



无线电 2

WUXIANDIAN 1962

微 模

收音机

变压器

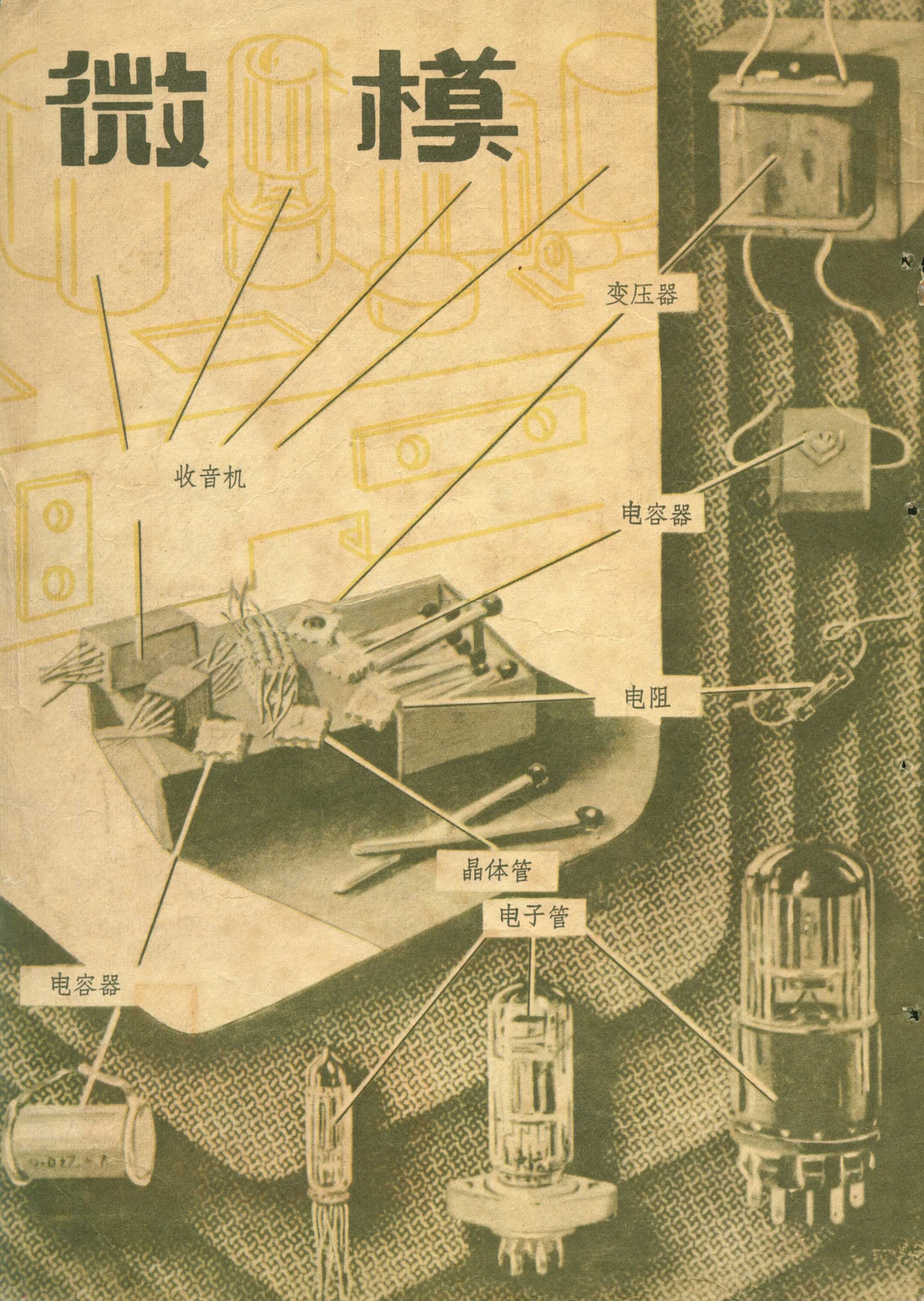
电容器

电阻

晶体管

电子管

电容器



显微镜下的收音机

苏联 J. 庫普利揚諾維奇

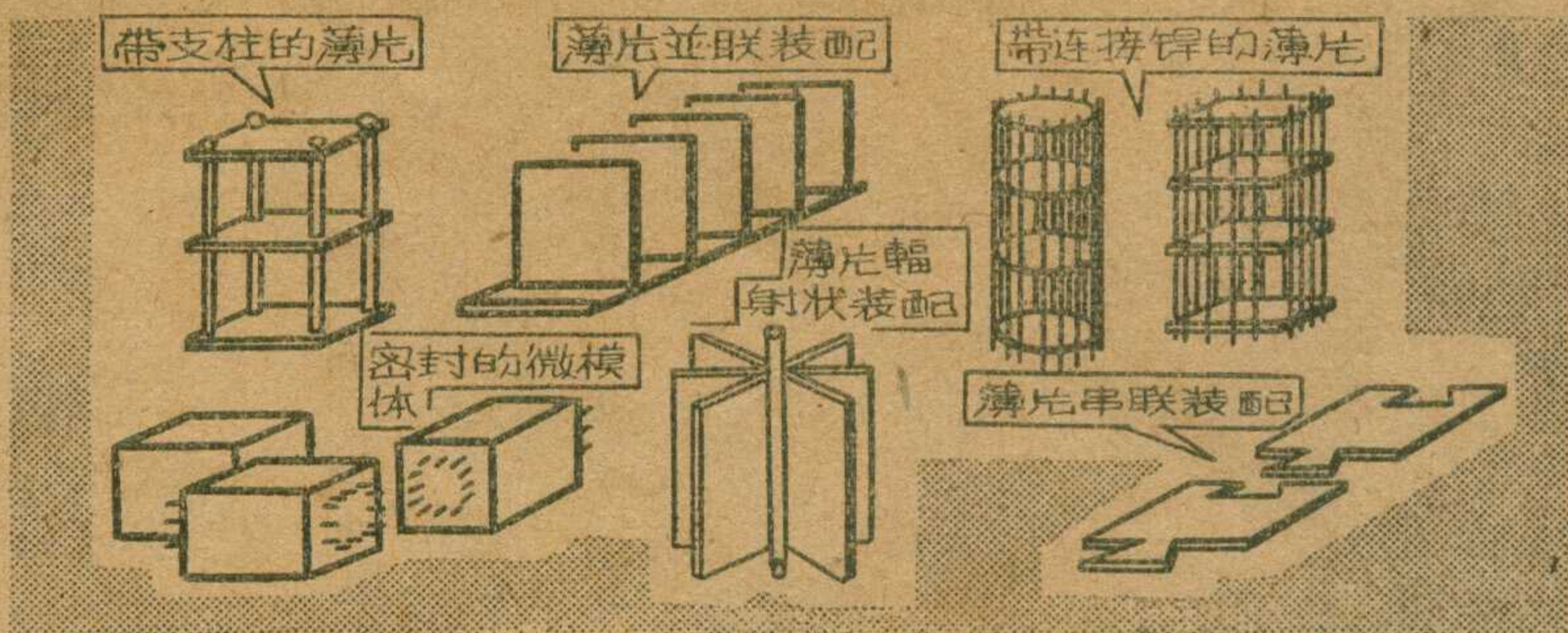


图1. 微模薄片的装配方式。

看一下普通收音机的内部，你就可以发现许多不同的元件：电子管、电阻、电容、线圈。它们虽然不是那么多，总共只有五六十个左右，但是它们个儿挺大，占了不少的地方。因此，收音机的体积比较大。如果收音机做得精致美观，放在家里桌子上，个儿大点还是可以的。然而，要是想在旅行时随身携带着收音机，恐怕它的大小和重量对你说来就不再是无所谓了吧。怎样才能把按照旧的、所谓立体线路装配起来的普通收音机变得更为轻便小巧呢？

近代，科学家和工程师们已经着手解决这个问题了，想出了很多办法研制小型和超小型元件。最初出现了小尺寸的所谓《姆指》管，随后又出现了微型电子管。

各种元件，例如电阻、电容和线圈的尺寸都缩小了好几倍。应用半导体三极管后，无线电设备小型化又前进了一大步。半导体三极管甚至比最小、最轻的微型电子管还要小几倍、轻几倍。目前，已经制成和火柴盒差不多大小的半导体袖珍收音机，用半导体作的助听器，能放在眼镜框子里。但是缩小电子仪器的单个元件毕竟有一个限度。元件愈小，生产过程愈复杂，可靠性也大大地降低了，而可靠性在无线电设备的工作中比尺寸小更为重要。

为了给小型化寻找新的出路，人们学会了象印书那样地印刷电子线路，这就是在一块不大的陶片上，用薄膜的形式不但印上了连接导线，而且印上了各种元件：电阻、电容、感应线圈。

大家会说：“这种方法在想像中并不困难。但是实际上怎样做呢？”

让我们回忆一下普通的碳阻。原来在它全部体积内只有千分之一的部分是有效的。而所有其它部分：引出线支架、外壳等等——并不直接参加电阻的工作。在电容器内也是如此。这就是说，应该从电阻和电容中区分出直接参加工作的那一部分结构，然后只把这一部分印在陶片上。在印刷线路中正是这样做的。用电解和光化学方法在陶片上印出线路的各种元件。和普通的立体线路比较起来，这种印刷线路制造更为方便。

但是，无论是半导体或者印刷装置，都还没有解决充分地利用仪器体积的问题。因此科学家们研究出另一种装配无线电设备的新方法——所谓微型模块法。“微型模块”（或简称“微模”）是什么呢？“微型”意味着“超小型的”，而“模块”是一种度量单元，一种在线路中有其完全确定作用的结构单元。在一般

工程中，模块就是一种具有标准尺寸的最小元件。整个建筑物就是由这些元件，例如砖块砌成的。同样，电子仪器也能用具有标准尺寸的模块构成。

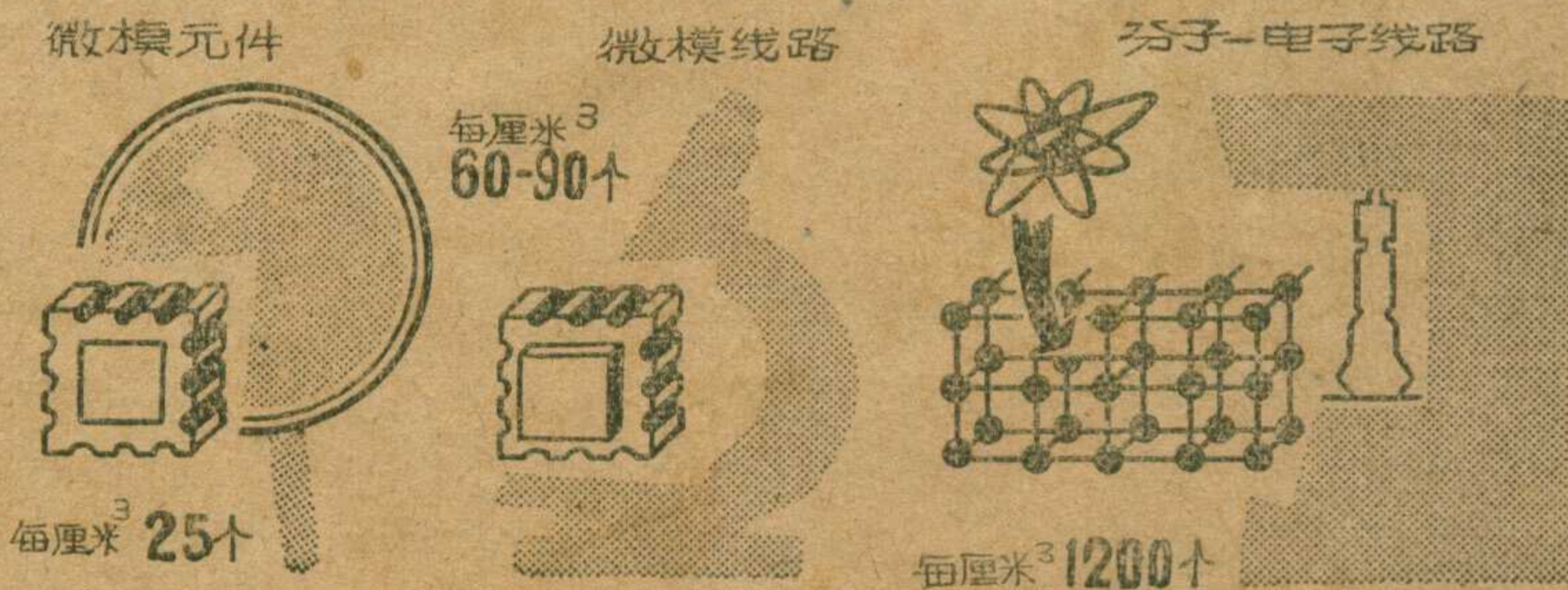
组成整个装置的模块，其功用可以是不相同的：譬如，用来放大、振荡等等。

微模由一些 $9 \times 9 \times 0.3$ 毫米的微小标准陶片组成。在每一陶片上敷上金属层作为电阻、电容、感应线圈、连接导线。从27欧姆到1兆欧的电阻是由用淀积法得到的金属或金属氧化物做成。在标准陶片上可以印出容量为100微微法的高稳定电容器。把电容器做成多层就能得到大的容量(0.1微法)。从0.1到10微法的电容器，是利用铝、钽、钛、锆、铌的电解薄膜以及固态电介质做成。

感应线圈和变压器做成带有铁心的环形。这种环形保证了最小的杂散磁场，这就消除了微模各片间的电磁耦合。

半导体三极管和二极管，可以做到和别针头差不多大小。因此，这样的半导体器件可以压在陶片上，而引

图2. 用微模元件来减小无线电设备尺寸的过程并没有终止。在微模薄片上已经能够装配成整个的部件。将来，在半导体晶体格子中掺入杂质，就可以得到各种无线电设备。



出導線則焊在陶片邊上的槽內。用于微模裝置中的半導體管和用于立體線路中的電子管比較起來小了几百倍，而且比一般的半導體管小五到十倍。

在每一個陶片上印出一個電阻、一個電容等等。甚至可以各印兩個和三個線路元件，這樣更能縮小微模結構的總體積。把陶片一個個平行地上下排列起來，每兩片間相隔很近的距離，約為0.3毫米。這個距離是從線路能可靠工作着眼來選擇的，最小距離要使得各元件之間不產生干擾。按照一定的次序用導線棒把微模陶片彼此連接起來，就得到某一種線路，譬如放大器、振蕩器、多諧振蕩器等等。

在調整和調諧以後，用特種化合物把微模小方塊封好，使它的機械性能牢固可靠，而且能夠防潮。然後把這些小方塊安裝在帶有印刷線路的總的陶片上，並且彼此連接起來，成為一個結構。

微模能承受的電壓不大——大約為70~80伏。但是半導體管比普通電子管省電200~300倍左右。因此半導體三極管線路即使工作在不大的電壓下，也并不次于工作在高壓（屏壓200~250伏）下的類似的電子管線路。

用微模裝成的儀器的可靠性不次于一般的半導體儀器。用微模裝成的用在人造地球衛星上的儀器，可以不停地工作几千小時。為了對比起見，可以指出，用電子管裝成的普通儀器，工作期限要短得多。

微模裝置在各種不同的氣候條件下都能工作。這對製造用于宇宙飛行的電子儀器特別重要。

微模裝置的尺寸比一般的立體裝置要小几十倍。下面的例子可以說明它們能把無線電設備的尺寸縮小到何種程度。不久以前制成了一種帶有電池和天線的收音機。它并不比一支自來水鋼筆大。這種收音機由五個微模組成，每個微模的體積為1.64立方厘米。就質量而言，它不次于我們一般的中級收音機，而重量只有62克。

用微模制成的磁性錄音機、無線電台和放大器可以裝在衣袋里。

微模有很大的前途。它們將非常廣泛地應用於計算技術、自動控制、運輸和醫學中。它們將使無線電器件完全標準化，大大地縮短無線電設備的生產期限，开辟了幾乎全部自動化生產微模的可能性。工廠中的同一部設備將可以用來為無線電設備生產各種不同功用的微模。從生產一種微模轉為生產另一種微模時，只需要改變一下計算機的程序，它就會開始指揮生產過程。

微模具有很小的尺寸。這是由於元件裝接的高度密集性——1立方厘米內可容納几十个元件。而在普通的裝置中1立方厘米中平均只能有一兩個元件。

但是對於微模來說，1立方厘米中容納几十个元件——這是一個極限。為了進一步縮小設備的尺寸，大大地提高元件安裝的密集度，還必須尋找製造電子儀器的其他新方法，這些方法應當和直到如今還存在着的方

法有本質的不同。

目前在這一方面正在做些什麼呢？如果向科學家提出這個問題，他們將這樣回答：“我們正在研究微型線路和創立分子電子學。”

微型線路的理論和制作，又叫作微型線路學，它的基礎，是應用特種的印刷裝配和真空噴塗金屬薄膜的工藝，並且同一個元件可以同時起幾個作用。譬如，同一片薄膜既用作電阻，又用作電容器的極板。與此相同，一個電容器既用作電容，又用作電阻。顯然，這樣就大大地減小了元件的總數。用微型線路學方法做出的設備，其安裝密集度可達1立方厘米容納几百個，例如600~900個元件。這是一個巨大的數目！與微模相比，安裝密集度增加了30~40倍，而結構本身尺寸的縮小程度大約相同。

但是這還不算。分子電子學還要更進一步。

在這種情況下，硅片或鍺片已經不僅是起着單個電阻、電容、電感的作用，而是一下子起着整個放大器線路、振蕩器線路和變換器線路的作用。在無線電技術中大家都感興趣的所有半導體都具有晶體結構。可以人工地製造出這類晶體，使它的結構具有預定的電學性質和介電性質。怎樣做呢？譬如，把化學雜質——鈦、鉍或其它，摻入晶體，結果晶格就可以重新排列，而起到我們所需要的信號變換的作用。正是用這種方法已經制成了尺寸不大于火柴頭的多諧振蕩器，而普通結構的多諧振蕩器則有電話機那末大的體積。

這樣，在分子結構中，元件安裝的密集度將是1立方厘米容納几千個元件。這方面的发展，需要利用現代固體物理學。

（蘇華譯自蘇聯“青年技術”雜誌1961年第1期）

薄膜元件

“薄膜元件”一般指用特殊工藝方法制成的金屬或非金屬薄膜構成的電子元件。這裡“薄膜”的厚度已經要用測量光波波長的單位“埃”（一萬萬分之一厘米）來計量。薄膜材料做到這樣薄時，在一定的物理條件下，就有一般大型尺寸的普通材料所沒有的電磁和導熱性能。薄膜元件常由超導體、磁性材料、半導體材料或絕緣材料復被在一定的台基材料上而成。每個元件尺寸很小，直徑常在一個毫米到幾個毫米範圍內。目前已實用的薄膜元件有薄膜冷子管、磁膜高速存儲器等，常用在計算技術中作高速的開關電路、存儲元件用。薄膜元件最吸引工程技術界的是它的結構特點：超小型的尺寸、特別牢固耐震和耗能極微。用薄膜元件可以希望做成線路極為複雜的超微型、超快速的計算機或一些別的自動控制設備等，預料在宇宙航行學中將有極重大的用途。

（雨田）



軟導線心綫断开点檢查器

——朱 敏——

移动式电工具电源綫，多使用橡胶絕緣的多股心綫的軟導綫。这种軟導綫的心綫在移动中受各种机械性損伤的机会很多，在长期使用中，易被擰断。心綫断开后，往往很难从外表看出来，寻找故障点比較困难。

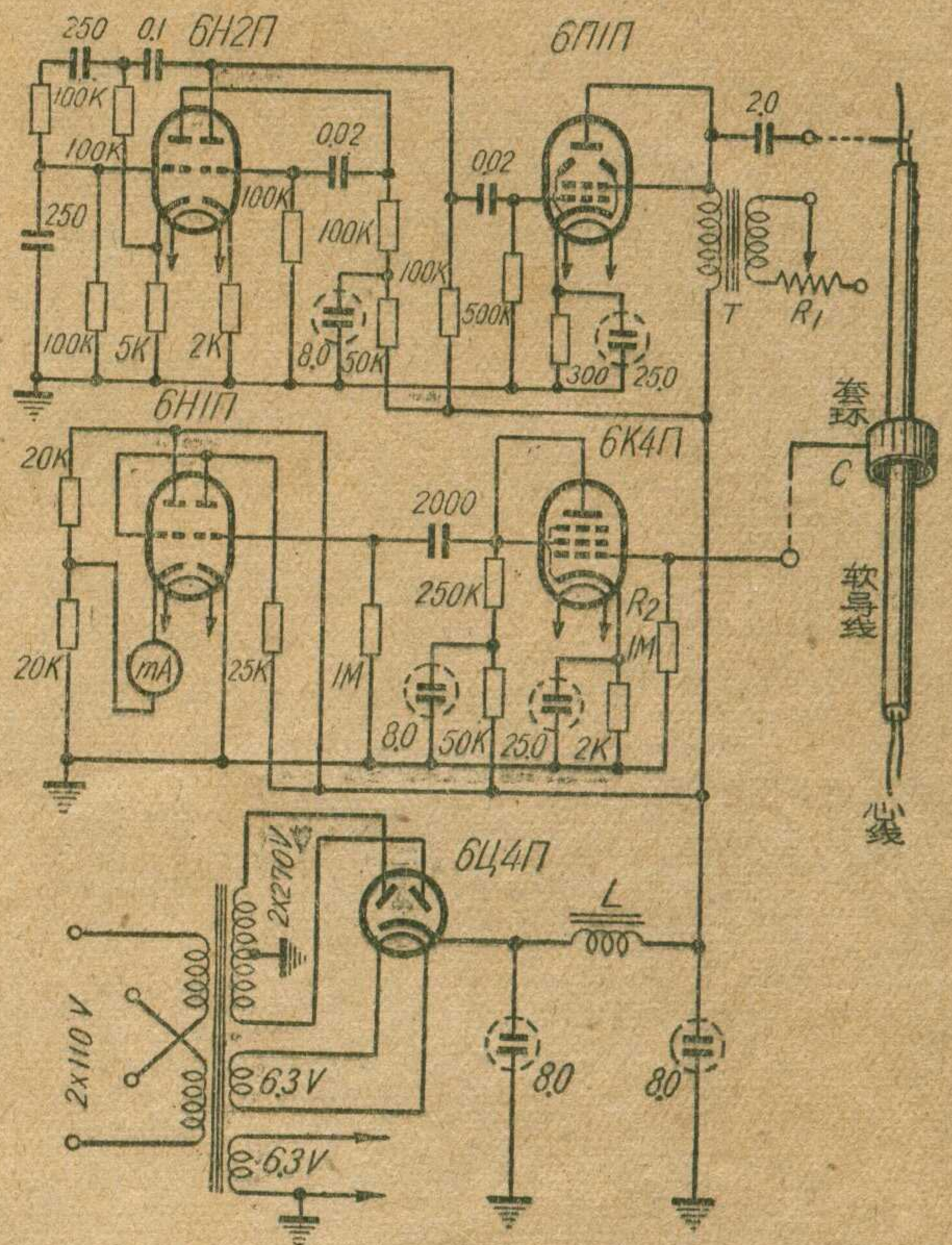
寻找这类軟導綫心綫的故障点，一般都是采用测量心綫間电容量的方法。即从導綫的两端，分別测量断了的心綫对另一根完好的心綫間的电容量，根据从两端測得的电容量的差，按比例計算出心綫断开点的大約位置。但这种方法应用不方便，而且不准确。

这里介紹一种軟導綫心綫断开点檢查器，可用来比較迅速准确地測出心綫断开点。

檢查器的电路原理图如下图所示。用6H2Π构成一个低頻振蕩器，頻率約为13~15千赫。6H2Π的低頻振蕩电压，借按三极管連接的6Π1Π作功率放大，通过2微法的电容器交連輸出，接至已确定断了的心綫上。輸出变压器T的次級与可調电阻 R_1 相接，作为6Π1Π輸出的負載电阻，其阻值視輸出变压器的变压比而定。調整 R_1 的阻值，可影响通过2微法电容器的有效輸出功率。軟導綫穿过一个用金屬片卷成的套环。这套环的内徑应稍大于軟導綫的外徑，但过大亦不适宜，軸向長約10毫米。同时这套环与連接綫，都必须有良好的金屬屏蔽，以免受到杂散感应，形成測量誤差。这时，心綫与金屬套环便形成一个电容器C。振蕩电流自心綫通过这电容器，加在由6K4Π和6H1Π組成的放大器的輸入端(通过栅

漏电阻 R_2)。这微弱的振蕩电流，經過兩級放大后，控制末級的毫安表。毫安表的滿刻度电流以10毫安为适宜。

檢查时应將軟綫从金屬套环中穿过，如毫安表有一定的指示值，即表示有振蕩电流自心綫通过，这段心綫未断。如毫安表沒有指示，或数值突然下降很多，則表示心綫断开了。連續地把導綫从金屬套环中穿过，注意毫安表的指示值，如在穿过某一点时，毫安表指示值突然降低，即表示該点是心綫的断开点。



500欧，中心抽头。 C_1 为半微型电解电容器，50微法，耐压15伏。 R_1 为27千欧 $\frac{1}{2}$ 瓦的电阻， R_2 为5千欧的电位計。 E 为高阻抗晶体耳机。 S 为开关， B 为小型电池。

使用时，先把开关閉上，然后把机器装在一隻防水瓶內，如果重量不足，可系上适当的物体，使其能沉入水中。为了使誘魚器能放置在水中适当深度，可以采用悬浮装置。

如果没有发现有魚被誘来，应拉起誘魚器，調整 R_2 ，改变振蕩頻率。

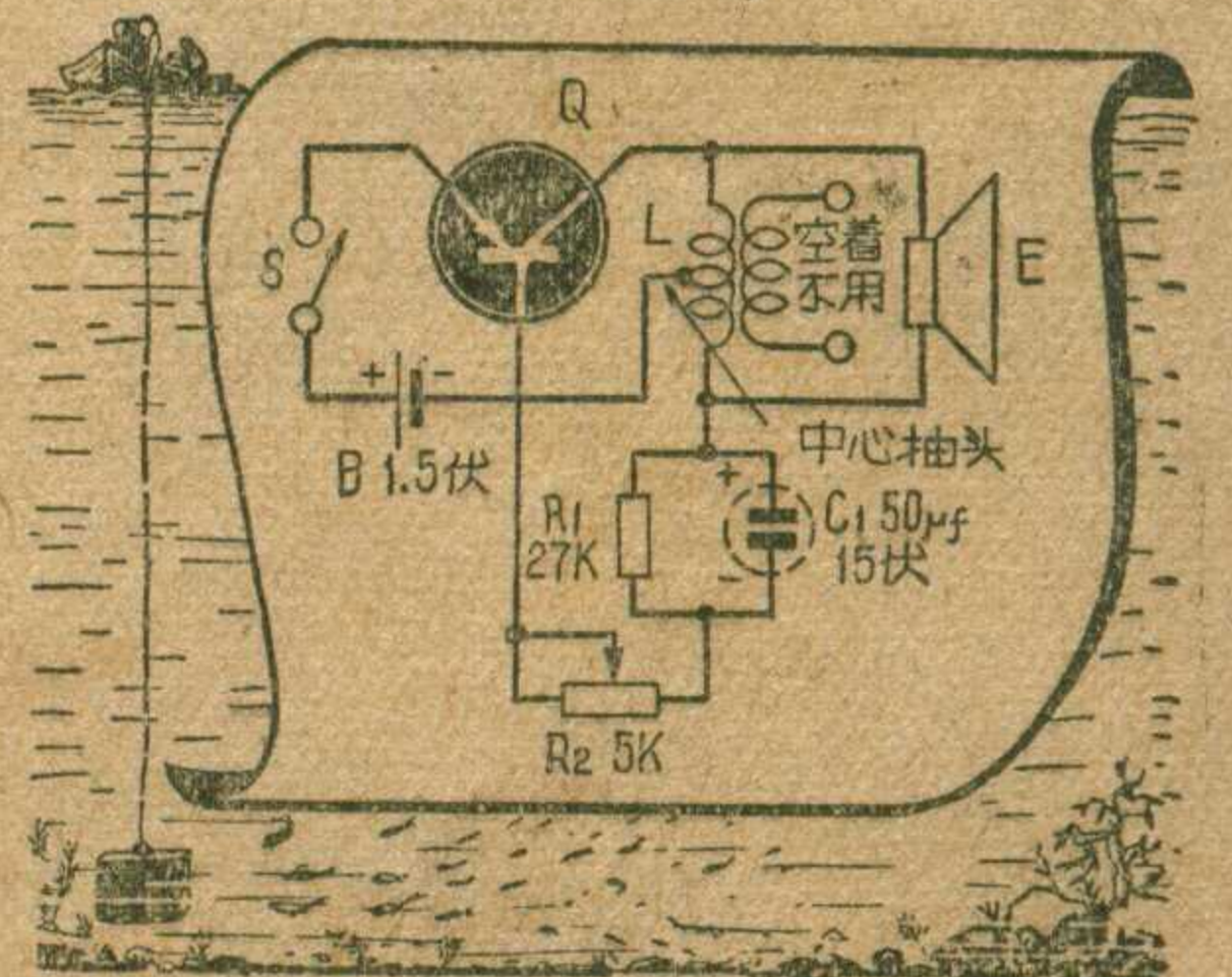
(袁俊英譯)

电子誘魚器

捕魚的人們常会发现，当他們击伤了一条魚的时候，远处的鯊魚也会聞信赶来，这很可能是由于它听到了受伤的魚的“呻吟”的緣故。利用水下噪声捕魚的方法已被证实效果良好，而且得到了广泛的应用。

这里介紹的是一种簡單的小型电子誘魚器，能发出一种反复、尖銳的噪声，可以用来誘捕許多种魚类。

电路原理图見下图。这是一个哈特萊式振蕩电路。晶体管Q用的是2N1265型，用其它型号的PNP类型的低頻三极管也可以，不过电路中元件数值要作相应的改变。其它元件，应选用小型的。振蕩綫圈 L_1 可以利用半微型輸出变压器的初級，次級空着不用，初級电阻为



双稳态触发电路

双稳态触发电路是脉冲技术中最基本的电路之一，它在无线电电子学的各个领域，例如测量技术、电视和电子计算机中都获得了极为广泛的应用。

什么是双稳态触发电路呢？我们举一个简单的例子来说吧。例如有一个普通的电灯开关，它就有“开”（接通）和“关”（断开）两个稳定状态，或者叫做双稳态。当用手把开关扳到“开”的位置时，电灯就亮了。这个状态是稳定的，除非把开关再扳到“关”的位置，电灯将一直亮着。同样地，当电门在“关”的位置时，如果不去扳动它，电灯就永远不会亮。扳动开关就是对开关进行“触发”。因此，装有普通开关的电路，广义地说，也可叫做双稳态触发电路。

这里介绍的双稳态触发电路也是具有两个稳定状态。要使电路从一个稳定状态转变为另一个稳定状态，不是用手去“触发”，而是用外加的脉冲电动势对电路进行触发。这个脉冲通常叫做触发脉冲。

图1所示为应用很广的屏栅耦合双稳态触发电路。这个电路的两个稳定状态是：(1) V_1 通过很大的电流而 V_2 截止；(2) V_2 通过很大的电流而 V_1 截止。

为了简单起见，我们假设这个电路是完全对称的：三极管 V_1 和 V_2 的参数完全一样，并且 $R_{a1}=R_{a2}$ ， $R_1=R_2$ ， $C_1=C_2$ ， $R_{g1}=R_{g2}$ 。初看起来，这个电路好象是处在平衡状态，两个电子管中的电流 i_{a1} 和 i_{a2} 应当相等。但是，这种平衡状态是不稳定的。电路不能处在这一状态，而一定要转到上述两个稳定状态中的任何一个状态去。就象尖端朝下竖立着的铅笔一样，即使把它放得完全垂直，完全对称，它也不能稳定地立在那里。一受到任何偶然原因的影响（震动、空气的吹动等），它就会倒下来。

例如，我们假定由于某种偶然的原因（电源电压的微小变化或者外界的机械振动等）使电子管 V_1 的屏流 i_{a1} 有了很小的增加，那末 R_{a1} 上的电压降 $i_{a1}R_{a1}$ 就随着增加了。 V_1 的屏压 $u_{a1}=E_a-i_{a1}R_{a1}$ 就相应地减小。但是，电子管 V_2 的栅极电压 u_{gk2} 是由电阻 R_k 上的负电压降 u_k 和 R_{g2} 上的正电压降 u_{g2} 合成的，

而 u_{g2} 又和 u_{a1} 成正比 $[u_{g2}=u_{a1}R_{g2}/(R_2+R_{g2})]$ ，所以 u_{a1} 的减小使得 u_{gk2} 减小。这样就使电子管 V_2 的屏流 i_{a2} 减小， $i_{a2}R_{a2}$ 减小，因而使 V_2 的屏压 u_{a2} 增高。 u_{a2} 的增高通过 R_1R_{g1} 的分压器作用到电子管 V_1 的栅极，使 u_{g1} 增加 $[u_{g1}=u_{a2}R_{g1}/(R_1+R_{g1})]$ ，这

就使得 i_{a1} 进一步增加。我们看到，由 i_{a1} 的偶然增加起，兜了一个圈子，又使 i_{a1} 更进一步增加。这个圈子是： i_{a1} 增加 $\rightarrow u_{a1}$ 减小 $\rightarrow u_{g2}$ 减小 $\rightarrow i_{a2}$ 减小 $\rightarrow u_{a2}$ 增加 $\rightarrow u_{g1}$ 增加 $\rightarrow i_{a1}$ 更进一步增加。

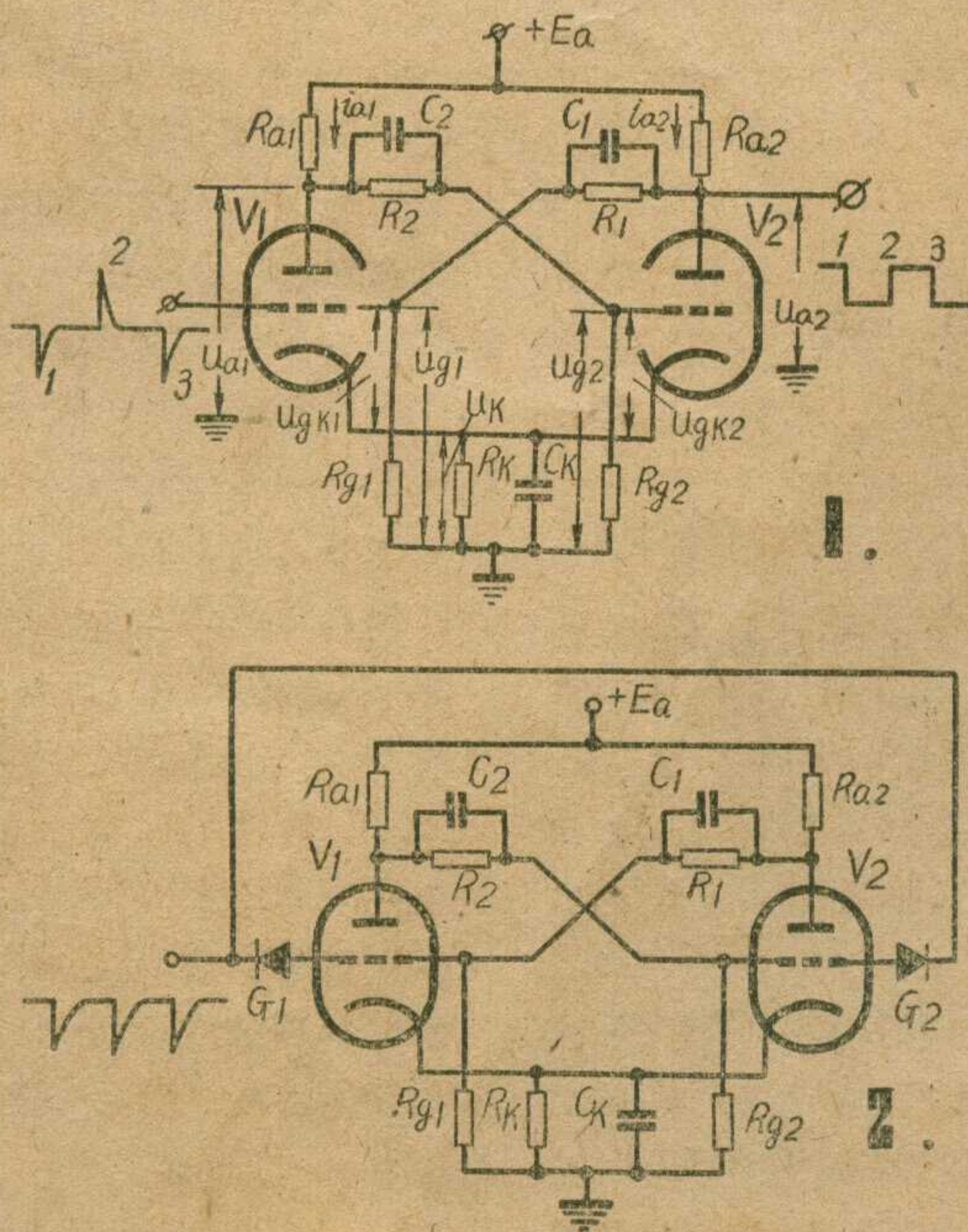
但是过程并不就此结束。 i_{a1} 既然进一步增加了，它就会再经过上面的圈子使 i_{a2} 继续减小，使 i_{a1} 继续增加。就象一个小雪球从山上滚下来一样，体积越来越大，速度越来越快，直到滚到山脚下为止。上述兜圈子的过程也是以很快的速度继续进行下去，或者说雪崩式地发展下去。如果 R_k 选得相当大，使得 R_k 上的负偏压 u_k 在电子管的截止偏压以下，那末，当 i_{a1} 增大使 u_{a1} 不断降低时， u_{g2} 上的正电压就会降低到这样的程度，以至于它和 u_k 的合成电压 u_{gk2} 降低到电子管 V_2 的截止偏压值。这时电子管 V_2 截止， i_{a2} 减小到零，不能再减；电子管 V_2 的屏压 u_{a2} 增加到差不多等于电源压 E_a ，不能再加。于是，上述雪崩过程就终止了。

就这样，电路转入了它的第一个稳定状态，就是 V_1 通流而 V_2 截止的状态。在这种状态下，电子管 V_2 的栅压 u_{gk2} 降到截止偏压以下， $i_{a2}=0$ ， $u_{a2}\approx E_a$ 。电子管 V_1 的栅压 u_{gk1} ，由于 u_{a2} 这个差不多等于 E_a 的高电压通过分压器 R_1R_{g1} 加到 V_1 的栅极，本来也应该是很高的正压。但是，因为栅极为正时会出现栅流，这好象是在电子管内用一个不大的电阻把栅极和阴极接通了，所以

u_{gk1} 是增加不上去的，它只能增到比零稍高的地步，或者粗略地说， $u_{gk1}\approx 0$ 。在这种情况下， i_{a1} 增加到很大的数值（ i_{a1} 最大），而屏压 u_{a1} 就降到很小的数值（ u_{a1} 最小）。这个状态是稳定的，如果不对电路进行“触发”，它就会一直处于这一状态。

和上面叙述的情况相似，如果在开始时不是 i_{a1} ，而是 i_{a2} 有了偶然的增加，那末，电路就会雪崩式地转到第二个稳定状态，即电子管 V_1 截止，电子管 V_2 通过很大电流的状态。在这种状态下，电子管 V_1 的栅压 u_{gk1} 降到截止偏压以下， $i_{a1}=0$ ， $u_{a1}\approx E_a$ 。电子管 V_2 的栅压 $u_{gk2}\approx 0$ ， i_{a2} 增到最大， u_{a2} 降到最小。

在所述的电路中，在电阻 R_1 、



R_2 上分别并联一个电容器 C_1 和 C_2 , 它们的作用是使上述雪崩过程更快地进行。大家知道, 电容器在充电或放电时, 它的电压不可能在一瞬间发生跃变, 因为这个电压 $V=CQ$, 而电荷 Q 的积累或离去需要一定的时间。因此, 在触发电路中, 例如当 u_{a1} 突然增加一个数值时, 并不能使电容器 C_2 上的电压突然增加, u_{a1} 增加的电压就一下子通过 C_2 全部加在 R_{g2} 上, 使 u_{g2} 的增加比在沒有 C_2 时大很多倍。同样, 当 u_{a1} 突然减小一个数值时, 这个电压变化也会通过 C_2 全部加在 R_{g2} 上, 使 u_{g2} 的减小比在沒有 C_2 时大许多倍。这样就使上述雪崩过程大大地加快了。

要使电路从一个稳定状态轉到另一个稳定状态, 或者說使电路“翻轉”, 必須对它进行“触发”。举例說, 在通流电子管的栅极加一个負触发脉冲, 或在截止电子管的栅极加一个正触发脉冲, 就可以使电路“翻轉”。

我們假定电路处在 V_1 通流而 V_2 截止的状态。这时, 如果在 V_1 的栅极加上一个負脉冲 (图 1 中的脉冲 1), 那末, 栅极电位 u_{gk1} 就要降低, 使 i_{a1} 减小, 而使 u_{a1} 增加。 u_{a1} 的增加将通过 R_2R_{g2} 傳到电子管 V_2 的栅极, 使栅压 u_{gk2} 增加。如果触发脉冲的幅度足够大, u_{a1} 的增加就能够使 u_{gk2} 增加到截止偏压以上, 使电子管 V_2 通流, 即产生了 i_{a2} 。一旦产生了 i_{a2} , u_{a2} 就要下降 (相当于图 1 中矩形波 1 处的情况), 从而使 u_{gk1} 进一步降低, 使 i_{a1} 繼續减小。这样, 就发生了前面所說的雪崩过程, 电路很快地翻轉到另一个稳定状态, 即 V_1 截止、 V_2 通流的状态。

这时为了使电路再翻轉到原来的稳定状态, 需要在截止电子管 V_1 的栅极加一个正极性的触发脉冲。如果这一脉冲的幅度足以使 u_{gk1} 增加到截止偏压以上, 就会使 V_1 通流, 产生 i_{a1} 。这样一来, 就发生了 u_{a1} 减小、 i_{a2} 减小、 u_{a2} 增加 (相当于图 1 中矩形波 2 处的情况), 从而使 i_{a1} 繼續增加的雪崩过程。电路又翻轉到 V_1 通流、 V_2 截止的稳定状态。

另外一种触发方法是每次翻轉都采用同样极性的脉冲, 例如負脉冲。这时触发脉冲通过两个隔离二极管 G_1, G_2 同时加到两电子管的栅极, 如图 2 所示。这样,

当負脉冲到来时, 虽然同时加到两个管子的栅极, 但是对截止管, 例如 V_2 , 却不起作用, 因为这个管子的負偏压已經在截止值以下, 再加負压, V_2 仍然是处于截止状态。但是負触发脉冲能使通流管 V_1 的栅压降低, 使 i_{a1} 减小, 因而能使电路翻轉, 也就是使 V_1 截止而 V_2 通流。

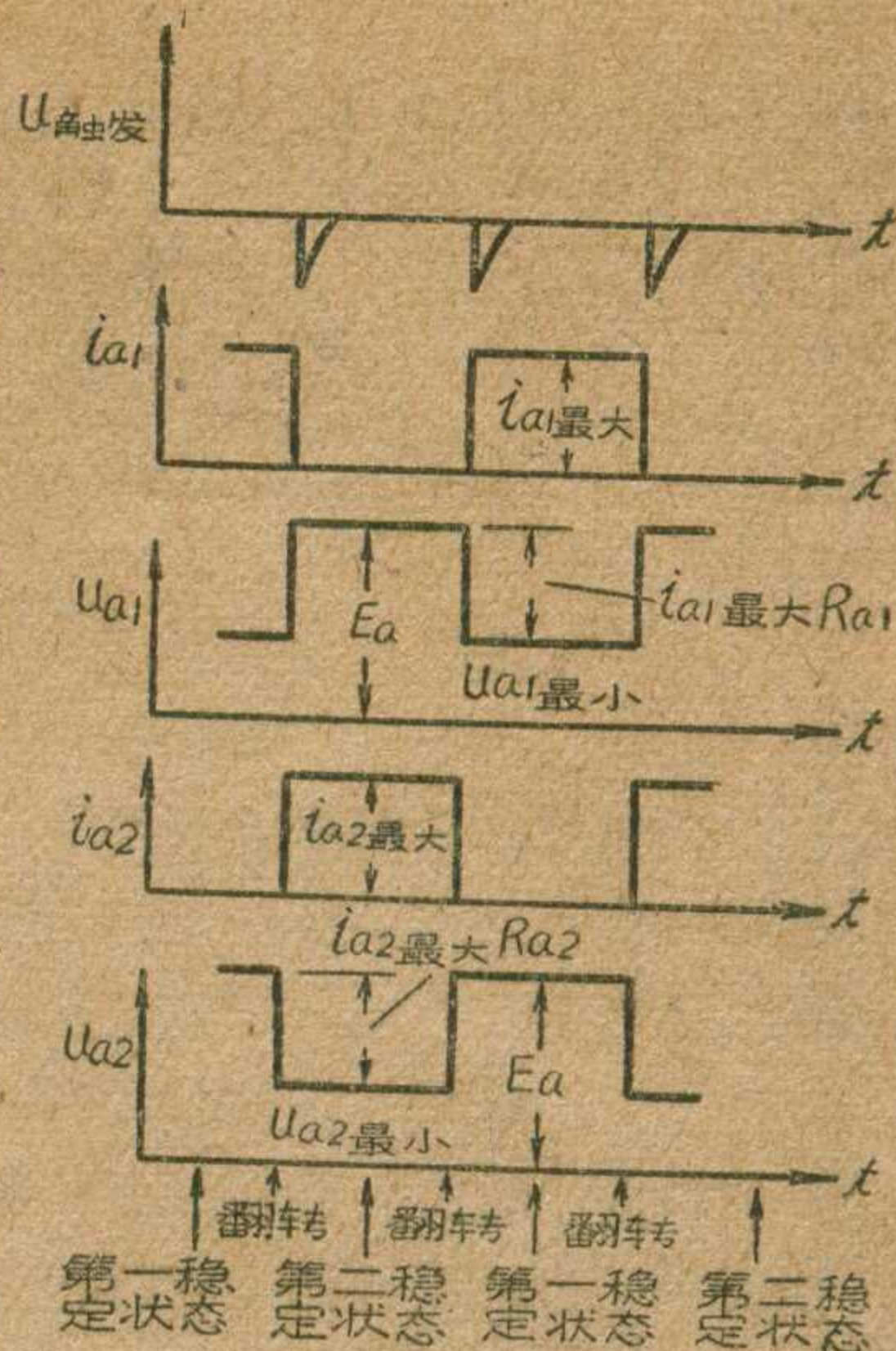
在这种状态下, 当下一个負触发脉冲到来时, 就不对 V_1 起作用而对 V_2 起作用, 使电路翻轉到第一个稳定状态。

总结上面所說的情况, 可以把双稳态触发电路的工作过程, 用图 3 的时间曲线图来表示。

从图 3 可以看到, 利用双稳态触发电路可以在电子管的屏极产生出矩形波。它的幅度很大, 形状也很好。改变触发脉冲間的时间間隔, 就可以改变这个矩形波的宽度和重复频率。再加上电路很简单, 所以这种矩形波发生器在电子学的各个部門中都得到了广泛的应用。

另外, 双稳态触发电路是一个很好的电子开关, 或者說是一个电子继电器。例如, 我們在电子管 V_2 的屏极电路中接一个继电器, 那末, 当 V_2 截止时, 继电器就不会动作。但一旦有一个触发脉冲使电路翻轉时, V_2 将通过很大的电流, 使继电器动作, 继电器的接点将被控制的电路接通。当下一个触发脉冲到来时, 电路翻轉, V_2 截止, 继电器釋放, 被控制的电路就被断开。

双稳态触发电路还可以用作計数器 (参看本期“电子計数器”一文), 可以在电子计算机中构成运算器和存儲器等等。由上面所举的一些例子, 就可以看出这种双稳态触发电路的应用是非常广泛的了。(銘)



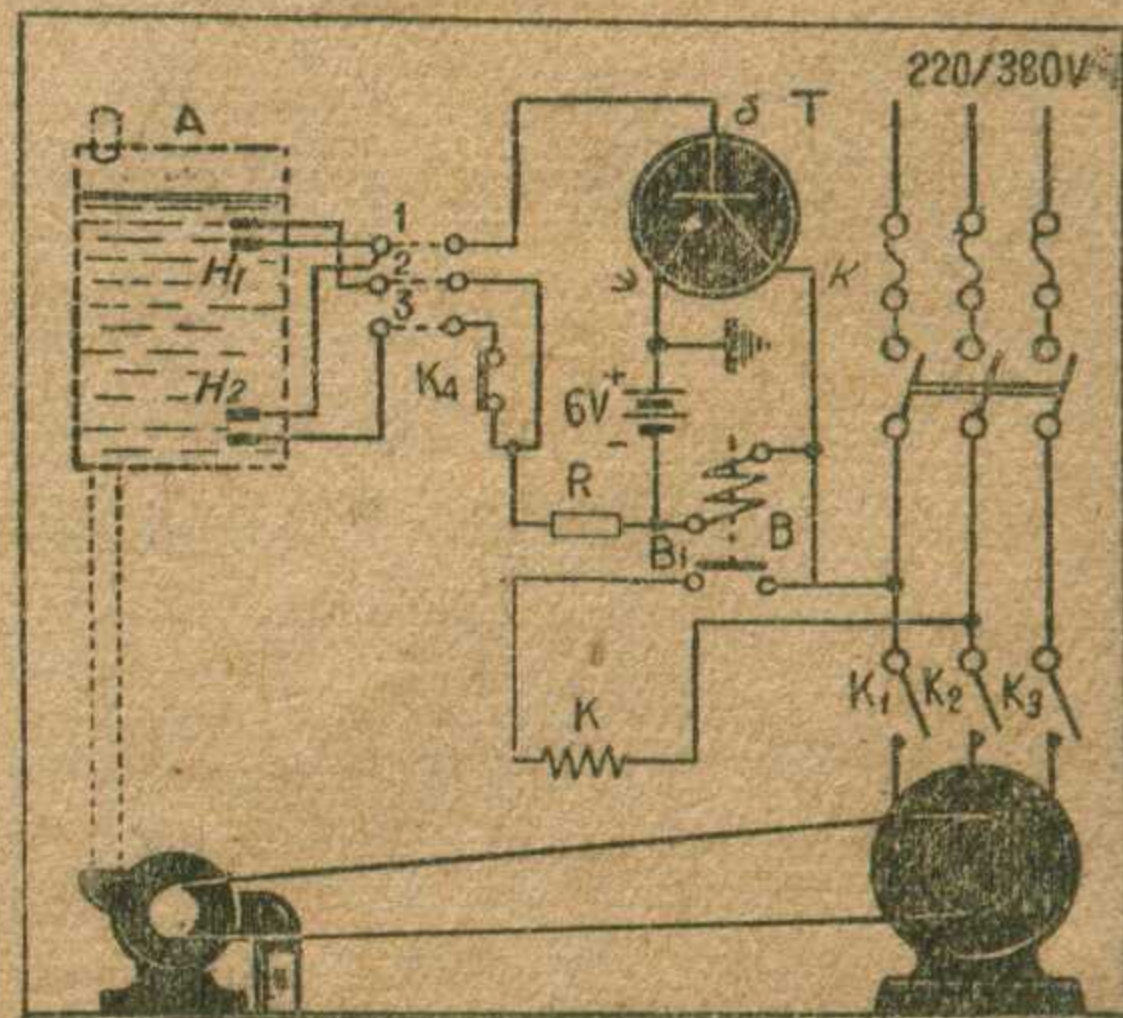
对“半导体自动排灌站”的改进

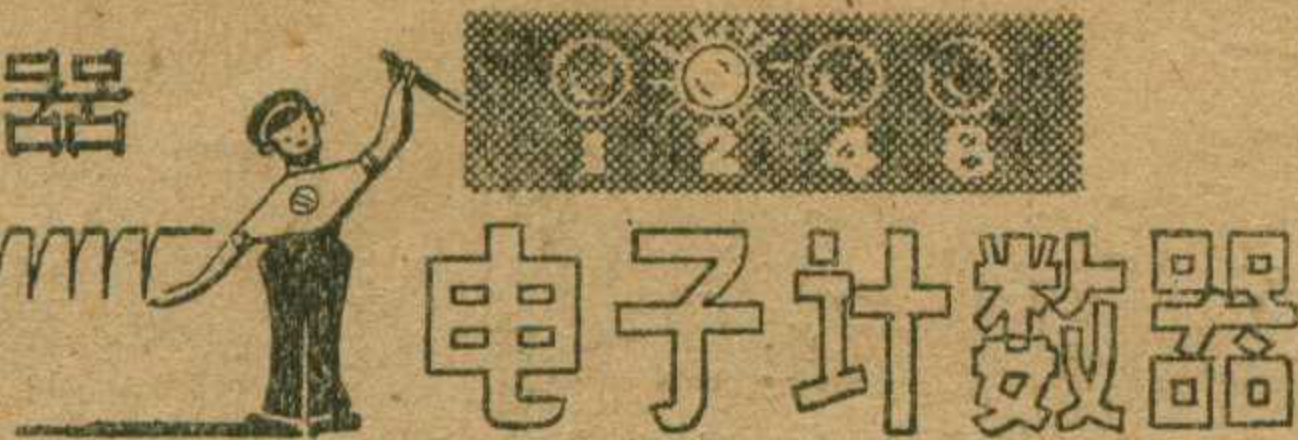
在 1961 年第 4 期发表的半导体自动排灌站一文中, 介紹的电路較复杂。如果改成以下电路, 把接点 K_4 改成常閉接点, 就可省去半导体三极管、继电器、6 伏电池和电阻各一个。

当水位低于 H_2 时, 半导体三极管的发射极至基极的电路断开, 继电器 B 失去电流而复旧, 这时接点 B_1 就接通了继电器 K 的电路。继电器 K 动作后, 接点 $K_1K_2K_3$ 接通馬达, 接点 K_4 便断开。因此水位要一直上升到 H_1

处才将发射极到基极的电路接通, 使继电器 B 动作, 断开继电器 K 的电路。继电器 K 复旧后, 其接点 $K_1K_2K_3$ 断开馬达的电源, K_4 重新閉合, 这样就要等到水位再降到 H_2 时才开始打水。

(王克成)





电子计数器

进

数数，看来是很简单的事。小朋友一面踢毽子，一面“一、二、三、四……”地数着，多么轻松愉快！但是要是数目太大了，数起来就不那末容易了。比如說，你曾經数过一百、二百……一千甚至好几千的数，但是你曾經数到过几百万甚至几千万的数嗎？即使你有这个耐心，也沒有那个時間。例如，你下决心要数到“一千万”。一秒钟能数几个数呢？你試試看，頂多是十个数。这样，数到一千万，需要用一百万秒钟。也就是說，就是昼夜不停地数下去，也得数上十来多天。而且数目这样大，那一定是免不了要出錯誤的。这样看来，在必要的时候，能有一架机器代替我們数数，要它能数的数目很大，数得很快又沒有錯誤，那倒是一件不坏的事。

电子计数器就是这样的机器。它能数很大的数目，数得很快，而且数得很准。例如，現有的較好的计数器，每秒钟能数一千万个数，而誤差最多差1个数。

电子计数器数数的方法是数出通到计数器中的脉冲。例如，每秒钟輸入一万个脉冲，那末在一秒钟测量后，它就指示出10000这个数字。因此，可以用计数器来测量各种物理量或电气量，只要先把待测的量变成和它相应的脉冲数就行了。

我們举一个测量频率的例子。图1是测量的原理图。将待测频率的电波經過脉冲变换器，使每一周波产生一个脉冲。这些脉冲經過定时开关送入电子计数器。如果定时开关开一秒钟，电子计数器上示出的数字是158670，那末频率就是158670赫；如果开一分钟时示出的数字是158670，那末频率就是 $158670/60=2644.50$ 赫。

和一般带电表的测量仪器不同，电子计数器测量电量时具有很高的分辨能力。例如用一个六位数字的电子计数器来测量1076.53451赫的频率，它能量出六位数字，得到1076.53赫；而用带电表的仪器测量时，由于人眼分辨度的关系，最多只能看到四位数字，如1076赫，而且最后一个数字“6”已經是凭估計得出的了。

电子计数器在現代的测量技术中用得越来越广泛了。利用它可以作各种各样的测量。例如它和盖革管結合，可以探测放射性元素的量，与一个电子开关結合，可以测量到一千万分之一秒的时间。它也可以用到生产流水綫上去作计数或檢驗工具。有人把带电子开关的电子计数器叫做“单位時間的事件测量表”，这也就說明了电子计数器的用途是十分广泛的。

计数器电路有很多种。有利用触发电路的，也有利用专门的计数管的。不过使用计数管的电路对零件的要求較严，有一些计数管每秒钟计数的次数較少，所以現时用触发电路式的计数器比較多。这里我們就来談一談用触发电路构成的电子计数器的的工作原理。

二进制计数电路

图2画出了一个双稳态触发电路。把两个电子管的栅极通过两个隔离二极管連在一起，作为公共輸入端。从电子管 V_1 的屏极通过一个电容器 C 引出一个接綫端作为輸出端。再把一个氖灯 N 并联到电子管 V_2 的屏极电阻 R_{a2} 上。很明显，这个氖灯只有当电子管 V_2 通过很大电流，在 R_{a2} 上产生足够大的电压时才能燃亮。在 V_1 通流而 V_2 截止时，氖灯就熄灭。

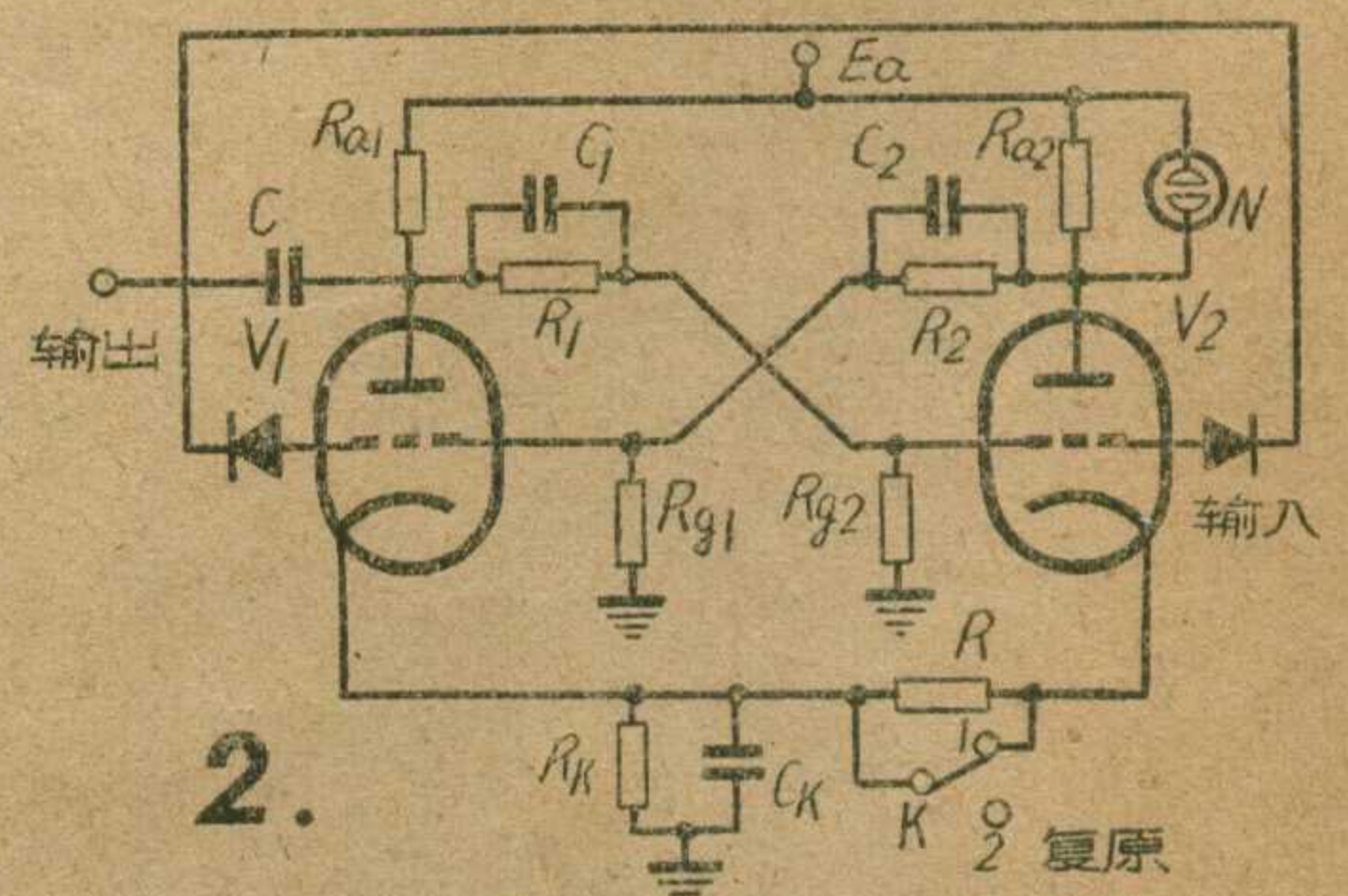
現在我們假定电子管 V_1 电流最大而 V_2 截止时的状态为起始状态，并用“0”来表示这个状态。这时氖灯是熄灭的，所以氖灯不亮就相当于“0”的状态。然后，

假定电子管 V_2 电流最大而 V_1 截止时的状态为工作状态，并用“1”来表示。这时氖灯燃亮，所以氖灯亮就相当于“1”的状态。

設触发器处在起始状态，氖灯不亮。这时如果在輸入端輸入一个負脉冲，它将使触发器从起始状态变为工作状态，即由“0”变为“1”，这时氖灯燃亮。与此同时，由于电子管 V_1 从通流状态变为截止状态，它的屏压突然增高，所以就在輸出端輸出一个正脉冲。在这个状态下，如果輸入第二个負脉冲，那末电路将由工作状态变为起始状态，即由“1”变为“0”，氖灯熄灭，同时在輸出端輸出一个負脉冲。

現在我們假設把这个触发电路 T_1 的輸出端接到另一个完全相同的触发电路 T_2 的輸入端。当第一个触发器 T_1 由“0”变到“1”，即氖灯燃亮时，它輸出一个正脉冲，这个正脉冲并不能改变第二个触发器 T_2 的状态，因为 T_2 电路輸入端接的两个隔离二极管不让正脉冲进入触发器 T_2 的电路。但是，当 T_1 由“1”变到“0”，即氖灯熄灭时，它輸出一个負脉冲。这个負脉冲却能使第二个触发器 T_2 翻轉。如果 T_2 原来是处于相当于“0”的起始状态，氖

灯不亮，那末現在它将变为相应于“1”的工作状态，氖灯燃亮。由此可见，将



2.

T_1 的输出脉冲作为 T_2 的输入信号，就起了二进制计数制中“逢二进一”的作用，即进位的作用。当第一个脉冲输入 T_1 时，它的氛灯亮，表示是1。当第二个脉冲输入 T_1 时，它的氛灯灭了，但却向 T_2 输入一个负脉冲，使 T_2 的氛灯亮，表示是二进制中的10，也就是2。(关于二进制的問題，請參閱本刊1961年第5期“什么是二进制计数制?”一文)

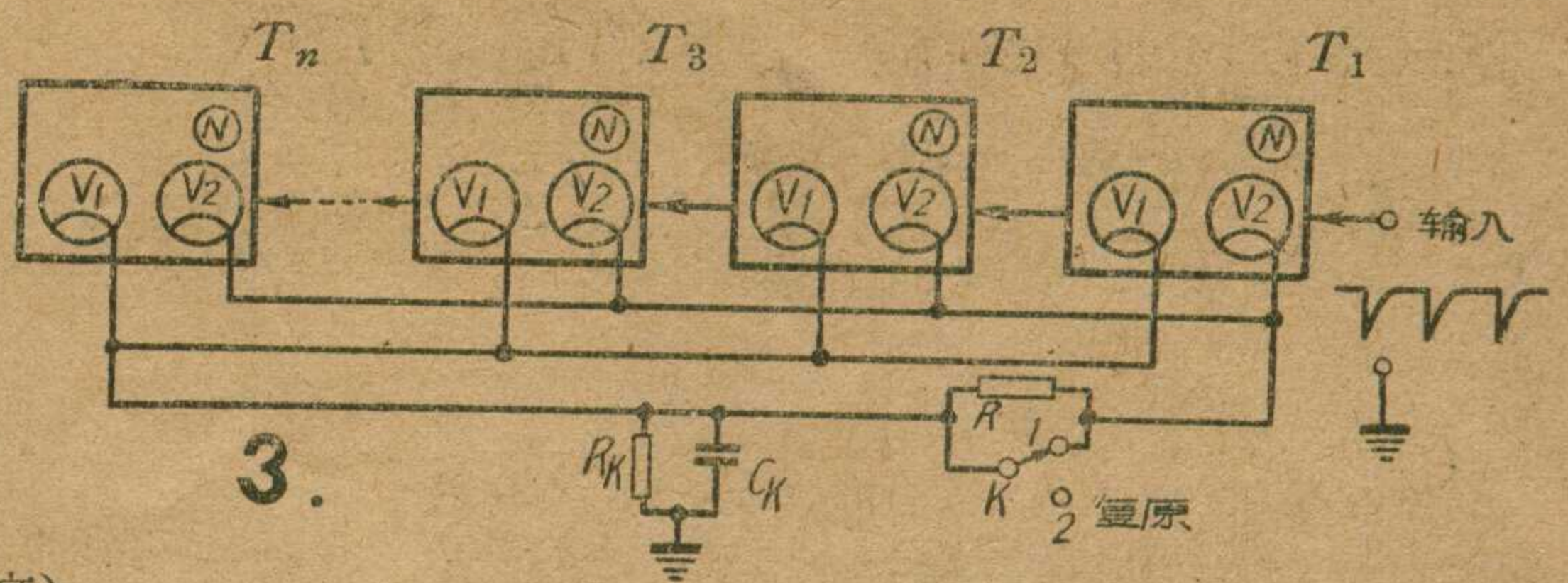
如果按照相同的方式在 T_2 后面接上第三个触发器 T_3 、第四个触发器 T_4 等等(见图3)，那末，就组成了一个二进制计数器。如果计数器中有 n 个触发器，那末它就可以表示出二进制 n 位数的脉冲数目。

现在我们来说明图2中复原开关 K 的作用。平常， K 都是处在位置1，把电阻 R 短路，所以 K 和 R 的接入对电路毫无影响。当需要将电路转入起始状态时，只要把 K 向复原位置扳动一下就可以了。这时如果电子管 V_2 是通流的，那末由于大电阻 R 接入它的阴极，就使它的屏流减小，因而使电路翻轉，变到 V_1 通流、 V_2 截止的起始状态，使氛灯熄灭。如果扳动开关 K 时 V_2 是截止的，那末 R 的接入就不会对电路有什么作用，电路仍保持起始状态。应当指出，由于电路的翻轉极快，所以要使电路复原，只需将 K 向2扳一下，立刻顺手扳回1去就行了，并不需要把 K_2 放在2上停一段时间。

图3示 n 位二进制计数器的方框图。图中将所有触发器左面的电子管 V_1 的阴极連在一起，通过 $R_k C_k$ 接地；所有 V_2 的阴极也連在一起，并通过 K 和 R 后經 $R_k C_k$ 通地。这样，当扳动一下 K 时，所有的触发器都回到起始状态，所有的氛灯都同时熄灭。这样就可以开始计数了。

第一个脉冲使 T_1 转入工作状态， T_1 的氛灯亮。同时由 T_1 输出一个正脉冲。正脉冲不能使 T_2 翻轉，所以其它氛灯都不亮。如表中的第一行所示。

第二个脉冲使 T_1 转入起始状态，氛灯熄灭。同时向 T_2 输入一个负脉冲，使 T_2 的氛灯亮，如表中的第二行。第三个脉冲使 T_1 的氛灯亮，如表中的第三行。第四个脉冲使 T_1 转入起始状态，同时向 T_2 输入一个负脉冲，于是 T_2 也转入起始状态， T_2 的氛灯熄灭。同时 T_2 向 T_3 输入一个负脉冲，使 T_3 转入工作状态， T_3 的氛灯亮，如表中的第四行。以后的情况可以依此类推。表中所示为第一至第十个脉冲进入计数器后，各触发器所处的状态。

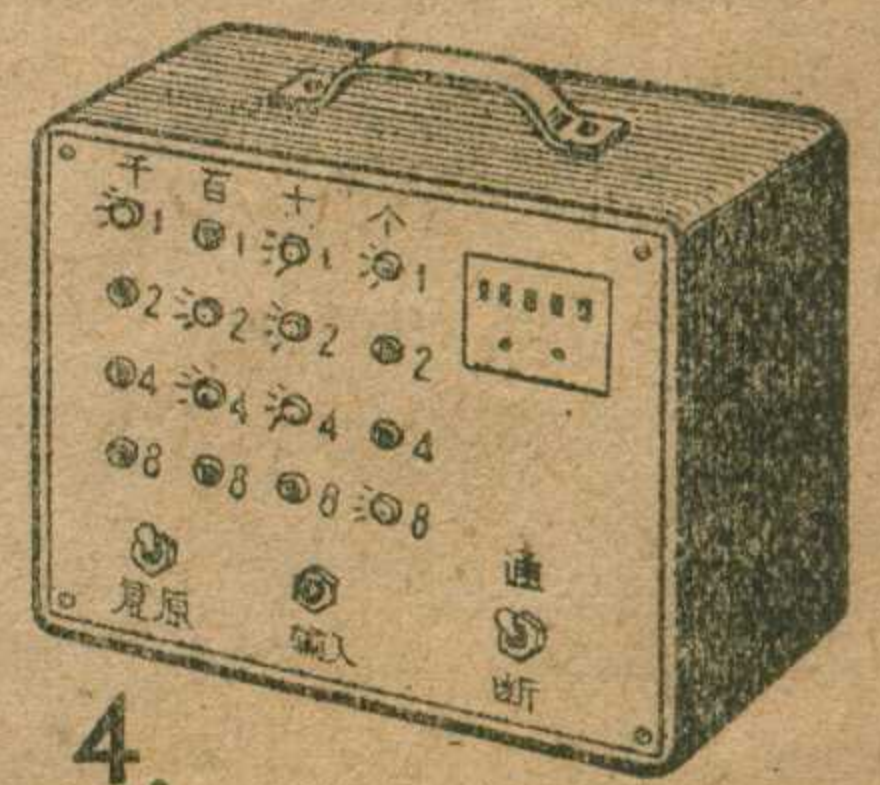


脉冲次序	各触发器所处状态					计数器所表示的数	
	T_n (2^n)	T_4 ($2^2=8$)	T_3 ($2^1=4$)	T_2 ($2^0=2$)	T_1 (1)	二进制计数制	十进制计数制
1	○	---	○	○	●	0---0001	1
2	○	---	○	●	○	0---0010	2
3	○	---	○	●	●	0---0011	3
4	○	---	○	○	○	0---0100	4
5	○	---	○	●	●	0---0101	5
6	○	---	○	●	○	0---0110	6
7	○	---	○	●	●	0---0111	7
8	○	---	●	○	○	0---1000	8
9	○	---	●	○	●	0---1001	9
10	○	---	●	●	○	0---1010	10

十进制计数器

因为人们长期以来已经习惯用十进制计数，为了方便起见，现在制成的电子计数器多用十进制计数制。这种计数器是根据前面所说的原理将电路稍加改变制成的。例如，可以将每四个触发器组成一组，各组分别作为十进制计数器的个位组、十位组、百位组等。在每一个触发器组中，当输入第一到第九个脉冲时，动作和前述二进制计数器完全一样。但是电路的连接具有这样的特性，即当输入第十个脉冲时，触发器组的四个触发器都转入起始状态，同时向前一位的触发器组输入一个负脉冲，这样就完成了逢十进位的作用。一个这样的十进制计数器的面板如图4所示。面板中以四个氛灯表示一位，读数时只要分别将每位上燃亮的氛灯所指示的数字相加起来就行了。例如图中所示的读数为1679。

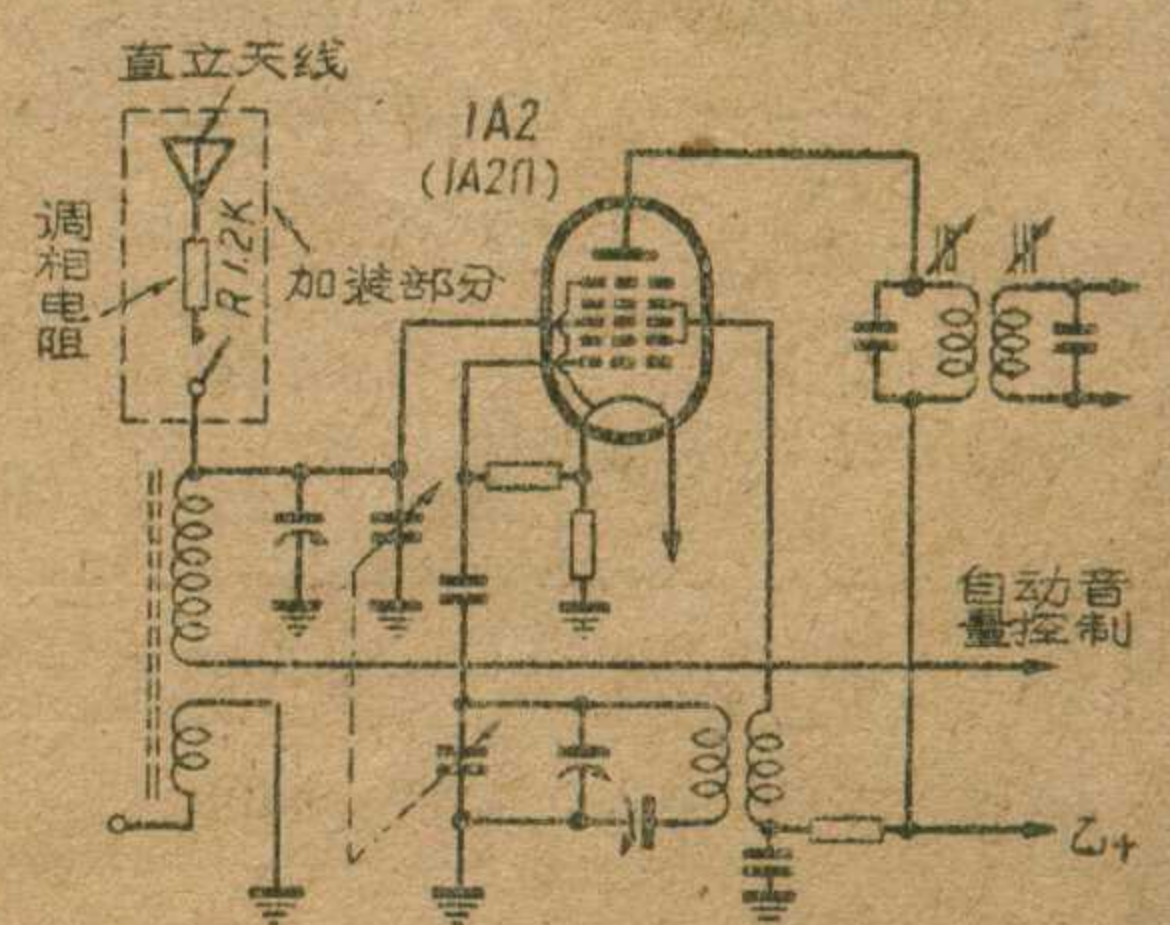
现在已经大量采用每位上用十个氛灯作指示的十进制计数器。这样使用起来就更方便了。它的基本原理也和前面所讲的一样，只不过电路的连接有些不同罢了。



我们用收音机作测向试验

我们曾用装有磁性天线的上海牌451型手提式收音机来作测向试验。为此需用1.4米的粗铜丝做一根直立天线，另在直立天线的一端串联一个1.2K的调相电阻(用10K的电位器，便于调整)，经开关后接至变频管1A2Π的栅极(如附图)。当直立天线开路时，转动收音机，可以测知磁性天线8字形的方向性，即有两个方

向(互相相差180°)收听声音最大。接入直立天线后只有一个方向收听声音最大，从而可以测出电台的方向。(苏锦澄、黄成思)



收音机低频功率放大器的设计

俞锡良

收音机低频功率放大器也称“末级放大器”，它的作用是将前级电压放大器送来的音频信号放大到有足够大的功率，来推动扬声器发出声音。电路的形式通常如图1，工作状态一般是甲类放大。

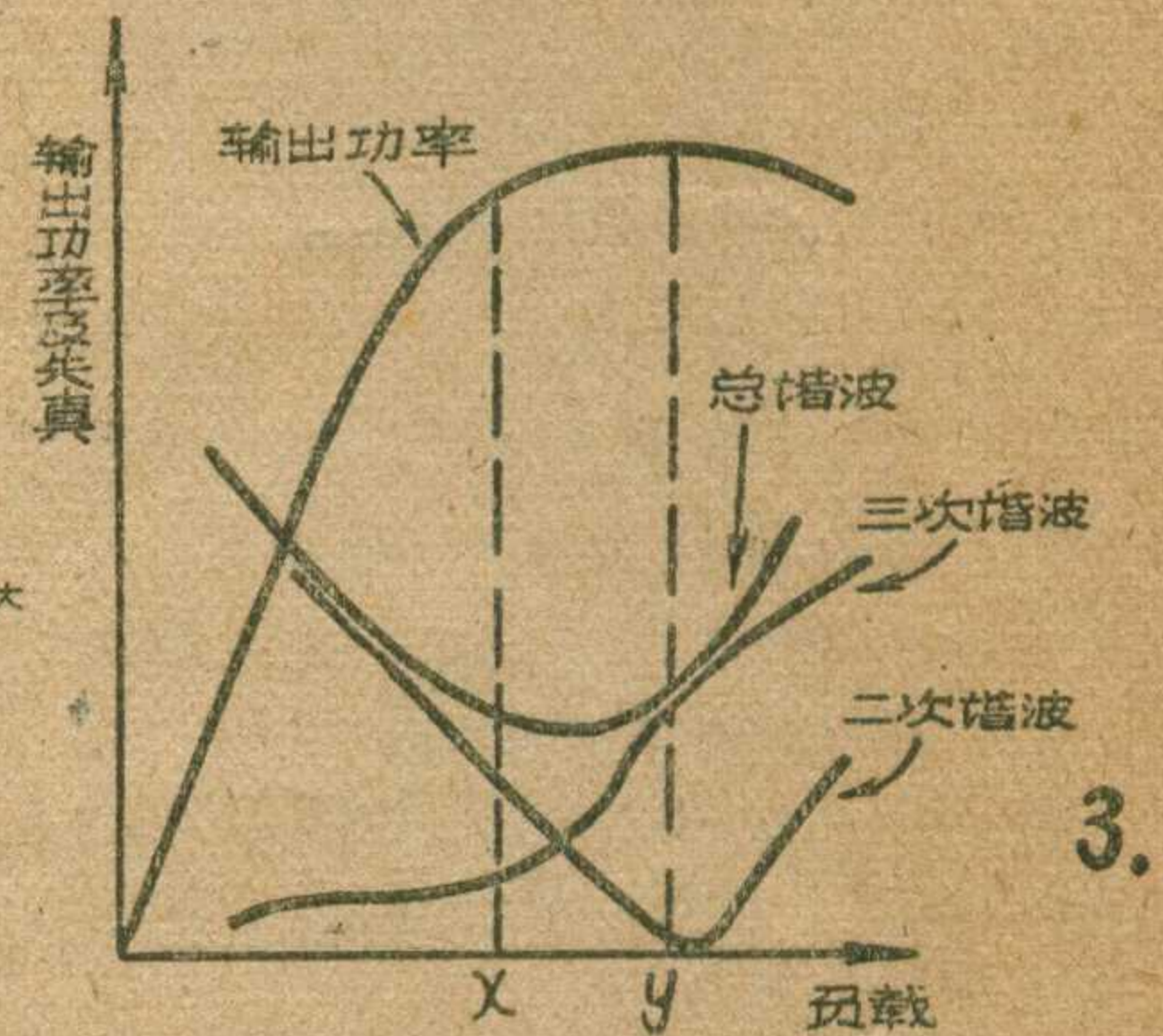
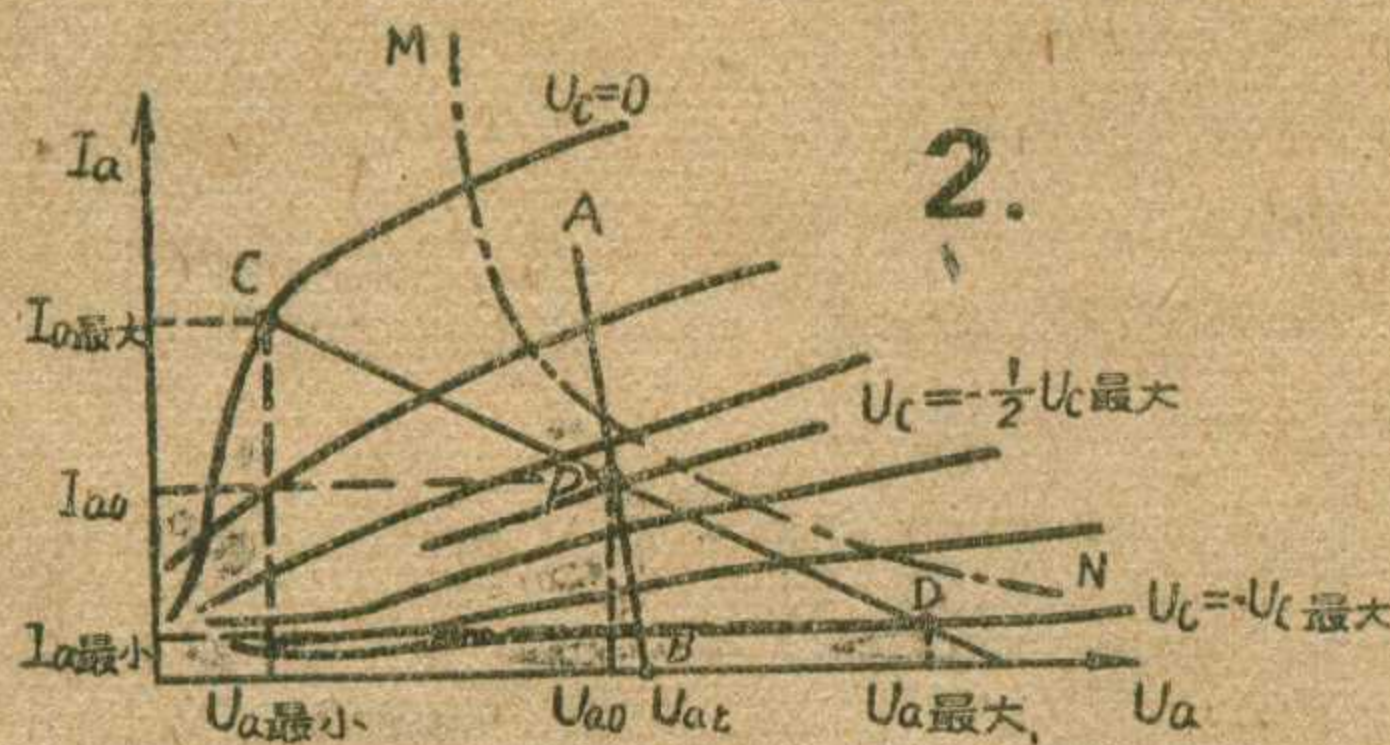
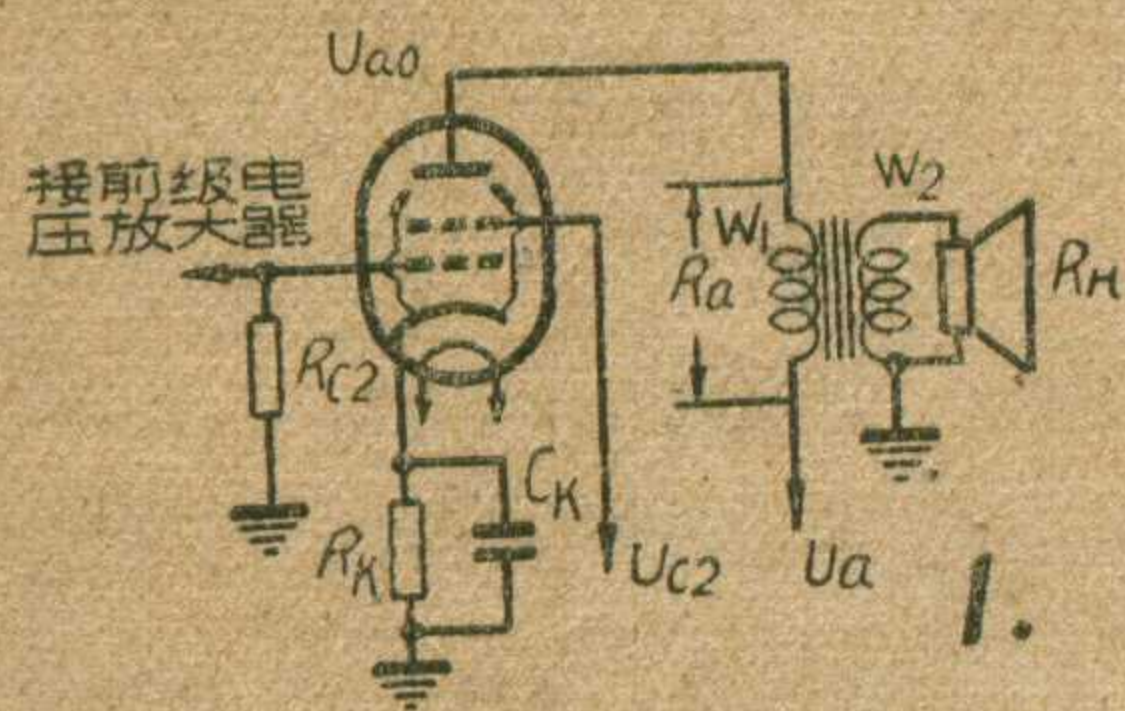
功率放大器的主要参数是输出功率、失真度和频率特性。三级机大都使用在不大的房间里，有0.5~2伏安的输出功率也

(6Π14Π)等。作单管甲类放大时的典型参数见表1。这两种管子的输出功率，都已能满足我们的要求，所以采用一级单管输出就可以了。如果有特殊的需要，要求设计推挽或分频电路时，才用二只管子。

计算功率放大管的工作状态，从电子管特性曲线图上着手最为方便，图2是 $I_a \sim U_a$ 的曲线族。因为输出变压器直流

点作出的 APB 线就是直流负载线。

然后再确定交流负载线。依据的原则是放大器输出功率要大，失真小，而后者更为重要。用集射四极管或五极管放大时会产生较大的二次和三次谐波的失真。当负载线转到某一个角度，使 $CP=PD$ 时，二次谐波为零，三次谐波则随着负载阻抗的增大而上升，这可从图3清楚看出，只



就够了，一级机往往放在较大的场所，因此功率约需2~4伏安。收音机的失真主要产生在末级放大器中。因此设计放大器时特别要注意失真问题。三级机的末级放大器，当输出为0.5伏安额定功率时，在规定的通频带内，失真最好在5%以下；一级机当输出为2伏安额定功率时要求在3%以下。放大器的频率特性在低频段主要受输出变压器的限制。一般设计时总要求在下限频率时增益下降3分贝左右而输出仍达额定功率以上。高音频率的特性则与负载的性质有关。

电阻很小，一般屏极直流电压 U_{ao} 约为供电电压 U_{ab} 的0.9左右。如果屏极电源电压已知，就可确定所选工作状态时的屏压 U_{ao} 。为了使输出功率尽可能大，信号摆动的振幅应全部利用到曲线族内有用的部分。最大负偏压 $-U_{c最大}$ 一般选取曲线族中靠近底部的最后一条可利用的曲线，因为是甲类放大，这时仍应有少量的屏流。最大负偏压的一半也就是所选工作状态时应有的负偏压，因此通过 E_{ao} 作一根垂线，它和 $-\frac{1}{2}U_{c最大}$ 对应的一根曲线的交点就是工作点 P 。 P 点所对应的屏流就是直流屏流 I_{ao} 。 P 点还应满足使此处的 $U_{ao}I_{ao}$ 乘积不超过电子管所允许的最大屏极功率消耗，也就是 P 点必须选在最大屏极耗边界线 MN 的左边，而且要离开它一些，以保安全。如果选出来的 P 点超出了这条线，到了它的右边任何一点，那末 $U_{ao}I_{ao}$ 乘积将大于电子管所允许的最大屏极耗数值，使屏极过载而烧毁。因此如 P 点不合屏极耗要求，必须重选。

有在 $x \sim y$ 的一小段区域内，总的谐波失真最小，而输出功率较大，这段范围以内的负载，称为最佳负载。我们作负载线时，可先过 P 点作出 $CP=PD$ 这条斜线，然后过 P 点再试作几条不同斜度的负载线，分别算出输出功率和失真，最后根据计算结果确定一根合适的负载线。如果功率还达不到预期要求，或失真超过限额，则可改变一下工作点，或适当提高屏压 U_{ao} （但不可超过最大屏耗），重新选定负载线。

C 点通常应在 $U_c=0$ （因 U_c 不能超出0到正值，否则产生栅流而失真）这条线的转弯处，若高于此处，屏压振幅摆动的利用率低，而低于此处时则信号将落入特性曲线的弯曲部分，会引起严重的失真，同时屏压过低，帘栅流会急剧上升而超过规定的最大帘栅消耗，也会损坏管子。定了

过 P 点和屏极电源电压 U_{ab} 对应的 B

一、电子管的选用和工作状态的图解分析

现代收音机里的功率放大管大都采用集射四极管或五极管，因为它们比起三极管来，有很多优点：如功率灵敏度高，输出功率大，以及屏路效率高等等；缺点是失真比三极管大，但这易于用负反馈解决。目前收音机内常用的国产管有集射四极管6P1(6Π1Π)和指形五极管6P14

表 1

管名	灯丝电压(伏)	灯丝电流(安)	屏极电压(伏)	帘栅电压(伏)	栅极偏压(伏)	屏极电流(毫安)	帘栅电流(毫安)	互导(毫安/伏)	内阻(千欧)	负载(千欧)	输出功率(伏安)	最大屏耗(瓦)	最大帘耗(瓦)	最大栅阻(兆欧)	谐波失真(%)
6P1 (6Π1Π)	6.3	0.5	250	250	-12.5	44	7	4.9	50	5	4	12	2.2	0.5	14
6P14 (6Π14Π)	6.3	0.76	250	250	阴极电阻 120欧	48	5	11.3	20	4	5.4	12	2	1.0	10

C点以后, 对应于C点的屏压和屏流, 就是信号的正半周使偏压为零时的最低屏压 U_a 最小和最大屏流 I_a 最大。而D点, 即负载线与偏压为 $-U_c$ 最大一根曲线的交点所对应的是最大屏压 U_a 最大和最小屏流 I_a 最小, 后者为 I_a 最大的 0.05~0.1 比较合适。工作点的直流屏流 I_{a0} 一般在 I_a 最大的 $\frac{1}{2}$ 附近。

电子管的帘栅压 U_{c2} 可取得与 U_{a0} 相同, 或比它小一些。

最大和最小屏压、屏流确定后, 便可用下列公式算出负载电阻、输出功率和失真。

屏极电路负载电阻 R_a 为

$$R_a = \frac{U_{a\text{最大}} - U_{a\text{最小}} (\text{伏})}{I_{a\text{最大}} - I_{a\text{最小}} (\text{毫安})} \text{千欧。}$$

负载电阻上的交流输出功率 P_{\sim} 为

$$P_{\sim} = \left(\frac{1}{8000} \right) (U_{a\text{最大}} - U_{a\text{最小}})$$

$(I_{a\text{最大}} - I_{a\text{最小}}) \text{伏安。}$

二次谐波系数为

$$\gamma_2 = \frac{0.5(I_{a\text{最大}} + I_{a\text{最小}}) - I_{a0}}{I_{a\text{最大}} - I_{a\text{最小}}}$$

三次谐波系数为

$$\gamma_3 = \frac{2(I_{a'} - I_{a''}) - (I_{a\text{最大}} - I_{a\text{最小}})}{2(I_{a\text{最大}} - I_{a\text{最大}} + I_{a'} - I_{a''})}$$

上式中, $I_{a'}$ 与 $I_{a''}$ 分别是负载线与 $U_c = 0.5U_{c0}$ 、 $U_c = 1.5U_{c0}$ 两曲线的交点对应的屏流。

总谐波失真系数 γ 将是

$$\gamma = \sqrt{\gamma_2^2 + \gamma_3^2}$$

阴极电阻 R_k 为

$$R_k = \frac{U_{c0}}{I_{a0} + I_{c20}}$$

式中 I_{c20} 为电子管的帘栅极电流, 可从手册上查出。

阴极旁路电容 C_k 可选得使它在最低工作频率 f_H 时的容抗小于 R_k 的 1/10 即可, 即 $C_k = 10/2\pi f_H R_k$ 。栅漏电阻 R_{c2} 可按手册上允许的最大值使用, 以便获得较高增益。

放大器的放大倍数

$$K = S(R_i \cdot R_a) / (R_i + R_a)$$

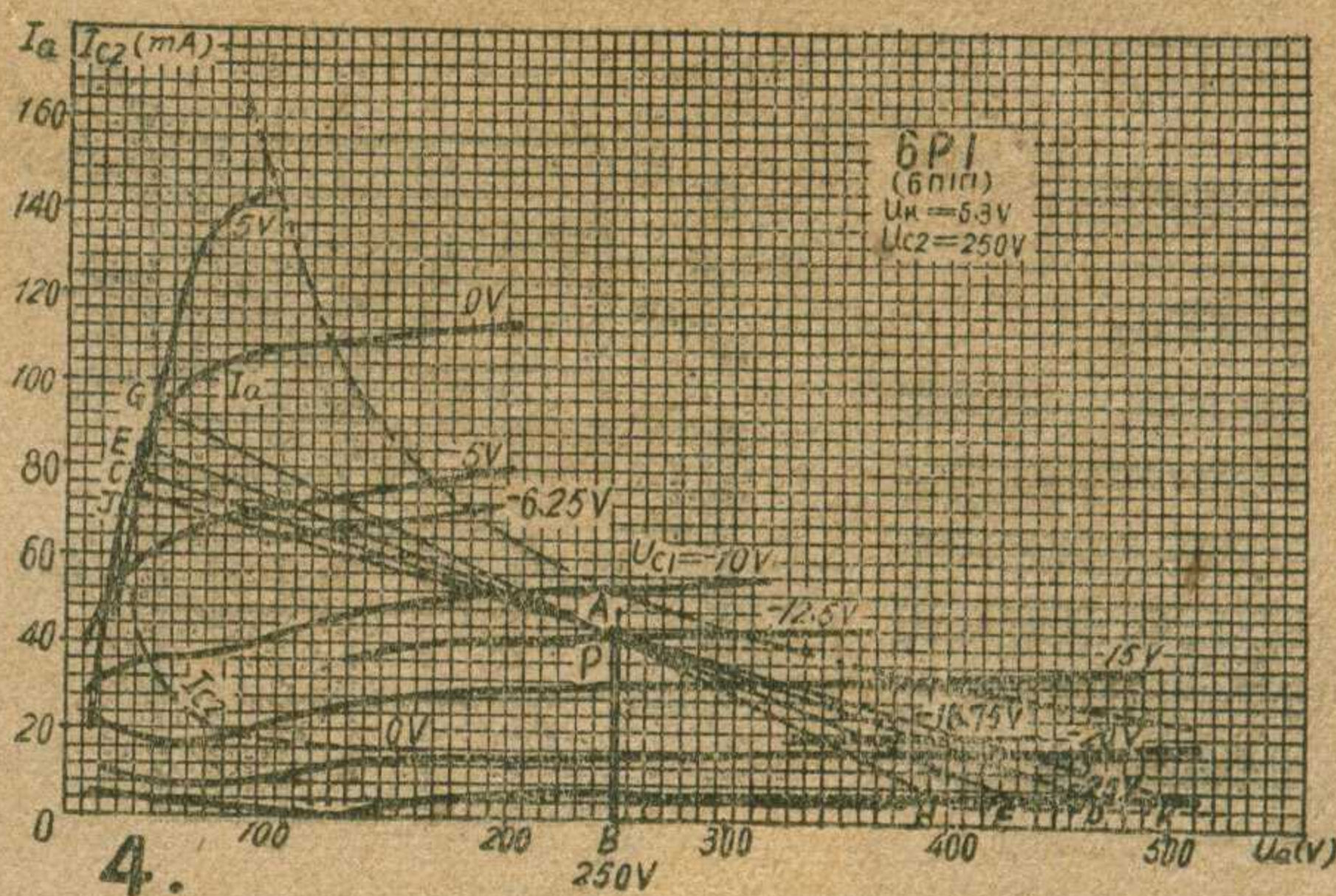
其中 S 和 R_i 分别为实际工作状态下的互导和内阻。

如果计算包括输出变压器在内的放大倍数, 则 $K' = Km$ 。其中 n 为变压器的变比, 即 $n = w_2/w_1$; η 为变压器的效率。

二、计算实例

我们以常用的 6P1 (6Π1Π) 为例, 来说明设计过程。设 $U_{a0} = 250$ 伏, $U_{c2} = 250$ 伏。

1. 选定工作点。从图 4 上 6P1 (6Π1Π) 的 $I_a \sim U_a$ 特性曲线族上找出可利用的



最负的偏压 U_a 最大 = -25 伏, U_{c0} 则为 $-(1/2 \times 25)$ 伏 = -12.5 伏。在 U_a 轴上自 $U_{a0} = 250$ 伏处作垂线 AB , 它与 $U_c = -12.5$ 伏那条曲线的交点 P 就是工作点。 P 点对应的直流屏流 $I_{a0} = 42$ 毫安。然后检查屏耗。 $U_{a0} I_{a0} = 250$ 伏 \times 42 毫安 = 10.5 瓦, 没有超出允许的最大屏耗 12 瓦, 所以是安全的。

2. 确定交流负载电阻。先找出二次谐波为零的那条线, 即用直尺以 P 点为中心, 一端沿着 $U_c = 0$ 的特性曲线的转弯部分, 另一端沿着 $U_c = -25$ 伏的特性曲线上, 转动角度, 找出 $CP = PD$ 的一根斜线, 就是所需的 $\gamma_2 = 0$ 的负载线。此时:

U_a 最大 = 468 伏; I_a 最大 = 78 毫安;

$I_{a'} = 65$ 毫安;

U_a 最小 = 30 伏; I_a 最小 = 6 毫安;

$I_{a''} = 20$ 毫安。

于是:

$$\text{负载电阻 } R_a = \frac{468 - 30}{78 - 6} = 6.1 \text{ 千欧;}$$

输出功率

$$P_{\sim} = \frac{(468 - 30)(78 - 6)}{8000} = 3.9 \text{ 伏安;}$$

二次谐波系数

$$\gamma_2 = \frac{0.5(78 + 6) - 42}{78 - 6} = 0;$$

三次谐波系数

$$\gamma_3 = \frac{2(65 - 20) - (78 - 6)}{2(78 - 6 + 65 - 20)} = 7.7\%;$$

总谐波系数 $\gamma = \sqrt{0 + 7.7^2} = 7.7\%$ 。

我们以 P 为中心, 再作另外一些负载线 EF 、 GH 和 JK 。依上述同样方法分别算出 R_a 、 P_{\sim} 和 γ , 将结果列出如表 2。

可以看出, 在 R_a 为 5~6 千欧的范围内失真最小, 输出功率也较大, 就是最佳的负载。但是在这范围内最后确定哪一个负载好呢? 应考虑下面的几个因素:

(1) 从失真的情况来看, 6 千欧负载虽然二次谐波为零, 但三次谐波较大, 而 5 千欧负载时, 虽然有些二次谐波, 但三

次波降低不少, 总的失真反而比 6 千欧负载时小。从人的听觉特性来说, 三次谐波失真比二次谐波失真要讨厌得多, 因此, 负载小一些, 以减少三次谐波是很有意义的。

(2) 负载愈大, 信号正半周振幅时屏压愈小, 帘栅流愈大, 不如负

载小一些安全。

(3) 扬声器阻抗不是固定的, 因有电感成分, 频率愈高时阻抗也愈大, 于是屏路负载也变大, 所以我们一般按中音频的扬声器阻抗设计的负载选得小一些是有利的。

表 2

负载线	GH	EF	CD	JK
U_a 最大(伏)	390	426	468	503
U_a 最小	44	34	30	28
I_a 最大(毫安)	92	84	78	74
I_a 最小	6	6	6	6
$I_{a'}$	68	66	65	64
$I_{a''}$	19	20	20	21
I_{a0}	42	42	42	42
R_a (千欧)	4	5	6.1	7
P_{\sim} (伏安)	3.7	3.8	3.9	4
γ_2 (%)	8.1	3.9	0	2.9
γ_3 (%)	4.5	5.6	7.7	17
γ (%)	9.3	6.8	7.7	17.3

这样, 确定 5 千欧作负载显然是最合适的了。若对照一下电子管手册里所列出的负载也是 5 千欧, 就可明白它是怎样来的。

3. 计算阴极电阻和电容。帘栅流从手册查到为 7 毫安, $R_k = \frac{12.5}{42 + 7} = 255$ 欧。设最低频率为 80 赫,

$$C_k = \frac{10}{2\pi \times 80 \times 255} = 78 \text{ 微法。}$$

实际应用时可取整数, R_k 用 250 欧, C_k 用 100 微法(一般收音机用 25~50 微法即可)。栅漏电阻 R_{c2} 则可用最大允许值 500 千欧。

4. 計算放大倍数。查得互导 $S=4.9$ ，
內阻 $R_i=50$ 千欧，

$$K=4.9 \times \frac{50+5}{50+5} = 22.3 \text{ 倍。}$$

三、工作状态的变换

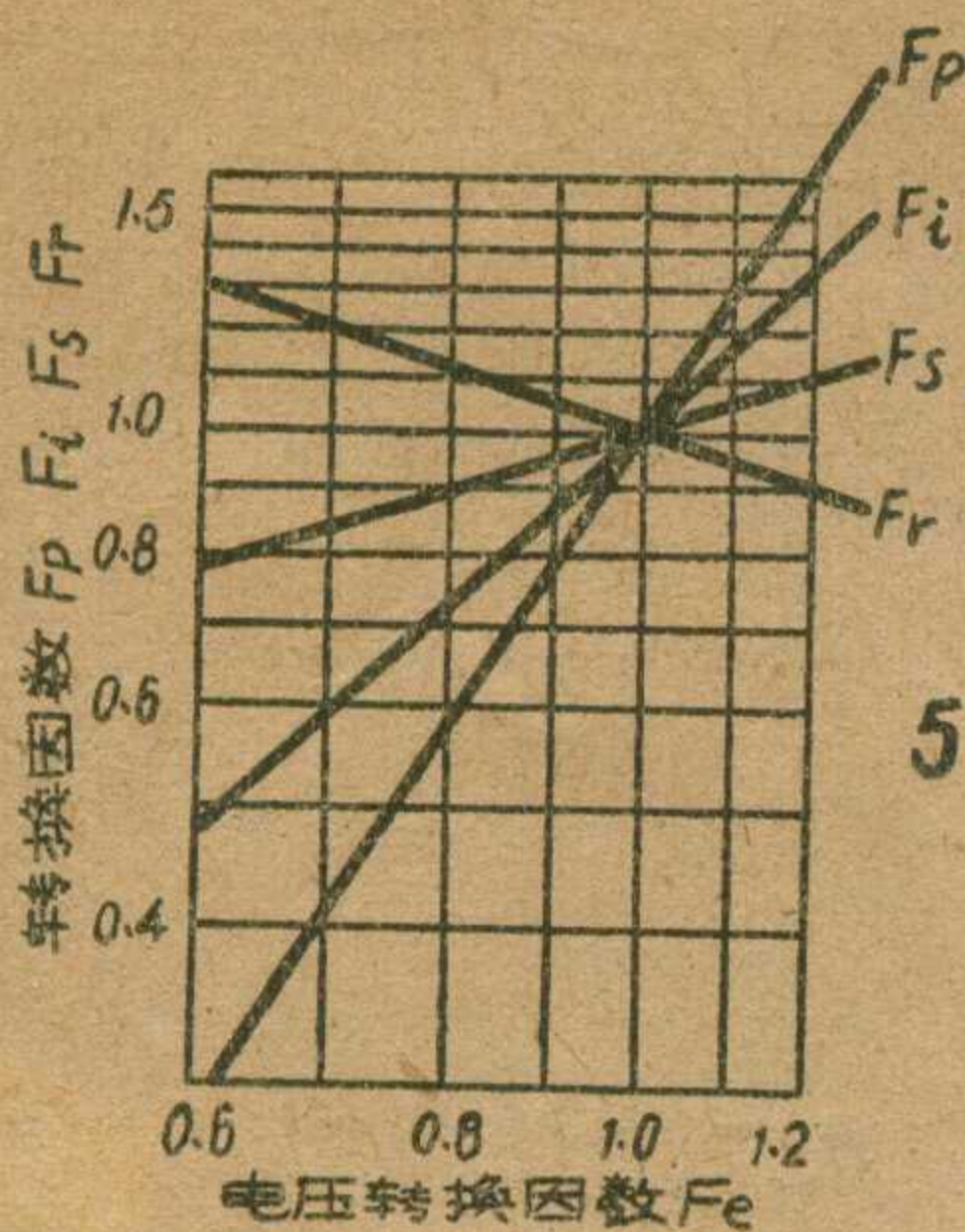
一級收音机的功率放大器，一般就按电子管手册所列的典型工作状态的数据使用，不必另行計算；但三級机输出功率不需要这样大，往往降低屏压和帘栅压到 200~225 伏来工作。这样一方面不浪费电力；另一方面电源变压器負荷減輕，体积可以小一些，較為經濟。

当工作电压变换以后，其他各項参数也相应改变，但我們可利用一种如图 5 的变换曲线，很方便地把手册中的典型工作状态的参数变成其他工作状态的参数，現通过一实例来说明。設 6P1 (6Π1Π) 管屏压改用 200 伏，求这种状态时的其他各項参数。

此时电压变换因数

$$F_e = \frac{\text{改变后的屏压}}{\text{典型状态的屏压}} = \frac{200}{250} = 0.8,$$

則改变后的帘栅电压 = $250 \times 0.8 = 200$ 伏；



5.

栅极負偏压 = $-12.5 \times 0.8 = -10$ 伏。

通过电压变换因数再找出其他参数的变换因数；从曲线图底边的横座标 0.8 处垂直向上，与各曲线的交点，按水平方向分别讀出左边纵座标上的各項变换因数，可得到：

电流变换因数 $F_i=0.72$ ，屏流将变为 $44 \times 0.72 = 32$ 毫安；帘栅流变为 $7 \times 0.72 = 5$ 毫安。

功率变换因数 $F_p=0.57$ ，输出功率变为 $4 \times 0.57 = 2.3$ 伏安；

互导变换因数 $F_s=0.89$ ，互导变为 $4.9 \times 0.89 = 4.36$ 毫安/伏。

內阻的变换因数 $F_r=1.1$ ，內阻变为 $50 \times 1.1 = 55$ 千欧；負載应改为 $5 \times 1.1 = 5.5$ 千欧； $R_k = 255 \times 1.1 = 280$ 欧；栅漏电阻 R_{c2} 仍可按最大值 500 千欧使用。

这时放大倍数

$$K = 4.36 \times \frac{55 \times 5.5}{55 + 5.5} = 21.8.$$

当屏压和帘栅压不同时，例如屏压 225 伏，帘栅压 200 伏，則近似設計方法如下：因屏流主要受帘栅压和栅压的控制，受屏压变化的影响很小，可先按

$$F_e = \frac{\text{改变后的帘栅压}}{\text{典型帘栅压}} = \frac{200}{250} = 0.8,$$

和相应的 $F_i=0.72$ ，将典型状态的 $I_a \sim U_a$ 曲线图上的 U_c 和 I_a 数值分别乘以 0.8 和 0.72 (曲线形状和 U_a 横座标的标数不变)；然后在屏压 = 225 伏处引垂线，与所选定的 $E_c = E_{c0}$ 的交点为工作点 P，按前法作交流負載线，算出負載电阻和输出功率。



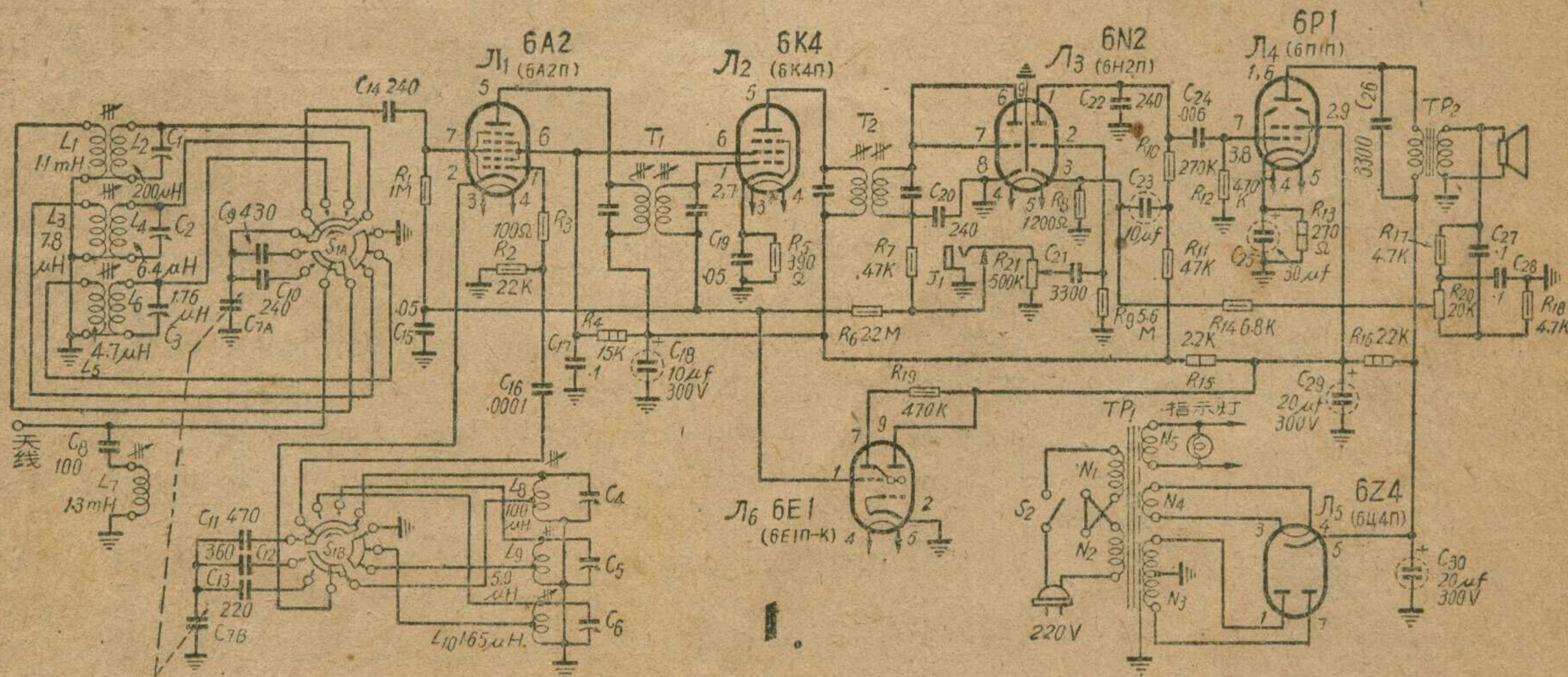
“美多”663-2-6 交流六灯收音机

一、概述

美多牌 663-2-6 型收音机是一架超外差式六灯三波段收音机，在 1961 年第三届全国广播接收机观摩评比中获得一等奖。该机适用于 110/220 伏，50 至 60 赫的交流市电。功率消耗約

45 瓦。机內采用 165 毫米恒磁扬声器，并装有音調控制电路，所以声音优美动听。全部調节机鈕均装置在机前刻度玻璃面板上。本机配有华丽木壳，外形頗为美观。电声性能及电气性能都符合国家标准。机件在生产过程中作了严格的檢驗，能經受： $+40 \pm 2^\circ\text{C}$

的高温試驗 4 小时， $-40 \pm 2^\circ\text{C}$ 的低溫試驗 4 小时，湿度为 $95 \pm 2\%$ 、溫度为攝氏 $25 \pm 2^\circ$ 的潮湿試驗 48 小时，振頻为 40 赫、加速度为 $3g$ 的振动試驗 20 分钟和加速度为 $15g$ 、每分钟 30~40 次的冲击試驗 1000 次。因此該机能在溫度 $0^\circ \sim 40^\circ\text{C}$ 、相对湿度 90%



註：波段开关在中波位置

以下、大气压力 750±30 毫米水銀柱的环境下連續使用 8 小时。

二、主要电气电声指标

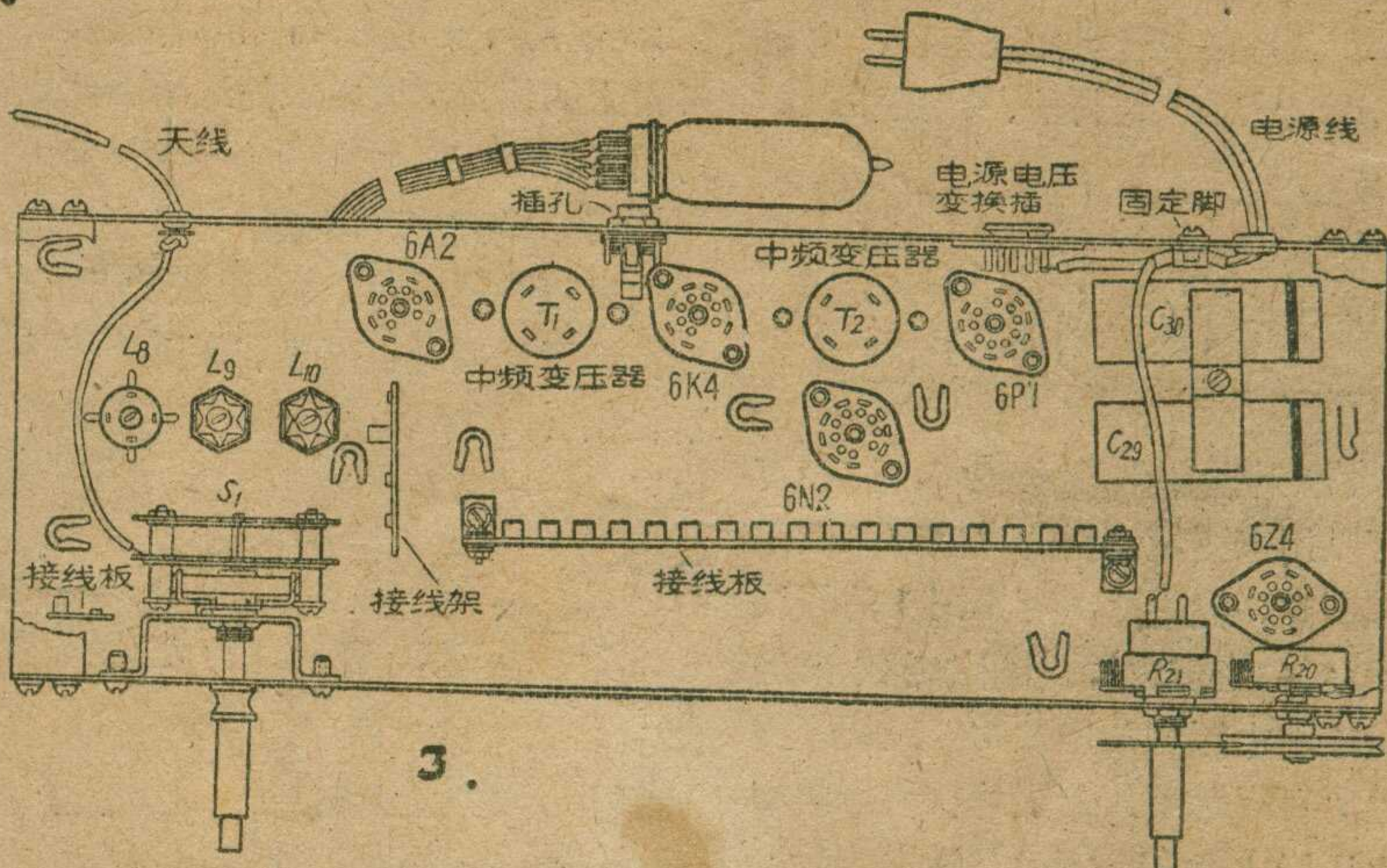
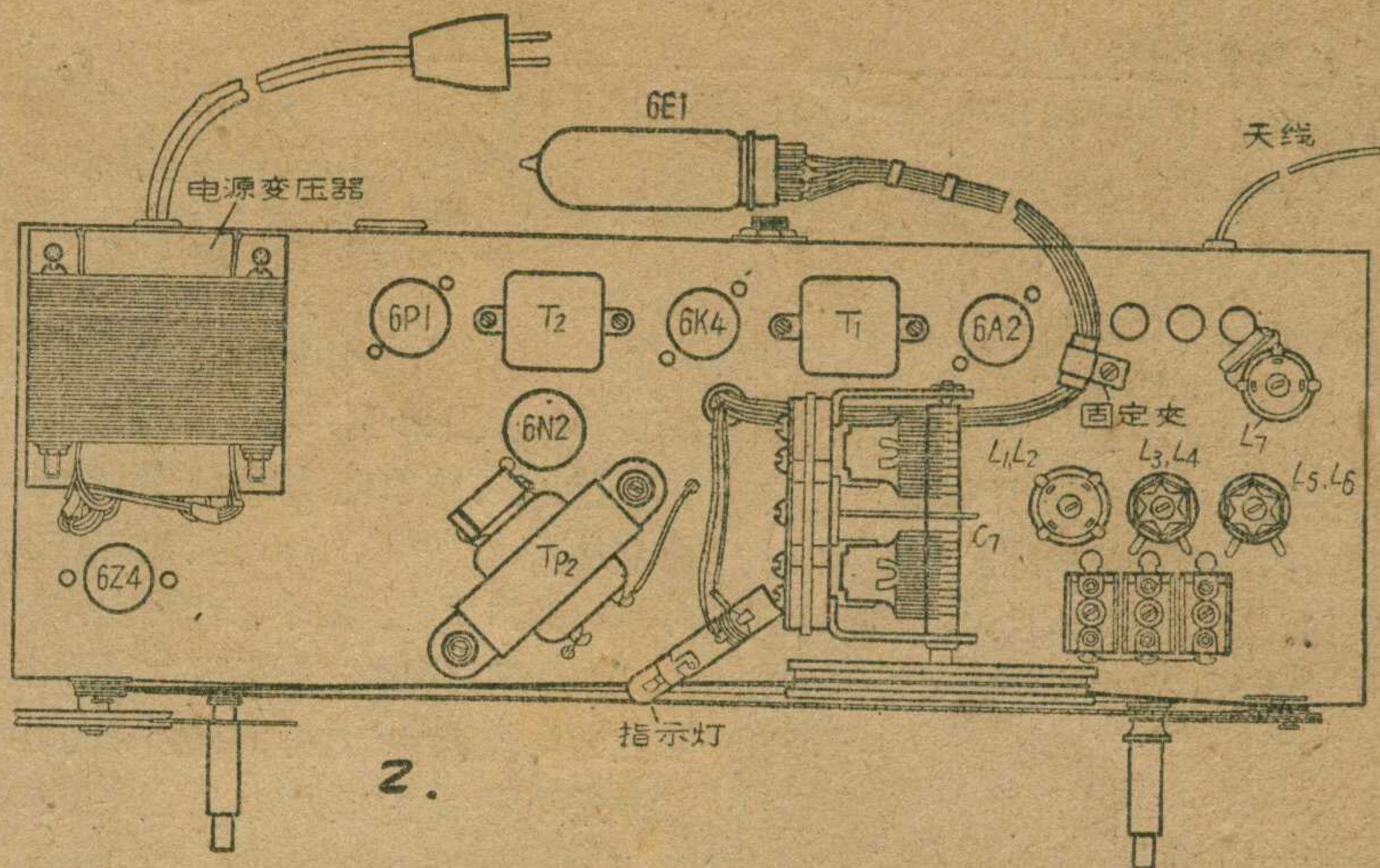
1. 頻率范围:
 - 中波 530~1610 千赫;
 - 短波₁ 3.98~9.1 兆赫;
 - 短波₂ 8.9~18.2 兆赫。
2. 中頻頻率 465±2 千赫
3. 灵敏度
 - 中波不劣于 90 微伏
 - 短波₁ 不劣于 130 微伏
 - 短波₂ 不劣于 130 微伏
4. 選擇性 在1000千赫偏調±10千赫
衰减不小于 30 分貝
5. 假像波道衰减
 - 中波不小于 20 分貝
 - 短波₁₂ 兆赫以下不小于 14 分貝
 - 短波₁₂ 兆赫以上不小于 6 分貝
6. 自动增益控制
 - 輸入电压变化 26 分貝时, 相应輸出电压变化不大于 10 分貝
7. 中頻波道衰减不小于 40 分貝
8. 音量控制作用范围不小于 40 分貝
9. 額定功率輸出不小于 0.5 分貝
10. 拾音器插口灵敏度不大于 0.15 分貝
11. 交流声电平不大于 -40 分貝
12. 整机頻率特性 150~3500 赫內
电压不均匀度为 6 分貝
13. 整机輸出非綫性失真系数在測試
頻率 400 赫时不大于 7%
14. 高频部分机震抑止特性 <0 分貝
15. 低频部分机震抑止特性 无机震

三、电路簡介

收音机的电原理图见图 1。

收音机采用超外差式电路, 用五栅混頻管 6A2Π 混頻。为了防止外来的頻率等于中頻的干扰进入收音机, 机內装有 C_8 及 L_7 所組成的中頻陷波电路, 使得中頻波道衰减分貝值較規定提高了一倍, 即原規定 20 分貝, 目前已达 40 分貝。

調諧回路的各个电感綫圈均采用铁氧体磁心。这样既能調节到規定的电感量, 又能提高电感綫圈的有效 Q 值, 使得每个波段的灵敏度大为提高, 同时对統調情况也有所改善。短波波



段采用了波段展闊装置, 复盖系数設計为接近于二比一, 使得接收短波电台时更易于分隔清楚。

收音机的音頻輸出变压器 T_{p2} 初級阻抗为 6000 欧; 匹配 3.5 欧恒磁揚声器。装在机箱內的平均声压大于 5 微巴。电源变压器 T_{p1} 的高压綫圈 N_3 为 460 伏 (中心抽头)。

收音机的音色調节采用負回輸方式, 这样使得既能調节音色又降低了收音机整机失真度。音色調节器調节到高音調时的回輸量大于 6 分貝; 調节至低音調时的回輸量大于 4 分貝。 J_1 为电唱机插口, 在放送唱片时建議采用压电式晶体拾音器, 这样放音效果更为完善。

四、安装与使用

收音机底盘上、下各主要零件的排列位置见图 2、3。由于采用了双套

旋鈕, 增加了度盘与調节鈕的相互配合。靠右面的一套旋鈕中, 中心小旋鈕是波段轉換开关 S_1 , 外套大旋鈕是轉动双連电容器 C_7 調电台用的調諧旋鈕。靠左面的另一套旋鈕中, 中心小旋鈕是音量調节电位器 R_{21} 的調节旋鈕, 电源开关 S_2 也附在它上面, 外套的大旋鈕是音色調节器 R_{20} 的調节旋鈕。

在放送唱片时, 可将电唱机插头插入机后“拾音器”插孔內, 并需将电台指針調到沒有电台的刻度位置。收音时, 电唱机插头要拔出。

本机出厂时, 一般是将电源交换插放在 220 伏位置。如果当地市电电源的电压是 110 伏, 可将本机后面电源变换插拔出, 以 110 伏字样对准 ∇ 形尖头后重新插入即可。

(予 征)



电容和电感的测量

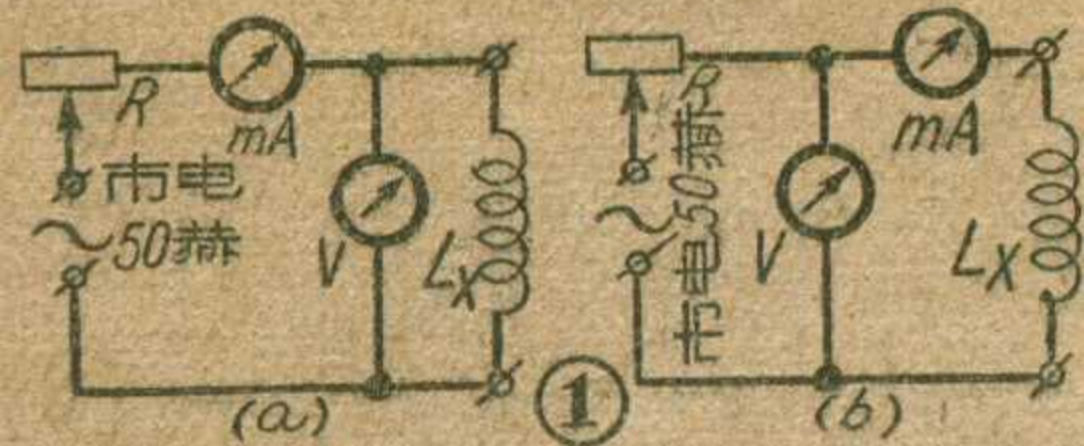


高 煜

线圈和电容器是无綫电设备中的两种主要元件。在装配无綫电设备时，首先要知道线圈的电感和电容器的电容数值。在这篇文章里，我们将介绍测量线圈电感和电容器电容等的一些简单的方法。

电感的测量

测量电感有三种主要方法：电压表和电流表法、电桥法、谐振法。



(1) 电压表和电流表法。这种方法可以用来测量较大的电感，如低频扼流圈等。测量时，可用图1的线路及50赫的交流电源。读出毫安表的读数 I 和电压表的读数 V 。设线圈的电阻 r 可以忽略，则因为在线圈两端的电压降 $V = (2\pi f L_x) I$ ，所以

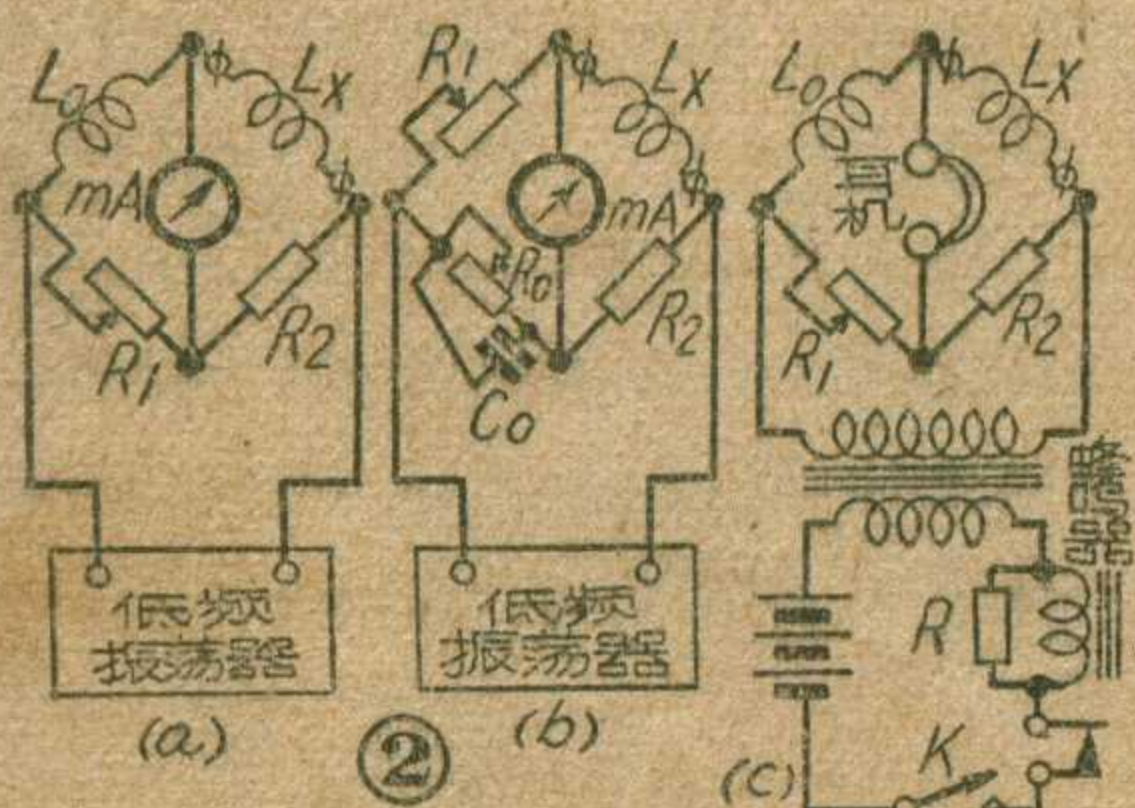
$$L_x[\text{亨}] = V[\text{伏}] / 2\pi f[\text{赫}] I[\text{安}] \\ = 3.2 V[\text{伏}] / I[\text{毫安}]。$$

假如线圈中的电阻 r 不能忽略，那末

$$L_x[\text{亨}] = 3.2 \sqrt{\left(\frac{V[\text{伏}]}{I[\text{毫安}]}\right)^2 - r^2[\text{欧}]。$$

如果所用的电压表内阻很高，可以用图1a的线路；如果电压表内阻较低，就应当用图1b的线路。

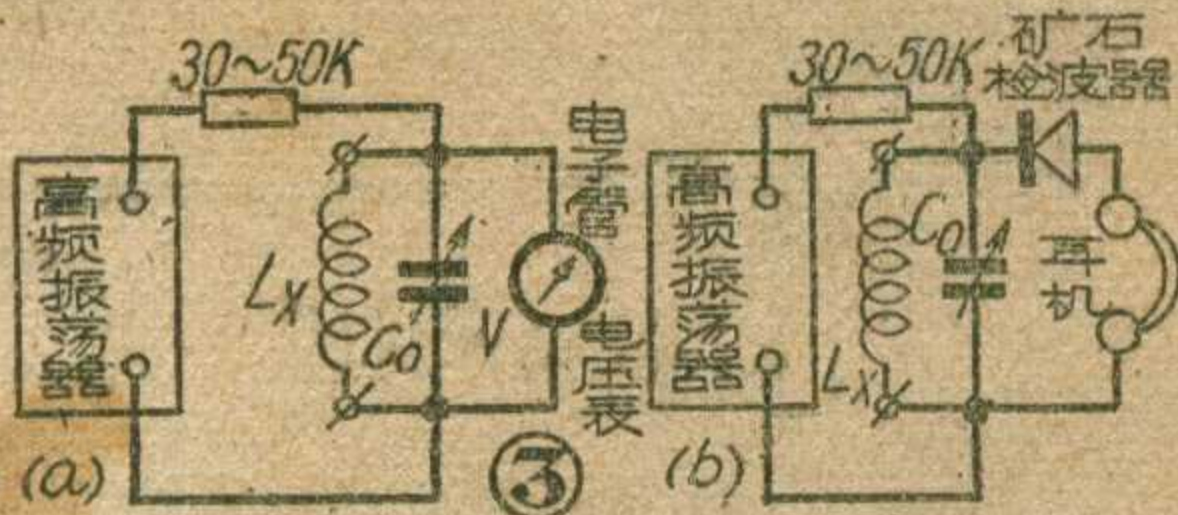
(2) 电桥法。用电桥法可以测量几微亨到几十亨的电感，它的电源可采用800~1000赫的低频振荡器。桥路中可以利用标准电感 L_0 (图2a)或



蜂鸣器，如图2c所示。

测量时，调节电阻 R_1 (在图2b中调节电阻 R_1 及 R_0)，使毫安表读数或耳机中的声音达到最小。此时电桥平衡。如果采用图2a的线路时，所测电感应为 $L_x[\text{微亨}] = L_0[\text{微亨}] R_2[\text{欧}] / R_1[\text{欧}]$ 。如果采用图2b的线路时，所测电感应为 $L_x[\text{微亨}] = C_0[\text{微法}] \times R_1[\text{欧}] \times R_2[\text{欧}]$ 。图2b中的可变电阻 R_0 用来补偿相反桥臂上的相角，使电表的最小读数更为明显。

(3) 谐振法。谐振法可以测量很小的高频线圈电感。测量线路如图3a。为了使高频振荡器和振荡回路保持松耦合，要串联一个30~50千欧的电阻。图中的 C_0 为有刻度的标准电容器。



测量时，调节电容器 C_0 使电子管电压表的读数为最大，即使回路达到谐振。这样，利用公式 $\omega^2 = \frac{1}{LC}$ ，可得所测电感为

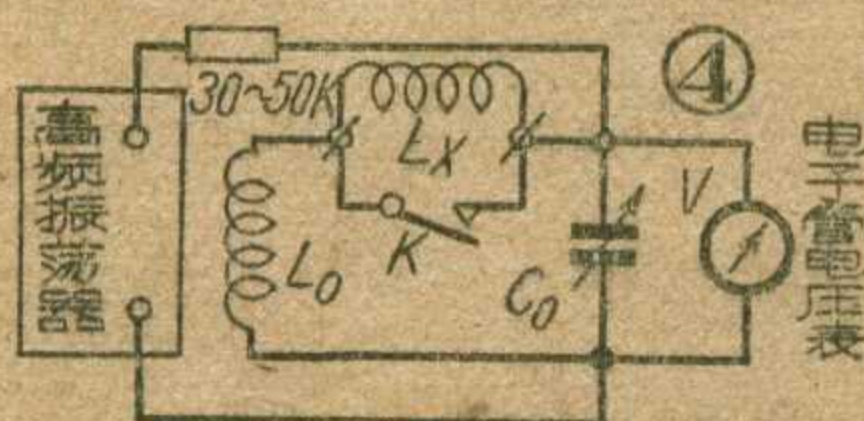
$$L_x[\text{亨}] = \frac{1}{4\pi^2 f^2[\text{赫}] C_0[\text{法}]}$$

$$\text{或 } L_x[\text{微亨}] = \frac{2.53 \times 10^{10}}{f^2[\text{千赫}] C_0[\text{微微法}]。$$

用上式计算电感时，并没有考虑到线圈本身的潜布电容 C_A 。因为在大多数情况下，这个电容是可以忽略的。如果线圈的潜布电容很大，则可按下式来计算：

$$L_x[\text{微亨}] = \frac{2.53 \times 10^{10}}{f^2[\text{千赫}] (C_0 + C_A)[\text{微微法}]。$$

测定式中的 C_A 时，将电容器调到和前面不同的刻度 C_0' 上，再调节高



频振荡器使电子管电压表的读数最大，记下这个谐振频率 f' ，则 C_A 可按下列公式算得：

$$C_A[\text{微微法}] = \frac{f^2[\text{赫}] C_0[\text{微微法}] - f'^2[\text{赫}] C_0'[\text{微微法}]}{f'^2[\text{赫}] - f^2[\text{赫}]}$$

图4是谐振法的另一种电路，可以测量更小的电感。测量时，先将开关 K 接通，调节电容器 C_0 使电子管电压表的读数最大，记下这个电容为 C_{01} 。然后将开关 K 断开，即将被测电感接上，再调电容器 C_0 使电子管电压表的读数最大，记下此时的电容为 C_{02} 。这样，所测电感为

$$L_x[\text{微亨}] = \frac{2.53 \times 10^{10}}{f^2[\text{千赫}]} \times \left(\frac{C_{01} - C_{02}}{C_{01} C_{02}}\right) [\text{微微法}]，$$

式中的 f 是高频振荡器的频率。

图4中 L_0 的数值应选用和 L_x 具有相同数量级的。

在用谐振法测量时，如果没有电子管电压表，也可以用一个矿石检波器和耳机并接在振荡回路上以监测谐振，例如图3b所示的情况。不过这时高频振荡器的输出要用已调幅的信号。

电容的测量

测量电容的方法很多，下面只介绍几种常用的方法。其中有些是和测量电感的方法大体上相同的。

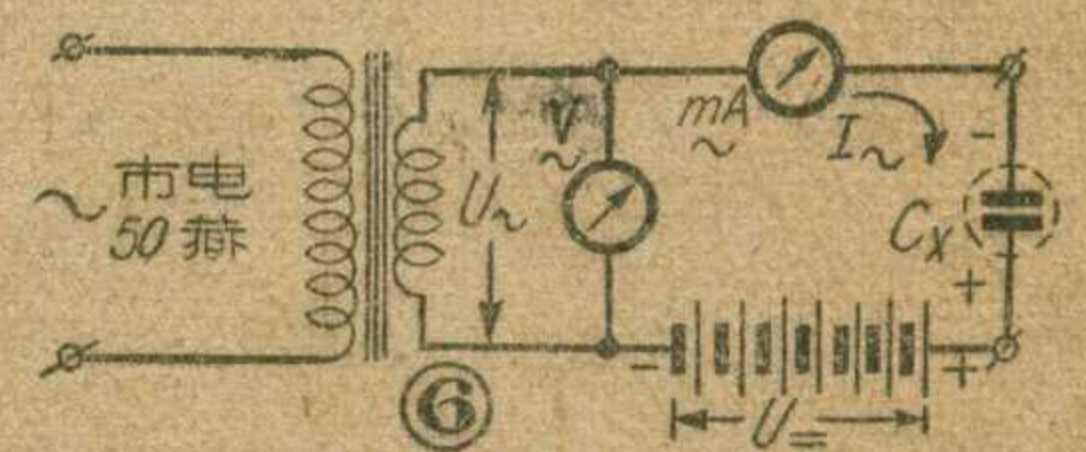
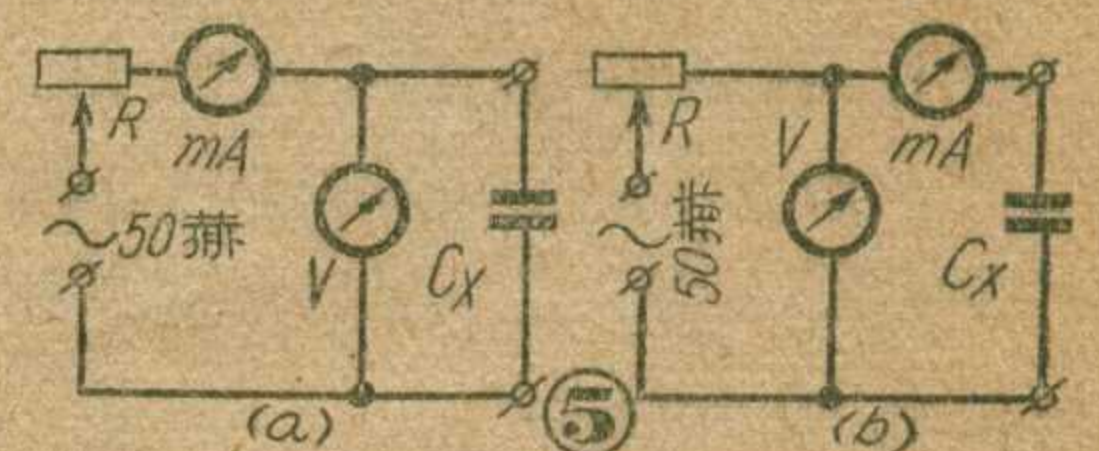
(1) 电压表和电流表法。这种方法可以测量大于0.1微法的电容。测量电路如图5所示，测量方法和图1测电感的方法相同。因为

$$V = I / 2\pi f C_x，\text{ 所以}$$

$$C_x[\text{法}] = I[\text{安}] / 2\pi f[\text{赫}] V[\text{伏}]，$$

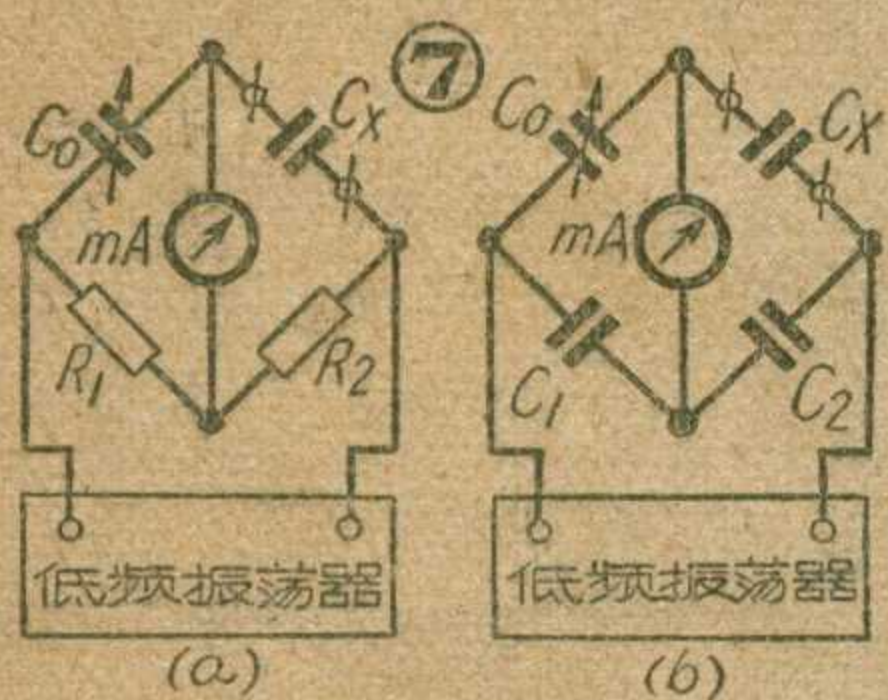
若所用电源为50赫的市电，则

$$C_x[\text{微法}] = 3.2 I[\text{毫安}] / V[\text{伏}]。$$



如果要测量电解电容器，应当采用图6的电路。电路中的直流电压(用电池或蓄电池)是用来保持电容器的极性的，电压大小最好等于电容器的工作电压。交流电源可以采用50赫的市电，通过变压器来供电，交流电压值要小于直流电压很多，以免破坏电解电容器的极性，一般可采用4~6伏。所用毫安表应当只能测量交流电流，而对直流电流没有反应。在这种情况下，仍按前一公式计算。

(2) 电桥法。一般的测量线路有图7所示的两种。测量时，调节电容器 C_0 ，使毫安表的读数最小(或耳机中的声音最小)。如用图7a的电路，



被测电容为 $C_x = C_0 R_1 / R_2$ ，如果用图7b的电路，则 $C_x = C_0 C_2 / C_1$ 。

(3) 谐振法。要测量几个微微法到几千个微微法的电容时，可用谐振法(图8和图9)。测量时，如果采用

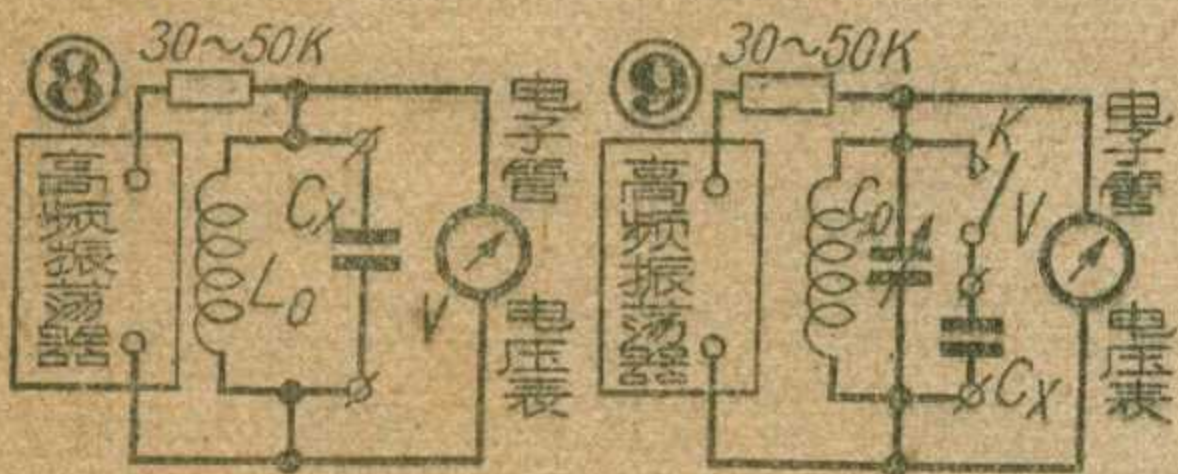
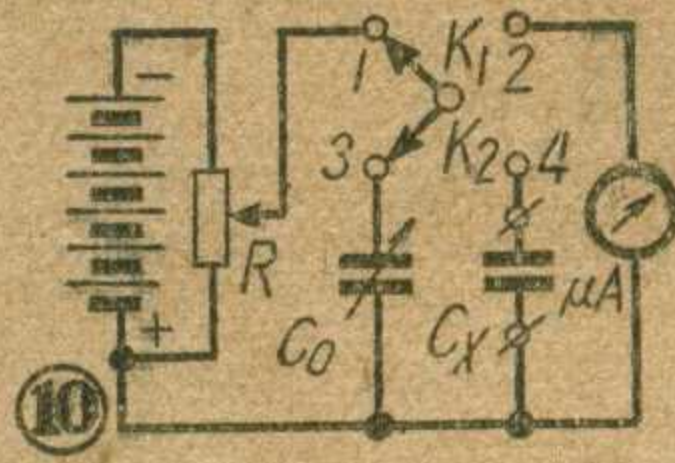


图8的线路，应调节高频振荡器的频率，使电子管电压表的读数最大，这时，所测电容为：

$$C_x[\text{微微法}] = \frac{2.53 \times 10^{10}}{f^2[\text{千赫}] L_0[\text{微亨}]}$$

假如所测的电容很小，为了避免线圈的分布电容和接线电容的影响，可以采用图9的线路。先将开关 K 断开，调节高频振荡器频率使电子管电压表的读数最大，记下此时标准电容的电容量为 C_{01} 。然后关上开关使被测电容 C_x 和 C_0 并联，为了重新达到谐振，就需要把标准电容减小到 C_{02} 。 C_{01} 和 C_{02} 的差就是 C_x 的数值。

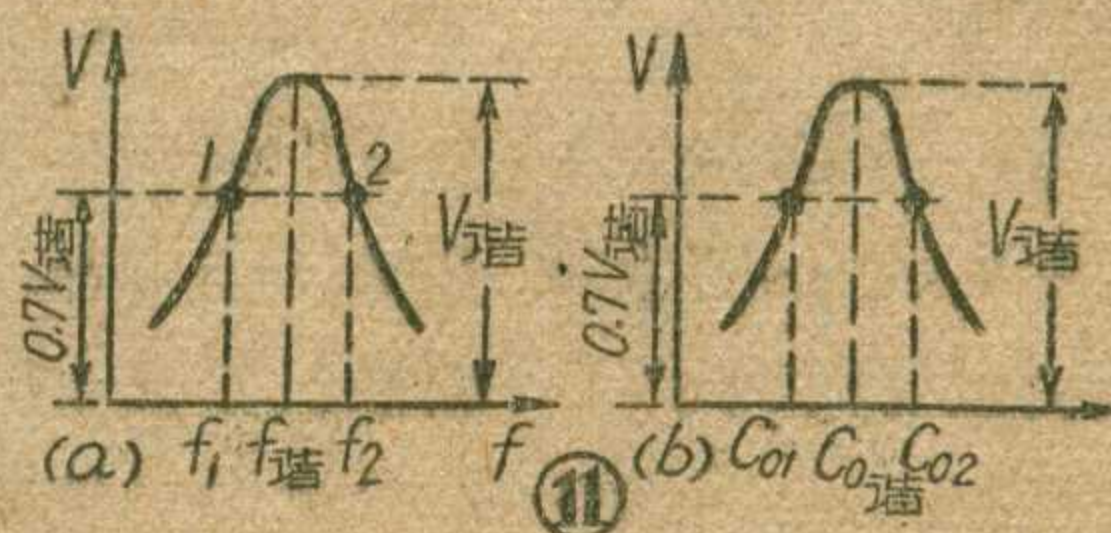
(4) 冲击法。此法可以测量大的电容，其线路如图10所示。测量时，



先把 K_1 放在位置1，把 K_2 放在位置4，将电位器 R 的旋臂放在电压较低的位置(例如2伏左右)，使电容器 C_x 充电。然后把开关 K_1 扳到位置2，使电容器通过微安表放电。如果微安表偏转过小，可以调节电位器的旋臂，适当增高充电电压，直到微安表的指针差不多能摆动到全刻度时为止。这时要记下指针的最大偏转值。然后将开关 K_2 转到位置3，和标准电容器 C_0 相连。在充电电压不变的情况下(即电位器旋臂固定不动)，扳动 K_1 对 C_0 作充放电实验。调节 C_0 的数值，使 C_0 通过微安表放电时所发生的偏转，和刚才待测电容器放电时所得的偏转一样。这时，被测的电容 C_x 就和标准电容 C_0 相等。

线圈Q值、回路等效电阻的测量

(1) Q值的测量。测量高频线圈的Q值时，可利用谐振曲线法。利用图3的线路，保持 C_0 不变，改变高频振荡器频率 f ，并记下对应的电子管电压表读数 V ，即可得到图11a的谐振曲线；如果保持 f 不变而改变 C_0 ，即可得到图11b的谐振曲线。



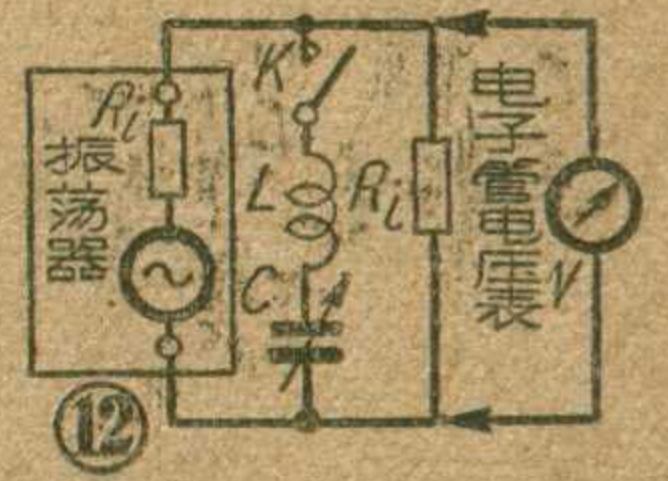
经过 $V=0.7V_{\text{谐振}}$ 的地方画一条平行于横轴的直线，交谐振曲线于1、2两点。自1、2两点分别引垂线交横轴于 f_1 、 f_2 两点(在图11b中为 C_{01} 、 C_{02} 两点)。此时，对于图11a的情况，

$$Q = \frac{f_{\text{谐振}}}{f_2 - f_1}$$

而对于图11b的情况

$$Q = \frac{2C_{0[\text{微}]}]}{C_{02} - C_{01}}$$

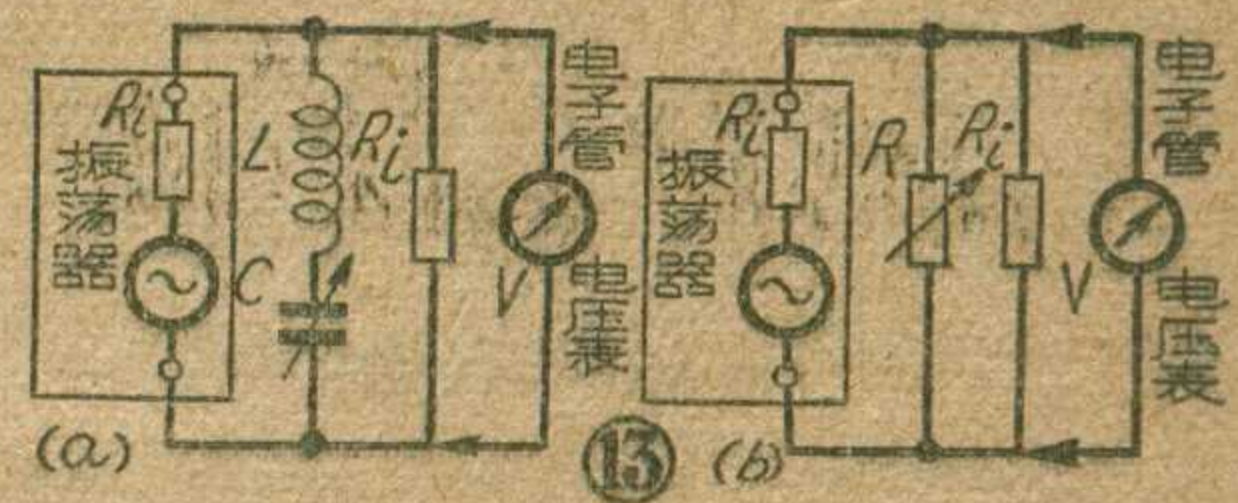
测量低频线圈的Q值时，可利用衰耗法和代换法。衰耗法的线路见图12。选一内阻为 R_i



(600欧)的振荡器，终接一等于 R_i 的纯电阻。先将 K 断开，用电子管电压表量所接电阻上的电压为 V_1 。然后关上 K ，使谐振电路接入，用电子管电压表量LC谐振时的电压为 V_2 。这时

$$Q = \frac{2\pi f[\text{赫}] L[\text{亨}]}{R_i[\text{欧}]} \times 2 \left(\frac{V_1}{V_2} - 1 \right)$$

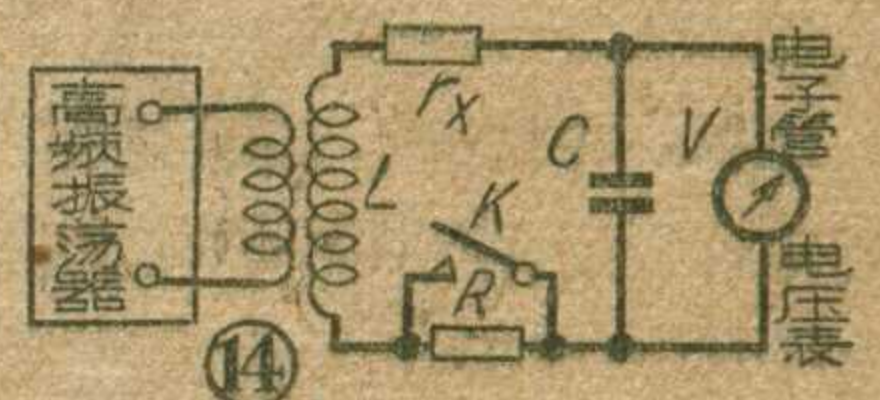
比较法的线路见图13。先如图



13a那样测得LC谐振时的电压为 V_1 ，然后用一可变电阻 R 代替LC(见图13b)。调节可变电阻，使电压表上的读数仍为 V_1 ，记下此时的电阻 R ，则

$$Q = \frac{2\pi f[\text{赫}] L[\text{亨}]}{R[\text{欧}]}$$

(2) 振荡回路等效电阻的测量。线路如图14所示。高频振荡和回路之间要保持松耦合。测量时，先关上开

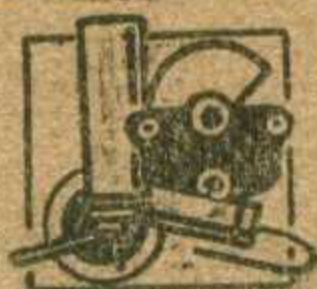


关 K 使 R 短路，调节高频振荡器频率使电压表读数最大，并记下此读数为 V_1 。然后将开关 K 断开，接入已知的附加电阻 R ，再改变振荡器频率使电压表的读数最大，并记下这个电压为 V_2 。这时，回路的等效电阻为

$$r_x[\text{欧}] = R[\text{欧}] \frac{V_2}{V_1 - V_2}$$



电容和电感的测量

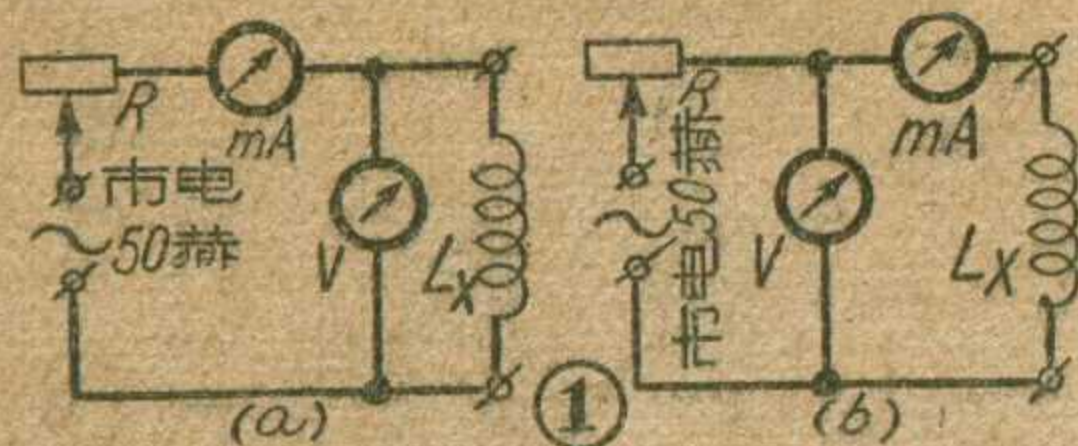


高 煜

线圈和电容器是无綫电设备中的两种主要元件。在装配无綫电设备时，首先要知道线圈的电感和电容器的电容数值。在这篇文章里，我们将介绍测量线圈电感和电容器电容等的一些简单的方法。

电感的测量

测量电感有三种主要方法：电压表和电流表法、电桥法、谐振法。



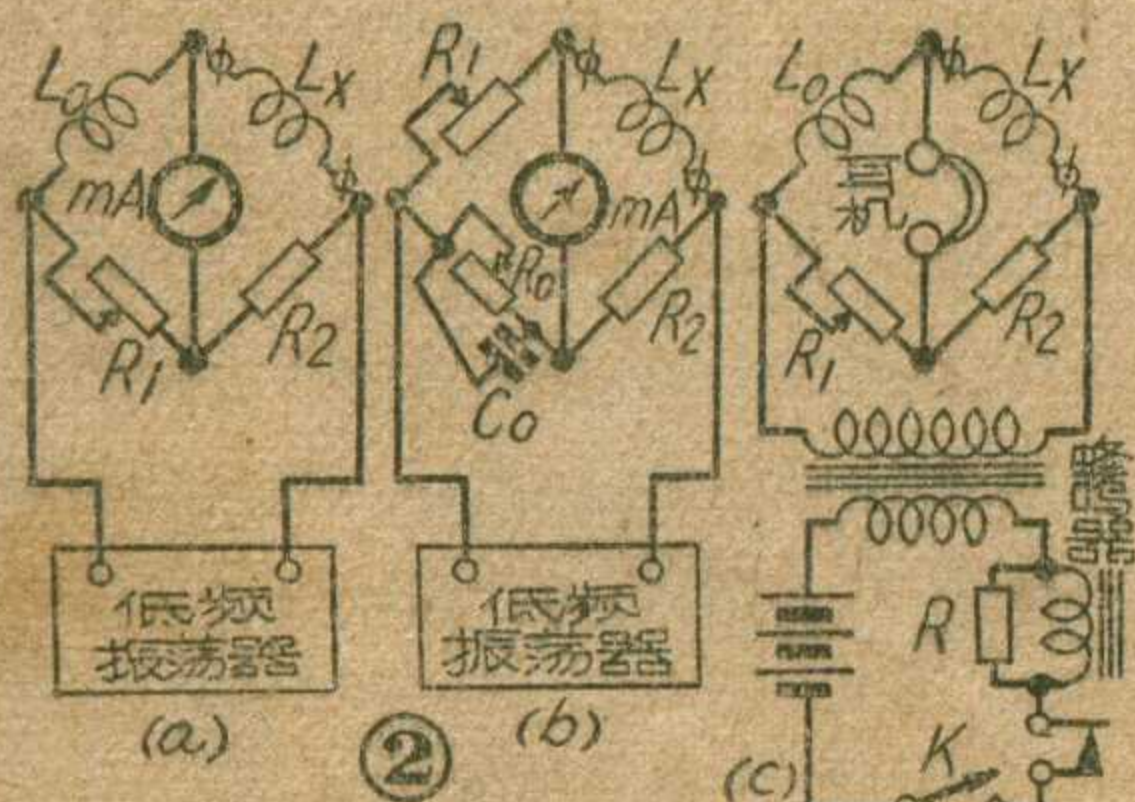
(1) 电压表和电流表法。这种方法可以用来测量较大的电感，如低频扼流圈等。测量时，可用图 1 的线路及 50 赫的交流电源。读出毫安表的读数 I 和电压表的读数 V 。设线圈的电阻 r 可以忽略，则因为在线圈两端的电压降 $V = (2\pi f L_x) I$ ，所以

$$L_x[\text{亨}] = V[\text{伏}] / 2\pi f[\text{赫}] I[\text{安}] \\ = 3.2 V[\text{伏}] / I[\text{毫安}]。$$

假如线圈中的电阻 r 不能忽略，那末 $L_x[\text{亨}] = 3.2 \sqrt{\left(\frac{V[\text{伏}]}{I[\text{毫安}]}\right)^2 - r^2[\text{欧}]}$ 。

如果所用的电压表内阻很高，可以用图 1a 的线路；如果电压表内阻较低，就应当用图 1b 的线路。

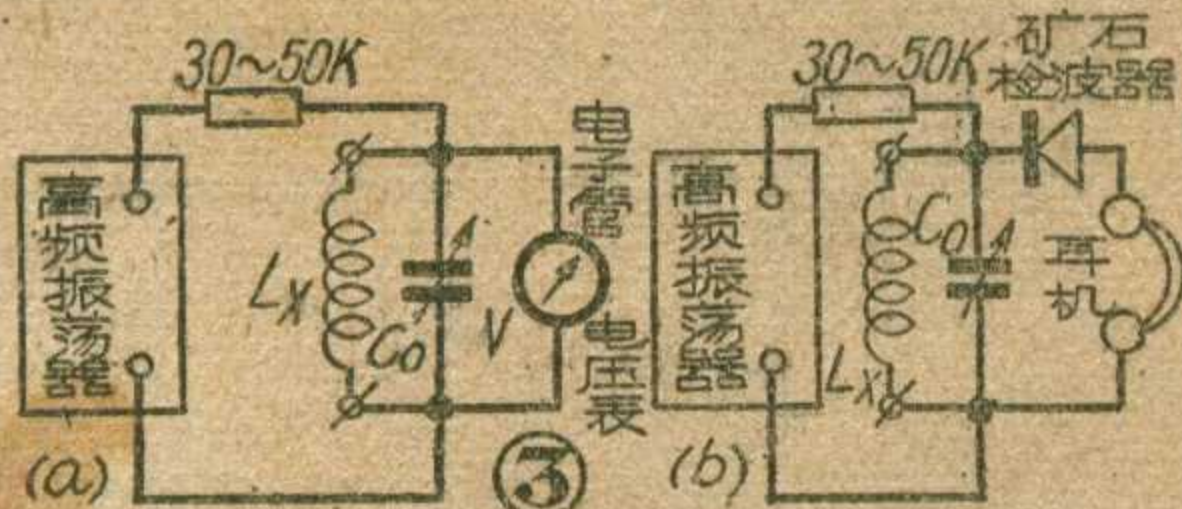
(2) 电桥法。用电桥法可以测量几微亨到几十亨的电感，它的电源可采用 800~1000 赫的低频振荡器。桥路中可以利用标准电感 L_0 (图 2a) 或



蜂鸣器，如图 2c 所示。

测量时，调节电阻 R_1 (在图 2b 中调节电阻 R_1 及 R_0)，使毫安表读数或耳机中的声音达到最小。此时电桥平衡。如果采用图 2a 的线路时，所测电感应为 $L_x[\text{微亨}] = L_0[\text{微亨}] R_2[\text{欧}] / R_1[\text{欧}]$ 。如果采用图 2b 的线路时，所测电感应为 $L_x[\text{微亨}] = C_0[\text{微法}] \times R_1[\text{欧}] \times R_2[\text{欧}]$ 。图 2b 中的可变电阻 R_0 用来补偿相反桥臂上的相角，使电表的最小读数更为明显。

(3) 谐振法。谐振法可以测量很小的高频线圈电感。测量线路如图 3a。为了使高频振荡器和振荡回路保持松耦合，要串联一个 30~50 千欧的电阻。图中的 C_0 为有刻度的标准电容器。



测量时，调节电容器 C_0 使电子管电压表的读数为最大，即使回路达到谐振。这样，利用公式 $\omega^2 = \frac{1}{LC}$ ，可得所测电感为

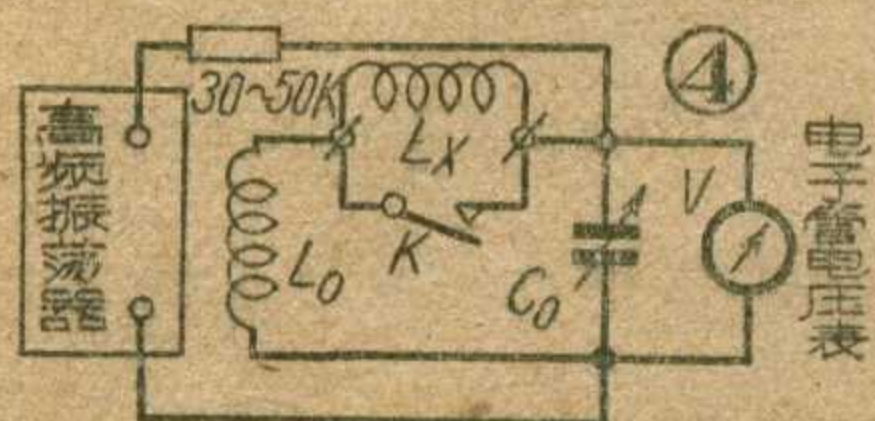
$$L_x[\text{亨}] = \frac{1}{4\pi^2 f^2[\text{赫}] C_0[\text{法}]}$$

$$\text{或 } L_x[\text{微亨}] = \frac{2.53 \times 10^{10}}{f^2[\text{千赫}] C_0[\text{微微法}]}$$

用上式计算电感时，并没有考虑到线圈本身的潜布电容 C_A 。因为在大多数情况下，这个电容是可以忽略的。如果线圈的潜布电容很大，则可按下式来计算：

$$L_x[\text{微亨}] = \frac{2.53 \times 10^{10}}{f^2[\text{千赫}] (C_0 + C_A)[\text{微微法}]}$$

测定式中的 C_A 时，将电容器调到和前面不同的刻度 C_0' 上，再调节高



频振荡器使电子管电压表的读数最大，记下这个谐振频率 f' ，则 C_A 可按下列公式算得：

$$C_A[\text{微微法}] = \frac{f'^2[\text{赫}] C_0[\text{微微法}] - f^2[\text{赫}] C_0'[\text{微微法}]}{f'^2[\text{赫}] - f^2[\text{赫}]}$$

图 4 是谐振法的另一种电路，可以测量更小的电感。测量时，先将开关 K 接通，调节电容器 C_0 使电子管电压表的读数最大，记下这个电容为 C_{01} 。然后将开关 K 断开，即将被测电感接上，再调电容器 C_0 使电子管电压表的读数最大，记下此时的电容为 C_{02} 。这样，所测电感为

$$L_x[\text{微亨}] = \frac{2.53 \times 10^{10}}{f^2[\text{千赫}]} \times \left(\frac{C_{01} - C_{02}}{C_{01} C_{02}}\right) [\text{微微法}]$$

式中的 f 是高频振荡器的频率。

图 4 中 L_0 的数值应选用和 L_x 具有相同数量级的。

在用谐振法测量时，如果没有电子管电压表，也可以用一个矿石检波器和耳机并接在振荡回路上以监测谐振，例如图 3b 所示的情况。不过这时高频振荡器的输出要用已调幅的信号。

电容的测量

测量电容的方法很多，下面只介绍几种常用的方法。其中有些是和测量电感的方法大体上相同的。

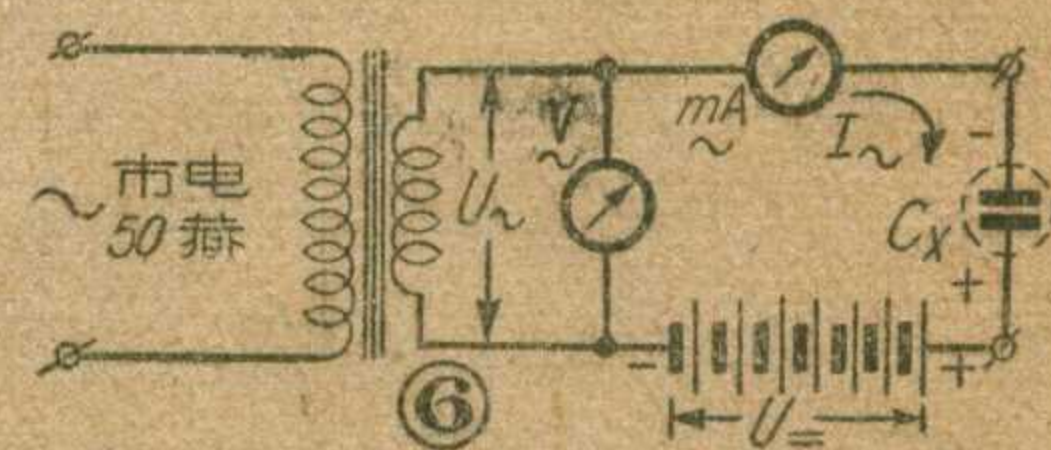
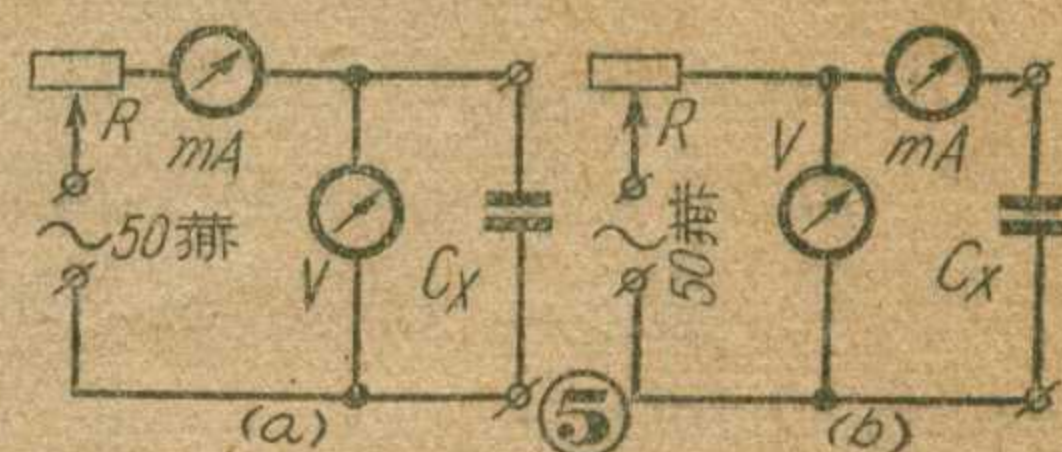
(1) 电压表和电流表法。这种方法可以测量大于 0.1 微法的电容。测量电路如图 5 所示，测量方法和图 1 测电感的方法相同。因为

$$V = I / 2\pi f C_x, \text{ 所以}$$

$$C_x[\text{法}] = I[\text{安}] / 2\pi f[\text{赫}] V[\text{伏}]$$

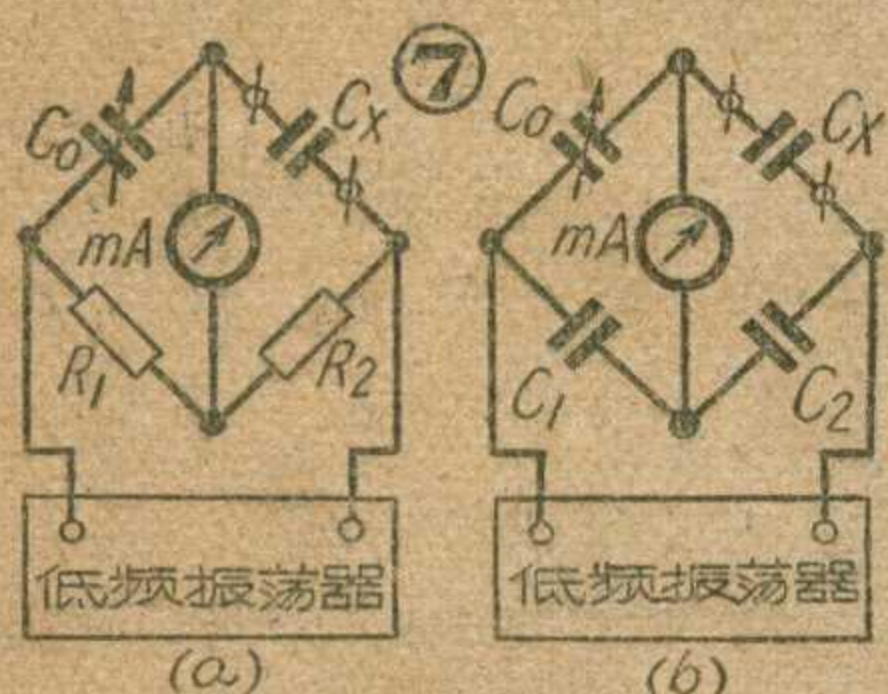
若所用电源为 50 赫的市电，则

$$C_x[\text{微法}] = 3.2 I[\text{毫安}] / V[\text{伏}]。$$



如果要测量电解电容器，应当采用图6的电路。电路中的直流电压(用电池或蓄电池)是用来保持电容器的极性的，电压大小最好等于电容器的工作电压。交流电源可以采用50赫的市电，通过变压器来供电，交流电压值要小于直流电压很多，以免破坏电解电容器的极性，一般可采用4~6伏。所用毫安表应当只能测量交流电流，而对直流电流没有反应。在这种情况下，仍按前一公式计算。

(2) 电桥法。一般的测量线路有图7所示的两种。测量时，调节电容器 C_0 ，使毫安表的读数最小(或耳机中的声音最小)。如用图7a的电路，



被测电容为 $C_x = C_0 R_1 / R_2$ ，如果用图7b的电路，则 $C_x = C_0 C_2 / C_1$ 。

(3) 谐振法。要测量几个微微法到几千个微微法的电容时，可用谐振法(图8和图9)。测量时，如果采用

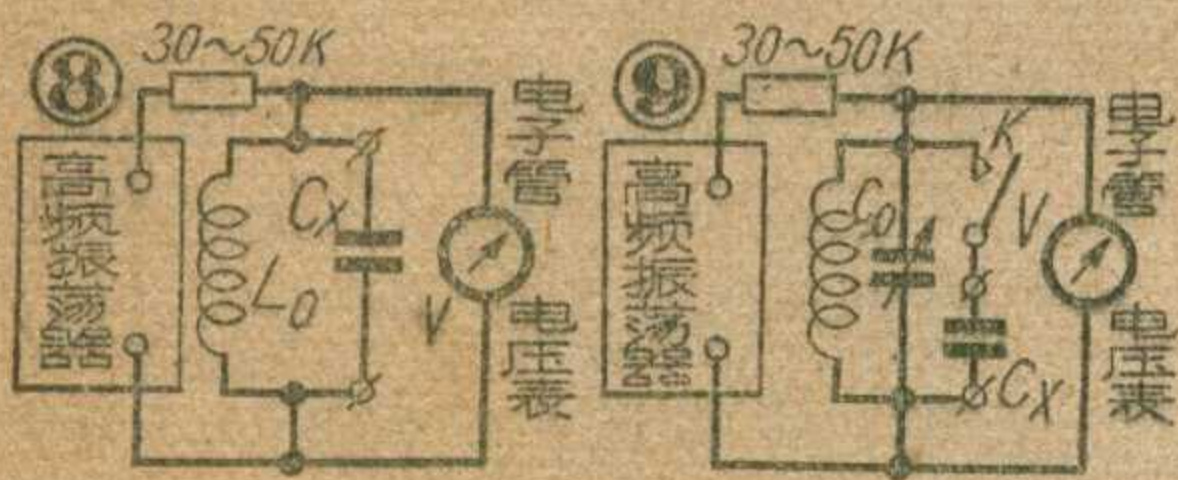
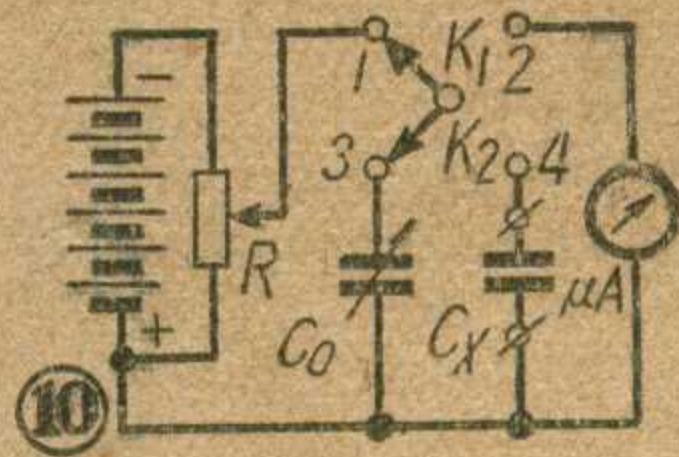


图8的线路，应调节高频振荡器的频率，使电子管电压表的读数最大，这时，所测电容为：

$$C_x[\text{微微法}] = \frac{2.53 \times 10^{10}}{f^2[\text{千赫}] L_0[\text{微亨}]}$$

假如所测的电容很小，为了避免线圈的分布电容和接线电容的影响，可以采用图9的线路。先将开关 K 断开，调节高频振荡器频率使电子管电压表的读数最大，记下此时标准电容的电容量为 C_{01} 。然后关上开关使被测电容 C_x 和 C_0 并联，为了重新达到谐振，就需要把标准电容减小到 C_{02} 。 C_{01} 和 C_{02} 的差就是 C_x 的数值。

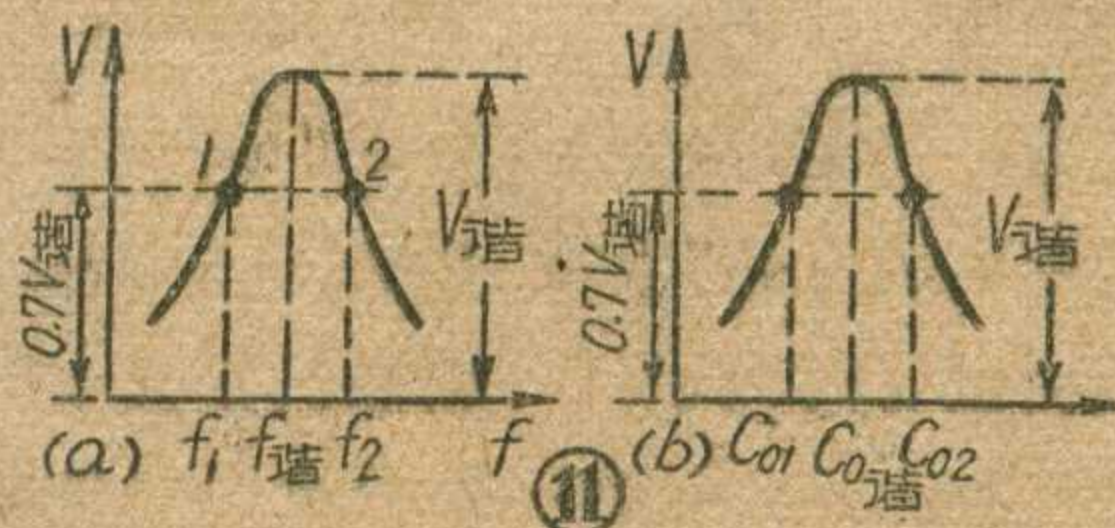
(4) 冲击法。此法可以测量大的电容，其线路如图10所示。测量时，



先把 K_1 放在位置1，把 K_2 放在位置4，将电位器 R 的旋臂放在电压较低的位置(例如2伏左右)，使电容器 C_x 充电。然后把开关 K_1 扳到位置2，使电容器通过微安表放电。如果微安表偏转过小，可以调节电位器的旋臂，适当增高充电电压，直到微安表的指针差不多能摆动到全刻度时为止。这时要记下指针的最大偏转值。然后将开关 K_2 转到位置3，和标准电容器 C_0 相连。在充电电压不变的情况下(即电位器旋臂固定不动)，扳动 K_1 对 C_0 作充放电实验。调节 C_0 的数值，使 C_0 通过微安表放电时所发生的偏转，和刚才待测电容器放电时所得的偏转一样。这时，被测的电容 C_x 就和标准电容 C_0 相等。

线圈Q值、回路等效电阻的测量

(1) Q值的测量。测量高频线圈的Q值时，可利用谐振曲线法。利用图3的线路，保持 C_0 不变，改变高频振荡器频率 f ，并记下对应的电子管电压表读数 V ，即可得到图11a的谐振曲线；如果保持 f 不变而改变 C_0 ，即可得到图11b的谐振曲线。



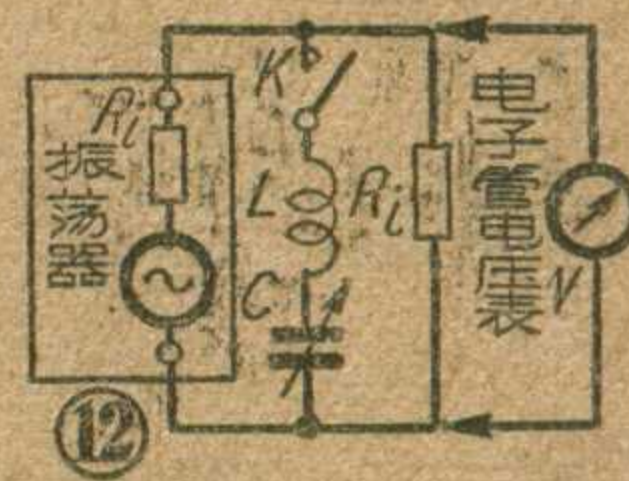
经过 $V=0.7V_{\text{谐振}}$ 的地方画一条平行于横轴的直线，交谐振曲线于1、2两点。自1、2两点分别引垂线交横轴于 f_1 、 f_2 两点(在图11b中为 C_{01} 、 C_{02} 两点)。此时，对于图11a的情况，

$$Q = \frac{f_{\text{谐振}}}{f_2 - f_1}$$

而对于图11b的情况

$$Q = \frac{2C_{0[\text{微法}]}}{C_{02} - C_{01}}$$

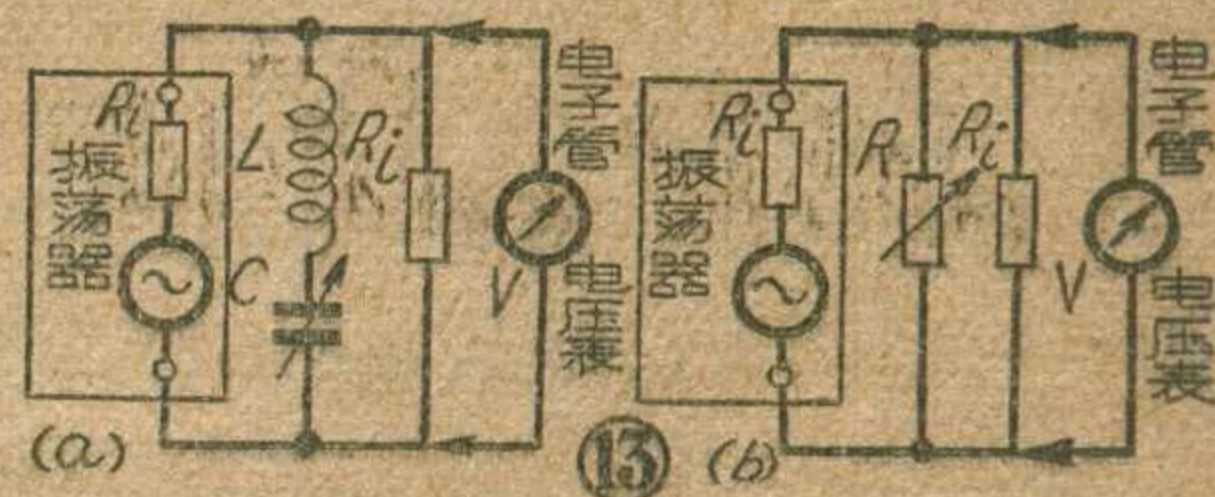
测量低频线圈的Q值时，可利用衰耗法和代换法。衰耗法的线路见图12。选一内阻为 R_i (600欧)的振荡器，终接一等于 R_i 的纯电阻。先将 K 断开，用电子管电压表量所接电阻上的电压为 V_1 。然后关上 K ，使谐振电路接入，用电子管电压表量LC谐振时的电压为 V_2 。这时



比较法的线路见图13。先如图

$$Q = \frac{2\pi f[\text{赫}] L[\text{亨}]}{R_i[\text{欧}]} \times 2 \left(\frac{V_1}{V_2} - 1 \right)$$

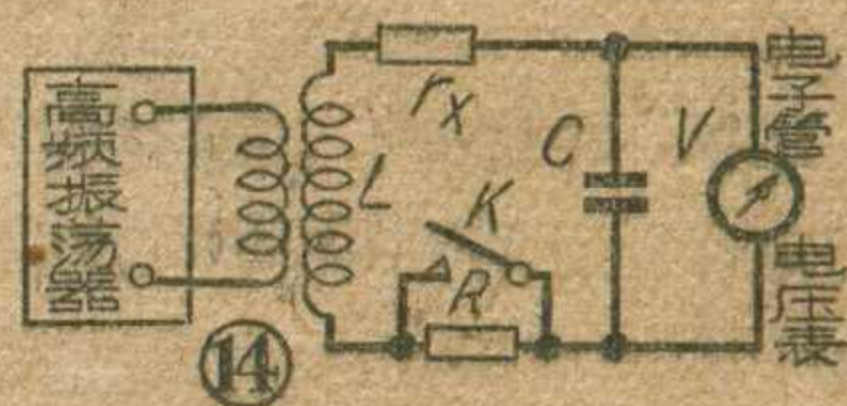
13a那样测得LC谐振时的电压为 V_1 ，然后用一可变电阻 R 代替LC(见图13b)。调节可变电阻，使电压表上的读数仍为 V_1 ，记下此时的电阻 R ，则



13a那样测得LC谐振时的电压为 V_1 ，然后用一可变电阻 R 代替LC(见图13b)。调节可变电阻，使电压表上的读数仍为 V_1 ，记下此时的电阻 R ，则

$$Q = \frac{2\pi f[\text{赫}] L[\text{亨}]}{R[\text{欧}]}$$

(2) 振荡回路等效电阻的测量。线路如图14所示。高频振荡和回路之间要保持松耦合。测量时，先关上开



关 K 使 R 短路，调节高频振荡器频率使电压表读数最大，并记下此读数为 V_1 。然后将开关 K 断开，接入已知的附加电阻 R ，再改变振荡器频率使电压表的读数最大，并记下这个电压为 V_2 。这时，回路的等效电阻为

$$r_x[\text{欧}] = R[\text{欧}] \frac{V_2}{V_1 - V_2}$$

电子管

(上)

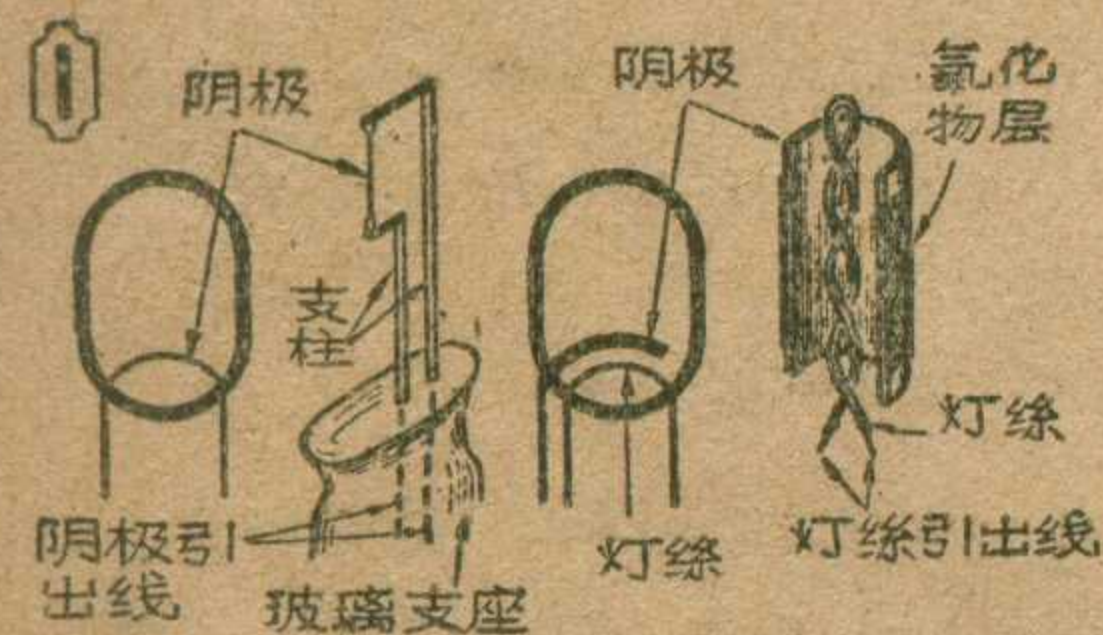
徐 疾

电子管是无綫电設備的心臟，也是爱好者們最常用的元件之一。要很好地使用电子管，必須先了解它的性能和工作原理。本文将淺近地談談这方面的知識。

一、基本构造和工作原理

1. 阴极

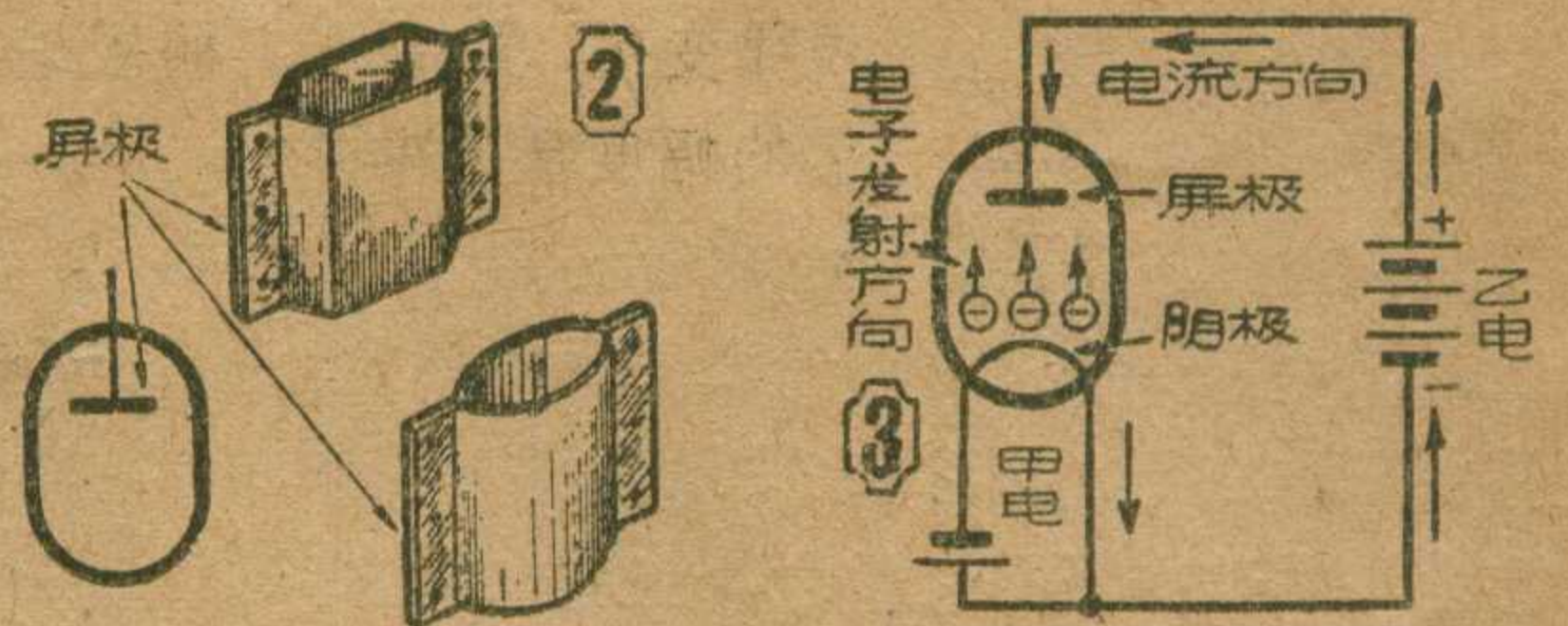
电子管是利用电子流工作的。阴极便是发射电子的源泉。通常阴极是一根金屬絲或金屬管子，它的表面加有一层热到一定溫度就能发射出电子的氧化物层，常叫“激活物”。常用的电子管中，大都用直流电流或交流电流把阴极燒热，使它发射电子。这种热阴极有两种构造：一种是直热式阴极（图1，甲），当有电流通过它时，就把它燒热而发射电子；另一种是旁热式阴极（图1，乙），它是一个金屬管子，管子里插有扭絞、折迭或其它形式的一束金屬絲，也就是通常所說的“灯絲”。让电流通过灯絲，把它燒热，阴极也就受热而发射电子。灯絲和阴极之間必須是电絕緣的。



用电池（通称“甲电”池）或直流电源加热阴极的电子管，为了节省电源消耗，它的阴极多是做成很纖細的直热式的。但是直热式阴极用交流电源加热时，阴极溫度会随交流电流变化而使发射的电子也时多时少，发生波动，严重影响工作，所以用于交流的直热式阴极，都做得比較粗大，以增加热惰性，使溫度变化緩慢。旁热式阴极由于它和通有交流电的灯絲絕緣，而且体积也大，能够避免上述的缺点，还可以扩大发射电子的面积和加强机械强度，所以用交流电源加热的电子管大都采用旁热式阴极。直热式阴极有时为了方便起見也叫它为“灯絲”。

2. 二极管

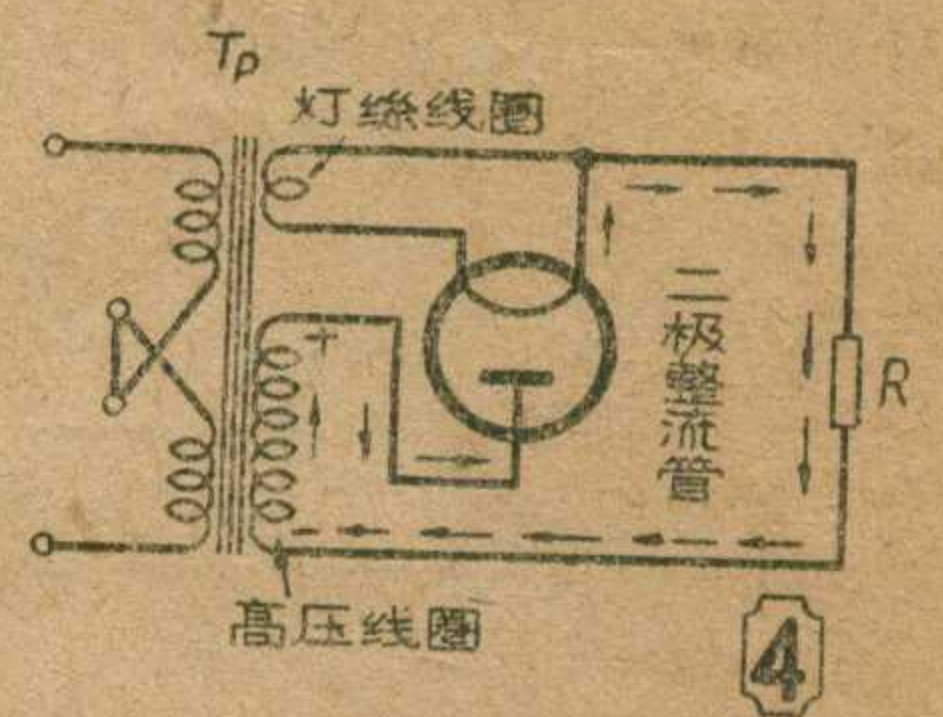
二极管是最简单的电子管。它里面有一个阴极和一个屏极。屏极是套在阴极外圍由金屬板做的套筒（图2），所以也叫“板极”。它上面加有正电压（通称“乙电”压），它就能吸收阴极发射出来的負电子，从而有屏极电流在电路內流通，这时称二极管“导电”。习惯上总认为电流方向和电子流动方向相反，所以屏流方向如图3中



箭头所示。屏极带負电压，它就拒斥电子，电路里就沒有屏流，这时称二极管“截止”。屏极在零电位时，仍有少量电子飞到它上面，产生所謂“接触电流”。由于二极管有单向导电的性能，它常用来整流和檢波。

图4是收音机中常見的整流电路。电源变压器 T_p 次級的灯絲綫圈两端输出的交流电流通过二极整流管的阴极，把它燒热发射出电子。次級高压綫圈输出的是交流电压。当这綫圈上端为正，下端为負时，整流管屏极加有正电压，因而导电，整流电流就沿图中箭头方向流动。当交流电压变化到使綫圈上端为負，下端为正时，屏极加有負电压，整流管截止，电路內沒有电流。当交流电又变到使高压綫圈上端正、下端負时，又有方向与前一次一样的

电流流过 R ，这样負載电阻 R 上就只有单方向的电流流过，就完成了整流的任務。

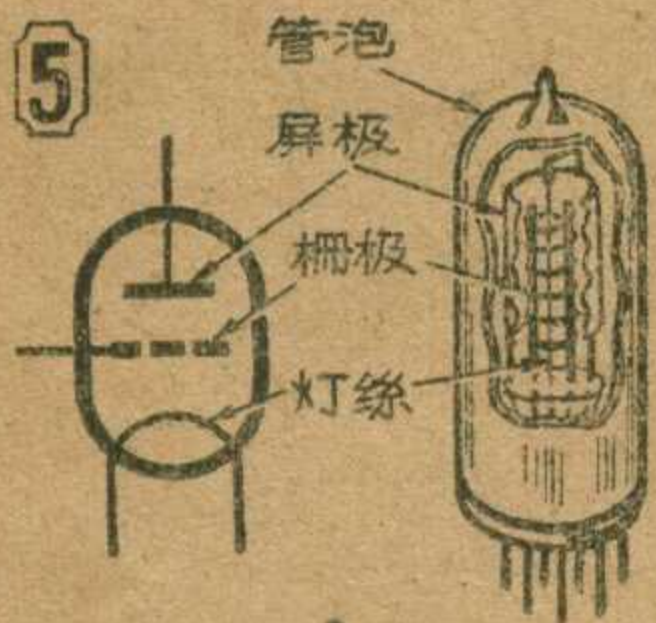


二极管也可以做檢波工作，工作原理和整流实质上是一样的，不过檢波时加給二极管的电压是很微小的高頻电压，电压的波幅按照音頻电压变化。把这种电压檢波后，在負載电阻 R 上将得到需要的音頻电压。檢波时的电流和灯絲电源消耗也比整流时小得多，因此用作檢波的二极管和整流用的二极管一般是不能换用的。例如6H2 (6X 2Π) 只能用作檢波，不能用作整流。

3. 三极管

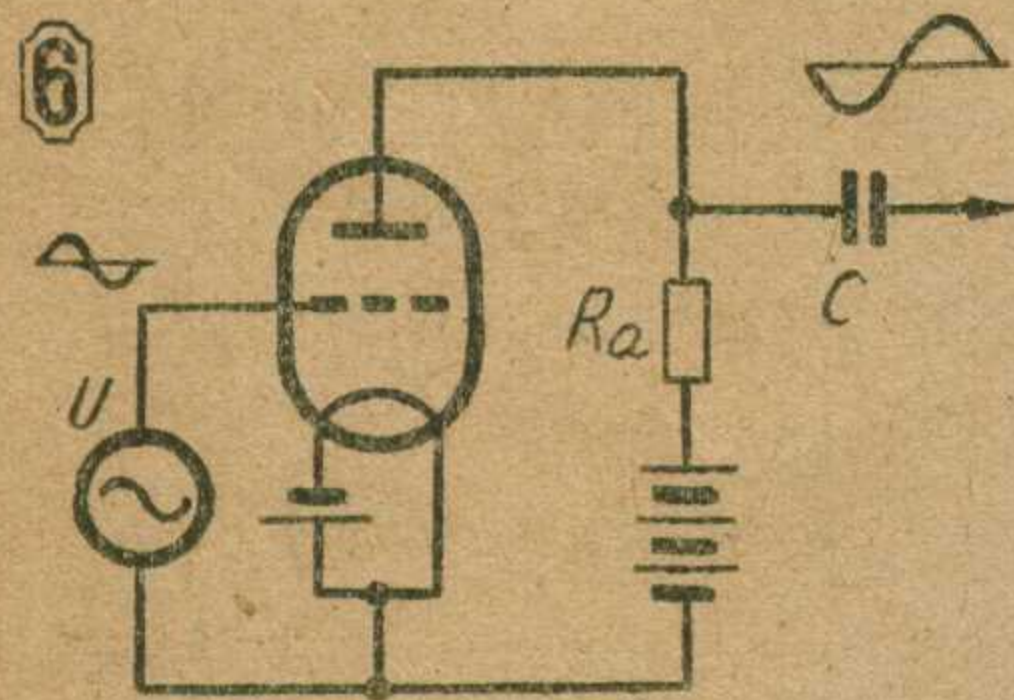
三极管是在屏极、阴极間添加了栅极构成的（图5）。栅极是套在阴极外圍繞在支柱上的一圈圈的稀疏栅网。当它带正电时也能够吸收电子产生栅极电流，但是后面还有电場比它更强大的屏极将大部分电子吸去。当栅极带負电时虽然拒斥电子，但是由于屏极的引力，部分电子仍能穿过栅网的間隙到达屏极。因此当栅极带正电时可以促使屏流增加，带負电时使屏流减小，甚至将屏流截断，达到“截止”状态。它的电位为零时，仍会有少量电子落在它上面产生接触电流。栅极就这样起到了控制屏流的作用，所以常叫它“控制栅极”。

三极管最主要的作用是放大作用。只要将一个微小的交流信号电压 U 加在它的栅—阴之間的栅极电路，或叫“輸入电路”（图6），栅极电压的极性随着交流信号的規律变化，結果屏流就受到上述作用的影响也按这个

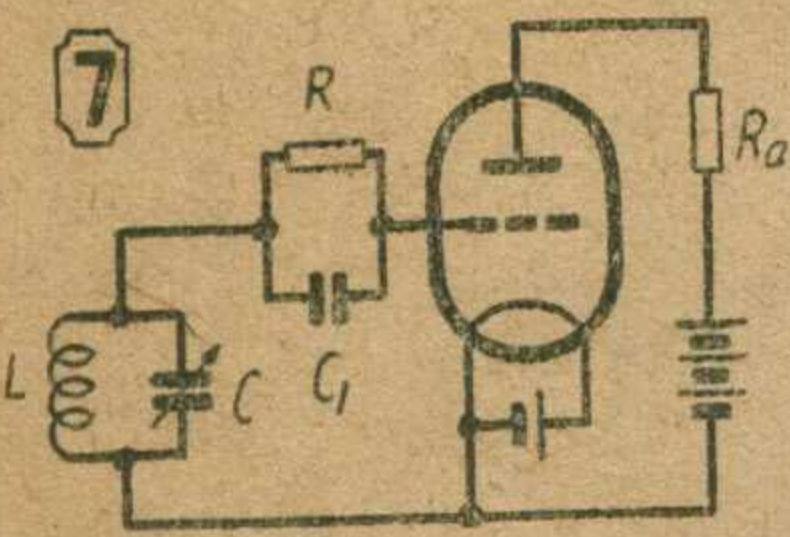


规律变化，但是比之栅极电压变化的幅度是大得多的，因此信号就被“放大”了。屏极负载电阻 R_a 的作用是使变化的屏流能够在它上面产生变化的电压降。这个电压降 U_a 就是放大的电压。

一般的三极管只适宜作低频放大，因为它各个电极之间有“极间”电容存在，在高频工作时能够产生有害的影响，只有采用特种电路或者特别制造的极间电容很小的三极管才能用在高频工作。



三极管也可以用来检波。图7是简单收音机常用的栅极检波方式。从调谐回路 LC 上取出高频调幅波，通过电容器 C_1 加到栅极与阴极之间。这时栅极和阴极就相当于一个二极管，因此可用作检波。检波后的音频电流在栅漏电阻 R 上产生了音频电压降。这个电压又加到栅极上，经过电子管的放大，在屏极负载电阻 R_a 上出现放大的音频电压。三极管检波兼有检波和放大作用，所以效率比二极管好得多。此外还可以用三极管作屏极检波和阴极检波，以及作振荡等，就不一一叙述。



4. 电子管的主要参量

我们常用三个主要参量来表示电子管的特性。

第一个参量是“放大因数”（用字母 μ 表示）。它表示栅极电压对于屏流的影响比屏极电压对屏流的影响大多少倍，也就是要控制屏流作同样变化所需要的屏压变化数值与栅压变化数值之比。例如屏压变化 10 伏，或栅压变化 1 伏都能使屏流变化 1 毫安，那末 $\mu=10/1=10$ 。 μ 值愈大，电子管的放大能力愈高。

第二个参量是“跨导”（ S ）。它表示在屏压固定的条件下，栅极电压变动 1 伏时屏流能变动多少毫安。从跨导的大小可以看出电子管工作效率的高低。跨导高的电子管，栅极上加上很小的变动的电压，就能够引起屏流很大的变化。跨导常用毫安/伏做单位。

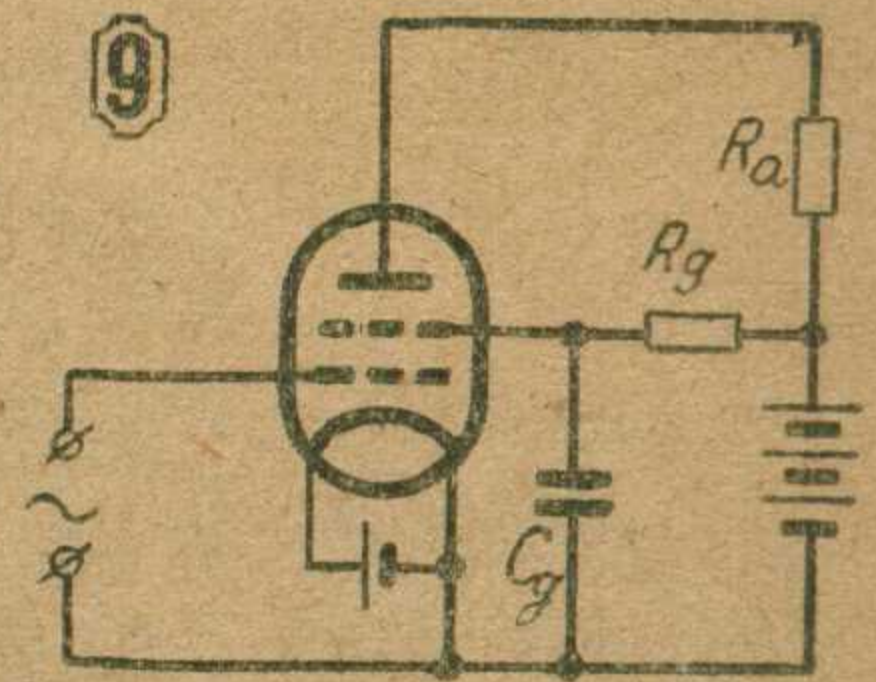
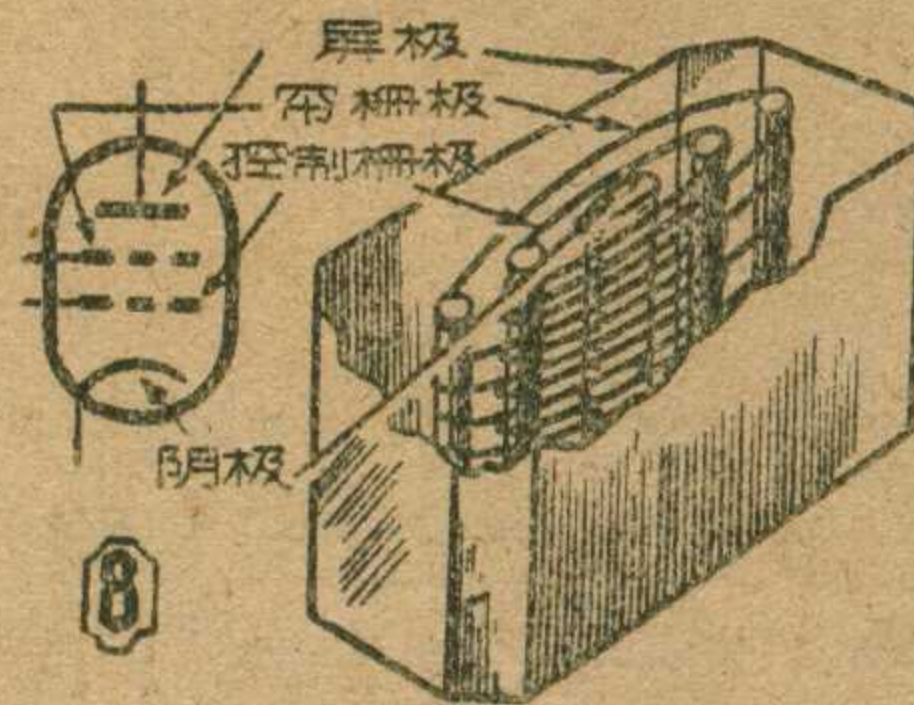
第三个参量是“内阻”（ R_i ）。电子管可以看作是一个电阻。变动这个电阻两端的电压，流过它的电流也要改变。所以内阻表示当电子管其它各极电压固定时，要使屏流作 1 毫安的变化，屏极电压需要变动多少伏特才行，也就是屏压变化与相应的屏流变化的比值。内阻常用千欧作单位。

这三个主要参量之间存在着一定的关系，即是 $\mu=$

$S \cdot R_i$ 。 R_i 的单位是千欧， S 的单位是毫安/伏。

5. 四极管

四极管比三极管多一个“帘栅极”，这是放在屏极和栅极之间的另一个稀疏的栅网（图 8）。帘栅极加有小于或等于屏压的正电压，它把屏极和控制栅极隔离，从而消除了屏、栅极之间的极间电容，并且使屏压变动对屏流的影响大为减小，控制栅极的控制效率得以提高。因此四极管比三极管有更大的放大因数和内阻。



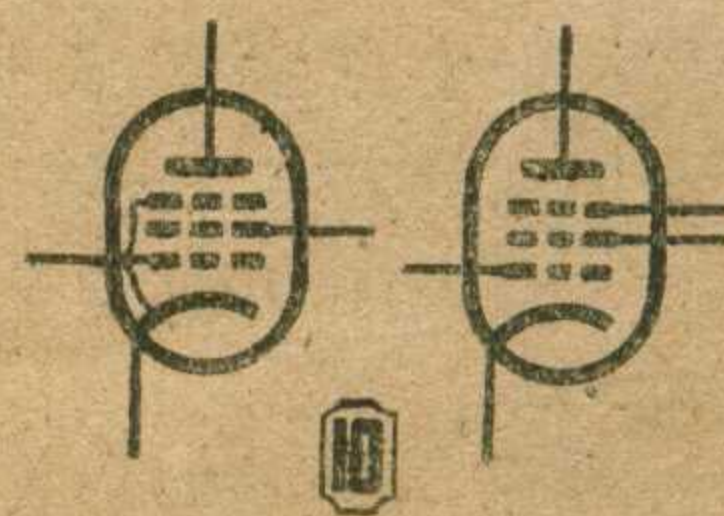
四极管的最大缺点是由于多了帘栅极的吸引力，使电子以快得多的速度向屏极冲击，以致把屏极上的一部分电子撞出来，产生所谓“二次放射”现象。撞出来的电子会落到带正电的帘栅极上，使帘栅流增加，削弱了屏流，甚至使屏流倒流，产生所谓“负电阻”效应。

四极管在使用时，为了使帘栅极得到额定的正电压，通常总串入一个降压电阻 R_g 接到高压去（图 9），并加上一个旁路电容器 C_g 将帘栅电路中的交流成分旁路，使帘栅极不会出现交流电压。

四极管常用作高频和中频放大；它不适宜作音频放大。由于二次放射的影响较大，现在已很少应用了。

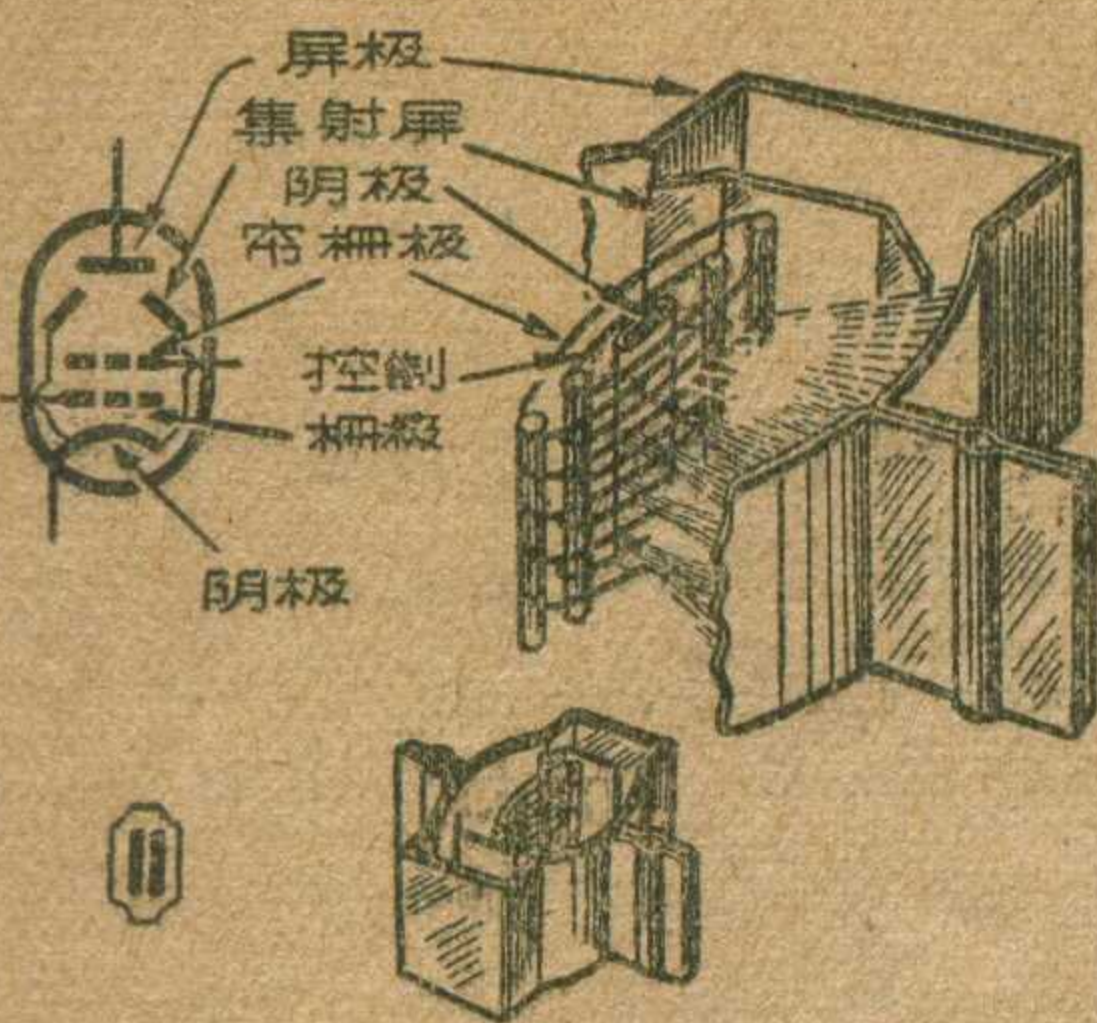
6. 五极管和集射四极管

在屏极和帘栅极之间再放一个栅极，就可以避免二次放射的缺点。这样就成为五极管了。新加的这个栅极有阻止电子的作用，所以叫作“抑制栅极”。它一般是在电子管内或管外和阴极连接，所以有零电位。抑制栅的形状和其它栅极相似。加了抑制栅以后还加强了屏蔽作用，所以五极管既保持了四极管的优点，又免除了它的缺陷。五极管的符号如图 10。



集射式四极管也可以避免二次电子放射的影响，它是在帘栅极外面围着一对集射屏，它们和阴极连接，留出两个让电子飞向屏极的缺口（图 11）。由于帘栅极各圈绕线装得和控制栅各圈正好对着，阴极发射的电子被成排地分开，从缺口冲向屏极，这时电子束的密度很大，可以将二次电子排斥回去，加以这种管子的帘栅极距屏极比较远，电子将不会落到帘栅极上面。

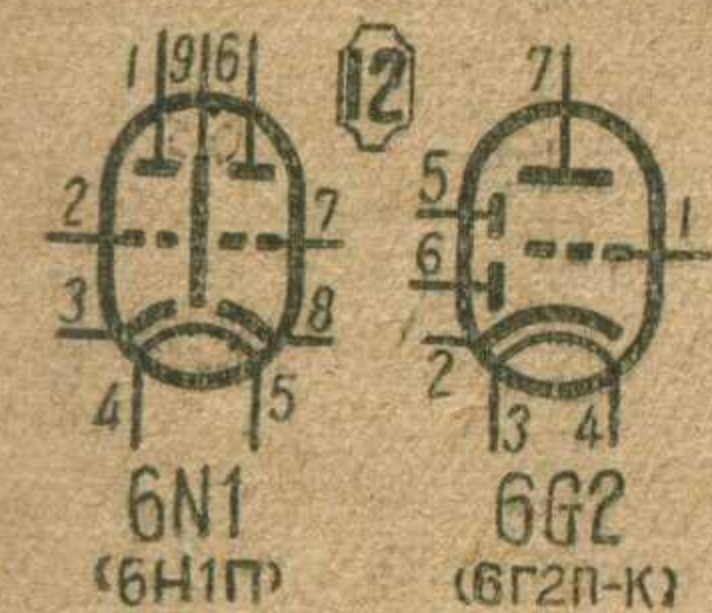
五极管因为具有许多优良的性能，所以用途很广。用作高频电压放大的五极管，有很小的极间电容和很高



的放大因数，相应的内阻也很大。对屏蔽作用不必很讲究的低频五极管，放大因数和内阻都比上一种小，能够适应幅度较大的栅压变动和易于使输出匹配。在功率放大的五极管中，跨导和屏流都比较大，可以增加输出功率和放大灵敏度。集射四极管多数用作功率放大。

7. 复合管和多极管

为了使用上或制造上的方便，常将两个或几个电子管合装在一个真空泡子里成为复合管，它们有的是各自独立的几组电子管，有的虽然合用一个公共阴极，但是各组的工作仍不会互相影响，例如6N1 (6H1Π) 和6N2 (6H2Π) 等是一个双三极管，两组之间还有一个隔离片防止干扰 (图12)；6G2 (6Γ2Π-K) 是一个双

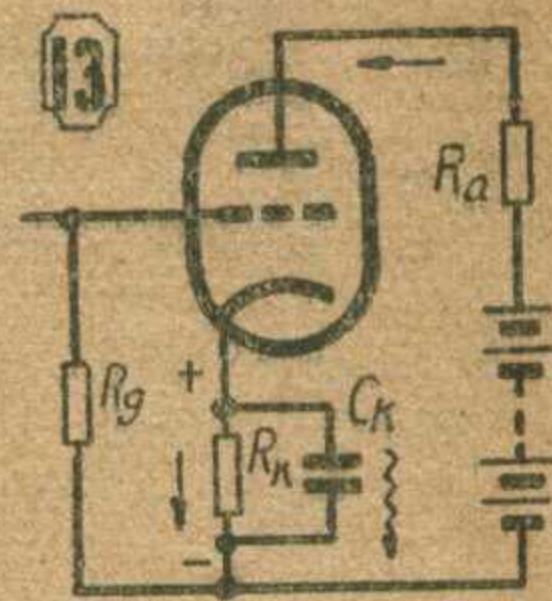


二极管三极管等。另外有些专门用途的多极管，如外差式变频管6A2 (6A2Π) 就是一个七极管，这些管子因用途不同而有种种不同的构造。多极管中的栅极常加上号次表示，最靠近阴极的叫第一栅，依次是第二栅、第三栅……等等。

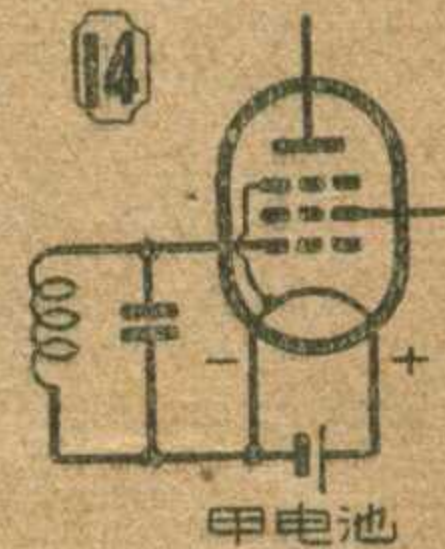
8. 栅极负偏压和公共0电位

为了彻底消除控制栅上出现电压时产生栅极电流的不良影响，这个栅极常加上一定的负电压，通称“负偏压”，它的大小对于电子管的工作状态有很大影响。有的直接在栅极电路中接入电池 (通称“丙”电池)，将它的

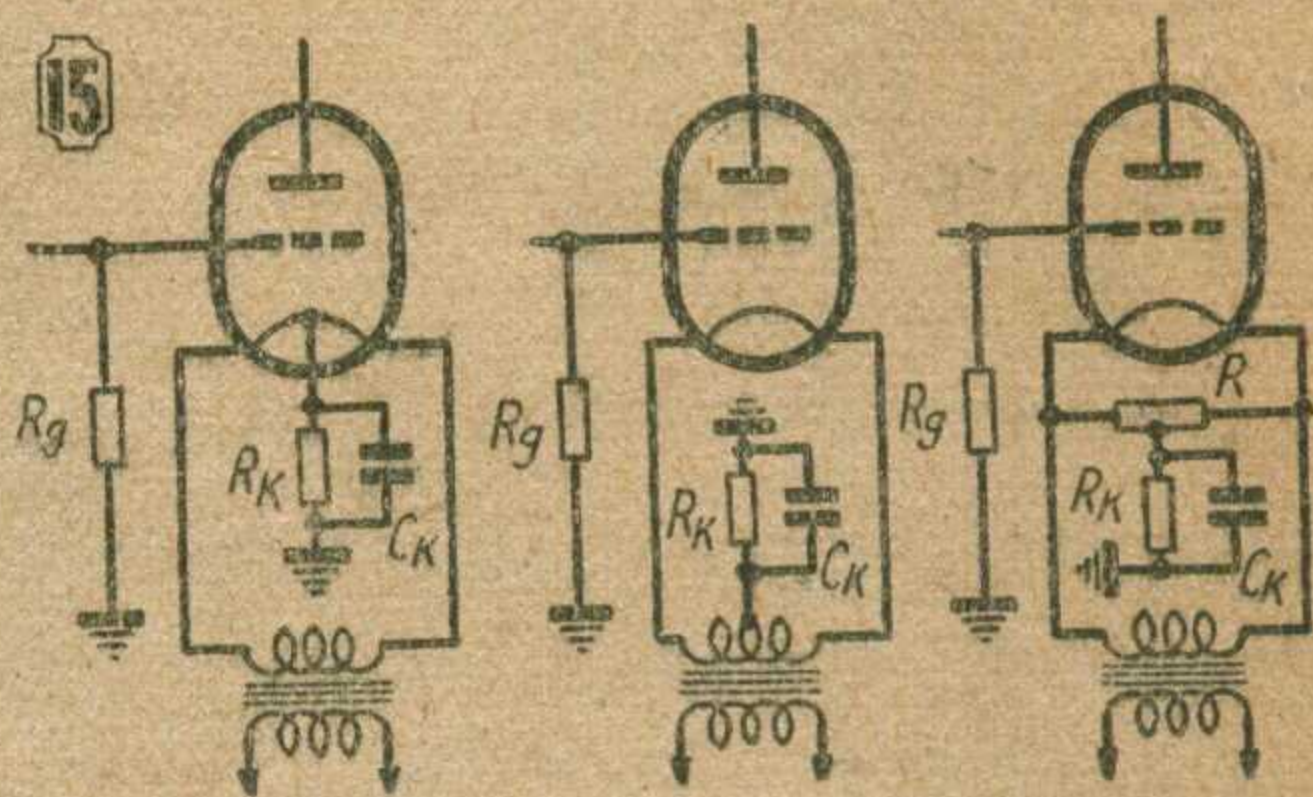
负端加到栅极，以取得负栅偏压。旁热式电子管则常在阴极电路中串连一个阴极电阻 R_k (图13)，阴极电流从它上面流过时产生电压降，就用来作为栅偏压，负端通过栅漏电阻 R_g 加到栅极，这叫“自给”式栅偏压。阴极电流中的交流成分由 C_k 旁路。还可以在乙-回路中串入一个降压电阻，而将控制栅极接在它的负端来取得偏压，这叫固定式栅偏压，直热式或旁热式阴极的电子管都可应用。电阻上也并联有旁路电容器。



电子管的各极电压都是以阴极为基准点而言的。阴极是各极电路的公共0电位点。例如栅极负偏压就是指控制栅对阴极的电位，也就是比阴极负多少伏。屏极电压是跨屏极和阴极两端的电压。如果测量的是屏极对地的电压，则屏压应该包括阴极电阻的电压降在内。



许多直热式电子管的抑制栅是在管内连在灯丝的一端的，这一端就应该连在阴极电源的负板上，抑制栅才能得到0电位。某些电子管的栅电压特性表上注明为0伏的，那么栅极电路应该接在阴极的负端 (图14)。



直热式阴极用交流作加热电源时，它的公共0点有种种不同的接法，如图15所示，是分别用灯丝的中心抽头、灯丝线圈的中心抽头或是中心电阻作为公共0点，这样可以避免由于灯丝上各点交流电压对控制栅呈现不同的电位而产生交流声。(待续)

自制火烙铁

赵竹庆

我自制的一种火烙铁，不用火炉，比较小巧方便。需用材料为：电烙铁头半根 (或同样大小的紫铜条一根)，高约30厘米、底面积约64平方厘米的方木块一块，粗铅丝一根 (长约35厘米，直径约3毫米)，洋钉两个，小铁皮一片，木把手一个，墨水瓶一个。

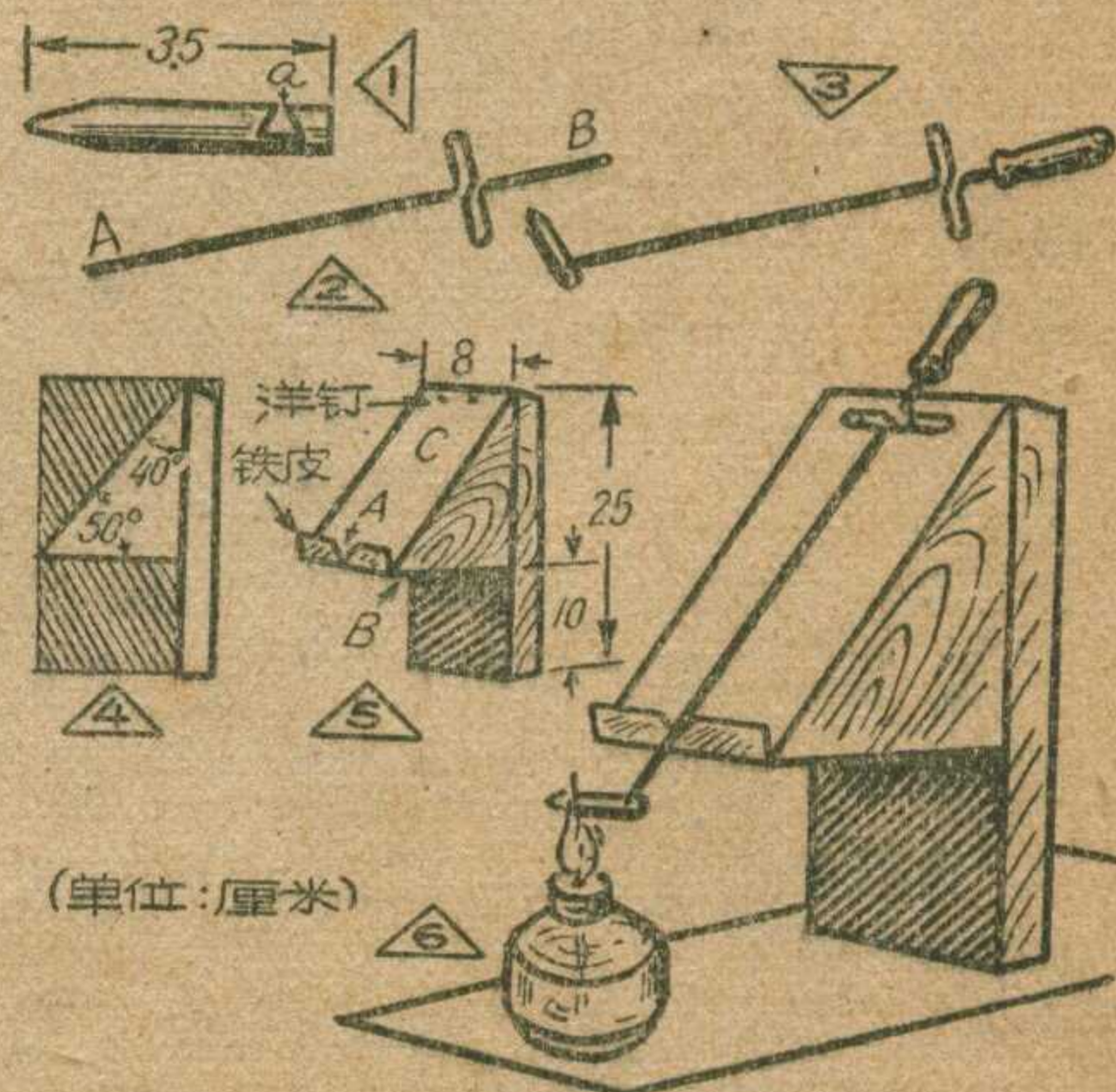
烙铁制法：把烙铁头锯成3.5厘米长。如果用紫铜条，还要把紫铜条锉成烙铁头形状。在烙铁头的另一端锉一个三角形口子，如图1中的a。这个口子的大小，要根据所用的铅丝直径来考虑。然后，把铅丝 (钢丝也可以) 按图2形状弯好，在A端锉成三角形，以便插入烙铁头上a处，在B端锉尖，以便插入木手柄。制好的烙铁形状如图3所示

烙铁架制法：把木块一面照图4那样画线，然后锯

掉阴影部分，成为图5形状。在图5中B处包上铁皮，铁皮的作用是防止火焰烧坏木块。铁皮包好后，沿外缘向上翘起来，并在图中A处开一小槽口，以便烙铁铅丝柄能放入。

再在图5中C处钉两个洋钉，洋钉间的隙缝要对准铁皮上的槽口。

墨水瓶是用来作酒精灯的。整套设备在烙铁加热时的情况，如图6所示。



集肤效应和邻近效应

郑国川

任何导体都具有一定的电阻，电阻数值 R 的大小和导体的长度 L 成正比，而和导体的截面积 S 成反比，也就是说导体愈长，电阻愈大，导体截面积愈大，电阻愈小。计算电阻的公式是： $R=\rho L/S$ ……(1)
式中 ρ 是电阻系数，导体材料不同， ρ 的数值也不相同。

如果在导体的两端加一已知的直流电压 E_0 ，并且在电路中串接一只直流电流表，当电压 E_0 保持不变时，根据电流表的读数，也可以用欧姆定律求得导体的电阻值，它的公式是：

$$R=E_0/I$$
……(2)

如果导体通过的是恒定直流电，那么对同一导体来说，用(1)式或(2)式来计算电阻，它们的结果是一样的。这时所求得的电阻称为“直流电阻”或“欧姆电阻”。

如果我们将第二种方法中所用的直流电压 E_0 改用较高频率的交流电压 E_A ，这时测得的电阻值 R_A 就会大于同一导体的直流电阻 R 。因此我们得出结论，同一个导体对交流与直流电呈现不同的电阻，而导体对交流电的电阻总大于导体的直流电阻。一般把导体对交流电的电阻 R_A 称为“交流电阻”(或有效电阻)，以便与直流电阻相区别。导体在高频时电阻增大的这种特性，对无线电元件及电路性能有极大的影响，所以在实用上必须对它加以考虑。例如当我们求某一电感线圈的品质因数 Q 时，直接用线圈的感抗 ωL 被线圈的直流电阻 R 去除，所得的 Q 值并不正确，因为在无线电频率下线圈的交流电阻 R_A 比起直流电阻 R 来要大得多。

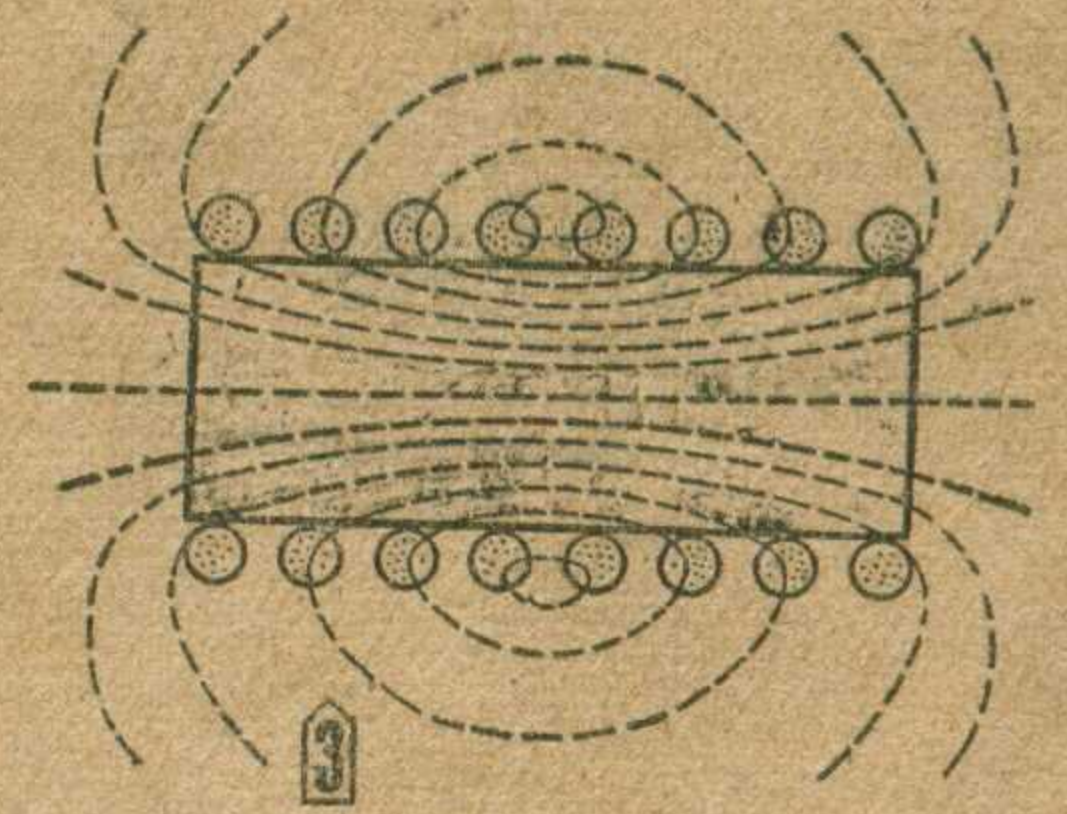
为什么交流电阻会比直流电阻大呢？为了回答这一问题，我们必须看一下交流电和直流电在通过导体时电流密度的分布情况。对于直流电来说，在导体的单位截面积内通过的电流

(电流密度)是相等的，也就是电流在导体内部是均匀分布的，如图1甲所示。同样一个导体通过高频交流电时情况就不同了，这时候导体表面的电流密度比导体中心大得多(图1乙)，大部分电流集中在导体的接近表面处，这种现象就称之为“集肤效应”。因为这时导体中心差不多没有电流通过，相当于导体的截面积减小了，由式(1)可以看出，导体的有效截面积减小了，电阻就将增大。

集肤效应又是怎样引起的呢？我们可以用圆形导体为例来说明。图2中粗线表示一个圆形导体的截面积。当导体中有电流流过时，就产生了同心圆形状的磁力线。当导体中流过交流电时，由于电流的大小和方向都在不断地变化，因此环绕着导体的磁力线数量的多少和方向也在不断地变化。变动着的磁力线切割导体的结果就会在导体内部形成感应电流，根据楞次定律我们知道感应电流的方向是和导体中电流的方向相反的，因此导体内电流就受到了感应电流的阻挡。切割导体的磁力线愈多，或是磁力线变动得愈快(即电流频率愈高)，感应电流也就愈强。从图2可以看出，在导体内部有一部分磁力线，因此，环绕导体中心部分的磁力线比环绕导体表面部分的磁力线要多，也就是说在导体中心部分所产生的感应电流比较大。这样一来，原电流在导线中心部分受到的阻力就比较大，因而电流就有向导体表面集中的趋势。从以上情况可以看出，频率愈高，导线截面积愈大，这种集肤效应就愈显著。



由于集肤效应的结果，使得导体在高频时的电阻值剧烈地



增加，这就导致在高频率下工作的线圈、电容器、接线等的损耗增大。为了减弱集肤效应对高频的损失，一般使用多股相互绝缘的导线来代替单根的导线，因为多股线每根线的截面积较小，集肤效应也就较小，所以当多股线的总截面积与单股线的相同时，集肤效应较小，能保持较大的有效截面积，不致使电阻增加过大及电流降低太多。例如收音机里的中频变压器一般就是用多股线绕制的，使 Q 值可以增加。多股线也叫做“李兹”线。另外也可以用减小导体表面直流电阻的方法来减弱集肤效应的损耗，这时在导体表面镀上一层电阻系数小的金属(如银)，这样电流即使集中在表面也可以适当地减少导线表面对电流的阻力。

在高频交流电中，如有两个或更多个邻近的导体在其中通有电流，如线圈的情况，那么，任一导体内电流分布的情况除受导体本身所生磁力线的影响外，还要受到邻近导体中电流所产生的磁力线的影响，结果就使得导体的有效电阻大于只有集肤效应情形下的电阻数值，这种现象叫做“邻近效应”或“邻扰效应”。在邻近效应的影响下，导体中电流的分布，也是环绕的磁力线最少的部分的电流密度最大。图3中绘出了单层空心线圈的磁力线和导线中电流分布的情况。图中用黑点密度近似地表示电流密度。从图中可以看出，导线上环绕的磁力线较多的部分，电流密度较小，而环绕的磁力线较少的部分，电流密度就相对地大一些。这种作用对平绕线圈的质量有很大的影响。为了减低邻近效应，最好使相邻导线间有一定的距离(如短波段线圈多采用间绕)，同时选择合适的导线直径。



栗新华

电子管测试器的线路颇多，结构也各有巧妙不同，这里介绍一种比较适合业余爱好者自制的供参考。

一、电 路

图1中，变压器 T_1 供给被测电子管灯丝所需的电源； T_2 供给被测管板、阴电压，以及测试电子管各极间漏电压用的试验电压。这两个变压器可用普通三、四灯电源变压器的铁心，按每伏9至10圈自己设计绕制。由于对两个变压器要求的功率不大，使用时间也不会太长，同时测试时也只是作相对比较，所以铁心尺寸大些小些，以及圈数多少和绕线的粗细都影响不大。

图中变压器 T_1 的次级可给出1、1.5...50伏十种不同的灯丝电压。 V_{s1} 到 V_{s7} 是七个不同的电子管插座。

从图中可看出，各个电子管插座的同号插脚(底视)是连在一起的；而且，各插座的第1脚焊片都接到 S_1 的“主刀”；各插座的第2脚都接 S_2 的主刀；余类推。另外将两个大小不同的电子管栅极顶帽背靠背地对焊起来，接到 S_{10} 的主刀，以备测试有管帽的管子，如6K7等。这样，转换开关的号码将与各个插座的插孔号码相对应。

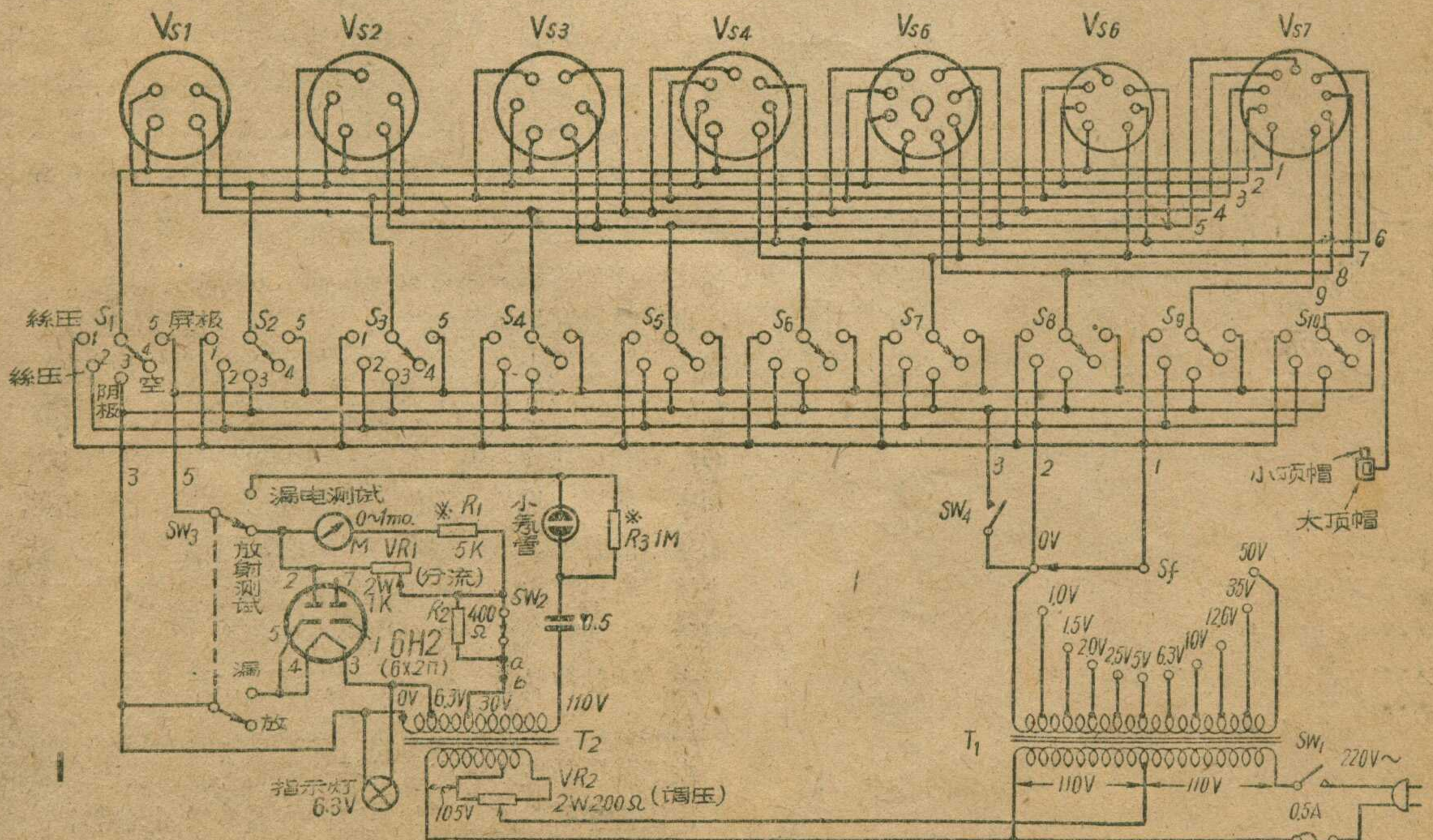
S_1 到 S_{10} 是十个单刀五掷转换开关。它们的各对应

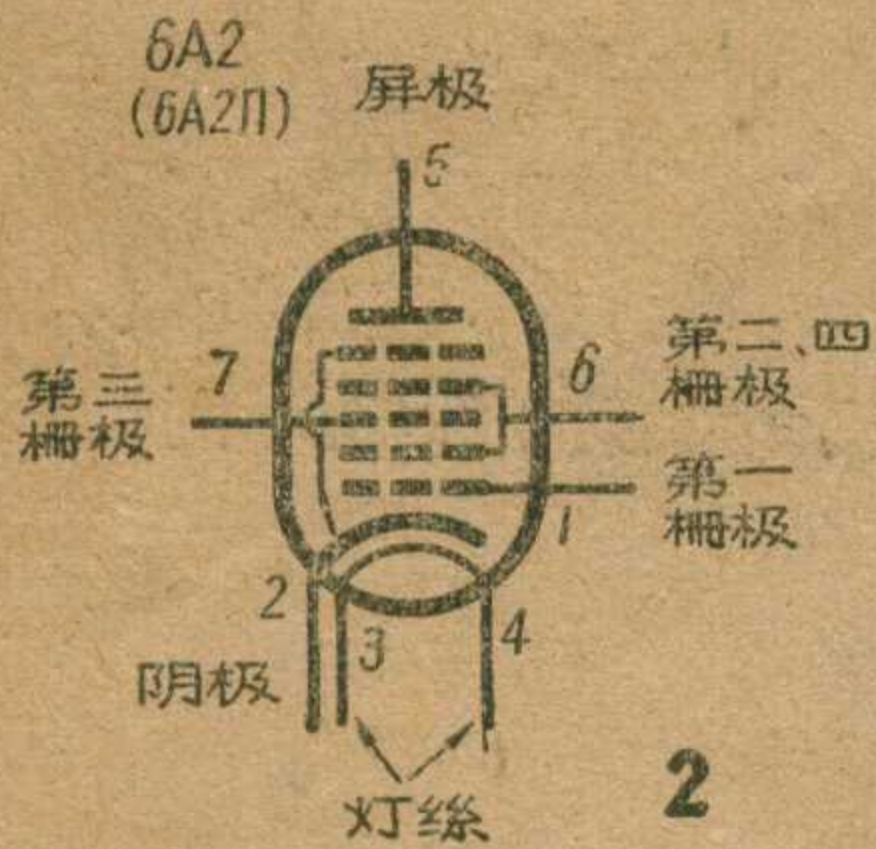
的同号接点都连接在一起。各开关都可以单独换接到1至5各测试接点。

灯丝电压的“零”位线，直接接到 S_1 到 S_{10} 的各第2接点上；而不同丝压值的另一端经过单刀十一掷的转换开关 S_f 接到各第1接点。 S_1 ~ S_{10} 各开关的接点3上加有阴极电位；4是空档；5上加有屏极电压，也就是从 T_2 次级供给的30伏交流测试电压，它将通过转换开关的转换加到被测电子管的阴极和阴极以外的各电极之间，用以检查放射性能和栅极、帘栅极等的控制作用。

图中 SW_3 是工作状态转换开关，可用双刀双掷按钮开关。 SW_4 是供测试直热式电子管放射性能和旁热式电子管阴极与灯丝间漏电情况时，将阴极电位接给灯丝用。 SW_1 是电源开关。 VR_2 是调压电位器，用它调准 T_2 次级给出的30伏电压，保证每次测试时不受市电电压高低的影响。图中 M 是0~1毫安直流电流表。与电表串联的电阻 R_1 是限流电阻，改动它的阻值，可以调准电表的灵敏度。电位器 VR_1 是分流电位器，用它给电表分流以适应各种被测管的需要。

从图中可看出，当将工作状态转换开关 SW_3 搬到“漏电测试”位置时，二极管6H2(6X2Π)的灯丝接通





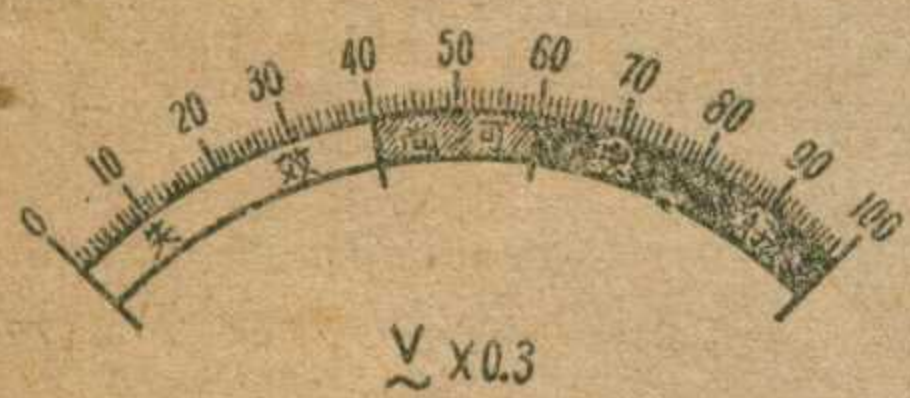
6.3 伏电源；同时它的阴极也接通 T_2 次级的零伏端。这时降压开关 SW_2 是合着的，400 欧降压电阻 R_2 被短路，于是 30 伏的交流测试电压经 R_1 、 M ，以及 VR_1 加给 $6H_2$ 的屏极。这样就接成电子管电压表，

用它来校准这一测试电压。

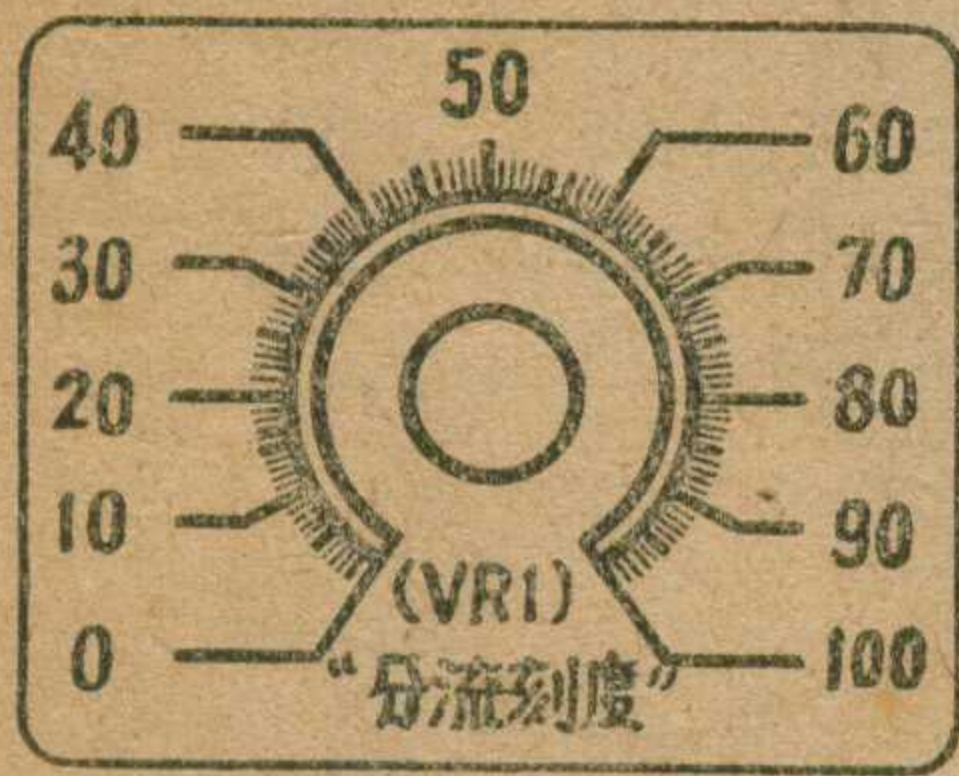
图中电阻 R_2 是在测试低屏压二极检波管时为了避免发生过大的整流电流而用来降低测试电压用的降压电阻。它经常被 SW_2 短路着，需要时才打开。图中 T_2 次级输出的交流 110 伏漏电测试电压经过 0.5 微法隔直流电容器和小氖管，加到被测管各电极之间，小氖管将指示各电极间的漏电情况及管内真空程度。

二、测试方法举例

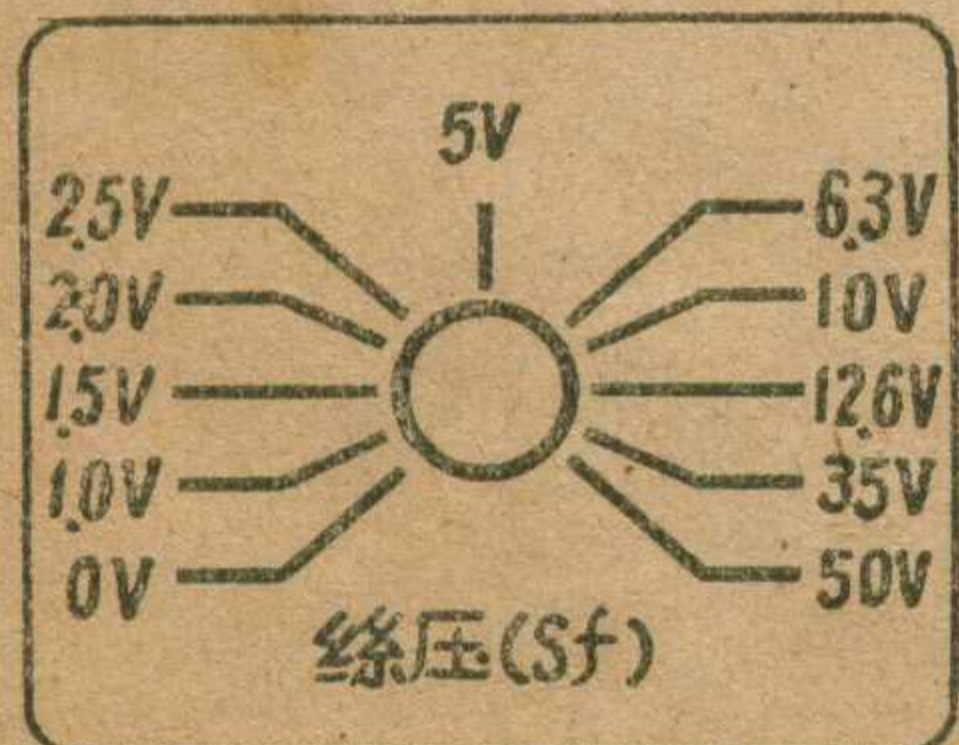
例如测试电子管 6A2 (6A2II)。首先从电子管手册查得它的灯丝电压是 6.3 伏；各极和管脚连接情况如图 2 所示。先将丝压转换开关 S_f 搬到 6.3 伏处。再将开关 SW_3 搬在“漏电测试”位置。 VR_1 放在阻值最大处。此时 SW_2 闭合。调 VR_2 使表指示满度 (由于表头内阻不一定每个都相同，需选用 R_1 来调整)。这样就把测试电压调准在 30 伏了。将 S_3 搬向位置 1， S_4 搬向位置 2，这样，从 T_1 次级输出的 6.3 伏灯丝电压就加到测试插座 V_{s6} 的 3、4 插孔上。其它 S_1 、 S_2 、 S_5 、 S_6 和 S_7 都先放在 4 的空档位置。插上电子管。灯丝应该点亮。这时搬 S_5 到 5，搬 S_6 到 3，可检查屏极与帘栅极间是否漏电或短路。如有短路或碰极，小氖管会发亮。如有漏电或管内真空度不够时，小氖管会轻微发光。改变 R_3 的阻值可以调整小氖管的灵敏



3



4



5

度，小氖管可用六七十伏或更低工作电压的品种。如绝缘良好而管内真空度也正常时，氖管应当不发光。同样，将任何两电极所连的开关分别搬到 3、5 位置，就可测出它们之间的漏电情况和管内真空程度。在测试阴极对灯丝间的漏电情况时要合上 SW_4 。但需要记住： SW_4 应当经常打开，用时再合，用完立即打开； S_1 至 S_{10} 应经常放在空档位置 (接点 4)，用时按需要搬放，测完应立即搬回到 4； S_f 更是须要注意，每测完一管都应该搬回零伏位置，测另一管子时再按需要搬到合适的丝压位置，以免丝压不对烧毁被测电子管。

6

表 1

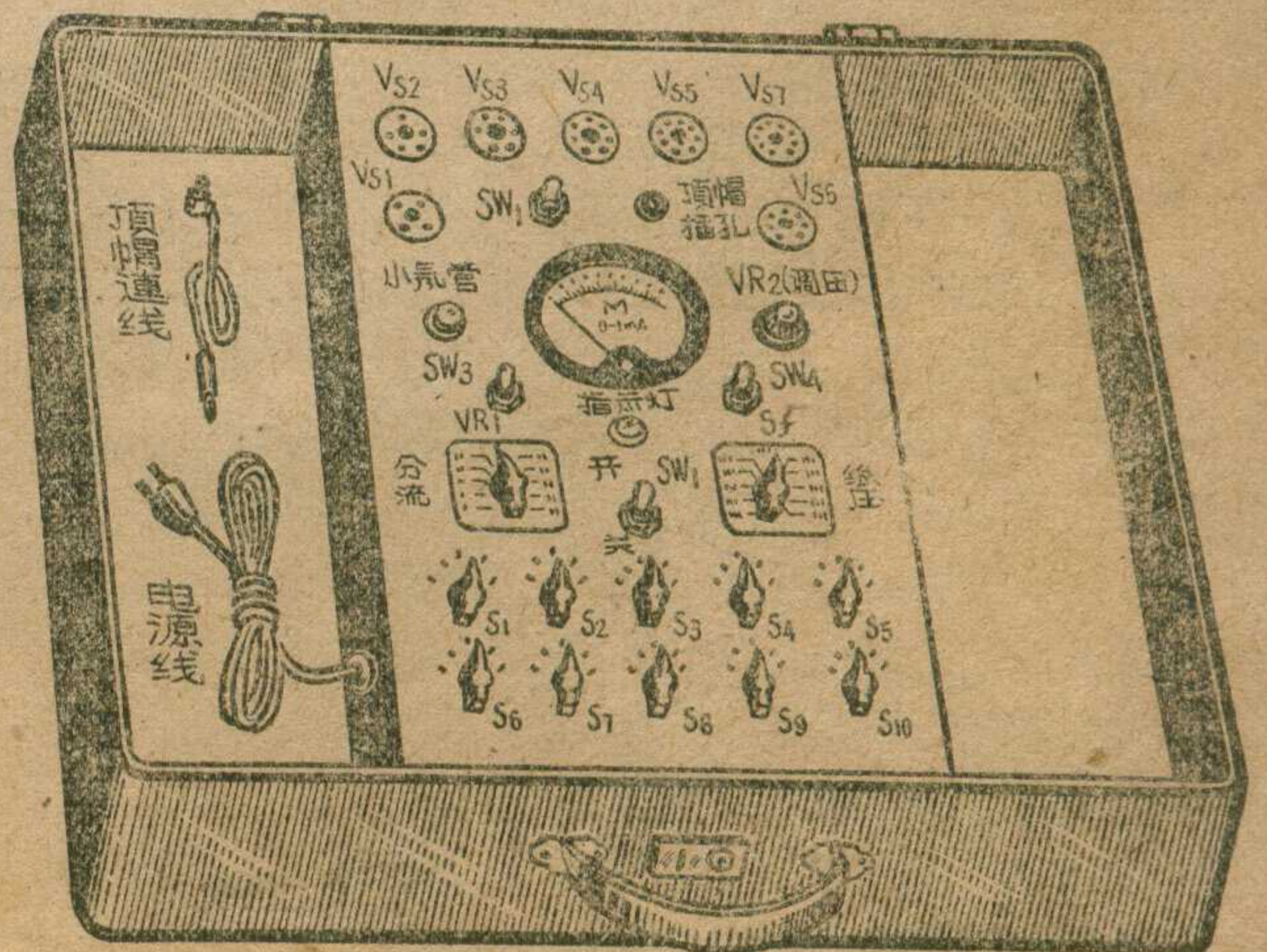
电子管型号	丝压 (Sf 位置)		漏电测试					放射性能测试						附 记									
	接压	接压	屏极间		帘栅极间		抑制栅极间		总放射性能		帘栅极的控制作用		帘栅极的控制作用		抑制栅极的控制作用								
	1	2	3	5	3	5	3	5	接	接	接	接	接		接	接	接	接	接				
6SK7	63	S ₇	S ₅	S ₈	S ₅	S ₆	S ₄	S ₃	S ₈	S ₅	S ₅	S ₄	10	S ₄	7	S ₆	15	S ₆	13	S ₃	91	S ₃	92
6A2II	63	S ₃	S ₄	S ₂	S ₃	S ₂	S ₆	S ₂	S ₇	S ₂	S ₂	S ₇	45	S ₁	14	S ₇	12	S ₆	17	S ₆	16		

漏测试做完后，再进行放射测试。将 SW_3 搬向“放射测试”位置，显然电子管电压表已完成校准测试电压的任务，这时可将两极管 $6H_2$ 的灯丝切断。这时， T_2 次级的 30 伏交流电压，将直接加给 S_1 至 S_{10} 的各个第 3 和第 5 接点。

这时，将 S_2 搬向 3，接通阴极电位，将 S_5 、 S_6 、 S_7 、 S_1 搬向 5，接通交流 30 伏测试电压，就相当于把被测管接成一个二极整流管，整流后的电流由电流表指示出来，电表的指示值就表征着它的放射性能。

一般总认为放射电流等于新管放射电流的 60~100% 内的管子性能都是良好的；低到 40~60% 尚可应用；如低到 40% 以下就失效不能正常工作了。因此可以按这个要求把电流表的刻度盘画成图 3 所示的刻度，并分别用白色、绿色和红色表示放射性能好坏的范围。

(下转第 21 页)



交流外差式三管机

——封底电路图说明——

冯 报 本

外差式收音机和前几期介绍的再生式收音机比较起来，有很多优点。例如，它对各个频率的信号放大比较均匀，音质较好，灵敏度和选择性也比较高等。再生式收音机，从天线输入直到检波输出，都是直接在所接收到的信号频率上进行工作，因而又叫做“直接放大式”收音机。由于电路在各个频率上的特性不尽相同，这就限制了电路的性能，特别是使得收音机对不同频率信号的放大很不均匀。与此不同，外差式收音机的主要特点是，不论所接收信号的频率是多少，它总是首先把这个频率变换成一个预先规定好的固定频率，然后再在这个固定频率上进行放大和检波。这个固定频率比信号频率低，一般叫做“中间频率”或简称“中频”。由于是在较低的固定中频上进行放大和检波，所以收音机对不同频率的信号都能给以差不多相同的放大量，这就使得同时提高收音机的灵敏度和选择性比较容易了。

外差式收音机中有一个“本机振荡”电路。它的振荡回路和输入回路一同调谐（通常叫“统调”），使得所产生的振荡频率永远和输入信号频率之差等于中频或接近于中频的数值。将这两个频率经过“混频”作用，就可以得出中频信号，这就是所谓“外差”作用，又叫“变频”。经过变频以后，信号频率虽然变成了中频，但是调制在信号上的音频仍然不变。然后再对中频进行检波，就可以检出这些音频信号了。

封底的外差式三管收音机是一个比较简单的外差式电路。它基本上具备了这种电路的优点，同时用料较省，装置和调整都比较容易。

这个电路中的电子管 6A2 (6A2Π) (或用 6BE6, 6SA7GT) 同时起着本机振荡器和混频器的作用。它的第一栅是振荡器的栅极，第二栅极相当于振荡器的屏极，利用谐振回路 L_2C' 组成三点式振荡器，产生本机振荡频率。外来信号经输入回路加到第三栅(信号栅)极上，这两个频率都对电子管中的电子流起控制作用，因而从屏极电路中就可以检出它们的差频——中频，经过中频变压器 T 送到检波级去。因为 C 和 C' 是同轴转动的双连可变电容器，所以调谐时就可以使本机振荡频率总是比外来信号频率高出一个固定的中频，于是混频后的差频正好等于中频。但是由于输入回路和本机振荡回路的调谐频率范围不同，其最高频率和最低频率的比值(波段盖复)不一样，所以振荡器调谐回路里要串入一个垫整电容器 C_2 来减小回路的最大电容量；又用微调电容器 C_1 并连在 C' 上来增加回路的最小电容量，以便适

应本机振荡所需要的波段盖复。这样就能够一定范围内使两种频率的差频大致上接近于中频，而其中有三点完全等于中频，所以这种办法叫做“三点跟踪”。

中频变压器实际是一个带通滤波器，它的初级和次级都是一个调谐回路，谐振于指定的中频率，干扰信号就被滤去。中频信号经过 6N1 (6H1Π) 的一个三极管组作屏极检波之后，就将输出的音频电压交连到另外一个三极管组加以放大，在扬声器中播放出来。

电源供给的要求不高，只用简单的半波整流。图中是将 6Z4 (6L4Π) 并连成一个二极管作整流器。也可以用 12F、80、5Y3GT、5Z4P (5L4C) 作为整流管，不过这时电源变压器上需另加 5 伏、2 安的灯丝线圈。

这种收音机装置时可以使用一般四管交流机的底盘和木箱，附图是底盘上主要零件排列图，可供参考。其中一个电子管座的孔用来装中频变压器。

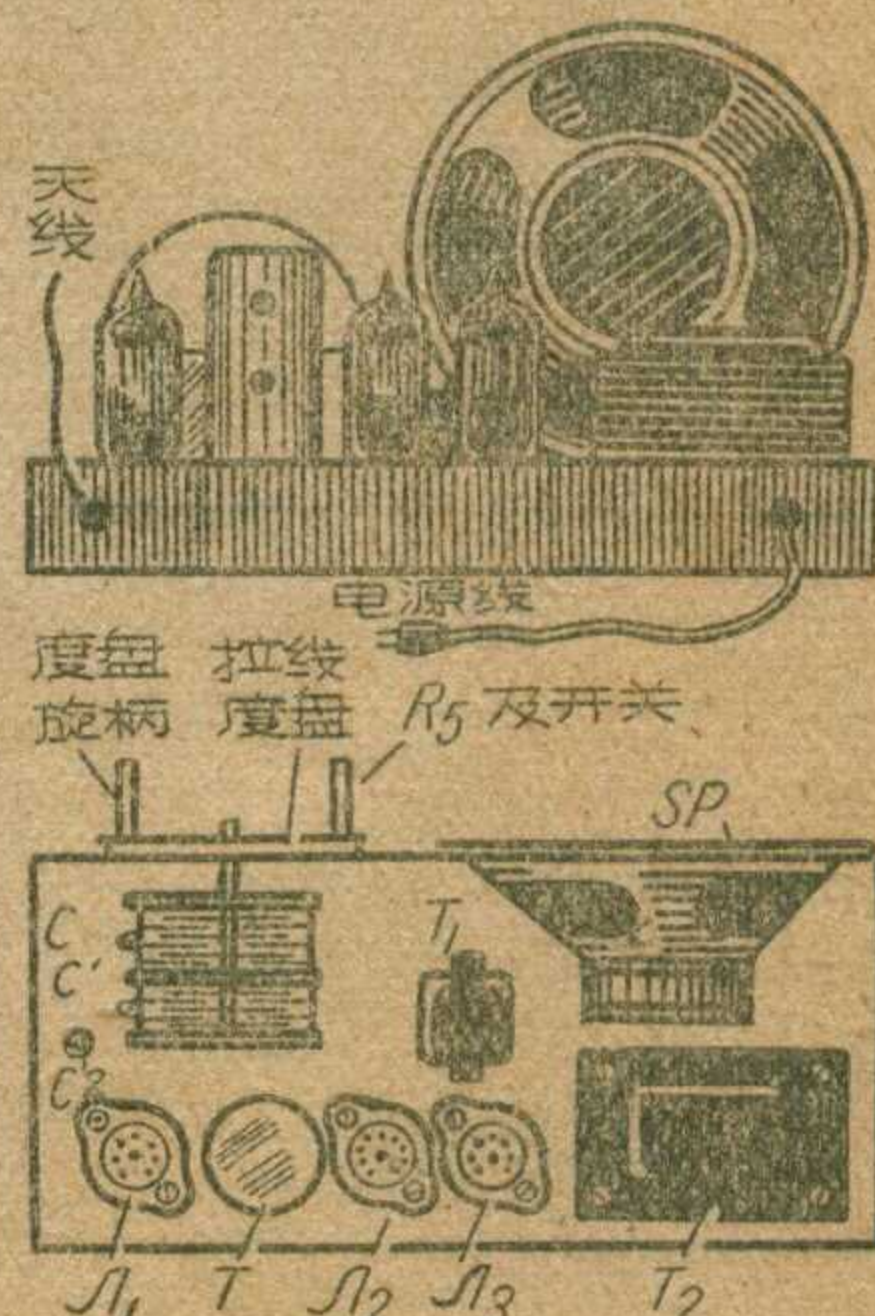
输入线圈 L_1 和振荡线圈 L_2 最好是购买整套的售品外差式线圈，规格是中波段的 S 式，如美通的 610S 或 710S，其它厂号同规格线圈也可使用。如要自己制作，可以参考本刊 1961 年第 4 期封三的数据绕制。这些线圈体积不大，可以装在底盘下面，但是互相的距离不要过近，或互相垂直地放置。

中频变压器用空气心或磁性瓷心的都可以，后者的灵敏度比较高。有的售品中频变压器是成对出售的，并且分为“输入级”和“输出级”，这里用输出级（两线圈距离比较近的）可以得到比较高的灵敏度。

配合 6N1 三极管的输出变压器，初级阻抗要有 10 千欧，并不一定有现成的售品，需要自己改制。方法是用平常的输出变压器硅钢片，参考封底电路图上所附数据绕制，以配合音圈阻抗为 3.5 欧的 125 或 165 毫米永磁扬声器（图中的 SP）使用。如果输出变压器制作有困难，也可用舌簧扬声器直接接入屏极回路中使用，它的线圈直流电阻是 1000 欧的就可合用。

电源装置和本刊去年第 5 期介绍过的交流三管机的相同。可以采用售品三灯机的电源变压器，高压线圈为 200~350 伏都能用，自己绕制的参考数据见封底电路图上所附。电子管 6A2 (6A2Π) 可以用 6BE6、6SA7GT 代用；6N1 (6H1Π) 可以用 6SN7 代用。

对装好的外差式收音机进行校验是很重要的。第一步是进行通电试验，其要点和以前介绍过的交流收音机相同。在通电正常的情况下，用螺丝起子碰触各



个电子管的栅极(包括变频管的信号栅和振荡栅), 扬声器都能发出咯咯的响声。

第二步是接上天线或一根数尺长的拖线, 旋动双连可变电容器去接收一个频率接近中波段低频端(550千赫)的电台。在未调好以前收到的声音会很小, 如果不好辨认, 可将拖线改接到输入电路调谐电容器C的固定片上。调到电台后, 将垫整电容器 C_2 微调一下, 使播音声到最大。然后将收音机调到一个近高频端(1500千赫)的电台, 调节 C_T 使声音达到最大; 以后再将收音机调到低频端原先那个电台, 再调一下 C_2 使声音达到最大。然后再调到高频端, 重调 C_T 。这样两台反复调整几次, 直到接收高频端和低频端的两个电台时, 都能得到最大的声音时为止。

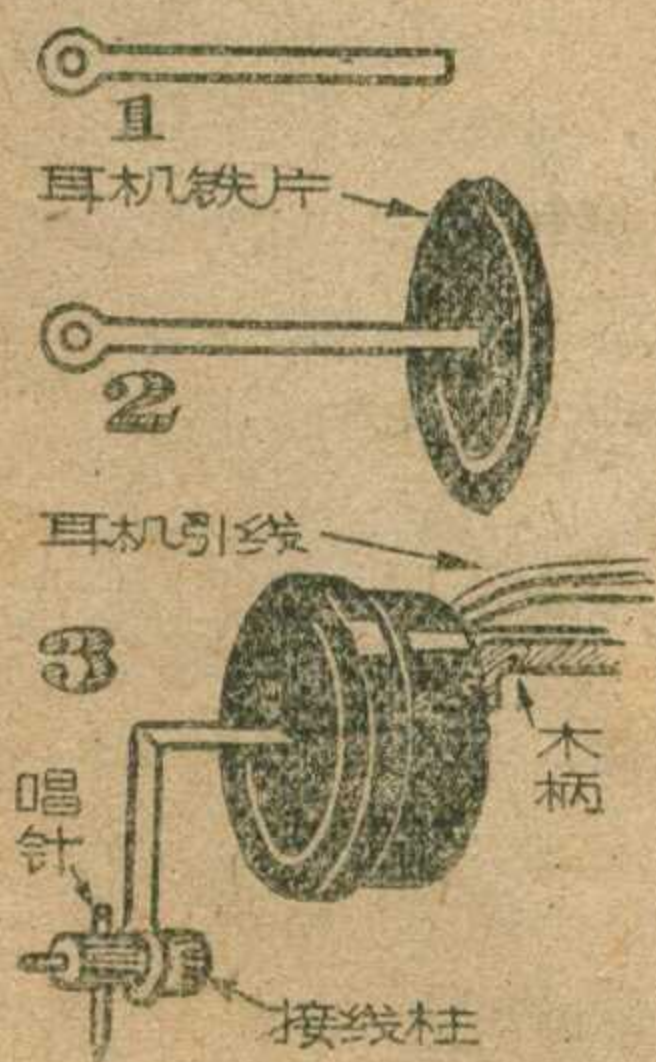
最后将中频变压器调准一下, 先调次级, 然后初级, 都是将播音声调到最大。如果中频变压器原来是调乱了的, 校验时就会带来许多麻烦, 例如整个度盘都被一个电台占满了, 或是夹杂着种种叫声等。因此装置前应先注意, 最好是使用新的中频变压器, 因为它在出厂时是经过校准的, 可以少费周折。

这架外差式收音机只要一根几尺长的拖线就可以收音。离电台远的地方, 可以加接户外天线, 这样可以使灵敏度增加很多。在普通环境里, 晚上总可以收到许多电台, 音量也是不算小的。

用耳机制成电唱头

顾为勇

用耳机改制电唱头, 使用效果好, 制作也简单。取薄铜片剪成长6.5厘米宽0.7厘米的小条, 一端开一个直径0.3厘米的孔, 如图1。取出耳机中的铁片, 把铜条未开孔的一端垂直焊在铁片中心, 如图2。把铁片盖在耳机上, 旋上耳机盖子。然后, 在铜条上距焊接处2厘米处折成直角, 在铜条下端孔内装一个接线柱, 在接线柱内插入唱针, 如图3。最后在耳机上装一个木柄, 用来把这个耳机固定在电唱机上, 另外用两根导线把耳机引线连接起来, 装上插头, 就可使用了。



(上接第19页)

图中的 VR_1 采用电阻值随转动角度成正比变化的直线性电位器, 并在它的旋钮下面装一个百分刻度盘, 转

到0度时电阻为零, 100度时电阻最大。这样, 不同放射量的被测管都可用1毫安电流表测量。

测试放射性能是用与新管或好管作相对比较的办法。测试时, 先从若干新管子中选择一个放射性能最佳的, 插入测试插座, 调整 VR_1 使电表指针指到满度100。记下此时电位器 VR_1 旋钮所指度数, 例如“40”。以后测量同型号的电子管时, 仍将 VR_1 放在40, 看电表的指示, 就能确定被测管子放射性能的好坏了。这一步测试是将阴极以外的各电极都和屏极接在一起测量, 所以测得的是总放射性能。如把 S_1 从5搬向4, 可看出振荡栅极“开路”时对电流的影响; 并再从4搬向3, 可看出振荡栅极与阴极同电位时对电流的影响, 从而可推断该栅极对放射电流有无控制作用, 也就是电子管的跨导情况是否正常。同理可对其它各栅极作同样测试。

为了日后测试查考的方便, 最好在制作本测试器时, 找一些常用的性能良好的新电子管, 逐一对它们进行测试, 并将测出的数据记录如表1所示的记录表内。

另外, 对孪生管, 可根据管脚接线情况分别进行测试, 对直热式电子管进行放射测试时, 需将 SW_4 合上。

三、装置及调整方法

图6是这个测试器的外形。面板上各测试插座及控制开关等的排列位置在图上画出了一种方案, 供作参考。

丝压转换开关 S_f 下面可装一个丝压指示盘(图5), 以便于使用。

关于调整方法, 也没有什么严格要求, T_2 次级的测试电压也不一定必须是很准确的30伏, 因为只要能保持每次测试时的电压相同, 就能做相对比较。全机装好经检查无误后, 将 VR_1 放在100度; 将 VR_2 放在中间位置; 将 SW_3 搬向“漏电测试”位置, 电表应有指数。如指数大于1毫安——打过头, 应加大 R_1 的阻值; 如指示值不到表头满度, 应减小 R_1 的阻值, 调到电表指示满度。以后测试时, 如电源电压稍有高低, 可调动 VR_2 至电表满度, 以达到每次测试电压相同便于对比。

然后, 可将图(1)中的a、b两点间断开, 将a端接 S_f 主刀并合上 SW_4 , 就可用这交流电子管电压表校验30伏以下的各灯丝电压值, 检查丝压接线是否有错。然后调整 VR_1 , 使表头指示值从满度下降 $1/2$, 则同法可检查60伏以下的丝压。

灯丝电压检查好后, 恢复a、b接线, 搬开 SW_4 。可将 S_1 搬向接点3, S_2 搬向接点5, 将任何一管座的1、2两脚短路, 则小氖管应发亮。再改用500千欧电阻接在1、2两脚上, 则小氖管应轻微发光。如不发光可加大 R_3 的阻值; 如仍和1、2两脚短路时亮度差不多(嫌灵敏度过高), 可减小 R_3 的阻值, 调至能轻微发光。当1、2两脚开路即绝缘良好时, 小氖管应不发光。这样, 就已完全调好可以使用了。



国外点滴

微型电阻材料

这种新的微型电阻材料，据说是用特殊玻璃和金属粉末混合制成。用这种材料制成的电阻，电气性能良好，能防潮；并且电阻数值不随温度的变化而改变。制造电阻时，把电阻骨架浸入原料内，或用模具把原料压在印刷电路底板上。（車譯）

“点”晶体二极管

目前制成的微型晶体二极管，已小到与针尖一样，叫做“点”晶体二极管。它的直径只有0.05吋，厚度只有0.03吋，适合做人造卫星用的电子计算机。（車譯）

新的铁磁材料

在高频线圈中用铁氧体作磁心，有一个普遍性的缺点，即在强度不大的磁场下就会饱和。压制或烧结制成的各种铁氧体磁心，在2500~4000高斯的磁场强度下即已饱和了。新制成的一种铁磁材料，消除了这个缺点。这种新铁磁材料是用极薄的小合金片压制成的，与坡莫合金相似。合金片用化学方法制造。压制成形时，混合一些瀝青，需要加热并要用很大的压力。这种新铁磁材料在频率达10兆赫时，仍能保持良好的性能，磁场强度可允许达10000~12000高斯。（車譯）

陶瓷电子管

用陶瓷代替玻璃做电子管，已试验成功。陶瓷电子管比一般玻璃电子管小很多，适合于在超高频范围工作，因此在超高频电信设备、电视转播系统及电子计算机中，都可应用。（袁堇译）

神经细胞活动电子模型

苏联维尔纽斯计算机工厂，最近制成了神经细胞活动电子模型。在这个电子神经细胞中可以表现神经细胞的一切基本性质。把模型接到示波器上，在示波器的荧光屏上就可以出现光信号，以脉冲曲线准确地表现神经细胞兴奋过程。目前苏联的科学家们正在着手制造一整套电子神经系统。（塔斯社稿，新华社发）

人体机能记录器

这种记录器能够自动记录人体血压、脉搏、体温及呼吸次数，适合在治疗重病患者或动手术后的病患者时使用。整个测量装置，做成像头戴耳机那样，包括一个别针形小片，贴在耳上；一个温度计，紧贴在病人面颊；一个呼吸测量器，悬在口鼻前面。测量装置通过软导线接到电子记录设备，把测量数据自动记录在狭纸带上，并且在得到反常的测量结果时发出告警信号，通知医务人员立即进行诊断。测量装置中比较特殊的是那个别针形小片，它在测量血压、脉搏时，利用一个照射光源照到病人的耳朵上，光线通过耳朵后对一个光电管起作用，发出有关血压、脉搏的电信号。（袁堇译）

新的止痛器

最近在牙科手术中发明了一种用二极管产生白噪声（一种无规则的噪声）的声音止痛器。在使用中发现音乐和白噪声的混合可使病人减轻疼痛的感觉，据说效果良好。原因可能是病人戴上耳机后，大脑的注意力集中于声音上，分散了大脑神经中枢对疼痛信号的反应。有人认为，应用白噪声止痛器将来有可能完全代替麻醉药品。（浑译）

无线电波反射法探测石油和天然气

目前流行一种用无线电波反射探测石油和天然气的方法。探测用的无线电发射机，其频率和输出功率都应很稳定，输出阻抗与大地低特性阻抗匹配。发射机输出电波直接与土壤相接，不经过具有高特性阻抗的空气传播。由于碳氢化合物的阻抗与盐水的阻抗极不相同，所以根据地下水及矿脉等有关图表资料，可以区别这些矿床。发出的无线电波，在油—水、气—水之间由于阻抗变化很大而反射回来，这时地面的接收机就会收到很强的反射电波信号。利用三角法和脉冲时间测量法，可以求出矿床的位置和深度。据报导，以五人组成一组利用这种方法进行探测，每天可探测100英亩。（实是译）

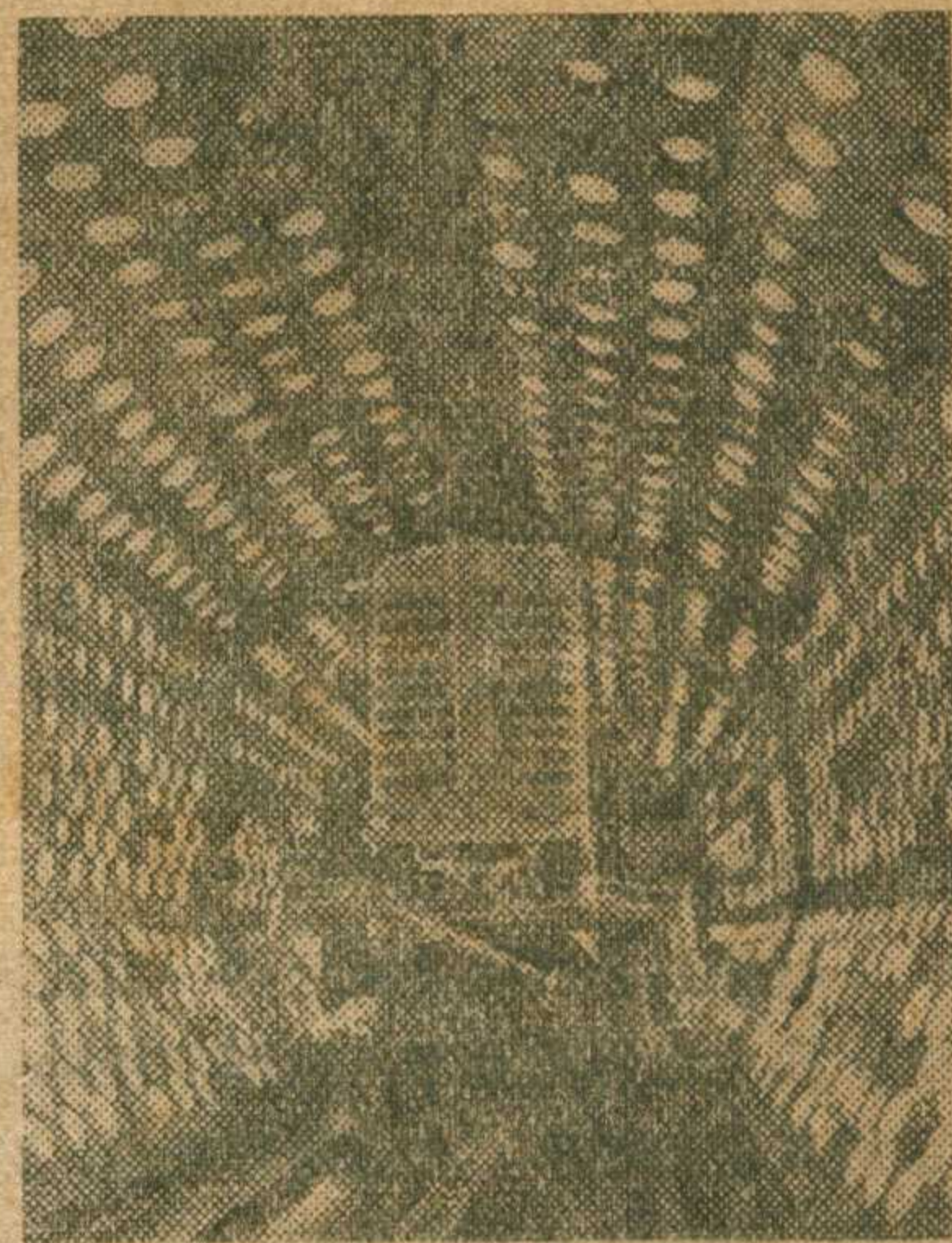
磁带录音录像机

苏联录音科学研究所已研制成一部磁带录音录像机。这部机器的外貌与一般录音机相似，但是不但可以录下表演者的声音，而且可以录下表演者表演的动作姿态。录下的图像，不需任何加工，即可直

接在电视屏幕上显映。（何为译）

用红外线烘干喷漆

罗马尼亚恩斯特·台尔曼工厂的烘干车间，安装有红外线设备。新喷过漆的拖拉机在红外线照射下，很快地就被烘干了。图为拖拉机正在用红外线灯光进行烘干的情形。（罗马尼亚通讯社稿，新华社发）



无线电波熬肉

为甚么熬肉至少需要1小时？原因在于熬肉时开始只是肉表面受热，热量深入肉的内部很缓慢。如果热量能一下子深入肉块整个体积内部，那末加热时间就可大为缩短。采用高频介质加热法，就可做到“体积”加热。苏联列宁格勒高频电流科学研究所设计了一种高频炉，用磁控管振荡器产生高频电场，待烹调的肉食或其它食物在高频电场的作用下，很快就熟了。例如熬1公斤肉只要2.5分钟，熬1公斤鱼只要2分钟。因此食物中能保存大量营养物质和维生素。为了得到与一般烹调时烤焦的香味，在炉子中还装有红外线辐射器，用红外线照射后在食物表面就能很快形成一层焦皮。除肉类外，这种高频炉还适合于烹调各种菜蔬，特别是没有水份的、含脂肪多的、不宜过热的食物。（肖尧荣译）

无线电猎狼

猎人们捕获了狼以后，在狼的颈项上系上一台小型无线电发报机，然后把它释放。这样，猎人们根据这条狼身上的发报机所发出的信号，就能追踪到狼群，进行围歼。加拿大东部的猎人们采用这种方法猎狼，据说收到了很好的效果。（昌文译）



1. 有些简单的交流收音机，使用时，机壳有时带电，有时不带电，为什么？

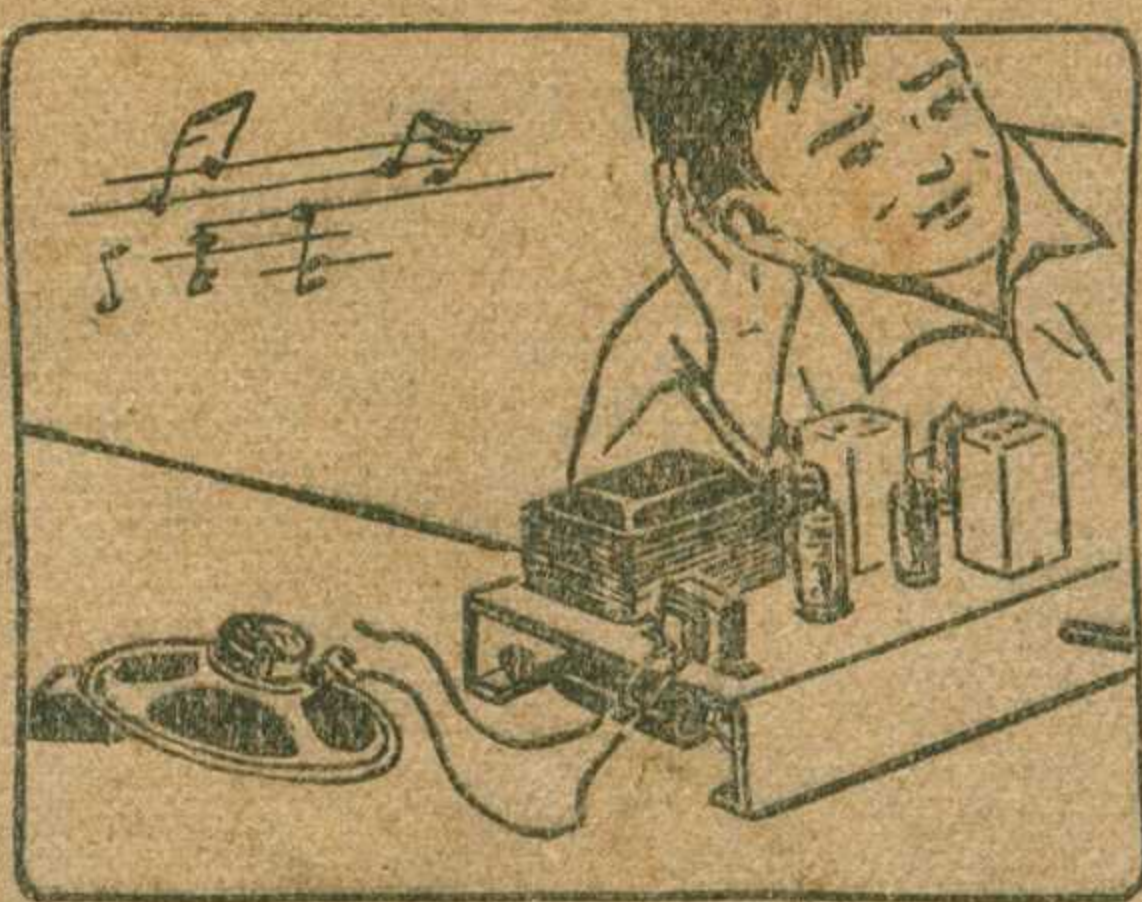
(張雷)

2. 检查毫安表或微安表的动圈是否被烧断，能不能直接用欧姆表去测量？

(張雷)

3. 小陈自己装的收音机，输出变压器是装在底板上的。有一次他无意中把连接到喇叭音圈去的一根接线弄断了，但是仍然能够听到播音声，不过声音很低，象耳机中发出的一样。这是为什么？

(文)



上期“想想看”答案

1. 绿色荧光是电眼管中的电子流冲击荧光屏而发出的。电子流在磁场中运动时，将受到洛伦兹力的作用而产生偏转。拿一块磁铁在电眼前摆动，就使得电眼管中出现了不断变化的磁场，电子流偏转的大小和方向就随着变化，打在荧光屏上的位置也就不断变化。因此，电眼上的阴影部分就随着磁铁的摆动而跳动。

2. 铅笔芯是由石墨和粘土组成的，能够导电。所以把手电筒的小电灯泡通过导线、铅笔芯连在电池上，电灯泡就会燃亮。如果铅笔芯断了，它的电阻就大大增加，因此小灯泡的亮度将减弱得很多，甚至根本不亮了。

3. 当稳压管接在电路中时，管中就有电流流过。这个电流在 R 上产生一个电压降，使输出的直流高压保持一定值（例如象图中所示的那样，为150伏）。在象图1那样接法时，如果未插上（或拔去）稳压管， R 中的电流减小，直流高压就会升高很多，对使用这个电源的机器有不良影响。如果象图2那样将管内③—⑦的接线串联在整流电路内，稳压管就同时起着开关的作用。当拔去稳压管时，整流电路就被切断，没有直流高压输出。所以这根跳线可以起到保护作用。

焊接晶体管的小工具

晶体管不能耐高温，在温度超过 100°C 时就易损坏。因此焊接晶体管时应特别仔细，要采用低熔点焊锡，要用45瓦以下的烙铁，不宜用锡过多，焊接时间愈短愈好。使用的烙铁，最好是直烙铁。烙铁头改成圆锥形（见图1），用尖端焊接，这样就不会传热过多，并且使用时不会碰到近旁的接点。弯烙铁在使用时烙铁身是平放的，易烧坏晶体收音机塑料外壳。夹线钳最好用铜质弯头钳子（见图2），不但操作方便，而且散热好。

(楊序慧)



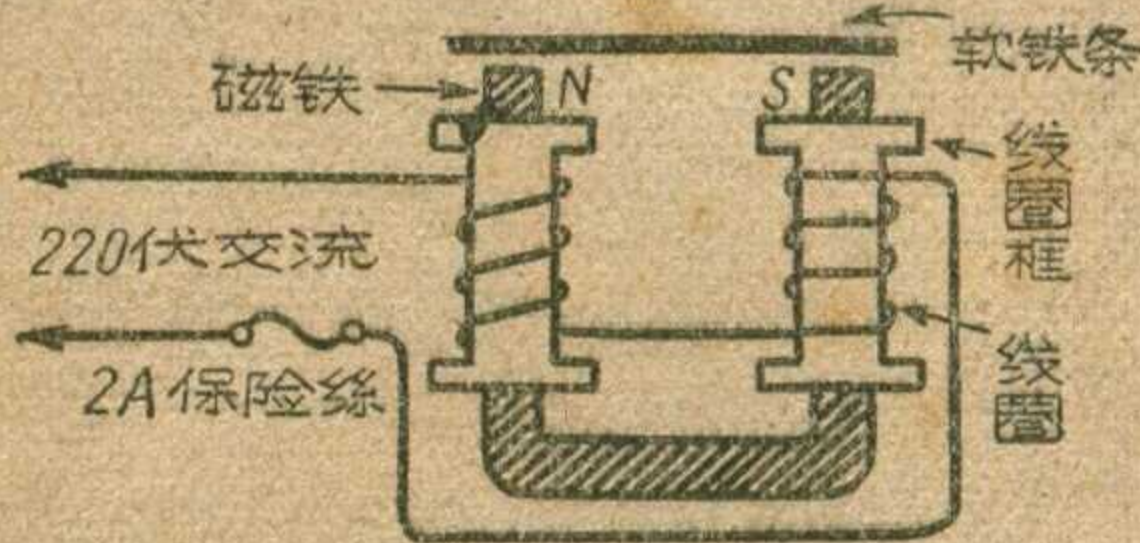
耳机充磁法

耳机使用日久，会逐渐失去磁性，降低灵敏度，甚至不能发声。为了使耳机能继续使用，可采用充磁的方法。

首先取下耳机内的线圈及永久磁铁。如果磁铁取不出来，也没有关系。然后用小铁锤敲击磁铁，去掉剩磁。用较厚的纸做两个线圈框，式样及尺寸与原来的线圈框相同。在新做的线圈框上都用25号左右

的漆包线绕50~60匝，并把线圈框套在磁铁上。这两个线圈串联连接，如图所示，注意线圈绕向，不要接错，否则冲不上磁。找一根软铁条把磁铁的两极连接起来。铁条应紧压在磁铁上。最后，在线圈一端接一根2安培左右的保险丝，把线圈引线插入220伏电源。这时线圈内就通过强大的电流，使磁性恢复。待烙线熔断后，断开电源，等12小时后再取掉软铁条和线圈，这块磁铁就可装入耳机使用。

(郑宝康)



简便的天线

装矿石收音机的同志，都想装一根效率高的天线。在城市里，有时由于周围环境的限制，不易架设。这里介绍一种简便的方法，大家不妨试试看。

用普通双股电源线，最好用双股平行塑料线，把其中一股线接在电源插头上，同一端的另外一股线空着不用，但要用胶布缠好。另一端的接电源插头的那股线也空着不用，并用绝缘性能良好的胶皮缠紧，另外一股接到矿石机上，作为天线（见图）。线长约2米，当然长一些更好。装置时必须注意不要弄错，以免把接电源



插头的那股线裸露或误接到矿石机上，造成触电事故。只要装置时注意了这个问题，以后在使用中就很安全，而且效果很好。

这种天线的原理很简单。我们都知道电线是架设在室外的，从空中接收的电磁波，在导线上感应出高频电流。接到矿石机的引线虽然没有直接与电线连接，但它与另一股接电线的引线并行，高频电流就感应过来，送入矿石机的调谐回路。

(馬春琪)

废电池的利用

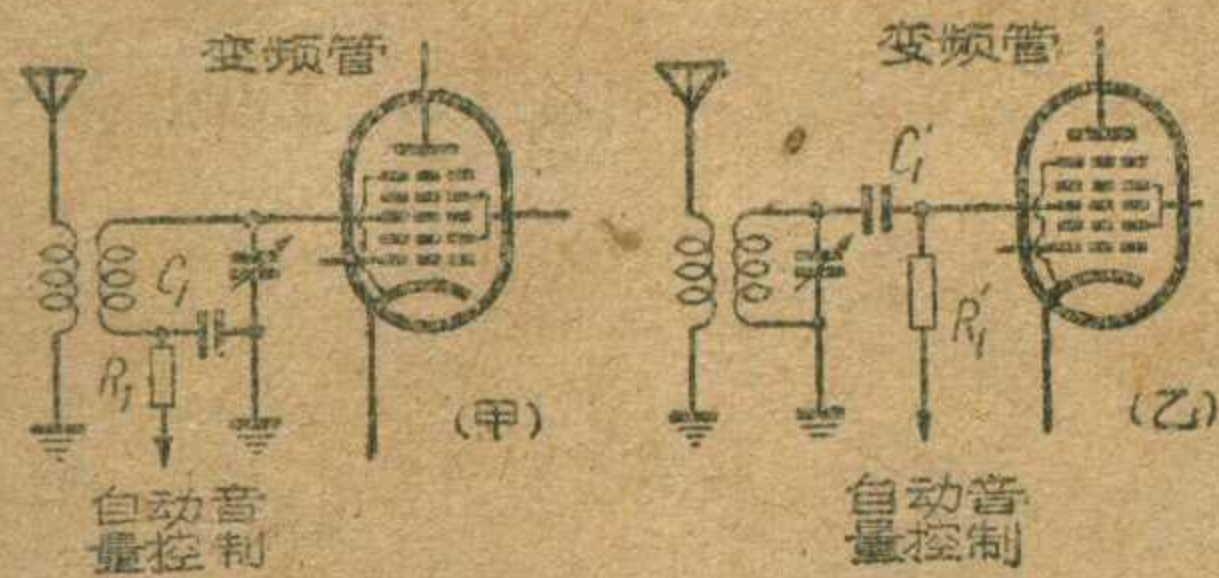
把用过的旧电池剥去纸皮，如果锌筒未破，还要在锌筒上打一些孔眼。取一些玻璃杯，或者用墨水瓶（砍去瓶颈，以便放入电池），装在一个木盒内。然后把电池放入杯内或墨水瓶内，注入食盐水，注意食盐水不要太多，以刚好浸到电池的三分之二高度为限。根据需要连接电池，组成一个电池组。这样制成的电池组，如果保护得好，不要把食盐水滴到电池顶部，并在杯内保持定量的食盐水，可以用到锌皮全部腐完。

(涉洋)

问与答

问：有的变频级将自动音量控制电压通过线圈接信号栅，有的是通过栅漏电阻接通的，二者各有什么利弊？

答：自动音量控制电压通过线圈加在信号栅上（附图甲）叫做串联式馈给，这时要用 C_1 串联在调谐电路里，防止自动控制电压经地短路。为了不影响调谐电路的高频通路，它的电容量必需很大，但是又不能太大，否则增大自动音量控制滤波电路的时间常数，不能很好地消除衰落现象，对音质也有影响。此外，大容量的电容器大都



是用纸介电容器，有一些漏电，并且卷迭的纸介电容器有电感存在，在频率较高时会影响调谐的准确性。自动音量控制电压通过栅漏电阻加到信号栅上（附图乙），叫做并联式馈给。 C_1 的作用和甲图的 C_1 是相同的，因为只有通过高频，所以电容量不需要很大，可以采用云母或陶瓷电容器，上述的缺点就可以免除。只是 R_1 是和调谐电路并联的，会降低电路的阻抗而使调谐质量变坏，串联式馈给就没有这种影响。但是在变频级里 R_1 的阻值总是在500千欧以上，对于调谐电路阻抗的影响并不大。

（徐疾答）

问：整流管除用6N1 (6H1Π) 外，6N2 (6H2Π) 是否可用？

答：将6N1 (6H1Π) 屏、栅并联做为电源高压整流之用，一般只适于耗电不大的二、三管收音机。因为6N1阴极最大电流不得超过25毫安，每个屏极的最大损耗功率不得超过2瓦，且内阻较大（按三极管特性，栅压0伏、屏压100伏时，内阻约7000欧），降压也较多。6N2 (6H2Π) 是高放大系数三极管，阴极最大电流不得超过10毫安，每个屏极的最大损耗功率不得超过1瓦，内阻较6N1大得多（同6N1的上述条件时，内阻约为40千欧），不能提供足够的直流电压和功率，所以不能当做整流管。

问：为什么交流6.3伏的整流管还要另用一个灯丝线圈，而不和其他6.3伏的

电子管共用一个灯丝线圈？

答：旁热式电子管灯丝和阴极之间，有一个额定的最大耐压数值，如6N1 (6H1Π) 为直流250伏，6Z4 (6U4Π) 为直流400伏等。如果超过这个数值，灯丝和阴极之间的绝缘就可能被打穿。一般收音机变压器的灯丝线圈是一端接地的，而整流管的阴极却是高压输出，阴极与地之间有一个高压，如果整流管灯丝也连到接地的灯丝线圈，灯丝和阴极之间的绝缘就易损坏，所以整流管另用一个不接地的灯丝线圈。但6Z4 (6U4Π) 等专门作为高压整流用的电子管，它的丝、阴之间耐压较高，也可以不必另用灯丝线圈而与其他电子管灯丝并联使用。

问：输出变压器一端接地或不接地，有什么区别？

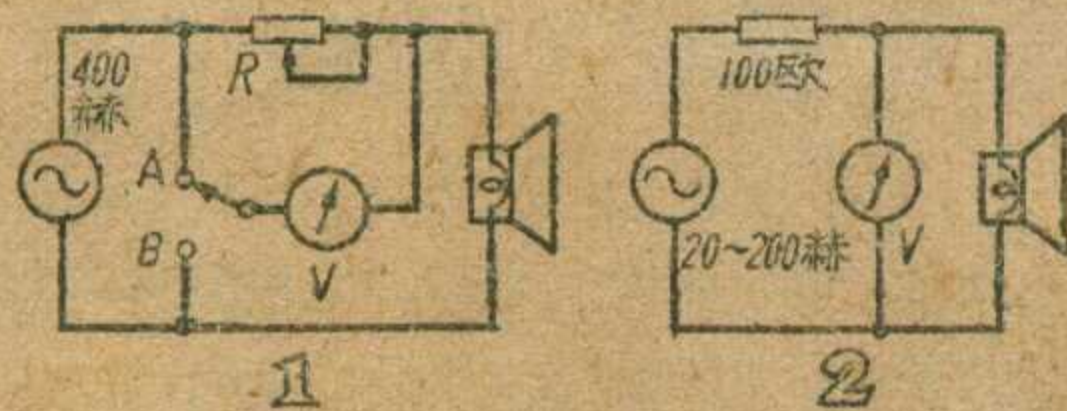
答：输出变压器次级一端是否接地，对喇叭本身的音质和音量都没有影响，因为喇叭的电压取自输出变压器次级的两端，与地之间并没有回路关系。但是输出变压器次级一端往往接地，这是为了：1 有时自次级的另一端取出负回授电压；2 防止喇叭引线过长时，对前级电子管产生不应有的感应。

问：某处短波广播电台频率为9.49兆赫，在距离40~50公里处是否可以用矿石机收听？

答：短波电台主要是靠天波传播的，沿地球表面传播出去的地波则衰减得很快。矿石收音机检波效率很差，它没有放大作用，短波段的线圈一般Q值又较低，因此即或距电台较近，所接收的信号也是很弱的，因此用矿石机收听短波电台是很困难的。（以上郑竟君答）

问：如何测量扬声器音圈的输入阻抗，和扬声器的自然谐振频率？

答：测量扬声器音圈输入阻抗的方式如图1。从低频振荡器送来400赫的低频



信号，加到被测扬声器与可变电阻箱的串联电路上，调节可变电阻R的大小，当电压表V不管开关放在A或B处时读数都相等，则电阻箱的欧姆数即为音圈的阻抗。

测量扬声器自然谐振频率的方式如图2。从低频振荡器送来20赫—200赫的低频信号，加到被测扬声器和一个100欧电阻的串联电路上，转动振荡器的频率，使电压表V读数最大，则此频率即为扬声器的自然谐振频率。（丁启鸿答）



显微镜下的收音机

-(苏联) Л. 库普利扬诺维奇(1)
- 薄膜元件.....雨田(2)
- 软导线心线断开点检查器.....朱敏(3)
- 电子诱鱼器.....袁俊英译(3)
- 双稳态触发电路.....铭(4)
- 对“半导体自动排灌站”的改进.....王克成(5)

会数数的机器——电子

- 计数器.....进(6)
- 用收音机作测向试验.....苏锦澄 黄成思(7)

收音机低频功率放大器的

- 设计.....俞锡良(8)
- “美多”663-2-6 交流六灯收音机.....予征(10)

电容和电感的测量

-高煜(12)

电子管(上)

-徐疾(14)

自制烙铁

-赵竹庆(16)

集肤效应和邻近效应

-郑国川(17)

简易电子管测试器

-栗新华(18)

交流外差式三管机

-冯报本(20)

用耳机制成电唱头

-顾为勇(21)

国外点滴

-(22)

想想看

-(23)

焊接晶体管的小工具

-杨序慧(23)

耳机充磁法

-郑宝康(23)

简便的天线

-马春琪(23)

废电池的利用

-涉洋(23)

问与答

-(24)

封面说明：南京无线电厂的工人们为“熊猫”牌收音机安装磁性天线

（新华社记者晓庄、曲超宏摄）

编辑、出版：人民邮电出版社

北京东四6条13号

电报挂号：04882

印刷：北京新华印刷厂

总发行：邮电部北京邮局

订购处：全国各地邮电局所

本期出版日期：1962年2月10日

本刊代号：2-75 每册定价2角

常用小型电子管

1A2 (1A2П) 七极变频管
变频

S_n	S_2	R_i	P_a	I_K
0.24	0.82	—	0.3	3

1B2 (1B2П) 二极五极管
检波和低频前级电压放大

S	R_i	P_a	I_K
0.55	1000	0.15	2

1K2 (1K2П) 高频遥截止五极管
高频电压放大

S	R_i	P_a	I_K
0.7	1500	0.3	3.5

1Z11 (1Z11П) 高压二极整流管
高压脉冲整流

$U_{反}$	I_m	I_B
20000	2	0.3

2P2 (2P2П) 输出集射四极管
低频功率放大

S	R_i	R_a	P_a	$P_{出}$	I_K
1.1	120	20	0.4	0.015	7.0

6A2 (6A2П) 七极变频管
变频

S_n	S_2	R_i	P_a	P_{g_2}	I_K
0.3	4.5	1000	1.1	1.1	14

6G2 (6G2П-K) 双二极三极管
检波和低频电压放大

S	μ	R_i	P_a	I_K
1.6	100	625	0.5	5

6E1 (6E1П-K) 调谐指示管
调谐指示

R_a	P_a	I_K
500	0.2	3

6J1 (6J1П) 高频锐截止五极管
宽频带高频电压放大

S	R_i	P_a	P_{g_2}	I_K
5.2	300	1.8	0.55	20

6J2 (6J2П) 高频锐截止五极管
宽频带高频放大和变频

S	R_i	P_a	P_{g_2}	I_K
3.7	75~350	1.8	0.85	20

6J3 (6J3П) 高频锐截止四极管
宽频带高频电压放大

S	R_i	P_a	P_{g_2}
5	>500	2.5	0.55

6J5 (6J5П) 高频锐截止四极管
宽频带高频电压放大

S	R_i	P_a	P_{g_2}
9.0	>240	3.6	0.5

6U1 (6U1П) 三极七极变频管
变频

S	R_i	μ	P_a	P_{g_2}	I_K
(+) 0.775	1000	—	1.7	1.0	12.5
(=) 3.7	—	25	0.8	—	6.5

6K4 (6K4П) 高频遥截止五极管
高频电压放大

S	R_i	P_a	P_{g_2}	I_K
4.4	850	3.0	0.6	20

6N1 (6N1П) 中μ双三极管
低频电压放大

S	μ	P_a	I_K
4.35	35	2.2	25

6N2 (6N2П) 高μ双三极管
低频电压放大

S	μ	P_a	I_K
2.1	97.5	1	10

6N3 (6N3П) 高频双三极管
电压放大和高频振荡

S	μ	P_a	I_K
4.8	35	1.5	18

6P1 (6P1П) 输出集射四极管
低频功率放大

S	R_i	R_a	P_a	$P_{出}$	P_{g_2}	I_K
4.9	425	5	12	3.8	25	70

6P14 (6P14П) 输出五极管
低频功率放大

S	R_i	R_a	P_a	$P_{出}$	P_{g_2}	I_K
11.3	20	52	12	4.2	20	65

6P15 (6P15П) 视频输出五极管
宽频带高频功率放大

S	R_i	P_a	P_{g_2}	I_K
14.7	100	12	1.5	65

6H2 (6H2П) 双二极检波管
检波和整流

$U_{反}$	I_m	I_B
450	90	20

6Z4 (6Z4П) 双二极整流管
整流

$U_{反}$	I_m	I_B
1000	300	75

6Z19 (6Z19П) 高压二极整流管
整流

$U_{反}$	I_m	I_B
4500	450	120

WY1 (CГ1П) 充气稳压管
稳压

U_z	U_{cm}	ΔU_{cm}	I_{cm}	t
≤180	150±5	<4	5~30	60/490

WY2 (CГ2П) 充气稳压管
稳压

U_z	U_{cm}	ΔU_{cm}	I_{cm}	t
≤150	108±4	<2.5	5~30	60/490

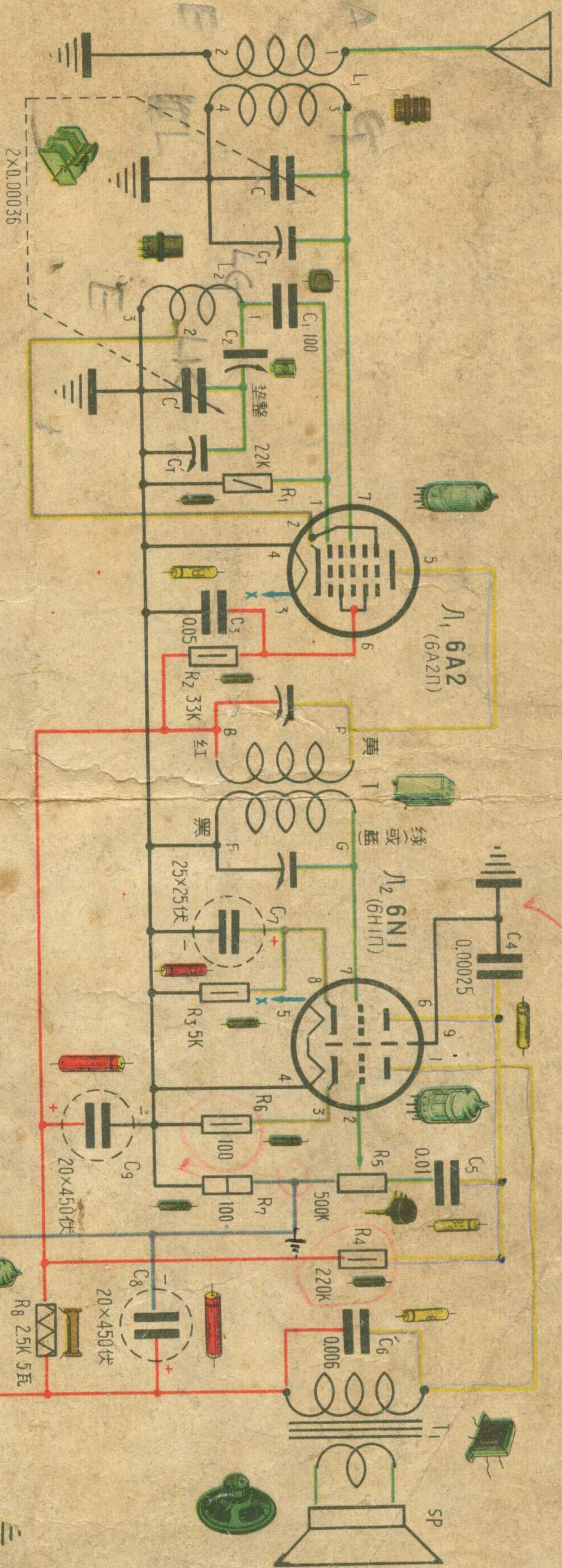
符号说明:

S — 跨导, 毫安/伏;
 S_n — 变频跨导, 毫安/伏;
 S_2 — 振荡部分跨导, 毫安/伏;
 R_i — 内阻, 千欧;
 μ — 放大因数;
 R_a — 负载电阻, 千欧;

$P_{出}$ — 输出功率, 瓦;
 P_a — 屏极最大允许消耗功率, 瓦;
 P_{g_2} — 第二栅极最大允许消耗功率, 瓦;
 I_K — 阴极最大允许电流, 毫安;
 $U_{反}$ — 屏阴极间最大反峰电压, 伏;
 I_m — 最大峰值电流, 毫安;

I_B — 最大直流输出电流, 毫安;
 U_z — 着火电压, 伏;
 U_{cm} — 燃烧电压, 伏;
 I_{cm} — 燃烧电流, 毫安;
 ΔU_{cm} — 5~30毫安时燃烧电压的变动;
 t — 环境温度, °C.

交流外差式三管机



变压器和线圈的数据

- T₁ 465千赫输出级(第二级)中频变压器
输出变压器(用匹配3S4的可代)
- T₂ 绕制数据: 轴心截面积(中央条宽度×送厚)3.5平方厘米
初级线圈: 1.6毫米线绕4800圈
次级线圈: 1.80毫米线绕90圈(配合扬声器音圈阻抗35欧)
- 电源变压器
绕制数据: 轴心截面积75平方厘米
初级线圈: 1.10/220伏0.25毫米线分绕804圈线圈2个2-3串连时, 1-4接220伏; 1-3, 2-4串连时接110伏。
次级高压线圈: 250伏, 30毫安, 0.14毫米线绕1850圈。
次级灯丝线圈: 6.3伏, 2安, 1.0毫米线绕47圈。
广播段天线线圈: 线圈筒直径25毫米, 用0.125毫米线, 初级绕35圈, 头为1, 尾为2; 次级距5毫米用同号线绕120圈, 头为3, 尾为4。
广播段抽头式振荡线圈: 线圈筒直径及线号同L₁, 共绕92圈, 头为1, 尾为3, 近3端10圈处抽一头为2。
- L₁ 1. 变压器次级线圈用线均为中規漆包线。
2. L₁, L₂ 可采用美通610S4代替。

