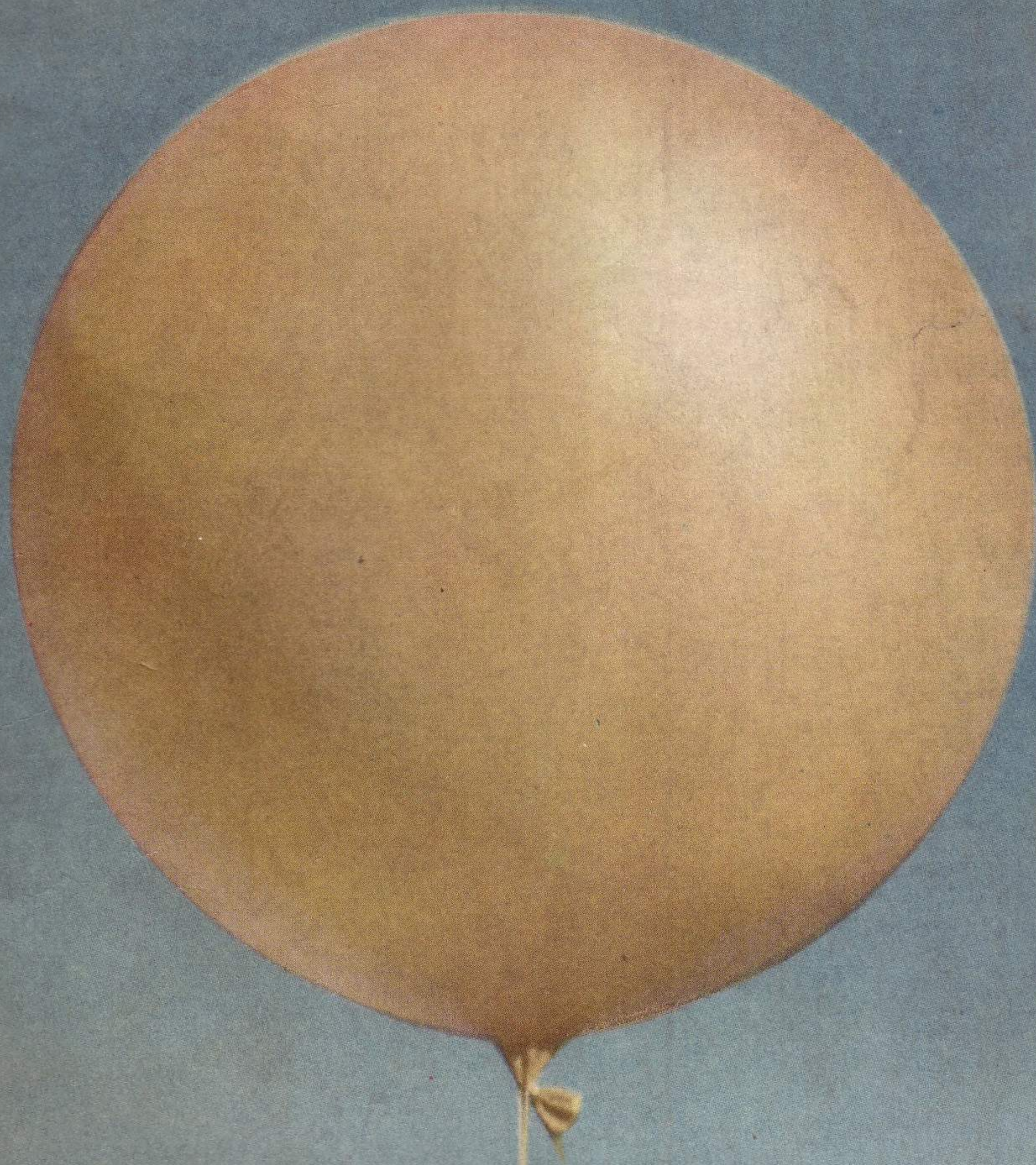


无线电

1

WUXIANDIAN

1962



高空气象偵察員的眼睛 —— 無線電遙測技術

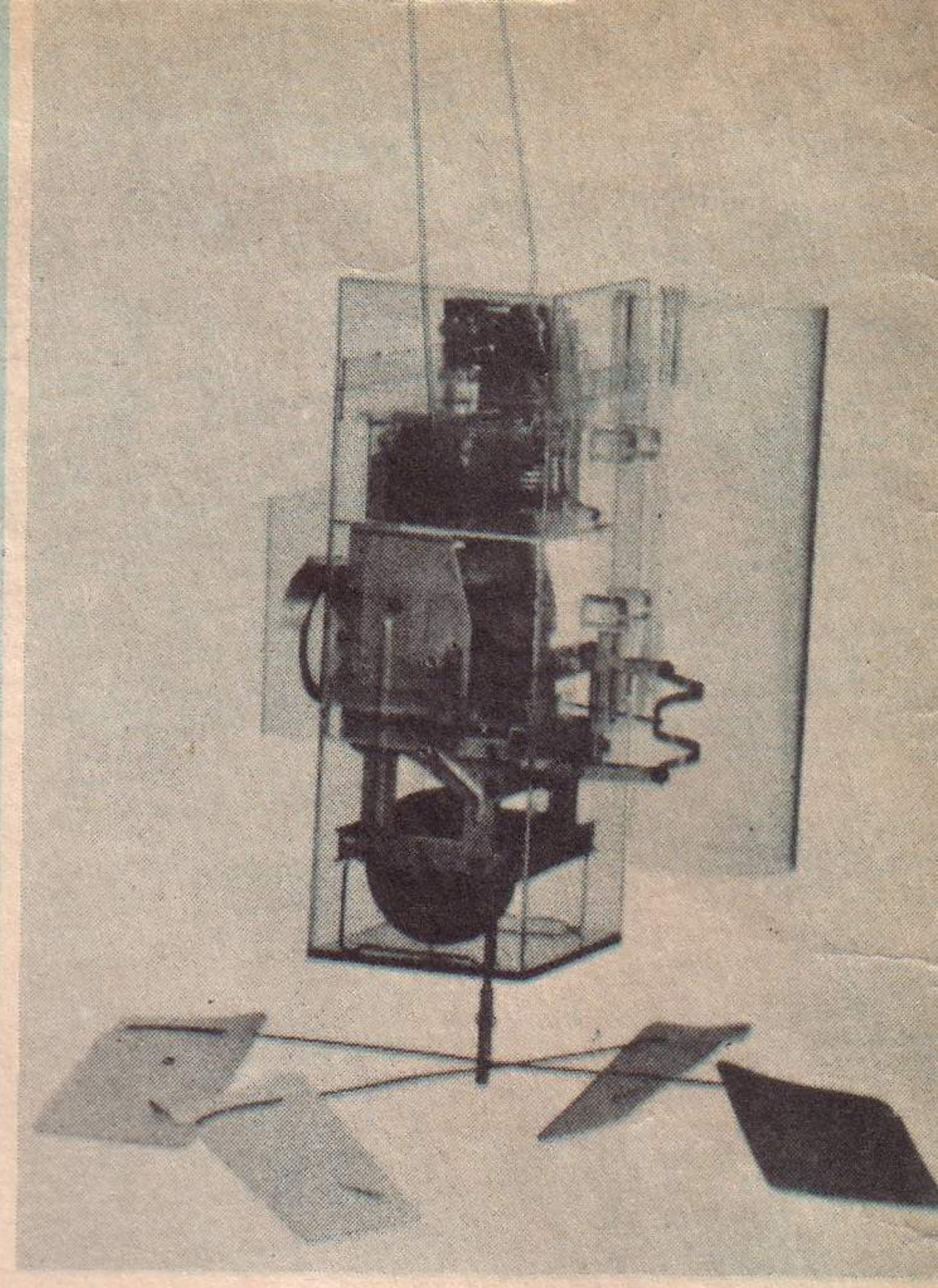
梁奇先 文 本刊記者攝影

二十世紀三十年代蘇聯放出了世界上第一個無線電探空儀，從此無線電遙測技術在氣象上的應用得到了很大的發展，成為高空气象偵察員的眼睛。解放後，我國建立了大量的高空無線電探空站。這些站每天定時地用氣球把一個個無線電發射機和探測高空气象要素（溫度、濕度和氣壓）的儀器一同帶上高空，隨時將各高度上的氣象情報傳播下來。地面上用無線電接收設備將傳來的各項情報，通過接收、翻譯、計算，求得天氣預報的有關資料。

近來，地面又設置了無線電定向儀、無線電經緯儀或者雷達設備。因此，用一個無線電探空儀，就可以進行高空的氣壓、溫度、濕度和風向、風速的綜合探測了。

各地用這種無線電遙測技術同時獲得的氣象資料傳送到分析預報中心，經過細心的分析就可以正確判斷天氣的演變形勢，從而發出危險天氣及保證飛行安全等各項專業預報。

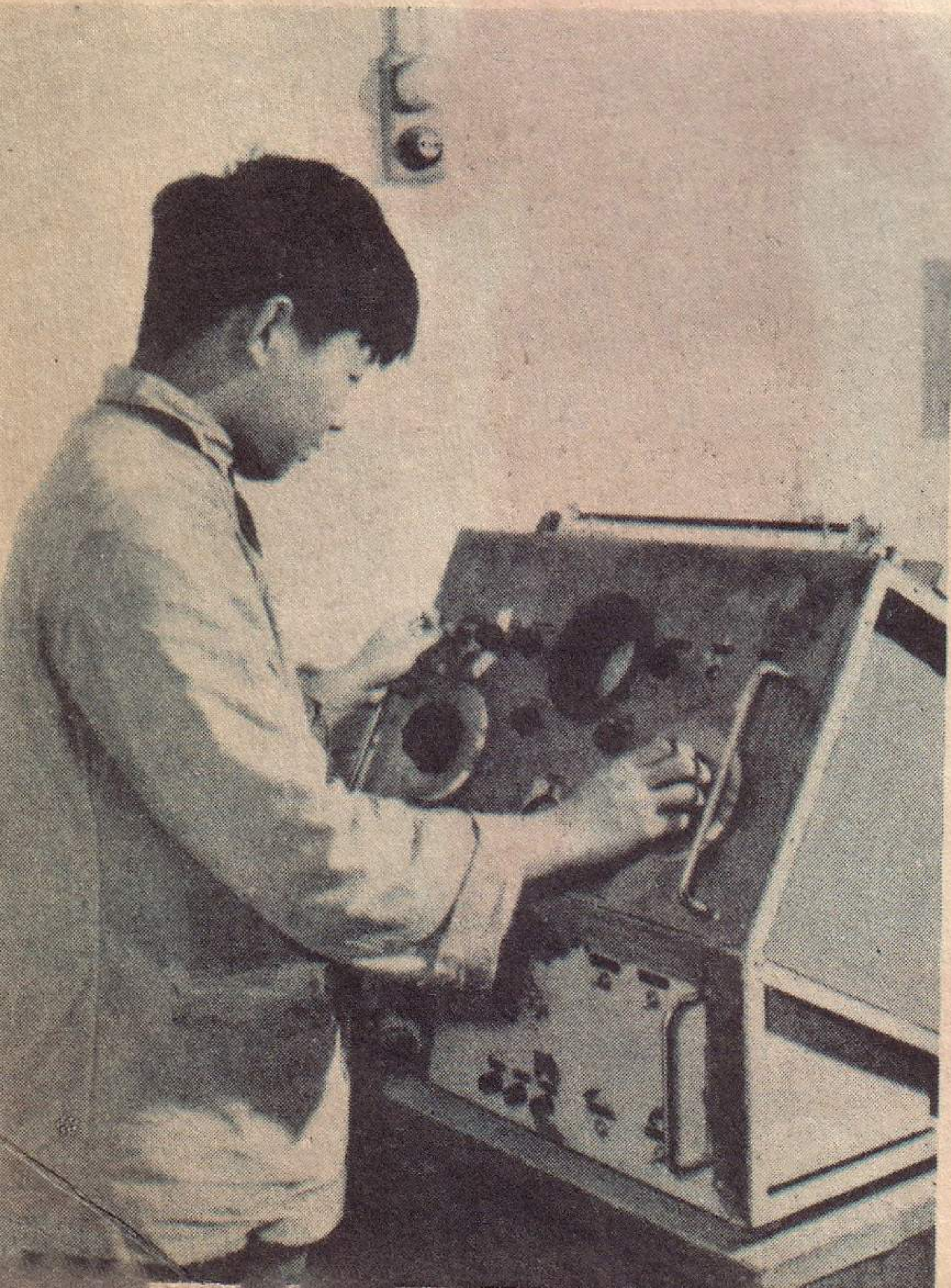
無線電定向儀與無線電探空儀配合運用，確定氣球的行動軌跡，綜合探測出高空的溫度、濕度、氣壓和風向、風速。

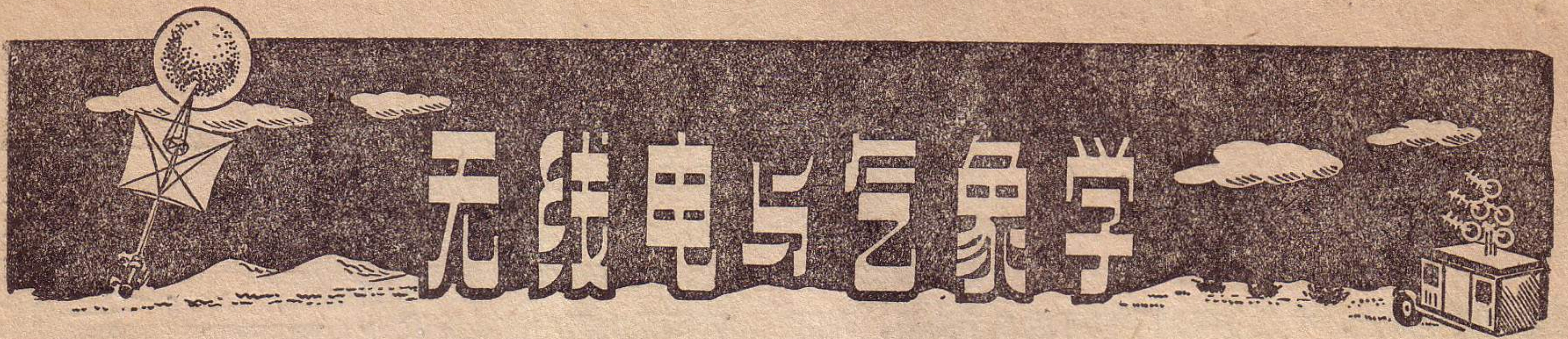


裝在塑料盒中的無線電探空儀。



高空气象偵察員正在接收從空中無線電發射機傳來的信號，並進行翻譯、計算。





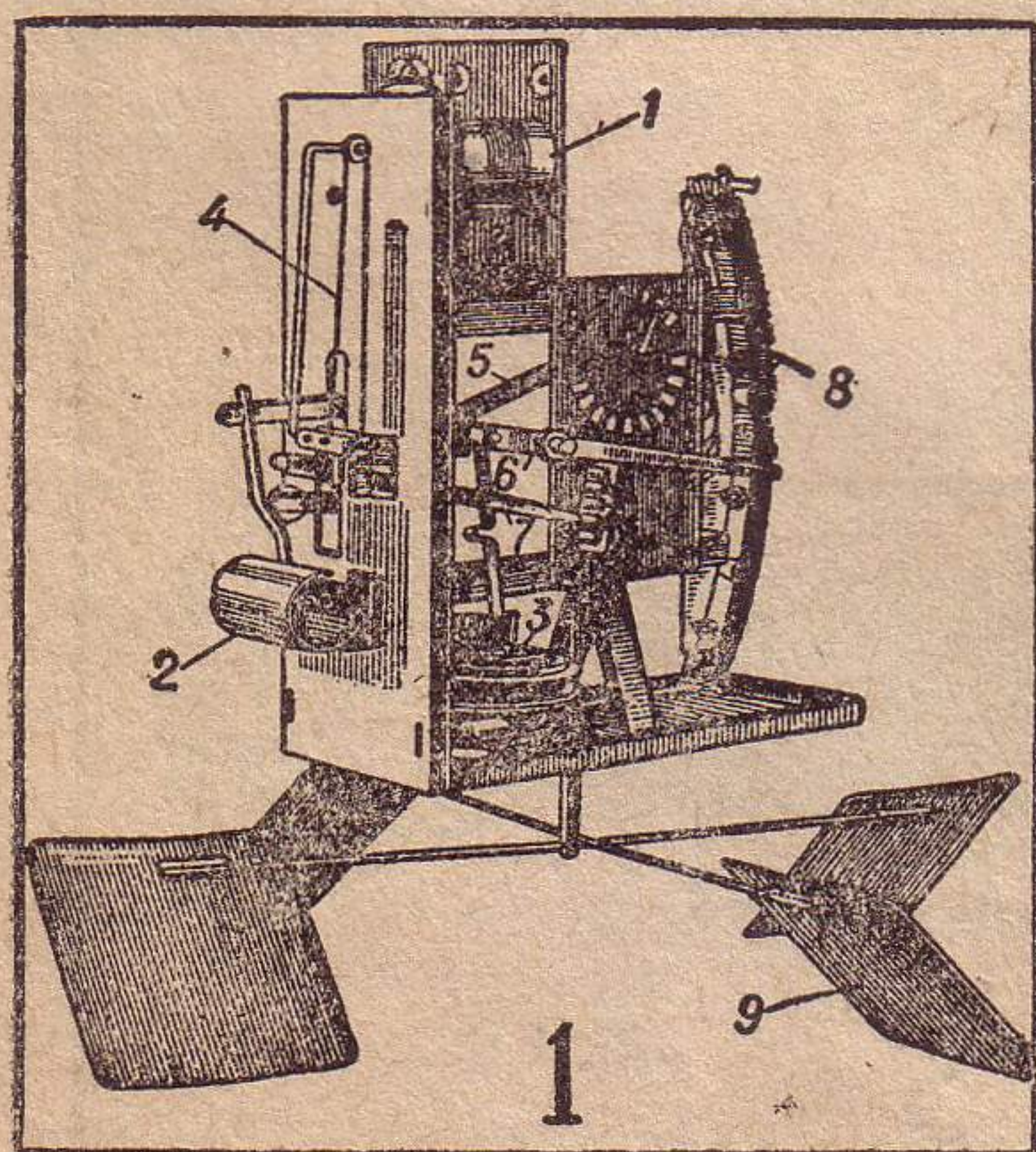
譚 維 毅

“出門看天气”。的确，掌握天时，在我們日常生活中有多么重要的意义啊！更不用说农民們向大自然夺取粮食，漁民們出海捕魚，飞机航行等等，都必须預先了解气候变化。在我們国家里，党和政府十分重视气象工作，天气預报不但遍及全国，而且日益精确。每天打开收音机，都可經常听到“今天天气晴，風向北……”亲切而熟悉的声音。从这里我們也可看到无线电与气象工作有多么密切的关系。实际上，不但傳送天气預报要利用无线电这个快速方便的工具，而且在研究、探测气象过程中，也要广泛地使用无线电設備和各种电子仪器。以下我們就介紹一些用无线电設備和方法研究气象学的简单情况。

无线电探空仪

要准确地編制气象情报，必須經常了解各地大气层中的溫度、压力、湿度，測出風向、風速。因此，在各地遍設气象站，各个气象站每天定时地放出探空气球。在探空气球上即带有无线电探空仪，自动探测气球經過的气层的溫度、压力、湿度，并向地面用无线电信号发送探测結果数据。

无线电探空仪中装有无线电发射机和探测溫度、压力、湿度等的仪器。图1是一种无线电探空仪的結構示意图。当溫度变化时，仪器中的溫度傳感器（2）指針（5）移动，改变与梳輪（8）金屬齿接触的位置，順序从一齿移到另一齿，控制发射机（1），使它发出相应的脉冲組合。每个脉冲組合对应于一定的溫度，由不同数目的短脉冲組成。地面接收机收到这种脉冲組合后，就可記錄出相应的溫度数据。压力傳感器（3）的指針（6）也与梳輪的金屬齿相接触，按照这指針是与哪一个齿接触，发射机改变每个溫度脉冲組合的最后一个脉冲的时间长度。这样，就可根据溫度脉冲組合最后一个脉冲的时间长度来确定压力傳感器指針是停在哪一个金屬齿上，也就是說可以确定所测压力的大小。湿度傳感



器（4）的指針（7）与另一个梳輪的金屬齿相接触，对应每个齿发射机发出两个特殊信号，用这两个信号之間的时间間隔长短来表示湿度数据。发射机交替地发送溫度、压力、湿度数据信号。交替装置用螺旋桨（9）控制。

无线电探空仪上升的高度可按气压公式計算。測風速和風向时，需要在地面装設气象經緯仪或无线电測向器（雷达）。

无线电探空仪虽然在气象工作中广泛采用，但由于上升高度有限（只能达30~35公里高），測量所得資料不够充分。随着宇宙飞行技术的发展，有可能发射气象火箭、气象卫星，装备更完善的遙测設備，以便更多地掌握气象数据資料，編制长期的气象預报。

无线电探空仪虽然在气象工作中广泛采用，但由于上升高度有限（只能达30~35公里高），測量所得資料不够充分。随着宇宙飞行技术的发展，有可能发射气象火箭、气象卫星，装备更完善的遙测設備，以便更多地掌握气象数据資料，編制长期的气象預报。

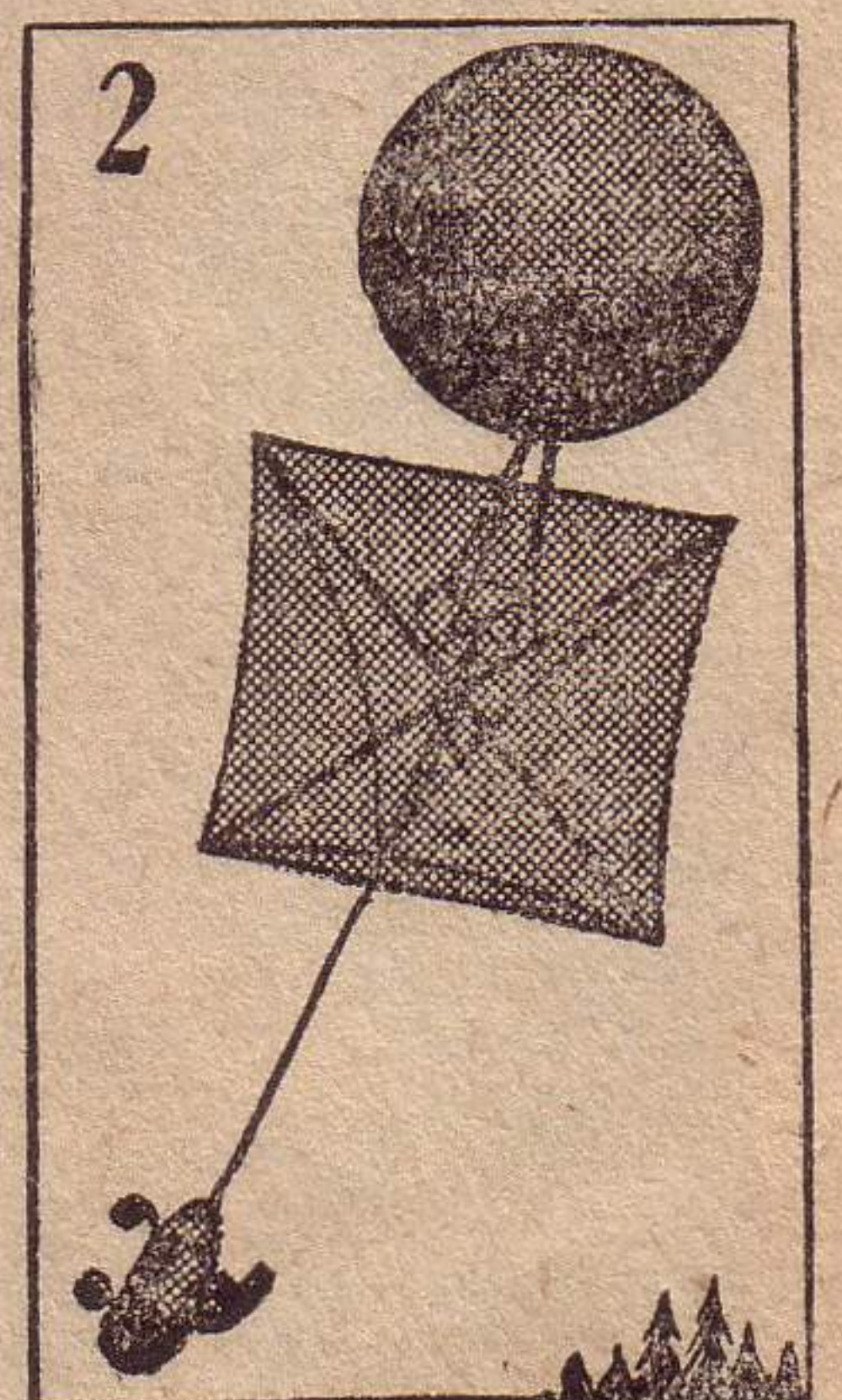
气象雷达

云层的存在，把观察范围限制在最低云层的高度，再高上去，探空气球就被云遮住，不能观察了。夜間观察探空气球，問題更較复杂，必須在探空气球上装置光源。但是，利用雷达后，即使看不見探空气球，也能进行观测，不受云层和黑夜的限制。

利用雷达观测探空气球时，在探空气球上要安装一个由金屬导体构成的反射器，見图2。雷达发射机发出的电波，遇到反射器即反射回来。根据电波发射的方向和收到的反射波的时间，就可确定探空气球的方位。利用这种方法还可求出風速和風向。

目前广泛利用气象雷达探测暴雨、雷雨和颶風。探测时，雷达发射机发射的能量以狹窄射綫的形式沿着地面发出去，并与地面成一个不大的角度。旋轉发射天綫，这个能量射綫依次照射环繞着雷达站的空間。如果遇上雨，那末雨滴就使这个能量射綫向各个方向散射，其中有一部分散射的能量回到雷达站，被接收机收下来，就在接收机指示器上显示出像云彩一样的信号，見图3。如果在指示器上有距离方位的座标，就可直接看出雨区的地点和移动的方向、速度等。

这种气象雷达如果装在飞机上，并沿飞机飞行方向发出輻射电波，那末駕駛員在飞行时就可以发现前面的雷雨，寻找最有利的路綫繞过雷雨区。



颶風常伴随暴雨，因此利用雷达可以判断颶風的傳播範圍及移动方向，对保证航行安全有很大作用。

采用远程雷达，以波长較长的电波沿各个方向发射，在两个地点装設雷达站，用两条直綫交叉的办法确定雷雨发生地点，有效範圍的半徑可达5千公里。利用工作于分米波段的雷达，有效範圍半徑可达200公里，能在5~8小时以前发出气象警报。新式的超短波雷达，有效範圍半徑可延伸到1000公里。

电子计算机

上面已談到，作好天气預报工作，必須遍設气象站，把各地測得的气象数据进行分析、計算，并且繪制准确的气象图。这些工作是十分繁重的，需要大量的計算人員，而且要花費很長的时间。我們都知道，台風警报是一分钟也不能延誤的。加速整理分析气象資料，就成了一个很重要的問題。由于利用了快速电子计算机(图4)，就有可能在很短的时间內計算得出所需要的数据，使預測結果更精确。专用的气象电子计算机，能解算气象方程組，自动編制天气預报。利用电子计算机繪气象图，比用人手工作更精确更迅速，例如繪制整个北半球的气象图只需3分钟。

无綫电气象学

利用气象仪和其它光学、声学的方法探测大气，所得結果的准确性都不很高，而且应用这些方法常受到气象条件本身的限制。例如使用探空气球时，球壳质量的好坏影响很大。即使采用质量好的气球，但在高空低温低压情况下，上升速度仍很不恒定，因此在测高空風速和風向时，会带来很大的誤差。气象計通常只有在标准气压下測得的数据才精确。在低压、低温情况下，由于对溫度、湿度等感应元件的一些重要物理量，如导热系数、慣性系数等，还没有求得可作为依据的資料，測量結果不能合乎理想。

怎样能更精确地探测气象呢？近代无綫电理論的发展，为解决这个問題开辟了新的途徑。实际上远在1895年，无綫电发明者A. C. 波波夫就制成了雷电指示器，

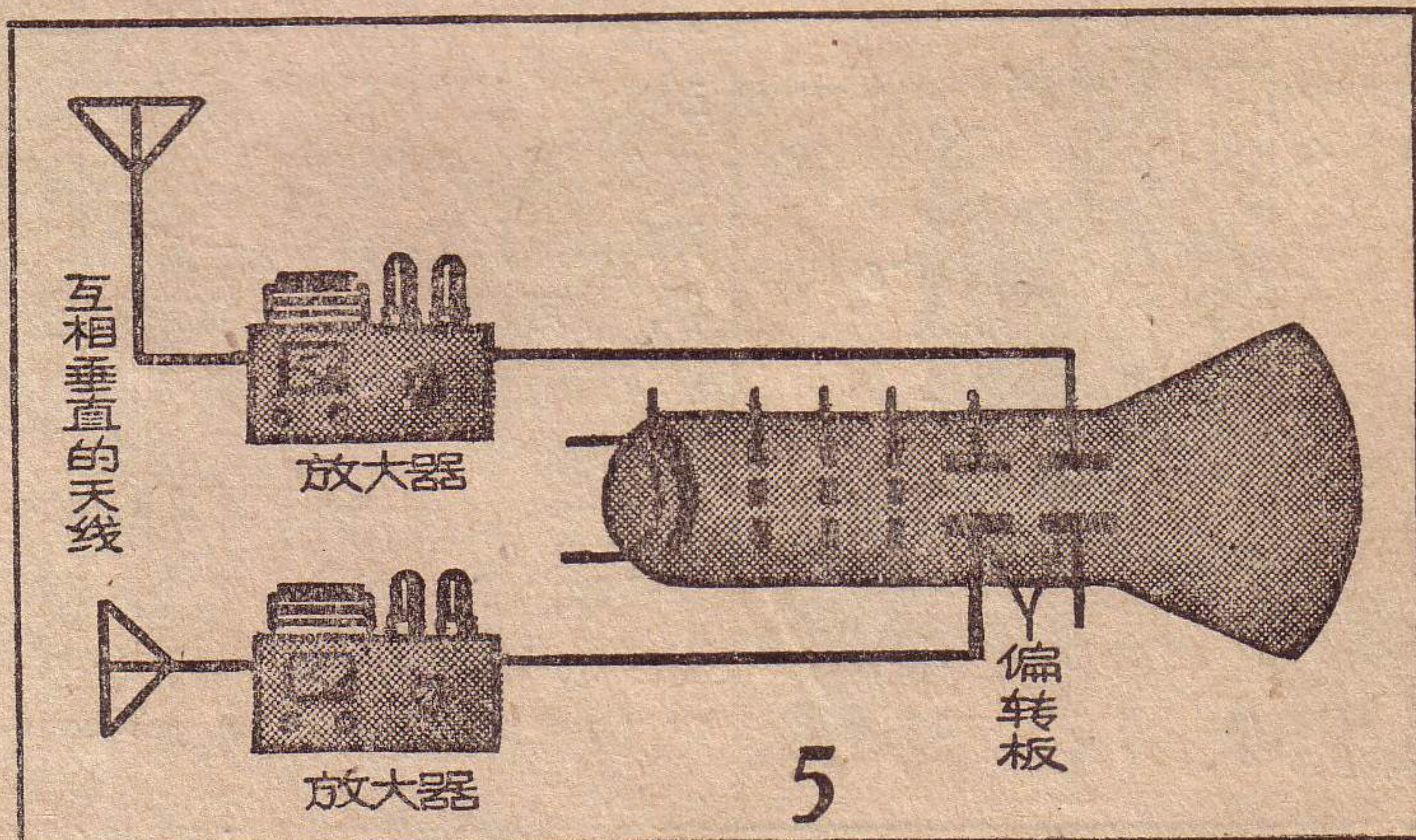
第一次記錄了远处的雷暴放电。以后的研究证明，大气中的气象变化，如雷暴、尘暴、雪暴、降雨及山区中有乱流发生时，都能形成不同强度的无綫电干扰，即天电干扰。研究天电干扰和气象变化的关系后，就可根据对天电的測量来观测气象。常用的測量天电的設備是两个互相垂直的框形天綫，它們分別接到两架放大率相等的放大器上，而放



大器又和示波器的致偏极相連(图5)。示波器螢光屏上画有專門的座标。当收到天电时，螢光屏上便出現一些亮綫，观察亮綫的座标，就可以知道所发现的天电的方位。

无綫电波的傳播，也与气象条件有密切关系。实际測量证明，分米波、厘米波以及毫米波的傳播距离超过視距，并且随大气上空对流层的气象情况而变化。1950年苏联学者B. A. 弗克证明5公里高处的大气层对极短波的傳播影响最大，使极短波傳播距离超过地平綫距离10—15%。有时大气上空的导电率因气象变化而增大，可能形成所謂大气波导，傳播距离可增长几十乃至几百倍。因此研究无綫电波傳播时受大气层的影响所产生的折射、散射和吸收現象，可确定大气气象变化的过程，得到准确的气象情报，例如風暴云层的扩展和移动路綫。在这方面采用的方法主要有反射脉冲測量法和无綫电台电磁場强度測量法，这里就不詳細介紹了。

无綫电气象学是一門年青的学科。虽然还有很多理論問題需要进一步探討，但是在实用上已显示出它的优越性。无綫电气象学提供的探测大气的方法，比較簡單，在任何天气下，以及在一昼夜和一年中任何时刻都可进行观测工作，获得更丰富的气象資料，这对編制长期的气象預报将起很重要的作用。



頻率失真是怎么回事

陈庆麟

一部良好的收音机收听电台广播时，声音应该是清楚、逼真的。这就要求放大器具有良好的性能。理想的放大器，除了要求有足够的放大量之外，还要求它的输出波形与输入波形完全相似，只不过将振幅按比例地放大而已，如图1所示。这样放大后的信号才不致产生失真，收听的语言和音乐就清楚悦耳。但是任何放大器在不同程度上，总会使信号波形发生变化，产生一些失真。

最常遇见的一种失真，就是“频率失真”。大家知道，不论说话也好，音乐也好，都不是单一频率的振动，其中都包含有许多不同频率的成分。这些不同的频率成分组成了一定波形的信号。在信号通过放大器后，如果不同频率成分被放大的倍数不相同，那么，由各个被放大后的频率成分所组成的信号，即被放大后的信号，它的形状就会和未放大前的信号有些差别。这样产生的失真，就叫做频率失真。例如，假定在放大器输入信号中包含有频率为 f_1, f_0, f_2 的三个成分，它们的振幅用 U_1, U_0, U_2 来表示（见图2）。如果放大器没有失真，那么输出端的三个成分都被放大了 K 倍（图3），所以输出波形与输入波形相似。如果有失真，那么被放大后振幅的比例关系就被破坏（如图4），输出波形中就产生了频率失真。这种失真在低频放大器中会使音色发生显著的变化，严重的会使语言的清晰度变坏，使各种乐器的音响难以辨清。

为了免除频率失真，放大器必须

保证对一定频率范围内的所有频率都有相同的放大量（即均匀地放大）。放大量与外加信号频率之间的关系曲线叫做放大器的频率特性曲线。因为在输入信号振幅不变时，放大器的放大量通常可以用输出信号的振幅来表示，所以频率特性曲线又叫做振幅—频率特性曲线（也有叫频率响应曲线的）。在理想的情况下，在所需要的频率带内放大器的频率特性应该是一条水平的直线（图5中的实线）。但是事实上这是作不到的。因为电子管电路元件以及极间电容等对各种不同频率所产生的影响是不同的。一般低频放大器的频率特性曲线在中频段是比较均匀的，放大量比较大，低频高频两端的放大量减小，如图5中的虚线所示。频率带越宽和所需放大量越大，频率特性曲线的形状就越难接近理想情况。但是如果实际特性曲线（图5中的虚线）的不均匀程度不很大，例如低频和高频段放大量的减小不超过20~30%，人耳的听觉是不容易察觉的。

频率失真主要是发生在低频放大器和扬声器中。如果高频或中频放大器的通频带过窄，也会产生频率失真。

为了在数值上说明频率失真，通常是采用所谓频率失真系数 M ，它是用频率范围内的某当中频率的放大量与指定的两端频率的放大量之比来表示的。例如在图5中，对于最低端频率 f_1 ，频率失真系数为

$$M_1 = \frac{K_0}{K_1}$$

对于最高端频率 f_2 ，频率失真系数为

$$M_2 = \frac{K_0}{K_2}$$

各种不同用途的放大器所允许的频率失真系数是不同的。质量高的放大器，其频率失真系数应该接近于1；而一般的放大器只

要在 $M \leq 1.3$ 的范围内就可以了。对于传送语言的放大器， $M \leq 1.3$ 的通频带范围有200~3000赫就足够了；对于传送音乐的有100~4000赫也就够了；高质量的放大器有60~6500赫或更宽的频带范围。

通常在技术计算上，我们是采用分贝来表示频率失真的。频率失真的分贝数 d 由下式求得：

$$d(\text{分贝}) = 20 \lg M$$

上面所说被允许的 $M \leq 1.3$ 的条件下，就是频率失真不超过2~3分贝。

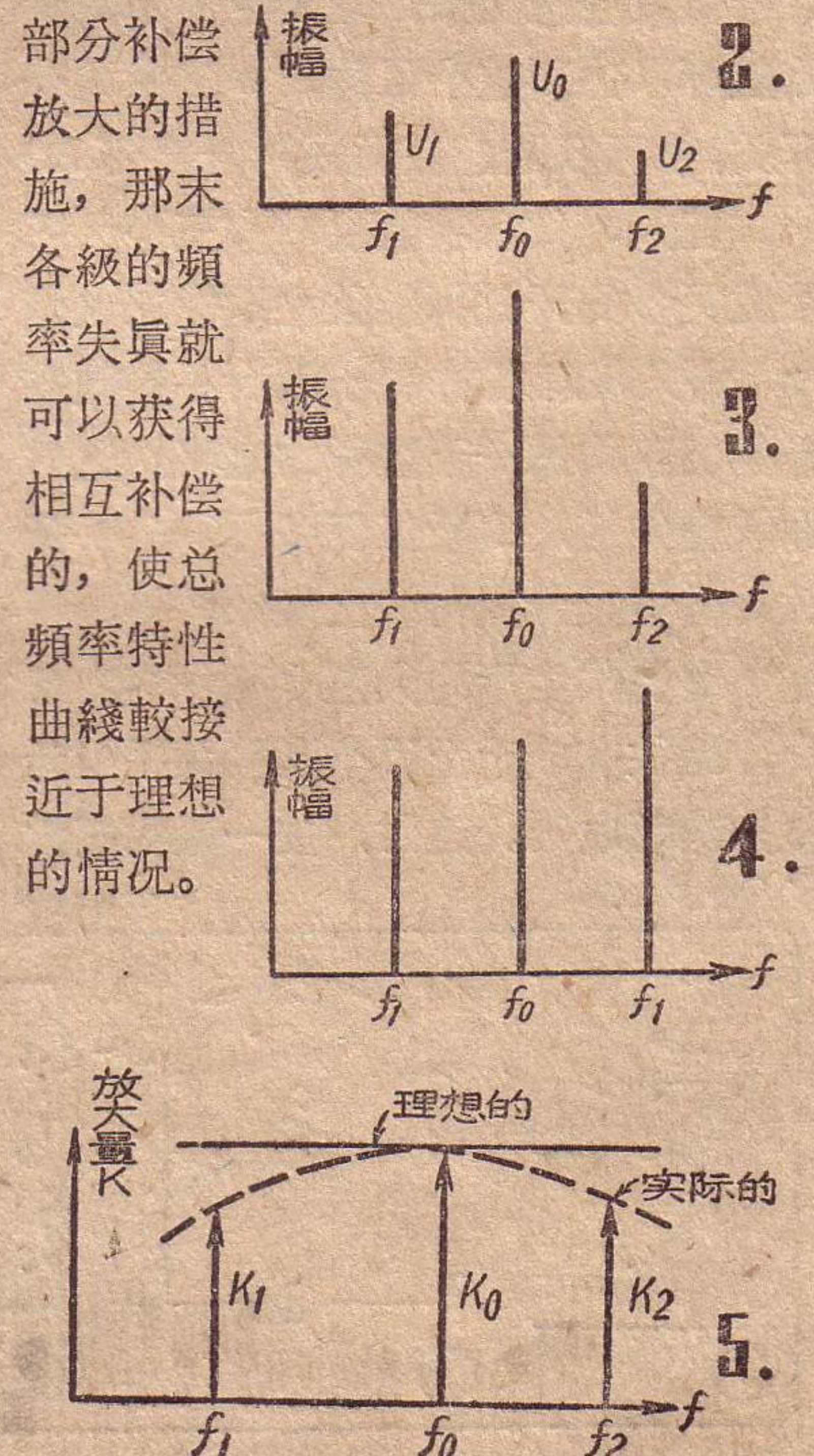
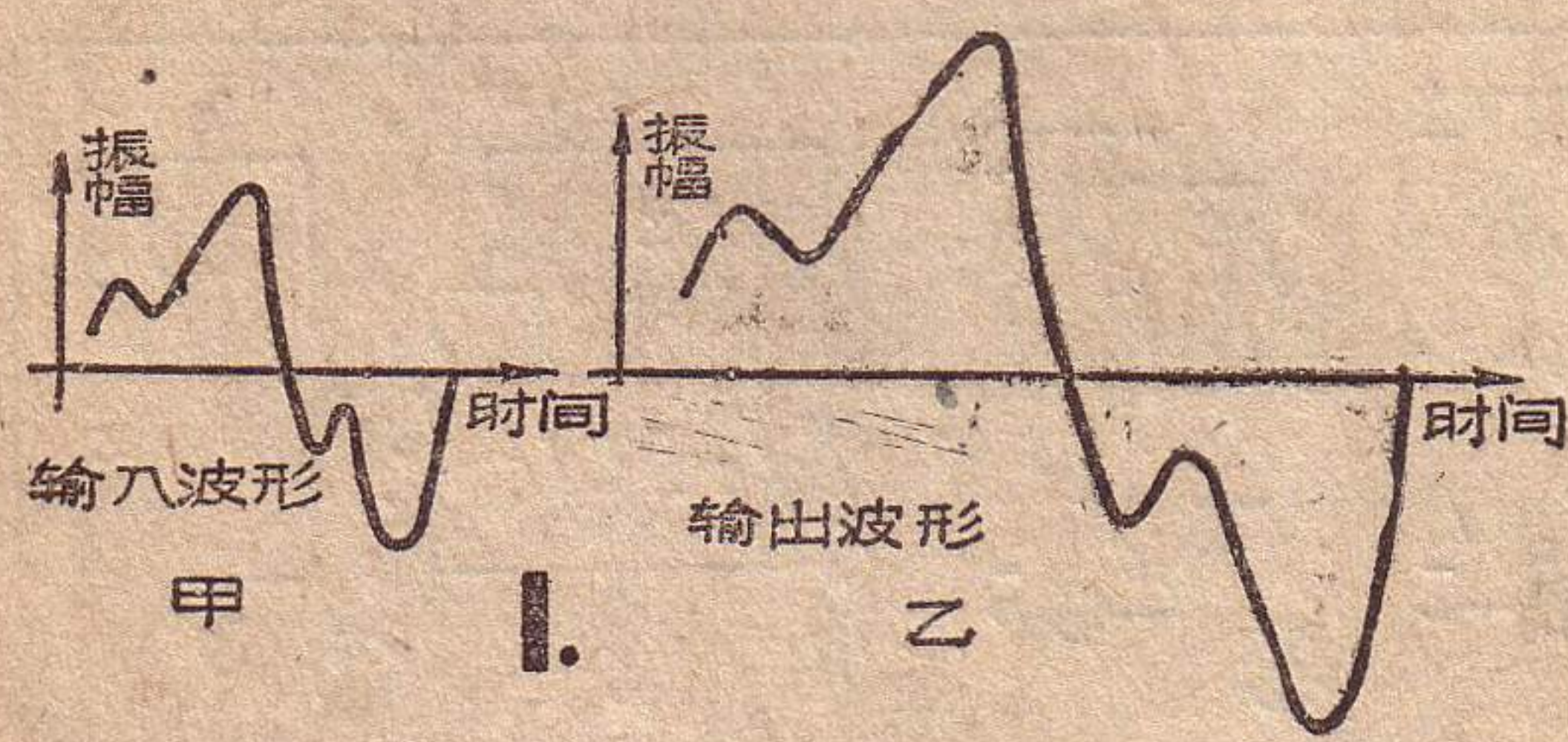
也有人用百分数来表示频率失真，这时频率失真按

$$(1 - \frac{K_1}{K_0}) \text{ 或 } (1 - \frac{K_2}{K_0})$$

计算，然后写成百分数。这里 K_1, K_2 和 K_0 等符号的意义与前面一样。如果要求频率失真系数不超过1.3，那末频率失真的百分数就不能大于23%。

适当选用电路元件、采用负反馈或其它措施，可以减小放大器中的频率失真。

如果放大器有好几级，那么对每一种频率的总频率失真系数是等于各级频率失真系数的乘积，即 $M = M_1 \times M_2 \times M_3 \dots$ 。由此可见，在多级放大器中，如果设法使有些级的频率失真系数小于1，即采取对某些频率部分补偿放大的措施，那末各级的频率失真就可以获得相互补偿的，使总频率特性曲线较接近于理想的情况。



继电器接点电路的逻辑设计

田 进 勤

一、问题的产生

在现代的自动电话、生产自动控制和远距离自动控制等设备中，常常使用大量的各种各样的继电器。有普通的线圈式继电器，也有电子继电器、热继电器和无接点的磁放大器式继电器等。这些继电器实质上就是一些开关，它按照所给定的条件使被控制的电路“接通”或“断开”。因此，所有继电器的共同特点是：启闭状态明显，变化突然，一般只有“启”和“闭”（或即“接通”和“断开”）两种稳定状态。由于这种原因，通常也把它们叫做双稳态元件。

继电器的作用虽然简单，但是要把许许多多的继电器组成一个电路，具有某种特定的功能，就不见得是那样容易了。

在本刊上一期“想想看”一栏中，曾提出这样的问题：要用两个开关互不相干地控制一个电灯。很多读者也许很快就会想出来，图1中所示的电路就可以达到这个目的。 a 和 b 两个开关，都可以随意接通或断开电灯 X 。

但是，如果我们要求有三个、四个或更多的开关都能独立地控制电灯 X ，那又该怎么办呢？读者不妨凭自己的经验构思一下这样的电路。这时你就会知道，由于仅仅多了一个开关，会使设计变得多么复杂。

在现代生产的大型自动化设备中，往往有成千上万个联接关系极为复杂的继电器。这时，按一般的直觉

经验设计法来完成这样的设计任务，简直有不可想像的困难。因此，许多年来，很多学者一直在寻求继电器电路设计的数学方法。这种方法终于被找到了。这就是逻辑代数。逻辑代数在接点电路理论中又叫做接点电路代数或者开关代数，是目前研究接点理论的基本数学工具，它的实质，通过下面举的简单例子，是很容易了解的。

二、把接点电路写成数学式子

在逻辑代数中，首先要将逻辑关系转化为数学式子。

我们先看一下图2的接点电路。图中 a 、 b 、 c 分别表示三个继电器 A 、 B 、 C （图中未画出）的接点，其中 a 和 c 是动合接点，而 b 是静合接点。由图可知，当

1. 接点 a 动作与 b 不动作 } (条件)
或 2. 接点 c 动作时
电路都可以接通，使执行元件或指示元件 X 工作。(结果)

前面这句话中的“与”、“或”、“不”（“否定”），就是逻辑代数中的三种基本运算形式。通常以乘号“ \times ”代表连接词“与”，以加号“ $+$ ”代表连接词“或”，在运算对象的字母上面加一横代表“否定”。例如，若用 a 表示接点工作，则 \bar{a} 就“否定”了它的工作，即接点 a 不工作。

这样，若以 F 代表电路的工作条件，以 X 代表执行元件 X 工作，就可以把前面那句话写成以下的式子：

$$F = (a \times \bar{b}) + c$$

F ↓ 电路工作的条件
 $=$ ↓ 是
 $(a$ ↓ a 工作
 \times ↓ \bar{b} 不工作
 $)$ ↓ 与
 $+$ ↓ 或
 c ↓ c 工作
 $)$ ↓ X 就工作

或者省去乘号，就得

$$F = (a\bar{b} + c)X$$

这就是上述继电器电路的结构公式。如不写出 X ，即 $F_x = a\bar{b} + c$ ，就是元件 X 的动作公式。我们把这个式子和图2对照一下，就可以得出几条明确的规则：

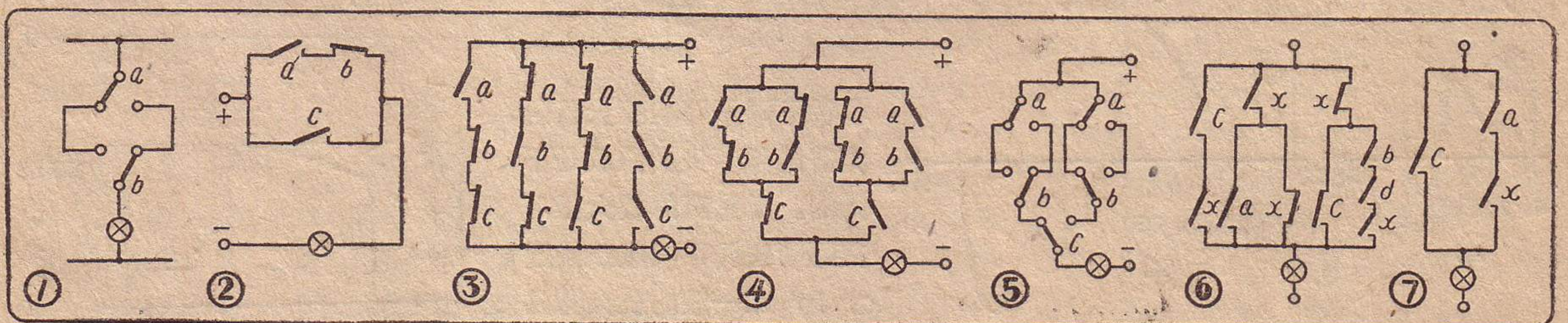
- 1) 乘号表示接点的串联，
- 2) 加号表示接点的并联，
- 3) a, b, c, \dots 表示动合接合，
- 4) $\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}, \dots$ 表示静合接点。

有了这些规则，我们就不难根据电路的工作要求设计出所需要的接点电路来。

三、轻而易举的答案

现在让我们来设计一个“三开关控制一灯”的电路。这时，搬动开关的手就相当于一个继电器线圈。设它们的接点分别是 a, b, c 。电灯是信号元件，用 X 表示。要达到的目的是三个开关都能独立地控制电灯的明灭。

设 a, b, c 都不动作时，电灯是灭的。那末，当 a, b, c 中的任一个动作时，电灯都应该亮。在这种情况下，如果再使另一个开关动作，也就是使 a, b, c 中有两个动作时，电灯就应当灭。最后，再使第三个开关动作，即 a, b, c 都动作时，电灯又应该亮。由



此可見，这个电路的条件是：当 a, b, c 都不动作或其中有任何两个动作时，电灯应当灭；当 a, b, c 中有任何一个动作或三个都动作时，电灯应当亮。由此可以写出：

当 a 动作与 b 与 c 不动作
或 b 动作与 a 与 c 不动作
或 c 动作与 a 与 b 不动作
或 a 与 b 与 c 动作时

則电灯 X (电路 F) 是接通的。

把上述条件按前节所述規則写成公式即为

$$F = (abc + \bar{a}\bar{b}c + \bar{a}b\bar{c} + abc)X.$$

这样，就可以按前述規則画出我們所要求的电路，如图 3 所示。

由此例可以看出，邏輯方法如何使“多次試驗”走向了一次成功。

四、接点数量的縮减 ——运算法則

图 3 的电路还可以利用邏輯运算的方法进一步化簡。

基本邏輯关系表

公式	电路含义
1 $x \cdot x = x$	
2 $x + x = x$	
3 $x \cdot \bar{x} = 0$	
4 $x + \bar{x} = 1$	
5 $x \cdot 0 = 0$	
6 $x + 0 = x$	
7 $x \cdot 1 = x$	
8 $x + 1 = 1$	
9 $x(a+b) = xa + xb$	

在設計实际的設備时，簡化接点电路，縮减电路接点，不仅有很大的經濟意义，而且对制造、安装、使用和檢修都有很大好处，特别是可以提高設備的可靠性。在这个問題上，邏輯运算法給了我們很大的帮助。下面我們就来談談这种方法。

我們用“0”代表电路的

断开状态，用“1”代表其接通状态，就可以得到前表所示的一些基本的邏輯关系式。

有了这些基本关系式，就可以根据电路的公式来簡化电路。以图 3 的电路为例，电灯 X 的动作公式为：

$$F_x = abc + \bar{a}\bar{b}c + \bar{a}b\bar{c} + abc$$

按表中公式 (9)，提出公因子 \bar{c} 和 c ，得

$$F_x = (ab + \bar{a}\bar{b})\bar{c} + (\bar{a}b + ab)c.$$

把这个結果繪成电路即如图 4 所示。然后，根据直观經驗即可把图 4 电路化为图 5 的电路。由此可見，原来需要用三个四刀双擲开关的电路 (图 3)，現在只要用两个双刀双擲开关和一个单刀双擲开关 (图 5) 就行了。

我們再举一个利用上述法則簡化接点电路的例子。要簡化的电路示于图 6。元件 X 的动作公式为

$$F_x = cx + x(a + \bar{x}) + \bar{x}(c + bdx)$$

$$= cx + xa + x\bar{x} + \bar{x}c + bdx\bar{x}.$$

因为 $x\bar{x} = 0$ ，

所以 $F_x = cx + xa + \bar{x}c$

$$= c(x + \bar{x}) + xa$$

因为 $x + \bar{x} = 1$ ，所以 $F_x = c + xa$ 。

上式可画成图 7 所示的电路，它和图 6 的电路等效。由此可見，經過簡化以后，接点数目大为减少。原来需要十付接点簧片，現在只需要三付就可以了。

五、在远距离控制中

現在我們用邏輯算法来研究一个远距离控制装置中常用的电路。在自动化生产中，常常要經過很远距离控制很多对象。但是为了經濟起見，不可能使用太多数量的傳輸导綫。在这种情况下，解决問題的方法之一就是应用相对少量的继电器的多种組合，来实现多个对象的控制。通常，一个

继电器仅有“通”“断”两种状态，故只能实现一个对象的控制。但是两个继电器 A 和 B 就有“ A 通 B 通”、“ A 通 B 断”、“ A 断 B 通”、“ A 断 B 断”等四个状态組合 ($2^2=4$)，因而可以控制三个对象 (因为有一个状态組合是对应于傳輸电路不工作的状态，即对任一对象都沒有控制的状态，所以能控制的对象数为 $4 - 1 = 3$)。不难看出，三个继电器能控制 $2^3 - 1 = 7$ 个对象，四个继电器能控制 $2^4 - 1 = 15$ 个对象。一般說来， n 个继电器能控制 $N = 2^n - 1$ 个对象。例如，当有 10 个继电器时 ($n=10$)，能控制的对象数为 $N = 2^{10} - 1 = 1023$ 个。这就是說，用 10 条傳輸綫 (和一条公用地綫)，就可以控制一千多个对象。

作为一个例子，讓我們来作这样一个設計：要求能按任何次序分别控制 $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$ 等七个对象。試求所需的继电器数，并繪出电路接綫图。

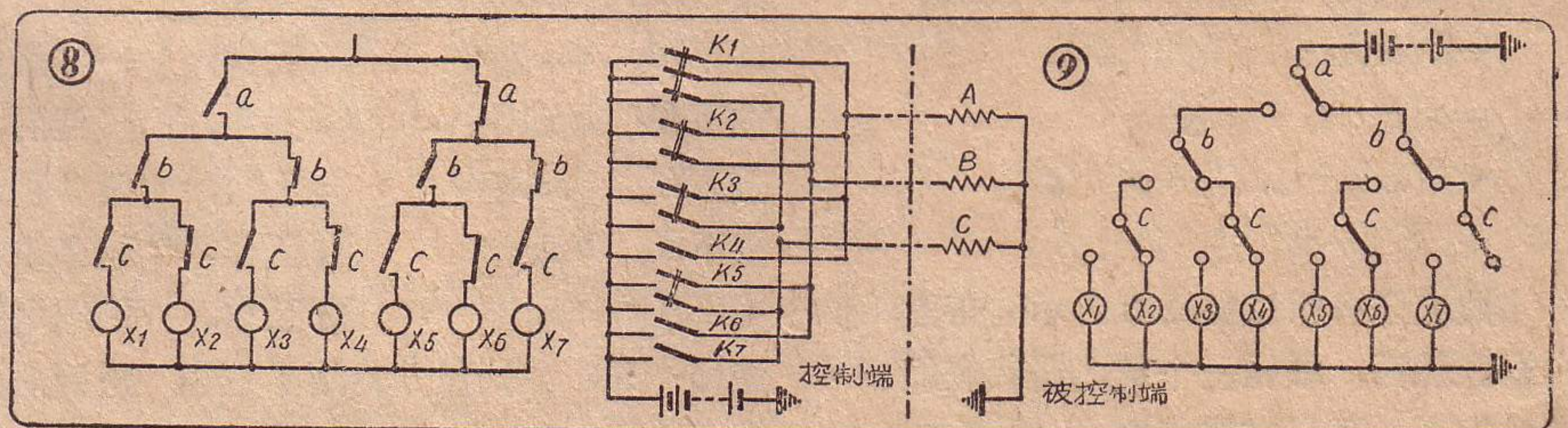
解：1. 根据公式 $N = 2^n - 1$ ，代入被控制对象数 $N = 7$ ，便可求得 $n = 3$ 。

2. 求电路。

設 A, B, C 为三个继电器，其接点分别为 a, b 和 c 。由于每个继电器都有“工作”和“不工作”两种状态，故三个继电器就有 8 种状态組合，即：

- 1) abc , 2) $ab\bar{c}$, 3) $a\bar{b}c$, 4) $a\bar{b}\bar{c}$,
- 5) $\bar{a}bc$, 6) $\bar{a}b\bar{c}$, 7) $\bar{a}\bar{b}c$, 8) $\bar{a}\bar{b}\bar{c}$ 。

令第 8) 状态为零状态，即控制对象都不动作的状态，而其它七种状态分别为使七个被控制元件 X_1, X_2, \dots, X_7 动作的状态，則可把七个被控元件分别串联在上述七种状态的电路中。于是得出继电器电路的总方程为

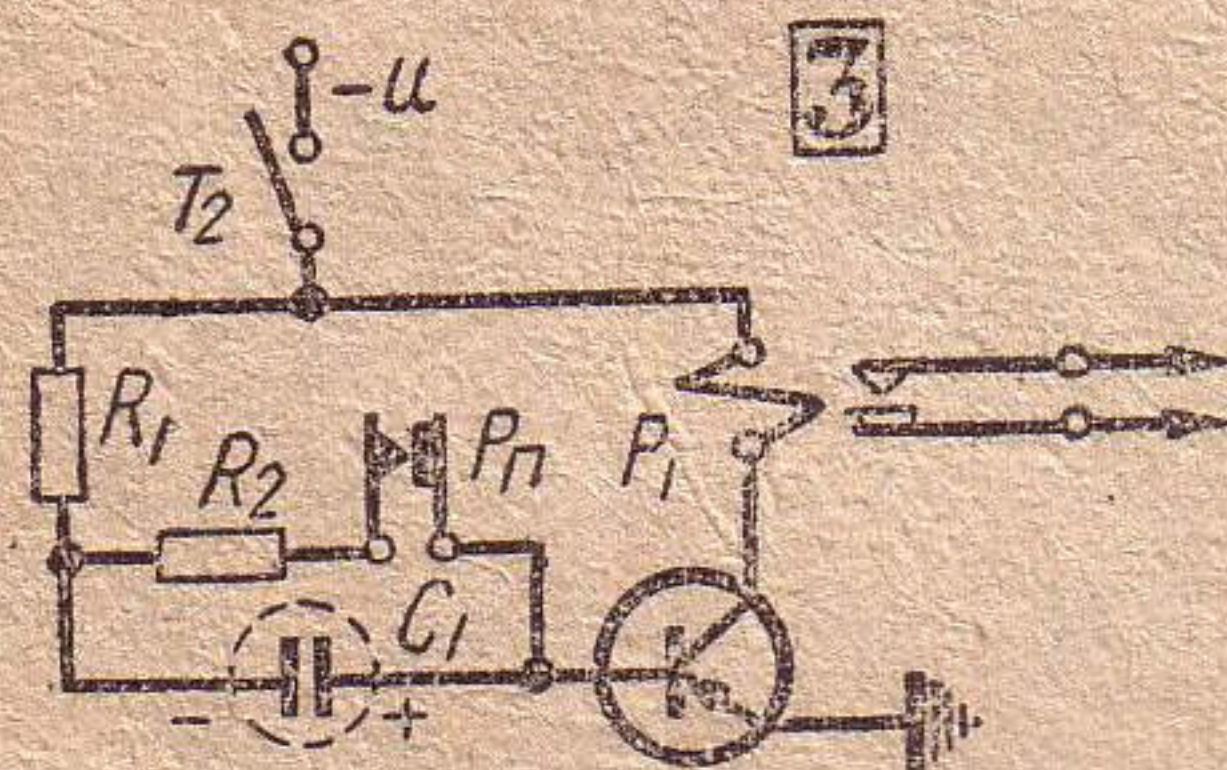
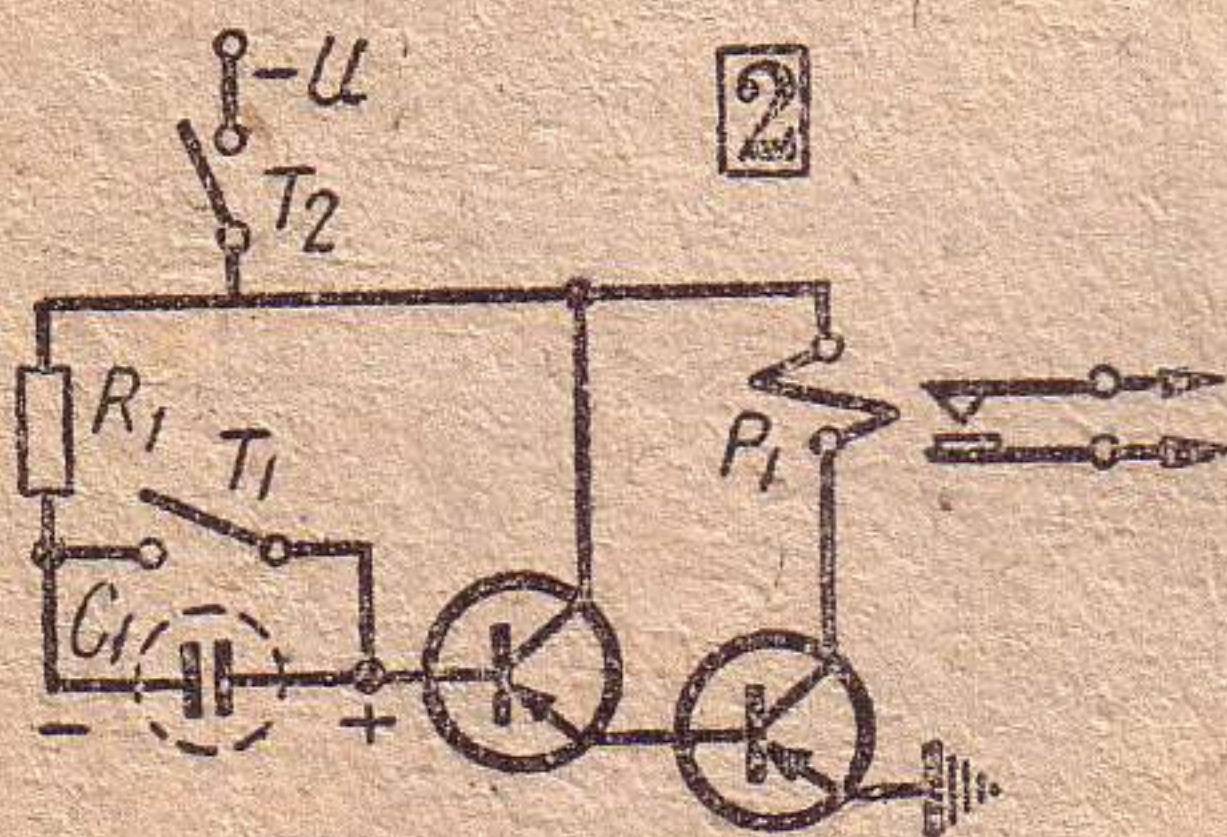
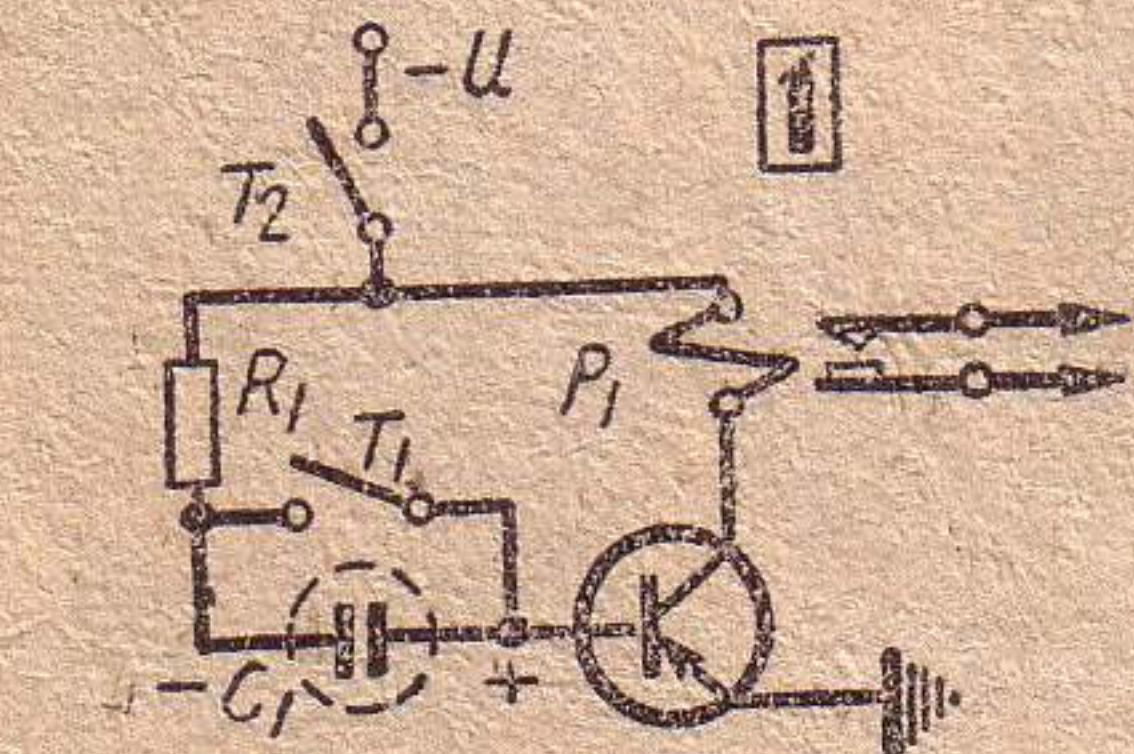


半导体时间继电器

祝 捷

时间继电器用来定时地自动开或关各种各样的电路设备，它在工业技术各部门，特别是在各种自动控制装置中都有很广泛的应用。举一个普通的例子来说，譬如我们在冲印相片时希望能较准确地自动控制时间，就可以采用时间继电器。但一般有电磁阻尼筒或用电子管制成的时间继电器体

积比较大，使用起来也不经济；用氖管和稳压器做成的时间继电器则需要灵敏度高的、价格比较贵的继电器，而且其延



时范围也是有限的。

用半导体三极管做成的时间继电器没有上述缺点。其原理线路如图1所示。工作过程是这样的：集电极回

路中通常接上一个电话继电器。基极回路通过电容器C1和大电阻R1接到负电源。

初始状态时，电容器C1被T1短接。当T2尚未闭合时，继电器线圈没有接通电源，其接点是打开的。当闭合T2且打开T1使电容器C1接入电路时，基极回路中就有电流流通，其值等于 $\frac{U}{R_1}$ 。因三极管的电流放大系数等于 β ，所以集电极电路通过的电流等于 $\beta\frac{U}{R_1}$ 。如果此电流大于或等于继电器的动作电流 $I_{动}$ ，即 $\beta\frac{U}{R_1} \geq I_{动}$ ，那末继电器P1就动作，将接点吸合。由于基极回路中的电容器C1发生一充电过程，所以基极回路中的电流要随时间逐渐减小，集电极回路中电流就将按如下规律减小：

$$i = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (1)$$

式中

I_0 是集电极初始电流，等于 $\beta\frac{U}{R_1}$ ； τ 是电容器充电回路时间常数，等于 R_1C_1 ； e 是自然对数的底； t 是时间。

经过 $t=T$ 的时间，集电极回路电流减小到释放电流值 $I_{放}$ ，继电器就释放了（复原）。这段时间 T 可由(1)式求得：

$$I_{放} = I_0 e^{-\frac{T}{\tau}}$$

$$T = \tau \ln \frac{I_0}{I_{放}} = R_1 C_1 \ln \frac{I_0}{I_{放}}$$

$$= \frac{U}{I_0} \beta C_1 \ln \frac{I_0}{I_{放}}$$

如果电流 I_0 为释放电流 $I_{放}$ 的2.7倍，那末 $\ln \frac{I_0}{I_{放}} \doteq 1$ ，因而 $T = \frac{U}{I_0} \beta C_1$ 。

Π6Γ型晶体三极管 $\beta=20\sim30$ ，一般继电器动作电流 $I_{动}=10$ 毫安、释放电流 $I_{放}=7\sim8$ 毫安，取 $I_0=18$ 毫安、 $U=30$ 伏， C_1 为25微法，就得：

$$T = \frac{30 \times 30}{18 \times 10^{-3}} \times 25 \times 10^{-6} = 1.25 \text{秒。}$$

这样小的延时往往不能满足实际应用的要求。但采用有二个三极管的线路就可显著地增大延时。图2就是有两个三极管的半导体时间继电器的线路图。若 $\beta=30$ ，其他数据和上面选的相同，延时可达40秒。而用三个三极管时，延时可达900秒，即15分钟。

利用上述原理也很容易制成指令继电器。它能周期性地按预定延时切换接点。图3就是指令继电器的原理图。这线路与图1不同之处在于电容器是用继电器的静合接点 P_n 来短接的。当关闭 T_2 ，使继电器的线圈接通，这个接点就断开了，于是电容器 C_1 开始经 R_1 充电，基极电流以及集电极电流逐渐减小。当减小到继电器的释放电流时，继电器释放，静合接点 P_n 又重新闭合，电容器 C_1 就通过电阻 R_2 放电。随电容器的放电通过三极管基极的电流就逐渐增大，这电流增大的速度取决于电容器放电回路的时间常数 R_2C_1 。因此继电器线圈回路电流也相应增大，待增大到动作电流值，静合接点 P_n 又行断开，电容器又重新通过 R_1 新开始充电。这样，指令继电器就能按一定延时周期性地闭合和切断接点。

$$\begin{aligned} F &= abcX_1 + abcX_2 + abcX_3 \\ &+ abcX_4 + abcX_5 + abcX_6 \\ &+ abcX_7 \\ &= a(bcX_1 + bcX_2 + bcX_3 + bcX_4) \\ &+ a(bcX_5 + bcX_6 + bcX_7) \\ &= a[b(cX_1 + cX_2) \\ &+ b(cX_3 + cX_4)] + a[b(cX_5 \\ &+ cX_6) + bcX_7] \end{aligned}$$

此结果可绘成如图8所示的接点电路。然后，根据三个继电器状态组合的关系，可以在控制端组成开关

K_1, K_2, \dots, K_7 等，即得能实际应用于遥控的一套电路，如图9。由图可知：

按下 K_1 a, b, c 动作 X_1 工作，
按下 K_2 a, b 动作 X_2 工作，
按下 K_3 a, c 动作 X_3 工作，
按下 K_4 a 动作 X_4 工作，
按下 K_5 b, c 动作 X_5 工作，
按下 K_6 b 动作 X_6 工作，
按下 K_7 c 动作 X_7 工作。

这样一来，我们总共只用了三根传输线，就能控制七个元件的动作。

从上边所介绍的一些例子可以看到，利用逻辑代数来研究和设计电路是很方便的。但是，这里所谈的只是一些最简单的情况。实际上常常应用到延时的、快吸慢放或慢吸快放的等多种形式的继电器，它们常组成所谓多步电路，即按一定顺序自动动作的继电器电路。在这种情况下，就要用到更多的逻辑理论公式，同时逻辑设计的优点也就表现得更为明显了。

长延时的时间继电器

苏联Ю.洛克辛

时间继电器有许多种电路，但几乎所有这些电路都是应用电容器经过电阻充电或放电的原理。

如果延迟时间不长(几秒)，那么所要求的电容器和电阻数值实际上是可行的。但是当需要很长时间的延迟(从几分到几十分钟)时，时间电路所用的元件就过于笨重了。下述的时间继电器电路(图1)所用的电阻和电容器的数值较小(几兆欧和几微法)，而所得到的时间延迟可达10分钟或更长。

继电器的工作如下：在接通屏压的瞬间，即有电流流过电子管，在继电器线圈电阻 R_P 上产生电压降 $U_K = I_P R_P$ ，而电容器 C_1 经电阻 R_1 开始充电。电容器充电电流 $i_{充电}$ 流经过电阻 R_1 ，因而在电子管栅极产生一个比阴极电位负的电压，它阻碍着屏流的增加。随着电容器 C_1 充电电流的减小，栅阴之间负电压降低，使屏流相应地增加，从而又使电子管阴极电压增高。阴极电压的增高、促使电容器 C_1 进一步充电，维持着充电电流 $i_{充电}$ 。这一过程类似于深度负回授的作用。经过一定的时间(这时间取决于 $R_1 C_1$ 和 R_P 的数值，电子管的型号、等等)，电子管屏流增加到继电器的动作电流 $i_{动作}$ ，继电器就动作。屏流将继续增加，直到电容器充

满了电，充电电流 $i_{充电}$ 变为零才停止。这时屏流达到由电子管零偏压特性曲线决定的最大值 i_{c} 。

要根据给定的延迟时间来计算电路元件，可用下列简化的公式，它的准确度约为10%：

$$R_1(\text{兆欧}) \cdot C_1(\text{微法}) = \frac{t(\text{秒})}{1 + \frac{S(\text{毫安/伏}) \cdot R_P(\text{千欧})}{1 + \frac{R_P(\text{千欧})}{R_i(\text{千欧})}} \times \frac{t(\text{秒})}{2.31 \lg \left[1 - \frac{i_{动作}(\text{毫安})}{i_0(\text{毫安})} \right]}$$

式中 t ——所要求的延迟时间；

R_i ——电子管内阻；

i ——电子管零偏压时的屏流。

用本文所述的结构应选动作电流为10~12毫安、线圈电阻为8~10千欧的继电器。三极管可用：6H7C, 6H8C, 6H1Π, 6H6 Π, 6H15Π等等。

在计算电子继电器时，按所选电子管的特性曲线，来决定电流 i_0 (图2)。所选之 i_0 希望不少于 $1.4i_{动作}$ 。 $i_{动作}$ 和 i_0 相差越少，延迟时间就越长，而确定的延时准确度就降低。选择电流 i_0 时应当注意 i_0 和屏耗都不能高于电子管额定值。若超过了，就应将两个三极管并联起来，这时，电子管跨导 S 增加一倍，而内阻 R_i 降低

为原来的 $1/2$ 。

在选择电容器 C_1 时要注意不能使用电解电容器。

作者所装制的延迟时间为5分钟的继电器用的是6H15Π双三极管，将它的两个屏极和栅极分别并联起来。继电器 P_1 用MKY-48型的，它的线圈电阻为6000欧，动作电流为12毫安；电阻 R_1 为3.3兆欧；电容器 C_1 为4微法，用200伏耐压的纸介电容器(KБГ-MH型)；屏压 E_0 为180伏。

(金鹿译自苏联“无线电”1960年第11期，并根据1961年第5期作了补充)

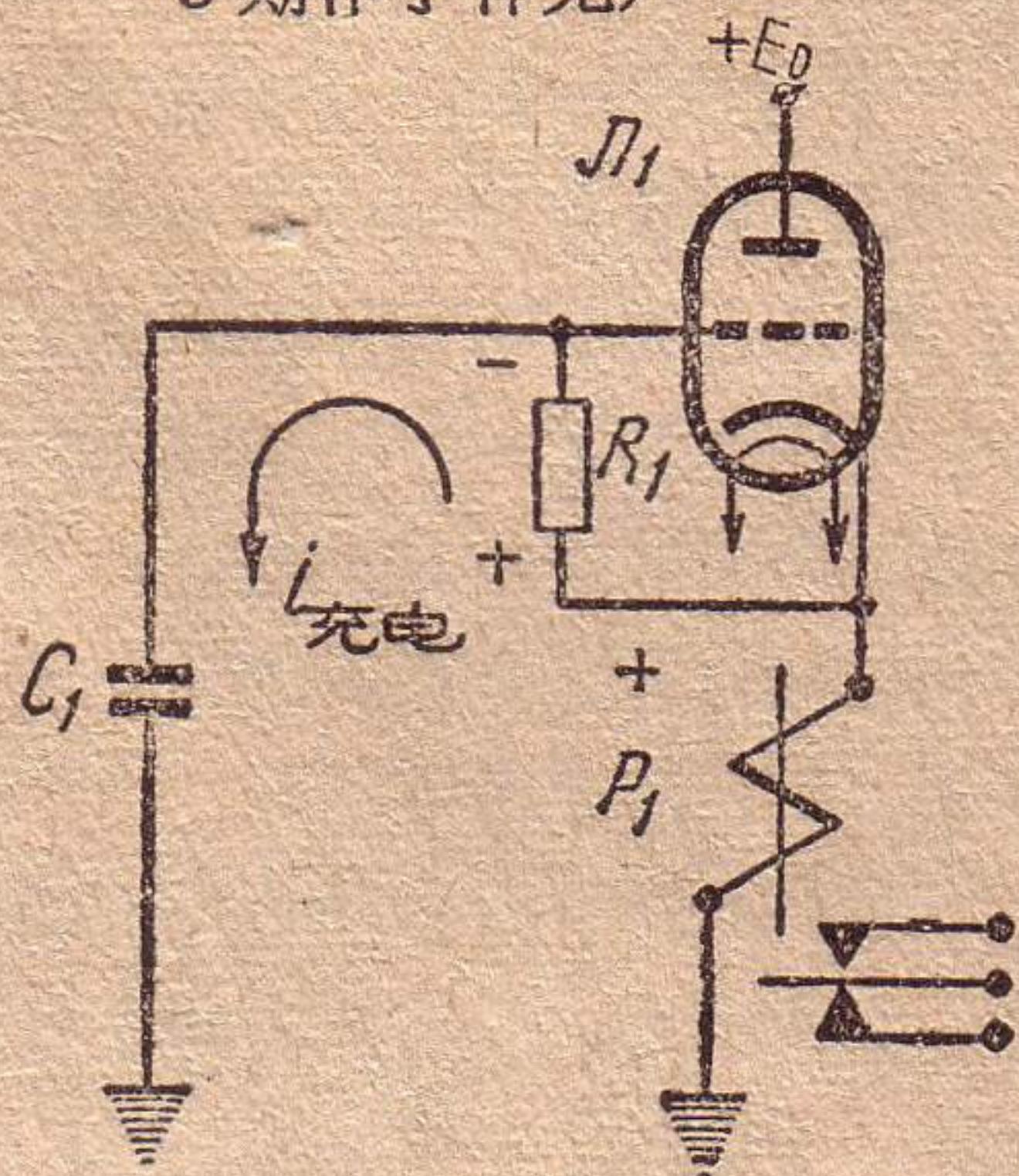


Рис. 1

图1.

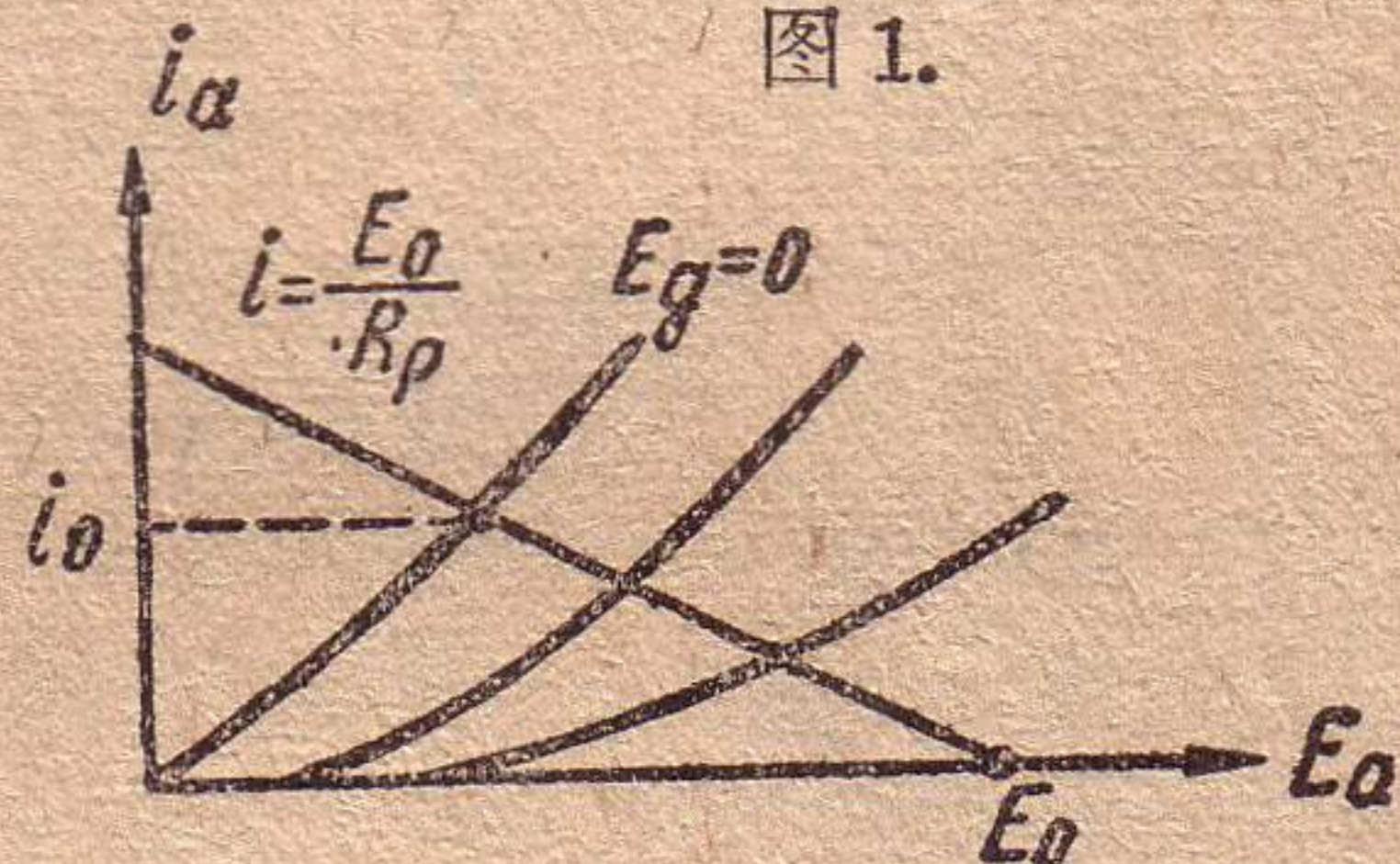


图2.

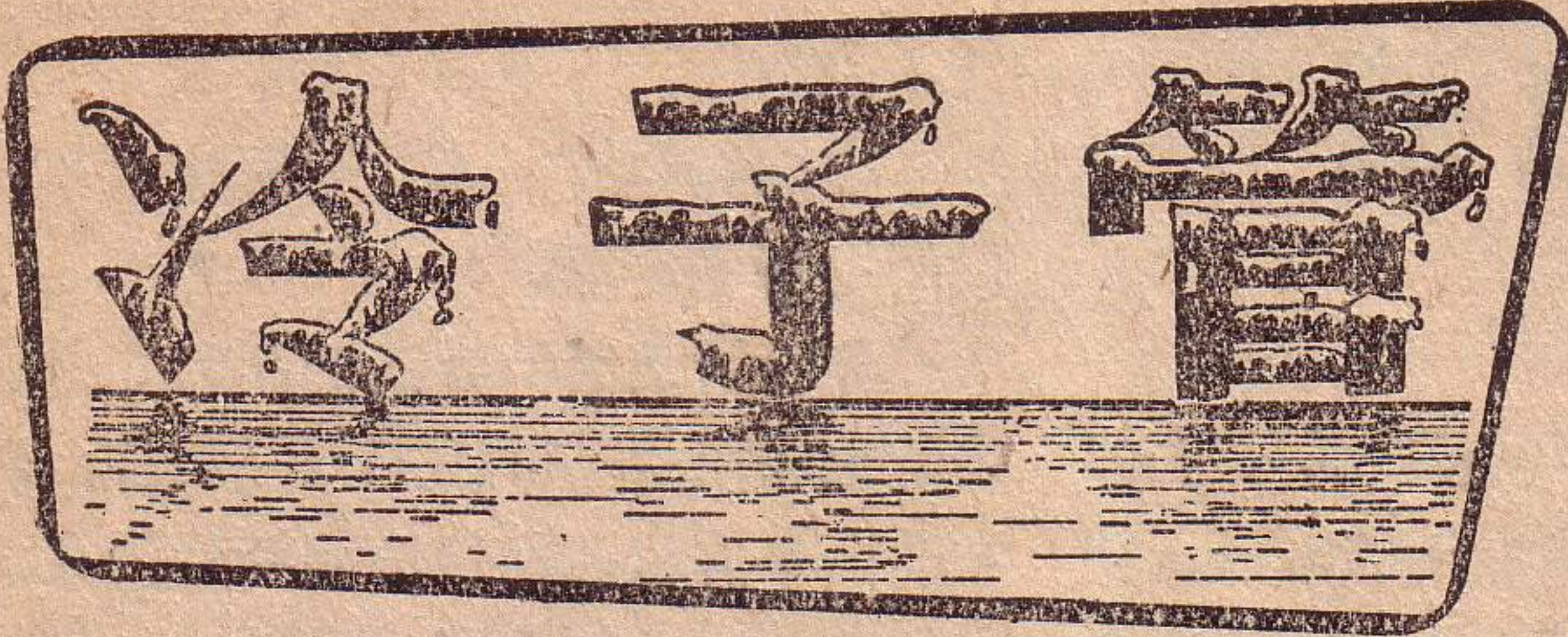
读者 作者 编者

亲爱的读者、作者，1962年来到了。在过去的一年中，由于党和政府对无线电运动的重视和关怀，以及广大无线电爱好者的努力，进一步提高了无线电运动水平，取得了很大的成绩。随着新的一年到来，让我们更高地举起总路线、大跃进、人民公社三面红旗，发扬艰苦奋斗、勤俭建国的优良传统，发愤图强，埋头苦干，在巩固已取得的成就的基础上，继续克服困难，争取新的胜利。

在新的一年里，“无线电”月刊的任务仍然是根据我

国社会主义建设的需要，向广大群众进行无线电通俗知识的教育，引导群众热爱无线电活动，为国家培养无线电事业的后备军。刊物的主要内容将是广泛地介绍无线电电子学在各个方面的应用常识，无线电电子学具体应用的实例，无线电电子学的基本技术知识、制作经验，群众性无线电设备的实用常识，以及无线电电子学的新成就等等。为了使刊物能更好地适合广大读者的要求，我们将力求所发表的稿件具有通用性，尽可能与读者的实际条件结合。

无线电复刊以后，受到了广大读者和作者的热忱的关心和积极的帮助，对此我们表示深切的感谢。今后，还希望你们多多提出对刊物的改进意见，踊跃投稿，共同努力把“无线电”这个刊物的质量在新的一年里提高一步，更好地发挥它的作用，为社会主义建设事业服务。



〔苏联〕B. 法金

现代的电子计算机能够在几秒钟内完成几万次的操作，能够存储上亿个二进制数字。这些计算机的基本元件目前大都是采用电子管和晶体管。但是，不久以前已经制成了一种全新的电子计算机样品，它的体积小，可以很方便地放入普通电子管收音机的外壳里面。在这种计算机中，用作运算元件和存储元件的是冷子管。

“冷子管”一词中所说的“冷”，并不是指普通冷却设备中的冷和日常生活中碰到的冷，而是接近于绝对零度，即冰点下 273.16°C 的低温。虽然目前在超低温实验室中已经得到了 -273.149°C 的低温，但是向绝对零度的进军仍在继续中。正在进行着为降低每万分之一度的斗争，而为了完全接近绝对零度，大概还需要付出很多的时间和创造性的劳动。

科学家们研究各种物质在超低温条件下的特性，这并不是偶然的。从研究的结果已经发现金属在超低温条件下有一些完全全新的电磁特性，这些特性不能用通常的物理规律来解释。金属的这些特性长期以来没有在技术中得到应用，直到1956年，才制成了冷子管这种新的电子器件。在冷子管中，第一次利用了超导性以及超导现象与磁场强度的关系等等物理现象。

超导现象是荷兰科学家卡美林克—奥涅斯在1911年研究水银在低温条件下的电阻时发现的。他把小水银柱放在液态氮中逐渐冷却，并预计水银柱的电阻将逐渐减小，在最低温度下，将会达到某一有限值。但是实验的结果却使他极为惊奇，当温度达到 -268.97°C 时，水银的电阻突然变成小得甚至用很灵敏的仪器也量不出来。这时电流通过水银导体时没有能量损耗，在导体表面上没有发现一点放热的迹象。

当时有些科学家并不相信奥涅斯的实验结果，他们认为在实验中可能有某种差错。可是这种怀疑很快就消除了，因为别的物理学家也进行了实验并得到了相同的結果。

经过进一步的研究，发现不仅水银有超导性，其他一系列金属如铅、锡、锌、铀、铝以及铌、铈等也有超导性。铌和铈分别在温度达到 -268.78°C 和 -268.94°C

时开始进入超导状态。超导现象长期以来都是科学家感到不能解释的一个谜，可是在那时他们已经作了这样的假设：在超低温条件下，金属中的原子将处于热静止状态，因此电子可以在原子之间自由通过而不消耗能量。

为了证实这一点，曾经做过这样的实验：把一个用细铅丝绕成的闭路小线圈在液态氮中冷却到 -271°C ，并放在强电磁铁的两极间，借助于电磁铁建立起了强大的磁场。然后将电磁铁断路，使它两极间的磁场消失，因而在线圈中将产生感生电流。在正常温度下，这个电流将会很快消失，因为全部能量立即转化为热而耗散掉，可是在冷的线圈中，这个电流可以持续无限长的时间，只要线圈还在液态氮中，电流实际上就不会消失。线圈中的电流的存在可以用磁针来检验。跟通常的磁铁一样，线圈的两端能够吸引磁针。

在1937年又发现了当把冷却的水银放到磁场中时，水银将失去超导性而变得跟通常温度下的金属一样；但是如果进一步冷却水银或者去掉磁场时，水银的超导性又重新恢复。超导状态与非超导状态的相互转化是在磁场强度改变很小的条件下突然发生的。只要将磁场强度减小或增大几个高斯，就能使电流增大或减小许多倍。

分析上述的各种现象以后，科学家们得到了结论：超导体在磁场作用下电阻的变化，与电子管和晶体三极管在电场作用下电阻发生变化这两种现象是相似的。正是这种相似之处使科学家们想到创制一种新的电子器件，这就是冷子管。

尽管冷子管与电子管和晶体三极管所起作用的性质是相似的，可是从结构上看，它们却截然不同。首先，

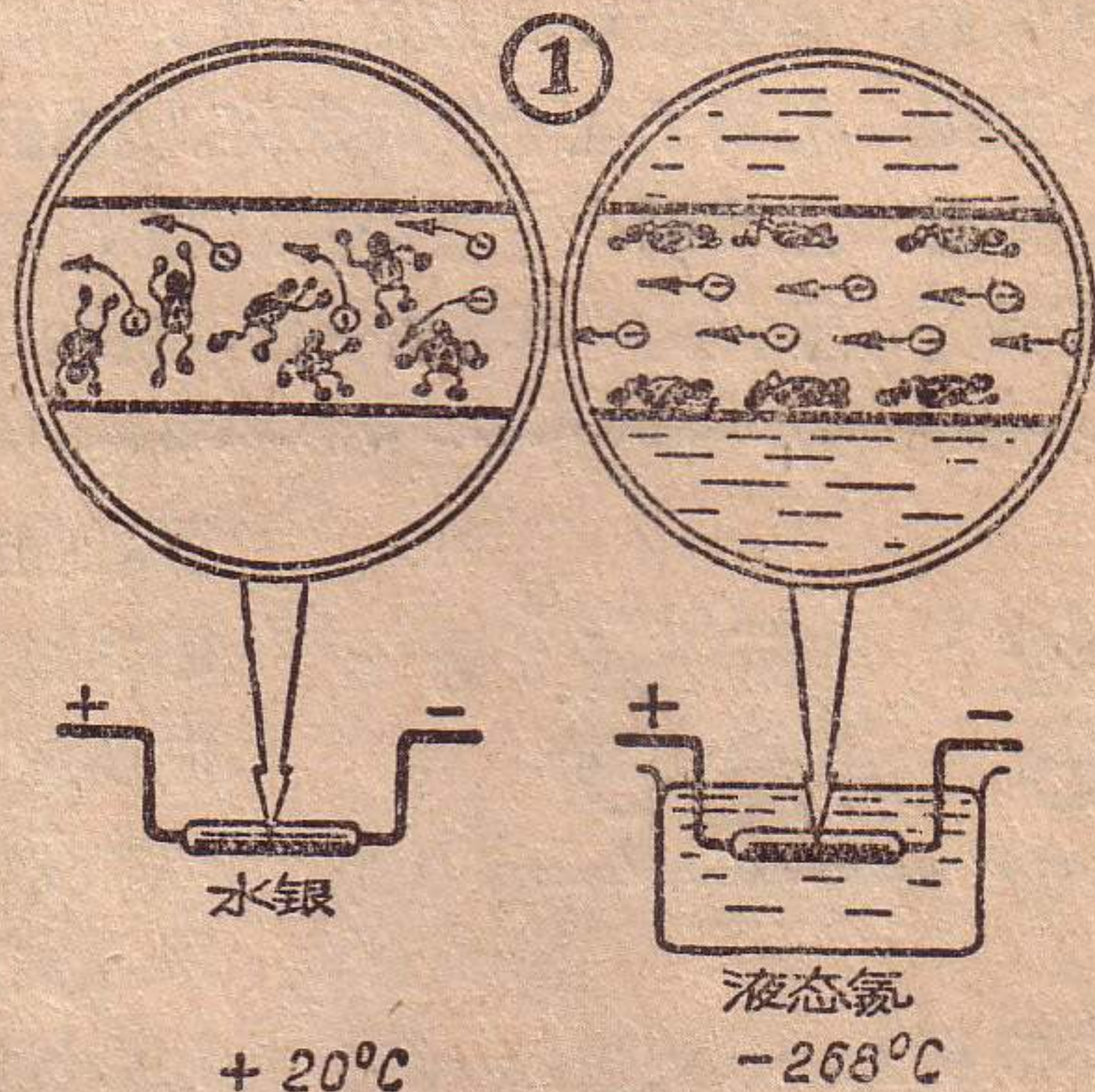
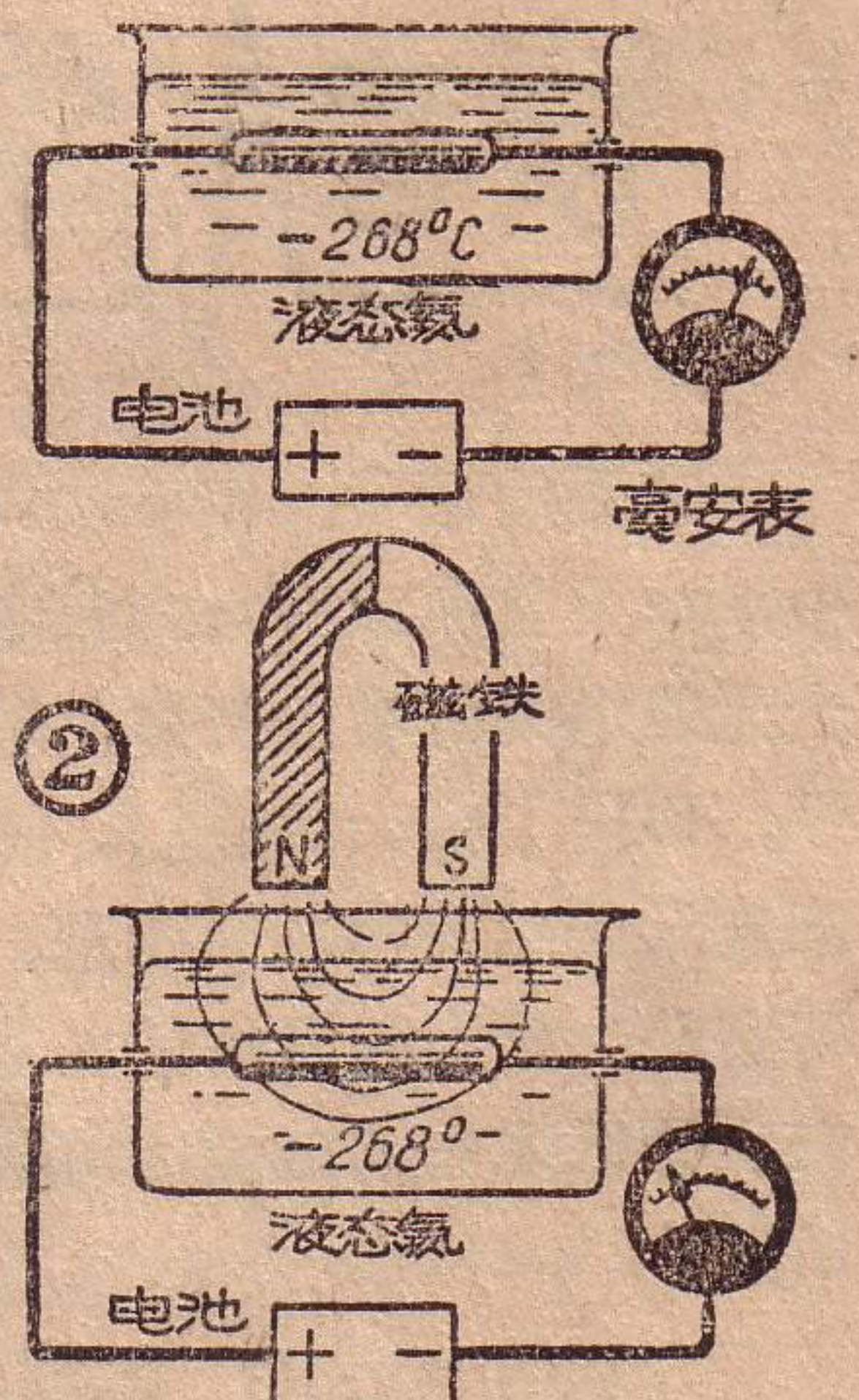


图1. 电流通过导体时就产生热。这是由于金属中原子的热运动（相对于自己的平衡位置的振动）而引起的。但是如果导体放在液态氮介质中，情况就显著改变了。在超低温的作用下，导体将进入超导状态，这时电子可以在金属的原子间通过而不消耗能量。

图2. 在磁场的作用下，被冷却的导体将失去超导状态，而通过导体的电流将急剧减小，在磁场消失后，导体的超导状态将重新恢复。



无 线 电

冷子管的結構簡單，尺寸極小。它是由一根長約3毫米的鉍棒上面繞上象頭髮那樣細的鉍絲制成的。因此，做成的綫圈只有一個別針頭那樣大。如果讓元件開始工作，可以把它放到盛有溫度為 -269°C 的液態氦的容器中。在超低溫條件下，鉍棒將具有超導狀態，而器件本身就得到了奇妙的性質。沿着這一鉍棒能夠長期地通過很大的電流。但更妙的是對這個電流能夠加以控制。為此只要在鉍絲綫圈上加一個不大的電壓就行了。這樣，在產生的磁場的作用下，鉍棒中的電流將減小到原來的幾千分之一。當磁場消失時，電流又恢復到原來的數值。因此，用一個微弱的信號就可以控制一個很大的功率輸出。而鉍棒從一個狀態轉到另一個狀態，就和繼電器或者電子開關的工作情況相似。

不過冷子管所能完成的不僅僅是電子開關的工作，它還能成功地用來放大交變電流。為此只需在冷子管的綫圈中通入微弱的交變電壓，這樣，在鉍棒中流過的電流，就準確地按着信號電壓的變化規律而變化。在這種情況下，放大作用就在於：在冷子管綫圈中的微弱信號控制下，冷子管的鉍棒中就產生了大得多的電流變化。

即使不討論電子計算機的工作原理，也可以指出在計算機電路中採用冷子管的一些優點。在計算機中，以電信號形式給出的數據，很容易利用冷子管放大到任意的程度，因此加到冷子管上的信號，可以比在用半導體

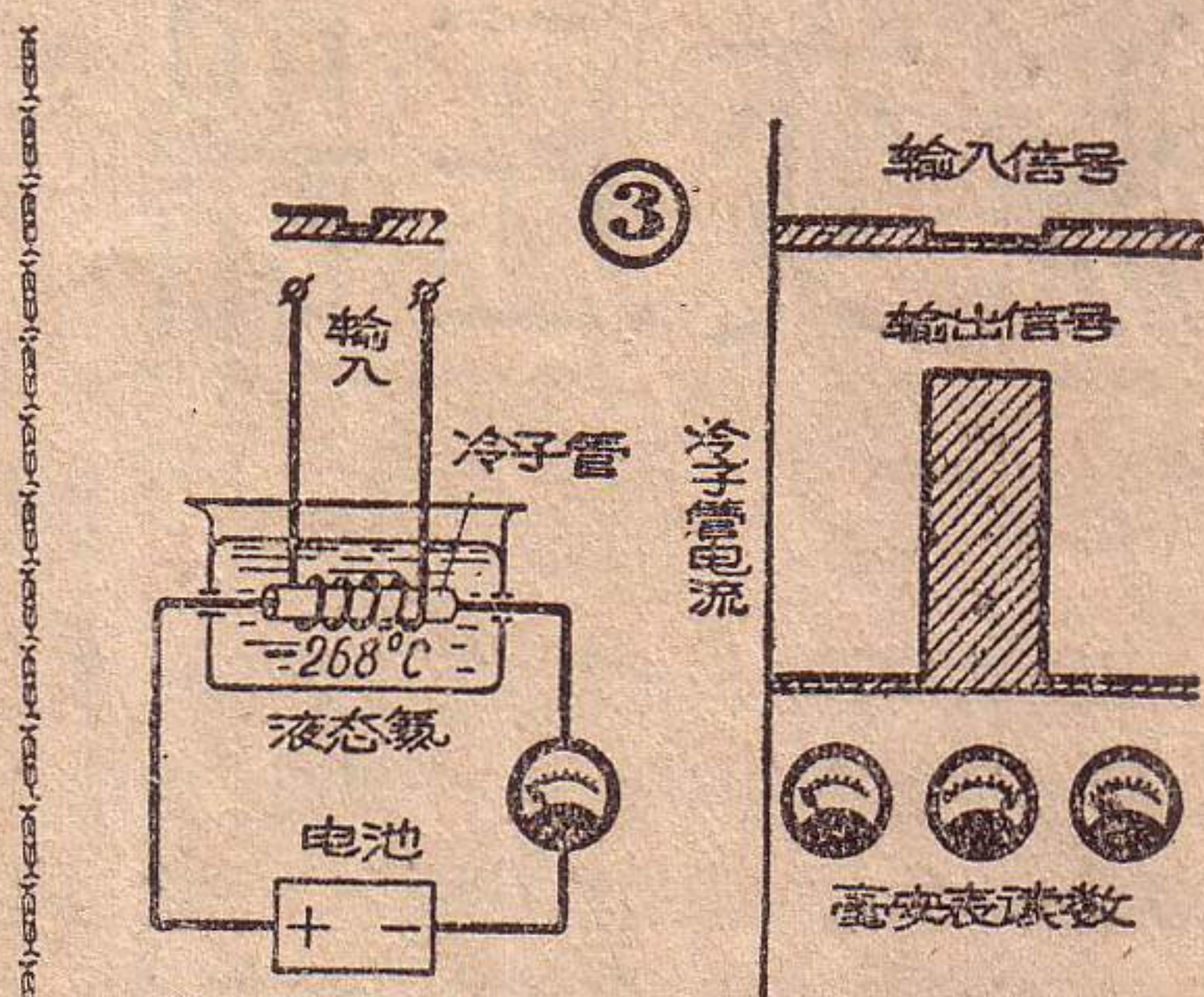
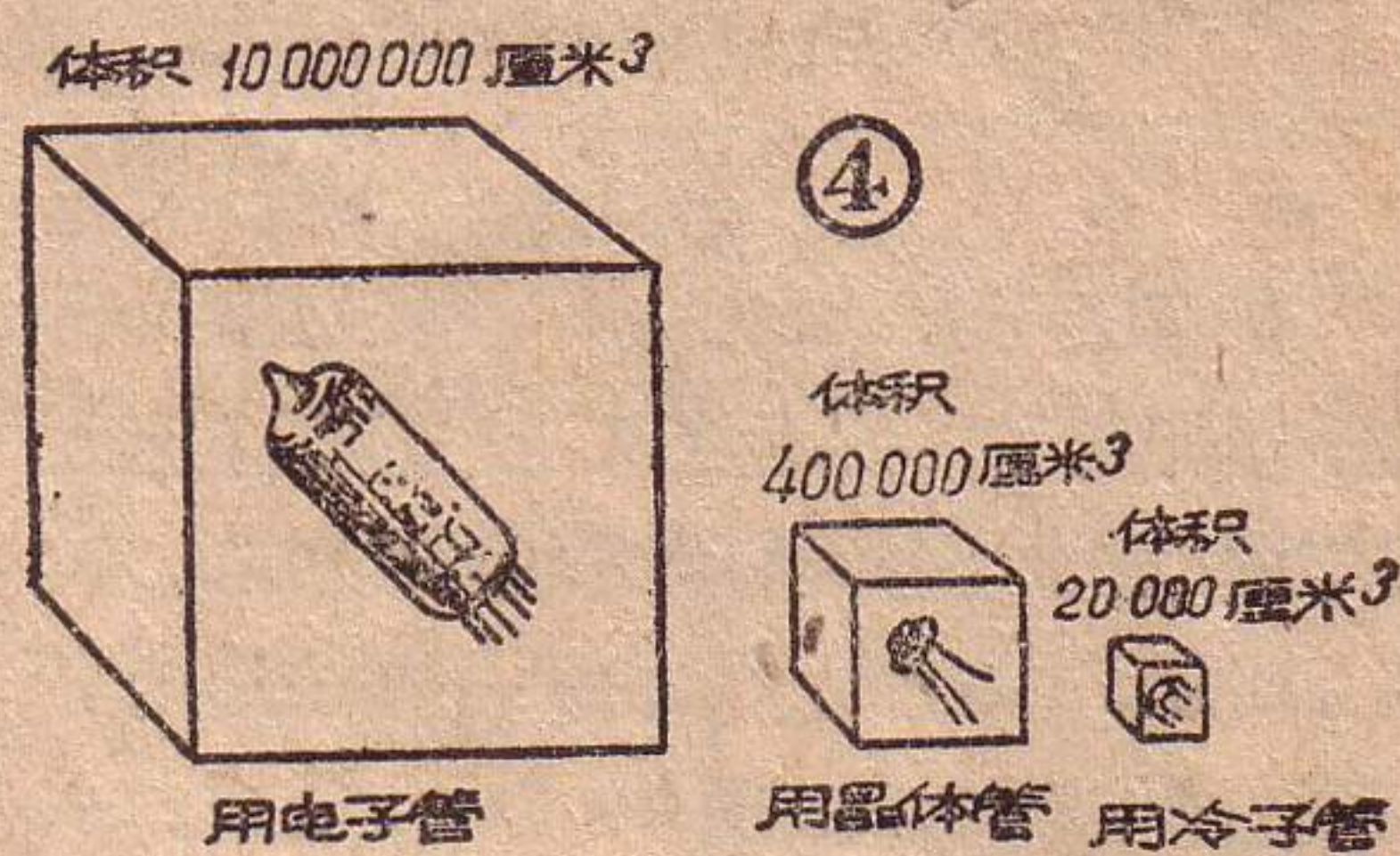


圖3. 在沒有信號時，鉍棒將跟普通的導體一樣，因為在冷子管的綫圈中通過的偏流在鉍棒中建立起磁場。但如果加上一個與偏流方向相反的電流信號，那麼綫圈中的磁場強度減小。這時鉍棒將進入超導狀態，通過它的電流急劇增加。因此，用一個不大的信號加到綫圈中，就可以在冷子管的輸出端得到一個很大的電流脈沖。

圖4. 含有20萬個冷子管的計算機，它的體積是晶體管計算機體積的1/20，是電子管計算機的1/500。



和別的放大元件構成的計算機中所需加的信號小得多。此外，因為是在接近絕對零度的條件下應用冷子管，所以就能夠避免分子的热運動，消除了內部噪聲，而在電子管和晶體管中，分子的热運動是內部噪聲的主要來源。最後，冷子管的尺寸極小，只有晶體三極管的幾分之一。

舉例說，一架由20萬個冷子管構成的計算機，可以很寬裕地放入“記錄牌”收音機的外殼里面，而且所需的能量很小。據國外雜誌報導，目前已經制成這種計算機的樣機。製造的困難僅僅在於必須把冷子管放入液體氦里面。為了這個目的，正在製造一種專用的冷卻裝置，這種設備能夠很容易而且很安全地貯存和補充液體氦。

儘管冷子管是一種很新的電子器件，但是可以滿懷信心地說，冷子管在技術中的應用，將開辟新的、目前尚難發現的可能性。

(李敬章譯自蘇聯“無線電”1961年第8期)

電子管里的真空

我們日常所見的電子管，又叫做真空管。其實，電子管里仍然有殘余的氣體，只不過很稀薄而已。一般用氣體的壓力來表示氣體稀薄的程度。例如地面上空氣的壓力約為760毫米水銀柱高。在電子管內氣體的壓力就很小很小了，只有百萬分之一毫米水銀柱高。但是，即使在千萬分之一毫米水銀柱高的氣體壓力下，每立方厘米體積內仍有幾十億個氣體分子。因此，我們所說的真空，是指氣體很稀薄的空間，並不是指沒有任何物質的“絕對真空”空間。一般氣壓在 10^{-3} 毫米水銀柱高時就可叫做真空，氣壓在 10^{-7} 毫米水銀柱高以上時稱為超真空。目前真空技術中能達到的最低氣壓據說為 10^{-14} 毫米水銀柱高。

我們還可用氣體中分子運動的情況來說明

氣體稀薄的程度。通常氣體中的分子都是處在不規律的運動狀態，分子間經常相互碰撞。很明顯，在相同體積內氣體分子愈多，則它們碰撞的機會愈大。碰撞的頻繁程度，可以用氣體分子在連續的兩次碰撞之間移動了多少距離來說明，也就是說一個氣體分子經過一次碰撞後走多少距離後才開始另一次碰撞，這個距離叫做自由路程。每個分子的自由路程是不一樣的，因此我們取平均自由路程。平均自由路程與氣體壓力成反比，就是說氣體壓力愈小，則氣體愈稀薄，氣體分子間碰撞的機會也愈小，因而氣體分子的自由路程愈長。在氣體壓力達到千萬分之一(10^{-7})毫米水銀柱高時，氣體分子的平均自由路程為50萬毫米，即氣體分子平均要走半公里後才發生一次碰撞！

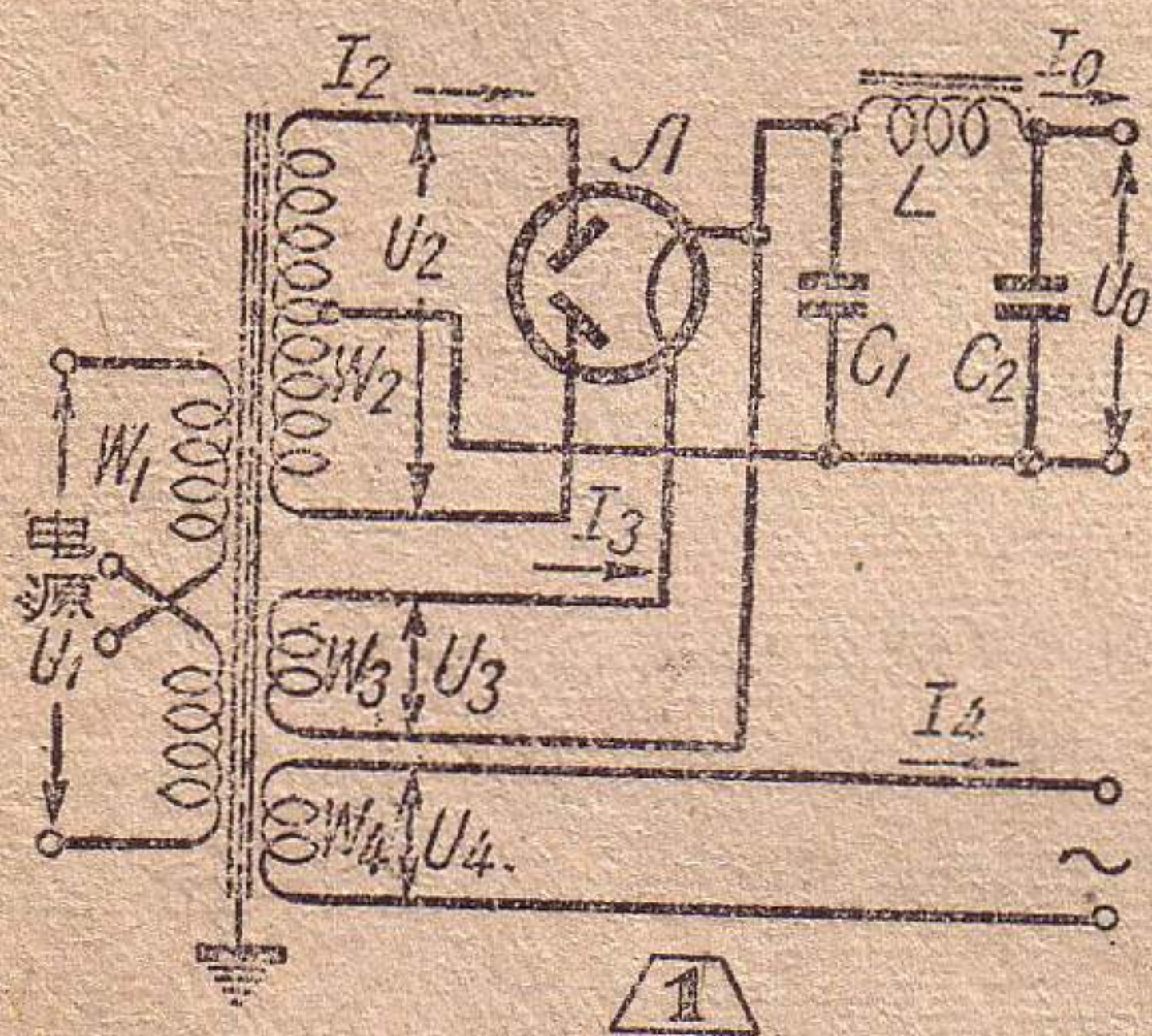


(袁武安)

怎样设计电源变压器

黄济清 谭楚梁

在有电子管的设备中，不但需要供给电子管屏极所需的直流电压，而且还要供给灯丝电流。因此所用的电源变压器，如图1所示，其次级通常由供给整流用的高压线圈 W_2 和灯丝线圈 W_3 和 W_4 组成。初级线圈为了能适用于220伏或110伏的市电，可分绕成两组，当市电为220伏时串联，而110伏时则并联。整流电路通常是用双二极管 J 组成的单相全波整流电路。



为减小输出电压的脉动，在整流器的输出端还接有由电容器 C_1 和 C_2 以及电感 L 组成的 π 形滤波器。

对于电源变压器设计的基本要求是：

(1) 获得所需电压。(2) 变压器内部电压降不能太大，以免负荷变动时，引起输出电压有大的波动。(3) 温度不能超过 $100^{\circ}\text{C} \sim 110^{\circ}\text{C}$ ，以免烧坏绝缘。(4) 经济、省材料。要满足上述要求，设计时需要经过细致的计算和比较。但在业余条件下，为了简化计算和便于绕制，有些数据不得不取得保守一些。现将设计步骤分述如后。

(一) 变压器功率怎样算

设计变压器时，首先需要知道各线圈所需电压与电流，以便计算变压器所需要的功率。

首先看整流部分，设所需直流电压为 U_0 ，直流电流为 I_0 ，则在采用电容器输入式滤波器的单相全波电子管整流电路中，高压线圈的电压有效值 U_2 和电流有效值 I_2 与 U_0 和 I_0 的关系，可用下面的近似公式表示：

$$U_2 = (2 \sim 2.2) U_0$$

$$I_2 = (1 \sim 1.2) I_0$$

高压线圈所供给的功率则为

$$P_2 = 0.7 U_2 I_2$$

系数0.7是考虑到高压线圈系分成两半，而每半个线圈只导电半个周期，由此通过线圈中的电流就有直流成分，该直流成分只使该线圈发热，但并不感应到初级，所以所需功率就较 $U_2 I_2$ 要小一些。

灯丝线圈所需的电压和电流，按所使用的整流管及电子管丝极的需要来决定。其所需功率可用公式： $P_3 = U_3 I_3$ ， $P_4 = U_4 I_4$ 来计算。

因此变压器次级功率总和为：

$$P_{II} = P_2 + P_3 + P_4 \dots$$

而变压器初级从交流电路所取用的功率为

$$P_I = \frac{P_{II}}{\eta_T}$$

式中 η_T 为变压器之效率。

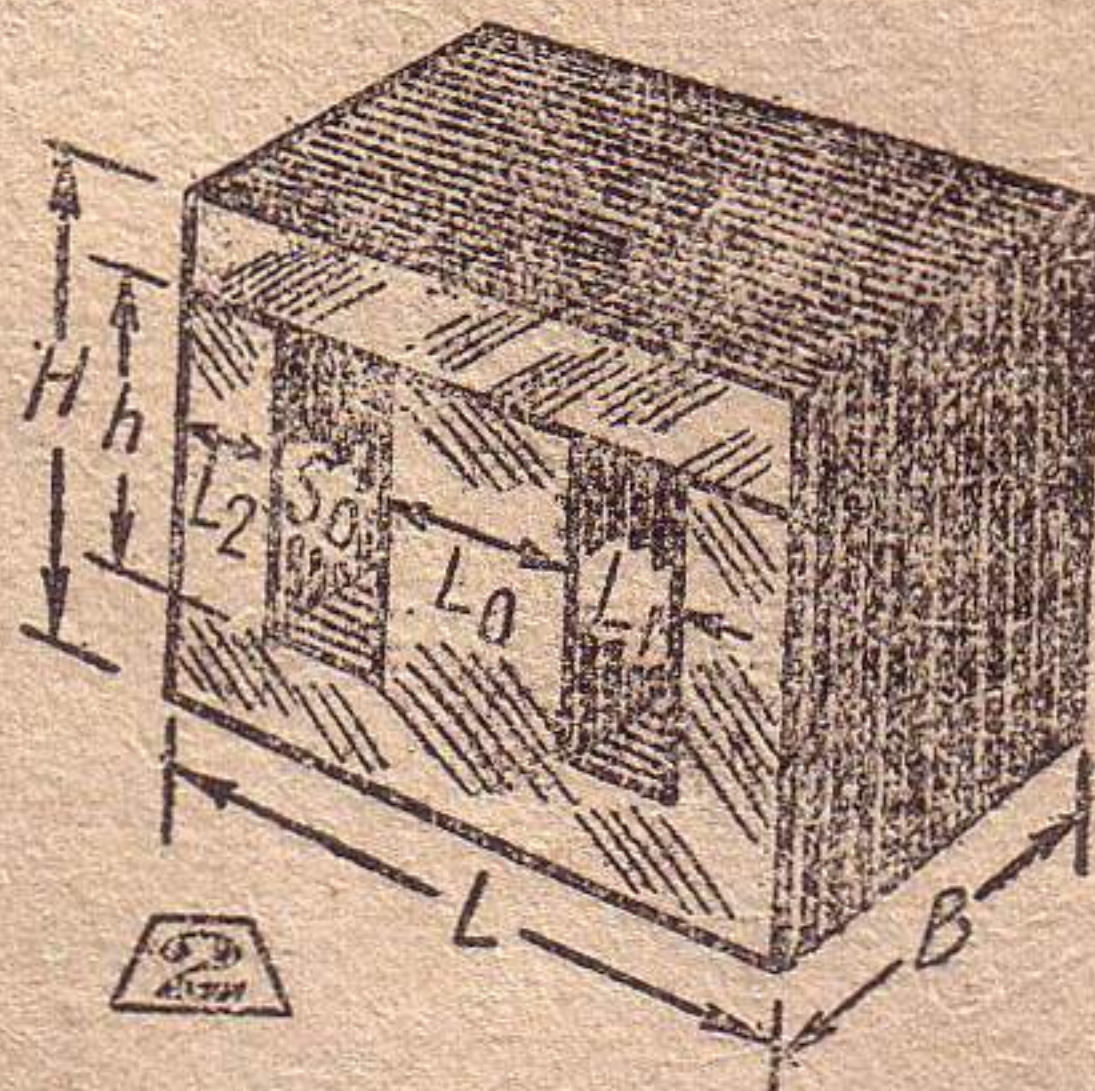
一般在业余条件下制作的小型电源变压器，当 $P_I < 100$ 瓦时，效率约为 $0.85 \sim 0.9$ 。

$$\text{初级电流 } I_1 = (1.1 \sim 1.2) \frac{P_I}{U_1}$$

系数 $(1.1 \sim 1.2)$ 系考虑了次级空载情况下，初级线圈中所存在的激磁电流。

(二) 变压器铁心选多大

小变压器多使用如图2之 EI 形铁心，国产铁心规格如表1。



变压器的容量与铁心截面积 S_{sc} 及铁心窗口面积 S_0 的大小有关。铁心线圈所产生的感应电动势的计算公式为：

$$E = 4.44 f W \phi_m = 4.44 f W B_m \cdot S_{sc}$$

式中 W 为线圈的匝数、 S_{sc} 为铁心截面积、 f 为电源频率、 B_m 为铁心的最大磁通密度、 ϕ_m 为铁心最大磁通量（等于 $B_m S_{sc}$ ）。从这个公式可看出，如 f, W 不变，选定 B_m 后，则增大铁心截面积 S_{sc} 时电势 E 将增加，也就是说在电流不变的情况下，变压器的输出容量将增大。同理， S_{sc} 减小，输出容量也减小。

至于变压器容量与窗口大小的关系，则可以这样理解，当 S_{sc}, B_m, W, f 均不变时，窗口较大就意味着导线可以用得粗一些，从而在规定的技术条件下，可增大变

表1 国产硅钢片铁心主要数据

硅钢片 型号	铁心尺寸(毫米)						窗口 面积 S_0 (厘米 ²)
	L	H	h	L_1	L_0	L_2	
GE-10 GI-10	36	31	18	6.5	10	6.5	1.17
GE-12 GI-12	44	38	22	8	12	8	1.76
GE-14 GI-14	50	43	25	9	14	9	2.25
GE-16 GI-16	56	48	28	10	16	10	2.8
GE-19 GI-19	67	57.5	33.5	12	19	12	4.02
GE-22 GI-22	78	67	39	14	22	14	5.46
GE-26 GI-26	94	81	47	17	26	17	7.99
GE-30 GI-30	106	91	53	19	30	19	10.07
GE-35 GI-35	123	105.5	61.5	22	35	22	13.53
GE-40 GI-40	144	124	72	26	40	26	18.72

压器的输出电流，因而容量也可以增大。

在效率为 $0.85 \sim 0.9$ 、电流密度为 $2.5 \sim 3$ 安/毫米² 的范围内，可以用公式

$$S_0 \cdot S_{sc} = \frac{14400}{B_m} P_{II} \quad (\text{厘米}^2)$$

来表示变压器输出功率与铁心截面积及窗口的关系。

式中最大磁通密度 B_m 的数值可以根据硅钢片的好坏及变压器容量的大小来选定。在业余设计中可采用下列值：

D310 电工钢 11000~12000 高斯。

D41, D42 电工钢 10000~11000 高斯。

黑铁皮 5000~7000 高斯。

如不知道硅钢片牌号，则可以把硅钢片扭一扭，薄而脆的较好，厚而软的较差。

在有现成铁心情况下， S_0 是已知值，从而可以根据上式求出 S_{sc} 与铁心厚度 B ，或用来校验现成材料是否可以设计足够容量的变压器。

若无现成材料，则可初步假定 $S_o = S_{jk}$ ，那么，

$$S_o = \sqrt{\frac{14400 P_{II}}{B_m}} \text{ (厘米}^2\text{)}$$

根据所算出的 S_o ，选定窗口大小和它相近的标准铁心，当铁心型号选定后，实际的 S_o 知道了，就可以和用现成的铁心一样，来求出 S_{jk} 与 B 。

计算铁心厚度 B 时，因为硅钢片上是有绝缘的，故须考虑一填充系数 0.9，即 $B = S_{jk} / (0.9 L_o)$ ，计算出之 B 值应校核一下，若 $B/L_o = (1 \sim 2)$ 可认为合适。

(三) 每个线圈绕多少匝

依公式

$$E = 4.44 f W B_m \cdot S_{jk} \cdot 10^{-8} \text{ 伏}$$

代入 $f = 50$ 赫，则每伏匝数为

$$W_o = \frac{W}{E} = \frac{10^8}{4.44 f B_m \cdot S_{jk}} = \frac{4.5 \times 10^8}{B_m \cdot S_{jk}} \text{ 匝/伏}$$

各个线圈的匝数，等于每个线圈的电压乘以每伏匝数，但需考虑到内阻抗压降 ΔU 的影响。可认为各个线圈的匝数： $W_1 = U_1 (1 - \Delta U\%) W_o$ ， $W_2 = U_2 (1 + \Delta U\%) W_o$ ， $W_3 = U_3 (1 + \Delta U\%) W_o$ ……变压器容量愈小， ΔU 愈大，容量愈大，则 ΔU 愈小。一般可取 ΔU 为 2—5。

(四) 导线如何选择

在已知流过导线的额定电流 I 后，若选定导线的允许电流密度 j ，则

$$I_n = jS = j(\pi d^2/4)$$

因此导线直径 $d = \sqrt{4I_n/\pi j}$

若 $j = 2.5$ 安/毫米²，则 $d = 0.7\sqrt{I_n}$ ；

$j = 3$ 安/毫米²，则 $d = 0.65\sqrt{I_n}$ 。

计算出 d 后，再根据电磁线线规表选择线径与其相近的标准导线，并查出连同绝缘的直径 d' 。小变压器都用漆包线，只是在漆包线的线径不够大时，才采用纱包线或其他线。

(五) 线包在窗口放得下吗

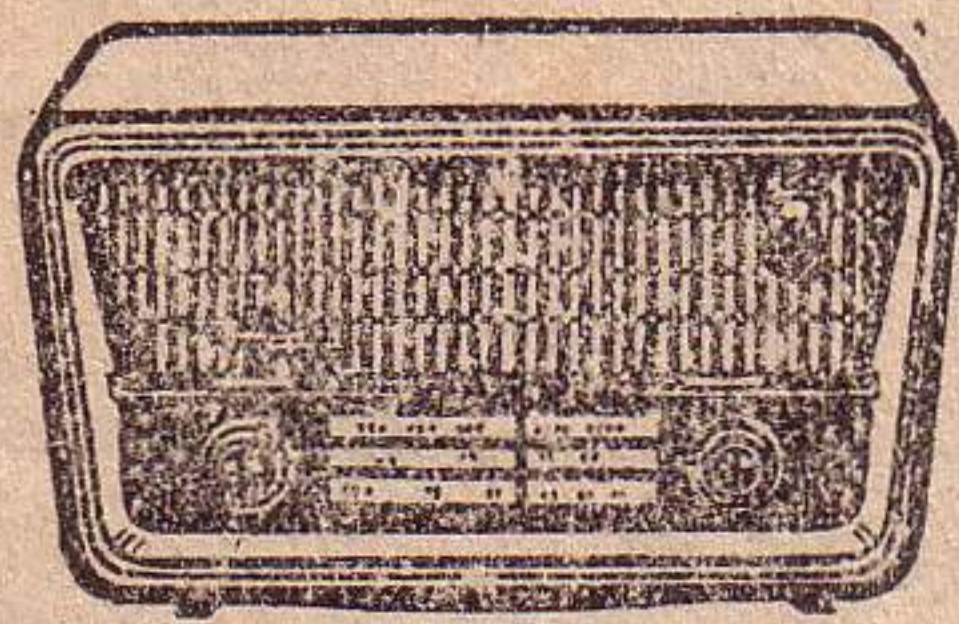
变压器各个线圈的绕法见图 3。先绕初级圈，在初级圈外面再绕次级圈，在同一线圈的每层之间以及各个线圈之间，均需绕上绝缘层。

在铁心型号选定后，窗口高度 h 已经知道，因此绕制线圈的框架的长度也就等于 h 。为避免导线与铁心相碰，在线圈框架两端需各留出约 5% 不绕线，因而框架的有效长度为 $0.9h$ 。

根据 $0.9h$ 长度及每个线圈所用导线

表 2

编号	项目名称	利用公式及计算数值
1	高压线圈电压有效值 U_2	$U_2 = (2 \sim 2.2) U_o = 480$ 伏 (选定系数 2.2)
2	高压线圈电流有效值 I_2	$I_2 = (1 \sim 1.2) I_o = 90$ 毫安 (选定系数 1.2)
3	变压器输出功率 P_{II}	$P_{II} = 0.7 U_2 I_2 + U_3 I_3 + U_4 I_4 = 45.29$ 瓦
4	变压器初级功率 P_I	$P_I = P_{II} / \eta_T = 50.2$ 瓦 (取 $\eta_T = 0.9$)
5	初级电流 I_1	$I_1 = (1.1 \sim 1.2) \frac{P_I}{U_1} = 0.273$ 安 (系数取 1.2)
6	窗口截面积与铁心截面积乘积 $S_o \cdot S_{jk}$	$S_o \cdot S_{jk} = \frac{14400}{B_m} P_{II} = 59.2$ 厘米 ⁴ , (取 $B_m = 11000$ 高斯)
7	窗口计算截面 S_o	$S_o = \sqrt{\frac{14400}{B_m} P_{II}} = 7.7$ 厘米
8	选定铁心标准型号 (依附表 1)	GE-26 $L = 94$ 毫米 $H = 81$ 毫米 $h = 47$ 毫米 GI-26 $L_1 = 17$ 毫米 $L_o = 26$ 毫米 $L_2 = 17$ 毫米 $S_o = 7.99$ 厘米 ²
9	铁心截面积 S_{jk}	$S_{jk} = \frac{14400}{B_m \cdot S_o} P_{II} = 7.42$ 厘米 ²
10	铁心厚度 B	$B = S_{jk} / 0.9 L_o = 3.18 \approx 3.50$ 厘米
11	校验	$B/L_o = 1.345$ 可以。
12	铁心实际截面积	$S_{jk} = L_o \times B \times 0.9 = 8.2$ 厘米 ²
13	每伏匝数 W_o	$W_o = \frac{4.5 \times 10^8}{B_m \times S_{jk}} = 5$ 匝/伏
14	初级绕组匝数 W_1	$W_1 = U_1 (1 - \Delta U\%) W_o = 1070$ 匝 (取 $\Delta U = 3$)
15	次级线圈绕组匝数	$W_2 = U_2 (1 + \Delta U\%) W_o = 2470$ 匝 $W_3 = U_3 (1 + \Delta U\%) W_o = 33$ 匝 $W_4 = U_4 (1 + \Delta U\%) W_o = 33$ 匝
16	各绕组导线计算直径	$d_1 = 0.65\sqrt{I_{n1}} = 0.34$ 毫米 $d_2 = 0.65\sqrt{I_{n2}} = 0.195$ 毫米 $d_3 = 0.65\sqrt{I_{n3}} = 0.53$ 毫米 $d_4 = 0.65\sqrt{I_{n4}} = 0.87$ 毫米
17	选定导线直径 (按线规表)	$d_1 = 0.355$ $d_1' = 0.394$ (漆包线外径) $d_2 = 0.200$ $d_2' = 0.228$ $d_3 = 0.500$ $d_3' = 0.546$ $d_4 = 0.900$ $d_4' = 0.962$
18	各线圈每层匝数及层数	$W_1' = 0.9h/d_1' = 107$ $D_1 = W_1/W_1' = 10$ 层 $W_2' = 0.9h/d_2' = 185$ $D_2 = W_2/W_2' = 13.4 = 14$ 层 $W_3' = 0.9h/d_3' = 77.5$ $D_3 = W_3/W_3' = 1$ 层 $W_4' = 0.9h/d_4' = 41$ $D_4 = W_4/W_4' = 1$ 层
19	初级线圈线包厚度 (计及隔离层)	$C_1 = D_1 (d_1' + \beta) + r = 5.26$ 毫米 ($\beta = 0.05$, $r = 0.82$)
20	次级线圈厚度	$C_2 = D_2 (d_2' + \beta) + r = 4.25$ 毫米 ($\beta = 0.05$, $r = 3 \times 0.12$) $C_3 = D_3 (d_3' + \beta) + r = 1.02$ 毫米 ($\beta = 0.12$, $r = 3 \times 0.12$) $C_4 = D_4 (d_4' + \beta) + r = 1.442$ 毫米 ($\beta = 0.12$, $r = 3 \times 0.12$)
21	线包总厚度	$H = 1.2(\beta_o + C_1 + C_2 + C_3 + C_4) = 16.3$ 毫米 $< L_1 = 17$ 毫米 ($\beta_o = 1.5$)
22	结论	校验结果 $H < L_1$ ，故可用，但必须注意绕紧。



“飞乐”261-A 交流六灯收音机

· 孟 津 ·

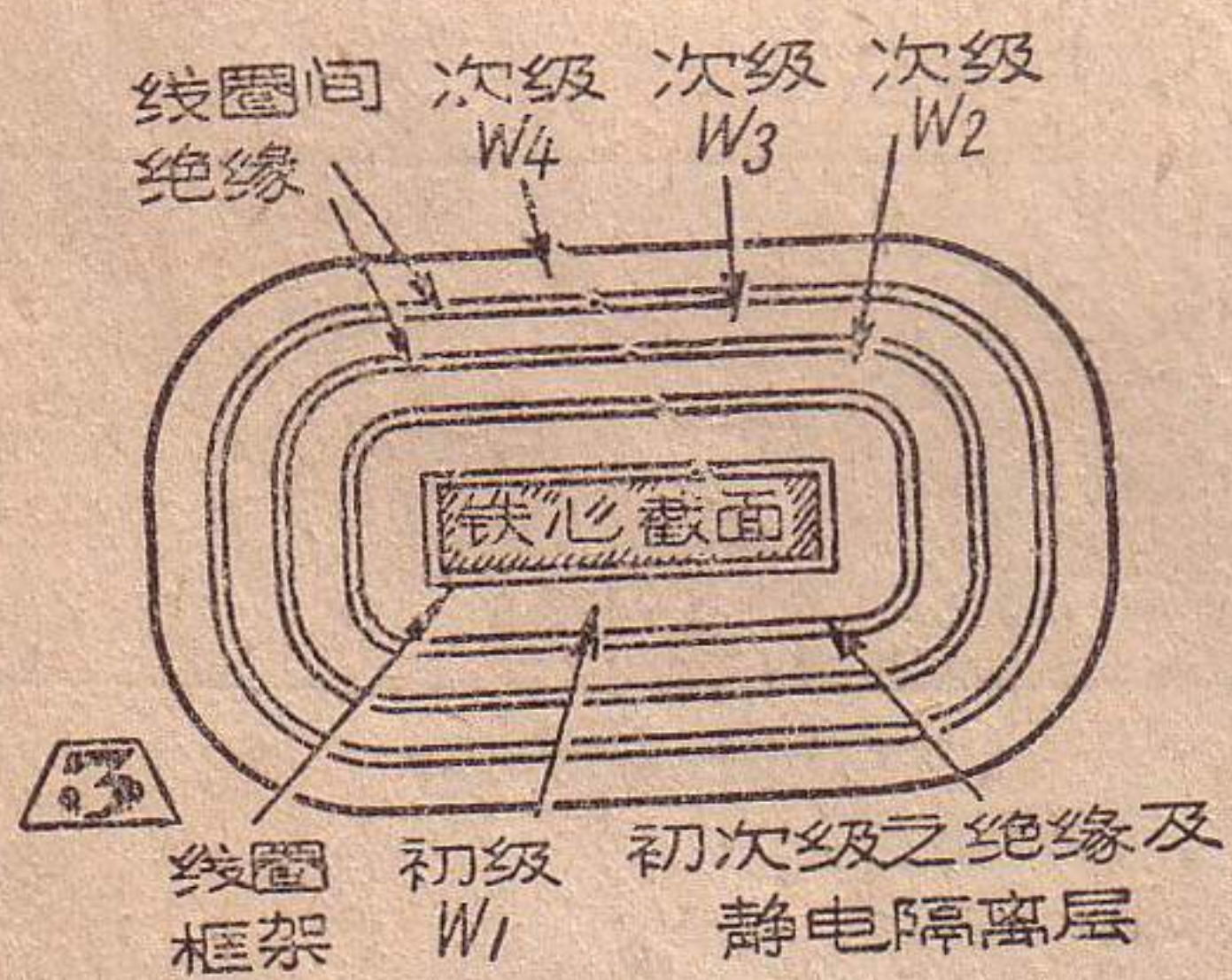
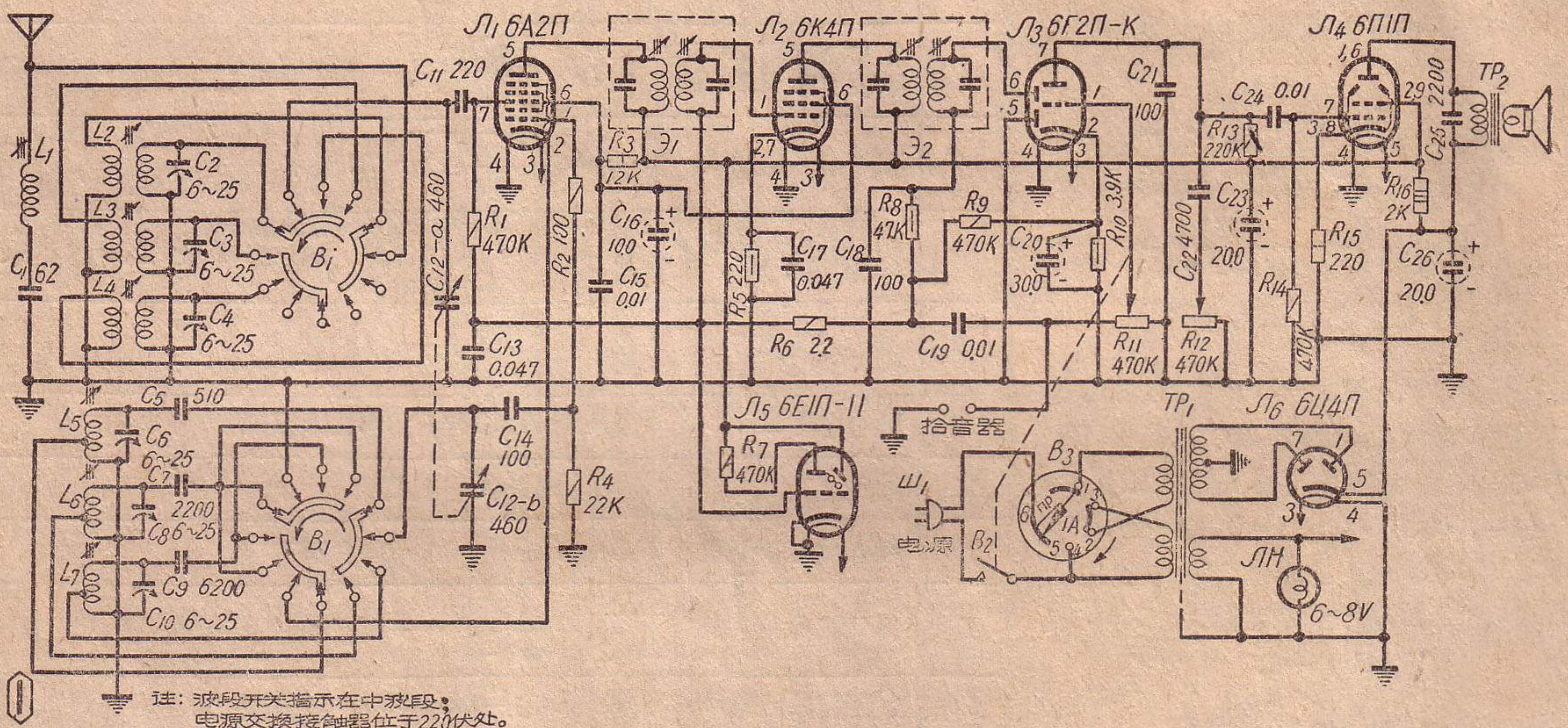
上海无线电二厂生产的“飞乐”261-A 型交流六灯三波段超外差式调幅收音机，小巧玲珑、外型美观，机箱设计有好几种颜色，以适合用户的不同喜好。该机各项零件与整机性能都经过严格的测试和检验，因

此结构牢固，电性能稳定，在去年10月第三届全国广播接收机评比中荣获一等奖。

一、工作原理简述

本机采用超外差式电路（见图1）。

振荡部分每个波段均采用三点统调。用 6A2Π 电子管作变频；6K4Π 作中放；6Γ2Π-K 作检波、自动增益控制及音频电压放大；6Π1Π 作功率放大；6Ц4Π 作电源整；流 6E1Π-11 作调谐指示器。



直径、线圈匝数及绝缘布置，就可求出每个线圈厚度 C_i 。

用 W'_i 表示每层可绕匝数，下标 $i=1, 2, 3, \dots$ 以表示不同线圈，则

$$W'_i = 0.9h/d'_i,$$

需绕层数 $D_i = W_i/W'_{i0}$

因此每个线圈所占厚度为：

$$C_i = D_i(d'_i + \beta) + r$$

式中 β 为层间绝缘厚度， r 为线圈间绝缘厚度。

层间绝缘在导线直径小于 0.5 毫米时，可采用 0.05 毫米厚的电缆纸一层，当

导线直径大于 0.5 毫米时，则采用 0.12 毫米厚的电缆纸一层。若线径很小，则可采用 0.006~0.008 毫米厚的电容器纸二层。线圈间的绝缘 r ，在电压不超过 500 伏时，可采用 3 层 0.12 毫米厚的电缆纸。

在电源变压器中还经常在初级线圈与次级线圈之间加一层厚度为 0.05~0.10 毫米的薄铜箔或薄铝箔，组成隔离层。隔离层的作用是避免从初级进来的无线电干扰通过静电感应传到次级。隔离层对初级线圈及次级线圈的绝缘，和线圈间绝缘相同。在没有铜箔或铝箔的情况下，可以用接地的灯丝线圈兼作隔离层，但该灯丝线圈的层数最好为一层，否则效果不太好。另外用导线绕一层当作隔离层以代替铜箔也可以。但隔离层必须注意不能短路，即铜箔两头不能相接触，否则变压器就没有用了。隔离层连接铁心的接地线，可用多股绞线。

因此，在计算初级线圈的厚度时，还要包括隔离层及其绝缘的厚度。

线圈框架多用青壳纸作成，其厚度 β 为 1.5~2 毫米。

最后计算出的总厚度

$H = (\beta_0 + C_1 + C_2 + C_3 + \dots)(1.1 \sim 1.2)$ 必须小于铁心窗口宽度 L_1 ，式中 (1.1~1.2) 为安全系数。

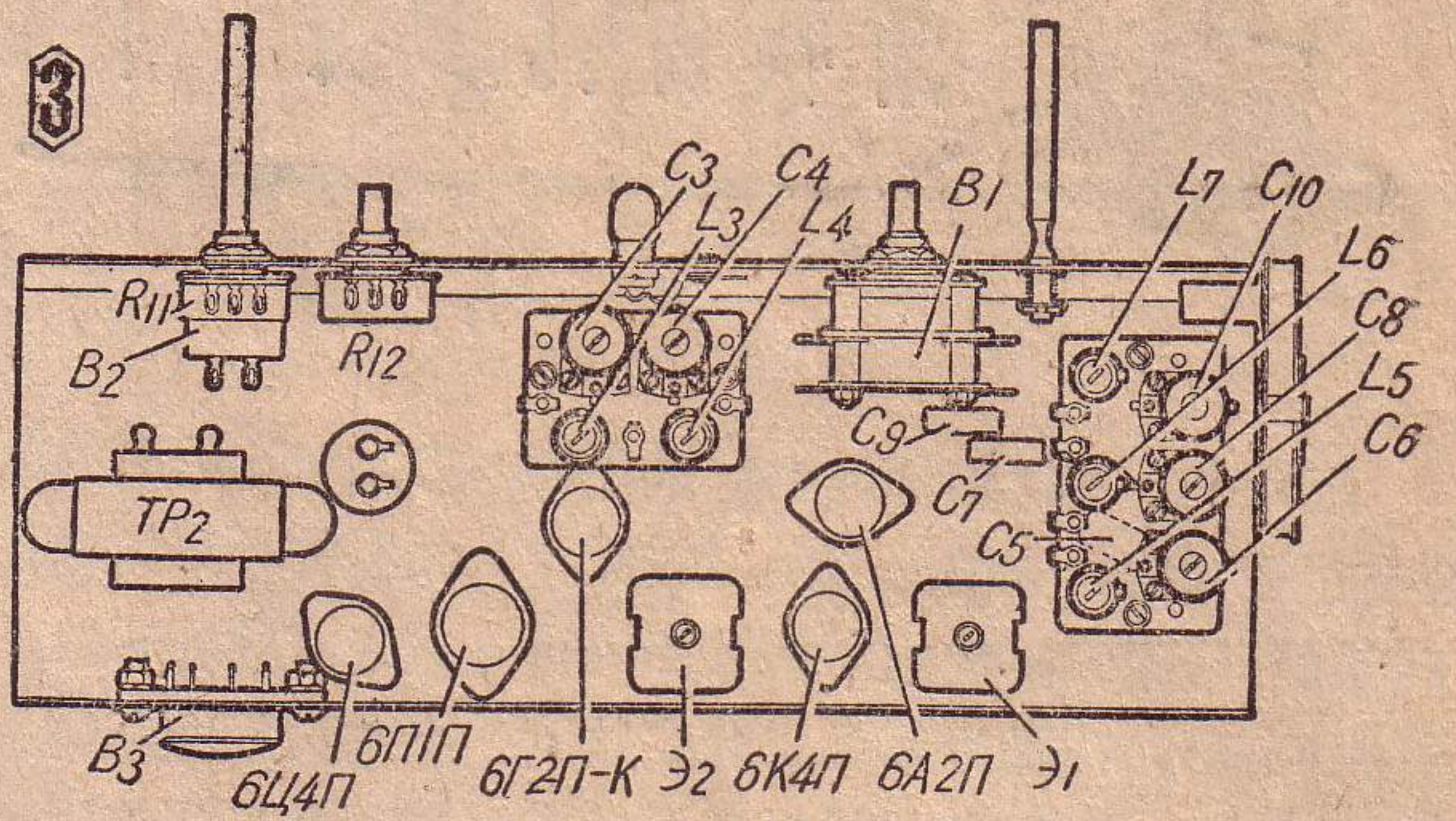
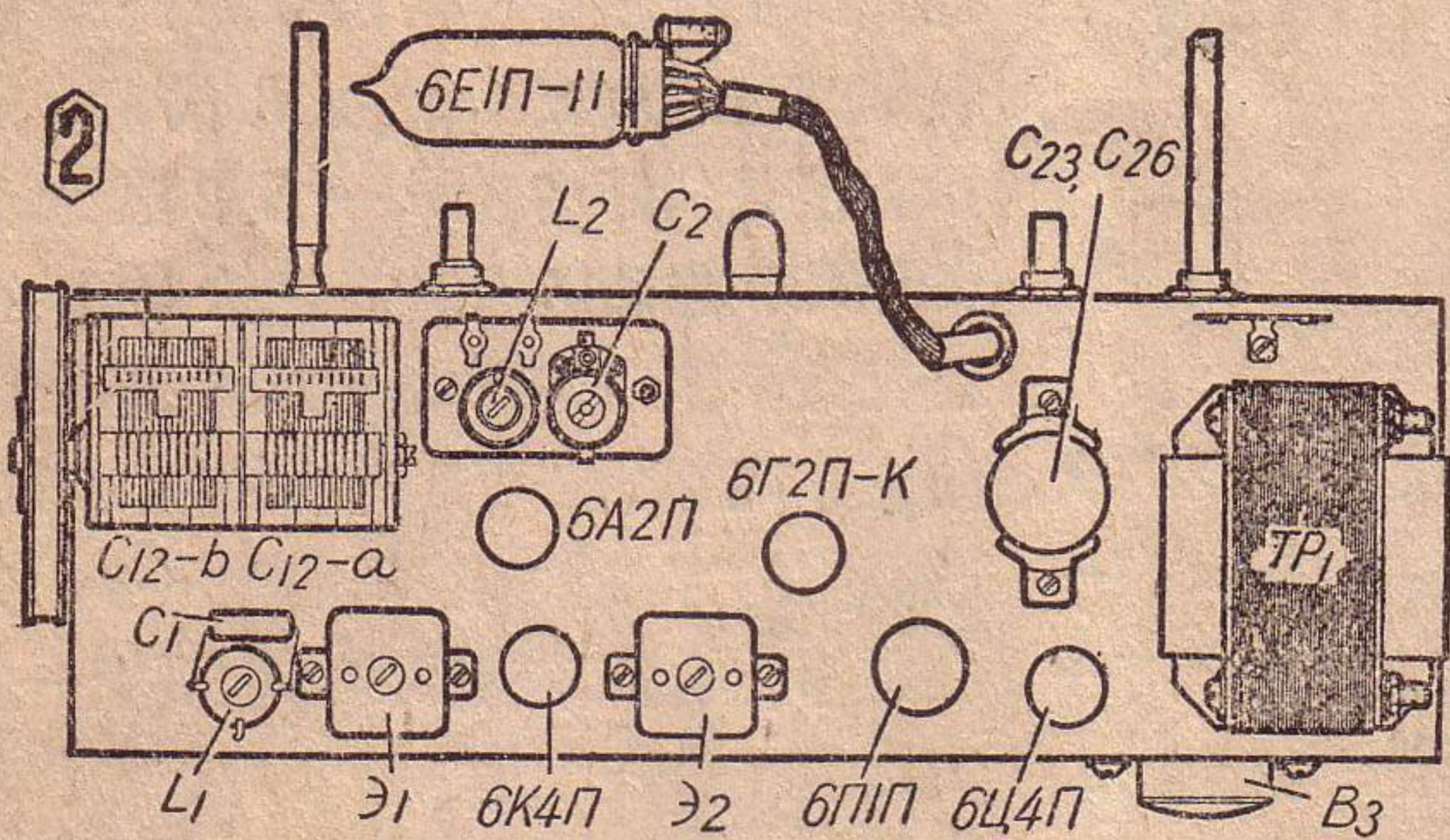
如果验算结果，发现窗口太大或太小，则可适当减小或增大铁心厚度，然后再进行计算，直到合适为止。

(六) 浸点漆，烘一烘

变压器在绕制时，不但要把绝缘垫平，导线排齐压紧，而且绕完以后，可以浸点漆，以加强绝缘，防止潮气。

浸了漆以后怎样烘干呢？可以把所有次级线圈短路，然后在初级串上一个两倍于变压器功率大小的灯泡，接到电源上，利用变压器本身的发热来烘干，当然要随时注意变压器的温度，别让它烧坏了。

最后让我们设计某五灯收音机所需电源变压器作为举例。假定电网电压为 220 伏或 110 伏，电网频率 50 赫，输出直流电压 $U_0 = 220$ 伏，直流电流 $I_0 = 75$ 毫安，灯丝线圈 $U_3 = 6.3$ 伏， $I_3 = 0.6$ 安； $U_4 = 6.3$ 伏， $I_4 = 1.8$ 安。它的计算方法和计算结果列在表 2 内。



音調控制採用連續式高音頻削減方式(图中的 C_{22} 及 R_{12})。本机採用110伏或220伏、50~100赫單相交流電源。

本机在電性能方面均超過局標三級機標準，能經受高溫、低溫、潮濕、振動、沖擊等環境考驗。在天線輸入電路中接有串聯式陷波器，以增加中頻波道衰減，阻止中頻頻率的干擾進入收音機。

高頻部分的接線和一些容易受振動的元件都加以妥善的緊固或用膠水固着于底板上，因此有效地防止了高頻機振。在6A2П和6K4П的帘柵極接入10微法和0.01微法退交連電容器，大大穩定了帘柵極電壓，顯著地降低了調幅交流聲。在輸出級陰極電路中還採用了電流負回授，以改善音質。

圖2、圖3分別為底板上、下各主要元件的排列位置圖。

在元件安排方面做到盡量縮短接線長度，以減小分布電容，節約銅線和附加零件。為了增加牢固度，0.05微法以上的電容器都加裝有固定夾。

本机採用飛樂4P6型100×160毫米高效率橢圓形揚聲器(1瓦、3.5歐)，不但提高了音質，而且使體積大為縮小。電源部分採用內藏保險絲(1安)的新式電源電壓變換插子，確保了安全和使用方便。更換保險絲時，可用鋁幣轉動膠木頂蓋，保險絲管在缺口處即能跳出，更換後可將頂蓋轉回到需要的電壓指示位置上。

二、主要特性指標

1. 波段：中波：515~1700千赫；短波1：2.2~7.2兆赫；短波2：6~20兆赫。
2. 靈敏度：中波在600、1000、1400千赫時分別為22、20、24微伏；短波在2.5、4、6、7、12、18兆赫時分別為28、24、26、50、52、58微伏。
3. 選擇性：偏調±10千赫處的衰減為36分貝。

4. 假象波道衰減：中波1600千赫為32分貝；短波6、18兆赫均為16分貝。

5. 中頻波道衰減：30分貝

6. 自動增益控制：輸入變化26貝時，輸出變化6分貝。

7. 拾音器插口靈敏度：130毫伏

8. 額定輸出功率：2伏安

9. 交流聲水平：-44分貝

10. 整機頻率特性：在150~3500赫範圍內聲壓不均勻度為14分貝，電壓不均勻度為6分貝。

11. 整機非線性失真：調幅度60%、額定輸出功率時，輸出聲壓的非線性失真係數在200~400赫內為8%；400赫以上為7%。輸出電壓的失真係數在200~400赫內為7%；400赫以上為5%。

12. 電力消耗：36瓦左右。

13. 機箱尺寸：360×200×190毫米。

14. 重量：5.5公斤。

三、使用說明

左方中心小旋鈕是帶電源開關的音量控制器；外套大旋鈕為音調控制器，向右

轉時為高音調，向左轉時為高音削減而突出低音。右方中心小旋鈕係作調諧電台之用；外套大旋鈕為波段開關，在該旋鈕旁邊注有三點標志：上點為中波；中點為短波1；下點為短波2。

使用電唱機時，可將拾音器插頭插入機後插孔中，同時應將電台調諧旋鈕轉到無電台信號處，以免干擾。當收音時須將拾音器插頭拔去，否則將影響收音。

四、調整

1. 頻率範圍調整：

頻 率	中 波		短 波 1		短 波 2	
	600 千赫	1400 千赫	2.5 兆赫	6 兆赫	7 兆赫	18 兆赫
調節元件	L_5	C_8	L_8	C_9	L_7	C_{10}

2. 靈敏度調整：

中波：低頻端調 L_2 的鐵心；高頻端調 C_2 。

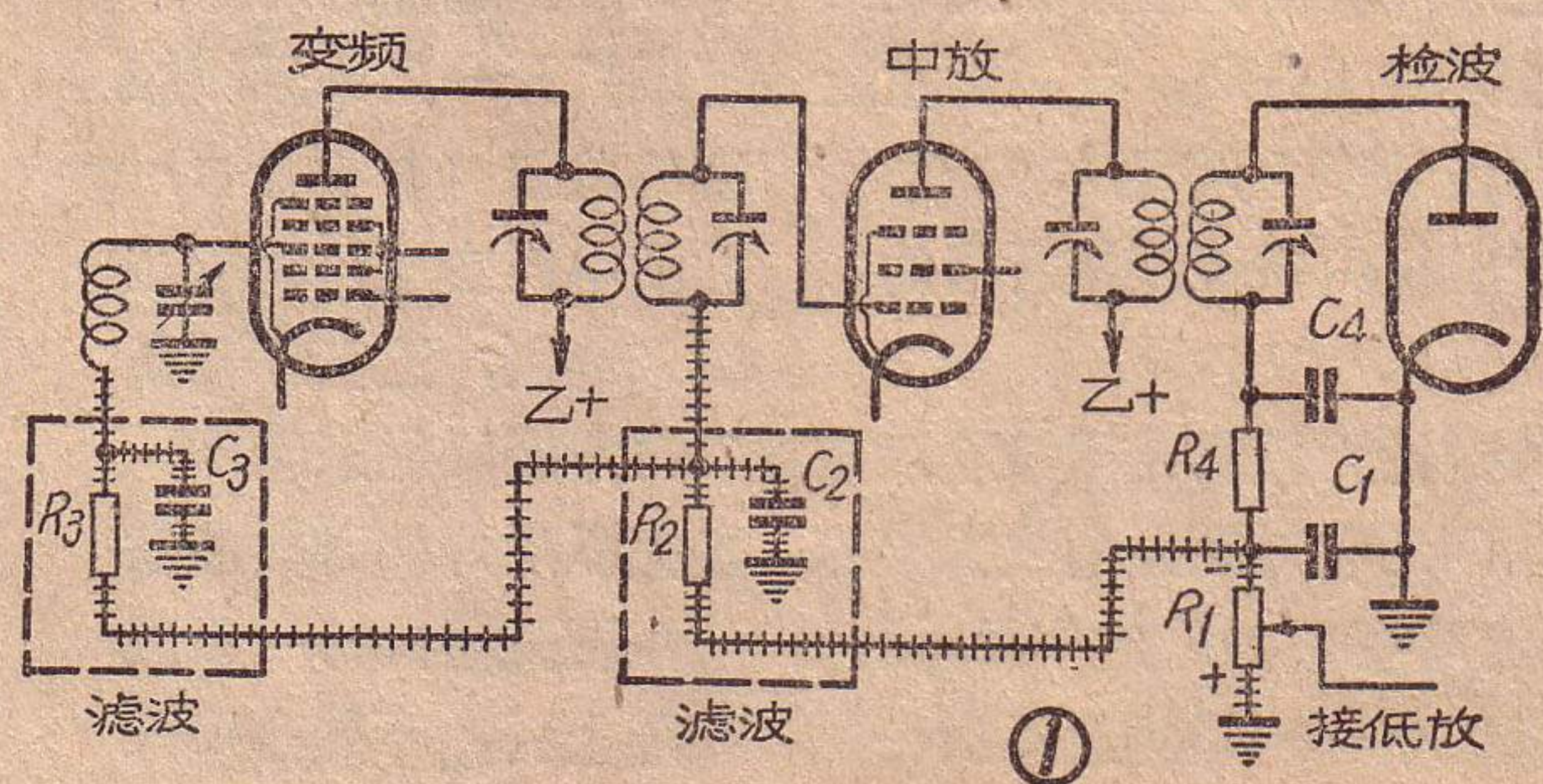
短波1：低頻端調 L_3 的鐵心；高頻端調 C_3 。

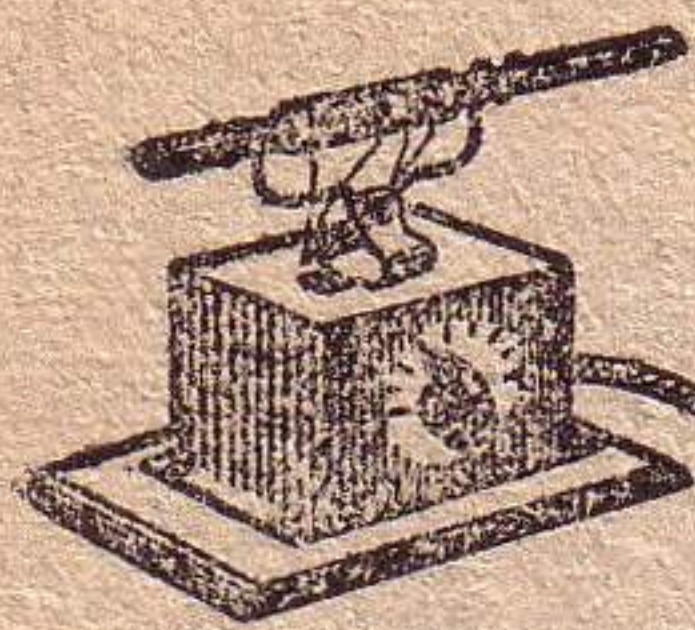
短波2：低頻端調 L_4 的鐵心；高頻端調 C_4 。

更正

1961年第6期“收音機的自動音量控

制電路”一文中，圖1自動音量控制回路的接線不應接地，而應改接到 R_1 與 R_4 之間，如下圖所示：





给收音机加装一个磁性天线

罗 鹏 搏

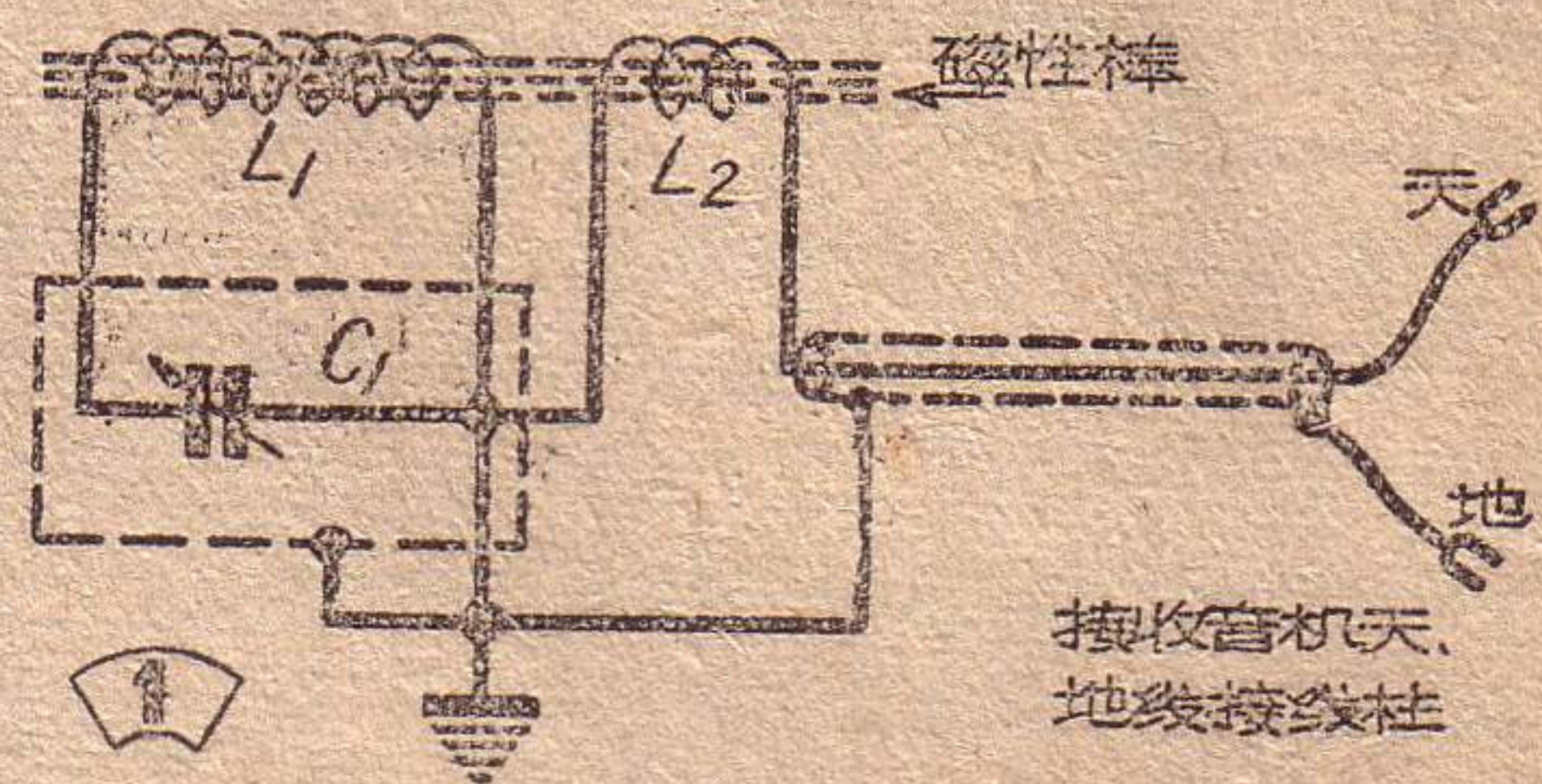
近年来一些比较好的收音机里都装有磁性天线。它的好处是能够减少干扰和环境杂声，使收音机发出的声音清晰好听。磁性天线是安装在收音机内部的。我们从收音机后盖板的孔缝里可以看到一根横架着的灰黑色圆棒，棒上缠着线圈，那就是磁性天线。磁性天线的工作原理和环状天线完全一样，但外形却比环状天线小了好多倍。我们都知道环状天线是具有很强的方向性的，同样，磁性天线也具有很强的方向性。也就是由于这种方向性的作用，能把某些方向来的信号排去，而把另一些方向的信号加强，从而产生去除干扰和杂音的作用。磁性天线对圆棒所指方向射来的电波感受性最弱，几乎完全收不到，而对圆棒两侧射来的电波感受最灵敏，收到的信号最强。譬如我们把一架收音机按东西方向横放着，使机内的磁性天线棒两端各指着正东方和正西方，那么这时在收音机的正东方和正西方的电台就几乎完全收不到；而正南方和正北方的电台却听得最响。利用这种方向性，我们在收音时适当移转收音机的位置，使磁性棒指着干扰和杂声最强的方向，就可获得减低或消除干扰的效果。一般小型收音机都是把磁性天线固定安装在机箱的后部，磁棒指着收音机的两侧，因此需要转动收音机机箱的位置来改变磁性天线的方向。在一些大型的高级收音机里，磁性天线是装在机箱内一个特制的可旋转方向的机构上，可利用机箱前面的旋钮来旋转磁性天线的方向，在刻度盘上还特别装有指示磁性天线方向的指针，可以看出机内磁性天线所指的方向来。

现在的磁性天线都是用铁淦氧磁棒来做的，因为它对高频电波的导磁率非常大，有增强磁力线的作用，因此用横截面积很小（一般的还不到一平

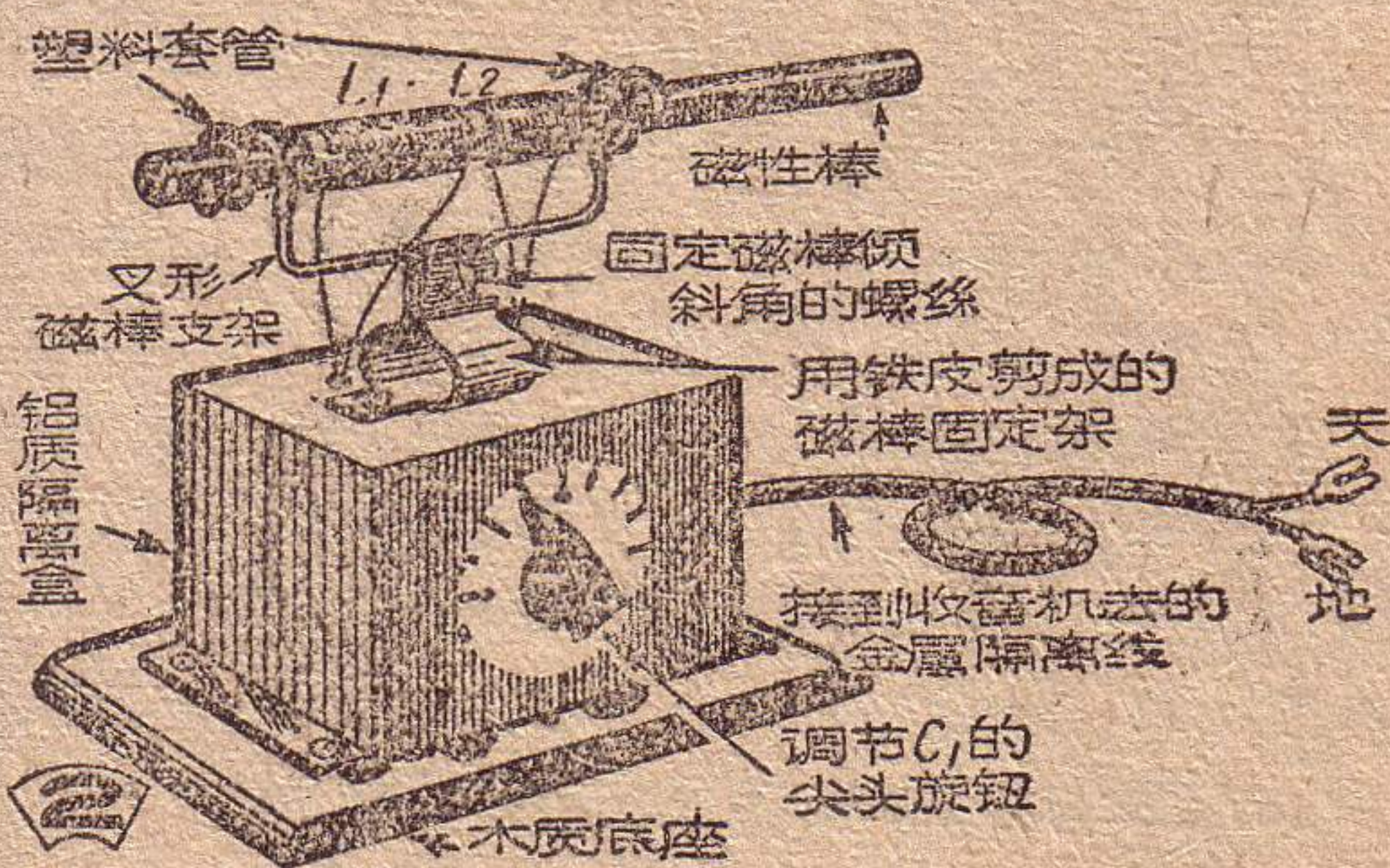
方厘米）的磁性天线就能够获得与大面积的环状天线相似的灵敏度。在一些老式收音机的后盖板上往往装有一个与盖板面积同样大小的环状天线，而现在只要使用一根十几厘米长，一厘米直径的圆棒形磁性天线就可代替了。磁棒的导磁率 μ 就相当于它能增加磁性天线实面积的倍数。例如，一根横断面积是一平方厘米的磁性棒，如果它的 μ 值是500的话，就相当于一个横断面积是500平方厘米的环状天线。从这比例倍数可以看出磁性天线的优越性来。为了使磁性棒的 μ 值能够高些，我们都把它做得很长，而且做成长杆形，使它能与更多的电波接触，从而增加它对无线电波的感度。假如我们用一架装有磁性天线的收音机和装着普通天线的收音机比较一下，就可显出装有磁性天线的收音机的杂音小得多。

这里介绍一种在已有的收音机上加装磁性天线的方法。一般成品收音机都是把中波段第一只电子管的栅极线圈直接绕在磁性棒上来构成磁性天线，我们也可以照样进行改装。但如果经验不足，做起来没有把握，最好还是另做一个附加的磁性天线。图1表示一种附加磁性天线的线路。磁性棒可采用市上常见的14厘米长，1厘米直径的圆形磁棒，线圈最好用7股或9股0.1毫米的编织线来绕制，以获得较高的灵敏度。如果买不到编织线的话，可以拆开一只旧天线线圈的次级（栅极线圈）或旧中周变压器里的线圈来绕制，这些线圈多半是用编织线来绕的，绕完以后焊接时要注意使多股线里的每一股线都焊上锡，不然会降低

灵敏度。如果实在找不到编织线的话，那也可以用普通的0.32毫米直径的漆包线或漆包线来代替。绕的方法是从距离磁棒一端2厘米处开始绕调谐回路线圈 L_1 ，大约绕45圈光景。然后在距 L_1 末端5毫米处绕交连线圈 L_2 ，可用同样线绕10圈。绕线圈的方法和绕变压器差不多，先在磁棒上准备绕线圈的部位裹上一层黄腊绸或腊纸，每只线圈的起端和末端都用小黄腊绸条收紧，以免松散，



最好在绕完以后把整个线圈在腊绸里浸一下，就更不容易散脱了。 C_1 是一只普通收音机用的单连可变电容器，最大电容量360微微法。电容器安装在一个铝质隔离盒里，盒下装有一个木制底座，磁性天线则安装在装电容器的铝盒上面，装成后的外观见图2。固定磁棒的方法是用一段硬铁丝弯成小叉，叉的两端套了塑料套管（防止短路）卷绕在磁性棒上。铁丝叉下部用铁皮夹固定在铝质隔离盒上面，在调节磁棒的倾斜角时，可把铁皮夹上的固定螺丝放松，待调好以后再旋紧，就得到合适的倾角了。使用的时候是把 L_2 的两端用金属隔离线直接连接到收音机的天线和地线接线柱上，隔离线要尽可能短些。外圈的金屬隔离层一端与收音机的金属底板相接，另一端与磁性天线的铝质隔离盒、可变



电容器 C_1 的动片组等相接。这样就可用磁性天线来代替一般的天线了。调节方向的时候可转动磁性天线木底座的位置使干扰声音降到最小或消灭。这种磁性天线消除干扰的效果比较好，因为它可以先水平地旋转使干扰声减到不能再小以后，再在这个方向上改变磁棒的倾角，就可使杂声完全消除，往往很强的杂声也能消除掉，这是一般装有固定磁性天线的收音机不及的地方。

这里需要说明，磁性天线的主要

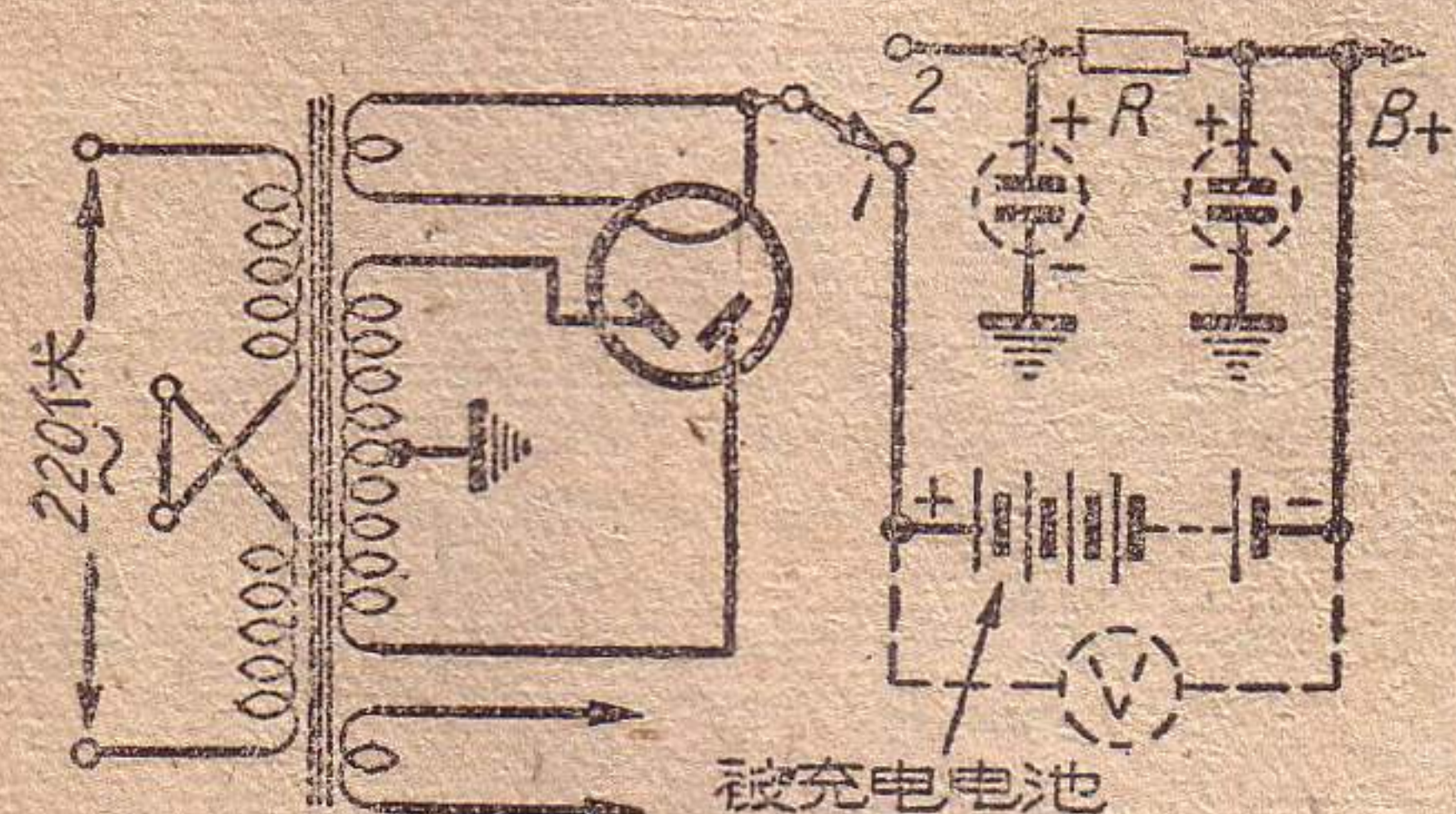
功用是在去除自一定方向射来的外来干扰或杂声，但灵敏度非常差，比在收音机背后拖一根一米长的短天线还要差得多。如果有特别需要，可以在附加磁性天线盒内另添加一级高频放大器，以提高灵敏度，但一般收音机灵敏度已足够，这样做不必要。磁性天线或环状天线的方向性是在最弱信号的方向比较尖锐，也就是稍微转一下就收不到信号，而在最强信号的方向倒并不尖锐，在很大的角度范围内都能收到信号。因此使用这种天线时，

为了使收音机在有效地压低干扰的情况下能得到尽可能强的电台信号，可临时拖一根短天线或用手指触在收音机的天线柱上，当调准到所要收听的电台以后，再把这临时天线脱开，换接上磁性天线，调节磁性天线的调谐电容器 C_1 ，使所收的声音增大到最响。然后再调节磁棒的方向角和倾角，把干扰减到最小。由于在磁性天线里增加了一组调谐回路，所以收音机的选择性也比不加磁性天线时有了改善。

用收音机充乙电

我用普通五灯交流收音机给积层式电池(90, 45, 22.5伏的电池都行)充电，只需用一只电压表，操作简便。

充电电路：在收音机滤波电阻 R (或扼流圈)一端加一个单刀双掷开关，如图联好。开关扳到1用来充电，



扳到2用来收音。如果收音机用的是励磁喇叭，直接把接励磁圈的线换接在被充电的电池上即可。

充电方法：电路接好后，接通电源充电。这时用电压表并联于电池两端测量，电压在一百伏以上。每隔半小时测量一下，会发现电压一直在下降，等降到和原来电池电压相同时(如果被充电电池原为90伏，这时电压表指数也是90伏)，即关闭收音机。如果这时电压不急速下降，充电就完毕，否则继续充电。

充电过程中可能出现的情况：(1)一直保持初始电压，则该电池不可充电；(2)电池充好后电压下降极快，这种电池多充几次即可恢复；(3)充

电后电压可能高一些，放置几小时自行低落；(4)充电次数很多的电池，电压较原电压低一些。

注意事项：(1)电池充电时温度升高，用手摸感到很热时，需关闭电源，待变冷后再充；(2)电池正极应接充电端正极，负极接充电端负极，切不可接错。辨别充电端正负的方法，是把接电池的两根导线放入盐水中，通电后周围出气泡多的那根导线是负极；(3)只在测量电压时与电池并联接入电压表。

(陈锦龙)

怎样切割玻璃?

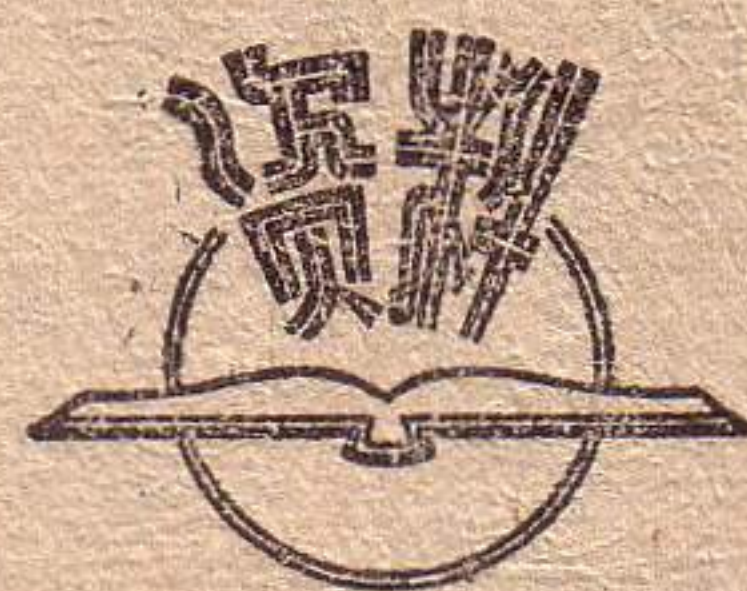
当我们装收音机或自制仪表时，往往希望装上一块玻璃面板。但怎样才能把玻璃切割成所需要的形状呢?下面介绍一种简便的方法。

准备一把剪刀，一块布，一些石蜡(或沥青、火漆)，一个火炉，一把钢锉，一盆水。然后按下述步骤进行：

1. 把布按所需要的玻璃面板的形状剪裁，剪同样的两块；
2. 把石蜡在火炉上溶化后，放入剪好了的布，待布已沾满石蜡就可把布取出；
3. 趁布上石蜡未凝固，迅速把布贴在玻璃上，一面贴一块，注意对齐、贴牢。如果贴不牢，可用烙铁或在火炉上烤热，用手轻轻压几下；
4. 冷却后把贴好布的玻璃放入水

盆中，用剪刀在水中慢慢地沿布的边沿剪开，请放心，这时玻璃不会碎裂；

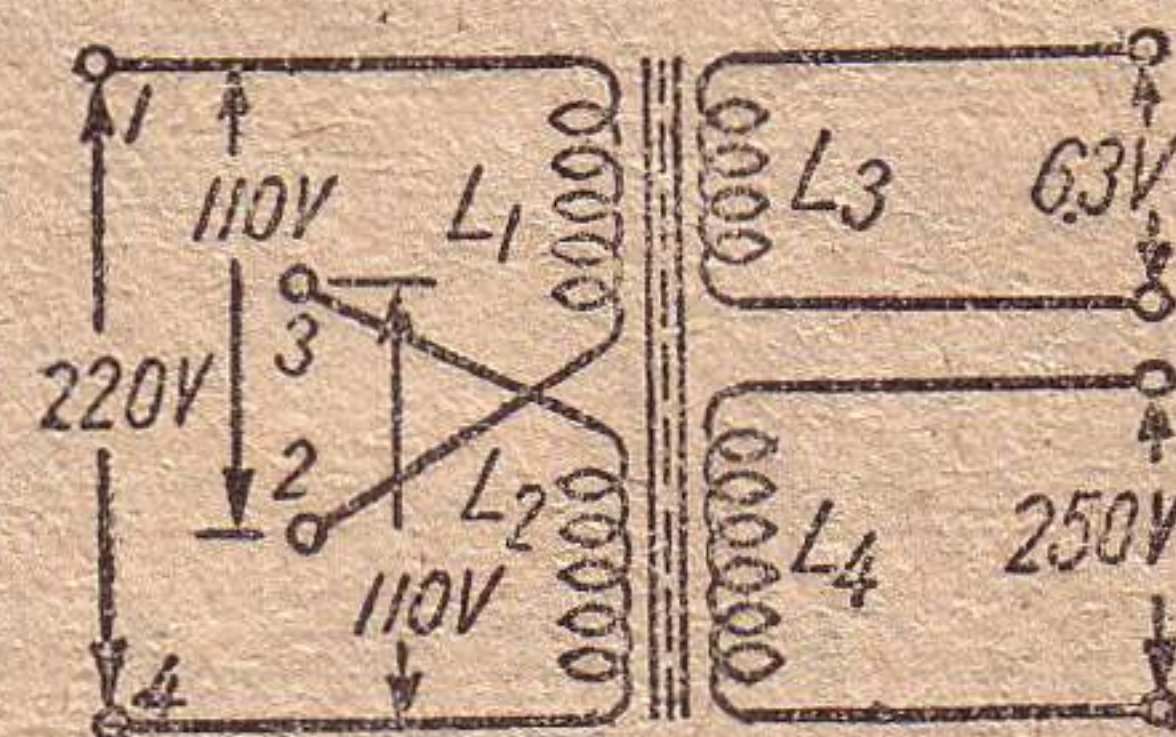
5. 剪好后如边沿不齐，可用锉刀在水中锉齐。最后取出玻璃将布揭去，就做成所需要的玻璃面板了。(洪重光)



三灯收音机电源变压器绕制数据

铁心截面积(中央条宽度×叠厚)：9平方厘米。

初级线圈 L_1 和 L_2 ：用直径0.28毫米漆包线各绕660圈。用在220伏电源时，2与3相连，1、4端接到电源；用在110伏电源时，1、3相连做一端，2、4相连做另一端，接到电源。



次级高压线圈 L_4 (250伏，65毫安)：用直径0.18毫米漆包线绕1650圈。

次级灯丝线圈 L_3 (6.3伏，1.5安)：用直径0.8毫米漆包线绕38圈。

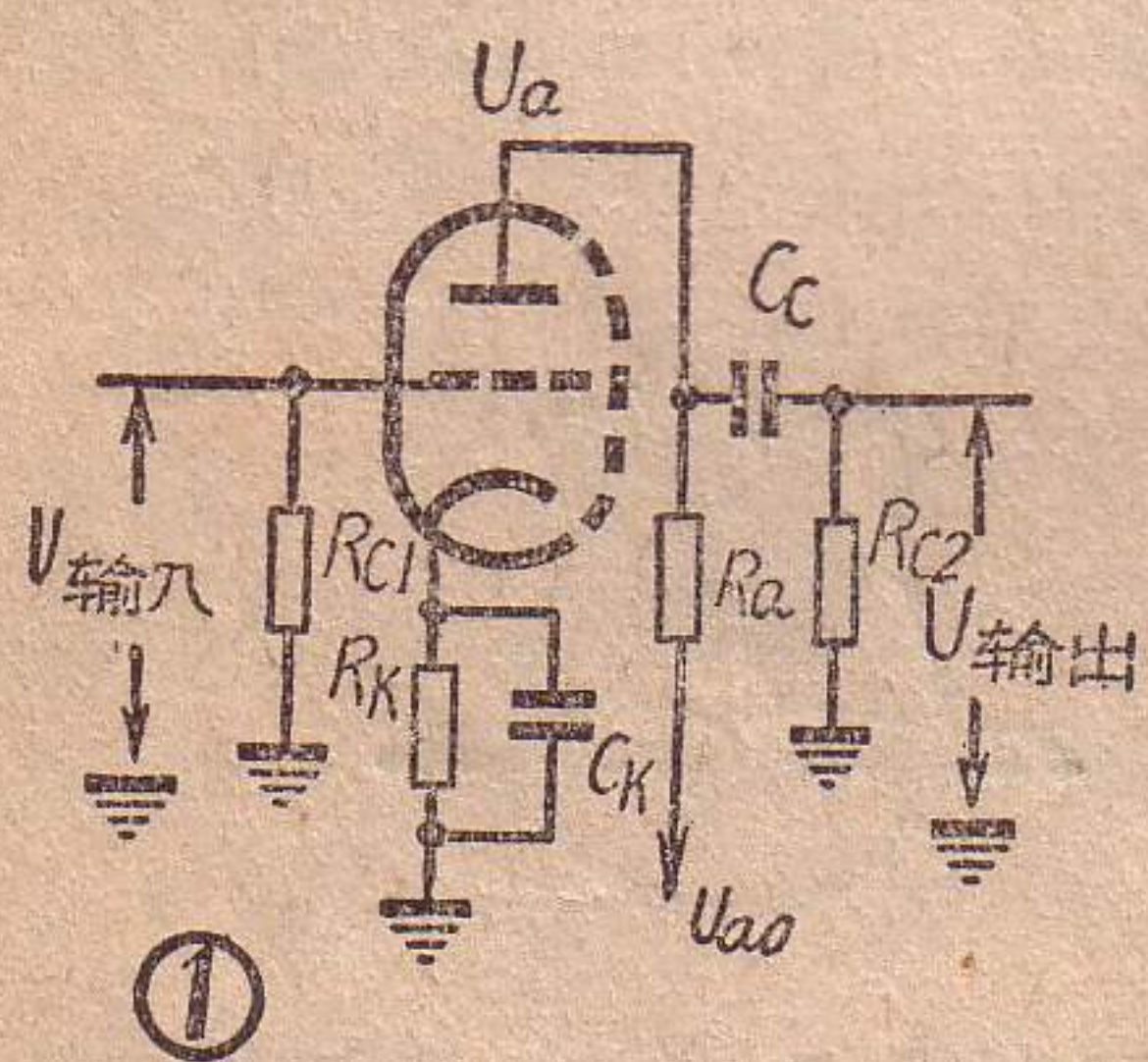
收音机低频电压放大器的设计

俞锡良

收音机的低频电压放大器也叫做“前级电压放大器”。它的任务是将检波器输出的音频信号的电压放大到足够的振幅，来推动末级功率放大器。

一、放大倍数的确定

前级电压放大器应有足够的放大倍数，以达到整个低频放大器所需要的灵敏度。此外，还要求频率特性均匀，以及放大后的信号不失真等。



灵敏度是以使输出变压器次级输出额定功率时从低频放大器输入端所需要的电压来表示，并以频率400赫时的数值为准。灵敏度的高低应同时满足收音机和使用电唱机的需要。一般电唱机晶体拾声器的输出电压大都为0.1~0.3伏，比收音机检波器输出的电压要小。所以灵敏度主要是根据电唱机输出电压来决定，并称为“拾声器插口灵敏度”。按规定输入电压不应大于0.25伏，一般都设计在0.1~0.2伏之间。

三极管（五、六管机）的额定功率为0.5伏安；一级机为2伏安。计算灵敏度即以此为准。例如扬声器阻抗为3.5欧，则0.5伏安时相应的电压 $V = \sqrt{P_0 R} = \sqrt{0.5 \times 3.5} = 1.32$ 伏。而末级放大器连输出变压器在内的放大倍数约为0.5倍左右，末级栅极所需要的电压，也就是前级电压放大器所输出的电压应为 $\frac{1.32}{0.5} = 2.6$ 伏。设灵敏度设计在0.1伏，则前级电压放大倍数就需要 $\frac{2.6}{0.1} = 26$ 倍左右，但通常还要加6分贝左右的负反馈，即电压放大

倍数还要再增加一倍，才能达到0.1伏灵敏度，所以共需要 $26 \times 2 = 52$ 倍左右。对这样的放大倍数，我们只要用一只高放大因数（高 μ ）三极管就可以达到，故三级机里前级电压放大器通常只有一级；而一级机因额定输出功率较大，同时音调控制器较为复杂，需要一定的增益来抵偿，所以常用两级高 μ 三极管放大，或一级五极管放大，前一种用法较普遍。

目前低频电压放大级普遍采用双二极管—三极管复合管（如6Г2П-K等）和双三极管形管（如6H2П等）。本文主要就讨论这类高 μ 三极管的设计问题。

二、放大电路的分析

前级电压放大器一般多采用电阻电容耦合式电路，并用在甲类放大工作状态，其线路如图1。

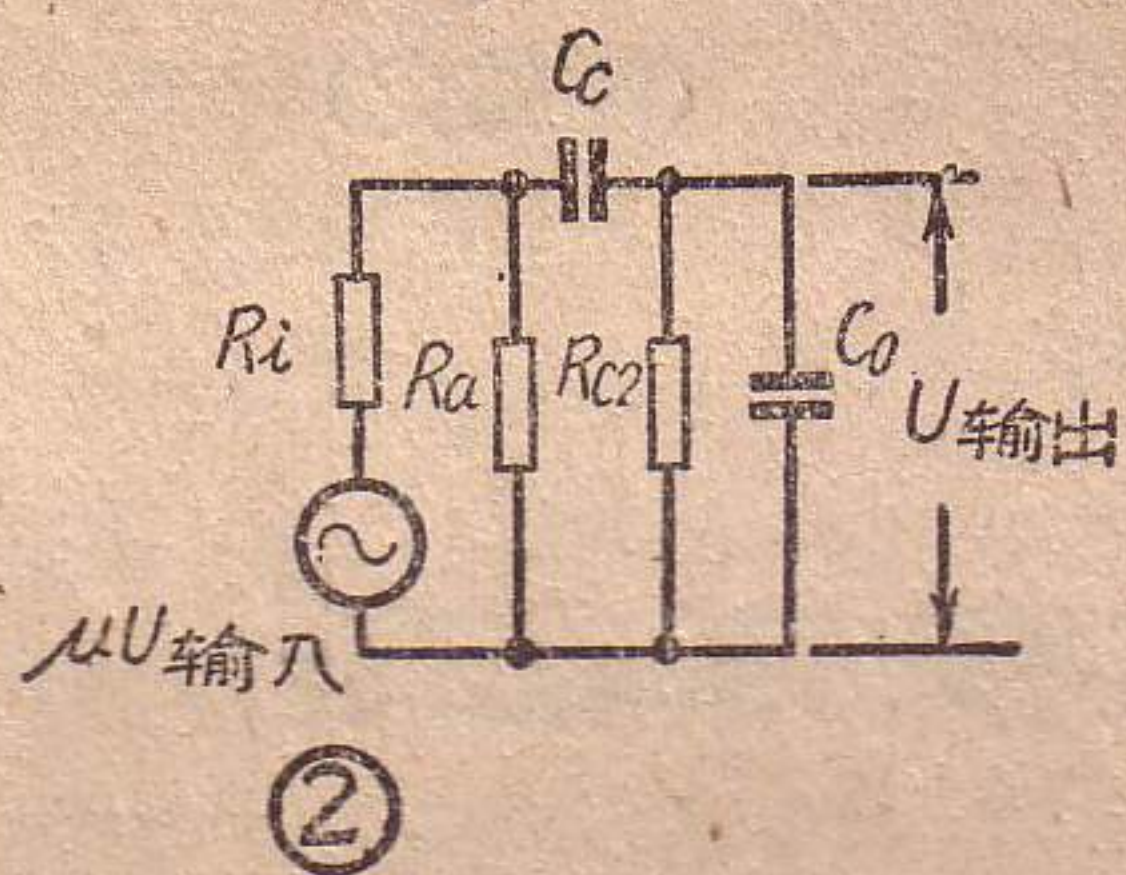
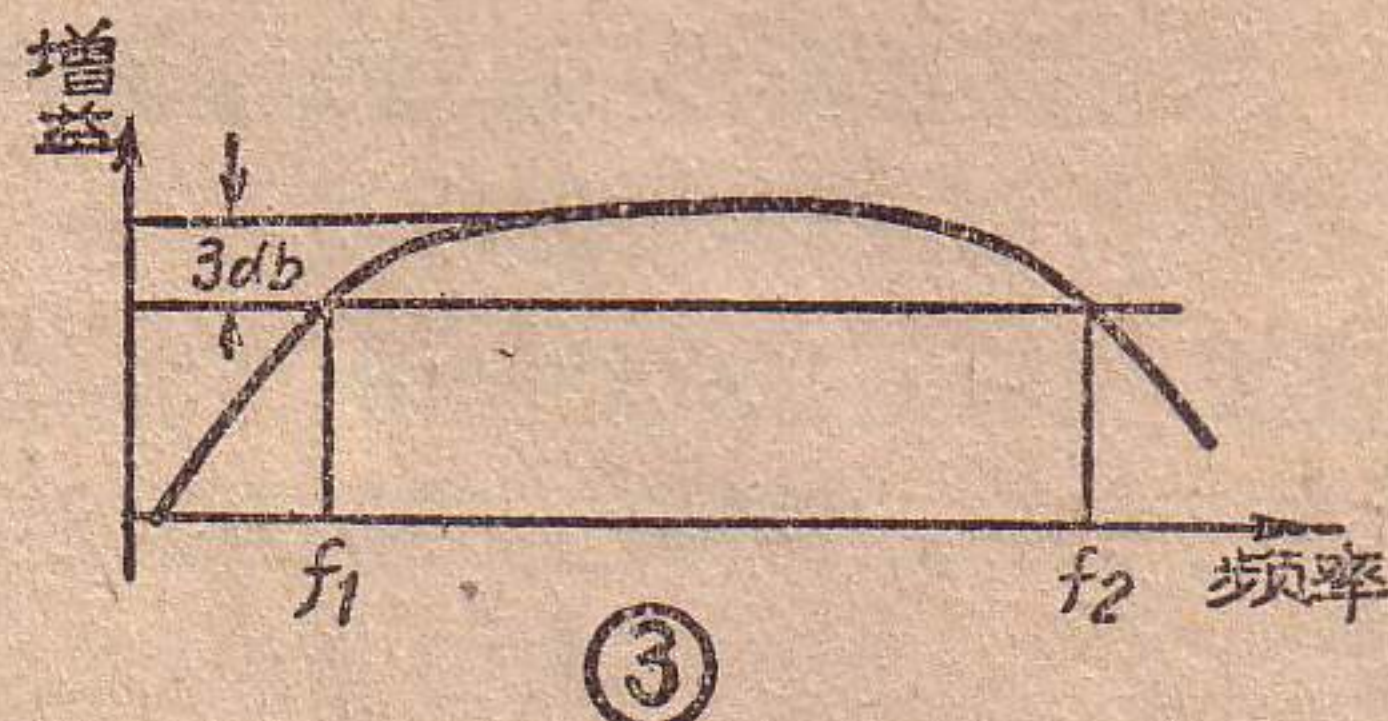


图1。对交流成分来说，又可画成图2的等效电路。其中以 $\mu U_{\text{输入}}$ 代替输入信号电压 $U_{\text{输入}}$ ； R_i 是电子管内阻； C_0 为本级输出电容、下级输入电容和接线分布电容的总和， C_0 比 C_c 要小得多。输出电压 $U_{\text{输出}}$ 由 C_0 两端取出。这时放大倍数为：



$$K = \frac{U_{\text{输出}}}{U_{\text{输入}}}$$

在整个频率范围内，放大器的 K （或是说增益）是不一样的。当频率逐渐低时， C_c 的阻抗逐渐增大，其上电压降增大， R_{c2} 上的电压降减小，因

此输出电压就逐渐降低。当频率渐高时， C_0 的旁路作用变得显著，增益也逐渐下跌，只有在中间约在200~3000赫的一段频率范围内 C_c 的阻抗很小， C_0 的阻抗很大，都可以忽略不计，放大器的频率特性曲线才是平坦的，如图3所示。一般以增益下降3分贝处的频率 f_1 和 f_2 之间的一段频带，称为放大器的“通频带”。此时

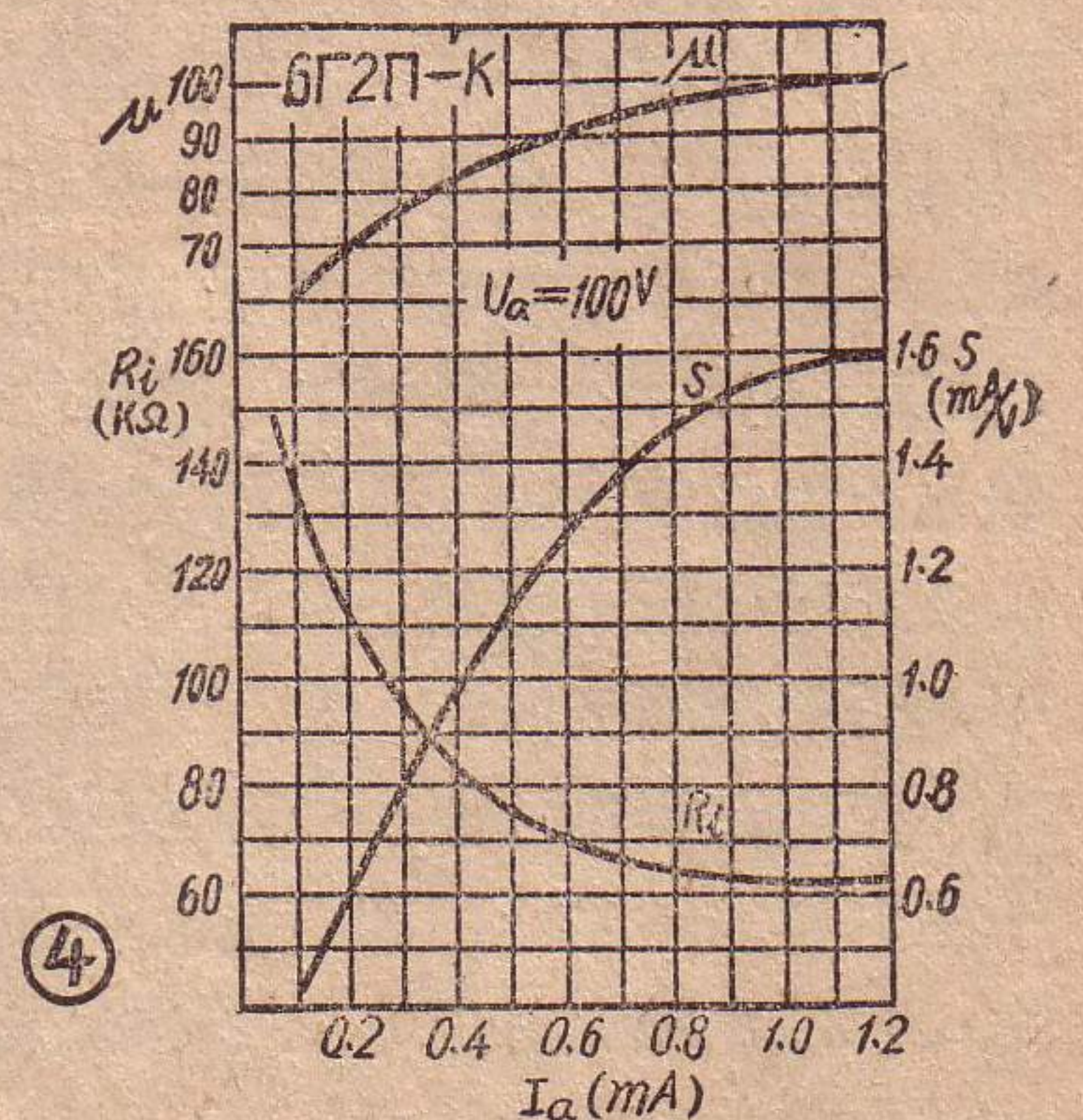
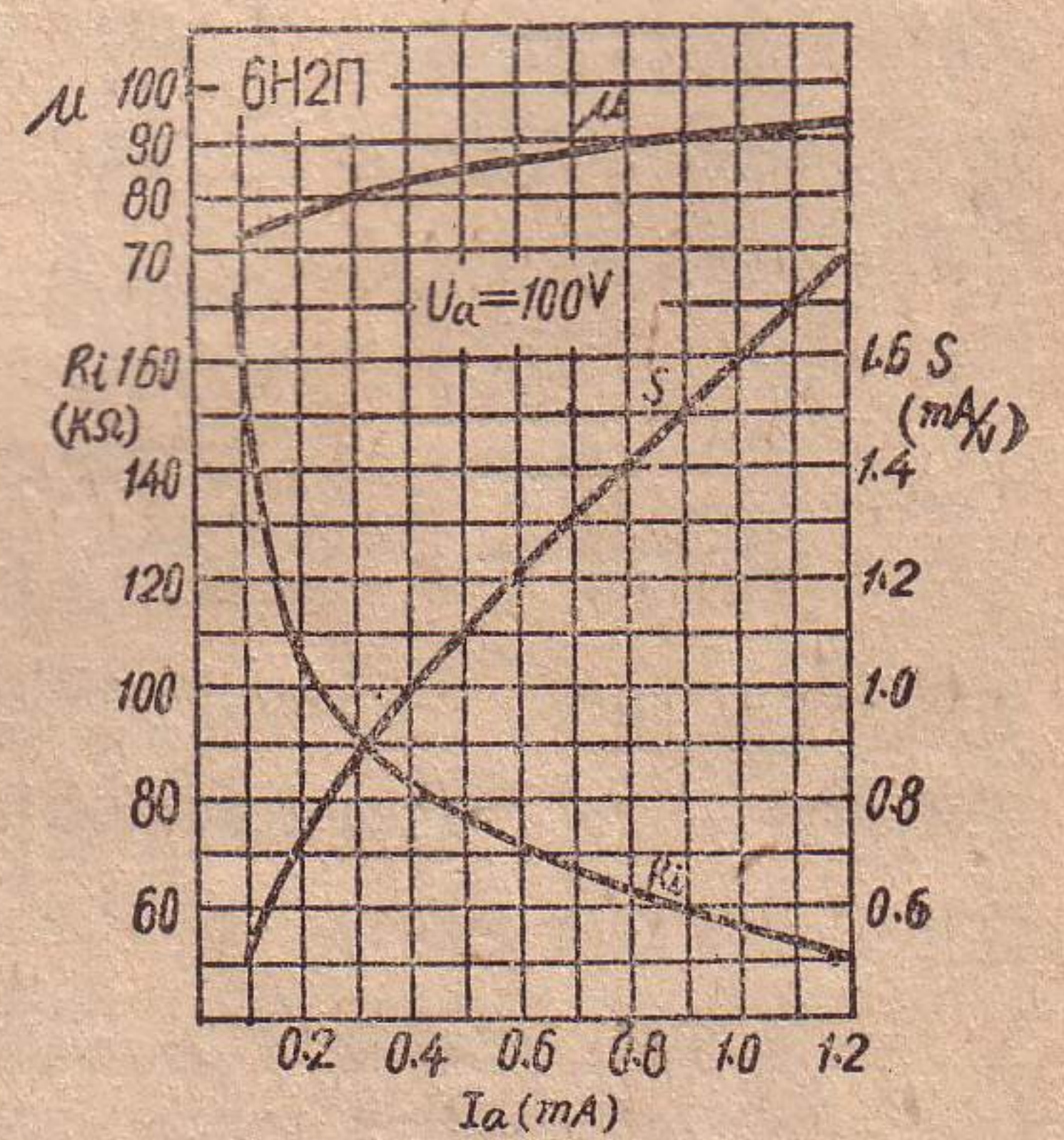
$$f_1 \approx \frac{1}{2\pi C_c R_{c2}}; \quad f_2 = \frac{1}{2\pi C_0 R}$$

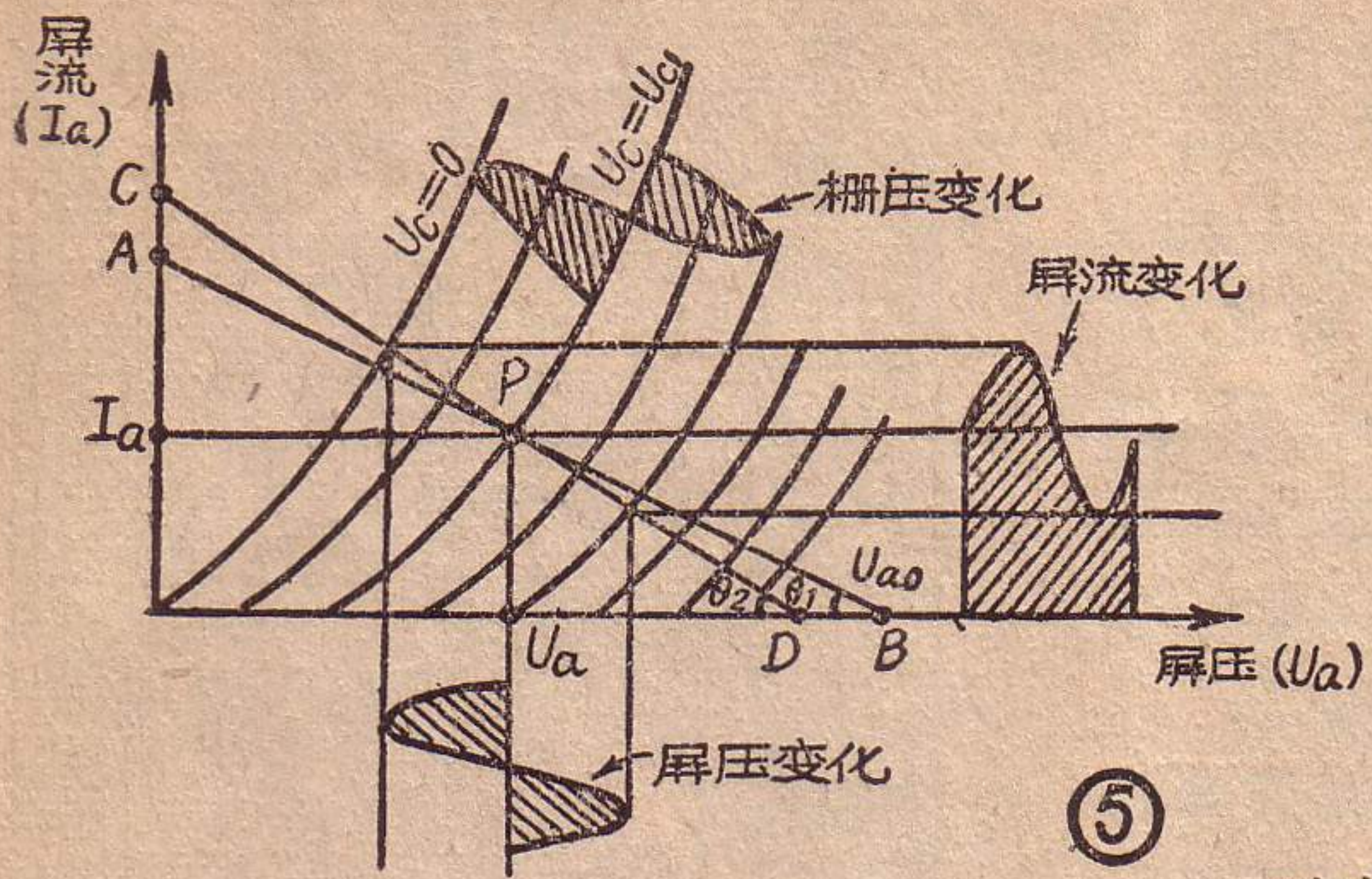
上式中 R 为 R_i 、 R_a 、 R_{c2} 的并联总阻。

我们计算放大倍数是以中间频率为准，不计所有电容的影响，因此

$$K = \mu \frac{R_a'}{R_i + R_a'} = SR,$$

式中 R_a' 是交流负载电阻，它等于 R_a 和 R_{c2} 的并联总阻。





斜线 CD 是“交流负载线”，因对屏流交流成分来说负载电阻换为 R'_a ，

$$\text{所以, } \theta_2 = \tan^{-1} \frac{1}{R'_a}。$$

直流负载线和所选用的栅偏压 U_{c1} 所对应的一根曲线的交点 P ，称为“工作点”。 P 点所

对应的 U_a 、 I_a 就是静止状态（没有信号）时的屏压和屏流。因此， I_a 、 U_a 确定以后，从横轴上 U_a 点引垂线，它与纵轴上 I_a 点所引水平线的交点也就是工作点。当栅极上加上信号时，各电极的电流、电压都将根据交流负载线变化。这时屏压变化的振幅和栅压变化的振幅之比就是放大倍数。从图上我们可以清楚了解，若要信号放大不失真，则应把工作范围选在电子管特性曲线的直线部份，不要落在底部弯曲的地方，同时栅极电压不要摆到 $U_c = 0$ 的范围以外去，以免产生栅流而失真。工作点的位置要根据使用目的来选定，例如在用上述高 μ 三极管的情况下，如果我们要求不失真的输出电压大，则工作点应设计在使屏流在 R_a 上的降压 $I_a R_a$ 为 U_{a0} 的一半或稍小一些。如果我们需要增益高，而输出电压并不要求很大，则 $I_a R_a$ 可选得为 U_{a0} 的一半以上。从图 6 可知：当 R_a 是一定数值时，显然， P_1 时电压、电流变化的不失真振幅比 P_2 时要大，但 P_2 点的屏流 I_{a2} 比 P_1 点的屏流 I_{a1} 要大，也就是 μ 、 S 较大，而 R_i 则较小，但 R_a 是一样的，所以工作点选在 P_2 时，增益比较高。下面再以 6H2Π 管为例，说明如何利用它的特性曲线来求 μ 、 S 、 R_i 这几个参量。

从公式看出， R'_a 愈大，放大倍数也愈高。但实际上，屏极供电电压 U_{a0} 是有一定限度的，耦合电阻 R_a 愈大时，屏流也将愈小，但如图 4 所示，屏流小时， μ 和 S 下降，而 R_i 增加。因此放大倍数并不会继续增加。所以增加 R_a 是有一定限度的。另外，从上面 f_2 的公式也可以看出，要 f_2 高， R 就不能大，也就是 R_a 不能大。不过收音机中使用三极管时， R_a 的大小主要还是根据对增益和失真的要求来确定的。因为三极管的 R_i 小，而 R 主要由 R_i 决定，所以 R 也小， C_0 的旁路作用还不很显著。

三、放大管特性曲线的使用

放大器的工作情况还可以用放大管的特性曲线来说明。图 5 是常见的三极管的 $I_a \sim U_a$ 曲线族。斜线 AB 叫作“直流负载线”。 B 点由 U_{a0} 决定。 AB 线的斜率由 R_a 值确定，它与横轴所成的夹角为

$$\theta_1 = \tan^{-1} \frac{1}{R_a}。$$

经 P 点作该点曲线的切线，再经过坐标零点作平行于切线的辅助线，在线上任取一点 R ，设与 R 点对应的屏压为 U_{a3} ，屏流为 I_{a3} ，则

$$R_i = U_{a3} / I_{a3}$$

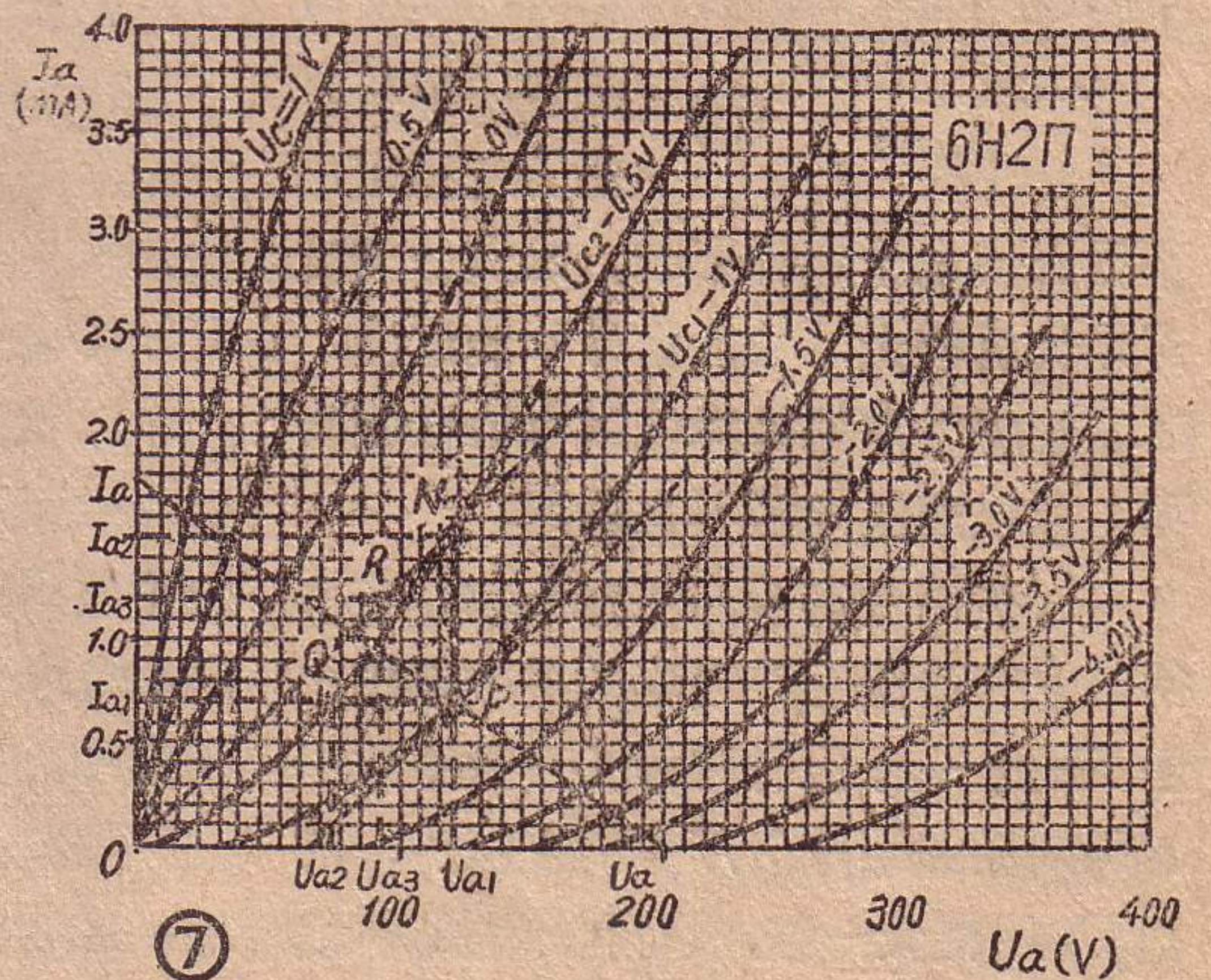
有些电子管手册里附有屏压等于 100 伏或 150 伏等数值时三个参数 μ 、 S 、 R_i 对屏流的变化曲线（例如图 4 所示），我们就可以方便地查出这三个参量。如没有这种曲线，还可以按下列近似公式计算：

$$S = S_0 \sqrt[3]{\frac{I_a}{I_{a0}}}; \quad R_i = R_{i0} \sqrt[3]{\frac{I_{a0}}{I_a}}$$

式中 S_0 、 R_{i0} 、 I_{a0} 都是手册所载典型数据。但如电子管 μ 值随屏流有较大变化时，这种计算方法的误差较大。

四、设计步骤

1. 选定屏极耦合电阻 R_a ：三极管的 R_a 一般是屏内阻 R_i 的 3~6 倍，并为 R_{c2} 的 0.2~1 倍。 R_{c2} 通常是按下级电子管的最大允许栅漏电阻值来确定。实际上，三级机的 R_a 常在 200~300 千欧之间；一级机在 100~250 千欧之间，这时，可以获得 40 到 50 倍以上的放大，高频段增益下降 3 分贝的频率也在 20 千赫以上，增益和频率特性都能满足要求。选用 C_0 的数值时，下级如为中 μ 三极管，可取 100 微微法左右；若下级为高 μ 三极管，



在图 7 上，如已确定工作点 P ，该处 $U_c = U_{c1}$ 那么经过 P 点作水平线

則取 200 微微法左右。

2. 确定靜态屏流 I_a 和屏压 U_a : 对高 μ 三极管來說, 一般是把 $I_a R_a$ 乘积选为 U_{a0} 的 0.4~0.65 范圍內, 实际上, 三級机常取 0.5~0.65, 因为三級机大都只有一級电压放大, 輸出电压較低, 一般只有几伏, 而失真可以少考虑, 故应使增益尽可能高些。而一級机有二級电压放大, 增益已够, 且第二級电压放大要輸出較大的电压, 失真要多考虑, 故宜于采用 0.4~0.55。选定 $I_a R_a$ 后, 就可以确定 I_a ; 同时根据給定的 U_{a0} , 可按下式确定 U_a :

$$U_a = U_{a0} - I_a R_{a0}$$

一般 U_a 多选为 U_{a0} 的一半。

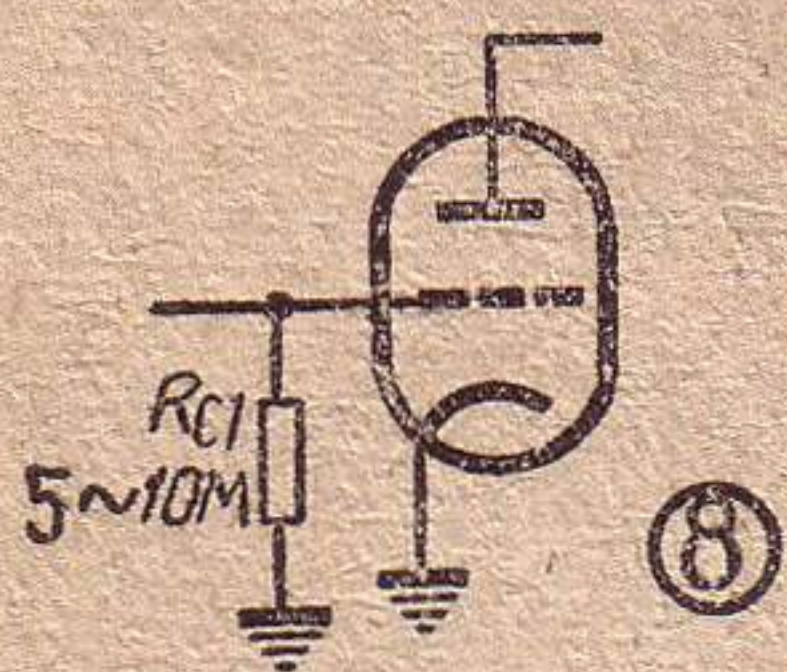
3. 根据上述选定的靜态屏压 U_a 和屏流 I_a 确定偏压 U_c : 自 U_a 作垂綫和自 I_a 作水平綫, 兩綫的交点 P 就是工作点, 与該点对应的 U_c , 就是所求的直流栅偏压, 而連接 U_{a0} 和 P 点的斜綫也就是直流負載綫。

需要注意, 氧化物阴极的电子管, 当負偏压太小时, 即使沒有到零偏压, 也会产生正栅流而引起失真, 故偏压最好不要小于一 0.5 伏; 最小应为

$$U_{c1} = 1.4 U_{\text{輸入}} + 0.5 \text{ 伏。}$$

如果发现小于上式算得的结果, 最好重新选择屏流, 使 U_{c1} 合适。

4. 求出阴极电阻 R_k , 使得到所需的偏压; 此时 $R_k = U_{c1} / I_a$ 。此外, 尚有栅漏偏压的一种方法, 常为收音机內采用 (如图 8), 即将阴极接地, 而把栅极电阻 R_{c1} 改成 5~10 兆欧, 由栅流形成一个負偏压, 約有 1 伏左右。



这时輸入阻抗約为 $R_{c1}/2$ 。这种方法的优点是綫路简单, 偏压也稳定,

不受更換电子管的影响。缺点是交流声和失真較大, 輸入信号不能过高, 而且管座受潮絕緣降低时电路性能变坏, 所以潮湿地区不宜采用。

5. 旁路电容 C_k 的选择: C_k 应选得使它在最低工作頻率 f_1 时的阻抗小于 R_k 的 $1/10$ 。但有时为了有效地减小灯絲对阴极漏电所产生的交流声, 而把 C_k 用得大一些, 以降低阴极对地

的交流声頻率的阻抗。一般大都用在 25 微微法以上。

6. 耦合电容 C_c 的計算。 R_{c2} 按上述要求确定后, C_c 即由 f_1 确定, 即 $C_c \approx 1 / (2\pi f_1 R_{c2})$, 式中 f_1 主要是受輸出变压器的限制。在前級放大器里, 适当地选用 C_c 值, 一般为 0.01~0.05 微法, 即能使放大器的通带够寬。

7. 确定放大倍数 K : 按前述 K 的公式求出中音頻的放大倍数, 但此时 μ 、 S 、 R_i 要取用工作点的实际数值。

8. 关于失真: 只要按照正确的方法設計, 前級放大器的諧波失真約在 1~2% 以下, 可忽略不計。

9. 本級与其它部分的关系: 为了避免本級与前面中頻放大級間发生交連, 通常总在本級的屏极上接一个 100~300 微微法的电容器到地。

如果本級与檢波器合用一个阴极, 例如用 6Г2П-K 时, 不要把栅偏压接入檢波回路, 以免栅偏压加到檢波屏极上, 使小于这偏压的信号不能被檢波。此外, 前級放大器的交流輸入阻抗应尽量高, 使檢波交、直流阻抗比大, 从而使允許的調幅百分比高, 故檢波音量电位器和本級栅漏电阻一般都在 500 千欧以上。

五、設計举例

例 試用电子管 6Г2П-K 設計一个三級收音机的低頻电压放大器。已知 $U_{a0} = 200$ 伏。

解 1. 选定屏极耦合电阻 R_{a0} 。按一般三級机通用的数值, 我們选定 R_{a0} 为 250 千欧。

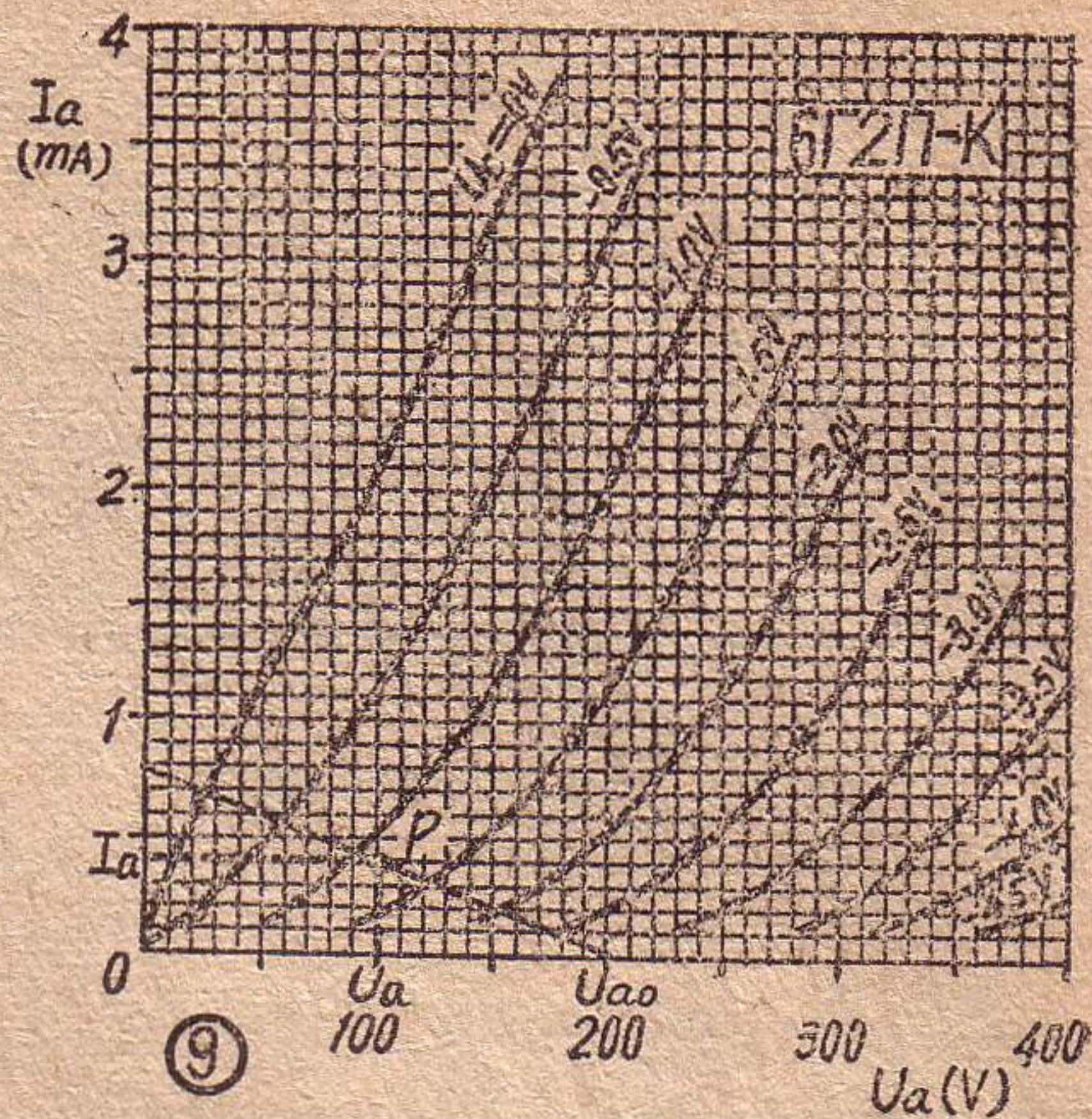
2. 确定 I_a 及 U_a 。設选用 $I_a R_a$ 为 U_{a0} 的一半, 則

$$I_a = 0.5 U_{a0} / R_a = \frac{100}{250 \times 10^3} = 0.4 \text{ 毫安。}$$

$U_a = U_{a0} - I_a R_a = 200 - 100 = 100$ 伏。

3. 找出 U_{c1} 。在 6Г2П-K 的 $I_a \sim U_a$ 曲綫族上自 U_a 引垂綫和自 I_a 引水平綫得交点 P , 即为工作点。此时 U_{c1} 約为 -1.1 伏。从 U_{a0} 連 P 点的斜綫即为直流負載綫。

我們来檢查一下栅偏压是否合适。設輸入电压 $U_{\text{輸入}}$ 为 0.2 伏, 則



$$U_c = 1.4 U_{\text{輸入}} + 0.5 = 1.4 \times 0.2 + 0.5 = 0.78 \text{ 伏,}$$

上面确定的一 1.1 伏比 -0.78 伏大, 可見所定栅偏压是合适的。

4. 求阴极电阻 R_k 。設采用自給栅偏压, 則

$$R_k = \frac{U_{c1}}{I_a} = \frac{1.1}{0.4 \times 10^{-3}} = 2.75 \text{ 千欧。}$$

选用一个整数标称值的电阻, 例如 2.7 千欧即可。 C_k 按前面所述要求可选用 25 微法。

5. 选定耦合电容 C_c 。設 R_{c2} 为 500 千欧, 我們选用 C_c 为 0.01 微法。这时增益下降 3 分貝处的 $f_1 = 1 / (2\pi R_{c2} C_c) = 32$ 赫。

一般三級机的低頻特性要求整机在 150 赫时的不均匀度小于 10 分貝, 这里低到 32 赫处只下降 3 分貝, 所以富余量很大, 足够应用。

6. 計算放大倍数 K 。此时 R_a' 为

$$R_a' = \frac{R_a R_{c2}}{R_a + R_{c2}} = \frac{250 \times 500}{250 + 500} = 167 \text{ 千欧,}$$

从图 4 曲綫查出 $I_a = 0.4$ 毫安时, $\mu = 81$, $R_i = 82$ 千欧, 所以

$$K = \mu \frac{R_a'}{R_a' + R_i} = 81 \times \frac{167}{167 + 82} = 54 \text{ 倍。}$$

7. 最后我們再計算一下高音頻下降 3 分貝处的頻率。此时

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_i} + \frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_{c2}}} = 55 \text{ 千欧。}$$

設下一級为末級功率管, 則 C_0 可取 100 微微法, 故 $f_2 = 1 / (2\pi R C_0) = 29$ 千赫。

交·流·四·管·机

——封底电路图说明——

馮 报 本

将去年第五期的交流三管机多加一級低頻电压放大器，就成为这里的交流四管机了。檢波后的低頻电压經過放大，再去推动功率放大級工作，放声就很大，可以供較多的人收听。

电路的工作原理，和上一期封底的直流三管机是一样的，只不过这里使用的是傍热式电子管，并且多了一个整流管加上附件組成的电源級。

电源供給是用全波整流，它比半波整流有較多的优点。半波整流只用了交流电源的半个波，另半个沒有用上，因此，整流输出的顫动性比較大，不容易平滑得好；此外输出的直流成分是从乙—返回高压綫圈完成它的回路的，使得电源变压器的铁心被这种直流电磁化，降低了变压器的效率。全波整流时情况将大为改善。

封底电路图的全波整流电路可以簡化为图1。其中的負載电阻 R ，就是整流输出的直流电流所通过的电子管、电阻、綫圈等元件的总电阻，用 R 来代表。整流电流通过它們到地，回到电源变压器次級高压綫圈的中心抽头点①完成回路。整流管 $6U4P$ 是双二极管，有两个屏极，阴极合用。这等于把两个二极管合装在一个管泡內。所以图1电路又可画成图2的等效电路。这样，在高压綫圈上电压为正半周时，②点正，④点負（图2，甲），整流管 \mathcal{A}_1 屏极带正电，有屏流产生，正如半波整流时一样，有电流从点②經過 \mathcal{A}_1 到③，再經過負載 R 回到①完成回路。这相当于图1中左边二极管导电，电流按实綫箭头的方向流动。这时图2中 \mathcal{A}_2 屏极带負电，所以这一部分沒有作用。高压綫圈在負半周时，②点为負，④点为正（图2，乙）， \mathcal{A}_1 屏极带負电，沒有屏流产生，而这时 \mathcal{A}_2 屏极是带正电的，所以它有屏流，也通过 R 完成它的回路。电流方向是从④經③到①，也就是图1中虛綫箭头方向。由于 \mathcal{A}_1 和 \mathcal{A}_2 的交替作用，在正半周或負半周时， R 上都有同一方向的单向电流通过。这就完成了把交流电整流为直流电的任务。

全波整流的輸出，不像半波整流那样有半个波的中断，它波动的頻率二倍于电源頻率，顫动性小了，平滑起来也比較容易。在同样的滤波綫路和大小相同的負載上面使用时，输出电压比半波整流的高。其次，整流电路的直流成分是在高压綫圈的每一半綫圈內以不同的方向通过的，可以抵消对于电源变压器铁心的磁化作用，使变压器的效率不致受到影响。

这个收音机的装置要点和交流三管机是大致相同的。封底电路中的 \mathcal{A}_2 栅极的接綫要尽量短，否則很容易引起干扰或叫声， C_5 和 R_4 最好是将它們的引綫剪到合适的长度直接焊在栅极的管座脚上。如果必需用长綫連接（例如改用6K7等栅极接在管頂的），那末这根綫要用隔离綫并将它的金屬隔离套接地。

\mathcal{A}_3 用电位器 R_8 作栅极电阻，兼作音量控制，它的接綫焊片的接法見布綫图，左、右两焊片不要接錯。

功率放大級有比較大的輸出功率，除了能用125或165毫米口徑的永磁揚声器之外，还可以用口徑較大的200毫米的或橢圓形揚声器，前者放声可以較大，后者放声范围較寬，音质好一些。輸出变压器要匹配得好，售品輸出变压器初級綫圈的阻抗在用6Π1Π、6V6、6AQ5等时是5千欧，次級綫圈阻抗一般和揚声器音圈阻抗3.5欧相同。如果选用6欧揚声器，就要自己繞制。参考数据是：硅鋼片中央条寬16毫米，迭厚16毫米；初級用直徑0.16毫米綫繞2800圈，次級0.56毫米綫繞112圈。

电源变压器采用售品的比較方便，高压綫圈每一半綫圈的电压从200~350伏的都可以用。自繞的参考数据是：铁心截面积（中央条宽度×迭厚）为12厘米²，初級綫圈用0.28毫米綫分繞605圈的綫圈两个，2、3串連时，1、4接220伏；1—3，2—4并連时接110伏。次級灯絲綫圈6.3伏2安，用1.0毫米綫繞29圈；次

（下轉第23頁）

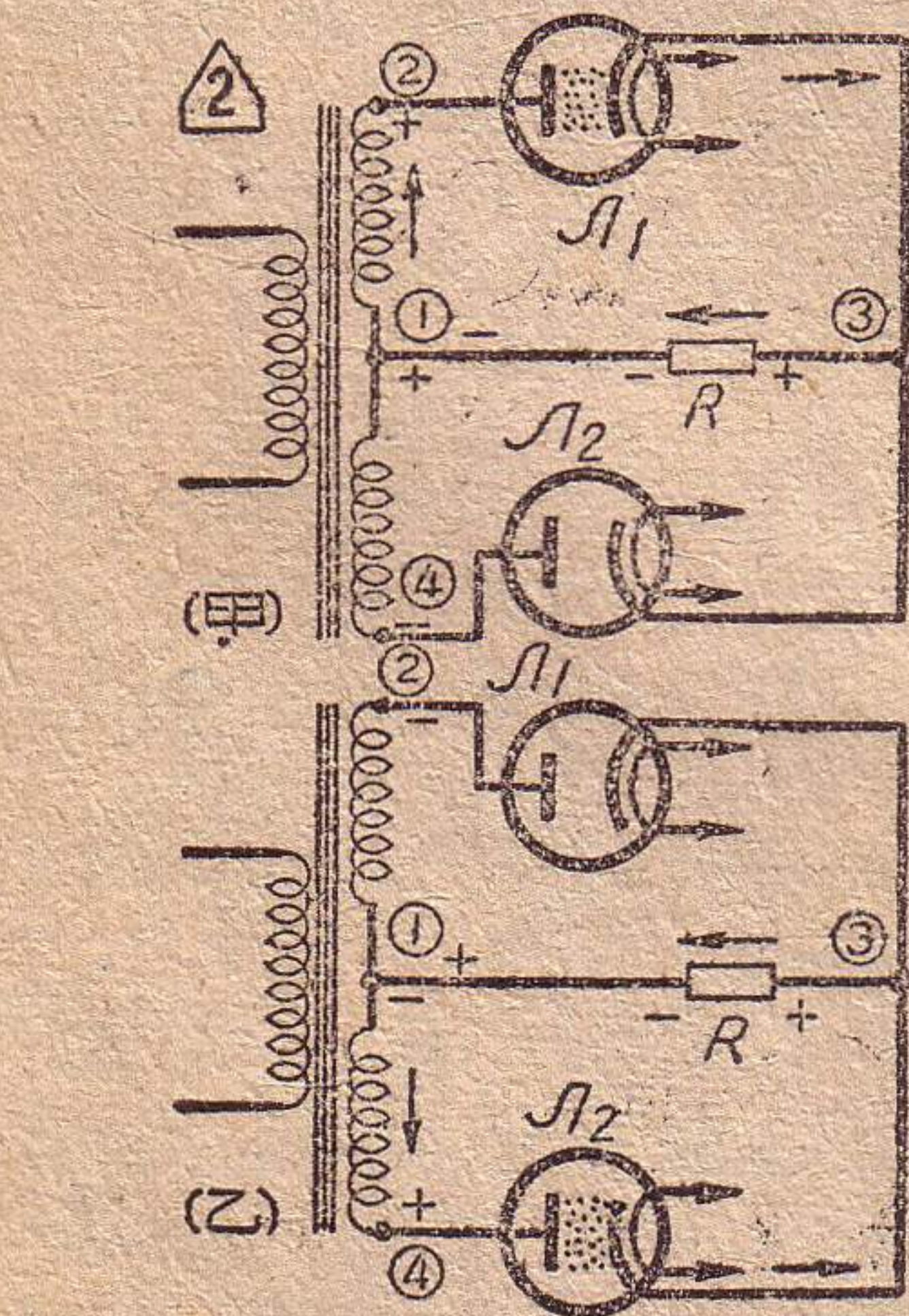
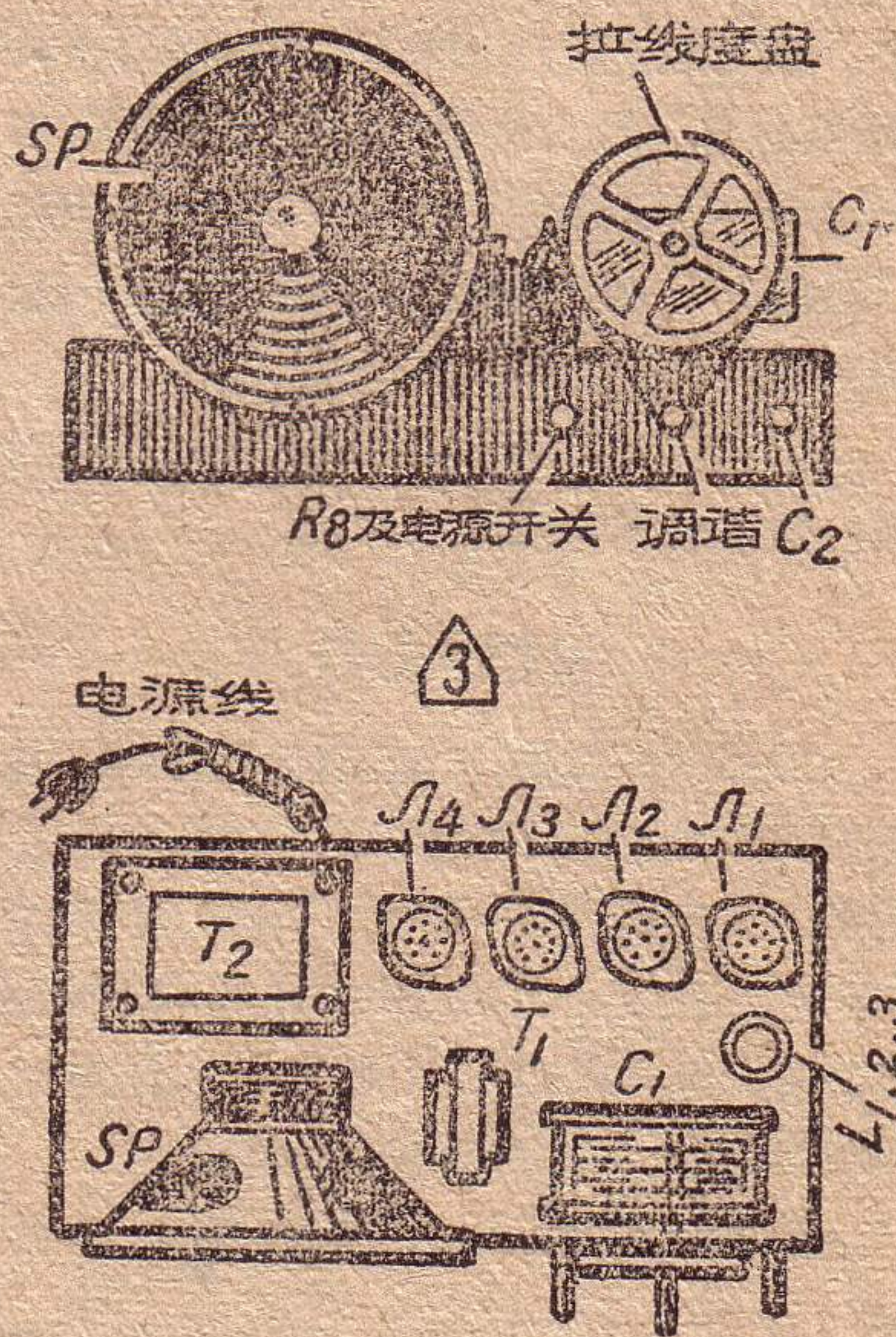
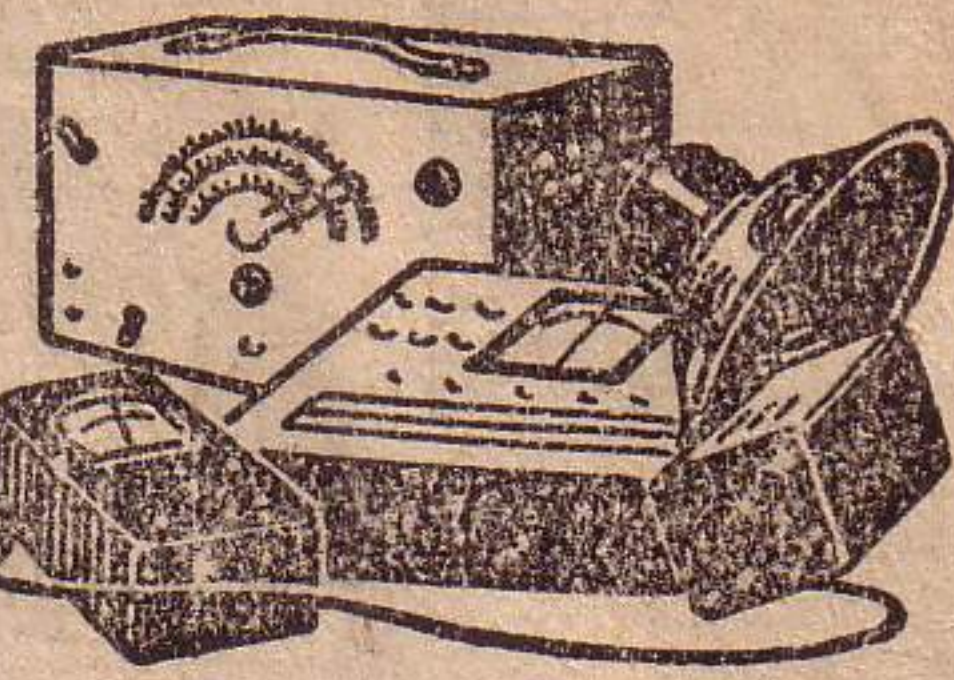


图2：等效电路。甲：正半周时，②点正，④点負， \mathcal{A}_1 屏极带正电，有屏流产生，电流从②經 \mathcal{A}_1 到③，再經負載 R 回到①。乙：負半周时，②点为負，④点为正， \mathcal{A}_2 屏极带正电，有屏流产生，电流从④經 \mathcal{A}_2 到③，再經負載 R 回到①。图中实綫箭头表示正半周时的电流方向，虚綫箭头表示負半周时的电流方向。

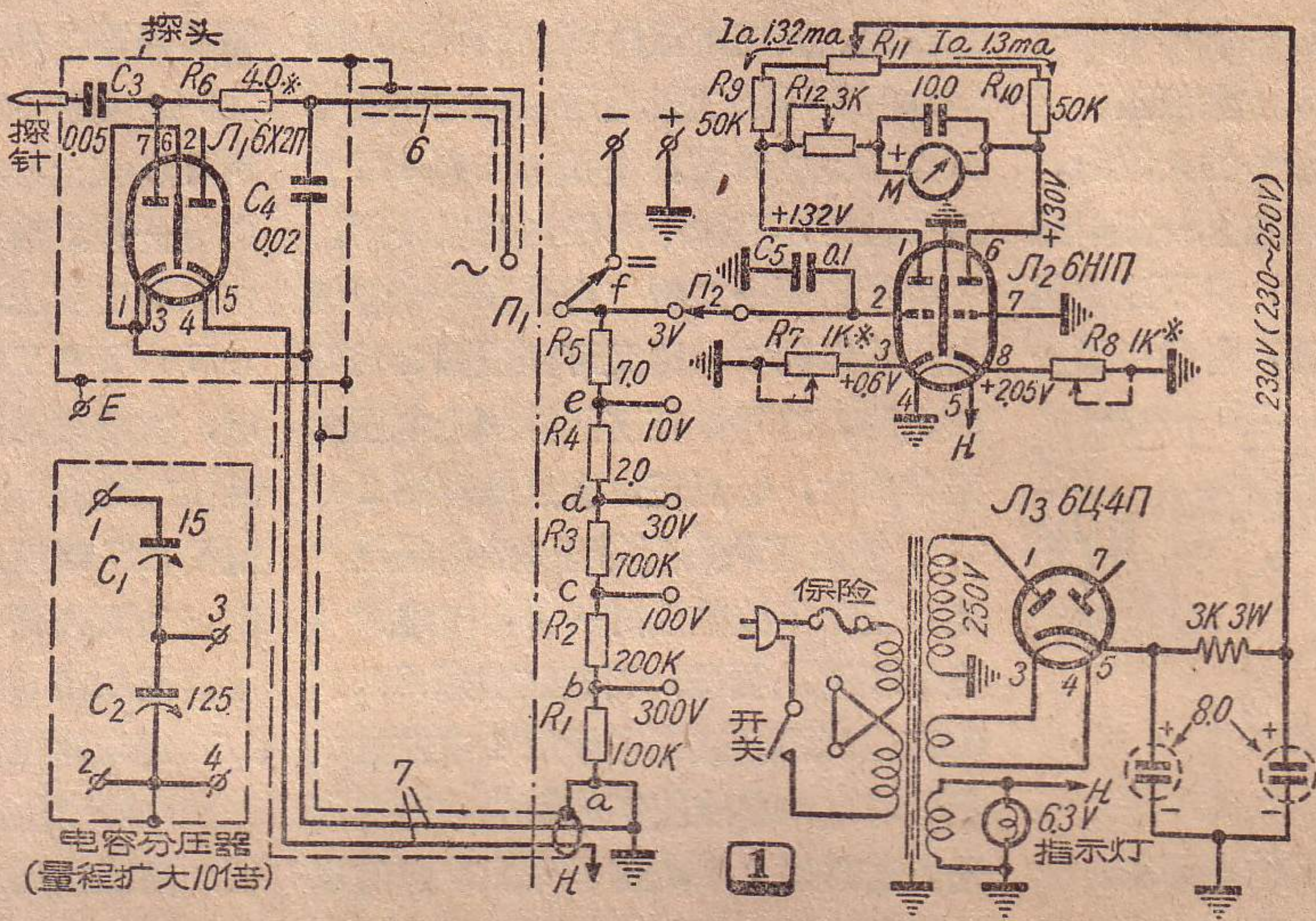
图3：收音机内部布綫图。显示了各电子管（ $\mathcal{A}_1, \mathcal{A}_2, \mathcal{A}_3, T_1, T_2$ ）的管座位置，以及电阻（ $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8$ ）、电容（ C_1, C_2, C_3, C_4, C_5 ）、电感（ L_1, L_2, L_3 ）和揚声器（SP）的布綫位置。图中还标出了电源线、拉綫度盘和电源开关的位置。





采新華

电子管电压表的输入阻抗高、输入电容小，测量时不致影响被测电路的工作状态，因此测量结果很准确。此外，还可以加装放大器提高测量的灵敏度；而且能测量几十赫到几兆赫的各种频率的电压，所以它是一种很有用的仪表。这里介绍一种适合无线电爱好者自制的电子管电压表。



值电压降到与加给分压器的直流电压相等的有效值电压。峰值电压 $U_{最大}$ 与有效值电压 $U_{有效}$ 的关系如下：

$U_{最大} = 1.414 U_{有效}$ 。
而分压器分压电阻的关系应该和电压关系成正比，所以
 $R_0 + R = 1.414 R$
 $R_0 = 0.414 R$ 。
本表 R 选用 10 兆欧，所以 R_0 应采用约 4 兆欧。

一、电路原理

检波

图 1 中，用 6X2Π 的一组二极管将被测的交流电压检波，在直流负载电阻 R_1 到 R_6 (分档分压器) 上输出直流电压。

当被测电压正半周时，二极管导电，它的内阻远小于 R_1 到 R_6 ，故电容器 C_3 通过二极管充电。在负半周内，二极管不导电，内阻为无限大，电容器 C_3 就通过 R_1 到 R_6 放电。因为这些电阻的数值很大，在负半周内电容器 C_3 放电来不及放完，因此在这些电阻上面产生的直流电压降，其数值与被测电压的振幅成正比。

由于电容器充电是充到被测电压的峰值，所以测量的是电压峰值。

分档分压器

分档分压器的作用是将量程分档。它的计算方法如下：首先选定需要分作几档，例如本表设计为 0~3 伏、0~10 伏等各档；然后决定分压器总的电阻值 R (就是电压表的输入电阻)，可以从 5 兆欧到 20 兆欧间选择。本表选用 10 兆欧。

分档分压器各分压电阻的值按下式计算：

$$R_0 = \frac{E_n \cdot R}{E_m}$$

这里： R_0 是从分压器最下端 (a 点) 到分压器某抽头 (例如 c 点或 d 点) 间的电阻值，以欧姆计； E_n 是电表的最小量程的满度电压值 (本表是 3 伏)； E_m 是某个量程的满度电压值。

现以本表分压器为例说明计算方法：

先计算分压器最下一档的电阻 R_{01} ，也就是 R_1 。 R_1 两端 (a、b 两点) 间的量程电压 E_{m1} 是 300 伏。所以

$$R_{01} = R_1 = \frac{E_n \cdot R}{E_{m1}} = \frac{3 \times 10 \times 10^6}{300} = 100 \text{ 千欧。}$$

然后计算 100 伏档的分压电阻 R_{02} ，也就是 a、c 两点间的电阻 ($R_1 + R_2$)。这时的量程电压 E_{m2} 是 100 伏。所以

$$R_{02} = R_1 + R_2 = \frac{E_n \cdot R}{E_{m2}} = \frac{3 \times 10 \times 10^6}{100} = 300 \text{ 千欧。}$$

于是 $R_2 = R_{02} - R_1 = 300 - 100 = 200$ 千欧。

分压器其余各电阻可依同法计算。

为了使交、直流电压的量程一致，还应对方图 1 中的 R_6 进行计算。因为前面二极管检波输出电压是峰值，是直流电压的 1.414 倍，所以还要串入电阻 R_6 ，使检波后的峰

电容分压器

由于 6X2Π 不能承受过高的交流电压，不能直接用探头去测量 300 伏和更高的电压。这就需要另加一个“电容分压器”来扩大量程。它由 C_1 和 C_2 构成。由 1、2 两端子输入全部被测电压，从 C_2 上 (3、4 两端子) 取出被测电压的一部分加给探头进行测量。电容分压器的计算方法如下：

设被测电压用 U_1 表示，加给探头的电压用 U_2 表示。电压表输入阻抗的有功消耗很小，可以忽略不计。由于电容器两端的电压降与容抗成正比，所以

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{1}{\omega \left(\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \right)} \Bigg/ \frac{1}{\omega C_2} = \frac{C_1 + C_2}{C_1}$$

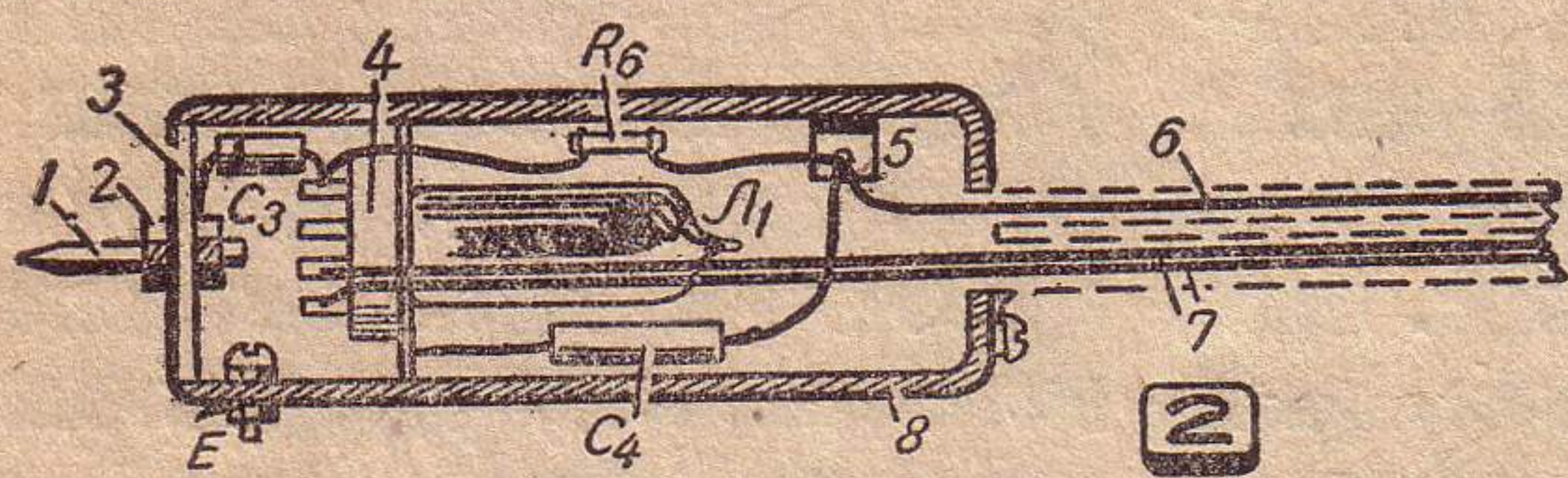
量程扩大倍数 K 可写成：

$$K = \frac{U_1}{U_2} = \frac{C_1 + C_2}{C_1} = 1 + \frac{C_2}{C_1}$$

假设我们要求量程扩大 10 倍，即 $K = 10$ ，那么由上式可求得

$$C_2 = (K - 1) \cdot C_1 = (10 - 1) \cdot C_1 = 9C_1$$

为照顾测量高频 (可达 30 兆赫) 时误差不要太大，1、2 两端的输入电容应较小，所以 C_1 用在 10~15 微微法范围内。如 C_1 用



15 微微法，則 $C_2 = 9 \times 15 = 135$ 微微法。還要考慮 C 上還並聯有探頭的輸入電容，它包括 $6X2\Pi$ 屏陰極間電容 3.8 微微法，以及元件與引線的分布電容總共約 10 微微法。故 C_2 選用 $135 - 10 = 125$ 微微法就夠了。

C_1 、 C_2 可以用半可變電容器。 C_2 最好用一個固定的和一個可調的電容器並聯，以方便調准。這兩個電容器應有較高的品質因數，最好用損失小的陶瓷電容器。

假如所測電壓的頻率在 150 千赫以下時，用電阻分壓器也可以，計算方法與分檔分壓器一樣。

加裝電容分壓器後，交流電壓的量程將擴大 10 倍，例如 Π_2 置 3 伏檔，便可測量 0~30 伏的電壓。

直流放大器電路

圖 1 中虛線右邊部分是直流放大器電路。在這部分將 $6H1\Pi$ 的兩組三極管連接成平衡橋式直流放大電路，（也叫推挽式）。其實單有這部分，就已經構成了一個完整的橋式直流電子管電壓表。如只要量直流電壓，只裝這部分也就行了。本表用開關 Π_1 倒換交、直流測量電路。在測量直流電壓時， Π_1 倒在“=”位置；測量交流電壓時， Π_1 換到“~”位置。

當沒有外加被測電壓時，左三極管的柵極可以調到對地電位為零，而右三極管的柵極直接接地，也是零電位。由於兩陰極電阻（ R_7 、 R_8 ）阻值相等，兩個三極管陰極對地電位也是平衡的。另外，兩個三極管屏路負載阻值也相等，且有 R_{11} 隨時可調到兩管屏壓完全相等，所以兩管的屏極電位也能平衡。這樣便構成一個平衡的電

橋電路。兩管的內阻作為電橋的兩臂；兩屏極電阻 R_9 、 R_{10} 各加 R_{11} 的一部分，分別作為電橋的另兩臂。電橋平衡時，接在對角綫上的電流表 M 便沒

偏轉。電位器 R_{11} 用作電表零位調整。

當接上被測電壓時，左三極管的柵極有了負壓，改變了它的內阻，它的屏流減小，電橋便失去平衡，因而表針偏轉。這偏轉程度與被測電壓成正比，所以達到了測量電壓的目的。

這種電路的優點是受電源電壓變動的影響很小，性能比較穩定。

兩管的電阻 R_7 、 R_8 ，如阻值用得大會減低靈敏度，但能提高電表刻度的直綫性。所以最好採用兩個阻值接近的電位器代替，這樣就能簡便地調整電表的靈敏度。

在測量交流電壓時，由於檢波二極管有熱放射電流（也叫起伏屏流），這電流在分檔分壓器上造成起始負壓，在不同分壓檔這負壓的數值大小不一，因此加給左三極管柵極的起始負壓各檔不一致，但右三極管柵極的電位却一直不變，所以會在換檔時使電路平衡狀態變化。這就需要在每次倒換到某檔測量時，總要先調整一下 R_{11} ，使達零位。假如能找到雙刀五擲的轉換開關，可以利用剩下的另一半 $6X2\Pi$ ，與前半對稱地同樣再裝一組分檔分壓器，接到 $6H1\Pi$ 的右柵極（管腳 7）。這就可以做到兩三極管柵極從各分壓檔上取得的起始負壓相同，而各檔的零點都一致，不用在換檔時每次調整，但結構就要複雜了。

本電壓表的電源可按普通兩管機的電源電路裝置。

二、裝制方法

本表的表頭可選用 1 毫安的。如能找到 1 毫安以下的表頭，靈敏度還可提高，使電表的量程可小到 0~1 伏，或 0~0.3 伏；同時刻度的直綫性也有所改善。

在測量高頻時，為了避免干擾，檢波部分要裝在探頭里。探頭的制法參看圖 2。直流電壓的輸出綫 6，要用金屬隔離綫。 $6X2\Pi$ 的燈絲電源綫 7，可用雙心金屬隔離綫，其中一條心綫是接地的，這樣接是因為交流燈絲不走金屬隔離皮要好些。

探針 1 用固定螺絲 2 裝在絕緣板 3 上。探針可利用表筆上的銅針，或銅螺釘。絕緣板 3 可用瓷八腳管座的瓷板。

4 是瓷質小七腳管座，裝量時可將管座的鐵卡片焊在屏蔽外殼 8 上。為了防止

R_9 與外殼相碰短路，應該把它整個放在絕緣套管內套好。濾波電容器 C_4 應選體積小的，以減小探頭的體積。

為了保證足夠的分壓電阻值 10 兆歐，支架 5 的絕緣必須很好，甚至不用支架，而直接連接。開關 Π_1 、 Π_2 ，甚至 $6H1\Pi$ 的管座，都需要選用絕緣好的，如瓷質的。

E 是測量交流電壓時的一個接綫端。

電容分壓器可參考探頭的裝制方法，也裝在一個金屬屏蔽殼內。

在測量高壓或 50 赫交流市電時，必須注意探頭及電容分壓器的屏蔽外殼也是被測交流電壓的一端，因此需要在它們的殼外加裝良好的絕緣套；或者將它們放在桌子上，另由它們接出兩根測試綫去測量。

檢波二極管 $6X2\Pi$ 可以用 $6X6$ 、 $6H6$ 、 955 、 9002 等管代替。放大管 $6H1\Pi$ 可以用 $6H7C$ 、 $6H8C$ 、 $6SN7$ 、 $6N7$ 、 $6H9C$ 等三極管代替，只要用試驗方法改變圖 1 中各打 * 符號的元件的數值，使表頭能在 3 伏檔指示滿度即可。

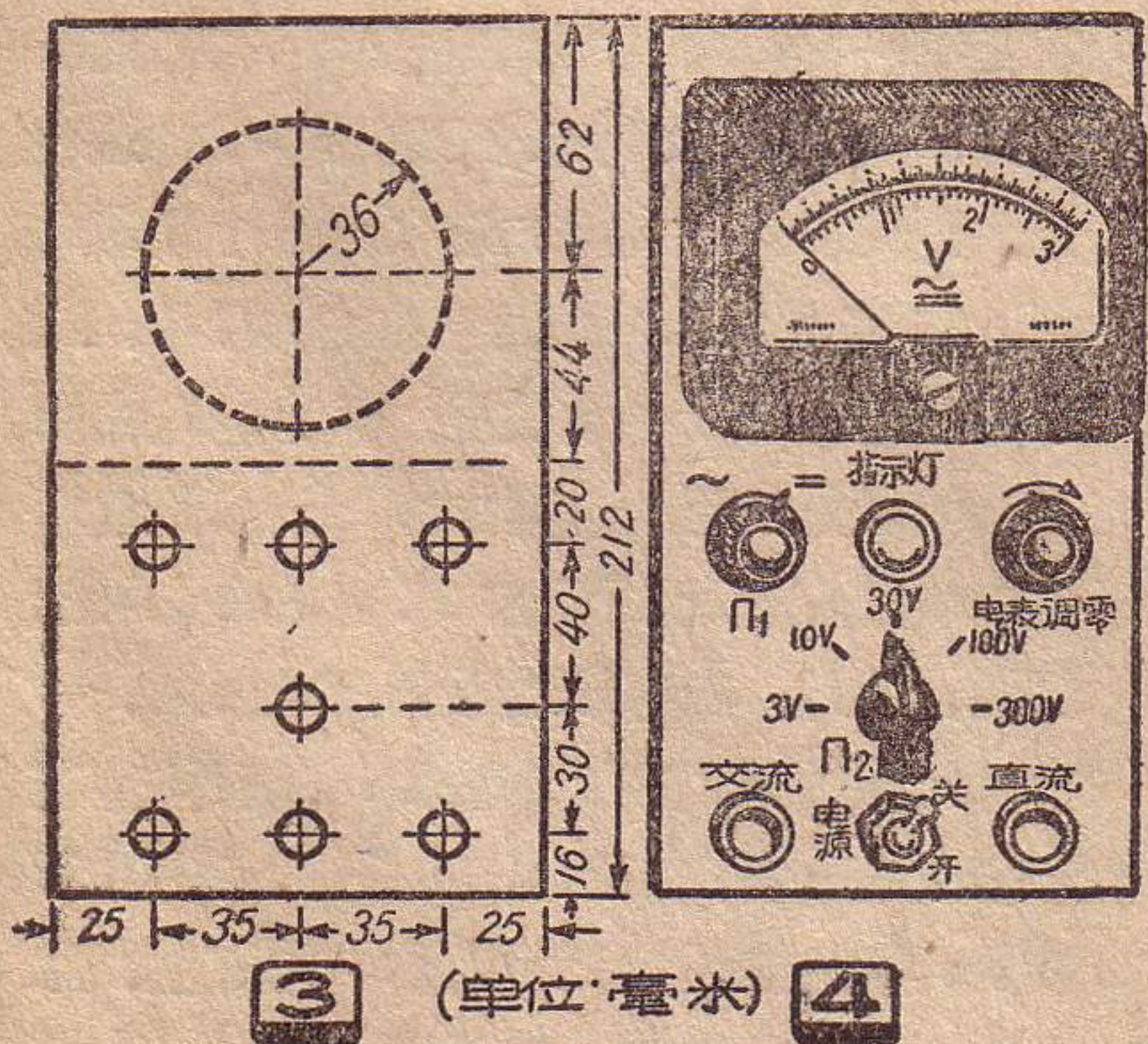
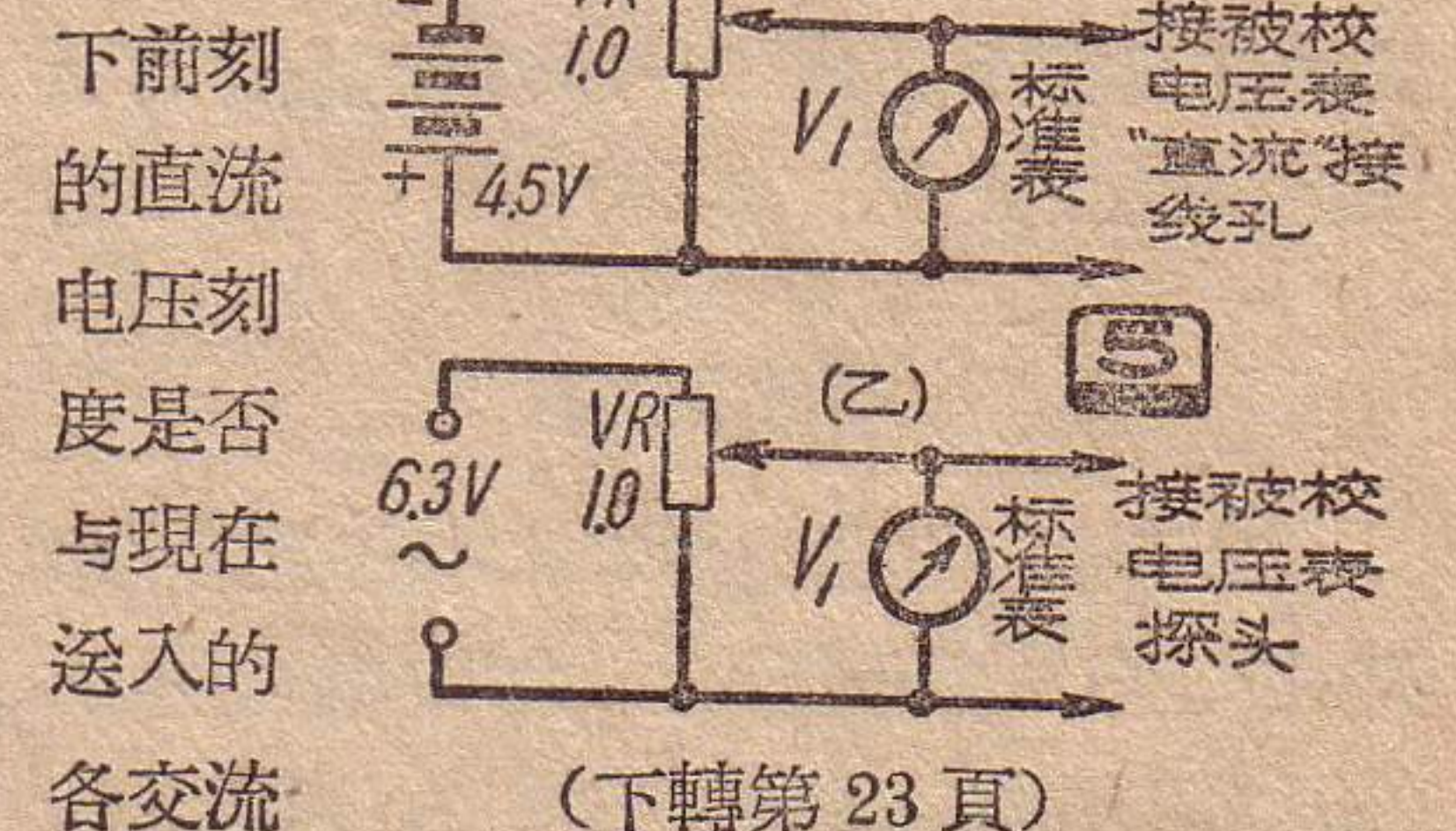
圖 3、4 為電壓表的面板尺寸及各零件的排列方案，供作參考。可以從“直流”電壓測試孔引出兩根綫，去測量直流電壓。探頭引綫則接入“交流”測試孔。

表箱和面板最好用金屬板，使屏蔽良好，如沒有材料，也可用木板做。

三、校準及刻度的畫制

經檢查綫路裝接無誤後，接上電源，將電位器 R_{11} 放在中間位置。開關 Π_1 倒在位置“=”。分檔開關 Π_2 轉到 3 伏檔。調整 R_{11} ，使表針指零。用三節（4.5 伏）手電筒電池，按圖 5，甲電路接好。調整 VR ，使標準電壓表 V_1 指示 3 伏。變更 R_7 、 R_8 或 R_9 、 R_{10} ，使被校電壓表指示滿度。並在滿度處畫一短刻度綫，注明 3 伏。接着，旋動 VR 使 V_1 指示 2.9 伏，并在被校表指針所指位置畫出 2.9 伏刻度綫。再用同樣方法畫出 2.8、2.7、2.6、……直到 0 伏的全部刻度綫，將得到圖 6 所示的下面一道刻度。

然後按圖 5，乙接法，把電源變壓器 6.3 伏 50 赫燈絲電源引到電位器 VR 。開關 Π_1 搬向“~”位置。依照校刻直流刻度的方法核對一





追踪台风的新方法

台风或强烈的风暴，通常都伴随强烈的静电骚动。利用这种现象，建立了一种新的追踪台风的系统。在这种系统中，设立了三个高125呎的天线塔，相互位置恰好构成一等边三角形，边长4哩。天线收到风暴产生的天电干扰后，经同轴电缆馈送到中心站。在中心站内装设了自动分析的设备，能根据从三根天线收到的信号的时间差别，自动确定风暴所在地区的方位，比过去所用的探测装置求得的结果更精确。如果在相距二三百哩处设立两个这样的系统，就可以追踪到距其中任何一个系统数百哩远的风暴。(泽仁编译)

“导弹”式地震仪

“导弹”式地震仪，在使用时沉入海底。它的外形像导弹，长约14呎，头部直径3 $\frac{1}{2}$ 吋，尾部直径为18吋。仪器中的装置，把地球震动变换成电信号，经过放大，然后变换成声音，从海底传送到海面的接收设备，进行记录。

由于海底噪声较小，所以用这种方法可测出在陆地上测不出的极微弱的地震，对研究地球核心的骚动和海底地震的起源问题可能有所帮助。(泽仁编译)

短波通信可用频段将压缩

太阳黑子活动的情况对短波通信的影响很大。在太阳黑子剧烈活动期间，短波通信可以使用较高的频率，而在太阳黑子数目降低时期，可用频率也就相应地降低。例如当太阳黑子最少时，仅6兆赫和9兆赫波段可以使用，当太阳黑子最多时，11兆赫、15兆赫甚至17兆赫，在半数以上时间内可以使用。明年或后年，短波通信频段将缩小到现在的一半多一点。预计1964年太阳黑子数目将最小，下一个最大将在1970年出现。估计今后出现的太阳黑子最大数目都将低于1958—1959年期间的太阳黑子最大数目。(海译)

宇宙磁场

对于宇宙空间的磁场和等离子区(电离的气体)的研究表明，太阳磁场能够扩展到比距地球还远得多的地方。对观测资

料的初步分析结果，有力地支持了这样一种理论：地球磁场是太阳磁场的延续。这种理论认为，太阳磁场借助于从太阳飞出的带电粒子的磁压力而向外延伸。已经发现，当太阳场磁很强并很稳定时，其磁力线几乎都是径向辐射的。按照通常表示磁力线的方法，磁力线环绕太阳的情况应该与磁力线围绕一块磁石的情况完全一样。

当发生突然的磁扰动时，曾观测到磁场强度的变化范围为5~40伽马(1伽马=10⁻⁵奥斯特)，磁场方向也有变化(马荣昌译)

细菌产生电能

在未来的燃料电池中，有可能由于利用了活的有机体而得到高速的反应，使燃料的化学能量变成电能。实验证明，在电池中化学燃料借助于细菌的繁殖作用可以直接产生电能，所得结果令人十分满意。在这种情况下，反应速度提高了数百万倍，并且不像一般燃料电池那样要求很高的温度和压力等反应条件。(马荣昌译)

用电子注焊接

苏联巴东电焊研究所设计制成电子注焊接装置，能够焊接厚4~5毫米、长1米、直径0.7米的铸件。电子注从阴极发射出来，经过高压静电聚焦，并由高压屏蔽加速，以每秒16万公里的速度射出来，碰到金属，金属即被熔化而焊住。焊接在真空中进行。

这种装置虽然很复杂，但有很多重要的优点。例如焊接速度快(为氩电弧焊接速度的1.5~2倍)，高温对焊接金属的影响范围很小，在焊接铜件时，甚至在靠近焊缝处也不会发热，因此可以保持焊件的结构和必要的性能，不会变形和弯扭。此外，用这种方法焊接耐熔金属钨、钼、钽等，可得到用其它方法所不能获得的效果。由于焊接是在真空中进行的，所以不会有气体渗入焊接处的金属内，影响焊件质量。(肖尧荣译)

眼镜式频闪观测器

旋转着螺旋桨，我们看到的是一个模糊的圆盘，而看不清桨叶的形状。如果在这“圆盘”前放一块不透明的纸板，在纸板上开一隙缝，固定对着“圆盘”，从隙缝中就可看清桨叶原来的形状。根据这个道理，苏联无线电爱好者K·费拉托夫创制了眼镜式频闪观测器。在通常的眼镜框上装镜片的地方改装上不透明的硬纸片，硬纸片

中间切开，象门一样能开合。硬纸片的开合用电磁机构控制。因此戴上这种眼镜后，由于硬纸片周期性地开合，就能把闪烁的图像“静止”下来，进行观察。在卷筒式印刷机前的工作人员能很方便地用这种眼镜检查印刷质量。(扁译)

热电冷却

利用半导体的热电性能可以作冷却之用。目前制得的半导体材料，在通上直流电后，能在它的两面得到60°C的温差。这种冷却装置不需要专门的冷气、管道、电动机等设备，因此获得广泛的应用。(时云译)

超声波缝合塑料

采用频率40千赫、功率约100瓦的超声波发生器，能缝合塑料薄膜而不需要加热。超声波使塑料交界层分子粘合在一起形成一个坚韧的接缝，而不致造成损伤。(洱译)

速热的阴极

新型速热阴极的预热时间仅需100毫秒。这种阴极是在矩形框架上安装很多金属丝，像竖琴一样，因此又叫做竖琴式阴极。这种结构形式，增加了加热表面积，因此可以缩短加热时间，更快地达到平衡温度。利用大量的并联阴极丝以后，还可以用低电压加热，灯丝电压约1.6伏，而电流达3.2安。这种电子管的噪声和寄生电感也较小。(马荣昌译)

电子诱鱼器

这种诱鱼器是一种装在防水箱内的半导体振荡器。把它悬在水中，由于它产生一种“唧唧”声，能把鱼引诱到放置捕鱼工具的范围来。(泽仁译)

欧洲第一次测向竞赛

不久以前，在瑞典斯德哥尔摩举行了欧洲第一次测向竞赛。参加竞赛的有苏联、捷克、波兰、瑞典等八个国家的63名运动员。测向机频率利用2米(找三个隐蔽电台)和80米(找四个隐蔽电台)两种。测向总距离只有5~6公里，但隐蔽电台的排列位置是任意的，例如第三号隐蔽电台可能距起点最近，而第二号隐蔽电台可能最远。此外，所有运动员都同时出发。

比赛结果，在2米波段，苏联阿基莫夫荣获第一名，成绩是74分钟。在80米波段，第一名是瑞典古拉尔·司文生。总分第一名为苏联队。(扁译)

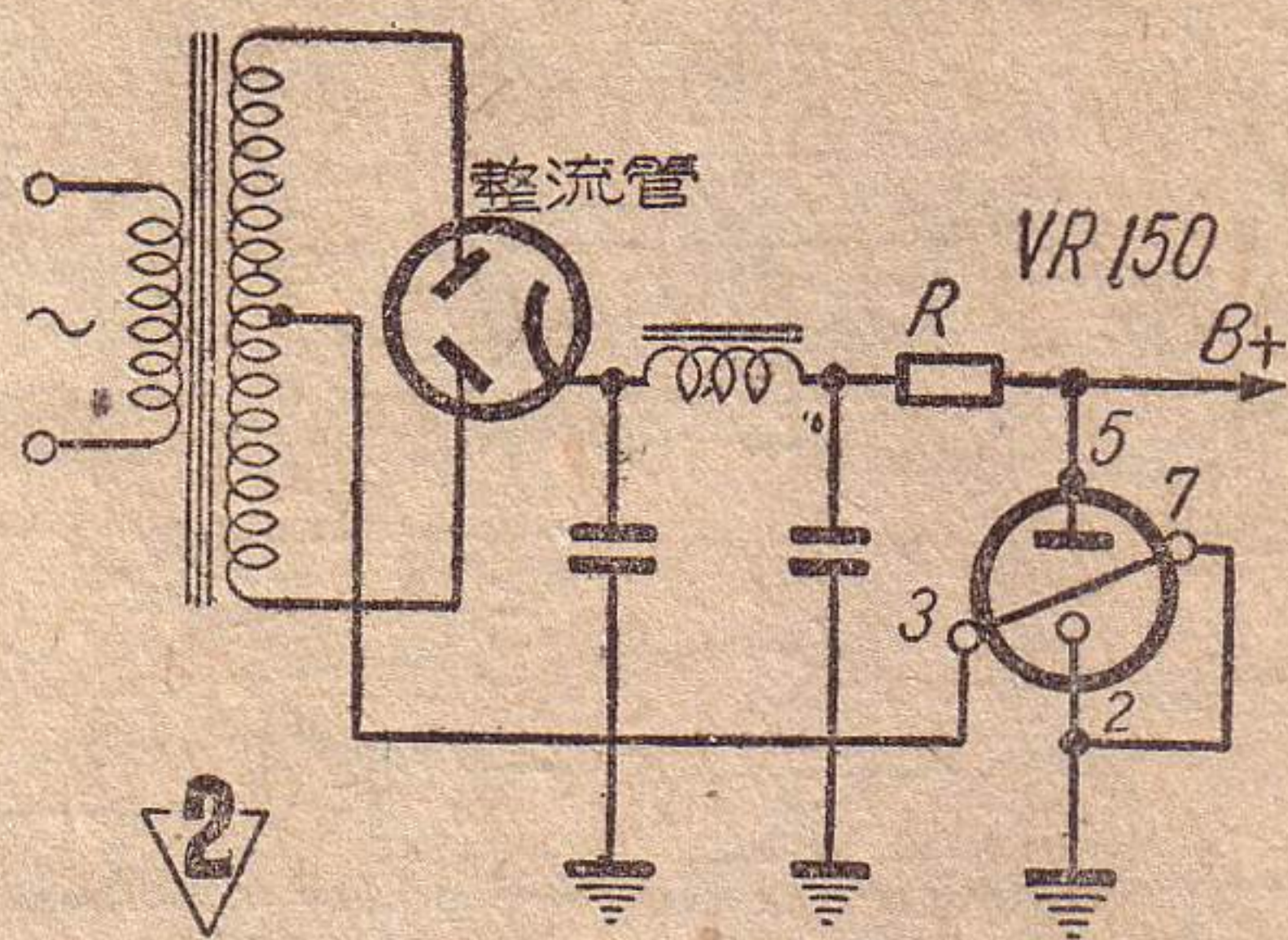
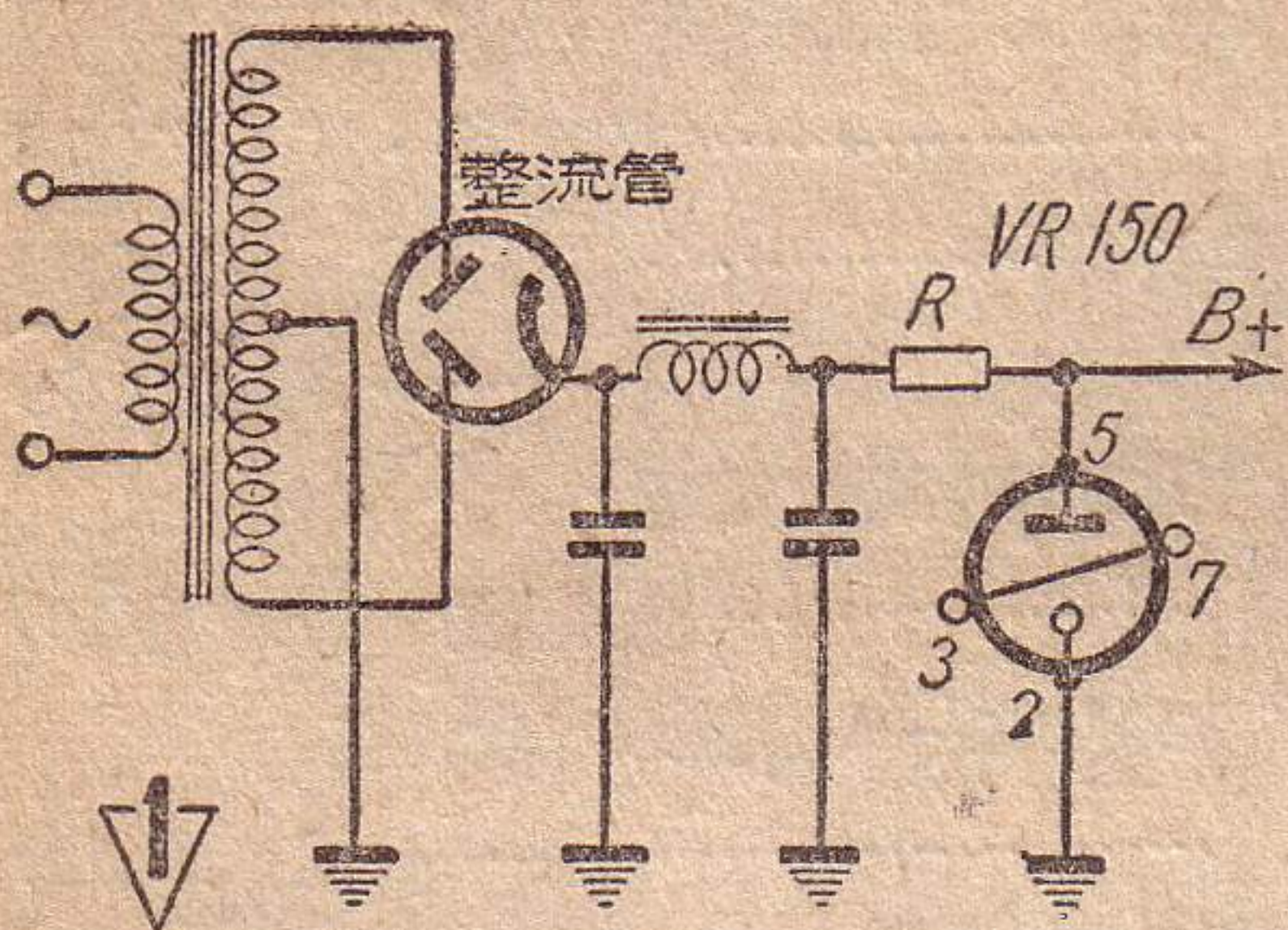


1. 拿一块磁铁在收音机的电眼前摆动，电眼里的绿色荧光部分和暗影部分也会随着磁铁的摆动而跳动。这是为什么？

(陈子琨)

2. 有两支 6B 的铅笔，已知其中一支里面的铅笔芯已断。用什么方法可以知道那一支是断芯的？(陈子琨)

3. 我们 know，稳压管（如 VR75、VR105、VR150）的电路象图 1 那样连接即可起到稳压作用。为什么管内第③脚和第⑦



脚间还要有一根线连着，而通常都采用图 2 所示的连接线路？(黄英豪)

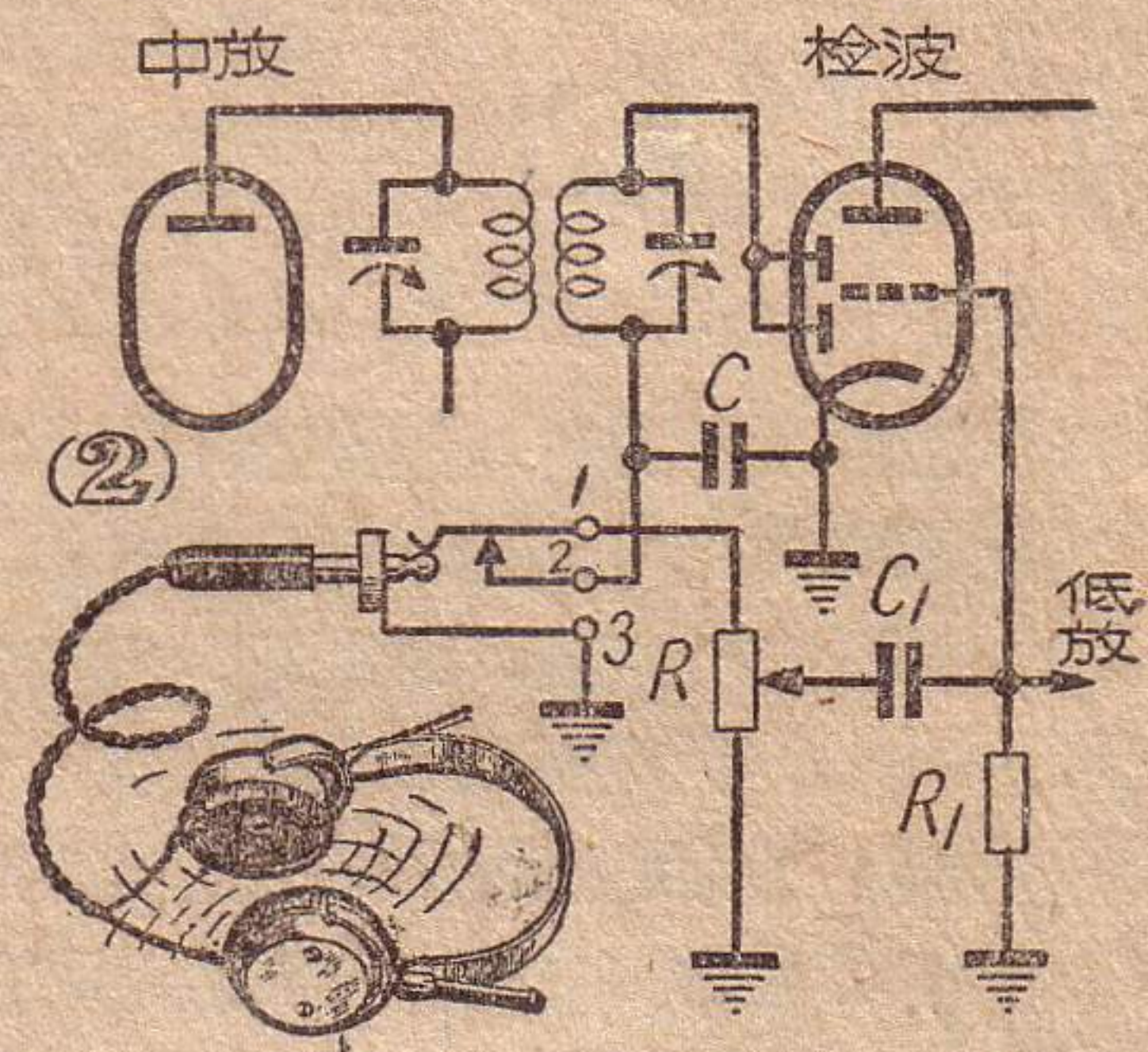
上期“想想看”答案

1. 两个电门独立地开关一盏电灯的电路如图 1 所示。另一种起同样作用的电路见“继电器接点电路的逻辑设计”一文中的图 1。



2. 这样作事实上是把变压器接成自耦变压器使用。因此，只要初次级两线圈的方向接得正确，使两线圈的电压相加而不是相抵消，同时不使变压器过负荷，就可以用这个电路提高整流电压。

3. 一般五灯超外差机电唱插孔的接线图如图 2 所示。当耳机插塞未完全插入时，插孔中的接点 1、2 可能没有断开，所以检波后的音频能通过耳机发出声音。如果将插塞完全插入，就会使接点 1、2 断开。耳机中就没有声音了。因此，在有电唱插孔的收音机时，可以利用上述办法，用耳机收听本地电台或外地较强电台的播音。



(上接第 19 页)

级高压线圈 2×250 伏 75 毫安，用 0.2 毫米线绕 2300 圈，在 1150 圈处抽中心头。

如果是从交流三管机扩展为这个四管机的，则大部分零件仍然合用。为节省起见，原来半波整流的电源部分在这里仍然可以使用。

竣工后的检验方法基本上和交流三管机相同（参考上一期），工作时要注意电源级的安全。各级的简单试验方法也是用手拿一个金属物，依次触碰 Π_3 、 Π_2 以至 Π_1 电子管的栅极，如能发出“咕咕”叫声，工作是正常的。试验 Π_2 和 Π_1 时 R_8 要开在音量较大处。检波级的调整和以前谈过的再生式收音机一样。

低频电压放大管 Π_2 也可以改用三极管或锐截止式五极管，部分常见的已在电路图上面附有注明。

在检波管的栅极回路里可以接入电唱头来放送唱片，将它的心线接在 Π_1 的栅极，隔离线圈套接地就可使用。如果是常常使用的，可以在底盘后面装一个电唱头插口比较方便。这个机

子放送唱片时音量是相当大的。

线圈 $L_1L_2L_3$ 是三回路再生式线圈。线圈筒直径 20 毫米。用两块中空的圆纸板固定在线圈筒一端，相距 3 毫米， L_1 绕在其中，用直径 0.09 毫米漆包线乱绕 250 圈； L_2 是在离 L_1 3 毫米处，用 0.12 毫米漆包线单层密绕 145 圈； L_3 离 L_2 3 毫米，用同号线单层密绕 65 圈。各个线圈同方向绕制。

电源变压器次级灯丝线圈两端跨接有一个指示小灯，在实体布线图上未画出，装置时可就近并联到靠近的一电子管的灯丝插脚上。

最后，在图 3 介绍交流四管机底盘上、下主要零件的一种排列方法，供参考。

(上接第 21 页)

电压数值符合一致。假如电路和元件没有毛病，一般不会相差太大。

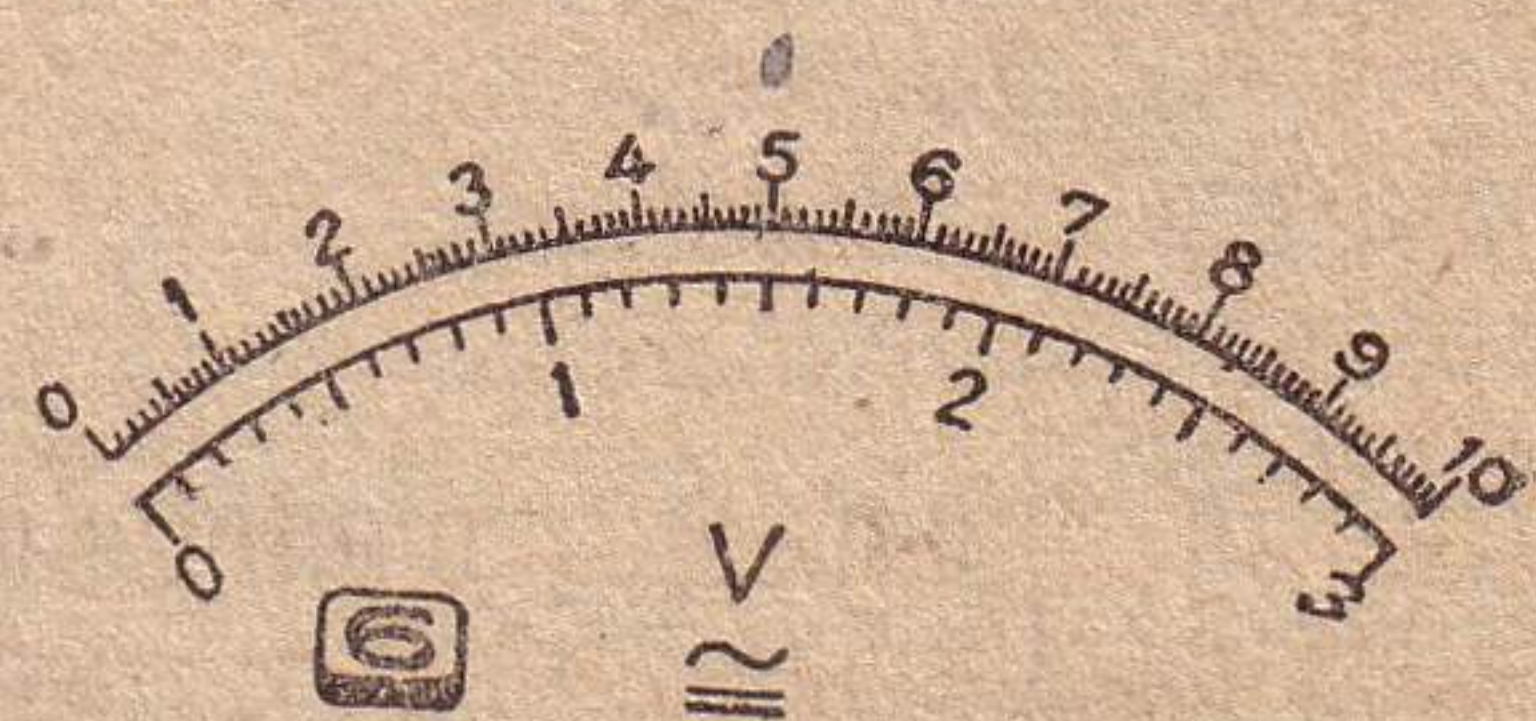
假如没有标准电压表 V_1 ，就只能使用电池粗略地校刻了。这时仍然用图 5，甲电路 (V_1 没有)，电池改用两节，约得 3 伏电压。将 VR 旋到最上头，调准被校电压表在 3 伏档指示满度，刻出 3 伏。然后改用

一节电池，表针将指在满度的 $1/2$ 处，这里可刻画为 1.5 伏。为了使刻度尽可能准确，可以多换几个电池试验，最后选用电压比较适中的电池作为刻画的依据。

然后将 Π_2 转到 10 伏一档，依次用一节、二节、三节……直到六节电池换入。则指针应指出 1.5 伏、3 伏、4.5 伏……直到 9 伏各指数，按照这些指数依十进等分，就能画出图 6 所示的上一条百分刻度。

最后再校验 3 伏档和 10 伏档在测同一电压时，两个读数是否相符。这时可用两节电池（3 伏），将 Π_2 转到 3 伏档应指满度 3 伏， Π_2 转到 10 伏档，如果也指 3 伏处，表示两刻度相符。转动电位器 VR ，把电压调到 2 伏，再依同法看两刻度值是否一致。如不一致，应以 3 伏档的读数为准，重新调整 10 伏档的刻度值。同法再换几个电压数值校验，便得到一定准确度的刻度。

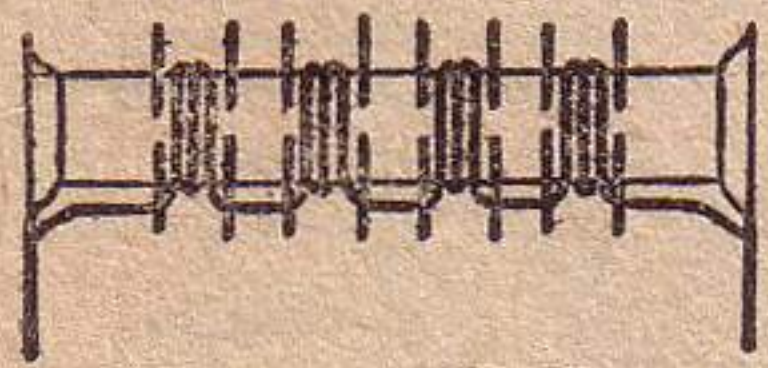
至于交流电压，也可找几个已知电压用同样方法校核。



问与答

问：找不到高频扼流圈时，能否自制或用其他办法代替？

答：高频扼流圈可以自制。即找一个高阻值的炭膜电阻（1兆欧以上），然后用赛璐珞片剪成圆片套在电阻的瓷管上，把瓷管分成数段（如图），片与片之间的距离为3毫米，然后用多股纱包线乱绕于槽内，每一个槽绕250圈，绕满一槽后间隔一槽再绕，绕四个这样槽它的电感量约为



2.5毫亨，绕成后把线头和线尾焊接在电阻的引线即成。

高频扼流圈也可以用废的中频变压器线圈代替，单个中频变压器的线圈约600微亨，两个串接起来，电感量约为1.5毫亨。其他的高频线圈只要电感差不多，也可以用来代替高频扼流圈。（丁启鸿答）

问：现存的漆包线，怎样能辨别它的线号？

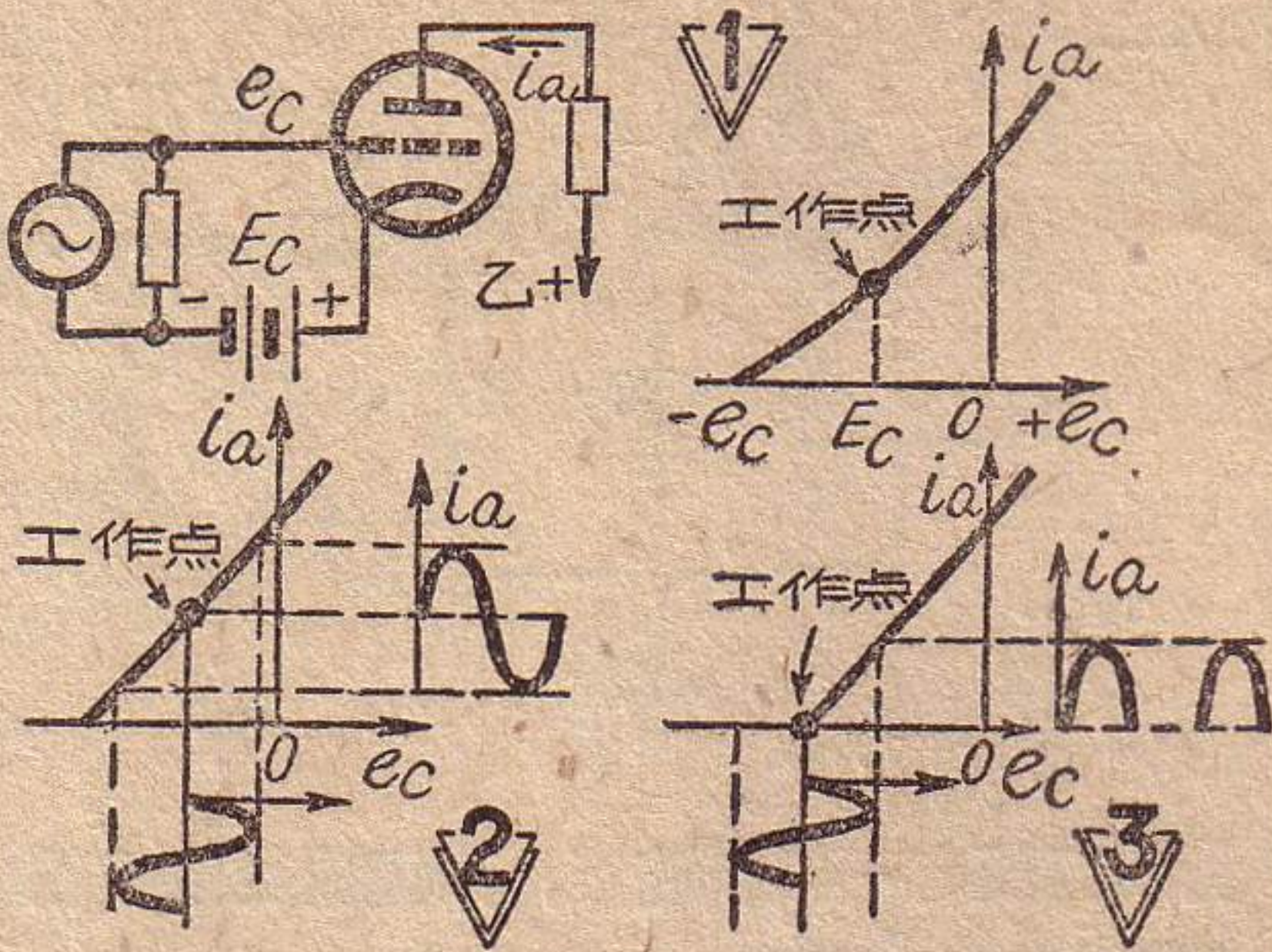
答：可以找一个竹笔杆，将漆包线在上面密绕若干圈，例如100圈，然后量一下它所占的长度，用长度被圈数去除，就得出每根导线的直径，从导线线规表中就可查出线号来。如果你有“各种导线密绕时每厘米圈数表”的话，也可以在竹杆上挖一个长一厘米的凹槽，在槽内将导线绕满，记住圈数，即可由该表上查知线号或直径。（成文答）

问：本刊1961年第5期“双矿石收音机”一文的电路图中，并联在耳机两端的电容器 C_1 、 C_2 应该用多大数值的？

答：通常在矿石收音机的耳机两端都并联有一个电容器；在双矿石收音机上有两个这样的电容器（ C_1 、 C_2 ）串联后再和耳机并联。这种电容器是使矿石检波后的高频电流成分旁路用的，对通过耳机的音频电流也有平滑的作用。它的数值约0.001~0.006微法，用一般纸电容器即可。（和答）

问：在放大器的分类中，提到的电子管的工作点是什么意思？

答：工作点就是指电子管栅极特性曲线上对应于固定的栅负压 E_c 的那一点（见图1），可知工作点的位置是由栅负压的大小来决定的。工作点的选择决定于放大器应该工作在哪一种状态，例如对甲类放大，工作点就应该选择在特性曲线直线部分的中点（图2）；对于乙类放大，工作点就应该选择在特性曲线上截止偏压的那点（图3）。



一个放大管如果在特性曲线上选择好了工作点的位置，那么立刻就可以从曲线上知道应取栅负压的数值。

问：怎样判断收音机噪声的来源是机内的还是外来的？

答：收音机噪声的来源基本上可分为机内的和机外的两类，而机外的又可以通过天线或电源线两种途径进入收音机。为了确定噪声的来源，可以按下面的步骤进行检查：

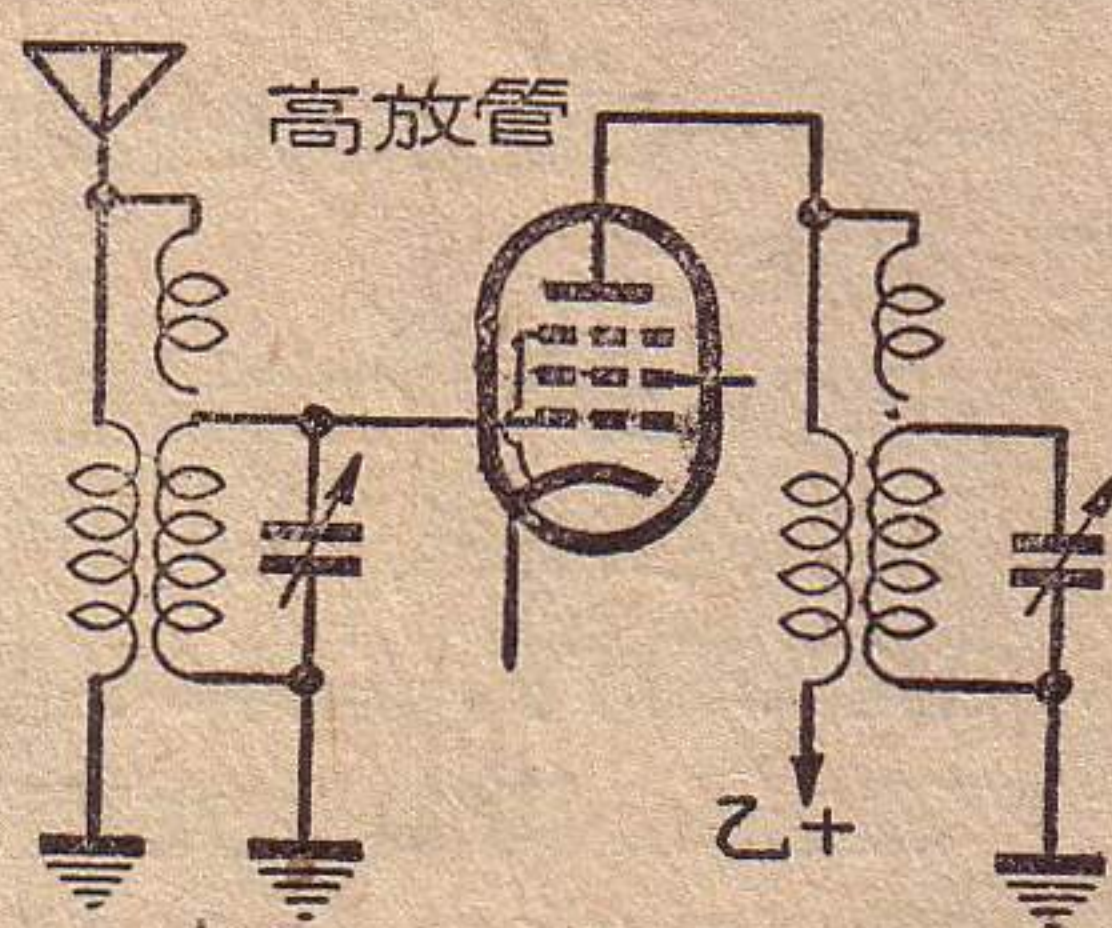
(1)将接到收音机上的天地线取下，把收音机上的天线接端与地短路，这时如果噪声消失了，则证明噪声是从天线引入的。如果仍有噪声，就说明噪声不是从天线引入的。(2)在收音机的电源引入线上加装滤波器或将收音机移至其他无电源线噪声的地方一试试，如果噪声消除了，这说明噪声是从原来的电源线引入的。(3)如果上面两种办法都未能消除噪声，则说明是机内的毛病。（以上陈庆麟答）

问：超外差机短波段接收良好，但中波段经常不能收音或收的不好，是什么原因？

答：主要的原因是中波段的垫整电容器受潮或松脱。其次，可能是由于这一波段的线圈或波段开关的焊接点或本身接触不良所致。

问：有些高放式收音机线圈从初级甩出一个小线圈到次级去，有什么作用？

答：这个小线圈只有几圈，绕在调谐线圈的近栅极端，一端连在初级线圈的上端，另一端空着不接。它起着耦合电容器的作用。使两个线圈的耦合紧一些，成为电感电容耦合，能够增加灵敏度。但对于频率的传输很不均匀，并且会影响选择性。有时，高放管屏极的耦合线圈也有这种装置（见附图）。（以上馮报本答）



时，高放管屏极的耦合线圈也有这种装置（见附图）。（以上馮报本答）



无线电与气象学……谭维毅(1)
 频率失真是怎么回事……陈庆麟(3)
 继电器接点电路的逻辑设计……田进勤(4)
 半导体时间继电器……祝捷(6)
 长延时的时间继电器
 ……(苏联)IO·洛克辛(7)
 冷子管……(苏联)B·法金(8)
 电子管里的真空……袁武安(9)
 怎样设计电源变压器
 ……黄济清 谭楚梁(10)
 “飞乐”261—A交流六灯收音机
 ……孟津(12)
 给收音机加装一个磁性天线……罗鹏搏(14)
 用收音机充乙电……陈锦龙(15)
 怎样切割玻璃……洪重光(15)
 资料 三灯收音机电源变压器
 绕制数据……(15)
 收音机低频电压放大器的设计
 ……俞锡良(16)
 交流四管机……馮报本(19)
 电子管电压表……栗新华(20)
 国外点滴……(22)
 想想看……(23)
 问与答……(24)

封面说明：高空气象侦察员正在施放无线电探空仪

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1月10日

本刊代号：2—75 每册定价2角

全国人民广播电台频率表

中央人民广播电台广播频率

1961年12月28日起实行

第一套节目

全天一次播音(6.20—0.05, 星期一—14.00—16.15休息)
 中波: 540、560、570、640、700、760、890、980、1020千赫
 短波: 3915、4460、6065、6155、6225、7100、7170、7500、9064、9735、11290、15175、15550、15610千赫

频率(千赫)	使用时间
1020	06.20—16.40(星期一—06.20—14.00)
3915	06.20—08.05, 18.55—00.05
4460	06.20—07.30, 21.05—00.05
6065	06.20—08.05, 18.55—00.05
6155	06.20—08.05, 19.20—00.05
7100	06.20—08.25, 17.35—00.05
7170	06.20—08.25, 17.35—00.05
7500	06.20—22.15
9064	08.10—18.50
9735	08.10—19.15
11290	07.35—21.00
15175	08.30—17.30
15550	08.30—17.30
15610	08.10—18.50

除了上述注明使用时间的频率以外, 其他频率均全天使用。

第二套节目

第一次播音(6.30—11.00) 第二次播音(11.50—1.00, 星期日11.00—1.00)

中波: 600、610、710、720千赫
 短波: 3985、5075、6100、7195、7265、7305、9020、9972、10260、15290千赫

频率(千赫)	使用时间
610	06.30—11.00, 11.50—23.00(星期日06.30—23.00)
710	06.30—08.00, 11.50—23.00(星期日06.30—23.00)
3985	06.30—07.30, 19.35—01.00
5075	06.30—07.30, 17.05—01.00
7195	06.30—11.00, 11.50—19.30(星期日06.30—19.30)
7265	20.35—01.00
7305	06.30—07.50, 20.35—01.00
9020	06.30—11.00, 11.50—20.30(星期日06.30—20.30)

9972 07.35—11.00, 11.50—19.30(星期日07.35—19.30)

10260 07.55—11.00, 11.50—20.30(星期日07.55—20.30)

15290 07.35—11.00, 11.50—17.00(星期日07.35—17.00)

除了上述注明使用时间的频率以外, 其他频率均全天使用。

第三套节目

全天一次播音(星期一—13.50—23.30, 星期二至星期日16.55—23.30)

中波: 1000、1150、1160千赫
 短波: 3830、4500、6890、11330千赫

频率(千赫)	使用时间
3830	20.35—23.30
4500	18.00—20.30, 20.40—23.30
6890	16.55—17.55(星期一—13.50—17.55), 18.35—20.35
11330	16.55—18.30(星期一—13.50—18.30)

除了上述注明使用时间的频率以外, 其他频率均全天使用。

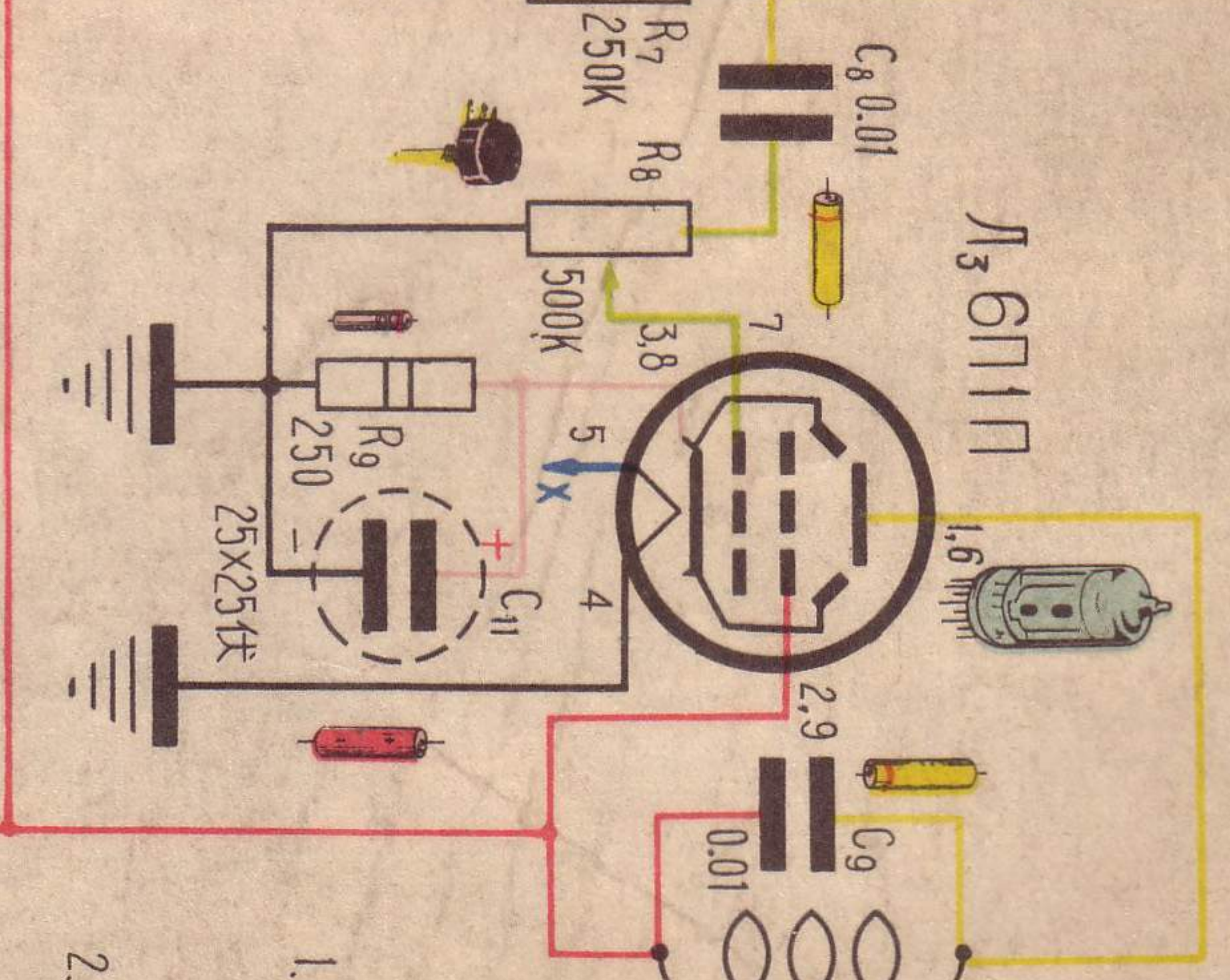
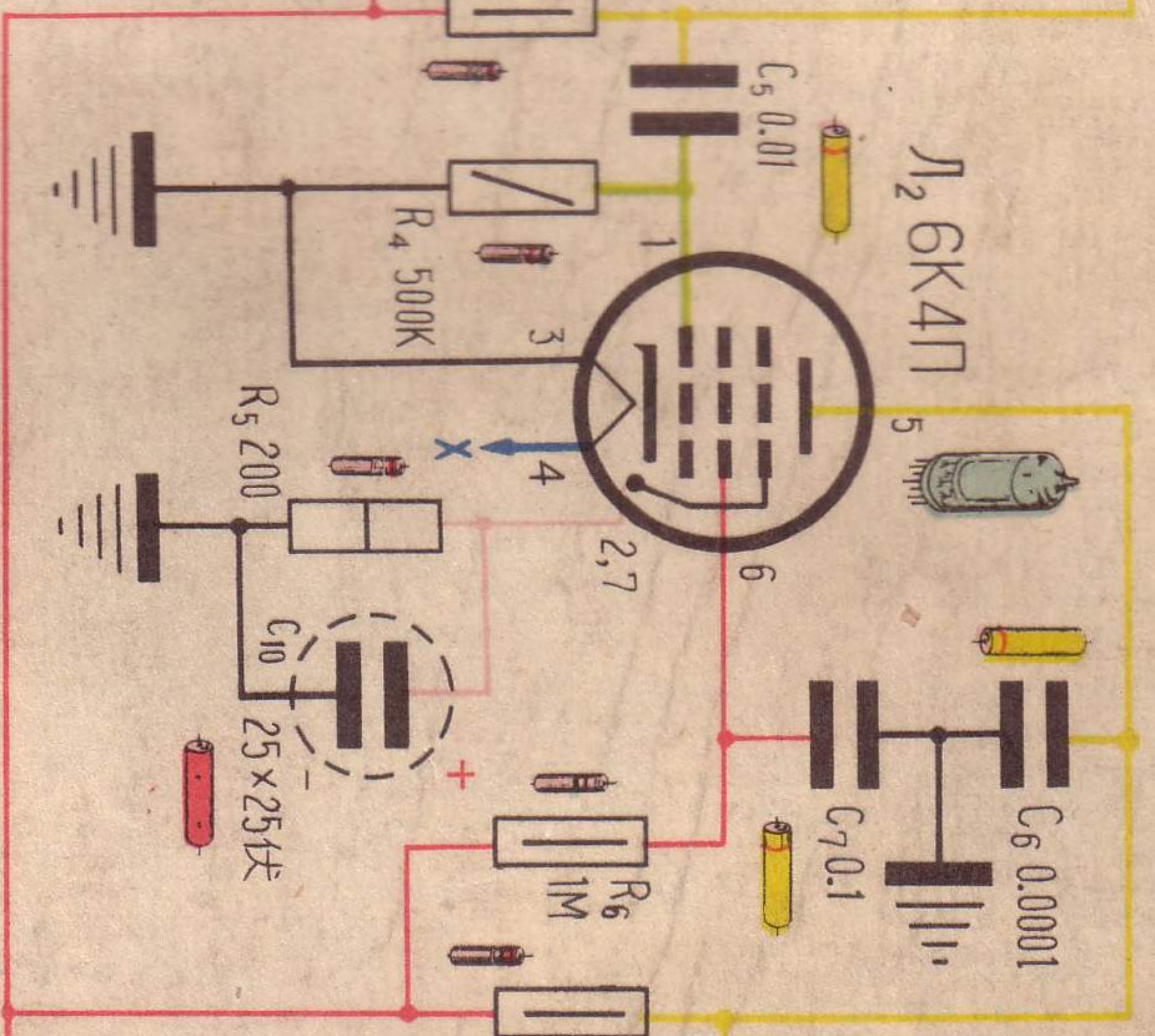
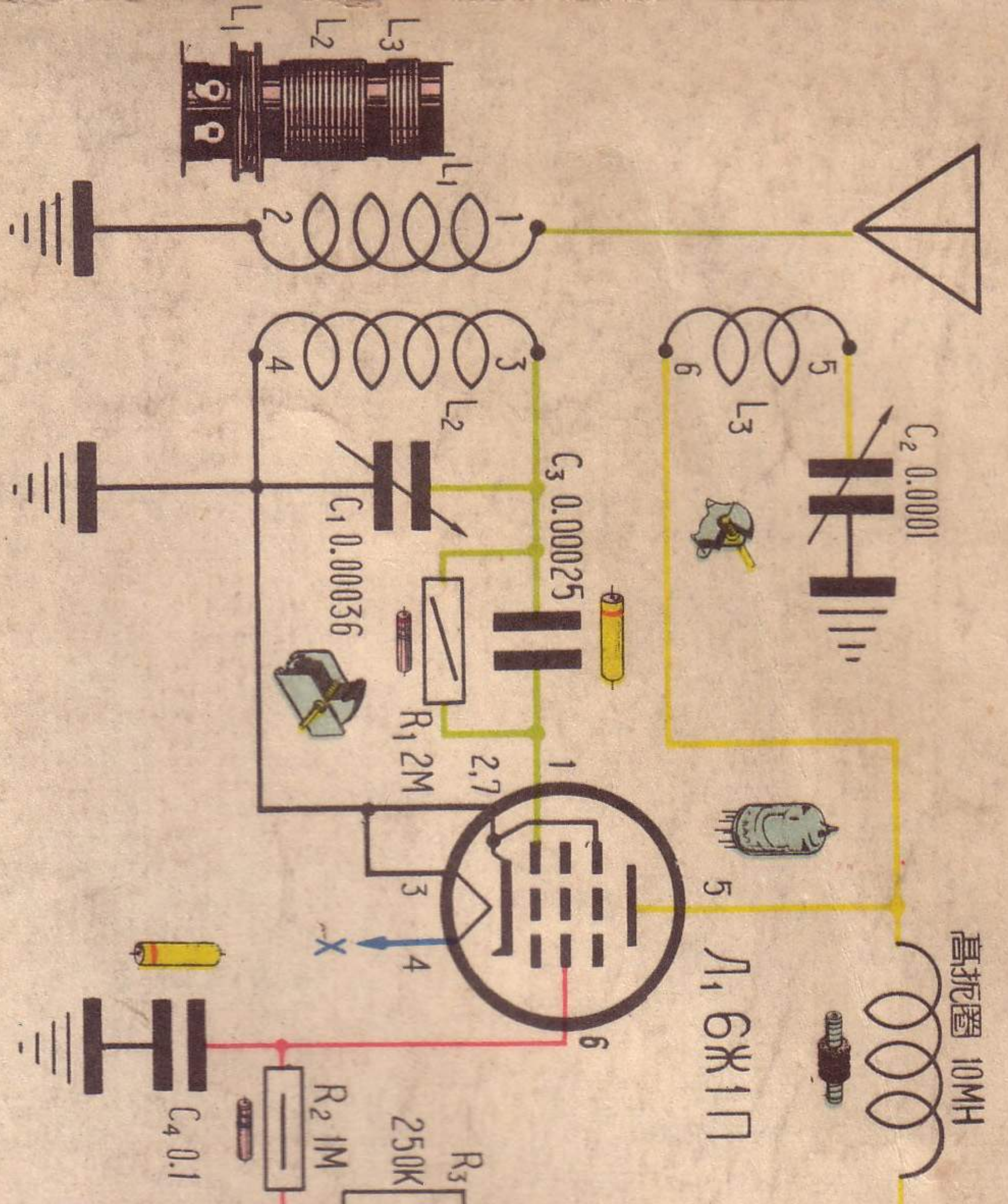
全国各省市人民广播电台频率

1962年1月1日起实行

台名	频率(千赫)	台名	频率(千赫)	台名	频率(千赫)	台名	频率(千赫)
北京台	820、1210、1350、1500	吉林台	580		4770、6280、7050、7385、9470、10245	信阳台	1050
上海台	850、990、1110、1210、1300、1500	吉林市台	1360、1600	山东台	1320、2350	南阳台	1360
河北台	780、1280	长春台	1330、1450	烟台台	1450	平顶山台	1590
天津台	870、920、1070、1390、1520	延边台	920	青岛台	850、1400	湖北台	770
唐山台	890、1450	四平台	1130	济南台	910	武汉台	1110、1370
石家庄台	1050	辽源台	910	江苏台	680	沙市台	1450
张家口台	910	通化台	1340	南京台	820	黄石台	1470
承德台	850	白城台	1270	扬州台	1370	襄樊台	1330
保定台	1470	黑龙江台	250、620	徐州台	1450	湖南台	1260、4990
邯郸台	1370	哈尔滨台	660、970、1570	苏州台	1330	长沙台	1530
秦皇岛台	1370	齐齐哈尔台	740、850	无锡台	1400	株洲台	1400
邢台台	1080	牡丹江台	750	南通台	1440	衡阳台	1350
山西台	1100	佳木斯台	610、1590	常州台	870	湘潭台	1500
大同台	1370	鹤岗台	1410	无錫台	1400	常德台	1570
晋东南台	1490	伊春台	910	南通台	1440	邵阳台	1390
太原台	1530	双鸭山台	1110	淮阴台	1530	江西台	840
阳泉台	1590	鸡西台	1530	新海连台	1350	南昌台	1310、1600
内蒙古一台	960、1460、4068、6840、6974、9365、9492、11040	陕西台	900、6176	安徽台	940	景德镇台	1400
内蒙古二台	1070、1380、3900、4000	西安台	690、1370、1490	马鞍山台	1070	赣州台	1270
包头台	670、1390	宝鸡台	1310	蕪湖台	1490	九江台	1560
呼和浩特台	1330	汉中台	1350	安庆台	1440	广东台	1060、1340
哲里木台	1350	铜川台	1050	淮南台	1270	广州台	790、890、1400
锡林郭勒台	1310、4525	甘肃台	860、7324、9780	浙江台	800、1350、2475	海南台	950
巴彦淖尔台	1270、4000	兰州台	1400	舟山台	1270	汕头台	910
乌兰察布台	1550	平凉台	1550	宁波台	890	茂名台	920
昭乌达台	1490、4068	张掖台	1490	温州台	1450	湛江台	1290
伊克昭台	1360	天水台	1270	福州台	880、1430、4980	广西台	620、1120、5010
辽宁台	218、1240	甘南台	1330	厦门台	1110	南宁台	1370
沈阳台	690、790、1440	玉门台	1310	漳州台	1360	桂林台	1450
旅大台	690、830	青海台	1010、1250、6260、6500、9500	河南台	1420	柳州台	1330
鞍山台	950、1070	宁夏台	1290	开封台	970	梧州台	1410
抚顺台	850、1520	新疆台	740、910、4220、4500、	新乡台	890	百色台	1390
本溪台	740、1310			焦作台	1560	四川台	1220、7225
安东台	810、1400					成都台	750
锦州台	1410					重庆台	1080、1310
营口台	1110					自贡台	1490
阜新台	930、1470					贵州台	1030、3260
朝阳台	1330					遵义台	1370
						都匀台	1490
						云南台	810、1460、6925、9990
						西藏台	5935、9490、11990



交流四管机

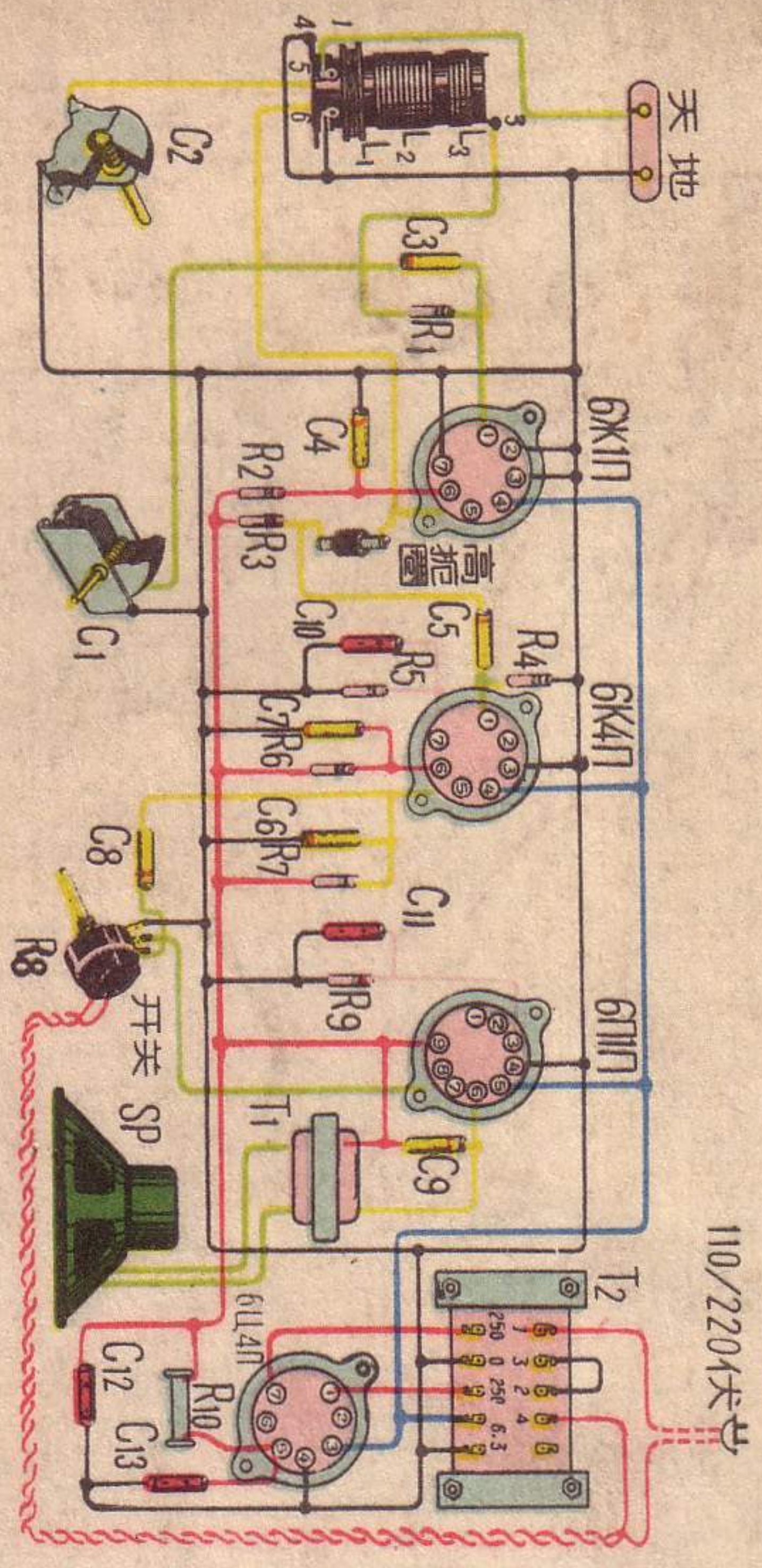
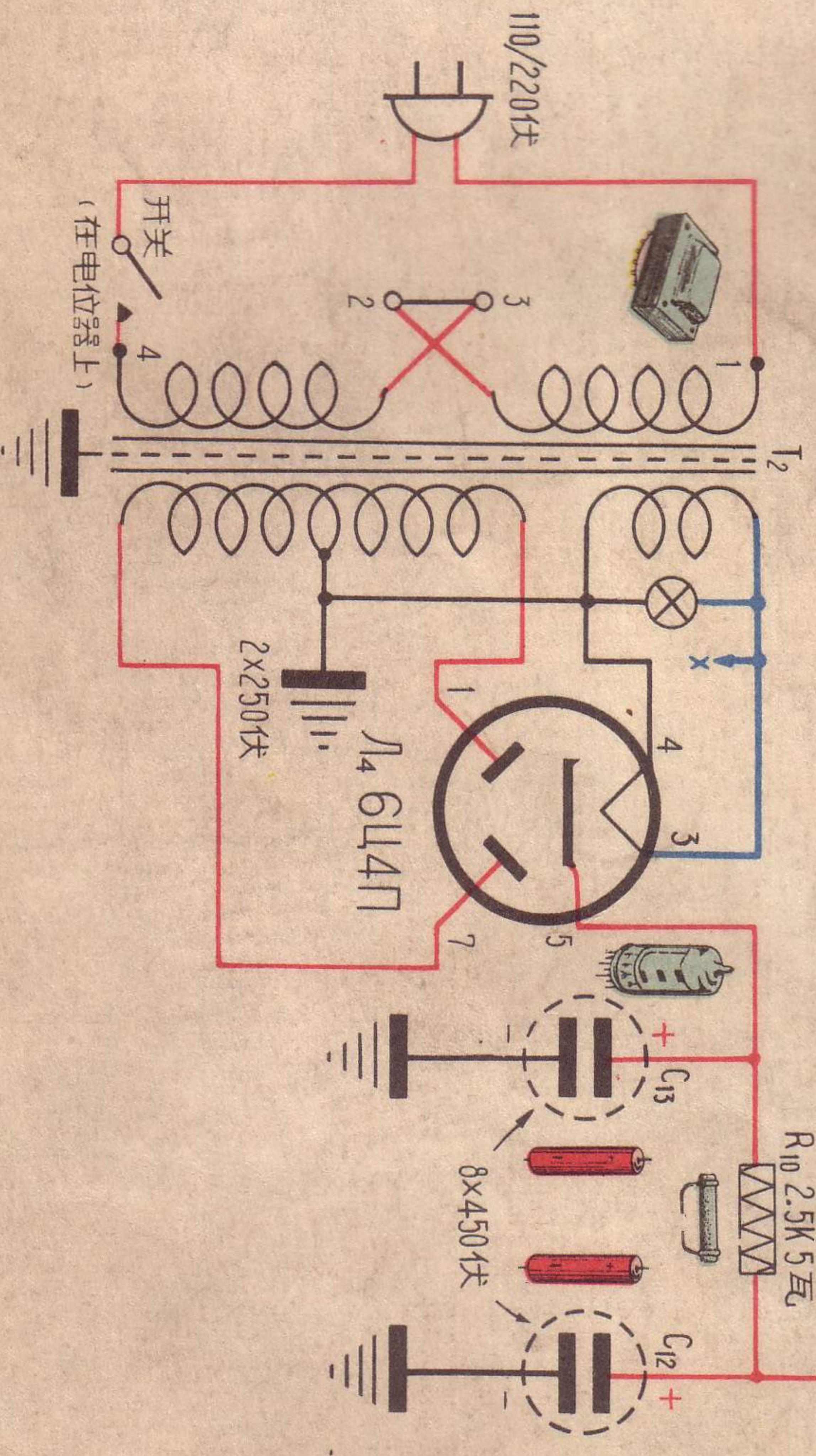


代用电子管

1. 6K11P ≈ 6AK5, 6SJ7, 6J7, 6K8, 6C6, 77, 57*
2. 6K4P ≈ 6BA6, 6SK7, 6K7, 6D6, 78, 58*
3. 6N11P ≈ 6A8, 6V6, 6F6, 6K6, 6N6C
4. 6L4P ≈ 5L4C, 5Y3GT, 80*

注:

- * 灯丝电压为2.5伏。
- + 需配用该管的输出变压器。
- ☆ 灯丝电压为50伏电流2安, 需另用灯丝线圈供给。



在本电路中, 1, 2 两类电子管可以互相换用。