





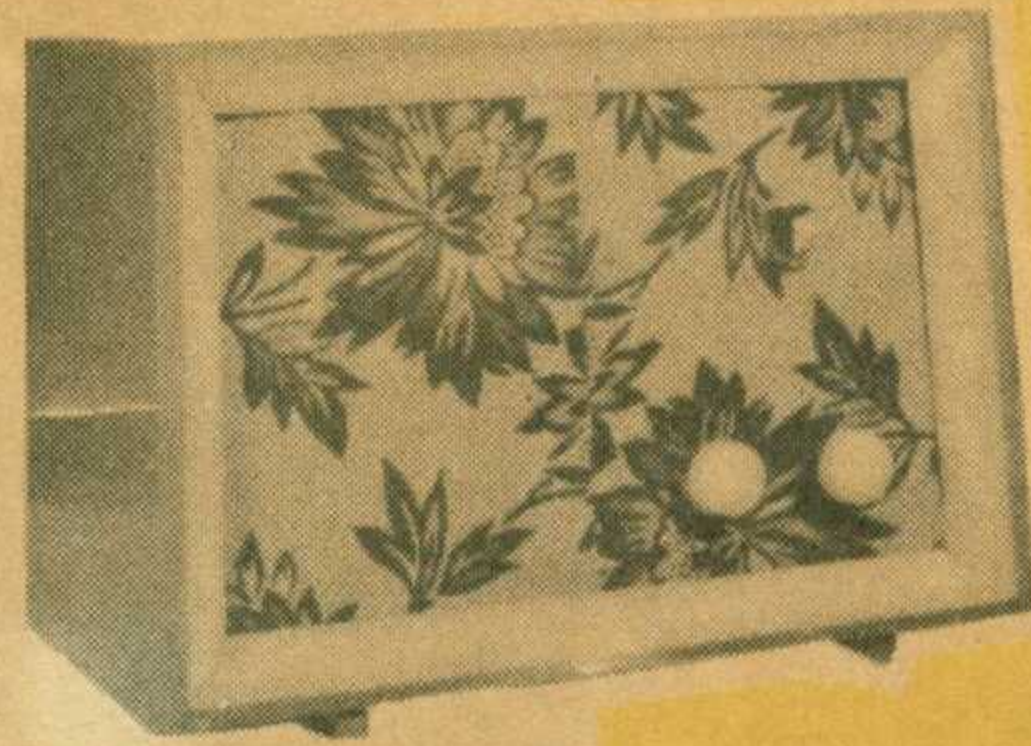
国家体委李达副主任向优胜者授予奖品和奖状。

柳岸摄

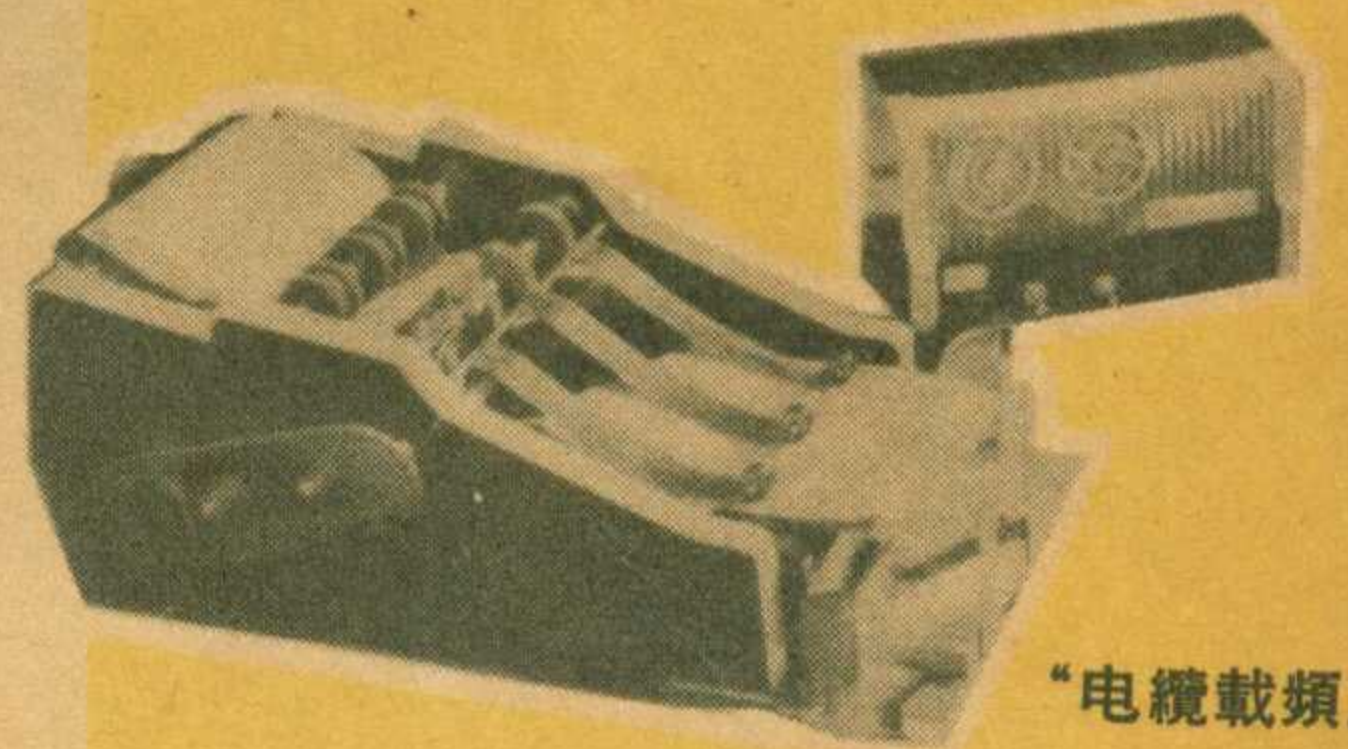
“万用无线电测试仪”
(湖北金德初)



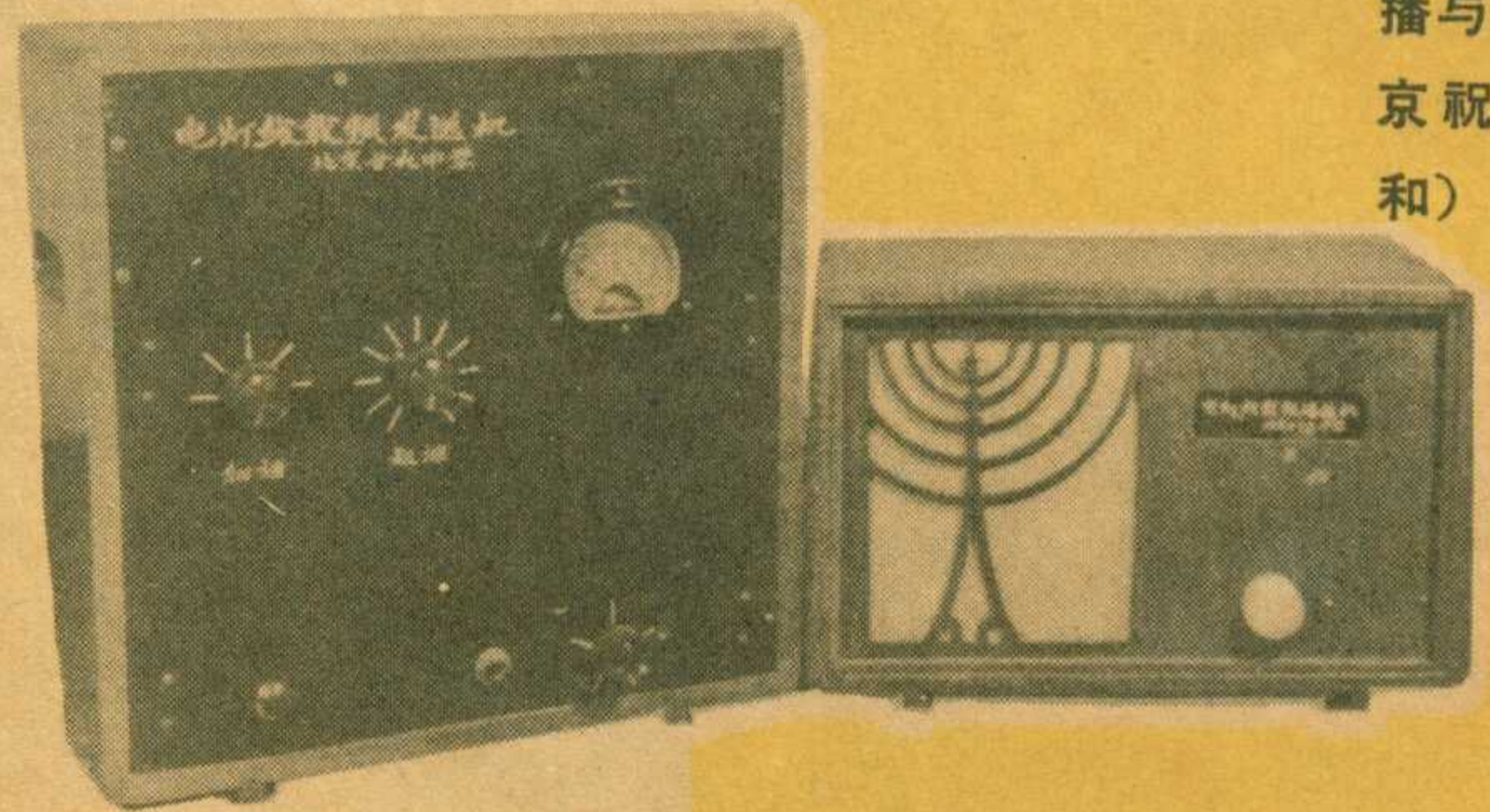
“自制土法五管收音机”
(上海徐汇区第一中心小学电工小组)



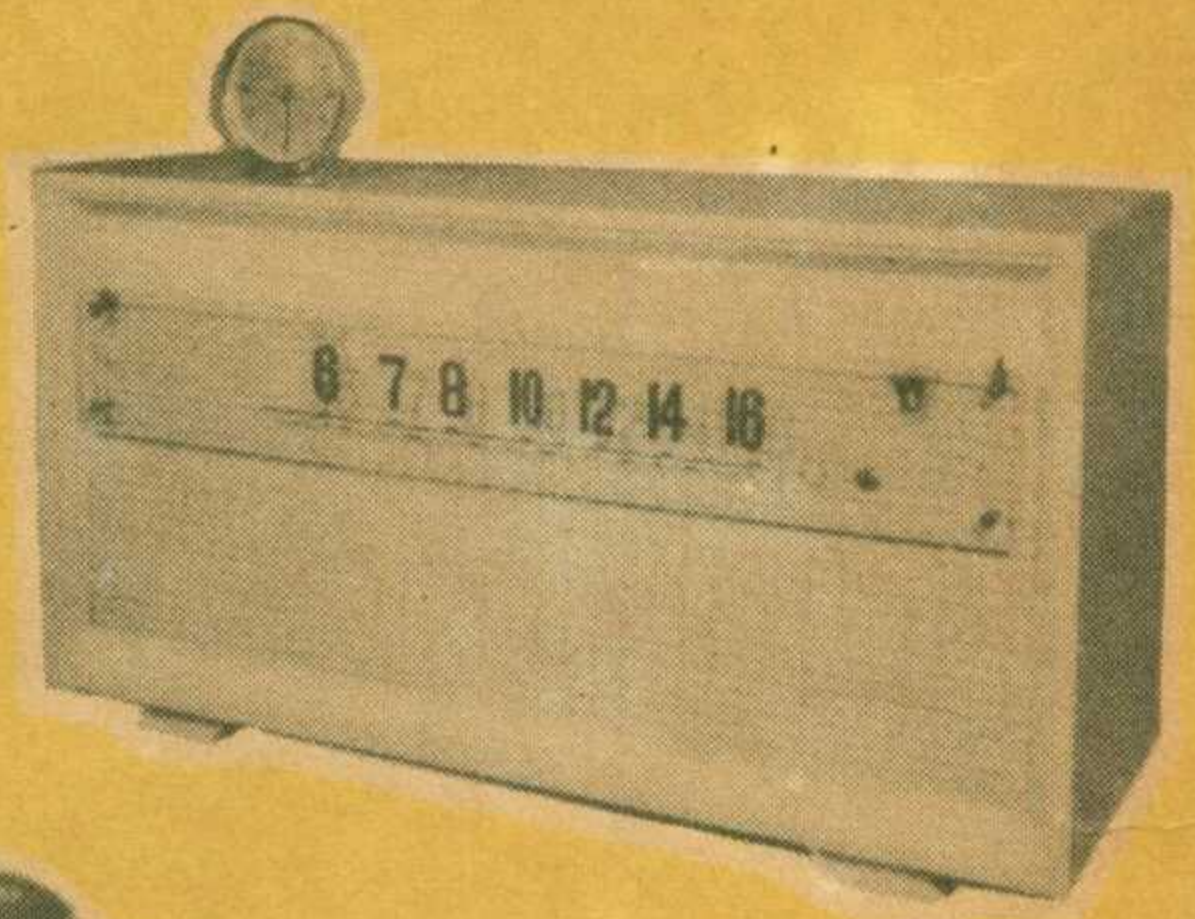
“点票机”
(北京马志辉等)



“电缆载频广播与接收机”
(北京祝希忠、史瑞和)



“收、录、电唱三用机”
(陕西刘振起)



“自动调节收音机”
(北京俞兴仁等三人)

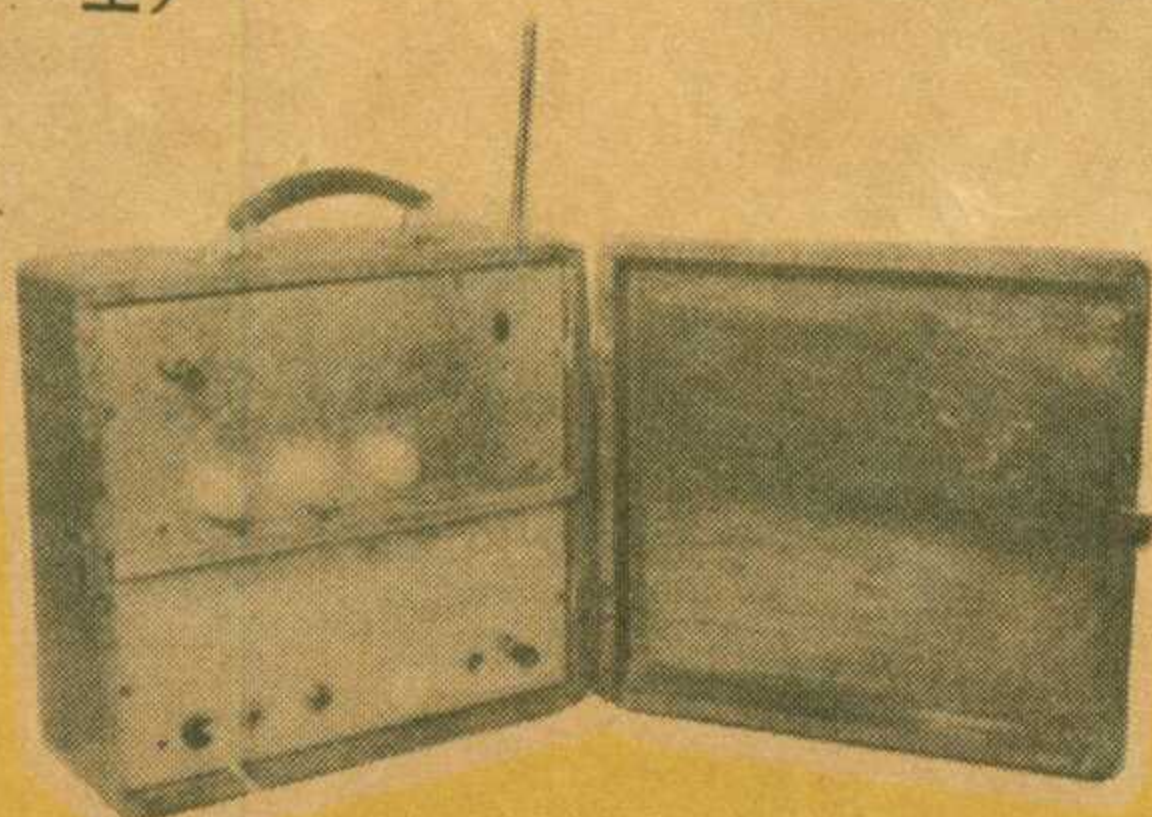


“小型广播机”
(北京祝希忠、魏骥生)

“调频电视接收机”
(上海杨浦区少年宫无线电小组)



“无线电遥控通信多用机”
(上海丁传福)



全国无线电工程制作评比胜利闭幕

全国无线电工程制作评比已全部结束，一月六日在北京举行了隆重的发奖大会。会上由国家体育运动委员会副主任李达上将向优胜单位和个人授奖。

全部作品经过了第一阶段裁判委员会的测试鉴定和第二阶段群众性的评比后，共有 295 件作品获奖。北京队以 1623 分获得了团体总分第一名，上海队以 1560 分取得了第二名，以下的名次是吉林队、四川队、湖北队、陕西队。

得奖作品中有九件获得了特等奖、41 件一等奖、87 件二等奖、158 件三等奖。

在发奖大会上还向我国业余无线电工程制作活动的第一批裁判员颁发了等级裁判员的证书和证章。

童效勇 柳岸摄影

看不见的光线——红外线

在彩虹外面

雨过天晴，天空中出现了一条美丽的彩虹。这是阳光遇到天空中无数细小的水粒时折射而成的。我们很容易把这个彩虹搬到我们的实验室来。把白光通过三棱镜，就可以在镜后的屏幕上得到一个由红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等颜色组成的彩虹(图1)，我们把它叫做光谱。原来，可见光和无无线电波一样，也是一种电磁波，不过它的波长要短得多，只有0.4~0.76微米。波长不同，光线的颜色也就不同。其中红光波长最长，橙光次之，黄光又次之……紫光最短。

1800年，英国科学家侯舍勒用灵敏的温度计测量太阳光谱中各个区域内的温度，发现红色区域的温度最高。但是，使他惊奇的是，在光谱红色区域以外的地方，温度要更高得多！这说明，太阳光谱红光以外的地方有一种看不见的射线，于是就发现了红外线。它也是一种电磁波，波长比光线要长些，从0.76微米起一直延伸到和无无线电波的毫米波相衔接的地方。

1801年，德国科学家里捷尔发现在光谱紫色以外的区域也存在一种看不见的射线——紫外线。它是一种波长比紫色光更短的电磁波。

红外线的特性

由侯舍勒的实验可以知道，红外线的热效应非常显著。因此又常常把它叫做热射线。的确，在太阳的总辐射能量中，有60%以上的能量是集中在红外线中；而温度为2000~2500°C的现代白炽电灯，有95%左右的辐射能量是集中在红外线中。

红外线辐射是由于物体内部分子热运动而产生的，因此每一个物体，只要它的温度是在绝对零度(-273.16°C)以上，都会辐射出或强或弱的红外线。利用红外线的热效应，我们可以用热敏元件，例如温差电偶，热敏电阻等来探测红外线。

红外线和光线有很多相似的地方。例如，它是沿直线传播的，服从反射、折射等普遍规律，能够用透镜或

反射镜聚焦，集成平行射束等。和光线一样，红外线具有光电效应，能够从光电阴极上打出光电子，能够使光敏电阻的阻值发生变化。因此可以用光电管或光敏电阻等器件来探测红外线。另外，红外线可以使照相底片感光，并且还有光激发作用，可以用红外线激发某些物质发光，直接把不可见的红外线变为可见的光线。

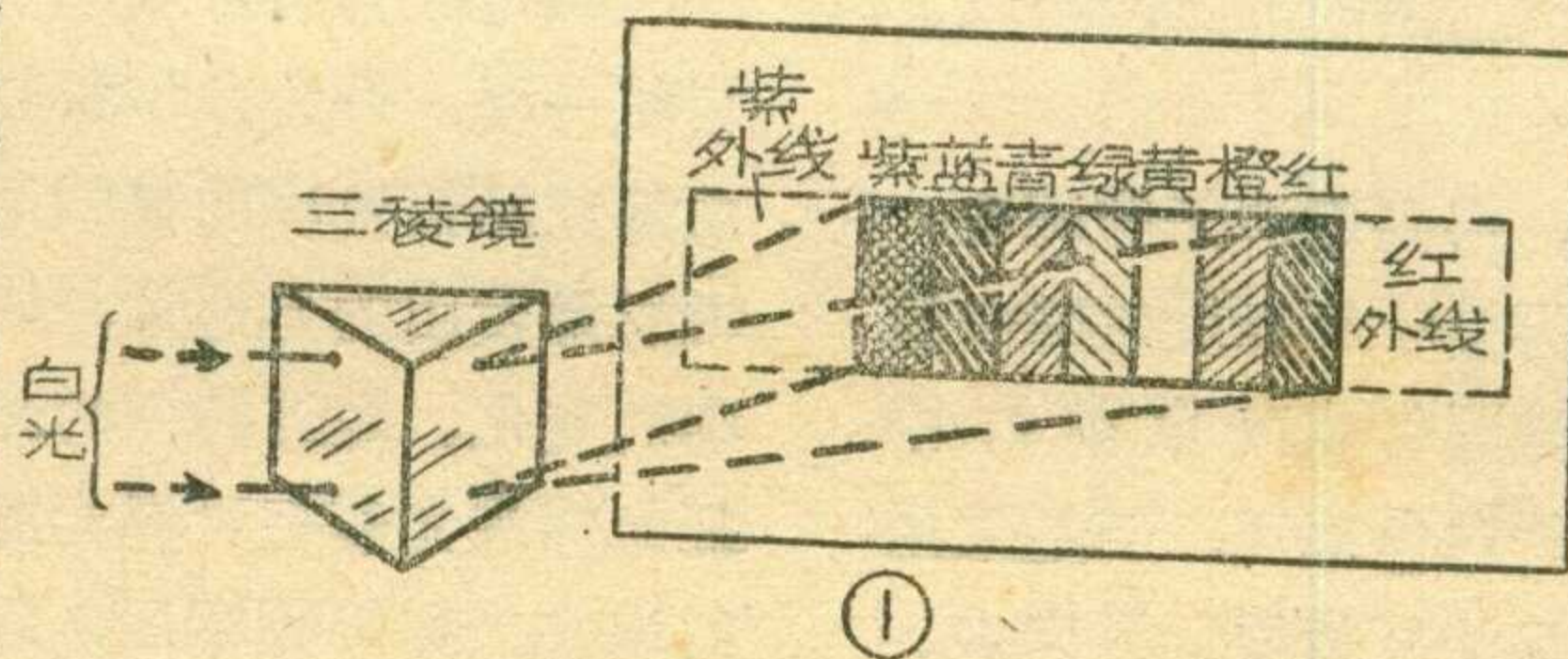
红外线在大气中传播时，大气中的水蒸汽能把波长长于15微米的红外线几乎全部吸收干净，因此现在广泛应用的波段，只限于波长为0.76~15微米的红外线。另外，大气中的悬浮微粒也会使红外线发生散射，但是由于散射系数和波长的四次方成反比，即波长越短，散射越强烈，所以红外线比可见光发生的散射作用小得多，可以透过迷漫的烟雾向前传播。

用人工产生红外线辐射的方法很多，例如，白炽灯、弧光灯、辉光放电、脉冲火花放电、高压水银灯等，都可以作为红外线辐射源。

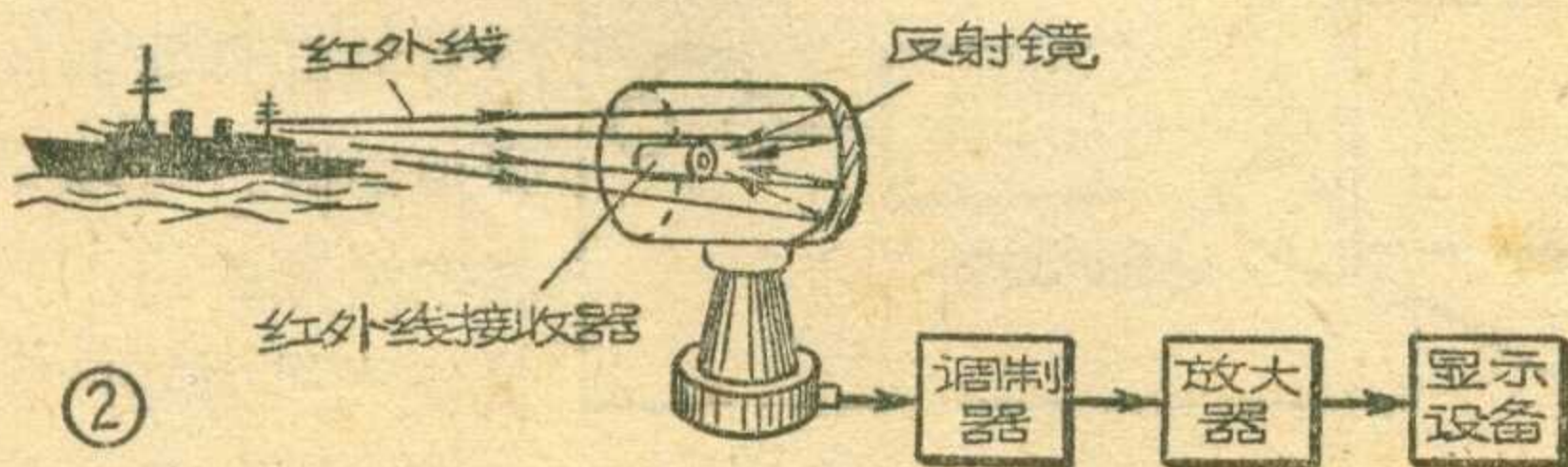
红外线技术在国民经济、科学研究的各个方面，特别是在军事方面，都已经获得了广泛的应用。

机警的哨兵

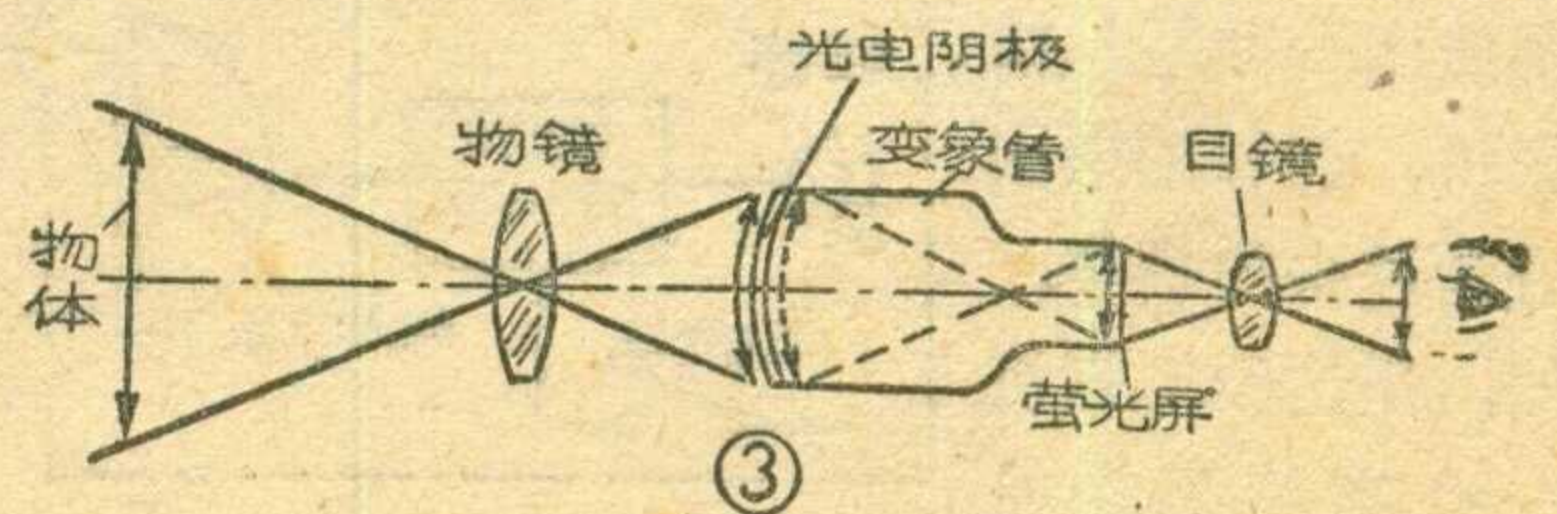
飞机、坦克、舰艇、人体等等，都会辐射红外线。只要利用红外线接收设备，就可以在黑夜里发现它们。并测出它们的方向和距离。在这方面常用的设备有热力测向仪和高射热测向仪等。图2是热力测向仪的原理图。在抛物面反射镜的焦点上有对红外线辐射敏感的接收器。外面射来的红外线都聚焦到接收器上。反射镜平常以某一角速度在水平面上指定的扇面内扫描搜索。当无目标时，只能收到背景的热辐射(如地面、水面的辐射热)。当出现目标时，接收器收到的红外线显著增加。接收器把这种变化转变为电信号，经过调制放大等过程，在显示设备上表示出已经发现了的目标。现在由于增加了自动控制装置，可以使测向仪自动跟踪目标。如果用两架测向仪在不同地点联合使用，还可以测出目标的位置和距离。防空用的高射热测向仪，其结构原理和前述



①



②



③



因而能发现快速运动的目标。

夜明眼

利用红外线夜视仪可以在黑暗中看见东西。它的主要部件是一个能把红外线图像变为可见图像的变像管。如图3所示，由物体发出的红外线经过物镜投射到变像管的光电阴极上。由于物体各点上的红外线辐射强度不同，在光电阴极各点上打出的光电子数也就不同。这样就在光电阴极前面得到一幅和原物体的红外线辐射强度相应的电子图像。利用电磁透镜把电子图像移到管子另一端的荧光屏上。由于荧光屏上各点受到不同数目的电子轰击，发光亮度不同，因而就得到了原物体的可见图像。这种装置常做成单筒或双筒望远镜的形式，所以又称为红外线望远镜。

为了增加望远镜的可见距离，得到更清楚的图像，常利用红外线探照灯照射目标，再接收目标反射回来的红外线。红外线探照灯和普通的探照灯或汽车前灯相似。不同的是在灯头上不用透光的白色玻璃，而是采用能滤掉可见光的红外线滤光镜，只让红外线辐射出去。

红外线夜视仪可以装在步枪、机枪、火箭等武器上，用以在夜间瞄准射击(图4)，同时又不致被敌人发现。还可以配备在汽车或坦克上，使驾驶员在黑夜里能看清前方的道路和物体，安全迅速地行车(图5)。

不平凡的照相机

夜视仪既然能够得到黑暗中的物体的图像，那末我们当然也就可以把这个图像拍摄下来。此外，还可以利用对红外线敏感的底片直接拍出物体的红外线照片，可以利用红外线的热效应在特殊感光膜上得出照片等等。利用红外线不仅可以在黑暗中照相，而且由于红外线的散射程度比可见光小，传播距离较远，所以能够利用它透过薄雾和烟幕得到物体的照片，或是进行远距离摄影。利用红外线摄影，可以把新砍下来的树枝和生长着的丛林区别开来。高灵敏度的红外线摄影机能在一万米以上的高空拍出地面上报纸的标题。近来又制造出一种红外线摄影机，能够拍摄出已成为过去的景象。例如，用这种摄影机对一个空停车场摄影，能够把几小时以

仪器基本上相同。不过它是对空进行扫描的。它用高度敏感的硫化铅光敏电阻作为接收器，

前停留过的汽车摄入照片。这是因为停过车的地方发射的热量较大的缘故。

准确的炮弹

在炮弹或导弹的弹头中装上红外线信管，可以大大地提高命中率。红外线信管由透镜、红外线滤光镜、光电管、放大器等组成。当炮弹飞近飞机或坦克等目标

时，目标的热辐射红外线射到红外线信管上，使光电管电路中的光电流急剧增加。这样，放大器的输出电压增加，从而使信管工作，炮弹即自动爆炸杀伤目标。

红外线还可以用来对导弹进行终制导。导弹中的红外线设备收到目标的红外线辐射，把它变为控制导弹飞行的信号，使导弹跟踪目标，或沿着能击中目标的航线飞行。到接近目标时即自行爆炸。



秘密的通信方式

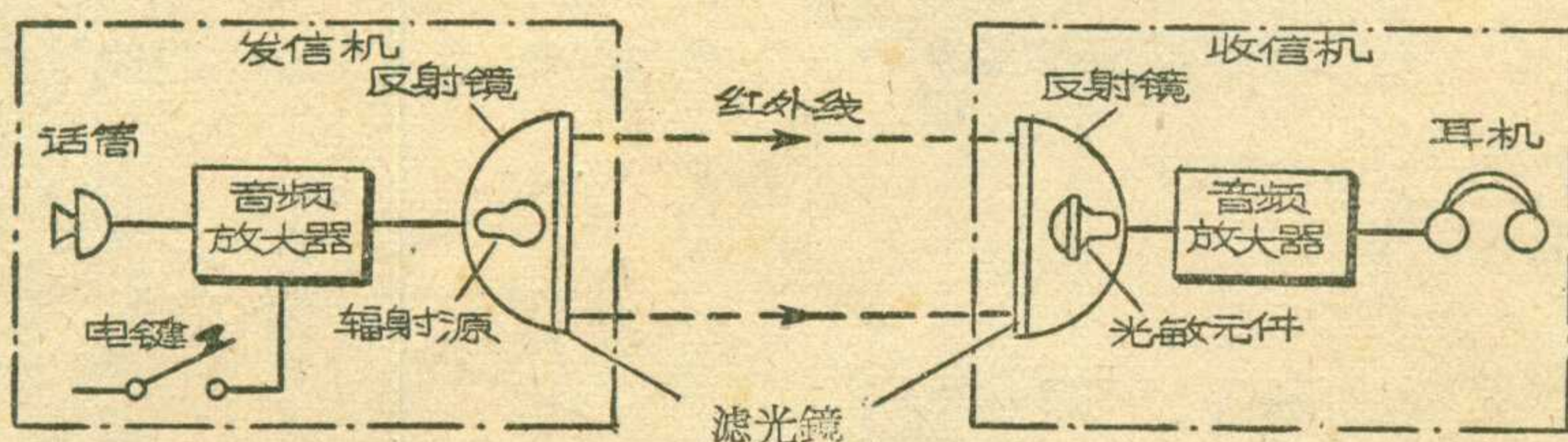
利用红外线可以进行电报或电话通信。它和一般通信机一样，分为发信和收信两个部分，如图6所示。由电键或话筒发出的音频信号，经放大器放大后，去调制辐射源发出的光通量，使光通量随音频信号的强弱和频率而变化。经过调制的光通量被反射镜聚集成束，并经红光滤光镜把可见光滤掉，只让一定波长的红光辐射出去。到接收端后，经反射镜聚焦在光敏元件上，将红外线的能量脉动变为音频电流脉动，再经音频放大，送到耳机或扬声器中发出声音。

由于红外线能像可见光一样集中成很窄的射束发射出去，所以不容易被人发现和窃收，保密性较强。同时这种通信几乎不受自然的和人为的干扰，比较可靠。红外线通信机结构简单、价格低廉，而且体积和重量都可以做得很小。这些特点使它在军事通信中很有价值。它的缺点是只能在直视距离内通信，而且发信机和收信机很难迅速而准确地对准。

红外线对抗技术

随着红外线技术的发展，防御红外线武器的方法和设备也逐渐发展和完善起来。例如，已经出现了一种能装在耳朵里的红外线警报器，可以使士兵发现敌方正在使用红外线，及时进行躲藏或掩护。对重要的目标可以

采用红外线伪装。再如，有经验的飞机驾驶员，当发现机尾被敌方的红外线制导导弹追踪时，可以采用高空滑翔的方法，尽量使飞机中能产生红



⑥

(下转第17页)

宇宙飞船探测电离层

在目前的无线电通信技术中，远程信息传输是借助短波来实现的。由于短波受到电离层的多次反射，它几乎能够到达地球表面的任何一点。大家知道，地球大气层中 80 到 600 公里高度上的电离区域通常称为电离层。在更大的高度上，大气非常稀薄，因而可以不考虑它的电离作用。

为了改善利用电离层反射波进行通信的系统，必须直接和可靠地研究电离层的成分和特性。长久以来，人们仅仅是根据间接资料，例如通过观测极光光谱和夜间天光等，来研究电离层的结构。从 1927 年起，才开始利用电离层观测站来研究大气层的上层。观测站向高空垂直发射短脉冲形式的无线电波，根据电离层反射信号的延迟时间来决定反射层所处的高度。改变电离层观测站发射机的频率，能够决定出所谓临界频率，也就是能从电离层反射回来的电磁波的最高频率。的确，这使当时的电离层研究工作大大前进了一步，因此我们不能低估它的意义。但是，电离层观测站并不能得到有关电离层的全面和可靠的资料。

理论研究表明，如果知道临界频率，就能根据一些比较简单的公式计算出电子密度，也就是单位体积中自由电子的数目。但是，只有当我们确切地知道自由电荷的主要负载体是电子的时候，才能够这样计算。这种假定对于电离层的最高区域是有根据的。在比较低的大气层中，电荷的负载体是离子。但是，如果不知道离子的质量，就不能确定离子密度。借助电离层探测站进行研究，还有很多问题不能得到解答，例如关于电离层的细微结构，以及为改善无线电通信线路计算方法所需的重要资料等等。

由于火箭技术的发展，使我们有可能发射大型地球物理火箭。这种火箭能够装设很多仪器，直接测量离子质量、离子密度、大气的密度和温度以及地球磁场。这样，所得到的关于电离层成分的资料就更加全面了。但是，火箭通过电离层飞行的时间非常短，因此所获的情报是断续的。需要在一昼夜和一年内的各个不同时间从地球上的各个地点发射大量的火箭。

在人造地球卫星上可以装置各种科学测量仪器以及能够把测量数据送到地面电台的无线电遥测系统，这样就有了既可靠又能不间断工作的有效工具，用来对大气电离层的结构进行长时间全面而仔细地研究。卫星一圈接着一圈地通过不同高度的大气层，测量

仪器就记录了学者和工程师们极其需要的关于电离层成分的资料。

根据久已确立的观点，短波的远程传播是按照图 1 所示的路线进行，图中 A 点是发射机所在地，B 点是接收点。无线电波由于受到电离层中 F_2 层的三次

反射而到达接收点。在这种情况下，主要的吸收作用是在电磁波通过图上虚线所表示的比较低 D 层时发生的。从图 1 可看出，无线电波有六次通过电离层的吸收区。但是，在使用短波通信线路的过程中，有时会发现，实际上观测到的吸收比理论预计值小得多，因而无线电波能够多次环绕地球传播，这种现象被称为“环球回波”。吸收的减弱可以用短波传播的“弹跳”特性来解释，它是由于电磁波入射到电离层的偶然倾斜部分（图 2 中的 M 段）而造成的。以后无线电波靠着 F_2 层的连续反射而传播，不通过电离层的 D 区，因此不会受到显著的吸收。

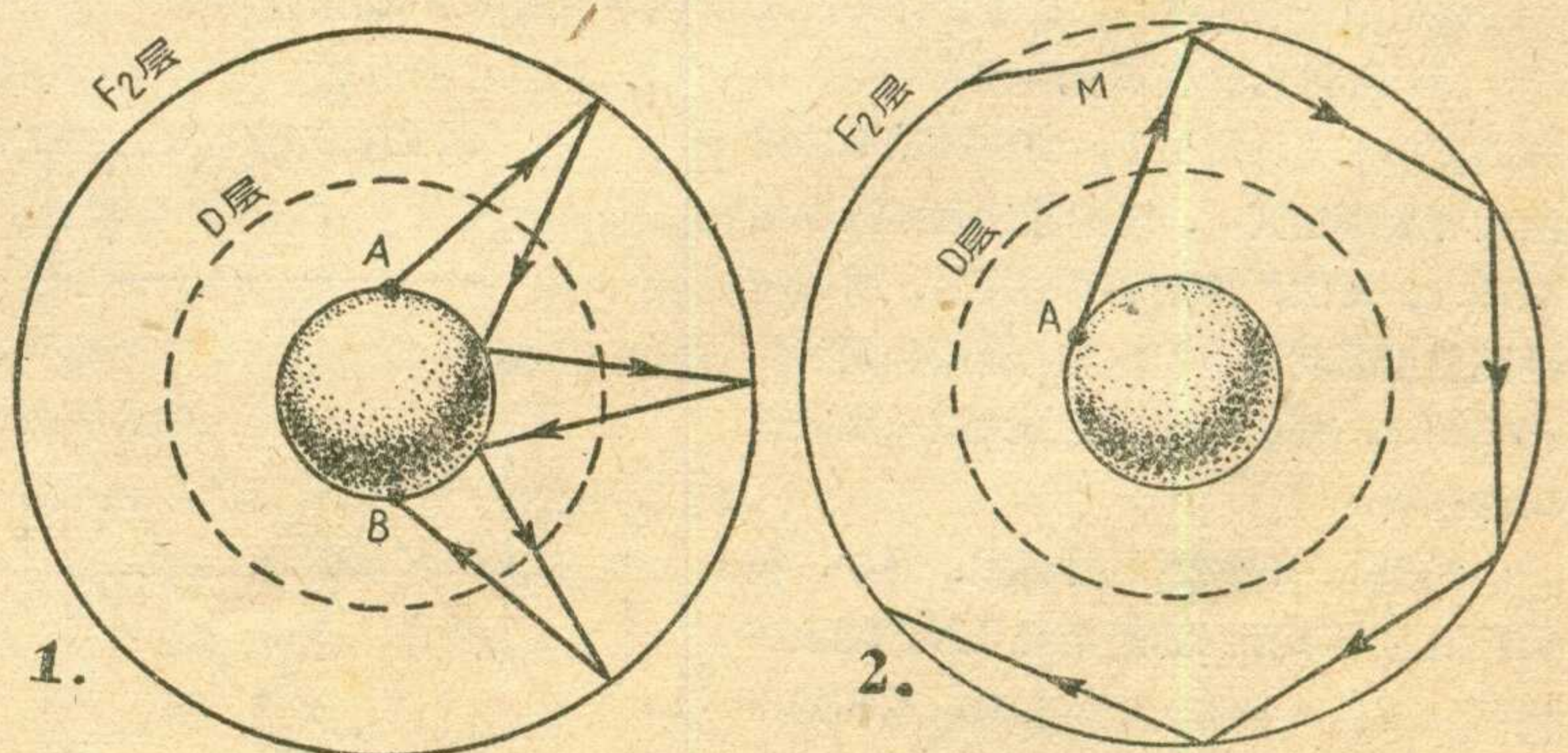
在宇宙飞船上装置短波发射机，为研究上述非常有趣的现象以及利用这种现象保持同卫星式飞船的超远程通信提供了优越的条件。大家知道，“东方号”飞船是在高度为 180 到 337 公里的轨道上飞行，也就是正处在电离层的 F_2 层内。直接处在 F_2 层内的发射机，具有极有利的条件来建立“弹跳”传播，因为这时的实验并不依赖于电离层的偶然倾斜。

宇宙飞船的编队飞行对于电离层的研究创立了特殊的可能条件。两个飞船在大气层的电离区内彼此保持无线电通信，此时无线电波从发射机到接收机的全程都是在电离层中通过，这在无线电技术史上还是第一次。将来，在类似的条件下利用频率可以连续变化的短波发射机，就可以直接测量不同高度的电离层中的临界频率。

在飞船上有了人来进行实验以后，无疑会得到更多而且更全面的对科学与实践更为可贵的电离层结构方面的资料，因而会使计算远程无线电通信线路的方法更加可靠。

电离层的扰动往往会使短波通信中断许多小时。目前，还只能通过电离层观测站来研究电离层在扰动期间所发生的过程的特性。而利用人造地球卫星能够进行很

(下转第 21 页)



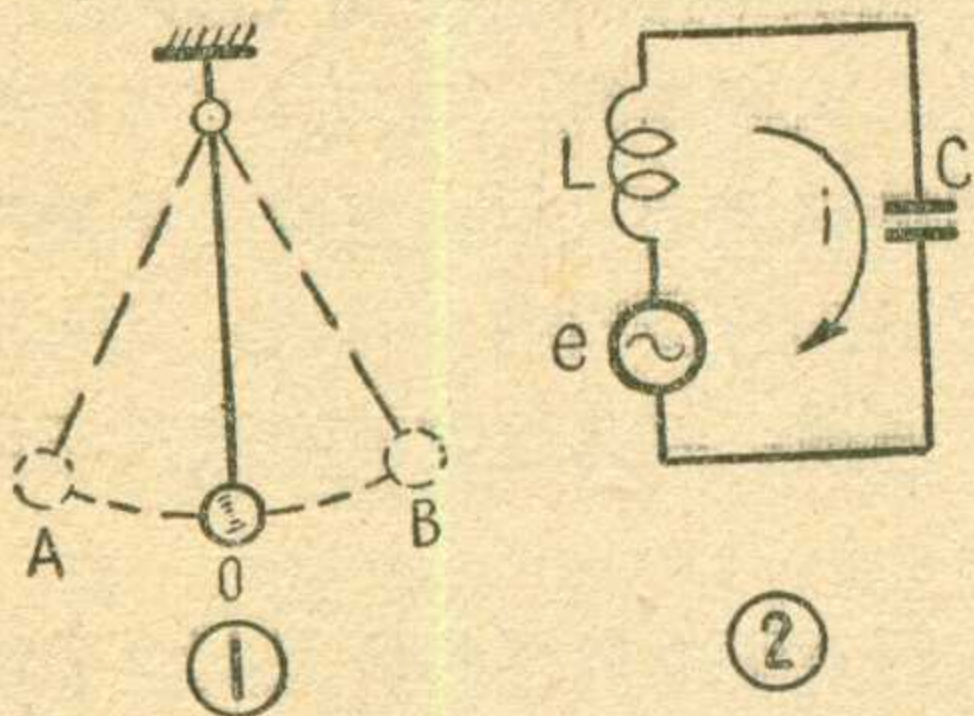
各种不同频率的无线电台所发出的无线电波，当它们接触到收音机的天线时，都会在天线中感应出交变电流。因此，收音机必须具有挑选电台的能力，否则，扬声器或耳机里将同时发出所有电台的播音，混在一起，结果什么也听不清楚。用甚么办法来挑选电台呢？原来收音机中有许多由电感线圈和电容器所组成的振荡回路，这些振荡回路具有一个奇妙的特性——谐振，收音机就是利用振荡回路的谐振特性来选择电台的。在这篇文章里，我们就来简单谈谈有关谐振的一些知识。

谐 振

莫 愁

强迫振荡和共振

如果把一个简单的摆（见图1）从它的



的静止位置 O 移到 A 点，然后一松手，摆就会来回摆动。由于这种摆动是在没有外力的作用下进行的，因此叫自由振荡。它的频率就等于摆的固有频率。但是如果我們一直用手周期性地推动摆，那末摆就不能“自由”地摆动，而只能随着外加的推动力来摆动。这时摆的振荡频率就决定于手的推动频率：我们每分钟推动十次，摆就每分钟摆动十次。摆在外力的作用（手的推动）下进行的摆动，就叫作强迫振荡。十分明显，强迫振荡和自由振荡是不同的，强迫振荡的频率和固有频率无关，而完全决定于外力的频率。

强迫振荡的幅度不但决定于外力的大小，而且和外力的频率有很大的关系。在外力大小不变的情况下，当它的频率和摆的固有频率相同时，所引起的强迫振荡幅度最大。反之，当频率不相同，所引起的强迫振荡就很小。外力的频率和固有频率相同时，强迫振荡幅度最大这一现象就叫作共振。

共振是一种很常见的现象。例如，我们把发声频率相同的两个音叉并排地放在一起。敲击其中的一个音叉时，周围的空气就会随着音叉的振动频率而振动，这振

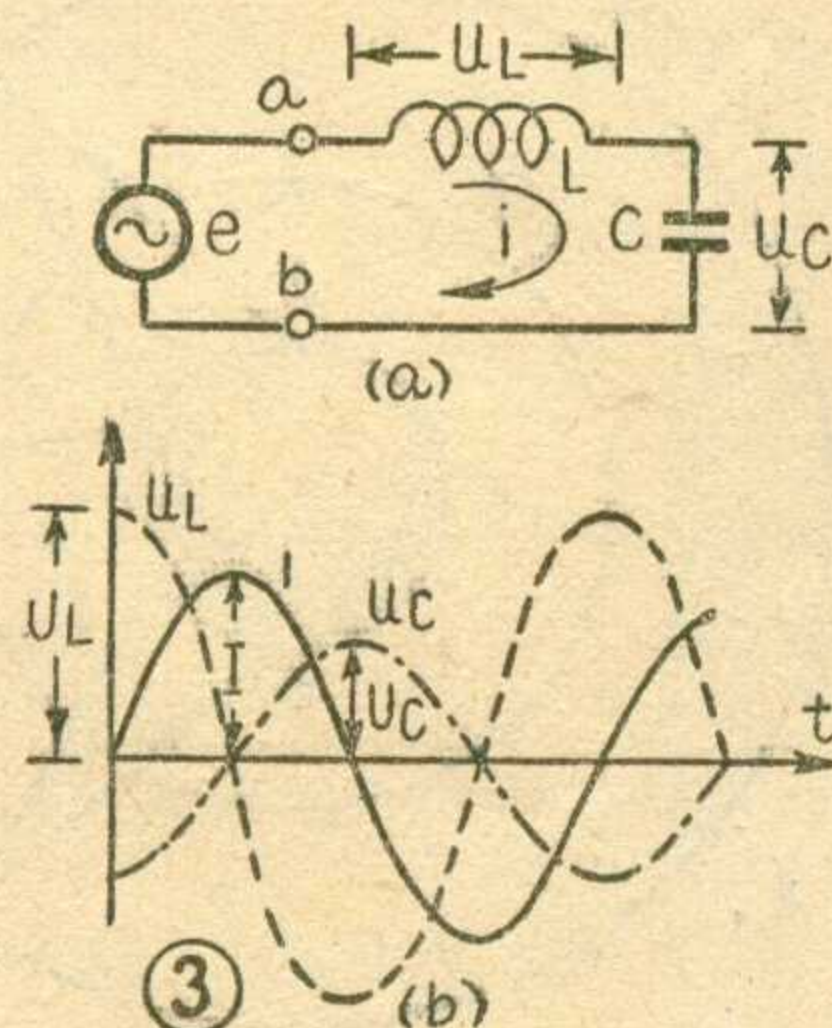
动的力量虽然很小，但是由于它的频率和另一音叉的固有频率相同，所以能使另一音叉振动发出声音来。又如我们在荡秋千时，也可以体会到，只有当两脚用力得当，和秋千的固有频率“合拍”时，秋千才会越荡越高。

如果我们在 LC 振荡回路里串接了一个频率为 f 的交流电源 e （图2），那末，回路里就只能有频率为 f 的交流电流 i 流过。也就是说，回路中发生了强迫振荡。这个振荡的频率等于外加电源的频率 f ，而不等于回路的固有频率 f_0 。和机械振荡时相似，当外加交流电源的频率 $f=f_0$ 时，流过回路的电流 i 最大而发生了共振。

振荡电路的共振有两种情况，一种是串联共振，一种是并联共振。下面我们分别来谈谈这两种情况。

串联共振

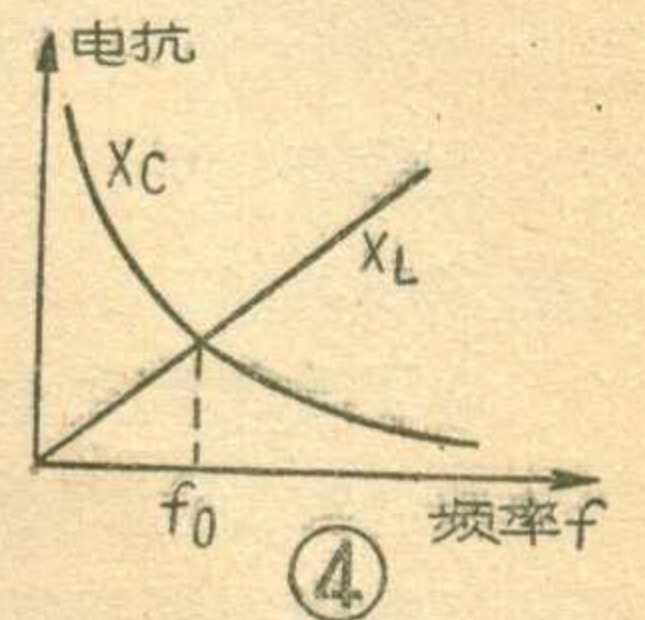
在图2的电路中，电感 L 、电容器 C 和外加交流电源 e 是相串联的。在这种串联电路中产生的共振，就叫做串联共振。为了便于分析，我们把图2的电路改画为图3a的形式。这时流过 L 和 C 的电流是同一个电流 i ，但是 L 和 C 两端的电压 u_L 和 u_C 可并不一样。 u_L 比 i 超前 90° ，如图3b中虚线所示；而 u_C 则比 i 落后 90° ，如图中点划线所示（参考本期谈相位一文）。这样， u_C 和 u_L 的变化正好是相反的。 u_L 为正时， u_C 正好为负。因此，这两个电压在电路中是互相抵消的。



我们知道，电容器两端的电压 $U_C = X_C I$ （在这里和以后都用大写字母 U 、 I 等代表电压、电流的幅度值），其中 $X_C = \frac{1}{2\pi f C}$ ，是电容器的电抗。频率 f 越高， X_C 越小（参看图4）。电感线圈两端的电压 $U_L = X_L I$ ，其中 $X_L = 2\pi f L$ ，是电感线圈的电抗，

f 愈高， X_L 愈大。

从图4可以清楚地看到，在某一频率 f_0 时， $X_C = X_L$ ，因而 $U_C = U_L$ ，也就是说 u_C 和 u_L 大小相等，方向相反，它们



在电路中就完全抵消了。这时 ab 两点间的总电压 u_{ab} 等于零，这说明 ab 两点间对电流 i 毫无阻抗（阻抗 $Z = \frac{U_{ab}}{I} = \frac{0}{I} = 0$ ），因此电流 i 达到极大的幅度（在回路中没有电阻的理想情况下，可以达到无穷大），这就是发生了共振。共振时， $X_C = X_L$ ，

$$\text{即 } \frac{1}{2\pi f_0 C} = 2\pi f_0 L,$$

$$\text{所以可求得 } f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}},$$

可见这个共振频率正好等于振荡回路的固有频率。

当外加电源频率 f 小于 f_0 时，由图4可见， X_C 大于 X_L ， u_C 大于 u_L 。这样， u_C 抵消了 u_L 以后还有余， ab 两点间的总电压等于 $(u_C - u_L)$ ，和 u_C 同方向，而整个振荡回路表现为容抗 $(X_C - X_L)$ 。 f 和 f_0 相差越大， $(X_C - X_L)$ 就越大，所以回路中的电流就越小。与此相似，当外加电源频率 f 大于 f_0 时， X_L 大于 X_C ， u_L 大于 u_C ， ab 两点间的总电压等于 $(u_L - u_C)$ ，整个振荡回路表现为感抗 $(X_L - X_C)$ 。 f 比 f_0 大得越多， $(X_L - X_C)$ 就越大，回路中的电流就越小。由此可以得到回路电流的幅度 I 随外加电压频率 f 而变化的曲线，如图5中曲线1所示。这个曲线称为共振曲线。

在实际的振荡回路中，总有一定的电阻 R （如线圈本身的欧姆电阻，电容器的损耗电阻等），因此在发生共振时，虽然容抗 X_C 和感抗 X_L 相互抵消，但回路总阻抗仍然不等于零，而是等于 R ；回路共振电流的幅度 I_0 不能达到无穷大，而是等于 E/R 。因此实际振荡回路的共振曲线如图5中的曲线2所示。

振荡回路可以用它谐振时的感抗 $2\pi f_0 L$ (或容抗 $\frac{1}{2\pi f_0 C}$) 对电阻 R 的比值来说明它的特性。这个比值叫作振荡回路的品质因数或 Q 值:

$$Q = \frac{2\pi f_0 L}{R} = \frac{1}{2\pi f_0 C R}$$

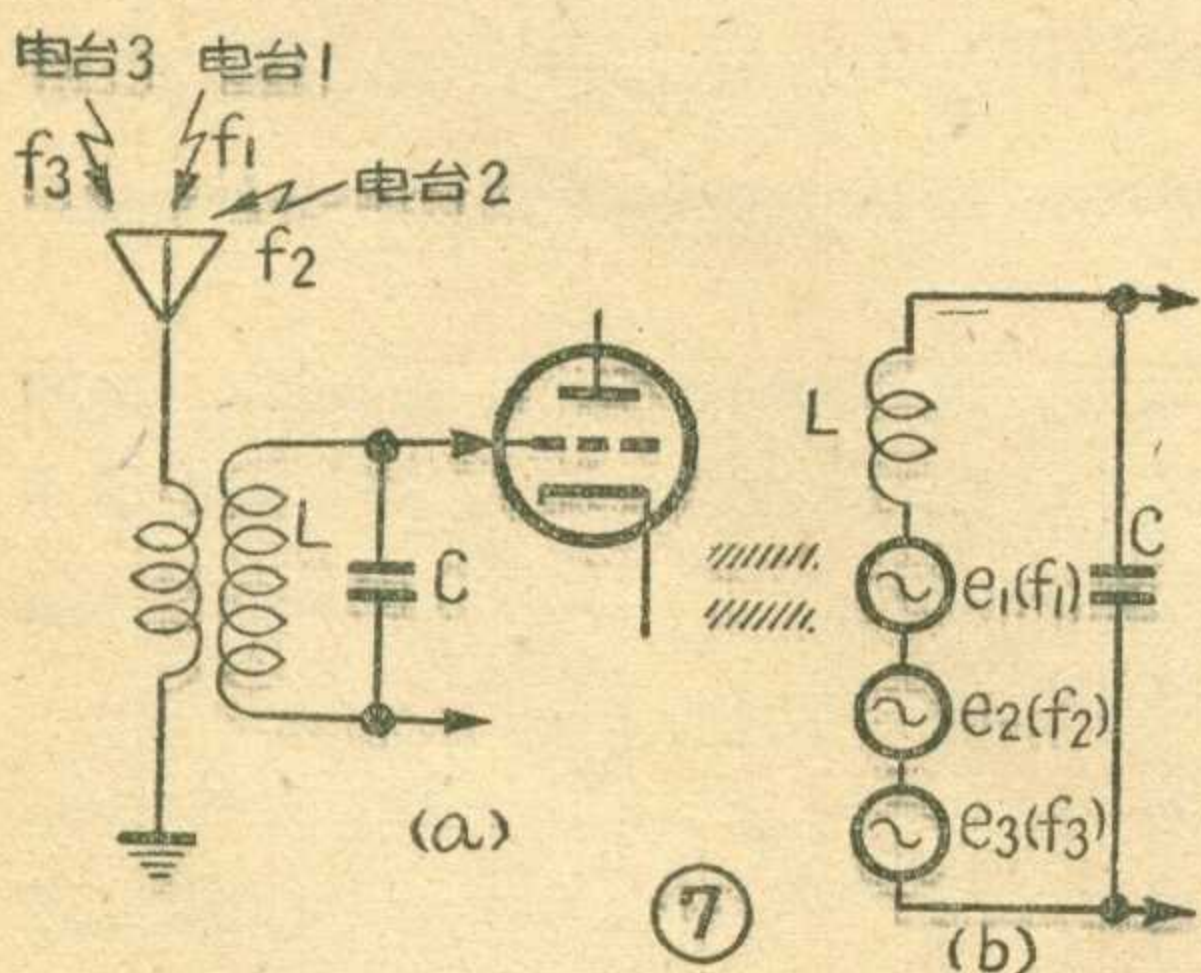
R 越大, Q 值就越小。在良好的振荡回路中, Q 值大于 100。

Q 对回路的谐振特性有很大的影响。回路的 Q 值越大, 它的谐振曲线的形状就越尖锐越高, 如图 6 所示。

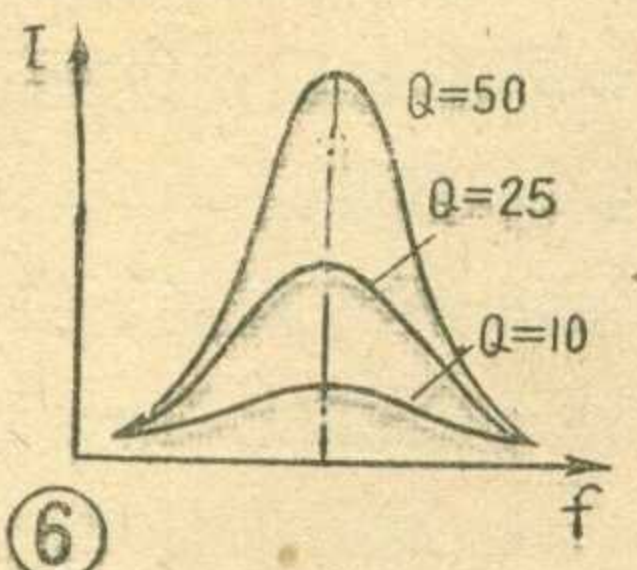
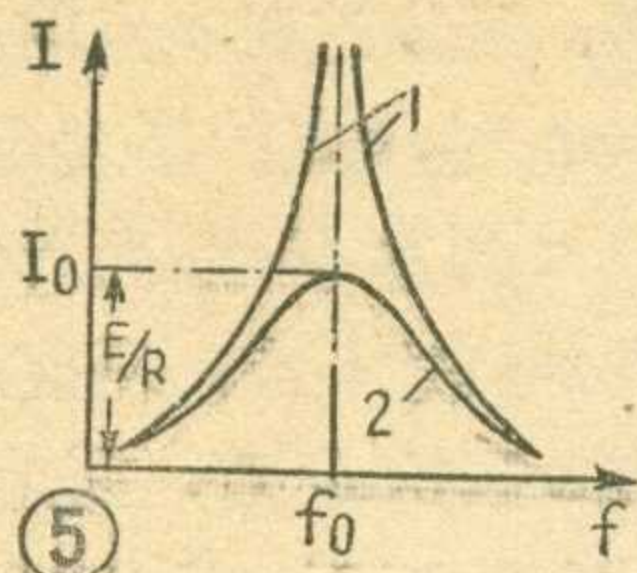
串联谐振时, 由于回路中的电流 I_0 很大, 因此 L 和 C 两端间的电压 U_L 和 U_C 也很大:

$$U_C \approx U_L = I_0 \times 2\pi f_0 L = \frac{E}{R} \times 2\pi f_0 L = QE$$

从这里可以看到, 串联谐振时 L 和 C 两端的电压是外加电压的 Q 倍。因此在 Q 值很高的情况下, 它们就会大大超过外加电压, 仿佛回路把电压“放大”了似的。由于串联谐振具有这样的特点, 所以又叫作电压谐振。



利用串联谐振现象可以选择电台。图 7 a 是大家所熟悉的收音机输入电路。每个电台发出的无线电波接触到天线时, 都在天线回路中产生一个高频交变电流, 这个电流流过输入变压器的初级线圈, 在次级线圈里感应出一个高频电压。这样, 图中所示的不同频率的三个电台分别在次级回路中产生频率为 f_1 、 f_2 和 f_3 的高频电压

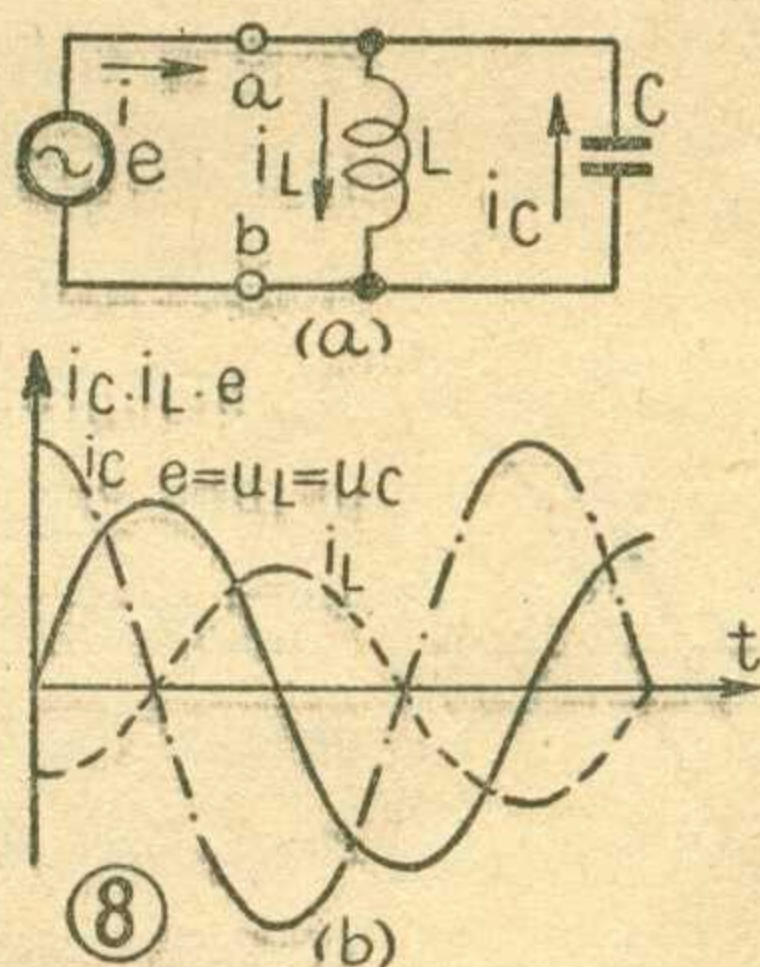


e_1 , e_2 和 e_3 (图 7 b)。但是只有当电压的频率 f 和 f_0 相同时才会在回路中产生很大的电流。因此, 只要改变回路的 L 和 C , 使回路的固有频率 $f_0 = 1/2\pi\sqrt{LC}$ 等于我们要听的电台的频率, 比如说 f_1 , 那末这时 e_1 就会在回路中产生很大的电流, 而电子管的栅极上就得到一个大小为 QE 、频率为 f_1 的高频电压 (就是回路电容 C 两端的电压)。与此同时, 由于 f_2 、 f_3 不等于 f_0 , e_2 、 e_3 在回路中产生的电流很小, 电子管栅极上频率为 f_2 、 f_3 的高频电压也就很小。这样, 利用串联谐振的这种特性, 回路就把电台 1 挑选出来, 收音机的扬声器里就只能发出电台 1 的播音。

调节回路的 L 或 C , 使回路和外来信号发生谐振的这一步骤, 就是大家所熟悉的所谓“调谐”。

并联谐振

并联谐振回路如图 8 a 中所示。这里, 外加电源 e 是和 L 、 C 并联。

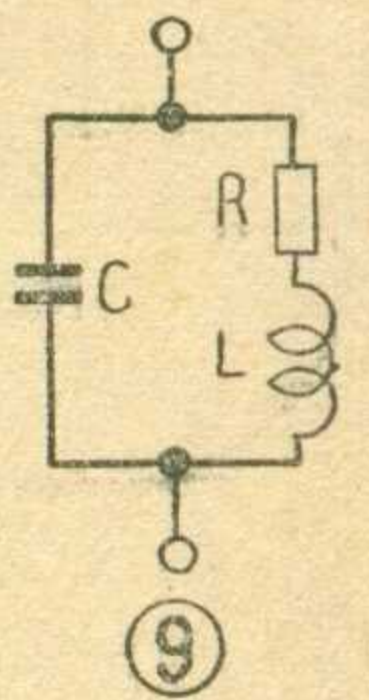


由图中可见, 这时 L 和 C 两端的电压是相同的, $u_L = u_C = e$, 不过流过 L 和 C 的电流并不一样。我们知道, 流过 L 的电流 i_L 在相位上比 e 落后 90° , 如图 8 b 中虚线所示。流过 C 的电流 i_C 在相位上比 e 超前 90° , 如同一点划虚线所示。从这里我们可以清楚地看到, 不论在任何时刻, i_L 和 i_C 的方向总是相反的。如果 i_L 是正的, 由 a 端流向 b 端, 那末 i_C 就是负的, 由 b 端流向 a 端, 而流入回路的总电流 i 是 i_L 和 i_C 的和。由于 i_L 和 i_C 的方向恰好相反, 因此它们在电路中有相互抵消的趋势。

当外加电源的频率 f 等于固有频率 $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 时, 就发生并联谐振, 这时由于 $f = f_0$ 时, $X_L = X_C$, 因此 $I_L = \frac{E}{X_L}$ 和 $I_C = \frac{E}{X_C}$ 相等, 也就是说, i_L 和 i_C 大小相等, 方向相反, 它们就完全相互抵消

了。这样一来, 尽管 ab 两端间加着一个交流电源 e , 但是流过 ab 的总电流 i 却等于零。这说明 $f = f_0$ 时, ab 两端间的回路阻抗 Z_K 等于无穷大。在其他的频率时, 由于 X_L 和 X_C 不相等, i_C 和 i_L 不能完全抵消, i 不等于零, 而回路阻抗是比较小的。当 f 小于 f_0 时, X_L 比 X_C 小, 因而 i_L 比 i_C 大, 这样 i_L 抵消了 i_C 后还有余, 总电流 i 和 i_L 同方向而落后于 $e 90^\circ$, 因此这时的回路阻抗是个感抗。而且 f 越小, 这个感抗就越小, 总电流 i 就越大。与此相反, 当 f 大于 f_0 时, X_C 比 X_L 小, 因而 i_C 比 i_L 大, i_C 抵消了全部 i_L 后还有余。总电流 i 和 i_C 同方向而超前于 $e 90^\circ$, 这时的回路阻抗是个容抗。而且 f 越大, 这个容抗就越小, 总电流 i 就越大。

上面所谈的是理想情况。实际上由于回路里总有一定的电阻 R (如图 9), 要消耗一定的能量, 因此并联谐振时的回路阻抗并不等于无穷大, 而不过是一个相当大的电阻。通过计算可以求得这个电阻值等于 L/CR 。同时, 谐振时的总电流不是等于



零, 而是等于 $E / \frac{L}{CR} = I_0$ 。考虑了 R 以后, 回路阻抗 Z_K 、总电流 i 和 f 的关系如图 10 中的曲线所示, 这条曲线就是并联谐振曲线。

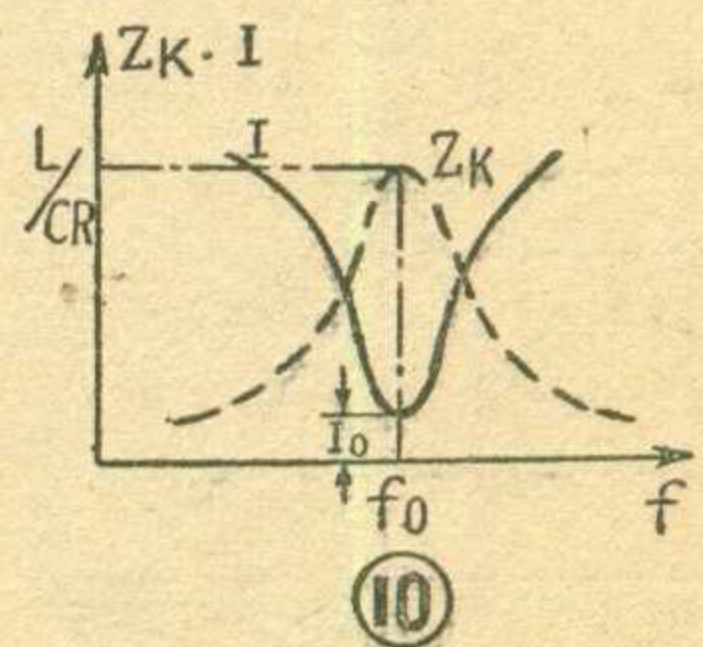
并联谐振回路同样用 Q 值来说明它的特性。和串联谐振回路一样, Q 值是谐振时的感抗 (或容抗) 和电阻 R 的比值, 即

$$Q = \frac{2\pi f_0 L}{R} = \frac{1}{2\pi f_0 C R}$$

当电路发生并联谐振时,

$$I_C \approx I_L = \frac{E}{2\pi f_0 L} = \frac{I_0 L/CR}{2\pi f_0 L} = Q I_0$$

这就是说, 谐振时 i_C 和 i_L 是 i_0 的 Q 倍,



因此如果回路的 Q 值很高, i_C 和 i_L 就会比 i_0 大得多。由于并联谐振具有这样的特

谈相位

在无线电技术中，常常要碰到“相位”“相位差”等名词。但是，什么是相位呢？它说明什么问题呢？

简单地說，相位表明一个周期过程在某一瞬间所处的状态。例如，一个点子沿圆周作等速运动就是一个最简单的周期性过程。如图1a所示，a点沿ABCD的方向运动，它的位置时刻都在变化着。为了说明a点在某一瞬间所处的位置，只需要在圆周上

任意取一个起算点A，并说明点a从A点起转过了多少角度就行了。在图中所表明的瞬间，a点已经转过了角度 φ ，OA和Oa之间的夹角 φ 就完全确定了a点的位置，这个角 φ 就是过程在这一瞬间的相位，它表明a点在这一瞬间所处的位置，也就是周期过程所处的状态。当点a转到B点时，相位就是 90° ，转到c点时，相位就是 180° ，转到A点时，相位就是

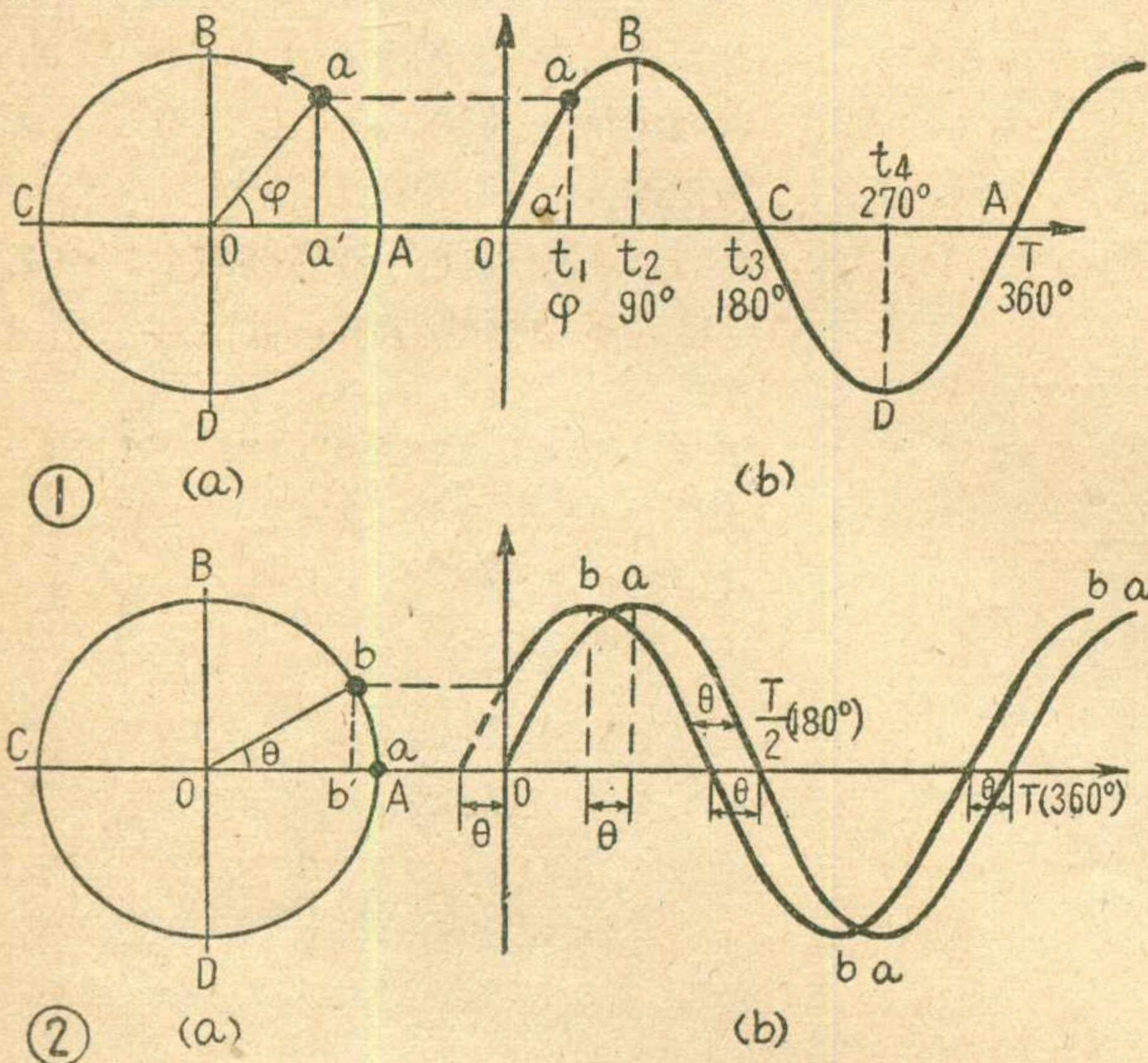
360° ，再转到图中的a点时，相位就是 $360^\circ + \varphi$ 。

当a点作等速运动时，a点距水平直径CA的高度也在不断变化。这个高度随时间的变化，可以用图1b的曲线图来表示。我们假定在开始计算时间时，即 $t=0$ 时，a点是在A点，也就是说，过程的起始相位，或初相为

零，那末这时a点的高度就是0；当 $t=t_1$ 时，a点的高度是 aa' ；当 $t=t_2$ 时，点a到达B点，高度是BD； $t=t_3$ 时，点a到达C点，高度是0；当 $t=t_4$ 时，点a到达D点，因为是在水平直径CA的下面，所以高度是负DO；当 $t=T$ 时，也就是过程经过一个周期后，点A又回到了A点。以后的过程将和前面一样地重复下去。曲线上的每一点都和圆弧上的一点相对应。这样的曲线叫做正弦曲线。无线电技术中常遇到按这种规律变化的周期性过程。例如，交流市电的电流就是正弦电流，在一个由电感和电容组成的振荡回路中所产生的振荡就是正弦振荡，振荡电压和电流都是按正弦规律变化的。在这种情况下，我们可以用图1b中的高度来表示电压或电流的大小。

图1a中a点是作等速运动，所以转过的角度和经过的时间成比例。因此正弦过程经过一个周期T，就相当于a点在圆周上转了一圈，即 360° ；经过 $\frac{T}{2}$ （图中的 $0 \sim t_3$ ）就相当于转了半圈，即 180° ； $\frac{T}{4}$ （ $0 \sim t_2$ ）就相当于 90° 。这样，在图1b中的横轴上，也可以用角度来代表时间。这个和时间相对应的角度，就表明了周期过程的相位。

在实际中，比较重要的不是相位本身，而是两个周期相同（或者说频率相同）的过程之间的相位差。在前



面，因此它又叫作电流谐振。

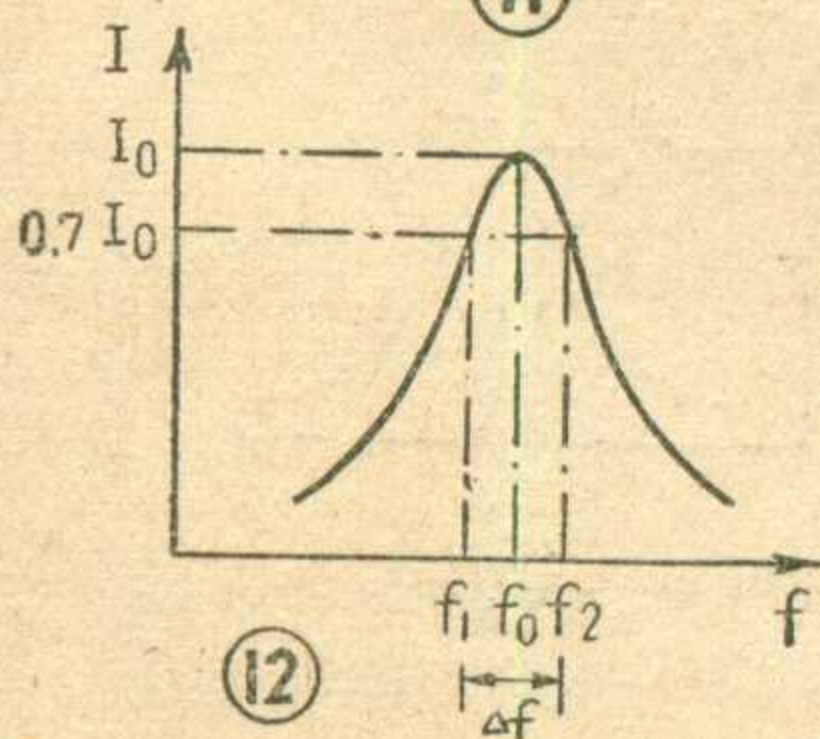
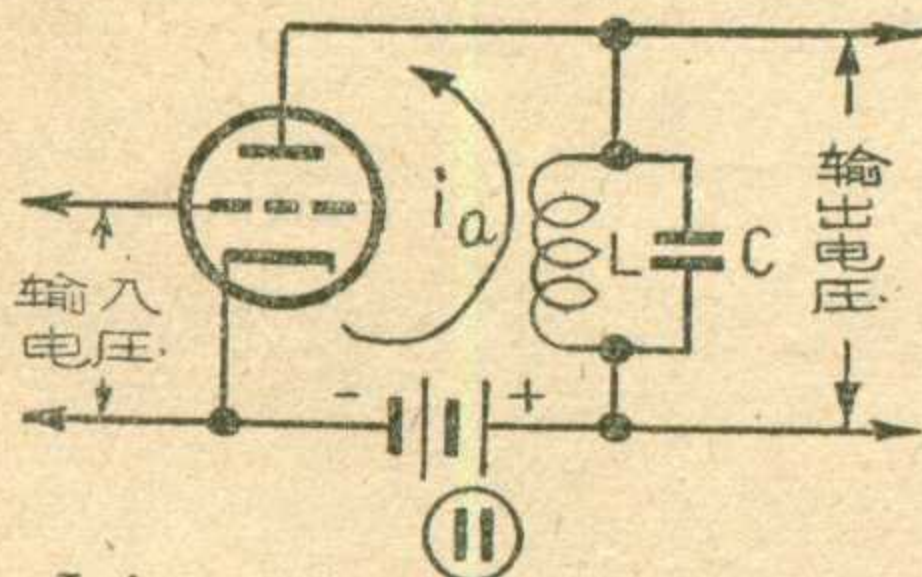
从上面的介绍中，我们看到并联谐振和串联谐振之间有相同的地方，也有不同的地方，为了更好地了解它们，在表1中对它们作了一个比较。

尽管并联谐振和串联谐振时的特性不一样，但同样可以用来选择电台。收音机里的高频放大器（如图11中所示）正是以并联谐振回路的谐振特性为基础的。在高频放大器中，接在电子管屏极电路中的谐振回路是和交流电源（电子管）并联的。放大器的栅极上加着要放大的交变电压，放大的输出电压则从并联谐振回路两端取得，其大小为 $I_a Z_K$ 。由于高频放大器中一般采用五极管，内阻 R_i 很大，要比 Z_K 大得多，所以屏流 i_a 的大小主要决

定于电子管的内阻 R_i ，而基本上和 Z_K 的大小没有关系。因此， Z_K 越大时，输出电压就越大。这样一来，如果我们从输入电压中挑选出频率为 f_1 的信号，就可以改变回路的L或C，使它的固有频率 f_0 等于 f_1 。这时，对于频率为 f_1 的信号，回路就发生并联谐振，回路阻抗 Z_K 最大，因而输出电压很大。对于输入端其他频率的信号来说， Z_K 要比谐振时小得多，因而输出电压就很小。这样，就把频率为 f_1 的信号挑选出来了。

回路的通频带

从上面的介绍中可以知道，由于回路的谐振特性，无论对串联谐振回路也好，



面的例子中，如果在 a 点的前面还有一个点 b 也以相同的速度沿圆周运动 (图 2 a)，那末 Ob 和 Oa 的夹角 θ 就总是保持不变的。这个角度就叫做这两个周期过程的相位差，又叫相位移或相移角。如果当 $t=0$ 时， a 点的相位为零，即初相为零，那末， b 点的初相就是 θ ，可见点 b 比点 a 超前一个角度 θ 。或者说，点 a 比点 b 落后一个角度 θ 。

这两个点运动的周期过程也可以用图 2 b 的正弦曲线来表示。由图 2 可见，当曲线 b 已到最大值时，曲线 a 还不到最大值，要再过 θ 角以后才能达到最大值。由此也可以看到，曲线 b 比曲线 a 超前 θ 度，或者说曲线 a 比曲线 b 落后 θ 度。如果相位差 θ 等于零，即 ab 两点重合，我们就说这两个过程相位相同或同相，如果 θ 等于 180° ，我们就说这两个过程相位相反或反相。

现在我们来看一下流过电阻 R 、电容 C 或电感 L 的正弦电流和它们两端的正弦电压间的相位关系 (参看图 3)。为了便于说明起见，我们规定图 3 中当 a 端的电位比 b 端高时， ab 两端的电压是正的；反之就是负的。电流方向和图中箭头方向相同时 (由 a 端流到 b 端时) 是正的；相反时是负的。

流过电阻 R 的电流 i_R

和 R 两端的电压 u_R 之间的关系比较简单 (图 3 a)。 i_R 是正的时候， u_R 也是正的， i_R 增大， u_R 也增大， i_R 减小， u_R 也跟着减小，如图 3 a 所示。因此， i_R 和 u_R 是同相的。

电容 C 的情况比较复杂 (图 3 b)。在 t_0 到 t_2 期间内， i_C 是正方向的，给电容器正方向充电，所以 C 两端的电压 u_C 从最低值起一直升高。到 t_2 时， u_C 达正的最大值。过了 t_2 以后， i_C 的方向变了，也就是电容器开始放电， u_C 开始降低，到 t_3 时减小到零。但这时 i_C 仍然是反向的，所以就开始对电容器进行反向充电，使 u_C 上的电压向负方向增加。一直到 t_4 时， u_C 达到负最大值。之后 i_C 又变为正的， u_C 的负值又开始减小。由图 3 b 可见， u_C 和 i_C 不是同时涨落的。 i_C 在 t_1 时已达最大值，而 u_C 要再过 $1/4$ 周期 (90°) 到 t_2 时才达最大值。因此，电容器中的电流 i_C 比它两端间的电压 u_C 超前 90° 。

i_L 和 u_L 间的相位关系恰好和电容器的情况相反 (图 3 c)。我们知道，如果流过电感线圈中的电流变化时，线圈两端就会产生一个电压来反抗电流的变化；电流的变化速度越大，反电压就越大。在图 3 c 中，由 t_0 到 t_1 期间， i_L 增大，但增加的速度越来越小，因此电感两端的反电压 u_L 是正的，并从最大值下降，到 t_1 时下降到零。过了 t_1 以后， i_L 开始减小，所以电感线圈中的反电压就变成了负的。在 t_1 到 t_2 期间内， i_L 减小的速度越来越大，所以 u_L 的负值越来越大。 t_2 到 t_3 期间， i_L 向反方向增加，所以反电压仍是负的，但由于 i_L 反向增加的速度越来越小，所以这个负电压的绝对值越来越小，到 t_3 时减小到零。在 t_3 到 t_4 期间，反向电流逐渐减小，所以反电压又变为正的。这样就得出了图 3 c 中的 u_L 曲线。由图可见，电感线圈中的电流 i_L 比线圈两端的电压 u_L 落后 90° 。(工)

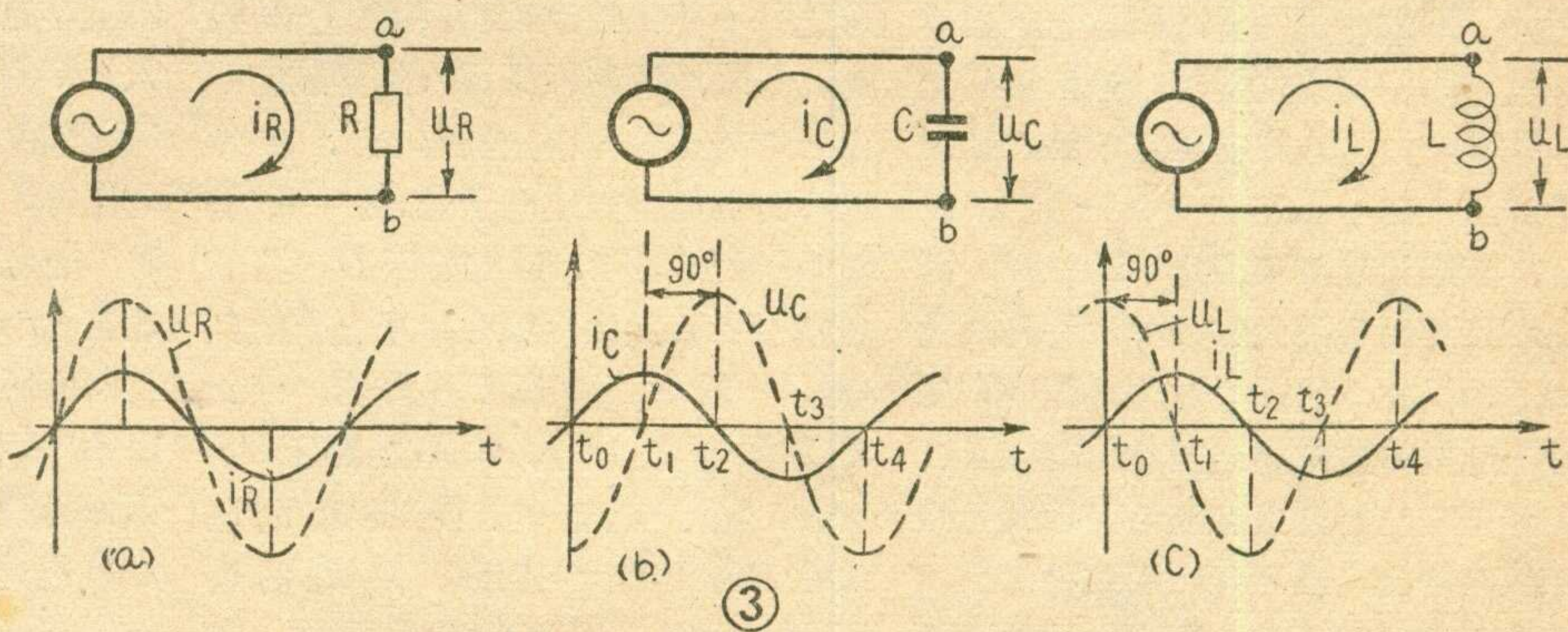


表 1

对并联谐振回路也好，只有频率在 f_0 两侧的一个频带内的信号，才能被回路挑出来而能良好地通过，这个频带就叫做回路的通频带。通频带一般是以回路电流 I (或回路电压) 减小到谐振值 I_0 的 0.7 倍为标准的。例如图 12 中由 f_1 到 f_2 之间的频带就是回路的通频带。

通频带说明了回路选择性的好坏。它的宽度 Δf 和谐振曲线的形状有很大关系。如果回路的 Q 值越高，谐振曲线就越尖锐，通频带就越窄，回路选择电台的能力就越强。通过计算可以证明：通频带的宽度 Δf 和 f_0 、 Q 之间有一个简单的关系：

$$\Delta f = f_0 / Q$$

这就是说，回路的 Q 越高，通频带就越窄。

	串 联 谐 振	并 联 谐 振
电路特点	e 、 L 、 C 串联	e 、 L 、 C 并联
相同点	① 谐振频率 $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ ② 品质因数 $Q = \frac{2\pi f_0 L}{R} = \frac{1}{2\pi f_0 CR} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$	
不同点	① 谐振时，串联回路中的阻抗最小 ② 谐振时，回路中的电流最大 ③ $f < f_0$ 时，电路呈电容性 $f > f_0$ 时，电路呈电感性 ④ 谐振时， U_L 、 U_C 为外加电压 E 的 Q 倍	① 谐振时，并联回路两端的阻抗最大 ② 谐振时，回路外的总电流 I 最小 ③ $f < f_0$ 时，电路呈电感性 $f > f_0$ 时，电路呈电容性 ④ 谐振时， I_C 、 I_L 为回路外电流 I_0 的 Q 倍

电子闪光测速仪

厘 波

机器上的一般旋转机件，用转速表就可以测出它的转速。但是遇到转矩小的旋转机件（如电钟马达、纺纱锭子等），或者每分钟达数万转的机件，转速表就不能胜任了。因为测量时，转速表本身要消耗旋转机件的功率，而且它一般最高只能测15000转/分。利用电子闪光测速仪，就没有这些缺点。

闪光测速的原理，不难理解。例如，在一个旋转的圆盘上作一个记号，当圆盘转得很快时，这个记号便一片模糊，看不清楚。但是，如果用闪光照射这个圆盘，并且每分钟闪光的次数（频率）与圆盘每分钟的转数相同，那末，很明显，圆盘上的记号每次转到相同的位置时，恰好被闪光照射着，由于人眼的视觉惰性，就会看到这个记号固定在一个一定的位置，而圆盘就好像静止不动一样。因此，只要调整闪光的频率，看到圆盘不动的假象，就能通过闪光频率刻度盘上所指的数值测出圆盘的转速了。实际上，只要圆盘转速恰好为闪光频率的整倍数，都可能出现这种情况。例如圆盘每转两转，闪光一次，仍然会看到记号在同一位置出现，记号也好像静止不动，唯一的差别，是记号较暗一些。如果闪光频率恰好为圆盘转速的整倍数，例如为3倍，那末圆盘每转一周，闪光三次。第一次闪光时，看到记号在一个位置，第二次闪光时，记号转过一个位置，依此类推。由于在每转中记号对应于闪光的各个位置都相同，所以能看到三个静止的记号。调整闪光频率，当记号接近于静止时，会看到记号旋转。这是因为，每次闪光时，圆盘记号的位置都不同。在第二次闪光时，圆盘记号已越过第一次闪光时所在的位置。这样顺序改变记号显现位置，如果改变速度不大，就会看到记号转动。

这里介绍的电子闪光测速仪，它的原理电路如图1所示。这个电路主要包括三部分：电源，振荡器，频闪闸流管电路。振荡器输出的脉冲，控制频闪闸流管点火，使它按振荡器输出脉冲频率发出闪光。

电源 采用6Z5P (6U5C) 型电子管，接成全波整流电路。

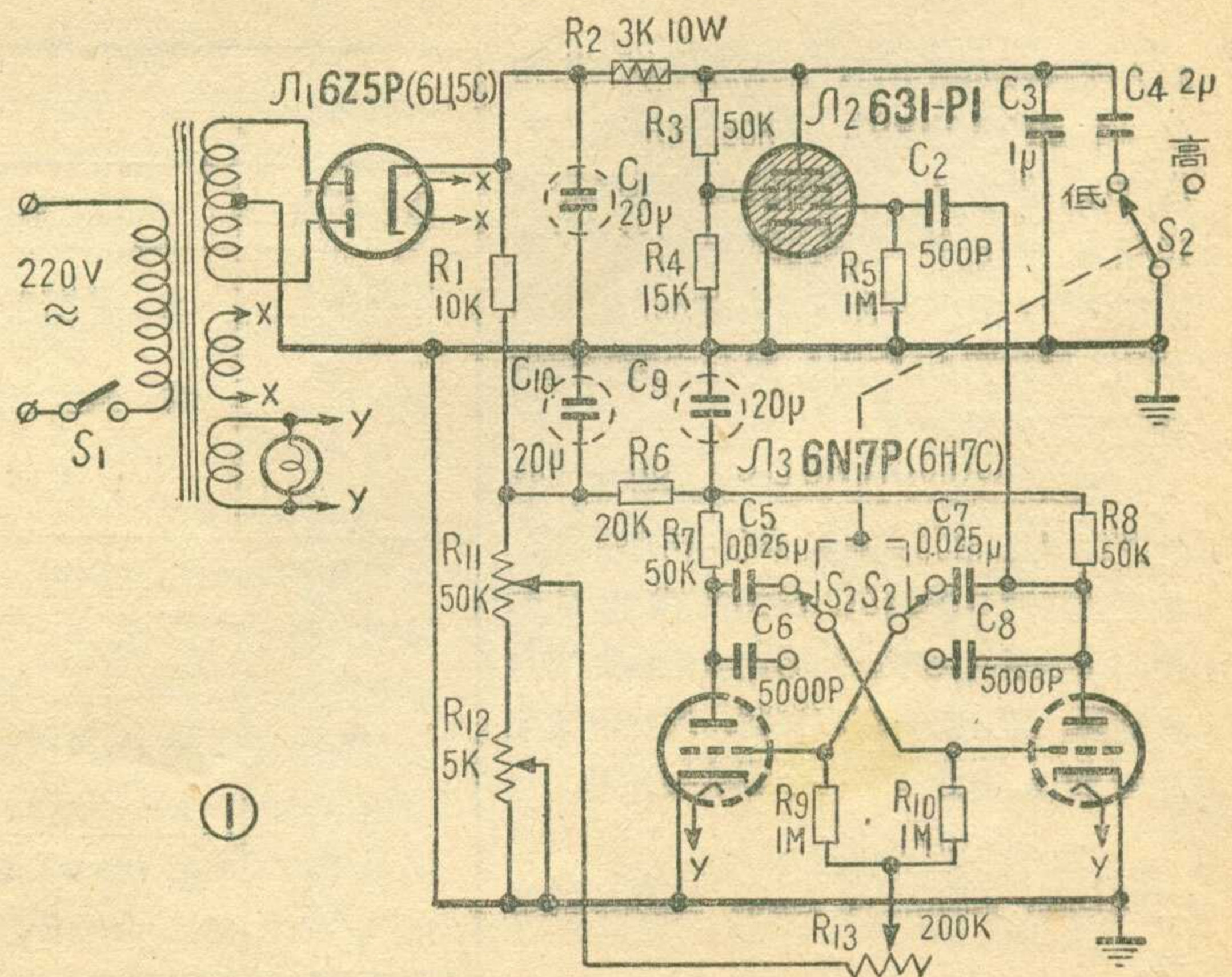
振荡器 采用对称的多谐振荡器，它的原理电路如图2所示。这种电路的振荡频率很容易调节，而且电源电压和电子管参数有很大变化时，频率的稳定性相当高。

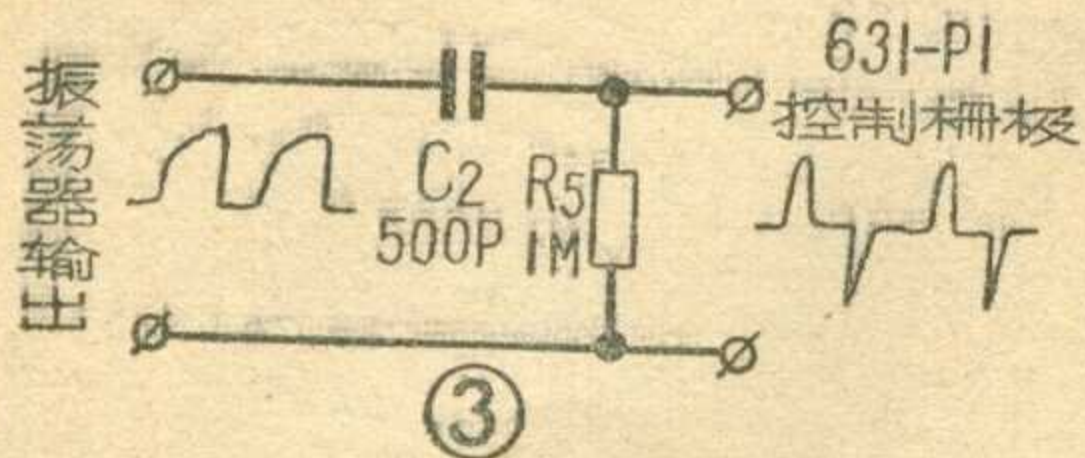
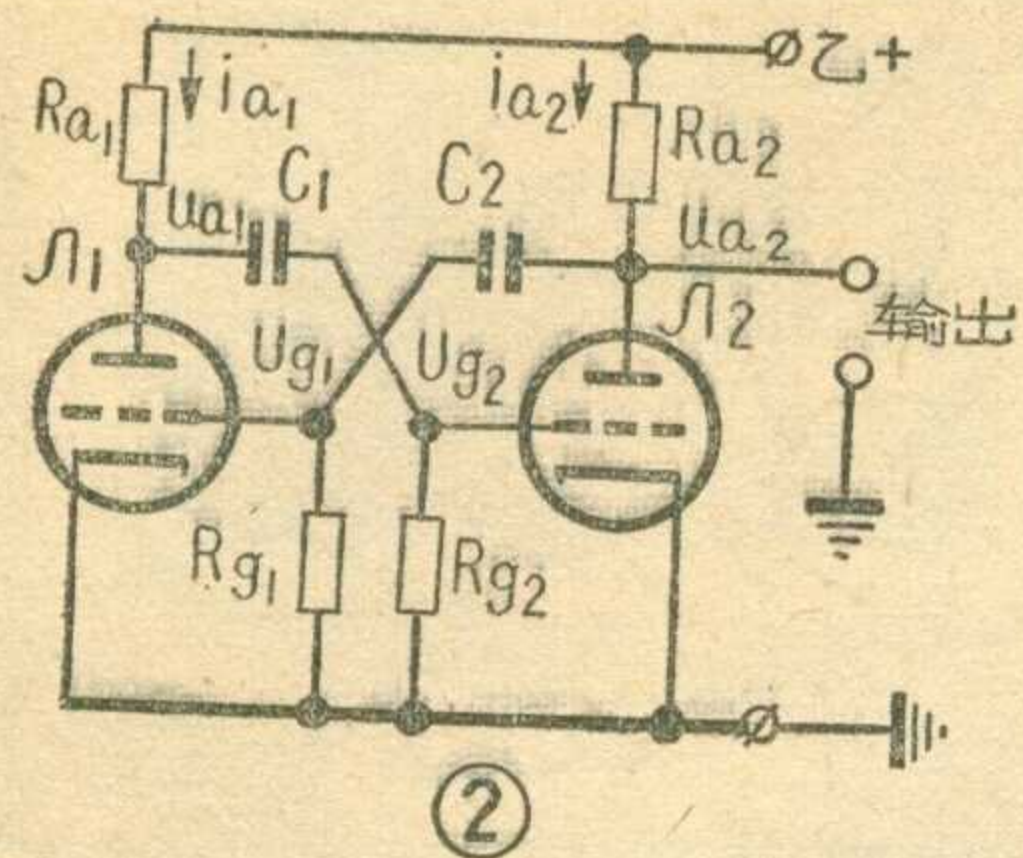
两个三极管部分是对称的，看来它们的工作状态也应当相同。但是实际上并不能保持这种相同的工作状态。只要由于某种原因（外界感应，电子管特性的微小差异等等），稍为破坏对称，例如使电子管 J_2 中的电流 i_{a2} 增加，那末 J_2 的屏压 U_{a2} 将降低， C_2 放电，放电电流在 R_{g1} 上产生负栅压，使 J_1 的栅压 U_{g1} 降低，因此 J_1 的屏流 i_{a1} 减小，而 J_1 的屏压 U_{a1} 增加， C_1 开始充电。 C_1 的充电电流在 R_{g2} 上产生正栅压，使 J_2 的栅压 U_{g2} 增加， i_{a2} 也就随着增加，进一步降低 U_{a2} ，使 C_2 继续放电，进一步减小 U_{g1} 、 i_{a1} 。这样， i_{a2} 将迅速增加，而 J_1 将迅速截止。以后， C_2 的放电电流逐渐减小，所以 J_1 的栅压 U_{g1} 逐渐增高，等到 U_{g1} 达到截止栅

压时， J_1 的屏流 i_{a1} 开始流通，于是 U_{a1} 减小， C_1 放电，使 J_2 栅压 U_{g2} 降低，相应地减小了 i_{a2} ，提高了 U_{a2} ，使 C_2 充电。 C_2 充电又使 U_{g1} 增高，进一步增加了 i_{a1} 。这样很快地使 J_2 截止。以后与上述过程相似， U_{g2} 开始上升，最后又使 J_1 截止。如此不断重复这种过程，使振荡继续下去。振荡频率可近似地按 $f = \frac{K}{CR_g}$ 计算。

C 是耦合电容量， R_g 是栅路电阻值。系数 K 在0.3~1.5范围内，视正偏压的大小而定。增大正偏压， K 也变大，因此频率 f 也升高。在图1中的电位器 R_{11} ，就是用来调整正偏压以调节振荡频率的。

多谐振荡器的输出脉冲，接近于矩形波。为了正确地控制频闪闸流管点火，要求把矩形脉冲变为尖形脉冲。所以，在振荡器输出端还要接一个微分电路，如图3所示。这个电路的工作原理，简单地说明如下。当输入脉冲幅度从零突然增大时，电容器 C_2 充电，充电电流在电阻 R_5 上产生电压降。以后当输入脉冲保持最大值时，充电电流却逐渐减小， $R \times C$ 的数值愈小，减小得也愈快。这时， R_5 上的电压降也随着减小。这样微分电路输出脉冲的顶部不会随着矩形脉冲顶部延长，就变成尖形了。在矩形脉冲从最大突然降到零时，电容器放电，因此产生一个负尖形脉冲。



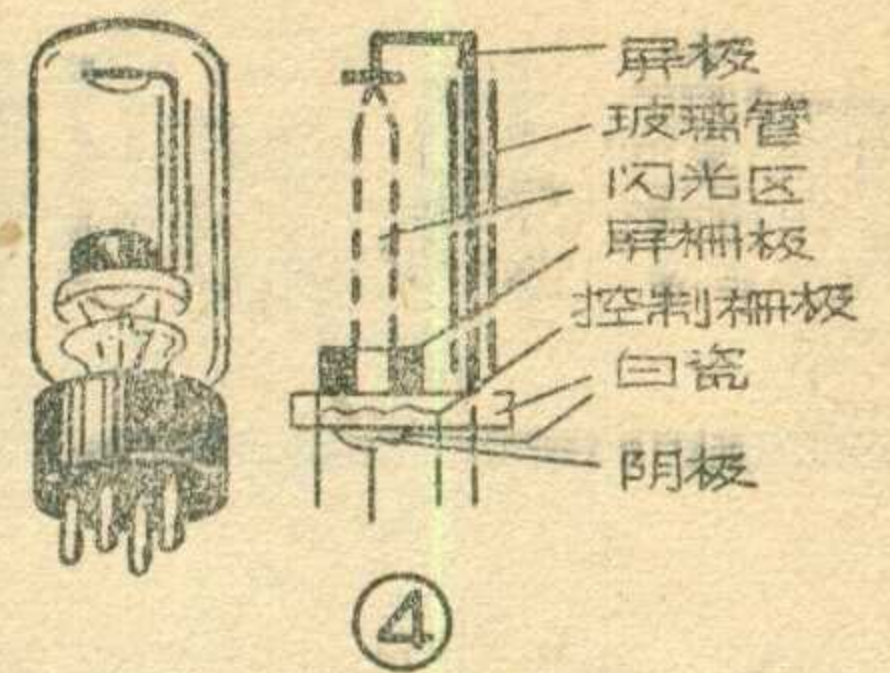


頻閃閘流管及其控制电路 采用 631—P1 型頻閃閘流管，它的結構如图 4 所示。当正脉冲加到控制栅极时，閘流管点火。电容器 C_3 和 C_4 (见图 1) 通过閘流管放电，使瞬时脉冲电流达到 5 安培以上，在頻閃閘流管屏极与阴极間发出明亮的閃光。頻閃閘流管点火后，屏压驟降，閘流管又复熄灭，每次閃光的持續時間很短，所以观测的清晰度很高。这时电容器 C_3 、 C_4 又通过电阻 R_2 重新充电，閘

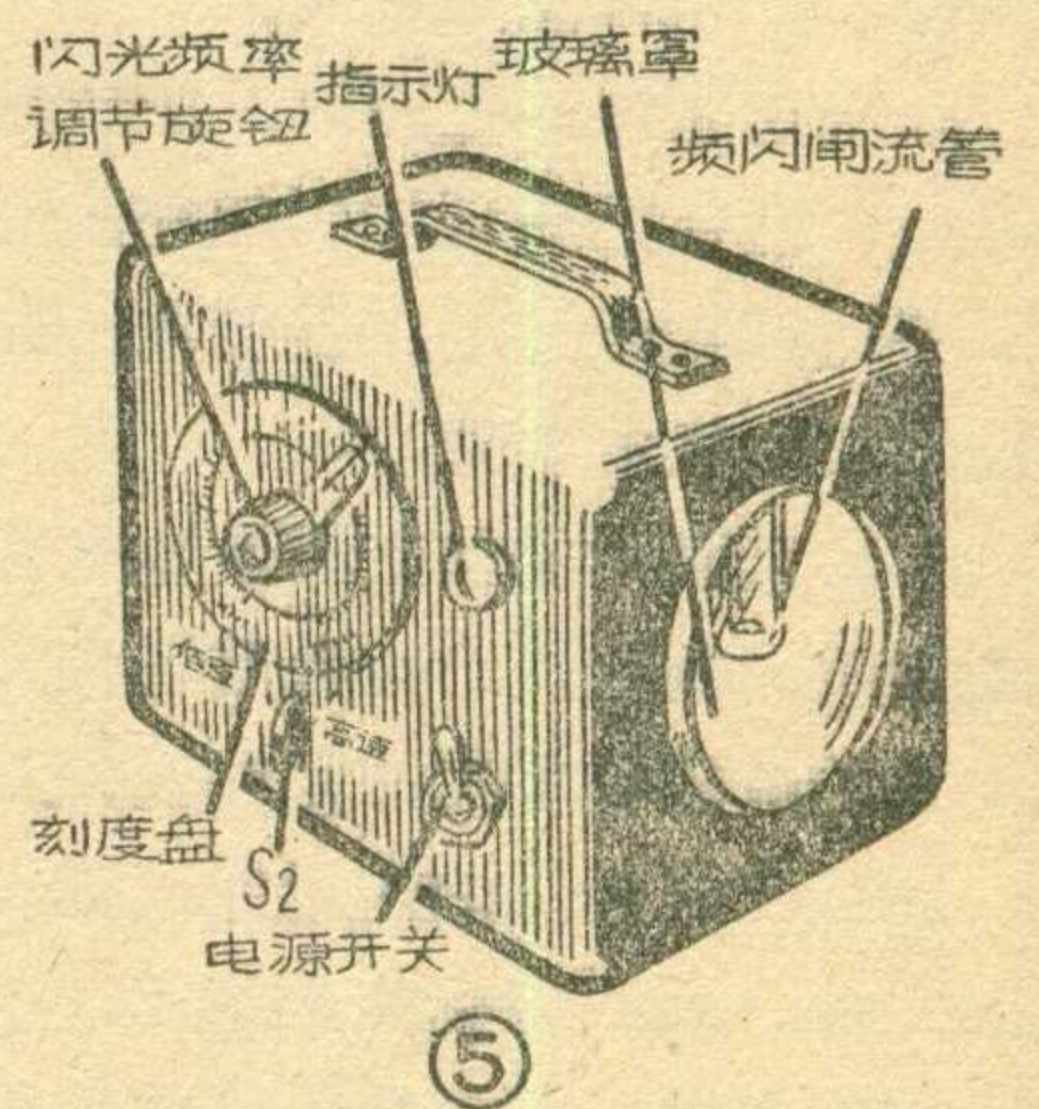
流管屏压又逐漸上升。負脉冲加到控制栅极时，閘流管不点火。所以，閃光頻率与振荡器頻率相同。

測量范围 图 1 电路有两个閃光頻率范围：10 到 50 赫 (即 600 次/分到 3000 次/分) 及 50 赫到 250 赫 (即 3000 次/分到 15000 次/分)。采用轉換开关 S_2 可改变耦合电容量的大小，得到不同的頻率范围。在每个頻率范围内，又可用电位器連續調节頻率。电位器 R_{11} 上带有頻率刻度盘。电阻 R_{12} 和 R_{13} 为校准頻率刻度用。

使用方法 将仪器接上电源，約經 15 分钟預热后，即可应用。在被測机件上做一个記号，并将頻閃光照射到机件上。最好首先将仪器的閃光頻率調节旋鈕 (见图 4) 調节在估計的轉速左右，然后左右調节閃光頻率，一直到能看到机件上一个靜止記号为止。如果估計不出机件的大概轉速，那末将仪器上閃光頻率刻度旋鈕从最低頻率开始調节。到机件上出現一个靜止記号时，記下讀数，例如为 750 次/分，再往上調节，則到 1500 次/分时又会出现一个靜止記号。同



样，在 3000 次/分时也会出现一个靜止記号。如果再往上調节，到 6000 次/分时，出現两个靜止記号，則被測轉速为 3000 轉/分。記住这样一个簡單規則：被測机件上只出現一个靜止記号的最大的讀数，才是正确的轉数讀数。



簡易收发报练习器

河南开封自由路小学关保国等五个小朋友，利用廢旧材料、代用品，設計制作了一部簡易收发报练习器。由于这个作品的使用效果好，音质洪亮清晰，并且表现了作者的創造精神，在这次全国无綫电工程制作評比中荣获一等奖。

这部簡易收发报练习器的外形、結構和电路，都已画在本期封四上。現在再說明一下继电器和揚声器的制作方法。

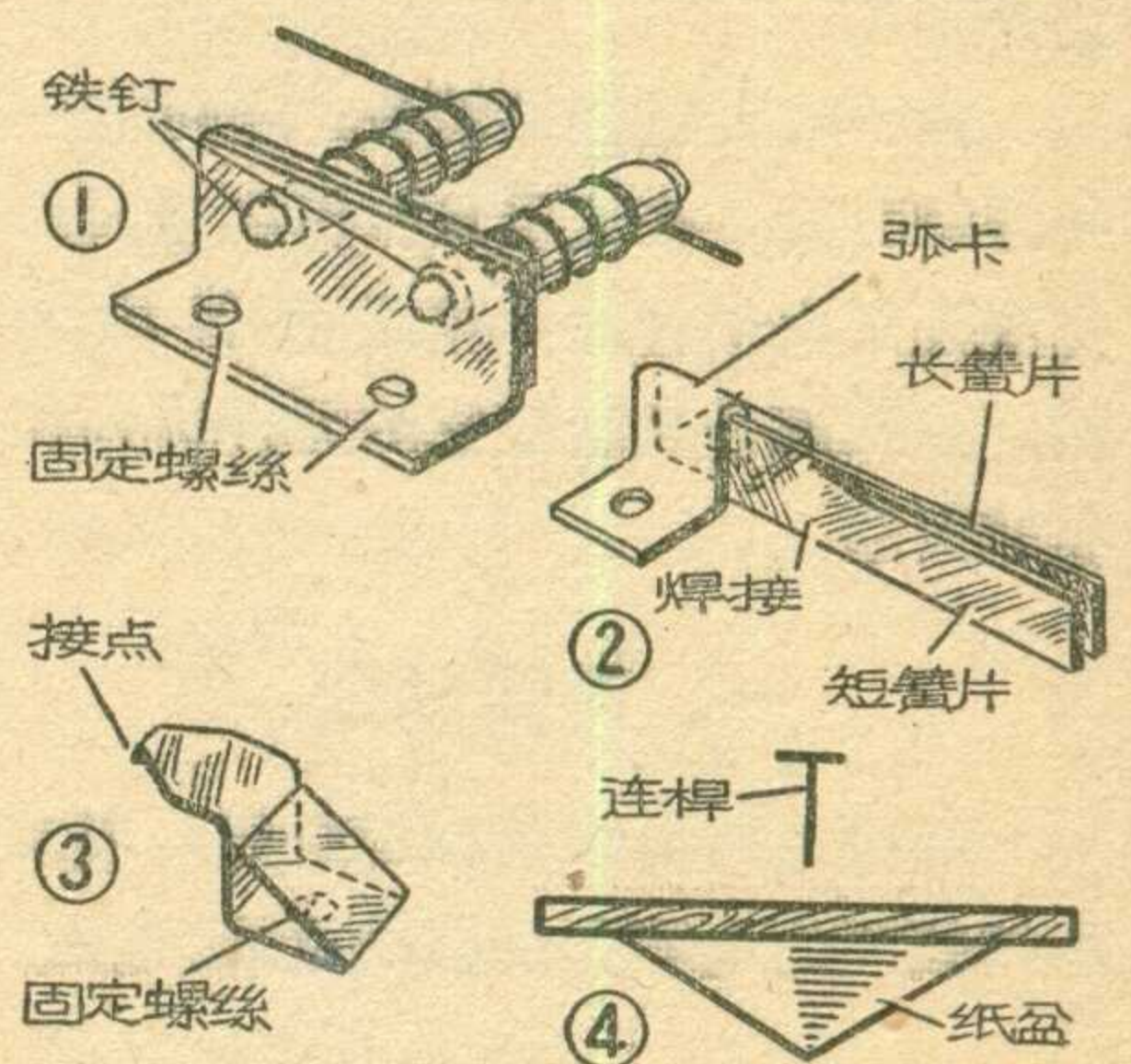
自制继电器时 (见图 1)，先在一块铁片上釘入两根铁釘，铁片弯成直角形，以便固定在底板上。铁釘的尖端要錘平。然后在铁釘上卷几层紙，用 32 号左右的綫在每根铁釘上各繞 200 匝左右。这两个繞組相互串联起来。串联时要注意繞綫方向，要求按这两个繞組的相反繞向連接。如果接

錯了，继电器吸力就很小，应当把連接点拆开，掉換一个繞組的接头重新連接。接点簧片用两片 (见图 2)。短簧片 (铁片) 一端焊在长簧片 (彈性好的銅片) 上，另一端与长簧片間稍留一点間隙。安装簧片时，可用一小片铁片弯成弧卡形，将簧片一端夹住 (见图 2)。注意弧卡高度，要求能够使簧片正对着铁釘。继电器的接点，可用一窄铁片弯成图 3 形状。安装时接点应与簧片接触良好。

自制揚声器时，先做一个木环。木环厚約 3 毫米左右，边寬約 1 厘米，半徑約 4.3 厘米。取一張繪圖紙 (磅紙)，剪成一个半徑約 4.5 厘米的圓形，糊在木环上。注意要糊整齐，使圓紙中心突出，略呈錐形。糊牢以后，取一半徑为 1 厘米左右的圓铁片，在它的中心垂直焊一根細铁絲作連杆。連杆長約 4 厘米左右，从紙盆中心穿过去，见图 4。铁片糊牢在紙盆上，即制成了。安装时，揚声器固定在底板

边上，而揚声器連杆一端焊在继电器簧片上。

試驗时若不响，可以調整簧片与铁釘間の間隔距离。



电路原理很簡單。接通电源后，继电器吸动，簧片向下，接点与簧片分开，切断电流，于是继电器釋放，簧片彈回，又与接点接触，接通继电器电源，继电器又吸下簧片。因此，簧片产生振动，发出声音。(刘金玲)

收音机元件的排列和佈线

俞錫良

业余无线电爱好者装置收音机，要取得良好的效果，除了要求选用性能良好的电路和元件外，更重要的是必须妥善地安排元件的位置和保证焊接的质量。一般说来，应当注意下列几个方面：

1. 各级电路的元件排列应该按照电路的前后顺序，以免前后级之间引起交连，产生自激等毛病。

2. 安排元件的位置时，应使接线最短，并避免某些可能引起交连的线布成平行或相距过近。各级电路的元件应紧靠本级电子管。

3. 尽量避免元件之间发生有害的相互影响。例如，产生电磁场较大的元件或怕电磁场干扰的元件应相互远离，或加以屏蔽。怕热元件应避开发热的元件。易感染交流声的元件不要靠近交流电源。具有高压或载流的元件不要接近带有金属外壳的元件。

4. 接线应焊接牢固。特别是接地的元件与底板之间要有可靠的焊接。

5. 元件在底板上分布均匀，接线整齐美观。

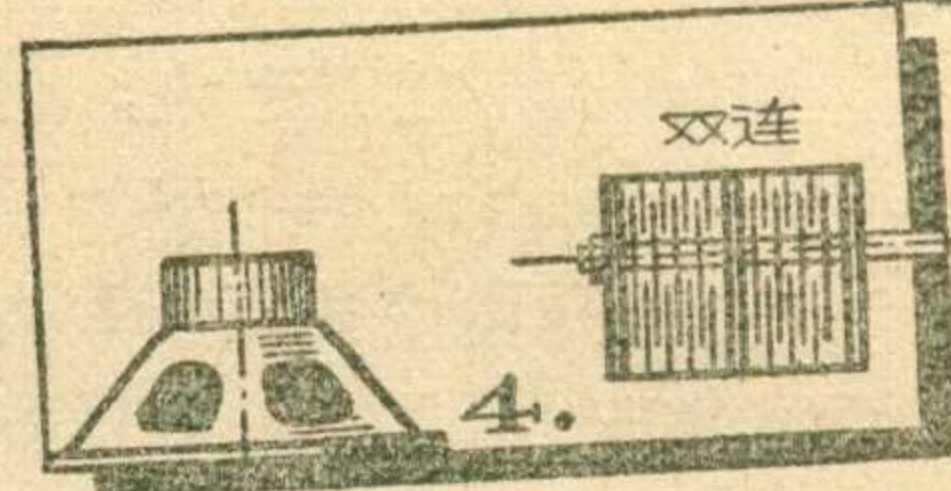
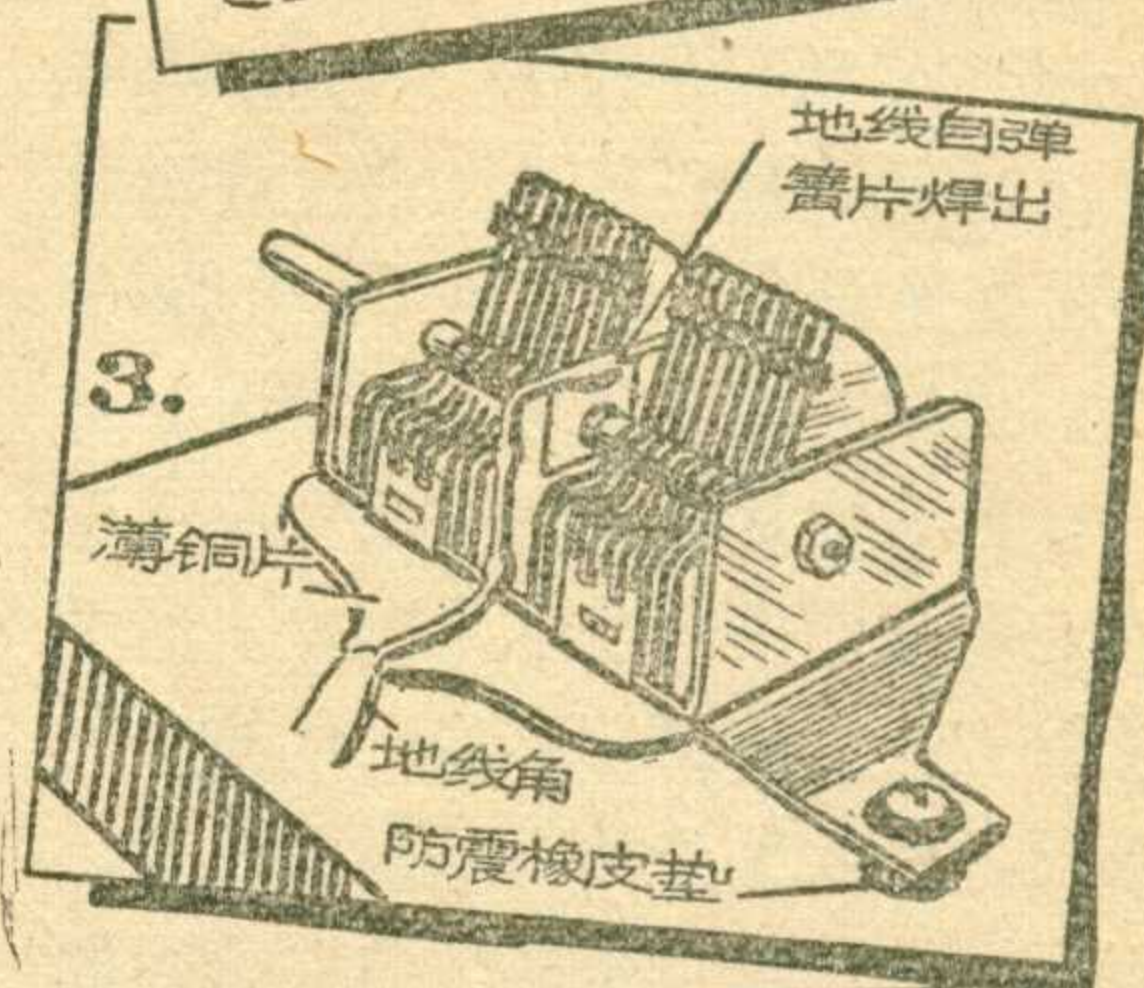
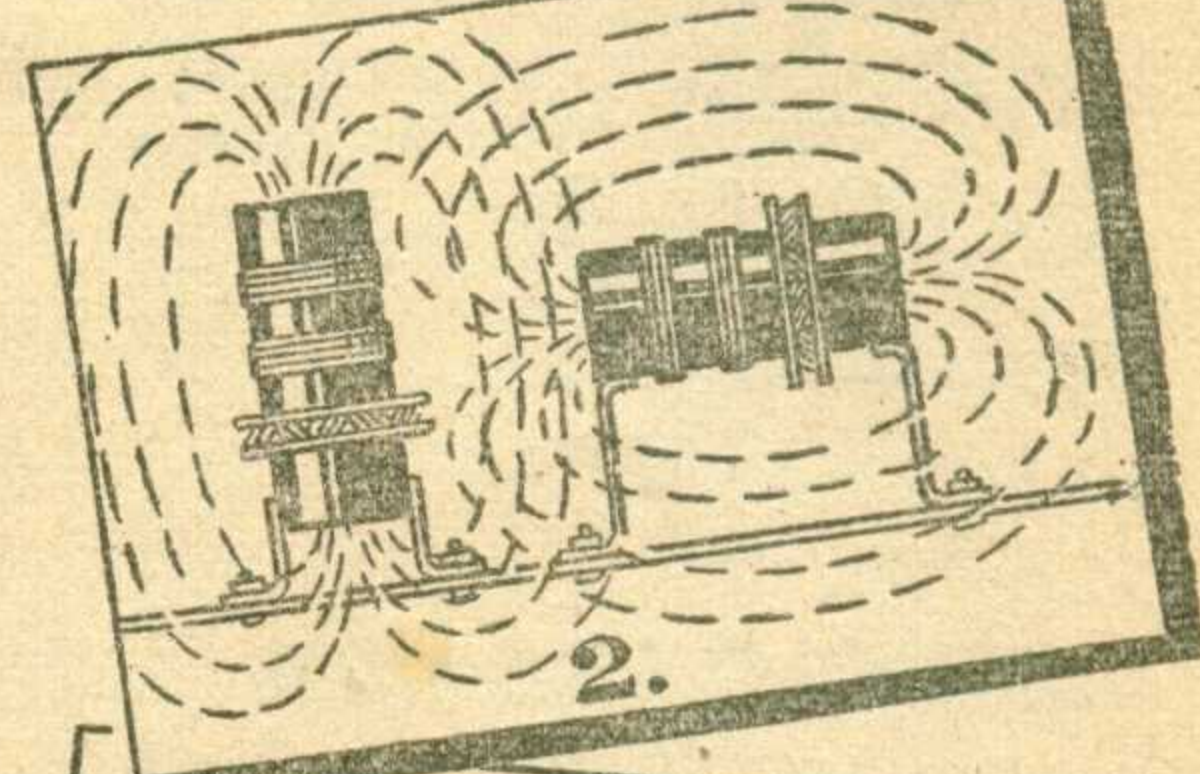
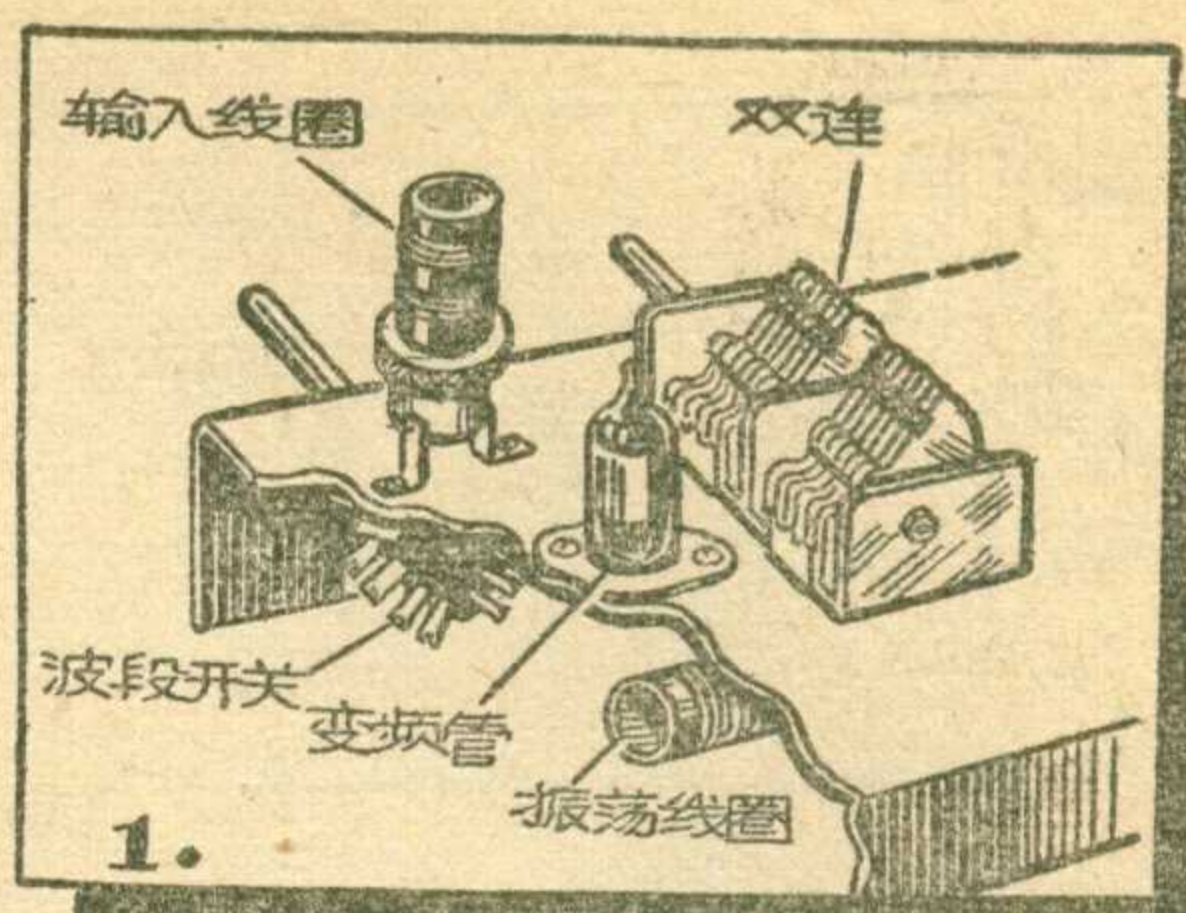
由于收音机种类繁多，不可能一一详细讨论。在这里只打算以普通的交流五灯电子管超外差式收音机为例，分四部分来谈谈它的元件排列和布线问题。

一、高频部分

高频电路要求接线尽量短，以减少接线间的电容和接线的电感、电阻，

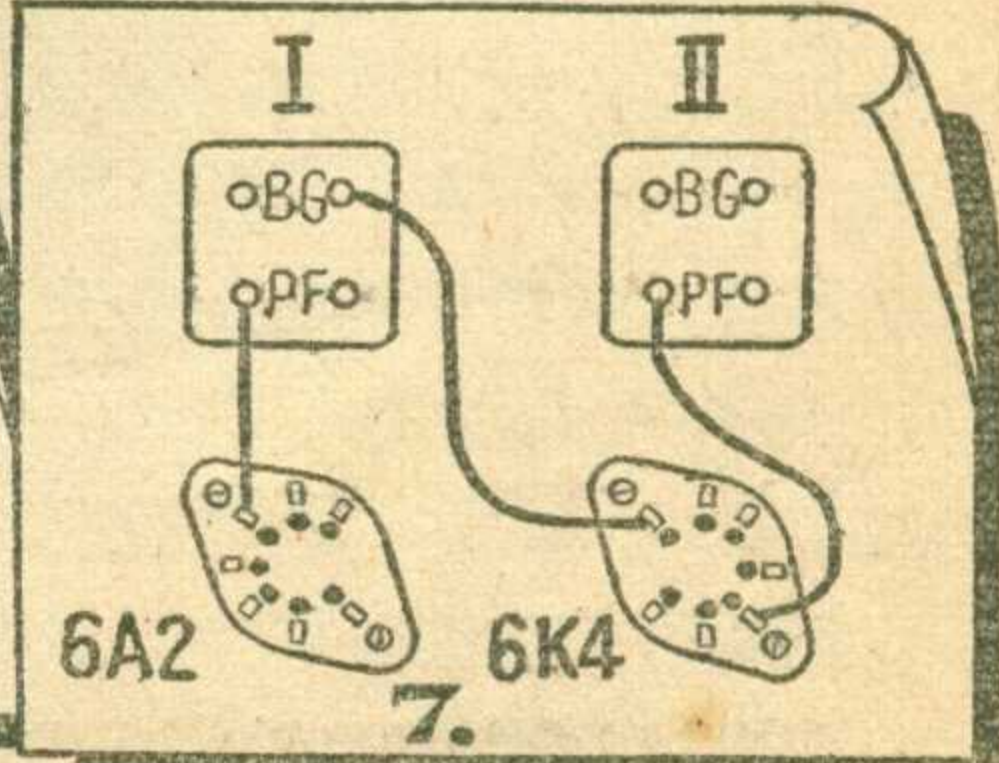
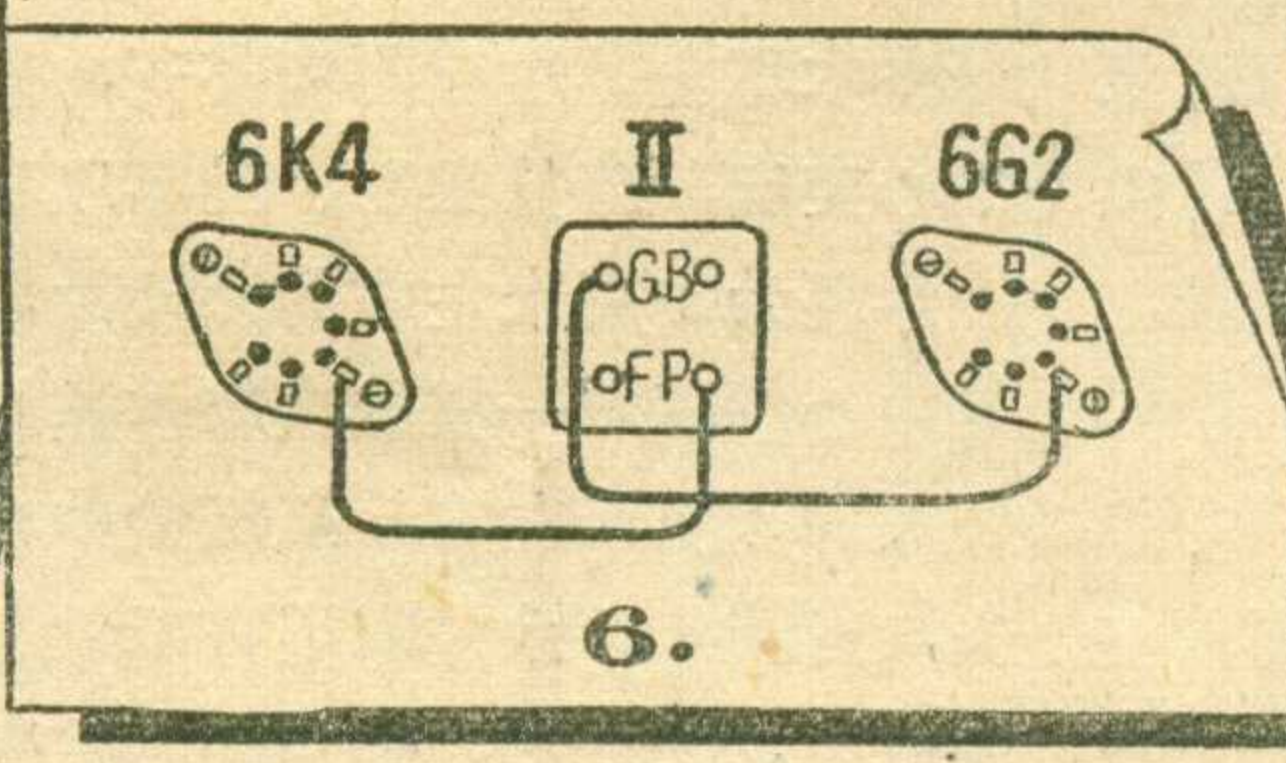
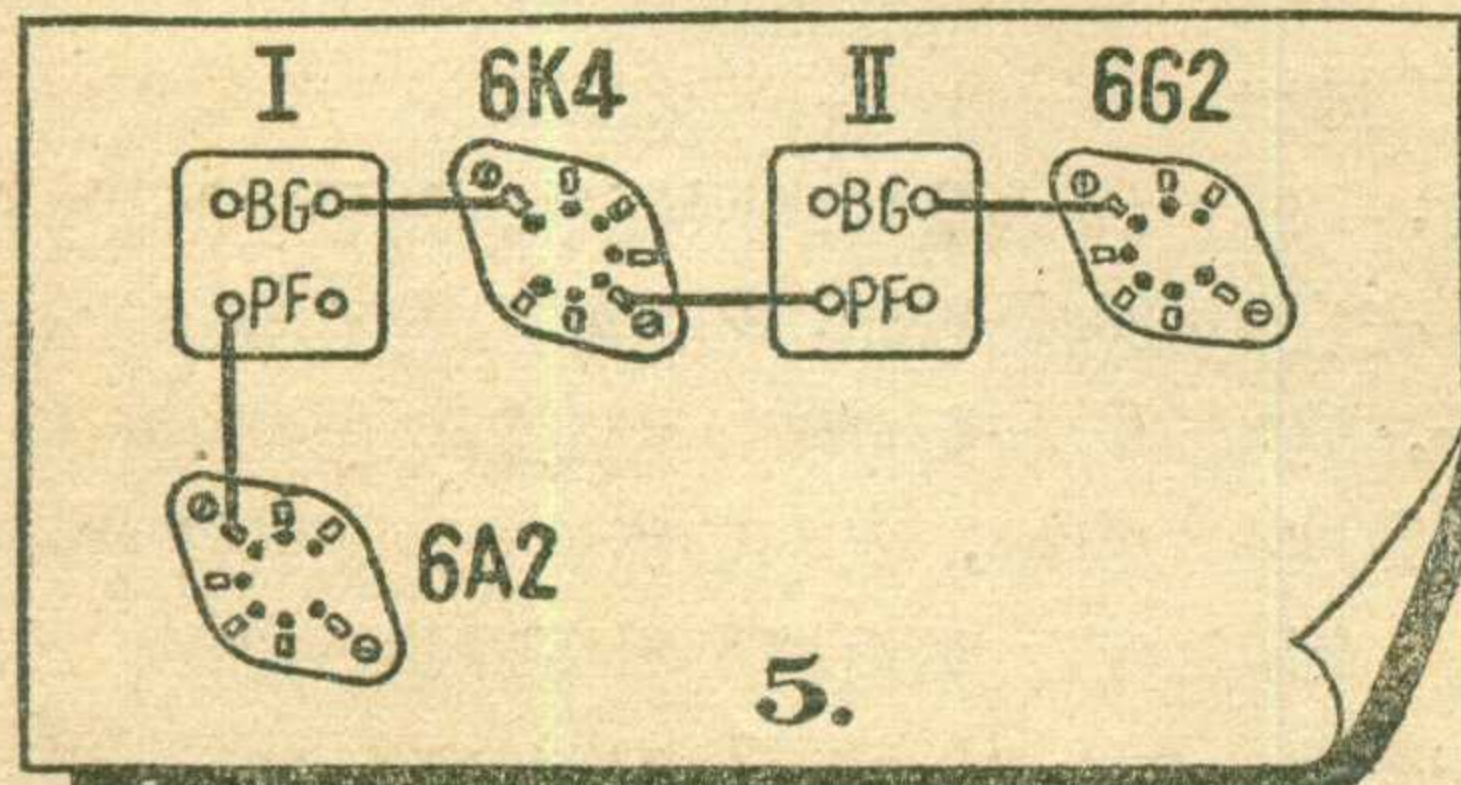
从而使工作稳定可靠，使灵敏度、选择性、波段复盖及统调等都有良好的性能。因此这部分的元件要排得紧凑，以缩短接线。但是输入回路和本机振荡回路之间却又要避免互相作用，因为线圈有较大的磁场，容易引起交连。否则，本地振荡器的振荡信号会通过输入电路发射出去，干扰别人，或是经过变频管输入，干扰自己。同时，输入信号电流因有一部分能流到振荡电路里去，好比在输入回路上并联了一只电阻，使输入调谐回路的Q值降低，灵敏度和选择性变坏。而且当输入信号与本机振荡的频率接近时，本机振荡器的振荡频率易随输入信号频率而变，不能正确调整，引起所谓“牵引现象”。为了防止这些毛病，输入电路和本机振荡电路的元件彼此离开愈远愈好，这显然对排列是矛盾的，通常的办法是将输入电路的线圈装在底板上面，振荡电路的线圈装在底板的下面，利用金属底板做隔离，这样彼此影响很小，而各和变频管、双连等接线仍可很短，如图1。如果因地位所限，两个电路的线圈必须放在同一面时，应将线圈离得远些，并互相垂直装置，使磁通交连最小，如图2。

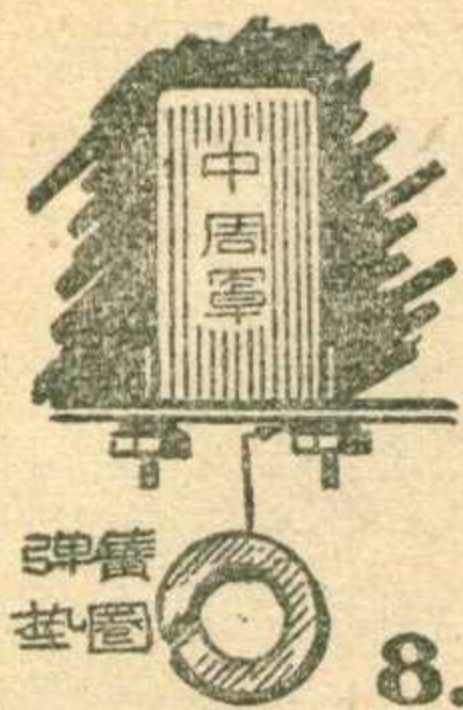
有几个波段时，即使是同一输入电路或振荡电路内，各波段的调谐回路之间也要防止吸收，通常是某波段工作时，将其他波段的调谐回路（主要是频率较正在工作的波段低的回路）短路通地，这是通过波段开关的多组接点自动转换来实现的。双连、



波段开关以及对他元件之间的连接，也应注意不使输入电路和本振电路的接线穿插相混。

线圈不要离底板太近，以免磁力线通过底板引起涡流损耗而降低Q值。并且不要靠近电子管等发热元件，特别是本机振荡线圈，受热后电感量变化，就会发生频率漂移。微调电容器应紧靠与它同一调谐回路的线圈，并最好装在底板的下面，以减少灰尘和潮气的侵入而产生杂音等毛病。





因为高频电流的集肤效应较严重，接线最好采用较粗的镀银铜线，以减少损耗，同时也可增加机械强度，使接线不易震动或改变位置，能够减少高频机振和其他性能的变化。带金属皮的隔离线不能用在高频电路里，否则将引起极大的分布电容和损耗。

同一调谐回路内的电感电容必须同一点接地；且最好用1.5~2毫米粗的铜线或多股编织铜线将回路的接地点与底板妥善焊接。各调谐回路之间，也可采用一根粗铜线作公共的地线。

各旁路电容器应直接由管座或旁路点连接到本级的接地点，引线不能太长，否则旁路效果就不好。

双连的接地应十分注意，地线要从接地弹簧片上焊出，并沿铁架边缘再焊上几点，然后与底板妥善焊接，因为双连一般有弹性的防震装置，故大多采用软性的多股编织铜线作地线。此外，最好在双连与支架之间衬入一片薄铜片，并引向底板焊住。以上参看图3。这样高频电流能够很好通地，减小接地电阻，提高调谐回路的Q值，对提高灵敏度等极为有利。地线不能随使用螺丝拧于底板，或焊于用螺丝与底板撑住的焊片上，日久就会接触不良。

必须指出，高频电路性能的好坏，与调谐回路的元件，特别是线圈和双连的接地良好与否，有很大的关系。为了防止高频机振，双连与底板之间应加入软橡皮垫。有的机器将双连的轴向与扬声器纸盆振动的方向保持垂直(如图4)，也能减小高频机振。

变频管信号栅和振荡栅的耦合电

容、栅漏电阻等应紧靠变频管的管座焊接。

机外天线的引线要沿着底板的边缘走，不要直穿过本机振荡或中放级等元件，以免引起回输，产生自激或啸叫等毛病。

当中波用磁性天线时，磁棒不要靠近线圈和中周，以免改变这些元件的电感；同时，磁棒也易感染别的磁场，故应避免受到电源变压器和扬声器等磁场的影响，否则，易产生调谐交流声，或使磁棒充磁，灵敏度低落。固定式的磁性天线最好在装机调整时转动磁棒选定一个影响最小的角度，然后装牢。

这里把中放级、检波级和自动增益控制电路等都包括在一起来讨论。

中放级的特点和要求与高频部分基本相同。排列时，第一级中频变压器应紧接着变频管，其余的元件按着电路次序布置，中频变压器引出线与电子管脚的方向应选得使接线最短，如图5，像图6那样就不好，引线长，互相平行，分布电容和电感大，中频频率不稳定，且易引起自激。两个中频变压器也不要并靠在一起，如图7，这样虽然引线也短，但前后级容易耦合而自激。

中频变压器和各电子管之间应保持适当的距离，以免中频变压器受热后电感电容数值发生变化，而使中频频率漂移。中频变压器隔离罩的接地应保持可靠，装接处的底板和螺丝螺母不应有污物，并在螺母与底板之间加入弹簧垫圈撑紧，就不易松动，如图8。

中放管的帘栅旁路电容器和阴极旁路电容器，应同一点接地。

检波级的中频滤波器应紧接第二级中周的“F”端焊接，使F引线短，不会引起干扰或自激。滤波电容器的地端应焊于检波管的阴极，这样滤除中频的效果最好。

低放级屏极电路元件和音调控制器元件可按电路顺序排列连接，不要靠近本级的输入端，以免引起自激，也不要靠近电源，以免感应交流声。纸卷电容带黑圈的一端应接于地电位；如作屏栅交连时则接于屏极。

功放管是发热较大的元件，要放

自动增益控制的滤波电阻应靠近中频滤波器焊接，然后将线引出，这样不致由引线感

染交流声。滤波电容应与中放管的阴极旁路电容器同一点接地，使中放级工作较为稳定。高频部分和中频部分的元件不宜用一块组件板集中排列装置，虽然看起来整齐，但元件之间引线太长，对电性能是不利的。

滤波电容应与中放管的阴极旁路电容器同一点接地，使中放级工作较为稳定。高频部分和中频部分的元件不宜用一块组件板集中排列装置，虽然看起来整齐，但元件之间引线太长，对电性能是不利的。

滤波电容应与中放管的阴极旁路电容器同一点接地，使中放级工作较为稳定。高频部分和中频部分的元件不宜用一块组件板集中排列装置，虽然看起来整齐，但元件之间引线太长，对电性能是不利的。

滤波电容应与中放管的阴极旁路电容器同一点接地，使中放级工作较为稳定。高频部分和中频部分的元件不宜用一块组件板集中排列装置，虽然看起来整齐，但元件之间引线太长，对电性能是不利的。

滤波电容应与中放管的阴极旁路电容器同一点接地，使中放级工作较为稳定。高频部分和中频部分的元件不宜用一块组件板集中排列装置，虽然看起来整齐，但元件之间引线太长，对电性能是不利的。

滤波电容应与中放管的阴极旁路电容器同一点接地，使中放级工作较为稳定。高频部分和中频部分的元件不宜用一块组件板集中排列装置，虽然看起来整齐，但元件之间引线太长，对电性能是不利的。

滤波电容应与中放管的阴极旁路电容器同一点接地，使中放级工作较为稳定。高频部分和中频部分的元件不宜用一块组件板集中排列装置，虽然看起来整齐，但元件之间引线太长，对电性能是不利的。

滤波电容应与中放管的阴极旁路电容器同一点接地，使中放级工作较为稳定。高频部分和中频部分的元件不宜用一块组件板集中排列装置，虽然看起来整齐，但元件之间引线太长，对电性能是不利的。

滤波电容应与中放管的阴极旁路电容器同一点接地，使中放级工作较为稳定。高频部分和中频部分的元件不宜用一块组件板集中排列装置，虽然看起来整齐，但元件之间引线太长，对电性能是不利的。

滤波电容应与中放管的阴极旁路电容器同一点接地，使中放级工作较为稳定。高频部分和中频部分的元件不宜用一块组件板集中排列装置，虽然看起来整齐，但元件之间引线太长，对电性能是不利的。

滤波电容应与中放管的阴极旁路电容器同一点接地，使中放级工作较为稳定。高频部分和中频部分的元件不宜用一块组件板集中排列装置，虽然看起来整齐，但元件之间引线太长，对电性能是不利的。

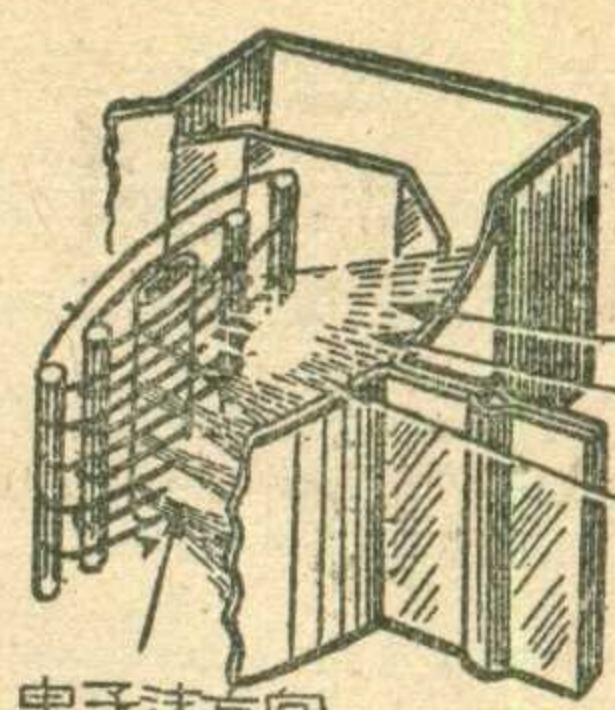
滤波电容应与中放管的阴极旁路电容器同一点接地，使中放级工作较为稳定。高频部分和中频部分的元件不宜用一块组件板集中排列装置，虽然看起来整齐，但元件之间引线太长，对电性能是不利的。

滤波电容应与中放管的阴极旁路电容器同一点接地，使中放级工作较为稳定。高频部分和中频部分的元件不宜用一块组件板集中排列装置，虽然看起来整齐，但元件之间引线太长，对电性能是不利的。

滤波电容应与中放管的阴极旁路电容器同一点接地，使中放级工作较为稳定。高频部分和中频部分的元件不宜用一块组件板集中排列装置，虽然看起来整齐，但元件之间引线太长，对电性能是不利的。

滤波电容应与中放管的阴极旁路电容器同一点接地，使中放级工作较为稳定。高频部分和中频部分的元件不宜用一块组件板集中排列装置，虽然看起来整齐，但元件之间引线太长，对电性能是不利的。

滤波电容应与中放管的阴极旁路电容器同一点接地，使中放级工作较为稳定。高频部分和中频部分的元件不宜用一块组件板集中排列装置，虽然看起来整齐，但元件之间引线太长，对电性能是不利的。



10.

自动增益控制的滤波电阻应靠近中频滤波器焊接，然后将线引出，这样不致由引线感

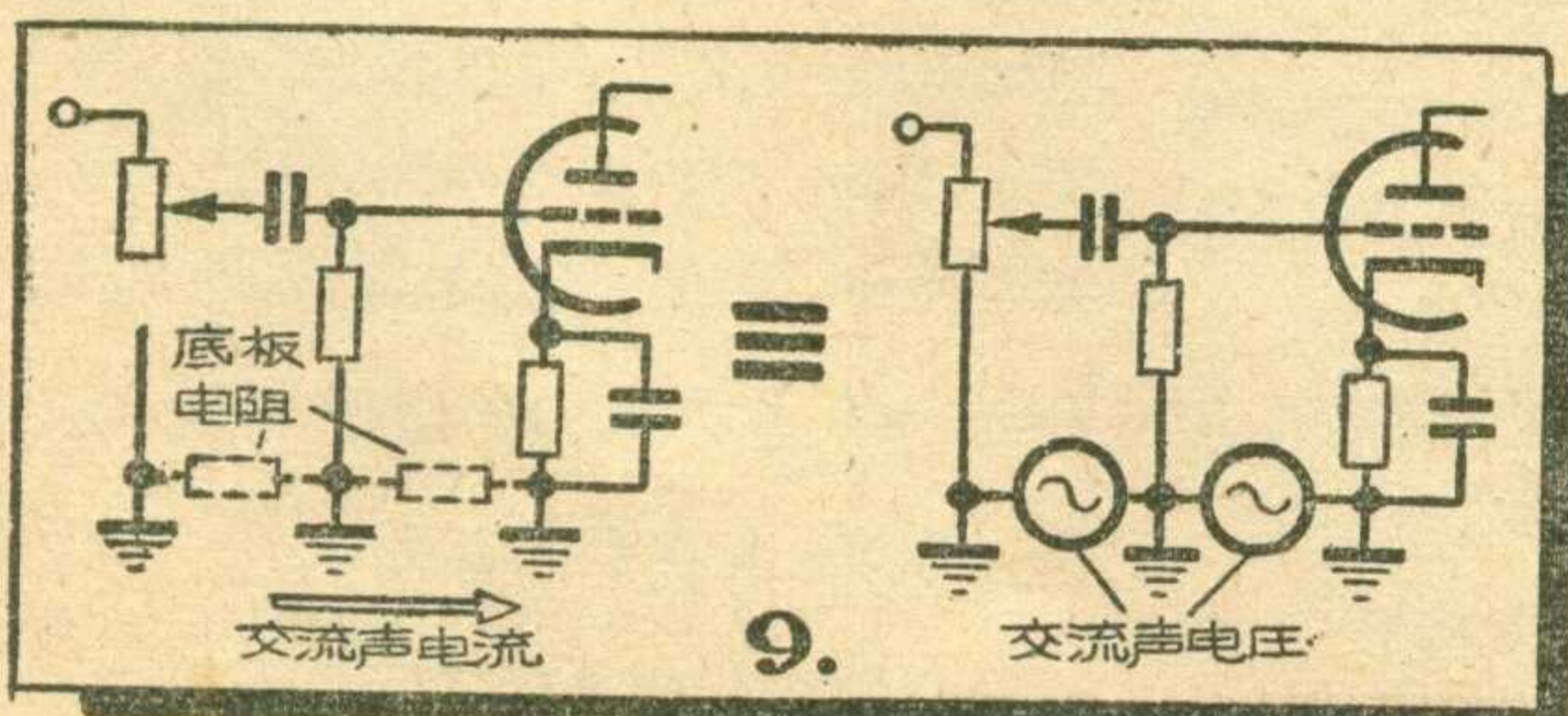
三、低频部分

这部分包括低频放大级和功率放大级。低放部分的元件数量多，主要考虑减少交流声和不引起自激等问题，对分布电容等的限制不像高频电路那样严格。接线的种类也较随便。

低放管通常与检波管合用一管，可由检波级的要求来确定位置。低放级的元件排列连接不当，最易引起交流声，须特别注意。从检波级到音量控制电位器及电位器中心头到低放管栅极之间的接线最好用金属皮的隔离线，金属皮靠近栅极处接地。音量电位器上往往带有电源开关，从电位器到栅极的交连电容器不要与它靠近，以免感应交流声，这个电容器焊在栅极管脚上较好。音量或音调电位器的金属外壳须很好地接地。低放管的栅漏电阻也应直接焊于栅极管脚上，它的接地点，和低放管阴极的电阻、电容及音量电位器的接地点须焊于同一个地线角。若栅极、阴极的接地点不在一点，交流声电流流过底板，在栅、阴接地点之间这一段底板的电阻上产生电压降，它就加到输入端，经过放大而成为交流声，如图9。

低放级屏极电路元件和音调控制器元件可按电路顺序排列连接，不要靠近本级的输入端，以免引起自激，也不要靠近电源，以免感应交流声。纸卷电容带黑圈的一端应接于地电位；如作屏栅交连时则接于屏极。

功放管是发热较大的元件，要放



9.

在散热良好的地方，不要靠近中频变压器和扬声器等怕热元件。也不要太靠近低放管，以免干扰。如果功放管是集射管，如 6P1 (6Π1Π)，放置的位置最好使它的电子注方向和电源变压器的磁力线方向互相平行，这样感应交流声最小，如图 10。

功放级的电阻电容等元件接法和低放级一样，不过要求没有那么严格。

有些工厂生产的收音机将低频电路的元件用组件板集中装置，这样工艺方便，外表美观，但元件引线很长，设计不好，将引起很多毛病。

较高级的低频放大器多采用一根粗铜线作公共地线，并在一点接地。但在普通铁底板的收音机内可以不用，因为对交流声水平的要求没有那么严格。如果收音机的底板是铝质的，为了接地的方便和可靠，最好装上一根粗铜线作高频和低频的公共地线。

输出变压器一般装在底板上面，注意不要太靠近电源变压器，并且两

者的磁通方向应保持垂直。

扬声器的位置，从低音的效果来说，在木箱面板靠边放置较好。通常是偏靠低放级的一边，以免磁场干扰高频元件；并使双连受扬声器振动的影响小一些，对减轻高频机振有利。但扬声器也不要靠近电源等部分的发热元件，因受热后磁铁易于陈老失磁，纸盆容易变形。扬声器的引线不要和电源线缠在一起，以免引进交流声。

四、电源部分

电源变压器一般是放在底板的边角里，使对别处影响小。但装置时仍须注意它的磁场的干扰。如图 11 那样装法，磁通的方向对电子管干扰较大，不如图 12 那样好。此外还要防止磁通漏到底板上去，应将铁心用支架架起，使与底板保持一些距离。如果是合扑式装法，而铁心又贴在底板上，则磁通就大量分布到底板去，必须在铁心与底板间用螺母或绝缘板垫起，如图 13。电源变压器初级和次级间的静电隔离必须妥善接地，否则容易引起调幅交流声。接地点最好同次级乙-线焊于一点。

如果装有滤波扼流圈，空隙也宜朝上。

整流管也是发热较大的元件，应放在底板外部散热较好的地方。如果用硒片整流，则硒片也应放在散热好

的地方，否则将会缩短硒片的寿命。

滤波电阻也是发热元件，离开其它元件也应远一些。

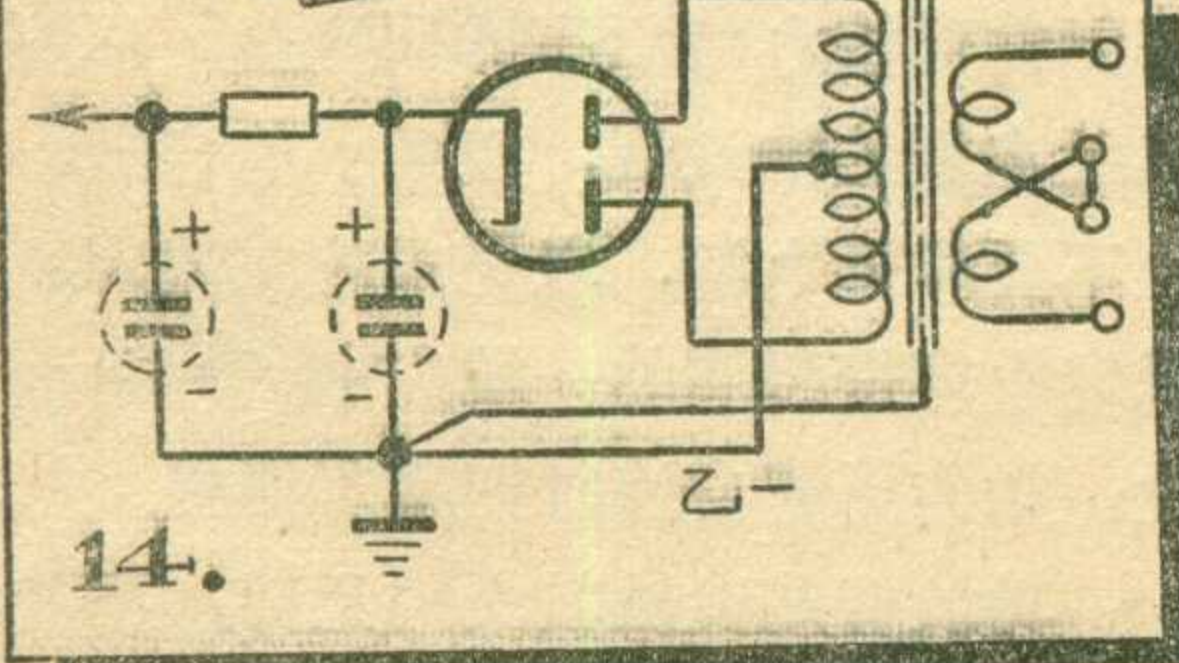
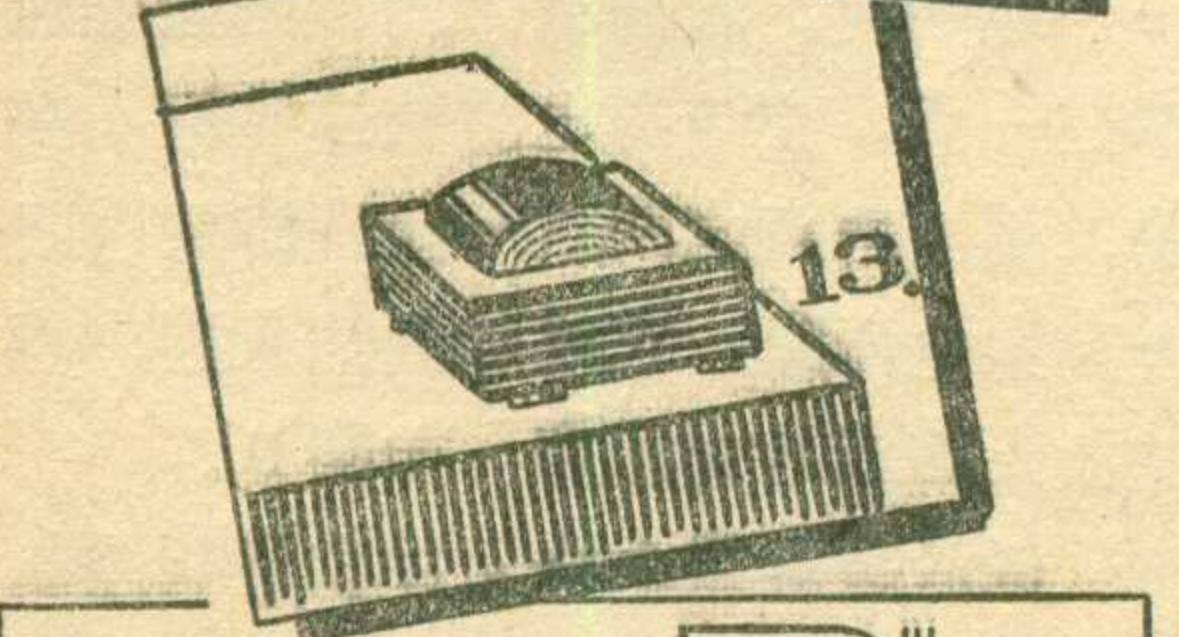
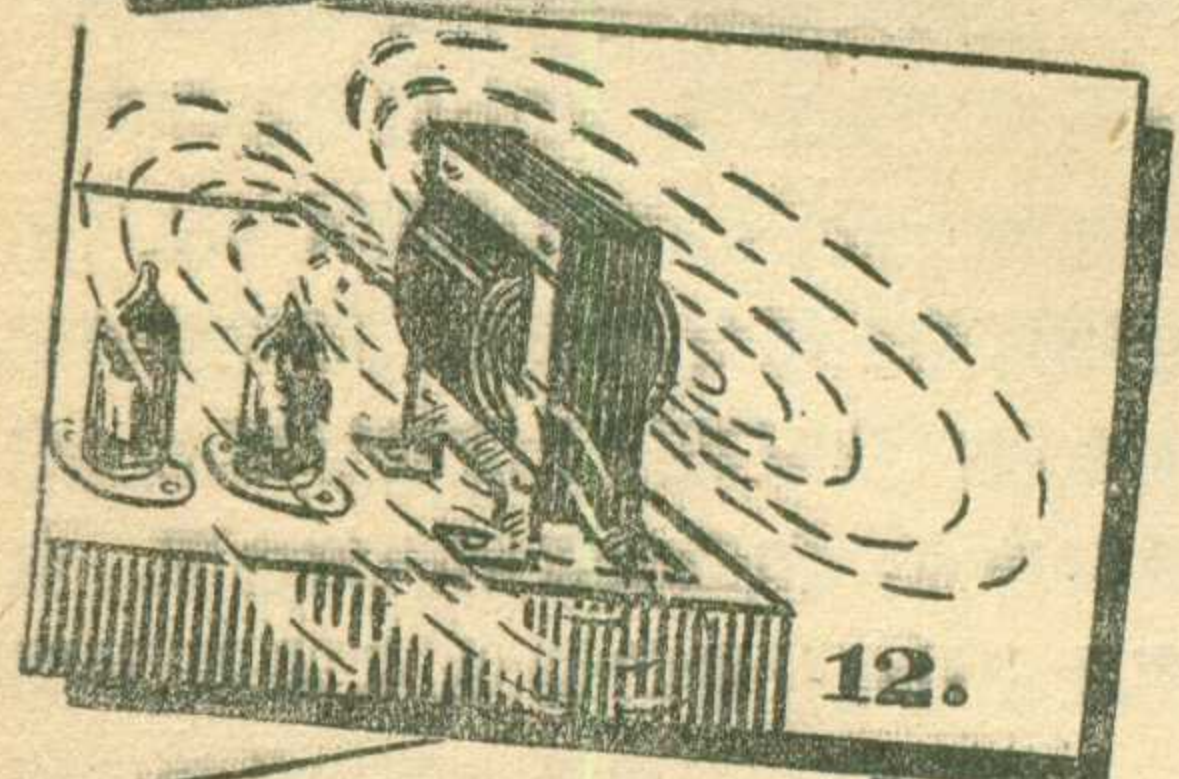
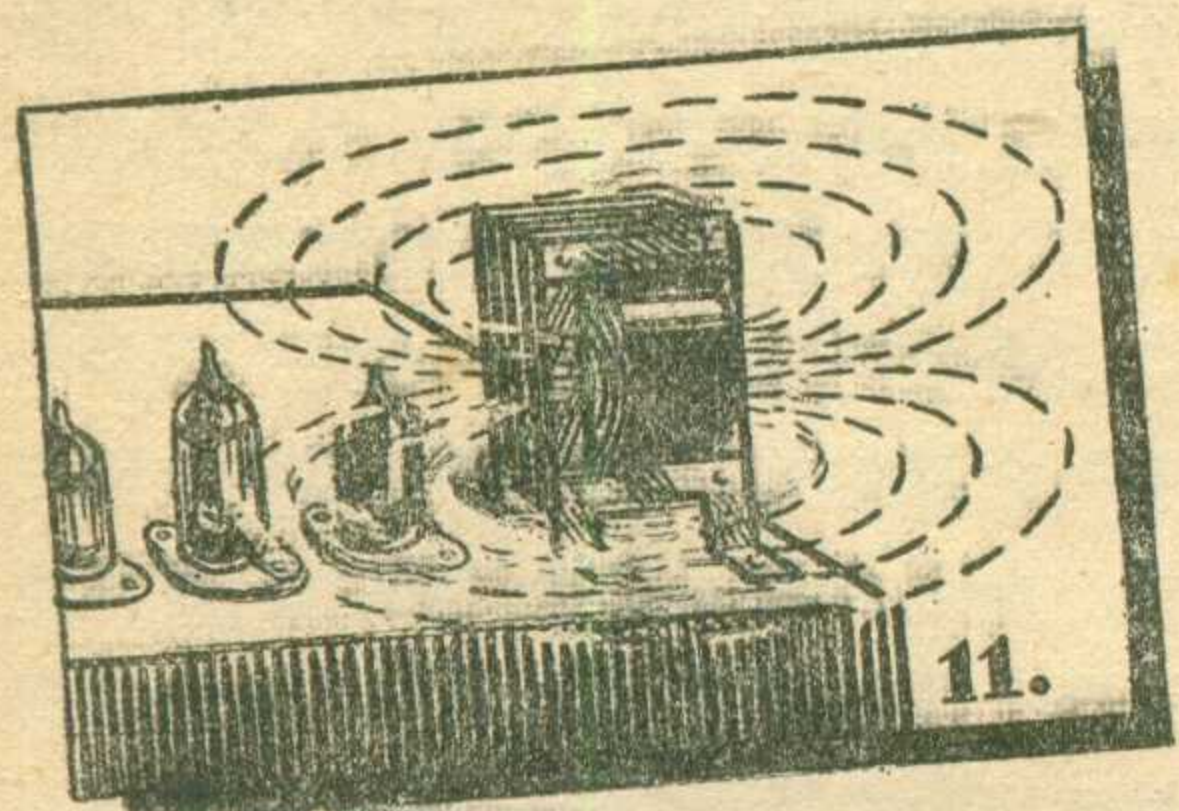
滤波的电解电容器不要放在变压器或整流管的旁边，否则受热后易使电糊干固而失效。电容器的接地点应与变压器次级高压圈中心头即乙-线同一点接地，如图 14，以防止电源交流成分流到底板上去干扰别处。

灯丝线最好是用两根导线绞起来沿边缘连接到各管座上去，使磁场不会干扰别处。加上 10~20 伏的正电压（可利用末级阴极电压），对减小灯丝对阴极漏电的交流声很有用处。如有一端接地的话，则在检波管附近将其中一根接地，对降低交流声的效果较好。若用单根线作灯丝供电而利用底板作另一通路，虽然简单经济，但交流声大，底板上交流声电流分布多，易于干扰别处。指示灯的接法也是一样。

高压线要用绝缘良好的导线，并注意不要被其他零件压紧在底板上，以免底板上的毛刺等物划穿绝缘而短路。

保险丝应装在较隐蔽的地方，并加防护装置，使不易直接碰到人体而触电。

交流电源的引线必须靠底板边缘走，不能靠近低频放大器的前级电路，以免引起交流声。



国产漆包铜线规格表

封三资料说明

封三表中的前五栏，是取自国家标准。中间的“每厘米可绕圈数”和“负载电流”两栏，则是编者计算结果。其中可绕圈数是按漆包线最大外径的倒数乘 10 算出；负载电流量是以截面积分别乘以 3 安/平方毫米、2.5 安/平方毫米和 2 安/平方毫米后算出。最后一栏则转载自英国 SWG 铜线规格表，以便于使用时作对照。

关于中规与英规导线截面积所用单位不同，其换算方法如下。中规：

$$\text{截面积} = r^2 \pi \text{—平方毫米}$$

其中 r 为导线的半径，单位为毫米，

π 为圆周率，等于 3.1416。

$$\text{截面积} = \left(\frac{\text{铜心直径}}{2} \right)^2 \times 3.1416$$

英规：

$$\text{截面积} = d^2 \text{—圆米耳 (cir. mil)}$$

其中 d 为导线直径，单位为米耳 (mil)，1 米耳 = 1/1000 英寸 (吋)

由于 1 英寸 (inch) = 25.4 毫米，即 1 米耳 = 0.0254 毫米。故截面积 1 圆米耳 =

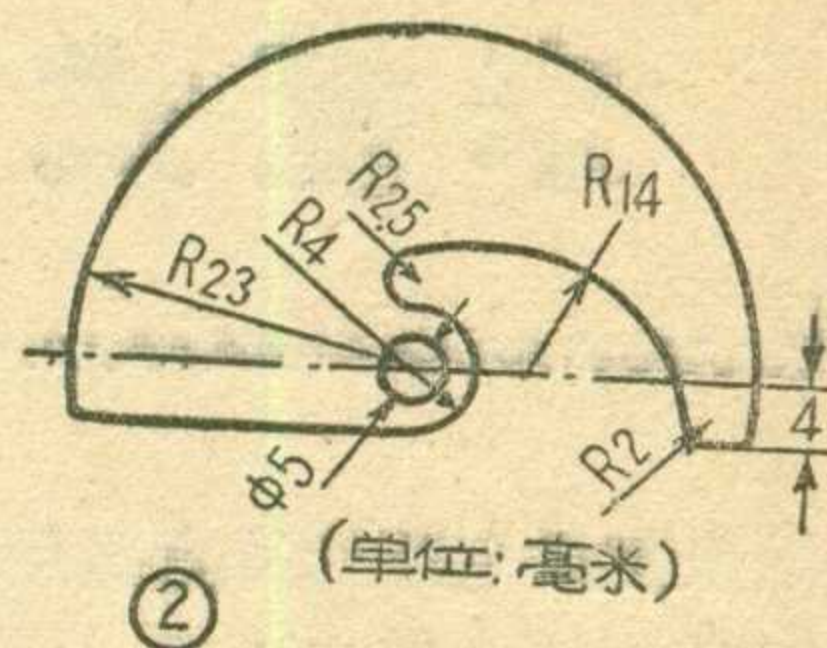
$$\left(\frac{0.0254}{2} \right)^2 \times 3.1416 = 0.000507$$

平方毫米；或者 1 平方毫米 =

$$\frac{1}{0.000507} = 1970 \text{ 圆米耳。}$$

接收超短波調頻广播的附加器

苏联 E. 斯塔霍夫

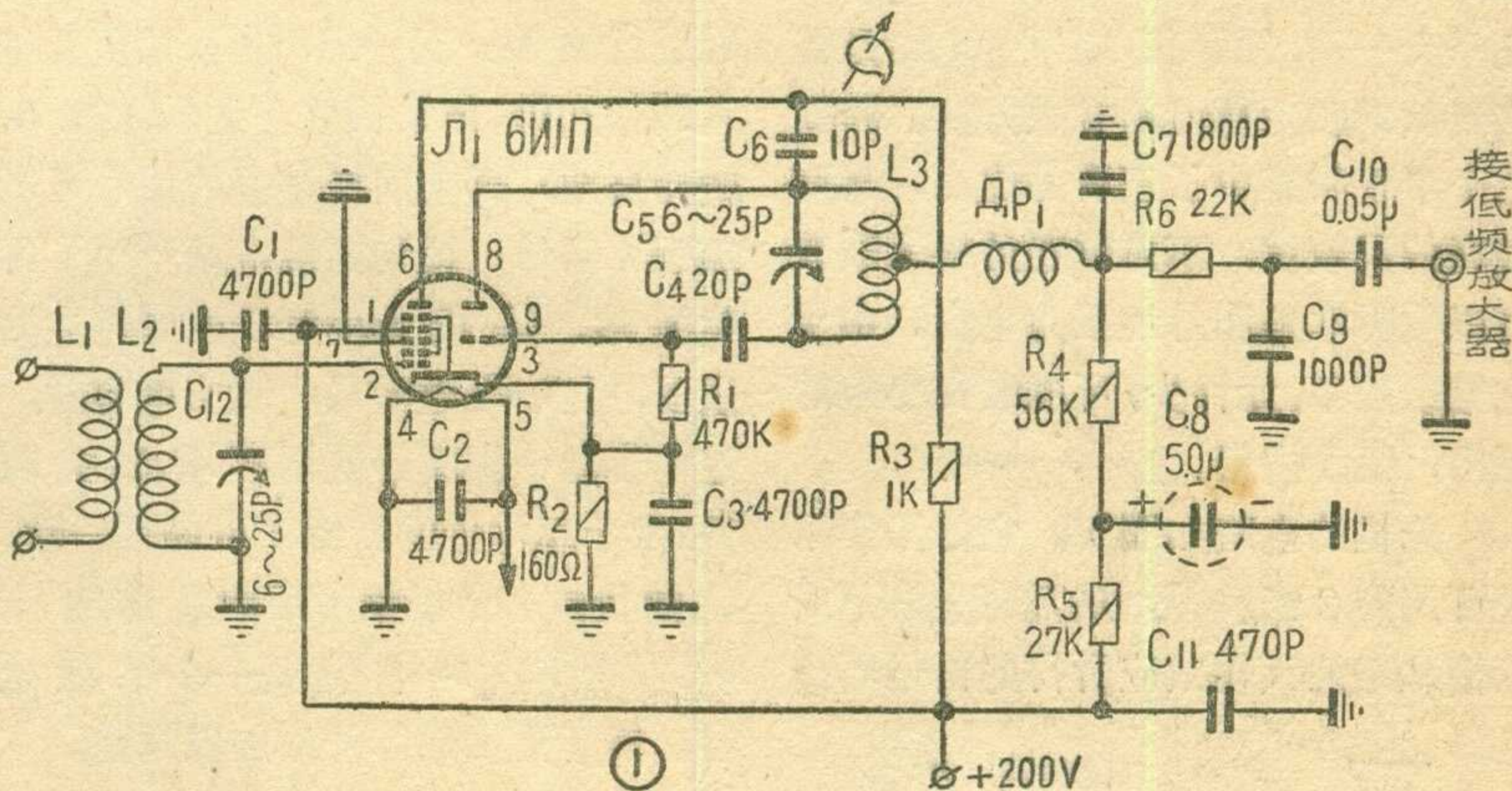


附加器如图 1 所示，电子管使用 6И1П (国产管为 6U1——譯注)。当輸入信号强度为 100 微伏、頻偏为 75 千赫时，它能輸出不小于 0.3 伏的低頻电压，因此，超再生附加器的固有杂音在这里实际并不显著。超再生輻射場强不大于 8~12 微伏，并且它的强度决定于綫圈 L_1 、 L_2 、 L_3 的相对位置。

輸入回路按照使用对称天綫設計，并調諧到超短波調頻頻带的中間頻率。电子管 6И1П 的七极部分用作高频放大，并用以减少超再生振荡器 (由电子管三极部分担任) 通过天綫向外的輻射。采用片形如图 2 所示的可变电容器取得 64.5~73 兆赫的波段复盖。此可变电容器固定在調諧旋軸上，距离綫圈 L_3 一端为 1~1.5 毫米。

調頻信号通过天綫回路和高頻放大器后，經电容器 C_6 交連到超再生振荡回路。頻率檢波由超再生振荡器的失諧回路完成。檢波后得到的低頻电压由負載电阻 R_4 上取出，然后送到低頻放大器的栅极去。超再生級屏极直

流电压通过扼流圈 ΔP_1 供給。綫圈 L_2 、 L_3 无支架，直徑 15 毫米。 L_1 繞在直徑为 15 毫米的紙管上；并且将 L_2 固定在距离 L_1 0.5 毫米的位置上，綫圈的构成： L_2 和 L_3 用直徑 2.0 毫米漆包綫分別繞 5 匝和 4 匝。 L_1 用直徑 0.18 单絲漆包綫繞 6 匝。扼流圈 ΔP_1 用 0.27 毫米漆包綫在 $1/2$ 瓦炭膜电阻 (56 千欧) 上繞 50 匝。如果低頻放大器做得合适，附加器的质量指标不低于三級无綫电接收机的标准。 (白紹卿譯自苏联“无綫电”1960 年第 9 期)



此外，英規也有用平方英寸表示截面积的单位，它的意义是：

截面积 = $r^2\pi$ — 平方英寸，其中 r 为导綫半徑，单位为英寸。因 1 英寸 = 25.4 毫米，故截面积 1 平方英寸 = $25.4^2 = 645$ 平方毫米；

或 1 平方毫米 = $\frac{1}{645} = 0.00155$ 平方英寸。

圓米耳和平方英寸的关系是：

$$1 \text{ 圓米耳} = \left(\frac{1}{1000} \times \frac{1}{2}\right)^2 \times$$

$$3.1416 = 0.0000007854 \text{ 平方英寸。}$$

$$\text{而 } 1 \text{ 平方英寸} = \frac{1}{0.0000007854}$$

• = 1273230 圓米耳。

“电流”这一項中我們列出常用的三种电流密度；每平方毫米 3 安、2.5 安和 2 安。中規是按每单位截面积流过多少电流来計算，但英規則是以多少圓米耳的截面积內流过 1 安培来計算，要換算这二种制度时，可采用下列的关系：

以 3 安培/平方毫米为例。因为电流的大小与截面积成正比，1 平方毫米內流过 3 安培，也就是 $\frac{1}{3}$ 平方毫米內流过 1 安培，而 $\frac{1}{3}$ 平方毫米 = $\frac{1}{0.000507} \times \frac{1}{3} = 658$ 圓米耳，所以 3 安培/平方毫米相当于 1 安培/658 圓米耳。其它每平方毫米 2.5、2

安的二項算法也一样。

在英規中习惯用 700、800、1000、1500 四种圓米耳截面內流过 1 安培的电流密度，我們要用中規換算也可以，以 1 安培/700 圓米耳为例：700 圓米耳 = $0.000507 \times 700 = 0.355$ 平方毫米，那么，1 平方毫米就可流过电流 $1 / 0.355 = 2.82$ 安培，也就是 1 安培/700 圓米耳相当于 2.82 安培/平方毫米。若将 2.82 乘以銅心截面积，就可求出一套相当于 1 安培/700 圓米耳的电流数据。

例：采用直徑为 1.0 的漆包綫，截面积为 0.7854，則电流为：

$$0.7854 \times 2.82 = 2.21 \text{ 安培。}$$

(俞錫良)

来复式晶体管单管机

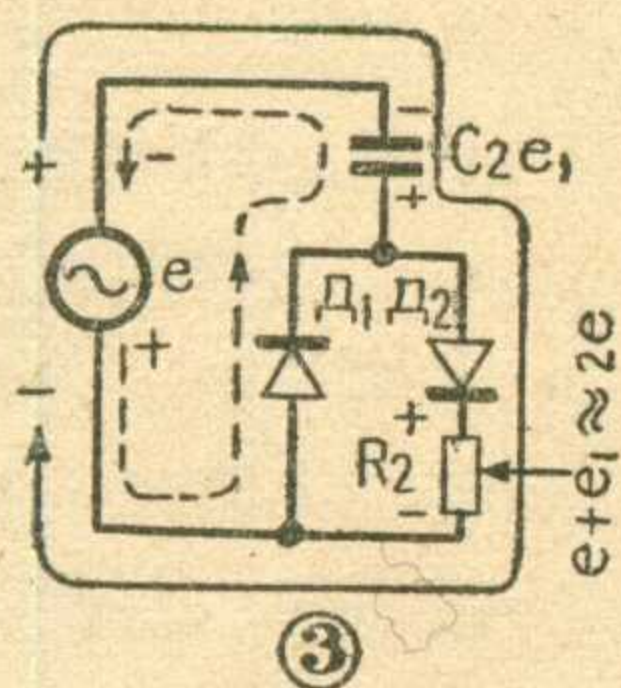
西 鏡

来复式电路的特点是用一个晶体管同时起两个管的作用（来复是去而复来的意思），因此是充分发挥晶体管潜力的良好线路。晶体管由于有输入、输出阻抗较低的特点，因此采用来复式电路不易发生电子管来复式电路那样的毛病：即装不好会产生振荡。所以用晶体管采用来复式电路，只要元件可靠，线路接对，是一举即成的。

下面介绍的是在来复式电路上附加倍压检波和再生电路的单管机线路。倍压检波比一般检波器输出电压几乎大一倍，效率高；而再生电路是提高灵敏度和选择性的有效方法。因此这个单管机集中了三者的优点，具有较高的灵敏度，不再需要外接天线就可以收听本地和外地强力电台。由于它线路简单，元件少，可以装在小型的匣内，便于携带。

此机的电路如图1。它的工作原理可用图2来解释：从天线上传下或直接从磁性天线感应所得的信号传到

由 L_1 、 C_1 组成的调谐回路加以选择后，将欲收听的信号感应到 L_2 并送到晶体管 T 的基极，经晶体管放大以后在其集电极上出现经过放大后的高频信号；由于高频扼流圈 Δp 对高频电流有阻流作用，因此高频信号便不



通过 Δp ，而通过对它阻流作用极小的 C_2 和 C_3 ，其中一路经 C_2 通入由两个 $\Delta 1B$ 组成的倍压检波器进行检波；另一路经 C_3 又重新进入调谐回路。如果相位合适 (L_1 及 L_2 绕得合适)，那末回授过去的信号可以加强原信号，换句话说电路产生了再生增益。 C_3 的大小可以控制再生的强弱，所以 C_3 也叫再生调节电容器，这电容器一经调好就不用每次调整。由于晶体管的特性不可能很一致， C_3 的数值必须根据所用的晶体管来确定，所以电路中 C_3 是一个半调电容，便于更换晶体管后加以调整。

$\Delta 1$ 及 $\Delta 2$ 是由两个二极管组成的倍压检波器，其原理如下：图3中 e 为待检波的高频信号，当负半周时，信号按虚线方向经过 $\Delta 1$ 向 C_2 充电， C_2 上的电压极性为上负下正。当正半周时，信号电源的电压与电容 C_2 上充得的电压接成串联，然后按实线方向通过 $\Delta 2$ 和负载 R_2 构成回路，因此负载上的电压几乎等于普通检波器的两倍，故名“倍压检波”。特别应该指出，检波所得的信号，除了所需的低频信号以外，还有一部分直流分量。这一部分直流电流正比于外来信号的载波电压，电台的信号强，直流电流就大；反之直流电流就小。直流分量流过负载 R_2 上产生降压的极性是上正下负的，对照一下图1，这个直流信号同时送往基极，且与正常的偏压极性相

反，有抵消偏压的作用。 R_2 上的直流电压大，抵消的偏压大，使基极电流减小得多，晶体管的放大倍数也降低得多；反之 R_2 上的直流电压小，抵消的偏压小，晶体管的放大倍数相对地增大，从而自动地起着调节音量的作用。所以二极管的极性是不允许接错的，否则不是起不到倍压作用，就是起不到自动音量控制的作用。当三极管使用 NPN 型时，二极管和电池的极性都需要倒过来。

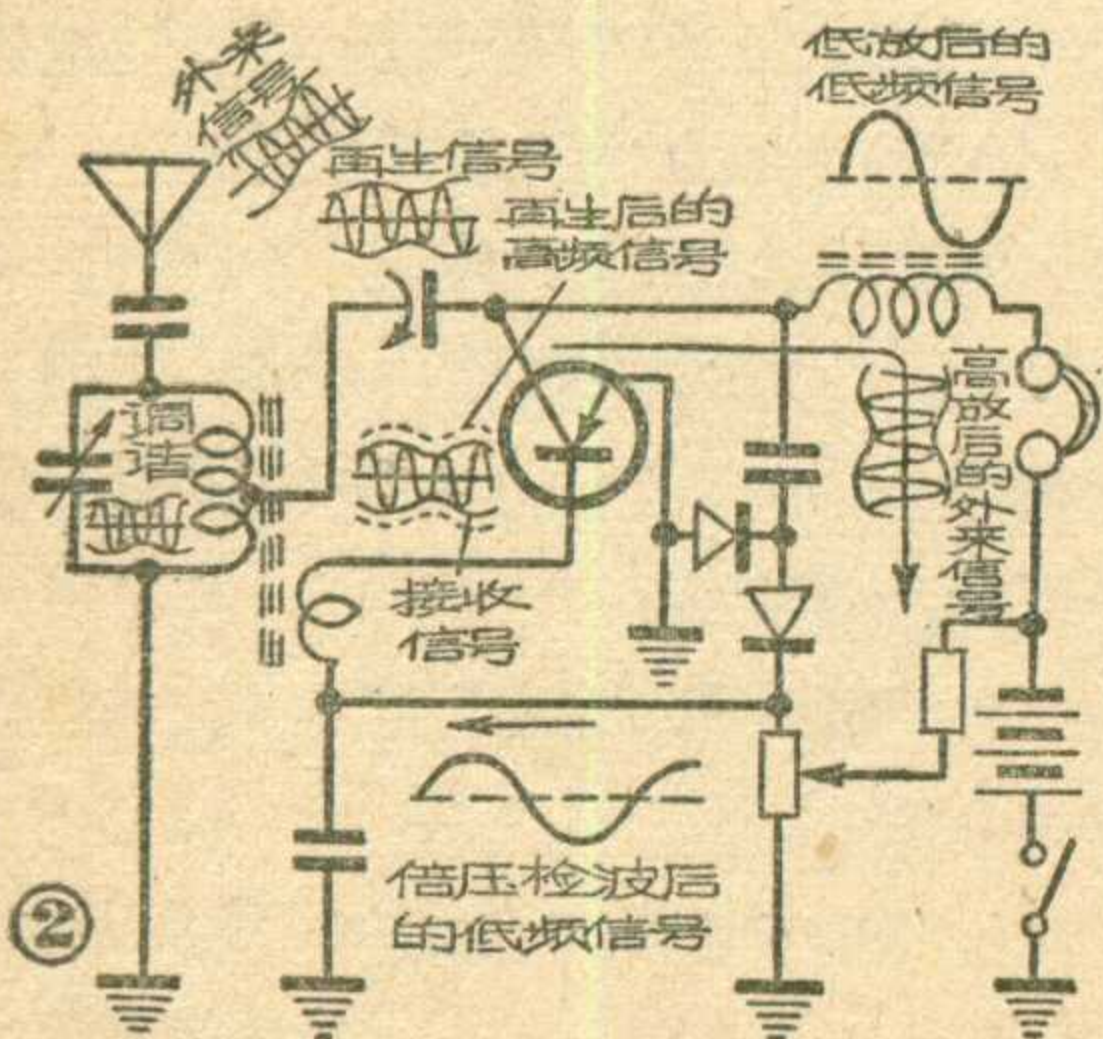
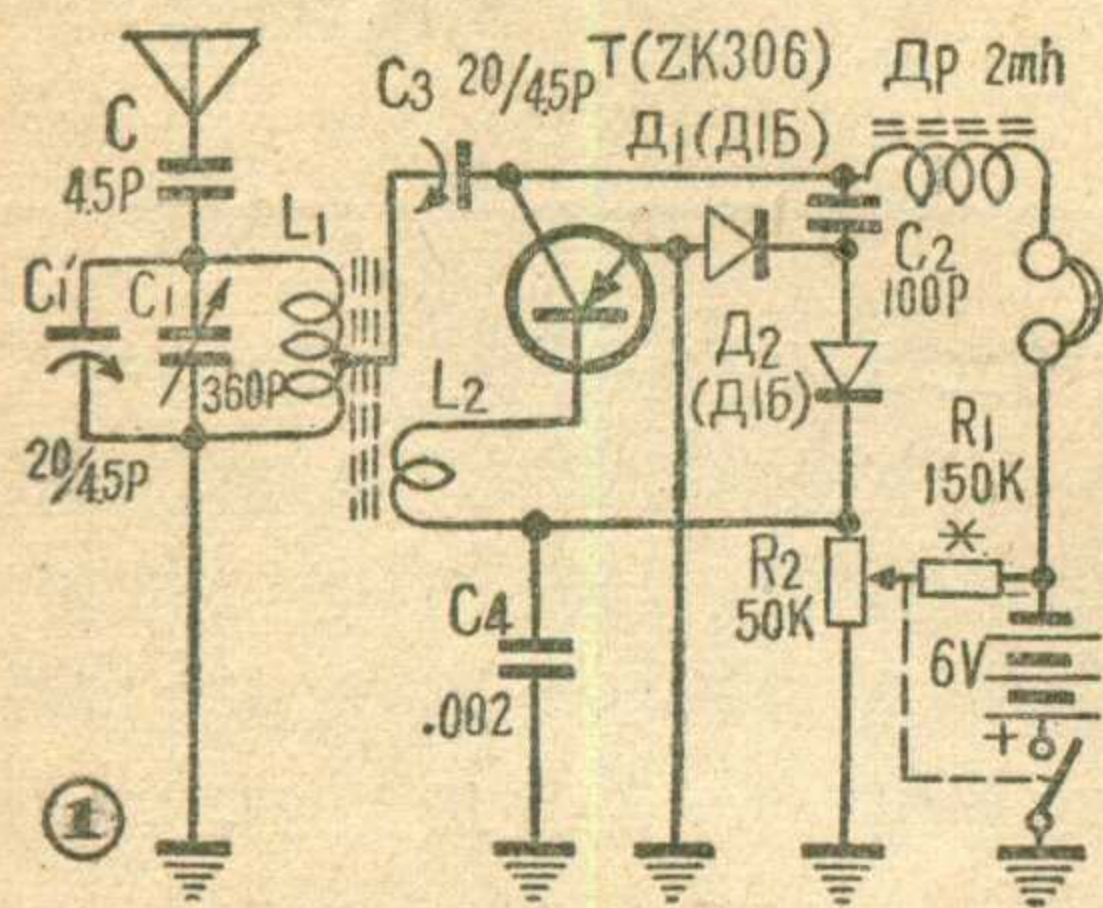
经过倍压检波所得的信号里面还有一部分残留的高频信号，这部分残余的高频信号经 C_4 滤除，因此送往基极去的来复信号便纯粹是检波所得的低频信号，低频信号顺利地通过 L_2 重新进入晶体三极管 T 的基极加以放大，这时 T 又起着低频放大的作用。放大以后在集电极上出现的低频信号不能通过 C_2C_3 ，因为 C_2C_3 容量都很小，对低频信号阻碍很大，而高频扼流圈 Δp 对低频却无阻挡，因此低频信号顺利地通过 Δp ，进入耳机中放音。

电位器 R_2 一方面作为检波的负载，另一方面又作为音量控制之用。当电位器的轴顺时针方向转动时，动臂接近基极，这时基极电压增加，输出也增加，反之逆时针方向转动时，动臂接近地端，基极电压减小，输出也减小。 R_2 的转动同时控制了 T 作高频放大与低频放大的增益，因此也就控制了再生的强弱。

下面谈谈元件的选择：晶体管 T 必须选择截止频率较高的，否则将不能发挥来复式电路的作用。国产扩散型晶体管 $\Pi 401$ 或 $ZK 306$ 极为合用。 $\Pi 6$ 型低频小功率管，除 $\Pi 6\Gamma$ 、 $\Pi 6\text{Ж}$ 外，其他受截止频率的限制不宜采用。

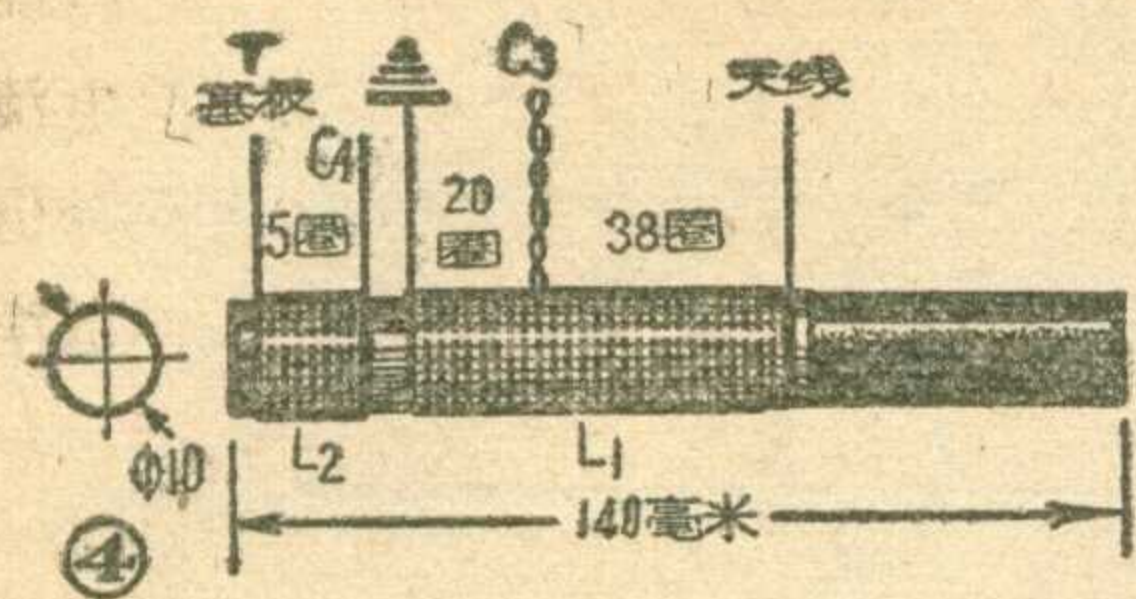
C_3 半调可变电容器可用国产 KPK 型，其他容量合适的胶板云母半调电容也能用，但应选择结构稳固可靠的，否则全机稳定性就无法保证。

磁性天线棒采用国产 $M4$ 型铁淦氧磁体，直径10毫米，长度可根据所用机匣大小决定，140毫米或100毫



晶体管收音机用变压器的绕制

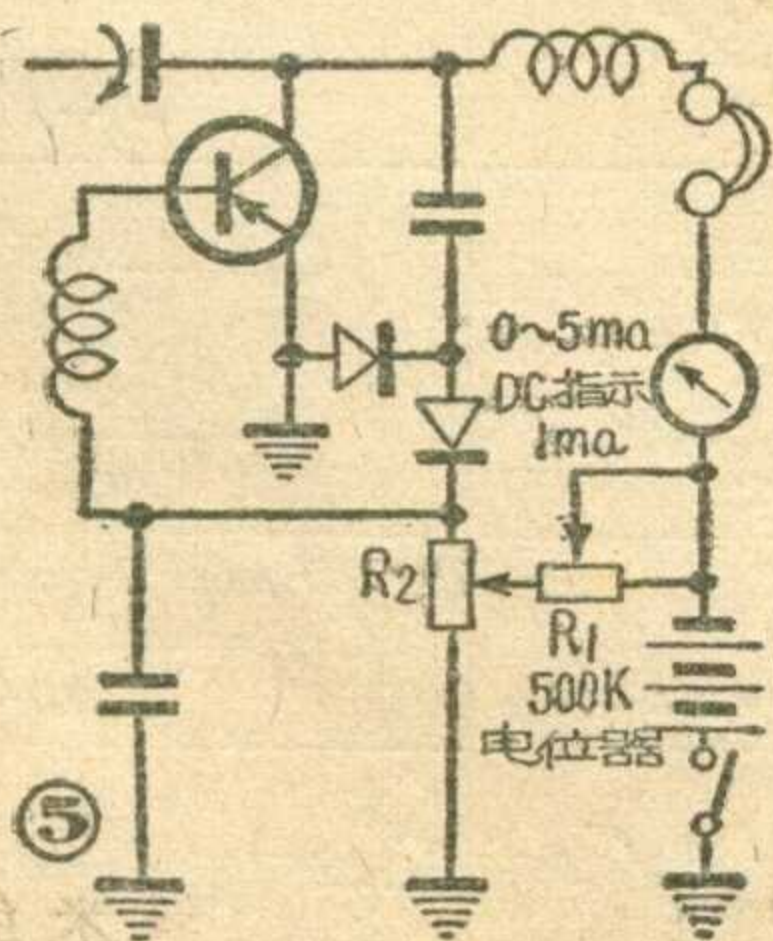
葛勉之



米均可，但长的效率较高。线圈的绕制方法如图4，线圈的方向不能接错，否则不起再生，灵敏度降低。高频扼流圈 Lp ，可用2毫亨的。可变电容器可采用大型360微微法电子管收音机上用的或用小型介质绝缘的。耳机可用电磁式的耳塞；如用晶体耳塞则需另加1:2的自耦式输出变压器。

调整的时候，可先调工作点。其方法如下(图5)：将集电极回路断开，串接一个5毫安的直流电流表， R_2 转至音量最大， R_1 换成一个500千欧的电位器，调整 R_1 使电流表指示为1毫安，但千万注意不要使 R_1 短路，基极电流过大会烧坏晶体管。然后测一下 R_1 的阻值，换成同阻值的固定电阻。这时转动可变电容器应听到电台的播音，适当调整 C_1 上并联的半调电容及磁棒上的线圈位置，使收音机能收到550千赫至1600千赫内的电台，如果低端听不到，可把线圈往磁棒中间移；如果高端听不到，可减小 C_1 上并联的可变电容器。如此反复调整直到两端都能收到电台为止。然后把 C_1 转出来，调整 C_3 使耳机中刚要出现再生的尖叫声，然后固定 C_3 不再转动。

线圈 L_1 按图4用7股直径0.07毫米纱包线，在青壳纸线圈筒上绕58圈，20圈处抽头，再用同号线在 L_1 旁边绕5圈，作为 L_2 。绕好后将线圈筒套到磁棒上去。



晶体管收音机中的低频耦合变压器及输出变压器的安匝数不高，采用高导磁率的铁淦氧磁心绕制效果很好。

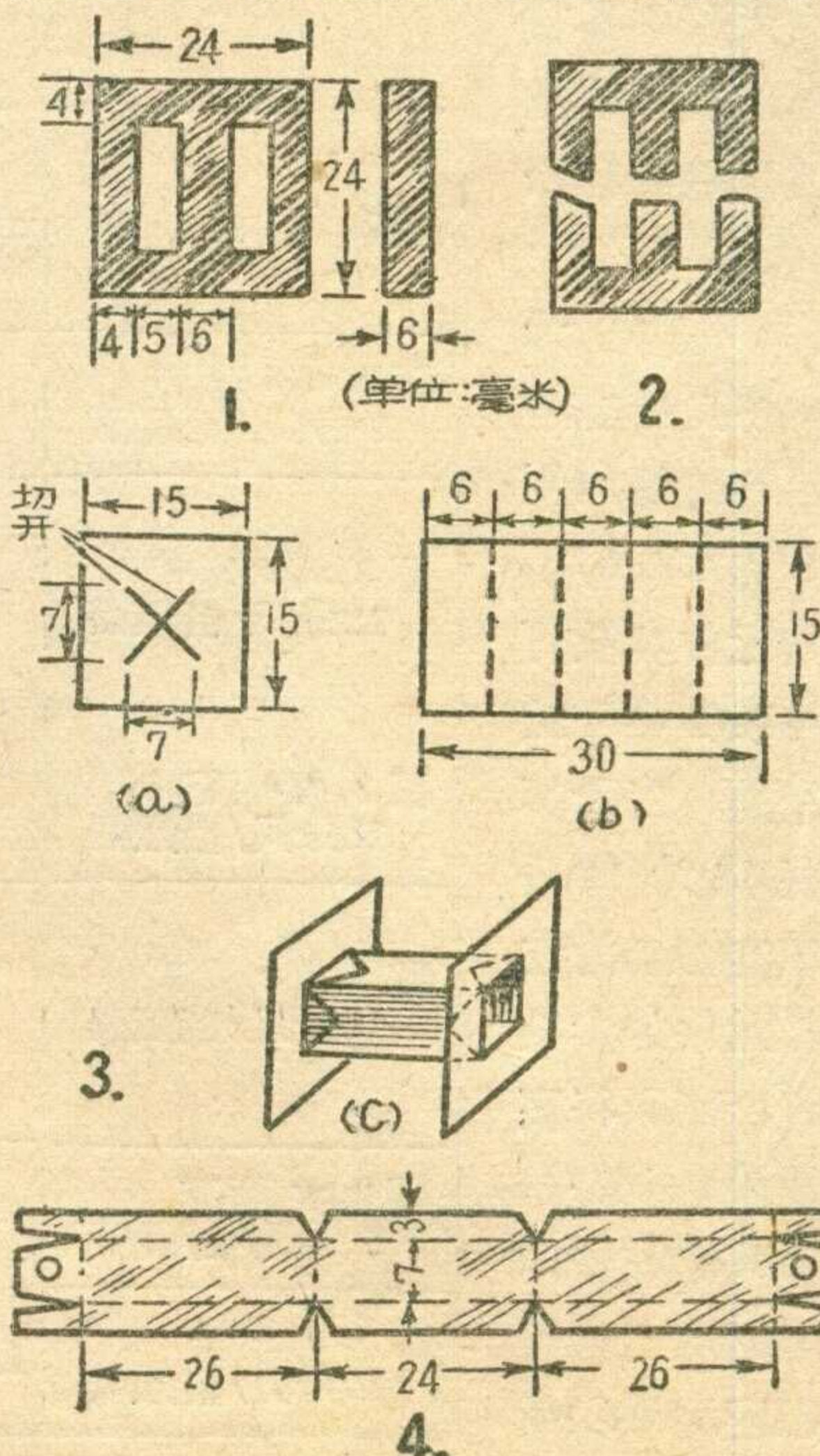
可以采用E形24毫米初始导磁率为2000的铁淦氧磁心，它的几何尺寸如图1所示。

购到的磁心一般是未分开的，成为日字形；首先要破开以便绕线。最简单的破开法是用小刀对准中心条，以手锤轻轻敲击小刀，逐渐加大力量，直到将磁心敲成E字形的两块(图2)，敲成三块也可以用。

磁心分开后，要做绕线骨架。可用厚卡片纸照图3(a)剪出两块，照图3(b)剪出一块，再照图3(c)用胶水粘成骨架，以磁心放入试验，使松紧合度。

待骨架胶水干透，即可将其放上小型绕线机绕线。绕线圈数及线号如附表：

从表上可以看出推挽式的在单管输出电路中也可使用，这时耦合变



电路方式	用途	级	圈数	线号 (毫米)
单管	耦合	初	1800	0.1
		次	350	0.12
单管	输出	初	440	0.15
		次	45	0.29
推挽	耦合	初	1800	0.1
		次	2×350	0.12
推挽	输出	初	2×220	0.15
		次	45	0.29

器次级仅用一个350圈，另一个不用；输出变压器则将初级两个220圈串联使用。

绕线时层间不垫纸，耦合变压器先绕次级，后绕初级。初、次级间要垫绝缘纸，因初级一般接有负电源电压，次级接到输出级的晶体三极管的基极，如初次级间碰线，三极管会烧毁。输出变压器则先绕初级，后绕次级。推挽式的2×350及2×220的双线圈要用双线圈绕法，即用两根线同时绕，绕好后将一根线的始端与另一根线的终端接好作为中心抽头，这样做是为了取得直流电阻的平衡，不致引起失真。

线圈绕好后外面用黄腊绸包好，测试无误后即可将铁淦氧心插入，对好破口，务使气隙最小，必要时可用胶布条缠紧，然后用薄铁皮照图4做成套子，以便固定在安装板上。

这样绕制的耦合变压器可以用做输出级的推动变压器或低频放大级之间的耦合变压器。输出变压器则适用于电源电压为4.5伏或6伏用Π6等三极管的单管输出级或推挽输出级，配用3.2欧扬声器。这时集电极静态直流电流在单管输出级4.5伏电源电压时可以调到8~9毫安，在6伏电压时可以调到6~7毫安；在推挽输出级约为2~3毫安。

分频滤波器的设计

[苏]工程师И.切克馬列夫

现代高质量的放大设备里通常都装有三组扬声器来分别放送低音、中音和高音。有时只有两组扬声器：一组用来放低音及中音；另一组用来放送高音。在所有上述情况下，扬声器都应能够失真最小地放出从30~60赫到12000~16000赫的频带。各组扬声器的工作频带用分频滤波器来分隔。

在设计分频滤波器时，必须合理选择滤波器的分隔频率和信号在阻带内的衰减；并且正确计算滤波器的组成元件，以保证滤波器与负载匹配；同时，滤波器的损耗也应当尽可能小。本文将在放大设备用的分频滤波器的设计方面提出一些建议供作参考。

分隔频率的选择

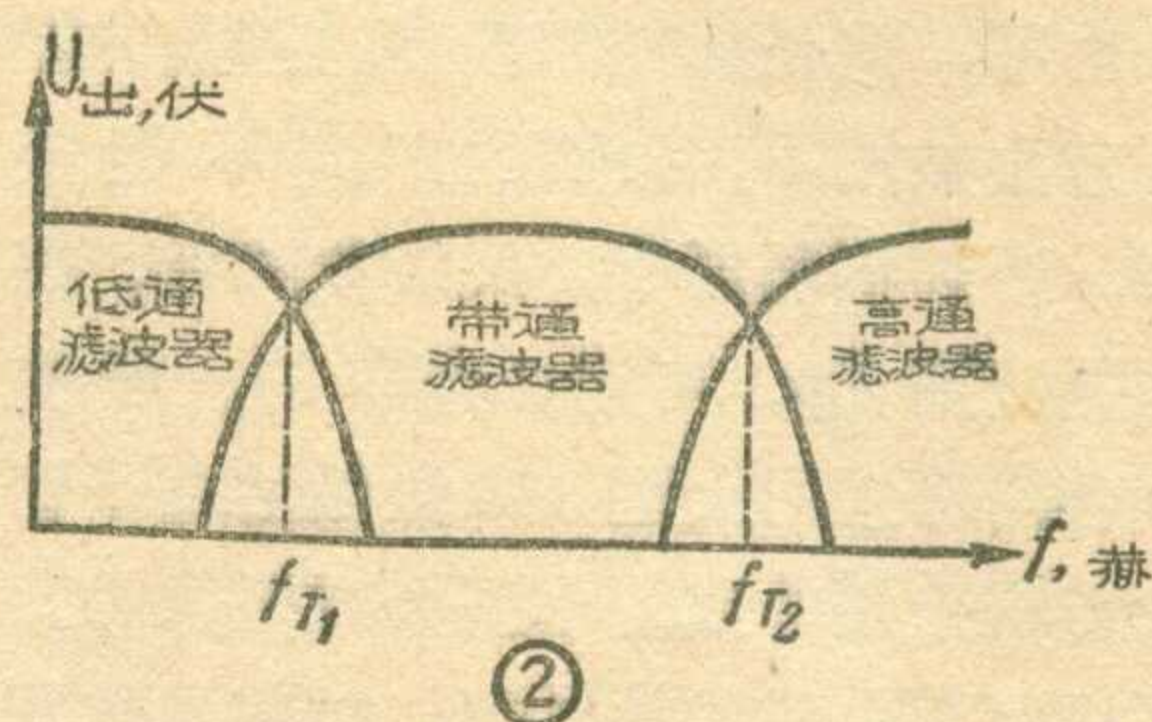
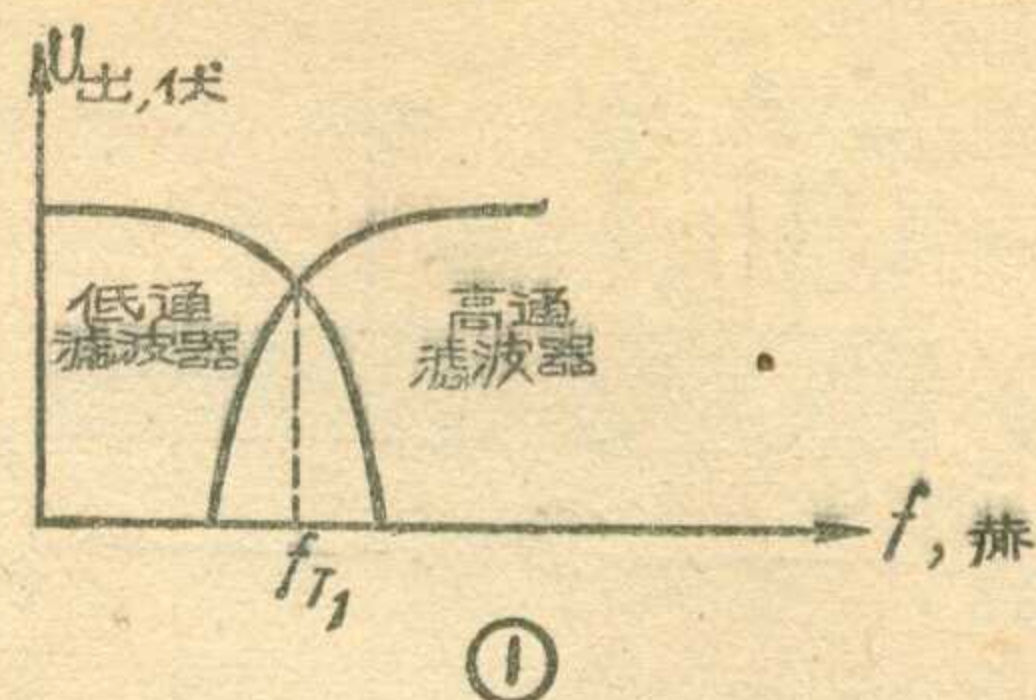
分隔频率 (f_{T1} 及 f_{T2}) 由扬声器的组数来决定。例如，有两组扬声器时，就在400~1200赫的频率范围内选取一个分隔频率，通常等于600赫 (图1)。如果有三组扬声器，就选取两个分隔频率，其中一个选在250~1200赫内；另一个选在5000赫附近 (图2)。

阻带衰减的选取

通常用每个倍频程降低多少分贝来衡量滤波器阻带的有效衰减 (两个频率之比等于2或0.5，它们就相差一个倍频程)。在最简单的放大器中，采用衰减为6分贝/倍频程的滤波器；在结构较复杂的放大器中，通常使用衰减为12分贝/倍频程的滤波器；而在一些高质量的立体声设备中，则采用衰减为18分贝/倍频程的滤波器。

表1列出了两组 (图3a, b, e, v, d, e) 和三组 (图3ж, з) 扬声器在阻带中具有不同衰减的滤波器的计算公式。

衰减为6分贝/倍频程的滤波器 (图3的a和b)，其元件参数可按表1中公式计算。当计算衰减为12分贝/倍频程滤波器元件的参数时，则须将衰减为6分贝/倍频程滤波器的电感及电容值相应地乘以或



除以 $\sqrt{2}$ (图3的з和ж)。

例：已知： $f_{T1}=500$ 赫， $f_{T2}=4500$ 赫， $R_H=10$ 欧。求： L_1, C_1, L_2 及 C_2 。

按公式可得出：

$L_1=3.2$ 毫亨， $C_1=32$ 微法，

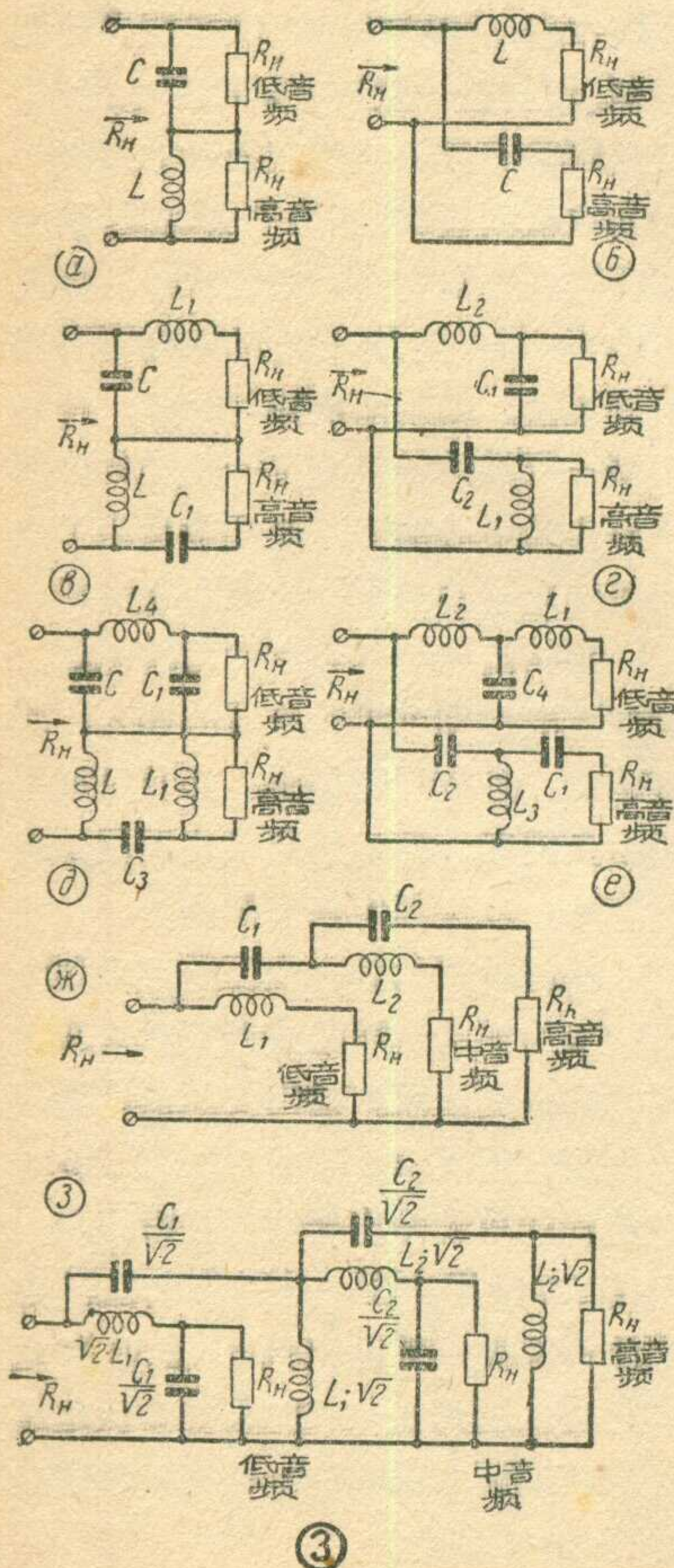
$L_2=0.355$ 毫亨， $C_2=3.55$ 微法。

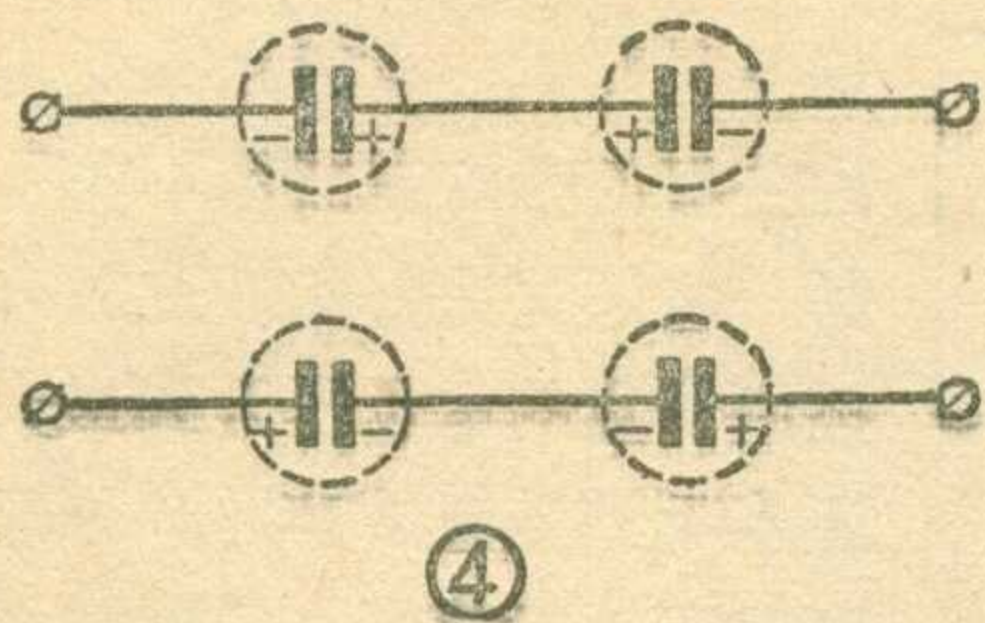
滤波器的电容器和线圈

分频滤波器的损耗应当最小。因为只有这样，才能将有用功率的大部分传给扬声器。因此，最好采用损耗比较小的МВГО型 (工作电压为160伏) 的纸介电容器或МВГП型 (工作电压为200伏) 的纸介电容器；而

表 1

图 号	基本关系	
	L	C
图3, a, б 衰减 6分贝/倍频程	$L = \frac{R_H}{\omega T_1}$	$C = \frac{1}{\omega T_1 R_H}$
图3, в, в 衰减 12分贝/倍频程	$L = \frac{R_H}{1.6 \omega T_1}$; $L_1 = \frac{R_H}{\omega T_1}$	$C = \frac{1.6}{\omega T_1 R_H}$; $C_1 = \frac{1}{\omega T_1 R_H}$
图3, д, е 衰减 18分贝/倍频程	$L_2 = \frac{1.6 R_H}{\omega T_1}$	$C_2 = \frac{1}{1.6 \omega T_1 R_H}$
图3, д, е 衰减 18分贝/倍频程	$L_3 = \frac{R_H}{2 \omega T_1}$; $L_4 = \frac{2 R_H}{\omega T_1}$	$C_3 = \frac{1}{2 \omega T_1 R_H}$; $C_4 = \frac{2}{\omega T_1 R_H}$
图3, ж 衰减 6分贝/倍频程	$L_{1,2} = \frac{R_H}{\omega T_{1,2}}$	$C_{1,2} = \frac{2}{\omega T_{1,2} R_H}$
图3, з 衰减 12分贝/倍频程	$L_{1,2} = \frac{R_H}{\omega T_{1,2}} \times \sqrt{2}$	$C_{1,2} = \frac{2}{\omega T_{1,2} R_H} \times \frac{1}{\sqrt{2}}$





电感线圈则应用较粗的导线绕制（在线圈电阻中的损耗应不大于有用功率的5~10%）。此外，为了减小非线性失真，最好采用没有铁心的线圈。但在某些情况下，滤波器参数L和C的数值可能很大，为了减小滤波器的尺寸，只好采用带有铁心的线圈和“单极”电解电容器。“单极”电容器可以用两个通常的电解电容器串联组成（图4）。

该电容器的总电容量可用下式求得：

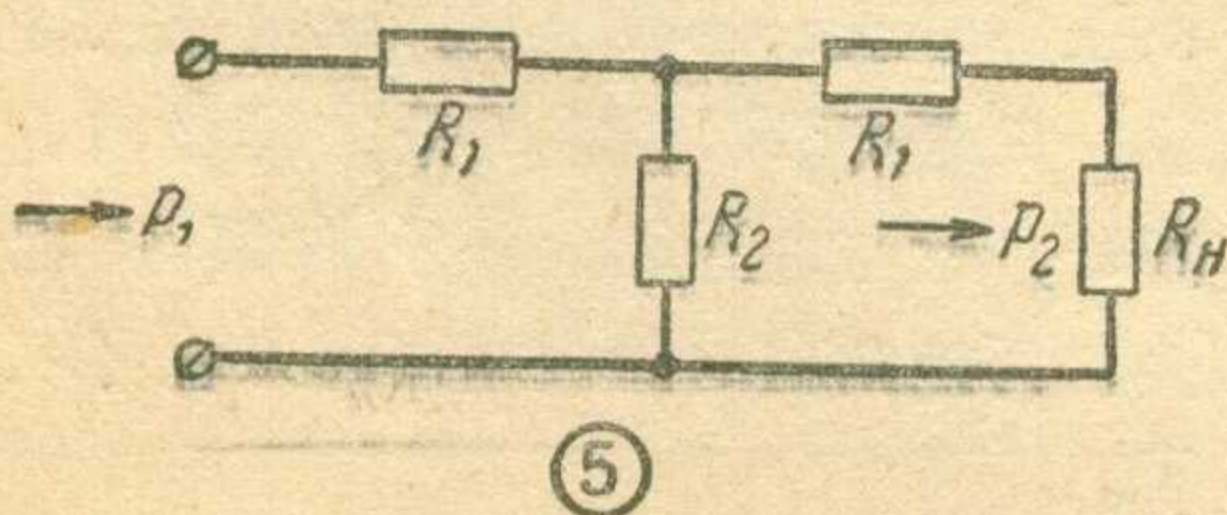
$$C_{\text{总}} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

电解电容器的电阻随频率的增高而增大，这使滤波器的高频频率特性恶化。因此，要将电容量为0.3~1.0微法的纸介电容器（最好用MBM型的）与电解电容器并联。当放大器输出功率小于50瓦，而其工作频率低于20000赫时，在滤波器中可用“单极”电解电容器。这时，最好采用ЭГО, КЭГ或ЭГЦ型低压电解电容器。

扬声器类型的选择

扬声器的额定功率（几个扬声器的功率之和）应大于放大设备的额定输出功率。如果放大设备采用几组扬声器，分别放送各段频带，那末每组扬声器的功率总和都应当比放大设备的额定输出功率大一些。如果这一要求不能满足，扬声器将会过载而出现非线性失真。

电动式扬声器的声压频率特性曲线是不平坦的；因此最好将它增多一倍使用，在这种情况下，如果相位配



合得当，输出功率便可增加到将近两倍。所用两个扬声器的基本谐振频率应当相差30赫，而且最低的一个谐振频率应当在70~80赫处。

通常，可以使用功率为5~10瓦，纸盆直径为250~300毫米的低频扬声器（例如：10ГД-14, 10ГД-12, 5ГД-10, 5ГД-14, 4ГД-1和4ГД-2型）。也可以使用2ГД-4和2ГД-3型扬声器。在高频扬声器中，建议选用4ГД-1, 4ГД-2, 1ГД-12, 1ГД-14, 1ГД-9和ВГД-1型。在桌式结构中，通常使用谐振频率为150赫的1ГД-9型电动式扬声器。

匹配问题

滤波器的输入端和输出端应与负载阻抗相匹配。如果收音设备准备装几组扬声器的话，最好选取阻抗相同的扬声器，这时输出变压器只要一个次级线圈；否则必须应用有几个次级线圈的输出变压器。

以两组扬声器或两只不同的扬声器工作的输出变压器，它的变换系数可由下式计算：

$$n_1 = \frac{w_{2a}}{w_1} = \sqrt{\frac{R_{u1} \cdot \alpha}{\eta_{mp} \cdot R_a (1 + \alpha)}}$$

$$n_2 = \frac{w_{2b}}{w_1} = \sqrt{\frac{R_{u2} \cdot \alpha}{\eta_{mp} \cdot R_a (1 + \alpha)}}$$

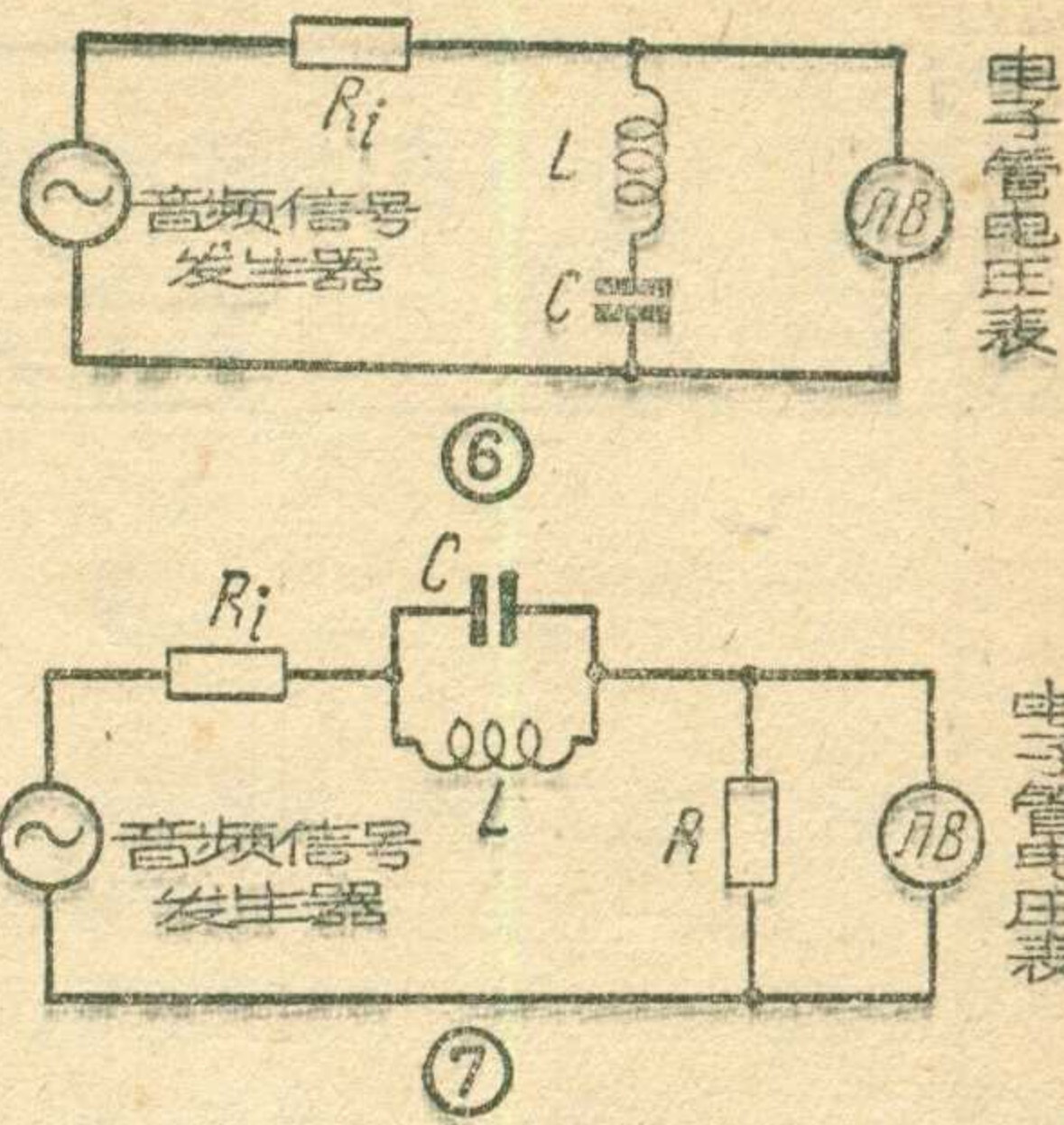
式中 w_{2a} 、 w_{2b} ——次级线圈的匝数； η_{mp} ——变压器的效率； R_a ——输出级的交流负载阻抗； R_{u1} 、 R_{u2} ——分别为第一组及第二组扬声器的阻抗或第一只及第二只扬声器的阻抗； $\alpha = \frac{P_1}{P_2}$ ——扬声器组的功率比。

如果各组扬声器的阻抗相等，而功率不同，则在用于功率较小的一组扬声器的滤波器后面，应接入固定的《T》型衰耗节（图5）。该节内各元件的参数由下式计算：

$$R_1 = R_u \left(\frac{\alpha_1 - 1}{\alpha_1 + 1} \right);$$

$$R_2 = R_u \left(\frac{2\alpha_1}{\alpha_1^2 - 1} \right);$$

式中 $\alpha_1 = \sqrt{\frac{P_1}{P_2}}$ 。



滤波器的安装和调整

滤波器的各个元件间的寄生电感和电容的耦合，会导致它们的频率特性失真，特别是在高频区域中。故应采用单独的和公共的屏蔽，以及将电感线圈彼此垂直放置，可以大大减弱这种寄生耦合。

为了便于调整，可以将滤波器电路分为一些单独的回路来分别计算它们的谐振频率，然后，按图6电路来调谐各个串联的回路；按图7电路来调谐各个并联回路。根据电子管电压表（建议利用ЛВ-9和МВЛ-1型电压表）的最小读数来调谐。调谐后，测绘出滤波器的特性。也可根据电子管电压表的最大读数来调谐回路。这时，如果调串联回路，需将电子管电压表和回路的一个电抗元件并联；如调并联回路，则将电子管电压表与被检查的回路并联。

（马成良 赵永昌译自苏联“无线电”杂志1962年第10期）

（上接第2页）

外线的装置停止工作；或者向太阳射线强烈的方向飞去，使导弹受到太阳红外线的影响而失掉目标或自行爆炸；还可以采用积极的方法，发射出能产生大量红外线的炮弹，使导弹受炮弹红外线的影响而爆炸。

（本刊根据张志义、君仪来稿编写）



收音机的 应急修理

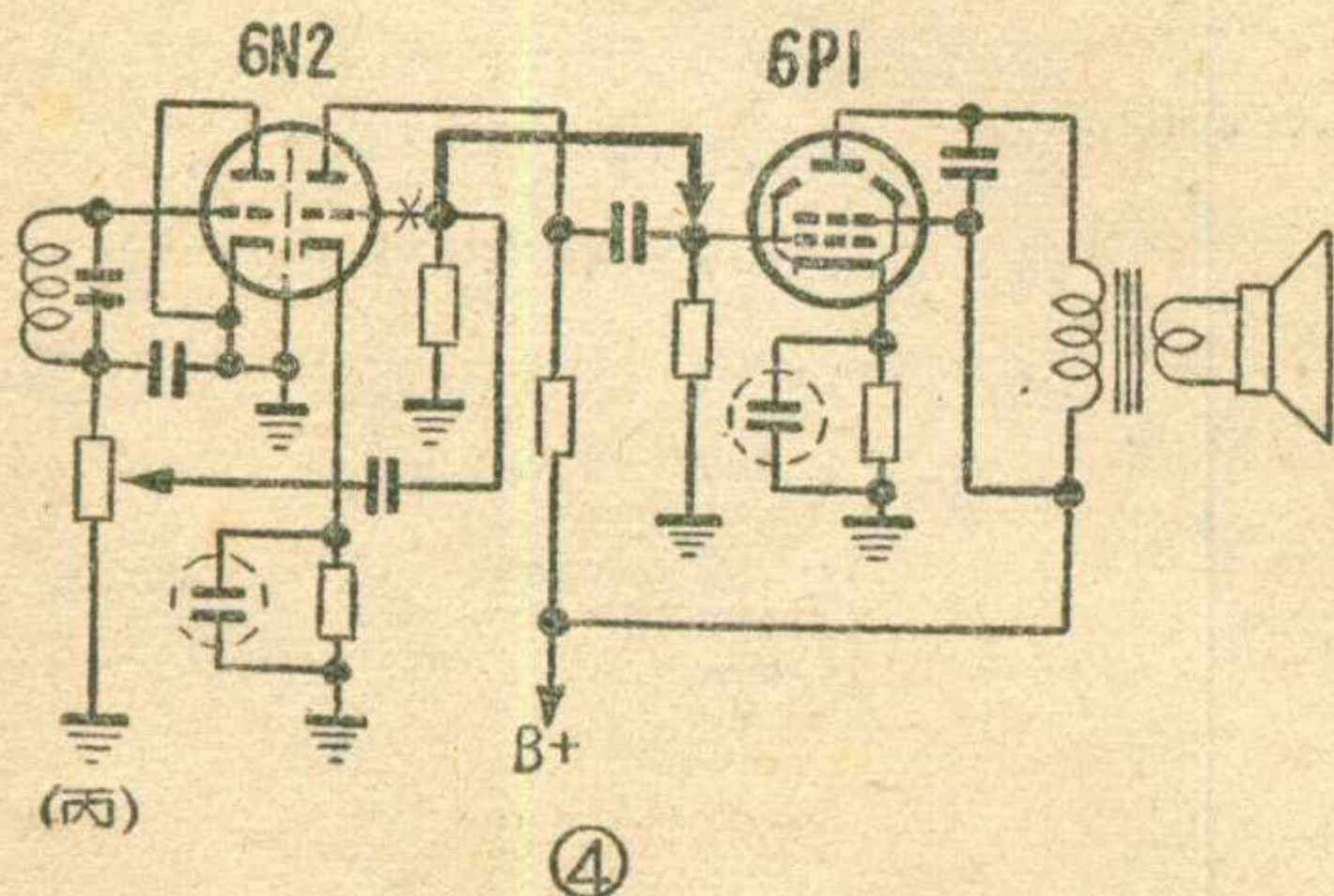
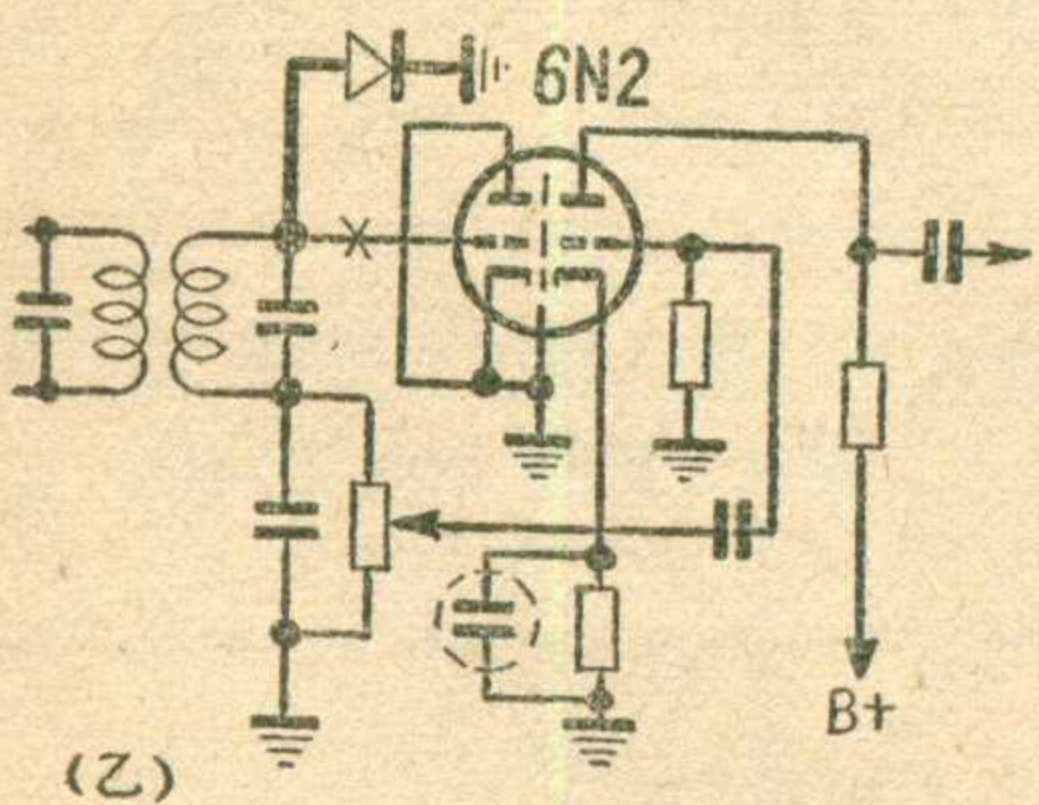
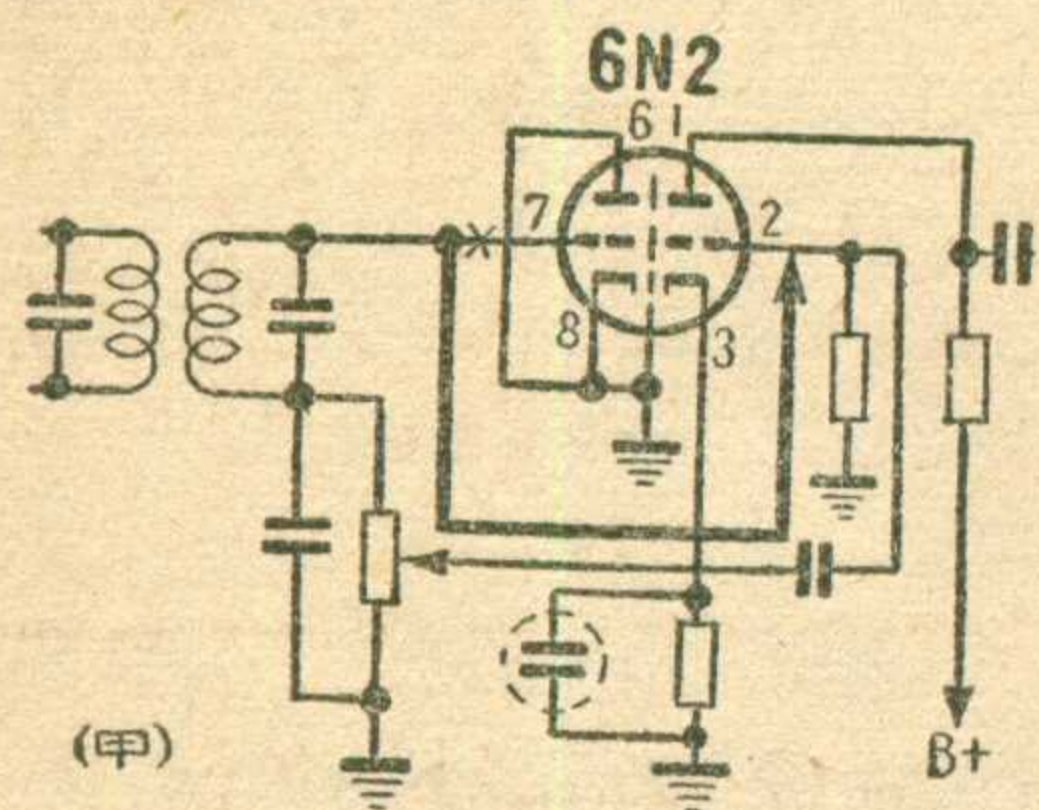
馬 书 安

收音机发生了故障，需要更換某些零件，如果一时找不到，而能够想一些临时应急的办法，及时把收音机修理好，繼續收听，这該有多好呢！

本文即以“北京”牌电子管装制的外差收音机为例，談談自己在应急修理中的一些体会。

整流管阴极和灯絲間 被击穿短路

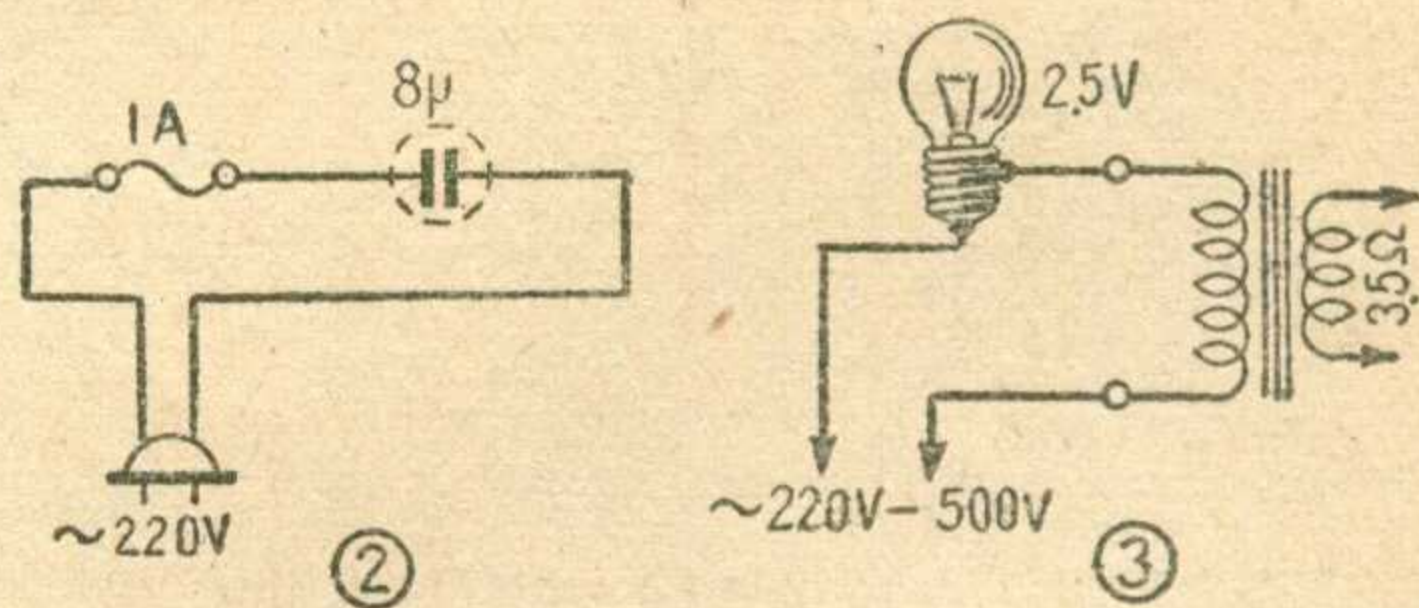
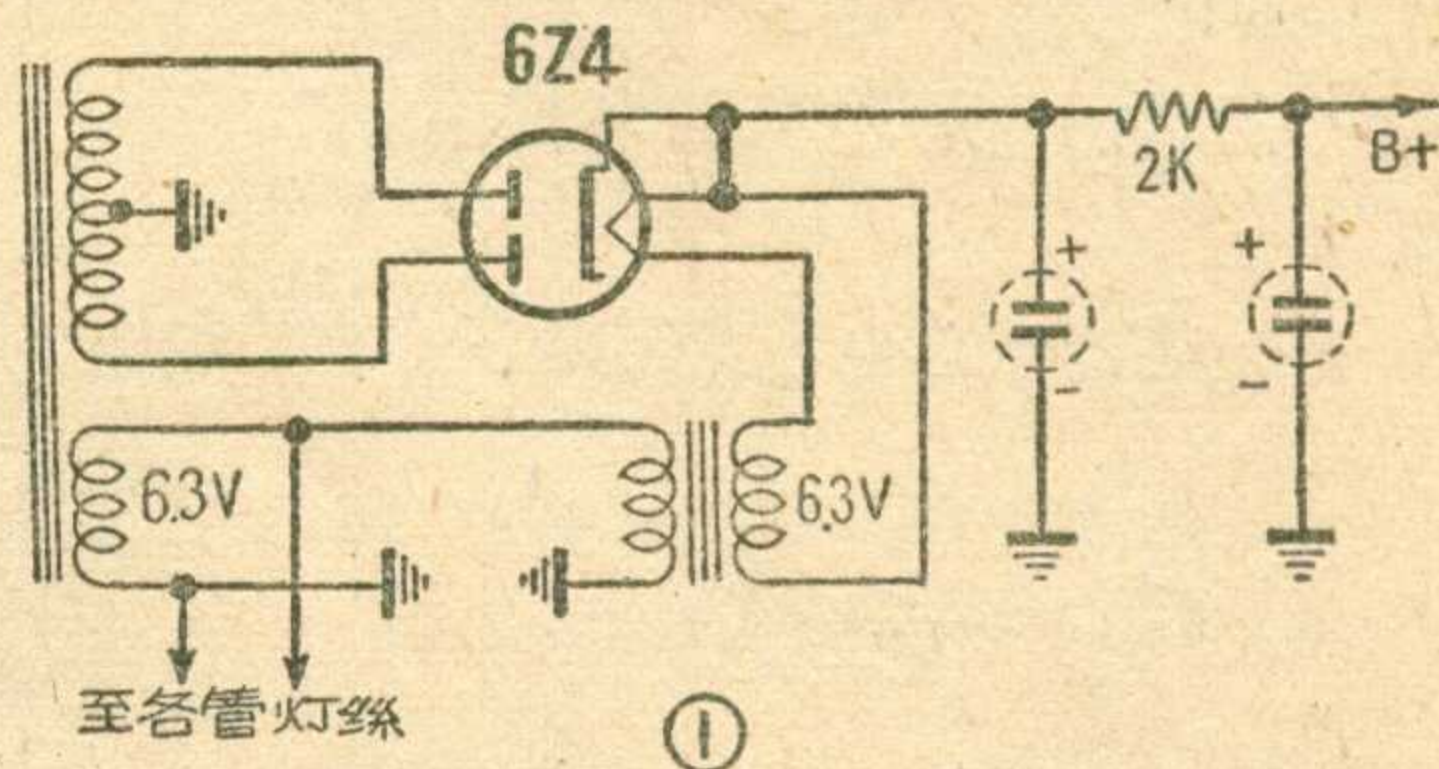
有些收音机，整流管 6Z4 与其它各管合用一組灯絲电源，灯絲电源的一端又与地（乙₁）相接，整流管阴



极与灯絲間有直流高压，如果二者之間絕緣不良，最容易被击穿而使直流高压短路。出現这种故障时，收音机完全无声，整流管的屏极发紅。修理时，我們可照图 1 那样，用一般的輸出变压器的铁心和与原来灯絲綫圈同样粗細的导綫，繞一个 6.3 伏变 6.3 伏的小变压器，初級以每伏 13 圈計算繞 82 圈，次級繞 85 圈（多出 3 圈是考虑到电源內阻的压降）。如图連接，并把整流管的灯絲与阴极連接起来，就可以繼續使用了。

滤波电容器击穿

滤波电容器有时被击穿短路了，可以照图 2 那样串一段一安培的保險絲，接到 220 伏的交流电源上，保險絲立刻被燒毀，这时电容器內部的短路部分也被击开了。可拿通表量一下，如果还短路，可重复再做几次。用这种办法修复电解电容器的效果很好。



輸出变压器初級断路

輸出变压器受潮后，初級綫圈极易发霉烂断，这时收音机的声音很小乃至无声，可以把輸出变压器拆下来，在初級上串一只 2.5 伏小电珠，接通到 220 伏~500 伏的交流高压上，小电珠若被燒断，則說明輸出变压器初級圈已被冲接上，能恢复使用了（图 3）。

6N2 的一半損坏

6N2 是高放大系数双三极电子管，在外差机中，常用它的一半接成二极管做檢波，另一半做音頻电压放大。

6N2 的两个三极部分，灯絲是并联的，有时用来做檢波的三极部分灯絲断掉不亮了，另一組还是完好的。这时若把控制音量的电位器开到最大，还能听到較輕的声音。修理时可以不拆动机器，只要把 6N2 电子管拔下，在它的 2 脚与 7

脚上用一段細絕緣导綫連接起来，插上就行了（图 4 甲，图中画×处表示这半边灯絲不亮了）。这时經過中放后的中頻信号直接輸入到电压放大部分的栅极进行檢波，音量仍由原来的电位器控制，最大只能开到原来的五分之

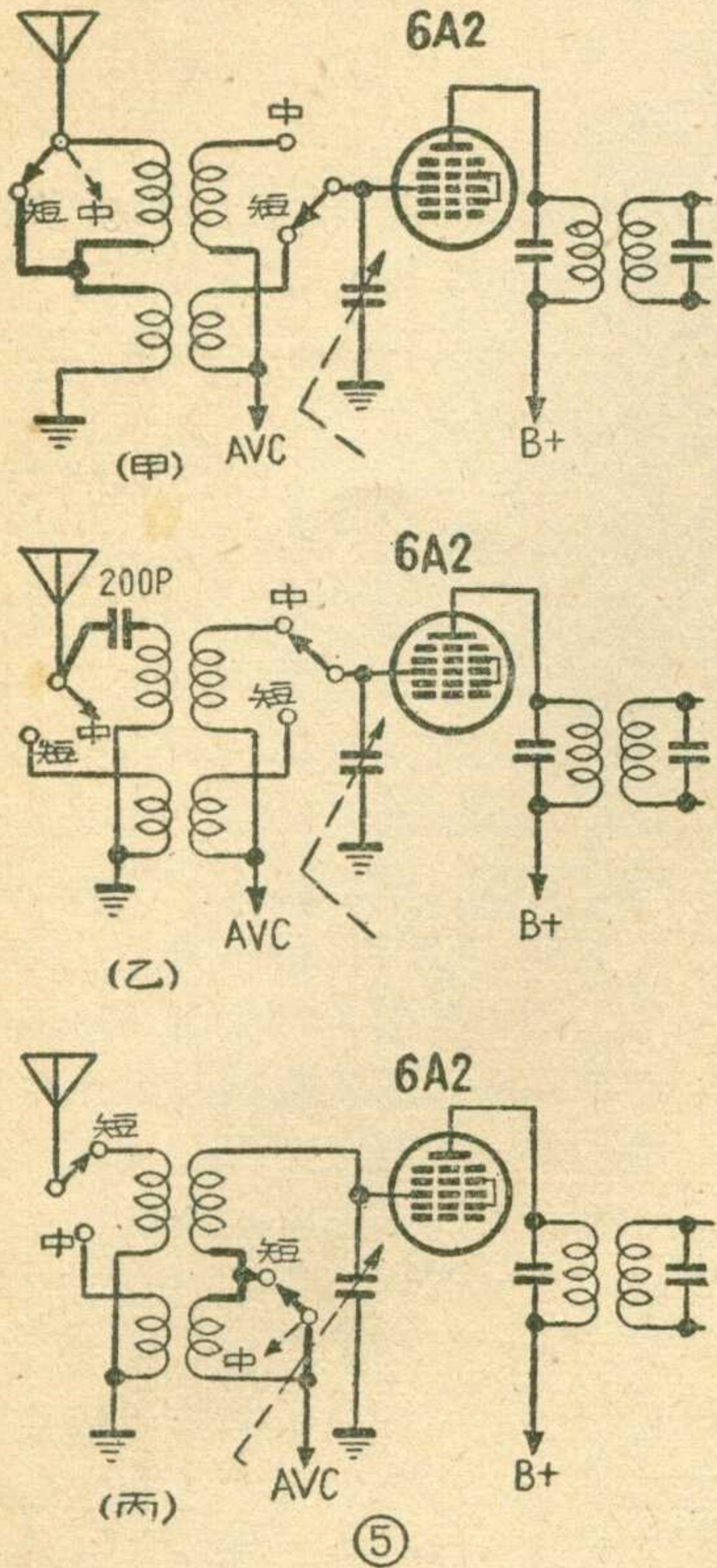
四处，再大就产生回輸嘯叫了。

要想改得更好，可以用一只晶体二极管接在 6N2 檢波部分的檢波小屏（即栅极）与地之間（图 4 乙），反接正接皆可，这时音量和收音机完好时一样。

也有时是 6N2 做电压放大的三极部分的灯絲断了，最簡單的办法是用一段塑胶軟导綫，一端接在 6N2 电压放大部分的栅极脚上，另一端接在末級强放管 6P1 的栅极脚上，插上管子就可以收音了（图 4 丙）。这时是将檢波后的音頻信号直接加到 6P1 栅极进行放大，少了一級低放，因此音量較小。若要求音量大，可以把 6N2 檢波部分改成栅极檢波。改接也很容易，只要把 6N2 檢波部分的屏极和地断开，改与电压放大部分的屏极相接，再把兩組的栅极連接起来就可以了。

波段开关的故障

两波段外差机的四刀双掷波段开关，使用日久，它的“掷”有时会烂掉了。若天线部分接中波线圈的掷掉了，可以象图5甲那样改接一下，即将中

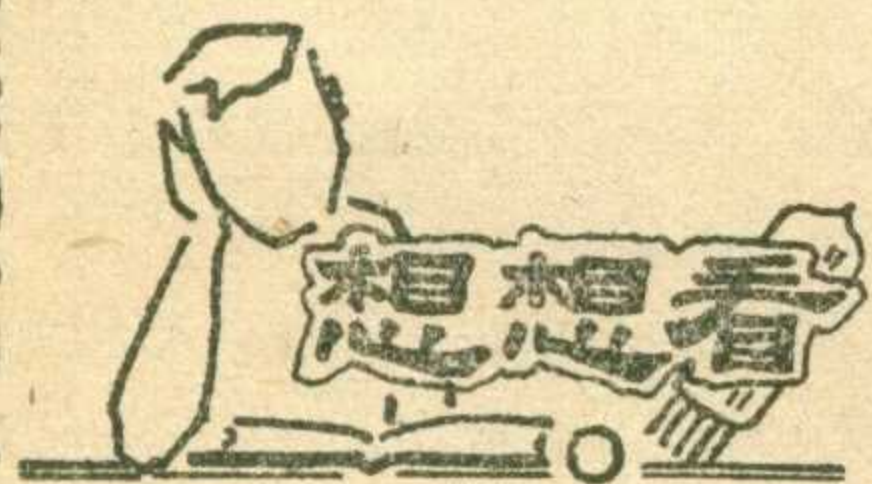
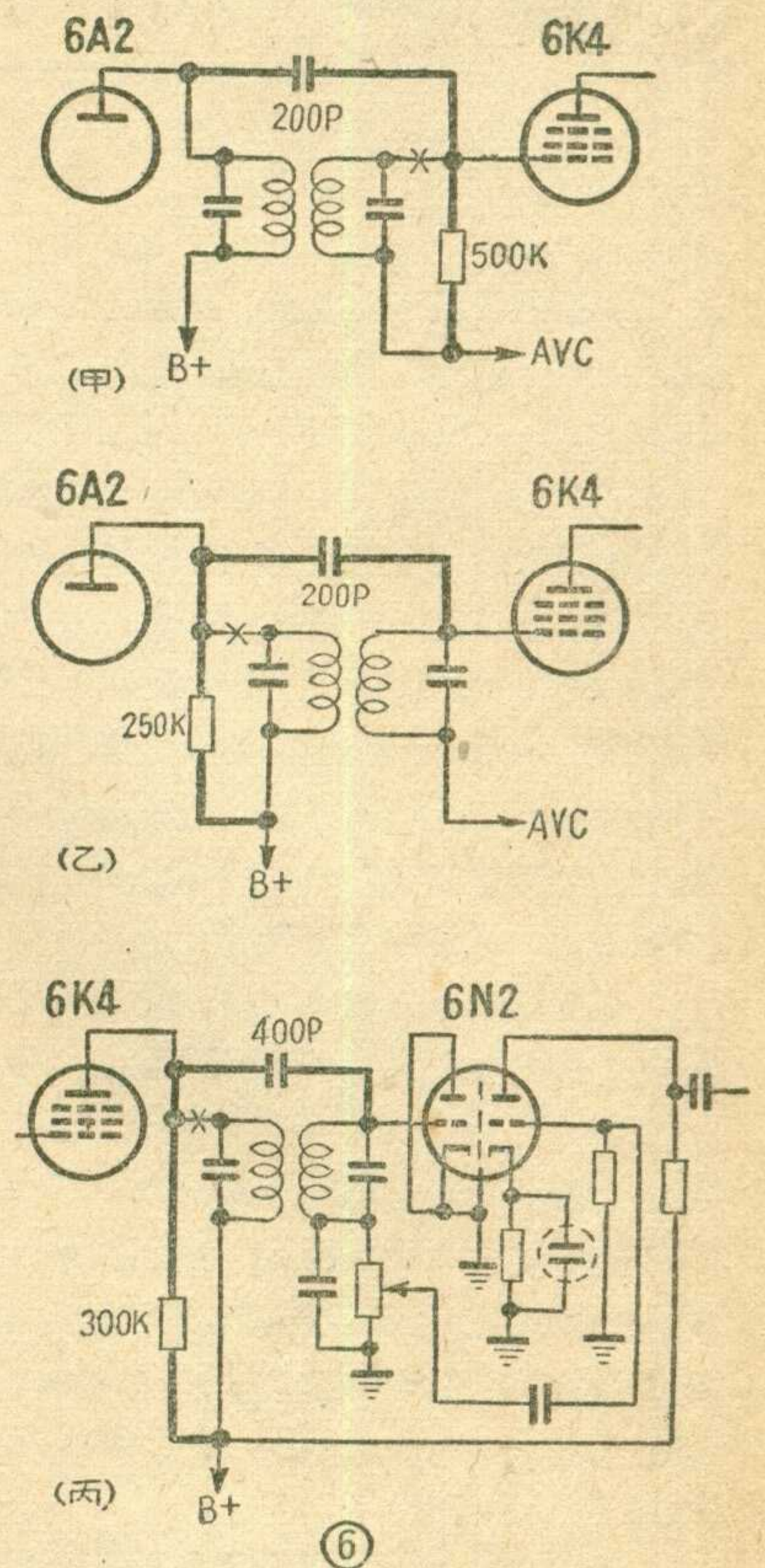


波线圈原来的接地端断开，和短波线圈串接起来，再把中波线圈的接掷端与这组的刀相接。这样，听中波时，等于天线线圈增加了几圈，并无多大妨碍。听短波时，等于给中波线圈短路，效果和原来一样。也可以象图5乙那样，在中波线圈接掷端与这组刀之间接一个200P电容器，收听中波时，由于在天线回路里加了一只电容器，加强了收音机的选择性，收短波时，200P电容器仍和中波线圈串联着，能起一些中频陷波作用，对短波收音并无妨碍。图5丙是调谐回路接短波线圈的掷断掉后的改接线路，原理与图5甲相似，效果也很好。

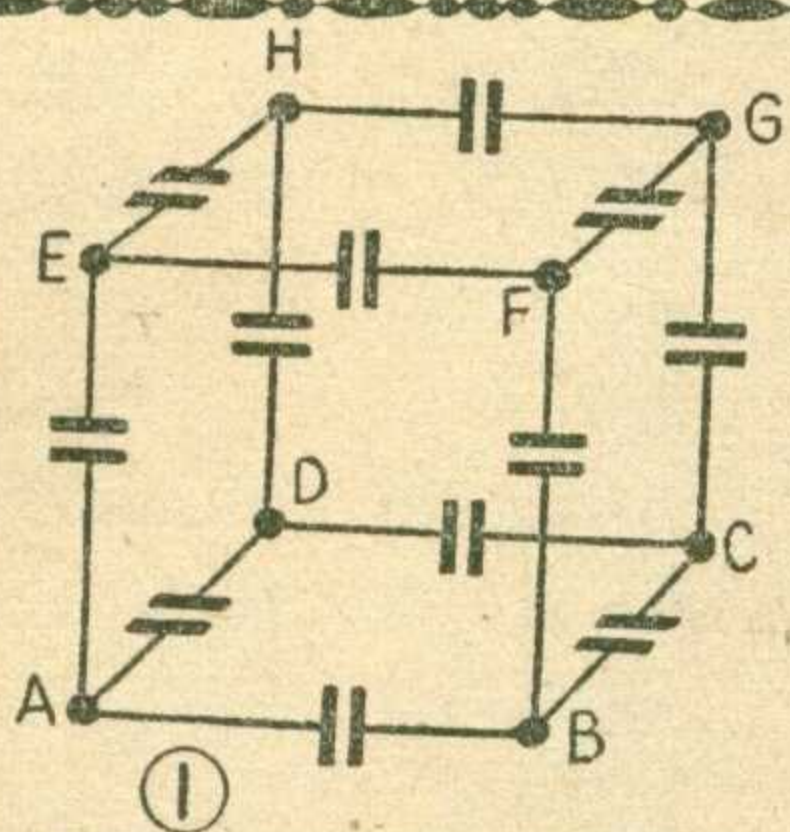
中频变压器

如果中频变压器中的一组线圈断掉，不能修复，可以改用阻容交连的办法。图6甲是输入中频变压器的次级坏了，可以在中放管6K4的栅极与AVC之间接一个500K电阻，再用一只200P电容器与变频管6A2的屏极交连。图6乙是输入中频变压器的初级坏了，可在6A2屏极加接一只250K电阻与B+相连，再用一只200P电容器交连到6K4的栅极就可

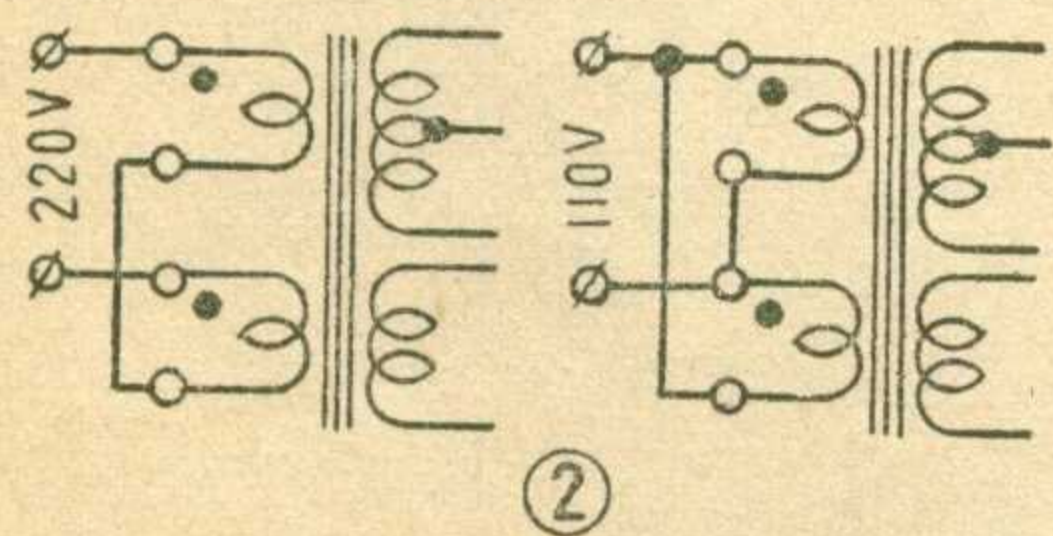
以了。图6丙是输出中频变压器初级坏了，改接成电阻电容交连的线路，电阻为300K，电容为400P。经过这样修复的收音机，效果尚好。



1. 有12个容量为5微法的电容器构成一个正立方体，如图1所示。求AG两点间的总容量。(唐伟良)



2. 在可以变换电源电压(110/220伏)的收音机或扩音机中，我们误把电源变压器的两组初级线圈接成如图2所示的电路。这样，在接上电源时，变压器中会发生什么现象？(思汉)

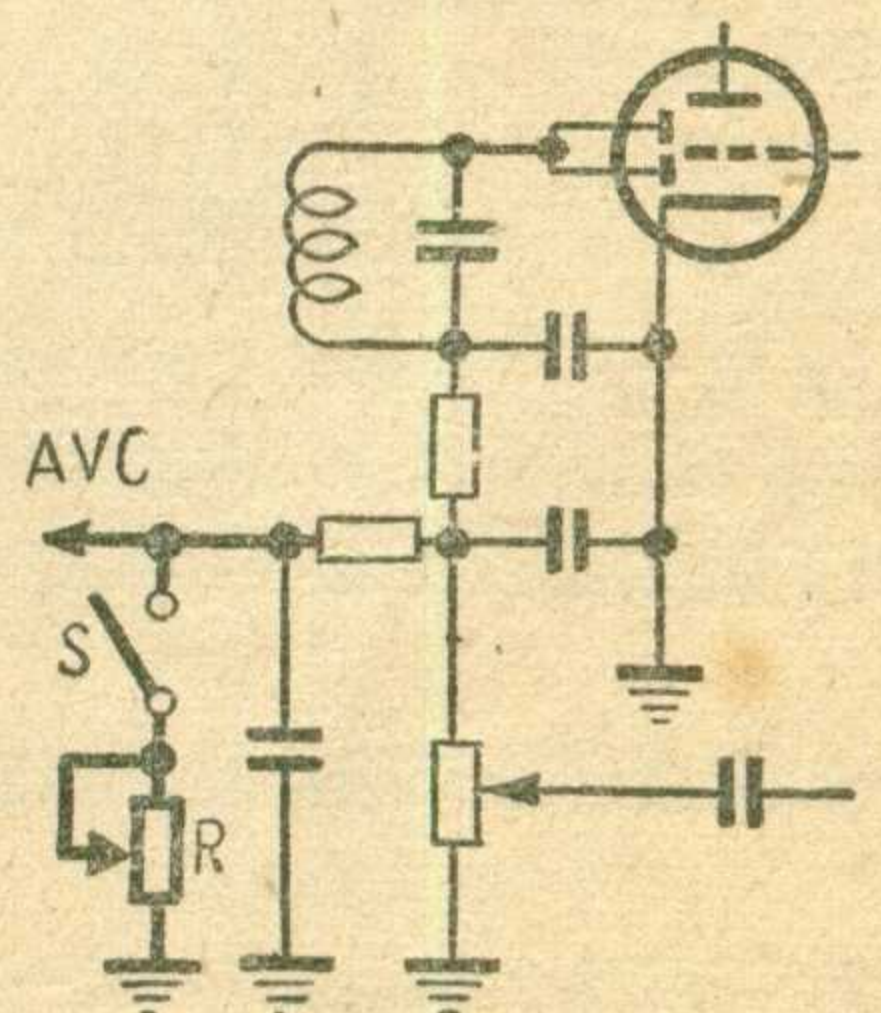


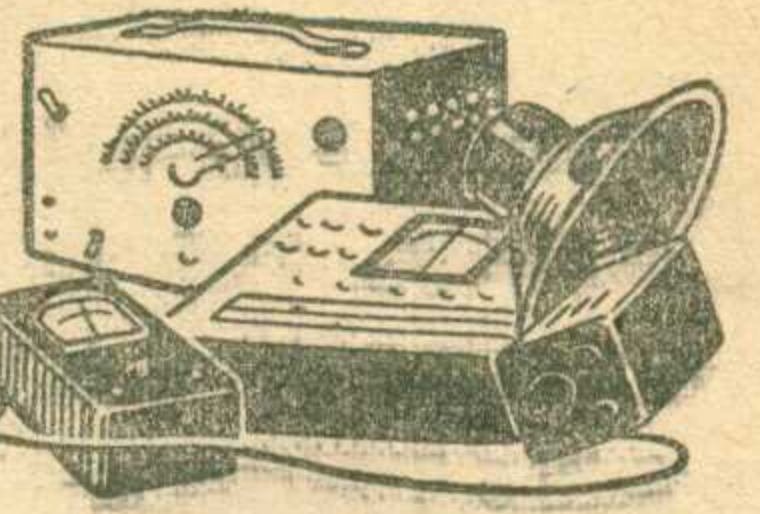
3. 在一般超外差式收音机中，多用双二极管或双三极管接成检波—第一低放电路。能够不用复合管而只用一个五极管组成这样的电路吗？(胡继生)

提高收音机灵敏度的一个方法

外差式收音机中如有自动音量控制(AVC)，那末变频管和中放管的信号栅极多少总有一些额外的负压。这个额外的栅负压减小了接收机的前级增益。为弥补这一不足，较好的办法是用一个1~2兆欧的带开关电位器R，照附图所示的方法连接起来。在接收微弱电台时，便可以利用这个电位器与滑地逐渐短路自动音量控制，直至达到满意的灵敏度为止。当接收强电台时，可以把开关S断开，以恢复自动音量控制作用。

这个电位器的接法应正好和习惯接法相反，即把原来接信号输入端的一头接地，这样，顺时针旋转电位器时灵敏度增加，反时针旋转电位器时灵敏度降低；反转到最后位置，则断开开关。(田进勤)



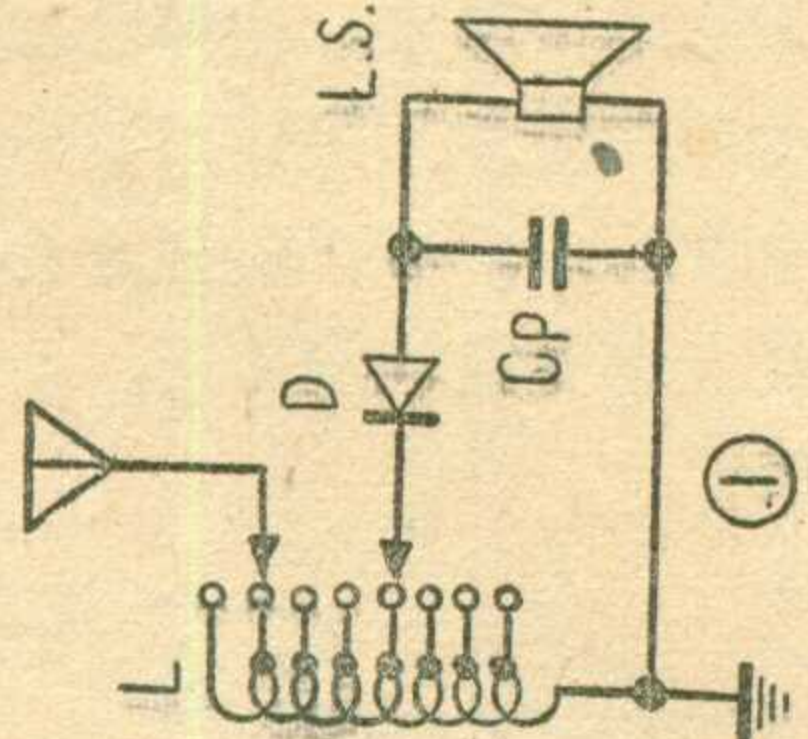


罗 鹏 搏

矿石收音机不用电源，它完全依靠天线上接收下来的无线电波的能量来工作，再加上本身也没有放大作用，因此要想提高矿石收音机的灵敏度，也就是说要求它接收电力小的电台，或远地的电台时声音也很响，却不是一件简单的事情。从矿石机的特点考虑，要提高它的灵敏度，有两个途径：一是从天线上多接收一些广播电台所发送过来的高频电能；另一方面是对接收到的高频电能充分地加以利用，使它少受损耗，尽量地都转变成为声能。

首先谈谈怎样充分利用天线上接收下来的无线电波。有些矿石机线路的结构非常复杂，可是灵敏度却不見得高，因为从天线上接收下来的电能是有限的，矿石机又不能放大，每多经过一部分电路，就增多一重损耗，线路越复杂，损耗就越大，所以灵敏度不但不能提高，反会更降低些。从提高灵敏度的观点来说，矿石收音机的电路还是越简单越好。

图1是我们试验成功的一架高灵敏度矿石收音机的线路，只用一根5米高、10米长的天线，地线接在自来水管上，在南京市收听江苏台的播音时，应用舌簧式扬声器，在一间20平方米的小房间内能够听得很清楚。图中L是圆筒形线圈，用直径0.72毫米（22号）漆包线在直径64毫米的绝缘管（可用浸腊纸管）上单层平绕100圈，每隔10圈抽出一个头。D是一只晶体二极管，用作检波器。L.S.是一只平衡舌簧式扬声器。C_p是一只0.01微法的纸质旁路电容器。这种线路为什么会把灵敏度提得这样高呢？下面就所采取的各项措施谈一谈。



一、直接利用天线构成调谐回路

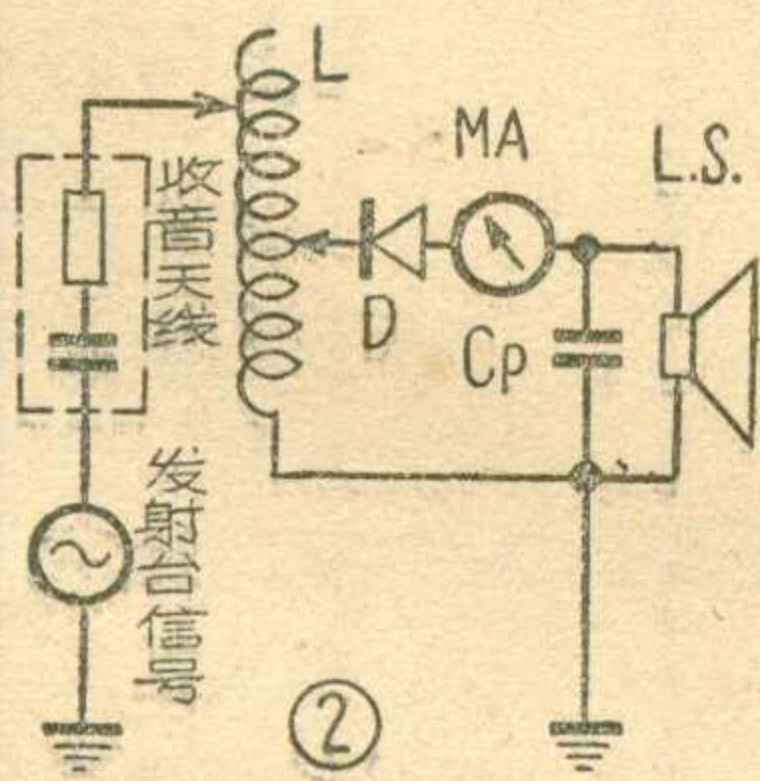
从实际测量的结果得知，对一般常用

的“Γ”形天线来说，当天线的长度（包括引入线的长度）刚好等于所接收广播电台波长的 $\frac{1}{4}$ 时，天线的作用等于一个纯电阻；当长度小于 $\frac{1}{4}$ 波长时，就等于一个电阻和一个电容器相串联，天线越长时，这个串联电容器的电容量也越大；而长度大于 $\frac{1}{4}$ 波长的时候，天线等于一只电感线圈和一只电阻串联。天线愈长，电感量也愈大。附表列出了不同长度天线所具有的特性。

中波广播段的波长范围大约是190~

天线长度	等效电路
$< \frac{1}{4}$ 波长	
$= \frac{1}{4}$ 波长	
$> \frac{1}{4}$ 波长, $< \frac{1}{2}$ 波长	

555米。就最短的波长190米来说，它的 $\frac{1}{4}$ 是47.5米，约合市尺15丈光景，普通天线很少达到这样的长度，那就是说，很少达到 $\frac{1}{4}$ 波长的。因此可以说我们常用的天线等于一个电容器和一个电阻相串联（如图2所示）。这个电容器的电容再加上线圈本身各线圈匝间的潜布电容之和，与线圈相



串联而构成串联回路，所以调整线圈的抽头到合适的位置，就能与所收电台信号相谐振。这种调谐回路由于直接地、充分地利用了从天线接收到的信号电能，所以能提高灵敏度。

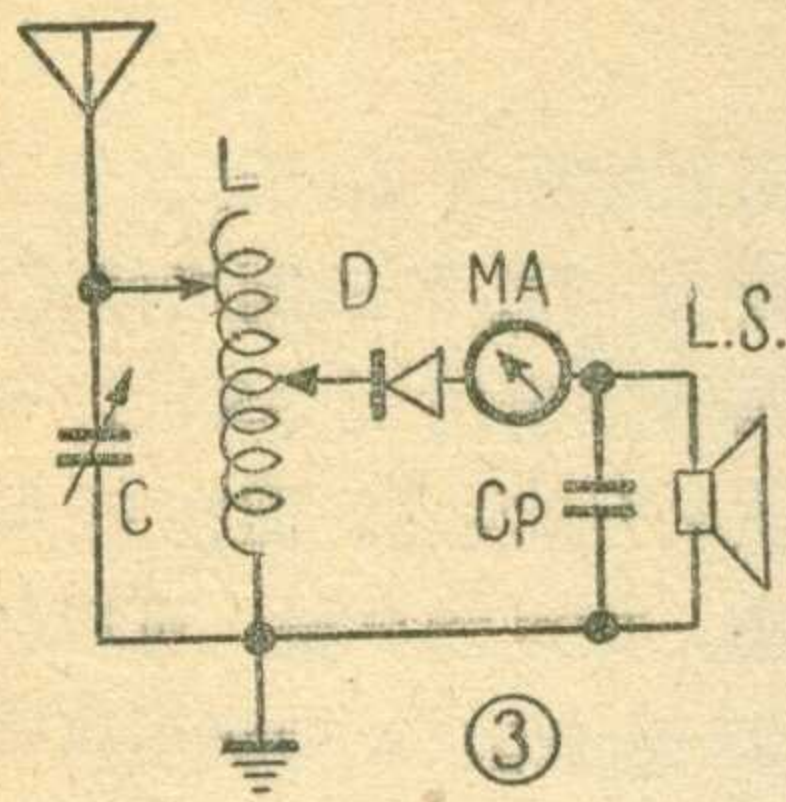
二、检波元件的选用和接法

使用晶体二极管来做检波元件，比一般矿石或氧化铜要灵敏得多。我们检查矿石的灵敏度总是根据它的正、反方向电阻的差别来判断的。一般认为一块矿石的正、反方向电阻差别在20倍以上就算是很灵敏的了。可是晶体二极管用最高读数为100千欧的低阻欧姆表测量时，正向电阻

约200~500欧姆，反向电阻大到连指针的微动也看不出来，也就是远远超过了100千欧姆。所以用这种晶体二极管换上去代替矿石，音量就会增强很多。

另一个改进是把检波器的输入端改接在线圈的适当抽头上，使检波器的阻抗和线圈的阻抗配合得当。这时，在图2中电流表的读数最大，也就是矿石电路里的电流最大，输出功率也最大，扬声器里的声音也最响，从而提高了灵敏度。电流表可以利用万能表里0~2毫安的一档接进去使用。等把抽头位置调整好了以后，就可以把电流表拆去不用了。如果没有电表的话，也可以直接以扬声器发音调到最响为准，这也就是输出最大的一点。当我们使用前面所说的5米高、10米长的天线在南京收听江苏台播音时，用一只上海利闻厂的203型舌簧式扬声器（直流电阻1000欧、1000赫时的交流阻抗13500欧），当检波器的抽头调到最大输出时，约在总圈数 $\frac{1}{10}$ 的位置，电流表的读数为1.1毫安，扬声器两端的音频电压（用电子管电压表测量）为7.6伏。如果把检波器的抽头改接到线圈顶端位置时，电流表的读数就降低到0.79毫安，声音就小得多了。

把检波器的抽头降低了以后，不但能使输出功率增大，同时选择性也能随着提高。这是因为：当检波器像图2那样直接跨接在线圈的两端时，由于检波器的阻抗比线圈的低得多，这就有一个低阻抗与线圈并联，大大降低了线圈的实效Q值，使谐振时的信号电压升不高，输出相应减小，灵敏度低落；同时也使回路的谐振特性曲线不够尖锐，选择性便大大降低。这时调节线圈抽头（每隔10圈抽一个头），前后移动一、两个抽头并不大容易分辨出声音的变化来。可是现在把检波器接在适当抽头上时，检波元件只和线圈的一部分并联，所以它对于回路的并联阻抗影响便减小，从而使实效Q值升高，选择性也得到提高。这时每隔10圈抽一个头来调节谐振就嫌太粗糙了。往往谐振点位在两抽头之间，光靠分线器调节不到最大输出点，功



率較小的电台就根本听不到了。还必須在綫圈上并接一只可变电容器来做精細調节，接成如图3那样。

加接一只并联电容器并不等于把这个矿石机电路改成并联諧振电路，而是微調等效串联回路的諧振頻率。因此使用的可变电容器容量不宜太大，容量过大时也会影响輸出功率。如果使用一般的单連360微微法可变电容器来調諧的話，实际使用的容量只能在70~80微微法左右（即动片旋入約 $\frac{1}{3}$ 位置），或把可变电容器改接在圈数較少的一个抽头上，像

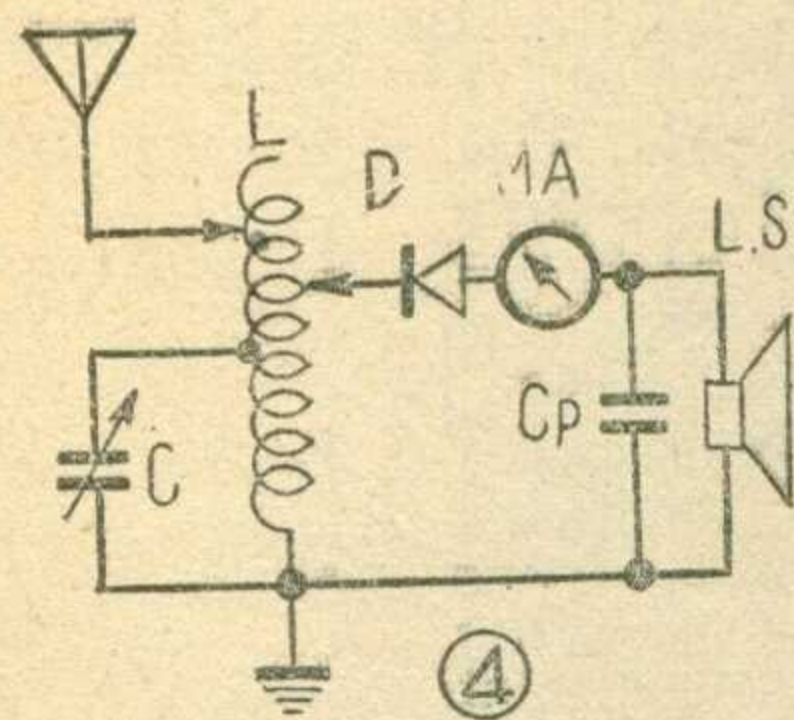


图4那样，就可使調节更加精細。我們曾做过这样的試驗，把可变电容器調在接近最大容量的位置，而改变綫圈的圈数来湊成諧振。先把电容器像图3那样接成与全部綫圈并接，記錄下电流表的指数。然后把电容器照图4那样改接在总圈数的 $\frac{1}{10}$ 的位置上，这时輸出电流表的指数比前一种接法增高約 $\frac{1}{5}$ 。如果能

把綫圈的抽头分得更細些的話（每两、三圈抽一个头），那倒是索性不用可变电容器更好些。（像图1一样）。

三、揚声器旁路电容器的关系

并联在揚声器两端的0.01 微法的旁路电容器也影响輸出功率，因为它能够让高频电流容易通过，使加在矿石两端的高频电压增大，增强輸出功率。在使用耳机时，因为具有較长的耳机綫，本身具有很大的旁路容量，所以旁路电容器的作用还不显著。在使用揚声器时，因为接綫短，綫間电容量小，就非常需要加接旁路电容器。我們試驗的情况是这样的：先不接旁路电容器，把矿石机調好在諧振位置，注意輸出电流的大小；然后把0.01 微法的紙质电容器并接在揚声器的两端，这时可看到輸出电流反减小了。可是再試調可变电容器C，发现电路已失調了，重調电容器到諧振点时，这时輸出电流比未接旁路电

容器以前增大約8%光景，說明加接旁路电容器以后可增加輸出。

四、綫圈的关系

这次我們把各种綫圈作了一个比較，看看哪一种好。是用Q表在700千赫测试各种綫圈的Q值，发现平常认为效果很好的脫胎式蜂房綫圈（就是一般矿石机最常用的綫圈）的效果比圓筒式綫圈差得多，还赶不上繞在磁性天綫棒上的綫圈好。粗銅綫繞的又比細銅綫繞的好一些。

其中以用英規22号漆包綫平繞在64毫米的圓筒上的繞圈效果最好，Q值达到132；蜂房綫圈只有60；磁性天綫綫圈为84。因此我們就决定采用这种形式的綫圈。共繞100圈（寬約15毫米）每隔10圈抽一个头，一般大号甲电池外套的圓紙筒浸腊以后就可以使用。

五、天綫和絕緣的关系

天、地綫安装得不好时，矿石机本身装得再好些也不会得到好的收听效果。我在收听时曾試把手指捏一下天綫柱，揚声器里的声音就立刻低下去，串联在揚声器电路上的毫安表指針由1.2毫安下降到0.3毫安。原先天綫的引入綫引入室内时是碰在木窗框上的，輸出电流为0.85毫安；把引入綫撥离窗框，改成悬空地拉进窗内以后，輸出电流就增加到1.2毫安。

所以天綫、綫圈、电容器等都應該有良好的絕緣，高频部分的絕緣比低频部分（經晶体二极管檢波以后）更重要些。尤其在天綫引入室内时，要注意不碰触牆壁或其他潮湿的东西，以免电能漏損，在天晴时音量变大，天阴下雨时声音变小。地綫应当选择潮湿的地方，埋得深些，在大城市里最好接在自来水管上。

六、揚声器灵敏度的提高

我們这架矿石收音机是用舌簧式揚声器来做的，用舌簧式揚声器的好处是本身是高阻抗的，不需要匹合同样的輸出变压器，而且灵敏度比动圈式揚声器高。我們所用的揚声器是一般有綫广播站使用的利聞203型，如果能把揚声器的灵敏度再提高一些的話，声音还会响些。提高灵敏度的方法是把簧舌兩側空腔减小些（用小錘把垫在极靴兩端的銅质綫圈支架錘狹些）。因为一般的舌簧揚声器都是准备用来

收听有綫广播的，磁場的磁隙較大，可以容許30伏的音頻电压，而不致发生舌簧碰极发沙的現象。可是对矿石机来說，音頻电压比較小，一般不会超过15伏，所以揚声器的磁隙縮小以后也不会发生碰极的現象。减小磁隙的作用是：增加磁隙中的有效磁通（也就是提高磁場强度）和减小磁路阻力，这两种作用都可以提高揚声器的灵敏度。但是磁隙也不能过分减小，不然磁場过强以后，揚声器上原来的磷銅彈簧片无力維持舌簧在磁場中的中心位置，使它倒向磁极的一边，形成永久的碰极現象。

（上接第3頁）

多研究电离层扰动的重要实验。这种在电离层中飞行的实验室是非常诱人的，它可以仔細而詳尽地研究“当地”当时所发生的現象。

前面談的是环绕地球軌道飞行的卫星式飞船在改善无綫电通信系統方面所提供的可能条件。当然，实现星际航行的宇宙飞船展示着完全不同的远景。在实现地面电台同宇宙飞船的通信时，必須考虑这样的因素，即短于两厘米的电磁波在滴状物（雨、雪、雾、雹）、水蒸汽和空气的氧中要受到显著的吸收，因此用短于若干厘米的电磁波进行无綫电通信是不合适的，有时簡直就不可能。另外，长于8~9米的电磁波也不能用，因为它们会被电离层反射而不能通过电离层。这样一来，同地球大气层以外的宇宙飞船进行通信，只能利用大約从3厘米到8厘米的无綫电波。

此外，当沒有云层的时候，可見光和紅外綫波段的电磁波是可以通過地球外圍大气层的。制造出大功率光量子振蕩器以后，将可以利用光波同宇宙飞船保持通信。至于处在大气层以外的一个飞船同另一个飞船之間的信号除用超短波和光波之外，看来还可以利用毫米波、倫琴射綫和伽馬射綫。

（陆一节譯自苏联“无綫电”62年第11期）

放声响亮的外差式三管机

一般五管机用功率管6P1(6Π1Π)可以获得足够的功率输出,但是这种输出管的跨导不大($S=4.9$ 毫安/伏),必须在它的栅极输入10伏左右的低频信号,才能得到满功率输出,这在五管机时,因为有中放级,当然没有问题;但如果省去中放级,用这种管子就嫌输入信号不够强了。因此本机采用6P15(6Π15Π)做末级输出,由于它的跨导比6P1大两倍($S=14.7$ 毫安/伏),所以当末级输入信号电压较小时,也能得到高的输出功率(输入电压为2.1伏时,输出功率可达2.4伏安),这就使输出音量基本上与一般五管机相当。

本机电路如附图。高频部分用复合管6U1(6И1Π)的七极部分做混频及本机振荡,三极部分接成栅极检波。为了避免七极部分和三极部分的相互牵制作用,采用电感回输振荡线路,使公用的阴极直接通地。

变频后得到的中频信号,经过中频变压器T加到6U1的三极部分作栅极检波。然后又经过交连电容器C₅送入末级管6P15的栅极,作功率放大。

由于采用高跨导管,电源方面采用全波整流以减低电源脉动成分所引起的交流声。

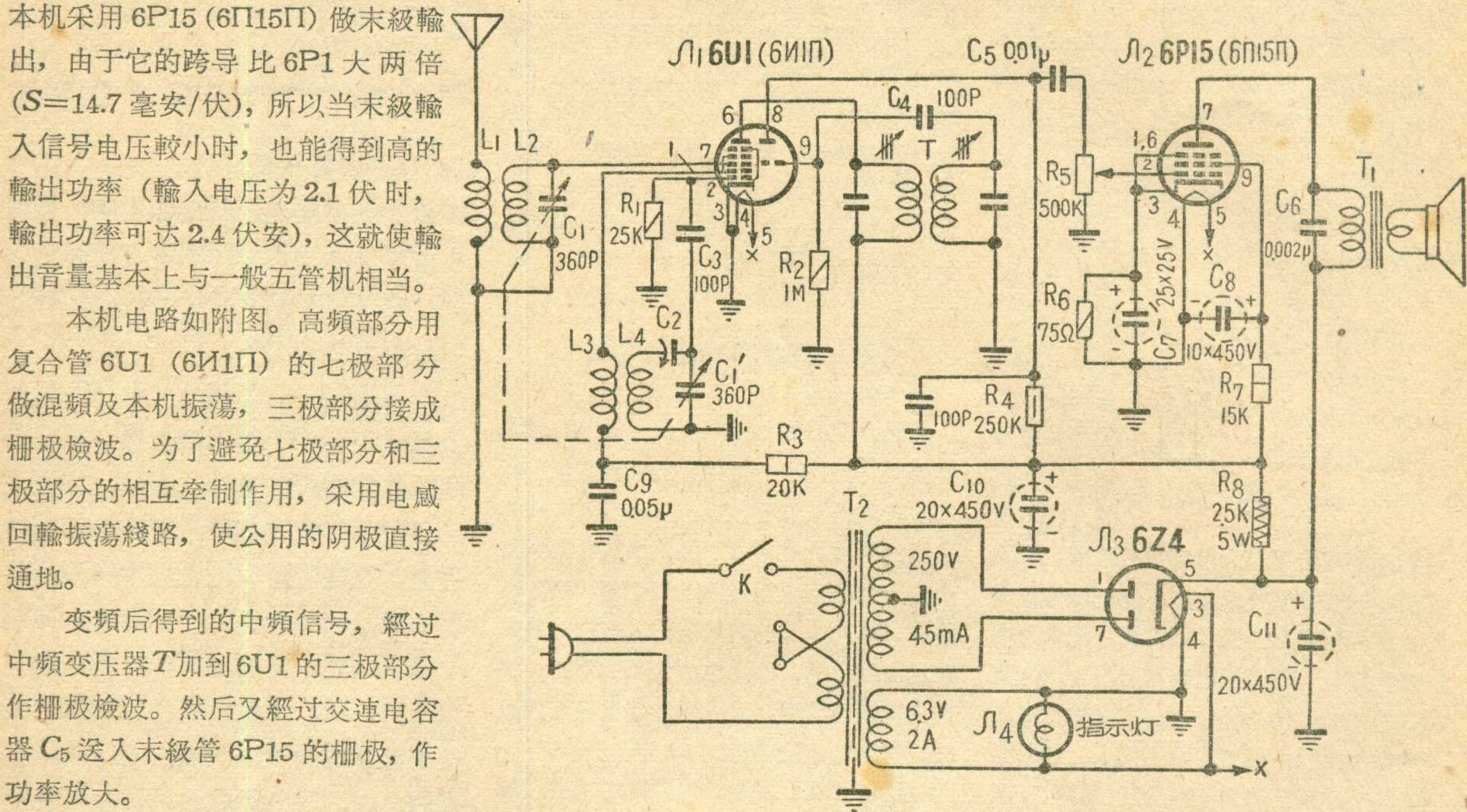
天线线圈和振荡线圈用美通552中波段线圈或配合6K8变频管用的610K等其它型号线圈。

中频变压器采用输出级的。如用输入级的,需要把它的初、次级线圈

移近一些,以增强耦合度,使灵敏度提高一些。

输出管负载电阻为10千欧,输出变压器可用配合6P1的改制后代用,如所用扬声器音圈阻抗为3.5欧,可将次级圈拆去约 $\frac{3}{10}$ 左右。但在低频特性方面较差。如可能自制,可以用截面积 16×24 毫米铁心,初级用直径0.1毫米漆包线绕4500圈;次级用直径0.8毫米漆包线绕84圈。

(于筠)



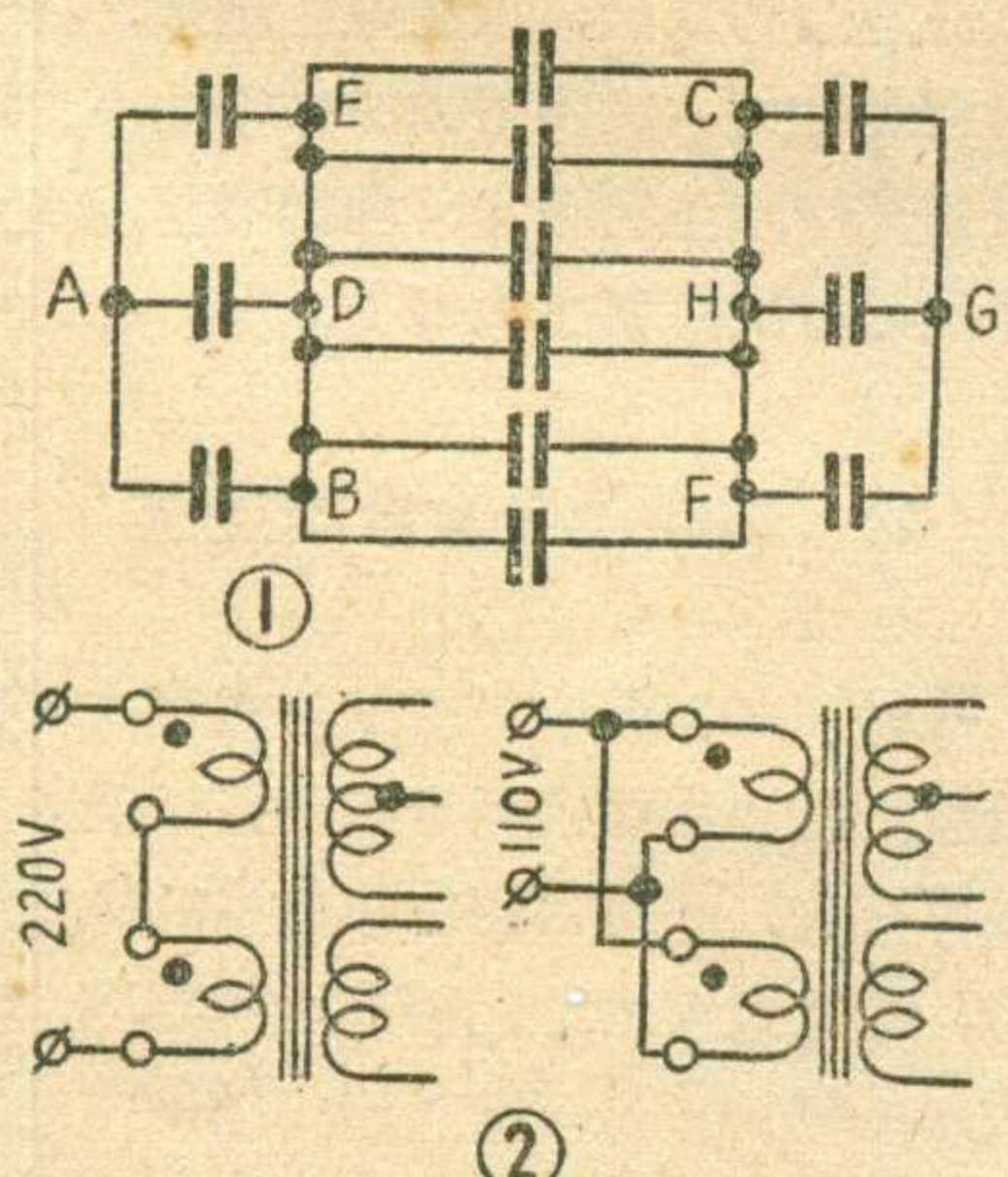
“想想看”答案

1. 我们假想地在A、G两点间任意加一电压,不难看到,由于对称的关系,和A点相邻的B、D、E三点电位相同,而和G点相邻的C、F、H三点电位相同。因此可以分别把B、D、E三点短接起来,把C、H、F三点短接起来(图1),而对整个电路并无影响。这样,AG两点间的总电容C_{AG}就是容量为15、30、15微法的三个电容的串联值。所以

$$\frac{1}{C_{AG}} = \frac{1}{15} + \frac{1}{30} + \frac{1}{15} = \frac{1}{6}$$

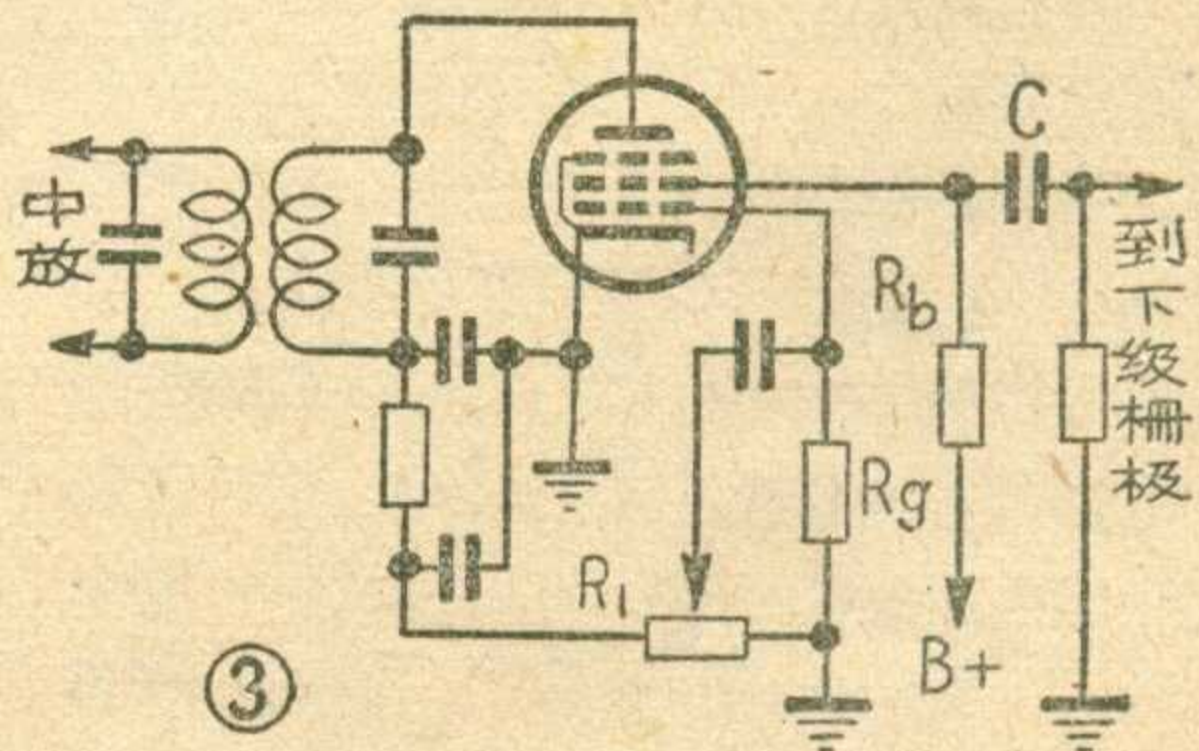
C_{AG} = 6 微法。

2. 虽然在电源电压为220伏时,两初级线圈串联,在110伏时两初级线圈并联,但是却把它们极性搞反了。这样,两个初级线圈中的电流每一瞬间在磁心中所产生的磁通量都是大小相等、方向相反,因而互相抵消。在这种情况下,不但



次级线圈中得不到感应电压,没有输出,而且初级线圈中由于自感电动势为零,电流会大大增加,从而把初级线圈烧毁。正确的接法见图2。

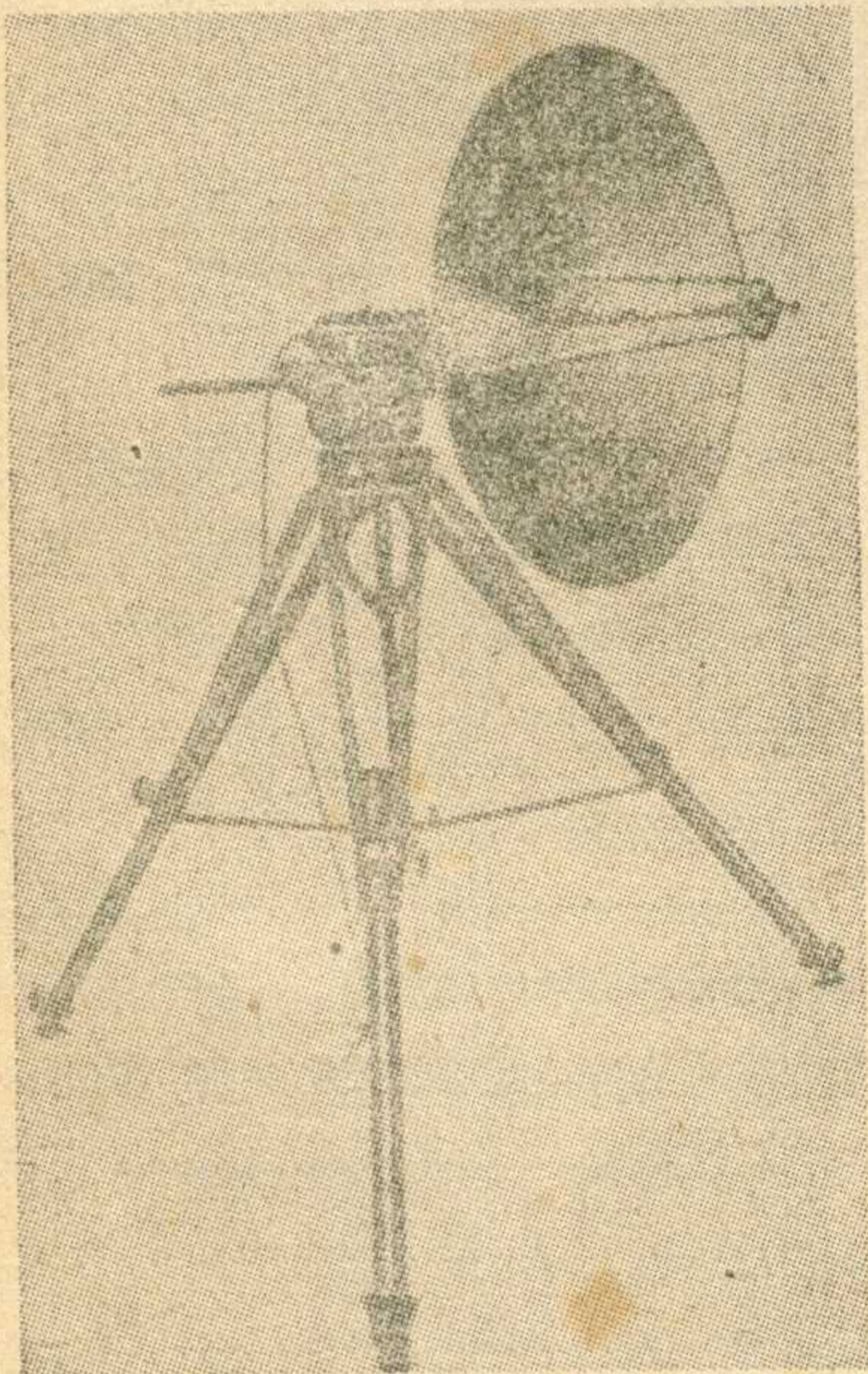
3. 电路如图3。这个电路中五极管的屏极与抑制栅极、阴极组成了一个二极管进行检波,而帘栅极、栅极与阴极又组成了一个三极管,进行第一低放。因为它是三极管进行低放,所以音质并不比用6Γ2Π或6H2Π差。因为是作电压放大,所以帘栅压一般不会超过100伏,电流也就很小,帘栅极的消耗并不会超过额定值,很安全。另外,五极管的内阻较二极管大,对中周的分流作用小,使中周的Q值降低少,所以选择性也比用6Γ2Π好。





声波通信电台

一家外国公司，研究成一种利用声波作载波的通信系统。声波频率范围为2到250千赫。这种系统的发射机是装在直径0.75米抛物面反射器焦点上的扬声器（见图）。调制方式采用调幅或调频都可以，载频选用30千赫。接收设备与发射装置类似，但在反射器的焦点上安装的是一个十分灵敏的麦克风。接收信号解调之后，可用耳机或扬声器来放送。



据报导，这种系统主要是在军事上应用，它能在不愿意或不可能使用电磁波的情况下传递信息。（金鹿译自苏联“外国无线电电子学”1962年第11期）

超声波消除摩擦力

超声波技术在各方面的应用，日益广泛。最近，英国茂勒研究所提出一种新用途。他们在研究中发现，把超声波加到重物与放置重物平面间的一薄水层上时，移动重物几乎没有滑动摩擦力产生的效应，好像这个重物浮在水层面上一样。目前虽然还在对这种效应做进一步实验，但是它

可能有很多的用处，例如减少工具间的滑动摩擦等等。（岑广能编译自英“新科学家”297 213 1962）

等离子切削金属

最近，有些科学家利用等离子体作切削金属的实验。他们曾利用温度高达17000°C的等离子体，在一个旋转着的油井钻机的钢棒上切削出深达6.25毫米的螺纹。虽然，这种燃烧切削速度达到了每分钟10米，金属切除量达到每分钟60立方厘米，但是螺纹表面还是很光滑的。这种等离子喷枪还可以作焊接、喷雾、加热、检验、加速化学反应及熔合等等工作。（岑广能编译自英“新科学家”298, 253, 1962）

用超声波治疗胆结石

布达佩斯一所外科医院，对用超声波破碎胆石进行了实验，结果很成功。实验的时候，用超声波照射胆石，使它受到超声波的冲击，这时在胆石周围的胆汁也受到同样的冲击。最普通的胆结石病经过两到五次照射后，胆石便完全变成粉末。（金鹿译自苏联“青年技术”1962年第11期）

对“X-律动”的有趣试验

很早以前，即已发现人的大脑中存在一种电振荡，一般叫它为X-律动。正在休息的或者睡着的人，这种有规律的振荡具有较高振幅。但是如果开始从事某种工作，它的振幅差不多减少到零。法国有几位工程师，最近利用大脑X-律动的这种特性作了一种有趣的实验。他们把被实验的人的大脑生物电流用电极引出，接到一个控制灯丝的电子设备。只要被实验的人反复命令自己“熄灭这个电灯”，这时X-律动的振幅下降了，由此产生的电压变化足以给出一个明显的信号。用电子装置放大这个信号，就能控制电灯的开关。据报导，如果适当地放大这种信号，用无线电波发射出去，那末通过人的想像命令，就能控制人造卫星上的机件的开关。

有趣的是，国外有些科学家认为这种试验的成功与否，与被实验的人当时的情绪有密切关系。如果被实验的人充满成功的信心，就能保证完全可靠地完成工作。（肖尧荣译自苏联“共青团真理报”1962年12月15期）

电视单眼镜

新发明的电视单眼镜，使用时戴在头部右耳上方和右眼前面，全部重量只有850公分左右。它的外形像一根L形管子，在长管脚内装着一支显象管，而在短管脚的一端装有反光镜，把图像反射到装在短管脚另一端的分光透镜上。分光透镜与眼睛成45°角，能使眼睛看到电视图像，并能通过它看到外界景象。显像管长17.8厘米，直径3厘米。采用525线标准，加速阳极电压为三千伏。据说图像非常清晰，眼睛不会发生疲劳和不快的感觉。

这种电视单眼镜的用途很广泛，例如飞行员戴上这种眼镜后，在驾驶飞机时可以一边直接观看仪表盘，一边可以利用它接收地面传送来的命令或图象。在机床上操作的工人，戴上这种眼镜后，可以不必离开工作地点就同时查看蓝图或工作指令。如果在机器背面操作，而机器正面对着摄像机，那末利用这种眼镜就可以看到机器正面的情况，增加很大的方便。（唐伟良译自美“无线电电子学”1962年第9期）

第二届世界遥控航模竞赛

去年8月14日至8月19日，在英国进行了第二届世界无线电遥控航空模型竞赛。竞赛规定运动员在点名入场后15分钟内完成19个动作（译者注：动作内容和要求与1962年“无线电”第5期“谈谈无线电操纵航空模型竞赛”一文介绍的相同）。采用的无线电遥控设备可分为两大类，第一类是超再生式，谐振继电器加中继继电器的程式；第二类是超外差式，不用中继继电器，而用晶体管开关电机执行机构的程式；两类约各占一半。设备几乎全是十通道双路并发，大都装有刹车及升降舵微调机构。此外有两套自制的和三套厂制的比例操纵设备，可以使被操纵的舵面和操纵杆成比例地动作，不像目前一些设备或者不操纵，或者一操纵就使舵面动到极端位置。比例操纵设备是今后的发展方向，很受人注意。在执行机构方面，除两架用气动式外，其余都是用电动机式。（黄永良据英“无线电操纵模型与电子管”1962年第10期编译）

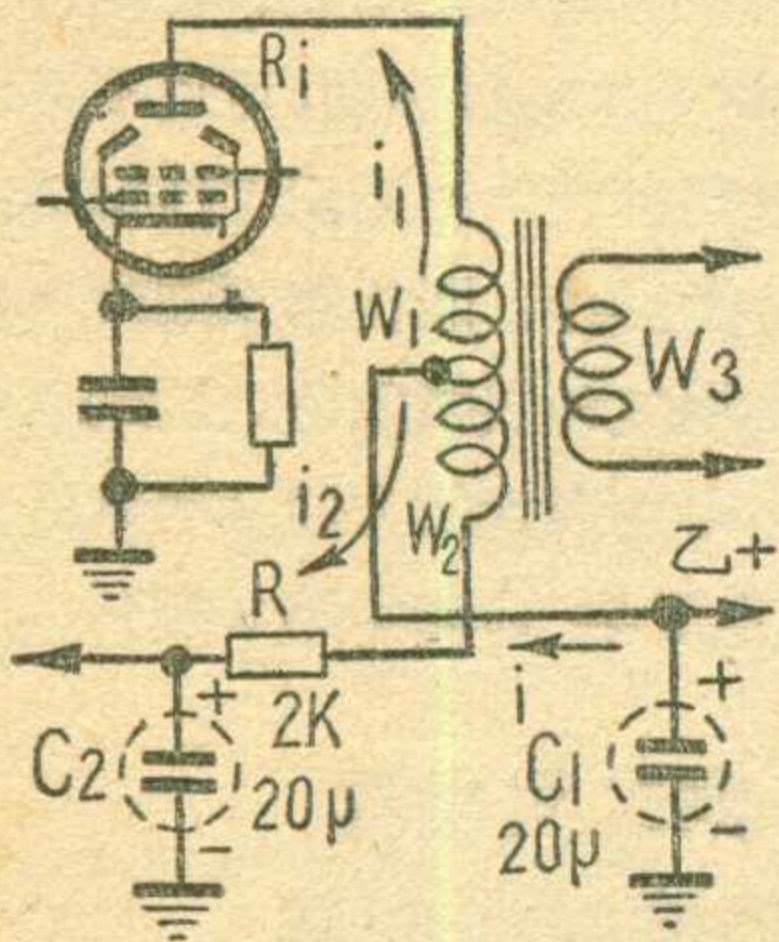
问与答

问：有的收音机，乙+ 通过输出变压器的抽头供电，有何作用？

答：主要目的是为了降低交流声。如图所示，由乙+ 滤波不净的交流电流 i 自输出变压器抽头点流入后，分为 i_1 和 i_2 ， i_1 经输出管通地， i_2 经 R 和 C_2 通地。因输出管内阻 R_i 大于 R ，故 i_1 小于 i_2 ，但初级圈 W_1 比 W_2 多，适当选择 W_2 ，可使安培匝数

$$i_1 W_1 = i_2 W_2。$$

由于 i_1 和 i_2 方向相反，于是磁通互相抵消，由乙+ 交流成分流过输出变压器初级所引起的交流声可被扼止。但此种电路对前级来的交流声仍无效果，故电源滤波器仍须完善。



设计时，先按一般计算输出变压器初级圈数的方法确定 W_1 （因音频输出电流经 C_1 通地， W_2 不起作用），然后计算 W_2 ，

$$W_2 = W_1 \frac{R}{R_i}$$

例如，已知 $W_1 = 2500$ 匝， $R = 2K$ ， $R_i = 50K$ ，则 $W_2 = 2500 \times \frac{2}{50} = 100$ 匝。

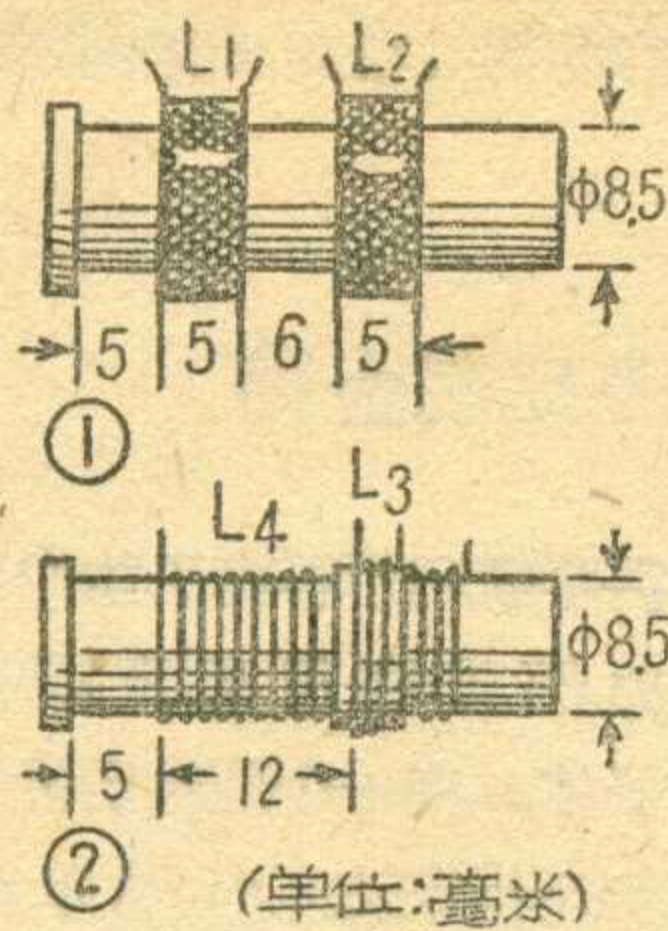
问：A 式线圈和 K 式线圈同是回输式，有何不同？6U1 (6M1П) 用 A 式好还是 K 式好？

答：A 式是配合 6A8 等类电子管用的，K 式是配合 6K8 等类电子管用的。虽然都是回输式，但两类管子的振荡跨导不同，因此振荡线圈的耦合度也不同。因 6K8 的振荡跨导比 6A8 高，若将 A 式振荡线圈用到 6K8 去，则回输过度，振荡太强，会发生啸叫等毛病，必须降低振荡屏压或拆去一些回输线圈才能正常工作。输入线圈则可通用。6U1 与 6K8 相似，故用 K 式线圈好，例如用美通 610K~640K 等可直接装配（详细参看本刊 1962 年第 11 期的问与答栏）。（以上俞锡良答）

问：超外美式收音机用 6U1 (6M1П) 变频，配用最大电容量 465 微微法的双连电容器，则中波段线圈绕制数据怎样？

答：输入电路线圈绕制规格如图 1。

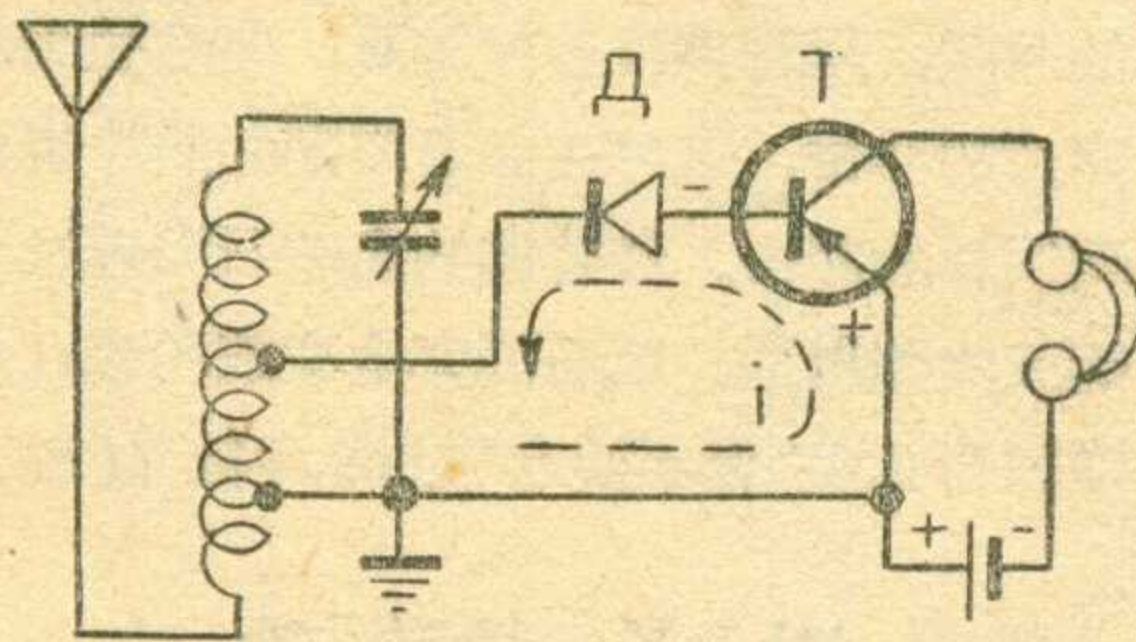
天线回路线圈 L_1 用直径 0.1 毫米单丝漆包



线蜂房绕 320 圈，调谐回路线圈 L_2 用 7×0.06 毫米单丝漆包线蜂房绕 122 圈。振荡线圈绕制规格如图 2。回授线圈 L_3 用 0.1 毫米漆包线密绕 34 圈，调谐回路线圈 L_4 用 0.1 毫米漆包线密绕 148 圈。初次级间垫以三层 0.03 毫米厚的聚苯乙烯薄膜或一层黄腊绸，采用 M4 螺紋磁铁心 (M6 \times 1 型，长度 10~20 毫米) 调节，线圈管用聚苯乙烯制造，也可采用有机玻璃在车床上加工而成。（鲜于景卷答）

问：附图的线路中没有基极的偏流电路也能起放大作用，其原理如何？

答：这种线路的特点是可以不要偏流电阻，它是利用二极管对外来信号的整流



作用（整流电流如图中虚线所示），而整流电流中的直流分量给基极与发射极之间加了一定的偏流。可以想像，这种电路二极管的极性不能接错，另外外来信号愈强，偏流愈大，晶体管工作点会移动，没有外来信号时集电极电流很小，甚至于无。

（丁启鸿答）

问：收听新闻广播时，有时每句话有一大一小两个声音先后出现，好像是复诵，不知为什么？

答：这是在播送磁带录音节目时常常产生的现象。由于磁带是卷成圆盘形的，各圈之间紧密地靠在一起。录音后，某一段随着声音变化而磁化的磁带，往往会由于磁感应的关系使其相邻圈的同一段上也产生微弱的磁化，因此在放音时就会形成声音一大一小两次出现的现象。（郑宽君答）

问：快速电烙铁的原理和特点怎样？

答：快速电烙铁是利用低电压大电流通过低阻导体时产生的热量来进行焊接的，因此常带有降压变压器。它起动很快，几秒钟内就可以达到焊锡的熔点，但是连续使用的时间不能太长，否则容易损坏。（冯报本答）



看不见的光线——红外线……………(1)

宇宙飞船探测电离层……………陆一編譯(3)

諧振……………莫愁(4)

談相位……………工(6)

电子閃光測速仪……………厘波(8)

簡易收发报练习器……………刘金鈴(9)

收音机元件的排列和布綫……………俞錫良(10)

国产漆包銅綫規格表——封三

資料說明……………俞錫良(12)

接收超短波調頻广播的附加器

……………E·斯塔霍夫(13)

来复式晶体管单管机……………鏡西(14)

晶体管收音机用变压器的繞制

……………葛勉之(15)

分頻滤波器的設計……………И·切克馬列夫(16)

收音机的应急修理……………馬书安(18)

想想看……………(19)

提高收音机灵敏度的一个方法

……………田进勤(19)

怎样提高矿石机的灵敏度……………罗鵬搏(20)

放声响亮的外差式三管机……………于筠(22)

“想想看”答案……………(22)

国外点滴……………(23)

問与答……………(24)

封面說明：

用电子閃光測速仪測量紗錠轉速

編輯、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
訂购处：全国各地邮电局所

本期出版日期：1963 年 2 月 10 日
本刊代号：2—75 每册定价 2 角

国产漆包铜线规格表

铜心标称直径 (毫米)	漆包线最大外径 (毫米)	铜心截面积 (平方毫米)	温度为+20°C时 直流电阻 (欧/1000米)	漆包线重量 (公斤)	每厘米 可绕圈数 (匝)	电 流 (安培)			近似的英规 SWG 铜线		
						3安培/平方毫米 相当于 1安培/658圆米耳	2.5安培/平方毫米 相当于 1安培/789圆米耳	2安培/平方毫米 相当于 1安培/987圆米耳	线号	铜心直径 (毫米)	漆包线直 径 (毫米)
0.03	0.045	0.0007065	24704	0.012	222.2	0.00212	0.00177	0.00141	49	0.030	
0.04	0.055	0.001257	13920	0.015	181.8	0.00377	0.00314	0.00251	48	0.041	
0.05	0.065	0.001963	8949	0.019	153.8	0.00589	0.00491	0.00393	47	0.051	0.0571
0.06	0.075	0.002827	6198	0.027	133.3	0.00848	0.00707	0.00565	46	0.061	0.0666
0.07	0.085	0.003848	4556	0.036	117.6	0.0115	0.00962	0.00770	45	0.071	0.0785
0.08	0.095	0.005027	3487	0.047	105.3	0.0151	0.0126	0.0101	44	0.081	0.089
0.09	0.105	0.006362	2758	0.059	95.2	0.0191	0.0159	0.0127	43	0.091	0.099
0.10	0.12	0.007854	2237	0.073	83.3	0.0236	0.0196	0.0157	42	0.102	0.112
0.11	0.13	0.009498	1846	0.088	76.9	0.0285	0.0237	0.0190	41	0.112	0.124
0.12	0.14	0.01131	1551	0.104	71.4	0.0339	0.0283	0.0226	40	0.122	0.135
0.13	0.15	0.01327	1322	0.122	66.7	0.0398	0.0332	0.0265	39	0.132	0.145
0.14	0.16	0.01539	1139	0.141	62.5	0.0462	0.0385	0.0308			
0.15	0.17	0.01767	993	0.162	58.8	0.0530	0.0442	0.0353	38	0.152	0.168
0.16	0.18	0.02011	872	0.184	55.6	0.0603	0.0503	0.0402			
0.17	0.19	0.02270	773	0.208	52.6	0.0681	0.0568	0.0454	37	0.173	0.188
0.18	0.20	0.02545	689	0.233	50.0	0.0764	0.0636	0.0509			
0.19	0.21	0.02835	618	0.259	47.6	0.0851	0.0709	0.0567	36	0.193	0.211
0.20	0.225	0.03142	558	0.287	44.4	0.0943	0.0786	0.0628			
0.21	0.235	0.03464	506	0.316	42.6	0.104	0.0866	0.0693	35	0.213	0.231
0.23	0.255	0.04155	422	0.378	39.2	0.125	0.104	0.0831	34	0.234	0.254
0.25	0.275	0.04909	357	0.446	36.4	0.147	0.123	0.0982	33	0.254	0.277
0.27	0.31	0.05726	306	0.522	32.3	0.172	0.143	0.115	32	0.273	0.298
0.29	0.33	0.06605	265	0.601	30.3	0.198	0.165	0.132	31	0.295	0.32
0.31	0.35	0.07548	232	0.689	28.6	0.226	0.189	0.151	30	0.315	0.34
0.33	0.37	0.08553	205	0.780	27.0	0.257	0.214	0.171			
0.35	0.39	0.09621	182	0.876	25.6	0.289	0.241	0.192	29	0.345	0.376
0.38	0.42	0.1134	155	1.03	23.8	0.340	0.284	0.227	28	0.376	0.406
0.41	0.45	0.1320	133	1.20	22.2	0.396	0.330	0.264	27	0.417	0.45
0.44	0.49	0.1521	115	1.38	20.4	0.456	0.380	0.304			
0.47	0.52	0.1735	101	1.57	19.2	0.521	0.434	0.347	26	0.457	0.487
0.49	0.54	0.1886	93.0	1.71	18.5	0.566	0.472	0.377			
0.51	0.56	0.2043	85.9	1.86	17.9	0.613	0.511	0.409	25	0.508	0.56
0.53	0.58	0.2206	79.5	2.00	17.2	0.662	0.552	0.441			
0.55	0.60	0.2376	73.7	2.16	16.7	0.713	0.594	0.475	24	0.559	0.60
0.57	0.62	0.2552	68.7	2.30	16.1	0.766	0.638	0.510			
0.59	0.64	0.2734	64.1	2.48	15.6	0.820	0.684	0.547			
0.62	0.67	0.3019	58.0	2.73	14.9	0.906	0.755	0.604	23	0.610	0.655
0.64	0.69	0.3217	54.5	2.91	14.5	0.965	0.804	0.643			
0.67	0.72	0.3526	49.7	3.19	13.9	1.06	0.882	0.705			
0.69	0.74	0.3739	46.9	3.38	13.5	1.12	0.935	0.748			
0.72	0.78	0.4072	43.0	3.67	12.8	1.22	1.02	0.814	22	0.711	0.76
0.74	0.80	0.4301	40.7	3.90	12.5	1.29	1.08	0.860			
0.77	0.83	0.4657	37.6	4.21	12.0	1.40	1.16	0.931			
0.80	0.86	0.5027	34.8	4.55	11.6	1.51	1.26	1.01	21	0.813	0.87
0.83	0.89	0.5411	32.4	4.89	11.2	1.62	1.35	1.08			
0.86	0.92	0.5809	30.1	5.25	10.9	1.74	1.45	1.16			
0.90	0.96	0.6362	27.5	5.74	10.4	1.91	1.59	1.27	20	0.914	0.98
0.93	0.99	0.6793	25.8	6.13	10.1	2.04	1.70	1.36			
0.96	1.02	0.7238	24.2	6.53	9.8	2.17	1.81	1.45			
1.00	1.07	0.7854	22.4	7.10	9.4	2.36	1.96	1.57			
1.04	1.12	0.8495	20.6	7.64	8.9	2.55	2.12	1.70	19	1.016	1.08
1.08	1.16	0.9161	19.1	8.27	8.6	2.75	2.29	1.83			
1.12	1.20	0.9852	17.8	8.86	8.3	2.96	2.46	1.97			
1.16	1.24	1.057	16.6	9.53	8.1	3.17	2.64	2.11			
1.20	1.28	1.131	15.5	10.2	7.8	3.39	2.83	2.26	18	1.219	1.29
1.25	1.33	1.227	14.3	11.1	7.5	3.68	3.07	2.45			
1.30	1.38	1.327	13.2	11.9	7.2	3.98	3.32	2.65			
1.35	1.43	1.431	12.3	12.9	7.0	4.29	3.58	2.86			
1.40	1.48	1.539	11.3	13.9	6.8	4.62	3.85	3.08	17	1.422	1.49
1.45	1.53	1.651	10.6	14.9	6.5	4.95	4.13	3.30			
1.50	1.58	1.767	9.93	15.9	6.3	5.30	4.42	3.53			
1.56	1.64	1.911	9.17	17.2	6.1	5.73	4.78	3.82			
1.62	1.71	2.061	8.50	18.5	5.8	6.18	5.15	4.12	16	1.626	1.71
1.68	1.77	2.217	7.91	19.9	5.6	6.65	5.54	4.43			
1.74	1.83	2.378	7.37	21.4	5.5	7.13	5.95	4.76			
1.81	1.90	2.573	6.81	23.1	5.3	7.72	6.43	5.15	15	1.829	1.92
1.88	1.97	2.776	6.31	24.9	5.1	8.33	6.94	5.55			
1.95	2.04	2.987	5.87	26.8	4.9	8.96	7.47	5.97			
2.02	2.12	3.205	5.47	28.9	4.7	9.62	8.01	6.41	14	2.032	2.13
2.10	2.20	3.464	5.06	31.1	4.5	10.4	8.66	6.93			
2.26	2.36	4.012	4.37	36.2	4.2	12.0	10.00	8.02	13	2.337	2.44
2.44	2.54	4.676	3.75	42.2	3.9	14.0	11.69	9.35			

简易收发报练习器

