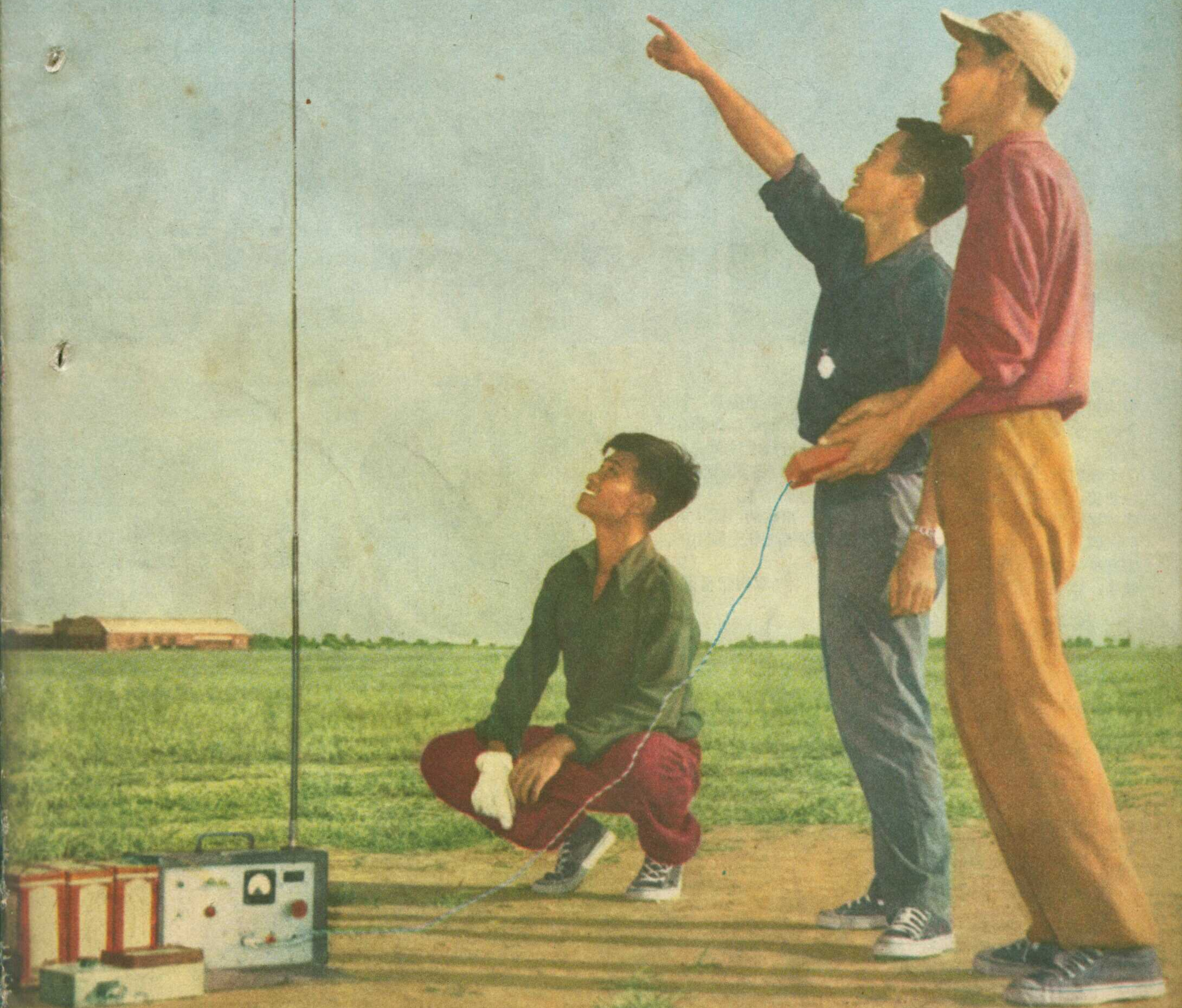


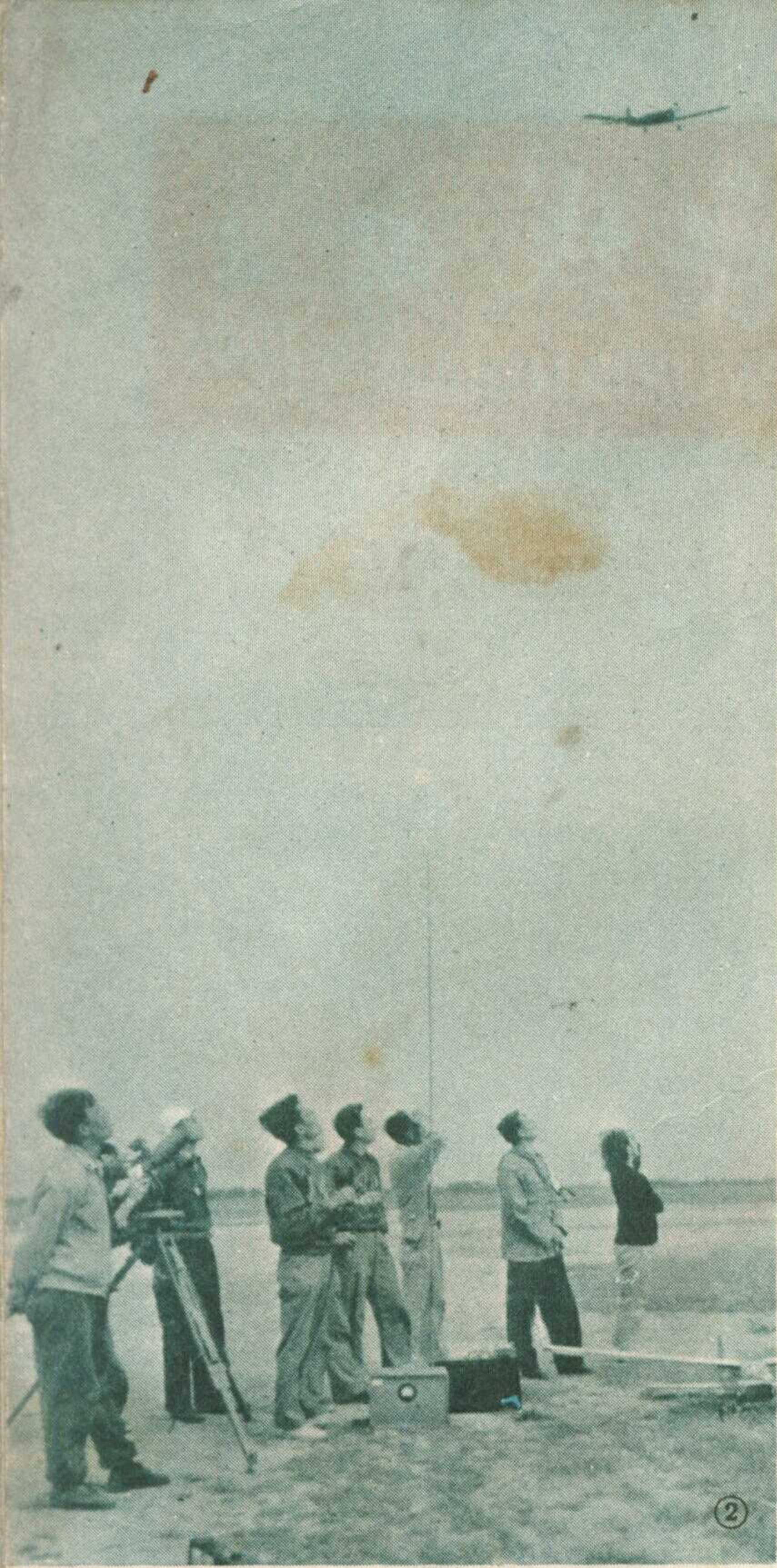
无线电

4

WUXIANDIAN

1961



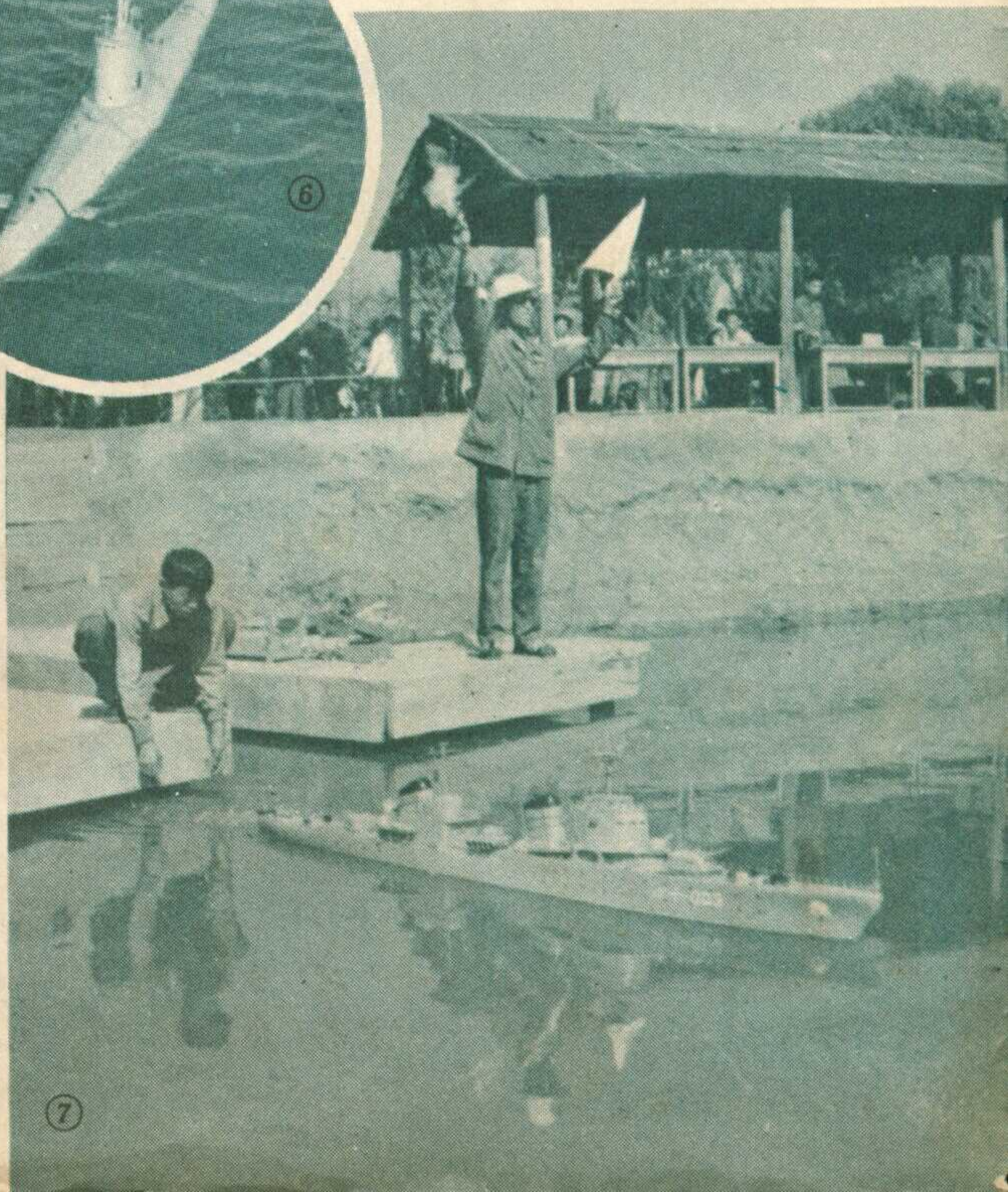
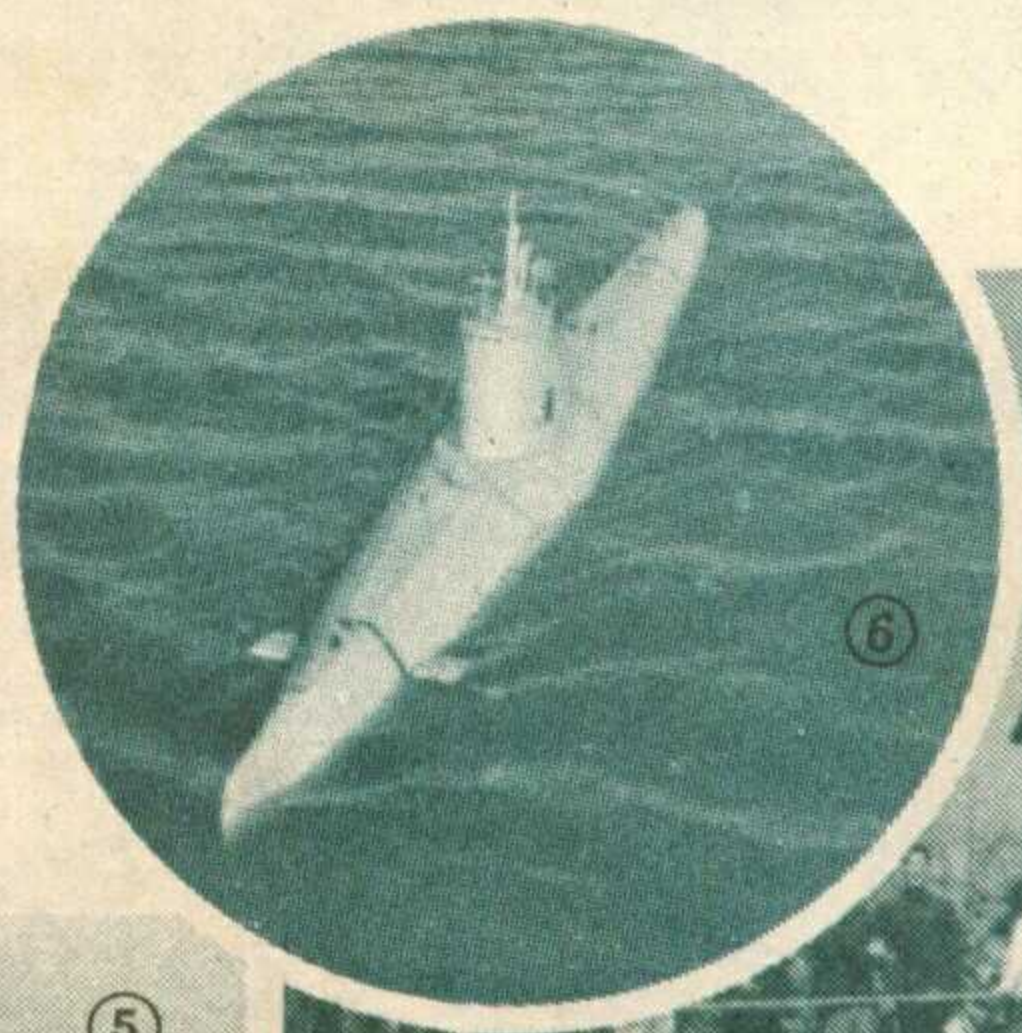


在1961年全国无线电操纵航空模型竞赛会上



①为生产、国防服务是这次竞赛的特色。这是为农业生产服务的一个项目，河南队在喷洒农药。
②无线电操纵的模型飞机在空中盘旋，准备人工降雨。
③甘肃队的运动员在作起飞前的测试。
④吉林队的鱼雷艇模型将要起航了，运动员正在调整无线电

接收机器。
⑤交流经验，共同提高。解放军队和上海队的运动员们在一起研究、交流技术经验。
⑥北京队的潜水艇模型正在破浪前进，准备潜水。
⑦裁判员一声枪响，四川队的导弹驱逐舰模型在无线电的操纵下起航。
(本刊记者摄影)



无线电通信的新发展

叶培大

1895年，偉大的俄罗斯科学家波波夫发明了无线电。这门新兴的学科，首先应用在通信方面。六十多年来，特别在最近几年，无线电通信得到了极大的发展，从范围而言，已上天入地；应用的波段，从超长波扩展到紫外线光波；通话路数从几十路增加到几百、几千路甚至有可能达到十几万路；采用的技术，从宏观世界深入到微观世界。现在把近代无线电通信发展情况概括成四个方面分述如下。

一、无线电多路通信

传送一路电话通信要占4千赫宽的频段，而传送一路电视要占6兆赫宽的频段。如果同时传送几千路电话或几路电视，使用频率就已超出短波范围了。因此，必须扩展通信频段，利用频率高达几万乃至几十万兆赫的超短波。

超短波在传播时差不多是沿直线前进的，而且不能像短波那样可以从地球上空的电离层反射回来。由于超短波的这种传播特点，在弯曲的地球表面上通信距离就受到了很大的限制，在地平线以下的地方很难收到。一般通信距离限制在所谓视距范围内，只有50—60公里。为了实现远距离通信，必须每隔几十公里设一个接力站，把收来的电磁波加以放大，再送给下一个站，依次相传，这就是目前所广泛采用的无线电多路接力通信。

很明显，这种接力通信方式在一条线路上要设很多的接力站，需要大量设备，很不经济。能不能减少接力站，也就是增加接力站间的距离？这个问题促使科学家们进一步研究新的

通信方式，如散射通信、流星余迹通信、波导通信等等。

超短波散射通信

上面已谈到，超短波不能从电离层反射回到地球上，又不能沿地球表面的弯曲路径传播，那么，照理在直线距离以外就不可能收到超短波信号了。但是，实际上有时在直线距离以外很远的地方还能收到电视信号，这个现象又怎样解释呢？原来，离地面10公里左右有一个大气对流层，它经常有小规模的骚乱，使大气的温度、压力、湿度等不均匀，各点的电介质常数不均匀，因此电磁波射上去时，被照射的地方好像是一面表面粗糙的镜子，把射来的电磁波四处反射。也好像那里有很多方向很乱的小天线，形成了一个副辐射源。这种现象，就叫做对流层散射。这样，离发射地点很远的地方也能收到超短波信号了。不过，因为发射到接收地点的电磁波，仅仅是射上去的极微小的一部分，所以要想收到足够强的信号，必须加强发射功率。实际上，利用对流层发射的通信系统，发射机功率高达50匹，并且要用大直径的抛物面天线。接收方面采用分集式接收法。通信距离，如果通一路电视，可达到600公里。这不算极限，还有可能增加到1500公里左右。波长用在10厘米到10米之间。

除对流层外，电离层由于电离子密度的不均匀性，也能产生散射现象。利用这种现象的通信叫做电离层散射通信。因为电离层比对流层高得多，所以通信距离更远，现在实验的结果是2000公里。但是这种通信的路

数较少，只有2—3路。

散射通信已实际应用。有一条散射通信电路长达一万多公里，中间只设有6个接力站。不过，有关散射通信的理论和实际应用中的很多问题，还没有解决好。

米波流星余迹通信

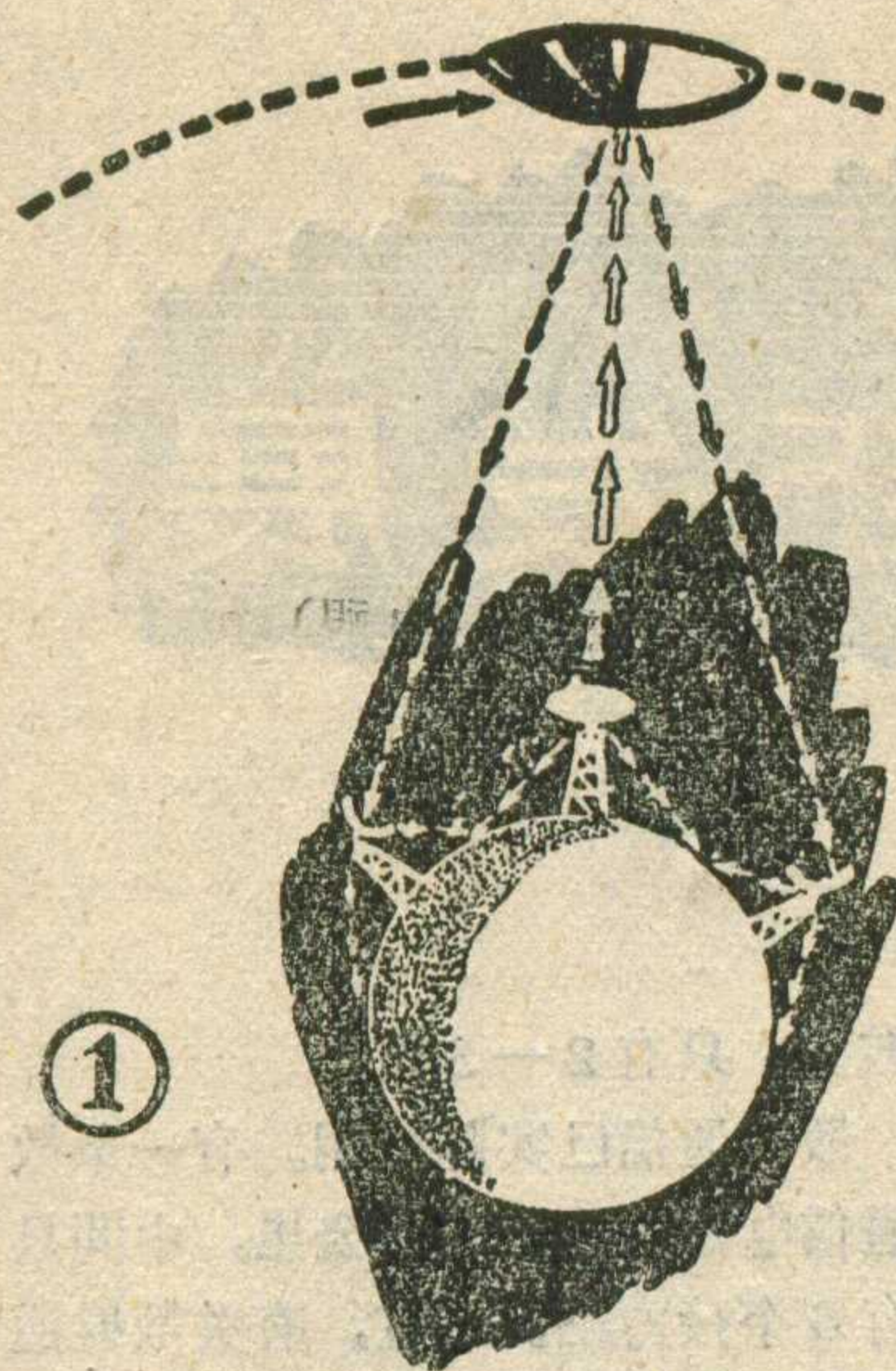
利用散射的电磁波作通信，发射功率必须大。有没有能够反射超短波段电磁波的东西可以利用以降低发射功率呢？结果找到了流星。

流星每昼夜进入大气层的数目很多，有 10^{10} 个之多，如果都能落在地面上，平均每平方公里差不多就有200个。这些流星与大气摩擦时，产生高热，使周围的分子离子化，形成一条离子带，长达几公里。这种离子带每米内自由电子的数量约自 10^{10} 至 10^{16} 。超短波射到离子带时，能够被反射回来。因此，利用流星的余迹可以实现反射通信。不过流星不是经常有的，没有流星或离子化程度不足时怎么办呢？现在解决的办法是采用一种存储器，它把电报或电话等信号存储起来，等到有流星而且电离强度足够大时，再自动快速发出。

根据实验，利用流星余迹通信，用6—10米的波段，不复杂的天线，几百瓦的发射功率，可通1千多公里。但是，对这种通信方式，还研究得不够，例如它与其它通信方式比较，优缺点如何？能通多少路电话？尚未得出结论。

毫米波波导通信

以上所谈的几种通信方式所用的



波长都不能太短。太短，例如在3厘米时，大气的吸收作用就很严重，损失太大。波长不能太短，可以利用的波段就不能太宽，通信路数就不能太多。此外，这些通信方式多少都要受到天时的影响，有衰落，保密性也不强。有没有其它通信方法可以克服这些缺点呢？

能够满足这些要求的一种方法是波导通信。它利用空心的圆金属管——圆波导来传输电磁波，采用毫米波段（1毫米到10毫米），有可能通十几万路电话或者200个彩色电视节目。关于这方面的問題，已有所介绍（见1961年第1期），这里就不再谈了。

二、宇宙通信

人类征服宇宙的时代已经到来，这不能不对无线电通信提出新的课题。宇宙飞船之间、飞船与地面之间的通信怎样实现？地球卫星能否帮助地面之间的通信？这些问题使人们发生了极大的兴趣。

目前应用在宇宙航行里的无线电通信系统有二：一为无线电遥控遥测所用的通信系统，一为无线电传真、电视、电报、电话等等。

遥控遥测用通信系统

为了修正飞船的航行参数，地面控制中心要发布命令。命令的种类繁

多，达十几种。在飞船上所要测量的数据也很多，有几十种。传送这些命令和数据，就需要无线电多路通信系统。实现多路通信的方法与一般所用的相同，通常采用频率划分法和时间划分法。

频率划分法是把各种数据或者各种命令转换成不同频带的电信号，彼此各占一个频带，互不干扰。在接收方面利用滤波器把这些频带分开，得出各路的电信号，再转换成各种命令或数据。

时间划分法的原理是这样的。实际上，每一路通信占用的时间并不一定要连续。理论研究证明，可以用分隔的脉冲来发送各种消息，脉冲间的间隔时间取到135微秒，消息并不会失真。例如我们在说话时，中间如有135微秒的停顿，谁也觉察不出来。每个分隔的脉冲的持续时间不到1微秒，所以在这135微秒的间隔内可以容纳很多个脉冲。如果充分利用这段间隔，用电子开关依次把各路接入公共的发送和接收设备，电子开关每切换一次，每路就依次发一个脉冲，这样在每一个135微秒内，都能发送一个脉冲，就实现了多路通信。很明显，时间划分法的通信路数受每个脉冲的持续时间和135微秒的限制。目前时间划分法已能通60路。这种方法适合传送慢变化数据，如温度、压力等等。

无线电传真、电视、电报和电话

在人造地球卫星上与地面的通信，由于距离近，方法和设备基本上与地面上的相同。不过问题多，要求严。首先，收发信设备必须体积小，重量轻；其次必须可靠、稳定、使用寿命长；再次，能量消耗要小。

与月球通信就不简单了。因为距离远，信号弱，信号与干扰噪音相差不多，必须应用通信论（信息论）中所提出的各种抗干扰方法。例如，苏联传送月球背面的照片花了十多秒钟，约等于拍摄时间的一百倍。这种方法就是通信论中所谓的延长传输时间法，可以使信号强度大为增加，不用很大的发射功率就能够接收。与金

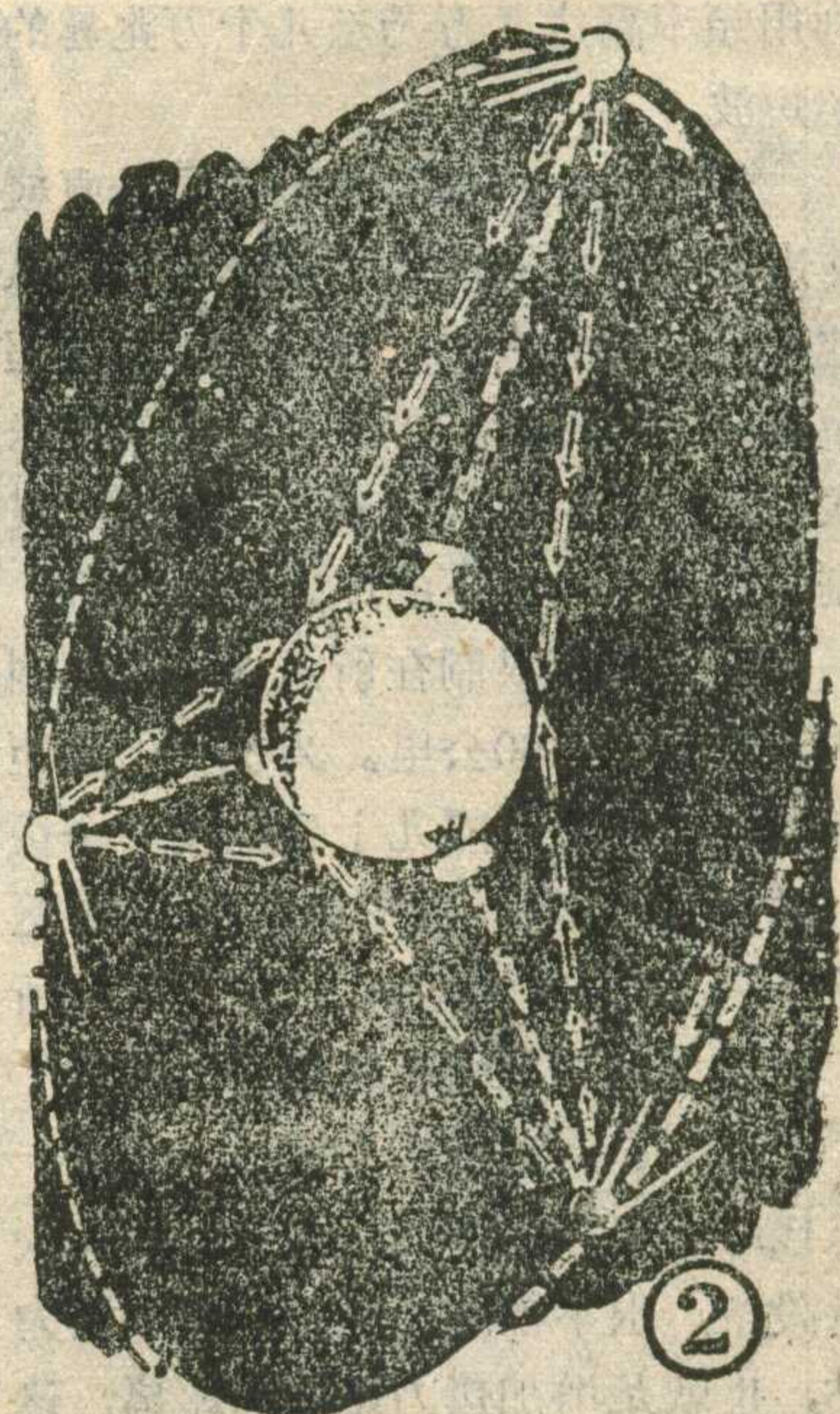
星、火星通信，问题更多。除了必须采用各种抗干扰方法以外，还必须加大发射功率，加大天线面积，提高接收机的灵敏度。为了提高接收机的灵敏度，采用了低噪音的放大器，如参量放大器、量子放大器等等。如果距离更远，还需要在空中设立接力站。

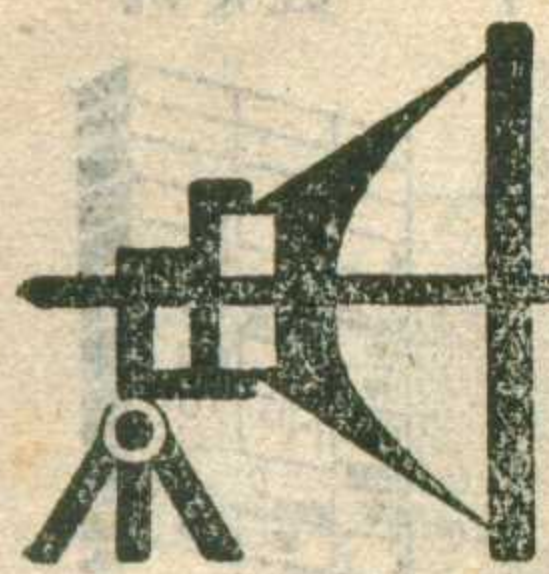
利用地球卫星的洲际通信

利用地球卫星作远距离通信有两个设想。一个设想为无源式，是把卫星作为电磁波的反射体，如图1所示。在这图上，卫星相对于地球而言是静止的，也就是说卫星绕地球一周的时间恰好与地球自转一周的时间相同。这种卫星的高度在36000公里左右，轨道是圆的。无源式所用的卫星体积要很大，才能有效地反射，并且发射功率也必须大，接收机灵敏度也必须高。

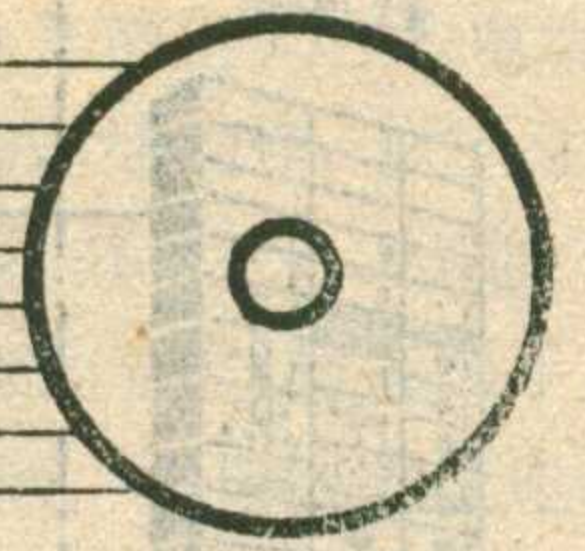
第二个设想为有源式。卫星上装有接力用的收发信设备，把地球上送来的信号放大后再发回地面，如图2所示。如果把三个卫星放在一定的椭圆轨道上，可以使全地球都收到信号。用有源式的接力方法，发送功率可以小得多，天线也可以小。

月亮是一个天然的无线电通信接力站。在地面上两处能同时见到月亮





谈谈微波中继通信



朱庆璋

微波通信的特点

微波，一般是指波长比1米更短的无线电波，频率在300兆赫以上。这种无线电波的传播特点是沿直线前进的。它不像中波和长波，可以沿地球表面传播，也不像短波可以经电离层反射传播到地球上较远的距离处，因而只能在视线范围内才能收到。为了组织长距离的通信，必须沿线每隔50公里左右设置一个微波中继站，把一方的信号转发到另一方，见图1。这种传输方式，就像田径赛中的接力赛跑一样，把棒（信号）从一端传送到另一端，所以微波中继通信也叫做微波接力通信。

微波通信有下列优点：

1) 由于使用的频率高，频宽就比较大，因此在一个通信波段中能通许

多路电话或电视。常用的微波通信波段有下面几个：352~420兆赫；1700~2300兆赫；3600~4200兆赫；5850~8500兆赫。每个波段可以分成6~8个波道。在352~420兆赫波段中每一波道可以组织8~12路电话，在1700~2300兆赫波段中每一波道可以组织120路电话；在3600~4200兆赫波段中每一波道可以组织600路电话；在5850~8500兆赫波段中每一波道可以组织2500路电话。这样，在一个波段中，有可能通几万路电话。

2) 由于频带宽，因此微波电路能够担当特殊的任务，如传送电视节目

目（黑白电视或彩色电视）、雷达信号（景象或控制信号）等，这些信号要求宽达10兆赫的频带。

3) 在微波波段中没有天电和工业干扰，不像短波那样由于电离层的扰动而产生讨厌的衰落，也不像有线通信那样受自然气候的影响。因此微波通信的传输质量比较高，也比较稳定。

4) 由于波长短，天线的增益就比较大，一般抛物面天线的增益达到30分贝，大型喇叭抛物面天线的增益达到40分贝左右。由于天线增益大，发射功率可以低一些，在发射机结构上也方便一些。

5) 既然微波沿直线传播，天线的方向性也比较强，而传播距离又只限制在视线范围内，因此只有在预定通信方向和预定通信距离附近的一个狭小区域内能收到稳定的信号，同时由



时就可利用月亮进行反射通信。无源式月球反射通信可能通电报和电话，通电视还有困难。

三、红外线、紫外线通信

为了扩展可用波段，人们已开始探索利用红外线、可见光、紫外线甚至γ射线作通信。利用这些光线作宇宙通信也很有利，因为波长短，天线的增益较强，用不大的功率，可以传输较长的距离。

红外线波长短于1毫米，可见光在 5×10^{-4} 毫米附近，紫外线更短。在军事上已经应用红外线作光学通信，可是只能通一路电报，效率不高。用紫外线作脉冲光学通信也在研究中，有人认为它可以与有线通信相竞争。

最近有人把电视摄像机的输出去调制红外线，红外线的振荡功率为1瓦，红外线束直径为0.25毫米，估计可以在2200万公里内可靠地进行频

带宽度为10千赫的通信。如果距离缩短到几十万公里，可能传送一路电视。

四、地下无线电通信

地下无线电通信就是把发射台和接收台安装在地下几十米的深处。这种通信的优点是设备安全可靠，不受台风、炮火、核爆炸的影响。

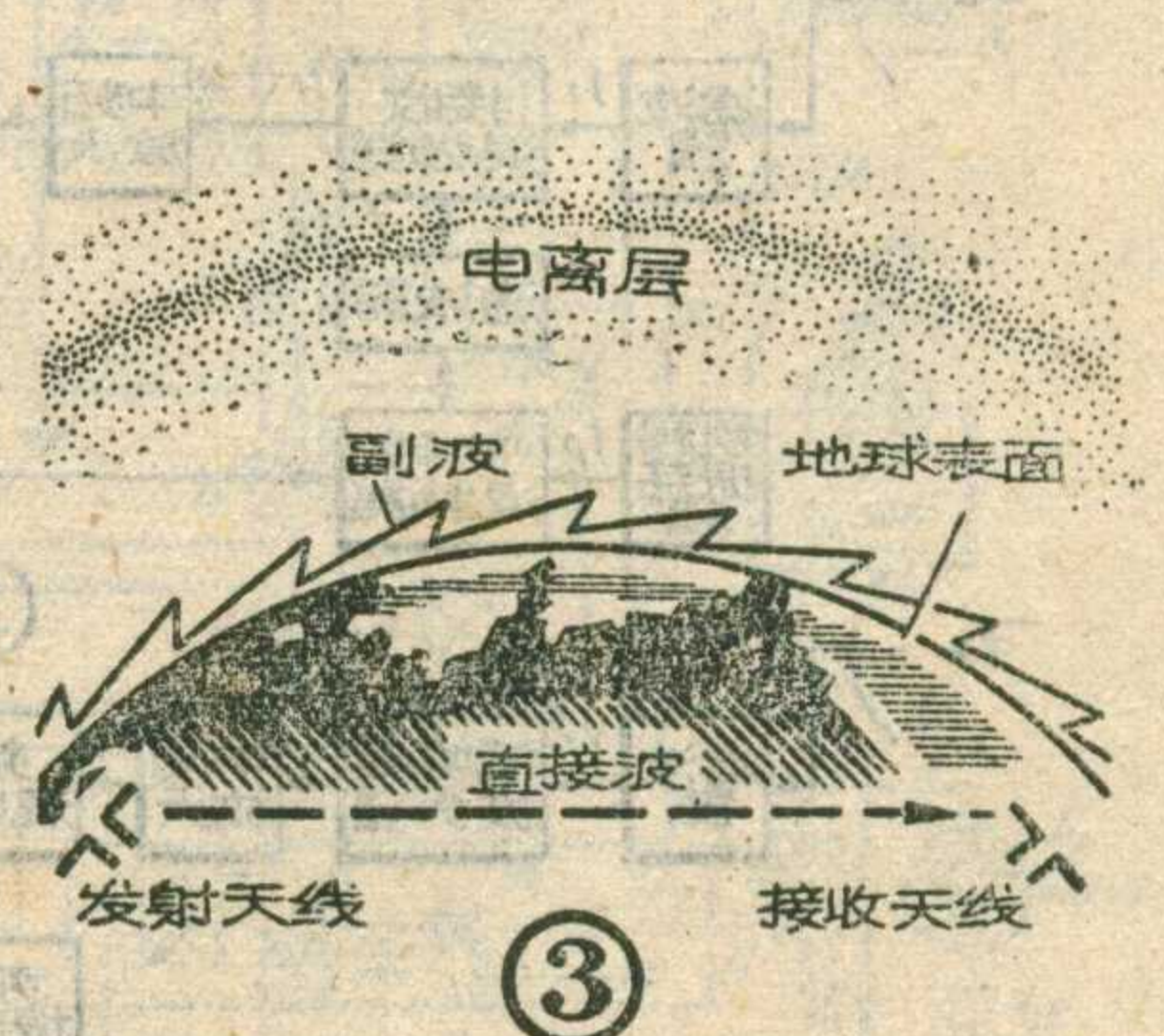
地下通信的特点首先在于采用超长波（波长为几十公里）。这是因为地球是导体，电磁波在里面传播的损失较大，波长长一些，传播损失可以小一些，但可用频率范围很窄。

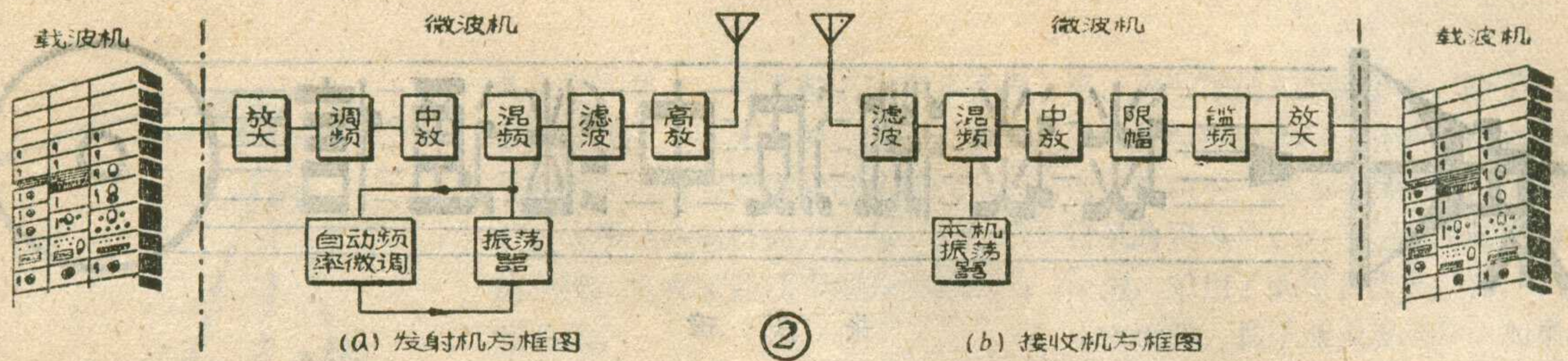
电磁波在地下的传播是相当复杂的。从天线发出的电波，一部分直接从地下传播，叫做直接波。还有一部分，射到地球表面，因为介质参数的变化，产生散射，成为散射波。散射波又叫副波，将沿地球表面传播，受到的消耗比较小，远距离通信依靠副波，见图3。

地下通信的天线也是一个大问题。波长长，天线也要长，并且不能与地球接触。现在试用的方法是把天线放在充满空气的腔洞里，与地球绝缘。

实验报导，天线埋在地下90米深处，在十多公里外接收，实际情况与理论计算相符。

水下通信与地下通信情况相似。目前已建有功率为1000瓦的超长波发射站，可以传达命令给潜水艇。





于一个通信方向上有几个波道，而一个波道中又有许多路电话，在这样的通信系统中，要窃听是非常困难的，因此微波通信具有较高的保密性。

6) 微波线路实际上并没有一条跨在两站间的“线路”，它是“无线”的，因此具有翻山过岭、横渡江河的本领，建设迅速，投资较省。另一方面，由于微波通信不用金属线路，可以节省大量有色金属。

由于微波通信有这许多优点，因此近来许多国家都在迅速发展微波通信技术，不单是通信部门应用它，而且国防、石油、电力、铁道等部门也广泛应用。

微波通信机的工作过程

上面已谈到，一个波道可以通很多路电话。一般多路电话是按频率划分原理实现的。利用载波电话机把话音电流经过多次调幅，使各路电话分别置在不同频带里，然后汇合一起送入微波通信系统中。在微波通信系统中，先把这些信号电流再调制(调频)，分成波道，以后还经过放大、混频等步骤，送到天线发射出去。图2a表示了微波发送机的工作过程。接收时，微波信号先经过滤波器分开各波道，

然后混频，得出中频，再经中频放大、限幅、鉴频、放大等步骤，输出到载波电话机设备，分成一路一路的电话，见图2b。

在中间站把接收的信号放大，然后再发出去。中间站的工作方式基本上有两种。一种是中频转接，在放大前先把频率降低，以便减少放大时产生的频率失真，图3a表示了这种中间站的工作过程。在这图中可以看到，有些地方与超外差收音机的工作原理相似。接收的微波信号用滤波器分开各波道，然后混频，得到中频然后放大。放大后的电流又经一次混频，变成高频，通过滤波器送到天线。两次混频共用一个本机振荡器。接收混频时，由于要把频率偏移一下，使发送频率与接收频率不同，以减少干扰，所以送入接收混频器的振荡电流先经过一次混频，得出一个频率较低的本机振荡电流，为此采用了偏移振荡器和偏移混频器。例如本机振荡器的频率为 f ，偏移振荡器的频率为 f_p ，接收频率为 f_1 ，那末经偏移混频后得出 $f-f_p$ 的振荡电流，与接收频率混频后得 $f_1-(f-f_p)$ 的中频。这个中频经发送混频器后，便可得出 $f+[f_1-(f-f_p)]=f_1+f_p=f_2$ 的发送频率。

这种转接方式要经过几次变频，增加了噪音和失真。最好是高频转接，即不经过变频，转接时，直接用高频放大。以往，由于一般电子管不适合微波放大，高频转接有困难。现在采用行波管已解决了这个问题。图3b是采用行波管放大的高频转接工作过程。很明显，这种方式只要经过一次频移，简单多了。

微波通信的发展

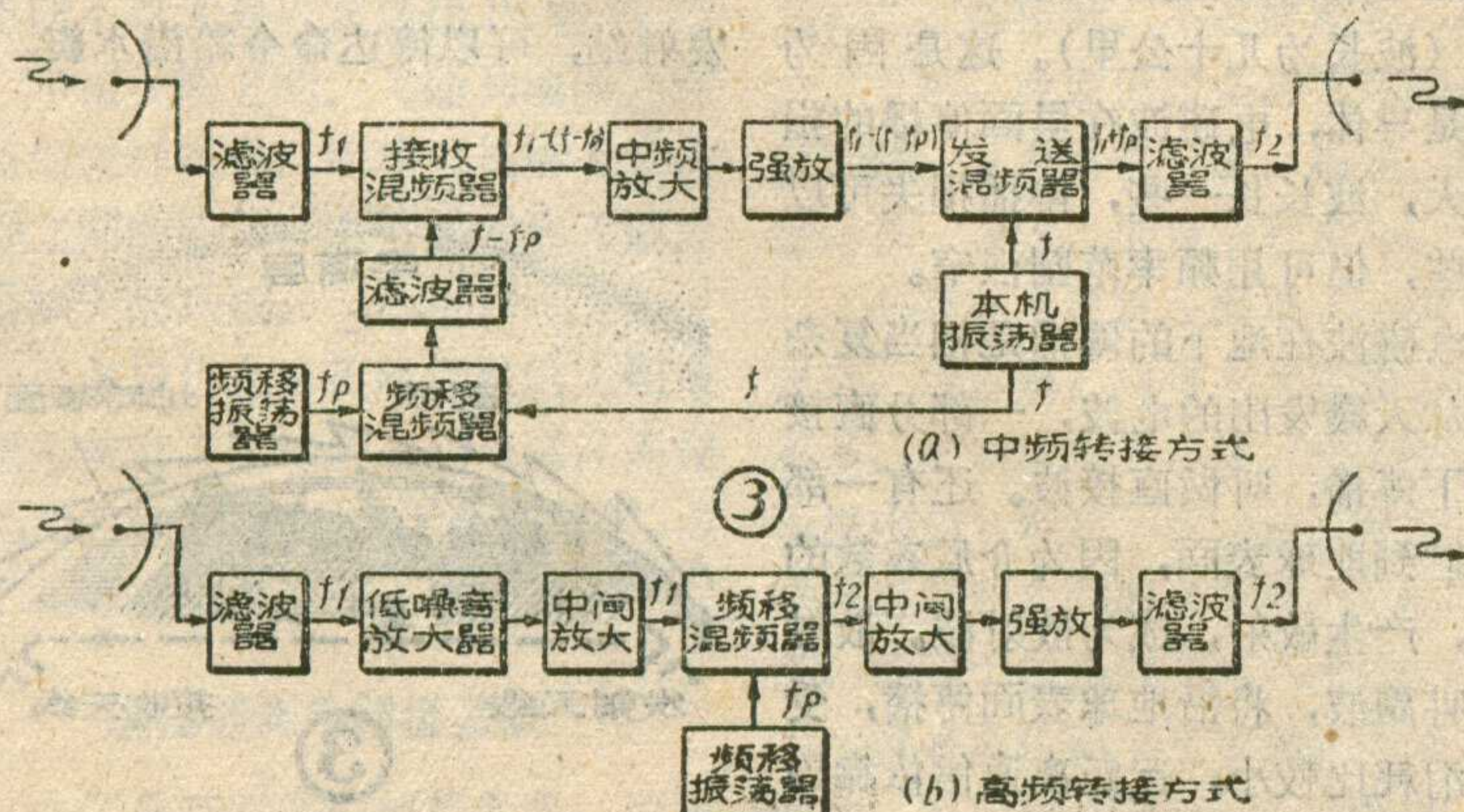
近来，微波通信的发展倾向是提高电路的通信能力，延长通信距离，提高可靠性和小型化。现在有些微波机每个波道的容量已由几年前的120路增加到2500路，通信距离也由2500公里延长到6500公里。

在可靠性方面，目前一般收音管的寿命已达到20,000个小时以上，调速管也已延长到20,000小时。采用晶体管后，寿命就更长了。

小型化的主要途径是采用半导体二极管和三极管，插入式部件，印刷电路等等。

行波管放大是微波机制造的发展方向之一。以往行波管又大又笨重。现在从电磁式改为永磁式，2磅重的行波管的性能与1956年50磅重的相同。静电聚焦的行波管只有半公斤重。由于利用半导体，电源的消耗也小了，因此利用太阳能的可能性就很大。

减低噪声是一个很重要的问题。目前在实验室中已制出了噪声系数只有3.7分贝的行波管，专供微波低噪声放大用。在实际应用中的低噪声行波管，在增益为10—16分贝情况下，噪声系数小于10分贝。如果采用量子放大器、参量放大器，噪声系数将接近于零。这种放大器目前已在散射通信中应用。





建筑用的木材，要求具有一定的湿度。可以采用电子技术来测木材的湿度，方法比较简便，在实用上有很大的意义。以下介绍一种电阻法湿度测量计，可用来监视木材的干燥过程，随时可读出木材的湿度，并且当木材湿度达到规定值时能自动发出信号。

这种湿度测量计的工作原理很简单。我们都知道木材的电阻是随着木材湿度而变化的。因此，只要测出木材的电阻，就可据以判断木材的湿度。但是，木材的电阻很大，随湿度的变化不很显著，必须采用一些特殊的方法来测量。下图所示的电路中，用电子管 J_1 组成一个直流放大器。 J_1 的输入电压取自电阻 R_2 ，而 R_2 与木材串联。木材湿度发生变化时，它的电阻也变化，使这一支路中的电流相应地变化，改变 R_2 上的电压降。 R_2 上的电压降变化后， J_1 管的屏流也相应地变化。由于电子管的放大作用，这时屏流所反映的木材电阻的变化就比较显著了。用一个微安表 μA 测量 J_1 屏路中电阻 R_4 的电压降，如果事先校准微安表的刻度，直接刻成湿度值，那末微安表量到的电压值就直接表示为湿度值，使用起来十分方便。

为了能在木材湿度到达规定值时自动发出信号，采用闸流管 J_2 组成监控电路。适当选配电阻 R_6 、 R_4 等值，可以使闸流管 J_2 在木材湿度到达规定值时截止工作。这时继电器 P_2 释放，其接点 3—4 接通信号灯和警铃的电路，发出木材已干燥适度的光和声的信号。 P_2 的另一组接点 1—2 控制继

电器 P_3 ，当 P_2 释放时，这组接点切断电子管 J_1 的电源电路。电容器 C_2 与 R_9 的作用是防止外界强力脉冲电压（例如附近的强力无线电发射机、大功率的电动机等产生的脉冲电压）干扰闸流管的工作。当刚接通电路时，电子管 J_1 的灯丝还未烧热，电阻 R_4 上的电压降不大，这时闸流管 J_2 可能截止，接入 C_2 后，就能防止产生这个缺点。闸流管的工作电压为 70 伏。

电路中的其它零件的作用分述如下：

TP_1 是电源变压器，有 5 组线圈。第 I 组是初级线圈，经 P_3 的接点 1—2、熔丝 ΠP_1 (0.5 安)、开关 BK_1 ，接到 220 伏交流电网。氛灯 J_7 与熔丝并联，当熔丝烧断时燃亮。第 II 组线圈供给电子管 J_1 的屏压。第 III 组线圈供给闸流管 J_2 的屏压。第 IV 组线圈经平稳灯 J_5 供给电子管 J_1 的丝压。第 V 组线圈供给闸流管 J_2 的丝压，信号灯 J_9 表示线圈 V 是否正常。 TP_1 接入电源时，应按下开关 BK_1 ，并且要按下电钮 ΠK 。这时 220 伏电源经 BK_1 、熔丝 ΠP_1 、电钮 ΠK 、 P_3 的 3—4 接点、 TP_2 线圈 I 而接通，继电器 P_1 因 TP_2 接入电源

而动作，它的接点 2 接通 TP_1 的电源。以后，由于 P_2 、 P_3 相继动作， TP_1 的电源改由 P_3 继电器的接点 1—2 接通，便不受电钮 ΠK 和继电器 P_1 的控制了。

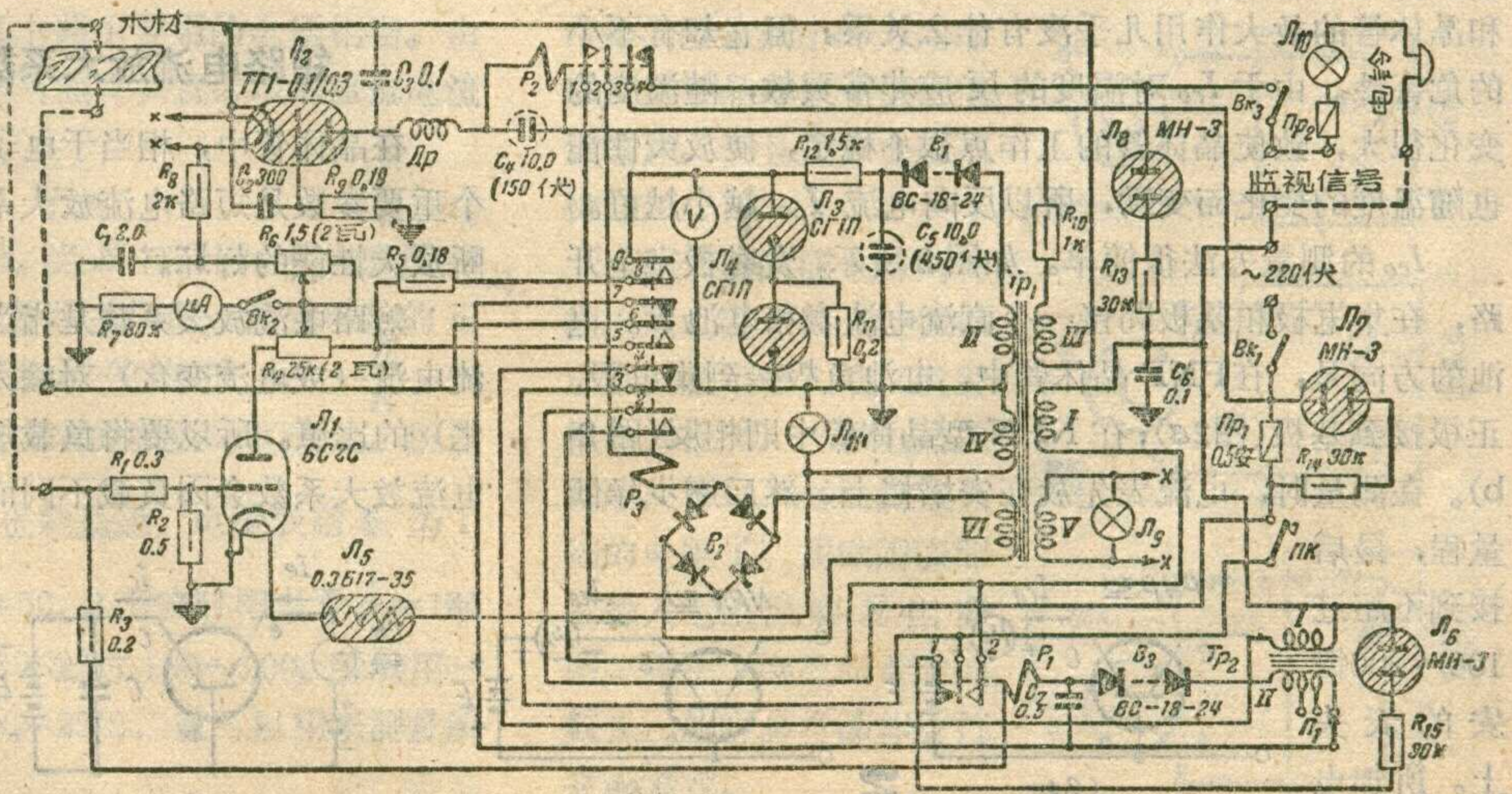
B_1 是硒整流器，按半波整流电路连接。 C_5 、 R_{12} 组成它的滤波器，而氛灯 J_3 、 J_4 是它的稳压器。借助电表 V ，可读出 J_1 管的屏压数值。

继电器 P_1 是极化继电器，作起动和检查电路用。它的动作电流由变压器 TP_2 经整流器 B_3 供给。当按下电钮 ΠK 后，变压器 TP_2 的线圈 I 接通 220 伏电源，氛灯 J_6 燃亮，同时继电器 P_1 即由 TP_2 的次级线圈经 B_3 整流器、电阻 R_3 、木材得到动作电流。继电器 P_1 动作后，氛灯 J_6 熄灭，表示至木材的线路正常。上面谈到，继电器 P_1 还控制 TP_1 的电源。如果 TP_1 和 J_1 、 J_2 的工作正常，则信号灯 J_9 、 J_{11} 、 J_8 燃亮，并且从电压表 V 上可读出 J_1 的屏压电源数值。闸流管 J_2 动作后，继电器 P_2 即吸动，使 J_8 熄灭。

继电器 P_2 有两组接点，接点 1—2 控制继电器 P_3 ，接点 3—4 除控制信号灯 J_8 外，还控制信号灯 J_{10} 及警铃电路，当闸流管截止时，接通 J_{10} 及警铃，发出光和声的信号。

继电器 P_3 有三组接点，它吸动后，接点 1—2 就接通供给 TP_1 的 220 伏电源；接点 5—6—7 换接，5—6 把木材接入 J_1 的屏栅电路，6—7 切断 P_1 的电路；接点 8—9 接通 J_1 的屏压电路。

(扁译)



晶体三极管的检验

于 闻

池电压的大小同晶体管规格表中列出的电压或使用该晶体管的线路中的供给电压一致(在广播收音机中,供电电压一般为6伏),无论如何不能超过规格表中列出的最大集电极电压。

要了解电子管是否能用或质量的高低,只要检验一下灯丝是否烧毁,各极间是否短路,互导(G_m 或 S)是否达到标称数值等就可以了。晶体管也和电子管一样,检测几个重要的参数就可以判断该管的好坏。现在介绍一下在业余条件下检验晶体管的简单方法。

集电极反向电流 I_{co} 的测量

在晶体管中,最基本、最重要的一个参数是集电极反向电流 I_{co} 。当发射极 e 完全开路,在集电极 c 和基极 b 之间加上反向电压时(图1),集电结就处于反向状态,阻止P型层中的多数载流子空穴和N型层中的多数载流子电子向对方扩散。但是在一定温度下,由于原子热运动所产生的少数载流子,即P型层中的电子和N型层中的空穴,在到达集电结的边缘时,却受到集电结中电场的加速而穿过结到达对方去。这种少数载流子形成的电流就是反向电流 I_{co} 。由于不管集电结的电压是大是小,都能促使少数载流子穿过集电结,所以在反向电压

大于零点几伏一直到晶体管被击穿为止,反向电流都保持一定,而和反向电压的大小无关。但是当温度增加时,由于原子热运动加剧,因而少数载流子数目增多,反向电流就增加得很快。反向电流 I_{co} 在晶体管正常工作时一直存在着,但它的数值很小,而且在一定温度下保持恒定不变,因此和晶体管的放大作用几乎没有什么关系。但它却有不小的危害性。由于 I_{co} 对温度的反应非常灵敏,随温度的变化很大,致使晶体管的工作点很不稳定,使放大性能也随温度的变化而变动,所以反向电流 I_{co} 越小越好。

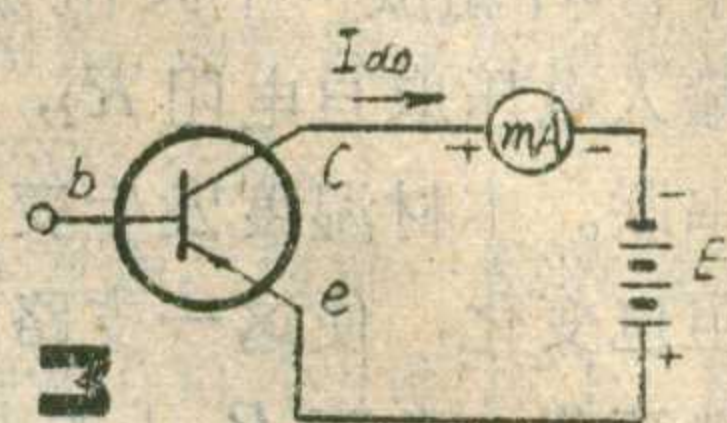
I_{co} 的测量方法很简单。如图2所示,发射极完全开路,在集电极和基极间接一个直流电流表和电池 E 。电池的方向是:在PNP晶体管中,电池负极接到集电极,正极接到基极(图2a);在NPN型晶体管中则相反(图2b)。在测量时,电流表先放在安培档上,然后逐步降低量程,最后接到不超过100~200微安的表头上。所加电

在室温下,小功率晶体管的 I_{co} 一般在10~15微安以下,质量好的晶体管在1~2微安左右。小功率硅晶体管的 I_{co} 在1微安以下。如果测得的 I_{co} 大于20~30微安,就不能指望这个晶体管能在较长的时间内可靠地工作。如果 I_{co} 非常大甚至无限大,这说明晶体管集电极和基极间已被击穿,失去结的作用,或者是电极间短路了。如果 I_{co} 为零,说明集电极和基极间已经开路,集电极或基极引出线脱落或断开了。(不过要注意,一般硅晶体管的 I_{co} 非常小,甚至在零点零几微安左右,用一般的直流电流表很难测量出来,不要误会以为是电极断开了。)

集电极穿透电流 I_{do} 的测量

为了检验晶体管在用一组电池供电的各种电路中是否合用,最好测量一下集电极穿透电流 I_{do} 。穿透电流是指当基极开路时,集电极和发射极间的电流,如图3所示

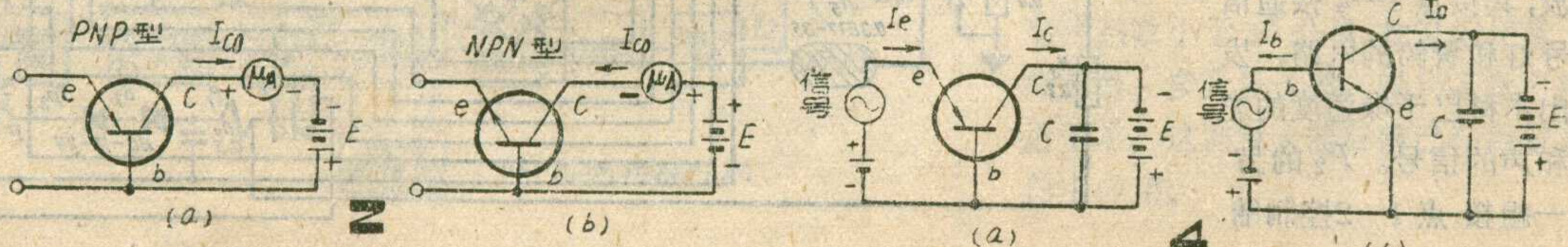
(图中及以后均以PNP型晶体管为例)。测量这一电流时,所加电池电压应和晶体管工作电路中的电压相同。在开始测量时,应当先接入量程较大的,例如表头为1~5毫安的电流表。 I_{do} 过大时,由于它在共发射极电路中的直流工作电流中占有很大的比重,因此工作状态就很不稳定了。如果 I_{do} 超过1~2毫安,那末这种晶体管在大多数电路中实际上是不能应用的。如果 I_{do} 在0.2~1毫安左右,这种晶体管只能在工作点得到很好稳定的电路中应用。在工作点未加稳定的电路中,要求晶体管的 I_{do} 要更小一些(几十微安)。



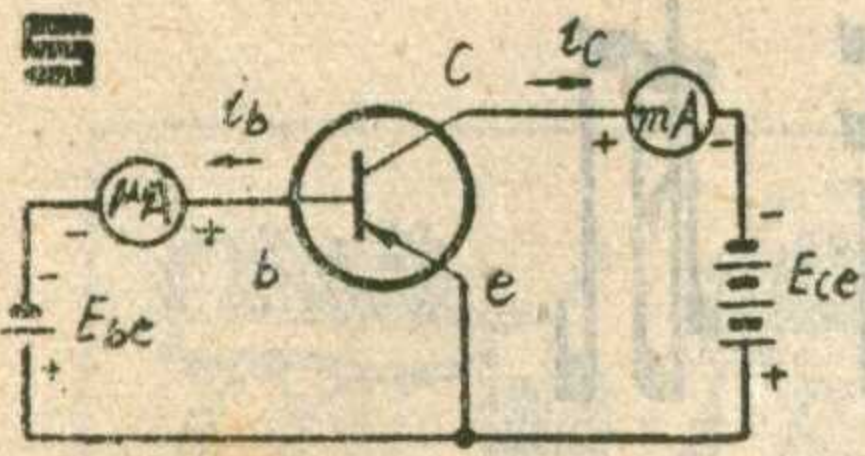
短路电流放大系数 α 和 β 的测量

在晶体管中,相当于电子管的电压放大系数 μ 的一个重要参数是短路电流放大系数。可以利用它来大致判断放大性能的好坏。

短路电流放大系数是指当负载短路时,输出端的交流电流(或电流变化)对输入端交流电流(或电流变化)的比值。所以要将负载短路,是因为当加有负载时,电流放大系数会因负载不同而变化。如果不加负载,那



无 线 电



末这个“短路”电流放大系数就只和晶体管本身的特性有关，因而它是能说明晶体管本身特性的参数。这和电子管的 μ 是不加负载电阻时的

电压放大系数相似。

在图4的电路中，电池E上并联一个大容量的电容器C以保证输出端对交流信号是短路状态。在共基极电路中(图4a)，短路电流放大系数是集电极交流电流 I_c 对发射极交流电流 I_e 之比，通常以 α 表示。 α 在小功率晶体管中，一般在0.9~1之间，小于1。如果 α 小于0.9，这种晶体管放大系数过小，不宜使用。但如果 α 过大，在0.99以上时，从放大系数看来比较好，但从工作稳定性方面来看，这种晶体管并不见得适用。

在共发射极电路中(图4b)，短路电流放大系数是集电极交流电流 I_c 和基极电流 I_b 之比，一般以 β 表示。在好的晶体管中， β 一般不小于30。

根据晶体管特性， α 和 β 间有下列关系：

$$\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}, \quad \alpha = \frac{\beta}{1+\beta}$$

因此 α 和 β 中一个为已知数时，即可以算出另一个。但测量 α 时，由于发射极电流和集电极电流数值很接近，难以得出准确的比值，所以最好是测量 β ，然后再根据上式算出 α 。

正规和准确地测量 α 和 β ，需要用低频振荡器和毫伏表，比较麻烦。但是测量晶体管的所谓直流电流放大系数 $\bar{\alpha}$ 和 $\bar{\beta}$ 却要简单得多。直流电流放大系数 $\bar{\alpha}$ 或 $\bar{\beta}$ 是直流输出电流 i_c 对直流输入电流 i_e 或 i_b 的比值。交流的短路电流放大系数 β 一般比直流的电流放大系数 $\bar{\beta}$ 大10%~20%或更多一些。所以测得 $\bar{\beta}$ ，就可以估算出 β 来。

测量 $\bar{\beta}$ 的方法很多，下面介绍三种方法。

第一种方法如图5所示，把晶体管接成共发射极电路，基极和集电极电路中分别串上微安表和毫安表。电池电压 E_{ce} 和 E_{bc} 要和实际电路中要用的电压相当。由电表读出电流 i_b 和 i_c ，即可测得共发射极的直流电流放大系数：

$$\bar{\beta} = \frac{i_c}{i_b}$$

第二种方法如图6所示。当K打开时，毫安表所指示的电流为穿透电流 I_{do} 。当K关闭时，因发射结的正向电阻很小，所以通过电阻R的电流 $i_b \approx \frac{E}{R} = \frac{4.5}{0.22 \times 10^6} \approx 20$ 微安。而毫安表的读数为电流 i_c ，所以 $\bar{\beta} = \frac{i_c}{i_b} = \frac{i_c(\text{微安})}{20}$ 。也就是说，电流表读数为1毫安时相当于 $\bar{\beta} = \frac{1000}{20} = 50$ ，2毫安时相当于 $\bar{\beta} = 100$ 等等。由于一般的晶体管 $\bar{\beta}$ 不超过150~200，所以用一个5毫安的表头(相当于 $\bar{\beta} = 250$)，就可以用来测量所有的晶体管了。

第三种方法是先根据前面两节所讲的方法测出反向电流 I_{co} 和穿透电流 I_{do} 。在晶体管中， I_{co} 和 I_{do} 之间近似地有下列关系

$$I_{do} \approx \bar{\beta} I_{co}$$

因此，可以算出 $\bar{\beta} \approx \frac{I_{do}}{I_{co}}$ 。应当指出，这样求出的 $\bar{\beta}$ 值准确度是较差的。它比 $\bar{\beta}$ 的实际值要小一些。

利用万用表检验晶体管

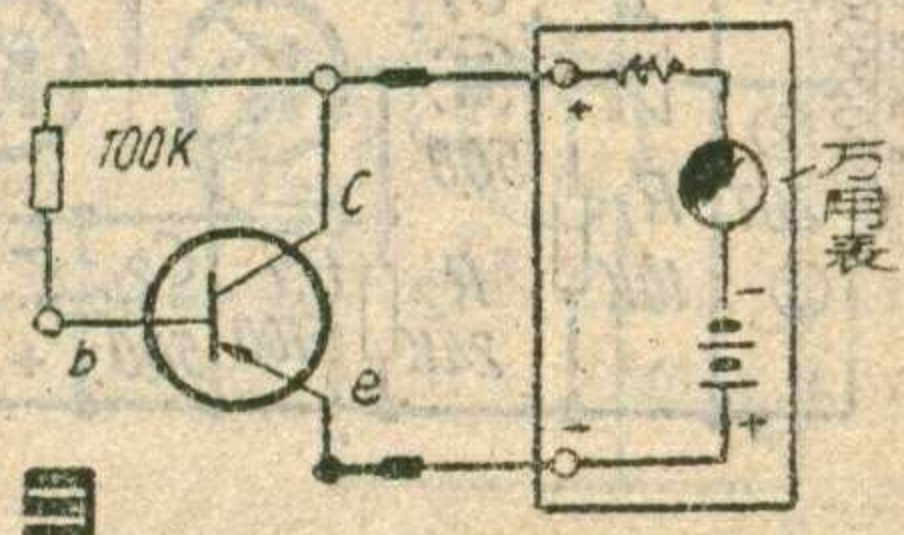
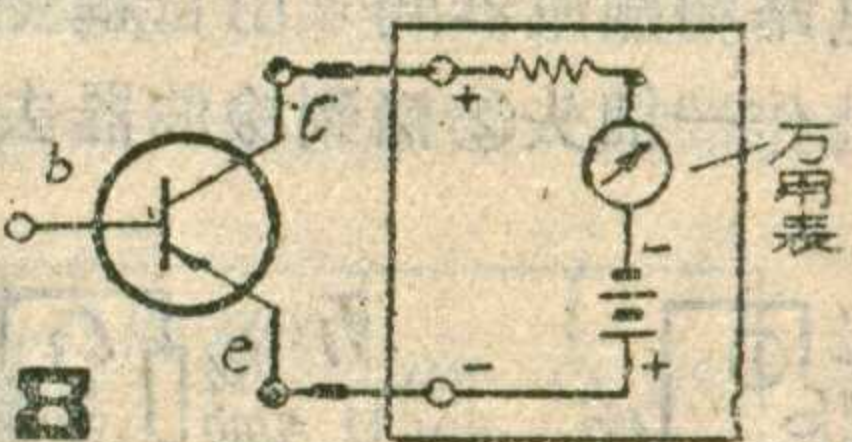
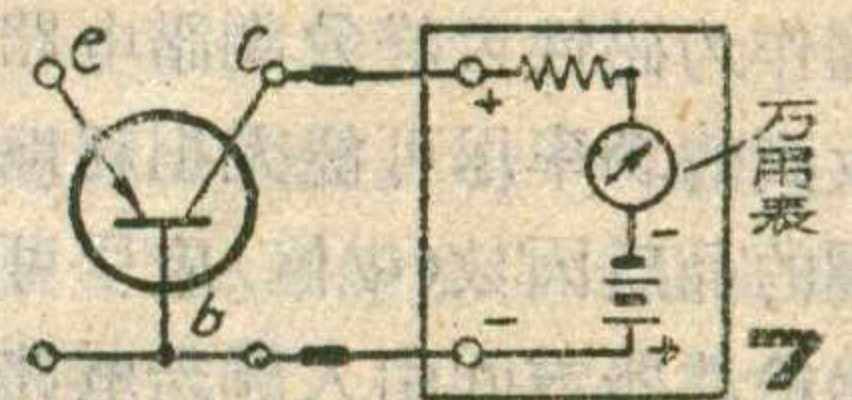
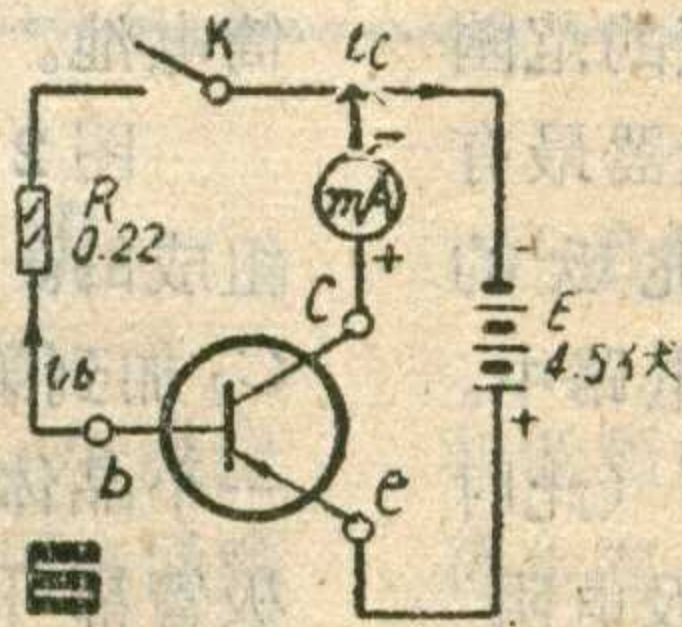
利用万用表(或欧姆表)也可以大致估量晶体管的质量。首先可以测量集电极反向电阻的大小。将转换开关搬到最大欧姆量程处。在测PNP型晶体管时，将万用表中插在“-”插孔的试笔接基极，“+”插孔的试笔接集电极，如图7所示(注意方向不能接反!)。这个电阻在一般的小功率晶体管中约为几百千欧，越大越好。如果电阻太小，表示 I_{co} 太大，不宜使用。如果电阻很小甚至到零，表示集电结已被击穿或电极间有短路。如果电阻为无限大，表示电极断路了。

其次可以测量当基极开路时，集电极和发射极间的电阻。接法见图8。要注意极性不能接反，否则会烧毁晶体管。这种测量可以估计穿透电流 I_{do} 的大小，并且可以测出集电结是否被打穿或电极有无短路、断路等现象。在晶体管正常的情况下，万用表的读数不应当小于50千欧。如果读数为零，表示集电极和基极间有短路。

为了判断晶体管的放大性能，可以在集电极和基极的引线间加一个100千欧的固定电阻，如图9所示。这时如果万用表的读数为5~10千欧，晶体管就是完好的。读数越小，晶体管的放大性能就越好。如果接上100千欧电阻后欧姆表读数不变或变得很少，就表明晶体管没有放大作用了。

这种检验可以用来选择完好的晶体管，并且可以确定晶体管的噪声。当将噪声很大的晶体管接入时，万用表的指针不是停止不动，而是自动地沿着刻度移动(通常是向阻值减小的方向移动)。这种晶体管不仅有很夫噪声，而且工作也很不稳定。

如果前面测量的两种输出端电阻和放大特性都正常，表示输入端(发射极和基极间)一般也是正常的，可以不必再测输入端的电阻了。用欧姆表测量输入电阻很容易出问题。稍不小心或测量时间较长，就容易将晶体管打穿或烧毁。



最简单的晶体管收音机

给矿石机加一个晶体管放大器

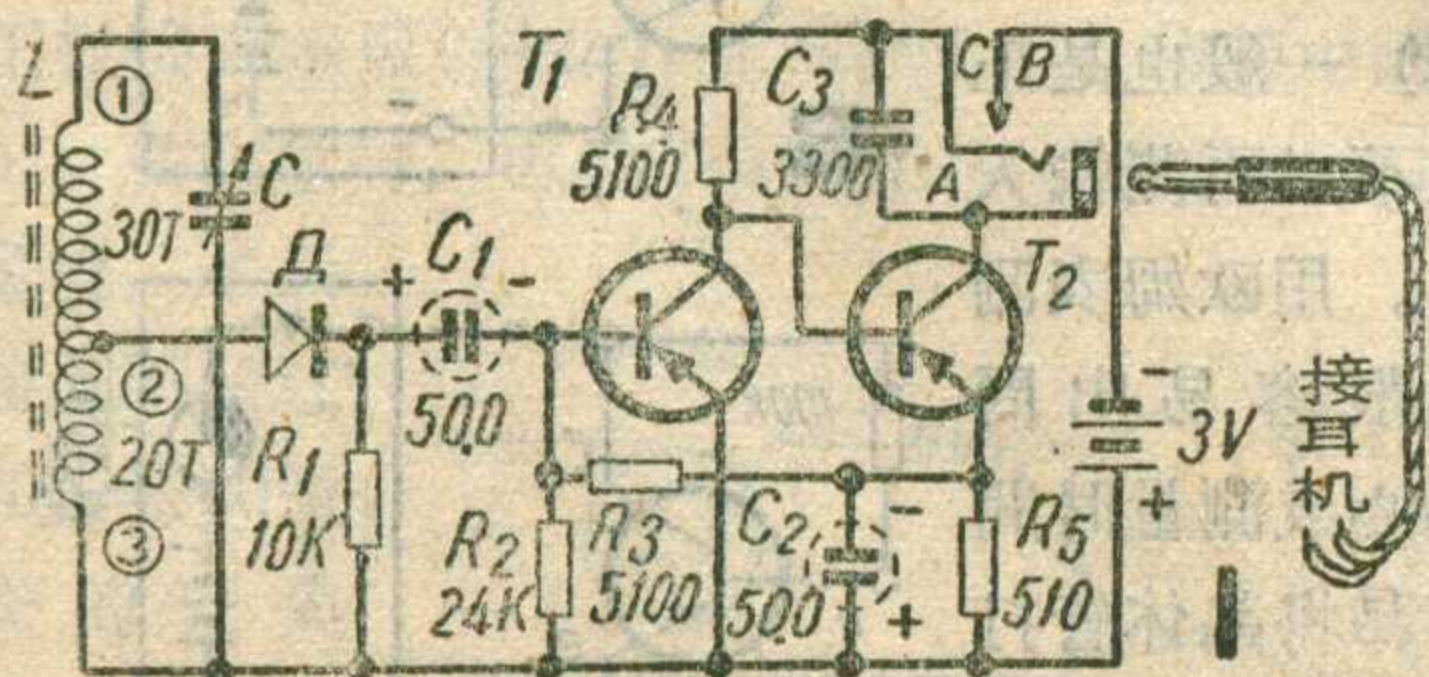
给矿石机加一个图 1 所示的简单的晶体管放大器，可以使收音的响度提高很多。如果把几个耳机串联起来接在集电极电路内，就可以供几个人同时收听广播。

图中的 T 可以用任何型式的小功率晶体三极管，如 $\Pi 1$ 、 $\Pi 6$ 、 $\Pi 13 \sim \Pi 15$ 等。它接成共发射极放大电路。放大器的输入端接到矿石机的耳机插孔中，检波后所得出的音频信号加到晶体管基极和发射极之间，经过晶体管放大，在耳机中放出声音。 R_1 代替了矿石机中耳机的地位，给矿石检波器建立了直流通路。电容器 C 用来将矿石机和放大器的供电电源隔开。 R_2 用来确定工作点，建立起所需的起始集电极电流。将 R_2 的数值在 50 千欧到 2 兆欧的范围内变化，可以使集电极电流在很宽的范围内变动，从而可以改变晶体管的工作点，使放大器最有效地工作。具体选择 R_2 时，可以将一个 1~2 兆欧的电位器和一个 500 欧的电阻串联，代替 R_2 接在电路中。仔细调节电位器，使耳机中的声音最大而且悦耳（此时集电极电流为 0.4~0.5 毫安）。然后烫下电位器及电阻，测量一下它们的阻值，这就是最合适的 R_2 值。这时就可以按照这个阻值选一个电阻焊到电路中去。在调节时

我利用两个晶体三极管、一个晶体二极管和其它很少的零件制成了一个收音机。全部机件和电池一道装在一个塑料香烟盒内。由于使用了磁性天线，可以不接天地线。

电 路

这个收音机的电路如图 1 所示。在磁性瓷棒上绕 50 圈作为磁性天线兼调谐电路电感元件 L 。为了使天线接收到的功率尽可能无损耗地输送到检波器，调谐电路线圈的品质因数 (Q 值) 应尽可能高，而它的固有电阻应和由检波器方面引入调谐电路的电阻相匹配。因此，调谐电路和检波器间采用自耦变压器耦合，在线圈的 20 圈处作一抽头②接到检波器去。利用 600 号垫整电容器



(300微微法) 作为可变电容元件 C 。检波器 D 可用任何型式的晶体二

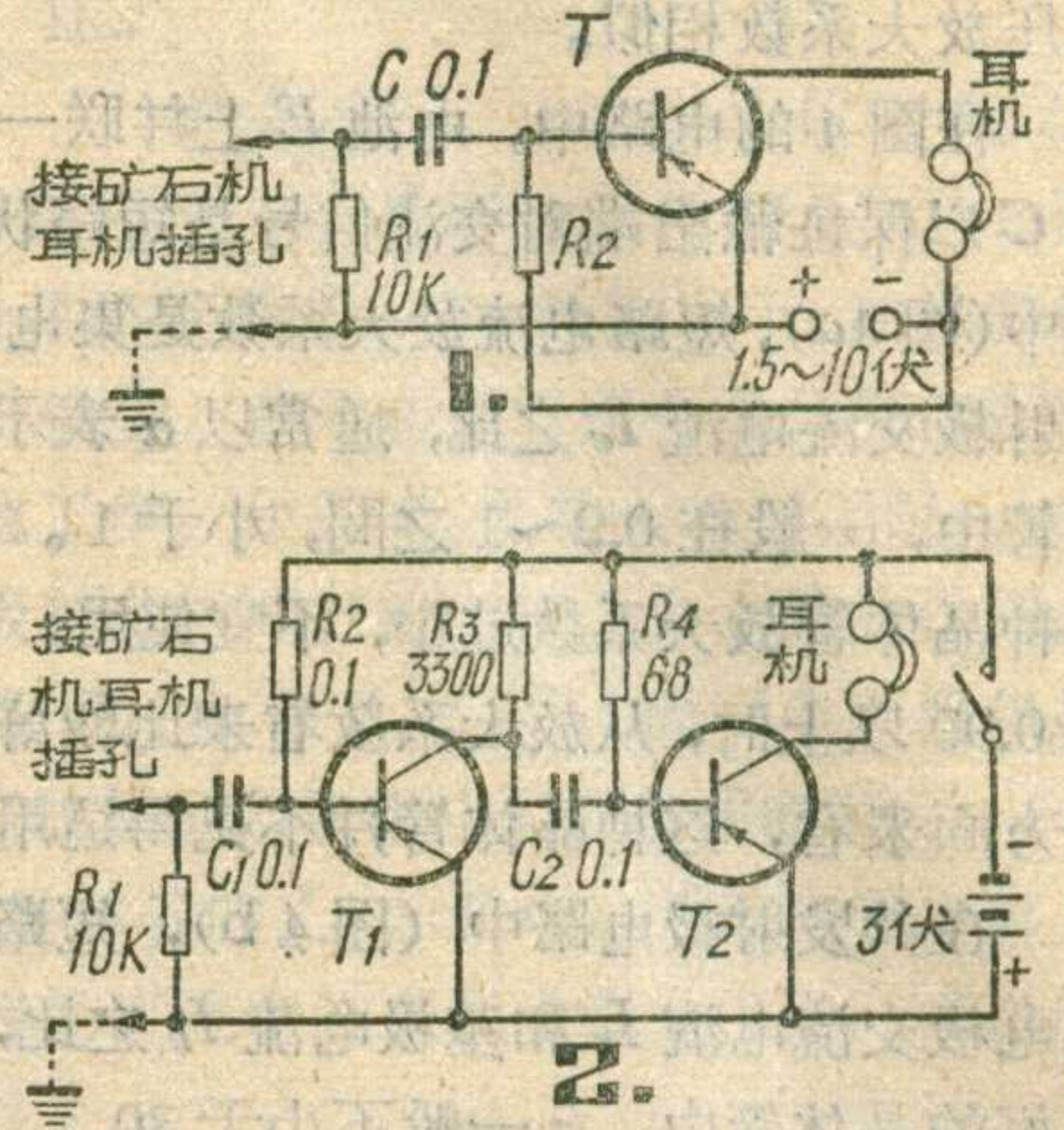
~工~

和电位器串联一个 500 欧的电阻，是为了防止电位器转到短路时使基极和集电极短路，因而使发射结流过过大的电流。

供电电源

可以用 1.5~10 伏的任一种电池，例如几节或一节手电筒电池。耳机最好用高欧姆的 (2000 欧的)。

图 2 示一个两级放大器。它是由两个图 1 的放大级组成的。由第一个晶体管放大的信号经过耦合电容器 C_2 加到第二个晶体管的基极。供电电源通过 R_3 加到第一个晶体管的集电极。 T_1 和 T_2 采用任何小功率晶体三极管都可以 ($\Pi 1$ 、 $\Pi 6$ 、 $\Pi 13 \sim \Pi 15$)。两个管子的集电极电流分别由 R_2 和 R_4 来确定， T_1 的集电极电流应调到约 0.5 毫安， T_2 的应调到 1 毫安左右。



袖珍晶体管收音机

~名~

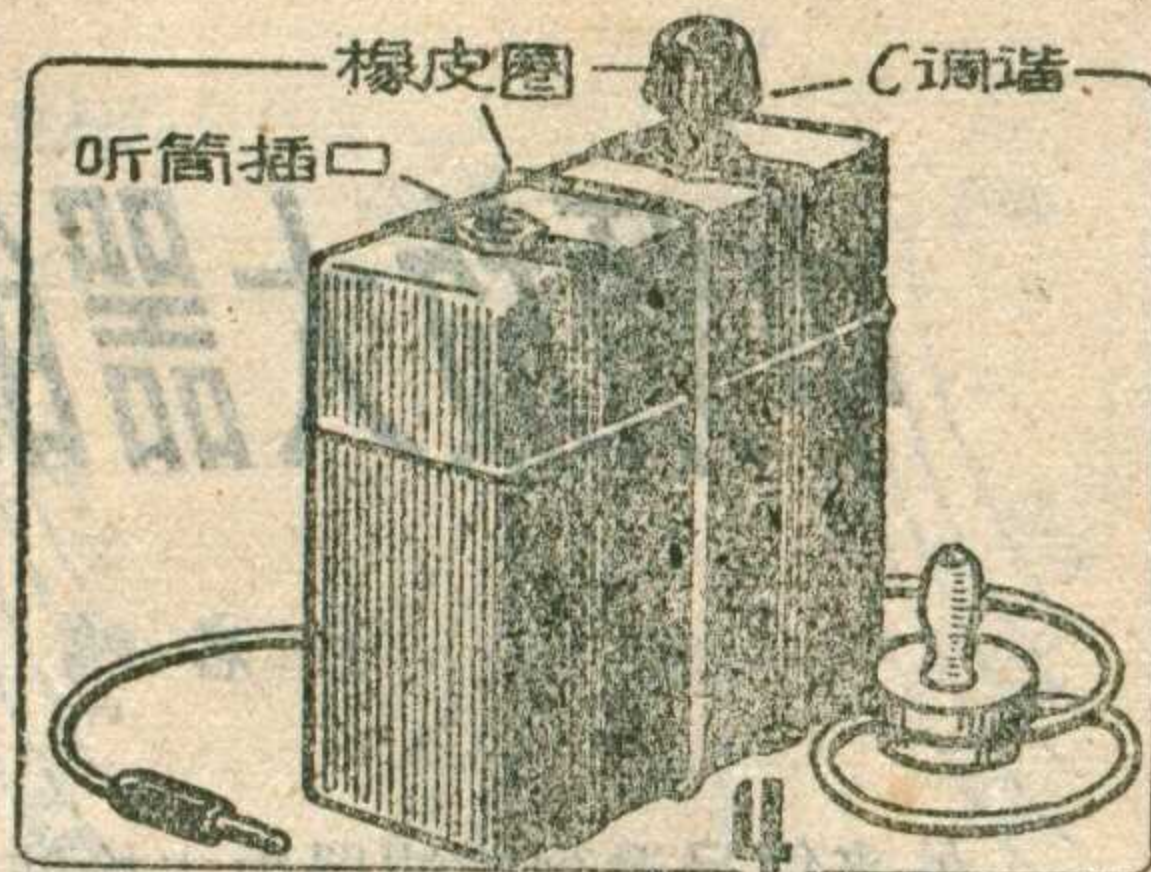
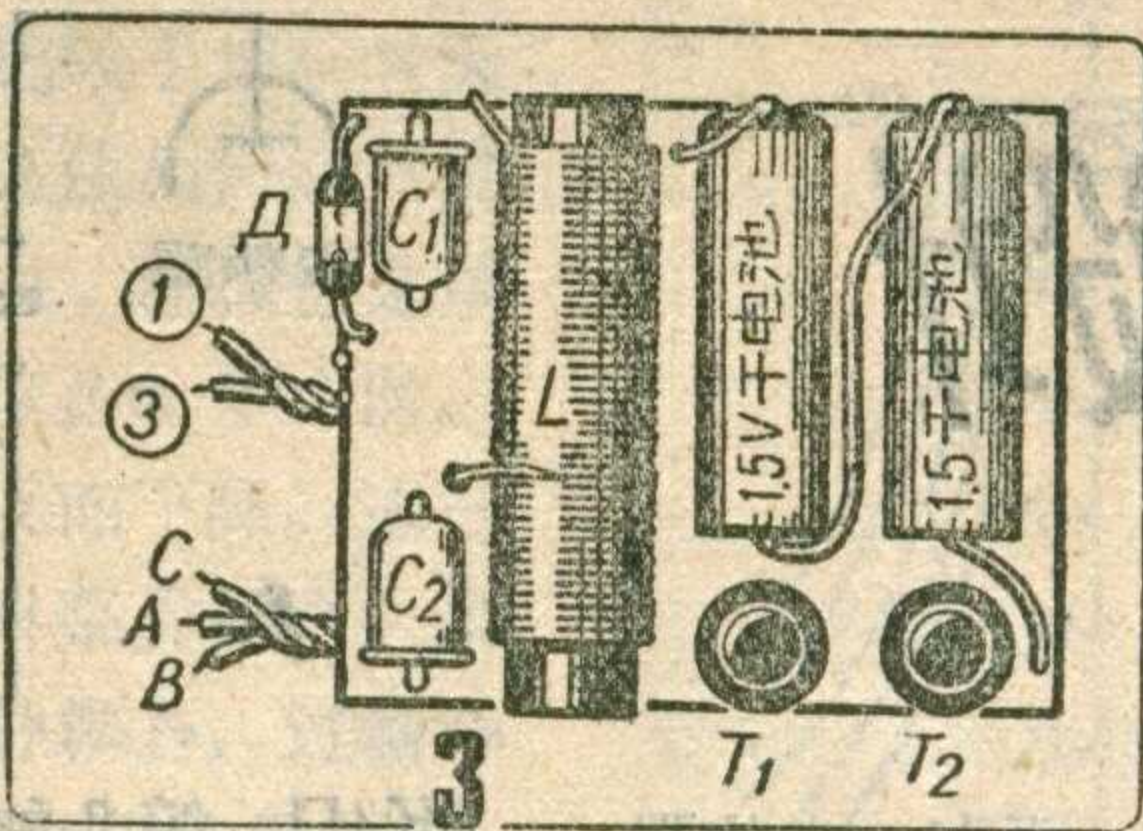
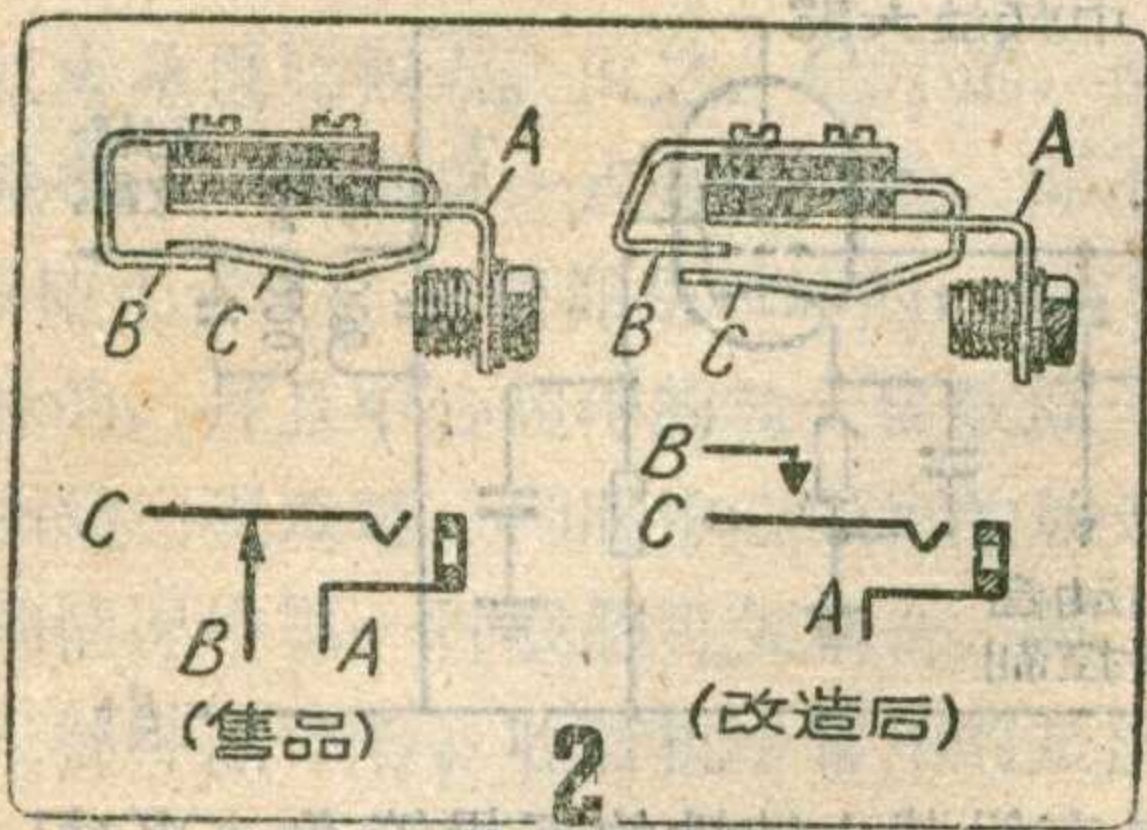
极管 ($\Pi 1$ 型, $\Pi 7$ - Π 型等)。高频电流在 LC 电路中谐振，由抽头②送到 Π ，经检波得出音频信号后，再由晶体三极管 T_1 和 T_2 进行两级低频放大。 T_1 、 T_2 可用任何型式的小功率放大管 ($\Pi 1$ 、 $\Pi 6$ 或 $\Pi 13$)。

两级放大都接成共发射极电路。图中电源供给的方式保证直流电流能有深度的负回授，两个晶体管的工作点能自动建立，在换用晶体管或温度变化时，工作点能够很稳定。为了减小体积，各电阻均采用 1/4 瓦以下的小型电阻。各电阻、电容器的数值注明在电路图中。

本机的耳机插口兼作电源开关。当耳机插入时电源自动接通，拔出时自动断电。这样可以省去单独的电源开关，同时可以不致因忘掉关闭电源而浪费电池。

零件和装配

线圈 L 。在华北无线电器材厂出品的 M4 型磁棒 (直径 10 毫米，长 55 毫米) 上面，用自制 9 股绞合线绕 50 圈。绕法是一圈挨一圈地绕在磁棒中央。并在 20 圈处作一抽头。为了减少磁通损失，绕制时不垫绝缘纸，



直接貼着磁棒表面繞。9股絞合綫是用旧扼流圈中拆出的45号漆包綫9股捻成的，长度約2米左右即可。焊接时每股都应当刮去漆皮，吃錫焊牢。

調諧电容器 C。选用外差式收音机上用的垫整电容器很合适，当旋紧时，电容量可达300微微法左右，收听中波波段基本够用。用时将螺釘一端焊接一只手柄以便于調节。这种电容器体积較小，并且比用塑料介质电容器时声音要大很多。

耳机插口。为了兼作电源开关，需将售品小型插口

象图2那样加以改造，即改为当插塞插入后，BC点接触（售品全是插头插入后，BC点分开）。

装配。取60×60毫米厚紙板或胶木板作底板。一面安装电池、电解电容器、磁性天綫等較大零件，如图3。另一面焊接电阻等小零件。另外把調諧电容器C及耳机插口一併装在盒盖上面（图4）。然后分別用軟綫和底板上的相应点連結，以便于檢查时取出。全机装好后，核對无誤，輕輕塞入盒中，用一个橡皮圈（“猴皮筋”）箍在外面，防止盒盖掉开。

再生式晶体管收音机

图中是一架再生式晶体管收音机的电路图。电路中用了三个晶体管： T_1 用作再生檢波， T_2 和 T_3 用作低頻放大。

磁性天綫 L_1 兼作調諧电路的电感元件。被接收的信号加在調諧电路 L_1C_1 上，通过耦合綫圈 L_2 加在 T_1 的基极上。 T_1 起着可調再生檢波器的作用。 L_3 为再生綫圈，再生的大小由可变电阻 R_1 来調节。电容器 C_4 用来阻碍高頻信号通过低頻电路，并能改善檢波器的工作。电阻 R_2 上的低頻信号經过級間耦合电容器 C_3 加在 T_2 的基极，由 T_2 和 T_3 作兩級低頻放大。低頻放大器第一級的集电极和第二級的基极采用直接耦合，耳机接到 T_3 的集电极电路內。

收音机安装在25×85×110毫米的长方形塑料盒內，再生檢波器和低頻放大器安装在3×85×10毫米的夹布胶木薄板上。在薄板上安10个焊片，所有零件都装接在这些焊片上。

T_1 可以采用任何小功率高頻晶体管或截止頻率較高的低頻晶体管（如П1И、П6Г、П10、П11等）。 T_2 和 T_3 可选用任何形式的低頻晶体管。磁棒用直徑8毫米，长65毫米的。先在上面裹一两层黄蜡綫，再用7股45号紗包綫在上面繞62圈作为 L_1 。 L_2L_3 都繞在 L_1 的外面。耦合綫圈 L_2 大約繞15圈，再生圈 L_3 的圈数由試驗来决定。电容器 C_1 用固质絕緣的，但要改装，即把原来的絕緣片換为同样形状的云母片，这样可以提高收音机的灵敏度。

固定磁棒时，不要采用金屬零件。在它的軸上套一段橡皮管，然后把橡皮管粘在底板上。电池用漆布或絕緣带

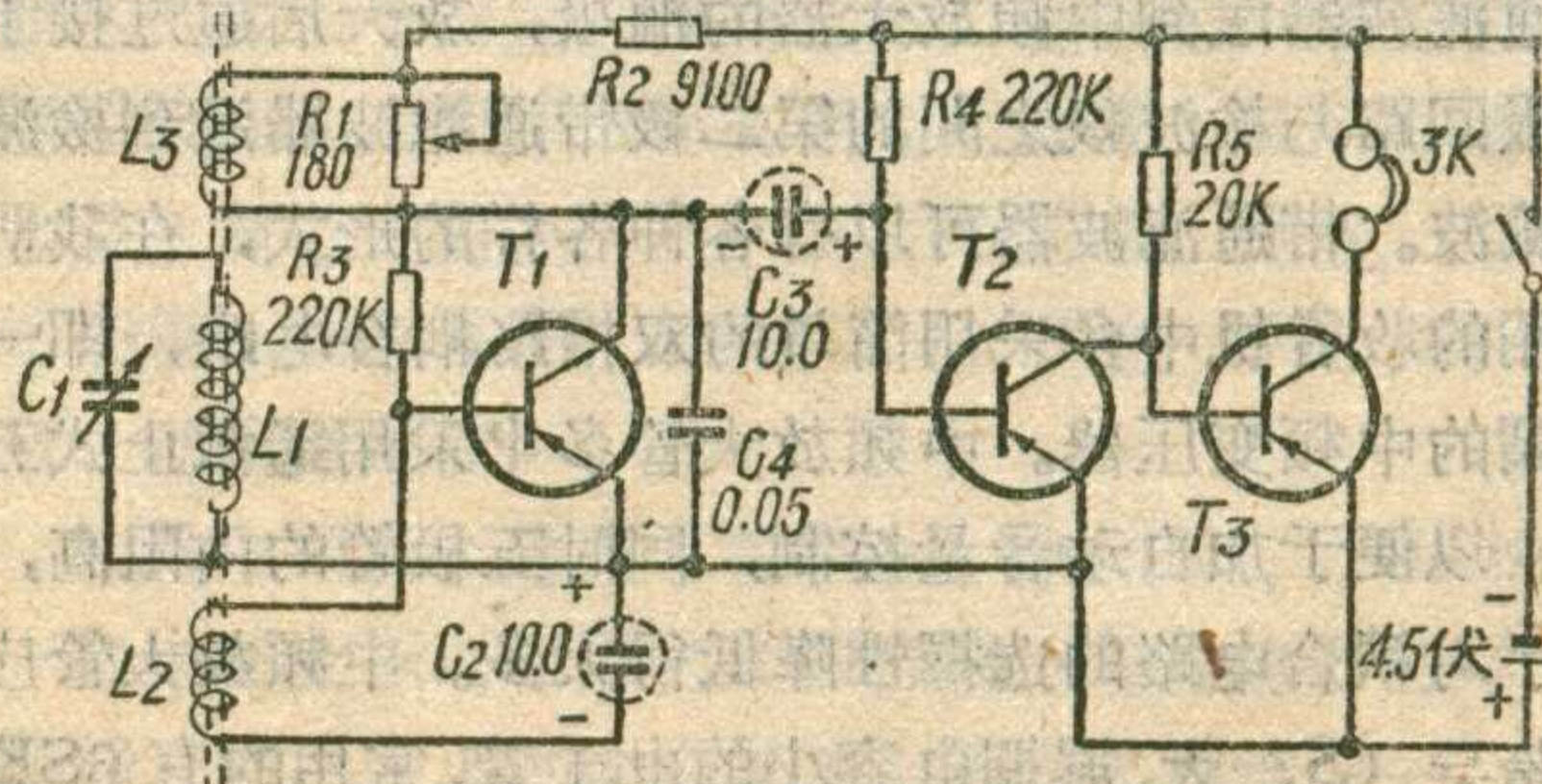
子包住，放在收音机匣子里。因为耗电极省，任何小型电池都可以用125小时左右。

收音机的調整，在于确定再生檢波器和低頻放大器的状态。在輸入回路上接上天綫和地綫，再生圈 L_3 暂时不接，这时三极管 T_1 就是平常的檢波器。选择电阻 R_3 、 R_4 和 R_5 ，使所接收的电台达到最响，但又保持声音的清晰和不失真。

調好低頻放大器后，拿去天地綫，在磁性天綫外面用和 L_1 相同的导綫繞5~10圈作为 L_3 ，并按电路图接好。然后先把电阻 R_1 旋到最大阻值处，耳机內应有断續的振蕩声。如果没有振蕩，可把再生圈的两个接头对調試一試。如果还是没有振蕩，就应当增加再生圈的圈数。調节 L_3 的圈数，使得 R_1 旋到正中間的位置时振蕩刚好停止。

在調整中如果发现較低頻率的电台在 C_1 旋出很多时才能收到，这时不必改变 L_1 的圈数，只要把 C_1 的固定螺絲旋松一些就可以了。

收音机所消耗的电流不超过2毫安。由于电源无去耦电路，当接用的电池內阻較大时，可能发生間歇振蕩，这时就应当加上去耦电路或更換电池。这架收音机能够推动一个阻抗为10欧的635毫米（2.5吋）小型喇叭，它的輸出变压器可用华北厂出品的小型輸出变压器。



中频放大器的设计

丁启鸿

外来信号送到检波器中去检波以前，要有一定的强度，因为弱信号的检波效率低，而且弱信号（百分之几伏以下）检波时，检波器会引起很大的非线性失真。在高频放大式收音机中，采用高频放大的方式，检波以前直接把外来信号放大。由于电台很多，高频放大时放大器必须放大各种频带的电流，带来了很大的困难，收音机的品质不高。在超外差收音机中，外来信号经过变频，各个电台的不同频带经过变频后都处在一个中频频带内，用中频放大器来放大。这样做有许多突出的优点：

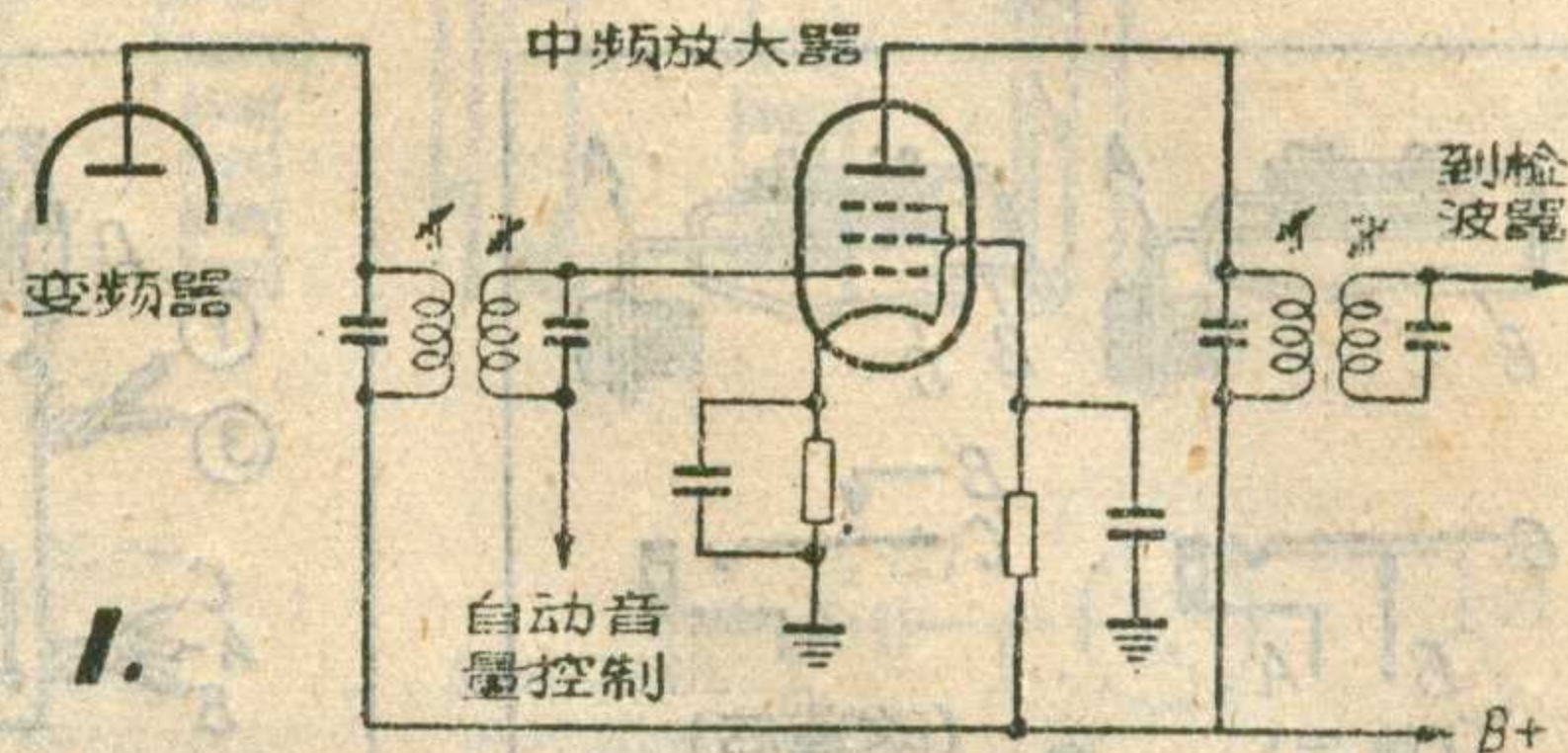
(1) 中频放大器是一种固定频带放大器，由于它所放大的频带是固定的，它不像高频放大一样，每当接收信号的频率改变时都要相应地改变一下选择回路，因此这就省去了调谐的很多麻烦，只须一次调整以后就可以永久使用。另一方面因为它是固定的，屏蔽或隔离较容易，元件的稳定性也比较强；

(2) 中频放大器所放大的频率是经过变频以后的中频，因此比接收信号频率低得多。由于它放大的频率低，放大器在稳定状态下的放大倍数可以相对地增大，往往一级中频放大器可以做到几十倍到百余倍的放大量，这就保证了超外差式收音机具有足够高的灵敏度；

(3) 中频放大器的带通滤波器可以按照人们的意图做成近似于理想的特性，即对频带内的频率都加以均匀的放大而对频带外的频率能迅速给以截止，这就保证了超外差式收音机具有足够高的选择性。

一、中频放大器的典型电路

典型的收音机的中频放大器如图1所示，变频以后的中频信号经过接于变频级与中频放大器之间的第一级带通滤波器送到中频放大器的栅极，放大后通过接于它板极回路与检波级之间的第二级带通滤波器送到检波级去检波。带通滤波器可以有各种各样的形式，在我们家庭用的收音机中多采用简单的双槽路耦合电路，即一般所谓的中频变压器。中频放大管多半采用遥截止式五极管，以便于加自动音量控制，同时五极管的内阻高，不致于对耦合电路的选择性降低得太多。中频放大管应选择跨导(S)大、屏栅电容小的电子管，常用的有6SK7，



6K4Π，等几种。具有锐截止特性的五极管像6Ж1Π，6Ж3Π，6SJ7，也可以作为中频放大管，只是它们不能加自动音量控制装置。

二、中频变压器

中频变压器是中频放大器中的关键性元件。大家都知道，一个理想的中频变压器，它的频率特性应该是矩形的，但实际的中频变压器的频率特性却是钟形的（图2）。不同设计的中频变压器由于它的参数不同，最后呈现的频率特性也是不一样的。要研究一个中频变压器的各项指标，下述三个参数很重要。

(1) 中频变压器的放大量。所谓中频变压器的放大量是指装有该变压器的一级中频放大器在典型工作状态下的放大量(K_0)。这放大量主要取决于谐振回路的谐振阻抗 R ($R = \sqrt{\frac{L}{C}} \cdot Q$ ，其中 L 为中频变压器的电感， C 为与之配合的电容， Q 则为回路的等效品质因数)，以及两线圈之间的耦合因数 β ($\beta = k \cdot Q$ ， k 为耦合系数，它等于 $\frac{M}{L}$ ，其中 M 为两线圈之间的互感)。 K_0 与 R 等的关系是这样的：

$$K_0 = \frac{\beta}{1 + \beta^2} S \cdot R$$

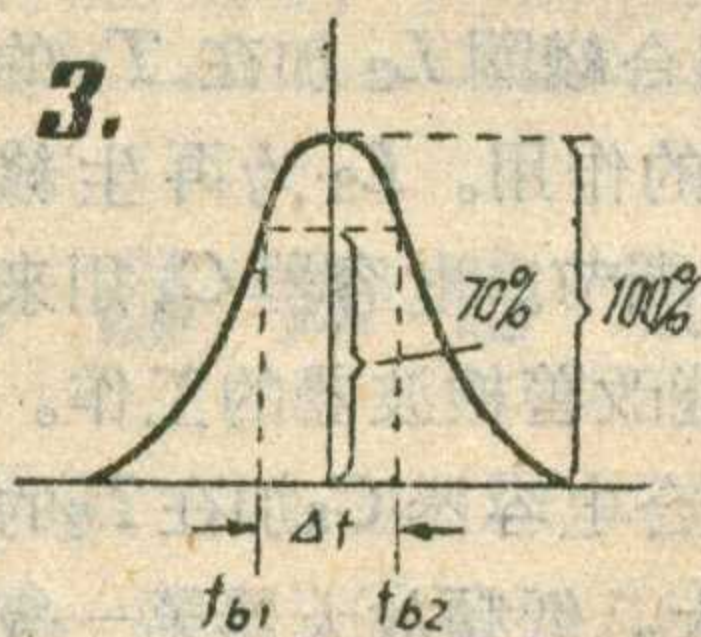
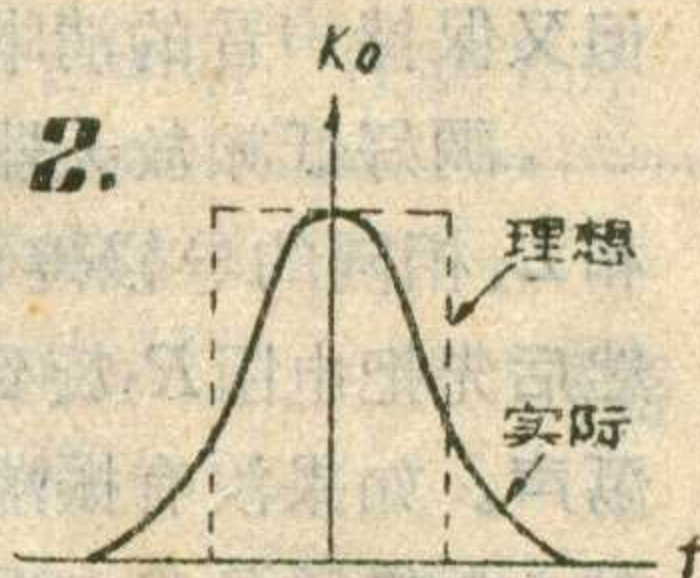
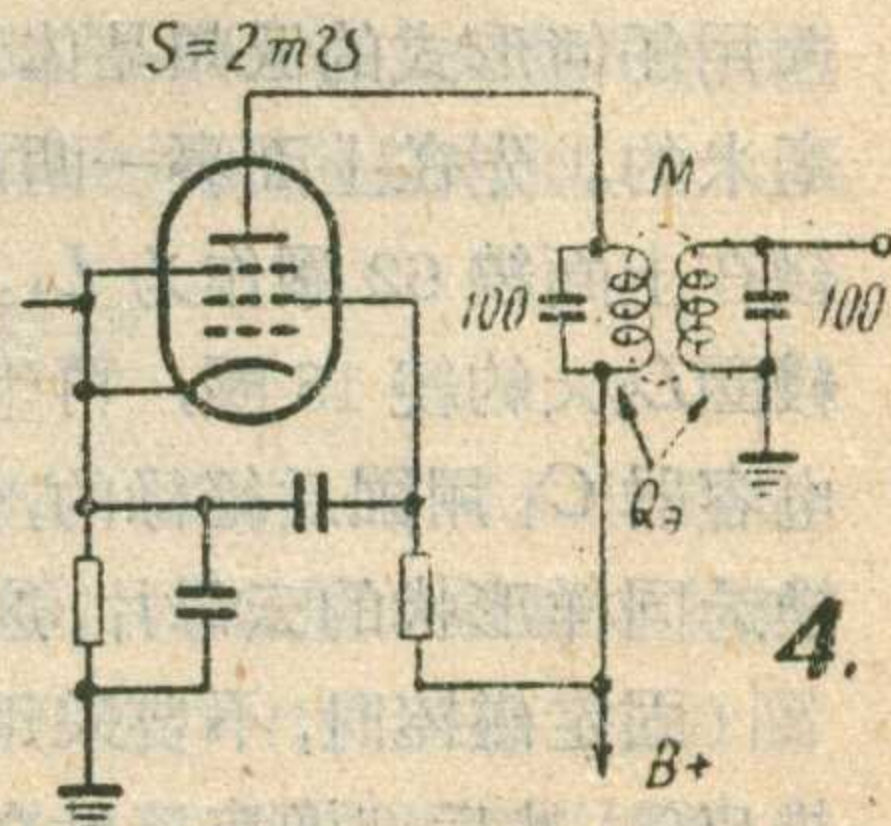
其中 S 是中频放大管的互导。

显而易见，要放大量大， β 最好等于1， L 要大， C 要小， Q 要大。

(2) 中频变压器的通频带。所谓通频带，就是以中心频率的放大倍数作为1，当其下降到70%的时候，两侧频率之差，如图3中通频带 $\Delta f = f_{b2} - f_{b1}$ 。

(3) 中频变压器的阻带衰耗。所谓阻带衰耗就是当频率偏离中心10千赫时放大量下降的分贝数。

为了搞清不同设计的中频变压器装在放大器中所反映的各项指标，我们以图4为例加以说明。图4中的中频放大管具有互导 S 为2毫姆欧，中频变压器内的调谐电容为100Pf，回路的等效 Q ，以及耦合因数 k 变化时，它的频率特性如图5所示。



从这几个图上可以看出, Q_s 大的, 曲线比较尖锐, 放大量也比较大。反之, Q_s 小的, 曲线比较平坦, 放大量也小。但是有一点是共同的, 即不管 Q_s 值如何, 只要 β 值小于 1, 曲线都是单峰的; β 值等于 1, 曲线也是单峰的, 并且中心频率的放大量最大; 当 β 大于 1 时, 曲线出现双峰, 同时中心频率的放大量反而下降。这三种情况中第一种我们叫欠耦合, 第二种叫临界耦合, 第三种叫过耦合。收音机中常用的是前两种耦合, 过耦合一般由于它不好调整, 要求不高的收音机中不大采用它。

三、中频变压器的简略计算

在设计中频变压器时第一步要决定采用的调谐电容 C 。如前所述, C 大了对放大量是不利的, 但 C 太小, 工作就不如 C 大时稳定, 每当电子管更换时, 或当电子管的输入电容受自动音量控制作用而改变时, 回路的失谐就比较严重, 一般多采用 $100Pf$ 至 $200Pf$ 。第一级中频变压器为了追求变频级增益大些, 有时采用的 C 比第二级的小一些。但也有第一级与第二级是完全相同的, 这样在制造方面比较方便。

决定了采用的 C 以后, 那末极容易求出所需的电感 L 来:

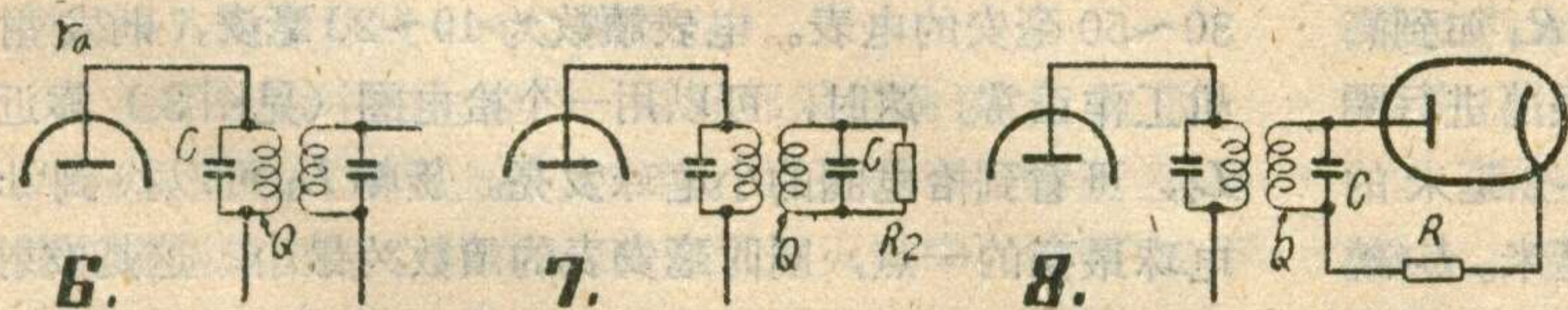
$$L(mh) = \frac{122}{C(pf)}$$

其次要决定回路的有效 Q_s 值以及线圈的 Q 值和两线圈的耦合系数 k 。计算步骤如下。

以临界耦合为例, 根据所需的通频带, 就可以计算所需的回路有效 Q_s 值:

$$Q_s = 1.41 \cdot \frac{f_{中频}}{\Delta f}$$

这样计算出来的 Q_s , 并不是线圈应有的 Q 值, 因为回路的初级是与电子管的输出阻抗并联的, 而回路的次级是与电子管的输入阻抗并联的, 因此真正的线圈 Q 值还需通过下式来计算:



$$\text{初级 } Q = \frac{Q_s}{1 - \frac{Q_s}{\omega C r_a}} \quad (\text{见图 6})$$

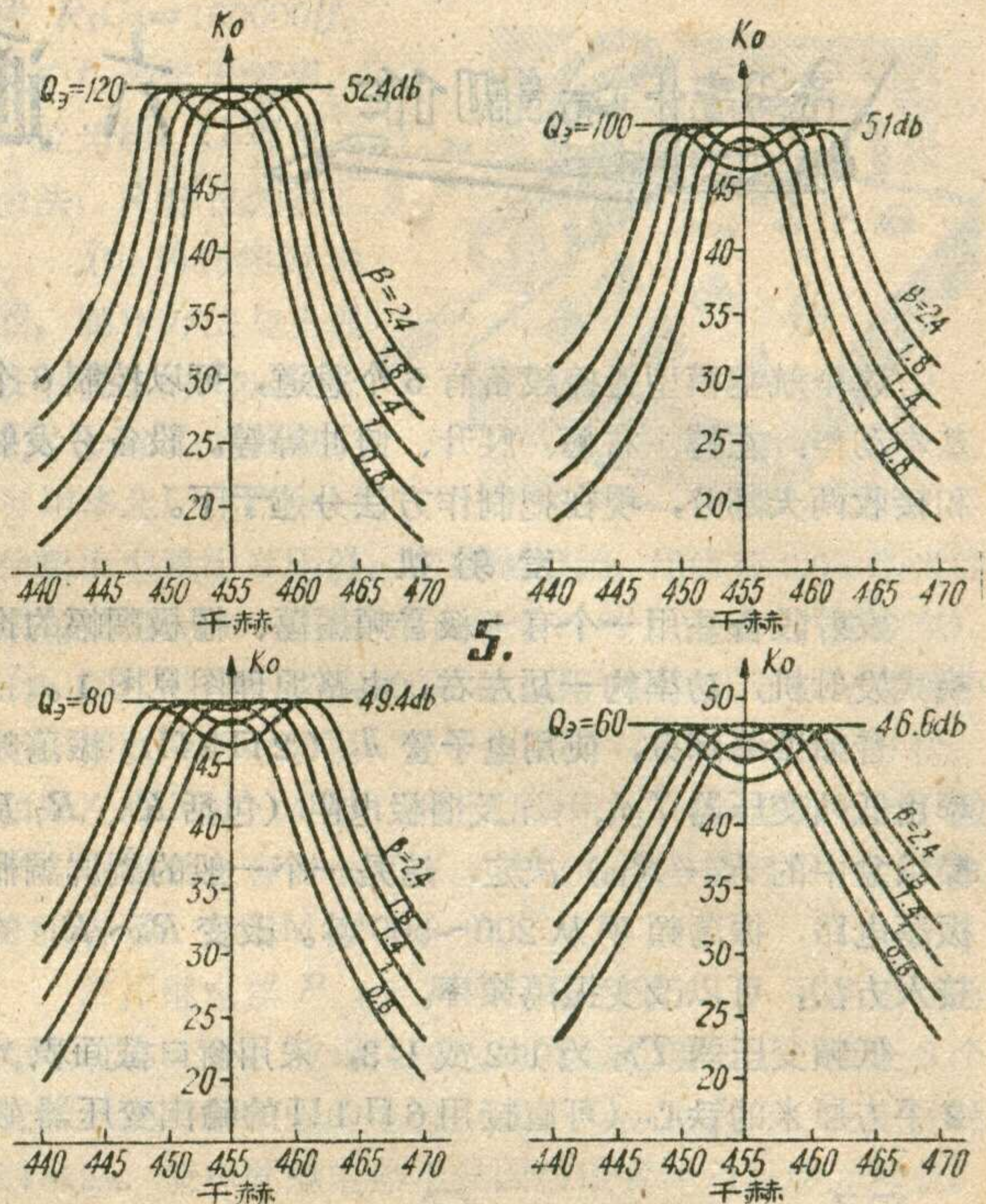
式中 r_a ——前一电子管的屏阻; $\omega = 2\pi f$ 中频。

$$\text{次级 } Q = \frac{Q_s}{1 - \frac{Q_s}{\omega C R_2}} \quad (\text{见图 7})$$

式中 R_2 ——下一电子管的输入电阻。

$$\text{次级 } Q = \frac{Q_s}{1 - \frac{2 \cdot Q_s}{\omega C R}} \quad (\text{见图 8})$$

式中 R ——检波管的负载电阻。



在临界耦合情况下, $k = \frac{1}{Q_s}$ 。因此, 可按 $k = \frac{1}{Q_s}$ 求出 k 值。根据计算出来的 Q 值和 k 值, 然后将线圈绕制成符合这些数据。必须指出, 中频变压器的铝罩对线圈的 Q 值是有影响的, 必须保证中频变压器加罩以后的 Q 值达到要求。

以上所谈的仅仅是临界耦合的情况, 如果要设计欠耦合和过耦合, 计算还要复杂一些, 就不一一再谈了。

从这里可以看出, 由于第二级中频变压器负载电阻比较小 (它等于检波管负载电阻之半), 因此如果线圈的 Q 值不变, 实际回路的 Q_s 值就较小。由于 $k = \frac{1}{Q_s}$, Q_s 较小, 所以 k 就要较大。为了获得较大的耦合因数 k , 必须把初、次级线圈靠近些, 这就是为什么第二级中频变压器的初次级线圈距离比第一级中频变压器的初次级线圈距离来得近一些的道理。有的厂为了生产方便起见把第一级中频变压器做成与第二级一样, 这样做对选择性是有好处的, 当然对通频带是要减小一些。

售品中频变压器大都是 465 千赫的。中频变压器的四个线端有的是用有颜色的接线, 从底部引出来, 每一种颜色代表一个固定的接线位置。也有的中频变压器是用焊片接出的, 焊片旁标有相应的符号。常用的颜色和符号是: 黄色或蓝色 (P) 表示接屏极, 绿色 (G) 表示接栅极, 红色 (B) 表示接 $B+$, 黑色 (F) 表示接地或接自动音量控制。

如果中频放大管是有管顶的 (如 6K7、1N5 等), 第一级中频变压器必须把那根绿线 (焊片的要另焊一根软接线) 从铝壳顶部穿出来加上管帽夹到管顶去。

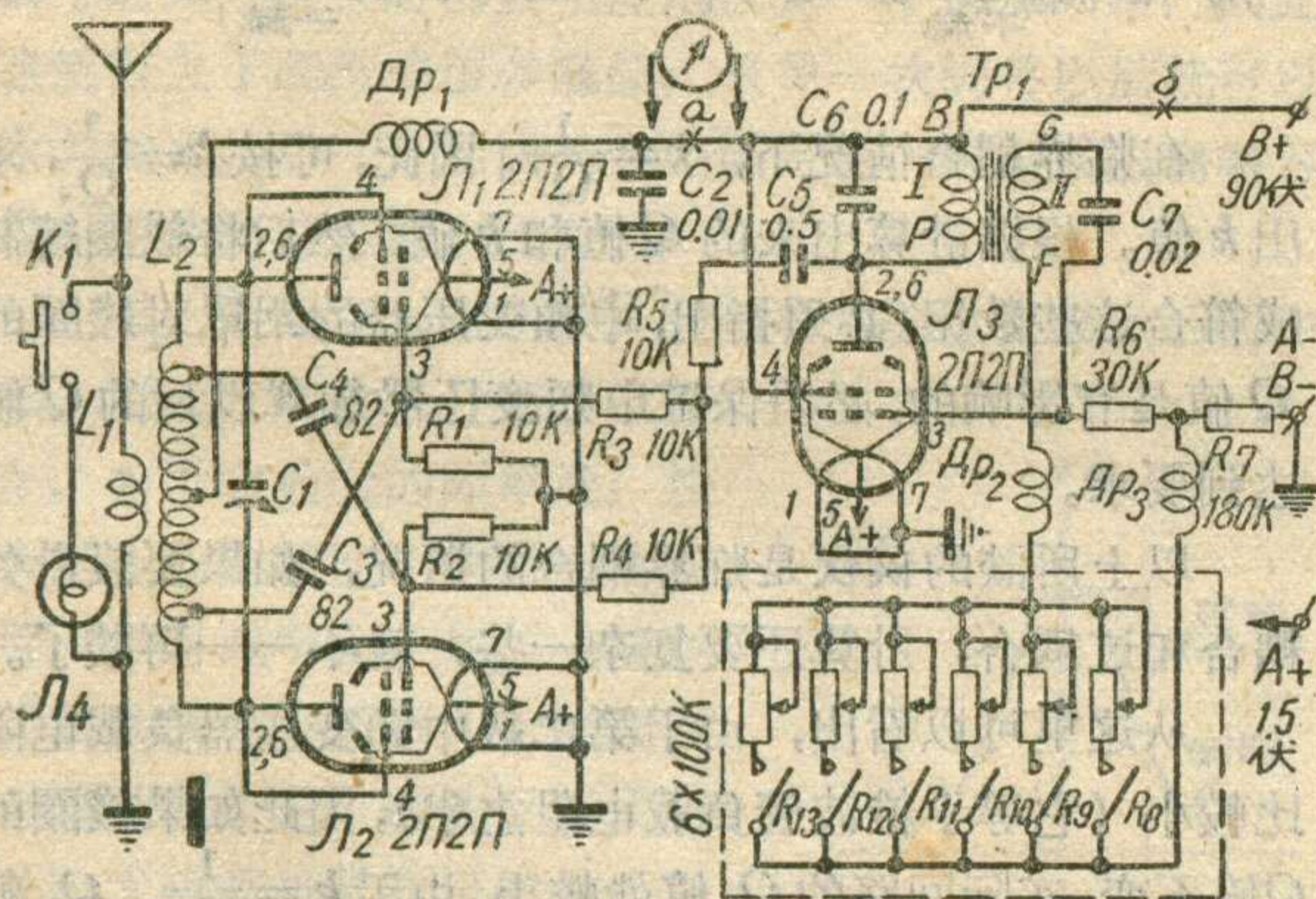
这个航空模型遥控设备有6个通道，可以控制6个基本动作：左转、右转、爬升、俯冲等等。设备分发射和接收两大部分，现在把制作方法分述于下。

发射机

发射设备是用一个有一级音频振荡、栅极调幅的推挽式发射机，功率约一瓦左右。电路原理图见图1。

音频振荡部分，使用电子管 J_2 (2Π2Π)。振荡频率由低频变压器 T_{p1} 、 C_7 及栅极电阻 (包括 R_6 、 R_7 及操纵盒中的 R_8 — R_{13}) 决定。这是一个一般的调屏调栅振荡电路，振荡频率从200~500赫。改变 R_8 ~ R_{13} 的接入方法，可以改变振荡频率。

低频变压器 T_{p1} 为1:2或1:3，采用窗口截面积为2平方厘米的铁心 (可直接用6Π1Π的输出变压器铁



心)，用0.06毫米直径的漆包线绕2200匝 (I) 及6600匝 (II)，乱绕，不用排齐。

音频振荡部分的输出，经 C_5 、 R_5 、 R_3 、 R_4 加到高频振荡部分电子管 J_1 及 J_2 的栅极，对高频振荡进行调幅。在高频振荡电路中，线圈 L_2 用直径1.5~2毫米的漆包线或裸铜线绕成空心线圈，线圈直径25毫米。 L_2 绕8匝，中心抽头，匝距为3毫米左右。 L_1 用同样粗细的导线绕2匝，线圈直径约22毫米。线圈 L_1 套在线圈 L_2 中。

电容器 C_1 与线圈 L_2 构成振荡槽路，采用国产КПК—1型半可变电容器，电容量为6~25微微法或8~30微微法的都可以。 C_3 、 C_4 必须用云母 (KCO型) 或陶瓷 (KTK或KDK型) 电容器，以减少高频损耗。

Dp 为高频扼流圈，用直径为0.5~0.2毫米的漆包线绕在直径为5~10毫米、长35毫米的瓷棒或胶木棒上。也可以绕在一个不小于0.5兆欧、0.5~1瓦的电阻上。扼流圈的匝距应逐渐增大，接 L_2 中心抽头的一侧，匝距应为最大。绕 Dp 的导线长度 l ，可按下式计算：

式中 f 是最大工作频率，按兆赫计算，算出的 l 长度为米。如果发射机工作频率为28兆赫左右， l 可取为3.5米，绕170匝就可以了。

在音频振荡部分，也有两个高频扼流圈 Dp_2 及 Dp_3 ，是防止人体感应的。这两个扼流圈可以绕在一个直径为8毫米的胶管或瓷管上，用两根直径为0.2毫米的漆包线平行缠绕，共绕60匝即行。也可以分两层绕，每个扼流圈绕一层，中间垫以绝缘纸，每层绕30匝。

在天线线圈 L_1 的两端并联一个6.3伏的小电珠 J_4 ，用按键 K_1 控制。发射机正常工作时，按下按键 K_1 ， J_4 应燃亮。

全机装配在一块 $60 \times 100 \times 3$ 毫米的胶木板上，天线高度为 $\frac{1}{4}$ 波长 (例如工作频率为28兆赫，用2.52米长的天线)。天线可以用直径10毫米左右的铜管或铝管制作。

电源甲电用1.5伏，可用6节手电筒电池并联供电。乙电90伏，可用45伏干电池两组。

操纵盒用6个100K的电位器组成。每个电位器连接一个按钮开关。为了控制方便，可以做一个特制四档开关，每档分别接通一组电位器，以便像飞机上的操纵杆一样，可以控制飞机的上、下、左、右航行。另外用两个按钮开关，装在特制开关的两旁，控制相应的电位器，发出控制飞机大油门和小油门的信号，改变飞机的速度。操纵盒的外形见图2。

装配完了后，检查一下接线有无错误，然后接上电源。把 J_3 拔去，在图1中“a”处串接一个最大读数为30~50毫安的电表。电表读数为10~20毫安，则发射机工作正常。这时，可以用一个拾电圈 (见图3) 靠近 L_2 ，可看到拾电圈的小电珠发亮。旋转 L_1 可以找到小电珠最亮的一点，同时毫安表的读数为最小，这是发射机的最佳振荡点。要求这时的振荡频率应在工作频率附近，不然应增减 L_2 的匝数。 L_1 与 L_2 间的耦合是很紧要的。过紧的耦合，会使天线的发射功率减小，并且会剧烈地降低振荡频率的稳定度。耦合太松，又会降低发射机效率。因此，寻找最佳振荡点，即调整 L_1 在 L_2 中的位置，必须仔细进行。此外，调整 L_1 的匝数也可求得最佳耦合。

发射天线在调整时，应先将发射机固定在某一频率，这时增减天线的长度，看毫安表的读数变化。如果天线谐振的话，那么接上天线与取下天线时的读数差最大。如果用手摸天线，电流读数会下降，天线谐振时，

发射天线在调整时，应先将发射机固定在某一频率，这时增减天线的长度，看毫安表的读数变化。如果天线谐振的话，那么接上天线与取下天线时的读数差最大。如果用手摸天线，电流读数会下降，天线谐振时，

讀数下降最大。

拔去 J_1 及 J_2 ，插上 J_3 ，把毫安表改接在图 1 中的“6”处，讀数应在 0.5 毫安左右，指針并有微微跳动。按下操纵盒上任一按钮，电流应上升到 7~15 毫安。这时如用耳机的一个接头放在 TP 的 P 点，另一个接头用手捏住，則可听到“啞”的响声，这說明工作是正常的。如果电流太大，可在 J_3 帘栅电路內接入一个 3~5K 的固定电阻。

插上全部电子管后，再在“a”点测量电流，按下操纵盒上按钮时，电流会下降，这說明調制正常。这时用耳机的一端接天綫，另一端接一 0.1 微法的电容器后拿在手中，按下操纵盒上的按钮，可以听到长声音頻，不按按钮时，則可听到“撲撲”的汽船声，这說明发射机工作正常。

接收机

接收机的原理电路图見图 4，用三个电子管。电子管 J_1 (2Π2Π) 接成自熄式超再生檢波电路，电子管 J_2 (1K2Π) 为电压放大，电子管 J_3 (2Π2Π) 为功率放大。工作頻率为 28~29.7 兆赫。接收机的輸出接有一个諧振继电器 P ，在諧振继电器上有六根諧振簧片，各簧片的諧振頻率不同，約自 200~500 赫。每根諧振簧片控制一个中間继电器 P_n ，由中間继电器控制傳动机构，操纵飞机的航行。电路的其他部分，与一般超再生收音机相似，这里只介紹有关制作的資料。

綫圈 L_1 繞在直徑为 10 毫米的綫圈架上。綫圈架应具有良好的高頻絕緣性能，最好用夹布胶木管或塑料管，不能用胶紙管。綫圈用直徑 0.5 毫米的漆包綫（最好用塗銀銅綫）繞 16 匝，匝距 1 毫米，中心抽头。 C_2 一般約 7 微微法左右，視頻率高低来增减，最好不要超过 15 微微法。如果頻率还要調低，可以增加 L_1 的匝数，反之，則减少 L_1 的匝数。也可以把 L_1 套在优质的高頻铁粉心上，調整铁粉心在綫圈中的位置，改变 L_1 的电感，来配准頻率。但是，这种铁粉心很难找到。如果找不到优质高頻铁粉心，宁可把 C_2 改用半可变电容器（用 $KΠK-1$ 型，2~7 微微法或 4~15 微微法）。

在第一級中的电容器，最好都采用陶瓷介质的。 R_1C_3 根据熄灭頻率选择其数值。熄灭頻率一般至少是最高調制頻率的 4~5 倍。确定了熄灭頻率，就可按下式算出 R_1 及 C_3 的数值：

$$f_0 = 160000 / R_1 C_3$$

或 $R_1 C_3 = 160000 / f_0$

式中 f_0 为熄灭頻率，单位为赫； C_3 单位为微法； R_1 单位为欧。

Δp_1 为高頻扼流圈，制作方法与上述发射机中的 Δp_1 相同。

Δp_2 作为 J_1 的負載，可用华北厂生产的一种超小型輸出变压器，把綫圈重繞，用直徑 0.05 毫米的漆包綫繞 3000~4000 欧或更多一些（电感量約 2 亨）。

Δp_2 也可用一个 50~100K 的电阻来代替。 $C_6 C_7$ 是两个超小型电解质电容器，型号是 $\Theta M-M$ 型，耐压 60 伏。如果没有 $\Theta M-M$ 型，用近似数值的、体积較大耐压較高的电解质电容器也可以。其它电容器最好用小型的紙质电容器，如 $B M$ 型电容器。

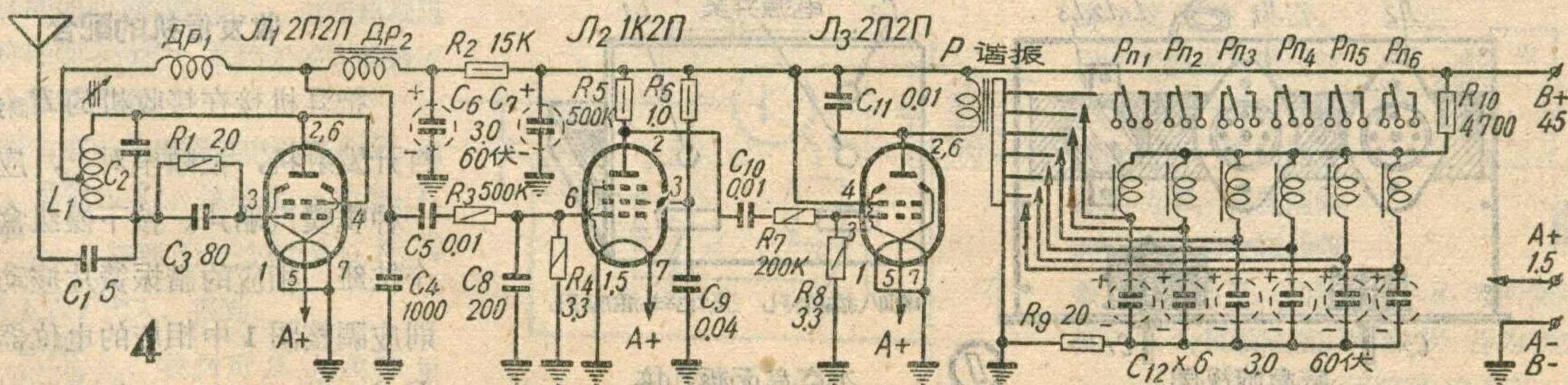
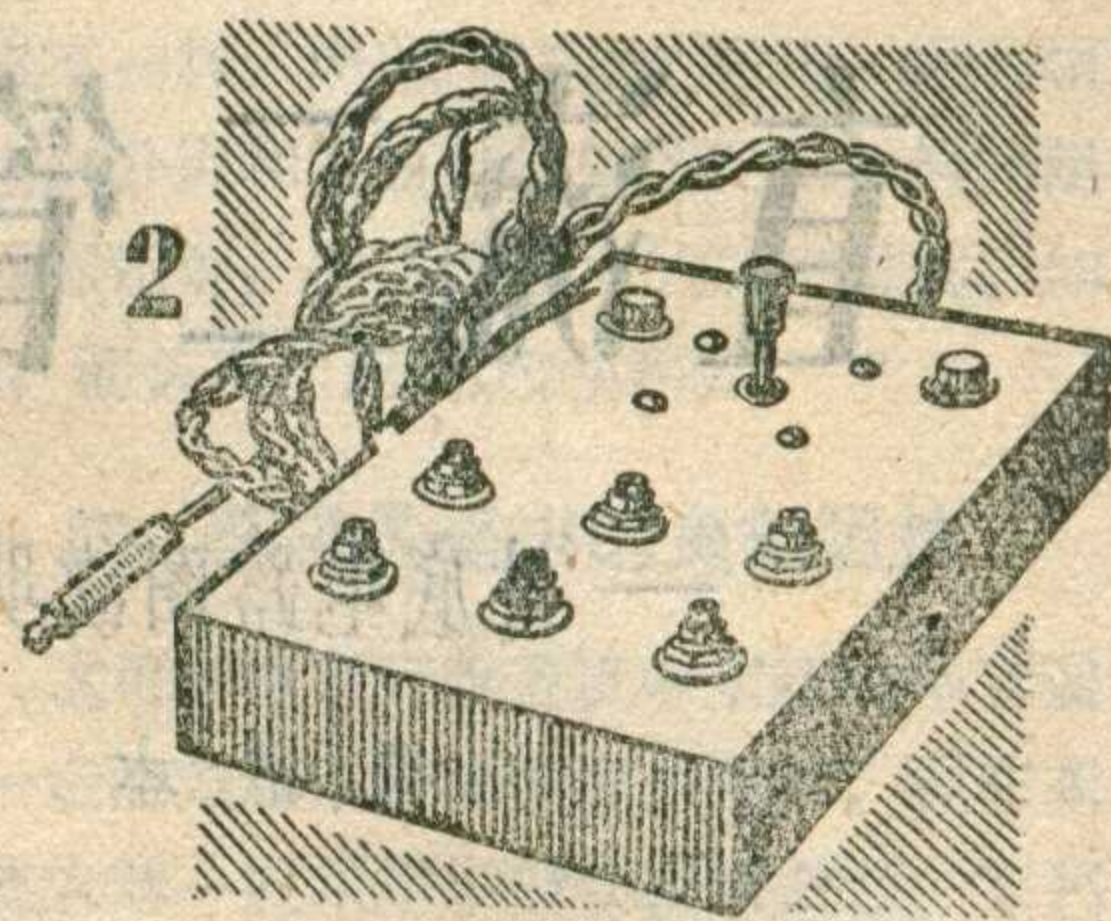
諧振继电器 P 并联的电容器 C_{11} ，可能影响音頻电流的大小，应根据接收的音頻范围选配，使在 6 个音頻都能得到較强的电流。6 个 C_{12} 及 R_9 組成 6 組延时电路，使中間继电器不致因諧振簧片的抖动而釋放。

R_{10} 是降压电阻，根据中間继电器的工作电压选配。

接收机装好后，先檢查接綫有无錯誤。然后，拔下 $J_2 J_3$ ，接上电源。在 J_1 屏路中串接一个毫安表，毫安表讀数应为 0.5 毫安。用耳机串接一个 0.01 微法的电容器并联在 Δp_2 的两端，应听到一种較輕的沙声，这說明已产生超再生振蕩。旋动 L_1 的铁粉心（如果未装铁粉心，应旋动半可变电容器 C_2 ），应该在全部工作頻率范围内都能听到清楚的沙声。如果听不到沙声，电表讀数較高，就需要調整。調整时可改变 Δp_1 的匝数，或改变电容器 C_4 、 C_3 或电阻 R_1 的数值。如果用电阻代替 Δp_2 ，那末可改用一个 100K 的电位器，慢慢旋轉到耳机中出現沙声为止。总之，务使沙声达到最强，但不能出現尖叫声。

插上 $J_2 J_3$ ，用串有电容器的耳机逐級在屏极負載上檢查，应该一級强似一級，到末級 P 諧振 两端应该最响，甚至不用耳机也能听见一种哼声。但是这时諧振簧

(下轉第 14 頁)



直流二管机

— 封底电路图说明 —

馮 报 本

这个直流二管机，是在上期介绍过的直流单管机后面多加一级音频放大而成的。它的检波电路仍然是栅极检波再生式的。原来在单管机里声音很小的播音，经过放大后，可以用喇叭放送出来。在清静的环境里，能够供给多人收听。

现在看一下封底的电路图。检波级电子管 J_1 (1K2Π) 的屏极负载 R_3 代替了单管机中的耳机。 R_3 上得到的音频电压通过交流电容器 C_3 ，在 J_2 (2Π2Π) 的栅极电阻 R_4 上产生一个音频电压降，加在 J_2 的栅极上。 R_4 同时也是将 J_2 栅极积存的电子洩放回到阴极的途径。 C_3 的又一个主要用途是隔断检波级屏极电路里的直流成分，只让音频电流流通。

放大级电子管 J_2 的屏极负载是舌簧喇叭 LP 的线圈，它对交变电流有相当的阻抗。变化的屏流通过喇叭线圈的时候，就激动舌簧使喇叭发出声音。 C_4 叫做“音调电容器”，一些频率较高的音频电流可以直接通过这一电容而不流入喇叭，使喇叭发出的低音较为悦耳。此外，它也使刺耳的叫啸声等旁路。

音频放大级是用功率放大管 2Π2Π 工作的，它有较大的输出功率推动喇叭工作。 2Π2Π 的灯丝有两种接法：一种是串联式，灯丝电压为 2.4 伏；另一种是并联式，灯丝电压为 1.2 伏。这个电路中是采用并联式，以便和 1K2Π 共用一节干电池。

装置过单管机以后，再装这部二管

机，问题是不大的。因为所添零件和接线不多，装置和焊接的要点也相同。底盘的形式可以参照上一期封三的举例，只需在零件排列时多加一个电子管座。面板、底盘和零件的装置可以参考图一，实体接线图参考本期封底。

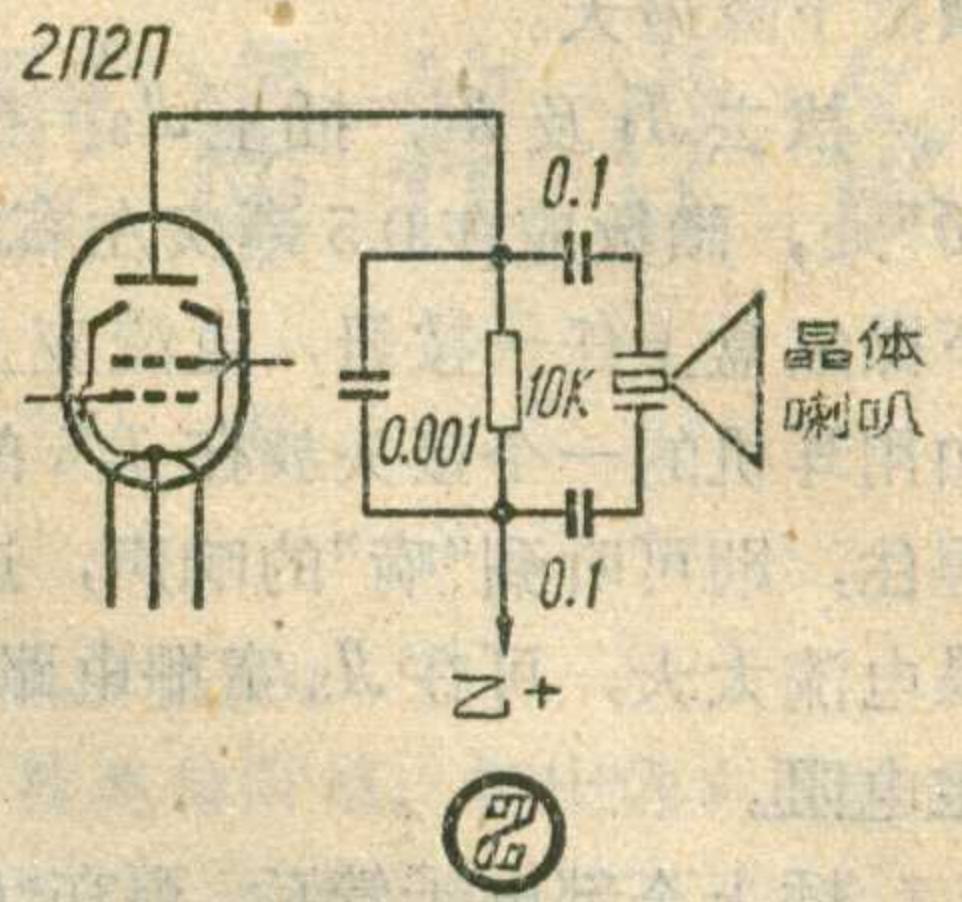
输入端的线圈可以购买

现成的三回路再生线圈，也可以自己绕制。在直径为 30 毫米的线圈管上，用直径为 0.31 毫米的漆包线， L_1 绕 35 圈， L_2 绕 100 圈， L_3 绕 65 圈；各线圈相距 5 毫米，同方向绕制。

高扼圈 D_p 和电解电容器 C_7 如果找不到，也可以省去不用。因为 R_3 的阻值比较大，本身又没有潜布电容量，所以虽然没有高扼圈，对再生的影响还是很小的。 C_7 是平滑乙电用的，对音频电流的畅通也有一定作用，当乙电快要用完时，它可以减少一些杂音。如果不用 C_7 ，乙电的开关也可以省去，只需在甲电回路中装一个单刀单掷的电源开关就可以了。

舌簧喇叭应选用高阻抗的。这一类的售品，线圈的直流电阻约为 1000 欧，对 400 赫音频电流的阻抗约为 8600 欧。也可以使用晶体喇叭，但是要给输出管加一个屏极负载电阻，然后经过两个隔直流电容器将音频电压加在晶体上，如图 2 所示。这两个隔直流电容器，在购买喇叭时已经附在上面了。

装好后的校验可以分级进行。先试验检波级。这时， 2Π2Π 暂不插入，用一个耳机并联在 R_3 的两端，用 1K2Π 作单管机收听。这一级的校验方法，和上期封底中的单管机是相同的。检波级经过试听可以收到电台以后，关断电源，取下耳机，并将 2Π2Π 插入。开启电源后，用手拿一个金属物(如螺丝起子)碰触 2Π2Π 的栅极，喇叭会发出“咯咯”的响声，这表示放大级



已在工作，可以寻找电台了。

这个二管机的音量要比单管再生机大得多，但是它的灵敏度和选择性还是和单管机一样。因为我们只是增加了一级音频放大，检波电路并没有什么改进。因此，要使收音机有良好的收音效果，仍要有良好的天地线。可以用喇叭收听本地电台和远地的大电台，也可以用耳机代替喇叭收听远地较小的电台。

为了省电，乙电用到 22.5 伏时，收音机也能工作。但是要用耳机收听，效果才好。

封底左下方的小图是低乙电二管机的电路。它的乙电只有 9 伏。这个电路的特点是用作再生检波管的 1A2Π 的第二、三、四个栅极都和屏极连起来，以中和空间负电荷，帮助屏极吸收电子，所以在较低屏压下仍能得到足够的屏流。此电路的天线经电容耦合到输入回路。 L_1 可在直径为 30 毫米的线圈管上用 0.31 毫米线径的漆包线绕 100 圈， L_2 可用同样线号在距 L_1 5 毫米处绕 85~100 圈。电路中是用电位器 R_2 控制再生。其它部分和前一电路相似。

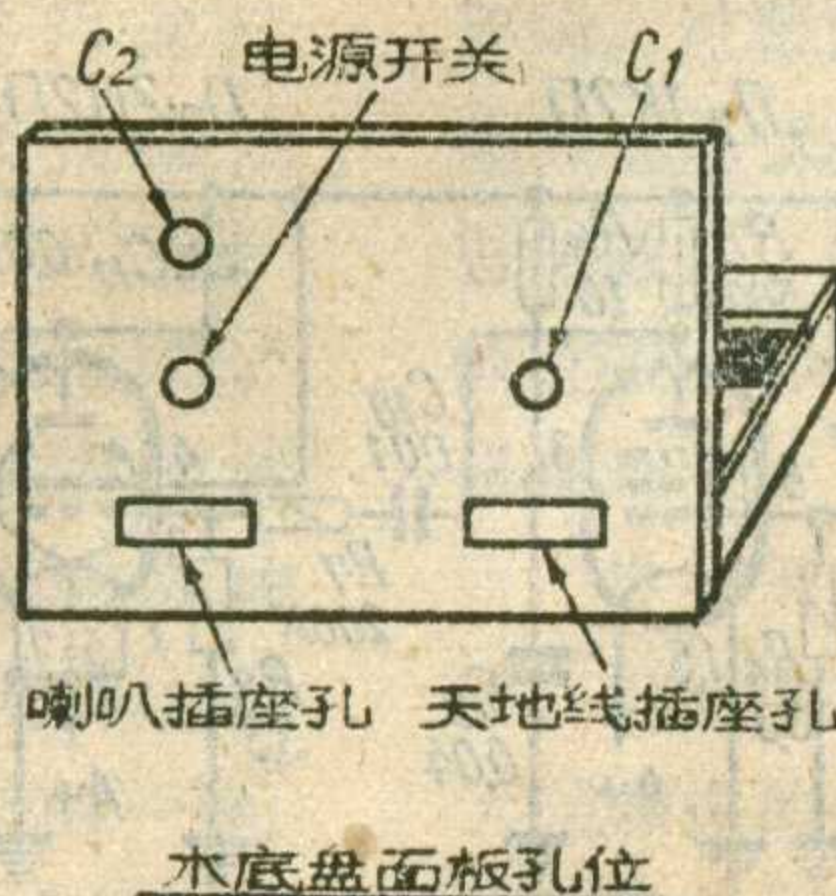
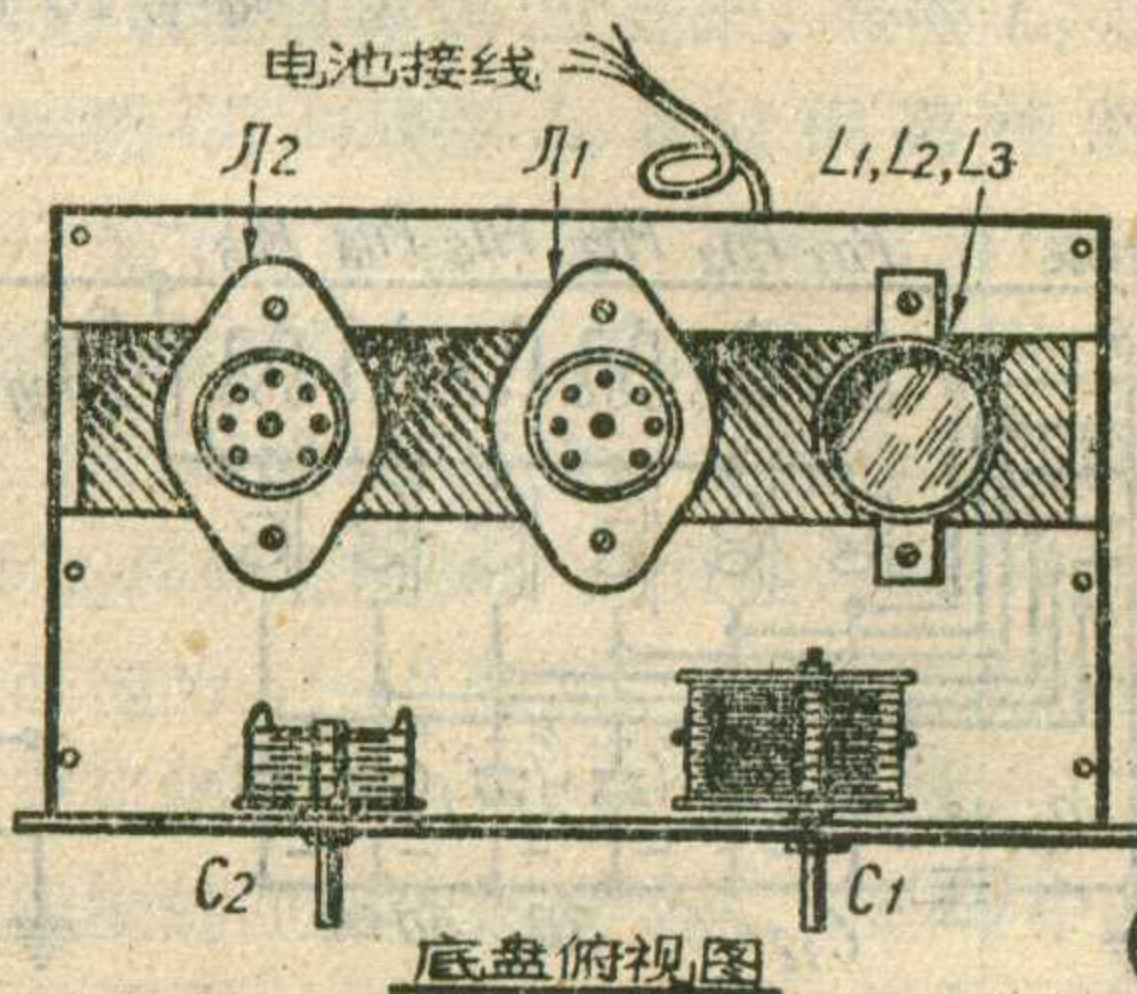
(上接第 13 页)

片不能有突跳，如果有突跳，应改善布线，检查布线是否过长，后级的布线是否与前级的栅级布线交叉或平行，检查滤波网络是否有问题。

收发信机的配合

把耳机接在接收机的 $P_{\text{谐振}}$ 两端，打开发射机，把频率对上，应该听到一种噗噗汽船声。按下操纵盒上的各个按钮，相应的谐振簧片应动作，否则应调整图 1 中相应的电位器 ($R_8 \sim R_{13}$)。

无 线 电



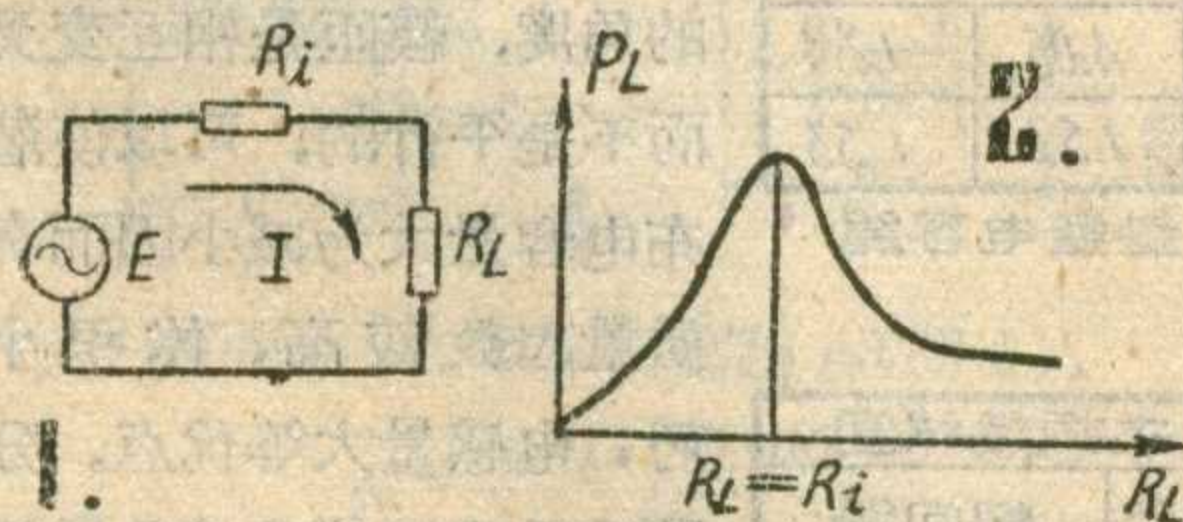
什么叫阻抗匹配

金 易

在无线电的各种电路中，常常遇到电动势和负载之间的关系问题。例如，天线上有一个信号传输到接收机的输入电路里去，或者，音频放大器的末级有一信号要去推动扬声器发出声音等等……若信号电压的大小是一定的，则传输到这些负载里去的电功率或者其他某些性质将随着负载的大小而有所不同。那么，我们要选用多大的负载来达到预期的目的呢？大致说来，有两种情况：一种是将负载选用得使功率传输为最大，另一种是使负载为某一合适的数值，以满足一些其他的要求，而这时功率的输出并不一定是最大。但在实际中，承受功率的负载器件如扬声器、输送线等，其阻抗不一定恰好与所需的阻抗相等，我们必须设法将阻抗加以变换，才能使用。这种把某一已知负载阻抗转变成所需的某一特定阻抗，来达到上述二种目的之一的要求，就叫做“阻抗匹配”。下面我们分别来谈这两种阻抗匹配的意义：

一、获得最大的功率传输

第一种情况，匹配的目的是要使传输给负载的功率为最大，这种要求在电子管收音机里例子不多，但在晶体管收音机中则常常遇见。因为晶体管的放大作用主要



是电流放大，管子的输入阻抗较低，要吸收前级的功率输出，因此，怎样使各级的功率增益为最大，是主要考虑的问题。那么，怎样能使功率传输最大，也即负载阻抗应怎样匹配才行呢？我们先要弄清楚下面的一个普遍规律。

如图1，有一个电源其电动势为E，内阻为 R_i ，负载为 R_L ，这时有一电流I， $I = \frac{E}{R_i + R_L}$ ，加到 R_L 上的功率是 $P_L = I^2 R_L$ ，将上式I代入，得到 $P_L = \frac{E^2 R_L}{(R_i + R_L)^2}$ 。我们可从这式子里

找出 R_L 变化时， P_L 变化的规律。我们设E为6伏， R_i 为3欧，而用三种不同的 R_L 来试验一下，看各能获得多少功率？

(1) $R_L < R_i$

设为2欧，

$$I = \frac{6}{3+2} = 1.2 \text{ 安}$$

$$P_L = 1.2^2 \times 2 = 2.88 \text{ 瓦}$$

(2) $R_L = R_i$ 设为3欧，

$$I = \frac{6}{3+3} = 1 \text{ 安}$$

$$P_L = 1^2 \times 3 = 3 \text{ 瓦}$$

(3) $R_L > R_i$ 设为4欧，

$$I = \frac{6}{3+4} = 0.86 \text{ 安}$$

$$P_L = 0.86^2 \times 4 = 2.96 \text{ 瓦}$$

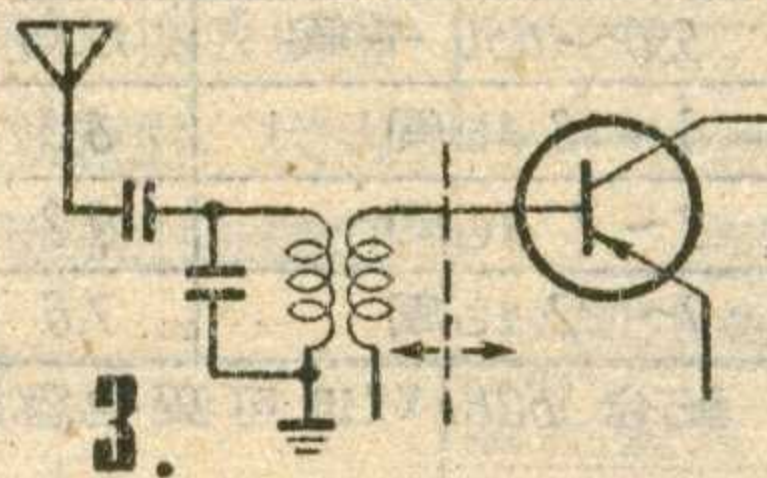
按照这样的方法用各种不同的 R_L 值代入计算，就可以得到如图2的曲线，说明若电动势一定，则只有当 $R_L = R_i$ 时输出功率为最大。

如果内阻和负载不是纯电阻而是阻抗，经过数学来证明，只有当负载电阻与电源内电阻相等，并且负载的电抗与电源内电抗数值相等而符号相反（即一个是感抗，而另一个是容抗）时，负载上得到的功率才是最大。

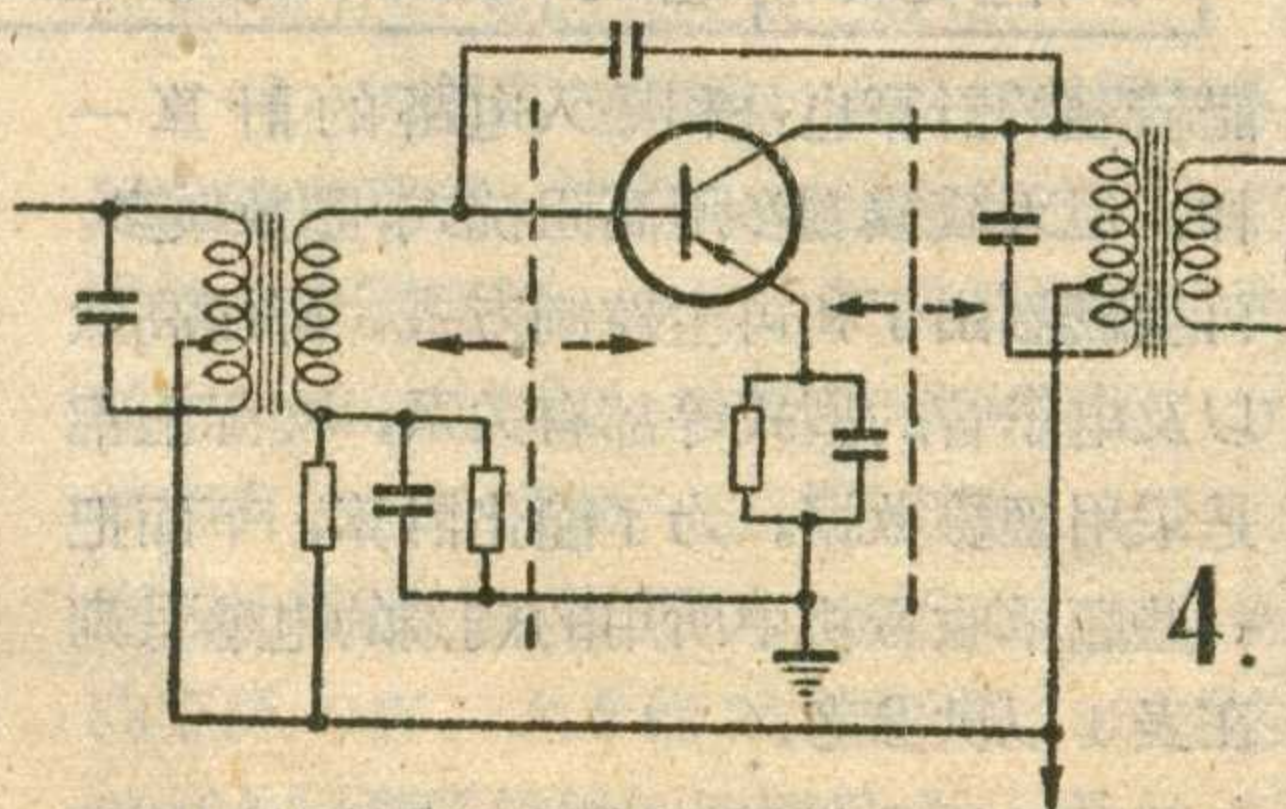
所以，如果要使功率传输最大，那么阻抗匹配的条件就应合乎上述的规律。

从晶体管收音机里举两个例子来说明。

如果要想天线输入回路的功率传输最大，则应使天



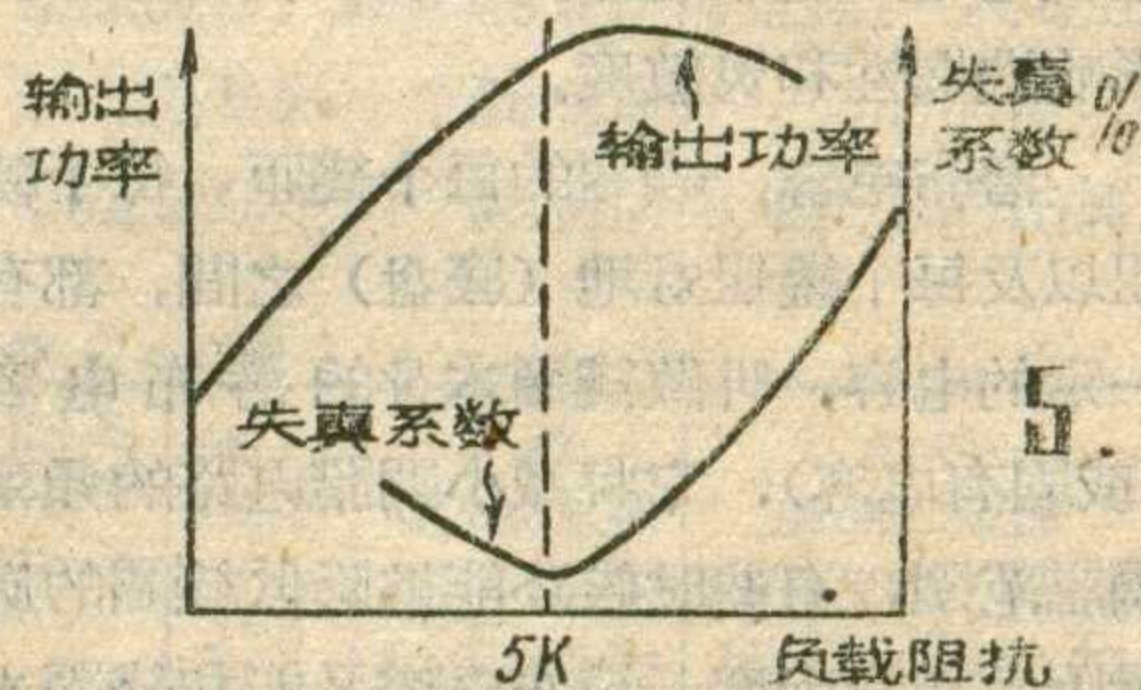
线输入回路的输出阻抗和晶体管的输入阻抗相等，如图3。两箭头表示此处从虚线向左看去的天线输入回路的输出阻抗和从虚线向右看去的晶体管的输入阻抗应该匹配相等，使输入功率最大。又如晶体管收



音机中频放大器的考虑方法也和电子管收音机不一样，中频变压器的输出、输入阻抗也应分别和中放晶体管的输入、输出阻抗匹配相等，以获得最大的功率增益。如图4，箭头表示应匹配的两端。

二、获得最适当的负载阻抗

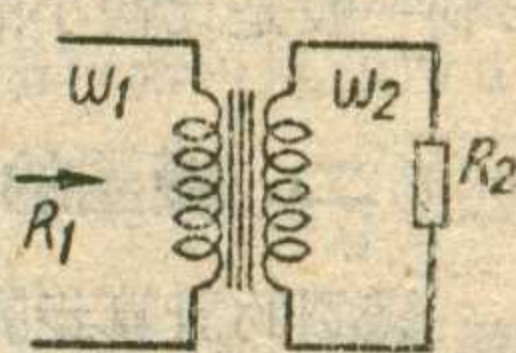
这可举电子管收音机中末级功率管要求一定的负载匹配的情况来说明。现在末级放大器一般采用束射管或五极管，它们的内阻很大，我们不可能用和它内阻相等的负载来匹配，同时电子管各电极在一定的电压下，负载只有在某一适当数值的时候，才能够使得输出的信号失真最小，这个负载阻抗的数值一般是不等于电子管的内阻的，因此这时电子管输出的功率并不是最大值。不过减小的输出功率可以用增加前级输出信号电压的办法来得到补偿，结果使总的输出功率还是可以达到比较大的要求。例如6Π1Π束射管，在电子管手册所规定的各极电压运用条件下，最适合的负载是5千欧，这时失真最小而总的功率输出也比较大，如图5，大于和



小于这个数值都不好，失真就会增加，输出功率也比较小。6Π1Π的内阻有50千欧，而所匹配的最佳负载只是它的十分之一，因此，以电子管本身来讲，它输出的功率并不是最大的。

上面说过，实际承受功率的负载的阻抗并不恰好等于所需要的阻抗，例如上述6Π1Π的屏路要求5千欧的负载。但一般低阻扬声器只有几欧，所以不能直接连到6Π1Π屏路使用，必须经过一种能变换阻抗的网络，来获得所需数值后才行，也就是要达到阻抗匹配。最常见的变换阻抗的器件就是变压器。

用来变换扬声器阻抗的变压器一般叫作输出变压器。变压器能传输功率，而其两端的阻抗和初次级的匝数有一定关系。如图6，设 R_1 为所需的阻抗， R_2 为负载阻抗， W_1 和 W_2 各为初次级



(下转第17页)

收音机的线圈

馮报本

馮焯然

諧振电路是无綫电技术里一个主要的部分，通常是由綫圈和电容器組成的。这里，介紹一下关于收音机綫圈的使用和設計的一般知識。

一、綫圈的特性参数

綫圈的特性主要由下面几个参数来表示：

电感量 电感量的大小，决定于綫圈本身的結構，而电感量的选择，則是按綫圈的用途来确定的。各种用途的綫圈，制造时电感量的誤差也有不同的允許范围。

质量因数 这是表示綫圈质量和效率的标志，也就是常叫的Q值。Q值越高，諧振电路的效率越好，在收音机里它直接影响选择性和灵敏度。

潜布电容 綫圈的每个綫匝、每个繞組以及每个繞組对地（底盘）之間，都有一定的电容，叫做綫圈本身的潜布电容（或固有电容），它将减小調諧电路的頻率調諧范围，有些时候还能够降低綫圈的质量因数和稳定度。潜布电容又能和綫圈本身的电感构成一个諧振电路，它的諧振頻率就是綫圈的自然頻率。

稳定度 在业余收音机中，綫圈的稳定度似乎不引人注意，但在頻率趋向很高，精密度比較严格的收音机里，綫圈的稳定度也是一个重要的指标。引起綫圈不稳定的原因主要是：1. 溫度的变化，使导綫的电阻、綫圈管的介质損耗等发生变化，影响了质量因数；2. 湿度的变化，使导綫和骨架等的絕緣电阻发生变化，潜布电容也能受到影响；3. 机械强度不够，受到震动时使綫圈結構产生某些位移，但是这种影响一般是比较小的。

二、綫圈的簡易設計計算

綫圈的計算步驟，是先根据电路中調諧回路的要求算出这个綫圈的电感，然后根据电感选择它的实际結構——綫圈框架的大小、圈数、繞法和綫徑粗細等。严格來說，在計算綫徑和选择框架时，应该根据調諧回路所要求的Q值，而Q值又是受

到許多条件所影响的，因而綫圈的设计往往要作多次修正和实际验证，最后才能定型。但是业余者使用的綫圈要求并不很高，通常使用經驗算式計算就可以了。

1. 綫圈的电感

計算收音机綫圈的电感时，因各种不同的机种而有不同的要求，例如常用的双回路矿石机綫圈电感的計算方法，基本上

表1

电感量 (微亨) 阻抗型式	綫圈名称	天线 綫圈	調諧 綫圈	再生 綫圈
高阻抗		1200	265	約56
低阻抗		212	265	約56

配合360P可变电容器

就是輸入电路的計算(參閱本刊1961年第2期“收音机的輸入电路”一文)，綫圈主要和电容器配合，使在整个波段內有足够的信号电压从天綫傳輸进来，波段要能复盖到所收听的整个广播段，并有良好的选择性。再生式三回路綫圈的天綫綫圈和調

表2

电感量 (微亨) 接收频率	綫圈名称	輸入綫圈		A式振荡綫圈	
		天线 綫圈	柵回路 綫圈	S式振 荡綫圈	屏回路 柵回路
550~1650 千周		1225	277	158	32 158
6~18 兆周		83	22	2	18 2
2~7 兆周		92	15.2	12.4	4.05 12.4
7~22 兆周		7.6	17.6	1.53	1.52 1.53

配合360P双连可变电容器及售品600P垫整电容器

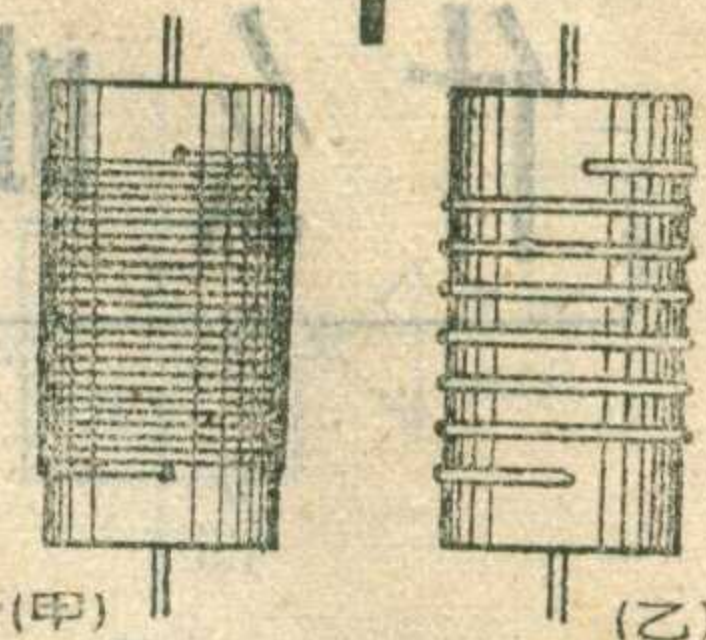
表3

接收频率	綫圈名称	輸入綫圈		A式振荡綫圈		
		天线 綫圈	柵回路 綫圈	S式振 荡綫圈	屏回路	柵回路
550~1650 千周		单股线 乱迭绕	多股线 乱迭绕	多股线 乱迭绕	单股线 乱迭绕	单股或多股 线乱迭绕
6~18 兆周		密绕	间绕	间绕	密绕	间绕
2~7 兆周		密绕	密绕	密绕	密绕	密绕
7~22 兆周		密绕	间绕	间绕	密绕	间绕

諧綫圈的計算也是和輸入电路的計算一样，但天綫綫圈多用高阻抗式，圈数較多。再生綫圈由于和再生控制方式、屏压高低以及电子管的型式等都有关系，实际上都是采用經驗数据。为了簡化計算，下面把一些簡單收音机中所用的綫圈的电感量列在表1以供参考。

超外差式收音机綫圈电感的計算比較

复杂，除了要考慮輸入电路所有的要求外，还要保证本机振荡的跟踪。超外差式收音机常用的各波段綫圈的电感值列在表2里。



2. 綫圈的结构

由于各种綫圈所要求的电感量大小不同，同时又要照顾到节省装置地位和保证綫圈质量，因而綫圈有各种不同的繞制方法。綫圈一般都是繞在圓柱形的綫圈筒上，有单层和多层两种繞法。电感量小的綫圈圈数少，一般是繞成单层的。单层的綫圈又分密繞的(图1甲)和間繞的(图1乙)二种，間繞的可以减小綫圈的潜布电容，短波綫圈很多是采用这种繞法的。电感量較大(500微亨以上)的綫圈圈数比較多，为了縮小体积，通常都是采用多层迭繞的方法。多层迭繞的綫圈，一般說来，它的质量因数較低而潜布电容量較大，因此要采用特殊的繞法来避免这些缺点，常見的繞法有乱迭繞式、蜂房式和分段式等几种。乱迭繞式(图2甲)是在綫圈筒上套上两块圓形夹板，在夹縫里将导綫故意不整齐地一排排繞上去，这样可以减少潜布电容，繞制也比較容易，业余自制多采用这种繞法，但它的质量因数和稳定度較

低。蜂房式的綫圈(图2乙)是用专用的繞綫机繞制的，繞綫有一定的規律，导綫和綫圈管軸綫成一定的角度，綫匝是相互交叉而不是平行的，可以使潜布电容量大为减小因而有质量因数較高、体积小、电感量大等优点。分段式是将繞組分成几段繞制，串連起来，这样更能减小綫圈的潜布电容，图2丙就是中波段用的分段式綫圈，它的調諧綫圈是

分段繞制的。在表3里列出各种常用綫圈的經驗繞法供制作时参考。

当繞法确定之后，我們就可以根据要求的电感量选定綫圈框架的尺寸，并且計算它的圈数和导綫直徑。

(1) 单层圓筒綫圈的計算 計算这种綫圈电感量的公式是当 $l \leq D$ 时，

$$L = \frac{D^2 \cdot N^2}{50(D+2l)}$$

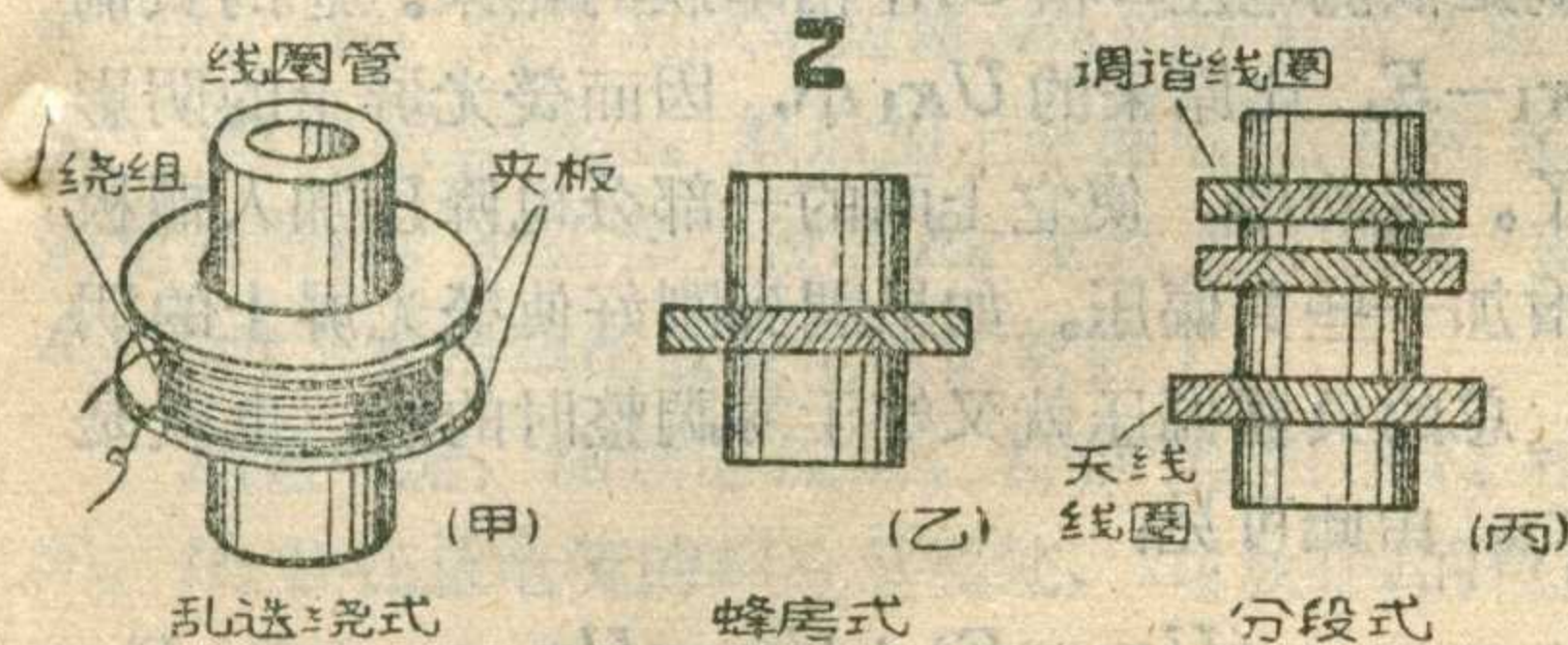
式中： L 是线圈的电感量（微亨）， N 是圈数， l 是绕组长度（厘米）， D 是线圈筒直径（厘米），有关的部位见图3。

业余常用的线圈筒直径为1、1.25、1.6、2、2.5厘米等几种，可按材料和装配的位置选定，为了得到足够的 Q 值和最小的体积，中短波段（2—7.5兆赫）多选 $l=D$ ，短波段（6—22兆赫）多选 $l=0.7D$ ，将这些数值代入上式，就可以得出这两类波段圈数的计算公式：

$$N = 12.15 \sqrt{\frac{L}{D}} \text{ (中短波),}$$

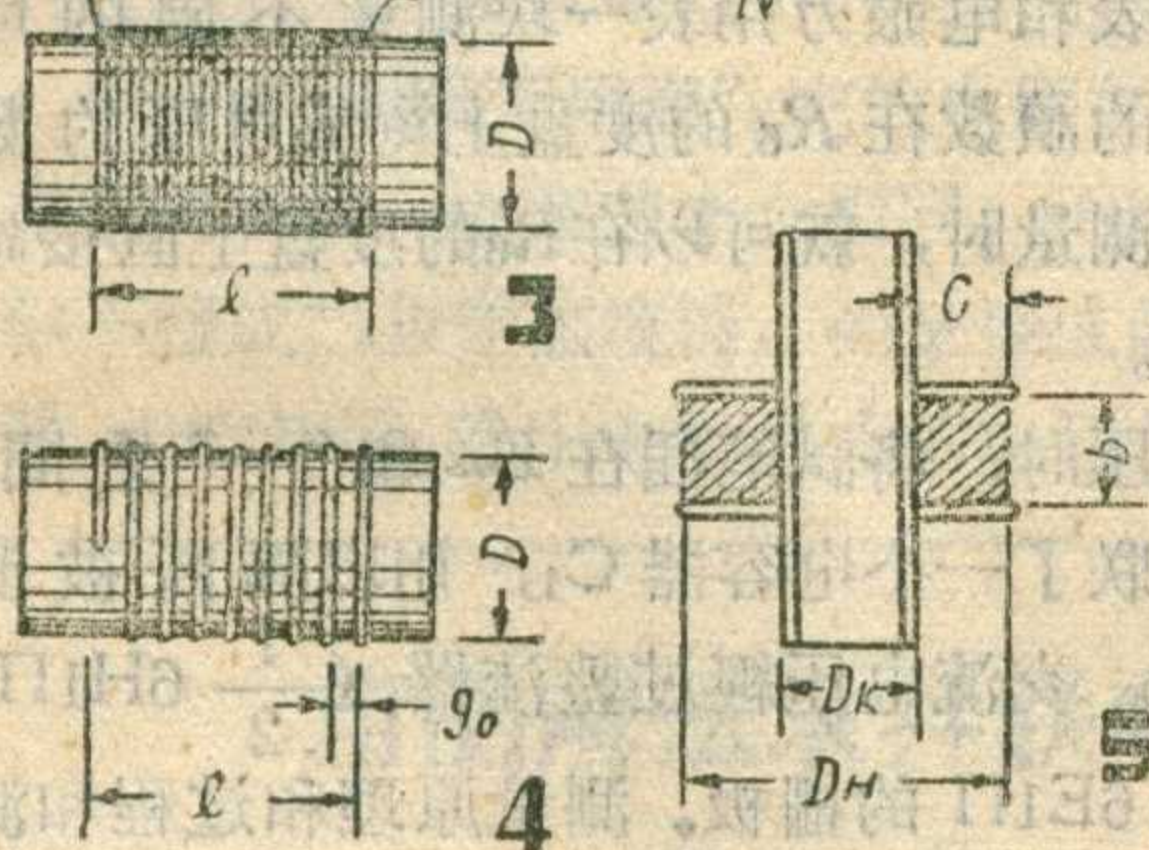
$$\text{或 } N = 10.9 \sqrt{\frac{L}{D}} \text{ (短波)}$$

（中波多用多层绕法）。



求得圈数后再算导线的直径。中短波在表3查得用密绕，假定 $l=D$ ，因此线径 d （毫米）可近似地算得

$$d \approx \frac{D}{N} \text{ (毫米)}$$



短波用间绕，先要算出绕距 g_0 （图4）。

$$g_0 = \frac{0.7D}{N} \text{ (毫米)}$$

这时线径可以近似地认为 $d = \frac{1}{2}g_0$ ，算出 d 值之后，可以在线规表中选取最近似的线径应用，而由此所引起的误差，将来可以在校核时补偿。

(2) 多层乱迭绕线圈的计算

(a) 计算线圈的圈数：

计算这种线圈电感量的公式是：

$$L = \frac{0.02N^2(D_H + D_K)^2}{6.5D_H - 3.5D_K + 9b}$$

式中： L 是线圈的电感量（微亨）， N 是圈数， D_H 是线圈外径（厘米）， D_K 是线圈内径（厘米）——即线圈筒外径， b 是线圈厚度

（厘米），它们的位置参阅图5。

根据以上计算电感量的公式，可得出计算线圈圈数的公式：

$$N = \sqrt{\frac{6.5D_H - 3.5D_K + 9b}{0.02(D_H + D_K)^2} \times L}$$

由于 $D_K = D_H - 2c$ （见图5），所以上式可化成

$$N = \sqrt{\frac{6.5 - 3.5(1 - \frac{2c}{D_H}) + 9\frac{b}{D_H}}{0.02(2 - 2\frac{c}{D_H})^2} \times \frac{L}{D_H}}$$

$$\text{令 } \rho = \sqrt{\frac{6.5 - 3.5(1 - \frac{2c}{D_H}) + 9\frac{b}{D_H}}{0.02(2 - 2\frac{c}{D_H})^2}}$$

$$\text{得出 } N = \rho \sqrt{\frac{L}{D_H}}$$

因此，要计算 N ，必须知道 L 、 D_H 、 ρ 的数值。一般 L 是预先选定了的。在计算时还要先选定 b ，然后选定 b/D_H 的比例并求出 D_H ，再选定 D_K ，求出 c 和 c/D_H ，这样根据 b/D_H 和 c/D_H 就可算出 ρ 。一般 b 选用0.3~0.6厘米， b/D_H 选用0.2~0.6， D_K 选用1—2厘米。为了方便起见，可预先设一

系列 b/D_H 、 c/D_H 数值算出 ρ 值，列成表格，这样在设计时就可根据 b/D_H 和 c/D_H 的数值查出 ρ 值，一劳永逸（还可参阅1959年第3期封底的计算图表）。

(b) 计算导线直径

在计算线圈圈数时已求出 b 、 c 的数值，但是单位是厘米。把 b 、 c 换成以毫米为单位的数值后，代入下列公式即可算出导线直径的近似值：

$$d = \sqrt{\frac{bc}{N}}$$

算出 d 以后，在线规表中

即可查出实际应用的导线线号了。如果用多股线，它的总截面积应和算出的导线截面积相接近。一般多选用0.1~0.2号的单股线，或0.07号的五股或七股线。

(3) 加隔离芯线圈和铁粉芯线圈计算时的注意事项 线圈在高频应用时，常要外加金属隔离罩，这样会使线圈的电感量减小，减小的程度，和隔离罩的直径、材料等有关。铝或铜的圆形隔离罩，当它的直径比线圈的外直径大1.6倍时，电感量约下降25%，大2倍时约下降15%（这些都是隔离罩常用的比例尺寸）。因此在

设计加有隔离罩的线圈时，要考虑将原始电感增加相应的百分数，以后的计算就完全相同。如果隔离罩是方形的，则和圆形近似的等效直径大约是一边之长的1.2倍。

线圈加入铁粉芯后，电感和 Q 值都可以增加，这种线圈的计算方法，在于将原始电感减小 μ_0 倍， μ_0 是铁粉芯的有效导磁系数。例如要求线圈的电感是277微亨的，改为铁粉芯线圈后，则原始电感须减为 $\frac{277}{\mu_0}$ 微亨，以后的计算方法就和普通线圈完全相同。目前市上出售的华北无线电器材联合厂出品的铁粉芯 M_1 型（中波广播段用）和 M_{11} 型（短波段用）的导磁系数 μ_0 约在1.2~1.5之间。

3. 耦合线圈间距离的计算

大部分线圈都是通过两个线圈的耦合来工作的，因此除了线圈的结构计算之外，对于耦合用的线圈，还需要计算两个线圈之间的耦合程度，以决定它们的距离。不过这种计算是比较复杂的，为了便于实用，我们也将业余各种常用线圈的耦合度（线圈距离）列成表4，使用时按表查找便得。表中线圈距离是指一个线圈最末一圈与另一个线圈最初一圈的距离，多层线圈则是两个线圈顶部与底部的距离。

表4 超外差式线圈

线圈距离 (毫米)	线圈名称	输入 线圈	S式 振荡线圈	A式 振荡线圈
接收频段			靠近地端 1/8处抽头	栅回路线圈绕 在屏回路外面
550~1650千周		3~6		
6~18兆周		1~2	靠近地端 1/8处抽头	1~1.5
2~7兆周		1~2	靠近地端 1/8处抽头	1~1.5
7~22兆周		1~2	靠近地端 1/8处抽头	1~1.5

简单收音机线圈

线圈距离 (毫米)	线圈名称	输入 线圈	再生圈 与栅回 路
阻抗型式			
高阻抗		3~6	3~5
低阻抗		2~5	3~5

在封三列出了几种常用的收音机线圈的绕制数据表，供业余者自制线圈时参考。（待续）

（上接第15页）

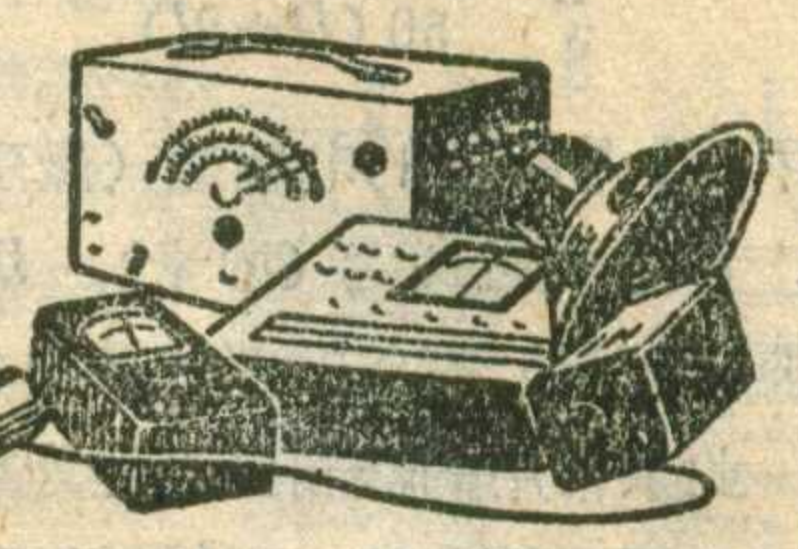
的匝数，则

$$\frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{W_1}{W_2}\right)^2, \text{ 或 } \sqrt{\frac{R_1}{R_2}} = \frac{W_1}{W_2}$$

例如，要把3.5欧的扬声器阻抗变为5千欧的负载阻抗，则匝数比就是 $\sqrt{\frac{5000}{3.5}} = 38$ ，如果初级绕线 $W_1 = 3000$ 匝，次级绕线 $W_2 = \frac{3000}{38} = 79$ 匝，这样，在次级端接了一个3.5欧，从初级看过去就成为5千欧了。在实用中设计输出变压器时还要考虑到绕线本身的直流电阻，这里就不多谈了。

实验室

电眼万用表



苏天佑 沈成衡

不用价格昂贵的表头，只用“电眼”（调谐指示管）和其它零件就可制成万用表。这种“电眼万用表”和普通万用表一样，能测量交直流电压、电流和电阻。

电路原理。电眼万用表的电路图如图1所示。图中左下方虚线框内的部分是供测量电压时使用的，左上方虚线框内的部分是供测量电阻、电流时使用的。 R_1, R_2, R_3 组成的分压器作电压量程转换用。总电阻为 $10.0 + 1.0 + 0.11 = 11.11$ 兆欧。当 Π_1 处在50伏档时，它的分压比为 $\frac{1.0 + 0.11}{11.11} \approx \frac{1}{10}$ ；当 Π_1 处在500伏档时，分压比为 $\frac{0.11}{11.11} \approx \frac{1}{100}$ 。电阻 R_9, R_{10}, R_{11} 分别在不同量程上测电阻和电流时使用。

6H1П的一半用作电源整流，以供给电眼管6E1П的屏流。另一半接到测量电路内，以对待测量的交流电进行整流。 R_4 及 C_2 作滤波用，使在测量交流时，6E1П的指示不致发生脉动。

6E1П的作用是这样的：三极管部分加有一定的栅偏压时，就有一定的屏流，并在 R_8 上引起一个电压降，使三极管保持一定的屏压。荧光屏前的控制电极是和三极管部分的屏极相連的，所以和三极管屏极的电位相同。这电位使荧光屏上产生一定大小的阴影。如果加大三极管的负栅偏压，屏流就减小， R_8 上的电压降就减小，结果三极管屏压增大，也就是控制电极电位增高，因而荧光屏上的阴影区域就减小。反之，如果三极管上的负栅偏压减小（栅极电位更高一些），阴影区就增大。由此可见，荧光屏上一定大小的阴影，就对应于一定的栅偏

压。

测量电压：在测试直流电压时，将试笔插在 E_+ 和“—”间。先将 R_6 的滑臂旋到最顶上的位置，这时 R_6 上的电压降 U_{K_2} 未接入三极管栅路内，对电眼管不起作用。然后将两试笔短路（即加入零电压），调节 R_5 ，使 R_5 上的偏压 U_{K_1} 刚好使荧光屏上的阴影最窄（零调整）。这时如果将试笔放到被测电压 E 两端，加到三极管上的实际偏压就是被测电压 E 和 U_{K_1} 相串联的结果。总的负偏压为 $U_{K_1} - E$ ，比原来的 U_{K_1} 小，因而荧光屏上的阴影就变宽了。旋动 R_6 ，使它上面的一部分电降压加入栅极电路，增加一些负偏压。如果调到刚好使荧光屏上的阴影闭合，总的负栅偏压就又等于零调整时的值，也就是等于 U_{K_1} 。由此可见：

$$(U_{K_1} - E) + U_{K_2} = U_{K_1}$$

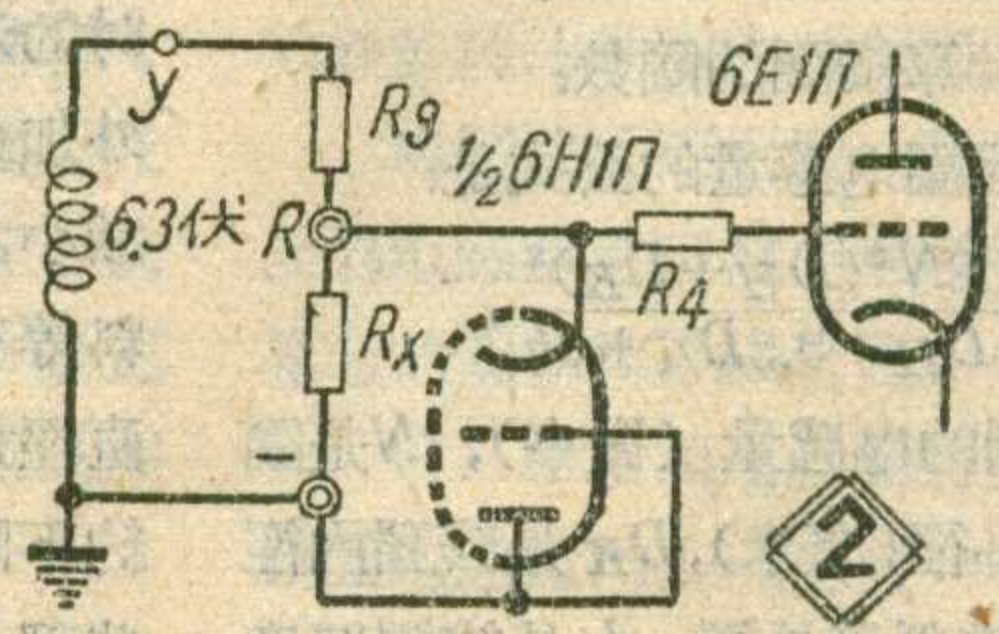
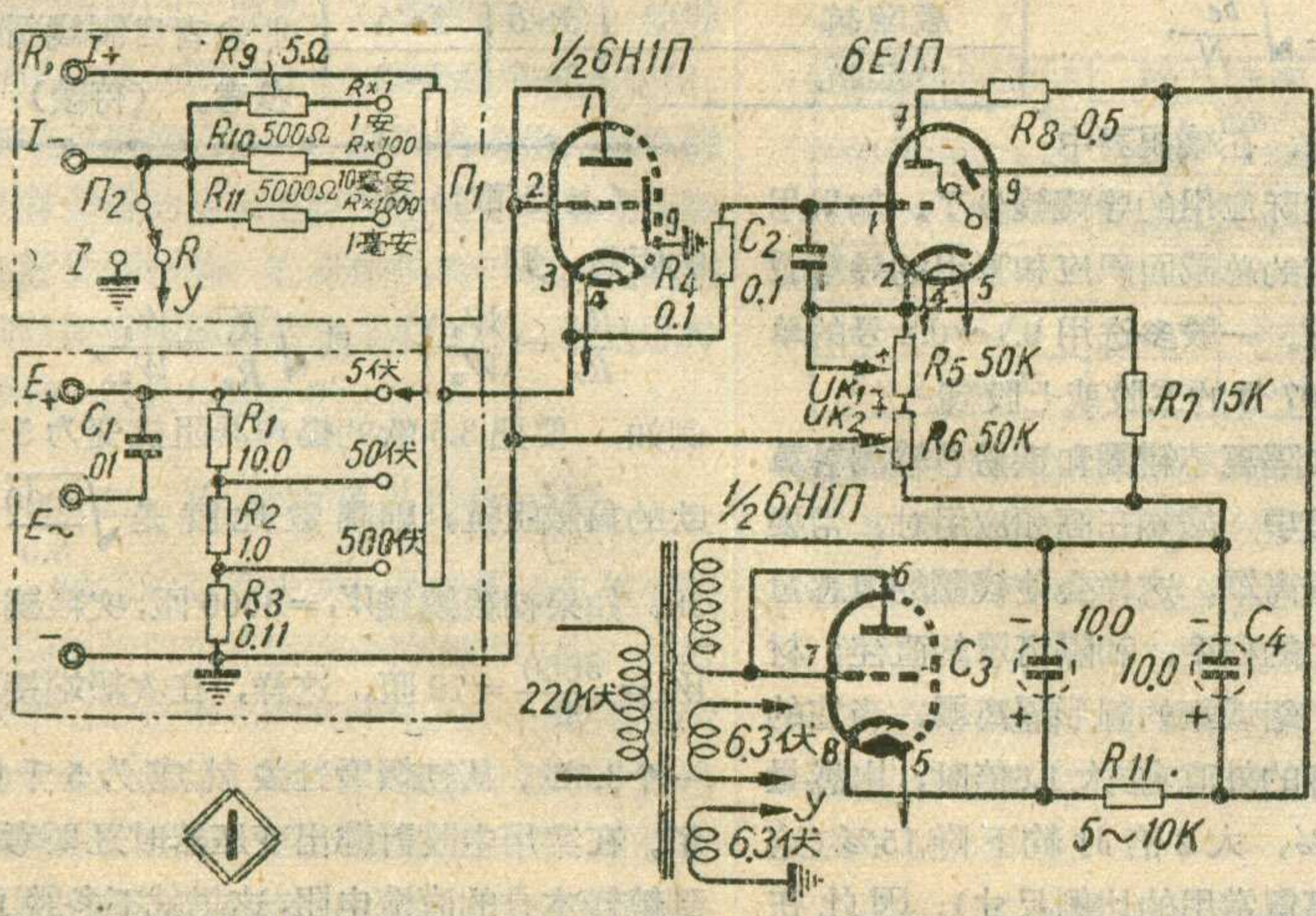
所以

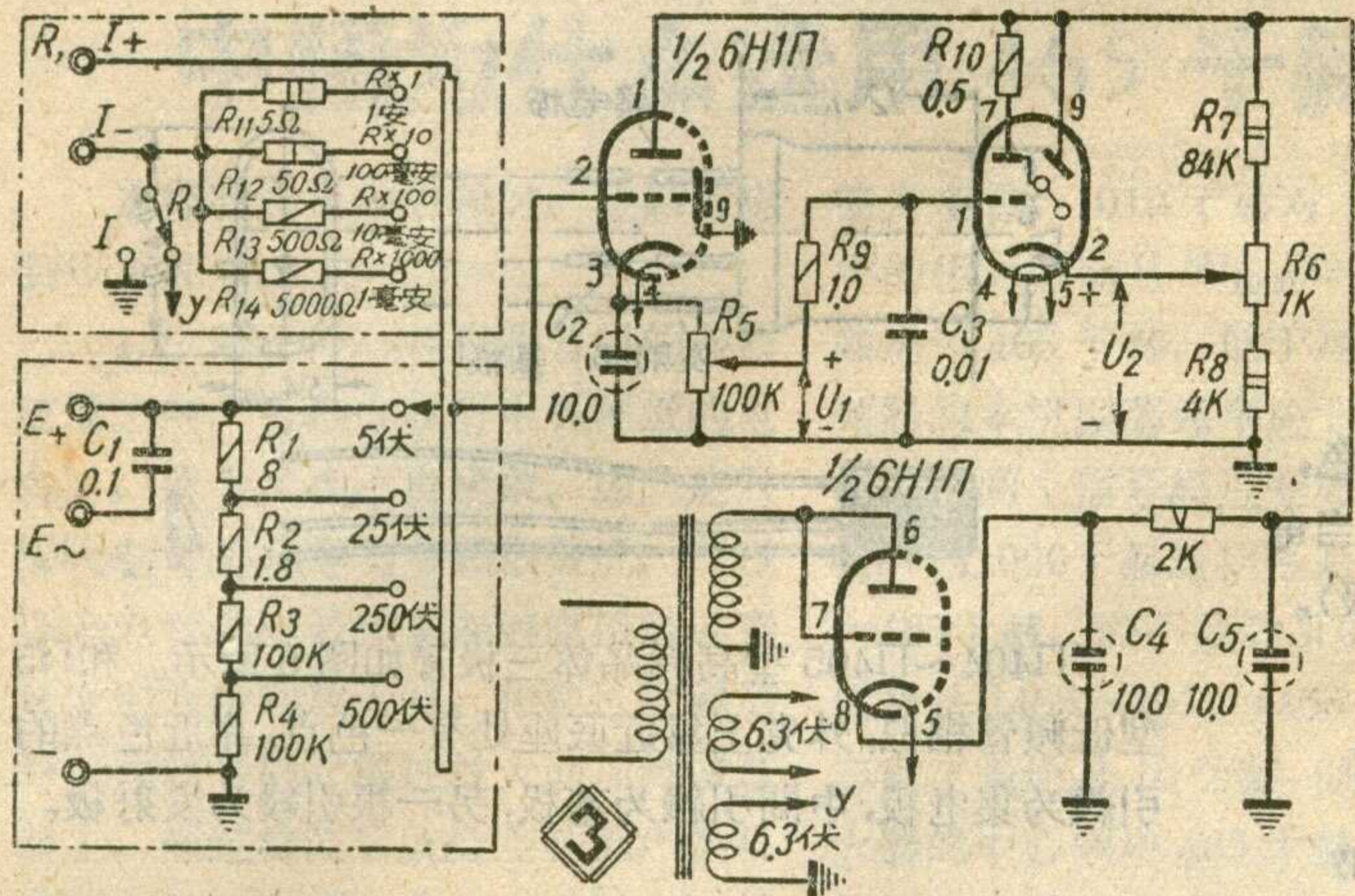
$$E = U_{K_2}$$

换句话说， U_{K_2} 是用来抵消被测电压 E 的。所以由 R_6 动臂的位置即可估量出被测电压的大小。如果预先利用一个精确的电压表和电眼万用表一块测量不同的电压，并根据电压表的读数在 R_6 的度盘上刻成电压的数值，那末，在以后测量时，就可以在 R_6 的度盘上直接读出被测的电压值了。

在测量交流电压时，将试笔插在 E_{\sim} 和“—”之间。在这个电路中多串联了一个电容器 C_1 ，用以隔断被测电路中的直流成分。交流电压经过整流器（ $\frac{1}{2}$ 6H1П）变成直流电压加到6E1П的栅极。测量原理和过程和测直流电压时一样。不过 R_6 的度盘上要另刻一条交流电压刻度。

测量电阻：在测量电阻时，将试笔插在“R”和“—”之间， Π_1 放在量电阻的相应量程处（例如 $R \times 1$ 处）， Π_2 放在 R 处。这时变压器次级圈6.3伏的电压（图中 y 端及地）与 R_9 （如 Π_1 放在 $R \times 1$ 处）及被测电阻 R_x 形成一个闭合电路。被测电阻和 R_9 形成一个分压器，它上面的电压经过整流加在





电眼管的栅极上(见图2)。因此可以测出 R_x 上的电压降,也就是可以算出 R_x 的阻值。在测电阻时也和测电压时一样,先将两试笔短路, R_6 的滑臂放在最上端,调节 R_5 使阴影闭合。然后加上被测电阻,再调 R_6 使阴影重新闭合。如果预先校准 R_6 度盘上的刻度,就可在 R_6 度盘上直接读出被测电阻的数值了。

测量电流: 测量电流时,将试笔插在 I_+ 和 I_- 之间, Π_1 放在量电流的相应量程处, Π_2 放在 I 的位置。例如 Π_1 放在1安上时,电流在 R_9 上的电压降就加到 $6E1\Pi$ 的栅极。根据这一电压可算出流过电路的电流。电流的数值也可以刻在 R_6 旋柄的度盘上。测量和零点调节的手续和前面相同。不过在测量电流时,这种万用表的内阻相当大,在负载较小的电路中是不适用的。

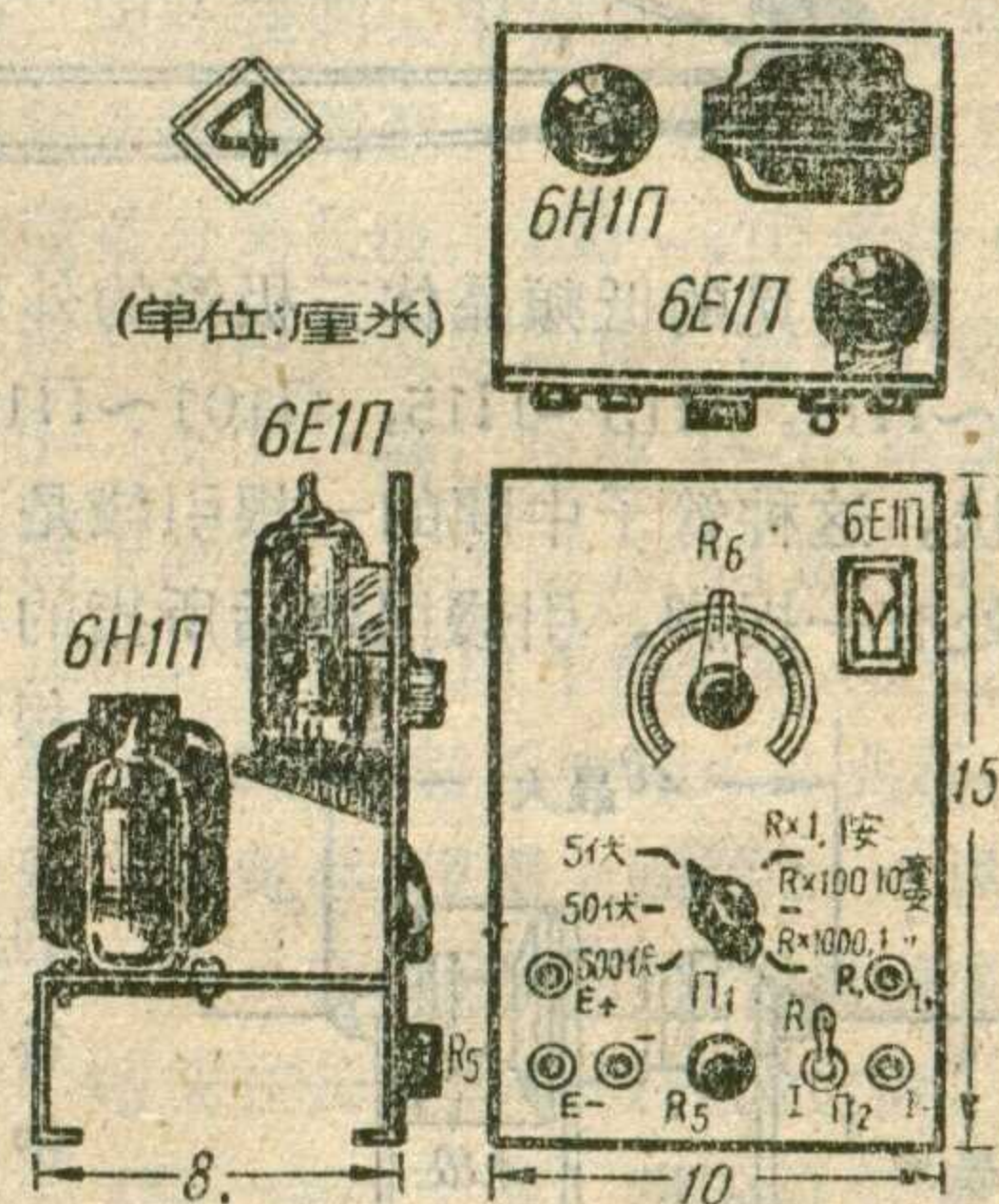
另一种“电眼万用表”:它的电路如图3所示,结构和作用原理和前一电路基本上相同。不过这里 $6H1\Pi$ 管的一半不接成二极管整流器,而是接成阴极输出式直流放大器。大家知道,输出电阻 R_5 上的电压是和输入电压成直

线变化的,所以 R_5 上的电压直接反映了待测电压的大小。当输入电压为交流时,如果没有 C_2 ,交流电经整流后就会在 R_5 上产生一个脉冲电压。但如果在 R_5 上并联一个足够大的 C_2 , C_2 充电到峰值后通过 R_5 放电很慢,在 R_5 的两端的电压就非常接近脉冲的峰值。在图3中所示的 R_5 和 C_2 的数值下,测量50赫的交流时,峰值只降低3%。频率更高时,误差就更小。

加在 $6E1\Pi$ 栅极上的负栅偏压为 $U_2 - U_1$ 。在作零点调整时,将两试笔短路,电位器 R_6 的滑臂处在图中的最下端,调节 R_5 使电眼中的阴影刚好闭合。加入待测电压后,由于 U_1 增加,总的负栅偏压减小,电眼阴影就要张开。

旋转 R_6 的旋柄以增加 U_2 ,使抵消掉 U_1 的变化,阴影就会重新闭合。所以和前一电路的情况相似,在 R_6 旋柄的度盘上也可以画上电压、电流和电阻的刻度,以直接读出测得的数值。

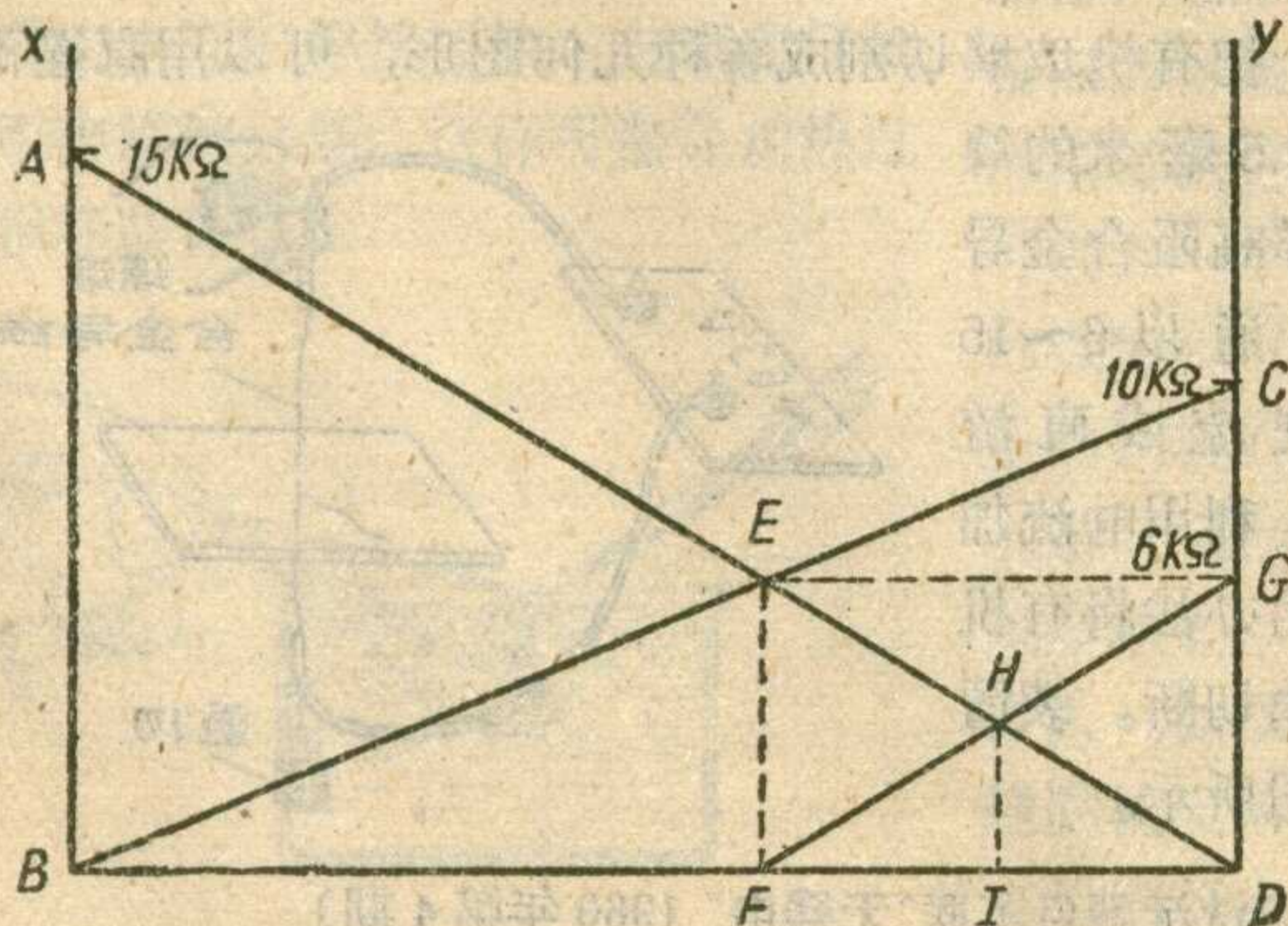
装配。 各零件的安排和面板的设计可参考图4。电源变压器可用一般三灯收音机的。装配时要注意把插孔 E_+ 、 E_- 、 $6E1\Pi$ 栅极以及插孔和表笔的引线尽可能取短些,以免引入杂散电磁场的干扰而影响测试精确度。



用图解法求并联电阻

时云

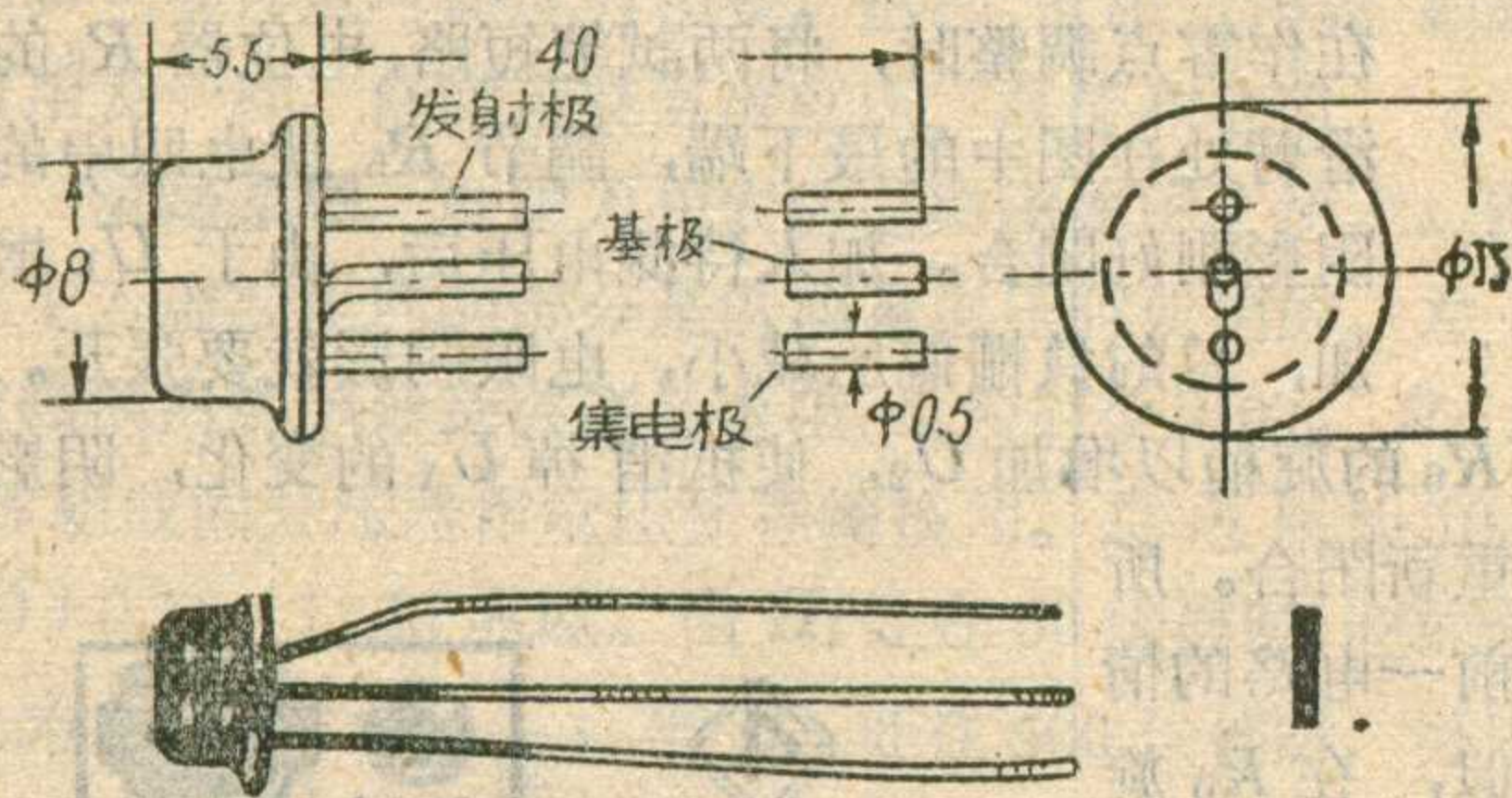
应用公式 $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ 或 $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ 来计算并联电



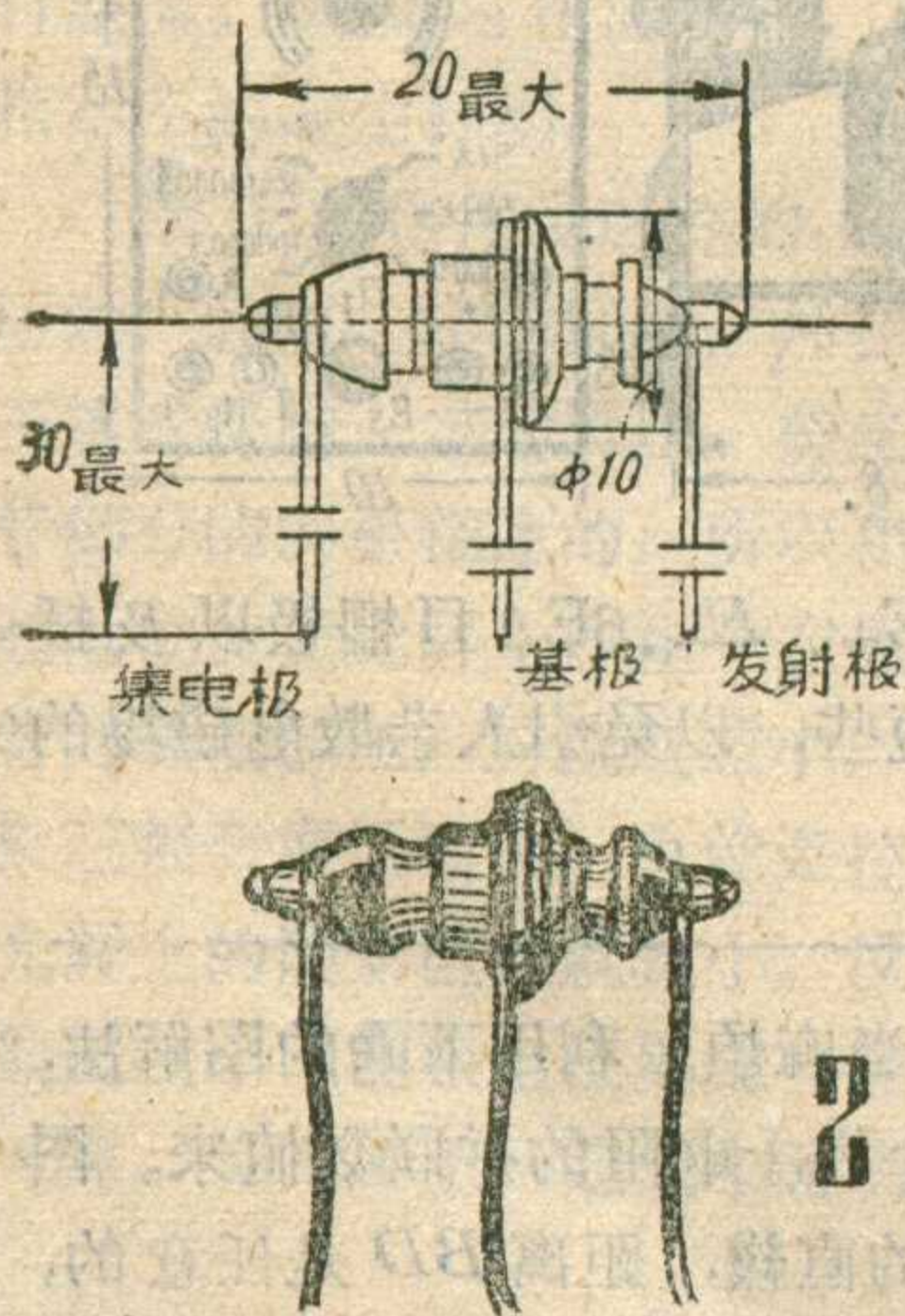
阻,虽然不是难事,却也相当麻烦。利用下面的图解法,可以很快地算出两个或两个以上电阻的并联数值来。图中 XB 和 YD 是两条平行的直线,距离 BD 是任意的,在 XB 和 YD 两条直线上刻有常用的按相同比例尺度标明的电阻值,如果要计算一个15千欧和一个10千欧电阻的并联值,只要在 XB 上取 $AB=15$ 千欧,在 YD 上取 $CD=10$ 千欧,连结 AD 和 CB , 交点为 E ,垂线 EF 的长度所对应的电阻值(6千欧)就是这两个电阻的并联值。实际应用时,可将 XB 、 YD 和 BD 画在厘米方格纸上,在硬纸板上粘好,用一张透明纸蒙在上面,连结 AD ,从连结 BC 的直尺和 AD 相交处就可以很明显地读出 EF 的数值。计算三个电阻的并联值时,也可以用同样的方法。即在计算出头两个电阻的并联值 EF 以后,再在 YD 上取 GD 等于第三个电阻的数值(例如为6千欧),连结 GF 交 ED 于 H , HI 所代表的数值(3千欧)即为三个电阻 AB 、 CD 、 GD 的并联值。

怎样辨认 晶体管的电极

现在市面上常见的晶体二极管，有一端染着红色，另一端染着蓝色或其它颜色，红色的一般为正端(相当电子管的屏极)，蓝色的一般为负端(相当电子管的阴极)。



最常见的低频晶体三极管的外形如图1所示。П6, П8~П11, П13~П15, П101~П106等管子都是这种形状。这种管子中间的一根引线是基极。基极引线在底座处有一拐脚。引线拐弯后所指的引极为集电极，另一根引极为发射极。

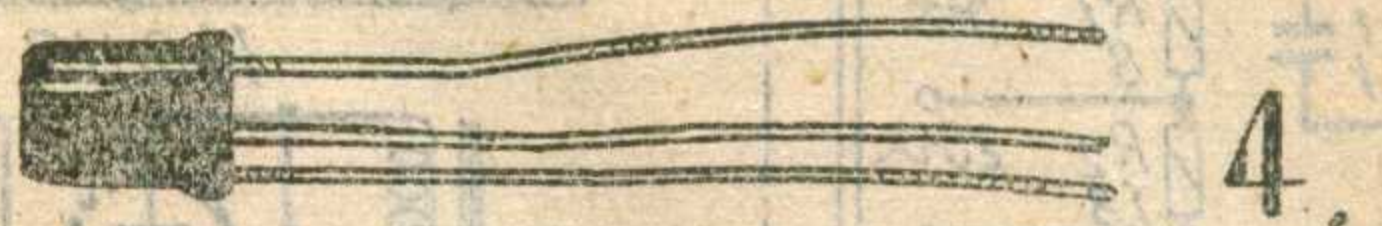
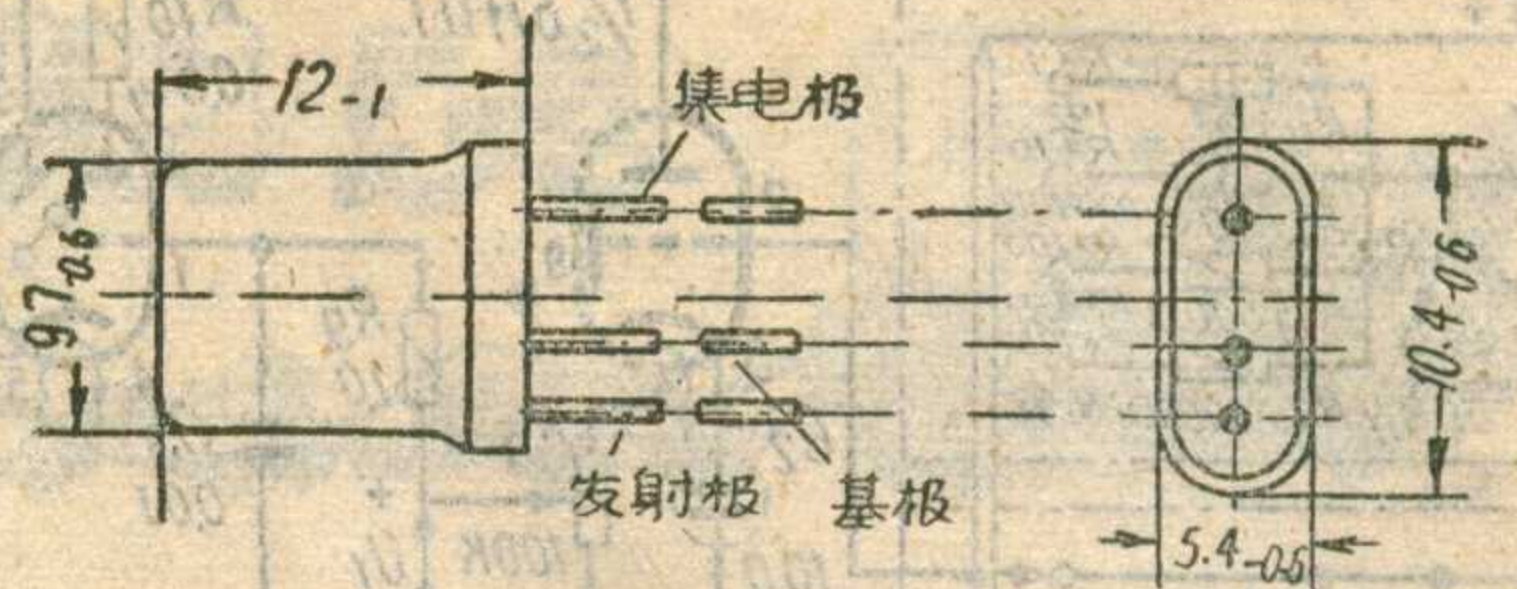
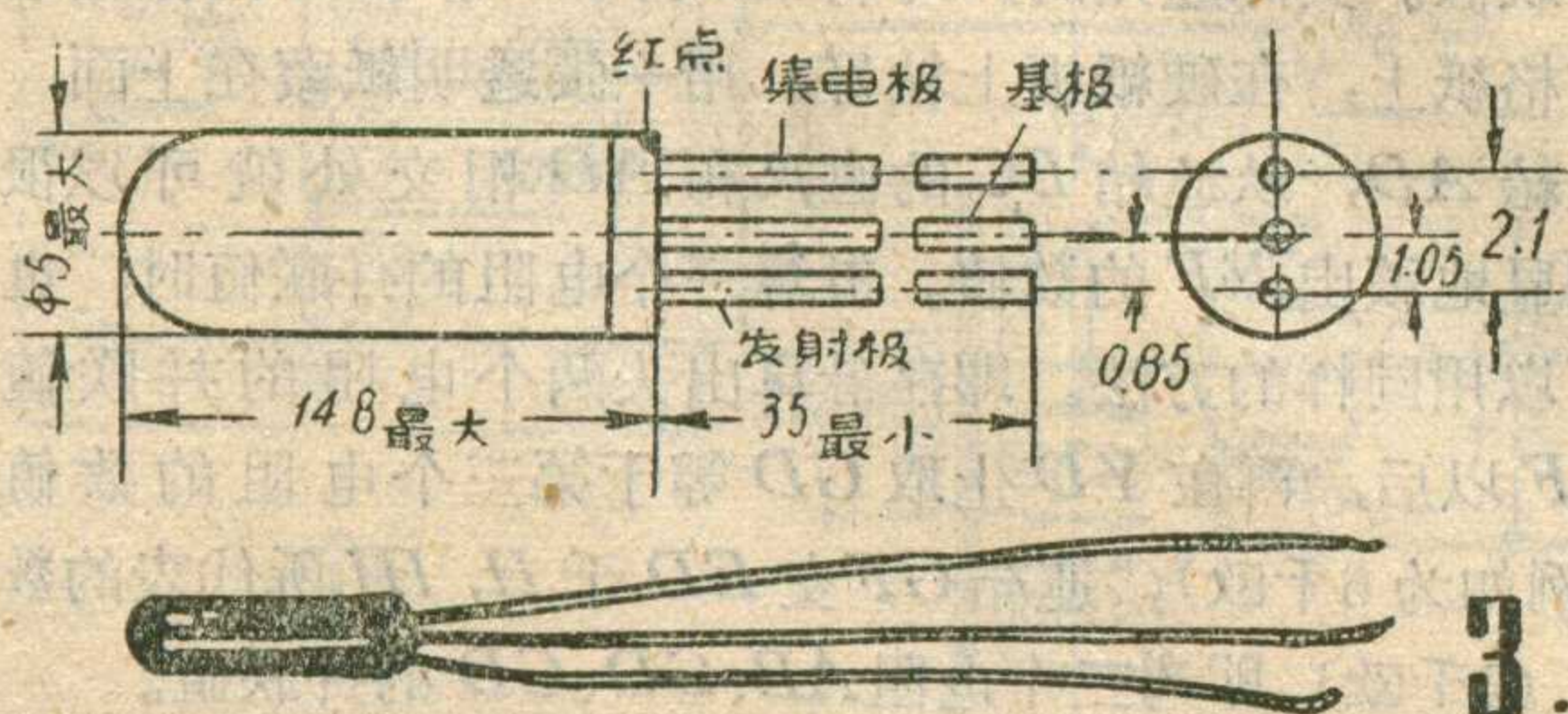


П1型低频三极管的外形图如图2所示。各电极的位置注于图中。

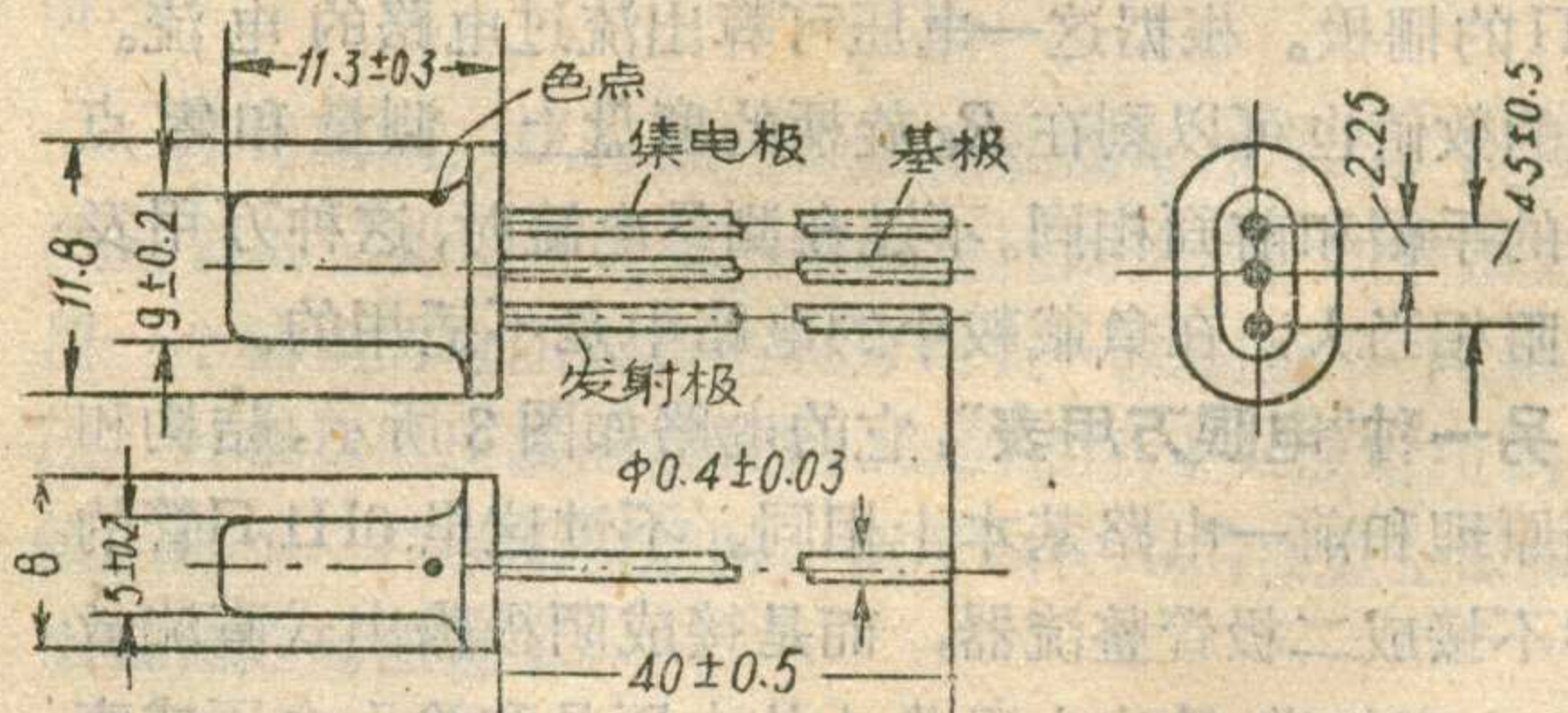
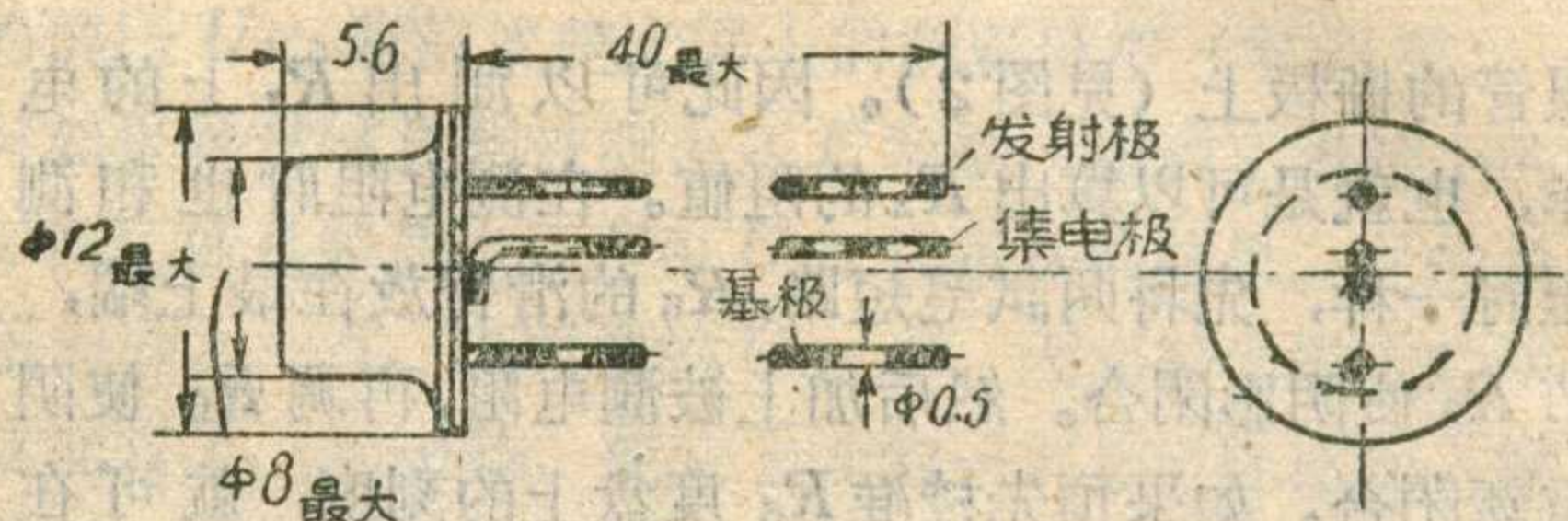
П5型低频三极管的外形图如图3所示。在外壳上靠近底座处有一红点。靠近红点的引线为集电极。中间引线为基极，另一根引线为发射极。

П12、П406、П407等高频晶体三极管的外形图见图4。中间引线为基极。靠近基极的引线为发射极，另一个为集电极。

П401~П403型高频晶体三极管如图5所示。和低频三极管不同，它的中间引线是集电极，引线拐弯后所指的引极为基极，另一根引线是发射极。

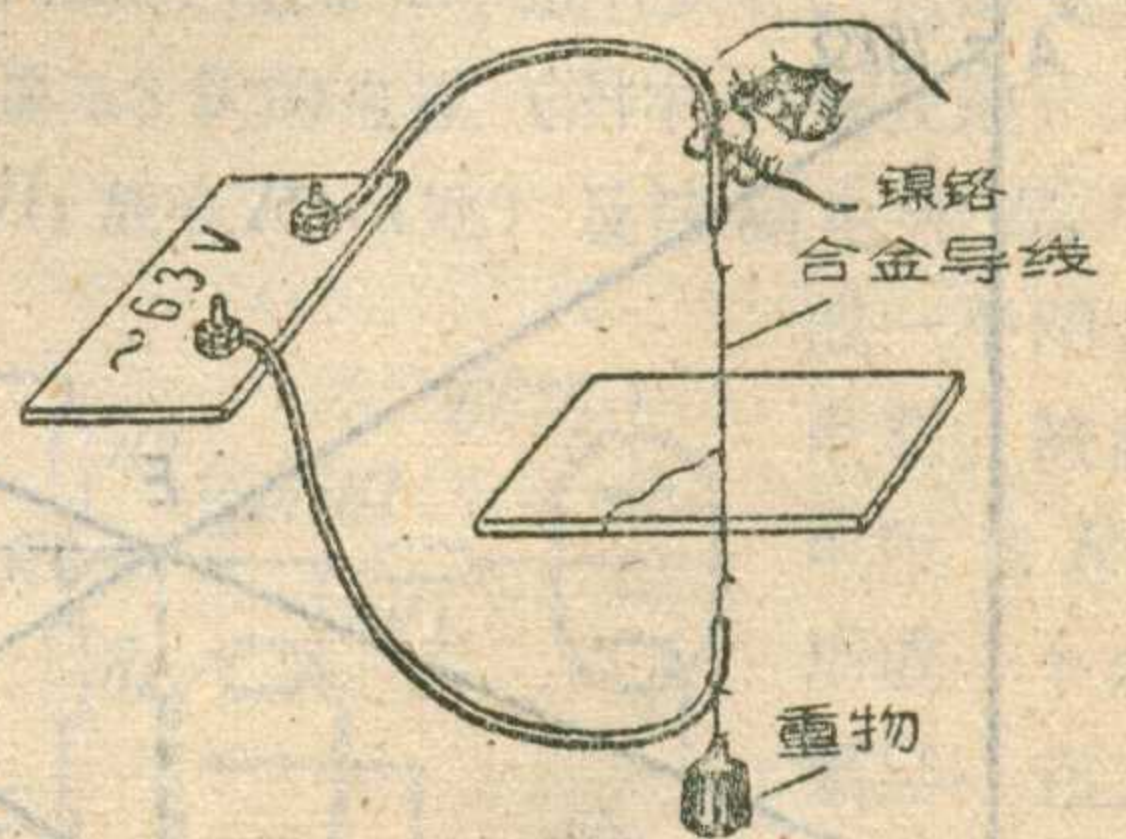


П404~П405型高频晶体三极管如图6所示。和П5型低频管相似，外壳上靠近底座处有一色点。靠近色点的引线为集电极，中间引线为基极，另一根引线为发射极。



切割有机玻璃的方法

把有机玻璃切割成各种几何图形，可以用直径不大于0.5毫米的镍铬等高阻合金导线，通以6~15伏交流或直流电，利用电流加热的办法将有机玻璃切断。装置如图所示。



(沈沅译自苏联“无线电”1960年第4期)

中頻为什么选用 465 千赫?

选择收音机的中频时，应该考虑到以下几点：

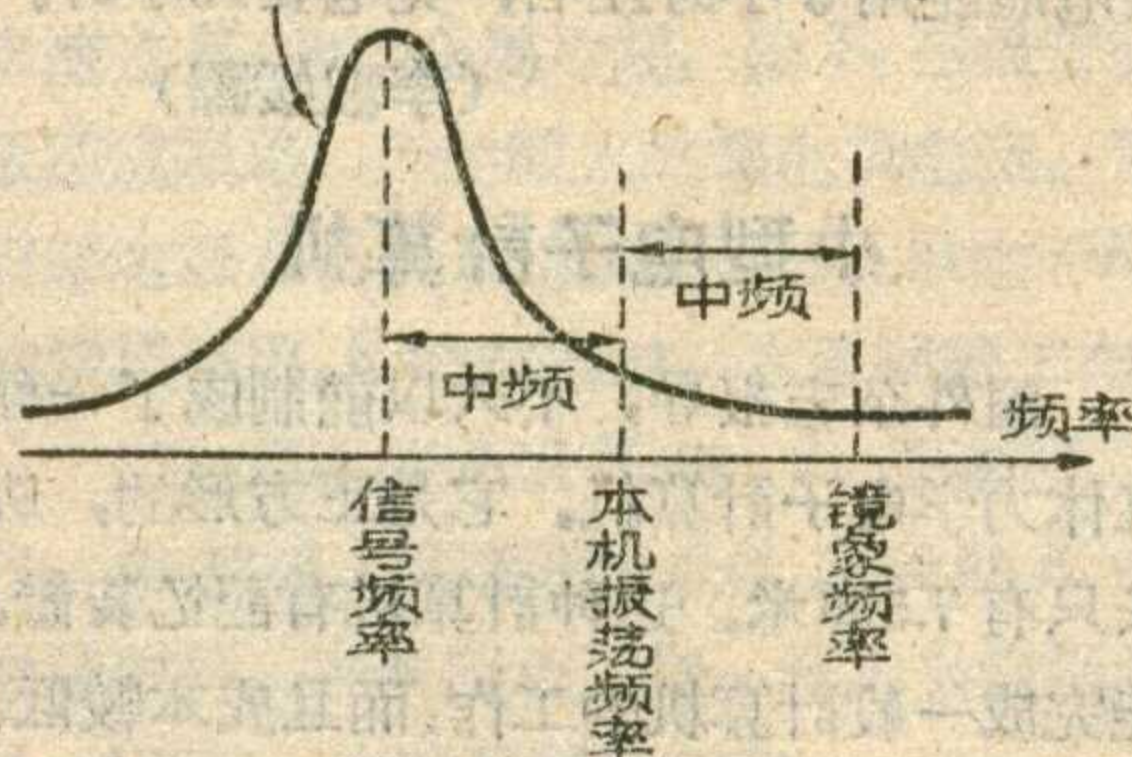
1. 中频不应该选在收音机的接收波段之内，否则在收听中频附近的电台时，就会产生不良现象。因为这时接收电台的频率与中频很接近，所以这个电台的信号频率能够直接通过变频器进入中频放大器，和经过变频后的中频信号同时经过放大而加到检波器上，经过检波后就会差拍而产生叫嚷声。例如中频选在 600 千赫，而接收的电台频率是 601 千赫，那末这两种频率的信号就会同时通过中放、检波差拍出 $601 - 600 = 1$ 千赫人耳所能听到的叫声，造成干扰。此外，在中频附近其他电台的信号也容易直接通过变频器到达中放级，造成干扰。虽然在变频级以前还有输入或是高放等选择回路，但这时由于它们的谐振频率和干扰电台的频率很接近，因而对于干扰电台信号的减弱程度是很小的。

2. 中频选得低些，可以提高中频放大器对邻近电台的选择性。例如有两个频率邻近的电台，一个是 1000 千赫，一个是 1010 千赫，相差是 10 千赫。我们要收听的是 1000 千赫。从输入回路和高频放大器对他们的选择

能力来看，1010 千赫对 1000 千赫频率的相对偏差是 $10/1000 = 1\%$ 。如果中频选为 465 千赫，低于高频。这时变频器的本机振荡频率应该是 1465 千赫，这两个信号经过变频器后，所要收听的 1000 千赫的信号是 $1465 - 1000 = 465$ 千赫，而不要收听的 1010 千赫信号是 $1465 - 1010 = 455$ 千赫。虽然二者之差还是 10 千赫，但是对中频放大器的中心频率 465 千赫而言，它们的相对偏差却是 $10/465 = 2.1\%$ ，选择能力较前提高了。因此，中频愈低，选择性愈高。

3. 中频选得高些，可以提高收音机对镜象频率的选择性。超外差式收音机的特点是先将高频通过变频器和本机振荡频率差频而变成中频信号，因此就有两种不同频率的信号通过变频器后都能变成中频，一个是比本机

收音机高频部分的谐振曲线



振荡频率低一个中频频率的信号，也就是我们所要接收的信号，另一个是比本机振荡高一个中频的信号，它也能变成中频被中频放大器同样放大，这就是所谓“镜象频率”，它和所接收的信号频率相差两倍的中频，如图所示。中频放大器对这种镜象频率的干扰是无能为力的，只有依靠高频部分的选择回路来滤除。由图可见，如果中频频率愈高，则镜象频率和信号频率相差越远，高频回路对它们的选择性就愈高。中频选择得太低，收音机对镜象频率干扰的抑制就困难了，这在短波波段尤其如此。因此从抑制镜象频率干扰来说，中频选得愈高愈好。

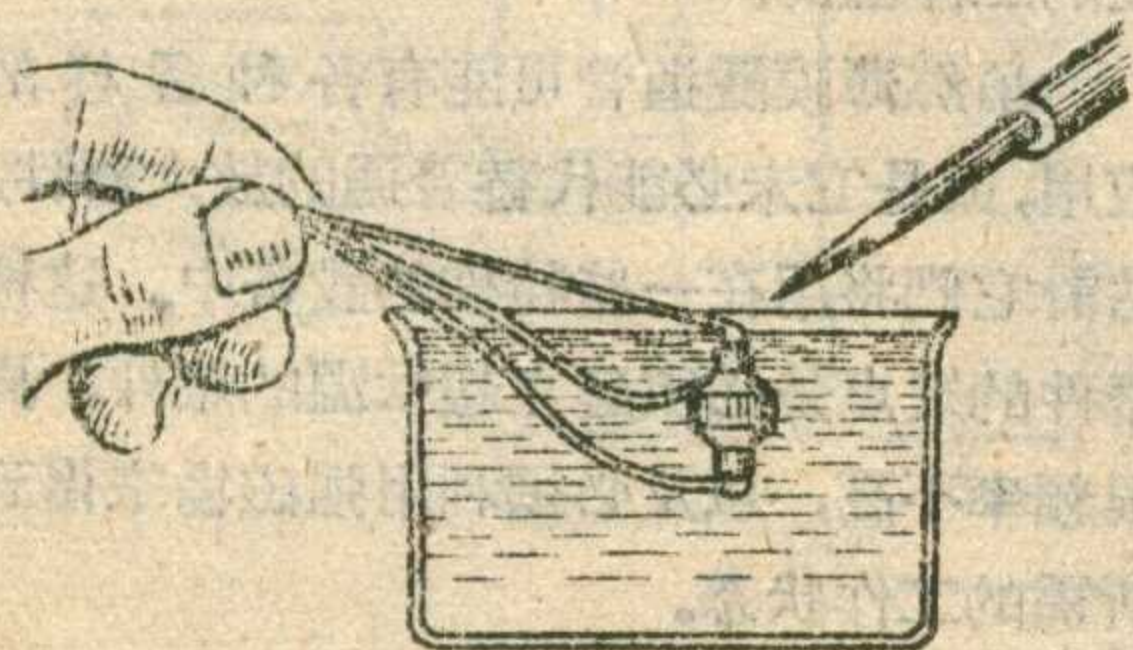
以上第 2 点和第 3 点是相互矛盾的，因此我们采用折衷的办法来解决中频选择的问题。一般收音机的工作波段是分为长波：150~410 千赫（我国没有利用长波波段作广播）；中波：550~1650 千赫；短波 3~18 兆赫。根据上面第 1 点所以应该选：中频 < 150 千赫，或 410 千赫 < 中频 < 550 千赫，或 1650 千赫 < 中频 < 3 兆赫，或中频 > 18 兆赫。根据上面第 2、3 两点要求，对具有中短波的收音机通常就把中频选在长波与中波波段之间，一般为 455—465 千赫，我国收音机中频就是采用 465 千赫。

(陈庆麟)

(沈沅译自苏联“无线电”1960年3期)

焊接晶体管引线的办法

焊接脱焊或折断了的晶体三极管集电极或发射极引线时，可将晶体三极管浸在水中，仅仅留下需要焊接部分露出水面，焊接要快，并事先仔细把引出线镀好锡，这样可避免加热过度损坏晶体管。

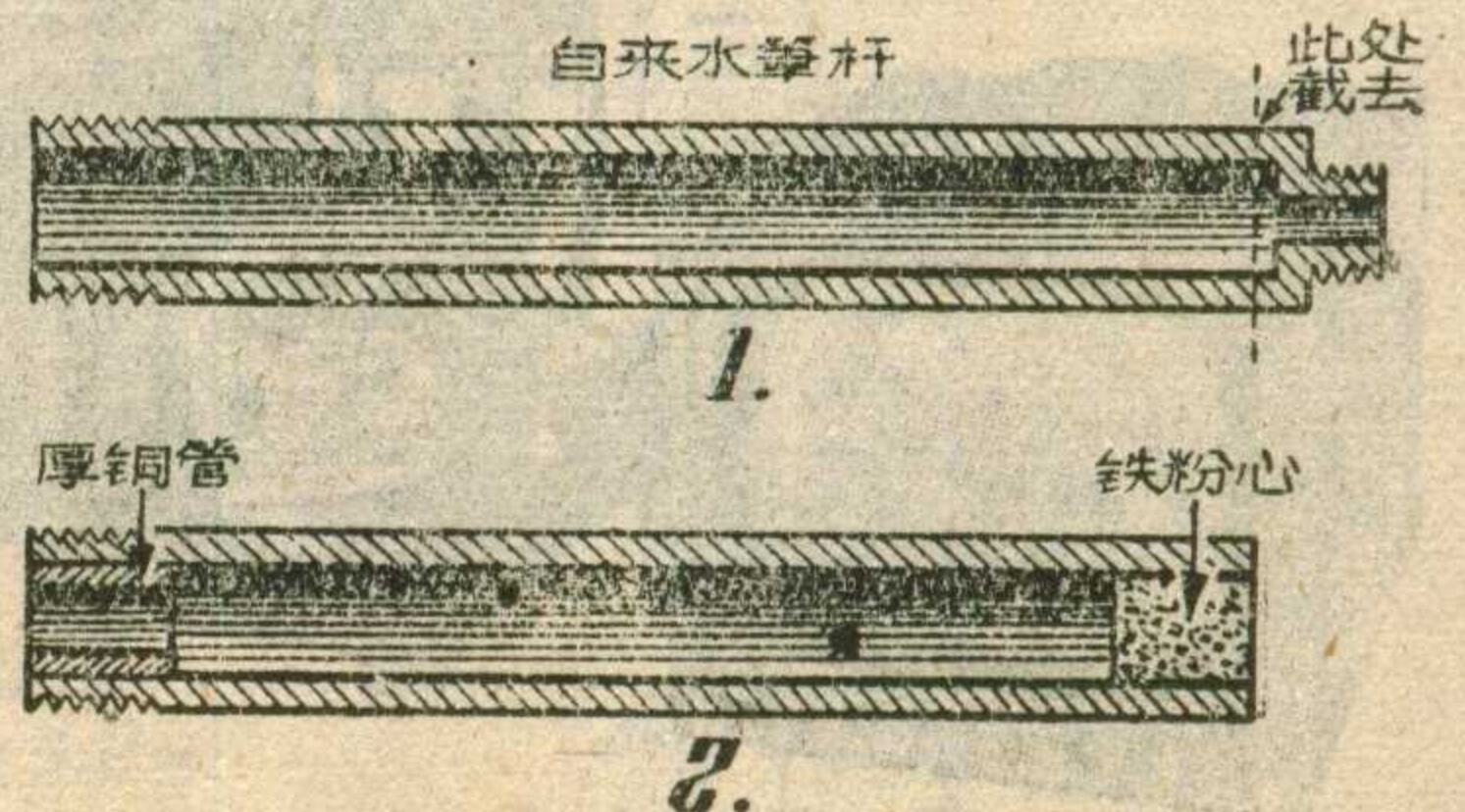


自制线圈校验棒

蒋百森

我用几件废料做成了一根线圈校验棒，效果很好。制法如下：先找一根旧的自来水笔杆（图 1），将其尾部用锯截去，用小刀把内径刮大些便可嵌入一个旧中频变压器中的铁粉心（国产中频变压器里的铁粉心直径是 10 毫米，长约 15 毫米），另一端找一段厚铜管，截 12~15 毫米长嵌入（如图 2）。这样，一根线圈校验棒就做成了。当收音机调好电台的时候，如将

铁粉心的一端插入线圈，线圈的电感量增大，如果这时输出音量增加，就说明线圈的电感量不足，应该增多圈数。如将铜管的一端插入线圈，减小线圈的电感量而声音增大时，就说明线圈电感量嫌大些，应将圈数适当减少。将校验棒的任何一端插入线圈，而输出的音量都减小。这说明这个线圈电感量数值是配合准确的。





燃气分析器

燃气里的 CO_2 (二氧化碳) 和 CO (一氧化碳) + H_2 (氢气) 的含量, 可以用一种简单的电子仪器测量。这种测量仪器与一般的电桥相似。用两根细白金丝作电桥的两个臂。在测量前, 由于这两根白金丝的电阻相同, 电桥处于平衡状态。

电桥的一根白金丝放在燃气里, 另一根白金丝放在空气中。测量 CO_2 的含量百分比时, 白金丝通电流加热到 $150^\circ C$, 由于 CO_2 的导热性能较差, 结果在 CO_2 中的白金丝温度将较高, 电阻也就较大, 破坏了电桥的平衡, 电桥指示器就可指出一个数值。如果预先校准指示器的刻度, 即可直接读出 CO_2 的含量百分比。

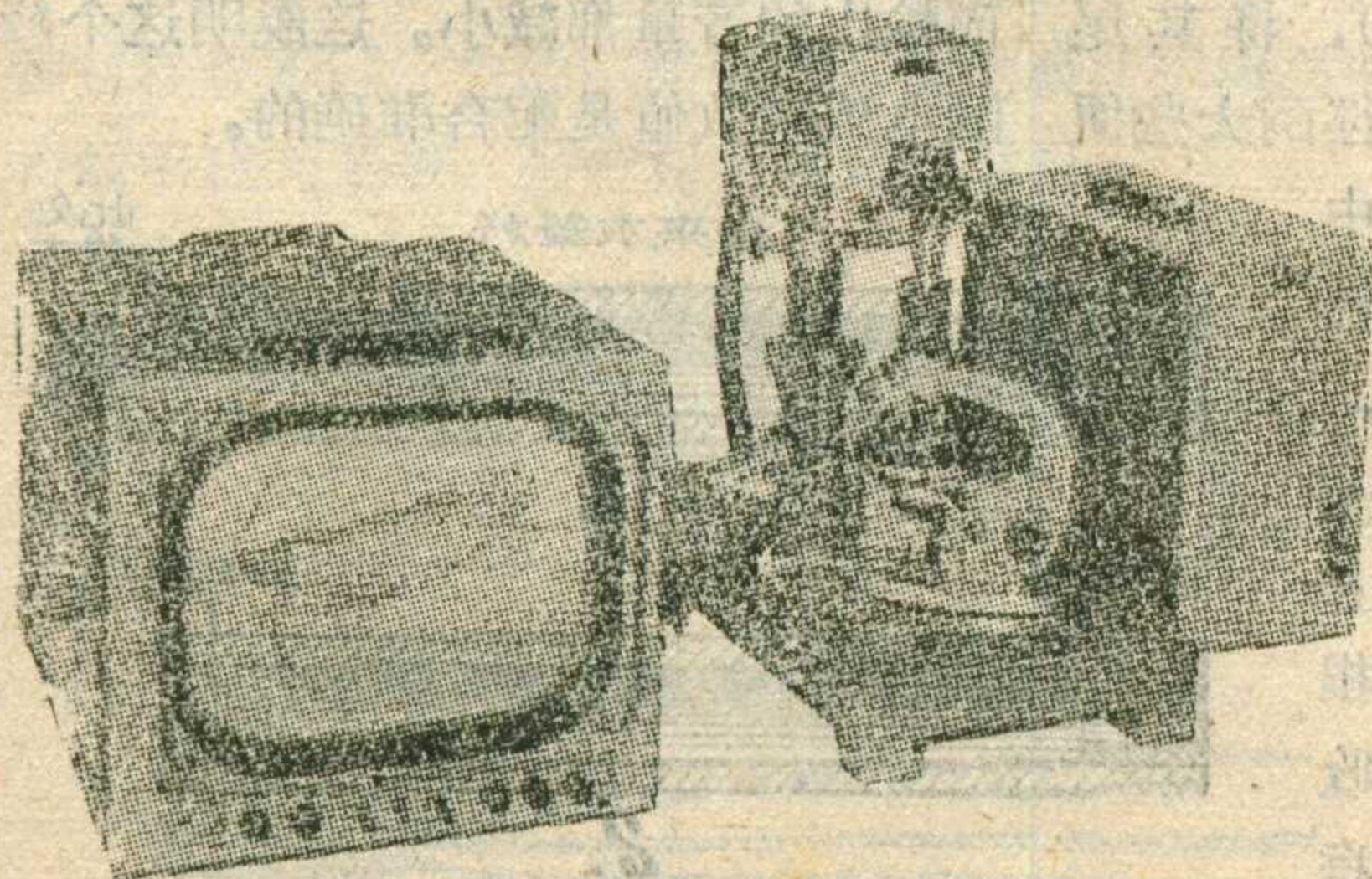
测量 $CO+H_2$ 的方法, 与上述情况相似, 但白金丝加热到 $550^\circ C$ 。这时由于 $CO+H_2$ 燃烧的结果, 就使得在 $CO+H_2$ 中的白金丝的温度升高, 从而电阻也升高, 破坏电桥的平衡, 指示器就指示出相应的读数。

分析器在每 14 秒内进行一次测量, 测量的结果与气体的运动速度无关, 也不受燃气或空气中水汽的影响。把这种仪器和调节燃烧的装置联合应用, 就可以在用煤或重油作燃料的动力设备中大大节省燃料。

(李华祥译)

电视显微放映机

下图是苏联一些科学研究部门采用的电视显微放映机。它由工业电视机 ПТУ-2 M 和生物显微镜 МБИ-1 组成。这个系统可以把显微镜下的景象显示在电视机屏幕上, 放大倍数从 1350 到 32000 倍, 分辨力和显微镜相同。在使用放映机时, 实验标本



底片温度升高不超过 45° 。设备采用 220V 市电电源, 功率为 440 瓦。(周子正译)

电子式自动电话交换机

列宁格勒城乡电话通信研究所制成了一种新型电子式自动电话交换机样机。一万号的整套设备安装在一个镶有有机玻璃的小金属柜内, 透过有机玻璃能看到里面的半导体机键。这种电子式自动电话交换机完全没有机械运动的零件。不像电磁机械式自动电话交换机在 1 万号的容量内就有几千个电磁继电器, 以及大量的上升旋转部件。因此, 这种电子式交换机在工作时毫无噪音, 没有机械磨损, 使用寿命大大延长了, 而且可以不需要有人经常维护。交换机发生故障时, 能自动向总调度台发出信号。

(肖尧荣译)

手提电视机

这种小型电视机的荧光屏尺寸为 20 厘米, 能接收 14 个节目。可以采用各种电源, 耗电量只有一般常用的电视机耗电量的十分之一。这种电视机的重量为 6 公斤, 备有小型蓄电池电源, 所以可携带旅行。小型电池能用 3 小时左右, 充电要 10 小时。

(李淑媛译)

小型电子计算机

国外杂志报导, 不久以前制成了一种气体力学电子计算机。它是正方形的, 边长只有 7.5 厘米。这种计算机有记忆装置, 能完成一般计算机的工作, 而且成本较低, 易于维护修理, 工作可靠。此外, 这种计算机能够在很宽的温度范围内工作 (从 $-73^\circ C$ 到 $1083^\circ C$), 不需要采取加热或冷却措施。机器内没有易受辐射干扰的电子器件, 因此能在有各种辐射的情况下工作, 适合在各种条件下应用。

(車译)

脉冲电子显微镜

一般电子显微镜, 不能观察活的细菌, 因为细菌在抽去空气后会死亡。在脉冲电子显微镜中, 由于安装了一个空气室, 这个空气室用两层薄火棉胶与真空室隔开, 所以能够用来观察活的细菌。一般电子显微镜是不能采用这个措施的, 因为加了火棉胶层以后, 增加了样片的厚度, 而一般电子显微镜加在样片上的电

压只有 50 千伏, 结果将看不到要观察的标本。在脉冲显微镜中, 采用的脉冲能量达百万电子伏特, 所以就不会有问题。

(車译)

新型光电管

这种新型光电管用硫化镉做电极, 灵敏度高, 无照电阻达 1 兆欧。据报导, 这种光电管适合作充气光电元件或光电倍增器, 敏感的可见光谱很宽, 没有极性, 可采用交流或直流电源。

(車译)

“暗”灯丝

在一种新生产的电子管中, 灯丝温度比普通电子管低 20%。这种电子管可能用作收音管, 据报导, 它比一般电子管的杂音低。由于温度低, 减少了因加热或冷却造成的灯丝变形故障, 并且工作特性更稳定, 使用寿命可大为延长。

(車译)

新的压电体

新发现两种压电材料, 一种是氧化锌, 一种是硫化镉。通常, 这两种物质是 n 型半导体, 电阻太小, 以致压电效应不能被观察到。但是, 用扩散法在这些物质中掺入锂以后, 电阻提高了, 压电性能就显著。研究结果证明, 掺有锂的氧化锌和硫化镉, 其压电特性分别为石英晶体的四倍和两倍。

(車译)

薄膜隧道管

薄膜隧道管 (Туннельтрон) 是一种新型电子器件。它工作于超低温的情况下 (由 $1.2^\circ K$ 到 $7.5^\circ K$)。这种器件利用金属氧化物薄膜中的超电导现象和隧道效应。

器件中的基本部分是敷在玻璃基底上的铝薄层。铝上面有一层只有几微米的氧化铝层 (作为电介质用)。上面再敷有铅的薄层。这种器件的有效面积约为 1 毫米²。

这种器件可以用作转换元件, 用作电阻、电容器、二极管、三极管和负阻二极管。它需要冷却设备来建立和维持一定的工作温度。

虽然薄膜隧道管可能有各种各样的应用, 但是它未必能代替普通的放大器件。估计它们将用在一些特殊的设备中。这种器件的缺点是必须建立超低温的条件, 界限频率不高, 以及必须利用强磁场来得到所需的工作状态。

(者译)

第三期“为什么”答案

1. 电灯泡灯丝烧断后再设法碰接起来，一定会比原来短些，因此它的电阻要比原来小一些。根据欧姆定律， $I = \frac{E}{R}$ ，而灯泡消耗的功率 $P = I^2 R = \left(\frac{E}{R}\right)^2 R = \frac{E^2}{R}$ 。所以当加上同样的电压 E 时，灯丝电阻越小，它消耗的功率越大，也就是灯泡越亮。

2. 第一种接法正确。因为两个喇叭串联起来的总电阻是 16 欧姆，刚好接到变压器 16 欧姆的接线柱上，这是和设计变压器时的要求符合的，反射到初级的电阻 R_p 正好是输出电子管所要求的屏极负载

电阻。再看第 2 种接法。如果是光在 0—8 欧接线柱之间接一个 8 欧的喇叭，那末折算到初级的电阻也是 R_p ，正好符合要求。但是现在又在 8 欧—16 欧的接头间接一个 8 欧姆的喇叭，这个电阻反射到初级去，就等于在 R_p 上又并联了一个电阻，使电子管屏极负载电阻变小。所以这样的接法是不对的。

3. 因为再生收音机调整再生强度时，常易超过再生临界点，使电子管产生高频振荡。振荡时就好象一个小发射机，可能由天线或线圈发射高频电波。虽然电波很弱，但因为超外差收音机的灵敏度高而距离又很近，所以它能够接收这个电波而发出啸声来。

半导体自动排灌站

俞祖山

这里介绍的排灌控制线路，结构简单，工作性能稳定而可靠，可免除浮标式控制的传动失灵或触点氧化等而引起的水泵错动的弊病。

整个系统由晶体管继电器、感受器 H_1, H_2 、控制排灌电机运转的交流接触器三部分组成。

控制图中 H_1 (或 H_2) 是由二片彼此保持一定间隔的金属片所组成； A, B_1 为常闭触点，由灵敏继电器 (4 千欧~8 千欧) A 与 B 分别控制； K_1, K_2, K_3, K_4 是交流接触器的常开触点，控制电动机主电路之用。当主线圈 K 中通过电流时， K_1, K_2, K_3, K_4 同时合上，电动机转动。

控制系统的动作原理如下：

(1) 水位在 H_2 以下时， H_1, H_2 的金属片间都没有水。因此晶体管的基极开路，集电极电路中的电流极小，继电器 AB 都不动作。 A, B_1 保持闭合，使 K 通电而合上

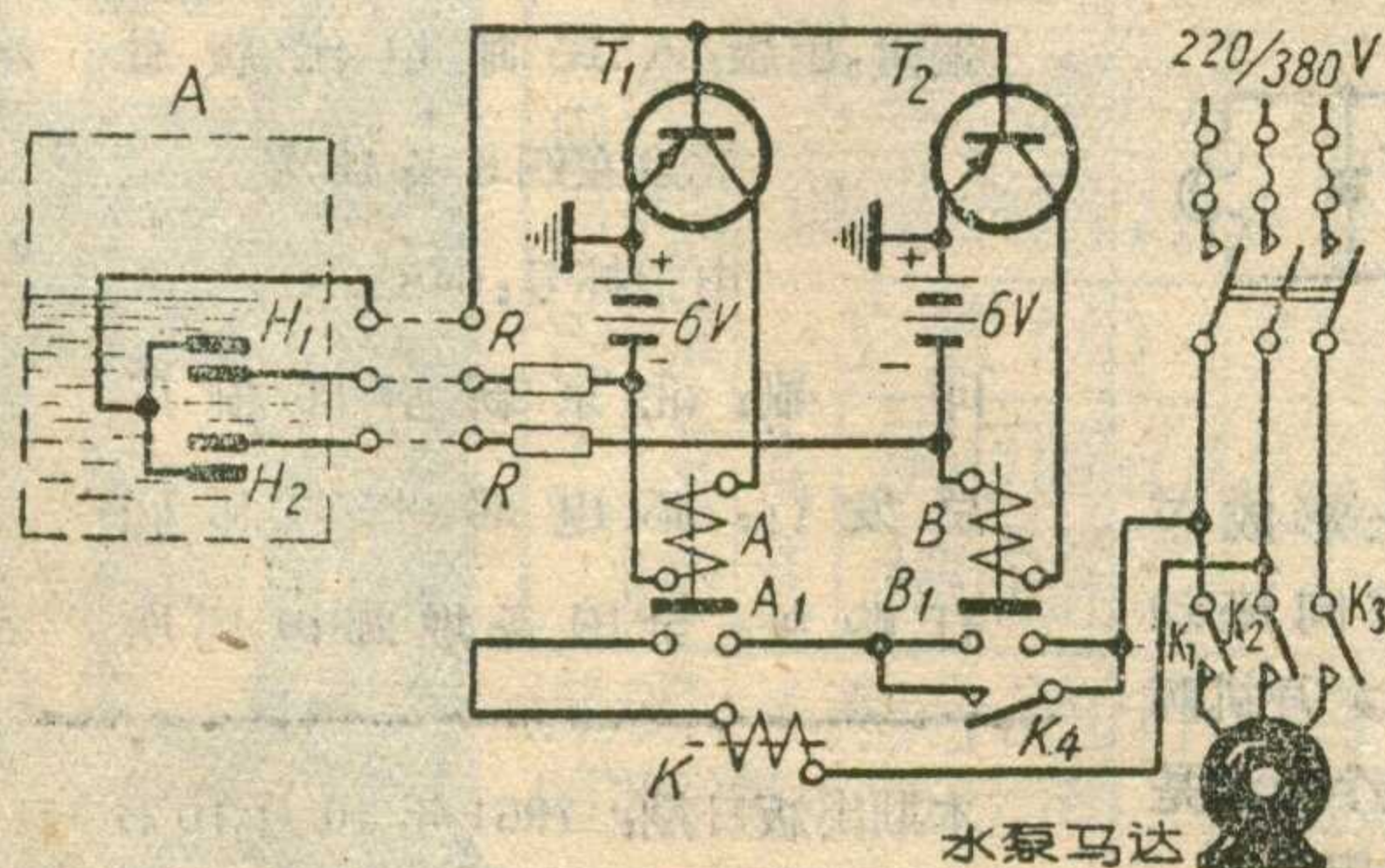
K_1, K_2, K_3, K_4 ，水泵工作，向 A 中注水，使水位不断升高。

(2) 当水位升高使 H_2 处在水中时，水流进 H_2 的二金属片间，给 T_2 三极管基极造成通路，产生较大的集电极电流，灵敏继电器 B 吸上 B_1 ，使触点断开。但由于 K_4 的连锁作用， K 仍然通电，水泵继续工作。

(3) 当水位升至 H_1 时， T_1 晶体管工作。 A_1 被吸上而断开触点使主线圈 K 中电流中断，水泵停止工作。直到水位降至 H_2 以下时，水泵又重新工作。

这种控制线路用电很省，晶体管采用一般的低频放大管，如 $\Pi 1, \Pi 6$ 或 $\Pi 13 \sim \Pi 15$ 等型号均可。 R 为基极偏流电阻，可选择在 1.5—2 千欧；感受器的金属可由镀铬铜片制成以防腐蚀，并用支架固定距离。

如果 A, B_1 的触点容量太小，可加装中间继电器。



2. 1961 年第 1 期“问与答”栏的第 8 问“为了要配用 $2\Pi 2\Pi$ 电子管拟在变压器初级上并联一个电阻”一句中的“并联”应改为“串联”，在“答”中相应的“并联”都应改为“串联”。

3. 1961 年第 2 期“收音机的输入电路”中的公式 (1) 分母内的“千赫”应改为“兆赫”。

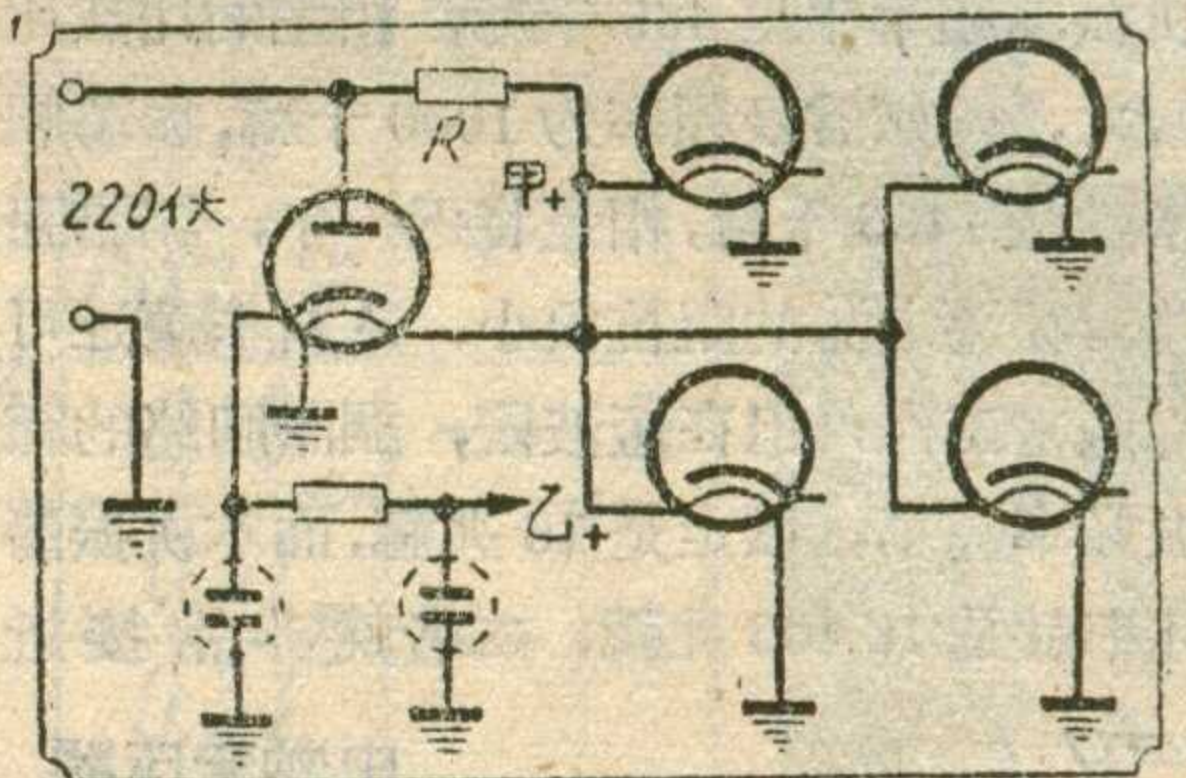
同期“问与答”一栏中公式 $U = \sqrt{PE}$ 应改为 $U = \sqrt{PZ}$ 。



1. 公社里来了一部 110 伏直流发电机。小张把一架交流收音机的 110 伏电源接头接到发电机上来收听广播。结果不但没有收到广播，反而把收音机烧坏了。这是为什么？(黄英豪)

2. 小陈设计了一个不用变压器的收音机电源电路，如图所示。直接用 220 伏市电作高压整流。用的五个电子管，灯丝电压都是 6.3 伏的，把它们并联起来，由市电通过降压电阻 R 来供电。这样可以吗？

3. 自装的一架超外差式收音机，在收听短波时，扬声器有时会狂吼起来。但如果把可变电容器较准确地调在所接收的电台上时，就恢复正常了。为什么？(方涯)



更正

1. 1961 年 3 期“收音机变频器设计”一文中的图 2 电表的接法应改为：

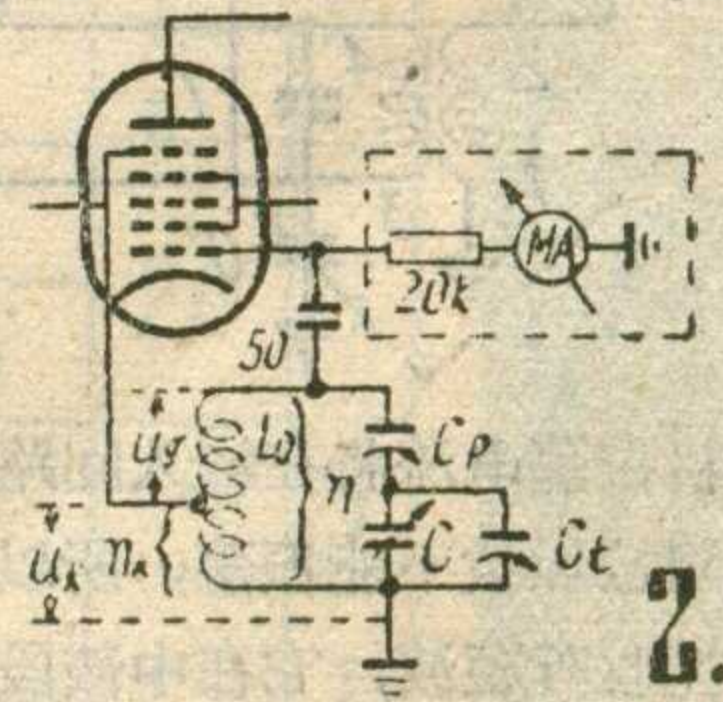
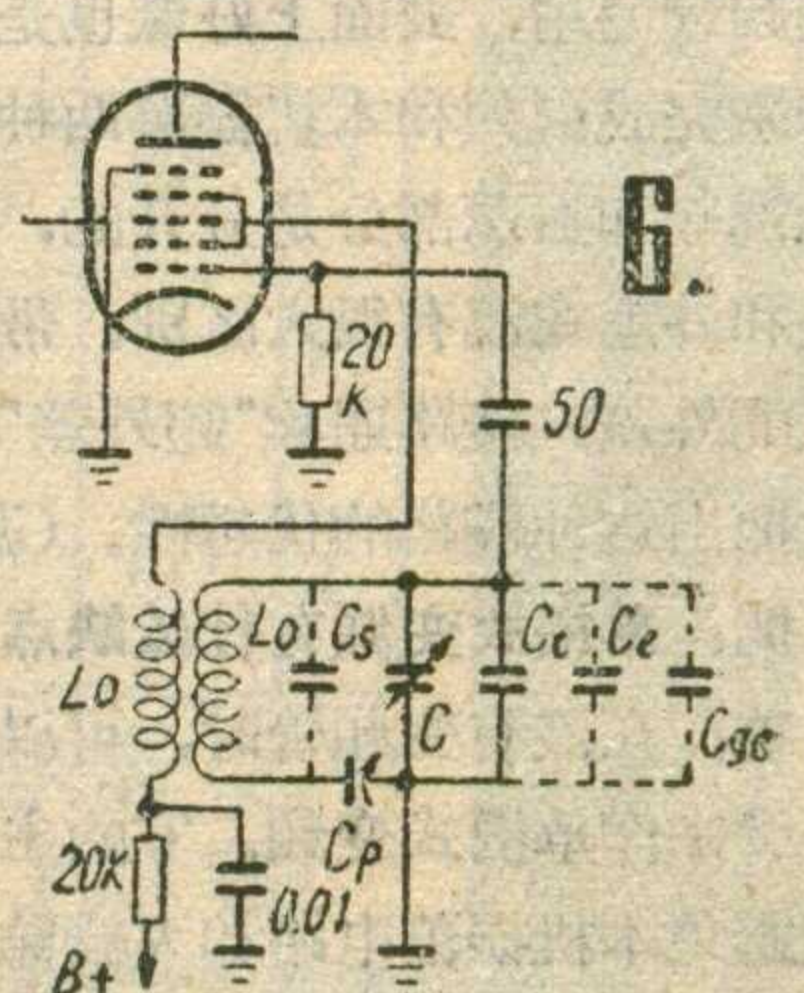


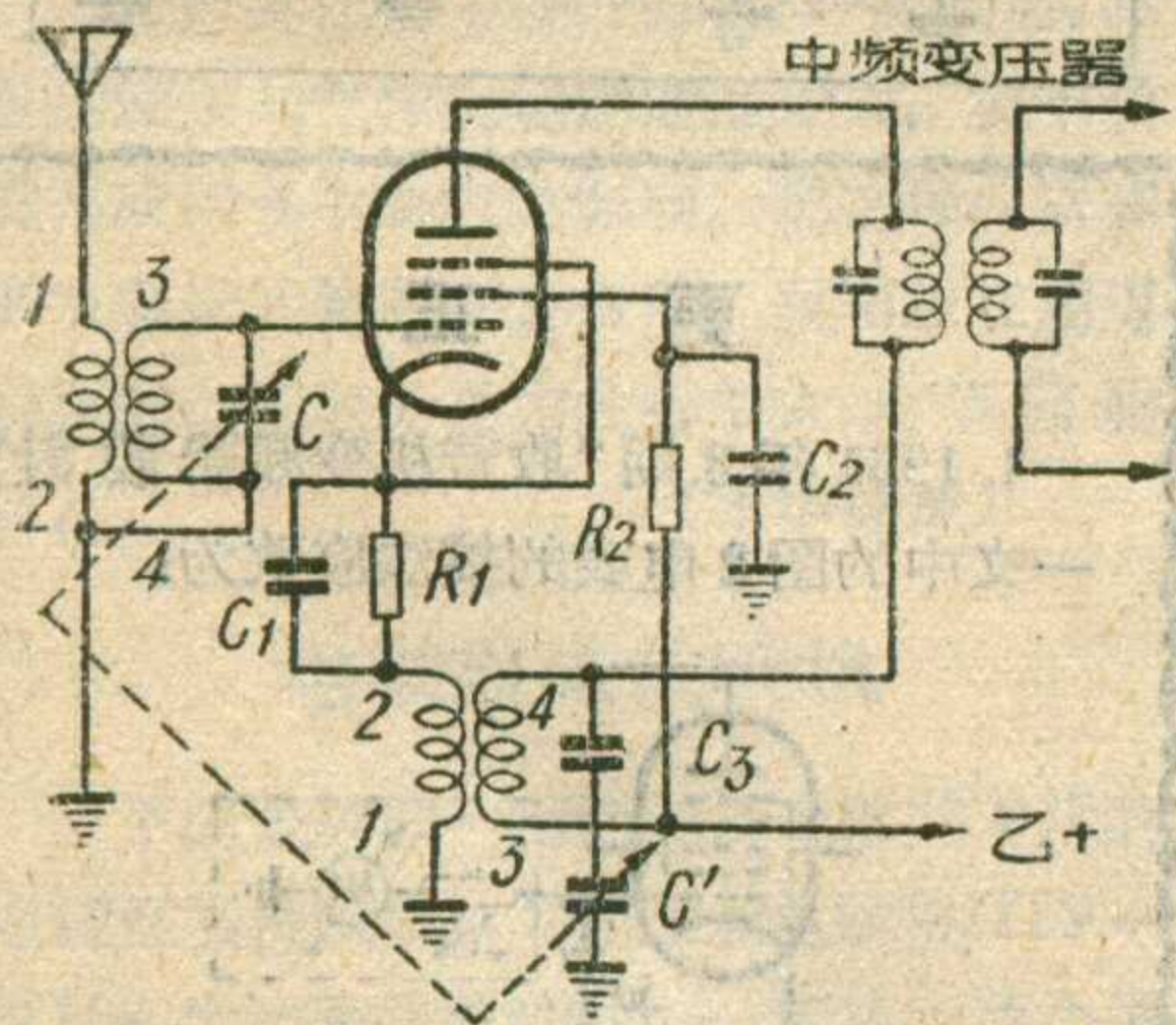
图 6 丙应改为：



问与答

问：什么叫自差式收音机，它和外差式收音机的原理有何不同？

答：外差式电路开始流行时，没有专用的变频管，用一个电子管作混频，另外一个电子管作本机振荡，和输入信号产生差频，所以叫做“外差式”。后来有些简省设计，用一个普通电子管同时作这两个工作，叫做“自差式”，它的典型线路如附图。从线路的结构来说，外差式的输入调谐回路和本机振荡是分开的，而在自差式线路里，其栅极电路（栅极阴极之间的电路）是调谐回路和阴极下端的振荡线圈相串连的，振荡电流要通过调谐回路，而这个并联谐振回路对振荡电流要有一定的阻抗。在中波段，输入回路的谐振频率与本机振荡频率相差465千赫，相差的比数比较大，例如信号频率为1000千赫，振荡频率就是1465千赫，相差将近一半，调谐回路对振荡电流的阻抗很小，本机振荡还可以照常工作；但在短波段，调谐回路的谐振频率高了，假定是16兆赫，而本机振荡频率就是16.465兆赫，二者就非常接近

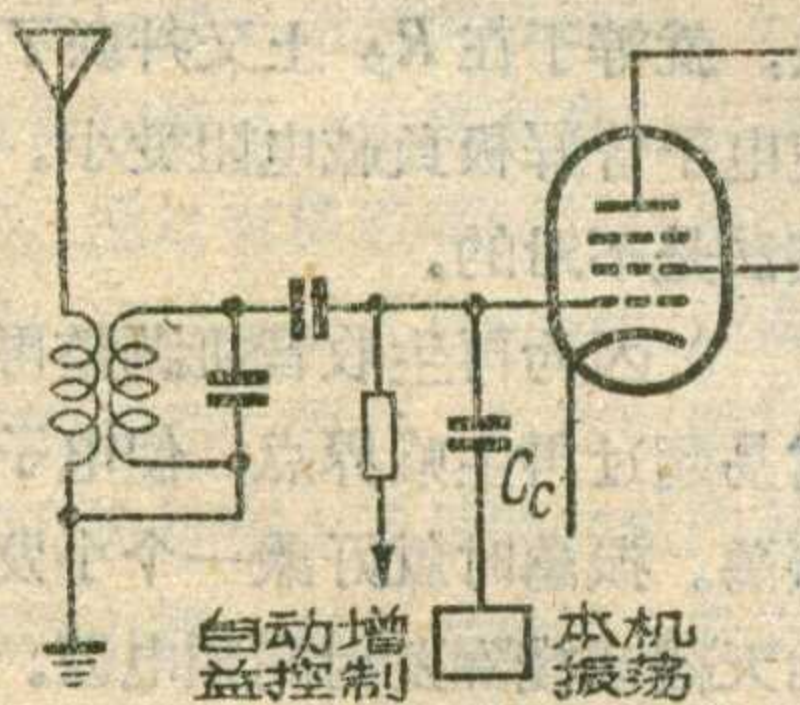


了，本机振荡电流将在输入回路里遭受到很大的阻抗以致不能振荡，所以自差式收音机不能收听短波，它在中波段工作也是不够稳定的。近代的外差式已有种种专用的变频管使用，表面上好像也是用一个电子管来完成混频和本机振荡两种工作，但它的混频和振荡部分是分开的，在本质上仍是和外差式没有很大区别。带有中频放大级的外差式线路通称“超外差”式，它更能发挥出这种线路的优越性。（冯报本答）

问：单栅式变频有什么缺点？

答：在没有变频管时，可以用普通的电子管来作单栅式变频。它的主要缺点是不能避免本机振荡电路和天线输入回路之间的牵制效应，要减小这种效应的唯一办

法是减小交流电容 C_c ，一般业余装置这种单栅变频的收音机 C_c 是使用绞线电容器（就是两根绝缘导线绞合约3—4厘米长来作电容器），但 C_c 小了会降低变频增益，另外本机振荡信号容易通过接收天线泄漏出去也是本电路的缺点。（丁启鸿答）



问：我有一部五灯超外差收音机，收听中波电台很好，但收听短波电台时，有时强时弱的现象，是何原因？

答：这是所谓“衰落”现象。通常收听短波电台时，常会遇到。因为短波主要是依靠电离层的反射而传播的。当电离层由于某些原因而发生变化的时候，无线电波的传播路径和能量的损失情况也会随之而发生变化，因而在接收天线上所收到的信号也会有时强，有时弱。而中波主要是沿着地面传播的，很稳定，所以收听中波电台时就没有衰落现象的问题。

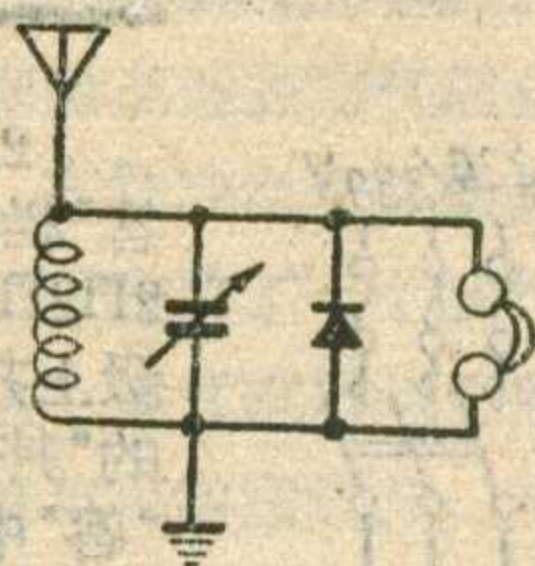
在现代的收音机中，大都采用了自动音量控制的电路，对于电波衰落程度能获得一定的改善，但要完全防止衰落的现象是不可能的，这是有待于进一步研究解决的问题。（陈庆麟答）

问：并联在收音机输出端的旁路电容器，有的一端接屏极，一端接地；有的一端接屏极一端接乙+，有什么区别？

答：两种接法的旁路作用完全相同。因为乙+到地的内阻很小，对音频交流信号来说，乙+可以看做是与地相同的电位。但接地时旁路电容两端有较高的直流电压。

问：矿石收音机接成如附图的线路，为什么音量还很响？

答：这种接法同样可以完成检波作用，因为矿石检波是利用它的单向导电特性来完成的。矿石接在耳机两端，当射频交变电流向一个方向流动时，矿石对它所呈现的电阻很小，耳机两端实际上形成短路，当射频交变电流向另一个方向流动时，矿石对它所呈现的电阻很大，耳机两端则可以通过较大的电流，而这个电流是单方向的，所以仍可完成检波作用。



（以上郑宽君答）



无线电通信的新发展……叶培大(1)
 谈谈微波中继通信……朱庆璋(3)
 木材湿度测量计……扁译(5)
 晶体三极管的检验……于闻(6)
 最简单的晶体管收音机
 给矿石机加一个晶体管放大器……工(8)
 袖珍晶体管收音机……名(8)
 再生式晶体管收音机……江启熾(9)
 中频放大器的设计……丁启鸿(10)
 六通道航空模型遥控设备……沈卜洲(12)
 直流二管机……冯报本(14)
 什么叫阻抗匹配……金易(15)
 收音机的线圈……冯报本等(16)
 电眼万用表……苏天佑 沈成衡(18)
 用图解法求并联电阻……时云(19)
 怎样辨认晶体管的电极……(20)
 切割有机玻璃的方法……沈沅译(20)
 中频为什么选用465千赫？
 ……陈庆麟(21)
 焊接晶体管引线的方法……沈沅译(21)
 自制线圈校验棒……蒋百森(21)
 国外点滴……(22)
 半导体自动排灌站……俞祖山(23)
 为什么……(23)
 问与答……(24)
 封面说明 航空模型运动健将张大根(左)
 黄永良(中)沈卜洲(右)在作无线电操纵
 模型飞机飞行练习。

编辑、出版：人民邮电出版社

北京东四6条13号

电报挂号：04882

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：1961年10月10日

本刊代号：2—75 每册定价2角

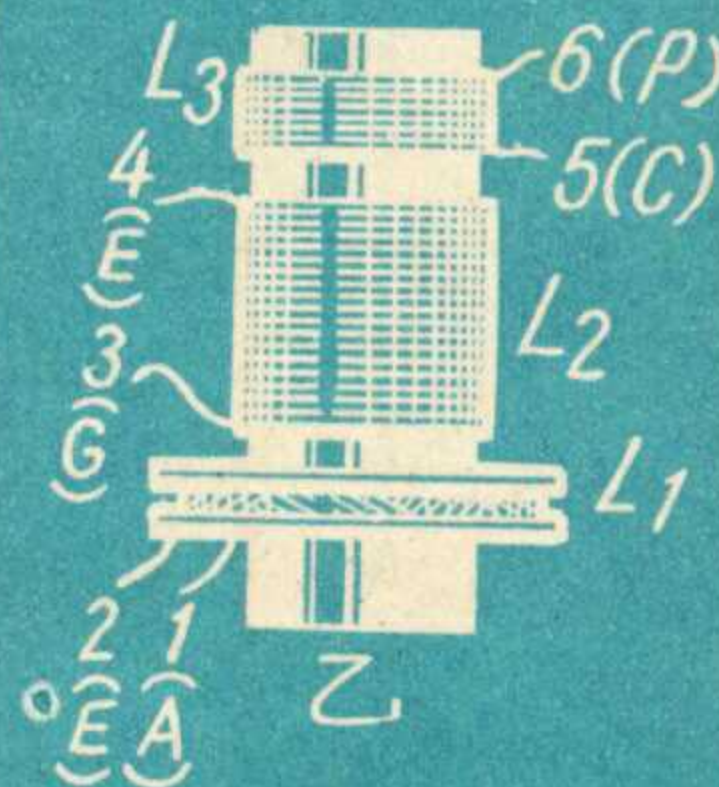
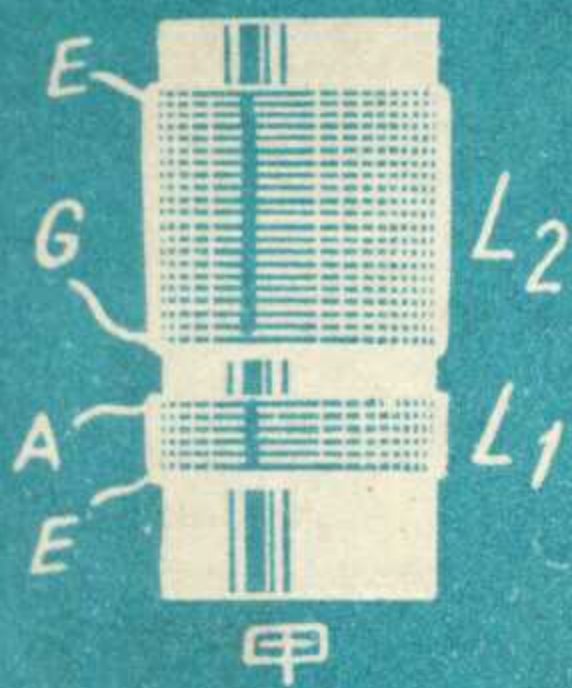
收音机线圈绕制表

简单收音机线圈绕制表

线圈名称	线圈结构	线圈筒 外径(毫米)	匝数	绕法	漆包线 号(中规)	图号	备注
低阻抗型	天线线圈(L ₁)	30	25	密绕	0.315	甲	矿石收音机用线圈 距离为2毫米
	调谐线圈(L ₂)		108	" "	" "		
高阻抗型	天线线圈(L ₁)	20	250	乱迭绕	0.09	乙	1.再生式收音机用 2. L ₁ 厚度3毫米 3.各线圈距离3毫米
	调谐线圈(L ₂)		145	密绕	0.125		
	再生线圈(L ₃)		65	" "	" "		

配合360 PF可变电容器

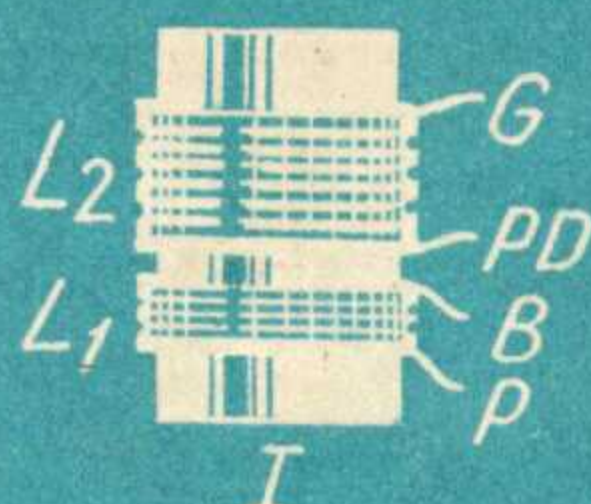
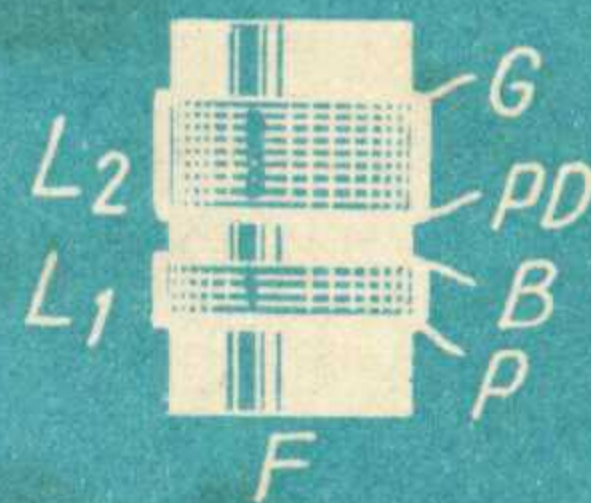
频带: 550~1650千周



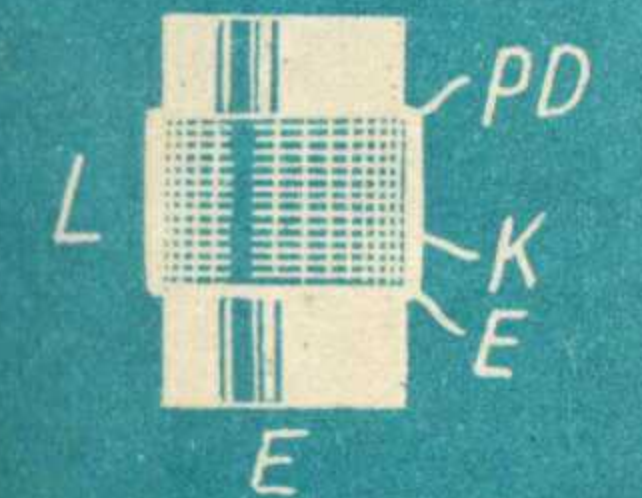
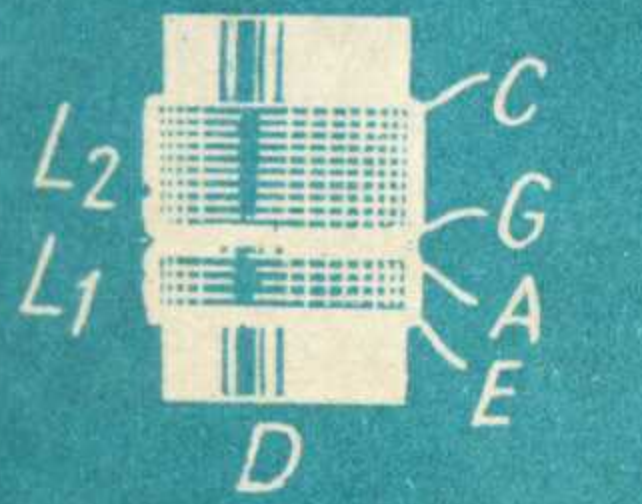
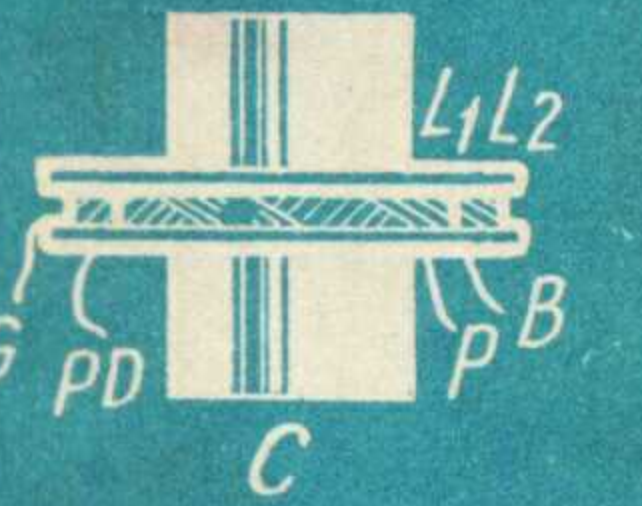
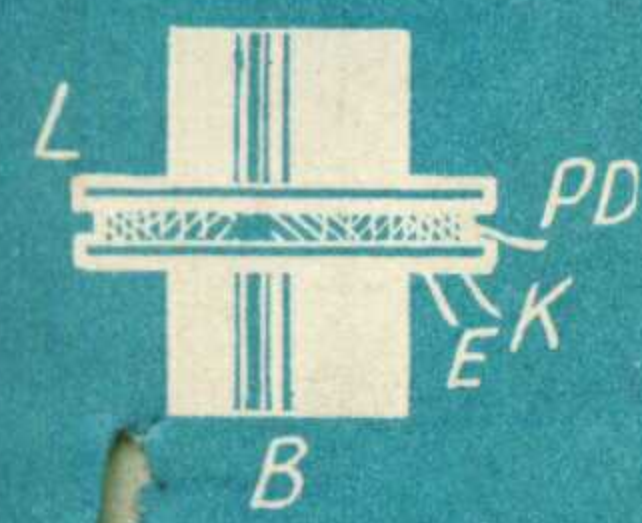
超外差式线圈绕制表

频带	线圈名称	绕法	匝数	绕法	漆包线 号(中规)	距离 毫米	图号
550~1650千周	输入线圈	天线线圈(L ₁)	200	乱迭绕 b=2毫米 C=4毫米	0.12	4	A
		调谐线圈(L ₂)	90	乱迭绕 b=3.5毫米 C=3毫米	0.07×7		
	振荡线圈	S式(L)	60	乱迭绕, 近地端第10圈处 抽头 b=3.5毫米 C=25毫米	0.19	—	B
		A式	屏回路(L ₁)	30	乱迭绕	0.31	—
	栅回路(L ₂)	70	b=3.5毫米 C=3毫米 L ₂ 绕在L ₁ 外面	0.31			
2~7兆周	输入线圈	天线线圈(L ₁)	22	密绕	0.12	1.5	D
		调谐线圈(L ₂)	30 1/6	密绕	0.31		
	振荡线圈	S式(L)	23 1/6	密绕在近地端第4 1/3圈 处抽头	0.31	—	E
		A式	屏回路(L ₁)	12	密绕	0.12	1.5
	栅回路(L ₂)	27 1/6	密绕	0.3			
7~22兆周	输入线圈	天线线圈(L ₁)	16	密绕	0.12	2.0	G
		调谐线圈(L ₂)	9 1/2	间绕	0.56		
	振荡线圈	S式(L)	7 3/4	间绕, 在近地端第15/12 圈处抽头	0.56	—	H
		A式	屏回路(L ₁)	7	密绕	0.12	1.5
	栅回路(L ₂)	9 1/4	间绕	0.56			
6~18兆周	输入线圈	天线线圈(L ₁)	18	密绕	0.12	2.0	G
		调谐线圈(L ₂)	11 1/4	间绕	0.56		
	振荡线圈	S式(L)	9 1/2	间绕, 在近地端第1 1/2圈 处抽头	0.56	—	H
		A式	屏回路(L ₁)	9 1/4	密绕	0.12	1.5
	栅回路(L ₂)	11	间绕	0.56			

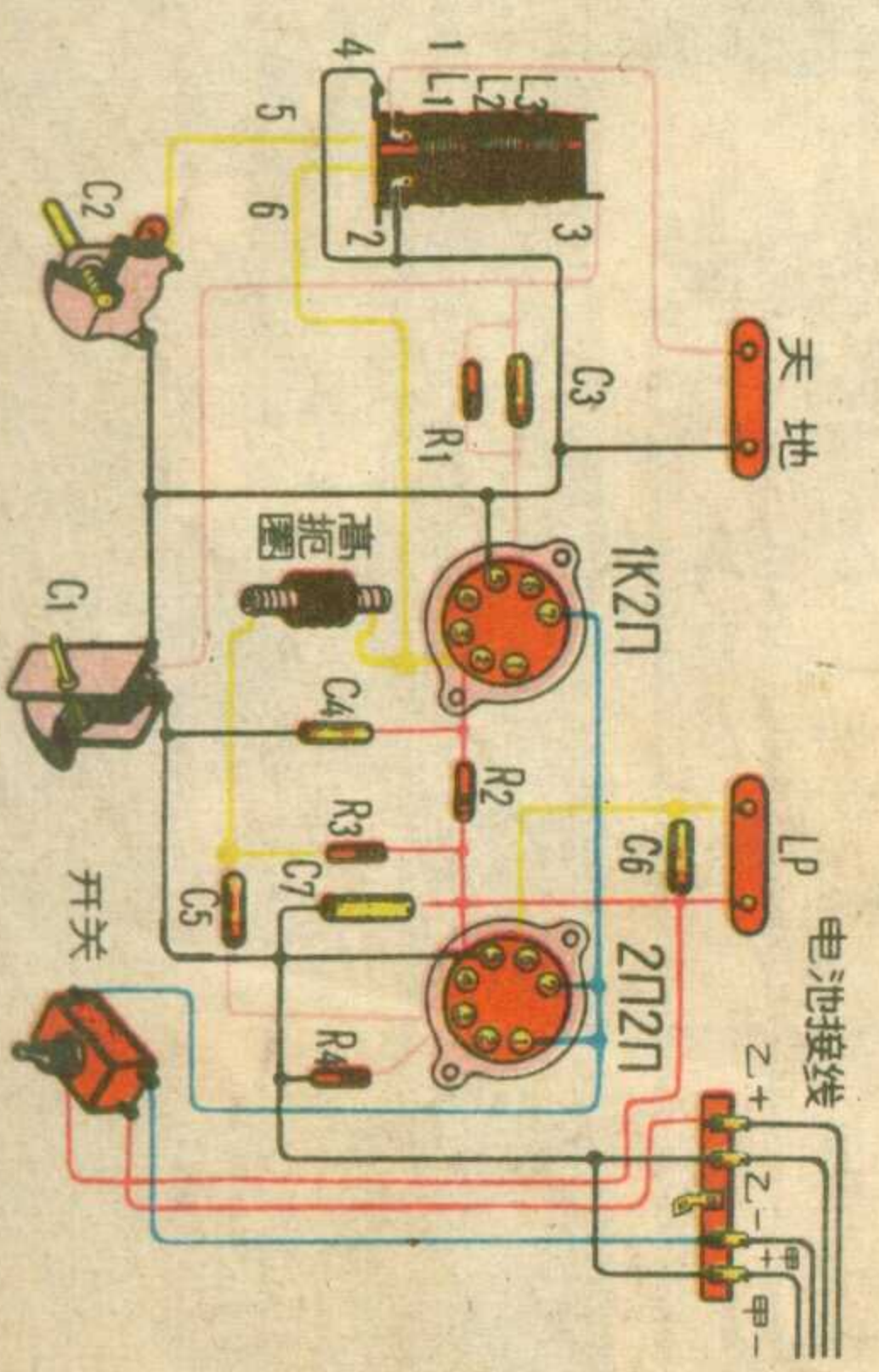
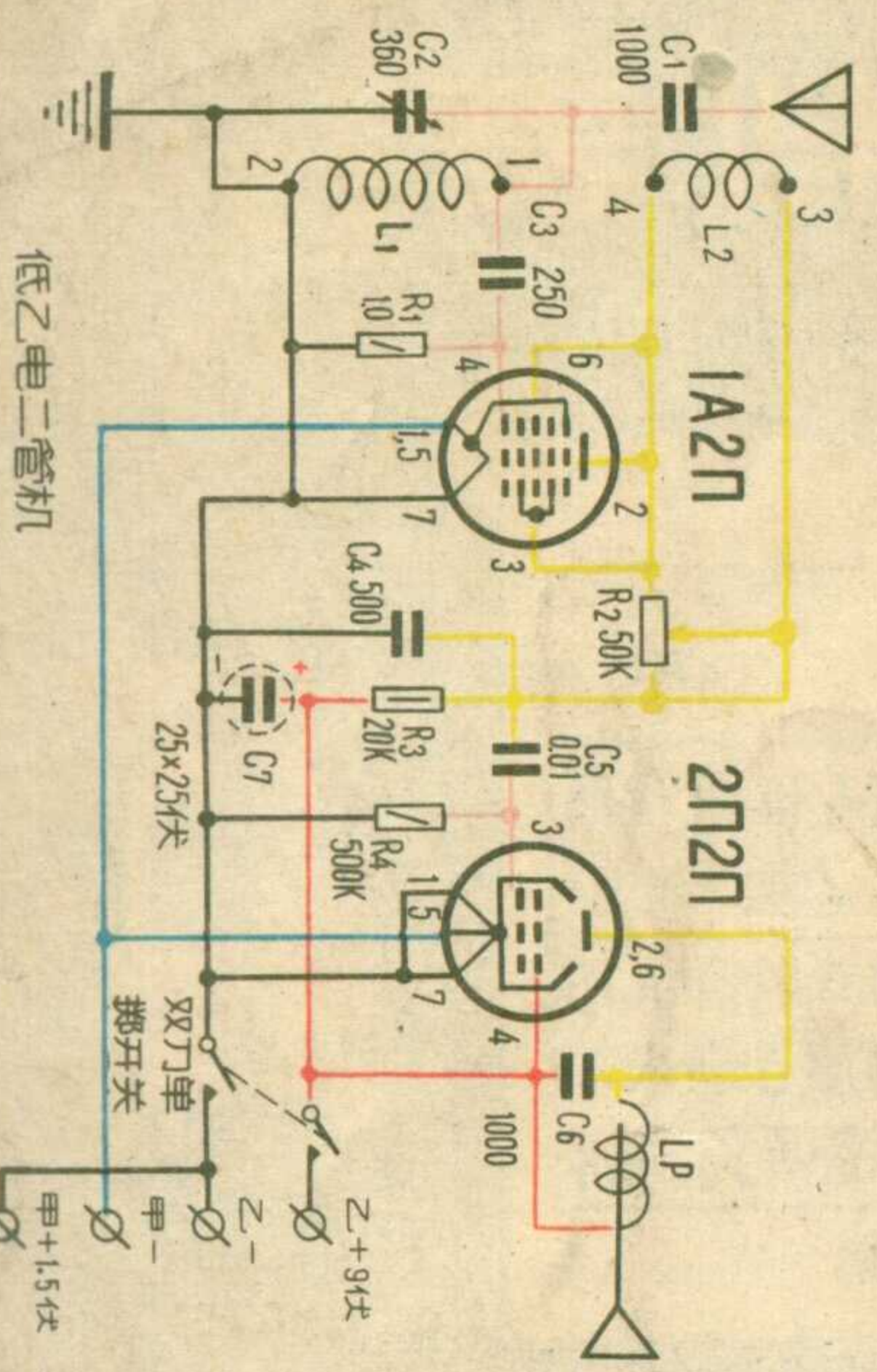
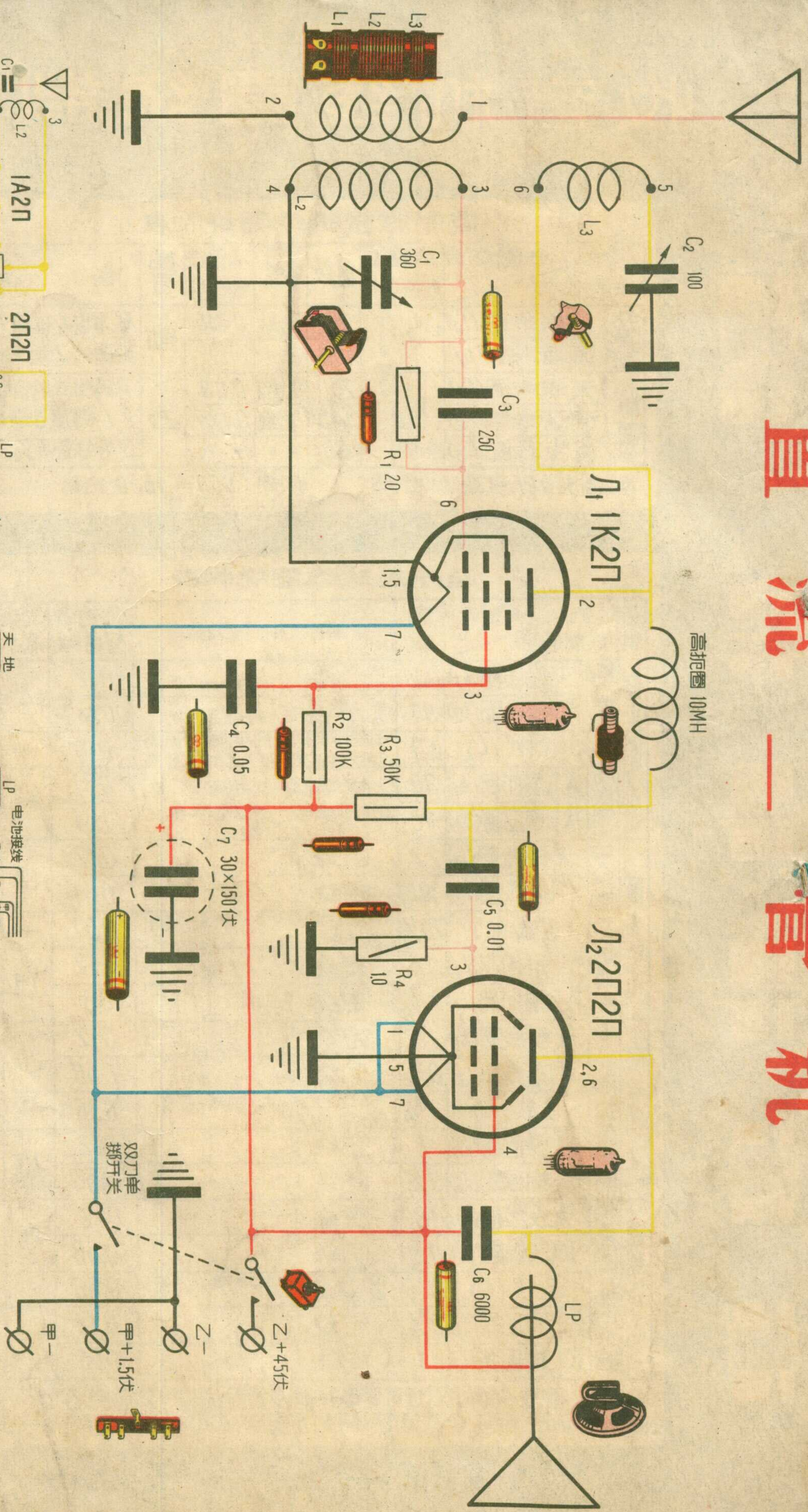
说明: 1. 配合360PF双连可变电容器及售品600PF垫整电容器 2. 中
间频率465千周 3. 线圈管外径16毫米 4. 间绕间距等于线径



A 天线
E 地
G 栅极
P 屏极
C 电容器或地
K 阴极
PD 垫整电容器
B 乙电



直 流 二 管 机



可以和 1K2Π 换用的电子管:

可以和 2Π2Π 换用的电子管:

- 1T4, 1L4, 1U4 1N5GT, 1P5GT 1L5, 1LC5 3S4, 3Q4, 3A4
- 3V4
- 3Q5GT

