

无线电 6
WUXIANDIAN 1962



在无綫电小組里

各地无綫电俱乐部,在党和政府的亲切关怀下,为青少年学生准备了良好的无綫活动条件。参加无綫电小組的同学们,在这里不但吸收了科学知識,鍛炼了身体,更有意义的是培养了认真钻研科学技术的精神,准备着为祖国偉大的社会主义建設作出卓越的貢獻。

◀ 頑强地练习,当祖国需要的时候,我就是个坚强的通信战士!



↑ 无綫电遙控技术吸引了我們。別看我們今天只能控制远处的小船,但是明天我們將指揮火箭飞向宇宙空間。

↑ 再調一下中周,仔細听听,让声音更优美,一架超外差式收音机就装好了。



↑ 大姐姐為我們表演无綫电多項运动。



◀ 駕着快艇通話,是我們喜爱的无綫电活动之一。

量子无线电电子学

苏联 H. Г. 巴索夫

巴索夫是苏联的科学家。1952年，他和 A. M. 普罗霍罗夫一起提出了利用原子来产生和放大电磁辐射的原理，从而奠定了量子无线电电子学这门新学科的基础。本文是根据巴索夫在苏联几个杂志上发表的文章编译的。

近年来，一门新的、很重要的学科——量子无线电电子学得到了蓬勃的发展。

量子无线电电子学是量子力学和无线电电子学相结合而产生的边缘学科。量子力学研究分子、原子、电子等微观世界中物理现象的规律。量子力学指出，在微观世界中，电磁波能量的吸收和辐射不是连续的，而是一份一份地进行的。这一份一份的电磁能量就叫做量子。深入研究量子与物质相互作用的过程，就能够控制分子、原子等的状态和活动。这样，在1952年，就提出了利用分子、原子等微观系统和量子的相互作用来产生和放大电磁波的新方法。用这种方法制造的量子器件（量子振荡器和量子放大器），和一般无线电电子学中利用电子流和电磁场相互作用而制成的电子器件，在原理上是根本不同的。量子器件能够得到一般无线电技术所不能得到的效果。

例如，利用量子振荡器已经制成一种极准确的钟，在300年内只有一秒的误差。这种精确的钟有很大的科学价值，利用它可以通过实验来验证重要理论的正确性。举例说，通过装在宇宙火箭和地球上的两个这种时钟的时间差，就可以直接验证爱因斯坦相对论中的一个重要结论——当速度接近光速时，时间的流逝就要变慢。另一方面，在实际应用中，例如飞机和宇宙飞船的准确导航，远距离控制和精确测量等，也都需要这样精确的量子钟。没有这样的仪器，就不可能实现宇宙飞船到其它行星去的飞行。

量子放大器能够显著地提高接收机的灵敏度。大家知道，任何无线电仪器的灵敏度都受到“固有噪声”的限制。这种噪声是由于导体和管子内部的电子杂乱的热运动所产生的。为了减弱热噪声，就必须降低接收机的温度。但是电子管的阴极一般都达到700~1000°C，半导体管也不能在太低的温度下工作。而量子放大器可以在接近绝对零度的温度下工作。在剧烈冷却的晶体中，晶体原子和量子相互作用时，实际上在厘米波段不产生噪声。目前用量子放大器制成的厘米波接收机，在采用良好天线的条件下，灵敏度要比普通接收机高几十倍到几百倍。这就大大地促进了雷达、无线电导航、宇宙无线电通信、无线电天文学和一系列科学技术部门的发展。

现在，量子无线电电子学已经扩展到光波波段。大家知道，光和无线电波的本质是相同的，它们都是电磁振荡，不同的只是光的波长较短罢了。目前已经制出了第一批光波量子振荡器。计算表明，利用这种光波振荡

器能够实现几光年距离内的无线电通信，也就是能和最接近地球的恒星进行通信。这是因为这种光波振荡器能够发出方向性极强的光束。波长越短，就可以得到越强的方向性。例如，为了从地球上“照射”月球表面上不大于一平方公里的面积，若用波长为1厘米的无线电波，就得建造直径为3公里的定向天线；而采用光波波段的电磁波，则只需要直径为20~30厘米的反射器就行了。

由于光波量子振荡器的波束很窄，因此用在雷达中，可以区分彼此相距很近的物体，从而可大大地提高雷达的鉴别力。利用光波振荡器的月球雷达，将能看清楚月球表面最小的细节。

光波的频率很高，因此在用光波段的电磁波来进行无线电通信时，可以传送大量的信息。例如，一架光波发射机就能够传送上万路的电视节目。

利用光波量子器件可以制成工作速度极高的计算机。如果说，利用普通电子器件的计算机可能得到每秒几亿次的运算速度，那末，利用了光波量子器件就可能把运算速度提高到每秒几十万亿次。

光波量子振荡器产生的无线电辐射，可以聚焦到尺寸和光波波长相近的极小的面积上（直径只有千分之几毫米！）。由于能量的高度集中，在这个焦点上的光压可以达到几百万个大气压。因此，光波量子振荡器有可能获得许多新的应用，例如实现带电粒子的加速，对各种金属材料进行加工，进行电动力学方面的实验，研究热核反应。在化学、生物学、医学和其它部门中也可能广泛应用光波量子振荡器。

现在制造出来的量子振荡器的特性，和前面举出的根据理论计算出来的极限数字还相差很多。这首先是因为制造量子振荡器用的晶体还不够好。晶体中的每一个原子都是一个辐射发生器，只要稍微破坏了晶体的成分或结构，它的晶体就会使光发生散射，这样就只能获得很分散的光束。所以在这方面的主要问题之一是进一步改善制取单晶体的工艺。这个问题和十年前半导体电子学开始发展时所遇到的问题类似。那时候，要求制造出具有完整晶体和没有杂质的半导体单晶。后来解决了这个问题，各种各样的半导体器件就产生了。可以设想，制取光波无线电技术所需要的单晶这个问题也是一定能够解决的。不久的将来，“原子无线电台”将广泛地用于各个科学技术部门 and 实际生活中。

（李敬章、林伟、周其昌等译）

量子 放大器和振荡器

是連續的。当电子从离核較远的軌道跳到較近的軌道，例如从第二軌道跳到第一軌道上时，就以电磁波的形式放出数值完全确定的“一份”能量；相反地，如果电子从第一軌道跳

到第二軌道上去，它就要吸收相同的“一份”能量。这一份一份的电磁波能量，就叫做“量子”。“量子”的能量等于这两个能級間的能量差。

各种各样的电子器件，例如电子管和晶体管，在无线电电子学的发展中起了巨大的作用，解决了許多复杂的问题，获得了极其广泛的应用。但是，現代的科学技术向无线电电子学提出了越来越高的要求。要求能产生频率极高的，波长比厘米波、毫米波还要短得多的电磁振荡，要求制造高灵敏度的接收机和频率极其稳定的振荡器。普通的无线电技术在解决这些问题时碰到了极大的困难。近年来，提出了解决这些问题的新途径，就是利用分子和原子本身来建立发射机和接收机。制造出了各种量子振荡器和量子放大器。量子振荡器可以产生极高频率的振荡，由毫米波、紅外線一直到光波波段，而且频率非常稳定。量子放大器的噪声很低，因而可以用它来作出灵敏度极高的接收机。这些量子器件的工作原理和一般电子器件根本不同，它們的出現給无线电电子学的进一步发展开辟了嶄新的寬闊的道路。

根据电子是从那个軌道跳到那个軌道上，所吸收或辐射的电磁波能量也就不同。例如，当氢的电子从第三軌道上跳到第一軌道上时，放出的能量显然比电子从第二軌道跳到第一軌道时要大些。換句話說，量子可以具有不同的电磁波能量。

原子放出或吸收的一份电磁波能量，或者說量子的能量，是和放出或吸收的电磁波的频率成正比的。这个关系可以用 $W=hf$ 这一公式来表示。式中 W 代表两个能級間的能量差，也就是量子的能量，或者說当电子跃迁（从一个軌道跳到另一軌道）时吸收或放出的一份电磁波能量， f 代表这个电磁波的频率， h 是一个常数，称为普朗克常数，它等于 6.624×10^{-27} 尔格·秒。由此可見，能級間的能量差別越大，辐射出来的频率就越高。原子和分子內电子状态改变的结果，会产生频率极高的电磁波，例如光波。在这种情况下，这种一份份的电磁波能量就叫做光量子，或简称光子。

量子放大器和振荡器究竟是怎么回事，它們是怎样工作的呢？好，就让我们从头說起吧！

每一个分子和原子都是一个小小的发射机

我們知道，最简单的原子是氢原子。它只有一个电子，以巨大的速度繞着原子核旋轉。电子可以在若干个不同的軌道上旋轉，有时在离核較远的軌道上旋轉，有时在离核較近的軌道上旋轉。軌道离核越远，电子具有的能量就越大，換句話說，电子的能級越高；軌道离核越近，电子的能量就越小，也就是能級越低。

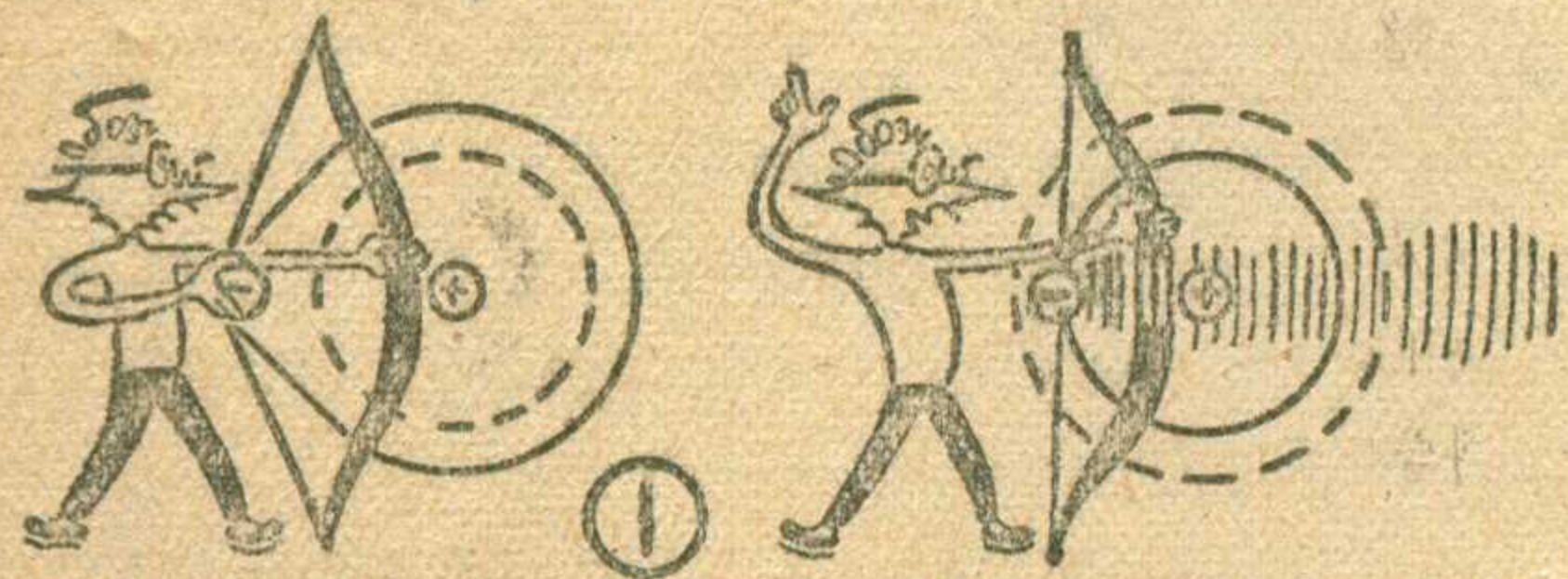
最重要的一点是，不管是氢原子也好，或者是其它任何原子也好，它們的軌道分布并不是随意的，而是严格确定的。电子只可能在这些“容許”的軌道上运动，而在这些軌道中間，不允許有电子存在。这种情况就像是一幢大楼，人們只能住在各层楼的楼板上，而不能悬浮在两层楼板之間的空间中。既然电子的各层軌道相应于一定的能級，所以原子內电子的能級也是严格确定的，即只有“容許”的能級存在。換句話說，电子只可能具有一些确定的能量值，而不能具有这些容許能量值之間的其它能量值。或者說，电子能量的变化是断續的，而不

在通常的情况下，氢原子內的电子处在最低能級，即沿着离核最近的軌道运动。当它从外界吸收一定的能量时，就跳到高能級去。但是被激发到高能級的电子是不稳定的，它很快就会跳回到原来的能級，把多余的能量以光子的形式辐射出去（图1）。于是我們就看見了光。

在复杂的原子中，电子状态改变的情况也是类似的。不过在复杂的原子中，有大量的电子，电子的“容許”軌道很多，因而电子在不同軌道之間的跃迁也可以是多种多样的。所以它們可以辐射出频率相差很多的光波。燃着的火柴或熾热的电灯絲，正是由于这些紊乱的辐射而发光的。

除了电子状态的改变以外，物质內部还有許多其它形式的粒子运动。这些粒子运动也只能占有完全确定的能級，具有量子的特性，同时也能够辐射出电磁波。例如，原子在分子范围內振动时能量的改变，会辐射出紅外線；而分子轉动能量的改变，就会产生波长更长的电磁波——毫米波和厘米波。

这样看来，每一个分子和原子都是一个小小的电磁波辐射器，或者說是一部发射机。人們就利用它們的这些特性来制成各种各样的量子放大器和振荡器。有工作在光波段的（又称为“喇澤”），有工作在紅外線波段的（又称为“依拉澤”），也有工作在毫米甚至厘米波段的



(又称为“脉澤”)。它們的构造可能很不相同,但是它們的工作原理,都是利用分子或原子能級改变时能輻射电磁波这一特性。然而,要利用这种輻射源作成实用的发射机,却并不是很简单的。下面我們就拿光波量子放大器和振蕩器作例子,进一步談談要解决那些問題,和怎样解决这些問題。

必須指揮原子的行动

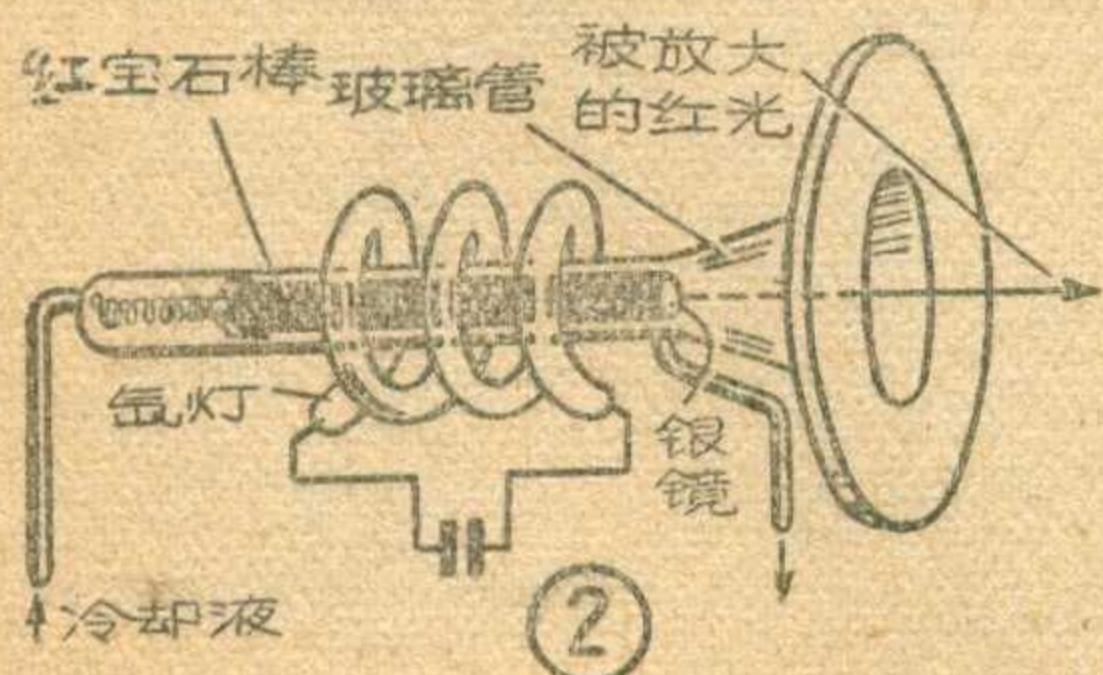
大家知道,一般的振蕩器,例如电子管或速調管振蕩器,所产生的振蕩具有严格确定的頻率、相位和振幅。但是在一般的光源中,光振蕩是由大量的原子发出的。每个原子都和其它原子互不相干地进行輻射,輻射是从某一偶然的时刻开始的,而且各个原子能級的变化也互不相同。因此这些輻射中包括許多頻率的振蕩,振蕩的相位和振幅毫无規則地迅速改变着。这些振蕩相加的結果,使得光源的輻射不是某一确定頻率的振蕩,而象是一种噪声。就好象一个沒有指揮的乐队,演奏者都随意乱吹乱拉,只能得到一片杂乱的响声一样。这样的輻射叫做非相干輻射。用普通的无綫电方法不可能对这种振蕩进行变换。由于非相干輻射的頻带极寬,用最灵敏的超外差接收机来接收这种信号,效率也是非常低的。

由此可見,要有效地利用光波进行通信,必須指揮原子的行动,以获得单色的(頻率一定的),有規律的(相干的)电磁波。

普通光源中原子从高能級到低能級的跃迁是自发进行的,因而輻射出非相干的振蕩。这种輻射叫做自发輻射。但是,原子从高能級到低能級的跃迁也可以在外力的作用下产生。如果入射一个光子,它的能量正好等于原子在激发状态和原来状态間的能量差时,这个光子就会迫使原子放出自己多余的能量而回到原来的状态。这时,原子应当放出和入射光子完全相同的光子,或者說,放出和入射电磁波頻率相同的电磁波。这种輻射叫做受激輻射。在这种情况下,輻射电磁波的相位和强迫这个原子产生輻射的外界电磁波的相位有着严格的連系。因而产生出相干輻射。

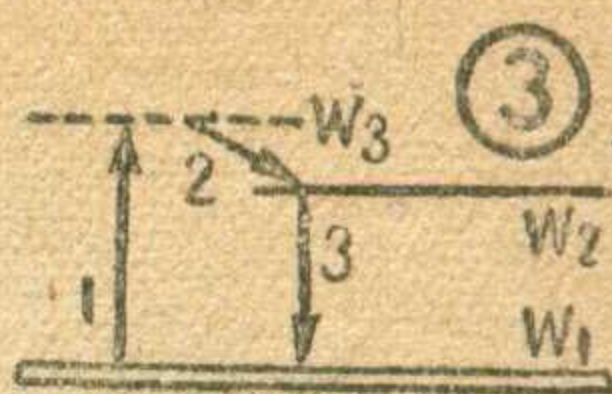
因此,相干光源应当是这样的原子体系:这些原子以某种方式跃迁到相同的上部能級上,然后在入射到这些原子上的相应頻率的电磁波的作用下产生輻射(受激輻射),同时必須排除原子的自发輻射。

已經发现,在某些物质中存在着这样的原子激发态,即如果沒有外力的作用,原子很难自发地跃迁到下能級去,而可以在这种激发态上存在一定的时间(有时甚至可达几百万年)。这就是所謂的亚稳态。利用处于亚稳态上的原子,就可以得到相干的光波,而自发輻射将大大减弱。



綠光放大紅光

图2是一种光波量子放大器和振蕩器的結構图。其中的主要部分



是一根长12毫米,直徑为5毫米的人造紅宝石棒。这种紅宝石含有少量鉻离子杂质。鉻离子有三个能級(图3)。紅宝石棒外面的蛇形管是一个氙灯。在氙灯发出的非相干綠光的作用下,鉻离子从下能級 W_1 跃迁到上能級 W_3 上。然后这些离子自发地落到中間能級 W_2 上。这个中間能級是亚稳能級,从它向 W_1 能級的跃迁相应于紅光輻射。但是这种輻射很难自发地进行,通常只有在外力的作用下才能发生。这时,如果射入微弱的紅光来激发紅宝石,那么处在亚稳态的鉻离子就会发生受激輻射,放出紅光来。应当指出,受激輻射的进行是“鏈鎖反应”的过程。例如,射入的一个光子和一个鉻离子作用,会使它輻射出一个新的光子;这两个光子繼續和另外两个鉻离子作用,又会产生两个新的光子,再往下去就变成8个、16个……光子。这种过程是在极短瞬間雪崩式地进行着,因而就在一瞬間放出了大量的紅光。这样,就把微弱的紅光放大了。

为了更清楚地說明紅宝石中鉻离子的作用过程,我們設想有一个巨大的跳水台,台下有許多运动员(图4a,相当于鉻离子处于稳定状态)。这些运动员从各个方向在不同時間登了上来(图4b,相当于灯氙把鉻离子从 W_1 能級激发到 W_3 能級)。然后集合在某个中間的跳台上耐心地等待着(图4c,相当于离子在中能級 W_2)。就在这时,响起了裁判員的枪声(紅光射入晶体內),运动员們就一起跳入水中(离子的受激輻射)。

在待放大的光波只通过紅宝石一次的情况下,它只能迫使較少的鉻离子发生輻射,因而放大还不是很强的。为了将放大增强,需要使光波多次通过紅宝石。因此,將紅宝石棒的两端磨光,鍍上一薄层的銀,构成两个面对面平行放置的銀鏡。銀鏡的中央各有一个小孔,一面是待放大的紅光入口,另一面是經過放大的紅光出口。这样,在射入的光子或受激輻射的光子向某个方向飞行时,一遇到鏡面就被反射回来,到达另一端时又被另一个鏡面所反射。有些光子的运动不和鏡面垂直,經過若干次反射后,就会从紅宝石的側面离开。有些光子(下轉第11頁)



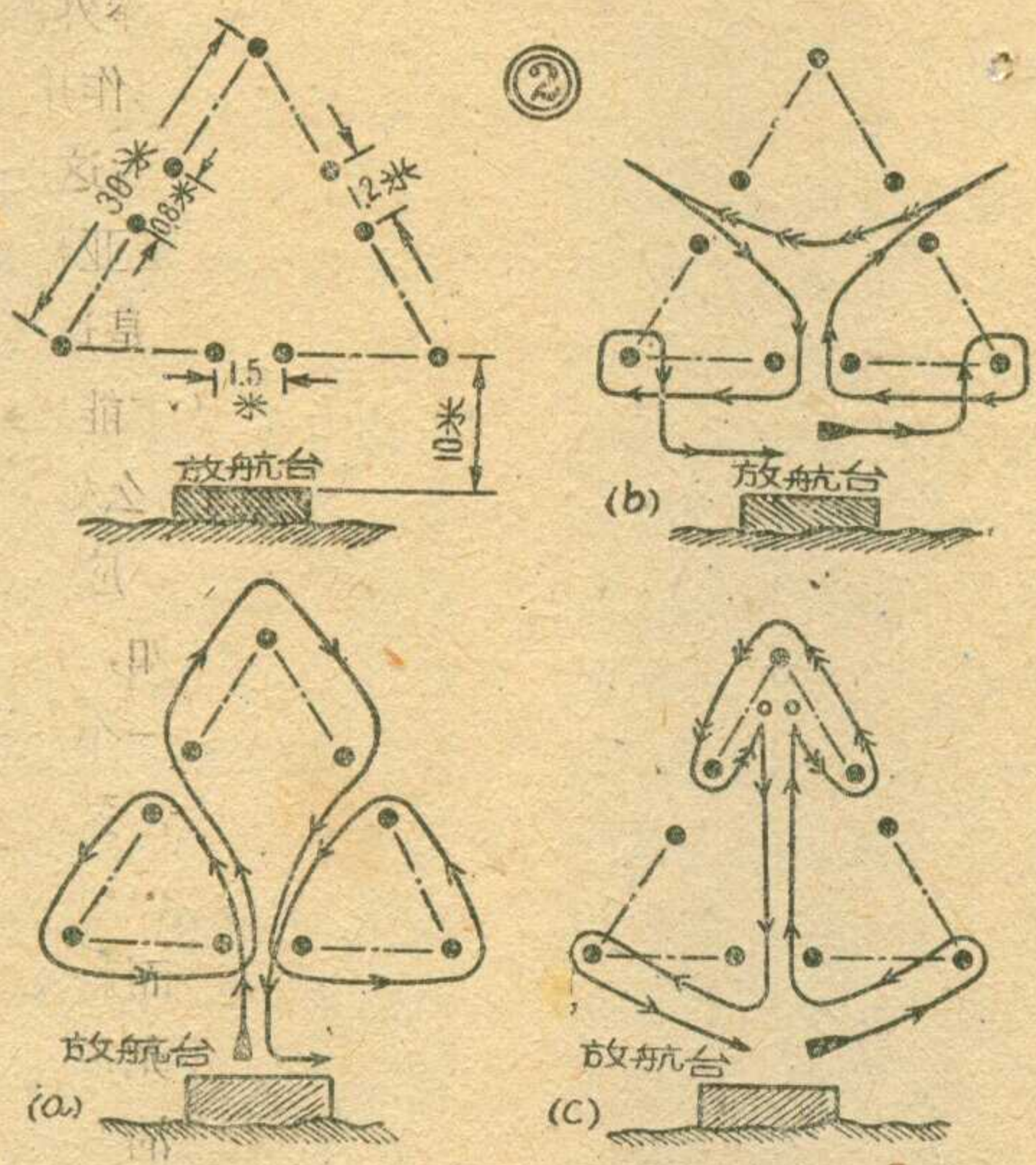
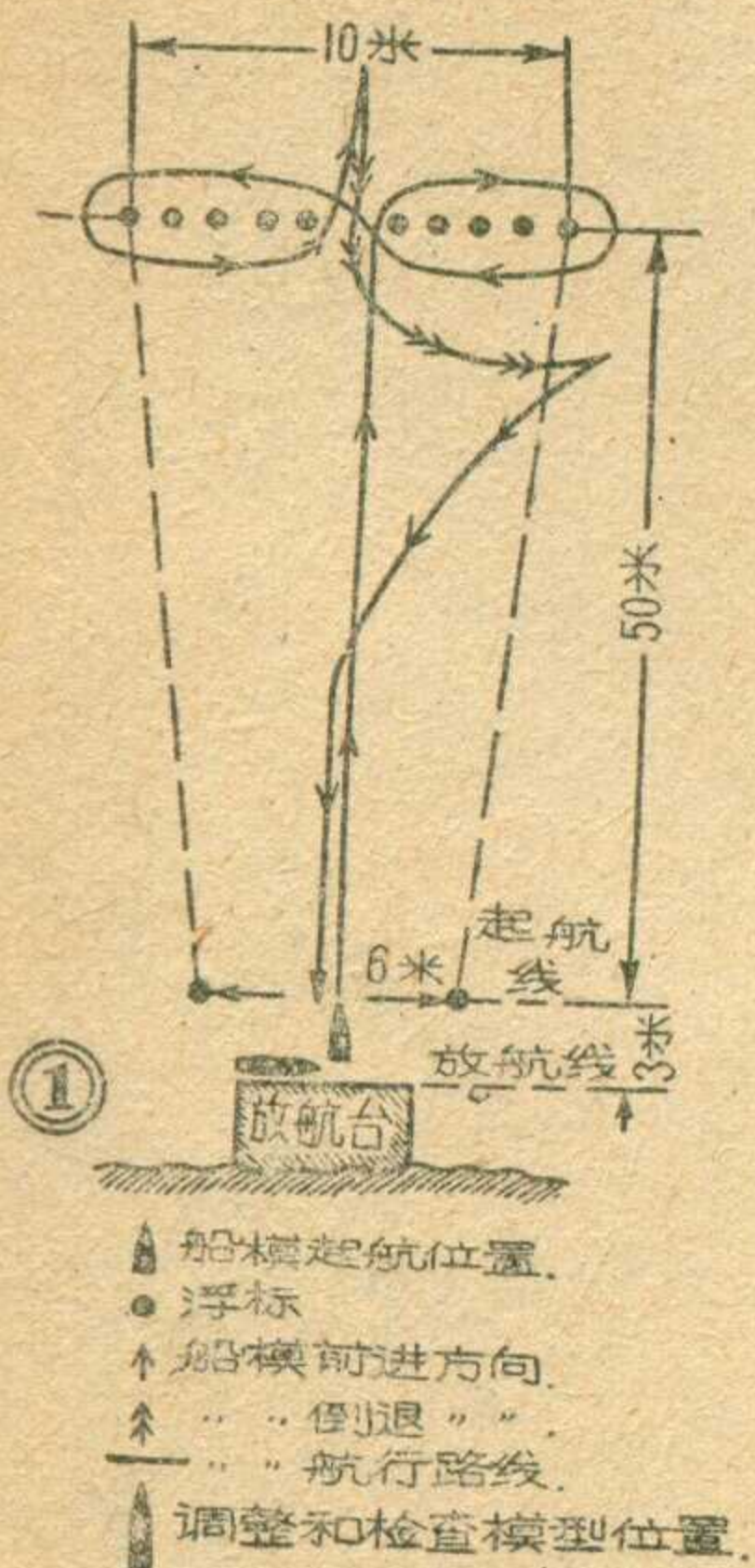


谈谈无线电操纵舰船模型竞赛

李 訓 久

无线电操纵舰船模型是无线电技术与造船航海技术相结合的一项群众性的国防体育活动。这项活动在我国是从1957年开始的，几年来发展很快。1958年我国举行了第一届全国航海模型竞赛，当时无线电操纵舰船模型还是一个表演项目，参加表演的只有六个单位。可是到1959年第一届全国运动会时，参加无线电操纵舰船模型竞赛的已有19个代表队，它们大部分都能完成各种规定动作，有的还作了升旗、奏乐、鸣炮、放烟幕、发射鱼雷、导弹等总共上百个自选动作，引起了广大青少年对这项活动的兴趣。1961年，再一次举行了全国无线电操纵舰船模型竞赛，参加竞赛的队数更多，有21个省、市、自治区的代表队。在这次竞赛中，舰船模型丰富多采，有半浸式拖网鱼船、自动倾斜泥驳船、测量船、鱼雷艇、导弹驱逐舰等等，进一步贯彻了体育为生产和国防建设服务的方针，无线电操纵技术也较前提高了。目前除几个边远省、区外，其他各省、市、自治区的许多大中城市中都开展了这项活动。今年10月7日至17日将在江西南昌举行航海模型冠军赛，预计其中的无线电操纵舰船模型项目将取得更好的成绩。

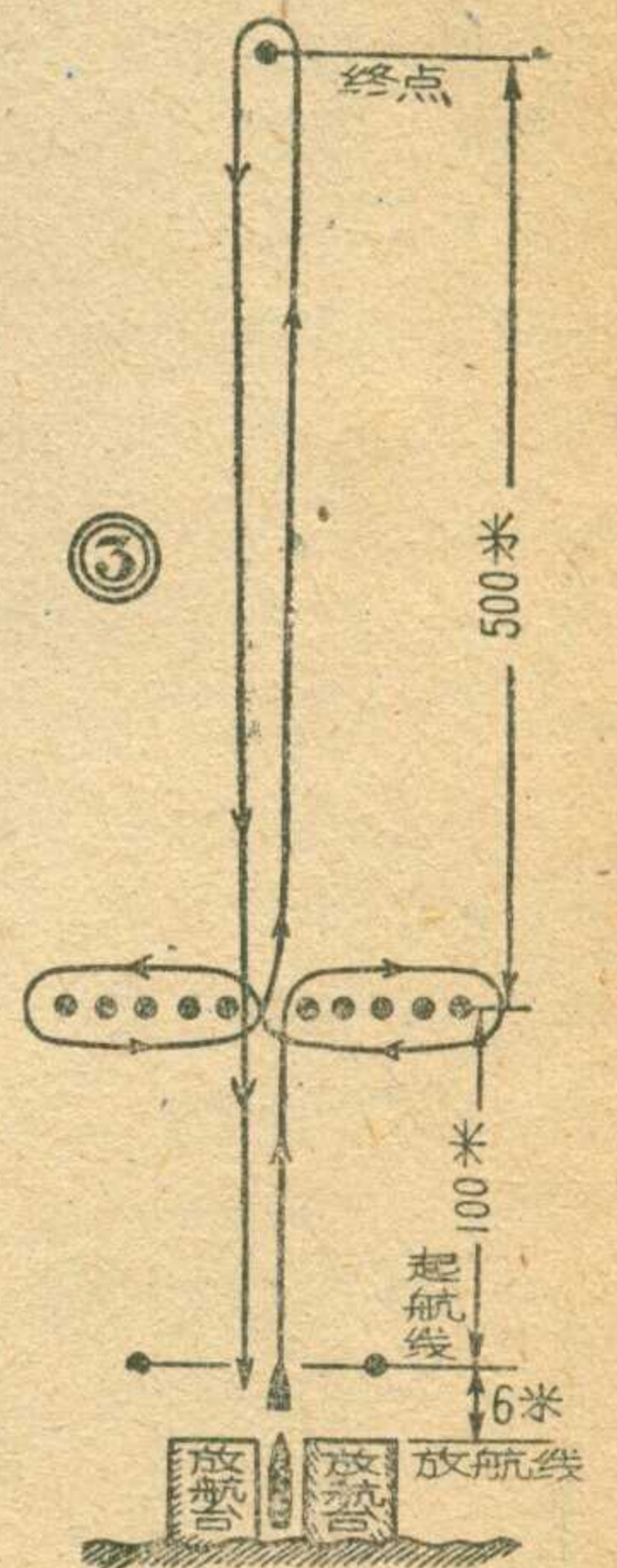
无线电操纵舰船模型的原理与操纵航空模型基本相同。由陆地上的发信机发出信号，装在舰船模型上的收音机收到信号后，经过一套系统，操纵模型的主机、舵机和其他自动控制器件，使舰船模型能听从人的指挥在水上作前进、后退、左转、右转、加速、停车以及其他各种自选动作。无线电设备规定使用的频率是28~29.7兆赫、144~146兆赫或420~450兆赫。发射机的输出功率不能超过5瓦。对于参加竞赛的舰船模型的形状和类别没有限制，但模型的总长度不得超过2.8米。



竞赛成绩根据模型的设计、工艺、航行竞赛、自选动作竞赛四个方面来评定。对设计和工艺方面，主要是评比模型的实用意义及技术水平。要求收发信机及机械控制装置结构简单，零件排列及布线整齐，遥控效果好，船模结构数据合理，用材经济，制作精细、美观。设计和工艺两项统称为外观竞赛，是在光线充足的室内进行。航行竞赛也就是规定动作竞赛，模型应按照竞赛规则，在一定时间内完成规定航线的航行。通过航行竞赛，可以评比模型的航行时间、遥控距离、灵活性和准确性。航行竞赛的路线可以有很多种，过去我国竞赛时曾经采用过国际上较普遍采用的一种航行路线，如图1。图2绘出的几种航行路线也是国际上常采用的。今年我国竞赛所规定的航行路线较过去有所改进，如图3所示，既照顾到评比航行时间、距离又要求模型有灵活性。竞赛时，在起航令下达后，模型应在20分钟内自动起航，并到达起航线。起航以后，应在20分钟内完成规定航线的航行，按完成规定航线的好坏，评定分数。规定动作完成后，即进行自选动作竞赛。评定自选动作成绩的标准主要是看该项动作的实用价值和难易程度。航行及自选动作竞赛可以进行三次，取其中最好的一次评定成绩。

参加竞赛的无线电操纵舰船模型，由一名运动员负责操纵，并允许有几名助手帮助调整 and 搬运模型。所有参加竞赛的收发信机、自动控制系统和舰船模型，必须由运动员亲手制作。

由此可见，一个无线电操纵舰船模型爱好者，不但要具有造船和航海知识，而且要掌握一定的无线电技术。所以参加这项活动，既能使广大青少年学到有关这方面的科学知识，而且还能启发他们进一步钻研，树立攀登科学高峰的雄心壮志，以便将来为祖国的建设贡献自己的力量。



感应式闸流管继电器

唐立森

用手碰一下收音机放大级电子管的栅极，会在扬声器中听到明显的感应噪声。这是由于人体感应，在电子管栅极上产生了一个感应电压，这个电压经过电子管放大，便产生了很响的噪声。如果预先设计栅偏压刚好使电子管屏流截止，那末栅极加上这个感应电压后，就可能使电子管产生屏流。这时，在电子管屏路中接入一个灵敏的继电器，使继电器在电子管通流时吸动，利用继电器的接点就能进行控制了。

感应式闸流管继电器，基本上就是运用上述的工作原理。由于闸流管是充气管，只要当栅极电压一大于截止电压，屏流就立刻达到很大的数值，所以用闸流管可以保证工作可靠，并且电路简单，制作容易。

感应式闸流管继电器的应用很广泛。在闸流管的栅极上接一根长的绝缘导线，作为感应线，放置在不允许人靠近的危险地区（如高压电源附近），那么当人靠近这感应线时，闸流管即起燃（产生屏流），继电器即动作，接通告警电路，发出告警信号，促使人们注意。如果用继电器控制计数电路，而把感应线放在车站或会场入口的适当位置，那末就可用来自动统计人数了。

现在介绍一个感应式闸流管继电器的具体电路，见下图。这个电路可以分成两部分：电源部分和闸流管继电器部分。在电源部分中，220伏交流经0.5安的熔丝加到一个6.3伏的电铃变压器，供给闸流管灯丝电流。闸流管屏极电源直接用220伏交流。另外，经整流器B、滤波电路 R_1C_1 、稳压管 Λ_2 供给闸流管栅极一个负偏压；调整可变电阻 R_3 可改变这个负偏压数值。在闸流管继电器部分中，闸流管栅极连接一根感应线L，这根线根据需要放置在适当地方。栅极上还接有电阻 R_4 ，它的作用是一方面限制栅流，另一方面是把感应线上感应得的电压加到闸流管栅极上去。控制用的继电器 R_y 接在闸流管屏路中，它串接一个电阻 R_5 ，用来调整通过继电器 R_y 的电流大小。为了不让交流电通过继电器 R_y ，在它上面并联了一个数值较大的旁路电容器 C_2 。当闸流管栅极加上感应电压时，闸流管应起燃，使继电器 R_y 吸动，完成控制作用。以下再谈谈设计制作中的几个问题。

1. 适当选择栅偏压 E_{co} 值。 E_{co} 值应比闸流管的临界栅压还要负一些，但又要与临界栅压很接近，这样才可能得到较大的灵敏度，只要当人们一靠近感应线即能使闸流管起燃，而当人离开感应线，即能使闸流管熄灭（屏流截止）。注意 E_{co} 值应在装好感应线以后进行调整，以便把感应线引线的影响考虑进去。根据实验，如果用ZQ1-0.1/1.3 (TF1-0.1/1.3)型闸流管，感应线长5米，则 E_{co} 以-15.5伏为最好；如感应线长7.5米，则

E_{co} 需要-28伏。

2. 零件的选择。零件的数值和规格已在图中注出。如果 E_{co} 数值较大， R_2 应改用较小的电阻，图中 R_2 的数值适合 $E_{co}=-15.5$ 伏，如 $E_{co}=-28$ 伏，则 R_2 应换成12千欧的电阻，以提高 R_3 上的电压。 R_4 的数值，如果用ZQ1-0.1/1.3型闸流管，以1兆欧较好。增大 R_4 ，固然可以提高灵敏度，但闸流管易于自动起燃，工作稳定性会变劣。

闸流管可选用国产ZQ1-0.1/1.3（平均电流为0.1安，极限反电压为1.3千伏）或ZQ3-0.1/1.3（平均电流为0.1安，极限反电压为1.3千伏），这两种闸流管的灯丝电压都是6.3伏，灯丝电流0.6安。也可用2050或2051代替ZQ1-0.1/1.3，2D21代替ZQ3-0.1/1.3，不过2051型闸流管的平均电流较小，只有75毫安。对直流继电器 R_y 的要求不严格，只要它的动作电流小于闸流管的平均电流就行，例如国产JY-16(MKY-48)型电话继电器。与继电器 R_y 串联的电阻 R_5 ，可根据下式估算：

$$R_5 = R_a - R_y,$$

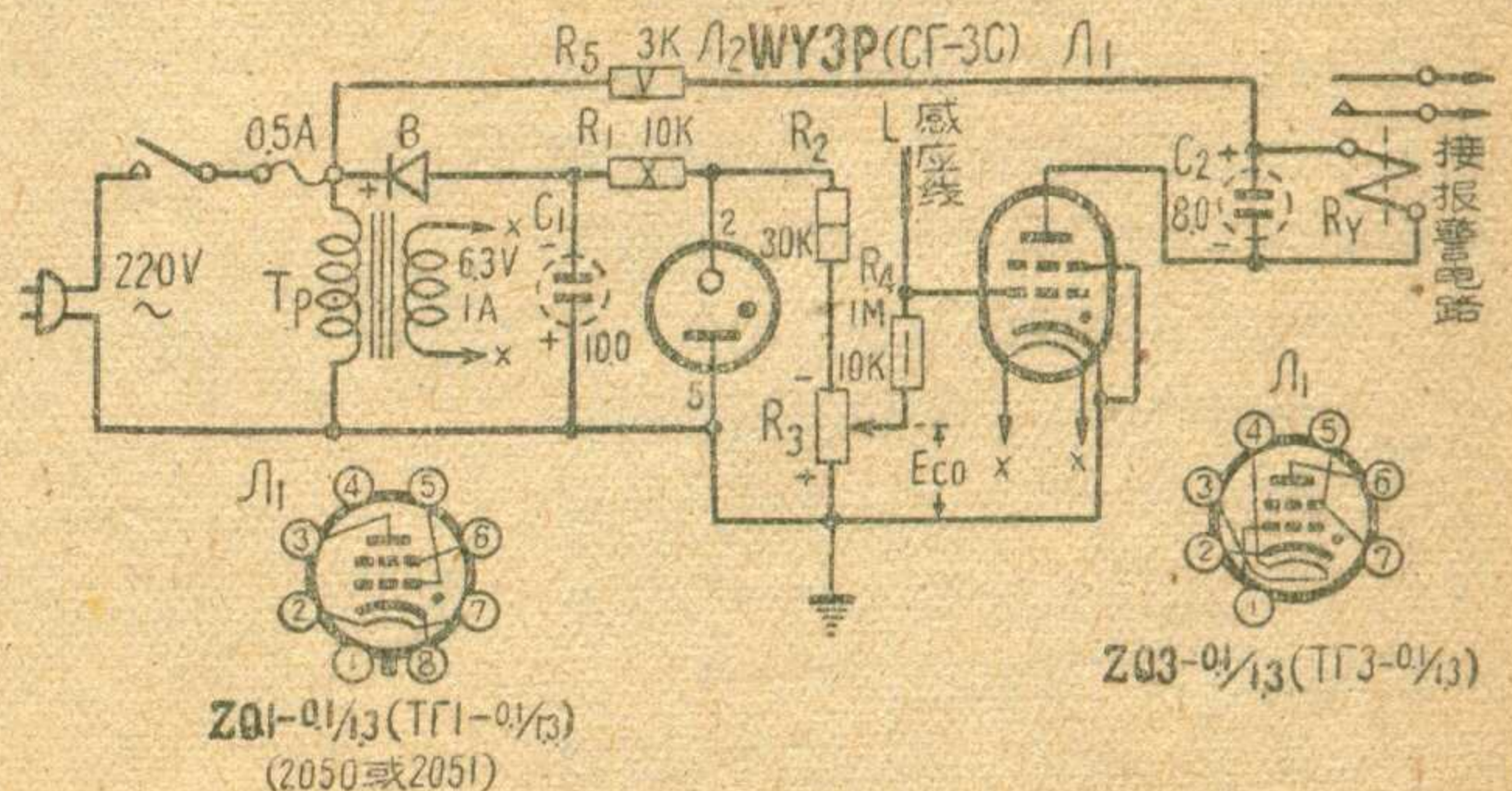
$$R_a \approx \left(\frac{\sqrt{2}U}{\pi} \right) / I_a \approx 0.45U / I_a,$$

式中： U —市电电压有效值（一般为220伏）； I_a —继电器 R_y 的吸动电流； R_a —闸流管屏极电路总电阻， R_y —继电器 R_y 的电阻。

感应线可采用塑料绝缘导线，终端接块金属板，但应与地绝缘。

3. 电源问题。整流器B可以用24×24毫米方形27片装的半波硒整流柱一个。如果用电子管整流，则整流管的灯丝电流要另用一组灯丝线圈供给，不能与闸流管灯丝共用灯丝线圈。如果电源比较稳定，则可不用稳压管，这时只要把 C_1 改接到原来稳压管的位置就行了。

由于机壳直接接市电，所以机壳可能带电，安装使用时应特别注意安全。感应线部分，因为 E_{co} 不很大，电路中又有大电阻 R_4 ，所以不会麻电。



把信号加到无线电波上

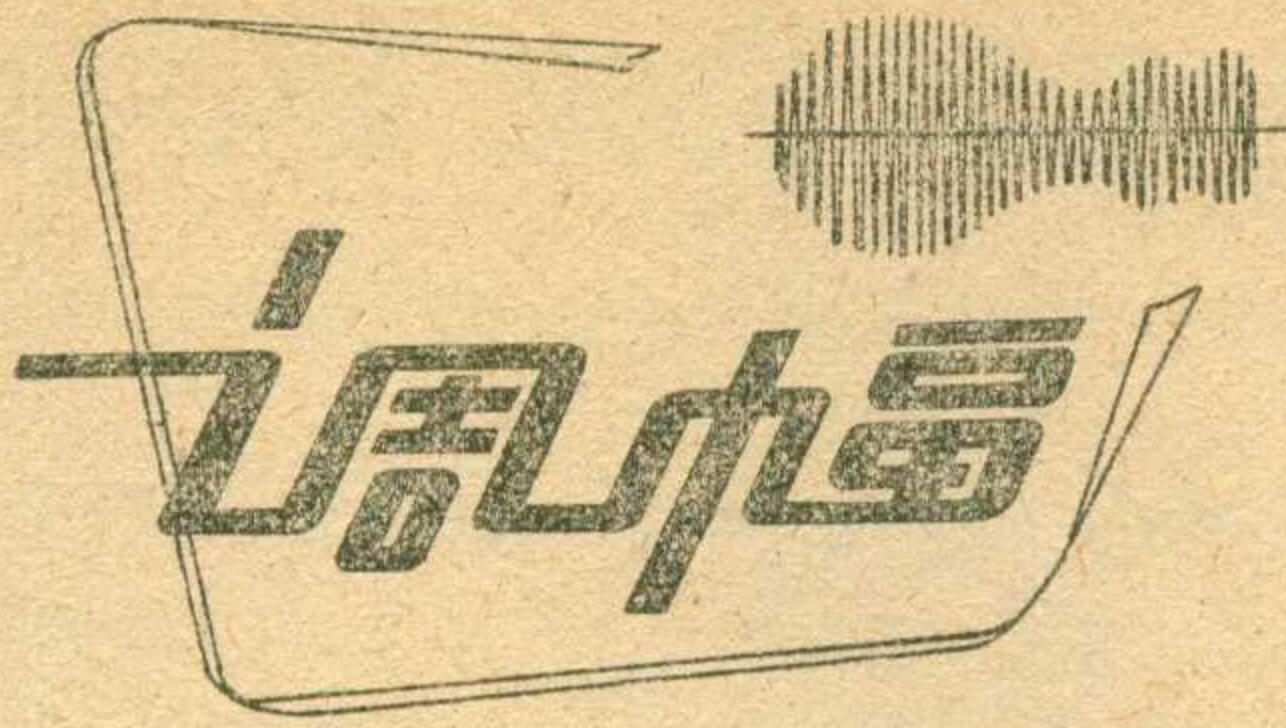
人耳能听到的声音在 16 赫至 20 千赫频率范围内。声波的传播速度很慢，在空气中约为每秒 340 米，而且衰减很快，所以传播的距离有限。如果把声音通过话筒变成和声音频率相对应的音频电信号，那末，这种电信号便可以通过电线传送到很远的地方去，且速度也加快了。这就是我们日常使用的有线电话。但有线电话只能沿着电线传输。要想不用导线把音频信号传到很远的地方去，或者说要实现无线电通信或广播，就必须利用无线电波。

人们发现，频率超过 10 千赫的电振荡送到一条一端开路的导线(天线)上之后，在导线的周围就会产生出交变电场。这种电磁场在一定条件下脱离导线，带着一定的能量，以等于光速的速度在空中传播。这就是无线电波。无线电波的频率可以从 10 千赫到 1,000 亿赫(或 100 千兆赫)。如果设法把音频信号加在无线电波上，利用无线电波的运载，便可在空中任意地传播了。当传播到接收地点之后，再将音频信号从无线电波中取出来。正好像人们乘上飞机之后，便可在空中任意飞行，速度很快，距离很远，到达目的地之后，人们再从飞机上下来那样。

上面所说的，在发送端将音频信号加到无线电波上去的过程，叫做无线电波的调制。在接收端把音频信号从无线电波中取出来的过程则叫做检波或解调。

用来运载音频信号的无线电波称为载波，它具有一定的振幅和频率。如果设法使载波的振幅随着要传送的信号成比例地变化，那末就可以说是将信号加到了载波上了，这样的过程叫做调幅。相似地，如果设法使载波的频率随着要传送的信号成比例地变化，就叫做调频。调幅和调频都得到了广泛的应用。例如普通短波通信和中、短波广播利用调幅，而电视伴音和超短波调频广播利用调频。

在这里，我们打算谈谈有关调幅



李华金

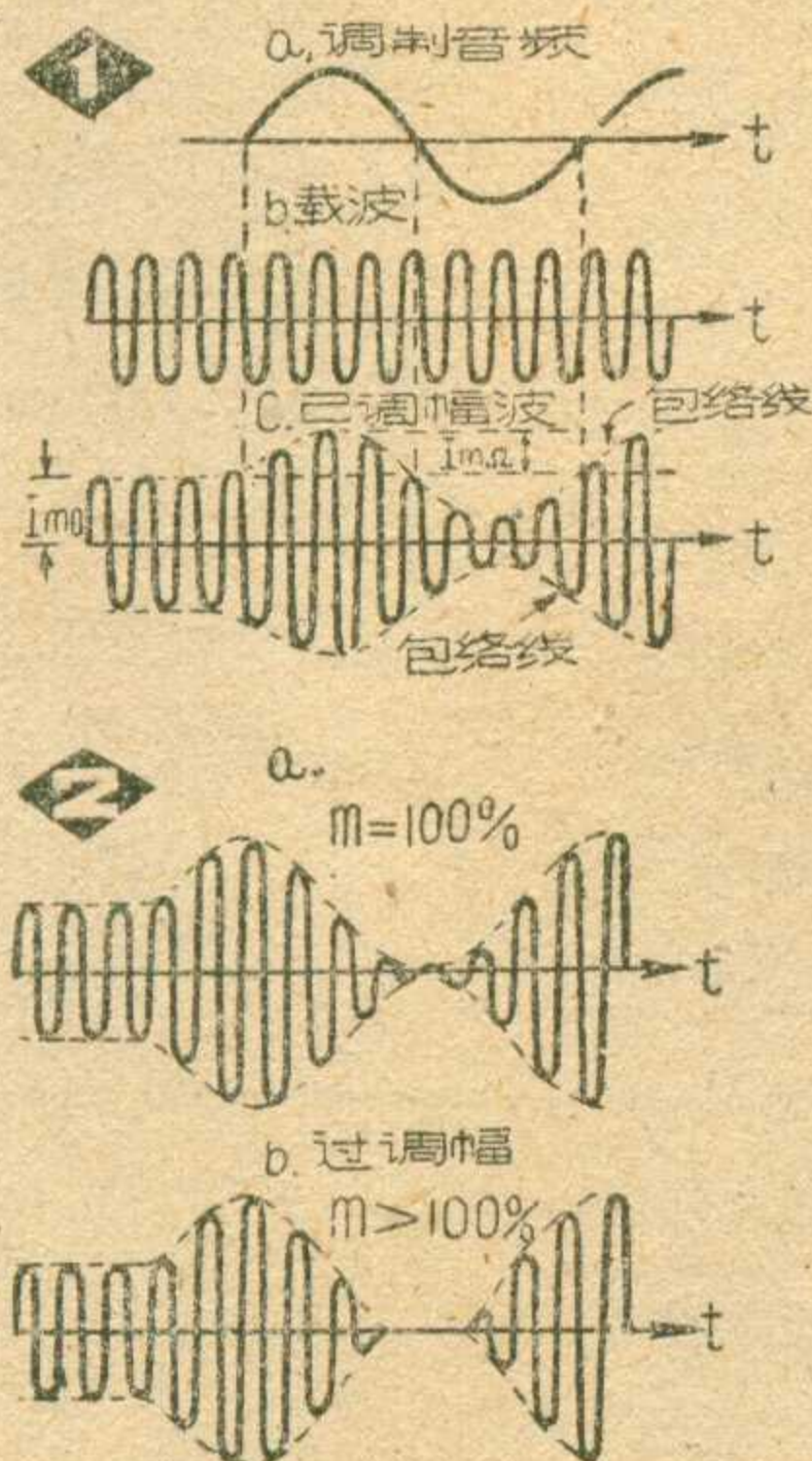
的一些问题。

已调幅波的特点

要传送的音频信号对载波进行调制，所以称为调幅信号。实际的音频信号波形是很复杂的。为了简单起见，在下面的讨论中用一个纯音的正弦波来代表音频信号。如图 1.a 所示。载波是等幅的，它的频率要比音频高许多倍，如图 1.b 所示。调幅就是使载波的振幅按音频信号的变化而变化，而载波的频率和相位则保持不变。音频变正时载波幅度增大，音频变负时载波幅度减小。经过调幅而且携带了音频信号的无线电波，叫做已调幅波，如图 1.c 所示。调幅波的包络线反映了调幅的音频信号。载波振幅变化的最大值 I_{ma} 与载波振幅 I_{mo} 之比叫做调幅度 m ，即

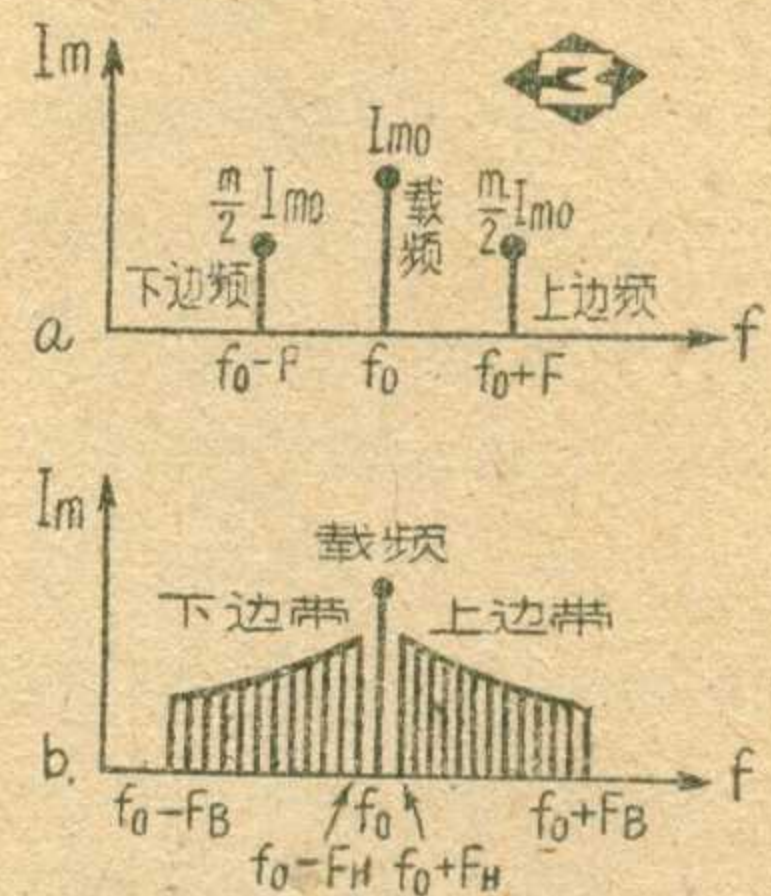
$$m = \frac{I_{ma}}{I_{mo}}$$

调幅度表示了调幅的深度，它一般在 0 和 1 (100%) 之间。最大允许的调幅度为 100%，如图 2.a 所示。调幅度大于 100% 时叫过调幅，如图 2.b 所示。过调幅时，已调幅波的包络线就不能真实地反映音频



信号了。这时接收机检波出来的音频信号波形就会与原来的调制音频信号波形不同，也就是说过调幅会产生信号失真。

已调幅波的频率虽然不变，但是由于它的振幅随着音频调制信号不断地变化，所以它已经不是一个简单的正弦波了。根据分析，图 1.c 的已调幅波主要是由三个不同频率的正弦波组成的。其中一个频率等于载波频率 f_0 ，振幅仍然为 I_{mo} ；另外两个频率分别等于载波频率 f_0 加上调制信号的频率 F ($f_0 + F$) 和减去频率 F ($f_0 - F$)，它们的振幅和调幅度有关，都等于 $\frac{1}{2}mI_{mo}$ ，如图 3.a 所示。由图可见，对载波进行调幅的结果，等于在载波



中加进去了两个新的振荡，它们的频率对称地分布在载波频率两边，并和它相差一个音

频。其中频率比载波高的叫上边频，比载波低的叫下边频。例如，如果载波频率 f_0 为 1000 千赫，调制音频 F 为 1 千赫，则上边频为 $f_0 + F = 1001$ 千赫，下边频为 $f_0 - F = 999$ 千赫。

实际的语音和音乐信号，不是一个单一频率的正弦振荡(单纯音)，而是由许多不同频率的振荡组合成的。由最低频率 F_H 到最高频率 F_B ，组成了一个频带。当用这样的信号对载波进行调制时，如图 3.b 所示，最低音频 F_H 相应于 $f_0 + F_H$ 和 $f_0 - F_H$ ，最高音频 F_B 相应于 $f_0 + F_B$ 和 $f_0 - F_B$ 。其它音频的上边频分布在 $f_0 + F_H$ 和 $f_0 + F_B$ 之间，下边频分布在 $f_0 - F_B$ 和 $f_0 - F_H$ 之间。由此可见，在载波 f_0 的两边，形成了上下两个边频带，或简称上边带和下边带。整个已调幅波所占的频带宽度等于调幅振荡最高音频 F_B 的二倍，每个电台发射的无线电信号都占用一定的频带。为了避免两个电台的已调幅波之间的相互干扰，在无线电广播中规定同一地区内

两个电台的载频至少相隔 10 千赫。

载波不代表信号，它的作用只是将调幅音频搬到边频带，以便将它们发射出去。真正代表音频信号的是边频带。事实上，用一个边频带就能够代表要传送的音频信号了。但在已调幅信号中，功率却主要集中在载波身上。前面说过，载波振幅为 I_{mo} ，而边频振幅为 $\frac{1}{2}mI_{mo}$ 。如果把已调幅波电流通过一个电阻 R ，那末，载波功率为 $P_o = \frac{1}{2}I_{mo}^2R$ ，而一个边频的功率为 $\frac{1}{2}(\frac{1}{2})^2 m^2 I_{mo}^2 R = \frac{m^2}{4}P_o$ ，已调幅波中的总功率

$$P = P_o + \frac{m^2}{4}P_o + \frac{m^2}{4}P_o = P_o(1 + \frac{1}{2}m^2)$$

由此式可见，对于调幅度为 100% ($m=1$) 的已调幅波 (图 2, a)，载波占全部功率的 $\frac{2}{3}$ ，每一个边带的功率只占全部功率的 $\frac{1}{6}$ 。也就是说发射台发射的功率只利用了 $\frac{1}{6}$ 。实际上，在语言广播中调幅度平均为 70%，而音乐广播中调幅度平均为 30~40%。这样小的调幅度，被利用的功率就更小了。这是调幅的重要缺点之一。在现代的无线电话和有线载波电话中，采用了单边带传输，就是把已调幅波

中的载波和一个边带除去，而只传送一个边带。这样，一方面提高了发射功率的利用，同时也使每个电台占用的频带变窄，减少了载频相近的电台相互间的干扰。

怎样实现调幅

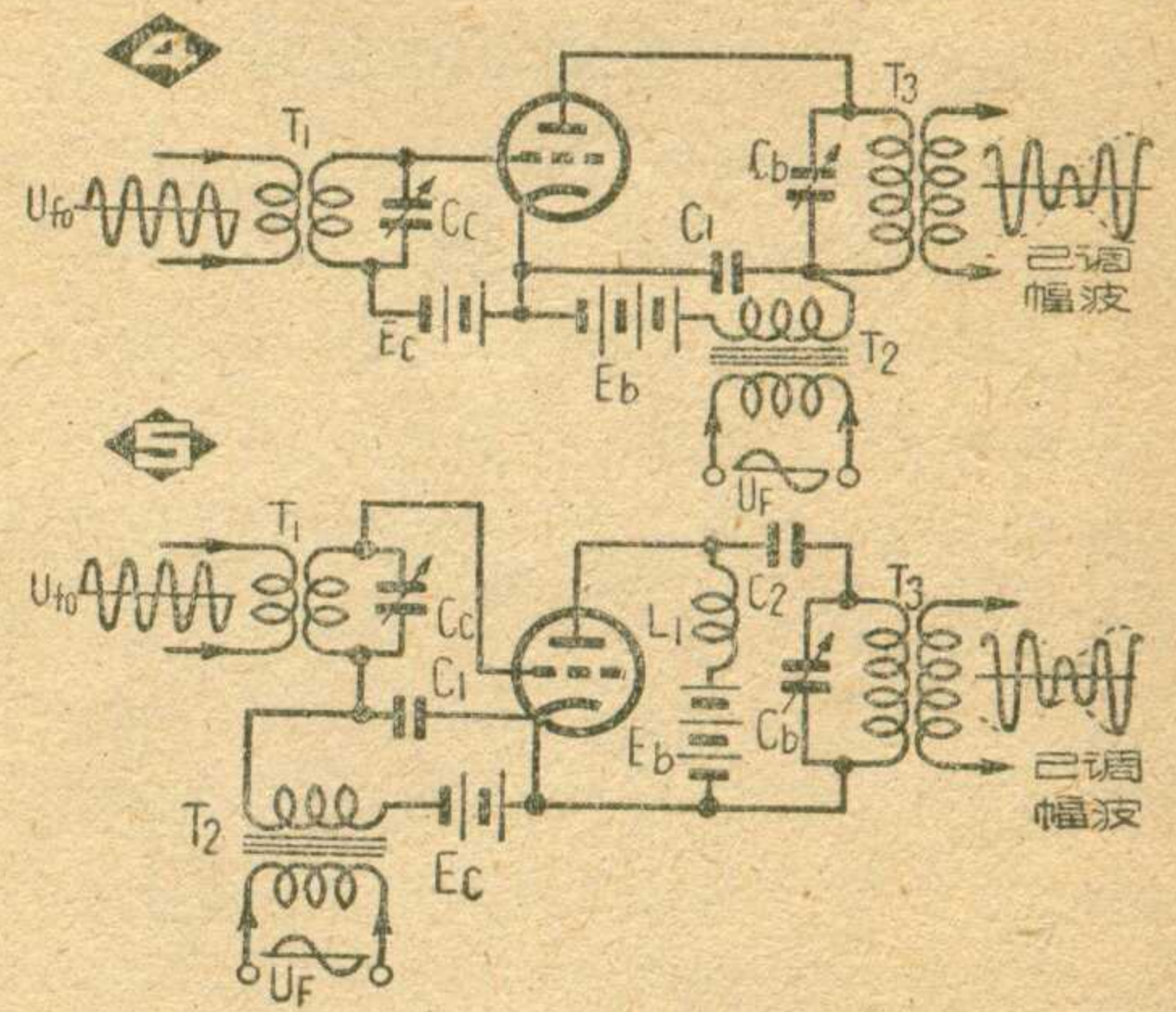
实现调幅的方法很多。通常是由振荡器产生的载波振荡经过几级放大，送到功率放大器中，并且把经过放大的音频调幅信号电压和这个功率放大器的直流电源电压串联在一起，使电子管某一电极上的供电电压随着音频调幅信号的变化而变化。这样，被放大的载波的振幅也随着调幅信号作相应变化，结果就得到了已调幅波。

根据调幅电压是加在那一个电极上，可以相应地有屏极调幅、栅极调幅、抑制栅极调幅、阴极调幅等等。

屏极调幅的原理电路如图 4 所示。载波电压 U_{fo} 通过 T_1 加在功率放大器的栅极，调幅信号电压 U_F 通过调幅变压器 T_2 和功率放大器的直流屏极电源电压 E_b 串联，使实际屏极电压随着调幅信号变动。 C_c 和 C_b 分别用来将栅极槽路和屏极槽路调谐到载频 f_o ， C_1

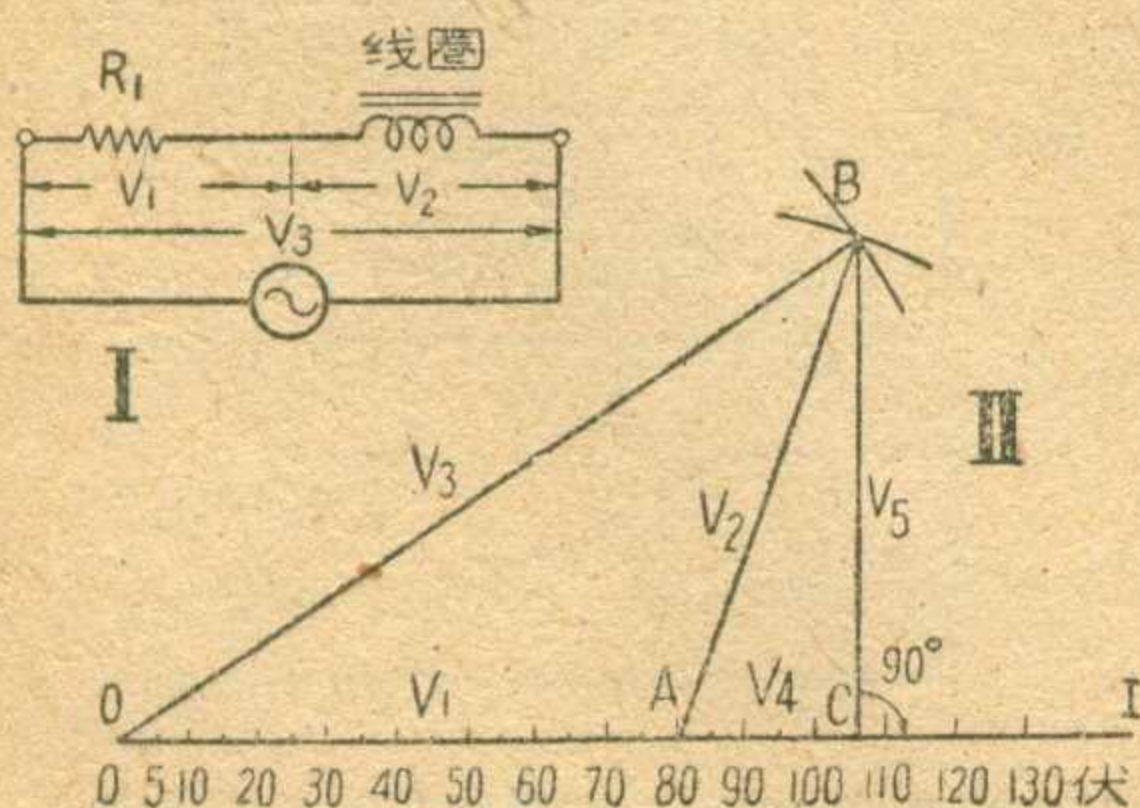
用来旁路高频。放大器要设计得使输出振荡的振幅和实际屏压成比例，这样，输出的就是幅度随调幅信号而变化的已调幅波了。屏极调幅的优点是效率高，调节简便，缺点是需要较大的音频调幅功率。

栅极调幅的原理电路如图 5 所示。载波电压 U_{fo} 经变压器 T_1 加到栅极槽路，调幅电压 U_F 通过调幅变压器 T_2 和直流栅偏压 E_c 串联。栅极槽路和屏极槽路都调到载频 f_o 。 C_1 是高频旁路电容。 L_1 是高频扼流圈， C_2 是隔直流电容器。如果把放大器设计得使高频输出的振幅随栅偏压的变化成比例地变化，就可以产生出已调幅波。栅极调幅的效率较低，输出功率也较小，但是所需的调幅信号功率较小，所以设备可做得轻便些。



铁心线圈阻抗的简易测算法

只要有交流电源，用一个交流电压表和一个电阻，就可以用图解法测算出铁心线圈的阻抗。把电阻、线圈按图 I 连接，两端加上交流电源。然后，用电压表分别



测量 R_1 上的电压 V_1 、线圈上的电压 V_2 和电源的电压 V_3 。在纸上画一直线 OI (图 II)，在 OI 上标出等分线，每格表示 5 伏，并取一段 OA ，代表电压 V_1 。以 O 点为圆心，相当于电压 V_3 的长度为半径画一圆弧，再以 A 点为圆心，相当于 V_2 的长度为半径画一圆弧。这两个圆弧相交于 B 点，见图 2。再从 B 点向 OI 作一垂直线，并与 OI 相交于 C 。于是 AC 的长度便代表线圈电阻的电压 V_4 ， BC 的长度便代表线圈电感的电压 V_5 。

量出 AC 、 BC 的长度后，就可以按下述关系求出电压 V_4 和 V_5 的数值。设线圈中流过的电流为 I ，那末线圈电阻 R 便等于 V_4/I ，线圈的电抗 X 便等于 V_5/I 。另外，电阻 R_1 与线圈串联，所以流过 R_1 的电流也是 I ，并且 $I = \frac{V_1}{R_1}$ 。因此：

$$R = V_4/I = \frac{V_4}{V_1/R_1} = \frac{V_4 R_1}{V_1} \text{ (欧)}$$

$$X = V_5/I = \frac{V_5}{V_1/R_1} = \frac{V_5 R_1}{V_1} \text{ (欧)}$$

R_1 、 V_5 、 V_4 及 V_1 都是已知数，所以利用上面的式子便可算出 R 和 X 。求出线圈的电阻和电抗后，就可利用求阻抗的公式 $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$ ，求出线圈的阻抗 Z 了。

由于 $X = \omega L$ (式中 $\omega = 2\pi f$ ，而 f 为所用电源的频率，如果是 50 赫的电源， $\omega = 314$)，所以在算出 X 后还可求出线圈的电感 $L = \frac{X}{\omega} = \frac{X}{314}$ 亨。

一般 R_1 选取 1000~3000 欧范围内的数值。线圈电感越大，则 R_1 的数值要用得越大，这样测算的结果才比较准确。

(車編譯)

单稳态触发电路

陆兆熊

单稳态触发电路是基本的脉冲电路之一。这种电路很简单，它可以用来得到波形方整的矩形波，也可以用作电子继电器，因此，在测量技术、电视、自动控制等等部门都得到了广泛的应用。

单稳态触发电路只有一个稳定状态，并且通常处于稳定状态。当在电路的输入端加一个触发脉冲时，电路就转换到另一个不稳定状态。经过一定时间 T 后（这时间决定于电路元件的参数），电路会自动地翻转到原来的稳定状态。从触发脉冲到来开始，一直到翻转到原来的稳定状态为止这一段时间 T 内，电路输出一个宽度为 T 的矩形脉冲。此后，电路就处于稳定状态。等到下一个触发脉冲到来时，再重复一次上述的过程。

电路工作原理

图 1 所示为一种阴极耦合单稳态触发电路的线路图和工作时电子管各极电压变化的情况。

这种电路，通常是用一个双三极管组成。在输入端没有触发电压作用时，这个电路处于稳定状态。因此电容器 C 充到一定的电位，电容器中没有电流。这时电子管 J_2 的栅压 U_{g2} 差不多等于零（见图 1 之 4），而屏极电流 i_{20} 很大。电流 i_{20} 流过阴极电阻 R_k 时，在上面形成电压 U_k （见图 1 之 5），这个电压通过输入电压源 e 的内阻，加到电子管 J_1 的栅极与阴极间，因此电子管 J_1 的栅压 U_{g1} 相对阴极来说是负的，并且 $U_{g1} = -U_k$ （见图 1 之 3）。

设电子管 J_1 的截止偏压为 E_{g01} ，那末当

$$U_k = i_{20}R_k > |E_{g01}|$$

时，电子管 J_1 是截止的，屏流 $i_{10} = 0$ ，而屏压为 $E_a - i_{20}R_k$ （见图 1 之 6）。电容器 C 充电到电子管 J_1 屏阴两极间的电压 $E_a - i_{20}R_k$ （见图 1 之 8）。因为电子管 J_2 的屏流很大，所以在屏极电阻 R_2 上的电压降很大，而电子管 J_2 的屏压就很小，为 $E_a - i_{20}R_k - i_{20}R_2 = U_{a2\text{最小}}$ （见图 1 之 7）。

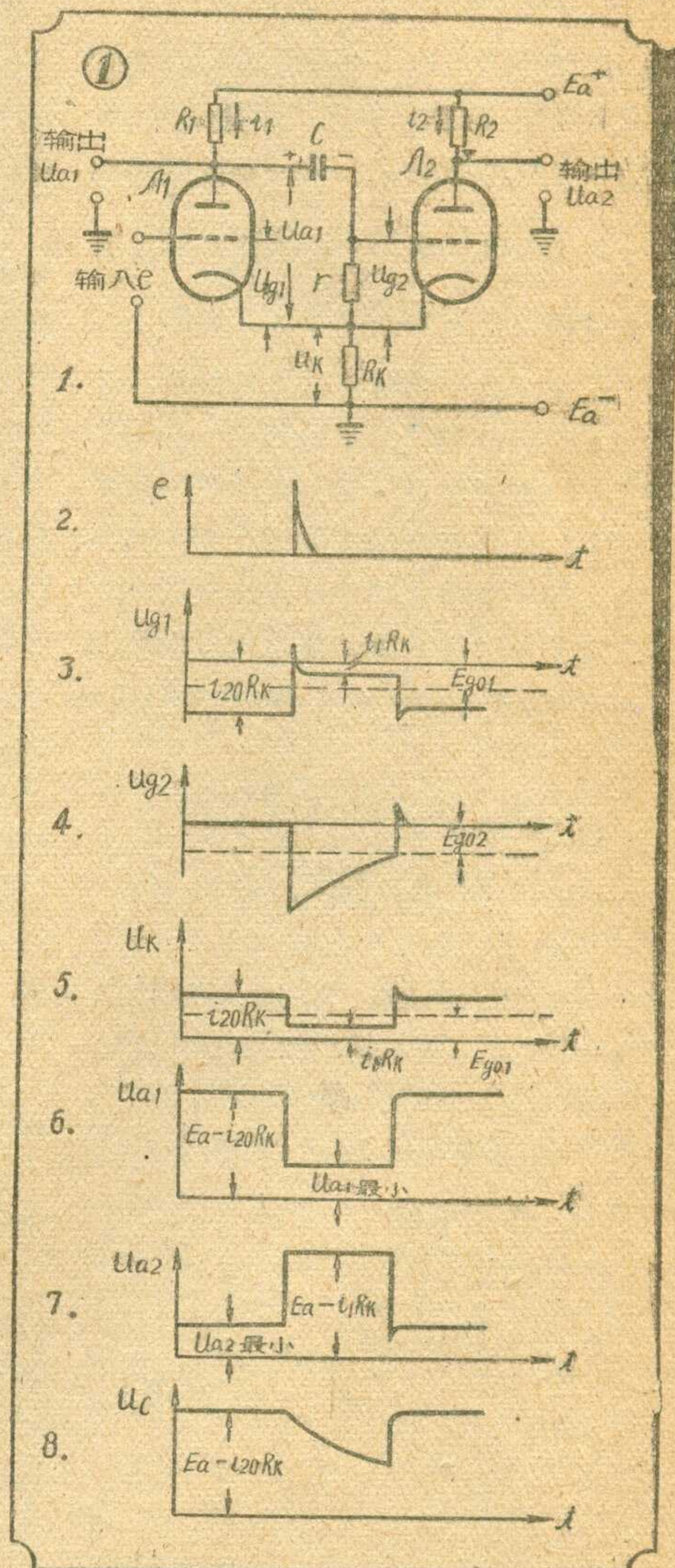
当输入端作用一个触发脉冲 e 时，情况就不同了。如果加在 J_1 栅极的正电压脉冲 e 的幅度大于 $(i_{20}R_k - |E_{g01}|)$ ，则 U_{g1} 升高到截止电压以上（见图 1 之 3），电子管 J_1 突然导电，在 R_1 上产生一个电压降，因而 J_1 的屏压 U_{a1} 下降（见图 1 之 6）。 U_{a1} 一下降，电容器 C 就通过电子管 J_1 和电阻 r 放电，如图 2 所示。但在电子管 J_1 刚导电的瞬间，电容器 C 上的电压是来不及改变的，因此在 J_2 的栅极上一下子加上一个很大的负电压（见图 1 之 4），这个电压为电容器 C 上的电压与 J_1 屏压之差，使电子管 J_2 截止。 J_2 截止后，屏极电流等于零，

屏极电位就突然上升到 $E_a - i_{10}R_k$ （因为在 R_2 上没有电压降了，见图 1 之 7）。这时，电子管 J_1 的栅压为电阻 R_k 上的自栅偏压 $U_k = i_{10}R_k$ （见图 1 之 5），而屏压为 $E_a - i_{10}R_1 - i_{10}R_k = U_{a1\text{最小}}$ 。

在经过这个突变以后，由于电容器 C 通过电阻 r 和电子管 J_1 逐渐放电， C 上的电压逐渐降低（见图 1 之 8），而放电电流逐渐减小，所以 r 上的电压降 U_{g2} 也逐渐减小（见图 1 之 4）。当 U_{g2} 减小到等于电子管 J_2 的截止栅压 E_{g02} 时，电子管 J_2 又开始导电。 J_2 一导电， R_k 上的电压降增大， J_1 的电流减小，屏压升高。这个电压升高立刻通过 C 加到 J_2 的栅极，使 J_2 的屏流进一步升高。这样的迭加过程是雪崩式进行的，各个电压都是跳跃式地变化，结果使 J_1 截止， J_2 的屏流达到原来的 i_{20} 的数值，电子管 J_1 的屏压 U_{a1} 上升到原来的数值 $E_a - i_{20}R_k$ ，电子管 J_2 的屏压 U_{a2} 下降到原来的数值 $U_{a2\text{最小}}$ ，回复到起始的稳定状态。由此可见，由于触发脉冲的作用，

在电子管 J_1 的屏极输出一个负矩形脉冲（见图 1 之 6），在电子管 J_2 的屏极输出一个正矩形脉冲（见图 1 之 7）。脉冲宽度 T 主要决定于电容器放电到使 $U_{g2} = E_{g02}$ 所需的时间，而和触发脉冲的形状和宽度等无关。触发脉冲只是决定脉冲开始的时间。

以后，等下一个触发脉冲到来时，电路状态就再作一次类似的循环，从而再输出一个矩形脉冲。



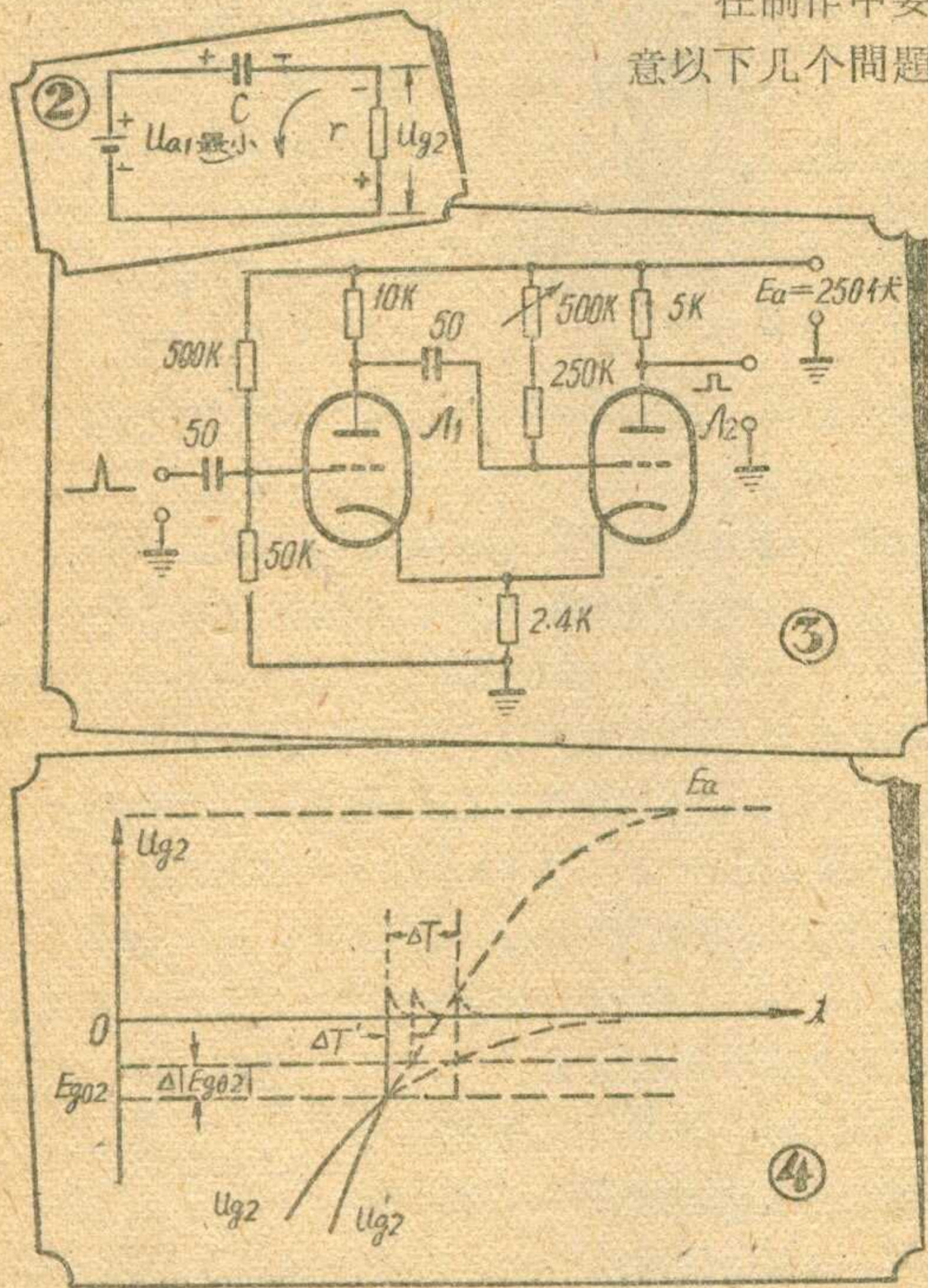
具体电路和一些經驗

我制作的阴极耦合触发器的电路和元件数值如图3所示，現說明如下。

电子管 $\mathcal{J}_1, \mathcal{J}_2$ 用国产双三极管 6H1П。

两个屏极負載，分别为 10 千欧和 5 千欧，阴极电阻为 2.4 千欧。电子管 \mathcal{J}_1 的栅极通过电阻分压器加一定的正电压，电子管 \mathcal{J}_2 的栅极电阻 r 也接在高压正端，这样可以使工作更稳定些（下面說明）。根据这个电路和元件数值，可得到如下指标的矩形脉冲（矩形脉冲由电子管 \mathcal{J}_2 輸出）：脉冲幅度約 60 伏；脉冲宽度从 1 微秒到 20 微秒，可以用 500 千欧电位器来調整。如果宽度还要加大，則可加大电容器 C 。脉冲前沿（上升時間）約 0.4 微秒，脉冲后沿（下降時間）約 0.2 微秒。

在制作中要注意以下几个問題：



(1) 电子管的选择：电子管最好采用跨导大的，这样可得到幅度更大、前后沿更陡的矩形脉冲。根据实验，以五极管 6Π9 (6AG7) 和 6Ж4 (6AC7) 最好。但五极管要用两个，不经济，因此都用双三极管。实验表明：以双三极管 6H8 (6SN7) 和 6H1П 最好。

(2) 屏极負載电阻 R_1 和 R_2 的选择： R_1 和 R_2 用得愈大，輸出的矩形脉冲幅度就愈大。但电阻大后，电子管的电流跳变較小，因此矩形脉冲的波形变坏（前后沿時間变长）。实验表明：用 10 千欧和 5 千欧是很合适的。要輸出脉冲的那个电子管可用 5 千欧，使波形好些。

(3) 触发脉冲为正时，加在电子管 \mathcal{J}_1 的栅极与地之間。触发脉冲为負时，可加在电子管 \mathcal{J}_1 的屏极与地之間，或电子管 \mathcal{J}_1 和 \mathcal{J}_2 的阴极和地之間。对触发脉冲的幅度，在触发屏极时要求最大，触发栅极时次之，触发阴极时要求最小。但阴极触发最不稳定。

(4) 电子管 $\mathcal{J}_1, \mathcal{J}_2$ 的栅极都通过一个大电阻接到屏极电源 E_a 上，这可以使电路的工作稳定。在这种情况下，当 \mathcal{J}_1 的屏极电压因触发而降低时，电容器 C 是由电源 E_a 反向充电，因此， \mathcal{J}_2 栅压的变化曲线 U'_{g2} (见图4) 比 r 接地时的变化曲线 U_{g2} 更陡地和电子管的截止电平 E_{g02} 相交。因此，当电源电压改变或由于更换电子管使 E_{g02} 发生变化时，这种电路較为稳定。如图4所示，当由于某些原因使电子管的截止偏压改变 $\Delta |E_{g02}|$ 时， r 接正电压的电路使脉冲宽度的变化 ($\Delta T'$) 較小，而 r 接地的电路使脉冲宽度的变化 (ΔT) 較大。

(5) 如果希望輸出矩形脉冲的宽度可以調节，即 r 采用电位器时，那么在接正栅压的情况下，电位器必須串联一固定电阻（100 千欧到 250 千欧），避免电位器电阻調到零时，电子管栅压过高，而燒坏电子管。

(6) 在工作过程中，电子管的灯絲电压不足时（加热不足），影响輸出脉冲宽度的变化最大。屏极电压改变时，影响較小。因此灯絲电压必須稳定。此外当触发电路不是单級，而和其他电路組合时，每級屏极电路中要加电阻 1 千欧和电容 0.1 微法所組成的去耦滤波器，以免相互干扰。

本刊啟事

本刊接到不少来信，有的詢問投稿問題，有的要求代為設計电路、提供技术資料、代购零件，有的要求代訂刊物等等。因为本刊人手少，不可能对这些来信一一答复，只好在这里占用一点篇幅，作些說明，請讀者原諒。

一、投稿問題

1. 来稿請用稿紙繕写清楚，插图另用紙繪，要求便于正确地复制，并請写上作者真实姓名、通信地址、工作单位和职务。

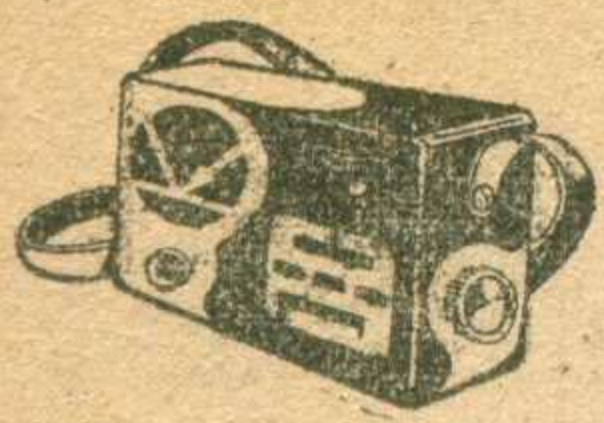
2. 稿件刊用后，除略致薄酬外，并贈送本刊一册，原稿不退。

3. 来稿請注明参考书刊名称、出版日期。如果稿件决定刊用，需要原书刊参考，請作者协助寄来，用毕即退还。投稿时則不必附寄书刊和邮票。

4. 本刊是通俗性技术刊物，不可能刊登学术論文、专题报告和內容过深的稿件。

二、讀者在設計制作中遇到的具体問題，只能选择一部分較典型的通过刊物解答，或刊登有关稿件。我們欢迎讀者提出这方面的問題，并請提出对刊登的文章的具体要求。至于代為設計、代购零件、提供資料、介紹电路等等，因人手少，实际情况也不易掌握，就不能一一回答了，請讀者原諒。

三、本刊由邮局发行，編輯部不能代訂、代购。



电子管、晶体管 混合式收音机

赵 渊

本文介绍的一架超外差式收音机，它的变频和中放由电子管担任，其后的检波、低放工作则用晶体管担任。这样可以消除选用高频晶体管的困难，又可以取得一般晶体管收音机的一些主要优点。

一、电路简介

本机电路见图1。由于有电子管参与工作，就需要设一个电压足够高的乙电。考虑到收音机的体积和所用电子管的特性，决定用12伏。

本机变频工作由1A2(1A2Π)担任。为了保证在12伏的低屏压下变频工作稳定可靠，将它的阴极、第一栅、第二栅组成的三极部分和阴极、第三栅、第四栅、第五栅、屏极组成的五极部分的栅偏压电阻 R_2 及 R_3 ，都接灯丝正极，使栅极略显正性，以提高其工作跨导。本机的变频增益约8分贝，且实际上用晶体管也不过10分贝左右。

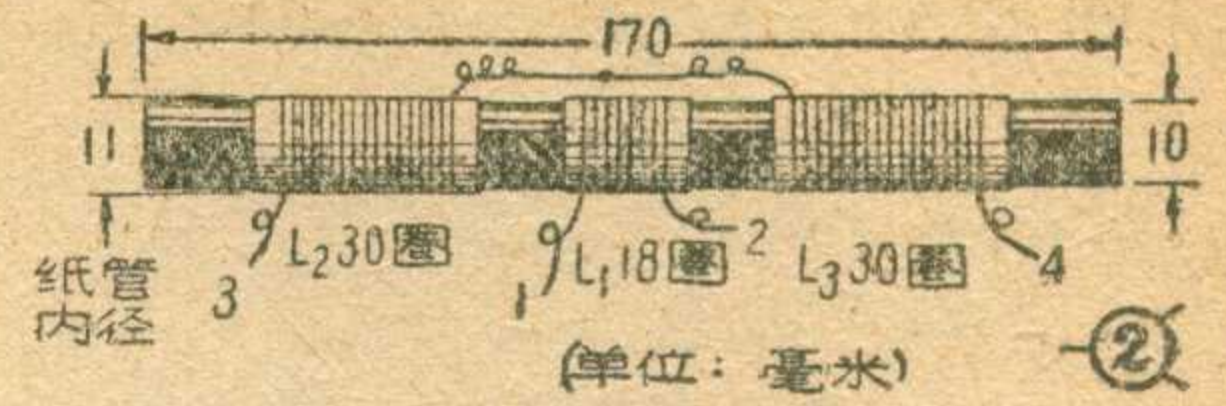
中频放大由1K2(1K2Π)担任。为了得到较高的放大倍数，同样可以采用改变栅偏压的办法，使其栅极略显正性，这样用提高跨导的办法来增加放大倍数，简单有效。本机的中放增益约23分贝，而用晶体管也不过25~30分贝。

检波用锗二极管担任。本机用的是D9型的，用D1型亦可。末前级低放由P-N-P型晶体三极管Π6B担任。末级功率放大由两只Π6B作乙类推挽放大。推挽放大器的优点很多，这里不一一列述。对晶体管来说，乙类推挽放大器比甲类单臂放大器的效率高得多，这是晶体管电路的一个很大特点。一般甲类功率放大器的效率在40%左右，而推挽功率放大器的效率可高达90%。

二、零件和安装

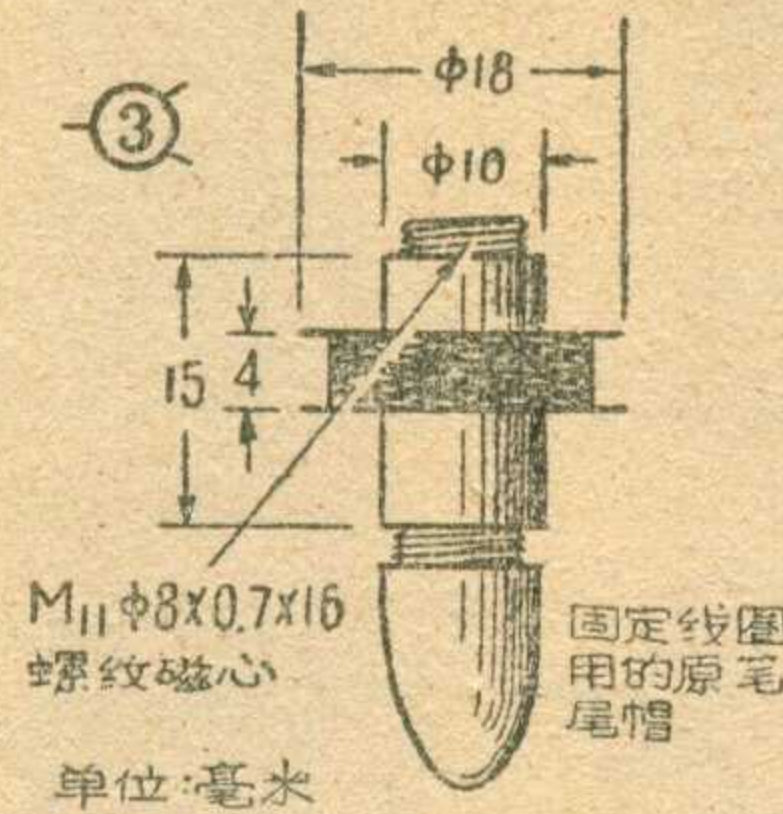
为了提高收音机的灵敏度和选择性，采用了磁性天线。由于目的偏重于提高谐振回路的Q值，所以线圈是用21股（用旧中频变压器中的7股线三根合成）纱漆

包线绕成，且输入调谐线圈分绕成两段 L_2 和 L_3 ，分别置于磁棒的两端，天地回路的线圈 L_1 放在磁棒的中部。线圈平绕在内径为11毫米的纸管上，使能在磁棒上移动，以便调整。磁棒用M4型直径10毫米，长170毫米的（图2）。



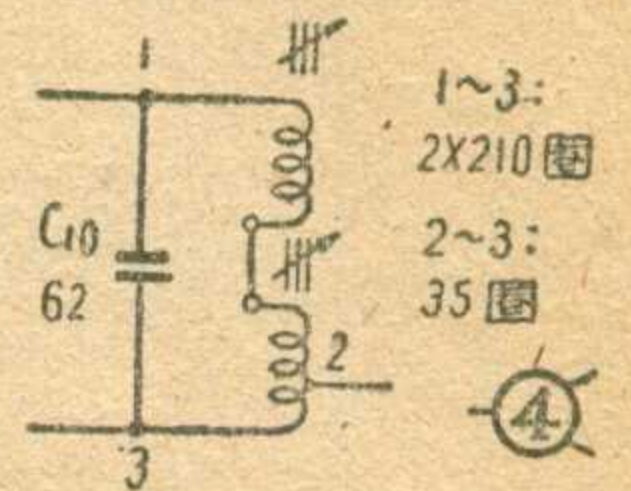
振荡线圈可用任何牌号的回授式(A式)成品线圈。不过成品线圈体积较大，如购买不方便，也可以参照图3自行绕制。线圈是绕在一段外径为10毫米的胶木管上（可截用一段坏钢笔笔杆）。线圈夹板用塑料片制成，并用万能胶和胶木管粘牢。

在槽内用7股的纱漆包线乱迭绕43圈（约32微亨）作为 L_5 ，裹上两层黄腊布或牛皮纸后，再用同号线乱迭绕81圈（约158微亨）作为 L_4 。线圈管内的磁心用M11型 $\Phi 8 \times 0.7 \times 16$ 的。为了固定磁心的位置，先在胶木管内壁涂一层石蜡，再将磁心旋入。

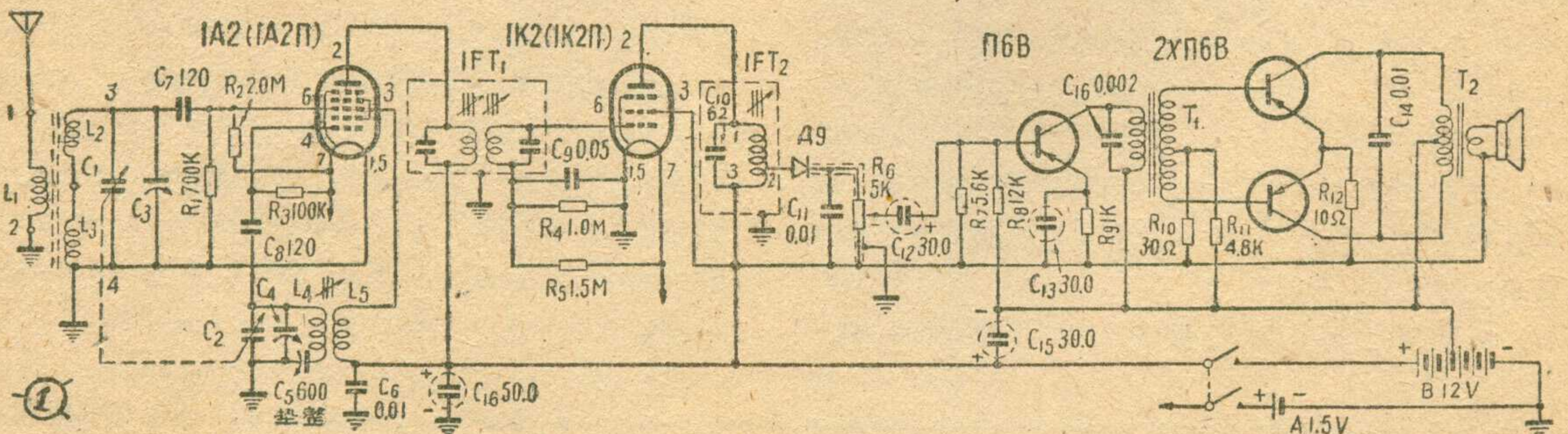


中频变压器用华北无线器材厂出品ZPO3-1型的。为使中放级和检波级很好地匹配，输出级中频变压器IFT₂须经改装。将原变压器的两个固定电容器拆去，把两个线圈串联起来（注意两个线圈的方向一定要一致），另配一个62微微法的云母固定电容器与之并联。再在35圈处抽一头（图4）。这个抽头的位置不一定必须在35圈的地方，在制做时不妨多抽几个头，待调试时选定一个匹配最佳的作正式抽头。

末级功率放大器所用的输入和输出变压器均为成品。输入变压器的初级阻抗为10千欧，次级阻抗为4千欧。输出变压器的初级阻抗为200欧，次级阻抗为3.5欧，配用2 1/2吋、3.5欧的永磁扬声器。如果自制，输入变压器T₁可用EI型33G合金片迭成的铁心，截面积为5平方毫米，初级用 $\Phi 0.05$ 毫米漆包线绕1600圈，次级用 $\Phi 0.13$ 毫米漆包线绕2×500圈。输出变压器T₂铁心

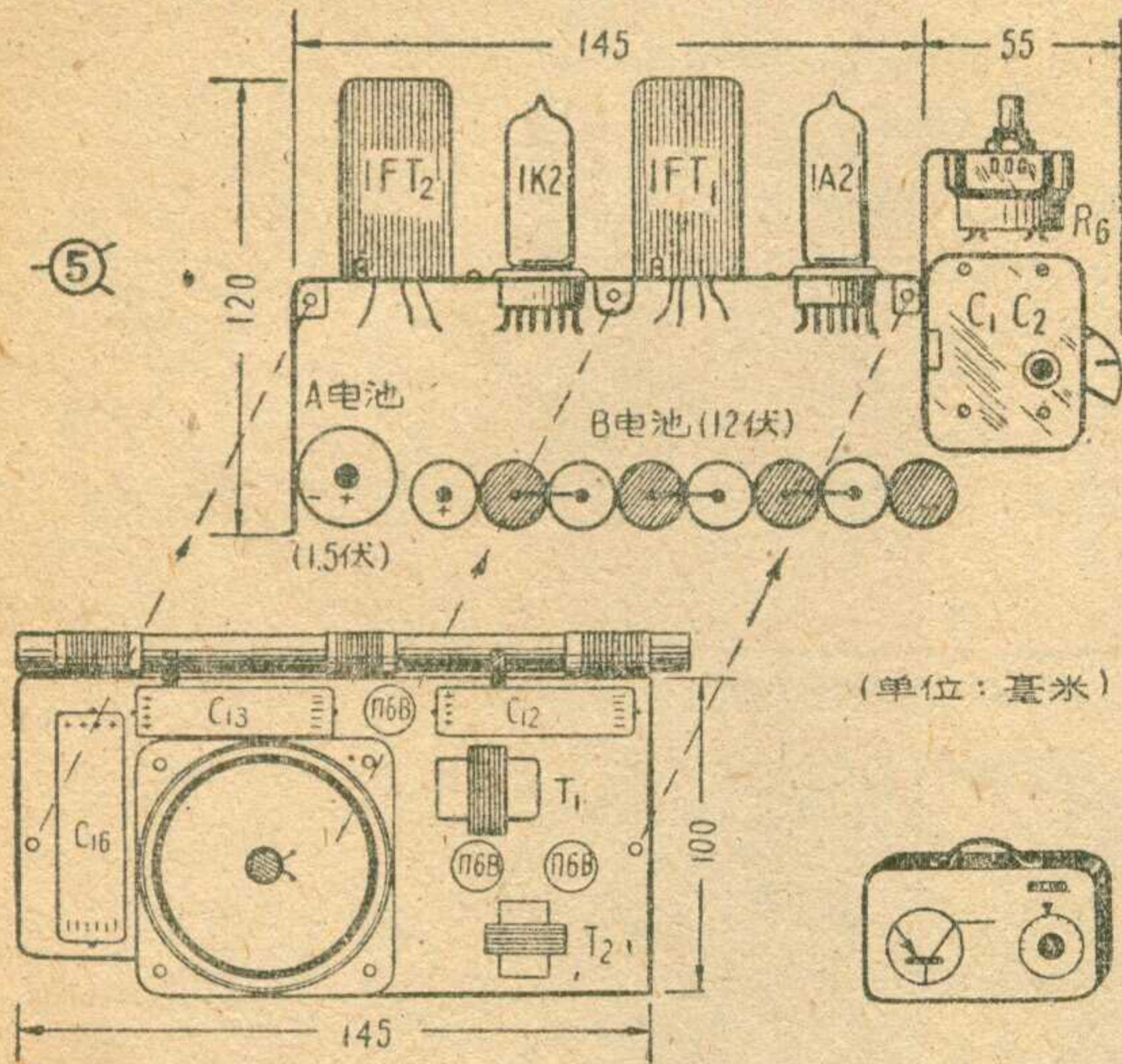


末级功率放大器所用的输入和输出变压器均为成品。输入变压器的初级阻抗为10千欧，次级阻抗为4千欧。输出变压器的初级阻抗为200欧，次级阻抗为3.5欧，配用2 1/2吋、3.5欧的永磁扬声器。如果自制，输入变压器T₁可用EI型33G合金片迭成的铁心，截面积为5平方毫米，初级用 $\Phi 0.05$ 毫米漆包线绕1600圈，次级用 $\Phi 0.13$ 毫米漆包线绕2×500圈。输出变压器T₂铁心



用 EI 型 33G 合金片，截面积为 14 平方毫米，初级用 $\phi 0.27$ 毫米漆包线绕 2×245 圈，次级用 $\phi 0.35$ 毫米漆包线绕 93 圈。

安装时应该对零件安排作周密的考虑，一方面要尽量缩小收音机体积，一方面要照顾电气的合理性。图 5



所示即为这个收音机主要零件的装配图，供大家参考。

$C_1 C_2$ 是普通 .00036 微法双连可变电容器。两个电子管和中频变压器装在面积为 35×145 毫米² 的铁板上，晶体管部分装在一块 $1 \times 100 \times 145$ 毫米³ 绝缘胶木板上，装接好以后用三个螺丝钉连成一体。

甲电用 $\phi 25 \times 50$ 二号电池一只。乙电用八节 $\phi 15 \times 50$ 四号电池串联而成。连电池在内总体积为 $65 \times 120 \times 200$ 毫米³。

关于使用晶体管所应注意的一些事项，在 1961 年 1 月份本刊有详细说明，这里不再多述。

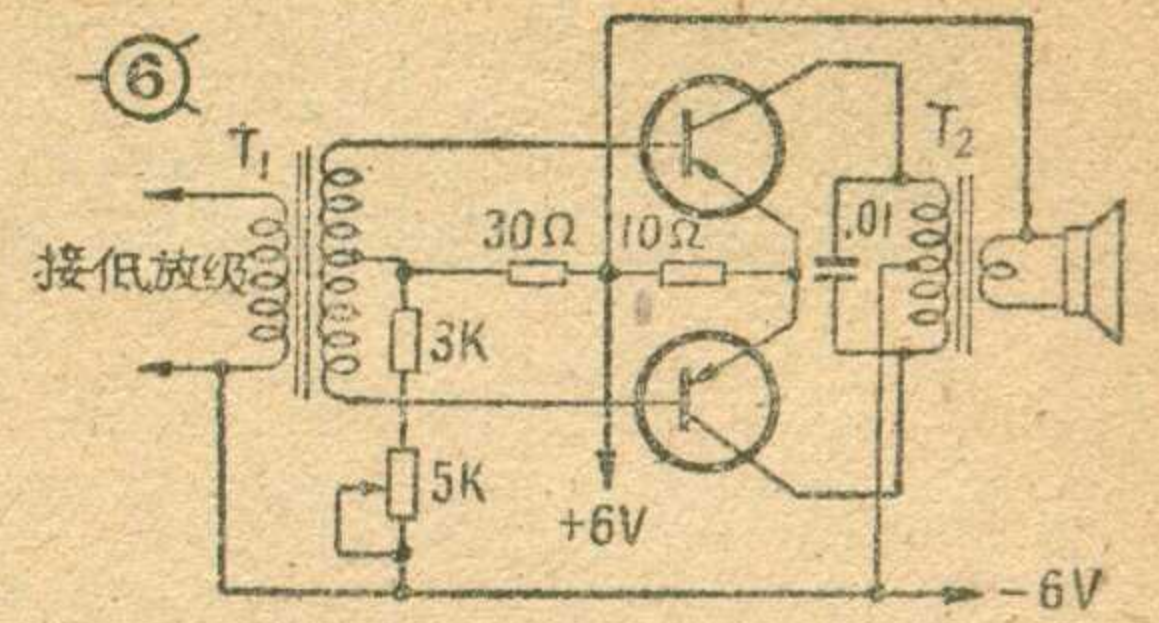
三、调试和使用

线路中所标各元件的数值，虽然都是经过计算确定的，但是实际所用的元件均有一定误差，尤其是半导体元件，即使几个属于同一型号的晶体管，它们之间的电气特性也都不完全一致。因此，为使收音机发挥其最大效能，必须对其中某些影响较大的元件加以调整。

经过仔细的检查，焊接上没有错误，接上天线，开启电源，旋转可变电容器便可以收到电台的播音。当然，这时可能声音很轻，很模糊。不过这说明安装基本正确，下面便可以进一步进行调整。

输出级所要调整的元素主要是基极偏流电阻 R_{11} 。用一个 3 千欧的固定电阻和一个 5 千欧的可变电阻串联代替 R_{11} (图 6)，用一个 3 千欧的固定电阻是为保护晶体管而设的，这样可以在可变电阻短路时不致将晶体管烧毁。转动可变电阻使扬声器发声最大而同时失真最小，然后换上一个等值固定电阻。这个电阻的阻值一般在 5 千欧左右。

低频放大级要调整的也是基极偏流电阻 R_8 ，方法同前，固定电阻用 10 千欧，可变电阻用 200 千欧。调整可变电阻的阻值，使输出大而失真小，再换以等值电阻，该电阻一般约 10~50 千欧。



检波级的调试工作是比较简单的。对检波器的要求是失真小，衰耗低。本机由于没有自动音量控制电路，故影响检波失真的主要是输入的功率，当输入功率足够大时 (10 微瓦左右)，检波失真问题就可以不必多虑了。至于衰耗的大小主要取决于与前级的匹配情况。匹配得好，衰耗就小。因此，这一级的主要调试工作是在输出中频变压器中正确地选择一个抽头，使检波级的输入阻抗与中放级的输出阻抗得以匹配。

调整中放级时，先不要调输入级的中频变压器，而是细心地调输出级的中频变压器的两个磁心，使输出最大而干扰和杂声最轻。然后按一般的方法和步骤调整变频级，使谐振回路与振荡回路的工作完全同步。这一步调好以后，再翻回头来仔细地调整中频变压器的输出和输入级。调试工作到此算初步完成。然后再按上述次序重调一次，经过这样的调整以后，收音机的灵敏度和选择性都可得到满意的结果。

(上接第 3 页)的运动和两个镜面垂直，就在两镜面之间连续不断地来回反射。它们以及它们所激发出的新光子一次又一次在红宝石中作用，产生出越来越多的新光子。在数万分之一秒钟内，红宝石中从绿色光泵 (氙灯) 中“汲取”的全部能量，都变成了一束红光穿过银镜，从放大器的出口冲出射向远方。

如果把放大器的入口遮上，并以适当的方式配置反射镜，那末，用绿光照射的红宝石就变成了红光振荡器——晶体本身变成了红色光源。因为只要有一个铬离子偶然跳到低能级而放出微弱的红光时，在红宝石中都会产生上述的“链锁反应”，将所有的铬离子都“抛到”低能级去，同时辐射出强大的相干红光。

实验证明，上述量子器件发出的的确是相干的单色光。光束几乎是平行的，有很好的方向性，例如，这种仪器发出的光束在 40 公里的距离处，其直径也只有 70 米。比无线电技术中所用天线的方向性要强得多了。

上面只是简单地谈了一种量子放大器和振荡器的工作原理。至于它们的应用和发展前途，那真是十分宽广的。这些问题在本期“量子无线电电子学”和前期“通过宇宙空间”等文章中已经谈得很多，在这里就不作介绍了。

(士达、周元培编译)

怎样使用磁带录音机

毛瑞年

录音效果的优劣，虽然主要是取决于录音机的质量，但是如果不能正确掌握录音机的操作技术，就是有了好的录音机，也难获得好的录音效果。同时，也只有合理地使用录音机，才不致影响它的寿命。

磁带录音机的使用方法一般也不是非常复杂的。只要掌握机器的性能与特点，熟悉各个控制按钮和开关的作用，也不难达到运用自如的目的。

工厂生产的录音机，它的各个控制按钮和开关、插孔等旁边都注有说明它的作用的文字或代用符号。为了大家使用方便，表1列出了一些产品上常用的各种标记的意义。

下面以“钟声”810型双音迹磁带录音机(图1)为例，来说明磁带录音机的使用方法。

一、装磁带

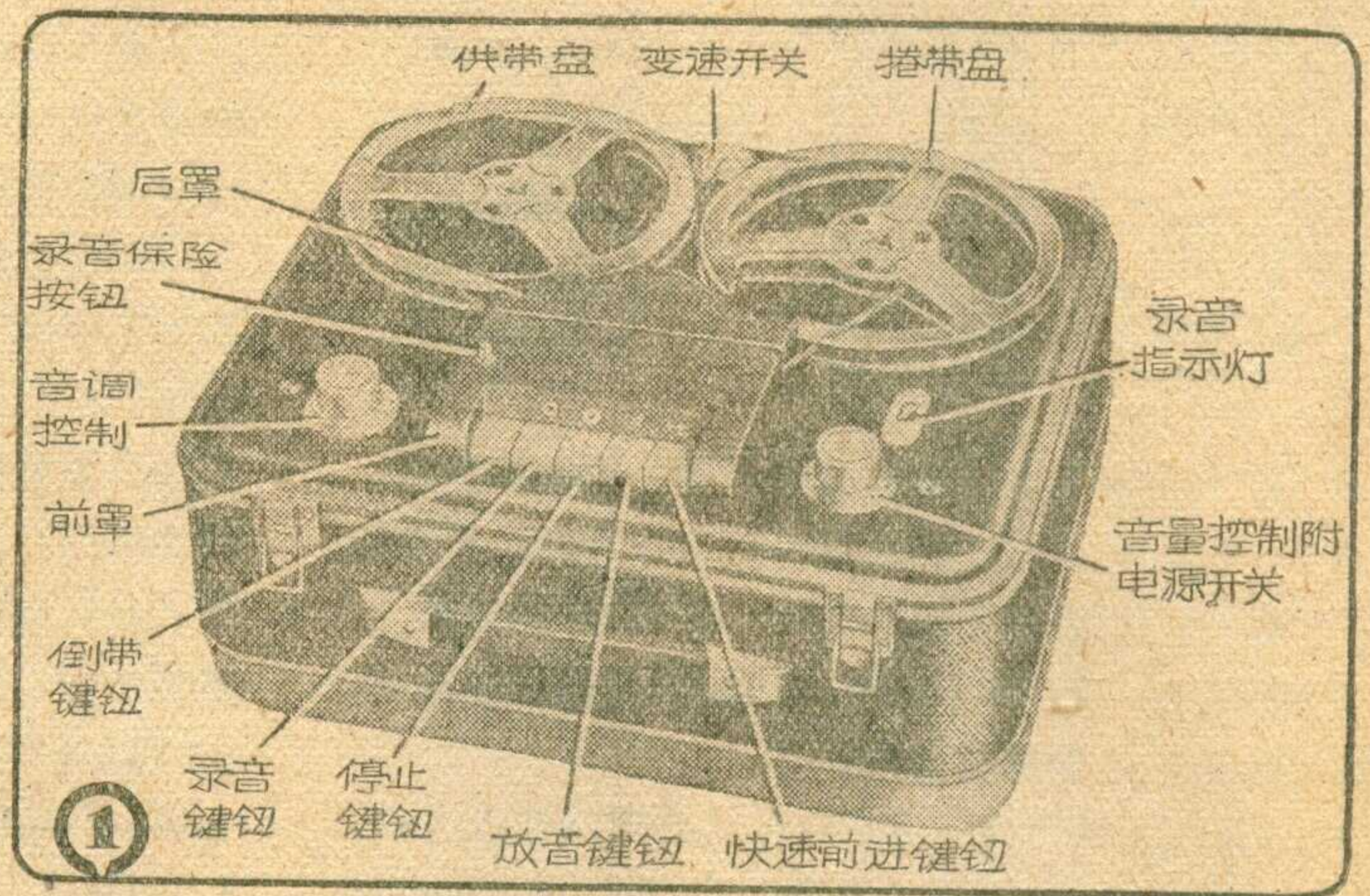
装磁带是录音工作的第一步。将

表 1

标记符号	汉语名称	英语名称	俄语名称	德语名称
≡ ◁	反向开关	REWIND	Обратная перемотка	Rücklauf
→ ▷	正向开关 (始动开关)	START	Старт	Anlauf
⇒ ▷	正向加速 开关	FORWARD	Быстрая перемотка	Vorlauf
○	停止开关	STOP	Стоп	Halt
⊕ ○	拾音或 广播录音	PHON RECORD	Звукосниматель	Rundfunk (Phono)
⊕ ⊕	话筒录音	MICROPHONE RECORD	Микрофонной	Mikrophon
▷	放音开关 (重播开关)	PLAY	Воспроизведение	Wiedergabe
	音 质	TONE	Тональность	Tonregler

绕有磁带的磁带盘套在左边供带转盘的轴心上。拉出一段磁带，从上面插入前、后罩之间的缝隙中(图2)，要让磁带通过磁头前面并穿过压带皮轮与主轴滚轮间的空隙。最后将磁带一头穿入右边卷带盘中心的缺口，稍留

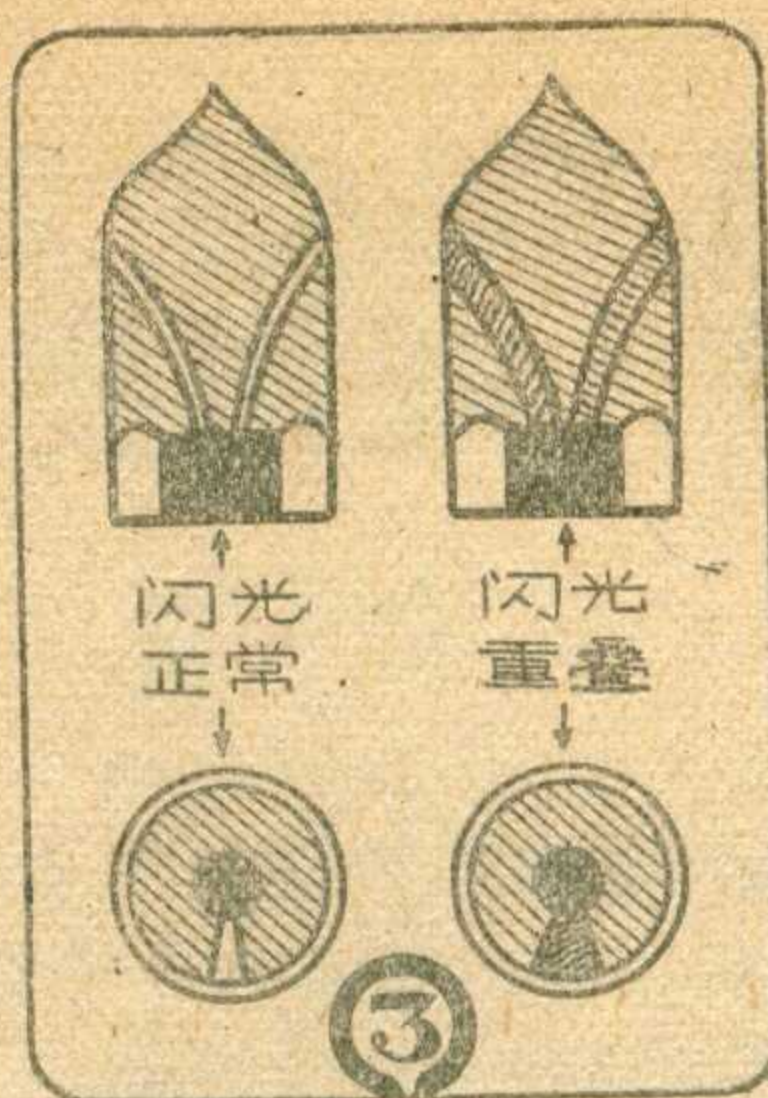
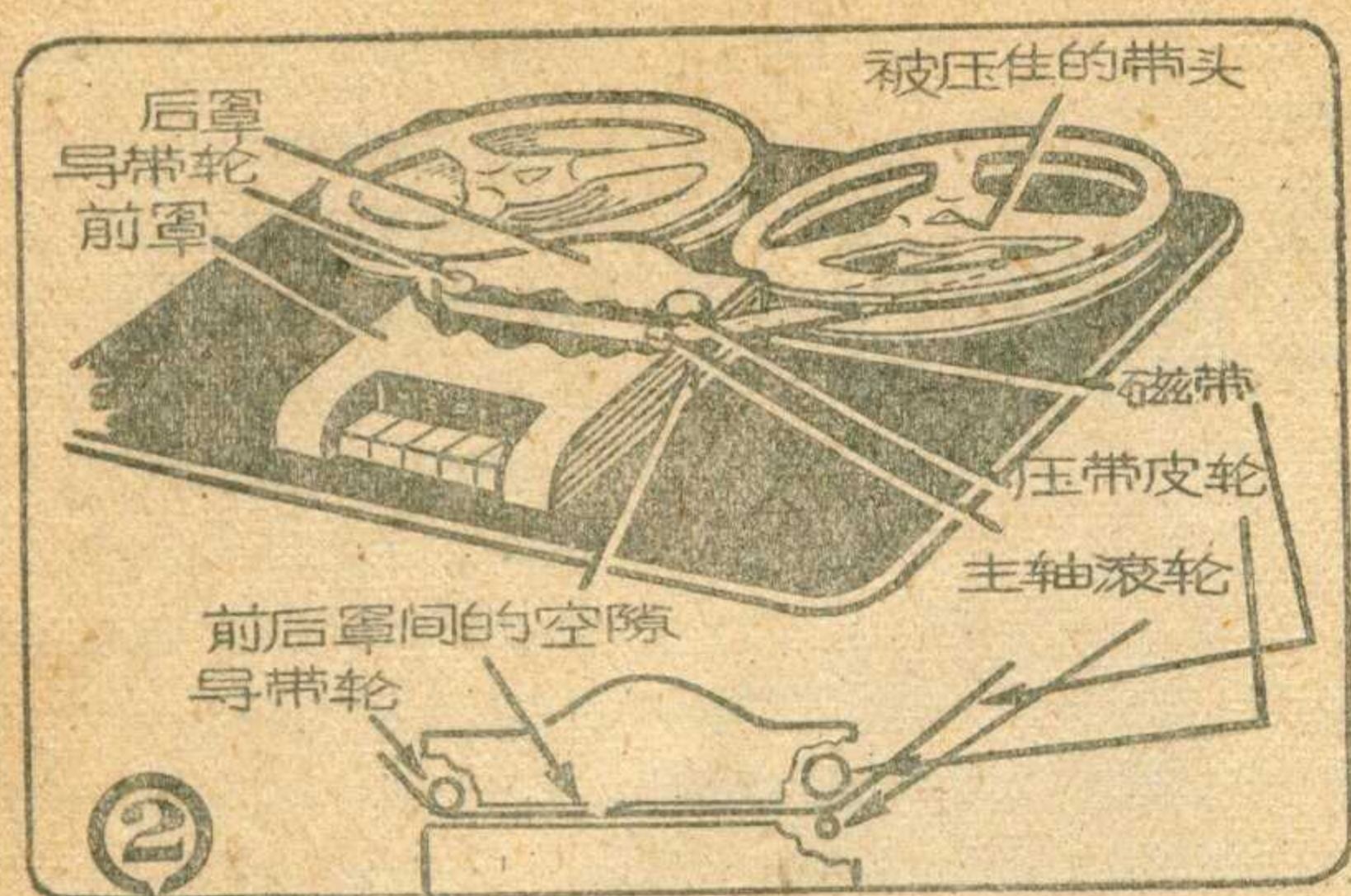
一些露在盘外，用右手食指按住露在外面的带头，将卷带盘沿反时针方向转几圈压住，只要能拉紧不致滑脱即可。这样就算装好了。装带时要注意将磁带的带磁膜的一面朝向后罩，使与磁头工作面相接触，不能装反。



二、录音

先拧开右边的电源开关旋钮，接通电源。机内的电动机便转动起来，但这时传动机构还不工作，所以磁带还不走动。然后将话筒插头插入标有“话筒”(或⊕)的插口中。如果是收录电唱机或收音机的信号，则应插入标有“输入”(或⊕)的插口中。一切准备无误后，便可用左手食指用力按住前罩左上角的小钮，再用右手按下有⊕符号的按钮，然后放开左手，让小钮自动弹回。这时机械传动机构开始动作，磁带便运行起来。上述小钮叫“保险钮”，它的作用是防止放音时误按录音键而抹去音迹。

磁带运行起来以后，话筒前面的声音或电唱机、收音机送来的信号便通过录音机电路录到磁带上。这时要依据输入信号的强弱调节右边的音量



五、抹音

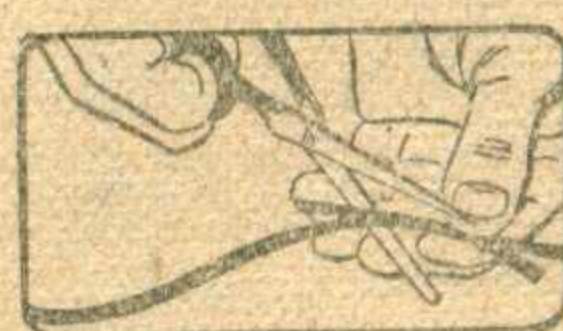
在录音过程中由于抹音磁头此时也工作（放音时它不工作），而且磁带又先经过抹音头才到录音头，所以磁带在到达录音磁头之前已经将磁带上的音迹抹去了，所以不必单独进行抹音工作。但如果有必要抹音而当时又不需要录音，也可作一次单独抹音。抹音手续和录音相同，只是此时要将话筒或送录音信号的接线拆去，按下录音按钮就行了。抹过音的磁带要经过一次简单的检查，方法是将它作放音操作，音量电位器旋到最大，耳朵贴近扬声器静听，如果没有显著的杂音就满足要求；如果仍然听到显著的剩余音迹在发音，那就是所谓“消磁不良”。这可能是由于录音时信号过强或电路中有故障，或者是磁带不良。

六、快速卷带

有时只需要放送磁带中间某段的录音，这时可按下快速前进按钮，把前面一段不需要放音的磁带以很快的速度先卷到卷带盘上去。这种控制键在810型机上是用→表示（其它也有用↗表示的）。快速卷带的速度比正常录音或放音时的磁带运行速度快得多，一般带速慢于19厘米/秒的机器都有这种装置。

七、磁带剪接

磁带发生断裂是由两种原因引起的：一是由于磁带品质不良，或保藏不妥而硬化所致；另一是由于录音机机械部件发生故障所致。断损的磁带经过剪接粘合后仍可工作。连接方法可（下转第21页）



粘胶纸 5 修去残余边沿

四、倒带

一盘磁带录音或放音完毕，必须倒回到原来的供带盘上，以备下次进行放音或录音之用。有时在中途也需要把磁带倒回去，以便重放或重录。倒带时要注意将磁带盘放置平稳，然后按下标有←符号的按钮，供带转盘就以极快的速度反向（约为正向运转速度的20倍）将磁带卷回到供带盘上。倒带时，必须全神贯注地监视磁带运转情况，做到手不离键，以防磁带滑出磁带盘造成乱卷。

每次录音、放音终止后，必须将标有○符号的按钮按下，以免压带皮轮被长久挤压而变形。

三、放音

放音就是让录了音的磁带在放音头前走过，将声音重放出来。操作方法是：将录好音的磁带装在左边送带盘上。按下标有▶符号的按钮，磁带便走动起来，录音机扬声器中放出声音。音量的大小可以根据需要转动右边的音量控制电位器加以调节。放音时的

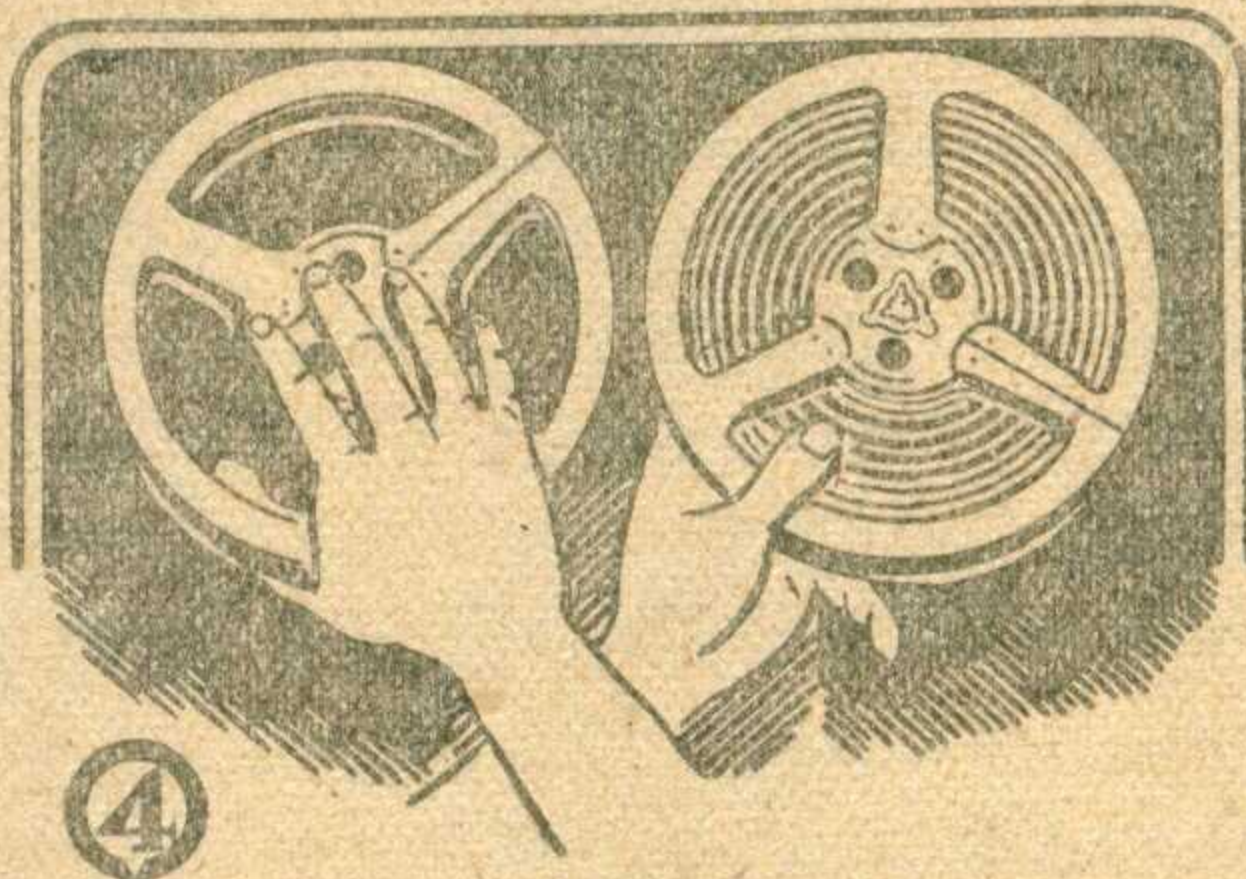
控制电位器（与电源开关合装在一起），使送入录音机电路的信号幅度适当，以得到良好录音效果。一般用“电眼”管来监视信号大小。当输入信号最强时，电眼管扇形发光部分不完全合拢，信号为中等强度时合拢到一半面积比较合适；合拢太少或过头重叠都不适宜（图3）。也有用辉光管或音量输出表来指示的，使用时可以试录一段，便可测知将指示数值调到多大为合适。如果没有音量监视设备，也可以用试录的方法确定音量电位器的合适位置。

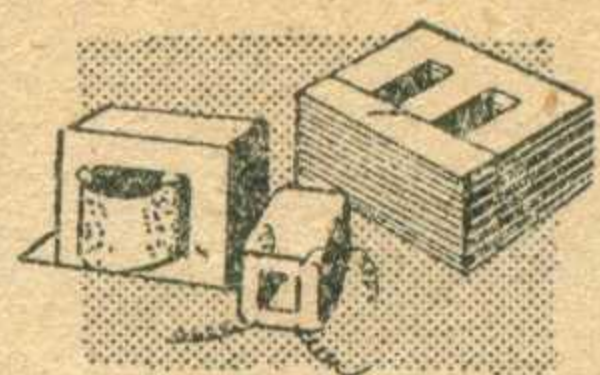
在录音前还需要了解要录制的是哪一类声音，以便采用合适的走带速度。例如录制一般谈话、报告之类，就要考虑到录音时间可能很长，如果没有足够数量的磁带，那末用9.5厘米/秒的慢速录音比较合适；如果是录制女高音独唱或童声演唱，那么最好是应用19.05厘米/秒的快速录音，使高音得到较好的补偿。

双音迹录音机可以在一盘磁带的上、下半部各录一次音。当一盘磁带快录完半边时，可以在只剩下几圈时就将其翻转过来再录另一半边。为了不耽误时间，可以如图4两手交叉各取下一个带盘，翻转后立即装上继续进行录音。

音调高低用左边的音调控制电位器调节，一般设计得向右旋高音增强低音削弱，向左旋低音增强，高音削弱。

“钟声”810型录音机的额定输出功率为1.5瓦。机上装有“输出”插口，从这里可以获得400毫伏的输出信号，用金属隔离线接到扩音机的“拾音器”插口，便能将放音的声音扩大，以供很多人收听。也有些机器，如“钟声”631型录音机上还有一个备用的外接扬声器插口，是从输出变压器次级接出，可以在机外另接一个4~6欧姆总阻的扬声器放到需要的地点去放音，但此时机内扬声器即停止工作。





收音机

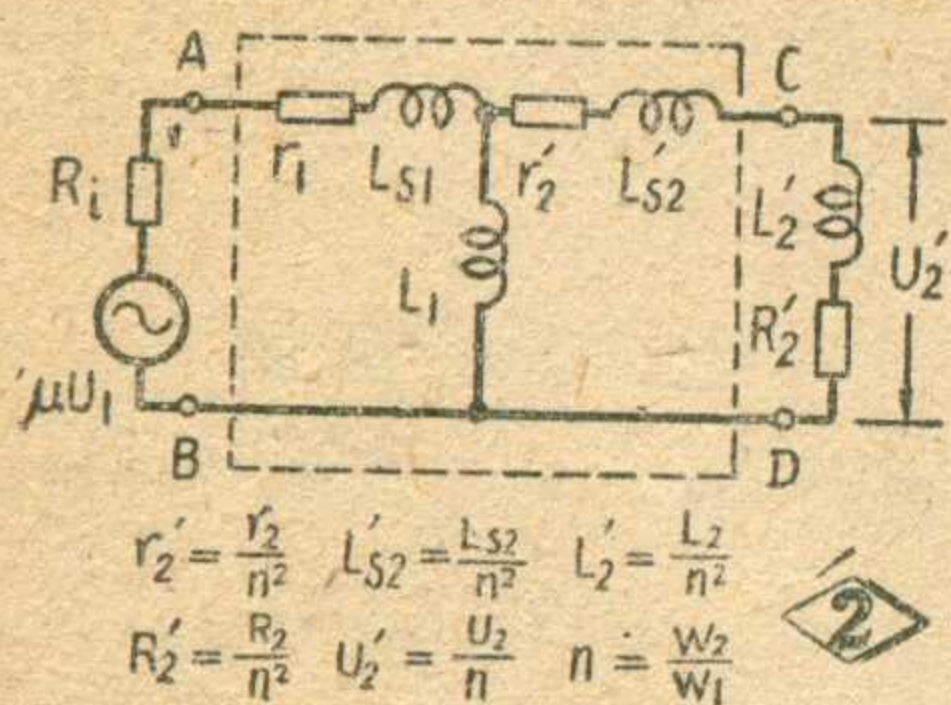
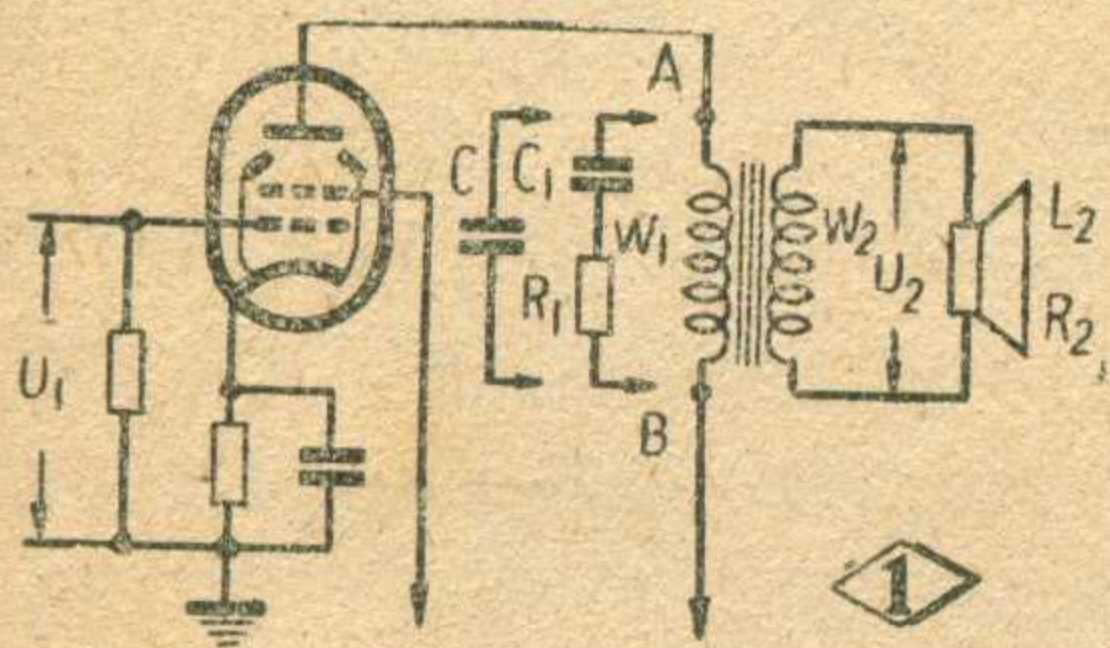
输出变压器的设计

俞锡良

收音机一般是使用低阻抗的扬声器，它不能直接作为功率放大器屏路的负载，必须通过变压器来匹配，这种变压器位在输出端，所以叫做“输出变压器”。输出变压器是根据放大器的工作状态、输出功率、所需的最佳负载，以及整机的频率特性等要求进行设计的。

一、电路的分析

为便于讨论，把图1的电路改画成图2的等效电路。AB的左边是电子管屏路的交流电动势 μU_1 和內阻 R_i 。ABCD虚线方框内即是输出变压器部分。 L_1 为初级的电感， r_1 和 r_2' 分别为初级和次级反射到初级的绕线电阻， L_{s1} 和 L_{s2}' 分别为初级和次级反射到初级的漏感，漏感是由于有些磁通没有完全交连到全部线圈所造成，其效果是减少了有效电感，故相当与负载串联。CD的右边则是扬声器的阻抗反射到初级的负载， L_2' 为其电感成分， R_2' 为电阻成分。



理想的变压器应该是初级电感 L_1 为无穷大，绕线电阻 r_1 和 r_2' ，以及漏感 L_{s1} 和 L_{s2}' 为零，这样，变压器的特性与频率无关，也没有损耗。但实际上是做不到的，只有在中間的一段频率范围内， L_1 的阻抗较大，而 L_{s1} 、 L_{s2}' 和 L_2' 都较小，电路接近于纯电阻性，输出较为均匀。

电子管屏路的负载，也只有在中音频率范围内才是匹配的，此时负载电阻 $R_a = r_1 + r_2' + R_2'$ 。

输出变压器的损耗，主要是绕线电阻所产生，铁心的损失相比起来是很小的，可以忽略。输出功率对输入功率之比，称为变压器的“效率”，从中音频率的等效电

路可以求出，输入功率 $P_1 = I_1^2 (r_1 + r_2' + R_2')$ ，输出功率 $P_2 = I_2^2 R_2'$ ，所以效率 $\eta = P_2/P_1 = R_2' / (r_1 + r_2' + R_2')$ 。

放大器连带输出变压器在内的增益，一般也在中音频率时计算，此时 $K = U_2/U_1 = K_{cm}$ ，其中 K_0 为电子管栅极至屏极的增益。

当频率逐渐降低时， L_{s1} 、 L_{s2}' 和 L_2' 的作用愈来愈小，而 L_1 的阻抗也逐渐减小，故输出也就逐渐降低，如图3，同时因匹配变坏，非线性失真也不断增加。如果要低音频的特性好，就应增加铁心和初级圈数以加大 L_1 ，但随着也增加了材料和成本，只能根据情况采取折中的方案。所以收音机的低音电压特性主要受到输出变压器的限制。

在高频频率时， L_1 的影响可忽略，但 L_{s1} 、 L_{s2}' 和 L_2' 的作用开始显著，这时的输出特性较为复杂，可分下列三种情况：(甲)若 $L_s/L_2' = R/R_2'$ ，则频率特性曲线是平直的，如图3的曲线(1)，其中 $L_s = L_{s1} + L_{s2}'$ ， $R = R_i + r_1 + r_2'$ ；(乙)若 $L_s/L_2' > R/R_2'$ ，则曲线是下降的，如曲线(2)；(丙)如果 $L_s/L_2' < R/R_2'$ ，那末，曲线就上升了，如曲线(3)。

在使用电子注管和五极管的场合，內阻 R_i 比负载 R_2' 要大得多，靠增加漏感 L_s 来补偿是办不到的，故特性曲线总是处于(3)

的状态。所以高音时输出增加，同时负载也不匹配，非线性失真也很大，使得听起来有刺耳的尖声，故需要采取高音补偿等措施。

当频率高于数十千赫时，输出变压器内的分布电容开始有影响，使高音频率的输出逐渐降低，但在普通的收音机里，可以不考虑这种影响。

二、高音频率的补偿

为了消除上述高音时输出和非线性失真的增加，通常采用二种补偿的办法。

一种是在AB端接入一个串联的 R_1C_1 网络，见图1，当频率增高时，电感支路的阻抗虽然增加，但电容支路的阻抗却减小，

所以负载总的变化不大。如果选配得 $R_1 = r_1 + r_2' + R_2'$ ， $C_1 = (L_s + L_2')/R_a^2$ ，则RB端的阻抗变为纯电阻性，即 $Z_{AB} = R_a$ ，称为“永久谐振”，此时，输出与频率无关，很为平直，如同图3的曲线(1)，而且非线性失真也不增大。在实用上，为了减小 R_1 上的损耗，使 $R_1 = (1.5 \sim 2)R_a$ ， C_1 约在0.005~0.05微法，输出特性虽较“永久谐振”条件时差一些，但已能满足一般需要。

另一种办法是在AB端接入一只数千微微法的电容器C，其作用除了和上述一种有点相似外，还使得在高频频率时与初级电感 L_1 发生谐振，如图3的曲线(4)，谐振频率一般在5~10千赫之间，利用谐振以后急剧衰减的特性，可以很好地滤除收音机的高音噪声频率。因谐振回路的Q值不高，谐振的峰顶较为平坦，不会在谐振频率附近发生尖声的毛病。而谐振以前附近的高音频率有些提升，对补偿收音机中放级中频变压器通频带的限制也是有好处的。

如果放大器接有负反馈电路，则因负反馈本身就能减小频率失真和非线性失真，上述几种补偿网络可以省去，若反馈量不深，也可以同时加用。

三、输出变压器内的非线性失真

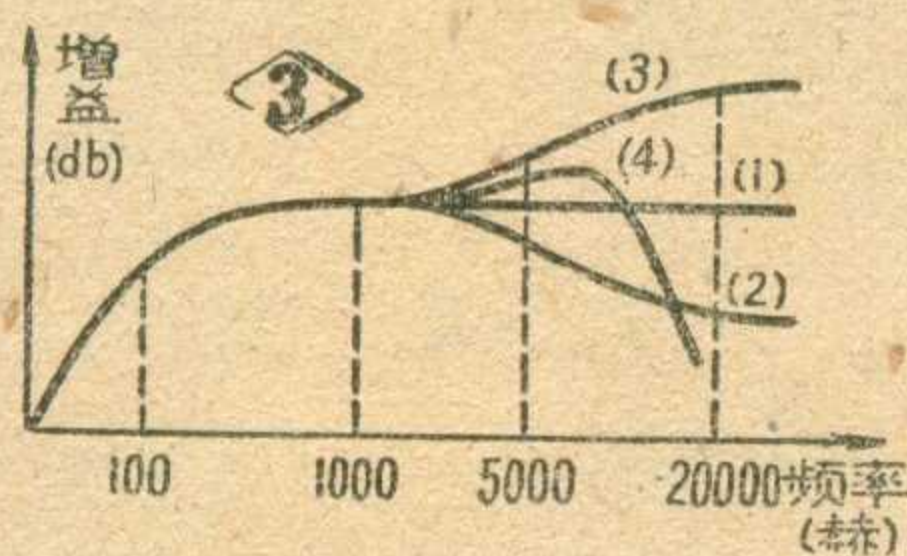
铁心內磁通密度和磁场的关系不是直线的，所以信号通过输出变压器以后要产生非线性失真，失真的程度是随着磁通密度的增加而增大。磁通密度 B 与输入到变压器的功率 P_1 的平方根成正比，与变压器的工作频率 f 、铁心截面积 Q_c 和初级绕线匝数 W_1 成反比，它们之间的关系是： $B = 1.13 \times 10^7 (1 + \eta) \sqrt{P_1 R_a} / (f Q_c W_1)$ ，而初级电感 L_1 则是与 Q_c 及 W_1^2 成正比，所以，设计输出变压器铁心的截面积 Q_c 和初级圈 W_1 ，除了能达到所需的电感 L_1 外，同时还要保证在最大输入功率和最低工作频率时，磁通密度不致过大，使得非线性失真不超过允许值。当正确设计时，变压器的失真与功率输出管的失真相比是很小的。

四、输出变压器的计算

使用在单管输出级和推挽输出级的输出变压器，计算方法有些地方不同。这里只讨论常用的5瓦以下单管输出级的变压器。计算步骤如下：

1. 确定初级电感：

$$L_1 = R_a / (2\pi f_n \sqrt{M^2 - 1}) \text{ (亨利)}$$



其中 R_a 为电子管屏路所要求的负载电阻, 单位为欧。 f_n 为最低工作频率。 M 为中音频率的增益与 f_n 时的增益的比值, 一般可为 3 分贝左右。若是 3.5 分贝, 即 $M=1.5$ 时, 公式可简化为 $L_1 \approx R_a / 7f_n$ 。 f_n 在三级机时可取 150~200 赫, 一级机可取 80~100 赫。

2. 选择铁心截面积: $Q_c = L_1 I_{ao}^2 / 3000$ (平方厘米)。其中 I_{ao} 为通过变压器的直流磁化电流, 即电子管的屏流, 单位为毫安。

通常三级机的铁心为 III 型, 中心宽 1.4~1.6 厘米, 叠厚 1.4~2 厘米。一级机的铁心为 III 型, 中心宽 2~2.5 厘米, 叠厚 2~3 厘米。

3. 计算初级圈数, 以达到所需的电感 $W_1 = 40L_1 I_{ao} / Q_c$ (圈)

4. 检查最大磁通密度: $B_m = 1.13 \times 10^7 (1 + \eta) \sqrt{P_{im} R_a} / (f_n Q_c W_1)$ (高斯)。其中 P_{im} 为最大输入功率; 效率 η 在 1~5 瓦的输出变压器通常为 70~80%。使用普通硅钢片做铁心而功率在上述范围的输出变压器, 最大磁通密度 B_m 应小于 6000 高斯。如超过此数, 需加大 Q_c 和增加 W_1 。

5. 初、次级的圈数比: $n = \sqrt{R_0 / (R_a \eta)}$, 其中 R_0 可将扬声器的标称阻抗代入, 一般是在 400 赫时所测得。

6. 次级圈数: $W_2 = nW_1$ (圈)

7. 计算导线直径: 通常由电流密度来决定。

初级导线的直径 $d_1 = 0.023 \sqrt{I_{ao}}$ (毫米, 包括漆皮在内)

次级导线的直径 $d_2 = 0.7 \sqrt{P_2 / R_0}$ (毫米, 包括漆皮在内)

8. 求出铁心空隙的宽度: 交流机单管输出级的变压器内有较大的直流磁化电流, 铁心需加一个空隙, 否则会降低初级电感和增加非线性失真。每边的空隙 $D = (W_1 I_{ao} / 16) \times 10^{-5}$ (毫米)。用相当于此厚度的绝缘纸充填即可。

9. 验算线包能否装进铁心: 求出初、次级导线所需绕的层数和厚度, 加上绝缘纸及线圈架所占的厚度, 检查能否放进铁心的窗口里去, 否则应加大铁心重新计算。一般应使窗口的宽度等于计算所得的线包总厚度的 1.1~1.3 倍。

10. 检查匹配程度: 根据所确定的初、次级圈数和导线直径, 分别求出初、次级平均每圈长度, 乘以圈数, 得到总长度。再在一般导线数据表上查出单位长度的直流电阻值, 乘以总长度, 分别算出初、次级的电阻 r_1 和 r_2 。

$r_1 + r_2 / n^2 + R_0 / n^2$ 之和应接近于所需

的负载电阻 R_a , 如相差较大, 应调整效率 η 值或导线直径, 重新计算。

如简便一些, 也可在绕好以后用欧姆表测量出初、次级的直流电阻 $r_1 + r_2$, 再行验算。

五、绕制方法

在普通的收音机音频放大器里, 一般具有上述高音补偿网络或深度不大的负反馈, 对频带宽度和相移程度也要求不高, 故输出变压器的漏感和分布电容影响不大, 在绕制时可以用最简单的方法, 通常用层绕法先绕完初级, 再绕上次级。因初级线径较细, 需另用粗线或焊片引出。

如果放大器有深度的负反馈, 或其他特殊目的, 需要很宽的频带和很小的相移, 则变压器的漏感和分布电容成为限制高音特性的因素, 故必须采用初、次级分段、分层、夹绕等办法来降低漏感和分布电容。

小功率输出变压器绕线的层间绝缘衬垫, 初级通常用厚 0.05 毫米左右的电话纸 (或牛皮纸等); 次级则用 0.12 毫米左右的电缆绝缘纸。初级线包对次级线包和铁心之间, 均需耐受较高的电压。初、次级间的绝缘可用 0.12 毫米的电缆纸 3、4 层。线圈架一般采用无框的纸心, 可用厚 0.2 毫米的青壳纸 2 层加 0.12 毫米的电缆纸 2~4 层做成。

为了增加变压器的防潮和耐热等能力, 最好用清漆浸渍处理。简单的条件下, 放在石腊或地腊中煮一煮对防潮也有好处。

六、计算实例

设电子管要求的负载电阻为 5500 欧, 直流屏流 32 毫安, 输入到变压器的功率 2 瓦, 扬声器的标称阻抗 3.5 欧。计算一架三级机的输出变压器。

1. 初级电感 $L_1 = 5500 / (7 \times 150) = 5.2$ 亨利, 其中 f_n 选 150 赫。

2. 铁心截面积 $Q_c = 5.2 \times 32^2 / 3000 = 1.8$ 平方厘米, 选用 III 型铁心中心宽 1.6 厘米, 叠厚 1.6 厘米, 则 $Q_c = 1.6 \times 1.6 \times 0.9 = 2.3$ 平方厘米。其中 0.9 为铁心的占空系数。

3. 初级圈数 $W_1 = 40 \times 5.2 \times 32 / 2.3 = 2900$ 圈。

4. 最大磁通密度 $B_m = 1.13 \times 10^7 (1 + 0.75) \sqrt{2 \times 5500} / (150 \times 2.3 \times 2900) = 2060$ 高斯, 这是允许的。其中 η 取 75%。

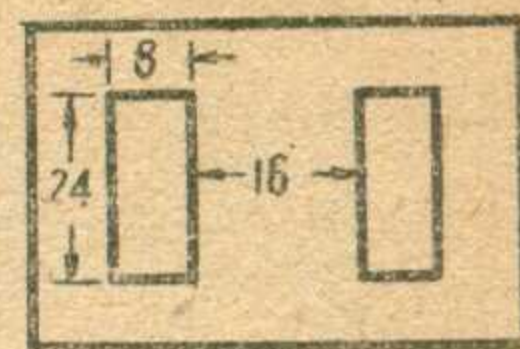
5. 初、次级圈数比

$$n = \sqrt{3.5 / (5500 \times 0.75)} = 0.029$$

6. 次级圈数 $W_2 = 0.029 \times 2900 = 84$ 圈。

7. 初级导线直径 $d_1 = 0.023 \sqrt{32} = 0.13$ 毫米 (包括漆皮在内)。

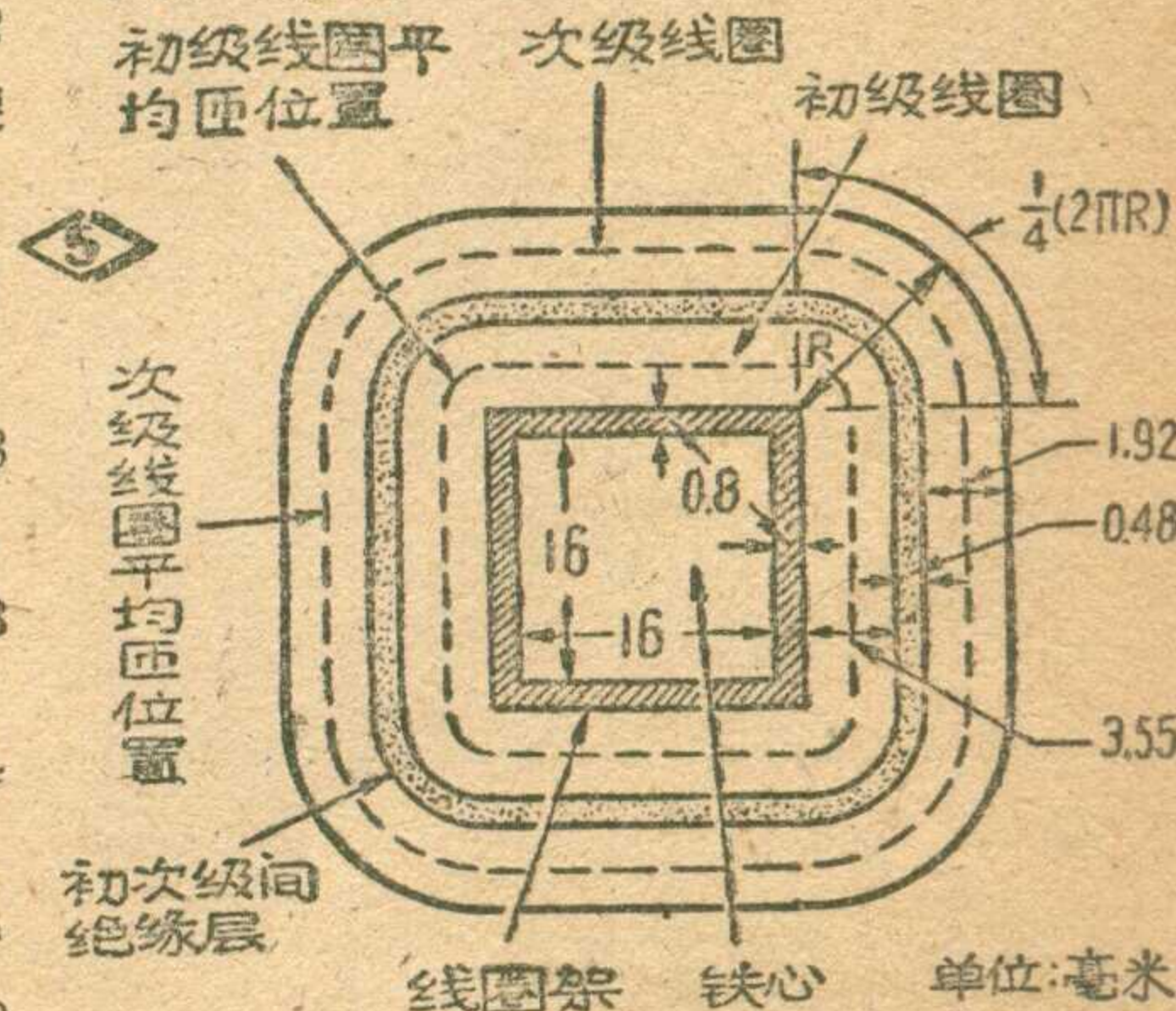
次级导线直径 $d_2 = 0.7 \sqrt{(2 \times 0.75) / 3.5} = 0.56$ 毫米 (包括漆皮在内)



8. 铁心每边空隙 $D = (2900 \times 32 / 16) \times 10^{-5} = 0.058$ 毫米。用 0.06 毫米的电话纸一层充填, 铁心顺插。

9. 验算线包能否装进铁心: 所用铁心窗口高 24 毫米, 见图 4。设初级绕线时两端各留空 2 毫米, 则初级每层可绕 $(24 - 2 \times 2) \div 0.13 = 150$ 圈, 需绕层数 $= 2900 \div 150 = 20$ 层。设层间绝缘纸厚度为 0.05 毫米, 则初级线包共占厚度 $= 0.13 \times 20 + 0.05 (20 - 1) = 3.55$ 毫米。设次级绕线时两端各留空 3 毫米, 每层可绕 $(24 - 3 \times 2) \div 0.56 = 32$ 圈, 需绕层数 $= 84 \div 32 = 3$ 层。设层间绝缘纸厚 0.12 毫米, 则次级线包共占厚度 $0.56 \times 3 + 0.12 \times (3 - 1) = 1.92$ 毫米。设线圈架占厚 0.8 毫米, 初、次级间绝缘用 0.12 毫米电缆纸 4 层, 占厚 0.48 毫米, 次级外层用电缆纸 2 层, 占厚 0.24 毫米。则线包总厚度为 $0.8 + 3.55 + 0.48 + 1.92 + 0.24 = 7$ 毫米, 可以放进 8 毫米厚度的窗口中去, 但需绕得紧凑一些。

10. 检查匹配程度: 参看图 5。初级线圈每匝平均长度 $= 2 \times 16 + 2 \times 16 + 8 \times 0.8 + 4 \times \frac{1}{4} \times 2\pi \times \frac{3.55}{2} \times 1.1 = 82.7$ 毫米, 其中 1.1 为制作中线包松起的因数。初级总长度 $= 82.7 \times 2900 = 240$ 米, 直径 0.13 毫米的漆包线每米的电阻查得为 1.84 欧, 故初级线圈的电阻为 $1.84 \times 240 = 440$ 欧。次级线圈每匝平均长度为 $2 \times 16 + 2 \times 16 + 8 \times 0.8 + 2\pi (3.55 + 0.48 + \frac{1}{2} \times 1.92) \times 1.1 = 105$ 毫米, 次级总长度 $= 105 \times 84 = 8.85$ 米, 直



径 0.56 毫米的漆包线每米的电阻为 0.0857 欧, 故次级线圈的电阻为 $0.0857 \times 8.85 = 0.76$ 欧。

$440 + 0.76 / 0.029^2 + 3.5 / 0.029^2 = 440 + 904 + 4160 = 5504$ 欧, 与原来要求的 5500 欧较为接近, 可认为合适。

小型优质的音机

——封底电路图说明——

冯 报 本

这种小型扩音机是专供欣赏唱片用的，它的音质较好，输出功率不大，但在中等大小的房间里使用，音量还是能够满足需要的。它适合配用具有晶体式或磁电式电唱头的电唱机。

电路由6N2 (6H2Π) 的两组三极管部先后作两级电压放大；末级由6P1 (6Π1Π) 作功率放大，电源部分用6Z4 (6Ц4Π) 作全波整流。机上有三个主要的控制装置。它的高、低音调是分开控制的，使用者可以根据自己的喜爱来调节音调。

R_1 是总的音量控制，它控制着输入信号电压的大小。前级放大管的栅极并联有电容器 C_2 ，用以减小一些谐波失真和唱针的磨擦声。这一级的栅偏压是从 R_2 上取得的。

这个电路里采用了宽频带的高、低音频分开调节的音调控制电路。高音频由 V_1 左三极管屏极通过 C_5 、 R_4 、 C_6 支路加到栅极；低音频则通过 R_6 、 R_7 、 R_8 和 C_7 、 C_8 支路加到栅极。 R_4 是高音控制器，当它旋到近地端时，高音衰减最大。因为这时加在右三极部分的栅极的信号电压只是 C_6 上的电压，并且由于频率愈高 C_6 呈现的阻抗就愈小， C_6 上的电压降愈小，加在栅极上的音频电压也就随着频率的增高而愈被衰减。当 R_4 旋在最上端时，高音的提升最大，因为这时加在栅极上的音频电压是 R_4 和 C_6 两端上的电压降，而且由于 C_5 的阻抗随着频率的增高而减小，虽然此时 C_6 上压降也是随频率升高而减小，但由于它的阻抗在高频时比之 R_4 要小得多，所以跨在 R_4 和 C_6 两端的电压降仍然增大，输入到栅极的高音频电压就增高，高音便进一步得到提升。

R_7 是低音控制器。当它旋在近地端时，低音的衰减最大，因为这时 C_8 被短路，而 C_7 对低音频的阻抗也很

大，所以低音频在电阻 R_6 、 R_7 、 R_8 上的全部电压降里面只有阻值很小的 R_8 上的一部分电压降能加到 V_1 右三极管的栅极上，结

果低音频受到抑制。当 R_7 旋在最上端时，低音的提升最大，因为这时 C_7 被短路， R_6 的阻值不随频率高低变化， C_8 对于低音频的阻抗则随着频率的降低而增大，它和整个 R_7 并联，对低音频仍然呈现很大的阻抗，因此在它们上面有较大的低音频电压产生，再加上 R_8 上的电压降一起输入栅极，所以低音就被提升。电阻 R_5 是起隔离作用，使高、低音调节支路互不影响。

两个电位器两端串连着的电容或电阻，它们之间的比值决定了频率的调节范围和程度，在零件的数值既定之后，中音段在这两个控制网络调节时所受的影响是不大的，当 R_4 和 R_7 旋在自己控制范围的中点时（使用对数式电位器时，这一点约在离阻值最大处的 15%），放大器这时对于高、中、低音的频率响应较为均匀，可以得到比较宽阔和平滑的频率特性（但不等于符合唱片的录音特性）。

这种 RC 音调控制网络，用件比较简省，效果也好，在一般的扩音机和高级收音机中常有采用，不过它的衰减较大，所以需要多加放大级数。

此外 V_1 第二个三极部分的屏极和 V_2 的屏极之间采用了简单的负回输，负回输能量通过 R_{13} 、 C_{13} 加到 V_2 的栅极， R_{13} 与频率无关， C_{13} 的阻抗则随频率变化而变化，从而使回输能量大小随频率而变化，这样可以减小失真，提高放音质量。

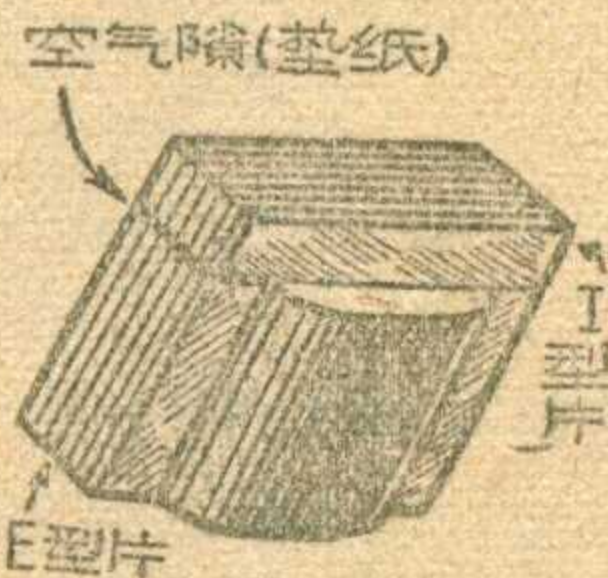
输出变压器对于放音质量的影响很大，为了满足需要，最好能够按下面数据制作：用 EI-16 型优质硅钢片迭厚 24 毫米，初级用 0.12 号线绕 4,580 圈，次级用 0.63 号线绕 124 圈，

配合音圈阻抗 3.5 欧的扬声器使用，铁心的插法和扼流圈的相同，即是 I 形片和 E 型片都是整迭迭入的（见图），空气隙是 0.13 毫米，可以在此处垫入一层旧的打字纸夹紧。如果自制不方便，也可以购用一般配合 6P1 的售品输出变压器，但对低音输出要逊色了。

电源变压器的绕制数据：用 EI-22 型硅钢片迭厚 33 毫米，初级用 0.28 号线分绕 880 圈的线圈两个，2-3 串联时，1,4 接 220 伏，1-3，2-4 并联时，接 110 伏；次级 300 伏 \times 2，70 毫安，用 0.16 号线绕 4,800 圈，在 2,400 圈处抽中心头，次级整流管灯丝线圈 6.3 伏 0.6 安，用 0.5 号线绕 51 圈，次级灯丝线圈 6.3 伏 1.5 安，用 0.8 号线绕 51 圈。初级线圈绕好后用同号线绕一层隔离层，一端空着，另一端夹在铁心内通地。售品三灯电源变压器这里也可以用，一般并不是都有全波整流的，那么半波也能用上，高压要有 250~300 伏，作半波整流时，整流管可以并成一个二极管使用。

扬声器的口径要大一些的低音才好发挥，直径 165 毫米的永磁扬声器或 100 \times 160 毫米的椭圆扬声器比较合用，最好把它装在适宜的助音箱里。

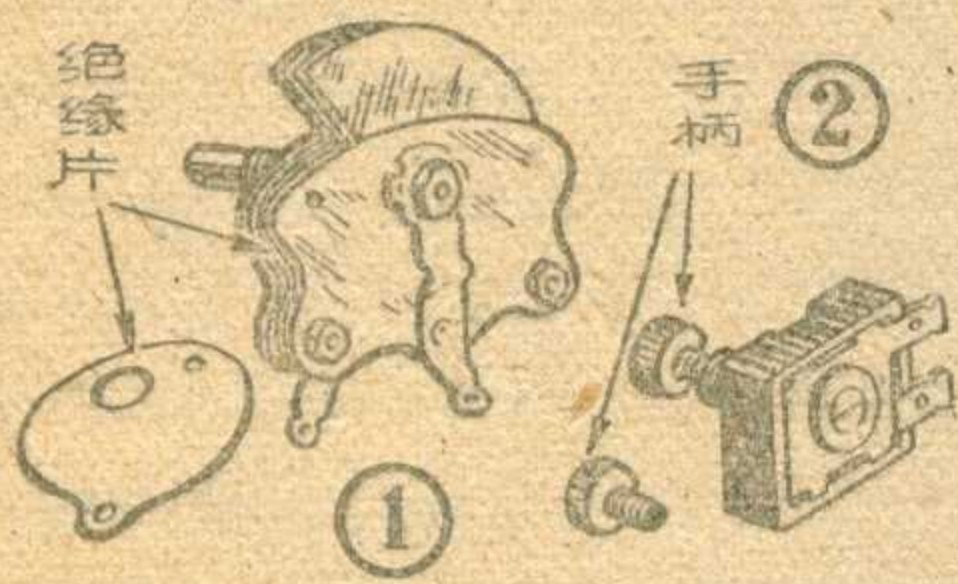
这个扩音机只需小型的底盘就可装置，或者独出心裁，把它连扬声器装在电唱机的木盒里，使用起来就更方便，装置时最好能将装机的木板上先钉上一层旧铁皮作为隔离和通地点，电源变压器不要装在唱头动作所及的范围内，以免感染到交流声。前级栅极接线要尽量短捷，过长时要用隔离线，并将它的金属套一端通地。电容器 C_1 、 C_2 和电阻 R_2 等可以将它们一端的引线适当剪短，直接焊在管座上， R_1 至插口 J 及 C_1 的引线要用隔离线。这几个零件的接地端应和它的电子管阴极焊在同一点上，以减小交流声。各个电位器的金属盖子也要通地。机件接线完毕，一般不需要什么特殊调整便可使用。如果发现有很大的交流声，试行用手靠近低音控制网络的零件，如果交流声更加大的话， R_5 、 R_6 、 R_7 、 R_8 和 C_7 、 C_8 要加上一个属隔离罩通地，便可免除。



自制和改制晶体管收音机零件

装制小型晶体管收音机时，有些零件可能一时找不到现成合用的。下面介绍解决这个问题的几点小经验，希望能引起大家的兴趣，提出更好的制作晶体管收音机零件的方法。

1. 调谐电容器 如果能找到固体介质可变电容器，可以直接应用。为了提高这种电容器的Q值，要把原有绝缘片用同样形状的聚苯乙烯塑料片（或质量较好的云母片）换上去（见图1）。找不到固体介质可变电容器，也可用超外差式收音机用的垫整电容器。它的体积较小，



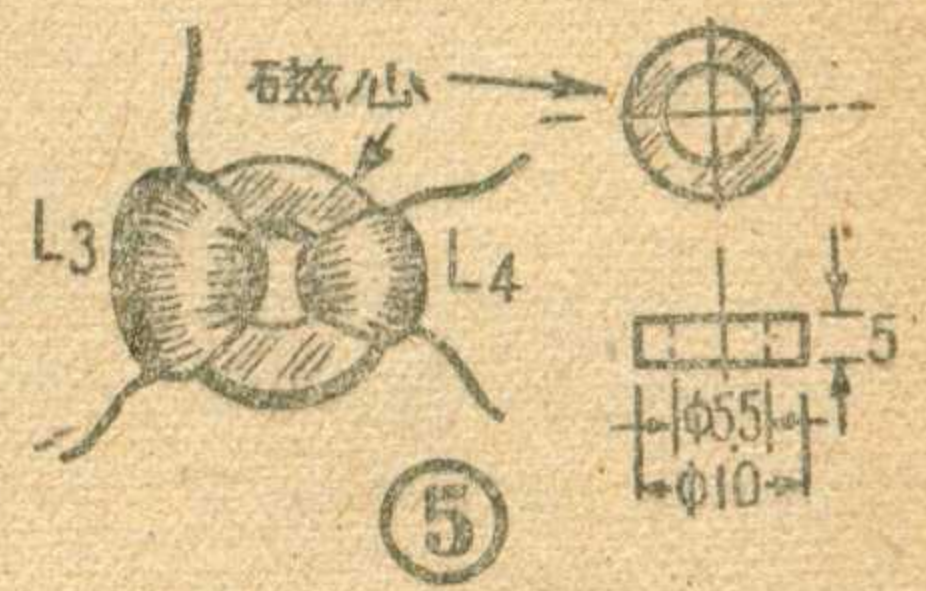
介质是云母片，容量大致合用，只消焊接一个旋柄即可（见图2）。缺点是度盘上无法在360°内刻度。

2. 磁性天线和调谐线圈

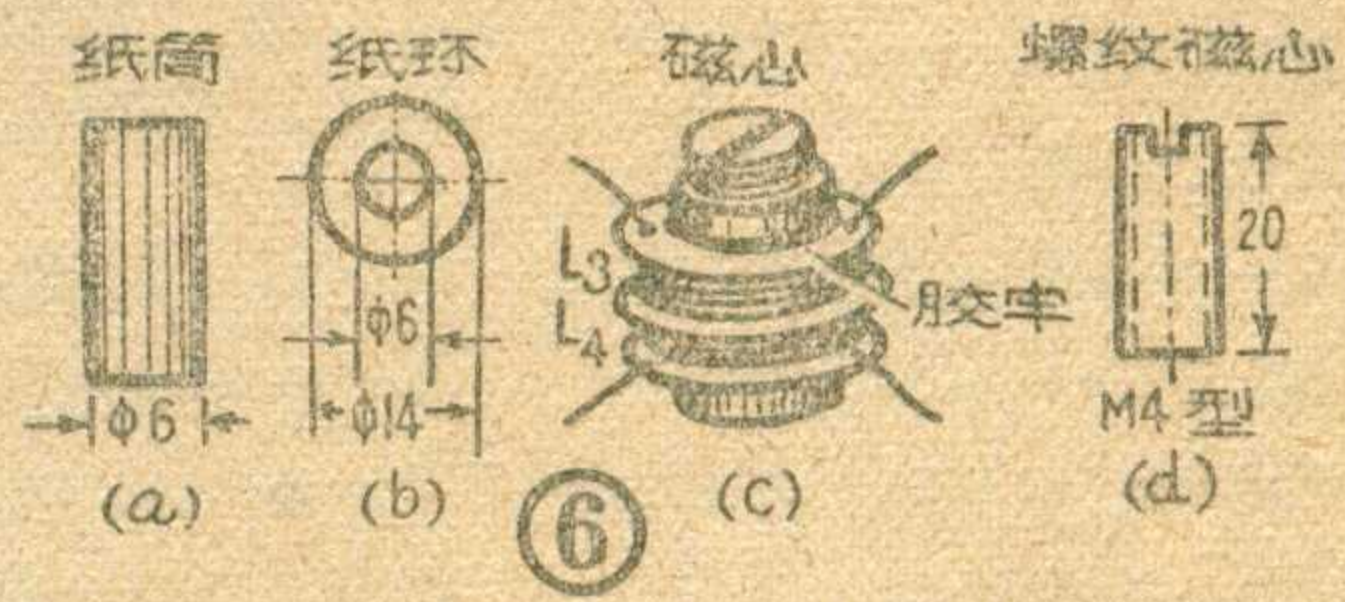
(甲) 单回路式：用65毫米长的M4型磁性棒，配合600号电容器收听中波波段，一般绕50圈，在第15~20圈处抽头，准备接到晶体管基极（见图3）。线圈可以用0.31毫米直径的漆包线绕，如果用0.12毫米以下线径的漆包线扭绞成7~10股绞合线来绕，效果更好。**(乙) 双回路式：**用110毫米以上长度的磁性棒，初级绕50圈，次级绕15圈左右（见图4）。次级圈数应根据所用晶体管经实验后确定，过多过少效果都不好。

绕制线圈前，先用道林纸（旧画报纸即可）剪成60×60毫米正方形，卷紧在磁棒上，然后在纸边处用万能胶胶牢待干。干后褪下纸筒，用剪刀把筒内层的纸

边剪去一些，使纸筒能在棒上滑动，以便调整到最佳耦合状态。线圈绕好后，在起端和末端用胶布粘牢，简易有效。线端应留得长一些，不短于100毫米。

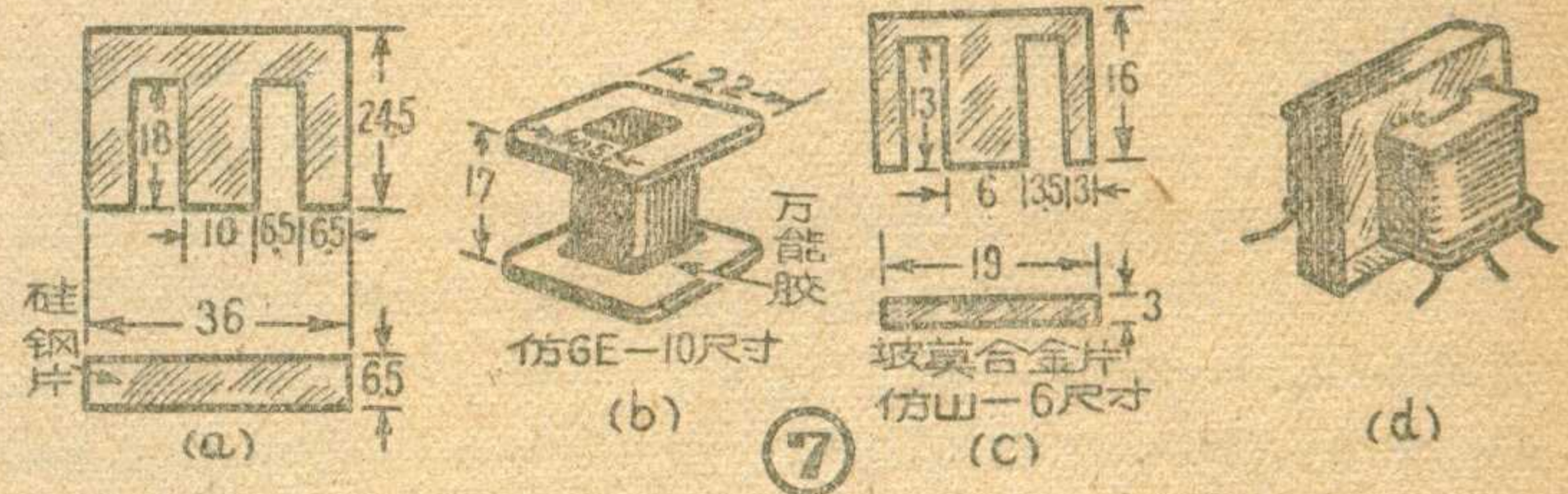


3. 高频变压器 **(甲) 磁环穿绕式：**利用市售环形磁心，事先计算好长度，然后一圈圈穿入绕制，分初级、



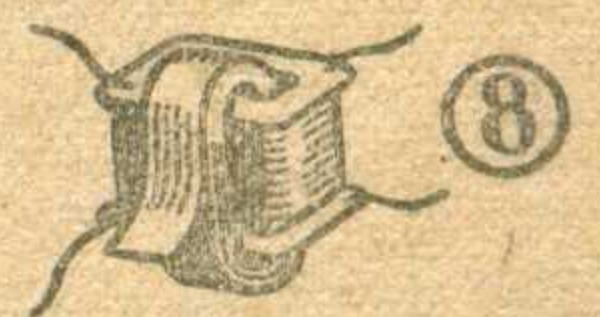
次级两部分，见图5。如用在图4电路中，可用直径为0.12毫米的

漆包线L3绕180圈，L4绕45圈。如果绕制扼流圈，则用0.12毫米直径的漆包线绕100圈就行了。**(乙) 螺紋磁心乱绕式：**用纸卷制一个直径6毫米、高约20毫米的纸筒，另外用硬纸剪三个纸环，纸环的内径和外径如图



6a和b所示。把纸环套在纸筒上，用万能胶胶好后在纸环间根据需要圈数用漆包线乱绕即成，见图6c。绕好的线圈浸过腊（不要用有颜色的蜡烛）后，取一只M4型螺紋磁心（见图6d）旋入纸管。

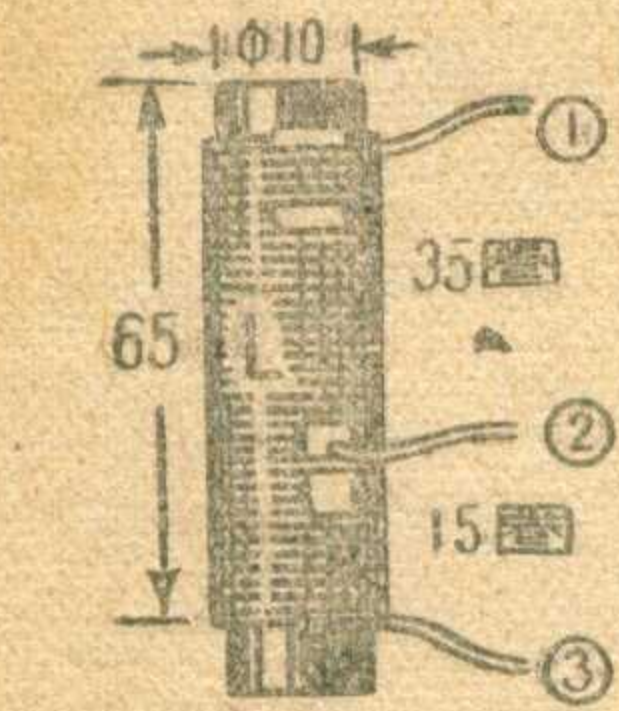
4. 低频变压器 **(甲) 硅钢片式：**用质量较好的硅钢片（如收音器输入变压器用的硅钢片），按图7a（本文中尺寸都以毫米为单位）裁剪，叠厚只要5~6片即可。配合这种铁心的线圈架用纸胶成，见图7b。如果有坡莫合金片，铁心尺寸可小些，见图7c。**(乙) 坡莫合金穿心式：**



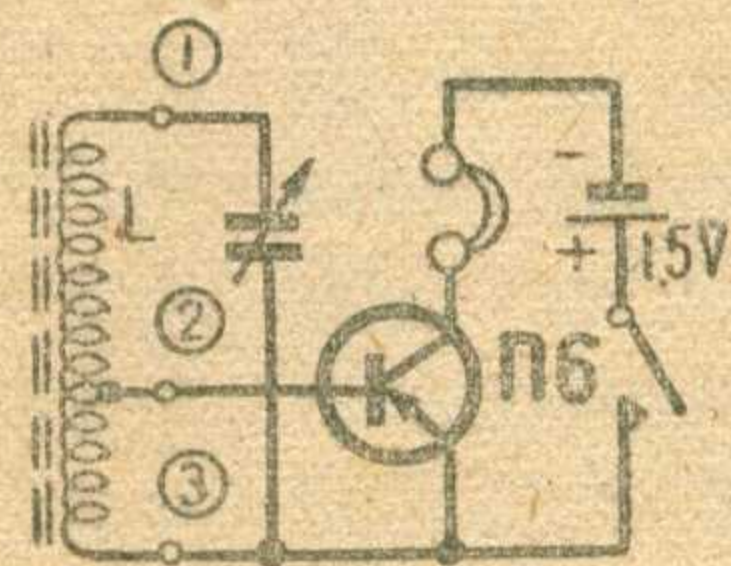
如果有坡莫合金片边料，可以剪成6毫米宽的窄带，穿入线圈框内，如图8所示。这种线圈的质量较好。

5. 听筒和扬声器 **(甲) 共鸣箱式：**如果收音机输出足够大，使用单只大耳机尚嫌震耳，可以将它装入木匣中，如图9所示。木匣孔稍大于耳机孔即可，音量能显

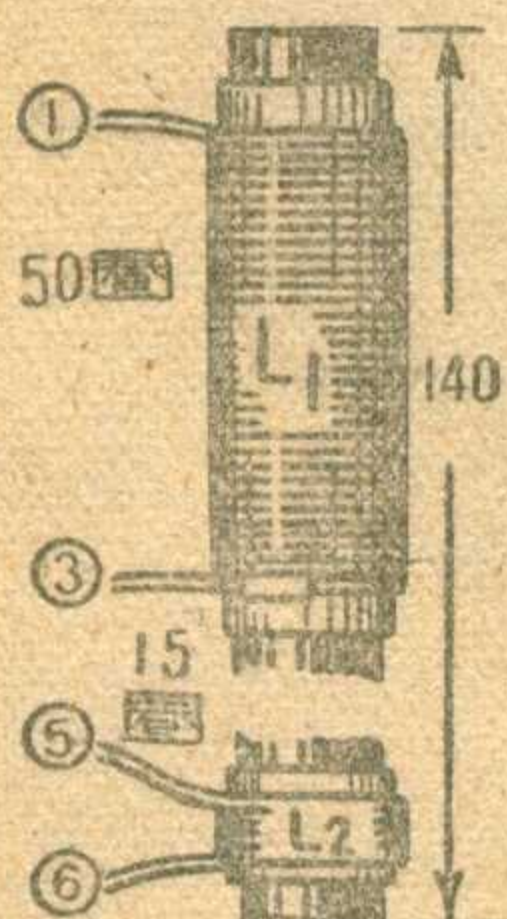
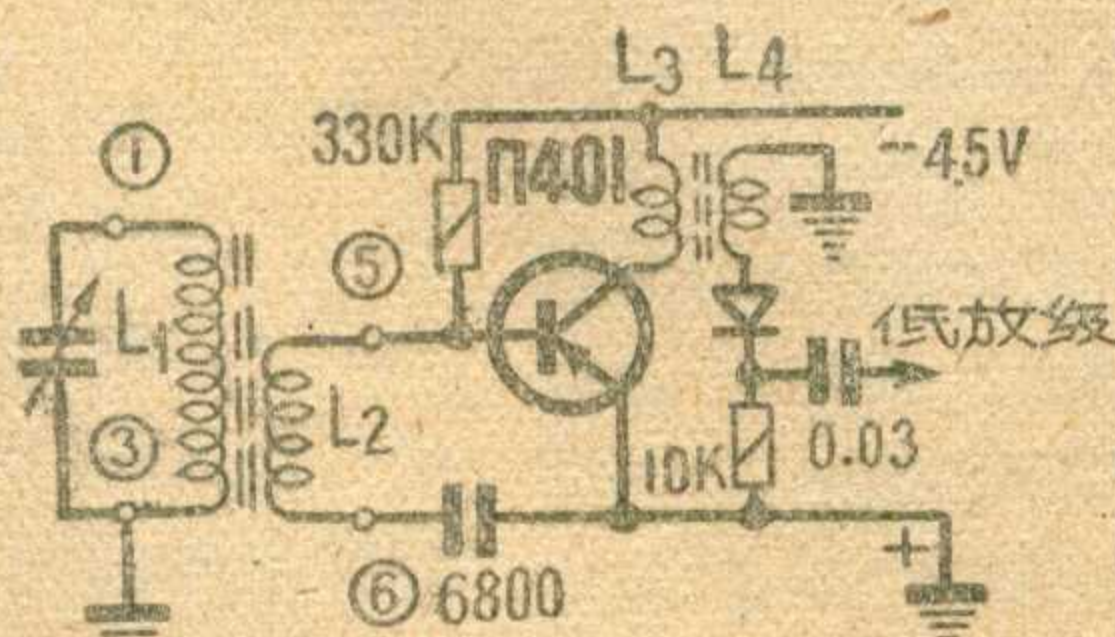
（下转第18页）



③



④



无綫电元件的标称值

季 才

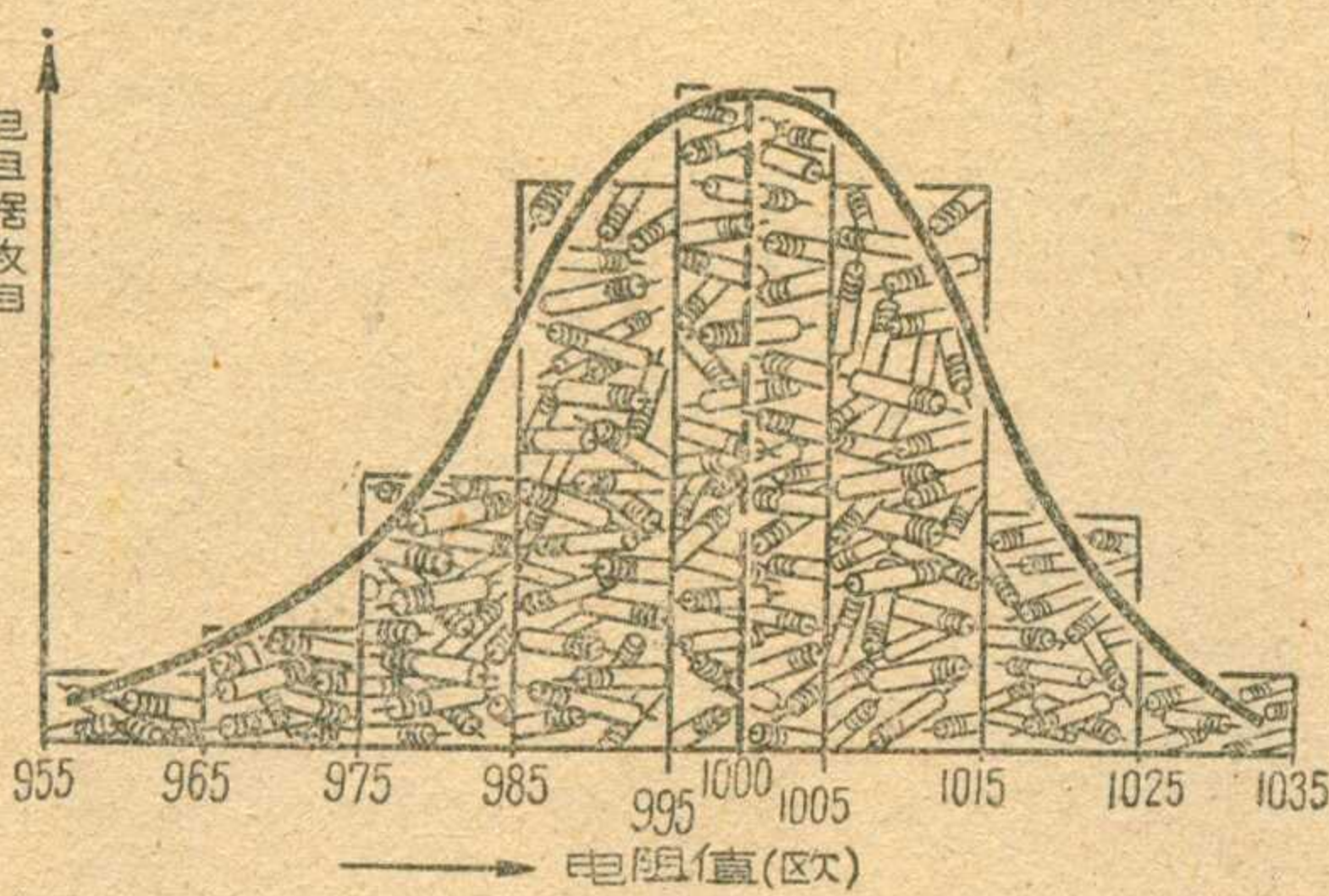
作为一个无綫电爱好者，你也許发生过这样的疑問：“为甚么通用的电阻器和电容器的电阻值和电容量都是一些‘奇怪的’数值呢？不是‘220’欧、‘470’千欧、‘8.2’兆欧……，就是‘110’微微法、‘4700’微微法……呢？”

原来，现代无綫电工业生产的通用电阻器和电容器大都采用了一个如附表所示的标准化了的标称值系列。我們在实际上遇到的电阻器和电容器的数值，就是由附表中的基本系列的数值乘以1、10、100、1000……組成的。

E24系列是用 $x=2^{\frac{n}{24}}\sqrt{10^n}$ 的公式令 $n=1, 2, 3, \dots$ 計算而得来的。E12是由 $x=10^{\frac{n}{12}}\sqrt{10^n}$ 得来的。E6是由 $x=10^{\frac{n}{6}}\sqrt{10^n}$ 得来的（在計算中实际上作了一定的修正）。这三个系列分别适用于誤差在 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 以内的元件。

这些系列的特点是，系列中某一个数值的正誤差极限正好和下一个数值的負誤差极限基本上銜接起来（实际上可能略有重叠或間隙）。例如，在E24系列中，数值2.0的負誤差极限1.9〔由 $2.0 - (2.0 \times 5\%)$ 得来〕，与上

E24 ($\pm 5\%$)	E12 ($\pm 10\%$)	E6 ($\pm 20\%$)
系列值	系列值	系列值
1	1.0	1.0
1.1		
1.2	1.2	
1.3		
1.5	1.5	1.5
1.6		
1.8	1.8	
2.0		
2.2	2.2	
2.4		
2.7	2.7	2.7
3.0		
3.3	3.3	
3.6		
3.9	3.9	3.3
4.3		
4.7	4.7	
5.1		
5.6	5.6	4.7
6.2		
6.8	6.8	
7.5		
8.2	8.2	6.8
9.1		



为什么要采用这样的系列值作为电阻器和电容器的标称值呢？

你一定同意这个事实：不論多么高明的能工巧匠，都做不出两个或更多个绝对一模一样、絲毫沒有差别的产品。在工业生产上，按照某种一定的规格生产大量产品时，所有的成品总是会发生或多或少离开规格的誤差。无綫电元件的生产也避免不了这种情形。

譬如，在生产一大批預定电阻值为1000欧的电阻器时，实际制成的产品总不可能都绝对准确地是1000欧。如果我们按照每相差10欧为一組，把产品分选成为許多組，就会发现实际电阻值是按某种規律分布在1000欧的上下，正象图中所示那样。从图中可看出，数值接近于1000欧的产品較多，与1000欧相差愈大的产品愈少，这种規律性可以用图中的曲线来表示。在数学上，这一条钟形的曲线叫做“高斯曲线”或者“正态分布曲线”，它相当普遍地反映了生产中誤差分布的規律。

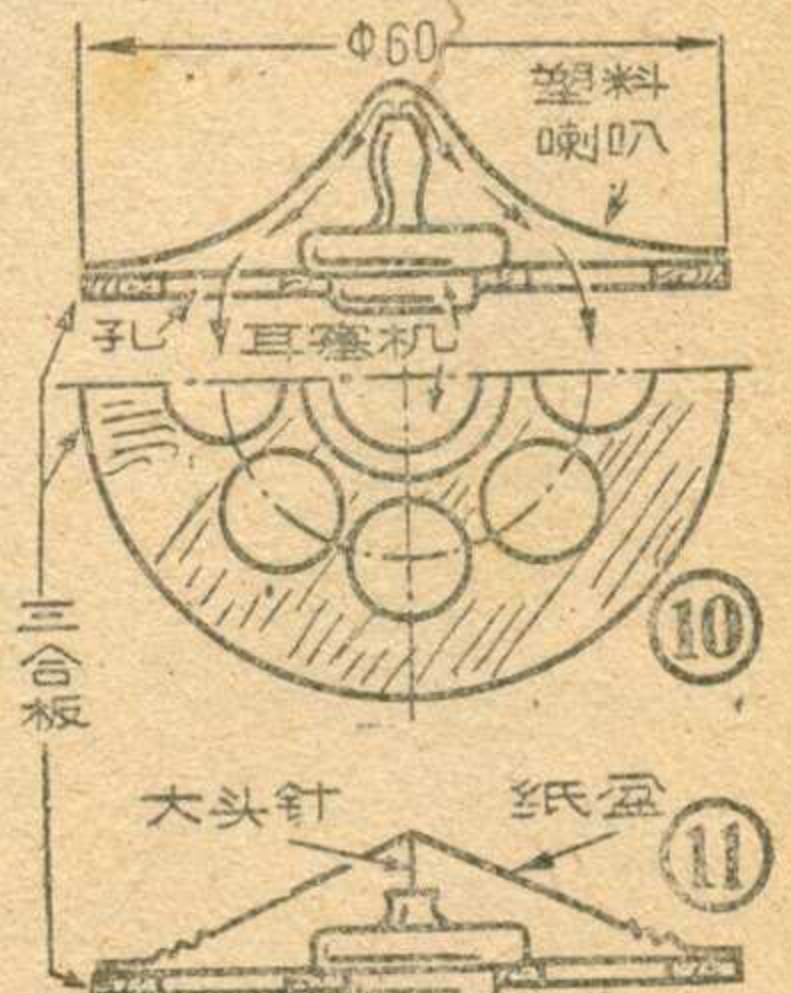
因此，在生产中我們必須容許产品的实际数值和标称值有一定的誤差，例如与标称值偏离 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 等。并且，根据規定的誤差和产品誤差的分布規律，經過数学計算，得到附表的标称值系列。这样的系列，由于各个标称值的誤差极限是互相銜接的，所以不論生产出来的零件誤差大小，我們总是可以按照某一系列（E24、E12或E6）把它們归入某一标称值之下，換句話說，除非元件本身的结构和特性存在缺陷而成为廢品以外，所有生产出来的元件，不論它本身的实际数值是多少，都可以按照一定标称值和誤差等級分选出来，供給使用。这对于簡化规格，降低生产成本，有很大作用。

反之，如果根据我們平时的习惯，选用1.0、1.5、2.0、2.5……9.5、10这样的系列，那末，在生产中按照这个系列和一定誤差分选元件时，可能有許多元件既可以归入某一个标称值，又可以归入相邻的另一个标称值；也可能有某些元件无法归入任意一个标称值而成为不是廢品的“廢品”。例如規定誤差为 $\pm 5\%$ ，那么实际数值在1.05（即 $1 + 1 \times 0.05$ ）和1.425（即 $1.5 - 1.5 \times 0.05$ ）之間的产品，就既不能标1.0，也不能标1.5，因此便无法分选，变成“廢品”了。

当你了解了上述标准化的标称值系列以后，就会知道，在实际选用元件时，应当考虑到实际应用中容許誤差的大小，从这些系列中选出标称值和所需值最接近的元件来使用，而不会提出“我需要一個‘51微微法 $\pm 20\%$ ，的陶瓷电容器’之类无法滿足的要求。此外，当你需要譬如“68千欧 $\pm 5\%$ ”的电阻器时，你最好不要期望到标有“68千欧 $\pm 10\%$ ”或“68千欧 $\pm 20\%$ ”标志的电阻器中去挑选一个具有 $\pm 5\%$ 以内誤差的（你也許早注意到了，誤差愈小的元件价格愈貴吧？）。这常常会让你失望的。在大量生产元件时，一般总是首先按誤差小的系列分选出一批元件以后，再把挑剩下来的元件按誤差大的系列来分选；也可能是先按誤差大的系列分选，然后从中再挑选出一批誤差更小的元件，剩下的才作为誤差大的元件出厂。

（上接第17頁）

著增加。（乙）反射号筒式：用青年牌小型耳塞机，按图10所示装在三合板上。找一个喇叭形塑料盖盖上，用万能胶胶住。三合板上事先钻八个圓孔，对圓孔直径要求不严格。（丙）紙盆式：把耳塞机阻鋸短，按图11装在三合板上，三合板事先也要钻八个圓孔。在耳机振动膜中心垂直胶上一根大头針，針尖向上，并穿出耳机盖。自制一个紙盆，胶在三合板上，注意要使大头針尖頂住紙盆中心。



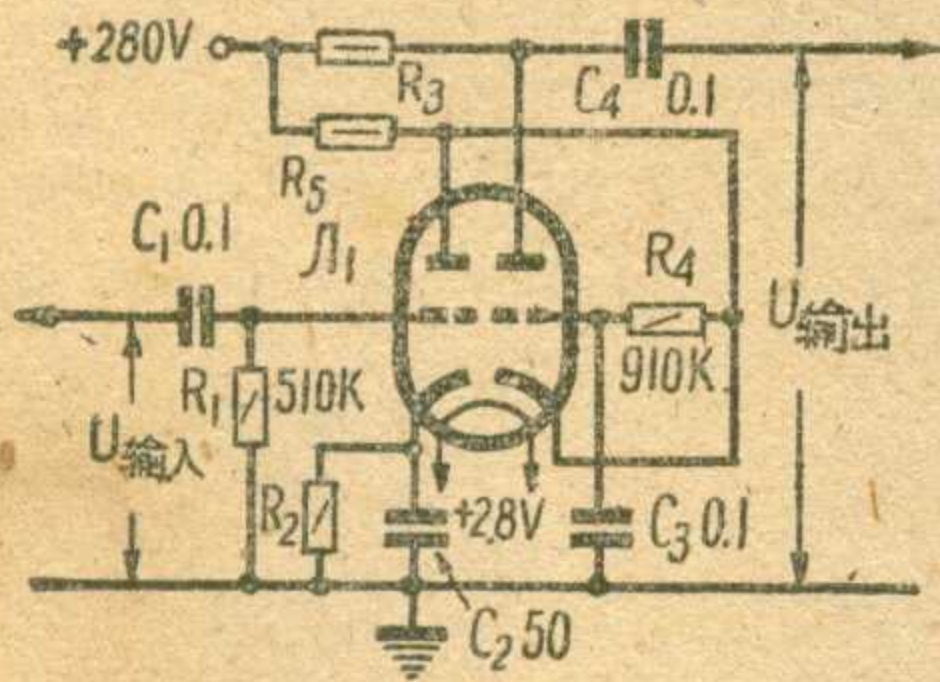
（楊名甲）

低頻串聯放大電路

蘇聯 П. 索包列夫

當設計高靈敏度的低頻放大器時，會碰到如何降低放大器噪聲電平的問題。在輸入端採用兩級三極管（或將五極管接成三極管）放大的情況下，可以獲得大的放大係數，但是噪聲電平高，因為第一級的噪聲被第二級放大到 K_2 倍，其中 K_2 是第二級的放大係數。

假如將雙三極管接成串聯電路，（或叫陰極接地—柵極接地電路），見附



圖，則可從兩個三極管獲得差不多像五極管那樣的放大量，而噪聲電平可以降低到相當於一個三極管的噪聲。

這一級的放大係數等於

$$K = S_1 \cdot R_{出}$$

其中 S_1 ——第一個三極管的跨導；

$R_{出}$ ——第二個三極管的負載電阻，它是屏極負載電阻 R_3 （見圖），第二級輸入電阻和布線電容的並聯總阻。

因此，為了獲得大的放大量，第一級放大管必須選取高跨導 S_1 的，並且接入數值大的 R_3 。實際上，屏極電源 300 伏時， R_3 不應選得超過 500 千歐，否則由於屏極電流的變小，跨導會急劇減小。蘇式管 6H1П 屏流小於 2 毫安、6H2П 管小於 0.75 毫安和

6H3П 管小於 2 毫安時，電子管將工作在特性曲線的非直線性區域。為了避免這種情況發生，在第一級的屏極電路中要接入電阻 R_5 。這時，第一個三極管將工作於正常狀態，而第二個三極管，當 R_3 數值不太大時，也將工作在直線性部分。

表

電子管型式	R_2	R_3	R_5
6H1П	1.5 千歐	270 千歐	100 千歐
6H2П	1.5 千歐	360 千歐	100 千歐
6H3П	270 歐	180 千歐	51 千歐

在多迹磁帶錄音機的還音放大器中，由於音迹寬度減小，還音頭輸出端的電動勢減小，利用這線路很有成效。

為了充分發揮低頻串聯電路的優點， Π_1 電子管的燈絲應當用直流電供給。電阻 R_1 和 R_3 （特別是 R_1 ）選取噪聲很小的 MJIT 型（金屬膜電阻型）。對不同電子管適宜採用的電阻數值列於表中。
（錢鏞芳譯）

“小矮人”電視接收天綫

大家知道，普通電視接收天綫的尺寸都跟電視發射機的波長有關。正因為如此，不得不將電視接收機所用的天綫做成幾種不同的尺寸來分別接收各個波道的節目：例如第一電視波道天綫兩金屬臂長達 138 厘米；第二波道天綫為 117 厘米；第三波道 90 厘米等等。室內天綫也採用這樣的尺寸，顯然是很不方便的，而天綫“臂”的尺寸又不能縮短，因為這將會大大影響接收的質量。

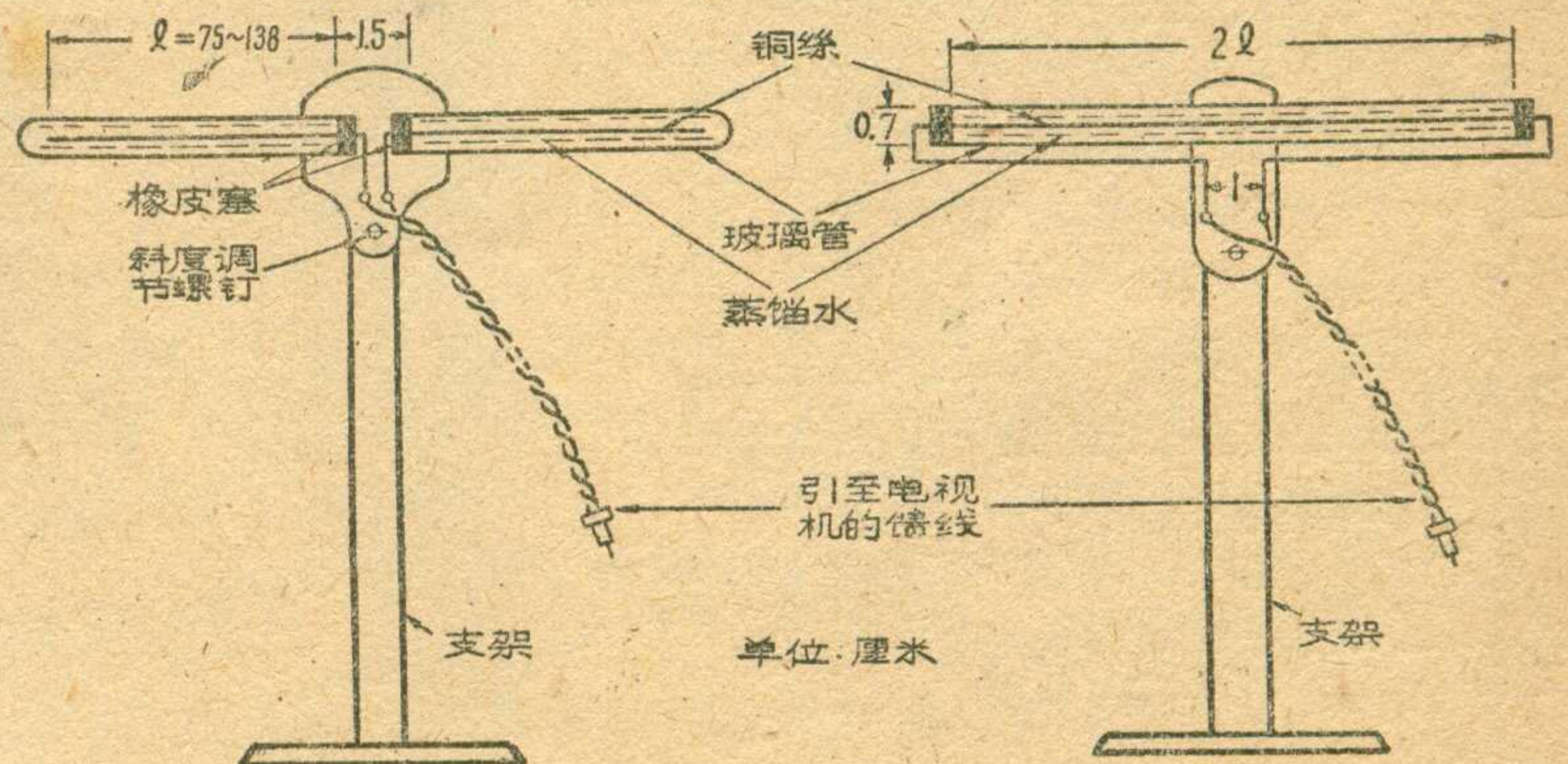
這裡所介紹的小型天綫那完全是另一回事了，它們的尺寸只有普通天綫的 $1/10$ 。本文介紹兩種小型天綫：分列振子式和回綫振子式。製作前一種天綫，需要找二根直徑 10~12 毫米的玻璃試管，長度隨波道來決定：第一波道為 138 毫米；第二波道為 117 毫米；第三波道為 90 毫米；第四波道 82 毫米；第五波道 75 毫米；另外每一種再放長 2~3 厘米作為封口和固定的地位。先將試管灌滿蒸餾水或乾淨的

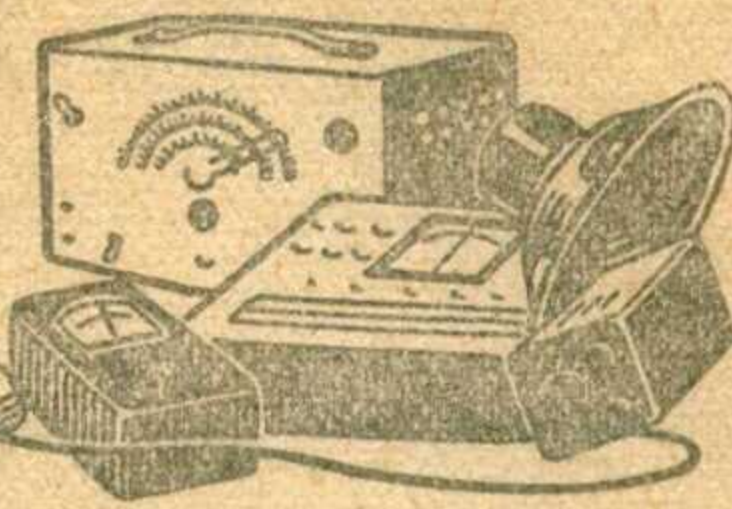
雨水，水里不可帶有有害的雜質。天綫最好用許多直徑 1~2 毫米粗的裸銅絲絞合成，穿過橡皮塞通入管子里。絞綫中的導綫不宜太細，否則就會影響圖像的對比度。引入電視接收機的饋綫最好用帶有屏蔽的同軸電纜。天綫的支架可按照需要做成各式各樣的，如木質的、塑料的等等都可以。然而最重要的是必須使天綫能向各個方向傾斜成任何角度。玻璃管可以任意用一種絕緣材料固定於支架上。玻璃管內灌

滿水並用橡皮塞封口後，管內不准留有空氣泡。後一種小型天綫的製造大體上與前面一種相同，只是所用的玻璃管是整根的，在兩端用橡皮塞封口。

這種“小矮人”電視接收天綫曾用在“旗牌—58 型”電視機上進行過試驗，在距離電視發射台 10~15 公里的地方接收，圖像和聲音的效果跟屋外天綫比較不相上下。因此猜想許多無線電愛好者一定會對以上的小型電視天綫發生很大的興趣，並且相信在不久以後將會不斷出現更完善的結構。

（黃偉馨譯自蘇聯“青年技術”
1962 年第 1 期）





一般三用电表加上这个附加器后可以准确地测量高阻抗电压和高频交流电压,对于装置、调整和修理收音机及其他电子仪器比较方便,同时并不影响三用表的其他功用。

一、结构和使用的

附加器的线路见图1。关于它的工作原理请参看本刊今年第一期“电子管电压表”一文,这里不再叙述。为了保持读数的直线性(即电子管6N1的工作范围应选用在特性曲线的直线部分),电压的基本量程被限制为0~2.5伏,故需另加分档分压器,将电压量程扩大到:0~25伏;0~125伏;0~250伏;0~500伏(如果S₂的位置更多,还可以再增加量程数)。应用特制的交流试笔(图2甲)及底盘夹子来测量交流电压。被测电压的频率可达10兆赫以上。交流试笔的外套可用废自来水笔帽或硬质塑料管制作。由于晶体二极管D1D的容许最大反向电压只有75伏,所以附加器本身的交流电压量程被限制为0~2.5伏及

0~25伏。如果要测量更高的交流电压,在交流试笔前面应附加图2乙所示的电阻分压器,或采用电容式分压器(参看本刊今年第1期“电子管电压表”一文)。

在测量交流电压时,将交流试笔的香蕉插头插入电阻分压器的插孔,另一端的插塞插入交流试笔插孔,接上三用表,再将两个鳄鱼夹子都夹到机器底盘上,便可用电阻分压器的香蕉插头接触要测电压的地方进行测量。(如果被测电压在25伏以下,可不接入电阻分压器,此时可直接用交流试笔去测量)。当测量直流电压时,可直接用试笔接在十、一端上去测量就行了。

二、装置和调整

线路中的R₁、R₂到R₅应选用阻值准确、稳定的炭膜电阻。交流试笔前面的分压电阻R₁₄和R₁₅最好用高频电阻(也可以用1/4瓦的炭膜电阻)。6N1的灯丝电路不得接地以免烧毁。

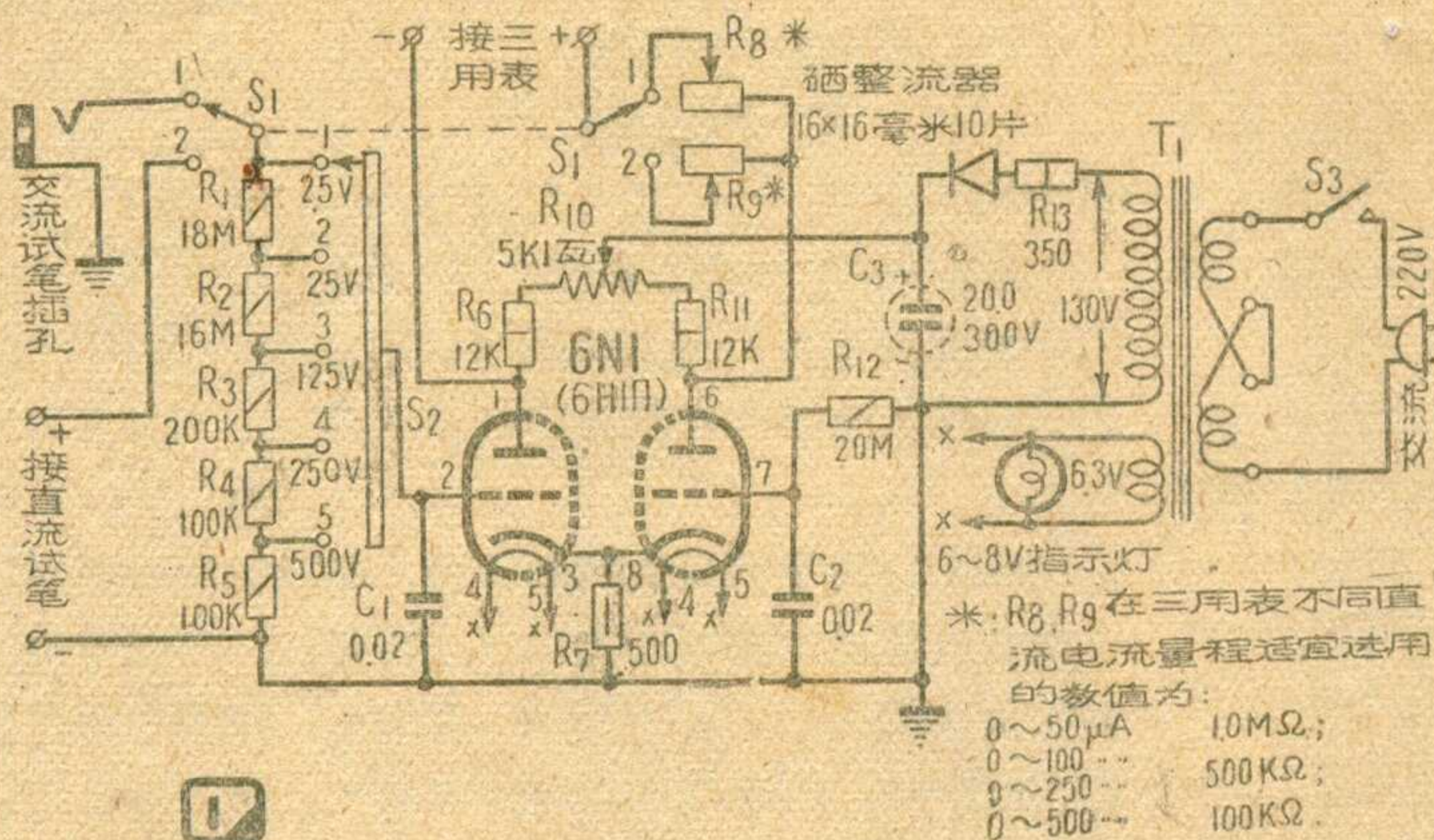
底盘上的主要零件

布置见图3。

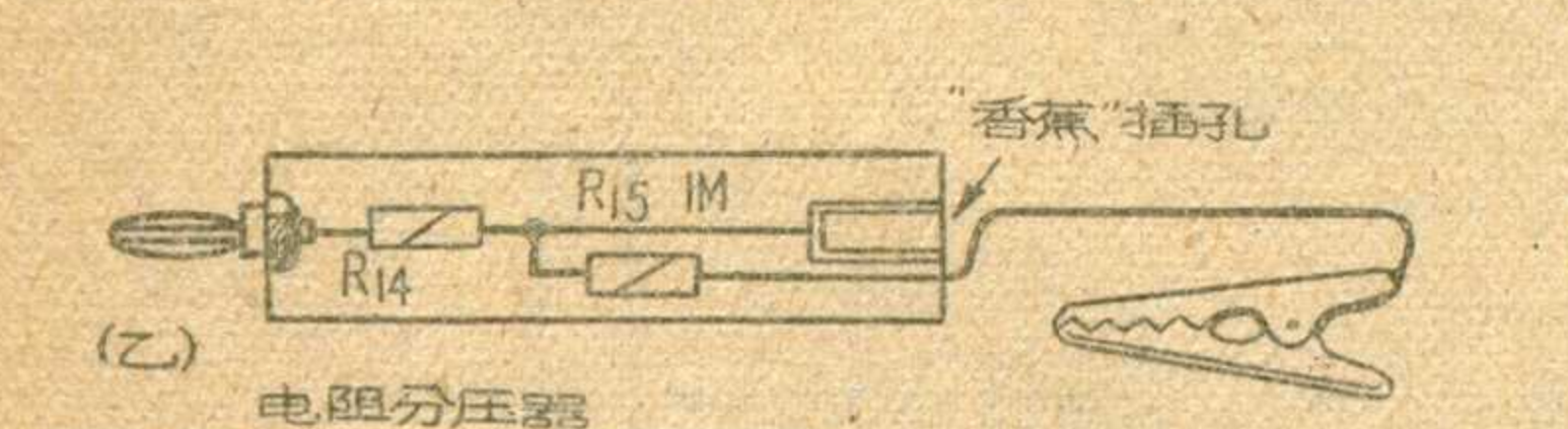
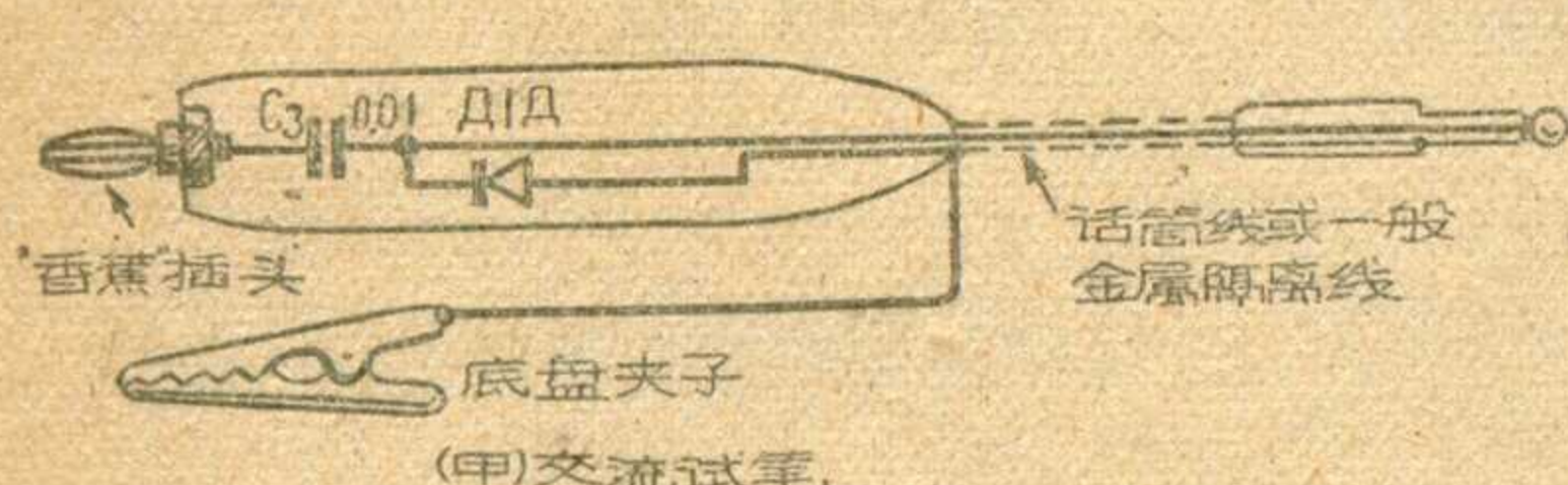
电源变压器T₁的绕制数据:铁心叠片截面积5平方厘米;初级用37号(直径0.17毫米)漆包线绕1000+1000匝;次级高压线卷用40号(直径0.12毫米)漆包线绕1200匝;灯丝线卷用22号(直径0.71毫米)漆包线绕58匝。

校准和每次使用这个附加器之前,必须先接好电路,打开电源预热15~20分钟。将电表工作状态转换开关搬到直流电流最灵敏的一档(一般为0~500微安),调节R₁₀,使指针指到度盘上的零位。然后校准刻度,最简单的方法是用干电池或电铃变压

(下转第23页)

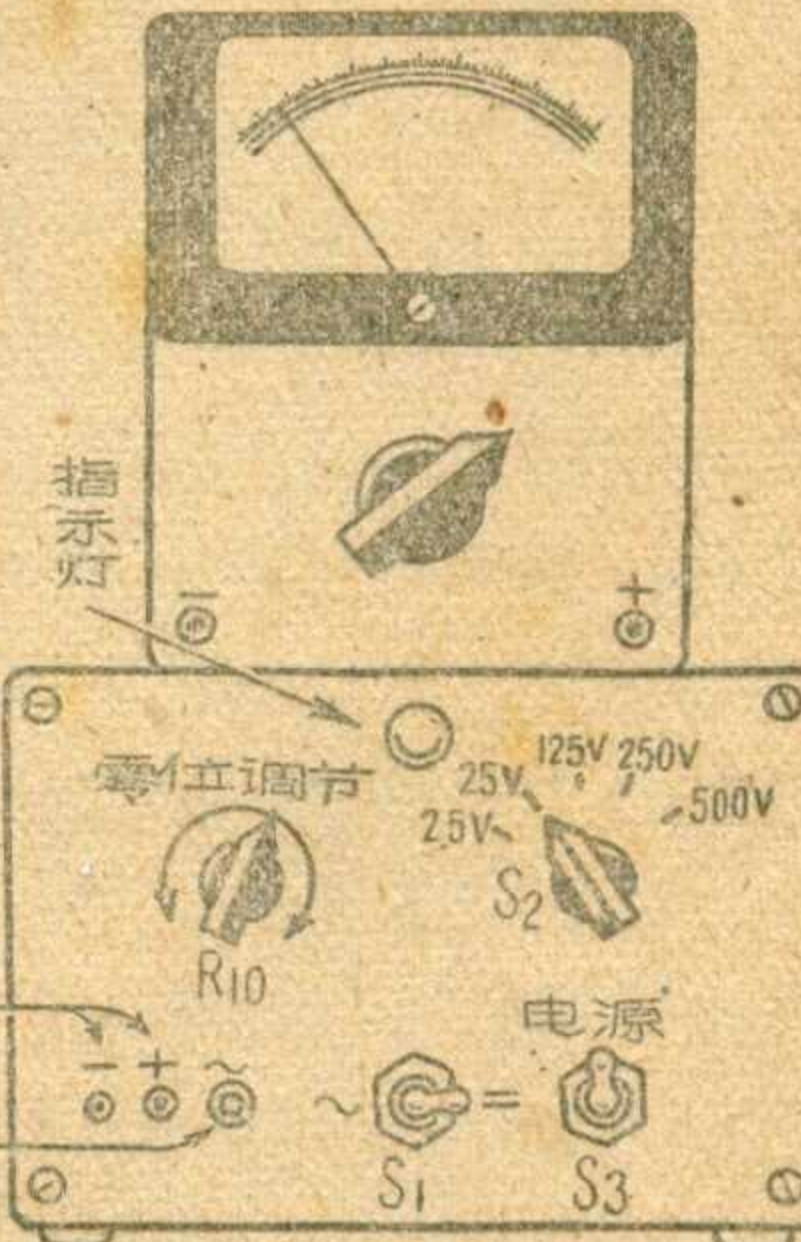
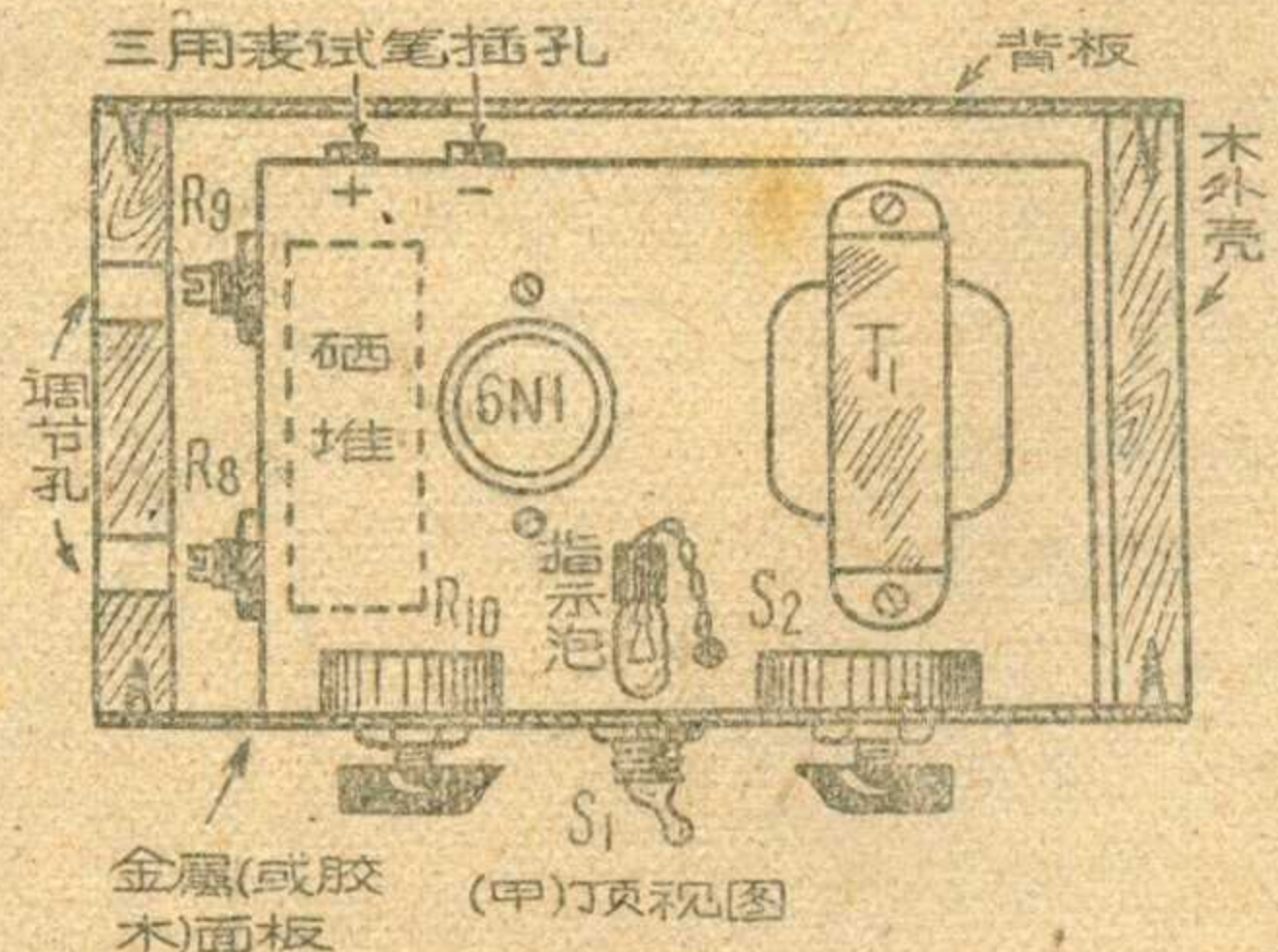


* R₈, R₉在三用表不同直流电流量程适宜选用的数值为:
 0~50μA 10MΩ;
 0~100 500KΩ;
 0~250 100KΩ;
 0~500



S ₂ 位置	量程	90兆欧	190兆欧
1	0~25伏	0~50伏	
2	0~250伏	0~500伏	

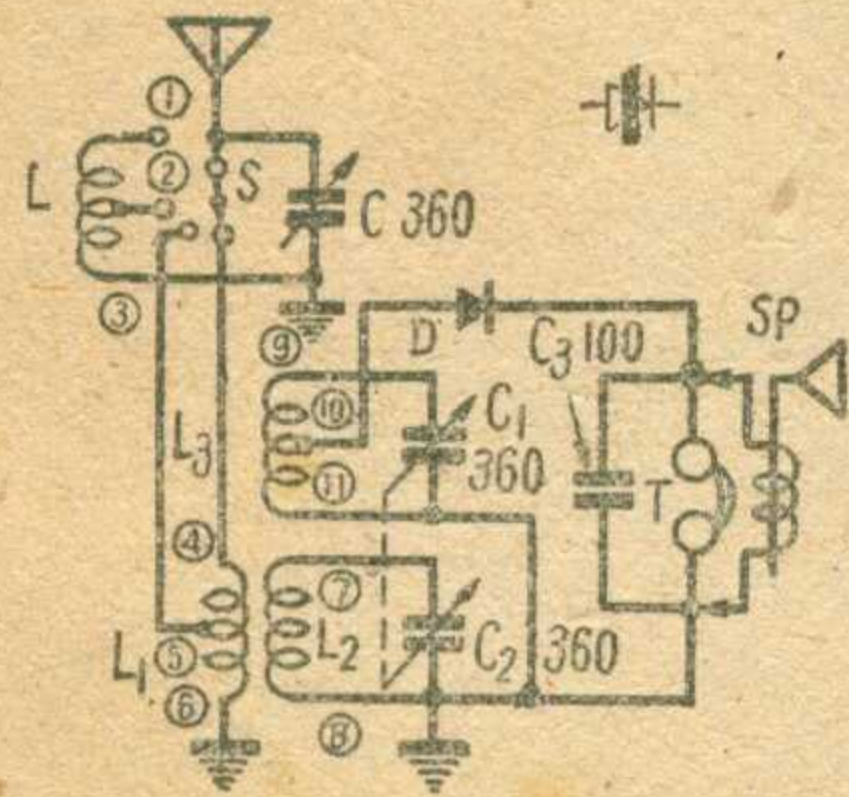
附注:使用分压器时底盘夹子应同时夹底盘



一架选择性优良的矿石机

· 李傳钟 ·

最近我們試制了一种效果良好的矿石收音机，現在介紹給大家參考。本机的特点是零件少、裝置簡單，選擇性良好，也具有一定的靈敏度。它不但能收到本地的全部中波电台，还可以接收到2475千赫等頻率的电台；而且在任何時間都沒有发生过夾音。



在上海用高8米、長18米的天綫，白天可以收到本市七個电台外，还可以收到两个中央台节目；在晚上还能收到福建、浙江等地电台的广播。白天用耳机听，音量大到震耳的程度，晚上用一只8吋的舌簧揚声器（1000欧以上的），在一間不大的房間里听起来还很清楚。

电路見图1。当开关S轉到①或

②位置上时，信号經過調諧回路 L_1C_1 的選擇，选出需要的电台信号，通过电感交連，送到 L_2C_2 回路中，然后經矿石 D 檢波，由耳机或揚声器放出声音。这相当于一个双調諧回路的矿石收音机电路。这时靈敏度比本电路轉換到下述另一种状态时为高。

当开关S轉到和④或⑤相接的接点时，高频信号先經過 L_1C_1 回路的調諧，选出需要的电台信号，交連到 L_2C_2 回路，再交連到 L_3C_3 回路，然后再經矿石檢波后，由耳机或揚声器放出声音。这相当于接成三个調諧回路的矿石收音机电路。这时因为經過了几个回路的选择，分隔电台的能力大为提高，但由于能量損失很多，靈敏度将有所降低。

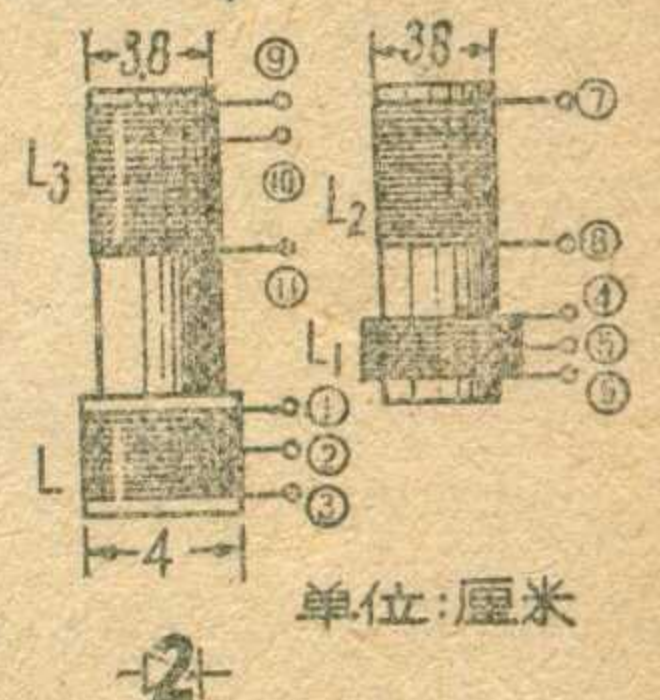
总的說来，采用本机的电路，目的在于提高選擇性，所以适合在电台較多的地方采用。

本机中， C_1 、 C_2 是一般的0.00036微法双連可变电容器。 C_3 用0.00036微

法的单連可变电容器。 C_3 用0.0001微法紙固定电容器。耳机用1000~4000欧的都行。 L_1 、 L_2 、 L_3 繞制数据为： L_1 用27~30号漆包綫在長2厘米、直徑4厘米的紙管上繞30圈，在第10圈处抽头。 L_2 和 L_3 都用27~30号漆包綫，在長10厘米、直徑3.8厘米的紙管上密繞80圈。 L_2 在第25圈处抽头。 L_3 用27~30号漆包綫在長6厘米、直徑4厘米的紙管上密繞80圈，在第40圈处抽头。

安装时，四个綫圈要按照图2的方式排列。 L_2 与 L_3 之間距离不得超过11厘米。把零件全部装好后，再仔細檢查一遍，如果没有接錯，就可以开始試听調整。

首先將天綫接在④上，把地綫接在⑥上。然后轉动 C 及 C_1 、 C_2 ，如果耳机里沒有声音，可調整一下矿石，找到靈敏点。听到声音后，再把天綫轉接到①、②等接点各試一次，这样便能找到最大靈敏点和最好的選擇性。



（上接第13頁）

以按下述步驟进行：（1）准备一块薄而粘性强的玻璃胶紙，長約2厘米，按图5将要連接的磁带二端叠合長約1厘米，对齐，然后用剪子以45°斜角一次剪开。为了不影響磁帶中所录的音迹，必須用銅质或其它非磁性物质的剪子，也可以將铁质剪子去磁后使用。（2）把剪好的磁帶沿斜縫对齐，將胶紙粘到磁帶沒有磁膜的一面，用手捏一下，使密合。（4）用剪子剪去磁帶两旁的殘余紙边。必須注意修剪平整光滑，沒有毛刺。修剪时可將接合一段的寬度剪得稍窄一些。

八、維護要点

1. 录音机使用以前必須接通电源預热3~5分钟，使机內电路部分达到正常工作状态。在录音机受过冻的情

况下，要延长預热時間到半小时，等滑潤油解冻，机械动作灵活后方可让磁帶運轉工作。

2. 电源电压变动超过±10%的情况下，必須采取稳定电压的措施。

3. 录音机一般不应連續使用四小时以上。每用3~5小时后应停用半小时，使它冷却后再用。最好用两部机器輪流倒換使用。

4. 使用录音机时应加接地綫，以防机座漏电和减弱电源引起的交流声和杂音干扰。

5. 机械運轉中不应变换轉速。必須把机器停止下来才能变换，否則容易压坏皮輪和挤断傳动帶。但有些机器却相反，必須在机械運轉中变换轉速，因此要視具体情况而定。

6. 录音机存放地点的环境溫度应当保持在摄氏10°~40°範圍內。

7. 在雨季或較潮湿的气候下，应

当时常开机使用1~2小时，以赶掉潮气。如果准备貯放較长时期，可以将机器放进防潮的紙盒或木箱中，最好在箱內周圍放一些吸湿性物质，例如用几只小口袋，装了生石灰放在四周。

8. 录音头、抹音头与磁帶接触处积留的灰尘污垢，可以用四氯化碳或純度酒精（至少高于95%以上）清洗。胶质机件如积有污垢或油腻，也可用四氯化碳清洗干淨。

9. 各处机械滑动点和軸承处一般用到两、三月后就需要加注滑潤油。必須使用高度純淨的輕质滑潤油（錠子油），不得使用植物油。加油时不可使油流到胶质部件上。发现滑潤油发黑或变稠，这是吸入了大量灰尘所致，应使用四氯化碳清洗后用布拭干，再換加新油。

录音机使用半年以后最好能对全机檢查清洗一次。



紅外線和紫外綫通信机

利用光綫通信，有方向性强、不受外界噪声干扰、能組織多路通信等优点。据国外杂志报导，已試制成紅外線和紫外綫通信机。

紅外線通信机的有效通信距离还不大，只能用于体育运动和其它一些群众性活动中。它的主要結構是在一个5厘米抛物面反射器的焦点上装置一个脉冲紅外線光源，从光源发出的光束射在一块鋁合金膜片上。通話时話音加在鋁合金膜片的另一面，膜片随話音頻率振动，因此改变了光束脉冲的幅度和寬度，也就是对脉冲光束調制，調制深度約为40%。反射器送出的光束很細窄，約3°，所以要求很准确地对准接收机。在接收机中采用硫化鉛光电元件作檢波器，并在它前面装一个紅外線濾光器。接收机采用N-P-N型 锗晶体管。

用紫外綫通信机能組織100条电路同时通信。它的工作原理是用螢光灯发出紫外光綫，使信号对紫外光綫調制。在試驗用的发射机中，每个电路的紫外光綫迭加矩形脉冲，脉冲的幅度随待发送的信息而变化。接收机用光电倍增器檢波，电路用一般元件組成。試驗样机用4瓦的螢光灯，晚上的有效通信距离为3.5公里。如果采用大功率的螢光灯和更灵敏的接收机，估計可能增加通信距离。(方文譯)

未来的通信方法

在地下通信系統中，人們开始重視对地下彈性波傳播的研究。据报导，这方面最有可能运用的傳輸頻率約0.05~2赫。

在研究模仿生物的通信系統方面，已提出用于宇宙飞船的这种通信系統的技术特性，要求以很高的速度傳送信息：每路頻率寬度16赫~10千赫，发射机功率远小于0.01瓦，使用的頻率高达几百兆赫，采用光学天綫。所謂模仿生物的通信系統，是模仿生物的眼睛、耳朵及神經系統来綜合地处理信息。(車譯)

金屬陶瓷电源

在实验中发现，把一种金屬陶瓷元件加热到200°~650°C以后，可以从这种元

件的每平方厘米面积上取得6毫瓦左右的功率。經過3小时后，給出的功率减少一半。这种新电源可以耐受其它电源所不能耐受的溫度，因此适合在宇宙飞行設備中采用。

这种电源用不大的铁片制成，铁片一面塗上一层瓷质珐琅，再塗上一薄层銀。铁片作負极，銀层作正极。为了提高輸出功率，目前正在用多种材料进行試驗。(方文譯)

用电火花切割晶体

通常切割晶体时，是用一根浸有化学物质的綫来进行的。这样切割出来的晶体切面比較粗糙。为了克服这种缺陷，国外有人改用电火花的方法切割晶体。待切割的晶体浸入装有石蜡的容器中，晶体上面装一个小框架和两根平行的細鎢絲。鎢絲作为阴极，晶体即作为阳极。再用一个电动机带动一个齿輪，使齿輪作上下运动，每分钟100次。当鎢絲与晶体接触时，鎢絲与晶体之間就产生火花，把晶体逐渐切开。(郑友律譯)

測量云的微波雷达

以前运用工作波长为3.2厘米、5厘米和10厘米的雷达来探测高空云雾，效果不好，这是因为云雾等的顆粒极小，反射回来的电波太弱。采用波长为8.6毫米(頻率約35000兆赫)的雷达后，反射电波加强了，探测結果也較以前准确得多了。这种雷达装有自动記錄装置，能自动記錄5、10、20公里高度范围内的云层厚度和云层移动状态。(安譯)

能作立体摄影的电子显微鏡

德意志民主共和国制成了一种新型电子显微鏡，可以放大1200倍到10万倍。几个人可以同时观看被放大的物体，操作电鍵和控制設備就装在观看者的身旁，使用很方便。新型电子显微鏡的最大特点是可以用来进行立体摄影，照片的大小和普通邮票相似，质量良好。(景譯)

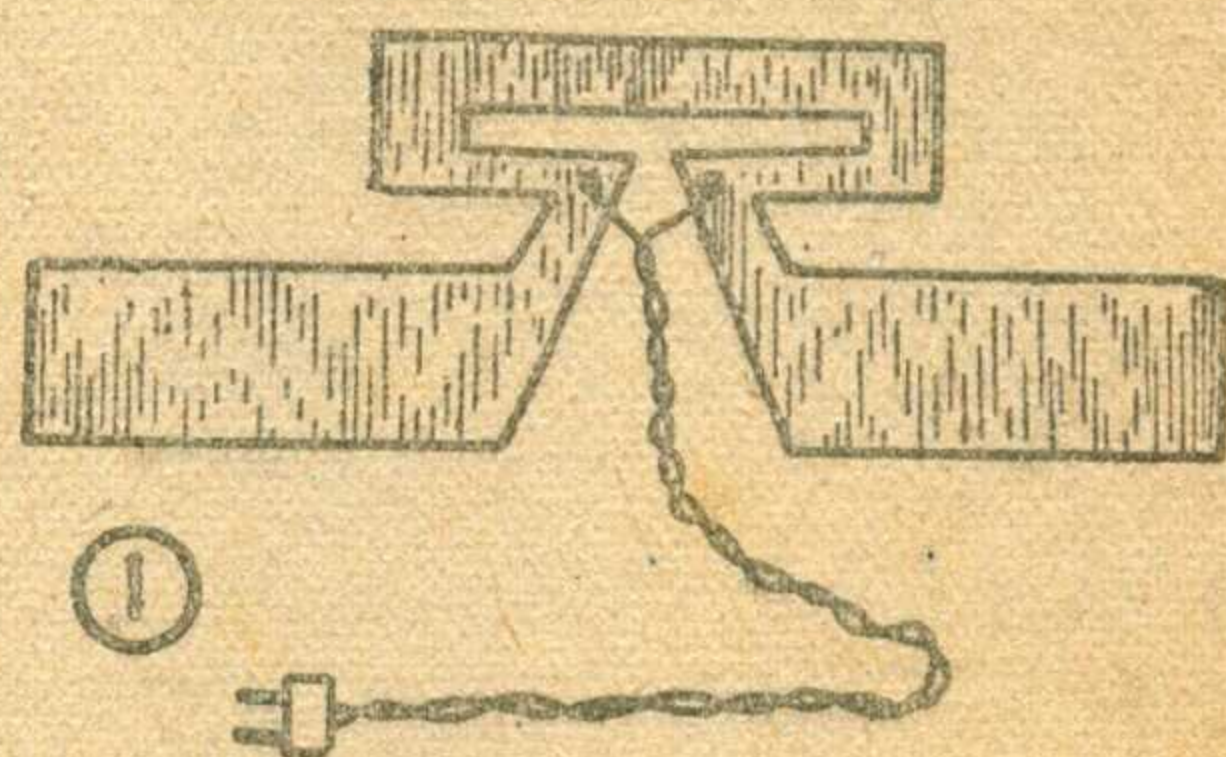
能連續工作40小时的录音机

这种录音机采用特制的双面磁帶，共有40道录音軌迹，每录一道需1小时。当机器录完一道后，便自动轉向另一面，磁

帶录音軌道也自动轉換到次一道上。这样一共能自动反复40次，因此能連續录音40小时之久。(景譯)

內装式电视天綫

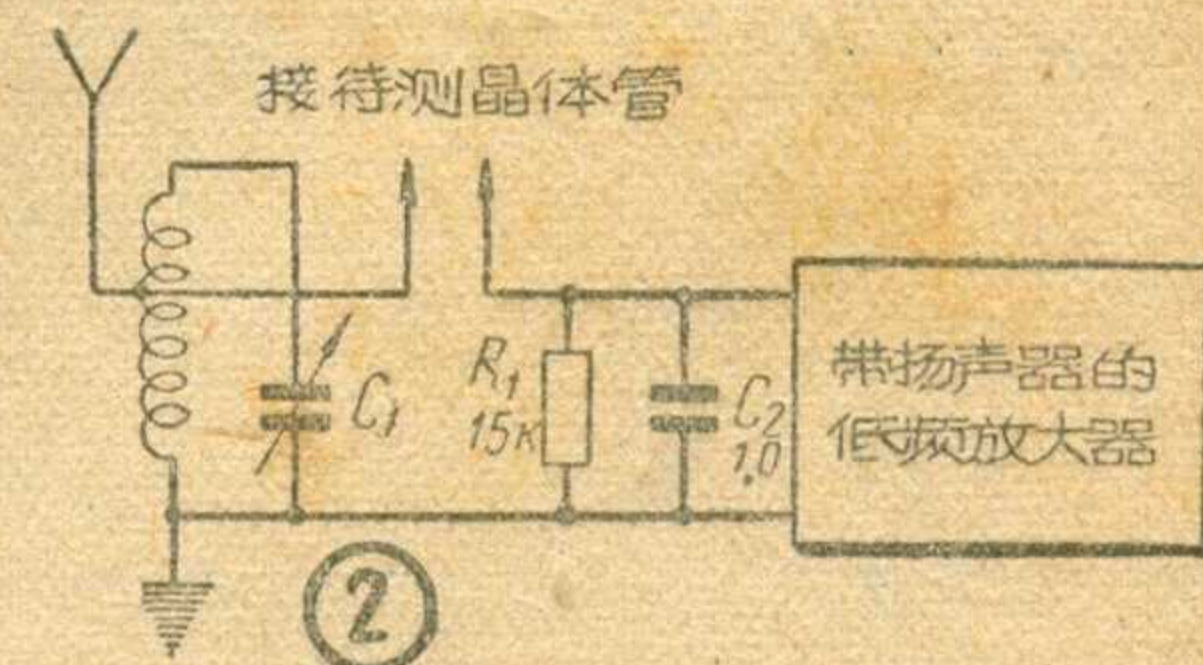
国外有些电视接收机中用金屬箔做天綫，接收米波和分米波波段的电视信号。这种天綫由一个不大的环形偶极子(接收分米波)和一个簡單偶极子(接收米波)构成，見附图。据报导，这种天綫虽然看起来有些可笑，但实际效果却很好。用这种天綫接收不远的电视台所发出的信号，十分可靠，用不着再装室外天綫。(方文譯)



晶体管的簡易檢驗法

按照下列电路，可以十分簡易地檢驗晶体二极管和三极管。从电路可以看出，这就是一部普通的矿石收音机，不过輸出接有一个带揚声器的低頻放大器。如果没有低頻放大器，也可以接到收音机的拾音器插口，用收音机的低放級代替。

先接上一个完好的晶体二极管，調整C₁使能收到本地电台。换上待测的晶体二极管，就可檢驗这个晶体二极管是否正常了。檢驗晶体三极管时，先将晶体管的任两根电极接上，然后交替换接各电极。如果接上的是集电极和发射极，則声音最大；接发射极和基极时，声音較低；接入集电极和基极时，声音最弱。这样反复比較，就能够判断出各电极的名称了。如果待测的晶体管已装在其他仪器中，應該把它取下来再测，以免仪器中的其它并联的电阻、电容器等元件影响測試結果。(肖尧荣譯)





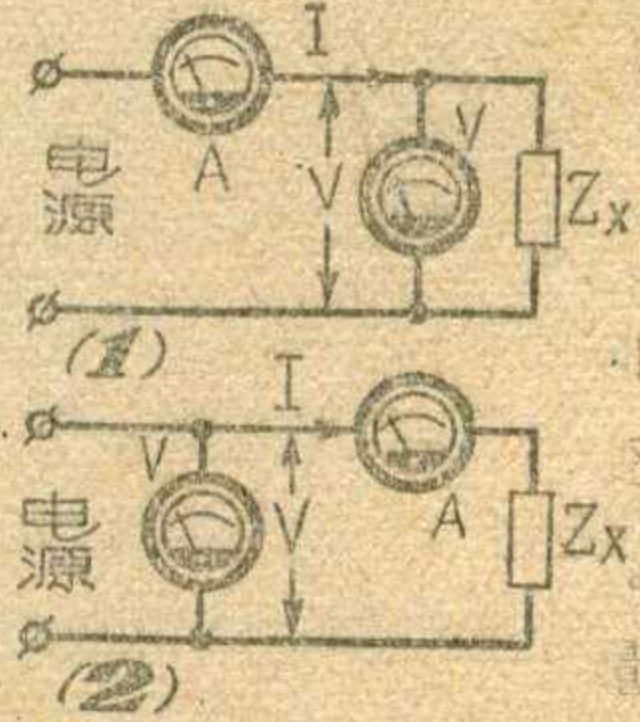
1. 用 1/2 6N1 (6H1Π) 装一个整流器 (图1)。有一次, 偶然将一个 20 微法的电解电容器 C 和 C₁ 相并联。刚并上时, 只见管内白光一闪, 收音机接着就没有声音了。这是为什么? (黄培荣)

2. 如果收音机输出变压器初级线圈断线, 功率输出管的栅极就发红, 时间一长就会烧毁。为什么? (高频)

3. 图 2 的 6 个线路图中, 各个圆圈代表完全相同的电灯泡。在每个线路中, 都有一个灯泡比其它灯泡更亮一些。你知道是哪一个吗? (王行)

上期“想想看”答案

1. 要同时测量阻抗中的电流和阻抗两端的电压 (或由此算出这一阻抗值), 可以有图 1 和图 2 所示的两种接法。但是对于小阻抗的情况, 需要用图 1 的电路, 对于大阻抗的情况, 需要用图 2 的电路。用图 1 的接法时, 电压表量得的是 Z_x 两端的电压, 但电流表中量得的不仅有流过 Z_x 的电流, 而且有流过电压表的电流。如果 Z_x 很小时, 流过电压表的电流就很小, 测量误差就小; 但如果 Z_x 太大, 流过电压表的电流就会很大, 误差就大了。用图 2 的接法时, 电流表量得的是 Z_x 中的电流, 但电压表量得的电压却是电流表上的电压降和 Z_x 上的电压降之和。如果 Z_x 很



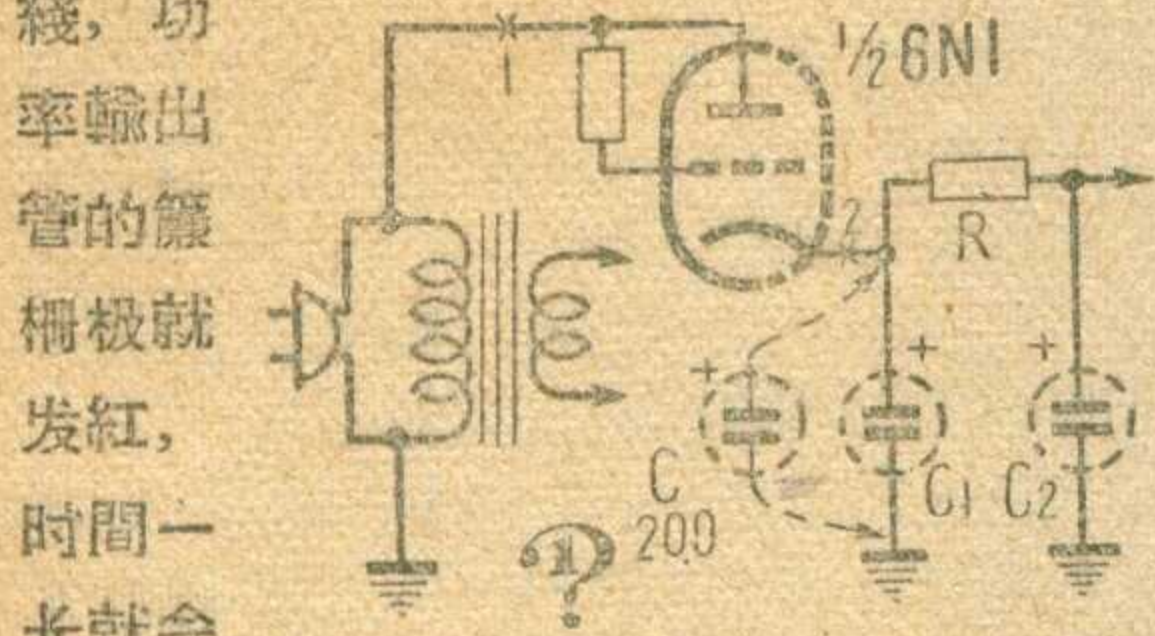
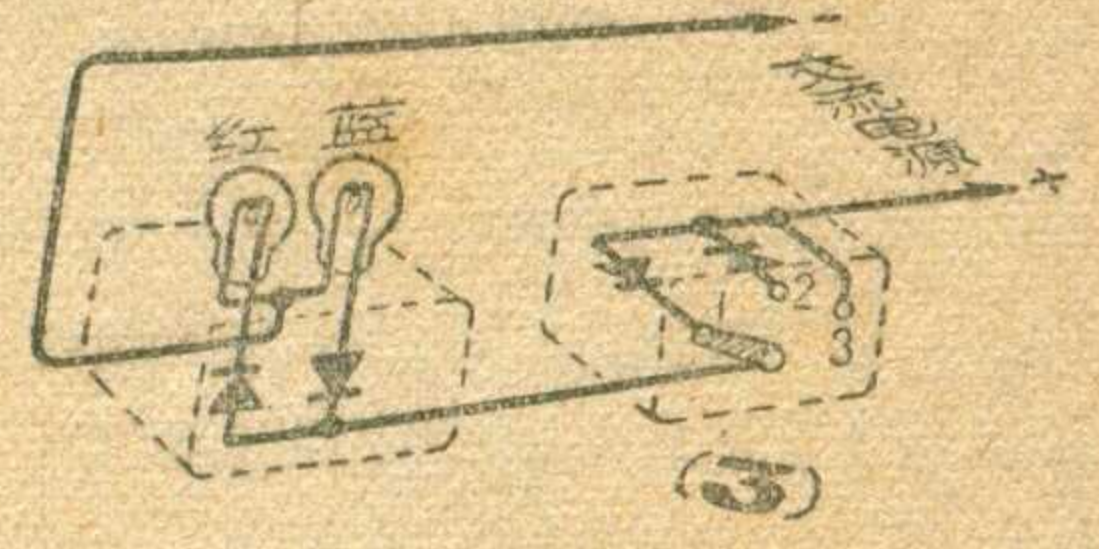
更增加正离子产生的机会, 以致形成恶性循环, 破坏电子管的正常工作, 并且电子管可能烧毁。因此, 栅极电阻的数值是受限制的。以原文电路中的 6H15Π 双三极管为例, 反电流为 2~5 微安, 栅极电阻用 3.3 兆欧, 那末栅极电阻上的电压降将达 6.6 伏左右, 也就是给栅极加上 6.6 伏的正偏压。这样, 当 RC 电路充电电流为零时, 栅极负偏压为零, 而反电流产生的正偏压达 6.6 伏, 屏流过大, 会影响电子管的正常工作。

大, 在电流表上的电压降就很小, 误差就小; 如果 Z_x 很小, 在电流表上的电压降就很大, 误差就大了。

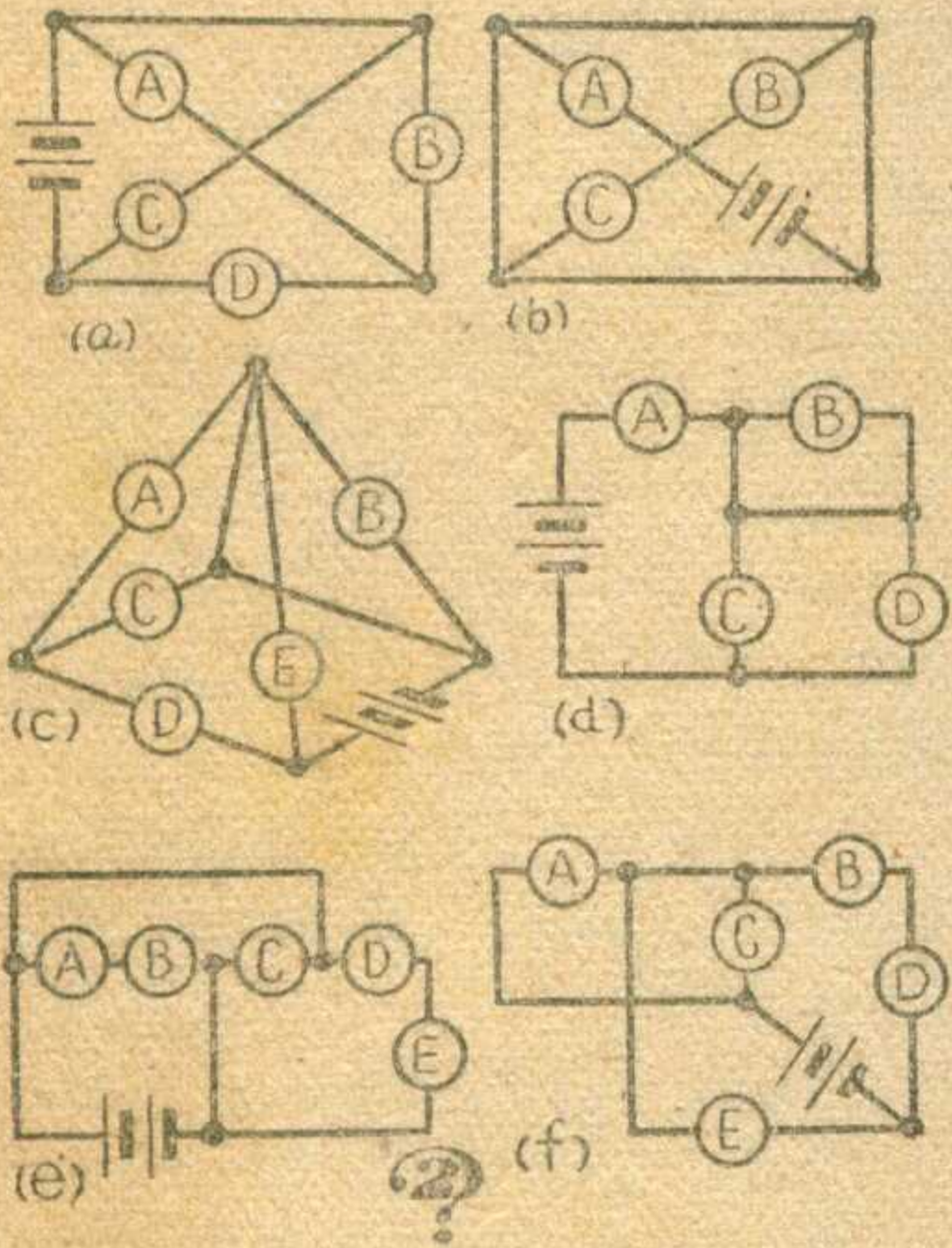
晶体管发射极和基极间的电阻很小, 所以用图 1 的测量电路。集电极和基极间的电阻很大, 所以用图 2 的测量电路。

2. 继电器上加一个短路线圈, 可以使继电器的动作和释放有一定延迟。当控制线圈中开始流通电流时, 铁心中磁通增长, 短路线圈中就产生了感应电流, 反抗磁通的增加, 因而磁通的增加要慢一些, 吸动时间也相应地延迟。当控制线圈中电流中断时, 短路线圈中又产生一个感应电流反抗磁通的减小, 使释放时间有一段延迟。

3. 两个箱子中的电路如图 3 所示。开关在位置 1 时, 交流电的正半周可通过红灯, 红灯亮; 在位置 2 时, 交流电的负半周可通过蓝灯, 蓝灯亮; 在位置 3 时, 交流电的正半周通过红灯, 负半周通过蓝灯, 因此两个灯都亮。



烧毁。为什么? (高频)



(上接第 20 页)

器等接出 2.5 伏的标准直流及交流电压, 将此标准电压加在附加器的输入端, 用螺丝起子调 R₈ (及 R₉), 使三用表的指针指满刻度 (注意, 为了避免损坏电表, R₈ 及 R₉ 应从最大值逐渐减小其阻值, 千万不能让它们短路)。这样调节后, 就可以直接利用电表上的原有刻度, 读数误差不会太大。如果要求更高的精确度, 可以在三用电表度盘上再加画一个直流和一个交流电压刻度, 刻度的校准和画法, 参看前面提到的“电子管电压表”一文。

调好 R₈ 及 R₉ 后, 在整个量程范围内读数已充分准确, 一般不需要再加画刻度。 (何理路编译)

对“长延时的时间继电器”一文意见

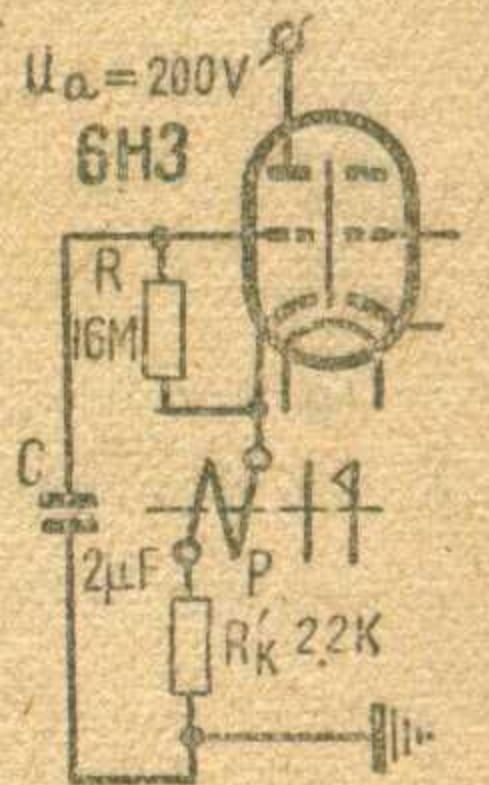
1962 年第 1 期的“无线电”发表了“长延时的时间继电器”一文 (金鹿译自苏联“无线电”)。根据我们以前参照这篇文章的原文试制的经验, 发现原文中有些不妥之处, 现提出供大家研究参考。

1. 文中提出的电阻电容值 (R, C 值) 的计算式, 经推算证明原文等式右边遗漏了一个负号。

2. 电子管栅极电压为负时, 也还有栅流存在。这个栅流的产生, 主要是由于电子管内不可能达到绝对真空, 总有些残余气体, 这些气体的分子被电子撞击而电离, 正离子便落到带负电位的栅极上, 产生一个微小的栅流。这个电流的方向, 与栅极为正时吸引电子所产生的电流的方向相反, 所以一般叫做反电流。此外, 由于管座、管泡绝缘不良, 也会产生栅极反电流。如果栅极电阻不大, 这些反电流可以忽略不计。但是, 如果栅极电阻很大, 那末反电流在栅极电阻上产生的电压降数值便不能忽略了, 它会抵消加在栅极上的负偏压,

更增加正离子产生的机会, 以致形成恶性循环, 破坏电子管的正常工作, 并且电子管可能烧毁。因此, 栅极电阻的数值是受限制的。以原文电路中的 6H15Π 双三极管为例, 反电流为 2~5 微安, 栅极电阻用 3.3 兆欧, 那末栅极电阻上的电压降将达 6.6 伏左右, 也就是给栅极加上 6.6 伏的正偏压。这样, 当 RC 电路充电电流为零时, 栅极负偏压为零, 而反电流产生的正偏压达 6.6 伏, 屏流过大, 会影响电子管的正常工作。

在制作中, 总是希望用较小的电容, 较大的电阻, 这是因为大容量的电容器的体积和成本也随着增加。最合理的方法是选择反电流小的电子管, 以便使用较小的电容。笔者曾用 6H3 (6H3Π) 电子管的一个三极部分 (反电流约 0.1 微安) 装了一个长延时继电器, 延时为 15 分。继电器用 PKH 型, i 动作 8 毫安, 线圈电阻为 6.1 千欧。屏压为 200 伏。其它元件的数值见右图。 (方稽铭)



问与答

问：用1A2 (1A2Π) 装一个低乙电再生机，不起再生振荡，仅收到声音不大的播音。后来在再生电容器上并联了一个电容器就好了，这是什么原因，有什么改善的方法？

答：这是由于屏回路回输到栅回路去的高频成分太小，不能够引起再生的缘故。增大回输的方法很多，例如在再生电容器上并联一电容器，使电容量增加，通过再生圈的高频电流就可以增多，使回输量增加。此外如增加再生圈数，加高乙电电压，缩小再生圈和次级线圈的距离等，都能使再生加强。

问：6Π14Π 的负载阻抗是多少？

答：6Π14Π 的负载阻抗，一般应用值是5.2千欧。当用4千欧时，可以得到较大的输出功率，但是输入的信号电压要较大，非线性失真也会增加。用作甲乙类或乙类推挽放大时，屏至屏的最佳负载阻抗是8千欧。接成三极管（第二栅极接至屏极）时，作单管甲类放大的负载阻抗是3.5千欧，甲乙类推挽屏至屏的最佳负载是10千欧。

问：线间变压器有什么用处？

答：当喇叭要接到离扩音机比较远的地方，

要用很长的输出送线连



接的时候，因为导线上存在着电阻（和阻抗），要损耗很多电能并影响两者之间原来的阻抗匹配。为了解决这个问题，一般是在扩音机输出端采用高阻抗输出，以提高输送电压减小损耗，在终端再利用线间变压器把高阻抗转换为喇叭音圈的阻抗（如图），以达到匹配的目的。（以上徐疾答）

问：外差式收音机在收听强烈短波电台的时候，往往伴随着一种低沉的振荡声，这是什么原因，如何排除？

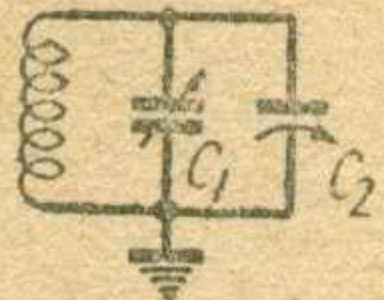
答：这种现象叫做收音机的高频机震。由于扬声器的振动通过木箱机座引起本地振荡电路元件（例如双连可变电容、振荡线圈等）的振动，使得这些元件的电参数（如电容量）随着变化，因而本机振荡频率也随着变化，与调频情况相同，产生调频波。这种调频波与外来信号的载波拍频，便产生经过调频的中频，并在中频

调谐回路中进行斜率检波，得出机械振动频率的电流，再经低放送到扬声器。如此周而复始，形成振荡。

要排除这种振荡必须加强本地振荡部分元件的避震装置，紧固半调整元件，使之不受振动，才能解决。（丁启鸿答）

问：收听短波段时在调谐电容器两端并联一只小型可变电容器

（如图），可以作波段展阔之用，不知是什么原因？



答：一般收音机在收听中波段和短波段时都是共用一只可变调谐电容器。中波段时，波段较窄，调谐尚不困难。短波段时（例如是6~18兆赫），波段就宽得多了，里面包括的电台数目也多。在调谐电台时，电容器旋转一个很小的角度，频率将变化一个较大的范围，调电台不易准确。如果在调谐电容器 C_1 两端并联一只小容量的可变电容器 C_2 ， C_2 的最大电容量可以是 C_1 的 $1/10$ ， C_2 从0旋转到 180° 对于整个电容量的变化只相当于 C_1 旋转 18° 的变化。这样在调电台时，可以先调 C_1 ，调到某一频率，然后再调 C_2 ，使调谐频率可以缓慢地改变，调节电台时就要方便多了。 C_2 是作为微调用的，它可以把原来可变电容器旋转很小角度所包括的频率，扩大为较大的旋转角度，也就是说把刻度盘上原来电台很挤的部分展阔了。

问：接一个瓦特数较大的扬声器，对收音机有无影响？

答：如果这个扬声器的阻抗是与收音机的原有阻抗匹配的，那么除了音轻之外，对收音机没有损害。

问：扩大机的输出端写有伏特数，如30伏，那末接10瓦8欧的扬声器，应如何接？如何计算阻抗匹配？

答：只知道扩大机的输出电压是不够的，还需要知道扩大机输出的瓦数，然后按公式 $Z = E^2/P$ 计算。式中 Z 为阻抗欧数， E 为电压伏数， P 为输出功率瓦数。例如，扩大机输出为10瓦，则扩大机输出变压器次级的阻抗 $Z = 30^2/10 = 90$ 欧。这样接至扬声器的线间变压器的初级也应为90欧，次级则为扬声器的音圈阻抗8欧。

如果扩大机输出的瓦特数为30瓦，则扩大机输出变压器次级的阻抗 $Z = 30^2/30 = 30$ 欧。接至扬声器的线间变压器初级仍应为90欧（因为它只能自扩大机取得10瓦的功率否则将过载），次级仍为8欧，并且要在扩大机的输出端并联一只电阻。这只电阻的欧数 $Z = 30^2/(30-10) = 45$ 欧，瓦数为 $30-10 = 20$ 瓦。（以上郑宽君答）



量子无线电电子学 苏联 H.Γ. 巴索夫(1)

量子放大器和振荡器 士达、周元培编译(2)

谈谈无线电操纵舰船模型竞赛 李训久(4)

感应式闸流管继电器 唐立森(5)

调幅 李华金(6)

铁心线圈阻抗的简易测算法 車编译(7)

单稳态触发电路 陆兆熊(8)

电子管、晶体管混合式收音机 赵 淵(10)

怎样使用磁带录音机 毛瑞年(12)

收音机输出变压器的设计 俞锡良(14)

小型优质扩音机 馮报本(16)

自制和改制晶体管收音机零件 楊名甲(17)

无线电元件的标称值 季 才(18)

低频串联放大电路 苏联 П. 索包列夫(19)

“小矮人”电视接收天线 黃偉馨译(19)

三用表附加器 何理路编译(20)

一架选择性优良的矿石机 李傅钟(21)

国外点滴 (22)

想想看 (23)

对“长延时的时间继电器”一文
的意见 方稽铭(23)

问与答 (24)

封面说明：
超短波通話

编辑、出版：人民邮电出版社
北京东四6条13号

印刷：北京新华印刷厂
总发行：邮电部北京邮局
订购处：全国各地邮电局所

本期出版日期：1962年6月10日
本刊代号：2—75 每册定价2角

几种国产晶体管特性

П6晶体管在 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 时的参数

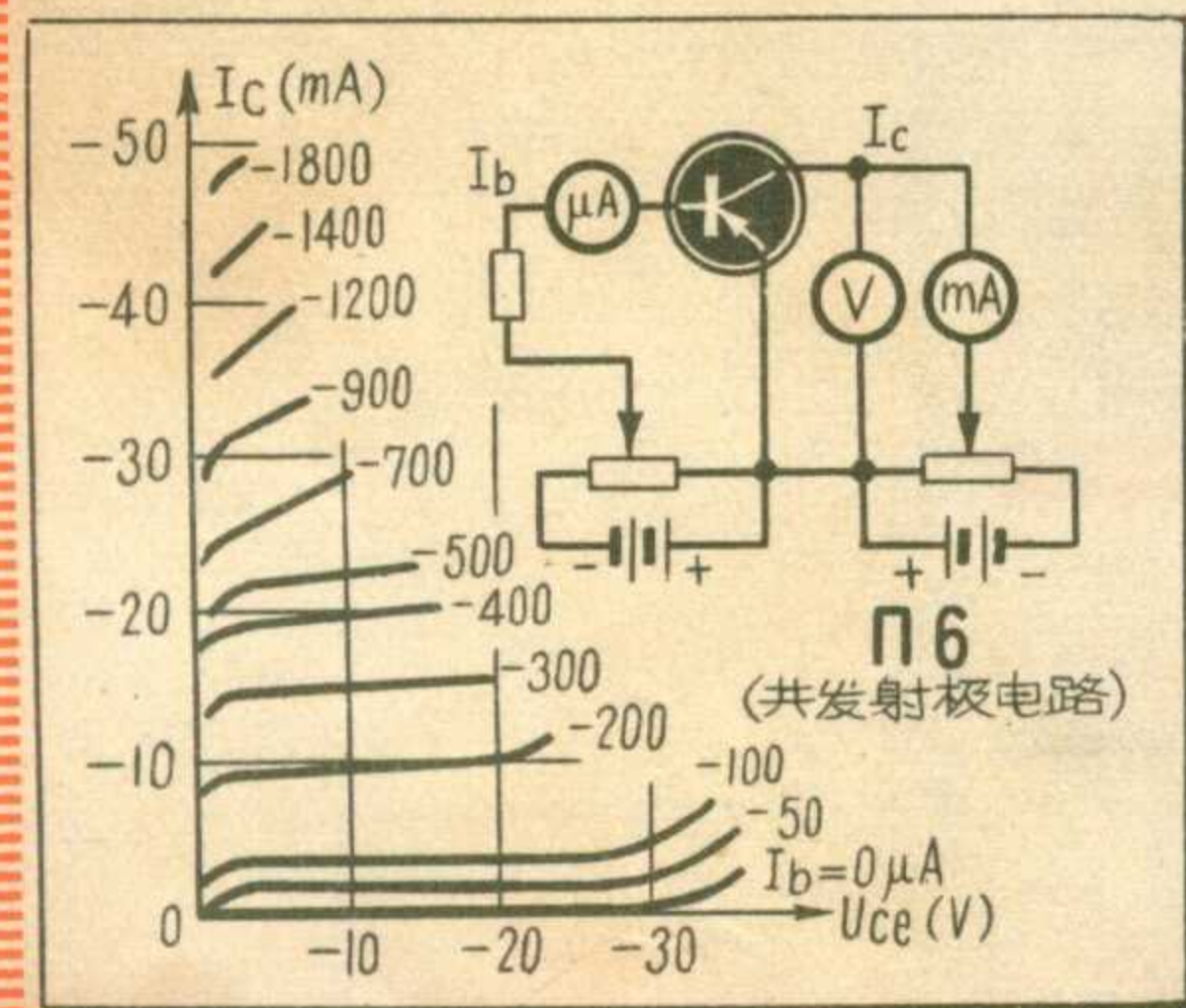
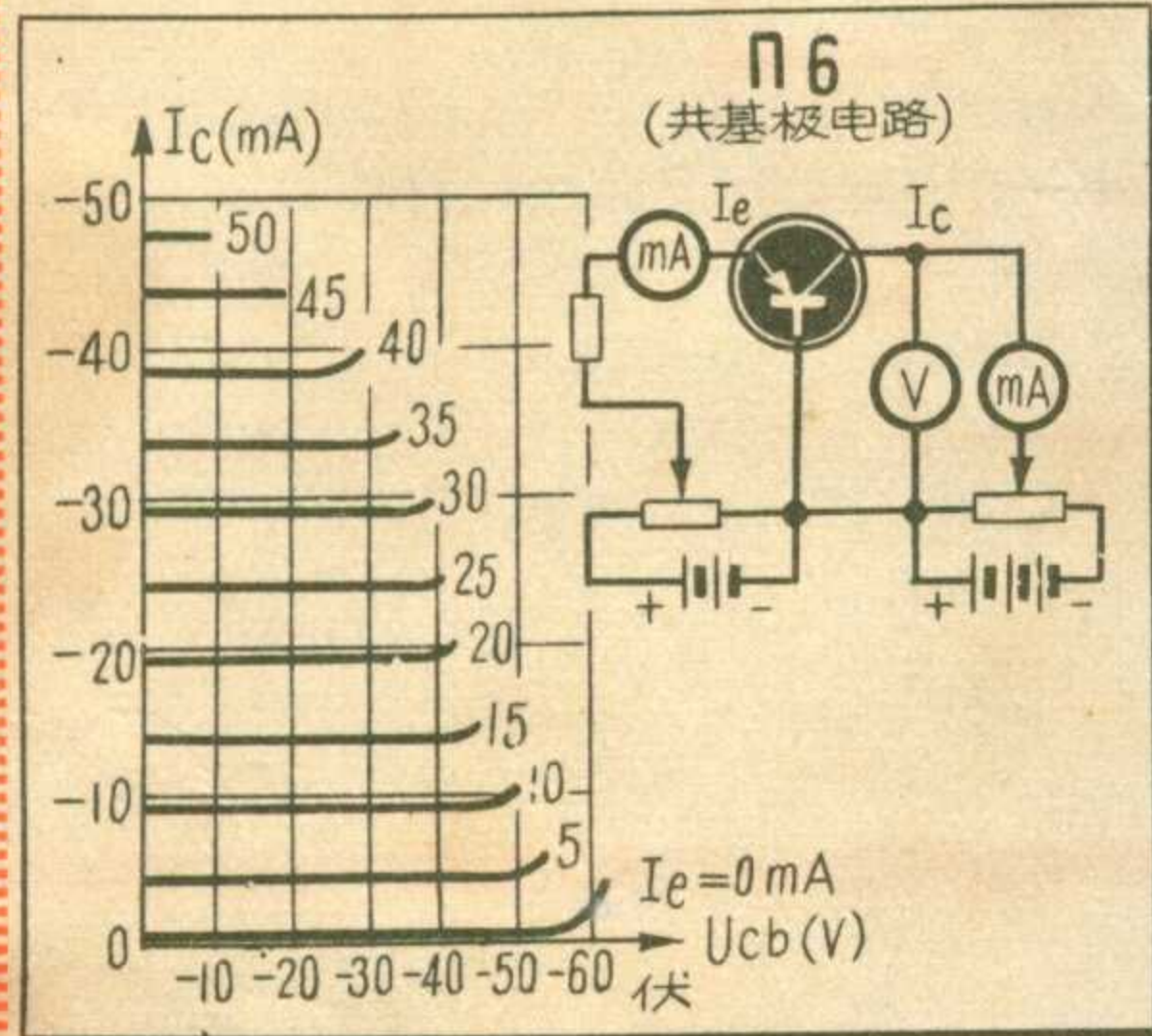
型号	I_{co} (微安)	$h_{22}^{(1)}$ (微姆)	$h_{21}^{(1)}$	$h_{12}^{(1)}$	$G^{(2)}$ (分贝)	C_c (微微法)	f_α (兆赫)	F (分贝)	P_c (毫瓦)
П6А	≤ 30	≤ 3.3	≥ 0.9	$\leq 5 \times 10^{-3}$	≥ 30	≤ 50	≥ 0.1	—	150
П6Б	≤ 15	≤ 2	$0.9 \sim 0.94$	$\leq 0.6 \times 10^{-3}$	≥ 34	≤ 50	≥ 0.465	≤ 33	150
П6В	≤ 15	≤ 2	≥ 0.94	$\leq 0.6 \times 10^{-3}$	≥ 34	≤ 50	≥ 0.465	≤ 33	150
П6Г	≤ 15	≤ 3.3	≥ 0.97	$\leq 0.6 \times 10^{-3}$	≥ 37	≤ 50	≥ 1.0	≤ 33	150
П6Д	≤ 15	≤ 2	≥ 0.9	$\leq 0.6 \times 10^{-3}$	≥ 34	≤ 50	≥ 0.465	≤ 12	150
测试条件	I_e (毫安)	—	—	—	—	—	—	0.5	—
	U_c (伏)	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-1.5	-5
	f (千赫)	—	—	—	—	465	—	—	—

注：① 频率范围为200~1000赫。

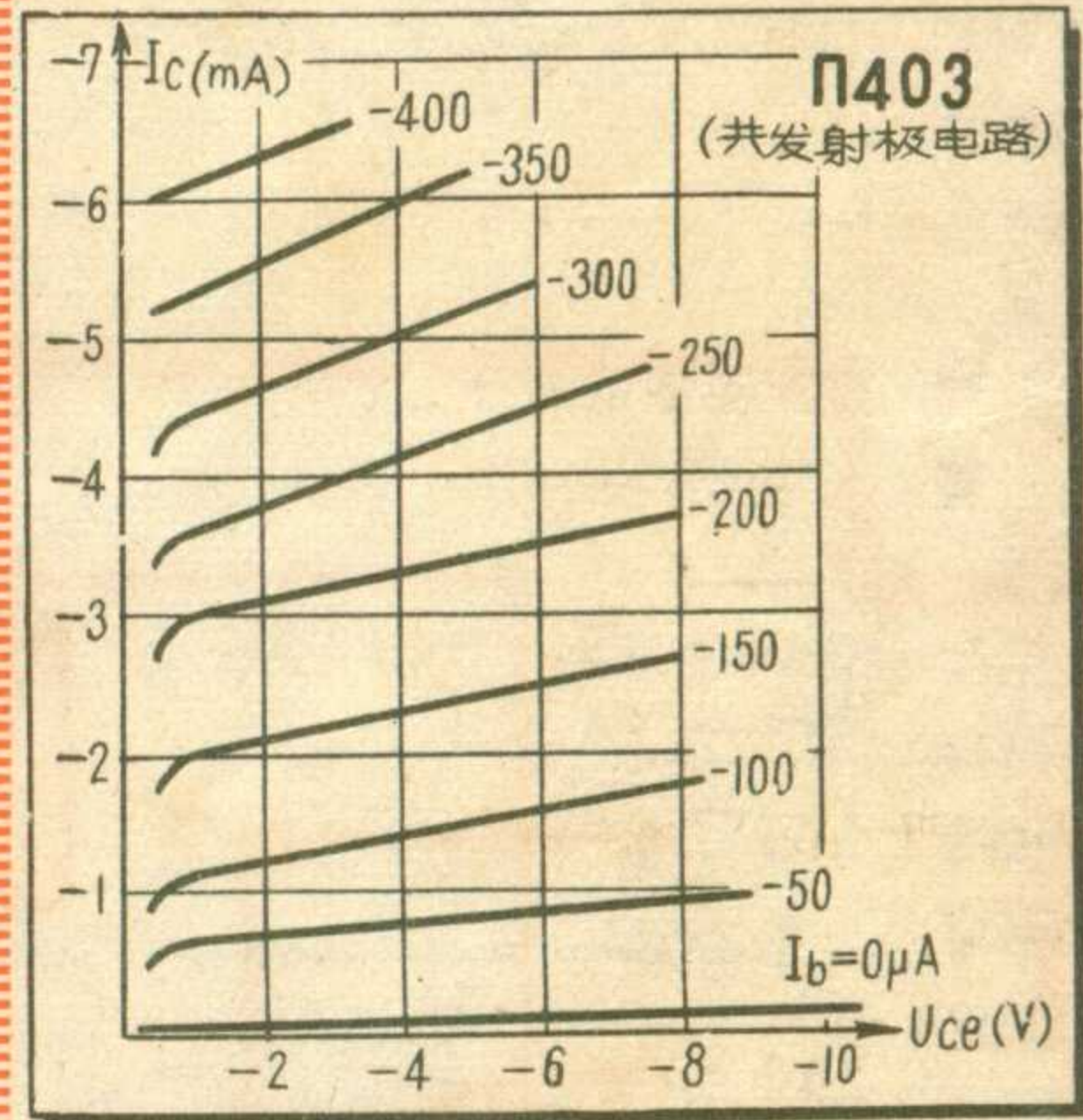
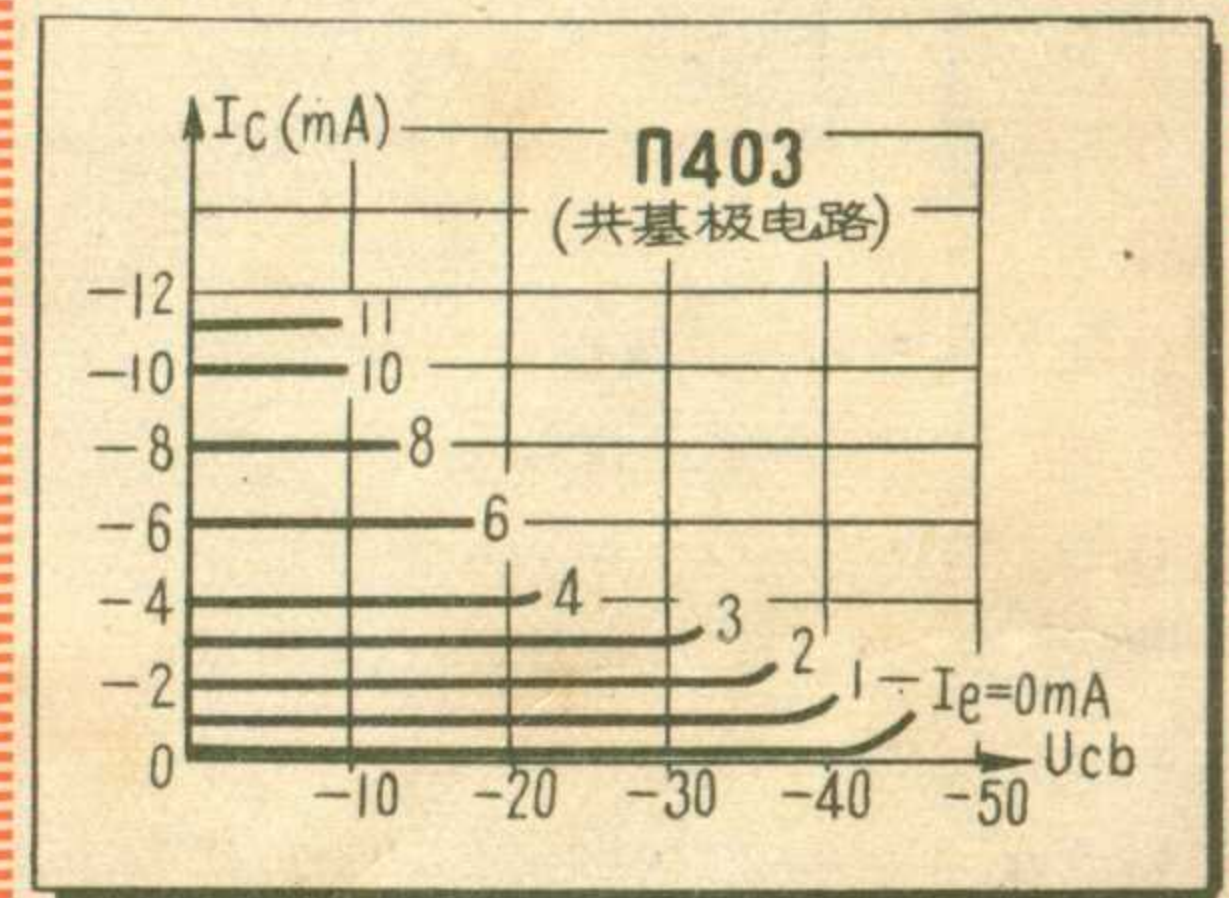
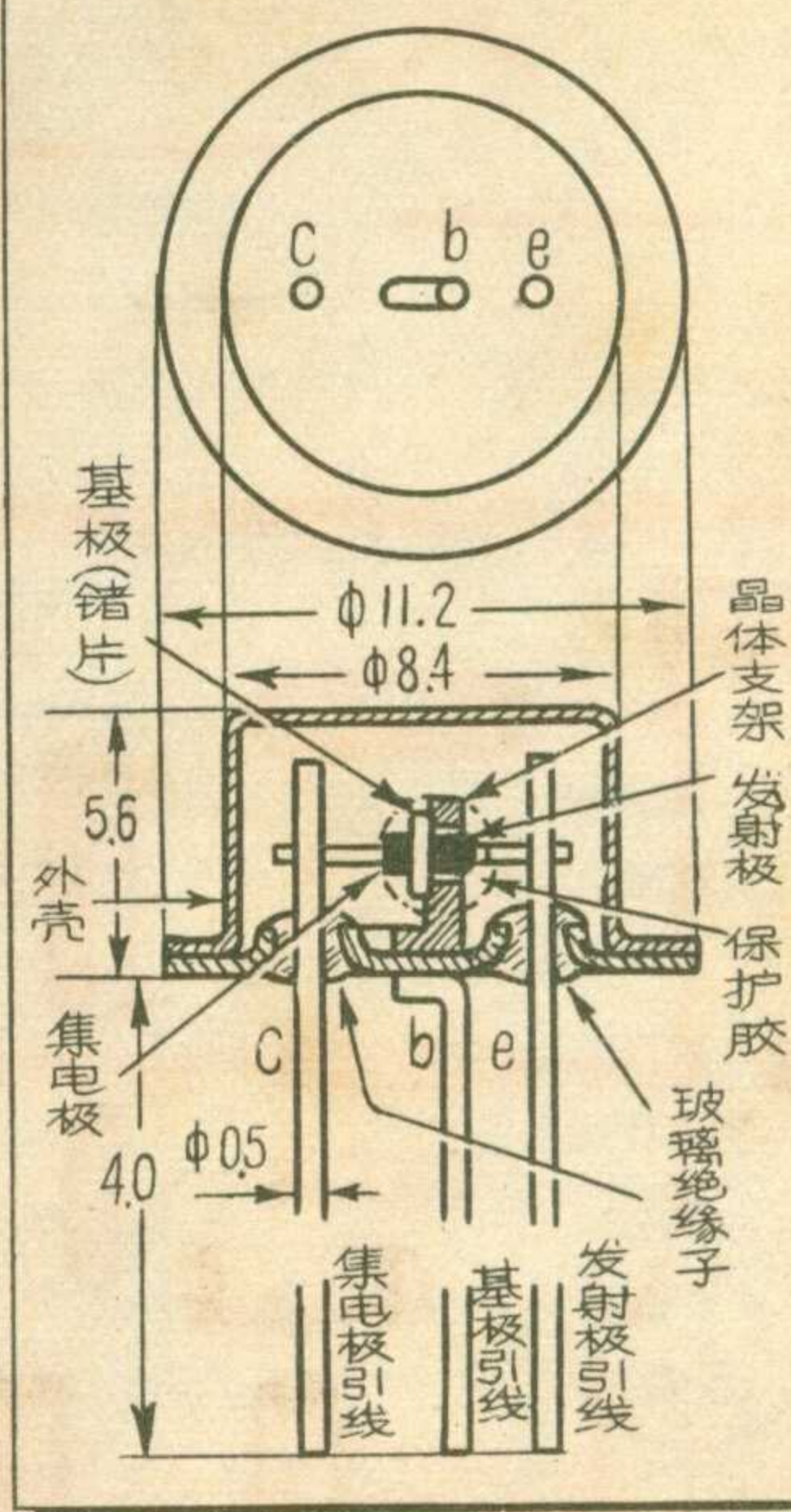
② 共发射极电路 甲类放大信号源内阻600欧 负载电阻30千欧

П401~403A晶体管在 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 时的参数

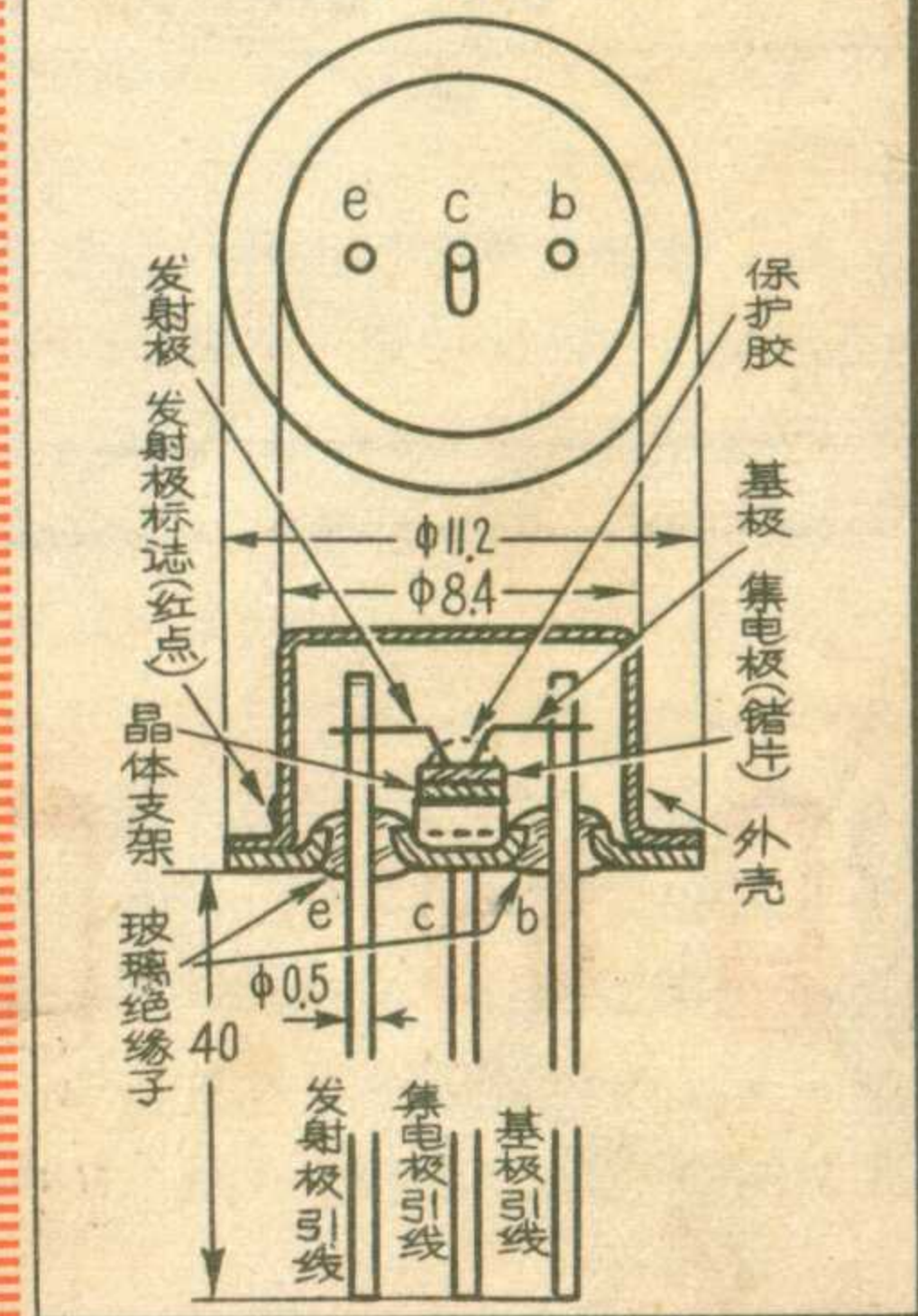
型号	f_{max} (兆赫)	h_{21}	h_{22} (微姆)	C_c (微微法)	$\gamma_b C_c$ (微微秒)	I_{co} (微安)	P_c (毫瓦)
П401	≥ 30	≥ 0.94	≤ 5	≤ 15	≤ 3500	≤ 10	50
П402	≥ 60	≥ 0.94	≤ 5	≤ 10	≤ 1000	≤ 5	50
П403	≥ 120	$0.94 \sim 0.97$	≤ 5	≤ 10	≤ 500	≤ 5	50
П403A	≥ 120	≥ 0.97	≤ 5	≤ 10	≤ 500	≤ 5	50
测试条件	I_e (毫安)	7.5	7.5	7.5	—	7.5	—
	U_c (伏)	-5	-5	-5	-5	-5	-5
	f (千赫)	—	—	—	5000	5000	—



П6面接触型合金晶体三极管 (P-N-P)



П401~403A合金扩散型晶体三极管 (P-N-P)



符号说明:

I_{co} — 集电极反向电流;

h_{22} — 输出导纳 (输入端开路时);

h_{21} — 电流放大系数 (输出端短路时);

h_{12} — 电压反馈系数 (输入端开路时);

G — 功率放大系数;

C_c — 集电极电容;

f_α — 共基极电路截止频率;

F — 噪音系数;

P_c — 集电极消耗功率;

I_e — 发射极电流;

U_c — 集电极电压;

f — 信号频率;

f_{max} — 最高振荡频率。

(李集生編)

小型优质扩音机

V₁ 6N2 (6H2Π)

V₂ 6P1 (6Π1Π)

