



无线电

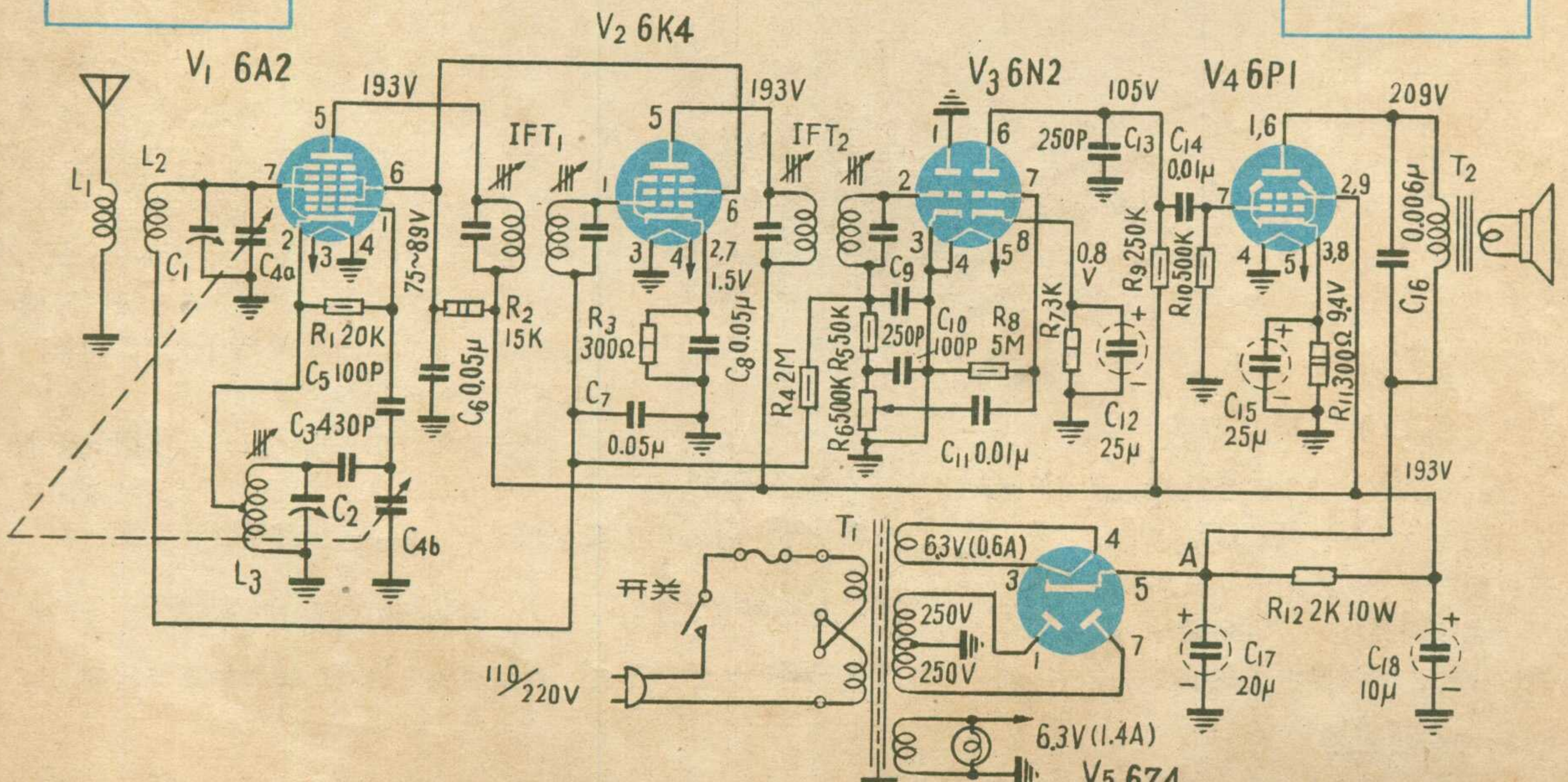
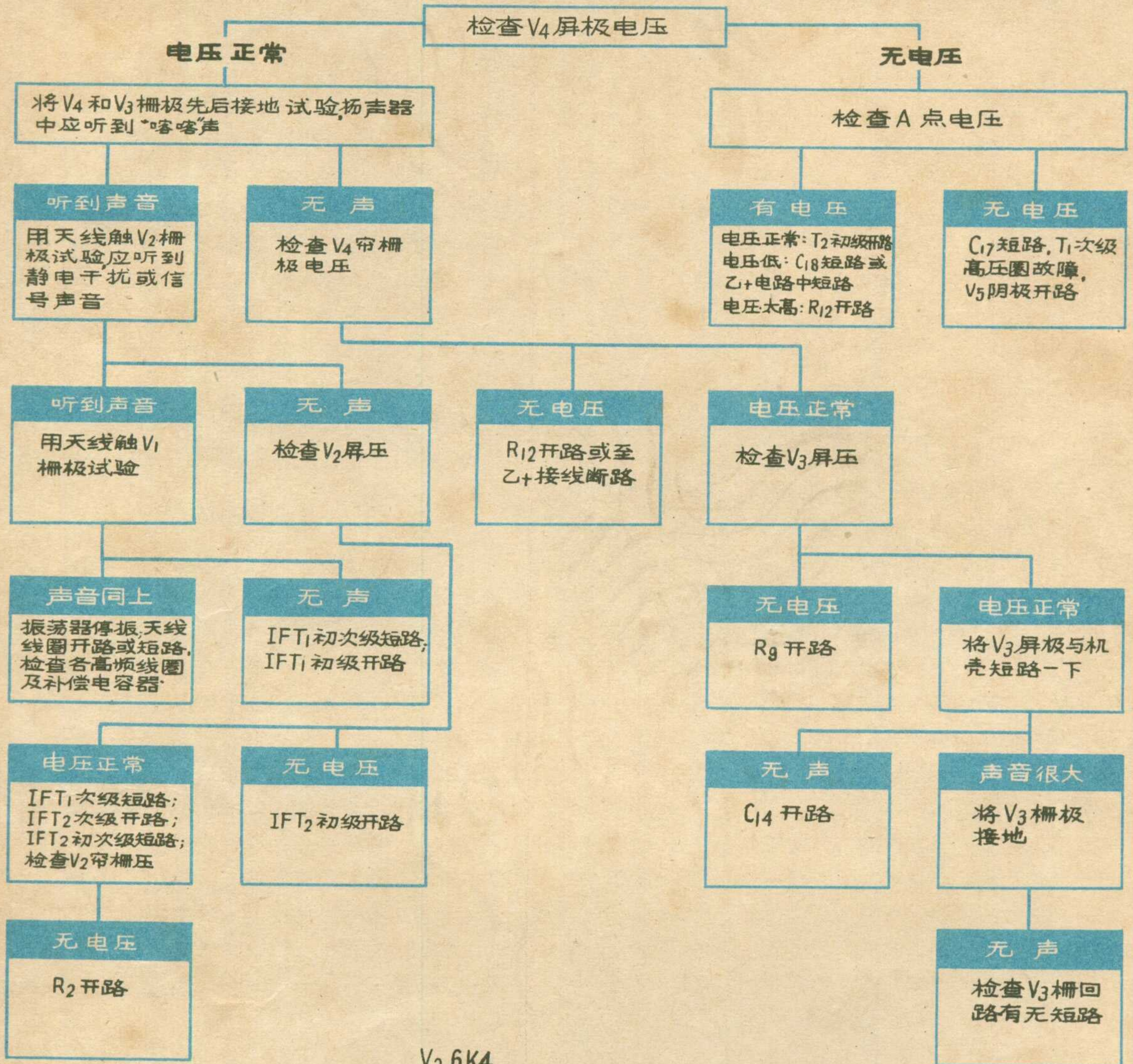
7

WUXIANDIAN

1963

收音机故障检查程序表

收音机无声,电子管亮



神通广大的热敏电阻

赵 振 世

提起半导体，大家很自然地会想到袖珍半导体收音机，想起小巧省电的半导体二极管和半导体三极管（晶体管）。当然，半导体的应用并不只限于这一点。半导体具有许多奇妙的特性，可以用它做成不同的器件，广泛地用在各种各样的科学技术部门和工农业生产中。的确，半导体管的出现，大大促进了无线电电子学的发展。这里，我们只谈谈半导体器件中的一种——热敏电阻。

奇异的温度特性

半导体的电阻随温度不同而急剧变化，当温度升高时，电阻急剧减小。这一点和金属很不相同。第一，当温度变化时，金属的电阻的变化要小得多；第二，当温度增加时，金属的电阻不是减小，而是增大。例如，当温度升高 1°C 时，铜的电阻要增加 0.4% （电阻温度系数为正的 0.004 ）；而半导体的电阻却要减小 $3\sim 6\%$ （电阻温度系数为负的 $0.03\sim 0.06$ ）。可见，半导体电阻随温度的变化，要比金属大一二十倍。或者说，半导体对温度变化的反应，要比金属灵敏得多。热敏电阻正是利用半导体的这个特性制成的。

为什么半导体的温度特性和金属截然不同呢？大家知道，金属中本来就存在着大量的自由电子，它们能在电场的作用下自由移动，形成电流。当温度升高时，金属内部原子的振动加剧，增加了对电子运动的阻碍作用，因此，当金属的温度升高时其电阻稍微加大。在半导体中，电子是受到束缚的。当温度升高时，依靠原子的振动（热运动），把能量传给电子，可以把电子释放出来成为自由电子，参与导电。所以温度越高，原子热运动就越剧烈，产生的自由电子数目就越多，导电能力就越好，电阻就越低。虽然原子振动加剧会阻碍电子的流动，但是这种作用和电子的大量释放比较起来是微不足道的，所以温度上升会使半导体的阻值迅速减小。

简单的制造方法

热敏电阻的制造方法很简单。通常用来制造热敏电阻的原材料是锰、钴、铀、钛、铝等金属的氧化物。把两种或多种金属氧化物按一定比例混合后，研细调匀，加入胶合剂调成糊状，按照要求放在压模中压成小圆

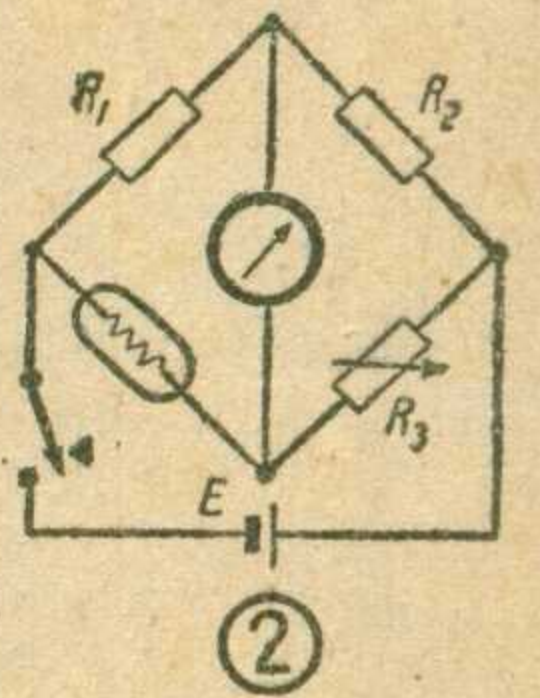
珠、圆片、小棍或拉成细丝形状的毛坯。然后放在高温炉中烧结，再经过安装引线，封入真空的玻璃泡或其它管子内，就制成了热敏电阻。

图1介绍了几种热敏电阻的外形。有些热敏电阻的外形和普通的八脚电子管很相像，所以有些人往往把它误认为电子管。热敏电阻可以做成直热式的（如图a），也可以做成旁热式的（如图b）。在旁热式热敏电阻中，热敏电阻放在一个金属丝线圈发热器的中间，控制发热器的热量，可改变热敏电阻的阻值，自动控制工作电路。

小巧灵敏的温度计

热敏电阻对温度变化有很高的灵敏度，利用这一特点可以制成各种各样的温度计。例如，可以把热敏电阻接在桥路的一臂中（图2电桥中的左下臂）。温度变化时，热敏电阻阻值改变，电流计的读数就改变。热敏电阻一定的温度对应着一定的电流大小，所以根据这一电流值就可以直接读出被测温度来。

热敏电阻温度计的优点是体积小，灵敏度高，惰性小，而且电引线可以很长，能够在很远距离以外进行测量。用简单的热敏电阻仪器，可以测出 0.0005°C 的温度变化。热敏电阻还可以制成直径为 $3\sim 20$ 微米的小珠，可用来测量任何微小物体的温度，并把测量结果立刻告诉我们。

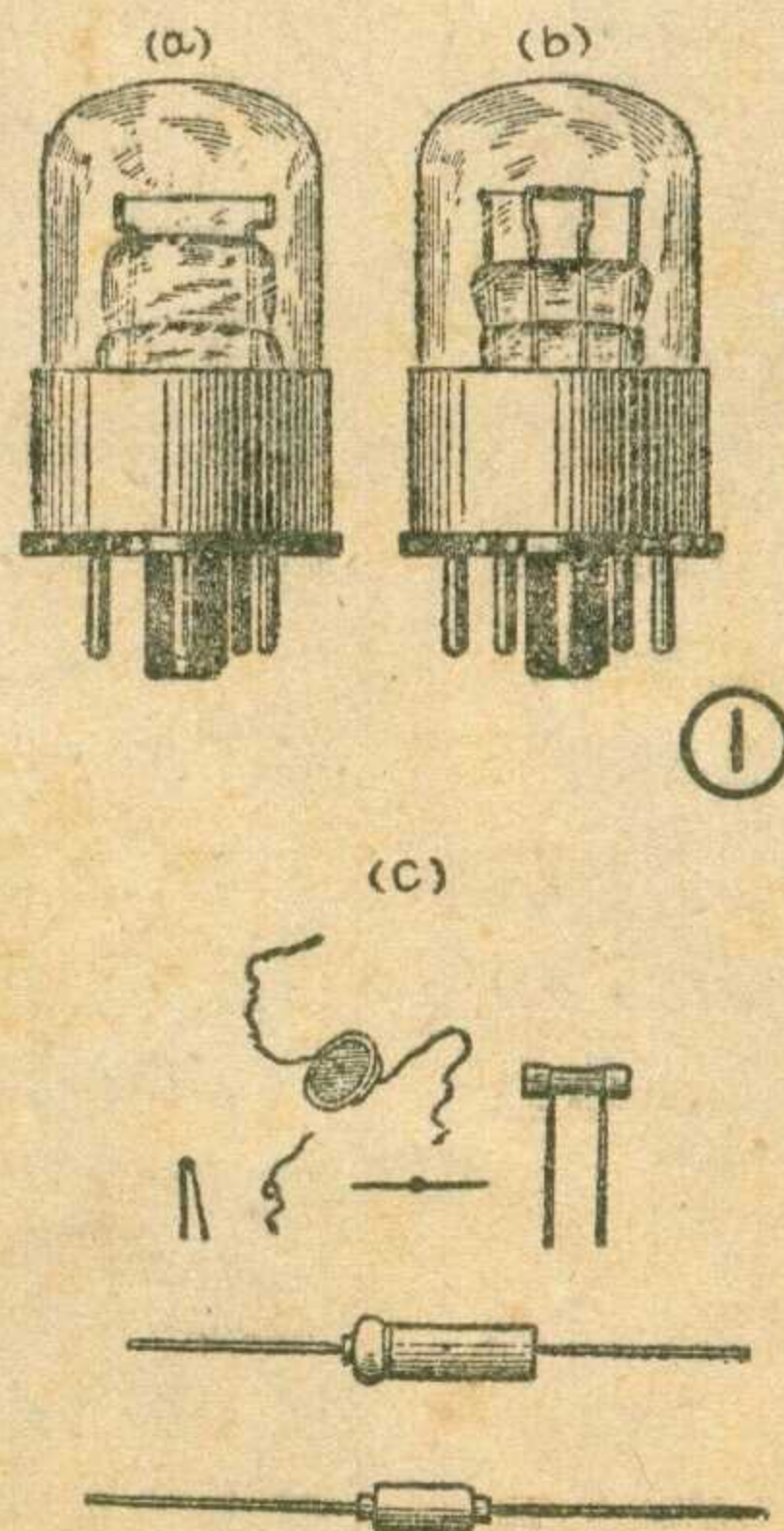


利用热敏电阻温度计可以测量一般温度计不能测量或测量不到的地方（例如机器零件的外表面、汽缸内部）的温度。在医学中，把热敏电阻敷上一层保护膜，制成一种微型温度计，可以测量胃、肠、血液、溃疡皮肤的温度。在天文学中，把热敏电阻放在反射望远镜的焦点上，通过热敏电阻阻值的变化，就可以测得恒星送到地球上的热量，从而断定出它的温度来。

把许多热敏电阻埋在仓库粮堆内的各个地点，并用引线接出来，就可以随时监测粮堆内部各点的温度，以防止谷物发霉。

不能被发现的“雷达”

利用热敏电阻对热辐射的高灵敏度，可



以探測远距离各种不同的目标。例如它能发现400~500米远处的人，2~3公里处点燃的火柴。因此在战场上可用来监视敌人的行动。在大森林或草原上，可用来帮助捕获动物。用热敏电阻造成的探测器能够发现广阔天空中的飞机，汪洋大海中的輪船，并能精确地测定这些飞机和輪船的个别发热部件，如发动机和烟囱等，从而推測該目标的距离、运动方向和速度，以便采取适当的措施。利用同样的装置还能使高空的飞机即使在夜間飞行也能“看到”陆地上的城市建筑、河流、湖泊和山脉的輪廓。不难想象，这种仪器有着何等重要的意义。

上面的事例說明这种装置能起雷达的作用。但是普通雷达要向空中发射电磁波，这样就容易被敌人发现，而用热敏电阻做成的“雷达”，就沒有这个缺点。

妙用无穷

把热敏电阻和另外的仪器配合起来，可以在不同领域内起到各种意想不到的作用。

利用热敏电阻对温度的灵敏反应，可以間接測量各种物理量。例如，它能測量频率高达5000兆赫的功率，也能測量1赫频率的輻射波。

在輸送可燃气体或石油的管道里放上热敏电阻，当气体的流速降低时，热敏电阻会因热量来不及散失而过热，于是其中的电流就会上升。如果把把这个热敏电阻与檢流表相連，那么檢流表就可指示出管道中气体或液体的流量。

利用热敏电阻中的电流随温度升高而增加的特性，可以作成各种自动报警和自动控制設備。例如，大谷仓中的温度升高半度，热敏电阻的电流增加就足以使信号設備动作，响鈴报警。在孵化房里，当温度低于某一限度时，热敏电阻的电流减小到某一数值，就会使相应继电器釋放把电炉接通；当温度上升到某一限度时，热敏电阻的电流增加，使继电器动作，切断电炉，从而可以把房內温度自动控制在某一范围内。利用热敏电阻在不同介质中散热条件不同，还可以自动控制液面的高低。

热敏电阻还能起时间继电器的作用。当电路接通时，电流流过热敏电阻，使它的温度上升，电阻减小，又使电流增大，这过程一直循环下去，直到达到热平衡为止。电流增大到一定数值所需的时间，决定于热敏电阻的性质、体积和散热条件，可以从几分之一秒到十分钟，因此可以用热敏电阻作成各种不同的延时继电器。只要利用几个大小不同的热敏电阻，就能使几台机器依次隔一定时间自动开动。此外，利用热敏电阻阻值随时间减小的特点，还經常用做各种电路中的“保安器”，防止电路剛接通时因电流的剧增而燒毀触点，例如用作电动机起动时的自动变阻器等等。

热敏电阻的温度系数是負的，因而又可以用来补偿銅綫綫圈的正温度系数，使仪表綫圈中的电阻值在 -50°C 到 $+50^{\circ}\text{C}$ 的变化范围内誤差不超过 $\pm 0.4\%$ 。我

們知道，如果对銅綫綫圈不加温度补偿，那么温度变化 $\pm 50^{\circ}\text{C}$ ，它的电阻值就会相应地变化 $\pm 20\%$ ，造成很大的誤差。

热敏电阻在現代的自动化、远距离操纵、仪表制造、热力学、測量技术以及軍事技术中的应用例子还很多。而且，如进一步掌握它的特性，改进制成品的性能，一定会取得更大的成果。

（上接第3頁）

察水面情况，測量海道和修造船艦等。

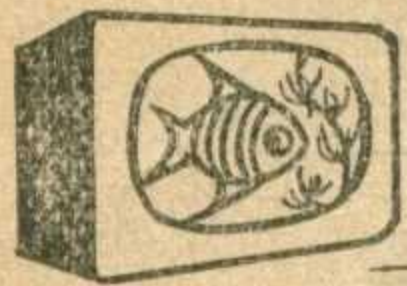
上面简单地介紹了一些应用水下电视的例子。有人会問，水下电视和普通的广播电视有什么区别呢？它們有什么特点呢？

水下电视在原理上和普通广播电视完全相同。不同的地方主要有以下几点。首先，对于广播电视，电视台內的发射机和电视接收机之間，是靠无綫电波来联系的，在电视台和用戶之間，不需敷設电綫。但水下电视的摄像机是在水下工作的。大家知道，水对无綫电波的吸收能力很强，如果仍用无綫电波傳送图像信号，就不能把摄像机摄到的景像傳到水面上来。因此，水下电视的摄像机和接收机之間是用电綫联系的。第二，水下电视設備由于要在深水中工作，所以它在結構上必須有可靠的密封装置，并且能够承受巨大的压力。特别是入水越深，这些問題就越加重要。第三，我們知道，水能够强烈地吸收光綫。随着深度的增加，光綫越来越暗，所以深水世界一直被认为是黑暗的王国。因此，使用水下电视时必须同时采用水下的照明設備，把要观察的对象照亮。例如，功率为250瓦~1000瓦的白熾灯、超高压水銀灯、紅外光及紫外光等都可以用作这种照明設備。最后，还要求摄像机的結構和輔助設備尽可能地簡單、尺寸要小，并便于在地面上或船上进行远距离操纵，等等。

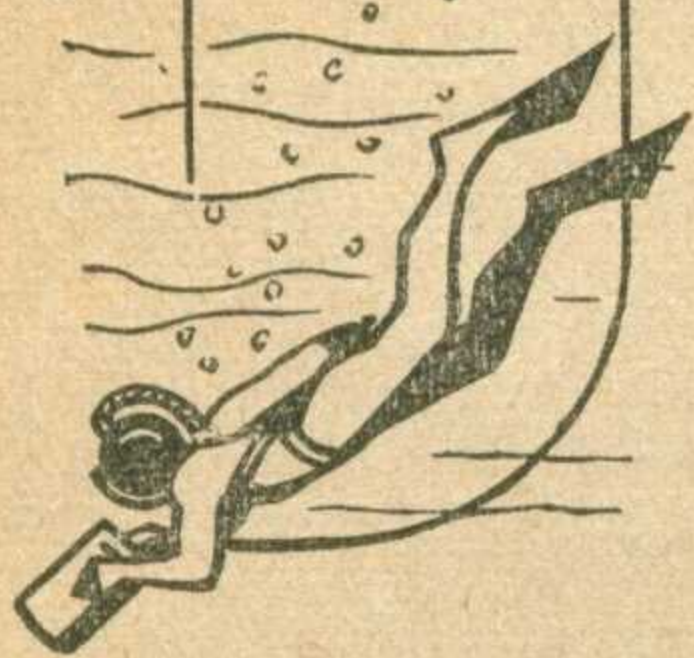
水下摄像机常装有几个可以旋轉变换的鏡頭，根据目标距离的不同，在水面上远距离操纵使用。在摄像机中除装有摄像管以外，还装有視頻放大器，以便将图像信号預先放大，以及行与幀回描的消隐脉冲放大器、行扫描放大器等。为了簡化水下摄像机，常把幀扫描部分装在水面上的接收机中，通过电綫把幀扫描锯齿形电流脉冲送入水下摄像机。行扫描锯齿形电流频率較高，用电綫傳送时会产生很大失真，所以行扫描部分仍装在水下摄像机中。

水面上的接收装置和普通电视接收机不用的地方是多了一个控制部分。由它产生行与幀同步脉冲来控制摄像管与显像管的同步。此外，它还包括摄像管的幀扫描部分和远距离控制装置等。

目前，水下电视設備一般只能看清楚五米以內的东西，最大的可見距离也只有几十米。潛入深度最多可以达到5000米。但是我們相信，随着科学技术的飞速发展，水下电视設備将更趋完善，为探索和征服海洋作出更多的貢獻。



初露 水下的 潛水員 電視



· 竹 間 ·

辽阔的海洋，一望无际，水深莫测。在宽广的海底世界里，不知蕴藏着多少自然界的秘密和宝藏。神话中富丽的“水晶宫”，反映了人们对探索和征服水下世界的深切愿望。

为了探索水下的秘密，人们穿了防水耐压的潜水服，潜入水下去进行观察。但是，水的压力是惊人的。每潜入10米，在每平方厘米的面积上，就要增加一公斤的压力。一个不穿保护衣的人，在900米的深处就会被压死。目前，潜水员穿上最完善的潜水服，一般也只能下潜50米。如果遇到较急的水流，潜水员在水下待的时间也不能太长。

电视的出现，大大扩展了人的眼界。电视摄像机好比是人的眼睛，能够放到很远的地方或我们根本不能去的地方，替我们“看”东西。水下电视设备是一个很好的“潜水员”。它能够在潜水员不能下水的

气候条件下，在潜水员不能停留的深水中，进行长时间的仔细观察；还能够在不影响水下生物生活条件的情况下察看它们的活动情况。探索水下秘密的人不必下水，就可以在电视接收机旁边长时间地“亲自”观看神秘的水底世界。很明显，水下电视在水下工程建设、渔业和海洋学的研究等方面，开辟了一条崭新的道路。

在水下工程建设方面，水下电视设备主要是对建筑工程进行视察，侦察和选择施工地点，以及定期检查各种水下工程建筑物。例如对海港、码头、堤坝、水闸和桥墩等进行定期检查，以便及时发现它们的裂缝、穿孔和腐蚀等情况，进行补救。另外，还可以利用水下电视设备来检查船舶的外壳、螺旋桨和船舵，确定船体寄生物生长的情况，查明船壳的损坏程度等等，有助于修船的作业和航行的安全。这时，船只不必进坞，一面装卸货物，一面就可以进行详细的检查。在敷设海底电缆时，水下电视设备可以用来选择线路或帮助施工。在打捞工作中，可以用来搜索与识别沉没的船只和货物，以及查明损坏的情况。

在渔业生产方面，水下电视也极有用处。在海洋中，要摸清鱼类洄游规律和它们栖息的水层，从而准确地下网捕捞是很困难的。如果利用水下电视设备，就比较有把握地去探测鱼类的行动，为捕捞生产提供准确的情报。目前有些国家已经采用了这种新设备。在一个捕鱼船队里，配备一艘探测鱼群的侦察船或潜水艇，在船上装有水下电视和其它的探测设备。先利用水平及垂直鱼探机找到鱼群，再根据记录的映像位置，放下电视摄

像机对鱼群的大小、栖息水层、种类、运动方向和速度等进行观察，然后把这些资料通知生产鱼船，以便准确地下网捕捞。

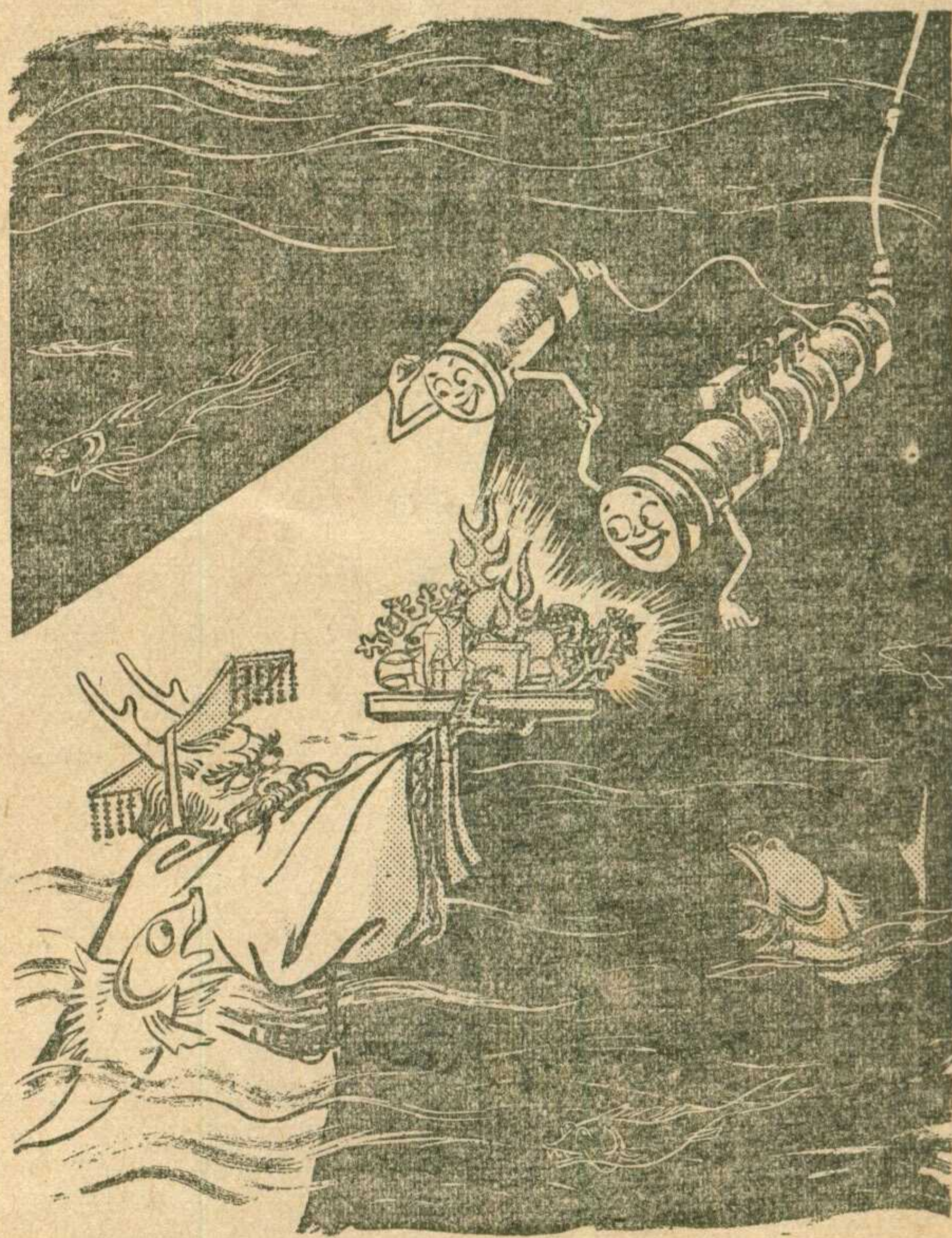
水下电视一出现，就受到了海洋学家的重视。无论是在浅海或深海里，都不是平静的。那里生长着各种各样的生物。就只说动物吧，现在知道的海中动物就有约三万种！它们是怎样生活的呢？这一直是海洋生物学家特别感兴趣的问题。有了水下电视以后，就可以研究水底生物在自然条件下的生活情况了。为了不惊动水下生物，还可以采用以看不见的紫外线作照明的新型水下电视设备。

富有的海龙王从来不肯泄露水晶宫中的底细，因此，人们至今还不知道它究竟有多少财产。海洋地质学家很早就下决心要弄清楚海底的秘密。水下电视的出现，给他们送来了有力的工具。这种工具可以用来观察海底的地形和地质结构，帮助他们勘探海底矿藏。

利用水下电视，还能够进行流体力学的研究。例如，在实验室中观察液体的运动，研究螺旋桨的工作条件，以及由于船舰运动而产生的空泡和涡流等现象。

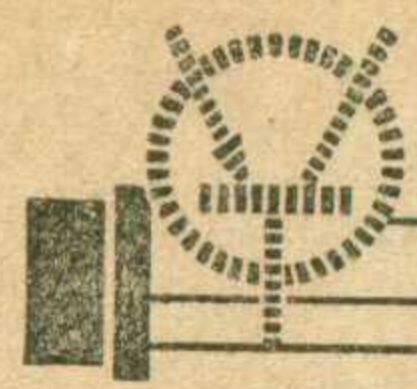
在军事上，水下电视可用来保护海军基地，监视海港入口以及敌方潜水艇的活动。同时还可以用来观察水下武器的试验，搜索鱼雷、水雷和失事飞机；从水下观

(下转第2页)



龍宮探宝

鍾君梓尚



晶体管振荡电路简介

李 锦 林

本文介绍产生正弦波的面接合型晶体管反馈振荡器的特点和电路。

晶体管的振荡特性

我们知道，晶体管的运用受到频率的限制。表征频率特性的最重要参数是电流放大系数 α 随频率而变化的关系。电流放大系数 α 下降至 0.707 倍时的频率称为截止频率 f_α 。例如 $\Pi 6A$ 型晶体管的 $f_\alpha = 100$ 千赫， $\Pi 6\Gamma$ 型晶体管的 $f_\alpha = 1000$ 千赫等。

表征晶体管的振荡特性有一个更常用的参数，这就是最高振荡频率 $f_{最大}$ 。它说明晶体管作为振荡器应用时，在最好条件下所能达到的最高频率。例如 $\Pi 401$ 的最高振荡频率 $f_{最大} = 30$ 兆赫， $\Pi 402$ 的 $f_{最大} = 60$ 兆赫，而 $\Pi 403$ 的 $f_{最大} = 120$ 兆赫。

最高振荡频率与截止频率之间的相互关系比较复杂。一般地说，对于用合金法制成的晶体管如 $\Pi 6$ 、 $\Pi 13$ 等， $f_{最大} \leq 2f_\alpha$ 。对于用扩散法制成的晶体管，如 $\Pi 401-403$ 等， $f_{最大} \leq (3 \sim 4) f_\alpha$ 。

最高振荡频率只说明了最大的可能性。现在要问，在低于最高振荡频率下，晶体管的振荡性能是怎样的。在低于最高振荡频率下，一般晶体管的功率增益系数 K_p 与最高振荡频率 $f_{最大}$ 之间的关系可近似表示为

$$K_p = \left(\frac{f_{最大}}{f} \right)^2$$

这个公式表明，晶体管功率增益与工作频率的平方成反比例。在 $f = f_{最大}$ 时，功率增益 $K_p = 1$ 。换句话说，最高振荡频率是功率增益等于 1 时的频率，在此频率下，晶体管只能维持振荡而没有功率输出。当频率低于最高振荡频率时，功率增益才会有显著的增加。例如在 $f = \frac{1}{2} f_{最大}$ 时， $K_p = 4$ 倍，在 $f = \frac{1}{4} f_{最大}$ 时， $K_p = 16$ 倍。以上的关系在 $f > 0.1 f_{最大}$ 时一般是

正确的。在甚低的频率下，低频功率增益约保持不变。各晶体管之间的低频增益差别很大，其数值在 30—40 分贝 (1000—10000 倍) 之间变动。

对于实际应用来说，希望最少保持功率增益在 10 分贝 (即 10 倍) 以上，这时候才能够从振荡器取得必要的功率输出。这意味着，作为振荡器运用时晶体管应该工作在低于 $\frac{1}{3} f_{最大}$ 的频率。例如，我们要做一部广播波段 550—1600 千赫的超外差收音机，中频为 465 千赫，则本机振荡频率应为 1015—2065 千赫。如用 $\Pi 6\Gamma$ 型晶体管作本机振荡器，则因 $f_\alpha = 1000$ 千赫， $f_{最大} \leq 2f_\alpha = 2000$ 千赫，而 $\frac{1}{3} f_{最大} \leq 660$ 千赫，所以一般说来是不适宜的。如果用 $\Pi 401-403$ 作本机振荡器，由于 f_α 很高，效果就很好了。

至于电子管，它的振荡特性的频率关系在很大范围内是不变化或者变化很小的。尽管它们在低频时的功率增益不如晶体管的功率增益那样大，但是它们在高频时仍能保持足够大的功率增益，这点比晶体管优越。

晶体管反馈振荡器的构成

反馈振荡器基本上由三部分组成 (图 1)。1) 晶体管：它作为反馈放大器之用，能够将小功率的输入信号放大成为大功率的输出信号；2) 振荡回路：它在某个频率下谐振；3) 反馈回路：它将输出信号以适当的幅度和相位反馈至输入端。由此可见，晶体管振荡器与电子管振荡器在基本原理上是相同的。

具有功率增益系数 K_p 的晶体管放大器把输入功率 P_i 放大成为总输出功率 P_0 ：

$$P_0 = K_p P_i$$

总输出功率的一部分功率 P_L 输送至振荡回路 (有用的输出功率)。另一部分功率 P_i 经反馈回路送入晶体管的输入端 (反馈功率)。振荡回路所得到的有用的输出功率等于

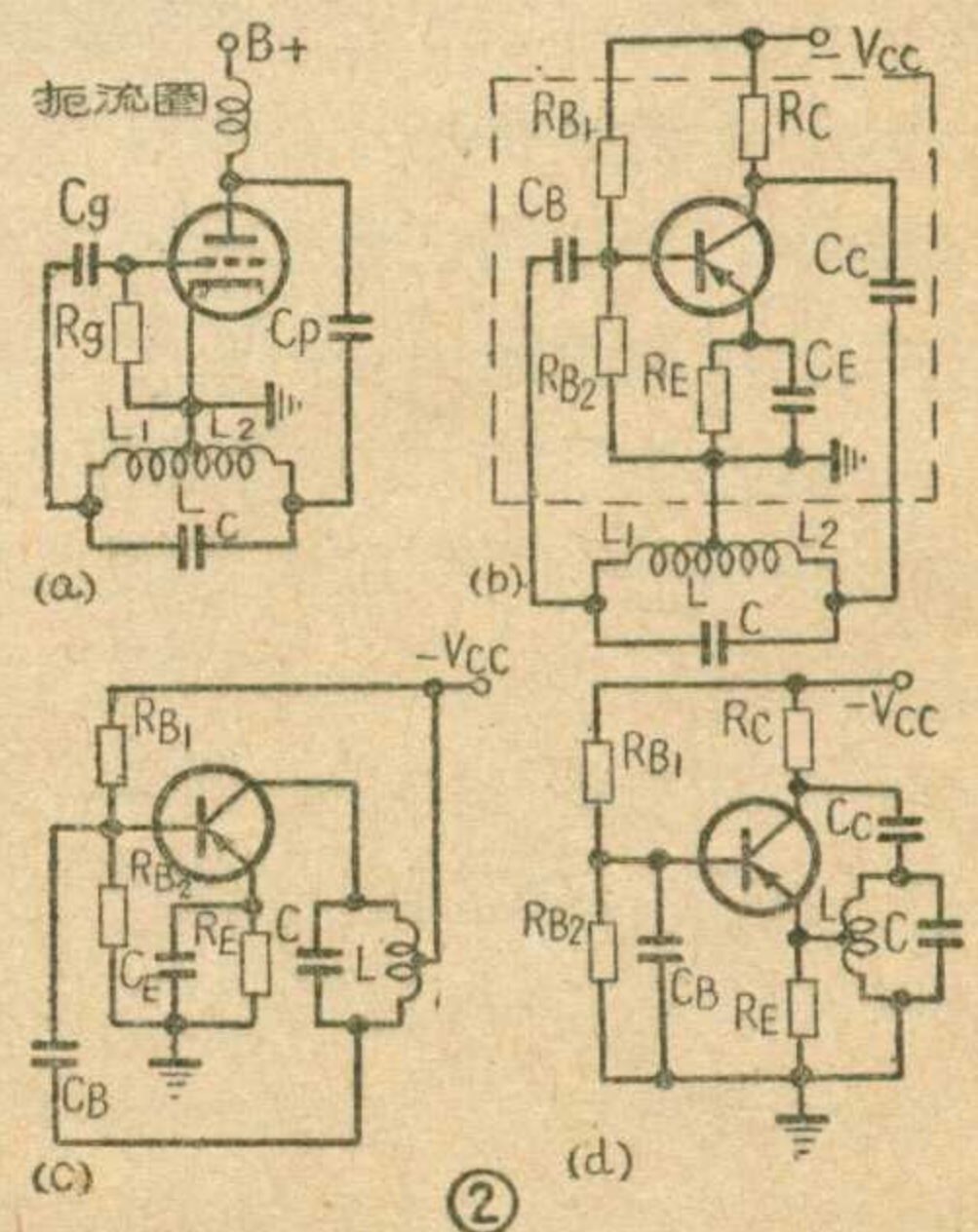
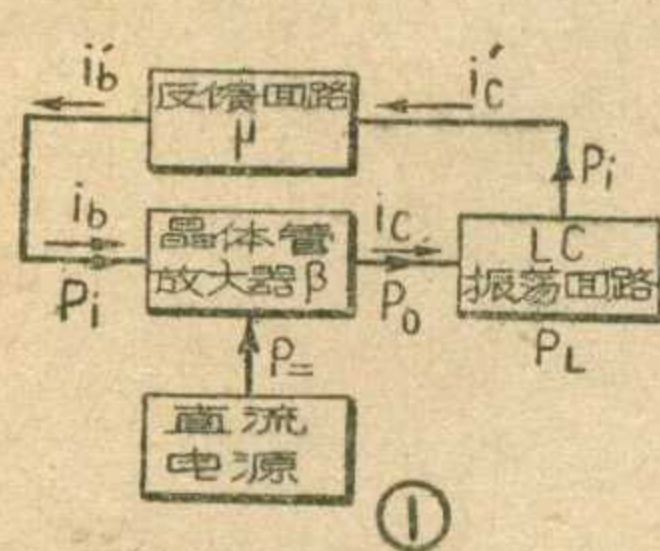
$$P_L = P_0 - P_i = P_0 \left(1 - \frac{1}{K_p} \right) = P_0 \left(\frac{K_p - 1}{K_p} \right)$$

上式说明，如果晶体管的功率增益愈大，有用输出功率 P_L 也愈大。如果晶体管的功率增益接近于 1，则有用的输出功率就接近于零。

振荡回路一般是用电感和电容构成的 LC 回路，它的固有频率等于 $f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$ 。在实际的振荡回路内，不可避免地会有一些能量损失。另外我们还要从振荡回路内取出必要的能量作为输出的能量，这是我们制作一个振荡器的实际目的。这两部分能量都是由晶体管的有用输出功率 P_L 来供给的，因此振荡回路内的能量损失应力求减少。

反馈回路是将输出功率 P_0 的一部分 (P_i) 输送至晶体管的输入端。对于晶体管来说，反馈回路应该根据联接电路的不同而有所变化，它必须保证输出电流或输出电压以适当的相位和适当的比例输送至输入端。

反馈电流的大小很容易算出，例



如对于共发射极联接的振荡器，晶体管本身具有电流放大系数 $\beta = \frac{i_c}{i_b}$ (其中 i_c = 集电极电流， i_b = 基极电流， $\beta = \alpha / 1 - \alpha$ ， α = 共基极联接的电流放大系数)，反馈回路的反馈比 $\mu = \frac{i'_b}{i'_c}$ ，其中 i'_b 是反馈的基极电流， i'_c 是反馈的集电极电流。很明显，如果 $i'_b > i_b$ ，即反馈的基极电流大于维持放大状态的基极电流，就能够维持振荡。如果 $i_c = i'_c$ ，即放大后的集电极电流全部转换成反馈的集电极电流，则 $i'_b > i_b$ 的条件可改写成 $\frac{i'_b}{i'_c} > \frac{i_b}{i_c}$ ，也就是 $\mu > \frac{1}{\beta}$ ，这就是产生振荡的条件，或称起振条件。相似地可以推出，对于共基极联接的振荡器，如果 $\mu > \frac{1}{\alpha}$ 即可产生振荡。反馈电流太大是不必要的，否则有用的输出电流（或者有用的输出功率）会相应降低。对反馈电流的要求是适可而止，只要使反馈比稍大于 $1/\beta$ 或 $1/\alpha$ 就足够了。振荡回路与反馈回路有时候是由同一回路来构成的。

我们知道，共发射极电路的晶体管的输出信号与输入信号的相位是相反的，共基极电路和共集电极电路的输出信号与输入信号的相位是相同的。因此共发射极的振荡器的反馈回路应保证有 180° 的相移，共基极振荡器的反馈回路可以没有相移。

几种常用的晶体管振荡电路

以上我们介绍了晶体管振荡器的基本原理，现在再看一些实例。

1. 自耦变压器反馈式振荡器（哈特来振荡器）并联供电的共阴极电子管哈特来振荡器如图2a所示。并联供电和串联供电的共发射极晶体管哈特来振荡器如图2b和2c所示。图2b虚线方框内的晶体管是一个标准形式的

共发射极放大器。供给集电极电压的电阻 R_C ，可用高频扼流圈代替。电阻 R_{B1} 、 R_{B2} 和 R_E 用来建立稳定的直流工作点， C_B 和 C_E 对交流是短路的。振荡回路由电感 L 和电容 C 构成，它是集电极的交流负载。反馈回路的 180° 相移由自耦变压器形式的电感 L 提供，反馈比由 L_1/L_2 决定，这里互感分别考虑在 L_1 和 L_2 之内。

从图2a与2b的比较可知，晶体管振荡器与电子管振荡器在形式上和原理上有许多相似之处，但也有某些不同的地方。首先，电子管振荡器的栅偏压是由 $C_g R_g$ 和栅极阴极的整流作用产生的，这样做有许多优点。而晶体管发射极的正向偏流是由直流电源供给的。其次，由于晶体管的输出阻抗比电子管的输出阻抗低，而且输入阻抗更低，增加了对振荡回路的负载。此外，晶体管在较高频率运用下，应该考虑到电流放大系数随频率的相移，反馈回路的设计要复杂一些。最后，由分析求得振荡频率 $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{LC - k}$ ，式中 k 是与电感量和晶体管参数有关的量。为了获得频率的稳定，应该选择 $LC \gg k$ ，亦即应在较低的频率下运用，并保持直流工作状态的稳定。看来，晶体管振荡器的频率稳定问题比电子管振荡器的要复杂一些。

共基极联接的哈特来振荡器如图2d所示。共发射极和共基极联接的振荡器在本质上是沒有分别的。

2. 电容反馈式振荡器（科尔毕兹振荡器）并联供电的共阴极电子管科尔毕兹振荡器如图3a所示。并联供电的共发射极晶体管科尔毕兹振荡器如图3b所示。与哈特来振荡器比较，科尔毕兹振荡器用电容反馈代替了电感反馈，反馈比等于 C_1/C_2 。这种振荡器在调整上复杂一些，但是它的波形较好。以上关于哈特来电路的许多解释

在这里仍然起作用。然而，这里振荡频率 $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{LC + k'}$ ，式中 k' 是与电容量和晶体管参数有关的量。为了获得频率的稳定，要求 $LC \gg k'$ 。

共基极联接的科尔毕兹振荡器如图3c所示。

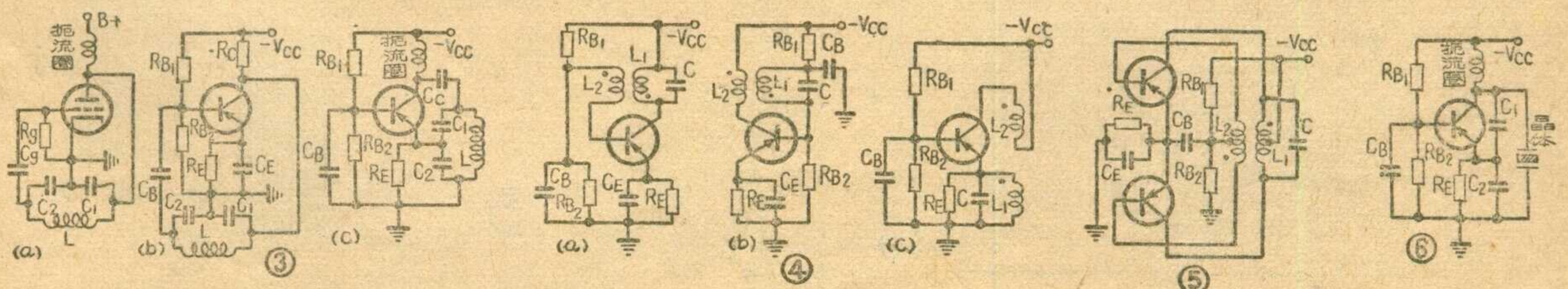
3. 互感反馈式振荡器 调谐回路接在集电极电路内的电路(图4a)称为调集电极振荡器。实际上可以把它看成是哈特来振荡器的变形，这里不用电感 L 的自耦变压器抽头方法，而分成两个线圈 L_1 和 L_2 的互感方法。这是一个共发射极电路。为了获得 180° 的相移， L_1 和 L_2 的联接方向是相反的。其它分析与哈特来电路完全相同。

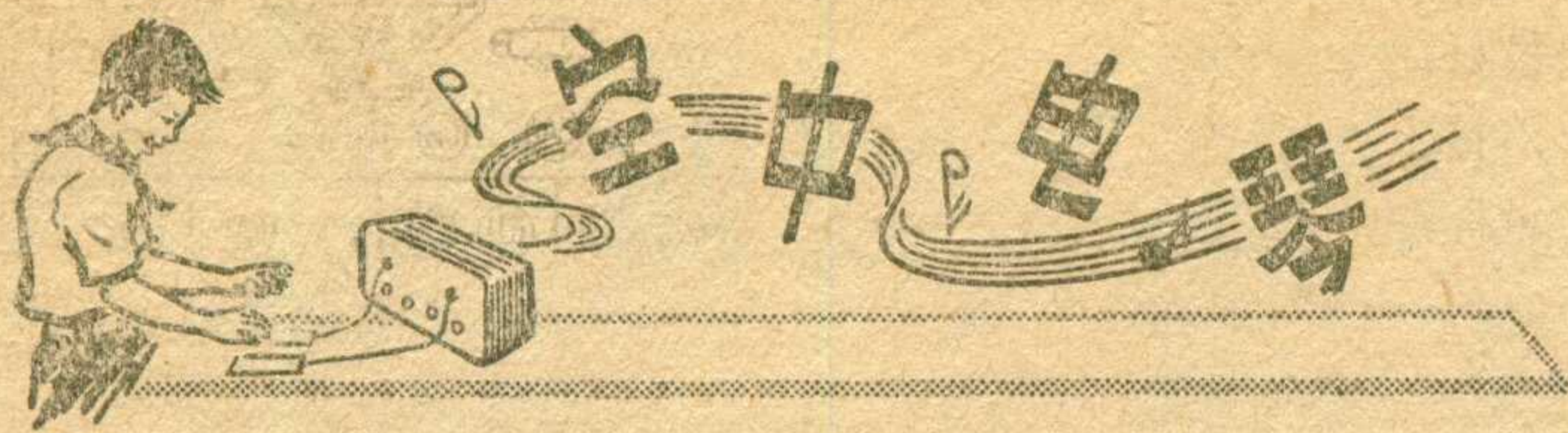
调基极的振荡器(图4b)与调集电极的振荡器没有很大差别，它的振荡回路接在基极，反馈线圈接在集电极，并且有 180° 的相移。

调发射极的振荡器(图4c)在收音机的变频器里经常使用。这是一个共基极电路。它的振荡回路接在发射极，反馈线圈在集电极，两个线圈是同相的，因为在共基极联接时集电极电压与发射极电压的相位相同。

4. 推挽式振荡器 推挽式晶体管振荡器如图5所示。它是由两个图4a的调集电极电路组成的，调整 R_{B1} 、 R_{B2} 和 R_E 可以使振荡器工作在甲类或乙类，因而产生更大的输出功率。

5. 石英晶体控制的振荡器 为了得到更高的频率稳定度，在频率固定的振荡器中，常常采用石英晶体作为频率稳定元件，这种振荡器如图6所示。它在结构上与图3c的共基极晶体管振荡器相似。石英晶体在它的固有频率下等效于一个高 Q 值的 LC 谐振回路，并呈现感性电抗的性质。反馈回路由电容 C_1 和 C_2 组成，它们的数值要取得大一些，使得振荡频率接近于石英晶体的固有频率。





编者按：空中电琴的制作者是上海徐汇区少年宫无线电小组的周守正同志，他今年才十四岁。这项作品，在上届全国无线电工程制作评比中荣获一等奖。

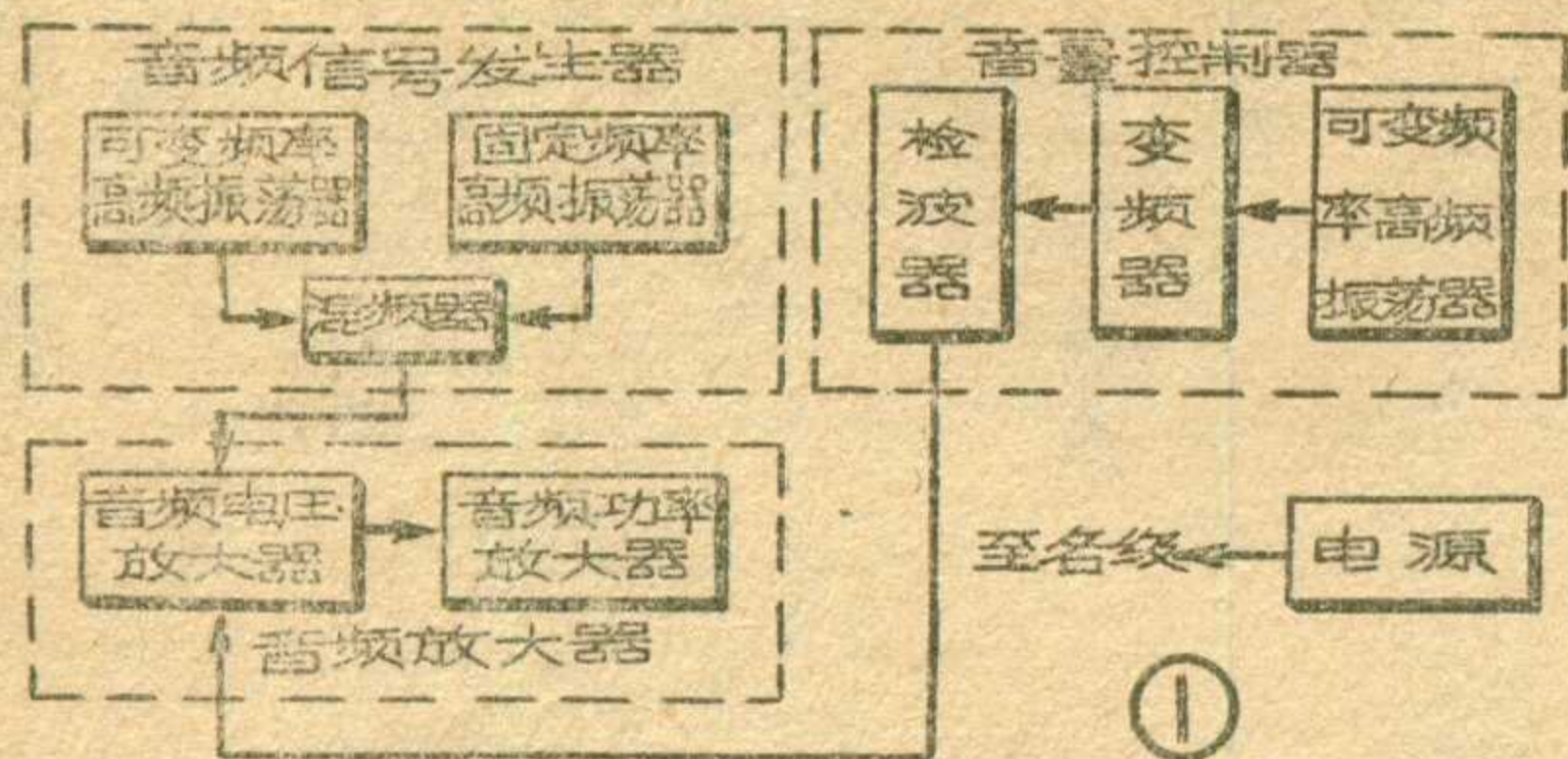
任何乐器，包括电子乐器在内，不是要用口来吹，就得用手指来按捺，才能演奏。可是“空中电琴”却可以不用人体的任何部分去接触它，就能随着指挥者的手势演奏出乐曲来。更有趣的是，它还能模仿猫叫、狗叫、鸡鸣、鸟啼等声音和戏曲的唱腔、道白。

整架电琴是由音频信号发生器、音量控制器、音频放大器和电源四个部分构成的，见图1。音频信号发生器内包括一个可变频率高频振荡器，一个固定频率高频振荡器和一个混频器。两个高频振荡器都采用6J1或6K4电子管，连接成电子耦合振荡电路，见图2。在可变频率高频振荡器的振荡回路 L_1C_1 上连接一块音阶控制金属板，这块金属板与人体间构成了一个可变电容器，当人体接近金属板时，这个电容就增大，远离金属板时，这个电容就减小，所以变动人体与金属板之间的距离，可以变动可变频率振荡器所产生的振荡频率。调整两振荡回路，使它们之间的差频落在音频范围内。这两个振荡器的输出，分别用变压器耦合至混频器6A2管的第一栅极和第三栅极，混频后便可得到一个音频信号。对这个音频信号的频率，我们可以用手去接近或离开音阶控制金属板来控制它。

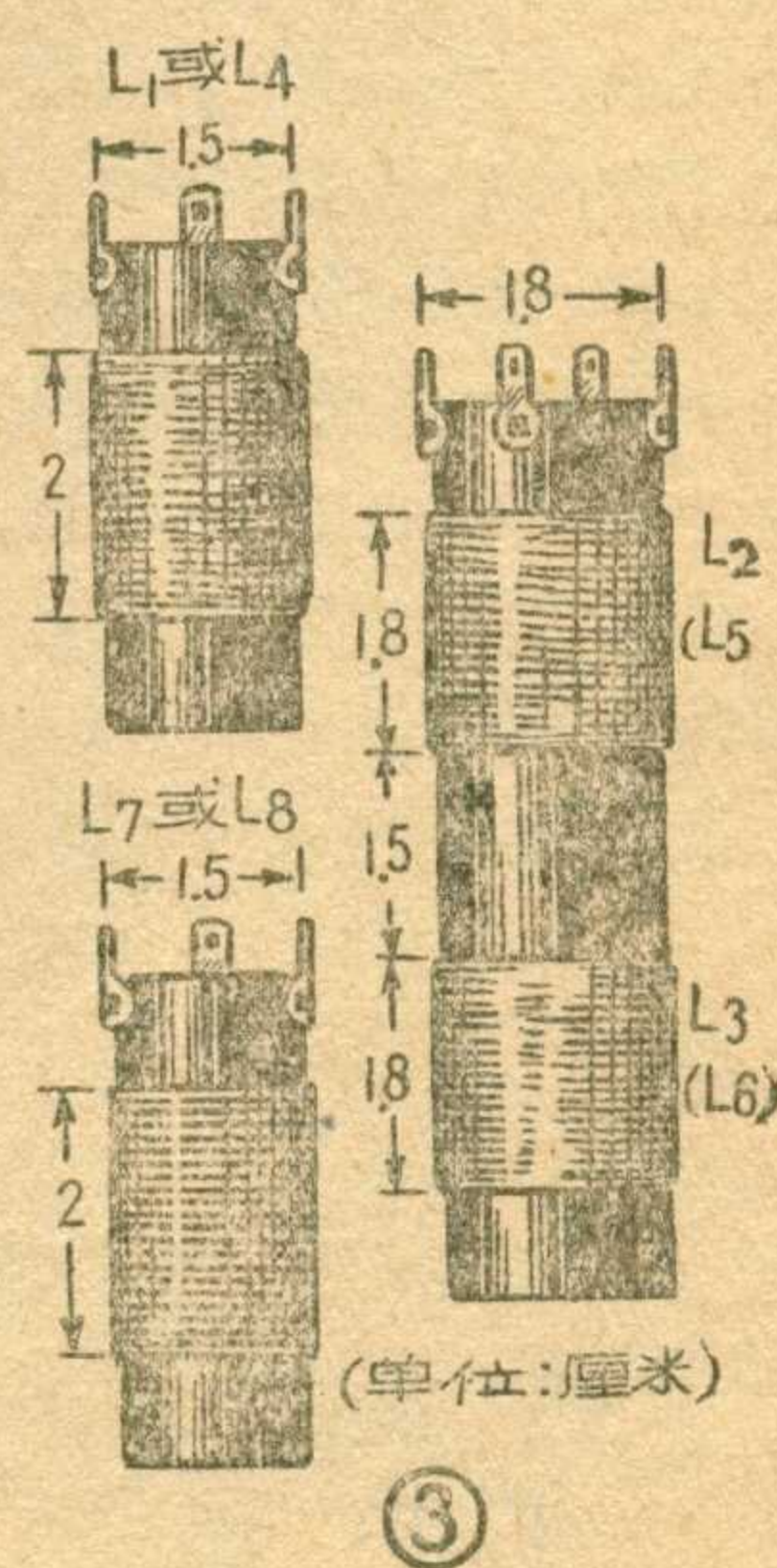
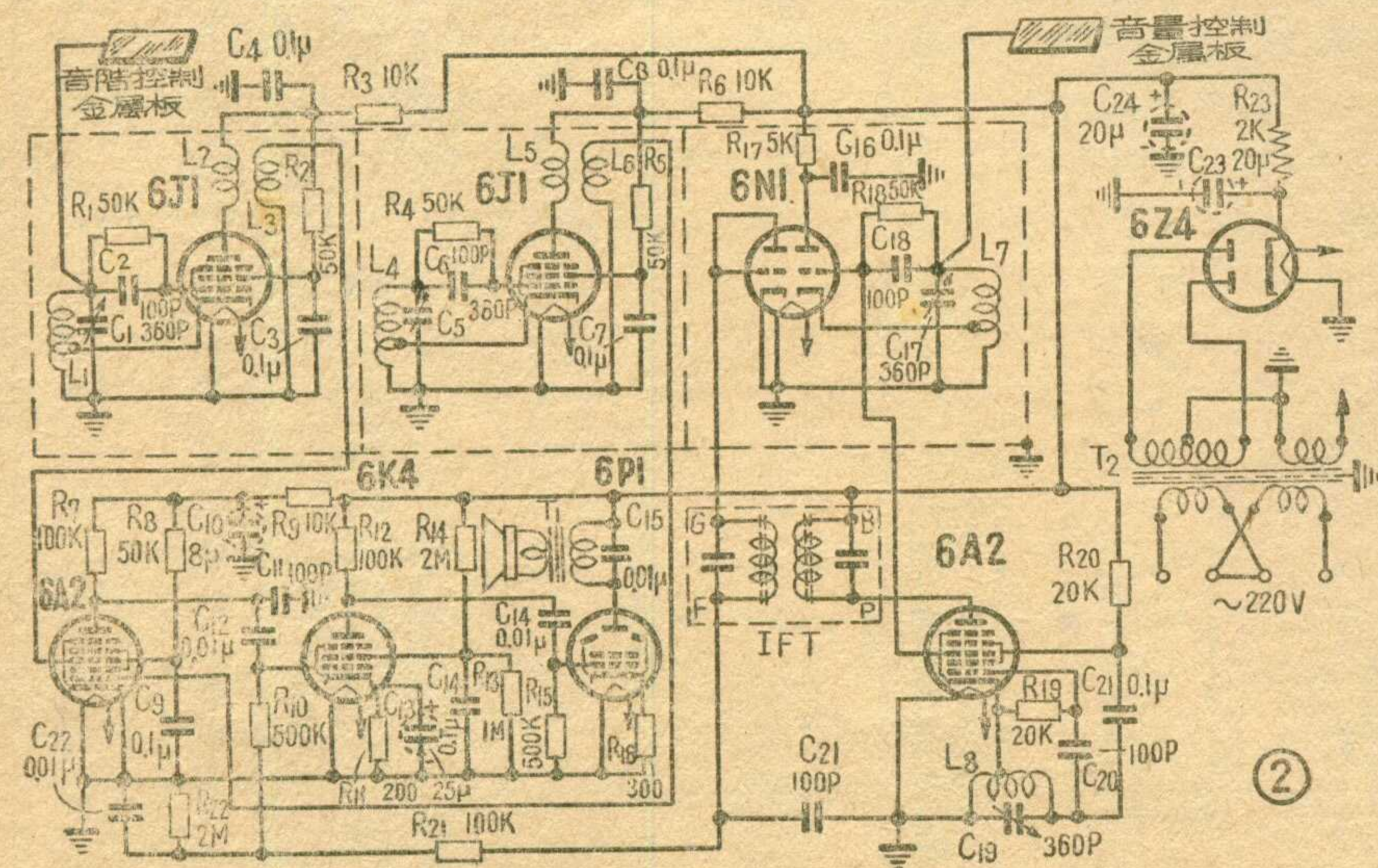
由音频信号发生器输出的音频电压，接至音频放大器电压放大级内变 μ 管6K4的第一栅极与阴极间，由音量控制器送来的一个直流电压，也同时加于6K4的第一栅极上，以控制它的增益。功率放大级用6P1，工作在甲₁类放大情况下，和普通收音机线路基本上是一

样的。这里我们省去了阴极傍路电容器，以得到适当的负反馈，使高、中、低各段音频的放大率相差不致太大。

音量控制器内包括高频振荡器、变频器 and 检波器三个部分。用6N1的一组三极管作为高频振荡器，从它的振荡回路 $C_{17}L_7$ 上接出一块音量控制金属板，也可用前述改变金属板与人体间电容的方法来改变它的振荡频率。用6A2管构成的变频器，与普通外差式收音机相应部分的线路差不多。由6N1管一边输出的高频振荡电压加于6A2管的第三栅极，通过变频作用后，得到一个465千赫的中频信号，由中频变压器IFT耦合至6N1的另一组三极管接成的二极管检波器。检波后，得到一个直流电压，把这个电压加于音频电压放大管6K4的第一栅极，以控制这一级的增益。平常调整高频振荡器的频率，使音量控制器输出一个较高的负电压，并使6K4管的板极电流趋于截止，因此扬声器里便不会发出声音来。如果我们用手去接近音量控制金属板，高频振荡频率即偏移，通过变频后所得的差频就不再是465千赫了，于是音量控制电压降低，音频放大级的增益就相应地提高，因此扬声器里就能发出声音来。人体愈接近金属板，高频振荡频率偏移愈大，控制电压也愈低，发声也就愈响。所以只要控制人体与金属板之间的距离，就可以适当地控制音量。



功率放大级用6P1，工作在甲₁类放大情况下，和普通收音机线路基本上是一





高传真度收、扩音机

唐立森

电 路

这是一架带有收音部分的音质优良的扩音机，适宜于收听音乐或播放音乐唱片之用。全机由收音和扩音二部分组成，使用旧型号电子管，结构方框图见图1。

收音部分为一具有调整式高放级的超外差式收音机电路。由6AC7(V₁)管担任高放(也可使用6K3P或6J8P等常用高频五极管，管座不变)、6K8(V₂)担任变频、6SK7(V₃)担任中放， $\frac{1}{2}$ 6SN7(V_{4a})担任检波和自动增益控制。

扩音部分为一具有两个频道的高传真度音频放大器电路，其中一个为具有宽频率响应范围的音频放大通道(简称宽频道)；另一个为高频通道(高频道)。这样的安排，为的是能在原有宽频道扩音的基础上，进一步改善放音音质，例如获得仿立体声效果、减少低频调制

音提升”网络，低音输出仍感不足。用了阴极耦合输出级，就提高了扩音部分前置放大级的输入阻抗(即拾音器的负载阻抗)，保证有足够大的低音信号输入，使输出的低音丰富。由于阴极耦合输出级的输出阻抗很低，不易受噪声干扰，还可使用较长的屏蔽线连至下面由

V_{6a}组成的公共前置电压放大级。放大的电压分经两路送入两个频道。在宽频道放大电路中，包括一级电压放大(V_{6b})、高低音提升网络、又一级电压放大(V_{7a})、分相输出的倒相器(V_{7b})和推挽功率放大器(V₈和V₉)。宽频道采用超线性功率放大器和威廉逊功率放大器相结合的变化电路，它具有高传真度的特点。由于采用的是推挽电路，可使非线性失真中的偶次谐波减小，加上输出变压器次级到末前级V_{7a}有深度级间负反馈，又进一步减小了奇次谐波的失真，同时还降低了输出阻抗，增加了放大器的工作稳定性。为了同样目的，电路中还采取其他负反馈措施，如V_{6b}、V_{7a}的阴极不用旁路电容器，以及V_{6a}屏极与栅极间通过R₁₉、C₃₁具有本级的负反馈等。由于工作频带宽，放大级数和反馈环节多，容易产生寄生振荡，所以各级中都采用去耦电路。C₄₁、R₃₅、R₃₈、R₃₉的作用也是抑止寄生振荡。V_{7a}与V_{7b}间的直接耦合，可以保证低频频率特性，还可减少

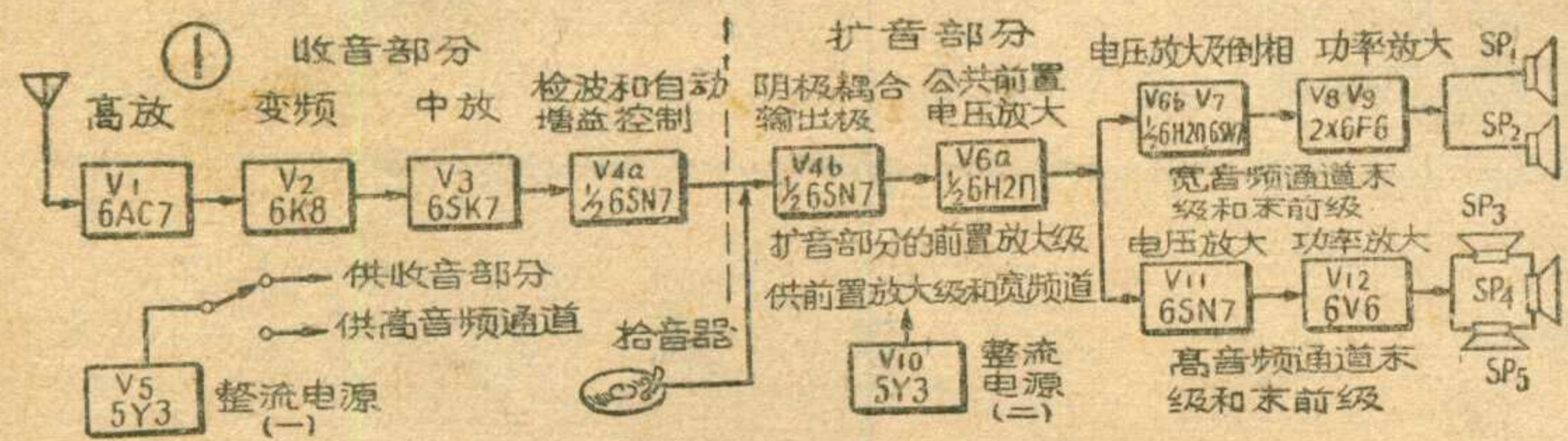
低频时的相移，增加放大器的工作稳定性。由于工作频带宽，低频响应好，降低交流哼声电平是必须解决的问题。为此在电路结构上灯丝绕组不直接接地，而接在功率放大级阴极上，以取得对地有正18~21伏直流电位，

来减少由于电子管灯丝与阴极间有交流电位差而引起阴极电阻上产生的交流哼声电压。在屏极回路中，有串级去耦电路，不仅防止了低频寄生振荡，且使前级放大的屏极直流电压十分平直，使哼声进一步降低。实践证明，这些措施都是很有有效的。

经公共前置放大级放大后的音频信号，通过高音频的耦合网络，送入V₁₁的栅极作两级电压放大后，再送入V₁₂功率放大管作功率放大输出。由于人耳对高音频的响应比较灵敏，故不必用推挽功率放大电路。负反馈电阻R₅₀、R₅₁、R₅₇等是为改善高频道工作特性之用。

电源供给方面，本机采用两套整流电路。由主电源变压器T₁₅组成的一套供给扩音部分的前置放大级和宽频道放大器(各管灯丝全由它供给)。电源变压器T₁₃一套供给收音部分或高频道直流电源。这样不但解决了大容量电源变压器添置不易的困难，而且可以消除扩音时收音部分对扩音的影响，同时还很省电。

收音或扩音的选择，由开关SW₂₁变换。在单独使用宽频道或双频道，或者宽、高频道兼用扩音时，可通过电位器开关S_{R24}及S_{R47}来变换；S_{R24}及S_{R47}断开，仅宽频道工作；S_{R24}闭合(用C₆₁旁路高频，使宽频道

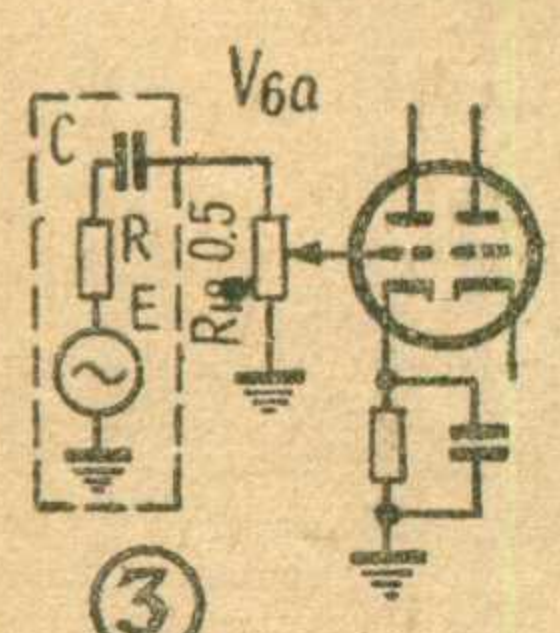


失真等，使音质更优美动听。通过变换开关接点，可单独使用宽频道，或同时使用两个频道扩音，也可把宽频道改成为低音频通道与高频道组成双频道放大器，以满足不同的放音(音乐或戏曲等)要求。

图2为本机全部的原理电路图。收音部分共有三个波段，由波段开关S₁₁~S₁₆来选择，同时通过波段开关S₁₇的接点，接通各波段相应的指示灯电路。为了使短波电台调谐准确，加入了微调谐电容器C₂₇。各级电路中加入去耦电路，以使工作稳定。

扩音部分：经过检波级或来自拾音器的音频信号电压，先送至 $\frac{1}{2}$ 6SN7(V_{4b})的阴极耦合输出级。这一级对使用晶体拾音器时，可以保证有足够的低音输出，因为一般晶体拾音器的等效电路是如图3所示，电容器C

约为500~2000微微法，若其负载直接为音量调节电位器R₁₈(一般为0.5兆欧)，则在低音频时，拾音器的电容性阻抗达数兆欧到数十兆欧，使低音频电压绝大部分降落在拾音器本身，电位器R₁₈上分到的只是很小的一部分电压，这样即使电路中有“低



成为低音频道), 同时 S_{R47} 也闭合, 为双频道工作; S_{R24} 断开而 S_{R47} 闭合, 为宽、高频道兼用的工作状态。

为了晚间收听广播时不妨碍别人, 本机可作耳机收音之用。只需将耳机插入 J_2 插口中, 调节中放级阴极电位器 R_{11} , 可调节耳机音量。

电气性能

扩音部分的主要电气性能如下:

1. 频率特性: 宽频道放大器的末级与末前级 (自 V_{7a} 栅极至输出变压器 Tp_1 次级 $a \sim b$ 端) 的频率特性, 在 20 赫 ~ 30 千赫范围内不均匀度只有 +2 分贝。当宽频道的高低音提升电位器全部放在最大和最小的位置时, 调节范围大于 ±15 分贝, 满足设计要求。在双频道工作时, 低音频的调节范围在 30 赫时达 30 分贝, 高音频的调节范围在 10 千赫时达 25 分贝。

2. 非线性失真与输出功率: 宽频道放大器 (用 400 赫测量): 当失真系数为 0.5% 时, 输出功率不小于 3 瓦。当失真系数为 5% 时, 输出功率不小于 4.5 瓦。高频道放大器 (用 10 千赫测量): 当失真系数为 0.5% 时, 输出功率不小于 1.5 瓦。当失真系数为 5% 时, 输出功率不小于 2.5 瓦。

3. 拾音器插口灵敏度: 当频率为 400 赫, $a \sim b$ 端的输出功率为 3 瓦时, 插口 J_1 所需输入电压不大于 60 毫伏。

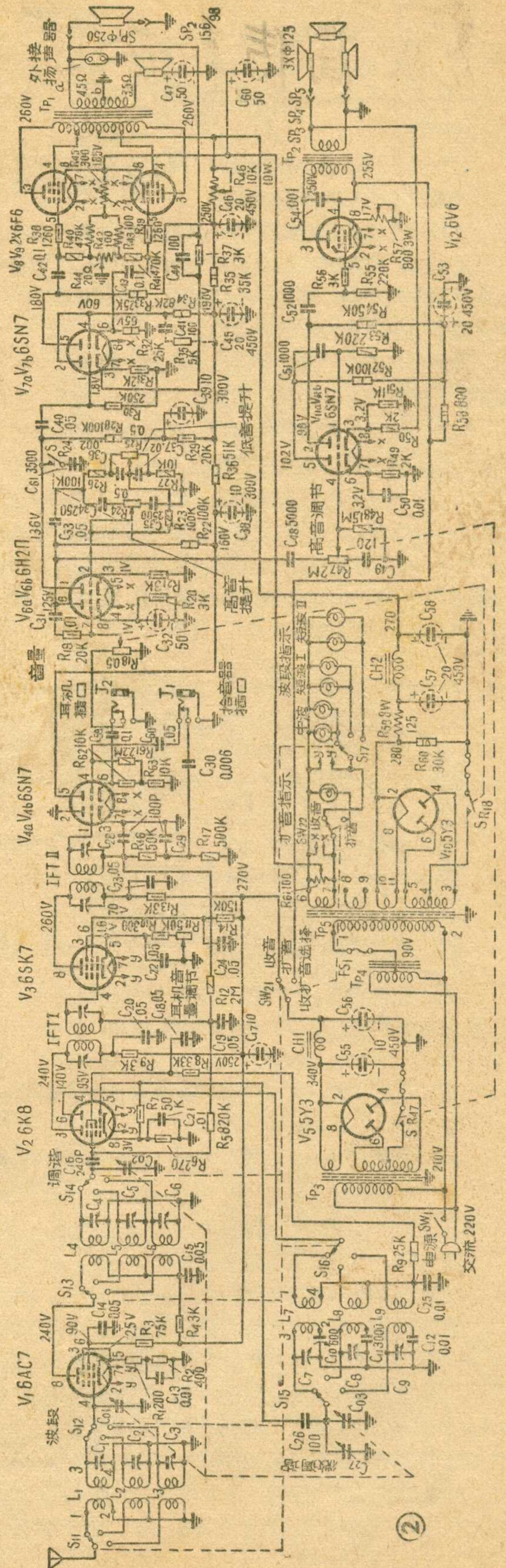
4. 噪声及交流哼声电平: 将音量及高低音提升电位器均放在最大位置时, 对 $a \sim b$ 端 400 赫 3 瓦时的电压来说, 低于 -65 分贝。

制作

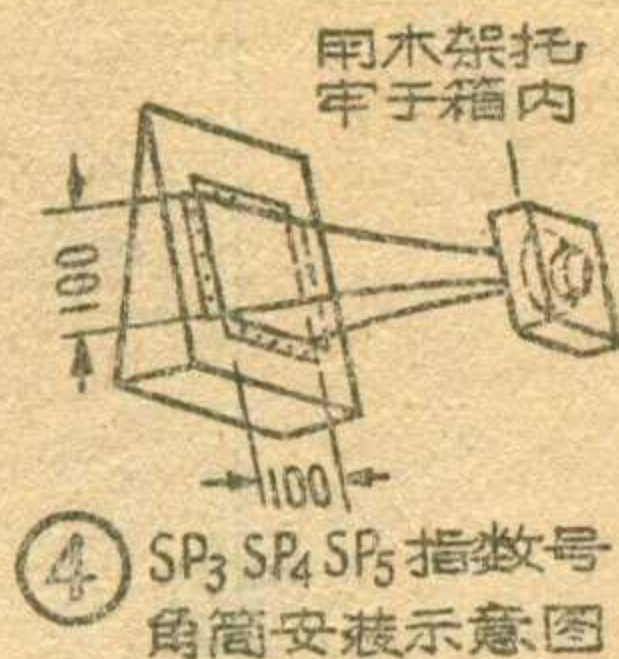
1. 本机机身的结构、外形尺寸、面板布置和底板主要元件安装等见封四附图。为了避免声反馈的影响, 机身、扬声器箱及电唱盘单独各成一件。

2. 要获得优良的放音效果, 扬声器和扬声器箱的安排是很重要的。本机扬声器箱的结构见封四附图。低音扬声器 SP_1 ($\phi 250$) 与高频道的三只扬声器 SP_2 、 SP_4 和 SP_5 ($\phi 125$) 均以适当位置安装在箱中: SP_1 装在正面, SP_3 和 SP_4 以 25° 夹角斜装在两侧, SP_5 以 10° 仰角装在箱底, 这样可以减少高音的方向性。将扬声器箱安放在室内适当位置, 利用墙壁及地面的声反射, 可以获得仿立体声效果。为了使高音不致受到阻挡, 高音扬声器孔均使用铁丝纱或塑料的百叶窗 (声分配器)。椭圆扬声器 SP_2 ($156/98$) 装在机身面板上, 一方面是便于单独用机身来放广播 (这时须将 C_{47} 短路), 另一方面, 在宽、高频道兼用时, 可根据房间的具体条件, 更适当地安排它与扬声器箱的相对位置, 以加强仿立体声效果。

这只倒相式扬声器箱反射孔的大小是以二块木板来调节的 (见封四附图), 扬声器箱能满足从 40 赫到 90 赫



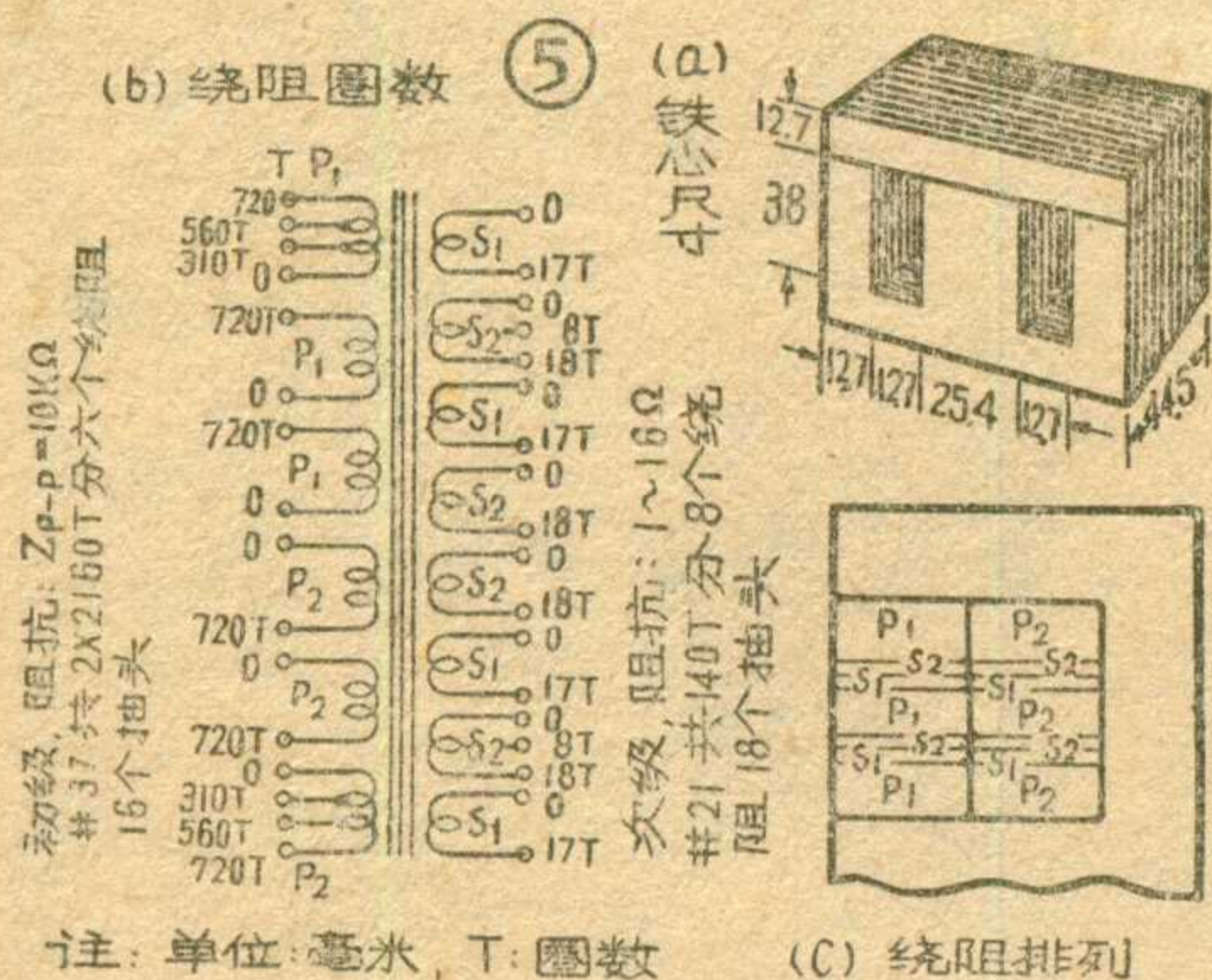
不同諧振頻率揚聲器的要求。裝好揚聲器后，移動木板位置，在得到最好的反射效果（反射孔處聲音最响）時把木板位置用木螺絲固定下來。



為了提高高音揚聲器的放聲效率和減少揚聲器紙盆前后振動時的失真，在揚聲器前自制有一隻指數型角筒套在上面（見圖4，可用罐頭鐵皮按樣板剪下焊牢）。揚聲器后面也用鐵皮包起來，形成一個壓縮室。這樣增加了不失真的高音輸出，放聲可清脆嘹亮。

揚聲器箱要求木質堅實，結構牢固，箱內三個側面要敷上棉絮等吸音材料，否則達不到優良放聲效果。

3. 影響整機質量的零件器材，必須合理選擇使用。例如低音揚聲器要選紙盆直徑較大（大於 $\phi 250$ ）諧振頻率較低（如40赫）的優質揚聲器。輸出變壓器 TP_1 也是關鍵性的元件。為了有足夠的勵磁電感和減少漏感和分布電容，應當選用較大的硅鋼片（本機拆用捷制 Tesla $\phi 125$ 揚聲器的輸出變壓器鐵心並採用分層疊繞的繞組），尺寸數據如圖5所示。



調整與使用

收音部分調整最重要的是消除寄生振蕩和進行統工作。由於 $V_1(6AC7)$ 跨導高，易起寄生振蕩，在調諧迴路 LC 值、改變元件位置或接綫長短和位置等不能消除時，可在 V_1 屏極回路中串入一隻數千至數萬歐的電阻，或並聯在調諧綫圈次級上。 V_1 陰極串聯一隻 R_1 也是為了防止寄生振蕩之用，數值視具體情況而定。調整工作做得不好，靈敏度低、噪聲大，或引起自激振蕩，以至不能收音。由於安裝時的布綫和綫圈周圍屏蔽板影響了調諧迴路電容量和電感量，故必須用綫圈測試棒（一端為銅環，另一端為高頻鐵粉芯）來測定電感的過大或過小。對於無磁性瓷芯的綫圈，若電感量不足，可插入磁性瓷小塊，仔細調整它在綫圈中合適的位置，然後用蠟澆入封牢，甚為有效。

在調整擴音部分時，除了使各電子管的工作點正常外，主要要解決寬頻道中影響正常工作的各種寄生振蕩。至於使哼聲及噪聲電平低、失真小和輸出功率大等問題，只要元件質量合於要求，安裝工藝可靠合理，這方面的調整工作是比較簡單的。例如調節可變電阻 R_{61} 抽頭可降低交流哼聲；調節 R_{44} 可校正二隻功率管特性的不一致性，調節 R_{45} 、 R_{57} 可使功率管獲得適當的柵偏壓，以增加輸出，減少失真。

若級間反饋綫（ R_{37} 、 C_{44} 和 R_{50} ）接反，將出現強烈自激振蕩情況，可將綫調接改正。

防止寄生高頻振蕩的 R_{35} 、 C_{41} ，是否需要接入，要在試驗中決定。

各揚聲器的紙盆的振動相位需要測定，使其同相，否則影響放音質量。

安裝前，將各元件先進行性能測定，將可大大簡化調整工作，這步驟不可忽視。

圖2中列出各點對地直流電位，可供調整時參考（用 $GB-1$ 型電子管電壓表測得）。測時電源電壓較低。當電壓增高，輸出功率將增加，失真將減少。

電烙鐵修理小經驗

電烙鐵的電熱絲斷了，最簡單的修復方法是將斷處絞接起來，可是這樣做常因接點處電阻較大，通電後會有火花出現，使用不久，便又要在接點處附近燒斷了。我用下述方法消除了這一缺點。

首先，把電烙鐵里的電熱絲筒取出來，放在耐火磚上，找到斷處之後，除去斷處附近的氧化物，並緊緊地絞接起來。然後找一點玻璃，砸成粉末，放一點玻璃粉末在接點處（只要把接點埋沒即可，不要放得太多，以免將電熱絲放不進電烙鐵外殼中）。再把電熱絲通電，數分鐘後，玻璃粉末就會熔化而附着在接點周圍，這樣處理之後，接點處便不會出現火花。最後把電烙鐵全部裝好，就可以經久耐用了。

（張成春）

高頻道輸出變壓器 TP_2 要求不高，可用一般五燈機中使用的。

電源變壓器 TP_3 ，因系成品，原件初級只有110伏繞組，故另用一個自耦變壓器配上。

4. 安裝工藝方面，本機底板寬敞，各級電子管位置可以安排得比較合宜。各燈座旁均有一接地點（焊片直接由底板上焊出），將柵、陰極電阻直接焊在這點上，以減少交流哼聲。各接地點再用粗銅綫連在一起。收音部分用粗編織綫連成一個接地網，以保證接地可靠。有些元件，如屏極電阻等都集中裝在接綫板上，又有些元件數量多，但又要求接綫短，如高低音提升網絡和高音調節網絡，也將元件集中裝在接綫片上，裝在靠近電位器 R_{24} 、 R_{25} 和 R_{47} 旁邊。這樣不僅效果好，且清楚整齊。高放管 $6AC7$ 的跨導很高，易起振蕩，必須注意元件安排和布綫的合理。高放、混頻及本地振蕩級之間必須妥善屏蔽。 $L_1 \sim L_9$ 用鋁板架垂直裝在底板下面，便於調整，必須注意他們之間的屏蔽。

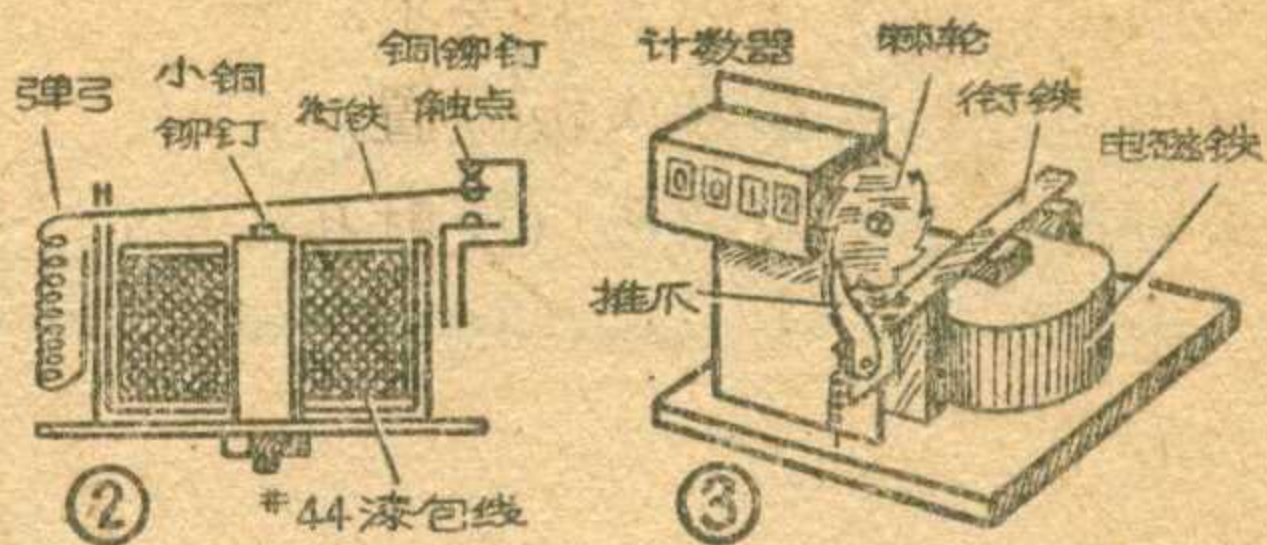
自制光电计数器

这里介绍的光电计数器，可以自动数传送带上的物件数目。装在展览会入口，可以用来自动统计参观人数。它的电路如图1所示。电子管6N1两个三极部分并联，屏流通过阴极10K电阻供给栅极负偏压。另外，栅极经光敏电阻接到由两个100K电阻组成的分压器，这样就有一部分电流经光敏电阻，500K电位器入地，在栅极上产生一个正偏压。当光敏电阻受到光线照射时，它的电阻减小，于是500K电位器上的电压升高，也就是说正偏压增加，使电子管屏流增加。适当调整阴极电

阻和这个500K电位器，就能得到足量的屏流，使继电器RL吸动。继电器RL吸动后，断开电磁铁M的电源。如果光源被人体或物件遮断，光敏电阻的阻值就增大。这时，500K电位器上的电压随着减小，也就是说正偏压减小，使电子管屏流减小，继电器RL因而释放。继电器RL释放后，它的接点闭合，接通电磁铁M的电源，使电磁铁M吸动。因此，当人体或物件依次通过光源与光敏电阻之间时，电磁铁M就一吸一放地动作着，它的衔铁就推动一个棘轮机构，转动计数表，进行计数。

继电器RL并联了一个8微法电容器，防止交流成分通过继电器，避免继电器脉动。继电器RL的另一组接点控制指示灯，由指示灯的明灭可判断工作是否正常。电源部分与一般收音机的相似。为了稳定整流后的电压，加接了两个稳压管WY3P。

这个光电计数器制作比较简易。采用227-B型硫化镉光敏电阻。继电器RL可采用



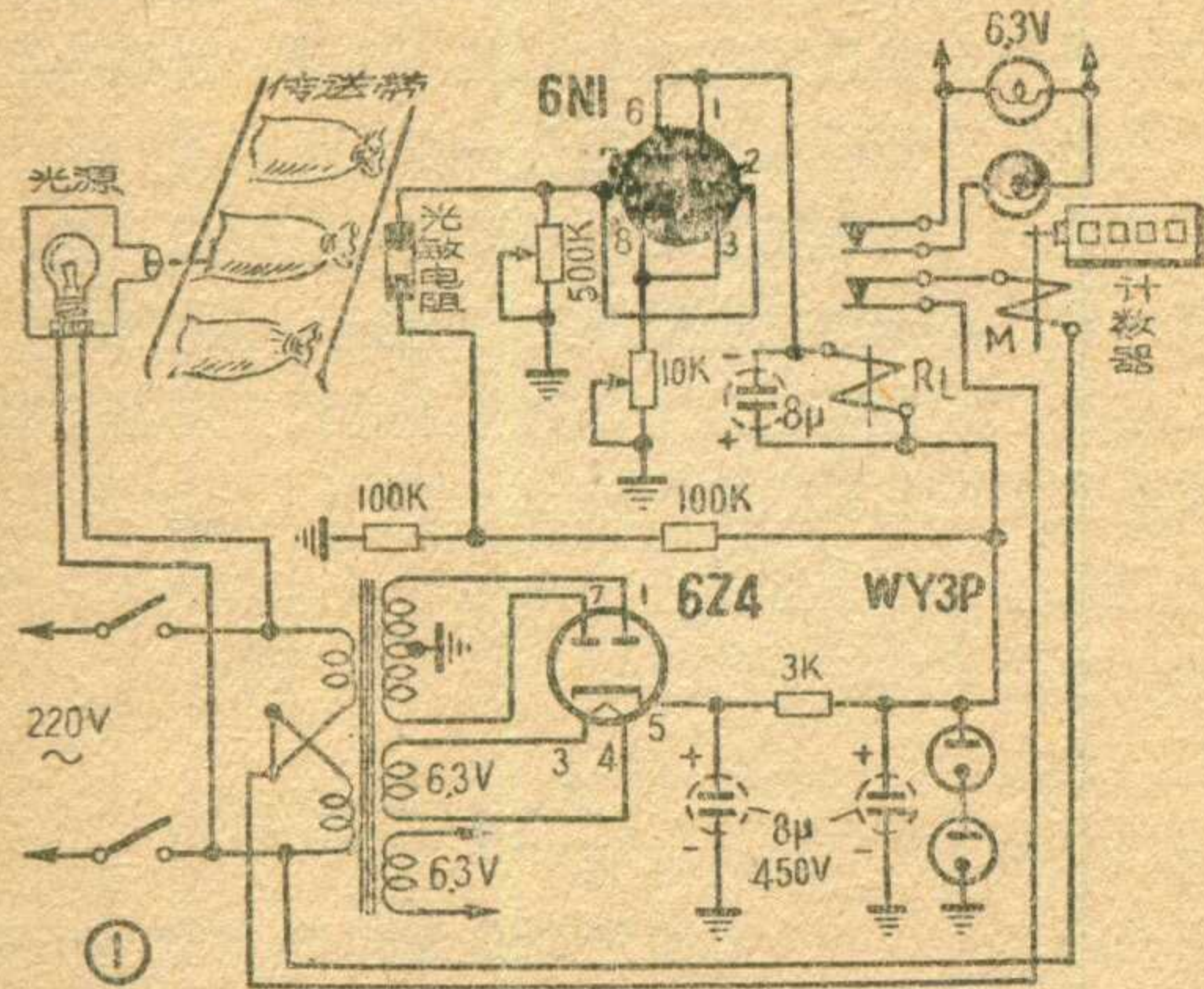
3千欧的直流继电器。我们是用一个旧汽车充电继电器改制的，只要拆去原线圈，改用44号漆包线绕满为止。衔铁用0.5毫米厚的硅钢片剪制，在衔铁一端绑一小铜铆钉作触点，在铁心上也绑一小铜铆钉防止衔铁吸住。改装后如图2所示。

电磁铁M可用6P6电子管的输出变压器改制。把输出端引线拆去，输入端接110伏交流电压。改制后如图3所示。计数表可采用市售的小型5位计数表。由于计数表内输入轴每转一周才走一个字，所以要将计数表拆开，把输入轴与第一位数轮连固，使输入轴每转 $1/10$ 圈走一个字。输入轴上套一个十齿棘轮，与电磁铁衔铁组装在一起（参阅图3）。

光源用一个普通的40瓦电灯泡，装在一个暗匣内，光线通过放大镜聚集后射出。安装时应使光线对准光敏电阻。

安装好以后，适当调节阴极10K电阻和500K电位器，就可得到满意的效果。

(杨剑秋)



经济的交流三灯超外差式收音机

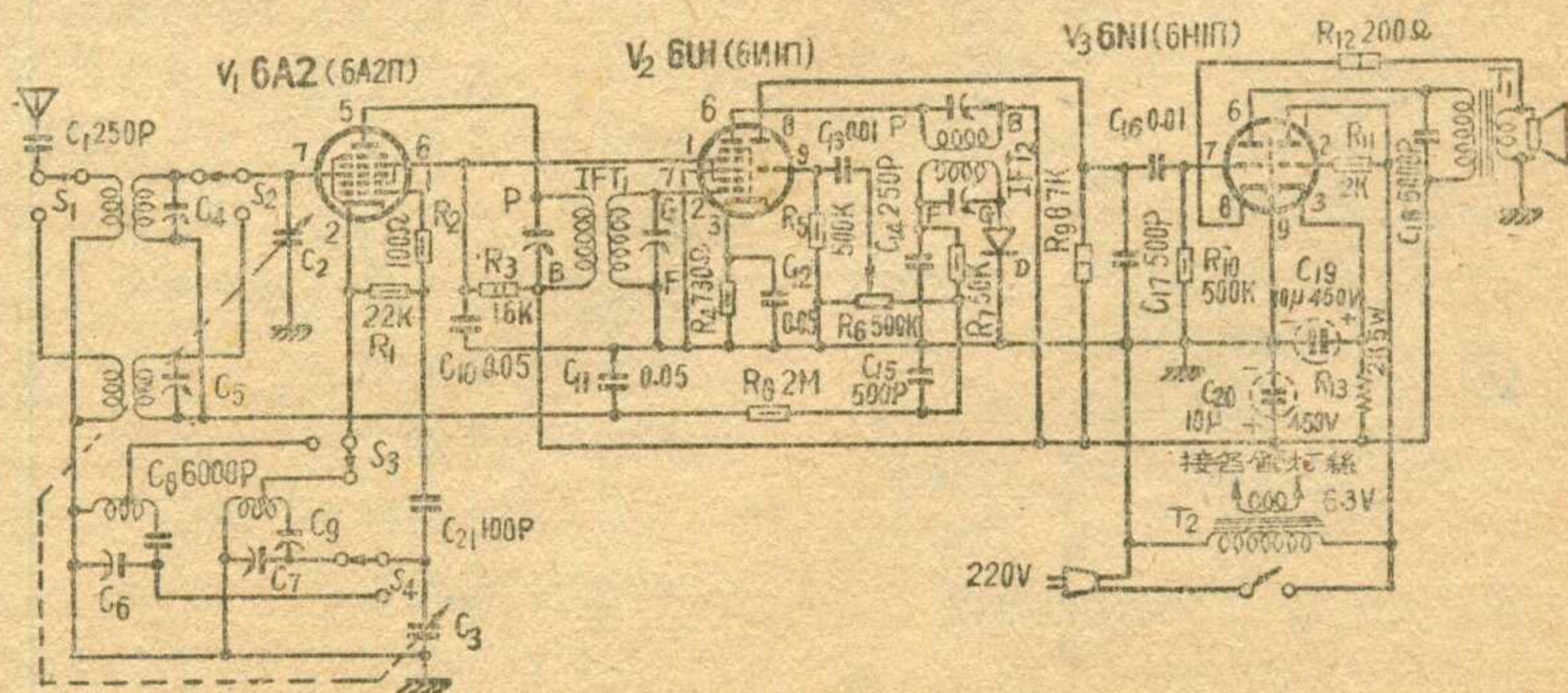
这架交流三灯超外差式收音机（线路见图）实验效果很好，特点是中频和低频放大合用一只七极三极复合管，功率放大和电源整流合用一只双三极管，用晶体二极管代替电子管检波。它具备一般五灯机的性能，但是少用了两只电子管。

变频级与一般五灯机一样，可以收听中波和短波。外来信号经过6A2变频后，经过中频变压器IFT₁，输入到七极三极复合管6U1的七极部分进行中频放大，然后经由IFT₂输出，由晶体二极管D检波。检波后的低频电压一方面经R₆和C₁₃耦合到6U1的三极部分进行低频放大，一方面又经R₅、C₁₁组成的滤波器送到变频级6A2的信号栅极，作为自动增益控制电压。经过6U1管三极部分放大的低频电压，由C₁₆耦合到双三极管6N1的第一个三极部分，进行功率放大，推动扬声器发音。这一级电子管的阴极是通过阴极电阻R₁₂接到输出变压器T₁的次级，这样可以取得适当

的负反馈，减小失真，以改善收音机的音质。如果希望音量较大，也可以按照一般接法，将阴极通过电阻R₁₂后直接接地，并在R₁₂两端并联一只容量较大的阴极电容器。整流部分是利用6N1的第二个三极部分接成为二极管担任半波整流，在它的栅极上接有电阻R₁₁，为的是保护栅极不致因整流电流过大而损毁。

检波二极管可用任一种点接触型(D1

或D9) 晶体二极管用时极性不可接反，否则不但起不到自动增益控制作用，而且使收音机不能正常收音。功率输出级使用三极管6N1，输出变压器T₁的初级阻抗要求为10000~12000欧，可用适合3Q5管的成品输出变压器代用，效果很好。电源整流部分只用一只小电铃变压器供给各管灯丝电流，高压是直接接220伏市电电源接到整流管上整流。为了防止机壳带电，电源接线最好使用三脚插销，使机壳固定接在电源进线的地线端上，这样还可以减轻收音机的交流声。（黄正平）



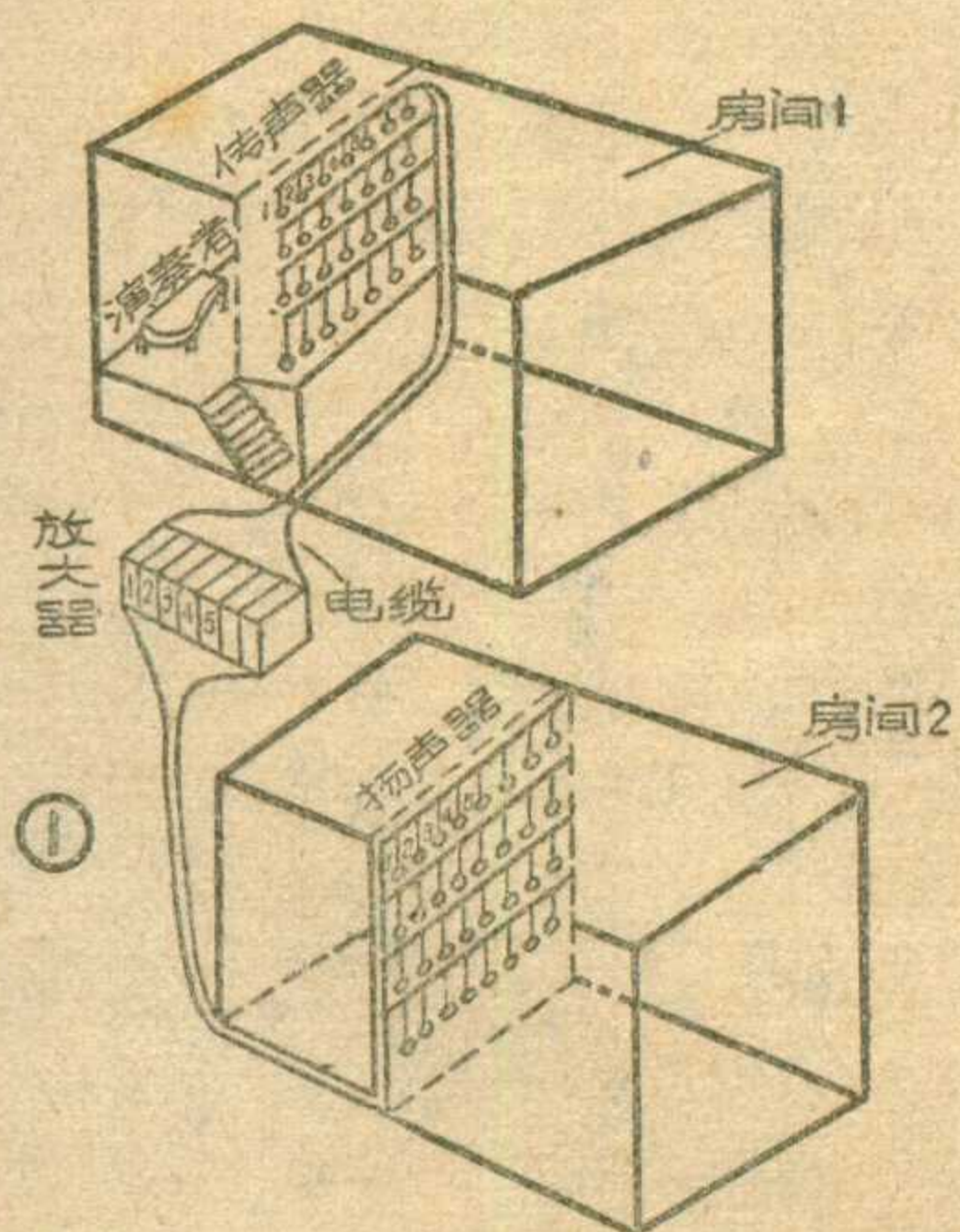
谈立体声

刘 孙 刚

什么是立体声

人们常常有这样的感觉，亲临剧场看剧或是到音乐厅去欣赏音乐，要比听广播或听唱片好。这是因为身临其境，欣赏音乐节目时，所听到的声音是直接来自演员和剧场各个不同位置的自然发声。自然声会给人以立体感。这主要表现在两方面：一方面是由于表演者或乐器的声音是来自舞台上一定的方向，使人们听起来有一种方向感；另一方面是演员讲话时还随时间在舞台前后方向移动，也就是声音在深度方向有变化，使人们听起来有一种深度感。有了这两种感觉以后，声音就不再是静止的、呆板的；而显得是活泼的、“立体”的了。但是平常的无线电广播或是一般传声系统的传声，都是只用一个传声器、一路放大系统和一个扬声器来传送的，这就是一般的单声道广播或传声系统。这种系统不能把声源在不同时间与传声器的相对位置的移动反映出来。本来，讲话的人是来回走动的，而从扬声器中听起来却好像讲话人还是站在原地不动一样，这样就自然失去原来声源的立体逼真感了。

如果传声系统能够把不同发音声



源的空间位置及其随时间而变化的情形反映出来，使人们在非演奏地点欣赏艺术节目时，也好像身临演奏地点直接听到自然发声一样，那么，这种传声系统就叫做“立体声传声系统”。

立体声是怎样获得的？

我们怎样才能获得立体声呢？最理想的立体声传声应该这样：在放音所在的空同，声源的数量和声源的分布情况和原始声源所在的空同一样，只不过是地点不同而已。图1便是这种理想的立体声放音系统，在房间1舞台上布置有很多传声器，它们悬挂在声源前面，每一个传声器的输出端接至单独的电放大系统，然后再用电缆接至房间2内和传声器布置相同的相应的扬声器上去。这样虽然在第二个房间里放音，但在听众前面所感受的声音将具有原始声源的自然逼真感觉，使听者好象身临演奏厅一样。显然这种多声道的理想立体声传声系统在实际上是难以实现的。人们经过一系列的实验证明，要获得立体声感觉可以采用两声道或三声道系统，这对逼真度的感觉固然有一定的损失，但是不会非常明显。

图2为两声道立体声传声系统，这种系统包括两套传声器、放大器和扬声器，在舞台不太大的场合可以得到一定程度的方向感与深度感。但是由于中间无传声器拾音，当房间1的演员由右向左移动时，房间2的听众听起来会感到演员在中间位置处时声音比较小，好像声源是沿着图中弧形虚线走动一样，这种效果称为“中央空洞效应”，显而易见，这将使听众对原始声源的移动位置产生错觉。

为了减小这种失真的效应，可以在中间位置再增加一条通路，如图3，这样就形成了三声道立体声传声

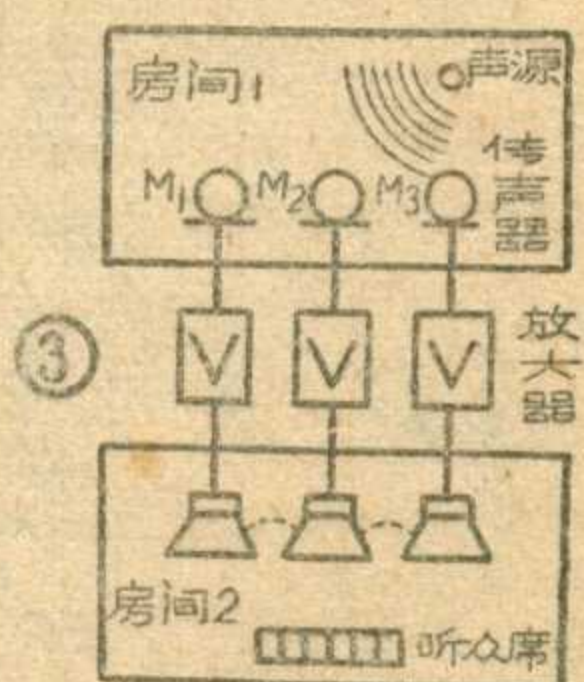
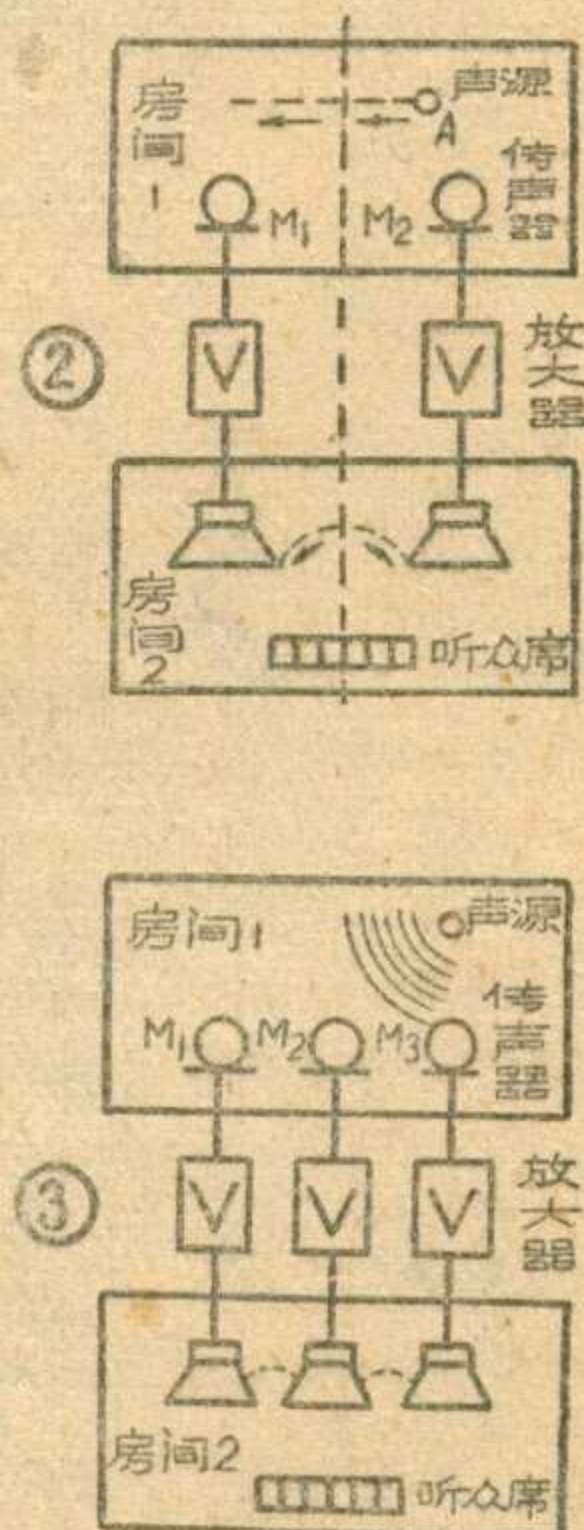
系统。当声源移动到中间位置时，由于由中间有传声器拾音，因此中间的声音将增加，空洞效应可以得到改善。当然，三声道立体声系统的设备费用比双声道要高得多，一般只能用于立体声电影院和高级的扩音系统中；而普通室内立体声传声仍以采用两声道比较合适。

除了上述真立体声系统以外，现在还有一种假立体声系统，在无线电收音机中已被采用。它是利用乐队演奏时，低音的管乐器和高音的弦乐器常分列左右的习惯，在录音时还是和普通单声道完全一样，但放音时，在收音机左右两侧用两个扬声器系统，一边主要重放高音，另一边重放低音，利用两边声音到达人的两只耳朵有时间强度和强度的差异，也能给人以立体感。当然这种立体声并不一定和原来的声源相同了。

立体声广播

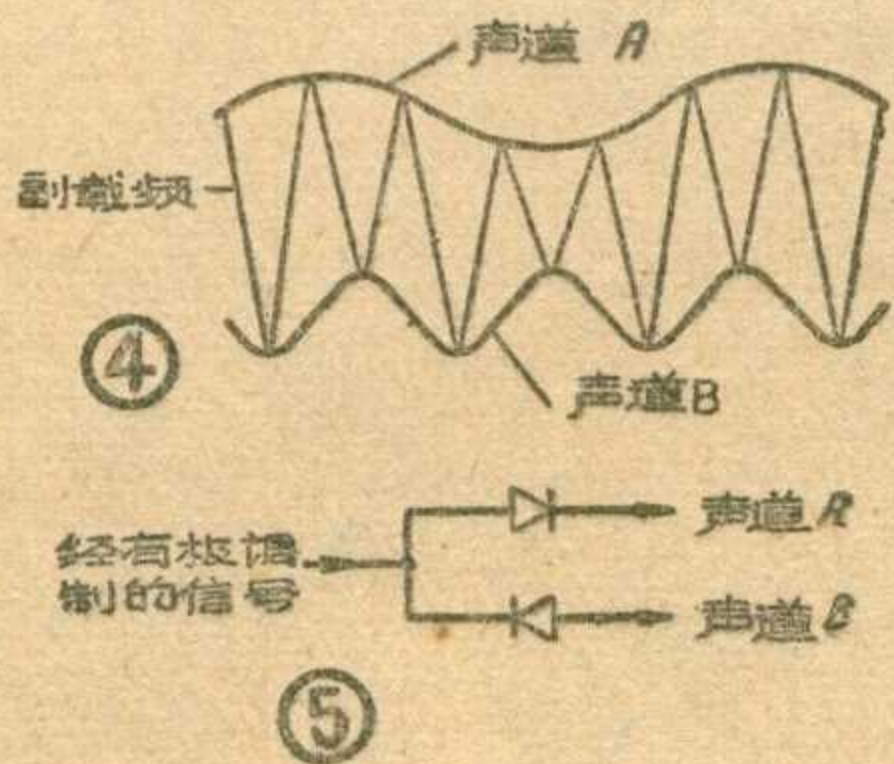
上面所谈的是立体声的扩音系统，它是利用导线来传送的。至于立体声无线电广播，存在的问题还较多。因为这既要考虑几条通路的发射，又要考虑如何用收音机收听的问题。最简单的实现立体声广播的方法是同时用两座无线电台进行广播，每座电台分别播送一个立体声道。听众也要有两架尽可能相同的接收机才能收听节目。显然，这种办法很不易实现。

比较理想的办法是设法从一座电台用一种载频来广播两个立体声道。近年来，根据这一原理，已提出了很多方案。这些方案大都是用超短波调频广播波段来工作的。这是因为超短波调频



广播的抗干扰能力强，能够保证高质量的广播；其次，由于一个载波频率要携带两个声道的信号，所占的频带比较宽（约150~200千赫），只有在超短波段，每座电台才允许占用这样宽的频带。现在就用一种已被实际采用的方案作为例子，来说明立体声广播是怎样实现的。

这种方案是利用“有极调制”的原理。先把两个立体声道都调制在同一个副载频(30~40千赫)上，A声道信号和副载频的正半周调制，而B声道信号和它的负半周调制，结果就得到有极调制的信号(图4)。然后，经有极调制的信号再用一般的方法和调频发射机的载波频率进行调制后发送出去。在调频接收机中用一般检波的方法检出有极调制的信号。为了把两个

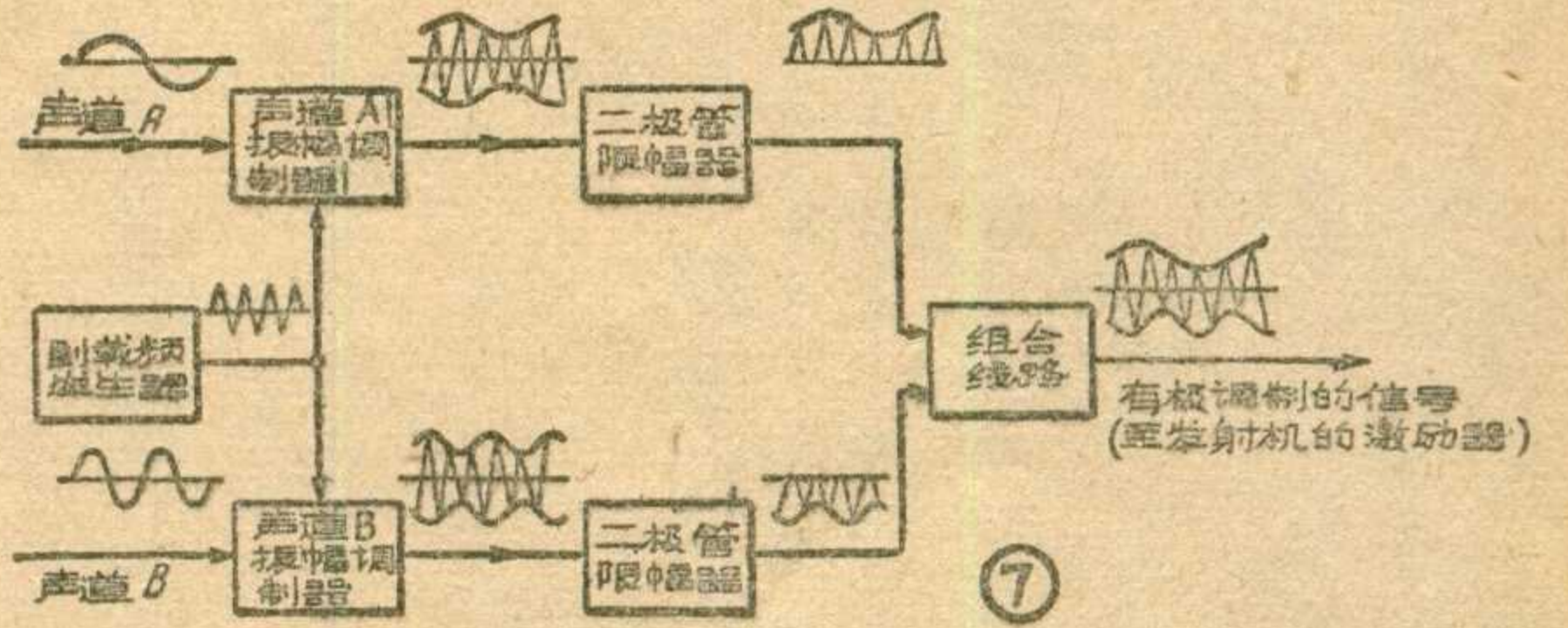
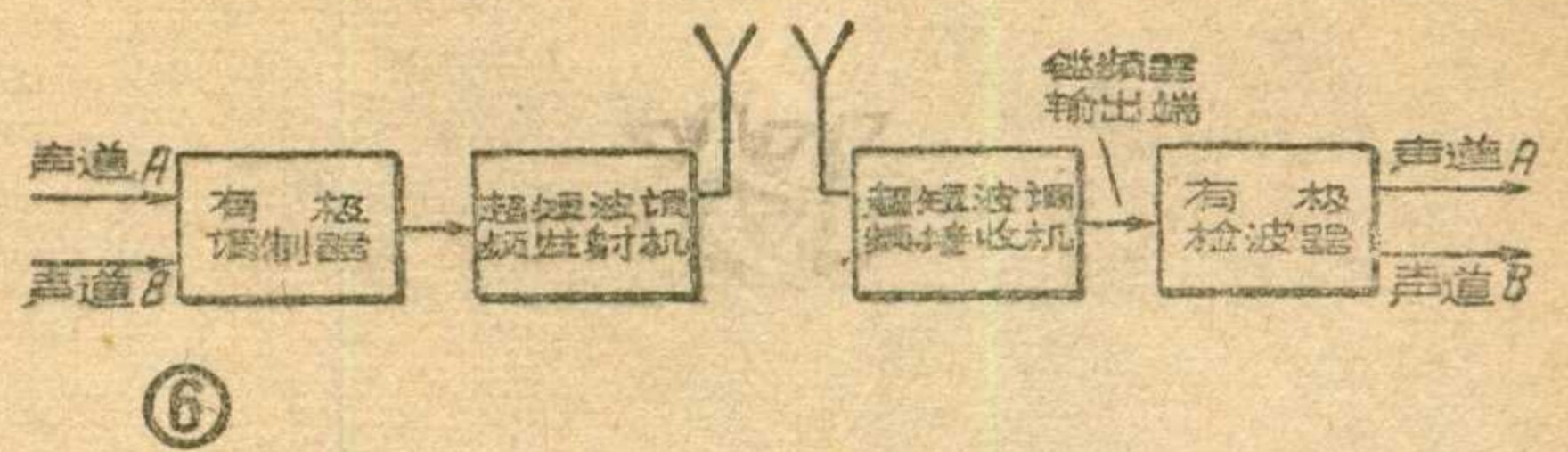


立体声道分开，只要在接收机中增加一个用两只二极管极性相反连接的有极检波器就可以了

(如图5)，其中一只二极管检出有极调制信号正半周中的低频信号A，而另一只二极管检出负半周中的低频信号B，将得到的两个立体声道，分别

加于两个低频放大器上进行放大，只要声学系统的布置恰当，就可以听到立体声广播了。这种系统的方框图如图6。

有极调制的信号可以用图7的方法来得到。副载频分别被声道A和声道B的频谱所调制，得到两个一般的调幅振荡信号。然后，利用两个二极管限幅器分出声道A所调制的副载频的正半周和用声道B调制的副载频的负半周。把这两个信号组合以后，就得到有极调制的信号了。



如果存在大量的一般调频接收机，那么设计立体声广播时必须考虑它的兼容性，也就是说用一般接收机也应能收听。采用有极调制方法可以满足这个要求。分析有极调制信号的频谱，可证明它的低频部分包含A+B的信号，这部分信号可通过低频放大器，而其他部分的频率较高，不能通过低频放大器。因此，用一般调频接收机接收立体声广播，也可放出A+B信号，进行收听，不过变成了单声道，没有立体声感觉了。

放大器的原理线路示如图1。

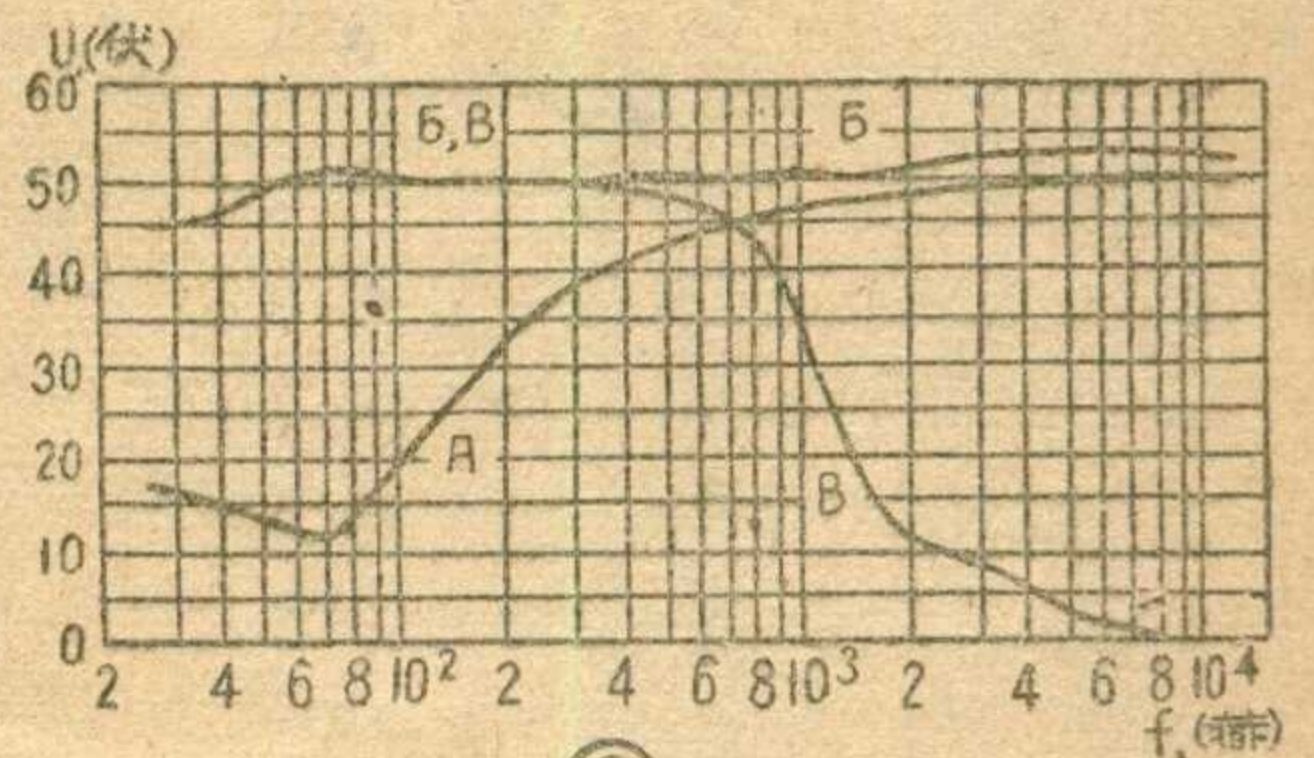
推动级电子管($1/2I_1$)的屏极和倒相级电子管($1/2I_2$)的栅极之间为直接

简单的低频推挽放大器

这个推挽放大器只用两个电子管就可以得到8瓦的输出功率，并且在25赫至15000赫频带内具有平直的频率特性。

放大器由两只电子管ECL82(三极一五极管)构成。为了在放大器输出端得到最大的输出功率(8瓦)，在其输入端需要输入500毫伏的信号电压。在这种情况下非线性失真系数约10%。当减小输出功率时，非线性失真系数可下降到2~3%。

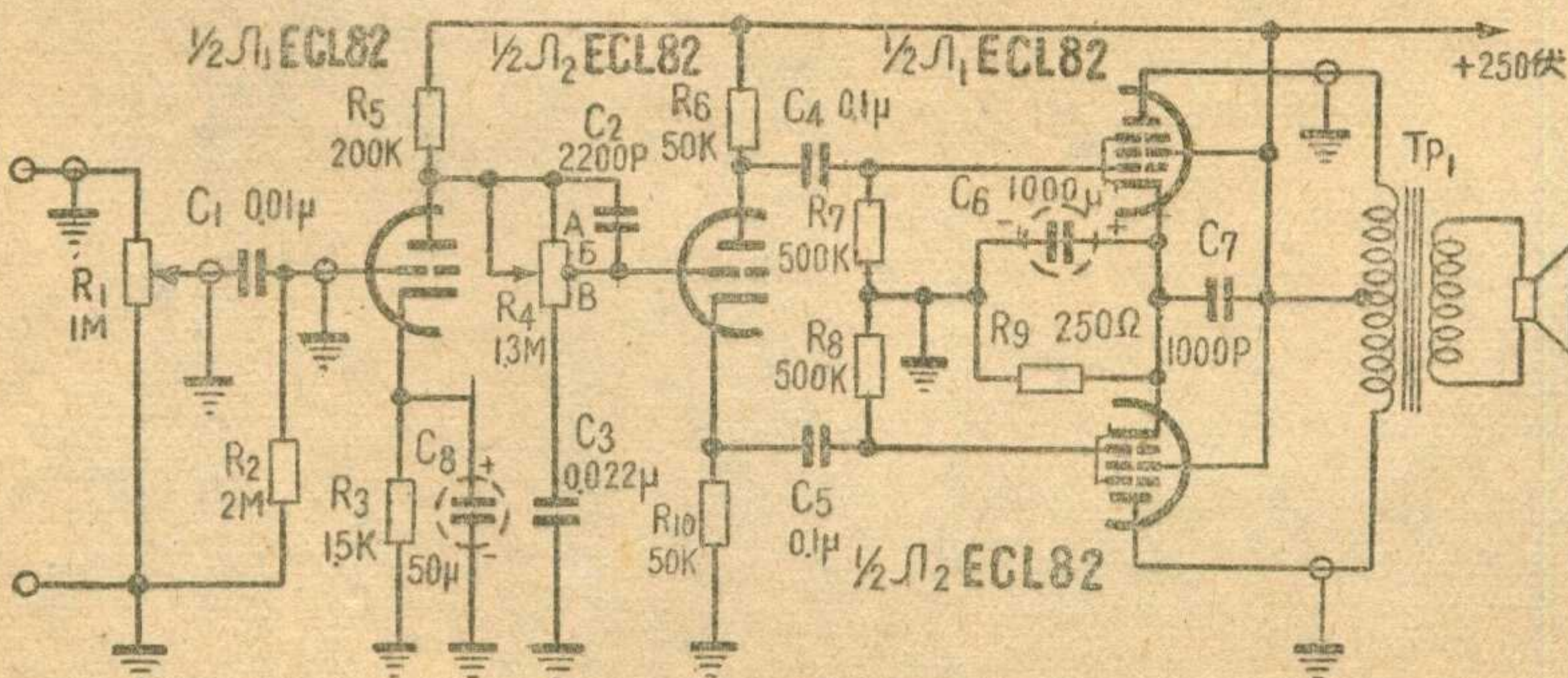
耦合，因此低音信号不会被削弱。在这个线路里，音调控制电路是比较特殊的，电位器 R_4 滑动点在A位置时，能使低音信号衰减14分贝，而滑动点在B位置时可以使高音信号衰减20分贝。音调控制电位器 R_4 采用具有抽头的可变电阻，这个电阻具有1.3兆欧的高阻值，A—B段为1兆欧，B—B段为300千欧。当音调控制器调在A、B、B不同位置时，放大器的频



率特性如图2所示。

这个放大器容易仿制。其中，电子管ECL82(德国管)可以用苏式管6Φ3Π代替。输出变压器可用以下数据绕制制铁心用厚为0.35毫米的III—19型(舌宽为19毫米)硅钢片迭成，迭厚为28毫米；初级绕组用直径为0.15毫米的耐久漆包线绕2×1140圈，次级绕组用直径为0.38毫米的耐久漆包线绕2×70圈。绕制次序是：先绕半个次级绕组，次绕初级绕组，然后再绕另半个次级绕组。绕完后将两个次级绕组并联。这样的输出变压器可以配用8~10欧的扬声器。

(蔭华据苏联“无线电”1963年第2期及1962年第10期编译)



怎样看晶体管超外差式收音机电路

谭仕匡

懂得了电子管超外差式收音机的电路结构和原理以后，想进一步学习晶体管超外差式收音机的电路并不十分困难。我们只要了解一下晶体管电路的特点，再把它和电子管电路做一番对比研究，就会很容易明白了。

晶体管及其电路的一些特点

晶体管是一个三极管，拿它和电子三极管比较，它的发射极(e)相当于电子管的阴极(K)，基极(b)相当于电子管的栅极(G)，集电极(c)相当于电子管的屏极(P)。它们常用的基本电路也很相似。例如在图1中，电子管接成共阴极电路(图1a)，与此相应的晶体管电路叫做共发射极电路(图1b)。在图1(a)中，输入信号电压加在栅极与阴极之间，输出电压加在屏极与阴极之间，以阴极作为衡量输入、输出电压的公共端点。平常说输入电压或输出电压是多少，都是指对阴极来说的。在图1(b)中，输入信号加在基极与发射极之间，输出电压加在集电极与发射极之间，它们都是以发射极作为衡量的公共端点，输入、输出电压的大小都是对发射极来说的。在电子管电路里一般加有栅负压。在晶体管电路里，基极和发射极之间也加有偏压。它是由电阻 R_1 和 R_2 分压得到的，不过数值非常小，通常只有零点几伏；电子管屏极一般加有较高的正电压，而通常所用的PNP型晶体管集电极却是接一个较基极偏压为大的负电压，一般为几伏到十几伏。如果使用的是NPN型晶体管，那么图1(b)中电池的极性就应该倒过来。由上可知，晶体管电路和电子管电路是一一对应的。

它们的区别是：在电子管电路里，栅极和阴极之间一般是沒有电流的，在输入电路里不消耗功率，输入电阻很大，工作状态是由栅极和屏极电压来决定。而在晶体管电路里，基极和发射极之间有电流通过，需要消耗一定的功率，输入电阻比较小，它的工作状态是由基极和集电极电流值来决定。由于晶体管输入电路里要消耗一定的功率，而它的输入电阻比输出电阻要小得多，为了得到最大的功率传输，因此级间的阻抗匹配问题就非常重要了。

其次，电子管在广播频率范围内一般都能正常工作，而晶体管则不然。它受截止频率和输出功率的限制。高

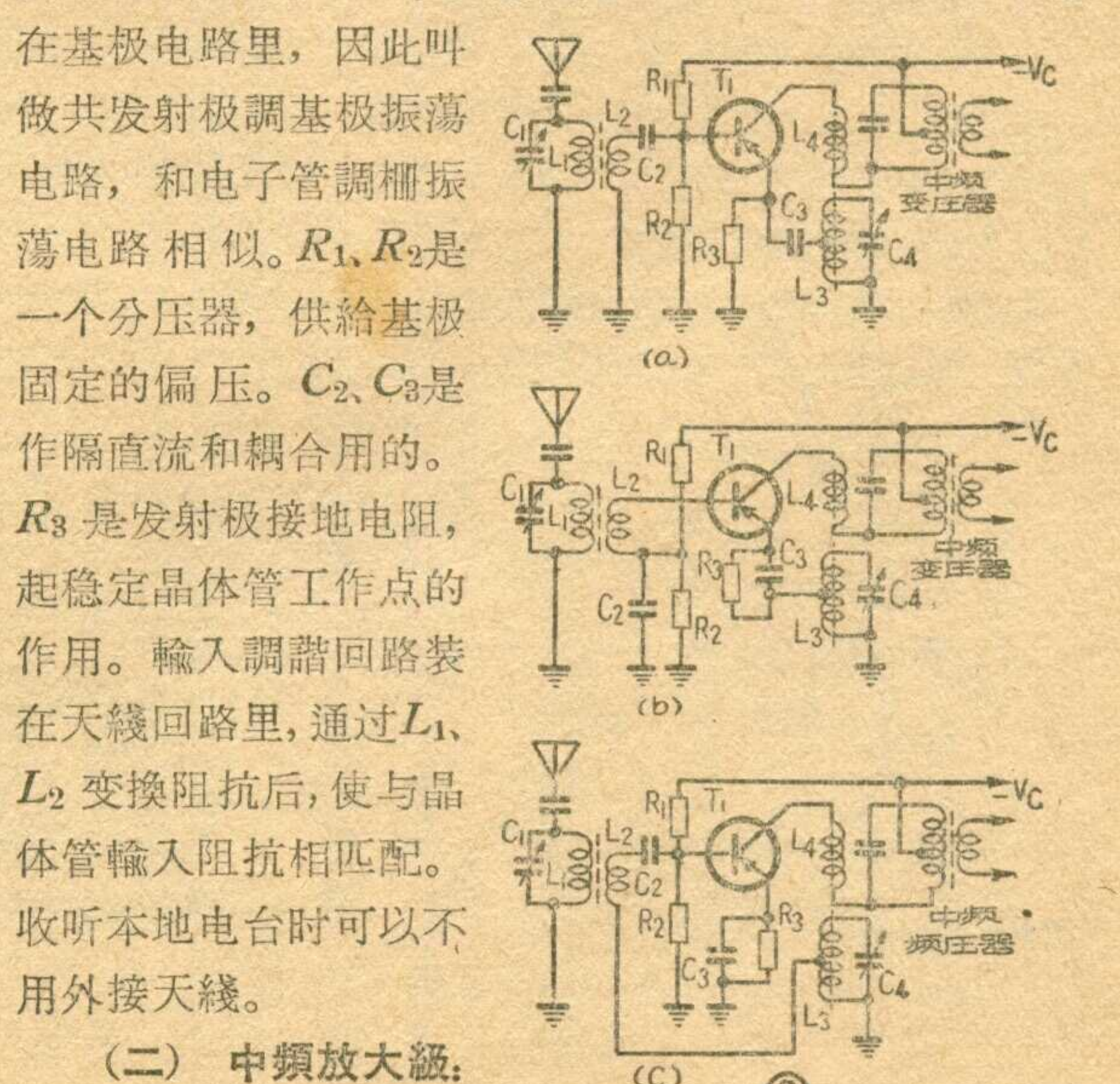
频晶体管截止频率高而输出功率小，低频晶体管截止频率低而输出功率较大。使用时应该严格区分，收音机的高频部分如变频、中放等级，就一定要用高频管，使用低频管往往不能正常工作。

另外，晶体管的工作状态易随温度而变化，温度增加时集电极电流将升高，加用温度补偿元件后可以减弱这种影响，图1(b)中 R_2 和 R_e 就是起这种作用的元件。

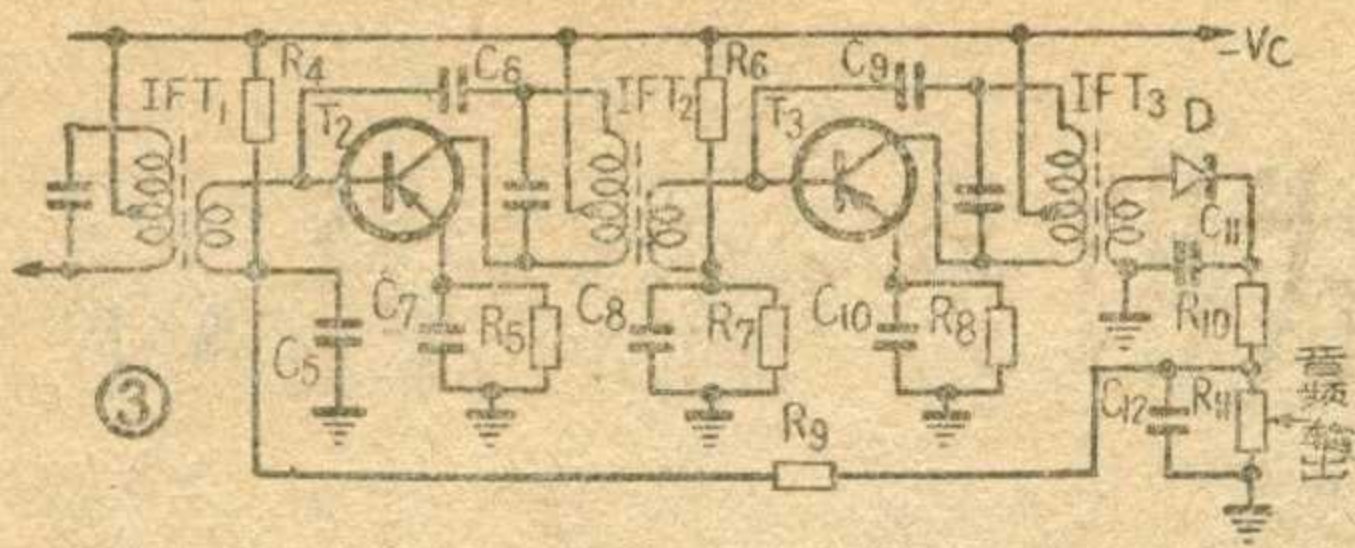
晶体管超外差收音机电路分析

下面我们就以一般典型的晶体管超外差式收音机的电路为例，分析一下各级电路的特点和各元件的作用。

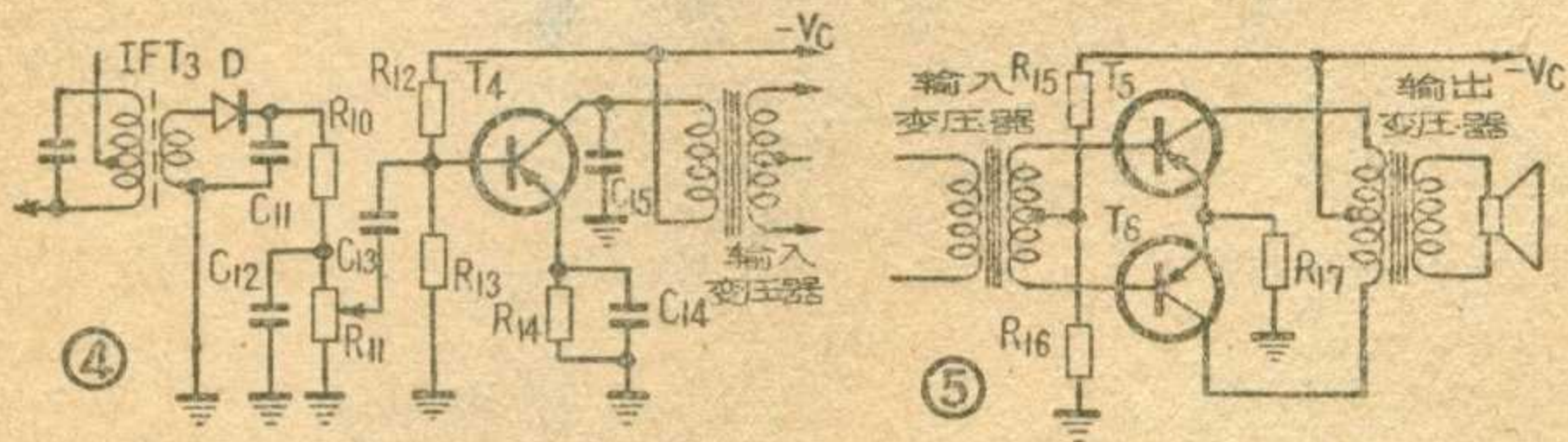
(一) 变频级：变频级常用的电路如图2，它是由调谐输入回路 C_1 、 L_1 、 L_2 ，本地振荡回路 C_4 、 L_3 、 L_4 和晶体管所组成。这同电子管单栅变频电路相似。本机振荡回路所产生的振荡频率始终保持高于输入回路所调谐的信号频率一个中频(465千赫)，变频后即得到中频信号。图2(a)和(b)中，本机振荡回路 L_3 、 C_4 接在发射极电路里，它的下端接地，与输入信号回路 L_2 串接在基极——发射极之间。对于本机振荡部分来说，基极是接地的，所以叫做共基极调发射极振荡电路。 L_4 是反馈线圈。因为晶体管输入阻抗很低，为了减少它对振荡回路并联的影响，所以发射极是接在振荡回路 L_3 的抽头上。在图2(c)中发射极是接地的，本机振荡回路接在基极电路里，因此叫做共发射极调基极振荡电路，和电子管调栅振荡电路相似。 R_1 、 R_2 是一个分压器，供给基极固定的偏压。 C_2 、 C_3 是作隔直流和耦合用的。 R_3 是发射极接地电阻，起稳定晶体管工作点的作用。输入调谐回路装在天线回路里，通过 L_1 、 L_2 变换阻抗后，使与晶体管输入阻抗相匹配。收听本地电台时不用外接天线。



(二) 中频放大级：



和电子管超外差式收音机一样，它是一个频率固定为中频的频带放大器。为了使接收信号在检波前获得一定的电平，一般晶体管超外差机都是采用两级中频放大，常用的电路如图3。它和电子管收音机中放电路不同之处，第一是要考虑级间匹配的问题，因为晶体管的输出阻抗比电子管低，所以中频变压器的初级是由抽头接到电源，



另外，为了和次级较低的输入阻抗相匹配，次级圈数很少，并且是采用不调谐的回路。其次是晶体管集电极和基极的极间电容比较大，作高频或中频放大时通过极间电容的反馈，会产生寄生振荡。为了使中频放大器正常工作，需要在外电路上加一个中和电容器，即用一个和集电极相位相反的交流输入基极，以抵消极间电容产生的正反馈作用。图中 C_6 、 C_9 就是中和电容器，它的数值约从几微微法到几十微微法。

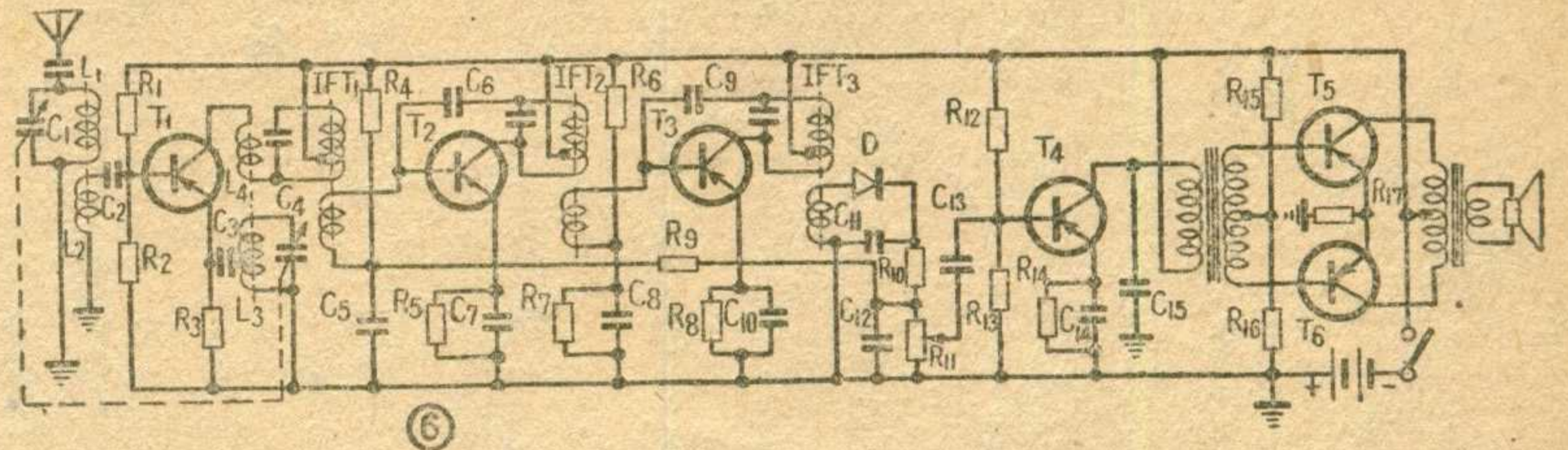
在第一级中放里还加有自动增益控制电路。检波后的电流经过 C_{11} 、 R_{10} 、 C_{12} 和 R_9 、 C_5 滤去交流成分后加到第一中放管 T_2 的基极，由于这个电流和晶体管基极偏流的方向相反，使基极偏流减小。信号越强，检波后的直流电流越大，基极偏流减小得越多，中放的增益越低，这就起了自动增益控制的作用。 R_6 、 R_7 、 R_4 、 R_9 和 R_{11} 都是分压电阻，分别供给二只中放管的偏流； R_5 、 R_8 是发射极

接地电阻，是稳定工作点用的。 C_7 、 C_8 、 C_{10} 都是旁路电容器。

(三) 检波和低放级：电路如图4。从最后一只中频变压器 IFT_3 输出的中频电压，经二极管 D 进行检波，检波电路和电子管收音机完全相同。滤波器 C_{11} 、 R_{10} 、 C_{12} 滤去检波后的高频成分，在 R_{11} 上取得音频电压，通过耦合电容器 C_{13} 送至低放管 T_4 基极。检波级和低放级之间是用阻容耦合， R_{11} 兼作音量控制电位器。低放级电路就是一般的晶体管放大电路，没有什么特殊的地方。低放级和推挽输出级间为了阻抗匹配及完成倒相作用都是采用变压器耦合电路，这只变压器通常叫作输入变压器，次级有中心抽头。 C_{15} 作旁路高频用。

(四) 输出级：这是收音机的最后一级，从这里获得推动扬声器所必需的功率。由于一般晶体管的输出功率都很小，就要采用乙类推挽电路。这一方面可以增加输出功率；另一方面，在无信号时消耗电流很小，能够节省电池提高效率。这一点是非常重要的。因此几乎所有的超外差晶体管收音机功率放大级都采用推挽电路(图5)。它与电子管的推挽电路是完全相同的。 R_{15} 、 R_{16} 是供给两管固定基极偏压的分压电阻， R_{17} 是发射极接地电阻，它和 R_{16} 一起构成基极和发射极之间的直流通路。为了不在它们上面消耗过多的信号功率，它们的数值都是很小的。 R_{17} 通常只有几欧到十几欧， R_{16} 也只有几十欧到几百欧。两管的集电极由输出变压器的中心抽头供电，最后的输出信号由扬声器放出。

将上面各部分电路综合起来，就是一部完整的晶体管超外差式收音机电路了(图6)。



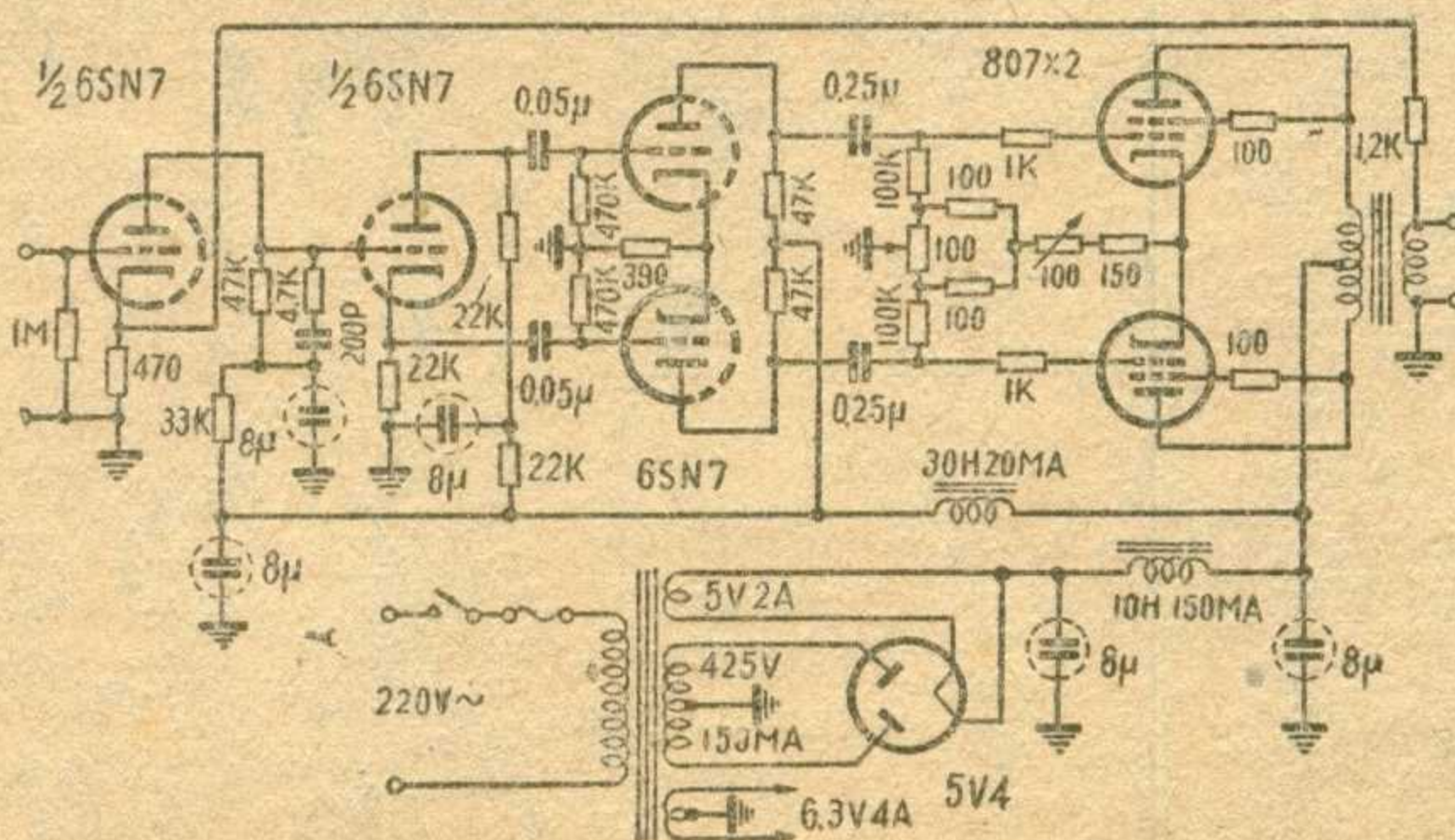
威廉逊放大器

威廉逊放大器是一种质量较好的低频放大器，它的电路如附图。

这种放大器使用三极管，分为四级。如图所示，它从输出变压器的次级向放大器的第一级的阴极负反馈20分贝。第一与第二级之间采用直接耦合，所以在低音频时没有相移产生。在这两级屏、栅间47千欧耦合电阻的两端并联有4.7千欧电阻与200微微法电容器相串联，目的在于防止加有负反馈时可能产生的高频

振荡。第二级采用屏阴极输出倒相电路。因为这一级的阴极电位比地较高，所以它与前级之间才可能采用直接耦合。第三级放大采用推挽电路。末级使用的电子管功率管改接成为三极管，并作甲类推挽放大

器工作。接成三极管后，放大器的输出较低(10~15瓦)，但比按电子管接线时具有内阻低、谐波失真较小的优点。这一级的栅负偏压是从阴极电阻中取得的。将此栅负偏压分别供给两个输出管时必须保持平衡。输出变压器要求特性良好(频率特性曲线从数赫到100千赫没有凹凸现象)，才能在宽频带里取得稳定的深度负反馈。放大器的频率特性从20赫到20000赫之间大致是均匀的，当输出为10瓦时，谐波失真不超过1%。(摘自《音频放大器的设计与调整》，日本岛山鹤雄著，陈贵民译，人民邮电出版社出版。)



步谈机的制作

李沛铭

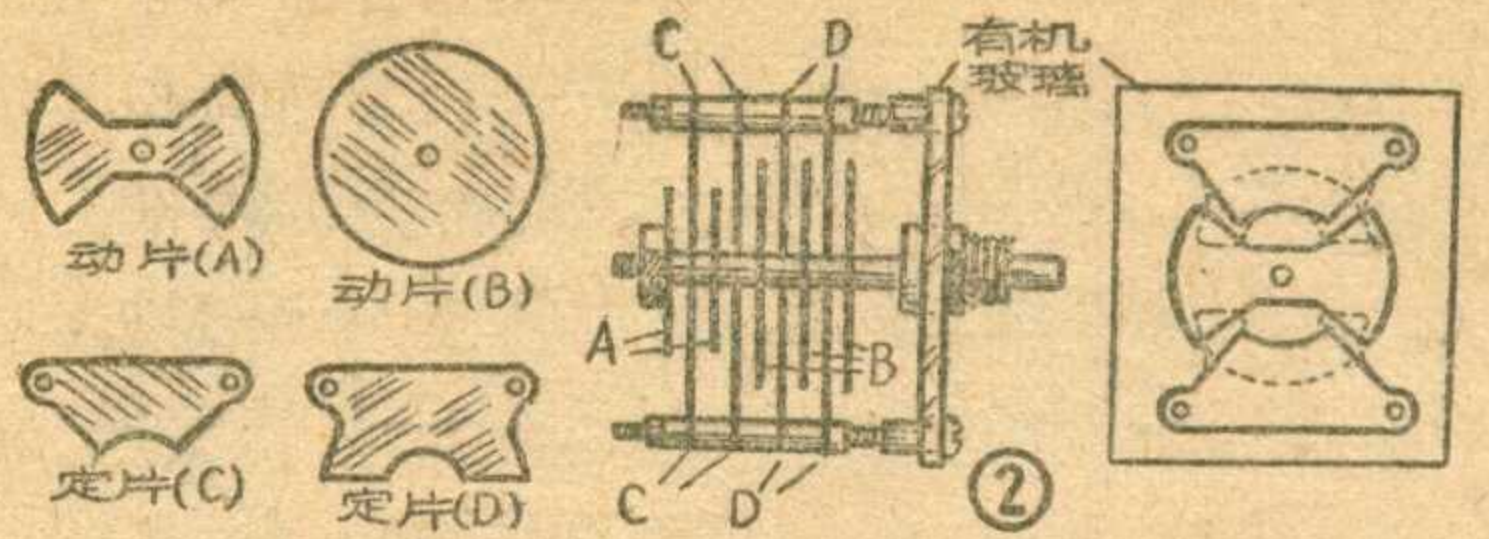
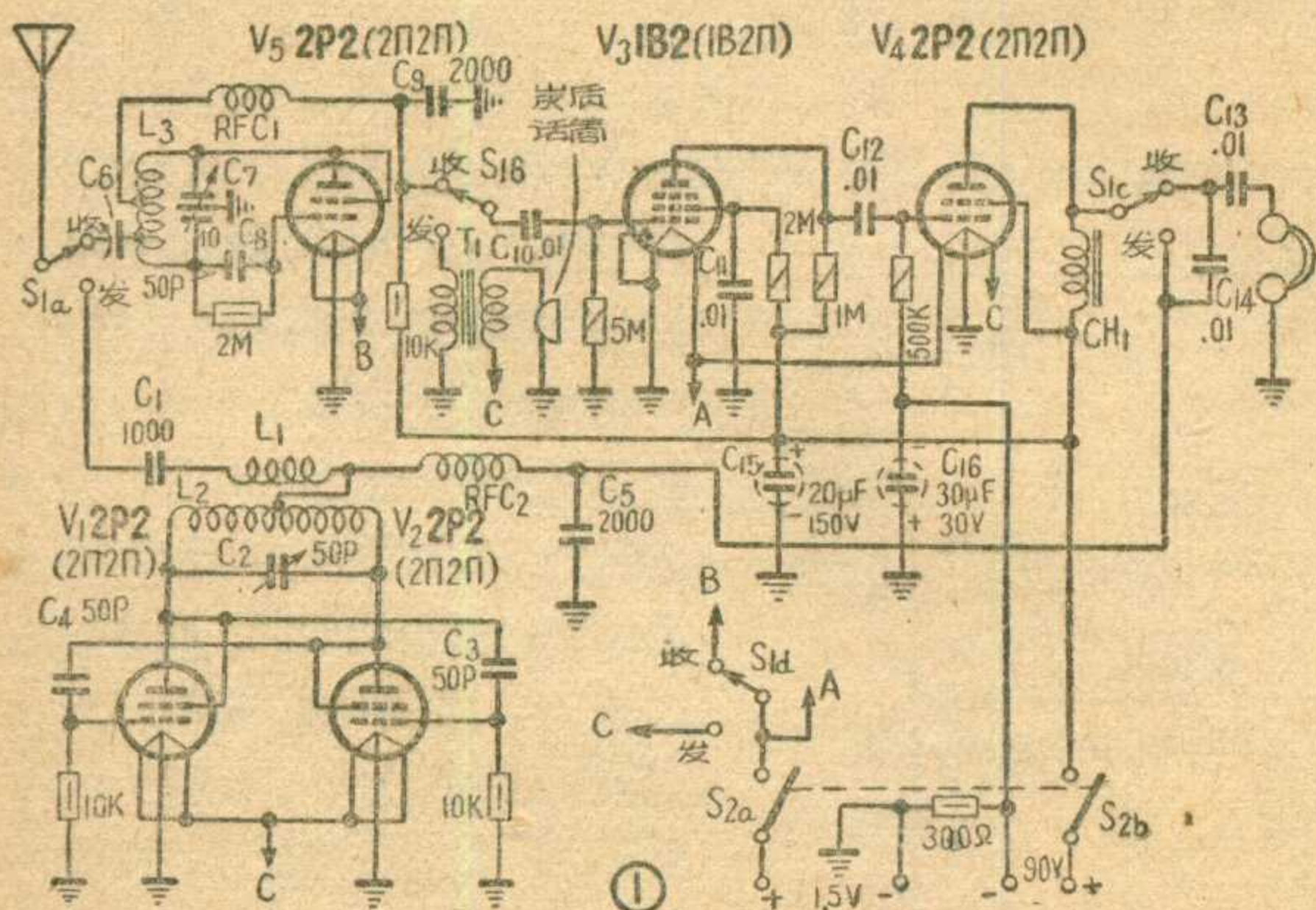
这一部步谈机是为移动性较大的短距离通信使用而设计的。它的体积小、重量轻、耗电省、线路结构简单，通话距离不小于5公里，适合渔区、农村机耕队或民兵联系之用。它的工作频率是在50兆赫的超高频范围内，所以通话时要求在两机间没有巨大的障碍物。

一般步谈机多是收、发共用一套电子管，并使用共同的高频回路。变换收、发状态时只是改变电子管的栅漏电阻。经验证明，这样的步谈机在较远距离使用时，会发现在同一部机上收和发的频率稍有不同，实际使用起来不方便。原因是电子管的栅漏改变，使电子管的工作状态也改变，即并联在回路里的电抗改变，使频率受到影响。因此我们在设计中将收和发的高频回路分开，各自使用一套电子管。全机共用电子管2P2 (2Π2Π) 四只和1B2 (1B2Π) 一只，线路图见图1。

发信部分的高频部分由两只2P2管 (V_1 、 V_2) 接作三极管，组成推挽振荡器。发话采用屏极调幅，调幅器由1B2 (V_3) 和2P2 (V_4) 担任。收信部分由一只2P2管 (V_5) 作超再生检波，再由 V_3 、 V_4 进行低频放大。

发信 发话时四刀双掷开关 S_1 旋向“发”端，灯丝电流经 S_{1a} 加至 V_1 、 V_2 、 V_4 的灯丝和炭质话筒上。话筒产生的音频电压经变压器 T_1 升压后，耦合到 V_3 和 V_4 ，经放大后对 V_1 、 V_2 产生的振荡电流进行调幅，然后经 L_1 和 C_1 耦合到天线辐射出去。由于低频扼流圈 CH_1 是 V_1 、 V_2 和 V_4 共同的屏极负载，因此经 V_4 放大后的音频电压便叠加到 V_1 、 V_2 的屏压上，达到了屏极调幅的目的。

收信 接收时开关 S_1 旋向“收”端， V_5 的灯丝接通电源工作， V_1 、 V_2 灯丝电流则被切断。同时，因接收是



使用耳机，不需要过大功率，所以 V_4 的灯丝有一半也被切断。 V_5 接成为超再生式检波器，检波后的音频电压经 C_{10} 送到 V_3 、 V_4 放大后，经 C_{13} 送入耳机。这种检波器的特点是在没有外来信号时，耳机里可以听到超再生特有的“嗡嗡”噪声。调整 C_6 使天线与振荡回路谐振，“嗡嗡”声最大，也就是接收机比较灵敏的时候。有信号输入时这种噪声消失，耳机里便可听到对方的讲话。

零件和装置

电容器 C_2 是小型空气式可变电容器，以选用瓷质绝缘的较好。 C_7 为分列式电容器，我们是用最大容量为50微微法的单连空气可变电容器如图2所示方法改制的。它与 L_3 配合，调谐范围可在49~51兆赫以内。 C_6 为瓷介半可变电容器。其余 C_1 、 C_3 、 C_4 、 C_5 和 C_9 都用云母固定电容器。

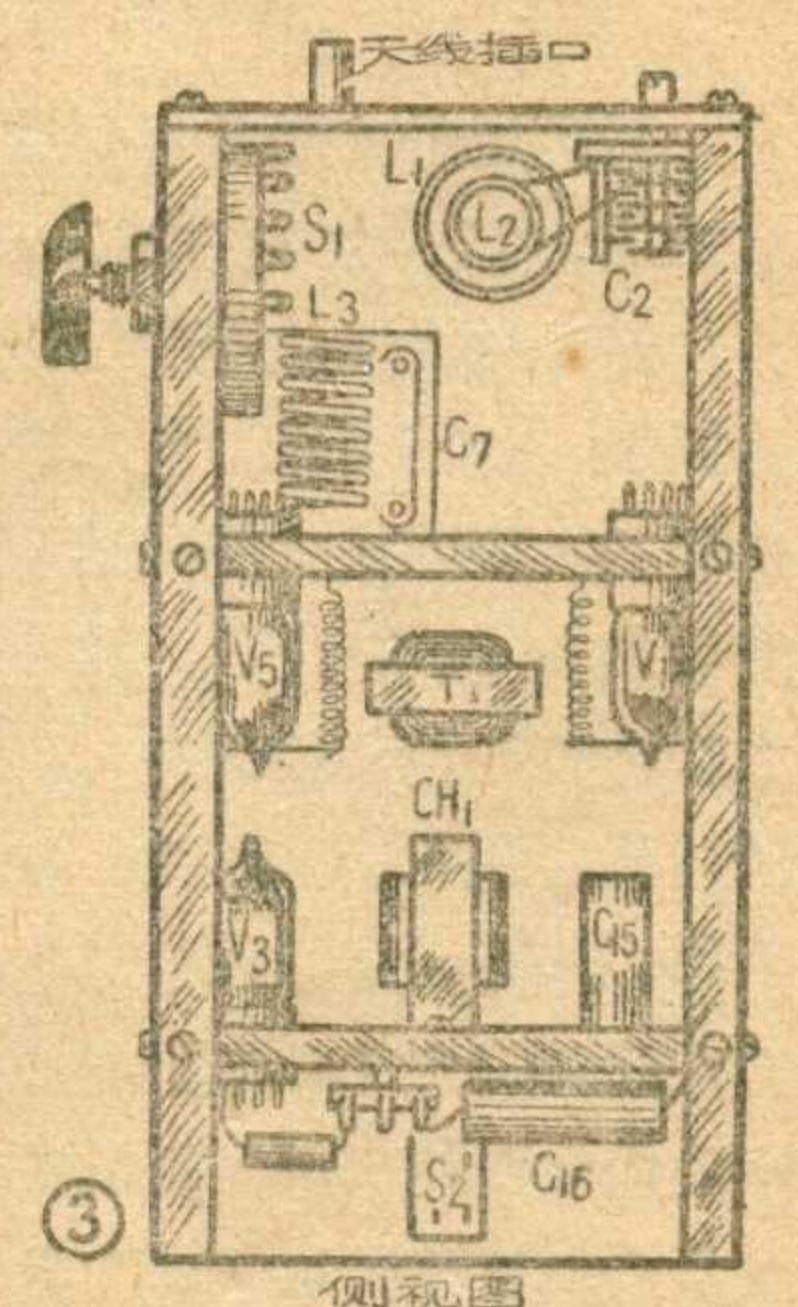
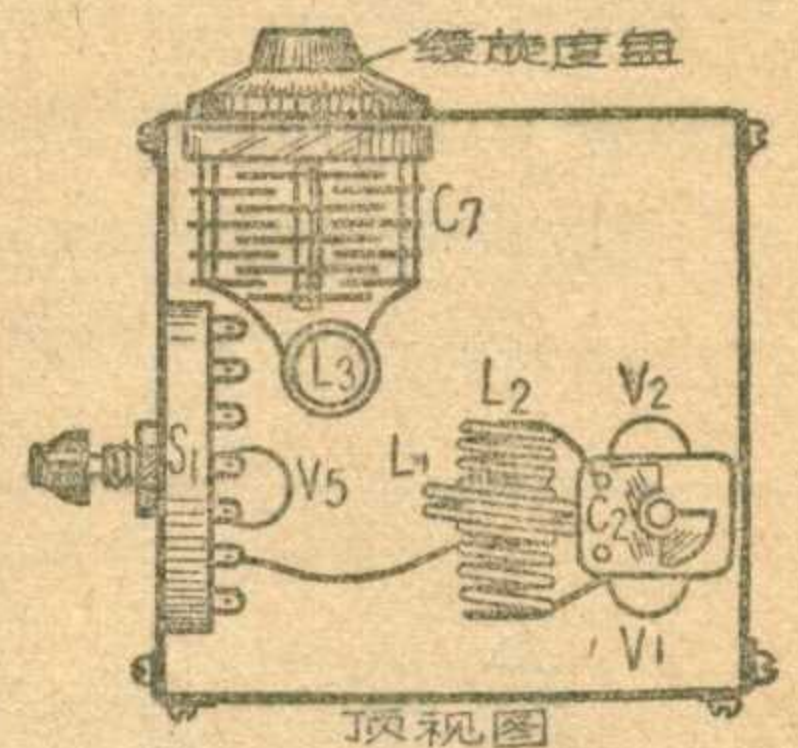
线圈 L_2 为直径11毫米的空心线圈，用2.3毫米直径（约14号）漆包线绕9圈，两端直接焊在 C_2 定片、动片的焊片上。 L_1 是直径23毫米空心线圈，用同号线绕2圈，架空套在 L_2 的中段，一头焊在 L_2 的中点，另一头接 C_1 。 L_3 圈数和大小同 L_2 一样，用1.5毫米直径（约16号）漆包线绕制。线圈两端直接焊在 C_7 两组定片的焊片上。

高频扼流圈 RFC_1 和 RFC_2 用0.27毫米直径（约34号）漆包线在直径5毫米玻璃管上单层密绕30毫米长。

话筒变压器 T_1 用3Q5输出变压器改制，将原有次级线圈拆除，改用0.13毫米（40号）漆包线绕500圈，作话筒输入。低频扼流圈 CH_1 也以一只3Q5输出变压器代用，利用它的初级，次级空置不用。

天线全长1.5米，用两端套有螺紋的两节铝管连接而成。

本机的全部零件分为三层装在长、宽、高为100×90×220毫米的铝质底板上。底板顶层是高频部分，高频端的零件和波段开关都装在这里。发射和接收的线圈互相垂直，天线插座和 C_2 固定在顶盖的胶木板上。中间一层垂直插放五



只电子管和变压器、扼流圈、滤波电容器等。电子管 V_1 、 V_2 和 V_5 是倒装的，要用弹簧拉紧。话筒和耳机的插口也装在这一层里。下层装置低频部分的零件、电源插座和开关以及滤波电容器等。机箱的内部结构大致情况见图3。电源电池外接。

調整和使用

超再生檢波器具有較大的高频輻射能力，所以在調試中，发送、接收都可以利用諧振式頻率計进行頻率校准。如果頻率复盖不在所需範圍以內时，可以輕微地拉

开或压紧綫圈的間隙。如果低频部分焊接无誤，在高频部分頻率調准以后，便可插上话筒、耳机。将 S_1 扳在“收”位置，調节 C_6 使“嗡嗡”声最大。然后把 S_1 放在“发”位置，手持氖泡放在 L_2 上，氖泡即发光，对话筒讲话时它的光度也随着閃动。电路中串联有 C_{14} 作监听，这时能听到讲话声音，說明机器工作正常，可将 C_2 固定不再調动。

双机通話时，接收只須調节 C_7 的緩旋度盘至“嗡嗡”声突然低落的一点，即发、收双方頻率一致。两机同样調好后，便可通話。

用低频管装制的来复式单管机

楊士中

在晶体管收音机中，特别是单管机，大家都喜欢用来复式綫路来使晶体管得到充分利用，同时它的高放級中还采用正回授，以提高选择性和灵敏度。在一般流行的来复式綫路中，为了获得較大的放大能力，一般采用的是共发射极放大电路。共发射极电路的頻率特性比較差。为了得到足够寬坦的通頻带，所以就有必要使用截止頻率 f_a 較高的晶体管（如 $\Pi 401$ 、 $ZK306$ 等）。

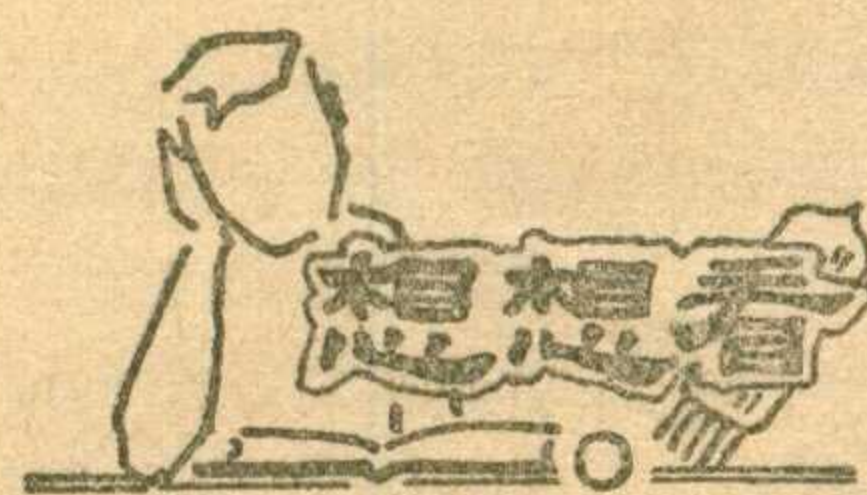
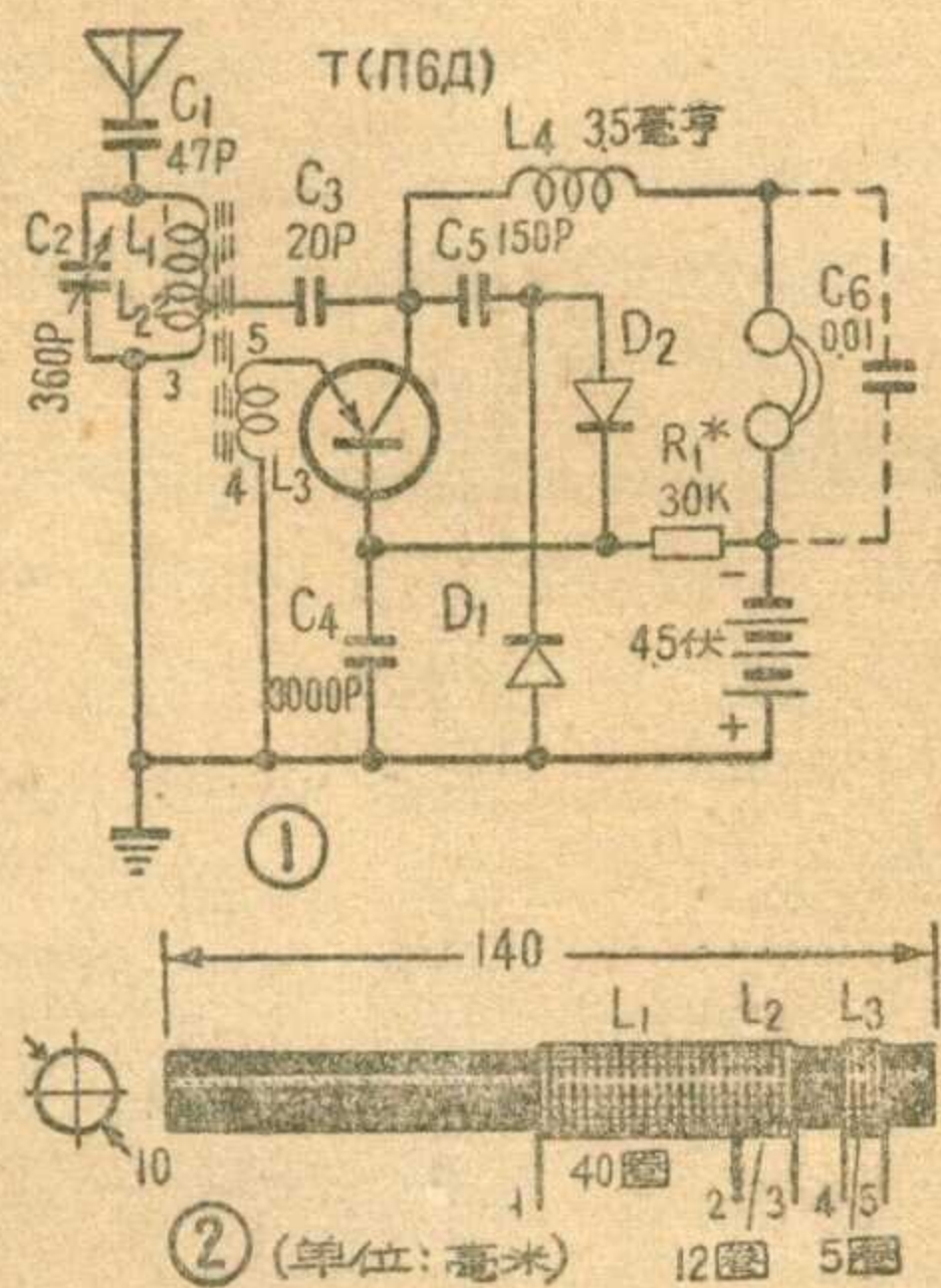
可是，如果手中沒有高频管，只有一般的 $\Pi 6$ 型低频管，是不是也能装成来复式单管机呢？实验证明，只要你的晶体管 f_a 不太低，还是可以的（例如， $\Pi 6A$ 的 f_a 就太低了，只有 0.1 兆赫，不能用）。图 1 所示的綫路就是用 $\Pi 6D$ 作成的来复式单管机，并在高放級加有正回授。这个綫路的特点是高放时用共基极电路，因为共基极电路的頻率特性比較好；而低放則用共发射极电路，以利用它放大系数大的优点。

现在来看看綫路的工作情况。經輸入回路选出的高频信号經 L_3 耦合到 $\Pi 6D$ 的发射极，对高频而言，基极經电容 C_4 接地，因此这是共基极放大电路，它的高频負載是 L_4 。放大的

高频信号一方面經 C_3 正回授到輸入回路去，另一方面經 C_5 送到由两个晶体二极管 D_1 、 D_2 組成的倍压檢波綫路中去檢波。檢波所得到的低频信号直接加到基极上去。 L_3 圈数只有几匝，对低频而言等于短路，因此这时 $\Pi 6D$ 又是以共发射极

方式工作的。低频电流不能通过 C_3 和 C_5 ，而 L_4 对低频的阻抗則很小，所以它便順利地到达耳机，推动耳机发声。 R_1 是晶体三极管的基极偏流电阻。 C_4 是高频滤波电容器，用以防止三极管产生自激。注意檢波二极管的极性应按图中所示連接，这样檢波后电流的直流成分与基极偏流方向相反，还可以起到自动音量控制的作用。

收音机各零件的数值已列在图 1 綫路里。偏流电阻 R_1 的数值随所用晶体管而不同，要在調整收音机的过程中选择决定。綫圈 L_1 、 L_2 、 L_3 可如图 2 所示，用多股絲包漆包綫繞制。为了简单起見，在这里再生調节电容器 C_3 是用固定的，繞制綫圈时 L_2 部分可以多繞几圈，調整时一圈一圈地拆去，直到再生的叫声消除为止。



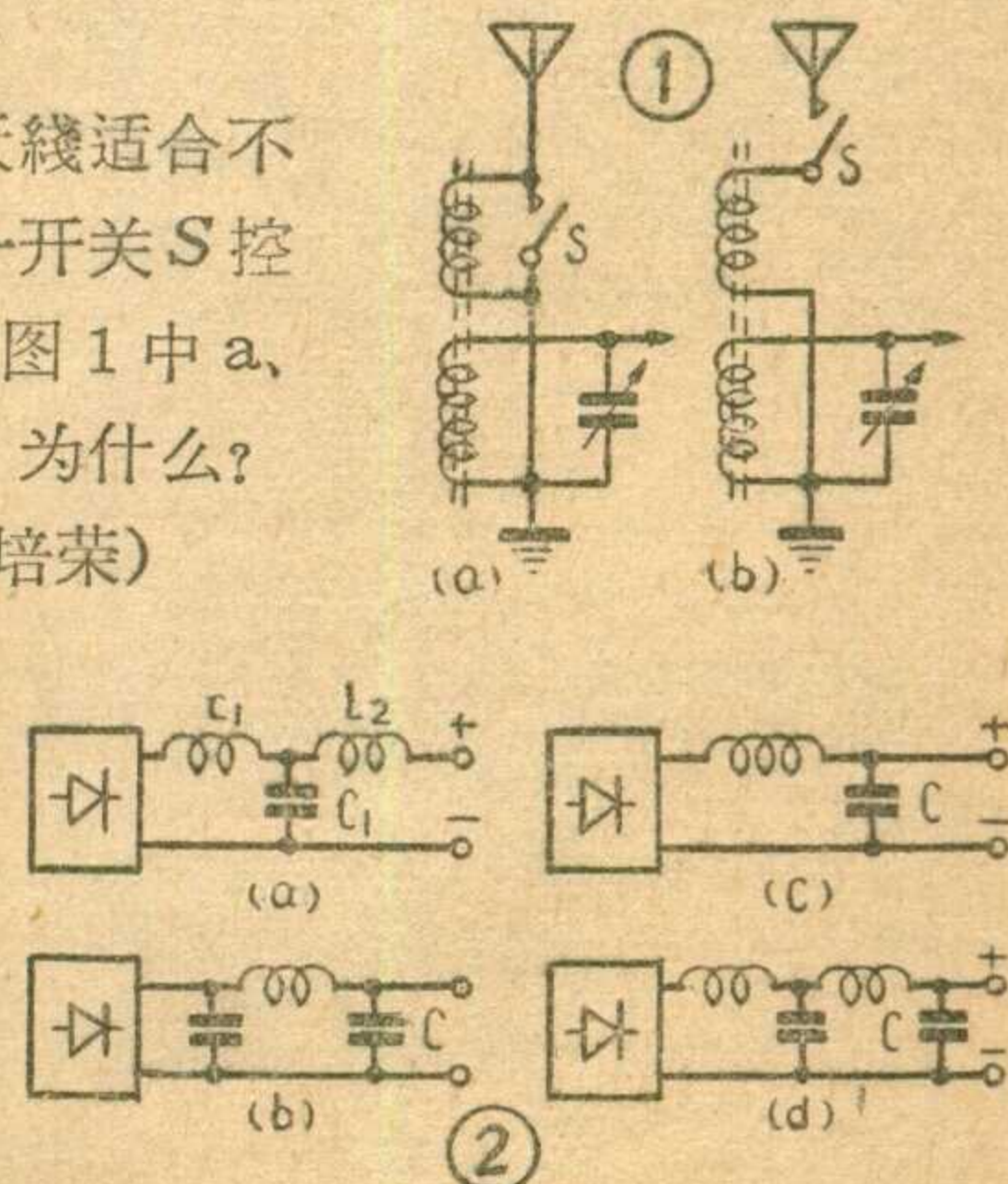
1. 有两只 45 伏的乙电池，一新一旧，但外表完全相同。手头只有一个量程为 10 伏的直流电压表。怎样用这个电表去判別哪只是新

电池？（黄培荣）

2. 为了使磁性天綫适合不同的收音环境，用一开关 S 控制机外天綫的接入。图 1 中 a、b 两图，哪个較好？为什么？

（黄培荣）

3. 为什么收音机的滤波电路不采用 T 型的（图 2a），而采用 Π 型、 Γ 型和双 Γ 型的（图 2b、c、d）？（礼）



电唱机的使用与维护管理

毛瑞年

电唱机是利用拾音器放送唱片的设备，常见的有单速式、多速式、自动换片式和附带有专用放大器的等几种。它主要由拾音器和机械转动机构组成(图1)。在唱片转动时，拾音器的针端在唱片声槽里随着槽纹振动，并由拾音器把这种机械振动转变为音频电压，然后输送至音频放大器，经放大后再由扬声器转变成声音。机械转动部分，是由一个电动机产生动力源，经传动胶轮将转速变慢，并导使唱盘跟随旋转。唱盘转速一般分为每分钟78、45、33或16转等几种，以适合各种不同转速的唱片之用。电动机耗电约10~15瓦左右。下面谈谈它的各部分作用和使用方法。

拾音器

拾音器(电唱头)的种类很多，最常见的为晶体式和电磁式两种。

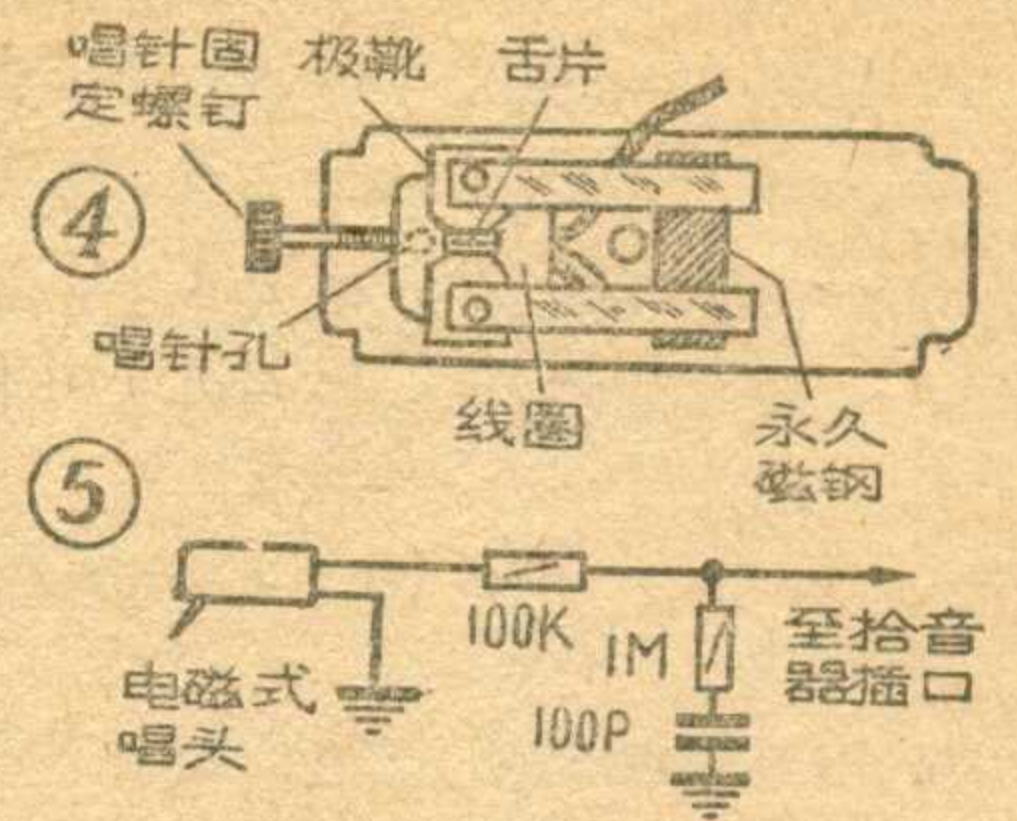
(1) 晶体拾音器(图2) 它的主要构成是一块具有压电效应的酒石酸钾钠(罗氏盐)结晶体。以机械装置将唱针的左右摆动沿针架传到被夹持的晶体上，晶体因受扭转而变形，于是在晶体的两个电极上产生相应的交变电压。晶体拾音器的输出电压较大、平均约为0.5~1伏。输出阻抗都是高阻式，约100千欧左右，频率响应

一般为70~8000赫，良好的产品可达10000赫以上。它的重量很轻，仅60克，因此不容易磨损唱片。缺点是晶体的机械强度小，受震后易于损坏。另外它也怕受潮，不能耐受40°C以上的高温。这种拾音器可以直接接在扩音机的输入端(拾音器插口)使用。由于它的低音增益大于高音增益，为了使频率响应比较均匀，最好在它的输出电路上加接一个低音衰减器(图3)。这种拾音器有双针式的，它的针头可以变换，分别供转速不同的唱片使用。

(2) 电磁式拾音器 是由一块永久磁钢、二片极靴和线圈等组成(图4)。唱针支架是靠橡皮套管支托在外壳上，线圈固定在两极靴之间，支架的另一端成舌片形，穿过线圈中心保持在两极靴中央，当唱针向左向右方向摆动时，舌片也相应地左右摆动，于是通过舌片的磁力线的方向和多少也在不断改变，而线圈是套在舌片外面的，改变了磁铁的磁阻、也就是说线圈中间的磁力线将随着唱针的摆动而不断变化，于是线圈两端就产生相应的感应电压。这种拾音器的失真很小，频率响应为70~5000赫，由于本身谐振频率能设计在可闻频率以外，因而频率响应曲线比较平直。它的输出电压较低，约为0.1~0.5伏。这种拾音器的线圈阻抗分为高、低两种，低阻式约在20~200欧之间，使用时应加装升压变压器，并可使用较长的输送线。高阻抗式约在2千欧以上，可以直接接于扩音器的输入端。这种拾音器由于舌片振动受唱片音槽宽度的限制，因此低音部分增益较差，接入图5的衰减电路，可使高音段得到衰减，以使全部频率响应均衡。

电动机

电唱机使用的都是轻载的小型交流电动机。它是传动机构中的主要部件，体积很小。最常见的电动机，其构造大多是二或四极式(图6)，由定子、转子及盖板等组成。定子一般采用普通硅钢片层叠。在磁极的一端，两边各开有一处沟槽，槽内安

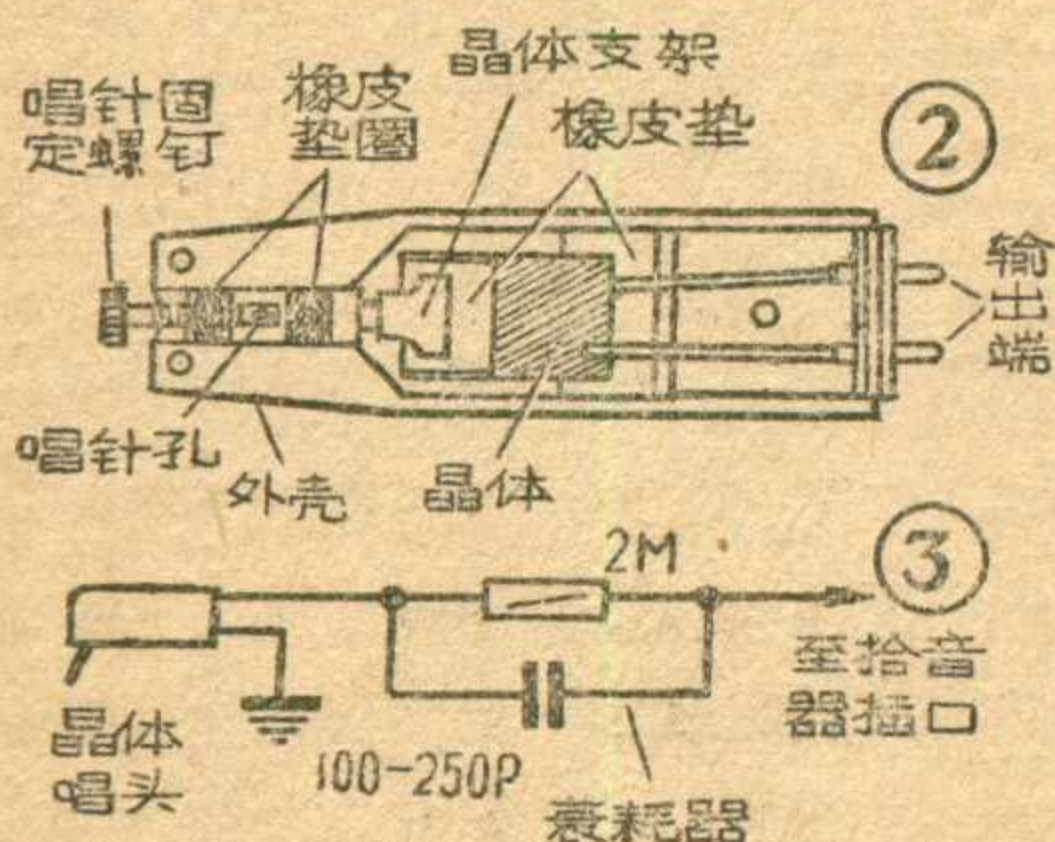
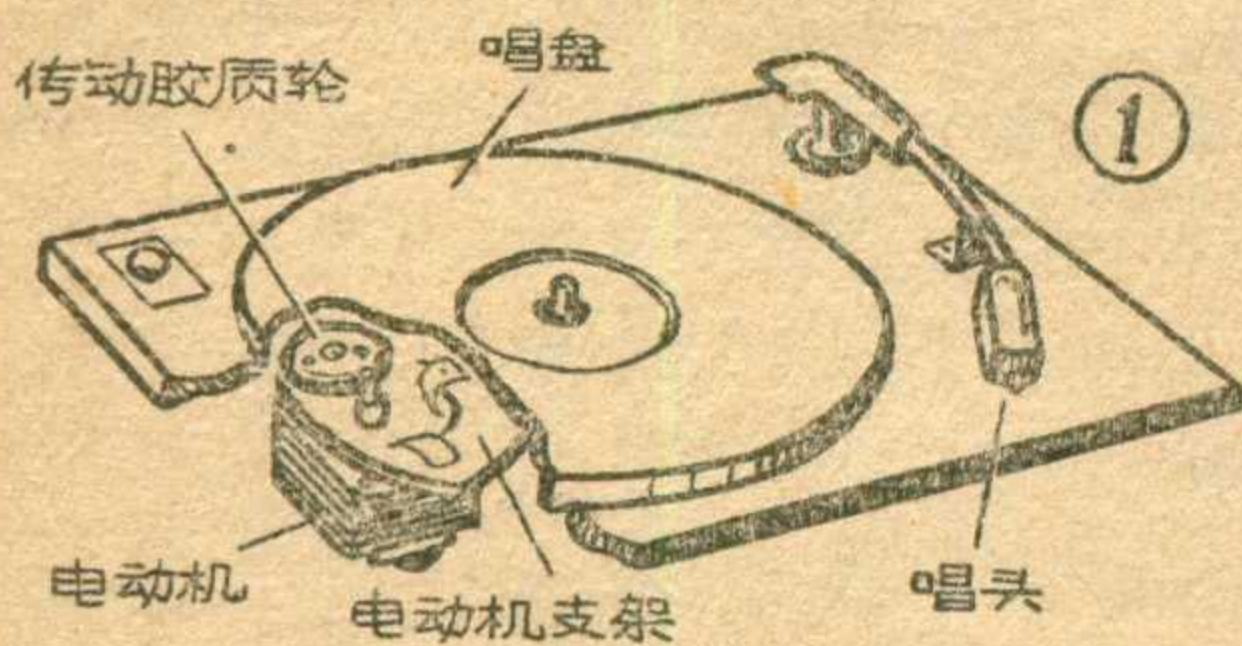


装有短路铜圈，称为罩极线圈。铁心的一边有磁极线圈(四极式有二个线圈，接成串连)，称为初级绕组。转子是用硅钢片层叠成圆筒状，在外周排插着8~18个铜棒，两端铆焊在铜的短路环上，形成与定子的初级绕组相对应的次级线圈(鼠笼型构造)。转子铁心的中心有一根动轴，铜棒两旁是转子凸极。电动机的旋转是借定子线圈所产生的交变磁场，使罩极线圈中产生另一个磁场(滞后磁通)，由于这两个磁场的相互作用，便建立起旋转磁场。旋转磁场割切了转子线圈，又感应产生另一个磁场，由于这两个磁场的相互作用，转子便被定子的旋转磁场吸引而转动。

电唱机的选择和使用

选择电唱机应注意以下几点：(1) 转速要符合额定转速，并且速度均匀。检验时放上唱片和唱头，将一块小纸片粘在转盘边沿，察看每分钟旋转圈数。旋转中各周时间必须相等。转速的不均匀度，一般要求在0.3%以下，否则容易引起失真。(2) 唱盘应有一定的转动力量。可以在唱盘旋转时，用手指捏它的中心轴，在一般用力情况下，不容易被捏住即为正常。(3) 机械振动应很小。可以将电唱机放于平面木板上，接通电源转动，静听振动程度愈小愈佳。(4) 拾音器的选用，一般应根据使用要求决定。电磁式的比较耐用，但低音较差。晶体式音质较好，但不耐久，使用期约1~3年。保管得好，期限可以延长一些。(5) 转速方面，为了能换用慢速密纹唱片，选用具有多种转速装置的比较方便。

电唱机使用时，应放平，输出传输线愈短愈好，一般不宜长于1米。对于扩音机的输入电路，应了解是否符合拾音器的阻抗，阻抗不配合，使用中会引起失真、音小等毛病。操作时应在唱盘转动正常后，再将唱头轻轻放在唱片的引进线内(图7)，随后伸开手指，离开唱头。这样可以避免损坏拾音器和唱片声槽，并且不会增加杂声。电唱机转速变换后，必须相



应地变换拾音器唱针。双针式唱头上标有绿色记号的是快转，红色为慢转。使用不当，容易磨损唱针和唱片，并使放音效果降低。对于多速式电唱机（皮轮传动式），须在停止旋转时变换转速。电唱机使用半年左右应加油一次（锭子油或其他稀的矿物质润滑油）。加油时不要碰到胶轮零件上，

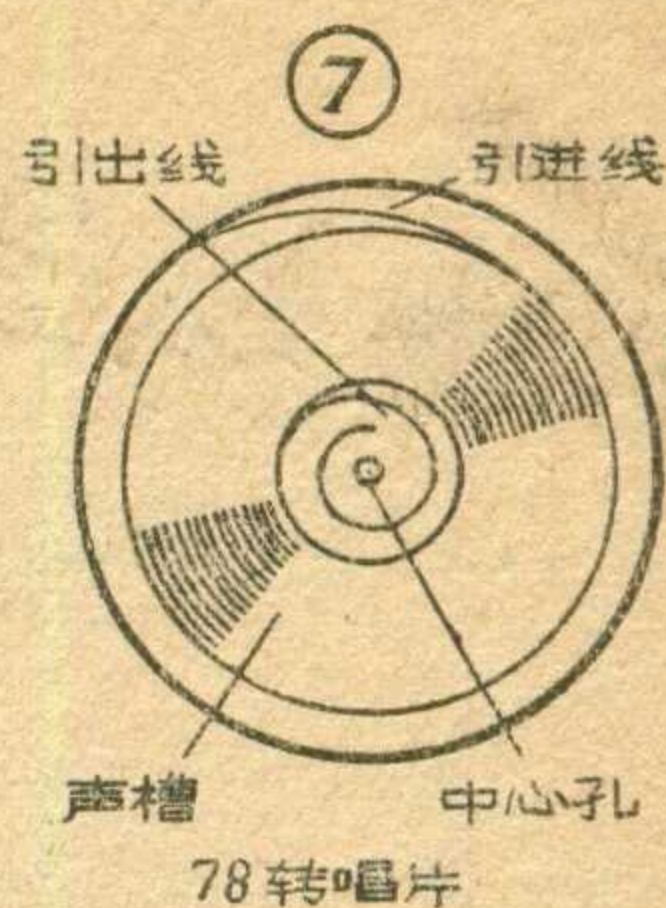
以免使胶质变质。电唱机应存放在干燥通风、温度在0~40°C之间的室内，尤其是配备有晶体式唱头的，忌潮忌热，更不宜受到剧烈震动。搬动时，最好将唱头臂绑扎在支架上。

维护修理

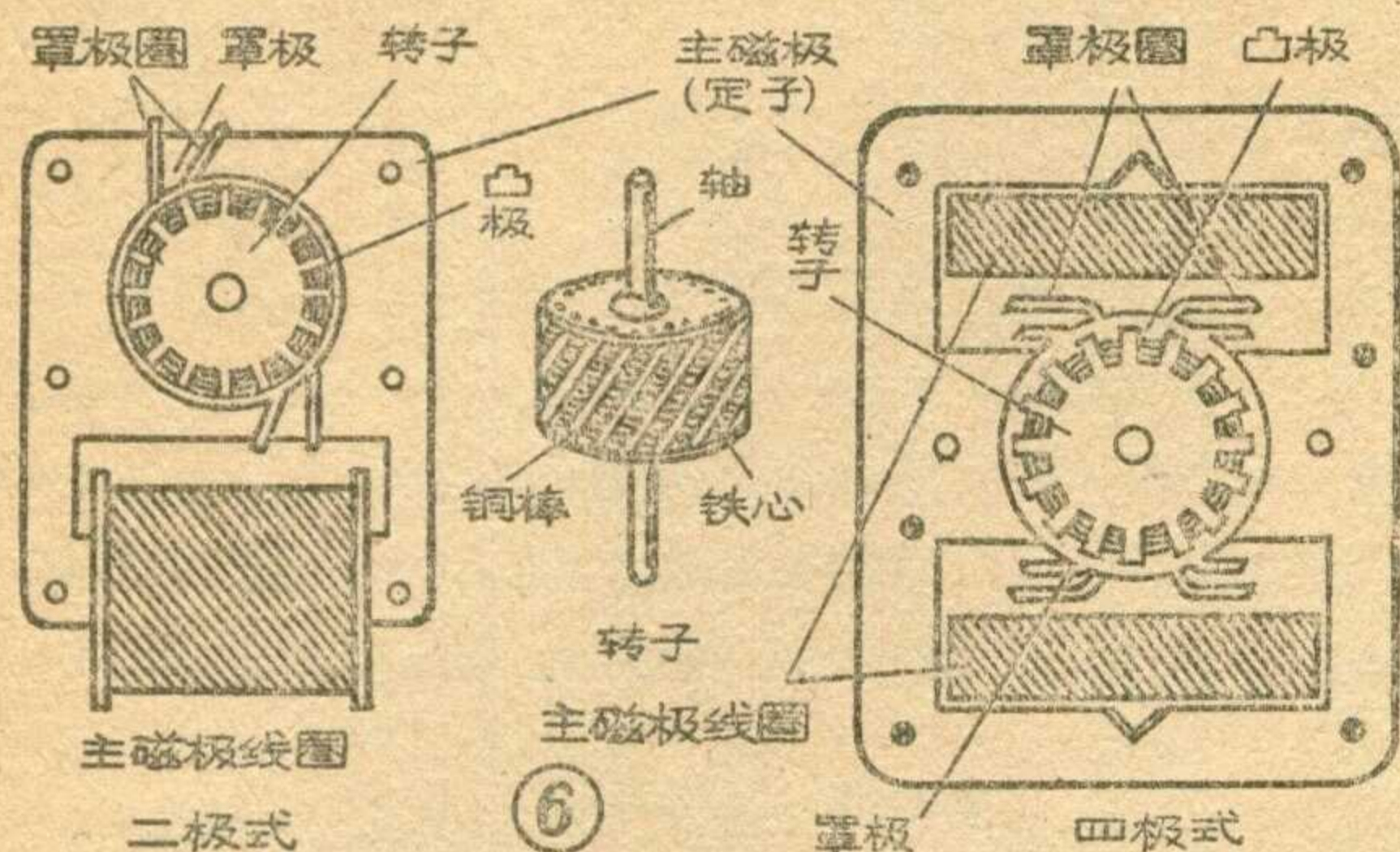
电唱机在使用过程中可能发生的一些故障和消除方法见表1。

唱片是一种塑料制品，声槽的精密度极高，使用不当和保管不妥，都能引起发音失真、发沙或破裂损坏。对于唱片的使用和保存，一般应注意以下要点，以延长唱片的使用寿命。①

一枚普通唱针，只能放送一面唱片。使用长命唱针，放送50次后，应检查它的针端是否磨损。密纹唱片必须采用适合这种唱片的唱针。②唱片使用时应用絨刷



将表面尘土掸除，避免采用粗糙布、纸类抹拭。③放送唱片不宜在半途开始或停止，以免损坏声槽。④贮藏唱片的架子格板要平；不宜将唱片层叠太高，一般不要超过十张；要求每张唱片都有光洁衬垫（如纸套、塑料套）。⑤唱片贮存环境应比较阴凉，避免受阳光直接曝晒。



小消息

今年，各省、市、自治区的国防体育俱乐部、无线电俱乐部、陆上运动俱乐部，在各级体委直接领导下，群众性无线电活动开展得很好，都能面向基层，在原有基础上继续普及和提高无线电技术，培养广大青少年准备更好地为国防建设和经济建设服务。

活动的形式也是多种多样的：有的同军区、教育局、共青团等有关单位联合举办国防体育业余体校；有的在少年体校增开无线电班；有的举办短期训练班；有的结合民兵训练开展无线电活动；有的举办假日竞赛、表演、业余训练活动等等。

今年全国的竞赛活动很活跃。除九月份将在天津举行全国收发报锦标赛外，八月间全国航空模型冠军赛还将分别在哈尔滨、南京、西安等地举行。广西僮族自治区主办的中南区收发报邀请赛已在南宁举行，中国人民无线电俱乐部和浙江省各派了一个代表队参加不记名次的比赛。吉林省主办的80米测向邀请赛，除东北三省和山东省参加外，中国人民无线电俱乐部将派一个代表队参加2米测向表演。上海将举行十七个单位参加的航模邀请赛，杭州也举行了四省(市)航模对抗赛。此外，北京、上海、江西、浙江、江苏、安徽、福建、湖南、河南、广东、山东、山西、吉林、黑龙江、陕西、辽宁、河北等十七个省、市，从七月开始，也将先后举办无线电测向、通讯多项、快速收发报、工程制作及无线电操纵模型飞机特技飞行和航海模型等六个项目，31次竞赛。（彭枫）

表 1

故障现象	可能产生障碍的原因	修理方法
无 声	1. 拾音器损坏。 2. 拾音器输出线(或插头)短路或断路。	换新 检查整修
音 小	1. 晶体拾音器损坏。 2. 电磁式拾音器磁钢失磁，或舌片受阻。	换新 换新或整修
失 真	3. 唱片不良。 1. 晶体拾音器损坏。 2. 电磁拾音器舌片位置失常。 3. 唱针磨损。 4. 唱片陈旧或唱片不平。 5. 唱盘转速不均匀。	换新 换新 调整舌片位置 换新 换新 检查传动皮轮圆度，清除皮轮上积污
杂 声	6. 唱针在拾音器上固定不牢靠。 7. 唱针与唱片接触不良(唱头臂重量不平衡)。	旋紧拾音器的唱针固定螺丝 调整唱头臂重量
唱盘不转动	1. 唱片不良。 2. 拾音器不良。	换新 换新
唱盘起动困难	1. 电动机磁极线圈开路。 2. 电动机转子轴被卡住。 3. 传动皮轮与电动机轴接触不良。 4. 电源电压不足。	修绕电动机磁极线圈 清洗转子轴，并加油润滑 调整 用升压器升高
唱盘转速不均匀	1. 电动机转子轴缺油。 2. 唱盘轴缺油。 3. 传动皮轮表面有油渍。 4. 电源电压不足。	加油 加油 用四氯化碳擦洗干净 用升压器升高
	1. 电动机轴承松旷晃动。 2. 传动皮轮松旷晃动。 3. 唱盘轴松旷晃动。 4. 传动皮轮表面有积垢。 5. 传动皮轮变形(不圆)。	换电动机或它的轴承 换传动皮轮 换轴 用四氯化碳擦洗 换新

晶体管收音机用的調諧电容器

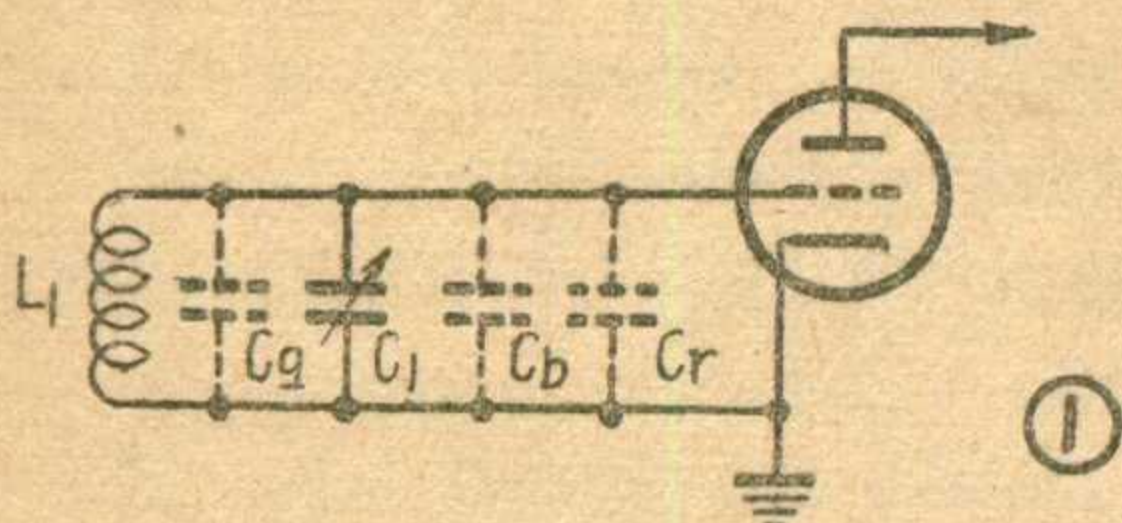
何 理 路

自制小型晶体管收音机时，調諧用的超小型可变电容器是一个比較难找的零件。市售的固体介质可变电容器的体积虽小，但介质損耗較大，将显著降低調諧回路的 Q 值。从下面的簡單分析計算中，我們可以看出，晶体管收音机調諧电容器的电容量可以比电子管收音机里用得小一些。

我們知道，一个調諧回路的頻率复盖系数 (k_f) 和回路的調諧电容量有着下面的关系：

$$k_f = \sqrt{\frac{C_{\text{最大}}}{C_{\text{最小}}}}$$

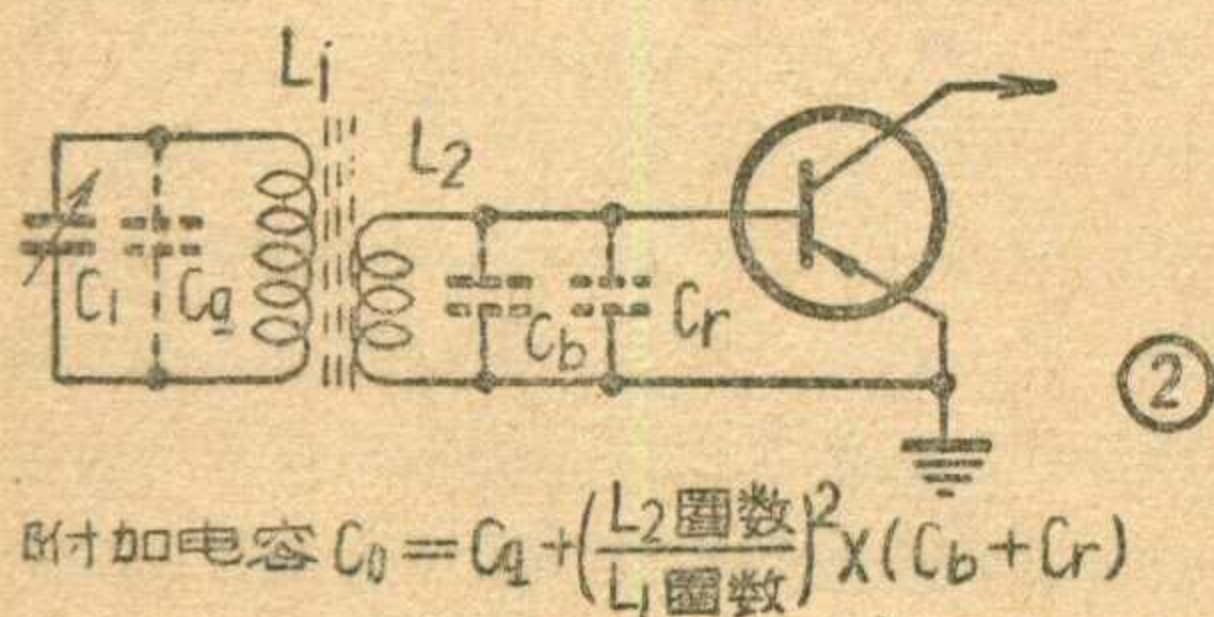
式中 $C_{\text{最大}}$ 和 $C_{\text{最小}}$ 分别是回路的最



附加电容 $C_0 = C_g$ (线圈电容) + C_b (布线电容) + C_r (电子管输入电容)

大和最小电容量。对于中波段，复盖系数 $k_f = \frac{1600 \text{ 千赫}}{540 \text{ 千赫}} \approx 3 \sim 3.5$ 就足够了。

从图 1 可以看出，在电子管收音机里，調諧回路 $C_{\text{最大}}$ 和 $C_{\text{最小}}$ 的值是調諧电容器 C_1 的最大和最小电容量分别再加上由电子管輸入电容 C_r 、线圈分布电容 C_g 以及布线电容 C_b 等所形成的附加电容 C_0 。 C_0 一般为調諧电容器 C_1 最小电容量的 3~4 倍，因此从上式中可以导出， C_1 的最大电容量应是其最小电容量的 30 倍左右。



附加电容 $C_0 = C_g + \left(\frac{L_2 \text{ 圈数}}{L_1 \text{ 圈数}}\right)^2 \times (C_b + C_r)$

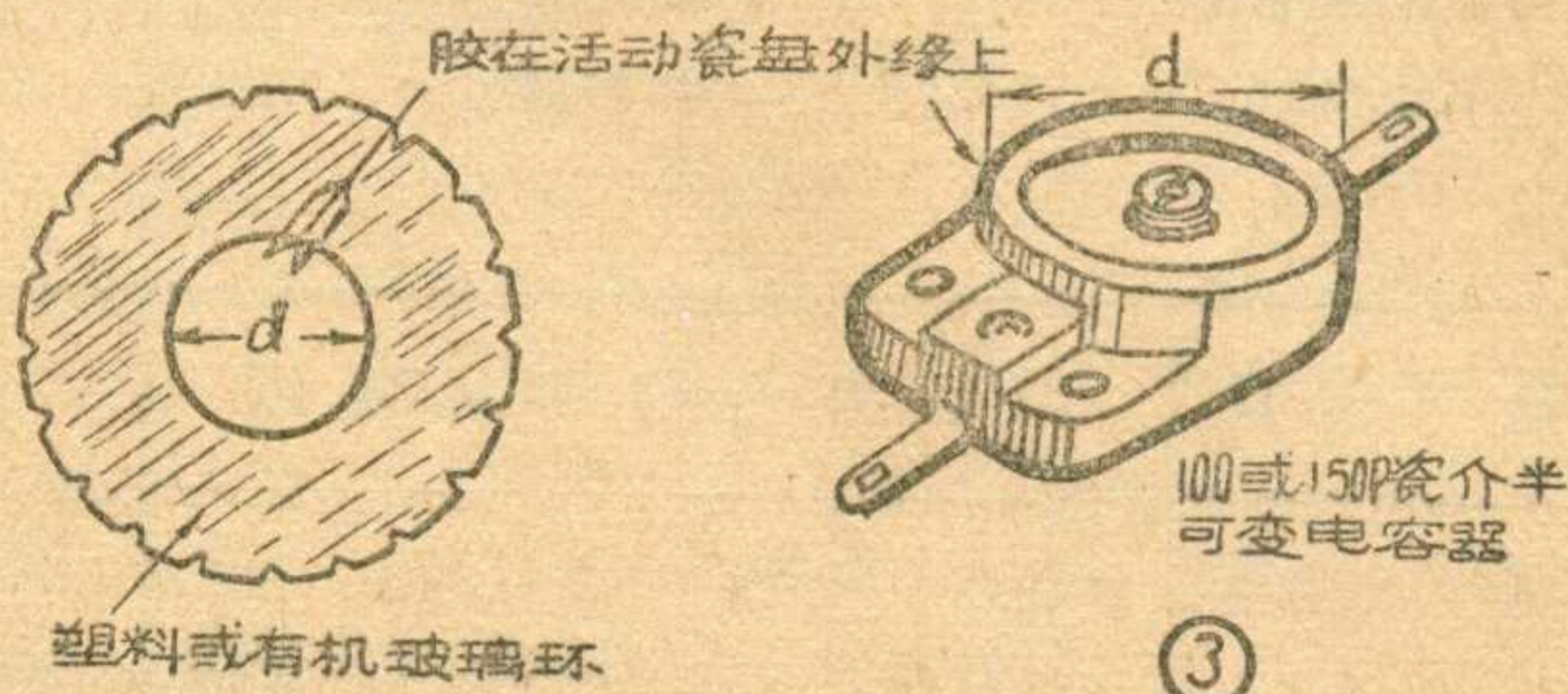
而在晶体管收音机里，多采用磁性天綫，由 L_1 、 C_1 組成調諧回路，并經過次級线圈 L_2 降压后耦合到晶体管基极 (见图 2)。 L_1 与 L_2 的圈数比約为 10:1，因此 C_b 及 C_r 換算到初級时可以忽略不計 ($C_b + C_r$ 即使达几十微微法，換算到初級后仍不到 1 微微法)。如果再采用分布电容最小的用多股絞合綫繞制的单层线圈 (线圈分布电容 C_g 只有 1~2 微微法)，那末，只需一个电容量变化比是 10~15 的可变电容器，就能够复盖整个中波波带了。

根据經驗， C_1 可以选用短波及超短波設備中的 100 或 150 微微法空气介质微調电容器或瓷介 20/100、25/150 微微法 (CCWY-2 型，即 KPK-2 型) 半可变电容器 (这种电容器的实际最小容量一般只有几个微微法)，配以直径 10 毫米长 140 毫米的 M_4 型磁棒 (宜选用高 μ 低損耗的磁棒，以提高线圈的 Q 值)， L_1 用 7 股 0.07 毫米絞合綫在磁棒上繞 100~110 圈，在离 L_1 4~5 毫米处用同样綫繞 8~10 圈作为 L_2 。这样制成的晶体管收音机，在北京試听，中波段的五个电台都能收到。

使用 20/100 微微法瓷介半可变电容器时，如嫌复盖不够，也可以設法将活动盘內层磨薄，但磨时要仔細，以保持两片間的接触成一绝对平面，可在玻璃板上塗以細金鋼砂研磨，磨后再塗一层凡士林，以免調諧时磨損銀片。或設法将两只这样的电容器串联起来，使两个动片能同时轉动，这样最大电容量增加一倍，线圈圈数减少，最小电容量相对减小了，复盖可以增大，线圈的 Q 值也較圈数多时

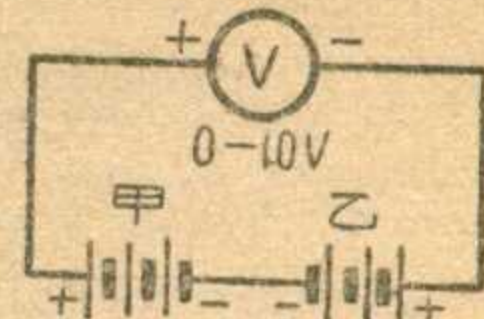
为大，选择性会好些。这时 L_1 可繞 70 圈， L_2 为 5~8 圈。为了便于調諧，可如图 3 制作一个塑料环的轉盘，用万能胶胶合在瓷介半可变电容器活动盘的外緣上。

如果用 600 号垫整电容器作調諧电容，因为最大和最小电容量比值不到 10，所以不能复盖整个中波段。扩大調諧范围的办法是在 600 号电容器上再加装 1~2 对片子，垫上云母片，将調节螺絲旋松并把各片焊接端用細銅絲扎紧再焊接，这样做可以扩大容量的变化范围，能收听 550~1100 千赫左右的电台。这时 L_1 繞 35 圈， L_2 繞 4~5 圈即可。



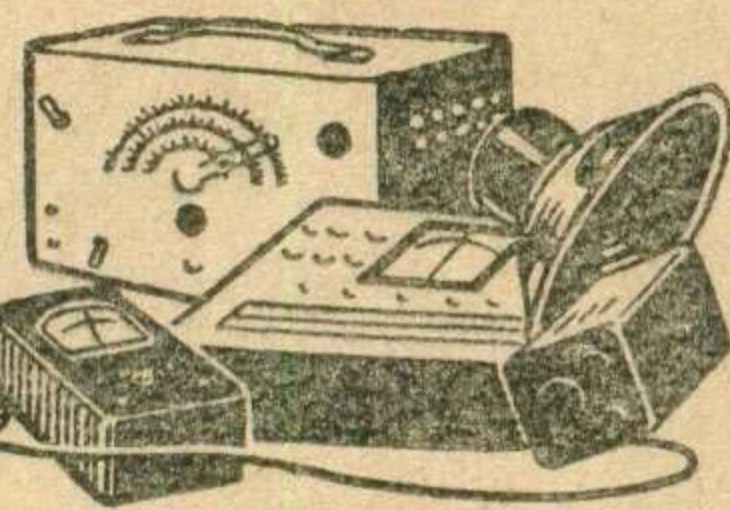
“想想看”答案

1. 把两只电池的負端相連，两个正端如附图所示分别接触电表的正、負两端。若指針正走，則表明电池甲向乙充电，有正向电流流过电表，因而甲为新电池、乙为旧电池。若指針反走，則乙为新电池、甲为旧电池。



2. b 图較好。因为初級线圈是繞在磁棒上的。a 图中当 S 闭合时，虽然机外天綫不起作用，但却使磁棒上加了一个短路线圈，因而产生环流，使磁性天綫的效率大为降低。

3. 因为不論 Π 型、 Γ 型或双 Γ 型滤波电路，由于在輸出端有电容 C 的存在，所以其輸出阻抗对音频而言都是很低的。但 T 型滤波电路因为有 L_2 存在，对音频的輸出阻抗就很高。这样不但影响了揚声器的輸出，而且在多級放大器中，还会因电源內阻的反饋耦合而引起振蕩。

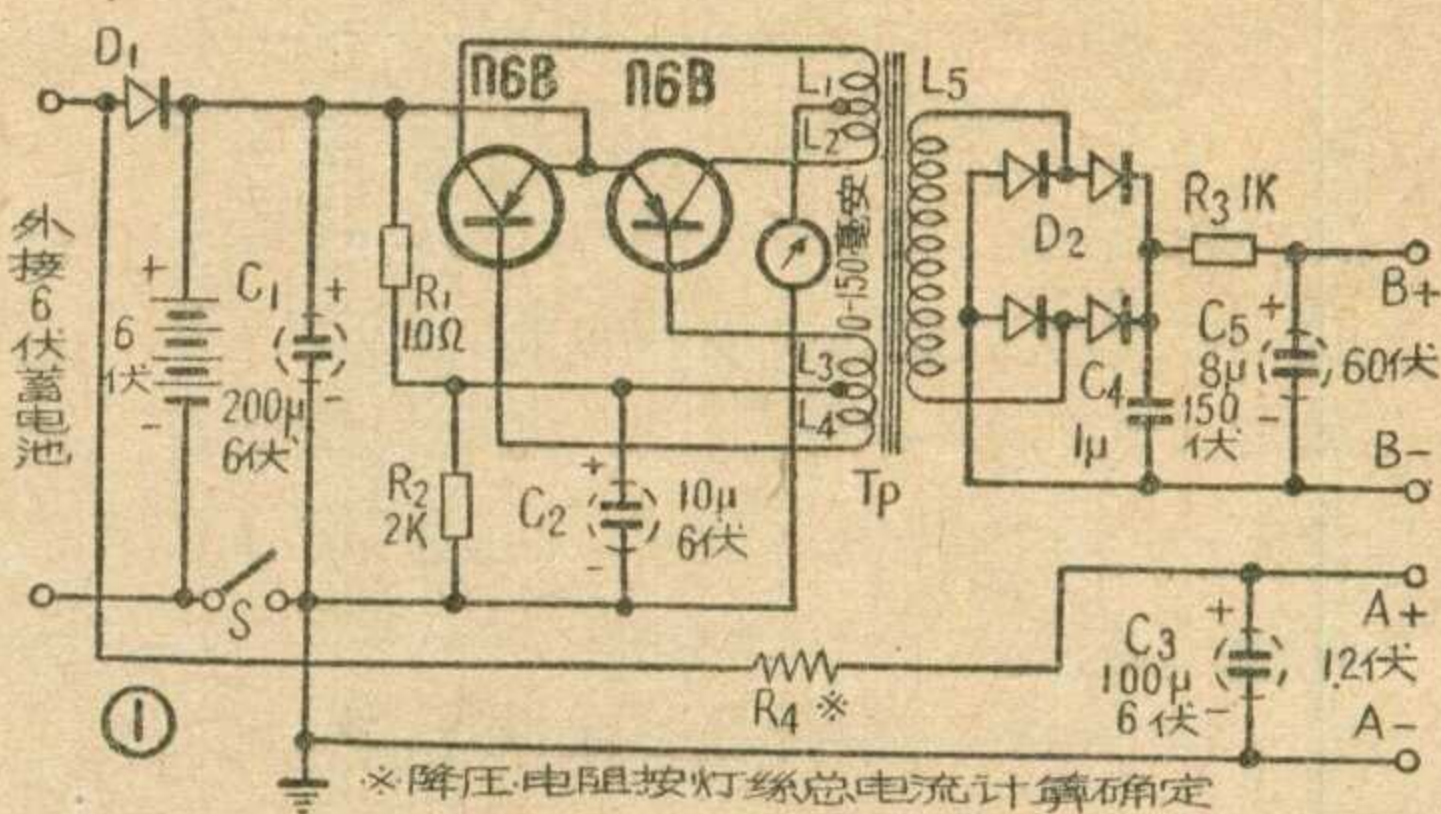


为了解决干电池式收音机的乙电供电问题，我们试用两只 $\Pi 6B$ 制成了这只晶体管直流换流器。它可以代替乙电池，供给一般的四灯或五灯干电池式收音机所需的高压乙电。它的输入电压是 6 伏，可以用于干电池或蓄电池作为电源。在配合一架五灯干电池机使用时，输入电流是 120 毫安，输出电压 60 伏、电流 6 毫安，收音机

可以很满意的工作。这样的代乙电器比较振动子式换流器省电耐用，还没有触点火花的干扰。

图 1 是这具换流器的具体电路图。在这里两只 $\Pi 6B$ 晶体管与变压器 T_p 组成为变压器耦合推挽自激振荡器。它的单端简化电路如图 2（它的工作原理可参看本刊 1962 年第 12 期“晶体管升压装置”）。振荡器输出矩形脉冲，使变压器的次级线圈 L_5 上感应出较高的电压，经过硒堆 D_2 整流并滤波后，就成为直流高压供给收音机使用。换流器的工作频率约为 300 赫（采用指针式音频频率计测得）。电源使用四节大号手电筒干电池供给。不用干电池时，可外接 6 伏蓄电池，这时收音机的甲电也可以由同一蓄电池供给。图 1 中的硒堆 D_1 是防止外接电源时因极性反接而烧毁晶体管。 R_1 是晶体管的基极偏流电阻。 R_2 和 C_2 有助于晶体管在开始工作时易于起振。

变压器的调试和绕制 变压器 T_p 是换流器中的重要元件。它直接影响换流器的效果。例如铁心的大小及 L_1 、 L_2 的圈数多少关系到振荡频率， L_3 、 L_4 的多少关系到晶体管集电极电流大小和工作频率的稳定。在这里它是用小型的 6P6P (6V6) 输出变压器的铁心（截面积 12×13 毫米）绕制的。绕法是以厚硬纸制成绕线框架， L_1 和 L_2 同时用 0.15 (#38) 漆包线两根并绕 150 圈，将 L_1 的末端和 L_2 的始端连接起作为中心抽头。 L_1 的始端和 L_2 的末端各接



方法绕 31 圈作 L_3 和 L_4 。以后再在 L_3 和 L_4 上包一层黄蜡绸，用 0.12 (#40) 漆包线绕 2600 圈作为 L_5 ，铁心的插法与电源变压器一样，系交叉插入，不需要留空气隙。最后把整个变压器浸在热蜡里处理，驱除潮湿。

根据实验，在正常情况下，换流器在变压器次级 L_5 未接负载时，初级电流（即集电极电流）应在 35~40 毫安左右，振荡频率为 300 赫左右。当 L_5 加有 10 千欧电阻作为负载时，初级电流随之增大到 130 毫安，振荡频率也会升高几十赫。初级电流的大小，可以适当增减 L_3 、 L_4 的圈数来调整。 L_3 、 L_4 的圈数不能太少，否则初级电流将小于 30 毫安，加上负载后易于停振。但注意初级电流在无负载时不要超过 40 毫安，以避免损坏晶体管和增加耗电。

整流硒堆的选制 硒堆 D_2 是用 100×100 毫米的硒片一片（其他尺寸的也可以），剪成 10×10 毫米的小片共 36 片。以同向的 9 片叠为一组，共叠 4 组，每组两端由薄铜片剪成的焊接片引出，以备接线。然后每组分别用细线扎紧，外面包上黄蜡绸。另用薄铜皮制成两个夹子，分别把两组同

向夹在一起，这样即成为两个有 18 片硒片同向串联而中心有抽头的硒堆，以便接成桥式全波整流器。

剪切硒片要用犀利的剪刀。剪下的硒片要用硬木板夹起，用锤轻轻地捶木板使硒片平直，再用欧姆表测量各片有无短路。若发现有短路的，可用细砂布轻轻打磨硒片的边缘，直至短路消除。若拭擦无效，用 12 伏蓄电池

反向接到硒片上，也可能把短路的地方烧除。为了防止硒片叠起时各片边缘相接短路，片与片间要隔一块 11×11 毫米的黄蜡布。蜡布中央开一小圆孔，迭硒片时在蜡布中央小孔里放上一片比蜡布稍厚一点的铜质或铝质圆片，使上下两硒片能够可靠地接通。叠好后的硒堆要用欧姆表逐片检查有无局部短路。如有一片短路，会使振荡器停振或工作失常。

硒堆 D_1 是用现成的 23×23 毫米硒片两片并联而成。

在使用 6 伏蓄电池作为电源时，收音机的甲电是经电阻 R_4 降压后供给的。 R_4 的阻值要按收音机所用电子管类型和管数，按 4.8 伏除以灯丝总电流计算确定。

这具代乙电换流器在实际制作中，零件和干电池是装在一块铝质饭盒里。在使用外接蓄电池时，里面的干电池也可以不拿出来。制成后经过了几个月的试用，效果很好，没有出过毛病。但是这样使用是否已经充分发挥了 $\Pi 6B$ 的效能，能否提供更大的功率输出，以及晶体管的寿命怎样，没有得出结论，还有待进一步实验证明。

（文文荣）

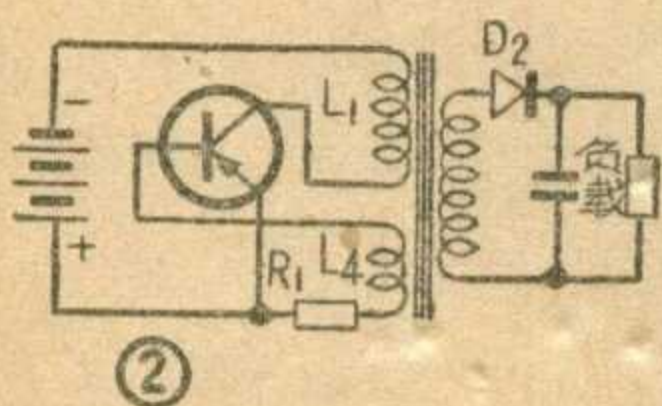
磁性中周故障的修复

一般使用磁性中周的收音机。常常会出现这样的故障，即收音机的灵敏度有时会突然低落，音量大减，严重时短波收不到，中波只能收一两个强力电台，这时如果用起子将中放管屏极通地一下，或转换几下波段开关，或开关一下电位器，收音机又会恢复正常，但不久又会旧病重犯。

检查这种故障的办法是收听一个强力

电台，逐一仔细调节中周的四只磁心，察看调节时对音量有无变化。如果发现调节某只磁心时，对音量毫无影响或影响极微，则说明这个回路内的电容器失效了。另外也可以在回路两端并联一只 $150 \sim 200$ 微微法的电容器来检查，如果并上电容器后灵敏度大增。就说明它所并联的那只电容器坏了。找到了失效的电容器后，除去中周罩，焊下坏的电容器，用同容量优品种的电容器换上，故障即可修复。

（王金刚 李玉倩）

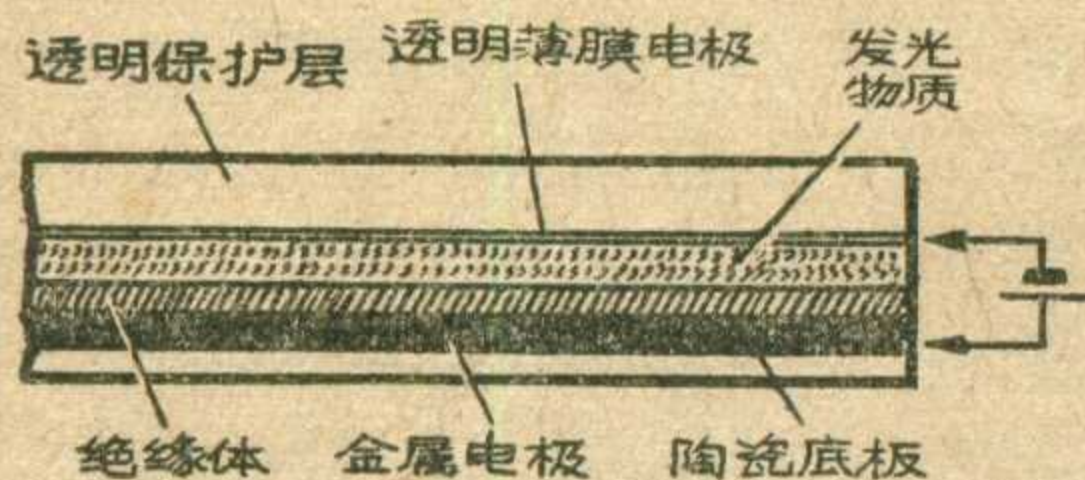




国外点滴

有“记忆力”的荧光屏

不久前，国外发明了一种新的发光物质。这种发光物质制成薄膜形状，装在电极之间，如图所示。它有一种奇特的特性，当只加上电压而未受到光激发时，它不发光。加上电压后，一旦受到光激发，它即发出黄色荧光，光线激发起开启作用，而荧光的强度与激发光的强度和持续时间成正比。停止光激发时，荧光迅速减弱到原光度的四分之一，但此后能在半小时或更多的时间内保持光度不变，影像的清晰度



和对比度则几乎没有变化。因此，在激发光和荧光屏之间放置物件，就能在荧光屏上留下轮廓清楚的图像。如果停止光激发，并关上电源，则图像在几秒钟内即消失。

这种发光物质由硫化锌和硫化镉组成，涂在金属或陶瓷底板上。它对从红外线开始直到伽马射线的电磁波都反应灵敏。荧光的最大亮度是10毫熙提。图像的分辨率是每厘米40线，灵敏度近似于溴化银照相纸对可见光线的感光能力。使用次数可达5000~10000次，在最初使用数百次后，亮度减弱到80%，但以后就稳定了。荧光屏尺寸为15×10厘米，据报导已在准备制作面积为25×20厘米的荧光屏。

这种有记忆力的荧光屏，可记录脉泽输出光束的位置、形状、尺寸，从而可大大简化脉泽的调整工作。很明显，在作X光透视时使用这种荧光屏，被透视者只需经受极短时间的X光照射，在荧光屏上即可留下影像供医生诊察，利用这种荧光屏在不可见光谱内毋需用扫描或重复摄影的方法也可进行观察研究工作。

(肖尧荣编译自苏联“知识就是力量”1963年第5期)

自动恢复心脏跳动的设备

垂危病人的心脏如果突然停止跳动而未能及时发现，生命就很难挽救了。波兰曾设计制造一种自动电刺激器，不用医生和护士的参与便能自动地使病人心脏恢复跳动。如果担心病人的心脏会突然停止跳动，便可以将病人安置在设有这种设备的专门病房内。电极装在病人胸部，并且接到心电电流显微计和电刺激器。这样，只要病人的心脏一停止跳动，电刺激器便会发出使心脏收缩的电脉冲，心脏就可能重新跳动起来。

(端木葵据苏联“自然”1963年第4期编译)

声波加速玉米成长

美国伊利诺州的一位玉米农学家发现用声波照射玉米作物，可以加速它的成长并提高产量。经过多次实验，在玉米田周围安装许多扬声器，日夜对着玉米播送声波。据说，在低频(450赫)连续声波作用下效果最好，玉米产量平均提高了6~10%以上。

(蔭华译自苏联“青年技术”1963年第4期)

用光线传递电视信号

西德一家公司研究出一种利用光线传递电视图像和声音的方法。狭窄的光束通过偏振滤光器后，加到一种叫做“克尔盒”的调制器(克尔盒是一种在电场作用下产生双折射的光学仪器——译注)，这里光束被分为二。如果把图像信号电压和伴音信号电压加到调制器，那么调制器输出的光束就变成了按信号强度和频率变化的已调制光束。接收时用光电倍增器可以将光振动重新变为电信号，然后将它们放大并送入电视机。理论分析证明，如果有通频带足够宽的放大器，那么可利用的频带宽度可达100兆赫以上，足以同时传送15路电视或2000对电话。

(泽仁译自苏联“青年技术”1963年第4期)

驱鸟的新方法

澳大利亚的一位科学家曾研究各种鸟禽的叫声，并从中找出鸟报警的叫声，记

录在磁带上。然后，他们在田间安装扬声器，用扩音机播送这种录音，以驱走鸟禽。

(泽仁译自苏联“青年技术”1963年第4期)

烧结电路

制造印刷电路的方法，是在铜箔上进行化学刻蚀，然后粘在绝缘板上，或者采用喷浇和电镀的方法。可是这些方法都有缺点，前者制模板有困难，后者在高温下会使线路质量变劣。最近发明的烧结电路方法，能够克服这些缺点。

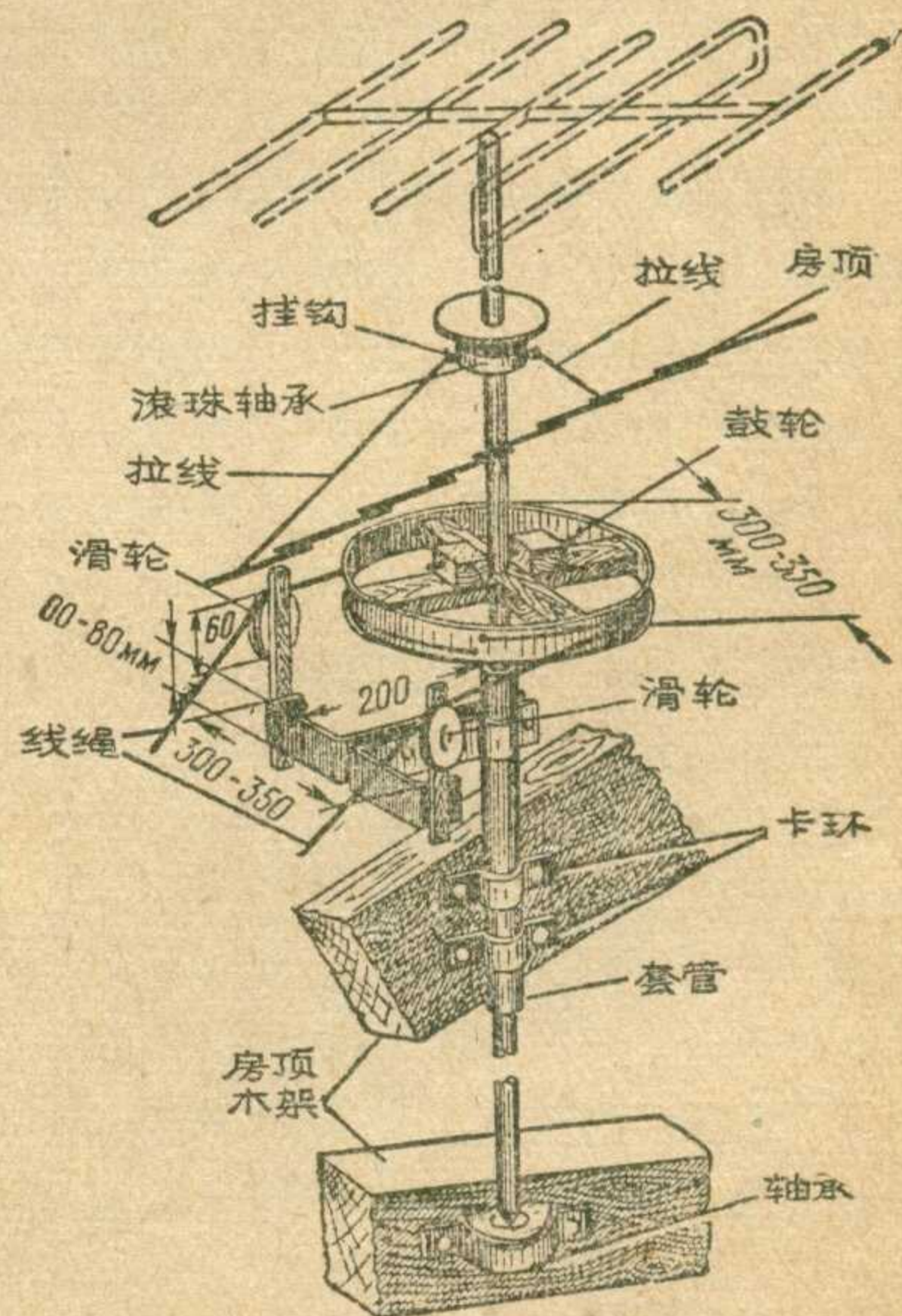
烧结电路的方法是先按线路制成槽模，在槽内放入铜粉，然后放在高温下加热，使铜粉烧结(但并未熔化)，变成导线。最后把这线路压在塑料板上，便制成烧结电路了。在塑料底板下还可以焊接其他的元件和线路。烧结电路的制造过程易于自动化，并且不需要进行摄影制版，也不需修整边棱，所以烧结电路的成本较低。

(岑广能译自美“科学新闻”83, 25, 1963)

可旋转的天线杆

图中所示的可旋转的天线杆，可用于架设超短波或者电视的接收天线。由于它的结构十分简单，因而不必特别说明。

(郝剑虹译自苏联“无线电”1963年第3期)



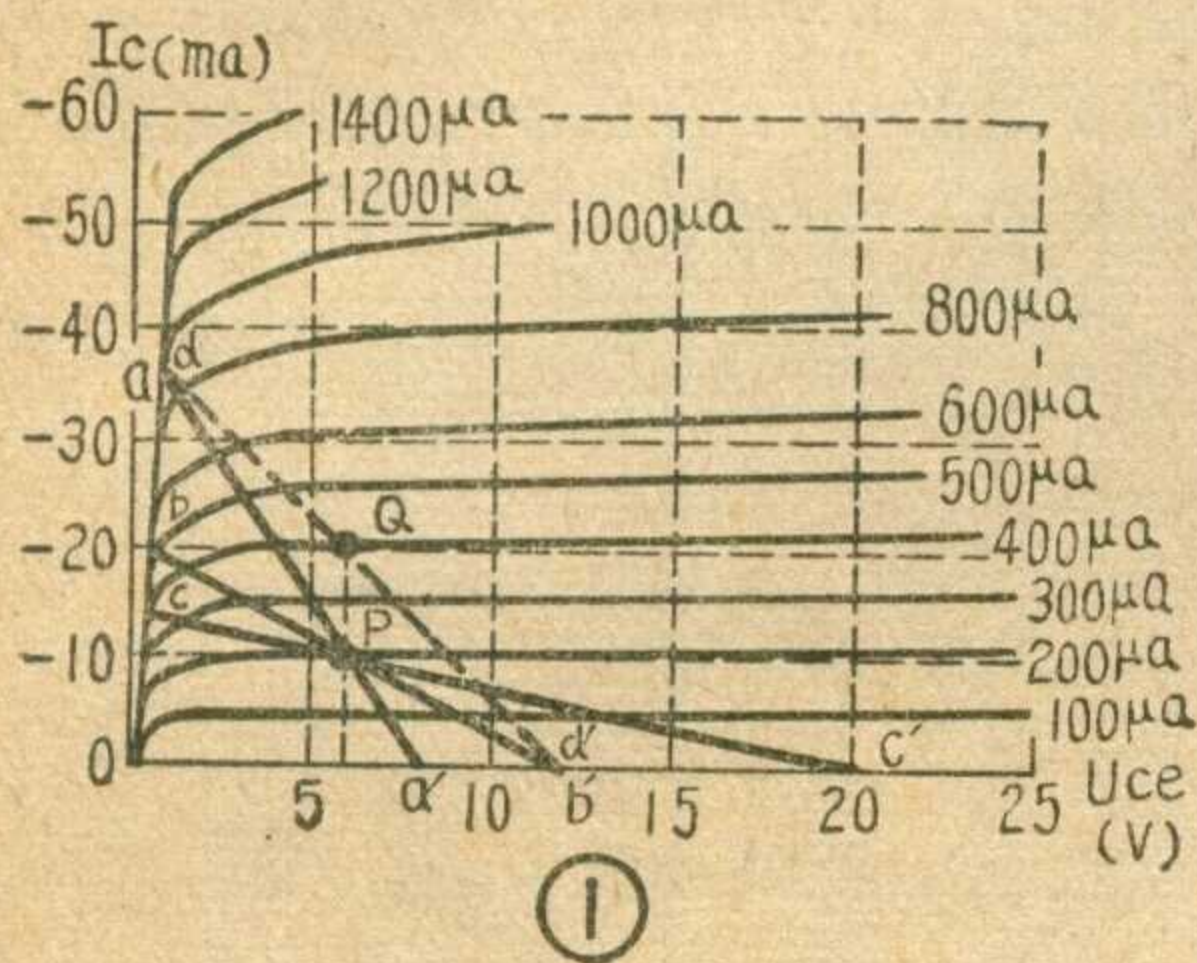
晶体管收音机低频变压器的圈数比

晶体管收音机用的低频变压器（输入或输出）的圈数比，很多地方介绍的并不一样，引起了一部分无线电爱好者的怀疑，究竟它的圈数比有没有准数可以遵循？圈数比用的不对会引起什么后果？这里准备简单地谈谈这个问题。

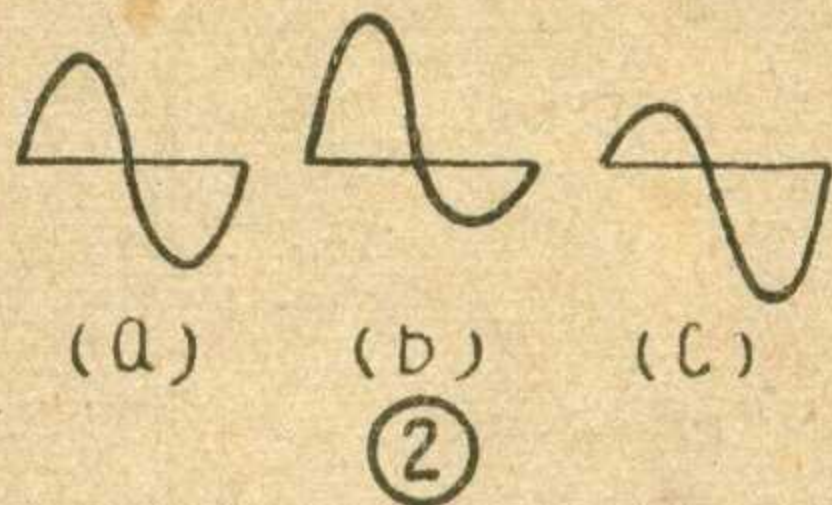
输出变压器

大家知道输出变压器是用来使晶体管的最佳负载阻抗与扬声器阻抗相匹配的元件，因此它的圈数比系由这两个值所确定，如果其中之一有所改变时，输出变压器的圈数比也必须作相应的调整。

扬声器阻抗是指频率为 400 赫时的音圈阻抗，除非换了另一种牌号的扬声器，它是不会改变的，其值一般注明在扬声器的商标上，常用的有 8 欧、4 欧、3.5 欧数



种。而晶体的最佳负载阻抗却与工作状况密切相关，虽然用的是同一型号的晶体管，但只要工作状态改变以后，最佳负载就会改变。如果用了不是一个最佳负载的



负载，那么晶体管的工作就会不够正常。图 1 为 Π -6 型晶体管的集电极电压电流典型的特性曲线，如果工作点选在 P 点（6 伏 10 毫安），那么它的最佳负载应为 600 欧左右，如以 3.5 欧扬声器为例，则输出变压器的圈数比应为 11:1（设变压器的效率为 70%）。此时的负载线为 bPb' ，在最佳负载线上 $bP = Pb'$ ，这时输出波形如图 2 (a)。如果这时换用 200 欧（负载线为 aPa' ）或 1300 欧（负载线为 cPc' ）的负载，即采用圈数比 6.3:1 或 16:1，它们的输出波形将分别如图 2 (b) 和 (c)，就会产生严重的失真。因为这时 $aP \neq Pa'$ $cP \neq Pc'$ 。上面为了便于说明起见，采用了与最佳负载相差悬殊的负载，如果相差不是很大时，失真现象还不是很严重的。

如果把工作点从 P 点移到 Q 点（6 伏

20 毫安），那么它的最佳负载应为 300 欧（这时 $dQ = Qd'$ ），说明工作状态不同，最佳负载也会改变。仍以 3.5 欧扬声器为例，则圈数比应为 7.7:1。

根据以上所述可知，采用不同的线路，晶体管的工作状态不同，最佳负载也就不同，这样，变压器的圈数比就会发生改变。

输入变压器

输入变压器一般是用来使前级晶体管的输出阻抗与后一级晶体管的输入阻抗相匹配的元件，如果其中之一有所改变时，输入变压器的圈数比也必须作相应的调整。但是当前级输出阻抗与后级输入阻抗相匹配时，整个放大器的失真却较大，这是因为晶体管输入端的特性是非线性的缘故。一般有意把前一级的输出阻抗，经输入变压器反射到次级以后比后一级的输入阻抗来得高些，以保持输出信号的失真较小。因此为了兼顾失真和匹配，输出变压器圈数比的决定可以用理论计算的方法（请参阅邮电出版社翻译出版的苏联“业余无线电手册”关于晶体管甲类功率放大器的设计有关章节），也可以用实验的方法。对于无线电爱好者来说，如果要求不太严格，可以根据常用的输入变压器圈数比选用。一般常用的圈数比为 2:1、3:1、5:1。 Π -6 型晶体管前置放大与 Π -6 型功放级的连接宜采用 5:1 圈数比的输入变压器， Π 401 型晶体管作来复再生式与 Π -6 型功放级的连接宜采用 3:1 圈数比的输入变压器。（源）

五极管特性的『同比定律』

设计五极管放大器时，为了得到最好的运用状态和较好的品质，往往需要灵活地运用帘栅压 U_{g2} 的数值。但是电子管手册一般只给出帘栅压 U_{g2} 等于额定值时的特性曲线，如五极管 6Ж1П 给出 $U_{g2} = 120$ 伏时的特性曲线（见图）。帘栅压选用不同数值时，五极管特性曲线有那些改变呢？

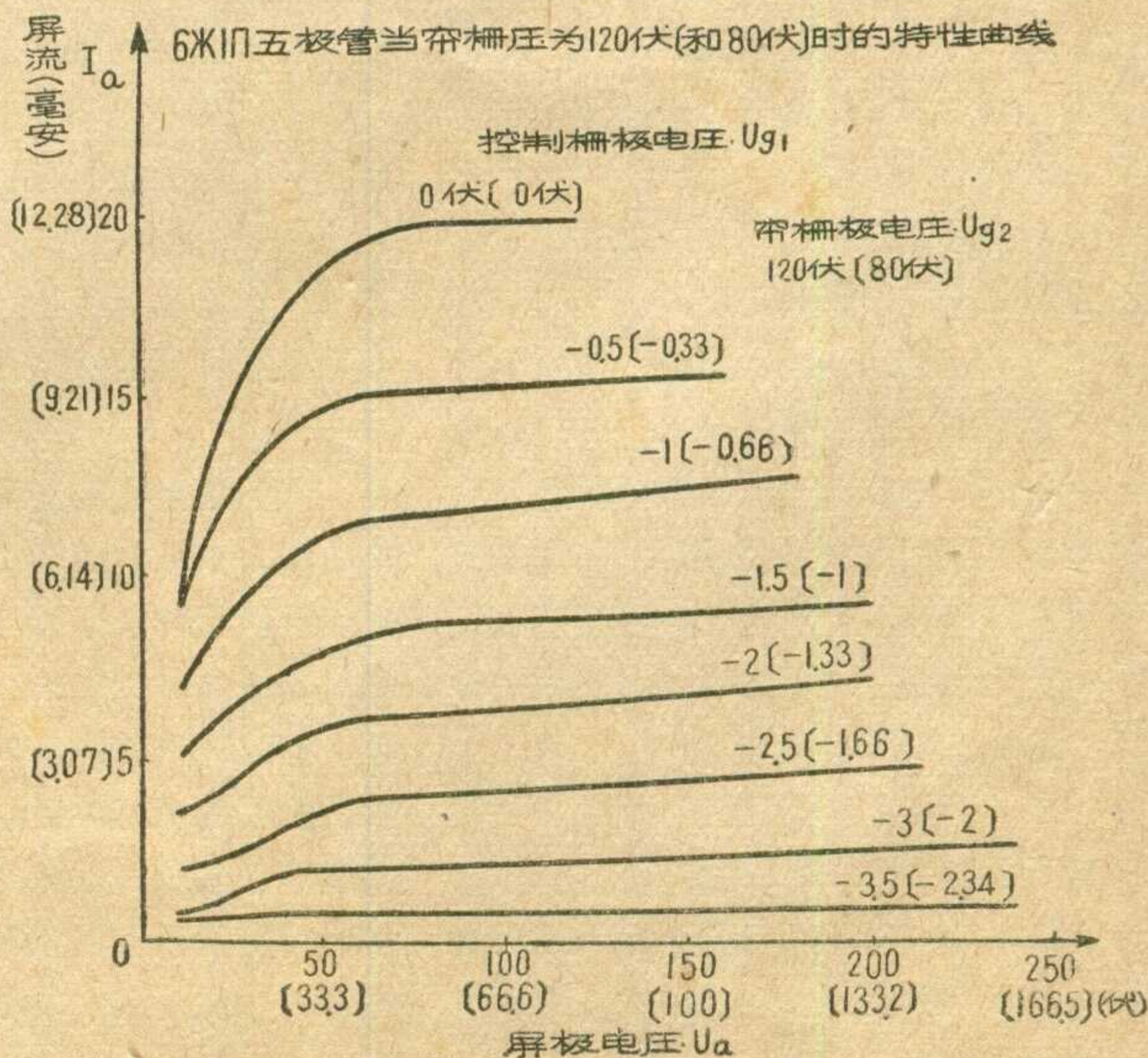
五极管屏流和帘栅流的分配决定于管内电场的分布。如果栅极、屏极和帘栅极电压同比例地变化，则屏流和帘栅流的分配比例仍然不变。根据实验证明：各电极电压同比例改变到 K 倍，屏流、帘栅流就改变到 $K^{1.2}$ 倍，特性曲线仍然不变。这种关系叫做‘同比定律’。

由此可见，如果电子管手册上给出的是在帘栅压等于 U_{g2} 下绘制的特性曲线，

则在选用不同的帘栅压 KU_{g2} 时，只需把曲线图中表示电压的各个数值乘以 K，把表示电流的数值乘以 $K^{1.2}$ ，原有曲线就成了。帘栅压为 KU_{g2} 情况下的特性曲线。如图所示，电子管手册上的特性曲线是在 $U_{g2} = 120$ 伏的情况下绘制的。现在要求 $U'_{g2} = 80$ 伏下的特性曲线。这时

$$K = \frac{U'_{g2}}{U_{g2}} = \frac{80}{120} = 0.66, K^{1.2} = 0.614$$
。把各电压值乘以 0.66，各电流值乘以 0.614，得到括号内的各个数值。

原特性曲线对应着括号内的数值来看，就是在帘栅压为 80 伏情况下的特性曲线了。（厘波）

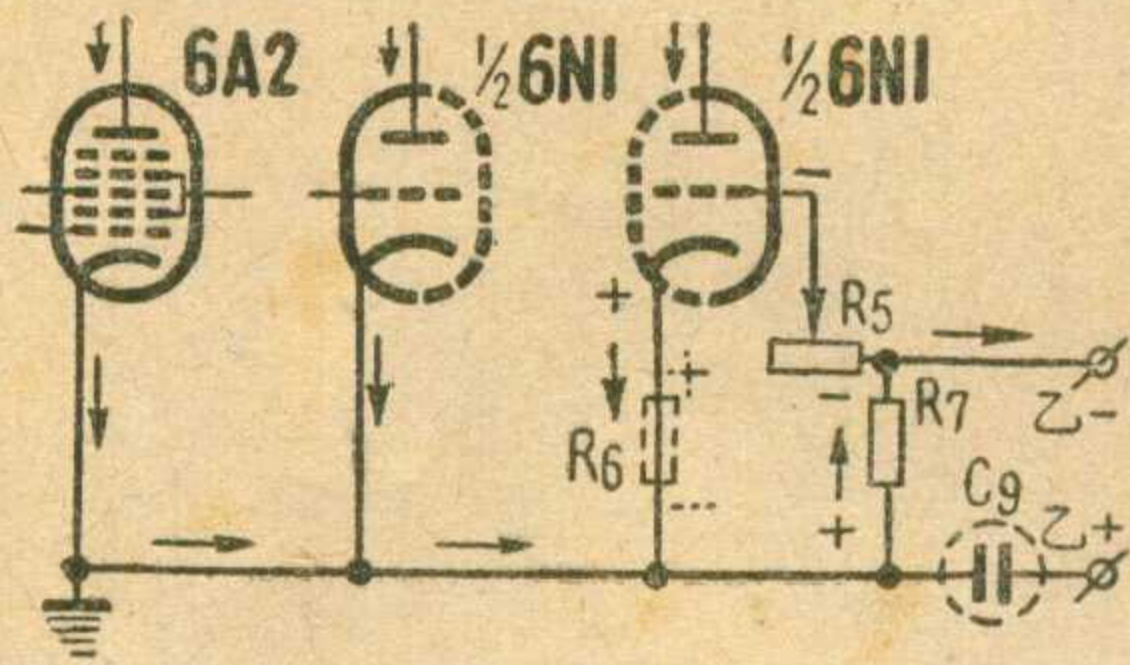


问与答



神通广大的热敏电阻……赵振世(1)
 初露头角的“潜水员”——水下电视……竹间(3)
 晶体管振荡电路简介……李锦林(4)
 空中电琴……朱藹初(6)
 几个简单的晶体管电码练习器……唐存训(7)
 高传真度收、扩音机……唐立森(8)
 电烙铁修理小经验……张成春(10)
 自制光电计数器……杨剑秋(11)
 经济的交流三灯超外差式收音机……黄正平(11)
 谈谈立体声……刘孙刚(12)
 简单的低频推挽放大器……蔭华编译(13)
 怎样看晶体管超外差式收音机电路……谭仕匡(14)
 威廉逊放大器……(15)
 步谈机的制作……李沛铭(16)
 用低频管装制的来复式单管机……杨士中(17)
 想想看……(17)
 电唱机的使用维护修理……毛瑞年(18)
 小消息……彭枫(19)
 晶体管收音机用的调谐电容器……何理路(20)
 想想看答案……(20)
 晶体管代乙电器……王文黎(21)
 磁性中周故障的修复……王金钢等(21)
 国外点滴……(22)
 晶体管收音机低频变压器的圈数比……源(23)
 五极管特性的“同比定律”……厘波(23)
 问与答……(24)
 封面说明:
 利用雷达设备观测天气变化(黄韬鹏摄)

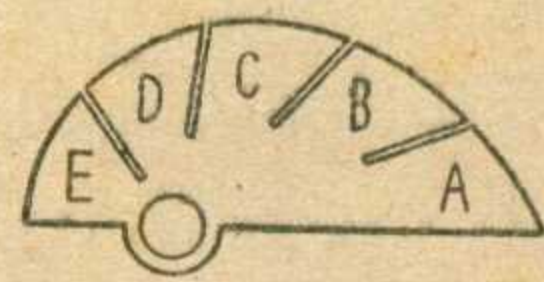
答：这是给音频放大管(右半个6N1)的栅极加上固定栅负压的装置。在电路中，6A2和两半6N1的屏流的直流成分都是经过R₇返回电源变压器高压线圈乙一端的，电流的方向如图中箭头所示，因此在R₇上面产生一个直流电压降，接地端是



正，另一端为负，栅极经R₆接在R₇的负端，而阴极接正端，所以给栅极加上了一个固定的负压。采用这种接法时，因为这个放大管阴极电流的交流成分在滤波电容器C₉通过，不流过R₇，与一般阴极代丙电阻接法比较，可以省去一个大容量的阴极旁路电容器。原电路图上阴极还串有一个电阻R₆(如图中虚线)，所以栅极上的负压等于R₆和R₇上压降之和，但R₆上通过有交流成分，存在一定的电流负回授。

问：超外差收音机收听近低频端的电台夹有叫声，是什么原因，应如何修理？

答：主要原因有二：①垫整电容器未完全校准，它对近低频端的影响比较显著。在这一段的统调不能同步时，就会发生波差叫声。②双连可变电容器动片的调整片(外面有沟缝的片子，见附图)修理时不慎被压歪，图上的A、B段变形时，近低频端的一段电容量就变动，影响了统调在低频端的同步。修理时可先调垫整电容器，看看能不能消除叫声，其次再检视动片的调整片有没有压歪的迹象，将压歪处稍微拨开，到叫声消灭为止，但要注意，这些调整片出厂时有些是经过调整的，所以形状不整齐的地方并不一定是弄歪的。



(以上馮报本答)

问：三用表的表头两端大都并联了一个电阻，这样就降低了测量电压时的灵敏度(欧/伏数降低了)，如果不并联电阻，不是更好一些么？

答：电表使用日久以后，内部永久磁铁的磁场强度可能衰退，引起测量误差。并联这个电阻，虽然使测量的灵敏度降低了，但是由于上述原因而引起的测量误差就可以用变更这个电阻的方法而加以纠正。

(郑宽君答)

问：输出变压器圈数比的计算，有的

用公式 $n = \sqrt{R_a \eta / R_u}$

有的用 $n = \sqrt{R_a / R_u}$

(式中n=初级圈数/次级圈数，R_u=扬声器阻抗，R_a=电子管要求的负载阻抗，η=变压器的效率)，不知道哪个好？

答：在普通收音机中，为求经济，输出变压器的铁心不大，线径较细，变压器内损耗较大，效率较低，计算圈数比时，最好把变压器效率考虑进去，才能使末级管的负载匹配较好。在扩音机和高级收音机中，输出变压器的铁心较大，线径较粗，效率往往在80%以上，计算圈数比时可以略去效率而用第二个更简单的公式。另外，有的放大器阻抗匹配要求不严，如三极管放大器，也可以用第二个公式来计算。业余者自制的输出变压器大小不一，最好按实际情况来处理。提高变压器效率的关键是尽可能加粗次级的导线直径。

(俞锡良答)

问：晶体管来复式电路中倍压检波器接往集电极的电容，本刊1962年11期“来复式晶体管两管机”是用4700P，1963年2期“来复式晶体管单管机”中用100P，究竟以采用多大的容量较合适？

答：以采用100微微法左右较合适，因为这个电容器的作用是使高频通过。如用得过大，将会有一部分音频电压重新进入检波器，影响检波器的正常工作。

问：雷电季节应如何防止晶体管收音机不受损害？

答：晶体管在耐过荷性能上比电子管差，因此在雷电季节一方面固然应防止雷电直接打到室外天线上，造成人体或收音机的严重危害(加避雷器)，另一方面还应避免空中雷电或静电在天线中所感应的强烈信号击穿晶体管，因此最好在雷电时不使用室外天线，并将天线与地线连接起来。一般的无线电避雷器不能防止后一种情况，这是应该特别注意的。

(以上丁启鸿答)

问：本刊1962年第2期封底交流三管外差机电路，电源高压线圈的一端和栅极电位器R₆为什么要经过R₇通地而不直接通地？

编辑、出版：人民邮电出版社

北京东四6条13号

印刷：北京新华印刷厂

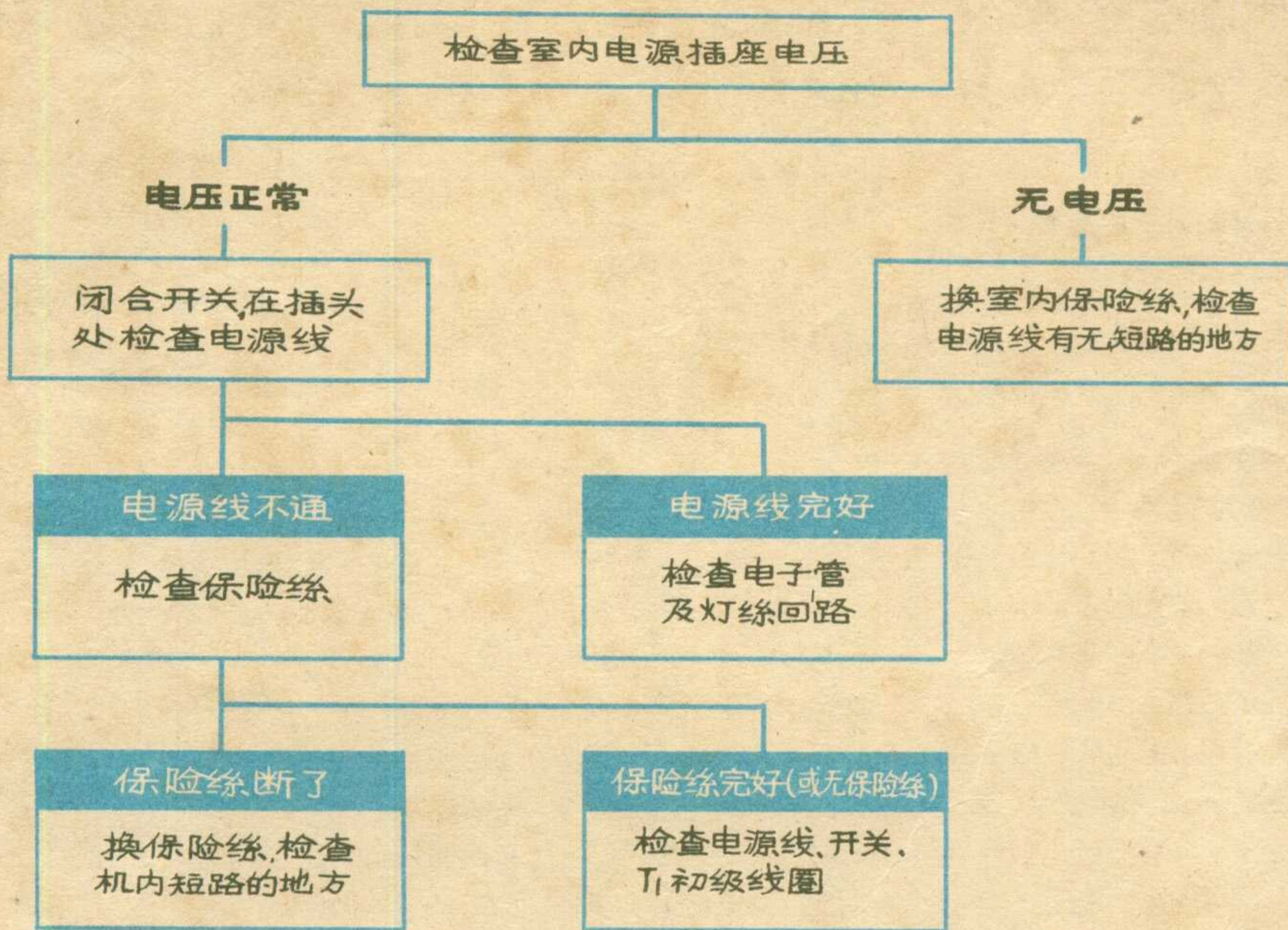
总发行：邮电部北京邮局

订购处：全国各地邮电局所

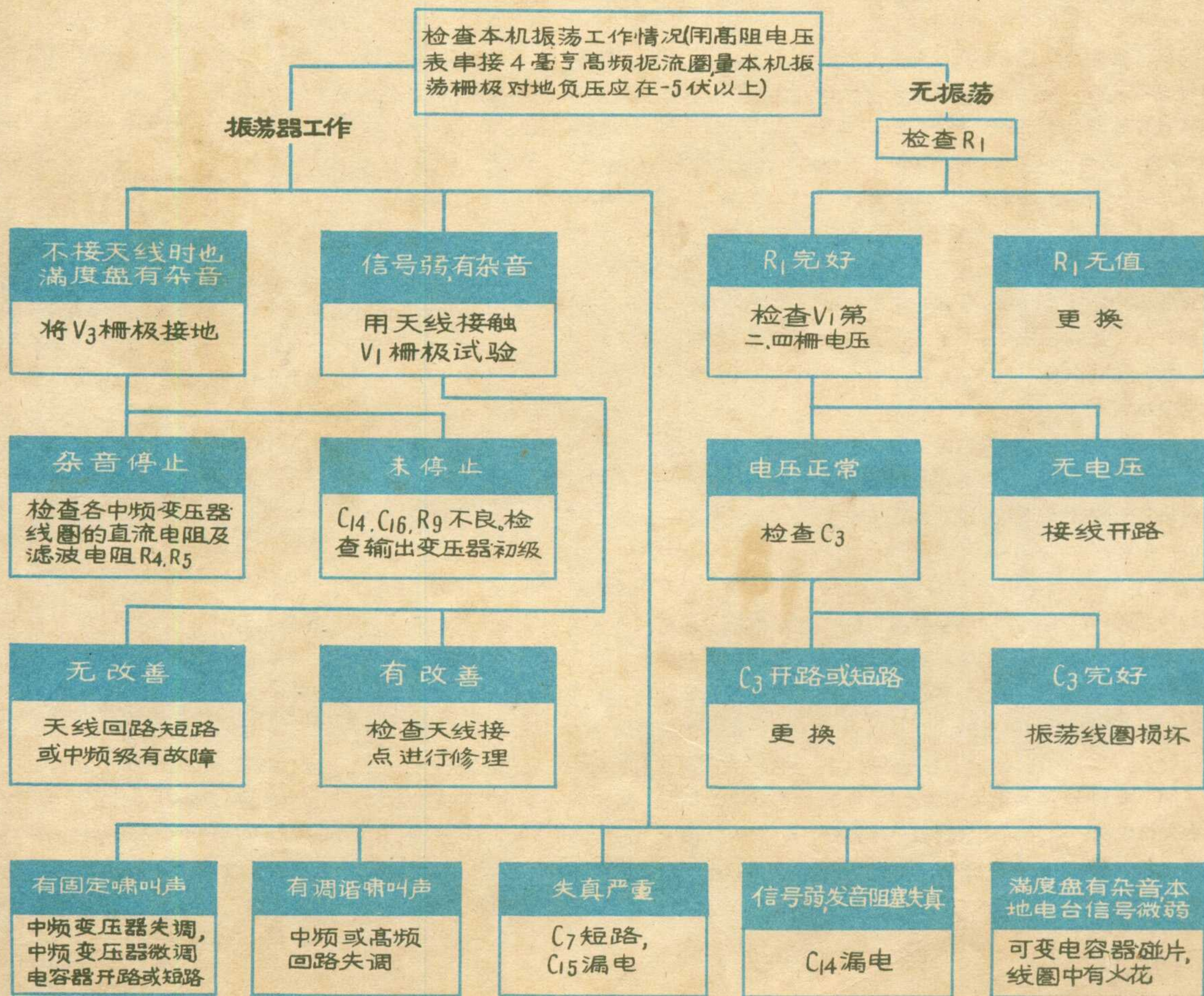
本期出版日期：1963年7月10日

本刊代号：2-75 每册定价2角

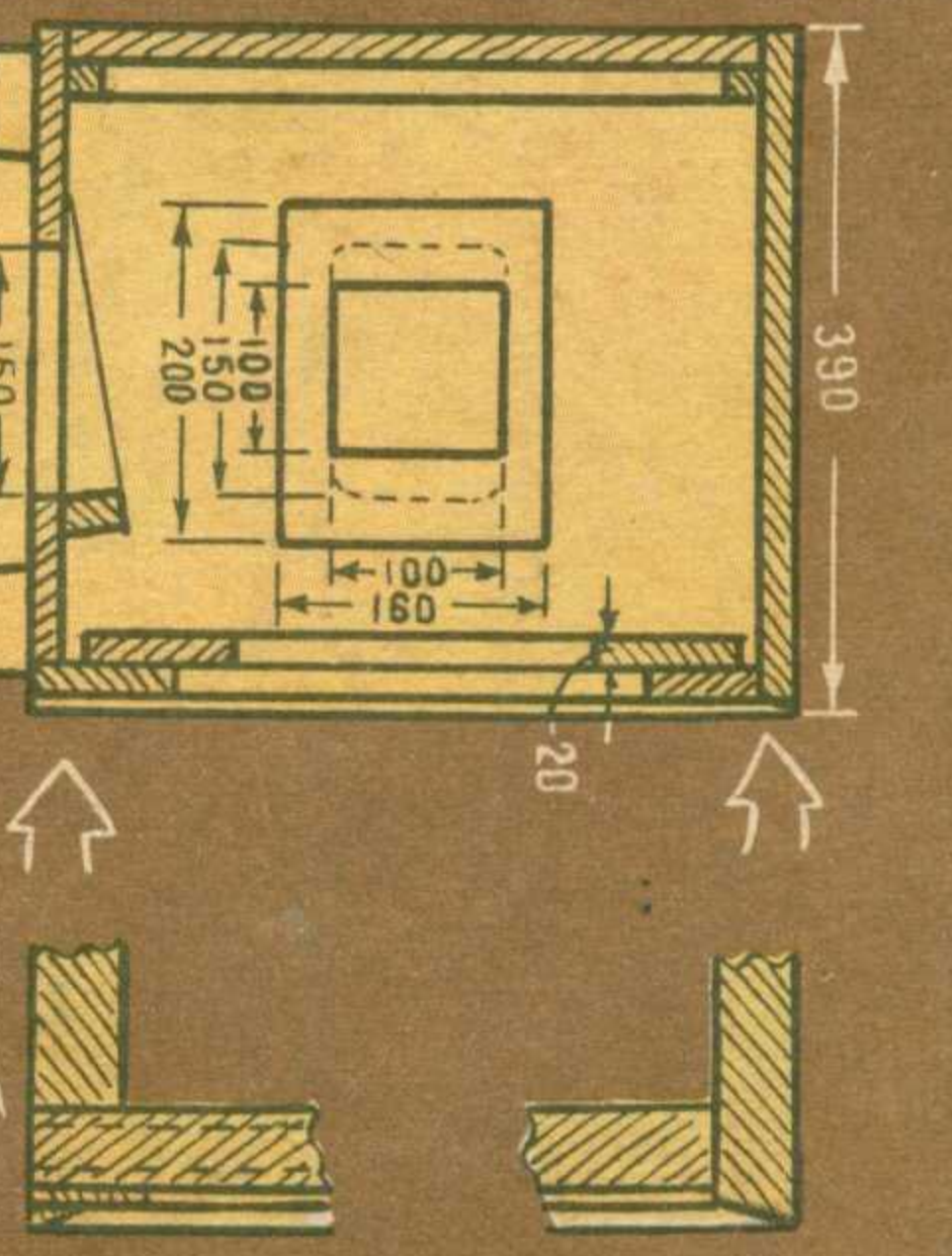
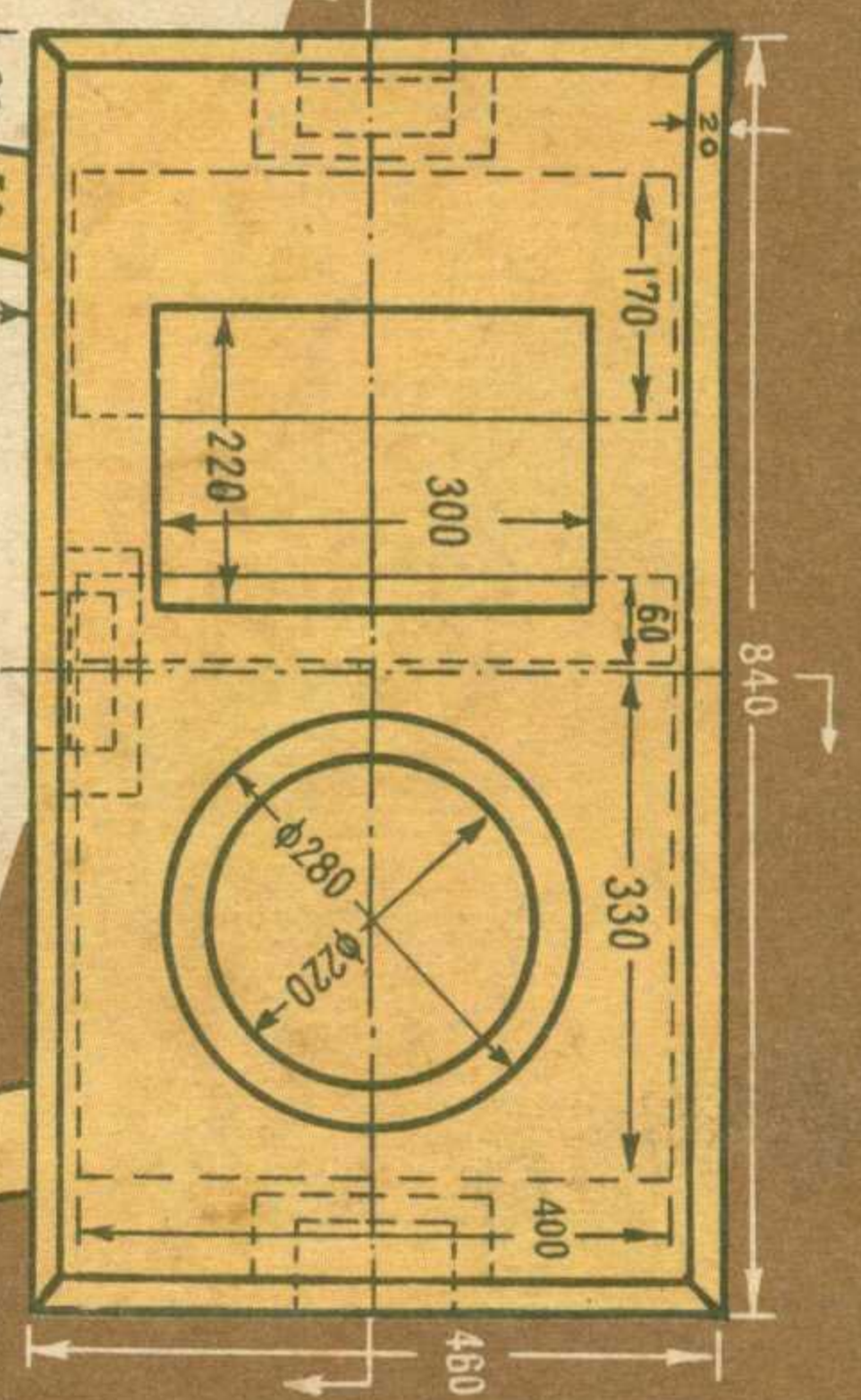
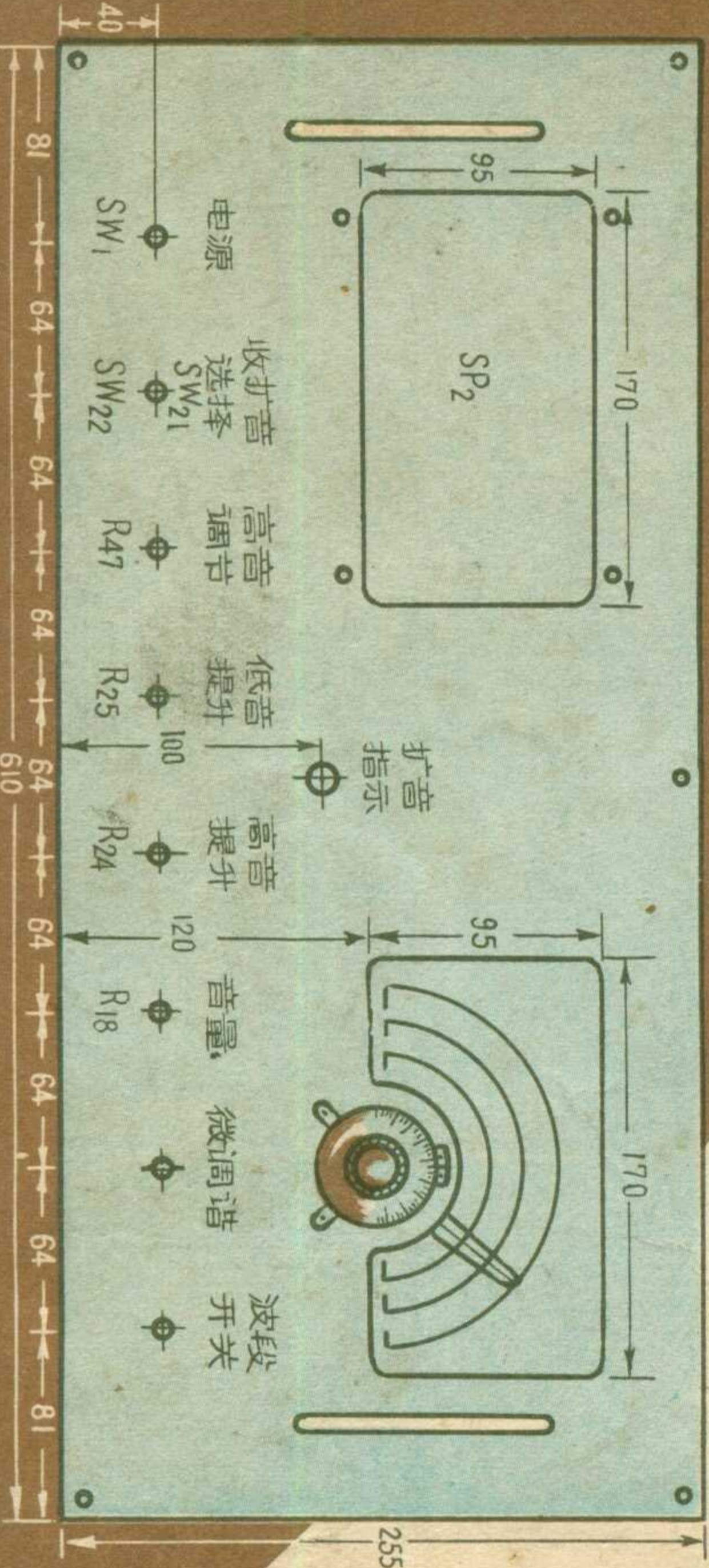
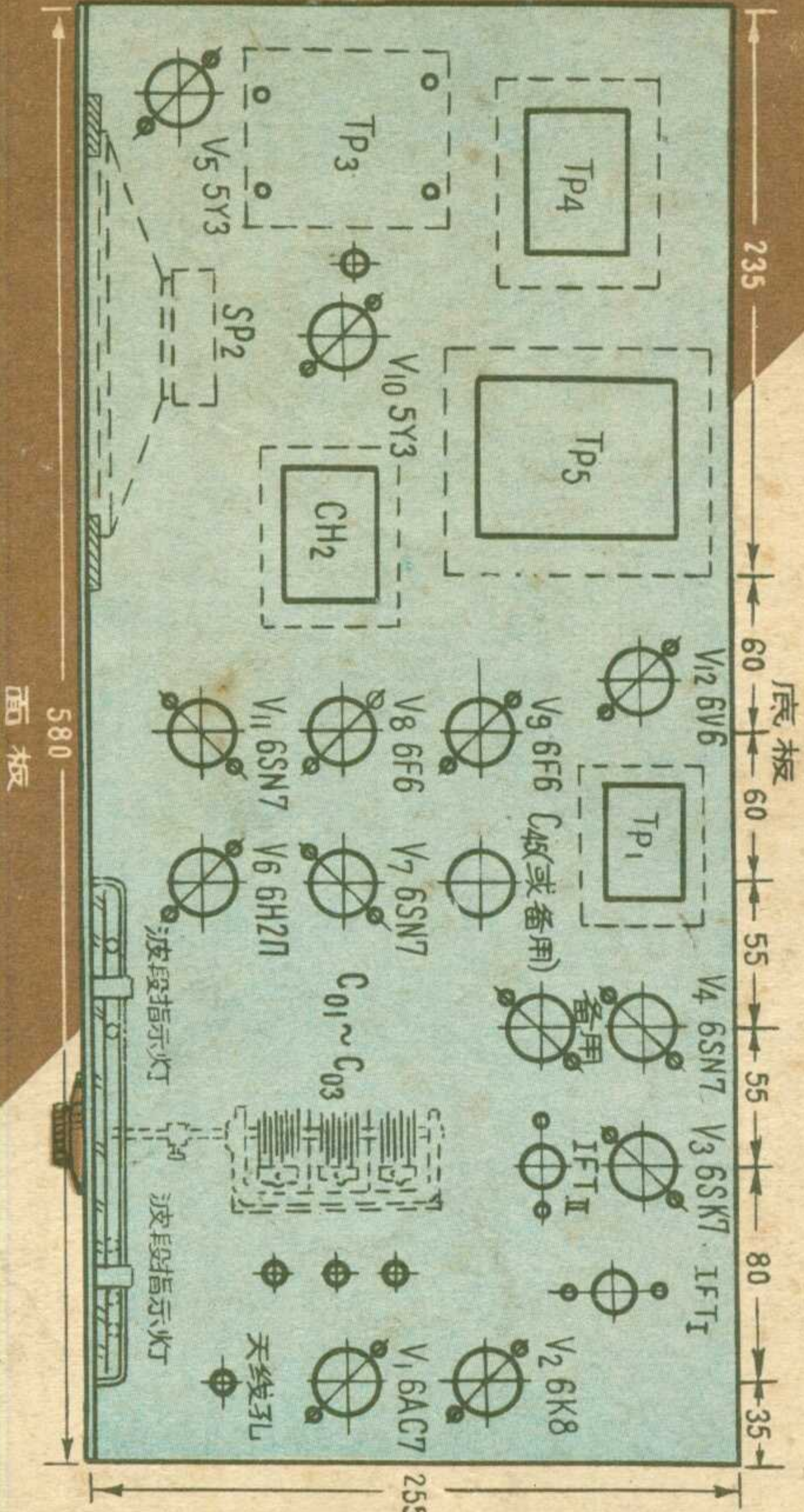
收音机无声,电子管不亮



收音机工作不正常(信号微弱失真杂音等)



高传真度收音扩音机



单位：毫米
除注明板厚尺寸外箱身均用厚20毫米坚实木板制作

