

活跃的首都少年无线电活动

本刊记者摄影

①向大哥哥请教测向技术。

②试一试，自制的变压器灵不灵。

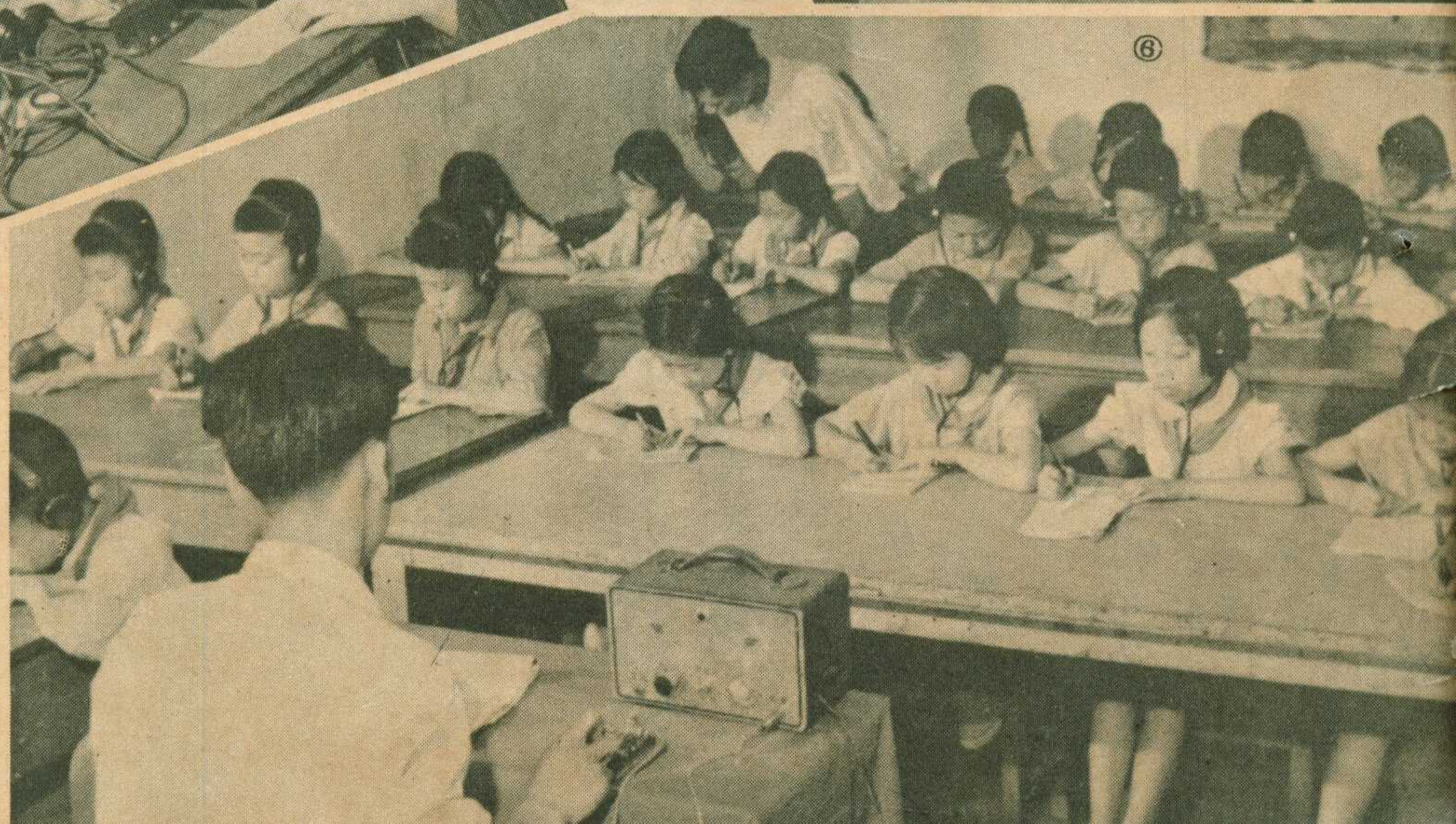
③测一下高频管的偏流有多大。

④南河沿活动站的无线电室已经挤不开了。



⑤少年宫的红领巾电台正在发报。
(蔡其俊摄)

⑥一批报务新手。



无线电多路通信

徐 敏

一、什么是无线电多路通信？

我们先来看看信件传递的过程。我们写好信，投入信箱，邮局把许许多多的信按地址分类，然后把寄往同一地点的信都装入一个邮包送上火车（或其他运输工具）。火车到达目的地以后，当地邮局就按照信封上的地址分发到各个收信人手里。

就是说，两个地点间只用一趟火车就送了許多信，而不是每一封信都用一趟火车去送的。

无线电通信是依靠“载波”来传递消息的。“载波”起着类似火车的作用。要是甲乙两地的一对通信机只供一对人通话，也就是说一个载波只传递一对通话人的消息，那就相当于一趟火车只送了一封信。这太划不来了。无线电局最好能像邮局送信一样，只用一台

发射机同时送出許多路电话信号；同时在收话地点也只用一台接收机，把所有的信号一起收下，然后把各路电话区分开来，按照它们的编号（地址）分别送到各个用户那里去。这种用一个载波传递多路信号的通信方式就叫做无线电多路通信。

无线电多路通信是怎样实现的呢？目前有两种办法。一种是各路电话用不同的频率来传递，叫做频分割多路通信；另一种是把各路电话按不同的时间划分次序来传递，叫做时分分割多路通信。

二、频分割多路通信

大家知道，话音信号大约是由300赫到4000赫这个范围内的频率成分组成的。信号不同，所包含的频率成分以及各个频率

成分的幅度也就不同。因此，可以用各个频率成分及其大小来说明一个话音信号，如图1中左边所示，这就是话音信号的频谱。如果用这个话音信号对高频载波进行调幅，所得到的已调幅信号的

频谱如图1中右边所示。其中包括一个载频成分和上下两个边频带。每个边频带中都反映了调幅话音信号的内容，它的宽度和话音信号的频谱宽度一样，所以已调幅信号的频谱宽度就是话音信号最高频率 Ω_2 的两倍。

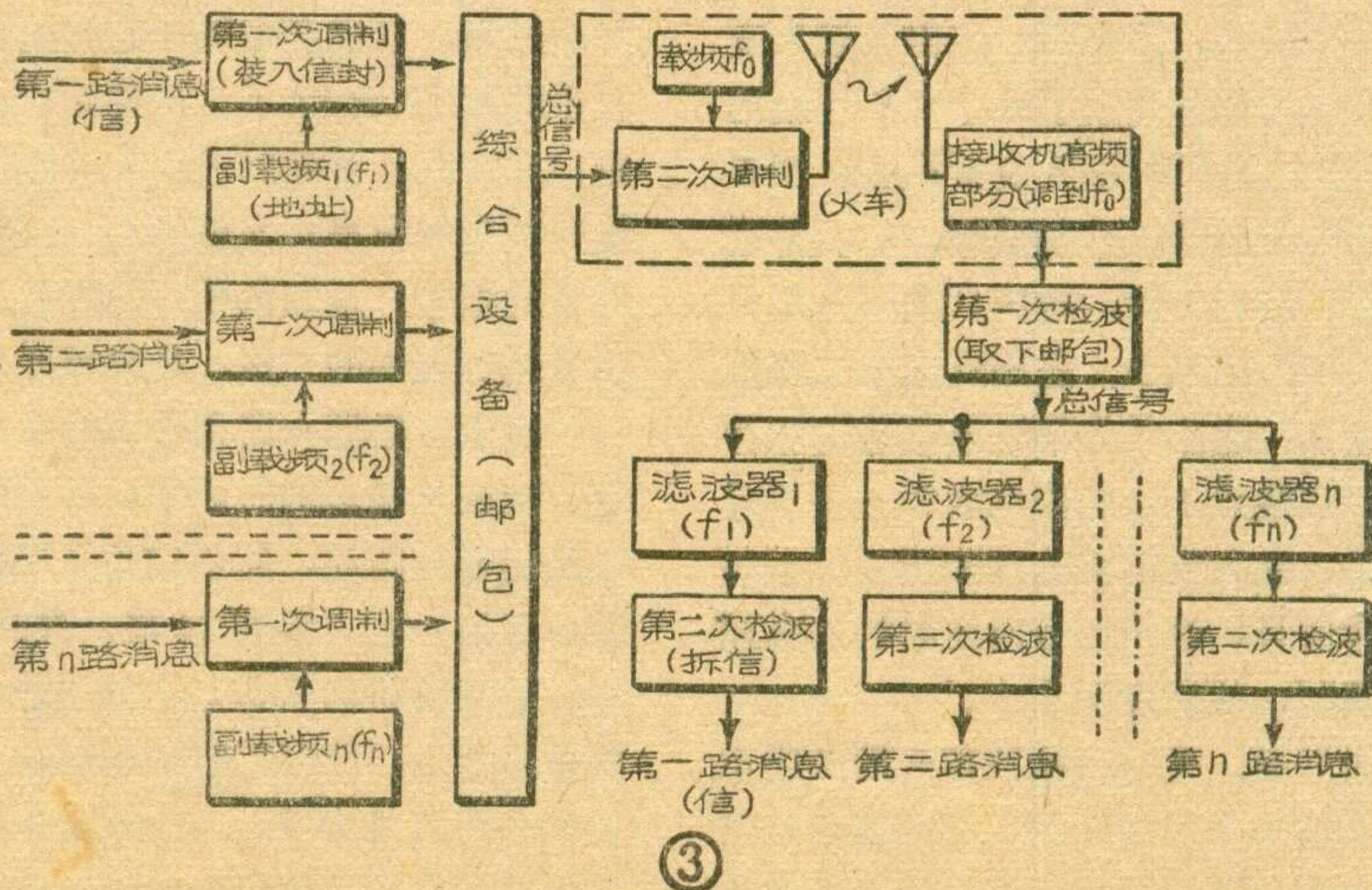
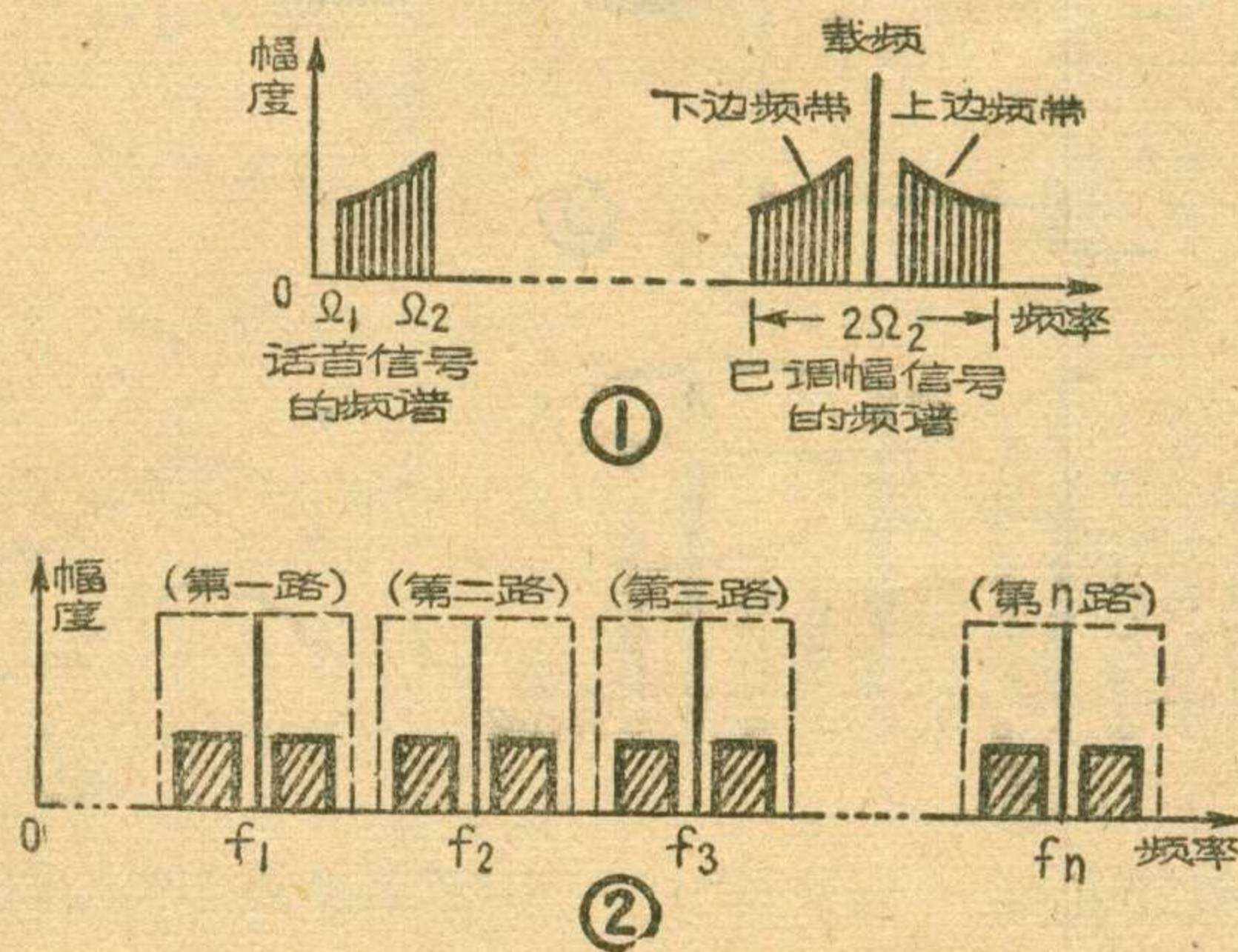
在进行频分割多路通信时，我们先用各路电话的话音信号分别对不同频率的高频载波进行调幅。如图2的

频谱图所示：用第一路电话调制高频 f_1 ，得到第一路已调幅信号；用第二路电话调制高频 f_2 ，得到第二路已调幅信号（余类推）。由于这些高频载波的频率不同，而且隔得足够远，所以各路已调幅信号的频谱合起来并不相互重叠，就像把每一封信（每路电话）分别装入不同的信封（高频载波）一样，这些载频 f_1, f_2, \dots, f_n 并不直接发送出去，所以把它们叫做副载频。而对各个副载频的调制，

称为第一次调制。

把各路已调幅信号送入综合设备迭加在一起（参看图3），就构成了包括各路信号在内的总信号。它的频谱如图2所示。然后，用这个总信号去调制另一个频率比 f_1, f_2, \dots, f_n 高得多的载频 f_0 （ f_0 通常是在微波波段内）。这次调制称为第二次调制，通常都采用调频。经过第二次调制，就把总信号加到载频 f_0 上去了。最后再把这个载频为 f_0 的已调制信号用发射机发射出去。这样，就相当于把許多信件装在一个邮包里送上一趟火车运走了。

接收机接到从发射机送来的信号后，第一步先要通过一次检波把包括各路信号在内的总信号从载波 f_0 上取下来（这相当于把邮包从火车上取下



接收机接到从发射机送来的信号后，第一步先要通过一次检波把包括各路信号在内的总信号从载波 f_0 上取下来（这相当于把邮包从火车上取下

来)。然后把这个总信号加到一排滤波器上。滤波器的数目与路数一样多。各个滤波器的中心频率分别等于发射机中的各个副载频 f_1, f_2, \dots, f_n 。每个滤波器都只让中心频率两边一定宽度内的频率通过，这个宽度就等于每路已调幅信号的频谱在副载频两边所占的宽度。因此，在每个滤波器的输出端就只出现一路信号（这就相当于把信一封封地从邮包中取出来，送到信上写明的地方去）。最后，把每一路已调幅信号都分别通过检波器，就得到了各路原始信号（这相当于拆开信封，取出信）。

频分割多路通信是目前应用最广的一种。现在，一

对频分割多路通信机可以通几百路甚至几千路消息（如电话）。这么多的通信路数当然是一个很突出的优点。但是，从上面介绍的原理可以看到，每一路都要用一个滤波器，路数很多时，机器就很庞大。再加上其他种种原因，使得频分割多路通信机在路数增加时机器设备很复杂。所以它比较适宜于两个大城市之间的固定通信。时分分割多路通信，设备比较简单，但是路数比较少，在通信设备需要灵活移动的情况下（例如军用通信），使用起来比较方便。

所以它比较适宜于两个大城市之间的固定通信。时分分割多路通信，设备比较简单，但是路数比较少，在通信设备需要灵活移动的情况下（例如军用通信），使用起来比较方便。

三、时分分割多路通信

时分分割多路通信就是按照时间的次序“依次循环地”传送各路消息。图4是说明这种通信原理的方框图。各路信号一起送入左边的发送部分，但是分别加在旋转开关的不同接点上。旋转开关按图中箭头方向一圈圈地迅速旋转，开关接到哪一个接点，就把那一路信号送入发射机。由此可见，各路连续信号变成了一个不连续的短脉冲，按时间顺序“依次循环地”送入发射机去。图5以三路信号为例，表明各路信号被分割成脉冲依次传送的情况。在转换开关转到接点1时，送出代表第一路信号的脉冲1，接着开关转到接点2，送出代表第二路信号的脉冲2；转到接点3，送出代表第三路信号的脉冲3。随后，开关又转回到接点1，送出代表第一路信号的脉冲4，等等。结果，送入发射机的是如图5所示的代表各路信号的总脉冲信号。这个信号对发射机的高频（超短波或微波）进行调制，然后发送出去。

接收机接到高频信号后，先进行检波得到图5所示的总脉冲信号，然后通过一个转换开关，把代表各路信号的脉冲分开，分别送到各路用户去。这个转换开关的

旋转应当和发送端的转换开关同步，也就是说，当发送端转到接点1时，接收端也正好转到接点1；发送端转到接点2时，接收端也正好转到接点2，……。这样，所有代表第一路信号的脉冲（1，4，7，10），都送到第一路用户去；代表第二路信号的脉冲（2，5，8，11），都送到第二路用户去；而代表第三路信号的脉冲（3，6，9，12）都送到第三路用户去。

谈到这里，大家一定会担心，这样断断续续地传送，不是把人家讲的话大部分都丢掉了吗？对方还能听得懂吗？事实上，用这种办法实现多路通信，可以使原来的

话音一点不走样、完完整整地传到收信者那里。这是为什么呢？

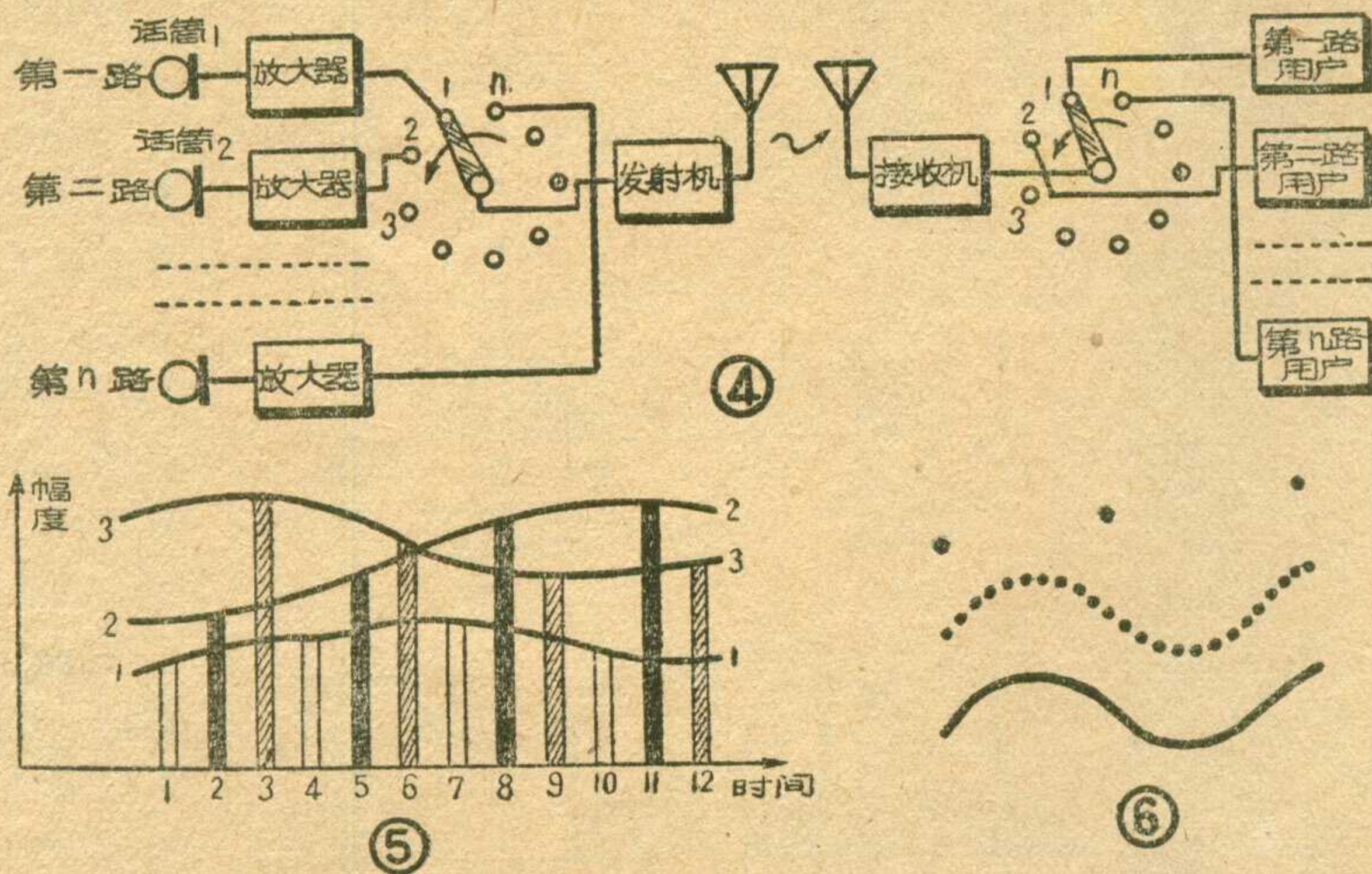
学过平面几何的人都知道：两点决定一直线。就是说，只要告诉你一根直线上的任意两个点，就可以把整根线（无论多长）毫无差错地画出来。再看看图6，

上面两组点都是从

下面那根曲线上取出来的。根据第一组点（只有三点）当然是画不出原来的曲线，但是根据第二组点就可以画出几乎与原来的曲线一样的曲线来。可见一根形状复杂的曲线，只要告诉我们足够多的点，就可以把它照原样画出来。这就是说一根连续的曲线只有一部分点是有意义的。这种现象在日常生活中是很常见的。例如在节日的晚上看到的用电灯泡组成的标语，在公园里看到的用花草组成的图案……等等。大家知道，任何随时间连续变化的信号（如话音）都是可以用曲线来表示的（例如图5画的三根曲线就可以代表三个信号）。所以为了传送每个信号，只需要每隔一定时间传送一个代表这个信号大小的脉冲就行了。只要两次传送间的时间间隔足够短，或者说，传送同一信号的脉冲重复频率（也就是转换开关旋转频率）足够高，在接收端就能够完整地恢复原来的信号。理论证明，只要脉冲重复频率大于被传送信号最高频率的二倍，就能够满足上述要求。

由于传送同一路信号的两个相邻脉冲间的时间相当短，而在这样短的时间内，还要安插下依次传送的其它各路信号的脉冲。所以这种多路通信的路数受到一定限制。目前一般只用到24路，最高达60路。

前面所讲的只是基本的道理。当然，要具体实现时分分割多路通信，还要解决很多问题。例如，用机械的转换开关作分路器是太慢了，一般要采用由电子管或电子射线管组成的电子分路器。为了使收发两处的分路器同步，



晶体管的中和电路

王本軒

和电子三极管一样，在晶体三极管的电极之間也存在着极間电容。在作低頻放大时，这个电容的影响并不太大，但在高頻放大电路中，影响就非常明显了。在电子管中，可以在屏极和栅极間加上帘栅极和抑制栅极，以减小屏、栅极間电容。这样构成的五极管，屏、栅极間电容很小，所以在五极管电路中，一般不需要采用为消除极間电容影响的特殊电路。在晶体三极管高放电路中，由于晶体管极間电容較大，所以需要在管外的电路中設法消除这种电容的影响。采用中和电路可以解决这个问题。在晶体管超外差收音机的中頻放大級中，通常就都采用了中和电路，否則中放級会产生寄生振蕩，发出嘯叫声。

附图画出了常用的中放級电路。由虛綫連接的电容 C_{cb} 代表集电极和基极間的寄生电容。集电极电路中的高頻电流可以通过 C_{cb} 流入基极电路一部分，如图中虛綫箭头 (i_{cb}) 所示。由于这个电流产生的正反饋，常使中放級自激。为了消除这种不良影响，可以用下述方法向基极电路加一个和 i_{cb} 大小相等、方向相反的中和电流。

在晶体管中放級中，为了使中頻变压器与晶体管輸出阻抗匹配，常常在中頻变压器初級綫圈中間抽头接供电电源，即把初級綫圈的一部分 (图中的 A 段) 接入集电极电路。这样，在初級綫圈的 1 端和 3 端，对中心点 2 (点 2 通过电源接地) 來說，相位正好相反。所以从 1 端接一个电容器 C_N 到晶体管 T_2 的基极，正好能完成中和的要求。图中 i_N 表示和 i_{cb} 方向相反的中和电流。1、2 两点間的綫圈 (B 段) 常称为中和綫圈，而 3、2 两点間的綫圈 (A 段) 常称为集电极負載綫圈。

为了起到完全的中和作用， i_{cb} 和 i_N 不仅要方向相反，而且要大小相等。因此，必須滿足条件 $C_N B = C_{cb} A$ 。这里 A 代表負載綫圈 (A 段) 的圈数，約占初級总圈数的 60%—70%；B 代表中和綫圈的圈数，約占初級总圈数的 30%—40%。設 A 占

总圈数的 60%，B 占 40%，晶体管的 $C_{cb} = 6$ 微微法，則可算得所需的中和电容

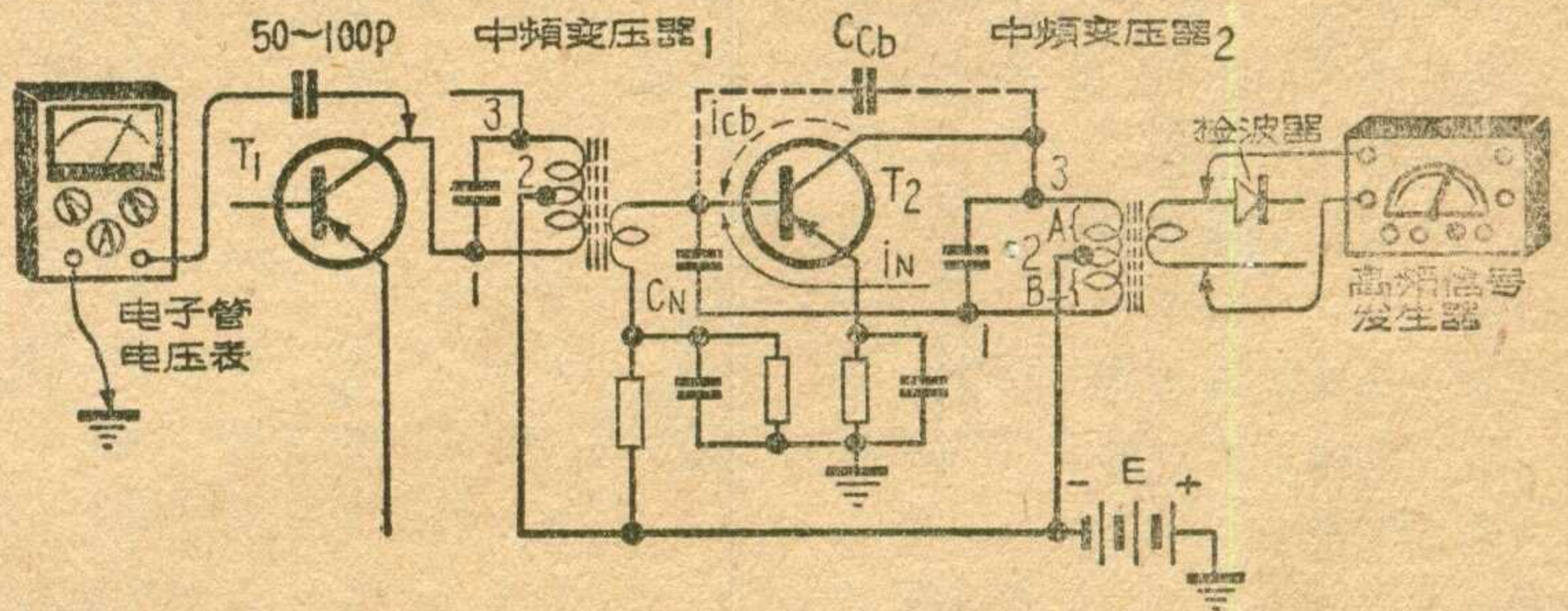
$$C_N = C_{cb} \frac{A}{B} = 6 \times \frac{60}{40} = 9 \text{ 微微法。}$$

由于晶体管的制造还无法完全达到标准規格，即使同一型号的晶体管，它們的 C_{cb} 值也可能相差很大，所以实际上常在装机过程中通过試調来选定 C_N 。

中和电容器的調节方法也如附图所示。和一般的測試相反，这里是把高頻信号发生器接在后面 (第二个中頻变压器的次級)，而把电子管电压表 (或示波器) 接到前面 (前一个中頻变压器的初級)。电子管电压表上串联一个 50—100 微微法的电容器以减小电表对电路的影响。由于一般晶体管的 C_{cb} 为 2—25 微微法，可用一个变化范围与之相应的可变电容器 (根据圈数比考虑，变化范围約 3—58 微微法) 接到 C_N 的位置，开始时应把它的容量調到最小。然后，接通高頻信号发生器的电源，并調到中頻 (如 465 千赫)。中頻信号感应到第二个中頻变压器的初級。如果没有 C_N 时，高頻信号会通过集电极与基极間的內部电容 C_{cb} 輸送到前一个中頻变压器的次級，感应到初級去由电压表指示出来。当加上 C_N 时，电压表讀数就会减小，这是由于反相电流 i_N 中和了一部分 i_{cb} 的緣故。逐渐增大 C_N ，电压表讀数将逐渐减小，直到讀数为零时，說明中和电流正好抵消了 i_{cb} 的反饋作用。再增加 C_N 时，由于 i_N 大于 i_{cb} ，电压表又有讀数。电压表讀数为零时的 C_N 值，就是最适合的中和电容量，用一个容量相同的固定电容器换上就行了。

如果收音机中有几級中放时，可按上述方法逐級进行調节。

在沒有仪表的情况下，可以收听一个电台，調节中和电容，到沒有嘯叫声为止。



发射机在发送各路信号的同时，还要发出同步信号，以控制接收端的分路器同步地工作。在发送端往往不是用得到的各路脉冲信号直接調制发送出去的高頻，而是先要經過某些变换后再去調制这个高頻；在接收端还需要把收到的各路脉冲信号經過放大、滤波等过程，才能得到和原来发送信号一样的連續信号。

前面是用多路电话为例說明无綫电多路通信的基本原理。事实上，无綫电多路通信不但可以通多路电话，也可以同时通多路电报，或者在傳送电视节目的同时再加上多少路电报电话。在无綫电遙测和遙控中，常常需要同时傳送多路測量信号和控制信号，这时也必須采用无綫电多路通信的方法。

由电阻 R 和电容 C 组成的电路，简称 RC 电路。这是脉冲技术中最简单、最基本和应用最广的电路。这里想谈谈这种电路中的工作过程，即电路中电流和电压随时间的变化情况，并介绍脉冲技术中的一些基本概念。



黎 明

器中所储存的电能 $W_C = \frac{1}{2}Cu_c^2$ 。而能量的变化 $\Delta W_C = \text{功率} \times \Delta t$ 。在实际电路中，不管电源功率有多大，只要 $\Delta t = 0$ ， ΔW_C 就等于 0，也就是说能量不能跃变，因而与之相应的电容器上的电压也就不能跃变。

用万用表检验电容器

无线电爱好者都知道用万用表来检验大容量电容器的方法。把万用表放在测电阻的一档，用两根试棒分别接到待测电容器的两端；这时，电表指针突然偏转到某一读数，之后又逐渐返回到起始点。于是我们断定电容器是完好的。

在检验电容器时，万用表实质上是像图 1 那样由电池 E 、电流表 A 和电阻 R 接成的串联电路。当这个电路和电容器 C 连接时，电池 E 就通过电流表 A 和电阻 R 向电容 C 充电，充电电流使指针偏转。以后，随着 C 上的电荷越来越多， C 上的电压越来越高，充电电流逐渐减小。最后， C 上的电压等于电池的电压，电路中就没有电流了。

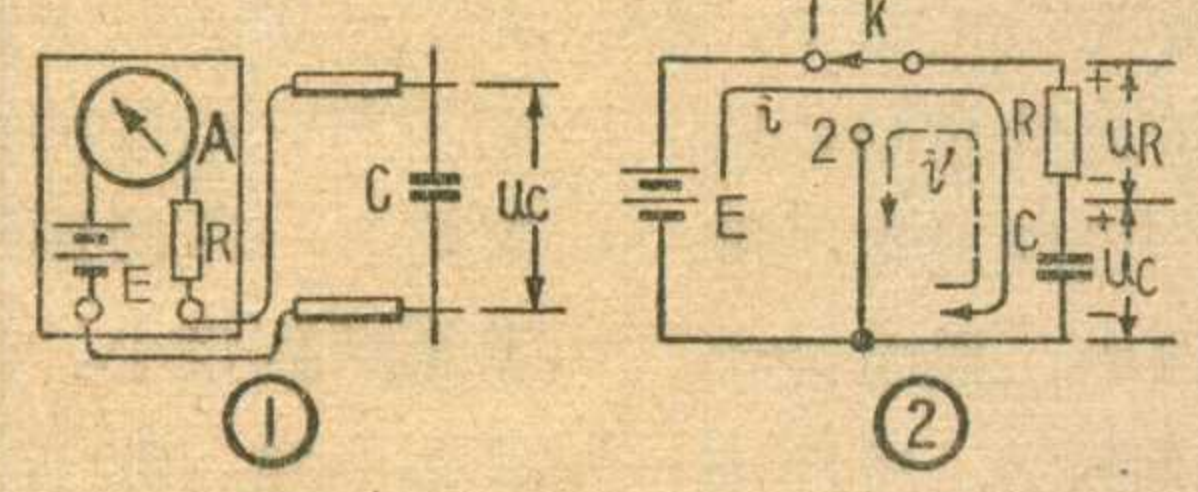
稳态和瞬态

从上例可以看出，当万用表没有接到 C 上时， C 上的电压为 0，这是一种稳定状态，简称稳态。当电表接到 C 上很久以后， C 上的电压 u_c 等于电源电压 E ，电路中也都没有电流流过，这又是一种稳定状态。

但是，在万用表刚接到电容 C 上时，电路中的电流有一个突然增加和逐渐减小的过程，电容器上的电压也有一个逐渐增加到 E 的过程。这种从一个稳态转变到另一个稳态所经历的过程，叫做过渡过程，或称瞬变过程。与之对应的状态，称为过渡状态或瞬变状态，简称瞬态。在脉冲技术中，主要是研究瞬变过程。

电容器上的电压不能跃变

研究瞬变过程时，有一个非常重要的概念，就是电容器上的电压，要从一个数值变到另一个数值，必须经过一定的时间。这时间一般很短，例如可达几微秒甚至更短，但总是需要一定时间的。换句话说，电容器上的电压不能跃变，只能随着时间逐渐地变化。这是因为电压的变化对应着电容器上电荷 Q 的变化，而电荷 Q 的积累和散去是要一定时间的。我们知道，电容器上电荷的增加，等于电路中的电流乘上时间。如果电流为 i ，那么在某一时间间隔 Δt 内增加的电荷 ΔQ 就等于 i 乘 Δt ，即 $\Delta Q = i \times \Delta t$ 。从这个式子可以看到，不管实际的电流 i 是多么大，只要 Δt 等于零， ΔQ 就等于零。也就是说，电容器上的电荷 Q 不能跃变，因而电容器上的电压也就不能跃变。再从能量方面看，电容

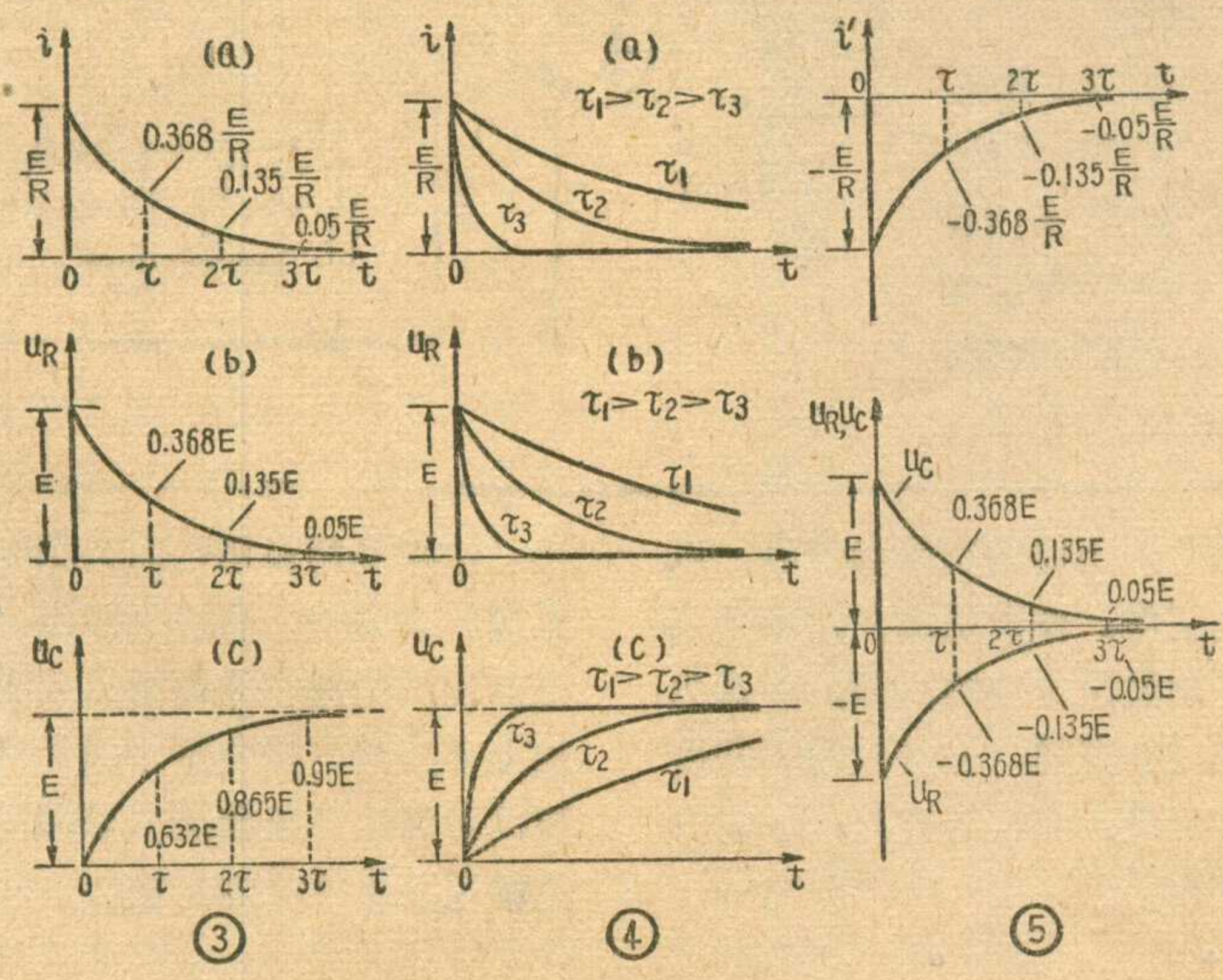


器中所储存的电能 $W_C = \frac{1}{2}Cu_c^2$ 。而能量的变化 $\Delta W_C = \text{功率} \times \Delta t$ 。在实际电路中，不管电源功率有多大，只要 $\Delta t = 0$ ， ΔW_C 就等于 0，也就是说能量不能跃变，因而与之相应的电容器上的电压也就不能跃变。

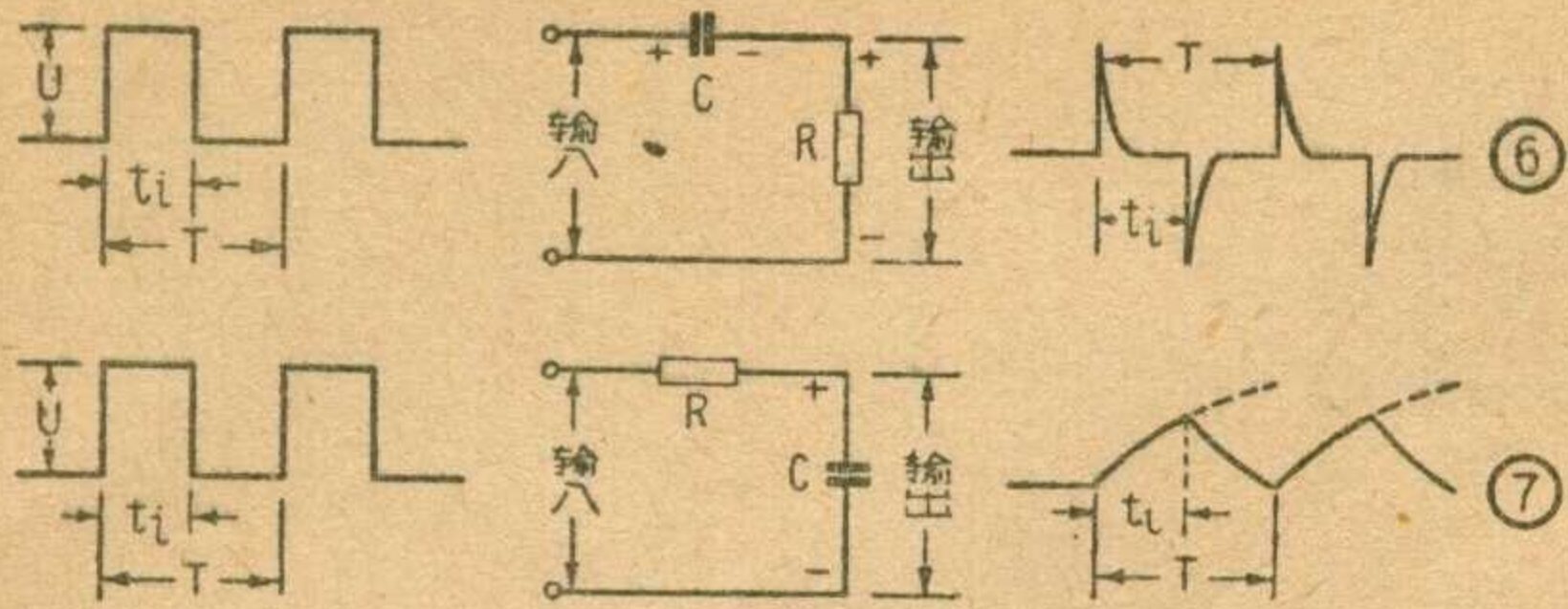
充电时的瞬变电流和电压

现在我们回过头来看看用万用表检验电容器的电路。这实际上就是一个 RC 电路。为了明显起见，我们把它改画成图 2 中的样子。在开关 K 未接到点 1 以前，电容器上没有电荷， $u_c = 0$ 。当 K 刚一关闭的瞬间 ($t = 0$ 的瞬间)，由于 C 上的电压不能跃变， u_c 仍等于 0 (图 3 c)。因而整个电源电压 E 都加在电阻 R 上， R 上的电压跃变到 E (图 3 b)。根据欧姆定律， R 中的电流 i 也相应地跃变到 $\frac{E}{R}$ (图 3 a)。这个电流也就是电路中对电容 C 充电的电流。随着对电容 C 的充电， u_c 逐渐增加，而 $u_R = E - u_c$ 逐渐减小，相应地， $i = \frac{E - u_c}{R}$ 也逐渐减小。 i 、 u_R 、 u_c 随时间的变化图形如图 3 所示。由此可见，当开关刚关闭时，充电电流最大，等于 $\frac{E}{R}$ ，而随着电容 C 的继续充电，充电电流却逐渐减小。

充电电流 i 和电阻上的电压降 u_R 的减小速度，以及 u_c 的增加速度，决定 RC 的乘积。 RC 相乘得出的是一个代表时间的数值。



因为 $R = \frac{\text{电压}}{\text{电流}}$ ， $C = \frac{\text{电量}}{\text{电压}}$ ，所以 $RC = \frac{\text{电压}}{\text{电流}} \times \frac{\text{电量}}{\text{电压}} = \frac{\text{电量}}{\text{电流}} = \text{时间}$ 。如果 R 用欧， C 用法，得出的时间单位就是秒。因此我们可以把 RC 的乘积叫做时间常数，通常以字母 τ 来表示。 $\tau = RC$ 越大， u_c 的增长和 i_R 、 u_R 的下降就越慢。因为 R 越大，充电电流就越小， u_c 的增加就越慢；



$t > 3\tau$ 时, 电路已达到稳定状态。

放电时的瞬变电流和电压

設图 2 电路中电

容器已充电到 $u_C = E$ 。現在突然把 K 扳到 2 的位置, 电容器将通过 R 放电。

上面讲过, 电容器 C 上的电压不能跃变。当 K 剛扳到 2 的瞬間, C 上的电压仍然是 E , 这个电压整个加到电阻 R 上, 不过这时 R 的下端为正, 上端为負, 所以 R 上的电压为 $-E$ 。电路中的放电电流 $i' = \frac{-E}{R}$, 刚好和充电电流 i 的方向相反。随着电容器的放电, u_C 逐渐减小, i' 和 u_R 也逐渐减小(见图 5)。

和充电时一样, 当 $t = \tau$ 时, 各电压电流减小到起始值的 0.368; $t = 2\tau$ 时, 减小到起始值的 0.135; $t = 3\tau$ 时, 减小到起始值的 0.05, 此后, 即可以认为放电完毕, 达到新的稳态。

由上述的情况可知, 当电容器充放电时, 电容器的电压和充放电电流从起始值变到某一给定数值所需的时间, 决定于时间常数 τ 。因此可以利用具有不同时间常数的 RC 电路, 做成具有各种延迟时间的继电器。

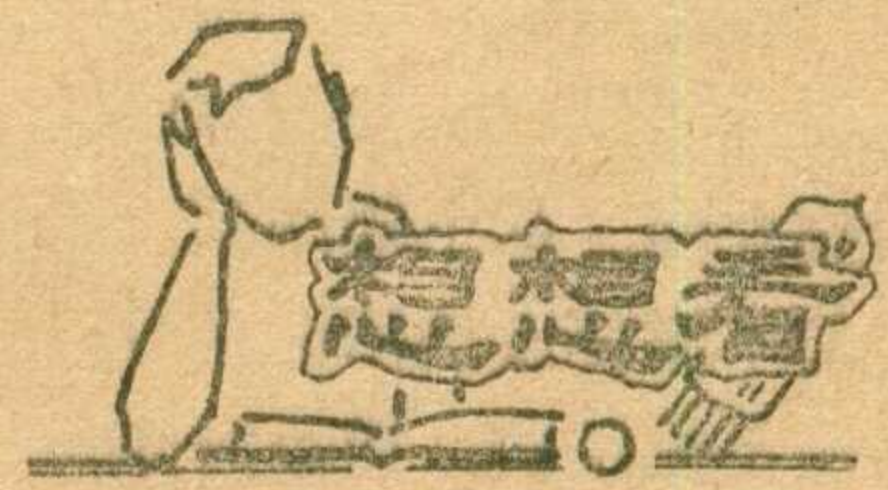
RC 微分电路

我們来看一下图 6 的电路。这时, 加在 RC 电路两端的不是直流电源 E , 而是一連串矩形脉冲。而时间常数 $\tau = RC$ 甚小于脉冲持续时间 t_i 。我們从 R 的两端取得輸出信号。根据前面的分析可知, 当脉冲到来时, 輸入端电压由 0 跃变到脉冲幅度电压 U , R 上的电压也相应地跃变到 U 。但是因为 $\tau = RC$ 远小于 t_i , 所以 R 上的电压随即下降到零, 从而在輸出端得到一个很短的尖头脉冲。这时, C 上的电压等于輸入电压 U 。当脉冲終止时, 輸入端的电压突降为 0, 等于輸入端短路, C 上的电压 U 整个加到电阻 R 上, 使 R 上的电压从 0 跃变到 $-U$ 。又因时间常数很小, C 的放电电流随即减小到零, R 上的电压也相应地变到零, 从而在輸入端得到一个

負的尖头脉冲。由此可見, 这种电路可以把輸入的矩形波变成一連串短脉冲, 正脉冲和矩形波的前沿相应, 負脉冲和矩形波的后沿相应。这种电路称为微分电路, 它在脉冲技术中应用极广。 RC 微分电路的特点是, 第一, 从电阻 R 上取得輸出电压; 第二, 电路时间常数 $\tau = RC$ 必須甚小于脉冲持续时间。

RC 积分电路

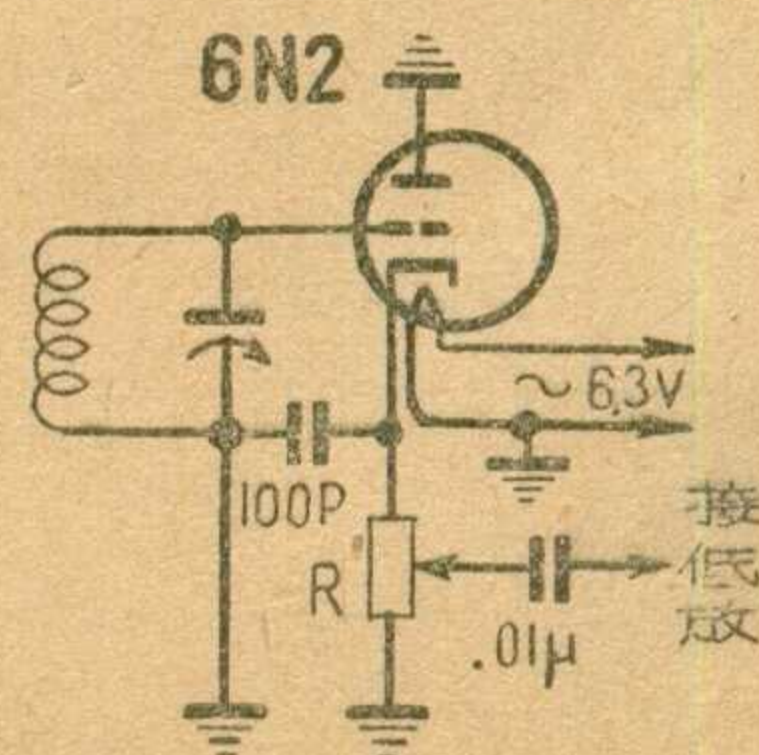
图 7 的电路和图 6 刚好相反。它是从电容器 C 上得到輸出电压, 同时, 电路的时间常数 $\tau = RC$ 甚大于脉冲持续时间 t_i 。这样, 当矩形脉冲到来时, C 上的电压将在整个脉冲持续时间內緩慢地增长。还未增长到 U 时, 脉冲即已終止。脉冲終止后, 电容器又通过电阻 R 緩慢放电, 其上的电压、緩慢下降, 結果就在电路的輸出端得到了如图中所示的锯齿波。这种电路称为积分电路, 它在脉冲技术中的应用也很广。 RC 积分电路的特点是, 第一, 从电容器 C 上取得輸出电压; 第二, 电路时间常数 $\tau = RC$ 必須甚大于脉冲持续时间。



1. 小楊在修一架收音机, 发现当手指碰着調諧电台的可变电容器定片时, 可以收到电台。手放掉后就收不到电台了。为什么? (吳洪德)

2. 有一个內阻为 1000 欧/伏的万用表, 欧姆档最高量程为 $R \times 100$, 測量 100 千欧的电阻已經看不清楚了。如何利用收音机 250 伏的直流輸出和这个万用表去測量阻值更高的电阻? (吳洪德)

3. 一架剛装成的收音机, 交流声很大, 檢查結果, 发现来源于檢波級(电路如图)。你看看毛病在那里?



(雍自香)

C 越大, 它的电压增加就相应于更多的电荷积累, 因而在同样的充电电流下, 电压的增加就較慢。图 4 画出了不同 τ 值下的电流、电压随時間变化的曲綫。由图可見, 虽然都是相同的 RC 电路, 但如果 RC 的乘积很大(例如等于 τ_1), 电流和电压的变化就很緩慢, 如果 RC 的乘积很小(例如等于 τ_3), 电流和电压的变化就很快。用万用表檢驗电容器时也有这样的体会, 如果电容 C 很大, 就可以看到指針跳到最大值后緩慢地回到起始点; C 較小时, 指針的回程就較快; 如果 C 很小, 指針还未来得及跳动时充电电流即已迅速减小, 指針就根本不能动了。因此这种方法只能檢驗大容量电容器。

理論证明, 充电电流 i 、电压 u_R 和电压 u_C 随時間 t 的变化可用下列公式表示:

$$i = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{RC}} = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$u_R = E e^{-\frac{t}{RC}} = E e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$u_C = E(1 - e^{-\frac{t}{RC}}) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

式中 $e^{-\frac{t}{\tau}}$ 是 $y = e^x$ 形式的指数函数, 这里 $x = -\frac{t}{\tau}$ 是自变数, $e \approx 2.72$ 是自然对数的底。

从这些公式可以看到, 当 $t = 0$ 时, $e^{-\frac{t}{\tau}} = e^0 = 1$, 因而 $i = \frac{E}{R}$, $u_R = E$, $u_C = 0$ 。 $t = \tau$ 时, $e^{-\frac{t}{\tau}} = e^{-1} = \frac{1}{e} = 0.368$, 因而

$$i = 0.368 \frac{E}{R}, u_R = 0.368E, u_C = (1 - 0.368)E = 0.632E$$

(参看图 3)。 $t = 2\tau$ 时, $e^{-\frac{t}{\tau}} = e^{-2} = \frac{1}{e^2} = 0.135$, 因而 $i = 0.135 \frac{E}{R}$, $u_R = 0.135E$, $u_C = (1 - 0.135)E = 0.865E$ 。

$t = 3\tau$ 时, $e^{-\frac{t}{\tau}} = e^{-3} = \frac{1}{e^3} = 0.05$, 因而

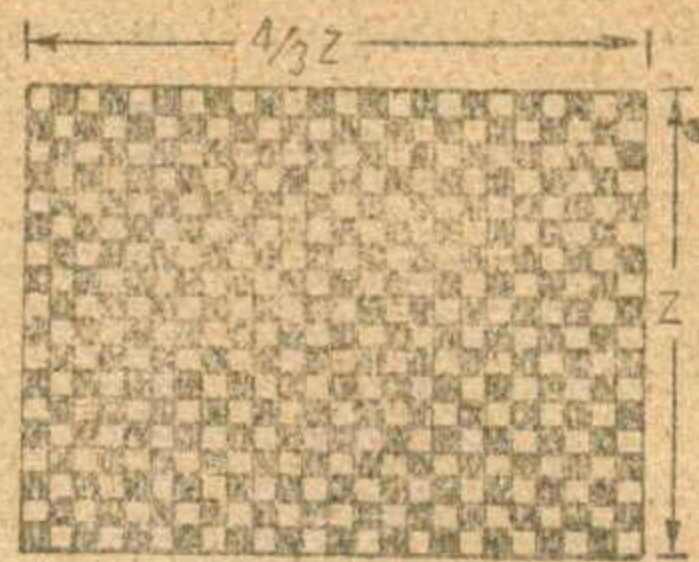
$$i = 0.05 \frac{E}{R}, u_R = 0.05E, u_C = (1 - 0.05)E = 0.95E$$

……最后, 只有当 $t = \infty$ 时, 才能使 $e^{-\frac{t}{\tau}} = e^{-\infty} = \frac{1}{e^\infty} = 0$, 从而使 $i = 0$, $u_R = 0$, $u_C = E$ 。

从理論上說, 只有經過无限长的時間以后, 才能达到新的稳态。但是, 由于 $t = 3\tau$ 时, 电路中的状态即已和稳态很接近, 所以实际上可以认为当

电视信号的特点和传送

張家謀



③

在电视广播中，需要同时传送图像和声音(伴音)。图像信号本身和它的传送，与声音信号相比，都有很多特点。本文准备谈谈这方面的問題。

电视信号

为了在接收端能正确地显像，除了图像信号本身外，还要传送两种辅助信号：同步信号和消隐信号。大家知道，在摄像管里，电子束自左而右，自上而下地扫描图像，从而得出图像信号。在显像管里，电子束必须和摄像管中的电子束完全对应地同步扫描荧光屏，才能正确地重显图像。为了保证扫描的同步，每扫完一行，要发送一个行同步脉冲，这一串脉冲就构成了行同步信号；每扫完一帧(一幅图像)，要发送一个帧同步脉冲，这一串脉冲就构成了帧同步信号。另一方面，电子束在自左而右、自上而下的正程里发送图像信号，而在回描期间，即从右端回到左端、从下端回到上端的逆程内，却不需要发送图像信号。电子束的回描虽然很快，逆程时间虽然比正程时间小得多，但总还是需要一段时间的。在每段逆程时间内都需

要发送一个脉冲来关掉显像管的电子束，以免它在扫描逆程中使屏幕发亮，影响重显图像。这种脉冲叫做消隐脉冲。每个行逆程中都发送一个行消隐脉冲，每个帧逆程中都发送一个帧消隐脉冲，它们分别构成了行消隐信号和帧消隐信号。由于同步信号和消隐信号都出现于扫描逆程中，所以用不着单独传送，只要利用扫描逆程不传送图像的一段空闲时间来传送就可以了。一般扫描逆程约占整个扫描周期的10%左右，足够传送形状简单的脉冲信号。由此可见，图像信号和同步信号、消隐信号三者可合在一起传送，总称为全电视信号，简称为电视信号。

电视信号的形状和特点

为了容易说明问题，设所传送的图像如图1。它由不同亮度的竖条纹组成。下面对应地画出了在扫描一行的时间内电视信号的形状。这是一种电视信号的习惯画法，电平越高代表图像越黑，电平越低代表图像越亮。不同亮度的条纹分别对应于不同的信号电平。因为不管图像的内容如何，每逢扫描逆程都要供给电视接收机一个消隐脉冲，以关掉电子束，使屏幕不发光，所以消隐信号顶端应当相应于黑色信号电平。为了容易区分同步脉冲与消隐脉冲，把同步脉冲叠加在消隐脉冲顶端，时间上稍晚一些，宽度也窄一些。可见同步脉冲比消隐脉冲的电平更高，处在“比黑还黑”的电平上。因此，同步信号的传送是不会影响图像的。

每扫完一帧时所发出的帧消隐、帧同步脉冲，基本上同行消隐、行同步脉冲相似。不过扫描一帧的时间要比扫描一行长得多，所以它们的周期要比行消隐、行同步脉冲大得多。帧扫描时间长，相应地回描时间也长，

所以帧消隐脉冲要比行消隐脉冲宽得多。在帧消隐期间，可以包括许多行，各行的正程和逆程都被消去。最后，为了便于在电视接收机中把帧同步信号和行同步信号区分开来，所以用的帧同步脉冲也要比行同步脉冲宽得多。图2示包括帧同步、帧消隐脉冲在内的全电视信号。

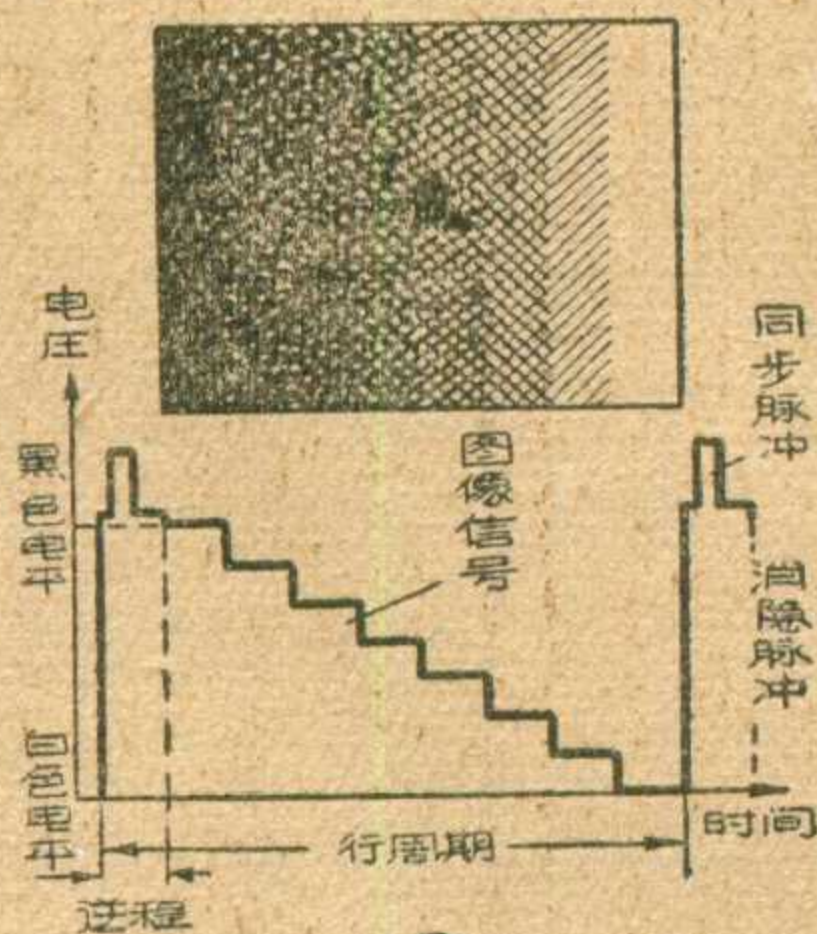
从图1和图2可以看出，电视信号的形状和声音信号截然不同。

首先，电视信号具有脉冲性。这不仅是因为有同步与消隐脉冲，更重要的是图像本身。如图1所示，不同亮条所形成的信号间，就具有脉冲性的过渡。对于一帧实际的图像，凡亮暗之间的突然变化所形成的图像信号都具有脉冲性。根据这个特点，就要求传送电视信号的设备具有能够传送脉冲的特性。例如，电视信号放大器应具有脉冲放大器的性能。

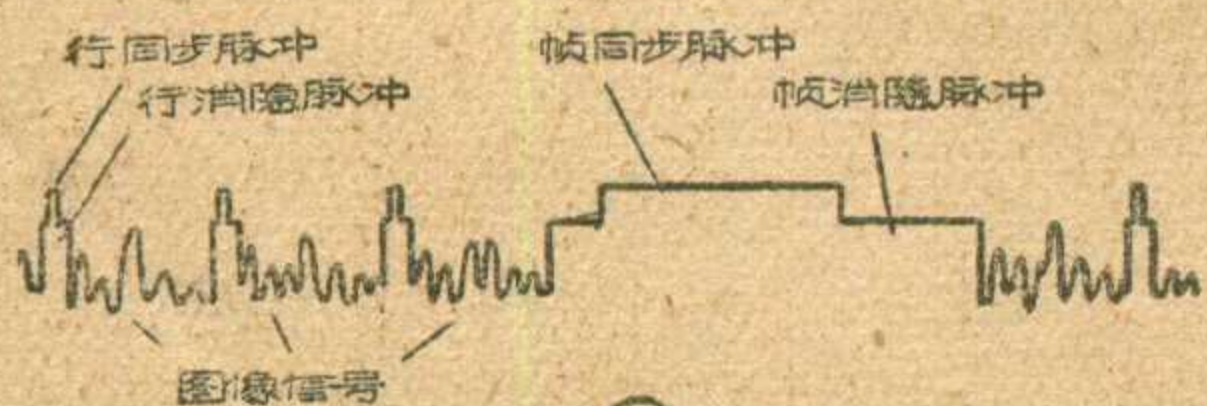
其次，电视信号是不对称的单极性信号。一帧图像中，由亮到暗的变化相当于信号电平由低到高，没有正负极性的改变。这种单极性信号在一帧中的平均值(平均分量)，反映了图像的平均亮度。由于实际图像的内容是千变万化的，所以这个平均分量是随着图像内容的变化而时时改变。但由于实际图像内容都是连续传送的，平均亮度的变化很缓慢，所以平均分量的频率接近于零，这也就是电视信号的最低频率了。为了正确地重显图像的平均亮度，在传送电视信号的过程中就要求尽量不失掉平均分量；如果失掉了，就应当在接收时想办法恢复。

电视信号的频带宽度

我们知道，图像是分成一个个小像点(像素)来传送的。一帧图像中分的像点越多，图像就越清楚。但是



①



②

像点越多，图像信号的变化就越快，也就是图像信号的频率越高。

设有一个图像是由很小的黑白相间的方格组成的(图3)，其中每一个方格都代表一个像点，那么，在所有可能的图像中，这个图像的信号频率是最高的，因为从每一个像点扫到相邻像点时，信号都要急剧变化一次，每扫过两个像点，就是信号的一个周期。

设图像被分成 z 行。由于图像的宽高比为4:3，所以每行可分成 $\frac{4}{3}z$ 格，而每行中的像点数就是 $\frac{4}{3}z$ 。整个图像中的像点数为 $\frac{4}{3}z^2$ 。设每秒传送 f 帧图像，则每秒传送的像点数为 $\frac{4}{3}fz^2$ 。又每传送两个像点是一个信号周期，所以图像信号的频率为每秒 $\frac{4}{3} \times \frac{f \cdot z^2}{2} = 0.667 fz^2$ 周，或 $0.667 fz^2$ 赫。再考虑到回扫期间不传送行数和像点，以及人眼主观感觉等因素，可以打一个折扣，一般认为电视信号的最高频率为 $0.56 fz^2$ 赫。前面说过，电视信号的最低频率接近于零，所以这个最高频率就是电视信号的频带宽度，即 $\Delta f = 0.56 fz^2$ 赫。

每秒传送的帧数必须大于48，否则便会发生闪烁的感觉，所以一般采用50帧。另外，我国的电视采用的行数为625。把这些数值代入前式，可得电视信号的频带宽度

$$\Delta f = 0.56 \times 50 \times 625^2 \approx 11 \text{兆赫。}$$

如果把这一信号对高频载波调幅，那么已调幅信号中包括上下边带在内的通频带宽度达到22兆赫，比一般声音广播的通频带(10千赫)要宽约两千倍！对于频带这样宽的信号，传送很麻烦，所用的设备会过于复杂。因此，必须想办法把电视信号的频带缩窄：

隔行扫描

为了压缩电视信号的频带，实际应用的广播电视系统都采用隔行扫描制。也就是把一帧图像分两次(两场)来传送。第一场先传送一帧图像的奇数行(1、3、5、……625行)；第二场接着传送偶数行(2、4、6、……624行)。这时每帧(两场)仍传送625行，图像的清晰度保持不变。但

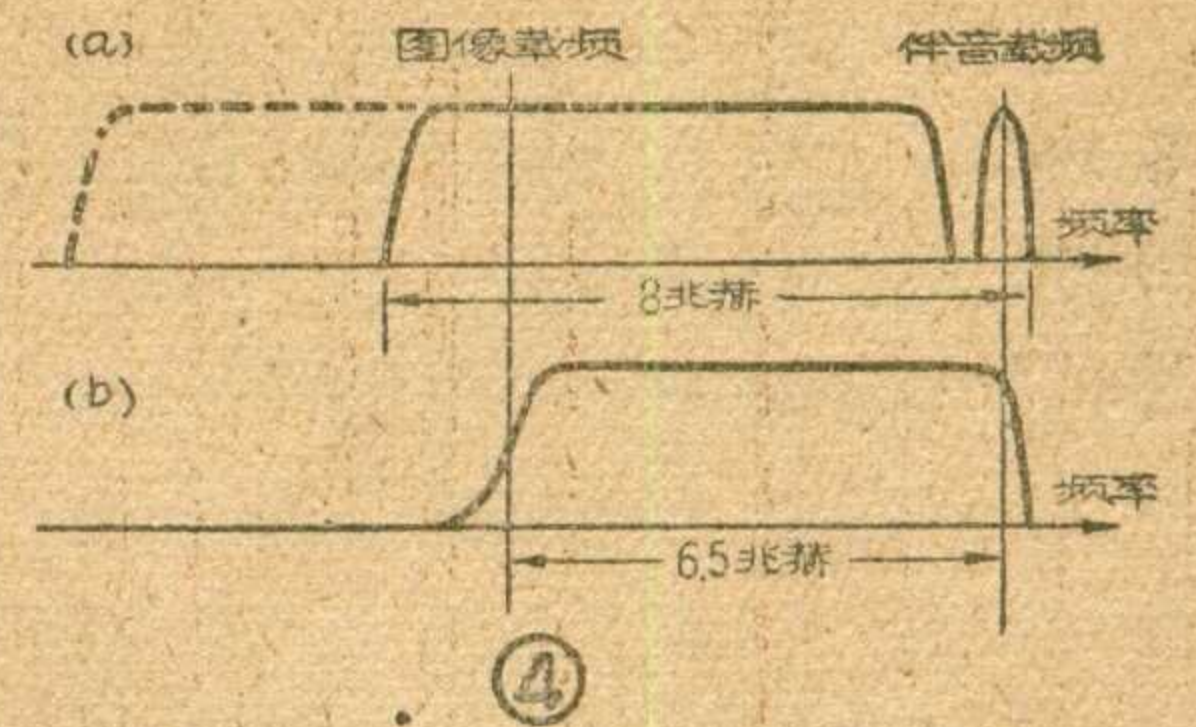
是每传送一帧，幕面却闪亮两次，即传送第一场时奇数行闪亮一次，传送第二场时偶数行闪亮一次。由于行数很密，所以不管是奇数行闪亮或偶数行闪亮，对眼睛来说都好像是整个幕面闪亮一次。因此，只要每秒传送25帧(50场)，幕面就闪亮50次，人眼就不会感到闪烁了。这样，每秒的帧数从50减到25，因此，信号频带宽度相应地缩窄一半，即 $\Delta f = 0.56 \times 25 \times 625^2 \approx 5.5$ 兆赫。

实现隔行扫描并不困难。只要用能保证上述扫描规律的同步信号同时去同步摄像机和接收机的扫描设备就行了。此时的扫描设备是由行扫描发生器与场(不再是帧)扫描发生器组成。从上述标准可以算出场扫描的频率为50赫，行扫描的频率为 $625 \times 25 = 15625$ 赫。为保证隔行扫描所用的同步信号稍微复杂一些，在这里就不再介绍了。

单边带传送

电视台的电视信号必须调制到比信号本身频率高得多的载波上，才能以无线电波的形式传送给电视接收机。在各种调制方法中，以用调幅法得到的高频信号频带最窄。电视信号本身的频带已经很宽了，所以一般都采用调幅法。已调幅信号的上下两个边带各宽 Δf ，总频带宽度为 $2\Delta f$ 。对电视来说， $2\Delta f = 11$ 兆赫，这就要求电视接收机检波前的一系列放大电路都能通过这样宽的频带，放大器的电路会很复杂。因此要求进一步减小高频已调幅信号的带宽。现在的广播电视系统一般都采用单边带传送法，即把上下两个边带抑制掉一个，只传送一个边带和载频。这样仍足以代表整个电视信号，但是，通频带却缩窄了一半。

实际上，在发送设备中完全抑制掉一个边带在技术上是困难的，故在发送部分采用部分边带抑制，它和电视接收机的频率特性配合起来完成单边带传送的作用。我国的电视是抑制下边带。从发射机发出的信号频谱如图4a所示。图中的虚线表示被抑制掉的那部分下边带。图4b表示电



视接收机的频率特性。由图中可以看到，电视接收机的调谐和普通收音机不同。普通收音机是把电台的载频调节到高频放大器频率特性曲线通带的中间，而电视机是把图像载频调节到频率特性曲线通带的一个斜边上，以便使整个上边带都能通过电视接收机，同时把收到的信号中未被抑制掉的那部分下边带抑制掉。

伴音信号一般采用调频方式传送，以保证得到很高的放音质量。由于声音信号本身频带很窄，所以经过调频后的信号频带仍比电视信号窄得多。它被安置在电视信号上边带的旁边，伴音载频比图像载频高6.5兆赫，以便在电视接收机中用同一个高频带通放大器去接收和放大图像和伴音两种信号，这样可以使接收机的构造简化。由图可见，采用单边带传送后，发送设备的总带宽约8兆赫，而接收机的带通放大器带宽仅6.5兆赫就可以了。

电视发送的频道

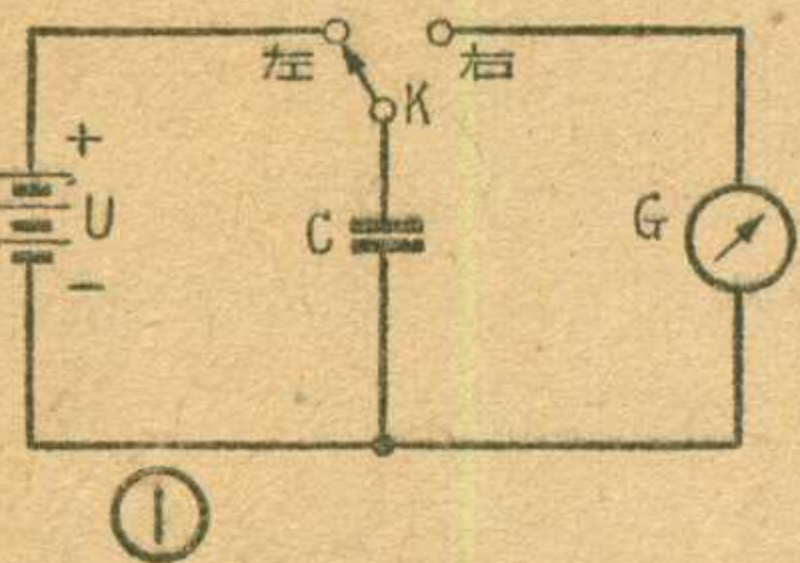
由于图像信号和伴音信号的频谱宽达几兆赫，所以用来发送这些信号的载频，至少需要几十兆赫。在电视广播中，用频道的号码来代表图像和伴音载频。例如，第一频道的图像载频为49.75兆赫，伴音载频为56.25兆赫；第二频道的图像载频为57.75兆赫，伴音载频为64.25兆赫；第三频道的图像载频为77.25兆赫，伴音载频为83.75兆赫；第四频道的图像载频为85.25兆赫，伴音载频为91.75兆赫；第五频道的图像载频为93.25兆赫，伴音载频为99.75兆赫，等等。目前，南京、西安等电视台用第一频道；北京、长春等台用第二频道；天津等台用第三频道；合肥等台用第四频道；上海、沈阳等台用第五频道。

音频频率计

張国正 譚学良

这里介绍的音频频率计，有8个量程：0~50赫；0~100赫；0~500赫；0~1千赫；0~5千赫；0~10千赫；0~50千赫；0~100千赫。测量精确度在±2%以内。

为了说明它的工作原理，先看一看图1。当开关K倒在左边时，电容器C充电，倒在右边时电容器C放电，放电电流通过电流计G。如果电容器充电和放电的时间足够长，那么



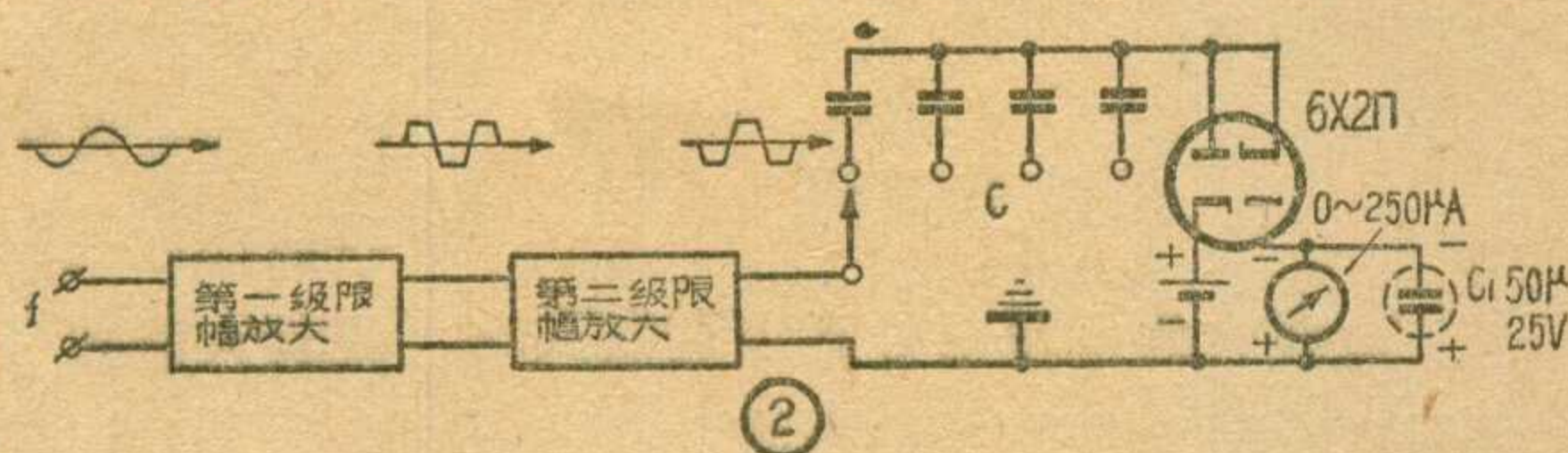
流过电流计的电荷量 q 可认为等于 CU ， C 是电容器的电容量， U 是电容器 C 上所加的电压。如果开关 K 的倒换按某一频率 f 进行，即每秒钟内电容器 C 充电 f 次，放电 f 次，那么流过电流计的平均电流 $\bar{I} = qf = CUf$ 。根据这个公式，可算出 $f = \bar{I} / CU$ 。很明显，保持 C 和 U 为固定数值， f 就与 \bar{I} 成正比，量出电流 \bar{I} ，也就可测出频率 f 了。

实际的工作原理如图2所示。输入的待测信号设为正弦波形，经过第一级限幅放大器后，削掉顶峰，变成近似的矩形波，然后经第二级限幅放大，输出幅度恒定的矩形脉冲。这个矩形脉冲也可代表输出级屏压的变化。在屏极电压升高时，对电容器 C 充电，而在屏极电压降低时电容器 C 放电。因此，根据输出电压的波形，可以直观地看出电容器在信号的每个周期内充、放电各1次，也就是说电容器每秒钟内的充放电次数和信号的频率相同。从图2中还可看到，电容器的充电电流只能通过二极管 $6X2\Pi$ 的左边部分，而放电电流只能通过二极管 $6X2\Pi$ 的右边部分，电表即串接在右边二极管

的回路内，因此只有放电电流通过电表。和图1的情况一样，限幅放大器和二极管起着开关 K 的作用，电表通过的电流与频率成正比。改变电容器 C 的数值，可以改变测量频率的范围。

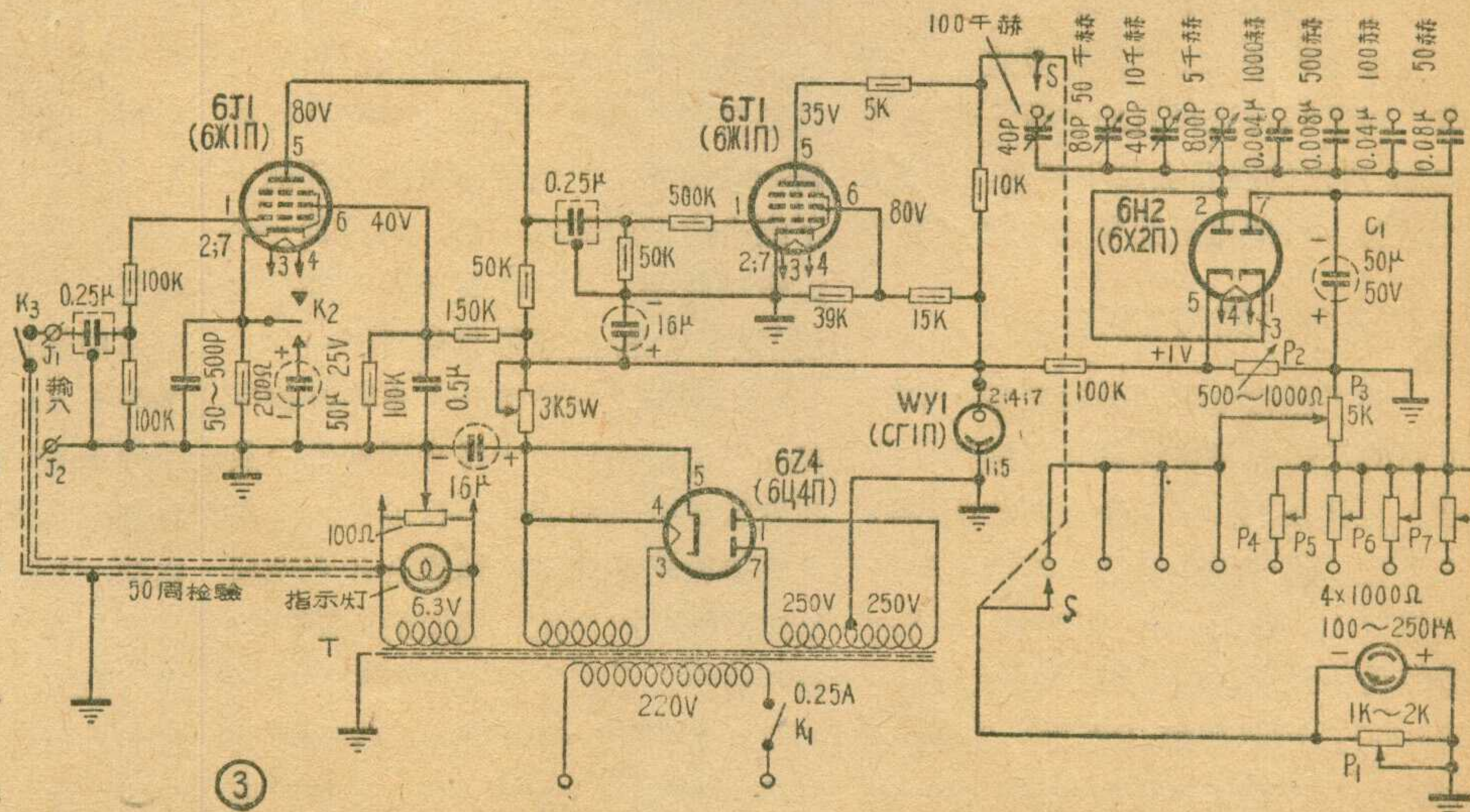
为了补偿二极管起始电流（二极管屏极电压为零时的电流）对电表的影响，在左边二极管部分的阴极上加有+1伏的电压。此外，在电表上并联了一个大容量的电容器，避免电表指针脉动。

实际电路如图3所示。两个 $6J1$ ($6Ж1\Pi$) 组成两级限幅放大。二极



管+1伏偏压自 $500 \sim 1000\Omega$ 上取得。为了校准调整，电表上还并联和串联了一些可变电阻。

电源部分用 $6Z4$ 作全波整流，并采用 $WY1$ 型稳压管稳压。电源变压器有两个6.3伏绕组，一组供 $6Z4$ 整流管灯丝用，另一组供 $6J1$ 管的灯丝用，并从这个绕组取得50赫校准电



压。

元件的选择

各元件的数据，已列在图3内。电源变压器 T 可用一般五灯收音机的电源变压器。各固定电阻，应选用电阻值误差小于±5%的碳膜电阻。

电位器 $P_1 \sim P_7$ 应选用可变绕线电阻。各级耦合电容器最好采用有金属壳屏蔽的密封纸介电容器。电容器 C 要挑选介质损耗小、稳定性高的电容器。选用的电表，要求灵敏度比较高，可采用250微安以下的表头，并且要挑选刻度直线性较好的（即刻度均匀的）。

安装和调整

主要元件在底板上的排列位置可参考图4(b)；面板布置可参考图4(a)。安装时要求布线尽可能短，以减少高频感应。各级输入回路的元件和输出回路的元件分别焊接在电子管的两侧，防止相互影响。从6.3伏绕组连接到输入端的线要用隔离线。为了减小灯丝电源的干扰，在灯丝绕组两端并联一个100欧中心接地的电位器。

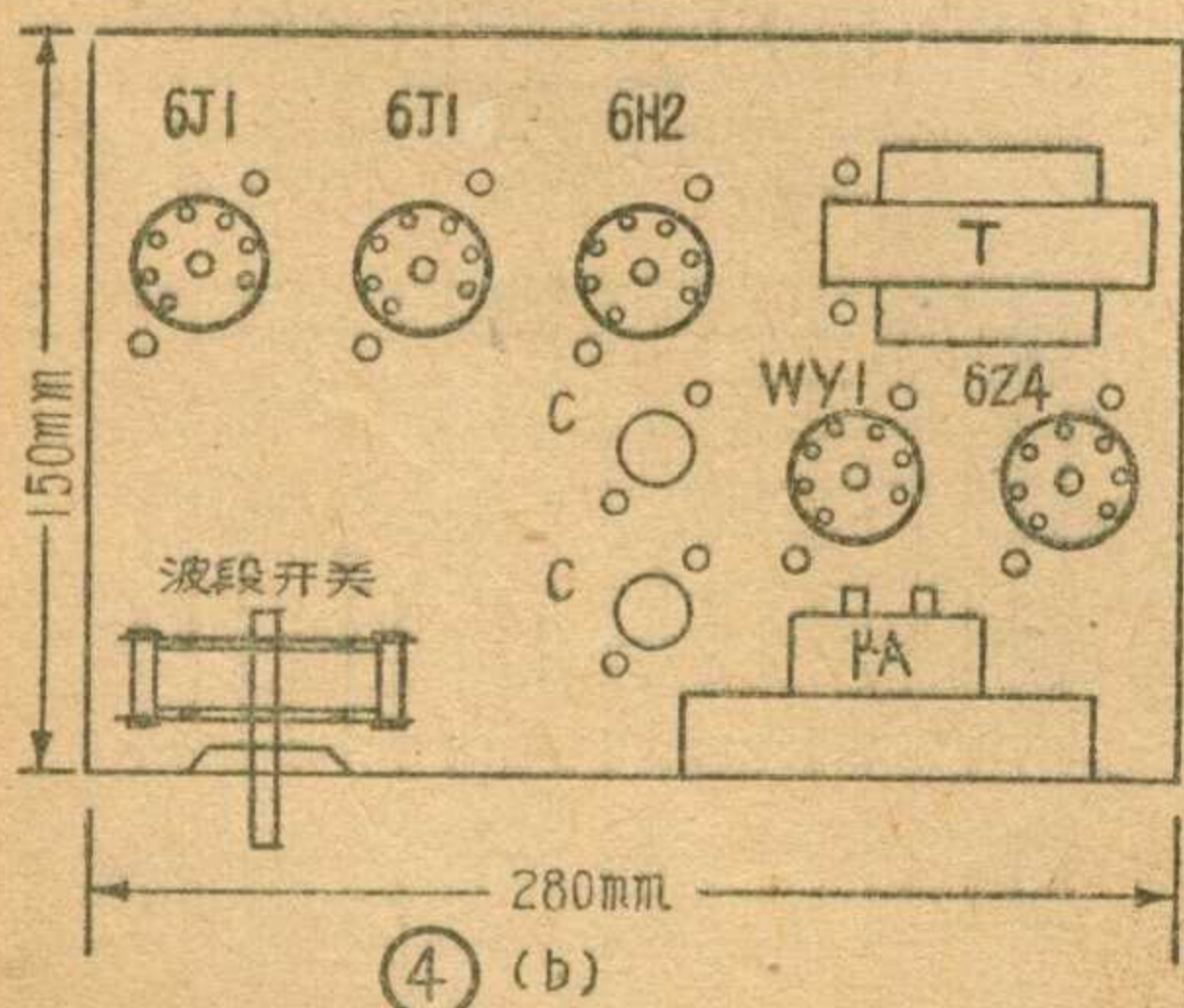
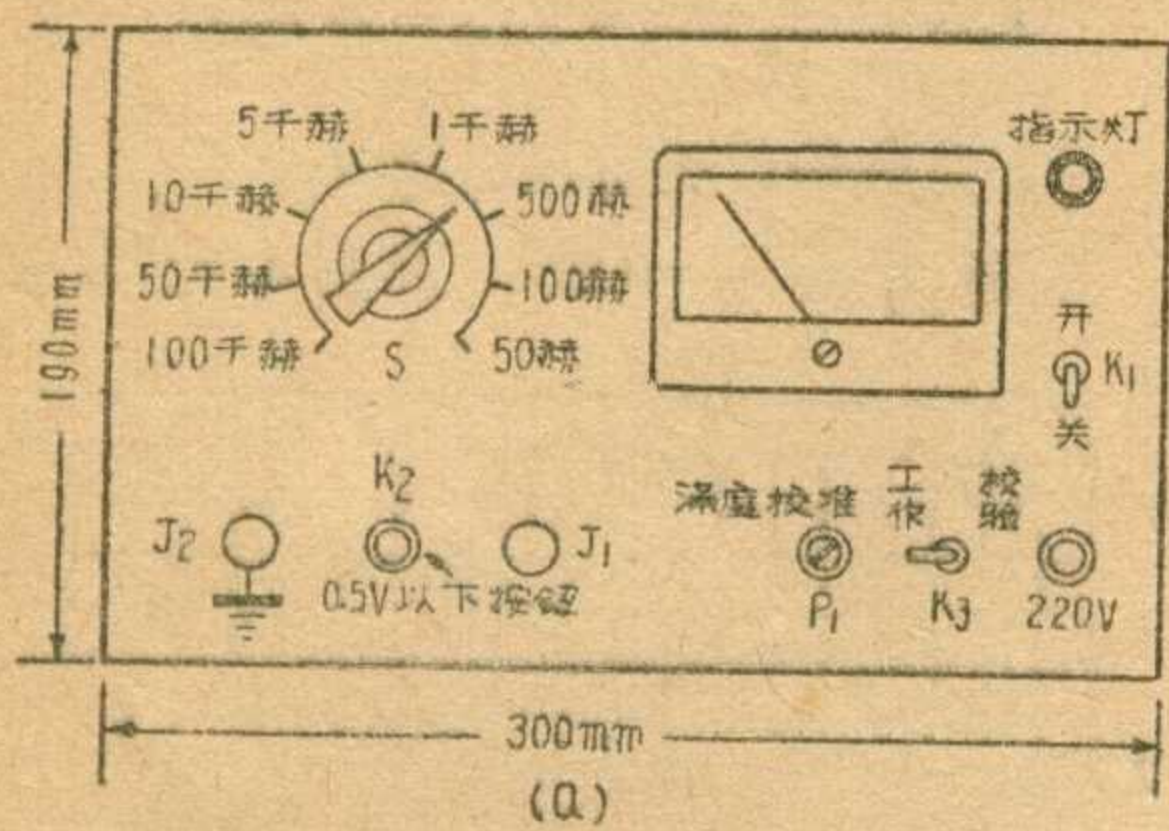
仪器安装焊接完毕，按照图3仔细检查接线有无错误。如果没有问题，接上电源，插上电子管，再测量各管的屏压、帘栅压和灯丝电压是否符合图3中所注的数值。然后，旋动电位器 P_2 ，调整二极管的偏压，使电表指针指零。把开关 K_3

扳在校驗位置，即輸入 50 赫交流電，這時開關 S 應轉在 50 赫檔。調節電位器 P_1 ，使電表指針指在滿度刻度上。將開關 K_3 扳在工作位置，斷開了 50 赫輸入。這時，把標準頻率計的輸出（輸出電壓最好在 0.5 伏以上）接到輸入端子 J_1 和 J_2 ，逐檔進行校準。如果表頭直線性較好，每一檔只需作滿度和中值校準就可以了。每次校準時，改變該檔所接的電容器 C 的數值可粗調滿度刻度，旋動所接的電位器 P_3 、 P_4 、……或 P_7 ，可微調滿度刻度。各檔校準後，還要逐檔進行檢查。

使用

使用時先預熱 20 分鐘，然後把開關 K_3 扳在校驗位置，開關 S 轉在 50 赫檔，調電位器 P_1 ，使表頭指針指在滿度上。調好後，把開關 K_3 扳在工作位置，即可進行測量。當被測信號電壓小於 0.5 伏時（但不小於 0.2 伏），可將按鈕開關 K_2 按下，這樣，在第一個 6J1 管的陰極電阻上並聯了一個大容量的電容器，除掉了通過這個電阻所加的負反饋，提高了這一級的放大倍數。

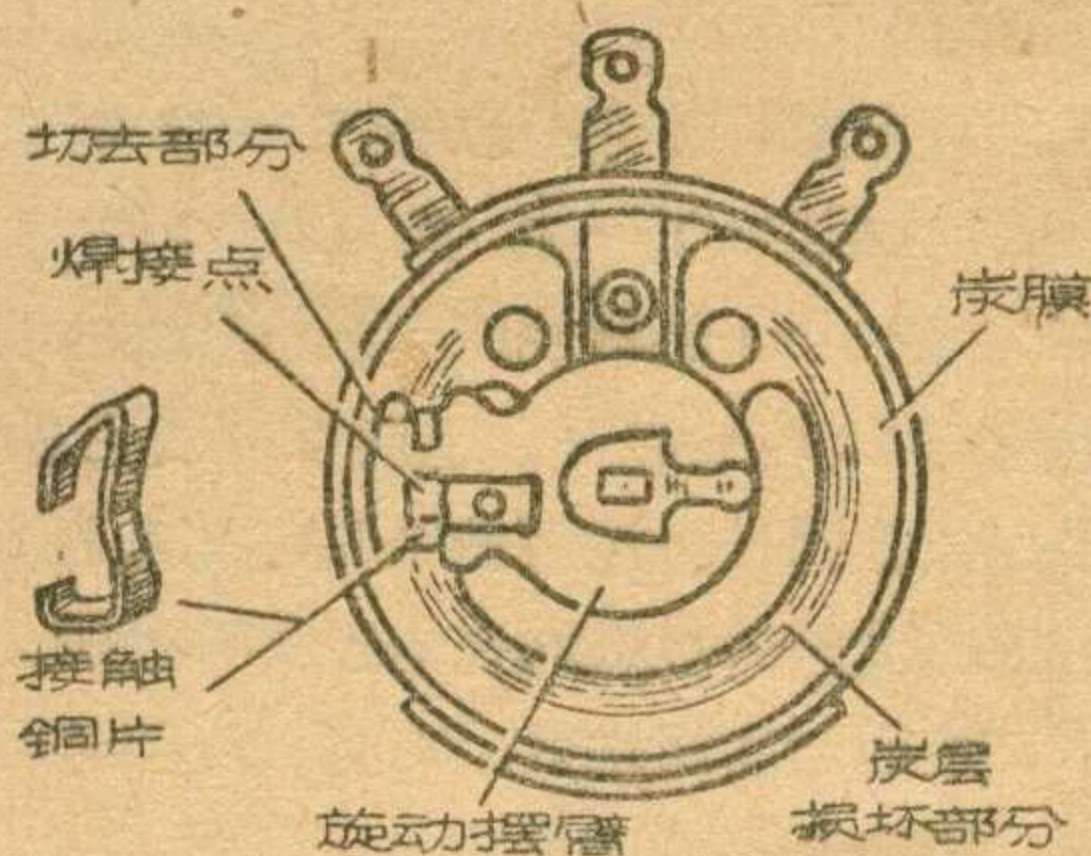
由於儀器是用正弦波校準的，所以測量正弦波和矩形波信號頻率較準確。在測量其他波形（如鋸齒波）信號的頻率時，誤差較大。



電位器的修理

電位器由於經常旋動，內部炭膜逐漸剝落，就失去了它的控制作用或產生雜聲。這樣損壞了的電位器，按照下述方法修理，一般還可以繼續使用。

如圖所示，將電位器殼子打開後，可以看到轉軸旋動擺臂上接觸銅片的寬度只有炭膜寬度的 $\frac{1}{2}$ 到 $\frac{1}{3}$ ，因此炭膜損壞寬度一般也只有 $\frac{1}{2}$ 到 $\frac{1}{3}$ 。如果

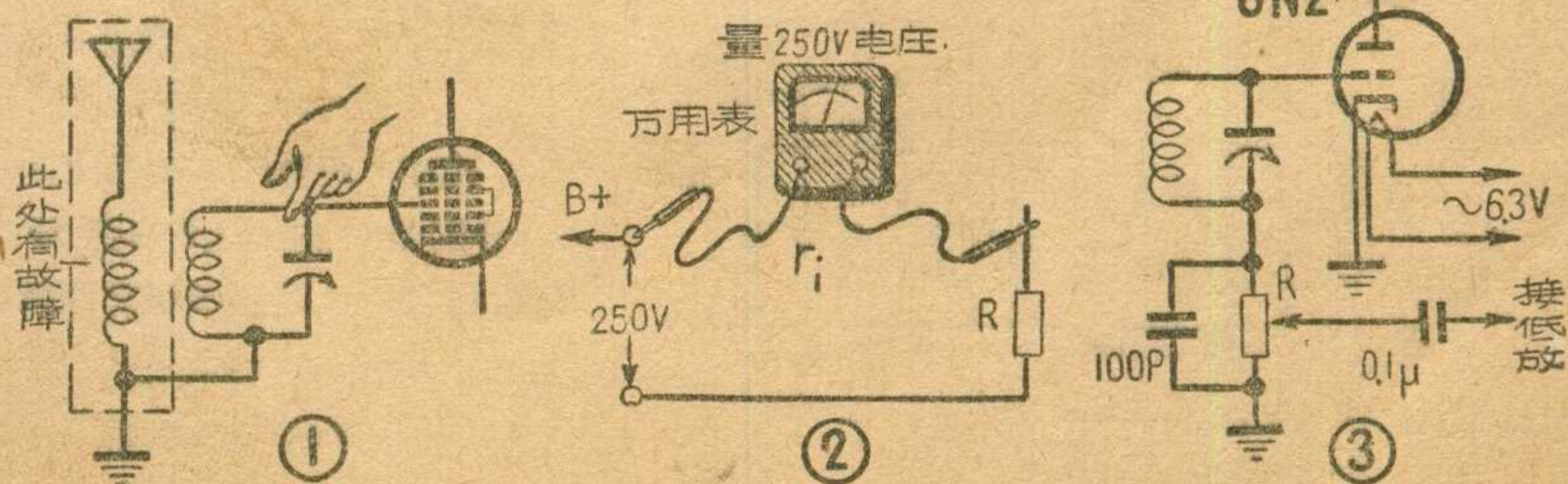


“想想看”答案

1. 這是由於天線線圈中有短路、斷路現象，或是天線與線圈接觸不好，信號不能感應到次級調諧回路中去，所以收不到電台（參看圖 1）。但是用手碰觸調諧電台的可變電容器定片時，人體相當於一個天線，把信號直接加到次級調諧回路上，所以又能夠收到電台了。

2. 把萬用表扳到測直流 250 伏的一檔，並按圖 2 電路連接，即可用來測高歐電阻。這時，萬用表用作電壓表，它的內阻 $r_i = 250 \times 1000 = 250$ 千歐，和待測電阻 R 串聯地接到 250 伏電源上。因此，電壓表的讀數

$$V = \frac{r_i}{r_i + R} \times 250, \text{ 而 } R = r_i \frac{250 - V}{V}$$



損壞部分是炭膜的內半圈，這時候外半圈還是完好的。可將接觸銅片焊開取下，用小刀將擺臂外端切去一點，再將銅片焊回去，使它与炭膜的接觸點落在完好的外半圈上，然後照原樣裝回去，電位器就可以恢復使用了。

如果炭膜損壞部分是靠近炭膜的外半圈，則可按同一方法在擺臂裝接觸銅片凹槽的內側挖去一小塊缺口，再將銅片焊回，使它与炭膜的接觸點落在炭膜的內半圈完好的地方。

(潛戈)

請作者、讀者注意

為了嚴格執行郵電資費制度，請你們在給本社寄發稿件、信件時，都按照郵局規定貼足郵票。

$= 250$ 千歐 $\times \frac{250 - V}{V}$ 。如果 $V = 125$ 伏，則 $R = 250$ 千歐； $V = 50$ 伏，則 $R = 1000$ 千歐 = 1 兆歐； $V = 10$ 伏，則 $R = 24 \times 250 = 6000$ 千歐 = 6 兆歐。可見這樣能夠測量的阻值是相當大的。

3. 在這個電路中，檢波負載 R 接在陰極電路內。燈絲和陰極間存在着絕緣電阻和寄生電容，因而燈絲上所加 6.3 伏交流電壓能通過這個電阻和電容經 R 構成通路。所產生的寄生電流在阻值很大的 R 上形成交流壓降，經放大後產生強大的交流聲。要消除交流聲，只需像圖 3 那樣把 R 接到 6N2 的柵極電路（相當於二極管屏極電路）中，並將陰極接地即可。

收音机整流器的设计

莫 井

在使用交流供电的收音机中，为了供给电子管屏极和帘栅极所需要的直流电压和电流，需要用整流器。整流器包括电源变压器、整流管和平滑滤波器几个部分。用变压器将电源电压变成整流器所需要的电压，经过整流管整流成为脉动的直流电压，然后通过滤波器将脉动直流变成平滑的直流，供给电子管使用。本文即以五个管交流收音机为例，说明整流器的设计方法。

有一只交流五管收音机，用频率为50赫220伏或110伏的单相交流电源供电，收音部分的四只电子管为6A2、6K4、6N2及6P1，并要求供给的直流电中的交流脉动成分小于0.2%，试设计收音机的整流电路，选择整流管，计算整流器的工作状态并求出变压器和平滑滤波器的电参数。

一、计算整流器的负载

根据电子管手册查出收音部分四个电子管的屏极、帘栅极的额定电压和电流，然后将相同电压的电流归并起来，就可以算出收音机所需的直流电流是：250伏的67.3毫安；100伏的11.2毫安。但是考虑到100伏的电流较小，可以从250伏电压经电阻降压得到，因此，整流器所供给的直流电压可设计为250伏，总电流为 $67.3+11.2=78.5$ 毫安。对于电压为几百伏，电流为几十毫安的整流器，我们可以选用双二极管的单相全波（即两相半波）整流电路和 Π 型滤波器。因采用 Π 型滤波器，可使整流器工作于容性负载，这样可以减少变压器次级高压线圈的电压，减小已整流电流的脉动成分，对所提出的脉动系数的要求较易满足。

二、选择整流管

从电子管手册查得整流管6Z4的直流

输出电流最高额定值为75毫安，而5Z4P为125毫安。现在需用直流电流78.5毫安，在谨慎设计中，应选用5Z4P。但是在一般收音机中，往往考虑到6N2作电压放大时，实际屏流很小等原因，因而采用6Z4也尚能合用。为了经济起见，在这里我们仍选用6Z4。最好能够按此设计方案，在完成收音机的全部装置以后，在标准的电源电压下，测量一下整流器输出的总直流电流，使它不超过72~75毫安。假如已经超过了一些，可以适当地增加6P1或6K4的栅偏压，最好能使总电流维持在72毫安以下。整流管所承受的反电压以及通过整流管的峰值电流是否在额定值所允许的范围也是需要考虑的，这要在后面计算出来后，对整流管再进行校核，看是否符合要求。

6Z4的灯丝虽然可以和其他电子管合用一组灯丝线圈，但是为了安全起见，还是同其他电子管的灯丝线圈分开比较好。因此在设计中考虑将6Z4单独用一组灯丝线圈供电。变压器初级，为了适合110伏、220伏两用，作成两个110伏的线圈，当交流电源为110伏时，接成并联，而在220伏时接成串联。这样所采用的整流器电路如图1所示。

三、整流器各参数的计算

下面我们需要计算这个整流器所需整流线圈(T_2)的电压(U_2)和电流(I_2)，以便进一步计算变压器的总功率，并求出整流器中流过整流管的峰值电流(I_m)以及整流管所承受的反电压($U_{反}$)是多少，看所选整流管能否满足要求。

为了计算这些数值，需要利用一个辅助参数 A ，它是反映整流器所处的工作状态的，它和整流器的内阻 r （包括整流线圈内阻 r_T 和整流管内阻 R_i ）以及整流器的负载 U_o/I_o 有关。计算公式是：

$$A = \pi r I_o / m U_o$$

式中 r 是整流器的内阻， U_o 、 I_o 分别是整流后输出的直流电压和电流， m 是整流线圈相数，对全波整流， $m=2$ 。

而我们所要计算的整流器参数 U_2 、 I_2 、 I_m 、 $U_{反}$ 等都和 A 有

定的关系，因此求得 A 值后，利用一些曲线图，就可以求出 U_2 、 I_2 、 I_m 、 $U_{反}$ 等数值来。

我们先来求整流器内阻 r ， $r=r_T+R_i$ 。对于功率在10~100瓦的整流器， $r_T=(0.08\sim0.05)U_o/I_o$ ，这里 U_o 是指滤波器输入端的已整流电压（参见图1），而我们所要求的滤波器输出端的电压 U'_o 是250伏，考虑到滤波扼流圈 L 上的压降，并估计它为 U'_o 的10%，因此滤波器输入端的电压 U_o 应该是 $1.1U'_o=1.1\times 250=275$ 伏。取整流线圈的电阻

$$r_T=0.07 U_o/I_o, \text{可算出}$$

$$r_T=0.07 \times \frac{275}{0.0785}=250 \text{ 欧}$$

整流管6Z4的内阻可从手册中查到是250欧，因此， $r=r_T+R_i=500$ 欧。

r 算出以后，即可求得 A 值

$$A = \frac{\pi r I_o}{m U_o} = \frac{\pi \times 500 \times 0.0785}{2 \times 275} = 0.224$$

下面分别计算 U_2 、 I_2 、 I_m 、 $U_{反}$ 等的数值。

1. 变压器次级整流线圈的电压有效值 U_2

根据已知的 A 值，从图2中查得参数 $B=1.02$ （它代表 U_2 与 U_o 的比值），按照公式 $U_2=U_o B$ ，求出 U_2 ：

$$U_2=275 \times 1.02=280 \text{ 伏}$$

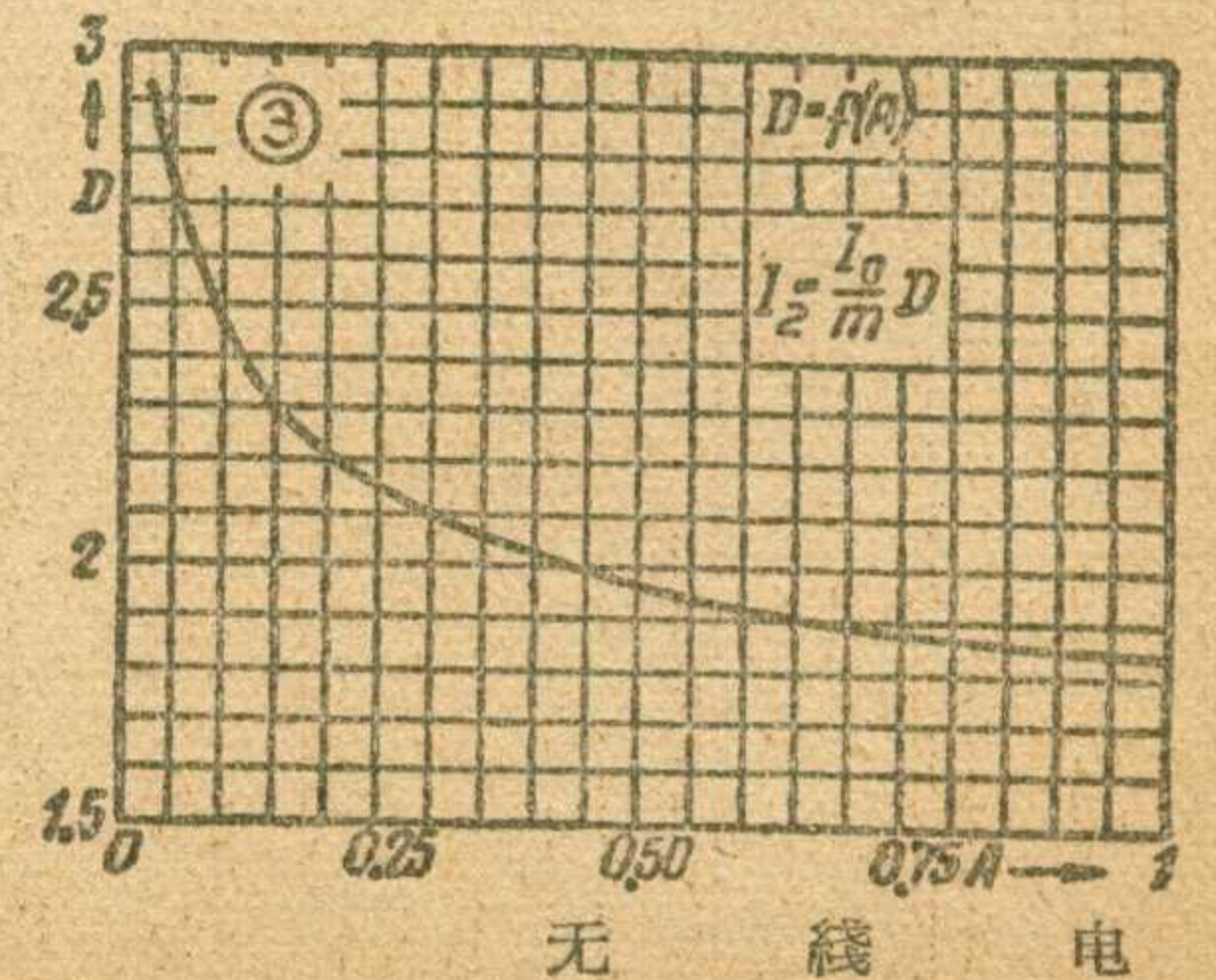
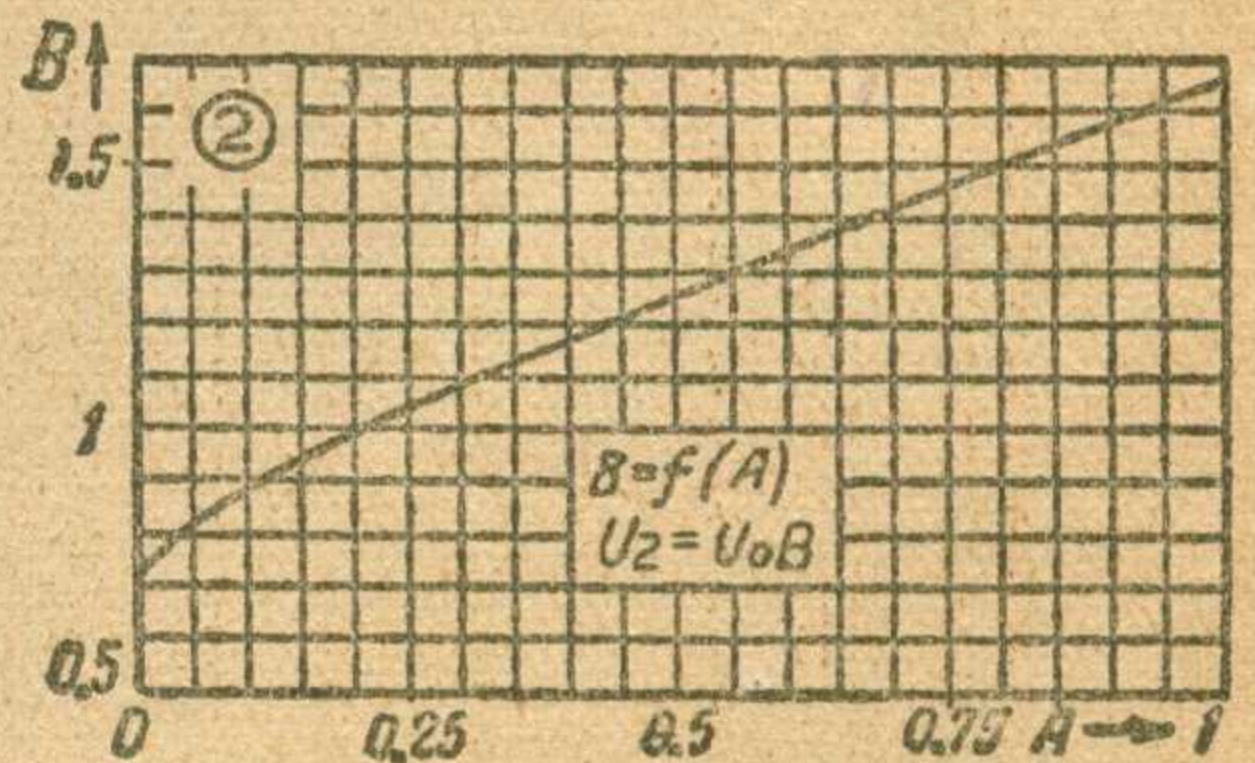
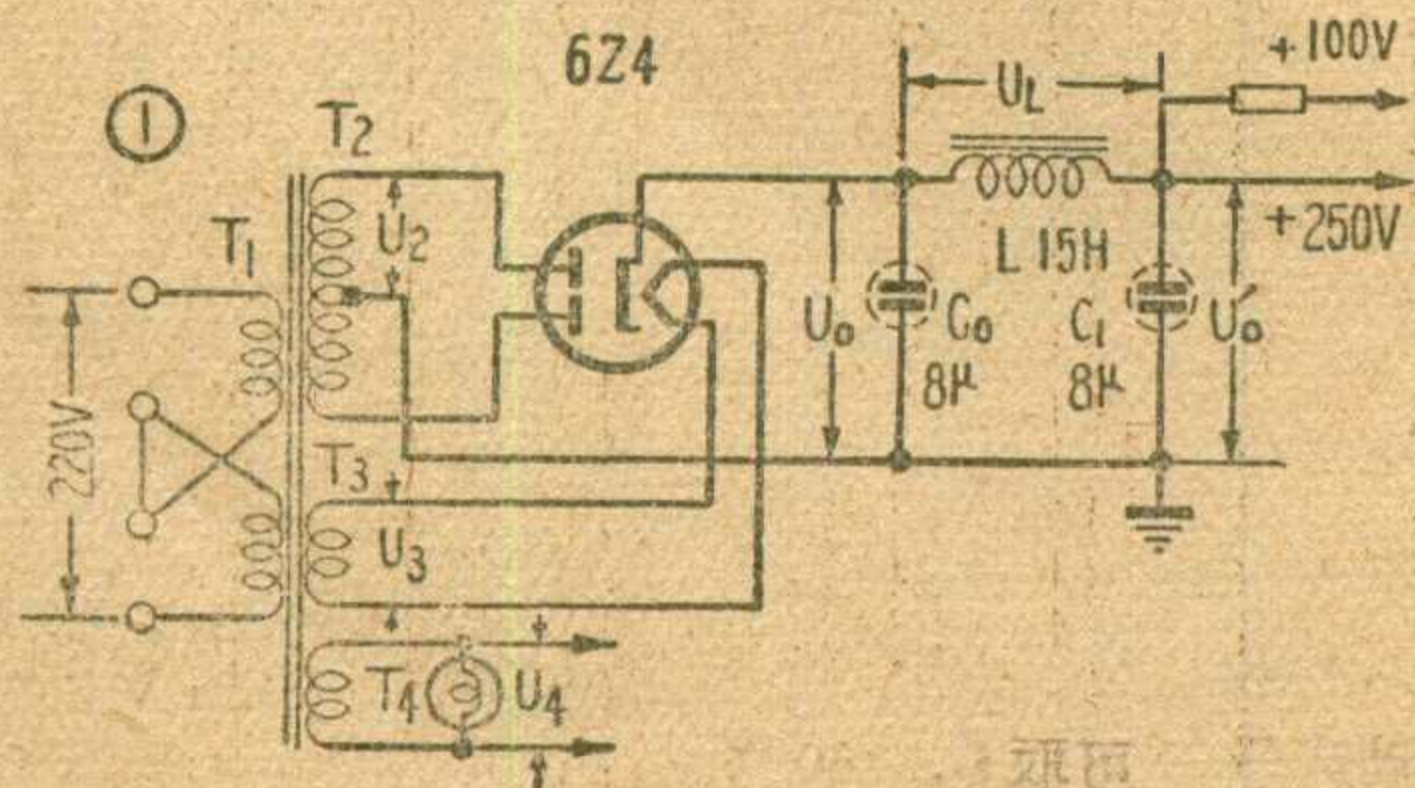
2. 变压器整流线圈的电流有效值 I_2

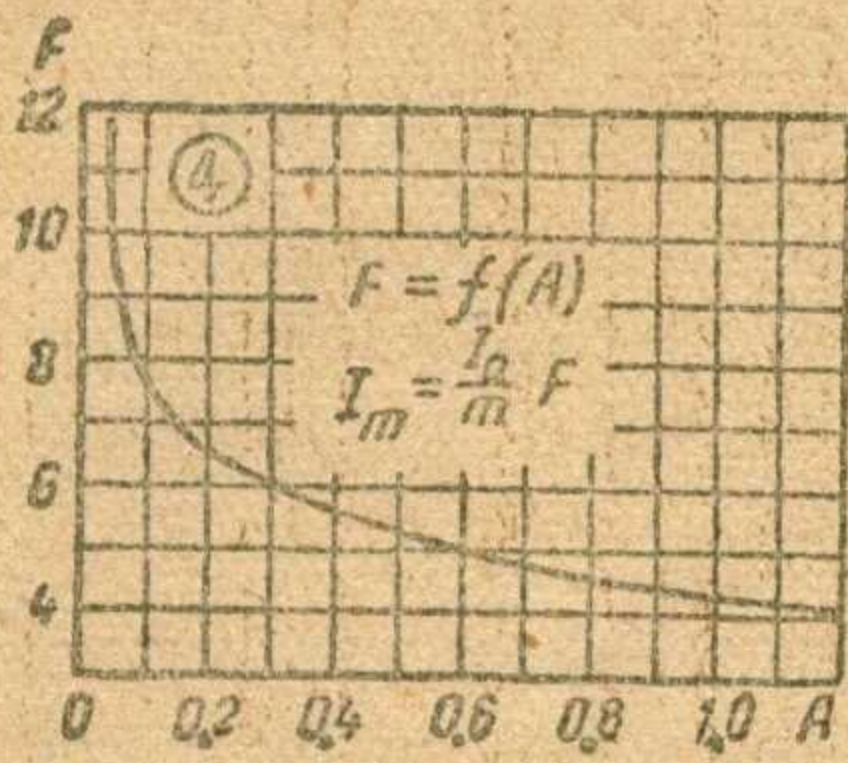
由参数 $A=0.224$ ，从图3查得参数 $D=2.18$ （它代表 I_2 和 I_o 的关系），按照公式 $I_2=\frac{I_o}{m} D$ ，求出 I_2 ：

$$I_2 = \frac{0.0785}{2} \times 2.18 = 85 \text{ 毫安}$$

3. 整流管最大屏极峰流 I_m

根据参数 $A=0.224$ ，从图4查得参





数 $F=6.4$ (它代表 I_m 与 I_a 的关系)。按照公式 $I_m = \frac{I_a}{m} F$, 求得 I_m :

$$I_m = \frac{0.0785}{2} \times 6.4 = 252 \text{ 毫安}$$

4. 整流管所承受的最大反电压 $U_{反}$

按照公式 $U_{反} = 2\sqrt{2}U_2$, 求得整流管所承受的反电压为:

$$U_{反} = 2\sqrt{2} \times 280 = 789 \text{ 伏}$$

从电子管手册查得 6Z4 的最大屏极反电压 $U_{反}$ 不能超过 1000 伏, 而这里是 789 伏; 最大屏极峰流 I_m 不能超过 300 毫安, 而这里是 252 毫安, 都能满足要求。因此, 采用整流管 6Z4 是没有问题的。如果不能满足要求, 就要重新选择别种整流管, 并且重作计算。

四、变压器电参数的计算

1. 整流线圈的伏安数。前面已求出整流线圈的电压有效值 U_2 为 280 伏, 电流有效值 I_2 为 85 毫安, 而整流线圈有两只, 因此整流线圈的伏安数

$$(VA)_{T_2} = 2 U_2 I_2 = 2 \times 280 \times 0.085 = 49 \text{ 伏安}$$

2. 灯丝线圈的伏安数。整流管及其他电子管灯丝电压均为 6.3 伏, 但估计到线圈内阻有压降, 因此将两只灯丝线圈电压 U_3 及 U_4 均设计为 7 伏。6Z4 的灯丝电流 I_3 为 0.6 安。其他四只电子管的灯丝总电流为 1.44 安, 另再准备用这个灯丝线圈的电压, 供给收音机两只小指示灯用, 估计电流为 0.5 安, 因此这个灯丝线圈的总电流 I_4 为 $1.44 + 0.5 = 1.94$ 安。这样分别算出两个灯丝线圈的伏安数

$$(VA)_{T_3} = U_3 I_3 = 7 \times 0.6 = 4.2 \text{ 伏安}$$

$$(VA)_{T_4} = U_4 I_4 = 7 \times 1.94 = 13.6 \text{ 伏安}$$

3. 初级线圈的伏安数。先来计算初级线圈总电流有效值。

由于整流线圈中的 I_2 而引起的初级线圈电流可根据公式 $I_1' = 1.6 \frac{U_2}{U_1} I_2$ 计算, 这个公式适用于单相全波整流电路, 求得

$$I_1' = 1.6 \times \frac{280}{220} \times 85 = 173 \text{ 毫安}$$

由于灯丝线圈中电流 I_3 和 I_4 所引起

的初级线圈电流分别是:

$$I_1'' = I_3 \times \frac{U_3}{U_1} = 0.6 \times \frac{7}{220} = 19.1 \text{ 毫安}$$

$$I_1''' = I_4 \times \frac{U_4}{U_1} = 1.94 \times \frac{7}{220} = 61.7 \text{ 毫安}$$

所以初级线圈总电流为

$$I_1 = I_1' + I_1'' + I_1''' = 254 \text{ 毫安}$$

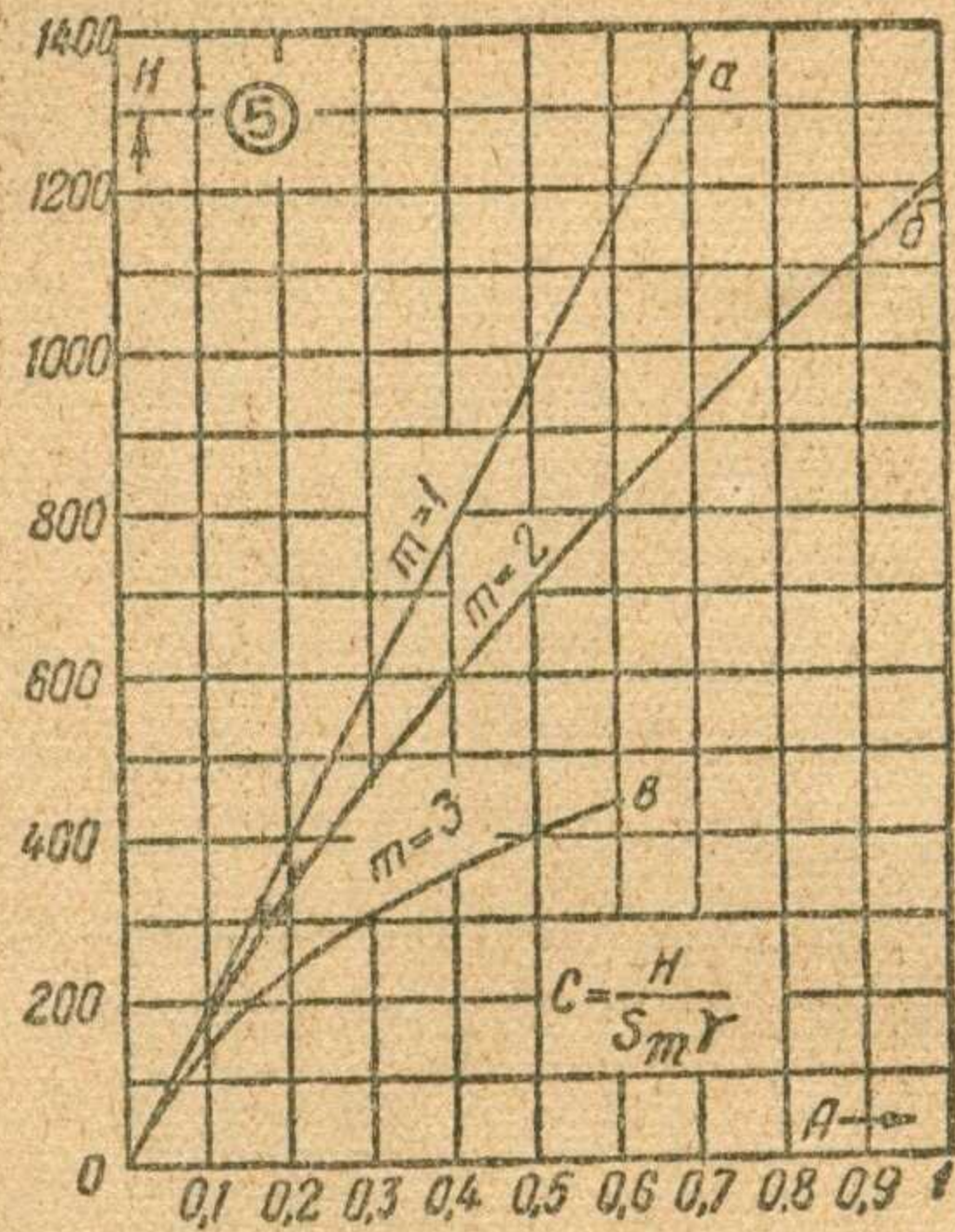
初级线圈的电压即电源电压 220 伏, 于是可求出初级线圈的伏安数

$$(VA)_{T_1} = U_1 \times I_1 = 220 \times 0.254 = 57 \text{ 伏安}$$

4. 变压器总功率。

$$(VA)_T = \frac{(VA)_{T_1} + (VA)_{T_2} + (VA)_{T_3} + (VA)_{T_4}}{2} = 61.9 \text{ 伏安}$$

求出变压器的总功率以及每个线圈的电压、电流以后, 即可进行变压器的结构设计了。设计方法可参阅本刊 1962 年第 1 期“怎样设计电源变压器”一文及上期封二、三计算图表。



五、平滑滤波器的计算

1. 滤波器输入端脉动系数。“脉动系数”是已整流电流中交流成分与直流成分的比值 (U_{\sim}/U_0), 可用 S_m 来表示。我们先根据 A 值从图 5 中查得参数 $H=360$ (注意 $m=2$, H 表示脉动系数与内阻 r 及滤波电容 C_0 的关系)。另外由电子管手册可知 6Z4 的滤波电容 C_0 一般应用值为 8 微法, 现取 $C_0=8$ 微法。然后可根据公式 $S_m = \frac{H}{rC_0}$ (式中 C_0 的单位为微法), 求得滤波器输入端的脉动系数为:

$$S_m = \frac{360}{500 \times 8} = 0.09$$

2. 求出滤波器的平滑系数 q 。可用公式 $q = S_m/S'_m$ 来计算。式中 S'_m 即设计题目中所要求的脉动系数, 也就是滤波器输出端的脉动系数。把各量代入得 $q = 0.09/0.002 = 45$, 即滤波器需要将输入端的脉动成分

降低到 1/45。

3. 计算滤波器的 L 和 C_1 值。由公式

$$LC = \frac{(q+1)10}{m^2}, \text{ 求出 } LC_1 \text{ 的乘积为}$$

$$LC_1 = \frac{(45+1) \times 10}{4} = 115$$

式中 L 的单位用亨, C 的单位用微法。

如取 $C_1=C_0=8$ 微法, 则可求得

$$L = 115/8 \approx 14.5 \text{ 亨}$$

可取 L 为 15 亨。另外尚须注意滤波电容器的耐压 $=\sqrt{2}U_2 = \sqrt{2} \times 280 \approx 400$ 伏。

因此可以采用容量为 8 微法、工作电压为 450 伏的电解电容器两只, 以及电感量为 15 亨、电流为 80 毫安的低频扼流圈一只, 组成 Π 型 LC 滤波器。

4. RC 滤波器的计算。采用 LC 滤波器, 由于低频扼流圈的电感量较大, 交流阻抗大, 能有效地阻止交流电流通过, 因此滤波效能好。并且它的直流压降很小, 损耗也小。但它的体积大, 笨重, 价格昂贵。在近代收音机中常采用 RC 滤波器, 它的滤波效能较低, 且电阻直流压降较大, 为了用较小的 R 值, 达到一定的滤波效能, 必须采用较大的滤波电容 C 。 RC 滤波器的平滑系数可由公式 $q = Rm\omega C$ 来计算。式中 m 是变压器整流线圈的相数 (半波 $m=1$, 全波 $m=2$), ω 是所用交流电源的角频率 ($=2\pi f = 2\pi \times 50 = 314$), R 的单位为欧, C 的单位为法。

本例中如用 Π 型 RC 滤波器时, 可采用图 6 的电路。 C_0 、 C_1 需采用较大的电容量, 滤波电阻 R 可按照允许的压降来计算。例如滤波器输入端的整流电压为 275 伏, 通过 R 的电流为 78.5 毫安, 允许在 R 上的压降为 25 伏, 可求得 R 的数值为

$$R = 25/0.0785 = 280 \text{ 欧}$$

取 R 为 300 欧, 电阻所消耗的功率 $P = I^2 R = (0.0785)^2 \times 300 = 1.85$ 瓦, 可取额定功率为 3 瓦的炭膜电阻或线绕电阻。

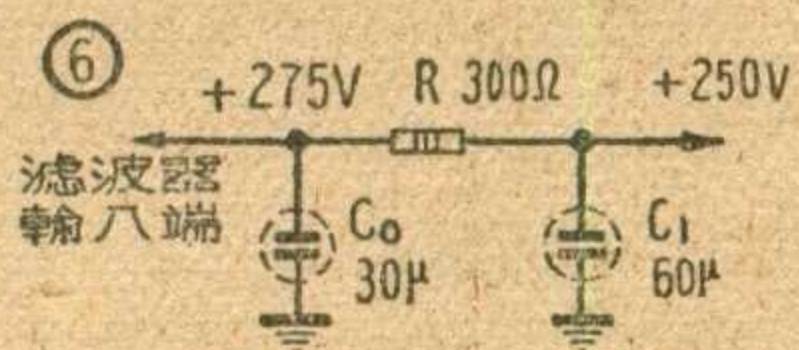
如 C_0 用 30 微法, 则滤波器输入端的脉动系数

$$S_m = \frac{H}{rC_0} = \frac{360}{500 \times 30} = 0.024$$

根据所要求的脉动系数 0.2%, 求出滤波器应有的平滑系数 $q = \frac{0.024}{0.002} = 12$, 再由公式 $q = Rm\omega C$ 求出 C_1

$$C_1 = \frac{q}{m\omega R} = \frac{12}{2 \times 314 \times 300} = 63.5 \text{ 微法}$$

可取 $C_1=60$ 微法。



自动调节收音机 (續)

董春升

这架能自动调节的收音机是北京市东城区少年之家无线电小组俞兴仁、戴全浮、王德礼等三个初中学生制作的。他们利用课余时间，刻苦钻研，遇到困难不怕，失败了也不灰心，经过两年多坚持不懈的努力，终于实验成功，在上届全国无线电工程制作评比中荣获特等奖。自动调节机构包括声源控制、选项程序控制、自动调谐时间控制和电源定时开关控制等几项设备。本刊上期已经介绍了其中选项程序控制设备部分的情况。现在再把其他三个部分介绍出来，供大家参考。

自动调谐时间控制

在程序控制的第一程序中，由调谐马达带动双连电容器转动，进行自动调谐。每调到一个信号较强的电台时，马达电源自动断开，使度盘指针停留在这一电台上，以供听者选择，历时5~6秒钟后，马达电源又自动接通，使双连电容器继续转动。这些动作的进行由调谐时间控制设备控制。其电路结构如图8所示。

工作原理 这一部分的控制能源来自收音部分的自动增益控制负电压。把这个负电压接至电子管 V_1 的栅极，可以控制屏

极回路上的高灵敏度继电器。收音机调谐到电台信号时， V_1 栅极负偏压增高，屏流降低， P_3 接点释放，使 P_4 断路。所以继电器 P_4 在有信号时不工作，无信号时接点吸合。

继电器 P_4 上有A、B、C三组接点。A、B两组控制着由 V_2 、 P_5 组成的一个电子延时继电器(即调谐时间自动控制器)。C组和继电器 P_5 联合控制着调谐马达的旋转。

无信号时， P_4 吸动，它的接点 A_{02} 、 B_{02} 、 C_{02} 闭合。 P_4 的 A_{02} 使 V_2 栅极接地，同时 B_{02} 接通电容器 C_1 的两端，短路放掉它在调谐到电台时所充的电。由于 V_2 栅极接地，因此 V_2 栅极加上了由 R_4 产生的负偏压， V_2 的屏流减小，所以继电器 P_5 不工作，它的接点02闭合。这时 C_{02} 和 P_5 的02把马达电源接通进行调谐。

有信号时， P_4 因 V_1 加有负偏压而不能吸动，它的 A_{01} 、 B_{01} 、 C_{01} 等接点闭合。 P_4 的 A_{01} 使电容器 C_1 一端接地开始充电，在 C_1 充电的时间内， P_5 仍不能吸动， C_{01} 和 P_5 的02把调谐马达两极短路(参看上期第14页图2)，防止马达及其随动机构的惯性使已经调谐好的电台失调，以提高调谐的准确度。电容器 C_1 充电到一定程度后，电子管 V_2 屏流上升达6毫安，继电器 P_5 才能工作。这样，利用电容器 C_1 的充电可使继电器的吸动延迟约5~6秒。 P_5 吸动后，它的接点01闭合，接通马达电源，继续进行自动调谐。调到电台信号消失后，继电器 P_4 和 P_5 又恢复到无信号时的状态。

为了避免因电源电压变化而影响自动调谐和调谐时间控制的准确

度，电子管 V_1 、 V_2 的屏极高压是经充气稳压管WY4P稳压后供给的。

零件和安装 继电器 P_3 要求灵敏度高，直流电阻为8000欧、工作电流1~2毫安。继电器 P_4 是电话上用的中间继电器，直流电阻为4000欧。 P_5 是GDZ-401型灵敏继电器，直流电阻3500欧，工作电流5~6毫安。电容器 C_1 要用优质纸介电容器，以保证延时的稳定和可靠。装置时 P_3 可竖立安装，使接点不受重力影响，以保证高灵敏度继电器的可靠性。

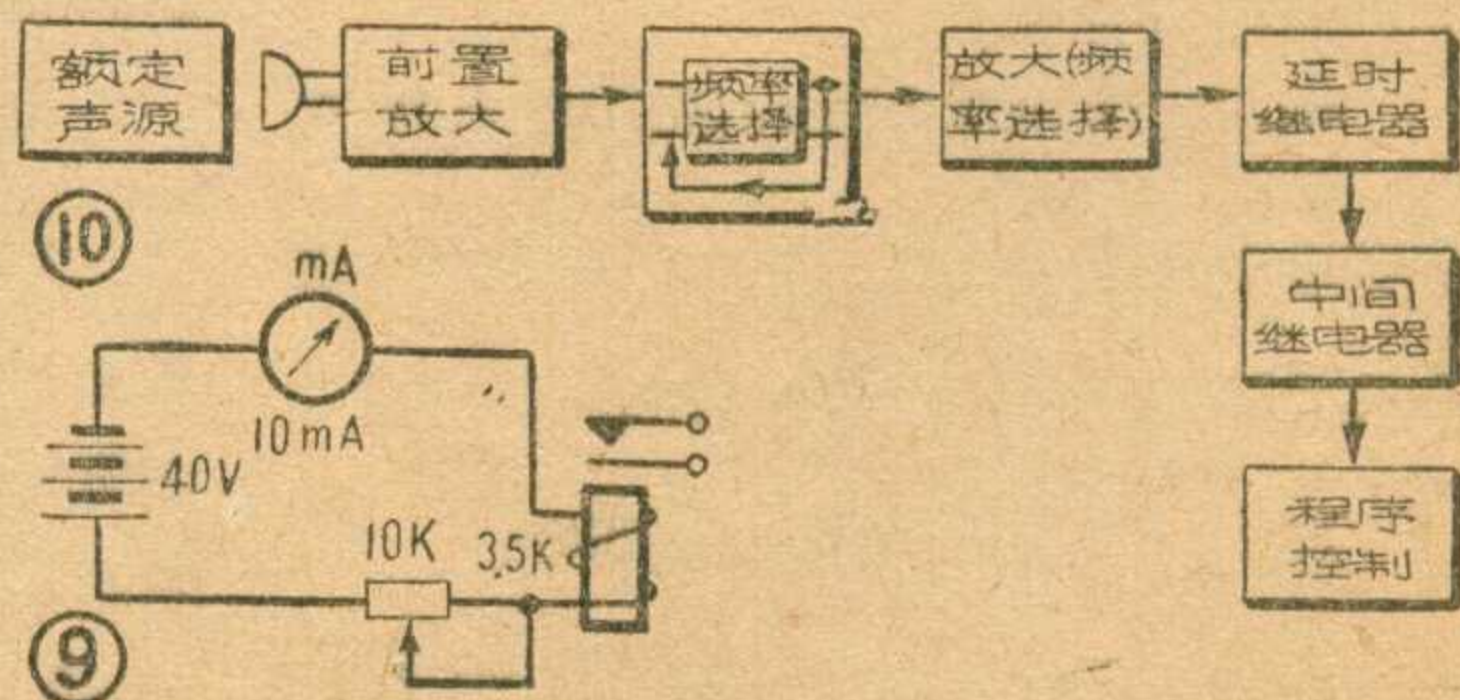
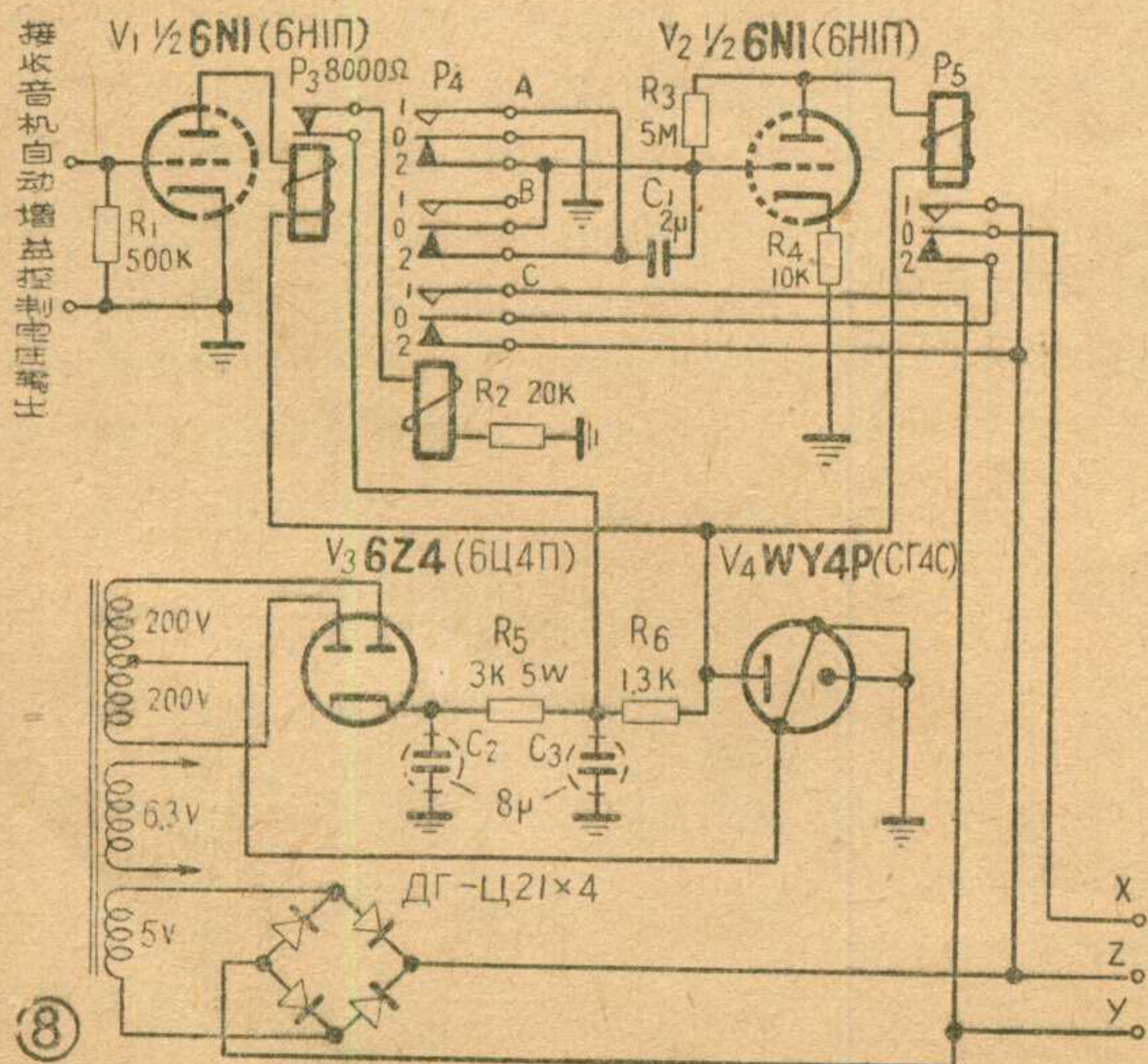
调整 这部分的调整，主要是继电器 P_3 的弹簧和接点与铁心之间的间隙。调整得正确时，调谐到电台后，它的接点应能很敏捷地释放。调整前要仔细检查继电器各组接点接线是否正确，特别注意对马达电源有无短路现象，避免烧毁马达电源整流器的晶体二极管。收音部分的灵敏度、选择性对继电器 P_3 的动作有很大关系，特别是选择性的影响很大。选择性不好，自动调谐极容易发生调偏。所以在调整自动调谐前，必须先把收音部分的选择性和灵敏度调整好。

调谐时间的控制，以在5~6秒钟以内为最恰当。调整时在 V_2 的屏极回路中串接10毫安电流表，变动 R_3 的数值，使它的屏流在5~6秒钟内达到6毫安。然后再按图9方法调整继电器 P_5 ，旋动电位器使电流固定在6毫安，再调整弹簧及间隙，使接点正好吸合。

单音频声源控制

单音频声源控制是利用一定的声音频率在有限距离内进行无线控制的设备。其工作程序是将话筒接受的声音转换成音频电流进行放大，经过频率选择，再经放大来控制电子延时继电器。延时继电器再经中间继电器来操纵程序控制的步进选择器(图10)。频率选择部分要消耗一定的能量，所以采用三级放大，电路结构见图11。

工作原理 电路中前置放大和一般放大器相同，第二级是频率选择部分，采用



時間如不足，可適當增加 R_{16} 或 C_{12} 的數值。

电源定时开关控制

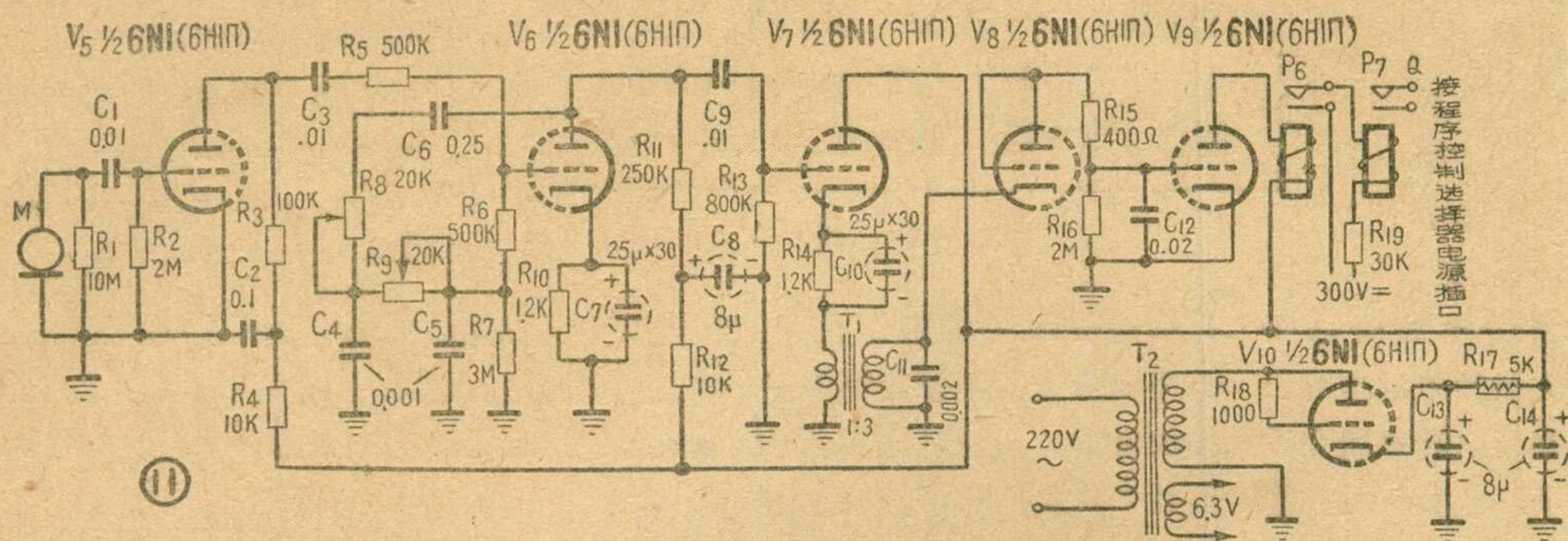
这架收音机的电源可以按照預定時間自动接通开机；經過 30 分钟以后，又自动断开关闭。定时开机是由

小时鐘的開鈴設備和一个交流继电器管理。開鈴鐘錘部分經過改制成为点开关（見图 14），每响一下，开关可以閉合一次。自动关机則受一只双三极电子管（ V_{11} ）組成的延时继电器控制。这部分的电路結構見图 15。

工作原理 開鈴响鈴时，点开关閉合，交流电源通过 P_8 靜接点及点开关完成通路，使交流继电器 P_8 动作。继电器 P_8 上有兩組接点，一組控制全机电源，另一組使继电器自鎖，所以从第一声鈴响开始，电源即可接通。鈴停以后，点开关仍旧是断路的，不影响自动关机。

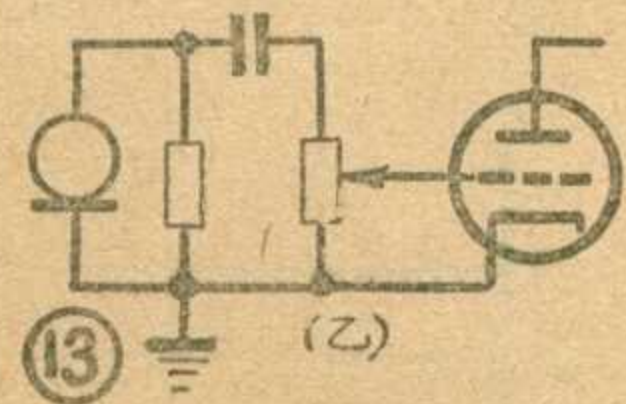
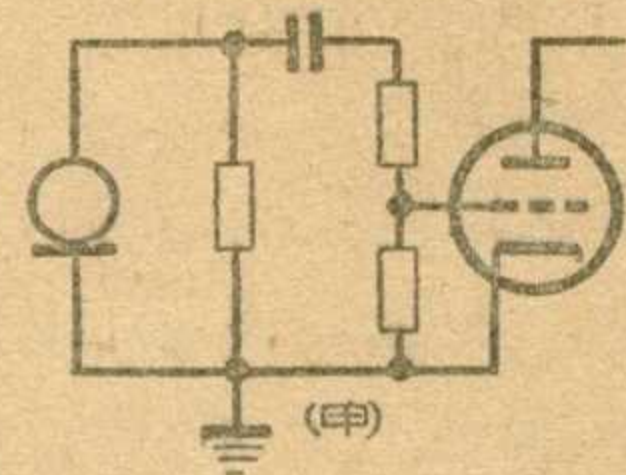
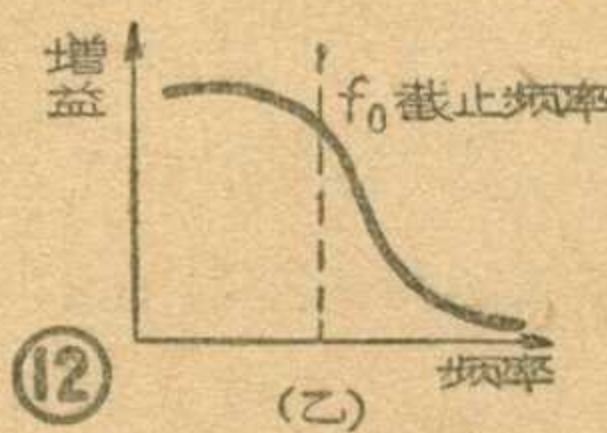
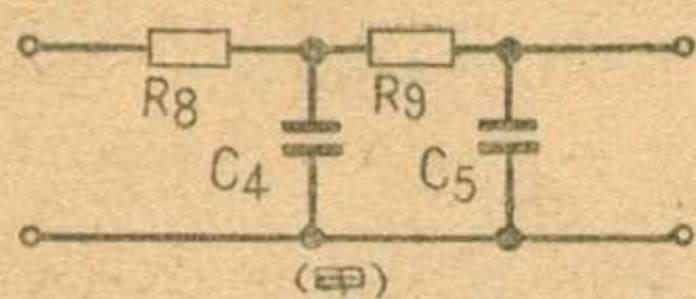
定时关机采用串联的两个長時間延时继电器。电源接通后，电子管 V_{11} 第(1)部分屏流流通，继电器 P_{10} 线圈上产生电压降，电容器 C_2 通过电阻 R_3 开始充电。充电电流通过 R_3 产生电压降，使栅极对阴极处于負电位，限制屏流增加。随后， C_1 充电电流减小，栅負电压也降低，又使屏流相应增加，促使 C_1 进一步充电。由于这样循环作用， C_1 充电要經過一定時間才能充滿。因此，屏流是漸漸增加的，到达一定数值时，继电器 P_{10} 动作，使 V_{11} 第(2)部分阴极接通，也按照上述同样原理工作。再經一段時間后，继电器 P_9 动作，它的接点断开，而使电源关闭。每一继电器最长延时为 15 分钟，旋动电位器 R_2 、 R_3 可以調節整个延时系統的工作時間，在 3 分钟至 30 分钟範圍內任意選擇。

（下接第15頁）



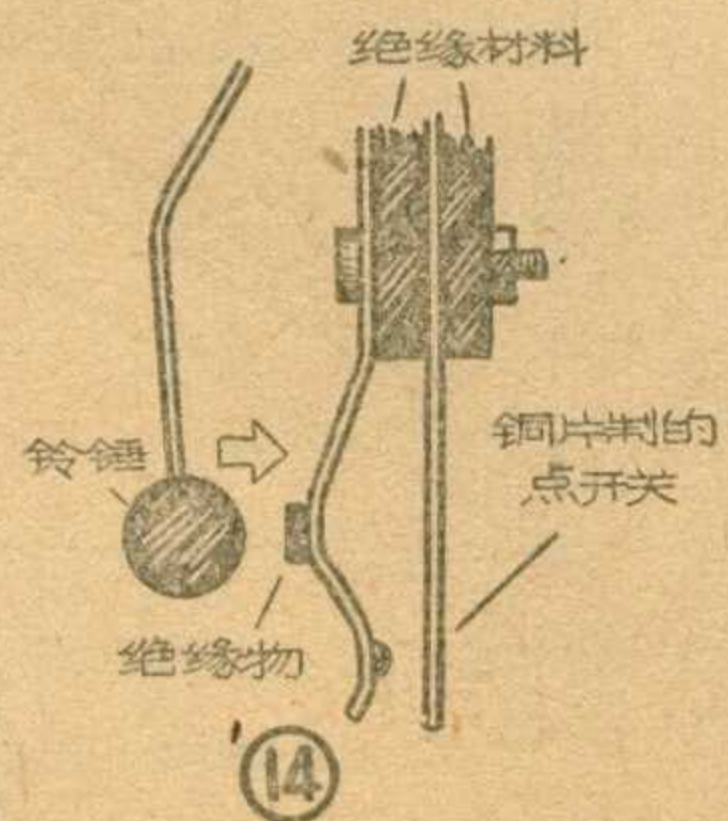
电子管滤波放大器。在这一級里电子管 V_5 的輸出、輸入端加有如图 12 (甲) 所示双节低通滤波器的負反饋电路。滤波器的滤波特性見图 12 (乙)。变动 C_4 、 R_8 和 C_5 、 R_9 可以得到不同的截止頻率。因为是負反饋，所以在这里电子管 V_6 形成一个高通滤波器，特性与图 12 (乙) 所示恰好相反，只有高频电流可以得到足够的放大。本机选用截止頻率約在 8000 赫上下，为的是尽可能降低收音机本身发音对声控部分的干扰。

第三放大級采用阴极輸出，可使前級滤波放大器的选择性提高。阴极輸出变压器的次級与 C_{11}



并联构成諧振电路，对高通滤波后的音頻电流进行一次調諧選擇，調諧后得到約为 8000 赫的固定音頻电流，通过电子管 V_6 进行整流。整流后的电流持續時間与哨声长短有关。一般情况，这个电流持續時間是短促的，直接用来控制中間继电器以操纵步进選擇器，往往不能完成动作。

所以在第三級以后加装一个延时继电器（延时時間約为半秒钟），以便在哨声信号很短促的情况下，使步进選擇器仍能完成动



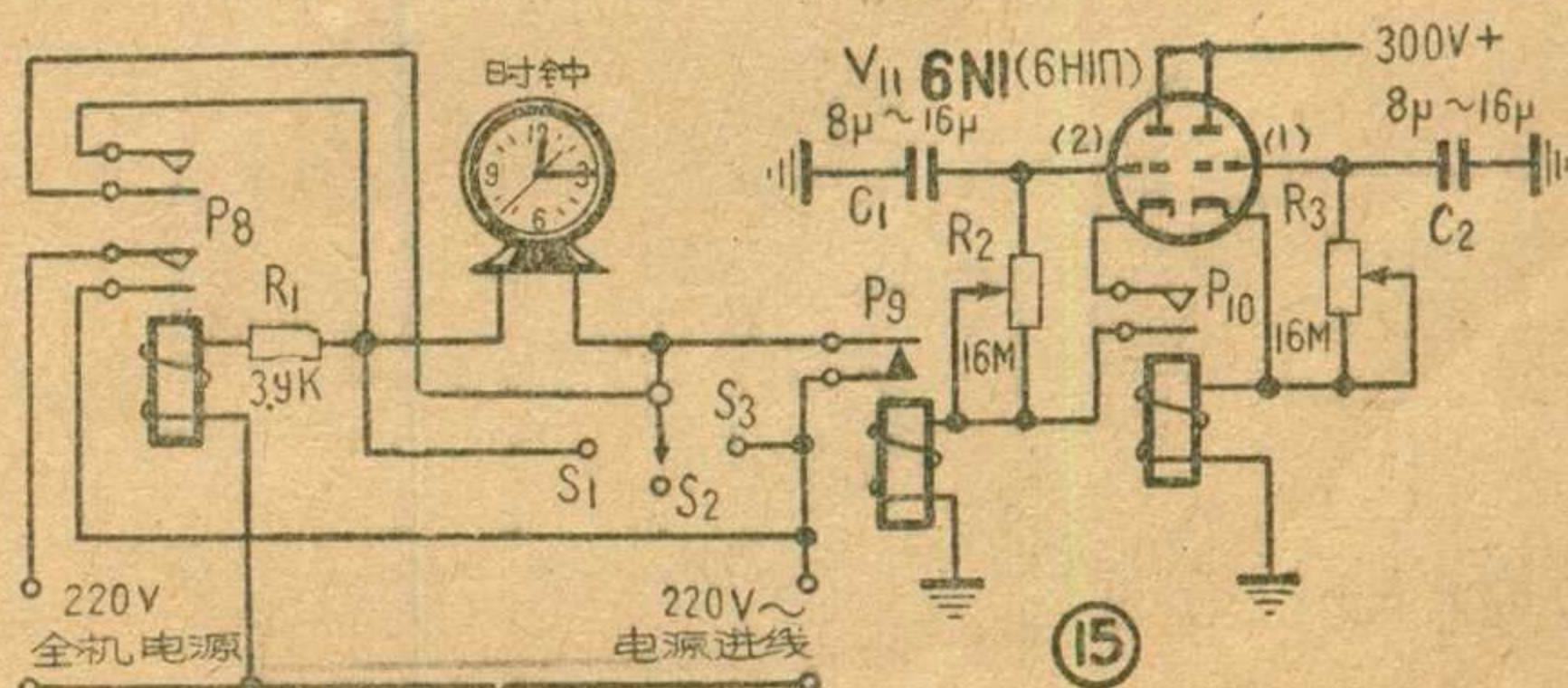
作。在这里，继电器 P_8 的接点在工作时是分离的。当吹哨时， V_6 輸出已整流的电流，并对 C_{12} 充电。这个电流在 R_{16} 上产生一个負偏压，使 V_9 屏流截止， P_6 不工作，于是它的接点閉合，接通中間继电器 P_7 。哨声停止后， V_6 沒有輸出，但由于 C_{12} 的放电， P_6 不致立即恢复工作（延迟吸动）。

零件 話筒是晶体送話器，曾用其他型式話筒試驗，效果都不及晶体式的好。負反饋綫路上低通滤波器的 R_8 、 R_9 可用电位器，以便于調整。电容器 C_4 、 C_5 最好采用质量較好的油浸密封或云母电容器，可提高滤波器选择性。阴极輸出变压器 T_1 可以 3:1 低频变压器反轉使用，继电器 P_8 为灵敏继电器 (GDZ-401 型)，直流电阻 3500 欧。中間继电器 P_7 为直流电阻 4000 欧、工作电流 6 毫安的电话继电器。

安装和調整 这一部分放大共有三級，安装时零件布局如不合理，很容易产生反饋，使继电器吸合不能釋放。特别是第一級放大应加屏蔽隔离。如发现继电器長時間吸合不能釋放，可如图 13 所示，将 R_2 改为两电阻串联，取其分压，或将 R_2 改为电位器控制輸入，以降低第一級放大的灵敏度。

調整电子管滤波器时可用电子管电压表并联在 V_6 的屏极負載上，根据哨声調整 R_8 和 R_9 ，通过电压表确定其阻值，調到使哨声增益既不是显著降低，也不是大幅度上升的地方，即为截止頻率的一点。然后再把电子管电压表并联接在阴极輸出变压器的次級两端，变动电容器 C_{11} 的数值，确定一个对哨声額定頻率增益最大的数值予以固定。

延时继电器的延迟



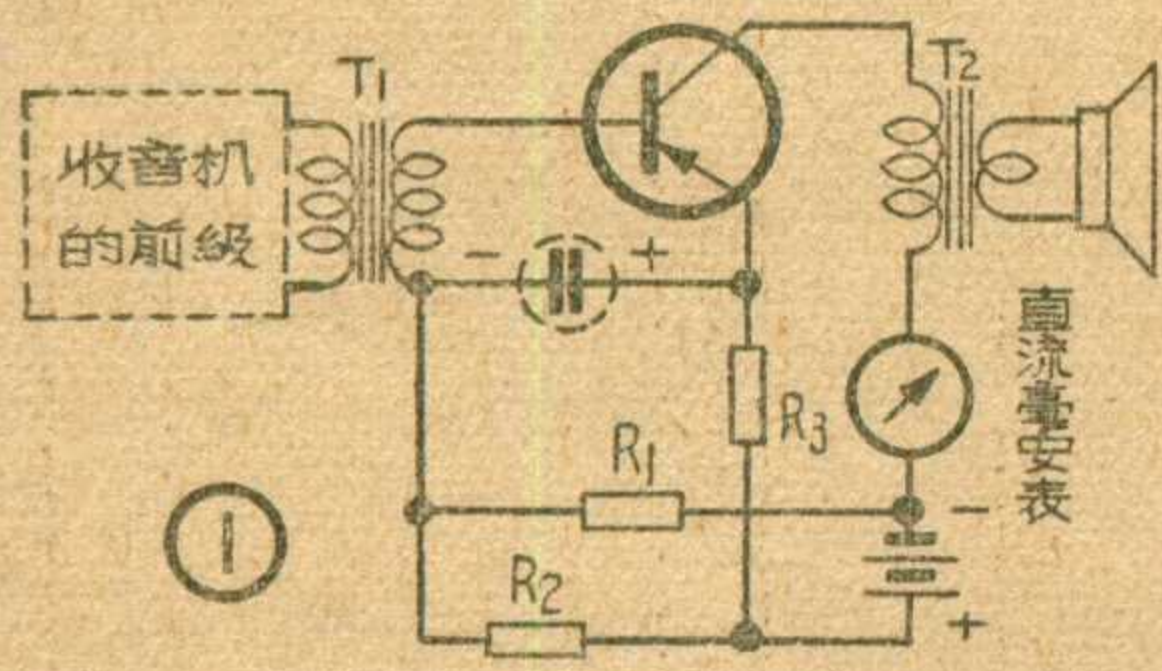
省电的晶体管低放电路

范思源

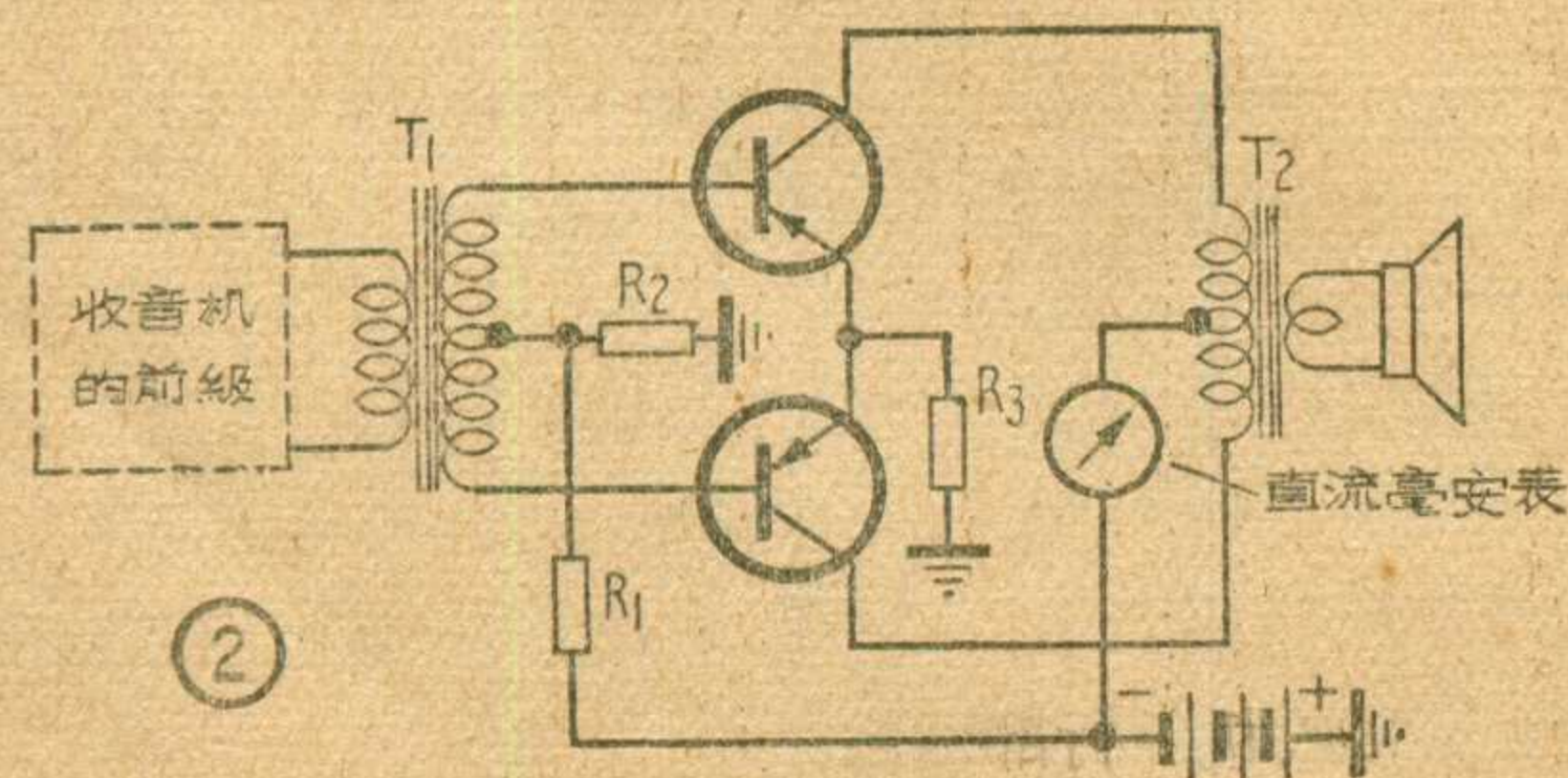
在晶体管低频功率放大器中，最常用的电路是甲类单端放大和甲乙类推挽放大。前者把工作点选择在集电极特性曲线直线部分的中点，后者则选择在直线部分的起点上。和电子管功率放大器一样，甲类晶体管放大器的传真度高，但输出功率小，效率低（就是说在消耗同样的电源功率下，转变成送往扬声器的低频信号功率比较小）。而甲乙类晶体管放大器则效率高，设计得好时失真也不大，但对晶体管的对称性要求较高。如果用两个特性并不一致的晶体管组成推挽式电路，那么往往收不到很好的效果。

甲类放大器为什么效率不高，而甲乙类放大器的效率为什么较高，可以简单地用下面的现象来解释。

如果我们把一个直流毫安表串接在晶体管收音机功率放大级的集电极回路中，我们就会发现甲类放大器（如图1）上的直流电流表，不管收音机是否收有电台，也不管收到的电台声音强弱，电流指示数基本上是不变的，一直保持着一定的数值。而甲乙类放大器（如图2）上的直流电流表，随



着声音的强弱，电流指示数随时都在摆动，当收音机未收到电台或声音较小时，电流表的读数很小，说明这时收音机所消耗的功率很小，当收音机收有强力台时，扬声器上的输出很大，这时电流表的读数才大量上升。电台



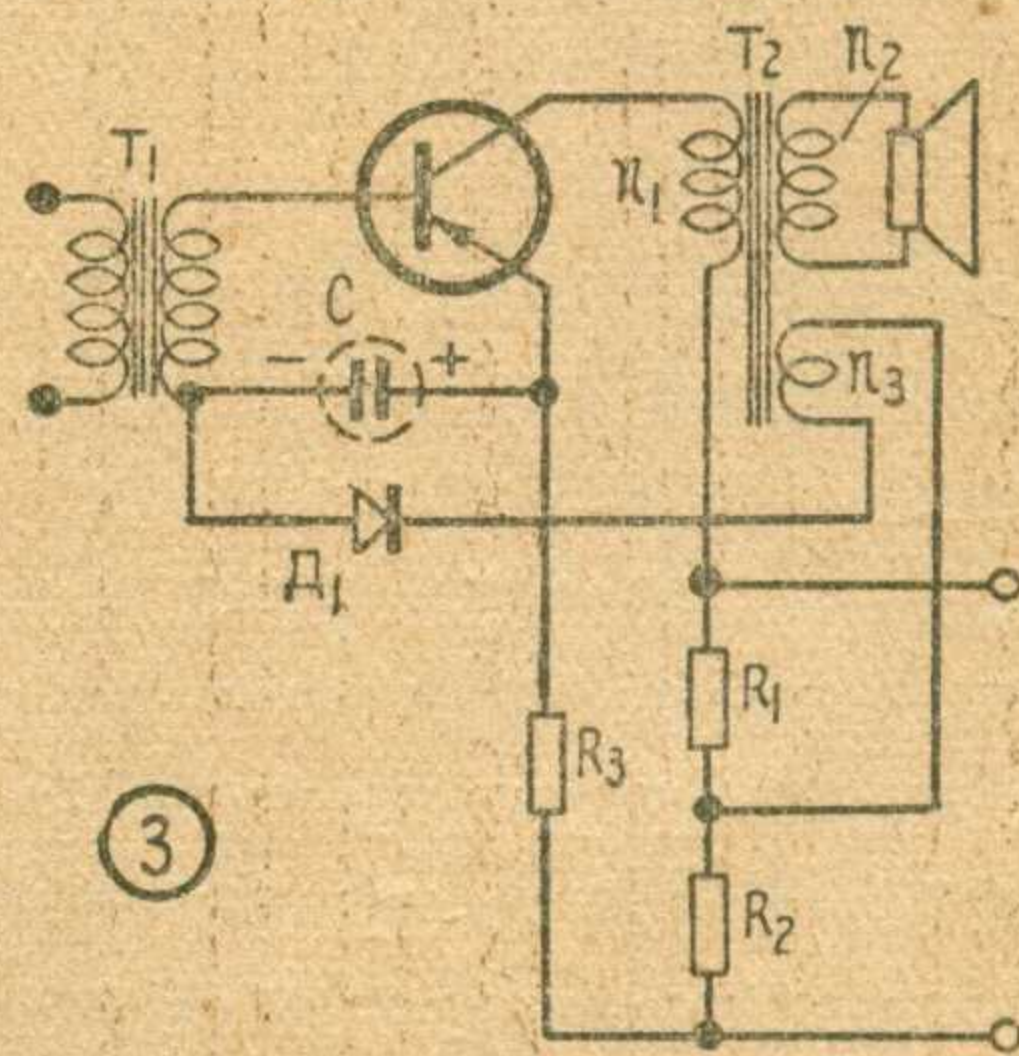
广播的节目，它的声音总是有轻有重，而甲类放大器不管声音多轻却消耗同样的电流，因此对比起来甲类放大器的效率就显得低了。

能不能提高甲类单端放大器的效率？这是大家最关心的一件事。尤其是晶体管收音机，它多半采用电池作电源，虽然总的说来晶体管收音机很省电，但能不能做得更省电，节省经常的费用，仍然是一件很有意义的工作。

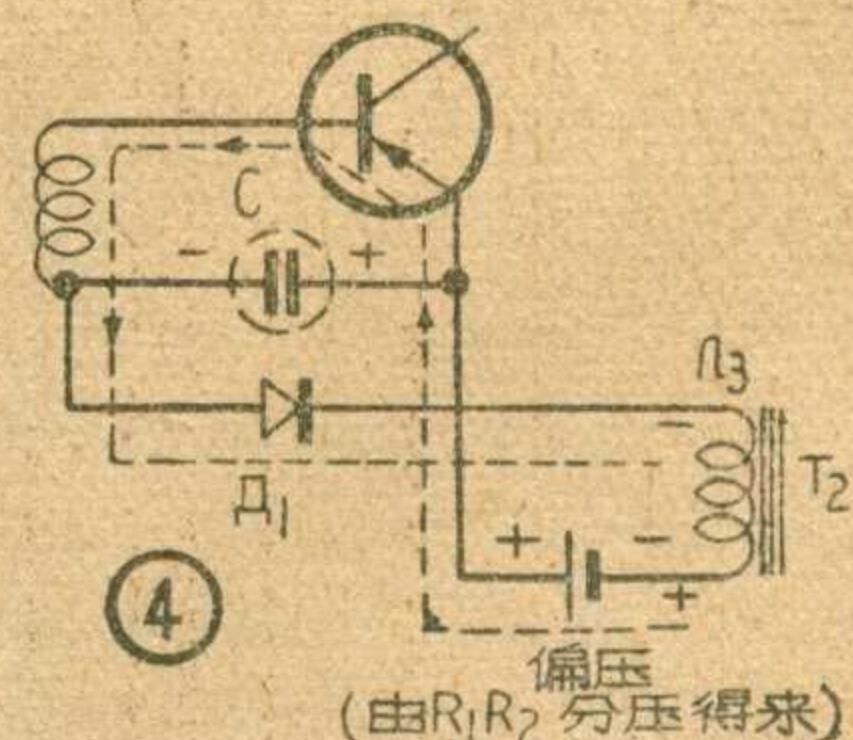
下面介绍一种省电的甲类低频功率放大电路，这种电路也叫作“滑动甲类放大电路”。它是在普通甲类单端放大器的基础上略加修改而成，它的效率几乎可以与甲乙类放大器比美，电路如图3。

在输出变压器 T_2 的次级上多绕一个次级圈 n_3 （一般为 n_1 的 $1/4$ ），一端接在基极分压电阻 R_1 、 R_2 的连接点上，另一端通过一个二极管 A_1 接到基极回路去（ A_1 的极性不能弄错。如果晶体管为 NPN 型，那么二极管的极性要倒过来）。基极电阻 R_1 和 R_2 是决定晶体管静态工作点的，它的作用和图1中的 R_1 及 R_2 完全相同，一般调整在集电极电流为1毫安附近，这就是没有信号输入时的电流。一旦有信号输入时，输出变压器 T_2 的次级 n_3 上就有电压输出，信号强声音大时电压高，信号弱声音小时电压低，这个电压通过晶体管基极回路及 A_1 进行整流，电流的运行如图4。晶体管加有一定的偏压（由 R_1 及 R_2 决定），它供给基极回路一个固定的偏流，如果我们将这个固定偏压及其所产生的偏流不去考虑，那么 n_3 上的交流电压只有当极性如图中所示的方向时， A_1 才能通流，此时晶体管的发射结和基极电路作为整流器的负载，并联在负

载两端的电容器 C 将交流成分旁路，而流经负载的直流电流方向是和基极固定偏流的方向相一致的。因此当信号增大时，流经发射结的基极偏流也相应地增大，使晶体管的集电极电流上升，工作点升高；一旦信号减小时，偏流降低，工作点也下降。如果用一个直流电流表串

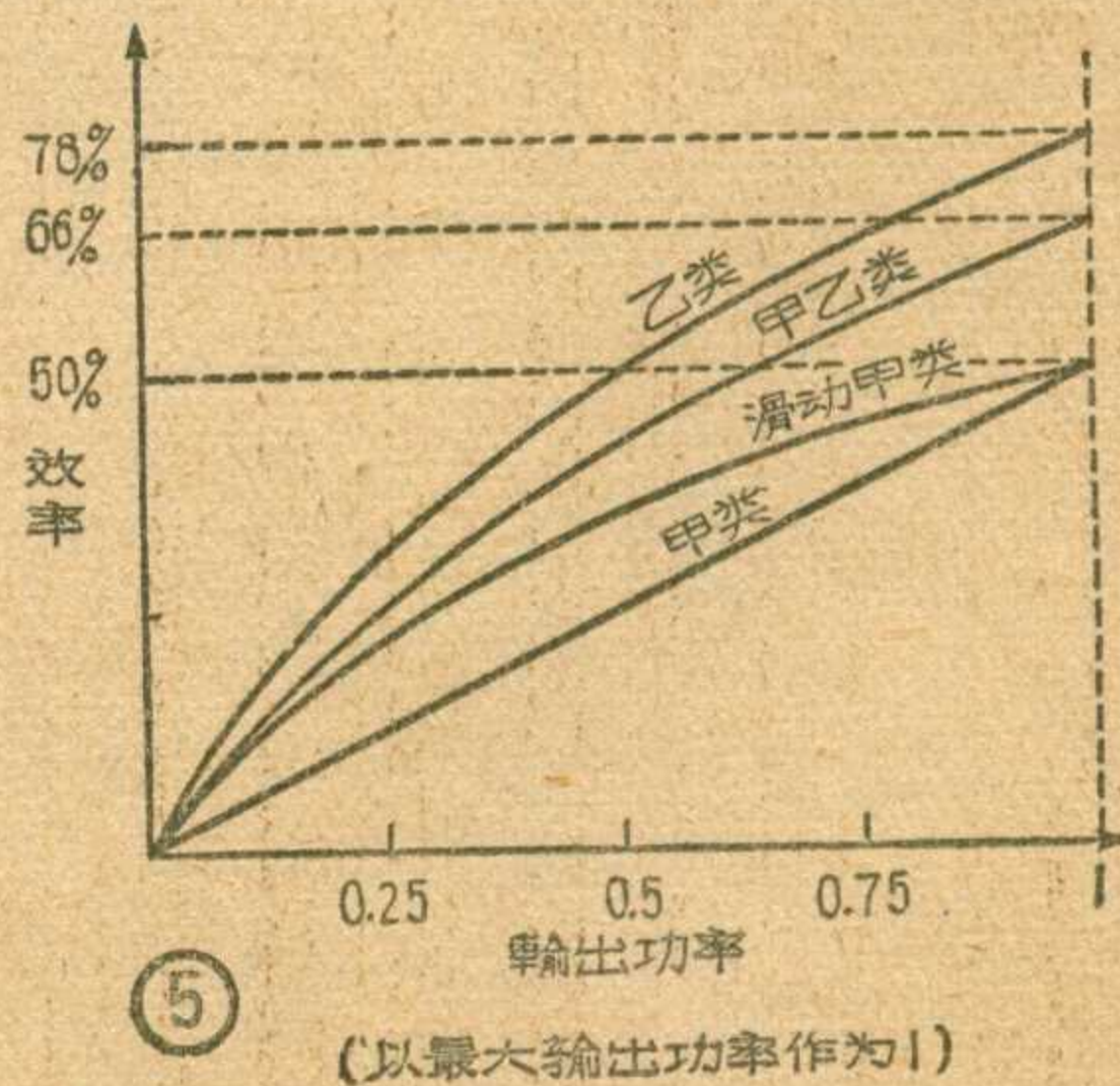


③



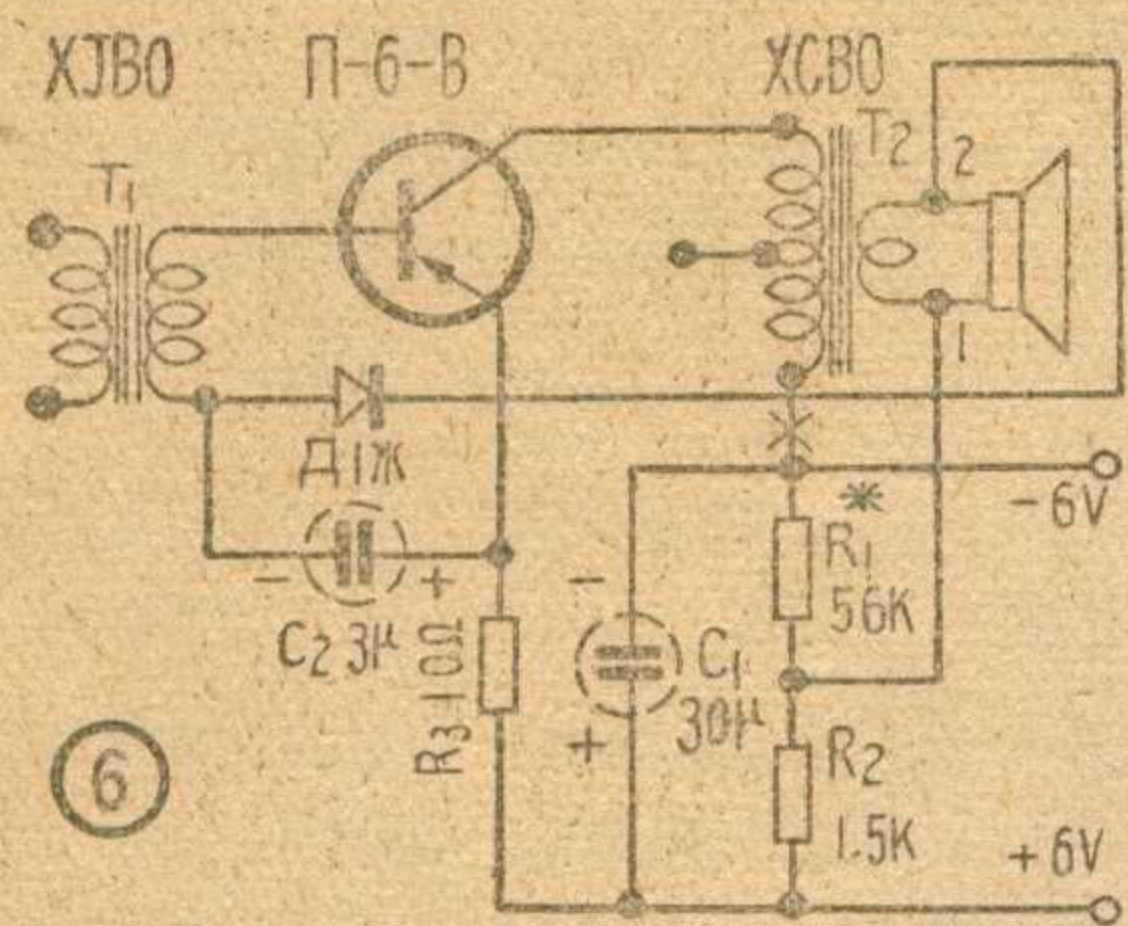
(由 R_1 、 R_2 分压得来)

接在集电极回路中，电流表读数就会随着信号的强弱发生摆动。滑动甲类放大器的效率与甲类及甲乙类、乙类放大器的比较如图5，可以看出在输出功率较小时（例如为最大输出功率的 $1/4$ 或 $1/2$ 时），滑动甲类放大器的效率几乎与甲乙类接近，只有在最大功率输出时它的效率才等于甲类放大器。而收音机经常处于最大功率输出的机会究竟不是很多的，因此滑动甲类放大器还是能起到提高效率的



⑤

(以最大输出功率作为1)



效果。

无线电爱好者如想把普通的甲类放大器改换成滑动甲类放大器，可参考图6的电路。

这是一个以Π-6型晶体管装成

的滑动甲类放大器，输入及输出变压器采用华北无线电器材厂出品的XJBO型和XCBO型，调整时首先固定基极电阻，可在图中画×处串接一个20毫安左右的直流电流表，调整 R_1 的阻值，使电流表的读数为1毫安左右，此值不宜太大，否则效率就会受损失。然后收一个电台听一听。为了使回授的信号相位合适，可先将 C_2 焊开一端，如果发现在收音时附带有“丝丝”的尖叫声，可将输出变压器次级上1、2两线头对调一下，这时就不应该再有尖叫声，说明相位已经合适，然后再接上 C_2 。 C_2 不宜

太大，否则失真会增加，调整时可适当增减，使失真最小为止。

本放大器的最大输出时的电流约为12毫安左右，当信号强弱变化时，电流表的指针在1—12毫安内摆动。

根据电路的原理，滑动甲类放大器会发生两种类型的失真，其一是由于整流作用所引起，使信号的正半周发生波形失真，另一种是瞬态失真，即当信号强弱发生突变时，由于电路存在有一定的时间常数（主要由 C_2 决定），往往产生工作点升高跟不上需要。在试验时应适当兼顾，但一般说来失真还不是很大的。

（上接第13页）

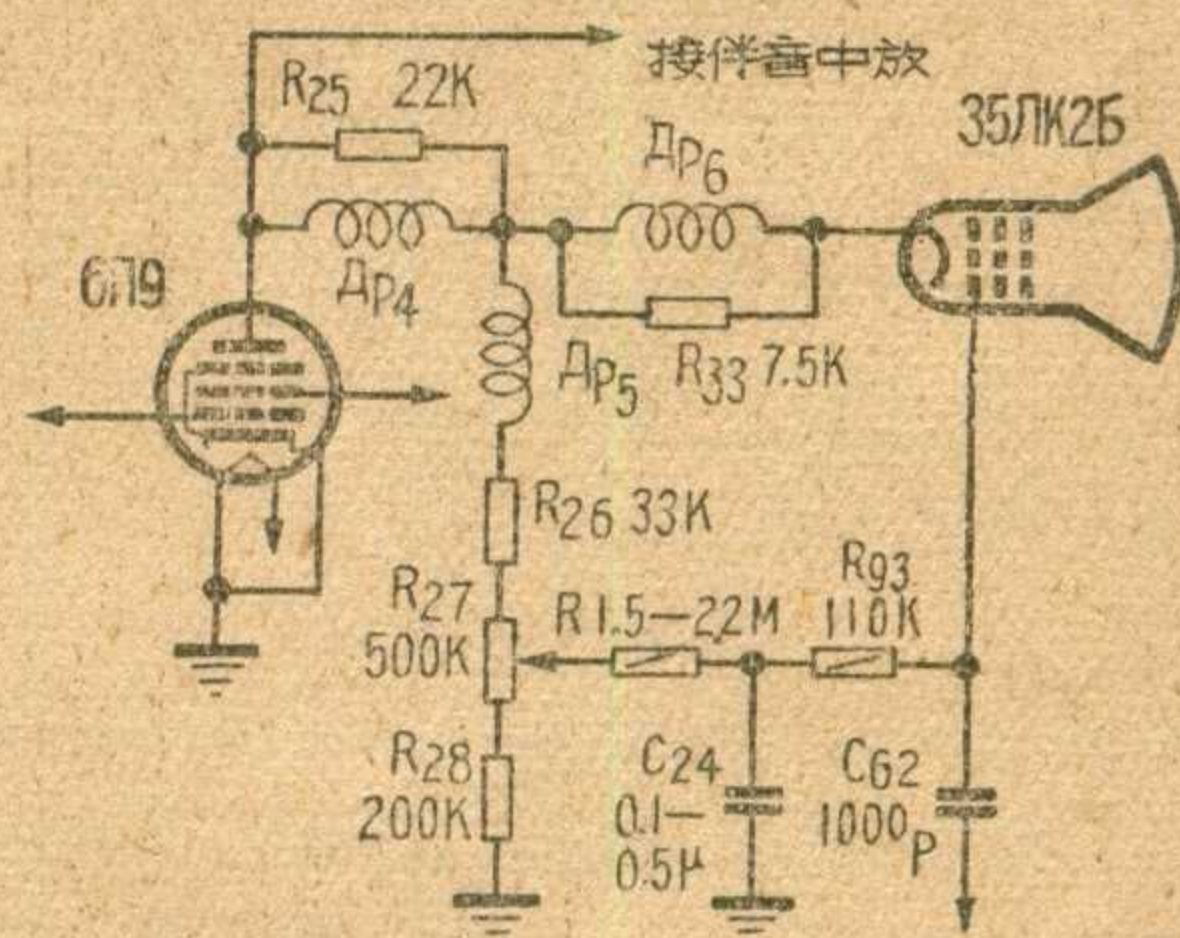
S_1 、 S_2 、 S_3 是一个单刀三掷开关，接在 S_1 时为非定时开机， S_2 为定时开机和定时关机， S_3 为定时开机和非定时关机。

零件安装和调整 继电器 P_0 为交流继电器，电阻 R_1 为限流电阻，大小视继电器需要决定。继电器 P_0 、 P_{10} 是GDZ-401型灵敏继电器，直流电阻5000欧。电容器 C_1 、 C_2 为优质纸介电容器，可用日光灯上的电容器代替。 R_2 、 R_3 阻值很高，可用几个电阻和电位器串联起来使用。

在闹钟内安装点开关，应当注意绝缘问题，否则钟身带电。延时继电器的调整，是在电子管的每个屏回路中串接电流表。电源闭合接通后，动作部分的表针将不断偏转，到15分钟前后停止不再上升。这时的电流大小便作为继电器的动作电流。然后再按图9相同的方法调整继电器 P_0 、 P_{10} 的弹簧和接点距离，使它按照这个电流大小而动作。

消除电视机关机光点的另一方法

关于消除电视机关机时的光点，本刊1963年第1期已介绍过一种方法。这里以苏联“记录”牌电视机为例介绍另一种方法。如图1所示，在亮度控制电位器 R_{27} 和电容器 C_{24} 之间加一个1.5~2.2兆欧的电阻 R 。这样，在关机时， R 使电容器 C_{24} 的放电变慢，显像管阴极电压比栅极上的电压减小得快，从而可以消除或减弱电视机关机时的光点。这种方法比在高压整流电路中接一个50兆欧电阻好，因为在这里 R 不承受高压，而且



1.5~2.2兆欧的电阻比较普遍，容易弄到。

（尤阳熹编译）



《超外差式收音机》修订本

馮报本編著 定价 1.60 元

《超外差式收音机》第一版自1956年出版以后，受到广大无线电爱好者的欢迎。最近，根据读者的意见，又请作者作了修订补充。在修订本中，介绍了磁性天线，磁性瓷心中频变压器等等新型元件的应用，旧本中引用的外国电子管也改用国产小型管代替，并且增加了有关立体声方面的原理和简易制作方法。在参考电路中，补充了一些较新的商品收音机电路，其中包括第三届全国广播接收机

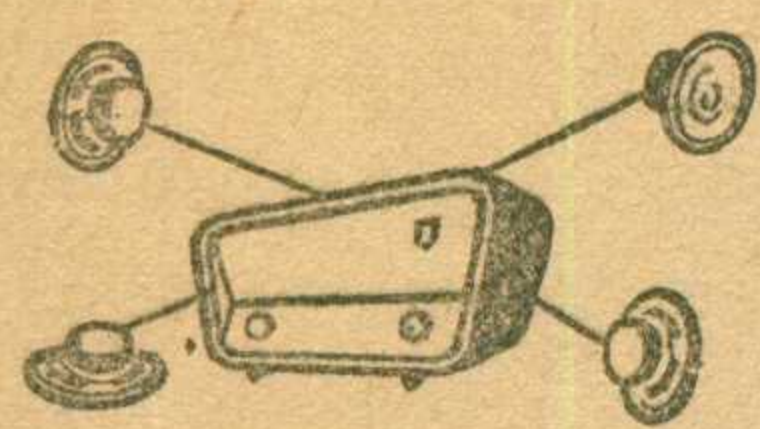
评比中的优秀产品。此外，对旧本中的一些基本概念、电路分析和叙述也作了必要的修改，使更为严谨、明确。

这本书可帮助爱好者在掌握了初步的无线电知识和简单的交直流收音机制作技术以后，进一步学习超外差式收音机的制作技术。也可供收音机修理工作者参考。

本书由全国各地新华书店发行。如当地缺货，可向人民邮电出版社发行部函购。

更正

①1963年第1期19页中栏倒数第18行“无帘屏电压”应为“无帘栅电压”。②1963年第2期21页右栏倒数第10行“3厘米到8厘米”应为“3厘米到8米”。③1963年第3期5页中栏倒数第18行“以减小铁心电阻”应为“以加大铁心电阻”。④1963年第4期8页中栏第11行“ $P=U^2/R=I_2R$ ”应为“ $P=U^2/R=I^2R$ ”；15页左栏第4行“250MA”应为“250μA”；23页中栏第6~7行“550赫到1600赫”应为“550千赫到1600千赫”。⑤1963年第5期13页左栏倒数第9行“72:1”应为“7.2:1”。



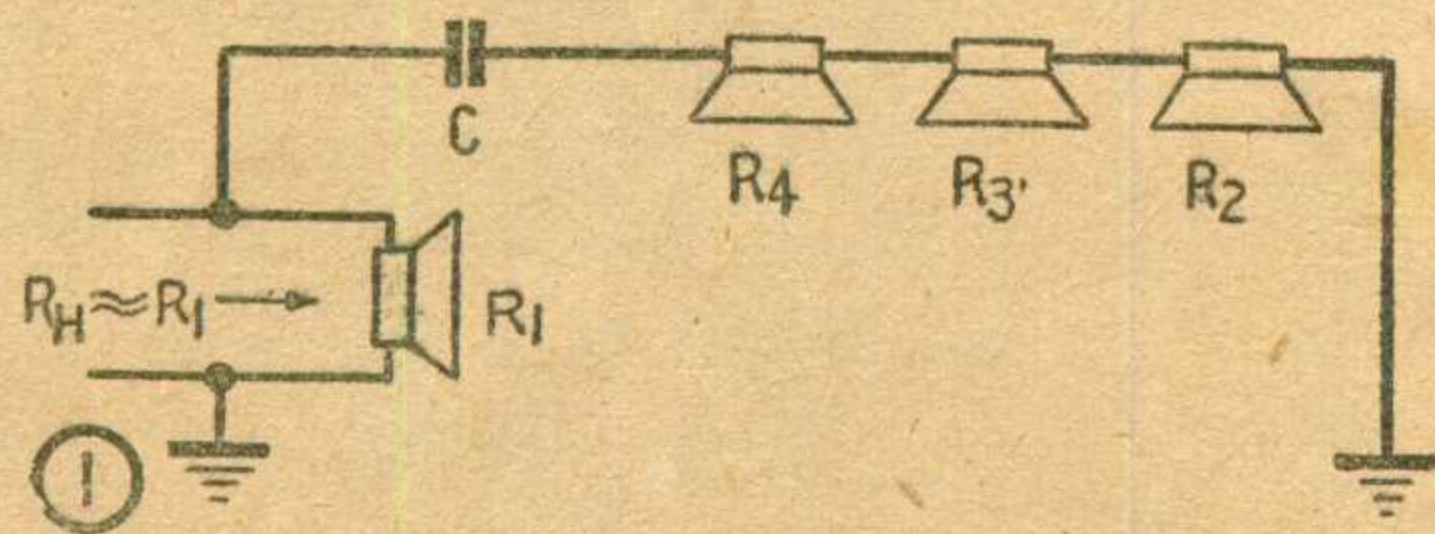
收音机

怎样装接几只扬声器

俞锡良

为了改善收音机的音质,有时需要装用几只扬声器,分别放送低音和高音。这里就介绍一部收音机装接几只扬声器的方法。

收音机装用几只扬声器时,一般是用功率最大、直径最大的低音扬声器作为主扬声器,装在机箱的正面,而用功率较小、直径较小的扬声器作为高音辅助扬声器,分装在正面和两侧面。这是因为声音频率在高于 1500~2000 赫时,即有明显的方向性,频率愈高,声场的宽度就愈窄,因而在扬声器的侧面听起来就比正面显得高音缺乏。若在收音机木箱两侧各装一只高音辅助扬声器,利用墙壁和家具等物的反射,就会显著减弱方向性,在周围不同的地方听起来都会感到声音“丰富”。在正面再



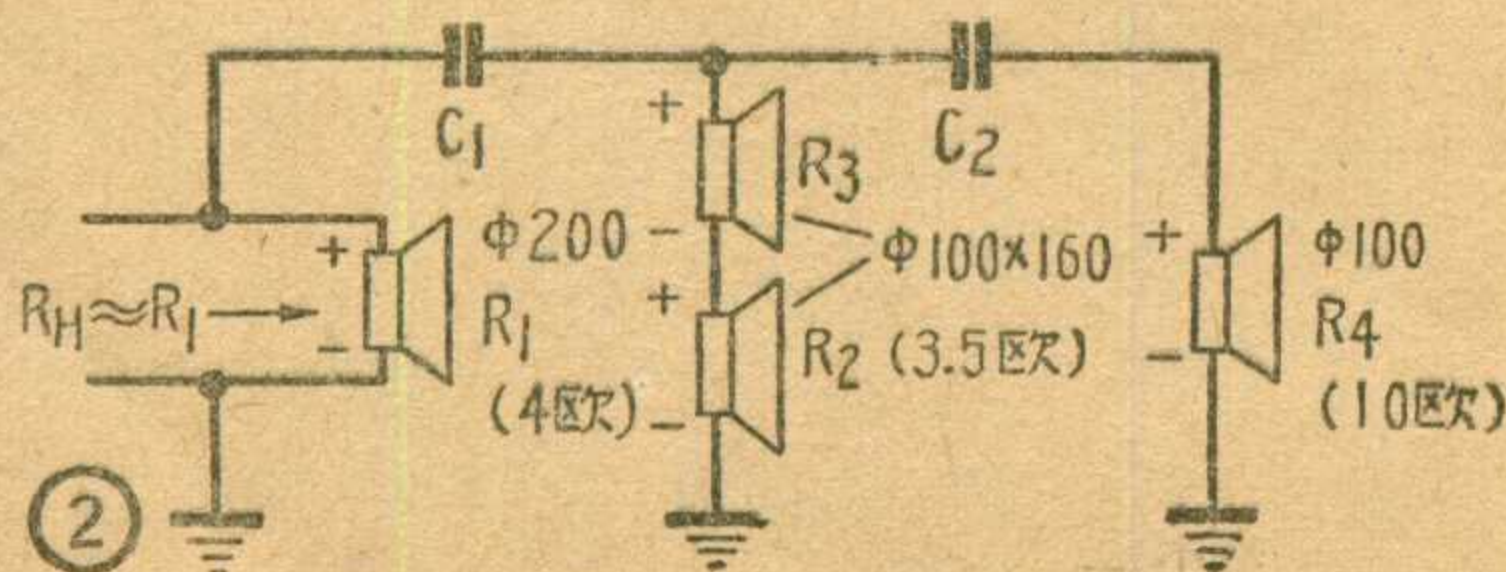
加装一只高音辅助扬声器,也可以弥补正面高音的不足。

电路的接法如图 1。图中 R_1 代表低音主扬声器的阻抗, R_2 、 R_3 、 R_4 代表高音辅助扬声器的阻抗。由于电容 C 对低音频率的阻抗较高,能阻止低音频通过,而对高音频率的阻抗却很低,因此,高音成分能够顺利地通过,从高音扬声器中放送出来。 C 的数值大小与我们设计的高频扬声器支路的截止频率有关。一般截止频率 f_c 选在 1000~5000 赫的范围内。 C 的数值可用下面的公式来计算:

$$C = \frac{1}{2\pi f_c (R_2 + R_3 + R_4)}$$

为简单计,扬声器的阻抗 R_2 、 R_3 、 R_4 可用商标上的标称阻抗代入计算。式中 C 的单位为法, R 的单位为欧。

几只高音扬声器应该串联起来,这样总的阻抗高,而且从上面公式可看出, C 也可以用小一些的,这就使电容 C 和高音扬声器串联支路的阻抗更大一些,和主扬声器并联后,对负载阻抗的影响就较小了。因此,输出



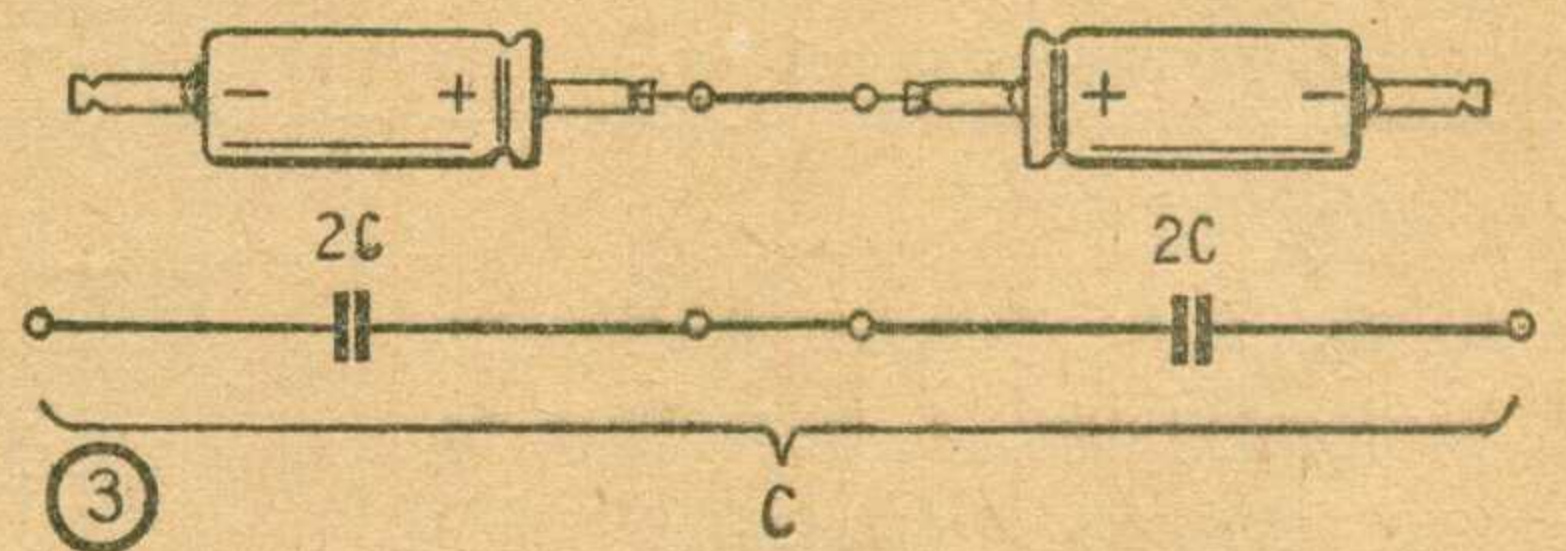
变压器次级的负载阻抗可近似地认为等于 R_1 。

如果几只高音扬声器的功率和直径彼此相差较大,则把功率和直径最小的扬声器再用 C_2 串联后和其他高音扬声器并联,如图 2。此时,

$$C_1 = \frac{1}{2\pi f_{c1} (R_2 + R_3)}, \quad C_2 = \frac{1}{2\pi f_{c2} R_4}$$

其中 f_{c2} 应高于 f_{c1} 。

C_1 或 C_2 一般在几个微法以上。普通小型纸介电容器没有这么大,最好用金属膜电容器,但价格较贵。用电解电容器也可以,但因电解电容器有正负极性,用在交流电路里会不稳定,所以要用两只电解电容器,正极对正极连接起来,以消除极性。这两个电解电容的数值应比所需的数值大一倍,串联以后总的电容量正好等于所需的电容量(见图 3)。



现举一实例如下。设有圆形的 $\phi 200$ 毫米的扬声器一个,阻抗 4 欧,圆形的 $\phi 100$ 毫米的扬声器一个,阻抗 10 欧,椭圆的 $\phi 100 \times 160$ 毫米的扬声器 2 个,阻抗各为 3.5 欧,怎样使用?

解:将 $\phi 200$ 毫米的作正面主扬声器, $\phi 100 \times 160$ 的作左右辅助扬声器,截止频率选 2 千赫, $\phi 100$ 的作正面辅助高音扬声器,截止频率选为 3 千赫,电路接法如图 2。

$$C_1 = \frac{1}{2\pi \times 2000 \times (3.5 + 3.5)} = 11.4 \text{ 微法}$$

$$C_2 = \frac{1}{2\pi \times 3000 \times 10} = 5.3 \text{ 微法}$$

C_1 可以用两只 20 微法的电解电容器, C_2 可用两只 10 微法的电解电容器,各正极对正极串联起来使用。

计算输出变压器时,次级的负载电阻 R_H 仍近似等于 $\phi 200$ 毫米扬声器的阻抗(即 4 欧)。

如果收音机箱是现成的,在侧面等再开洞不方便,可索性将高音扬声器放在机箱上面,或者挂在墙角上。因为机箱和助音板只是对低音起作用,因此高音扬声器放在机箱里面或外面是一样的。

多只扬声器同时使用,在连接的时候要注意相位一致,即各个扬声器同一瞬时纸盆振动的方向要一样。不然声波会互相抵消,使音质变坏。测定扬声器极性的方法很简单,拿一节 1.5 伏的干电池,将扬声器的一个头与电池一个极固定连接,另一个头与电池另一个极断续碰几下,用手摸着纸盆,可以感觉到纸盆振动的方向,根据振动的方向,在接头上注上极性符号。例如扬声器某一个头接电池正极时,纸盆向外振动,就在这个头上记上一个“+”号,而在另一头上记上“-”号,其他扬声器也都同样标注好。在连接的时候,按“+”“-”顺序相串接,接地的头也都是同一个符号即可(参看图 2)。

共用一个推挽末级的双频道放大器

目前对于收音机的音质提出了越来越高的要求。一般的单频道低频放大器是在输出端将高频和低频分开，然后分别由高音和低音扬声器放出，这样，对于音质虽然有所提高，但是由于频带分离得不够完善，低音调制失真仍然是很大的。如果分离频带是在放大器的输入端进行，将大大地减少低音调制失真，这就是所谓“双频道低频放大器”。为了减少非线性失真，改善低音的音质，一般双频道放大器均将低音频道做成推挽式，高音频道仍采用单臂输出（例如“无线电”1961年第5期的“双频道放大器”）。但是这就需要三只输出电子管，费用较高。

这里介绍的共用一个推挽末级的双频道低频放大器，利用低音频道的推挽输出级兼作高音频道的输出，而且两个频道能够各自分开，互不相混，因此它既具有上述电路的优点，而且可以省去一只输出管及相应的元件。

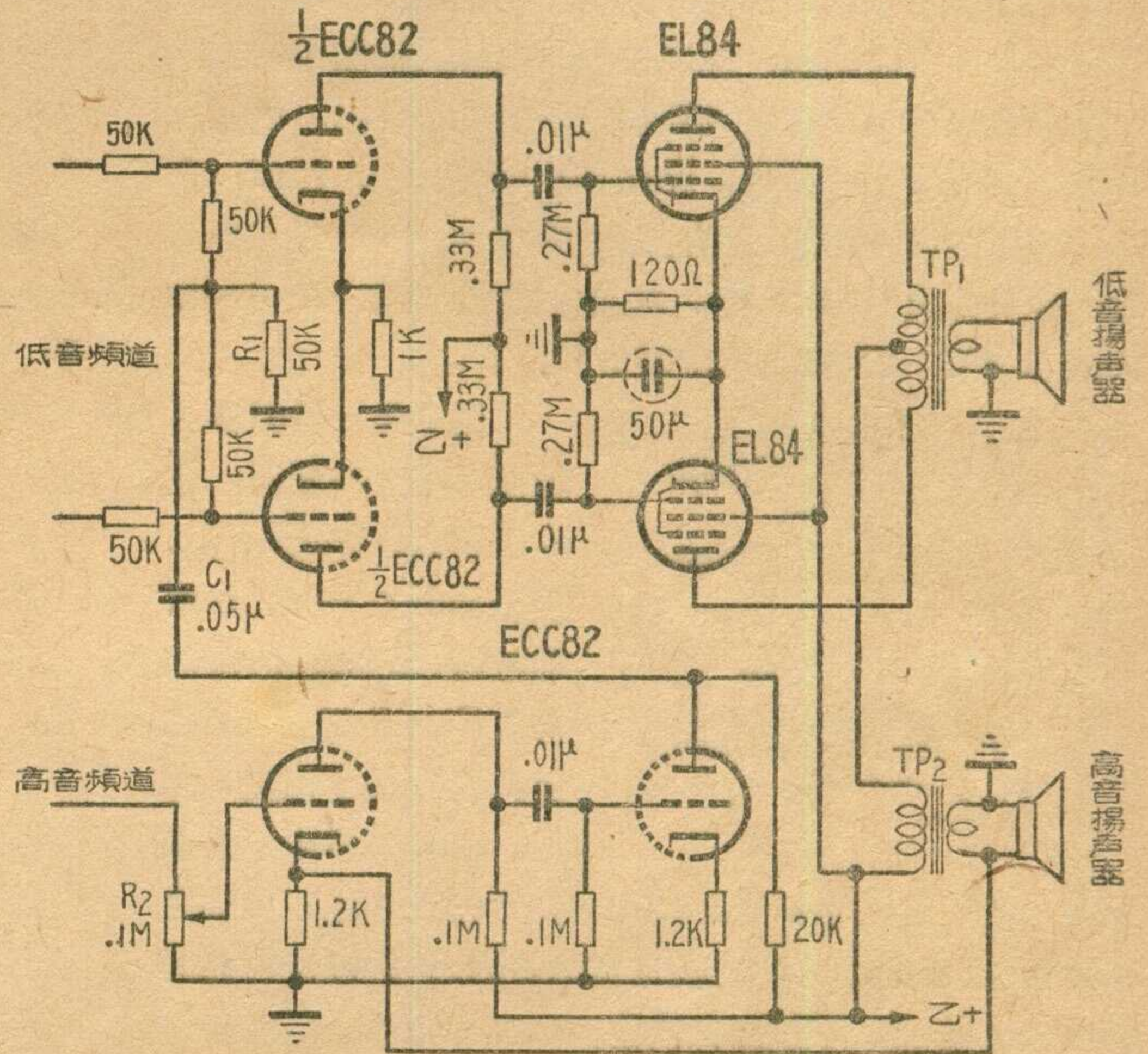
它的工作原理是这样的，低音频电压从倒相级的输出端（关于低音频电压的分离滤波器和倒相级部分图中未画出）以两个相反相位（180°相位差）进入推挽电压放大级的两臂上，然后进入推挽末级的输入端，这与通常的推挽末级相同，低音频由低音扬声器放出。

高频电压送到电位器 R_2 ，经过两级前置放大，然后经由电容器 C_1 送至推挽电压放大级

的输入端。但是由于降落在电阻 R_1 上的高频电压是以同一相位进入到两个电子管的输入端的，因此在推挽输出变压器 TP_1 中，两个末级电子管屏流的高频成分彼此抵消，不能由低音扬声器放出，而是通过输出变压器 TP_2 由高音扬声器放出的。

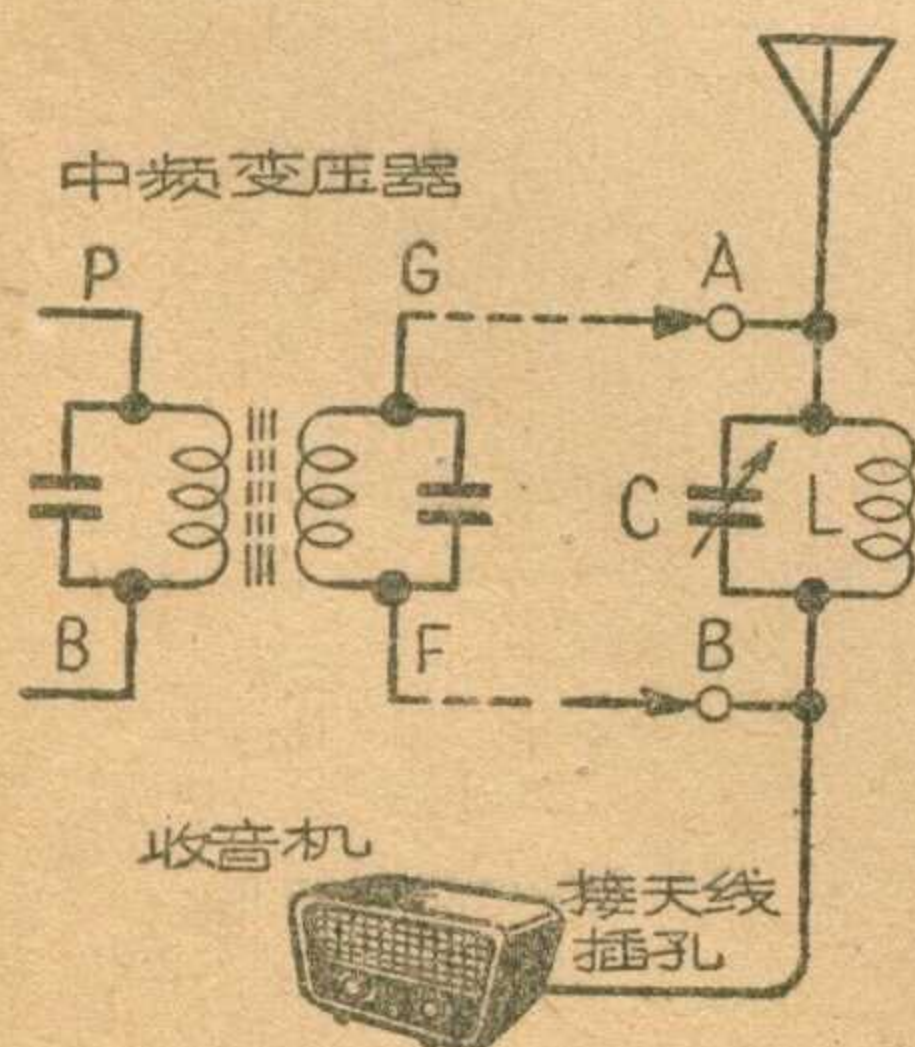
双极管 ECC82 可用 6N1 代替，EL84 可用 6P14 代替。

这样的推挽放大和放音的线路也可应用在其他地方，例如用在简单的立体声装置中。（孙延宗编译）



校准中频变压器简法

我们在修理收音机时，换下了不少失调的中频变压器，若用信号发生器来一个个校准，比较麻烦。我们采用了一个简单的方法，只要一个已调准在 465 千赫的同型号的中频变压器，一部收音机，外加一个由收音机中波段调谐线圈 L 和 360 微微法可变电容器 C 所组成的调谐回路，如图连接就可以了。



先把一个准确的中频变压器的初级或次级线圈两端并联在 A 点和 B 点，然后打开收音机，在 700~1000 千赫处收到一个电台，把音量开大，转动可变电容器 C ，使收音机的音量最小，这时说明这两个回路并联后的谐振频率与电台频率相同，起到陷

波的作用。然后把好的中频变压器换上要校准的失调中频变压器，收音机音量会增大。旋动中频变压器的铁粉心（或微调电容器），使仍达到音量最小，这时中频变压器的一级就校准了。同样再校准另一级。只要预先接入的一只中频变压器准确，以后校准的中频变压器是相当准确的。（黄俊雄）

封三计算图表说明

本图表可用于计算振荡回路的振荡频率，选择回路元件的数值。如果已知回路元件 L 和 C 的数值，根据图表就可以确定回路的固有振荡频率。当回路的振荡或谐振频率给定的时候，只要知道回路中任一元件的数值（例如电容 C ），就可以求出另一元件（电感 L ）的数值来。

第 1 表用于计算低频（2 赫~50 千赫）振荡回路，第 2 表用于计算长波段（120~550 千赫），第 3 表用于中短波段（550 千赫~2 兆赫），第 4 表可计算短波和一部分超短波段（2~60 兆赫）。

（李荣生译自苏联“无线电”1961 年第 2 期）

电热孵化用的温度控制器

俞祖山

电热孵化（例如孵化小鸡）的优点很多，不受自然季节的限制，孵化量大，并且需要的劳动力少，占用的工作场地很小。

电热孵化常用的主要工具是孵化机。它由保温机箱、电热器、温度控制器、湿度调整器及通风装置等组成。由于胚胎在不同发育时期要求的温度也不相同，因此精确地掌握温度十分重要，往往是成败的关键。然而，在孵化过程中温度的控制恰恰是最困难的。一般孵化小鸡时，在头几天（1~3天），温度应控制在 38°C ；4~16天为 37.8°C ；17~20天为 37.6°C 。

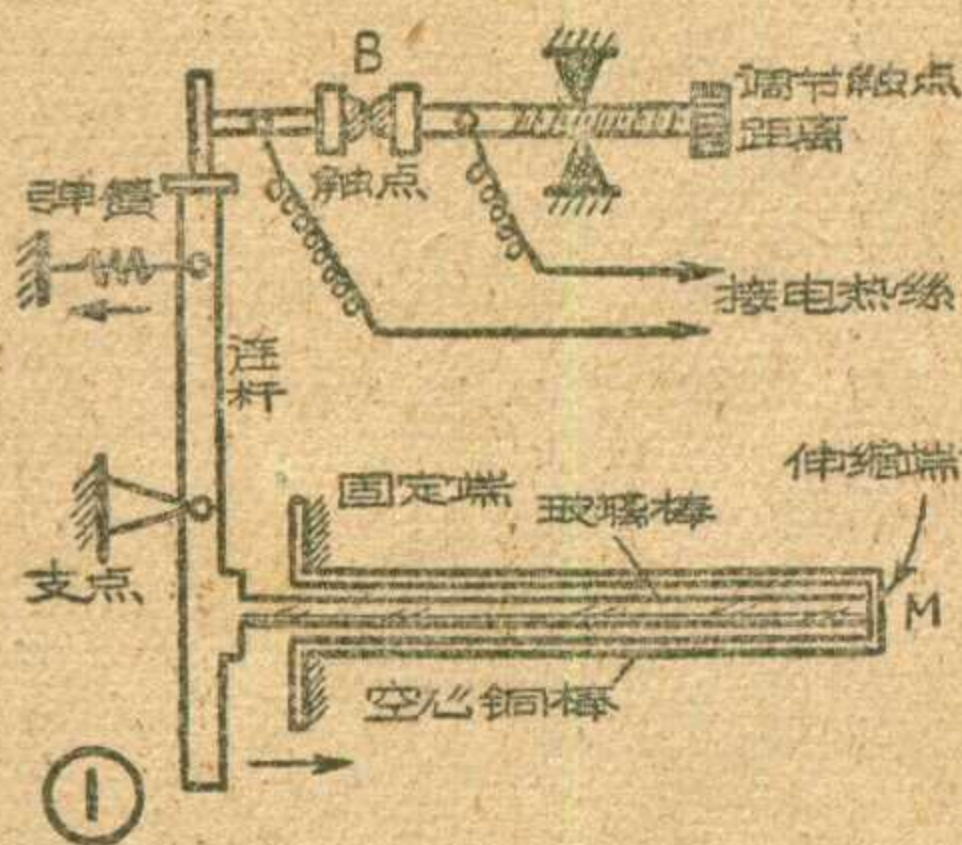
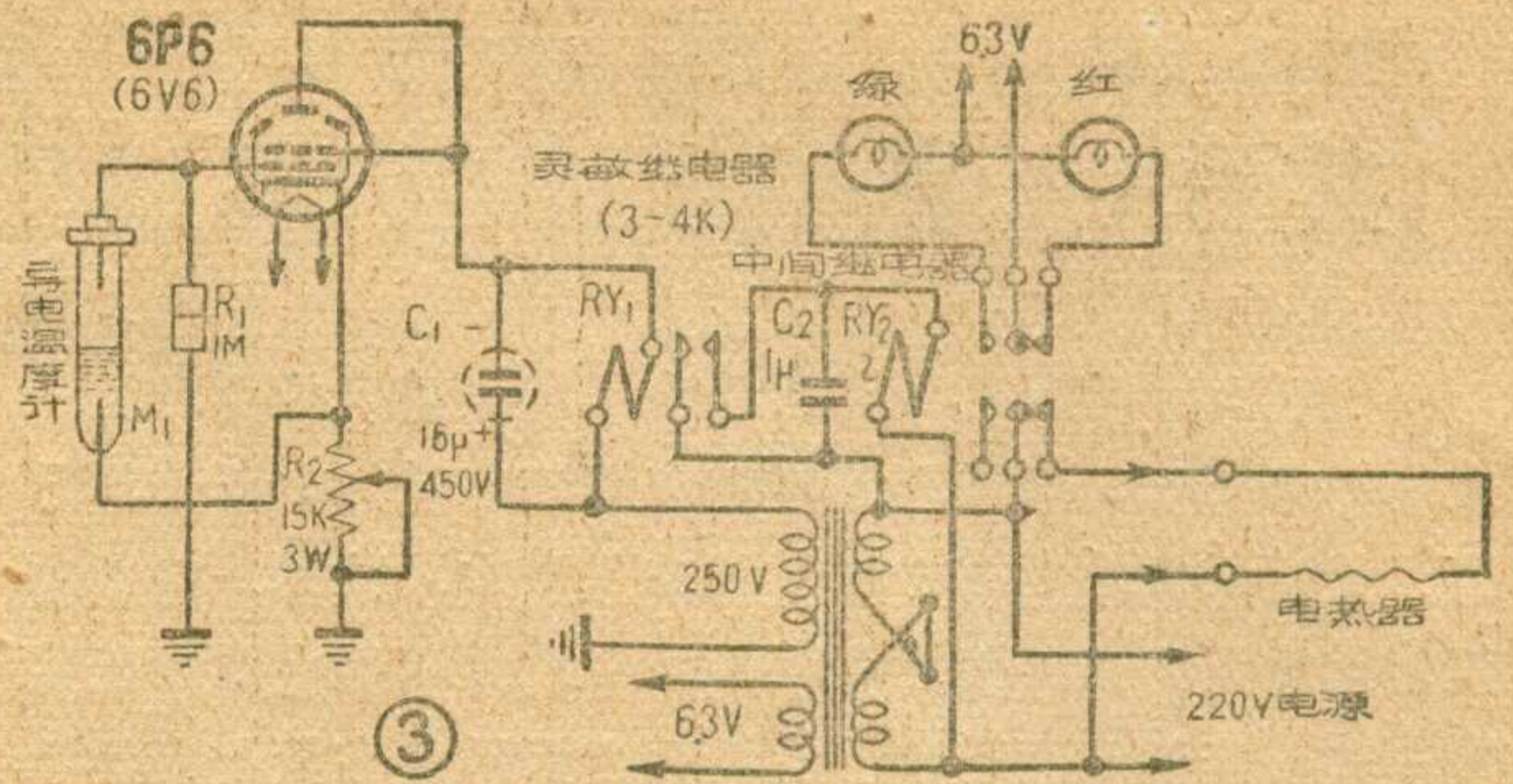
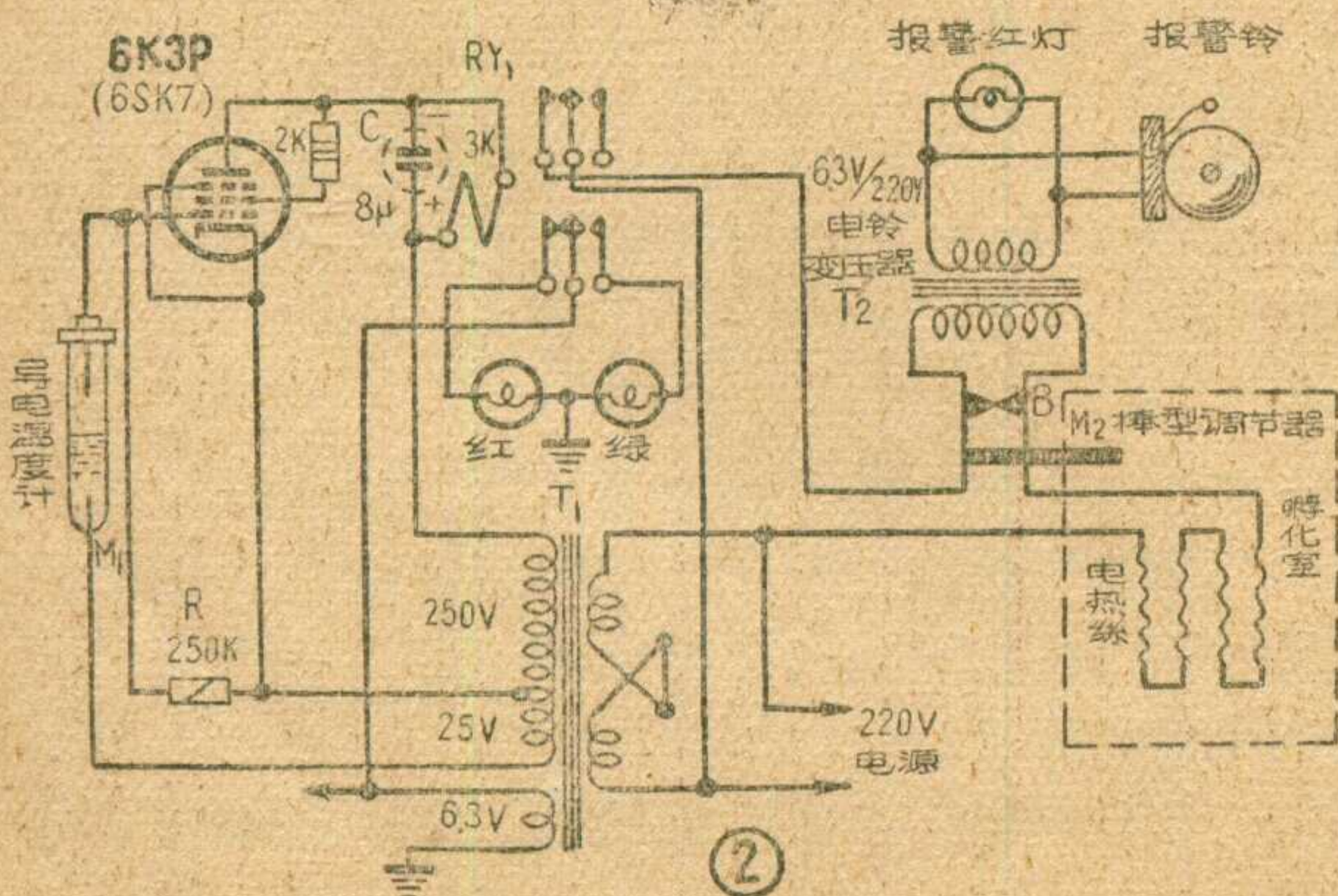


图1是一种较常见的棒形温度控制器，它的工作原理如图3所示。控制器的主体是用两种材料（铜和玻璃）做成的复棒。当温度变化时，铜棒长度相应地伸缩，而玻璃棒由于膨胀系数小，长度几乎不变。因此，由于杠杆作用，使触点B断开或接通，达到控制温度的目的。这种温度控制器的灵敏度较低，可靠性也较差。

比较可靠的是利用电子管制成的温度控制器。图2是市售孵化机内广泛应用的一种控制电路，它由栅控电子继电器、报警器及电热器组成。

栅控电子继电器主要由水银导电温度计 M_1 、一只电子管6SK7和一只直流电阻为3千欧的继电器组成。当 M_1 内的水银未接通 M_1 内的上下两根金属丝时，电子管起着通常的半波整流作用，整流后的电流使继电器 RY_1 吸动，接通电热器电源。 M_1 安装在机箱

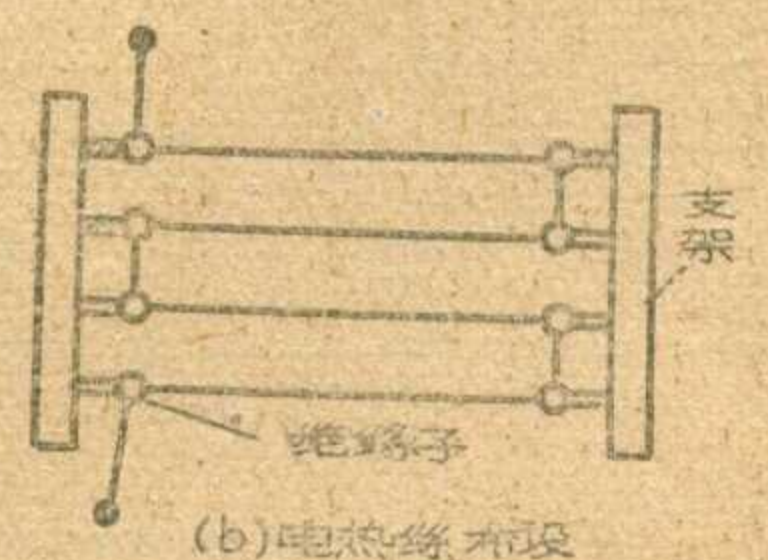
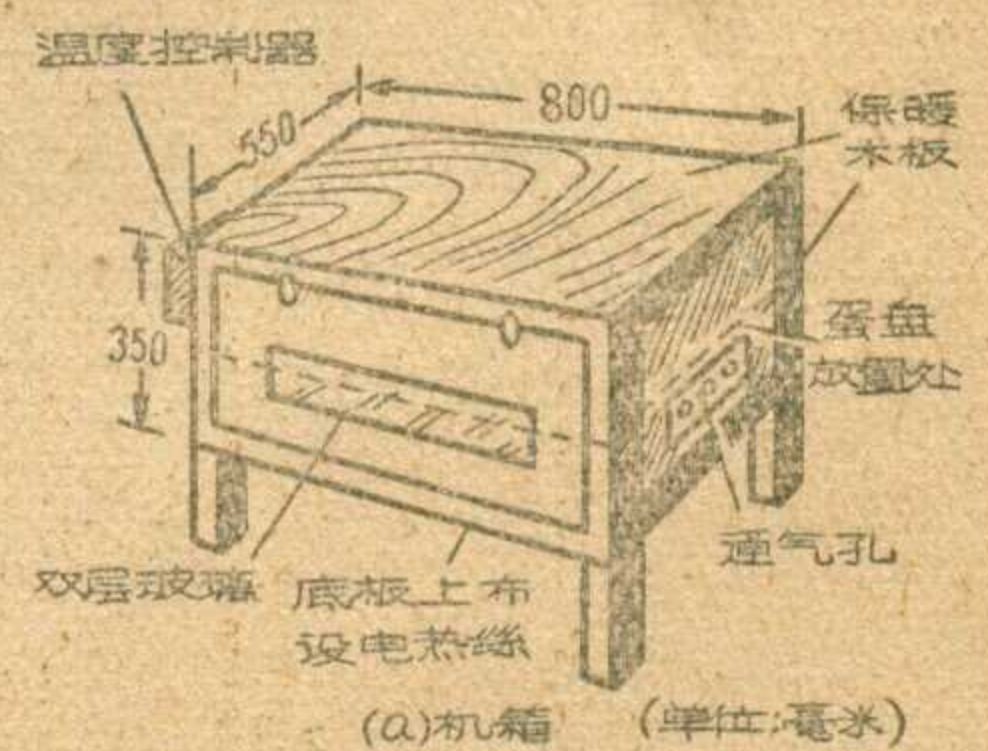
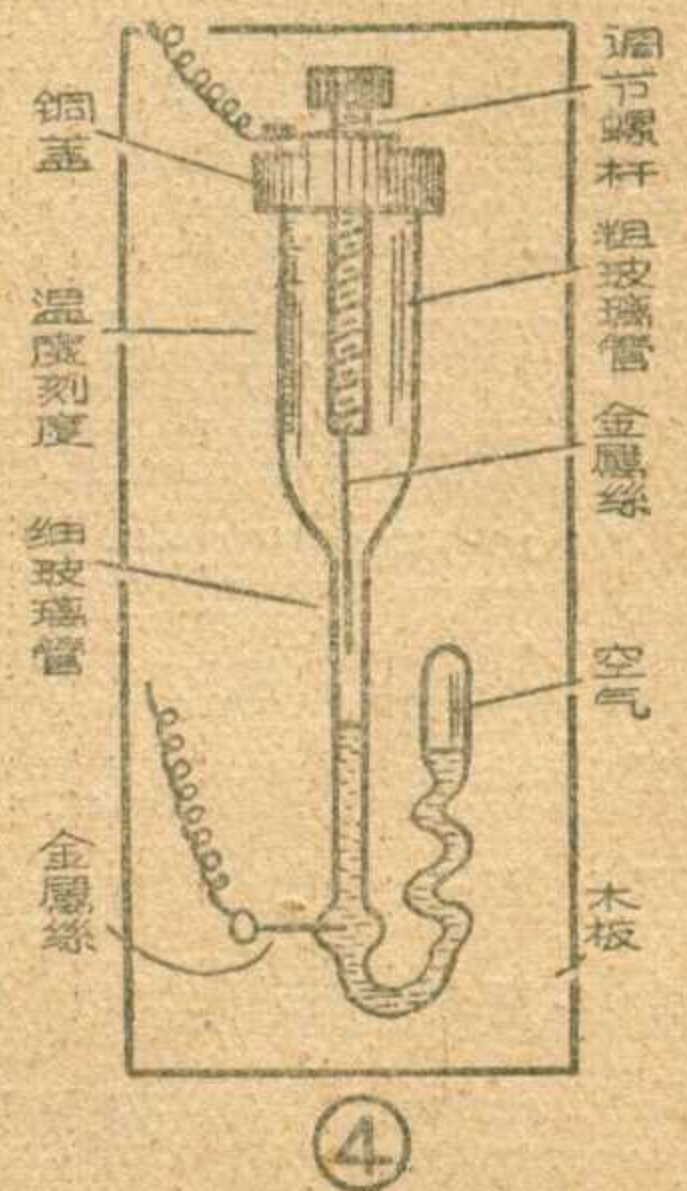


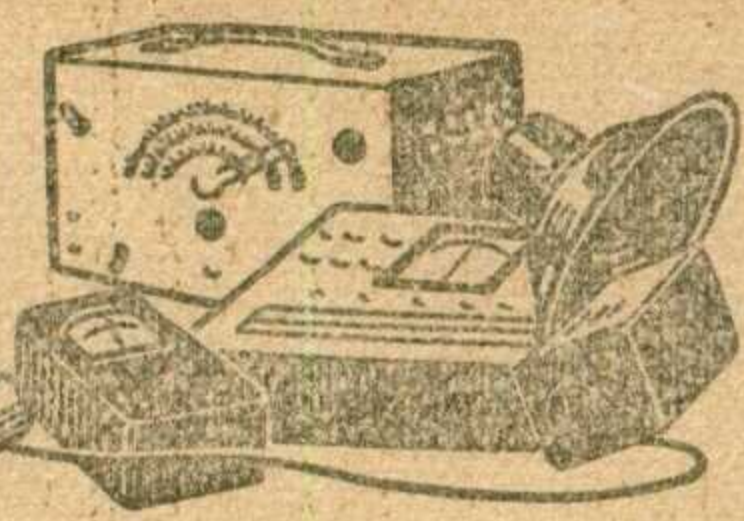
内，如果箱内温度过高， M_1 内的水银上升，接通 M_1 内的上下两根金属丝，把25伏电压接到电子管栅极。这样，在电子管导电的半周内，恰好它的栅极电压为负，使屏流截止，因此继电器 RY_1 由于没有电流而释放，它的接点断开电热器的电源而降温。电路中电阻 R 为电子管栅偏压电阻，其值为250千欧~500千欧。电容器 C 作滤波用，防止继电器颤动，其值为8~20微法，耐压应在450伏以上。

为了防止因控制器失灵而造成损失，因此安装了超温报警器 M_2 。 M_2 就是上述的棒形温度控制器。如果控制失灵，温度过高，那么 M_2 复棒伸长，推开触点B。这时变压器 T_2 的初级绕组的短路断开，于是次级所接的电铃便发出告警铃声，并且电热器由于串接了 T_2 的初级绕组，温度也会下降。

图3是用阴极电阻供给栅偏压的电路（报警部分省略未画）。采用这个电路，可以直接利用一般五灯收音机的电源变压器，并且由于采用了6P6功率管，灵敏度较高。此外，由于通过电热器的电流很大，一般直流继电器的接点易损坏，所以增加了一个中间电力继电器 RY_2 （220伏交流继电器）。

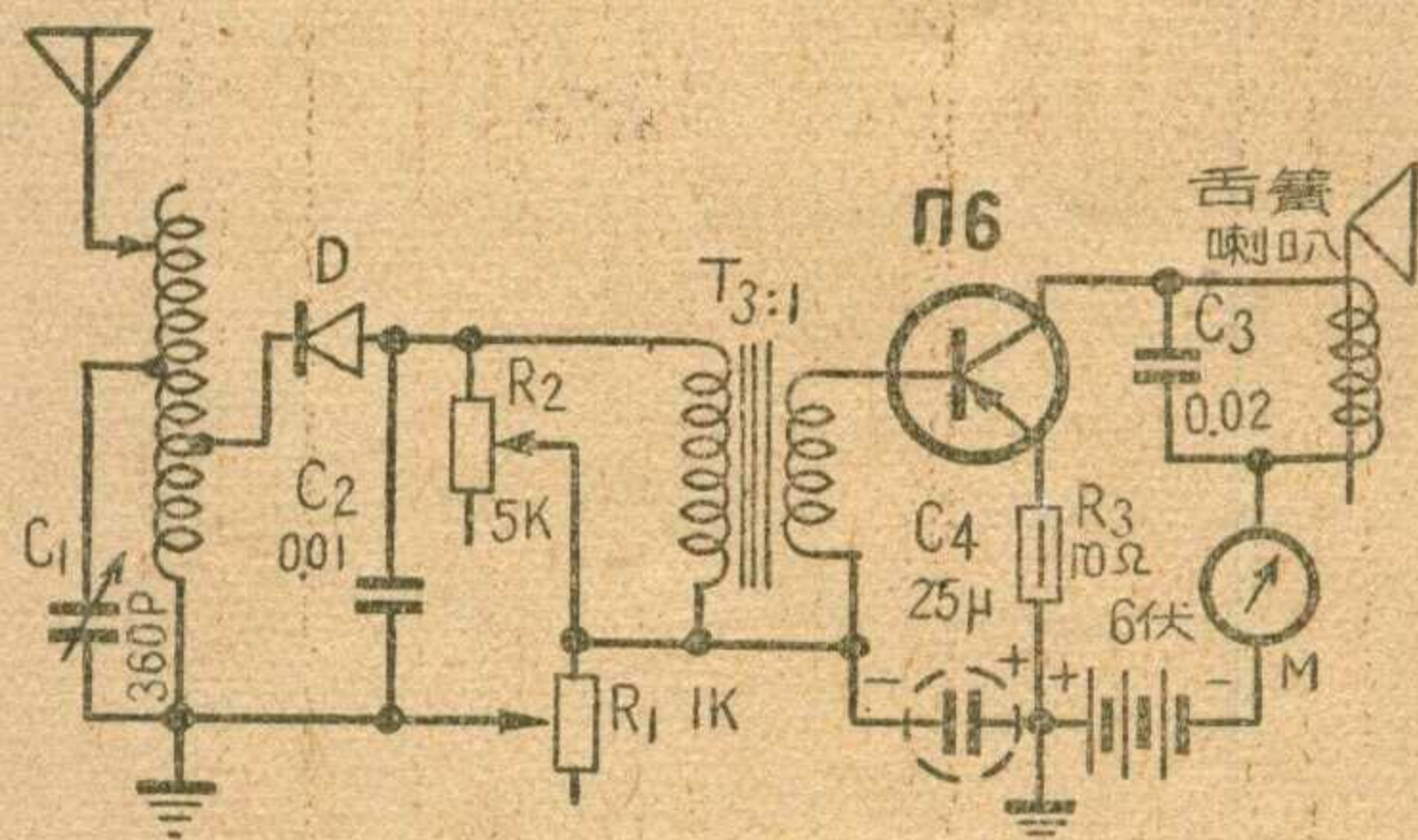
如用6.3伏交流继电器，则应改接在6.3伏绕组上）。调整电位器 R_2 可改变电子管屏流，以适应 RY_1 继电器的要求。当箱内温度较低时， M_1 内的水银柱不够高，上下金属丝的连接被断开，于是 R_2 上产生的栅负偏压加到电子管栅极，使电子管屏流减小，继电器 RY_1 不能吸动，它的接点分开，所以 RY_2 也不能吸动，这时 RY_2 的静合





晶体管收音机可以做到在广播电台开始播音时随着自动开启收音，而在电台停止播音时又能自动关闭，不用专人去管理。

附图就是这种收音机的电路图。其中的晶体三极管受电台广播载频的控制。电台的播音是通过载频发送出来的，播音时一定要先发射出载频。这个载频从天线导入收音机，通过 L 和 C_1 组成的调谐电路，经晶体二极管 D 进行检波后成为直流电流。它经过耦合变压器 T 的初级线圈以后，一部分经 R_1 回到地线端，另一部分流经耦合变压器的次级送到晶体管的基极上，通过发射极再到地，作为基极偏流来控制集电极电流，使三极管进入正常工作状态。在这里放大级是用 $\Pi 6$



型三极管接成共发射极放大电路，电源电压为 6 伏，它的集电极电流在正常工作情况下为 10 毫安，电流放大系数 β 为 20，就是说它的基极电流只需集电极电流的 $1/20$ 。因此只要有大约 $10 \times \frac{1}{20} = 0.5$ 毫安的基极电流，就可产生 10 毫安的集电极电流。我们在接收大电力电台播音时，天地线装设很好的话，载频检波后的直流电流可以达到 1 毫安。把这电流经过滤波供给放大级三极管，便足够用作基极偏流，使三极管正常工作。为了避免基极偏流过大，防止集电极电流超过允许值而使晶体管损坏，所以在耦合变压器的初级下端接有一只可变电阻 R_1 ，作为分流电阻，使检波后的直流电流一部分入地。初次试听时，可在变压器的初级并联上一付耳机，先把 R_1 调到阻值最大，调谐收听一个强力电台，这时接在三极管集电极电路内的电流表 M 应当有电流指示，指针朝正方向偏转，说明检波后的直流电流方向正好合于我们所需要的基极电流方向。如果没有指示或表针反而

倒退的话，那是二极管的极性接反，应当颠倒过来。调节 R_1 使集电极电流大约为 10 毫安， $\Pi 6$ 管就处于正常工作点，扬声器里也就可以听到响亮的播音节目了。耦合变压器初级并联的可变电阻 R_2 是音量控制器。变压器次级下边的电解电容器 C_4 是滤波电容器。三极管的基极偏流既然是利用电台的广播载频整流得来的，电台不播音时载频停止，三极管也就没有基极偏流了，这时集电极电流下降，只有 0.1 毫安左右，因此几乎完全不消耗电力。到下次播音开始发送载频时，集电极电流可以立即上升到已调节好了的工作点，扬声器里又可开始播送节目了。调谐线圈可用 0.78 毫米直径 (22 号) 漆包线在直径 65 毫米的蜡纸筒上绕 120 圈，每隔 20 圈抽出一头，离地 20 圈处接晶体二极管 D ，离地 40 圈处接可变电容器 C_1 ，天线抽头用分线器调节。耦合变压器 T 为 3:1 降压变压器，用 12×14 毫米 ($1/2'' \times 1/2''$) 截面积的硅钢片铁心，初级用 0.14 毫米直径 (40 号) 漆包线绕 1500 圈，次级用 0.17 毫米直径 (38 号) 漆包线绕 500 圈，铁心交错插入，以减少磁漏。 C_4 为 25 微法电解电容器，耐压在 10 伏以上的都可用。扬声器采用普通舌簧扬声器，将原来线包 (原来是用 44 号线绕 5000 圈左右) 拆除，改用 0.17 毫米直径漆包线绕 1000 圈。 M 为 0~15 毫安电流表，可用万用电表的适当电流档临时接用，调节完毕后取去不用，而把线路直接连通。如果在连接电流表的位置上串接一只灵敏的继电器，可以用来控制另一架扩音机的电源开关，能使扩音机自动转播所收到的无线电广播节目。利用这种方法就可以装成一座无人管理的自动收音站。(罗鹏搏)

倒退的话，那是二极管的极性接反，应当颠倒过来。调节 R_1 使集电极电流大约为 10 毫安， $\Pi 6$ 管就处于正常工作点，扬声器里也就可以听到响亮的播音节目了。耦合变压器初级并联的可变电阻 R_2 是音量控制器。变压器次级下边的电解电容器 C_4 是滤波电容器。三极管的基极偏流既然是利用电台的广播载频整流得来的，电台不播音时载频停止，三极管也就没有基极偏流了，这时集电极电流下降，只有 0.1 毫安左右，因此几乎完全不消耗电力。到下次播音开始发送载频时，集电极电流可以立即上升到已调节好了的工作点，扬声器里又可开始播送节目了。

调谐线圈可用 0.78 毫米直径 (22 号) 漆包线在直径 65 毫米的蜡纸筒上绕 120 圈，每隔 20 圈抽出一头，离地 20 圈处接晶体二极管 D ，离地 40 圈处接可变电容器 C_1 ，天线抽头用分线器调节。耦合变压器 T 为 3:1 降压变压器，用 12×14 毫米 ($1/2'' \times 1/2''$) 截面积的硅钢片铁心，初级用 0.14 毫米直径 (40 号) 漆包线绕 1500 圈，次级用 0.17 毫米直径 (38 号) 漆包线绕 500 圈，铁心交错插入，以减少磁漏。 C_4 为 25 微法电解电容器，耐压在 10 伏以上的都可用。扬声器采用普通舌簧扬声器，将原来线包 (原来是用 44 号线绕 5000 圈左右) 拆除，改用 0.17 毫米直径漆包线绕 1000 圈。 M 为 0~15 毫安电流表，可用万用电表的适当电流档临时接用，调节完毕后取去不用，而把线路直接连通。如果在连接电流表的位置上串接一只灵敏的继电器，可以用来控制另一架扩音机的电源开关，能使扩音机自动转播所收到的无线电广播节目。利用这种方法就可以装成一座无人管理的自动收音站。(罗鹏搏)

接点接通电热器电源。如果箱内温度过高，那么 M_1 内的水银柱接通上下金属丝，直接把电子管的栅极和阴极连接起来，栅偏压为零，电子管屏流上升，使继电器 RY_1 、 RY_2 相继吸动，切断电热器电源。 RY_1 接点上并联了电容器 C_2 ，用来防止接点分开时产生火花。导电温度计有成品供应，也可自制。选内径为 3~4 毫米的玻璃管，在酒精灯上烧软，弯成 U 形，或多弯几次，末端吹一空气室，在靠近 U 形弯曲处，吹成球形，插入金属丝电极，如图 4 所示。然后在管子上端套一根粗玻璃管，灌入水银，盖上带有调节螺杆的铜帽。另一根金属丝电极即焊在螺杆上。这种水银导电温度计较灵敏，控制温度的精确度可达 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 。机箱的结构和电热丝的装置，对保持恒温也有影响。自制机箱时，可参考图 5a 仿造。箱壁最好用双层木板，并在层间填充绝热材料。电热丝可用 500~600 瓦的 (按 100 只蛋计算)，可参考图 5b 布放在机箱底板上，底板上应先衬垫石棉板。市售的电热丝是螺旋形的，应拉直布放，才能均匀散热。这种温度控制器也适合在一些其它需要恒温控制的场合下试用，如种子发芽、菌类培养等等。

导电温度计有成品供应，也可自制。选内径为 3~4 毫米的玻璃管，在酒精灯上烧软，弯成 U 形，或多弯几次，末端吹一空气室，在靠近 U 形弯曲处，吹成球形，插入金属丝电极，如图 4 所示。然后在管子上端套一根粗玻璃管，灌入水银，盖上带有调节螺杆的铜帽。另一根金属丝电极即焊在螺杆上。这种水银导电温度计较灵敏，控制温度的精确度可达 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 。机箱的结构和电热丝的装置，对保持恒温也有影响。自制机箱时，可参考图 5a 仿造。箱壁最好用双层木板，并在层间填充绝热材料。电热丝可用 500~600 瓦的 (按 100 只蛋计算)，可参考图 5b 布放在机箱底板上，底板上应先衬垫石棉板。市售的电热丝是螺旋形的，应拉直布放，才能均匀散热。这种温度控制器也适合在一些其它需要恒温控制的场合下试用，如种子发芽、菌类培养等等。

导电温度计有成品供应，也可自制。选内径为 3~4 毫米的玻璃管，在酒精灯上烧软，弯成 U 形，或多弯几次，末端吹一空气室，在靠近 U 形弯曲处，吹成球形，插入金属丝电极，如图 4 所示。然后在管子上端套一根粗玻璃管，灌入水银，盖上带有调节螺杆的铜帽。另一根金属丝电极即焊在螺杆上。这种水银导电温度计较灵敏，控制温度的精确度可达 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 。机箱的结构和电热丝的装置，对保持恒温也有影响。自制机箱时，可参考图 5a 仿造。箱壁最好用双层木板，并在层间填充绝热材料。电热丝可用 500~600 瓦的 (按 100 只蛋计算)，可参考图 5b 布放在机箱底板上，底板上应先衬垫石棉板。市售的电热丝是螺旋形的，应拉直布放，才能均匀散热。这种温度控制器也适合在一些其它需要恒温控制的场合下试用，如种子发芽、菌类培养等等。

导电温度计有成品供应，也可自制。选内径为 3~4 毫米的玻璃管，在酒精灯上烧软，弯成 U 形，或多弯几次，末端吹一空气室，在靠近 U 形弯曲处，吹成球形，插入金属丝电极，如图 4 所示。然后在管子上端套一根粗玻璃管，灌入水银，盖上带有调节螺杆的铜帽。另一根金属丝电极即焊在螺杆上。这种水银导电温度计较灵敏，控制温度的精确度可达 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 。机箱的结构和电热丝的装置，对保持恒温也有影响。自制机箱时，可参考图 5a 仿造。箱壁最好用双层木板，并在层间填充绝热材料。电热丝可用 500~600 瓦的 (按 100 只蛋计算)，可参考图 5b 布放在机箱底板上，底板上应先衬垫石棉板。市售的电热丝是螺旋形的，应拉直布放，才能均匀散热。这种温度控制器也适合在一些其它需要恒温控制的场合下试用，如种子发芽、菌类培养等等。

导电温度计有成品供应，也可自制。选内径为 3~4 毫米的玻璃管，在酒精灯上烧软，弯成 U 形，或多弯几次，末端吹一空气室，在靠近 U 形弯曲处，吹成球形，插入金属丝电极，如图 4 所示。然后在管子上端套一根粗玻璃管，灌入水银，盖上带有调节螺杆的铜帽。另一根金属丝电极即焊在螺杆上。这种水银导电温度计较灵敏，控制温度的精确度可达 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 。机箱的结构和电热丝的装置，对保持恒温也有影响。自制机箱时，可参考图 5a 仿造。箱壁最好用双层木板，并在层间填充绝热材料。电热丝可用 500~600 瓦的 (按 100 只蛋计算)，可参考图 5b 布放在机箱底板上，底板上应先衬垫石棉板。市售的电热丝是螺旋形的，应拉直布放，才能均匀散热。这种温度控制器也适合在一些其它需要恒温控制的场合下试用，如种子发芽、菌类培养等等。

实验晶体管超外差式收音机

杨名甲

超外差式电路比直接放大式优越，这一点在晶体管收音机里格外显著。因为晶体管的放大能力还随工作频率的高低而不同，它在高频上的放大量一般要比在中频上低得多。一般的再生式晶体管机，在钢筋结构的建筑物里，不加外接天线往往不能收音，而外差式机在同样情况下一般却能收听自如。

这里介绍一架六管超外差式机。它具备两级中频放大，有自动音量控制，并使用推挽功率放大输出。它的电路结构比较简单，可以不用的部件尽量省略（例如各管基极偏流供电多用注入式，未加稳定电阻），所以全机使用零件较少，适合业余制作。此外，机箱为木制，和塑料盒相比，收音时低音丰富得多，音质较好。

图1是本机电路图。变频级 T_1 采用扩散型高频管（ZK 308），其本机振荡部分接成共基极调发射极反馈振荡器。两级中放管 T_2, T_3 为 $\Pi 6\Gamma$ 。中频信号经过两级放大，增益比较高，可以保证在检波后能够得到失真很小的音频信号。在二极管检波级里接有自动增益控制电路。检波后的直流电流，一部分经过 C_{11}, R_6 和 C_{10}, R_4 滤波送至第一中放级的基极，用来控制这一级的直流工作点。当电台信号增强时，检波器输入升高，检波直流电流输出也大。这个电流极性与中放级基极偏流相反，使中放级基极偏流减小，增益下降，起到自动控制作用。检波级以后的低频放大和功率输出级的 T_4, T_5, T_6 都采用 $\Pi 6B$ 型低频小功率管。功率输出级为乙类推挽放大器，它的特点是无信号时电流很小，放大器

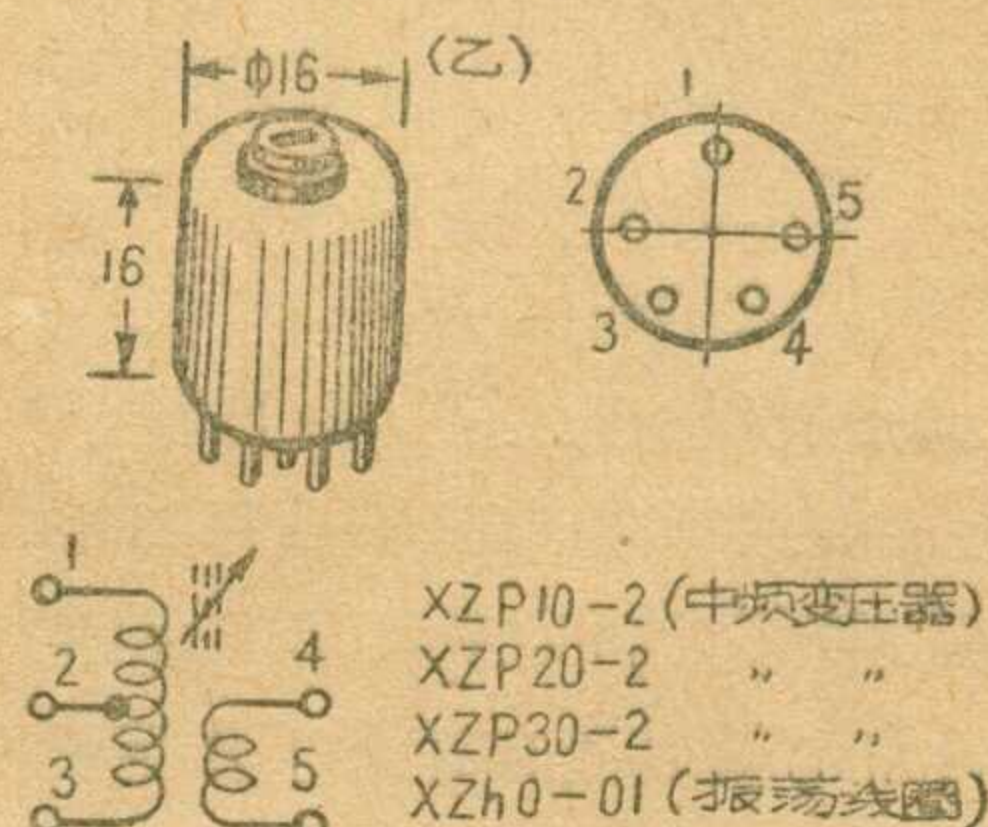
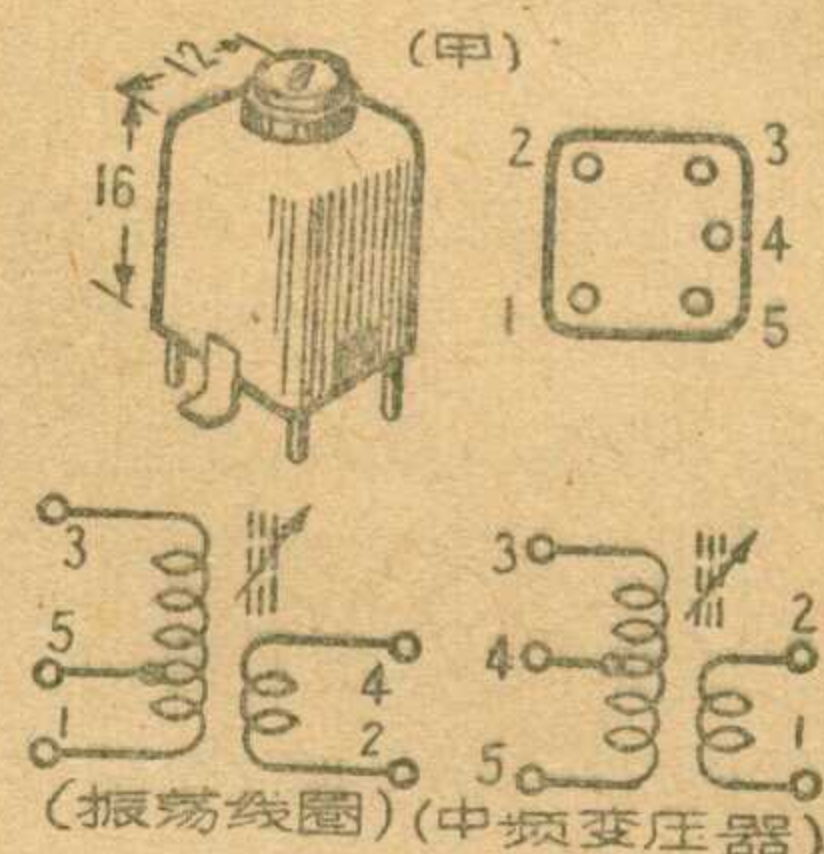
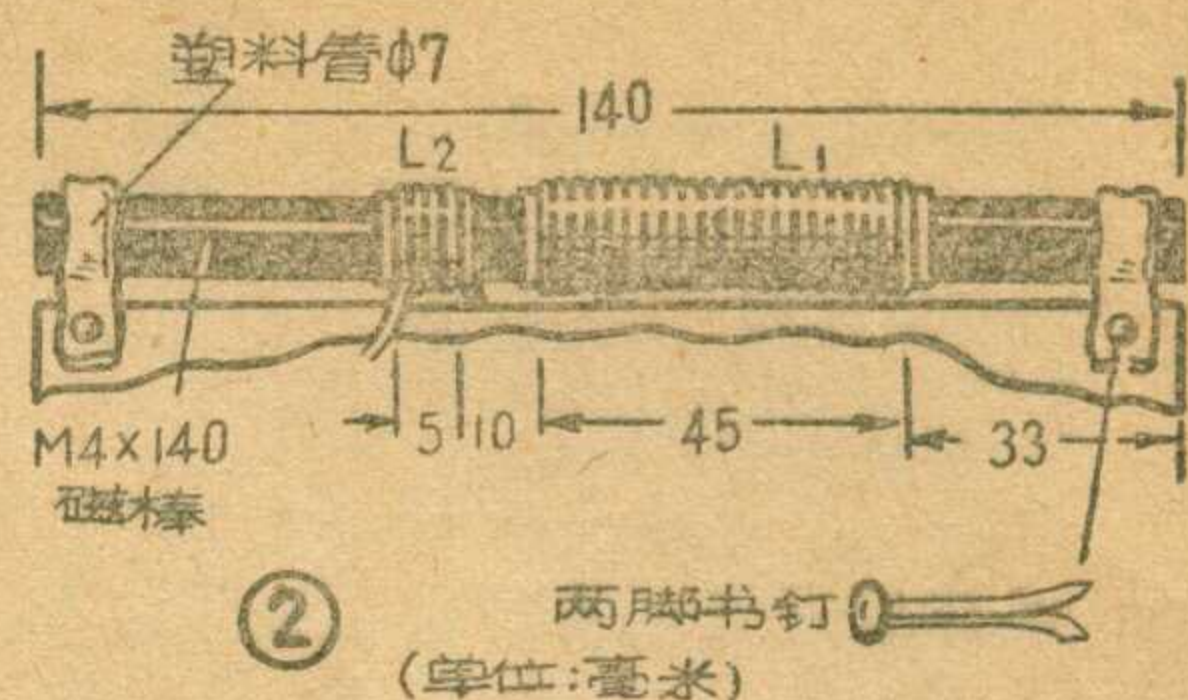
电流随信号而增加。它比单管输出虽然多用一只晶体管，但放大器的效率比较高，电源消耗相对地也较小。这类放大器工作时电流变化很大，为了避免前面各级供电受到影响，电路里接有 R_{11}, C_{13} 组成平稳电流的滤波器。

零件的选用

磁性天线 如图2所示，用M4型 $\phi 10 \times 140$ 磁性瓷棒，上卷绝缘纸筒（要求能在棒上移动）。 L_1 用7股0.1漆包绞合线绕70圈， L_2 在另一短纸筒上用同样线绕5圈。绕好后磁棒两端各用一段塑料软管夹紧，利用书钉钉在安装板上部边缘地方。

振荡线圈和中频变压器 本机采用上海厂产品方形的一套共四只，其中一只只是本机振荡线圈（图1中的 L_3, L_4 ），三只是中频变压器，变压器中有两只构造完全相同，另一只供第二级中放与检波级间使用，它的二次侧（图1中的 L_{10} ）圈数多了几圈。引出线接法，三只中频变压器相同，振荡线圈特殊，接法见图3甲。也可以采用华北厂圆柱型的一套同类产品，其接法见图3乙。

如果没有上述成品，这些部件也可以利用电子管式收音机用的磁心中频变压器改制。用华北厂ZPO3-1型（或同类型的）小中频变压器两只，取去铝罩，小心地烫开焊头，取下线圈四只，可以改制成中频变压器三只和振荡线圈一只。具体作法是耐心地把一只线圈拆开，边拆边记圈数，最后查清全部圈数再重新绕上，在大约中心处抽头，绕好以后就作为各中频变压器



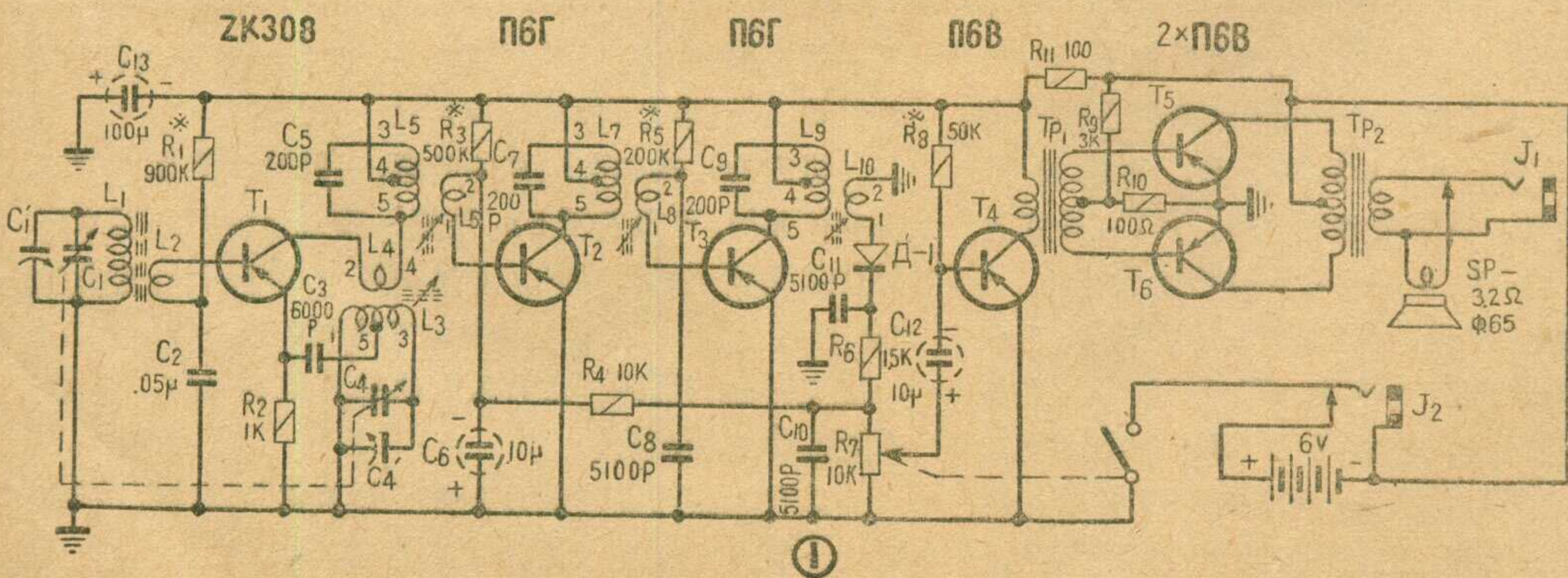
③

的一次侧，即 L_5, L_7 或 L_9 。另外用 $\phi 0.12$ 漆包线在它上面加绕15圈作为二次侧，即 L_6, L_8 或 L_{10} （注意 L_{10} 绕20圈）。原有的螺旋磁心和配准在465千赫的200PF电容器都保留下来使用。振荡线圈可以按同样办法绕120圈左右作为 L_3 ，在距地端20圈处抽头，另外再在 L_3 上面绕一组18圈作为 L_4 ，大致适合本机使用。

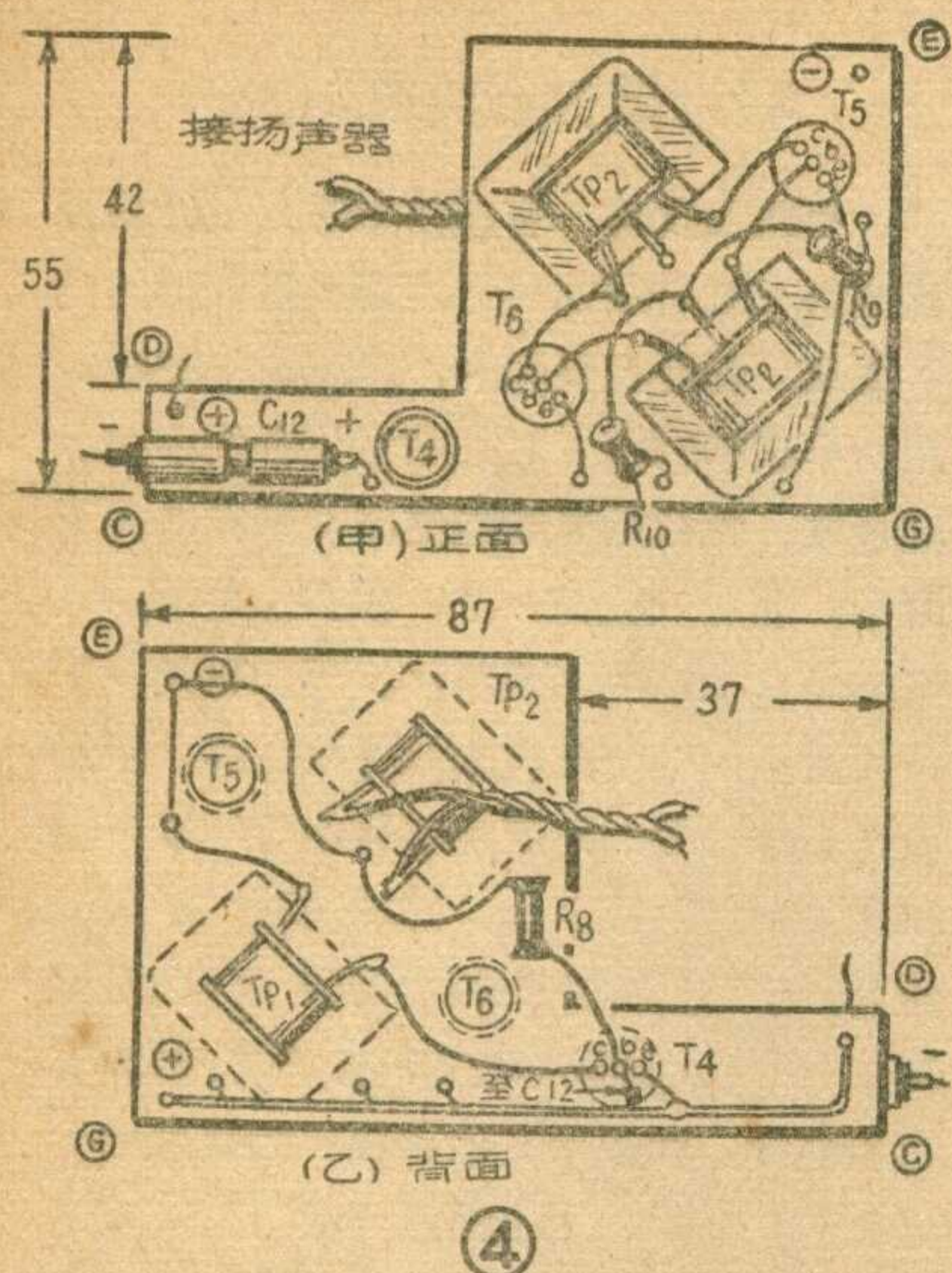
调谐双连可变电容器 C_1, C_4 是双连同轴可变电容器，采用复旦厂出品超小型的一种。两连容量不等， C_1 约为10~210PF， C_4 约为9~110PF，这样配用上述振荡线圈可以得到统调跟踪。如果采用大型

360×2的一种， L_1 圈数应当减少， L_3 上还应当加上适当的垫衬电容来垫整。

音量控制电位器 电位器 R_7 阻值，由于晶体管输出、输入阻抗都比较低，一般要在4.7千欧到10千欧之间。如果只有较



①



部件的制作

木箱 本机外壳是自制的木箱，用7毫米厚的松木板胶合制成，经过磨光和涂漆以后，用金色铝板网和塑料条装饰起来。在调谐度盘有字的地方开一只小窗口，正中安置指针。为了旋钮不伸出箱外，采用拨边式的旋钮度盘。木箱各部尺寸构造见封四附图。

Γ型板 本机在检波级以前的各部分元件，装在一块Γ形层压板上（见封四附图）。为了节省地位，电阻、电容等零件大部份竖直安装，只有在电池下面的一部分采取卧装。这些元件间的相互关系必须事前周密安排好，以免返工。

低放部分安装板 低放部分由C₁₂以后，到T_{p2}是安装在另一块板上面的。具体接线方法参见图4。对T₅、T₆的固定方法可在板上挖一只圆孔，把晶体管帽子塞在孔内卡住。变压器T_{p1}、T_{p2}也按同样办法开孔卡住，装入机箱以后再把有关接线连接起来。

旋钮度盘 调谐电容器和音量控制电位器拨边式度盘可以利用4毫米厚塑料板按图5尺寸制作。制作之前，应当先把双连电容器和电位器的旋柄按图5丙方法改好，然后再挖度盘的中心孔，边挖边试，不要太松动了。至于刻度式样可以按各人喜爱进行艺术创造。

装配和调整

外差式机电路较复杂，机身又小，装配中有必要先进行试装，经过调整后再正式装入机内。在业余条件下，试装和调整的步骤如下：①清点所有零件是否齐全，数值是否正确。②用一块厚纸板，按图1电路将各元件试装焊接在纸板上。目的是便于纠正电路错误或补充局部遗漏，并且便于调换电阻、电容等元件。③检查全部电路在纸板上连接无误，然后开始调整。首先调整变频级：以0~1毫安的电表（可用万用电表的相应档）串入T₁的集电极电路中，这时T₂及以下各管全部拔去，接通电源，集电极电流I_c应当在1毫安以下，改变R₁阻值，把I_c调到0.6毫安左右固定下来，这时可用万用电表直流电压最低一档，接在R₂的两端，用起子将C₁短路，观察发射极电压变化，以测定振荡器是否起振（振荡正常时，C₁短路，电压下降）。如果不起振荡，可能是L₃的①⑤端接错了，或是②④端接反了，可以调过来试一下。必要时也可以改变C₂，其容量一般在5000~10000PF

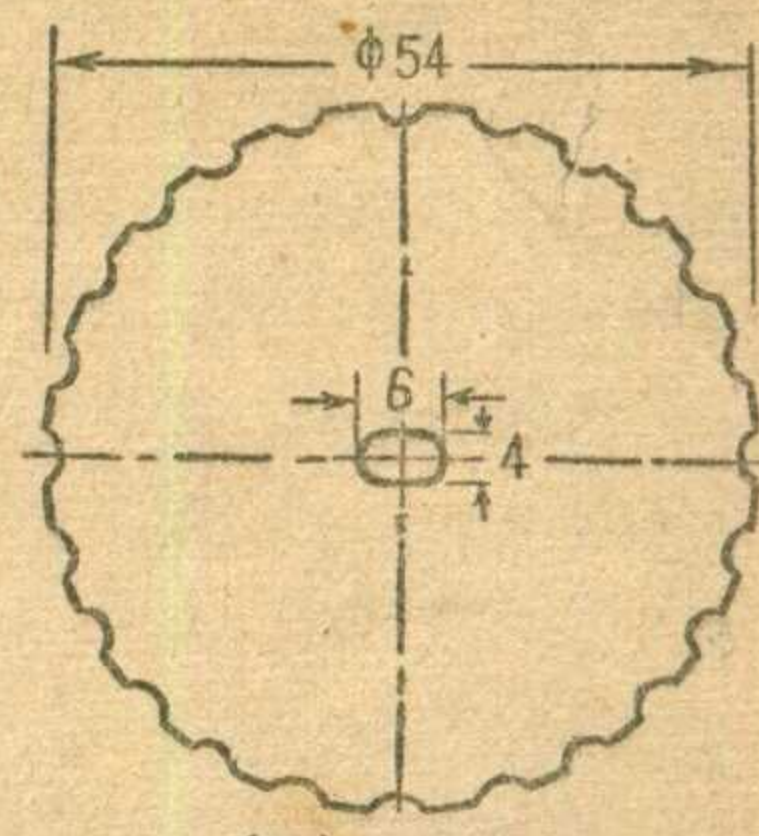
之间。④调整中放级：接上两级中放管，以0~5毫安电流表串入第一级T₂集电极电路中，改变R₃阻值使I_c在0.8毫安左右（不要超过1毫安），再用同样办法，把第二级T₃的I_c调到1毫安左右（不要超过1.2毫安）。⑤检波级只要二极管是好的，一般没有问题，可以不必调整。⑥调整低放级：最好是一方面观察电表读数，一方面听扬声器的放音效果，可以更实际些。具体作法是把0~5毫安表串入T_{p1}的初级，调节R₆，把T₄的I_c调到2~3毫安左右，固定下来。再把0~100毫安表串入T_{p2}初级的中心端同电源负极之间，改变R₇阻值，可以把推挽级无信号电流调到5毫安以下（如果晶体管不好，可能不易调得很小），待整机试验时，再观察最大信号电流（一般在30~50毫安）。

整机正常总电流消耗最小信号时为10~15毫安，最大信号时40~50毫安。

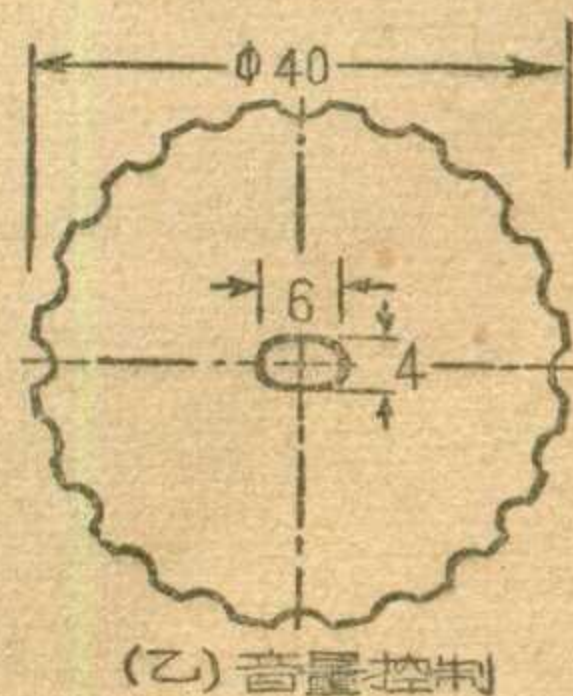
整机性能校验

各级电流值调整完毕，便可进行整机性能检验。这时接通电源，转动C₁一般即可收到强力电台信号。接着应当稍稍调整一下中频变压器，最简单的办法是先把C₁旋到900千赫左右（波段中间的一段）先收听一弱信号电台（最好是外地的），由后向前逐级仔细校正中频变压器的磁心，注意动作要轻，

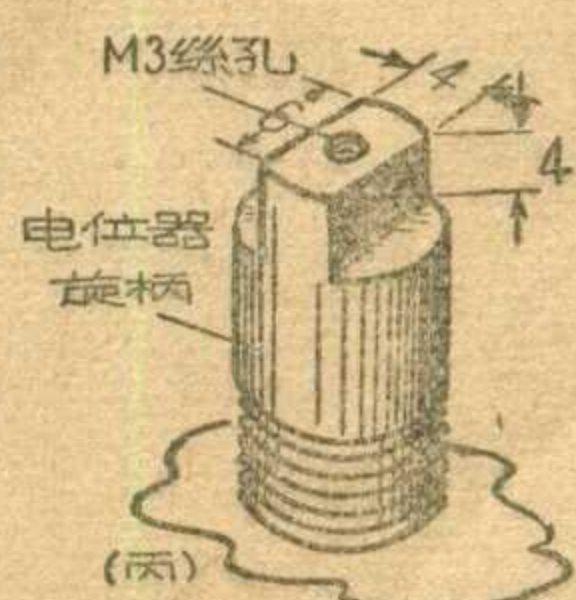
要慢，以免弄坏磁芯。稍稍旋动一点点，对中频就有很大的影响。这样直到输出最大时为止。其次调一下本地振荡与输入信号的同步跟踪：先在低频端（如600千赫以下）选一电台，变动L₁在磁棒上的位置，得到音量最大的一点固定下来不动。然后将C₁调到高频端（如1300千赫以上）选收一台，慢慢调（下转第22页）



(甲) 调谐



(乙) 音量控制



(丙)



气球形天线

日本制成一种气球形的天线，可代替金属制的微波抛物面天线。它的主体用涂有橡胶的塑料布作成，充气以后便像一个轻气球，但电波的反射面仍作成抛物面形状，可以把电波完全反射出去。这种天线的特点是重量轻，折迭起来后体积很小，装置容易，便于搬动。它的电气性能也与金属制的天线相同。

这种天线适合作电视实况转播，电波传播实验，以及陆军野外通信之用。它的频率范围为6500~6900兆赫。在6700兆赫时的增益为38分贝。有效直径1.7米，电压驻波比在1.2以下。重量约60公斤。上下可转动±5°，左右可转动±30°。天线直径2200毫米。气球厚度为820毫米。气球内压：边缘部分0.4大气压；反射部分30毫米水柱。能耐受的风速达40米/秒。架设所需时间不到15分钟。折迭一万次以后的反射率不低于90%（唐伟良译自日“电子学”八卷二号）

利用噪声作能源

人们对噪声（例如喷气式飞机发动机的声音）的害处已谈论不少了。有些地方甚至做出了专门限制使用噪声剧烈的飞机的规定。如何将这强大的声波变为对人们有用的能量呢？国外研究出了一个方案。他们使用压电换能器把飞机动力设备发出的声能直接变为电能。如果在四涡轮发动机的喷气式飞机上采用这种换能器，所获得的电能便可以完全满足整个飞机所有电气设备的需要。（端木葵摘译自苏联“科学与生活”1963年第3期）

显微镜加电视

美国一家医院装置了一种闭路电视系统。电视系统的摄像机直接安装在手术显微镜上。当外科医生在中耳内进行极精细的外科手术时，可以将他自己通过手术显微镜所看到的一切，显示在电视机的屏幕上。这样，可以使更多的实习医生看到手术的过程。过去使用双筒显微镜，只能让一个实习医生进行观察。摄像机是超小型的，只有2两英重，装在一个直径1 $\frac{7}{8}$ 吋、长10吋的圆柱形筒内。它本身没有透镜，而是利用手术显微镜的光学系统。（泽仁编译自美“无线电电子学”1963年第1期）

测量海洋温度

加拿大的一家电气公司制成了一种能测试海水各层温度的仪器。测量时把包装好的温度计从飞机上投入海中，由于水面冲击的结果，在一分钟内便可将温度计放出来。温度计下沉的速度为每秒5呎。装在温度计内的温度传感器把海水温度的变化变换成声信号。用漂浮在海面上的浮标接收这声信号，并输入到浮标上安装的发射机中，经过调制后向外发射。飞机内装有接收机，它收到从浮标发射来的信号后，进行解调，检出原信号，然后送到译码机。译码机的输出再驱动一枝记录笔，即画出一张海水各层深度的温度图。温度计中电路所需电力由电池供给，这种电池一接触到海水就起作用。

这种温度测量装置，不仅可用来探测海洋的温度资料，而且还可以帮助发现潜艇。

（萍译自英“电子工业”

1963年第2期）

电子选别机

英国一家公司制造了一种电子选别机，能根据颜色对豌豆、蚕豆、玉米或咖啡豆等进行精选，剔除杂质或不良品。肉眼不易发现的、被菌类侵蚀过的豆类，也可利用这种选别机选出。机器的输出量，以生的咖啡豆为例，每小时60公斤。（唐伟良译自日“电波科学”1963年第2期）



（上接第21页）节附在 C_1 上的微调电容 C_1' ，使音量尽可能大。这样再重复调整一次。最后稍调节 C_1' 就算可以了。

调整中间如果发现叫啸声不止，可能是中放级产生自激振荡，可在中放管的基极和同级中频变压器初级上端接上一只小电容器（一般在5~50微微法之间）加以中和。

以上调整完毕，可以将全部电路移装

利用闪光制印刷电路

不久前发现，有些在中等亮度光线持续照射下或者用加热方法都不能获得的化学反应，却能在很强的闪光照射下完成。用功率极强的闪光灯还能从化合物中提取纯金属。强烈的光线能使碳在室温条件下升华，而在一般条件下，碳要加热到摄氏4200度以上才能变成气体。芝加哥的一个研究所利用这个发现来制印刷电路，获得成功。据报导，只要把线路模型图放在涂氧化铜涂料的板面上，然后用强烈的闪光照射，于是光线照到的地方变成铜线路，而光线未照到的地方仍是氧化铜涂料，可以洗掉。如采用其他金属（如镍或铬）的氧化物涂料，用上述同样的方法能在电路中“接入”所需的电阻。这种方法也可用来制造金属薄片制品。

（谈谷铨译自苏联“知识就是力量”

1963年第2期）

使用光学纤维的中文排字机

下图是一种使用光学纤维和电视技术的中文排字电子装置，它可将中文字很快地翻印在胶片上，然后制成胶印板。这种装置有一个大约一万字的贮藏库，每分钟差不多可排100个字，大大超过了人工排字的速度。

（泽仁译自美“无线电电子学”

1963年第1期）

到安装板上。为了改善音质，在推挽级 T_3, T_4 的集电极（ T_{p2} 的初级绕组）两端，可加接一只0.01~0.05微法电容器。此外为了减小电池内阻，特别是在电池用久，电压降低以后，有利于音频通畅，应在电源⊕、⊖极间并联一只100微法以上的大电解电容器。这样可以使电池电压低落到1.2伏时，仍可收听而不失真。在正常情况下，对于音质也有显著的改善效果。

“工农之友”牌收音机的改装

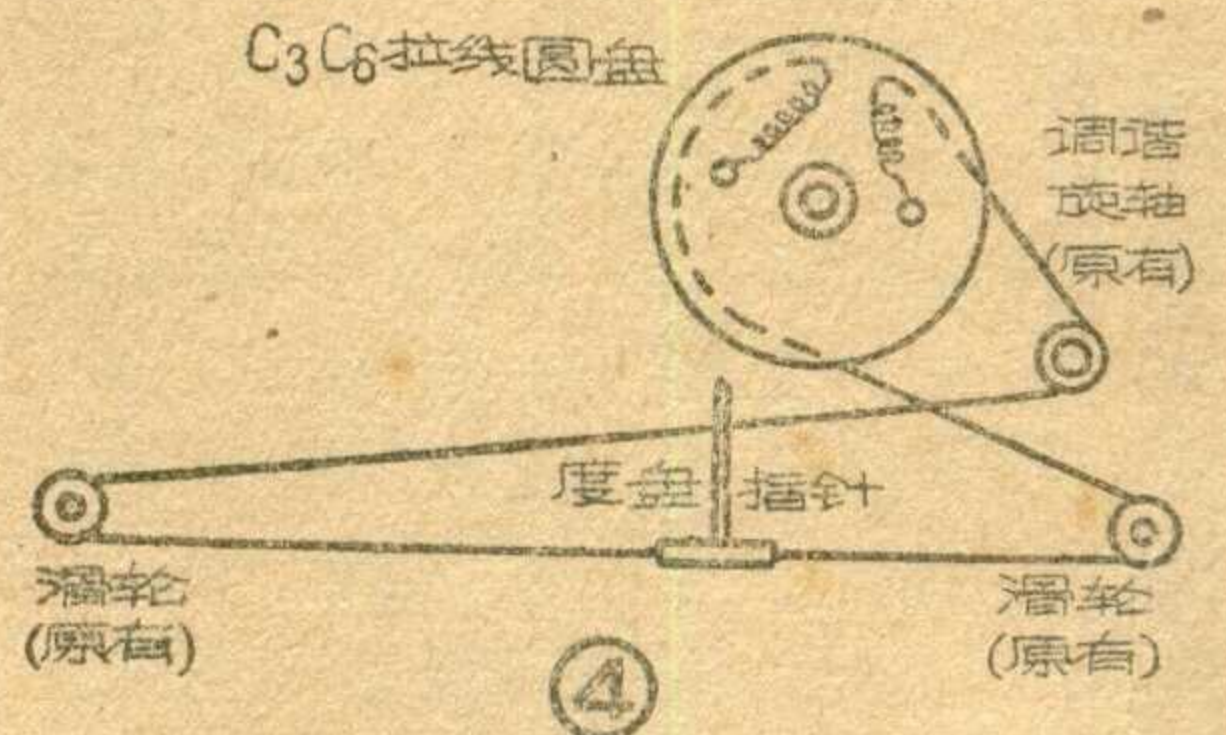
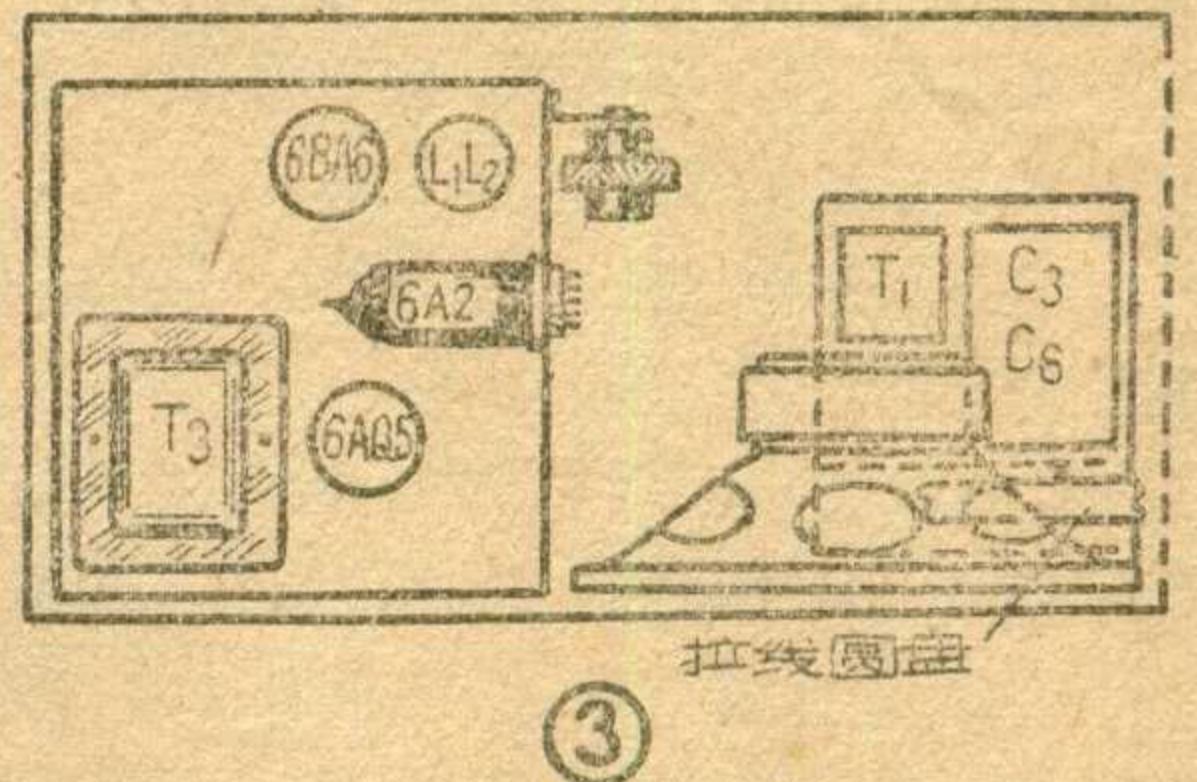
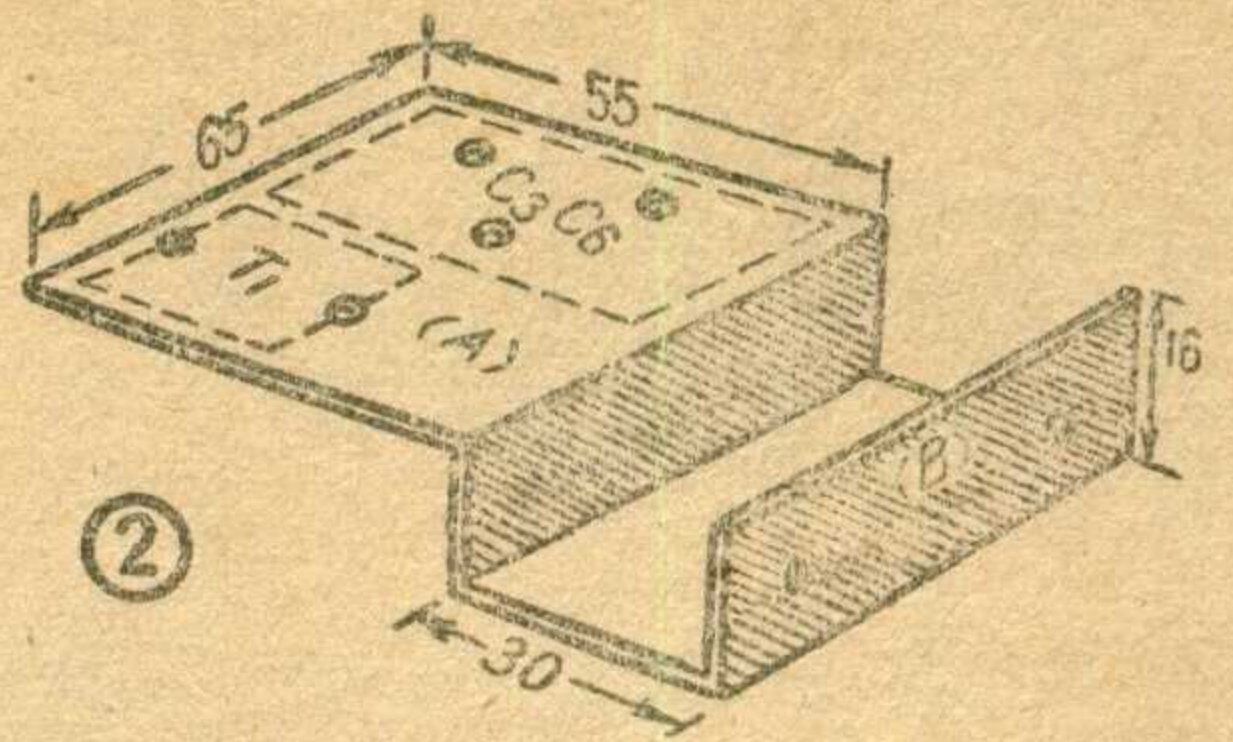
“工农之友”牌两灯机是很受欢迎的一种普及型收音机。但是它的原来电路是再生式的（参见本刊1955年第9期介绍），选择性较差。特别是在有强力电台的地方使用时，强力电台往往占满全机刻度，性能还不够理想。

为了克服以上缺点，我们对这种机器进行改装，效果很好。具体方法是在原检波级前面增加一只电子管6A2（6A2II）担任变频，使它成为一台外差式三灯机。改装电路见图1。这样外来信号先经6A2变频成为中频，然后经中频变压器 T_1 输送到6BA6进行检波，再经原来电路，由6AQ5作功率放大输出。为了提高灵敏度和选择性，检波级仍然加装再生控制。另在6BA6的帘栅级加装了一只500千欧电位器（附带电源开关），以增减帘栅电压，控制音量。这种控制方法对所用电位器的质量要求不高，杂音和失真都很小。全机除了增加变频级外，只是检波级稍有修改，低放和电源整流部分未动。

这种收音机的机械结构比较特殊，原有底板很小，调谐是拉动线圈铁心的调感式，没有使用调谐电容器，现在虽然只增添一只电子管，零件的改装和排列都需要考虑。我们的做法是这样的：①增加一个变频级需要添用双连电容器和一个中频变压器，原机底板无法容纳，故按图2方法用1毫米厚的薄铁板制作一块小底板，在它的（A）面上固定双连 C_3 、 C_6 和中频变压器 T_1 ，然后从（B）面利用螺丝加垫

圈将它固定到扬声器下面靠近原有调谐旋轴的木板上，以代替原来的天地线圈和调谐装置（参见图3）。具体位置应当使双连上的拉线圆盘能和调谐旋轴连接，便于安装拉线。②增加的6A2管装在原机底板的右方支架上。这里原来有一圆孔，恰好适合安装一个小型管座。装成后，变频管横卧与其他管成直角。③变频级线圈可用任何S式的中波段线圈。其中天地线圈（ L_1 、 L_2 ）装在6BA6管的右边，振荡线圈 L_3 固定在底板的右支架上，两线圈相互垂直。④将原有附带开关的再生可变电容器拆除，在原地换装音量控制电位器（ R_5 ）。⑤原机调谐度盘拉线为横走式，改装后仍维持原状。原有调谐装置拆除后，木板下面两端的小滑轮及调谐旋轴保存不动，新的调谐拉线走法如图4所示。为了使频率度数能与原机玻璃度盘相符，双连电容器上的拉线圆盘直径应为62毫米（可以参阅本刊1962年第8期实验室栏介绍方法自制）。⑥中频变压器为普通调感式的，所需再生线圈 L_4 用34~36号漆包线在次级线圈的支架上绕2~4圈。如用空心式中频变压器，再生线圈应紧靠次级绕制，用同号线绕10~20圈。再生电容器 C_p 采用一般600号垫整电容器（同 C_5 ）拆除三片，并与 C_5 一同装在原机底板右边支架上。在这里再生电容器系控制固定的465千赫中频频率，所以一次调整以后，不必再动。

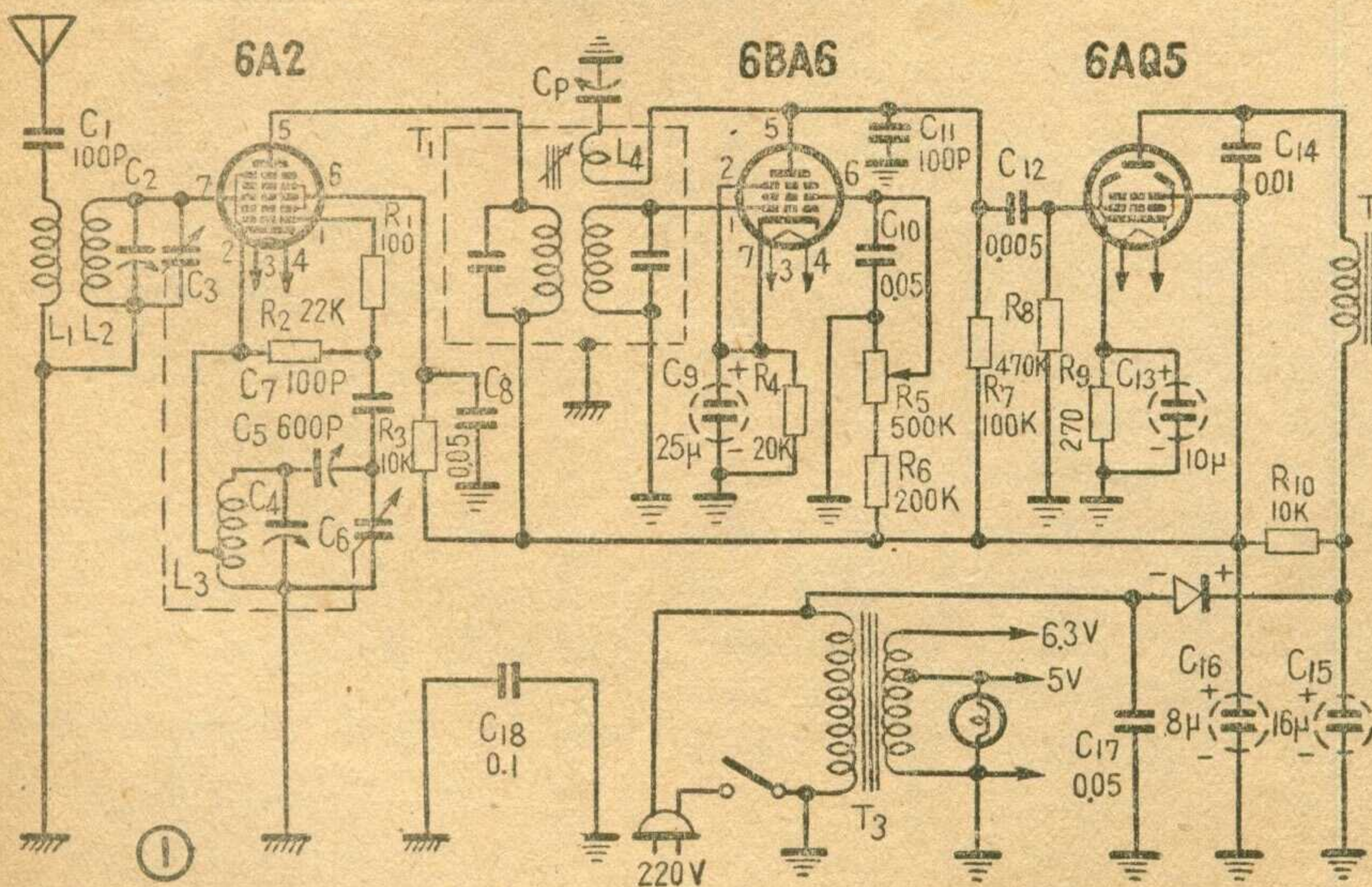
本机的调整和一般外差式机一样。调



整前再生电路可先不接。如果元件完好，接线无误，当接通电源，加接天线并将音量控制电位器开到最大时，一定能听到电台的播音。这时就按以下步骤进行调整：①将双连电容器停在一个播音台位置上，细心调整中频变压器，先次级后初级，至音量最大时为止。②在波段的低频部分找一个已知频率的电台，调整垫整电容器 C_5 ，使度盘指针和刻度相符。③把双连旋到高频端再找一个已知频率的电台，调整补偿电容器 C_4 ，至音量最大并与频率刻度相符。④6BA6管阴极电阻 R_4 的阻值大小，对音量和音质也有影响。选择时可先用一只50K电位器作为活动电阻代替，慢慢

变动阻值至音量最大而不失真时为止，然后测量电位器的实际阻值，换用相等的固定电阻。⑤把再生线路接上，调整再生电容器 C_p 至发生啸叫以前一点，固定下来，这时可以发觉灵敏度和选择性都大增。但也可能遇到灵敏度反而降低的情况，这是再生线圈两个接头接反了。如加上后，无论怎样调整 C_p 都无再生作用，那是线圈 L_4 圈数少了，应加绕几圈；反之，啸叫声不止，那是圈数多了。调整完毕可用融蜡将再生线圈及再生电容器等易于松动的部件封好，全机改装即告完成。

（张慈祐 魏广阜）

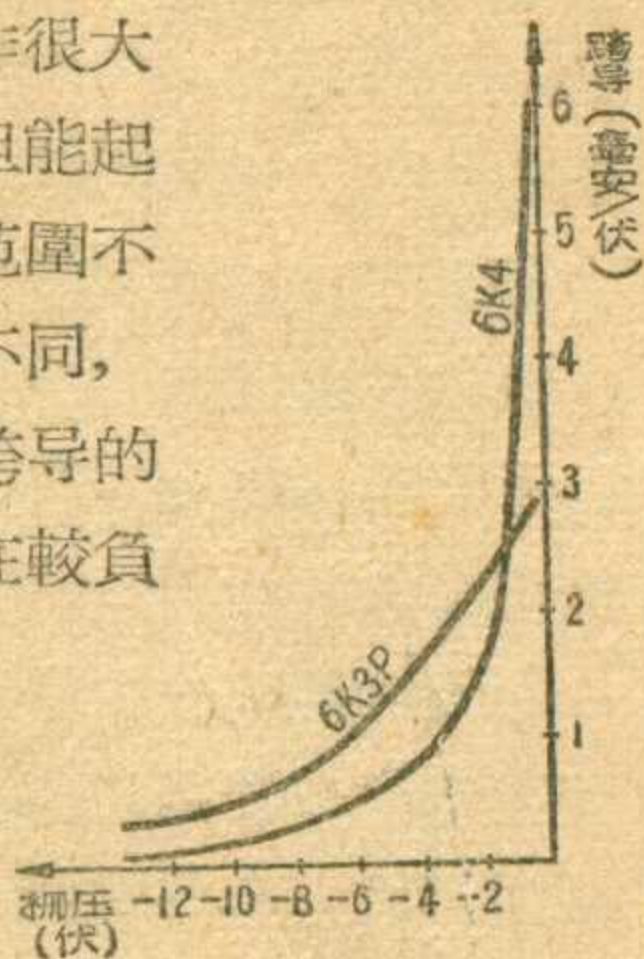


问与答

问：从特性表上看，6K4 (6K4П) 管的跨导比 6K3P (6SK7) 大很多，作中放或高放时是否 6K4 的增益比 6K3P 高得多？两者效果如何？

答：用作中放或高放时，电子管能获得的稳定的最高增益，和跨导的平方根成正比，和屏栅极间电容及工作频率的平方根成反比。6K4 和 6K3P 的屏栅极间电容是同一数量级，而最高跨导则 6K4 大，故在相同的工作频率下，6K4 能获得比 6K3P 更高的稳定的增益。

此外，收音机的中放或高放通常加有自动增益控制的偏压，6K4 和 6K3P 的跨导随栅负压的大小而有一定范围的变化，要比较两者增益控制的效果，需要对照“跨导——栅负压”曲线（如图）。6K4 在负压小时 S 大，当负压增加时，跨导很快低落，并截止得较快，说明 6K4 能在较小的栅负压变化时作很大范围的增益调整，但能起控制作用的栅负压范围不能很大。6K3P 则不同，栅负压变化较小时跨导的低落不很显著，并在较负的栅压时才截止，栅负压可在较大范围内起增益控制作用。

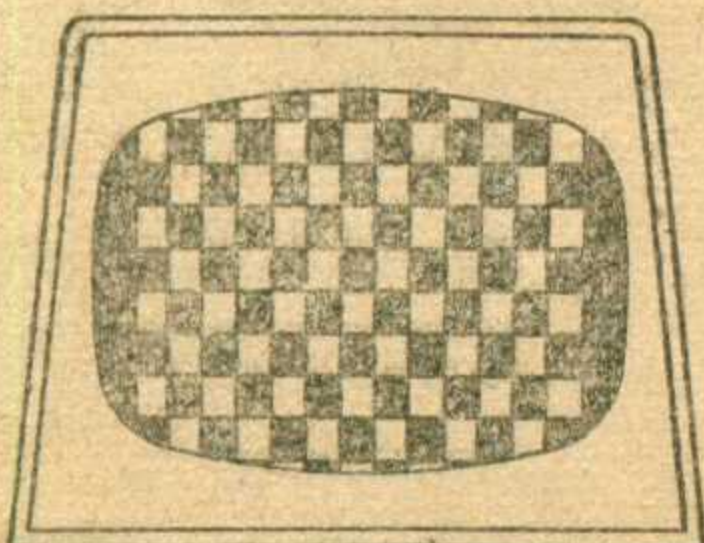


问：1962 年第 12 期“收音机的负反馈电路”一文中输出阻抗的公式 $Z'_{出} \approx \frac{n^2}{K_1 K_2 \dots S_{末} \beta_{初} \text{ (或 } \beta_{次} n \eta)}$ ，其中 K_1, K_2 是否指反馈环内所有各级？

答：其中 K_1, K_2 是指除了末级以外的前级电压放大器的实际增益，不包括末级。因文中未加说明，易使读者误解，在计算例题中是正确的。（以上俞锡良答）

问：电视接收时，在荧光屏左右两边出现垂直黑边（见图），是何原因？

答：这种黑边的出现是由于水平幅度不够所致。可试调水平幅度旋钮。如果调整无效，可能是市电电压过低所引起的。一般电视机



在市电电压低落不超过 10% 时还能保持足够的水平幅度，过低就会出现幅度不够。如果是由于电源电压不足，可装置一个升降变压器，以升高电压。

如果市电电压正常，这种水平幅度不够的现象，则往往是由于电视接收机内的行扫描输出管 (6Π 13C) 和低压整流管 (5Π 4C) 衰老所引起的。

（毛立平答）

问：一架超外差收音机原来工作正常，最近迁移至离电台较远，结果收听时产生啸叫，这是什么原因？怎样消除故障？

答：这架收音机可能是原来就有失调现象。当远离电台后，接收的信号较弱，势必开大音量，这时自激振荡就会显著出现。排除的方法是重新仔细调整中频放大级。对于一般装配得不十分正规的机器，中频变压器以调谐得不过于尖锐为好。

（毛瑞年答）

问：超外差式收音机本地振荡的强弱，对收音机的灵敏度有何关系？

答：超外差式收音机本地振荡的强弱直接影响收音机的灵敏度。以 6A2 变频管为例，当帘栅压为 100 伏时，第一振荡栅电流（此电流大小与振荡强弱有关）为 500 微安时，效率最好，帘栅压为 70 伏时，300 微安左右最好，过大过小都不合适。

问：自制一长短波六灯机，短波段一半能收到电台，一半不能收听，就是收到的一部分电台有时也会自动地无声，这时若将双速转动几下再转到原来位置又能收音，这是什么故障，如何消除？

答：这毛病多半是本地振荡部分接线及排列不良产生高频寄生振荡所造成。可参阅本刊 1961 年第三期关于“收音机变频器的设计”一文。

（以上丁启鸿答）

问：扩音机使用哪种话筒较好？

答：一般扩音机使用动圈式话筒比较适合，因为这种话筒结构牢固，灵敏度较高。当扩音机质量较差，或会场杂散电磁场干扰较大时，使用这种话筒杂音比较小些。铝带话筒的优点是频率响应好，失真少，但铝带易于损坏，而且灵敏度低。晶体话筒在气候潮湿或天气炎热时也很易损坏。普通扩音机的话筒输入电路都是高阻抗的，应该配用高阻抗的话筒。但也有一些较好的扩音机，话筒输入电路是低阻抗的，需要配用低阻抗话筒。因此在购买话筒时，应该注意和扩音机配套的问题。

（方锡答）



无线电多路通信.....	徐敏 (1)
晶体管的中和电路.....	王本軒 (3)
RC 电路.....	黎明 (4)
想想看.....	(5)
电视信号的特点和传送.....	張家謀 (6)
音频频率计.....	張国正等 (8)
电位器的修理.....	潜戈 (9)
想想看答案.....	(9)
收音机整流器的设计.....	莫井 (10)
自动调节收音机 (續).....	董春昇 (12)
省电的晶体管低放电路.....	范思源 (14)
消除电视机关机光点的另 一方法.....	尤阳熹編譯 (15)
收音机怎样装接几只扬声器.....	俞錫良 (16)
共用一个推挽末级的双频道 放大器.....	孙延宗編譯 (17)
校准中频变压器簡法.....	黃俊雄 (17)
电热孵化用的温度控制器.....	俞祖山 (18)
自动启闭的晶体管收音机.....	罗鵬溥 (19)
实验晶体管超外差式收音机.....	楊名甲 (20)
国外点滴.....	(22)
“工农之友”牌收音机的改装.....	張慈祐 魏广阜 (23)
问与答.....	(24)

编辑、出版：人民邮电出版社

北京东四 6 条 13 号

印刷：北京新华印刷厂

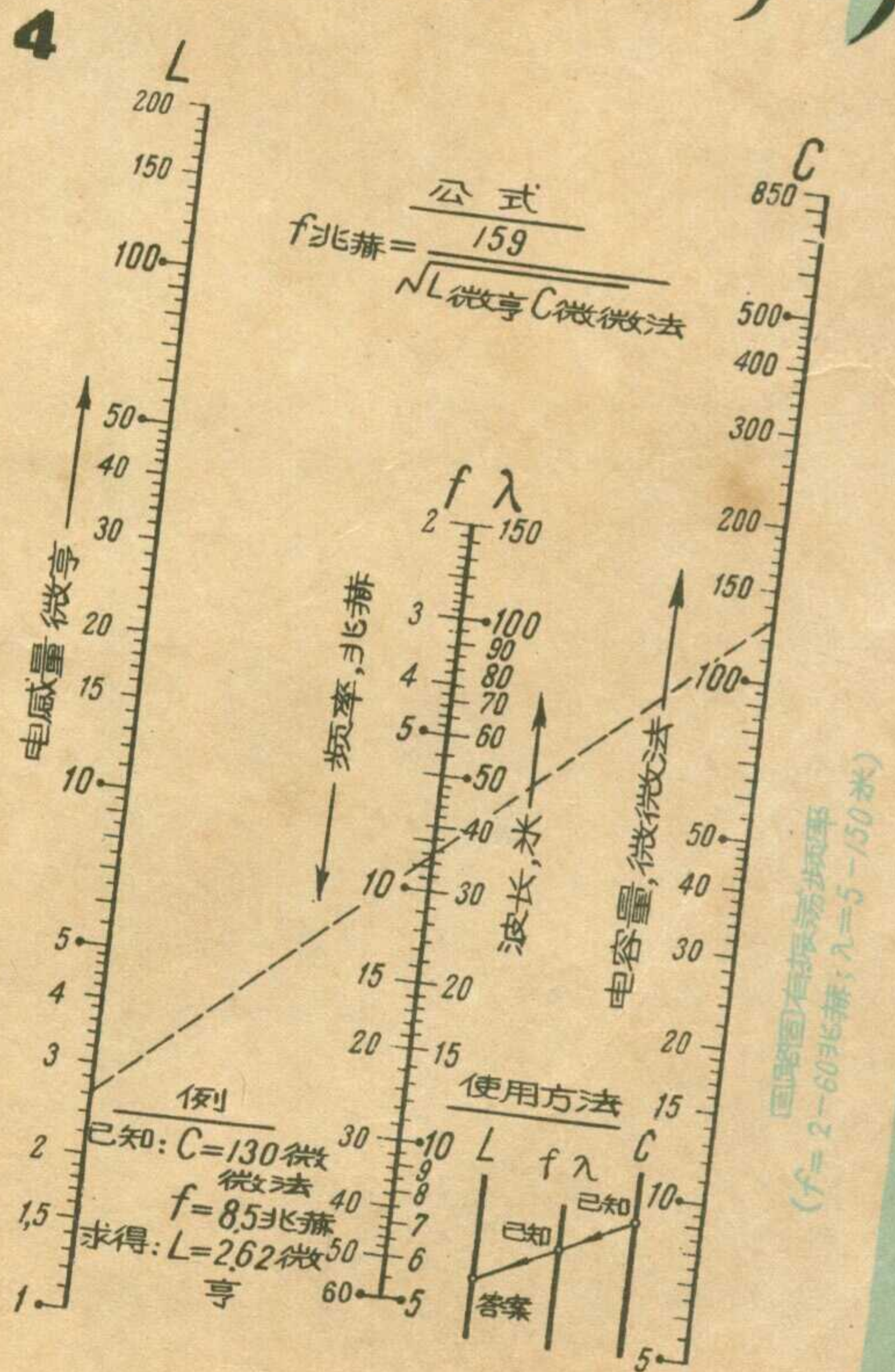
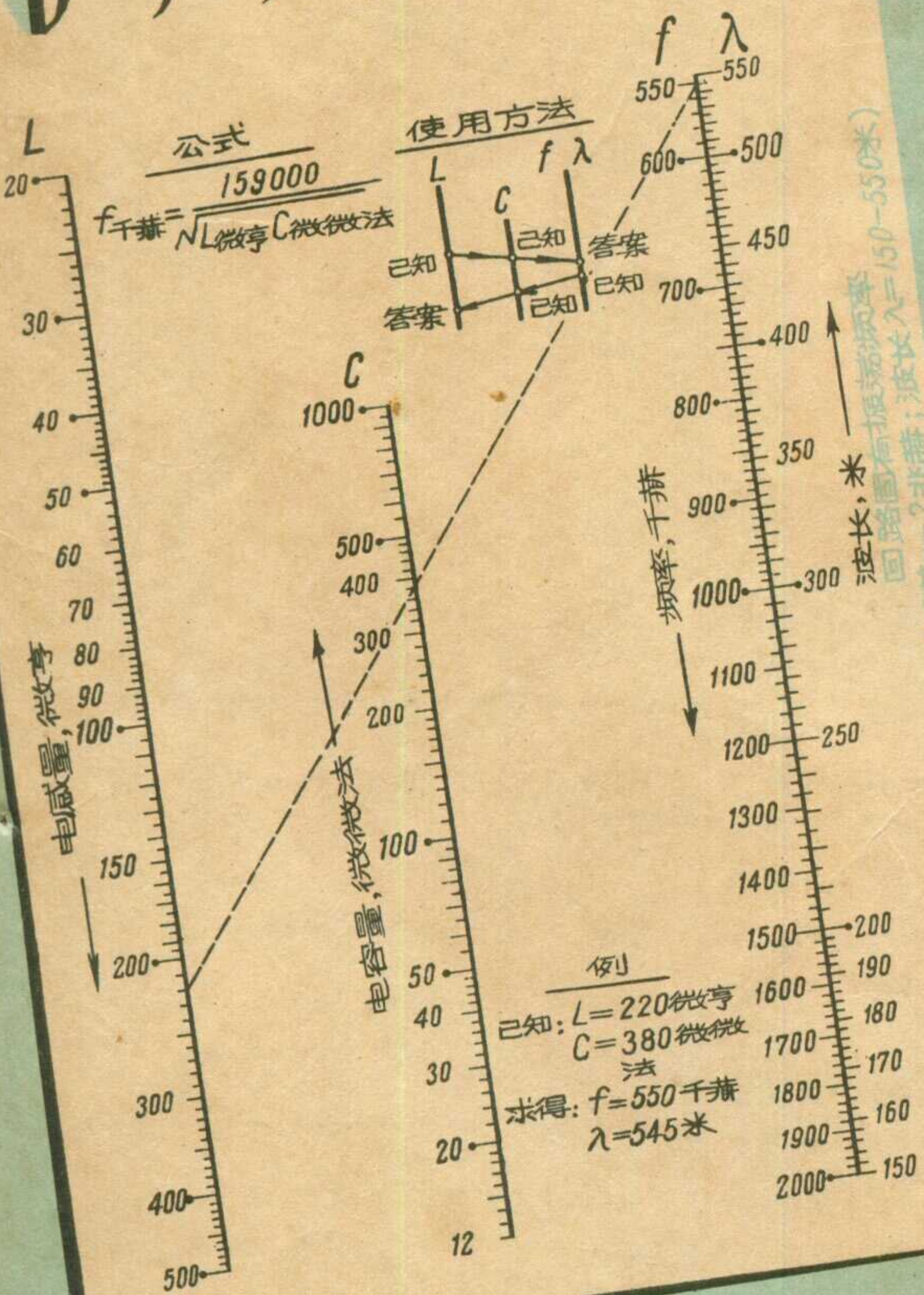
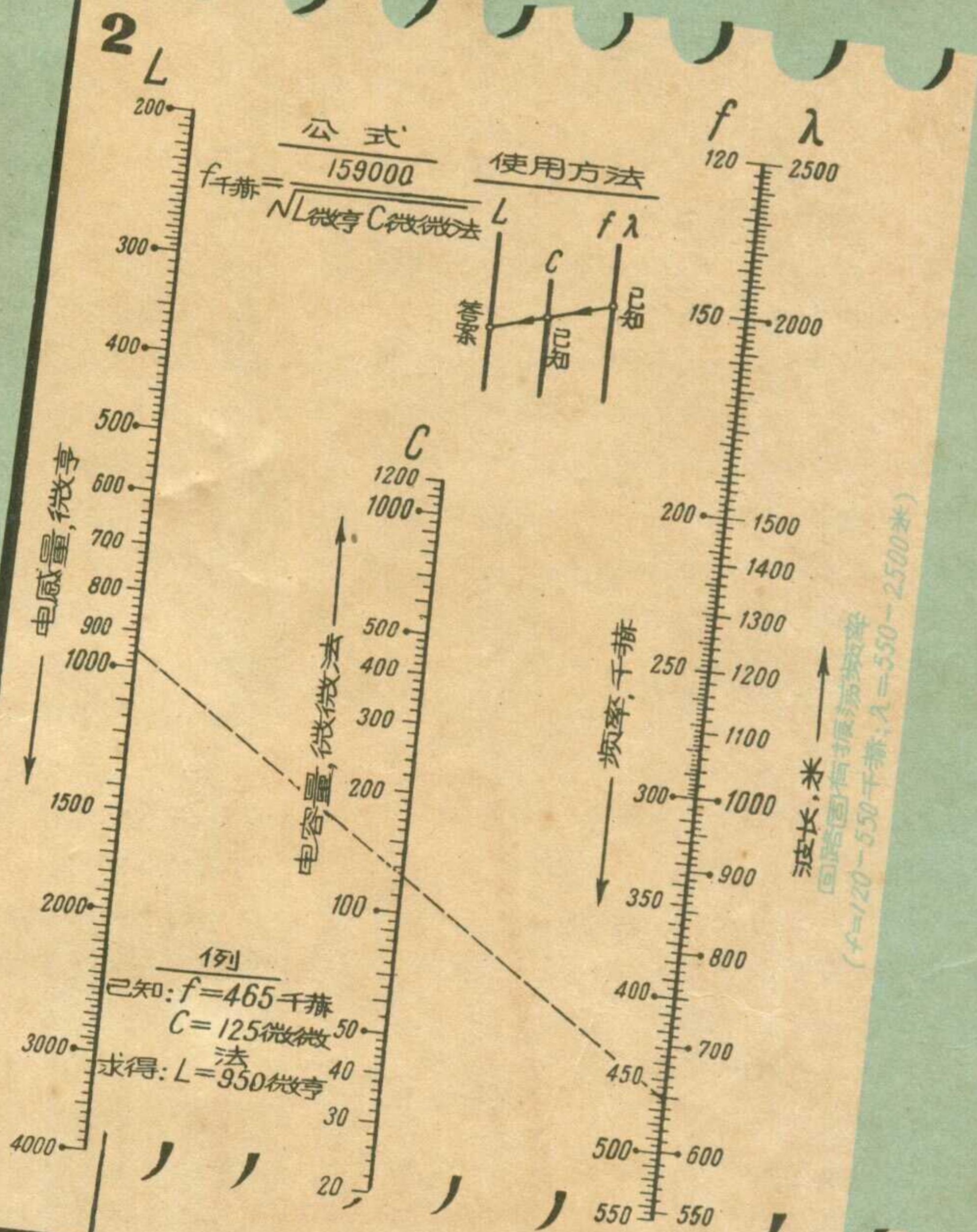
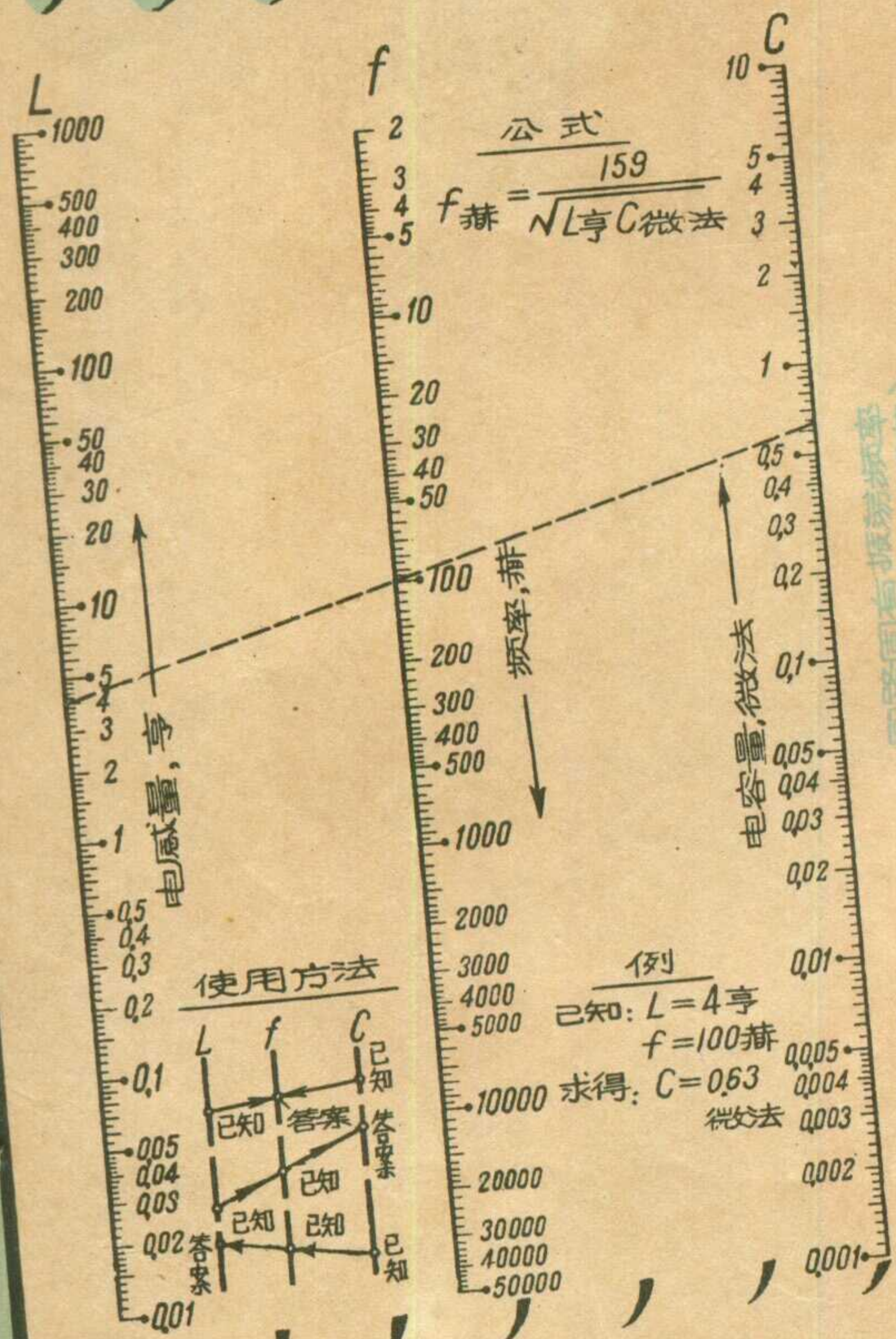
总发行：邮电部北京邮局

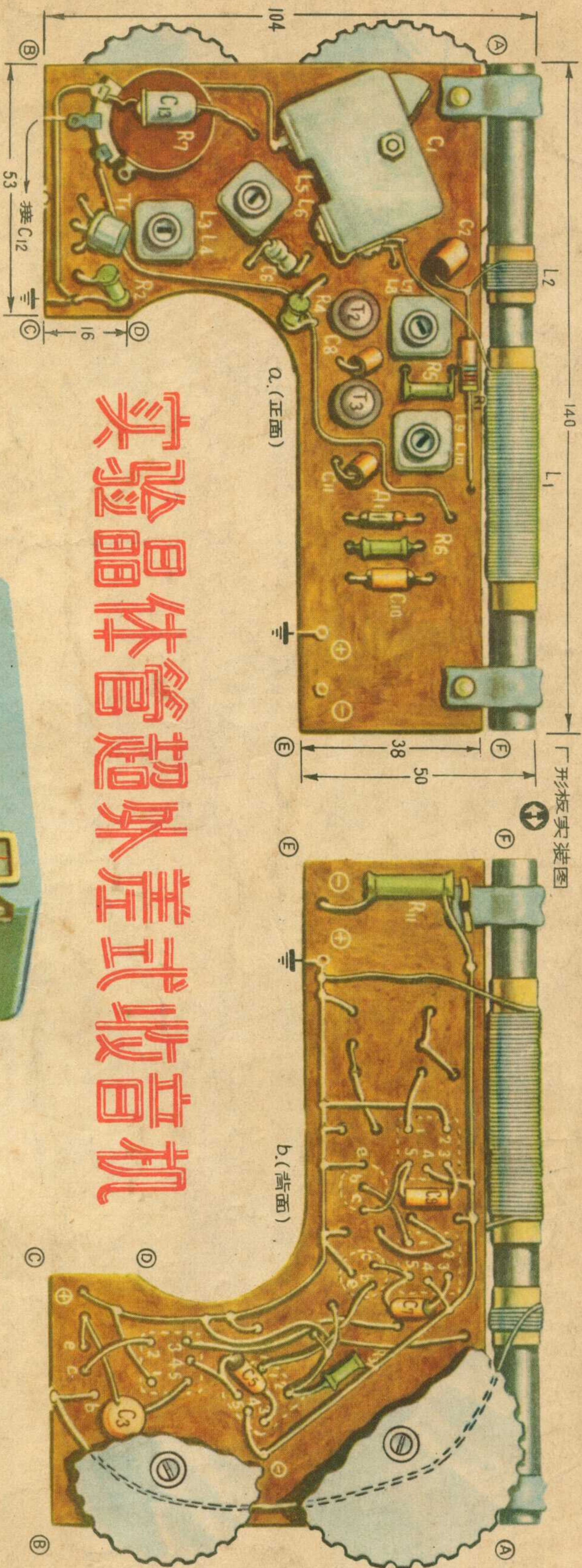
订购处：全国各地邮电局所

本期出版日期：1963 年 6 月 10 日

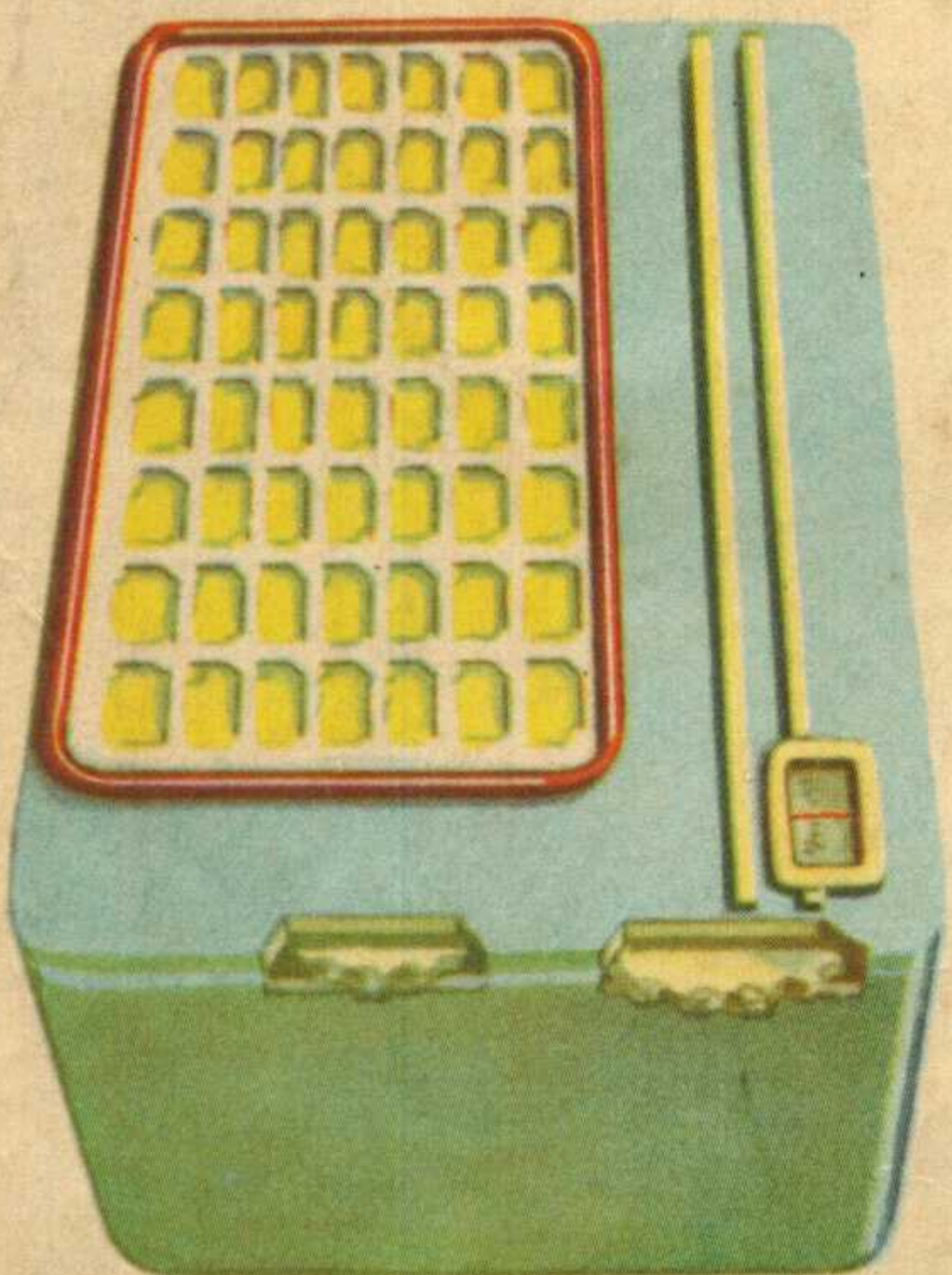
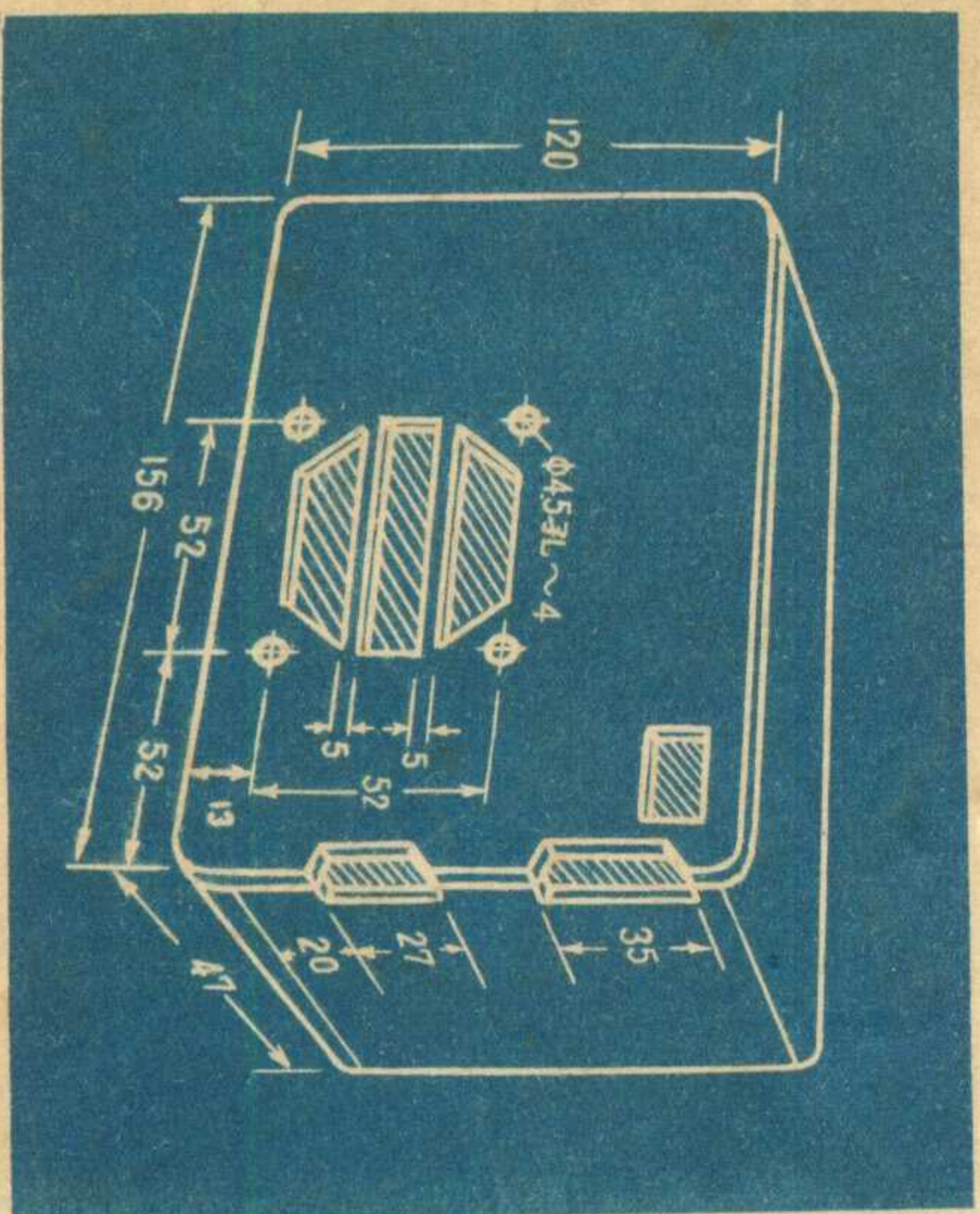
本刊代号：2-75 每册定价 2 角

振荡回路LCf计算图表





实验晶体管超外差式收音机



木箱尺寸
 电池、扬声器等在机箱中的位置
 (单位:毫米)

