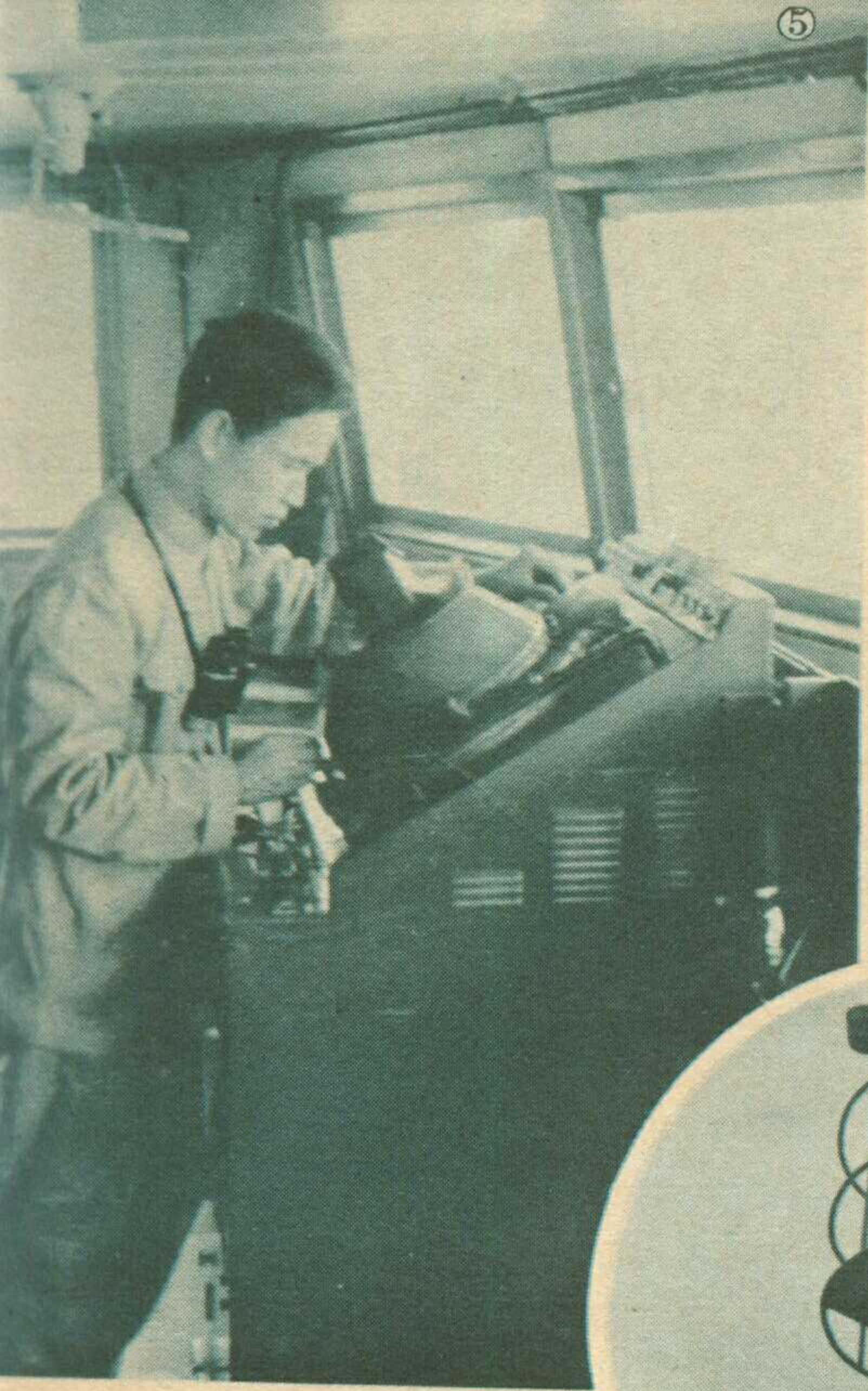




无线电 8
WUXIANDIAN 1963

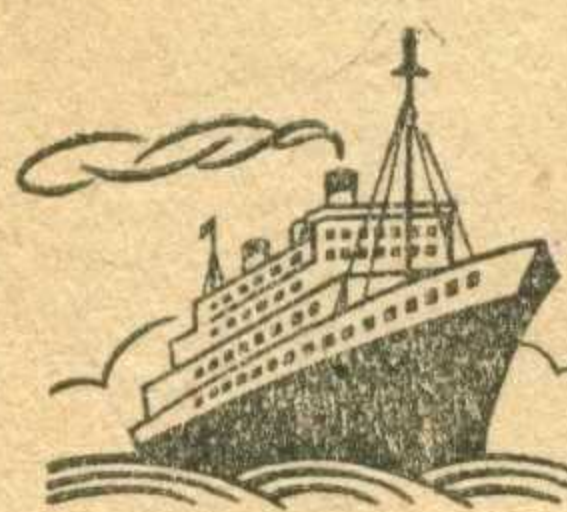


船舶上常用的无线电电子设备

- ① 无线电报务员在测试求救信号自动报警器。
- ② 无线电报务员在试验救生艇收发信机和试放风筝天线。
- ③ 驾驶员利用测向仪测定船位。
- ④ 船上的通讯枢纽——无线电报务室。
- ⑤ 驾驶员在观察雷达图形。
- ⑥ 船用雷达天线。
- ⑦ 驾驶员在使用测深仪测量水深。
- ⑧ 广播员准备播送唱片，丰富旅客文娱生活。

(柳岸摄影)





无线电在航海方面的应用

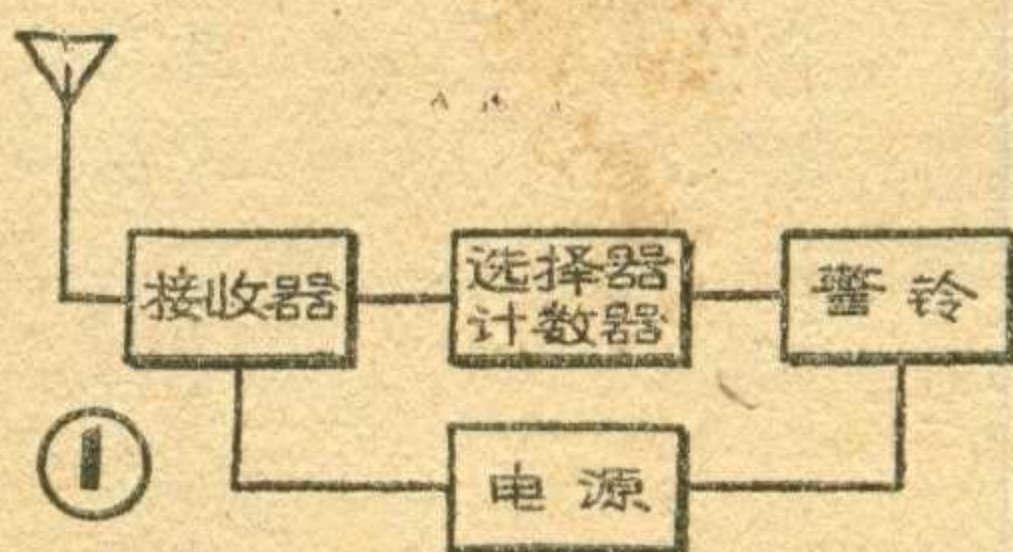
杜兆珏 葛平

通信

在海洋中航行的船只，要想和其他船只或陆地上进行通信联系，假如没有无线电设备，是非常困难的。因此，波波夫发明“无线电”以后，首先就应用在船舶通信方面。现在，百吨以上的船只都装有各种无线电电机，在地球的任何地方，都可以和海岸电台或其他船只通报通话、收听气象资料 and 遇险报警信号等。船舶无线电通信设备的原理和陆用的差不多，但因船舶的行踪不定，振动很大，所以常采用一种长、中、短波俱全的复式设备，以便随时更换波长，保证通信。而且通信设备的结构特别坚固，以免发生故障。

求救

500 千赫被世界公认为海上救命用的专用频率。船只遇险时，立刻用这一频率发出求救信号，以便附近船只赶来营救。海岸上及所有船舶上的电台时时刻刻都在守听着这个频率。每个船上都装有接收求救信号的自动报警器（见封二图 1）。遇险船只连续发出持续时间为 4 秒、间隔为 1 秒的 500 千赫高频信号，在发出三个到四个这样的信号时，其他船只的自动报警器就会自动响起警铃。自动报警器由接收器、选择器、计数器、电源及警铃组成（图 1）。接收器要求能均匀地接收 492~508 千赫内的信号。



接收到的信号通过选择器，由计数器计数。如果接收来的信号的持续时间与间隔合乎规定（按照新的规定，求救信号的持续期可在 3.5~6 秒范围内变动，间隔期可在 0.01~1.5 秒范围内变动），那么经过三四个周期就能响起警铃。如果是其他信号（例如一般电报信号和杂音等），则选择器起到阻碍作用，不能使警铃动作。

遇险船只求救信号的拍发是自动的。一般是用等速或同步电动机经减速齿轮带动一个刻有槽的凸轮，使簧片接点周期性地闭合（四秒）和断开（一秒）。簧片接点接在 500 千赫发信机电键电路内，这样就能发出合乎规定的高频求救信号。新式的自动信号拍发器除了能拍发上述信号外，还能自动拍发“SOS”求救信号、本船的代号、遇难地点的经纬度、以及供其它船只测向用的测向信号等。

在船舶的每一只救生艇上，也都备有收发信机，以

保证艇上与外界进行通信联系。由于电源的限制（通常用手摇发电机供给），输出功率一般不超过 10 瓦。要提高通信效率，天线的高度是关键问题。救生艇悬挂天线的方法，在海上无风时，用预先压缩储备的氢气或临时用氯化锂与海水混合后的氢气注入气球内，把 100 米长的结实的细天线升起来；在海上有风时，则用特制的风筝把天线升起。（参阅封二图 2）。

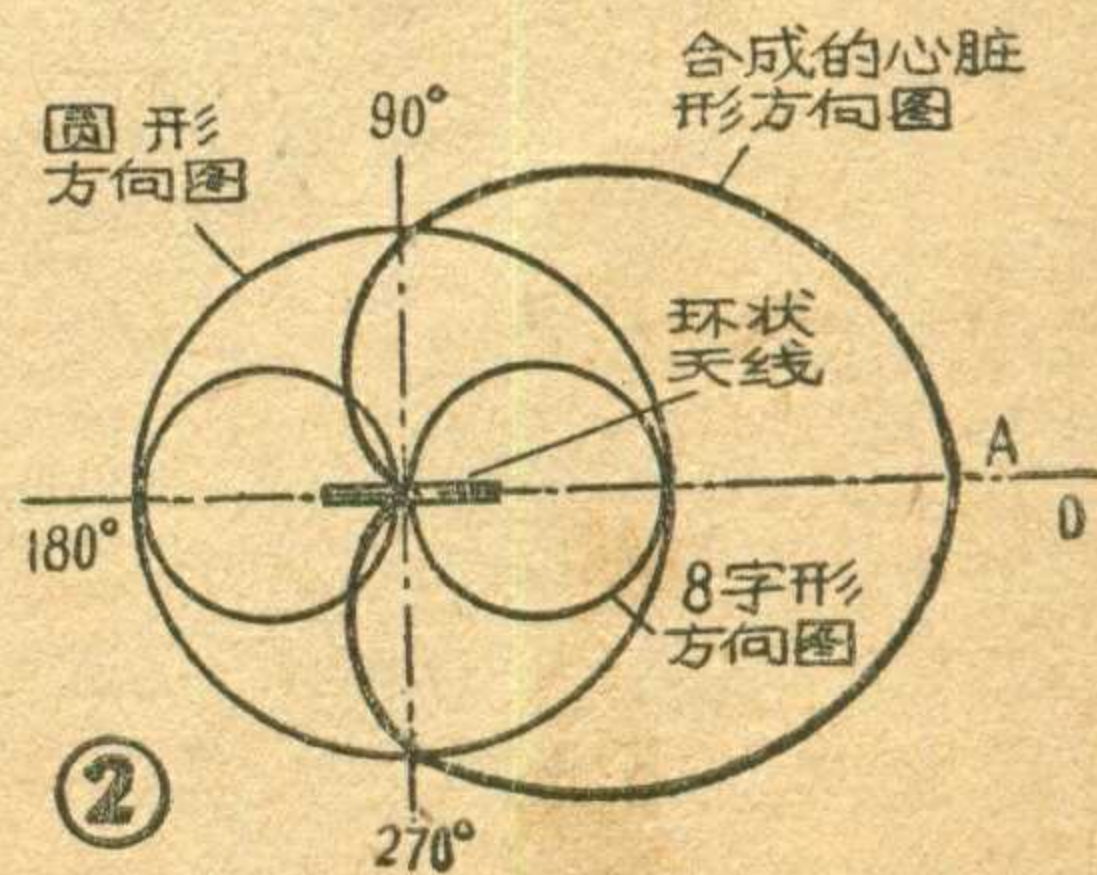
对时

船舶在海洋中航行，要时刻注意船的位置是否在预定的航线上。这就要利用天文的方法观察星球的高度来计算得到。为了进行这个工作，船上就要配备一个精确的天文钟。但是天文钟不可能绝对没有误差，而误差会使求得的船位不准，因此要用无线电接收机接收专门发播标准时间的电台，每天把天文钟校对几次。

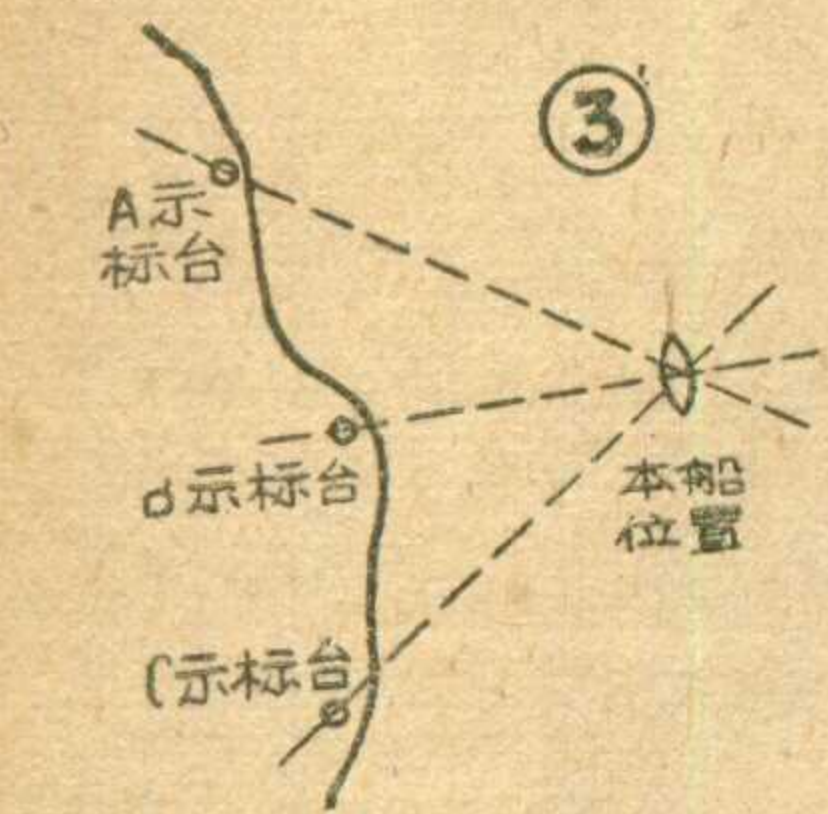
测向和定位

在阴天或有雾的日子，无法利用观察星球的方法来计算船位。自从船上有了无线电测向仪，就解决了这个问题。测向仪可用来测定船只和已知固定发射台（示标台）之间的相对方位。它的基本结构是一架高灵敏度、窄通频带的中频接收机，在输入端接一付环形天线，利用环形天线的 8 字形方向性来确定方向。当环形天线平面和所测示标台

的方向成垂直时，输入到接收机的信号最小，因而在耳机中听到“哑点”（无声）。环形天线的转轴上刻有度数，所以测得“哑点”就能指出所测示标台的相对方位。但是环形天线每转一周可得到两次“哑点”，彼此正好相差 180°，因此，为了确定哪一个“哑点”表示示标台的真实方向，还需要加用一个无方向性的垂直天线。垂直天线的方向图为圆形的，它和环形天线的 8 字形方向图合成为心脏形方向图（见图 2）。图中 A 点为天线的最大接收方向，将 A 点对准示标台，在耳



机中将听到最大的声音,从而可以得到单向接收。新式的测向仪已经采用了固定的双环天线、自动测角器和示波管来提高测向的速度和灵敏度。接收机收到欲测示标台的信号,在荧光屏上就立刻显示出与示标台方位一致的直线或螺旋桨图形,从而可以在荧光屏旁的刻度上读出方位来。这种仪器的作用距离一般为一二百哩(一哩合1852米),是一种近海助航仪器。



示标台一般由三个台编成一组,每台都有自己的呼号,使用相同的频率。三个台依次循环地发出示标信号,所以船舶能很快地测得三个台对船舶的方位。在已注有示标台位置的海图上划三条方位线交于一点,就可以决定船舶的位置(参看图3和封二中的图3)。

也可以在岸上的适当地点安装若干个无线电测向仪,而从船上发出测向信号。从岸上测得船舶的方位后,再用无线电报或电报通知船舶。

远航仪

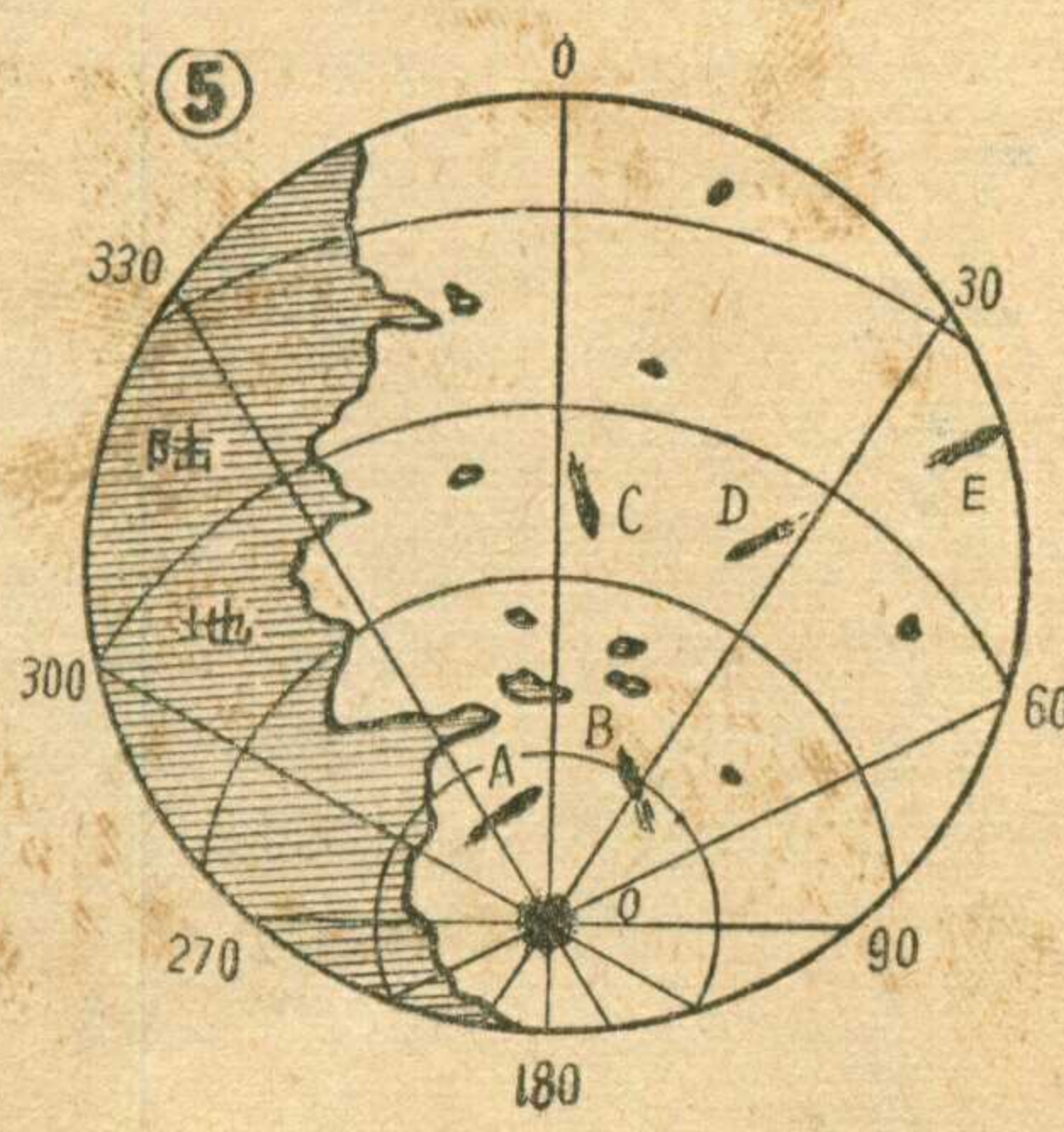
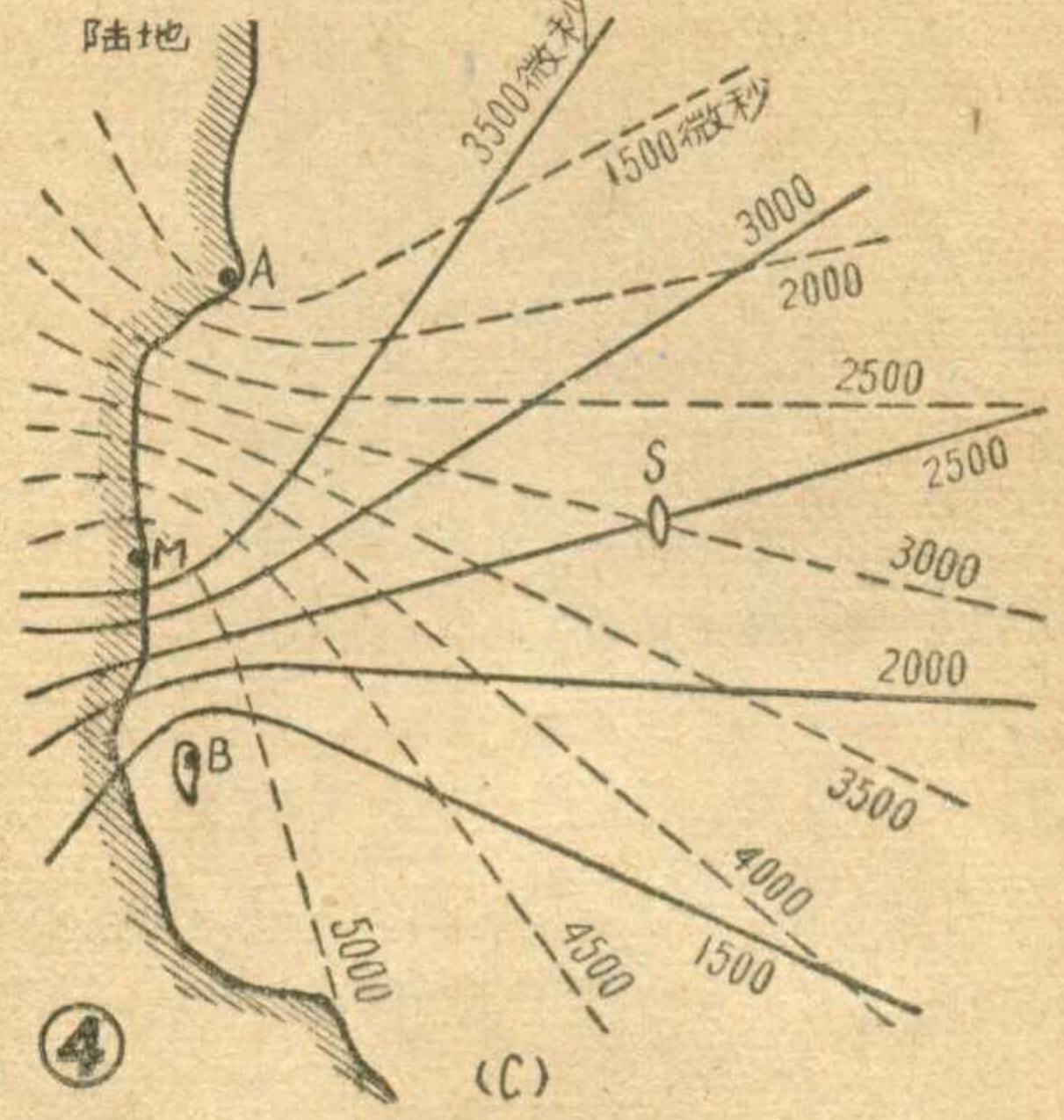
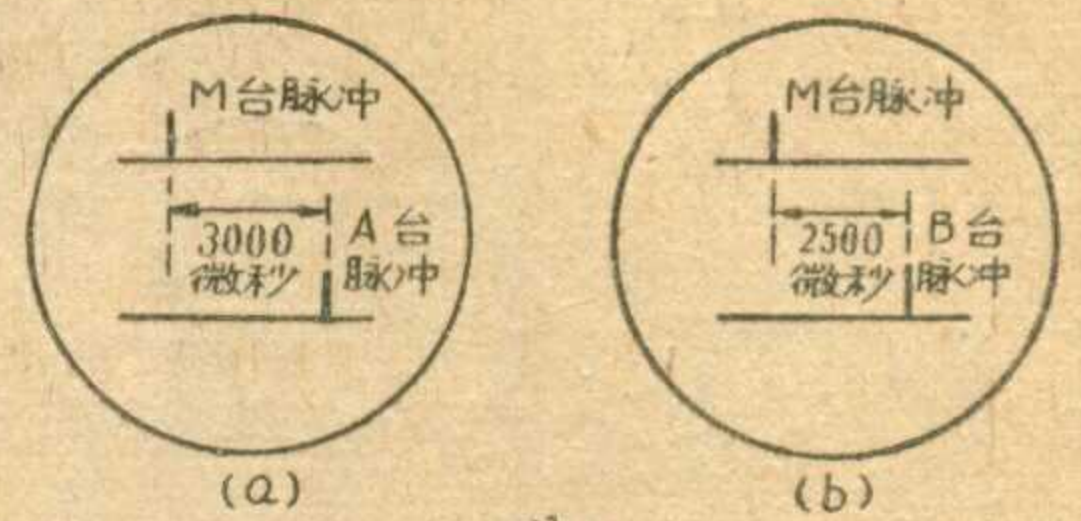
远航仪(又称罗伦)是以一架高灵敏度接收机为基础而用示波管进行显示的仪器。它装在船上,用来测定本船的位置。这种仪器的作用距离在白天约为650哩,夜间可加倍,比测向仪的助航范围大得多。它的工作原理如下。在海岸上有几对相距约600哩的电台(图4c中M、A为一对,M、B又为一对)。每对中一为主台(M),一为辅台(A或B)。主台先发出脉冲电波(频率在1700~2000千赫之间),同时去激发辅台,经过一定的时间延迟,辅台再发出脉冲电波。船上的接收机接到先后到达的两个脉冲,并在示波器上显示出来。例如,对于M、A两台的信号,所显示的脉冲如图4a所示。M台脉冲和A台脉冲的时差,可由计时器来测定,直接读出。这个时差即代表船舶距主辅两台的距离差。因此,接收主台(M)和辅台(A)信号时得到相等时差的地点,它们到M点和A点的距离差也相等,所以这些地点是处在以M、A两点为焦点的双曲线上。不同的时差对应着不同的双曲线,这样就构成了如图4c中的虚线所示的双曲线族。同样道理,对于M、B两台,也有一组以M、B两点为焦点的等时差双曲线族,如图4c中的实线所示。这些双曲线族,是在特制的海图上事先绘好的。实际应用时,举例说,根据实际显示的M、A两台的时差3000微秒(图4a),和M、B两台的时差2500微秒(图

4b),就可以在海图上找出两个相应等时差线的交点S,这一点就是船只所在的位置。

雷达

雷达是一种航海安全设备。船上有了雷达,不论是白天黑夜、下雨落雾,都能在荧光屏上看到本船周围的一切障碍物图形(如其他的船舶、浮标、海岸、冰山等),从而使驾驶员能预先采取相应的避让措施。用海图与雷达图形进行比较,还可以定出本船在海图上的位置(参看封二图5)。

雷达设备由发射器、接收器、示波器和抛物线形旋转天线(参看封二图6)组成。它发出宽度以微秒计的微波脉冲(一般是每秒500~1000次、每次持续时间为0.1~1微秒的9000兆赫左右的脉冲信号),再接收从四周目标反射回来的回波,加以放大检波后,在示波器上直接显示出船只四周几十哩内的景物来。在新式的雷达中附有电子计算机,再配合上电航速仪等设备后,就可以在示波管上看出或算出活动船只的航速、航向来,因而可以分辨出何者是固定目标(如岛屿、灯塔),何者是航行船舶,避免碰撞事故。图5为雷达显示图的一个例子,图中O为本船,可以通过调节来改变它在荧光屏上的位置,A、B、C、D、E为移动目标,有尾部余辉,其余小黑点是固定目标。



测深仪

超声波仪器也常常在航海中应用。例如,回声测深仪就是其中的一种(参看封二图7)。它可以在船舶航行中随时测量船底到海底的距离,从而得到航线上的水底图形。驾驶员常常利用测得的水深与已标明水深的海图比较,来确定船舶的大致位置。

回声测深仪利用超声波遇到障碍物能够反射的原理,它是由发射器、放大器、指示器和换能器构成的。发射器产生的超声频电振荡脉(下转第13页)

什么是高传真度放大

沈 銘 宏

端短路，测出噪声电压，它与额定输出电压的比值以分贝表示就是这项指标。

(四) 频率响应:

高传真度放大器要求有非常宽的频率响应特性，理想的要求

是能超出人耳可听范围的三倍（20千赫 \times 3=60千赫）以上。下面将着重谈谈这一特殊要求。通常我们测量一个放大器的性能时都是以正弦波信号来测量的。一个正弦波的变化可用图1来表示，由零点a出发，强度逐渐增加，至顶点b，然后，逐渐减弱至零点c，改变方向后又重复上述过程完成一周。由零点至顶点或由顶点至零点所经历的时间为整个周期的 $\frac{1}{4}$ 。以一个1000赫的正弦信号为例，它的周期是1毫秒，而由a至b历时0.25毫秒，相对地说这是一个比较缓慢的变化过程。可是目前有些乐器，例如一些打击乐器或弦乐器，它们的音量变化很突然，有着“突发”或“间断”的性质，由零点或弱音陡然上升至最强音，有时这种过程只能以若干微秒计，它大大短于信号周期的 $\frac{1}{4}$ ，因此在同样的一周里已不能把它看作是正弦波，而是近于矩形波，如图2所示。所以考核高传真度放大器时，常常是以矩形波信号来测量的。由数学上可以证明，一个矩形波可以分解为一组正弦波，它们是由一个正弦波及大量的奇次谐波构成的，其中最主要的是三次谐波。根据上面所说，如果一个放大器通频带太窄，不能很好地放大信号的三次谐波，那么它也就不能逼真地表现乐器的矩形变化过程。所以说，高传真度放大器的频率响应要求比较宽，即从10赫至60000赫左右。

(五) 相移:

在上述频率范围内放大器所引起的相移应该很小。相移虽然对音质没有很大影响，但优质放大器一般都是采用负反馈的，如果在可听频带中有很大相移，就给负反馈造成不良影响，这样放大器就不会得到良好的频率特性。

上述五项是目前考核高传真度放大器的主要指标。为了达到这些指标，有些工厂专门设计制造了多种性能良好的功率放大用的三极管、五极管及高度对称的双五极管，作前置放大用的低噪声五极管等。此外也提出了一些比较特殊的放大器电路，例如威廉逊放大器、超线性放大器、单端推挽放大器等。但是一般说来，只要我们采用的输出变压器，铁心比较大，硅钢片质量比较好，绕组的初级电感足够大、漏感比较小、分布电容小，再采用深度的负反馈，就是用普通的电子管及放大电路也能取得比较好的效果。

作为扩音用的音频放大器，根据它的性能及用途可以分为两类：一类是在公共场合供播送语言用的放大器，它只要输出功率够大，不过分失真就能满足要求；另一类是为了音乐厅、歌剧院或其它特殊场合供音乐欣赏用的，它对音质有很高的要求，因此叫做高传真度放大器（也有叫高保真度或高逼真度放大器的）。现将这种高传真度放大器的具体性能要求介绍如下。

(一) 输出功率:

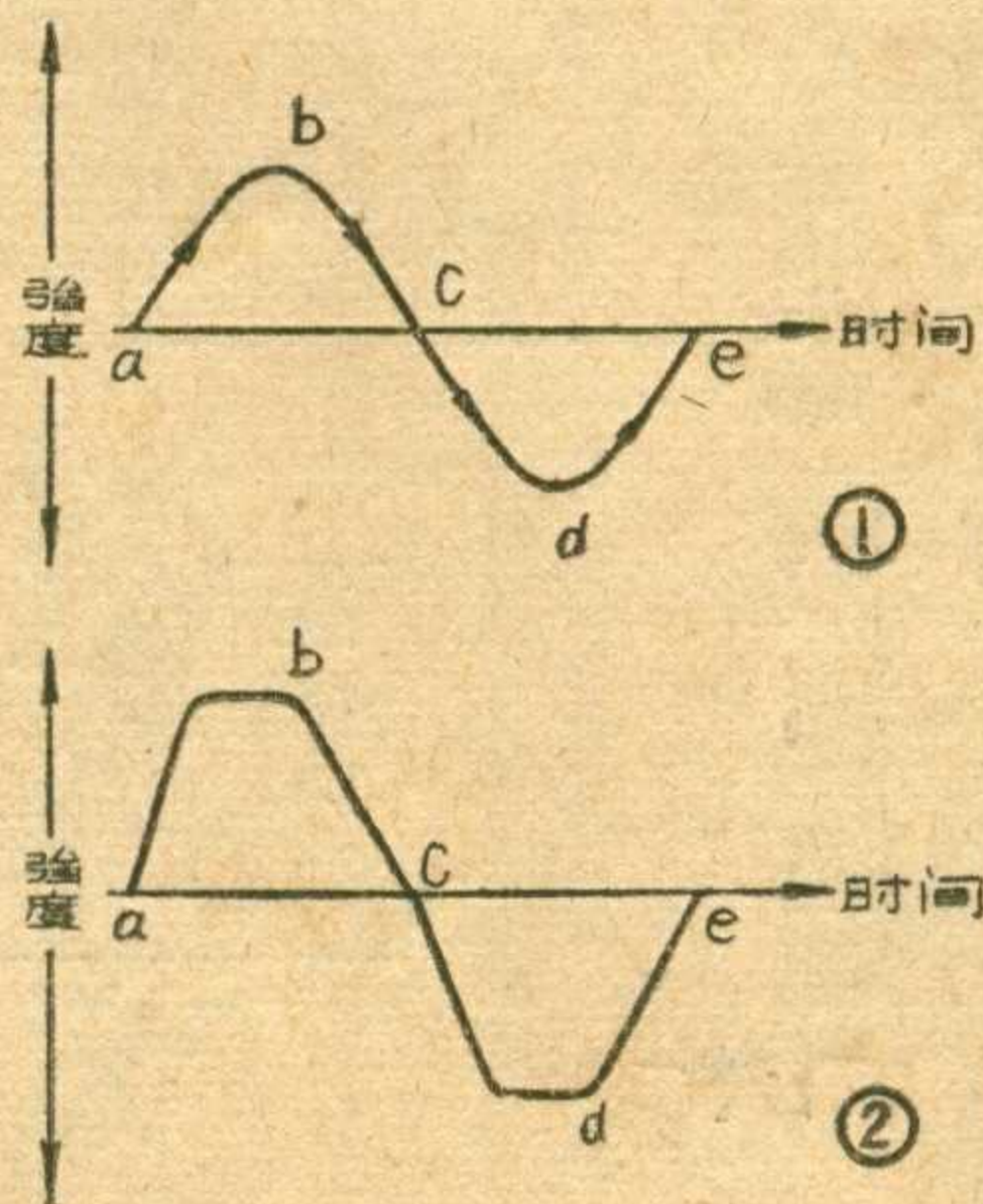
由于有许多节目（例如交响乐），它的最强音与弱音在音量上相差悬殊，因此高传真度放大器必须有较大的输出功率储备，否则难以真实地表现出原有节目的音量动态范围。对于一般的房间，这种放大器的最大输出功率应该有5~10瓦，对于较大的房间则应该有15~20瓦，对于音乐厅或歌剧院有时甚至需要有100~200瓦的输出功率。

(二) 失真度:

高传真度放大器的失真度通常以谐波失真系数、内部调制失真系数（以下简称内调失真）、拍频信号失真系数等三项指标来衡量，其中以后两项失真对节目质量的影响较大，这是因为后两种失真所产生的畸变信号与输入信号在频率上不成整数倍的关系，因而听起来特别刺耳。对于谐波失真系数在400赫或1000赫时要求不大于0.5%，这个系数是指输出信号中由于畸变而产生的谐波信号电压的均方根值与基波信号电压之比。对于内调失真系数的要求是不大于2%。当放大器同时输入几种不同频率的信号时，低频信号会对高频信号产生调制作用，从而产生新的频率，形成调制失真。在检验这项指标时可用40赫及10000赫的信号，按4:1的电压比同时输入放大器，使之产生调制，输出的边频信号与总输出信号的电压比即内调失真系数。对于拍频信号失真系数的要求是不大于0.8%。当几种频率的信号同时输入到放大器中，就会产生差拍作用而形成差频信号，而产生拍频信号失真。当差拍频率接近中音频率时，对人的耳朵最敏感，因此检验这项指标时，是以强度相同的14000赫及15000赫信号同时输入到放大器中，输出的差频信号（1000赫）与总的输出信号的电压比即拍频信号失真系数。

(三) 交流哼声及噪声:

要求低于额定输出52~62分贝。在检验时是使放大器满载，然后将输入

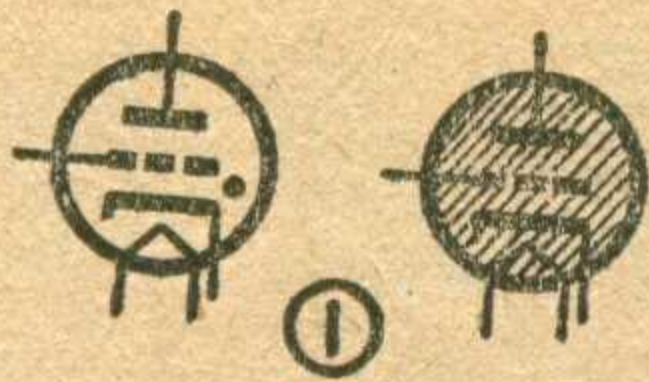


閘流管



唐立森

閘流管是一种充有气体的三极管或多极管。它们是在管泡内抽去空气以后又充入一定气压的惰性气体、氢气或汞蒸汽而制成的。图1示出了閘流管的符号，加阴影线或加点表示充有气体。由于閘流管有良好的控制性能，并且管压降很小，因此它被广泛地应用在计算技术、自动控制 and 高压大功率整流设备中。本文将着重讨论閘流管的基本工作原理，并介绍几种具有不同用途的閘流管。



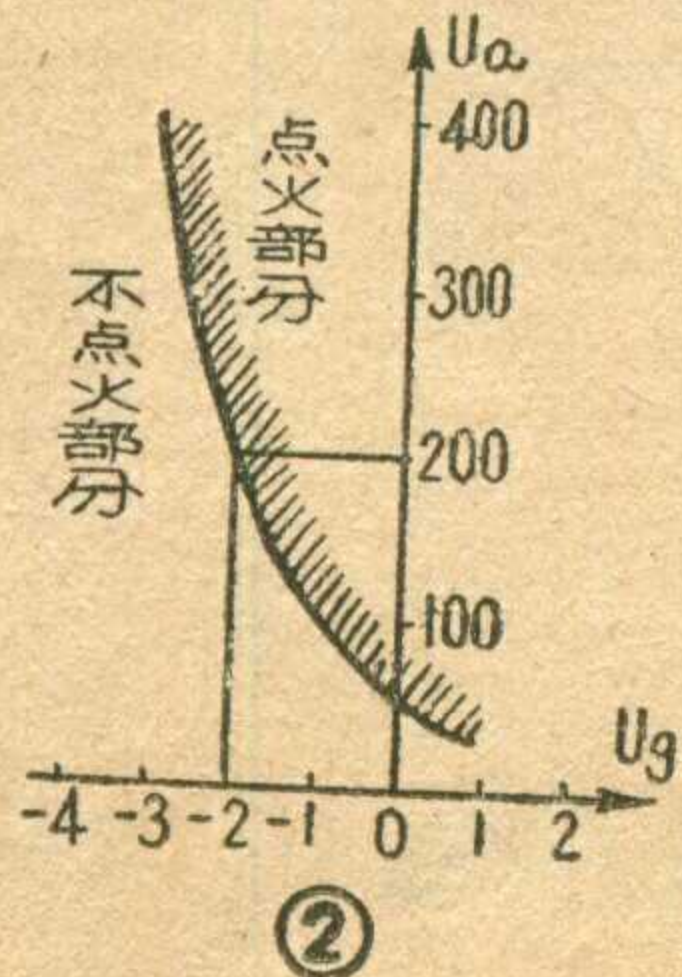
热阴极充气二极管

为了说明閘流管的原理，我们先来谈谈热阴极充气二极管。热阴极充气二极管有两个电极——屏极（阳极）和阴极。阴极发射的电子受屏极正电场吸引，向屏极运动。如果屏压足够高，这些电子在运动过程中就能获得很大的动能。它们碰到管内气体分子或原子上时，就能够从这些分子或原子中打出一个或几个电子来，使这些气体分子或原子变成正离子，这就是所谓的“碰撞电离”。被打出来的新电子还能继续电离其他分子或原子。这样，管内就产生了连锁反应式的电离发展过程，使管内电极间一瞬间就形成了许多电子和正离子，于是本来不导电的气体在一瞬间就变成了良好的导体，管内流过电流，发出亮光，这时热阴极充气二极管就点火了。能使充气二极管点火的最低屏压，叫做点火电压。管子点火后，由于内阻减小，所以管端电压下降到某一称为燃烧电压的固定数值（固定管压降），而管流的大小则决定于外电路中的限流电阻。只有当外加电压降低到燃烧电压以下时，管子才会熄灭，停止导电。

閘流管的点火特性

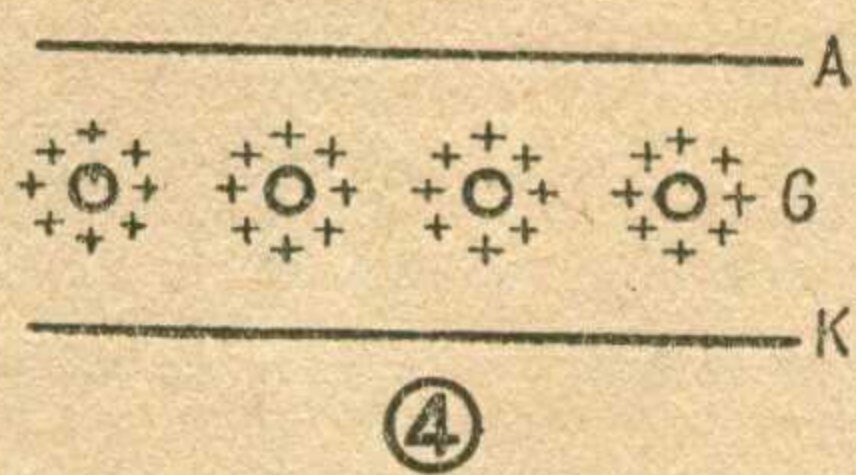
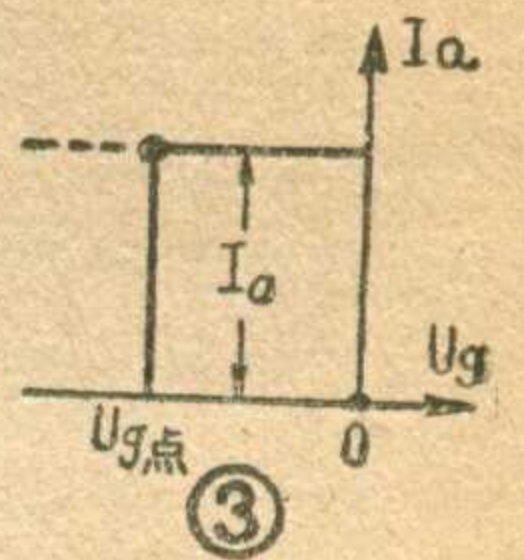
閘流管和充气二极管的区别，仅仅在于它比充气二极管多了一个控制栅极。但是，由于控制栅极的加入，它的点火特性就不像充气二极管那样只决定于屏压，而是决定于屏压和栅压的共同作用了。

设閘流管的屏压已为相当高的正值，在没有栅极的情况下已足以使管子点火。但是，假如栅压很负，则屏极正电场将作用不到阴极附近，阴极发射的电子就不能穿过栅孔而到达屏极，因此管子仍不能点火，屏流为零。逐渐减小栅压的负值，当它小到某



一数值时，阴极发射的电子开始能大量地穿过栅孔并且引起充分电离，于是管子点火，电流突然增大。在一定的屏压下，能使管子开始点火的栅压有一个相应的数值，称为临界点火栅压 ($U_{g点}$)。很明显，屏压高时，相应的 $U_{g点}$ 数值（负值）就大一些，屏压低时， $U_{g点}$ 数值就小一些。这种对应关系可用图2的閘流管点火特性曲线来表示。例如，从曲线上可以看到，当屏压为200伏时，临界点火栅压是-2伏，栅压必须高于-2伏才能使管子点火。反过来说，如果栅压为-2伏，那么，屏压必须高于200伏才能使管子点火。由此可见，对应于某一栅压，也有一个临界点火屏压。图2的曲线综合地说明了这两种情况。曲线右上方部分所对应的是能使管子点火的栅压、屏压值；左下方则对应着不能使管子点火的栅压、屏压值。

閘流管点火后，栅压就失去了控制屏流的作用。屏流的大小只决定于电源电压 E_a 和屏极电路中所接限流电阻的数值，而和栅压没有关系。这种情况可以由图3来说明。在一定的屏压下，当栅压低于 $U_{g点}$ 时，管子不点火，屏流很微小，接近于零。一旦栅压达到 $U_{g点}$ 时，管子点火，屏流突然增加到 I_a 。以后栅压无论向正的或负的方向变化，都不能改变屏流的大小，电流一直保持为 I_a 。和充气二极管的情况一样，只有当外加屏压降低到能维持管子燃烧的管压降以下时，管子才能熄灭，屏流下降到零。由此可见，閘流管栅极的控制作用，和普通电子管连续控制屏流的特性完全不同。它只能控制管子的点火，使管子导电，或者说它只能起一个相当于开关“合闸”的作用。至于“拉闸”使屏流为零，它就无能为力了。但是应当指出，这个开关是很灵敏的。当栅压比 $U_{g点}$ 为负但很接近于 $U_{g点}$ 时，只要栅压稍微升高一点，就能使屏流发生很大的变化，从零上升到图3中的 I_a （这个 I_a 可达几安培、几十安培，比电子管的屏流要大很多）。



为什么閘流管有这样奇怪的栅控特性呢？因为管子点火后，在电极间就形成大量的正离子，栅极附近的正离子将栅极包围起来，形成了一个正离子套（参看图4）。这个正离子套把栅极负电场完全屏蔽起来（栅极的电力线终止在正离子套上），改变栅极电压并不能改变正离子套外边空间的电场，因此使栅压失去了控制电流的作用。这时閘流管的导电情况就和一个充气二极管一样。应当说明一点，围绕栅极的正离子套中的离子并非保持不动，而是

无 线 电

不断地跑到栅极上去，与栅极电路的电子中和，因而产生栅流。为了限制栅流，在栅路中必须接入限流电阻。

閘流管的点火带和频率限制

閘流管在实际使用时，工作条件不会是完全相同的，如负载电流的改变，环境温度变化，都会使管内温度发生变化，因而又引起管内气压的变化。气压是直接和点火电压有关的，因此虽然在相同的屏压下，但是由于工作温度不同，就会有不同的点火电压。如图5所示，对应用于閘流管给定的工作电压 U_{a1} ，栅极点火电压不一定是 U_{g1} ，而是 U_{g1} 和 $U_{g1} + \Delta U_g$ 之间的某一数值，于是点火曲线展开成了“点火带”。这样，栅极电压就不能准确地控制閘流管的点火，这在自动控制设备里是不允许的。因此作为控制用的閘流管，必须设计得使 ΔU_g 尽量地小（使“点火带”尽量地窄），同时在使用时也必须严格按照手册中所规定的条件。

当屏压降低到维持閘流管燃烧所需的管压降以下时，管子就会熄灭。但是管子灭火后，栅极并不能立即恢复其控制作用，还需要经过一段消电离时间（一般为几十微秒）。经过这段时间以后，管泡里的正离子才能全部获得电子而呈中性，栅极周围的正离子套才被消除。栅控恢复时间限制了閘流管的频率使用范围，一般閘流管的工作频率为几百赫到几千赫，充氢气的閘流管使用频率可以高些，但目前也很难超过30千赫。

几种不同用途的閘流管

充水银閘流管。充水银閘流管目前被广泛应用于广播电台发信机、高频感应电炉和其他可控的高压大功率整流设备中。整流设备要求管子有大的输出功率和小的功率损耗，因此这样的管子必须具备以下的特点：阴极能发射强大的电流；屏阴极间能耐高的正向和反向电压；管子点火后屏阴极间的管压降要低。下面以ZG1—6/15（TP1—6/15）型閘流管为例来说明如何满足这些要求（型号的意义：Z——閘流管，G——充水银，1——表示类型序号的数字，6/15——管子的屏流平均值为6安，能承受的最大反向电压为15千伏）。由于管内充入水银，而水银蒸汽的电离电位很低（为10.4伏），因此管子点火后管压降就低，管子本身的损耗小，这就提高了整流效率。为了能发射大的电流，除阴极的发射面积做得很大以外，在阴极外边还套有一层圆筒形的热屏，以减少阴极热量的辐射损失，从而提高阴极发射效率（在每瓦灯丝加热功率下阴极所能发射的电流），这种阴极称为保热式阴极。为了使屏阴极间能耐高的正向和反向电压，除在结构上采取适当的措施以外，在使用时也必须将周围环境的温度严格控制一定范围之内，因此在使用时都采用了强迫冷却设备。

充惰气閘流管。下面以ZQ1—0.1/1.3（TF1—0.1/1.3）型閘流管为例来说明充有惰性气体的閘流管的特点

（Q代表充气，其他符号的意义和充水银管的相同）。这种閘流管多用在控制系统中，因此要求它有准确灵敏的控制性能和较高的工作频率。

管内充惰气的原因有二：一，惰性气体的物理化学性能都不活泼，不容易被管泡和电极吸收，保证了管子的寿命。二，和水银蒸汽比较，惰性气体的压强随温度变化不大，这就保证了管子有较窄的点火带，增加了栅控特性的准确性。另外，惰性气体的电离电位也比较低，因此管子在点火后管压降也不高。

前面谈到，消电离时间限制了管子的使用频率。为了缩短消电离时间，这种管子除有屏极、阴极和控制栅极以外，还有一个与阴极同电位的屏蔽栅极。它是一个长方形的盒子，将所有电极都包围起来。由于屏蔽栅极的面积很大，因而在管子熄灭后，正离子能很快地跑到它上面去与电子复合，缩短了消电离时间，提高了管子的使用频率。假如把屏栅与阴极绝缘，单独引出，就变成了双栅閘流管，当在双栅閘流管的屏栅上加不同的电压时，点火特性就跟着移动，扩大了閘流管的控制范围。

充氢气閘流管。在雷达设备中，要求一种高屏极电压（几十千伏）、大电流脉冲（在十分之一到几个微秒内流过几十到几千安）、较小的平均电流（几到几百毫安）、能工作于高频率的电子器件。为了满足这些要求，作成了充氢气閘流管——脉冲閘流管。这种閘流管实际上也是一种控制用的閘流管，如ZQM1—400/3.5型閘流管便是（M是脉冲的意思，400在脉冲閘流管中表示脉冲电流的最大值而不是平均值）。由于管内充入了氢气，氢气分子的质量比水银蒸汽以及惰性气体小得多，因而容易扩散，这就缩短了消电离时间，提高了閘流管的工作频率。并且因为氢气分子的质量小，因而减弱了氢气正离子对氧化物阴极的轰击，从而可提高管子的屏压。另外，为了达到所要求的技术指标，充氢气閘流管在结构上还做了一些特殊安排。例如，为了使点火过程快而稳定，把管子作成具有正栅特性，即栅压为正值时管子才能点火。

冷阴极閘流管。前边谈到的都是热阴极閘流管，另外还有一种冷阴极閘流管，这种閘流管的栅极控制作用和热阴极閘流管是一样的，但是，由于它没有用来加热阴极的灯丝，因而电子发射方式就不同了。

自然界中存在着宇宙射线，它使閘流管内一小部分气体电离，因而产生了初始的电子和正离子。当管子的屏压足够高时，正离子在向阴极移动的过程中将获得足够的动能，它们撞到阴极上，使阴极发射出二次电子。二次电子进一步使气体电离，产生更多的正离子，从而又从阴极撞出更多的二次电子。这样管内放电现象就能不依靠外界电离源而继续维持下去，形成了“自持放电”。

冷阴极閘流管的点火电压较高，当栅极上不加任何电压时，屏极点火电压需要几百伏，但是在管子导电以

（下转第13页）

由电阻 R 和电感 L 组成的电路 (简称 RL 电路), 和第 6 期介绍过的 RC 电路一样, 也在脉冲技术中获得了广泛的应用。这种电路和 RC 电路有很多相似或相对应的地方。把两者对照着看, 就不难了解 RL 电路中的瞬变过程了。

RL 电路

黎明

电感线圈中的电流不能跃变

我们先来作一个实验。按照图 1 接成一个电路。电路中 A 、 B 两个电灯完全相同, 不过在 A 灯支路中串接一个电感很大的线圈 L 。当合上开关 K 时, B 灯立刻燃亮, 而 A 灯却由暗逐渐变亮, 经过一段时间才能达到和 B 灯一样的亮度。什么原因呢?

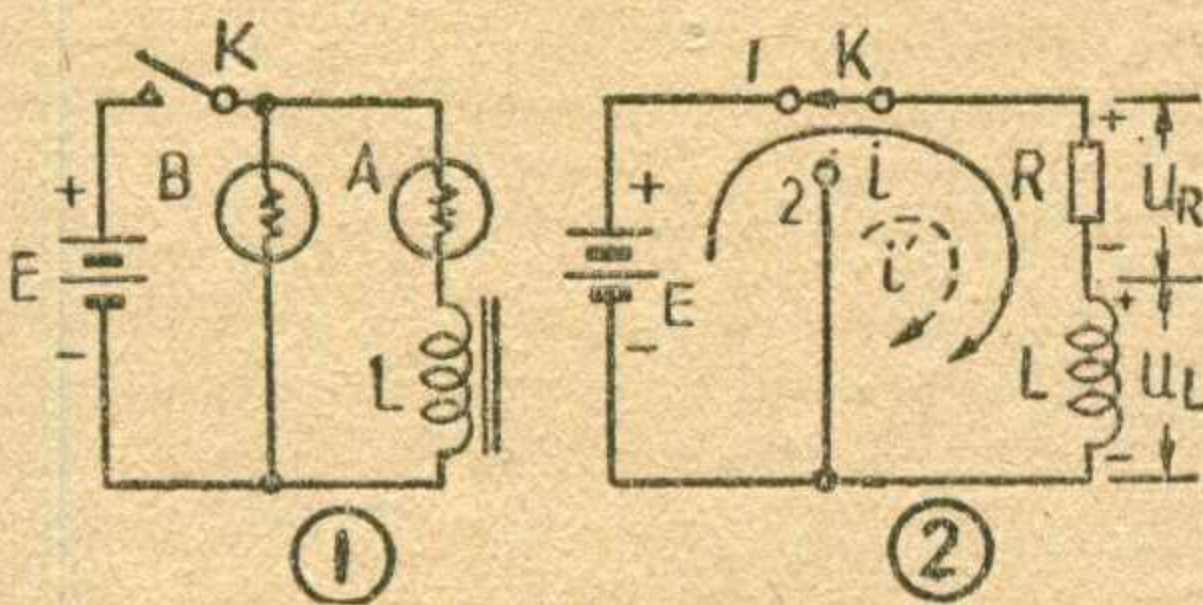
大家都知道电感线圈有自感作用。当外加电压发生变化, 从而要迫使电感支路中的电流发生变化时, 电感 L 中就产生一个反电动势, 力图阻碍电流的变化。因此, 电感线圈 L 中的电流不能跃变, 只能随时间逐渐变化, 就和电容器 C 上的电压不能跃变的情况相似。 A 灯逐渐变亮的情况, 就是反映了电感的这个重要特性。

还可以从能量观点说明电感 L 中的电流不能跃变。设电感线圈 L 中的电流为 i_L , 则线圈周围储存的磁能为 $W_L = \frac{1}{2} Li_L^2$ 。因为能量的积累或耗散, 需要经过一定时间, 不能跃变, 因而从上式可以看出, 和磁能密切联系着的电流也只能逐渐改变, 不能跃变。

RL 电路中的瞬变过程

现在进一步讨论 RL 电路中电流和电压变化的情况。我们看一下图 2。在开关 K 未接到点 1 以前, 电路中没有电流, $i=0$ 。当 K 刚一关闭的瞬间 ($t=0$ 的瞬间), 由于 L 中的电流不能跃变, i 仍等于 0 (图 3 a)。所以

电阻 R 上的电压降 u_R 等于 0 (图 3 b), 整个电源电压都加到了 L 上, 即 L 上的电压 u_L 由 0 跃变到 E (图 3 c)。换句话说, 在 $t=0$ 的瞬间, 在电感 L 中产生了一个等于电源电压 E 的反电动势。以后, 随着电流 i 的逐渐增长, R 上的电压降 u_R 就逐渐增大, 而 L 上的电压 u_L 就逐渐减小。最后, 电流 i 增加到 $\frac{E}{R}$, 整个电源电压 E 都降落在电阻 R 上, L 两端的



电压 $u_L=0$, 电路就达到了新的稳态。各个电压和电流随时间变化的情况如图 3 所示。

i 、 u_R 增加的速度和 u_L 减小的速度, 决定于 L 和 R 的比值 $\frac{L}{R}$ 。和乘积 RC 一样, $\frac{L}{R}$ 也是一个代表时间的数值。为什么呢? 大家知道, 电感 L 的电抗 $x_L = 2\pi fL$, 其中 x_L 的单位是欧, L 的单位是亨, f 的单位是赫, 即

$\frac{1}{\text{秒}}$ 。由此可见, $L = \frac{x_L}{2\pi f}$ 的单位可以表成 $\frac{\text{欧}}{1/\text{秒}} = \text{欧} \cdot \text{秒}$, 而 R 的单位是欧, 所以 $\frac{L}{R}$ 的单位就是 $\frac{\text{欧} \cdot \text{秒}}{\text{欧}} = \text{秒}$ 了。数值 $\frac{L}{R}$ 叫做 RL 电路的时间常数, 也用字母 τ 表示。 $\tau = \frac{L}{R}$ 越大, i 、 u_R 的增加和 u_L 的下降就越慢, 到达新的稳态所需的时间就越长。我们可以这样粗略地想像: L 越大, 反抗电流变化的能力就越强, 电流的增长就越慢; R 越大, 电流 i 在电阻 R 上产生的压降就越大, 电流有很小的增加就使 R 两端的压降增加很多, 或者说使 L 上的电压下降很多, 所以能够更快地达到稳态。因此, L 越大, 时间常数 τ 越大; 相反地, R 越大, 时间常数 τ 越小。图 4 画出了在不同 τ 值下, 电流、电压随时间变化的曲线。由图可见, 如果 $\tau = \frac{L}{R}$ 很大 (例如等于 τ_1), 电流和电压的变化就很缓慢。如果 $\tau = \frac{L}{R}$ 很小 (例如等于 τ_3), 电流和电压的变化就较快。

理论证明, 电流 i 、电压 u_R 和 u_L 随时间 t 的变化可用下列公式表示

$$i = \frac{E}{R} (1 - e^{-\frac{R}{L}t}) = \frac{E}{R} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}),$$

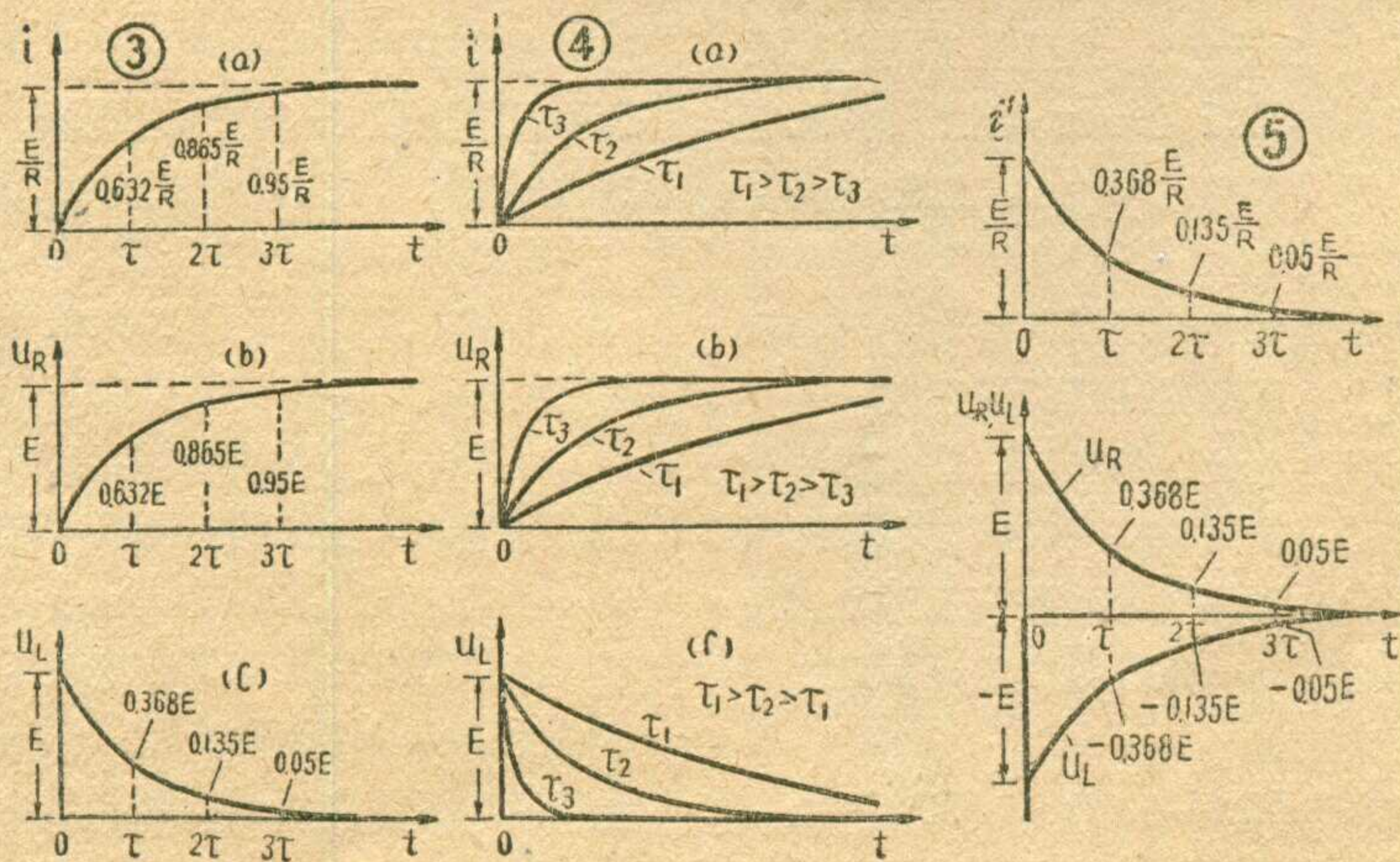
$$u_R = E (1 - e^{-\frac{R}{L}t}) = E (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}),$$

$$u_L = E e^{-\frac{R}{L}t} = E e^{-\frac{t}{\tau}}.$$

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

从这些公式可以看到, 当 $t=0$ 时,

$e^{-\frac{t}{\tau}} = e^0 = 1$, 因而 $i=0$, $u_R=0$, $u_L=E$ 。当 $t=\tau$ 时, $e^{-\frac{t}{\tau}} = e^{-1} = \frac{1}{e} = 0.368$, 因而 $i = (1 - 0.368) \frac{E}{R} = 0.632 \frac{E}{R}$, $u_R = 0.632E$, $u_L = 0.368E$ (参看图 3)。 $t=2\tau$ 时, $e^{-\frac{t}{\tau}} = e^{-2} = \frac{1}{e^2} = 0.135$, 因而 $i = (1 - 0.135) \frac{E}{R} = 0.865 \frac{E}{R}$, $u_R = 0.865E$, $u_L = 0.135E$ 。 $t=3\tau$ 时, $e^{-\frac{t}{\tau}} = e^{-3} = \frac{1}{e^3} = 0.05$, 因而 $i = (1 - 0.05) \frac{E}{R} = 0.95 \frac{E}{R}$, $u_R =$



0.95E, $u_L=0.05E_0$ ……最后, 只有当 $t \rightarrow \infty$ 时, 才能使 $e^{-\frac{t}{\tau}} = e^{-\infty} = \frac{1}{\infty} = 0$, 从而使 $i = \frac{E}{R}$, $u_R = E$, $u_L = 0$.

时间常数 τ 就是电流 i 从零增长到最后稳态值 $\frac{E}{R}$ 的 0.632 倍所需的时间, 或者说是 u_L 从起始值 E 下降到 $0.368E$ 所需的时间。

从理论上说, 只有经过无限长的时间以后, 才能达到新的稳态。但是, 当 $t=3\tau$ 时, 电路中的状态即已和稳态很接近, 所以实际上可以认为当 $t > 3\tau$ 时, 电路已达到新的稳态。

现在设电路已达稳态, 电流 i 等于 $\frac{E}{R}$, $u_L=0$ 。如果忽然把图 2 中的开关 K 从 1 扳到 2, 电路中的瞬变过程又是怎样呢?

由于 L 中的电流不能跃变, 所以当 K 刚扳到 2 的瞬间, 即 $t=0$ 时, 新电路中的电流 i' 仍等于 $\frac{E}{R}$, 电阻 R 上的电压仍等于 E 。这时 L 的两端直接和 R 的两端相连, 所以 L 两端的电压和 R 两端的电压相同, 不过这时 L 的下端为正, 上端为负, 所以它两端的电压为 $-E$ 。这也就是电感 L 由于阻止电流减小而产生的反电动势。用来维持电流 i' 的是原先在 L 中储存的磁能 $W_L = \frac{1}{2}Li^2$ 。 i' 流过 R 时将消耗能量, 所以 L 中储存的磁能逐渐减小, i' 也随着减小, u_R 和 u_L 都逐渐下降。最后, L 中的磁能消耗完了, i' 减小到 0, u_R 和 u_L 也都下降到 0。图 5 示各电流和电压随时间变化的情况。

电流和电压下降的快慢, 也决定于时间常数 $\tau = \frac{L}{R}$ 。 $\frac{L}{R}$ 越大, 下降越慢; $\frac{L}{R}$ 越小, 下降越快。

理论证明, 在这种情况下, 电流 i' 和

电压 u_R, u_L 随时间而变化的关系式如下:

$$i' = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

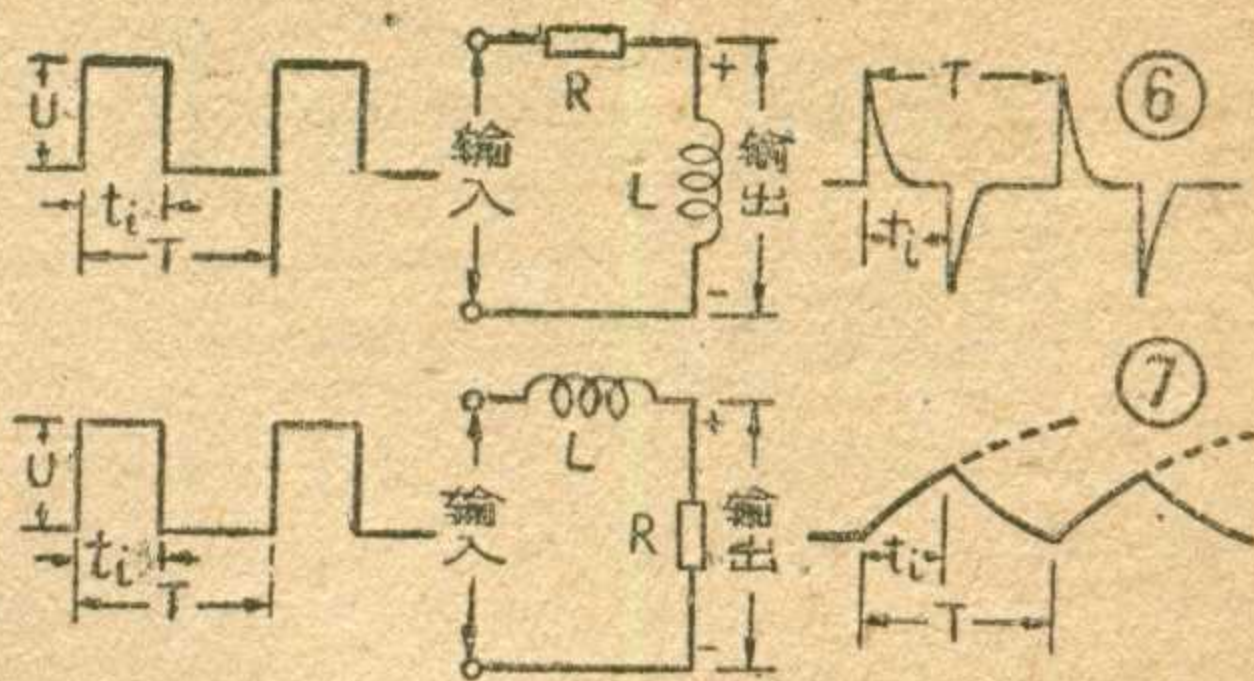
$$u_R = E e^{-\frac{t}{\tau}}$$

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

从这些公式可以看到, 当 $t=0$ 时, $e^{-\frac{t}{\tau}} = e^0 = 1$, $i' = \frac{E}{R}$, $u_R = E$, $u_L = -E$ 。当 $t=\tau$ 时, 各电流电压减小到起始值的 0.368; 当 $t=2\tau$ 时, 减小到起始值的 0.135; 当 $t=3\tau$ 时, 减小到起始值的 0.05 (参看图 5), 此后即可认为已达到新的稳态。

RL微分电路

在图 6 的 RL 电路中, 加在输入端的不是直流电源 E , 而是一连串矩形脉冲。电路的时间常数 $\tau = \frac{L}{R}$ 甚小于脉冲持续时间 t_i 。我们从 L 的两端取得输出电压。当脉冲到来时, 输入电压从 0 跃变到脉冲幅度电压 U 。由于电路中的电流不能跃变, R 上的压降为 0, 所以这时 L 上的电压也随着跃变到 U 。但是由于 $\tau = \frac{L}{R}$ 甚小于 t_i , 所以 L 上的电压随即下降到零, 从而在输出端得到一个短脉冲。以后, 输出电压即保持为 0, 而电路中的电流等于 $\frac{U}{R}$, R 上的压降为 U 。直到脉冲终止时, 输入电压突然变为零, 相当于输入端短路。根据前面的分析, 这时, L 两端的电压突然从 0 跃变到 $-U$ 。又因为时间常数 $\tau = \frac{L}{R}$ 很小, 这个电压随即减小到 0, 从而在输出端产生一个负的短脉冲。由此可见, 这种电路和 RC 微分电路一样, 也能把输入的矩形波变成一连串正负交替的短脉冲。正脉冲和矩形波的前沿相应, 负脉冲和矩形波的后沿相

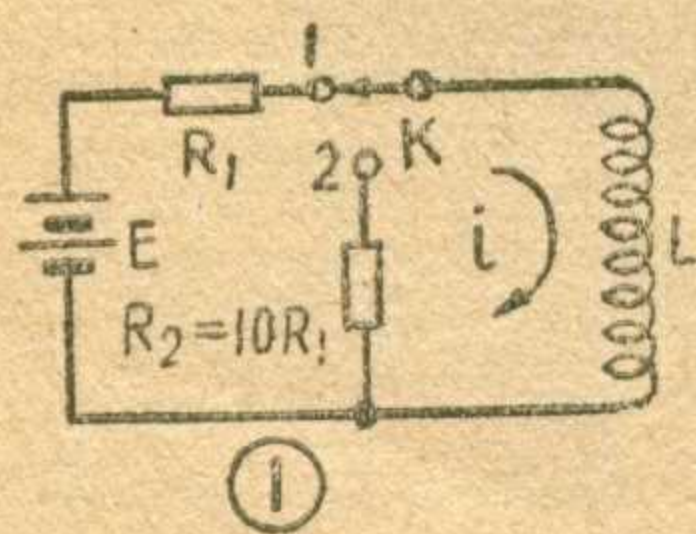
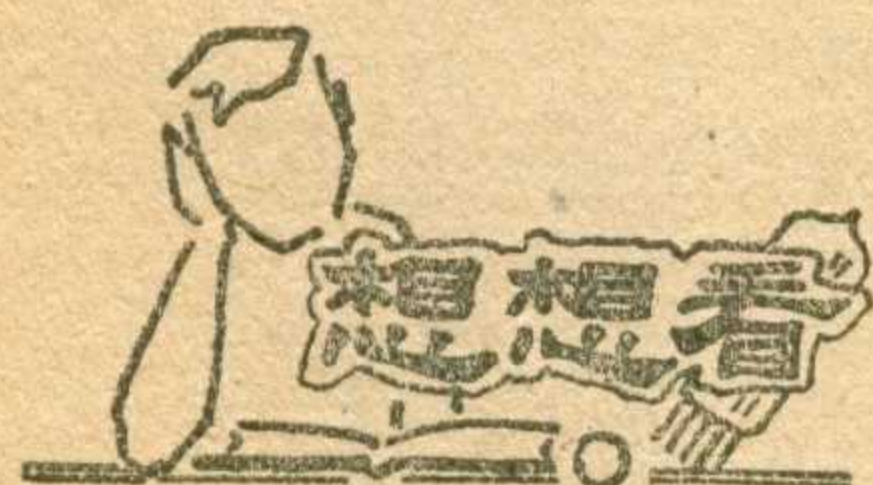


应。可见这也是一种微分电路, 称为 RL 微分电路。它和 RC 微分电路一样, 需要具有很小的时间常数 τ 。不过要注意, 由于这时 $\tau = \frac{L}{R}$, 所以要求 R 越大越好。而 RC 微分电路中由于 $\tau = RC$, 所以要求 R 越小越好。另外, 这里输出电压是从 L 上取得的。而在 RC 微分电路中, 输出电压则是从 R 上取得的。

RL积分电路

图 7 示 RL 积分电路。它要求时间常数 $\tau = \frac{L}{R}$ 甚大于脉冲持续时间 t_i (要求有很大的电感 L 和很小的电阻 R)。同时, 输出电压是从 R 两端取得的。这样, 当输入的矩形脉冲开始时, 电路中的电流以及 R 两端的电压将在整个脉冲持续时间內缓慢地增长。当 R 两端的电压还没有增长到 U 时, 脉冲即已终止。脉冲终止后, 由于电感 L 的作用, R 中的电流及其两端的电压又缓慢下降, 结果就在电路输出端获得如图中所示的锯齿波。

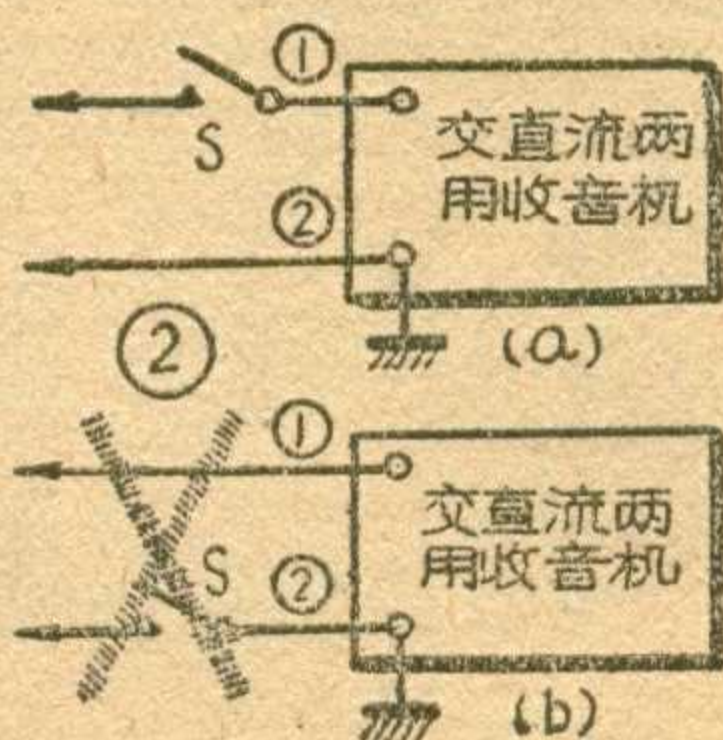
可以看到, 在 RL 积分电路中, 电感 L 中的电流也是锯齿形的。因此, 在有些场合中, 可用这种电路来产生锯齿形电流。例如在电视接收机中, 就常采用这种电路的原理以在偏转线圈中得到锯齿形扫描电流。



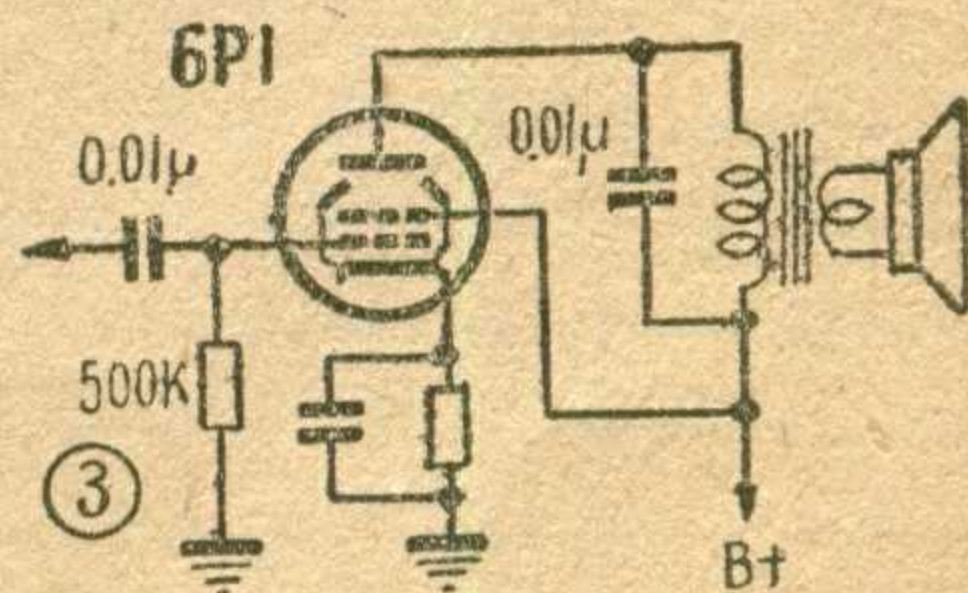
1. 设图 1 电路中的电流已达稳定状态。现在突然把开关 K 从点 1 位置转接到点 2, 问在起始瞬间, R_2 上的电压

等于多少? 方向如何? (工)

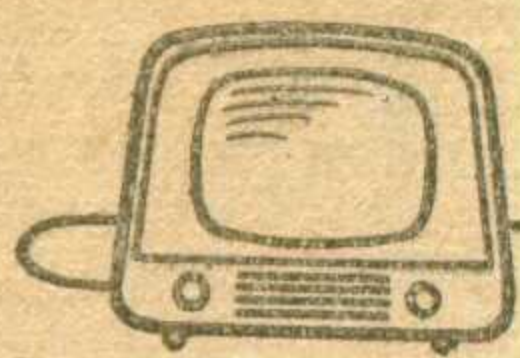
2. 为什么交直流两用收音机的电源开关, 必须接在不连收音机底盘的那根电源导线上 (图 2)? (礼)



3. 收音机中, 低频放大器的耦合电容器, 用 0.01 微法



就能使音频信号顺利通过。但有些收音机的输出变压器的初级也并联一个 0.01 微法的电容器, 这样岂不是把音频信号旁路掉, 使扬声器中没有声音了吗? (继明)



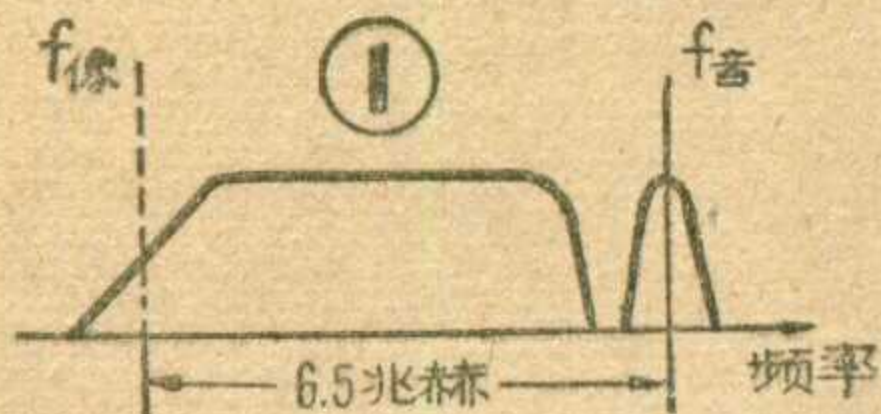
电视接收机的电路结构

張家謀

电视接收机的作用是：把要接收的那个电视台的图像及伴音载波信号选择出来，加以放大，然后经过检波，还原出图像的视像信号及伴音的音频信号，再分别放大后加给显像管和扬声器，得出图像及声音。可见，电视接收机中的主要过程与一般广播收音机基本上相同，只不过复杂一些罢了。本文扼要说明电视接收机的特点、电路型式及主要部分的工作情况。这对了解和分析电视接收机电路是有帮助的。

电视接收电路的基本特点

电视广播的图像与伴音是两个独立的电信号，所以发送它们的时候，要用两个载波和两套独立的发射机。图像信号的载波发送用的是调幅法，伴音信号用的是调频法。这两种载波信号虽然调制方式不



同，但都是具有一定频带宽度的超高频载波信号，而它们的频率又靠得很近，所以能够用一副天线、一个电路同时把两者都接收下来，以后再把它们分开。因此，电视接收机不必采用两个完全独立的部分。

电视接收机要接收所需要的电视台的信号，就必须能够选择通过该台的图像与伴音载波信号，并排除其他干扰信号。具体说，电视接收机应具有图1所示的通频带特性。图中左面是接收图像载波信号所需的频带特性，右面是接收伴音载波信号的频带特性。 $f_{像}$ 与 $f_{音}$ 分别表示图像与伴音载频的位置，即发送这两种信号的发射机的频率。二者的距离为6.5兆赫。例如北京电视台处于第二频道， $f_{像}$ 为57.75兆赫， $f_{音}$ 为64.25兆赫。这个频带特性就是对电视接收机总的通频带特性的要求。

直接放大式和超外差式

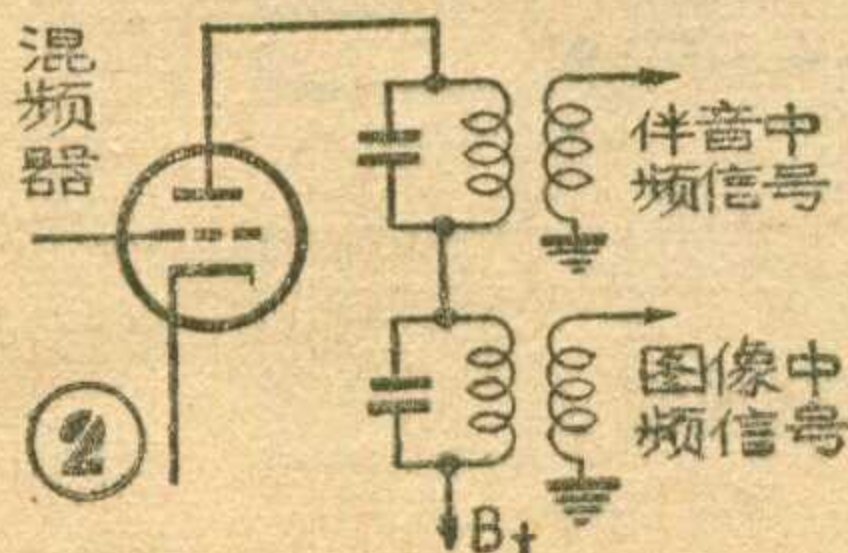
从基本原理上说，电视接收机是一种

接收已调幅信号与已调频信号的设备，故电路型式仍和一般的接收设备相同，可分为直接放大式(高放式)和超外差式两种。对于用来选收多频道的电视机来说，直接放大式电路的缺点特别严重。前面说过，电视机在接收任何一个电视台时，都应具有图1的频带特性。然而，要得到频带这样宽而形状又不对称的图像载波频带特性，就必须采用几个固定调谐在不同频率范围的LC回路(单回路或双耦合回路)，分别放在多级放大器的各级之间，以便凑出所要求的形状来。一般约需3到4级放大器。每一个频道都应如此。举例说，为了接收五个规定频道的电视台，多级放大器的每一级都需要用转换开关换接五个固定调好的LC回路。这样就使接收机的构造很复杂。再加上放大器选择放大的是超高频信号，接线稍长就会引起电路间的寄生耦合、寄生振荡等现象，这就更增加了制造上的困难。

超外差式电路能够克服上述缺点。不管是接收那一个频道的电视台，它都利用变频器把收到的超高频载波信号变成频率较低而且固定的中频载波信号。然后再用中频放大器去放大，并利用中放的级间LC回路去保证图1所要求的频带特性。由于中间频率是固定的，所以在中频放大器中不需要用转换开关去换接LC回路。此外，由于中间频率比较低，放大起来也比较容易，整个电路就比较简单。因此，目前的成品电视接收机全都用超外差式电路。不过如果准备装一架只接收某一个电视台的电视机，还是可以用直接放大式电路的，这时不仅电路较简单，而且还能避免本地振荡器在图像中引起的网纹干扰。

单通道式和双通道式

上面已经谈到，超高频的图像与伴音



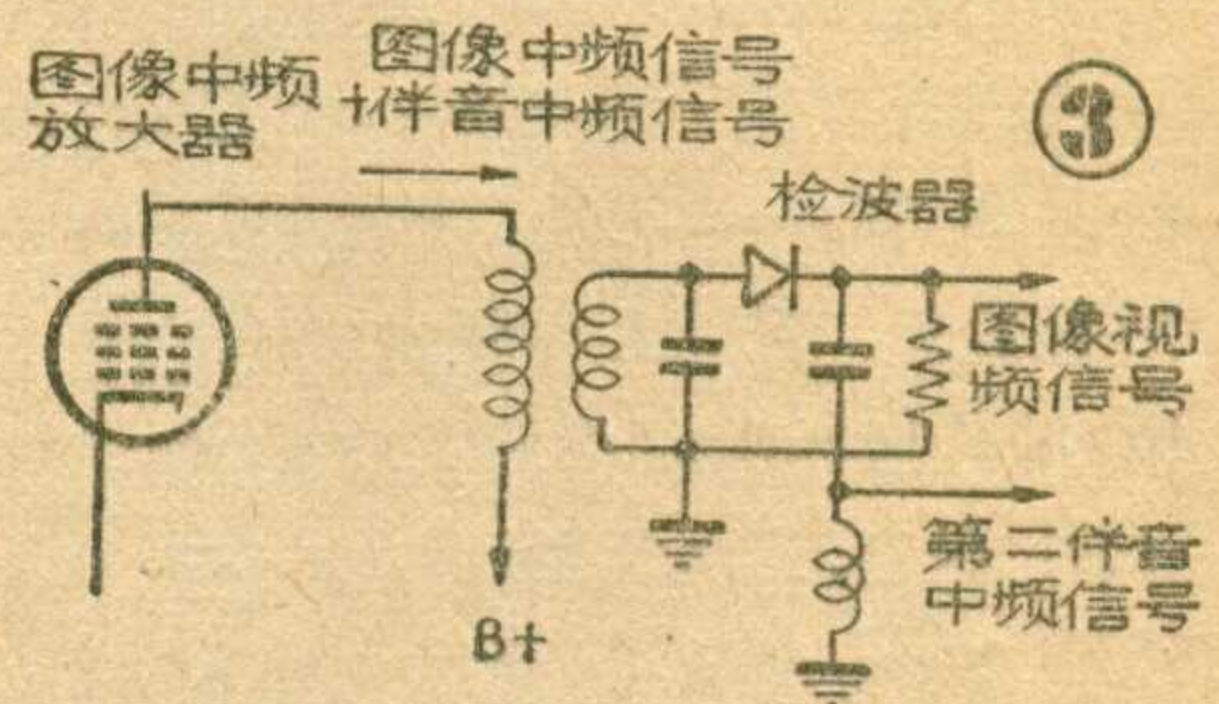
载波信号是共用一副天线接收下来的，在电视接收机中必须将它们分离开来，以分别得到图像和声音。

超外差式电视机按照分离这两种信号的方法不同，又可以分为双通道式(又称分频式)和单通道式(又称内载波式)两种类型。

双通道式电视机是在混频器后面就把图像中频和伴音中频分开。由于图像中频和伴音中频相差6.5兆赫，因此可以在混频器的屏极电路中用各自的谐振回路把它们初步选择出来(图2)，然后再分别经过各自的中频放大器对信号作进一步的选择和放大。这样就把图像和伴音信号分离开来了。

单通道式电视机是先使伴音信号和图像信号一起通过图像通道的中频放大器，直到经过图像检波器以后，再把伴音信号分离出来。

已调幅的图像中频信号经过调幅检波器后，将得出图像的视像信号。已调频伴音中频信号的幅度不变，因而经过调幅检波器时不会得到音频信号，但是它却会受到变频作用。这是因为调幅检波器与变频器的基本性质相同，都具有非线性。这里，图像中频信号中的载频起了本机振荡的作用。



用，它与伴音中频信号起差拍作用，得出的新信号频率为伴音中频和图像中频之差，即6.5兆赫，而原来的调频性质却没有变。这个新的信号称为第二伴音中频信号，它的频率较低、频带又窄，用一个Q值较高的LC串联谐振回路就能将它从图像信号检波器的输出端分离出来(图3)。之后再把它送到第二伴音中频放大器中进一步放大。

在单通道式电路中，由于伴音中频信号在图像通道中经过放大以后才分离出来，所以第二伴音中频放大器的级数就可以少些，因而比较经济。这种电路更重要的一个优点是：经过图像检波器所得到的第二伴音中频的频率，是伴音载频和图像载频之差(6.5兆赫)。它的稳定性和接收机的本机振荡器无关，而是直接由电视发射台来保证的。在双通道式电路中，伴音中频

是由本机振荡频率和伴音频率差拍而得。本机振荡器频率不可能像电视台中的振荡器那样做得很稳定。如果本机振荡器的频率变化为0.1%，那么，对于100兆赫来说，变化就是100千赫，而伴音信号的通频带只有75千赫。可见本机振荡器频率不稳定的影响是很大的。但是单通道式电路却可以摆脱本机振荡器频率不稳定的影响，因此，目前的电视机大都采用单通道式电路。

超外差双通道式与单通道式电视接收机电路的方框图见图4。两种型式画在一张图上，区别仅在于伴音中频信号的分出点不同，双通道式是在混频器的输出端分开（图中的虚线①），而单通道式是在图像检波器的输出端分开（虚线②）。由图可见，这两种型式的电路均由高频部分、图像通道、伴音通道、同步扫描部分与电源部分构成。高放式电路的结构与此大部分是相同的，只不过没有图中的混频器和本机振荡器，而中频放大器仍然是高频放大器罢了。

在这五部分中，伴音通道与调频广播接收机相同，电源供给部分，除功率较大外也没什么特别的地方，这里不再多述。下面概括地介绍一下其他三部分。

高频部分

前面谈到，超外差式电路主要是依靠中频放大器来放大载波信号及保证所需的频带特性。但是，这里仍然要安排一级或两级简单的高频放大器，其目的是选择欲接收的电视台、抑制天线可能收到的镜像或其他干扰信号，以及隔离变频器与天线的耦合。这样一方面可以避免本机振荡信号通过天线发射出去干扰别的接收机，另一方面也可以保证变频器工作的稳定性。

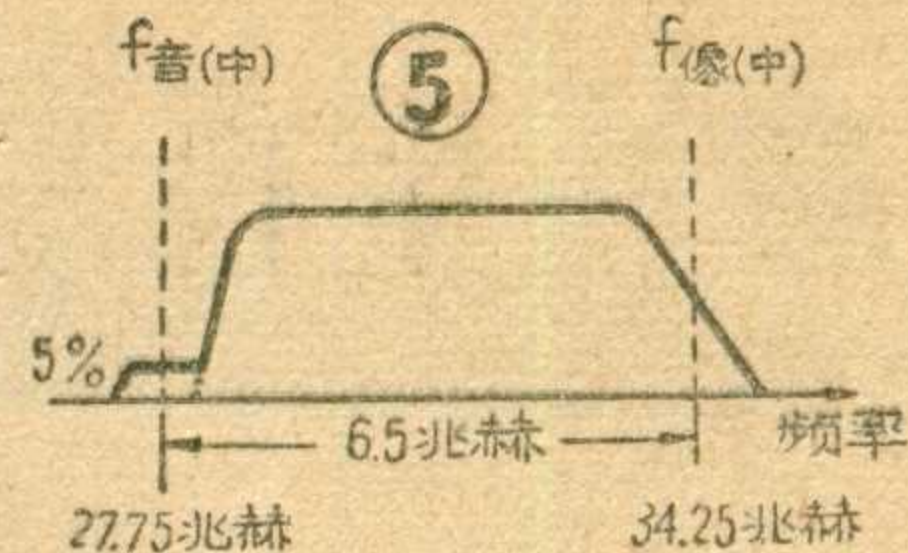
变频器包括混频与本机振荡两级。本机振荡器产生的振荡频率，分别比待收电视台的图像信号和伴音信号高一个固定的数值，因而变频后即得出固定的图像中频信号和伴音中频信号。例如，北京电视台的图像载频为57.75兆赫，伴音载频为64.25兆赫，而本机振荡频率为92兆赫。因此，图像中频为 $92 - 57.75 =$

34.25兆赫，伴音中频为 $92 - 64.25 = 27.75$ 兆赫。可以看出，原来伴音信号比图像信号高6.5兆赫，但是经过变频以后，得到的伴音中频反而变得比图像信号低6.5兆赫。

由于中频是固定的，所以随着选择接收不同频道的电视台，本地振荡器的频率也要跟着改变，以保证得到固定的中频。这只要在用转换开关换接高放级与变频器输入端用来选择电视台的回路时，同时换接本机振荡器已固定调好的振荡回路就可以了。实际的装置是整个高频部分的电路连电子管都装在一个圆筒形的转换开关上，总称为“高频头”。其输入端接天线，输出端接到中频放大器去。

图像通道

从高频部分送来的中频信号，要送到中频放大器去进行足够的放大，并保证图1所要求的频带特性。前面说过，经过变频后，原来频率较高的伴音载波信号变成了频率较低的伴音中频信号，而原来频率较低的图像载波信号变成了频率较高的图像中频信号，所以图1的频带特性这时正好是左右做了掉换。在图像中频放大器中，主要应保证图像中频信号的频带特性。对于伴音中频信号的处理，则视单、双通道式电路的不同而稍有差别。实际所要求的图像中放频带特性如图5。对于双通道式电路来说，伴音中频载波处应降为零，如图中的一段虚线所示。对于单通道式电路，则将伴音中频载波相对地压低到5%左右，将来分离后再在第二伴音中放中去作进一步放大和保证频带特性，这是为了避免伴音中频信号对图像中频信号产生不利的影响。但即使如此，伴音中频信号在图像通道中得到的放大仍然是很大的。



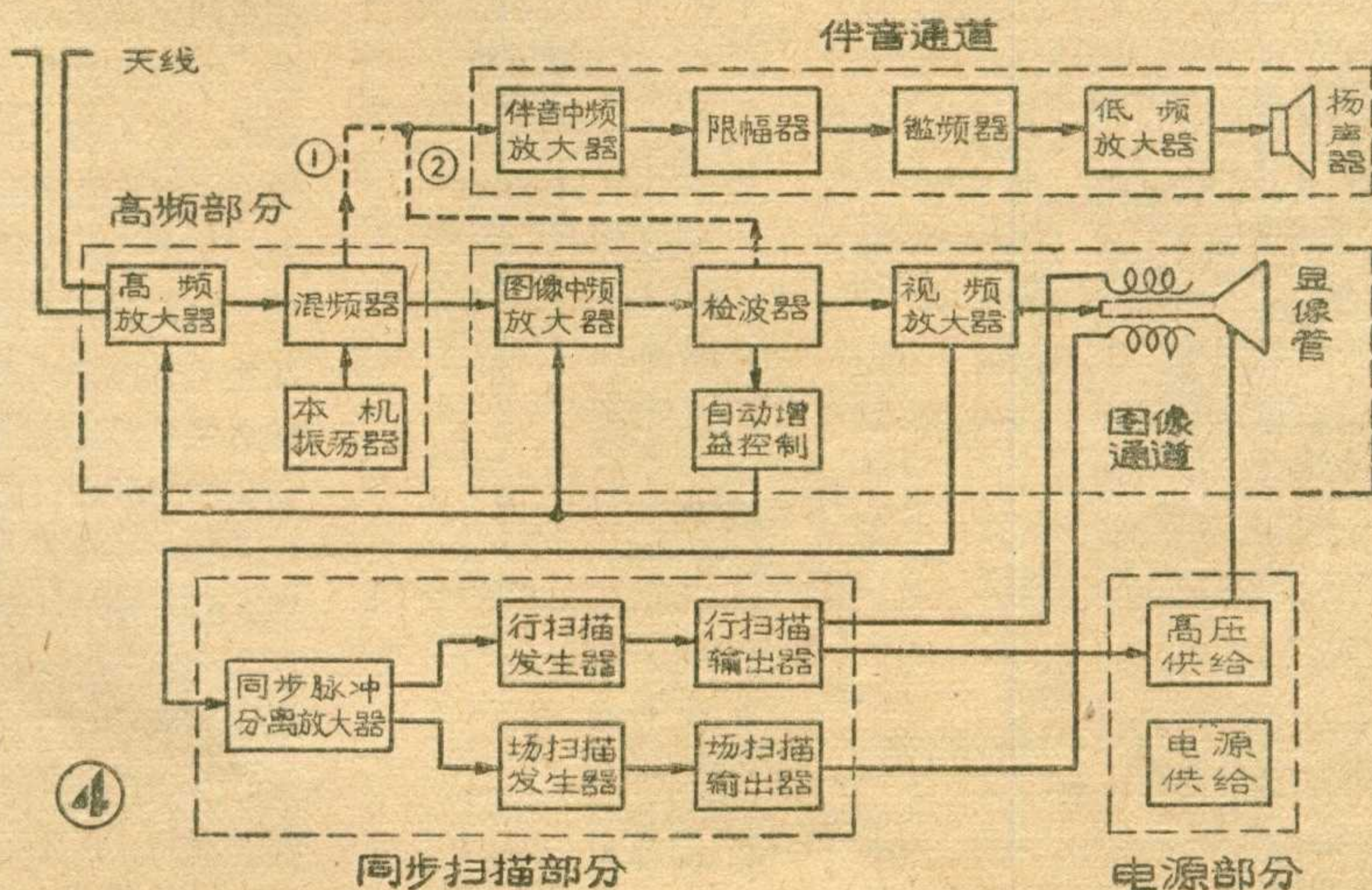
一般电视机图像中放的放大倍数约为2000~20000左右，输出的图像中频信号可达1~3伏，然后加到调幅检波器上。经检波器检出图像视频信号（严格地说是全电视信号），再用视频放大器放大到30~50伏的幅度，就足以控制显像管的亮度了。检波器的另一个作用是产生自动增益控制电压，以增加接收的稳定性。对于单通道式接收机，检波器还有产生第二伴音中频的作用，这在上面已经介绍过了。

视频放大器又称宽频带放大器，它应能放大频宽为6兆赫的图像视频信号，比一般低频放大器宽得多。

同步扫描部分

为了在显像管屏幕上重显出图像来，不仅要求用图像信号去控制屏幕上光点的亮度，还要让光点在屏幕上沿水平与垂直方向扫描。因此要有行与场扫描发生器，以产生能使电子束扫描的行频与场频锯齿形电流。并且，为了正确地重显图像，必须使显像管中电子束的扫描与电视台摄像机中的扫描“同步”。行与场同步脉冲，是混在图像信号的扫描逆程中传送给电视接收机的，所以需要从视频放大器引出一路输出，加到同步脉冲分离放大器的输入端，以便分离出行与场同步脉冲，分别去同步行与场扫描发生器。

最后要说明一下显像管的高压供给问题。为了使显像管有足够的亮度，必需要产生很高的加速阳极电压，一般在1万伏以上。此电压虽高，但所需的电流甚小，不必采用把交流市电电压整流的办法，以免引起制造上的困难。在实际电视机电路中，行扫描发生器逆程时会产生一个高压脉冲，把这个高压整流即可得到直流高压，用起来很方便，也比较安全。



遥测浊度和自动加矾控制器

朱 嵩 初

这仪器适用于自来水厂远距离测量沉淀池内水的浊度，并把测得的数值自动记录下来。在池水浊度超过或低于额定范围时，能自动开动控制加矾的电机，调节加矾量。仪器或加矾器发生故障时，又能自动发出警报，通知值班人员进行检修。仪器的线路简单，耗电极微，在24小时连续使用下，亦无显著升温。

如把变换器适当地改变一下，也可以用于照度、温度、湿度、溶液浓度、压力等的测量、记录和自动控制。

整个机器是由光电转换器、直流放大器、电子继电器、自动记录和自动控制机构等五个部分构成的。原理电路见图1。

变换器内主要元件 R_1 为 227 A 光导管，置于水样箱（图2）的一端。水样箱的另一端置一光源，从光源发出的光，透过被测水样照在 R_1 上。水样浊度大时， R_1 所得的照度小，它的阻值就增大，反之，水样浊度小时，它的阻值也减小。因

此 R_1 的阻值，随着水样的浊度而变化。 R_1 至 R_5 五个电阻，组成了一个电桥， A 、 B 、 C 、 D 为这个电桥的四个顶点。在标准浊度下（标准浊度由生产单位根据情况决定），令桥路 A 点电位比 B 点电位低 1.5 伏。如水样的浊度变化时， R_1 的阻值相应地增减， AB 两点间电压亦随之变化。

V_1, V_2 (6N2 的两个三极管部分) 组成了平衡式直流放大器，放大系数根据实测所得约为 20。在标准浊度时，使 V_1 的屏极 (E 点) 的电压略低于 V_2 屏极 (F 点) 的电压，作为 V_3 的栅偏压。

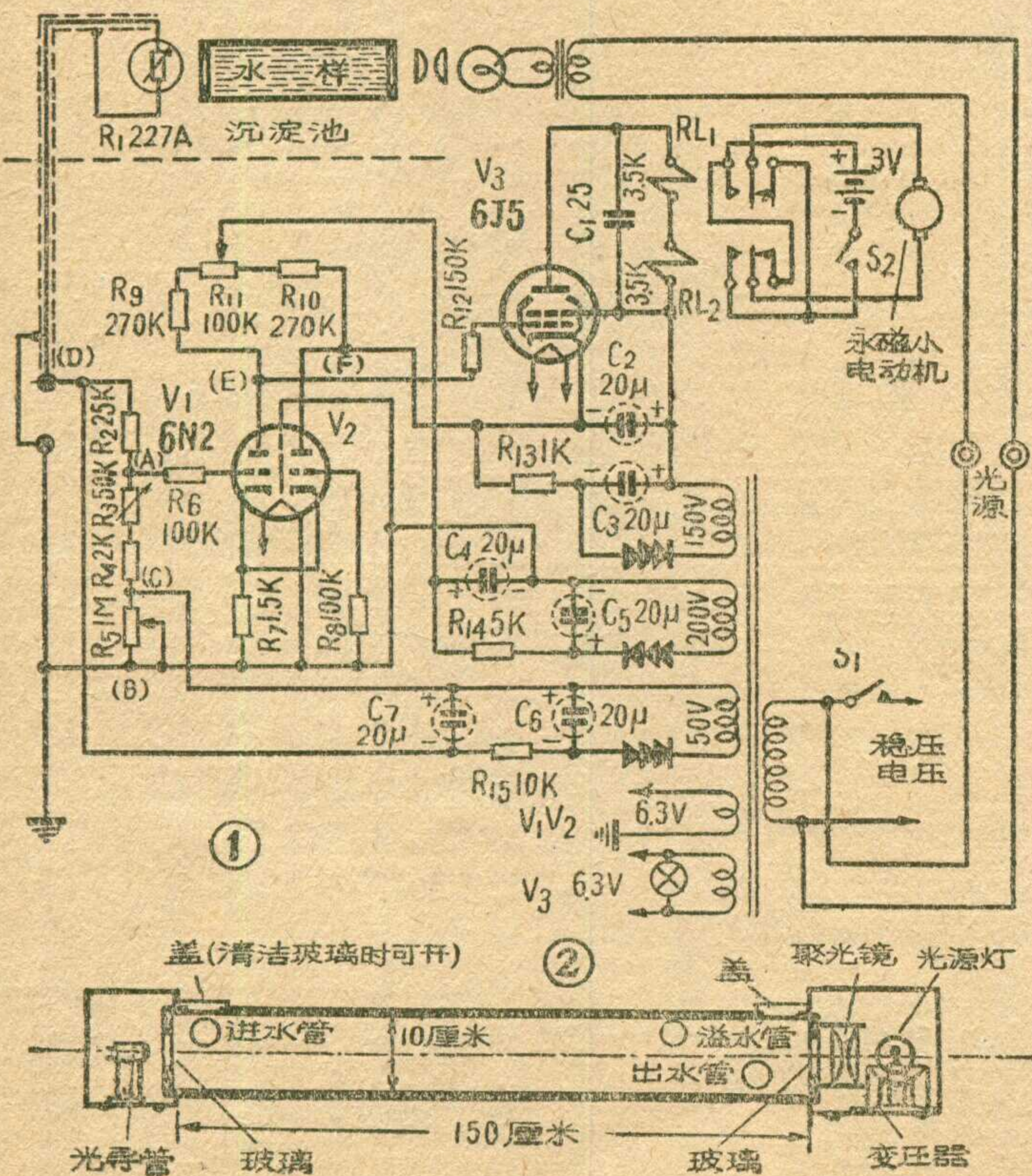
电子继电器部分选用互导甚高的 6J5 (6Ж5Π) 电子管 (V_3)。在标准浊度下， V_3 的屏流为 4 毫安， V_3 屏路里串联有两个继电器 RL_1 和 RL_2 。调节它们的触点簧片，使在标准浊度时 RL_1 吸下而 RL_2 却释放着。这时永磁电动机内没有电流通过，不会转动。设电桥 AB 两点间的电压因水样浊度稍稍变化而产生 0.1 伏左右的变动，

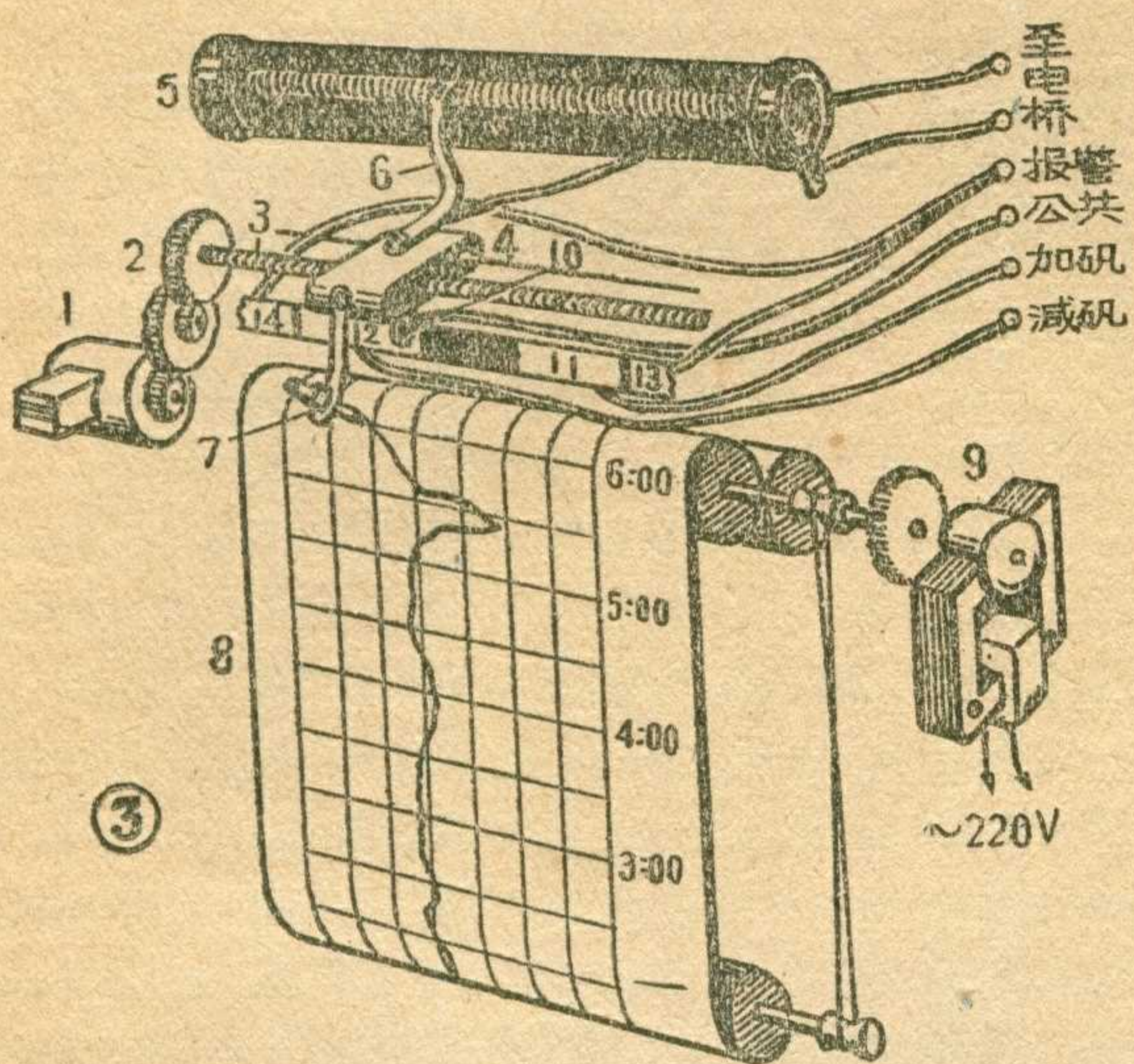
通过直流放大器放大后在 EF 两点间的电压就要产生 2 伏左右的变动，而 6J5 的屏流变化范围可达 10 毫安左右，使两继电器同时吸下或同时释放，接通了记录器内永磁电动机的电路，使之正转或逆转。

自动记录器及加矾控制器的构造见图 3。在池水浊度发生变化时，永磁电动机 (1) 即开始转动，通过减速装置 (2) 拖着蜗杆 (3) 转动，蜗杆上的游标 (4) 即向左或向右移动。电桥内可变电阻 R_3 (5) 的滑臂 (6) 装在游标上。滑臂的移动，改变了 R_3 的阻值，使电桥 AB 两点间电压恢复原来数值，永磁电动机才不再转动。记录笔 (7) 也固定在游标上，游标移动时，记录笔即在记录纸 (8) 上画出线条，把当时的浊度记录下来。记录纸上的横坐标，表示浊度的大小。记录纸被钟表机构 (9) 带着以均匀速度移动，其纵坐标表示所记录浊度的时刻。在游标上附着的一个触点 (10)，当水的浊度超过额定范围时，游标移至右方，触点就与金属片 (11) 接触，接通了加矾控制线路。从图 4 可看出，这时继电器 RL_3 将吸动，使加矾器内的可逆电动机正转，矾液流量因之增加。如池水浊度低于额定范围时，游标向左移，触点与金属片 (12) 相接触，接通了减矾控制线路，这时继电器 RL_4 将吸动，使加矾器内的可逆电动机逆转，矾液流量因之减少。如果加矾控制部分、变换器或电子管发生故障，游标必将移到最右或最左的位置去，游标上面的触点与金属片 (13) 或 (14) 相接触，开通了报警电路，发出警报信号。

电源应从磁铁稳压器取得稳定的电压来供给，见图 5。

自耦变压器 T_2 与电容器 C 组成对 50 赫交流电谐振的回路。当输入端接入电源时，这谐振回路内的电流即达到相当大的数值，使 T_2 铁心的磁通达到饱和状态。因此，当电源电压在相当大的范围内升降时， T_2 铁心内的磁通变化率却变动很小，所以在 a 、 b 两点间的电压变动也很小，而且这很小的变动，又可从 T_1 次级 c 、 d 两端的电压升降互相抵销，使输出端的电压更为稳定。 T_1 在铁心磁通不饱情况下工作，其次级 c 、 d 间的电压，与电源成正比地升降，而相位却与 a 、 b 间的电压相位相反，适可以抵销 a 、 b 间电压的升降变化。为了使光源的光度稳定，稳定电压实有必要。电桥、放大器、电子继电器所需的直流电源，均用单独的硒整流器整流后供给，这比取自分压电阻更为省电。





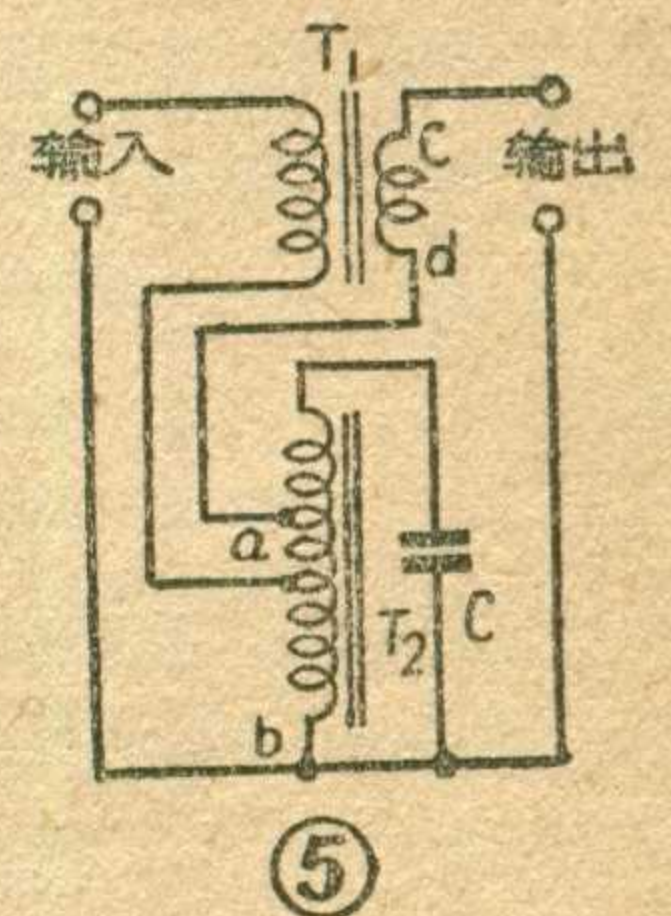
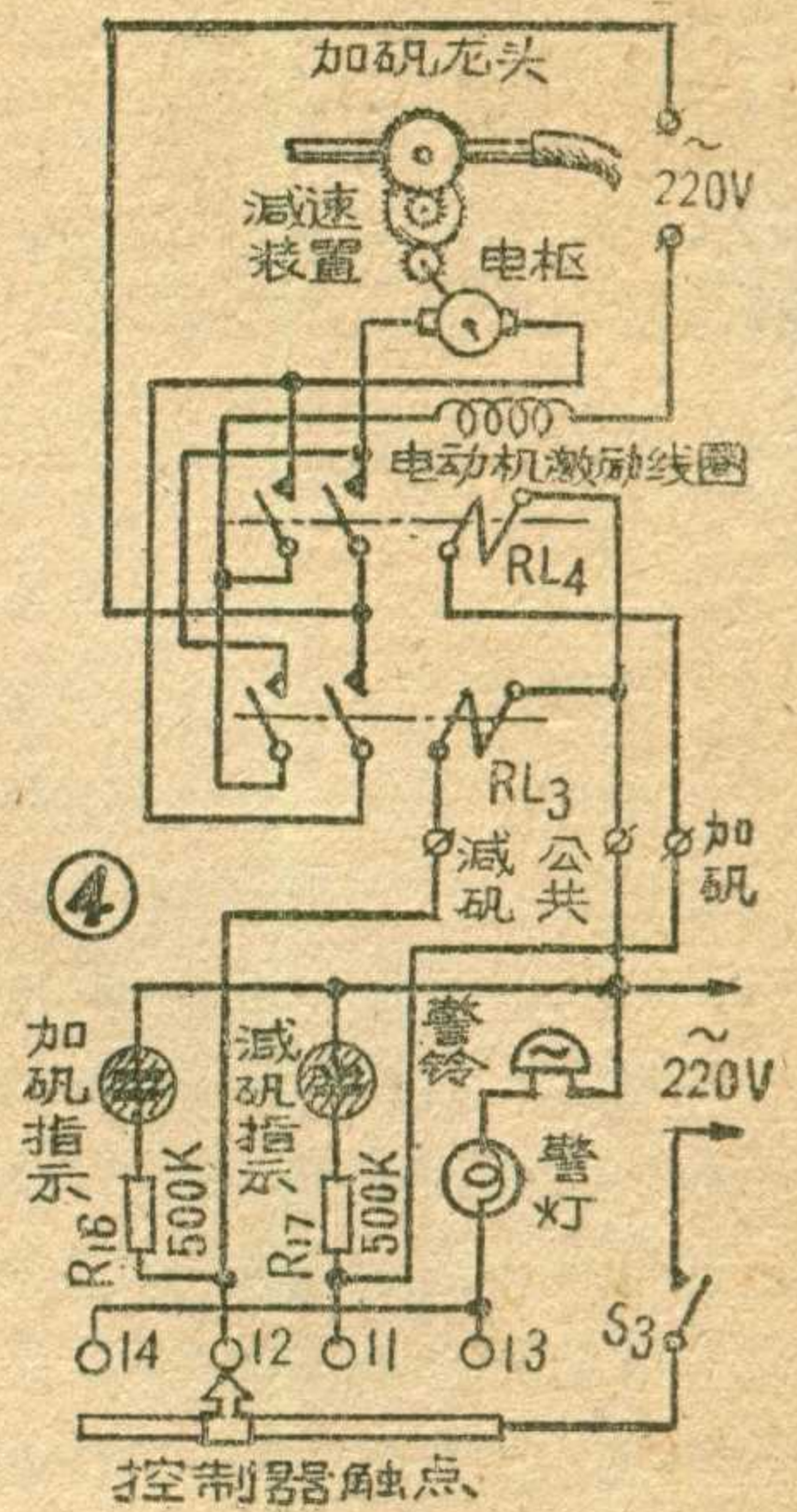
本机性能的稳定性的决定于元件的质量。电阻器全部用1瓦以上的炭膜电阻。6N2的两个三极管部分性能不能相差太大。最好先用较高的灯丝电压(约10伏)点燃24小时(不加屏压),则性能可稳定不少。灯座与接线架的绝缘要十分可靠,在装置时更要注意清洁。光导管的选择是一个关键性的问题。要求选用的光导管在长期通过电流的情况下阻值不致跳动。从无光照到在1000勒克斯的照度下,阻值至少有500倍的变动,受温度的影响要小。记录控制机构不难自制,永磁电动机如能改用小功率的伺服电动机(交流的)那就更

好。减速齿轮箱可用钟表改制。钟表机构可用电钟芯直接地装进去。校准的步骤如下:在水样箱内注入标准油度水样,把 R_3 的滑臂移至中点,开启电源,把电子管电压表接在电桥的AB两点间,调整 R_5 ,使A点电压比B点低1.5伏。插入6N2,把电子管电压表接在6N2的两个屏极上(E、F两点),调整 R_{11} ,使E点电压略低于F点,然后在6J5屏路内串入一电流表,插入6J5,再调整 R_{11} ,使6J5的屏流达4毫安,并调节 R_{L1} 和 R_{L2} 的上下限螺丝,使 R_{L1} 吸下, R_{L2} 释放。试略略转动 R_5 ,继电器立刻动作,那就好了。

刻度:制取测量范围内的整数油度的水样若干种,依次注入水样箱里,看记录笔所指的位置作好记号,然后用内插法画好中间各油度的刻度。如果嫌它太灵敏,测量范围太窄,可把水样箱缩短或增加光源亮度试之,如嫌灵敏度不足,可把水样箱加长或减低光源亮度试之。

使用方法及注意事项:仪器应置放在干燥通风无阳光直射的地方。水样箱可置

于沉淀池旁,用虹吸管在池内吸取水样注入箱内。水样箱上应加保护装置,不使受到雨打日晒。取水样点应根据各厂生产具体情况决定,记录纸应每日定时更换,水样箱要定时清洁。发生警报信号时应立刻关掉所有电源,进行检查修理。



晶体管放大系数测量仪

这个测试仪器能测量小功率晶体管的直流放大系数。它配合着一个10伏量程的电压表(电子管电压表或万用表),可以在表盘上直接读出5到100的 β 值,同时还可以测出晶体管是否有断路或短路现象。

测量的原理见图1。由于一般集电极电流 i_c 甚大于基极电流 i_b ,所以

$$\beta = \frac{i_c}{i_b} \approx \frac{i_c + i_b}{i_b} \approx \frac{V_2/V_1 - V_2/R_1}{V_1/R_2}$$

$$\frac{V_2/V_1 - V_2/R_1}{R_2/R_1} = \frac{V_2}{V_1} \cdot \frac{R_1}{R_2}$$

如果调节 R_1 使 $V_1 = V_2$,则 $\beta = \frac{R_1}{R_2}$ 。

再令 $R_2 = 1$ 千欧,则 R_1 的千欧数就直接表明 β 值。

整个测试仪的电路见图2。把电位器 R_1 装在面板上,并安上旋钮。在电位器中点和左端A点间接一个欧姆表。顺时针方向转动旋钮,并在每5千欧处做一个记号,在第一个5千欧处写5,第二个5千欧处

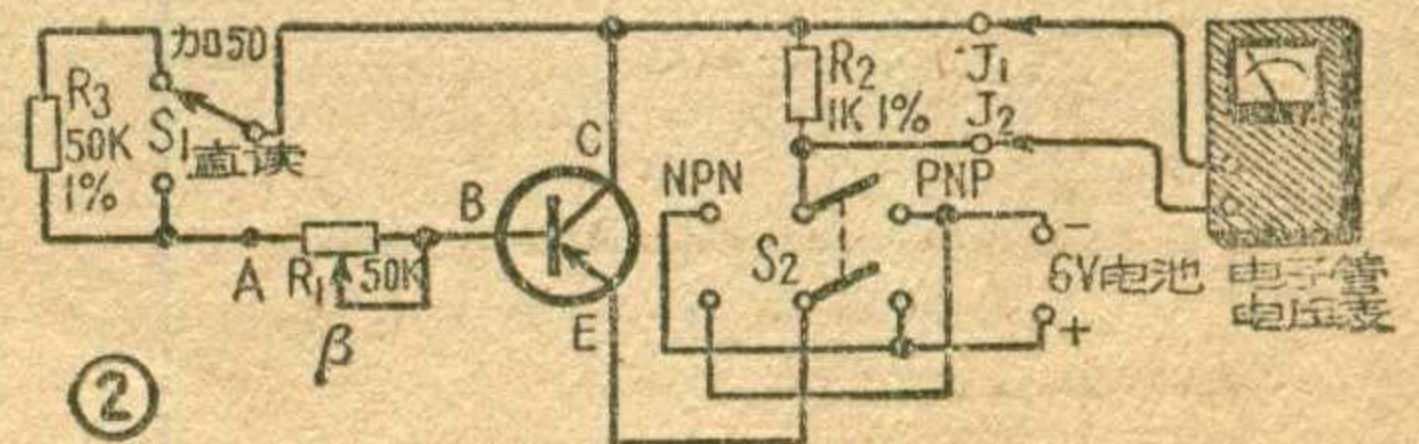
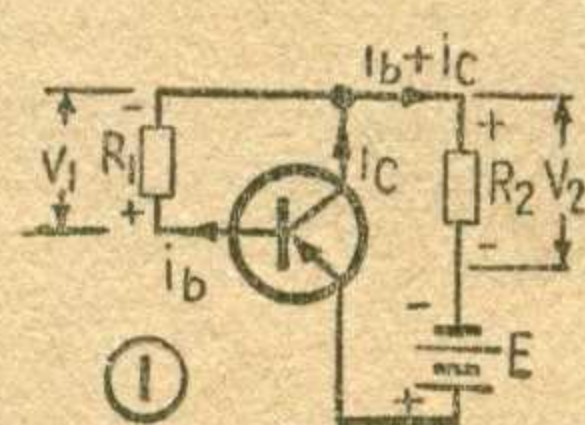
写10,第三个写15,直到50千欧画完为止。线路的其他部分可直接照图装。测量5到50的 β 值时,把 S_1 掷到“直读”位置,把 S_2 掷到所需电池极性的位置,然后插上待测的晶体管,旋动 R_1 ,使接在 R_2 两端的电压表准确地指在3伏上,也就是粗略地说把6伏电池电压平均分配到 R_1 和 R_2 两电阻上(使 $V_1 = V_2 = 3$ 伏)。这样就可以在电位器 R_1 的刻度上直接读出 β 值。测量 β 在50到100之间的晶体管时,应将 S_1 扳到“加50”的位置,然后调节 R_1 ,使电压表指到3伏,这时的 β 值即等于表盘读数加50。如果在 R_3 的位置多串几个50千欧的电阻,就可以测量更大的 β 值。

每多加一个电阻, β 的读数增加50。

如果晶体管的集电极和基极或发射极间短路,则电压表将指在6伏附近,并且变动 R_1 对电压表读数不起作用。如果基极与发射极间短路,电表将没有读数或读数很小。发射极或基极开路,将没有读数;集电极开路,则读数很小或没有读数。如果电压表读数高于3伏,变动 R_1 虽然可以使读数变化,但不能使它降到3伏以下,则表示晶体管的 β 值大于50,应当把 S_1 扳到“加50”的位置。

为了保证测量的精确度,各电阻值的精确度应保证误差不得超过1%。电池的电压应准确地为6伏,测量前应作检查。如果电池电压变为5.8伏,则测量时所用电压表的读数可相应地从3伏变到 $\frac{5.8}{2} = 2.9$ 伏。

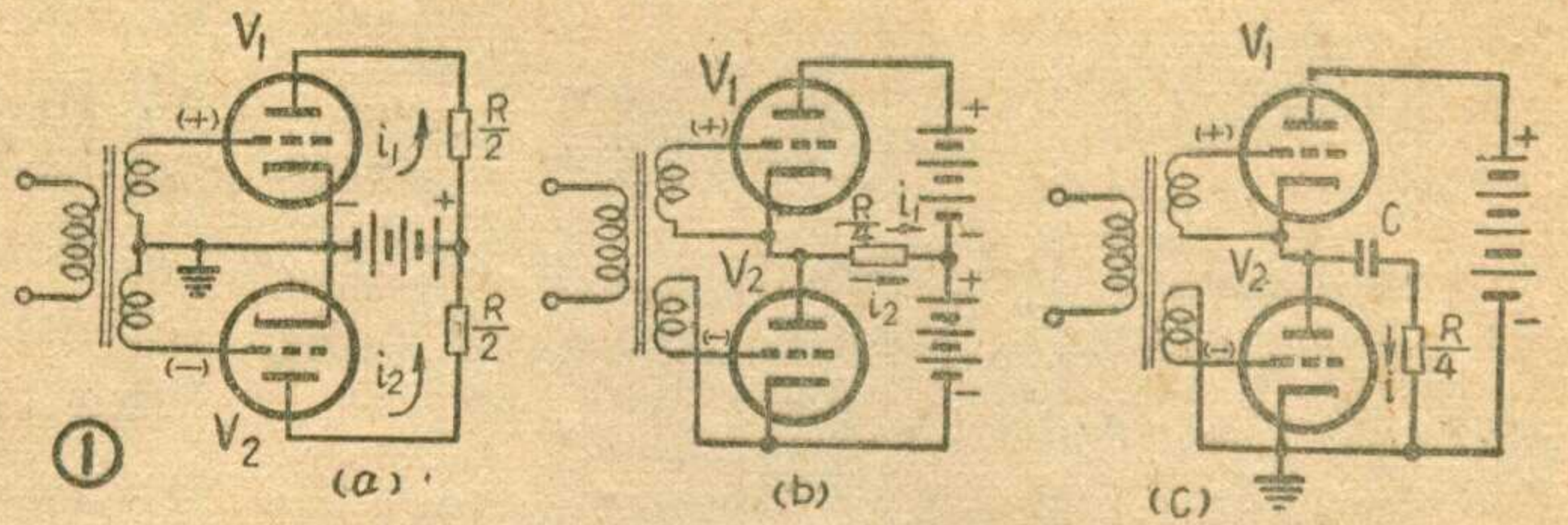
(潘建中编译)



无变压器的

推挽输出级

苏天佑



一般音频放大器的推挽输出级都是使用输出变压器和扬声器相连接的，但是由于输出变压器铁心磁化曲线的非线性，会产生非线性失真，另外它又是一个电抗性元件，有相移存在，不能采用深度的负反馈，因而影响了放音质量的进一步提高。近年来，人们研究出一种不用输出变压器的单端推挽电路，它的原理电路如图 1 b。它和一般的推挽电路(图 1 a)不同的地方是其中的一只电子管的极性调换了方向，另外，负载和电源也互相对调了位置。在图 1 a 中，两个电子管的直流供电电路是并联的，而交流负载电路是串联的(图中箭头表示瞬时交流电流的方向)，总负载等于 R 。在图 1 b 中，两个电子管的直流电路是串联的，每个电子管各分得电源电压的一半，而负载是接到电源电压的中点，负载两端的直流电位相同，因此在负载里没有直流电流通过。两管的交流电流都通过负载，而且它们的方向相同，相互叠加，所以对交流来说，两管是并联的，因此它的负载阻抗只有一般推挽电路每边负载的 $1/2$ ，也就是整个负载的 $1/4$ 。另外再采用特制的低屏压、低内阻的输出管(如 EL 86, 6Π18Π 等)和高阻抗的扬声器，就可以不要输出变压器，而直接和扬声器相连接。这种电路的失真很小，放音质量可以显著地提高。可是图 1 b 的电路，电源要有中心抽头，很不方便，实际上都是采用图 1 c 的接法，即负载阻抗(扬声器)经过一个隔直电容器跨接在两管联接点和 V_2 阴极之间，这样效果是相同的。

图 2 是一个实际电路。由电压放大级 $1/2 6H2Π(V_1)$ 输出的音频电压虽然只加在输出级的一个电子管 V_3 上，但是，接在 V_3 屏极电路中的电阻 R_8 同时又是电子管 V_2 的自给栅偏压电阻，它把放大的极性相反的信号由 R_6 传送到 V_2 的栅极，因此当信号放大时，和通常的推挽电路一样，两管的屏流是向相反的方向变化着，交流信号就由 C_7 输送到扬声器上。输出级采用两只低屏

压输出管 6Π18Π，两只扬声器的阻抗共为 800 欧。负反馈经过 R_{10} 接至 V_1 的阴极电路，反馈深度达 20 分贝，当输出功率为 2 瓦时，非线性失真为 1.5%。

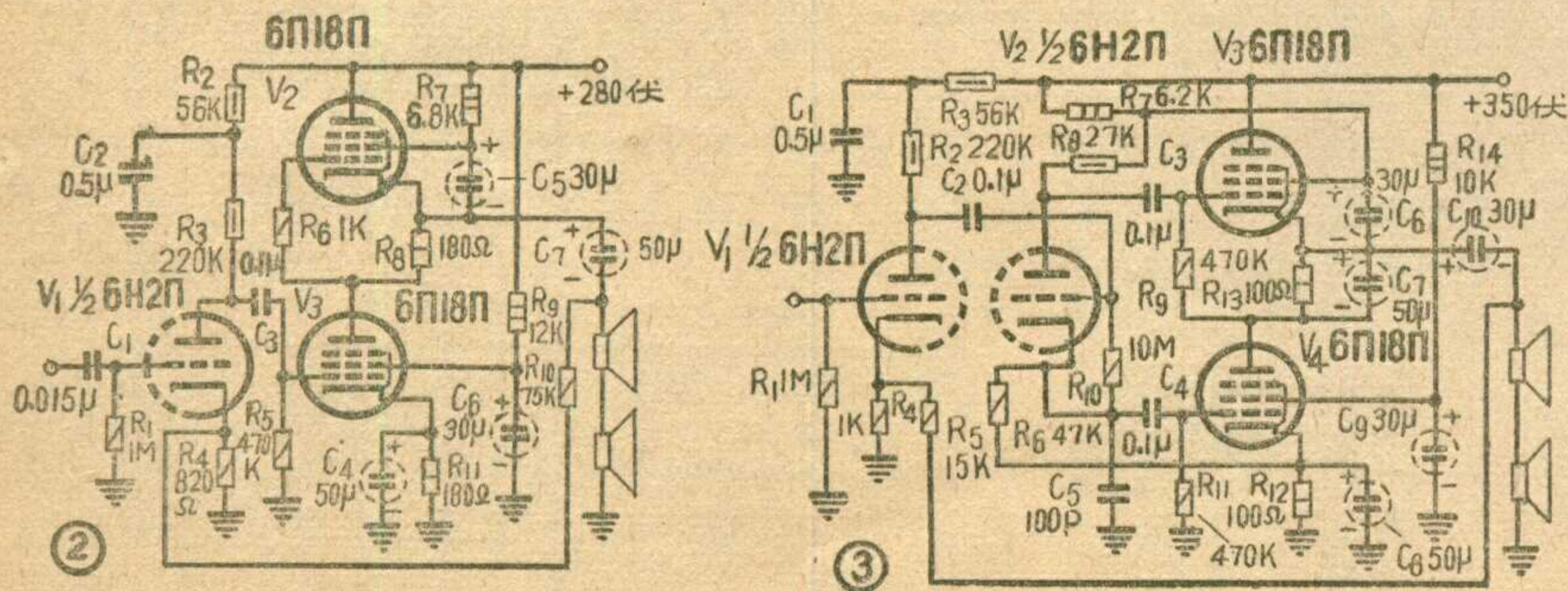
这个电路的主要缺点是不能消除偶次谐波失真，这是因为 V_2 的推动电压是由 V_3 的屏极负载 R_8 供给的，这个电压本身还带有偶次谐波失真，因而输出信号的非线性失真还比较大。另外，由于电子管 V_2 兼作 V_2 的倒相器，当 V_3 截止时，就没有反相信号加到 V_2 了，因此这种电路只能工作于甲类状态，输出的功率比较小。

如果使用专门的倒相器来供给 V_2 的推动电压，就可以消除上述的缺点，这种放大器的电路如图 3 所示。 V_1 作前置放大， V_2 作倒相器，末级 V_3, V_4 的推动电压分别从 V_2 的屏极和阴极取得。负载阻抗约 800 欧。这种电路可以输出较大的功率，而且由于负反馈的加深(达 30 分贝)，可以大大减小非线性失真。末级的输出功率可达 6 瓦，非线性失真不超过 1%。

在这个电路中，值得特别指出的是它的电源供给部分。先看 V_2 屏极电路，由于 V_3 的推动电压不能直接从 V_2 的整个屏极负载上取得，因为那样，信号将加在它的栅极与屏极之间了。因此在本电路中 V_3 的推动电压是从接在 V_2 屏极与 V_3 帘栅极之间的电阻 R_8 上取得的，它的一端通过 C_6 接到 V_3 的阴极。另外， V_3 帘栅压的供给，也是需要考虑的。为了使帘栅极得到足够的电压，就应该减小降压电阻 R_7 ，但是当 R_7 的数值减小时，输出信号通过 C_6, R_7 和电源内阻的分流作用将加大，这样就会无谓地消耗掉一部分输出功率；如果 R_7 数值增大，帘栅电压将降低，又会使输出功率减小，因此帘栅降压电阻 R_7 的数值需要很好地选择，才能得到较大的输出功率。在图 2 中， V_2 帘栅压的供给也是这样考虑的。

作者曾对图 2 的电路作过实验，用国产 6P14 代替 6

Π18Π，扬声器是用国产 130 毫米、200 毫米扬声器两只改制成的。130 毫米的扬声器音圈用 0.05 毫米线重新绕制，分为 6 层，共有 440 圈左右，直流电阻为 220 欧；200 毫米扬声器用 0.05 毫米线绕制，分为 6 层，每层 110 圈，共 660 圈，直流电阻约 440 欧。实验的结果很满意，放音比一般推挽电路自然悦耳，交流声很弱。



晶体管RC电桥

本文介绍的电桥可以测量10欧姆到10兆欧的电阻和10微微法到10微法的电容。电阻和电容的测量都分为三个量程。电桥用4.5伏的电池组供电，所需电流为1.2毫安。最低供电电压为1.5伏。

仪器的线路如图a所示。它包括一个音频振荡器、测量电桥本身和一个带有平衡指示器（耳机）的放大器。

音频振荡器是用低频小功率晶体管 $\Pi\Pi_1$ 按共发射极电路接成的，振荡回路由变压器的线圈 L_3 和电容器 C_2 组成。三极管的集电极通过变压器线圈 L_1 与基极耦合。 L_1 的接法要使三极管的基极电压的相位与集电极电压差 180° 。另外，还由电阻 R_1 和 R_2 给三极管基极加了一个负偏压。音频振荡器的频率在1000赫左右。

由变压器的线圈 L_2 取得振荡器的音频电压，加到电桥上。图b单独画出了电桥电路。 R'_3 (R_3 加上 R_5 的一部分) 和 R'_4 (R_4 加上 R_5 的另一部分) 构成电桥的两个臂。另外两个臂是待测电阻 R_x 和标准电阻 R_s (R_6 、 R_7 或 R_8 中的任一个，由量程转换开关 Π_1 选择接入)。如果是测量电容，那末这两条臂就应当是待测电容 C_x 和标准电容 (C_3 、 C_4 或 C_5 ，也由转换开关 Π_1 选择接入)。调节电位器 R_5 可以使电桥平衡。 R_5 是一个优质线圈电阻，最好是大直径的，它的阻值从1到25千欧都可以用。

如果被测电阻等于标准电阻，电桥的平衡条件是 $R'_3 = R'_4$ 。此时电桥的对角线上就没有电流，在耳机里也听不到声音。如果被测电阻(或电容)不等于标准电

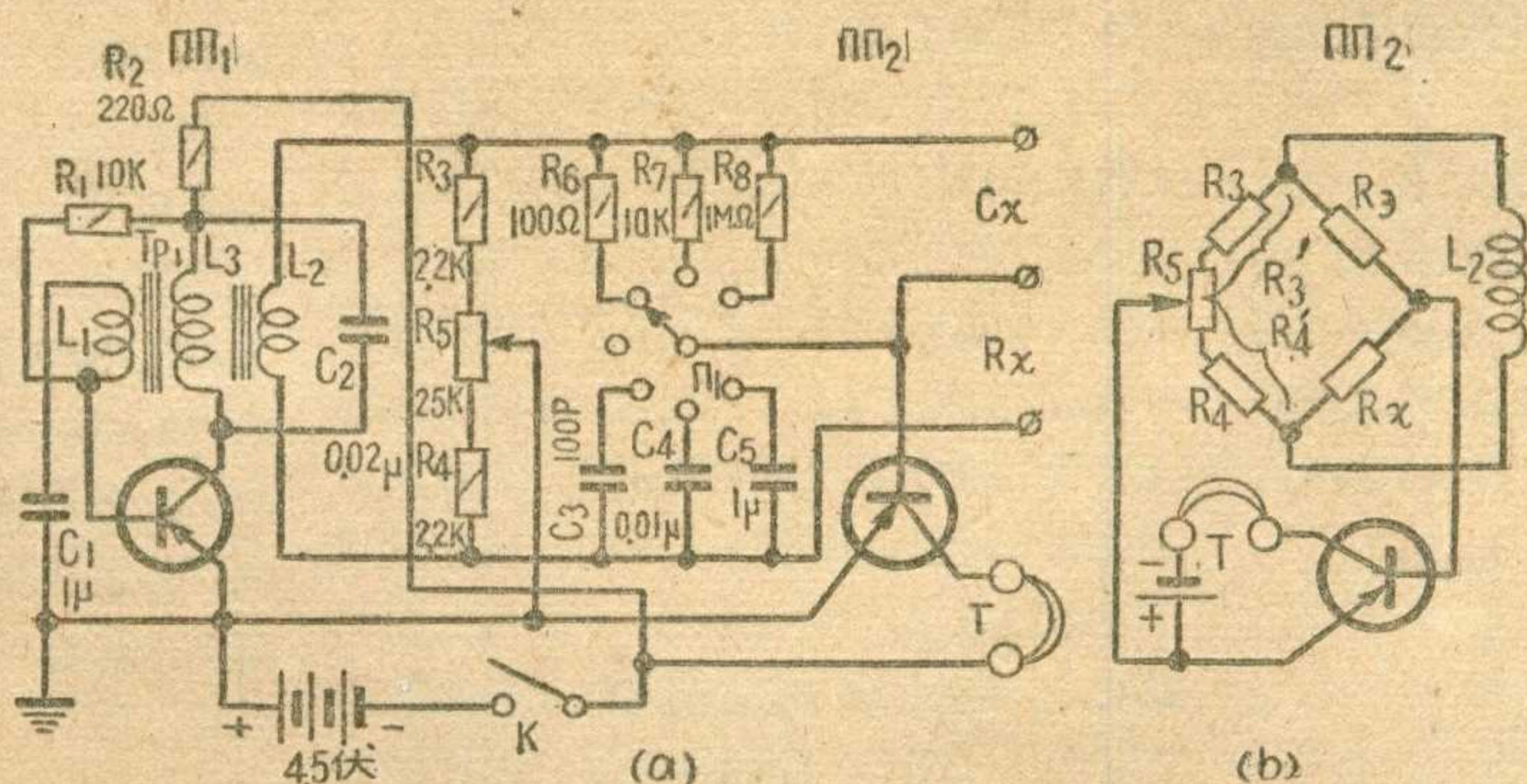
阻(或电容)，那么将电位器 R_5 的轴从中心位置旋转某一角度，使得 $R'_3 R_x = R'_4 R_s$ ，或 $R_x = \frac{R'_4}{R'_3} R_s$ 时，电桥也

可以达到平衡。因此，如果电位器 R_5 的轴上套着用电阻比值 R'_4/R'_3 刻度的度盘，那末根据轴的位置就可以确定被测电阻(或电容)是标准电阻(或电容)的多少倍。实际上是在电位器 R_5 的轴上固定着一个直径为75毫米的度盘，在度盘上画出从0.1到10(包括1)的分度。被测电阻或电容接在相应的接线柱上，转动电位器 R_5 的旋钮，直到在耳机里听不到声音。然后把标准电阻的数值乘上电位器 R_5 度盘上的读数，就得到被测电阻的数值。如果是测电容，就需要把标准电容除以度盘上的读数。 R_3 和 R_4 的阻值应该选得当转换开关 Π_1 在两个相邻位置上时，使量程稍有重叠。

音频振荡器中变压器铁心的截面积是1.5厘米²，线圈 L_1 和 L_2 用0.12毫米导线绕300匝，线圈 L_3 用0.2毫米导线绕1050匝。

仪器装置在厚0.5毫米的铝底板上，放在140×110×70毫米的箱里。在面板上排列着电位器 R_5 的度盘、 R_s 和 C_s 的接线端、带有量程指示的转换开关 Π_1 的旋钮以及耳机插孔。当耳机插上时就把电源开关 K 的接点闭合，使仪器的电源自动接通。

在装配时，应该尽量减小标准电容与底壳的寄生电容，否则在测量50微微法以下的容量时，可能会产生较大的误差。如果用金属壳的电容作为1微法的标准电容，它的外壳不能与仪器外壳有电的联接。(金易编译)



(上接第2页)

冲送入船底装的换能器，转换为超声波脉冲，集束地向海底传播，遇海底而反射。反射回来的超声波又被船底的换能器接收，转换成超声频电脉冲信号，经放大器放大后，加到指示器或记录器上。指示器把发出的信号脉冲与回波脉冲间的时间差加以比较，就能够立刻显示出深度来。也可以用记录器在移动的纸条上自动记出航行路线上的水底深度图。一般测深仪的频率为几十千赫，最大可测的水深可达3000~4000米。

* * *

以上简单介绍了无线电电子设备在航海中应用的几个例子。实际上，它的应用决不止这些。随着无线电电子学的飞跃发展，航海用电子仪器正向着更方便、更迅速、更准确的方向迅速前进。

(上接第5页)后，维持导电的管压降却大大低于这个数值。通常使用时，管子屏极所加电压都低于零栅压时的点火电压数值，只有在栅极上加以适当的正电压脉冲，管子才能点火。由此可见，冷阴极闸流管是在正栅压时开始点火的，所以它是正栅控制的闸流管。Z-2 (TX-2) 型闸流管是冷阴极闸流管的一例。

冷阴极闸流管由于没有灯丝，和热阴极闸流管比较起来具有很多优点：①节省了灯丝电源消耗，这在大量使用电子控制元件的电子计算机和计数器中意义很大；②不需要灯丝预热时间，管子随时可以工作；③管子不工作时没有损耗，因此寿命很长；④结构简单，体积小，成本低。冷阴极闸流管的一个主要缺点是消电管时间长，工作频率不高，这就限制了它的使用范围。目前，它在自动控制、遥测、遥控以及计算设备里应用较多。

直流正反馈式自动增益控制电路

徐群济

由于电波传播过程中的衰落现象，接收机和发射台相对位置的不断改变（如汽车和飞机上的电台），以及其他原因，接收地点的电场强度会发生很大的变化，因而接收机的输入信号电压也将相应变化。这种变化很难估计，会影响无线电通信的效果。为了使接收机可靠地工作，我们必须接收机中增加一种设备，使得在外界电场强度变化非常大的情况下，接收机的输出功率仍能保持相当稳定。这种设备就是自动增益控制电路。

自动增益控制电路的原理不外是当信号强度变化时，接收机相应地自动调整放大倍数使输出接近恒定。从公式

$U_{\text{输出}} = K \cdot U_{\text{输入}}$ （其中 $U_{\text{输出}}$ —输出电压， $U_{\text{输入}}$ —接收机输入信号电压， K —放大倍数）可见当 $U_{\text{输入}}$ 变大或变小的时候，只要相应地减小或增大放大倍数 K ，就能使输出维持接近不变。

控制放大倍数的办法一般是采用一个大小和信号电压相对应的直流负偏压来控制中频和高频放大器的工作点。当信号增强时，负偏压增加，使电子管的工作点在曲线上左移，因而电子管跨导下降，导致放

大量降低；反之，当信号减弱的时候，负偏压减小，因而电子管跨导增加，放大量上升，结果输出信号的大小近似于不变（图1）。

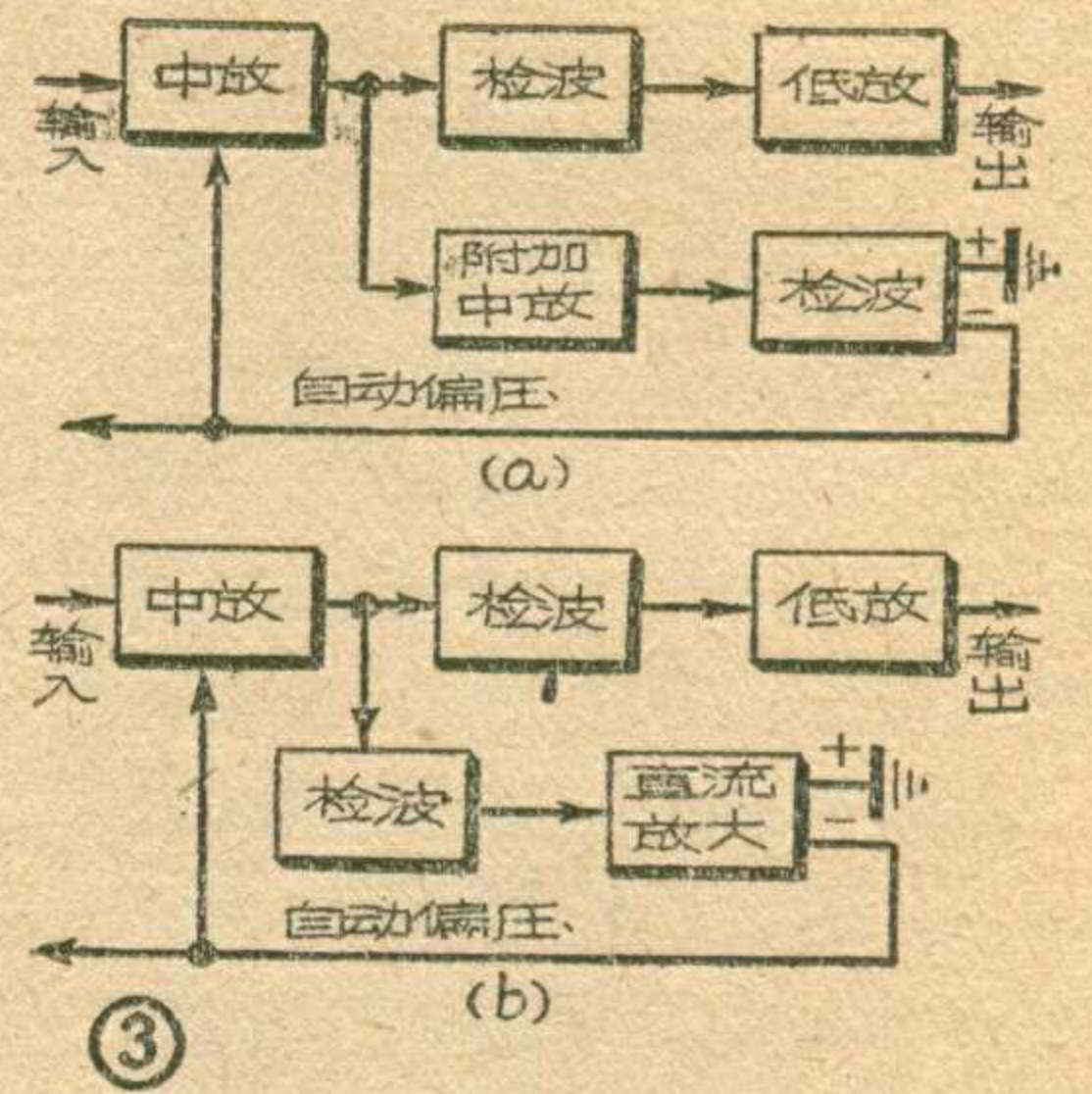
自动增益控制电路的类型很多。最简单的自动增益控制电路就从二极管检波器的负载电阻 R 上取得负偏压，经过一节 $R_0 C_0$ 电路滤波后作为控制电压（图2）。不过这种自动增益控制电路的效果比较差，许多地方还不能令人满意。因为当信号变化很厉害的时候，它输出的负偏压变化却不大，因此放大量变化的幅度远远跟不上信号变化的幅度，于是接收机输出的大小也就很不稳定了。

理想的自动增益控制电路必须在信号电压改变的时候能够输出变化幅度足够大的负偏压，使放大量相应的变化足以补偿输入信号的变化而维持输出的恒定。

为了在信号电压一定的变化范围内增大自动负偏压的变化幅度，常采用放大式自动增益控制电路（图3）。这种电路中，在自动增益控制检波前采用了专用的附加中频放大级（图3a），或在自动增益控制检波后采用专用的直流放大器，以放大检波后的直流控制偏压（图3b）。由于采用了附加放大器，在相同的信号电压变化范围内，控制偏压的变化幅度就比从检波器直接输出（图2）要大得多了，因此接收机输出也就稳定得多。自动增益控制系统中的放大量越大，并且受自动偏压控制的级数愈多，那么控制作用愈良好。为了得到满意的控制作用，就必须增加放大器的级数，于是就增加了接收机的复杂程度。

具有直流正反馈自动增益控制电路的接收机，复杂程度和具有放大式自动增益控制电路的相同，但能得到更稳定的输出。它的方框图如图4所示。

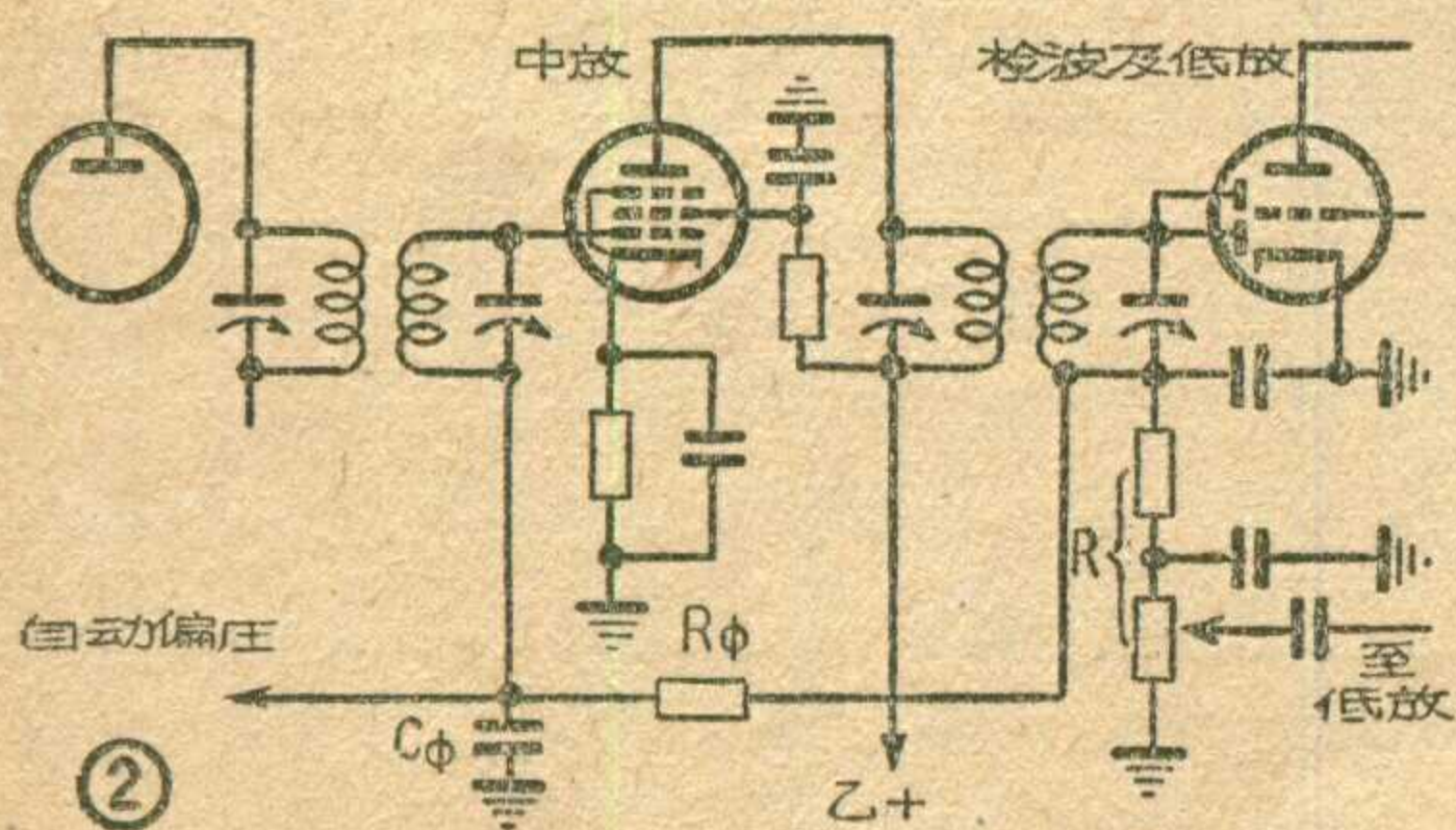
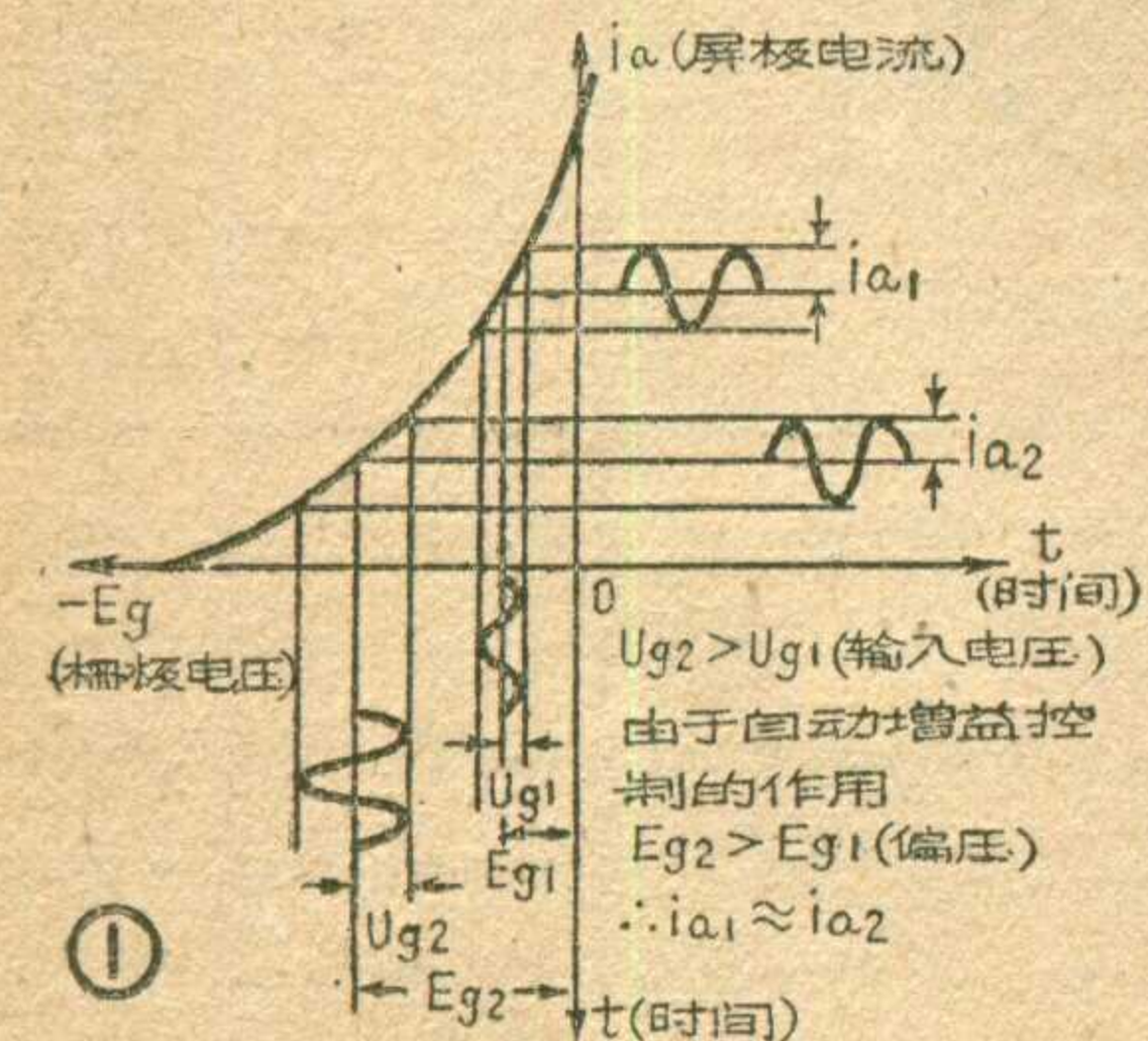
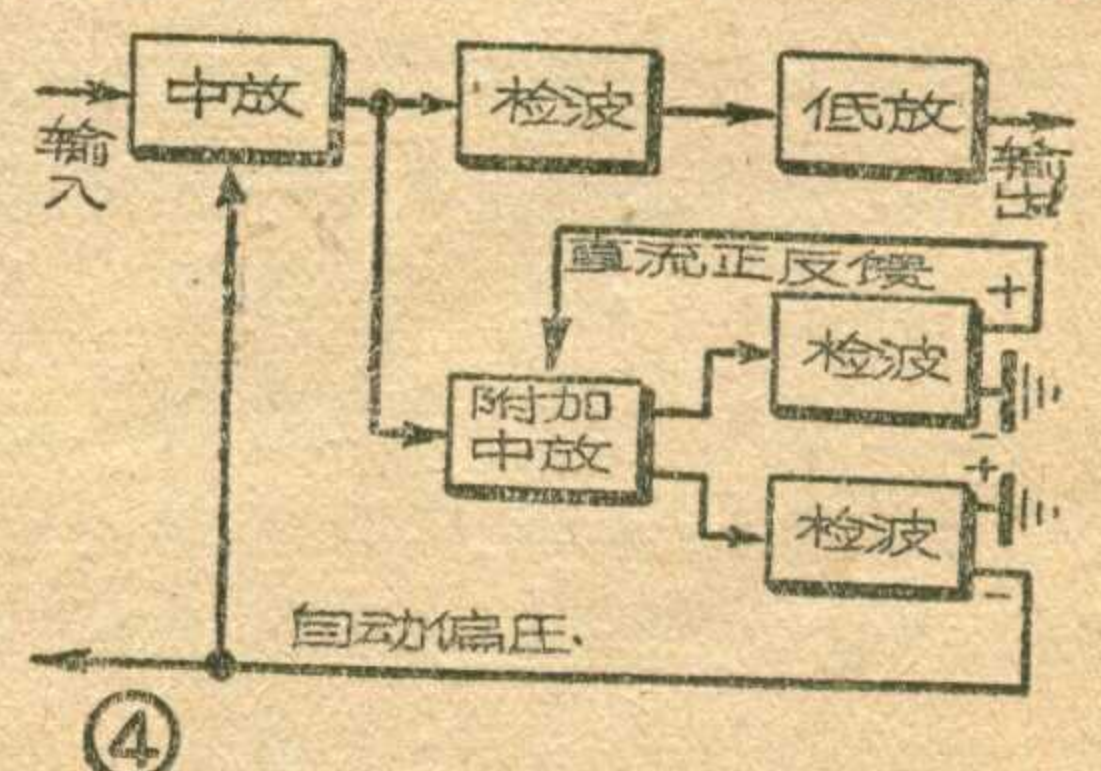
在附加中频放大器的输出端接上两个检波器，一个输出正的直流电压，另一个输出负的直流电压，它们的绝对值都正比于信号的大小。其中正的直流电压反馈到附加中频放大

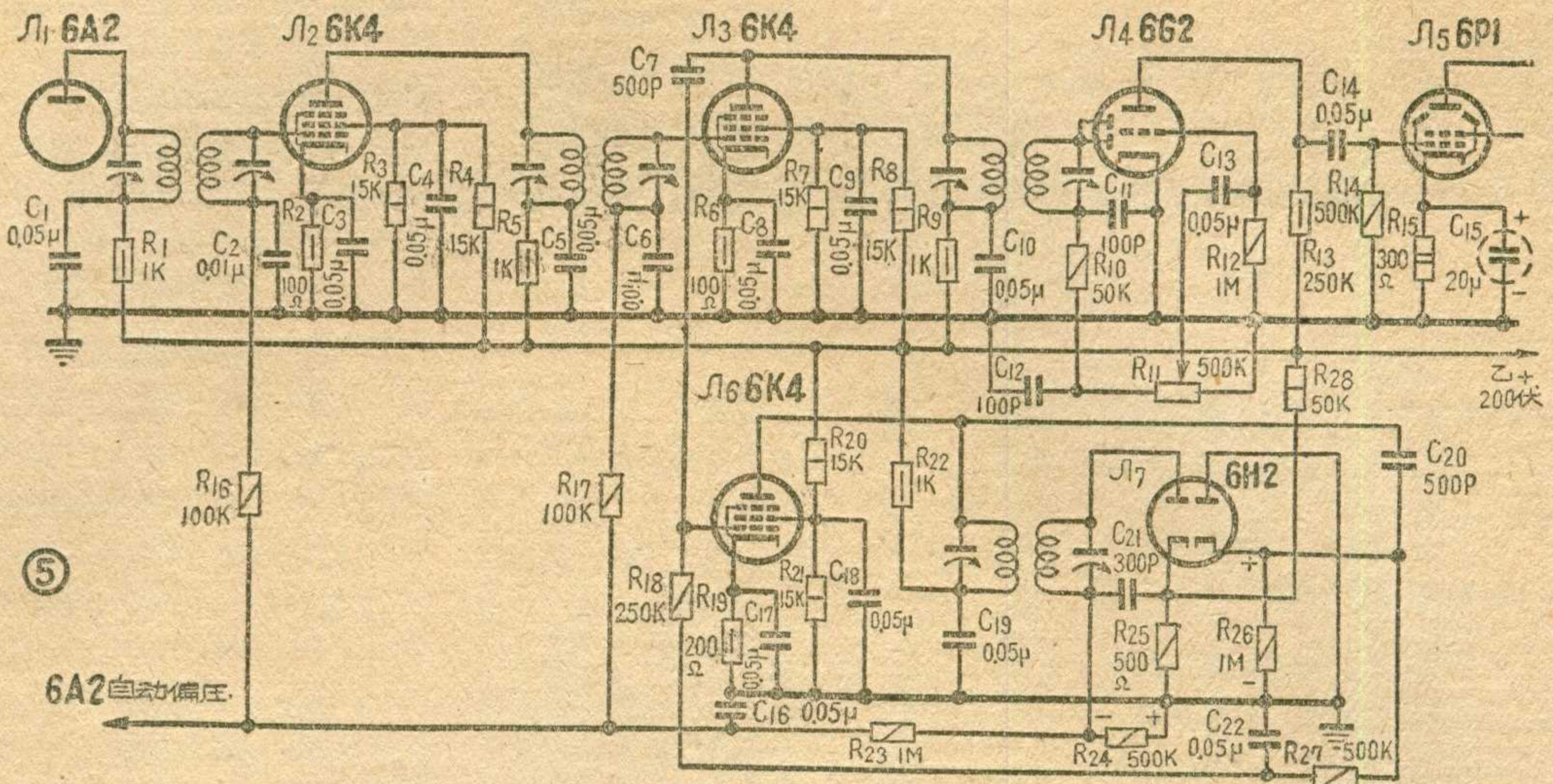


器的栅极，形成附加中频放大器的直流正反馈；而负的直流电压则反馈到接收机中受控制的各级放大器的栅极，作为自动偏压。每当信号电压增强的时候，正的直流电压使得附加放大器的栅偏压减小，其相应的放大量也因而加大。由于附加放大器放大量的增大，输出负直流电压的检波器的输出电压也就要比没有采用正反馈前要增大得更多。同样，当信号电压减弱的时候，正反馈电压减小，附加放大器的栅偏压加大，放大量也减低，由于附加放大器放大量降低，负电压的输出相应地要比没有采用正反馈前要减小得更多。也就是说在采用了直流正反馈电路后，在相同的输入信号变化范围内，自动控制偏压变化的幅度就变得更大，因此它的控制作用就更完善了。

笔者根据原理方框图设计了具体电路（图5），通过试验证明性能的确比一般放大式自动增益控制电路优越。

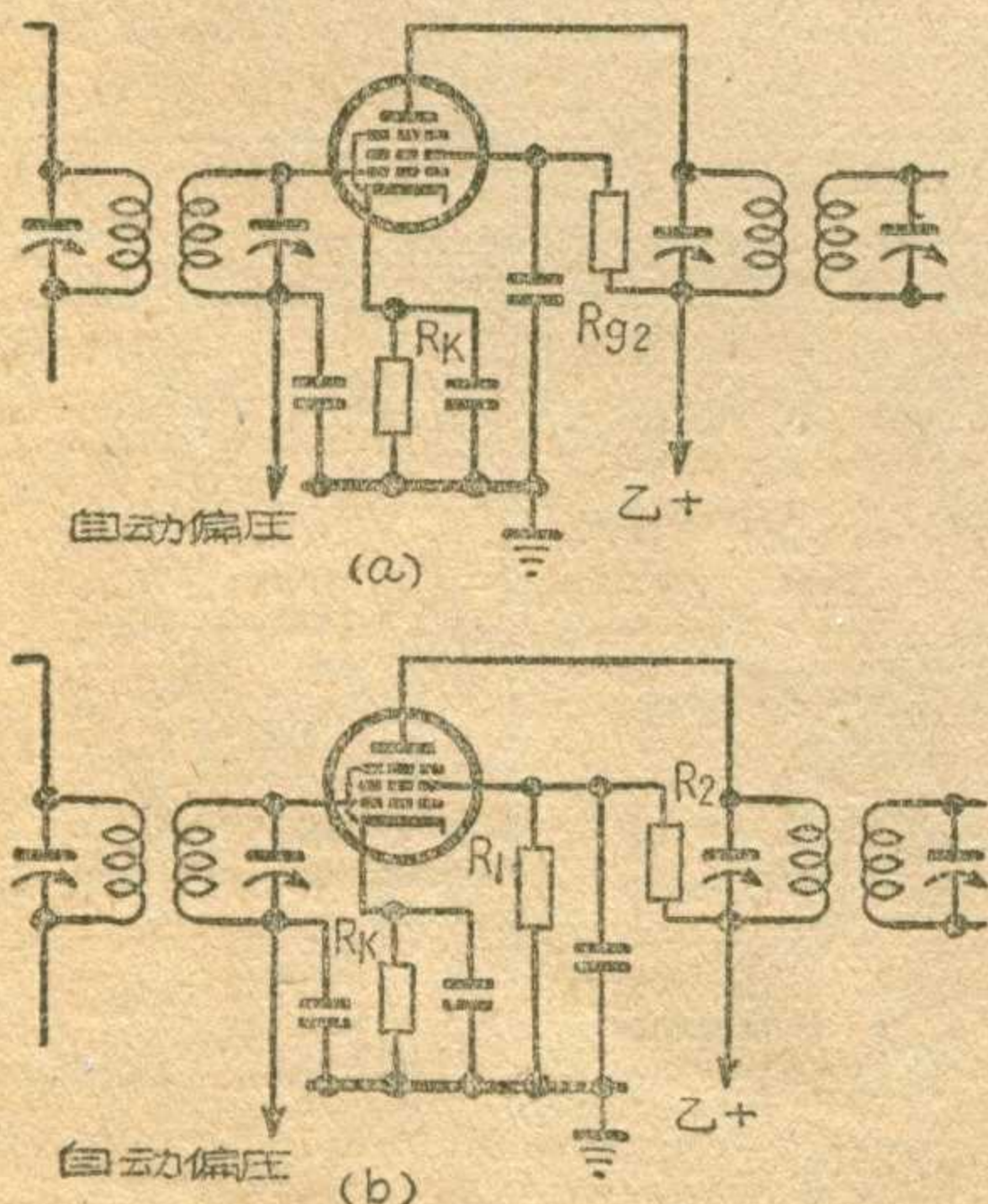
图中 J_1 是变频管， J_2 、 J_3 是中频放大级， J_4 是自动增益控制附加放大器，其输入中频电压通过 C_7 由 J_3 屏极上取得。双二极管 J_5 作为自动增益控制检波器，其右半部作为输出直流正电压的检波器。





中频电压通过 C_{20} 由 J_6 的屏极加到 J_7 右半部的阴极上，而其屏极接地，由并联检波负载电阻 R_{26} 上输出正电压，经 $R_{27} C_{22}$ 滤去中频和音频成分后，通过 J_6 的栅漏电阻 R_{19} 反馈至 J_6 的栅极，形成附加中频放大器的直流正反馈。 J_7 的左半部作为输出直流负电压的检波器，中频电压由中频变压器次级加到屏极上，由串联检波负载电阻 R_{24} 输出负偏压，经 $R_{23} C_{16}$ 滤去交流成分后，分别馈至 J_1 、 J_2 、 J_3 的栅极，作为自动增益控制电压，其电路和一般自动增益控制电路类似。此外， R_{28} 和 R_{25} 构成一分压器，使 J_7 左半部阴极上约有 2 伏的直流正电压作为延迟电压，在输入信号太小时使自动增益控制电路停止工作，自动偏压变为零，以保证在接收微弱信号时有最大增益。

帘栅极电压的馈电方式对自动增益控制的性能有相当大的影响。



6

在信号增强时，自动偏压相应增大，电子管的屏流直流分量和帘栅电流都要相应地减少。当我们采用在帘栅极上串联一电阻 R_{g2} 作为帘栅极供电电路时(图 6 a)，由于帘栅电流的减小，在电阻 R_{g2} 上的电压降 $I_{g2} R_{g2}$ 也相应减小，于是帘栅电压 $U_{g2} = E_0 - I_{g2} R_{g2}$ 便提高了。帘栅电压的提高促使电子管的跨导变大，这正和我们要求的情况(降低放大量)相反。同样，当信号变弱时，由于偏压减小，帘栅极电流增大，帘栅极电压降低，它有使跨导变小的趋势，于是影响了放大量的提高。所以串联降压电阻的帘栅馈电方法将削弱自动增

电子渡越时间

电子从电子管阴极飞越到屏极所需的时间，叫做电子渡越时间。对于普通电子管，这个时间约为 0.01 微秒，可与米波的振荡周期相比较。电子管在较低的频率下工作时，可以不考虑这个渡越时间。因为这时振荡的周期颇长，电子渡越时间和振荡周期相比可以忽略。在电子从阴极飞到屏极的这段时间内，栅极控制电压基本上还没有变化。因此，电子管屏流总是即时地跟随着栅压而变化。

但普通电子管工作在超短波情况下就

益控制电路的作用。为了避免帘栅电路的不良影响，可采用图 6 b 所示的馈电方法，图中帘栅电压是通过分压器 R_1 、 R_2 取得的，假若 $(R_1 + R_2)$ 的数值取得足够小，使得流经 $R_1 R_2$ 的电流比帘栅流大得多，以致在帘栅电流变化的时候并不显著地影响帘栅电压 (R_1 上的电压降) 的稳定，从而减小对自动增益控制电路的影响。 R_1 和 R_2 的数值愈小作用就愈好，不过这样在 $R_1 R_2$ 上损耗的功率也就变得很可观了。一般 R_1 和 R_2 取 15 K 左右的电阻就可以了。图 5 中帘栅电压就采用了这种馈电电路。

不适用了。这时，振荡周期减到百分之几、千分之几微秒或更短。受栅压控制的电子还未到达屏极时，栅极信号即已改变了很多。因此严重影响甚至根本破坏了栅极的控制作用，破坏了电子管的正常工作。

为了减小电子渡越时间，在设计管子时应使电极尽量接近，以减小极间距离。同时，为了避免随之而来的极间电容增大，电极尺寸也要相应地减小。如橡实管等。在更高的频率上(微波波段)，就必须根据不同的作用原理，构成不受渡越时间影响、甚至利用电子渡越现象的新型电子管，如磁控管、速调管、行波管等。

(周联陞)

优质晶体管三管机

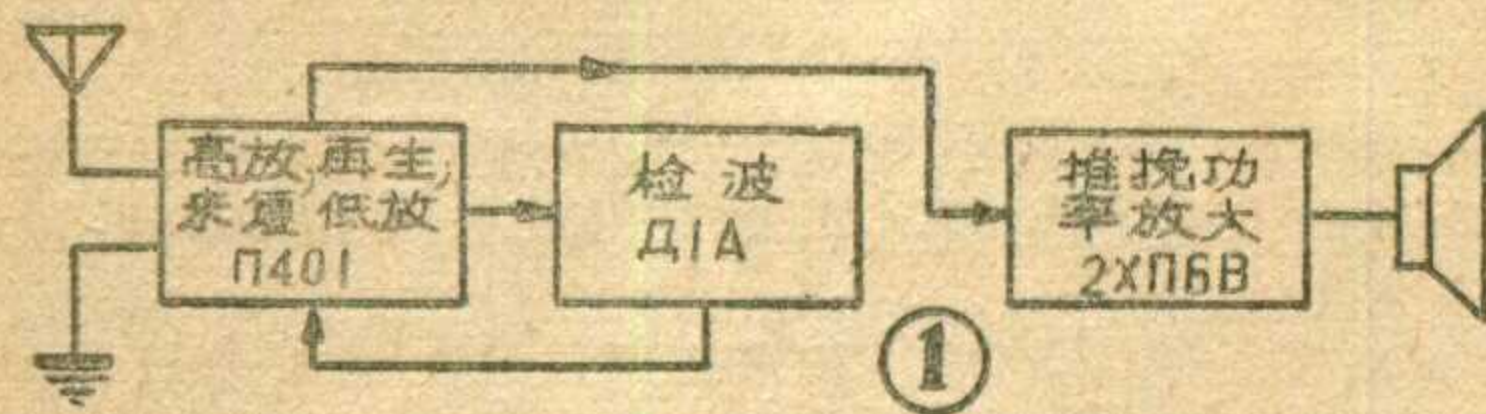


詹正权

这是一种适合在农村和无电源地方使用的普及型收音机。它的组成如图1方框图所示，线路图见图2。

电路原理及特点

按照上述使用目的，对本机提出的要求是使用的晶体管要尽量少，耗电要省，成本要低，而性能效率却须达到较高的指标。为此本机电路采用来复再生式，以充分发挥晶体管的潜在能力。全机使用晶体管三只，其中一只扩散型高频管 $\Pi 401$



(或 ZK 306) 用作高频放大兼低频放大，由它直接推动两只面结合型低频管 $\Pi 6B$ 作推挽式乙类功率放大输出。

收音机工作时，外来信号电压经磁性天线 L_1 感应到次级线圈 L_2 ，加到 $\Pi 401$ 的基极进行高频放大。放大后的高频信号一部分经由半可变电容器 C_5 送回到输入回路，产生再生使选择性和灵敏度提高；一部分经由高频变压器 T_1 送到晶体管 D_1 进行检波。由于音频输入变压器 T_2 的初级线圈电感量很大（在 5 亨以上），同时还有电容器 C_{10} 作为旁路，所以高频信号不致通过音频输入变压器。这里，高频放大和检波级之间采用高频变压器耦合，这样两级之间不发生直接联系，两级可以各自处在最佳的工作点上。此外，高频变压器为升压式，通过高频变压器的升压作用，把检波前电压适当提高，不但可以提高检

波效率，还可以使失真减小。所以检波器虽然只用一只二极管，效果却很好。

检波以后，在负载电阻 R_4 上得到的音频电压经隔直流电容器 C_7 耦合，送回到 $\Pi 401$ 管的基极再进行一次音频放大。检波后剩余的高频成分则由电容器 C_8 旁路入地。检波器和负载电阻之间串联接有电阻 R_3 ，它可以减小检波失真，并防止大信号时可能产生寄生振荡。在这一级里还接有 R_2 、 R_5 和 C_9 组成的 T 形自动增益控制电路。检波器输出的直流电流经过 R_5 和 C_9 滤波，

经由 R_2 反馈到 $\Pi 401$ 管的基极。这个直流电流的极性与基极偏流相反，因此抵销一部分基极偏流。当接收信号增强，或接收强信号电台时，反馈的直流电流也

增加，抵销的基极偏流也愈大，这时的增益也相应地下降愈大，这样就可以消除接收强信号产生失真，以及在强力电台附近只能收听一个电台的缺点。 R_2 的阻值愈小，反馈电流愈大，控制作用就愈显著，但 R_2 也不能太小，以免过低地降低增益。实验证明， R_2 选用 82 千欧可得到满意的效果。

放大后的音频信号经过高频变压器 T_1 初级，传送到音频输入变压器 T_2 的初级上。由于 T_1 的初级线圈电感量很小（只有 3 毫亨左右），对于音频阻流作用很小，所以音频可以畅通无阻，经过 T_2 的耦合，直接推动两只 $\Pi 6B$ 作推挽功率放大，然后经由输出变压器 T_3 推动扬声器发音。这里采用了乙类推挽放大电路，它和一般附有一级末前级放大的单端甲类功率放大电路相比较，所用晶体管数量虽然相等，但是它在无信号时电流消耗很低，所以电源平均消

耗较小，放大器的工作效率较高。在图 2 中可看到，两只 $\Pi 6B$ 用分压器 R_6, R_7 供给基极偏流，这样可以提高晶体管工作的稳定度。 T_3 初级并联的 C_{11} 和 R_8 用以改善频率特性。

电气性能指标

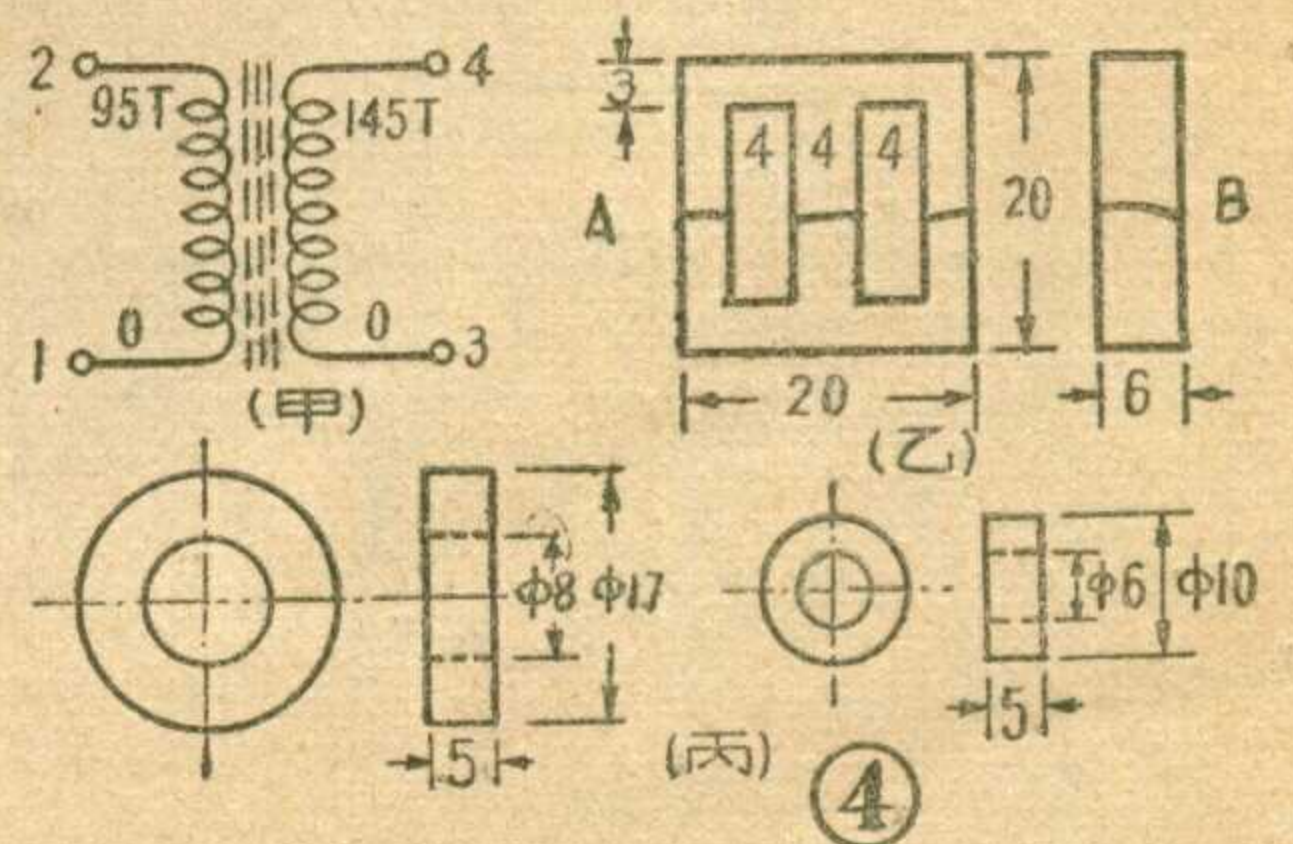
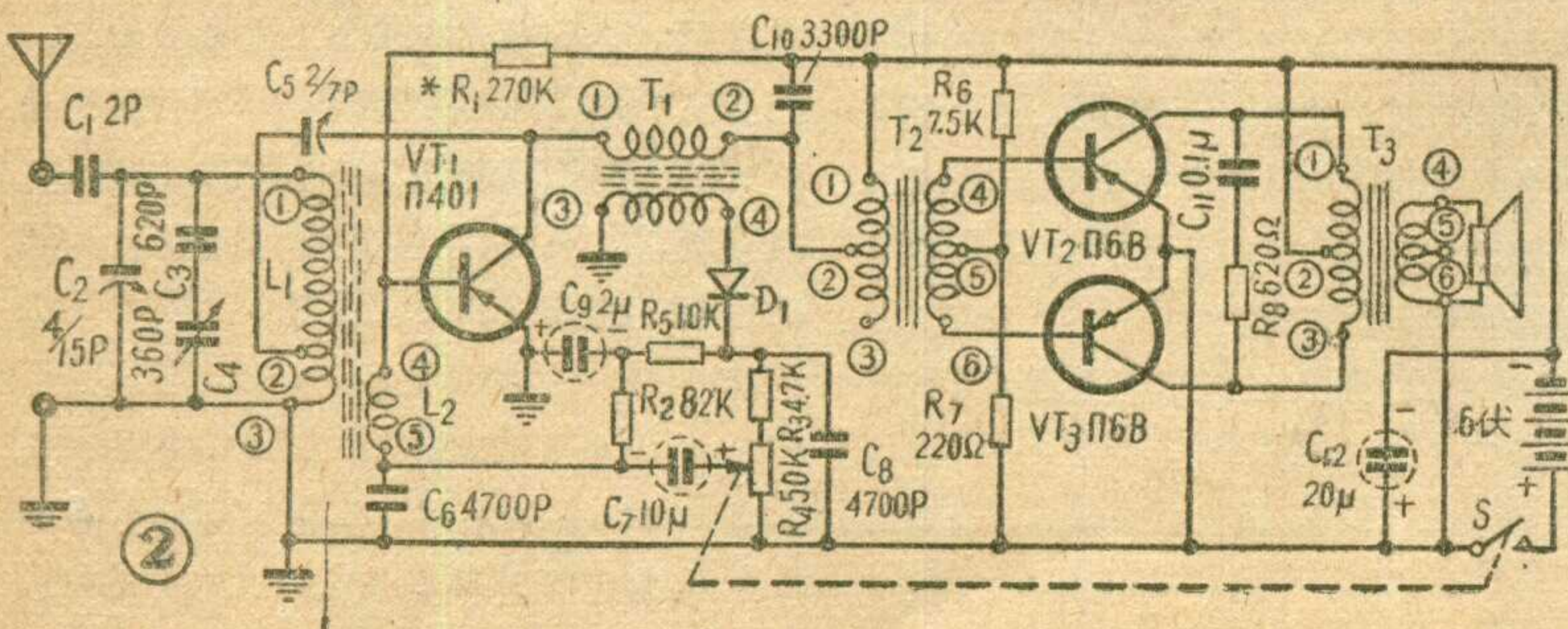
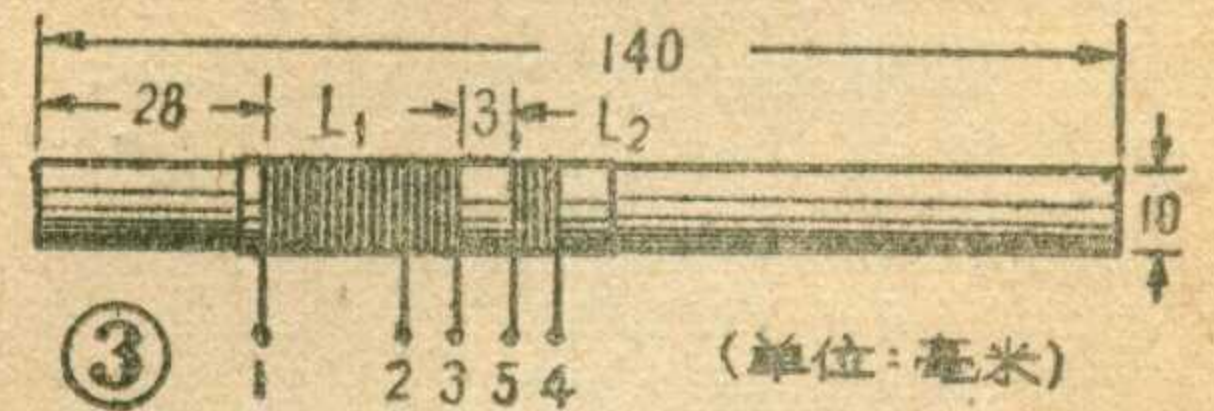
本机配用华北无线电器材厂产品 YDL 0.1—1 型 8 欧 0.1 伏安扬声器，曾在华北、华东及沿海城市和农村等不同的收音环境下试用，效果良好。性能指标如下：

1. 频率范围 不狭于 535~1605 千赫。
2. 灵敏度 在 1000 千赫时，2~3 毫伏/米。
3. 选择性 在 1000 千赫偏调 ± 10 千赫时大于 -20~-30 分贝。
4. 电压频率特性 150~4000 赫内不均匀度小于 10 分贝。
5. 整机电压谐波失真 在标称功率 (80 毫瓦) 时小于 10%；100 毫瓦时小于 12%。
6. 最大输出功率 150 毫瓦。
7. 电源电压 6 伏；下降到 4.5 伏时，仍能维持收音，灵敏度不低于 60 毫伏/米。
8. 电流消耗 无信号时 4~8 毫安；标称功率时不大于 32 毫安。
9. 稳定性 在 200 毫伏/米场强下无啸叫。
10. 信号噪音比 优于 -55 分贝。
11. 音量控制范围 45 分贝以上。

元件的选用

磁性天线 采用 $\Phi 10 \times 140$ 或 $\Phi 10 \times 180$ 毫米的磁棒，按图 3 所示位置，以 0.17 (#37) 漆包线 L_1 绕 60 圈，在 50 圈处 (图 3 中的 2 点) 抽头， L_2 绕 3~4 圈。

晶体管 高频管 (VT_1) 需要选用 β



值在 50 以上的,可以保证灵敏度达到上列指标。 β 值在 50 以下的,整机灵敏度略低些。 β 值在 30 时,灵敏度下降为 40 毫伏/米。 $\Pi 401$ 也可换用其他型号高频管,如 $\Pi 402$ 、403 或 ZK306、307 等代替。低频管 (VT_2 、 VT_3) 因作推挽放大,原则上要求两管参数对称一致。实验证明,对于管子的挑选可以不太严格,只须两管的 β 值相近,即可满足整机关于失真的指标要求。我们试制 50 部样机的经验, $\Pi 6B$ 管的采用率接近为 100%。爱好者业余制作,只要简单地选择两管集电极电流相差不多的,基本上都可应用。二极管可以选用任何型号, $\Pi 1$ 或 $\Pi 2$ 型均可。

高频变压器 绕制圈数数据见图 4 甲。为了成批生产绕制方便,铁心宜采用 E 形铁氧磁心(见图 4 乙),其起始导磁率为 2000。初、次级均用 0.15 (#38) 漆包线隔层平绕。初、次级的圈数比为 1:1.5,初级线圈电感量约为 3 毫亨。业余制作时可以采用外径为 $\Phi 17$ 或 $\Phi 10$ 的小环形磁心(图 4 丙)绕制,圈数同上,导线改用 0.10 (#42) 漆包线,初、次级线圈可以均匀地绕在环形磁心的四周,这样制成的变压器体积小,效果极好。

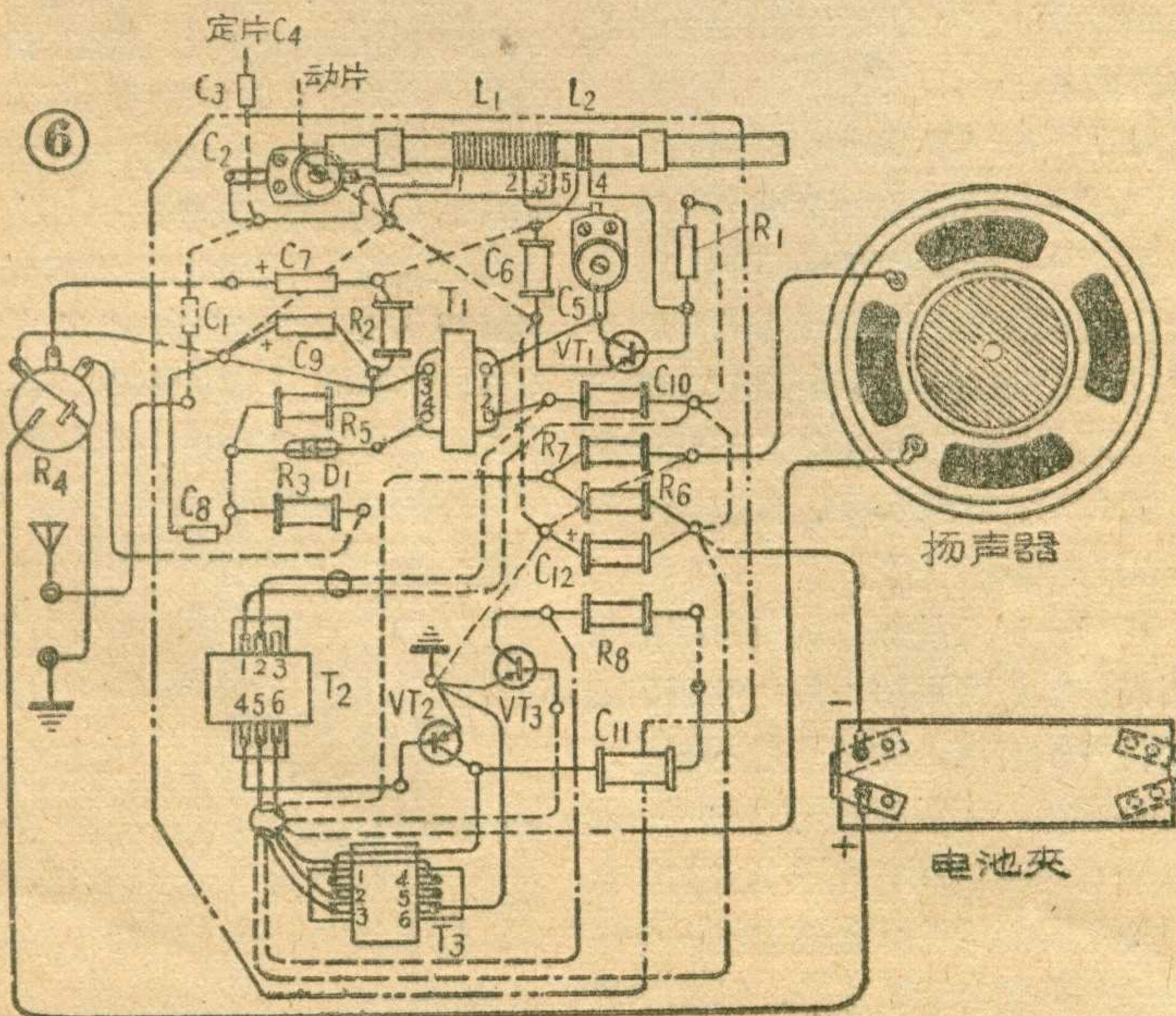
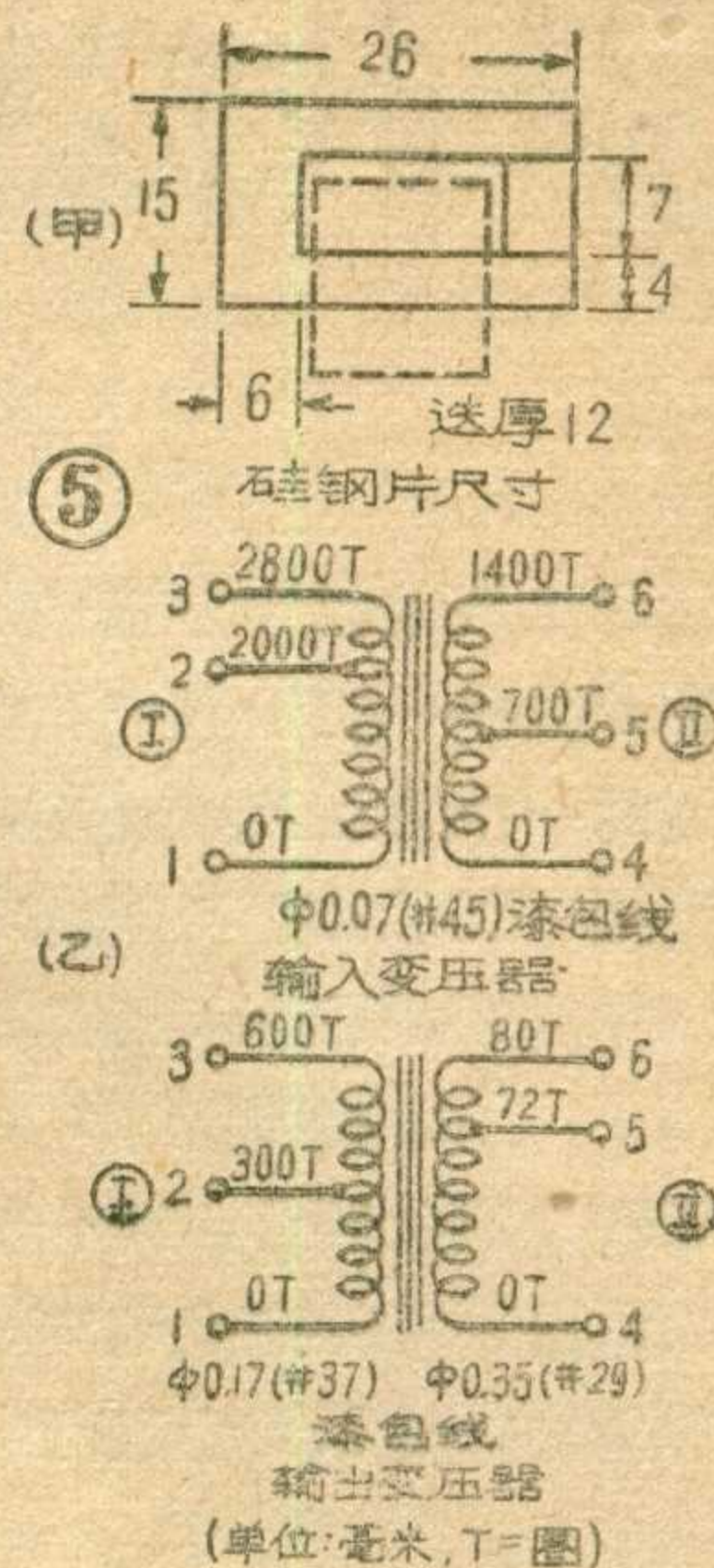
输入和输出变压器 本机采用的音频输入和输出变压器,其铁心规格及绕线数据见图 5。铁心为 0.35 毫米厚的 U 形硅钢片叠厚 12 毫米,对插成口字形,线圈绕在它的一个长边上。自制时可用 E 形铁氧磁心。图中输出变压器的次级圈数为配合 8 欧扬声器使用的。如用 3.5 欧扬声器,可绕 55 圈;3.2 欧扬声器绕 50 圈。

安装和调整

安装工艺好坏,也会影响收音机的性能。本机的安装结构见封四附图。图中结构外形是按在城市家庭或供携带使用而设计的。机箱用木质三合板制成,外包人造革,并镶有金属网和装饰条,以增加美观和强度。对于农村使用的可以适当修改,以降低成本并符合那里的使用特点。机内元件全部装在一块 90×130 毫米的层压安装板上。调谐电容器 (C_4) 和音量控制电位器 (R_4) 为普通收音机用大型元件,利用 L 形铁支架固定在安装板的背面。电池使用大号手电筒干电池四节,以专制的夹子固定在箱内扬声器下面。机箱侧面有天线和地线插口,是为了在远离电台的地方或在屏蔽很强的钢筋结构建筑物内收音而用。各零件的位置和接线见图 6。如须改变安装位置,应当着重考虑以下几点:①磁性天线与高频变压器及音频变压器之间要有适当的距离。特别是高频变压器,它的位置安排得适当,可使再生控制均衡稳定,改善全波段高、低端灵敏度的不均匀性。②磁性天线与扬声器的磁心之间的距离也要远些,以减小对灵敏度的不良影响。同时它们之间的位置还应固定。如果是活动的,频率复盖可能随时变化。

本机的调试步骤如下:

1. 检查线路焊接是否牢固,连接是否正确。
2. 低频部分,末级比较稳定,只要两只 $\Pi 6B$ 管的集电极电流或 β 值相差不多,一般不需要调整,最多只是更换 R_6 。



R_6 阻值可从 6.8 千欧、7.5 千欧和 8.2 千欧中选择,使起始电流不过大也不过小,一般在 4~8 毫安左右。如果没有电表测量,直接焊用 7.5 千欧,就能满意工作。

3. 检波器和自动增益控制部分也无须调整。电容器 C_6 可在 4700~20000 微微法之间选用。电容量大一些,低频(400 赫)的失真要略小些,但整机灵敏度也略低些。故以采用 4700 或 6800 微微法左右为佳。自动增益控制用的电解电容器 C_9 ,电容量在 2~10 微微法之间都可用。不过电容太大,会使时间常数增加而来不及起控制作用;电容太小,又会引起失真。

4. 高频及来复低放级的调整,主要是调整半可变电容器 C_4 (调整时使用胶质螺丝刀)。按照一般设计, $\Pi 401$ 的集电极电流都是调整在 0.5~1 毫安左右,实验证明,在本电路中把它加大一些,收音机的灵敏度可以显著提高而不致影响选择性。这里它是选在 2~3 毫安之间。调整中如出现高频振荡,可以减小一些再生量,或把 R_1 阻值加大一些。高频变压器初级两个线头接反,也会产生振荡,这时可把两个线头对调换试一下。这一级使用 $\Pi 401$ 时, R_1 阻值一般可从 150~270 千欧中选择。如用 ZK306,则在 200~390 千欧中选用。本机的再生控制是半固定的,经过一次调整,以后可以不动。再生最好不要调到起振的边缘,这样可使整机在整个频率范围内稳定而无啸叫。

5. 频率复盖的调整:频率复盖要求在 535~1605 千赫之内,不宜太宽。电路中 C_2 、 C_3 为调整频率复盖电容器。一般在波

(下转第 18 页)

印刷电路的制作

余 洪 緒

印刷电路的制作方法很多，但是大都需要具备一定的设备和条件。这里叙述的一个方法比较简单，是我们用以装制一架晶体管四管机的经验，现在介绍出来，供爱好者们实验参考。

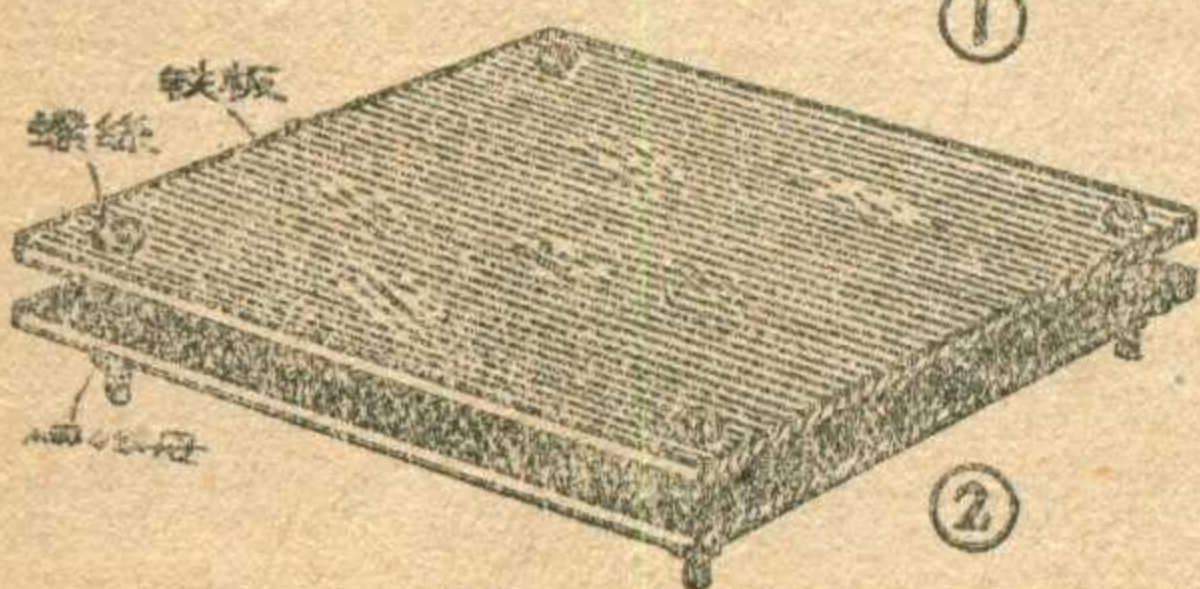
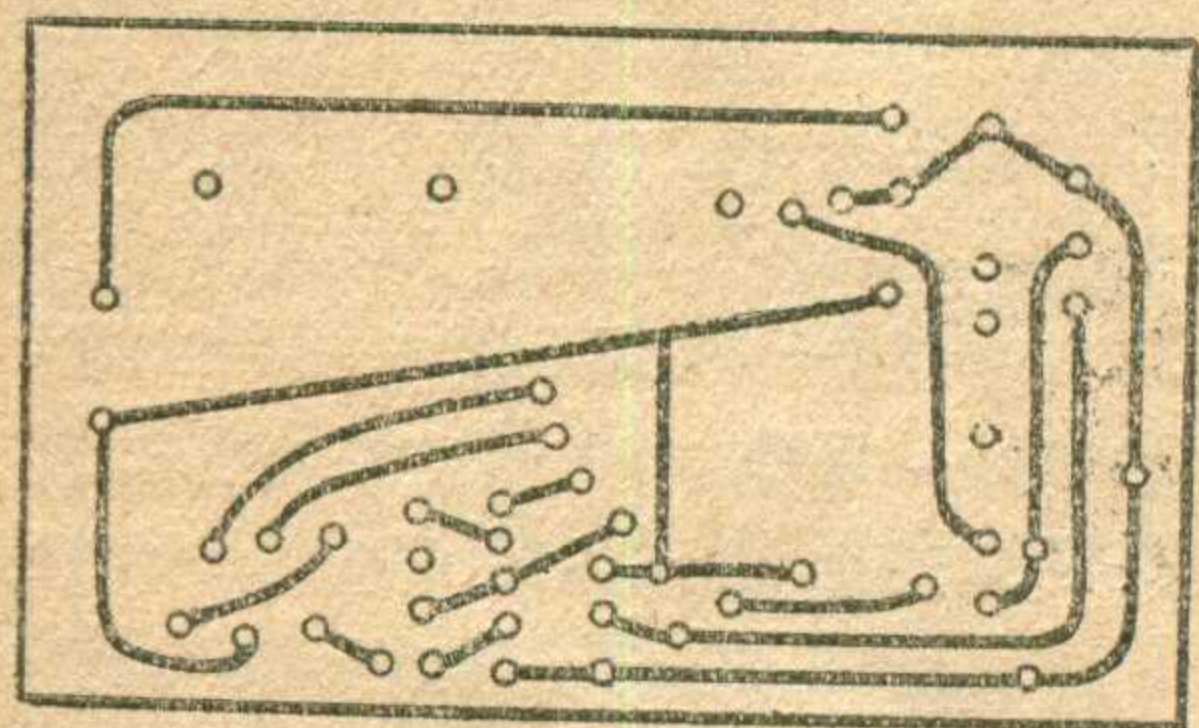
布线设计

印刷电路的制作，第一步是在收音机的电路和零件完全确定好以后，根据所用零件体积大小进行电路布线设计。

首先，用一张与底板实际需要尺寸大小相同的绘图纸，在背面将线圈、变压器、电阻、电容等各个元件的位置，按照体积大小，先后分别在纸上安排好。安排时要考虑各元件之间的相互关系，例如各线圈及变压器等的位置要注意避免产生不必要的耦合。并注意像调谐电容器及音量控制电位器等和机箱外壳有关系的部件，使它们的位置安排得适当。把所有零件位置全部确定以后，将各零件焊接点标出，并用针在纸上扎穿小孔。然后将绘图纸翻转过来，在正面绘出全部接线（如图1）。绘制接线时要注意避免两线交叉，两平行线间距离应在1.5毫米以上。

铜箔腐蚀法

印刷电路的底板应当采用具有良



好电气绝缘性能的材料，一般是用纸质或布质层压胶板。板的表面要求平整没有伤痕。作为接线的铜箔厚度约为0.3~0.6毫米。

电路布线图设计完成以后，下一步是进行铜箔和底板的粘合。在粘合之前，先准备500瓦电炉一只，丙酮一瓶，BΦ4万能胶水（聚乙烯醇胶）一瓶，脱脂棉少许。另外须备长宽尺寸大于电路底板的平整钢板两块，厚度不薄于6毫米。在它的四角上各钻一孔，穿上带母螺钉，作为夹子使用（图2）。

铜箔和绝缘胶板的粘合按以下步骤进行：先将绝缘胶板的一面用0号砂纸打毛，使胶板具有一定的粗糙度，用脱脂棉将打毛后的碎屑擦去。然后用毛笔在它上面薄薄地涂上第一层BΦ4胶。要特别注意胶水的均匀度，防止在一处堆积。涂上胶水以后的绝缘板应在空气中晾置数分钟，在电炉上低温烘烤，再在空气中冷却，使它干燥。其次用同样方法再上第二层胶，并在空气中干燥约10分钟。然后将铜箔贴上粘合，置于铁板夹子中间夹紧。铜箔必须事先将表面擦净，在粘合之前再用丙酮擦洗一遍，并于空气中晾干。铜箔与绝缘板置于夹子中间夹好后，要在电炉上（也可在火力均匀的煤火炉上）大致用以下温度连续烘烤：

50°~60°C烘50~60分钟；

80°~90°C烘50~60分钟；

110°~120°C烘30~40分钟。

对于温度掌握不一定要十分准确，可以变动夹子与电炉之间距离远近来控制，但烘烤时间长一些较好。烘烤完毕、冷却后，退除夹子，铜箔就牢固地附着在绝缘板上了。

再后一步是按照已经设计好的布线图，在粘好的铜箔上用白色石印油墨进行绘制接线。绘制可用鸭嘴笔，要耐心仔细，划线宽度要均匀，一般为1.5~2毫米之间，不要太细或太宽。每个零件的接点处要绘成一个圆点，外径不要小于3毫米，以便穿孔

焊接。线的转弯处要绘制成曲线，不要出现棱角。这样可以增强印刷电路的附着力。

绘制完成以后，在板面上洒上一层红粉（又名麒麟血，在颜料店出售），并将浮面多余的红粉倒去。这样在油墨上粘有一层红粉，腐蚀时对线路起保护作用。以上工作完成后，对损坏或不整齐的线路，可用小刀或毛笔蘸油墨进行修补和修整。修整完毕，将胶板放入氯化铁水溶液内腐蚀，溶液温度要保持在30°~40°C之间并不断摇动，以加速腐蚀。腐蚀液的配制约为2:1，即按重量以二份水溶解一份氯化铁（化工原料店出售）。腐蚀时间约一小时，取出后，用汽油擦去油墨和红粉，绝缘板上就留有整齐清楚的印刷电路了。

安装焊接

电路制作完成后，先将大型元件按照布线图设计位置钻孔固定好，然后将其他零件一一穿孔焊接上去。焊接时速度要快，烙铁热量稍大一点较好。焊接点要光滑并成小圆点，使线路整齐美观。为了防止铜层氧化，焊接完毕后可以薄薄地涂上一层清漆或松香酒精溶液。这样印刷电路制作，即告完成。

（上接第17页）

段的低端复盖变化不大，高端如达不到复盖要求，可调节C₂来调整。

6. 提高灵敏度的措施：①可以加大再生电容C₃，但要照顾机器的稳定性，在整个频率范围内应无啸叫。②适当减小R₁阻值，但R₁过小会使选择性变坏，并使收音机工作不稳定。③适当增加高频变压器升压比，但不宜过大，否则又会引起不稳定。经过试验，这里所取的1:1.5比例是最适宜的。④在不影响选择性和稳定的条件下，可以加多天线次级线圈L₂的圈数，但不要多于6圈。过多则会影响天线回路的Q值而使选择性下降。

7. 提高选择性的措施：①加大再生电容。②在不影响灵敏度的条件下，减少高频变压器的升压比。③减小天线次级线圈，但不要少于3圈，否则会显著降低整机灵敏度。

电解电容器的构造和使用

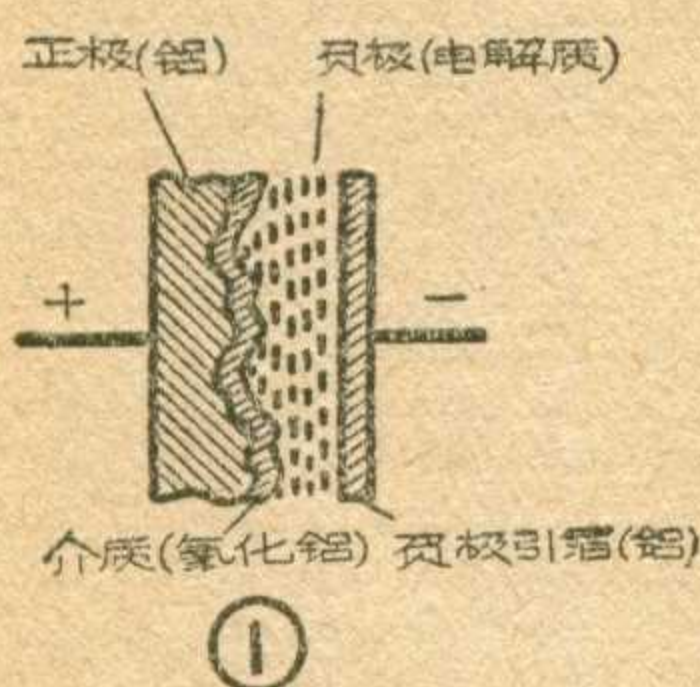
康文安 許呂奉

电解电容器的特点是电容量大，和其他种类的电容器比较起来，在相同的容量时，它的体积却要小得多，但是耐压不太高，最高可达500伏左右，漏电流比较大。因此适用在需要电容量大、耐压要求不太高的电路中。现将这种电容器的构造特点以及一般使用常识介绍如下。

电解电容器的构造

任何一种电容器都是由两个导体中间加入一层介质所组成的。电解电容器也不例外，其差别在于一般电容器两个极片都由同种材料组成，而电解电容器两个电极所用的材料却不一样。正极是由铝箔做成，负极是一种半糊状的电解质，而介质是由正极片上生成的一层氧化铝膜来担任的(图1)，因此这种电容器又称作铝电解电容器。

从图中可以看出，正极片的内侧并不是平整的，它是通过化学方法腐



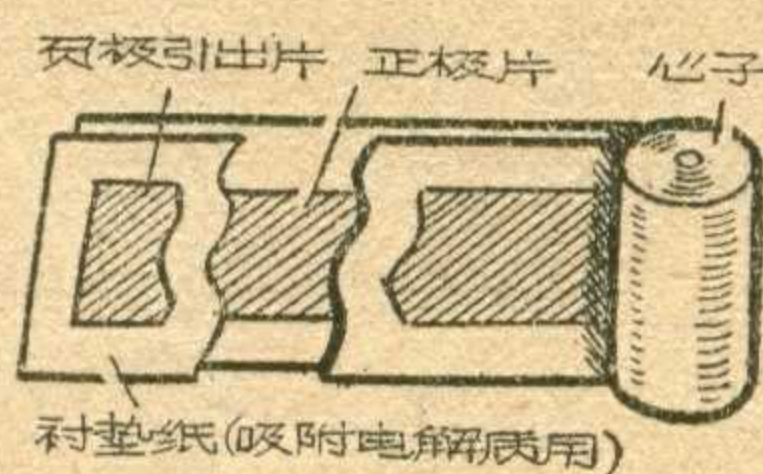
蚀成凹凸不平的形状，从而增加了极片的有效面积(约为原来的4~6倍)，再加以

作为介质的氧化铝膜层很薄，厚度仅为0.1~1.5微米左右，因此它的电容量可以做得比其他类型的电容器大得多，一般可以从几微法到几千微法。

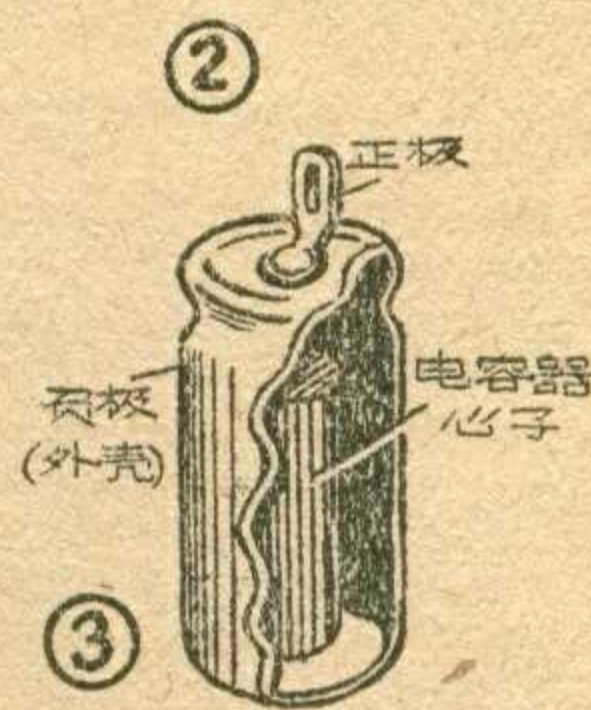
正极片上所附着的一层氧化铝是利用电化学的方法制成的。把正极片放在硼酸、硼酸钠的溶液内，正极片接直流电源正极，溶液接负极，由于硼酸的电离作用，氧原子不断跑向正极片(铝箔)，就生成了介质氧化铝。由于氧化铝膜的厚度受到一定的限制，因而工作电压不能很高，漏电流比较大。

电解质是由硼酸、氨水、乙二醇等制成的糊状物质，用这种半液状的电解质作为负极可以使它和凹凸不平的正极保持充分的接触面，保证有效面积的充分利用。电解质的另一个重要作用是：当电容器不工作时，介质氧化铝膜会逐渐变薄，漏电流增大，此时如逐渐加电压，电解质能放出氧原子，起修补氧化铝膜层的作用，使电容器不易击穿和损坏。由于电解液的导电性能不是太好，电阻较大，因此这种电容器的损耗较大。

电解质是半液体的，易于流动，为了便于卷绕，通常是把糊状的电解液吸附在吸水性良好、拉力强的衬垫用纸上，另外为了使负极便于引出，



还需要加一层作负极引出用的铝箔，一起卷绕起来(如图2)，成为电容器的心子，装入铝质或纸质的外壳内，将正负极分别



引出，如图3。为使电解质不易干涸，需要加以密封。

电解电容器的介质氧化膜具有单向导电性能，是有极性的电容器。使用时正极只能接正，负极只能接负，极性接反了，就会造成通路，将氧化膜击穿。

使用常识

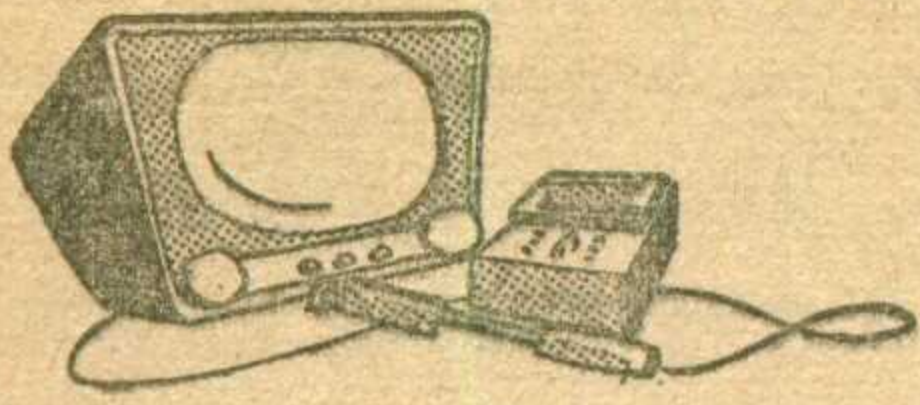
目前国内市场上最常见的电解电容器有铝壳的、纸壳的和小型的等几种。纸壳的上面都标有“+”、“-”标记，并在负极端印有一条红线或黑线；铝壳的与外壳接通的一端是负极，

如果负极没有引出线外壳就是负极，另一不接通外壳的引出端是正极。负极没有引线的铝壳电解电容器在装配时可用夹圈固定在底板上作为负极接地。

电解电容器上一般均标有电容量及工作电压的大小，选用时应考虑它的直流工作电压和电容量是否符合整机电路要求。购买时，如果要简单测试电容器的好坏，可用万用表电阻一档测量，把二根测试棒正负分别接电容器的正负极，这时电表指针向右摆动，表示电容器充电，不久指针又逐渐退回原处；测试棒正负交换反接时，电容器放电并反向充电，此时指针又向右摆动，这次摆动幅度比前次还要大一些，不久又退回原处，这就表示电容器是好的。充电后如指针不能退回，就表示电容器漏电或击穿了。另外还应该注意电容器的制造日期，一般的电解电容器储存期不超过一年，如储存期过长，氧化膜被电解质溶解了一部分，当接上电源后可能造成电容器击穿或漏电很大的现象，所以制造日期过长者，使用时最好先把电容器接在低电压下工作几个小时，经过老练，使氧化膜逐渐修复，然后再接到电路中使用，这样才能保证万无一失。

由于电解电容器是有极性的，所以接在电路中时要特别注意其正负极不能接错，否则造成击穿会使整机或其他元件损坏。直流电解电容器不能使用在交流电路中，因为交流电的正负极性不断改变。另外，电解电容器只要其正负极直流电位差保持在电容器工作电压以下，在高压处也可以使用。例如一个300伏直流工作电压的电解电容器，负极接500伏直流电压，正极接800伏直流电压，这时正极仍然保持在正电位，加在电容器正负两极上的工作电压为 $800-500=300$ 伏，也没有超过容许值，在这种情况下还是可以使用的。但应注意外壳与底板的绝缘问题，否则将会造成触电事故。

电解电容器的容量误差比较大，例如有些产品工作电压 ≤ 50 伏时为 $-10\% \sim +100\%$ ；工作电压 > 50 伏时为 $-10\% \sim +50\%$ 。



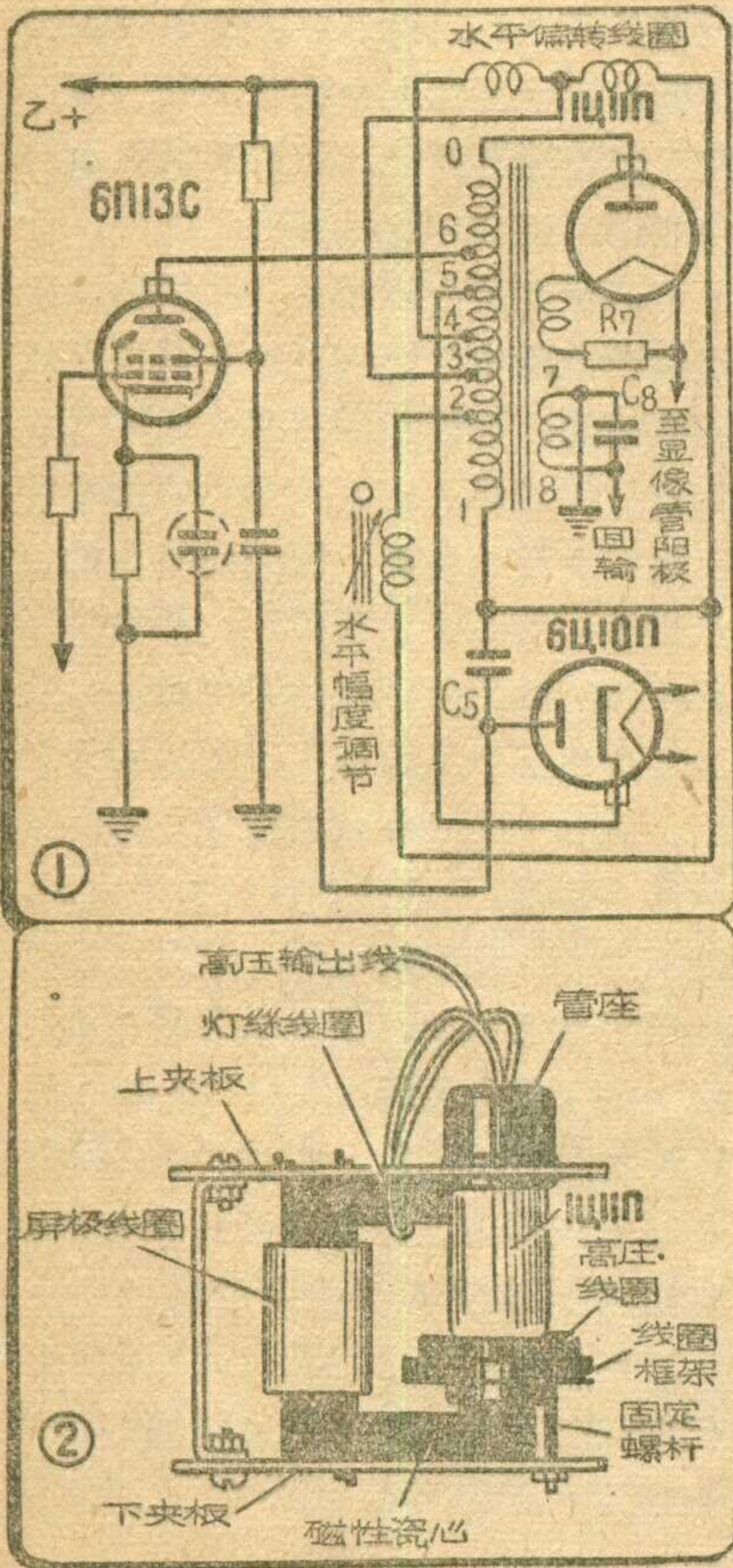
电视接收机行扫描输出变压器的检修

馮 报 本

电视接收机的行扫描输出变压器，是行扫描系统中将末级管输出的行扫描电流加到水平偏转线圈去的匹配装置，同时还兼负着供给显像管阳极所需高压电源的任务，这是利用水平扫描的逆程正脉冲在变压器中升压得到的。此外，高压整流管的灯丝电压和行扫描系统的回输电压，也是各用一个单独的线圈在这个输出变压器上取得的。

国产“北京牌”和在国内使用较多的苏联“红宝石”“纪录牌”等电视接收机的行扫描输出变压器都是采用同一的标准件的，使用的线路见图1，升压部分是一个自耦变压器，适合于显像管35ЛК2Б、43ЛК3Б、53ЛК2Б等之用。

这种输出变压器的铁心，是用两块Π形磁性瓷对拼而成的。因为线圈

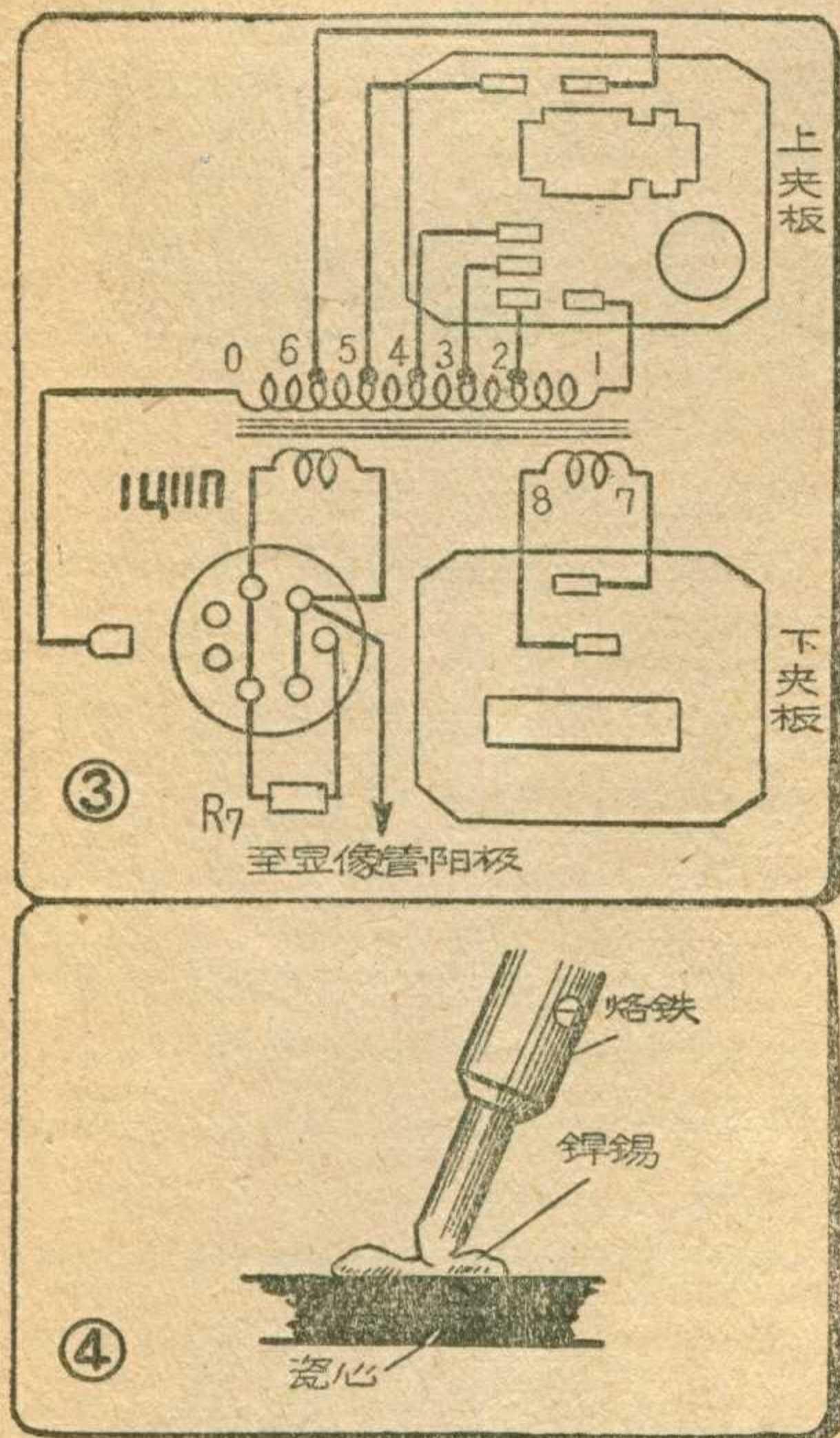


上的电压很高，要求要有很好的绝缘。它的外形见图2，线圈绕作两个线包，分列在铁心的两臂，升压线圈（线头0—6段）是绕成蜂房式的，用绝缘塑料灌封，装在胶木框架上，框架一端伸出装有高压整流管1Ц11П的管帽（屏极）夹子并和线圈的0端连接，1Ц11П就从上夹板的圆孔倒插下来。屏极线圈（线头1~6段）是多层密绕的，和普通变压器的线包一样，绕成方筒形状。高压整流管的灯丝线圈是在铁心的上部用一根高压线绕作一圈，并作为引线直接焊在管座上。回输线圈则是绕在方筒线圈的最里层。具体引线见图3。

行扫描输出变压器上面的电压很高，因此它本身和它的负载很容易发生击穿或短路的故障，这时就没有高压输出或者高压很低，使得显像管上没有光栅（没有光栅的原因，还可能由于显像管系统发生毛病或者1Ц11П灯丝回路上所串联的限流电阻R7断路）。如果没有高压，但是旋动行频旋钮的时候，仍然能够听到行扫描输出变压器上行频“嘶嘶”的叫声，这说明行扫描系统中，输出管以上的工作都是正常的，故障是出在变压器或它的负载上面（测试高压的简单方法，见本刊1959年第2期“电视机安装使用维护讲话—V”一文）；此外有时虽有图像，但光屏的左方出现不整齐的垂直黑带时，可能是升压线圈内部有轻微短路跳火的象征；光屏上有许多黑点出现，则可能是线圈与铁心之间绝缘不良发生跳火的现象；在这些情况下，就需要对行扫描输出变压器或以下的各部分进行检修。

为了简捷地检查出是哪一部分的故障，可将行扫描输出管6П13C的帽夹（屏极接线）拔开，将万用表0~200或300毫安之间的一档串入，负端接管顶，正端接帽夹，开启电源观察它的屏流。可能有两种障碍：第

一种，如果读数指在屏流的额定值（约60毫安，这时行频旋钮的位置应当是处在正常同步的位置上）而没有高压，那就可能是升压线圈（6—0）断路，或1Ц11П烧毁、失效、灯丝电阻断路等毛病；第二种，如果屏流的指示很大，这就是有些部分发生短路的现象。屏流的增大是随短路的程度而增加的，可达到100多毫安，有时还要使输出管6П13C或阻尼管6Ц10П的屏极发红，因而作这种试验的时间应尽可能短（如果屏流小于额定值，则可能是输出管或阻尼管衰老，这时高压就减弱，水平图像缩小）。对于上述第一种故障现象，可以用万用电表的电阻档测量可疑的所在是否断路，用新的高压整流管换入试验旧管是否失效等办法来检查。对于第二种故障现象，也须再作详细的测试来断定故障所在。由于各个线圈的电阻值都很小，并且有的在未加有电压的时候，短路或漏电的现象并不明显，用万用电表难以准确地测得的直流电阻来决定。最好还是用上述观察输出管屏流的方法，将变压器的各个负载逐个焊脱，看看每次的屏流变化。最先可以拔去水平偏转线圈的插子，重启电源后如果屏流恢复正常，同时光屏上出现一个光点，这就说明是这一组线圈短路了（光屏上的亮点不能让它停留的时间过长，否则要损坏显像管），如果屏流还是很大，那就要试将升压线圈、水平幅度线圈，以及和回输线圈并联的电容器C8等先后焊脱来检查。当某一个部件焊去之后，屏流下降或恢复正常，短路的故障便是出在这个部件上面。当这些负载都焊脱后屏流仍旧很大，则是变压器的屏极线圈内部短路。但是这个线圈的5~6端短路时，屏流是正常的，只是没有高压，1Ц11П的灯丝也不亮。作这些试验时，必须注意安全，因为在正常工作状态下，6П13C的屏极上直流电压



很高，并且有 6000~7000 伏的脉冲电压，因此每一次都应该关闭电源后再进行焊线，以策安全。除了开始的水平偏转线圈的试验以外，下面几步的试验最好是将高压整流管从变压器的框架上拔离帽夹，让它留在管座上，吊在一个能窥见它的灯丝的位置，并将引到显像管阳极的高压线拔离放好，试验中如果窥见灯丝暗红，便是输出变压器恢复了工作。

这里只谈行扫描输出变压器的修理工艺。经过试验确定了它的线圈内部断线或短路，就要卸开修理。从机架上整个取下之后，烙开夹板上焊片的线圈引线，才能将上下两块夹板卸开。行扫描输出变压器的两个线圈都是有成品可购的，换用现成的比较方便。变压器的磁性瓷心接合处是用高强度粘料粘合的，瓷心又很脆弱，硬撬开来只会使瓷心断折，应将它加热才能使粘料软化拉开。加热的方法可用电烙铁在瓷心的表面各处轮番熨烫。为了使接触面积加大来更快地传导更多的热量，可以在烙铁头上蘸一些焊锡，堆在瓷心的表面，随烙铁走动（图 4），到整个瓷心的温度到了 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}\text{C}$ ，就要将烙铁移去，将两块瓷心左右移动几下，便可以脱开。要

注意加温温度不能过高，否则会损坏完好的线圈或升压线圈的胶木框子。

线圈的损坏多见于蜂房式的一个，一般很少有两个同时损坏的。换装屏极线圈是比较容易的。当瓷心脱开后便可拉出屏极线圈。蜂房线圈是用塑料固定在胶木框架上的，取离瓷心后，还要放在烙铁上面烘热才能将线圈取出（烘烤时胶木框子不要触及烙铁，以免烤坏），并趁热将框架里附着的粘料刮净，冷却后便可再涂上一层万能胶将新线圈同样换入。万能胶不能用得太多，以免将线圈上面灌封的塑料层化掉。

线圈按照原来的位置放好后，重装瓷心时接缝处要重用粘料粘合，接缝如果松动，将来使用时，瓷心就会随着行扫描频率震动，在光屏上出现水平的“火花亮带”。粘料涂的要尽量薄，否则使隙缝过大，会导致高压增高，图象的水平部分缩小。采用环氧树脂作粘料可以得到满意的强度，使用时应依它的说明书调配。粘好后随即将两块夹板装上夹牢，并用厚纸板将两个线圈和瓷心之间挤紧。此后就可将各个接线端焊到原来的焊片上，将整个变压器装回原来的位置。

变压器修好后，最好先作一次试

验，再将各个外接线圈焊上。可先将 5、6 两头接上，使 6П13С 和 6Л10П 工作，1Ц11П 还像上述一样吊放好，接通电源，听到变压器的高频叫声后，可以看见 1Ц11П 的灯丝亮成一点暗红，旋转行频旋钮，叫声和灯丝亮度也随着变化，这样大致上已没有什么问题了。最后将剩下的接线都焊好，原来的屏蔽、防护罩子都盖上，再试一下有没有高压，到显像管上出现光栅时，便可按照平常的调整方法将电视机调好使用了。

下面录出这种行扫描输出变压器各个线圈的绕制数据，供作修理的参考。蜂房线圈可用环氧树脂灌封；屏极线圈最好用原来的层间绝缘垫衬，遇有击穿的地方，可用一些薄云母片补上。

蜂房线圈（0~6段）用单丝耐久漆包线（ПЭЛШО）线径 0.1 毫米绕 775 圈（直流电阻 152 欧）。屏极线圈：先绕回输线圈（7~8段）用聚乙烯塑胶漆包线（ПЭВ-2）线径 0.23 毫米绕 60 圈（直流电阻 1.5 欧），在上面用同号线绕制 1-2-3-4-5-6 段， $30+105+135+270+270=810$ 圈（全部直流电阻 27.4 欧）。磁性瓷心截面积为 15×15 平方毫米。

封三计算图表说明

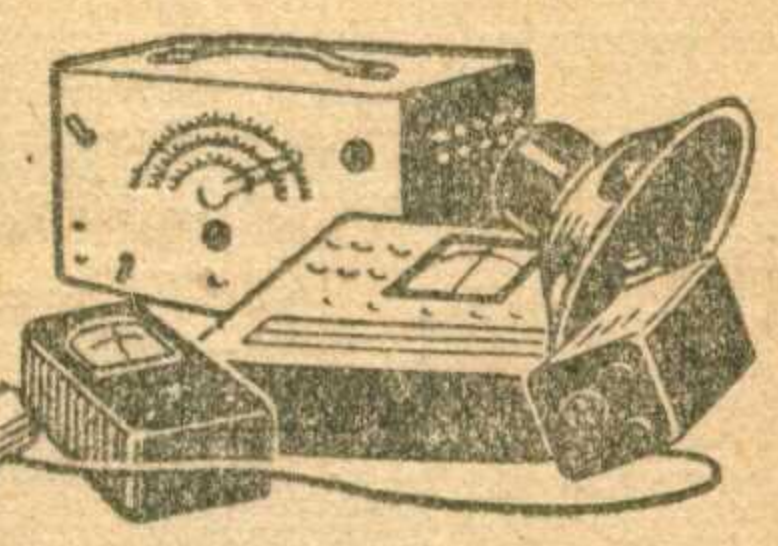
这个图表可用来计算振荡回路的一些重要特性参数，如并联回路的谐振电阻、回路的品质因数、选择性等。图 1 用于计算回路的谐振电阻，图中 r 代表回路的损耗。图 2 和图 3 用于计算回路的品质因数。图 2 是已知 L 、 C 、 r 三个数值时计算 Q 值用的；图 3 是已知 f （或 λ ）、 L 、 r 时计算 Q 值用的，同时并可计算特性阻抗 ρ 。在图 2、3 中与 Q 值标尺相对应的 δ 是振荡回路的对数衰减率，它代表回路在自由振荡时，振荡的振幅和经过一周期后振荡振幅的比值的自然对数，它和 Q 值的关系是 $\delta = \frac{\pi}{Q}$ 。第 4 图用于计算回路的选择性，已知回路的 Q 值及失谐的百分数，即可求得

失谐时信号电压与谐振时信号电压的比值。1 至 3 图中只要知道计算公式中的任意三个数值，就可以求出其余的另一个未知数值；同样，在图 4 中如已知任意两个数值，也可求得第三数。例如图 2 中的举例就是已知 δ 、 L 、 C 的数值来求得 r 。（李荣生译自苏联“无线电”1961 年第 2 期）

简单有效的室内天线

夏天住室的窗户外大都装有铁丝纱窗。在窗纱的角上焊上一根导线接到收音机天线柱上，便成为一根效率很高的室内天线。一米平方的窗纱可以抵上任何形式的室内天线，大家不妨试试。

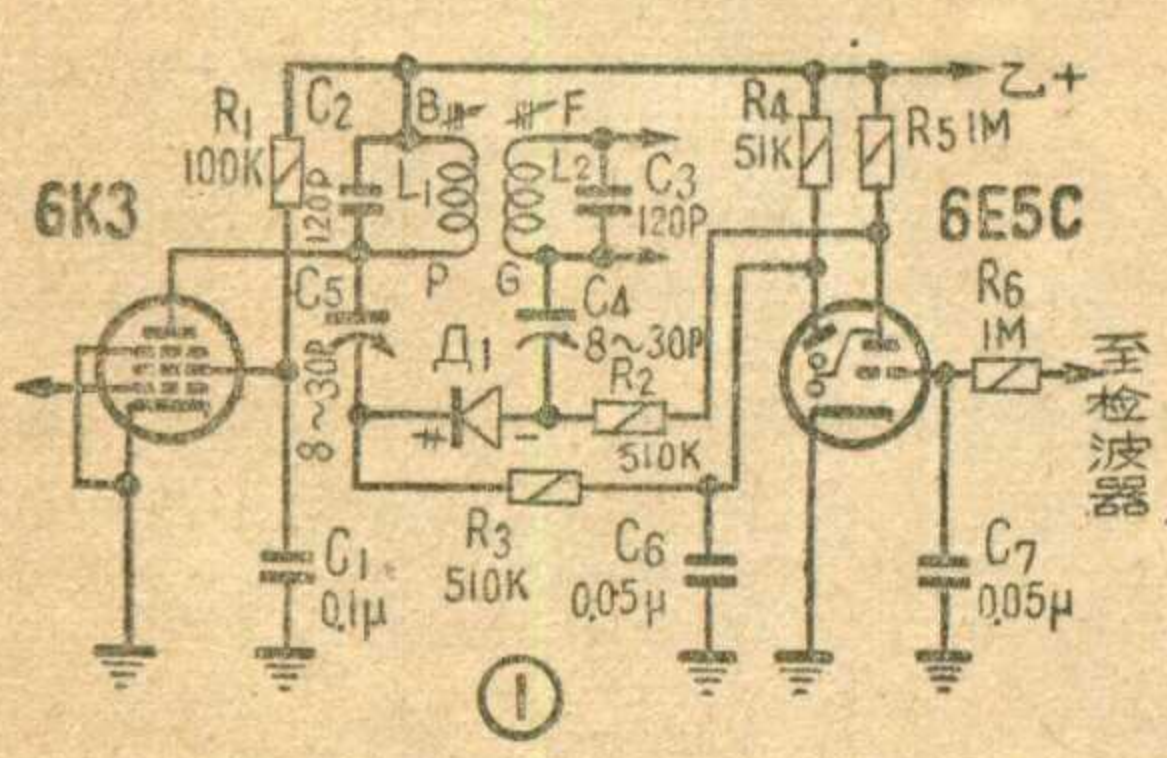
（张良田）



超外差式收音机的音质，除了和低频部分频率特性有关以外，还在很大程度上决定于中频放大器的通频带宽度。中频放大器的通频带越宽，高频就不致被衰减，扬声器放出来的声音就越加动听。相反地，如果通频带很窄，那么，即使收音机低频部分频率响应再好，也很难发出优美的声音。但是通频带宽了，选择性就相应地下降，收听远地电台时，会发生“串台”的现象，同时各种杂音干扰也会伴随而入。因此我们在收听近地电台的时候，总希望中频放大器的通频带宽一些，使音质可以好一些；而收听远地电台时，则希望通频带窄一些，以提高选择性，减少杂音。为了满足这一要求，在一些音质比较好的收音机里，把中频放大器的通频带作成可以调节的。采用手动调节的方法，比较麻烦，而利用半导体二极管却可以将通频带的调节作成自动的。

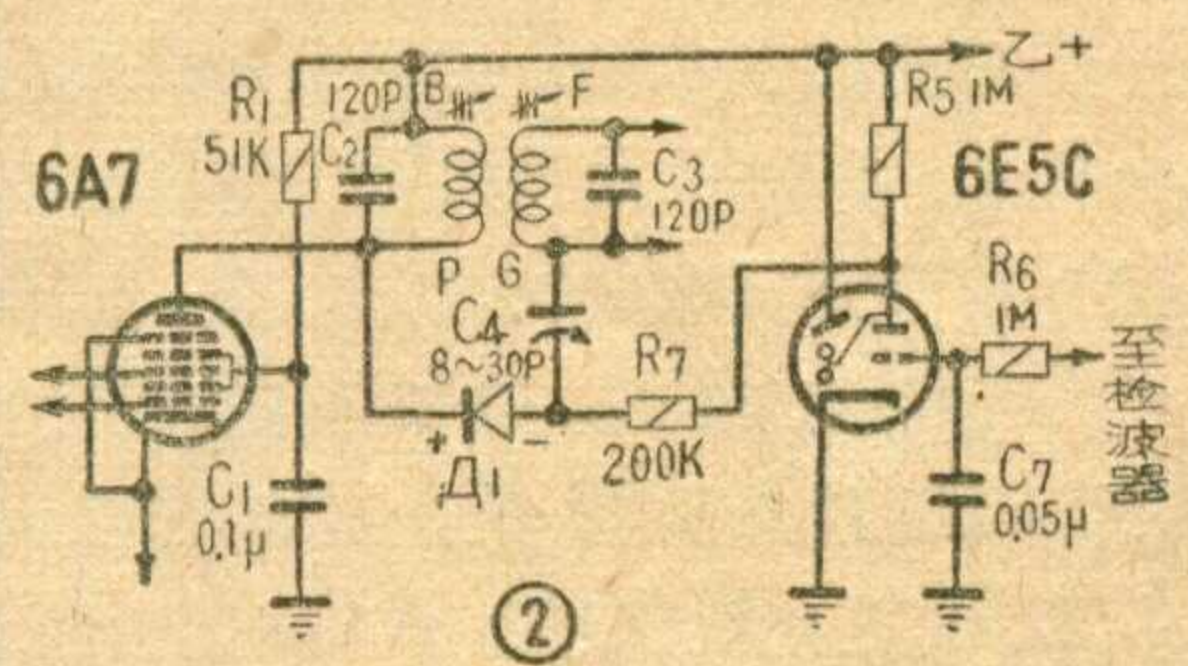
半导体二极管加上反向电压时，其自身电容将随着外加电压的大小而改变。当反向电压增加时，P-N结阻挡层变厚，使得电容量减小；当反向电压减小时，电容量将增加。如果利用加反向电压的半导体二极管作为中频变压器两回路间的耦合电容，而利用自动增益控制电压来改变加于二极管反向电压的大小，就可以使得中频变压器的通频带随着外来信号的大小而改变，达到通频带的自动调节。

图1就是一种利用半导体二极管作耦合电容的通频带自动调节电路。



二极管 Δ_1 (D7D, D7E, 或 DГ-Ц25) 通过电阻 R_2 、 R_3 接在收音机的调谐指示管 6E5C 的屏极和荧光屏之间，6E5C 屏极电位较荧光屏为负，给二极管加了一个反向电压。二极管通过隔直流微调电容器 C_4 和 C_5 接在中频变压器回路 L_1C_2 和 L_2C_3 之间作为耦合电容。当外来信号增大时，自动增益控制电压增加，6E5C 栅负压增大，屏流减小， R_5 上压降减小，屏极电位增高，使加在二极管两端的反向电压降低，于是耦合电容量增加，通频带自动展宽。当外来信号减小时，与上述过程相反，回路间的耦合电容量减小，使通频带自动变窄，从而实现了通频带的自动调节。调节 C_4 和 C_5 可以选择两回路间的最佳耦合。为了提高指示管 6E5C 的灵敏度和电路的作用效果，在指示管的荧光屏电路中接有去耦滤波器 R_4C_6 。当外来信号变化时， Δ_1 的电容量可在 5 微微法到 15 微微法的范围内变化。

上述的电路是在中放管后面的中频回路中实现通频带的自动调节的，如果在变频级后面的中频回路中进行通频带的调节，那么，电路可以简化



如图2。因为变频管的屏极的直流电压与指示管荧光屏的电压相差得很少，并且它几乎与变频管控制栅极的信号大小无关，因此二极管可以接在变频管的屏极和指示管 6E5C 的屏极之间，这时加于二极管的反向电压同样将随着 6E5C 栅极负压的大小而改变。在这里微调电容器 C_5 和去

耦滤波器 R_4C_6 就不需要了。

在装制时应该注意二极管极性不能接反，电阻 R_2 、 R_3 要装在中频变压器近旁，而不要装在指示管管座处。在收音机中加装这种设备时，应该将加装零件的中频变压器重新微调一下，调整时 R_6 的右端应该接地，使自动增益控制电压和通频带自动调节电路不起作用。(吕秉武、章熙国 编译)

“想想看”答案

1. 电路已达稳态，所以 L 中的电流 i 为 $\frac{E}{R_1}$ 。在 K 突然扳到位置 2 时， L 中的电流不能跃变，仍为 $i = \frac{E}{R_1}$ 。这个电流全部流过 R_2 ，所以这时在 R_2 上的电压为 $iR_2 = \frac{E}{R_1} \times 10R_1 = 10E$ 。根据电流的方向来看，这个电压在 R_2 下端为正，上端为负。

2. 交直流两用收音机中没有电源变压器，它的底盘和市电电源直接相连。所以按照图 2a 的接法使用时，只要注意把导线②与外电源的地线相连，就不会有底盘带电的危险。但如果按照图 2b 装置，则不论①②两根导线和外电源线怎样连接，都不能完全避免底盘带电。因为若导线①与火线相连，则收音机在不工作时底盘带电；但若导线②与火线相连，则收音机在工作时底盘带电。

3. 实际上，扬声器仍能正常地发出声音。因为输出管（例如 6P1）的负载阻抗（输出变压器初级的阻抗）对 400 赫而言约 $5K\Omega$ ，而 0.01 微法电容器这时的阻抗 $= \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi \times 400 \times 0.01 \times 10^{-6}} = 40K\Omega$ ，比 $5K\Omega$ 大得多，所以大部分音频电流都从输出变压器的初级线圈中流过，使次级中的扬声器发声。此电容器的作用是旁路高频分量，相对地增强低音。作为低放耦合电容器时，则由于电子管栅漏电阻一般都很大，例如为 $500K\Omega$ ，比 $40K\Omega$ 大得多，所以大部分音频电压都降落在 $500K\Omega$ 电阻上，从而加到电子管栅极。



预报地震

天文学家预言日蚀和月蚀的时间，准确度能达到千分之一秒。气象学家预报气候的变化，也已经愈来愈准确了。只有突然而来的地震，仍旧不能及时预测。不久以前，在地震特别频繁的日本，一些科学家提出了一种预报地震的新方法。根据他们的计算，若把自动地震记录仪装置在地下9千米深处，就能较早地预测到地震，以便及时采取防止危害的措施。自动地震仪用电缆和无线电发射机联结着。在地震前，地壳内部发生复杂的变化过程，液体岩浆和气体开始向地面寻找出路，它们强烈地压缩深部的地层。这时自动记录仪便能察觉到由此产生的震动，而无线电发射机就开始发出警报。

要实现日本科学家的设计方案，特别是要在地下9千米深处安放地震记录仪，还有不少困难。但是如果在海洋里进行钻孔，这项工作的比较容易解决，因为这里只要钻3~4千米深就够了。

(夏柏译自苏联“科学与生活”
1963年第3期)

用P-N结作电子管阴极

P-N结加有反向偏压后，在强电场的作用下，一部分电子就可得到足够的能量，从半导体表面逸出，因此可用来作电子管的阴极。据报道，已制成硅P-N结和碳化硅P-N结。硅P-N结的结构是在P型材料上附加一层N型材料。这层N型材料非常薄，使得电子在整个表面都可能发射电子。碳化硅P-N结则只能在表面有限的区域内发射电子。目前用P-N结作阴极只能得到30微安的电流，但将来还有可能提高。

(车译自苏联“外国无线电电子学”
1963年第2期)

眯泽在量度学中的应用

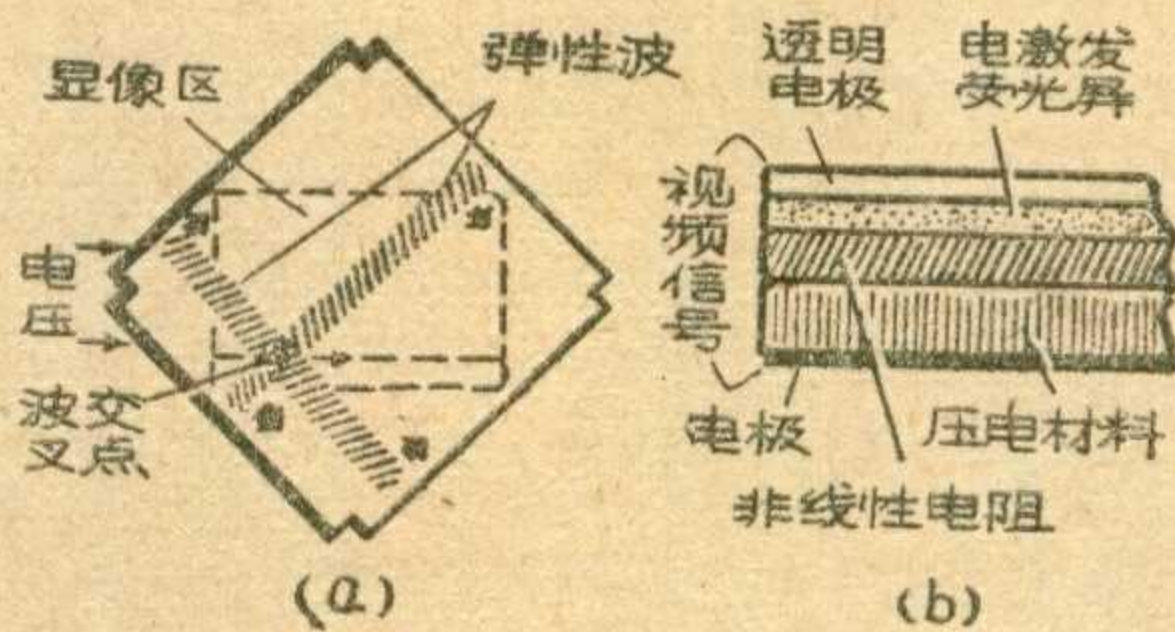
眯泽可以用来精确地测量长度和速度。测量的方法是把眯泽发射出来的光线投射在一面镜子上，并把约2%光强的光线反射回眯泽系统中，使眯泽的振荡强度

发生改变。随着镜子和眯泽系统间距离的改变，眯泽振荡强度发生周期性的起伏。距离每改变眯泽波长的一半（对氦来说是0.3164微米），则振荡强度的变化完成一周。这种变化用通常的光电检验器便能检出。如果在镜子移动的时候用电子计算机记录下振荡强度极大值和极小值出现的次数，便能极精确地测量出镜子移动的距离，其误差可小到1微米以下。据说用这种方法能作基准件刻度以及机具控制等用。

(岑广能译自英“新科学家”
323, 180, 1963)

新型电视屏幕

目前的电视机都是利用电子射击荧光屏，以显示图像，因而大大增加了电视机的体积，并限制了电视屏的扩展。最近美国研究成一种新的电视放映板，它是正方形的，共有5层（见图b）。最主要的一层是由压电材料所制成，在这层的两组相互垂直边的相应点上，依次加上纵电压脉冲和横电压脉冲，每个脉冲在板上以弹性波形式前进，如图a所示。由于非线性电阻层的阻挡，弹性波所经之处，不能发光。只有在两个弹性波交叉点，由于相互迭加而形成波腹，振幅超过荧光屏不发光的临界值，才能发光。如果所加脉冲电压与视频



信号同步，那么荧光屏上的亮点将描绘出图像。

目前这种试验性的放映板只有5吋见方，所用视频信号的频率为1.25兆赫，只相当于普通电视信号频率的三分之一。

(岑广能编译自英“新科学家”
324, 234, 1963)

晶体管代替电动机的换向器

晶体管具有开关特性，可用来代替电动机的换向器，这样就不需要整流子、电刷了。已经制成的这种电动机，功率可达1马力的。它的用途很广，宇宙火箭中可用，浸在水里也可用。一般的电动机有可能产生火星，故不能在石油等危险物近旁使用，

而这种电动机则无此限制。此外，这种电动机的噪声极小。

(诸成译自日“电子科学”1963年第2期)

火柴原料可用来作电子计算机元件

一般用作火柴头、火药原料的硝酸钙，最近被发现可用来作计算机及放大器的元件。据报道，硝酸钙结晶具有磁性体的性质，而且它具有低能量电容记忆特性，故在电子计算机、自动控制、通信设备方面的微型电子回路中可得到应用。此外，具有强诱电性的硝酸钙在沸点以上仍很稳定。现正在研究它在低温下是否也能稳定。

(诸成译自日“电子科学”
1963年第2期)

电视盔

不久前国外制成了一种供给工作人员用电视帮助操纵生产过程的“头盔”。在这种盔帽上装着轻巧的光学系统和微型显像管。电视摄像机则装在被观察的目标旁边，它的视角和盔帽上光学系统的视角相互配合，所以工作人员通过电视盔观察目标时，就好像他站在摄像机的位置上一样。而且，工作人员头部转动时，摄像机镜头也能自动地随着转动，这样就不必用手去调整摄像机位置，工作比较方便。

(夏柏译自苏联“科学与生活”
1963年第3期)



更正

1. 1963年第5期第10页图2变压器T第5个接头至C₃的连线应去掉。

2. 1963年第5期第20页“袖珍晶体管单管机的制作”一文图2甲中C₄的接线，以及图2丙中П401基极(b)及集电极(c)的接线应按图1电路改接。

问与答

问：为什么电子管收音机级间阻容交連的電容器一般用 0.005~0.02 微法而晶体管却用 5~30 微法？

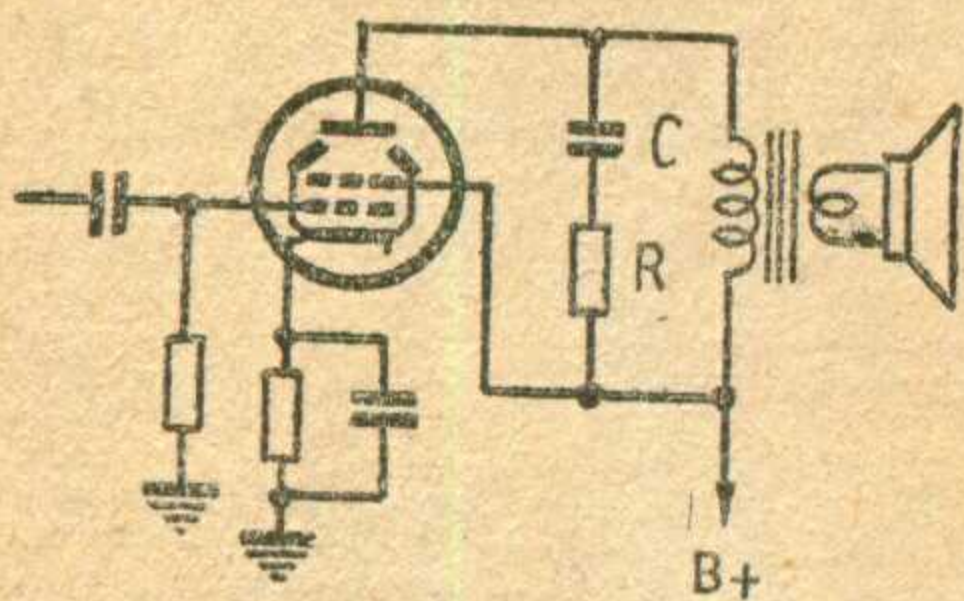
答：因为晶体管的輸入阻抗（一般只有数百欧至数千欧）比电子管的輸入阻抗（一般为数兆欧）小得多，因此要求交連電容的容量要大一些，否則交連过来的音頻信号将有较大的一部分降落在交連電容上，使放大能力降低。

问：市售 XCBO 型小型輸出变压器和 XJBO 型小型輸入变压器的圈数比是多少？

答：XCBO 型約为 (3.6+3.6):1 XJBO 型約为 2:(1+1) 故 XCBO 型在放棄初級中心头不用的情况下可作为 7.2:1 的单端輸出变压器，XJBO 在放棄次級一端不用的情况下可作 2:1 的单端輸入变压器。（以上丁启鴻答）

问：有的收音机在輸出变压器初級繞圈上并联有一个電容和电阻（如图中的 C 和 R），有什么作用？

答：因为功率放大級的負載（揚声器）并不是純电阻性的元件，它还含有电感分量，在音頻較高时，感抗随頻率而增高，使功率放大管在高频时負載阻抗較低音



頻或中音頻时为大，会出现显著的失真。为了减少这种失真，必須使放大器的負載阻抗尽可能稳定，不随頻率而变化。图中所并联的 C 和 R 支路就是起这种作用的。当頻率升高时，原来包含有电感的負載电路的阻抗虽然增大，但含有电容 C 的这个支路的阻抗将减小，二者可以起相互弥补的作用。适当地选择 C 和 R 的数值，可以使电子管的总負載阻抗接近不变。一般 R 約为电子管最佳負載阻抗的 1~2 倍，C 約为 0.05 微法。（郑寬君答）

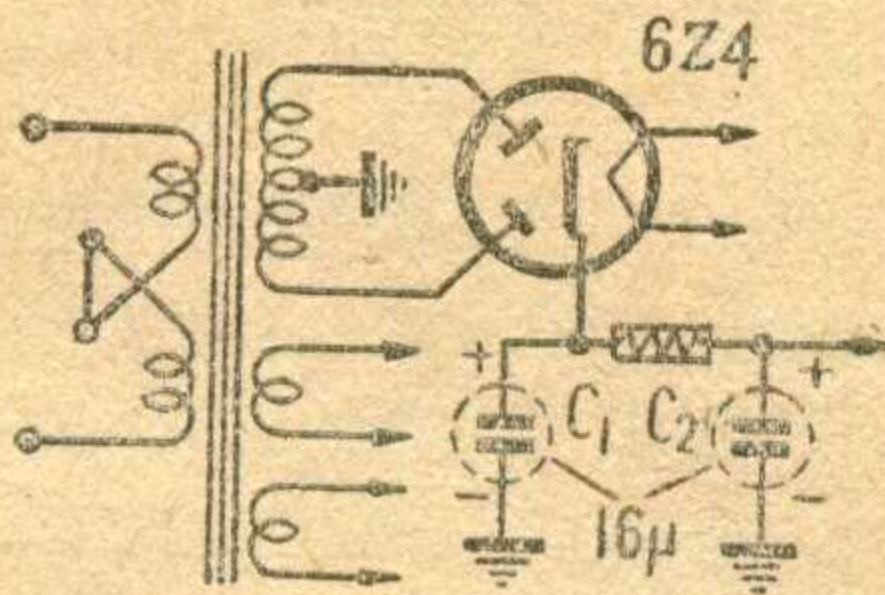
问：电视接收机在接收声音和图像时出現周期性的中断現象，这是哪一部分的故障？

答：这种故障通常可在高频头(ΠΠΠ)

內寻找。由于高频放大器或混頻器和本机振蕩器的两个电子管(6H3Π)的插脚与管座之間接触不良，或是电子管内电极松脫，就会造成信号周期性的中断或产生忽有忽无的突变現象。另外，高频放大器电子管的栅极电路内电容器有漏电时也会产生这种現象。（毛立平答）

问：有一台收音机，近来发音日見减小，声音不清，收听远地电台时，还发生汽船声，这种現象如何消除？

答：根据故障情况分析，可能是由于整流部分的輸出滤波电容器 C₂ 失效(見附图)。这个电容器除了要作第二級滤波工



作外，还要担任退交連工作。由于它的电容量减小或开路，就造成直流工作电压的降低，使各級放大器放大量减小，同时电路中的交流成分得不到充分的旁路，因而引起各极間交連，发生“扑扑”的汽船声。

（毛瑞年答）

问：一般收音机中多用 6N2 做檢波和前級电压放大，是否可以用 6N1 来代替？

答：6N2 是高 μ 双三极管，适宜作前級电压放大，可获得較高的增益，6N1 是中 μ 双三极管，作电压放大器时，增益約比 6N2 低一半，而将栅极、阴极接成二极管檢波时两者效果差不多。

6N1 的电路設計方法和 6N2 相似，屏极电阻宜用 50~100 千欧，管脚接法完全一样。如果 6N2 坏了，手头有 6N1 則可直接插上代用，电路元件可不改变，在超外差收音机中，整机增益很高，虽然 6N1 的增益較低，影响收听效果并不显著。

问：用 6U1 管作变频时，振蕩部分接成調屏式电路好，还是接成調栅式电路好？

答：調屏式頻率稳定性較好，在电源电压变化及信号栅的負压变化时对振蕩頻率的影响較少。它的振蕩幅度較大。調栅式产生振蕩較易，頻率在波段內变化时振幅較稳定，振蕩回路与电源电压隔离，装置上有时較方便。在振蕩能量向外輻射干扰的程度上比較，調屏式較調栅式严重。能正常工作的最高頻率两者差不多，約 50 兆赫。对收音机来說，两种接法都可以做到較好的效果，国内外收音机两种接法都普遍采用。（以上俞錫良答）



无綫电在航海方面的应用

.....杜兆珏 葛平(1)	什么是高傳真度放大.....沈銘宏(3)
閘流管.....唐立森(4)	RL 电路.....黎明(6)
想想看.....(7)	电视接收机的电路結構.....張家謀(8)
遙測油度和自动加矾控制器.....朱藹初(10)	晶体管放大系数測量仪.....潘建中編譯(11)
无变压器的推挽輸出級.....苏天佑(12)	晶体管 RC 电桥.....金易編譯(13)
直流正反饋式自动增益控制电路.....徐群济(14)	电子渡越時間.....周联陞(15)
优质晶体管三管机.....詹正权(16)	印刷电路的制作.....余洪緒(18)
电解电容器的构造和使用.....康文安 許呂奉(19)	电视接收机行扫描輸出变压器的檢修.....馮报本(20)
封三計算图表說明.....李荣生(21)	簡單有效的室內天綫.....張良田(21)
通頻带的自动調節.....呂秉武 章熙国編譯(22)	想想看答案.....(22)
国外点滴.....(23)	問与答.....(24)
封面說明:	

輪船上的測向天綫

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

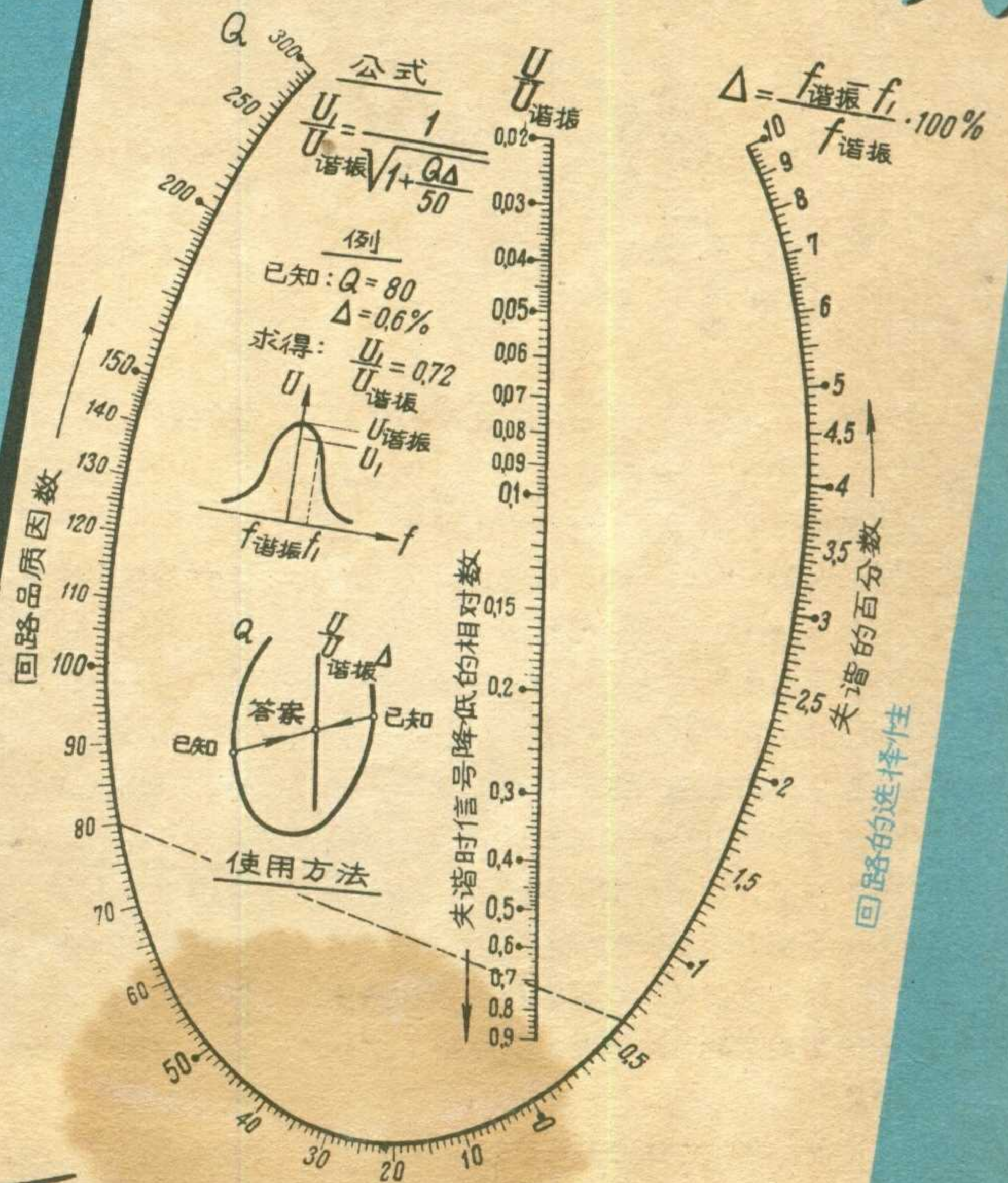
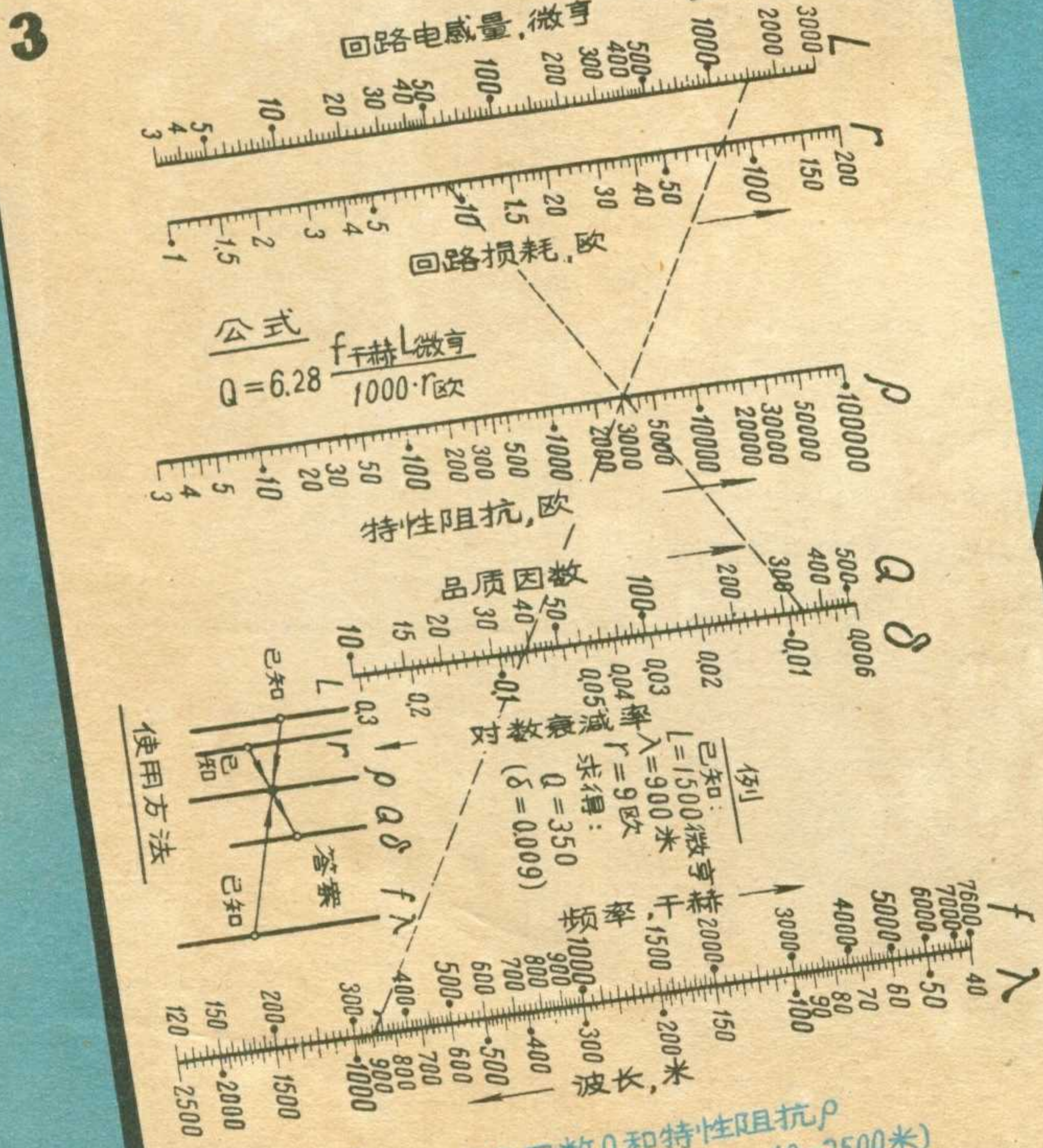
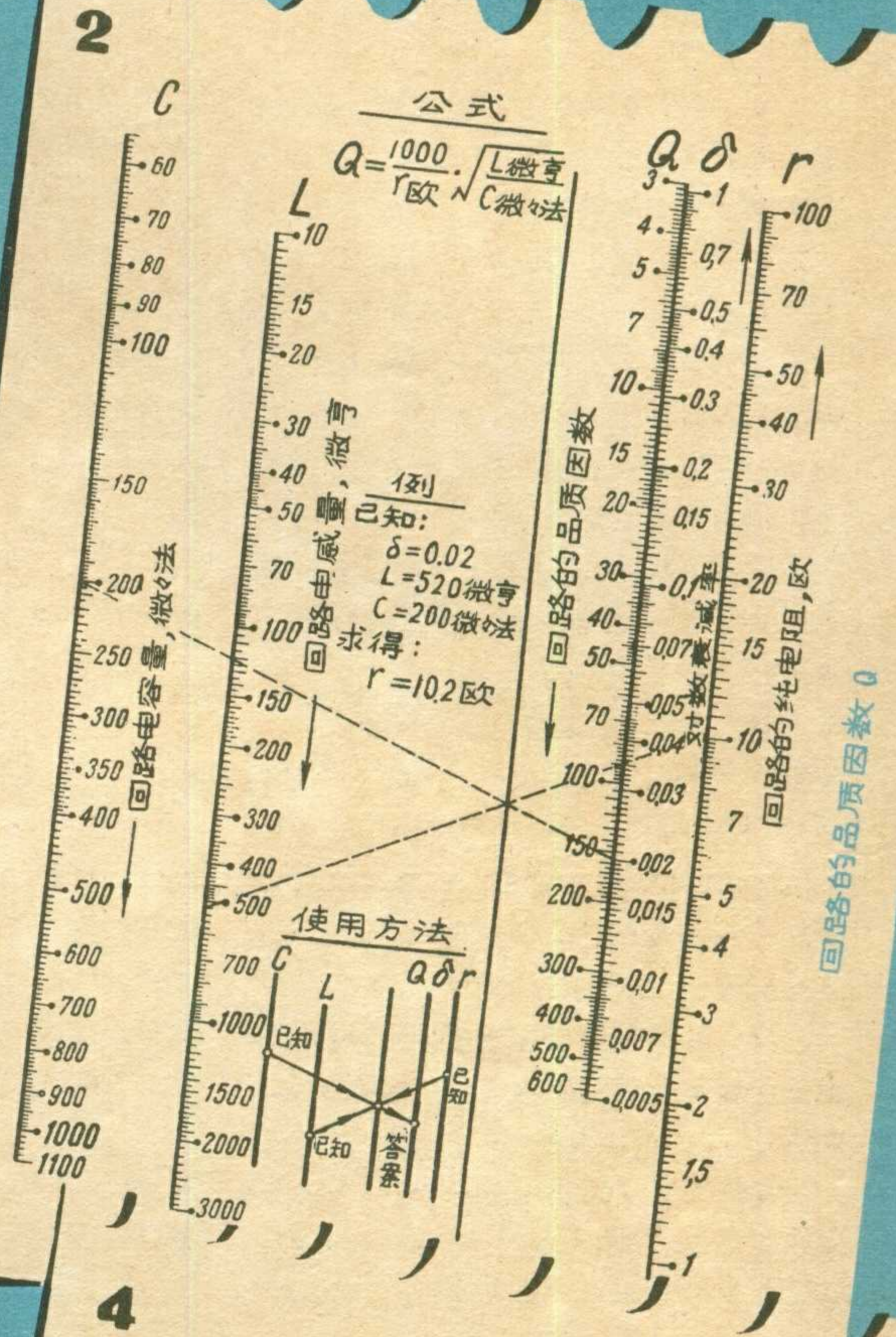
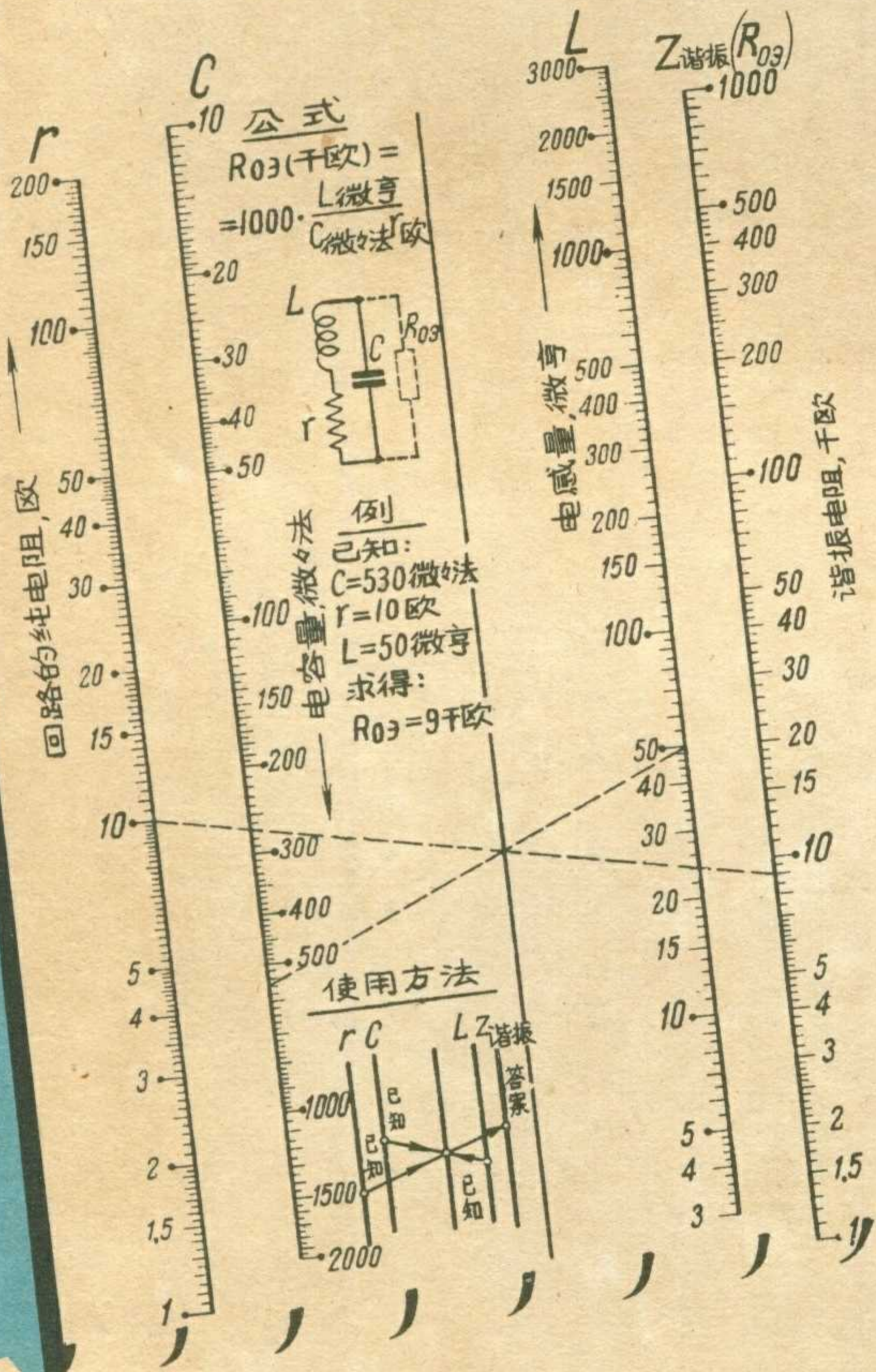
总发行：邮电部北京邮局

訂购处：全国各地邮电局所

本期出版日期：1963 年 8 月 10 日

本刊代号：2-75 每册定价 2 角

振荡回路参数计算图表



回路的品质因数 Q 和特性阻抗 P
 (频段 $f = 120 \text{ 千赫}$ - 7.6 兆赫 , $\lambda = 40 - 2500 \text{ 米}$)

优质晶体管三管机

