出的是不变化的直流信号，被隔直流电容器C<sub>5</sub>阻隔，即无信号输出。

总之，当发射级发射控制信号时，超再生级即无输出；发射机不发射时，超再生级输出一个超噪声信号。

这个电路的特点是选择性较差，因而特别适合于接收没有频率稳定设备的、最简单的自激式发射机的信号。另外还有电路结构简单、工作稳定以及灵敏度较高等优点。因为超再生级是在振荡状态下工作，所以有电磁能通过C<sub>1</sub>辐射到周围空间，容易影响周围的无线电装置。若减小C<sub>1</sub>的电容值来削弱这种辐射，又会使接收机的灵敏度降低。为了解决这个问题，可以在超再生级前增加一级前置高频放大器。

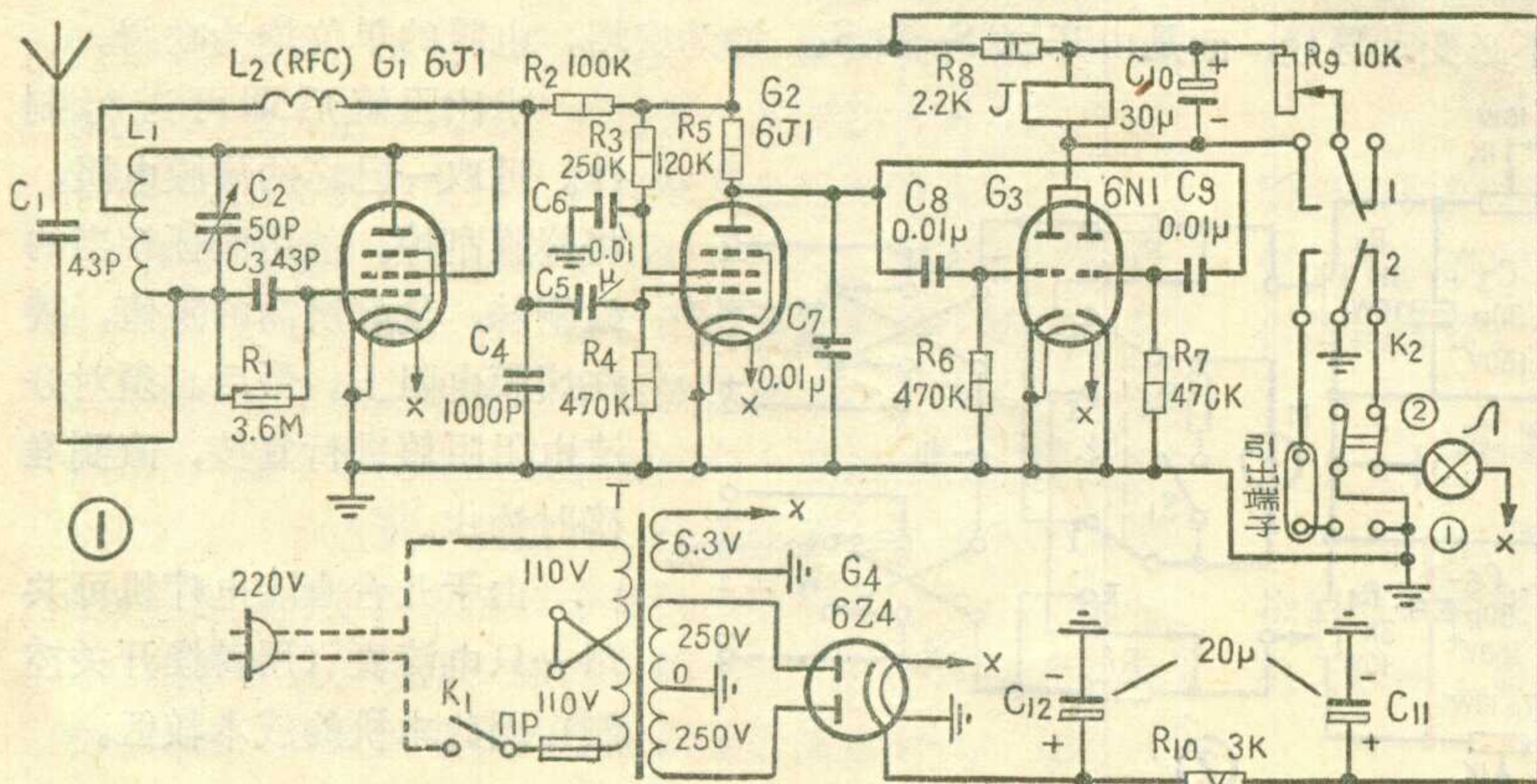
L<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>组成了调谐回路。改变C<sub>2</sub>的电容值即可调整接收频率。L<sub>2</sub>是高频扼流圈，阻止高频信号输出。

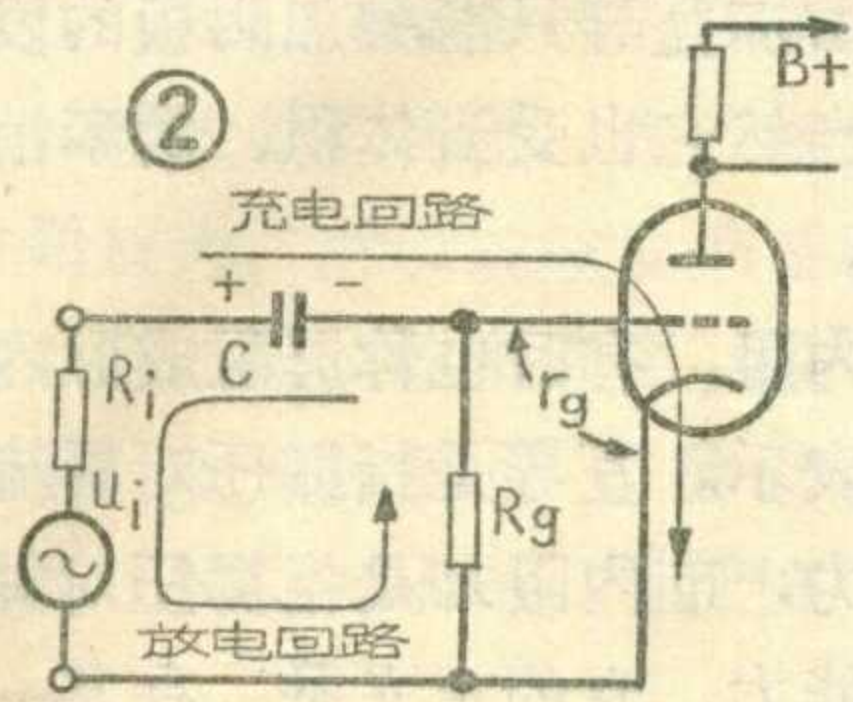
由G<sub>2</sub>、C<sub>5</sub>、R<sub>3</sub>、R<sub>4</sub>、R<sub>5</sub>、C<sub>6</sub>、C<sub>7</sub>组成了低频电压放大级，用来放大超再生级输出的信号。

G<sub>3</sub>、C<sub>8</sub>、C<sub>9</sub>、R<sub>6</sub>、R<sub>7</sub>和负载（继电器线圈J）组成了零偏压的功率放大级，其工作原理见图2。当有信号u<sub>i</sub>输入且为正值时，电子管产生栅流。这个栅流将使电容器C充电。而当u<sub>i</sub>为负时，栅流停止，这时电容器两端的电压将通过R<sub>0</sub>放电。但是因为充电时间常数(R<sub>i</sub>+r<sub>0</sub>)·C远大于放电时间常数(R<sub>i</sub>+R<sub>0</sub>)·C，因此在电容器两端将出现一个平均电压，其极性如图所示。这样就等于在栅极回路中加上一个负栅偏压。

前面已经说明，当发射机不发射控制信号时，接收机超再生级就输出超噪声，并经电压放大后加到功率放大级的栅极。因此这时栅极就产生负偏压，这个负偏压使电子管的屏流（即流过继电器线圈的电流）降为6~7毫安。而当发射机发射控制信号时，接收机超再生级的超噪声被抑制，功率放大级的栅极无信号输入，因此也就没有负偏压产生。这时继电器线圈的电流就上升到近18毫安。当电流从7毫安上升到18毫安时继电器衔铁就被吸动，因而使执行机构动作。

这种末级控制电路的特点是：所产生的栅极负偏压是由RC充放电得





到的，而不是一般常用的将屏极信号经过整流后再反馈到栅极上去得到的。由于改变了栅负偏压的产生方式，我们就可以在继电器线圈的两端并联一个30微法的大电容 $C_{10}$ ，使 $C_{10}$ 和继电器线圈 $J$ 组成一个阻尼环节。

这个阻尼环节怎么会抑制工业干扰呢？我们知道，一般的工业性干扰电波是呈脉冲状态的，接收机收到这种干扰电波以后，超再生级和低频电压放大级的正常工作状态就被破坏。但对于遥控装置来说，只要能保证末级输出不受干扰的破坏，前几级工作状态的破坏就可以不去考虑。因此必须采用一种方法，使前两级工作状态的破坏在末级输出电路中不起作用。对于短时间的干扰的抑制，最好的办法是阻尼。 $C_{10}$ 和继电器线圈 $J$ 构成的阻尼环节就是起这样的阻尼作用的，它阻止了因脉冲干扰而引起的继电器线圈中电流的变化，从而保证了正常的控制作用。 $C_{10}$ 的另一作用是能够旁路线圈 $J$ 中的交流分量。

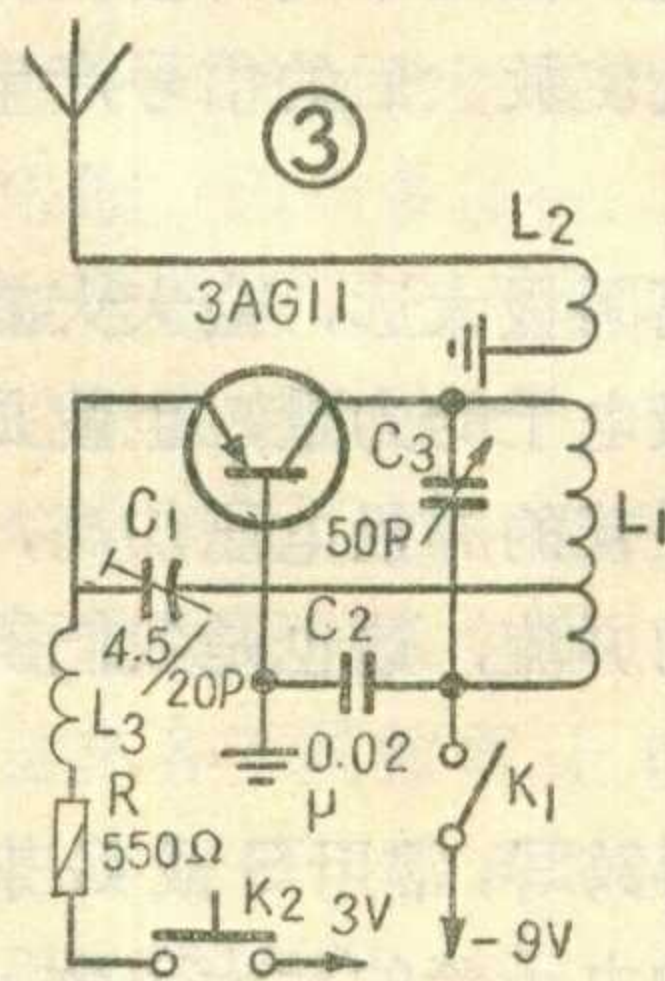
末级电路的另一优点是输出功率较大，能够带动较大容量的继电器，从而可以省去中间继电器。

可变电阻 $R_9$ 和继电器的一组常开触点是用来提高继电器的返回系数的。当继电器吸动以后 $R_9$ 就并联在线圈 $J$ 的两端，因而起了分流作用，提高了继电器的释放灵敏度。

双刀双掷开关 $K_2$ 是为了调整方便而设的，当开关打在②的位置时（如图），接收机被控制（继电器吸动）后仍不会接通被控制的外电路，而指示灯 $J$ 则熄灭，说明发射机与接收机工作正常。当开关打在①的位置时，指示灯 $J$ 不起作用，外电路就受到接收机的控制。这样就可以在不影响执行机构的同时，进行调整收发机的工作。

### 发射机电路原理

发射机是一个自耦变压器回授串联供电的三点振荡式振荡器，电路图见图3。它的原理和制作可参阅本刊1964年第一期“晶体管单通道模型遥控设备”一文。这个发射机的特点是：（1）采用小功率的高频三极管，所以耗电特别小，在工作时半导体管发射极电路的电流不超过4毫安，集电极电路电流近似等于发射极电路的电流，发射机的总输入功率不大于48毫瓦。（2）电源电压低，只需要一节9伏迭层电池和两节五号笔电池就可以作为全部电源。



本机在发射天线阻抗匹配时（用 $\lambda/4$ 天线）可控制一公里左右。但在许多工业生产的场合下对控制距离的要求不是这样高，而且发射机往往是随操纵者移动的（接收机一般是固定的，这一点与航模的使用情况不同），所以要求发射机体积小，天线长度短。本装置在实际使用中采用了60厘米长的鞭状天线，而控制距离不少于600米，这对一般工业生产的控制情况来说是比较合适的。

### 元件的选择和制作数据

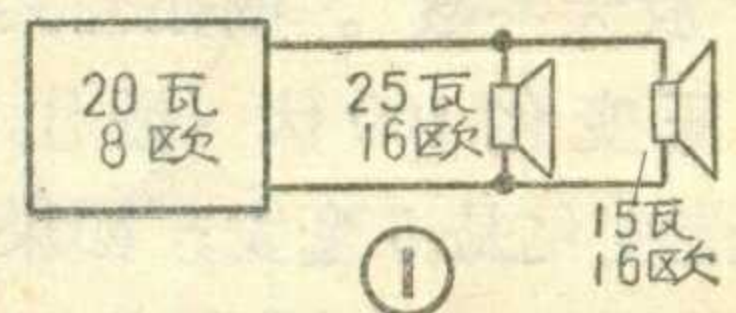
发射机部分：半导体管的选择对输出功率和频率稳定度的影响是很大的，半导体管是采用小功率的，但是截止频率要高。可采用3AG11或3AG12。 $C_1$ 的要求不太高，可用半可调陶瓷电容器，也可用15微微法的瓷介电容器。 $C_3$ 的要求较高，最好用优质的空气可变电容器，它的最大容量为50微微法。振荡回路中 $L_1$ 用16~22号镀银铜线绕6圈，线圈直径为30毫米，也可用被银瓷管线圈，效果更好。如果为了缩小发射机的体积，线圈直径也可缩小到10毫米，效果仍然不错。天线感应线圈 $L_2$ 用同号的

铜线绕两圈，线圈直径大于振荡线圈4毫米左右，这样感应线圈套在振荡线圈外面可以减少漏磁损失。电阻 $R$ 需根据半导体管的特性而进行调整，通常使用550欧姆左右。线圈 $L_1$ 的抽头在电路图所示的线圈位置的下端1.5圈处。高频扼流圈 $L_3$ 选用4.5毫亨即可。

接收机部分：调谐线圈的绕制质量很重要，最好采用六角形的塑料或陶瓷的线圈架，用26号的镀银铜线绕12圈且中心抽头，线圈的直径为15毫米。 $C_2$ 采用优质的空气可调电容器。 $L_2$ 采用4.5毫亨20毫安的高频扼流圈。所有的阻容元件除了 $R_1$ 和 $C_3$ 外都可用普通收音用的一般元件，而 $R_1$ 和 $C_3$ 最好选稳定性较高的元件。末级继电器采用双刀双掷电磁继电器。



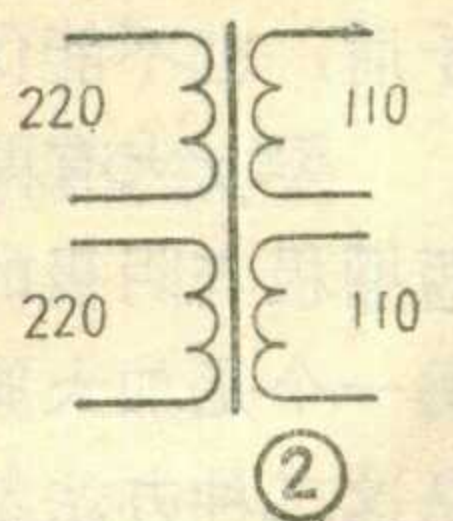
1. 有20瓦扩音机一部，其输出阻抗为8欧，现在它的输出端上接上25瓦16欧和15瓦16欧扬声器共两只



如图，试问这样是否会使扩音机过负荷？又哪一只扬声器的声音大些？（吴永淞）

2. 有一次听到邻家新买的收音机放音乐时低音很丰富，可是奇怪的是，当走近收音机后，发现它的低音并不突出，而回到自己屋里时，却又觉得那架收音机的低音的确丰富动听，这是什么原因？（王宝铭）

3. 如果电源电压为110伏，通过右图的变压器，你能得到几种不同的电压？图中变压器线圈上注明的数字是它的额定电压值。（志同）



# 谈谈 电子管的参量

· 恒 ·

电子管的参量就是简要地说明电子管基本特性的物理量。因此要正确地使用电子管，就必须了解参量的意义。

## 主要参量的意义

我们经常使用的电子管是三极管和五极管，它们的主要参量有三个，即放大系数、互导和内阻。下面我们分别介绍它们的意义。

**放大系数** 又叫放大因数、放大倍数或放大率，常用符号 $\mu$ 来代表。我们知道，电子管的栅极电压和屏极电压都能影响屏流的大小，但是这两种电压对屏流的影响程度是不一样的。由于栅极距阴极比屏极近得多，所以加到栅极上的电压对阴极周围电子的作用比屏极电压的作用大得多，也就是说，对屏流的影响栅压比屏压大得多。这正是电子管能起放大作用的根本原因。栅压对屏流的影响比屏压对屏流的影响所大的倍数，就叫电子管的“放大系数”。例如当某一电子管的屏压变化100伏（栅压不变）时，屏流变化是5毫安；如果屏压不变而变化栅压，只要变化1伏的栅压就能使屏流变化5毫安，那么这个电子管的放大系数 $\mu$ 就是 $100:1=100$ 。

一般三极管的 $\mu$ 在30—100之间，而五极管要大得多，约为几百到几千。

从表面看来，似乎电子管的 $\mu$ 愈大愈好，其实不然。这是由于一方面结构及工艺的限制，不能做得太大；另一方面为使不与其他参量的要求相矛盾，也不能仅考虑加大 $\mu$ 值。

要 $\mu$ 大有两个办法：一是尽量缩短栅极与阴极的距离，和把栅丝加密；另一个是加大屏极与阴极的距离。但是这二种办法都有一定的限制。当栅

极太靠近阴极时，会使栅阴极间的电容太大，对高频运用不利；也会引起栅阴极间的绝缘降低，易于使栅阴极短路。同时距离太近也给制造工艺带来很大的困难。

当栅丝太密或太靠近阴极时 $\mu$ 虽大了，但栅极上却不能加上较高的输入电压，否则当输入电压为负半周时将会使屏流截止；在正半周时会使屏流饱和，这就会使放大后的信号产生极大的失真。

如果屏极离阴极太远，会大大减弱屏压吸引阴极电子的力量，也就是说要把加到电子管的屏极电压加高，才能得到一定的屏流，这也是我们所不希望的。

**互导** 也叫跨导，常用 $S$ 或 $G$ 来代表。上面讲的电子管的放大系数 $\mu$ 只能说明电子管栅压与屏压对屏流影响的相对关系，而没有表达出电子管栅压对屏流的绝对控制能力如何。为表达这种绝对控制能力，就需要用电子管的另一参数——互导。互导是指：当屏压固定不变时，栅压变化与它所引起的屏流变化的关系（注意，只是指变化幅度很小时的情况），也就是在某一固定屏压下，每变化1伏栅压所引起的屏流变化值，一般都以毫安/伏作单位。例如在某一固定屏压下，如果栅压变化1伏时，屏流变化3毫安，那么该电子管的互导就等于3毫安/伏。由于它的量纲和一般的电导一样，而且又是表示电子管输入电压与输出电流相互间的关系，故叫互导。一般电子管的互导在几个毫安/伏至几百微安/伏之间。

要使互导增大就不能像增大 $\mu$ 一样在减小阴栅距离时同时加大屏阴距离，如果增大屏阴距离，屏流的变化就不能增大，同时阴栅距离的减小也受到前面所讲的各种因素所限制。一

般要增加互导只能增加阴极的发射面积。当然它也受到体积、功率消耗等限制。

**内阻** 有时也称屏阻或屏内阻，用 $R_i$ 表示。互导是指栅压对屏流的控制能力，而内阻却是指屏压对屏流的控制能力，它的定义是：在某一固定栅压下，屏压的变化量和由它引起的屏流变化量的比。例如在某一栅压下，当屏压变化5伏时，屏流变化0.01毫安，那么它的内阻 $R_i$ 就等于 $\frac{5}{10^{-5}}=500000$ 欧。

内阻一般说来是小一点好，因为内阻太大，将会有很大一部分电压降在电子管内部，因而使很大一部分功率消耗在电子管内部，白白浪费掉。可是电子管的内阻也不可能做得太小，因为内阻太小时，表明屏压对屏流的控制能力强，相对来说，栅压对屏流的控制能力就弱，因此 $\mu$ 和 $S$ 一定较小。

## 电子管参量与用途的关系

选用电子管时应根据各种不同用途来考虑。

**用作电压放大** 在作电压放大时，需要输出的是电压而不是功率，因此要求电子管的电压放大系数要大，而它的屏流可以小一些。 $\mu$ 大， $S$ 大，电压放大系数就大，因此这时要选用 $\mu$ 大、 $S$ 大的；而 $R_i$ 大一些问题也不大，因为这时可以加大负荷电阻来减小内阻上的电压降。但是当工作频率较高时，负荷电阻就不能太大，否则由于其上的分布电容太大而大大影响频率特性。这样也就不能使用 $R_i$ 太大的管子，否则将有很大一部分电压降落在电子管内部。

另一方面也要看输入电压的大小，如果输入电压小，则可选用 $S$ 较大的。如果输入电压较大，就不能用 $S$ 太大的，否则将产生前面说过的，使屏流截止或饱和，会使信号发生很大失真。例如作简易再生式收音机时，由于检波后的音频电压不大，也就是说加到下级电压放大管栅极的电压不高，这时就应该用 $\mu$ 及 $S$ 较大的，



如6J1、6K4、6K4P等五极管。但是在超外差式收音机里，由于信号经过了中频放大，所以检波后的音频电压就相当高，这时就不宜用 $\mu$ 及 $S$ 很大的管子，故一般多用三极管6G2、6G2P、6N2、6N1等，它们的 $\mu$ 不很大。

另外还要注意的，一般 $S$ 大或 $\mu$ 大的电子管由于其栅阴间距离很小，在结构上稍稍有些变动，就会使它的参量发生很大的变化，因此这种管子制造工艺上的“不同一”性较大，在要求电子管参量极稳定的场合下，也不适于用这种 $\mu$ 及 $S$ 太大的管子。

在一些调栅调屏的高频或中频电压放大器中，例如收音机的中频放大器，从表面看来似乎也是 $\mu$ 越大越好，但由于它的输入和输出电路都是调谐电路，搞不好容易产生自激振荡，故一般也不宜用 $S$ 太大的；而另一方面为了不使电子管内阻对谐振电路的并联作用太显著，以防止降低中放级的选择性，故内阻也要用高一些的。一般常用的都是五极管6K4、1K2、6K4P

等。  
**用作功率放大** 用作功率放大的电子管一般要求内阻 $R_i$ 要小，否则就不能输出一定的功率。 $R_i$ 小的电子管， $\mu$ 就不能太大。至于互导，对功率放大来说似乎关系不大，因为在功率放大级中，输入信号电压一般都较大，不要求有很大的电压放大能力，因此多用互导不大、输入功率较大的电子管。例如在一般5—6灯超外差收音机中，多用6P1、6V6、2P2等作功率放大管。但是在一些简易三管再生或简易超外差式收音机以及简易少管电唱机中，由于前级总增益小，故应选用 $\mu$ 及 $S$ 较大的管子，如6P14、6P15、6BQ5、6P9P等管。另外，在一些优良的扩音机中前级增益不受限制（因为多加一、二级电压放大是较方便的），为了使增益在各个频率时不致变化过大，仍然要用内阻很小的电子管。为一般的扬声器的阻抗是随着频率而改变的，致使放大器的增益在各不同频率上也不一样，这时也常用6P14、6Π18Π及EL 86等内阻小的管子。

## 电子管参量和运用状态的关系

电子管的参量除和电子管本身结构有关外，也和电子管的运用状态有关。

互导 $S$ 是随着负栅偏压的减小而增大。尤其是栅极构造经过特殊设计的（栅丝的密度不是均匀的）所谓变 $\mu$ 管，如6K4等，变化范围更大。

内阻 $R_i$ 从理论上来说，在一定工作范围内是一个常数，但实际上也有随着负栅偏压减小而减小的趋势。

有时为了获得大的输出功率，而将几个电子管并联运用，这时三个参量就成为：

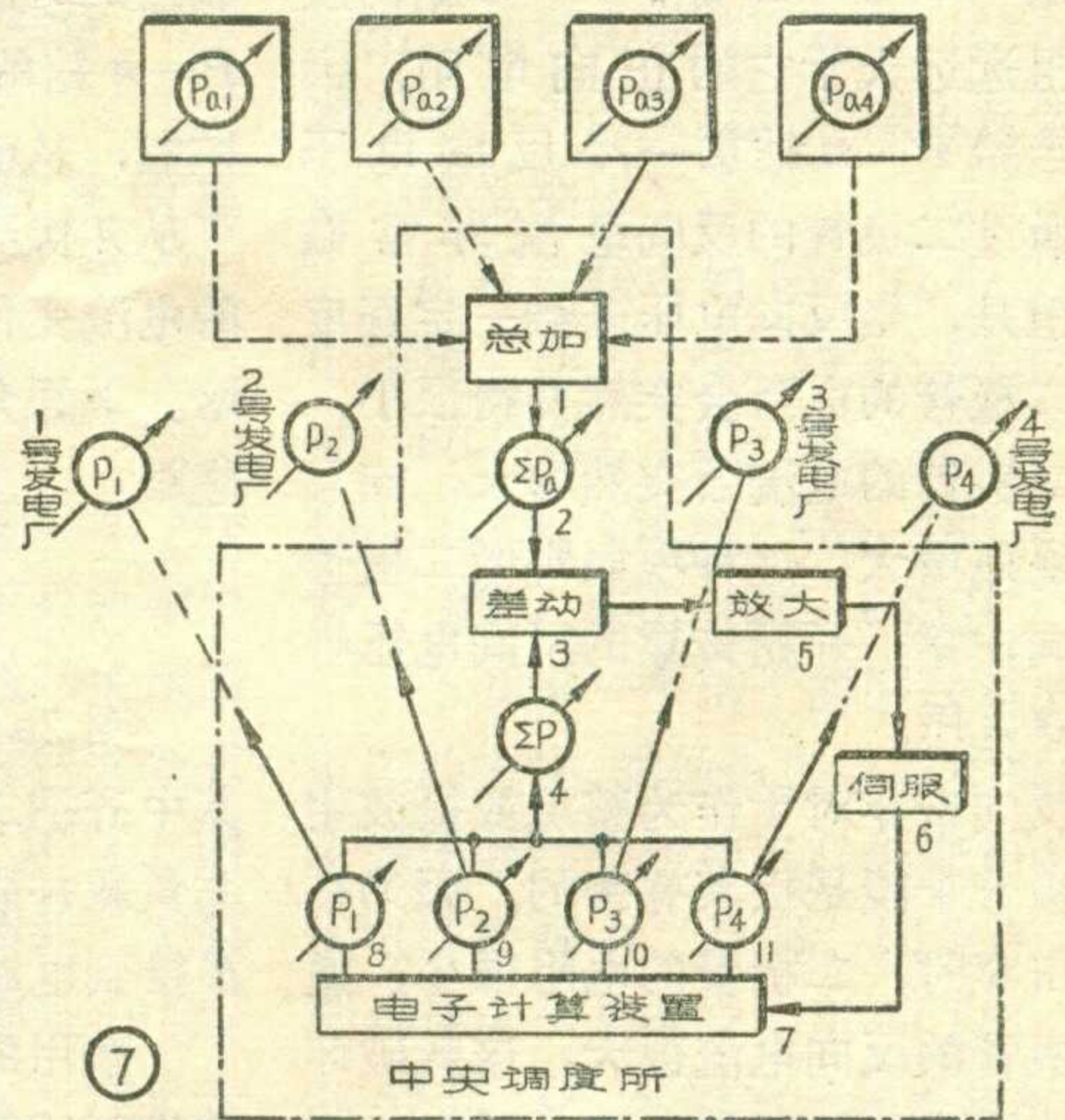
$$R_{i\text{并}} = \frac{R_i}{n}, S_{\text{并}} = nS, \mu_{\text{并}} = \mu,$$

式中 $R_{i\text{并}}$ 、 $S_{\text{并}}$ 及 $\mu_{\text{并}}$ 为并联后的总内阻、总互导及总放大系数。 $n$ 为并联的电子管数目。例如在简易收音机中常用两个6N1并联作输出功率放大，这时它的总内阻 $R_i \approx \frac{8000}{2} = 4$ 千欧； $S = 2 \times 4.35 = 8.7$ 毫安/伏； $\mu = 35$ （6N1单管 $R_i = 8000$ 欧， $S = 4.35$ 毫安/伏， $\mu = 35$ ）。

（上接第2页）

在变化着。对这些变化，用人工调整是不可能的。现代化的电力系统都采用自动经济分配负荷的办法。

图7为电力系统自动经济分配负荷的简图。图中虚线表示遥测通道，点划线方框里边是中央调度所的设备。 $P_{a1}$ 、 $P_{a2}$ 、 $P_{a3}$ 及 $P_{a4}$ 为电力系统的实际负荷值，用遥测通道把它们传到中央调度所，经过总加设备1以后得出整个系统在某一时刻的实际负荷值，用 $\Sigma P_a$ 表2显示出来。然后再将此值送入差动表示器3与系统这时候的实际发电量 $\Sigma P$ 进行比较。如果两者相等，差动表示器就没有输出。如果两者不相等，差动表示器就有输出，这个输出经过放大器5进入伺服机件6。当 $\Sigma P_a$ 与 $\Sigma P$ 相差到一定值时，伺服机件开始动作，使电子计算装置7开始计算。电子计算装置是根据电力系统中各个发电厂的煤耗微增率、机组性能、煤价等许多经济因素来进行计算的。最后得出各发电厂在这一时刻应该发出的最经济的发电量后，在中央调度所内用电表 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 和 $P_4$ 表示出来，并通过遥测通道分别将这些数值送到各发电厂，各电厂就根据此值来发电。由于电子计算



装置的计算是非常迅速可靠的，所以能保证电力系统的负荷得到最经济最合理的分配。

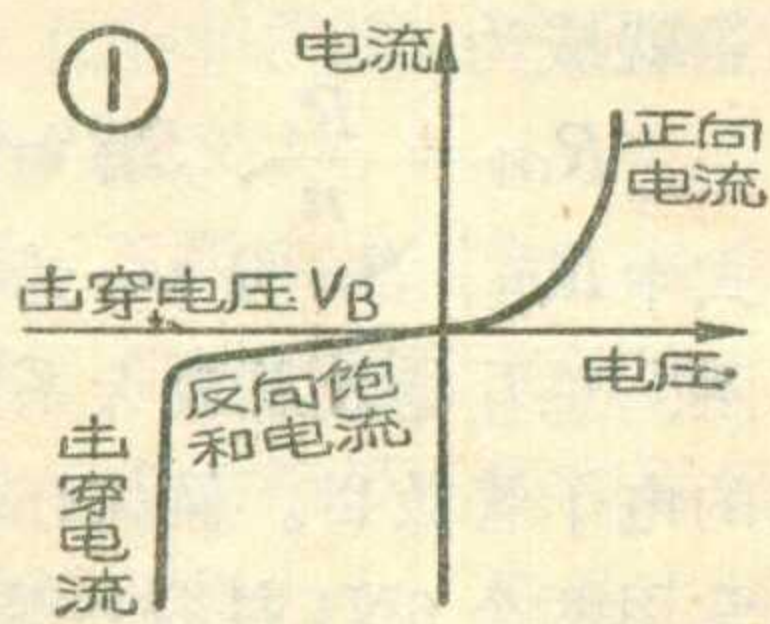
（本刊根据来稿综合编写）

# 齐纳二极管

蒋泽仁

齐纳二极管也是一种半导体二极管。低功率的齐纳二极管在外观上与普通半导体二极管差不多。但是齐纳二极管是在反向击穿的状态下工作的，因此它与普通半导体二极管的性能和用途都不一样。

齐纳二极管在反向击穿的状态下有着良好的稳压性能，因此它主要被用作稳压器。此外，齐纳二极管还广泛地用作标准电池，供给电子管或其他半导体管放大器的固定偏压，过负荷保护，以及用作开关元件等等。下面我们介绍齐纳二极管的特性和它的应用线路。



## P-n 结的反向击穿和齐纳二极管的特性

我们知道，半导体二极管的主要部分是一个 P-n 结。P-n 结的反向电阻远远大于它的正向电阻。因此，当给 P-n 结加一个反向电压时，通过二极管的反向电流非常微弱。但是，当反向电压高到一定程度时，二极管的电阻会突然变得很小，通过二极管的电流会突然增大，而且是无限地增大。这种现象叫做二极管的反向击穿；开始击穿的反向电压叫做击穿电压。

反向击穿对于作为整流或检波用的二极管来说是极其有害的。因为在反向击穿时，二极管的电阻很小，通过二极管的反向电流很大，这就破坏了整流器或检波器的工作；同时由于通过 P-n 结的反向电流过大，也会把 P-n 结烧坏。不过，如果我们把二极管做得足够大，使它在出现反向击穿时，能够耗散由于通过较大的电流而产生的热量，就不会把 P-n 结烧坏。这样，我们就可以得到能够

在反向击穿电压下工作的齐纳二极管。

典型的齐纳二极管的特性曲线如图 1 所示。由图可见，其正向特性与一般二极管没有什么区别，而反向特性就不同。当反向电压小于击穿电压  $V_B$  时，反向电流很小（这一点与普通半导体二极管相同）。但是，当反向电压等于击穿电压  $V_B$  时，反向电流就急剧增加而出现所谓击穿状态（这一点与普通半导体二极管不同，因为普通半导体二极管在工作时反向电压不允许达到击穿电压）。

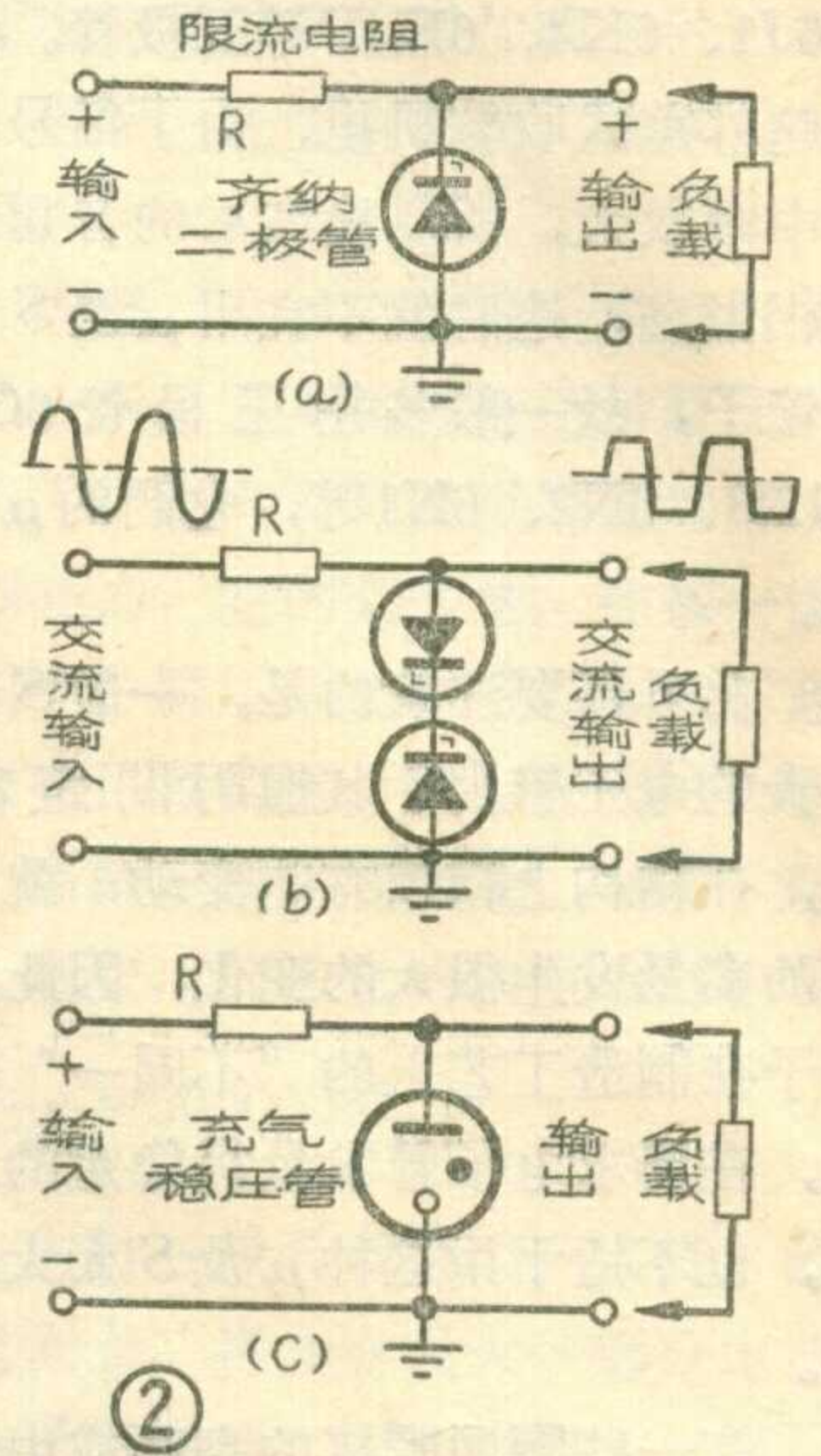
最初人们认为这种二极管的击穿是所谓齐纳击穿，所以把它定名为齐纳二极管。后来才发现，在齐纳二极管中，除齐纳击穿外，还有雪崩击穿，而且雪崩击穿是主要的。所以齐纳二极管也叫雪崩二极管。

处于击穿状态的齐纳二极管，虽然反向电流大大增加，但反向电压却基本上没有变化。这个电压，可以在制造的时候，用控制半导体的电阻率，P-n 结的杂质浓度分布等方法加以控制，从而得到需要的数值。一般的可从几伏到几百伏。击穿时所允许的电流变化范围可从几毫安到几安培。下面介绍齐纳二极管的几种应用线路。

## 代替充气稳压管

图 2a 是一个最简单的稳压线路。其中齐纳二极管是作为一个分流器而与负载并联的，然后再通过限流电阻  $R$  接到电源上。

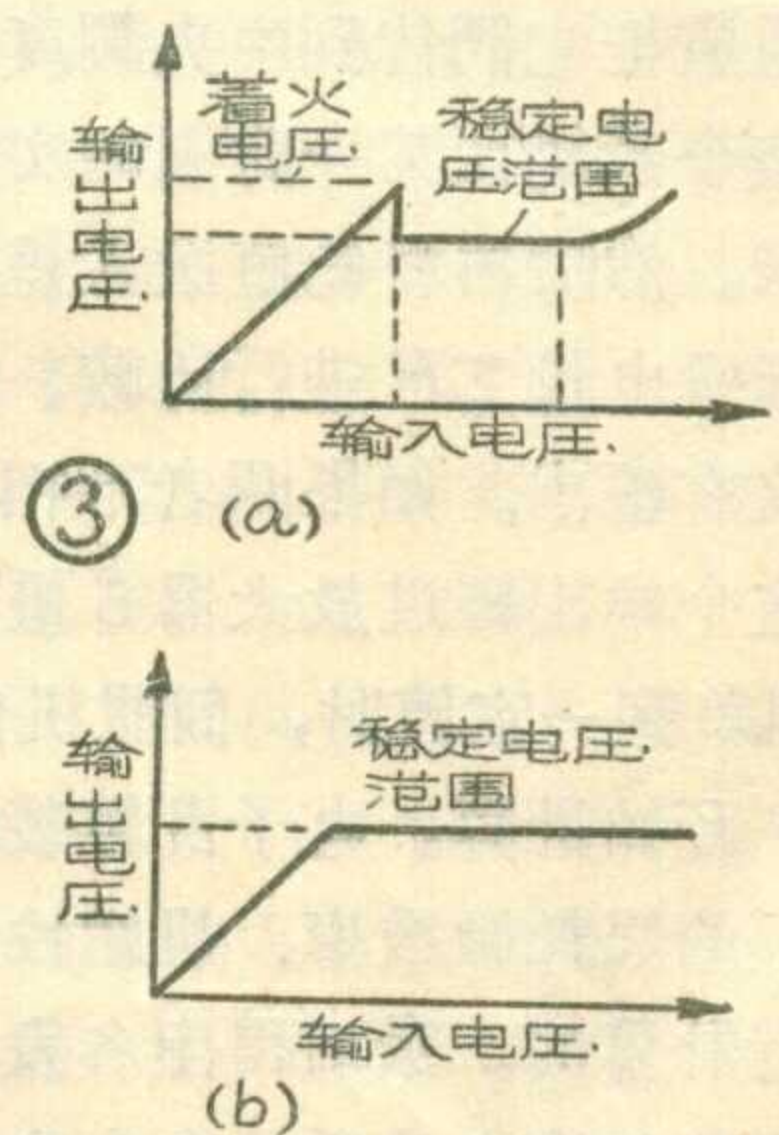
选用的齐纳二极管的击穿电压，应等于需要得到的稳定电压。工作时，齐纳二极管处于击穿状态。当输入电压增加或降低时，通过齐纳二极管的电流便增加或降低，因此使限流电阻  $R$  上的电压也随着增加或减小，从而起到稳定输出电压的作用。另外，当负载电流增加或减小时，通过



齐纳二极管的电流便相应地减小或增加，结果也能起到稳定输出电压的作用。

稳定交流电压时需要把两个齐纳二极管“背靠背”地连接起来（见图 2b），以使它们分别在交流电压的正、负两个半周工作。这种线路虽然与用充气稳压管的稳压线路（图 2c）相似，但是用齐纳二极管却比用充气稳压管优越得多。

首先，充气稳压管气体电离的电压（即着火电压）比它的工作电压高一些，所以输入电压加到稳压管的部分必须达到着火电压后才能使稳压管进入工作状态（图 3a，）而齐纳二极管只要输入电压达到它的工作电压就能工作（图 3b）。



其次，充气稳压管的工作电压决定于气体的放电电压。而这个放电电压决定于气体的特性，无法改变。因此只能作成 70、90、105、135 伏等

很少几种工作电压的充气稳压管。而  $P-n$  结的击穿则不然，它的击穿电压可以通过工艺过程来加以控制，因此可以制成很多不同规格的齐纳二极管，其工作电压可以为 6 伏到 300 伏中间的任何数值。

第三，如果充气稳压管需要供给一个作附加滤波、退耦用的电容负载时，必须仔细选择工作参数，否则可能产生张弛振荡。而齐纳二极管则不存在这一问题。

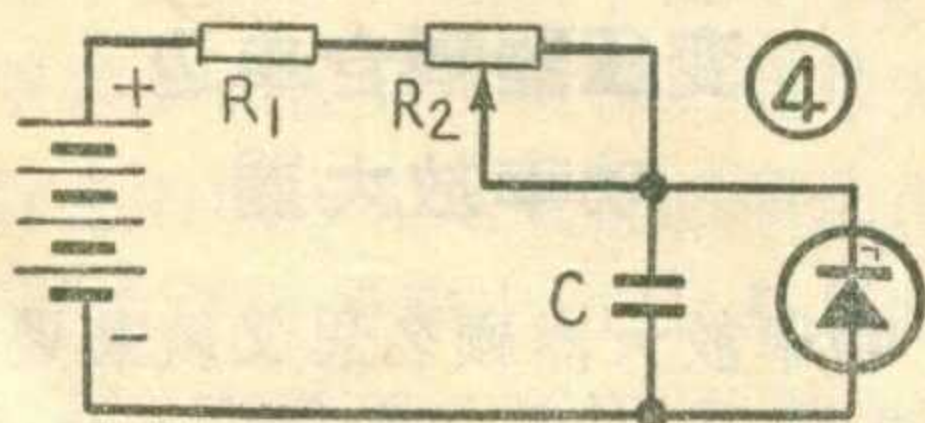
其他还有体积小、机械强度高、寿命长、价格便宜等优点。因此几乎任何使用充气稳压管的地方，都可以用齐纳二极管来代替。

### 作为电压标准

工作电压误差和温度系数很小的齐纳二极管，能够作成精确的电压标准，可以应用在需要提供准确电压的仪器设备，如电子计算机、超稳定性电源和控制系统中，还能用来代替标准电池。一种最简单的电压标准元件是由三个串联的齐纳二极管组成。其中一个在反向电压下工作，具有正温度系数；另外两个在正向电压下工作，具有负温度系数。这样配合起来差不多就可以完全消除由于温度变化所引起的电压漂移。这种电压标准元件，在  $-55^{\circ}\text{C}$  到  $+100^{\circ}\text{C}$  的范围内，温度每变化  $1^{\circ}\text{C}$ ，电压的变化不超过  $\pm 0.001\%$ 。

### 振荡器

用齐纳二极管作成的张弛振荡器的简单电路如图 4 所示。电容器  $C$



通过两个串联电阻缓慢充电，当达到齐纳二极管的击穿电压时，便通过它放电，这一过程反复进行的结果就产生振荡。适当选择元件的数值，可以得到需要的频率。固定电阻  $R_1$  用来限制通过齐纳二极管的电流，以达到保护齐纳二极管的作用。电位器  $R_2$

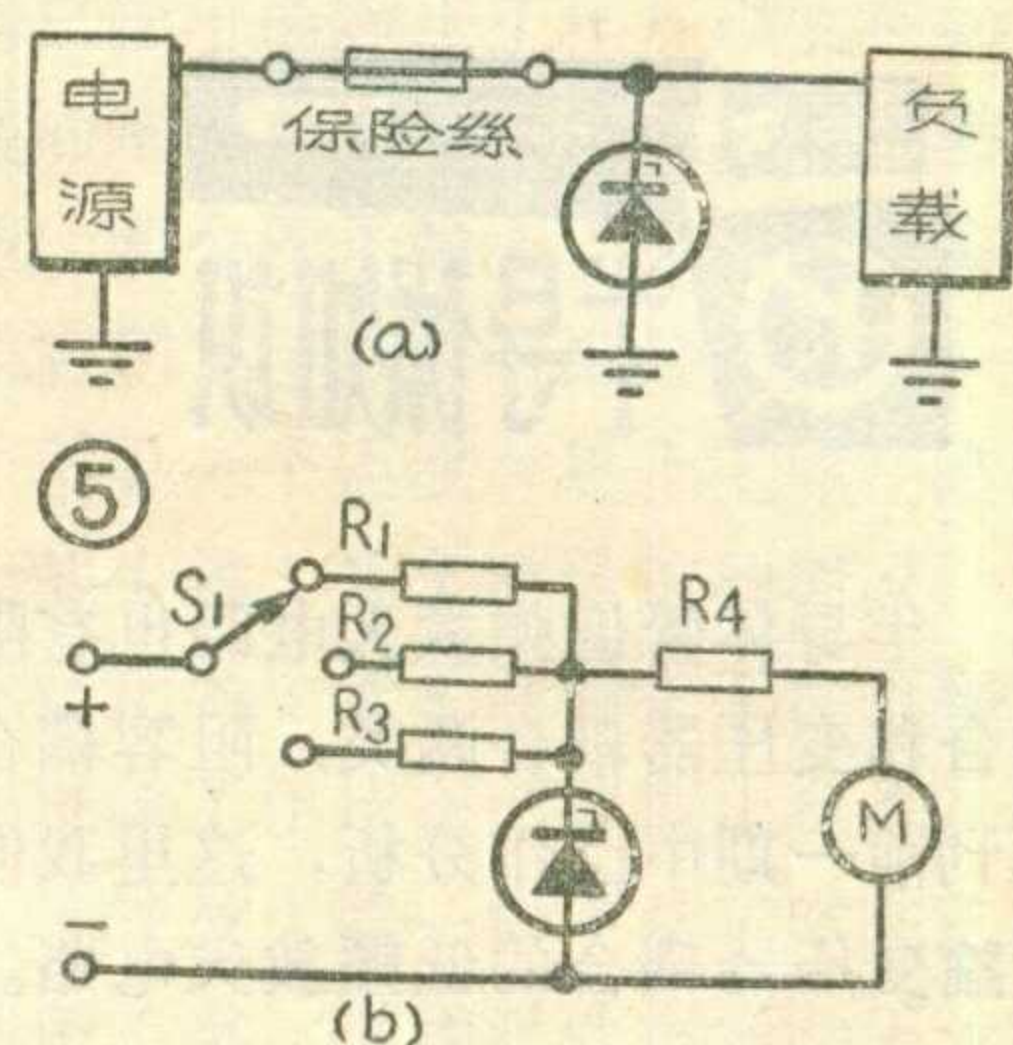
作控制频率用。电源的电压应比齐纳二极管的击穿电压高一些。

### 方波发生器或削波器

用齐纳二极管可以作成方波发生器或削波器，其工作原理和把它用作交流稳压时的相似（见图 2 b）。为了使输出的方波信号波形良好，输入的交流电压应为齐纳二极管击穿电压的 10 到 20 倍。串联电阻要大一些，以便限制过多的电流，不使齐纳二极管损坏。

### 过荷保护

许多电子线路和设备，为了避免受到过压冲击而损坏，都需要加以保护。简单地用一个保险丝，常常不能满足要求。同时，要找到一个保险丝，能够在负载电流变化范围较大的情况下起到保护作用也是很困难的。由于齐纳二极管对于电压的变化非常敏感，因此照图 5 a 那样连接一个齐纳二极管，就可以解决这个问题。齐纳二极管的工作电压应该等于需要稳



定的负载电压。这时电源电压稍微有些升高，则通过齐纳二极管的电流便增加很多，因而将保险丝烧毁，有效地保护了负载。

为了防止万用电表受到意外过荷而损坏，也可以用一个齐纳二极管来保护（图 5 b）。它的工作电压应该比电表满刻度读数所需要的电压稍大一点，但是要低于电表的额定值。当电压超过电表的满刻度读数时，齐纳二极管击穿使通过它的电流增加，而使通过电表的电流减少，因此不会烧坏电表。

## “想想看”答案

1. 扩音机中扬声器分配得的电力，要按照下列公式计算：

$$P_L = \frac{R_H \times P_H}{Z_P}$$

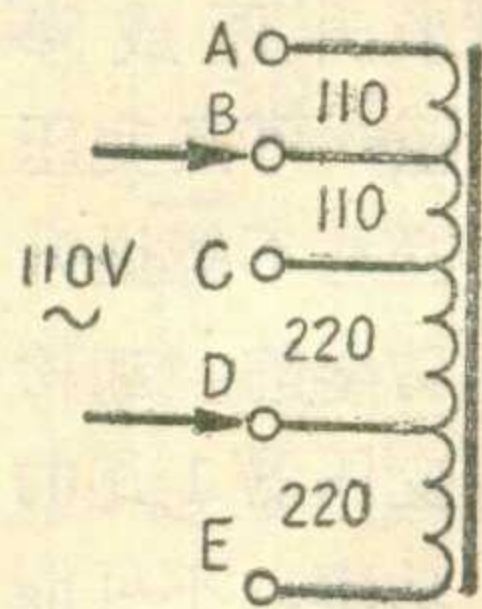
其中  $P_L$  为扬声器分配得的电力， $R_H$  为扩音机输出阻抗， $P_H$  为扩音机输出功率， $Z_P$  为扬声器音圈或线路变压器的初级阻抗。按照已知条件代入公式得  $P_L = \frac{20 \times 8}{16} = \frac{160}{16} = 10$  瓦。因此不论 25 瓦或 15 瓦的扬声器，实际上从扩音机中取得的电力都是 10 瓦，两只加起来恰好等于 20 瓦，所以扩音机没有过负荷，而且两只 16 欧扬声器并联成为 8 欧，阻抗也恰好匹配。从两只扬声器的推动电力相等的角度来看，两者的声音大小是一样的。

2. 这种现象的产生是由于声音的传播随距离的增加而逐渐衰弱，频率越高，这种衰减越显著。因此在距收

音机较远的地方，高频和较高的中频大大地衰减了，于是低音便觉得突出。而当走近收音机时，这样的衰减差别不大，所以听起来也就觉得低音不那么突出了。

3. 可以获得如下的 23 个不同的电压值：18.3, 22, 27.5, 36.67, 44, 55, 66, 73.3, 82.5, 88, 91.67, 110, 132, 137.5, 146.67, 165, 183.3, 220, 275, 330, 440, 550, 660 伏。

下面举一个例子说明获得某几个电压的方法，其他电压可以类推出来。将变压器四个绕组串联起来如图，110 伏电源接到  $B$ 、 $D$  端。因此在  $A$ 、 $B$  端获得电压是电源电压的  $1/3$ ，等于 36.67 伏。 $D$ 、 $E$  端为电源电压的  $2/3$ ，等于 73.3 伏。 $C$ 、 $E$  端为电源电压的  $4/3$ ，等于 146.67 伏。 $B$ 、 $E$  端为电源电压的  $5/3$ ，等于 183.3 伏。 $A$ 、 $E$  端为电源电压的一倍，等于 220 伏。



## 半导体管低频放大电路

露 天

半导体管低频放大电路也有阻容耦合和变压器耦合两类，阻容耦合在本刊前一期中已作分析，这里我们只讨论变压器耦合的低频放大电路。

### 变压器耦合前级放大电路

变压器耦合放大电路和电阻电容耦合放大电路相比，有很多优点。如

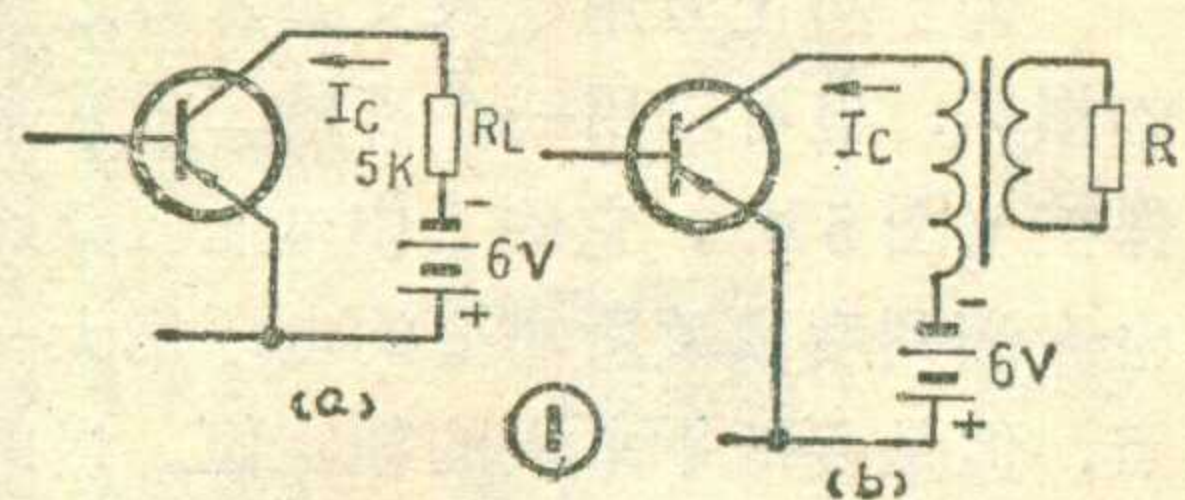


图1a所示，在阻容耦合放大电路中，电池是串接了 $R_L$ 之后才接到集电极的，如果管子的集电极电流是0.5毫安，那么在 $R_L$  ( $5K\Omega$ )上的电压降就是2.5伏，真正加到管子上的电压只有 $6-2.5=3.5$ 伏，电源不能得到充分的利用。采用变压器耦合之后，因为变压器的直流电阻很小，6伏的电压几乎可以全部加到管子上，提高了效率和电源利用率，这时用三节电池(4.5伏)就能取得与前述电路同样的效果，而收音机体积却减小许多。此外，通过变压器变换了阻抗之后，放大器的放大倍数能大大增加；利用变压器耦合还可以采用推挽放大电路。下面我们就逐步地对这些优点进行分析。

先谈谈变压器的阻抗匹配作用。参看图2，变压器输出电压 $U_2$ 和输入电压 $U_1$ 之比就等于变压器初、次级的圈数比，即

$$\frac{\text{输入电压 } U_1}{\text{输出电压 } U_2} = \frac{n_1(\text{初级圈数})}{n_2(\text{次级圈数})}, \dots (1)$$

所以我们可以用变压器来升压或降压；可是变压器是不能提升功率的，加给变压器1瓦的功率，不可能

输出1瓦或更大功率，因此当变压器的输出电压比输入电压高时，输出电流一定比输入电流小，所以

$$\frac{\text{输入电流 } I_1}{\text{输出电流 } I_2} = \frac{n_2}{n_1} \dots (2)$$

我们再进一步看看加了变压器以后对负载阻抗会有什么影响。假定在图2中变压器次级接有负载电阻 $R_2$ 。根据(1)(2)式可得：

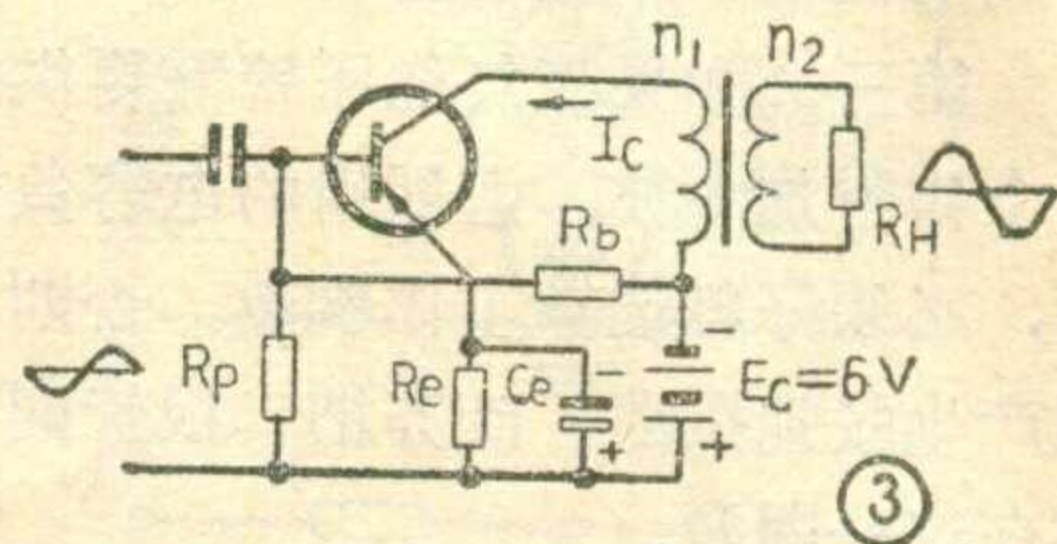
$$U_1 = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)U_2, \quad I_1 = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)I_2,$$

所以图2中a、b两点的负载为

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{\left(\frac{n_1}{n_2}\right)U_2}{\left(\frac{n_2}{n_1}\right)I_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 \frac{U_2}{I_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 R_2.$$

这就说明，经过变压器把一个负载电阻 $R_2$ 接到放大器输出端时，加给放大器的负载就不是 $R_2$ ，而变成了 $\left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 R_2$ 。由此可以得到一个很重要的结论：即变压器有变换阻抗的作用，通过变压器我们可以把不适合需要(不匹配)的负载阻抗变换为适合放大器输出端需要的阻抗，使它们匹配。例如电动式扬声器的音圈阻抗一般只有几欧，可以通过输出变压器的变换，变为几十千欧，以适应半导体管放大器的需要，只要变压器的初、次级圈数比选得合适，就能达到这个目的。

至于变压器初、次级的圈数比选什么比例合适，要根据具体情况来考虑。在管子数目比较少的简易型收音机中，放大倍数大小往往是我们考虑的主要问题。我们知道在共基极和共发射极的放大器中，半导体管的输出电阻永远比输入电阻大得多(因为发射结上加正向偏压，集电结上加的是反向偏压)，因此采用初、次级圈数比大的级间变压器作耦合元件，就能通过阻抗匹配来大大提高放大倍数。例如有的收音机上用5:1的变压器，即



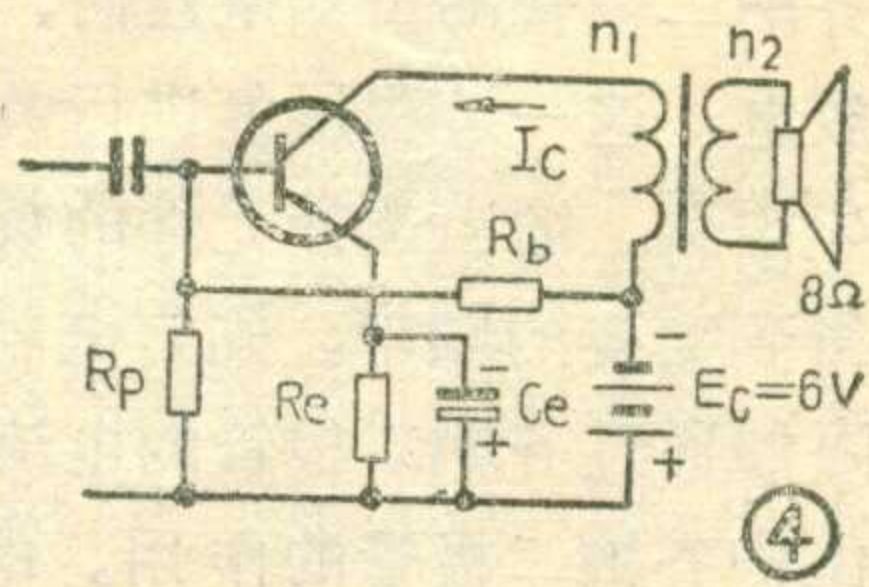
$\frac{n_1}{n_2}=5$ ，放大器的等效负载就会提高 $5^2=25$ 倍，改善匹配情况，因此放大倍数也就大大提高了。

现在让我们来分析图3所示的放大器吧！在本刊上一期里已经讨论了 $R_b$ 、 $R_e$ 、 $R_p$ 的作用，它们给放大器提供了一个稳定的偏压，从而有一个稳定的偏流，这是电流反馈偏流法，就好像电子管放大器中的自给偏压一样，避免了因温度变化造成失真、效率降低等问题。 $C_e$ 是数十微法的旁路电容器，使 $R_e$ 上无交流负反馈，发射极为交流地电位，即为一共发射极放大器。 $E_c$ 通过变压器的初级线圈加给集电极一负电压。放大器的放大作用是这样的：当基极有负信号输入(交流信号在电阻 $R_p$ 上的电压降负端加到基极，正端通过 $R_e$ 加到发射极)时，发射结上的正向偏压加大，基极电流 $I_b$ 增大，假定用 $\Delta I_b$ 表示增加量；集电极电流 $I_c$ 也随之变化，它的变化量更大， $\Delta I_c = \beta \Delta I_b$  ( $\beta$ 一般为30~100)，变化的集电极电流流过变压器初级线圈，耦合到变压器次级，在负载 $R_H$ 上得到放大的信号。

### 变压器耦合单边功率放大器

功率放大器顾名思义就是要供给负载较大的功率。例如收音机的末级，靠它输出功率推动扬声器。从图4的电路

中我们看出，除负载的情况有所不同外，从电

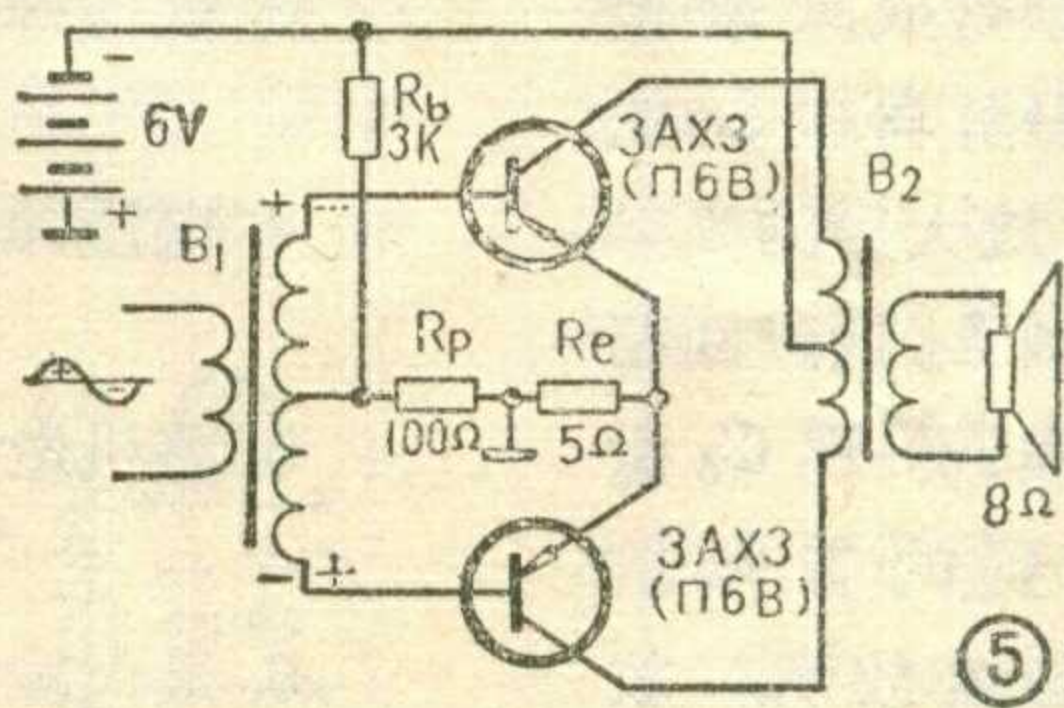


路結構上看和前級放大器沒有什麼區別。所不同的是，功率放大器多數根據規定的半導體管特性的極限數據滿額使用。因此輸出功率較大時就帶來了晶體管因發熱損壞，被高電壓擊穿和輸出信號失真太大等新問題。

這裡我們只通過一些簡單的說明一些值得注意的問題。我們知道半導體管對溫度很敏感，在一定的溫度下管子允許的集電極損耗（即散熱能力，就像電子管的屏耗一樣）是一定的，如 3AX3 (Π6B) 在常溫下允許的集電極損耗是 150 毫瓦，而且隨着溫度的升高，所能允許的集電極損耗越來越小。因為集電極損耗是這樣產生的：半導體管工作時集電結上加有 6 伏左右的反向偏壓，為了在負載上得到足夠的功率，集電極還必須拿出幾十毫安的電流供給變壓器，這個電流和電壓的乘積就是半導體管從電池取得的直流功率，對甲類單邊功率放大器來說，功率中的一小部分經變壓器輸送給揚聲器發出聲音，這是有用功率，而一大部分消耗在管子的集電結，變成了熱量向四周散出，當然環境溫度越低，熱量越容易散出，所以管子允許的集電極損耗可以大些。相反，環境溫度越高，熱量越散不掉，結果使集電結溫度逐漸升高，從而使集電極反向飽和電流  $I_{co}$  就越大，集電極電流也就越大，如此惡性循環下去勢必造成半導體管的徹底破壞。有好多同志自己裝的半導體收音機，開頭聲音很大，後來就越來越不響了，其中有些就是由於對管子運用不當，只追求聲大，結果使集電極損耗超過了允許值，把管子燒壞了。單邊的甲類放大器為了使輸出信號失真小，靜態的電壓和電流都必須選得很高，不管有無信號輸出，它總是從直流電源取很大的能量，所以它效率很低，用集電極損耗為 150 毫瓦的 3AX3 最大才能得到 30 毫瓦左右的輸出功率，在室外聽就嫌音量太小，在無信號輸出時情況更壞，全部能量都消耗在管子上，所以不管是電子管或半導體收音機只要末級是甲類放大，音量開得小，不是愛護而是損壞收音機。

### 推挽功率放大器

半導體收音機中所用的三極管能允許的集電極損耗一般較低，所以用低功率的單邊功率放大器很難得到足夠的輸出功率，更何況效率太低，電池消耗快，這也是使用者所不希望的。所以在半導體收音機中大量採用如圖 5 所示的推挽電路，其中的兩隻半導體管是輪流工作的。如果我們先不考慮失真，那就可以使兩隻管子無信號時處於截止狀態（即基極對發射極的電壓為零）。當通過輸入變壓器  $B_1$  有信號進來時，在正半周時，對上邊一個管子相當於基極加一正電壓（發射結加了反向偏壓）因此並不工



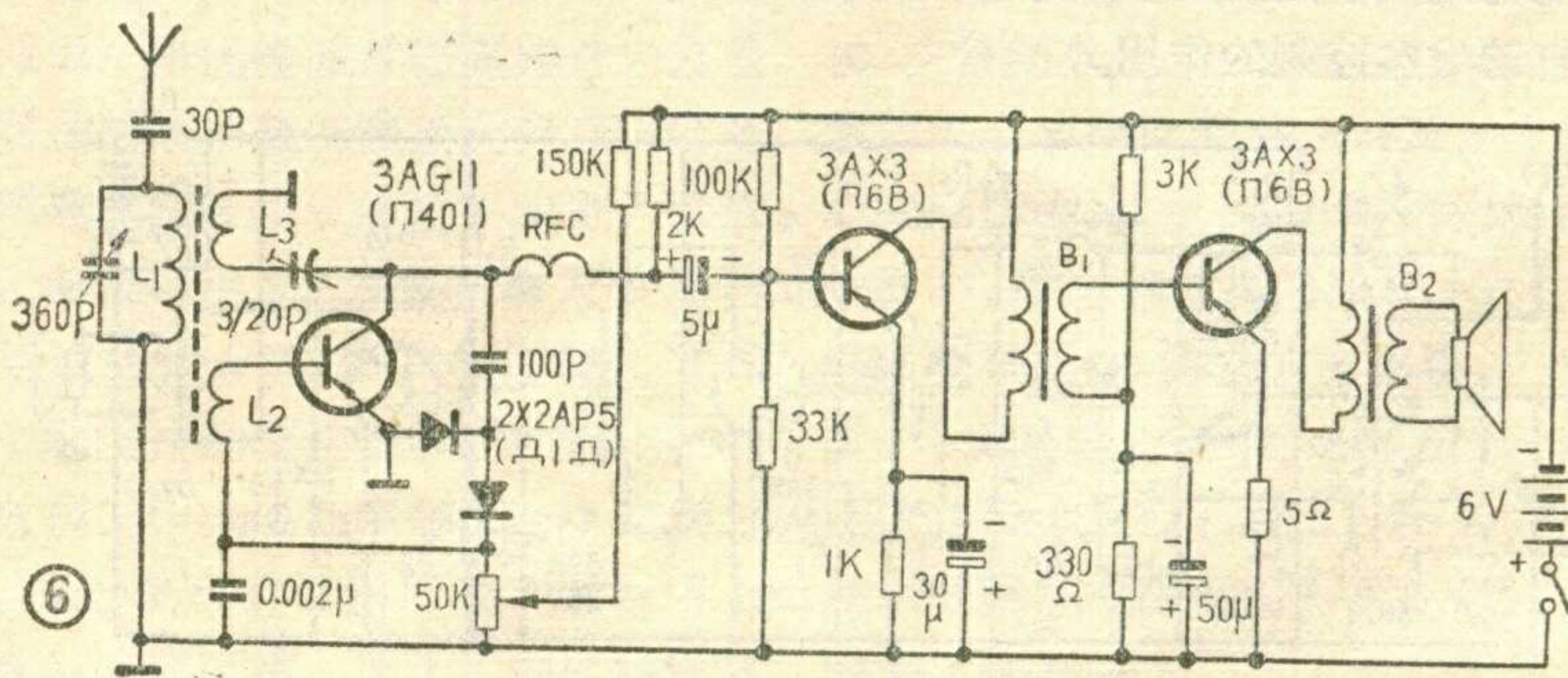
作；而下邊一個管子情況剛好相反，可以工作，對信號進行放大，即引起集電極電流的變化，通過輸出變壓器  $B_2$  耦合到揚聲器。在輸入信號處於負半周時，情況剛好相反，上邊一個管子能夠工作把信號放大；下邊一個管子不能工作。總的結果還是能在揚聲器上得到完整的正弦信號。這樣，兩隻半導體管在無信號時不消耗能量，只有在有信號輸入時，才從電池吸收能量，所以效率大大提高了，一般乙類放大器的效率可以到 76%，考慮變壓器的損耗後也能達 60% 左右，而單邊放大器的效率一般只有 20%，因而大大延長了電池的使用時間。不過

把兩隻管子的靜止工作點建立在如上所述的基極對發射極電壓為零的截止狀態，兩個管子輪流工作，那就有可能在它們“交接班”時銜接不好（一個截止了另一個還沒有馬上工作）造成較大的失真。為了避免這種情況，我們不妨把兩個管子的靜止工作點建立在小電流工作狀態而非截止狀態，即如電子管放大器一樣不是工作在乙類而是甲乙類。這樣對效率影響不大而失真可改善很多。如用 3AX3 作推挽時，我們常選擇每個管子的靜止電流為 1 毫安左右。

用推挽放大的另一優點是可大大提高輸出功率，上面我們提到，一個 3AX3 的單邊功率放大器的輸出功率只有 30 毫瓦左右，而兩隻 3AX3 組成的推挽電路就能輸出 150 毫瓦的功率。這也很容易想懂，推挽電路的效率高了，管子本身的損耗就小了，所以有信號時的集電極電流雖然很大，也就是說從電池取得的功率雖然很大，但是 70% 輸出了，管子的損耗還不會到達極限值。

推挽放大器的前面一個變壓器我們稱之為輸入變壓器，它次級有三個頭，另外兩個頭對中間一個抽頭是對稱的，我們靠它來變換阻抗和倒相後得到對稱的輸入。後一個變壓器稱為輸出變壓器，初級有中間抽頭，也是對稱的。通常兩隻管子的參數也要求對稱，對稱是推挽電路的一個突出的特點，只有對稱性好，失真才能保證很小。 $R_e$ 、 $R_b$ 、 $R_p$  三個電阻，同樣是用來穩定工作點的。不過  $R_e$  一般只有幾個歐姆，大了會大大降低放大倍數和效率。如果想更好地穩定工作點，可

(下轉第 13 頁)



珠江SB3-1型收音机是广州曙光无线电仪器厂的产品，它是一种采用高放再生来复低放式电路的简易型半导体三极管机，适合在农村、渔区和无交流电源地区，以及城乡旅行收听广播使用。

# 珠江SB3-1型 半导体收音机

刘 腾 江

## 工作原理

本机电原理图如图1所示。采用高频半导体三极管3AG1 (2Z301) 或3AG12 (Π402)、3AG11 (Π401) 担任高放兼来复低放；用两只2AP9 (1Z1) 或两只2AP3 (Д1В) 半导体二极管作倍压检波；用低频半导体三极管3AX13 (2Z171) 或3AX3 (Π6В) 作低频电压放大（部分产品用181）；用低频三极管3AX14 (2Z172) 或3AX3 (Π6В) 作低频功率放大（部分产品用182）。

工作时，高频信号从外接天线经 $L_1$ 耦合或直接由磁性天线感应到 $L_2$ 、 $C_1$ 、 $C_2$ 组成的调谐回路，再经 $L_3$ 送到半导体管3AG1的基极进行高频放大。放大后的高频信号，一部分经半可变电容器 $C_3$ 正反馈到 $L_2$ 调谐回路产生再生，以提高灵敏度和选择性；另一部分经 $C_5$ 送至两个二极管作倍压检波。经过检波后得到的音频信号，经 $L_3$ 加到3AG1管基极作来复式的音频放大，放大后的音频信号，通过高频扼流圈(RFC)并经 $C_7$ 、 $R_6$ 输入三极管3AX13的基极进行放大，然后用输入变压器 $B_1$ 耦合至另一三极管3AX14作功率放大，最后经由输出变压器 $B_2$ 推动扬声器发音。

## 电路特点

(1) 检波级采用倍压检波电路，可得到较高的检波效率，特别是对弱信号（比如场强在5~10毫伏/米时）的检波能保持一定的灵敏度，且失真较小，这对于在离电台较远的农村中使用来说，采用此电路是适宜的。由于检波管工作在正偏压，检波所得到的信号，除了所需的低频信号以外，还有一部分直流分量（在 $R_4$ 上的电压降）同时反馈至3AG1的基极与发射极间，它所形成的电流与三极管原偏流方向相反，抵消一部分基极偏流，使集电极电流 $I_c$ 相应降低，增益相应减小，而检波后的直流电流大小是正比于外来信号的载波电压的，因此能起自动增益控制的作用。

(2) 输出级加入了串联反馈电路。主要是用来提高收音机的热稳定性、减小非线性失真和保证半导体管3AX14的工作安全。此电路实际上只在发射极串接了一个电阻 $R_9$  (10 $\Omega$ )，它和偏流电阻 $R_8$  (2.2K $\Omega$ ) 等组成一个热稳定回路，回路内的电流与基极偏流方向相反，从而起温度补偿作用（参看上期半导体知识栏）。此外，由于在电阻 $R_9$ 的两端没有加接交流旁路电容器，在 $R_9$ 上还产生了交流负反馈，这可以减小非线性失真和抑制整机噪声。

## 主要电气性能指标

1. 频率范围：不狭于535~1605千赫。
2. 灵敏度：不低于7毫伏/米。
3. 选择性：在1000千赫偏调士10千赫时大于-12分贝。
4. 电压频率特性：350~3000赫内不均匀度小于6分贝。
5. 整机电压谐波失真：在标称功率（15毫瓦）时小于10%。
6. 最大输出功率：60~70毫瓦。
7. 电源电压：6伏，下降到4.5伏时仍能工作。
8. 电源消耗：20~22毫安。

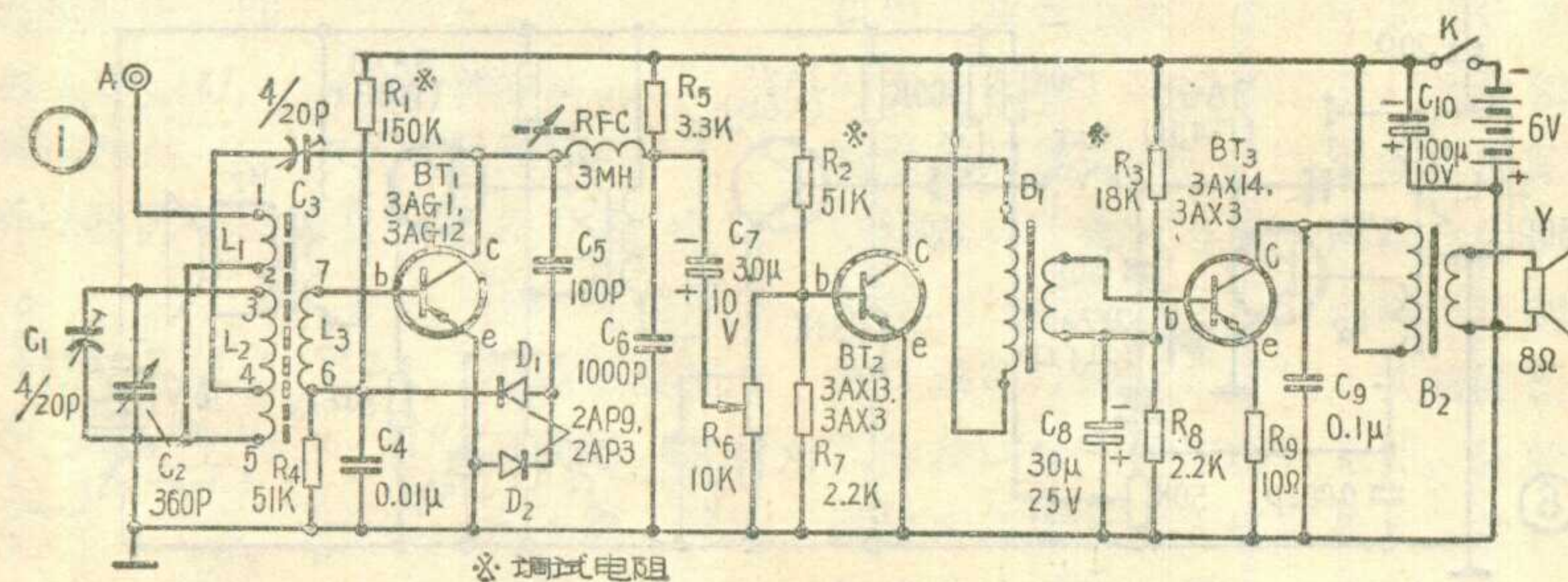
## 外形、结构和工艺上的特点

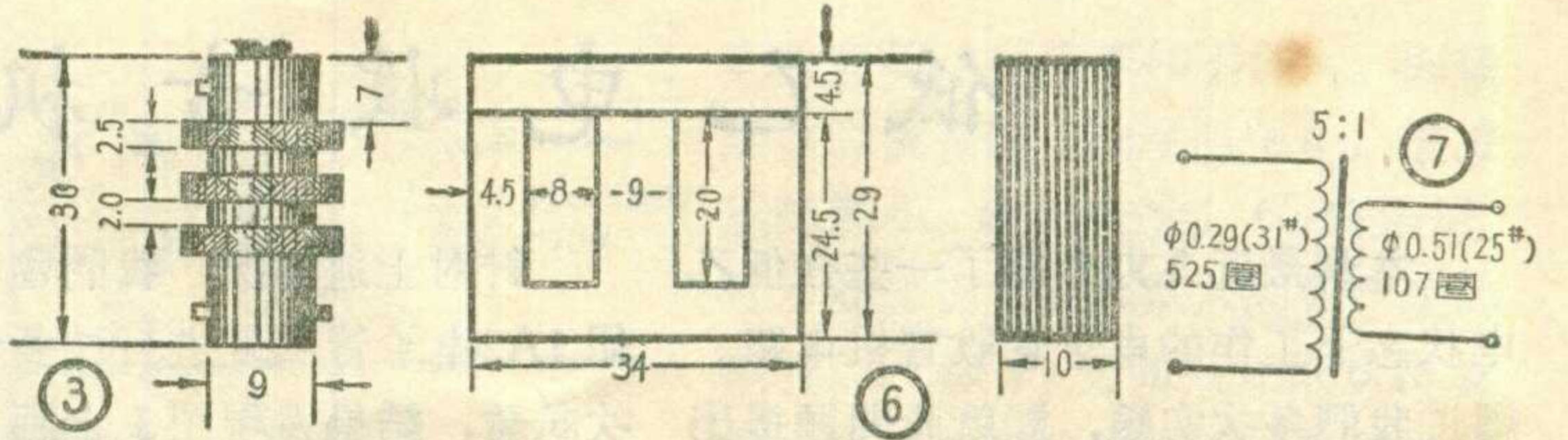
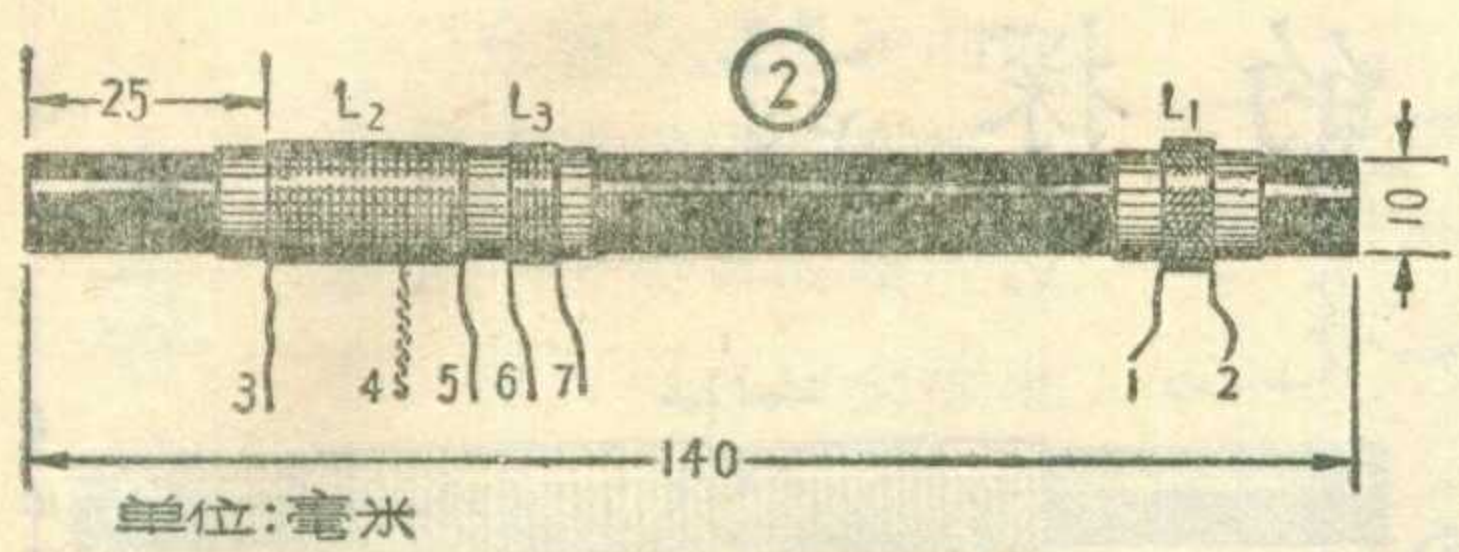
- (1) 本机的外壳是用酚基塑料（电木粉）压制，配上晒彩色的横度盘和金属装饰件，外形美观大方。
- (2) 调谐方式是采用拉线传动走针指示方式，刻度指示清楚，旋动灵活，选台稳定。
- (3) 为适应生产和方便维修，采用普通电子管收音机用的大元件，而在整机体积（220×145×75毫米）和重量（净重约1.6公斤）方面又保持了便携式的特点。
- (4) 元件全部安装在一块208×128毫米的胶纸板冲制成的绝缘基板上，排列整齐，且用仿印刷电路来走线焊接，可靠美观。

## 元件的选用和数据

1. 半导体管：本机对半导体管的要求，高频管(3AG1或3AG12)，其 $\beta$ 值应不低于30，低频管(181、182或3AX3)的 $\beta$ 值应不低于24，并注意配搭，则灵敏度可以达到上列指标。

2. 磁性天线：采用Man4  $\phi 10 \times 140$ 毫米的磁棒。 $L_1$ 为5毫米宽的蜂房式线圈，用0.1单丝漆包线绕30圈， $L_2$ 、 $L_3$ 均

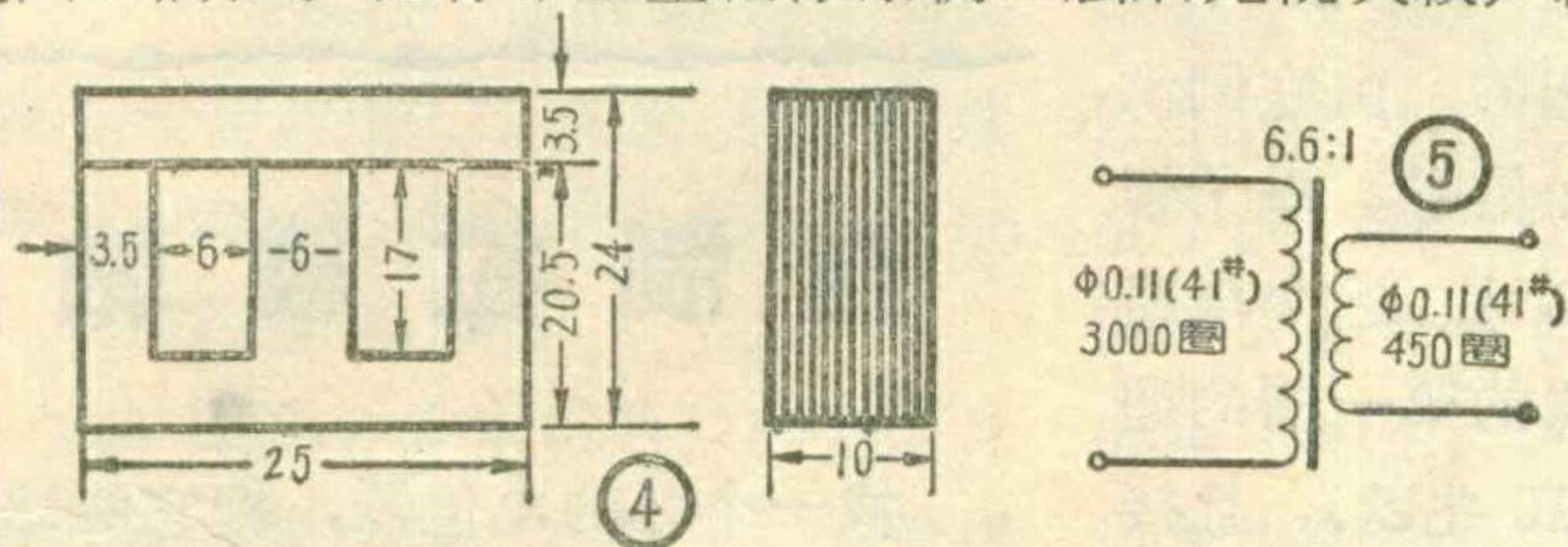




用  $7 \times 0.07$  毫米絲漆包線繞制，其中  $L_2$  是单层密繞 50 圈，在 47 圈處抽頭， $L_3$  与  $L_2$  相距 3 毫米，单层密繞 5 圈。線圈出頭接向及在磁棒上位置見圖 2 所示。

3. 高頻扼流圈：電感量 2~3 毫亨，在直徑  $\phi 9$  毫米的塑料線圈管上繞成三節蜂房式，每節寬度 2.5 毫米，間距 2 毫米，每節 180 圈，并用  $M_1$  螺紋磁心（螺徑 6 毫米，螺距 1 毫米，長 12 毫米）調節，見圖 3。

4. 輸入變壓器：采用 EI 形硅鋼片鐵心（片厚 0.35 毫米），中心舌寬 6 毫米，迭厚 10 毫米，詳見圖 4。線圈骨架是由六塊 0.6 毫米厚的膠紙板沖制成的骨架板拼湊成，結構牢固，能耐高溫，適合各種浸漬。線圈的初、次級均用 0.11 毫米的高強度漆包線平亂繞，圈數見圖 5 所注。在骨架上墊絕緣漆綢二層後先繞次級，級



間墊絕緣漆綢二層，然後繞初級，最外包絕緣漆綢二層。在  $20^\circ\text{C}$  時，初級直流電阻不大於  $310\Omega$ ，次級不大於  $32\Omega$ 。初級電感量不小於 4 亨。

5. 輸出變壓器和揚聲器：輸出變壓器電路圖見圖 6。采用 EI 形硅鋼片鐵心，中心舌寬 9 毫米，迭厚 10 毫米，詳見圖 6。線圈骨架使用 0.8 毫米膠紙板，骨架結構和線圈繞法與輸入變壓器相同。繞制圈數見圖 7 所注。 $20^\circ\text{C}$  時，初級圈直流電阻不大於  $10\Omega$ ，次級不大於  $0.5\Omega$ 。初級圈電感不小於 0.2 亨。配合飛樂牌 YD0.5-401-Bi 四吋 8 歐揚聲器。

### 收音機的調整

1. 本機各級半導體管的工作狀態分別由  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$

（上接第 11 頁）

把  $R_p$  換成一個熱敏電阻，這熱敏電阻具有負溫度系數，電流大了它的阻值減小，降低基極偏壓使電流減小，只要選擇適當，可以滿意地補償工作點隨溫度的變化。一般在選取熱敏電阻時，可以只考慮熱敏電阻常溫下的阻值等於你所要代替的電阻值就行了。

圖 6 為一再生式三管機。前級有 3AG11 (Π401) 作高頻放大， $L_3$

是再生線圈。高頻信號經兩只 2AP5 (Д1Д) 倍壓檢波並經高頻管來復放大後送給後兩級低頻放大器。RFC 是高頻扼流圈，用以防止高頻進入低放級。前級是用 3AX3 和輸入變壓器  $B_1$  組成的放大器。靠 100K、33K、1K 三個電阻得到穩定的偏壓，使本級的集電極工作電流穩定在 0.5~1 毫安之間。30 $\mu\text{f}$  的電容器用以使 1K 電阻上沒有交流負反饋。放大的低頻信號

偏流電阻進行調整，各管集電極電流調整範圍為：

使用以下一套半導體管時

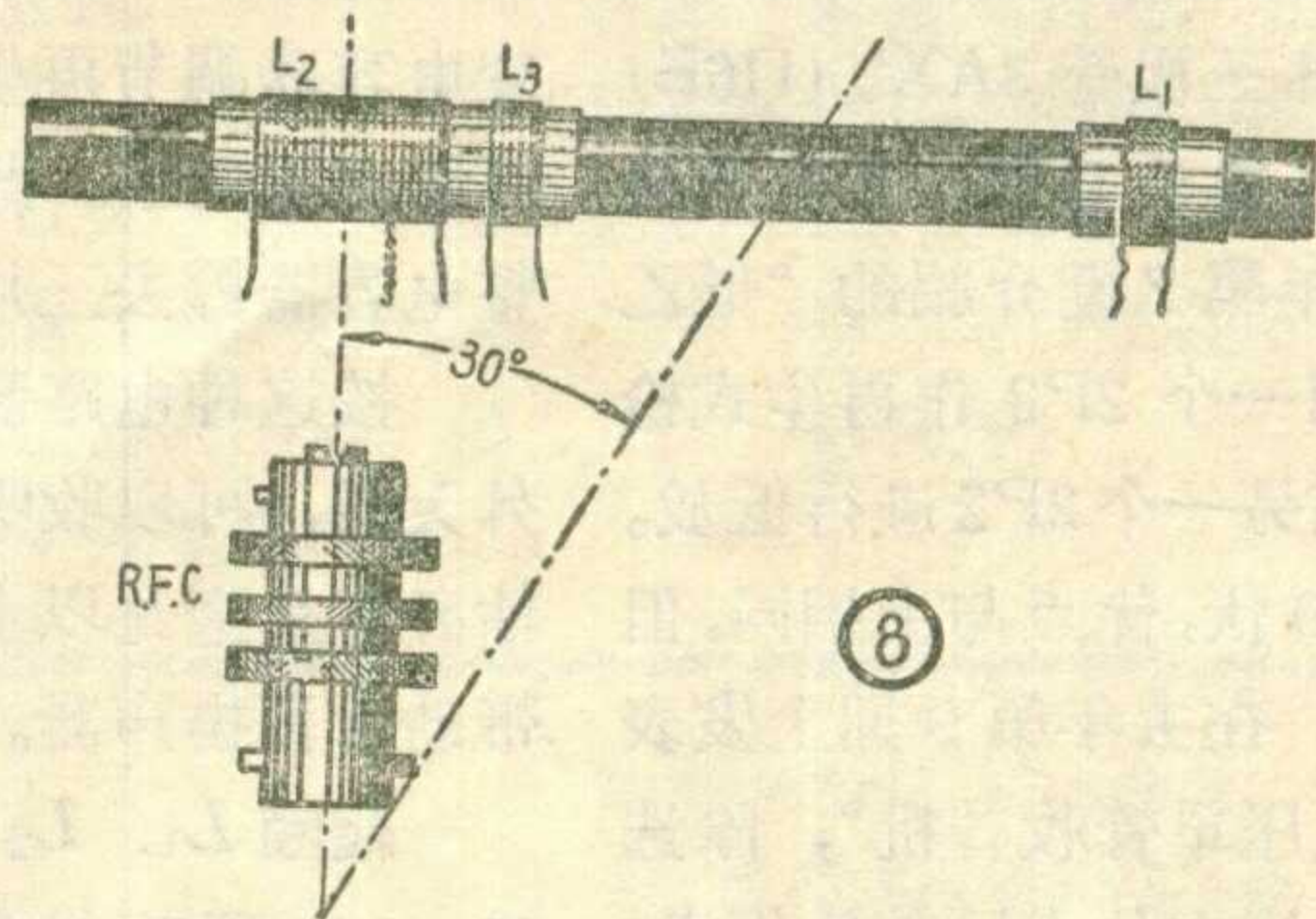
3AG12 (Π402)	0.5~1 毫安；
3AX3 (Π6B)	2.3~2.8 毫安；
3AX3 (Π6B)	16~18 毫安。

使用另一套半導體管時

3AG1 (2Z301)	0.5~0.6 毫安；
3AX13 (2Z171)	1.2~2 毫安；
3AX14 (2Z172)	17~19 毫安。

2. 高頻扼流圈的位置調整：高頻扼流圈與輸入回路的磁性天線調諧線圈基本上是保持垂直 ( $90^\circ$  角) 放置，但在校試收音機時，還可以調整高頻扼流圈放置角度，以取得合適的低端靈敏度，使收音機的高、低端靈敏度均衡，見圖 8 示意。

3. 對再生電容器  $C_3$  (圓片微調瓷介電容器) 的調整：本機在出廠時，按當時環境溫度，兼顧到靈敏度、選擇性、頻率響應和失真度等幾個電氣指標調整在最佳位置，但用戶在不同地區使用過程中，也可根據當時收音靈敏度情況加以調整。當接收時帶有嘯叫聲，即說明是再生過強了，可用螺絲刀將電容器  $C_3$  的動片慢慢旋動，直至嘯叫聲停止；若收音機在同一地點收聽同一電台，音量比原來變小時，而電池電壓是在 5.6 伏以上的



話，可將再生電容器動片向音量增強方向慢慢旋動，直到聲音最大而又沒有嘯叫出現為止。

通過輸入變壓器  $B_1$  (初級電感 5 亨、初、次級圈數比 3:1) 耦合到末級作功率放大。末級也是由 3AX3 (Π6B) 和變壓器  $B_2$  組成的，電路結構和前級一樣，只是它靠 3K、330 $\Omega$ 、5 $\Omega$  三個電阻獲得約 20 毫安的集電極工作電流，以保證輸出功率。50 $\mu\text{f}$  的電容器用來消除 330 $\Omega$  上的信號損失，末級輸出的信號經輸出變壓器耦合到 8 歐的揚聲器上。

# 低乙电收音机的探讨

本刊最近几期介绍了一些在低乙电状态下工作的电子管收音机电路。经过我们多次实验，愿就此问题提出一点看法。

目前常用国产直流电子管是：2P2 (2Π2Π)、1A2 (1A2Π)、1K2 (1K2Π) 及1B2 (1B2Π)。在低乙电下工作时，他们的效率和性能是有很大的差别的。当工作乙电为6伏以下时，用2P2装成的单管再生式收音机最好，其次是用1A2装成的，与双回路矿石机相比，灵敏度较高、收音效果较好，再生稳定。用1K2和1B2效率比一般矿石机高不多少，只是选择性提高一些。当乙电为9~12伏时，效果最好的是1A2，这时灵敏度显著提高，放音响亮，其次是2P2；但后者耗电甲电多，约为1A2的二倍。1K2及1B2的工作效果不够满意。当把乙电提高到15伏以上时，这四种电子管的效率基本一样，都能获得满意的结果。

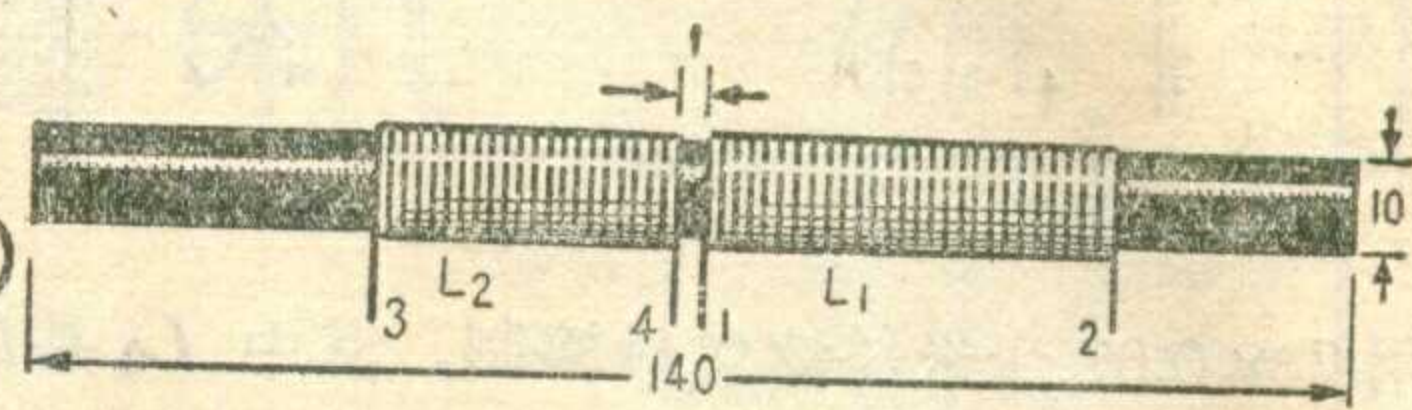
本刊去年第3期上介绍的“电子管—晶体管混合式二管机”，它是用一只电子管2P2作再生式栅路检波，另一只低频半导体三极管3AX2 (Π6B) 作一级低放，乙电为9伏，具有较高的灵敏度。去年第7期介绍的“低乙电两管机”是用一个2P2作再生式检波，然后耦合到另一个2P2进行低放。工作乙电也是9伏，优点与上相同，但甲电消耗较大。在去年第9期上发表的“做一架低电压单管收音机”，除选择性比较好外，没有什么显著的优点。

针对上述情况，我们会用1A2电子管反复进行过多次试验，结果发现图1上画出的电路是效果比较好的一种。最初曾在乙电是6伏的情况下，对1A2和2P2同时进行实验，发现如前所述，前者的效果没有后者好，而后者耗电甲电是前者的二倍。当我们把乙电提高到9~12伏的时候，情况发生了显著的变化。实验证明，在9伏以上，1A2电子管的工作比较满意，不仅可用做检波及低放，而且担任高放和变频效果都很好。

图1的电路是利用两只1A2电子管做的低乙电二管机。电子管G<sub>1</sub>作再生检波，它的第3栅与第2、4栅对交流而言是接在一起的，由它们供给再生，屏极输出音频信号。电子管G<sub>2</sub>接成三极管做功率放大。这个电路的特点是：(1)检波级的第一栅的栅漏电阻R<sub>1</sub>用得很大(10兆欧)，且接正电位，这样就有助于使阴极发出的电子较快地飞向屏极，大大克服了低乙电工作的缺点；(2)用电省，乙电消耗量总共不到1毫安；(3)用半可变电容器调节再生，调节合适后，就可固定不动了。此处可以用600号垫整电容器拆去三片代用。

按这种电路装成的收音机如接上外天线，可以收听中波的很多电台，估计有2毫瓦以上的输出功率，可以带动舌簧扬声器。

线圈L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>是绕在一根M4型、10×140毫米或10×170毫米的磁性棒上(见图2)，L<sub>1</sub>是用0.12毫米径(40号)漆包线29股绞成多股线，绕45圈，线头为1和2。L<sub>2</sub>是用0.31毫米径(30号)漆包线绕30圈，线头为3和4。要用绝缘纸把线圈与磁性棒隔开。

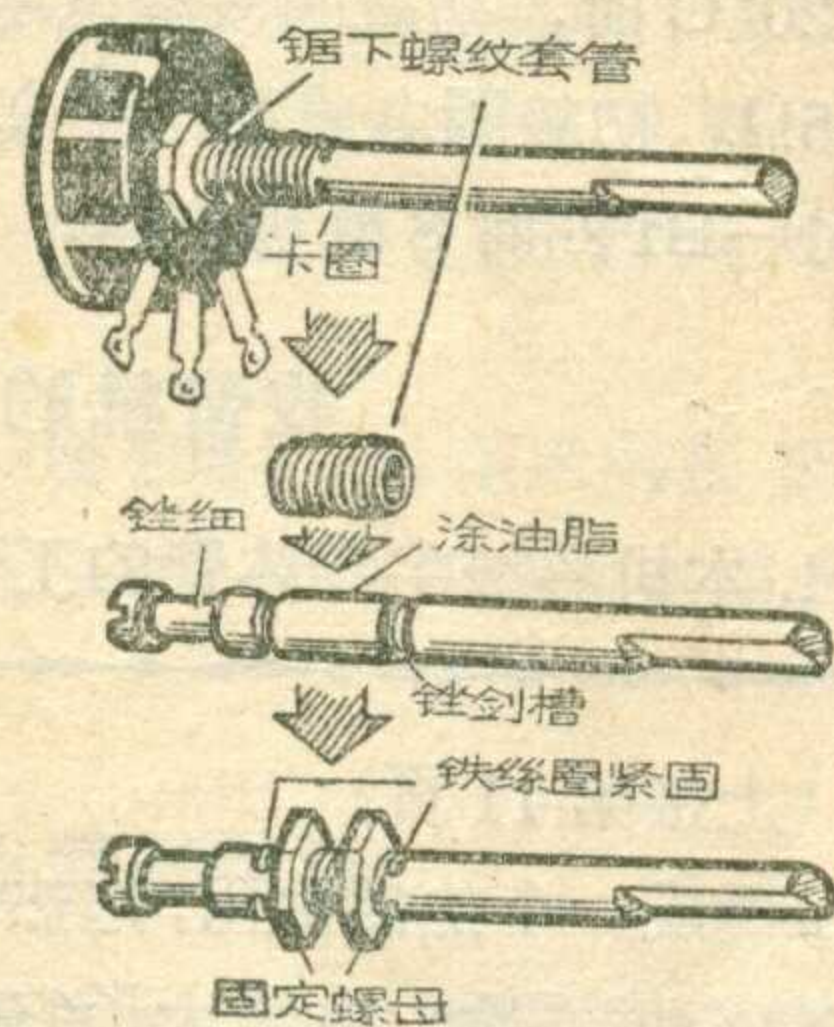


装配时最好用锡箔纸将G<sub>1</sub>裹上，并用细裸线绑好后接“地”，外层再用薄绝缘纸包好。这样可防止杂音混入，且可省掉电子管插座，而直接往管脚上焊线，以缩小收音机体积，并且牢固可靠。

此机的缺点是电子管的热噪声比较大。但对于简单的收音机来讲，并不很重要。而且各个具体电子管的热噪声的大小也是不一样的，可以通过实验选择热噪声最小的。(杨文利)

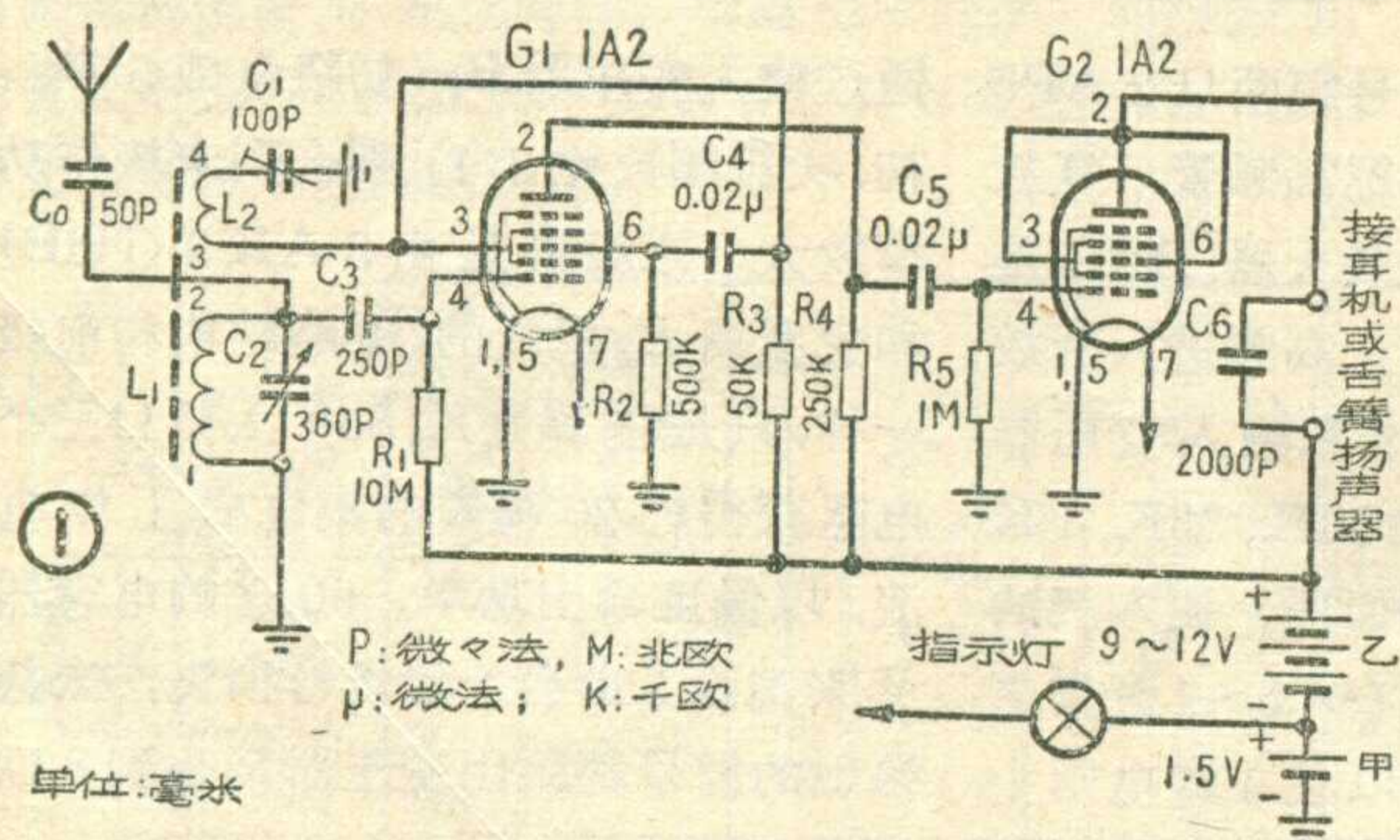
## 自制拉线轴

找一个坏的电位器，把它的螺纹套齐根锯断，拨开外口的卡圈，就可以把螺纹套从轴上取下来。然后再把轴从电位器上拆下来，或者利用别的长柄电位器锯剩下来的轴，在适当地方用锯条锯出两个卡槽，深浅要合适，太深将卡不住螺纹套，太浅压不下卡圈。锯好后，将螺纹套套上，再用两



小段铁丝圈在两个槽子里卡紧。螺纹套就能在轴上自由转动，掉不下来。可适当在套子里加些滑润油，使转动更加灵活。

将拉线轴拴拉线的一端锉细，如原来是细一些的，就不必锉了。再装上螺丝母就做成了。(陶锦业)



单位：毫米



# 半导体收音机的交流供电

在有交流电源的地方使用半导体收音机，添置一份简单的整流设备，就可以利用交流电源供电，十分经济方便。这种整流设备有下列几种形式可供选择。

(1) 如图 1 所示，利用一只 6H2 (6X2Π) 电子管将双二极管并联作整流器，输出电流可达 40 毫安，可供一台四管以下的半导体收音机使用。电源变压器 B 可用电铃变压器或其他有 6.3 伏次级的任何电源变压器。自绕可用心柱截面积不小于 16×18 毫米铁心 (即 6P1 或 6P6P 输出变压器铁心)，初级用 0.12 毫米 (40 号) 漆包线绕 3300 圈，次级用 0.35 毫米 (30 号) 漆包线绕 95 圈。

(2) 如图 2 采用由四片硒整流片组成的桥式整流器。供给三、四管机用时，硒片可选规格为 23×23 毫米的。五管以上的要用 32×32 毫米的一种。桥式硒整流器的构造和接法见图 2 乙。

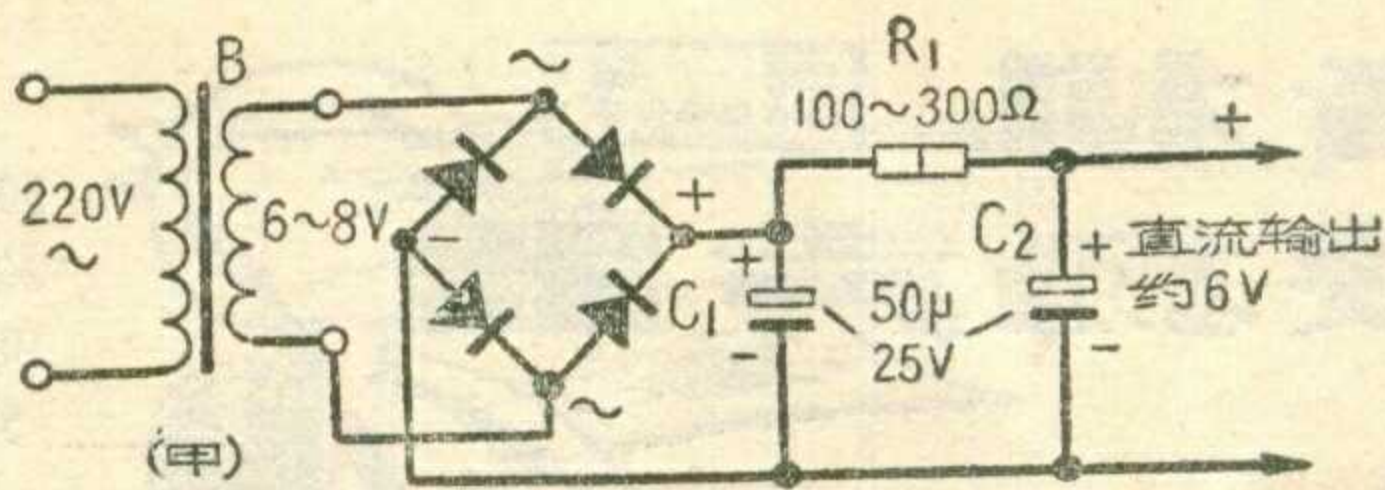
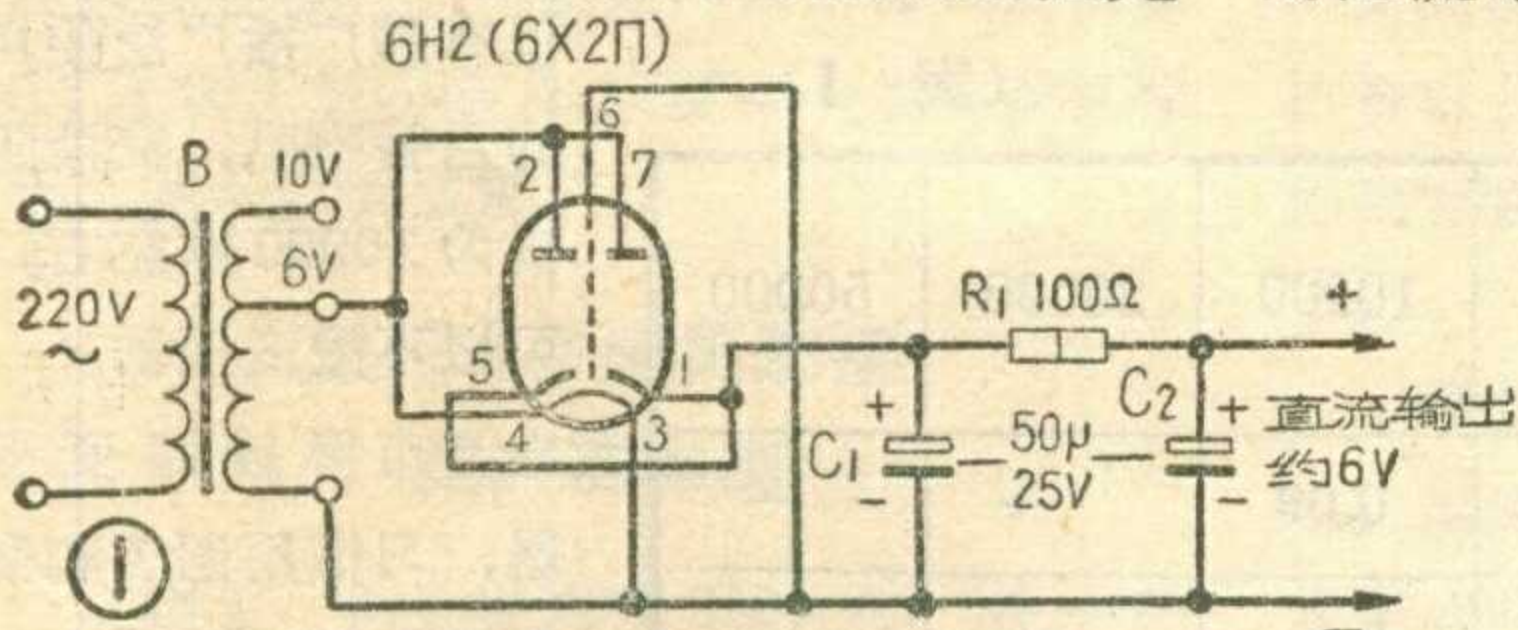
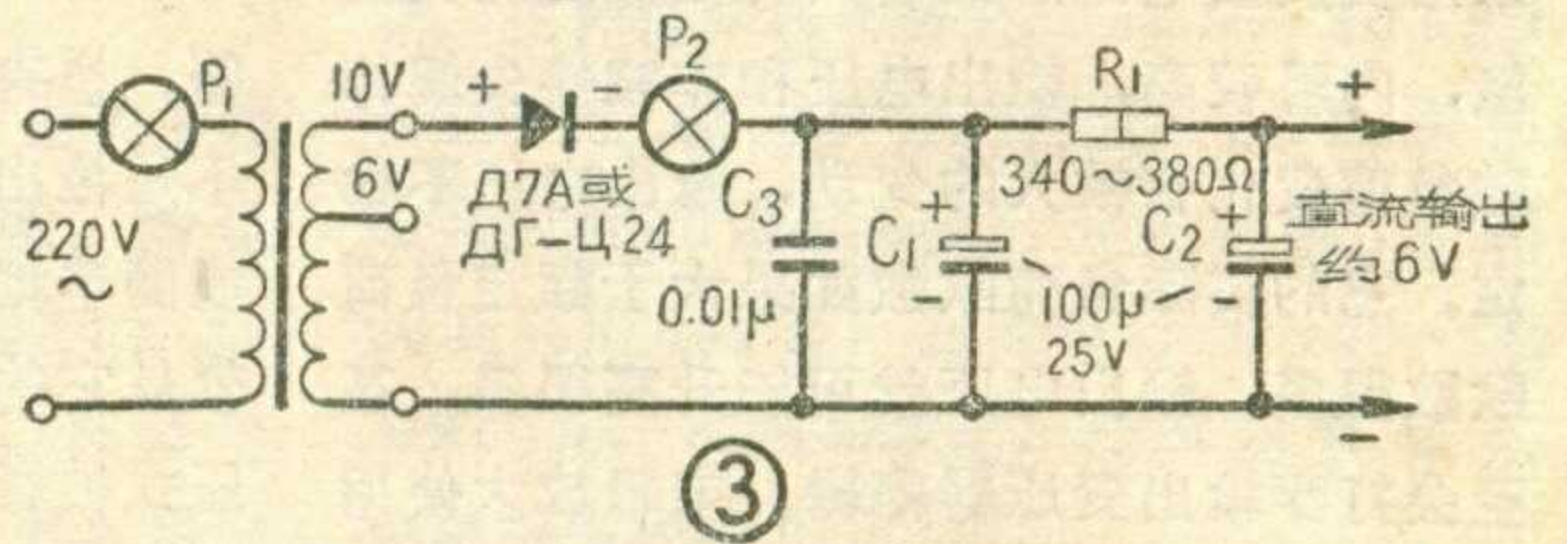


图 2 乙。标注的“+”、“-”符号为直流输出的正负极；“~”符号为交流输入极。所用电源变压器同图 1。由于这里没有整流管灯丝供电的问题，所以不论什么电源变压器，甚至成品 6P1 或 6P6P 用的输出变压器，只要次级能有 6~8 伏的电压输出，就可以用 (如以输出变压器代用，要将原来的对镶铁心拆下，改为一块一块的交错相插)。如果整流后输出的直流电压太高，可以适当变更滤波电阻  $R_1$  的阻值。

(3) 如图 3 采用一只  $\Delta 7A$  或  $\Delta \Gamma-U24$  一类的面接触型锗二极管作为半波整流器。电源变压器同图 1。虽然采用的是半波整流电路，



实验表明，交流声并不很大。面接触型二极管的正向电阻很小，整流压降很小，输出稳定。 $C_3$  的作用，可以滤除经整流器窜入高频产生的杂音。 $P_1$  和  $P_2$  为两只 6 伏 0.15 安的小电珠，在这里作为保险丝和指示器用，可以防止输出短路或二极管打穿时损坏电源变压器。这套整流器可以和六、七管半导体机配合使用。

以上三种整流方式效果都很好，可以根据各人条件选用。还可以更简便些，将整流器中的滤波元件  $R_1$ 、 $C_1$  和  $C_2$  省略不用，使用时收音机仍接上旧的干电池，将未经滤波的整流输出端直接和收音机干电池相并联，即整流器的输出正端接到收音机上电源正端，整流输出负端接到收音机上电源负端，接通交流电源，开启收音机即可像用干电池一样地正

常收音。这样一方面整流输出未经滤波的脉动直流电会给干电池充电，一方面干电池又放电，所以干电池就起到滤波作用。如果干电池不是太旧了的话，收音时交流嗡声不会是很大的。  
(唐开元 王建华 张立茗 徐荣标)

《本刊讯》为了大力加强科学技术普及读物的出版工作，全国科协已在北京成立“优秀科普读物评选委员会”，对新中国成立以来出版的各种科普读物全面地进行一次评选活动，以便从中选出优秀的和质量较好的科普读物，进一步扩大发行，并在此基础上推动和协助有关出版单位制订今后的科普出版工作规划，组织广大科学技术工作者和出版工作者有计划地编写和出版各种科普读物，以满足广大读者的需要。

优秀科普读物的评选范围，包括一般科学知识读物、农业技术读物 (以农村干部、知识青年、农民和基层农业技术人员为对象者)、工业技术读物 (以工人、企业管理干部和初级技术人员为对象者)、初级

## 大家都来参加 优秀科普读物评选活动

医务人员 (如保健员、接生员等) 读物、自学读物 (以工人、农民、干部、学生为对象者)、中学生课外补充读物、科技问题解答、业余爱好者科技活动读物、科学文艺读物、少年儿童读物，以及有关的翻译书、工具书、画册、图谱、挂图等。出版年限从 1949 年 10 月到 1964 年底。

现在这项工作正在进行，优秀科普读物评选委员会热切希望关心科学普及读物的

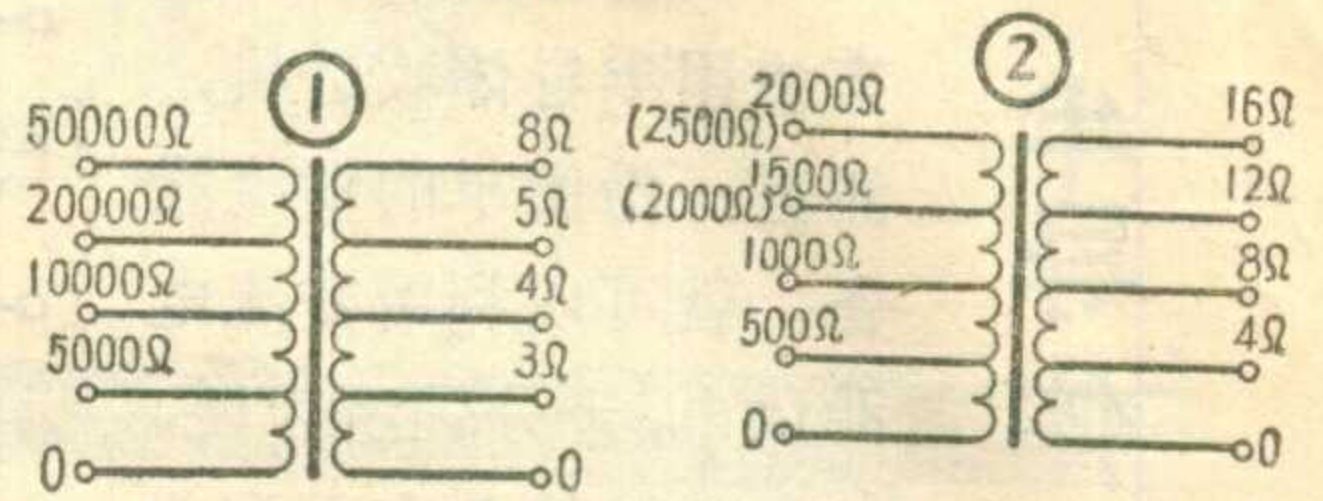
的领导干部、广大读者、科学技术工作者、发行工作者和图书馆工作者能够积极参加这次评选活动，把您认为优秀的和质量较好的科普读物推荐给全国科协，并欢迎提出您的看法、意见以及您所了解的群众反映和这些读物给予读者的实际帮助等。

来信请分别注明您所推荐的科普读物名称、作者姓名、出版单位、出版年月、优缺点、群众反映，以及您的姓名、职业、工作单位或住址等。每人可以推荐的种数不限。

推荐信请于 3 月 15 日前寄北京 全国科协 优秀科普读物评选委员会，邮资免付。注意不要寄给本刊。

# 再谈扩音机怎样配接扬声器

方 錫



本刊1963年第5期“扩音机怎样配接扬声器”一文，介绍了定阻输出式扩音机配接扬声器的方法。本文再着重谈谈定压输出式扩音机怎样配接扬声器的問題。

## 什么是定阻输出和定压输出？

依照扩音机的末级放大电路结构和输出端的特点，扩音机可以区分为定阻输出式和定压输出式两种（以下简称定阻式和定压式）。

定阻式扩音机的输出接头上，通常标明扩音机输出阻抗的欧数。它要求配接一定的负荷阻抗，所接负荷阻抗的欧数必须与它的输出阻抗欧数相等（阻抗匹配），因此叫做定阻输出式。这种扩音机一般没有采用负反馈电路，或者只有较浅度的负反馈，内阻较高，输出电压和非线性失真都随负荷变化有较大的变动，输出电压不稳定。它的实际负荷欧数如果大于额定负荷欧数很多，输出电压就可能升高很多，甚至会打穿输出变压器绝缘。末级放大使用6P6P (6V6)、6L6、FU-7 (807)或FD-25 (1625) 等束射四极管的，非线性失真

还会增大。这些是它的缺点，因而只适用于负荷不变的情况，如会场扩音和扬声器数目和装设地点固定的小型广播站等。如所接扬声器不多，用不全部电力时，还须配接适当的假负荷，把多余的电力消耗掉。这也是不方便的。

定压式扩音机的输出接头标明的是扩音机的输出电压。由于采用了深度的负反馈电路，它的内阻很低，输出电压稳定。以满负荷时额定输出电压为准，当空载时输出电压一般不过升高40%到50%左右，即使只接上少数扬声器，也不会因电压升高损坏输出变压器和扬声器。由于具备这种优点，所以它可以应用到负荷经常变化的情况，如工厂、学校和城乡有线广播站等。也有一些定阻式扩音机输出端标明的不是输出阻抗，而是输出电压。使用时不能简单地从外表来认定它是哪一类型，必须从它的结构和厂家的说明书来明确。定压式扩音机按定阻式方法使用是可以的。但是把定阻式扩音机作为定压式使用，可能导致扩音机损坏，使用时应加注意。

## 怎样使用定压式扩音机

定压式扩音机输出电压稳定，使用时只要注意不过负荷，即实际负荷欧数不少于额定满载时负荷欧数，扬声器所耗的总电力不大于扩音机额定电力瓦数，就可以了。它不要求阻抗匹配，用不全部电力时也不必配假负荷，使用时就方便得多了，计算负荷也比较简单。

定压式扩音机最常见的输出电压为120伏和240伏。例如TY250/1000型扩音机输出电压为120伏；TY250/1000 A和SG-500等型扩音机则为240伏。有线广播的馈电线通常也采用这两种电压传送。由于有线广播用户线广泛采用30伏、45伏和60伏的用户电压，因此又往往利用一只变压器把扩音机输出电压降低到上述数值，然后再送到线路上去。

定压式扩音机输出电压是较高的，一般的动圈式扬声器和高音喇叭的阻抗较低，不能直接连接上去，要给每只扬声器配上一只线路变压器，通过变压器来分配电力和提高传输阻抗，减少线路上的损失。

(表 1)

电压(伏) \ 阻抗(欧)	电力(瓦)									
	500	1000	1500	2000	2500	5000	10000	20000	50000	
30	1.8	0.9	0.6	0.45	0.36	0.18	0.09	—	—	
45	4.1	2.06	1.38	1.03	0.82	0.41	0.2	—	—	
60	7.2	3.6	2.4	1.8	1.44	0.72	0.36	0.18	0.07	
120	28.8	14.4	9.6	7.2	5.76	2.88	1.44	0.72	0.288	
240	—	—	—	28.8	23	11.5	5.76	2.88	1.15	

(表 2)

电压(伏) \ 电力(瓦)	阻抗(欧)												
	0.1	0.25	0.5	1	2	3	5	10	15	20	25	30	
30	9000	3600	1800	900	450	300	—	—	—	—	—	—	
45	20600	8240	4120	2060	1030	686	412	206	—	—	—	—	
60	36000	14400	7200	3600	1800	1200	720	360	240	180	—	—	
120	—	—	28800	14400	7200	4800	2880	1440	960	720	576	480	
240	—	—	—	57600	28800	17200	11520	5760	3840	2880	2304	1720	

但有有线广播广泛使用的舌簧喇叭，交流阻抗为10000欧左右，可以不配变压器。

市售线路变压器，习惯用图1和图2的各种阻抗抽头。各种输出电压和负荷阻抗所消耗的电力，可从表1查得。表列数值系按下列公式算得：

$$\text{输出电力(瓦)} = \frac{\text{电压}^2 \text{(伏)}}{\text{阻抗(欧)}}$$

也可以根据所需电力确定阻抗，绕制专用线路变压器。各种阻抗与电力、电压的关系根据下列公式求得如表2。

$$\text{阻抗(欧)} = \frac{\text{电压}^2 \text{(伏)}}{\text{输出电力(瓦)}}$$

定压式扩音机只采用并联方式连接扬声器，计算次序如下：

(1) 给每只扬声器安装一只线路变压器。扬声器和线路变压器的规格可以相同，也可以各个不同。但变压器次级阻抗应与扬声器阻抗相等。变压器的瓦数应等于或大于扬声器的标称功率。

(2) 线路变压器的初级阻抗，视扬声器所需电力，根据表1和表2决定，可以根据电压先规定阻抗查出电力；也可以先规定电力查出所需阻抗。

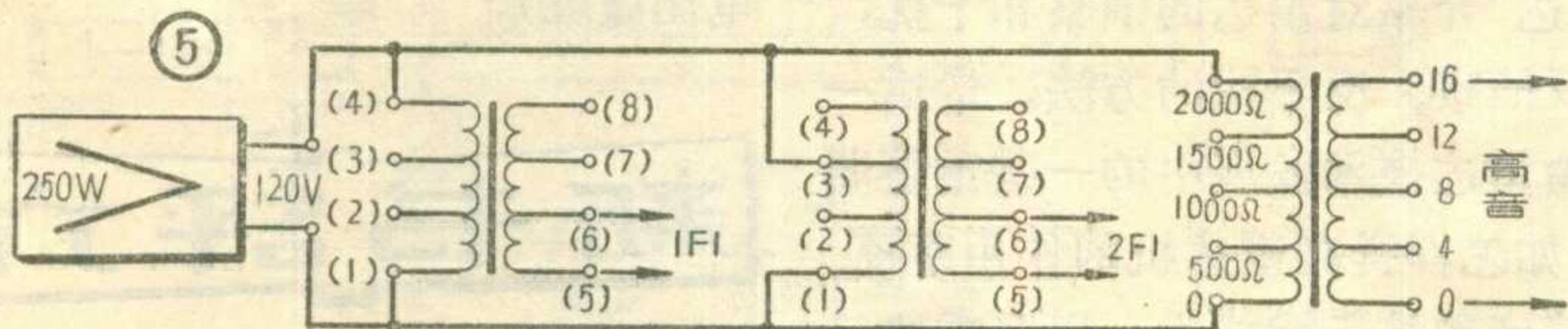
(3) 当每一扬声器线路变压器的初级阻抗最后决定后，分别查出或计算每一扬声器所耗电力。

(4) 总计全部扬声器所耗电力，核对是否超过扩音机的额定电力瓦数，只要不超过就可以使用。但如剩余太多，则是浪费。如全部扬声器所耗电力超过扩音机瓦数，就应变更方案重新计算，直到不超过为合适。

(5) 注意供给每只扬声器的电力不要超过扬声器的标称功率，通常只按标称功率的  $\frac{1}{3}$  或  $\frac{1}{2}$  供电。例如标称功率为2瓦的，只供给1瓦以下的电力。这样可以防止扬声器损坏，减少失真，并节约用电，过大了是没有好处的。对于较安静的室外会场，一部15瓦的扩音机，配用两只高音喇叭，就可供两三千人收听清楚。如主要系演播文艺节目，可用25~50瓦扩音机和四只高音喇叭。一般室内扬声器只需供给0.1瓦到1瓦的电力，响度与一般收音机相等，就可以很满意了。

### 定压式扩音机配接扬声器举例

**例1** 某会场约有5000人，用一部25瓦定压式扩音机，输出电压为120伏，带四只25瓦16欧高音喇叭，其上配有线路变压器，次级阻抗为16欧，与扬声器阻抗相同。变压器初级阻抗有500、1000、2000和2500欧四种抽头。由表1查出，当电压为120伏，阻抗为2500欧时，耗电5.76瓦。计算四只扬声器共耗电  $5.76 \times 4 = 23.04$  瓦，未超过扩音机瓦数，因此可以按此接法使用。扬声器可以承受电力为25瓦，现在只供给5瓦左右，不会损坏。



**例2** 某校广播室有一部25瓦定压式扩音机，输出电压为120伏，欲安装室内小扬声器20只，室外8欧高音喇叭三只。为了方便，选用售品线路变压器，其阻抗抽头如图1。由表1查得室外高音喇叭的线路变压器初级阻抗如用5000欧接头，消耗电力2.88瓦，扬声器接在变压器次级的8欧接头上。三只高音喇叭耗电  $2.88 \times 3 = 8.64$  瓦。室内用直径130毫米(约5吋)的动圈式电动扬声器(友誼牌YD1-3型)，查资料(1962年第11期封三)知道它的标称功率为1瓦，阻抗为2.9欧。为了统一方便，采用与高音喇叭相同的变压器，扬声器接在0和3欧的接头上。初级阻抗拟接50000欧接头。由表1查得每只耗电0.288瓦。共耗电  $20 \times 0.288 = 5.76$  瓦。全部扬声器耗电14.40瓦，未超过25瓦，可以使用。

如果要加大高音喇叭音量，由表1知道，当变压器初级阻抗为2500欧，消耗电力5.76瓦，三只高音喇叭用电17.3瓦，室内喇叭不改动，仍用电5.8瓦，共用电  $17.3 + 5.8 = 23.1$  瓦，仍不超过扩音机额定电力。但高音喇叭需要另配一只如图2的变压器。初级线圈用2500欧抽头接到扩音机上。次级8欧阻抗抽头接到8欧的高音喇叭上。这样扩音机就充分利用了。

**例3** 某广播站为了节省扬声器用电，拟采用效率较高的舌簧喇叭，其阻抗为10000欧，标准电压为30伏，共装200只，计划应用多大的扩音机和如何接法。由表1知道阻抗为10000欧的扬声器，当电压为30伏时，耗电0.09瓦，可作0.1瓦计算，200只共耗电20瓦。用一部25瓦扩音机就可以了。但是扩音机的输出电压为120伏，不能直接使用，须在机房内配置一只电力为25瓦、电压比为4:1的线路变压器，把120伏降低到30伏后，再送到线路上去。接法如图3。

**例4** 某工矿安装20只高音喇叭，是

25瓦16欧的一种。职工宿舍安装130毫米1F1型扬声器100只，其标称功率为1瓦，阻抗为3.3欧。办公室安装2F1型扬声器20只，其标称功率为2瓦，阻抗3.1欧。扩音机为250瓦定压式，输出电压为120伏。现分配1F1型扬声器0.5瓦电力。利用表2查得电压为120伏、电力为0.5瓦时，变压器初级阻抗应为28800欧。分配给2F1型1瓦电力，变压器阻抗应为14400欧。可专门定绕一批线路变压器，其容许通过电力为2瓦，初级有0、7200、14400和28800欧三种阻抗抽头，次级阻抗为0、3、4、5欧，如图4。1F1型扬声器100只共耗电50瓦。2F1型20只耗电20瓦。高音喇叭用售品线路变压器(图2)，初级线圈起初欲接1000欧抽头。由表1查出每只耗电14.4瓦，共耗电288瓦。三种扬声器合计共耗电  $50 + 20 + 288 = 358$  瓦，超过扩音机额定电力，不能用。改接到2000欧抽头后，每只耗电7.2瓦，20只共用144瓦，三种合计  $50 + 20 + 144 = 214$  瓦，不到250瓦，问题就解决了。总接线图如图5。

### 标明输出电压的定阻式扩音机扬声器配接法

遇到定阻式机输出接头标明的却是输出电压时，可按表2所用公式计算它的输出阻抗，然后按阻抗匹配的方法使用。

250瓦的大型扩音机末级往往使用805一类的三极功率放大管，除了大部分产品是定压式外，也有是定阻式的。这种扩音机在阻抗不匹配情况下(实接负荷阻抗大于额定阻抗)，如果负荷不是太轻，能用去一半左右的电力，只要控制好音量，也可以按照定压式配接扬声器方法使用。这时应当装设一只输出电压表，随时注意输出电压的大小，不要使它的负荷过轻，电压升高太多。

有些质量较好的小型扩音机(电力大体在50瓦以下)，按照严格的要求，还不能算是定压式的。但是由于它具备适当的负反馈，从实际使用性能来看，还是可以作为定压式扩音机使用。前面举的例子，有些就是从这种情况出发的。

# “百灵”4—62—1型机的修理

“百灵”4-62-1型半导体四管机(参见1964年第2期介绍)外形和性能都很好,但有部分产品在有些地区使用时存在灵敏度不足的现象,即不加外接天线只能收听本地电台,加接天线后又会是各台混在一起,调谐电容不起作用,不能很好地收听节目。根据我们检修经验,原因有二:一是有这样故障的机器,往往它的第一级高频管的集电极电流过低,将再生电容 $C_3$ 调至最小,电位器 $R_1$ 的动臂调至最上端,这时测量 $VT_1$ 的集电极电流一般都不超过1毫安,仅在0.4~0.6毫安之间。因此第一级的增益偏低,不加外接天线就只能收到本地电台。二是调谐线圈 $L_1$ 与 $VT_1$ 的基极输入线圈 $L_2$ 之间的距离过大,相对的说,天线线圈 $L_3$ 与 $L_2$ 的距离则嫌小。当接上天线后,外来信号直接由 $L_3$ 窜入 $L_2$ ,使各个电台混在一

起,调谐回路难以起到作用。针对以上原因,改进的方法是,第一先将 $VT_1$ 的集电极电流调至1.5~2毫安左右(注意调时须将 $C_3$ 调至最小, $R_1$ 调至电路图中最高端),只须将原有的 $R_2$ 换个阻值较小的即可(据实验约为原阻值的 $1/3$ 或 $1/2$ )。第二将磁棒上的 $L_2$ 移动向 $L_1$ 靠攏,至两者相距在5毫米左右。第三将调谐电容 $C_1$ 旋至电容量最大,然后缓缓增加再生电容 $C_3$ 至刚刚出现再生啸叫为止。

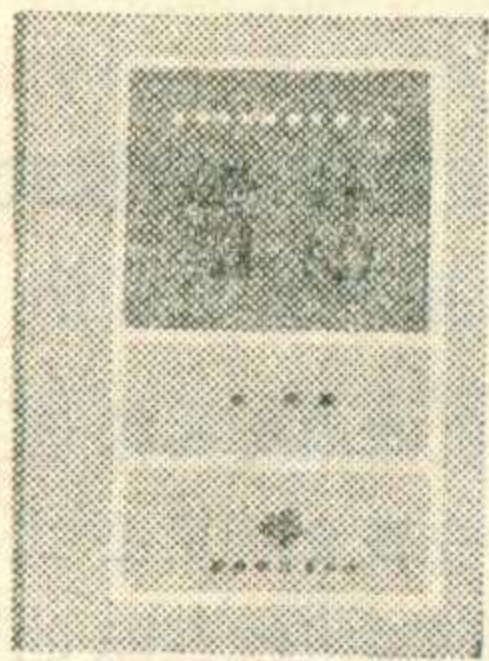
经过上述方法调整后,收音机的灵敏度大为提高,加外接天线后选择性也就很好了。我们认为在本地仅有一个电台或没有电台,以收听外地电台为主的地方,用上述方法改进是很好的。如果本地电台很多,以收听本地电台为主的地方则根本不必改动。另外第一级半导体管的集电极电流调得越大(一般不超过2~3毫安),整

机灵敏度也高些,但管子的内部噪声(沙沙声)也大些,可根据需要调至理想的一点。

(郝洁生)

## 投稿注意事项

1. 来稿请用稿纸缮写,要求字迹清楚,使用已统一公布的简化字;插图要求清楚正确,用钢笔或墨笔另纸绘出,以便复绘制版。
2. 来稿务必写清楚作者真实姓名、通信地址、工作单位和职务。
3. 因限于人力,稿件不论刊用与否,一般不退稿,对一般查询稿件刊登与否的信件,也恕不答复。
4. 来稿请注明参考书刊的名称、作者和出版日期。
5. 本刊是通俗性技术刊物,不刊登学术论文、科研性质的专题报告和内容过深的稿件。
6. 来稿来信请按邮局规定资费贴足邮票。稿、信内请勿附寄邮票。



——无线电电子学知识丛书之一——

## 雷 达

张 里 著

人民邮电出版社出版 新华书店发行

为了更好地普及无线电电子学知识,中国电子学会业已成立《无线电电子学知识丛书》编辑委员会,负责组织编写一套无线电电子学知识丛书,分册介绍本学科的各种基本知识、实际应用和发展趋向。主要读者对象是无线电电子学方面的管理干部和初级技术人员,其他专业的电子技术人员,以及有一定基础的无线电爱好者。《雷达》就是这套丛书中的第一本;其他各书今后将陆续出版。

为了出好这套丛书,使它适应广大读者的需要,我们热诚地希望读者们提出意见和建议。

《雷达》一书共分六章。第一章通俗生动地讲述了怎样利用无线电波来发现目标、测定目标位置和远近的道理。接着在第二章介绍了典型雷达机的天线、天线转换开关、高频振荡器、调制器、接收机和指示器等各部分的功用和特点。然后,在第三章中介绍了各种现代化雷达系统,如连续波调频雷达、脉冲多普勒雷达、圆锥扫描雷

达、单脉冲雷达、脉冲压缩雷达等的基本工作原理、优缺点和应用范围等。第四章简要介绍了雷达在国防、国民经济和科学研究中的广泛应用。第五章“反雷达”介绍对雷达的侦察和干扰,以及反侦察、反干扰的方法。最后一章讨论雷达技术发展中的的一些重要问题,例如怎样提高雷达机的作用距离、测量精度和抗干扰能力,以及雷达设

备如何与电子计算机结合运用等。

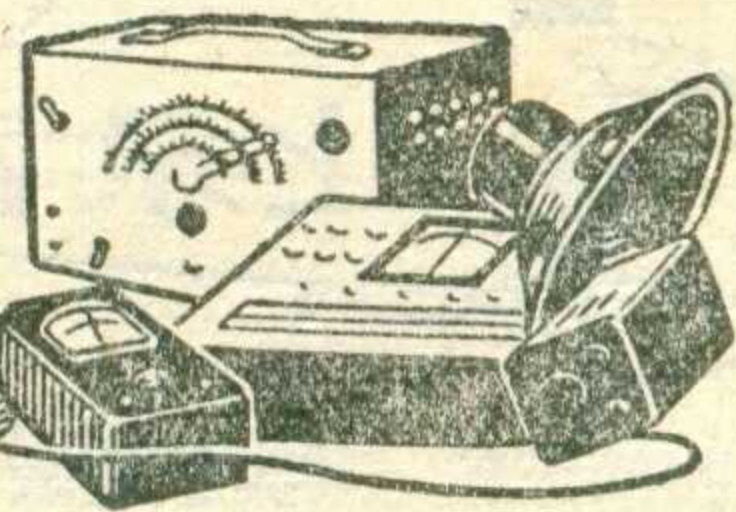
这本书的特点是内容比较丰富,取材新颖。对雷达的基本原理、目前的概况和最新成就,以及今后的发展趋势叙述得十分清楚。其次,这本书的系统性较好,能够逐步由浅入深,各个章节联系也较紧凑,便于读者阅读。此外,在文字叙述上也比较生动,主要叙述物理概念,并以简明的示意图配合说明,有些地方还引用日常所见的现象作比喻,来说明一些抽象的、不易理解的问题,以提高读者的兴趣。

一般略为具备无线电知识的人就能看懂这本书,看过以后,能够对雷达的总貌有一个比较全面和系统的了解。

(金童)

(读者如需要本书,请向新华书店购买,本社现已无存书——人民邮电出版社)

新书评六



洪 德 庚

末级采用6P6P (6V6)或6P1束射四极管的交流五、六灯收音机，输出功率可达3瓦，在一个普通房间内收听使用，功率一般是用不完的。如果把收音机的输出部分，按照下述方法加以修改，它可以成为一台母子收音机，带动十来二十只舌簧扬声器和二、三只电动式扬声器。这样，在学校、机关等小单位团体里，在只有一台收音机的情况下，利用这一方法在不同的地方（例如教室、食堂、宿舍等）加挂扬声器，便可达到集体收听广播的目的。改装方法如下：

### 1. 改绕输出变压器

五、六灯的输出端一般只是装有一只音圈阻抗为3~4欧的电动扬声器。收音机加挂更多的扬声器时，原来的输出变压器须加工改绕（见附图中的B<sub>1</sub>）。根据实测，一般舌簧扬声器交流阻抗约为5~10千欧（标准规格为9千欧，但各厂产品并不一致），20只并联后阻抗约为250~500欧。如仍接在B<sub>1</sub>的原有次级3欧两端上，则分配到舌簧扬声器上的功率将太小，所以必须另外加绕一组200欧的次级圈。加接扬声器以后，收音机箱内原有的扬声器也不能再接在3欧次级圈两端上，以免吸收过多的功率，所以将原次级圈加抽一个0.5欧的抽头，使机内原有扬声器只吸收1/6(0.5瓦)的输出功率。

线圈圈数的计算：先拆开原有输出变压器的次级圈，记清3欧次级圈的圈数，然后再按以下公式计算其他阻抗应有的圈数：

$$N_2 = N_1 \sqrt{\frac{R_2}{R_1}}$$

式中R<sub>1</sub>、N<sub>1</sub>为原有线圈的阻抗与圈数；R<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>为新线圈的阻抗与圈数。例如，原收音机输出变压器的R<sub>1</sub>=3欧，N<sub>1</sub>=42圈。则R<sub>2</sub>=200欧时，

$$N_2 = 42 \sqrt{\frac{200}{3}} \approx 342 \text{ 圈； } R_2' = 0.5 \text{ 欧时， } N_2' = 42 \sqrt{\frac{0.5}{3}} \approx 17 \text{ 圈。}$$

将原输出变压器的3欧次级圈重新绕上去，并在第17圈处抽一头。再用0.17~0.2毫米（36~37号）漆包线加绕300圈，连同原有的42圈共342圈作为200欧的次级圈。如果变压器铁心窗口绕不下，可将原有的42圈换用线径较细的漆包线（可用较原线细一半的）。

### 2. 外接电动式扬声器加用线圈间变压器

电动扬声器的阻抗一般都很低，安装地点距离收音机很远时，就须加接一只线圈间变压器（附图中B<sub>2</sub>）。可利用一般输出变压器的铁心和次级线圈，初级圈改用0.17~0.2毫米漆包线绕成为600欧的，并抽出200欧与400欧两个抽头，圈数计算的方法和

前面一样。采用以上三种不同的阻抗，目的是便于连接扬声器时，使分配到该扬声器的功率能够调整合适。如接在200欧的抽头上，则收音机功率将全部分配在该扬声器上，此时其他扬声器的线路应全部切断。如接在400或600欧抽头上，则只有1/2或1/3的功率分配在该扬声器上。

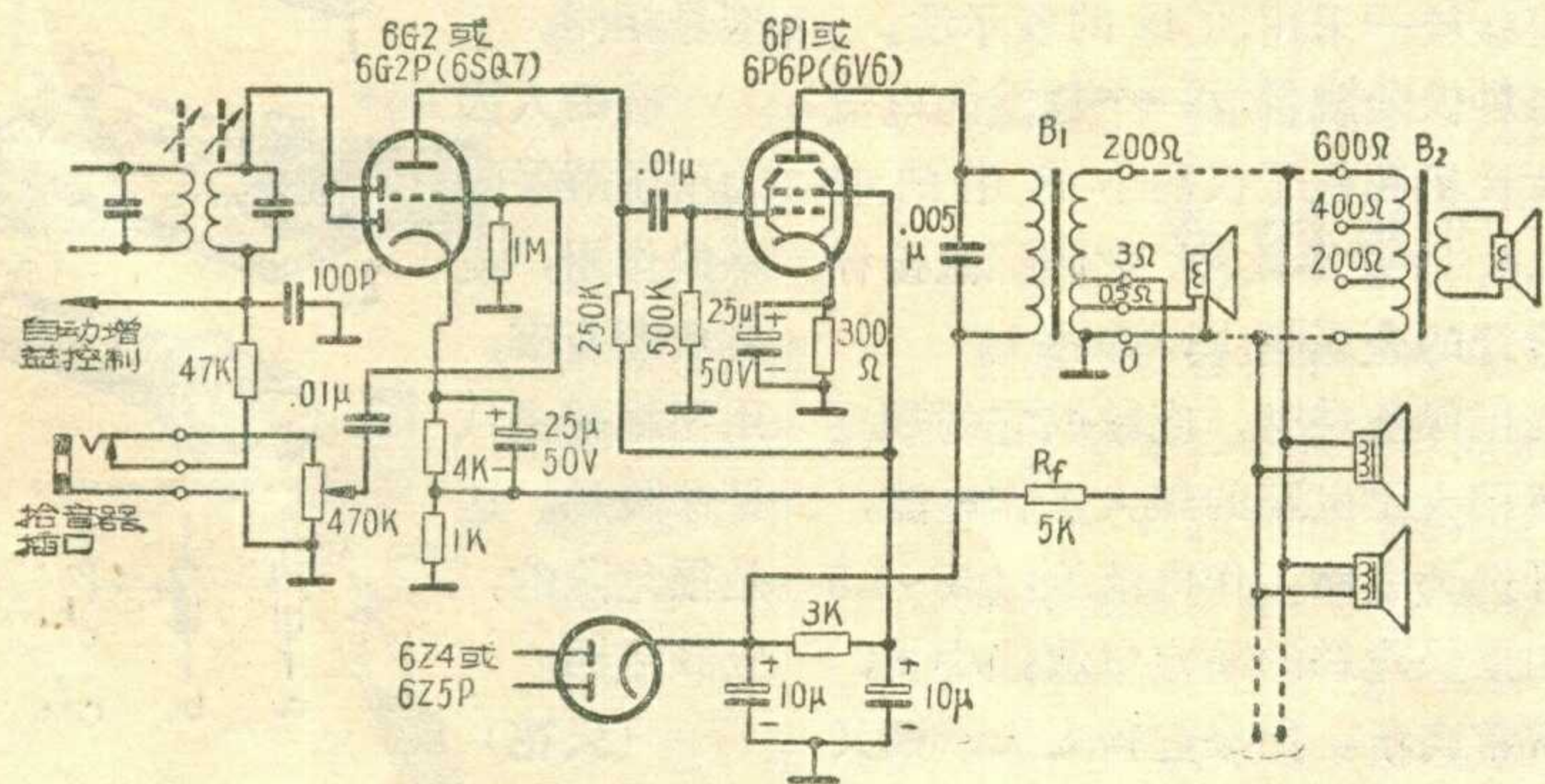
如果这只扬声器安装地点距离收音机不远，引线的电阻在1欧以下，则可不加用B<sub>2</sub>而直接接在B<sub>1</sub>的低阻抗抽头上。例如：用两只3欧的扬声器串联后接到B<sub>1</sub>的0~3欧之间，则两只扬声器将各吸收1/4的输出功率（0.75瓦）。如用一只3欧扬声器接在B<sub>1</sub>的0.5欧~3欧之间（42-17=25圈，相当于1欧），则将吸收1/3的输出功率（1瓦）。以上功率分配，是根据下列公式计算的：

$$P_2 = P_1 \frac{R_1}{R_2}$$

式中P<sub>1</sub>为输出级的最大额定功率（3瓦）；R<sub>1</sub>为次级线圈的阻抗数；P<sub>2</sub>为扬声器吸收的功率；R<sub>2</sub>为扬声器的阻抗。

### 3. 加深负反馈以稳定输出电压

加接到其他地点的十几只舌簧扬声器，都可以加装开关或插销接头，以便根据每处收听需要随时接上或断开。为了稳定输出电压，应当把收音机的负反馈量加深，即减小图中反馈电阻R<sub>f</sub>的阻值，使收音机低放部分能够获得接近于定压输出的效果。实验表明：当R<sub>f</sub>为5千欧时，输出变压器次级由接上额定负载到空载（全部开路），输出电压只增加25%左右。如不加负反馈（焊下R<sub>f</sub>），则从满负载到空载，输出电压将上升3~4倍，不仅使收听音量不稳定，且有可能在音量控制电位器开大时使输出变压器初级线圈的绝缘被击穿。



## 一架优良的倍压矿石机

我最近装了一架倍压矿石收音机，它的选择性和灵敏度都很好，用的元件不多，电路也简单，所以介绍给大家参考。

由于在调谐回路中采用了双回路大线圈，尽量减少能量损失，加以采用倍压检波电路，所以提高了接收远地电台的能力。另外综合采用了变感（调线圈抽头）和变容（调可变电容器）两种方法调谐，所以选择电台的能力加强了。

配合着调节  $S$  和  $C$ ，就可以选到需要收听的电台。从  $C$  两端取出这个电台的信号电压加到上面一个检波矿石  $D_1$  上。这个电压是高频交流电，在它的正半周时，上端  $A$  点为正，下端  $B$  点为负时， $D_1$  就导电，高频电流被检波，检波后得到的低频电流对  $C_1$  充电，结果在它上面产生一个电压，上正下负。

如果电路中发生了短路的故障，就会产生很大的电流。若不及时地切断电源，就可能使电路和设备烧坏，甚至引起火灾。另外，电路里的电流超过导线所能允许的电流时，时间一长，也会发生危险。因此有必要采取保护的措施。最简单和最常用的方法就是在电路里接入保险丝。当电路里的电流超过规定的数值时，保险丝就熔断（所以保险丝又叫做熔丝），把电源切断，保证了安全。

保险丝一般是用铅锡合金做成的。在电流很大的地方，都使用片状的保险丝。收音机内因为电流较小，所以都用线状的保险丝，它们通常是装在玻璃管内的（图1），因此也叫保险管。保险管是固定在保险管座里的。常用的管座有两种：一种是卡簧式的（图2），另一种是旋入式的（图3）。管

点为负，这时检波矿石  $D_2$  导电，检波后的低频电流对  $C_2$  充电，在它上面产生也是上正下负的电压。

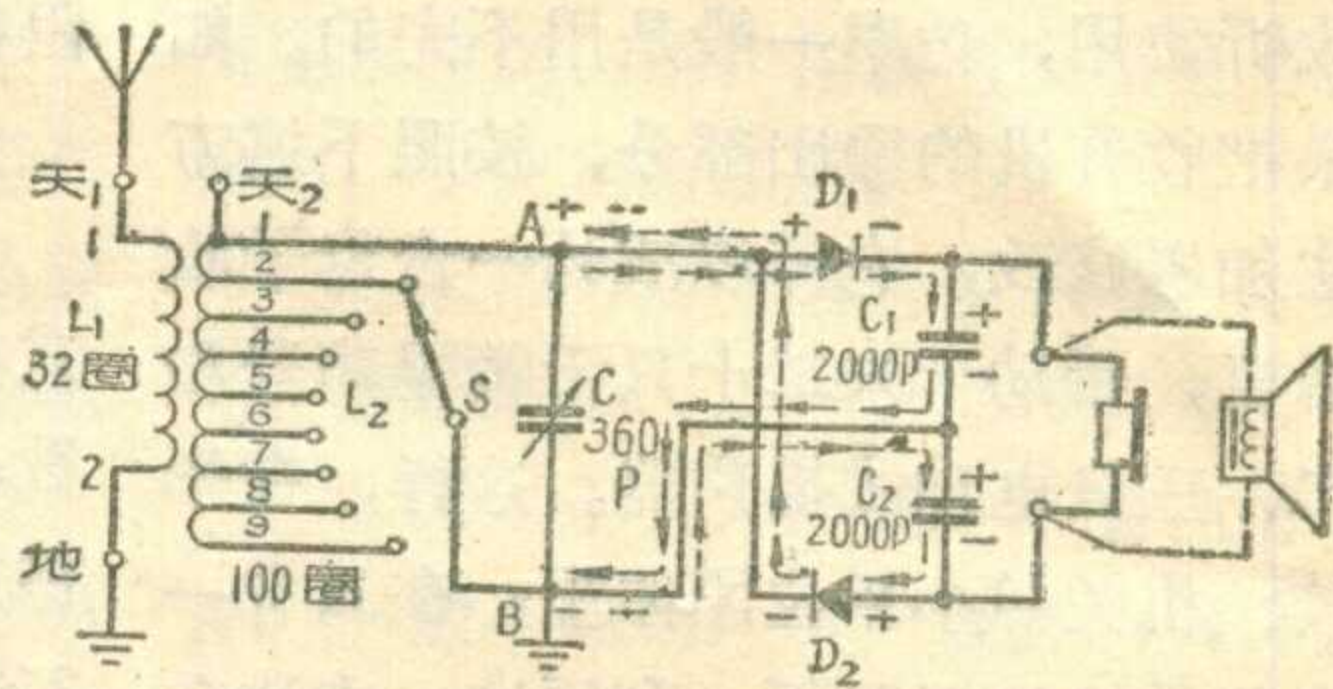
$C_1$  和  $C_2$  上的电压刚好迭加起来加到耳机或舌簧扬声器两端，电压加了倍，所以这种电路叫倍压的矿石机电路。

电路中  $D_1$ 、 $D_2$  是两只矿石，如用半导体二极管，效果会更好些。耳机可以采用 2000~4000 欧的，或用舌簧扬声器。

线圈  $L_1$  和  $L_2$  用直径 1 毫米左右的胶皮线或七股直径为 0.1 毫米的漆包线绞合线，在直径为 10 厘米的线圈筒上绕制；也可以用单股线绕，不过效率将有所降低。 $L_1$  约绕

32 圈， $L_2$  共绕 100 圈左右，并在 25、35、45、55、65、75、85 圈处各抽一个头，即图中的 2、3……到 8 各点。 $L_1$  和  $L_2$  相距 1 厘米左右。

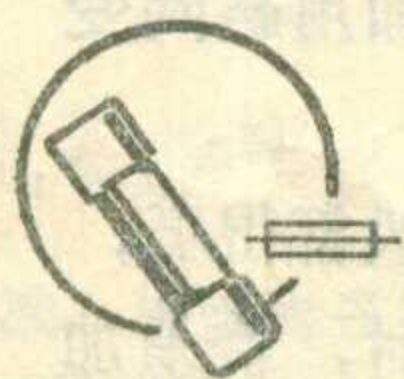
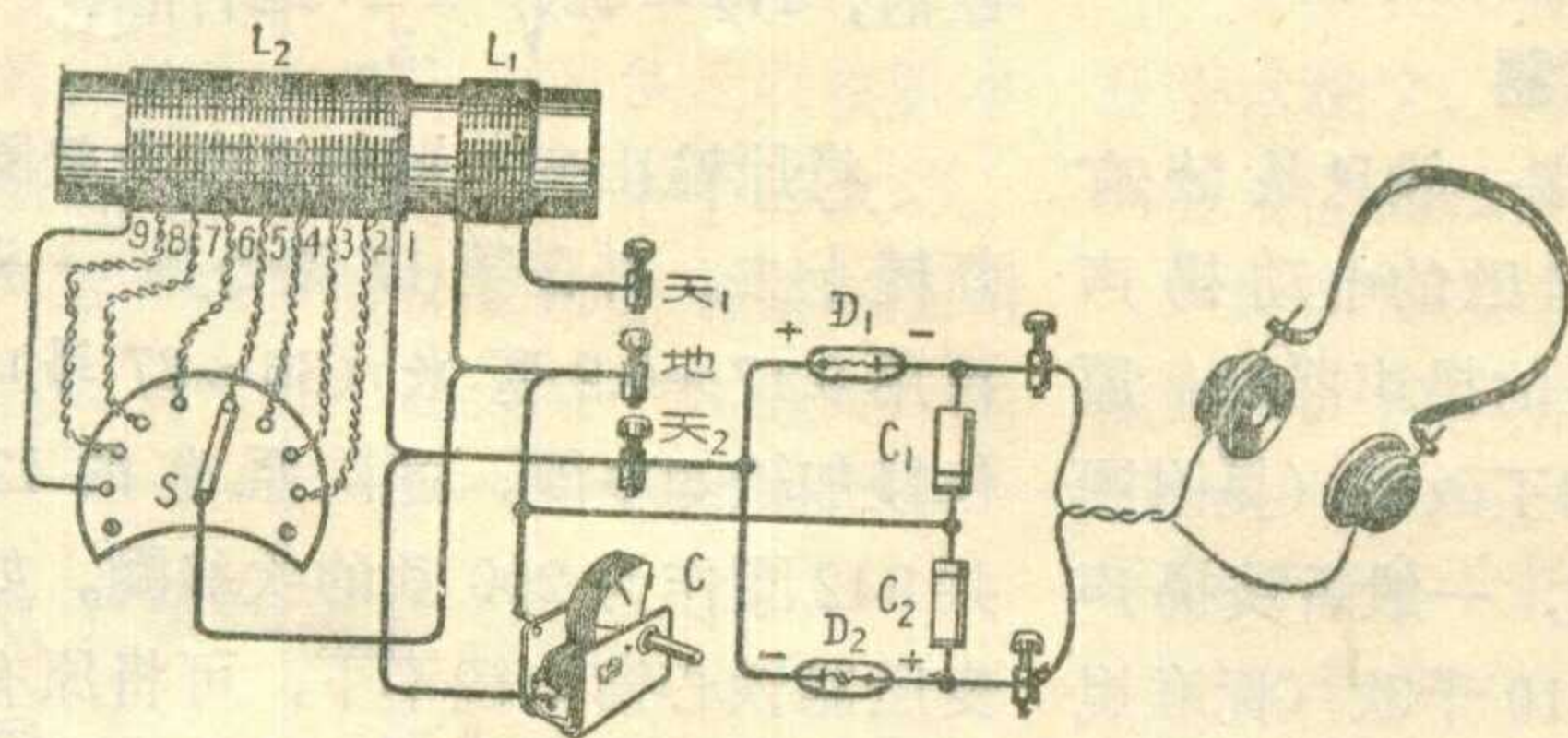
全机装好后，可以接上天、地线和耳机试听，这时戴上耳机，转动可变电容器，可以隐约听到广播声或喀喇声，否则是耳机子有毛病。然后把矿石取下装到调好的矿石机上，调到灵敏点后重新装回到新矿石机上，转动



分线圈  $S$  的滑臂，同时转动可变电容器，就能听到大的广播声。如果用半导体二极管代替矿石，就可省去调矿石的步骤。

如不要求有好的选择性，只要有高的灵敏度，可以把天线接到天<sub>2</sub> 位置上。

（祝荣申）



## 保险丝

座有两个端子，使用时把这两个端子串联到电路中去，将保险管插入管座后，保险丝便接入电路了。保险丝在电路图中常用图 4 的几种符号来表示，今后应该统一采用图 4a 的表示法。

每种保险丝都有一个额定的电流值。收音机和电子仪器中常用的有 0.1、0.5、1 安等数种。它们都直接标在保险管的金属帽上，如图 1。

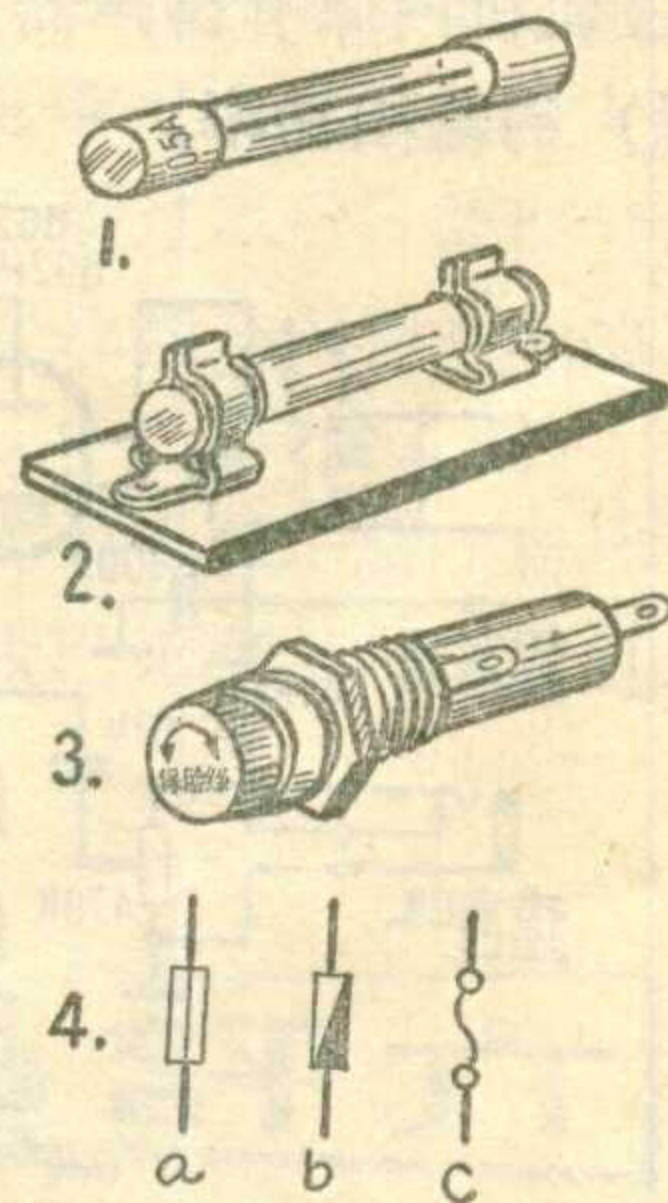
选用保险丝时，应该取它的额定电流值稍大于电路的最大工作电流，一般可选为电路工作电流的 1.3~1.5 倍。如果保险丝的额定电流选小了，就会常常烧断。如果选得太大，则又

起不了保护的作用。例如有一台仪器，消耗的功率是 80 瓦，算出它的工作电流大概是 0.36 安，我们就可以选用 0.5 安的保险丝。

如果电路中保险丝突然烧断了，不应该立即更换新的保险丝，而应该先找到故障，将故障消除后再更换。更换的保险丝应该与原来的型号相同。

有的人因为不了解保险丝的作用，或者贪图省事，用粗铜丝去代替保险丝。这是很危险的，应该避免。

（火花）



# 电功和电功率

在介绍电功和电功率的概念以前，我们先通过一个简单的例子谈谈什么叫“功”和“功率”。

假如我们把水从地面送到水塔上去，那么，十分明显，我们的工作就要用水的重量和水塔高度的乘积来表示。只考虑水量的一面或塔高一面都是不够的。因为当塔高固定时，要送上去的水越多，工作量就越大；或者当送上去的水量固定时，塔越高，工作量也越大。在这里，这个“工作量”就是我们所要做的“功”。这个功叫做机械功。

仅仅知道了功还不够，还应该知道这些功是在多长时间内完成的。用得时间短，说明做功做得快；用得时间长，说明做功做得慢。做功的快慢，就用“功率”来表示。“功率”就是在单位时间里所做的功。也就是功率等于功被做功所用的时间来除。功率

大，就是在单位时间里做的功多，也就是做功做得快。

什么叫电功呢？电功就是电流所做的功。从电流通过导体时所产生的各种现象来看，电流是能够做功的。例如，电流通过电动机，就能带动各种机器运转。这时电流所做的功（也叫消耗的电能），变成了机械功。电流通过导线，使导线变热的时候，消耗的电能就变成了热能。

电功的大小用电压和电量的乘积来表示，即电功  $W = \text{电量} q \times \text{电压} V$ 。电量的实用单位是库伦，电压的单位是伏特，电功的单位是焦耳。如果某段电路上通过的电量是1库伦，它上面的电压是1伏特，在这段电路上所消耗的电能，即电流所做的功，就为1焦耳。

什么叫电功率呢？电功率就是电流在每秒钟里所做的功。如果已经知

道电流在时间  $t$  (秒) 内所做的功是  $W$ ，那么电功率便是：

$$N = \frac{W}{t} = \frac{q \times V}{t} = \frac{q}{t} \times V。$$

上式中的  $q$  是在时间  $t$  内流过某段电路的电量 (单位是库伦)，所以  $\frac{q}{t}$  是单位时间流过的电量，它就是这段电路的电流  $I$  (单位是安培)，因此上式又可写成  $N = I \times V$ 。

每秒钟内做1焦耳功的功率叫1瓦特。从上式可以看出，1瓦特也等于1安培的电流乘1伏特的电压。

实用上也有用千瓦和马力做电功率的单位的。1千瓦等于1000瓦特。1马力等于735瓦特。

日常用的电灯泡，功率的大小不等，有25瓦特、40瓦特、60瓦特的等等。功率越大的，灯丝上每秒放出的能量就越多，所以灯泡就越亮。(田)

## 自制玻璃刻度盘

自制收音机木箱时，往往玻璃刻度盘难于制作。这里介绍一种简单的制作方法供参考。

依机箱大小，裁二块尺寸合适的平玻璃板 (图1)。另裁一张大小和玻璃板一样的不透明的纸，最好是黑色的。根据波段数在中間刻出几条缝 (见图2)，条缝的长度等于拉线盘的半周长。在条缝旁边画上刻度 (绘制方法可参考本刊1962年第7期第23页。如不要求很准确，可以参照现成收音机的度盘描绘)。

为了让旋钮柄伸出箱外，需要在两端开两个洞，方法如下：取一块砖及一把较大的脱去木柄的板锉。先在玻璃板上用钢笔画出要开洞的位置和大小，把玻璃斜靠在砖角上，对准洞的中心 (见图3)，用锉柄的尖端对准玻璃板和砖角接触处轻轻敲击，不多久玻璃板就会穿透。然后逐渐把洞扩大。只要耐心，洞可以开得很圆。两块玻璃共开四个洞，不上20分钟就可以完成。

最后把绘制好的刻度纸夹在两玻璃板之间，装进机箱就好了。这种刻度盘制作简单，而且可以绘制得很美观，如做得好，不比厂制的逊色。

(吳世換)

## 什么叫甲电、乙电和丙电？

在直流收音机中，电子管的灯丝、屏极和栅极都是用电池来供电的 (见图1)。我们常把供给电子管灯丝电压的电池叫甲电，也叫A电。如果用北京牌小型花生管1A2、1K2、2P2等，它们的灯丝电压都是1.2伏，因此只要用一节普通干电池就够了。

供给电子管屏极 (包括四极管或五极管的帘栅极) 电压的电池叫乙电，也叫B电。

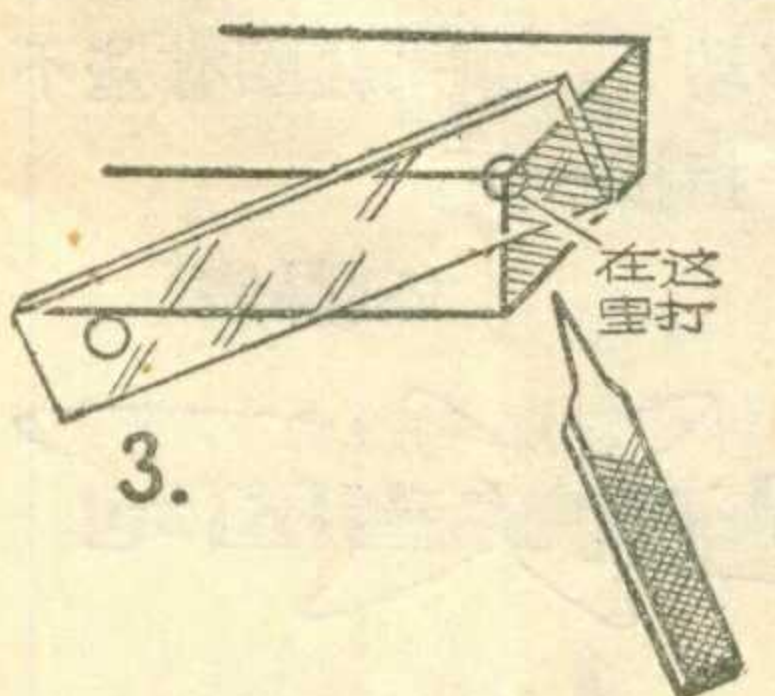
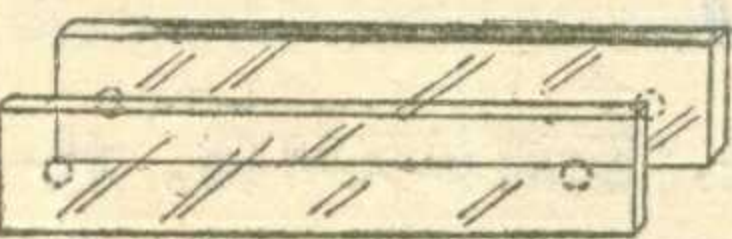
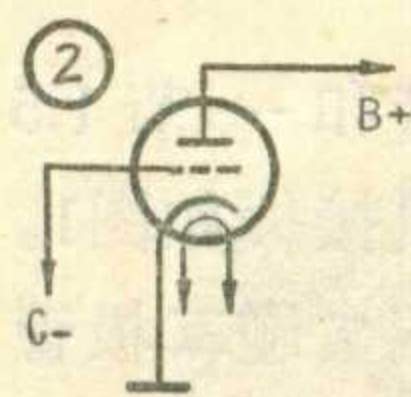
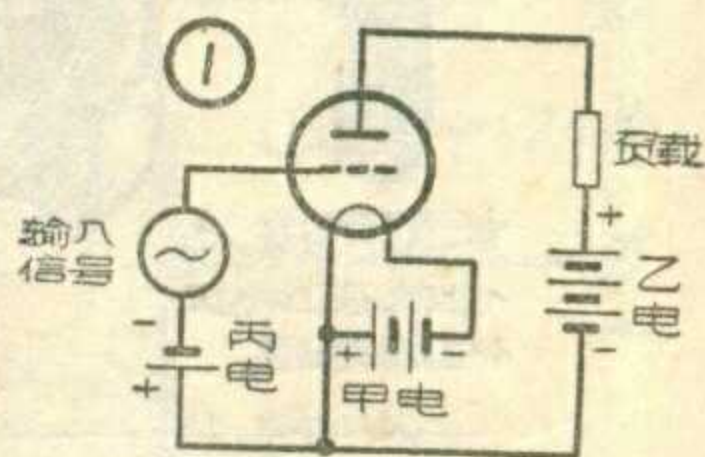
因为乙电的电压较高，所以一般都需要用许多节小型干

电池串联起来组成。常见的乙电有22.5伏和45伏的两种。

供给电子管栅极负偏压的电池叫丙电，也叫C电。它只使用在一些大型直流收音机中，普通直流收音机都采用自给偏压，不专门使用电池作为丙电。丙电电压一般自-3伏到-6伏，用2—4节小电池串联起来。由于栅极几乎不消耗电流，所以丙电可以使用很长的时间。

在交流收音机中，虽然不用电池来供电，但有时候仍然把电子管的灯丝电压、屏压 (包括帘栅压) 和栅负压分别叫做甲电、乙电和丙电；并且常以符号  $B_+$  代表乙电，以符号  $C_-$  代表丙电 (见图2)。在收音机中  $B_-$  和  $C_+$  通常都是接地的，因而常被省略。

(郑宽君)



# 自制调谐旋钮

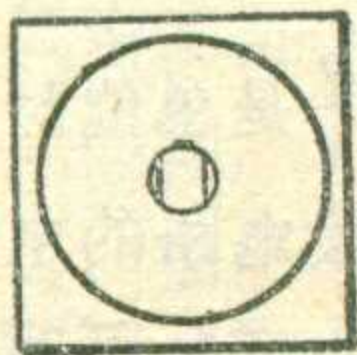
爱好者自制小收音机时，往往需要一个带刻度盘的旋钮。这种旋钮

如一时买不到可自己制作。这里介绍用牙膏筒上的塑料盖子和有机玻璃

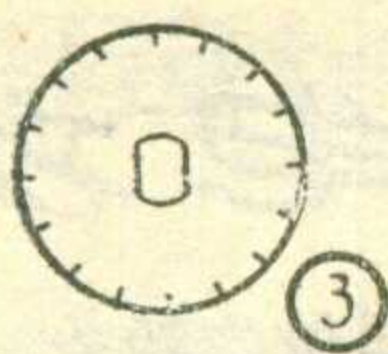
调谐电容器  
旋柄断面



(此两边锉平)



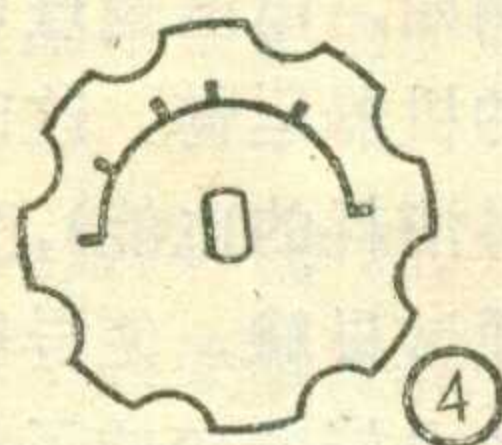
②



③

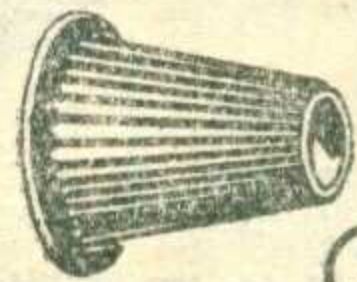
板制作的旋钮，既美观又经济。

先把收音机的调谐电容器的旋柄用锉在两边锉平（见图1）。找一块有机玻璃板或塑料板，用圆规画一个大圆，直径可随收音机面板大小适当决定，用锯锯去圆外多余部分，并在它的中心挖一个和调谐旋柄截面一样的洞。然后在圆周上画出若干等分度（见图3），要注意均匀。



④

牙膏筒塑料盖

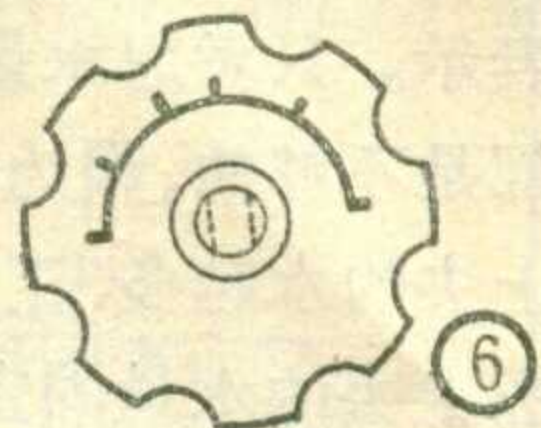


⑤

再用半圆锉锉出凹凸边子。锉好后用圆规画出半圆刻度线，并参考售品小半导体收音机的度盘刻画出电台频率标度。

把废牙膏筒上的塑料盖用沙纸磨去一些再用万能胶小心地胶到有机玻璃度盘上，待干后即可装用。制成后形状如图6。

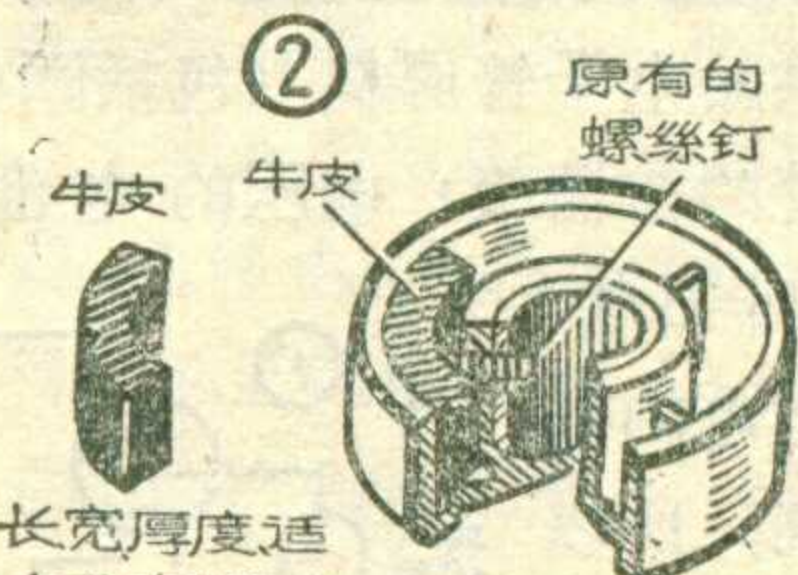
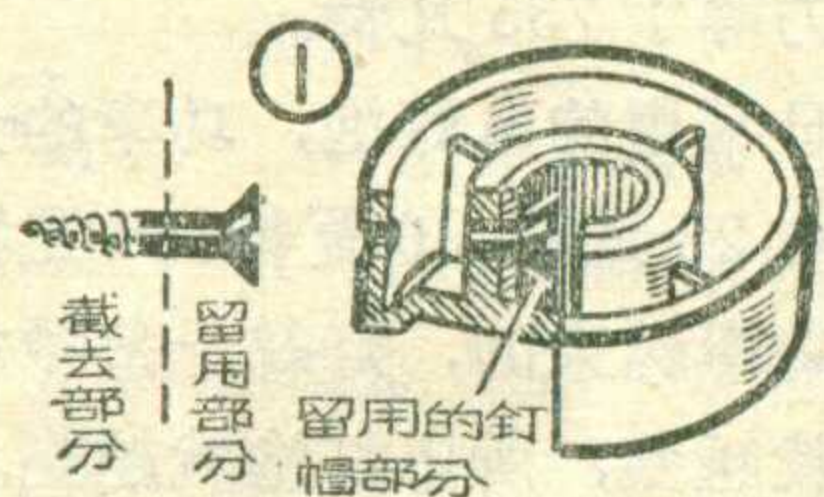
(邵波)



⑥

## 旋钮螺丝失效的补救方法

带有安装螺丝的收音机旋钮，使用久了往往出现螺丝滑牙（多数是心子圆圈上的丝扣磨平了），失去控制作用。这里介绍两种补救办法，可使丝扣失效的旋钮恢复安装牢固。



长宽厚度适合放在旋钮内边缘里。

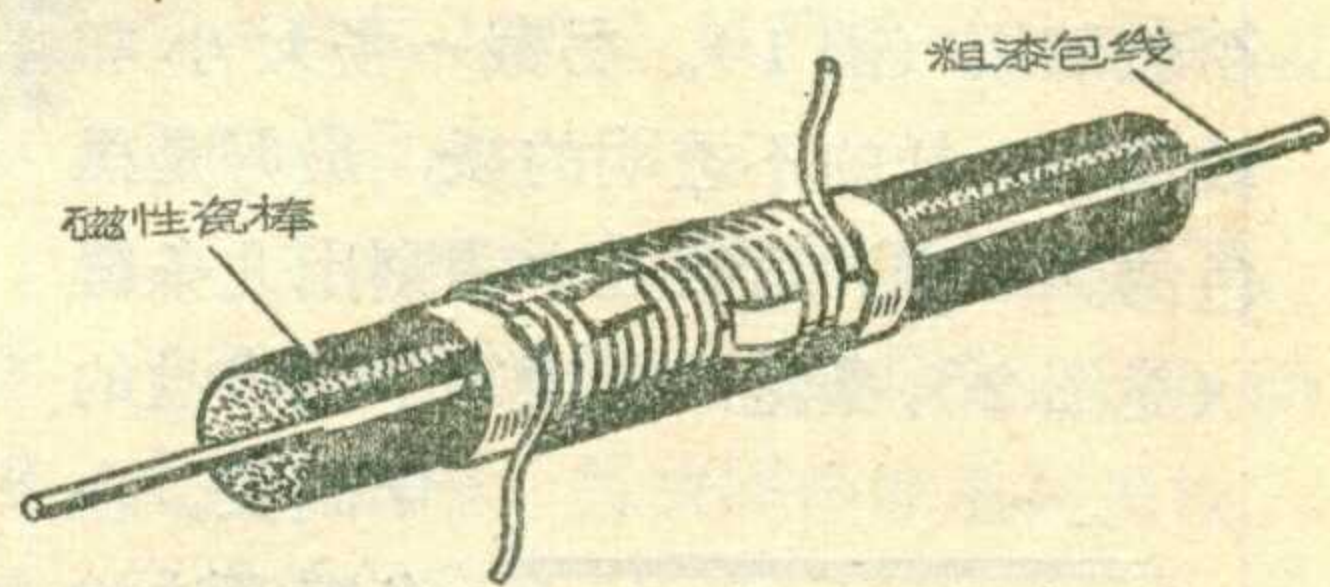
(1) 用一个三分三号木螺丝钉，截去钉长的三分之二弱，留用钉帽部分（见图1）。将这个钉帽代替原有的螺丝，从心子内部放在原来的螺丝孔里，这样把旋钮套在电位器或波段开关的转柄上，即能照常使用。若转柄原来是圆形的，应把它锉成适当的多半圆形。

(2) 将原有已经滑牙的螺丝仍然装进螺丝孔里，选用一小块适当长、宽、厚的牛皮，塞进旋钮外缘内部有孔的地方，这样滑牙的螺丝就被挡住不能滑出来。把它套在转柄上，仍然能起到控制转动的作用（图2）。

(马骏伯)

## 绕制磁性天线的经验

装有磁性天线的收音机，为了便于调整波段复盖或外差跟踪，往往须使绕在磁棒上的线圈能够移动位置，以便调节输入回路的电感量，这可以



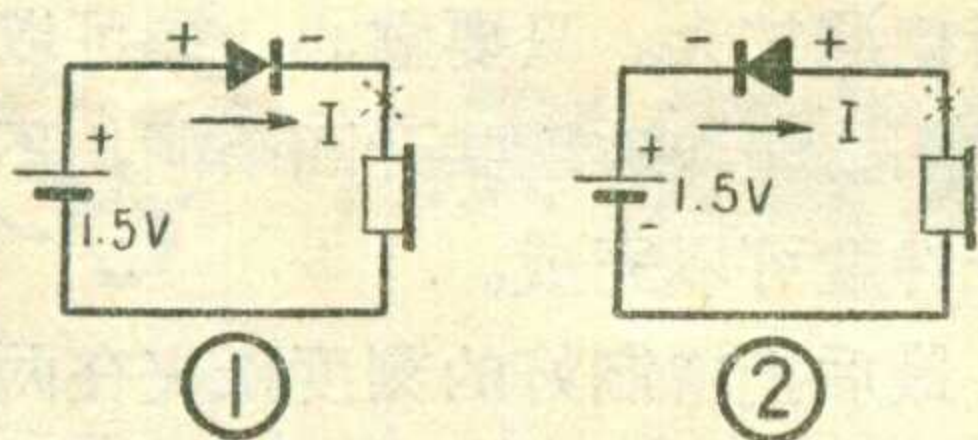
采用下述方法，既简单又可靠。找一段24号左右的漆包线，平行贴在磁棒上，包上一、两层黄蜡布或牛皮纸后再绕线圈，绕好后用万能胶或虫蜡、蜂蜡封固线圈部分。然后，轻轻地拉出那根粗漆包线，这样线圈在磁棒上便可作轴向移动了。如果线圈有些不圆，可以用手指按一下。

(刘昌宗)

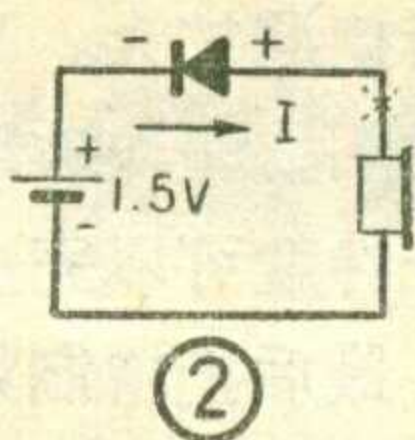
## 半导体二极管简便测试法

要判断半导体二极管好坏或装试中需要确定它的“正”、“负”极性时，可以采取下面的简便方法测试：

把二极管和一节1.5伏电池及耳机接线如图1。用耳机的一端去碰二极管的负端，耳机中应听到很响的喀喀声。把半导体管反接如图2所示。用耳机的一端，去碰二极管的正端，听到的喀喀声应当很小。两者声音响度差别越大，则说明该半导体二极管的性能越好。其原理是：按图1接线时，由于半导体二极管的正向电阻很小，流过耳机中的电流I将很大，则耳机插脚碰击二极管时发出很响的喀喀



①



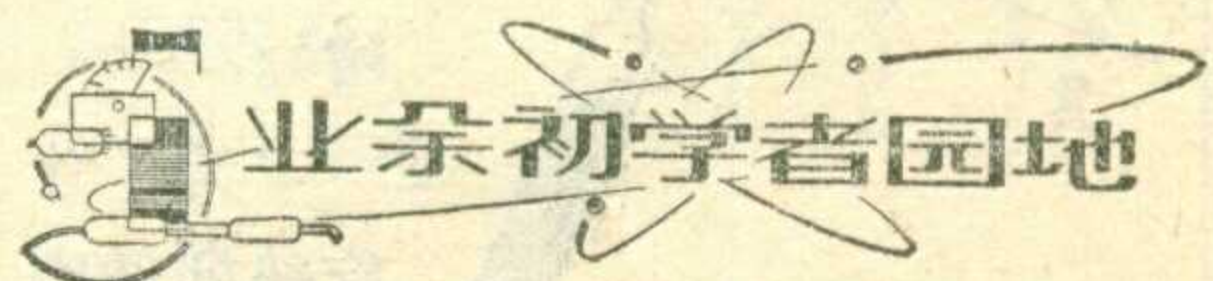
②

声。反之，按图2接线时，由于半导体二极管的反向电阻很大，这时流过耳机里的电流I很小，则声音很轻。

另外，在不能分辨二极管的极性时，也可以利用上两图来确定。若耳机中听到声音很响，则二极管接电池正的一端为“正”极。反之，若耳机中听到的声音很轻微，则二极管接电池正的一端为“负”极。

上面的方法同样可以用来测试普通固定矿石的好坏。这种方法当然不如用万用表测量来得准确，但在没有电表可用时，这样测试是很方便的。

(志勇)



业余初学者园地





## 教授外語的自动設備

最近国外制成了一种能正确教授外語发音的自动設備。它能保证教学中語音参数(音調、响度及韵律)的正确性。

事先把录有老师正确发音的詞句的录音带装在这种設備内,当学生重复念出这些詞句时,它能把老师发音的参数与学生发音的参数进行整理比较。过程是这样的:由录音带送来的正确发音信息及由扩音器送来的学生发音信息在音調分析器及响度分析器内进行初步处理,然后进入电子计算机及数字变换器,最后学生可以在示波器上看到自己发音的效果。如果錯誤超过了允許的范围,則录音带能自动进行重复放音。如果学生已能正确掌握音調,則設備自动轉入对响度及音韵的对比控制。(陆耀明編譯)

## 能預測雷电的仪器

最近制成了一种能預測天空中雷电的仪器,它能测出大气层中的电量,并能在半徑为320公里的范围内发现对噴气式飞机极为有害的电磁暴及預測可能造成損失的閃电及雷雨。

这种仪器有四根铁淦氧天綫,其电波束宽度为 $1.5^\circ$ ,天綫轉动角度为 $360^\circ$ 。它能正确地测定雷电的方位。由于它具有500千赫带宽的滤波器,因而能正确区别大气层中的自然放电現象与閃电。这种仪器能在半小时前测出雷电的来临,在15~20分钟前测出雷雨的来临,并能测出雷电的强弱。(陆耀明編譯)

## 睪泽—冷凝器

光量子激射器—睪泽,能射出耀眼的光束,一剎間就能把难熔的材料烧出一个小孔。但是意想不到的睪泽竟还可以作冷凝器。不久前,有一位物理学家报导,他认为具有半导体特性的晶体睪泽效应可能有两重性。当通过晶体里的电流密度大时,輸給睪泽多少能量,它就发射出多少能量。而在电流密度小时,睪泽发出的能量要比輸入的能量多。这岂不是违反了能

量守恒定律嗎?沒有,它并不违反。因为多出的能量是从周围环境中摄取的,使得周围变冷了。也就是这样,它具有冷凝作用。(肖聰編譯)

## 用无綫电对食品消毒

国外一个癌症医院,对身体十分衰弱的病人的飲食应用了无綫电特高频感应設備进行灭菌处理。曾經采用这种設備对于宫颈癌患者的飲食进行了較长期的灭菌試驗,证明对患者有显著成效。

(陆耀明編譯)

## 电磁波除虫

最近国外有些科学家进行了用电磁波消灭害虫的實驗。据說,利用波长为465~515毫米的电磁波,可以消灭棉花象虫。

(朱庆云編譯)

## 直流变压器

我們通常见到的都是交流变压器。但在飞机、人造卫星和宇宙飞船中,各种仪器、仪表的工作都需要用直流电压。为了达到这个目的,需要附加笨重的設備(如变流机等)。

最近据国外报导,已制出一种略比火柴盒大一些的直流变压器,接上6伏的直流电压,可以輸出12伏到100伏的直流电压。在人造卫星或宇宙飞船上,利用这种仪器可以提高从太阳电池得到的直流电压,供給各种仪表和电子技术設備使用。这种变压器的基本原理,是利用电容器和高频断路器的相互配合作用。(肖聰編譯)

## 超声波縫紉机

英国最近制成一种超声波縫紉机,利用强力高频超声波振动将織物各部分纖維“縫合”在一起。現在已成功地实现了将人造纖維制品“縫”到合成纖維或天然纖維上去。还正在研究将天然纖維縫合起来的方法。由于利用超声波振动工作,机器在工作时几乎完全沒有声响。(諸成編譯)

## 用电解方法制造印刷电路

业余无綫电爱好者在制造印刷电路

时,通常是把金属薄条粘貼到底板上或是用氯化铁溶液腐蝕金属板。在第一种情况下,要花費很長時間,在第二种情况下,有时会遇到不易得到氯化铁的困难。

这里介紹的方法,能精确地制出原設計的电路,而不需要不常見的化学原料。

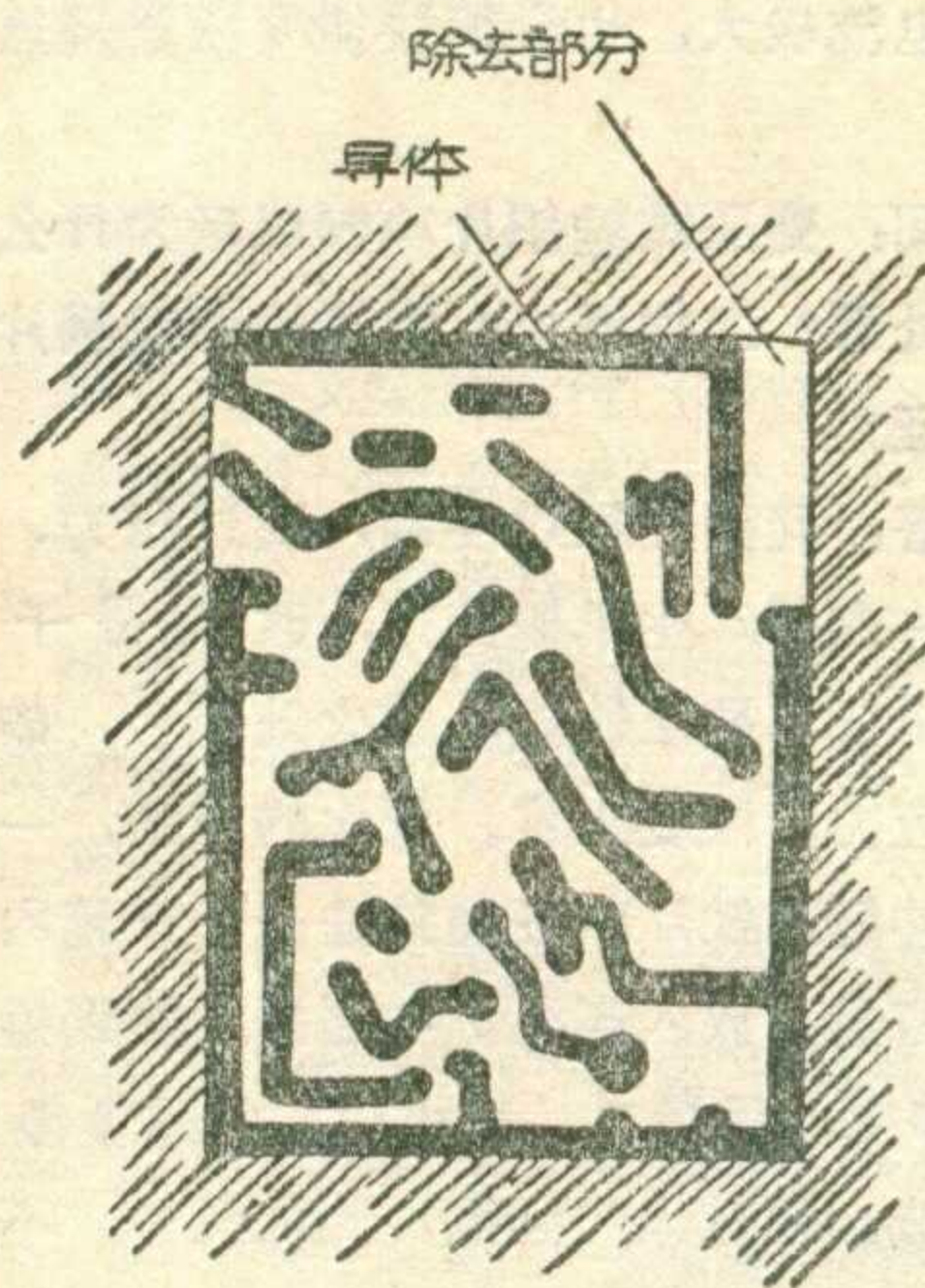
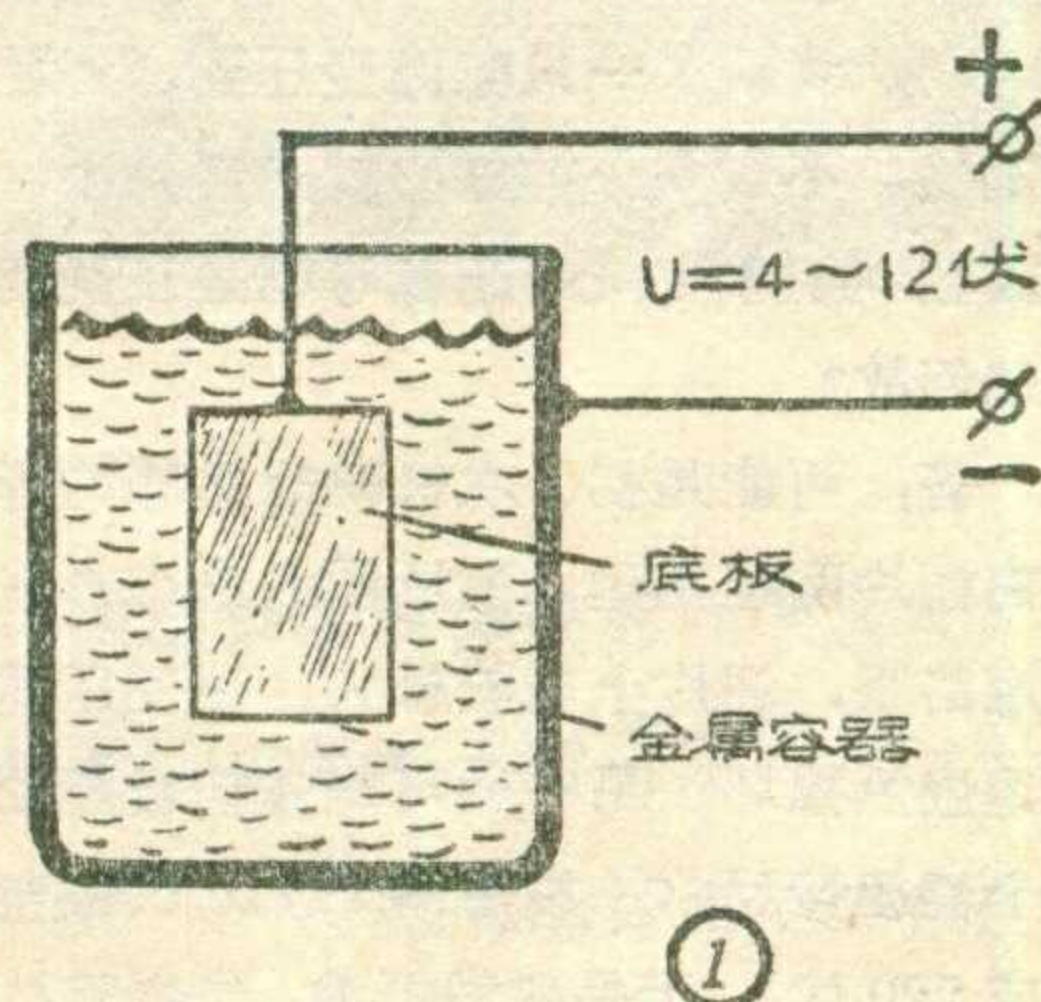
把銅(黃銅)箔用BΦ-2胶粘附在分层絕緣板或夹布胶木板上,在箔上用复写紙画上印刷电路的图案。然后在金属箔上塗一薄层黃蜡或石蜡,用尖銳的針或錐子輕輕用力去掉电路綫条周围的絕緣物,再用导綫焊在銅箔上去掉絕緣物的部分,接到一个4~12伏的直流电源的正极上。底板放在盛有食盐溶液的金属容器里(任何金属容器都可以)。容器接到上述电源的負极。这时,通过电解作用,銅箔上没有蜡复盖的部分将被腐蝕掉。可看到在这些部分逐渐形成綠色的沉淀。

在腐蝕过程中必須注意电解液的温度,不容許过热,以免蜡溶化。

腐蝕結束以后,用刀子把不需要的部分从板上除掉。

底板钻孔应在塗蜡以前进行。

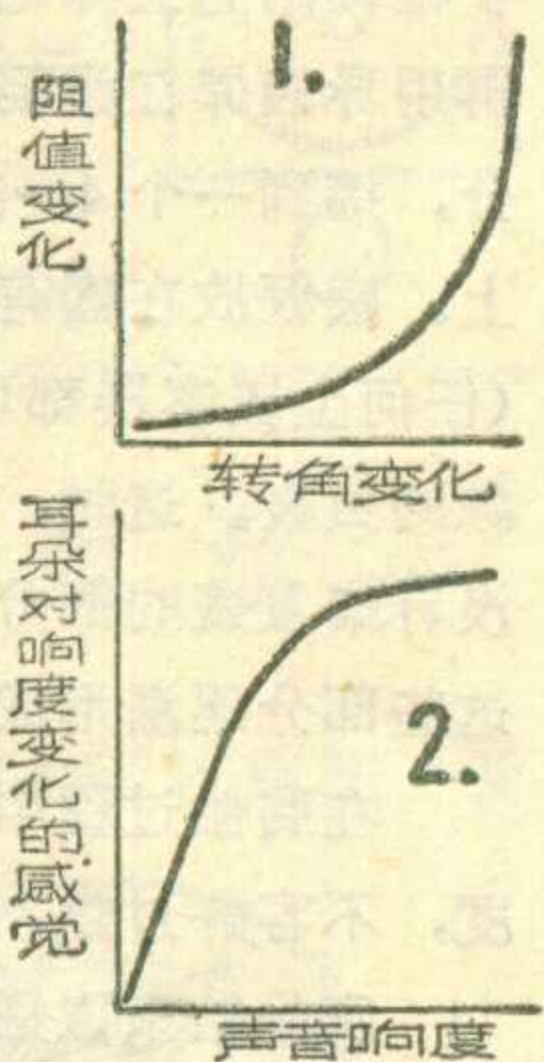
图1画出了电解电路的連接方式,图2是制成的印刷电路底板。(张鴻声編譯)



# 问与答

问：收音机中用作音量控制和音调控制的电位器应采用怎样的阻值变化特性？

答：作音量控制器的电位器，最好用指数式的电位器，其特性如图1。当旋钮顺时针方向调整时，从零开始的一段内，旋转较大的角度，阻值变化较小，音量变化也较小，而后来则愈变愈快。因为人耳的听觉特性是接近对数式的，如图2，当音量较小时，响度变化的感觉较为灵敏，当音量较大时，响度变化的感觉较为迟钝。两者相反的特性，互相补偿，使得电位器在整个转角内实际感觉的音量变化较为均匀。



音调控制器的电位器，阻值变化特性要根据电路种类而定，一般直线式的用得较多。

问：我绕了一只电源变压器，开始通电试验，不到5分钟铁心就热得烫手，检查圈数、线径、铁心、绝缘等都是正确的，不知何故？

答：可能是初、次级绕组之间的静电隔离铜片两端相碰，变压器通电后形成一个短路匝，铜片上电流极大，使变压器很快地烧坏损坏。另一种可能是初级绕组的两个绕组接反（一般用两个110伏线圈串接成220伏），于是磁通抵消，失去阻抗，输入电流极大，也会很快使变压器烧坏损坏。

问：变压器硅钢片冲制以后为什么要退火处理？怎样退火？退过火的硅钢片有何特征？

答：硅钢片经过冲制，受过压力，使硅钢片内部产生机械应力，改变分子结构，降低了导磁性能，退火处理后，能够消除应力，恢复正常。退火的方法，一般是将冲好的铁片整齐地装进一个铁箱内，加以密封，放入高温炉中逐渐加热到摄氏800多度，保持二、三小时，然后慢慢冷却即成。退过火的硅钢片质地变软，不易折断，颜色稍黑。（以上林华答）

问：使用内阻较大的电子管做射频放

大可以提高选择性吗？

答：从理论上讲，在屏极谐振式的放大器中使用内阻较大的电子管是可以提高选择性的。因为屏阻 $R_P$ 大了，负载阻抗 $Z_L$ 上的信号电压就小一些，而 $Z_L$ 是随着频率的变化而变化的。设电子管的 $R_P$ 为500千欧，负载阻抗 $Z_L$ 与放大频率谐振时设为200千欧，而对干扰频率所呈现的阻抗设为50千欧，则放大频率与干扰频率的输出电压比约为3.14:1，如果 $R_P$ 提高到2兆欧，其他条件不变时，则上述电压比可以提高到3.5:1，因而选择性提高了。但实际上这一提高只有在 $R_P$ 相差悬殊时才表现得明显，例如三极管和五极管比较，后者的选择性就要比前者好多了。

（郑宽君答）

问：3AG11（П401）一类高频半导体管是否可以代替3AX（П6）等低频管用？代用应注意什么问题，效果如何？

答：3AG11（П401）等高频管原则上不能代替3AX（П6）之类使用，因这类管子集电极耗散小，比较脆弱，另外失真也大，勉强代用是不合适的。但如被放大的信号较小，输出信号也不大，在工作点比较小的情况下，例如在矿石机之后加一级低放，用它代作低频管使用还是可以的，效果不见得比3AX管差。

问：磁性天线线圈导线，有的用单股，有的用7股，11股，16股等，对于简单的半导体收音机来说用几股最好，股数多少与什么有关？

答：导线的股数多少与线圈的 $Q$ 值有关，与圈数无关。如无特殊要求，一般半导体收音机用的天线线圈以7股为宜，过少对性能会有影响。

问：再生式半导体收音机有的是单独绕一个再生线圈，有的是在线圈上抽头，请问那一种好？

答：效果一样，但抽头法调整圈数比较困难，另绕一个线圈比较容易，工厂产品多半采用后一种，便于生产。

问：目前发表的半导体收音机电路中，低放管多用3AX3（П6B）型，是不是3AX1（П6A），3AX2（П6B）或3AX4（П6Г）不能做低放，用了有什么坏处？

答：3AX1、3AX2和3AX4等管都可以做低放用，但3AX1和3AX2的增益比3AX3小，用来代替3AX3时会使输出减小，音量变低。3AX4价格较高，适合于频率较高的电路里，一般低放级不予采用，但用来代替3AX3，增益要高些。

（以上范思源答）

## ★ 无线电 ★

WUXIANDIAN

1965年第1期(总第109期)

目录

无线电电子学在输电方面的

应用.....	(1)
两床位直流电疗机.....	薛万良(3)
单通道无线电遥控装置.....	周天恩(4)
想想看.....	(5)
谈谈电子管的参量.....	恒(6)
齐纳二极管.....	蒋泽仁(8)
“想想看”答案.....	(9)
* 半导体知识 *	
半导体管低频放大电路.....	露天(10)
珠江SB3—1型半导体	
收音机.....	刘腾江(12)
低乙电收音机的探讨.....	杨文利(14)
自制拉线轴.....	陶锦业(14)
半导体收音机的交流供电.....	唐开元等(15)
再谈扩音机怎样配接扬声器.....	方锡(16)
“百灵”4—62—1型机的修理.....	郝洁生(18)

\* 实验室 \*

交流五灯机改作母子	
收音机.....	洪德庚(19)

\* 业余初学者园地 \*

一架优良的倍压矿石机.....	祝荣申(20)
保险丝.....	火花(20)
电功和电功率.....	田(21)
自制玻璃刻度盘.....	吴世换(21)
什么叫甲电、乙电和	
丙电?.....	郑宽君(21)
自制调谐旋钮.....	邵波(22)
旋钮螺丝失效的补救方法.....	马骏伯(22)
半导体二极管简便测试法.....	志勇(22)
绕制磁性天线的经验.....	刘昌宗(22)
国外点滴.....	(23)
问与答.....	(24)

封面说明：上海天和电容器厂铝电解电容器正极片赋能设备控制台

编辑、出版：人民邮电出版社

北京东四6条13号

印刷：正文：北京新华印刷厂

封面：京华胶印厂

总发行：邮电部北京邮局

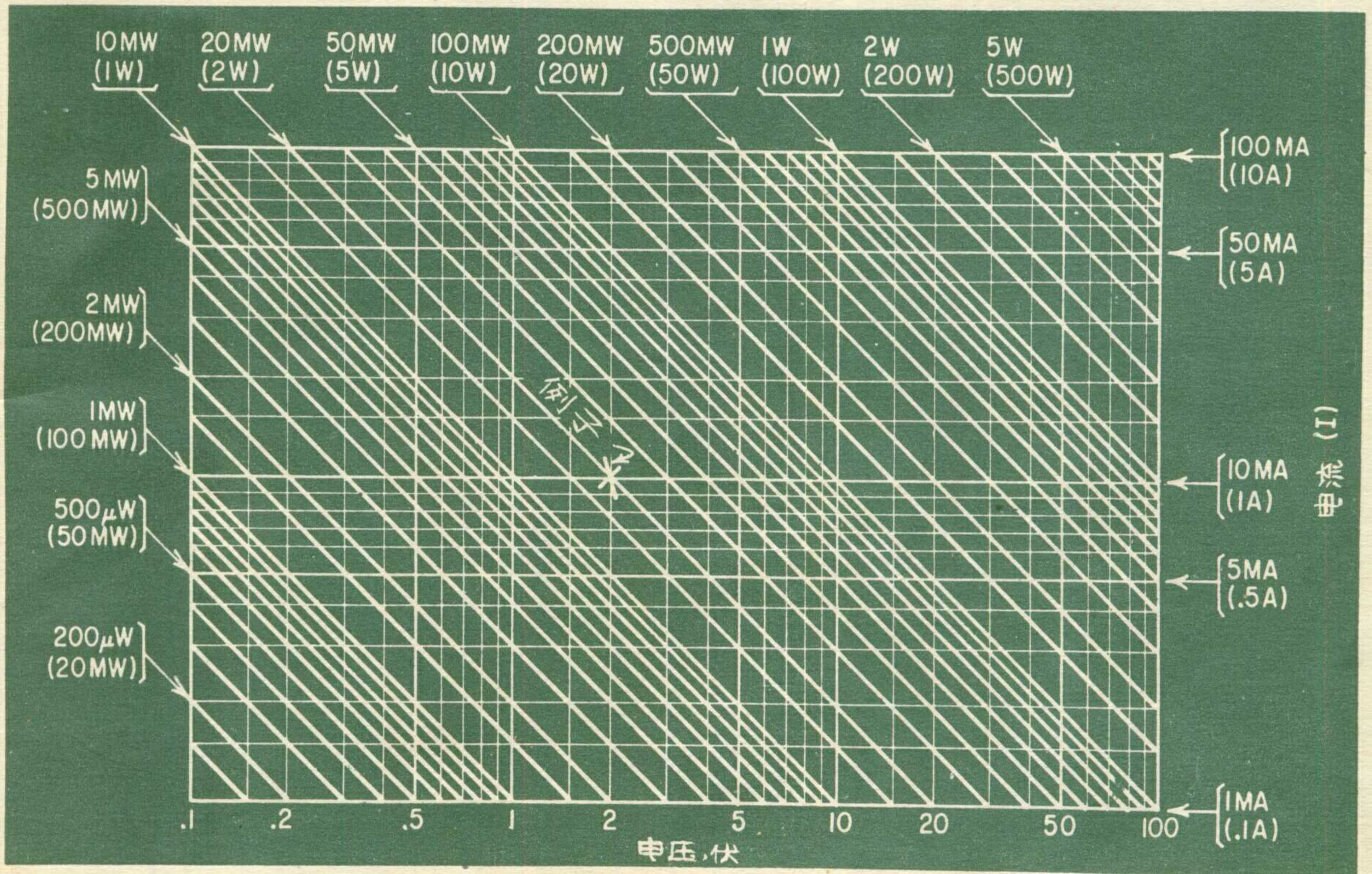
订购处：全国各地邮电局所

本期出版日期：1965年1月12日

本刊代号：2—75 每册定价2角

无 线 电

# 功率、电流、电压、电阻计算图



这里介绍一种很简单的计算图，在电流、电压已知的条件下，可以计算出电阻或半导体管的功率消耗；如果已知功率消耗，可以求出各种给定电流时所允许的电压极限值，或者求出各种给定电压时所允许的最大电流。如果保留电流标度，把原来的功率标度换成相应的电压标度（1瓦代表1伏），并把电压标度换成相应的电阻标度（1伏代表1欧），还可以在电流、电压、电阻中已知任两个数量时，求出第三数量。

## 使用举例：

例1：已知半导体管的集电极电压为2伏，其时集电极电流为10毫安，求集电极功率消耗。

解：从图表的电流标度上10毫安一点引水平线，与图表下边电压标度上2伏一点引的垂直线相交于一点（见图中×号处），通过这交点的斜线指出功率标度上的20毫瓦，于是我们知道功率消耗是20毫瓦。

例2：假定某半导体管允许集电极消耗功率为20毫瓦，而供给集电极的电压是2伏，需要知道在不超最大功率消耗极限时的最大集电极电流是多大？

解：在电压标度2伏一点引垂直线，向上与20毫瓦斜线相交于一点（仍是图中×号处），通过交点引水平线到右边电流标度，结果可知电流极限值是10毫安。

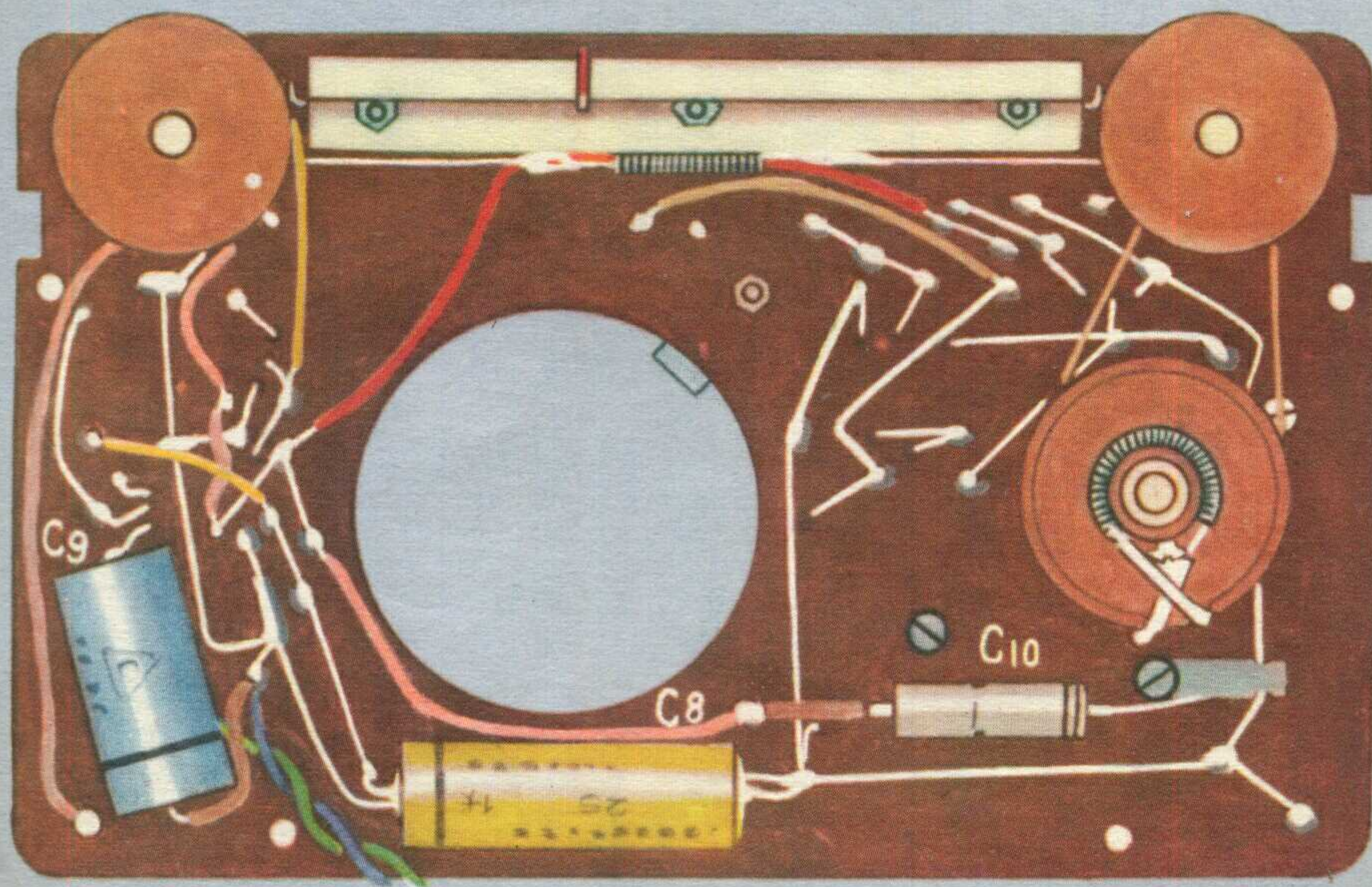
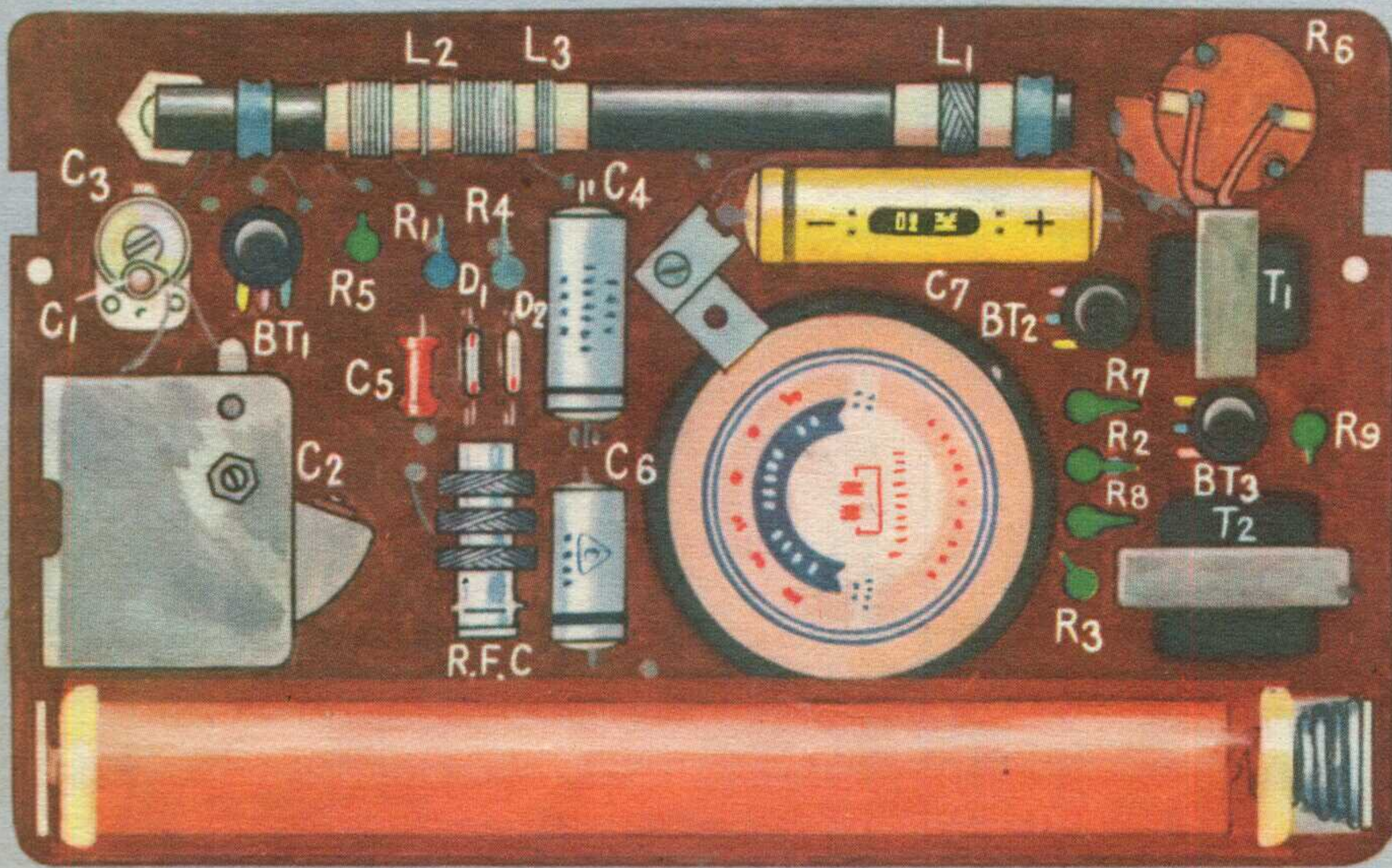
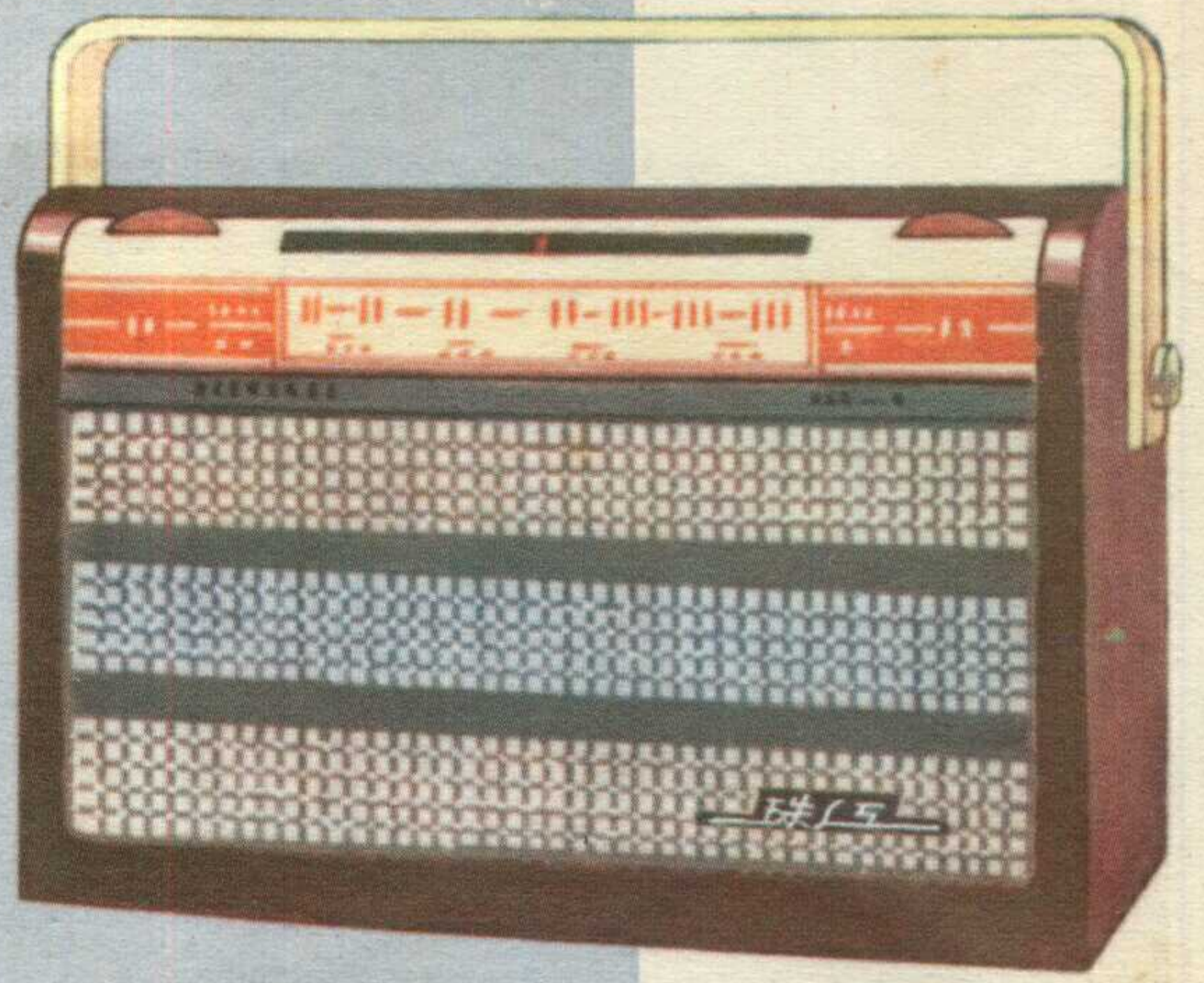
总之，如果在电压、电流和功率中，任两数值已知，都可以用这种计算图算出第三个数值。电流的标度有两种可用：一种是从1到100毫安；另一种是100毫安到10安（括号内所注）。功率标度也有两种：一种是100微瓦到10瓦，另一种是从10毫瓦到1000瓦（括号内所注）。注意如电流采用括号内的数值，

功率也要相应地采用括号内的数值。

更换标度代表的意义后可进行电流、电压或电阻的计算。

例3：有一个10欧姆的电阻，如已知通过它的电流为1安培，求电阻上的电压降。

解：把底边原来的电压标度换作电阻标度，在10处引一垂直线与右边电流标度上1安（带括号的）处引的水平线相交于一点，通过交点的斜线原来是指出10瓦，现把功率标度换成电压标度，所以应是10伏，结果求出电阻上的电压降是10伏。



珠江  
SB3-1  
型  
半  
导  
体  
收  
音  
机

王柯焚