



揚聲器箱計算圖表

密閉箱中揚聲器的諧振頻率

揚聲器裝在密閉式的箱內後，它的諧振頻率就比在自由空間所測得的為高。因此，為了使揚聲器的諧振頻率不致增加太高，密閉箱必須保持尽可能大的容積。

設揚聲器在自由空間的諧振頻率為 f_0 ，在密閉箱中的諧振頻率為 f_r ，密閉箱的體積為 V ，放音窗口直徑為 D 。利用右圖中的曲線，可按給定的 f_0 、 V 及 D 值求得 f_r ，或按給定的 f_0 、 f_r 及 D 值求得 V 。

例：設 $D=20$ 厘米， $f_0=50$ 赫， $V=100 \times 10^3$ 立方厘米由此可得出 f_r 為 68 赫。

低音反相箱的窗口開孔面積

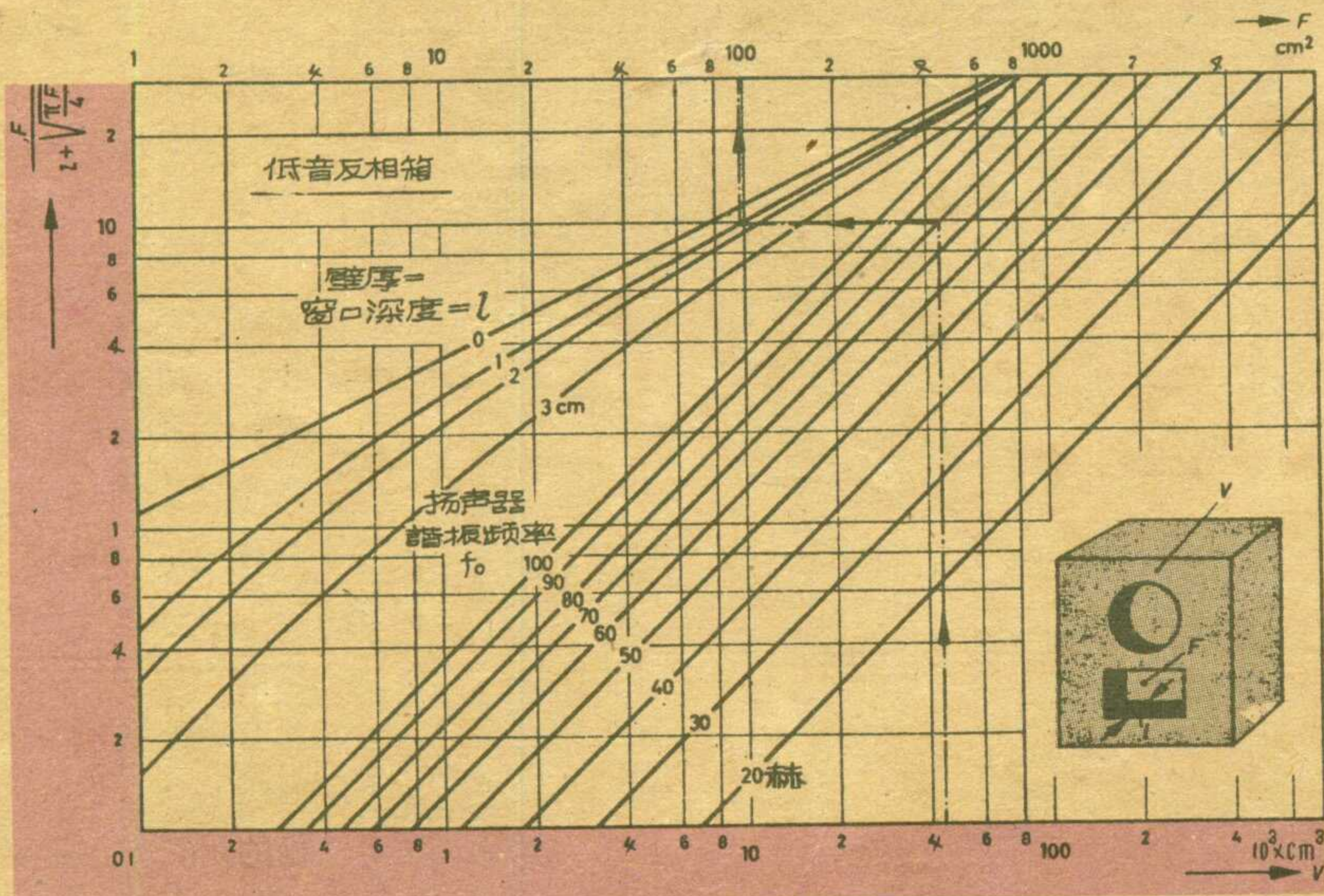
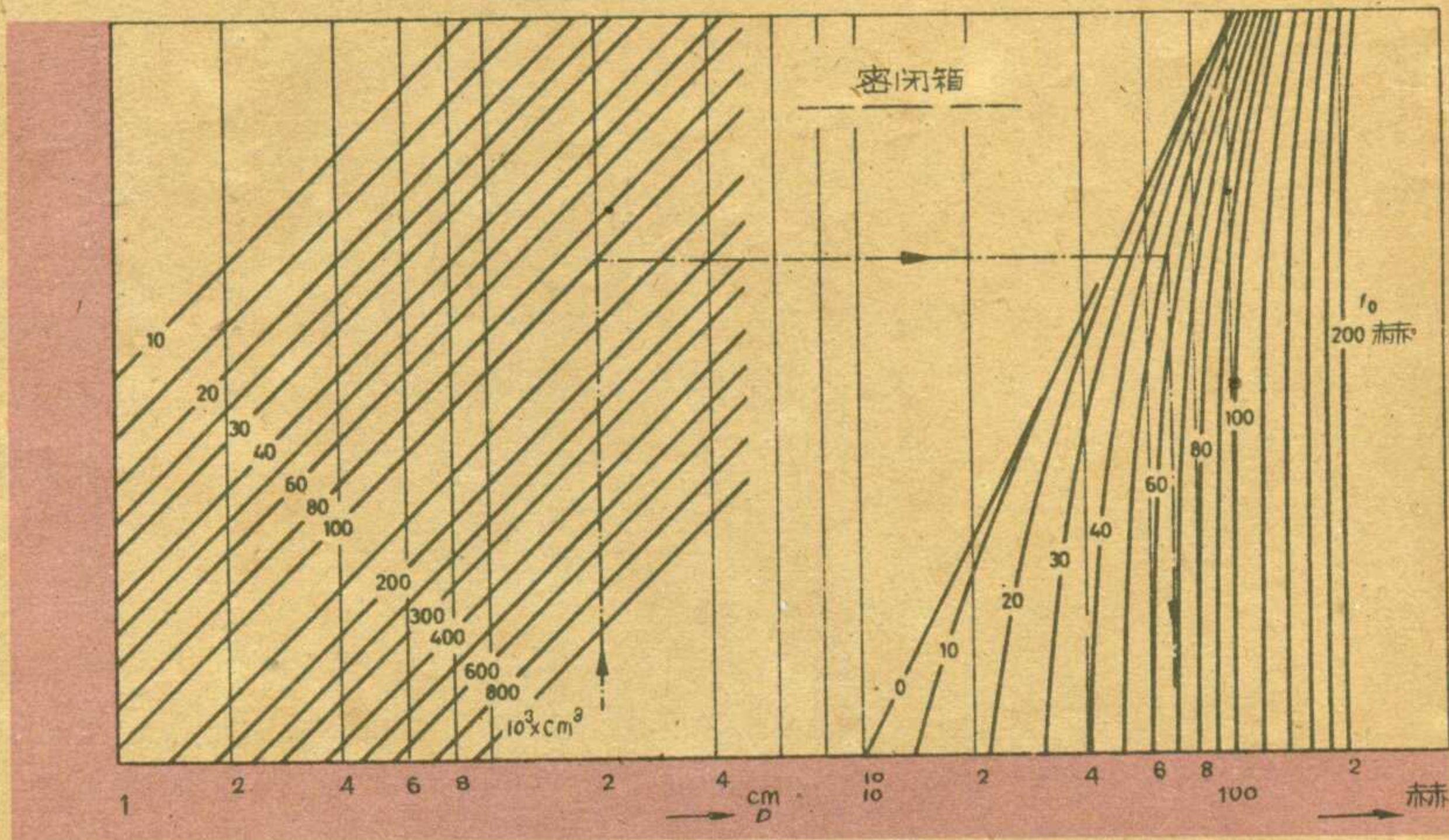
在設計低音反相箱時，為了使它的諧振頻率大致等於密閉箱內揚聲器的諧振頻率 f_0 ，方形開口孔必須有足夠大的面積。設箱子的容積 (V) 和箱板的厚度 (l) 均已選定後，則可根據下面的圖表求得方形窗口開孔的面積 (F)。

例：設 $f_0=80$ 赫， $V=45 \times 10^3$ 立方厘米， $l=1$ 厘米，則沿點劃線可求得窗口面積 F 為 97 平方厘米。

當窗口開孔面積較小時，會產生顯著的高次諧波，因此箱子的容積 V 宜選得大一些。

(俞錫良摘譯自西德“FUNKTECHNIK”

1962 年第 5 期)



1940年至1950年是科学上许多部门十分活跃的一段时期。当时无线电电子学已经得到蓬勃的发展，并深入

到各个科学部门中去。自动搜索运动目标的雷达，自动进行复杂运算的电子计算机，自动控制的伺服系统，先后得到广泛的应用。电子数字计算机的发明，使人们看到，机器不仅能使体力劳动机械化、自动化，而且能使有规律的脑力劳动机械化、自动化。因此，有人把电子计算机比作电子脑，比作中枢神经系统。在这种情况下，世界各国的科学家都感到，深入研究人脑的控制作用，用电子技术来模拟人脑的机制，用电子计算机来代替人在生产中的管理、控制和调节活动，是十分迫切的事情。1948年，美国数学家诺伯特·维纳首先发表了反应这种科学思潮的著作：《控制论》。按照维纳的定义，控制论是一门研究机器和生命有机体中的普遍控制规律的科学。维纳的成绩在于，把机器和生命有机体这两种不同的控制系统联系起来，提出了研究它们共同的控制规律的任务。

控制、信息与反馈

控制是随着生命的产生而发生的，生命有机体存在与进化的过程，就是复杂的控制过程。人在生产劳动中，不断地改变客观世界，同时也改变着人本身。人在生产斗争中积累起来的丰富经验，经过思维的抽象和概括，形成了科学理论，制成了能摹仿人脑活动的电子计算机和各种自动控制系统。

人为了进行有目的性的活动，一般讲来，要有三个步骤：第一步是研究周围客观世界，即通过各种感受器官（例如眼、耳）不断从周围环境中收集必要的信息。第二步是拟定控制策略，也就是由中枢神经系统（脑髓和脊髓）来分析和综合所收集到的信息，根据记忆和经验（即以前所积累的信息），拟定出达到预期目的的方法和程序。第三步则是实行控制策略，即由各种执行器官（如手、脚等）根据拟定的方法和程序对外界发生反

控制论与无线电电子学

陈中基

应。这些活动一般是由感受器-中枢神经系统-效应器通过条件反射和非条件反射来完成的，其方块图如图1。

外部世界使感受器受到刺激，即有新的信息进入感受器，感受器受到刺激以后就产生信息脉冲，通过感觉神经传递到中枢神经系统。中枢神经系统根据信息脉冲进行分析和综合，即进行信息的变换、处理和贮积，然后发出控制脉冲，把反应的信息通过运动神经传递给效应器，使效应器发生相应的动作，反作用于外界。如果效应器对外界的反应没有能够达到预期的目的，感受器就从外界接受新的信息，通过中枢神经系统来改变效应器的动作，也就是实现信息的反馈。这样看来，所谓控制过程就是信息的循环和处理的过程，而信息和反馈则是控制的两个基本特征。

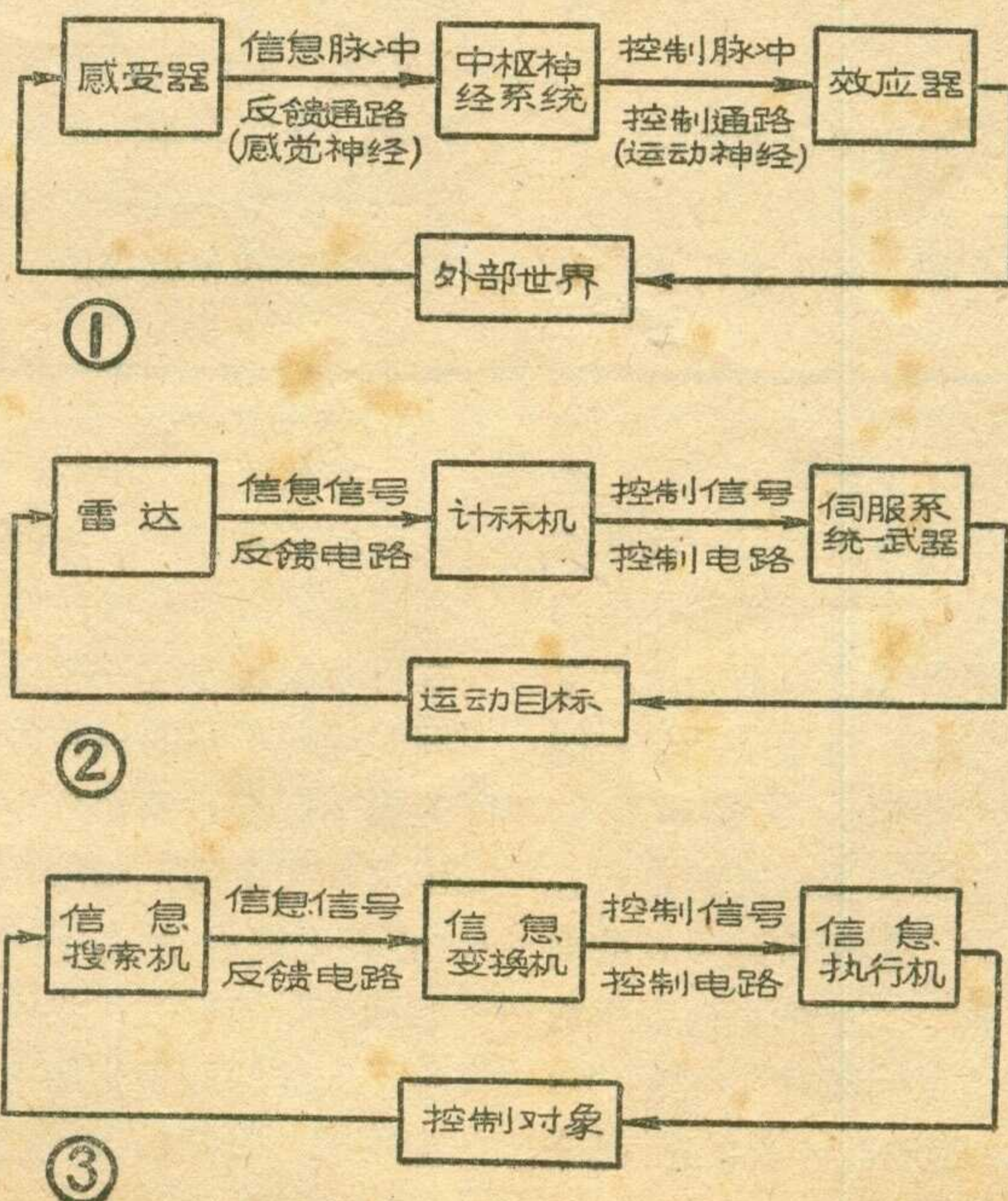
在技术控制系统中也有类似的情形。例如，军事上的防空系统，就是用雷达-计算机-伺服系统来实现信息的循环和处理过程的。其方块图如图2。

雷达的任务是不断地确定运动目标（例如敌机）的坐标，即获得系统外部条件的初始信息，起着生命有机体中感受器的作用。计算机的任务是根据运动目标过去的信息以及外部条件的补充信息（如风力、炮弹初速等）来确定运动目标未来的轨道，形成控制武器动作的信号（反应信息），即起着生命有机体中中枢神经系统的作用。伺服系统的任务则在于放大计算机所发出的控制信号，并根据这种信号尽可能正确地控制武器的位置和瞄准方向，即起着生命有机体中效应器的作用。

如果把高射炮的雷达控制系统推广到其它高级技术控制系统，就得到图3的方块图。

不难看出，信息搜索机的作用就相当于生命有机体中感受器的作用，信息变换机相当于中枢神经系统，而信息执行机则相当于效应器的作用。

这样看来，技术控制系统的作用与生命有机体的机制有着许多相似的地方，遵循着共同的控制规律。控制论的研究任务就是要揭露生



命有机体、技术控制系统等不同类型的控制系统所遵循的共同控制规律，找出一般控制模型及各种特殊的控制模型，以使用电子技术来模拟高级神经活动及其它生理心理现象，并利用人脑控制系统的特点来设计新型高级控制系统。控制论还可以用来研究生命有机体的遗传机制、遗传信息的编码规律及生物形态的进化规律等。可以看出，控制论的研究有极远大的前途，将对人类的生产和生活发生深刻的影响。

电子计算机和大脑

从控制论的观点来看，现代电子技术的最高成就——电子计算机在技术控制系统中的作用与人脑在生命有机体中的作用是相似的。但是，人脑控制系统是世界上最完美的控制系统。据国外生理学家估计，人脑约有一百亿个神经细胞，而且这些神经细胞能灵活地进行随机联结，具有记忆、学习和创造的能力。至于现代最完善的计算机也只有十几万个活性元件。其特点则是速度极快（做一次加法只要百万分之一秒），而且可靠精确（在一万亿亿次运算中才出现一次错误），但是，它十分笨拙，不能识别输入模式，缺乏学习能力。

从计算机与大脑的对比中间，愈来愈多的科学家意识到创造一种接近大脑机能的控制机是人类脑力劳动走向高度自动化的重要任务。目前已经制造成功能够直接识别图像和字母的知觉机；能够根据口述进行打字或操作机器的控制机；把听到的语言翻译成另一种语言或文字的翻译机；能根据各种客观条件进行判断、推理，得出正确结论的逻辑机；能诊断疾病的诊断机；能回答各种问题的询问机；能自动查找科学文摘的情报机；能进行学习的自动机；以及根据外界条件变化自动改变工作程序的自适应机。所有这些机器，都能或多或少地代替一部分非创造性的脑力劳动。

应当认为，用现代电子技术来制造出愈来愈接近于人脑作用的控制机是唯物的想法。但是同时应当看到，电子计算机是人和人脑劳动的产物，是人进行劳动的

工具，它只是人和人脑的延长和加强，它永远也不会代替人脑的无穷无尽的智慧和创造性的劳动，至于“电子计算机将比人更聪明”等等说法，更是十分荒谬的。

控制论与无线电电子学

根据目前世界科学技术的发展情况来看，控制论是在无线电电子学的高度发展——电子计算机的基础上产生的，是人们在对比电子计算机与大脑的控制作用中产生的，但是控制论本身的发展又进一步推动了无线电电子学的发展。为了制造模拟人脑作用的大型电子数字计算机，对电子技术提出了愈来愈高的要求。为了适应这种要求，最近几年来，不仅出现了像台面式晶体管，隧道二极管，超导管，冷子管，分谐波振荡器，量子放大器等新型无线电元件，而且诞生了两个新的学科：仿生电子学及生物无线电学。

仿生电子学专门研究用电子技术来模拟生命有机体神经生理活动，特别是人脑的活动，并根据大脑的构造和生理机制来设计仿生电子元件和仿生电子线路，特别是设计高级控制线路。这门科学对于高级神经活动的定量研究，对于设计高度灵活、高度可靠的复杂控制系统，对于制造接近大脑机制的控制机及接近人类感觉器官作用的各种知觉机，将起很大的作用。生物无线电学则是研究生命有机体与外界环境的电磁场联系，生命有机体内部的无线电联系，以及著名的“脑场”问题。目前已经证明人体能发射 150 千赫的无线电波，也能接收 300~500 千赫的无线电波。关于电磁波对动植物生理机制的影响，也正在进行大量的实验。生物电控制的假手假脚已经制造成功，用生物无线电波来控制机器也已经提到日程上来。目前还很难预料，这门科学将对电子学、生理学、心理学、以及工农业生产有多么巨大的影响。可以看出，现代自然科学的研究重心，正在逐渐转向生物科学。在控制论、生物学及无线电电子学的边界上还留着一大块空白的处女地，等待着科学家和广大无线电爱好者来耕耘和收获。

关于「脑场」

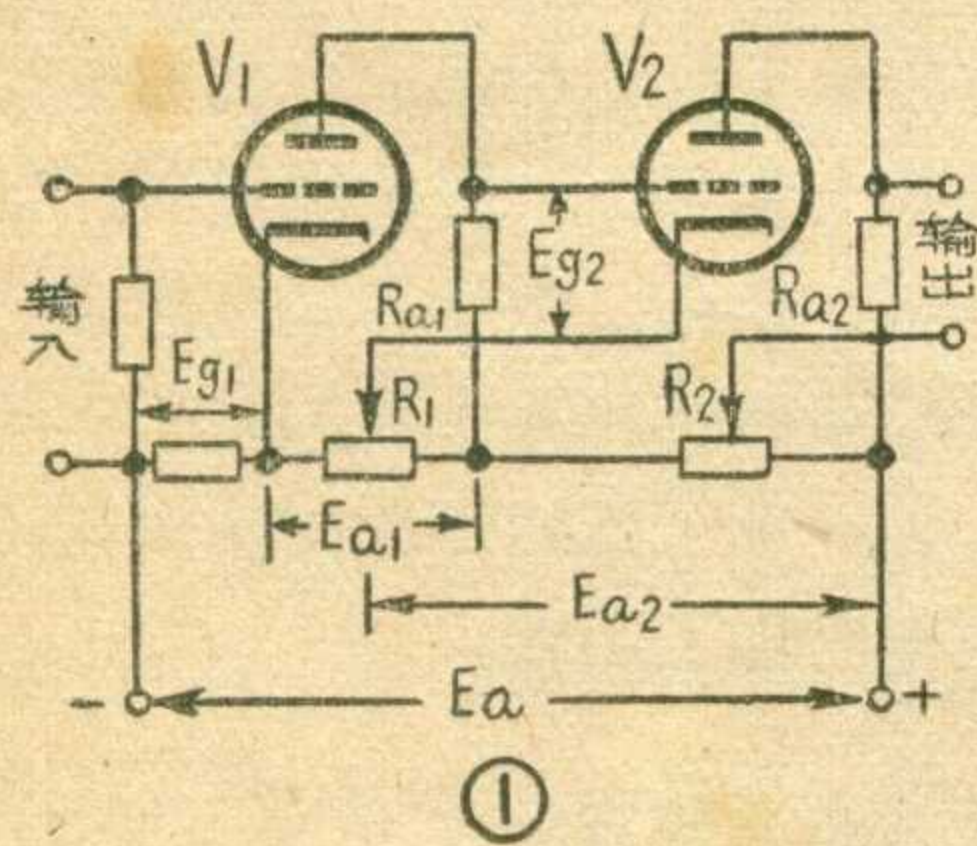
我们知道，物理学中所讲的“场”，是指能将一种物体的作用传递给另一物体的一种物质形态，或者说是传递这种作用的物质承担者。电场是产生在电荷周围并且作用于其他电荷的“场”；磁场是产生在磁体或运动电荷周围并作用于其他磁体的“场”。电磁场则是迅速交变运动的电荷在其周围空间里产生的、并紧密联系着的交变的电场和磁场。这种交变的电磁场由近及远传播，则成为“电磁辐射”，或称“电磁波”。利用这种电磁辐射传递信息，是今天无线电通信技术的基础。

本世纪二十年代，科学家发现了一种奇怪的现象，即人不用任何工具，在远距离传递思想活动。例如两人在两地同时想到某一件事，或同时有某种相同感觉。后来有科学家曾作过一些精确的实验，即令相距甚远的两人，同时注视不同的规定符号，结果发现两人注视相同符号的概率远超过偶然巧合的数字。当时人们虽然还没有找出这种现象的正确解释，但却已直觉地给它起了一个“心理无线电”的名字，又称为“心理暗示”或“远距离思想感应”。随着近代生物学、医学和电子学的发展，人们发现了人体的许多生物电流现象，其中也发现人的大脑电流波动。因此，人们也就据此而推断，“心理暗示”这类信息传递现象的承担者，也许就是交变的脑电流所产生的

直流放大器

在现代化的自动设备中，为了自动监测或自动控制生产过程，首先需要把生产过程中的某些参数(温度、照度、产品的尺寸等)用传感器(热电偶、光电元件、厚度传感器等)变为电信号。然后把得到的信号放大，用电表或其它指示器指示出来，或者用来自动控制生产过程。在原子核物理、生物学、天文学、矿藏探测等许多科学技术部门中，也都常常利用传感器得出的电信号来间接观察被研究的对象。通常传感器得出的电信号，方向固定不变，而大小变化得极为缓慢，或者说，变化的频率趋近于零。我们通常把这种信号叫做“直流信号”。一般用来放大交流信号的电容耦合放大器或变压器耦合放大器，都不能用来放大这种直流信号。因为电容器和变压器都不能传送直流。必须采用直接耦合——即不用耦合电容或变压器的特种放大器，这种放大器称为直流放大器。

直接耦合就是前一极电子管的屏极和后一极电子管的栅极直接连接，或通过电阻连接，而不用阻隔直流的耦合元件。图1所示为一个简单的两级直流放大器电路。电子管 V_1 的屏极直接接到 V_2 的栅极，所以 V_1 屏压的缓慢变化就可以加到 V_2 的栅极继续由 V_2 进行放大。由于 V_2 的栅极和 V_1 的屏极处于同一个正电位，所以 V_2 的阴极应当接一个更高的正电位，以保证 V_2 工作于负栅压状态。调整电位器 R_1 可以得到适当的负栅偏压 E_{g2} ，而调节 R_2 可以使输入信号为零时输出信号为零。



直流放大器的主要问题

在放大器中，有许多变化很慢的干扰源。例如，供电电源电压的变化，电子管参数和电

路元件的变化等。这些因素使放大器的静止工作状态(没有信号输入的工作状况)缓慢地变化。这种变化对于一般放大器，不会在输出端

产生电压。因为这种变化极其缓慢，相当于非常低的频率，在阻容耦合放大器中，它被耦合电容所呈现的高阻抗所阻隔；在变压器耦合放大器中，它被变压器初级线圈所呈现的低阻抗所短路。但是在直流放大器中，放大器静止工作状况的任何微小变化都会被放大，而且“通行无阻”地送到输出端。因此，在沒有输入信号时，输出电压不可能永远保持为零，而是不断地缓慢变化。这种现象称为“零点漂移”。零点漂移使负载上产生虚假的信号，破坏了放大器的真实工作。特别是在放大微弱信号时，这种虚假信号会淹没掉真正的信号。因此，如何克服零点漂移就成了直流放大器的主要问题。

零点漂移的主要来源

1. 供电电源电压的变化。不论是灯丝电压、屏压或栅压的变化，都将使电子管的静止工作状态改变，使放大器发生零点漂移。因此，直流放大器往往用经过稳定后的电压供电。通常高压采用电子管稳压器供电，而在灯丝电路中串入稳流管，或者用磁饱和稳压器。

2. 电子管发射电流的起伏。电子管发射电流的起伏称为阴极漂移。阴极漂移是产生零点漂移的重要来源之一，而且难于克服。特别是第一级电子管的阴极漂移最为严重，因为它要被后面各级所放大。产生阴极漂移的原因很多。如电子管表面激活层性能的改变，各电极间的接触电位差改变等等。

使头一级电子管工作于电流较小的状态，可以减小阴极漂移的影响。因为这时阴极发射的电子除供给屏流所需之值外还有很多富余。这些富余的电荷积聚在阴极附近，产生一个负的电位。这个负的电位可以对阴极发射的不稳定起自动调节作用。例如阴极发射能力增大，

电磁场，也就是所谓“脑电磁场”或“脑场”。这些现象引起了科学家的极大兴趣，不少的科学工作者对这些问题作了研究。据有的科学家推断，根据实验看，可以证明人的大脑确能辐射电磁波。但也有科学家否认这些推断，认为脑电流频率太低不能辐射，而且强度也太微弱(数量级约为 10^{-10} 伏，即万分之一微伏)不能胜任有效的信息传递。但是近年来的实验结果，又指出人的大脑能产生频率更高的脑电流，并能受高频电磁场的影响，这似乎对脑电磁场成为思想传递的承担者，提供了有力的论证。不过相反的实验又使人对这些论据感到惶惑，那就是“心理暗示”现象，在完全的电磁屏蔽的条件下也能产生，这也就是说，电磁波不一定是“心理暗示”的传

播者。新的论断是，“心理暗示”现象可能是脑产生的一种尚不知道的能量“场”所产生的。虽然目前“脑场”还是科学上一个争论的问题，但是脑场的存在，似乎是已比较近于肯定的了。但是“脑场”究竟是一种什么“场”呢？这还是科学上的一个未解之谜。对于这样一些问题的讨论和探索，就形成了今天一门新的学科——生物无线电学。随着无线电电子学、生物学和医学的发展，这门科学是一定会出现可惊的成果的。有的科学家甚至预言这些现象的实际应用已是不远的事，看来也是很有道理的。

(青雨)

会使屏流增大，但是同时使富余的电子增多；积聚于阴极附近的电子增多，所产生的负电位也就愈大，从而增加电子跑向屏极的阻力，抵消了一部分屏流增大的作用。

根据实验，电子管加热后，在开头的1~2小时内，屏流变化很大。这是由于此时发射性能和电极相互间位置的变化很大。为了减小这种变化所造成的零点漂移，在直流放大器工作前，最好先将电子管预热1~2小时。新的电子管在某些情况下，需要预热更长的时间，使电子管“老化”。此外，直流放大器在工作过程中，如果需要作短时间中断时，最好保留灯丝电压不中断。

3. 栅流的影响。电子管在负栅压下工作，也会有很微小的栅流。第一级电子管的栅流的不良影响最为严重。栅流的变化通过信号电源的内阻产生一个变化的电压，使电子管栅阴间的电压变化，从而产生零点漂移，而且这一电压变化要被以后各级放大。此外，还会降低放大器的输入阻抗，减小放大系数，并使信号发生失真。

栅流中包括电子流和离子流。电子流的形成主要是由于阴极发射出来的电子有一定的初速，所以能跑到带有负电位的栅极上去。如果在栅极加上很负的电位，使电子难于跑到栅极上去，就可以减小这一电流成分。离子流主要是管内的残余气体造成的。从阴极迅速跑向屏极的电子，和管内残余气体碰撞，就使气体电离。电离后的气体正离子就跑向带有负电位的栅极，形成栅极中的离子流成分。使电子管工作于低屏压，可以减小这一电流成分。因为这时管内电子受到的加速小，电离气体的本领就会减小。所以，在某些直流放大器中，为了避免离子流，常使第一级电子管的屏压低于气体电离电位的数值——不超过8伏。联系到前一小节中所说的，可以看出，直流放大器第一级往往是工作于屏压甚低、栅压很负、屏流极小的特殊状态。工作于这种状态的放大级，跨导很低，电压放大系数小到接近于1，但电流放大系数很大，可达1千或更多。

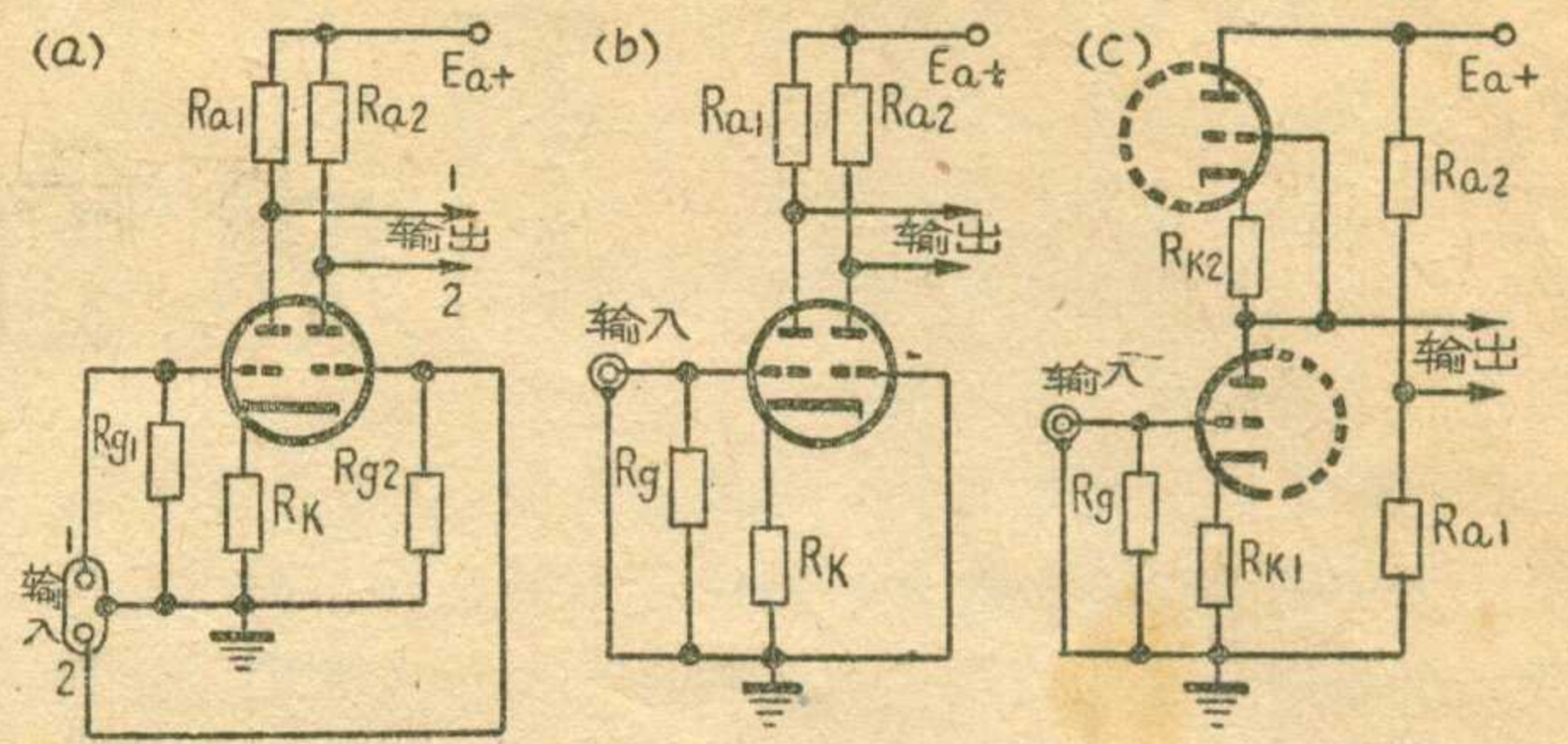
现在产生了一种专供直流放大器第一级用的电子管，叫做“测电管”。它的栅流可以小到 $10^{-8} \sim 10^{-9}$ 微安。

除此之外，输入级栅阴极间的绝缘电阻也应该高。因为绝缘电阻的漏电电流起着和栅流同样的不良影响。

4. 电路元件数值的变化。放大级电路元件数值往往随环境温度湿度和使用时间而变化。因此，直流放大器中对工作状态影响较大的元件，如果其数值对温度敏感而且发热严重，应该装于通风条件良好的位置。对湿度敏感的元素，可以密封起来。

减小零点漂移的电路

在直流放大器中采用各种桥式电路（平衡电路），可以在很大程度上减小由于电源电压变化而引起的零点漂移。在图2所示的各种桥路中，两个三极管构成电桥的两臂，电阻 R_{a1} 和 R_{a2} 构成电桥的另外两臂。在没有输入信号时，电桥平衡，输出端的信号等于零。当输入端加



②

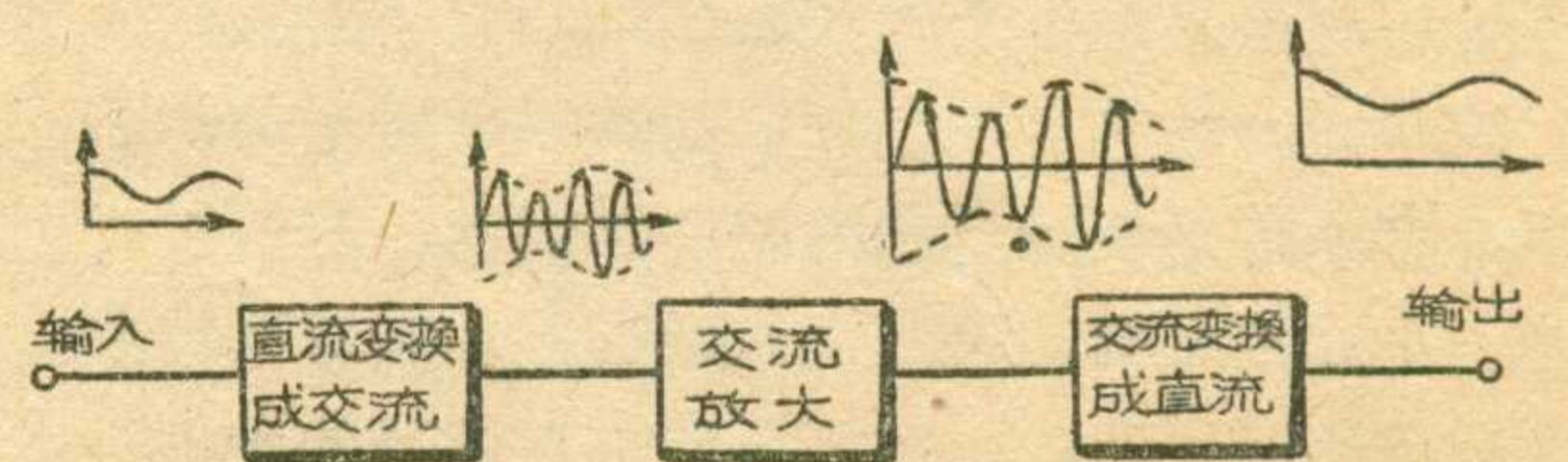
上信号时，电子管的状态改变，它的电阻也改变，电桥的平衡被破坏，在输出端出现了和输入电压成正比的输出信号（如果电子管工作在屏—栅特性线性段的话）。另一方面，供电电源电压的变化使两个电子管屏流发生几乎相同的变化，因而对输出信号的影响很小。当两个管子采用共阴极的孪生管时，两边的发射性能很接近，当灯丝电压变化时，对两边电子管的影响基本上相同，可使阴极漂移大大减小。图2a和b中的两个电子管对直流供电电源来说是并联的，所以称为并联平衡电路。它们的区别是前者需要有对称的输入信号，而后者只要有普通的单边输入信号就行了。图2c的两个电子管是串联后接到电源上的，所以称为串联平衡电路，它也是只需要单边输入信号。这些电路比较简单，稳定性也较高，所以在各种电子仪器中得到了广泛的应用。

多级直流放大器的困难

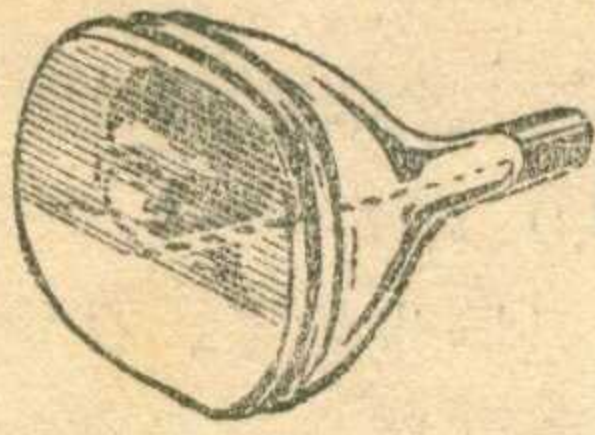
从图1电路可以看到，直流放大器中后一级电子管的各个电极的电压，比前级电子管各个相应电极的电压要高很多。因此，当要求放大量很大，级数很多时，就需要有很高的直流供电电压。此外，由于各级电子管阴极之间的电位差很大，所以多级直流放大器的电子管不可能共用一组灯丝电源，否则电子管的灯丝和阴极间会被高压击穿。这样就给供电增加了困难。

另一种放大直流的方案

为了解决放大“直流信号”所发生的各种困难：零点漂移、放大系数较低、直流供电困难等，还采用另一种根本不同的方案。这就是把传感器输送出的直流信号（变化缓慢的信号）去“调制”某一频率较高的载频振荡，也就是把直流信号先变为交流信号。把这一交流信号用普通交流放大器加以放大，然后再还原为与原来信号相同的直流（变化缓慢的信号）。这种直流放大器的方框图如图3所示。
(赵侠)



③



电视图像是怎样显出来的

張家謀

电视的基本过程就是用传送电信号的方法来传送活动图像。电视摄像机把被摄图像自左而右、自上而下地逐点变成电信号，并传送给电视接收机。那么，电视接收机又是怎样显出图像的呢？

显像管中的电子束

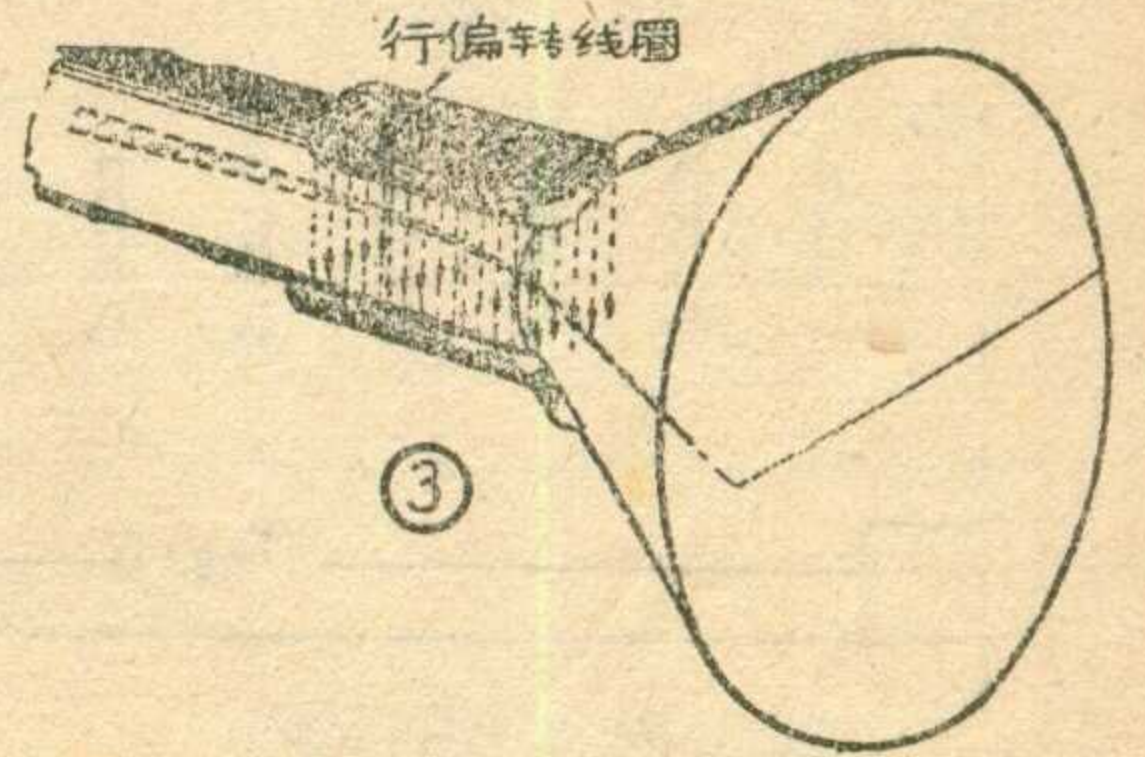
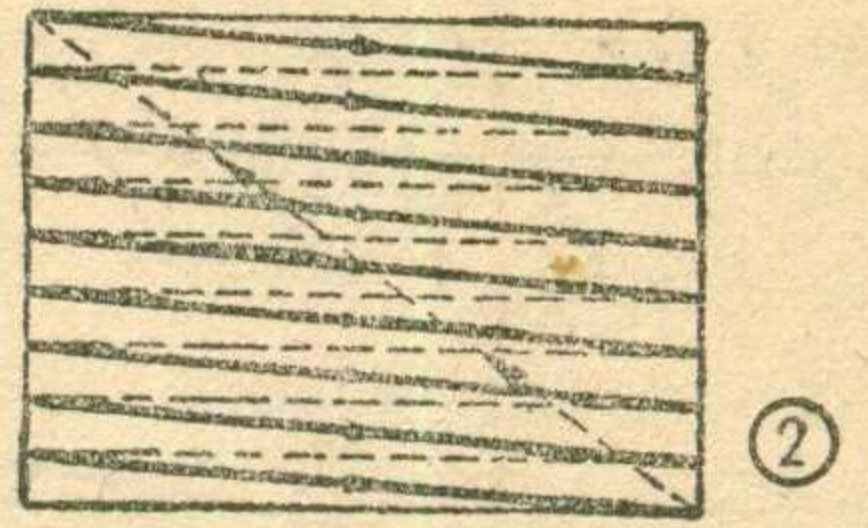
在收音机里，我们用扬声器把音频电信号变成声音；在电视接收机里，我们是用电电视显像管把图像电信号还原成原来的图像。电视显像管的工作原理，基本上和示波管一样。本文标题旁画出了它的外形图。它的外壳是玻璃的，内部抽成真空，管前平面部分就是用来显像的荧光屏幕。屏幕玻璃内壁涂着一层荧光物质，受到电子轰击时能发出光来。不同的荧光物质能发出不同颜色的光。在电视机中要发白光，用的是硫化锌与硫化镉的混合物。

图1画出了显像管的剖面原理图。阴极、控制极、加速极、第一阳极和第二阳极构成了能发射高速电子束的电子枪。最左端的阴极由灯丝加热后，会发射出大量电子来。在阴极外面罩有一个带孔的金属圆筒，叫控制极。控制极的作用就像电子管的栅极，其上加有几十伏负电压，改变负电压的大小能控制从小孔飞出的电子的数目。图像电信号就加在这个电极上。

控制极前面不远处有一个带孔金属圆筒是加速极。上面加有几百伏正电压，对阴极发射出的负电子产生吸引力，使它们朝着加速极方向飞过来。加速极前面还有几个带孔金属筒。直径较大的一个是第一阳极，上面也加有几百伏的正电压。直径较小的两个用导线连在一起，是第二阳极，它通过导电弹簧片与显像管漏斗形部分内壁的导电膜相连。在导电膜也即第二阳极上加有1万多伏的高电压，使飞向加速极的电子得到进一步的加速。同时，第二阳极与第一阳极间的电场对电子的运动发生影响，把电子会聚成束（聚焦）。高速的电子束轰击荧光屏，屏幕上就出现了一个光点（图1）。目前生产的新型电视显像管多用这种静电聚焦的办法，例如常见的35ЛК2Б、43ЛК2Б等型号。还有一种磁聚焦法，是利用套在管子尾部的聚焦线圈所产生的磁场来影响电子的运动，从而产生聚焦作用。磁聚焦的显像管的电子枪结构比较简单，没有加速极和第一阳极，只有第二阳极对电子起加速作用。比较老式的显像管，如40ЛК1Б等，多用这种办法。

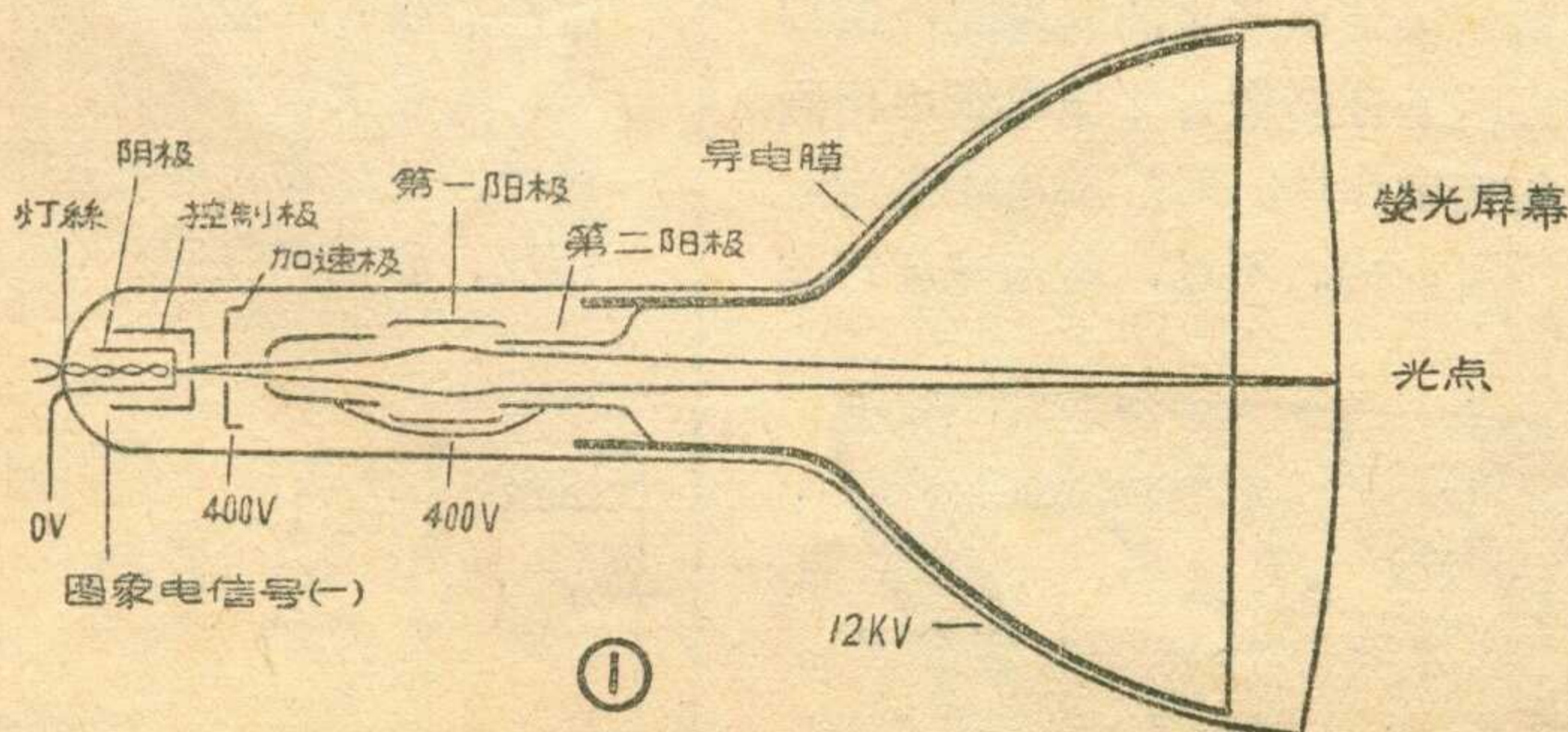
扫描和光栅

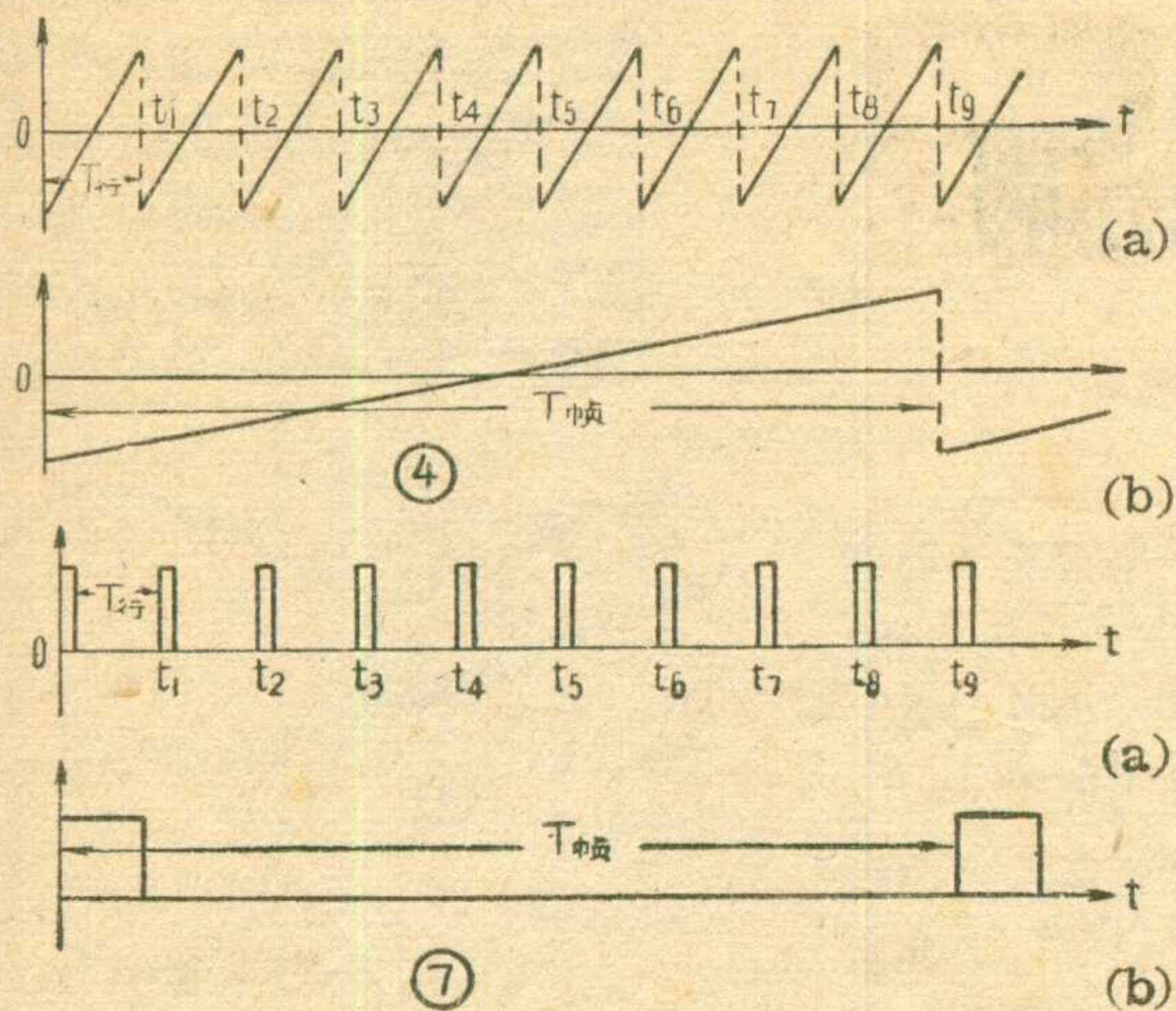
但是，仅仅在显像管屏幕上出现一个光点还不够。要显出图像来，首先要让光点按一定规律很快地在屏幕



上移动，这就是电子束的扫描。目前广播电视都用直线扫描法（见图2）。电子射线在屏幕上以等速度从左向右扫过，这叫做行扫描。行扫描线并不是完全水平的，而是稍微向下倾斜。每扫完一行，电子束就突然水平地跳回左端，刚好处在前一行的下面，然后开始扫下一行。这样一行行从上到下的扫描，叫做帧扫描。扫描的行数很多，一般都是几百行（图2中为简明起见，只画出了9行），而且扫描速度极快，扫完这几百行，也就是扫完整个屏幕，只需要几十分之一秒的时间。因此，由于眼睛的惰性，以及荧光幕的“余辉”（电子束扫过幕上某一点时，亮点不是一下子消失，而是在很短的时间内逐渐消失），眼睛看到的就不是移动的光点，而是一帧光亮的画面——“光栅”。电子射线在扫完一个光栅的最后一行时，立刻又跳回屏幕上端再顺序扫描第二个光栅。由于光栅很快地不断重复，一般每秒钟要重复几十次，所以人眼看到的光栅就是稳定的。在电视广播中，光栅是长方形的，宽度和高度之比为4:3。

电视显像管中的扫描是靠管子颈部套着的偏转线圈来实现的。图3说明行偏转线圈对电子束的作用。这个线圈所产生的磁力线是垂直于水平面的。我们知道，运动电子通过与运动方向相垂直的磁场时，会改变原来的方向，在垂直于磁场的平面内偏转，偏转大小取决于磁场强弱。因此，如果行偏转线圈中的电流是交变的，那么所产生的磁场强度也随着变化，电





从光栅到图像

显像管光点亮度取决于第二阳极电压的大小和电子束的电流强度(束中的电子数)。在实际应用中,第二阳极电压是固定的,这时亮度就决定于电子束的电流强度了。这个电流强度是由控制极电压来控制的。由此可见,

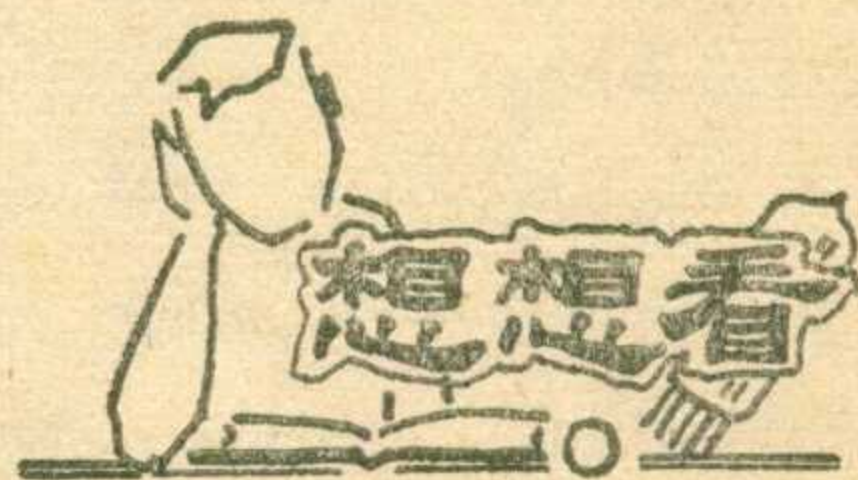
很简单。只要两个扫描发生器所产生的各个“锯齿”都从相同的瞬间开始(例如图4a中的 $0, t_1, t_2, \dots$),那末,这两个锯齿波就是同步的了。在电视发射台中,有一个行同步信号发生器和一个帧同步信号发生器,分别发出一系列的脉冲。前者的脉冲重复频率等于行扫描周期 $T_{行}$ (图7a),后者的重复频率等于帧扫描周期 $T_{帧}$ (图7b)。这些脉冲一方面送到摄像机中,分别去控制行、帧扫描发生器各个“锯齿”开始的瞬间,另一方面,也和图像信号一起通过无线电波传送到电视接收机中,去分别控制接收机中的行、帧扫描发生器各个“锯齿”开始的瞬间。这样,摄像管和显像管中的电子束就得到了同步,显像管就能准确地重显所传送的图像了。

子束就可以在荧光屏的水平方向上移动了。实际上,在行偏转线圈中流过的是如图4a所示的锯齿形电流。电流从负最大值起均匀增加,经过零点到达正最大值。与此相应,电子束从屏幕左端开始,等速地向右移动,经过中点到达右端,扫完一行。这一段时间是扫描正程。然后,电流很快的跳到负最大值,电子束也就很快的跳回屏幕左端,这一短暂时间是扫描逆程。此后,电流又始增长,使电子束扫描下一行。根据同样的道理,为了使电子束在垂直的(上下的)方向上移动,就需要在管子颈部套上一对和行偏转线圈相互垂直的帧偏转线圈(图5)。帧偏转线圈产生水平方向的磁场,因而可以使电子束在垂直的方向移动。帧偏转线圈中也通以锯齿形电流(图4b),因而能产生从上到下的帧扫描。不过这个锯齿形电流的周期要比行扫描锯齿电流的周期长得多。因为每扫过一行只希望电子束在屏幕上均匀向下移动一个很小距离。只是当电子束扫完屏幕上的所有各行,即扫完一帧以后,电子束才从屏幕的上端移到最下端,帧扫描锯齿电流的正程才告结束,然后电子束迅速地跳回屏幕上端再扫下一帧。

如果在控制极加的是固定的电压,那么,电子束的电流强度不变,因此,扫描出来的光栅各点亮度相同。但是,如果把电视接收机收到的图像电信号加在控制极上,那末,光栅中各点的亮度就受到图像电信号的控制,和原图像上各点的亮度相对应:原图像上的点较亮,光栅上的对应点也较亮;原图像上的点较暗,光栅上的对应点也较暗。这样就重新显出了原来的图像。

我们知道,图像电信号是由电视摄像管用同样的扫描方法产生的。为了正确的重显图像,显像管电子束的扫描必须和摄像管电子束的扫描完全一致。它们的每一帧、每一行都要同时开始,扫描的速度也要完全相同。摄像管中在扫第几行,显像管中也在扫第几行;摄像管中在扫那一个点,显像管中也在扫位置完全对应的点。或者说,摄像管和显像管中的电子束运动应当是“同步”的。图6用一个最简单的比喻,来说明电子束的同步作用。

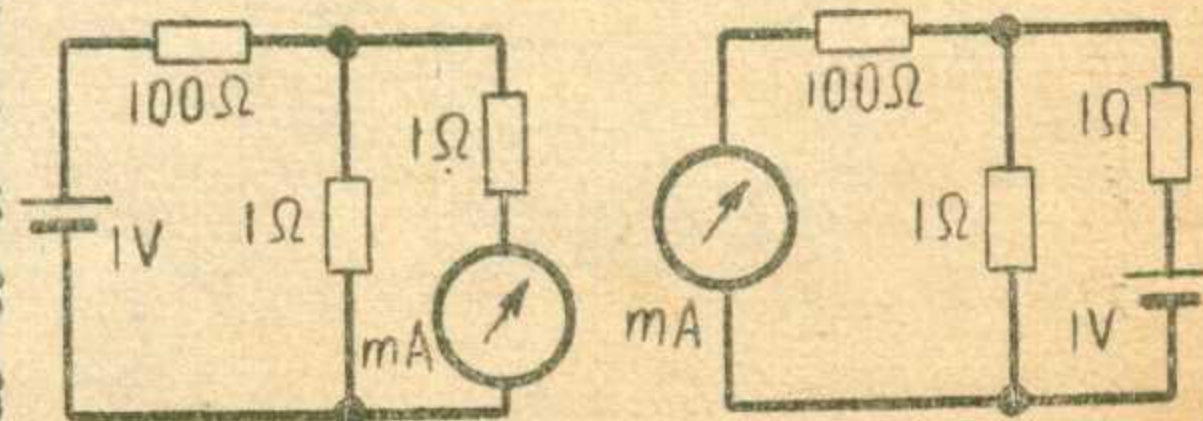
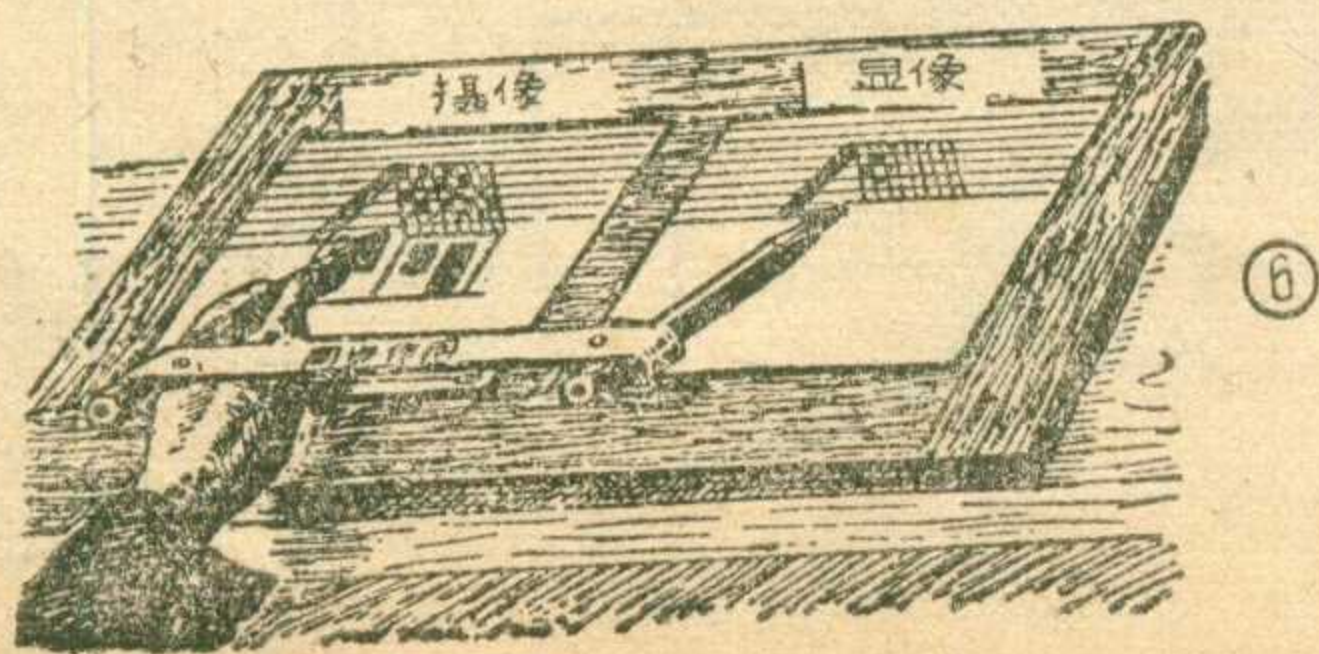
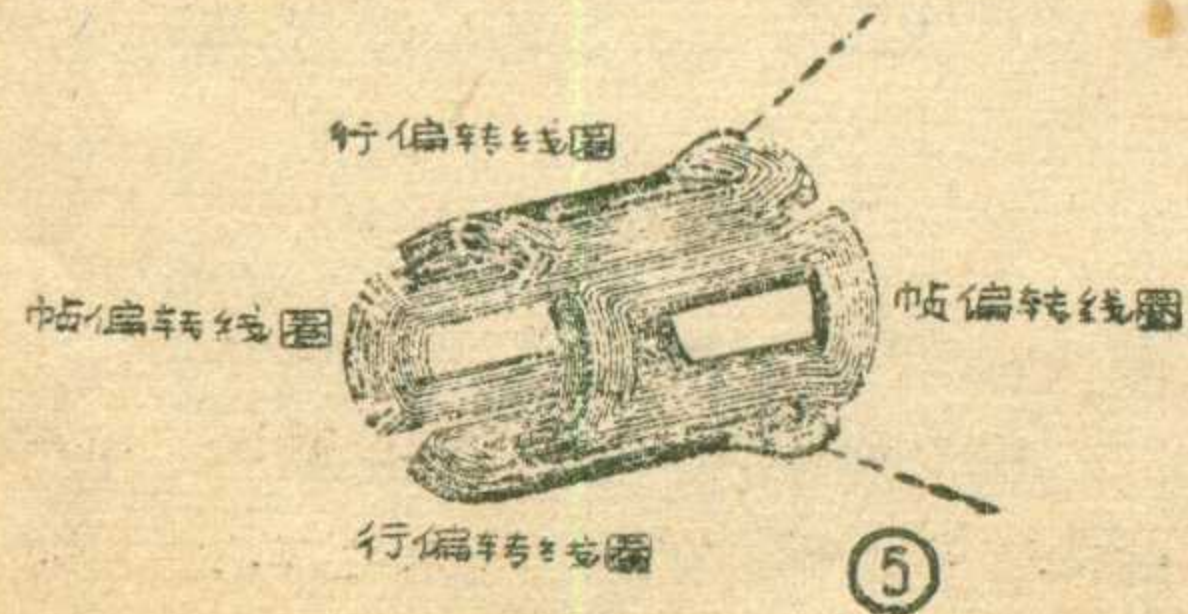
如何保证电子束的同步呢?最彻底的办法是在摄像管和显像管中用同一个扫描发生器。对广播电视来说,这是不可能的。不过,锯齿电流形状



1. 小王有个变压器,初级为110V/220V,次级只有250伏和2.5伏两个绕组。小王想再加绕一个电压为6.3伏的绕组。但他不知原来绕变压器的数据,也不想拆开线包。请你帮他想一想要绕多少圈。(震天)

2. 附图电路中,设电流表的内阻为零,那一个电流表的指示大一些?(志同)

3. 电源变压器的次级短路后,初级接上电源时,变压器会立刻被烧毁。但输出变压器的次级短路时,变压器却不会被烧毁,而在次级开路时,却可能被烧毁,正好和电源变压器的情况相反。原因何在呢?(张雷)



一个奇怪的单位

—方 波—

无线电爱好者常常会碰到分贝（简写成“db”）这个名词。这是一个用来表示声音或电信号在传输过程中功率增加（增益）或减少（损耗）的计算单位。它和我们通常使用的

许多单位有着截然不同的性质。例如我们从红布和蓝布上各剪下一尺，那末这两段布都短了一尺，而剪下来的两块布长度也必然相等。但分贝却不是这样。当一个电路的功率损耗一分贝时，这电路的功率减少了多少呢？这却要看电路原来的功率有多大。如果原来是100毫瓦，那么降低一分贝就是减少了约20毫瓦。如果原来只是10毫瓦，那就只减少约2毫瓦。显然20毫瓦并不等于2毫瓦。但我们根本不考虑这个事实，只要它们都减少了20%，就认为它们的功率损失都是一分贝。

可见，分贝所表示的是两个功率的比值，不过，它不是直接表示这个比值，而是通过一种特殊方法——对数——来表示的。

什么是对数

什么是对数呢？这里简单说明一下。大家知道， $10 \times 10 = 10^2 = 100$ ； $10 \times 10 \times 10 = 10^3 = 1000$ ，……。我们把 10^2 、 10^3 等叫做乘方，其中10叫做底数，10右上角的数字叫做指数，100、1000……等叫做真数。知道了底数和指数，就可以求出真数（如 $10^2 = 10 \times 10 = 100$ ）。反过来，如果知道了底数10和真数100，也可以求出相应的指数2。这个相应的指数2，就称为100以10为底的对数。我们以符号 \log （读作 laoge）表示对数，把底数写在 \log 的右下角，这样， $10^2 = 100$ ， $10^3 = 1000$ ，……就可以写成 $\log_{10} 100 = 2$ ， $\log_{10} 1000 = 3$ ……，也就是说，100以10为底的对数为2，1000以10为底的对数为3……。如果以文字代替数字，可以写出 $\log_b A = N$ ，即A以b为底的对数为N（用指数表示可写成 $b^N = A$ ）。通常应用的是以10为底的对数，所以把以10为底的对数

叫做常用对数，并且把 \log_{10} 简写为 \log 。任何数的零次方都等于1，即 $b^0 = 1$ ，所以 $\log 1 = 0$ 。此外，对数还有一些重要的特性，例如： $\log(A \times B) = \log A + \log B$ ； $\log(\frac{A}{B}) = \log A - \log B$ ，此时若 $A > B$ ， $\log(\frac{A}{B}) = \log A - \log B =$ 正值，若 $A < B$ ， $\log(\frac{A}{B}) = \log A - \log B =$ 负值； $\log A^n = n \log A$ 等等。

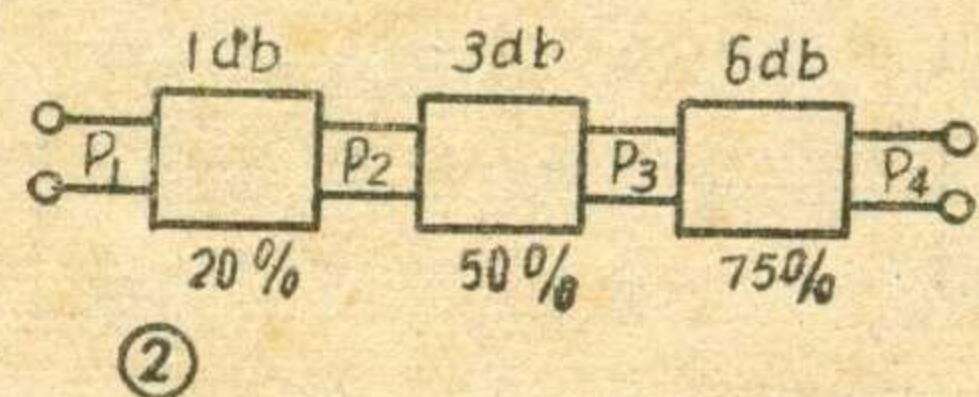
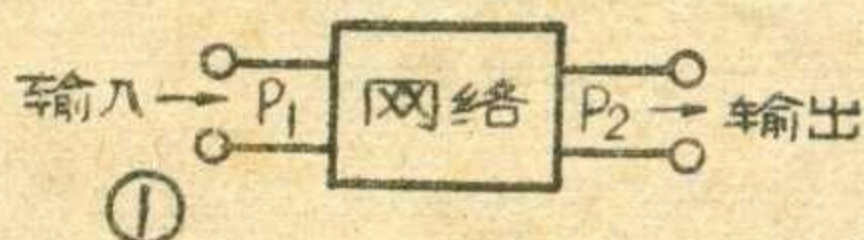
分贝的定义

把两个功率的比值 $(\frac{P_2}{P_1})$ 取常用对数，就是这两个功率相差的“贝尔”数（贝尔是外国人名译音）。贝尔这个单位太大了，用起来不方便，所以实际上常取贝尔的十分之一作为单位，叫做“分贝”，就好像一米的十分之一叫做“分米”一样。写成公式，就是

$$\text{贝尔数} = \log \frac{P_2}{P_1}, \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{分贝数} = 10 \times \text{贝尔数} = 10 \log \frac{P_2}{P_1} \dots\dots\dots (2)$$

根据上述对数的性质可知， $P_2 > P_1$ 时， $\frac{P_2}{P_1} > 1$ ，分贝数就是正的；



$P_2 < P_1$ 时， $\frac{P_2}{P_1} < 1$ ，分贝数就是负的； $P_2 = P_1$ 时， $\frac{P_2}{P_1} = 1$ ，分贝数等于零。如果 P_1 是某一网络的输入功率， P_2 是该网络的输出功率（见图1），那末 $P_2 > P_1$ 表示该网络使功率得到增益，所以正分贝数即代表功率增益；而 $P_2 < P_1$ 表示该网络使功率得到损

耗，所以负分贝数即代表功率损耗。 $P_2 = P_1$ ，分贝数为零，表示网络中既无增益，也无损耗，输入功率和输出功率相等。

封三列出了功率比和分贝数的对应值。例如，

1分贝的增益（+1分贝）相当于 $\frac{P_2}{P_1}$ 为1.259，或者说，功率增大了约26%；1分贝的损耗（-1分贝）相当于 $\frac{P_2}{P_1}$ 为0.7943，或者说，功率减小了约20%。

为什么要用分贝？

分贝与耳朵的关系。为什么一定要用分贝这个单位呢？这首先要从我们的耳朵谈起。原来人耳对声音响度变化的感觉，并不和声音功率的变化成正比，而是和引起这些感觉的声音功率之比的对数成正比。用分贝作单位正好反映了耳朵的这种特性。这样，不管原来的声强是大是小，只要声音功率变化的分贝数相同，人耳感到的响度变化都是一样的。

再举一个例子，也可以说明采用分贝的好处。人耳所能听到的声音，从细微的蚊鸣到震耳的响雷，其功率竟相差一万亿倍，写成数字就是1,000,000,000,000倍（ 10^{12} 倍）。要把雷声和蚊鸣之间的各种声音功率进行比较时，就经常会遇到几万万倍或几万万分之一等令人头痛的数字。但是当采用分贝表示时，雷声和蚊鸣之间，只不过是 $10 \log 10^{12} = 120$ 分贝之差。这对我们的记忆、书写和计算，当然要方便得多。

把乘除变成加减。假定有三个网络，它们分别引起20%、50%和75%的功率损失（图2）。如果输入端的功率 P_1 是100毫瓦，那末，经过第一个网络后，只剩了80%；

$$P_2 = 0.8P_1 = 80 \text{ 毫瓦，}$$

经过第二和第三个网络后的功率将分别是：

$$P_3 = 0.5P_2 = 40 \text{ 毫瓦，}$$

$$P_4 = 0.25P_3 = 10 \text{ 毫瓦。}$$

要得到输出功率 P_4 的结果，非得连续计算三次不可，如果这样的网络

有很多个，它们的增益和损耗又各不相同，那末我们就得整天泡在这种麻烦的连乘连除中了。这时，分贝就来帮忙了。把每个网络的增益或损耗写成分贝数，那么第一个网络损耗分贝数为 $10\log\frac{P_2}{P_1}$ ，第二个为 $10\log\frac{P_3}{P_2}$ ，第三个为 $10\log\frac{P_4}{P_3}$ 。根据前述对数的性质，总的分贝数为 $10\log\frac{P_4}{P_1}=10\log\left(\frac{P_2}{P_1}\cdot\frac{P_3}{P_2}\cdot\frac{P_4}{P_3}\right)=10\log\frac{P_4}{P_1}+10\log\frac{P_3}{P_2}+10\log\frac{P_4}{P_3}$ ，即总的分贝数为各个网络的分贝数之和，在上述例子中即为 $1db+3db+6db=10db$ ，而 100 毫瓦的功率经过 $10db$ 的损耗后正好得到 10 毫瓦这个结果（建议读者利用封三数据自行验算证明）。这就是说，只要把增益和损耗化成分贝数进行加减就可以了。很明显加法比乘法计算简便得多。

还有相对和绝对之分

如果一个放大器有 $10db$ 的增益，那就表示它在正常的情况下，可以把输入电功率的水平提高到十倍。我们常把这种表示两个功率比的分贝数称为相对功率电平或相对电平。前面所谈的，都是相对电平的分贝数。但是，放大器增益的相对电平值只能说明输出功率和输入功率的相对关系，如果不告诉我们输入功率的大小，则仍然无法知道输出功率的实际数值。

仿照以海平面为参考点计算山高的方法，也给电功率规定了一个比较标准。常用的比较标准是一毫瓦（也有采用六毫瓦等标准的）。每一功率和这种标准比较后，便可得到一个相应的分贝数（符号为 db_m ）。在这种情况下，每一个分贝数都表明一个实际的功率。因此我们把这种表示电路某点功率水平的分贝数称为绝对电平。写成式子，就是

$$\text{绝对电平的分贝数} = 10\log\frac{P_x}{1\text{毫瓦}} \dots\dots (3)$$

由绝对电平的定义可知，某一功率 P_x 大于 1 毫瓦时，它的绝对电平分贝数就是正的；当 P_x 小于 1 毫瓦时，绝对电平分贝数就是负的， $P_x=1$ 毫瓦时，绝对电平就是 0 分贝。

要计算某一绝对电平分贝数所对应的实际功率，可以利用封三的分贝表，只需把各个功率比乘上 1 毫瓦就行了。例如，电路中某点的绝对电平是 $+3db$ ，那么，从表中查得功率比为 1.995，这点的实际功率就是 $1.995 \times 1 \text{ 毫瓦} = 1.995 \text{ 毫瓦}$ 。

不同的表现形式

功率 P 和电压 U 、电流 I 以及电阻 R 之间有下列关系：

$$P = \frac{U^2}{R} = I^2 R$$

因此，电路某两点间的相对电平分贝数

$$N_{(db)} = 10\log\frac{U_2^2/R_2}{U_1^2/R_1} = 10\log\frac{I_2^2 R_2}{I_1^2 R_1} \dots\dots (4)$$

如果这两个电阻相等 ($R_1=R_2$)，那么

$$N_{(db)} = 10\log\frac{U_2^2}{U_1^2} = 10\log\frac{I_2^2}{I_1^2} = 20\log\frac{U_2}{U_1} = 20\log\frac{I_2}{I_1} \dots\dots (5)$$

由此可见，在电路两点处的电阻相同时（或者在电路的同一点上），可以通过电流比或电压比求得相对电平的分贝数。从封三的分贝表中，可以找出和某一分贝数相应的电压比或电流比。如果 R_1 不等于 R_2 ，就不能用式 (5) 或分贝表直接根据电压比（或电流比）求得分贝数。这时必须知道 R_1 和 R_2 的实际数值，利用公式 (4)，就是按照功率比来求分贝数。

和前面规定出功率的绝对电平一样，也可以规定出绝对电压电平或电流电平的分贝数。但是由于两个相同的电压（或电流）在不同电阻上所得到的功率是不同的，所以规定零电压（或电流）电平时，必须同时指出这个电平是在什么电阻上得到的，也就是规定出标准电阻。通常以在 600 欧电阻上得到 1 毫瓦功率的电压（或电流）作为零电压电平，即

$$U_0 = \sqrt{PR} = \sqrt{0.001 \times 600} = 0.775 \text{ 伏} \dots\dots (6)$$

零电流电平

$$I_0 = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{0.001}{600}} = 1.29 \text{ 毫安} \dots\dots (7)$$

如果在电路中阻抗为 600 欧的某点上，测得电压为 U_x 伏，或电流为 I_x 毫安，则该点的

$$\text{绝对电压电平} = 20\log\frac{U_x}{0.775} \text{ 分贝} \dots\dots (8)$$

$$\text{绝对电流电平} = 20\log\frac{I_x}{1.29} \text{ 分贝} \dots\dots (9)$$

要求某一绝对电压（或电流）电平的分贝数所对应的实际电压（或电流），可以利用封三的分贝表，只需把各个电压比（或电流比）乘以 0.775 伏（或 1.29 毫安）就行了。

如果电路中的阻抗不是 600 欧，那么就不能用式 (8) 和 (9) 来求绝对电平，这时最好是把电压或电流变为功率来求绝对电平。

分贝和奈培

在数学中，除了上面所说的常用对数外，还有一种以 e ($e=2.718\dots\dots$) 为底的自然对数（这种对数的符号为 \log_e ，简称为 \ln ）。如果把功率比取自然对数，再乘以 $\frac{1}{2}$ ，就是相对电平的奈培数。写成式子，就是

$$\text{相对电平的奈培数} = \frac{1}{2} \ln\frac{P_2}{P_1} \dots\dots (10)$$

如果以 1 毫瓦的功率作为零电平，则

$$\text{绝对电平的奈培数} = \frac{1}{2} \ln\frac{P_x}{1\text{毫瓦}} \dots\dots (11)$$

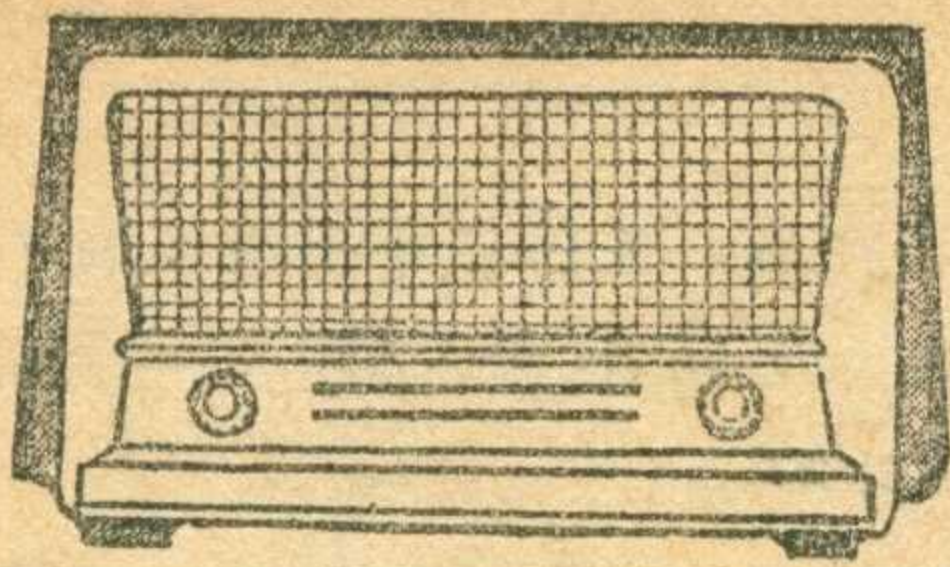
和分贝的情况一样，在电路某两点的电阻相同 ($R_1=R_2$) 时，也可以根据电压比或电流比来求得奈培数：

$$\text{相对电平的奈培数} = \ln\frac{U_2}{U_1} = \ln\frac{I_2}{I_1} \dots\dots (12)$$

奈培的性质和分贝一样，它们都是用来表示功率增益（或损耗）的大小和电平高低的，就好像米和尺都是用来表示长度一样。我们知道，米比尺长，1 米 = 3 尺，相似地，奈培比分贝大：

$$1 \text{ 奈培} = 8.686 \text{ 分贝} \dots\dots (13)$$

$$\text{而 } 1 \text{ 分贝} = 0.115 \text{ 奈培} \dots\dots (14)$$



海河牌 356 型五灯交流收音机

“海河”牌 356 型交流五灯超外差式收音机是天津市电讯器材厂的新产品。在电路、结构和工艺方面都有所改进，电气、电声、机械和气候性能良好。它的特点是灵敏度高、整机音频响应曲线好、非线性失真小，声音宏亮、优美。

一、主要性能指标

1. 频率范围：中波段 535~1605 千赫，短波段 6~18 兆赫。
2. 中频频率：465±2 千赫。
3. 灵敏度：中波段不劣于 100 微伏；短波段不劣于 200 微伏。
4. 选择性：偏调±10 千赫，中波段不小于 33 分贝，短波段不小于 30 分贝。
5. 假波道衰减：中波段不小于 26 分贝，短波段不小于 8 分贝。
6. 交流声电平：不大于 -40 分贝。
7. 最大不失真输出功率：不小于 1 伏安，一般在 3 伏安以上。
8. 整机频率特性：在 150~3500 赫内电压不均匀度不大于 8 分贝，声压不均匀度不大于 14 分贝。
9. 整机非线性失真系数：电压在 150~400 赫范围内不大于 9%，在 400~3500 赫范围内不大于 7%；声压在上述范围内分别不大于 12% 和 10%。

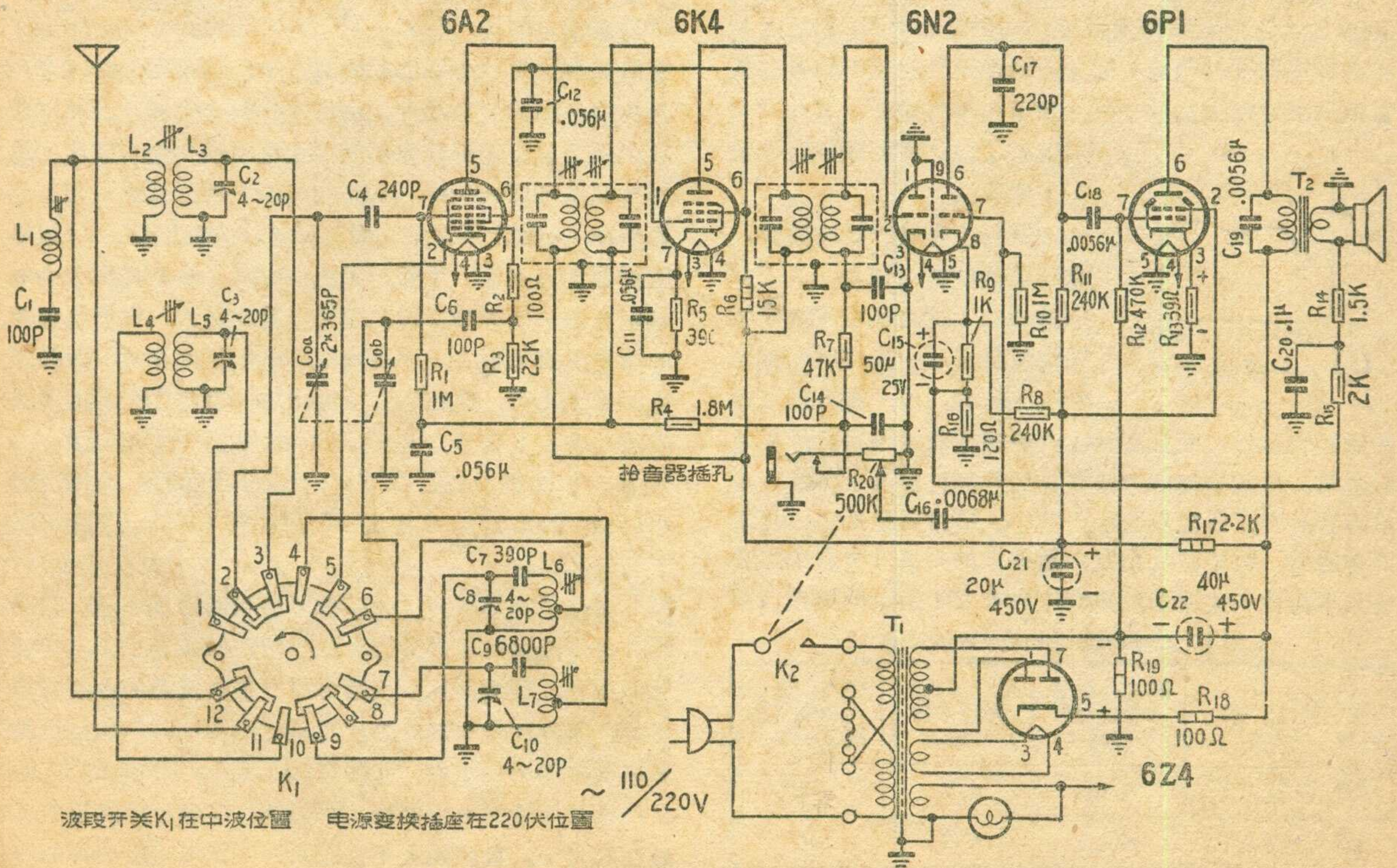
10. 高频部分机震抑止系数：不大于 -2 分贝。
11. 电源功率消耗：约 40 瓦。

二、电路特点

本机的电路原理图见附图。高频电路的主要特点是采用了优良质量和特殊结构的高频线圈。中波高频线圈采用调感式的“宽峰房式”线圈，因而在中波段的高频端 Q 值也相当高，这种线圈在本刊上期中已有介绍。短波段高频线圈是用带调谐磁心的六角形塑料骨架和镀银线， Q 值较高。

在中频放大级，为了取得较好的选择性，采用了特殊设计的 62-01 型调感式中频变压器。它的优点是 Q 值高，在 150 以上；电容量较大，为 180 微微法，这样 L/C 比值较小，回路的谐振电阻较小，电子管内阻及输入电阻对变压器工作 Q 值影响小；变压器两个线圈少许欠耦合，采取 $kQ \approx 0.9$ (k 为线圈耦合系数)，这样选择性曲线比较尖锐，容易调整，而通频带又不致狭窄。这样保证选择性良好，偏调±10 千赫每级选择性在 16 分贝以上，增益较大，在 150 倍左右，通频带在 7 千赫左右。中频变压器的线圈间距是 29 毫米，平行放置，从侧面调谐，电容器为小型云母电容器，骨架为塑料的，外壳较小，高 60 毫米，断面为 26×26 平方毫米。这是天津市无线电元件三厂出品的，市场有零售。

(下转第11页)



怎样改善收音机的音质

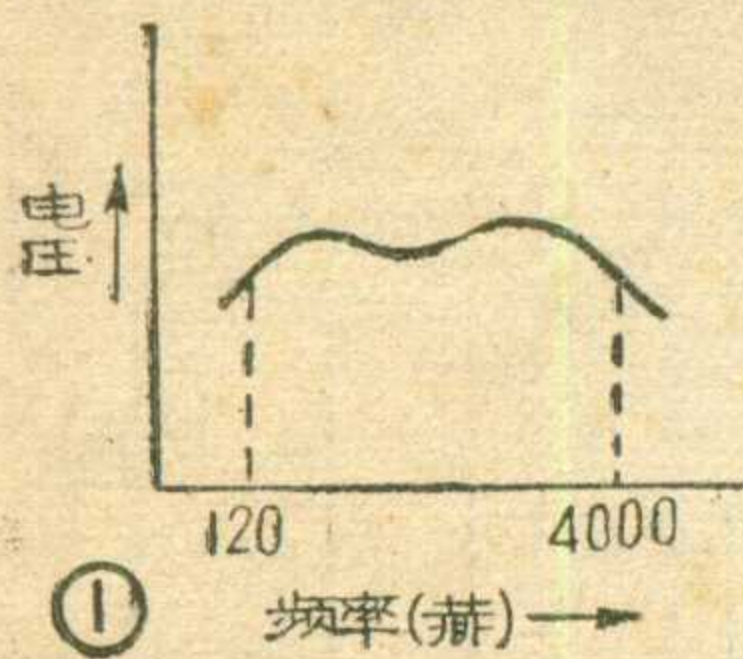
于 闻

怎样改善收音机的音质，是广播收音机工作者和爱好者最关心的一个问题。收音机的音质是由它的电气性能和声学性能所决定的。在电气性能方面，主要是整机频率特性、整机非线性失真和低放电路、音调控制电路等的各种参数对音质起影响。而在元件方面，则主要取决于中频变压器、输出变压器和扬声器等的性能和质量。因此提高收音机的音质牵扯的范围很广，不可能一一论述。这里仅以五、六灯收音机为例，来谈谈音质与电气性能的关系，以及一些改善音质的措施。

什么样的电气性能才能得到好的音质

一般说，收音机的整机频率特性愈宽，声音愈丰满动听。不过有些人喜欢低音丰富些，有些人喜欢高音丰富些。这时可以把低音频或高音频加重一些，或是说把收音机电路设计得对低音频或高音频的放大能力强一些。但是低音太强，会使发音过于低沉闷郁，高音太强，又会感到尖叫刺耳。如果要求发音既不沉闷，又不刺耳，而且丰满动听，整机频率特性的下限频率和上限频率数值的乘积必须在500000上下。例如，在五、六灯机中，下限频率为120~150赫时，上限频率就要在3500~4000赫之间才能满足要求。

但是，即使满足这个要求还不够理想。因为人耳对2000赫上下的音频特别敏感，觉得宏亮丰满，对低音频和高音频则不够敏感。因此应设法使整机频率特性在低音频和高音频上加重一些，加重也不宜过多，3分贝左右就够了。这样的频率特性如图1所示。



实际上在收听短波段时，高音频的沙声很大。为了抑制这样的干扰，还常常需要将高音频衰减，一般约需削弱8~10分贝。为了提升低音频

和削弱高音频，而且要在收听中根据收听节目的性质随时调节，比较方便的办法是加装音调控制器。其次，要求声音好听，还要非线性失真小。经过试验知道，要求声音逼真，频率特性愈宽，所要求的失真就要愈小。整机频率特性和失真系数之间应当有表1所示的关系。由

表1 频率特性和失真系数的关系

上限频率	感觉不出的失真系数 (%)	可以容许的失真系数 (%)	完全不能容许的失真系数 (%)
3750 赫上下	<1.5	<7	>10
5000 赫上下	<1.2	<5	>7

此可知，在五、六灯机中失真系数不许大于7%，最好小于1.5%，一般应在3%以下才好。

在一般五、六灯收音机中，如果能满足上述各种特性，收音机放出来的声音就一定会悦耳动听，人人喜欢。

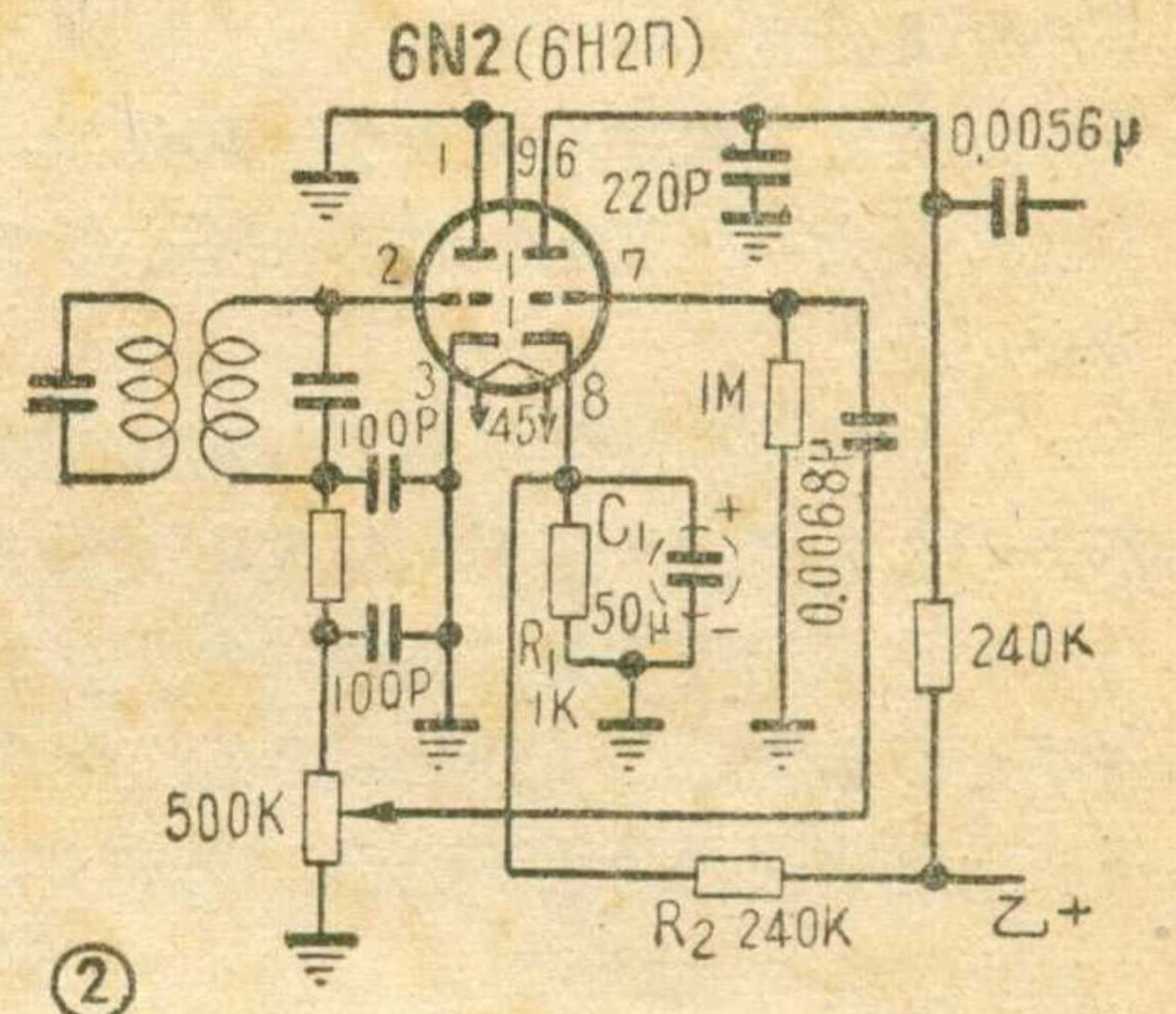
提高收音机音质的措施

1. 降低非线性失真

大家知道，收音机的非线性失真，主要是产生在低频放大电路中，因为五、六灯机一般都选用二极管检波，检波部分产生的失真不大，一般可以忽略不计。

首先，末级功率放大管6P1 (6Π1Π)的工作点要合适。屏压和帘栅压高些比较好，可调到230伏左右。栅偏压小些好，但不能太小，一般在-10伏以下为宜。

其次，末前级电压放大管的工作点也要注意。一般认为末前级放大器的输入信号电压比较小，其栅偏压只要有一点就够了，实际上并非如此。大家常用6N2 (6Г2Π—K)的三极管部分作末前级放大。依靠流过大栅漏电阻的电流所产生的电压作栅偏压。但是这样产生的偏压一般很小，而信号电压一般在一、二百毫伏，因此



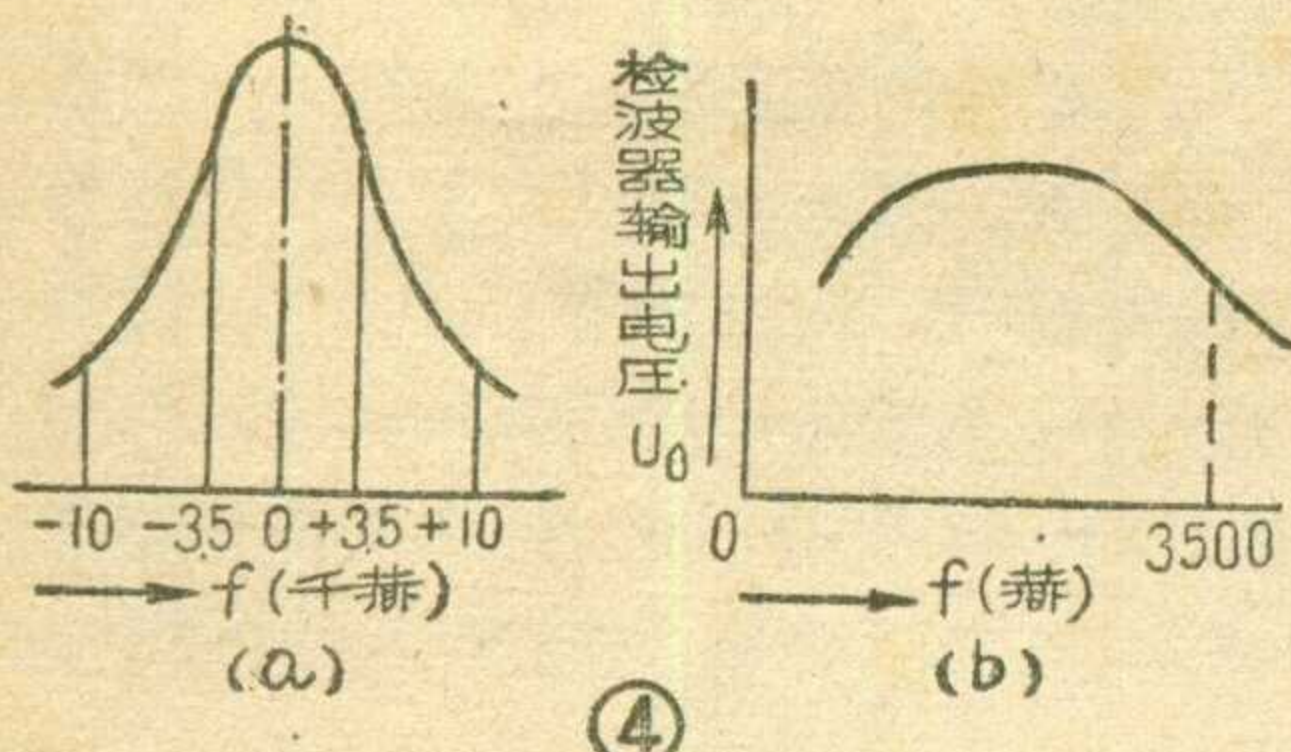
有时会在这里产生不小的失真。如果用6N2 (6H2Π)兼作检波和末前级放大，由于它有两个阴极，故可以在放大用的三极管部分的阴极接上电阻来产生自偏压。这样自偏压可以大一些，从而能减小失真。试验证明这个偏压在1.5伏上下才好。要达到这样大的偏压，阴极电阻需要加大到几十千欧。当然，电阻上还要并联一个电解电容器，以旁路音频。因为电阻比较大，电解电容器的漏电流必须很小，或是说电解电容器本身的等效并联电阻很大才行，这在实际上有困难，因此比较好的解决办法是象图2那样，从高压到阴极加接一个电阻R2，利用R1和R2的分压；在R1上产生外加偏压。R1可以很小(大约1000欧)，只要保持栅偏压在1.5伏上下就可以了。

考虑了上述各点，并采取了适当的措施以后，非线性失真的问题可以得到很大的改善，但是要达到上面提出的要求，还需要加负反馈电路。加负反馈的办法有很多种，其中比较有效的办法是从输出变压器的次级反馈到末前级的阴极上去，如图3(a)所示。图中R3和R4是产生负反馈的电阻网络。由R3和R4的比值决定负反馈量的大小。负反馈量不宜过大，不然低频放大器的增

益将降低，甚至将产生不稳定状态。一般 R_3 为几千欧， R_4 为 100~200 欧为宜。

2. 改善整机频率特性

在低频放大级采取负反馈电路之后，低频放大器的频率响应特性曲线可以得到很大的改善，曲线在相当宽的频率范围内都是平坦的。但是从整机性能来看，这并不一定很好。因为中频变压器具有图 4(a) 所示的选择性曲线，它的顶部一般比较尖。调制在中频上的音频带一般在几千赫，这样宽的调制频带一般不能同等地通过中频变压器，高到几千赫的高音频调制电压会受到衰减。因此检波器检波出来的音频频率特性如图 4(b) 所示，在高音频部分衰减很大。如果音频放大器的频率特性是平坦的，整机的频率特性就差不多和图 4(b) 所示的一样。为了解决这个问题，要把低频放大器的频率响应曲线在高音频部分有意识地提高一些，这样可以补偿上述的衰减，使整机频率特性达到图 1 的曲线。采取的措施如下：在上述图 3(a) 的负反馈电路中把电阻 R_3 分成两个电阻 R_5 和 R_6 ，在它们中间接一个电容器 C_2 到地，如图 3(b)。这样一部分高音频电流就会通过 R_5 再通过 C_2 到地，于是负反馈量小了，放大倍数提高了，而低音频电流几乎完全不通过 C_2 ，而通过 R_6 和 R_4 到地，因此低音频的负反馈量比较大，放大倍数小些。这样整个音频频率特性曲线在高音频部分就提升了一些，从而使整机频率特性达到图 1 所示的形状。



④

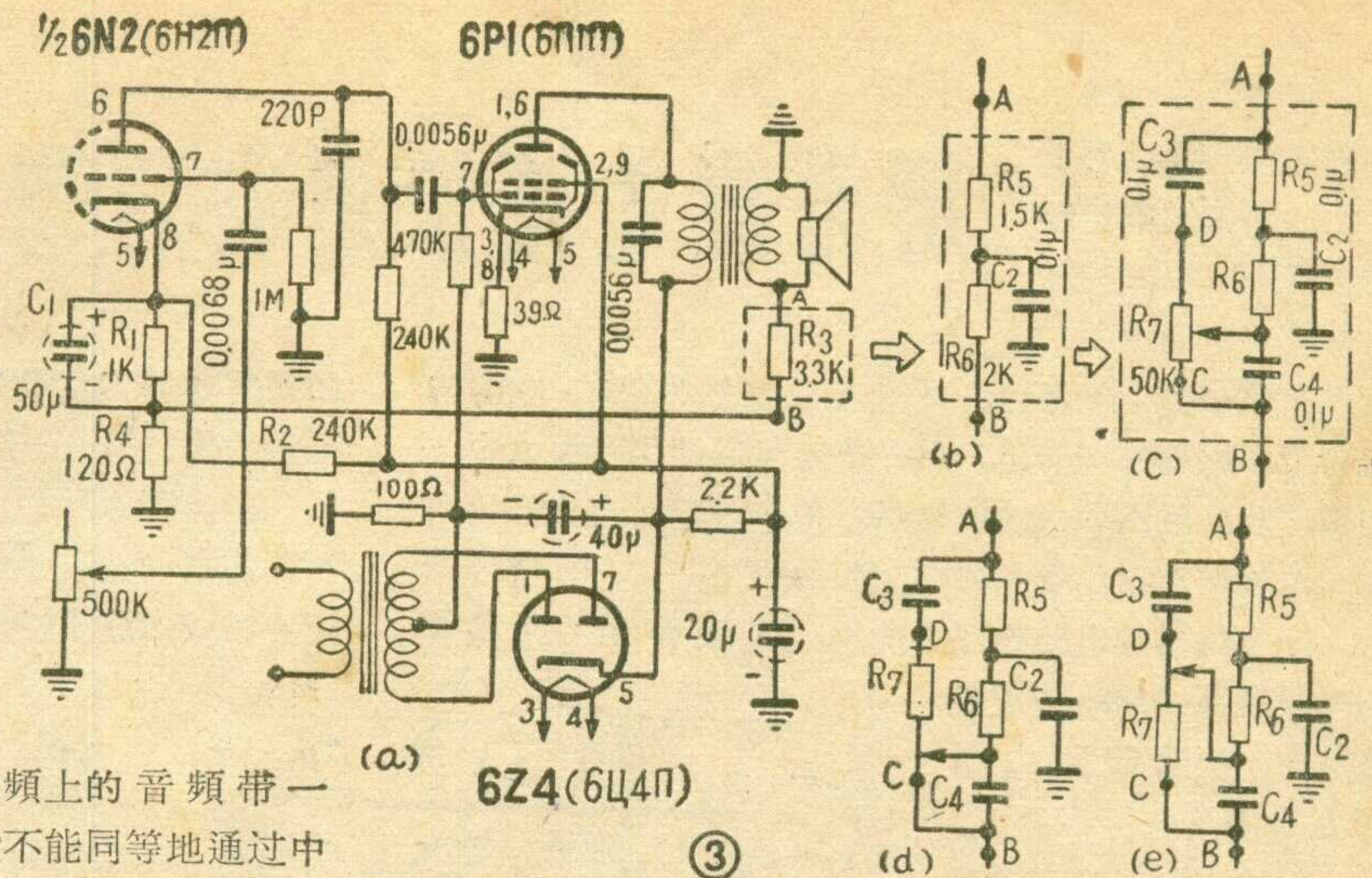
3. 采用音调控制线路

大家知道，一般的五、六灯收音机，只设一个音调控制旋钮，用它来控制高音频的衰减量。音调控制的电

(上接第 9 页)

收音机音质的好坏关键在于低频电路。本机在低频电路中，适当地选择了 6P1 和 6N2 低放级的工作点，并采用了负反馈电路，因而减小了非线性失真。另外考虑到中频变压器对高音频有所削弱，因而在低频电路中采取了提高高音频的措施，使整机的频率特性有所改善。

在整流电路中，第一个滤波电容器 C_{22} 容量较大，用两个 20 微法纸筒电解电容器并联，可以比较有效地消除交流声。 C_{22} 前接一个 100 欧电阻 R_{18} ，起限流作用，



路也有很多种，其中比较简单的一种是在负反馈线路中实现。图 3(c) 所示就是一个例子，这是在图 3(b) 的基础上改进后得到的。当电位器中心头旋至下端的 C 点，则如图 3(d) 所示， C_4 被短路，因为 R_7 为 50 千欧，很大， C_3 、 R_7 支路几乎等于开路，因此等效电路和图 3(b) 一样，这时的频率特性曲线当然和前述的相同。如果电位器中心头旋至上端的 D 点，则如图 3(e) 所示， R_5 和 R_6 被 C_3 旁路着， R_7 被 C_4 旁路着。如果 C_3 和 C_4 数值选得合适，高音频可以顺利地通过 C_3 和 C_4 流到 R_4 ，负反馈量会很大，使高音频衰减很多；而低音频因为要通过 R_5 、 R_6 反馈，不如高音频顺利，故反馈量小，结果几乎没有什么衰减，于是整机的频率特性在高音频部分会比图 4(b) 所示的还要衰减得多，达到了衰减高音频的目的。如果电位器 R_7 的中心头旋在 CD 中间的任意位置，整机的频率特性则会介于中间状态。

如果在收音机低频放大器负反馈电路中采取图 3(b) 的线路，而不采取图 3(c) 的线路，其整机频率特性曲线可以比较平，但从拾音插口测量的低频放大器本身的音频频率特性曲线在高音频部分有些提升，因此作电唱用时就不佳了。

上述各种改善音质的措施，经过多次试验，并在天津“海河”牌 356 型 5 灯收音机中采用，效果良好，音质柔和优美，宏亮动听。图 3(a) 即为该机低频部分的线路，只是其中 R_3 被图 3(b) 所代替。

以保护整流管 6Z4。

三、结构、安装和使用

本机采用两个双套旋钮，右侧套钮的中心小钮作波段转换开关，外套大钮作调电台之用。左侧套钮作音量控制兼作电源开关。本机也可作电唱用，这时只要将电唱机插头插进后面的“拾音器”插孔即可。110/200 伏电源电压变换装置兼作保险装置之用。

(于 闾)

用无线电波加速农作物生长

近来，在实验中利用高频电波照射农作物，对缩短农作物的成熟期，提高产量，取得了一定的成效。

这里介绍一种电子仪器，可用来进行这种实验。它的构造和工作原理都较简单。用一个振荡器产生高频电波，而振荡器的线圈即作为辐射器。把辐射器对着农作物，高频电波即对农作物起刺激生长的作用。

这个仪器的电路如图1所示。可以看出，这是一个并联谐振式的哈特莱振荡电路，振荡回路由线圈L和杂散电容C组成。由于对输出波形没有严格要求，所以可直接应用交流电源，不经过整流，以简化电路。

线圈L用直径2.5毫米的漆包线绕制。线圈直径为190毫米，绕1.8匝，匝间距离为15毫米。在1/3匝处抽头（即在0.6匝处接一抽头），作为图1中的O点，接至电子管阴极。这个线圈也就是辐射器，它的外形如图2所示。

高频扼流圈 A_p 用直径0.2毫米的漆包线绕在直径为18毫米、高65毫米的线圈管上，匝数为23匝。

电源变压器 T_p 的铁心用III-32型硅钢片叠成，叠厚45毫米。初级绕组（I）用直径0.5毫米的漆包线绕725匝，在410匝处抽头。次级绕组（II）用直径0.2毫米的漆包线绕850+850匝。灯丝绕组（III）用直径0.9毫米的漆包线绕44匝，这样可得到12.6伏的灯丝电压，适合作GY-50型电子管的灯丝电源。如果采用807、6П13C、6П3C等型号的电子管，则灯丝绕组（III）只需绕22

匝，供给6.3伏的灯丝电压。一般功率不小于60瓦的收音机电源变压器也可应用。在这种情况下，

如果需要12.6伏的灯丝电压，可把变压器的供整流管灯丝用的绕组和另一灯丝绕组串联起来。

振荡器的所有元件，除线圈L外，都安装在一个铝制圆筒内（见图2），圆筒直径是200~220毫米。筒盖用夹布胶木板或胶合木板等绝缘材料制成，在筒盖上安装线圈L，作为辐射器。

安装时应考虑布线要尽可能短一些，并且应采用直径2毫米的漆包铜线或镀银铜线作连接线。

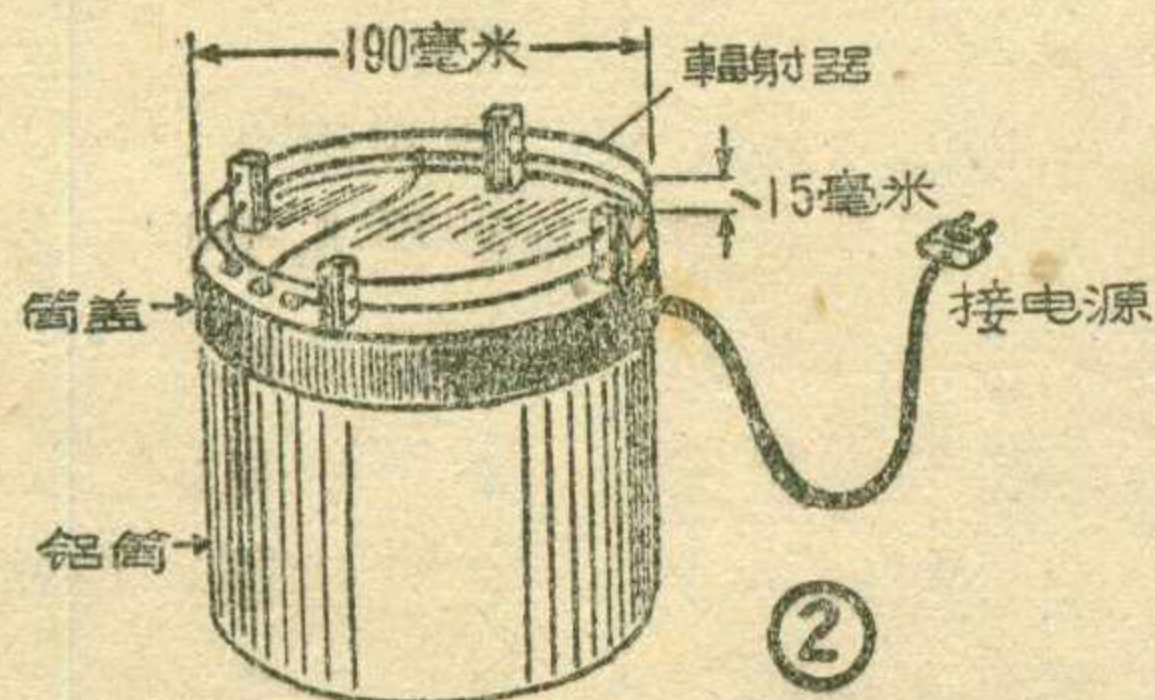
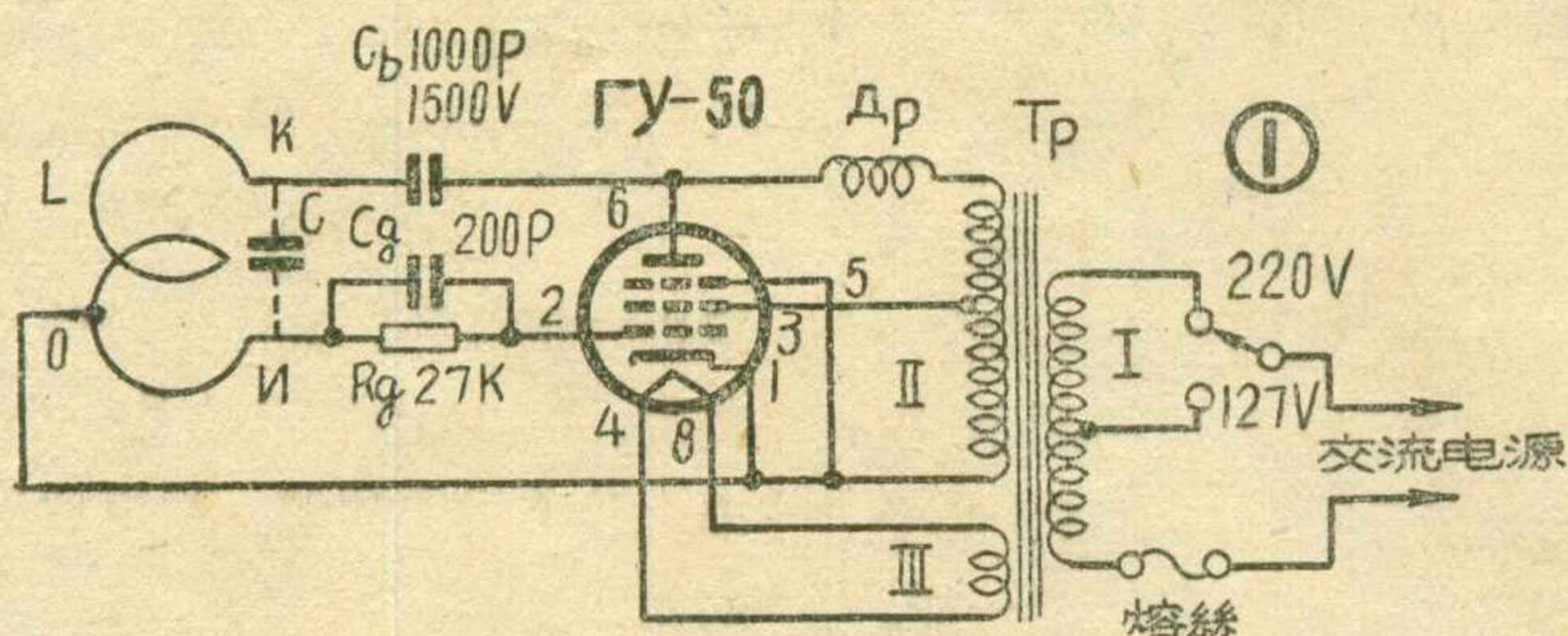
安装好以后，应检查接线是否正确。如果接线正确无误，才可插上电源。

接通电源2分钟后，即可检查振荡器是否正常工作。检查时，用一根导线将一个灯泡（白炽灯、氖灯、稳压管或闸流管都可以）的两个电极连接起来，然后拿到辐射器附近，如果灯泡发光，即表示有高频电波辐射。

用GY50型电子管，可得到约10瓦的辐射功率，照射面积可达2~4平方米。辐射器应靠近被照射的农作物放置。

植物的生长速度与照射的电波频率有关。因此，可以作几个匝数不同的辐射器，例如1匝、2匝、3匝等等，

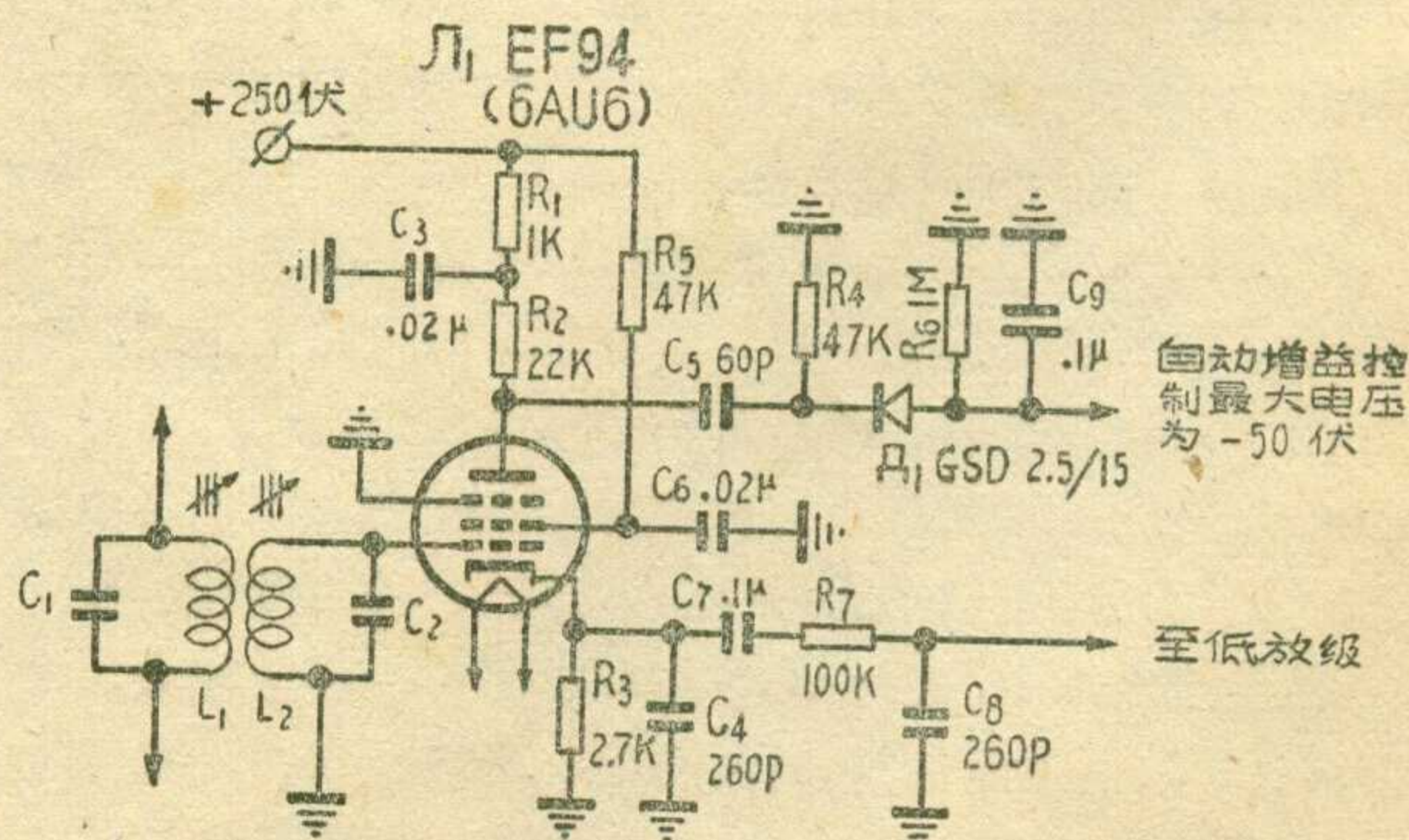
分别实验，以求得一个效果最好的频率。注意在采用不同匝数的线圈L时，都应从1/3匝数处抽头接到电子管阴极。（方文、蔭华据苏联“少年自然科学家”1962年第8期编译）



阴极检波器

在短波接收时，为了能补偿所接收无线电台电场强度的剧烈变化，希望接收机具有控制范围大的自动增益控制。为此通常采用有放大的自动增益控制（即将中频信号电压再度放大后经过整流取得自动增益控制电压）。为了实现这个目的，需要另加电子管。在这种情况下，自动增益控制电压的整流和信号的检波是另用两只二极管来完成的。但是，大家知道，二极管检波器加大了中频变压器输入回路的负载，因而使接收机总的选择性变

坏。

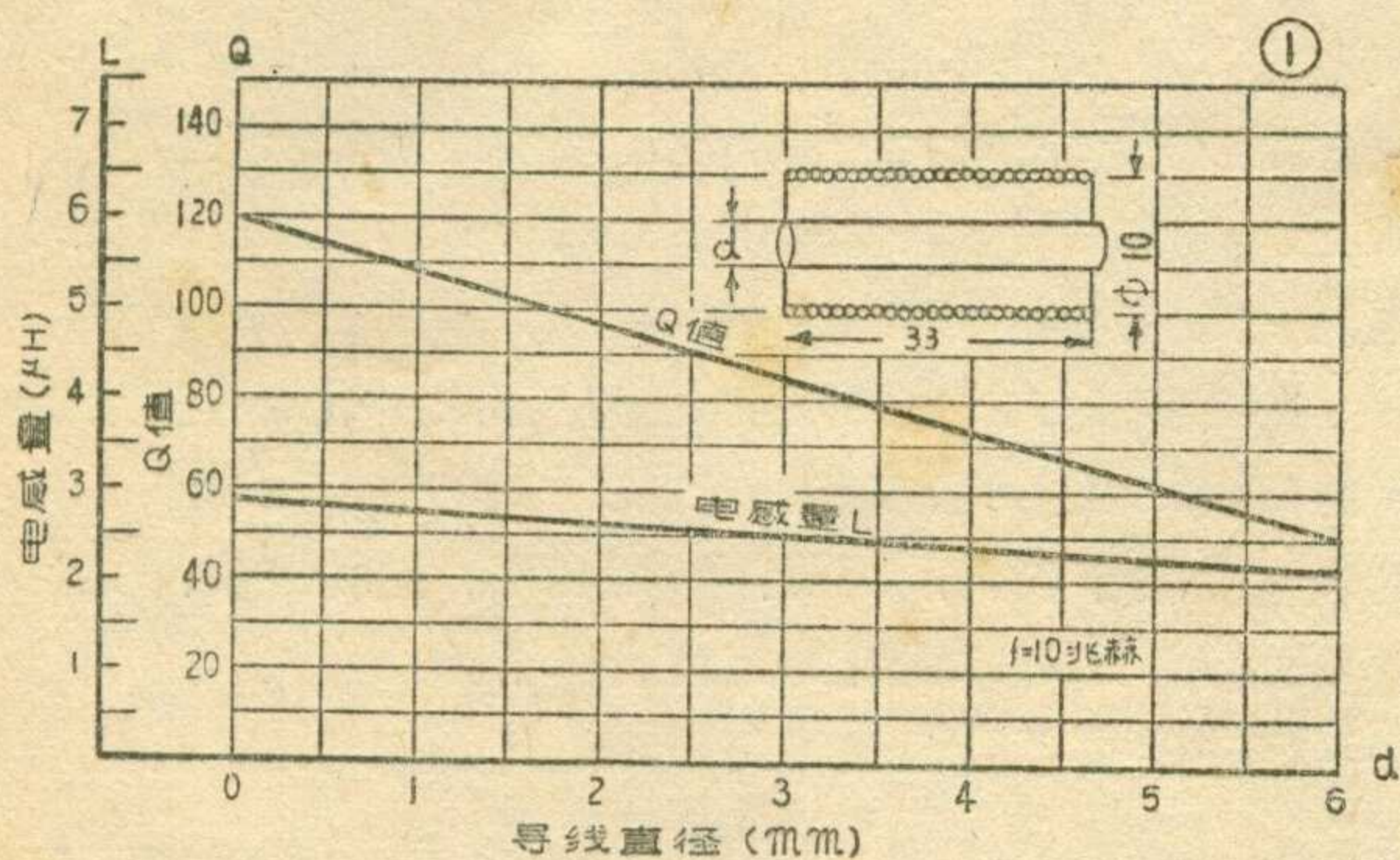


线径检验器

对导线或电阻丝，除了要求电阻值稳定外，而且要求电阻的分布应很均匀，也就是要求它们的直径不随长度而变化，或变化极小。用一般的测微计来检验导线或电阻丝的直径规格，很难沿导线长度逐段检验。

我们都知道，导体在磁场中会产生涡流。涡流一方面消耗能量，另一方面也抵消一部分磁场。如果把一根导线穿入空心线圈，那末当线圈中通过电流时，这根导线内部即产生涡流。由于涡流消耗能量和抵消一部分磁场，所以线圈的损耗增大（Q值减小），电感降低。图1画出了线圈Q值和电感随线圈管内放置的导线直径变化的关系曲线。实验用的线圈用直径1.0毫米的漆包线绕60匝，线圈管的尺寸已画在图1中。

本文介绍的线径检验器，就是利用上述基本原理制成的。它的电路如图2所示。双三极管6H2Π左边三极管部分 Π 左，接成一个调屏、调栅振荡电路。在栅极振荡回路线圈 L_1 的线圈管内，放置被测导线。右边三极管



附图所示的线路在一个管子内就包括了检波级和自动增益控制所需的中频电压放大级。它采用了阴极检波，由于阴极检波器具有高输入阻抗，不会增加中频滤波器的负载，因而接收机总的选择性显著改善。

为了能够检波，电子管 Π_1 工作于特性曲线的底部弯曲部分。而为了得到使 Π_1 管的工作点处于特性曲线的底部弯曲部分所需的偏压，在其阴极和地之间接有比较大的电阻 R_3 （2.7千欧），为了旁路中频电流，与 R_3 并联接入了电容器 C_4 —260微微法。低频电压取自电子管的阴极，通过电容器 C_7 和中频滤波器 R_8C_8 加到低放级。 Π_1 管的帘栅极作为检波部分的屏极。

在 Π_1 管屏极上得到的被放大的中频电压被用来取

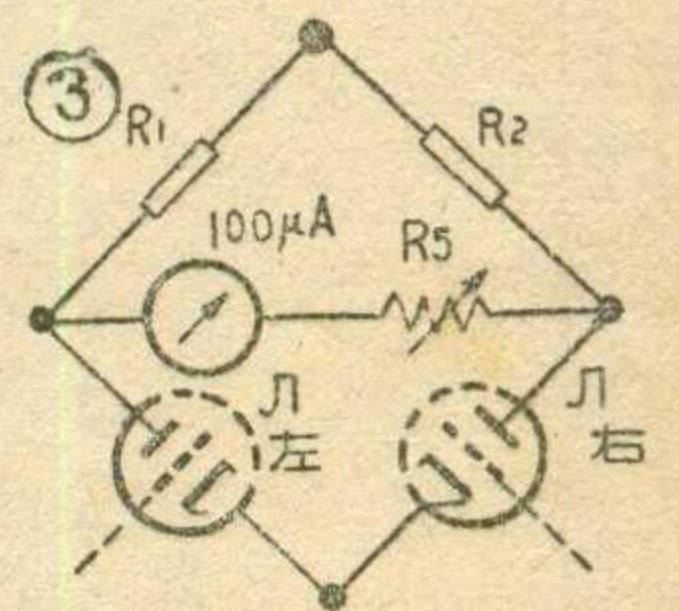
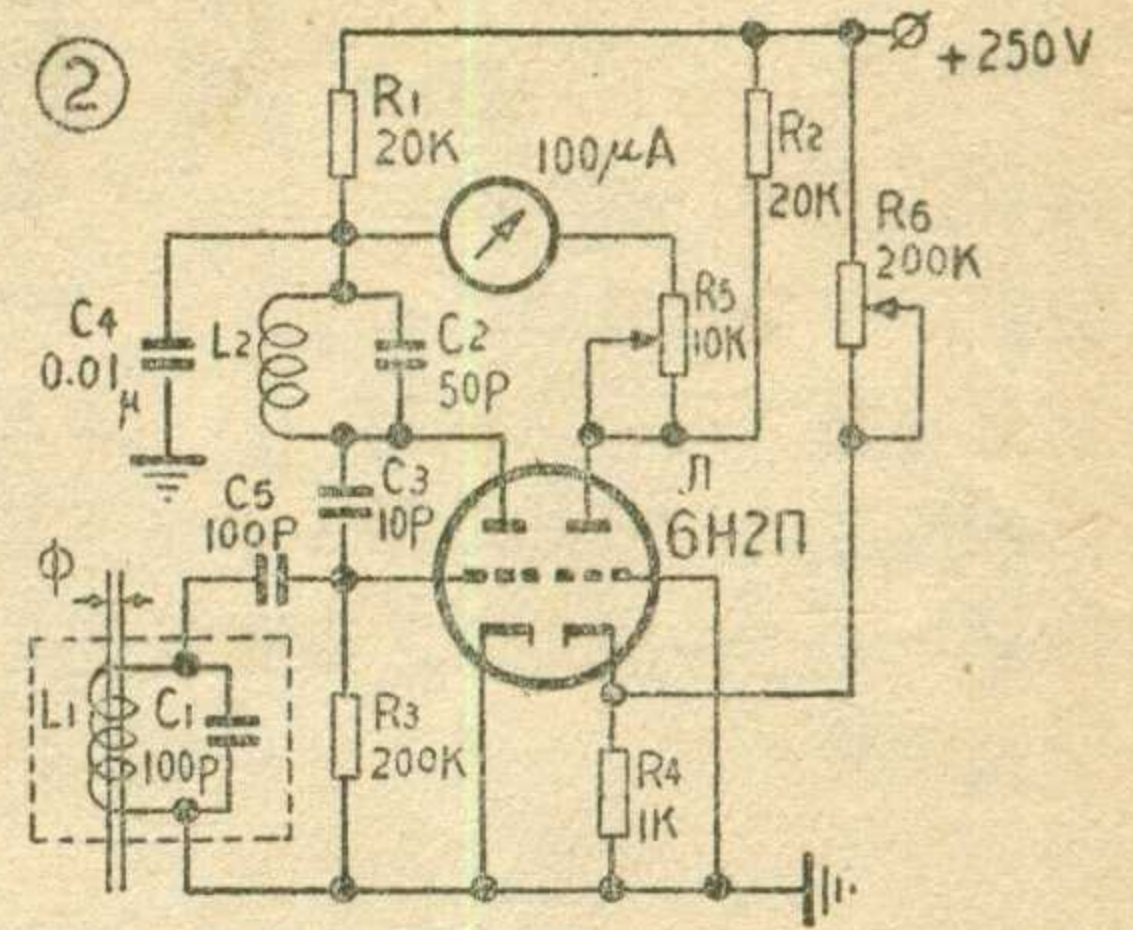
部分 Π 右起一个可变电阻作用，调节 R_6 ，可改变 Π 右的栅偏压，从而改变 Π 右的内阻。 Π 左、 Π 右、 R_1 及 R_2 组成一个电桥，这个电桥的简化电路如图3所示。微安表接在电桥的一根对角线上，作为指示器。

当线圈 L_1 中放入标准直径的导线时，调节 R_6 以改变 Π 右的内阻，可使电桥平衡，微安表指针不偏转。然后在线圈 L_1 中改放待测导线，如果导线直径偏离标准值，则由于 L_1 的Q值和电感发生变化，改变了振荡幅度，使 Π 左的栅负压也发生相应的变化。 Π 左的内阻因此升高或降低，破坏了电桥的平衡，微安表指针即指示一个读数。导线直径与标准值偏离愈大，电表指针所指读数也愈大。

图2电路中，电容器 C_3 与 Π 左的屏栅电容作为屏栅回路的耦合电容器。 C_5 和 R_3 分别为栅漏电容器和栅漏电阻，当振荡产生时，它们在 Π 左栅极上产生一个负偏压。 C_4 是高频旁路电容器。可变电阻 R_5 可调整通过电表的电流，改变电表的灵敏度。调整电桥的平衡时， R_5 应先调在最大电阻值，然后逐渐减小，逐步提高电表的灵敏度，以免电表因不平衡电流过大而损坏。各零件的数值，除 L_1 和 L_2 外，已标注在图2中。 L_1 用直径1.0毫米的漆包线绕20匝，线圈管的直径为12毫米。 L_2 用直径1.0毫米的漆包线绕20匝，线圈管的直径为20毫米。振荡频率为10~15兆赫。

这个仪器可以用来检验各种有色金属导线，误差不大于2~3%。

（惠编译）



得自动增益控制电压。电阻 R_4 —47千欧决定自动增益控制电压的数值，而当使用其他类型二极管时， R_4 的数值应该用试验方法来选择。

Π_1 管—EF94/6AU6可以用6Ж3Π代换，而二极管 Π_1 —GSD2.5/15可以用二极管Д2Д或Д2Е代替。在装接线路时必需保持线路图中所示的二极管极性。如果线路自激，则需要增大电容器 C_4 的电容。

这种阴极检波级不仅可以用于短波通信接收机，而且也可以用于广播收音机。电子束调谐指示管6E5C接到自动增益控制的输出端。

（方文译自苏联“无线电”1963年第1期）

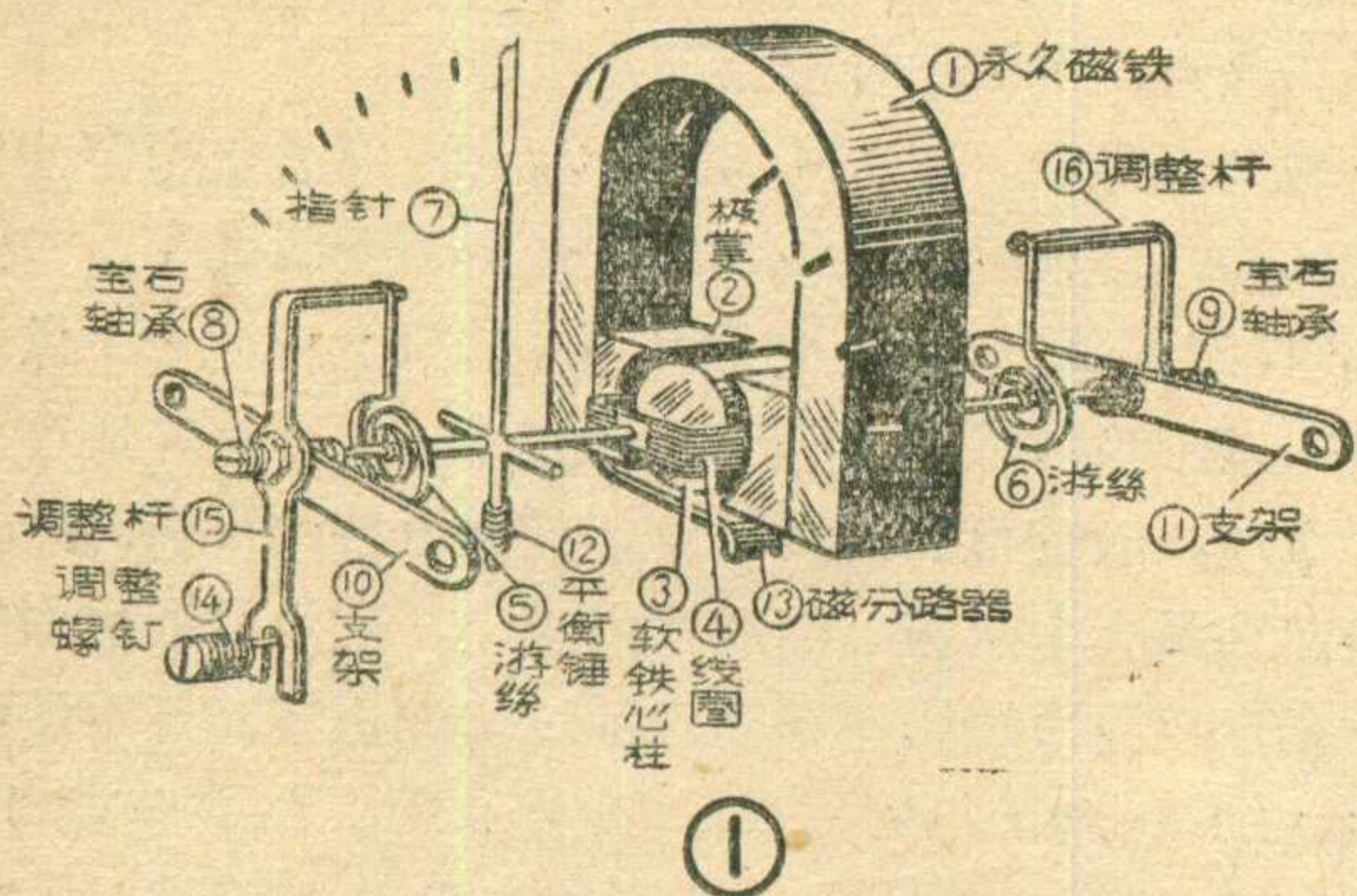
自制袖珍万用电表

康占元

这具自制的袖珍万用电表（外形和结构见封四附图）是利用废旧器材制成的。制作中的关键问题是怎样修理和利用废旧表头，怎样制作分档开关，以及怎样校准和配改分流电阻。现在就这几方面介绍一点制作经验。

废旧表头的利用

一般万用电表使用的表头都是磁电式电流表，其结构如图1。在利用旧电表时，应当选择这类构造的微安表或毫安表改用，并要挑选原有永久磁铁是磁力充足的，因为已经失磁的表头，灵敏度下降，不能使用；自己充磁又比较困难。废旧电表损坏的部分多数是线圈、游丝和轴尖，可以按照以下方法修理。



1. 线圈烧断：修理的步骤是：①拆除表头外壳和表面，并剪断引线；②用相当强的磁铁与表头磁铁在两极上相吸以减弱表头磁场的引力；③松落支架螺丝，把支架连同软铁心柱、线圈等一套东西轻轻取出，要仔细不使它碰坏；④把游丝由调整杆上焊下来（注意要使用小尖头烙铁，或者把粗铜线绕在大烙铁头上，引出一段代替尖头烙铁）；⑤放松轴承螺丝，取下线圈等一套东西；⑥用小刀起下线圈轴，这样就只剩线圈和框架了。一般线圈上都涂有洋干漆或化学漆。洋干漆可用酒精浸泡，化学漆用溶剂（香蕉水或丙酮）浸泡，待溶解后拆下漆包线保存备用；⑦重新绕制线圈。绕线可用高阻抗听筒的铜线。如原拆下的漆包线断头不太多，边绕边焊接还是可以用的。为了增加表头的灵敏度，有时要加绕一些线，要看线圈框架的容纳量，以及线圈框架和磁铁间的空隙大小来决定，只要不影响线圈迴转就可以。绕好线圈后，用洋干漆或化学胶把轴重新装好，并注意装正。线圈的两个引出头用细沙纸擦净，分别焊在两端轴接线的突出部分。以后再按拆卸相反次序重新组装起来。

2. 游丝扯乱：修理时先做上述①~⑤步工作，然后用小尖烙铁把游丝根部焊接点焊开，取下游丝，放在倍数较高的放大镜下，用细尖咀镊子整理，使它的圈距均匀平整。

3. 轴顶尖磨秃或磨歪：

如果表针转动不灵活，指示数字不准，时高时低，就可能是轴顶尖磨秃或磨歪了。修理时按前面拆表方法在第⑥步时，找一平顶的

细圆棍如新铅笔或电位器轴等，把表轴用化学胶或洋干漆粘在圆棍的平顶上。在油石上边转边磨，使表轴顶尖既尖而正。

4. 指针及其配重：万用电表要求指示精确，所以多用刀口形指针。如不是刀口形指针，或指针过短，就要改装。我用了一小条竹片，削得很薄，作成长短恰合需要的表针，用红化学漆粘牢在原来表针的根部，并用稀红化学漆把表针涂红。竹片有一定的弹性，不易碰弯或折断。改装表针后，由于表针的重量变了，平衡锤的重量也要跟着增减。如原有的配重分量过轻，可用漆包线做一个新的换上去。如相差不多，可以调整配重的距离来纠正。要求不论表头如何侧放，表针总是不改变原来所停的位置。

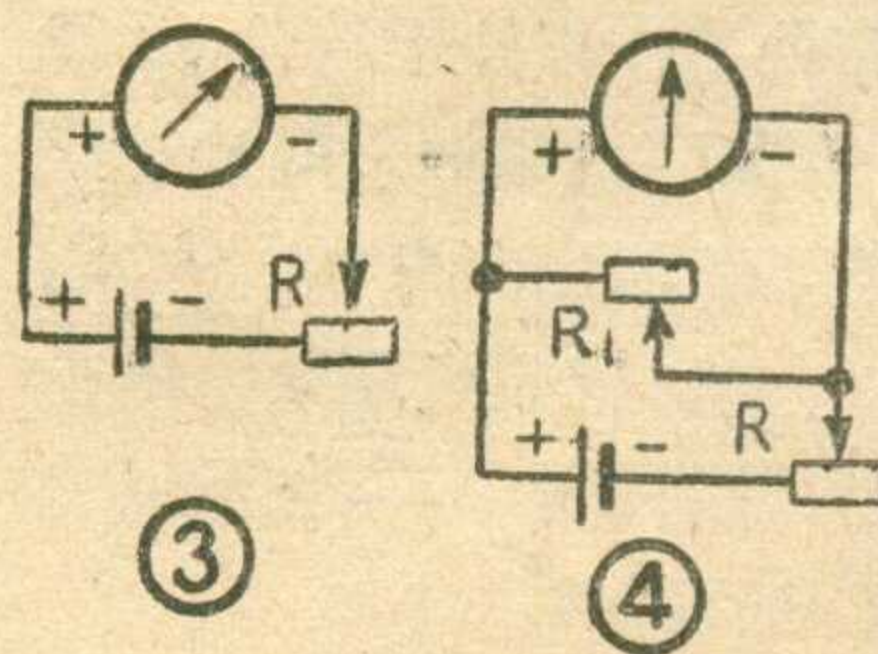
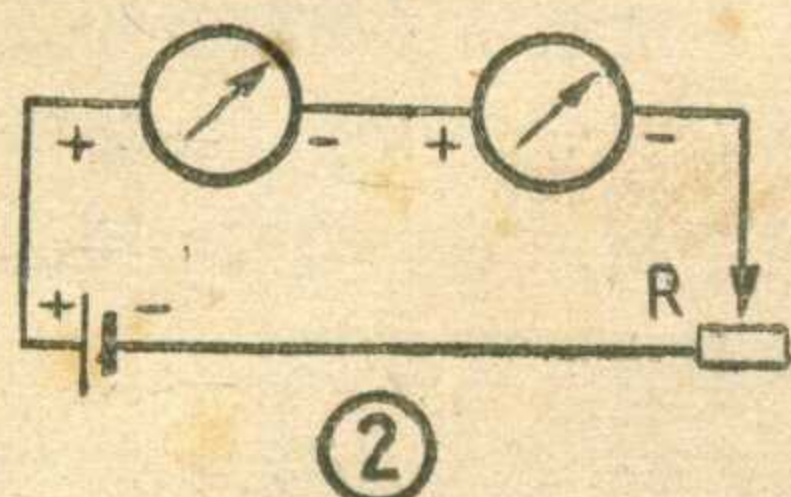
一只废表头修好后，它的特性一定与原来不同，而且原来的表盘刻度也不合用。所以必须了解表头的特性，以便重新画制表盘。

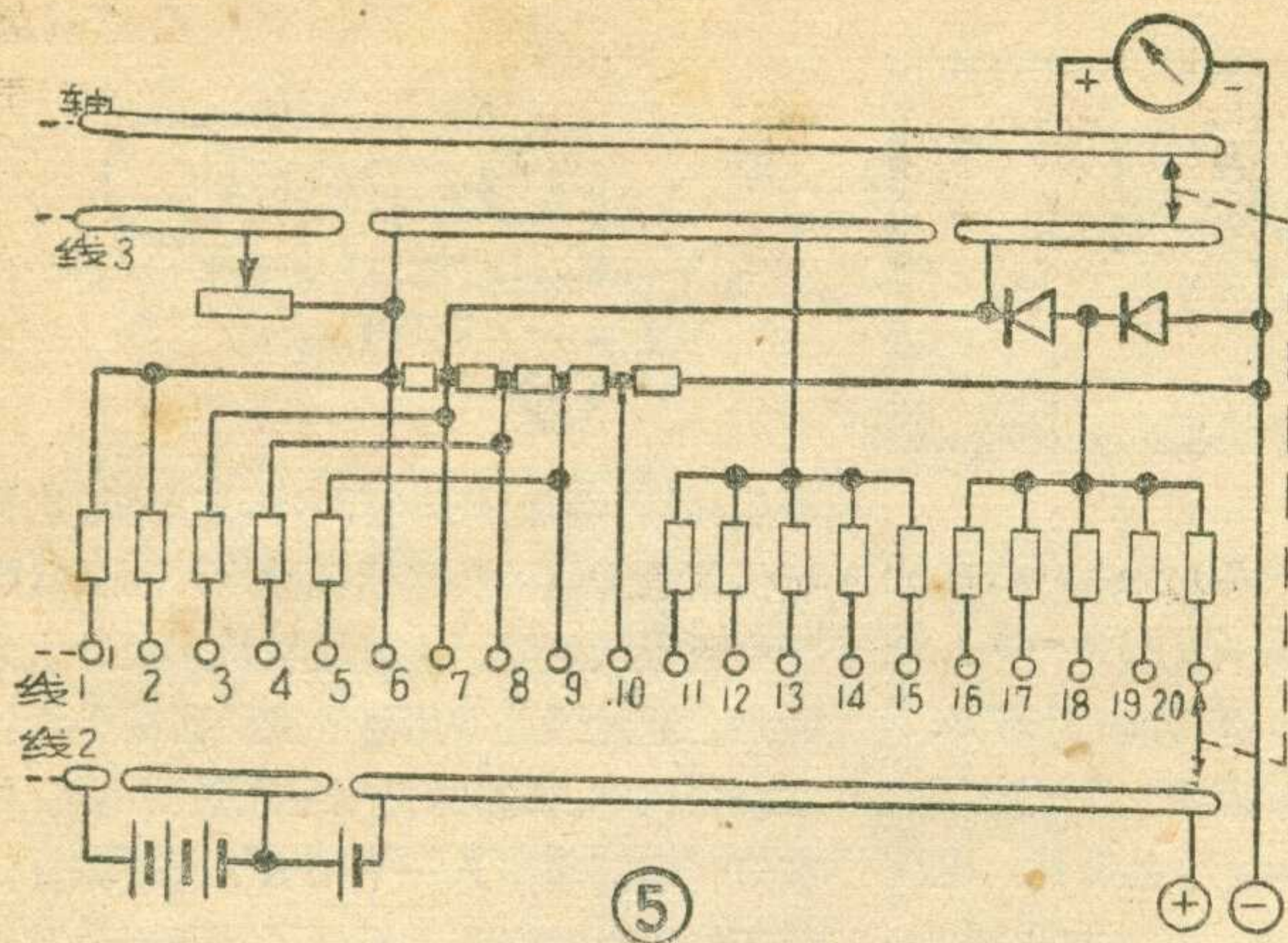
第一步要了解表头的灵敏度，也就是它的满度电流。这时要用一节1.5伏的干电池，一只500千欧以上的可变电阻R，和一只准确的电流表，按图2串联起来。可变电阻应先放在最大阻值部位，然后逐渐降低可变电阻的阻值，使被测电表表针指示满度。由标准表上读出的电流就是被测电表的满度电流。

第二步要了解它的定度规律。方法是增加可变电阻R的阻值，使标准表的指示读数下降1/10，并在被测表的表盘弧线下表针所指处作一刻度线。这样逐步降低、逐步刻度，即可掌握它的定度规律了。

第三步要了解表头的内阻。这时要把电池、可变电阻R和被测表头如图3串联起来，并注意可变电阻R仍要放在阻值最大处，然后逐步降低它的阻值，使表头指针指示满度。这时不要动可变电阻，另取一个5~10

千欧的可变电阻R₁与表头并联如图4。调节R₁使表头指针指示到正中位置，这时不动R与R₁的阻值，并把它们从电路中拆出来，用准确的万用电表测出R与R₁的阻值。按 $R_1 \times \frac{R}{R-R_1} = \text{内阻}$ 的公式即可算出表头内阻。必须注意，表头内阻不可用电阻表直接测量，因为这样很容易损毁表头。

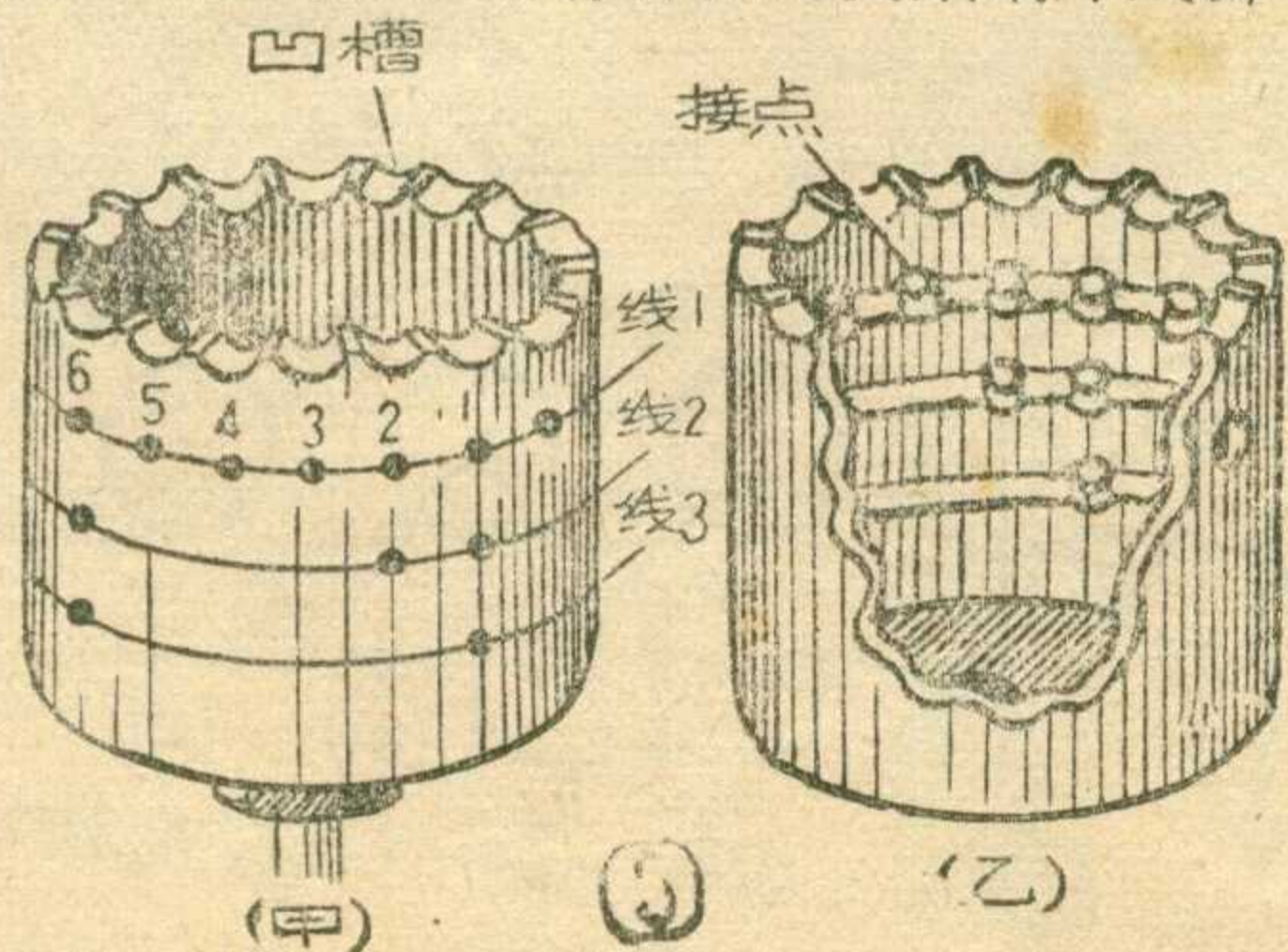




怎样制作分档开关

这具万用电表的各测量系和分档是参考邱傳訓著“万用电表設計”(上海科技出版社出版)一书設計的。全部电路如图5。电流测量系有250MA、1MA、10MA、100MA、500MA等档,电阻测量系有中值为2.4Ω、12Ω、120Ω、1200Ω、12000Ω等档,交直流电压都是10V、50V、250V、500V、1000V,每个测量系分为五档。表头灵敏度是160μA。

这具电表全部各档只用一个分档开关。是用一个去掉管脚的GT式电子管的胶木管腰作底座,在底部中心打一个孔,把一个分线器的轴承装在上面,并用它接表头的正端。在底座的外壁上如图6甲划三圈平行的线。在第一线的位置上等分20份,打20个孔。任擇第一线的某孔为孔1,向左排列编号,共20号。在第二线上与孔1孔2孔6垂直位置上各打一孔。在第三线上与孔1孔6孔11孔16垂直的位置上各打一孔。各孔直径约1.8至2.0毫米。在底座的顶边对正第一线的各孔用小圆锉刀锉出距离均等的20个凹槽,以便在跳档时使滑键对正接点。然后用铜片剪成比孔眼稍窄的小条,弯成一状,由内向外嵌入相邻的两孔内,作为接点(图6乙)。要注意各个接点必须离开,互相绝缘。还要制一个单臂滑键,一个双臂滑键和一个控制跳档的簧片。单臂滑键是用紫铜片剪成图7甲的形状,在虚线处折成直角并如图7乙弯制打孔。制双臂滑键时,先取一小块胶板制成如图8甲的形状,再用铜片剪成图8乙的形状。把剪好了的铜片沿虚线对折,夹在胶板上,如图8丙所示,并用小铆钉铆住。控制跳档的簧片是用有弹性的发条铜片或磷铜片剪成,长度较管腰直径稍长,并在中间打一孔,两端各焊一凸起铜片,如图9所示。利用分线器的轴作为开关的轴。单



臂滑键、双臂滑键和跳档簧片,都用螺丝固定在轴上,单臂滑键应对正线3的接点,双臂滑键的两个臂分别对正线1和线2的接点,跳档簧片应压在凹槽内。要注意各个滑键和跳档簧片都要在一个垂直平面内,否则会发生错接,损毁表头。

如何校准

1. 分流器的校准: 把配好分流器的表头与标准表、一节电池及一个500千欧的可变电阻(放在最大阻值部位)按图2所示串联起来。逐渐降低可变电阻R的阻值,使标准表的指示数恰好指示新表的设计数。这时如发现新表的指示数偏高,可降低分流器的阻值。如发现新表的指示数偏低,可增高分流器的阻值。如此反复对照调整,使新表与标准表的读数一致,即告成功。

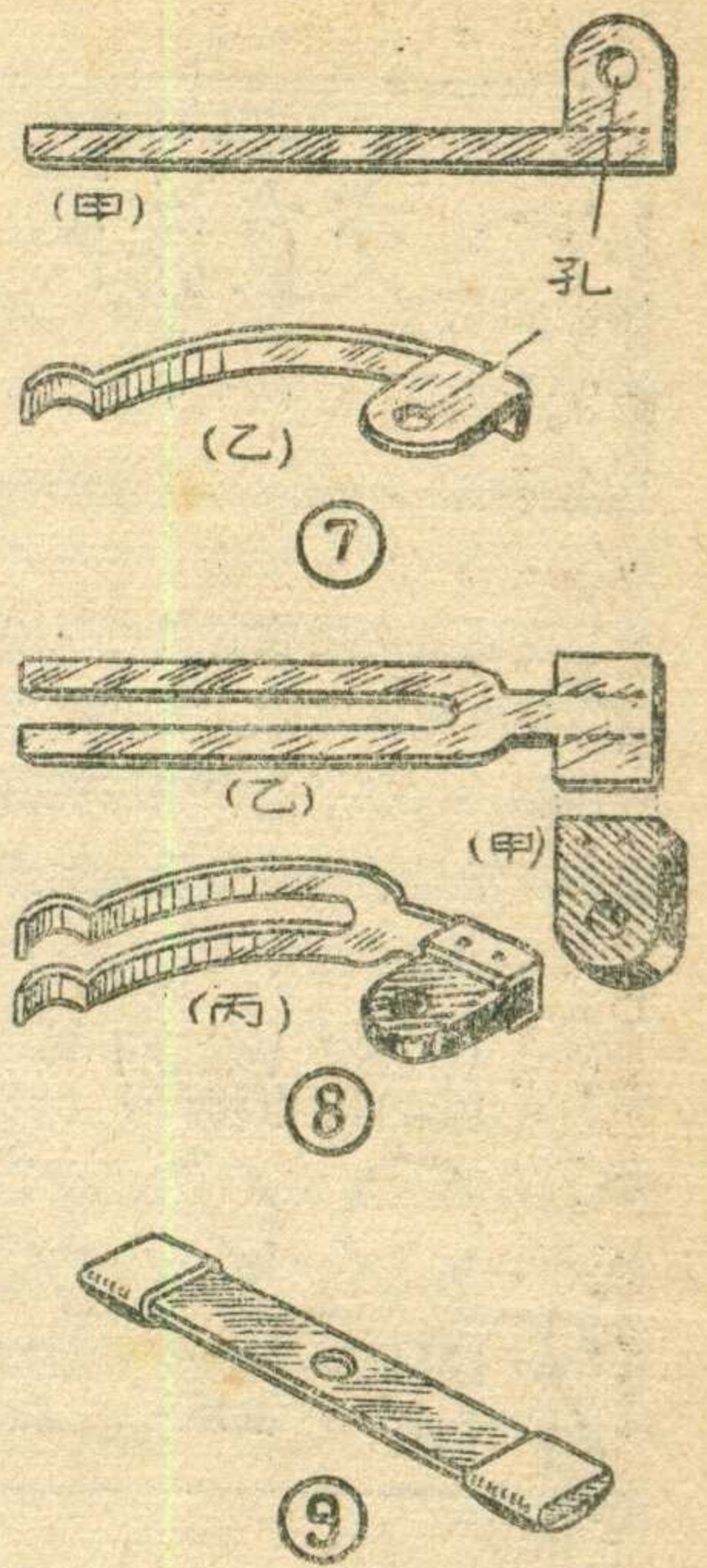
2. 电阻测量系的校准: 可以用标准电阻来测量。如没有标准电阻,也可用准确的万用表核对过的电阻来校准。但每档都要准备三种不同阻值的作为标准的电阻。例如校准12欧中值的一档,必须准备一个12欧的电阻和一个约2—5欧及一个50—500欧的电阻。如测得的指示数偏高,要降低倍率电阻的阻值;偏低则要增加倍率电阻的阻值。

3. 电压测量系的校准: 可以把新表与标准表并联,接上适当的电压来校准。但要注意直流档要用直流;交流档要用交流。如发现新表的指示数偏高,应增加倍率电阻的阻值来改正;偏低则要降低倍率电阻的阻值。

万用表上使用的电阻要求很准确,一般都用炭膜电阻。如遇阻值稍小于所需阻值,可用钢锉棱角将电阻原有的槽纹开长一些。如遇阻值高于所需值,可用溶剂(香蕉水或丙酮)洗去电阻表皮的漆,把一端的铜头向内移动。注意应将移动后的铜头装固,保持接触良好,否则就会使阻值变化,影响准确度。修改后的电阻一定要重新用化学漆涂过,以免受潮,改变阻值。

表盘的绘制

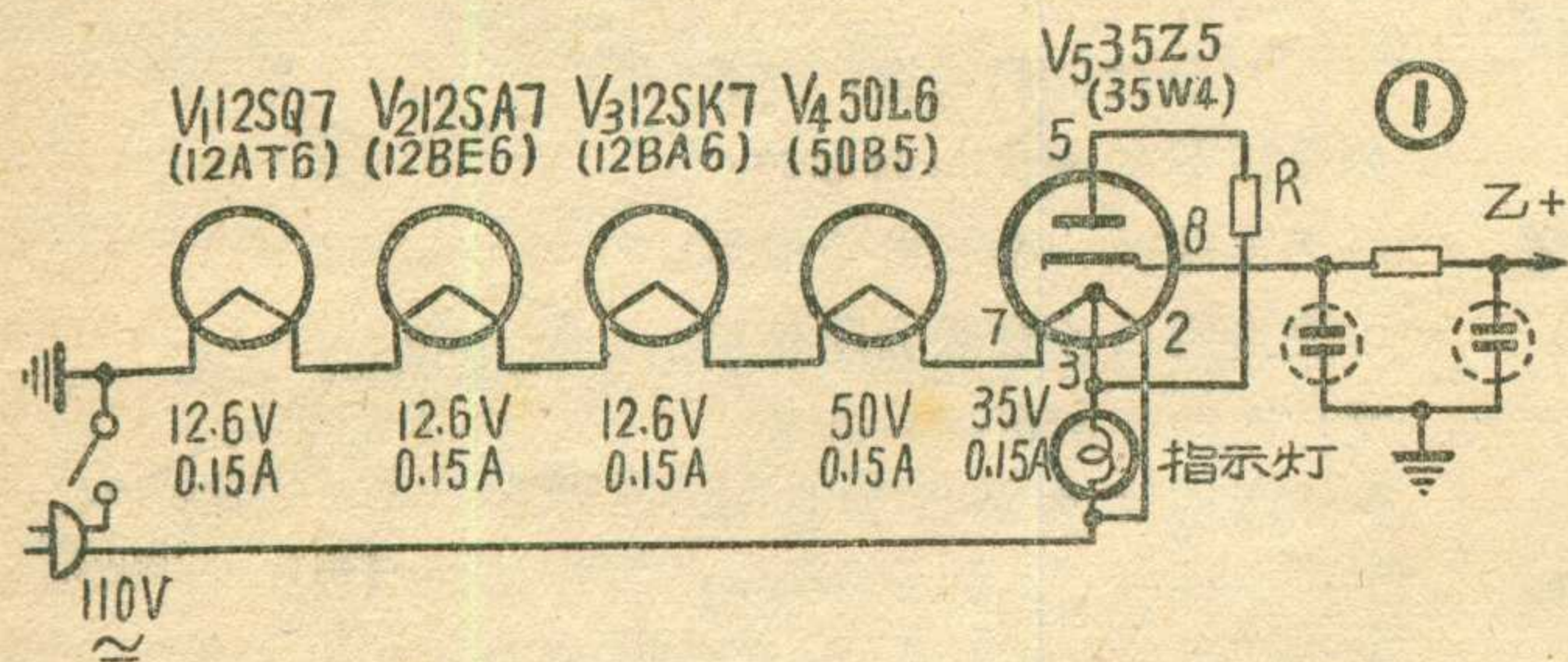
表盘可以用道林纸、卡片纸或钞票纸绘制。如能找到未曝光的印像纸,经过定影处理后应用,则更光洁。绘制时以表针长度为半径,画出最外面一个圆弧,然后依次减小半径,画四个同心圆弧。注意圆心应对准表针轴心。刻度先用硬铅笔划出,经过反复核对无误,然后再用色笔绘制。



交直流两用收音机的故障和修理

冯报本

交直流两用收音机可以使用交流市电或直流发电机电源。它的特点是沒有电源变压器，灯絲用电和高压都直接取自供电电源，常見的故障多是发生在这一部分。



这类收音机一般是按使用 110 伏电源设计的，最常见的型式结构如图 1 所示。灯絲电路采用串联接法，各个电子管灯絲电压不全相同，输出管和整流管的比较高，使串联总电压能与电源电压相等。各管灯絲电流大小是一致的。

在串联电路里，灯絲对近地(乙₋)端的交流电位差是不一样的。对地的交流电位差愈大，交流感应也愈大。为了减小交流声，因此必须把最易受到影响的音频电压放大管排在交流电位差最小的近地端，其次是工作在高頻的变频管和中放管。把影响最小的末级输出管和整流管靠近在电源的“火线”端。这样还可以使整流管带高压的阴极和灯絲之間减小对乙₋的直流电位差，使它們之間的絕緣更安全。

电路中比較特殊的还有整流管的灯絲部分。灯絲在管脚 2、3 一段上有一个抽头，供接指示灯用。当不接指示灯时，全

部灯絲电压(管脚 2~7)是 35 伏，电流 0.15 安，抽头的一小段(管脚 2~3)是 7.5 伏。加接指示灯后，灯絲由于并联了指示灯而电阻减小，管脚 2~7 間电压成为 32 伏，电流仍为 0.15 安，2~3 之間则为 5.5 伏。整流电流一部分还从指示灯泡上通过，收音机工作时，指示

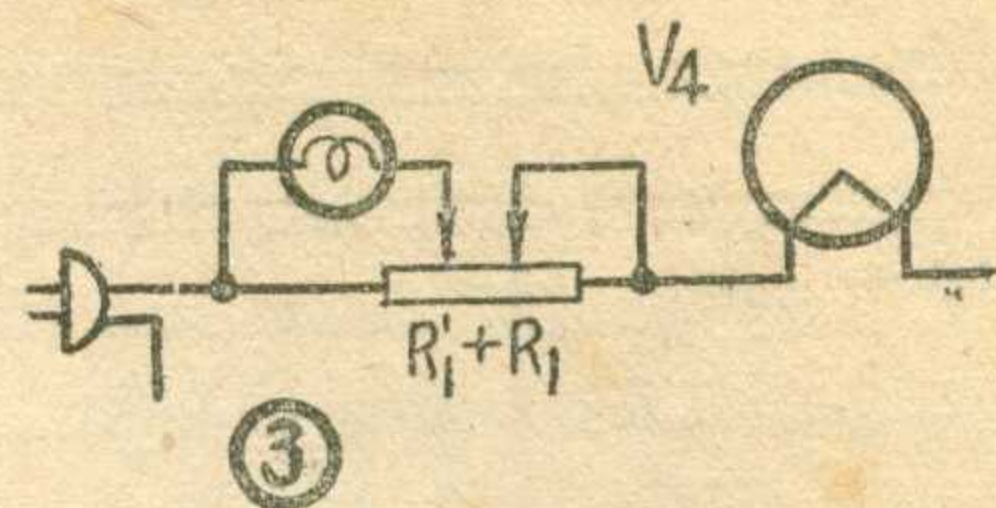
灯的亮度就随屏流变化。此外，在整流管的屏极电路里还串有一个十余欧的限流电阻 R，防止滤波电容器开始充电或短路时，过大电流会将整流管阴极或并联接有指示灯的一段灯絲烧毁。

上面是这类收音机构造上的特点，也是經常易生故障的部分。下面就按几种常見的故障談談它們的現象和修理。

整流管燒毀

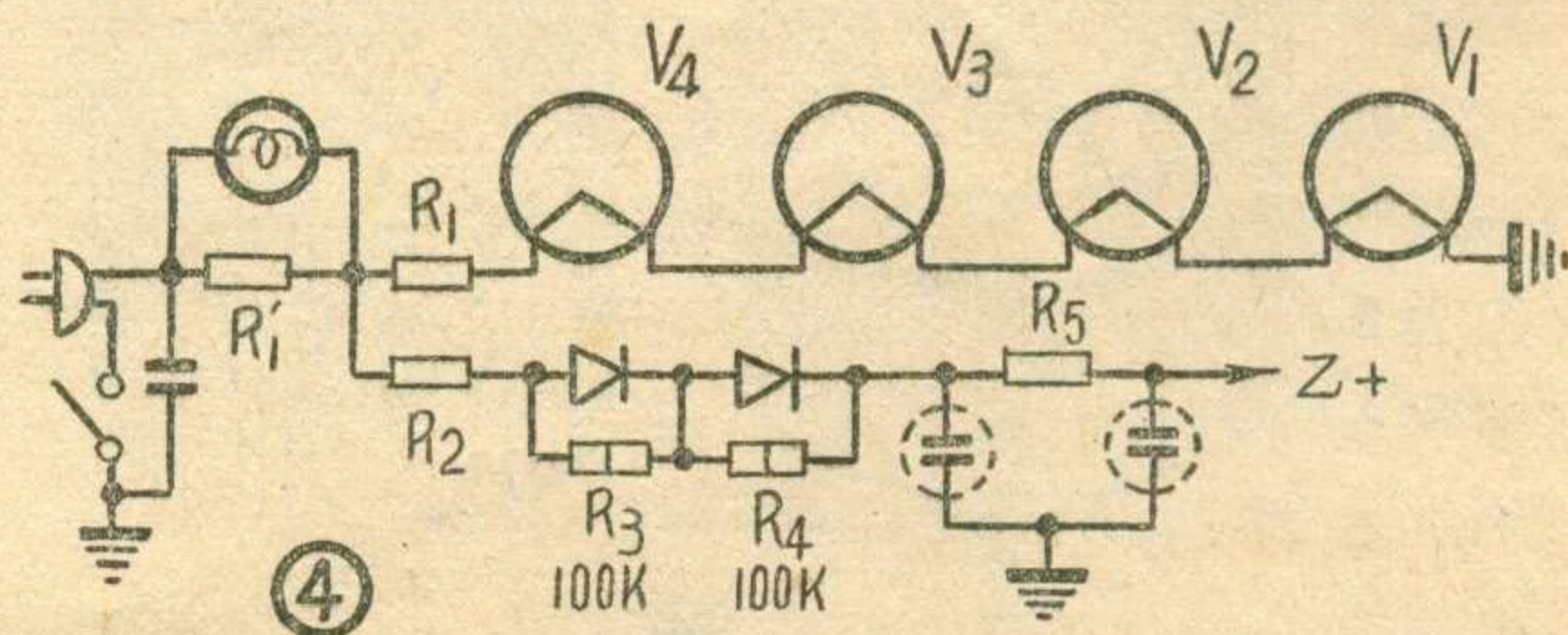
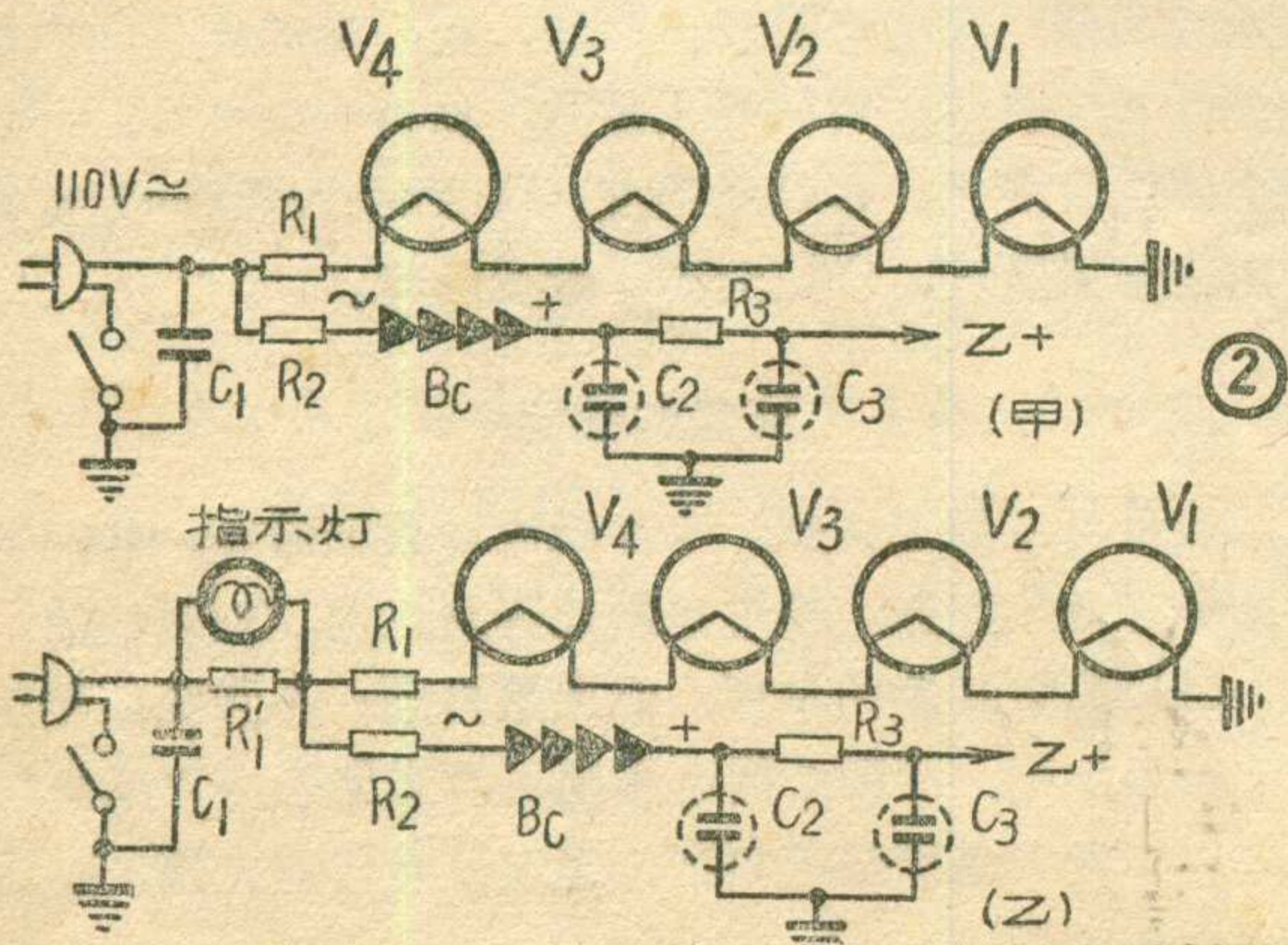
整流管燒毀故障是这类收音机最常见的。带有指示灯抽头的整流管很多只是燒断灯絲接通指示灯的这一小段，只要在管座这一段的两脚上并联接上阻值约为 21 欧 2~5 瓦的綫繞电阻一只，就可以复用，对整流工作不至有显著影响。如果是大的一段燒毀，就要考虑另換管子。这种整流管相同型号的目前很少，如用一般交流机上常用的整流管代替，引起的問題較多，因为

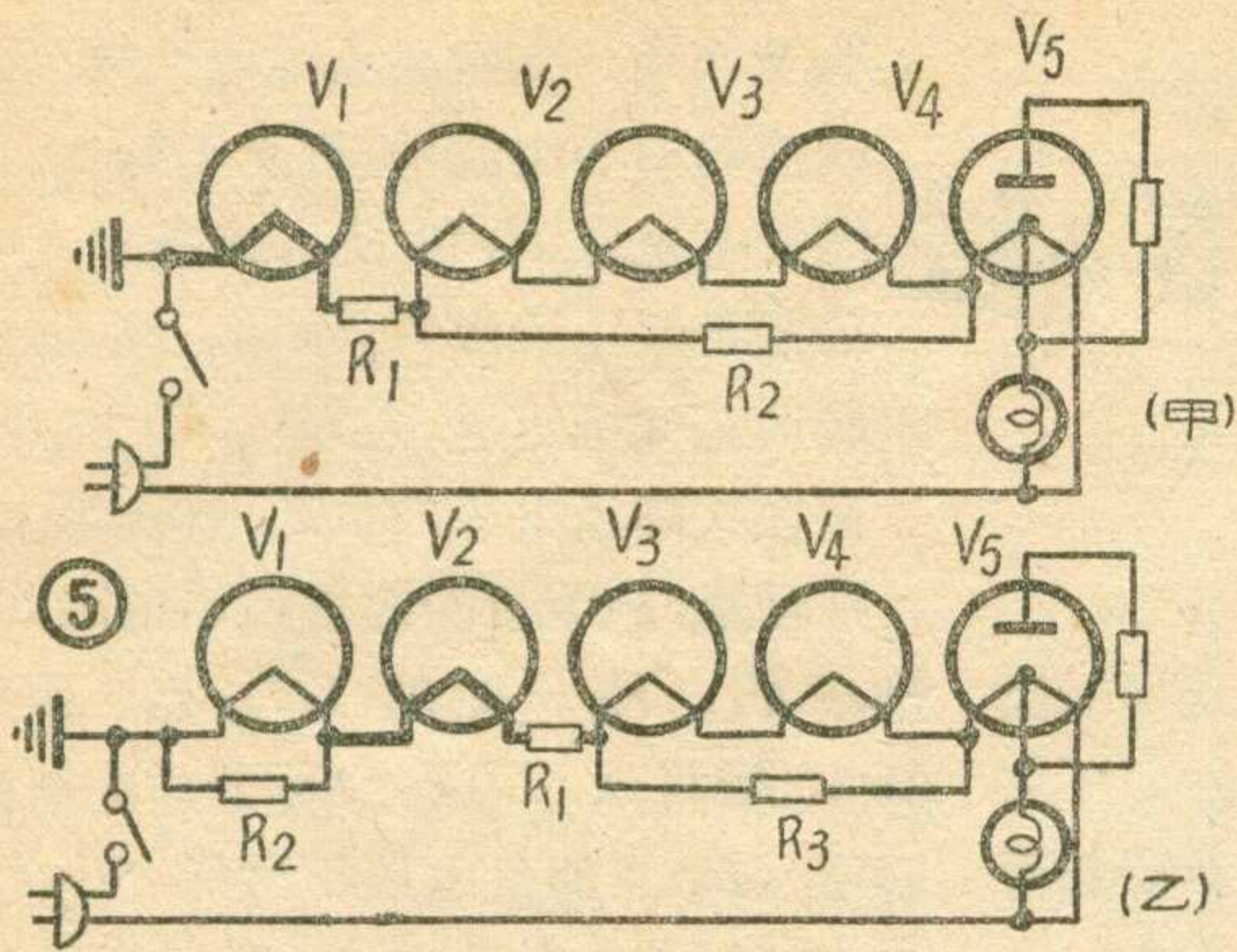
在这样的灯絲串联电路里，各电子管的灯絲电流必須是一样的，交流管的灯絲电压低、电流大，放进原来的串联电



路后，就要增加分流电阻和降压电阻，这样不但使收音机的功率消耗增大，而且电阻要发散很大热量，会使收音机的温升大大增加。因此最好采用硒堆整流器或半导体二极管代替。改換时仍用半波整流电路，只在灯絲电路里串入一个相当于原整流管灯絲工作阻值的电阻就可以了。图 2 甲是改用硒堆整流的一种参考电路，R₁是用来代替原管灯絲的电阻，阻值可按原管的电压和电流根据欧姆定律算出。例如在本例中电阻 $R_1 = \frac{35(\text{伏})}{0.15(\text{安})} \approx 235$ 欧，电阻的散热功率 $P = (0.15 \text{ 安})^2 \times 235 \text{ 欧} \approx 5.3$ 瓦(取用 10 瓦)。这样处理，收音机上沒有指示灯了，使用上不够方便。需要恢复指示灯，可如图 2 乙所示在 R₁ 的一段上接出。这段阻值的多少，要看指示灯所需的电压而定。现在常用的 6~8 伏指示灯泡，一般使用在 5.5 伏时比較耐用，这时它的电流约为 190~210 毫安不等(各厂产品规格多有出入)，这一段的电阻取用 37 欧左右就可以。取得大些，指示灯虽可較亮，但灯泡不能經久耐用。而且电源刚一开启时，各电子管灯絲尚未灼热，阻值还小，会有較大的电压加在指示灯上，很易燒毀。这些电阻阻值都是畸零数值，实际装置可以选用較大阻值的可变綫繞电阻，多加一个調节滑鍵，就能方便地将 R₁ 和指示灯所需抽头調出来(见图 3)。硒整流器前面串有一个 100~200 欧 5 瓦型的限流电阻 R₂，作用与图 1 上的 R 相同。硒整流器可以利用 0427 型，将它拆去一半(用 13 片)应用，或用 ZXJ-25A-13D 型的也可。

使用半导体二极管代替硒整流器，可以使占用的空間縮小，但是价格較貴，改接后的电路见图 4。图中使用的是两只半导体二极管 ДГЛ-24 串联，每只管上跨接一个 100 千欧 1 瓦型的分流电阻，防止两管因特性稍異引起电压分布不均而被击毀。





变频、中放和检波放大等管损坏

变频、中放和检波放大等电子管，在普通6.3伏系列交流用电子管中种类很多，多数可在100伏上下的屏压中使用。两用电源收音机上这部分电子管坏了，在无同型新管时可以用6.3伏系列功能相同的管子代替。代换时只要在灯丝电路里加入降压电阻和分流电阻，以使电路的使用电压和原来的相等，又使各管的电流统一就可以了，其他零件不需怎样变动。例如在图5甲中，把一只6SQ7GT代换12SQ7GT（前者灯丝电压6.3伏，电流0.3安；后者灯丝电压12.6伏，电流0.15安），需要串入降压电阻 R_1 和并联上分流电阻 R_2 。这两个电阻阻值可按欧姆定律计算。降压电阻 $R_1 = \frac{U_1 - U_2}{I_2} = \frac{12.6 - 6.3}{0.3} = 21$ 欧，它的散热功率 $P_1 = I_2^2 \times R_1 = (0.3)^2 \times 21 = 1.89$ 瓦（为了减小热量应取用较大数值为3~5瓦）。分流电阻 $R_2 = \frac{U_3}{I_2 - I_1} = \frac{12.6 + 12.6 + 50 + 30}{0.3 - 0.15} \approx 715$ 欧，散热功率 $P_2 = (I_2 - I_1)^2 \times R_2 \approx 16$ 瓦（取用25~30瓦）。式中 U_1 是原来电子管的灯丝电压， U_2 是新换的电子管灯丝电压， U_3 是未更换的各电子管灯丝电压之和， I_1 是原来电子管的灯丝电流， I_2 是新换电子管的灯丝电流。

如果需要更换的电子管不是接近地端的 V_1 ，就不能只用一个分流电阻，也不宜将电子管灯丝接线顺序变更重排。在这样情况下，需要使用两个分流电阻来解决。例如图5乙中， V_2 是新换灯丝电流较大的电子管，那末就在 V_1 及 $V_3-V_4-V_5$ 的灯丝电路上分别并联上 R_2 和 R_3 ，使得这两段的电流和新换 V_2 的灯丝电流相等，在本例中 R_1 的阻值和图5甲中的相同， R_2 是84欧， R_3 约是630欧。

功率输出管损坏

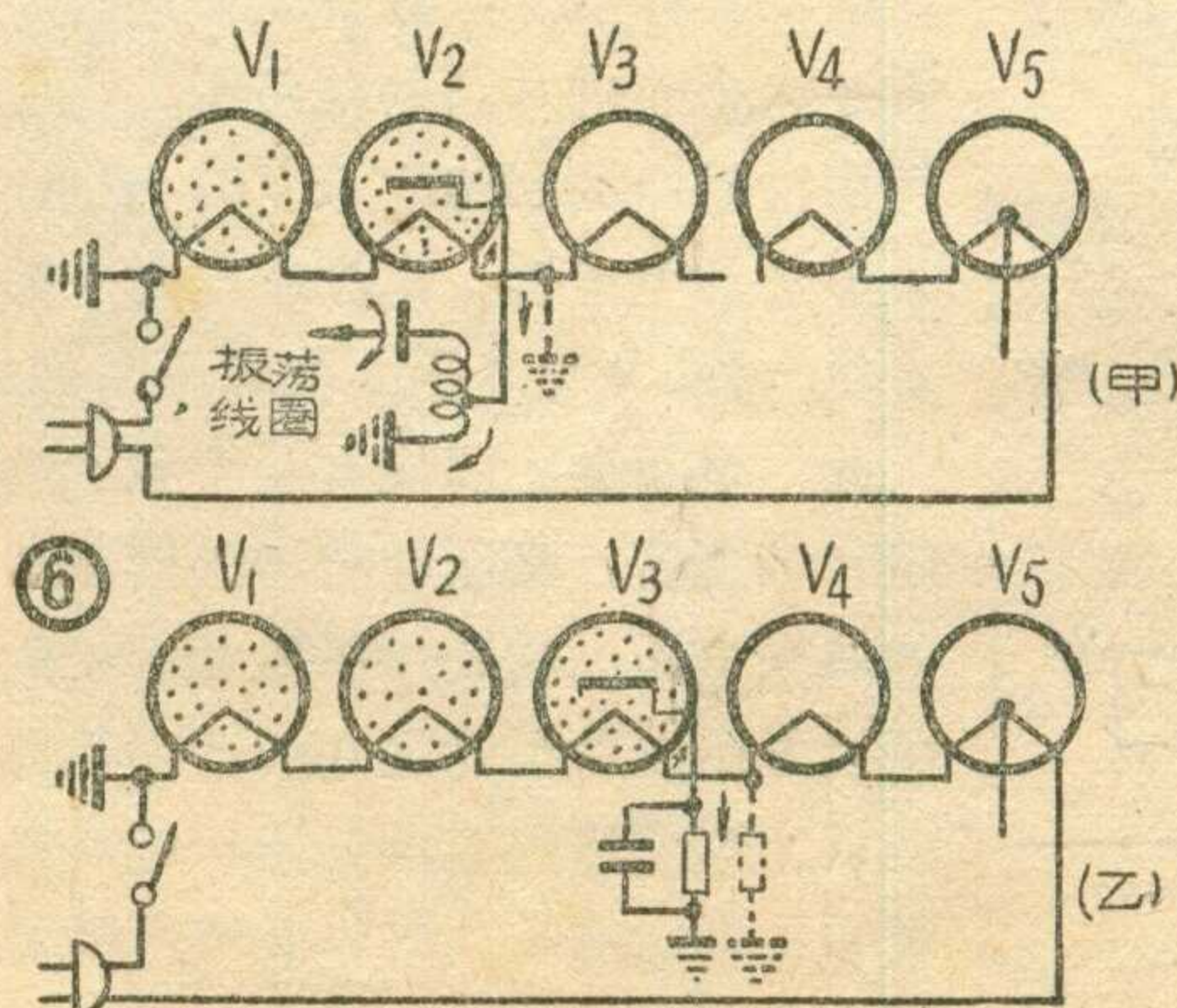
50L6等高灯丝电压的末级功率输出

管目前也很少，损坏了虽然也可应用以上方法代换，但是一般交流型输出管的灯丝电流比两用机上原来电子管的大很多，而且这类管子在100伏左右的屏压时工作性能并不十分良好，和原来的输出变压器、阴极电阻等也难以配合。依照目前情况看来，比较合理的办法是用一般三极管或是遥截止式的五极管代用，例如前者的6F5(6Φ5)、6C2C、6J5(6Ж5)

等，后者的6K3P(6SK7GT)、6K4(6K4Π)等，它们的灯丝电流都不很大。用三极管时，失真比较小，阴极电阻要按新管特性更换，原来输出变压器初级阻抗虽小一些(50L6GT只有2千欧)，仍可将就留用。用五极管时可以得到较大音量，它的帘栅电压不要太高，以免使失真加剧，一般要给它串入一个2~5千欧1瓦的电阻，并在帘栅和地(乙)之间跨接0.1微法的旁路电容器。输出变压器要换用初级阻抗尽可能大的，例如适合2P2(2Π2Π)或3S4等用的输出变压器。原电路阴极电阻上如未加有并联电容器，则应加接一个数十微法的电容器，取消负反馈，以免影响音量。这样改装后，输出功率仍然能达100~300毫瓦，可以满足一般情况下收听的要求。

指示灯泡损坏

指示灯烧毁，在普通交流收音机上可以说无关重要的。但在两用电源收音机里，从整流管引出的指示灯断路之后，整流管与指示灯并联的一段灯丝将会继续被烧毁，所以要及时换入新灯泡才可继续使用。某些收音机是有规定型号的指示灯泡的，但仍可用一般6~8伏的小电珠替换。

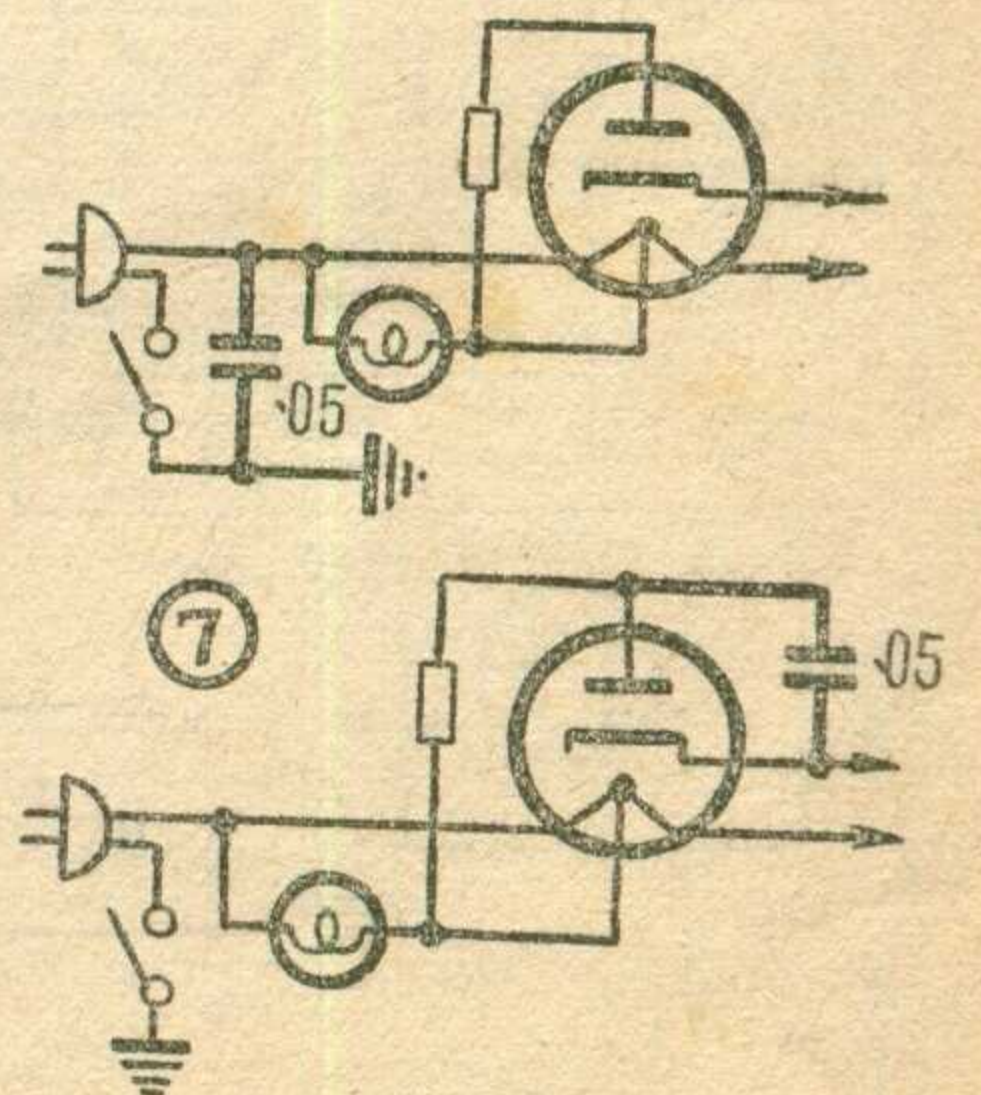


电子管灯丝和阴极间漏电或短路

两用电源收音机的电子管还常发生阴极和灯丝短路或漏电的故障，现象是个别电子管灯丝的亮度比较正常的黯淡甚至无光，而另一些管子的灯丝却特别光亮。例如在图6甲中， V_2 （变频管、它的阴极经振荡线圈通乙）的阴极和灯丝一经短路， V_1 和 V_2 灯丝将被短路而不亮，灯丝电路的全部电压将加在 $V_3-V_4-V_5$ 上，所以它们就特别光亮。阴极串有偏压电阻的电子管发生这种故障时，这个电阻就等于和前面几个管子的串联灯丝电路并联起来(图6乙)，使这一段电路总的电阻值下降，两端的电压十分低落，所以这些管子就黯然无光，后面的管子承受电压较高，因而特别光亮。这种故障，有的可用万用电表从阴极和灯丝之间量出是否短路或漏电，有的要在电子管工作时才出现(测量各管的灯丝电压是否合乎规定值可发现有故障的管子)。简便的方法，可在通电后从近地端的 V_1 管起，将电子管逐个拔下，如果这只电子管刚一拔除，其他电子管全部熄灭，说明毛病就在这只管子上。如果是近地端的 V_1 管有此故障，将这只管子的灯丝接线在管座上对调一下，有时仍有希望能够继续使用。其他电子管发生这样毛病，就需要更换新管了。

调制交流声

有些收音机在调到电台时，会有经由电源而来的调制交流声。这种毛病在交直流两用机中最容易发生。消灭这种交流声的方法，是在收音机的电源进线“火线”端并联上一个.006~.05微法电容器通地，或者将它并联在整流管的屏、阴极之间(图7)，使高频电流旁路，交流声就可以消失。图2电路中的 C_1 就是起这样作用的。



扩音机输出级的改进

黄锦源

常见的50瓦扩音机，输出级多采用甲乙₂类推挽放大电路，末级使用两只807电子管，工作条件为屏压400伏，帘栅压300伏，栅偏压-25伏；负荷阻抗屏至屏为3800欧。根据电子管特性手册的介绍，两只807管在这样工作状态下，失真程度不超过额定值的最大输出功率为60瓦。但是，实际上这类扩音机在不超額失真度时的最大输出一般仅为30~40瓦，很少有达到50瓦的。输出功率低落的原因，主要在于供电系统电压的调整率不高。这类电路的末级放大管屏极和帘栅极电流在工作时变化很大，而且在输入信号最大时，放大管还会有栅流出现。这样，放大管的屏极和帘栅极电压在大信号时就会因屏流和帘栅流加大而下降很多，使有效输出功率减小。同时，这种放大器的末级栅负偏压，通常是采用在次高压电源绕组（即供给末级放大管帘栅压及前级放大管乙电的电源绕组）中心抽头和机壳之间接入电阻和旁路电容的方法，利用帘栅及前级电流通过这个电阻产生的电压降以取得的。在大信号

时，由于帘栅极电流增大以及栅极出现栅流，使得末级栅负偏压在屏压和帘栅压下降时反而增大，以致引起更大的非线性失真。

克服这些缺点，主要是如何改进屏压、帘栅压和栅负偏压供电系统的稳定度。按照一般办法，对于屏压，可以将它提高到400伏以上，使它在最大输出时虽然下降，但不致低到额定值以下。对于帘栅电压可以使用稳压管。对于栅负偏压可以改用固定的偏压电源。但是这些方法都还不很理想，因为：①屏压增高，电子管在无信号时的屏耗也要增加。为了防止过大的屏耗，提高屏压后，就要适当提高栅极的负偏压，以减小屏流，但这样输出级在大信号时，由于栅偏压增加又会失真更大。②帘栅电源采用电子管稳压时，一般需要使用两只以上的稳压管，电源容量也要相应地增大，而且稳压作用有时还嫌不足，作用也只限于对帘栅极有效，不能兼顾到栅极负压。③至于栅极负压改用固定电源，需要另备丙电整流器，耗用器材，不够经济，对于其他各极，也不能兼起稳定作用。

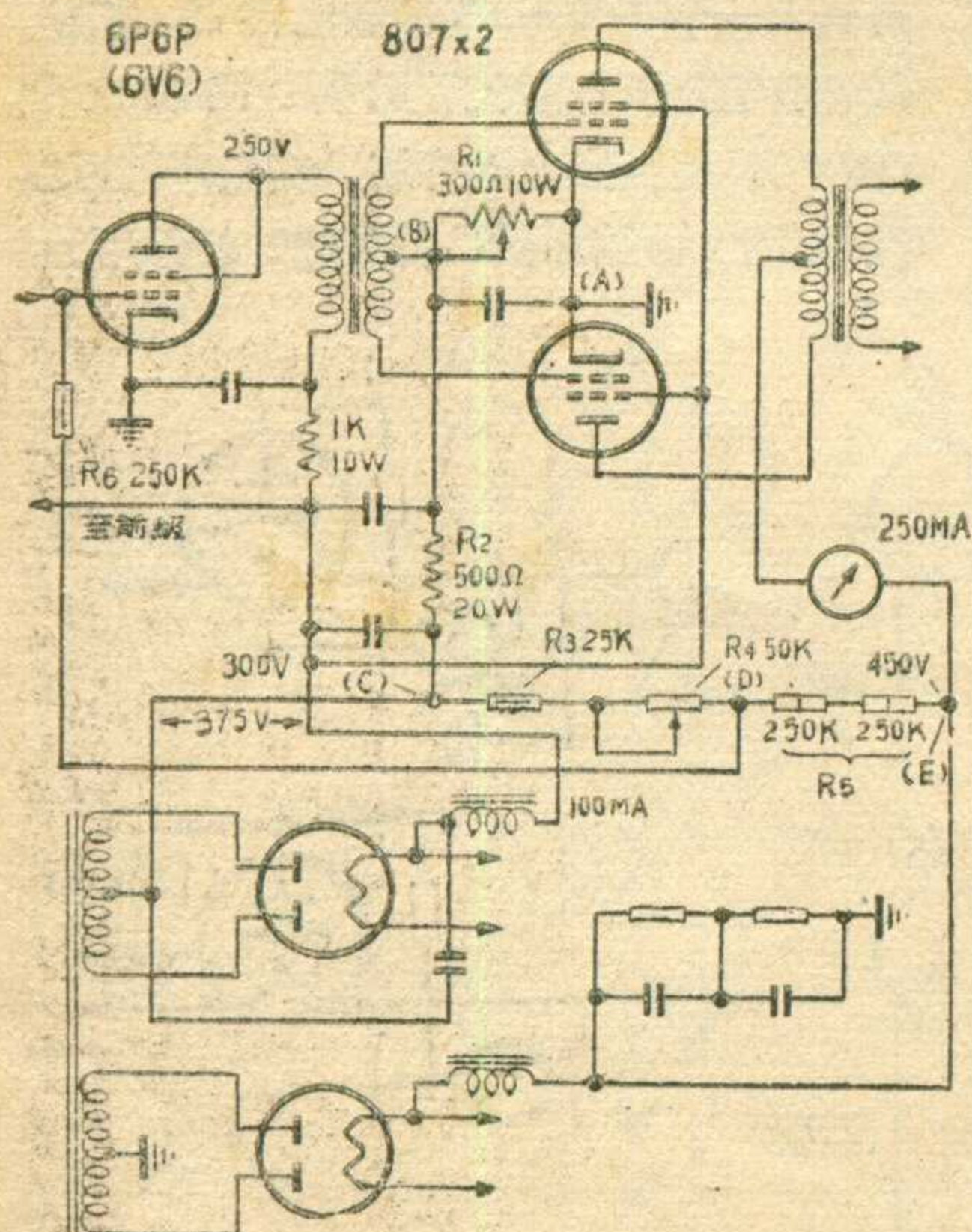
这里介绍一个可以自动调节帘栅极电压和栅负偏压的改进电路。它可以提高扩音机的功率输出，减少失真，而使用零件很少，效果比较显著。附图是这个改进电路的线路图。稳压作用由推动级的6P6P(6V6)管兼任，无需另加电子管。电源供电与一般扩音机一样，分为高压、次高压两部分，为此，电源变压器应有两个独立的绕组和整流器。高压整流器供给807管的屏极电压，次高压供给807管的帘栅极电压以及推动级6P6P和其他前级放大器所需的较低高压，次高压电源采用电阻滤波，这样整流后的电压随负载的变化较大，可以获得更好的

调节效果。在次高压电源负端（即绕组的中心出线）和机壳(A)点之间接有电阻 R_1 和 R_2 。末级放大管的栅负偏压就由 R_1 供给。高压电源的正端经过电阻 R_3 、 R_4 和 R_5 接在次高压电源的负端(C)点上。推动级6P6P管的栅极经过电阻 R_6

接在 R_4 、 R_5 之间的(D)点，因此6P6P管将从(D)点取得所需的栅负偏压。(D)点的负电压是这样产生的。一方面(D)点通过 R_3 和 R_4 接至次高压电源的(C)点，这点对地(机壳)来说是负电位，另一方面，(D)点在高压电源回路中对地来说又是正电位，因此(D)点对地的电压就是这两个电位抵消后所剩余的数值。只要适当地选择 R_3 、 R_4 和 R_5 的数值，使(D)点自(C)点得到的负电压大于自(E)点得到的正电压，结果其净电压对地来说是负值，因而可利用它来作为6P6P管的栅负偏电压。既然(D)点对地的电压和(E)点、(C)点对地的电压都有关系，那末，一旦(E)点或(C)点的电压有所变动时，都会直接改变(D)点电压的数值。例如，高压电源数值下跌时，(D)点将会变得更负一些，这是因为(D)点自(E)点得到的正电压变小了。而当流过 R_1 或 R_2 的电流增加而使(C)点更负时，则(D)点电位也同样变得更负，这是因为(D)点自(C)点得到的负电压增加了。

(D)点电位的改变，也就是6P6P管栅负偏压的改变，所以立刻会对6P6P管的屏流进行控制。此外，因为次高压电源调整率不好，所以同时会对末级的帘栅电压起调节作用。通过这样的一系列作用，末级放大管在大信号时由于屏流变大而引起的屏压下降，由于帘栅流增大而引起的帘栅压下降，以及由于产生栅流和帘栅流增大而引起的栅负压增大等等，都可在相当程度内得到补偿。具体调节作用如下：

(1) 在大信号时，807管屏压下降，这时(D)点电位也下降，因而6P6P管的栅极偏压也向负的方向移动，结果使6P6P管屏流减小，因而



流过 R_1 的电流也减少，使 807 管的栅负偏压也因之减小。另外，由于次高压电源调整率差，6P6P 管屏流减少后，电源输出直流电压会有所增高，故而 807 管的帘栅压也会上升，使屏压下降引起的作用获得补偿。

(2) 在最大信号时，807 管会产生栅流，使 R_1 的电流增加而电压降增大，因而它的栅负偏压也会有所增加。但是 R_1 的电流增加、电压降增大时，(B) 点对 (A) 点 (机壳) 来说是更负一些，(D) 点电位也比以前更负一些，因而 6P6P 管的屏流减少，导致流过 R_1 的电流也减少，与产生栅流所引起的电流增加相抵销。

(3) 大信号时，807 管的帘栅流增大，会使 R_1 上电流增加、电压降增大，而使它的栅负偏压增加。但是如上所述，这样也会反映到 (D) 点上，使它变得更负而减少 6P6P 管的屏流，结果将使 807 管的栅负偏压减小，帘栅压增加。这样大信号时帘栅电流增加导致帘栅电压下降和栅负偏压增加的作用，都将减小。

推动级 6P6 P 管的屏极和帘栅极相連作三极管使用。调节 R_4 ，使它在无信号时屏流为 45 毫安，在最大信号时下降到 20 毫安左右。这时屏流看来虽小，但功率仍够推动下级之用。这样调整后，电路工作时，末级放大管的帘栅极电压下降不超过 5 伏，栅负偏压增高约为 2 伏左右，稳压效果是相当好的。实验证明，经过这样改进的输出级的无显著失真输出功率可接近 60 瓦。

在这里 807 管的屏压采用 450 伏，是考虑到一般高压电源在大信号时电压下降较大，因此预先适当提高，使它在最大输出时下降不致低于 400 伏。如前所述，提高屏压，会增加电子管的无信号屏耗，但是只要屏耗不超过额定值 (每只 807 管为 25 瓦)，还是可以的。如超过额定值，可以考虑稍加大它的栅负偏压，减低屏流，以使屏耗降至额定值以下。为了在大信号时不致加大失真，这样处理是有利的。次高压电源输出正端对机壳之间电压应为 300 伏，由于电路里 R_1 与 R_2 两端尚有 70~80 伏的电压降，所以电源的正

负两端整流电压应当包括这一部分，要有 375 伏左右，才能满足需要。制作上还要注意电路中所用电阻，应当选用质量较好、功率较大的，保证不易损坏。其中 R_4 要使用优质的直线性电位器，或具有抽头的线绕电阻。 R_5 采用两只电阻串联，这样每个电阻上的电压降较小，比较安全可靠。

在调整时，应当注意推动级与输出级之间的电流和电压变动会相互影响。例如为调整末级放大管屏流而变更它们的栅负偏压时，就会同时牵动推动管的栅偏压，而使它的屏流也改变。反过来，在调节 R_4 以使推动管能有 45 毫安屏流时，末级放大管的帘栅压和屏流也会受到影响。所以调整时最好使用两只毫安表，分别接在 807 管和 6P6P 管的屏回路里，然后反复调整 R_1 和 R_4 ，这样调好机器并不困难。图中 R_1 和 R_2 的阻值是按次高压电源电流总值 (包括末级放大管帘栅流、推动级及各前级放大管的总电流) 为 100 毫安而选定的。电流值不同时， R_1 和 R_2 的数值要适当调整。

“想想看”答案

1. 先在线包的外面绕上一定的圈数，然后将变压器初级接入电源，测量一下新绕上的线圈两端的电压。把所绕的圈数除以所测得的电压，就是每伏应绕的圈数。再乘以 6.3 伏，即得到应绕的圈数。

2. 两个电流表的指示完全相同。这个有趣的现象不难通过计算来验证。应当指出，这个例子反映了线性电路中的一个重要的定理，即互易定理。这个定理说明如果电路甲支路中的电势在乙支路产生一定的电流，那么，将该电势置于乙支路时，也将在甲支路内产生同样的电流。

3. 电源变压器在运用时，初级线圈上加有固定的电压。所以当次级线圈被短路后，通过次级线圈和初级线圈的电流都显著增大，因而把变压器烧毁。输出变压器在运用中，初级线圈上的交流电压不是固定的，与初级阻抗有关，而初级阻抗又决定于次级阻抗。在次级线圈短路的情况下，反射到初级的阻抗等于零，因此初、次级线圈上均无交流电压，变压器不会被烧毁。相反地，当次级开路时，反射到初级线圈上的阻抗为无限大，因此在初级线圈上的交流电压颇大，可能把线圈间的绝缘打穿，从而烧毁变压器。

110 伏电源变压器改 110/220 伏两用

有些旧式收音机原规定使用 90~100 伏电压 (也可用于 110 伏)，它的电源变压器初级有 90 伏、100 伏两个抽头，次级高压线圈为 250 伏，另有一个 5 伏线圈供整流管灯丝，一个 2.5 伏线圈供其它电子管灯丝电压。现在大部分地方电源电压都是 220 伏，这种收音机除了重绕变压器外，是否还可以使用呢？下面介绍一种简便的方法，可以改成 110 伏和 220 伏两用。

这种收音机多数带有用保险丝变换电压的装置 (如附图)。

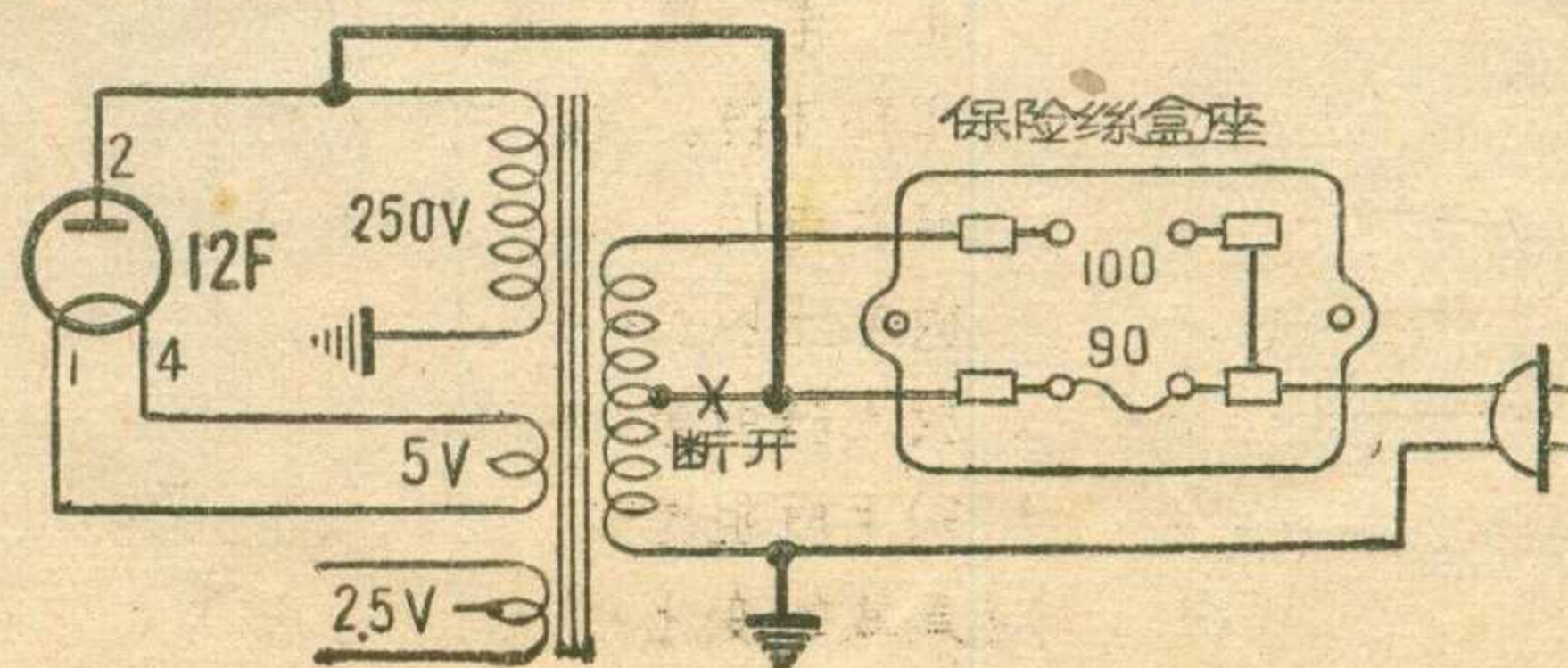
改制时只要将电源线不接保险丝的一端接地。将变压器 90 伏抽头处断开，并用胶布包好，以免接地短路。将整流管屏极接至 90 伏保险丝处，如图中粗线所示。

使用时，将保险丝接通原来 90 伏处，就可使用 220 伏电源。用保险丝接通 100 伏处，就可使用 110 伏。

改制后底盘带电，使用时注意不要接触收音机的金属部分，同时也不能使用地线。如发现底盘带电最好将电源线反插一下。

经过改制后，使用 220 伏电压时，变压器输出电压虽然降低了一些，但使用起来还是令人满意的。

(张树清)





田进勤

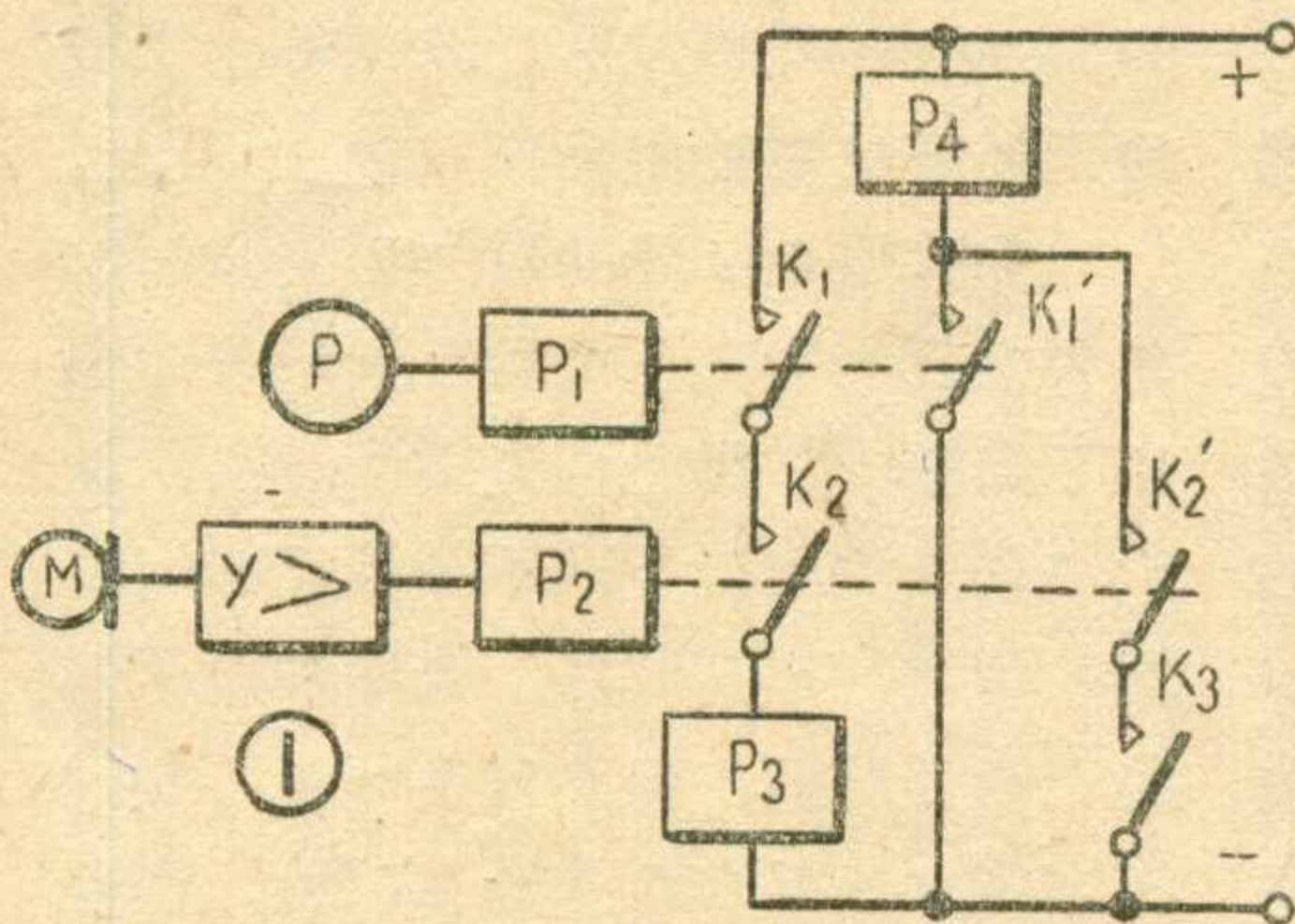
当咀嚼食物的时候，口内就分泌唾液，表示“兴奋”。生理器官的这种反应，叫做无条件反射。如果每次在咀嚼食物之前都听见某一种声音，或受其它某一种外界刺激，那么久而久之，一听到这种声音或受到这种外界刺激时，即使没有咀嚼食物，口内也会分泌唾液。生理器官的这种反应，叫做条件反射。条件反射都是在无条件反射的基础上形成的，使动物能很好地适应经常变化的外部环境条件，引起动物在客观上合理的动作。如果机器能模拟动物的条件反射本能，很明显对生产自动化将带来巨大的变革。

这里介绍的机器狗是一种模拟动物条件反射的简单电子仪器，它能帮助我们了解一些用机器模仿大脑的简单原理，并且表演生动有趣。每当把“食物”（金属球）放进“小狗”嘴里时，它会不例外地“亮”起眼睛并摇动尾巴，表示“兴奋”——无条件反射。如果先对机器狗发声，紧接着给以“食物”，并如此反复多次之后，就会看到从某一次起，这只狗在只听到声音而没有得到食物的情况下，也会摇起尾巴、亮起眼睛来，好像得到食物一样地兴奋，这说明条件反射已经形成。当然，如果你长期只用声音来“欺骗”它，那么它会逐渐“怀疑”起来，最后也“不理”这一套了（遗忘了条件反射）。

电路原理

机器狗的电路原理示于图1。P为一金属球，代表喂狗的食物。M为微音器，接收声音信号。Y为放大器。P₁、P₂、P₃都是继电器，P₁是速动的，P₂是速吸迟放的，P₃是迟吸迟放的。K₁、K₁'、K₂、K₂'及K₃分别为P₁、P₂及P₃所控制的常开接点。P₄为执行继电器，控制狗的动作。

由图可知，当没有任何信号作用时，执行继电器P₄不会动作，狗也就不起反应。当仅向狗发声时，K₂和K₂'闭合，但因K₁和K₃没有闭合，所以狗仍不起反应。当只喂“食物”时，K₁和K₁'闭合，P₄通过K₁'而被接通，从而使狗反应（无条件反射）。

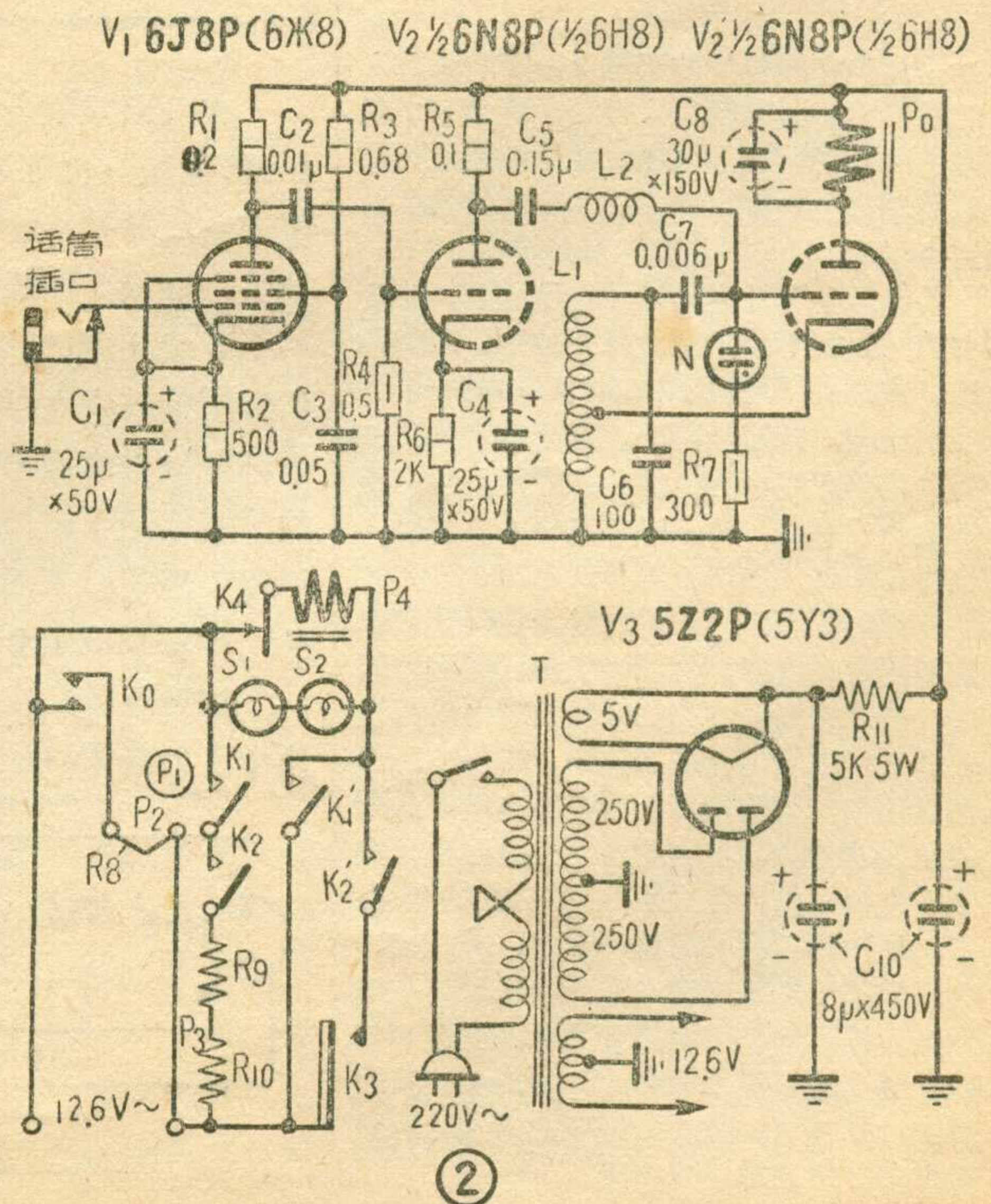


现在先向狗发声，迟放继电器P₂动作，闭合K₂和K₂'，再立刻喂以“食物”，则继电器P₁接通，闭合K₁和K₁'。这时，继电器P₃经K₁、K₂接通，但P₃是长延时的迟吸迟放继电器，虽有电流通过，K₃并不立刻闭合。只有当先声音后食物的信号组合连续重复几次时，P₃才使K₃闭合。K₃闭合后，虽然只发出声音信号，即只对狗发声而不喂食物，但由于K₃的长延时释放和K₂'的闭合，也能使执行继电器P₄通过K₂'和K₃接通，从而狗也会起反应（形成条件反射）。机器狗保持条件反射的时间可达2~5分钟。之后K₃弹开，再对狗发声，它就不会起反应了（“遗忘”了条件反射）。

从上述“训练”、“条件反射形成”及“遗忘条件反射”的过程中可看出，继电器P₁、P₂和P₃的动作时序很重要。P₁必须速吸速放。P₂必须在向狗发声时很快就能动作，而在发声以后仍能保持一段时间才释放，以便在训练时使P₃有足够长时间通过电流，累积较多热量（P₃为热继电器），不必经过太多次数的

训练就能形成条件反射，并且在形成条件反射后，每次发声停止，仍然能使狗保持短时间的兴奋。当然，P₂的延迟释放时间不能太长，必须短于P₃的吸动延迟时间，否则一次“训练”即形成条件反射，与真实情况不符。

图2是机器狗的具体电路。电子管V₁、V₂、V₂'和V₃组成声电子继电器。V₁、V₂作为音频放大器，用来放大从话筒输入的音频电流。V₂'组成一个哈特莱振荡器。产生振荡时，V₂'的栅负偏压接近于截止偏压，V₂'的屏流极小。当有声音信号输入时，声音信号电流经V₁、V₂放大后通过C₅及L₂加于V₂'栅极，使氛管N起燃。氛管起燃后，内阻急剧降低，几乎使V₂'的栅—阴极短路，从而使振荡停止，V₂'的栅负偏压接近于零，屏流剧升，使P₀动作。据试验，屏流落差可达10~20毫安。V₃组成一般的整流器。P₀控制接点K₀，K₀接通P₂。P₂为一电阻丝式热延时继电器，它是由于电阻丝R₉通过电流后的发热膨胀使中部弯曲（方



法見后)才把 K_2 和 K'_2 接通的。上面已談到,对 P_2 的要求是速吸迟放。由于电阻絲受热膨脹較快,而冷縮較慢,所以基本上可达到要求。实验证明,声音信号需要持續一秒钟, P_2 才能动作,而 P_2 釋放延迟時間可达 2 秒。

P_3 为一长延时继电器,它的接点 K_3 是由双金屬片带动的。双金屬片外面繞以电阻絲 R_{10} 。当 P_3 (即 R_{10}) 通过电流时,双金屬片受热弯曲,使 K_3 接通。继电器 P_4 作成断續器,以便完成狗搖尾巴的动作。

制作、安装和調整

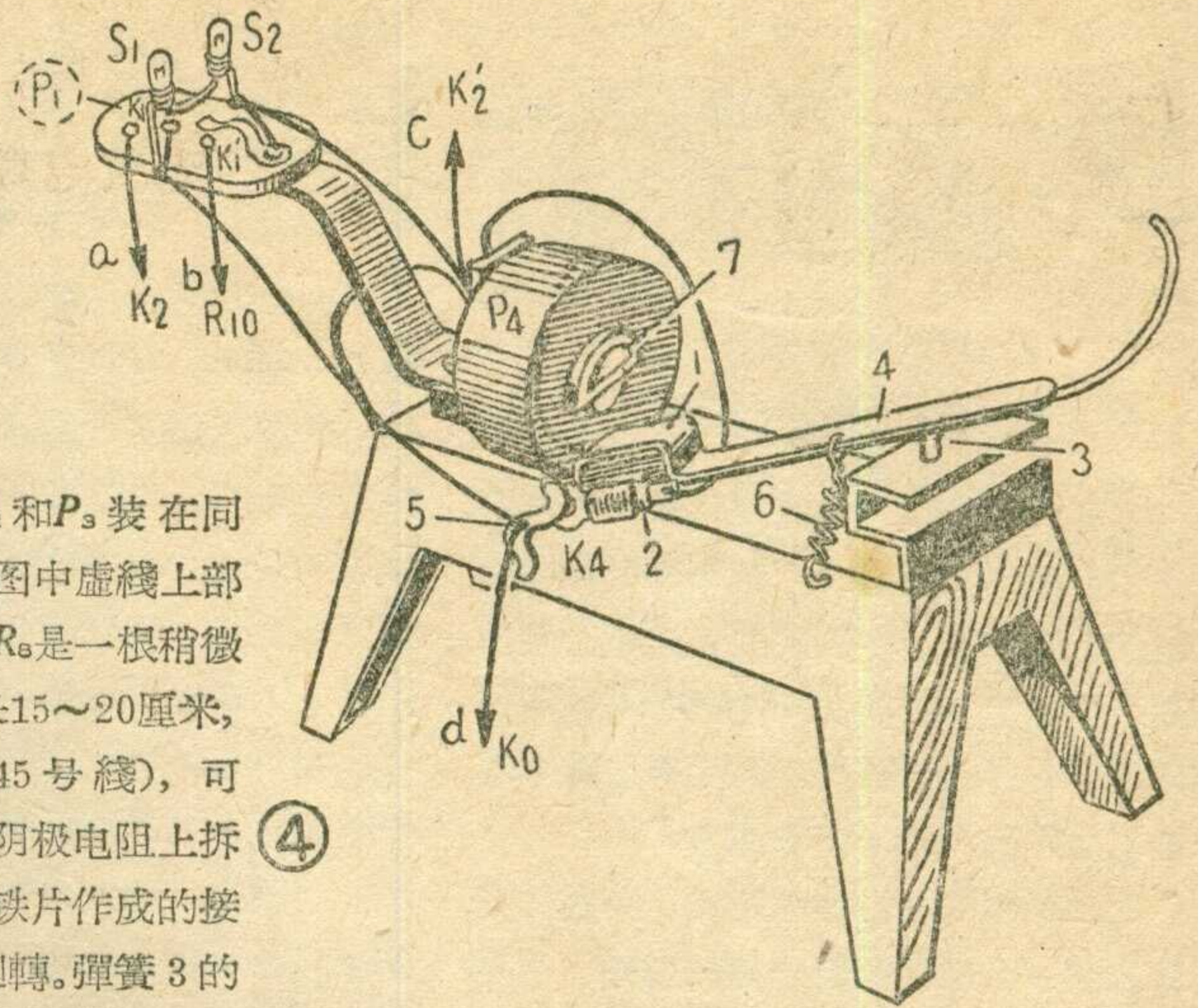
声电子继电器部分的制作比較簡單,各元件的数据已列在图 2 中。扼流圈 L_2 是防止 V_2 的高頻振蕩被 C_5 分路而用的,可用直徑 0.2 毫米的漆包綫在 1 兆欧以上炭质电阻外面繞制 100~200 匝而成,綫圈端綫就焊在电阻引綫上。栅漏电容 C_7 的值应根据試驗在 2000 微微法到 0.01 微法范围内选取,与作为栅漏电阻的氩管的性能有关。試驗中如果发现氩管过一定時間便自动閃亮一下,可增大 C_7 一試,如果还有此現象,可改变同氩管串联的稳定电阻 R_7 。增大 R_7 会使氩管的工作更稳定,但氩管的灵敏度則随之减低。根据实验,有时甚至可以不用 R_7 。振蕩頻率与 C_6 有关, C_6 的数值以 100 微微法較好。继电器只要能 8 毫安起动作、2 毫安釋放就行。或者,在截面积 4×15 毫米的铁心上用 0.1 毫米漆包綫繞制 3000 匝自制。 L_1 用的是美通 630S 型短波本机振蕩綫圈。这个綫圈最好加装屏蔽,以防干扰其它收音机收听。电源变压器 T 的数据:铁心用厚 0.35~0.5 毫米的硅鋼片作成,叠厚 45 毫米;初級繞組用 0.35 毫米直徑的漆包綫繞 473×2 匝;次級高压繞組用 0.224 毫米直徑的漆包綫繞 2150 匝,在 1075 匝处抽头;5 伏繞組用 1.0 毫米直徑的漆包綫繞 22 匝;12.6 伏繞組用 1.12 毫米直徑的漆包綫繞 54 匝,在 27 匝处抽头。

这部分装好后,插上晶体話筒,站在一米以外喊“喂”!氩灯应该燃亮,同时 P_0 应可靠地动作。

延时继电器 P_2 和 P_3 装在同一底板上(图 3)。图中虛綫上部是 P_2 ,下部是 P_3 。 R_6 是一根稍微拉紧了的电阻絲,长 15~20 厘米,直徑約 0.07 毫米 (45 号綫),可从旧的 270 欧綫繞阴极电阻上拆用。图 3 中 1 为一铁片作成的接点架,它能繞軸 2 迴轉。彈簧 3 的張力应小于 R_6 的冷态張力,使只当 R_6 通过电流变热松弛时彈簧 3 才使接点 K_2 閉合。 P_2 装成后,电阻絲 R_6 应尽量成直綫, K_2 和 K'_2 簧片长一些、薄一些,效果会更好些。

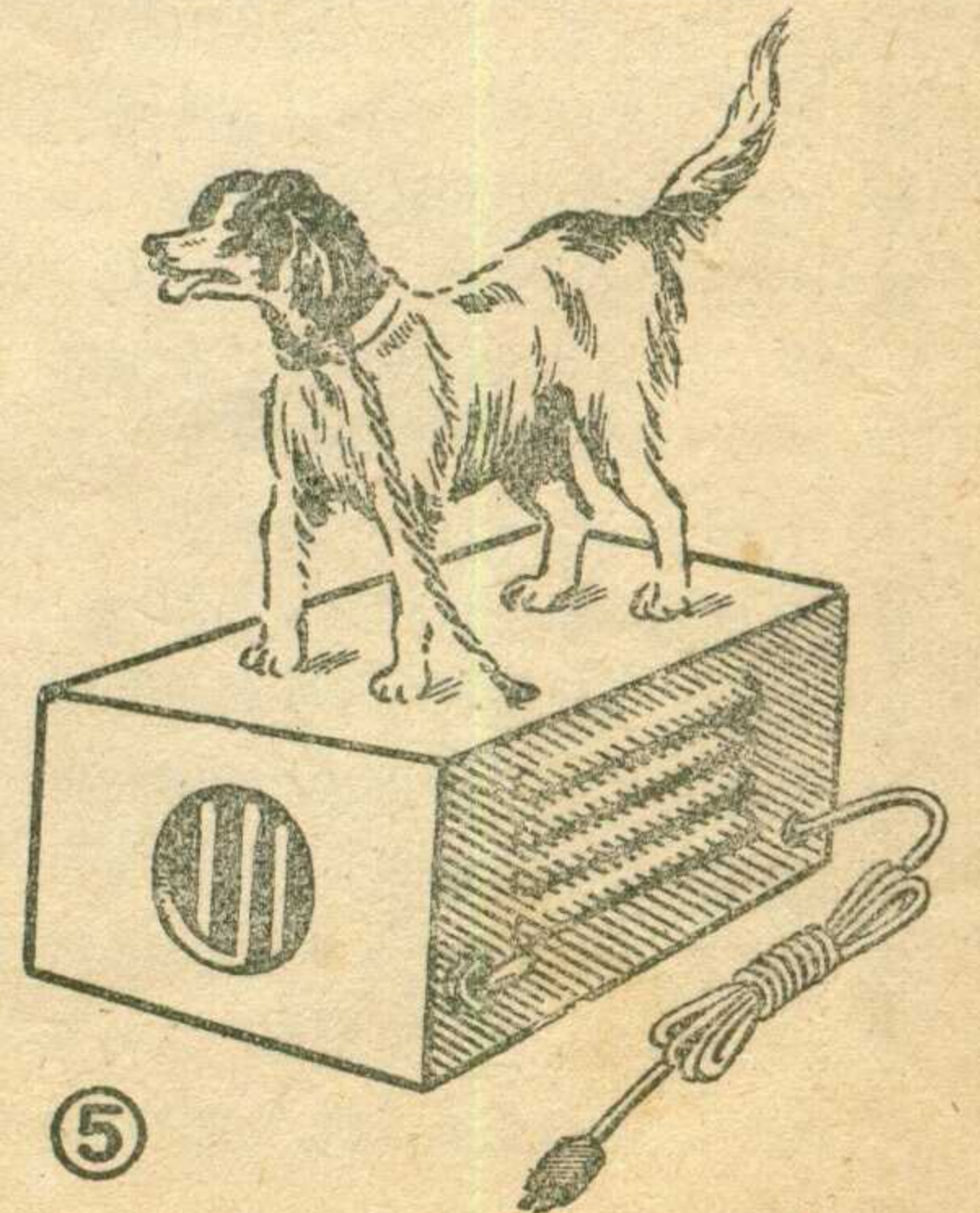
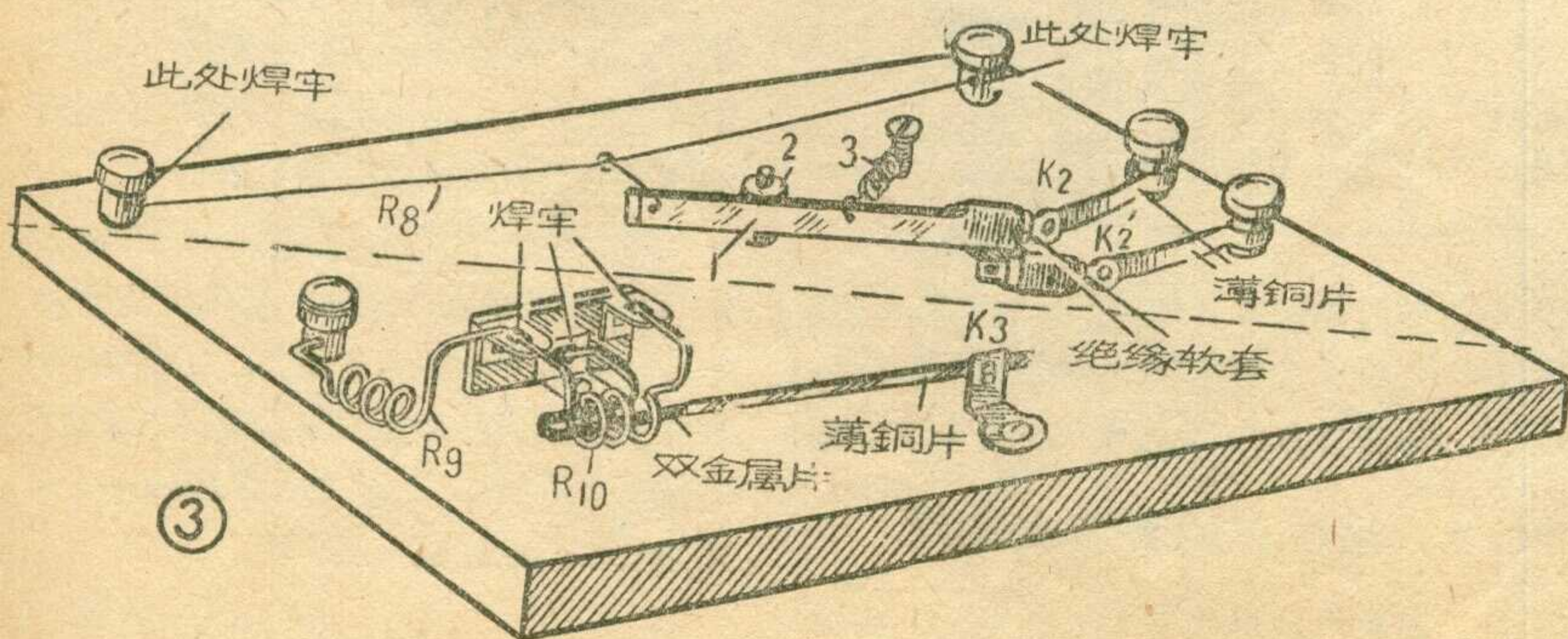
P_3 用一双金屬片,外面套一个用 500~800 瓦的电炉絲(或类似电阻絲)繞成的加热綫圈。这个綫圈的圈数为 5~6 匝,直徑約 7 毫米。加热綫圈即电阻 R_{10} 。双金屬片可拆用日光灯起动作开关(司塔脱)中的那个弯片。在固定 P_3 时,应注意不要让螺管式的 R_{10} 与它里面的双金屬片相碰。双金屬片未固定的一端要焊一彈性較好的薄銅片(长约 30 毫米)作 K_3 接点之一。 K_3 接点間距以 1 毫米为宜。 R_6 也是用同样电炉絲繞成的(約 10 匝),其作用是調节通过 R_{10} 的电流,以获得需要的延时,具体数值可依試驗确定。

狗体包括装有接点 K_1 和 K'_1 的下顎,代表眼珠的灯泡 S_1 和 S_2 ,以及继电器 P_4 (断續器)和由它操纵的搖尾装置。 K_1 的两个接点直接靠铁球接通, K'_1 的上接点是一个簧片,靠铁球压力和下接点接通,所以 K'_1 上接点和铁球接触的地方应加以絕緣,以免 K'_1 和 K_1 短路。 P_4 是从 12 伏 5 安交流继电器拆出的铁心和綫包,装置方法如图 4 所示。被 P_4 吸动的銜铁块 1 由



十余片硅鋼片叠成(尺寸为 $10 \times 10 \times 5$ 毫米),在它上面插入装有接触片的架子(架子与接触片間用套管 2 絕緣)。銜铁焊在圍繞軸 3 轉动的尾架 4 上。 K_4 的另一接触片 5 直接焊在狗体骨架上。銜铁 1 平常被彈簧 6 拉向一边,使 K_4 常閉。当 P_4 工作时,銜铁即向 P_4 的铁心摆去,由于此时 K_4 断开,继电器 P_4 中电流中断,所以銜铁又摆回,这样断續动作,带动狗尾搖动。銜铁 1 吸向铁心 7 后,应与铁心間保持一段 1~2 毫米的間隙。这个間隙太大,銜铁可能摆不动,太小則銜铁可能顫动。作成后試驗,如尾巴摆动过急,可加重銜铁 1 的重量或减小彈簧 6 的彈性。注意,接触片 5 不应太坚硬。用 0.5 毫米厚的銅片(寬 3 毫米长 30 毫米)作接触片 5,銜铁摆幅能达 12.5 毫米左右。

从狗体接出的引綫共四根。 a 綫接到 K_2 的一个接点; b 綫接到电阻 R_{10} ; c 綫是继电器 P_4 綫圈的一根引出綫,接到 K_2' 的一个接点; d 綫接到 K_0 的一个接点或 12.6 伏繞組的一个接头上。 S_1 、 S_2 用一般收音机中的指示灯即可。(下轉第 23 頁)



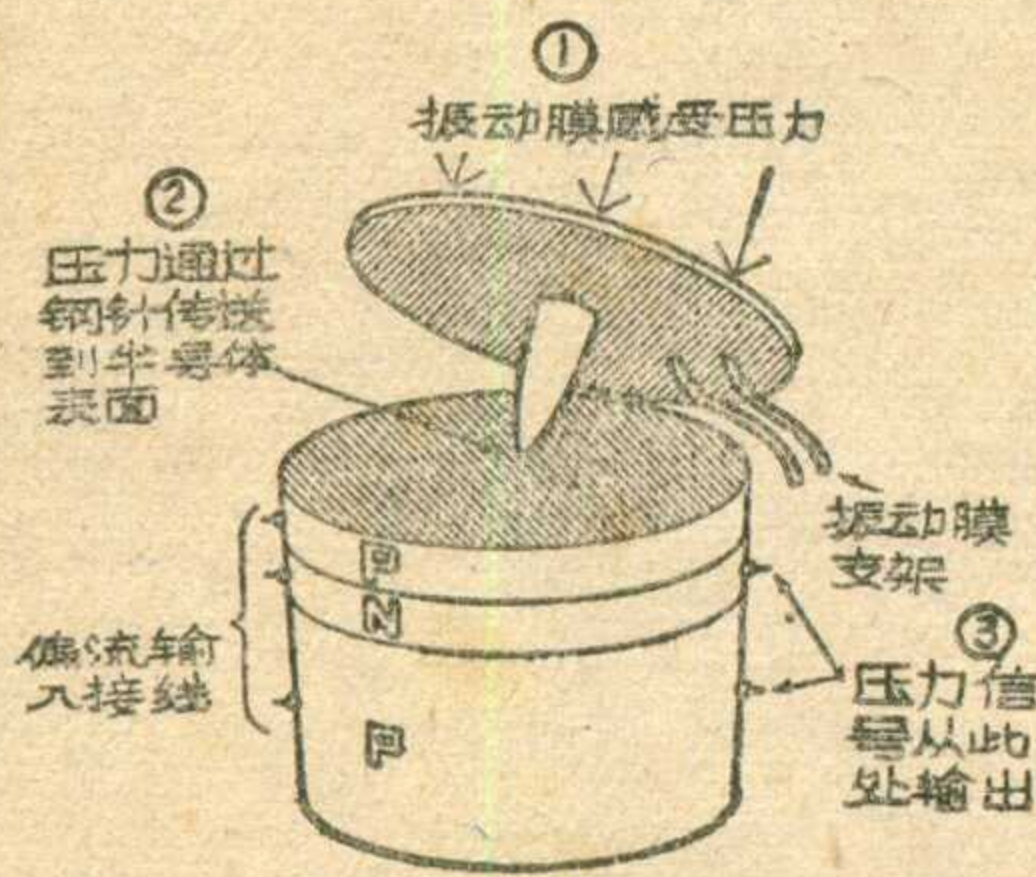


微型晶体管话筒

加拿大的威廉·林德耐尔博士等在研究晶体管表面的缺陷时，发现如果抓搔或轻敲这个晶体管，在测试电表上就会显示读数。经过进一步研究，他们利用这种效应制成了一种微型话筒，其中有些基本零件甚至要用放大镜才能看清楚。

这种话筒的构造如图所示。在晶体管本体上戴一个如同图钉一样的盖帽。当声音压力加在盖帽上并传到针头时，晶体管本体即将它转换成电能。改变压力在晶体管本体上的落点，或者将晶体结作得特别浅，便可以增加话筒的灵敏度。

这种话筒由于利用了晶体管，能够放大并传递通过它的振动，所以属于放大换能器这一类。



这种新型话筒的优点，是它的频率响应可达很宽的范围——从0.01到120000赫。用来作拾音器，可获得较大的输出。据报导，这种装置还可在地震学工作中应用，例如作为灵敏的重量和压力测量装置，形变计，加速表，声学水雷的引信装置等等。此外，在医学工作中也可应用这种装置。(泽仁译自美“无线电电子学”1962年第12期)

大功率行波管

当宇宙飞船通过大气时，在飞船的周围便会出现一种由热而产生的“离子屏蔽”。这时，飞船与外间的无线电通信，如果发射功率不足，便会被这个屏蔽阻断。新近国外研制成一种大功率的行波管。据说，这种新的行波管能够产生很大的功率，足以使电波穿过这一屏蔽层。这种管子有一个强力的永久磁铁系统，在频率为55000

兆赫时，效率为30%。(泽仁译自美“电子世界”1962年第12期)

充碘电灯泡

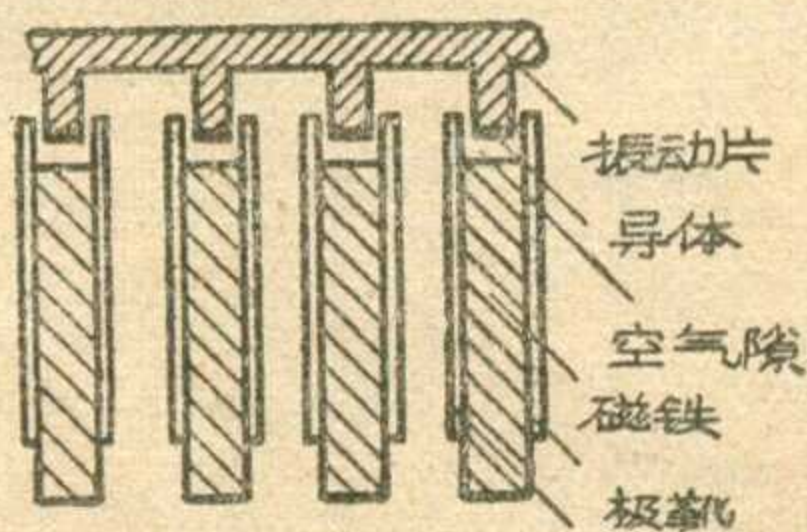
电灯泡里的灯丝是用钨丝作的。从灯丝上飞出的钨分子聚积在灯泡上，经过相当长时间后会使灯泡逐渐变黑，灯泡发出的光也将一点点地减弱。但是，在灯泡里如放入少量的碘(每立方厘米放0.1毫克)，那末碘受热后便变成气体，与定居在灯泡内壁上的钨分子相结合，组成游离的钨的碘化物。钨的碘化物与灯丝接触后，由于灯丝温度很高，使碘化钨分解，并把钨重新附在灯丝上。这种使钨返回灯丝的方法，要求灯泡能耐受高达600°C的高温，因此要使用石英灯泡。(尤伟亮译自法国“科学与未来”1963年第1期)

新型声学系统

国外一次展览会上，曾陈列了一种新型声学系统，据称频率特性具有很好的直线性；在50~20000赫范围内，频率失真不大于±0.1分贝。

这种声学系统的扬声器，采用极轻的泡沫塑料平板作振动片(尺寸为200×100毫米)，这样可消除振动片的固有谐振。振动片的背面装有凸缘，如下图所示。凸缘上焊贴金属导片，作为音圈。振动片的凸缘嵌入磁铁系统极靴组成的槽内。用聚脂胶片作振动片吊架。当音频电流通过音圈时，振动片整个表面均匀地振动，几乎没有摩擦阻力。扬声器振动系统的重量只有1克。

在这种声学系统中串装了六个上述结构的扬声器。为了防止在高频时放音方向过于狭窄，各扬声器相互之间有些倾斜。反射壁用铝片作成，它的背面安装晶体管末级放大器。声学系统的体积为1000×750×180毫米，谐振频率为3100赫。由于反射壁的尺寸不大，当频率低于300赫时，放音会低落。为了补偿这种低落，在低频放大器



中应装设随频率变化的负反馈网络。这种声学系统要求音频放大器的输出功率约10瓦。(车译自苏联“无线电”1963年第2期)

用超声波测河水流速

这种测量水流速度的方法，是在河岸

两旁按水流方向斜着选定两个地点，每处安装一套超声波发送器与接收器。发送器发出的超声波通过水流到达对方的接收器。因为当水流静止时，超声波从上游向下与从下游向上所经历的时间正好相等，而当水流动时，则从上游向下所经历的时间缩短，而从下游向上所经历的时间增长。因此，人们只需发出脉冲调制的超声波，同时测量超声波传播所经历的时间，就可以测出水流速度了。

由上游往下采用的载波频率为135千赫，由下游向上采用的载波频率为85千赫。采用两种不同的载波频率，可以减轻温度与水中混杂成分对超声波传播速度的影响。一台30瓦的测量设备能作斜距离为75至300米的测量，测量误差为±3厘米/秒。(金凡译自西德“电子技术杂志”—B, 1962年第20期)

超声波“眼睛”

国外一家公司最近为盲人试制了一具适合携带用的超声波探测装置。这种装置模仿蝙蝠的超声波探测系统，应用回声测距以及回声测距与多普勒效应相结合的技术原理。因此，不但可以测出目的物的距离有多远，而且还可以测知目的物(如人和汽车等)的行动情况。盲人带着这种仪器朝墙壁走，可以探知开着的门的位置，安心地通过大门而不会碰到门框。仪器用干电池作电源，探测的最大距离为6米。

(唐伟良译自美“电子学”1962年第39期)

电子学的第三条道路

冷阴极气体放电管内充有惰性气体，没有加热的灯丝。它的结构十分简单，并不比手电筒的电珠复杂，成本也差不多。使用寿命可达数万小时，比电子管的高很多倍，可靠性也大得多，而且不易受外界干扰影响。与晶体管比较，冷阴极气体放电管不但价格十分便宜，而且性能要稳定得多。

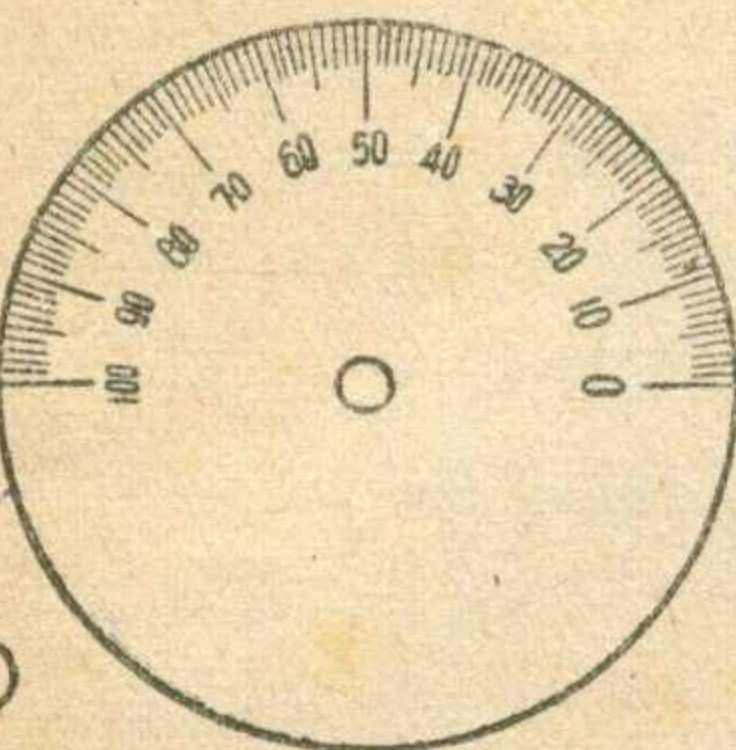
冷阴极气体放电管的应用范围也极广泛。苏联已设计了近400种应用冷阴极气体放电管的电子器件电路，并用这种管子制成了电子计算机和电视机。

由于冷阴极气体放电管有这些独特的优点，它的发展前途很大。如果说电子管、晶体管是电子学的两条道路，那末冷阴极气体放电管便可称为第三条道路，而且有后来居上的趋势。(肖尧荣据1963年2月18日苏联“真理报”编译)

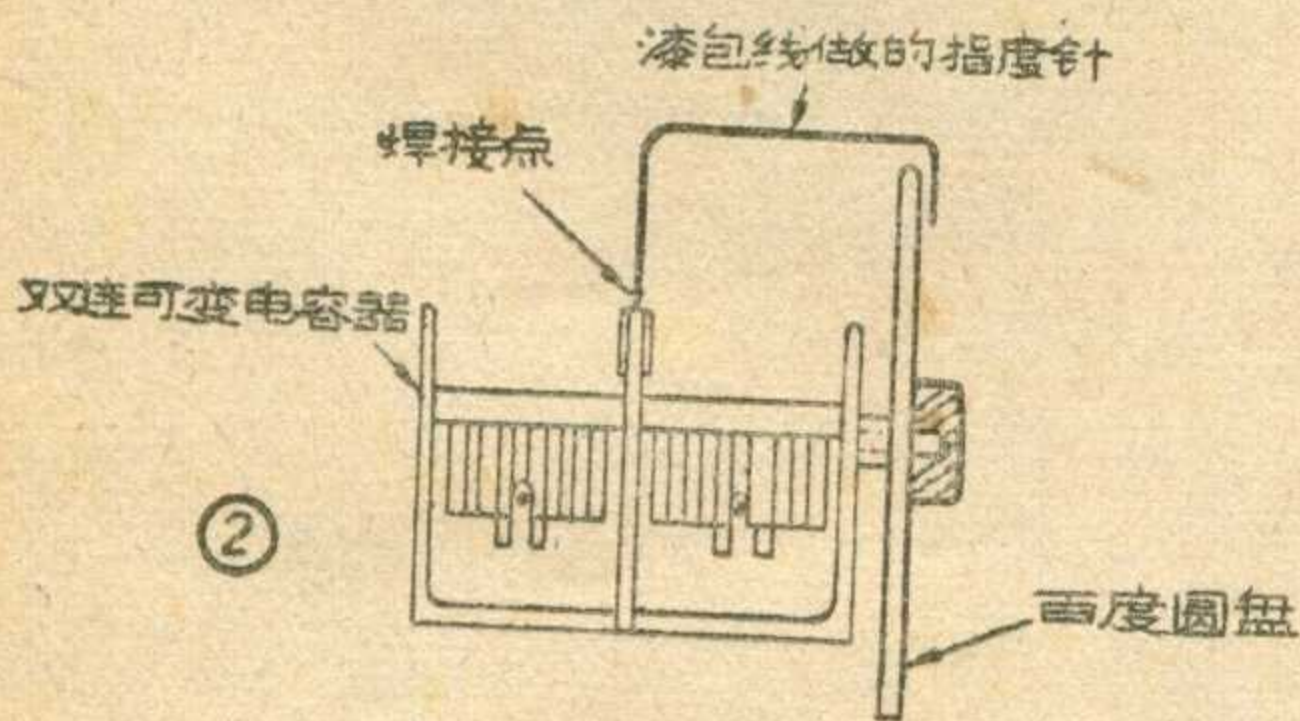
怎样测制收音机频率度盘

一台新的收音机组装完成，测试调整完毕，下一步工作应当是测制一块频率度盘，便于寻找电台收听节目了。那末，怎样测制这块频率度盘呢？对于一般收听中波广播的外差式收音机，按照以下方法测制，可以得到满意的结果。

(1) 用厚的图画纸剪制一块圆盘，从0度到180度画上等分刻度100度(图1)，用胶水将它牢固地粘在一只旋钮的背面，再把旋钮固定到收音机可变电容器的旋轴上，使纸盘随电容器转动。



① 端焊在可变电容器的动片接地黄铜片上。

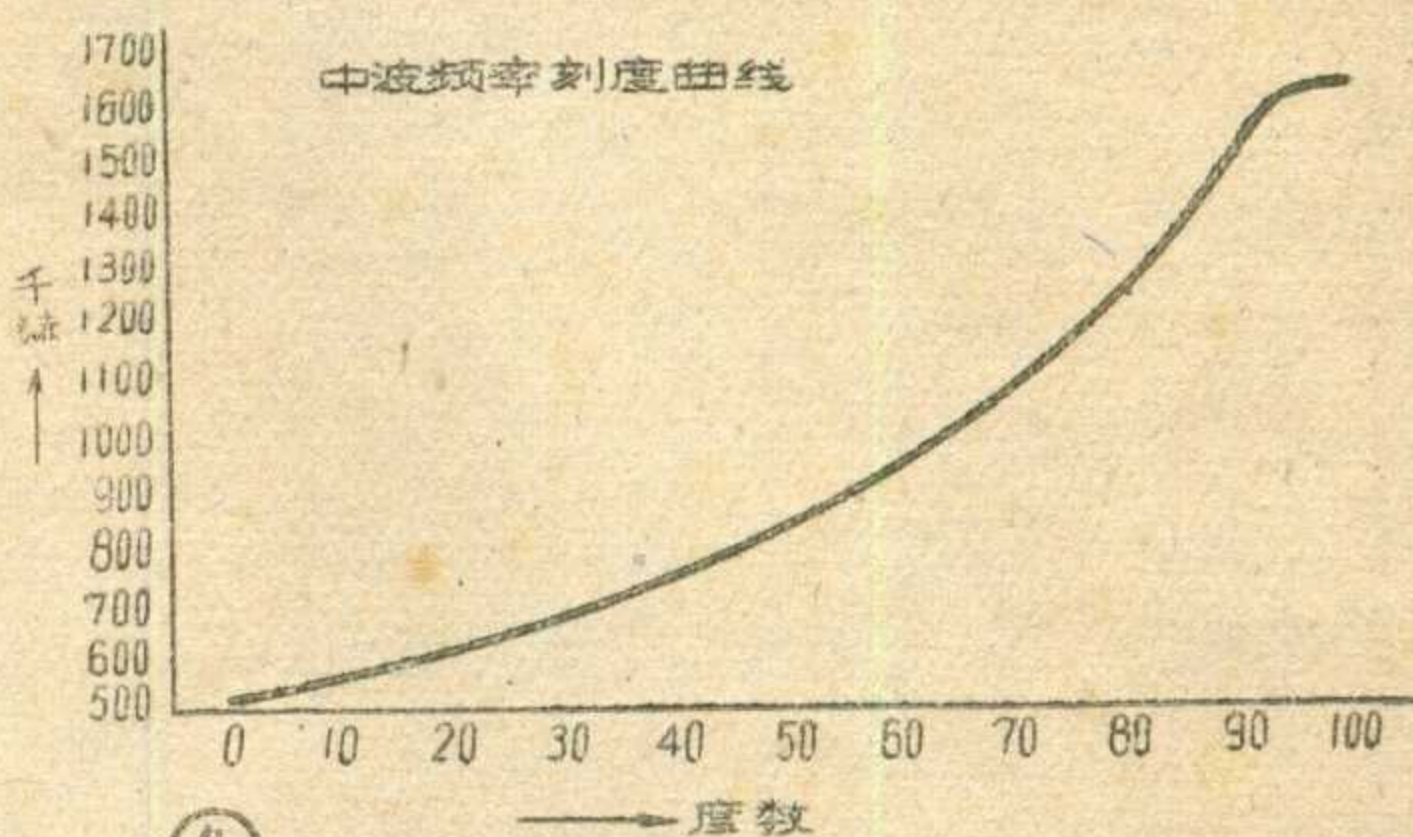
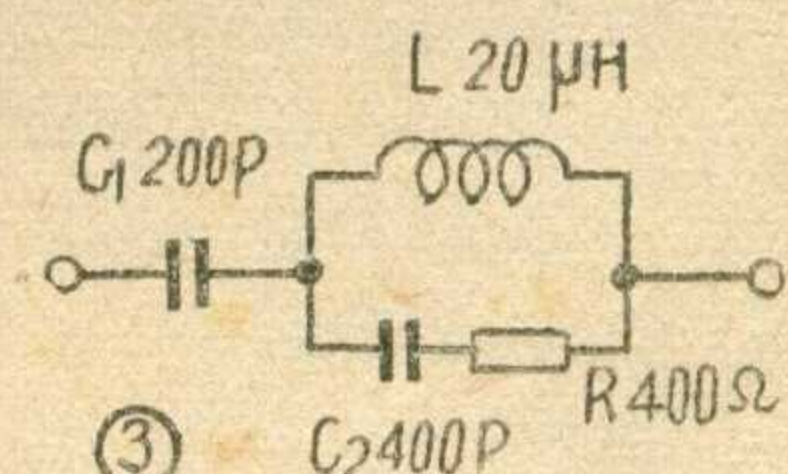


(2) 在圆盘顶上装一根固定的指度针。可用1.0毫米径铜线，弯成Γ形，如图2所示。一端打扁成片形，指在百度盘上。另一端

固定度盘旋钮时，应将可变电容器动片全部旋进定片以内，并且指针要指示0度。动片全部旋出时指针应指示100度。

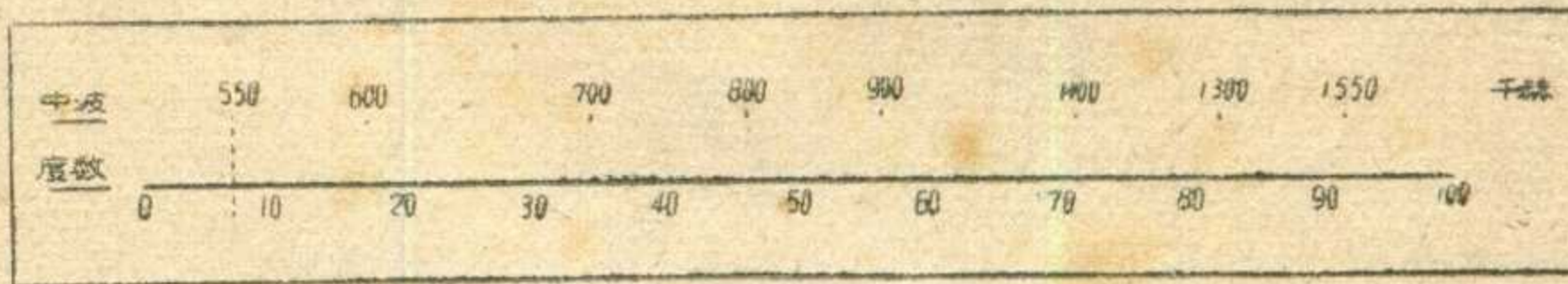
(3) 检查一遍收音机的频率复盖范围是否已经调整好，即检查波段最高最低两端的电台是否全能收到。中波波段是从550赫到1600赫。如果低的一端(即可变电容器动片全部进入定片里)达不到550千赫时，可以旋动变频级振荡线圈的铁粉芯或垫整电容器来调整；高的一端(即动片全部退出)达不到1600千赫时，旋动它的补偿电容器来调整。检查最好是利用高频信号发生器，通过一个等效天线电路(图3)，接到被测收音机的天线端子上，用信号发生器产生的信号校对。所以要通过等效天线的原

因，是把实际收音时天线对输入谐振电路的影响也考虑进去，这样测定的频率才是准确的。在没有仪器的情况下，可以用收听到的电台信号来校对。例如在低的一端能听到的电台是580千赫，圆盘度数指在15度左右；在高的一端收听到的为1520



④

绘制短波波段的频率刻度，需要利用高频信号发生器，才好测制。因为短波波段的复盖范围很宽，而且收到的播音，有时会是电台的像频或谐波信号，靠收听测定会有错误，频率难以测得准确。利用高频信号发生器时，对于发生器的信号，有时还要先经过标准波长计校正，才能保证度盘绘制得准确。(陈家祥)



⑤

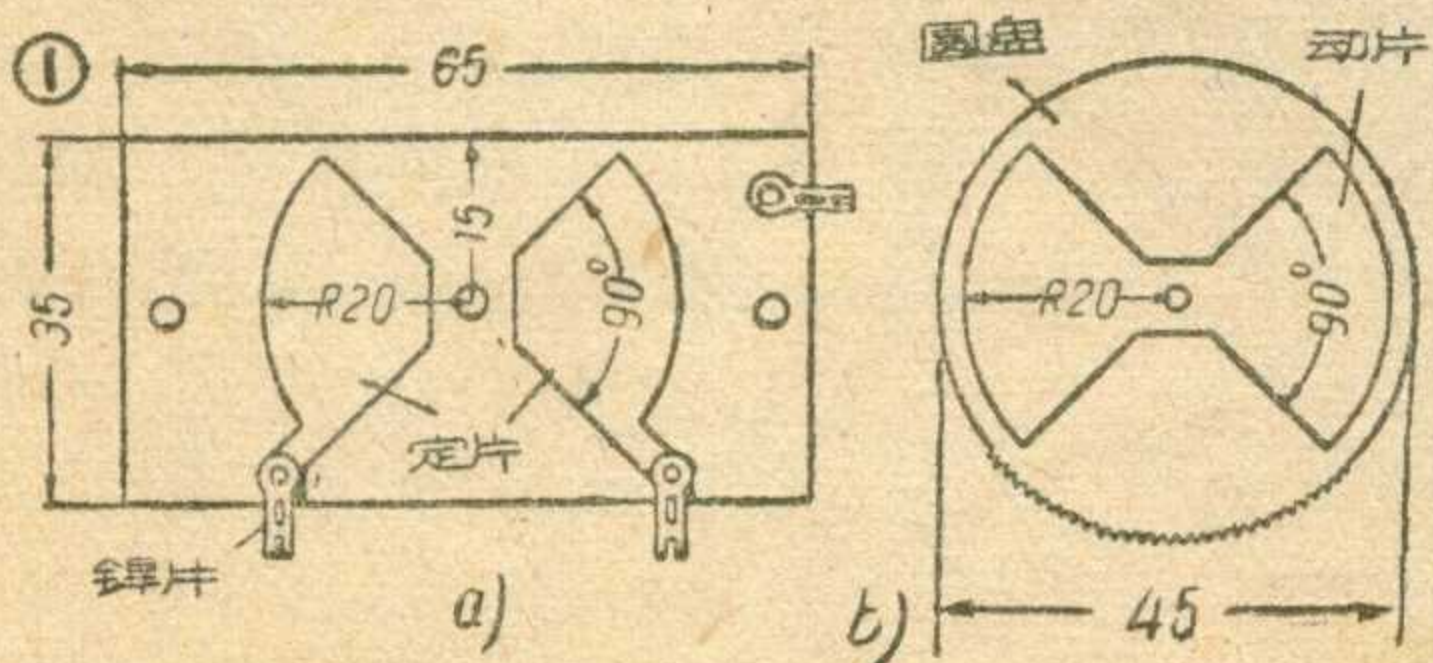
自制小型可变电容器

制作晶体管收音机时，总希望体积小，便于携带。这里介绍一种自制晶体管收音机用的小型可变电容器的方法。

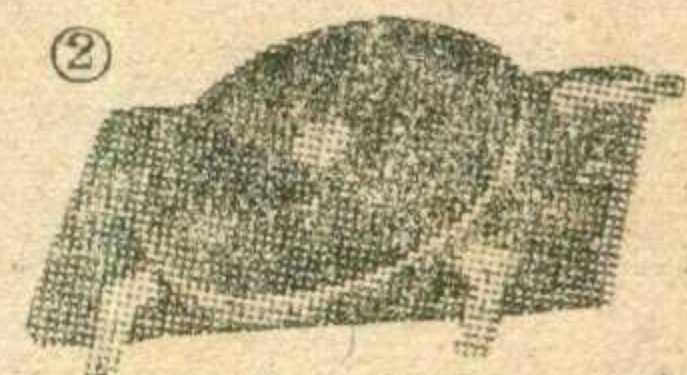
用厚2.5—3毫米的夹布胶木板或有机玻璃作一块直径为45毫米的圆盘和一块长65毫米宽35毫米的方盘(图1a, b)。

在圆盘和方盘的中心都钻一个装螺钉的小孔；并在方盘上铆上三个焊片，作动片和定片的引出线；在方盘的两端钻二个安装电容器的小孔；在圆盘的周围刻成齿痕。然后，用铝箔按图1b的尺寸剪一张作电容器动片，用万能胶贴在圆盘上，再用铝箔按图1a的尺寸作两个相同的扇形定片，用胶贴在方盘上。铝箔可以用废电解电容器中的铝箔。

在电容器二个扇形定片之间，贴一张比铝箔稍薄一点的纸，把方盘的表面垫平。电容器的电介质可用聚氯乙烯薄膜制作，用万能胶贴在方盘的扇形铝箔上。如找不到聚氯乙烯也可以用赛璐珞或其他厚0.1—0.15毫米的电介质材料代替(电介质越薄，电容器容量变化范围越大)。活动圆盘和固定方



盘可用带螺母的螺钉装在一起，使圆盘能自由转动。



上述的可变电容器最小容量为6微微法，最大容量为145微微法。制成后的外形如图2。(高春辉编译)

(上接第21页)

狗体装成后，所有引线绞成一束，从下颚拉出(好似套绳)，然后用外皮将狗体装饰一下。狗体以外的装置，可装在一个方匣内。方匣即作为台基，如图5所示。

表演时，先向狗发声(声音需延续约一秒钟)，紧接着将金属球放入狗口内。然后取出金属球，并随即又向狗发声，再将金属球放入狗口内。这样重复6~7次，注意各动作之间不要停顿，就能完成“训练”过程，形成条件反射了。

问与答

问：电子射线管是怎样命名的？

答：电子射线管又称电子束管，包括示波管、电视显像管等。它的命名方法在各个国家是不同的。美国的电子射线管型号分成三部分，第一部分为数字，表示荧光屏直径或对角线长短的吋数；第二部分为一个或二个英文字母，表示试制序号；最后一部分为英文字母P加上数字表示荧光屏的种类。例如5ABP1，表示该型管子具有直径为5吋、发绿光的P1型荧光屏。苏联电子射线管型号分成四个部分，第一部分为数字，表示荧光屏直径或对角线长短的厘米数；第二部分为二个俄文字母，“ЛЮ”表示为静电偏转式示波管或显像管，“ЛМ”表示为磁偏转式示波管，“ЛК”则表示为磁偏转式显像管；第三部分为数字，表示试制序号；最后一部分为一俄文字母，表示荧光屏的特征。例如35ЛК2Б表示该型管子是具有对角线为35厘米、发白光Б型荧光屏的磁偏转式显像管。我国电子射线管命名方法基本上与苏联相同，唯第二部分是采用二个汉语拼音字母，“SJ”相应于“ЛЮ”；“SS”相应于“ЛМ”；“SX”相应于“ЛК”。

(黄永葆 张增敏答)

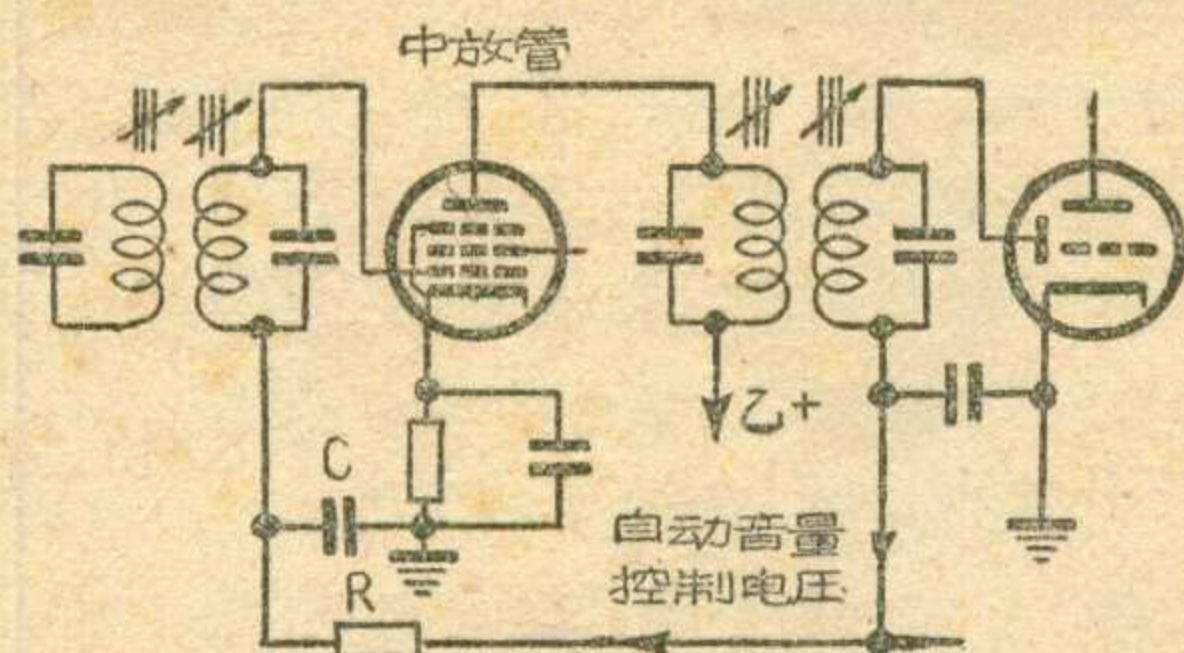
问：电视接收机关掉电源后，为什么在荧光屏上还会出现一个固定亮点？它对荧光屏有何损害？如何消除这个亮点？

答：一般电视机都有这个缺点。这是因为当电视机关掉后，在扫描电路里担任垂直和水平振荡的两个电子管已停止振荡，这时也就没有垂直和水平偏转电压输出，于是显象管上的偏转线圈即不起偏转作用。而在这时候显象管的阴极尚未冷却，还有电子向外发射，同时显象管的高压滤波电容器上也还留有残存电压，帮助吸引电子向荧光屏中央撞击，因而产生一个固定的亮点，随着阴极冷却后才慢慢消失。这样，使用日久，这部分荧光屏将逐渐变黑，影响显象管的寿命。要避免这个亮点的出现，简单的办法是在关掉电视机前，先将亮度旋钮旋到最大亮度位置，就有可能消除亮点，或使它很快消失。(毛立平答)

问：调整中频变压器不起作用是什么毛病？

答：常见的是自动音量控制系统的滤波电容器C(见附图)断路或失效所致。

因为自动音量控制的直流电压是经过滤波电阻R和中频变压器的次级线圈加到中放管的栅极上的，而输入到中放级的中频信号则是通过C来完成回路，这个电容器断路或失效之后，因为R的阻值很大(通常有1~2兆欧)，这个回路等于中断，因而调整中频变压器时也就不起谐振作用，由于这时没有中频输出，所以调整第二只中频变压器也同样不起作用。(冯报本答)



问：电阻坏了，它的电阻值为什么会增大？

答：一般的炭质电阻都是由石墨等导电物质和滑石粉等绝缘物质配成不同比例的粉末制成的。在使用过程中，由于通过电流以及温度等变化的影响，日久后，导电物质与绝缘物质颗粒之间的排列产生变动，混合物成分也逐渐分解变化，结果使绝缘物质相对增加，导电物质相对减少，因而阻值变大。(郑宽君答)

问：磁性天线棒用过一段时间后会不会失效？

答：磁性天线棒系由铁氧磁物烧结而成，其最大的缺陷是特性会随着时间逐渐变化，而且当外界温度湿度变化时，内部特性也会发生变化。质量好的天线棒这类变化小些，质量不好的天线棒变化还是较大的。但特性的变化还不致于使磁棒完全失效，收音机经过调整以后仍能使用。

问：用6P14作功率放大器效率如何？一般五灯机可不可以用？

答：6P14作功率放大效率比6P1好，因其互导较大，所需的推动电压可比6P1小。一般的五灯机电路略加更动以后可以使用6P14。但须注意，6P14灯丝电流较大(6.3V, 0.76A)，如电源变压器灯丝线圈功率不够富裕的话，变压器易发烫。(以上丁启鸿答)

问：业余波段为何不用中波波段，而多用短波段？

答：因为：(1)避免与中波广播相互干扰；(2)短波比中波容易受电离层的反射而远传；(3)短波电台的天线效率比中波电台的天线效率高，使用短小的发射天线即能有效地工作。(闾维礼答)



控制论与无线电电子学.....	陈中基(1)
关于“脑场”.....	青雨(2)
直流放大器.....	赵侠(3)
电视图象是怎样显出来的.....	张家谋(5)
想想看.....	(6)
一个奇怪的单位一分贝.....	方波(7)
海河牌356型五灯交流收音机于	闻(9)
怎样改善收音机的音质.....	于闻(10)
用无线电波加速农作物生长	
.....	方文、蔭华編譯(12)
阴极检波器.....	方文譯(12)
线径检验器.....	惠編譯(13)
自制袖珍万用电表.....	康占元(14)
交直流两用收音机的故障	
和修理.....	冯报本(16)
扩音机输出级的改进.....	黄锦源(18)
想想看答案.....	(19)
110伏电源变压器改 ¹¹⁰ / ₂₂₀ 伏	
两用.....	张树清(19)
机器狗.....	田进勤(20)
国外点滴.....	(22)
怎样测制收音机频率度盘.....	陈家祥(23)
自制小型可变电容器.....	高春輝編譯(23)
问与答.....	(24)
封面说明：电子管“老化”	

编辑、出版：人民邮电出版社
北京东四6条13号

印刷：北京新华印刷厂
总发行：邮电部北京邮局
订购处：全国各地邮电局所

本期出版日期：1963年4月10日
本刊代号：2-75 每册定价2角

分 貝 表

分 貝 (db)	功 率 比 ($\frac{P_2}{P_1}$)		电 流 比 ($\frac{I_2}{I_1}$) 或 电 压 比 ($\frac{U_2}{U_1}$)	
	分貝数为正时	分貝数为负时	分貝数为正时	分貝数为负时
0	1.000	1.0000	1.000	1.0000
1	1.259	0.7943	1.122	0.8913
2	1.585	0.6310	1.259	0.7943
3	1.995	0.5012	1.413	0.7080
4	2.512	0.3981	1.585	0.6310
5	3.162	0.3162	1.778	0.5623
—	—	—	—	—
6	3.981	0.2512	1.995	0.5012
7	5.012	0.1995	2.239	0.4467
8	6.310	0.1585	2.512	0.3981
9	7.943	0.1259	2.818	0.3548
10	10.000	0.1000	3.162	0.3162
—	—	—	—	—
11	12.59	0.07943	3.548	0.2818
12	15.85	0.06310	3.981	0.2512
13	19.95	0.05012	4.467	0.2239
14	25.12	0.03981	5.012	0.1995
15	31.62	0.03162	5.623	0.1778
—	—	—	—	—
16	39.81	0.02512	6.310	0.1585
17	50.12	0.01995	7.080	0.1412
18	63.10	0.01585	7.943	0.1259
19	79.43	0.01259	8.913	0.1122
20	100.00	0.01000	10.000	0.1000
—	—	—	—	—
21	125.9	0.007943	11.22	0.0891
22	158.5	0.006310	12.59	0.0794
23	199.5	0.005012	14.13	0.0708
24	251.2	0.003981	15.85	0.0631
25	316.2	0.003162	17.78	0.0562
—	—	—	—	—
26	3.981	0.2512	19.95	0.05012
27	5.012	0.1995	22.39	0.04467
28	6.310 } × 10 ²	0.1585 } × 10 ⁻³	25.12	0.03981
29	7.943	0.1259	28.18	0.03548
30	10.000	0.1000	31.62	0.03162
—	—	—	—	—
31	1.259	0.7943	35.48	0.02818
32	1.585	0.6310	39.81	0.02512
33	1.995 } × 10 ³	0.5012 } × 10 ⁻³	44.67	0.02239
34	2.512	0.3981	50.12	0.01995
35	3.162	0.3162	56.23	0.01778
—	—	—	—	—
36	3.981	0.2512	63.10	0.01585
37	5.012	0.1995	70.80	0.01412
38	6.310 } × 10 ³	0.1585 } × 10 ⁻³	79.43	0.01259
39	7.943	0.1259	89.13	0.01122
40	10.000	0.1000	100.00	0.01000
—	—	—	—	—
41	1.2590	0.7943	112.2	0.891
42	1.585	0.6310	125.9	0.794
43	1.995 } × 10 ⁴	0.5012 } × 10 ⁻⁴	141.3	0.708 } × 10 ⁻²
44	2.512	0.3981	158.5	0.631
45	3.162	0.3162	177.8	0.562
—	—	—	—	—
46	3.981	0.2512	199.5	0.501
47	5.012	0.1995	223.9	0.447
48	6.310 } × 10 ⁴	0.1585 } × 10 ⁻⁴	251.2	0.398 } × 10 ⁻²
49	7.943	0.1259	281.8	0.355
50	10.000	0.1000	316.2	0.316
—	—	—	—	—

分 貝 (db)	功 率 比 ($\frac{P_2}{P_1}$)		电 流 比 ($\frac{I_2}{I_1}$) 或 电 压 比 ($\frac{U_2}{U_1}$)	
	分貝数为正时	分貝数为负时	分貝数为正时	分貝数为负时
51	1.259	0.7943	354.8	0.282
52	1.585	0.6310	398.1	0.251
53	1.995 } × 10 ⁵	0.5012 } × 10 ⁻⁵	446.7	0.224 } × 10 ⁻²
54	2.512	0.3981	501.2	0.200
55	3.162	0.3162	562.3	0.178
—	—	—	—	—
56	3.981	0.2512	631.0	0.158
57	5.012	0.1995	708.0	0.141
58	6.310 } × 10 ⁵	0.1585 } × 10 ⁻⁵	794.3	0.126 } × 10 ⁻²
59	7.943	0.1259	891.3	0.112
60	10.000	0.1000	1000.0	0.100
—	—	—	—	—
61	1.259	0.7943	1122.0	0.891
62	1.585	0.6310	1259.0	0.794
63	1.995 } × 10 ⁶	0.5012 } × 10 ⁻⁶	1413.0	0.708 } × 10 ⁻³
64	2.512	0.3981	1585.0	0.631
65	3.162	0.3162	1778.0	0.562
—	—	—	—	—
66	3.981	0.2512	1995.0	0.501
67	5.012	0.1995	2239.0	0.447
68	6.310 } × 10 ⁶	0.1585 } × 10 ⁻⁶	2512.0	0.398 } × 10 ⁻³
69	7.943	0.1259	2818.0	0.355
70	10.000	0.1000	3162.0	0.316
—	—	—	—	—
71	1.259	0.7943	35.48	0.282
72	1.585	0.6310	39.81	0.251
73	1.995 } × 10 ⁷	0.5012 } × 10 ⁻⁷	44.67 } × 10 ²	0.224 } × 10 ⁻³
74	2.512	0.3981	50.12	0.200
75	3.162	0.3162	56.23	0.178
—	—	—	—	—
76	3.981	0.2512	0.6310	0.1585
77	5.012	0.1995	0.7080	0.1412
78	6.310 } × 10 ⁷	0.1585 } × 10 ⁻⁷	0.7943 } × 10 ⁴	0.1259 } × 10 ⁻³
79	7.943	0.1259	0.8913	0.1122
80	10.000	0.1000	1.0000	0.1000
—	—	—	—	—
81	1.259	0.7943	1.122	0.8913
82	1.585	0.6310	1.259	0.7943
83	1.995 } × 10 ⁸	0.5012 } × 10 ⁻⁸	1.413 } × 10 ⁴	0.7080 } × 10 ⁻⁴
84	2.512	0.3981	1.585	0.6310
85	3.162	0.3162	1.778	0.5623
—	—	—	—	—
86	3.981	0.2512	1.995	0.5012
87	5.012	0.1995	2.239	0.4467
88	6.310 } × 10 ⁸	0.1585 } × 10 ⁻⁸	2.512 } × 10 ⁴	0.3981 } × 10 ⁻⁴
89	7.943	0.1259	2.818	0.3548
90	10.000	0.1000	3.162	0.3162
—	—	—	—	—
91	1.259	0.7943	3.584	0.2818
92	1.585	0.6310	3.981	0.2512
93	1.995 } × 10 ⁹	0.5012 } × 10 ⁻⁹	4.467 } × 10 ⁴	0.2239 } × 10 ⁻⁴
94	2.512	0.3981	5.012	0.1995
95	3.162	0.3162	5.623	0.1778
—	—	—	—	—
96	3.981	0.2512	6.310	0.1585
97	5.012	0.1995	7.080	0.1412
98	6.310 } × 10 ⁹	0.1585 } × 10 ⁻⁹	7.943 } × 10 ⁴	0.1259 } × 10 ⁻⁴
99	7.943	0.1259	8.913	0.1122
100	10.000	0.1000	10.000	0.1000
—	—	—	—	—

袖珍万用电表

