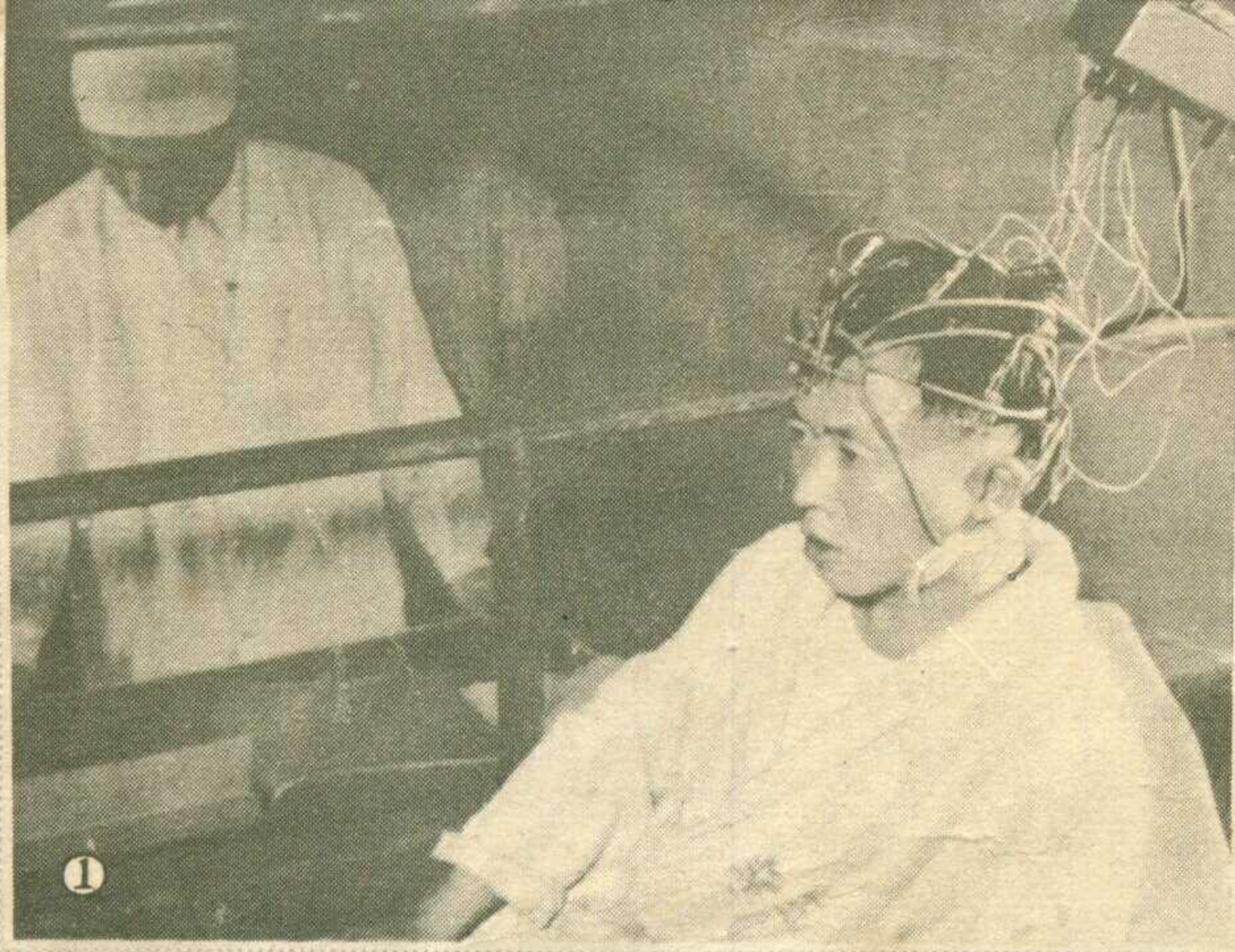
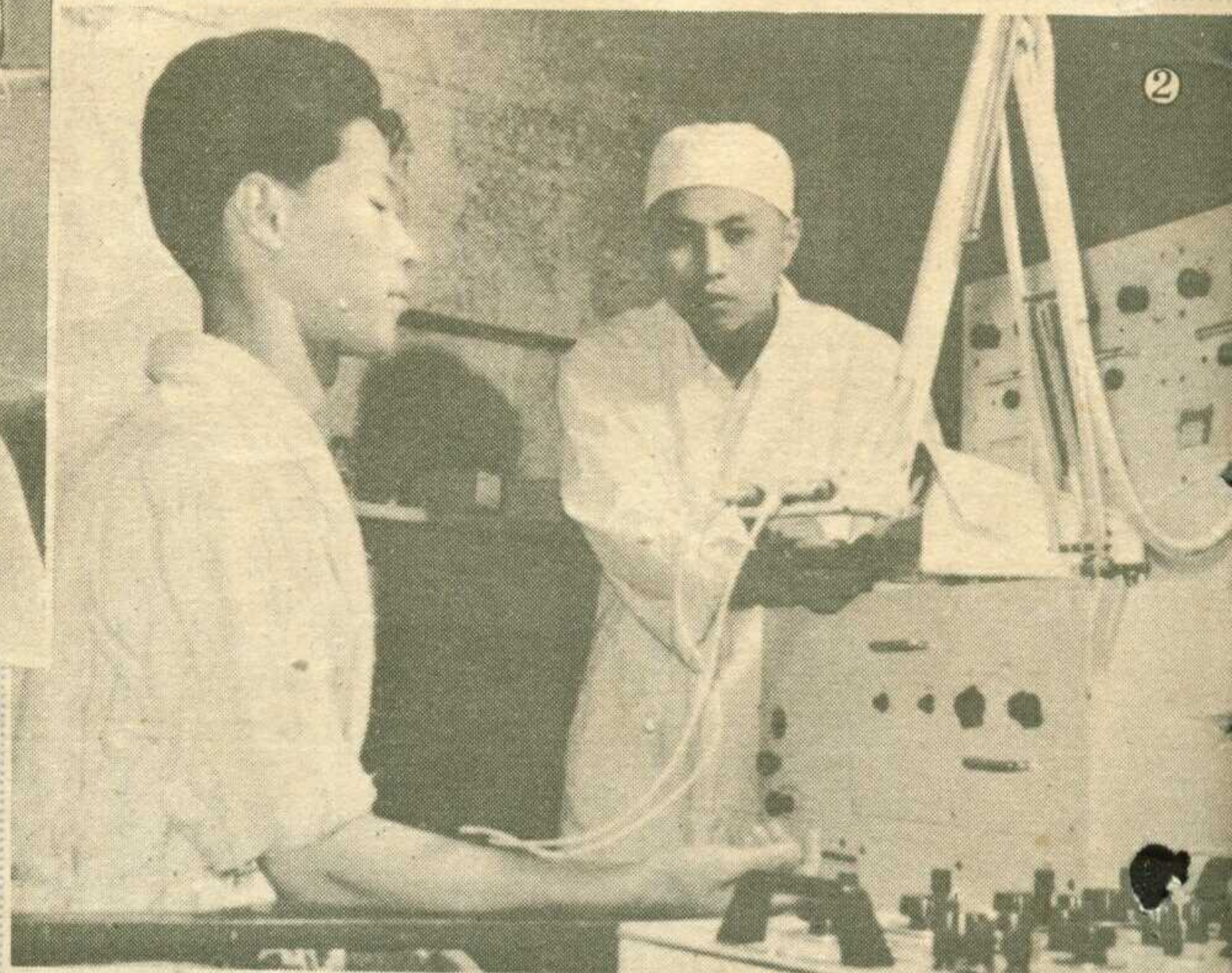




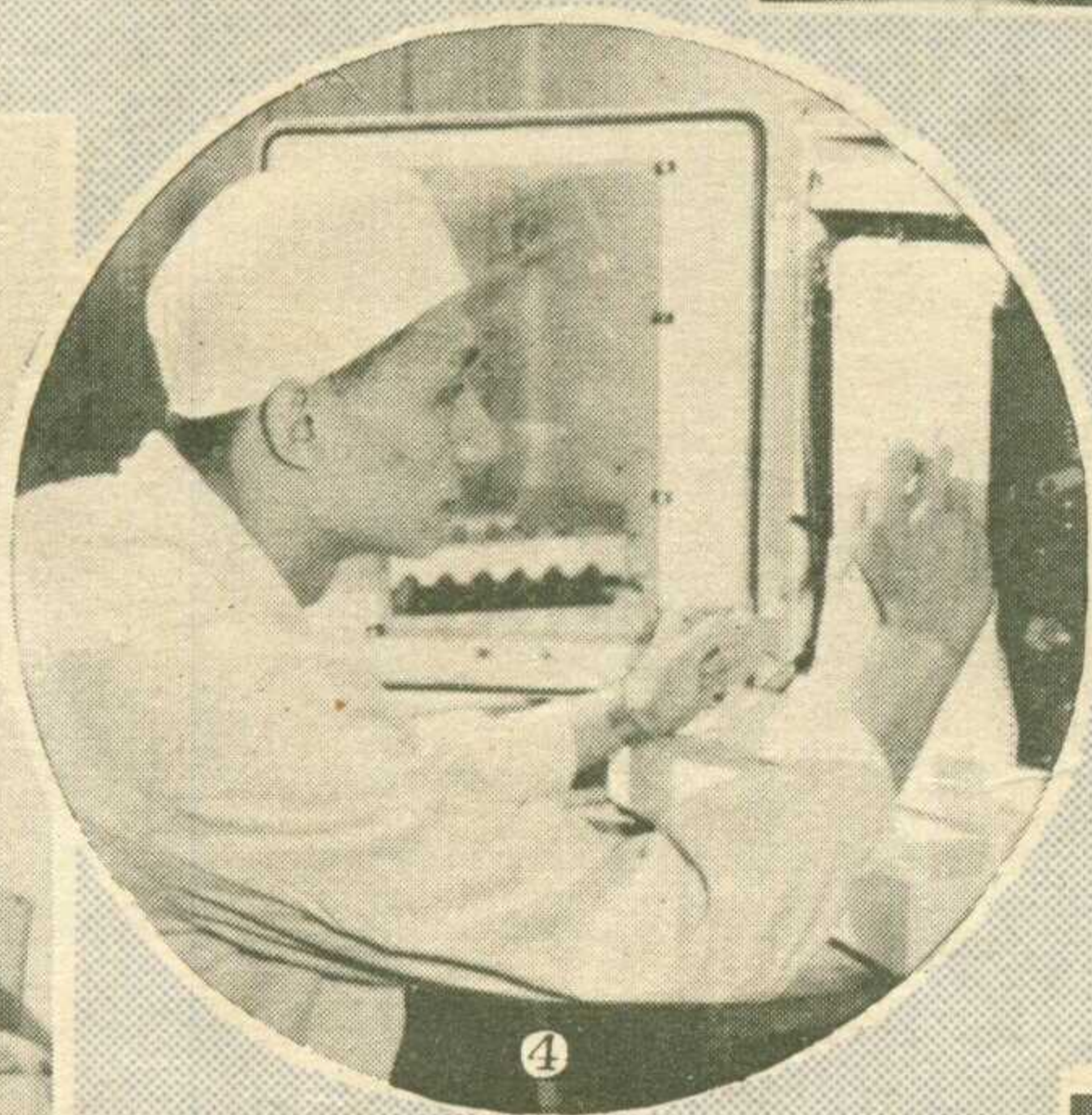
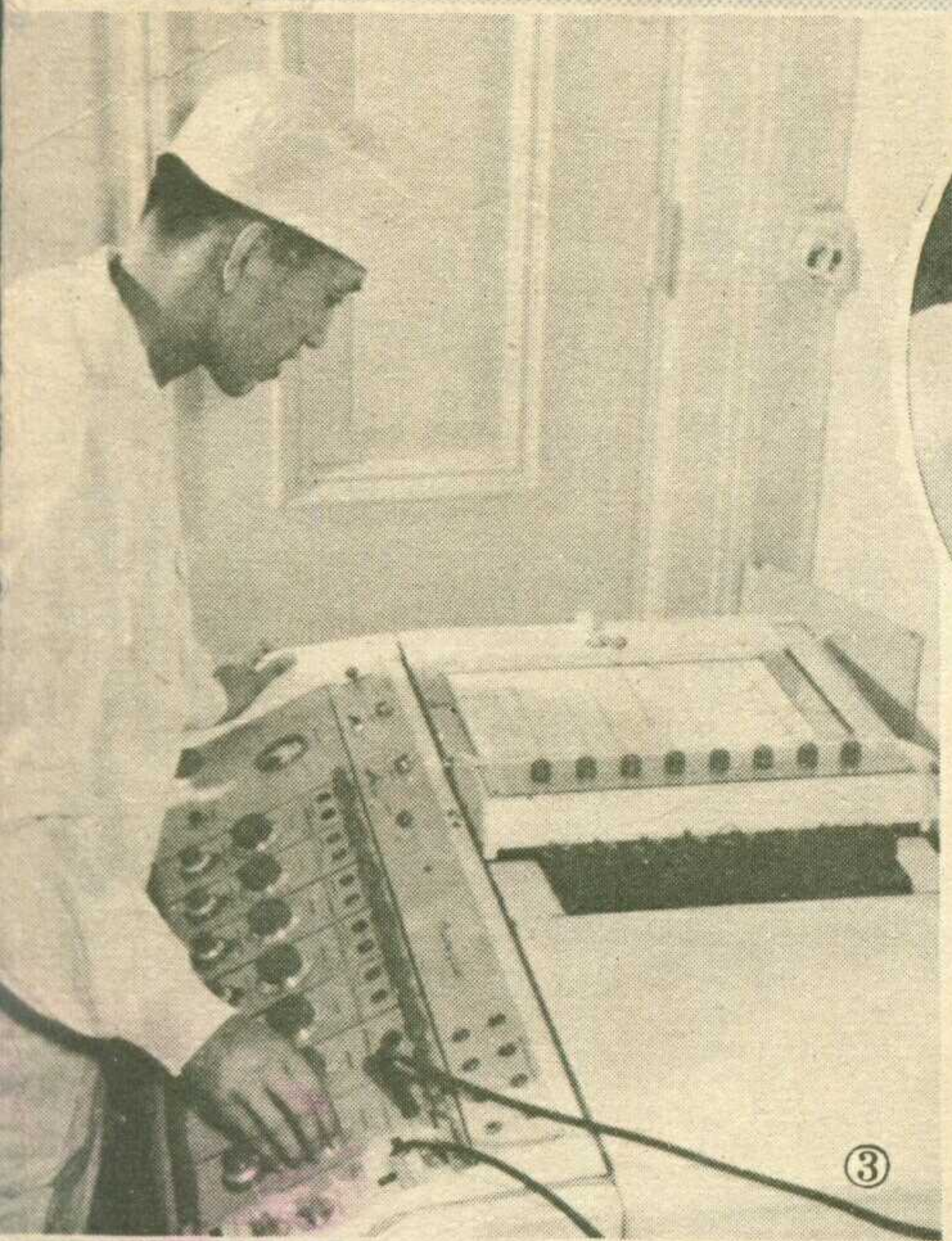
几种电子医疗器械



①脑电图机：人脑能产生微弱的交流电。这种电流随着脑的功能情况而变化，有病时变化更大，因此，可以根据脑电变化情况来诊断脑病，如癫痫、肿瘤和外伤等。图为装在头部的触针把脑电流通到脑电图机（见封面），经放大后在记录器上描出曲线来。



②肌(肉)电图机：原理与脑电图机基本相同，图为医师在观察肌(肉)电记录诊断高血压病症。



④血氧自动记录器：是使用光电管将血液的透光度变为电流，然后放大、描出曲线，可自动记录血液含氧量，供诊断使用。

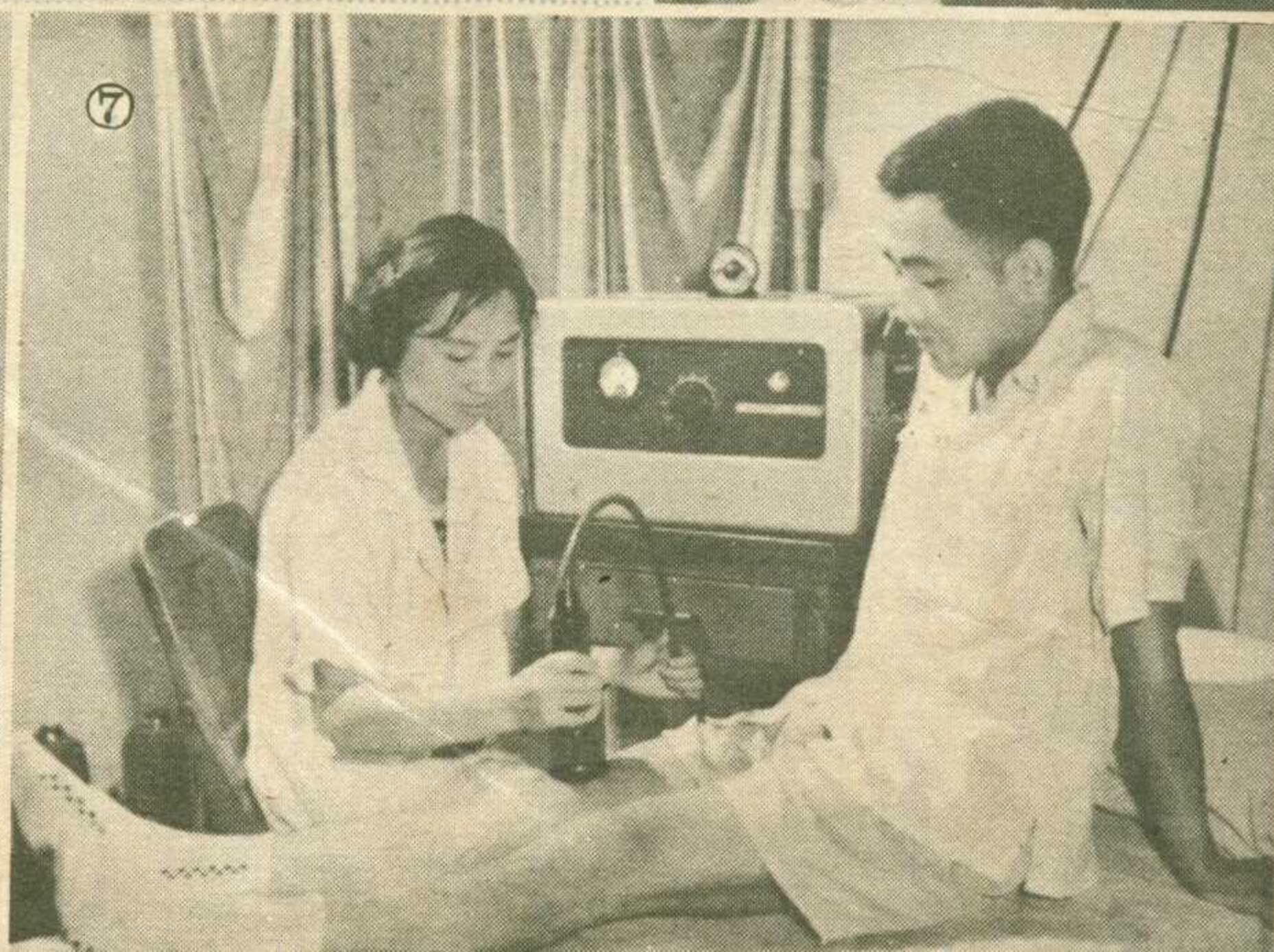
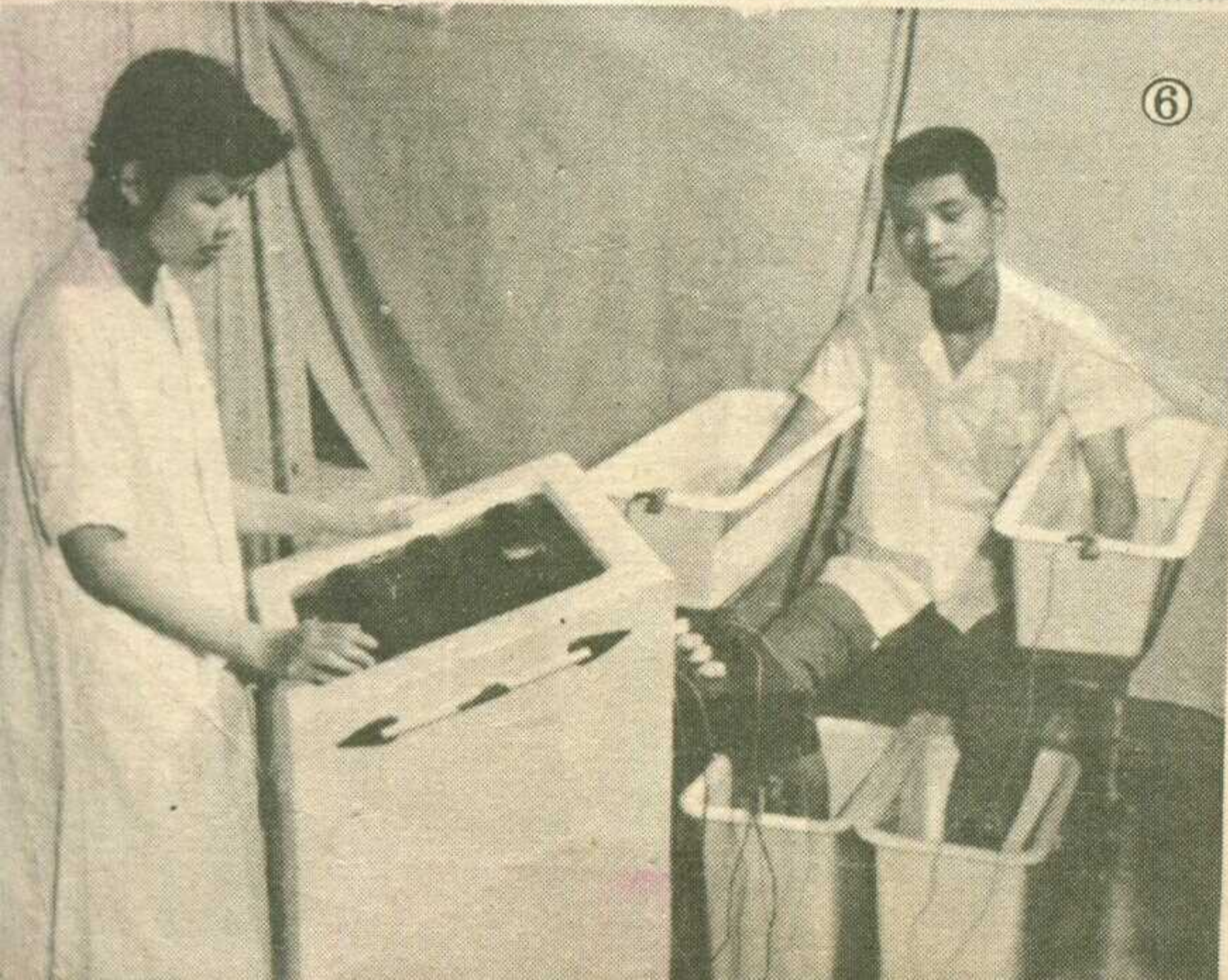
⑤超声诊断仪：由于人体内脏各部分声阻互不相同，而超声波在不同声阻的交界面都会有较强的反射，所以能在超声诊断仪的示波屏上显示出清晰的波形，协助临床诊断。图为用超声波诊断仪为病人检查腹部内脏。

③多导程复用记录器：利用传感器将人体许多物理现象（如血压、脉搏、心声、呼吸动作、血流量等）转变为电能，放大后加以记录，供分析、综合以得出完整的诊断资料。



⑦超声波治疗机：利用超声波在机体内部所产生的作用，可以治疗很多疾病（如神经痛、运动损伤、消化性溃疡、疤痕、肠粘连、炎症等）。图为给关节炎患者治疗。

⑥静电水浴治疗机：直流电水浴可使人体的大面积与直流电接触，起到更好的作用，并且可以将所需的药物大量导入人体，常用来治疗多种神经系统疾病，高血压症、全身性关节炎等疾病。



①②③④由上海高血压研究所供稿

⑤⑥⑦由上海广慈医院理疗科供稿

柳岸摄影

闸流管的应用

唐立森

本刊今年第8期曾介绍过闸流管的工作原理。本文想就闸流管的几个主要应用方面介绍一些基本电路，用来说明闸流管的应用特点。

可控整流器

闸流管有单向导电的性能，可以用来作整流器。由于闸流管的栅极能控制管子在半周内开始导电的时刻，所以它能够控制整流电流的大小。也就是说，利用闸流管能够作成可控整流器。它的原理电路如图1a所示。通过负载电阻加到闸流管屏极的是交流电压 e_a ，如图1b中的曲线1所示。要是在电子二极管的情况下，那么在 e_a 的正半周，管子导电；在 e_a 的负半周，管子不导电。但是在闸流管的情况下，在 e_a 的正半周内，管子是否导电，却还要决定于栅压。

大家知道，闸流管屏极上所加电压不同时，则点火栅压值也将不同。屏压越高，点火栅压越负。因此在 e_a 的正半周内，可以作出和交流屏压 e_a 相对应的临界点火栅压曲线（图1b中的曲线2）。在临界栅压曲线上方为

点火部分，即实际栅压等于或高于临界栅压时，闸流管才能点火，开始导电。闸流管栅极电路内接有负栅偏压 E_{co} ，使栅压经常处在临界点火栅压以下（曲线3），因此，只有当 e_a 为正半周时在输入端加一个正脉冲，使栅压突然升高到临界点火栅压以上（曲线4），才能使管子点火，开始导电。管子点火后，屏流就不再受栅压的控制，直到屏压下降到管子的燃烧电压（管压降）以下，屏流才变为零。因此，屏流 i_a 的波形如图1b中的曲线5所示（阴影部分）。之后，在负半周中，管子中发生消电离过程，恢复栅极的控制作用，等待下一正半周某一时刻再重新导电。

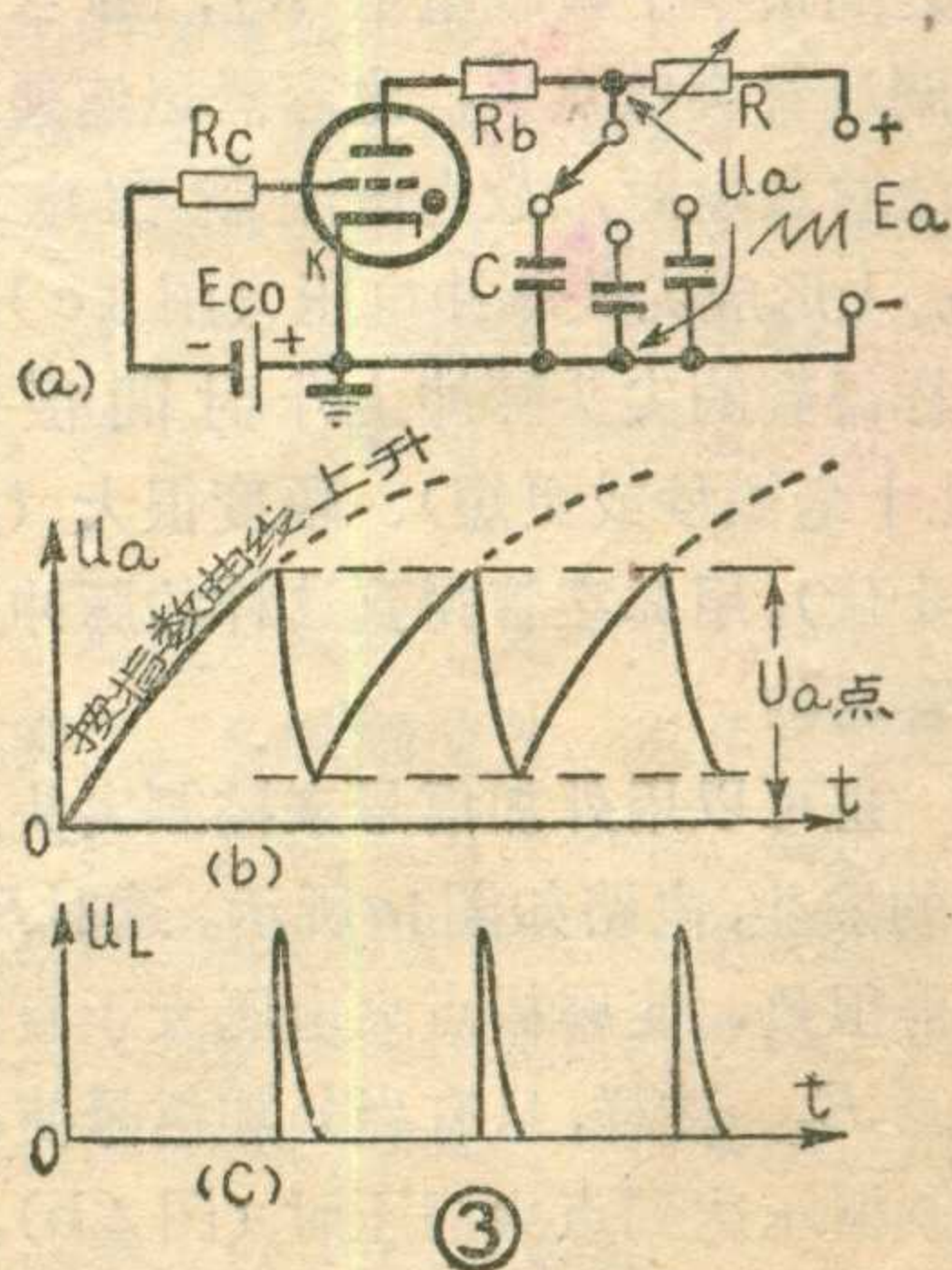
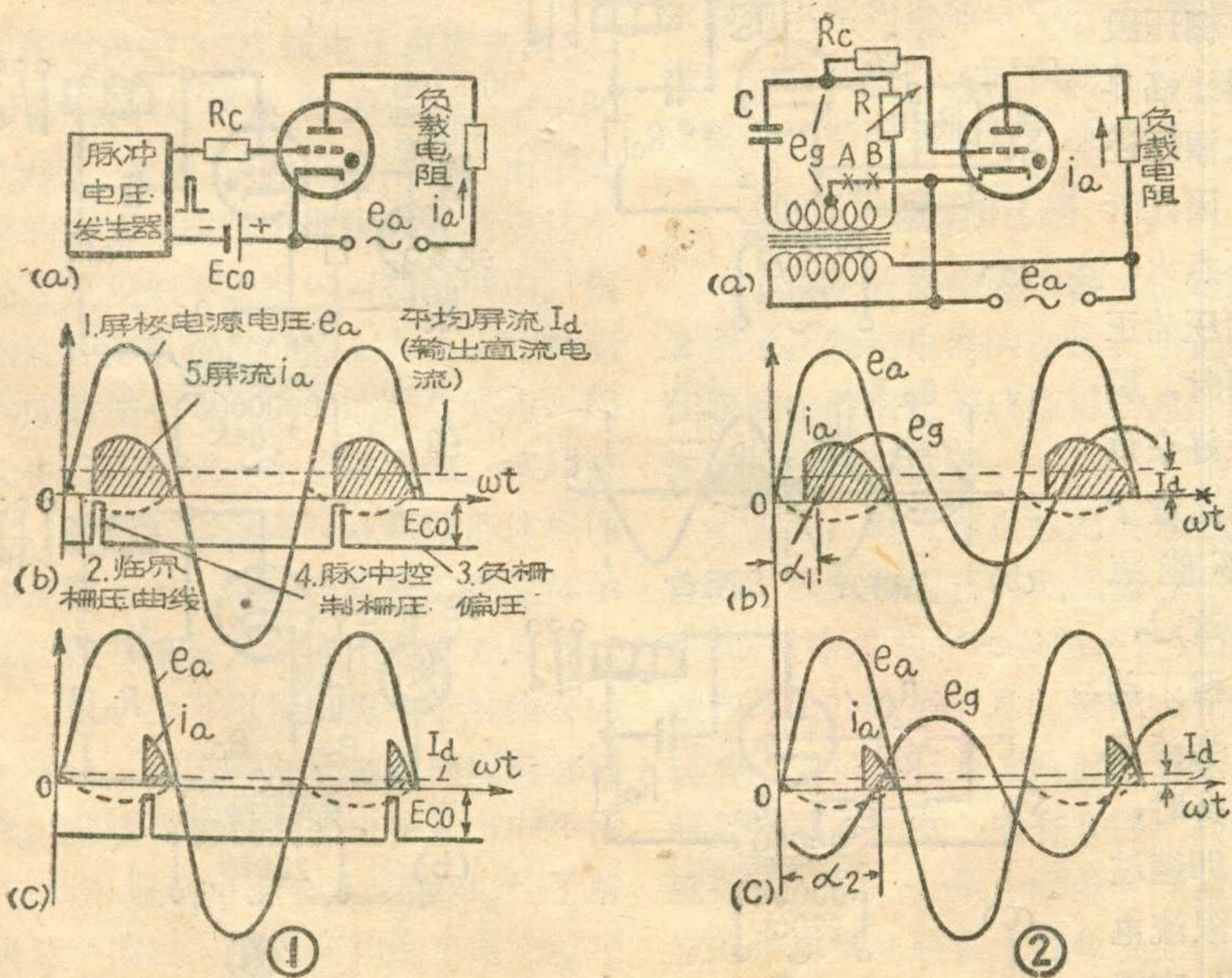
如果改变正脉冲出现的时刻，就可以改变闸流管导电时间的长短，因而改变了屏流在一个周期内的平均值 I_d 。由图1b和图1c中两种情况的对比可以看到，后者由于正脉冲出现较晚，平均电流 I_d 就要小得多。由此可见，闸流管控制屏流的方法，不同于真空三极管中改变屏流的瞬时值，而是改变屏流的平均值，也就是改变整流器的输出直流电流。因此，

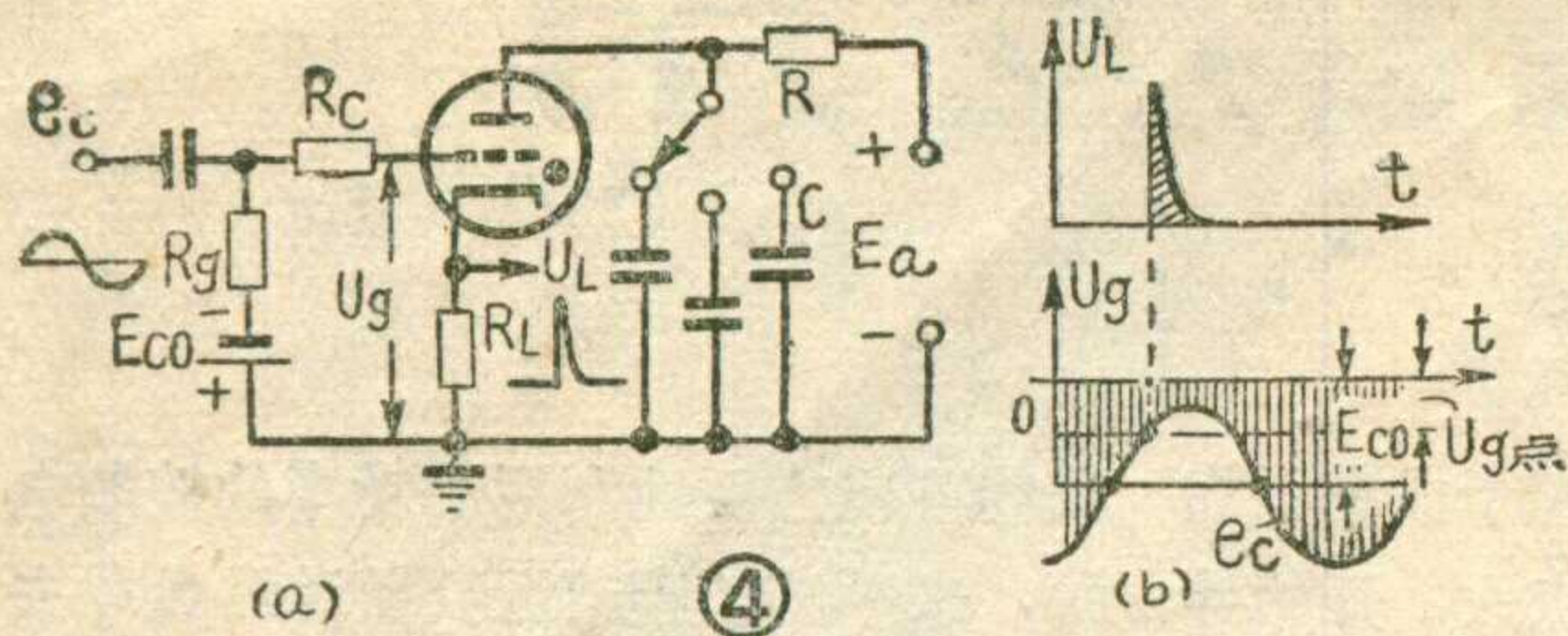
我们可以方便地利用小功率的控制电源，来平滑地调节送到整流器负载去的直流电压、电流和功率。例如，在广播电台的发信机、高频感应电炉及其它工业设备的高压整流电源设备中，已成功地使用了充水银的中功率和大功率闸流管。

在实用电路中，为了使栅极控制电路简单经济，广泛采用了电阻电容移相器，如图2a所示。栅极电压和屏压取自同一电源，不过因为经过了移相器，所以栅压的相位比屏压落后一个角度 α 。 α 不同，管子开始导电的时刻也随着变化。调节 R 就可以改变 α 角的大小，从而控制直流输出。图2b和c分别表示落后角度为 α_1 和 α_2 的两种情况。由图可见， α 越大，输出直流电流越小。有些电路中，还在栅极电路中（图2a中的A、B两点之间）串接一个可变直流电压 E_{co} ，改变 E_{co} 的数值及交流栅压的相移，都可以改变栅压曲线和临界栅压曲线的交点，从而改变直流输出，这样更扩大了栅控的范围。

产生各种脉冲波形

闸流管在不导电时，屏流为零，内阻可看作是无穷大，而一旦点火后，内阻变得很小，差不多接近于短路。





利用这种开关特性，可以把直流电压轉变成锯齿形波和尖端脉冲等特殊波形的电压。

图 3 a 是闸流管锯齿波发生器电路。在一定的负偏压 E_{co} 下，闸流管只有当屏压达某一点火电压时才能导电。当刚加上 E_a 时，电容器 C 上的电压不能跃变。 E_a 通过 R 对 C 充电， C 上的电压逐渐上升，当达到闸流管的点火电压 $U_{a点}$ 时，闸流管突然导电，电容器很快地经闸流管放电

(R_b 为限流电阻，防止放电电流过大)，它两端的电压迅速降低，最后降低到某一数值，不能维持管子燃烧，管子熄灭。这时 E_a 又重新对电容器充电，电容器两端的电压又逐渐上升。由于 R 甚大于闸流管导电时的内阻 R_i 与 R_b 之和，所以电容器充电很慢，放电很快，电容器两端得到了如图 3 b 所示的锯齿形电压。改变 RC 的数值就可以改变锯齿形电压的频率。由于闸流管消电离时间的限制，这种锯齿波发生器的频率不能太高，一般只能达到几十千赫。它常被用在电子示波器中作为扫描电压发生器。

如果在图 3 a 闸流管的阴极 K 和地之间接一个负载电阻 R_L ，那么，当闸流管突然点火，电容器迅速通过闸流管放电时，放电电流就在电阻 R_L 上形成尖头脉冲电压 (图 3 c)。这样得到的尖头脉冲上升时间很短 (几十毫微秒或更短)、幅度很大 (达几十伏)。用真空管得到这样的脉冲是不容易的。

也可以用外加信号来控制尖头脉冲的发生，电路如图 4 a 所示。这时 E_{co} 取得很负，使屏极点火电压大于直流电源 E_a 。这样，只有当外加信号使得控制栅压达到点火栅压时 (图 4 b)，闸流管才能导电，负载 R_L 上才能得

到尖头脉冲。因此，这种电路可以产生和外加信号频率相同的脉冲电压。

这种脉冲发生器电路常用在测量转速的闪光测速仪中。

即时动作继电器

闸流管即时动作继电器的基本电路如图 5 a 所示。电路的目的是用本身不能流过大电流的精细接点 S 去控制大功率电路的启闭。例如， S 是一根插在水银温度计玻璃管中的细金属丝，而屏极中的电磁继电器是用来控制电炉开关的。当温度升高到某一定值时，水银柱膨胀上升碰到金属丝， S 闭合，闸流管点火，屏极电流突然增加，使继电器动作，切断电炉的供电电路，停止加热。当温度下降， S 断开时，闸流管熄灭，继电器释放，电炉接通，使温度再次升高。于是这一电路可以自动控制某一容器中的温度。若接点 S 为其他检测机件，则这电路又可作其他的控制或报警之用。

电路的工作原理可参看图 5 b。先看 S 断开的情况。在屏压对阴极为正半周时，由于栅极接在变压器次级绕组的另一端，所以栅压对阴极正好是负半周。这个栅压设计得比临界点火栅压还负，因此管子不点火；当栅压为正半周时，屏压正好在负半周，管子仍不能点火。这时，继电器不动作。当接点 S 闭合时，栅极即经过栅极限流电阻 R_c 直接

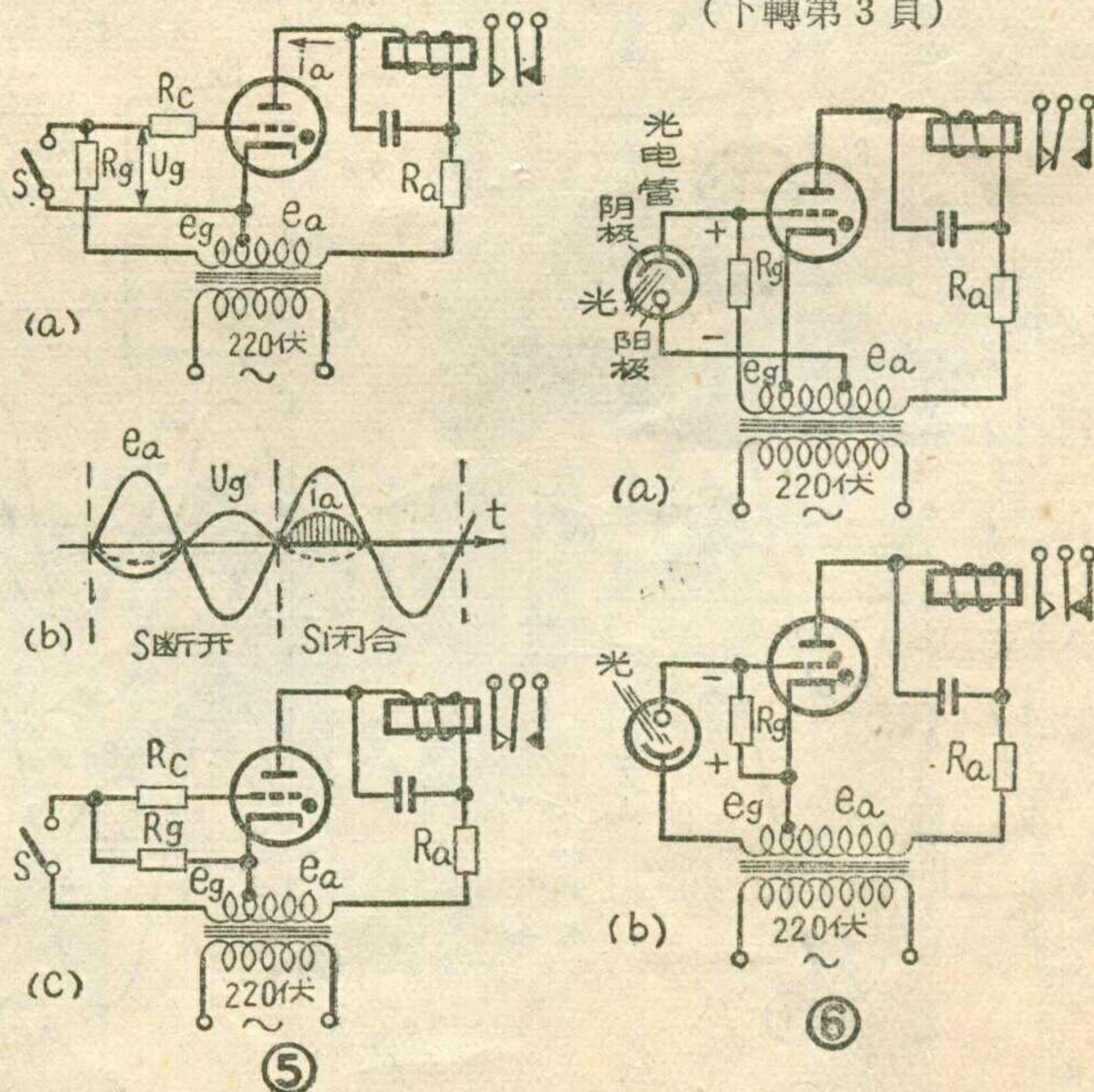
接到阴极上，栅压为零。屏极为正半周时，管子导电，若通过的屏流足够大，就可使继电器吸动。在屏压的负半周，屏流停止。由于通过继电器的是脉动电流，所以在继电器线圈两端并联一个电容器 (一般为 2~8 微法)，利用它的充放电作用，使通过继电器的电流平滑，避免继电器衔铁抖动的现象。

假使要求继电器在接点 S 接通时释放，在 S 断开时吸动的話，可以改用图 5 c 的电路。

光电控制继电器

假如把图 5 电路中的接点 S 用光电管代替，当没有光照射时，相当于 S 断开；当有光照射时，相当于接点 S 接通 (当然光电管导电时还具有很高的内阻)，那么，利用和图 5 类似的电路，就可以组成光电控制的即时动作继电器了。图 6 a 为光照动作电路 (亮通继电器电路)。没有光照时，光电管相当于断路，在屏压正半周内，栅负压 e_g 控制着管子不能导电。有光照时，光电流在 R_g 上产生的正偏压抵消了负的 e_g ，使管子导电，从而使继电器动作。由于光电管的工作屏压为几十~几百伏，所以要将它的阳极接到供给闸流管屏压的那段次级绕组的一个抽头上。图 6 b 为光不照

(下转第 3 页)



立体示波管

普通的示波管只能在一个平面上显示出曲线或图像。现在正在研制能显示立体图像的示波管。这种立体示波装置能应用于许多特殊方面，如空中交通控制和宇宙航行问题等。

本文介绍的一种立体示波管是把电子束射到一个旋转的荧光屏上面，再配合电子电路，显示出立体图像。它除了能显示立体图像外，还能较方便地获得彩色图像。它的缺点是亮度不够和需要很复杂的电子电路。关于亮度问题，经过很多研究后，目前可以与一般电视显像管相比。

工作原理

立体示波管结构如图1。在一个抽成真空的球状玻璃泡内，装一个绕垂直轴旋转的网状荧光屏，其转速为900转/分。如要在荧光屏旋转所构成的球体内显示一个亮点，就要在荧光屏转到该点所在平面的瞬间，使电子枪发出一束电子，轰击荧光屏产生亮点。荧光屏受电子轰击的时间不可太长，否则就会由于荧光屏的转动，而使光点拉长成“光条”。为了形成亮点，荧光屏受电子轰击的时间一般短于几百微秒。

旋转荧光屏的转速是900转/分。假设它每转360°被电子束轰击两次，则亮点的闪烁速度为 $\frac{2 \times 900}{60} = 30$ 次/秒。这样，正如电影一样，由于人眼的惰性（视觉暂留现象），所以这个亮点就宛如不动地停留在空间中。根据同样的道理，在荧光屏由于旋转而构成的整个空间内都能产生亮点，因此也就能形成一个立体图像。实验证明，荧光的强度与亮点在球形体积内的位置无关。而人眼观察这种立体示波图像几分钟之久还不会感到疲劳。

电子枪可以用普通电子射线管的电子枪，无论静电偏转或磁偏转都可以。在荧光屏转到与电子束方向平行的时候，显像可能会感到困难。为了解决这个问题，可以在和这个电子枪相

距45°的地方（绕着荧光屏轴转45°）再装一个电子枪。

旋转荧光屏可以根据需要制成不同的形状，如方形、圆形或半圆形。从机械方面说，制造21吋（53厘米多）的荧光屏还是可以实现的。

如果要双色示波，则可以在荧光屏的一半和另一半分别涂以不同颜色的荧光物质。做好后，如果使荧光屏每旋转360°受一次电子轰击，则可以得到两种不同的颜色。如果使荧光屏每旋转180°受一次电子轰击，则可以得到两种颜色的混合色。如果在荧光屏的反面再涂另外两种不同颜色的荧光物质，并且在第一个电子枪的对面再装一个电子枪，则能够进行四色示波。可见用这种方案的立体示波，要获得彩色是很方便的。

扫描

在立体示波管中，可以采用一般的电视光栅扫描。因为扫描速度远远大于荧光屏的转速，所以在扫描时荧光屏可以看作是近似不动，这样电子束就扫出一个平面图像。随着荧光屏的转动，电子束就连续地在许多个平面上进行平面扫描，产生了立体图像。整个荧光屏旋转球体可以分为180个平面，两个相邻扫描平面间的夹角是1°。用这样的速度进行扫描，就要在 $\frac{1}{90}$ 秒内进行180次平面扫描，这就要求偏转电路和选通电路有很宽的频带。由于要进行大面积的扫描，所以立体示波管的亮度就有所减弱。

驱动电路

立体示波器装置的驱动电路如图2所示。驱动电路的作用在于把存储在磁鼓中的信息转成模拟信息，经过变形，送到示波管。

首先，对每个目标的信号强度和位置，以数字信息的形式存储在磁鼓中。磁鼓中总共有22条磁迹记录带，X轴和Y轴的数字信息直接记录在其中18条上，另外三条上面记录的信息控制着强度即亮度（共有8种不同的亮度等级），最后一条上面是时间信号，它的作用是使磁鼓位置和荧光屏的转

动之间保持同步。这样，磁鼓中就记录着各个目标的位置和亮度的信息。

从磁鼓输出的数字信息，再经过信息变换器转换成模拟电

压。因为当荧光屏处在不垂直于电子枪轴的位置时，会产生图像畸变，所以偏转电压在输入示波管偏转装置之前，必须通过梯形变形网络。从变形网络出来的信号加在示波管上，就能显示出立体图像。从上面的叙述可见，立体示波器的驱动电路是很复杂的。

（敏节译自美国“电子学”

杂志1962年44期）

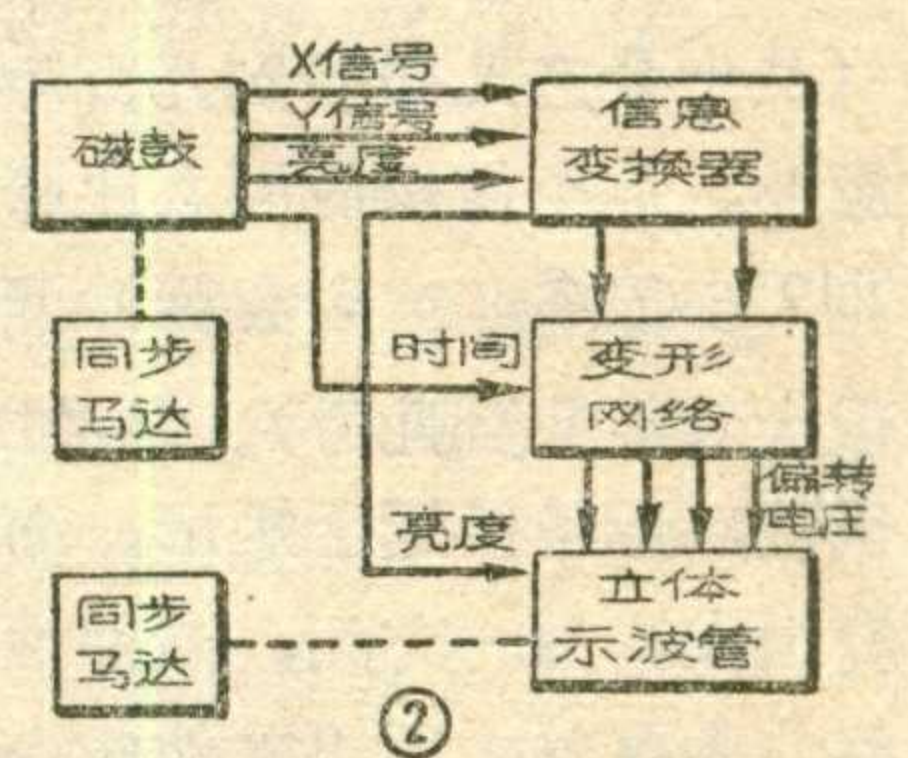
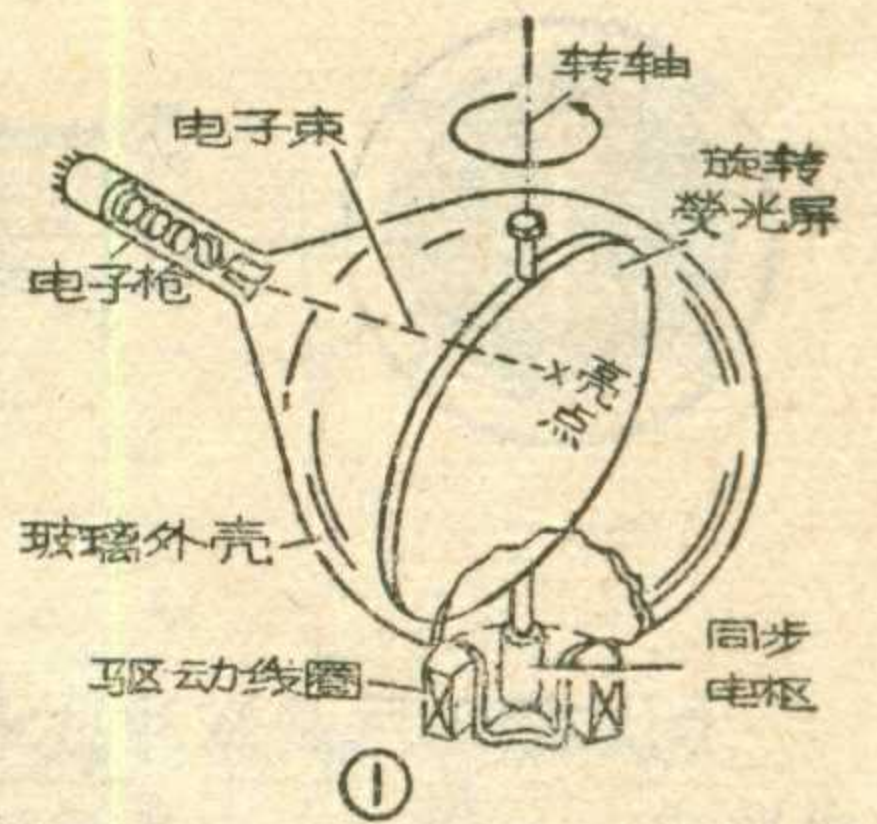
（上接第2页）

动作电路（暗通继电器电路）。由于栅极经 R_g 和阴极接通，所以在无光照时，闸流管导电。有光照时，在闸流管屏压的正半周内，光电流在 R_g 上的电压降使闸流管栅压为负，并低于临界点火栅压，故闸流管不导电。由于光电管内阻很大，可以限制闸流管栅流，所以图5中所接的限流电阻 R_c 在此可以省去不用。

当然，也可以用电子管组成上述功用的继电器电路。但由于电子管屏流不够大，常常不能直接使一些功率较大的继电器吸动，而用闸流管时只要一个管子就能胜任，使电路大为简化，增加了可靠性，并降低了成本。

* * *

以上只是举了几个简单的例子。事实上，各种闸流管，也和其它电子管一样，广泛地用在通信、雷达、自动控制、测量与计算技术、医疗设备，以及其他许多国民经济部门中。只要掌握闸流管的基本特性，灵活运用，就能解决许多实际问题。





間歇振蕩器

刘 瑾

間歇振蕩器是脉冲技术中的基本电路之一。它可以产生持續時間很短(从十分之几微秒到几百微秒)的窄脉冲。这个持續時間 t_u 比脉冲重复周期 T 小很多,或者說脉冲間隔度 $\frac{T}{t_u}$ 很大(从几到几万)。脉冲的前后沿很陡,形状接近于矩形,而且脉冲幅度很大。另一方面,这种振蕩器的綫路非常简单,所用零件极少。因此,它在脉冲技术中获得了很广泛的应用。例如,电视接收机的行扫描和幀扫描主振級(这里要求产生比扫描正程短很多的窄脉冲),大都采用間歇振蕩器。在要求輸出脉冲功率的场合,例如雷达发射机的脉冲調制器,也常采用間歇振蕩器。

工作原理

图1是間歇振蕩器的电路图。驟然看来,这个电路可能有一个平衡状态,即各个元件上的电压和电流具有恒定数值的状态。但是,如果变压器綫圈間的耦合足够强,这个平衡状态就是不稳定的。当屏流偶有变化或栅路中出現电流时,平衡状态就被破坏,电路中就会产生振蕩。这个振蕩可以分为四个过程:(1)休止期,(2)形成脉冲前沿,(3)形成脉冲頂,(4)形成脉冲后沿。这四个过程依次周而复始地循环着。

休止期。我們从休止期开始进行分析。在休止期間,电容器 C 上充有很高的电压,其极性如图1所示(这一点以后将会证实)。这个电压使电子管处于截止状态,屏流 i_a 和栅流 i_g 都等于零,而屏压 u_a 等于电源电压 E_g ,如图2中在 t_1 以前的一段时间內的各个曲綫所示。在休止期內,电容器通过大电阻 R 以及变压器栅极側綫圈 G 放电。因为 R 和 C 的数值很大(時間常数很大),所以放电很緩慢,放电电路中綫圈的作用可以忽

略。由于放电,电容器上的电压 u_c 逐渐减小(图2a),电子管栅压 u_g 逐渐升高(图2b),但是在升高到电子管截止栅压 $-E_{g0}$ 以前,电子管都是截止的,振蕩器一直保持为休止状态。

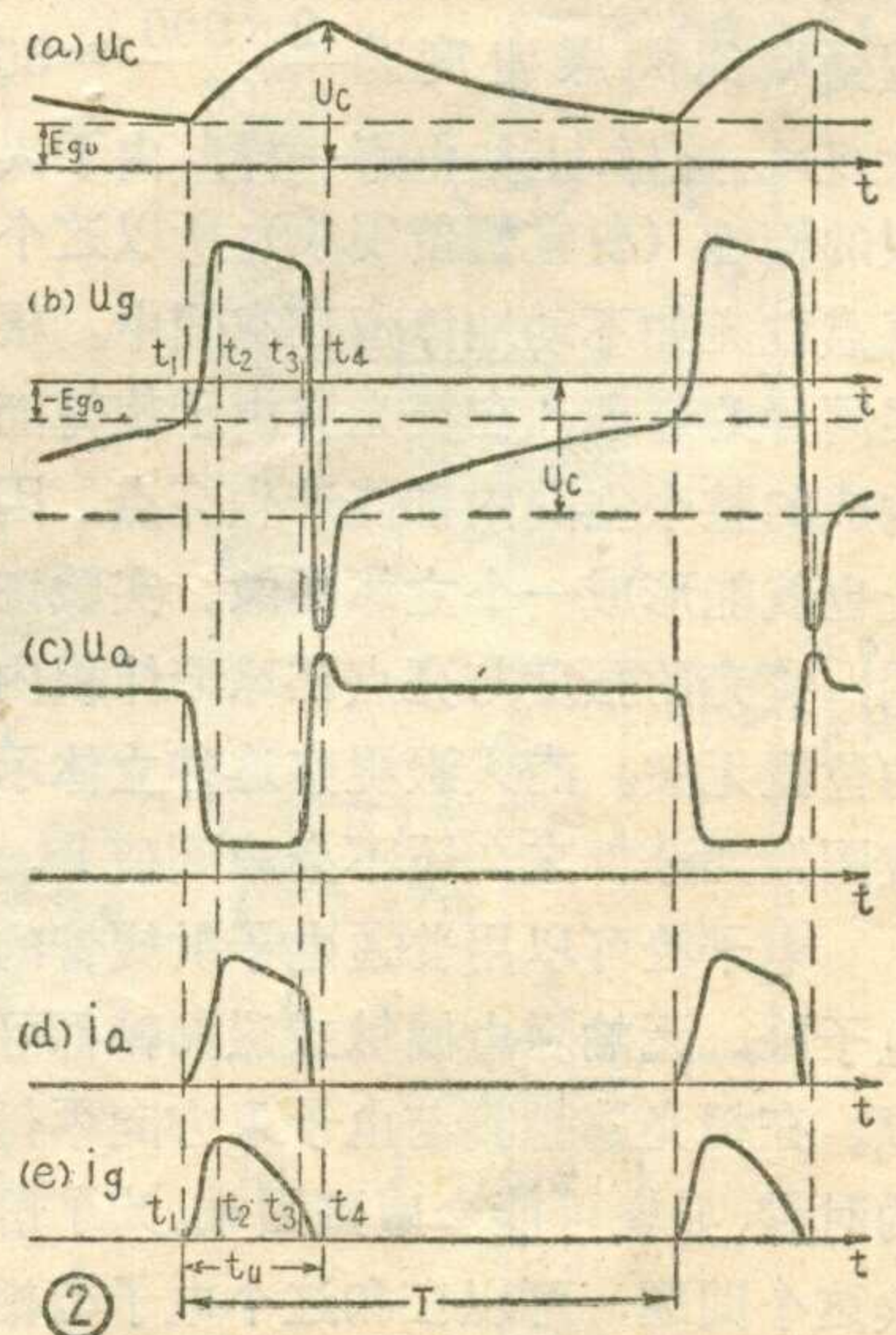
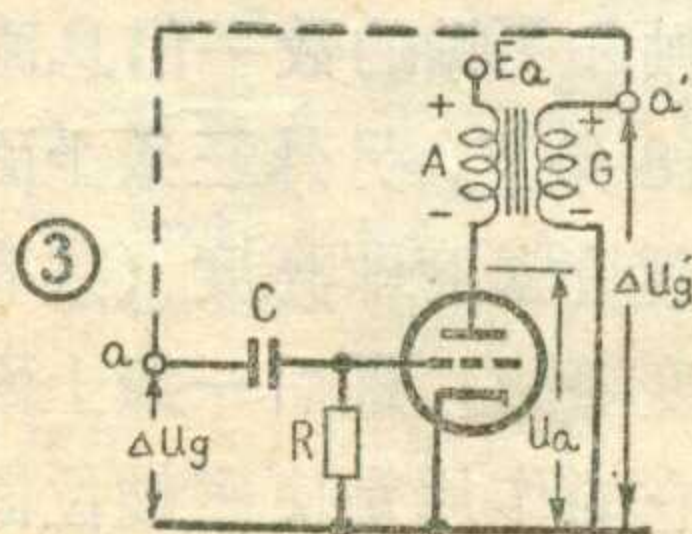
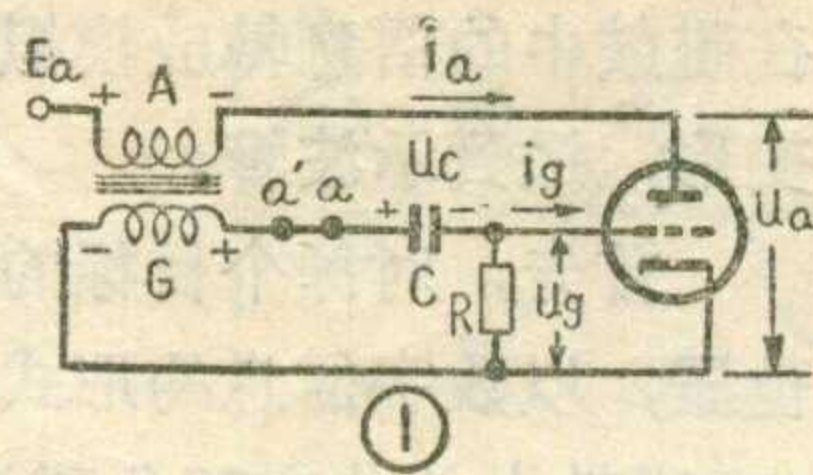
形成脉冲前沿。当栅压 u_g 由于电容 C 的放电而上升到截止栅压 $-E_{g0}$ 时(图2中 t_1 点),电子管开始导电。这时电子管将处于正反馈放大状态,电流和电压能够发生雪崩式的突变,形成很短的脉冲前沿。为了說明这一点,我們把图1电路从 aa' 两点断开,画成图3的样子。这样就成了一个变压器耦合放大器。从 a 点輸入一个交变电压 Δu_g ,在 a' 点就有一个交变电压 $\Delta u_g'$ 輸出。适当选择变压器的变压比,显然很容易使放大倍数 $K = \frac{\Delta u_g'}{\Delta u_g}$ 大于1。同时,按图3所示极性连接变压器,使得 a' 点对交流电压的相位和 a 点相同。这样,把 aa' 点連起来,就成了一个正反馈放大系統。这时,如果屏流略有增加,它就在变压器的两个綫圈中产生出如图3所示极性的电压。 a' 点的电压通过耦合电容 C 送到电子管的栅极,使栅极电位升高,而栅极电位升高又使屏流进一步增大,屏流增大又在变压器中感应出更高的电压,使栅极电压进一步升高……。这样循环不已,就产生了一个雪崩式的突变过程。一方面,屏流突增到很高的数值。另一方面,綫圈 G 、 A 中突然产生很高的感应电压,使栅压突然从負值經過零增到很大的正值,出現很大的栅流,而屏压

則从 E_a 突然降到很小的数值(图2中 t_1 到 t_2 間的各曲綫)。

但是由于电子管特性的限制,屏流不可能无限地增长。由于栅压升高,屏压降低,往往会使栅压比屏压还要高很多。从电子管阴极发射的电子,有相当大的部分落到栅极上,形成强栅流。电子管达到强栅流工作状态,其等效跨导就降低,使得图3所示那个放大器的放大倍数降低。当放大倍数小于1时,雪崩过程就会停止,屏流就稳定下来(图2中 t_2 点)。这时候,就开始了形成脉冲頂的比較緩慢的过程。

形成脉冲頂。这时候,屏流和栅流都增长到相当大的数值。栅流通过电子管栅-阴极間电阻 R_{gk} 对电容 C 充电,使电容两端的电压 u_c 增加(图2a)。如果变压器綫圈兩端的感应电压基本上不变,电容 C 上的电压增加就使栅极电压 u_g 下降(图2b)。栅极电压下降就会使栅流减小(图2e)。

大家会問,既然屏流的变化已經比較緩慢了,为什么綫圈 A 、 G 兩端仍有很大的感应电压呢?这是因为,不仅是屏极綫圈 A 中流过屏流 i_a ,而且栅极綫圈 G 中也流过相当大的栅流 i_g 。变压器綫圈中的感应电压不是决定于一个綫圈的电流,而是决定于屏流与折合到屏极綫圈去的栅流之



差，即所謂激磁电流。在脉冲頂期間，虽然屏流变化很慢，但栅流却相当快地减小，所以激磁电流的增长速度还是很快，从而能維持变压器綫圈中的感应电压基本上不变。

随着电容 C 的充电，栅极电压的降低以及栅流的减小，电子管就逐渐从强栅流状态向弱栅流状态过渡，等效跨导逐渐增大，图 3 所示放大器的放大倍数也逐渐增加。到达 t_3 时，这个放大倍数又重新大于 1，电路又处于正反馈状态，于是将出现雪崩式的不稳定过程，脉冲頂就在这一瞬間結束，轉入形成脉冲后沿的过程。

形成脉冲后沿。 到达 t_3 以后，跨导增大到栅压能够显著控制屏流的地步。栅压 u_g 繼續降低，就会使屏流 i_a 显著减小。屏流一减小，綫圈 G 中的感应电压也随着减小，使栅压 u_g 进一步降低。这样又使屏流 i_a 进一步减小，屏流减小又使栅压 u_g 急剧降低……。这个雪崩过程一下子就使电子管截止。电子管截止了，綫路的放大倍数就等于零，所以雪崩过程也就終止了。

当电子管截止的时候，变压器綫圈中由于感应作用，产生了数值很大但极性相反的电压，不过它們迅速地下降到零。此后就开始了休止期。

我們知道，在形成脉冲頂的期間內，栅流对电容 C 充电，使 u_c 增加到最大值 U_c (图 2a)，所以在形成脉冲后沿的雪崩过程停止以后，电容器 C 上充有很大的电压（极性如图 1 中所示），使电子管处于截止状态。这就是我們一开始分析休止期时所假設的情况。以后，这四个过程就繼續循环下去，形成了間歇振蕩。

几点說明

从上面的分析可見，在形成脉冲頂期間，电容器是經過电子管栅-阴电阻 R_{gk} 从 E_{g0} 充电到 U_c ，而在休止期間，則經過电阻 R 从 U_c 放电到 E_{g0} 。由于 R 甚大于 R_{gk} ，所以休止期間 ($T-t_u$) 要比脉冲持續時間 t_u 大很多倍。休止期大約等于時間常数 RC ，

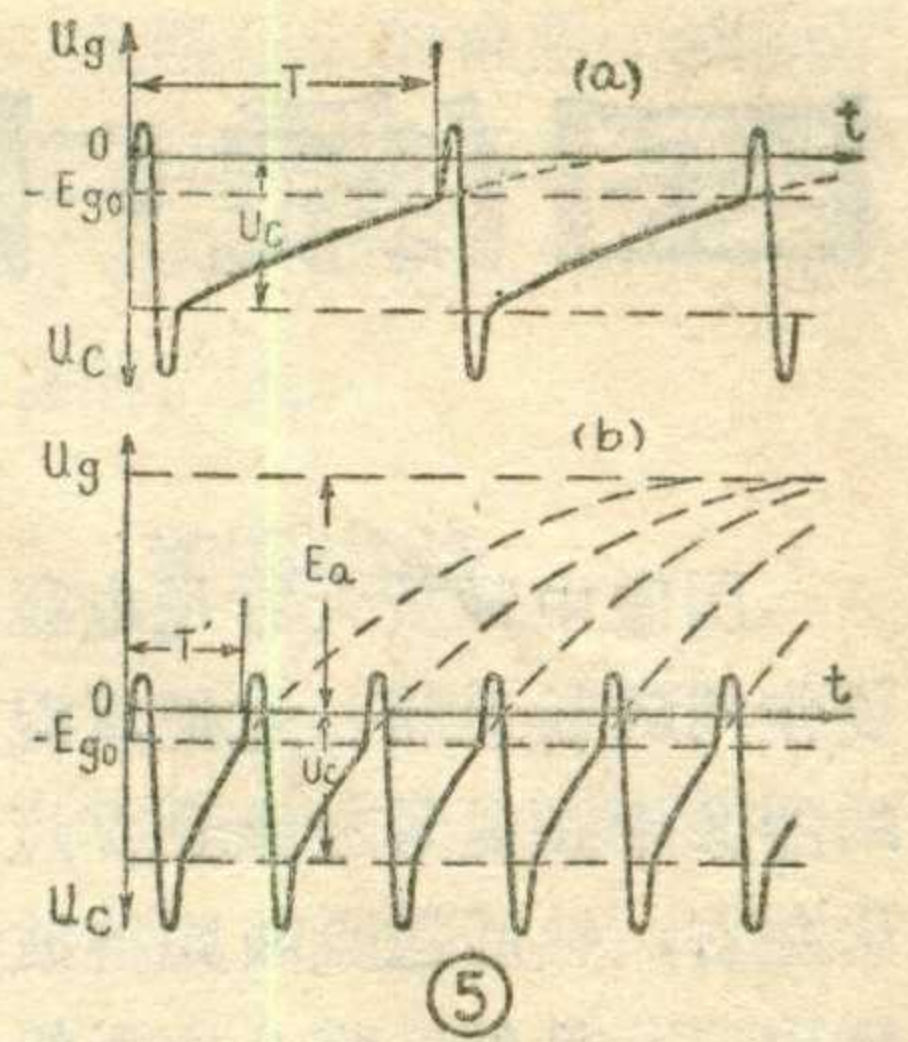
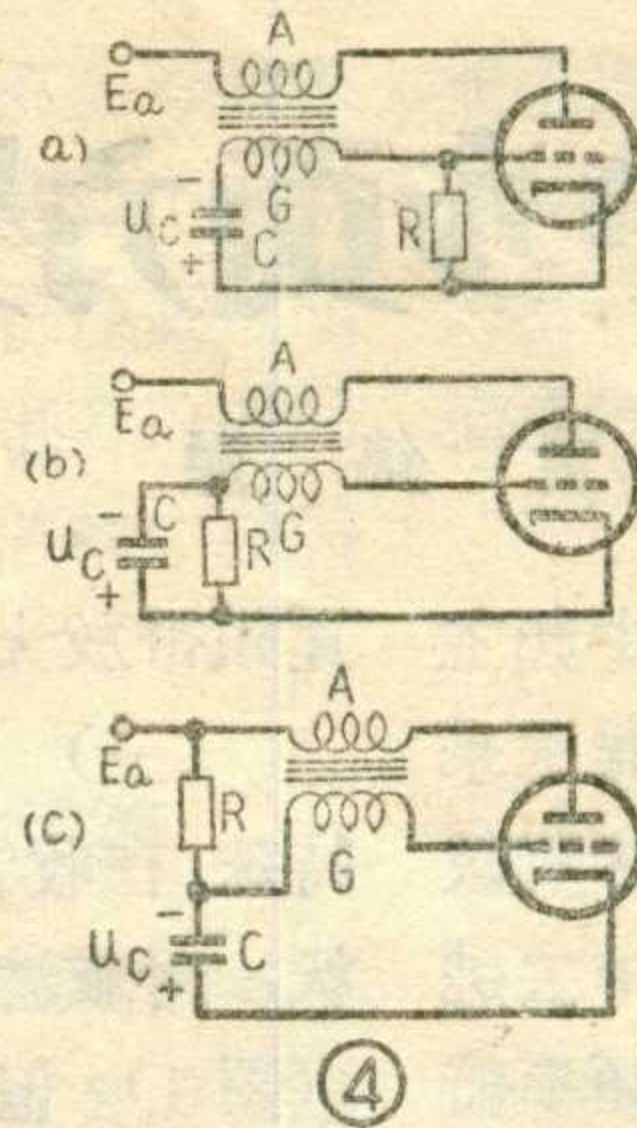
因此，脉冲重复頻率 F 大致上可按 $F = \frac{1}{RC}$ 計算。脉冲宽度决定于变压器的激磁电感 L_m 和电容 C 。 L_m 和电容 C 越大，則脉冲越寬。一般是先根据給定的脉冲宽度来确定电容 C 的数值，然后用改变 R 的办法来改变重复頻率。

脉冲前后沿所占時間的大小决定于变压器的分布电容和漏感，在繞制变压器时应尽量减小它們。

为了把脉冲輸出到其它电路，通常在变压器上另繞有負載綫圈。这个綫圈的匝数应使得間歇振蕩器的参数和外电路相匹配。利用負載綫圈能得到正极性或负极性的脉冲。也可以直接从屏极取得负极性的脉冲（这时脉冲幅度一般达到电源电压的 80% 左右），或从栅极取得正极性的脉冲。最后，还可以在电子管阴极电路中接一个小电阻（10~500 欧），从阴极取得正脉冲。

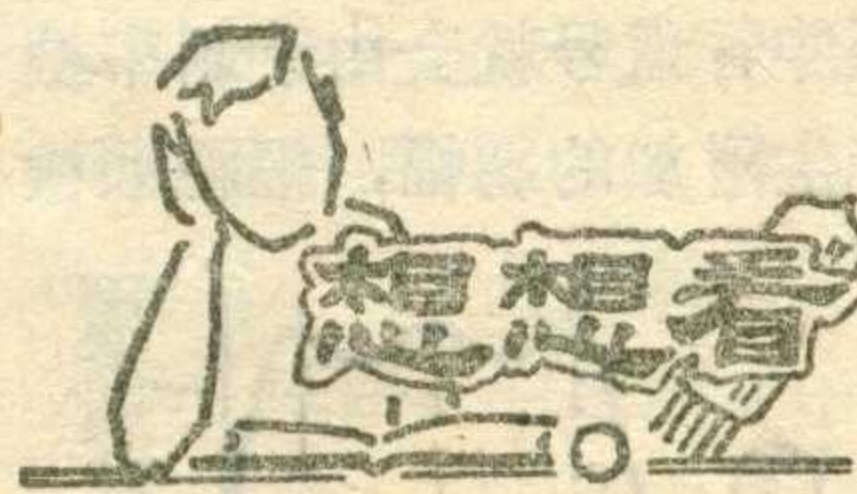
电路的变形

以上討論了間歇振蕩器的典型电路。实际应用时，有时把电路的接法作某些改变，如图 4 所示，但其工作原理是大同小異的。图 4a 中只不过把电容 C 的位置換了一下，电路結構沒有变化。图 4b 中把 R 也換到綫圈 G 的外面。它的工作过程和典型电路不同的地方是，在休止期間，电容器 C 直接經過 R 放电，而不通过变压器



的綫圈 G 。但是，由于电容器的放电速度很慢，脉冲变压器綫圈的电阻又很小，事实上在休止期間可以认为綫圈 G 是短路的。放电电流是否通过这个綫圈，对振蕩器的工作并没有什么影响。

图 4c 和图 4b 不同的地方是 R 不接阴极，而是接到阳极电源去。对于图 4b 的电路，在休止期間，电容 C 上电压 u_c 的变化趋势是从最大值 U_c 放电到零 (图 5a)。但是对于图 4c 的电路，由于电源 E_a 和电阻 R 的作用，电源力图把电容器反向充电到 E_a (图 5b)。但是，由于电子管在 $u_g = -E_{g0}$ 时即已开始导电，产生雪崩过程，所以反向充电到此为止。而在形成脉冲頂的期間，由于栅流的作用， u_c 仍充电到最大值 U_c 。从图 5a 和 5b 的对比可以看出，即使在時間常数 $\tau = RC$ 相同的条件下，图 4c 电路的周期 T' 也比其余各种电路的周期 T 小。另外，由于在休止期間电容 C 被反向充电的曲綫較陡，所以它和 $-E_{g0}$ 綫的交点也比較固定，即电子管开始导电的时刻比較固定。因此，图 4c 电路的工作比較稳定。



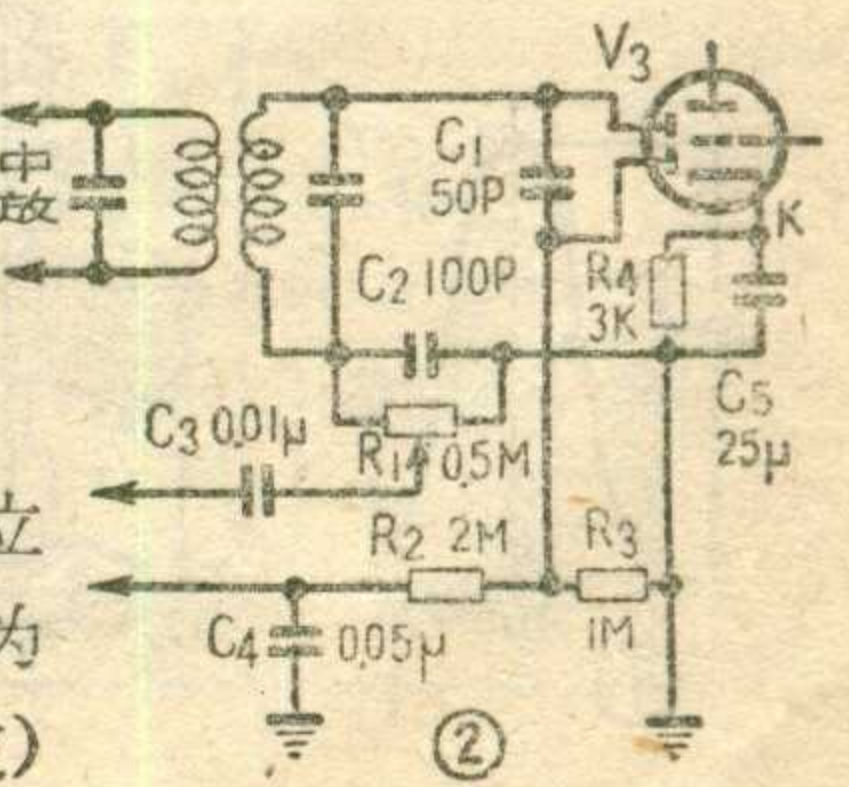
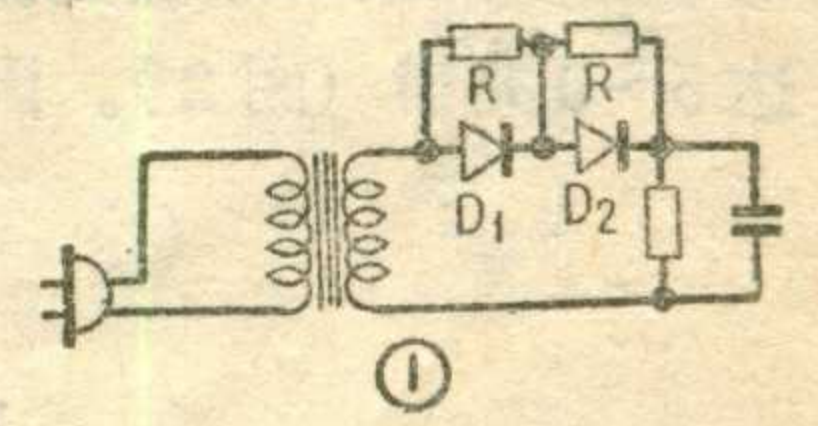
1. 在半导体整流器中，如果用两个以上的半导体二极管时，为什么要在每个管子上并联一个数值相同的电阻 (图 1)? (饒舜卿、金鹿)

2. 一架具有延迟式自动增益控制的五灯收音机，收听强电台信号时声音正常，收听微弱信号时却无声。經检查发现檢波級有毛病 (电路見图

1. 在半导体整流器中，如果用两个以上的

2), 你看那里錯了? (蕭振华)

3. 打开五灯收音机，当沒有收到电台时，喇叭里有很响的“沙沙”声，但是一旦收到信号后，噪声就立即消失了。为什么? (張波)



图像中频放大器

黄锦源

图像中频放大器是电视机中起主要作用的放大器。它把从混频器送来的图像中频信号放大到零点几伏到数伏左右，然后送到视频检波器中去进行检波。另外，整个电视机的频率特性，也基本上由中频放大器来决定。

对于双通道式电视机，伴音中频信号是用单独的伴音中频放大器来放大的。为了避免伴音信号对图像的干扰，图像中频放大器就不必对伴音中频有任何放大。在单通道式电视机中，图像和伴音信号是在视频检波器后面才分开的，而且在检波器中，伴音中频信号应当有一定的电平，才能和图像中频信号差频，产生出频率为6.5兆赫的第二伴音中频信号。因此，图像中频放大器在放大图像中频的同时，也要对伴音中频信号作适当放大。下面主要就单通道式电视机进行讨论。

图像中频放大器的特点

(一) 频率高。电视接收机里的中频比收音机中频高得多。这主要是因为电视信号的载波频率非常高(属于超短波)，如果中频不够高，镜像干扰就会很严重。我国规定的图像中频是34.25兆赫，伴音中频是27.75兆赫。

(二) 频带宽。在收音机里，中频放大器的频带宽度约为15千赫(图1)。但在电视机里，为了获得良好的清晰度，图像中频放大器的频带宽达5~6兆赫(图2)。因此它是一个

宽频带放大器。

(三) 频带特性曲线的形状比较特殊。在收音机里，中频频带特性的形状，对载波频率来说基本上是对称的(图1)。但在电视机里，中频频带特性的形状，对载波频率来说则是根本不对称的(图2)。图像中频载波刚好处在曲线斜边高度为50%的地方(只有一半的放大量)。这是因为电视发送是采用部分边带抑制法，即只发送图像信号中上边带的全部和下边带中0.75兆赫以下的低频分量(参看本刊1963年第6期“电视信号的特点和传送”一文)。这实际上等于把0.75兆赫以下的低频分量以双边带发送，而0.75兆赫以上的高频分量则仅以上边带发送。经过变频以后，上边带变成了下边带。图2的特性曲线恰好能通过0.75兆赫到5~6兆赫的下边带，并使0.75兆赫以下的低频分量削弱一半，以补偿由于发送特性所造成的低频加重的失真。由图像中频载波至斜边顶端或底端的距离，均应为0.75兆赫。

在伴音中频载波上，频带特性曲线下降到最高处的5%左右(对双通道式来说，则应降到零，即没有放大)，以减小伴音信号对图像的干扰。另外，下凹的地方应有平坦的响应，宽度要在200千赫以上。否则伴音中频信号会落在曲线陡峭部分。这样一来，已调频伴音信号就会由于斜率检波的作用产生附加的调幅，经视频检

波器后就会得出音频信号，结果会在图像上出现影条干扰。

为了把伴音中频信号压低到5%左右，常在中频放大器内附加一些高Q值的调谐回路，来滤除伴音中频信号，通称为“吸收回路”。

(四) 构成所需频带的方式也比较特别。收音机中常用的双调谐回路在这里用得比较少，原因是调整相当困难。在图像中频放大器中，大都采用多级单调谐回路。不过这些单回路不是调到图像中频载波上，而是分别调到较低的几个不同频率上，以合成一个较宽的通频带。图3表示由两级放大器中的三个回路构成总合中频特性的情况。这种情况叫做“参差调谐”，其优点是容易调整，而相位失真较小。

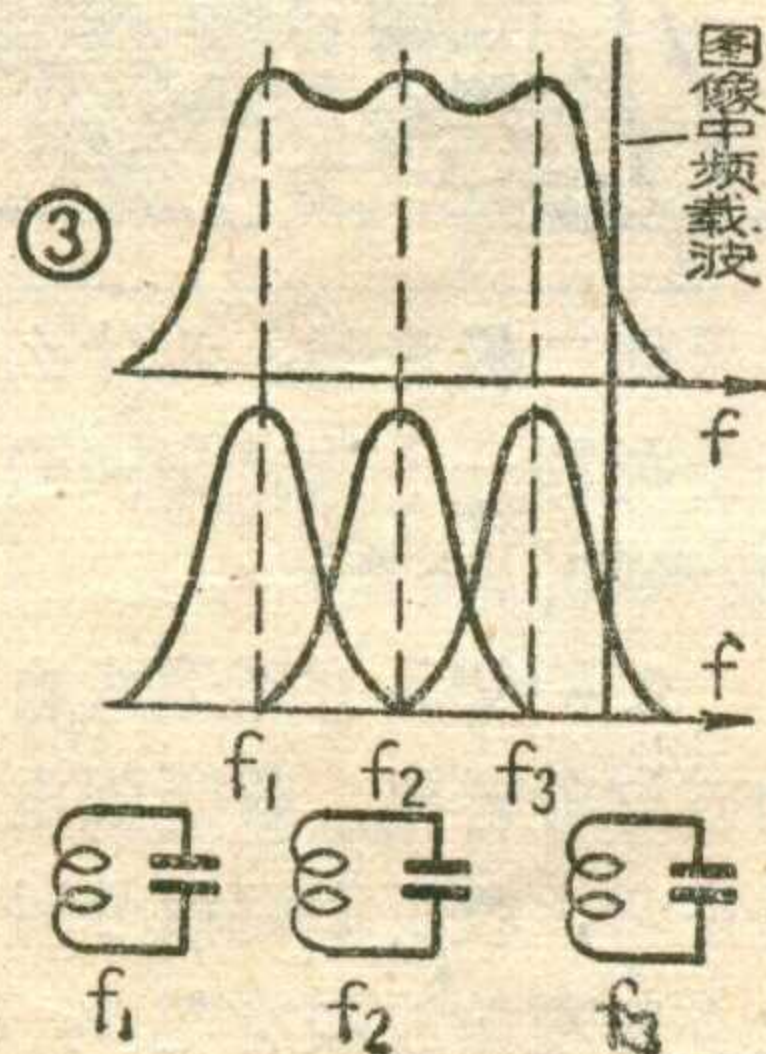
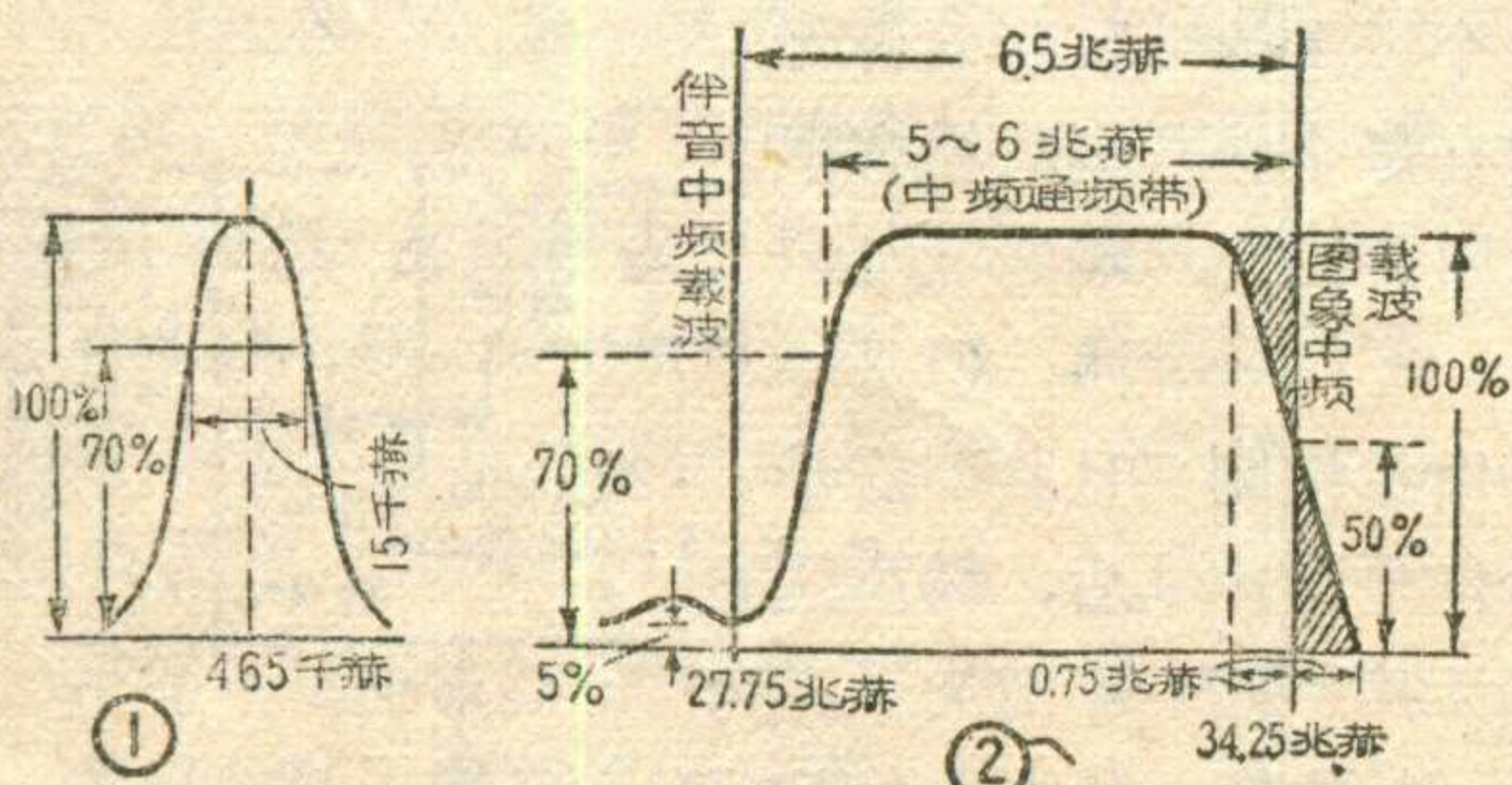
为了获得较宽的频带，常需要在调谐回路上并联一个数值很小的电阻(几千欧)，以降低回路的Q值。这也是和收音机中不同的地方。

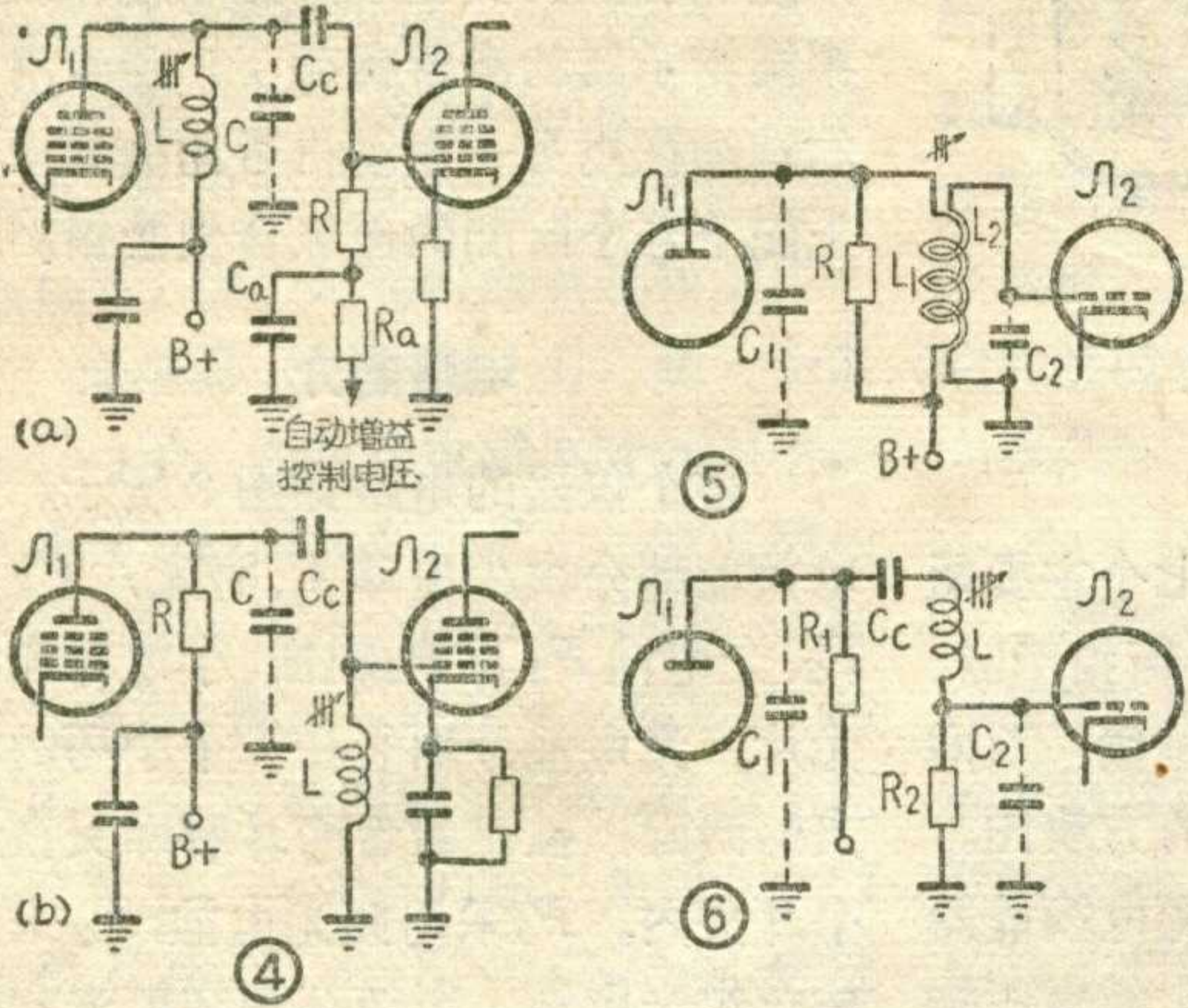
(五) 在频带很宽的条件下，要想获得较高的增益，就必须尽可能减小回路电容和增大电子管的互导。所以图像中频放大器中常常只使用电子管的极间电容和布线电容作为调谐回路的电容，而不外加任何电容。于是，频率的微调只能借助于旋转电感线圈的磁心。同时，还必须采用输入和输出电容很小，而跨导很高的五极管，例如6J1(6Ж1П)等。

基本电路

图像中频放大器通常包括2~4个单调谐回路放大级。

图4是单调谐放大级的基本电路。其中a是串联馈电式电路，b是并联馈电式电路。图中虚线所示的电容c代表极间电容和布线电容，它和电感L形成一个并联调谐回路，给出单峰频带特性。R在这里用来和回路并联以加宽频带，在图4a中，它还兼作栅漏电阻，在图4b中，则兼作直流屏流的通路。C_c是耦合电容。图5是双线圈并绕变压器单调谐回路放大级。这里线圈L₁和L₂的导线是并在一起绕制的，所以耦合非常紧，漏感可以忽略。因此初次级电路和一个单调谐回





路等效，其頻帶特性也是單峰的。圖6是所謂串聯調諧放大級。調諧電感 L 和信號電路是串聯的，因此它將總電容分成 C_1 和 C_2 兩部分。這樣，有效調諧電容將是 C_1 和 C_2 的串聯值，所以數值變小了，因之電感 L 就可用得大一些。這個電路實際上就是一個 π 型濾波器，也給出單峰頻帶特性。

圖4a的串聯饋電式有一缺點：當干擾脈沖來到，在電視機熒光屏上產生黑點(或條)時，後面容易出現白色尾巴。這是因為強大的干擾脈沖使 J_2 產生柵流時，會將耦合電容 C_c 充電。當干擾過去後， C_c 又經 R 放電產生很大的負偏壓，這將使 J_2 的增益降低，甚至截止。因此這種電路一般只用在前面的級中，因這時干擾還未被放大，影響較小。採用並聯饋電式就不會有出現白色尾巴的現象，因為這時柵極到地間的繞組 L 的直流電阻非常小。雙線並繞變壓器式電路使用得很廣泛，因為它省去了耦合電容，因而能簡化結構，減少分布電容和消滅拖白尾現象。由於初次級間的直流電位差很高，所以繞圈間的絕緣要很好。圖6的串聯調諧電路多用於混頻級和第一級中放之間，因為這裡通常距離較遠，分布電容較大。

中頻放大器還可加入自動增益控制電壓，圖4a的 R_a 和 C_a 就是為此而設的。控制電壓一般加在前面幾級，而不加在最後一級的柵極，這是因為末級的輸入信號很強，宜採用不變動的陰極偏壓以減少失真。此外，在加有自動增益控制電壓的級中，其

陰極電阻常不加旁路電容，其目的是加上一些負反饋，使得控制電壓變化時輸入電容的變動較小，因而總的中頻特性比較穩定。

吸收回路

對吸收回路的要求有三：(一)應能將伴音中頻信號的放大倍數衰減到5%左右；(二)伴音中頻載波附近應有

200千赫以上的平坦頻帶；(三)在它的附近不要過份地影響中頻特性的形狀，以免減少圖像的高頻分量而損害清晰度。吸收回路除了濾除伴音中頻信號外，有的電視機還用它來濾除鄰近頻道的圖像和伴音載波信號。

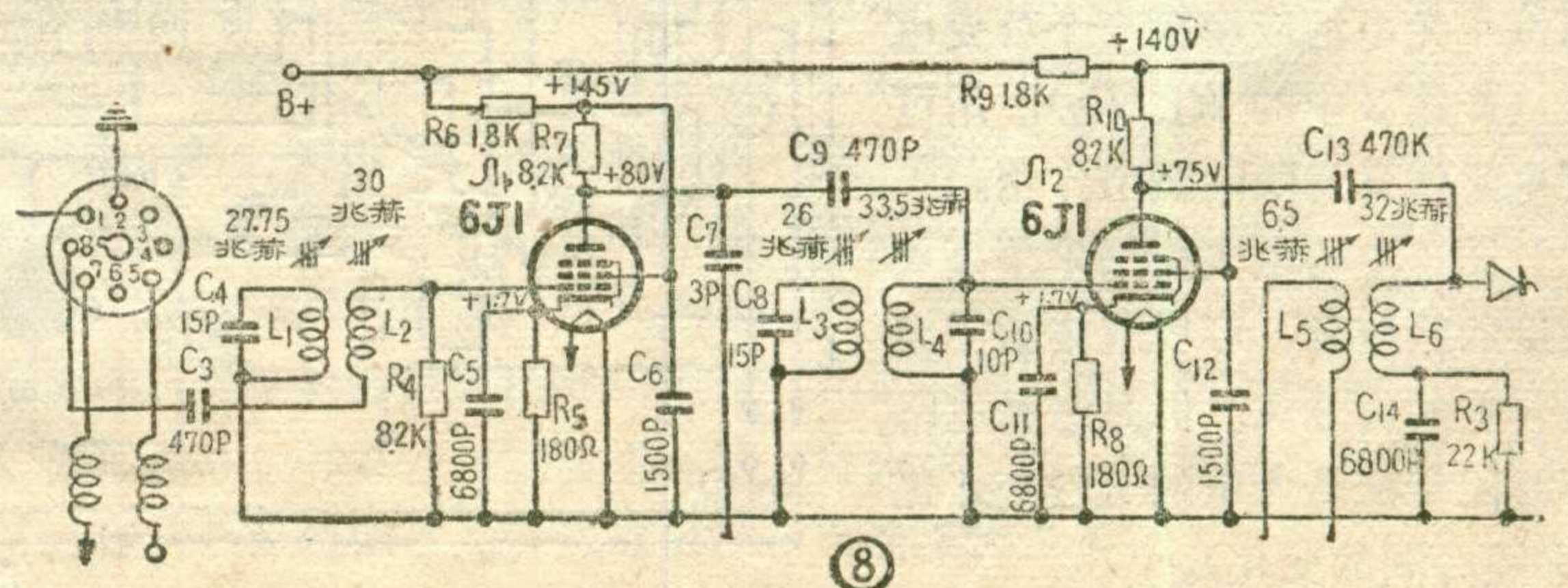
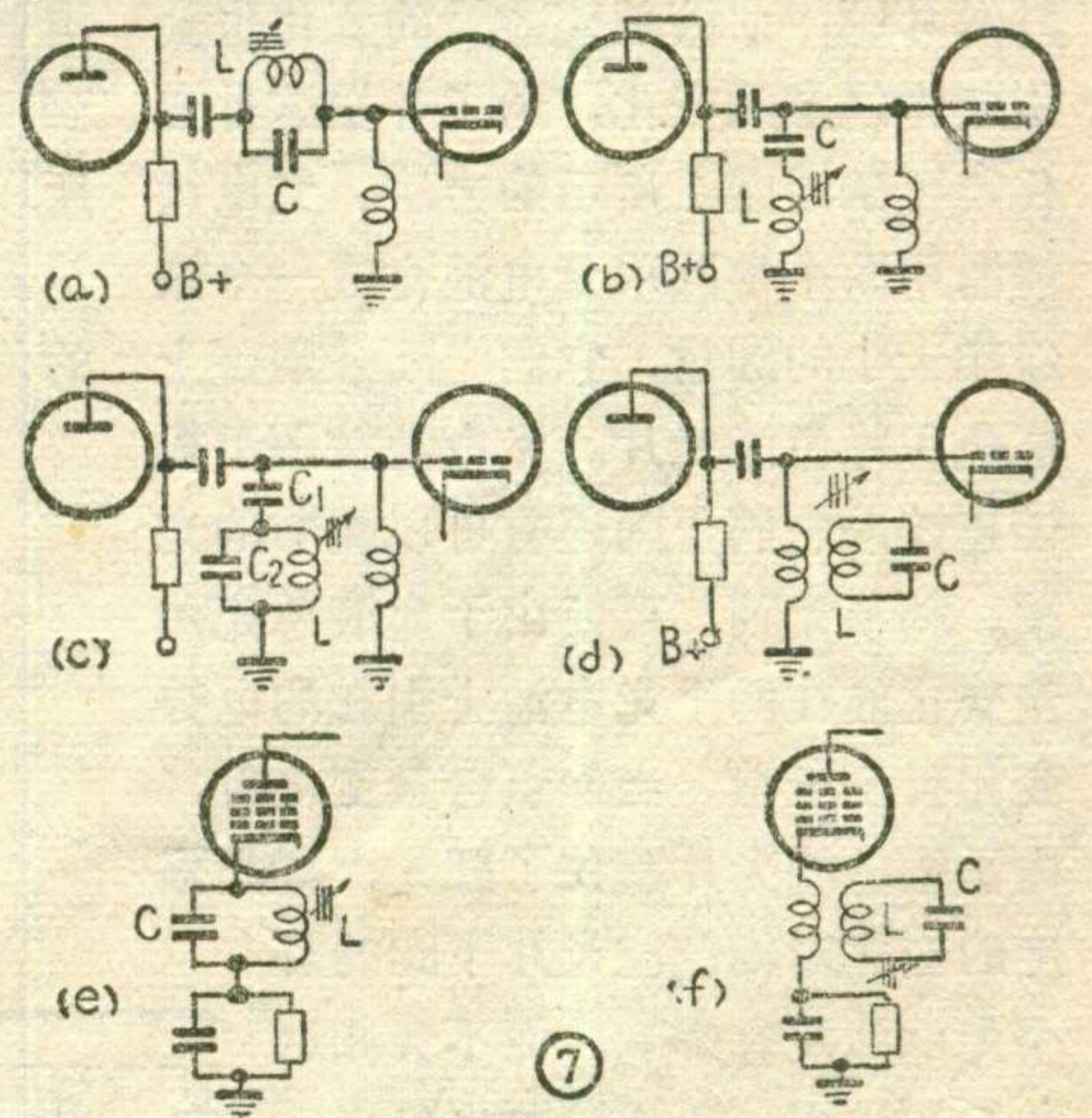
圖7示幾種形式的吸收回路，其中圖a是利用 LC 並聯調諧回路串接於信號電路，這個回路諧振於伴音中頻載波頻率，阻抗很大，故伴音中頻通不過。圖b是在電路中並聯一個 LC 串聯調諧回路，串聯諧振時阻抗很小，故將伴音中頻信號短路。圖c是圖b的改進電路， LC_2 諧振頻率比伴音中頻載波高一些(稍高於27.75兆赫)，這時阻抗很大，沒有什麼分路作用，故圖像的高頻分量不會削減太多。在伴音中頻時， LC_2 表現為感抗，和 C_1 恰好形成串聯諧振，於是將伴音信號短路。圖d中 LC 調到伴音中頻，它和電路作電感耦合，在伴音中頻上反射一個很大的阻抗和初級電感串聯，因而降低其 Q 值和該級的增益。圖e是在陰極電路加入 LC 回路，它在伴音中頻上

並聯諧振，呈現很大的電阻，因而產生負反饋以降低該級在伴音中頻附近的增益。至於圖f則是這種電路採用變壓器耦合的形式。

實際電路

北京牌電視機的圖像中頻放大器(圖8)共有兩級，調諧回路有三個，以構成所需的頻帶特性。由混頻級到第一級中放的柵極所採用的電路就是圖6的串聯調諧式，混頻級屏極電路的電容及電阻相當於圖6的 R_1 、 C_1 、 C_3 (470pf)相當於耦合電容 C_c ， L_2 相當於 L ， R_4 (8.2K)作為柵偏及加寬頻帶的電阻，相當於 R_2 ，柵極側總電容相當於 C_2 。電感 L_2 調諧於 $f_1=30$ 兆赫，給出一個單峰頻帶特性(參看圖3)。由 L_1 和 C_4 組成的吸收回路採用圖7d的形式，調諧於27.75兆赫，將伴音中頻信號壓低。第1級中放採用6J1(6Ж1П)五極管，它的屏極到第2級中放柵極採用圖4b的並聯饋電單調諧回路。 R_6C_6 作為退耦濾波之用， R_7 供給直流屏流，並用來加寬頻帶。 C_9 是耦合電容， L_4 和外

(下轉第15頁)



血氧饱和度描记器

向多式

这里介绍的一种血氧饱和度描记器，能够放大慢变化的电量，所以这种电路也适用于温度自动记录，照度自动记录及其它慢变化微弱电量的测量和记录。

血氧饱和度及其测量

了解血液中含氧量的百分率，是医疗诊断中的一个重要问题。这种了解在动手术和麻醉过程中更为紧要。测量血氧饱和度时，一般应用光电系统。由于血液红色的深浅是随血红蛋白含氧量而变化的，所以只要用一只小电珠照透耳廓，并使透过耳廓的光照射在光电池上，就能把血液红色深浅的变化（即含氧量的变化）变成电流的变化。测量出这种电流的变化，就间接测出血氧饱和度的变化了。

在实际测量中，为了使光电流仅随血氧含量而变化，必须消除小电珠因电源不稳而产生的光度变化。此外，耳廓内血液总充盈量的变化也会引起光通量的变化，为了补偿这种变化，可采用图1所示的方法。光电换能器用两个半圆形光电池合成一个像纽扣大小的圆盘，它们上面分别盖上红色和绿色滤光片。光电池按图示极性连接，它们上面还有可以调节的光阑。调节光阑，可使由于血液总充盈量变化而在两个光电池上引起的电势变化得到抵偿。当血氧含量变化时，由于绿色滤光片遮住了红光，红光强度的变化对绿色滤光片下面的那个光电池没有影响，便不会起这种抵偿作用。不用光阑也可以，但每个光电池应串接一个可变电阻（如图3中的 R_1 、 R_2 ），用可变电阻代替光阑的调节作用。

图1中的电表如果采用高灵敏度的检流计，可以直接读出血氧含量的百分数。但是这种电路不能记录血氧含量的动态变化（即随时间的变化）。

仪器方块图

血氧饱和度描记器有七个主要组成部分，即光电换能器、平衡指示器、变流器、50赫放大器、控制级、双向电动机及电源。图2是它的方块图。

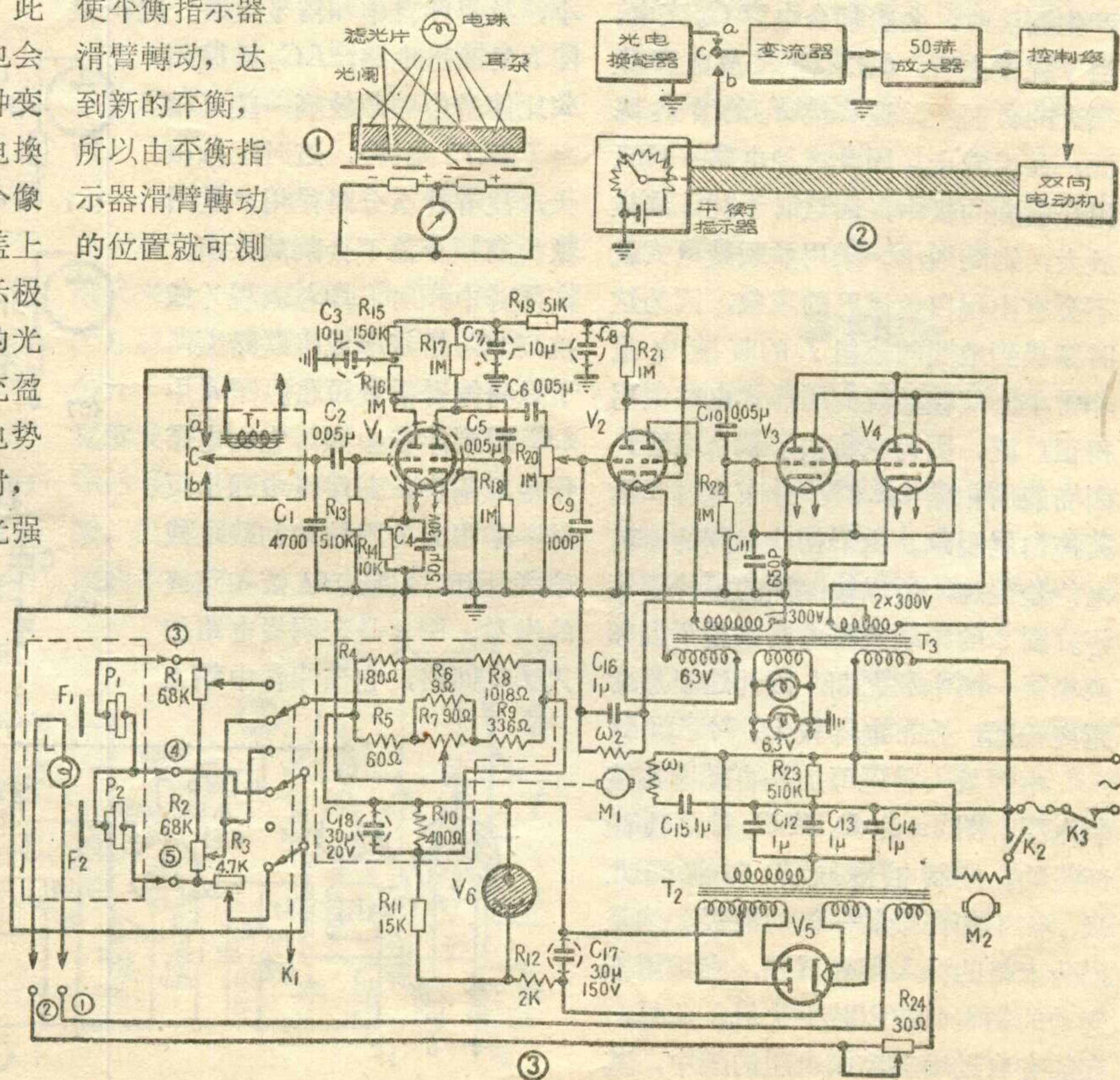
血氧含量的变化通过光电换能器变成电压的变化，这个变化的电压接到变流器的接点a。平衡指示器的滑臂对地也有一个电压，接到变流器的接点b。变流器的簧片c以50赫的频率在a、b间振动，变换与a、b的接触。如果a点与b点的电压不同，变流器就输出像图5(2)所示的信号。这个信号经50赫放大器放大，输入到控制级。控制级在有信号输入时，启动双向电动机，带动平衡指示器滑臂旋转，使a、b点电压相同，便停止转动。这样，血氧含量的变化使a点电压变化，而a点的电压变化破坏了a、b点原来的电压平衡，使平衡指示器滑臂转动，达到新的平衡，所以由平衡指示器滑臂转动的位置就可测

知血氧含量的变化了。记录笔即装在平衡指示器的滑臂转轴上，随着滑臂的转动在用另一电动机带动的记录纸上记下各个时间的血氧含量数据。

电路简介

整个仪器的电路如图3所示。光电换能部分由小电珠L、滤光片 F_1 及 F_2 、光电池 P_1 及 P_2 组成。小电珠和滤光片、光电池分别装在一个小巧的耳夹的两面，被检验者的耳廓即夹在这个耳夹内。 P_1 采用硒光电池， P_2 采用硫化银光电池，以便分别在红光和绿光的照射下能工作在直线特性曲线部分。调节 R_2 可以得到血液总充盈度变化的适当补偿。调节 R_3 可以改变换能器的灵敏度。按下按钮 K_1 ，可以用调节 R_1 的方法定出基准刻度。

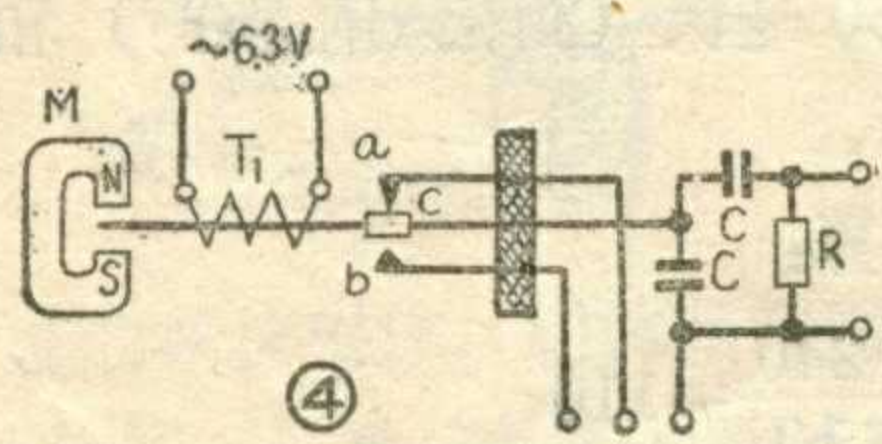
光电变换部分右面的虚线方框内是平衡指示器，它用电磁屏蔽隔离，以防止电动机及外界电磁场的干扰。 R_7 两端的电压是极端稳定的，这是由于采用了稳压变压器 T_2 和稳压管 V_6 （CG-3C），并且在 R_7 上并联了一个低电阻 R_6 ，以及用 R_4 、 R_8 、 R_5 、 R_9 组



成电桥供电电路。 R_7 滑臂由电动机 M_1 经减速装置带动，同时还带动一根指针和一支记录笔在面板上作直线运动，给出指示和在 M_2 带动的记录纸上记下每个时间的血氧饱和度。

变流器（图3左上方）是一个电磁振动子，密封在电磁屏蔽外壳中，通过减震装置装在机盘上。它的结构原理如图4所示。当 T_1 中通有50赫交流电时，簧片 C 即在永久磁铁 M 的作用下以50赫的频率振动。在不平衡的情况下，变流器的输出如图5(2) A 和 B 所示。在不同的不平衡情况下，变流器输出信号的振幅可能有大小之别，但是输出信号的相位只能有两种情况，即与电源电压同相或反相。振幅的大小只要不低于放大器的灵敏度，对于仪器的工作是没有影响的，因为控制级的工作只决定于它输入信号的相位关系。

50赫放大器由 V_1 和 V_2 两只6H9C双三极管组成三级放大器。 V_1 用

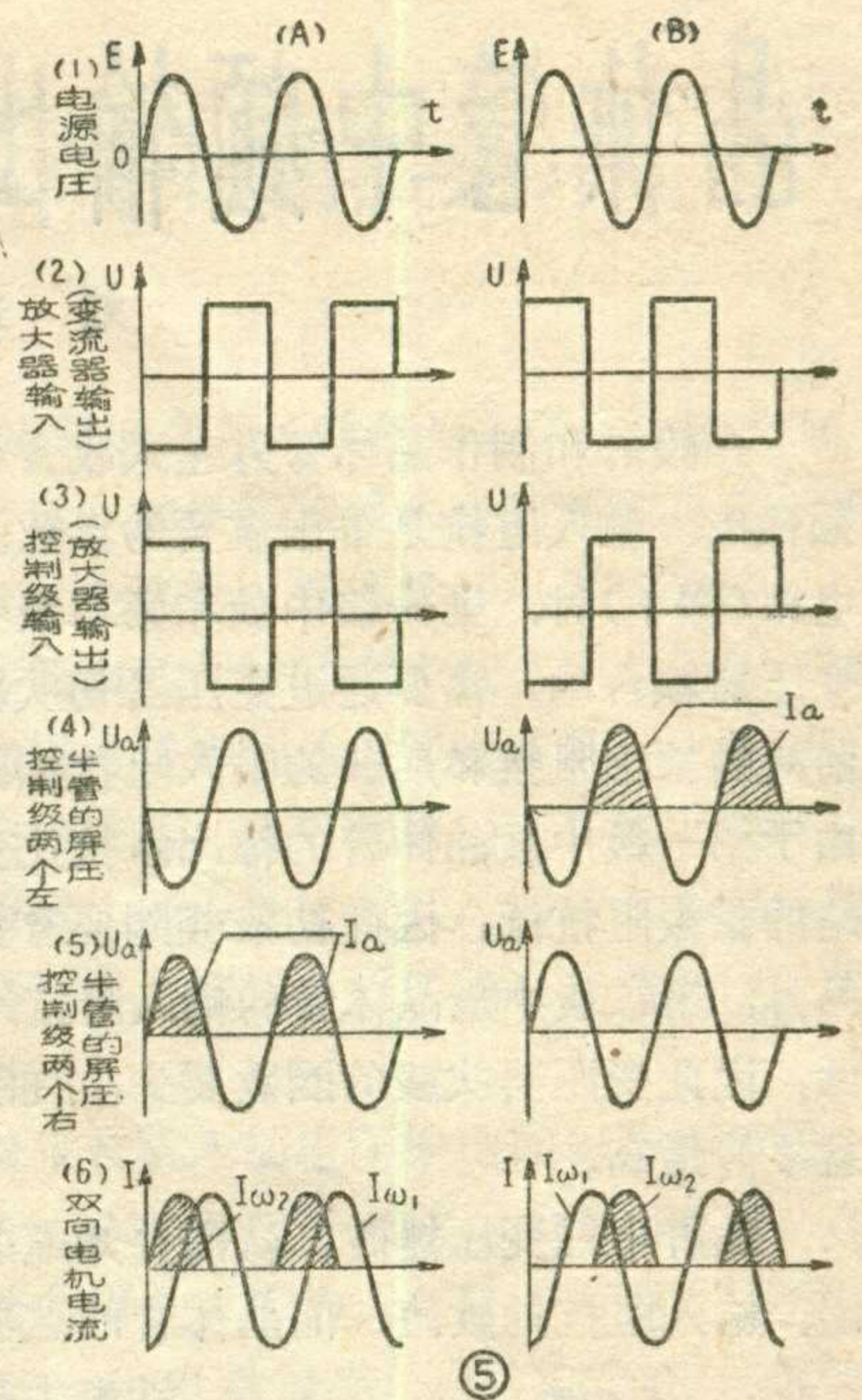


电磁屏蔽罩隔离起来，并装有减震装置，以防止干扰和微音器效应。各

级间均采用阻容交连。放大器输入端的电容器 C_1 作高频旁路用。二、三级之间的电位器 R_{20} ，可用来调节放大器的输出电平。 V_2 的一个三极管部分接成二极管整流器， C_7, R_{19}, C_8 是它的滤波电路。在不平衡情况下，放大器的输出信号如图5(3) A 和 B 所示。

控制级由两只电子管 V_3, V_4 (6H7C) 并联组成，以增加输出功率。放大器输出信号经阻容交连到四个并联的栅极上， C_{11} 是高频旁路电容器。两只6H7C的四个屏极，分别并联成左右两个控制部分，并分别接到变压器 T_3 次级一组线圈的两端，这组线圈的中点接到电动机负载绕组 W_2 。因此，左右两个控制部分加在 W_2 的电压是反相的，如图5(4)(5)所示。

双向电动机 M_1 (PД-09型) 是电容式单相异步双向电动机。与主绕组 W_1 串联的电容器使通过 W_1 的电流 I_{W1} 超前于电源电压 90° ，如图5(6)所示。因此，当控制级输出信号如图5(5)所示时，电流 I_{W2} 落后于 $I_{W1} 90^\circ$ ，电动机 M_1 向一个方向转，而当控制级输出信号如图5(4)所示时，电流 I_{W2} 超前于 $I_{W1} 90^\circ$ ，于是电动机 M_1 向另一个方向转。在平衡状态时，控制



器无50赫输出信号， I_{W2} 为零，电动机 M_1 便停止转动。所有脉冲的直流分量，在电动机中起着较大的阻尼作用，这样可以增大仪器的稳定性。

这个仪器的电源为127伏交流电。变压器 T_3 的两组6.3V绕组分别供给 V_1, V_2, V_3, V_4 灯丝及振动子使用。变压器 T_2 和电容器 C_{12}, C_{13}, C_{14} 组成谐振式稳压变压器，因此它的次级三个绕组的电压是比较稳定的。

能用变压器代替电子管吗？

在收音机中，从检波器得出的音频电压较低，一般需要经过电压放大器加以放大，再去推动输出管，以便把足够的音频功率输入到扬声器中，使扬声器发出声音。例如，如果检波后的信号用耳机听起来很轻，这个音频电压就只有百分之几伏，而要使电池式输出管工作，却要给它的栅极加上约4~4.5伏的电压。这就是说，在检波器以后，必须用电压放大器把音频信号放大400倍左右。

有人问，能不能用变压器代替音频电压放大器呢？变压器是有升压作用的，只要把次级线圈圈数绕成初级圈数的400倍，不是就可以把电压

放大400倍了吗？

但是，实际上并不这样简单。为了无失真地放大音频信号，变压器

在不同频率上的放大倍数应当一样。要做到这一点，变压器的初级线圈在最低频率上应当具有足够大的感抗，至少要等于检波器内阻的2~3倍。这样，初级线圈就应当有几千圈。

为了使低音部分(80~300赫)的放大比较均匀，使用中等尺寸的铁心(截面20×20毫米)时，初级线圈约需1500圈~2000圈，而次级线圈就需要有 $1500 \times 400 = 600000$ 圈！要在铁心上绕这样多的圈数，事实上是不可能的。即使检波器输出的信号较大，例如达0.1~0.2伏(这时用耳机收听已很清楚)，也需要用变压器再把

它放大几十倍(例如20~30倍)。这时变压器的次级线圈仍需要约40000圈。绕制时也会碰到很大困难。

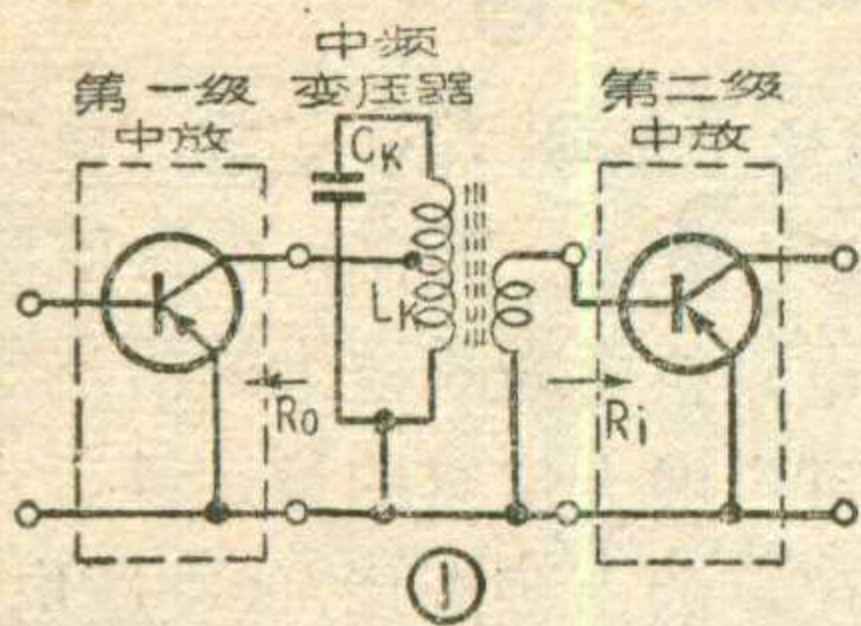
实际上可以做成的中等尺寸的变压器，初级线圈圈数实在太少。这种变压器的频率特性很坏：低频响应很差，随着频率增高，它的放大倍数越来越大。另外次级线圈的分布电容很大，使得次级电路在高频范围内产生谐振，于是高频上的放大就更加增高。这样，所接收到的节目就变成了一些高频的叫声，压倒了所有其他的声音。如果再考虑到次级线圈中有很大损耗，就很容易明白，虽然表面上看来用变压器放大电压好像很简单，但实际上要在音频频带内实现这一任务却非常困难。用一两个电子管作成低频电压放大器，反而要比用变压器来放大简单得多了。

晶体管中频输出输入阻抗的测量

刘瑞堂

在设计 and 制作晶体管外差式收音机时，晶体管的高频输出、输入阻抗是个很重要的参数。例如在设计中放电路(图1)时，第一级中放和第二级中放之间是用中频变压器耦合的，需要通过变压器初次级的阻抗变换使得前级的输出阻抗和后级的输入阻抗相匹配。在电路里，由于第一级中放晶体管的输出阻抗比变压器初级中频回路的谐振阻抗低，因此初级线圈要有抽头和管子匹配。另外，第二级中放晶体管的输入阻抗比前级的输出阻抗低，因此变压器次级的圈数要少，才能达到匹配，功率增益才能最高。

设计中频变压器时，就需要知道晶体管的中频输出、输入阻抗的数值，而晶体管的这项高频参数一般特性表中是没有的。要想直接测量出这个参数，就要用高频电桥等专门的测量仪器，这对一般无线电爱好者来说是很困难的。这里介绍一种间接的测量方法，它可以测量并计算出晶体管的中频输出、输入阻抗，误差不大于10%，能够满足一般使用要求。



性表中是没有的。要想直接测量出这个参数，就要用高频电桥等专门的测量仪器，这对一般无线电爱好者来说是很困难的。这里介绍一种间接的测量方法，它可以测量并计算出晶体管的中频输出、输入阻抗，误差不大于10%，能够满足一般使用要求。

图2和图3分别为测量晶体管中频输出、输入阻抗的具体电路，它们是利用Q表测量Q值的原理，用较小容量的电容器 C_S 作为分压电容，用晶体管的输出或输入阻抗分别作为中频谐振回路(C_K, L_K)的负载，先后测量出中频回路的无载Q值 Q_0 ，和有载Q值 Q_L ，然后间接算出晶体管的中频输出、输入阻抗。在电路中， C_K, L_K 谐振回路是采用一般电子管收音机用的中频变压器，分压电容 C_S 最好选用5~10微微法的固定电容，可变电阻 R_2 为2~3千欧，在测量时，调节 R_2 使晶体管集电极电流保持在550~700微安的范围。电路最好屏蔽，以免外界干扰影响测量。

测量和计算的步骤

一、输出阻抗的测量 按图2电路接好。

1. 先把开关K断开，将高频信号发生器(ΓCC-6)频率调到465千赫，输出电压 U_1 为100毫伏左右。

2. 将 $C_K L_K$ 回路调到谐振，使视频电压表上的读数 U_2 达到最大值，按下式算出谐振回路的无载 Q_0 值和谐振阻抗 R_K ：

$$Q_0 = U_2 \cdot C_K / U_1 \cdot C_S \quad (1)$$

$$R_K = \rho Q_0 = 2\pi f_0 L_K Q_0 = \frac{Q_0}{2\pi f_0 C_K} \quad (2)$$

3. 把开关K接通，这时 $C_K L_K$ 回路失调，这是由于有了晶体管的容抗并联所引起的，因此要调节 L_K 使 $C_K L_K$ 回路重新谐振，使 U_2 达到最大值 U_2' ，按下式计算出有载 Q_L 值和晶体管的输出阻抗 R_0 。

$$Q_L = U_2' \cdot C_K / U_1 \cdot C_S \quad (3)$$

晶体管的输出阻抗

$$R_0 = R_K Q_L / Q_0 - Q_L \quad (4)$$

二、输入阻抗的测量 按图3的电路进行测量。晶体管的基极通过 C_1 及开关K接到线圈的抽头2上，其圈数比 $n_{13} : n_{23}$ 为10:1，即抽头系数 $\rho = 0.1$ 。

测量步骤和计算方法与测量输出阻抗时相同，先断开开关K测量 Q_0 和 R_K ，然后接通K测得 Q_L ，最后按下式计算出晶体管的输入阻抗。

$$R_i = \rho^2 R_K Q_L / Q_0 - Q_L \quad (5)$$

举例 现在我们取一只Π401晶体管，按上述方法测量和计算它的输出、输入阻抗。电路参数为： $C_K = 240$ 微微法， $C_S = 10$ 微微法， $U_1 = 100$ 毫伏， $I_c = 700$ 微安。

开关K断开时，调谐 $C_K L_K$ 回路测得电压 $U_2 = 460$ 毫伏。

接通开关K后，重新调谐 $C_K L_K$ 回路，测得回路加载后的电压 U_2' 分别为150毫伏(测输出阻抗时)和155毫伏(测输入阻抗时)。

再用前面的公式进行计算：

$$1. Q_0 = \frac{U_2 C_K}{U_1 C_S} = \frac{460 \times 240}{100 \times 10} = 110$$

$$2. R_K = \frac{Q_0}{2\pi f_0 C_K} = 157 \text{ 千欧}$$

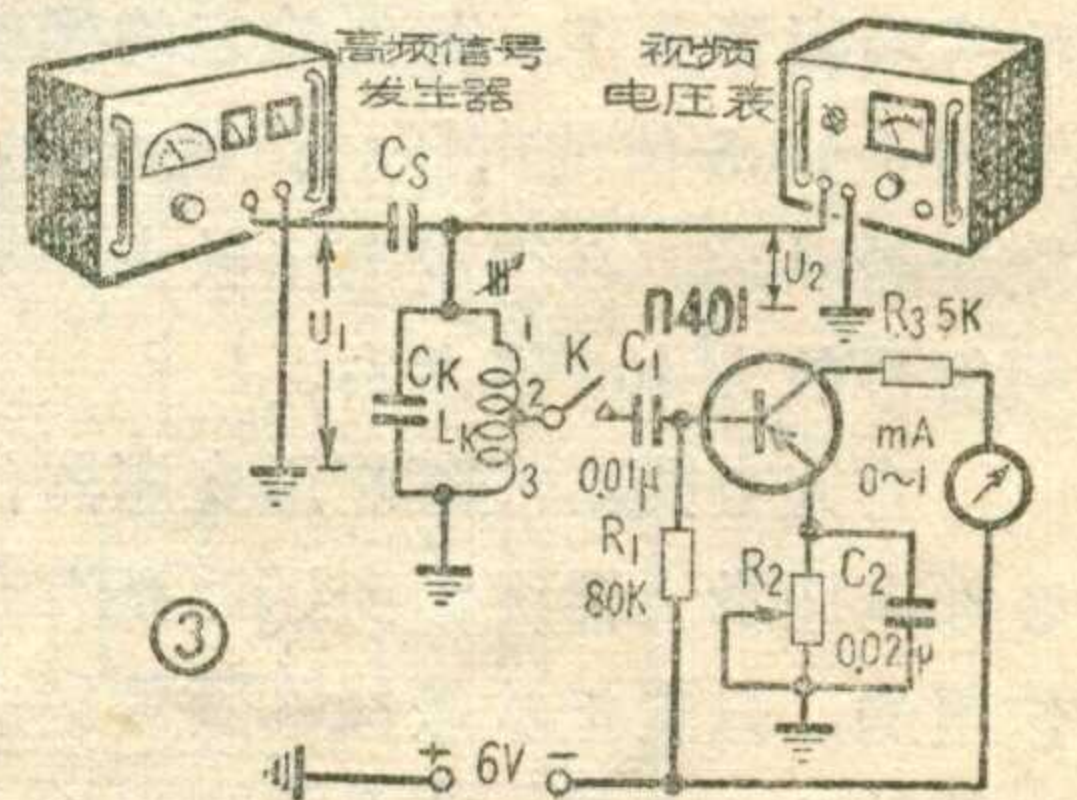
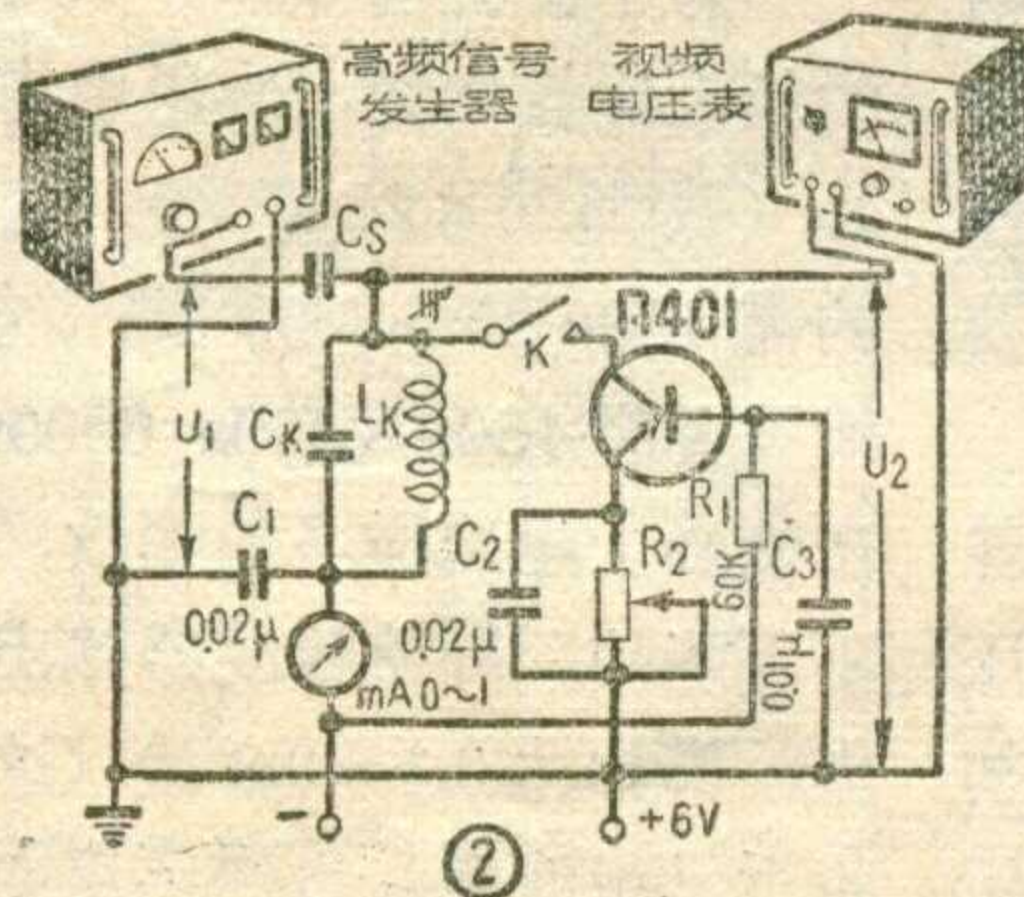
$$3. \text{测输出阻抗时, } Q_{L1} = \frac{U_2' C_K}{U_1 C_S} = \frac{150 \times 240}{100 \times 10} = 36$$

$$\text{测输入阻抗时, } Q_{L2} = \frac{U_2' C_K}{U_1 C_S} = \frac{155 \times 240}{100 \times 10} = 37.2$$

$$4. \text{晶体管输出阻抗 } R_0 = \frac{R_K \cdot Q_{L1}}{Q_0 - Q_{L1}} = 76.5 \text{ 千欧}$$

5. 晶体管输入阻抗

$$R_i = \frac{\rho^2 \cdot R_K \cdot Q_{L2}}{Q_0 - Q_{L2}} = \frac{0.1^2 \times 157 \times 10^3 \times 37.2}{110 - 37.2} = 800 \text{ 欧}$$

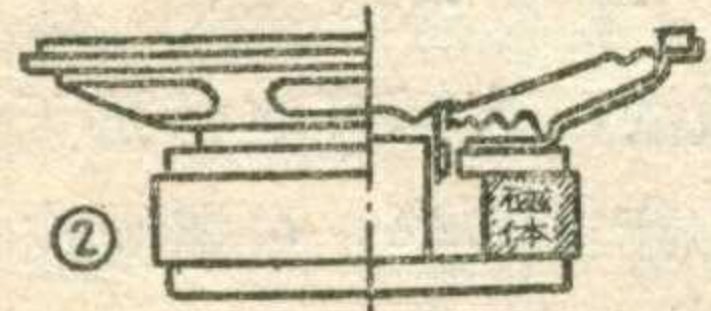
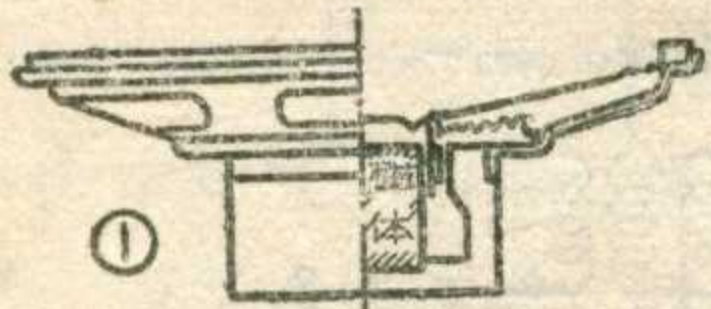


对晶体管收音机用小型扬声器的性能要求

王志刚

晶体管收音机的特点是体积小、重量轻、输出功率较小，因此它所用的扬声器在性能要求上也有一些特殊的地方。对晶体管收音机使用的小型扬声器要求是灵敏度高、体积小、重量轻，频率响应特性要符合晶体管收音机的特殊需要。

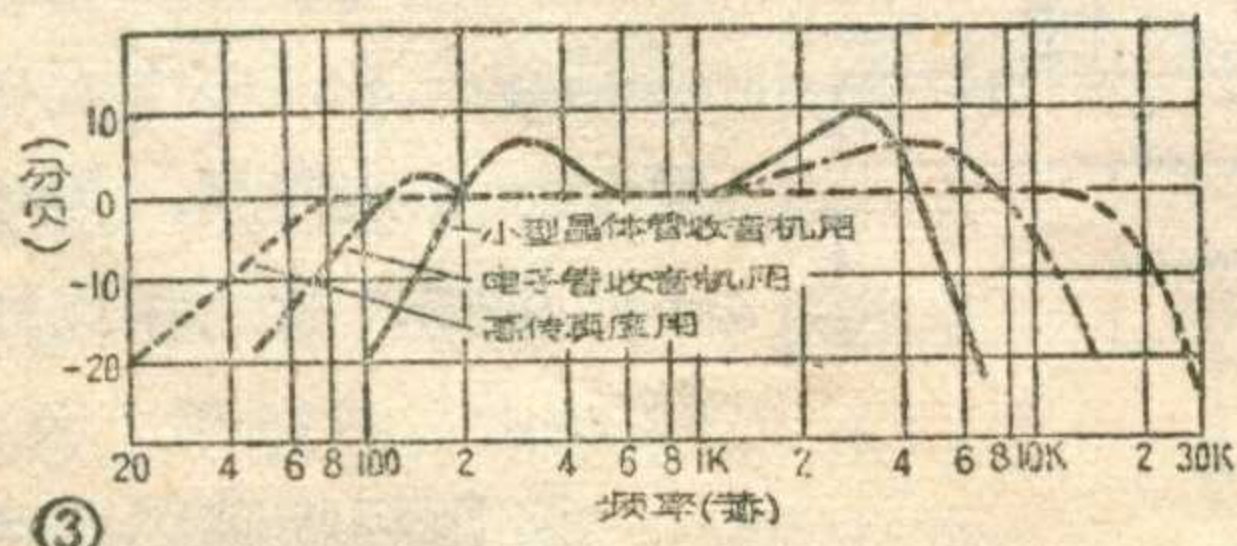
扬声器的灵敏度是用输入某一定电功率时扬声器产生的声压大小来衡量。对于口径为9厘米~5厘米的小型扬声器，当输入功率为100毫瓦时，在整个频率范围内输出的平均声压能在2微巴左右，即可满足使用要求。扬声器灵敏度的大小主要决定于磁路系统性能的好坏。小型扬声器一般都是恒磁动圈式纸盆扬声器，其磁路结构有两种形式：一种是用铝镍钴合金磁钢制成的圆柱形磁体，磁体放在内部中心（图1），称作“内磁式”。这种合金磁钢性能很高，磁路空气隙磁通密度可达8000高斯以上，因而扬声器能产生较大的声压。这种结构形式的扬声器体积小、重量轻、磁路漏磁小，很适合用在袖珍式的晶体管收音机中。另一种是用各向异性钕恒磁制成的环状磁体，磁体是裸露在外部的（图2），称作“外磁式”。这种结构的扬声器性能不如前者。它的磁路空气隙的磁通密度在7000高斯左右，而且漏磁较大，杂散磁场易影响到铁氧磁性天线，降低收音机的灵敏度，以装在与磁性天线距离较远，体积较大的晶体管收音机中比较合适。但它的价钱比较便宜，目前市场上出售的多是这一种。



这种合金磁钢性能很高，磁路空气隙磁通密度可达8000高斯以上，因而扬声器能产生较大的声压。这种结构形式的扬声器体积小、重量轻、磁路漏磁小，很适合用在袖珍式的晶体管收音机中。另一种是用各向异性钕恒磁制成的环状磁体，磁体是裸露在外部的（图2），称作“外磁式”。这种结构的扬声器性能不如前者。它的磁路空气隙的磁通密度在7000高斯左右，而且漏磁较大，杂散磁场易影响到铁氧磁性天线，降低收音机的灵敏度，以装在与磁性天线距离较远，体积较大的晶体管收音机中比较合适。但它的价钱比较便宜，目前市场上出售的多是这一种。

频率响应特性是扬声器的一项很重要的指标。图3绘出了优质扩音设备用的高保真度扬声器，电子管收音机用扬声器和晶体管收音机用扬声器这三种扬声器理想的频率响应特性曲线，从图中可以看出它们之间有明显的区别。扩音设备和电子管收音机所用的扬声器一般是要求频率范围越宽越好，低频谐振频率越低越好；而晶体管收音机用的小型扬声器的频率响应特性却要求像图3中实线所示那样，即300赫和3000赫两处要形成高峰，中间是一个较平坦的谷，曲线在4000赫以后应急剧地下降。它所以要这样，有下面的一些原因。

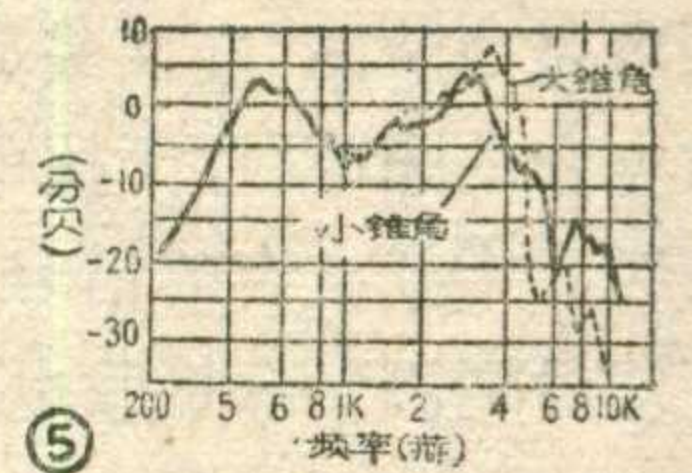
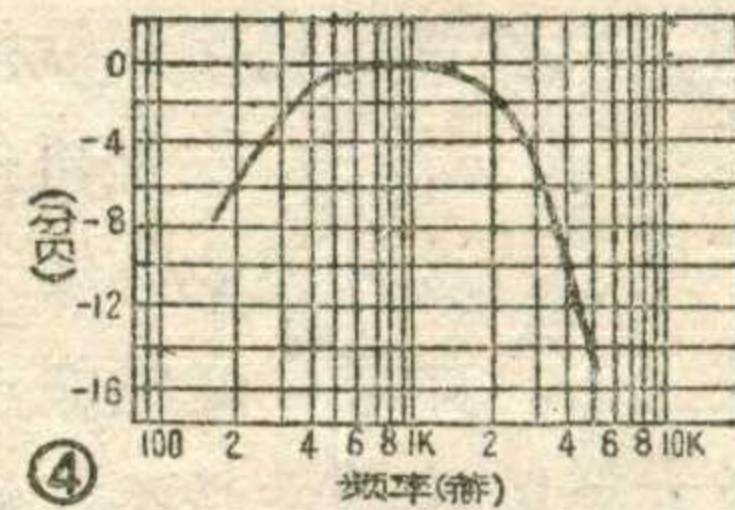
首先是因为袖珍式晶体管收音机机壳很小，元件位置排列得很



满，这就等于对扬声器低音的重放加上了一个蔽声罩，听起来低音就不丰富。如果扬声器本身的频率响应在低音频率300赫附近有一个高峰，低音就可以得到改善。

其次因为晶体管的高频噪声比电子管大得多，如果用一只高保真度扬声器接到晶体管收音机上，就会听到一种明显的啾啾的噪声，收听效果反而变劣。因此要求小型扬声器高频截止频率要比较低，即频率响应曲线在4000赫后即急剧下降，这样可以抑制高频噪声，提高收音机的清晰度。

另外，晶体管收音机末端电压输出频率特性如图4曲线所示，在400~2000赫之间形成一个突起的峰，在这频率范围的两端曲线是下降的。同时考虑到人耳听觉的灵敏度是在2000~4000赫最高，也就是说在人耳可听的音频（20~20000赫）范围内，虽然各个频率声音的客观响度一样，但是在2000~4000赫时，人耳所听到的声音是最响的。考虑到以上一些因素，因此小型扬声器的频率特性最好像图3那样，那么在实际收听效果上就可以得到一个在300~4000赫之间较平坦的频率响



应。晶体管收音机放送一般的语言或音乐，具有这样宽的频率响应范围也就足够了。

晶体管收音机输出的功率较小，而扬声器在低音部分消耗的能量最大，因此扬声器本身的谐振频率也不宜太低，否则会使收音机放声的灵敏度降低，清晰度变劣。一般认为扬声器的谐振频率越低越好的看法，对晶体管收音机用的小型扬声器来说，是不适合的。小型扬声器的最低谐振频率以在350~500赫左右最为合适。

扬声器纸盆的锥角度对于音质和灵敏度也有较大的关系。一只扬声器当磁路系统、振动系统、纸盆材料等条件都不改变而只锥角大小改变时，它的频率响应特性也随之改变，如图5所示。锥角较大的，中音频的灵敏度较高，峰值频率也较高，高频的抑止是相当急剧的，所以用在晶体管收音机上的扬声器，以锥角大的灵敏度较高，音质也较好。

扬声器的阻抗（在1000赫时）最好用8~10欧的，因音圈阻抗过小时，输出变压器初次级圈数比加大，在设计 and 绕制中易产生误差，影响匹配和传输效率。

五极管变频收音机

徐沛如

目前我国厂家生产的电子管收音机多以五灯收音机为主。五灯以下适合广大群众不同需要的普及型收音机的品种还比较少。因此研究制作采用较少的电子管和零件、而性能又能达到一定要求的普及型收音机，是具有重大意义的。目前已有的普及型四灯外差式收音机一般是采用6A2变频，6G2检波兼低放，6P1或6P14作输出，6Z4整流，没有中频放大级。由于变频管6A2的变频跨导较小，变频增益低，虽然在帘栅极增加了中频再生措施，灵敏度仍比较差。另外在大城市收听还存在着串台问题，影响收听效果。

为了提高普及型电子管收音机的灵敏度，消除串台现象，我们研制了五极管变频收音机(图1)。这种收音机的主要特点是用电子管6K4作变频器，其它的部分和一般四灯收音机相同。现在把五极管变频收音机的设计特点和制作方法分述如下。

设计特点

1. 减小串台干扰：一般普及式外差收音机的“串台”现象是由所谓“交叉失真”产生的。当收音机调谐在欲接收电台的频率时，干扰电台的信号听得很清楚。收音机失谐时，干扰电台的信号也就听不见了。这种现象好像干扰信号调制到欲接收电台的载波上去。如果在变频级产生“交叉失真”，那么提高中频放大器的选择性是不能消除这种干扰的。“交叉失真”是由于电子管特性的非线性而产生的。由理论分析可知：

$$\text{交叉失真系数 } k = \frac{1}{2} \frac{m_2}{m_1} \frac{S''}{S} (U_{m2})^2$$

这里： m_1 —接收信号的调制度； m_2 —干扰信号的调制度； U_{m2} —干扰信号在变频栅上的电压； S —变频跨导； S'' —

变频跨导的二次导数。

交叉失真系数 k 的大小可以表示“串台”的

严重程度。如 $k=0$ ，那么干扰电台的调制就不会转移到欲接收的电台载波上去。如 k 很大，则干扰电台将破坏正常的接收。由公式可知，要减小交叉失真系数 k ，就要减小 U_{m2} 和 S''/S 。减小 U_{m2} ，可以用提高输入回路的选择性和适当地降低输入回路的传输系数的办法。减小 S''/S ，则可以利用选择合适的电子管工作状态来达到。用五极管作变频，因变频增益高，可以适当降低输入回路的传输系数。图1中由天线线圈 L_1 和电容 C_1 组成短天线接收。其谐振频率 $f_a=3$ 兆赫。天线线圈 L_1 与调谐回路线圈 L_2 间采用松耦合，输入回路的传输系数较小，同时由于 L_1 反射到 L_2 的电阻成分较小，也相对地提高了调谐回路的选择性，

使到达变频管栅极的干扰信号电压较小，因而串台现象可以大大

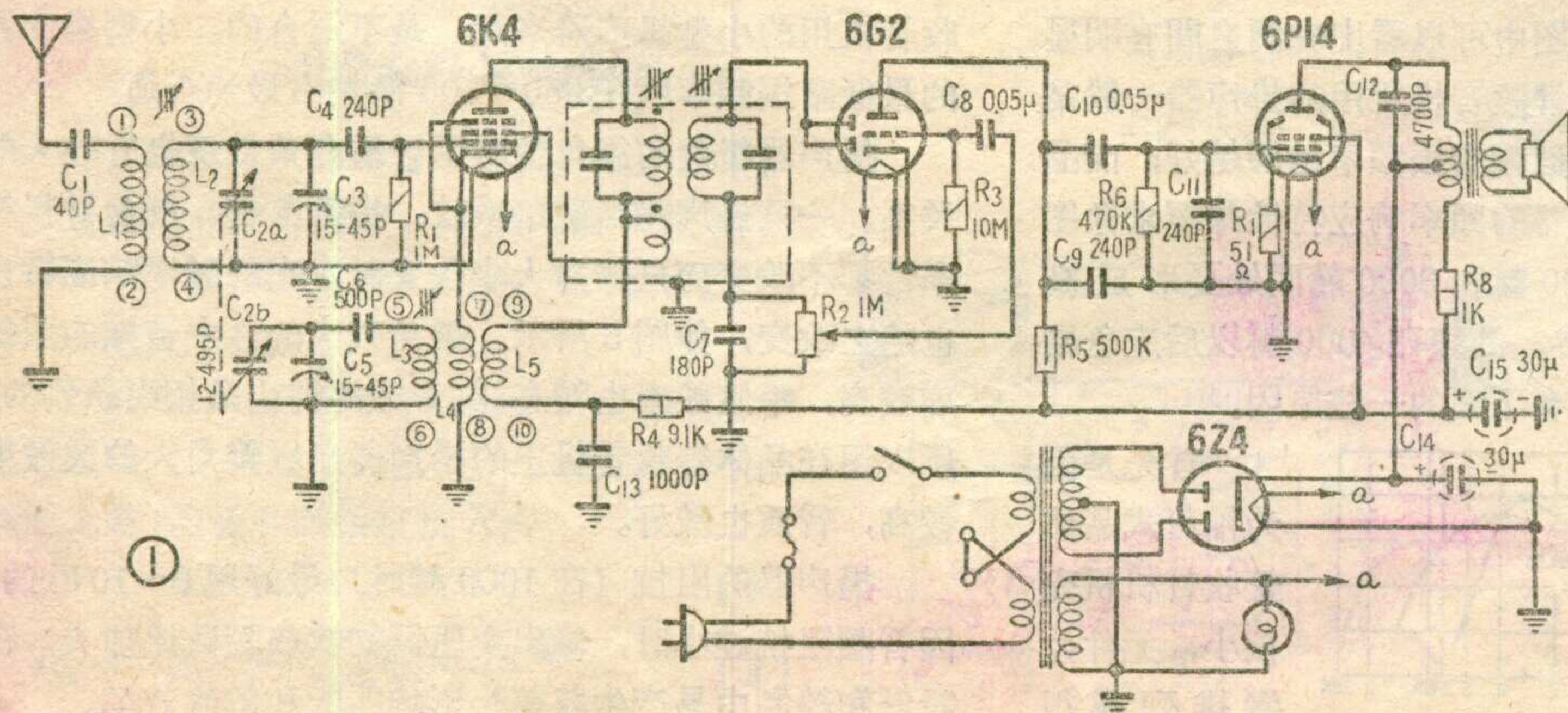
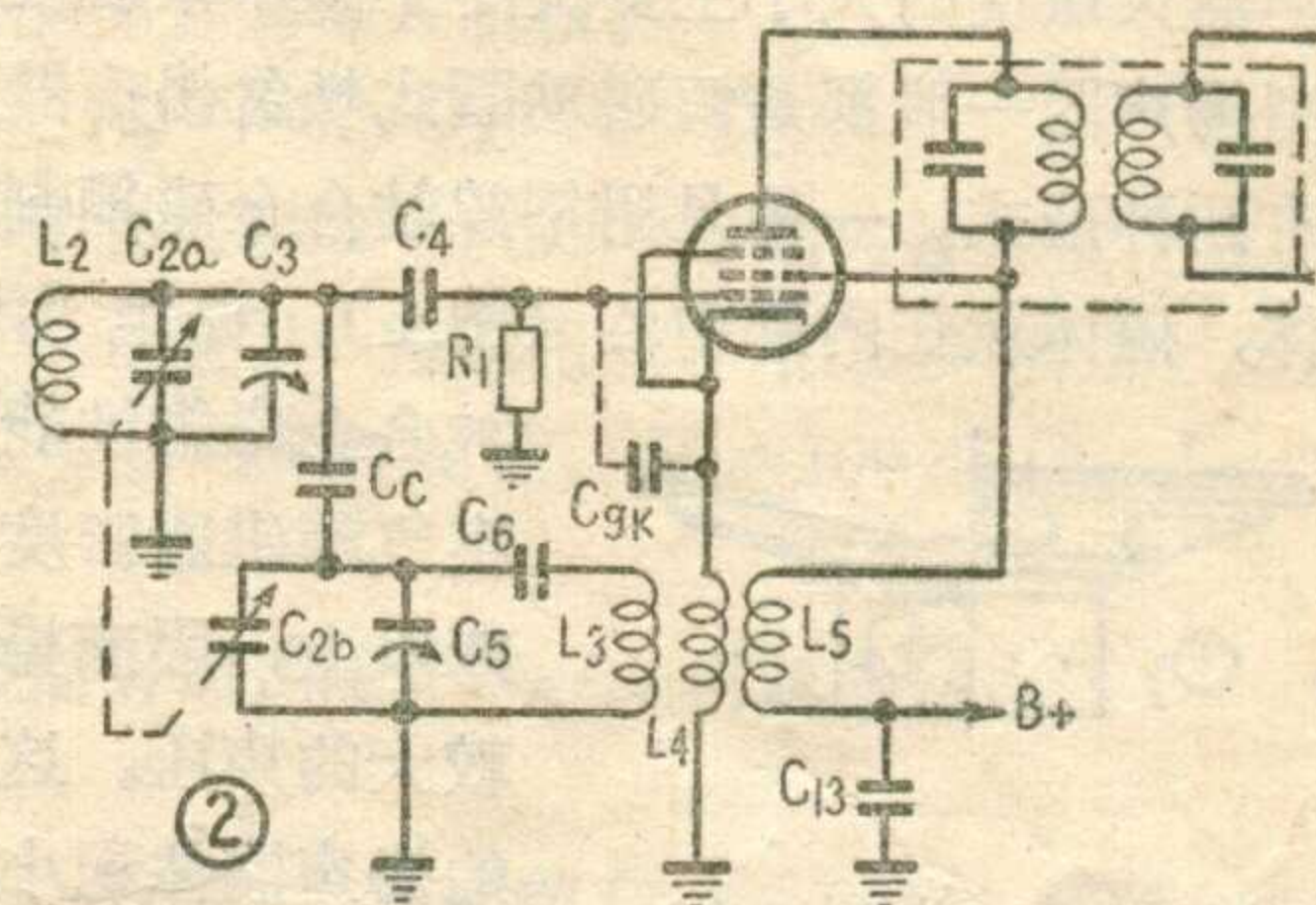
改善。 C_1 用得较小，为40微微法，这样可使外接天线的长短基本上不影响天线回路的谐振频率，可避免由于天线长短对收音机灵敏度的影响。

2. 提高灵敏度：一般采用电子管6A2变频的收音机，变频跨导低(0.47毫安/伏)，变频增益只有十几倍。用电子管6K4作五极管变频，其变频跨导约为1.4毫安/伏，实际变频增益为50倍，比用6A2变频可提高三倍。如果再在五极管变频器上加中频再生，变频增益可达200倍以上，这样就可以大大地提高收音机的灵敏度。要得到这样大的变频增益，必须很好地选择最佳变频工作点。根据计算和实验证明，电子管6K4的最佳变频工作偏压 E_g 为-3伏，振荡电压 U_g 为2.1伏，这

时的变频跨导为1.4毫安/伏。加中频再生的方法是用一个小线圈从中频变压器初级耦合出一部分中频电压加在变频管的帘栅极上。再生的大小可以由要求的增益大小及工作稳定程度用试验决定。由于五极管变频增益较高，再生不必过强，故工作比较稳定。

3. 阴极振荡器和中

无 线 电



和电路：五极管变频采用阴极振荡器(图2)。回授线圈 L_5 由电子管帘栅引出回授电压与阴极线圈 L_4 耦合产生振荡。 C_{2b} 、 C_5 、 C_6 和 L_3 组成振荡回路，决定振荡频率。选择合适的栅漏电阻 R_1 ，利用振荡电压产生的栅流得到需要的偏压。

由于电子管输入电容 C_{gk} 的存在，输入回路对在阴极线圈产生的振荡电压有较大的分压作用，使振荡减弱或停止振荡。同时振荡电压通过输入电容产生较大的寄生辐射，可以采用中和线路。采用中和线路同时还可以避免在调试过程中输入回路对振荡频率的牵引作用。在高频端输入电容的影响较大，故一般均在频率范围的高端同调点进行中和。振荡回路通过中和电容 C_c (图2) 在电子管栅极上产生一个电压，这个电压和振荡电压由于 C_{gk} 和输入回路的分压作用而在电子管栅极上产生的电压大小相等，方向相反，这两个电压即可以互相抵消掉，而得到中和。一般此中和电容很小，如接线合适，接线分布电容即可起到中和的作用。因此在调试时如发现无牵引作用，即可不另加中和电容。

大家知道，用矿石机收听广播时，需要安装户外天线。即使是比较好的收音机，在收听远地电台时，也常常需要接上户外天线来提高收音效果。一般说来，天线越高越长就越好，而且应当有很好的绝缘。因为天线收到的信号电压是非常低的，一般只有几百微伏到几毫伏，即万分之几伏到千分之几伏，如果绝缘不好漏掉一部分，收音机能收到的信号就更微弱了。由于天线上的电压这样低，所以在一般情况下，我们人体碰上它是毫无感觉的。

可是有人曾经有这样的经验：一碰到天线时会受到严重的电击。有时甚至会看到在天线和接地物体间跳过很长的火花。这是为什么呢？

在刮大风的时候，风砂剧烈地和天线摩擦，会使天线带电。如果天线的绝缘很好，而且它又没有直接通地(例如收音机没有接地线，或者天线是通过一个绝缘良好的电容器接到收音机上去的)，那么，由于风沙摩擦所产生的微弱电荷就会越积越多，天线对地的电压就会越来越高，有时可高达几千伏！

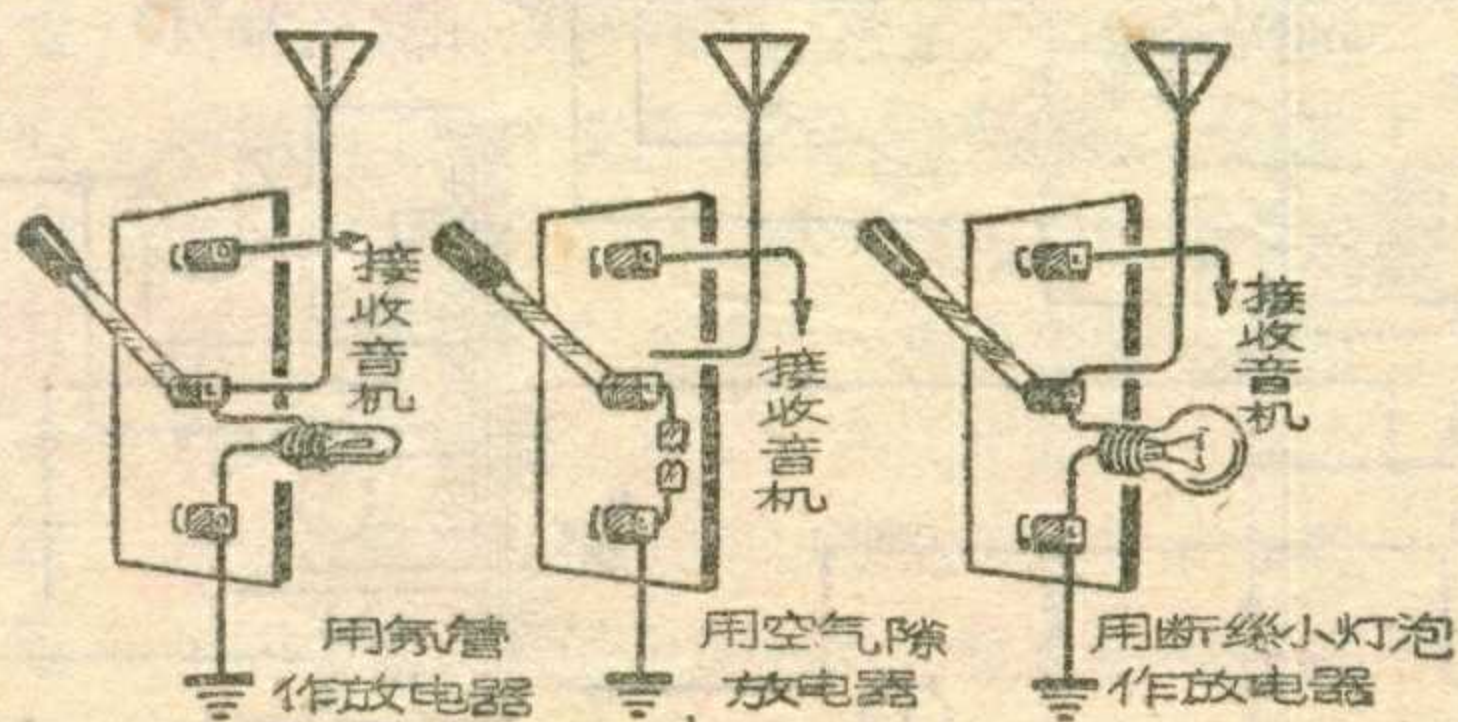
雪花常常是带有电荷的。在干燥的下雪天里，千千万万片雪花落在天线上，把自己的电荷交给天线，也会在天线上逐渐积累起很高的电压。

在阴雨天气，天线周围的雷雨放电也会在天线中感应出电荷。多次的雷雨放电就会使天线中积累很多电荷，形成相当高的电压。

这样的高电压会使天线和接地

天线中的电压

承 恒

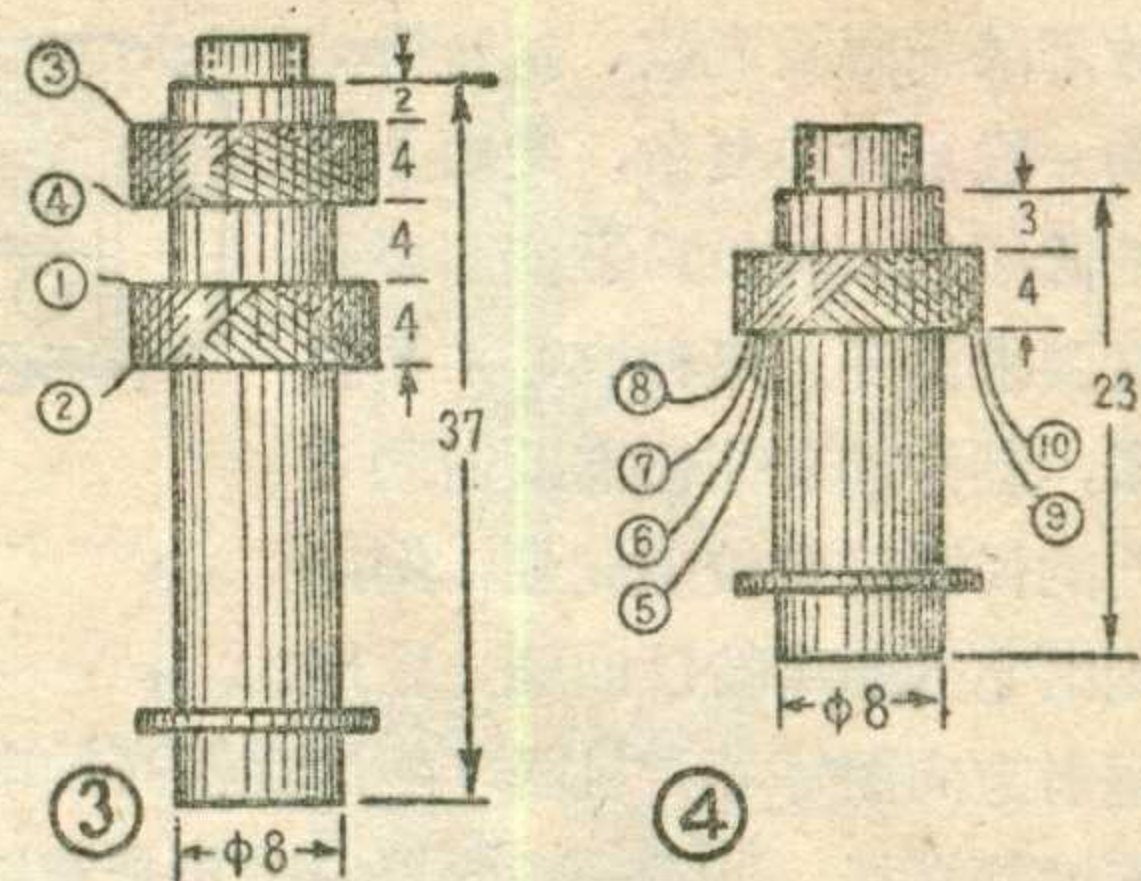


制作

五极管变频收音机的其它部分和一般四灯收音机相同，不再叙述(参阅本刊1962年第9期“普及型外差式四管机”一文)。现在只把五极管变频部分主要部件的制作方法介绍如下。

1. 天线线圈：用 5×0.07 毫米单丝漆包线在 $\phi 8$ 线圈管上绕成4毫米宽的蜂房线圈。初级 L_1 为76圈，次级 L_2 为95圈。电感可用 $M6 \times 1 \times 12$ 型的螺纹磁心进行调整。天线线圈的结构如图3所示，接线端编号与图1中相对应。

2. 振荡线圈：用 5×0.07 毫米单丝漆包线在 $\phi 8$ 线圈管上绕成4毫米宽的三层蜂房线圈。线圈 L_3 在最里(下转第19页)



物体间发生火花，使人遭受很疼的电击，有时可能损坏收音机，甚至引起火灾。

为了防止天线中积累起高压，可以用氖管、空气隙放电器(避雷器)或断丝小灯泡作成固定式放电器(见图)。当天线上的电压较低时，氖管不能点火，它的内阻非常大，差不多等于开路，不会妨碍正常收听。但是当电压高达氖管的点火电压时(一般约为60~70伏)，氖管点火，内阻突然下降，差不多接近于短路，立刻把天线中积累的电荷泄放入地，防止天线上积起很高的电压。至于空气隙放电器和断丝小灯泡，是利用它们的尖端放电作用来泄放天线中的电荷。

在有些收音机中，天线直接接输入线圈，此线圈的另一端又直接通地。天线中产生的微弱电荷随时就通过线圈入地，不会在天线中积累起高压。但是，如果天线近处发生雷击时，天线中仍然会突然感应出很高的电压。由于通过线圈的电流很大，甚至能烧毁线圈或第一级电子管。利用上述各种放电器可以给天线提供一条迅速放电的通路，借以保护收音机。

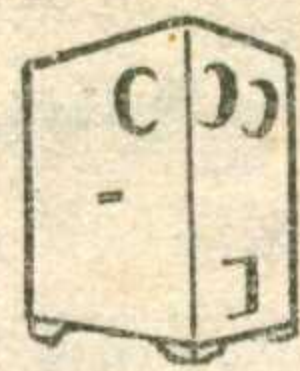
最后必须说明，上述装置只能避免当天线发生静电起电或附近发生雷击时的感应，而不能避免天线直接落雷的危险。所以在雷雨时，最好不要用户外天线收听，而将天线直接和地线相接(把闸刀扳到下面)。要完全避免天线落雷，还必须另装比天线还高些的良好避雷针。

供收听欣赏音乐节目和唱片用的高保真度收、扩音机结构一般都比较复杂，主要是它的低频放大和放声系统部分质量要求很高。这种收、扩音设备，制作起来往往需要借助专门的仪器设备校验测量，例如测出它的频率特性曲线、发声辐射方向图等等，机器才能达到较高的电声性能指标，这对一般爱好者来说是难以实现的。但是，经验证明，在一般业余条件下，装制一台优质的收、扩音机，事实上并不十分困难。除了电路选择适当以外，制作中要对输出变压器、扬声器、助音箱等重要元件重视选用。只要这些元件选配得当，机器的效果就可能是优良的，收听起来就会给人以高音清新明朗、低音丰满圆润的优异感觉。本文介绍的就是笔者在这方面所作的一个尝试。

这台收、扩音机是根据笔者手头累积存有的元件情况设计装制的，整机原理线路如图1所示。机身全部元件安装在一付旧的TY250/1000A扩音机前级增音器的底板上(见封四附图)。下部分是一个助音箱，它的正面是二只7×10吋椭圆扬声器以放送低音。其下方有一个100×200毫米的低音开口，左右侧面各装一个4×6吋椭圆扬声器，以放送高音。中音扬声器接在外面。所有扬声器均为上海利厂飞乐牌产品，质量很好。



13灯收扩音机



丁方善

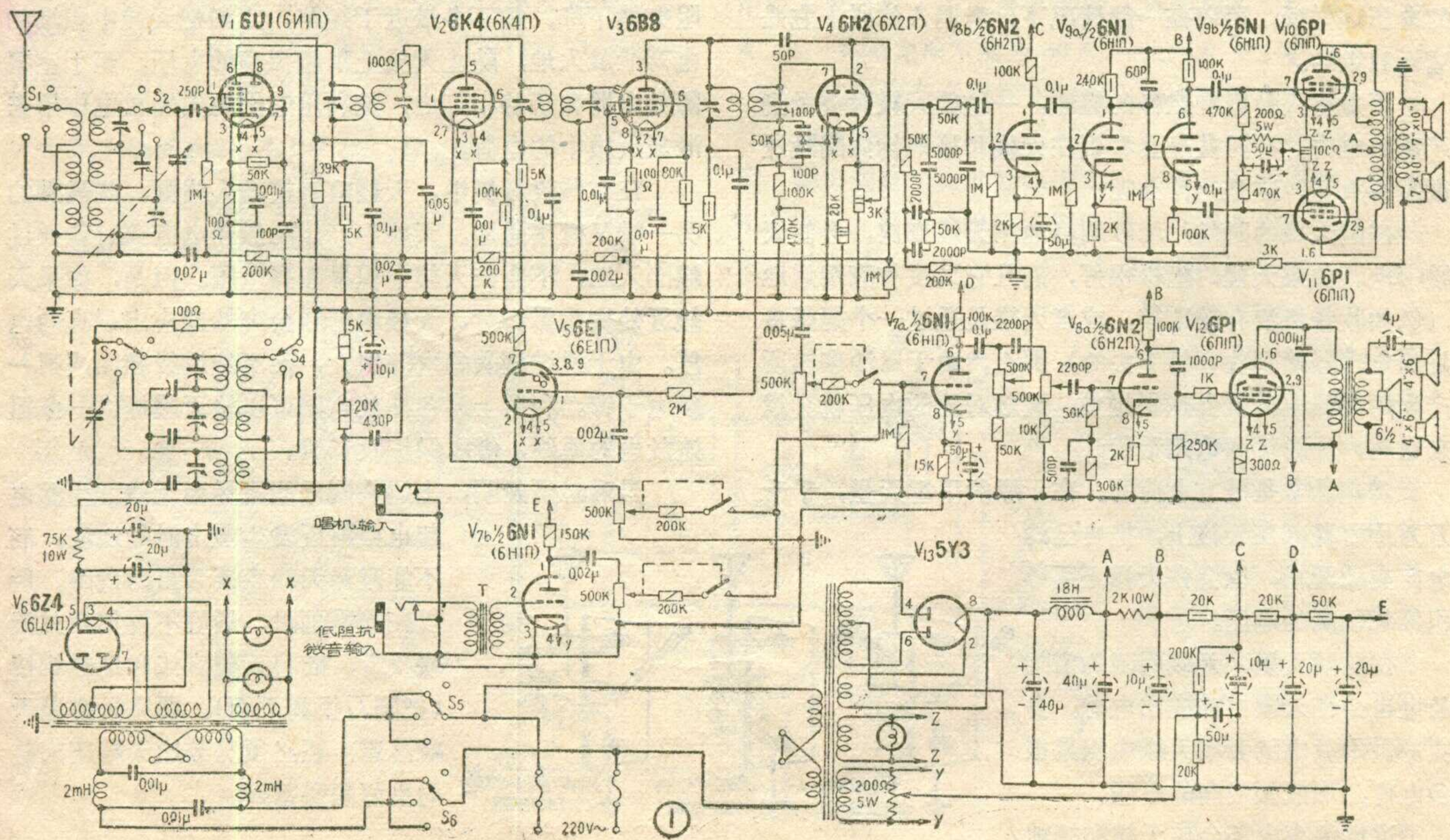
整机共用13个电子管。V₁为6U1本机振荡及混频；V₂为6K4第一中放；V₃为6B8第二中放；V₄为6H2检波及延迟自动增益控制；V₅为6E1调谐指示；V₆为6Z4高中频部分电源整流；V₇—V₉为6N1及6N2音频电压放大；V₁₀—V₁₁为2×6P1低音频推挽功率放大；V₁₂为6P1高音频功率放大；V₁₃为5Y3音频部分电源整流。为配合6U1特性，调谐及振荡线圈选用市售610K、620K、630K型。中频变压器为九股空气式。低音频道推挽输出变压器自行绕制，高音频道输出变压器用市售6P1单端输出变压器改制。

和6A2相比较，6U1的变频跨导高、极间电容小，有利于提高接收灵敏度和工作稳定性。它的内部噪声也小，给采用二级中放提供了有利条件。超外差机的灵敏度主要决定于中频放大器的增益，本机虽未加高放级，由于有了二级中放，灵敏度已相当好。检波和自动增益控制由6H2的两个二极管部分分别担任，工作稳定。波

段开关、管座和微调电容都选用瓷质的。短波段垫整电容及本机振荡耦合电容也都用云母或瓷介质的。中高频部分选用上品元件并遵循合理的原则装配，就可以保证机器工作得很好：例如本机振荡部分和输入调谐部分应妥善隔离；输入调谐回路及天线要和自动增益控制电路、中频电路元件远离；同级元件的接地点应在一起等等。本机在装校过程中曾发现有包括变频级在内的中频寄生振荡现象，致使选择性及灵敏度大大恶化。经检查是中频电压经过自动增益控制导线与输入回路接线间的寄生电容形成振荡回路，在改变了输入调谐回路线圈的位置以后就消除了。如果输入调谐回路线圈位置是无法更改的，则在变频管6U1的信号栅上并联一个中频陷波回路(465KC)，同样可以消除这种振荡。

由于采用二级中放，整机的选择性完全得到保证，调谐指示亦比一般一级中放明显得多，尤其在短波段里十分明显。因为中频电路没有另加展宽通带的措施，故在校正中频变压器时不要过分追求最大输出。如以高频信号发生器来调整时，可反复调谐六个中频调谐回路，使检波输出在中频信号偏离465KC±10KC时减小到为在465KC时的70%左右为宜。这一点很重要，否则会严重影响接收广播时

段开关、管座和微调电容都选用瓷质的。短波段垫整电容及本机振荡耦合电容也都用云母或瓷介质的。中高频部分选用上品元件并遵循合理的原则装配，就可以保证机器工作得很好：例如本机振荡部分和输入调谐部分应妥善隔离；输入调谐回路及天线要和自动增益控制电路、中频电路元件远离；同级元件的接地点应在一起等等。本机在装校过程中曾发现有包括变频级在内的中频寄生振荡现象，致使选择性及灵敏度大大恶化。经检查是中频电压经过自动增益控制导线与输入回路接线间的寄生电容形成振荡回路，在改变了输入调谐回路线圈的位置以后就消除了。如果输入调谐回路线圈位置是无法更改的，则在变频管6U1的信号栅上并联一个中频陷波回路(465KC)，同样可以消除这种振荡。



的音质。至于中頻的絕對值不一定要恰在 465KC 上，与 465KC 相差一些倒是没有什么大关系，譬如最大輸出是在 465 ± 5 KC 上出現也是容許的。延迟自动增益控制的負压是通过一电位器可以調整的，这样可以适合不同波段的接收情况。

中高频部分使用的电源是与音频部分一套分开的，这样可以避免使用一个大型的电源变压器，并可使用輸出电流較小的整流管，更重要的是可以使高、中頻部分工作更加稳定。在单独使用音频放大部分时，譬如放唱片，还可通过波段开关把整个高、中頻部分电源全部切断，减小耗电和发热。

音频放大部分是本机的重要部分。为了最有效地消除低音調制失真，低頻在第一級音频电压放大之后即分成两个頻道。低音頻道采用超綫性推挽輸出功率放大电路，在这里由于采取了单管分割倒相电路， V_{ea} 与 V_{eb} 之間就可以直接耦合，再加上包括輸出变压器在內的大环路負反饋，使低音放送时的非綫性失真減至最小，內部交流声也得到充分抑制。为了得到模拟立体声的效果，在低音頻道里，在 V_{eb} 的栅极之前，增加了一个由 R-C 組成的延时环节，这个电路的时间常数可以視高、中、低音揚声器的布置位置及室内家具等情况改变选择。本机高音頻道的下限頻率比通常的低一些，这是因为在本机中中音也經過这个頻道放大，到輸出端才經不同的揚声器分别放送出中、高音来。中音揚声器为 $6\frac{1}{2}$ 吋口徑的，它的外接安装位置視具体情况选择。

本机的音质調整电位器实际上就是两个頻道的音量調整器，在前面还有总的音量調整器。多次試驗证明，这种方法是最能灵活地适合各人对音色的要求，可以平滑地調整音色，同时还改变高、低音的輸出功率搭配，以使在各种不同的場合下可以調整到具有最佳立体声效果。

为了使低放部分的交流声水平低到大于 -60 分貝，除了各級屏极电源供电須經仔細选择外，低放部分接地点的选择也十分重要。整个低放部分的接地应仅仅在輸入級才与机壳相連。另外，在电压放大管灯絲繞組上还接有平衡电位器，它的中心抽头接在 +10 伏左右的一点电位上，这样适当調整該电位器后可以消除第一低放管灯絲与阴极之間絕緣不良和极間电容不平衡所引起的交流声。另外音量控制电位器上所附的开关最好不作电源开关使用，电源开关另装，使其远离低放部分。如果装

配得当，甚至可以不用隔离綫（这对高频的放送是十分有利的）交流声就小到实际上听不到的地步。

音频放大部分的非綫性失真情况实测結果示于附表，所得数据是分別在高、低音揚声器音圈上測得的，其中包括仪器剩余失真在內。

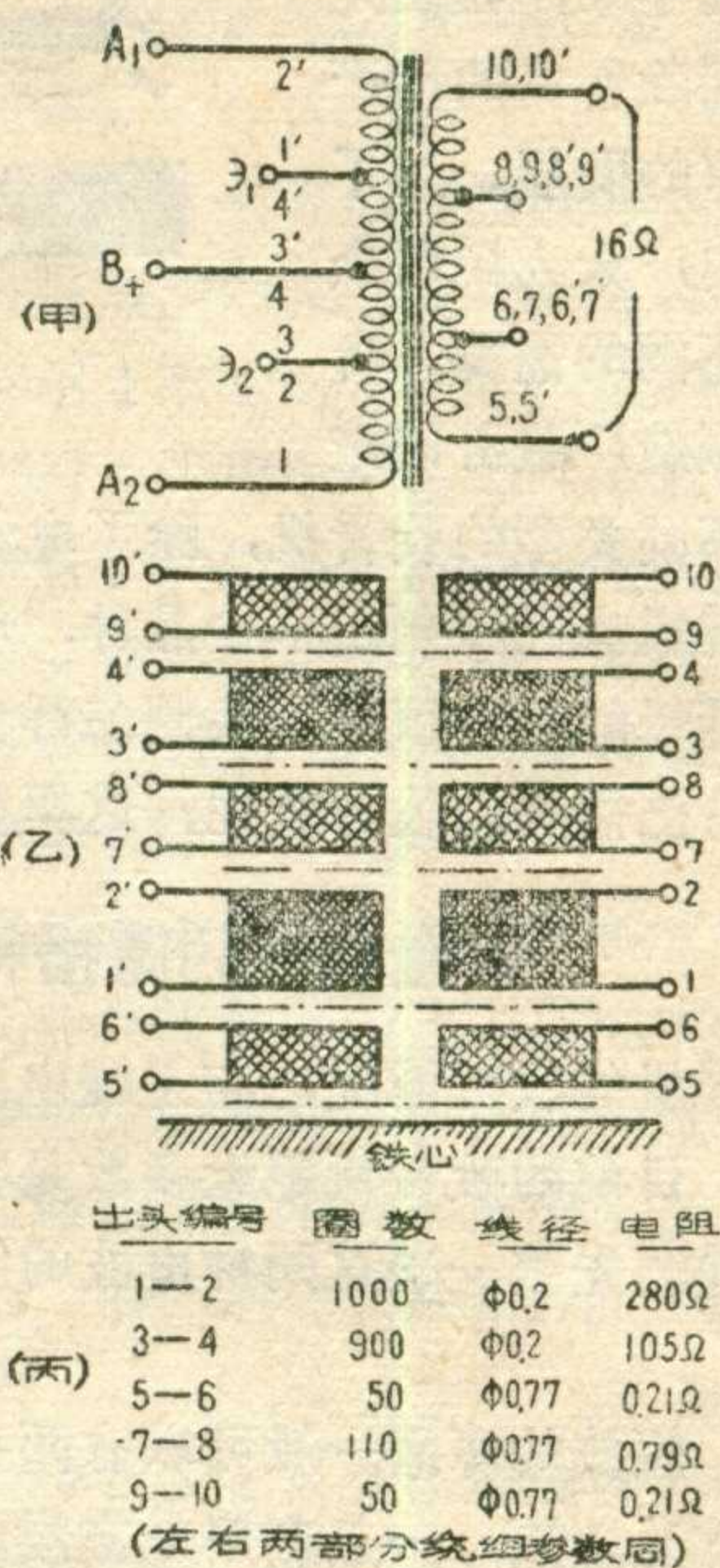
(附表)

頻 率 (赫)	輸出功率 (瓦)	失真度 (%)
400	4	1.05
300	4	1.5
200	4	1.5
100	4	1.8
50	4	1.8
30	4	2.5
1000	1.5	2.8
2000	1.5	2.2
4000	1.5	2.6
6000	1.5	2.5
8000	1.5	3
10000	1.5	3.5

輸出变压器，特别是低音頻道的輸出变压器是音频放大部分的重要元件，制作时应选用优质硅鋼片，应让一次側具有足够大的电感量，使用較粗的漆包綫，使其效率提高。本机低音頻道推挽輸出变压器使用的铁心截面积为 8.75 平方厘米 (2.5×3.5 厘米)，它的具体結構数据和繞組分布見图 2。

高音頻輸出变压器可用售品 6P1 輸出变压器改制，根据原变压器的阻抗和圈数比，按照現在接用的揚声器音圈阻抗計算，將它的二次側圈数增減改繞。

助音箱的結構設計是作为一个低頻倒相箱使用。具体制作尺寸見封四附图。整个箱子要制作得十分坚实。安装低音揚声器的正面面板以厚 25 毫米的整块硬木制成。它的上下、左右側板可用厚 20 毫米硬木拼成，所有結合处都开榫鑲接胶合或加木筋，避免使用釘子。因为笔者目前手头沒有合适的吸音材料，不得不把助音箱的背后作为开启式的，因为箱內如果沒有足够厚度的吸音材料，密閉式的助音箱反而提高了整个发声系統的諧振頻率，对低音頻放送十分不利，这一点可以試放一張唱片，在箱的后面加上一块厚板密閉或开启試听，就可证实。現在这里是用一块三合板，在整个面上均匀地钻了若干 $\phi 10$ 毫米的小孔，孔的总面积約为整个后板面积的 $\frac{2}{3}$ ，这样，箱的作用基本上和声阻隔板



②

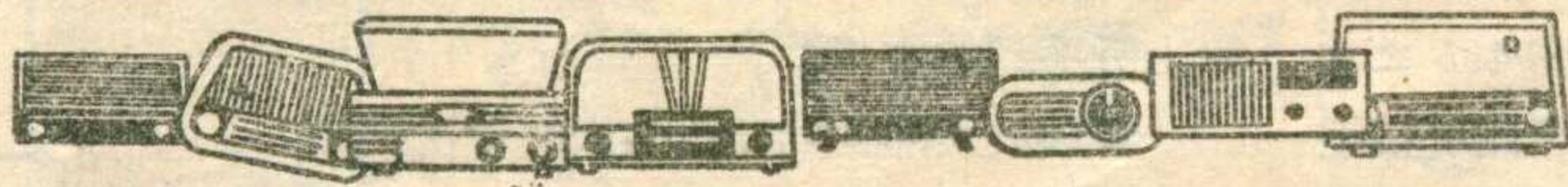
相似了。如果采用很厚的吸音材料敷于箱的內壁，装上后板并加密閉，效果一定更佳。高频揚声器后加一木制隔音罩，以防沙音，有利于高频重发。

整个发声系統的安装位置，最好是助音箱置于房間右角，与牆成 45° 角度，接出来的中音揚声器放在房間的左上角或中上部。这样，在播放交响乐时，站在适当位置收听，立体声的效果就十分明显，使人真有身临大厅的感觉。

(上接第 7 頁)

加电容 C_{10} 及其他电容諧振于 $f_3 = 33.5$ 兆赫 (参看图 3)。这里沒有自动增益控制电路， $R_5 C_5$ 供給阴极自給偏压。 $L_3 C_8$ 諧振于 26 兆赫，是第二个吸收回路，它的作用是将总合中頻特性中頻率低于 27.75 兆赫处所产生的尖峰压下去，以抑制邻近高频道的图像載波的干扰。第二級中放电路完全和第一級相似， L_6 和电路有效电容調諧于 $f_2 = 32$ 兆赫。这样三个調諧迴路便諧振于不同頻率 (f_1, f_2, f_3)，而形成参差調諧，并和两个吸收迴路构成所需的总合中頻特性 (图 2)。放大后的中頻信号由 L_6 送至視頻檢波器。另外，电容器 C_7 是用来在接收調頻广播时加入第二本机振蕩信号之用，而 L_5 是調諧于 6.5 兆赫，以便在这时能取出 6.5 兆赫第二伴音信号送到伴音通道去。

怎样选用收音机



王福津

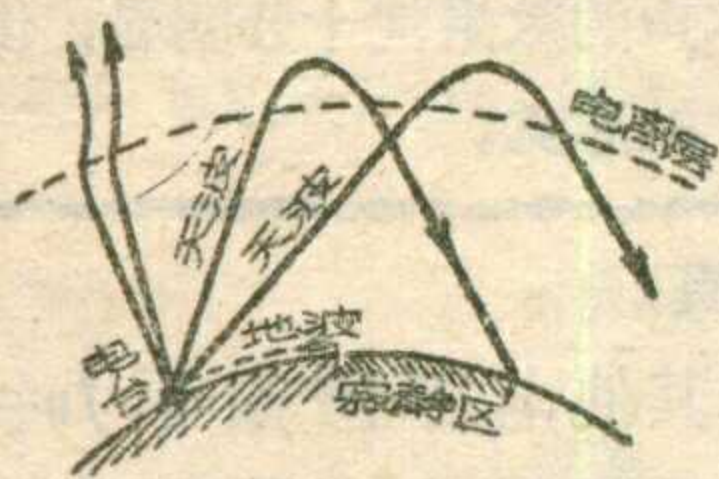
近几年来，我国无线电广播收音机的生产有了迅速的发展。为了满足国内广大人民群众各方面不同的需要，各无线电制造厂设计制造

了各种不同类型的收音机，除了电子管收音机以外，晶体管收音机也已试制出不少品种，即将陆续在市场上出现。收音机的品种很多，我们怎样根据不同的要求来选择适合自己需要的收音机呢？这里就来谈谈这个问题。

无线电波的传播特点

收音机的收听情况，与无线电波传播的性能有很大的关系。目前的收音机绝大多数是收听中波或短波广播的，让我们先谈一谈这两种电波的传播特点和它与收音机的关系。

中、短波的传播一般可以有两条路径，一是沿地面传播，称为地波；一是利用电离层的反射进行传播，称为天波（见附图）。中波的特点是波长比较长，沿地面传播损耗较小，地波能传到较远的距离，我们平常收听中波电台的广播就是利用地波，白天和晚上都能收到。而天波呢！在白天由于电离层中较低层对中波吸收严重，不能由电离层反射回地面来；可是到了晚间，电离层的较低层消失，中波却能从电离层的较高层反射回来，因此中波段的收音机在晚上还可以收到天波。天波传播的距离比较远，所以晚间中波段的收音机能够收到较



远的电台。但是天波传播有一个特点，就是无线电波射入电离层时要倾斜到一定的角度后才能够反射回来，这样天波传播就有一个最近的距离，比这个距离更近，天波是回不来的，因此在地波传播的最远距离和天波传播的最近距离之间就形成一个“寂静区”，在这个区域内就听不到电台的广播了。中波收音机在晚间能够收到近处和远地的电台，而有些比远地电台更近一些的电台却可能收不到，就是因为收听地点正是处于对那些电台来说是“寂静区”的缘故。

短波的波长比较短，沿地面传播损耗较大，传播的距离不远，但是电离层对短波的吸收却很小，因此不管白天和晚间短波都可以传到较远的距离，所以我们利用短波收音机可以收听远地电台的广播。

收音机带短波是否意味着质量好

一架收音机带有短波段，说明它具有接收短波电台的能力。如果笼统地认为，带短波的收音机质量就比只有中波段的收音机好，那是不够全面的。例如：电路程式完全相同的两架五灯收音机，其中一架带有短波段，另一架则只有中波段。这两架收音机就中波部分来说，

质量情况是完全一样的，甚至有可能后者较前者性能还会好一些。因为只有一个中波段，那么在设计制造中就要考虑中波段的质量要求而不必兼顾到短波段的要求了。

根据我们国家无线电广播的具体情况来看，在全国广大地区利用中波波段已能够满意地收听到中央和省、市电台的广播节目。前面已经谈到，短波主要是依靠电离层的反射进行远距离传播的，而电离层随着季节、昼夜时间、气象等条件而变化，因此天波的传播不够稳定，特别是收听远距离短波广播时，衰落现象很严重。即收听某一电台时声音忽大忽小，很不稳定，这是使用短波段的最大缺点。而中波段则要稳定得多。另外一般短波段的每个电台在度盘上只占一点点位置，调节电台也不如中波段容易。因此只有收听远地电台广播，例如在边疆地区收听中央台广播时必须使用短波外，其他情况则不必使用短波收听。以往市场上出售的5~6灯收音机虽然大部分带有1~2个短波段，用户实际上很少使用短波收听，有的用户甚至多年不用一次，利用率很低。只有中波段的收音机省去了短波部分许多元件，这在生产中会进一步降低成本和提高质量。对于用户来说，也没有什么不方便的地方。

怎样选用不同类型的收音机

就目前我国生产的收音机来看，可分为电子管和晶体管两类。按电气、电声性能来分，电子管收音机分为特等、一、二、三、四级，晶体管收音机也分为一、二、三、四级。近年来为进一步满足广大人民群众的需要，又增添了简易型收音机。下面就各种收音机的性能、特点及其适用范围作一简单介绍，供选购时参考。

一、电子管收音机

1. 特等机：这种是收音机中最高级的产品。一般制成大型台式或落地式，带有电唱、录音机等，且具备高质量的模拟立体声放声系统。收音机中都具有高频放大级，灵敏度很高，能很好地收听国内、国外远距离电台的广播。这类收音机的产品牌号有熊猫1501（三用落地式）、熊猫1503（大型台式）等。

2. 一、二级机：除有部分一级机做成落地式外，多数为大型台式，落地式机也常带有电唱、录音机等。这类收音机大多使用7至9只电子管，具有输出功率大、高音质放声和较高灵敏度等特点。可收听国内远距离电台和一些国外电台的广播，适合机关单位、礼堂、俱乐部等集体收听。一级机如上广131、132、牡丹911，二级机如熊猫607等。

3. 三级机：这种就是市场上出售最多的5至6灯超外差式收音机。目前的产品中都是中、短波段，不久

也会有不带短波的5、6灯机在市场上出售。它们都具有较好的电气、电声性能。中波波段在我国广大地区可收听中央台、省市台及邻省省台的广播。使用短波可在边远地区接收中央台广播。例如在北京用中波段收听，白天除能收到本地电台广播外，还能收到天津、保定、石家庄、唐山、张家口等市台和河北、山东省台，晚间并能收到山西、辽宁、陕西、安徽、吉林、广东等省台的广播。因此不带短波的三級机最适合城镇职工选用。另外还有一种直流收音机供无交流电地区使用。

4. 四級机：这类又称为普及型收音机，大多数是由4只电子管(也有用3只的)制成的单一中波段的超外差式收音机。其性能较三級机略低一些，但由于电路中采取了措施，仍能达到较好的指标。可供收听中央台、省台和本地电台的广播节目，借助外加天线，可收听更远地区的广播。在北京未加外天线试听时，除能收到北京地区电台广播外，还能收到天津、保定市台和河北省台，晚间更能收到山西、山东、辽宁、陕西、广东等电台的广播。它的价钱比较便宜，适合城镇广大职工和有电地区用户选用。这类收音机的新产品有宝石441、东湖41、长城612-1、凤凰4201等。

5. 簡易型机：是由2至3只电子管制成的中波收音机，线路比较简单，一般是再生式的，价钱更便宜些。主要是供收听本地电台的广播以及邻近中央台、省台的地区收听中央和省台的广播。适合城镇和郊区农村有电地区的广大用户选用。

二、晶体管收音机

1. 二級机：大多是由7至9只晶体管(不包括晶体二极管数目，下同)制成的中短波超外差式收音机。灵敏度等电性能指标大体和电子管二級机相近，是晶体管收音机中较高级的产品。用电比直流电子管收音机省得多，只需一般1.5伏手电筒电池4至6节即可正常工作。可在我国广大农村及边远无交流电地区收听远地电

台的广播节目，适合边远无电地区的县、社机关、部队、工作队等单位使用。

2. 三級机：是由6至8只晶体管制成的中波段超外差式收音机(个别有带短波的)，性能和收听效果和电子管三級机相仿。通常用4节1.5伏普通手电筒电池即可正常工作。在广大农村及无市电地区均可用来收听中央台、省、市台及邻省省台的广播。适合广大农村县、社机关单位使用。部分便携式机可供出差、旅行等使用。这类收音机的产品目前有美多28-A(便携式)、松花江601(袖珍式)、飞乐2J1(台式)等。

3. 四級机：通常是由4至5只晶体管制成的中波段超外差式收音机，性能大体和电子管四級机相仿。用电较三級机为省，价钱也比较便宜。加接外天线(室内或室外较短的天线，天线长了雷雨时容易损坏收音机)可收听更远地区电台的广播。适合农村社、队和部分城镇职工使用。

4. 簡易型机：是由2至4只晶体管制成的中波段高放式收音机。价钱比较便宜，用电也省，一般4节手电筒电池可用2~3个月。三、四管机接收能力相同，灵敏度都较高。四管机较三管机输出功率大，声音宏亮。可供收听中央台、本省市台和本地电台的广播，如距邻省省台较近也可收听。二管机灵敏度要低些，可供城郊区接收本地电台和靠近中央台、省台的地区使用。簡易机都备有外接天线装置，加接外天线后可以提高收听效果，以便距电台更远的地区使用。这类收音机新产品的型号比较多，如武汉出产的东湖B31、锦州的羚羊310-1、沈阳1V2-1、北京出产的百灵4-62-1、天津的长城J3-1等，特别适合我国广大农村人民公社社员家庭使用。有人曾把武汉出产的东湖B31型晶体管三管机带到四面环山的宜昌去试听，在早晨能够听到湖北、陕西、安徽、广东、山西、湖南、河南和北京的广播，声音都清楚。

在什么波长上增益高些？

从一架中、短波收音机的说明书中可以看到，收音机的灵敏度在不同波段上是不同的。在中波波段上的灵敏度，要比在短波波段上高一些。这就是说，收音机在中波波段上的增益要比在短波波段上高些。

但是，如果由此得出结论说，“波长越短，增益越低”，那就不对了。如果我们在收音机同一个波段内的不同波长上进行测试，那么就会发现情况刚好相反：波长越短，增益越高！这是为什么呢？

放大器的增益和负载电阻的大小有关。高频放大器(包括中频放大器)的负载是振荡回路。回路的谐振电阻 $\frac{L}{CR}$ 越大，放大器的增益就越高。在同一个波段内，回路中的 L 不变，波长是通过可变电容器电容 C 的变化

来改变的。当从较长波长调到较短波长时(由较低频率调到较高频率时)， C 的数值变小，谐振电阻 $\frac{L}{CR}$ 增大，所以放大器的增益变高。

但是，如果改变了波段，例如从中波波段变到短波波段，情况就不一样了。在多波段收音机中，各个波段都是用同一个可变电容器来调谐振荡回路的，因此，短波线圈的电感必须比中波线圈的电感小些。这样，短波振荡回路的谐振电阻就比中波的小些，所以放大器以及整个收音机在短波段上的增益一般比在中波段上低些。

上面所谈的情况，是针对常见的用可变电容器来调谐回路的收音机而言。如果是电容不变，用改变电感的方法来调谐回路，就会得到和前面相反的结果。总之，在其他条件相同时，增益的大小决定于 $\frac{L}{CR}$ 。这个谐振电阻值越大，增益就越高。因此，在一般收音机中，要尽可能地增大 L 值，减小 C 值，以提高增益。

直流收音机

检波级的检修

石 銳

干电池式直流超外差收音机的检波级包括检波和自动增益控制两个部分。现在分别说明这两部分的故障检修方法。

甲、检波部分的故障

检波的功用，是把接收进来的调变高频电流中所寄存的音频成分分离出来。在这类收音机里，检波是和电压放大级合在一起，由一只二极、五极复合电子管 1B2 来担任，以它的小屏极和丝极组成的二极管作为检波器，电路结构如图 1 所示。整个电路的元件包括有二极管的丝极和小屏极、第二中频变压器次级 (G—F)、高频旁路电容器 C_8 ，以及音量控制电位器 R_6 。

一般说来，检波部分产生故障的可能性是不多的，而且易于处理。大部分是由于电子管损坏，失去检波效用，只要调换一只新电子管就能够解决问题。但是在渔区用的干电池式收音机中，因为电路受潮漏电，元件日久变质，也会大大减低收音效果。这部分可能产生的故障现象如下：

(1) 电子管损坏 用小螺丝刀触碰电位器 R_6 (B) 点，以及 1B2 小屏极 (L) 点均无声。遇到这种情况，可以结合电压放大极，一并处理，调换新管一試。

(2) 检波管衰老失效 检波管失效后，收音机发音微弱，即便收到本地电台广播，也感到失真不清，并有交流嗡嗡之声。

检查检波管的方法，可以根据测试电子管放射能力的原理，简便鉴别一下。把万用表扳到高阻一档，正試

棒触机壳，負試棒触检波管小屏极，然后把收音机电源接通，电位器开到最大，以 1B2 为例，小屏及丝极間放射情况正常时，电表指数约为 $30\text{K}\Omega$ 。再将試棒互調測量，电表指数应为 $500\text{K}\Omega$ 。測量时两者反相阻值差数不大，或者电表起動很小，則說明电子管失去放射作用，可以另換新管一試。

(3) 中頻变压器次級开路 中頻变压器次級是串接在檢波級电路里，一端开路后便不能收音。用小螺丝刀触碰小屏极无声，但触碰电位器 A 点仍有咯咯之声。检查时，把万用表扳到低阻一档，測量中頻变压器 G、F 二脚时电表指針不动。发生这种故障，可把中頻变压器拆下来检修。如果是綫圈在焊接之处脫落或霉断，需要用細砂布将綫头輕輕擦去漆垢，同时要注意将所有綫头都一并焊牢。因为中頻变压器多是用多股細絞合綫繞制的，假若漏焊一根，就要影响中頻变压器灵敏度。有些中頻变压器可能断在内部，那就难以修复，只好調換新的。

(4) 中頻变压器次級短路 短路后，用小螺丝刀触碰小屏极无声，同时触碰电位器 (A) 也无声。检查时仍用万用表測量小屏极对地电阻，如果电表指針起動到底，則說明与地短路。这时，可把中頻变压器从鋁壳內拆出来，检查接綫脚是否与鋁壳相碰，并检查小屏极管脚和与其有关的接綫是否与地短接。

(5) 中頻变压器內小調整电容极間短路 使用空气式中頻变压器，日久以后，它的小調整电容器可能受潮发銅锈损坏絕緣，造成相碰，使中頻变压器短路失去作用，不能收音。但用小螺刀触碰小屏极仍有声音。检查步骤，仍用万用表測量 G、F 两端阻值。如无阻值(电表起動到底)，要把中頻变压器从鋁壳內拆除下来，把小調整的螺絲轉出来，清洗一下，即能

修复。如果其中云母絕緣损坏严重，应当另調新品，因为即使勉强修复，也要影响收音效果。

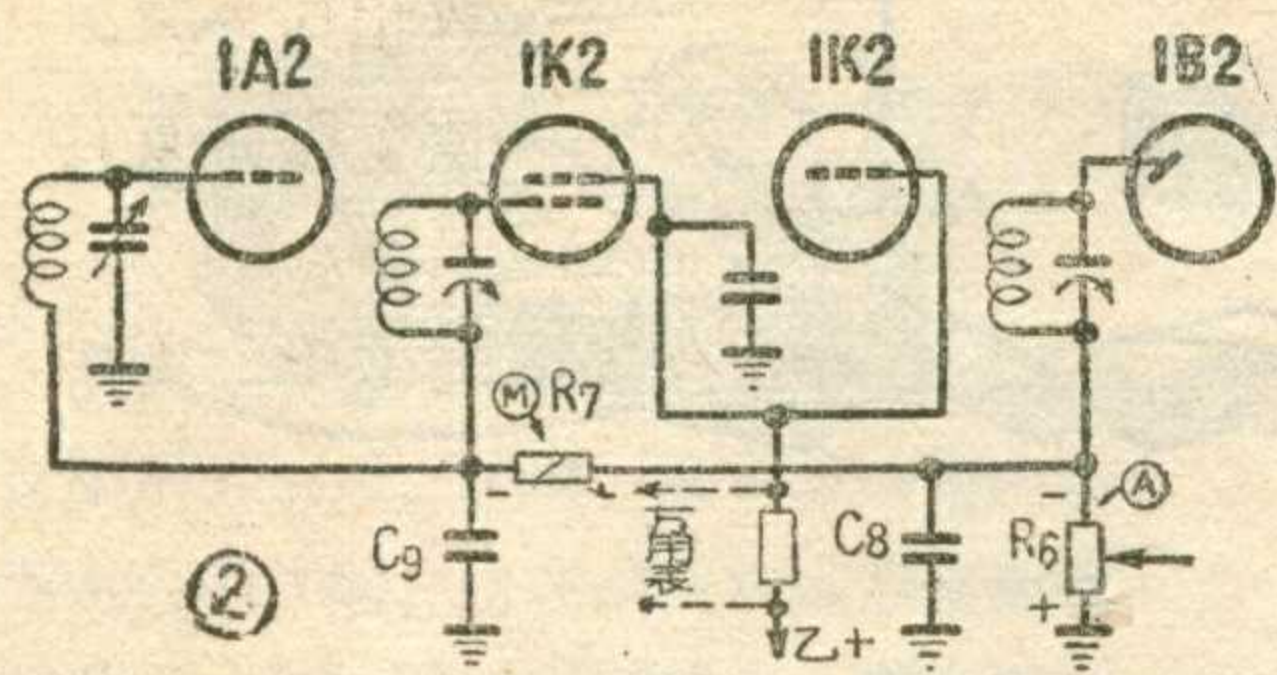
(6) 高频旁路电容器漏电 图中 C_8 为檢波級后的高频旁路电容，是与 R_6 电位器并联的。它的作用是利用充电放电能力，使落在 R_6 上的脉动电压中的高频成分得到旁路。这只电容器，在渔区干电机里，使用日久就有可能受潮而漏电，以致 R_6 上电压减低，随之声音低而悶沉。检查时，可将 C_8 一端开路，如果声音突然增高，并夹杂有嘯叫声，則說明是它漏电无疑。可用一只 $100\sim 250$ 微微法的新电容器調換上去。

(7) 高频旁路电容器开路 这只电容器如果开路，檢波后在 R_6 上所产生的脉动直流电压，其高频成分就失去了旁路。这样一来，就要串扰到低频级电压放大管。因此，揚声器里发出的声音就不悅耳。同时，調节第二中頻次級微調电容器，也会感觉它的作用迟鈍。遇到这种现象，要检查这只电容器有无脫焊和漏接。可以用一只 $100\sim 250$ 微微法电容器，并联在 R_6 二端一試，即能解决。

(8) 中頻变压器次級失調 第二中頻变压器的次級是串接在檢波級輸入电路里的，如果失調，加到檢波管小屏极上的增益就隨而减低，声音輕弱。处理的手續，可用小螺丝刀略微調整中頻变压器中的微調电容器，使輸出声音达到最响为止。

(9) 电位器 R_6 变值 电位器 R_6 使用日久以后，内部炭精片磨擦受損，以致造成接触不良，旋动时就会产生杂音。如果 R_6 的 B 点和 A 点短路，收音机就会发生强烈的失真。检查电位器的好坏，可按以前介紹的方法測驗(參見本刊 1963 年第 1 期“直流收音机低放級的檢修”一文)。如两端阻值不平衡，或者电表指針忽高忽低，这就說明接触不良，不宜勉强应用。

(10) 电位器 R_6 的 A 点与地端短路 电位器 R_6 的 A 点与地短路后，檢波以后的电流直接入地，就收不到播音。这时用小螺丝刀去触碰 A



点无声。遇到这种情况，要沿线路寻找各接线支架有无与地短接。如果接线是用隔离金属线的，就要把线头焊开，用欧姆表检查有无内部短路。

乙、自动增益控制部分的故障

自动增益控制电压，是取自检波以后在 R_6 上所产生的电压降。但是这种电压还是脉动的，不能直接用来作为控制前级增益的负偏压。因此在电路中还要经过一个由电阻和电容所组成的滤波网路，才能保持电压稳定。在干电池式超外差收音机里，所采用的控制电路如图 2 所示。

图中 R_7 和 C_9 就是一个滤波器，一般数据电阻 R_7 用 2 兆欧，电容器 C_9 用 0.05 微法，检波后从 R_6 上得到的负电压，经过这个滤波器后加到中频放大管和变频管的控制栅极，就起自动控制作用。

检查自动增益控制部分是否失常，可以用万用表测量检波以后的电压和加到前级去的控制电压。也可以用触碰的方法来试验。

测量自动控制电压的步骤，是把高频振荡器调到 900 千赫，加上百分之三十调制度 400 赫的调制信号。将振荡器输出线接在收音机的天线端，调谐收音机接收到最响度，将万用表

扳到测量直流电压一档，正试棒接收音机底板，负试棒测量 A 端电压，以观察信号的强弱差别。一般数据，若在 A 点测出电压为 2 伏，测量 M 点，大约在 0.2 伏左右。如果，测量 A 点有电压，M 点完全无指数，这样就是不正常的现象。

用触碰的方法探试比较简便。用小螺丝刀先触 A 点，扬声器里会发出很响的咕咕之声。然后再触碰 M 点，在正常情况下，应有较轻的咕咕声。假使完全无声，就说明有不正常之处。

经过以上方法初步鉴别以后，检修手续就简便了。一般说来，自动增益控制部分发生故障的机会是比较少的。下面把电路中由于零件变值可能产生的故障现象说明一下。

(1) 滤波电容 C_9 断路 C_9 是自动增益控制电压的滤波电容，同时也是中频级和变频级的高频旁路电容。它开路后，前级的高频回路就要通过 R_7 经 C_8 旁路。这样因为电路里串接上了一个高阻值 R_7 ，灵敏度就随之降低。电池式收音机多数有一级电阻交连的固定中放， C_9 开路以后，产生振荡啸叫的现象还是很少的，一般是收音低落，只能收到本地电台或者一两个强力电台。检修时可以用小螺丝刀把 M 点与地短路，如果收音立即恢复正常，便是 C_9 开路的故障。这时要进一步检查 C_9 有无脱焊，引出铜线是否断了。调换新电容器时，要选择规格与原来相同的，以免影响自动控制的时间常数。

(2) 电容器 C_9 漏电 这只电容器漏电，便等于一只电阻与 R_7 串联

后与 R_6 并联，分去一部电压。漏电情况严重时，自动增益控制便失去作用，收听本地电台和强力电台时，音量开大和开小都有失真现象，同时杂声也随着增高。检查时可将 C_9 一端焊开，用万用表测量它的漏电阻。判断自动增益控制是否是由 C_9 漏电而失效，可以测试中放管的帘栅电流来判别。将万用表扳到直流电压 50—100 伏一档，正试棒接乙正，负试棒接帘栅极，也就是帘栅降压电阻的两端，如图 2 虚线所示。用高频振荡器放出百分之三十调制的 900 千赫信号，调谐收音机到发声最响度，或者收听本地和强力电台，记下帘栅极降压电阻两端的电压值。再用小螺丝刀把 R_7 的 M 点与地短路，当自动增益电压正常时，帘栅极降压电阻上的电压，应有增高。以五灯干电池机为例，输入最大信号时，帘栅极降压电阻上的电压降约为 28 伏，将 R_7 在 M 点与地短路后，就升高到 32 伏左右。经过上述测试，如果电压降差别甚微，就说明自动增益控制电压不够正常，必须检查 C_9 的漏电情况，并检查帘栅极降压电阻焊接支架有无因受潮以及霉污等造成漏电现象。

(3) 滤波降压电阻 R_7 开路 滤波电阻 R_7 发生故障的可能性是少见的。但由于机件使用日久，经过多次修理，也有开路的可能。 R_7 开路以后，自动控制电压便失去作用，收音机的杂声和啸声随之增高。这时要检查焊接 R_7 的一只三眼支架两端有无脱焊。重新焊接时要注意除去支架上焊油沾染的灰尘，以免造成漏电。

(上接第 13 页)

层绕 80 圈；线圈 L_4 在中间绕 16 圈；线圈 L_5 在外面绕 21 圈。用 $M 6 \times 1 \times 12$ 螺紋磁心可以调整电感量。其结构如图 4，图中接线端与图 1 相对应。

3. 中频变压器：可选用华北厂生产的或其它同类型的中频变压器（电容 120 微微法的）。中频再生线圈用 5×0.07 毫米的单丝漆包线在中频变压器的初级绕 8 圈，其接线方法如图 1 中所示，图中所注黑点为线圈的对应端。

五极管变频收音机的调整与一般外差式收音机调整

方法相同。在调整过程中如果栅极回路或阴极回路的谐振频率接近，则阴极回路停止振荡，在栅极回路产生间歇振荡，此时听到刺耳的“沙”声。当把栅极与阴极两个回路的谐振频率调开时，“沙”声及停振现象即可消除。在输入回路与本机振荡回路调整到正常工作时，不会再有“沙”声和停振的情况。

这种五极管变频四灯机具有较好的电气性能。其灵敏度为 150~350 微伏，选择性在 22 分贝以上。实际试听结果证明，抗“串台”干扰的能力很强，收音效果好。

实验室

无电源收音机制作实验



王学维

矿石收音机不需要电源，装制简单，使用经济，到目前在许多地区还是很有利的广播收听工具。笔者个人工作与这方面有关，经常遇到一些朋友提出关于这方面的問題，看到本刊本年第2期“怎样提高矿石机的灵敏度”一文后，给予我很大启发，于是也动手装制了一具这样的无电源收音机作为实验，效果很好。现将实验内容和体会写了出来，提供爱好者们参考。

使用的线路及实验数据

我们使用的线路如图1。线圈是一个直径60毫米的胶木圆筒，用0.6毫米(23号)漆包线平绕175圈作为 L_2 ，在35圈处抽头作为 L_1 。绕成后在RFT-161型Q表上测量， $L_1=94$ 微亨，品质因数 $Q=88$ ；

$L_2=1000$ 微亨， $Q=136$ 。总的潜布电容为5微微法。所用天线为Γ形，用1.4毫米直径(17号)的裸铜线做成，

水平部分长22.65米，离地6.6米，竖直部分长1.7米。地线是接在自来水管上。 D 为 $\Delta 1B$ 晶体二极管，正向电阻500欧，反向电阻1兆欧(用欧姆表测得)。 C_p 为0.001微法纸质电容器。扬声器为普通舌簧喇叭，将原有线圈拆除，改用0.19毫米(36号)漆包线1200圈，改绕后的直流电阻为60欧。收音机在长沙地区使用，所以上面的数据是按照湖南人民广播电台波长238.1米(1260千赫)设计。装置地点离电台约十多公里。用电子管电压表测量： L_1 两端高频电压为11伏， L_2 两端为5伏；扬声器两端的音频电压约为1伏；扬声器中的平均直流为5.8毫安。当晶体管和扬声器不接的时候，测得 L_1 两端的高频电压为5伏， L_2 的高频电压为12伏。

线路的分析

要想使无电源收音机达到好的效果，第一要求天线能够多接收一些高频电磁能；第二是如何充分利用天线上所接收到的电磁能。要达到第一个目的，一方面可以将天线装得高些，和离广播电台近一些，

这要受到实际环境的限制，有时是不现实的。另一方面是根据实际情况装好天线以后，根据所要接收的波长算出它的输入阻抗。例如上面所用天线按接收波长为238.1米计算，它的输入阻抗为761.2欧(计算方法参考苏联阿谢也夫著《无线电基础》第四编第三章，龙门版译本)，阻抗为电容性。根据这一数值计算加接电感 L_1 的数值应为96.15微亨，这时天线电路就与所要接收的电磁波谐振，可以充分吸收空间所传来的电磁能。至于第二个目的是如何充分利用所收得的电磁能，为此可以在天线谐振回路里直接进行检波，不经过转换，以便达到充分利用的目的。根据这一设想，最初我们使用了图2的电路：天线的长度和高度，以及电感线圈 L_1 的大小，都与图1相同。结果测得线圈两端的高频电压为5伏，通过扬声器的平均直流为4.5毫安，扬声器发出来的声音，比较图1所得的要小一些。这显然是由于图2中接入晶体管以后，谐振回路里的电阻有所增加。不过使用这一线路的效果，比较一般的双回路检波还是好得多，特别是它的装制比较简单。因此，如果把 L_1 做成为可变的或抽头式的，就可以不必进行设计计算，适用长短不同的天线，同时也还具有一定程度的选择性。

乍看起来，图1好像和图3一样，是一个普通的单回路矿石机。实际上它是一个自耦变压器式耦合的双回路，其等效电路应如图4所示。天线部分相当于一个电容与电阻串联，再与加接电感 L_1 串联后，与发射电台传过来的电磁波相谐振，组成回路(I)。线圈 L_2 的自然波长接近于发射电台的波长。我们可以将晶体二极管看作一个电容 C_D 与电阻 R_D 相并联，再与一电阻 R_S 相串联的等效阻抗。这一等效阻抗与线圈的潜布电容 C_L 并联之后，再与 L_2 组成谐振回路(II)。至于图1中的 C_p 及扬

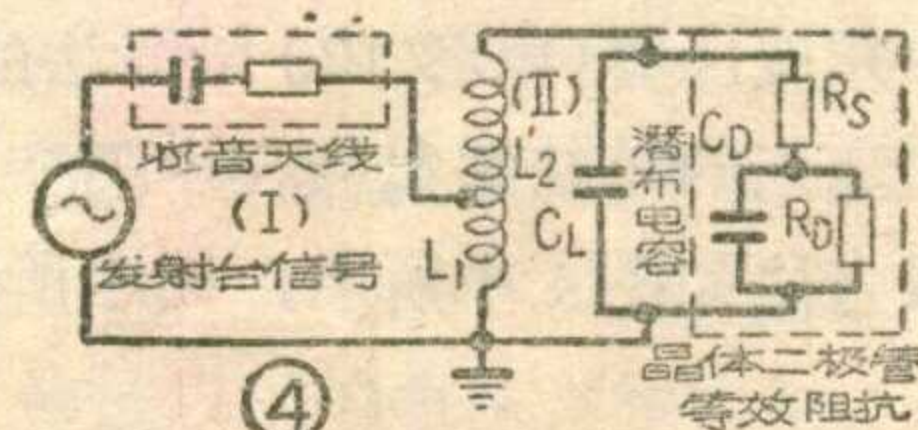
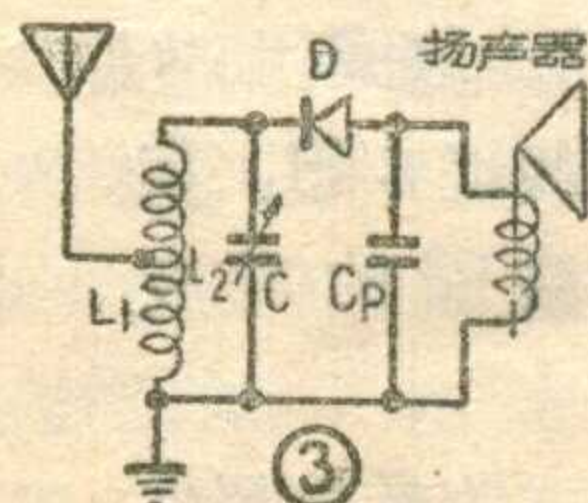
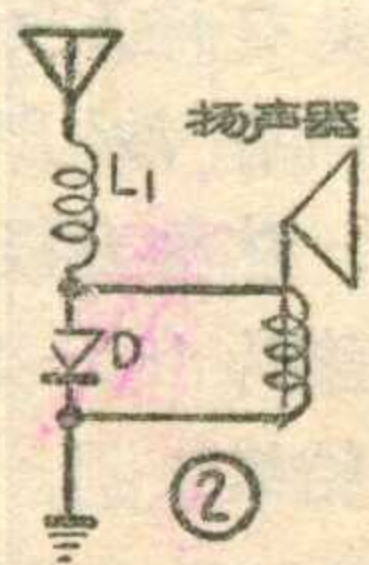
声器，因为 C_p 对高频来说容抗非常小，可以看作短路，故在图4中没有画出。谐振回路(I)将天线上所吸收的电磁能通过磁感耦合传送到回路(II)，然后进行检波。从图4看来，这虽然是两个谐振回路，回路(I)所吸收的电磁能要经过一次转换才到回路(II)，而其效果却比图2来得好。这是由于线圈 L_1 和 L_2 相当于一个变压器，有把阻抗升高或降低的作用。回路(II)中晶体管的电阻，经过这个变压器的作用，反射到回路(I)中的电阻远较图2直接接入晶体管的电阻来得小，回路(I)吸收空中的电磁能也就来得大。所以在图1中当检波器不接的时候，用电子管电压表测得 L_1 两端的高频电压为5伏，在图2的线路里测得 L_1 两端的电压也是5伏。而在图1线路中把检波器接入以后， L_1 两端的高频电压升高到11伏。

另外需要注意的是不要将 L_2 的电感量减小，及在回路(II)中加入电容来调节谐振。因为这样就会变成是图3的电路了。我们要在回路(II)中直接进行检波，就不能使其有分流作用。至于潜布电容的分流作用，那是不可避免的，但可在绕制线圈时尽量使其达到最小。在绕制线圈的时候，潜布电容和晶体管的等效电容也很难事先测量计算，设计时两者都只能作大略的估计，绕制 L_2 时，可在计算圈数附近多出几个抽头， L_1 与天线的配合，也在计算圈数附近抽出几个头来，在试验时最后确定。

同一根天线对于不同波长的电磁波所具有的特性阻抗是不同的，如果将电感线圈全部按5圈或10圈抽头，则在本地区电台停播以后，变换接头，对其他远地电台进行选择收听，效果也很好。

元件的选择

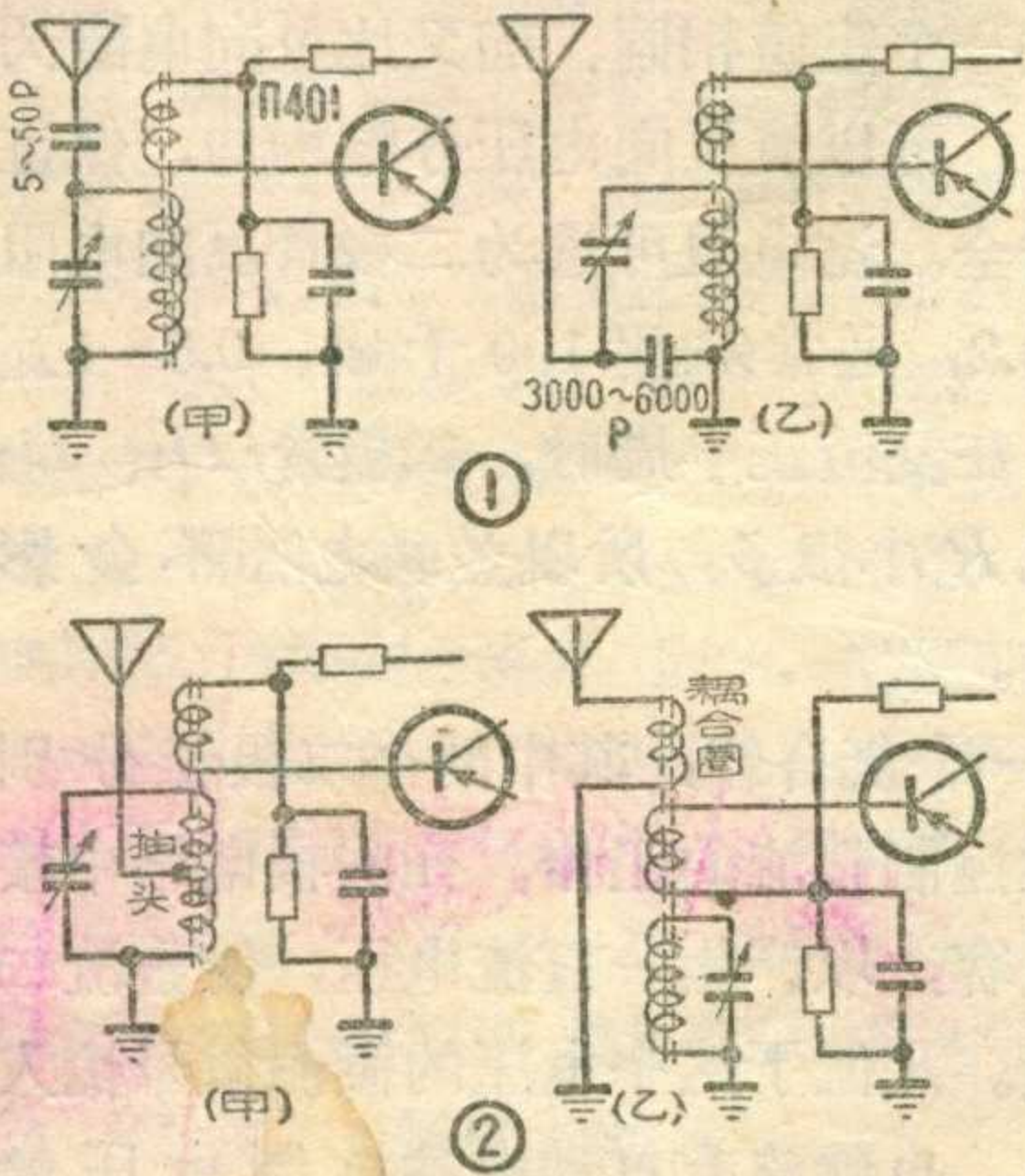
对于天线的要求，除掉前面所讲的要



磁性天線怎样加接机外天線

晶体管收音机多数都装有磁性天線，通常不用外接天、地線，即可收听省内和邻省电台的广播。但在山区和地形复杂及偏远地区，只靠磁性天線收音，即会感到灵敏度不足，有些地方甚至白天还可能收不到广播，这时就有必要加接机外天線来提高灵敏度。

机外天線的接法，一般常用以下两种方式：(1)电容輸入式(图1)；(2)电感輸入式(图2)。这两种輸入方式的缺点是在整个波段內灵敏度难以达到均匀一致，有的因为与天線耦合太紧，还会使选择性降低。即便是在超外差式收音机中，由于外接天線，也会引起輸入回路严重失諧。使



用长短不同的天線时，收音效果也会相差很大，尤其在晚上收音时，加了外接天線，常常会是几个电台混在一起，分隔不开。

这里介紹一个更为合理的方法。它是用一个有初級和次級的空心线圈来作耦合，初級 L_1 是高阻抗的，电感量約为1~2毫亨。次級 L_2 为12微亨左右。耦合系数約为0.5。把原来磁性天線线圈通机壳的一端串联到这个线圈的 L_2 上再通地(图3)。这样接法在整个波段以內灵敏度比較平均，虽然耦合系数不大，因为机外天線和輸入线圈之間达到了較好的匹配，所以灵敏度和选择性都很高。不用机外天線时，对于磁性天線的影响不大。用外接天線时，輸入回路的失諧程度比其他方法小。它可以适用参数不同的天線，在外接天線端只接天線，或只接地線，或是天、地線都使用(地線接机壳)时，都有良好的效果。安徽合肥无线电厂試制的黄山牌晶

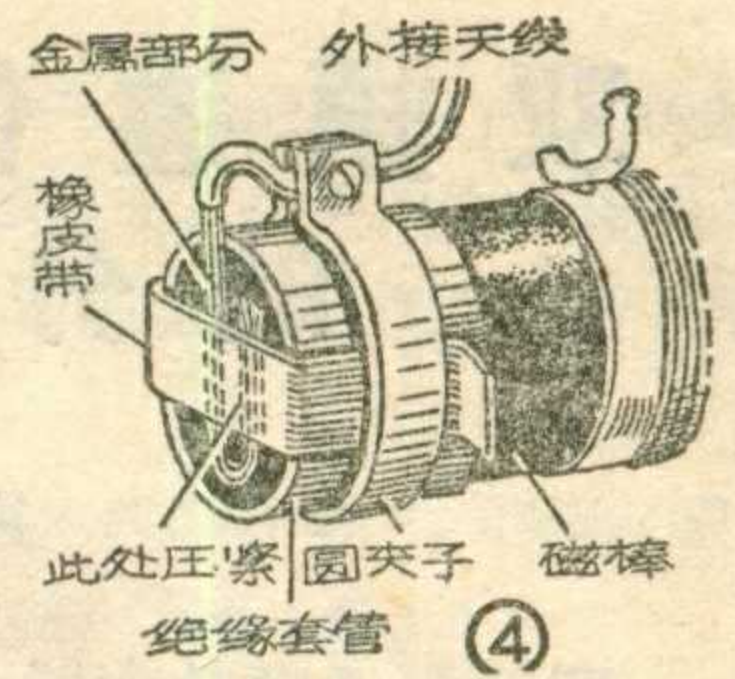
高要长以外，还要求它的电阻小，最好使用专用的編織線。它的絕緣程度要高，最好不要与墙壁或其它潮湿的东西接触。天線装得高，拉得长，除掉能够多吸收一些电磁能以外，还有另外一个意义，那就是按照簡單的垂直天線計算，只要这个天線的等效长度在所接收电台波长四分之一的限度內，等效长度越长，加接的电感 L_1 就越小，使回路(I)和回路(II)的耦合度达到临界值附近，以便产生全諧振，那么效果就更好些。

关于线圈的繞制最要紧的是要求 Q 值大，潜布电容小。通常总认为使用的銅線越粗，电阻就小， Q 值也就会越大。这个概念只适用于对同质量导線来进行比較。我們在实验过程中，首先曾用直徑1.2毫米(18号)漆包線繞制， Q 值达不到50。改用0.6(24号)毫米直徑的漆包線以后， Q 值为136。当然漆包線也不宜用太細的，以直徑0.5—0.8毫米为宜。要潜布电容小，

同时想要多抽头，所以就只能使用单层平繞。这样的缺点是线圈的体积較大。

揚声器以用直流电阻較小，电感較大的为好。直流电阻小可以减小檢波晶体两端的偏压，以便充分利用高频电压的振幅。普通舌簧喇叭中的线圈多半是用0.08—0.1毫米直徑漆包線繞制的，直流电阻达1000欧以上，需要按前面所述方法改繞。至于将舌簧兩側空隙减小，彈片磨薄等办法都有好处。我們又曾用一个5瓦的高音喇叭，通过变压器接入线路里来代替舌簧式喇叭(如图5)，效果也很好。虽然变压器 T 的效率只有0.7到0.8，但是高音喇叭发音的效率远較舌簧喇叭为高，音质也較好。同时我們也曾經作过試驗，这个变压器使用普通超外差式收音机里所用的輸出变压器代替。在它的初級线圈里，平均直流为5毫安。这个数字比前面所介紹的要小，主要是因为变压器初級线圈的直流电阻較大，但是高音喇叭所发的声音比舌簧喇叭

65
体管超外差式四管机就是采用这种线路的，在皖南、皖北山区使用，成績很好。



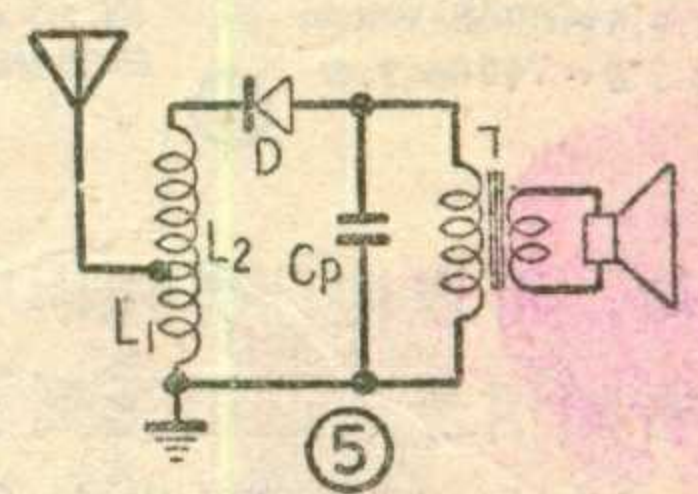
线圈的具

体做法是在直徑8毫米的骨架上用0.09毫米(43号)单絲漆包線繞成厚为3毫米的蜂房线圈350圈做为 L_1 ，相隔1毫米再以七股0.07的多股单絲漆包線繞15圈做为 L_2 。自制的話可以利用交流收音机用的美通M-81型线圈的天地线圈改制，把线圈中原有的磁心拆去，初級线圈不动做为 L_1 ，把次級拆到只剩15圈时，再推到靠近 L_1 即可。也可以用美通610等型的天地线圈改制(振荡线圈不用)。骨架直徑較大的， L_2 圈数要少些。 L_2 圈数多时灵敏度虽高，选择性将下降。反之选择性要好一些。

另外，还有一个简单办法，用1米左右长的多股胶质线，在一端除去1厘米左右的胶皮，露出金属部分，然后把金属部分紧紧地压在磁棒的一头，越紧越好。为了保持这样状态，可以在磁棒上用一圆夹子夹住一段橡皮带把铜线紧紧压住(图4)，夹子和磁棒之間要套上一段套管，使夹子和磁棒絕緣。铜线另一端引出外接天線就行了。根据几台装有磁性天線的收音机試用結果，这个方法既簡便，效果又好，大家不妨試試。

(赵本固 王乃魁)

为大，这是因为高音喇叭能充分使电能轉变为声能的原故。



C_p 的作用主要是使高频旁路，以增加晶体两端的高频电压，但是对音频的电抗必須很大，所以不能用得太大。通常以用0.001微法为宜。

关于晶体的选择：以反向电阻对正向电阻的比值越大越好，至于它的型号和材料似乎沒有多大关系。在我們的实验中，曾經用过各种国产点接触式晶体二极管进行試驗，平均直流最大的达到6.2毫安，最小的为4毫安。这个差别主要是由于反向电阻与正向电阻的比值不同所致。至于由于它的等效电容不同，对 L_2 影响一般并不显著。如果我們是用抽头式线圈，并用实验来选择最佳值，則晶体的等效电容就沒有計算的必要了。

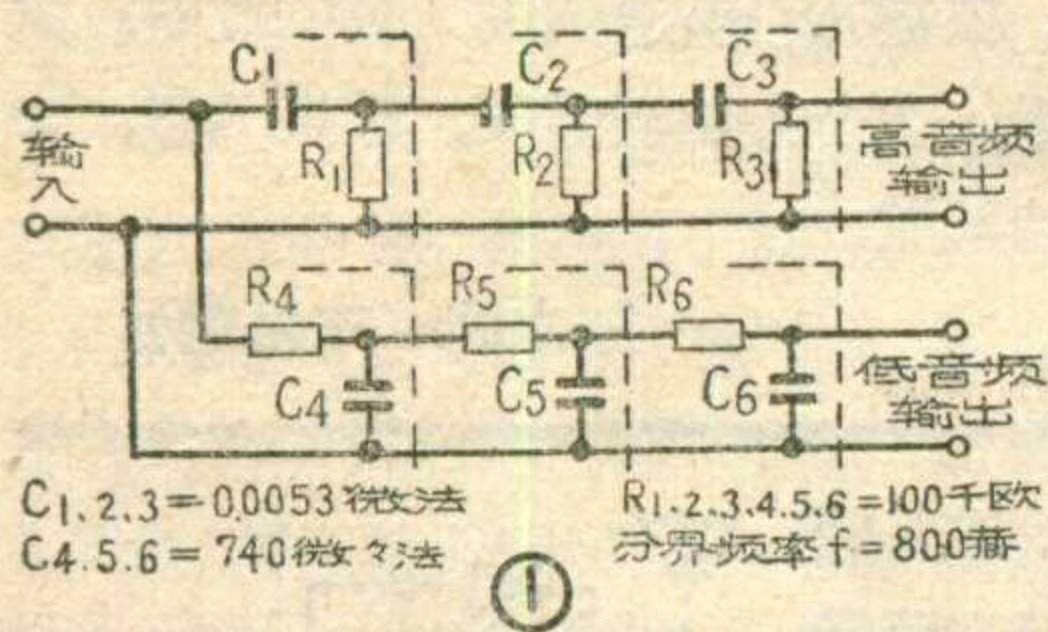
双频道低频放大器的分频网路

红 波

双频道低频放大器分频网路性能的优劣，是关系放大器各项质量指标的重要因素。为了保证高音频道及低音频道的放大器和扬声器工作在各自指定的频率范围内，分频网路必须具有良好的分频能力，即在所设计的分界频率以上的高音频经由高音通道放大器放大，分界频率以下的低音频经由低音通道放大器放大，两个频带彼此分开，互不相混。这样才能减少失真，提高放音质量。

分频网路分界频率的选择，也是相当重要的。在双频道低频放大器中分界频率一般选择在800赫左右，因为根据实验，这时的互调失真最小。但往往由于放音环境的声特性不同，放大器应用元件特性的不同，以及对放大器各项质量指标要求的不同，分界频率有时也需要作相应的调整，以得到满意的效果。

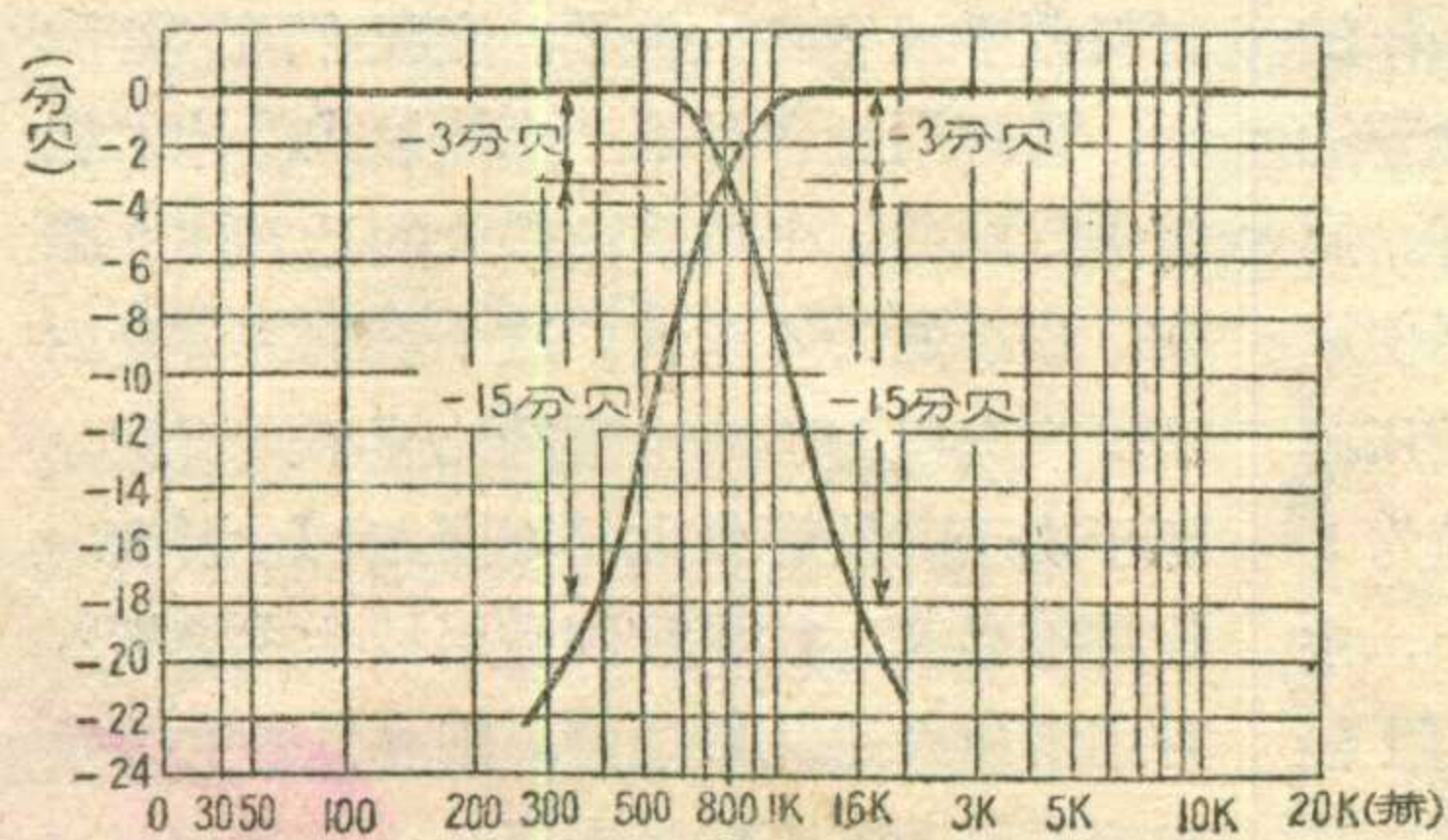
下面向大家介绍一种目前颇为流行的典型分频网路(图1)。它是由RC组成的三节滤波器， C_1R_1 、 C_2R_2 、 C_3R_3 组成高通滤波器， R_4C_4 、 R_5C_5 、 R_6C_6 组成低通滤波器。由于电容器的容抗 x_c 是与频率 f 成反比的($x_c=1/2\pi fc$)，当 f 愈高时， x_c 愈小；当 f 愈低时，则 x_c 愈大。因此正确地选择 $C_1C_2C_3$ 和 $R_1R_2R_3$ 的数值，



可以使分界频率以上的高音频信号顺利通过，而分界频率以下的低音频信号在这一通路中受到很大的衰减。正确地选择 $C_4C_5C_6$ 、 $R_4R_5R_6$ 的

数值，可以使分界频率以下的低音频信号顺利通过，而高音频信号在这里受到了很大的衰减。当分界频率选用800赫时，分频网路中 C 和 R 的数值如图1中所示，其中 $R_1\sim R_6$ 均为100千欧。

图1网路的分频特性示于图2。由图2可以看出，在高音频通道中，分界频率(800赫)以下的低音频信号在这里受到了每一倍频程约18分贝的衰减。在低音频通道中，分界频率以上的高音频信号也受到了每一倍



频程约18分贝的衰减(每一个滤波节约衰减6分贝)。

这样

的分频特

性在应用中是相当满意的，当高音频及低音频通道以外的频率变化到一个倍频程以上时，已经几乎听不见了。这样可使各频道放大器正确地工作在自己的频率范围内，使放大器的质量得到可靠的保证。

应用图1的网路时其元件数值可用下式来计算。

$$C_{1,2,3} = \frac{1 \times 10^6}{2\pi f \times R / 2.68} = \frac{4.268}{f} \text{ (微法)}$$

$$C_{4,5,6} = \frac{1 \times 10^6}{2\pi f \times R \times 2.68} = \frac{0.593}{f} \text{ (微法)}$$

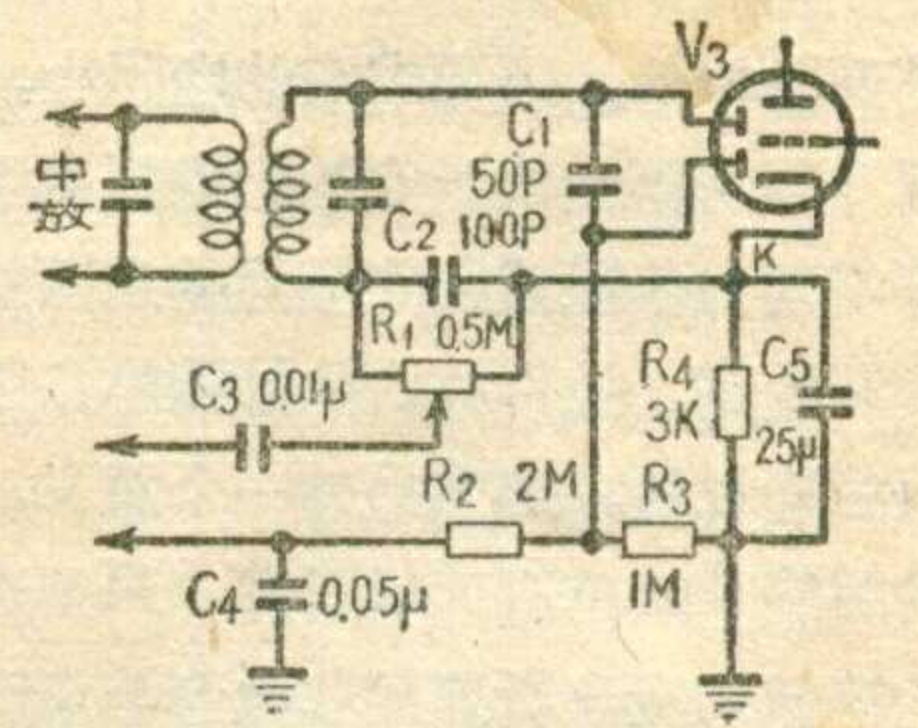
式中： f —所需分界频率值(赫)

$$R = R_{1,2,3,4,5,6} = 100 \text{ 千欧}, \pi = 3.14。$$

想想看答案

1. 目前生产的半导体二极管的特性相差较大，特别是反向电阻相差很大。因此，在交流负半周时，各个管子所承受的反向电压也不一样，很容易使反向电阻最大的管子击穿，并且连带使其他管子也击穿。在各个管子上并联一个阻值相同、而又比反向电阻为小的电阻，可以使反向电压分配均匀，保证管子的安全。这电阻可选为二极管反向电阻的0.1~0.2，通常采用100千欧、0.5~1瓦的电阻。在交流正半周时，二极管 D_1 、 D_2 导电，正向电阻要比 R 小很多，所以并联电阻不会影响整流器的正常工作。

2. 电路中 V_3 是一个复合管，其中两个二极管分别担任检波和自动增益控制整流的工作。在阴极电路中接入了并联的电阻和电容，以产生一直流电压，使整流二极管屏极较阴极为负。凡低于这个电压的微弱信号输入时，二极管不能导电，也就没有自动增益控制电压输出，正符合延迟控制的要求。但是，原电路图中把检波负载的一端接在地端，检波电路也就受到这个电压的控制，当微弱信号输入时，检波管不起检波作用，没有音频信号输入到低放级。只需像附图那样把检波负载接地的线头烫下，改接到阴极(K点)，这个毛病就可以消除了。



3. 一般超外差式收音机的噪声来源主要是变频级。当无信号输入时，收音机中的自动增益控制偏压最小，变频级和中放级的增益最大，因而变频级产生的噪声得到最大的放大，使收音机在无信号时发出很大噪声。当收音机收到强力电台后，自动增益控制电路在变频管和中放管的栅极加有一个负偏压，使这两级的增益降低。这样，一则变频管本身产生的噪声减小了，二则中放级对噪声的放大也减小了。因此噪声输出要比无信号时小得多，以致在播音声的掩盖下听不出来。



瞭望宇宙速度計

要使两艘宇宙飞船靠近，最重要的事是必須精确地測出彼此間的相对速度。这种速度的变化幅度极大，从每秒几公里到每秒几厘米、甚至几毫米。不久前，国外制成了一种瞭望宇宙速度計。据报导，它的主要部分是光分子輻射器（瞭望）。与一般脉冲瞭望不同，这种瞭望发出的是連續光束。光束透过一面傾斜的半透鏡分成两股：一股射入宇宙空間，另一股进入光电管。射入宇宙空間的光束遇到装在另一宇宙飞船上的半透鏡，即反射折回速度計的接收裝置。由于飞船彼此相对运动，返回的光束的頻率就会变化（多普勒效应），頻率变低，說明两艘飞船相互間的距离愈飞愈远；頻率变高，則愈飞愈近，而且，速度越快，頻率变化越大。因此，把返回的光束的頻率和留在仪器中的光束的頻率相互比較，就可測出飞船的相对速度了。光的波长很短（只有十分之一微米左右），所以測量的准确度很高，測量范围也很大（每秒0.003厘米~每秒8000米）。

（談谷錚譯自苏联“知識就是力量”1963年第5期）

无綫电轉速計

汽車发动机汽缸中的混合燃燒剂，是用电火花点燃的。这种电火花是一种强烈的无綫电干扰源，在广播接收中要想办法来消除它，但是在别的方面能否加以利用呢？发明家給了肯定的回答。如果发动机是二冲程的話，曲柄軸每轉一周发生的电火花数与发动机的汽缸数相同。如果发动机是四冲程的，則曲柄軸每轉一周发生的火花数就是汽缸数的一半。每个火花在无綫电接收机里产生一声尖哨声。用簡單計数器，可以数出每秒发生的哨声数目，測得发动机的轉速。这种測轉速方法的一个重要优点，是发动机与測速器之間不需要机械連动，并可將測量結果用无綫电傳送到任何地方去。

（李自然譯自苏联“知識就是力量”1963年第6期）

电子教练机

长跑运动员起跑以后，前面还有好几公里的路程。怎样最恰当地分配力气？領队的人应该怎样跑才能提高全队的成績？采用甚么战略最有效？这一系列的問題都要求教练员来解决。能不能用电子计算机来代替教练员的这些工作呢？苏联拉脫維亞科学院电子及計算技术研究所进行了实验，制成了一种电子教练机，并編制了計算程序。这是一种每秒能作五千次計算的电子计算机，为了在运动場上使用方便起見，还附有一些輕便的电子仪器。电子教练机首先“观察”长跑运动员的訓練記錄，并整理“观察”結果和許多其它資料，其中包括距离、运动员的体重和体育素养、心臟和血液循环系統的状况等，最后针对每个运动员下达命令。可以預料，电子计算机还会成为其它运动的运动员的得力助手。

（守正編譯自苏联“田徑运动”1963年第7期）

用移像管进行毫微秒摄影

一种用在特殊电子摄影机上的新型图像光电变换管，就像是一个高速度的快门，它能够大大地增加对极快的活动过程进行多幀摄影的速度。曝光時間可短到二万万分之一秒，适合在对瞭望、爆炸和气体充电等的研究中使用。

突然事件或活动过程的图像，由一个固定的物鏡聚焦，投射在移像管（长10吋、直徑4吋）的光电阴极上。光綫使光电阴极放出电子，它們被吸向管子另一端的荧光屏。在电子运动的路程中，有一个电子选通栅，它能够阻止电子或者允許电子通过。这个栅极又是一个聚焦电极。屏幕上塗有細鋁顆粒，可以将光能增大到50倍。这种管子的光譜灵敏度是从3000到6500埃（百万分之一米）。扁平的光电阴极的最小有效直徑为1.37吋，屏幕的最小有效直徑为3吋。

（澤仁譯自美“无綫电电子学”1963年第4期）

声波烘干机

利用汽笛发出临近于可听声頻范围的声波，能使被烘干材料中的水分急剧地蒸发，并且不会使被烘材料的温度上升。这一特点，对于紙、木材和其它一些物质是非常重要的。因为这些物质不能經受太高的温度。汽笛干燥器所用的动力是压缩空气。

由于噴入干燥器內的气流不多，因此压缩机的功率不需要很大。这种汽笛的頻率可以任意調整，可能在造纸、燃料等企业中获得广泛应用。

（端木燧譯自苏“少年技术家”1963年第6期）

神經磁場

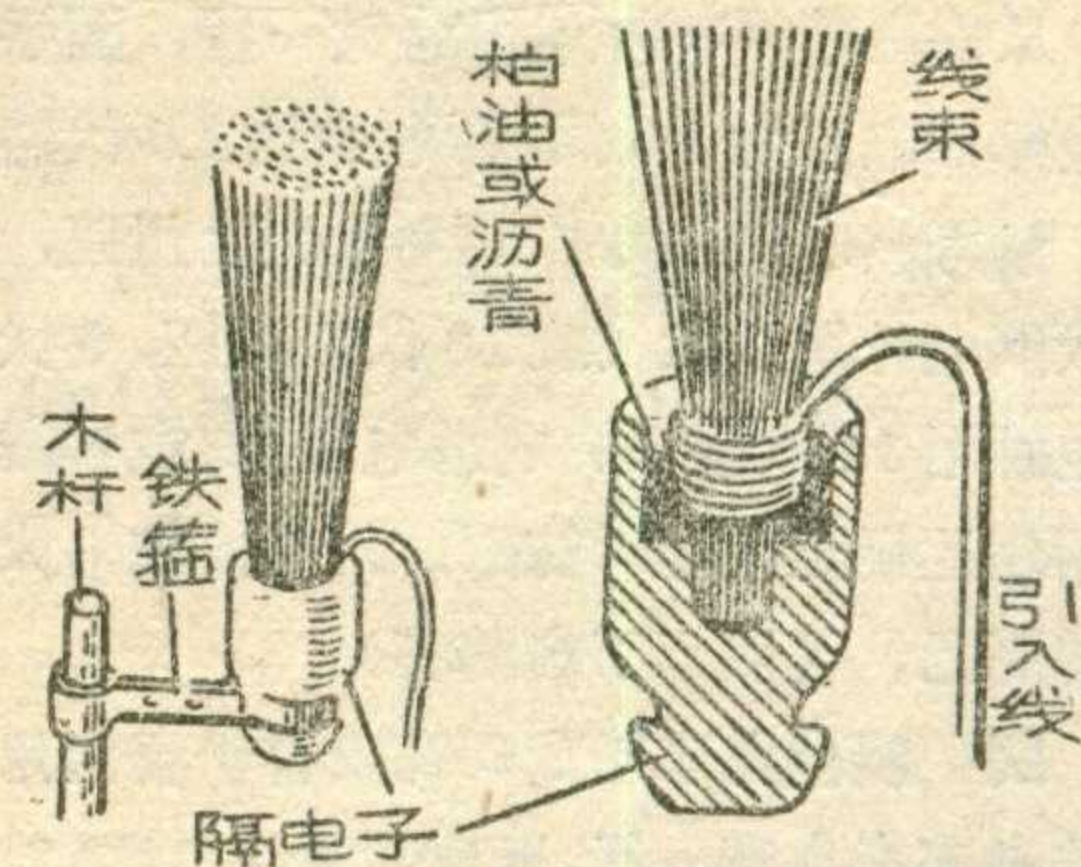
加利福尼亚大学的心理学家协会，发现神經受刺激后，即产生持續約0.005秒的磁場。在这以前，这种現象还没有人发现过。受了刺激的神經在傳播脉冲时，它們的分子位置会改变，可能因此产生神經磁場。

（王天任譯自苏联“青年技术”1963年第5期）

簾形天綫

簾形天綫由一束30~40根直徑1.0~1.5毫米、长300~350毫米的銅綫和引入綫組成。綫束的一端捆在一起并且焊好，然后放入隔电子內，用柏油或瀝青填塞固定，以防止水浸入导綫和引入綫接头处（見图）。隔电子就是一般电綫杆上挂綫用的一种零件，有瓷的和玻璃的，都可以用。如果没有隔电子，也可以用厚壁的瓷杯或玻璃杯子代替。簾形天綫用铁箍固定在高4~6米的杆子上，它的引入綫与其他形式天綫的一样。这种天綫可以保证用三~五灯机收听1000~1500公里远的广播，而且噪声比用Γ形和T形天綫时小。

（赵文义譯自“初級爱好者手冊”）



更正

1. 1963年第8期第11頁图4中“减砒指示”应为“加砒指示”，而“加砒指示”应为“减砒指示”。

2. 1963年第8期第13頁右栏第13行“标准电容除以”应为“标准电容乘以”。

问与答

問：磁性天綫棒的好坏怎样判断？

答：磁性天綫棒的好坏主要决定于两个参量，即有效导磁率以及对高频的损耗。在天綫棒上繞一个綫圈与把磁棒抽走以后两者的电感量之比叫有效导磁率，有效导磁率愈高则磁棒对电磁波的集束能力愈强，天綫的有效高度就高，效果就好。另外在指定频率下測繞于其上綫圈的 Q_0 值，就可以間接推算磁棒的高频损耗， Q_0 值高损耗小，反之 Q_0 值低损耗大。很难提供具体的数据来说明磁棒的好坏，业余爱好者最好采用对比法，同一尺寸的磁棒，在其上相同位置上繞以相同的綫圈，电感量大的有效导磁率高，选择性的 Q_0 值高，如果两者都较好，說明該磁棒效率好。

問：带磁性天綫的收音机当手触及磁棒时音量有所增加，是否說明調諧回路有问题？

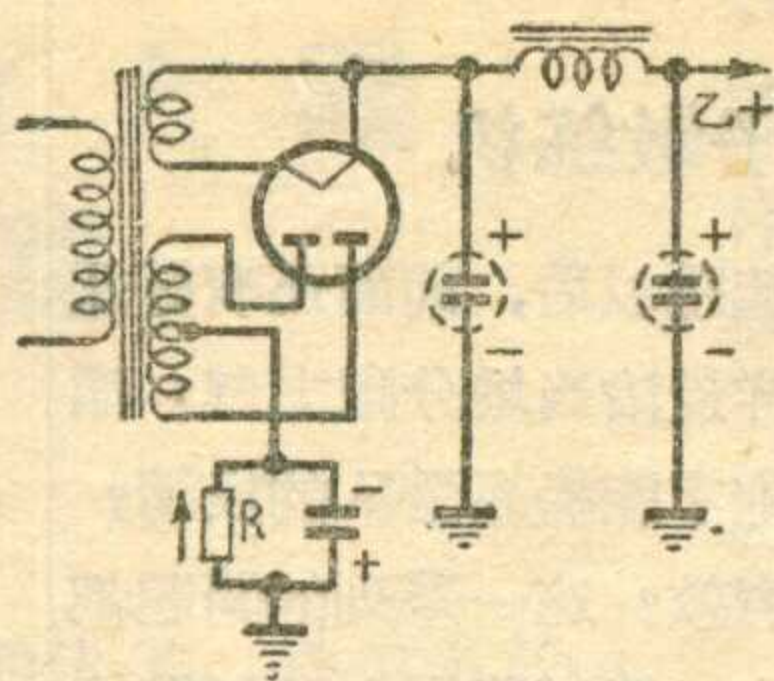
答：不一定，因人手触及磁性天綫时等于給磁性天綫加了一条外接天綫，音量会有所增加是可能的，这并不能证明調諧回路肯定有问题。但当統調不好的調諧回路上用手触及磁性天綫时，音量增大的情况会更显著一些。

問：晶体管收音机中电解电容的耐压如何决定，用大一些有无妨碍？

答：晶体管收音机多半用电池供电，因此电解电容耐压一般应不得低于使用电压，从安全着眼不妨用得略大一些，因手电池标称电压为 1.5 伏，新电池比 1.5 伏略大。最好供电电压为 4.5 伏用 6 伏耐压，6 伏供电时用 9 伏（或 10 伏）耐压，9 伏供电时用 12 伏耐压的电解电容器。电容器的耐压比規定大毫无妨碍，只是体积增大一些而已。（以上丁启鴻答）

問：我們为了确定 50 瓦收音扩音两用机的杂声来自哪一級，順次拔去了 6SA7、6SK7、6V6 等电子管，結果两只强放管 807 屏极发紅，把拔下来的电子管插上之后，807 屏极就不发紅了，这是什么原因？

答：用两只 807 作甲乙₂ 类放大的扩音机，一般有两套整流器。一套电压较高，供給 807 屏极乙电；一套电压较低，供給其余电子管的乙电和 807 管帘栅极用电。807 的固定栅负压（一般应为 -25 到 -28 伏）也是从电压较低的一套整流器乙負回



路供給的（見附图）。拔去 6SA7、6SK7、6V6 等电子管后，流过 R 的电流大为减少，使栅负压

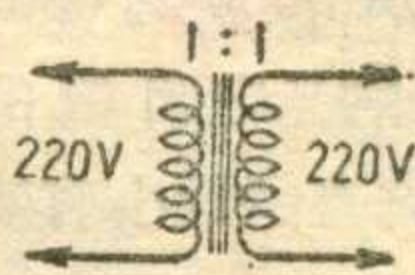
减少。另一方面整流器負荷減輕，輸出給 807 帘栅极的电压升高。由于这两个原因，就使 807 管屏流大为增加，因此把屏极燒紅了。凡是用这种办法供給强放管栅负压的扩音机，都不能随便拔去一部分电子管，否則会把强放管燒坏或燒老。（方錫答）

問：自装一部中波段超外差式收音机，要将垫整电容器旋到最紧才能收到各地电台，但电台都挤在度盘的 800~1600 千赫一段，是什么原因？

答：这是使用的双連可变电容器和綫圈配合不当所致。目前自装收音机多采用售品綫圈，这种綫圈全是配合 $2 \times 12/360$ 微微法的双連电容器使用的，可以接收到規定的中波广播段。但近年来国产 $2 \times 12/499$ 微微法的双連电容器也在市上流行，如果这种电容器和一般的售品綫圈配合，就会发生这种现象。由于他們的起始电容量是相同的，所以对广播段高频端差别不大，但最大电容量相差较大，使用后一种电容器时，低频端的波段复盖就远远超出了中波广播波段的范围，并且影响到本机振蕩的統調，因而額定的中波广播段就挤在一段里面，而超出的一部分波段由于没有广播电台，所以不会收到播音。（馮报本答）

問：电视机在接通电源后，为了避免高压危險，一般不得打开后盖。但是当需要調整机壳內部的可調旋鈕或檢查調整机內某些元件时，往往又必須带电才能进行，应如何操作才能保证安全？

答：电视机接通电源后，不应打开后盖，这是对缺乏修理經驗和对电视机性能不够了解的一般使用者來說的。如果必須打开后盖对某些元件（如偏轉綫圈或中心調节器）的位置进行調整时，則人身必須与地絕緣，并注意手指要远离高压部分，以免危險。如果要檢查高压部分，則应先将电源关闭，并使高压放电（即将高压輸出端与地短路）后才能进行檢查。有些电视机的低压电源直接取自交流市电，铁底板带电，檢修这种机器时，要格外注意安全，最好在這種机器的电源进綫处加装一个 1:1 的变压器（見附图），这样比較安全。（毛立平答）

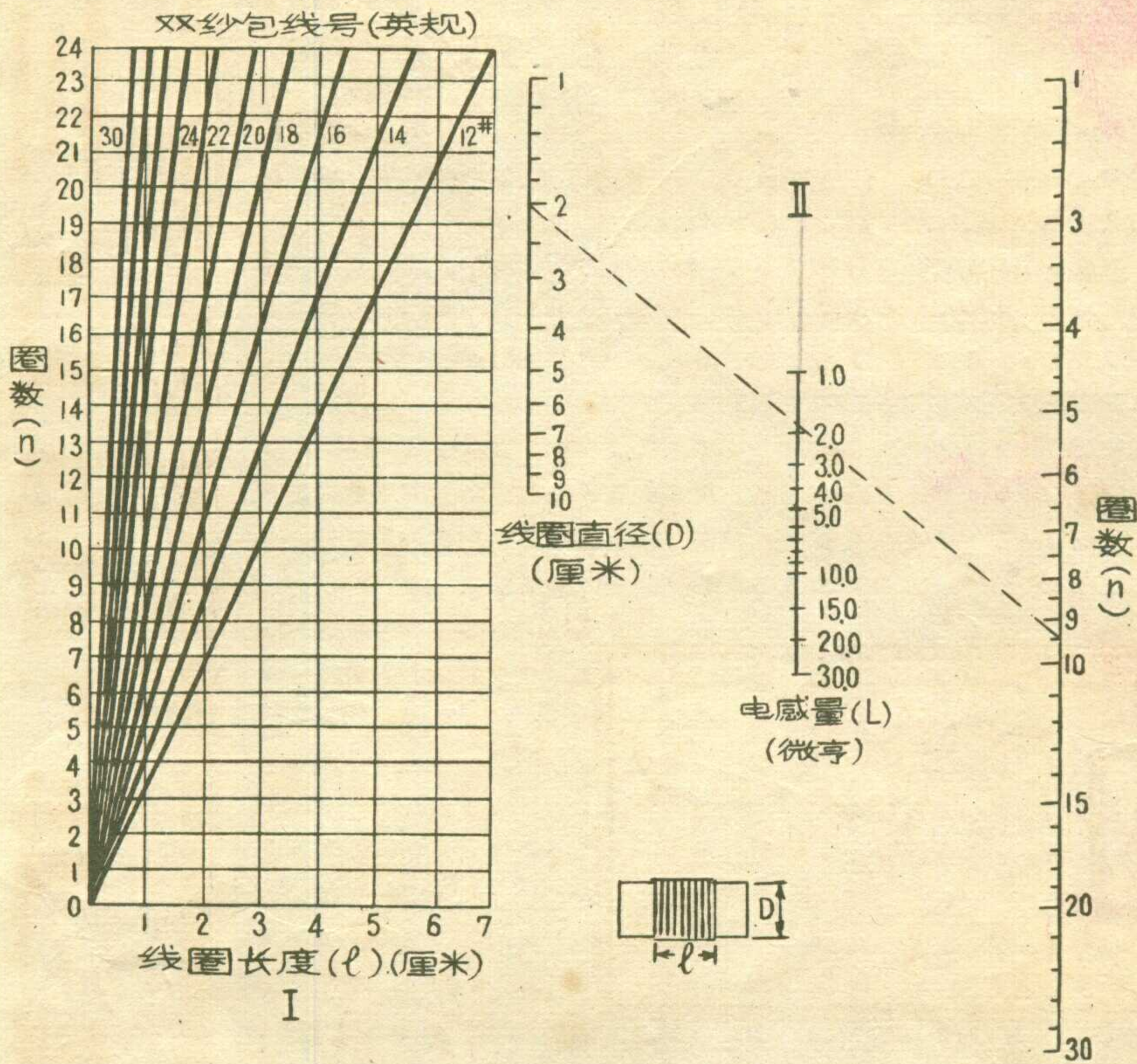


閘流管的应用.....	唐立森(1)
立体示波管.....	敏 譯(3)
閘歇振蕩器.....	刘 瑾(4)
想想看.....	(5)
图像中頻放大器.....	黄錦源(6)
血氧飽和度描記器.....	向多式(8)
能用变压器代替电子管嗎?.....	(9)
晶体管中頻輸出輸入阻抗的測量.....	刘瑞堂(10)
对晶体管收音机用小型揚声器的性能要求.....	王志剛(11)
五极管变频收音机.....	徐沛如(12)
天綫中的电压.....	承 恒(13)
十三灯收、扩音机.....	丁方善(14)
怎样选用收音机.....	王福津(16)
在什么波长上增益高些?.....	(17)
直流收音机檢波級的檢修.....	石 銳(18)
无电源收音机制作实验.....	王学維(20)
磁性天綫怎样加接机外天綫.....	赵本固 王乃魁(21)
双頻道低頻放大器的分頻網路.....	紅 波(22)
想想看答案.....	(22)
国外点滴.....	(23)
問与答.....	(24)
封面說明：脑电图机	

編輯、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
訂购处：全国各地邮电局所

本期出版日期：1963年10月10日
本刊代号：2-75 每册定价 2 角



单层密绕短波线圈设计图表

如果确定了短波线圈的电感量 L 和线圈的直径 D 后, 就可以由图 II 查得应绕的圈数。如果使用双纱包线的话, 即可根据圈数由图 I 求得线圈的长度 l 和相应的双纱包线线号。

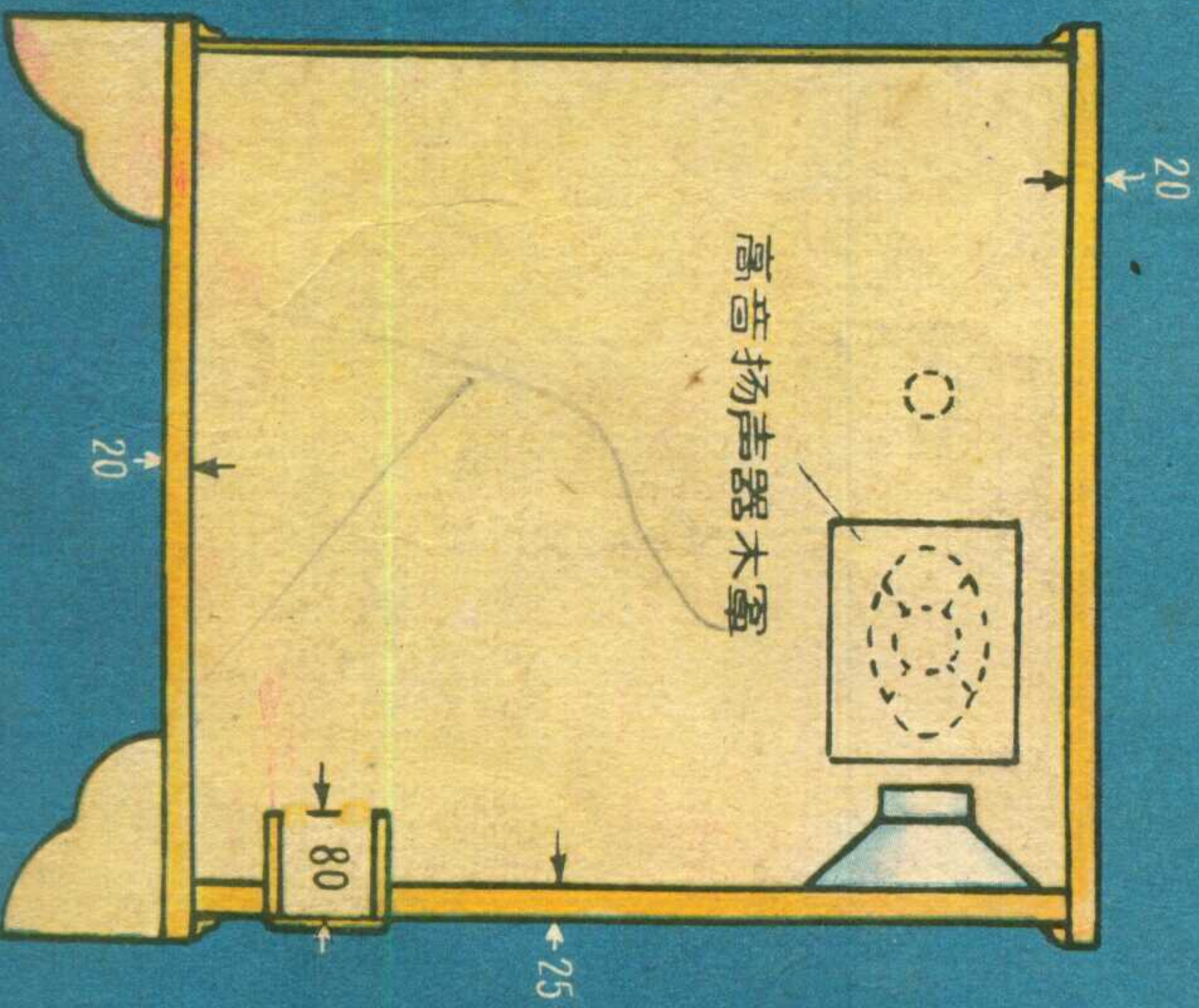
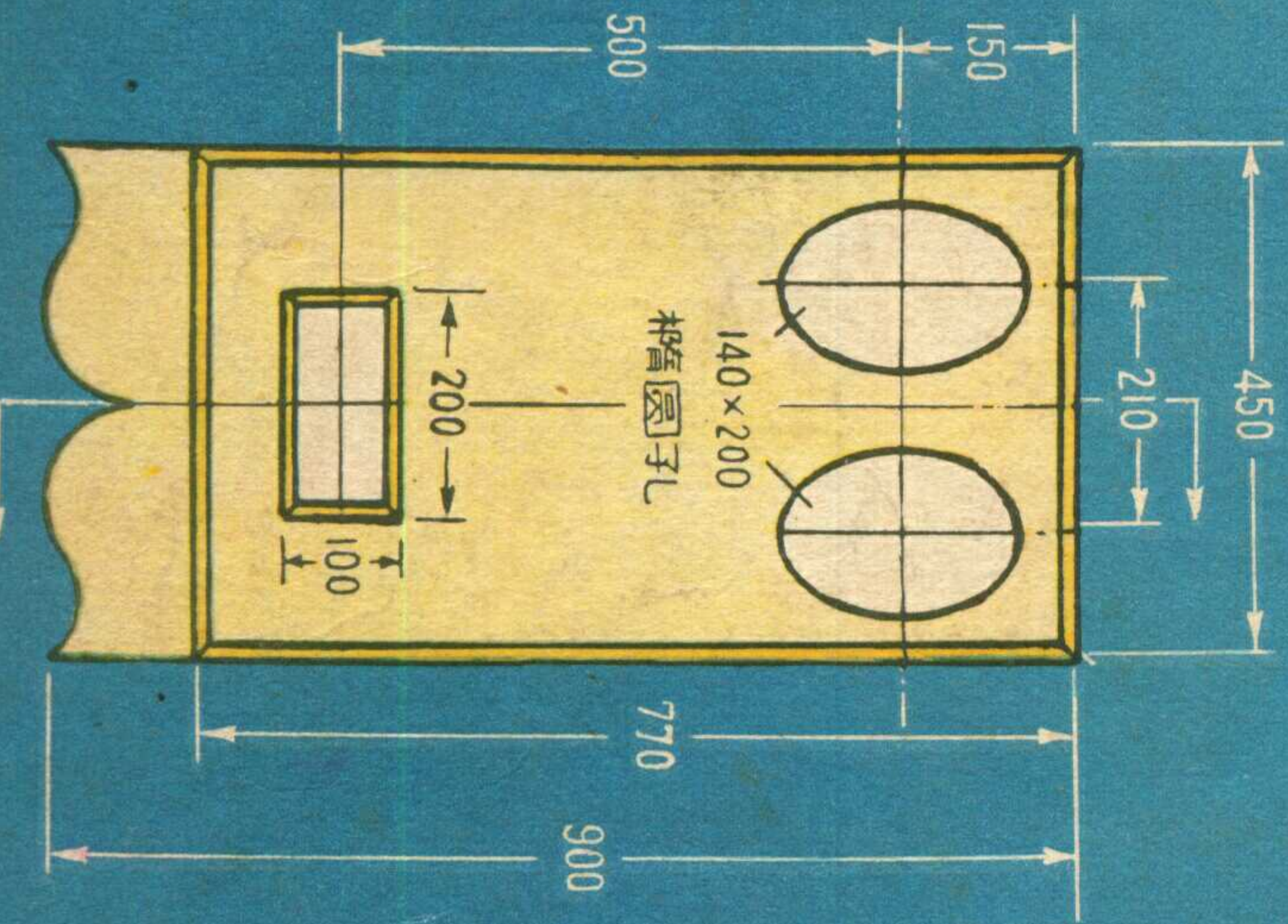
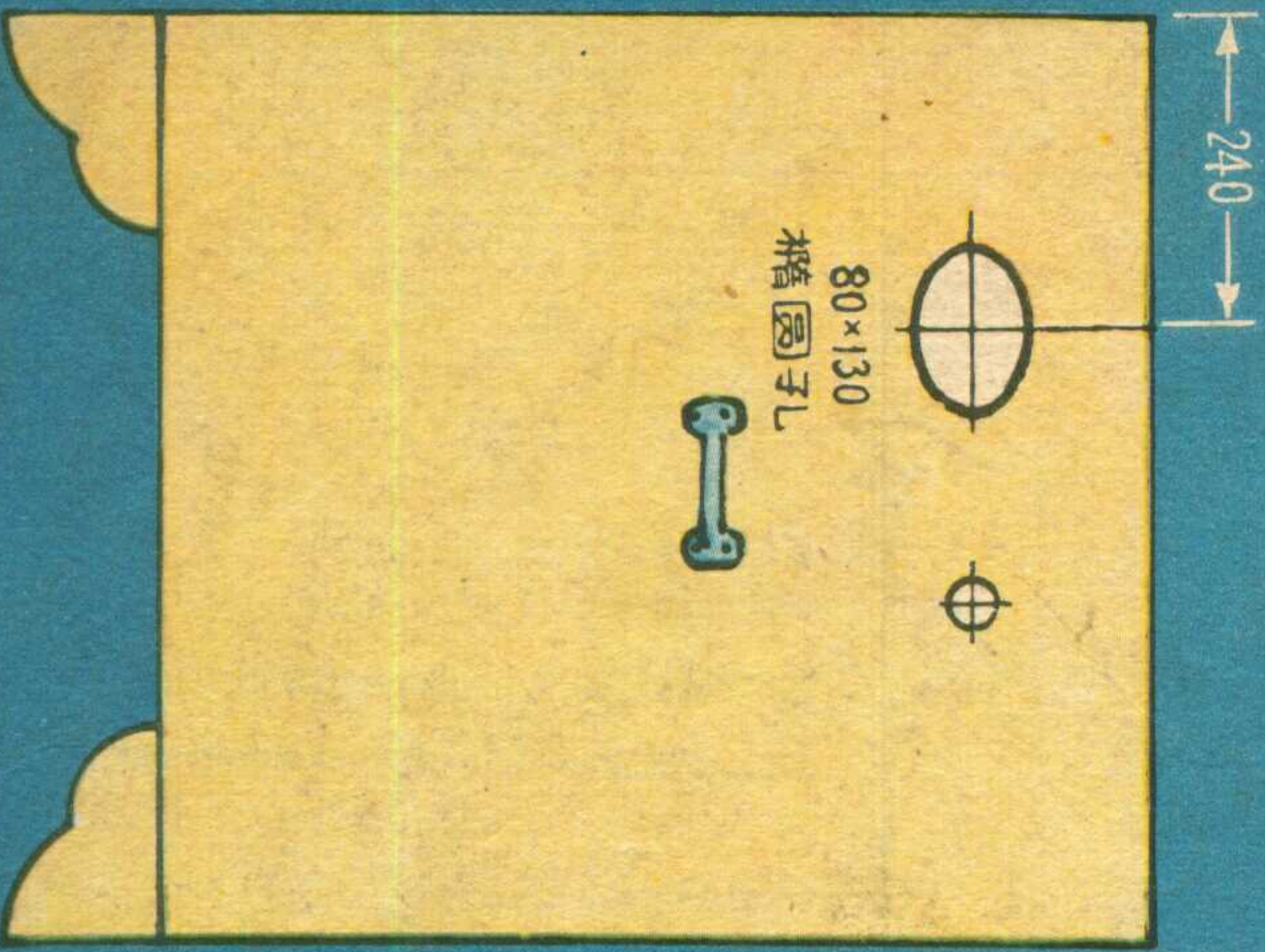
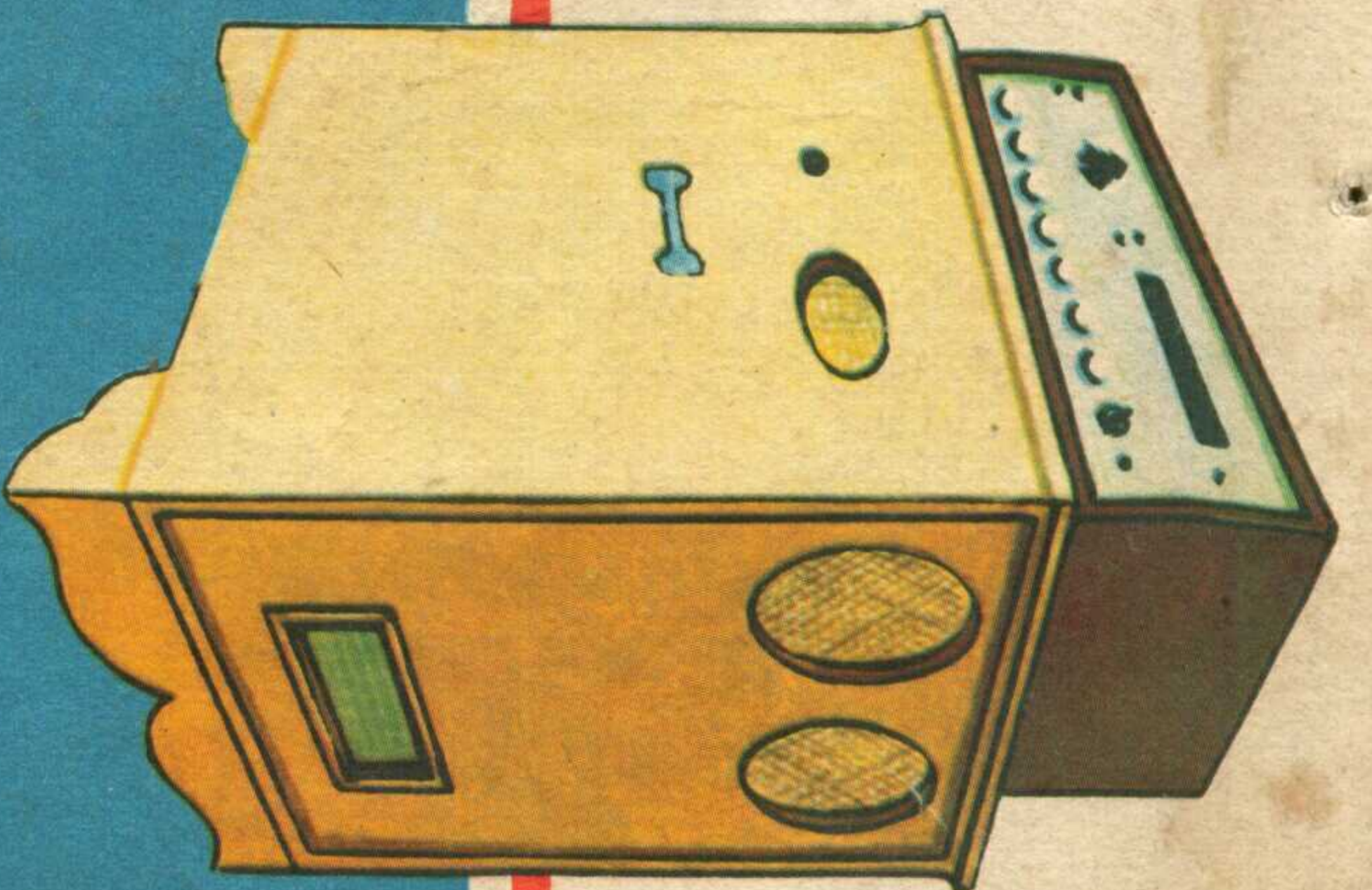
例: 已知 $L=1.8$ 微亨, $D=2$ 厘米。

沿图 II 虚线可求得 $n=9.5$ 圈。

如使用英规 14 号双纱包线, 由图 I 可查得 $l=2.2$ 厘米。

(王国兴译自日本“新版无线电设计工学”)

十三灯收音、扩音机



周海波