

上海工业装备革新展览会

——电子工业装备革新简介——

在今年上海工业装备革新展览会上展出了近几年来上海各工业部门工业装备方面的大量革新项目和作品。这是上海工业战线上的广大职工在党的领导下，发扬自力更生、奋发图强、艰苦奋斗、勤俭建国的革命精神，积极开展技术革新、技术革命所取得的巨大成果。

电子工业方面展出了新型电加工机床、无线电元件制造机械化、自动化专用设备和多种专用测试仪器及自动测试仪器等各种革新展品。这就给电子工业提供了新的高效率的装备，对提高产品质量、发展产品品种、提高劳动生产率、减轻劳动强度，起了很大的作用。

通过这次展览会集中地交流和传播了先进思想和先进技术，有力地推动了技术革新、技术革命运动的发展。

上海工业装备革新展览会供稿

①环形线圈绕制机：上海机床电器厂制作，用以绕制环形磁放大器线圈。使用方便，排线整齐，劳动生产率提高四倍。

②高频闸流管电火花加工机床：永新电器厂制作。用来加工复合模具和其他硬度要求较高的金属零件，如硬质合金等，灵活精确。

③单机电火花加工机床：上海继电器厂制作。进给深度相对精度保持在0.01毫米以内；最大加工周长800毫米；工件表面光洁度很高。

④仪表性能试验器：上海浦江电表厂制作。可对电工仪表作缓慢升降、快速升降和长时间负荷三个项目试验。

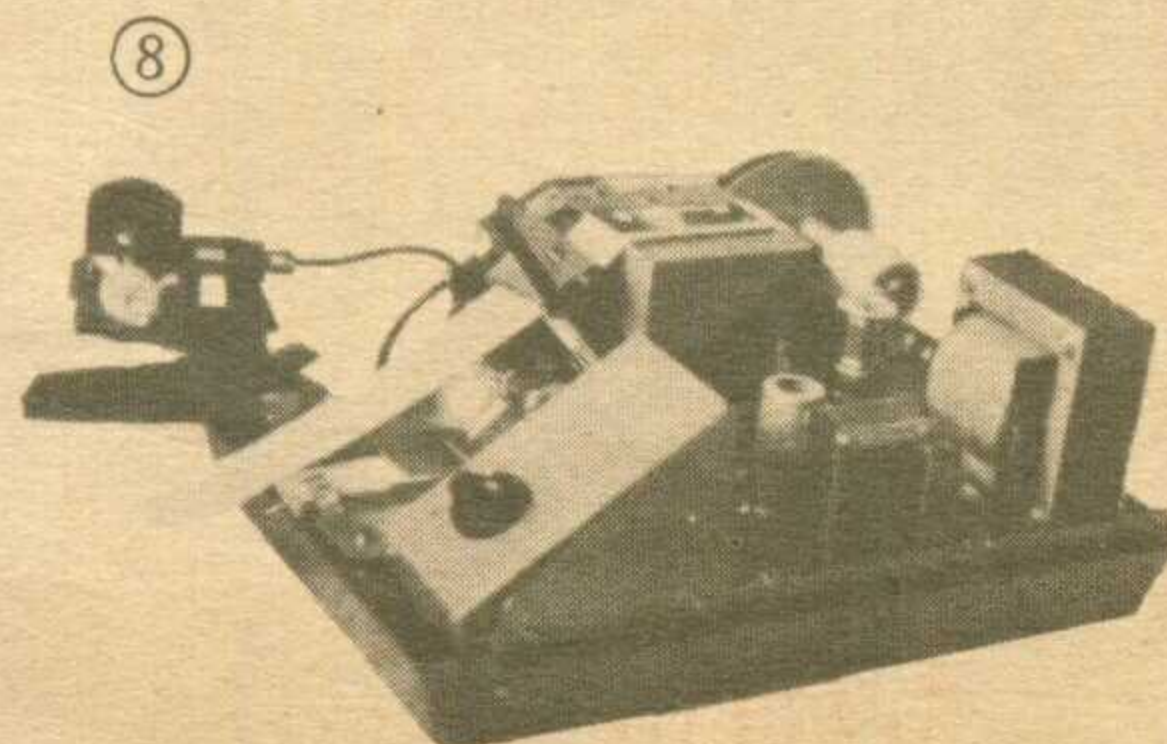
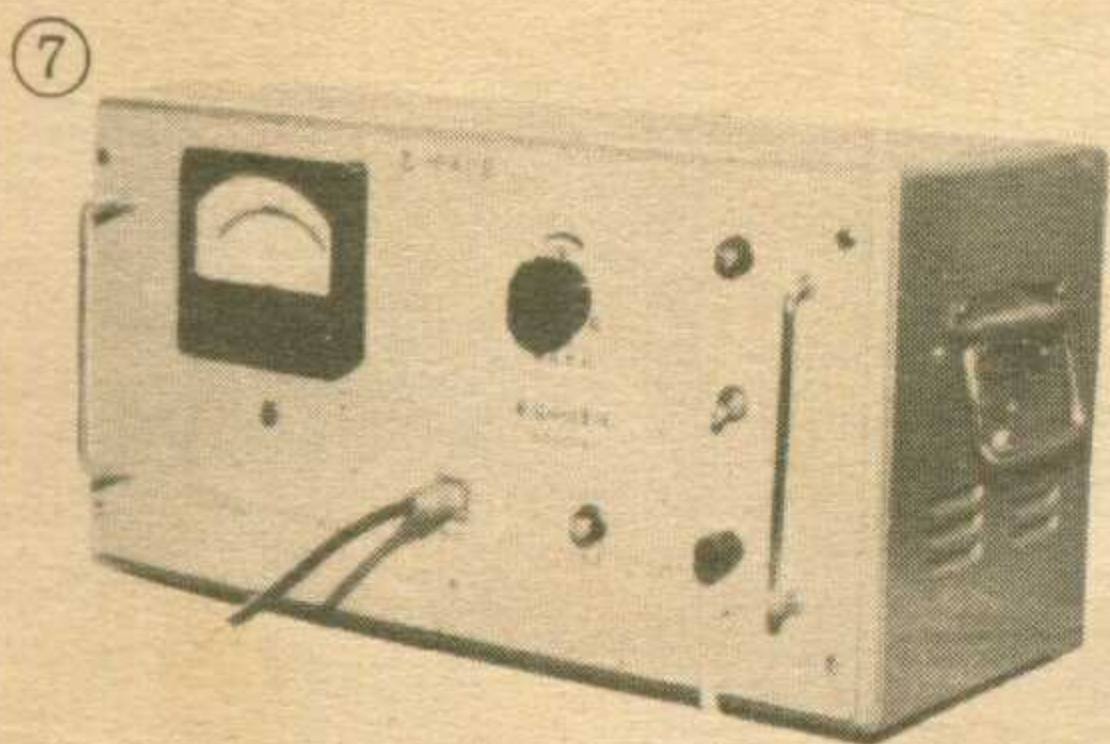
⑤磁力探伤仪：上海化工机修总厂制作。可以检定磁性金属表面的裂痕裂缝。灵敏度高，探伤深度3~5毫米。结构简单，操作容易，工作效率高。

⑥半自动应变片绕丝机：华东电子仪器厂制作。可以绕制各种规格的应变片。代替手工操作，产量提高五倍，电阻值误差减小，并减轻劳动强度。

⑦电容器稳定性测试仪：上海无线电三厂制作。测量范围是5pf~0.1μf。

⑧631型电子钟表仪：上海金属表带厂制作。能迅速检验表在不同放置状态时的行走快、慢，以及钟表摆轮游丝系统的质量。精度很高。

柳岸摄影



航空测量中的几种电子学方法

郭蔚兴

自从航空摄影测量技术发明以来，给地图测绘工作带来了很大方便。航空摄影测量（简称航测）一般是，先用飞机和专用的航空摄影机对被测地区进行空中摄影，所得航空像片就是航测工作的原始资料，然后再用复杂而精密的航测光学仪器处理像片，最后得到显现地物和高度的地图。

近年来科学技术的发展，尤其是电子学的发展，使航空摄影测量技术日臻完善。本文仅就用在这方面的几种电子学方法作些简略介绍。

一、空中摄影方面的电子学方法

在空中摄影中，无线电电子学主要用在对地面的摄影记录方面，其次是用于引导飞机按预定航线飞行，并把飞机在摄影瞬间的空间位置记录下来（测定空间位置是为了以后绘制地图时，提供必要的坐标数据）。这就是通常用的无线电导航和雷达航空测量。通常用的导航系统有短程雷达和多普勒系统等。

空中摄影一般是用特殊结构的照像机对地面摄影。目前所用的这种航测方法常受下列一些因素的影响。

1. 大气中的光照强度随天气的阴晴而变化无常。
2. 在高空中，要考虑低温、低压等条件对航空摄影机械的影响，因而，必增大摄影装置的尺寸与重量。
3. 底片的储存问题，感光度高的底片对温度与湿度有特殊的要求。

以上这些困难，可以用无线电电子学的摄影方法予以解决。这些方法是：电视摄影法、红外摄影法和雷达摄影法，等等。其优点是：

1. 有的电子学方法可以风雨无阻，不受气象条件限制。
2. 使用半导体管化的电子线路，从而能使摄影装置缩小。此外还能用磁带代替感光胶片记录影像。
3. 利用电脉冲方法摄影，能直接把影像信号送到地面而不必储存。因而用少量的磁带能摄取大量的信息。

下面谈一谈几种应用电子学的摄影法。

电视摄影法 这种方法系用装在飞机上的电视摄像机对地面摄取图像，然后用图像信号去调制发射机，并以无线电波的形式向地面传送。地面上的接收机把图像信号记录在磁带上（见图1）。

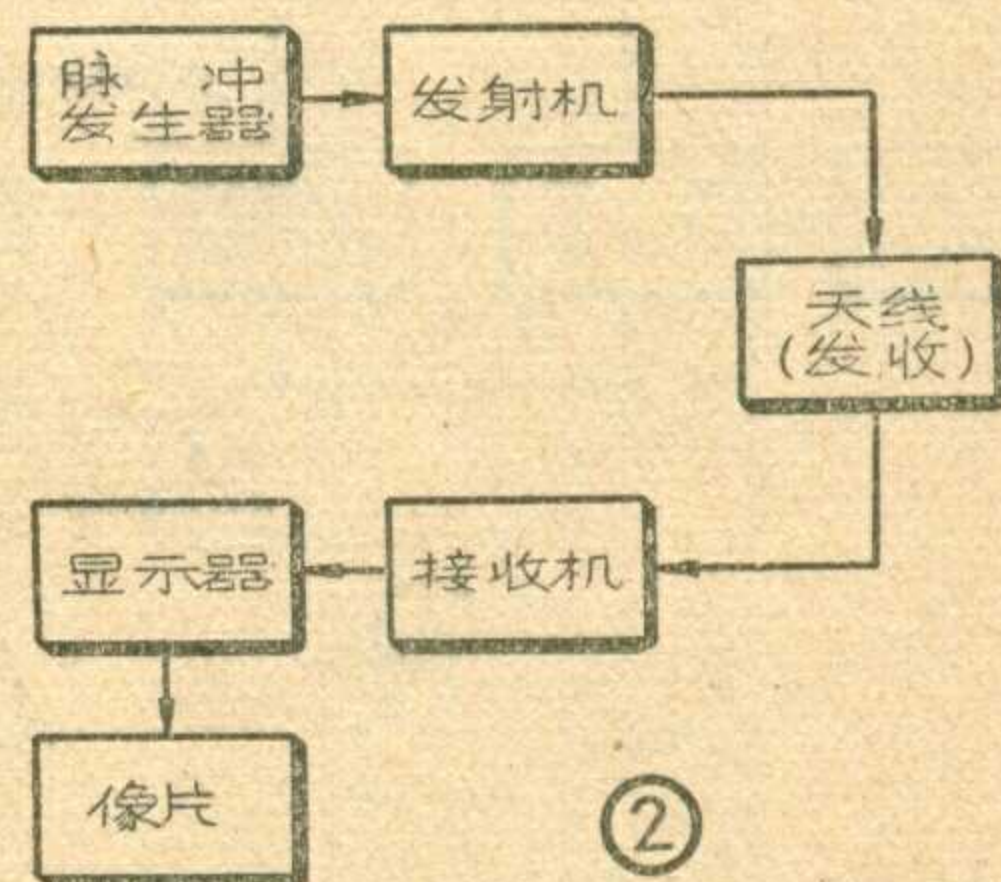
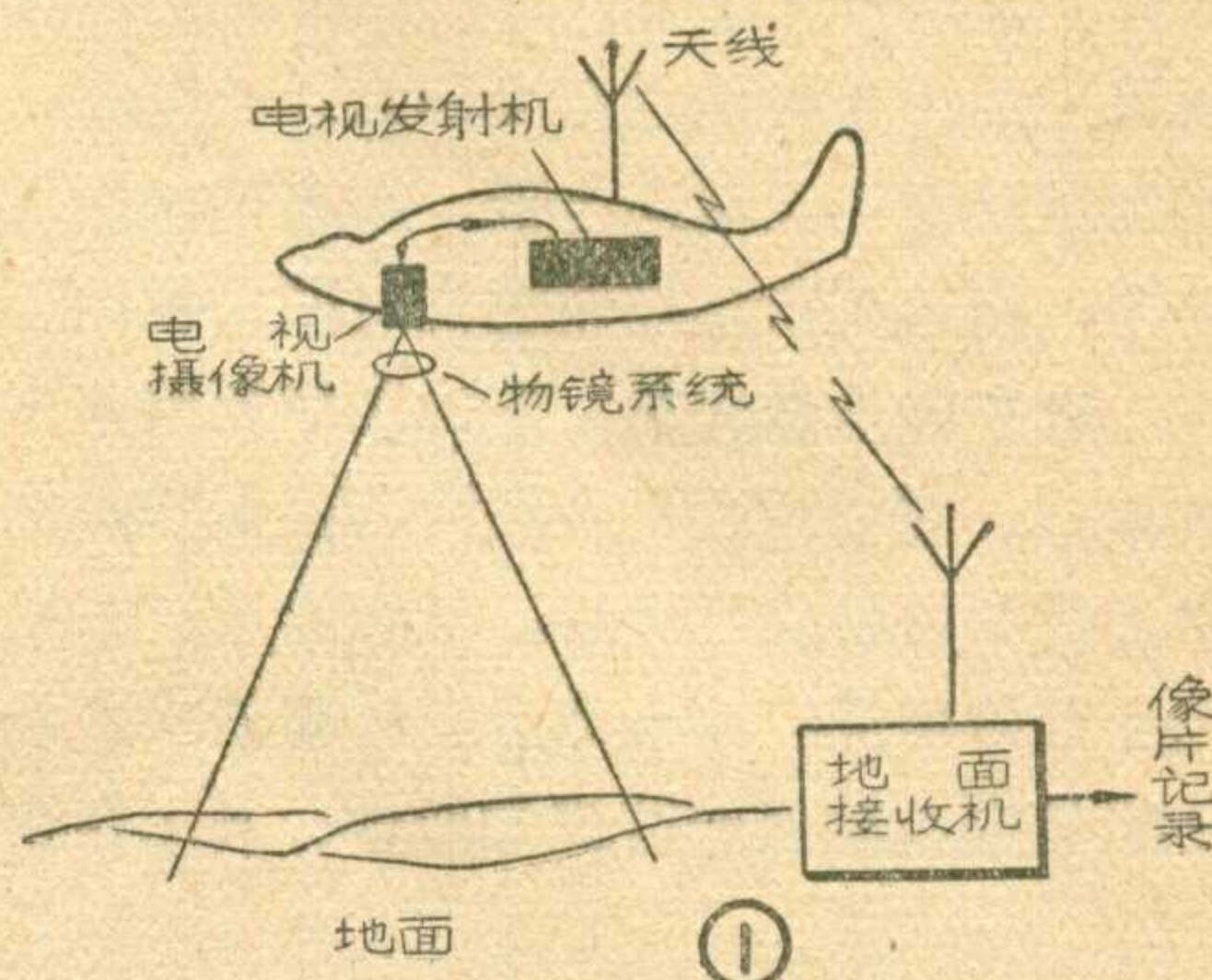
与其它两种方法相比，这种方法仍受气象条件的限制，但在影像的传送与储存上要比普通的摄影法优越得

多。

红外摄影法 这种方法所用主要部件为红外探测器，工作时借具有微小温差的地物发出的红外辐射构成图像。复现出的图像可以有不同的色调。它工作时并不依靠可见光，因此在夜间也能工作。

雷达摄影法

它有以下几个部分：脉冲发生器、发射机、天线（收、发合用）、接收机、显示器等（见图2）。首先由发射机将脉冲通过天线向地面发射。回射波经接收机送入显示器，在显示器的荧光屏上显示出地面的可见图像。此图像被记录下来就是所需的摄影资料。这种摄影方法不大受气象条件的限制，所以也能用于夜间摄影。

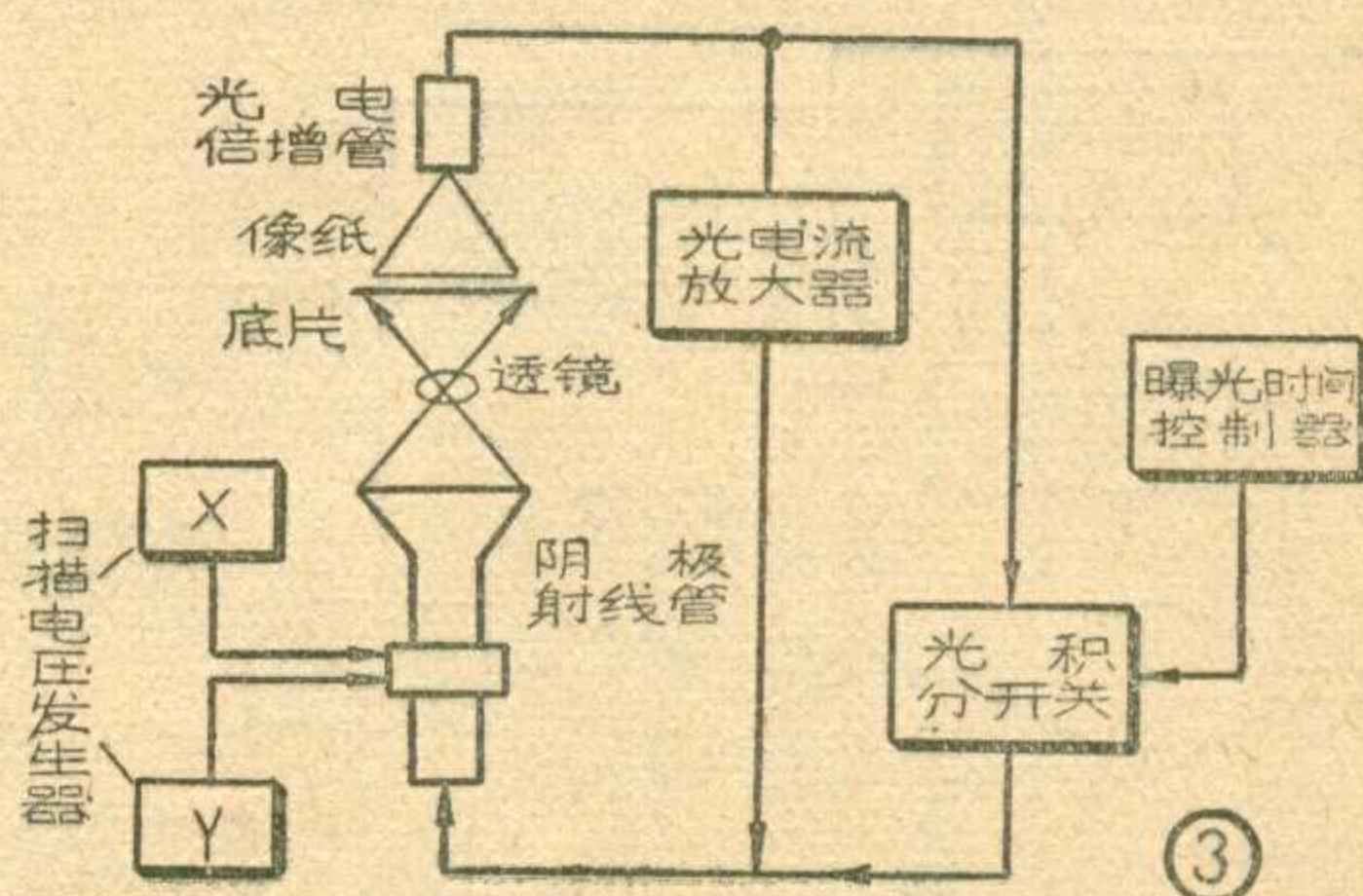


二、电子印晒与放大

摄影上一般皆以影纹清晰，色调柔和，层次分明的像片为佳品。如摄影时曝光量控制得不好，就会给印晒工作带来一定的困难。如用电子印像机来印像，就能自动补偿这一缺陷。

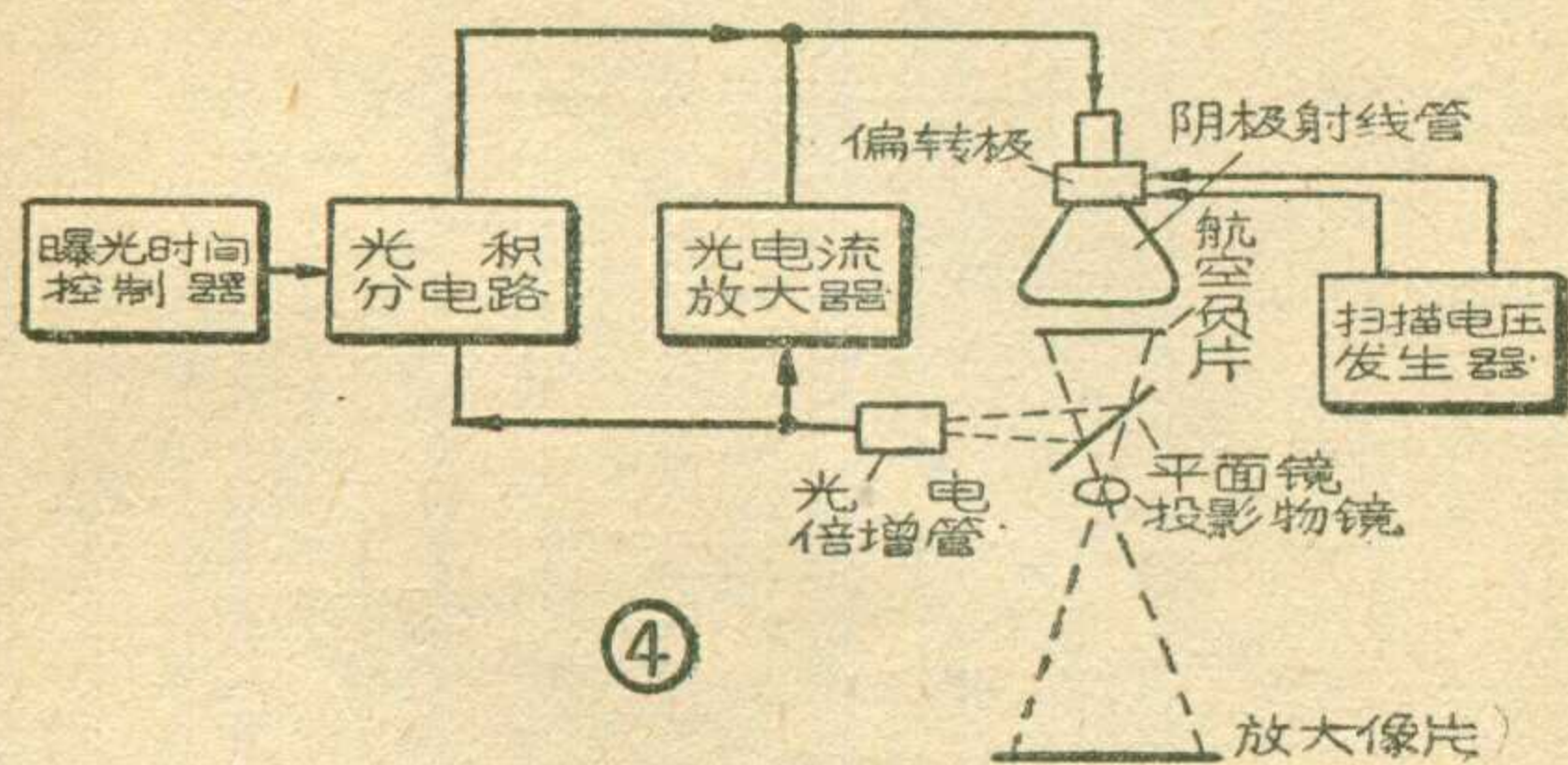
电子印像机

其主要组成见图3。扫描发生器产生的锯齿



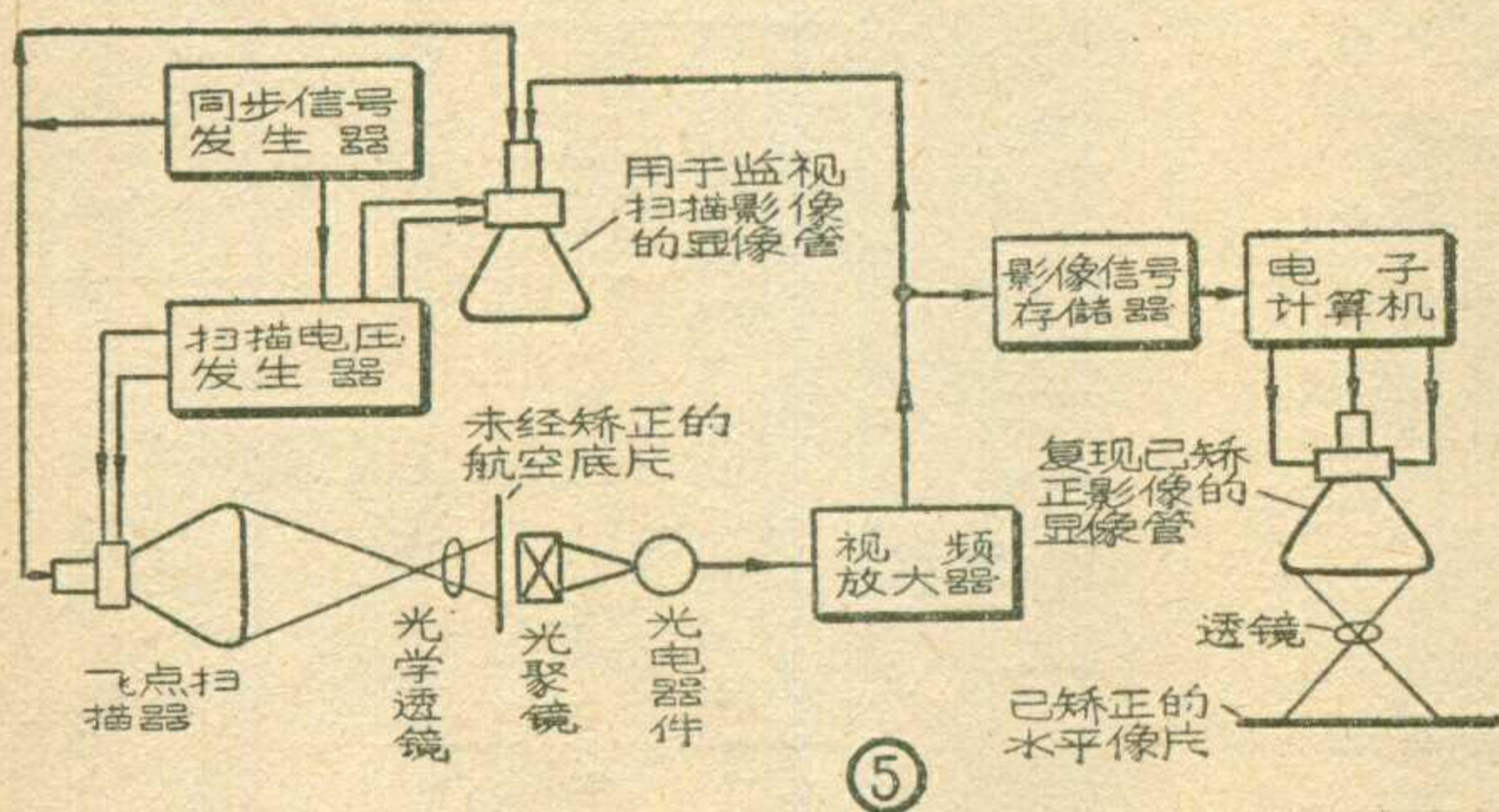
波电压加到阴极射线管的两对偏转极上，使屏面上的光点依规定的扫描路线移动。这就是像片的曝光光源。此光源经底片、印像纸射入光电倍增管，光电倍增管受光后，在输出端产生光电流。一部分光电流经光电流放大器放大后，以负反馈的形式去控制阴极射线管的光点亮度，使底片透明部分通过的光量相对减少，使不透明部分通过的光量相对增加，以达到平衡光量的目的，不使像片上黑的地方太黑，白的地方太白。光电倍增管输出的另一部分光电流送至光积分开关电路，协同曝光时间控制器触发一灵敏继电器，用来控制阴极射线管光源的启闭，以达到自动控制曝光时间的目的。

电子像片放大机 它的工作原理基本上与电子印像机相似。主要区别是在底片与投影物镜之间增加了一块半透明半反射的平面镜。从底片透过来的光一部分反射到光电倍增管，这一部分信号起着光量的调节作用。另一部分透过镜面进行放大印像。其工作程序见图4。



三、水平像片的制作

在航测工作中，有一项较繁重的任务，就是把摄得的非水平像片矫正成水平像片。所谓水平像片就是底片平面与被摄地区水平面相互平行时摄得的像片。但在航空摄影的过程中，往往由于各种条件的限制，不能保持上述的水平关系，因而摄得的像片不是水平的，即非水平像片，有时也叫做倾斜像片。地图上各地物间的相互位置应与地面上相应地物间的相互位置成一定比例。但是非水平像片上的影像，由于受中心投影及倾斜等的影响，它们之间的相互位置不能保持一定比例，因而必须进行像片矫正。

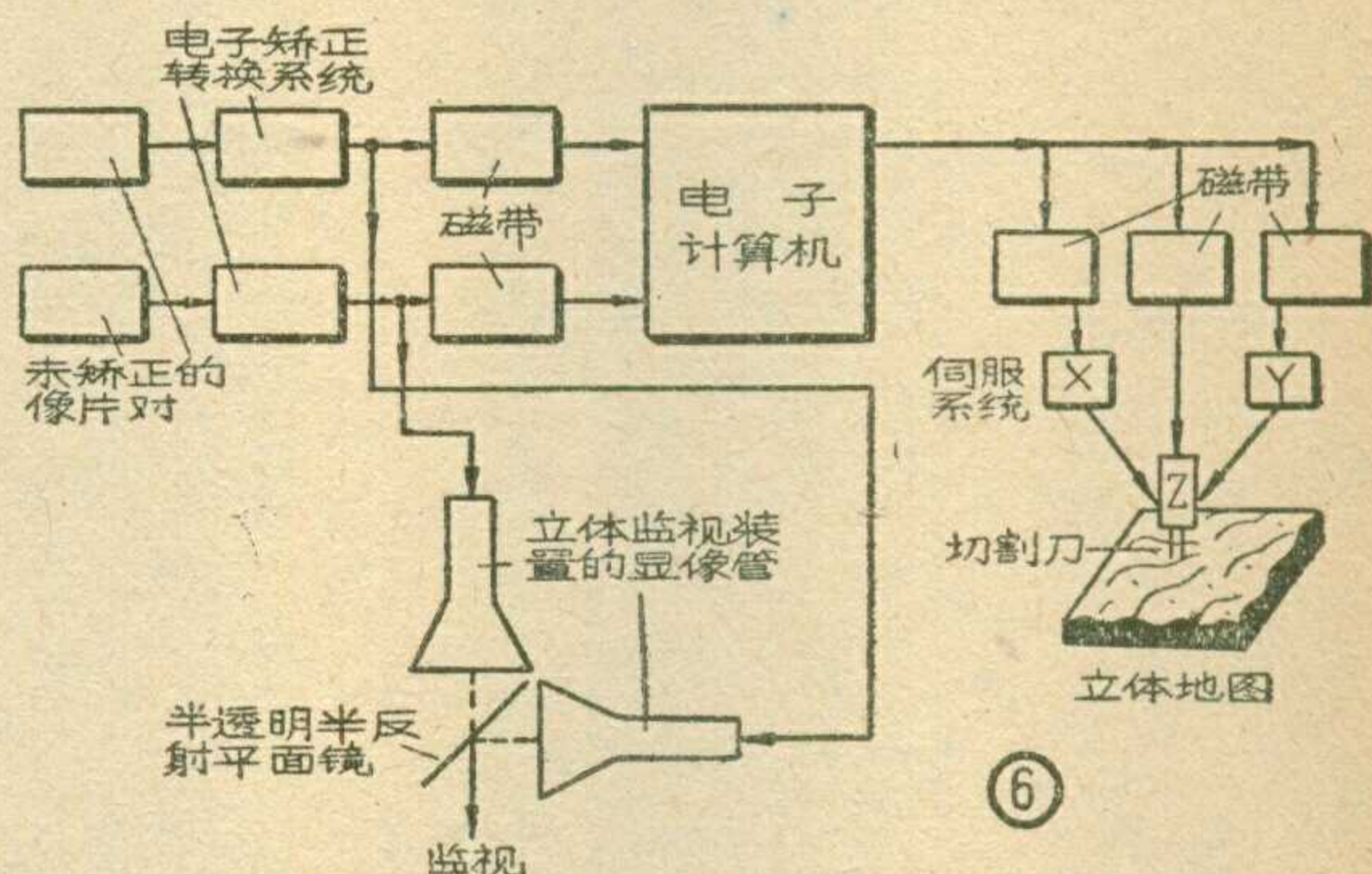


一般的像片矫正仪是光学机械式的。此种仪器对所欲矫正的像片有一定的限制，因而不适用于任意类型航摄机所摄取的航空像片。为了克服这种限制，现已研究出电子式的矫正系统。其原理见图5。

首先利用由光点余辉时间较短的阴极射线管及扫描电压发生器组成的飞点扫描器对未矫正的航空底片进行有规则的逐点扫描，把影像分解成许多很细小的光点，这些光点通过光电元件经视频放大器放大，使光学影像变换为相应的电信号。将此信号送至电子计算机，按照一定程序，进行位移改正，将各像点的位置矫正。然后由计算机把各点位置送至显像管，通过光学透镜将影像印在像纸上，这就是矫正后的水平像片。

四、立体地图制作系统

和立体电影的道理一样，从不同的两个点对同一物



体摄影可得两张透视角度不同的像片。利用这两张像片的透视关系，能构成该物体的立体影像。同理，利用两张摄影角度不同的同一地区的航空像片就能获得相应的立体地图。这对指挥部队作战很有用处。下面我们简略介绍一下，从航空像片制作立体模型的电子技术。装置的整个程序见图6。

首先通过电子矫正转换系统对所摄取的一对像片进行水平矫正，同时将光学影像转换为电信号并存储于磁带中。同时将转换后的电信号输至监视装置的两只显像管中。

其次将磁带中的电信号输入一部电子计算机。计算机利用预先拟好的程序和控制数据使图像数据发生关联，并算出模型点的座标 x, y, z 。然后，将 x, y, z 信号输入相应的伺服系统，最后由三套伺服系统去控制一把切割刀作 x, y, z 空间运动。此切割刀雕刻出的三度空间模型，就是所需的立体地图。

在上述的整个工作过程中，全部操作均由电子系统完成。为了便于检查，工作人员可以通过立体监视装置观察地区的模型全貌，就好像工作人员从飞机上向地面作实地观察一样。

立体监视装置由两个互成 90° 的显像管以及与两管轴成 45° 角的一面半透明半反射的平面镜组成。

过电流时间积累仪

杜志宏

钢铁企业中的电炉变压器负荷波动很大，往往由于瞬间过载或超负荷使用，电流超过变压器额定值，而使变压器损坏。我们知道，当导线电阻一定时，变压器线圈的热损和电流的平方及时间均成正比，因此过电流的数值越大，过电流持续的时间越长，变压器的温升就越高，对安全运行的危害性就越大。变压器运行电流的大小可用普通交流电流表读出，由电炉操纵工定时抄录。但因抄录时不一定恰逢最大电流，因此对变压器过电流的监督很困难。用记录式电流表虽能画出电流运行曲线，但又不能直接读出过电流的总持续时间，同时维护工作也比较复杂。根据这种情况，我们自制了一台“过电流时间积累仪”，它能自动记录变压器的过电流使用时间，从而可以使我们根据记录的数据加强技术措施，进行合理用电，以确保安全生产。

这部仪器的优点是对过电流的反应灵敏度很高、计时正确、使用方便等等。

图1是电路原理图。双三极电子管6N1中右边的三极管作整流，左边

的作振荡器。适当调整 C_2 的数值便可使振荡器起振。左边三极管的栅阴极对振荡电压有检波的作用，因此检波电流便通过电阻 R_1 建立一个负偏压。由于有这个负偏压的存在，所以左边三极管的屏流很小，不能使继电器 J 动作。当电炉变压器负载电流过大时，电流表 A 的指针向高数值方向移动，并带动铝片 S ，使之插到线圈 L_1 和 L_2 的间隙中去。这时振荡停止，负栅偏压下降，屏流增加，继电器 J 动作，即断开常闭接点，闭合常开接点，从而接通日历电钟的电源，使电钟开始计时。电炉变压器负载电流恢复正常以后，振荡器又起振，断开继电器的常开接点，闭合常闭接点，于是电钟停止计时。

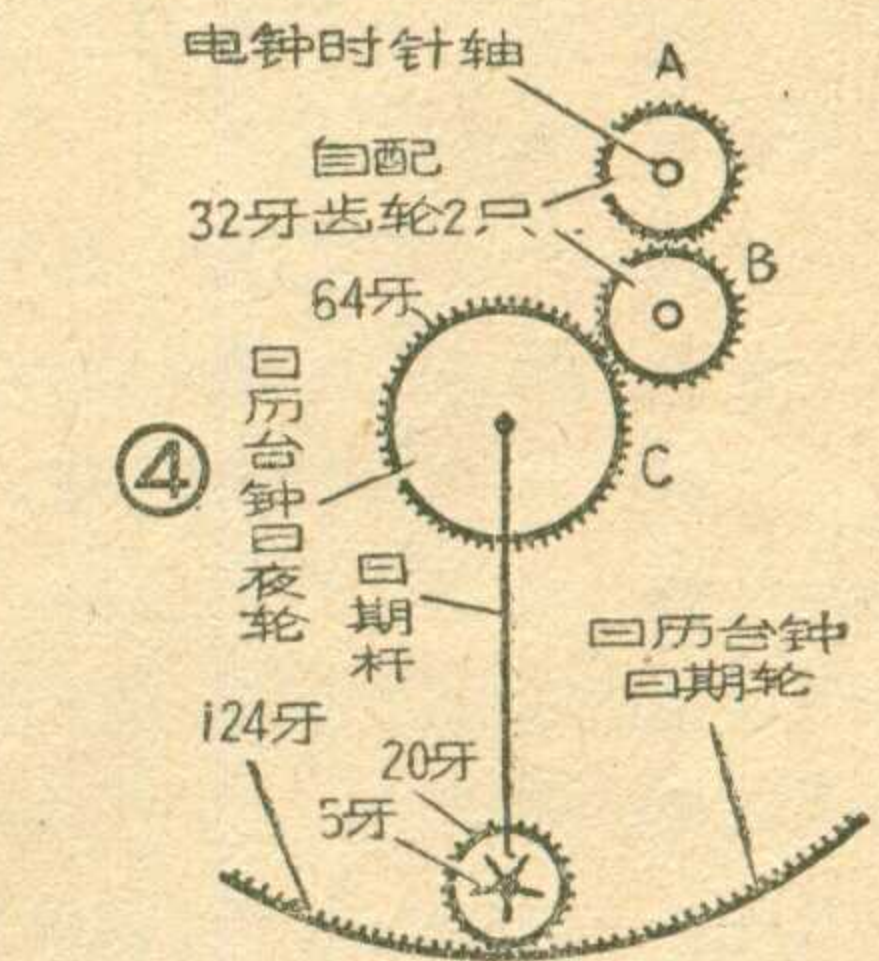
电源变压器两组 6.3 伏输出线圈串联成 12.6 伏，经倍压整流以后，输出的直流电加到电钟线圈上，产生直流磁场，将电钟煞停，以防止电钟刚一断开电源时，因转动惯性而多计时。

B_1 为测量电炉变压器运行电流的电流互感器次级线圈。电流互感器就利用电炉上原有的配套成品，不需改绕，只需将电流表 A 串入次级线圈中。

A 为 1T1-A 型交流 5 安培电流表，在其指针上加装一块 $0.3 \times 7 \times 12$ 毫米³ 的薄铝片 S ，在电表面盘上要开一个 90 度的圆弧槽，以便使铝片 S 穿过表面，随电流表指针的升降在圆弧槽内运动。耦合线圈 L_1 和 L_2 可用直径为 0.6 毫米的单纱包线绕成圆饼的形状，它们各绕 7 圈，两线圈之间要有 2 毫米的空隙，可容薄铝片 S

插入（见图 2）。 $L_1 L_2$ 都装在可移动的限流杆上，随限流杆一起转动（见图 3）。使用的时候，要调整限流杆的位置，使其上所装的红针指在电炉变压器的额定电流值上。高频扼流圈（用以限制高频电流进入继电器电路中）可用普通蜂房式 10 毫亨的，或在 1 兆欧 1 瓦的炭膜电阻上，用直径 0.3 毫米的漆包线乱绕 150 圈就可代用。电源变压器 B_2 的输入为 220 伏、0.11 安，输出为 180 伏、0.3 安和两个 6.3 伏、0.9 安。 J 为直流灵敏继电器，电阻为 3~5 千欧。整流器 D 的规格为 40×40 毫米²。

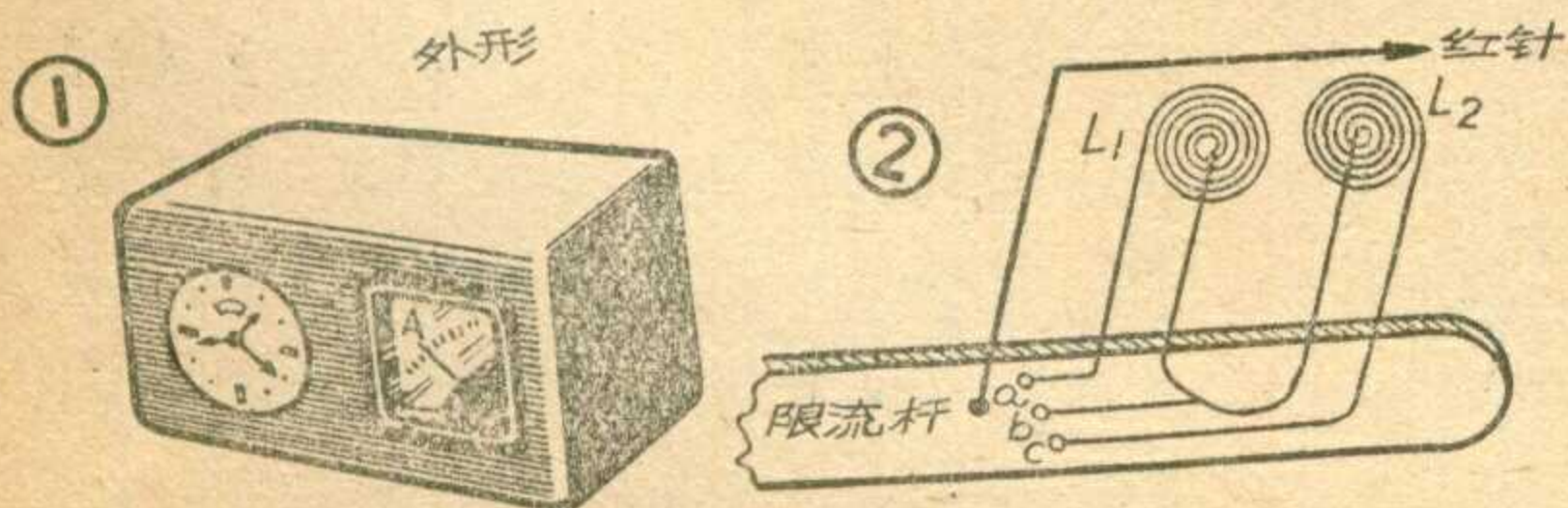
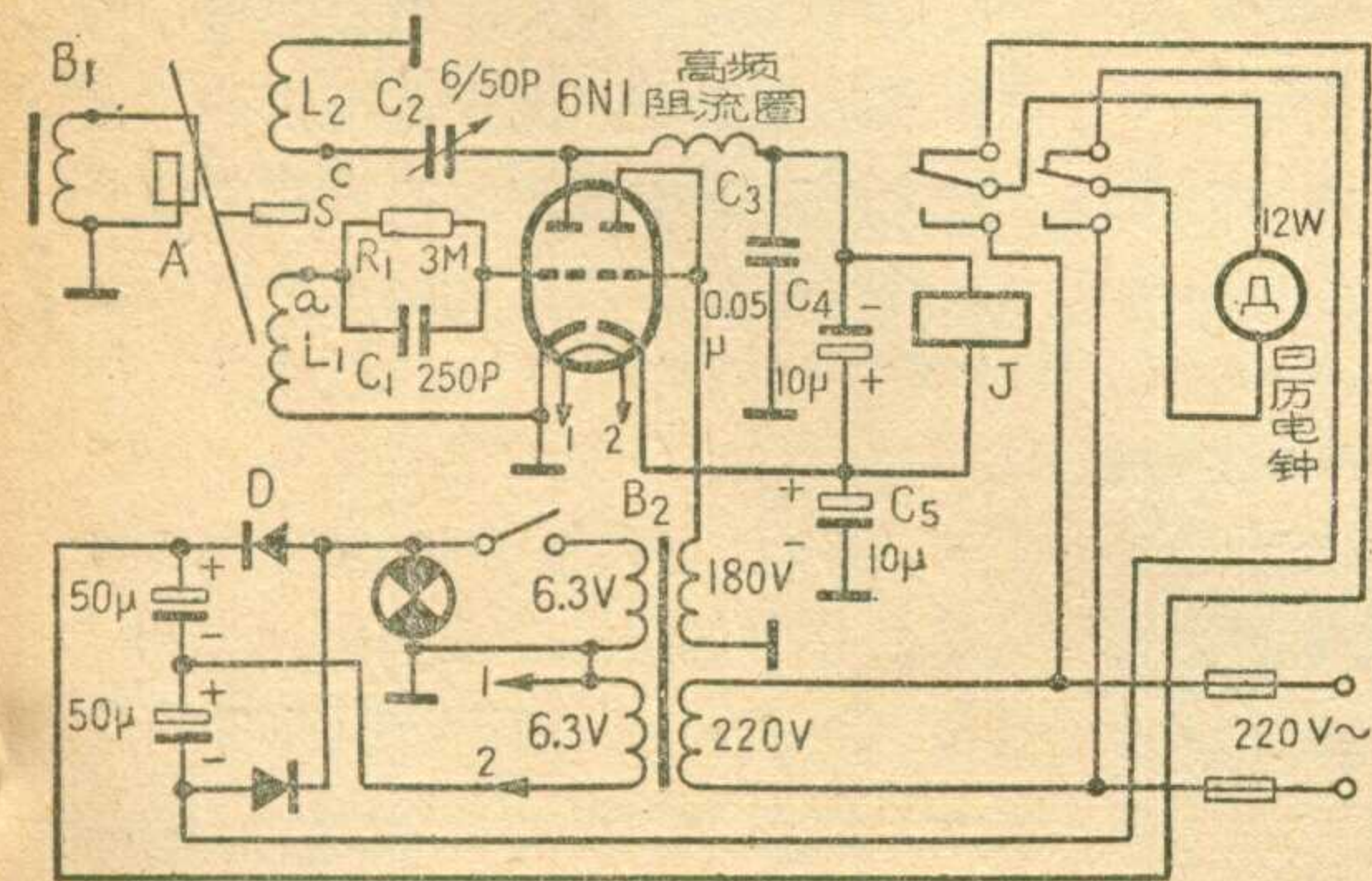
A 为自制日历电钟，用以记录过电流的时、分、秒（见图 4）。在 12



瓦双面电钟机心的时针轴上，装一个 32 牙齿轮 A ，另外再加一个 32 牙齿轮 B ，与“三五牌日历台钟”的 64 牙日夜轮 C 契合。电钟时针转两圈即 24 小时，日夜轮转一圈，其上的日期杆也转一圈，就将 5 牙爪推过一牙，同轴的 20 牙小齿轮就转过 4 牙，与小齿轮契合的日期轮也就转过 4 牙，而使日期翻动一天。因日期轮共 124 牙，因此相当于 31 天。

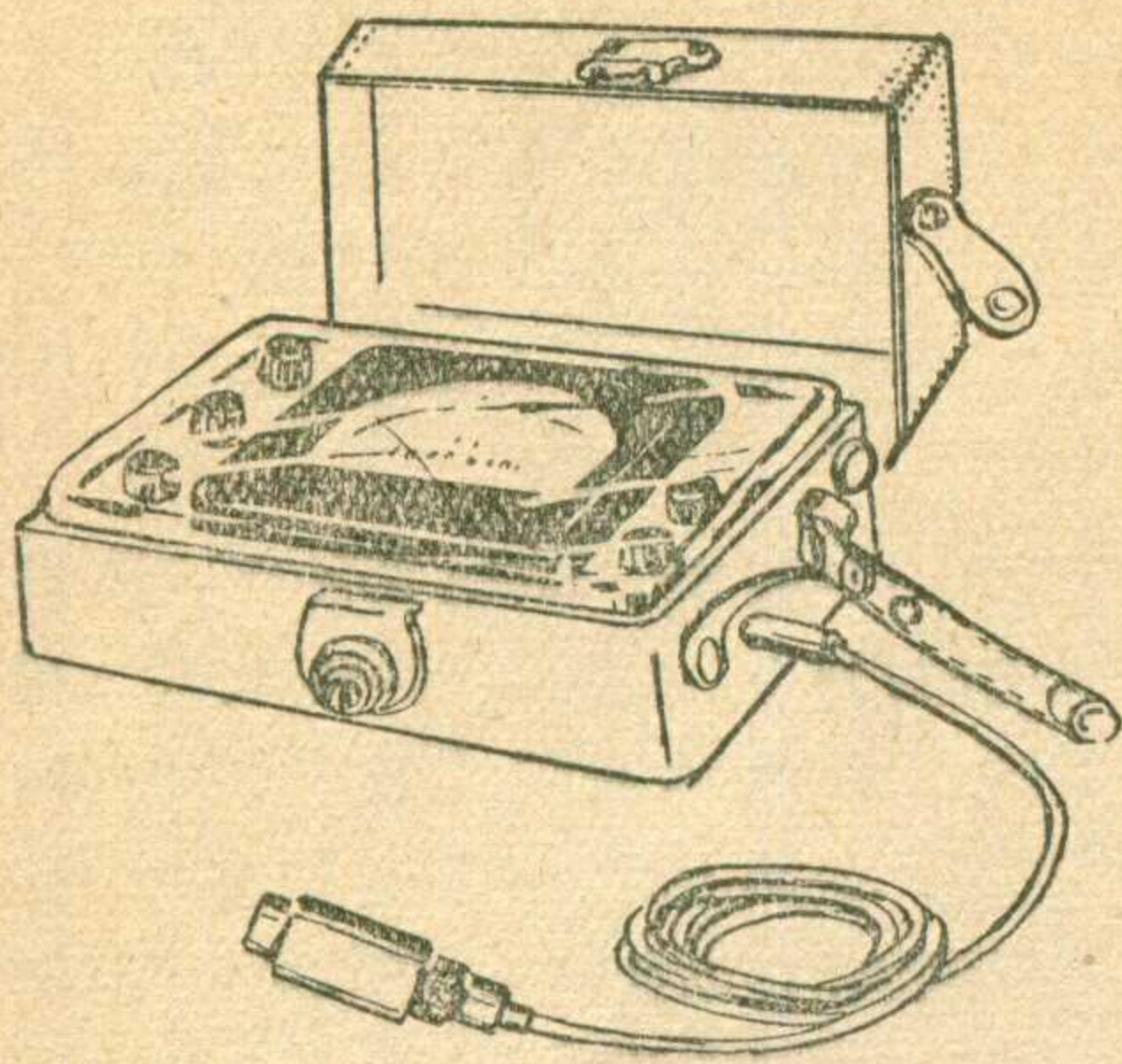
使用的时候，接上 220 伏交流电源，将电流表 A 接入电炉变压器的电流互感器次级线圈中去，再将积累仪的限流杆调到变压器的额定电流值上，记下日历电钟的起始数值就开始工作。当电炉变压器负载电流低于额

(下转第 5 页)



CCH-J-1型超声波测厚仪

十 斗



上海中原电器厂生产的CCH-J-1型超声波测厚仪，是利用超声波脉冲反射法来测量各种材料、工件、设备等的厚度的电子仪器。它的优点是可以在单面测厚，因此解决了在船舶修造、化工、石油、锅炉、机械制造等部门中用一般量具、卡具无法测厚的问题。厚度数值可直接在电表上读出，很方便。对被测工件的表面光洁度要求也不很高。此外，它也有半导体仪器的一般优点，如体积小、重量轻、便于携带、耐振等等。

超声波测厚的基本原理，是利用换能器将超声波脉冲加在被测物件的表面上，超声波向物件内部传播，当传播到物件的对壁后便产生反射，因此一部分超声波又回到原来出发的地方。设超声波在物件中一去一回所用的时间为 t 秒，超声波的传播速度为 c （米/秒），则物体的厚度 D （米）就为 $D = \frac{1}{2}ct$ 。必须指出，超声波在各种不同的物质中传播速度是不同的，例如，在钢中传播速度约为5800米/秒，在黄铜中约为4430米/秒，在铝中约为6260米/秒，

在有机玻璃中约为2720米/秒等等。因此利用本仪器测厚时，需注意被测工件是由什么物质构成的。

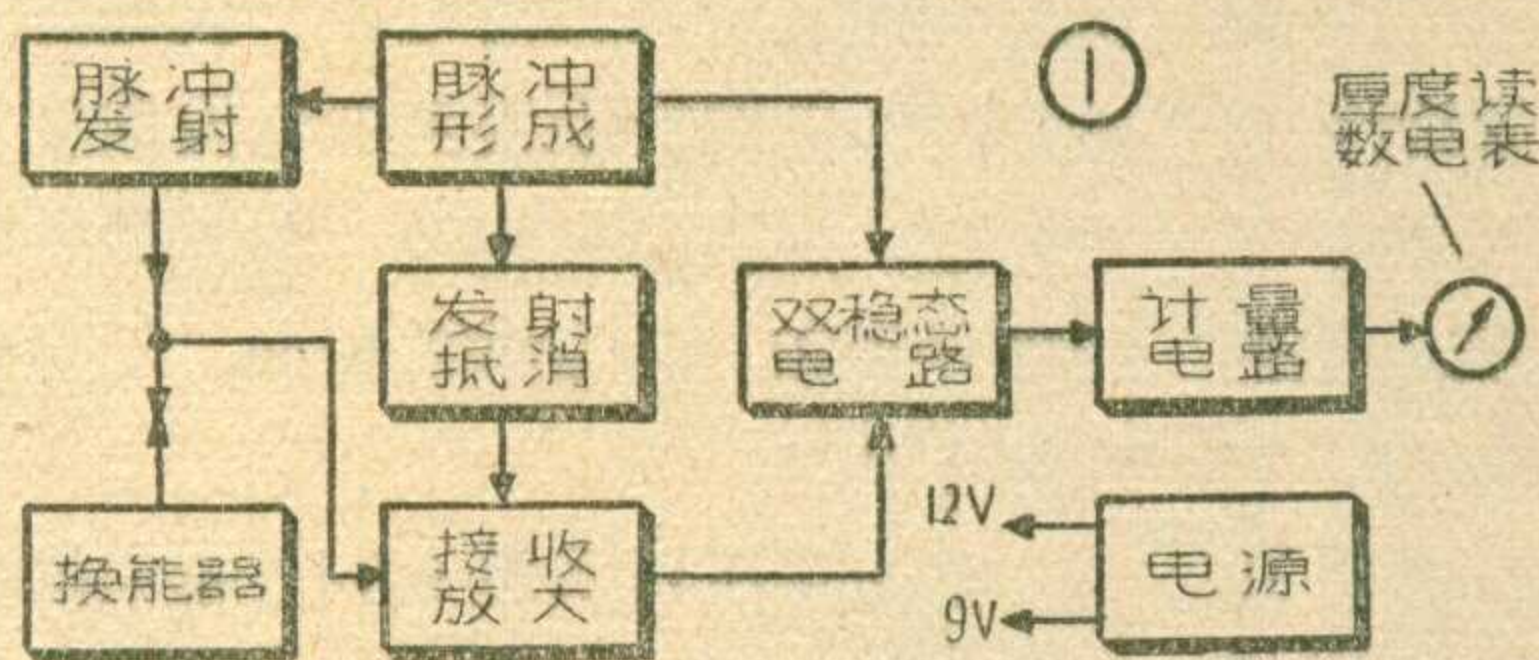
超声波测厚仪有一定的厚度测量范围，CCH-J-1型超声波测厚仪测量厚度的范围为

4~26毫米，测厚精度为±0.25毫米。它的组成部分如图1所示。

脉冲形成部分包括正弦波振荡器、限幅器、倒相器和间歇振荡器。正弦波振荡器产生的正弦振荡电压经限幅、倒相后去触发间歇振荡器，从而产生一个窄脉冲（脉冲宽度小于0.4微秒）。这个窄脉冲送到脉冲发射级，使发射级馈给换能器一个电脉冲信号，从而产生超声振动。间歇振荡器电路见图2。为了使发射与接收合用一个换能器，因此需将发射电路

路，最后目的是计量发射波与回波间的时间间隔。

在接收放大电路中尚连接有发射抵消电路（仍见图2），调节抵消电路半导体管发射极电路上的电位器（即仪器上的“静区”调节旋钮），可调节其集电极上输出的抵消脉冲宽度，这个脉冲是与发射脉冲在同一时间产生的，其极性与发射脉冲到达图2这一接收放大级时的极性相反，当调至某一宽度时，便和发射脉冲在放大电路第二级的输入端互相抵消，从而避免了发射脉冲通过接收放大电路去触发双稳态电路，而造成虚假的厚度指示。在接收放大电路里还有灵敏度控制旋钮。



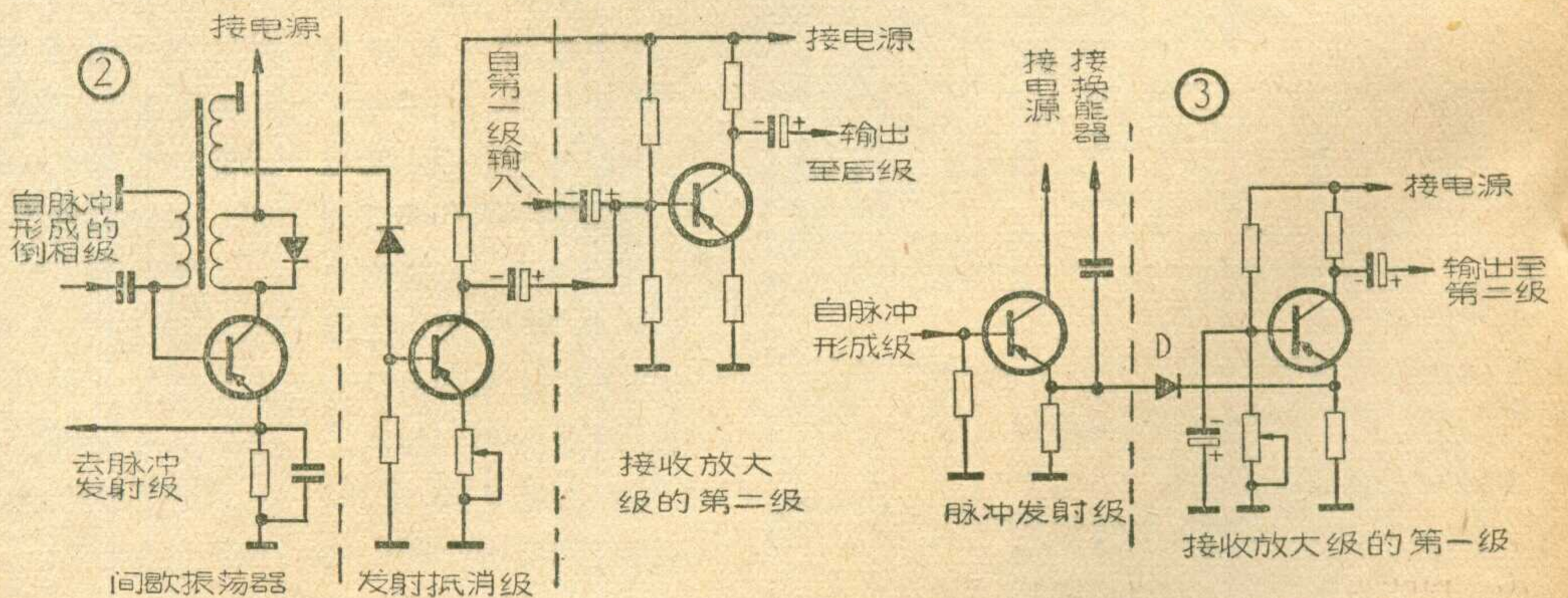
而避免了发射脉冲通过接收放大电路去触发双稳态电路，而造成虚假的厚度指示。在接收放大电路里还有灵敏度控制旋钮。

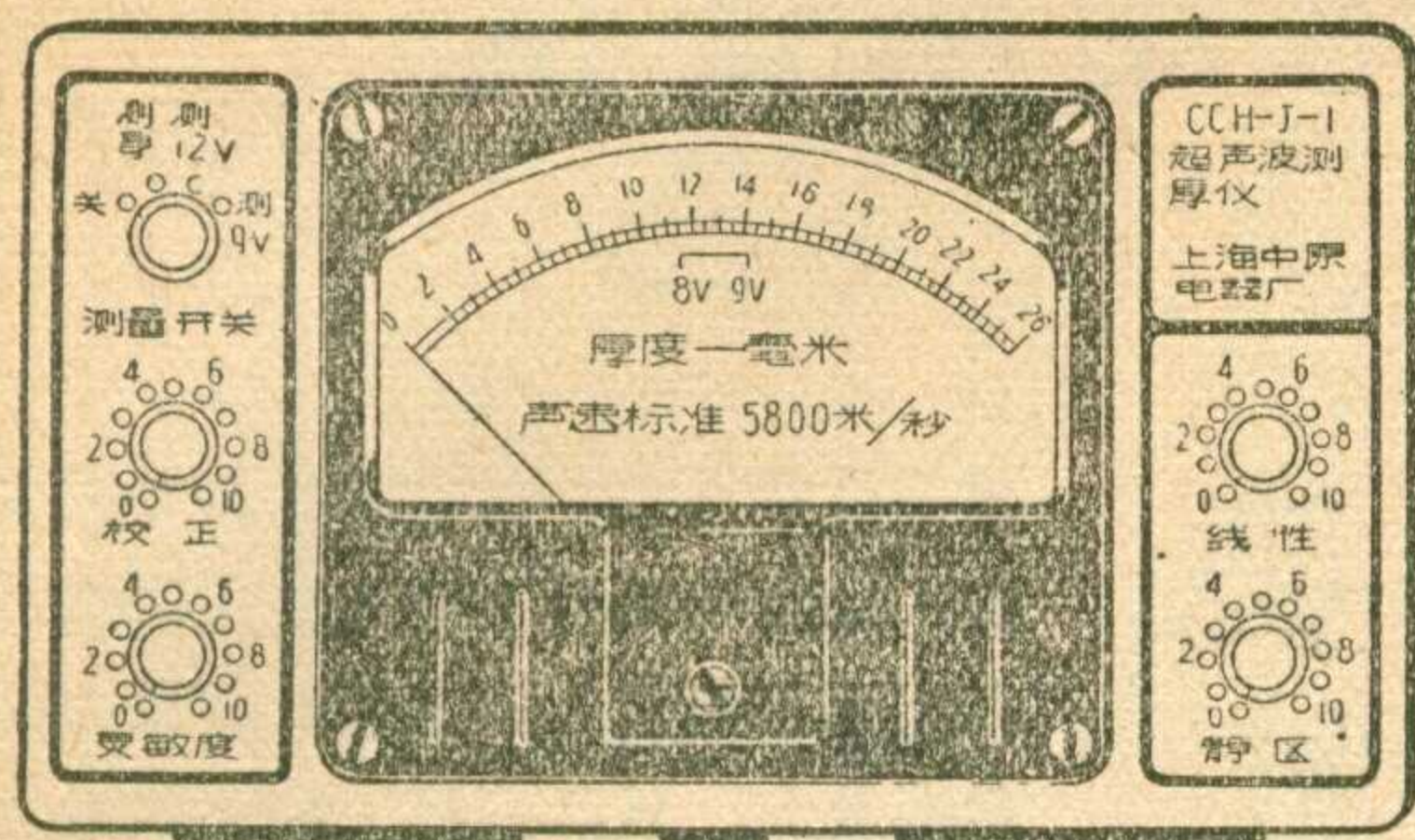
从脉冲形成级输出的发射脉冲信号与经接收放

大电路输出的回波信号，两者有与厚度成比例的时间间隔，它们先后加到双稳态电路使它产生两次翻转，因此便有方波输出，方波的宽度与厚度成正比。

大电路输出的回波信号，两者有与厚度成比例的时间间隔，它们先后加到双稳态电路使它产生两次翻转，因此便有方波输出，方波的宽度与厚度成正比。

计量电路是将双稳态电路输出的方波经过整流后加到电流表中去。因为物件的厚度越大，双稳态电路输出的方波也越宽，因此整流后的电流就越大，从而使电表的指示也就越大。用调节输出方波幅度的方法可以校正





④

测量标准厚度试块的厚度读数，这一调节设备就是“校正”旋钮。计量电路部分另有一个“线性”旋钮，其作用在介绍仪器的使用时再谈。

仪器的外形见报头，面板上各控制旋钮的位置见图4。厚度刻度是直接刻成毫米数的。

换能器用电缆和仪器连接。仪器内部有两块印制电路板，其上装有全部元件。本仪器共用半导体三极管21只，半导体二极管8只， $\frac{1}{20}$ 瓦小型炭膜电阻63个，各种电容器33个以及小型线圈、变压器等3只，另有盛放9伏、12伏电池的电池盒两只。

使用时首先要检查一下电池电压。将测量开关转到测电压的档上（12伏、9伏），则仪器内指示厚度的电表便指示出电池电压的数值。然后将测量开关转放在“测厚”档上，并将换能器接好。如果这时电表指针不为零，则要调整“静区”旋钮，直到电表指针回到零为止。这时就可用测量厚度的标准试块（仪器的附件，作为厚度标准）来校正电表的读数。先测最厚一档26毫米的厚度，并调整“校正”

旋钮，使电表厚度读数正确指示为26毫米，然后再用中等厚度（如14或10毫米）的标准试块校正电表读数，如有偏差，可调整“线性”旋钮使偏差消除。不过这样调整以后指针在26毫米处读数又不准确了，因此“校正”和“线性”旋

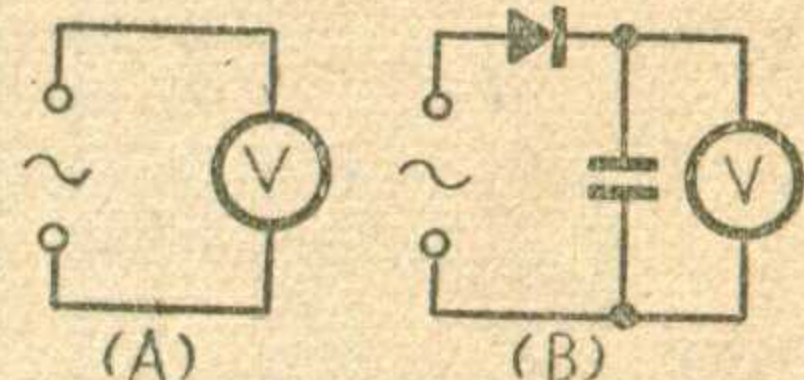
钮必须反复调整几次，才能使它们都得到正确的指示。这时即可准备测厚了。在被测物件表面应涂上传声的耦合剂（例如机油等），如表面有锈蚀层、油漆等，应先铲除，以免影响读数的准确性。厚度数值直接在表上读出。当测量4毫米左右的薄材料时，要细心调节“静区”旋钮，使抵消脉冲宽度刚好抵消为止。“静区”调得越大，抵消脉冲就越宽，在抵消的范围内，即使薄材料已有回波也不能使仪器动作。宽度调得太大以后，测薄材料的厚度读数还有可能加倍读出，这可在校正试块上验证是否已使读数成倍。造成的原因是第一次反射回波在抵消范围内不起作用，第二次反射回波才起作用。所以“静区”旋钮的使用操作应该熟练。“灵敏度”旋钮平常以小为宜，只在环境温度低，或电池电压过分下降及被测表面粗糙等情况下才需开大，并与“静区”有关，灵敏度如调整得太大，则不需要的杂波通过后“静区”不能全部抵消。仪器对测直径在40毫米以上的钢制管道的壁厚没有什么困难，但耦合剂要求稠粘性大

一些，否则容易流失，而使测量发生困难。

测量钢材时电表用校正试块校正后，即可直接读出测量的厚度。在测不同超声波速度的其他金属与非金属材料时（如铜、铝、玻璃、塑料、有机玻璃等），也可用同种材料作成厚度校正样块，校正后即可直接读出厚度数值。如果同钢相比超声波速度相差很大，那么也可成倍加减校正时的刻度值。当然也可用原来的钢校正试块，校正后通过两者速度之比来换算出厚度，但不如上面的方法简单、精确。



1. 将一只电磁式电压表直接接入交流电源时，其读数为125伏（图A）。如将电压表与一电容器并联后，

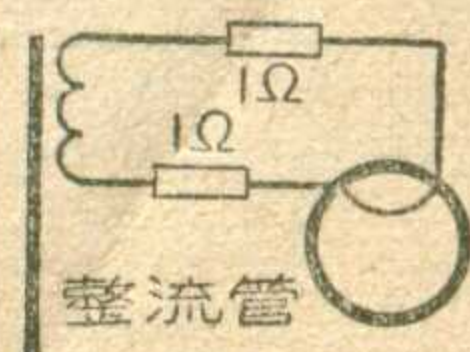


再通过一整流元件接入电源（图B）时，则电压表的读数为175伏。这是什么道理？

（小佣编译）

2. 有的万用电表，在测量电压时表针偏转很快，停的时候也不够稳定，要左右摆动几次才停下来。可是用同一只万用表去测量电流时，表针的偏转却很慢，停的时候也很稳定，这是什么道理？（王皆博）

3. 自制一台电子管毫伏表，由于电源部分无稳压装置，装成后发现电压的起伏变动对仪器工作影响很大。有人想了一个办法，在整流管的灯丝的两根接线中各串进一只1欧的线绕电阻（如图），结果电源电压的起伏对仪器工作的影响果然显著改善了。这是什么道理？



（宏）

（上接第3页）

定值时，应调整 C_2 ，使振荡器起振。

使用这个仪器，电气值班人员只要在电炉变压器使用前后，记下日历电钟的起始和终结两个数值，即得出在变压器使用期间过电流运行的日、时、分、秒的数值，从而为促使电气设备的安全运行提供正确的数据。

过电流时间积累仪装在铁皮外壳内，以防止干扰。外形类似五灯收音

机，玻璃面板右侧是电流表，左侧是日历电钟，开启仪器背后小门，可以调整电流限额和日历电钟的起始数值。

这部仪器除能计量过电流的总时间以外，也可以用作测量其他参数的积累仪。但是，过电流时间积累仪只能测量一相电流，当需测量三相电流时，则须另装一个三相电流转换开关。

介绍两种半导体电话增音机

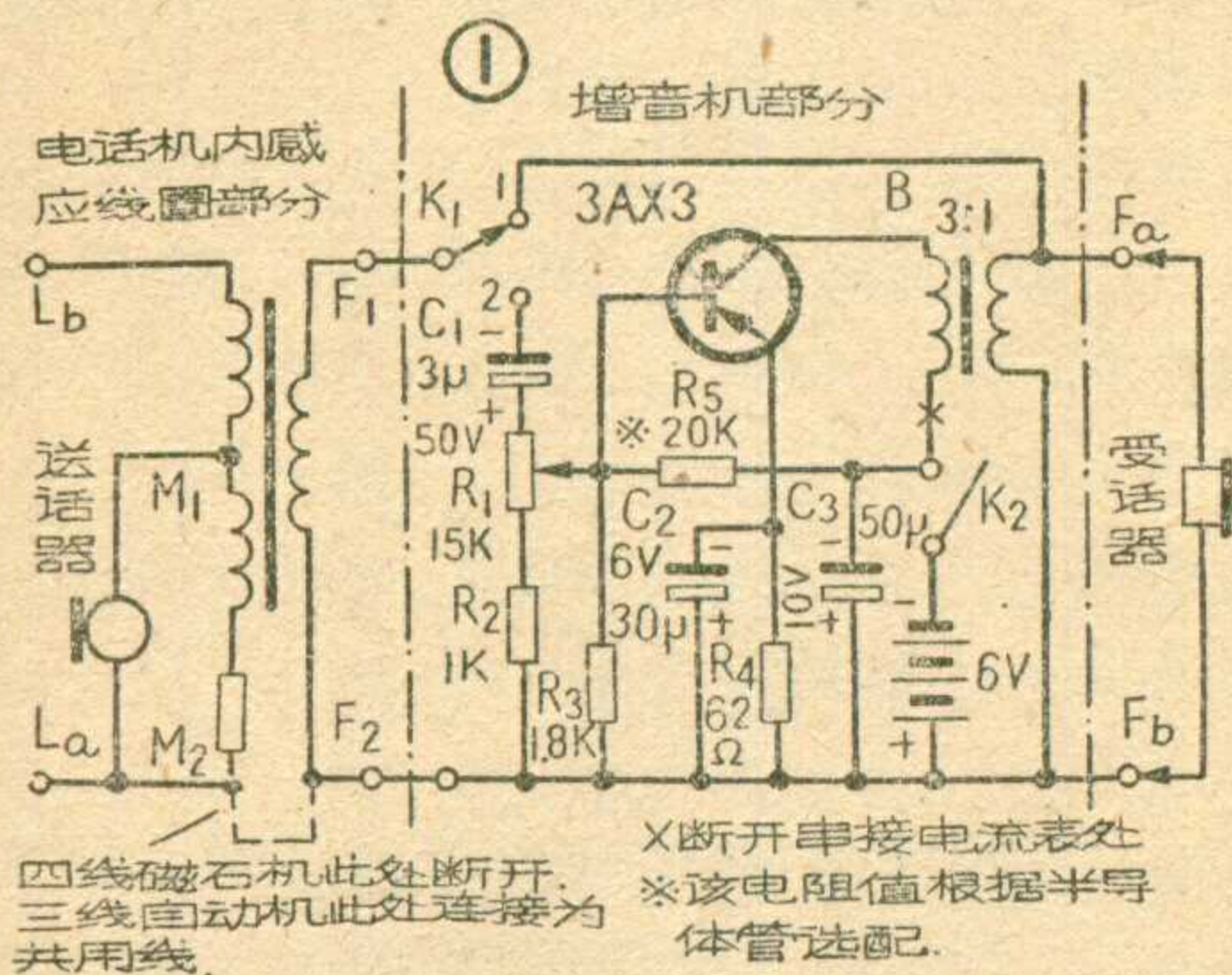
韩学章

打长途电话时往往因声音太小而听不清楚。为解决这个问题，我们试制了两种半导体电话增音机，现介绍出来供有关单位参考。

一、单管受话增音机

本机全部线路如图1所示，它实际上就是一个普通半导体收音机中的输出放大器。这个线路很简单，对零件质量要求也不高。全部零件及电池可装在一只体积为 $16 \times 10 \times 5$ 厘米³的半导体收音机小盒内。使用的时候，只要按图1所示连线 and 电话机接好即可，因此使用很方便、灵活，也便于拆卸。

这部机器只能将来话的声音作单



向增大，不能放大送话声音。只有通话双方在电话机上安装一具这种简单的设备，才能达到双方都能增音的效果。

图1中左部为电话机内的感应线圈部分。送话器的接线不动。在未接增音机以前， F_1 、 F_2 两点是接受话器的部分，现将增音机按图串入原受话器部分，受话器接线改接在 F_a 、 F_b 处。

半导体三极管可选用低频管3AX1~3AX5中的一种，其中以3AX3较好。其他零件数值稍微变一下影响也不大。如 C_1 可在1~10微法、10伏以上选用， C_2 可为25~50微法、6伏以上， C_3 可为50~100微法、10伏以上。 R_1 为普通收音机用不带开关的电位器，用来调节音量，

10~20千欧之间均可使用。 R_2 可用800欧~1.5千欧， R_3 可用1.8~2.5千欧。 R_4

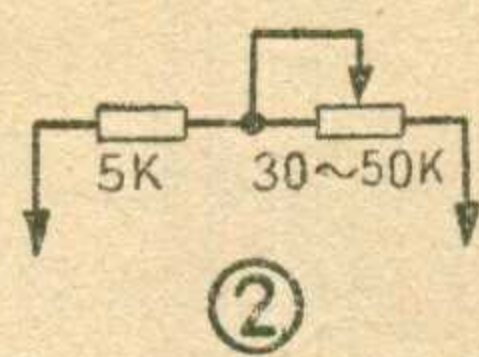
为40~100欧。因为各个半导体管的特性都有所差别，故 R_5 的数值需由试验决定。试验的方法是：用一只最大值为30~50千欧的可变电阻或电位器，串联一只5千欧的电阻接于 R_5 处（见图2），暂将×处断开，串入一只万用电表（用5毫安档）。当不通话时，需将静态电流调到2~4毫安。或用边调整边试听来话声音的办法，调到声音既不失真而又最大为止，然后用万用表测出图2中总阻的数值，并换用适当的固定电阻，最后把×处接通即可。

变压器B可用半导体收音机中3:1或5:1的输入变压器。 K_1 和 K_2 可共用一个普通收音机上用的双刀双掷电源开关或四刀双掷推动式波段开关。 K_1 搬到上方（1点）时， K_2 应同时和电源断开，此时为不用增音机的普通电话机。 K_1 搬到下方（2点）， K_2 也同时接通电源，这时为使用增音机的情况。本机用四节1.5伏的4号电池时，一般可用三个月左右。

考虑到各地使用的磁石机较多，故本机适合四线磁石机等话机用。如用在三线自动机等话机上时可将 M_2 、 F_2 两点接通，此时该线便是受话器的共用线了。

二、两管推挽式受话送话增音机

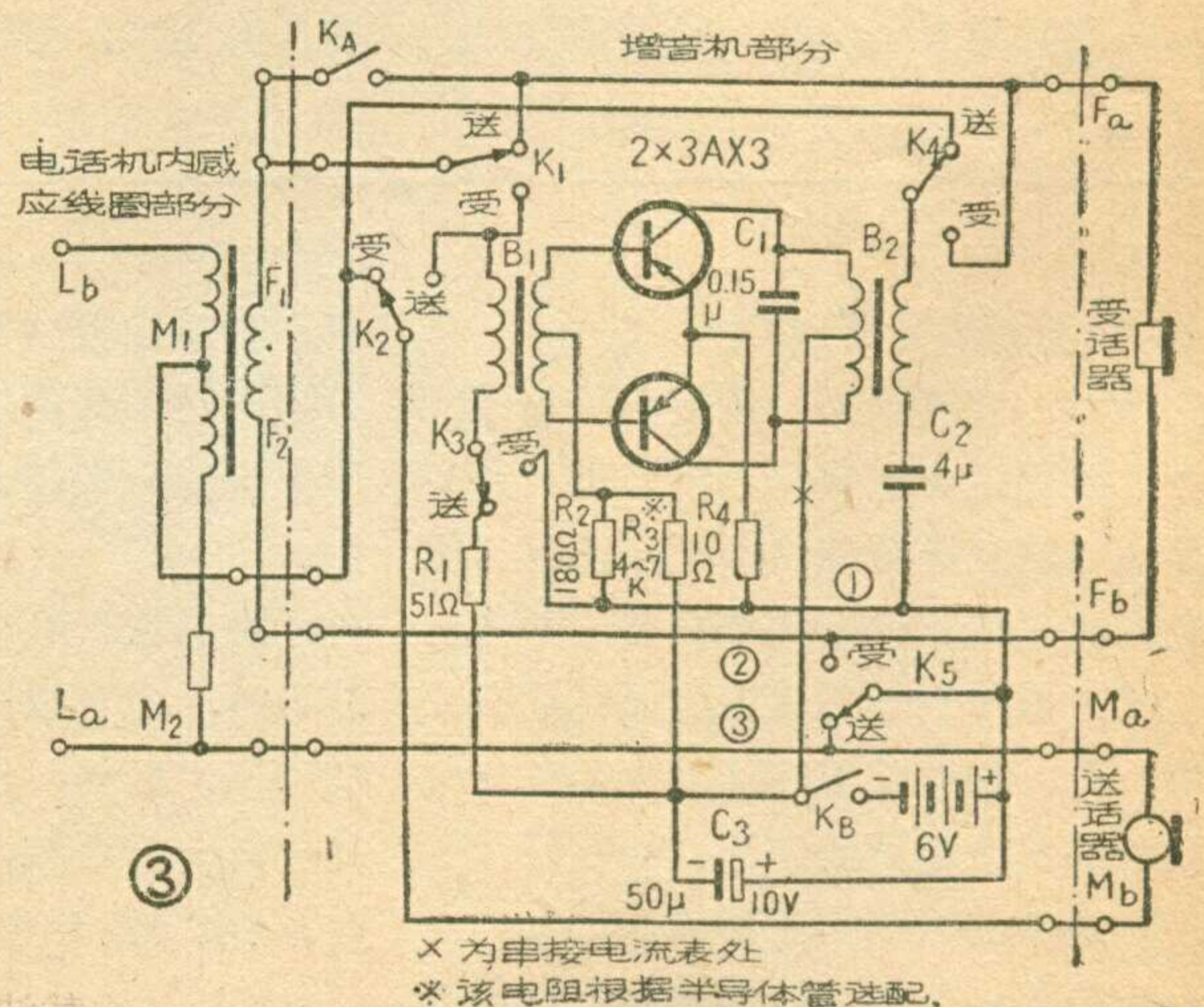
本机的全部线路如图3所示。它在结构上虽比单管



增音机复杂些，但它的优点却较多：输入端由于采用了输入变压器耦合，并使用了两只3AX3型低频管作推挽功率放大，从而获得了较大的增益及输出功率，失真度也相对地降低，而且只要来回推动一下开关，受话、送话双方便能分别进行放大，即如果来话的声音小，可使用受话放大；对方感到声音小时，使用送话放大。这更适合于实际需要。

图3左面部分为电话机内感应线圈，接增音机前，需将受话器接线从电话机上拆下来，将增音机按图3线路串入。受、送话器改接在 F_a 、 F_b 和 M_a 、 M_b 处。本机用一只普通收音机用的六刀双掷推动式波段开关进行受话增音控制， K_1 ~ K_5 都接在这只推动开关上。 K_A 和 K_B 为一只普通单刀双掷开关的两个接点， K_A 断开，则 K_B 合上，于是电源被接通，再推动受话开关 K_1 ~ K_5 ，即可使受话或送话增音。 K_A 合上，则 K_B 断开，再把推动开关扳在受话点上，于是电话机便把增音机甩开不用。

为了获得良好的匹配， B_1 及 B_2 需利用市售半导体收音机输入输出变压器改制，将原来的线圈拆掉，利用它的线圈架重绕。输入变压器 B_1 初（下转第8页）



調頻波的超再生式接收

周 天 恩

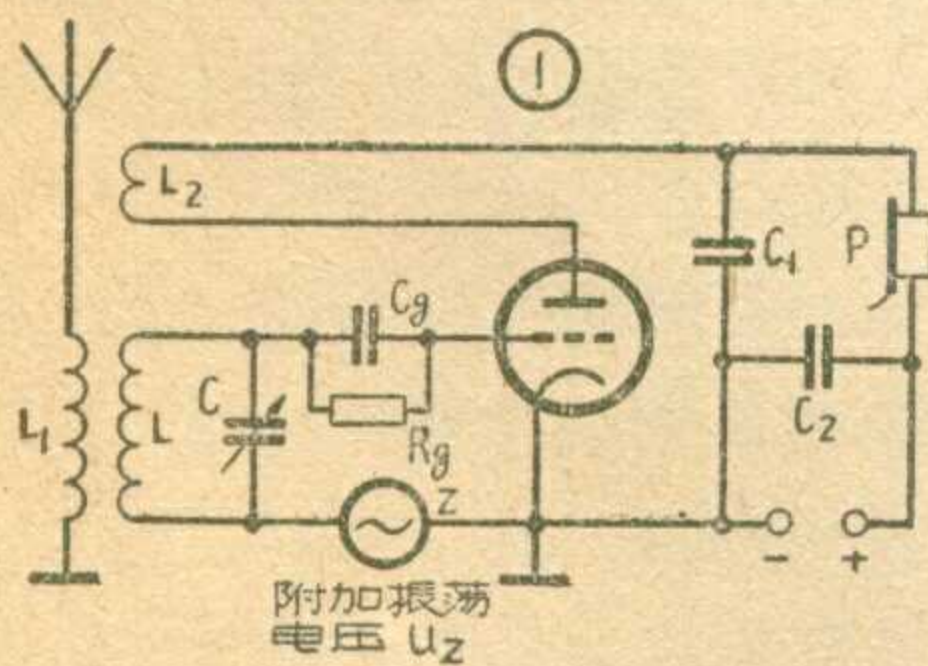
超再生式接收是无綫电接收方式之一，由于它具有結構簡單、灵敏度高优点，常常用在一些簡單的超短波接收装置里。

有关超再生式接收的一般原理，在本刊 1965 年第 2 期的“超再生式接收”一文中已經讲了一些，我們在这里再簡單地談一談按照超再生接收原理怎样接收調頻信号的問題。

一、超再生电路是怎样接收信号的

为了了解接收調頻波的过程，我們先簡單地回顾一下超再生电路接收信号的原理。

图 1 是超再生式接收的基本电路图。在电子管的栅极上有一个由附加振荡器 Z 产生的附加振荡电压 u_z ，即熄灭电压，从而使电路处于間歇振荡状态，也就是有一个断續的高频振荡。超再生振荡，在沒有外信号輸入时，是由电路中的一些不稳定的微弱的电起伏脉冲經過正反饋放大而形成



的。它是无規則的高频振荡，經检波后，以噪音的形式出現，即所謂“超再生噪声”或“超噪声”。

当存在略大于微弱电起伏脉冲的輸入信号时，情形就不是这样了。此时，超再生振荡将在輸入信号的影响下发生，而不由微弱电起伏脉冲所产生。这些超再生振荡的最大振幅由輸入信号的振幅所决定。輸入信号如系振幅調制的已調制波，超再生振荡的最大振幅将按輸入信号的振幅的变化

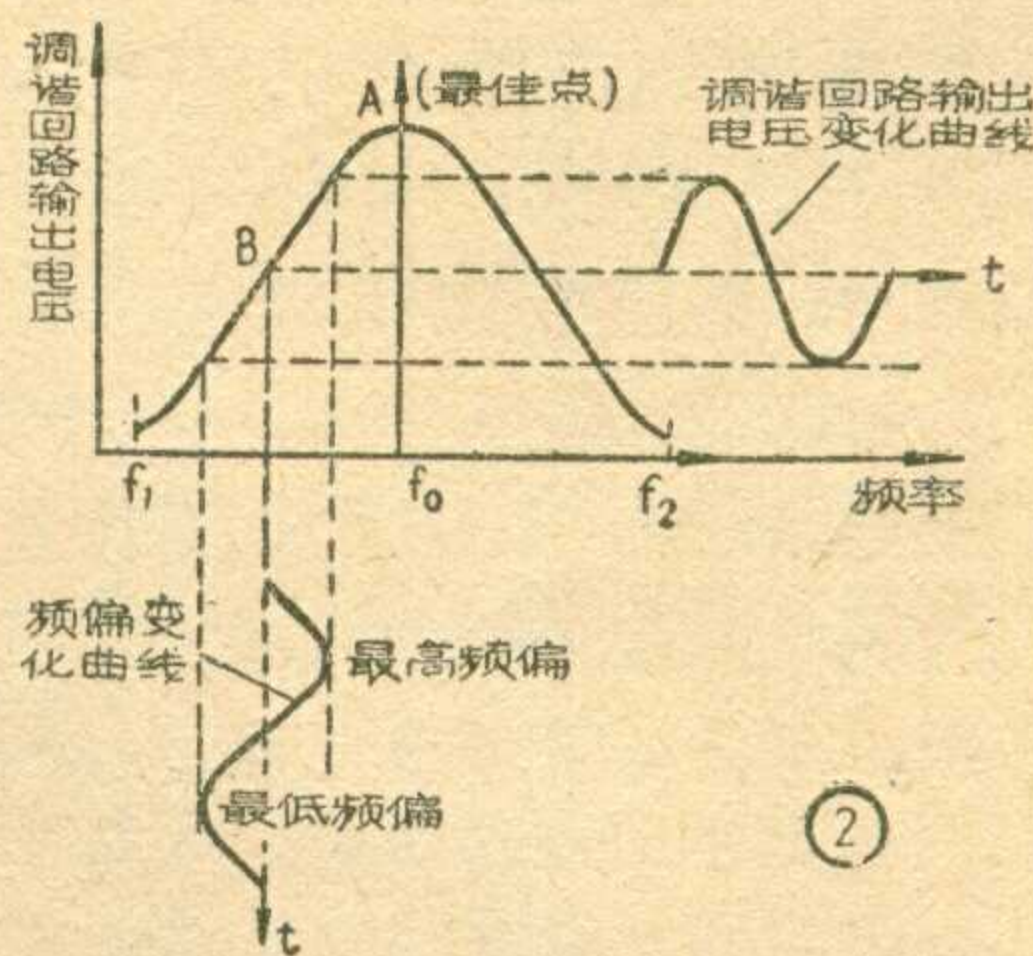
而变化，經检波后，就能得到原来的調制信号了。在接收調頻信号时，如果我們能把已調頻波的频率变化变换成相应的振幅变化，那末我們就可以用超再生接收机接收調頻信号了。

二、調頻信号的接收

已調制波的瞬时频率随調制信号的振幅而改变，而已調制波的振幅不变，这种电波叫做調頻波。当調制信号处于正半周时，已調制波的瞬时频率就高；当調制信号处于負半周时，已調制波的瞬时频率就低。瞬时频率自平均值（載頻）变动的大小，叫做“頻偏”。在調頻波里，頻偏与調制信号的振幅成正比，而与調制信号的频率无关。

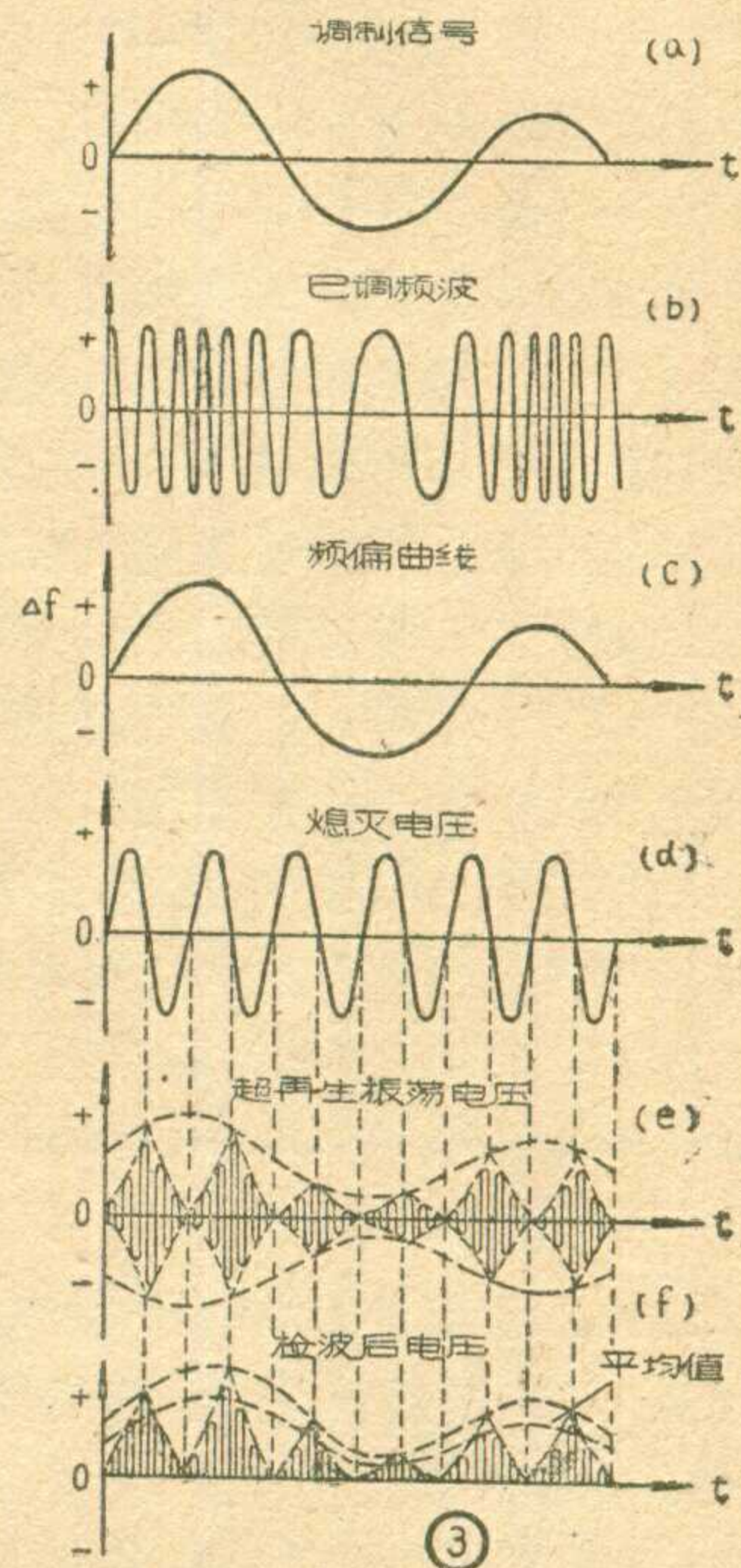
如果我們能把“頻偏”的变化变换成振幅的变化，再經检波，我們就可把已調頻波回复到原来的信号了。超再生电路是靠它的“斜率式检波”作用，把頻偏变换成电压值的变化。下面我們談一談所謂“斜率式检波”。

图 2 是超再生电路的調頻曲线。



只要信号电压略大于微弱电起伏脉冲，超再生电路就能接收信号，因而，調諧电路的調諧特性不必太尖銳。一般它的調諧范围 ($f_2 - f_1$) 在 500 至 1000 千赫左右，而一般調頻电台的最大頻偏为 200 至 250 千赫。如果我們把調頻电台的載波安排在調諧曲线的

斜边上，并且在近似直綫部分的中点 B 上，而不把它安排在諧振点 A 上。这样，調諧回路就能起到“斜率式检波”的作用了。从图上可以看出，調諧回路的輸出电压变化与頻偏的变化



基本上是一致的。頻偏为正时，輸出电压就高；頻偏为負时，輸出电压就低。由于調諧曲线的斜边不完全是直綫，所以調諧电路的輸出电压有一些非綫性畸变。

調頻信号的接收过程我們可以从图 3 的波形图中看出，图中 a 是传递的音频調制信号曲线。图中 b 是調制后的調頻波，其頻偏曲线如图 c 所示，頻偏曲线与音频調制信号应该是一致的。图中 d 是超再生熄灭振荡电压的波形（这里我們假设为正弦波）。图中 e 是超再生振荡电压的波形，每当熄灭电压变化一个周期，超再生振荡就振荡一次，超再生振荡幅度的大小取决于調諧回路輸出的电压，又由图 2 所示的关系，調諧回路輸出的电压

与频率变化(频偏)的大小有关,所以超再生振荡幅度的大小也就取决于频偏的大小。这样,从图e可以看出,超再生振荡的变化曲线基本上与频偏曲线相似(实际上有些非直线性失真)。超再生振荡经检波后的曲线如图中f所示,其变化与调制信号相似,我们再把它放大就是所需要的信号了。

三、半导体管超再生式调频接收机

以上我们简单地介绍了一下超再生电路接收调频信号的一般原理。下面我们举一个由三个半导体管组成的超再生式调频接收机,以供参考。

图4就是所举的半导体管调频接收机电路图。整个接收机可分三部分,即超再生级、低频电压放大级和低频功率放大级。后面两部分是大家熟知的低频放大电路。这里仅着重介绍超再生级部分的制作和原理。

由半导体管3AG12组成的超再生级是自灭式超再生电路。熄灭电压是由电容 C_5 上的充放电作用而获得

的。熄灭电压的振荡频率,决定于回路的时间常数,因而 C_5 、 R_1 、 R_3 和 L_1 等的数值影响振荡频率。一般用调整 R_1 和 R_3 阻值的方法来确定熄灭频率(200千赫左右)。

电感线圈 L 和半可调电容 C_3 组成调谐回路。 L 因接收的频道不同,选用的圈数也不同:对于第二频道的电视伴音(频率为64.25兆赫),线圈 L 用2毫米粗铜丝间绕5圈,线圈直径(指内径)为15毫米,每圈间隔约2毫米即可。对于第五频道的电视伴音(频率为99.75兆赫), L 作3圈即可,绕制方法同上。

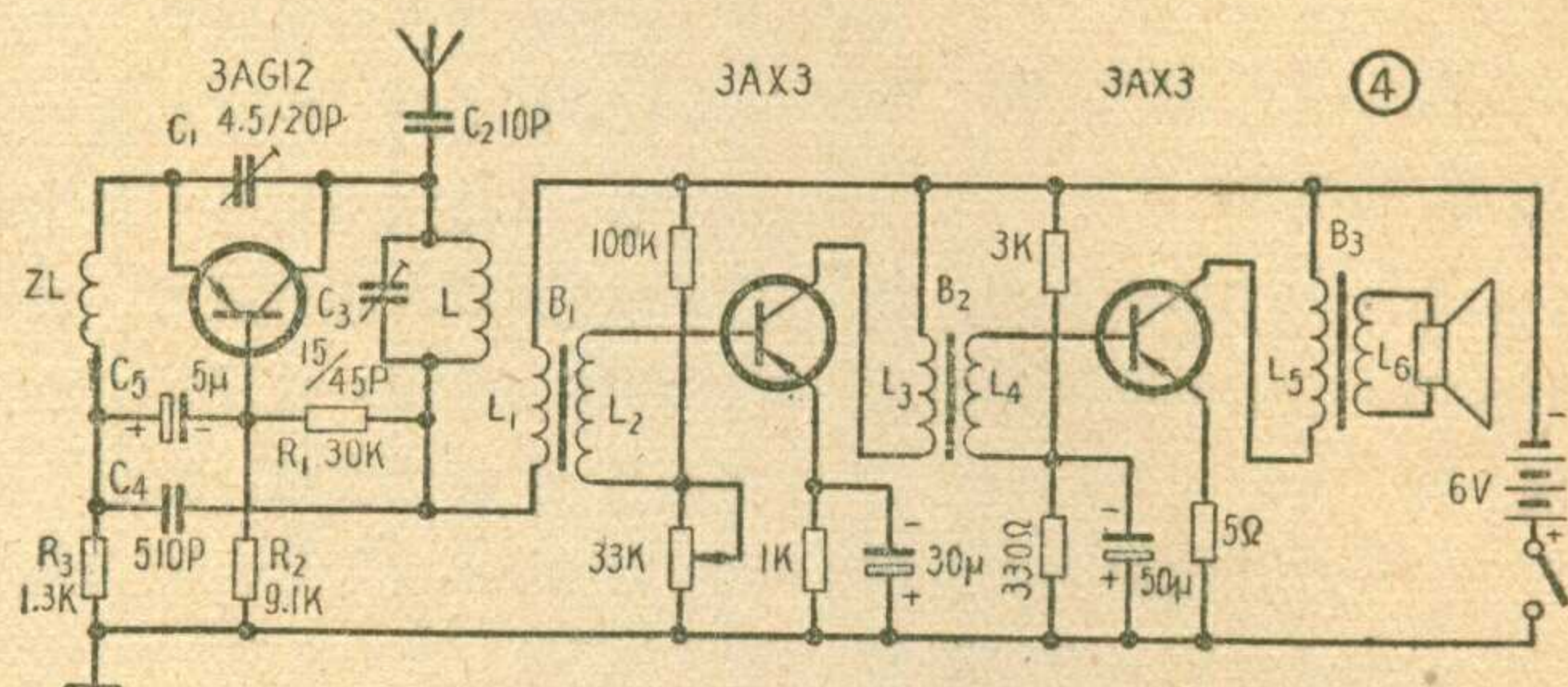
C_1 是高频振荡的反馈电容,对于

不同的高频管, C_1 值有些不同,这是因为每种半导体管的极间电容不一样的缘故,一般调整 C_1 在15pf左右。

ZL 是高频阻流圈,用以阻塞高频电流,只让检波后的低频信号经过变压器 B_1 。 B_1 是线圈耦合变压器,采用3:1的输入变压器即可。

超再生级的高频管应该用质量较好的。因为超再生级本身噪声较大,如果高频管不好,则噪声更大。一般选用3AG12或3AG13。

至于低频放大部分和本刊1965年第1期第11页的完全一样,这里就不再讲了。



(上接第6页)

级绕500圈,次级绕1000圈,在500圈处抽头。输出变压器 B_2 初级绕1000圈,在500圈处抽头,次级绕500圈。都可用0.1~0.12毫米漆包线平排乱绕,层间不垫纸。但为了防止初次级短路烧坏半导体管,初次级间应垫一层蜡纸、牛皮纸或道林纸。线圈绕好后,将原铁心采取对插的方法插好即成。

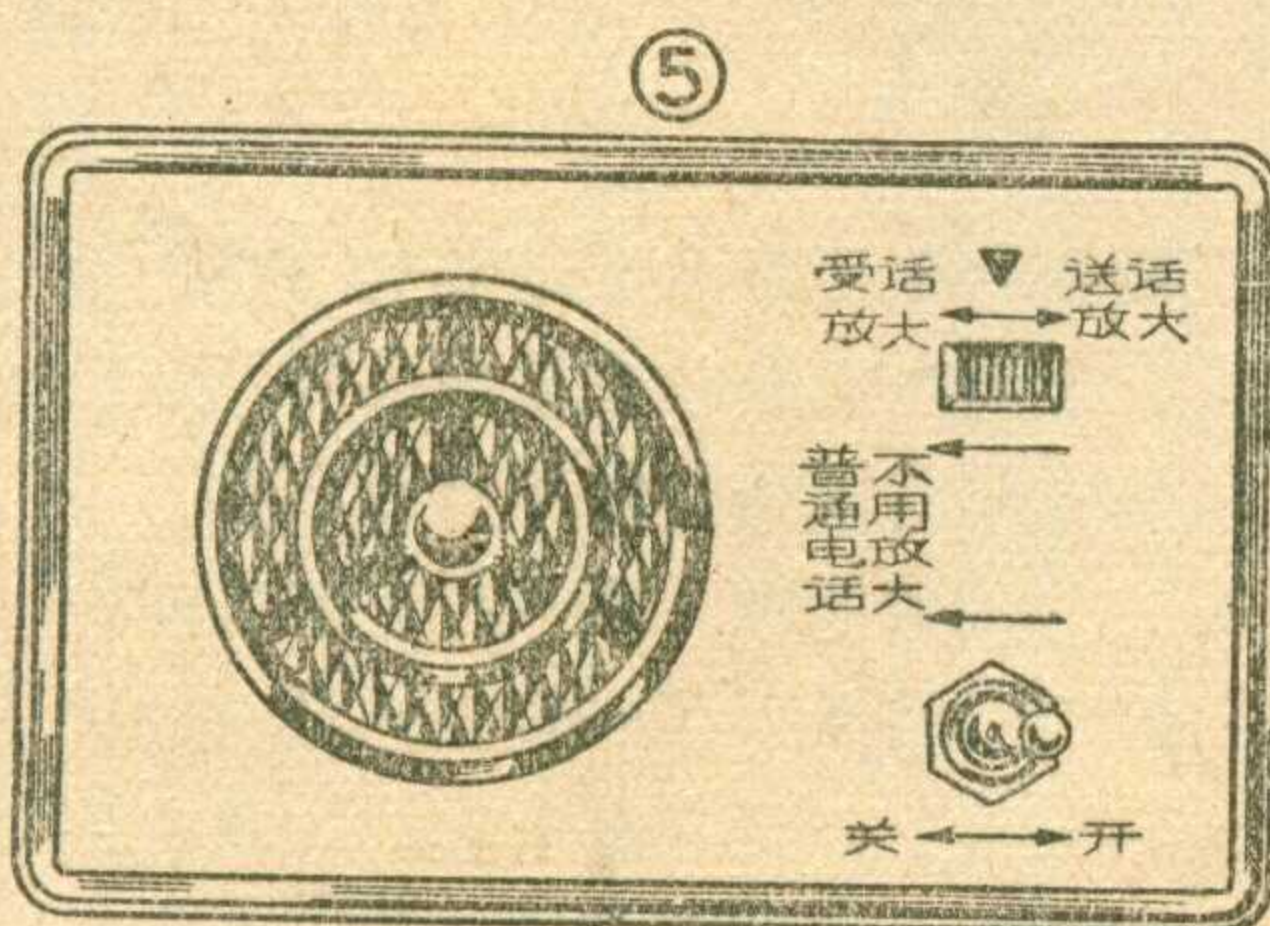
两只半导体三极管可选用3AX1~3AX5中的一种,注意要使两只管的参数尽量一致。

本机对各零件数值准确度的要求也不很严格。 C_1 可用0.1~0.2微法,耐压要在10伏以上。容量小了声音发尖容易产生啸叫,容量大了声音发闷,音量有所降低。 C_2 可用2~20微法,耐压在25伏以上。该电容要求使用纸质或金属膜的无极电容器,防止当电源极性接反时损坏。也可用两只普通电解电容器(如普通电子



管收音机中千欧,串接的电流表静态电流要调到2.5~3毫安,工作电流可达30~40毫安。 R_4 可为4.7~10欧。本机适用于四线磁石话机。如用于三线自动机时,可将 K_5 去掉,并将①、②、③线合并,便是受送话器的共用线了。本机全部零件及电池,亦可装于上述单管机用的半导体收音机小盒内,适当排列,并不拥挤。其面板图如图5所示。本机不宜装在沒有消侧音装置的话机内,因为增音机会将侧音同时放大,因此话音就不清楚了。

由于本机增益较大,可能出现反馈引起的啸叫声。将受送话器柄中的穿线孔用棉花、蜡封闭,可防止上下串音,并把送话器用薄胶皮或海绵与手柄上的电木稍加垫离,一般都可消除。受送话器不在一起的话机,不会发生反馈现象。



本专栏以前曾对半导体二极管和半导体三极管的构造作过一些简单介绍，本篇打算结合它们的制造过程再进一步谈谈。

一、半导体管的基本单元——P-N 结

了解 P-N 结是了解半导体管构造的基础，我们就从 P-N 结谈起。P-N 结是 P 型半导体与 N 型半导体交界处的带电薄层，根据对半导体管要求的不同，可用以下几种方法获得。

1. 拉单晶时掺入杂质的方法：

拉单晶是获得晶片的基本方法。把高度提纯的锗（或硅）放在坩埚里加热到熔态，坩埚放在惰性气体中，在严格控制温度的条件下拉伸熔态锗就能获得单晶。拉伸是用预先制好的仔晶（固体锗）拉引熔体，仔晶就像火车头一样，把坩埚内的锗熔体牵连在它下面遇冷结晶成一条单晶锭。

为了得到 P-N 结，在从熔体拉单晶的过程中先加入砷，使之形成 N 型单晶，然后在一定的时刻将较多的三价元素如镉加入熔体，若加入的镉多于原来熔体内砷的含量，则那段时间拉出的单晶就是 P 型的，因而便形成了 P-N 结。在拉伸过程中交替地加入砷和镉，就可拉出一条包含多个 P-N 结的单晶锭。最后将晶锭切割并磨成单个的 P-N 结晶片。

用上述方法获得的各个 P-N 结一致性较差，所以在生产中实际采用另一种方法，就是在拉单晶的过程中控制拉伸速度，使速度作有规律的变化。由于镉和砷的分子附合力不同，在速度变化时就使拉出的单晶各段轮换地含有较多的镉和砷杂质，镉多时形成 P 型晶体，砷多时形成 N 型晶体，结果便得到许多个 P-N 结。

用上述方法获得的 P-N 结晶片不可能很薄，一般用得较少。

2. 扩散法：先制成极薄的晶片（如 P 型锗片）。把晶片置于杂质（如砷或镉）的蒸气中加高温，经过一定时间就会在 P 型锗片上形成一个 N 型薄层，从而获得 P-N 结。

3. 合金法：在面接型半导体二极管和三极管的生产中，合金法是一种基本方法。图 1 粗略地表示了用合金法制成 P-N 结的过程。

将一小块镉放在 N 型锗表面，在



真空或氢气中加热，镉熔化并浸湿了锗片表层，在一定深度处锗也熔化了。然后让其凝固，凝固时锗抓住了一些镉原子形成空穴导电的 P 型层 P-N 结也就由此而形成。

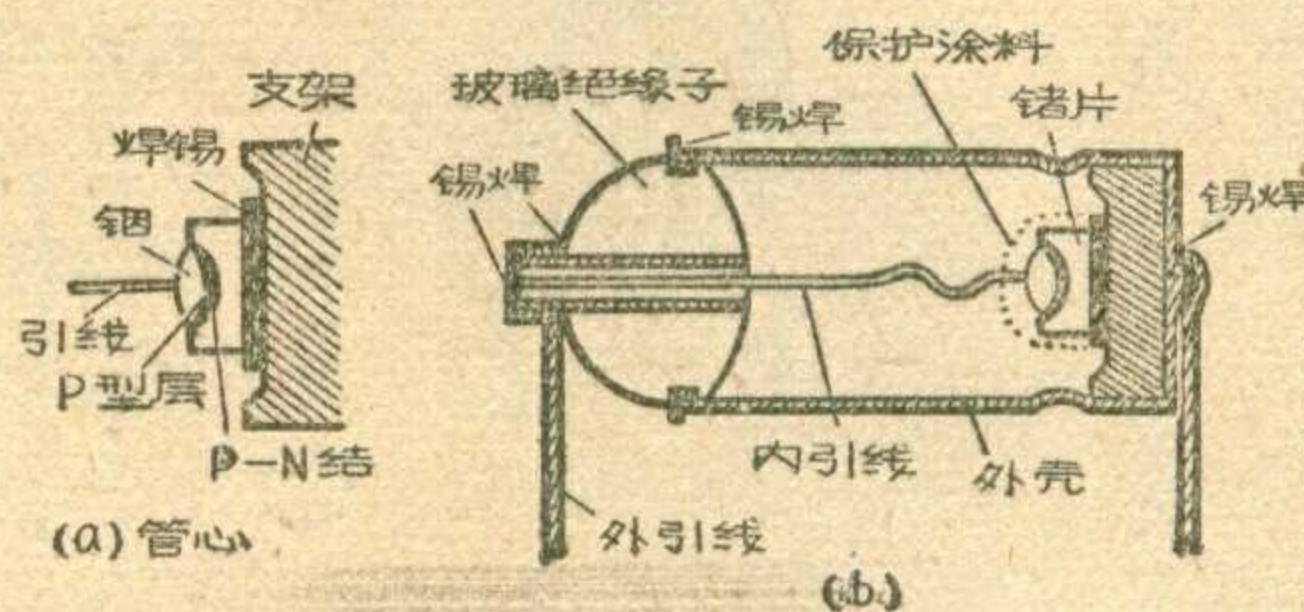
此外，还有其它形成 P-N 结的方法，这里就不多介绍了。

二、面接型半导体二极管

我们常见的整流用的半导体二极管就是面接型的，如 ДГ-И 21 型二极管等。它的整流结就是用合金法产生的。

如图 2 所示，面接型二极管由管心、管壳、内外引线及玻璃绝缘子等组成。

这类二极管的制造过程是：把预先制好的 N 型锗晶片放在黄铜晶片支架的凹处，在晶片和支架之间放有

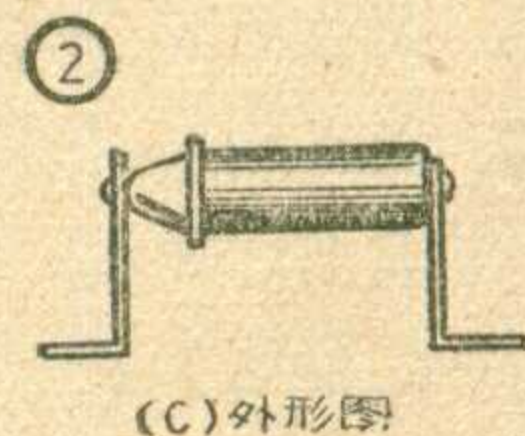


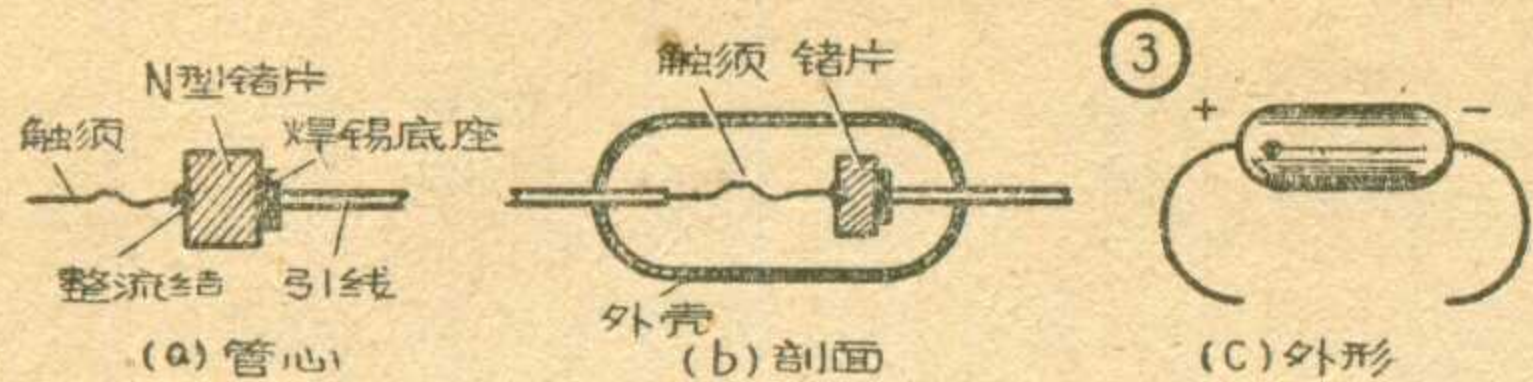
锡垫片（用以使晶体在合金化过程中与支架有良好的接触），然后放到炉内加热使产生合金化过程后，便得到了有 P-N 结的管坯。内引线是用镀锡的铜丝作成，预先涂上钎，在内引线和管心都进行了良好的清洁处理之后，再用烙铁把内引线的一端焊在锗片上突起的钎粒上。这样就制成了管心。外壳是用铜作成的，内壁要镀锡。外引线用黄铜条压成，镀锡、清洁、干燥后与外壳焊在一起。然后进行清洁处理、干燥后将管心装入管壳。下一道工序则是焊接玻璃绝缘体，进行密封。最后检验、涂漆、写商标。密封是十分必要的，可以避免晶体受光照而使本征载流子增加，反向电流增大，还可以避免因受潮而引起反向电流增大。此外，每个零件间相互连接的好坏也很重要，否则接头间的漏电流和接触电阻不合要求都会使二极管的伏安特性变坏。二极管的伏安特性之所以和 P-N 结的伏安特性不一致，原因亦在于此。

ДГ-И 等面接型二极管的结构在很大程度上决定了它的特性和用途。它能承受较大的正向电流（300 毫安）和较高的反向电压（100 伏~600 伏）；反向饱和电流较小（数百微安）；工作频率却不可能太高，适于作整流用。ДГ-И 21~24 整流电流较大，反向电压则较低，而 ДГ-И 25~27 整流电流较小，反向电压高，需根据实际需要选用。

三、点接触型二极管

我们常用到的另一种半导体二极管是点接触型二极管。它的结构如图 3 所示。图 3a 是它的管心结构





图；图3b是内部结构示意图；图3c是它的外形图。常用的二极管型号是2AP1~2AP7、2AP9~2AP10、2AP11~2AP17三类十六种。

点接触型二极管的管心是由一根极细的金属丝压在N型锗晶体薄片上构成的。它的制造过程是在预先做好的N型锗片上装上金丝，然后进行大电流处理，也称为“电形成”。具体作法是：给二极管通过一个脉冲电流，电流数值应超过二极管额定电流值的3~4倍，因此触点被加热，在一定压力作用下，金属触鬚的尖端陷入晶体深处，焊牢在晶片上，于是金属丝与晶片的接触处便形成了整流结。金丝的另一端焊上铜引线，便成了二极管的正极。负极是和晶片接触的底座，座上焊有引线伸出管壳。

上述三类型号的半导体二极管都密封在玻璃外壳内。其中2AP9~2AP10的外壳上涂有黑漆，以防光线照射，影响管子性能。2AP1~2AP7和2AP11~2AP17外壳上用色点标出正极；而2AP9~2AP10则用色点标出负极。

由于点接触二极管的接触面很小，所以它不能承受大的正向电流和高的反向电压，不宜用作整流。但正因为它有极小的接触面，使得它能在很高的频率下工作，适合用在检波、混频及开关电路，各种收音机中正是用它作检波的。上面提到三类十六种型号的点接触二极管在性能上也各有不同，其中2AP1~2AP7内阻较大，检波效率低，2AP9~2AP17内阻小，检波效率高，宜于在收音机中选用。

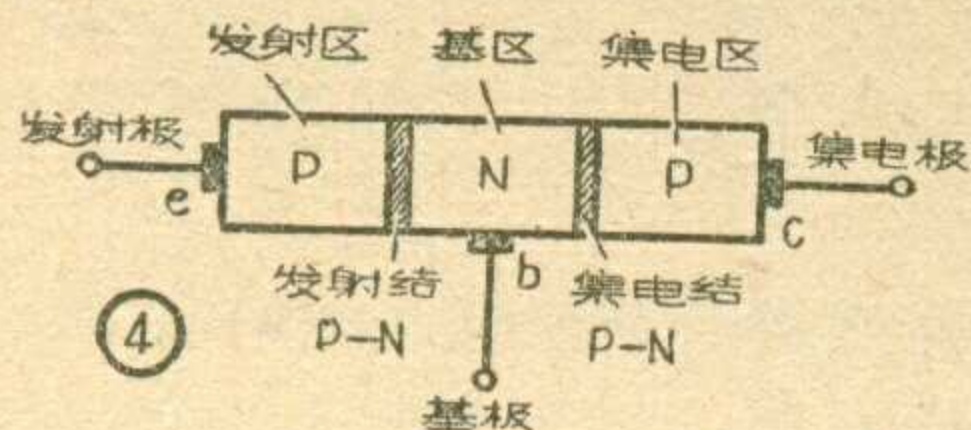
目前还可以见到某些硅二极管。在结构上和锗二极管没有多大区别，只是用硅代替锗制成晶片，然后用扩散法或合金法生成P-N结，制成二极管。硅二极管主要用在需要获得高灵敏度和小电容的情况下，例如微波

通信中常选用这种二极管。此外它的高温性能好，能在100°C甚至更高的温度下工作，这是锗管所不能比拟的。

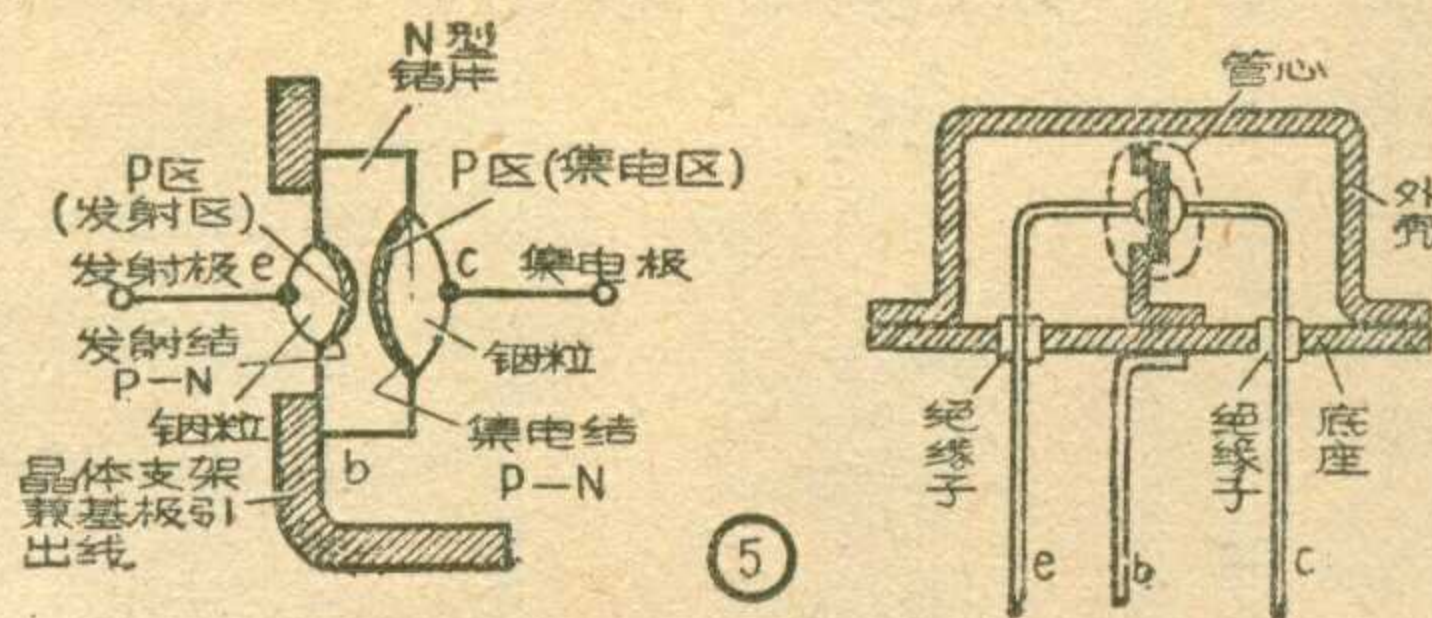
四、低频三极管

先看一下半导体三极管的原理模型，将有助于了解它的构造。如图4所示，半导体三极管从原理上讲是由三个区、两个结和三个电极构成的。三个区分别是发射区、基区、集电区；两个结是发射结和集电结；三个极是发射极、基极和集电极。

3AX型三极管就是我们要着重介绍的低频半导体三极管。现在剖开它的管壳来仔细分析一下它的结构。它的管心是用合金法生成的。如图5所示：中间基区是一片约100微米厚的锗晶片，发射区和集电区则是二个



粒和N型锗片交接处的合金化形成的P区。锗粒和锗片在合金化的过程中结合成一个整体。正如前面谈合金法生成P-N结时所提到的，锗和锗在几百度高温下互相熔化，在它们的交接处便生成了P-N结（发射结和集电结）。基区的厚度对管子的放大性能有很大影响，基区厚了，载流子在越过基区时的复合数目也就多了，于是基极电流就增加了。我们知道决定三极管放大性能的主要参数——电流放大系数 β ，是集电极电流和基极电流的比值，基极电流增大， β 必然减小，放大性能变坏。但是基区太薄也不行，不仅会使管子的极间承受电压降低，还会产生穿通的危险。



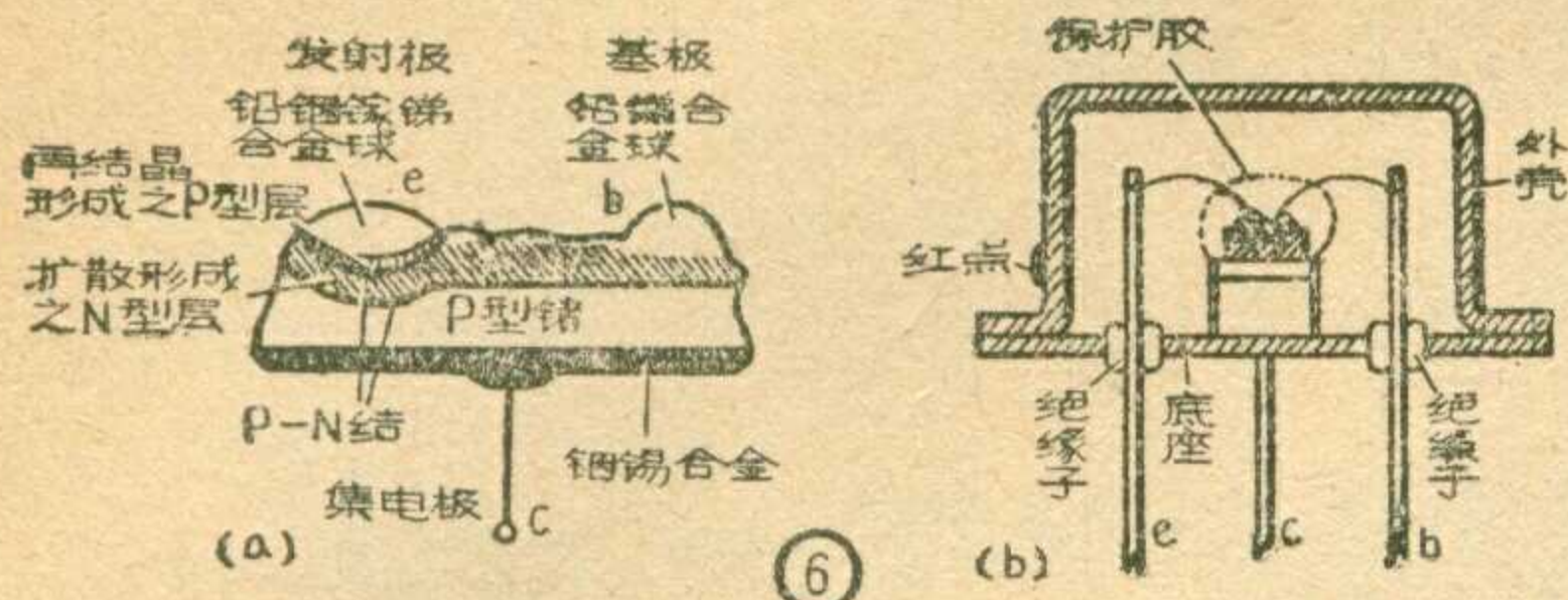
实际的3AX型半导体三极管的三个电极，是靠两根引线和一個支架引出的。其中发射极和集电极的引线是从锗粒上焊出的，焊接方法和面接型二极管一样；锗片镶在铜支架上，支架和外壳焊在一起，再从外壳上引出基极线，所以基极是和管壳相联的，这就增强管子的散热能力，允许的损耗可以增大，在同样的效率下，输出功率当然可以增大。发射极和集电极引线从管内引出时通过玻璃绝缘球，以免此两极与外壳短路并保证管体的密封，密封的作用也和二极管相同，管壳外涂有黑漆，并有商标。外形及三个电极的位置如图5所示。

另外一些适于小型半导体收音机和电视机用的体形较小的2G系(2G100~105)和3AX21~24面接型合金管的结构和前者大致一样，它们的外形是较长的圆管。

3AD1~3AD7型面接型三极管也是合金结的，所不同的是，它们的体形大，并能给出更大的功率，在扩大机中常用到，如3AD1能承受1瓦的集电极损耗，加散热片后可提高到10瓦。散热片是用铝板作的，它紧靠管壳，形状可按管子在整个机中的位置自行设计。3AD11等管子是功率更大的低频管，加散热片后，集电极损耗可在20瓦以上。

五、高频三极管

合金法生成的P-N结固有电容很大(约20微微法)，所以在高频下工作的管子不能采用合金结。3AG11等高频三极管则是用合金扩散法制成的。结构如图6所示。P型锗片是构成管心的基础。一种制作方法是：把P型锗放在锑的蒸气中加几百度高热，在锗表面便生成厚约几微米的N型薄层，然后在N型层放上发射极合金球和基极合金球，在炉子里烧结再结晶，就形成另一个P-N结(发射结)。再用保护物将发射极及其附近的N型层掩盖起来，腐蚀掉其余的N型部分。然后将锗片镶入支架，并在基区和



方法和构造与点接触型二极管有些相似，也是在大的脉冲电流加热下把金属触鬚压入晶片形成的。不过三极管需要两个整流结，因而就需要两对触鬚。两对触鬚的尖端相距甚近

发射区焊出引线，便制成了管心。图6(b)示出完整的管子结构：因支架与底座连通，故集电极和外壳相连，而基极和发射极则通过玻璃绝缘子引出；外壳的一侧有红点，标出发射极位置。

3AG21~24和2G106-109是体形更小的合金扩散型三极管，除管形不同外，其他结构和3AG11大体相似。

(约20微米)，以保证有较高的增益。点接触型三极管有很多特殊的性能，如短路电流放大系数 α 可大于1等等，由于平时很少碰到，此处也不多介绍。

半导体器件近年来获得了迅速的发展，人们不仅创造了多种多样的结构和工艺，而且在不断实践的基础上，许多新型的高频大功率管正在大量试制和采用。

六、其它半导体三极管

点接触型三极管不多，它的制作

更正：上期12页左栏20行(0.1~0.2)

应改为(0.8~0.9)。

交流五灯机 对于电池充电 的改进

本刊1964年第11期“延长干电池使用寿命的经验”一文中介绍的利用五灯机对干电池充电的方法很实用，但是使用时还不很方便，因为被充电的干电池是串联在整流管的阴极回路中的，也就是说，被充电的干电池和

它来播放唱片了)，用话筒插头将干电池连接起来(图2)，就可以在五灯机工作着的时候，随时插进插口进行充电。(徐正裕)

(上接第23页)

时在电表上获得的读数为 Q_2 ，便可求出被测的有效并联电阻

$$R_p = \frac{Q_1 Q_2}{Q_1 - Q_2} \cdot \frac{1}{\omega C_{s1}}$$

(六)测量低阻抗(在指定频率时)

低阻值电阻，大容量电容器的剩余电感和低电感等低阻抗都可以用Q表测量。同测量电容器损耗因数的方法一样，首先在指定频率下读得 Q_1 和 C_{s1} ，然后将被测元件和辅助线圈串联后接在 L_x 接线柱上，调节标准可变电容器使串联谐振回路恢复谐振，此时在电表上获得的读数为 Q_2 ，在标准可变电容器上获得的读数为 C_{s2} ，便

“想想看”答案

1. 接在交流电源中的电磁式电压表的读数为有效值，故交流电源的电压极大值应为 $\sqrt{2} \times 125 = 175$ 伏。当将电容器与电压表并联后接入交流电源时，因电容器充电到极大值175伏，故电压表的读数也就是175伏。整流元件的作用是阻止电容器对电源放电。

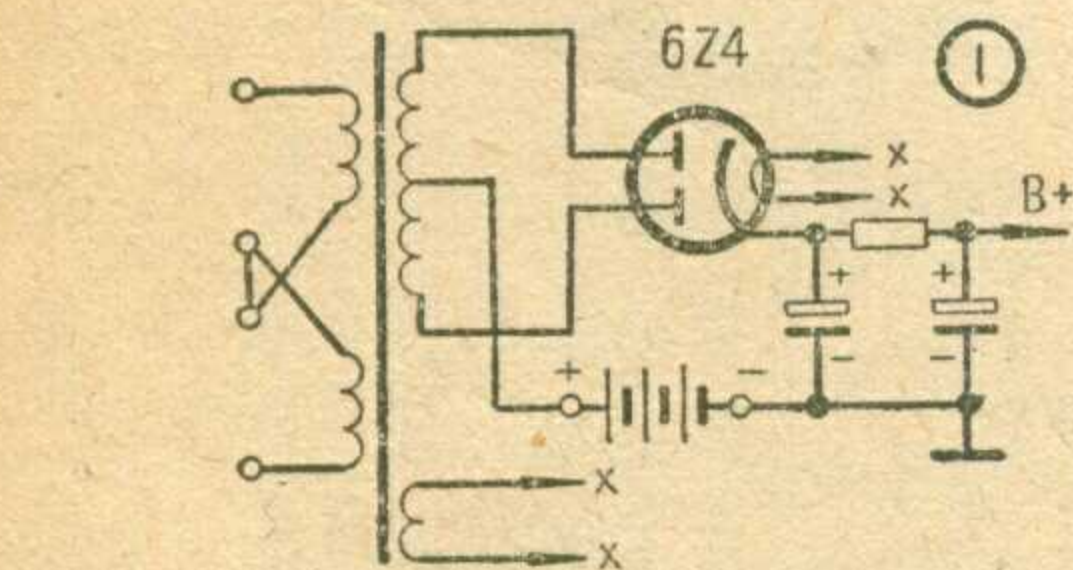
2. 万用电表的表头是一只磁电式电流表。表针在偏转时，表内线圈便在磁场内作切割磁力线运动而产生一个感应电动势，这个电动势如接有外电路，在表头线圈里将有电流流动。载有电流的表头线圈在磁场里受到一个力的作用。作用力的方向是与运动方向相反的，有稳定表针运动的作用。这个反电流愈大，表针的运动愈稳定。我们知道，万用表在测量电压时，电表内有一个阻值很大的串联电阻，感生电动势在通过这个大阻值电阻后形成的反电流就很小，所以表针运动不够稳定。在测量电流时，表头上须并联上一个阻值很小的电阻，感生电动势就能通过这个小阻值电阻形成较大的反电流，使表针运动较为稳定。

3. 电源起伏对仪器工作的影响，主要是引起了整流管灯丝电压的起伏而产生的。灯丝电压高，灯丝电流也大；灯丝电压降低，电流也减小。当串进2欧电阻后，在电阻上便产生了电压降，这个电压降随电流的变化而相应地变化， $U=IR$ ，所以当电压升高时，电流增大，电阻上电压降也增大。电压降低时，电流减小，电阻上电压降也减小。这样在电子管灯丝两端的电压及灯丝电流所受影响就很小，因而电源电压起伏对仪器工作的影响就显著减小了。

可求出串联的低电阻 R_x ，低电感 L_x 。

$$R_x = \frac{1}{\omega} \left(\frac{1}{C_{s2} Q_2} - \frac{1}{C_{s1} Q_1} \right),$$

$$L_x = \frac{1}{\omega^2} \cdot \frac{C_{s1} - C_{s2}}{C_{s1} \cdot C_{s2}}$$



五灯机的地或底板之间存在着200伏或更高的电位差，使用时不很安全。所以可以如图1所示，把干电池改接在电源变压器高压线圈中心插头与底板之间。这样被充电的干电池和收音机的地或底板之间只有几伏的电位差，使用时就很安全了。

此外，如果在五灯机上加接一只话筒插口(或利用收音机上原有的拾声器插口改接，但改接后就不能再用

磁飽和穩壓器

方波 田進勤

大部分電子設備都是用交流市電作電源的。但市電電壓常常因負載的變化而發生變動，因而使電子設備的工作受到嚴重的影響。例如在無線電通信和廣播中，當電源電壓降低時，發射機的輸出功率和接收機的靈敏度都要降低，因此距離遠的地方就可能收不到信號；在測量儀器中，電壓的降低會使振蕩頻率變化、指示不準或誤差加大；在自動控制方面，電壓降低會造成控制失靈或誤動等等。如果電源電壓升高，則又會使電子管過熱，壽命縮短，甚至有燒壞電子管或設備的危險。

採用自動穩壓是保證電子設備的安全和正常工作的最好方法。而在穩壓設備中，由於交流磁飽和穩壓器有着構造簡單、效率高、壽命長、工作可靠、不怕過載、不需維護等突出的優點，所以得到了廣泛的應用。

先從磁飽和現象談起

一個線圈通過電流時，周圍的空間便有磁場產生。表示磁場的量有兩個：一個叫磁場強度 H ，它只與線圈的圈數和電流的大小有關；另一個叫磁感應強度 B ，它除了與圈數和電流有關外，還與線圈的介質有關。當介質是空氣時， B 和 H 相等。但是，當介質是鐵磁性材料（如鐵、鎳、鈷等）時，則雖然在同一个線圈中通過同樣大小的電流，但磁感應強度 B 的數值就遠遠大於磁場強度 H 。 B 比 H 增大的倍數，就是鐵磁材料的導磁率 μ 。

在鐵磁材料中， μ 不是一個固定的數值，也就是說，磁感應強度 B 並不是簡單地隨着磁場強度 H 的增大而正比地增大，它們的關係可以用圖 1 那樣的一條曲線來表示，這條曲線稱為磁化曲線。當線圈剛開始接通電流時，磁場強度 H 從零開始增長，這時磁感應強度 B 顯著地加大。但是，到了曲線上的 A 點之後， B 值就不再增大，磁化曲線變得逐漸平坦起來。這種隨着 H 的增大而 B 值不再增大的現象，我們稱為磁飽和現象。

最簡單的磁飽和穩壓器

圖 2 是一個最簡單的磁飽和穩壓器電路。其中電感 L_1 是個未飽和的線圈，它的磁感應強度是隨着線圈中電流的大小而變化的。當電流增加的時候， L_1 的磁感應強度也增加，因此在 L_1 上產生的電壓降也隨着增加；反之，當電流減小時， L_1 的磁感應強度減小，因此在 L_1 上產生的電壓降也隨着減小。 L_1 上的電壓降 U_1 與電流 I

的這種關係可以用圖 2 中的直線 U_1 來表示。

電感 L_2 是個飽和線圈（可以用減小鐵心面積或加多線圈圈數的方法使它飽和）。當 L_2 達到磁飽和以後，電流再增加時，它的磁感應強度卻增加得很少，因此 L_2 上的電壓降也增加得很少；當電流減小時，它的磁感應強度減小得很少，因此 L_2 上的電壓降也減小得很少。 L_2 上的電壓降 U_2 與電流 I

的這種關係可以用圖 2 中的曲線 U_2 來表示。

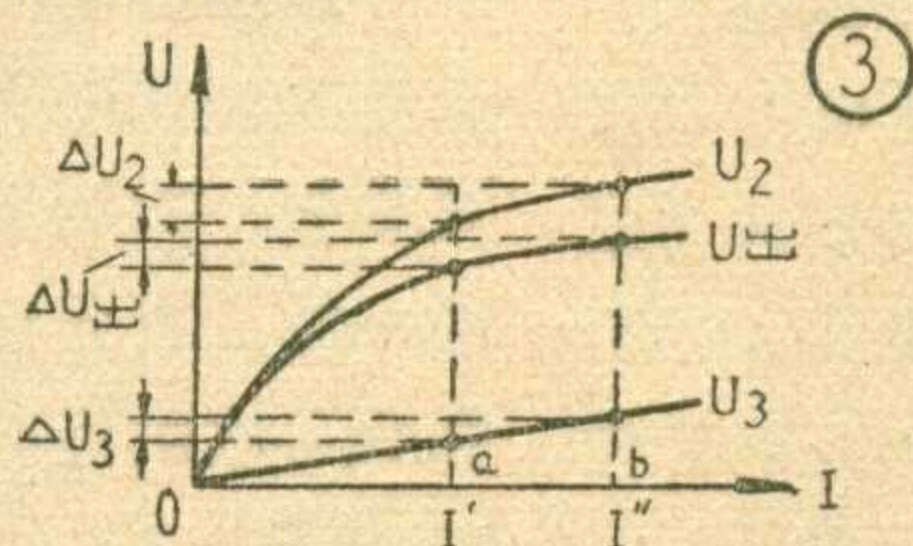
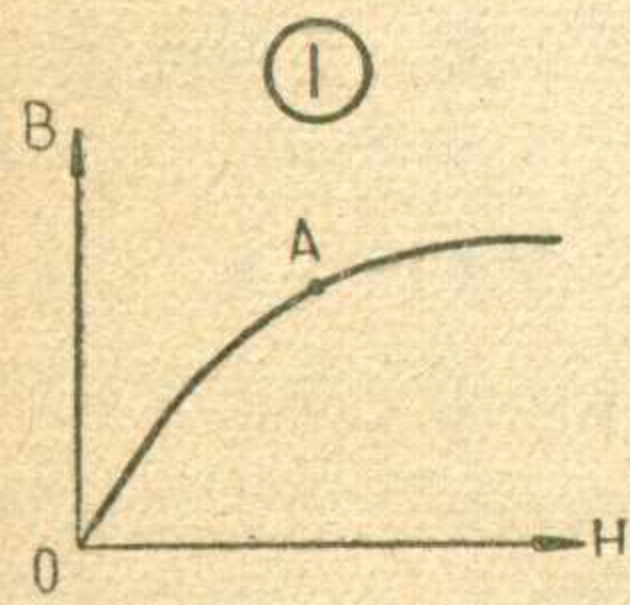
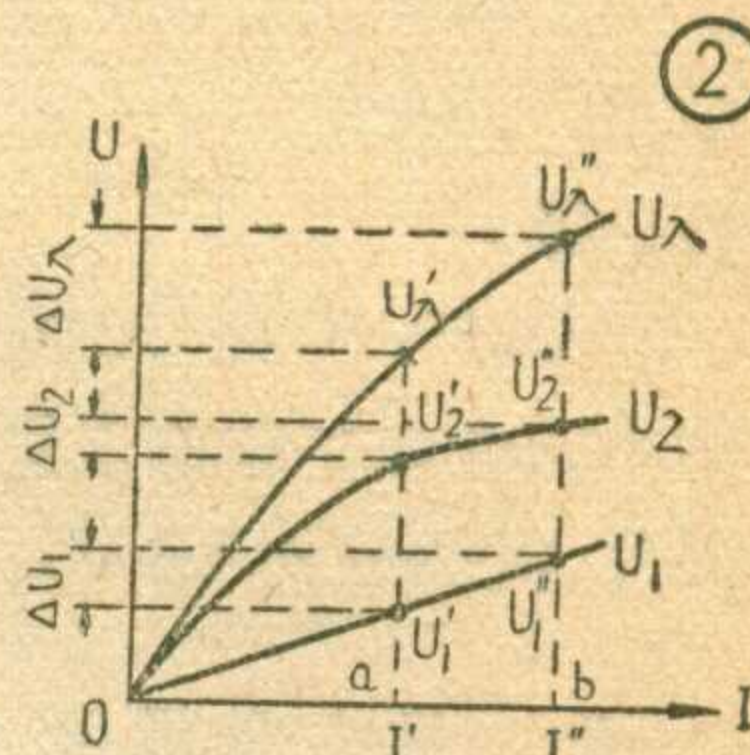
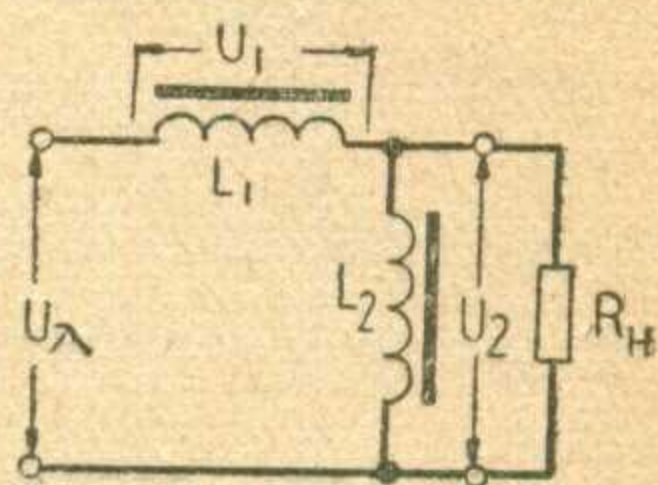
因為 L_1 和 L_2 是串聯的，所以把 U_1 和 U_2 這兩條曲線逐點加起來就是電源電壓 U_λ 和電流 I 的關係曲線。有了這三條曲線，就可以清楚地說明磁飽和穩壓器的穩壓作用。當電源電壓變化時，必然會引起 L_1 和 L_2 這個串聯電路里的電流發生變化。由於 L_1 和 L_2 的特性不同，所以同樣的電流變化在 L_1 和 L_2 上引起的電壓變化並不相同。例如在穩壓器的工作範圍 ab 段內，當電源電壓從 U'_λ 變化到 U''_λ 時，電流則從 I' 變到 I'' ，這時 L_1 上的電壓降是從 U'_1 變到 U''_1 ，而 L_2 上的電壓降却是從 U'_2 變到 U''_2 。顯然， L_2 上的電壓變化量 ΔU_2 和電源電壓的變化量 ΔU_λ 比起來要小得多。可見由於磁飽和線圈 L_2 的作用，使 L_2 兩端的電壓，即輸出電壓的變動大大減小，達到了穩壓的作用。

加上一個補償線圈

上面這種只有兩個電感的穩壓器雖然可以穩壓，但是從曲線可以看到，輸出電壓仍有一些變動。

為了使輸出電壓更加穩定，可以在輸出端加一個補償線圈 L_3 （見圖 3）。 L_3 也是一個未飽和線圈，它和 L_1 繞在同一个鐵心上，繞的方向與 L_1 相反，圈數則比 L_1 要少。在連接的時候，應該使 L_2 和 L_3 反相連接，使輸出電壓等於 L_2 和 L_3 上電壓的差值： $U_{出} = U_2 - U_3$ 。

當電源電壓變化時，在電感 L_1 上引起比較大的電



压变化，而电感 L_2 上的电压变化却较小。 L_2 上这部分较小的电压变化必然会使 L_3 中的电流变化，因而也使 L_3 两端的电压发生变化。如果设法使 L_2 上的电压变化量 ΔU_2 和 L_3 上的电压变化量 ΔU_3 接近相等，那么输出电压的变化量 $\Delta U_{出}$ 也必然因为等于 ΔU_2 和 ΔU_3 的差值而大大减小。

用图 3 的曲线可以很好地说明加一补偿线圈以后对稳压性能的改善。曲线 U_2 表示饱和线圈 L_2 上电压与电流的关系，直线 U_3 表示补偿线圈 L_3 上电压与电流的关系。把这两条线逐点相减，便得到表示输出电压与电流关系的第三条曲线 $U_{出}$ 。从图上可以看到，在不加补偿线圈时，输出电压的变化量应该是 ΔU_2 ；而在加上补偿线圈后，由于输出电压的曲线变得更加平坦，所以它的变化量 $\Delta U_{出}$ 就大大减小，电压的稳定性就大为改善了。

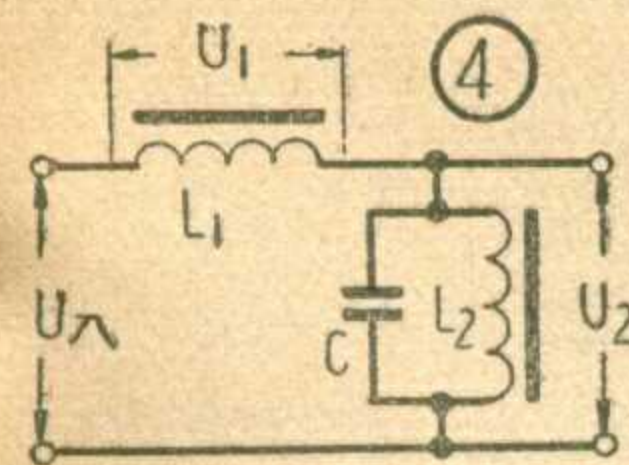
只有两个电感的稳压器，因为稳压性能不够好，所以很少应用。带补偿线圈的稳压器的稳压性能就比较良好，在电源电压变化 $\pm 20\%$ 时，输出电压的变动可稳定在 2% 左右。它的容量一般可达 1、2 千瓦。

但是这种稳压器也有比较严重的缺点。例如，它的效率比较低。我们知道，电器设备的效率就是输出功率和输入功率的比值。在上面介绍的几种稳压器里，因为要使线圈达到磁饱和，就必须有很大的磁化电流（也称为空载电流），所以稳压器的输出功率就必然要小于输入功率，使得效率大为降低，一般效率都在 50% 以下。此外，因为这种稳压器都是由大电感组成的，而电感里的电流与电压是不同相的，分析表明，这将使电源的总电流要相应地加大，结果总电流在线路里的损耗就要加大，这对提高市电的利用率也是不利的。虽然它有这些缺点，但因为这种稳压器的结构简单，所以在功率不大、要求不高的地方，还是用得较多的。

再加一个电容器

图 4 是一种利用电流谐振方法减少空载电流的磁饱和稳压器电路。图中的饱和线圈 L_2 和电容 C 组成一个谐振于电源频率的并联回路。

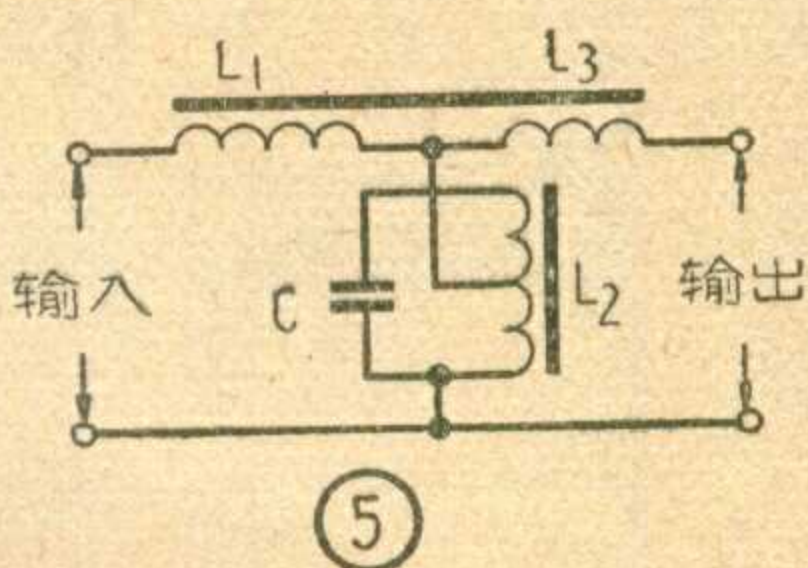
当 L_2 和 C 谐振时，回路内的谐振电流很大而取自电源的空载电流却很小。因此稳压器的效率较高。同时还因为在谐振时，并联回路呈现出电阻性，因此稳压器的性能也得到了改善。



同样，也可以在谐振式磁饱和稳压器的输出端加一个补偿线圈，以提高输出电压的稳定性。

谐振式磁饱和稳压器对谐振电

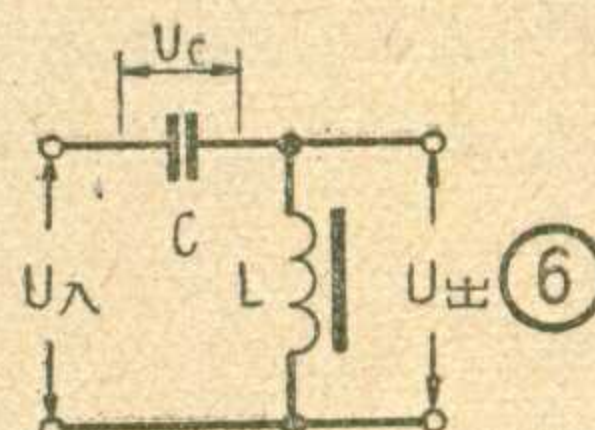
容器 C 有很高的要求。因为电源频率很低，所以要使电路谐振于电源频率，谐振电容器必须有很大的电容量。这样，电容器的体积就要加



大，成本就要提高。如果把饱和线圈 L_2 制成自耦变压器的形式，就可以使电容量适当地减小。同时还因为自耦变压器有升压作用，可以使输出电压提高到与额定输入电压相等。图 5 就是最常用的电流谐振式磁饱和稳压器的电路。

电流谐振式磁饱和稳压器因为有着优良的性能，所以应用最广泛。它的效率最高可达 80% ，电源电压变化 $\pm 20\%$ 时，输出电压的变动可稳定在 1% 以内。它的容量一般从 100 瓦到几千瓦。

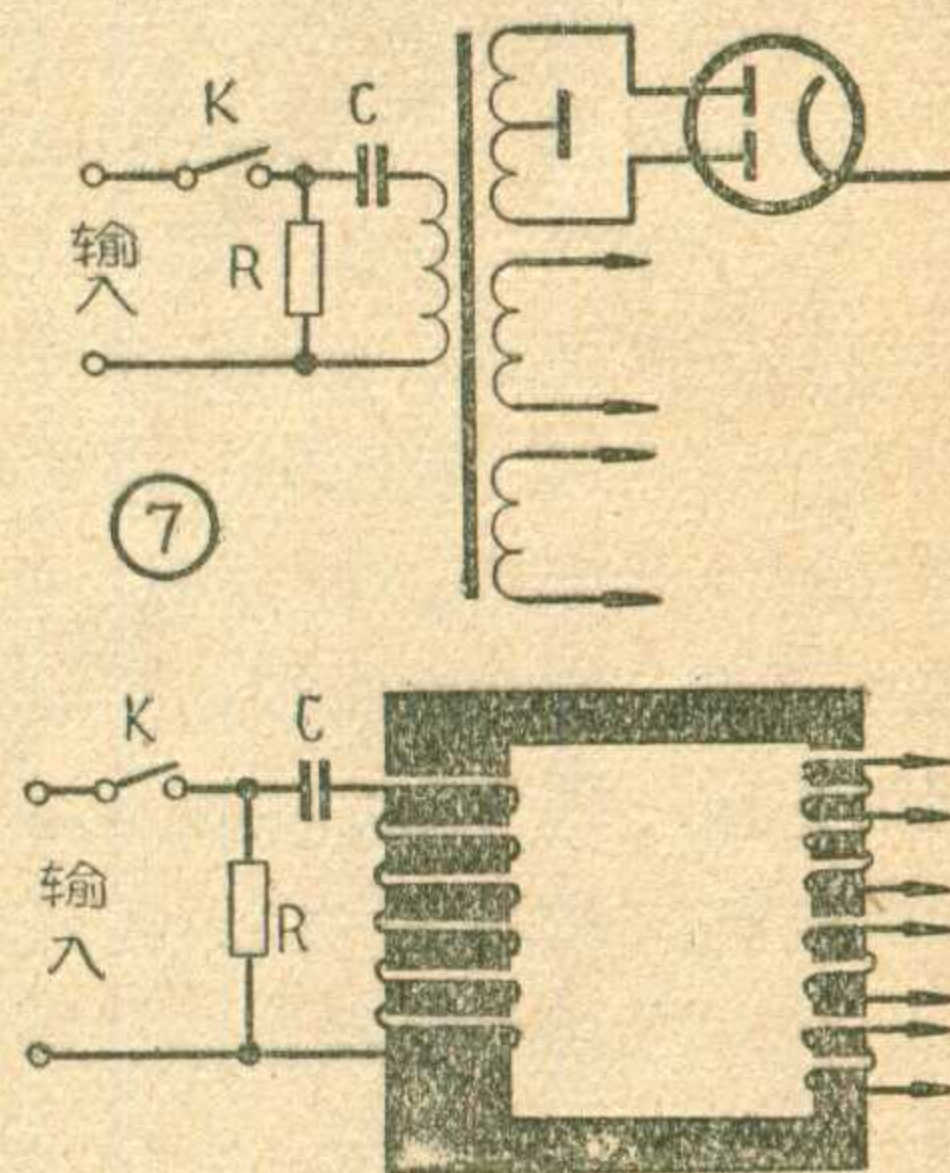
另一种谐振稳压器



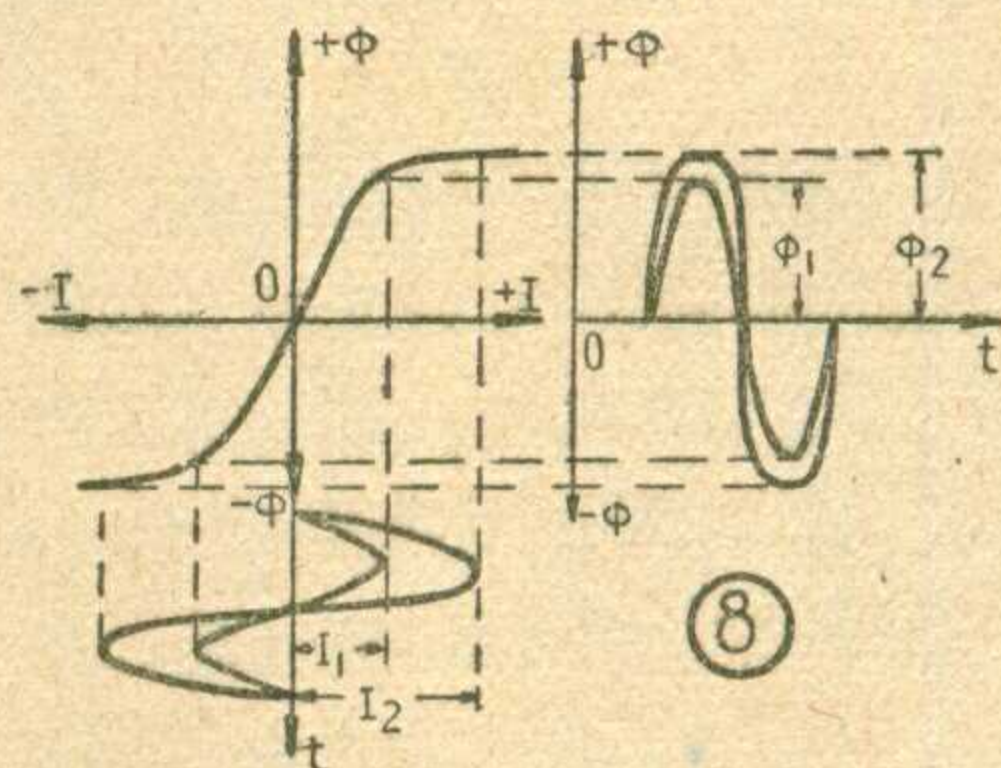
除了电流谐振外，也可以用电压谐振的方法。图 6 就是电压谐振式的磁饱和稳压器电路，其中电感 L 是个饱和线圈，它和电容器 C 在电源频率附近谐振。

这一种稳压器，在实际制作时，常常把稳压器和变压器的功能结合在一起，而制成图 7 的形式。从图可以

看到，它有一个不对称的铁心。变压器的初级绕组绕在左边较粗的铁心上，与电容器 C 谐振于电源频率附近。变压器的次级绕组绕在右边较细的铁心上。在电源电压很低时，这个较细的铁心就已经饱和。当电源电压升到工作范围内时，左边较粗的铁心也达到磁饱和，于是当电源电压发生变化时，在初级线圈上引起的电压变化就很小，而由此微小的电压变化，在饱和了的次级线圈上引起的电压变化就更加微小了。这样就达到了稳定电压的目的。初级绕组中并联的电阻 R 是为了在开断电源时，使电容器 C 可以通过它放电，以免烧坏电源开关的接点。



电压谐振式磁饱和稳压器因为受变压器和电容器体积的限制，功率容量不能做得很大，一般都在 100 瓦以下。它的输出电压稳定性比电流谐振式的要稍差些，一般在 2% 左右。但是它有一个很大的优点，就是稳压的范围特别宽，例如在电源电压从 100 伏直到 250 伏的变化范围内，都能保证输出电压的稳定。另外，又因为它能把稳压器和电源变压器的功能结合在一起，节省了设备，所以在小功率的电子设备和测量仪器中用得很多。（下转第 25 页）



（下转第 25 页）

紅星401-A型半导体收音机

一、簡 介

紅星401-A型袖珍式半导体收音机是南京东方无线电厂的产品。它是采用超外差来复低放式电路的半导体四管机，綫路設計较为新穎，結構简单，外形美观，音质优美，整机指标都超过国家规定要求。本机适于城乡和无交流电源地区或供旅行携带收听各地主要电台广播使用。

二、工作原理

本机电原理图如图1所示。采用三只高频半导体三极管：其中 BG_1 担任变频； BG_2 作第一級中放； BG_3 作第二級中放兼来复低放。用一只低频半导体三极管 BG_4 作低频功率放大；用两只半导体二极管：其中 D_1 作强信号阻尼， D_2 作检波和自动增益控制。

工作时，高频信号由磁性天綫感应到 L_1 、 C_1 、 C_2 組成的調諧回路，經回路选择出所需信号，經過 L_2 和 C_4 耦合送到变频管 BG_1 的基极。另外由 L_4 、 C_6 、 C_7 、 C_8 組成的本机振蕩回路所产生的振蕩电流通过 C_5 注入到发射极，这对本机振蕩来说是共基极电路。經過輸入回路选取的信号和本机振蕩信号，在变频管 BG_1 內作非綫性的混頻后，产生各种諧波分量，經第一中頻变压器 ZB_1 选出中頻信号送到第一級中放管 BG_2 的基极进行第一次放大。通过第二中頻变压器 ZB_2 滤波后再进到第二級中放管 BG_3 放大。經過两級足够的放大以后的中頻信号，由第三中頻变压器 ZB_3 耦合到半导体二极管 D_2 和 C_{22} 、 R_{14} 所組成的检波电路进行检波。检波后的音频信号，通过 C_{17} 耦合到半导体三极管 BG_3 的基极作来复式的低频放大，并取其中检波所得的直流电流經 R_6 和 C_{11} 滤波后加到第一級中放管 BG_2 的基极，控制該管的偏流，起自动調节增益作用。来复放大后的音频分量經 C_{21} 耦合到低频半导体三极管 BG_4 的基极进行功率放大，最后經由輸出变压器 B_3 推动揚声器放送广播。

为了防止强信号时过負荷而带来的非綫性失真，本机采用阻尼二极管 D_1 ，其正端接在 ZB_1 第4脚（綫圈的中心抽头），負端接在 ZB_2 的第5脚处。在正常工作状态时，由于合理选择 R_4 和 R_8 的数值（决定于 D_1 的工作点），两者的电压降不同，从而使 ZB_1 第4脚的电位低于 ZB_2 第5脚的电位，这时，半导体二极管 D_1 不能导电，不工作。如果在很强的信号进入时，則自动增益控制的作用就不够了，由于負反饋的电流增大，則在 R_6 上的反向偏压上升，使 BG_2 的偏流下降，集电极

电流也随着减少，此时 R_8 上的压降就减小了。如果电压降变化到使 ZB_1 的第4脚等于或高于 ZB_2 的第5脚的电位时，則半导体二极管 D_1 就导电了，由于二极管的正向电阻很小，这就使 ZB_2 回路的 Q 值下降，結果强信号在这級中的增益减少，进到下一級的信号就不致过强。結果使整机的工作能平稳，避免了非綫性失真。

三、主要的电气性能指标

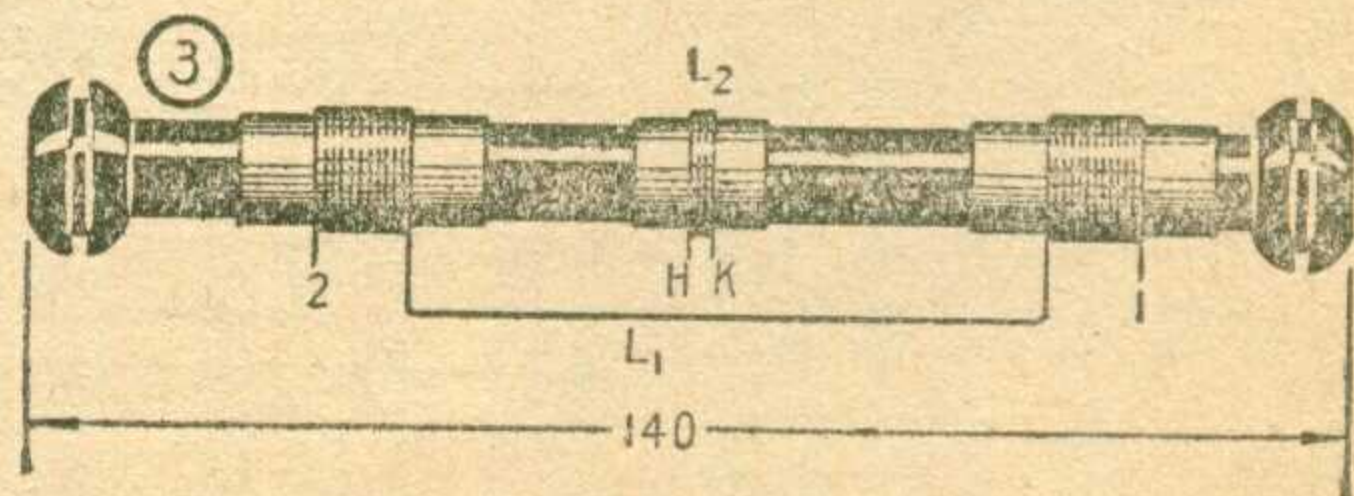
- | | |
|--------------|-------------------------------------|
| 1. 頻率范围： | 不狹于 535~1605 千赫。 |
| 2. 灵敏度： | 不低于 3 毫伏/米，实际产品可达 2 毫伏/米以下。 |
| 3. 选择性： | 在 1000 千赫偏調 ± 10 千赫时衰减大于 20 分貝。 |
| 4. 电压頻率特性： | 在 400~3000 赫內不均匀度小于 6 分貝。 |
| 5. 整机电压諧波失真： | 18 毫瓦时小于 10%。 |
| 6. 最大的輸出功率： | 40 毫瓦以上。 |
| 7. 电源电压： | 6 伏干电池，下降到 60% 时仍能工作。 |
| 8. 电源消耗： | 15~17 毫安。 |

四、元件数据

1. 磁性天綫：采用国产 M4 型 $\phi 10 \times 140$ mm 磁棒，为考虑到磁棒具有綫圈放在中段导磁率高，放在两端 Q 值高的特点，故我們是把調諧回路綫圈分成两段。如图3繞制，一段固定，另一段暫不固定，以作調整用。各綫圈均用 7×0.07 mm 的絲漆包綫单层繞制，分別繞在浸有酚醛清漆的紙筒上，要求綫圈紙筒能在棒上来回移动，便于調节，紙筒的大小要与磁棒配合适当，过紧、过松都不合适，綫圈 L_1 的圈数为每段 28 圈， L_2 为 8 圈，綫圈 L_1 的电感量必須滿足 300 ± 20 毫亨的要求。

2. 振蕩綫圈：綫圈骨架采用 14×14 mm 小型方中周骨架繞制，各綫圈圈数如图4中所注。①~④用 $\phi 0.15$ mm 絲漆包綫繞制；②~③用 $\phi 0.1$ mm 絲漆包綫繞制，加入磁心后②~③的电感量应为 170~195 毫亨。

3. 中頻变压器：以 14×14 mm 小型方中周骨架繞制，初級用 $\phi 3 \times 0.06$ mm 漆包綫繞制，次級用 $\phi 0.15$ mm 漆包綫繞制，綫圈圈数見附表1与附图5。初級电感应



无 綫 电

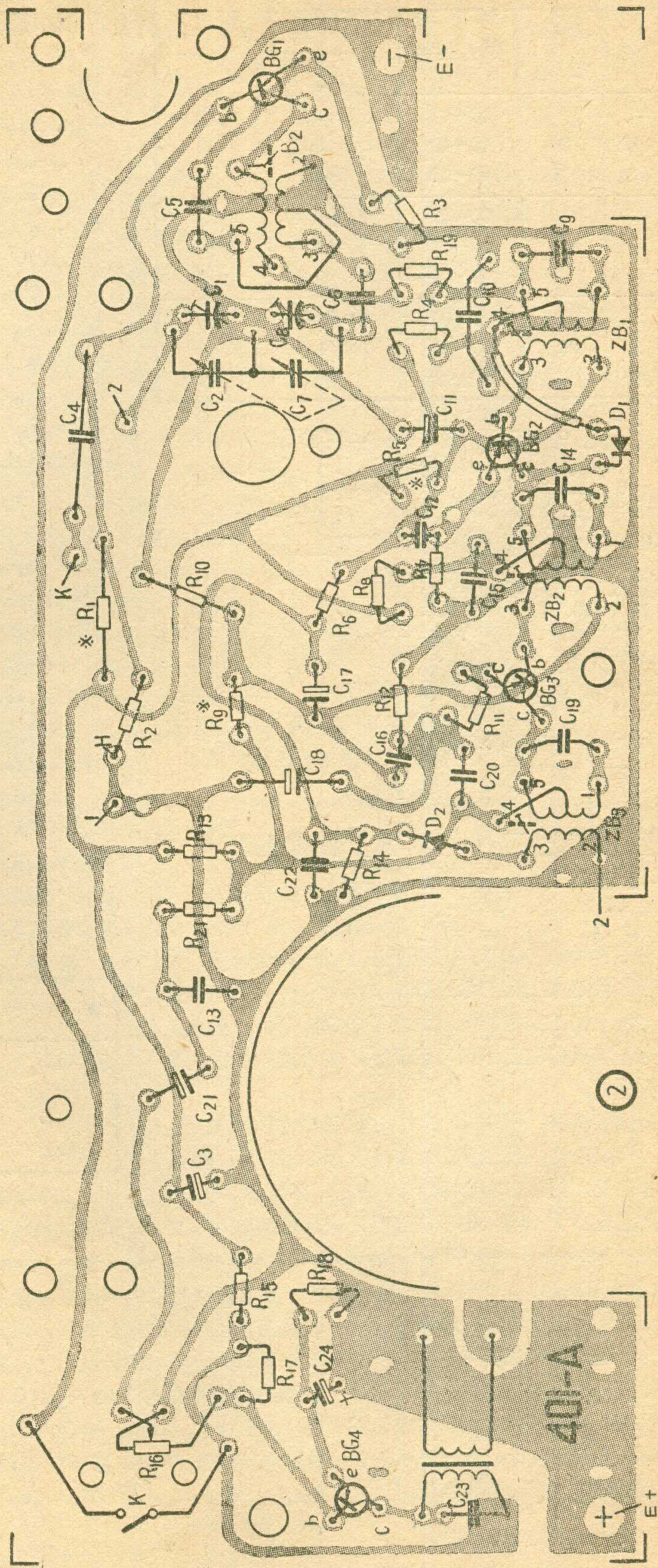
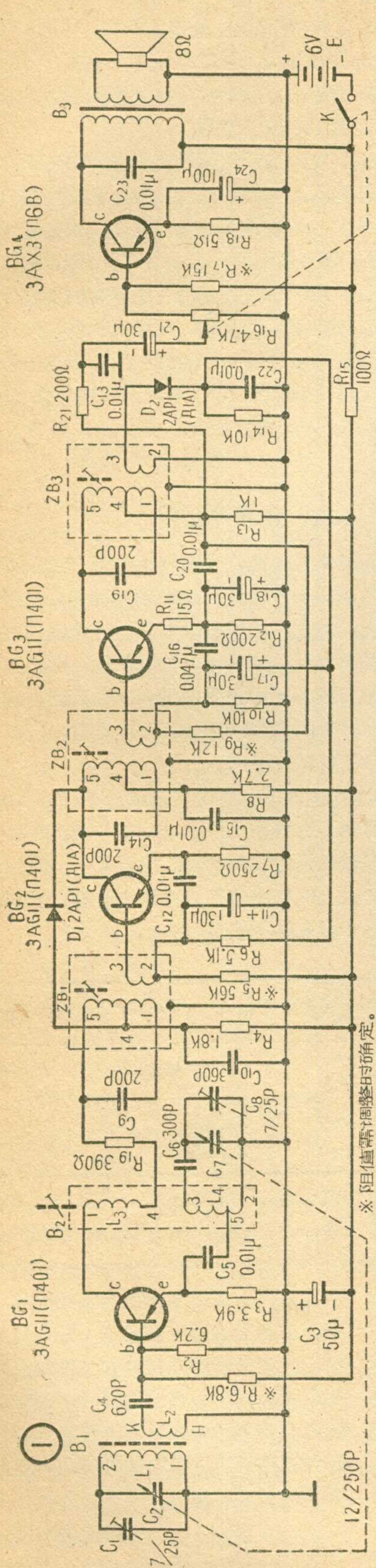
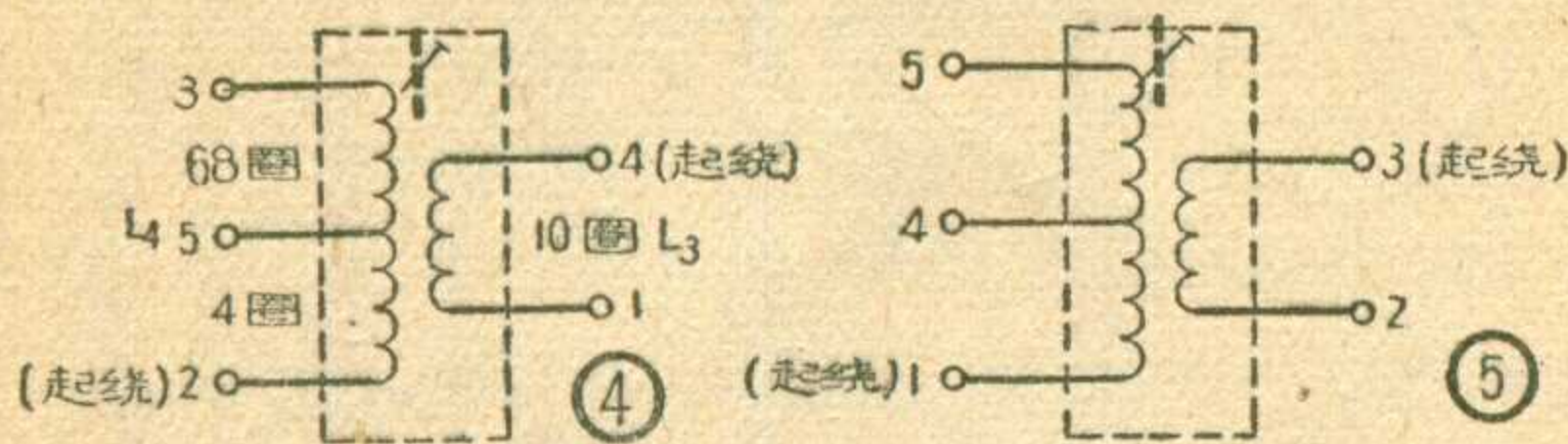


表 1

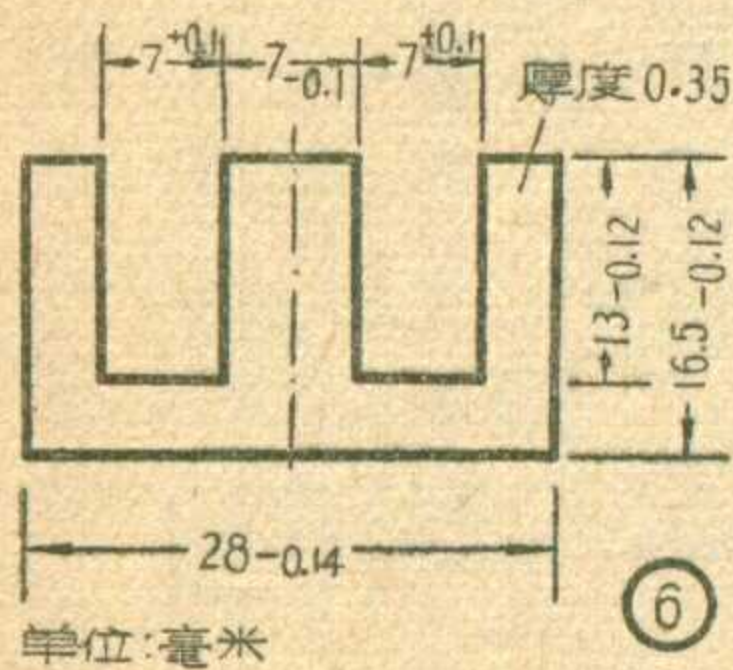
級 別	綫圈管 顏 色	引 出 綫 端	綫 圈 數 据	
			綫 徑 (mm)	圈 數
第 1 級	紅	①—⑤	3 × φ0.06	138
		①—④	3 × φ0.06	98
		③—②	φ0.1	3 ¹ / ₂
第 2 級	白	①—⑤	3 × φ0.06	138
		①—④	3 × φ0.06	92
		③—②	φ0.1	3 ¹ / ₂
第 3 級	綠	①—⑤	3 × φ0.06	138
		①—④	3 × φ0.06	102
		③—②	φ0.1	11 ¹ / ₂



能滿足 520~650 毫亨要求。

4. 輸出變壓器：鐵心採用國產 D42 型厚為 0.35mm 的硅鋼片沖制，迭厚 12mm，其尺寸如附圖 6，初級用 φ0.21mm 漆包綫平繞 400 圈，次級用 φ0.41mm 漆包綫

平繞 48 圈，層間用電話紙絕緣，繞制好的綫包需經真空浸漆，作防護處理。



五、整機調試

本機從生產流水綫裝配完畢，首先經過通電老練 2 小

時，然後再檢查各級工作點是否正常，一般情況下，由於半導體管是在裝配前做過通電 4 小時老練，又在專用設備上按規定工作電流要求選配好了偏流電阻，故大多數情況下各級偏流已不須再做調整，即可流入校試綫進行整機校試。

1. 低頻校試：用 1000 赫 10 毫伏低頻信號加至 R_{14} 兩端，開足電位器觀測輸出功率應大於 30 毫瓦。然後關小電位器，使輸出功率等於 20 毫瓦，再觀測 1000 赫的失真度應小於 10%，如不能滿足，應重新調整 BG_4 工

作點，如再不能滿足，應更換 BG_4 半導體管。

2. 中頻校試：用 0.01 微法電容器一只，將 465 千赫高頻信號耦合到 BG_1 基極，並將雙連完全旋出，從末級中周逐步往前級調整，反復調整多次使輸出最大為止，一般中頻靈敏度在 100 微伏左右。

3. 頻率範圍調整：從環形天綫發送 520 千赫信號，將雙連全部旋入，電位器開至最大，調整振蕩綫圈磁心，使輸出最大，然後將雙連全部旋出，改變電場頻率至 1620 千赫，調振蕩回路補償電容 C_8 使輸出最大。

4. 調整同步：用環形天綫發出一定強度的 600 千赫高頻信號，將雙連旋至諧振位置，開足電位器，然後調整磁性棒上的回路綫圈的可調整的那一段，至輸出最大為止，然後改變電場頻率為 1500 千赫再旋雙連調諧到這個頻率，並調整 C_1 使輸出最大。反復調節多次，至不失調為止。

六、使用與維護

本機採用四節 2 號電池，一般每天收聽 2~3 小時，能使用一個半月到兩個月之久。如果使用中途發現声响減退或不响情況，首先應檢查電池電壓是否仍屬正常，後蓋板用硬幣即可打開，如果電池電壓正常，再逐級進行檢查。切忌未知故障，即先調中周與磁性天綫上的綫圈。因為這些封好蜡的綫圈，製造廠在收音機出廠前是用精密儀器進行嚴格調整過的。

對 401-A 型機的檢修，首先應按附表 2 所列數據，用 20000Ω/V 萬用表在各相關電阻上檢查各級工作點是否正常。在檢查時最好先斷開阻尼二極管 D_1 ，如果發現哪一級相關電阻上的電壓降不能符合表中規定數值，則首先應考慮這一級發生了故障。

表 2

管 號	工作點電流 (毫安)	相關電阻	正常電壓降(伏)
BG_1	0.5~0.65	$R_4, 1.8K$	$U_{R_4}=0.9~1.25$
BG_2	0.6~0.75	$R_8, 2.7K$	$U_{R_8}=1.5~2$
BG_3	2.4~3	$R_{13}, 1K$	$U_{R_{13}}=2.4~3$
BG_4	9~15	$R_{18}, 51\Omega$	$U_{R_{18}}=0.4~0.8$

如果各級工作點正常，則應按上述校試方法從末級逐級向前級檢查故障。（南京東方無線電廠設計組）

（上接第 20 頁）

e 表示輻射；s 表示飽和；max 和 min 分別表示最大值和最小值。

對於隨時間變化的量，還可用頂記號 \wedge 、 \vee 、 $-$ 和 \cdot 分別表示峰值、谷值、平均值和復數量；以 \rightarrow 表示矢量（或不加箭頭，而用黑體字母）。

三、計量單位代號

在實際使用時，常需在計量單位之前冠以倍數和分數的代號，以便組成一系列大小不同的計量單位。表示倍數的詞冠有兆 (T)、千兆 (G)、兆 (M)、千 (k)、百 (h)、十 (da)；表示分數的詞冠有分 (d)、厘 (c)、毫 (m)、微 (μ)、毫微 (n)、微微 (p)、毫微微 (f)、微微微 (a)。

本篇所列文字符號或物理量等的

名稱，凡帶有圓括號的為備用名稱，帶有方括號的部分在讀或寫時均可省略，凡無括號的幾種並列名稱應予同等看待。對於各表中的符號，凡有圓括號的為備用符號，不帶圓括號的幾種並列符號也應予同等看待，可根據具體情況需要選用。

（顧孟潔）

收音机电子管的代換和变通使用(一)

素 华

在业余条件下装置和修理收音机时,手头现有的电子管型号可能和电路所规定的不同。如果我们对各級电路所用电子管的要求都很清楚,就可能利用现有的管子来代換或作变通使用。本文将談談收音机各部分所用电子管的基本要求及其代換或变通使用的方法。

高放和中放級

在高频和中频放大器中,我们要选用跨导高的电子管,这样可以获得較高的增益,并且还可以相对地压低电子管内部的噪声。另一方面,由于高放管或中放管輸出端和輸入端有着諧振频率相同的調諧回路,如果电子管的屏极和栅极之間的极間电容較大,輸出端的能量就易通过极間电容反饋到輸入端,到了一定程度,放大器就自激而不能工作,放大器增益愈高,則愈易自激。因此,要求屏、栅极間电容愈小愈好,否則单靠跨导高是沒有用处的。

高放管和中放管的內阻是并联在諧振回路上的,如果內阻很小,就会使回路的Q值大大降低,选择性变得很差。必須要使电子管的內阻比回路的諧振阻抗大得多才好。

此外,高放管和中放管一般加有自动增益控制,栅偏压需要有很大范围的变化,为了在偏压很負时不至于使屏流截止而产生严重失真,还要求管子具有遙截止的特性,使偏压很負时仍有小量屏流而能不失真地工作。

总起来說,作为高放和中放用的电子管,需要跨导高、屏栅电容小、內阻大和具有遙截止的特性。这类电子管有专用的高频五极管,目前国产收音机中常用的是交流小型管6K4、八脚管6K3P和电池小型管1K2等。若手头沒有这类型号的电子管,則可按上述性能的要求,找一些同类型的电子管来代換或变通使用,方法如

下:

1. 同类型管的換用:

表1列出和国产管相当的一些主要外国管,同一条橫格內的各个型号的电子管表示性能近似及管脚接法相同,可以直接換用。但其中6K4(包括以前国产旧型号的6K4Π)的阴极、抑制栅极和隔离都在管內連接在一起,从第2和第7脚引出,而苏联管6K4Π以及其他同类外国管,則阴极单独从第7脚引出,抑制栅和隔离連接在一起从第2脚引出,当用外国管去代換6K4时,須将管座的第2脚单独接地。若用6K4去代換外国管时,如果原电路阴极接地,可直接插換管子,如果原电路阴极有电阻,則应将原管座的第2脚接地綫断开。

电池式小型管中第一行橫格內的

管子如1K2, 1K2Π等都是較新式的省电管,第二行的管子如1K1Π等則是較老式的管子,灯絲电流較省电管大一倍,这两类管子性能上仍相似,且管脚接法都一样,可以互相直接換用。

表中各电子管如果性能相似而管座类型不同的,例如小型管6K4和八脚管6K3P等,只要更換管座,也可以互相代換。

八脚管中还有金属壳管和玻璃壳管(G和GT管)之分,金属管的第1脚是接金属管壳,玻璃管的第1脚是空脚或內部隔离,在代換时需要注意第1脚的接地問題。

2. 用变频管作高放和中放管:

变频管的跨导、屏栅电容和內阻也具有高放和中放所需要的性能,并

表 1

			国产管型	外 国 管 型			备 注
交 流 管 (6.3V)	小 七、 九 脚 管	遙 截 止 式	6K4▲	6K4Π	6BA6	EF93	① ▲
			—	—	6BD6	—	① ▲
			—	—	6DA6	EF89	② ▲
		—	—	6DC8	EBF89	③ ▲	
		銳 截 止 式	6J4	6Ж4Π	6AU6	EF94	① ▲
			—	—	6BX6	EF80	② ▲
	—		—	6N8	EBF80	③ ▲	
	大 八 脚 管	遙 截 止 式	6K3P	6K3	6SK7 6SK7GT	—	④ ▲
			—	6K4▲	6SG7▲ 6SG7GT	—	④ ▲
		銳 截 止 式	6B8P	658C	6B8G	—	⑤ ▲
6J8P			6Ж8	6SJ7 6SJ7GT	—	④ ▲	
电 池 管 (1.2~1.4V)	小 七、 九 脚 管	遙止	1K2	1K2Π	1T4-SF 1AM4	—	⑥ ▲
		截式	—	1K1Π	1T4	DF91	⑥ ▲
		銳 截 止 式	—	—	1AJ4	DF96	⑥ ▲

注: ○內数字相同的表示管脚接法相同;
△內数字相同的表示性能基本相似;
▲表示抑制栅在管內与阴极相接。

表 2

		国产管型	外国管型		备注	
交流管 (6.3V)	小九脚管	6A2	6A2П	6BE6	EK90	① △
		6U1	6И1П	6AJ8	ECH81	② △
	大八脚管	6A7P▲	6A7 6A10C	6SA7 6SA7GT▲	—	③ △
		—	6A8	6A8 6A8G/GT	EK32	④ △
		—	—	6K8 6K8G/GT	ECH11	⑤ △
电池管 (1.2~1.4V)	小七脚管	1A2	1A2П	1R5SF	—	⑥ △
		—	—	1AB6	DK96	⑦ △
	—	—	1A1П	1R5	DK91	⑧ △

注：备注符号意义同表 1。

1. 同类型管的代换：

表 2 列出和国产管相当的一些主要外国管型。换用方法和前面高放和中放级的一样，其中 6A7P 一行中 6A7P 和 6SA7GT 的抑制栅已在内部与阴极相连，第 1 脚是空脚，而苏式 6A7、6A10C 和美式金属管 6SA7 的抑制栅则单独从第 1 脚引出。它们互相换用时需要注意。

2. 6A2 和 6U1 系列的互换：

6A2 和 6A7P 等是采用三点式有抽头的振荡线圈（或称 S 式线圈）；而 6U1、6K8 等则是采用回输式（或称 K 式）振荡线圈，见图 1。当这两系列的管子互换时，原则上振荡线圈应该更换，但在对性能要求不高的情况下，为了利用现有线圈，也可作变通使用，有以下几种方案：

(i) 6U1 的七极部分和 6A2 很相似，可以采用三点式线圈，这时可将七极部分接成 6A2 的电路，见图 1a。6U1 的三极部分空出来可作低放等之用。这种接法的性能同 6A2 作变频时相似，而比 6U1 按图 1(b) 正规的电路接法要差。因为 6A2 没有单独的振荡屏极和栅极，为了有较高的振荡跨导以得到稳定的振荡，必须用第 1 栅作振荡栅，于是信号只好从第 3 栅输入。第 3 栅离阴极较远，控制作用比第 1 栅要差，所以变频跨导比较低。此外，采用了三点式线圈以后，阴极对地之间有一段线圈的感抗，若信号栅和阴极之间的极间电容（包括两极之间外部的布线电容）较大的

且一般也是遥截止式，它的电极虽很多，但可以接成五极管使用，例如将 6A2 或 6U1 的七极部分第 3 栅与阴极相接，第 1 栅仍作信号栅，第 2、4 栅仍为帘栅，第 5 栅仍为抑制栅，就成为性能与 6K4 相似的五极管了。其他变频管也可作类似的变通使用。

3. 用锐截止式五极管代用：

锐截止式五极管中选用跨导高、屏栅电容小和内阻大的管子也可作高放和中放管，只是不能加自动增益控制偏压，否则当输入较强信号时偏压过大就会产生很大失真。比较适用的这类管子有小型管 6J4 和八脚管 6J8P 及其相当的外国管等，参看表 1。另外一些作宽频带放大用的锐截止五极管如 6J1~6J3 和 6J5 等因屏栅电容较大（大于 0.02 微微法，而 6K4 小于 0.0035 微微法），作高放或中放管时，不易获得较高的稳定的增益，但在要求不高的情况下也可使用。在电池式收音机中，因信号较小，有不少外国收音机采用锐截止式的五极管如 1AJ4、DF96 等作高放和中放管，并适当加入自动增益控制偏压。

交流的高放管和中放管的屏极电压一般在 200 伏左右；帘栅极电压在 100 伏左右。因通常加有自动增益控制偏压，阴极可以直接接地，不过为了工作稳定起见，大都在阴极接有 100~300 欧的电阻，约有 1 伏左右的固定偏压。更换电子管以后，各极电压可能有些变化，但只要不发生自激，电路元件可以不必改变，仍能正常工作，只是增益大小有些变化。此外，跨导不同的电子管互换后，增益大小也会有些变化，如果加有自动增益控制偏压，

上述增益的变化就能得到补偿，在收听一般电台时灵敏度变化不大。如果增益过高或使用了屏栅电容较大的管子以后产生自激时，可以适

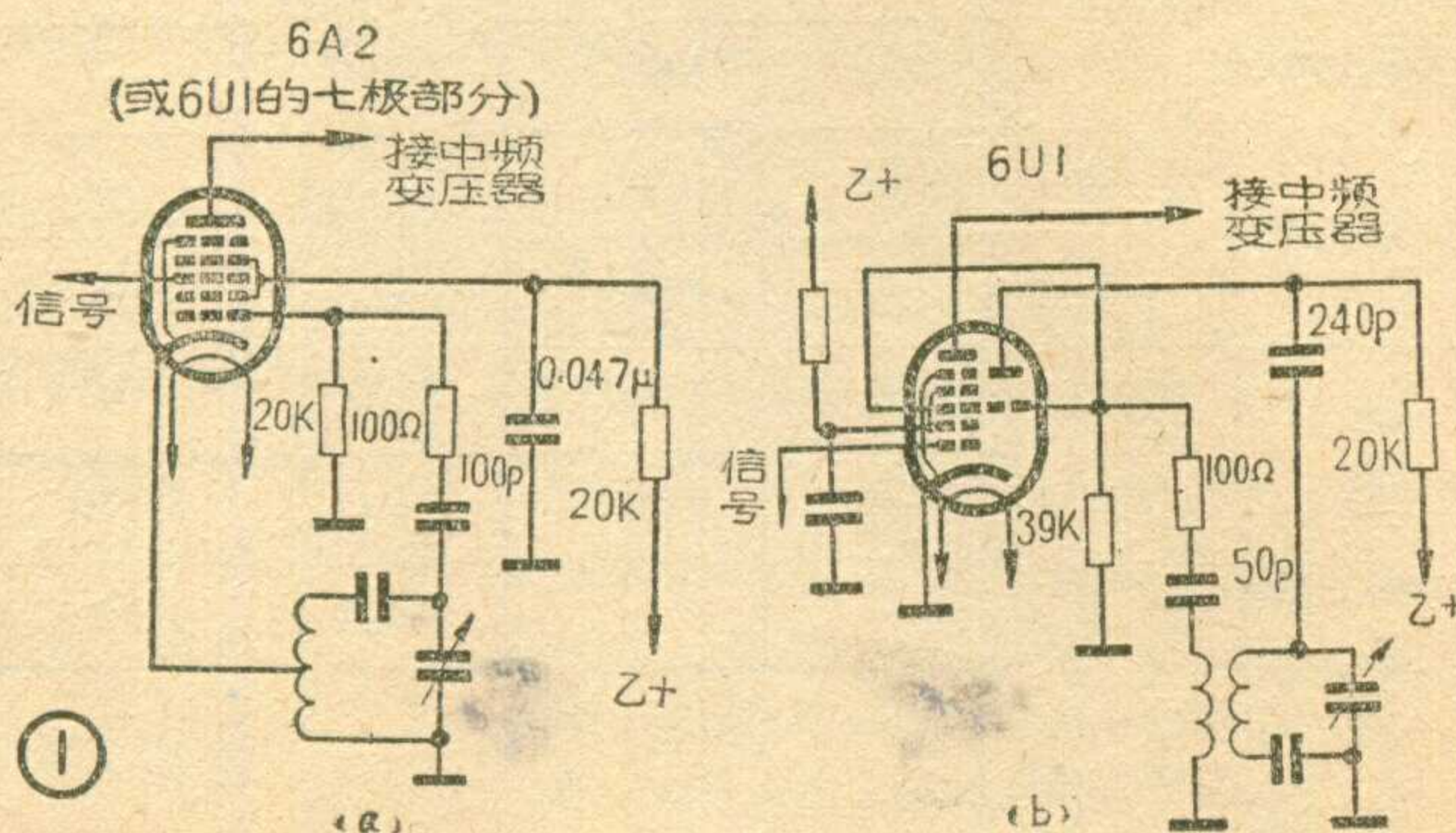
当增大阴极电阻，以加大固定负偏压，或适当加大帘栅电阻以降低帘栅电压，直至增益降低到消除自激为止。屏栅电容对稳定性的作用较大，交流的高频五极管屏栅电容最好选用小于 0.005 微微法的，电池管小于 0.1 微微法的。高频五极管的内阻一般较大，约在 1 兆欧的数量级，更换管子后，内阻虽有不同，但对选择性的影响不大。

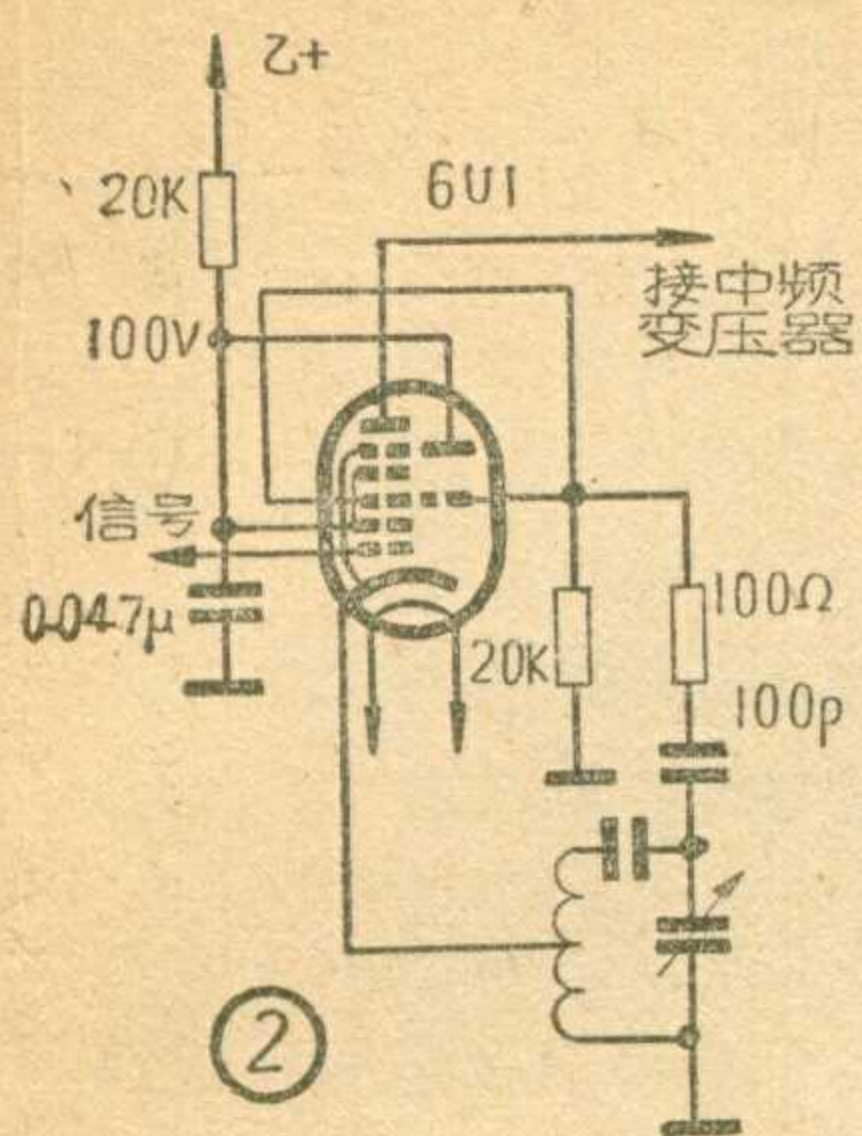
在调幅收音机中，用三极管作高放或中放管是不适宜的。因为三极管的屏栅电容比起高频五极管大 100 倍以上，很易自激，增益不能提高。另外，三极管的内阻不到高频五极管的十分之一，如果配用一般售品线圈，将使 Q 值低落，失去选择性。

但在调频收音机中，将三极管接成栅地阴地电路等方法作为高放时却可获得很好的性能，这里就不多谈了。

变 频 级

变频级电子管的基本要求与上述高放管和中放管相同。不过变频管输出端连接中频调谐回路，而输入端连接高频调谐回路，两个回路的谐振频率不同，故由屏栅电容反馈而自激的可能性比高放级和中放级要小。变频管的代换和变通使用的方法如下：





話，輸入信号易通过这个极間电容在阴极綫圈上降落一部分电压而进入本振回路，当輸入信号較强时

就会牵制本振回路的振荡频率，而本振信号也易窜入輸入电路，使輸入电路的谐振阻抗减小，降低收音机的灵敏度和选择性，同时也增加本振信号向外的辐射，干扰别处。同时，当频率較高时，在阴极阻抗上引起的负反馈分量也会降低变频器的增益。此外，如果灯絲对阴极有漏电，在阴极綫圈上降落有电源

频率的电压，或者阴极綫圈直接从其他方面感应了电源频率的电压，于是，就加到了栅极，使信号

受到它的调制，就会产生调制交流声。而6U1是结构比6A2先进的变频管，6U1有单独作振荡的三极部分，可以用七极部分的第1栅作信号栅，第1栅对阴极电流的控制作用最灵敏，故可获得較高的变频跨导，从而也可相对地压低管内噪声，提高信杂比。此外，6U1的七极部分和三极部分有云母片隔离，再加上采用回輸式的綫圈，阴极可以接地（如果有阴极偏压电阻时也可用大电容旁路通地）。这样一来，像上述6A2因阴极綫圈的阻抗所引起的一些毛病就可免除。如果用七极部分接成6A2电路，上述优点則不能存在。

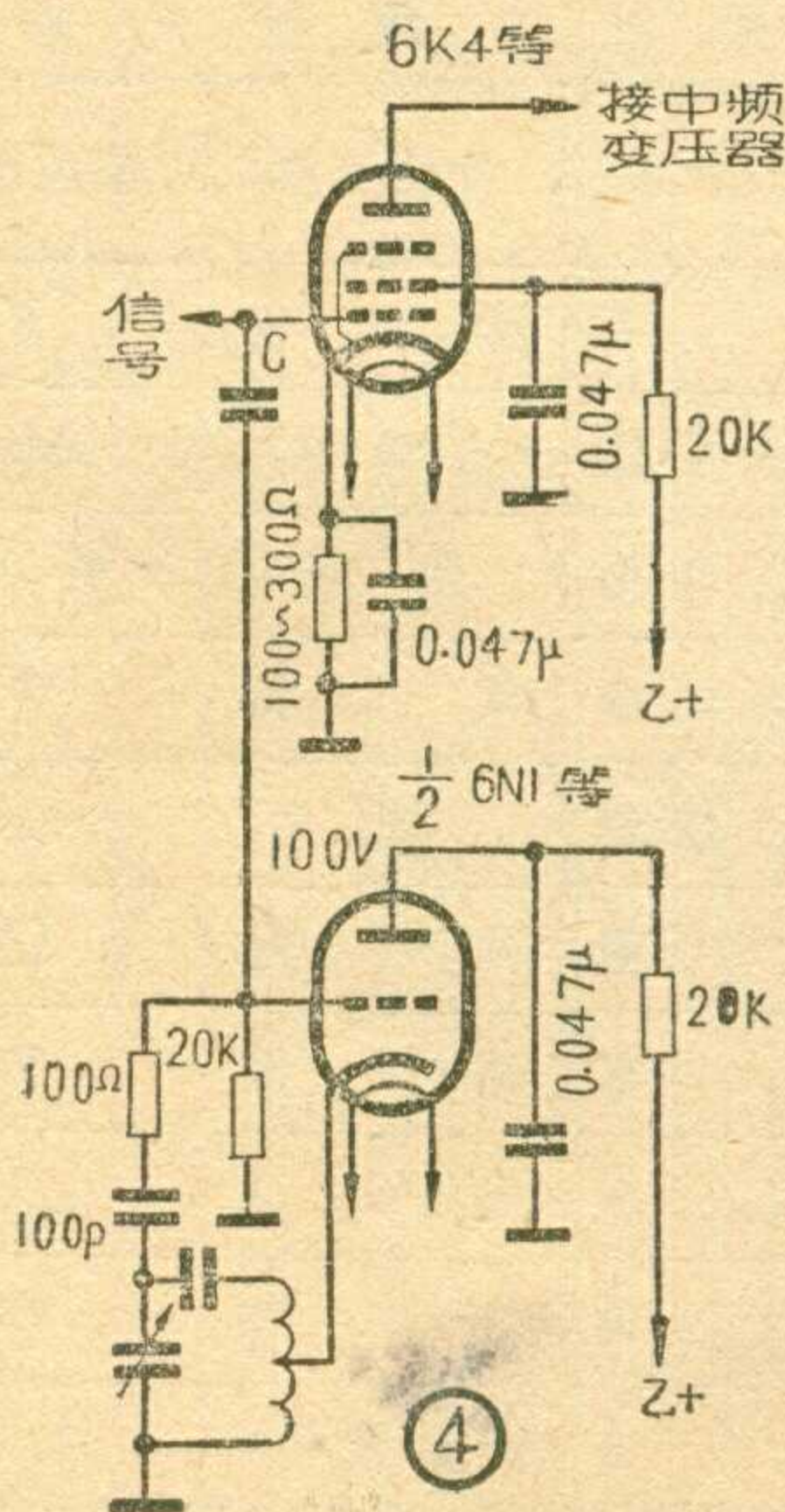
(ii) 6U1采用三点式振荡綫圈的另一种接法如图2。这时将三极部分接成三点式振荡器。这样接法可以用七极部分的第1栅作信号栅，以提高

变频增益，但由于第1栅和阴极之間电容較大，比起6A2接法时第3栅和阴极之間电容要大得多（第3栅因有2、4栅的隔离），所以輸入信号和本振信号的相互影响較大，在频率較高时工作不甚稳定。

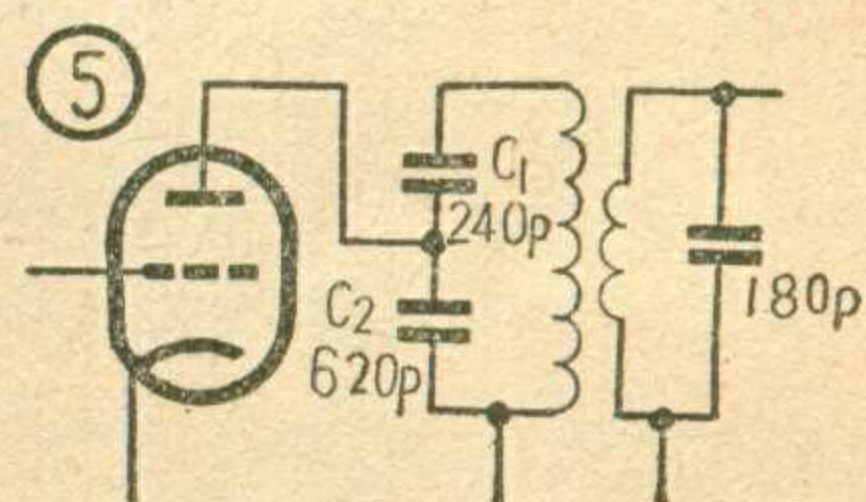
(iii) 6A2采用回輸式振荡綫圈时，一般接成調栅式，如图3。这时阴极可以是地电位，較有好处。但第2、4栅本来作第1栅和第3栅的隔离，应该是地电位，在接成三点式振荡时，第2、4栅可以接一只大电容通地（对交流是地电位），能满足这个要求，而接成回輸式振荡后，第2、4栅就不能接旁路电容器到地，所以对第1栅和第3栅之間隔离作用較差，而且在第2、4栅上直接加有振荡电压，使輸入信号和本振信号之間会引起上述有害的牵制作用。不过接成調栅式振荡时，第2、4栅通过回輸圈通地，回輸圈圈数較少，阻抗較低，問題还不太严重。如果接成調屏式振荡，則第2、4栅对地阻抗較高，并且所加的振荡电压也較大，情况就更坏一些。

3. 用其它电子管作变频：

沒有专用的变频管时，也可以采用其他电子管来作变频。如果只工作于中波波段，可以采用表1所列的那些适合于作高放或中放的高频五极管来作自差式变频，但不能配用一般的售品振荡綫圈。这类电路可参看本刊



以前介紹的方法（1963年第10期和1964年第5期）。如果要工作在中波和短波，則最好将本振用单独的三极管来担任，而用高频五极管作混频，如图4。作振荡的三极管可以用各种型号，但选用跨导高的中 μ 三极管較好，振荡較为稳定。也可以用各种五极管接成中 μ 三极管来应用，这时只要将帘栅极和抑制栅极与屏极相連（有些管子抑制栅已与阴极内部连接的則不可与屏极相連，只单独将帘栅与屏极相連）即可。本振与混频管的耦合要尽量弱一些，以减少輸入电路和本振电路之間互相影响，一般用几个微微法的电容C将本振电压加到混频管的栅极，这种小电容实际上可用两根塑料导綫相絞3~5圈即成。



用三极管也可作变频管，最好选用跨导較高的高频双三极管如6N3等，并将屏极輸出引綫經過电容分压接入一般售品中频变压器的初級，见图5。 C_2 比 C_1 大2.5~4倍。这样三极管的低内阻只接入谐振回路的一小部分，对选择性的影响就小了。 C_1 和 C_2 串联起来的总电容量仍应等于原来中频变压器所接的一只电容器的容量。再經過一些电路上的适当处理，也可以得到較好的灵敏度和选择性，也能配用一般售品綫圈。这类电路可参看本刊今年第5期有关文章的介紹。

在变频器的电子管代用或变通使用中，有时因振荡管的跨导有高低，振荡綫圈的耦合度不一定彼此适合，而发生振荡过强或过弱。过强的现象是同一个电台可以在刻度盘的好几个地方收听到，或发生叫嘯和其他怪声。过弱的现象是波段的低端频率处停振或全部停振，或灵敏度低落，必要时应将振荡綫圈的耦合圈或抽头点調整一下，也可以改变一下振荡屏压。此外，不同类型的管子代換后，因极間电容的变化可能較大，最好重新統調跟踪。

无綫电技术常用文字符号

——封三資料說明——

在无綫电技术中，常常需用文字符号来表示各种設備、装置、元(部)件，以及各种技术参数(物理量)和計量单位等。这些文字符号广泛地应用在科研、生产、教学和編譯、出版等科学技术活动中。文字符号的統一，对于便利上述各种活动的进行有着十分重要的意义。

在本期封三根据有关国家标准和有关主管部門新頒发的文字符号标准，选編了一些无綫电技术方面常用的文字符号以及有关的原则規定，向大家作一介紹。

这里介紹的文字符号基本上可分为两种类型：一种是根据汉语名称采用相应的汉语拼音字母(字母的选取有一定的規則)；另一种是采用国际慣用符号，主要是拉丁字母和希腊字母。下面分几部分来談。

一、元件和装置的文字符号

封三表一列出了常用的一般无綫电元件和装置的文字符号。其中除了电阻(器) R 、电感(器) L 和电容(器) C 三者系采用国际上慣用的文字符号之外，其余一概使用我国汉

語拼音字母。选取字母的原则，在一般情况下为该名称中具有主要表征意义的一个汉字的第一个拼音字母，例如“揚声器”取“揚(Yang)”字的第一个拼音字母“Y”，“开关”取“开(Kai)”字的第一个拼音字母“K”。但为了避免因元件項目很多而造成符号互相重复、混淆不清的情况，有关标准中还規定在不得已的情况下可依次采取下列补充办法：

1. 增注名称中具有次要表征意义的汉字的第一个拼音字母，例如“受話器(Shouhuaqi)”取“SH”；“按钮(Anniu)”取“AN”等；
2. 增注具有主要表征意义的一个汉字的拼音中的第一个韵母；
3. 改选主要表征意义的一个汉字的拼音中的第一个韵母。

在表一中所列出的仅为元件和装置的“基本符号”。在实际使用上，除了基本符号之外，如尚有必要說明該元件或装置的作用、特征、編号等以資区别时，則尚須按照一定的規則在基本符号上增注“輔助符号”、“附加符号”和“数字序号”，成为組合的文字符号(一般不超过四个字母)。

常用計量单位代号表

量的名称	計量单位	单位代号	量的名称	計量单位	单位代号	量的名称	計量单位	单位代号
长度	米	m	电压	伏特	V	磁場强度	奧斯特	Oe
质量	公斤(千克)	kg	电場强度	伏特/米	V/m		安/米, 安匝/米	A/m, At/m
时间	秒	s	表观功率	伏-安	V·A	磁通量	韦伯	Wb
力	公斤力(千克力)	kgf	有功功率	瓦特	W		麦克斯韦	Mx
压强(压力)	毫米汞柱	mmHg	无功功率	乏	var	磁感应强度	特斯拉	T
	巴	bar	电阻	欧姆	Ω		高斯	G
频率	赫兹	Hz	电容	法拉	F	光通量	流明	lm
电量, 电荷	庫伦	C	电感	亨利	H	光照度	勒克斯	lx
功, 能	焦耳	J	电导	姆欧	\mathcal{U}	光亮度	熙提	sb
电流强度	安培	A	磁通势	安培, 安培匝	A, At	声强級	分貝	dB

二、技术参数(物理量)的文字符号

技术参数的文字符号除了表示一般概念的基本符号(体記号)之外，在有必要进一步表明該参数的某种特定概念时，尚需在基本符号上加注修飾符号，主要有脚記号和頂記号等。封三表二中列出了一些常用技术参数的基本符号，它們是一些国际通用符号，大多是采用拉丁字母和希腊字母。

技术参数文字符号的脚記号(下标符号)，在原则上也是按照某种特定概念的名称选取相应的汉语拼音字母来表示。比較常用的并已在有关标准中使用的如：“輸入”——“sr”；“輸出”——“sc”；“击穿”——“jc”；“負載”——“z”；“脉冲”——“m”等(其具体应用例子如Psr、Psc、Ujc等)。但对于过去习用已久并且原来就已較統一的(非汉语拼音的)几个脚記号，有些部定标准中仍暫予保留，例如：a、g、k、f分别表示阳极(屏极、板极)、栅极、阴极和灯絲；m表示幅值、調制、磁参数和脉冲等几种特定概念(必要时用大写M以資区别)；

(下轉第16頁)

擴音機的使用，目前在廠礦企業、機關學校、農村公社等各方面日益普遍。但是許多單位的機器，常會出現損壞或是放音不佳的情況，因而不能充分發揮機器的效能和作用。這些情況多數都是由於揚聲器未曾配接適當所引起的。關於擴音機配接揚聲器的方法，本刊已經有過介紹（見1963年第5期及1965年第1期），現在再補充談談這方面有關的問題。

一、功率要配接適當

各種擴音機的輸出能力大小不一，一般是按它的額定輸出電功率（例如50瓦、100瓦、250瓦等）來區分。擴音機加接的揚聲器也有許多種，它們所能承受的電功率各有不同，有的小至1瓦，也有的大至25瓦、50瓦。接至擴音機時，接法無論是串聯、並聯或是串並聯，其功率總和最好是和擴音機的額定輸出功率相等。例如擴音機的額定輸出功率為50瓦，那麼它所連接的揚聲器功率總和也應當是50瓦，這樣擴音機的工作效率才最好。如果不能完全相配，可以讓揚聲器電功率的總和稍大，但是不要過小於擴音機的輸出。因為過小的話，加于揚聲器的電力將超過其額定值，結果會因聲音太大而使揚聲器音圈損壞。一般情況，作為擴音機實際負載的揚聲器網，其功率總和最大不應超過擴音機額定輸出的20%，最小不應低於80%。如果不符合這一要求，應當按照情況，考慮更換功率較小或較大的揚聲器。揚聲器總功率低於輸出功率很多，就必須增接假負載，以求達到與擴音機額定輸出功率相配合。

二、阻抗要配接適當

在定阻輸出式的擴音機上配接揚聲器，另一個必須考慮的重要問題是阻抗匹配，也就是要使揚聲器音圈的阻抗能與擴音機的輸出阻抗相配合。揚聲器音圈的阻抗一般是很低的，只有幾歐到幾十歐。而擴音機放大器功率輸出級電子管屏回路的負載阻抗卻很高，通常在2000~20000歐之間。為使最大音頻電能能夠有效地輸送到揚聲器上而且失真度很小，在輸出級與揚聲器之間必須通過一只輸出變壓器，使數值懸殊的不同阻抗得到配合，也就是將屏回路的高電壓小電流，變為音圈上所需的低電壓大電流。這只輸出變壓器每部擴音機里都有，上面有許多接頭，一般標志着2、4、8、16、50、100、125、150、200、250、500歐等不同的阻值，可在不同情況下配接各種揚聲器。其中100歐以上的各接頭，系供揚聲器裝

設距離較遠時加接綫間變壓器（或稱綫路變壓器、輸送變壓器、用戶變壓器等）之用。其餘阻值較低的各接頭，只要揚聲器阻抗和功率都相當，可以直接和它連接應用。揚聲器的阻抗與輸出變壓器上的接頭阻值有出入時，誤差上下不超過10%的，可以視為正常，不致產生不良影響，但在相同的上下差距中，應當把揚聲器接到輸出變壓器阻抗較低的接頭上，這樣可使電子管獲得較佳的負載，電力也能夠較充分地輸送出去。

三、配接實例

有一部130瓦擴音機，在其輸出變壓器上的接頭有100、150、200、250歐，根據需要打算連接1瓦揚聲器45只和2瓦揚聲器10只。揚聲器距離播音室較遠，綫路較長，均須使用綫間變壓器。那麼應當怎樣配接才能夠效率最好？

首先，我們計算出這些揚聲器的總電功率為65瓦，僅為擴音機額定輸出電功率130瓦的一半。如果沒有增加更多揚聲器或更換大功率揚聲器的可能或必要，那就必須增接假負載65瓦，才能符合擴音機的130瓦額定輸出。

其次，在配接之前，要查清楚這些揚聲器的音圈阻抗是多少歐的。例如1瓦揚聲器的音圈阻抗是3.2歐，2瓦揚聲器的是3.5歐。在選用綫間變壓器時，1瓦揚聲器使用的綫間變壓器次級綫圈阻抗就應當是3.2歐的；2瓦揚聲器變壓器次級圈阻抗應當是3.5歐的。至於綫間變壓器的初級圈阻抗究竟是多少歐，要看擴音機輸出變壓器次級接頭上的電壓大小來考慮。現在擴音機的額定輸出電功率是130瓦，我們準備把這些揚聲器配接在輸出變壓器的100歐接頭上，那麼根據下列公式計算，可以得出在輸出變壓器100歐接頭上的輸出電壓來：

$$E = \sqrt{PZ}$$

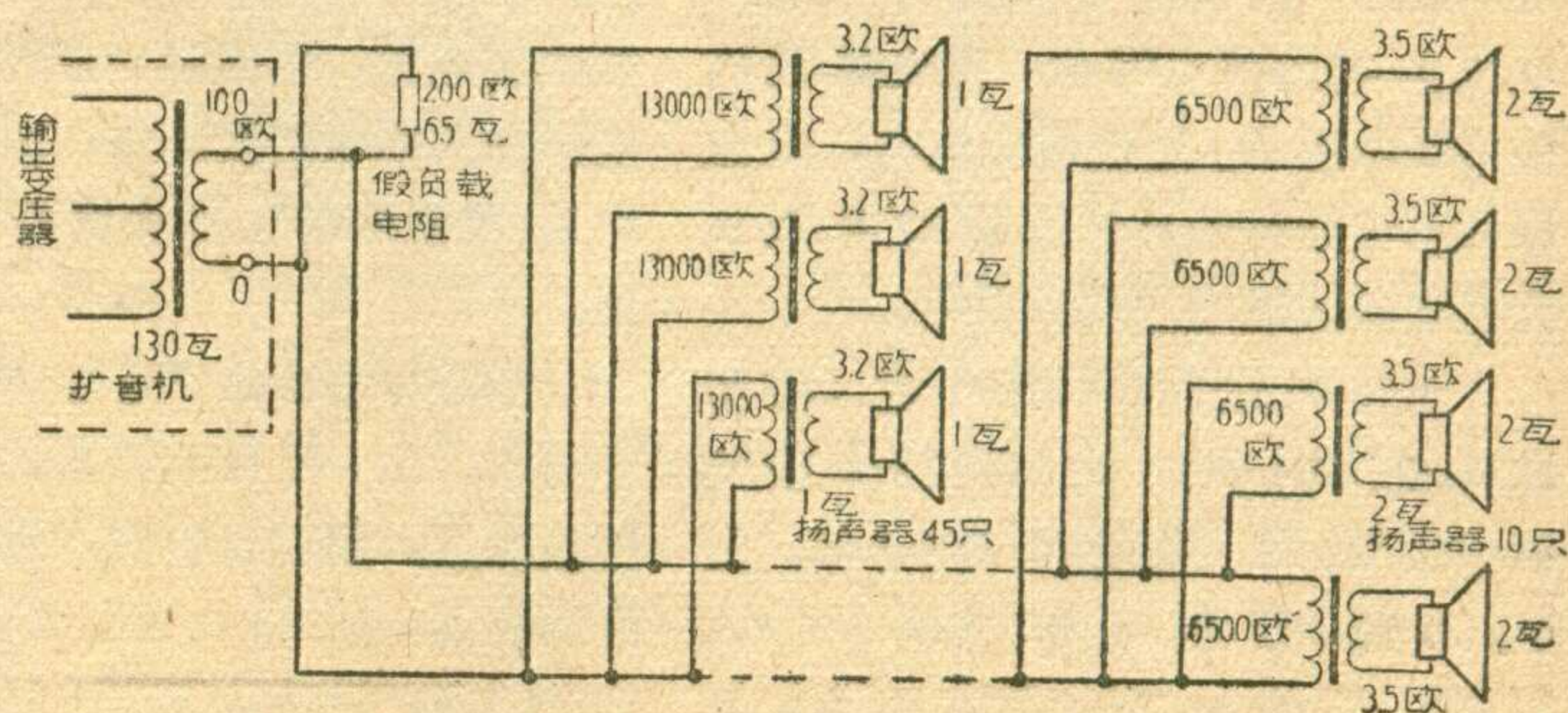
式中 E 是輸出的電壓值， P 是擴音機的功率輸出， Z 是輸出阻抗。在這裡 $E = \sqrt{130 \times 100} = 114$ 伏。

然後，綫間變壓器初級圈應有的阻抗，就可以根據下式計算：

$$Z = E^2 / P$$

這樣，1瓦揚聲器所使用的綫間變壓器初級圈阻抗應當

（下轉第32頁）

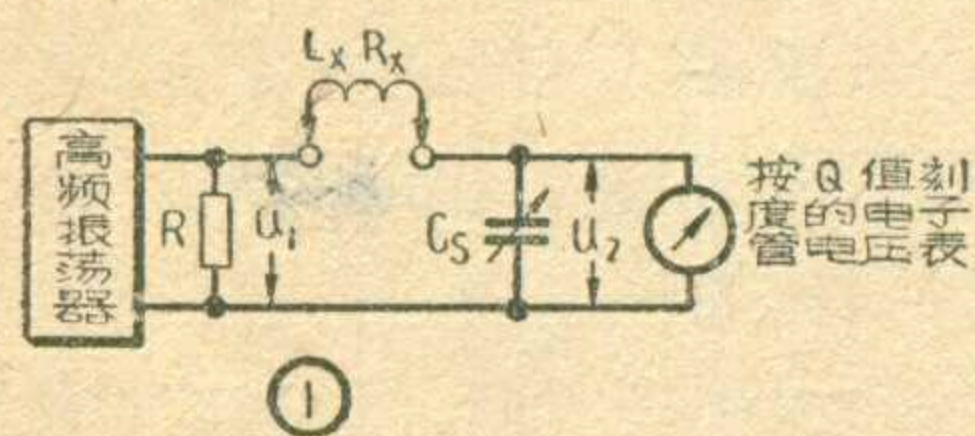


Q表的应用

朱锡仁

根据谐振原理制成的一种能直接讀出綫圈 Q 值的仪器，称为 Q 表。它是测量高频电路元件参数的重要仪器，除测量綫圈 Q 值的基本用途以外，还可以测量綫圈的电感、分布电容、电容器容量、介质损耗因数和任何未知阻抗，等等。

Q 表的基本原理如图 1 方框图所示。被测綫圈（視在参量为 L_x 与 R_x ）与 Q 表内部的标准电容器 C_s 組成一个串联谐振回路；由 Q 表内部的可变高频振荡器供給一个一定大小的高频电压 u_1 ，加入串联谐振回路，并在标准可变电容器的两端跨接一只輸入阻抗很高的电子管电压表，作为谐振指示器。



调节可变高频振荡器的频率或标准可变电容器的电容，使串联谐振回路谐振，当时并联在标准可变电容器上的电子管电压表的指示最大。按照谐振回路的原理，最大电压 u_2 和輸入回路的电压 u_1 之间的关系为： $u_2 = Qu_1$ ，即 u_2 为 u_1 的 Q 倍。

Q 是串联谐振回路的品质因数。由于①标准可变电容器 C_s 的损耗与一般綫圈的损耗比較可以忽略，②电子管电压表的輸入电阻极大，由其所引入回路中的损耗可以忽略，③輸入电压 u_1 的内部电阻与一般綫圈的有效串联电阻 R_x 比較可以忽略，所以串联谐振回路的品质因数 Q 可以认为是被测綫圈的品质因数 Q_x 。

若将 u_1 的大小保持一定（譬如取 u_1 为 0.01 伏）， u_2 即比例于被测綫圈的 Q_x 值（假使 u_2 为 0.1 伏，則 Q_x 为 10；假使 u_2 为 0.5 伏，則 Q_x 为 50；假使 u_2 为 1 伏，則 Q_x 为

100；……），因此可以将电子管电压表的度盘直接按 Q 值刻度。这样刻度以后，在测量时便可以直接讀出 Q 值。

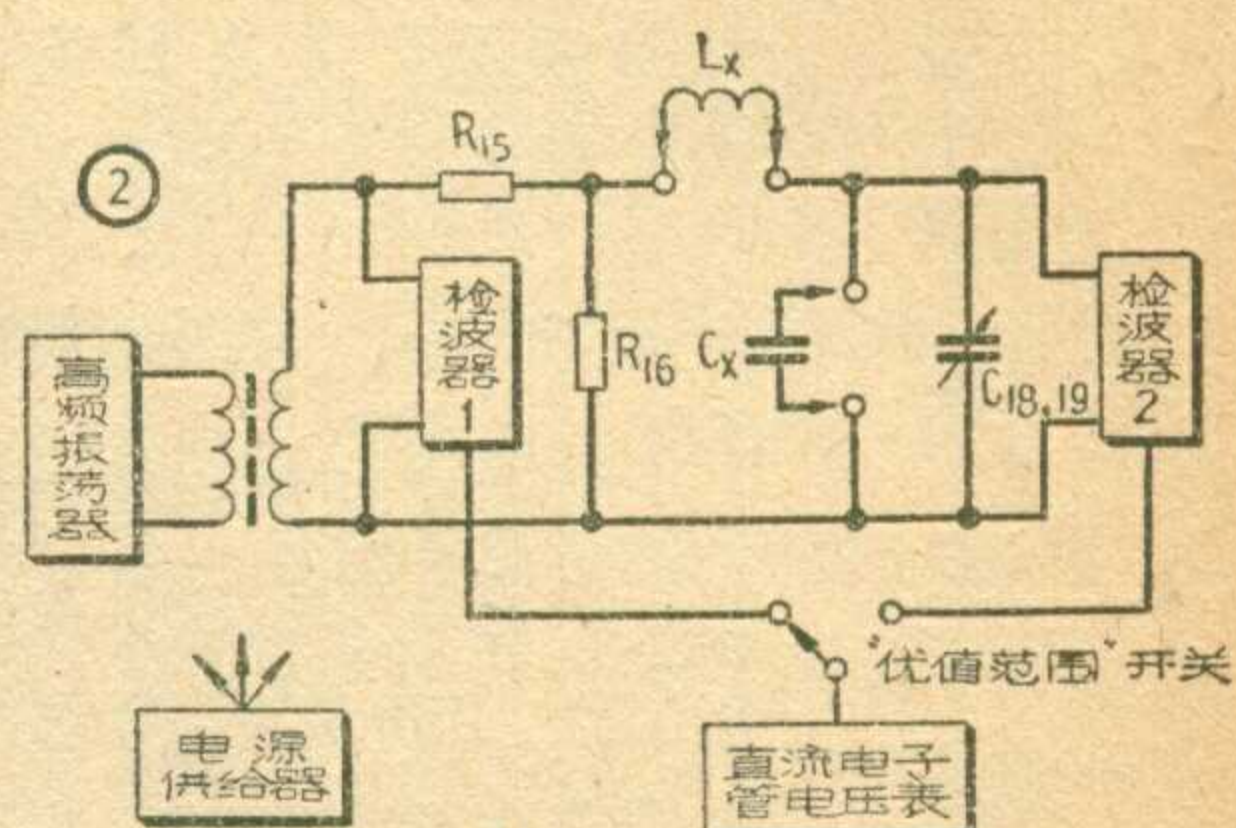
由 $u_2 = Q_x u_1$ 这一基本关系式可見，因为 u_2 和 Q_x 之間的比例常数为 u_1 ，所以改变 u_1 的大小可以改变 Q 表的量程。所加 u_1 愈小（若 u_1 由原来的 0.01 伏减小到 0.005 伏），則同一 u_2 值（例如 $u_2 = 1$ 伏）所代表的 Q 值愈大（原来代表 Q 值为 100，现在代表 Q 值为 200），所以 Q 表的量程能借 u_1 的减小而扩大。

使用方法

常用国产 Q 表为 QBG—2 型高频 Q 表，其测量 Q 值的范围是 10—600，誤差不超过 $\pm 12\%$ 或 $\pm 8\%$ 。测量电感的范围是 0.1 微亨—10 毫亨，誤差 $\pm 2\%$ — $\pm 5\%$ 。测量电容的基本范围是 1—460 微微法，誤差不大于 $\pm 15\%$ 。其簡化方框图如图 2 所示，它包括有高频振荡器，串联谐振回路，电子管电压表和电源供給器等四个組成部分。

高频振荡器分六个波段（100—300 千赫，300—900 千赫，900—2500 千赫，2.5—6 兆赫，6—15 兆赫，15—30 兆赫），每个波段的频率可以借可变电容器連續调节。高频振荡器的輸出通过电感耦合加到串联谐振回路上，借调节高频振荡管的屏极及帘栅极直流电压，以控制一定大小的高频电压加入串联谐振回路。該控制旋鈕称为“优值倍率”，作变换 Q 值的量程用。

加在标准电阻 R_{15} 及 R_{16} 上的高频电压，由一个作监视器的电子管电压表测量，用以监视引入串联谐振回路的高频电压的大小。 R_{15} 、 R_{16} 組成分压器，从 R_{16} 上取出的电压加到



串联谐振回路上。串联谐振回路中有两个标准可变电容器 C_{18} (500 pf) 和 C_{19} (± 3 pf)；有两对接綫柱 L_x 和 C_x ，分别接被测綫圈（或輔助綫圈）和被测电容，由被测綫圈（或輔助綫圈）与标准电容器（或包括被测电容器）組成一个串联谐振回路。当调节标准可变电容器的电容或高频振荡器的频率，使串联谐振回路谐振时，作谐振指示器的电子管电压表指示最大。

仪器中作为监视器和谐振指示器用的两个电子管电压表，由一个公用的直流电子管电压表担任。仪器有两个不同的检波器，将不同的高频交流电压 u_1 和 u_2 分别轉变成相应的直流电压。检波器 1 和检波器 2 与直流电子管电压表之間的联系，由“优值范围”开关 S 控制。“优值范围”开关有三个位置：第一个位置是“倍率”，代表直流电子管电压表接在检波器 1 之后，作为监视器用；第二、三两个位置（方框图中画成为一个位置）是“10—100”和“20—300”，代表直流电子管电压表接在检波器 2 之后，作谐振指示器用。当“优值范围”开关在“倍率”位置时，直流电子管电压表的指示即代表加在 R_{15} 、 R_{16} 两端的电压大小。

变换 Q 值量程用的“优值倍率”电位器（在电路图中为 R_{38} ），旋鈕通常调节在使电表指針指示在“ $\times 1$ ”或“ $\times 2$ ”的紅綫上，当时代表加在串联谐振回路上的电压（ R_{16} 二端的电压）为

0.01 伏或 0.005 伏。当“优值范围”开关在“10—100”或“20—300”位置时，直流电子管电压表作諧振指示器。在諧振时，电压表的指示即代表被测线圈 Q_x 值的大小。“优值范围”开关在“10—100”和“20—300”两个不同位置时代表直流电子管电压表的不同灵敏度。我们可以改变电压表的灵敏度来改变 Q 表的量程。开关在“10—100”或“20—300”时， Q_x 值讀数要分别从电表上两条不同的刻度上讀出。 Q_x 值的大小还要根据监视器的讀数确定。若监视器的讀数为 $\times 1$ ，则 Q_x 值直接按电表刻度讀数。若监视器讀数为 $\times 2$ ，则根据电表刻度讀出的 Q_x 值应乘以 2 倍。

其他应用

(一) 測量线圈的电感值 L_x

Q 表在測量被测线圈 Q 值的同时，能够从标准可变电容及高频振荡器的刻度盘上讀出与被测线圈相諧振时的 C_s 值和频率 f_0 值。按照熟知的关系式：

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_x C_s}}$$

可以算出被测线圈的电感值 L_x 。

实际上为了能够直接讀数，通常是在某些指定频率上进行电感測量。在频率已经指定的情况下 L_x 与 C_s 成反比例的关系，所以在标准可变电容器 C_s 的刻度盘上可附加直讀电感的刻度，以免除計算的麻煩。

(二) 測量线圈的分布电容 C_d

被测线圈接在 Q 表的 C_x 接綫柱上，与标准可变电容器組成并联諧振回路，同时将 L_x 接綫柱短路。将标准可变电容器放在电容甚大的刻度位置 (C_{s1})，調节高频振荡器的频率到 f_1 ，使并联諧振回路諧振，这时得：

$$\frac{1}{f_1^2} = 4\pi^2 L (C_{s1} + C_d)$$

然后将高频振荡器的频率調节到 $f_2 = 2f_1$ ，并减小标准可变电容器的电容到 C_{s2} ，使并联諧振回路又諧振，这时得：

$$\frac{1}{f_2^2} = 4\pi^2 L (C_{s2} + C_d)$$

因为 $f_2 = 2f_1$ ，所以

$$\frac{1}{4f_1^2} = 4\pi^2 L (C_{s2} + C_d)$$

将上述两次諧振时所得的式子相除得：

$$4 = \frac{C_{s1} + C_d}{C_{s2} + C_d}, 4C_{s2} + 4C_d = C_{s1} + C_d,$$

$$C_d = \frac{C_{s1} - 4C_{s2}}{3}$$

(三) 測量电容器的电容

1. 并联代替法

首先将輔助线圈接在 L_x 接綫柱上，与标准可变电容器組成串联諧振回路。标准可变电容器放在电容甚大的刻度位置 (C_{s1}) 上，調节高频振荡器的频率使串联諧振回路諧振。然后将被测电容接在 C_x 接綫柱上，与标准可变电容器并联，高频振荡器保持原来的频率不变，减小标准可变电容器的电容到 C_{s2} ，使串联諧振回路恢复諧振。在这种情况下 $C_{s1} = C_{s2} + C_x$ ，所以 $C_x = C_{s1} - C_{s2}$ 。

通常标准可变电容器的电容变化范围有限，譬如 QBG-2 型高频 Q 表的标准可变电容器的电容变化范围为 460 pf (从 500 pf 变化到 40 pf)，故按照上述測量方法只能測量电容小于 460 pf 的电容。測量大于 460 pf 的电容时可以用串联代替法或借助一只已知电容的电容作輔助元件，用并联代替法进行測量。

借助一只已知电容的电容作輔助元件进行并联代替法測量时，应该根据被测电容器的大約数值选择一个适当的已知电容。必須使已知电容器的电容与标准可变电容器的变化范围之和大于被测电容器的电容。譬如用 QBG-2 型高频 Q 表測量被测电容約为 1000 pf 的电容时，須选择一个电容大于 540 pf 的已知电容作輔助元件，否則串联諧振回路借調节标准可变电容器无法恢复諧振。

測量时，首先把已知电容接在 C_x 接綫柱上，标准可变电容器放在电容甚大的刻度位置 (C_{s1}) 上，調节高频振荡器的频率使串联諧振回路諧振。然后拆去 C_x 接綫柱上的已知电容，接上被测电容。高频振荡器保持

原来的频率不变，减小标准可变电容器的电容到 C_{s2} ，使串联諧振回路恢复諧振。在这种情况下 $C_x = C_{s1} - C_{s2}$ 。

2. 串联諧振法

首先将輔助线圈接在 L_x 接綫柱上，与标准可变电容器組成串联諧振回路，标准可变电容器放在电容甚小的刻度位置 (C_{s1}) 上，調节高频振荡器的频率使串联諧振回路諧振。然后将被测电容与輔助线圈串联后接在 L_x 接綫柱上，高频振荡器保持原来的频率不变，增加标准可变电容器的电容到 C_{s2} ，使串联諧振回路恢复諧振。在这种情况下

$$C_{s1} = \frac{1}{\frac{1}{C_{s2}} + \frac{1}{C_x}}$$

$$C_x = \frac{C_{s1} C_{s2}}{C_{s2} - C_{s1}}$$

(四) 測量电容器的介质損耗因数 $\text{tg}\delta_x$ (在指定频率时)

电容不超过 Q 表的标准可变电容器的电容变化范围时，效率正常的电容器的介质損耗因数可以用 Q 表来測量。

首先調节高频振荡器的频率到指定的频率，选择适当电感量的线圈接在 L_x 接綫柱上，与标准可变电容器組成串联諧振回路。調节标准可变电容器使串联諧振回路諧振，此时在电表上获得讀数为 Q_1 ，在标准可变电容器刻度盘上获得的讀数为 C_{s1} 。

然后将被测电容接在 C_x 接綫柱上，与标准可变电容器并联。調节标准可变电容器，使串联諧振回路諧振，此时在电表上获得的讀数为 Q_2 ，在标准电容器上获得的讀数为 C_{s2} 。代入下式，便可求出被测电容器的損耗因数

$$\text{tg}\delta_x = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1 Q_2} \cdot \frac{C_{s1}}{C_{s1} - C_{s2}}$$

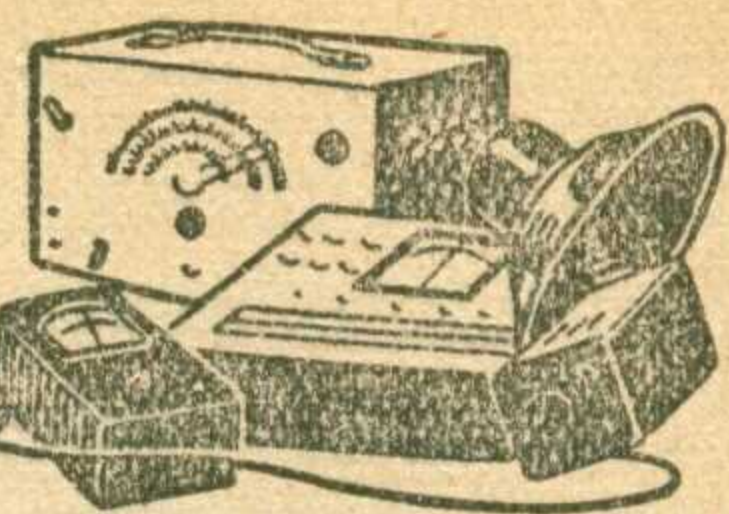
(五) 測量高频有效并联电阻 R_p (在指定频率时)

同測量电容器損耗因数的方法一样，首先在指定频率下讀得 Q_1 和 C_{s1} ，然后将被测电阻接在 C_x 接綫柱上。此

(下轉第 11 頁)

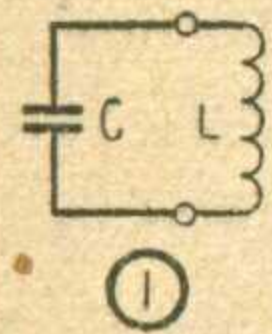
实验室

低频演示振荡器



戚孝官

将电容器和电感线圈如图1这样连接起来，就组成了一个振荡电路。利用这个电路，可以产生方向和大小随时间成周期性变化的电流，即振荡电流。在无线电教学中，通过演示，让同学们直接观察到振荡电路的工作现象，对于理解振荡电流的产生，很有帮助。



利用电感量很大的铁心线圈和电容量很大的电容器，能够制成通过大型电流计指针的摆动而显示出振荡电流的低频振荡器。利用它可以观察阻尼振荡和无阻尼振荡的产生，以及振荡电流的周期（或频率）跟电容和电感之间定性和定量的关系。

低频演示振荡器的制作，为要达到演示的良好直观效果，必须具备以下两个基本条件：第一，铁心线圈的电感量要在千亨以上，电容器的容量须为数十微法。由于振荡电路中的振荡电流是要求通过大型电流计指针的摆动而显示出来，那么振荡电流的周期应该相当大才行，一般须接近一秒或一秒以上。根据振荡电流周期的公式， $T=2\pi\sqrt{LC}$ ，式中 L 为电感量（单位亨）， C 为电容量（单位法拉）， T 为周期（单位秒）。如果要得到 1.8 秒的周期，当电容量为 70 微法时，根据上式可以算出电感量大约要 1200 亨。第二，要线圈和电容器组成的振荡电路能够起振荡，电路的直流电阻（ R ）和电感（ L ）电容（ C ）之间，必须满足

$$R \ll 2\sqrt{\frac{L}{C}}$$

的关系，在制作中要求直流电阻 R 愈小愈好。

从以上条件出发，制作低频演示振荡器关键在于铁心线圈的制作和电容器的选择。大电感量的铁心线圈，通常无成品可以代用。一般的变压器，铁心小的线圈圈数多，铁心大的则圈数少不能得到所需要的大电感量。为此，必须要自己动手绕制。要得到大电感量的铁心线圈，除了要采用导磁率较大的硅钢片和较大的铁心横截面以外，最有效的方法是增加线圈的圈数，因为电感量和线圈圈数存在着平方正比的关系。为了使线圈圈数加多，而又减小直流电阻，铁心的窗口空间就要求大一些，用线号要求小一些。一般采用口字形铁心（图2）较为适宜。如果采用截厚面积 = 1 吋 × 2 1/2 吋， $c=1$ 吋， $b=3$ 1/8 吋， $a=3$ 3/8 吋的口字形铁心，用 0.38 毫米（28 号）的漆包线绕 16,000 圈，电感量就有一千多亨，而直流电阻却不到一千欧。

如何绕制线圈呢？先用薄板胶合好两个线框，大小要能刚好套进铁心。绕线时，须注意使绕线紧、匀、密、

平。每绕一层对两头的线圈最好涂以快干胶，以免向外松脱，并且线圈层间隔以绝缘的蜡纸。当两个线圈各绕到 3/4 处抽出一头，以便作改变电感量和反馈线圈之用，反馈线圈一般是总线圈圈数的 1/4 ~ 1/3。

线圈绕成后，可以用电流电压法测定它的电感量。测的方法是：用一降压变压器得到 10~20 伏 50 赫的交流电，加在铁心线圈的两端，用交流毫安表测出电流，交流电压表测出电压，用万用电表测出直流电阻，再用公式

$$Z = \frac{V}{I} \text{ 和 } Z = \sqrt{R^2 + (2\pi fL)^2},$$

得出

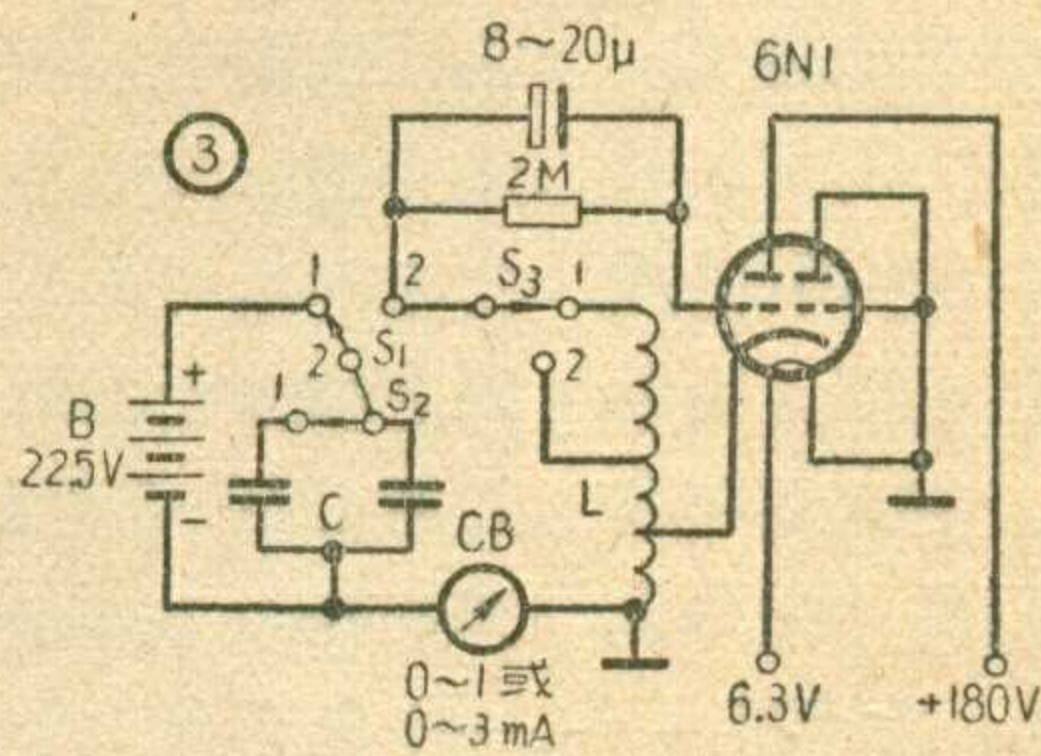
$$L = \sqrt{\frac{V^2 - I^2 R^2}{2\pi f I}}$$

式中的 V 是电压（单位伏）， I 是电流（单位安）， R 是电阻（单位欧）， f 是频率（50 赫）。

电容器最好采用无极性的，例如日光灯上用的纸质电容器。如果没有这种电容器，也可采用质量好的电解电容器数个并联。虽然电解电容器正反方向的电容量和漏电阻不同，但只要质量是好的也可以用。

有了大电感量的线圈和大容量的电容器后，就可动手设计振荡器了。图3是常见和最容易起振的三点式（哈脱莱）振荡线路。振荡器由 6N1 双三极管的一部分和 L 、 C 组成，通过阴极反馈能量，以维持振荡的持续进行。 L 、 C 振荡电路中的振荡电流通过一只大型电流计 CB （0—1 毫安或 0—3 毫安）指针的摆动显示出来。为了使振荡稳定和避免栅流影响指针摆动的不对称性，特在栅极上加上一个由 8—20 微法电容和 2 兆欧电阻组成的栅漏，并把电流计连接在如图3所示的位置。为了使线圈的电感量和电容器的容量能够变更，线圈和电容器均备有外接抽头，通过单刀双掷开关 S_1 、 S_2 进行控制。单刀双掷开关 S_1 是在进行阻尼振荡实验时接通和切断 B 电源与 L 、 C 振荡电路之用。

利用这个低频演示振荡器可以进行以下实验：
1. 阻尼振荡的演示
演示时，用导线将实物照图3线路连接好，不接通交直流电源，而将开关 S_1 、 S_2 、 S_3 都掷到 1 位置，此时 B 电源对电容器 C 充电。待数秒钟后将开关 S_1 掷到 2 位置，充了电的电容器则对线圈 L 放电，电流计的指针



的栅漏，并把电流计连接在如图3所示的位置。为了使线圈的电感量和电容器的容量能够变更，线圈和电容器均备有外接抽头，通过单刀双掷开关

利用这个低频演示振荡器可以进行以下实验：

1. 阻尼振荡的演示

演示时，用导线将实物照图3线路连接好，不接通交直流电源，而将开关 S_1 、 S_2 、 S_3 都掷到 1 位置，此时 B 电源对电容器 C 充电。待数秒钟后将开关 S_1 掷到 2 位置，充了电的电容器则对线圈 L 放电，电流计的指针

則減幅地擺動數次而停下來。如果 CB 用阻尼較大的小型電流計，充電電壓只能用 3~4.5 伏，所能觀察到的擺動次數較用大型電流計的為多。

在上述實驗里，電流計指針的擺動是由真正的電振盪而引起，還是由於指針擺動的慣性而引起，通常鑒別的方法有二，其一，改變電感量或電容量，看電流計指針擺動的快慢是否改變。例如將開關 S_2, S_3 分別擲到 2 位置時，如果指針的擺動變快，就可證明是由真正的電振盪而引起的擺動。其二，當指針偏向一方後立即切斷 L 與 C 的電路，等指針回到零位置後，再接通 L, C 電路，此時，如果指針向另一方擺動（即反向放電），則可證明是有真正的電振盪產生。

2. 無阻尼振盪的演示

演示時，將開關 S_1 擲到 2 位置後，接通電子管工作的電源，這時可見到電流計的指針，逐漸地擺動起來，很快達到穩定狀態，等幅地振盪起來。

3. 振盪電流的周期跟電感量、電容量之間的关系

第一，定性觀察。在無阻尼振盪演示基礎上，將開關 S_3 擲到 2 位置時，由於 L 減小，則見電流計指針的擺動變快即周期變小。然後，將開關 S_3 又擲到 1 位置再將開關 S_2 擲到 2 位置時，由於 C 減小，則見電流計指針的擺動也變快即周期也變小。由此可見，振盪電流的周期是隨 L, C 的減小而減小，隨 L, C 的增大而增大。

第二，定量分析。在實驗時，綫圈共有 16,000 圈，每個綫圈為 8,000 圈；電容器是選用日光灯上所用的電

容器 15 只分成三組並聯而成，每只電容器的容量是 4.75 微法。實驗所得定量的數據如下表：

電容量(微法)	綫圈圈數	時間(秒)	次數	周期(秒)
$4.75 \times 15 (C_1)$	16,000 (N_1)	1'50.5"	60	1.84 (T_1)
$4.75 \times 15 (C_2)$	8,000 (N_2)	18.3"	20	0.92 (T_2)
$4.75 \times 5 (C_3)$	16,000 (N_3)	1'2"	60	1.03 (T_3)

振盪周期 (T) 和電感量 (L) 的定量关系：

$$\because L \propto N^2 \quad \therefore \sqrt{L} \propto N$$

$$\text{即} \quad \frac{\sqrt{L_1}}{\sqrt{L_2}} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\text{由上表得} \quad \frac{T_1}{T_2} = \frac{1.84}{0.92} = 2, \quad \frac{N_1}{N_2} = \frac{16,000}{8,000} = 2,$$

$$\text{可知} \quad \frac{T_1}{T_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{\sqrt{L_1}}{\sqrt{L_2}} \quad \therefore T \propto \sqrt{L}.$$

振盪周期 (T) 和電容量 (C) 的定量关系：

$$\text{由上表得,} \quad \frac{T_1}{T_3} = \frac{1.84}{1.03} = 1.78,$$

$$\frac{\sqrt{C_1}}{\sqrt{C_3}} = \frac{\sqrt{4.75 \times 15}}{\sqrt{4.75 \times 5}} = 1.73.$$

$$\text{可知} \quad T \propto \sqrt{C}$$

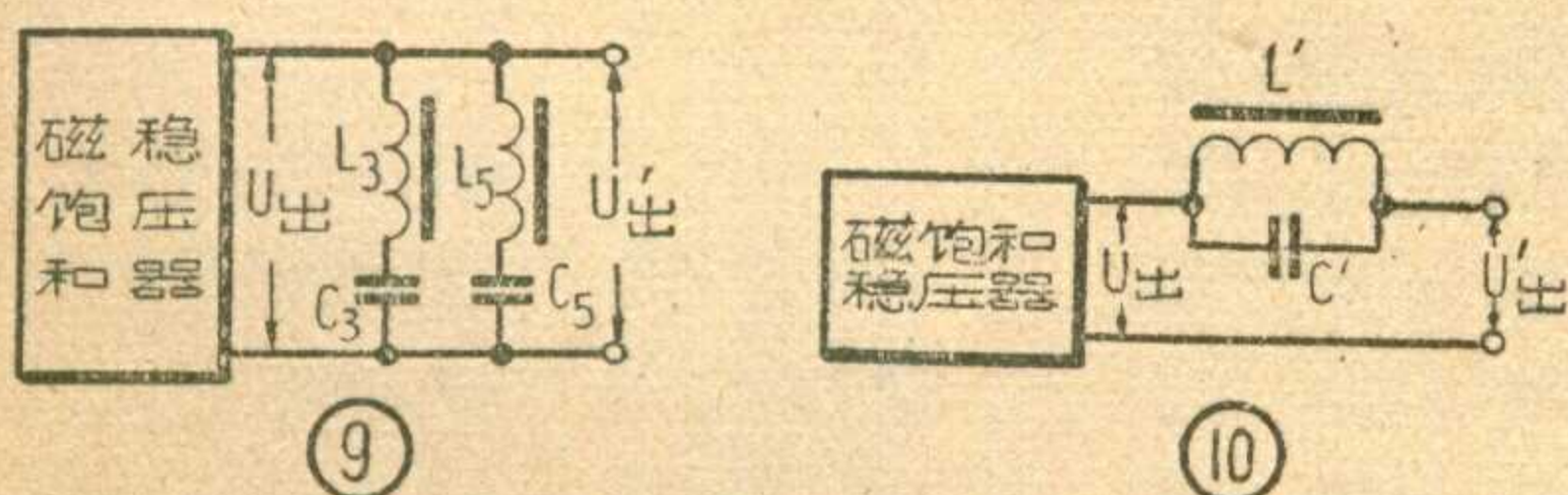
從以上定量分析實驗可知：振盪電流的周期 (T) 和電感量 (L)，電容量 (C) 的平方根存在着正比关系。

(上接第 13 頁)

把質量再提高一步

磁飽和穩壓器雖然能穩定電壓，但是因為它的鐵心運用在磁化曲綫的飽和區內，所以當輸入電流是正弦波時，磁通 ϕ 的波形却不是正弦波（圖 8）。從磁通的波形可以知道，其中含有豐富的三次諧波和五次諧波。這樣就使得輸出電壓的波形有很大的失真。失真系數最高時可以達到 25%。

有些電子設備對輸入電壓的波形有較高的要求，這時就可以在磁飽和穩壓器的輸出端加接濾波電路，如圖 9。圖中的 L_3, C_3 和 L_5, C_5 分別對電源頻率的三次諧波和五次諧波分量諧振，使輸出端的諧波被短路。經過濾波以後，輸出電壓 U' 的失真系數可以降到 5% 以內。



以當電源頻率變化時，諧振回路會失諧，以致影響穩壓性能。一般在頻率變化 1% 時，會引起輸出電壓約 2% 的變動。因此在要求較高的場合，還必須在穩壓器上加裝頻率校正電路。圖 10 是一種簡單的校正電路，其中電感 L' 和電容 C' 是一個並聯諧振回路，它的諧振頻率不等於電源頻率，而是相差一個數值。當電源的頻率變化時，穩壓器的輸出電壓 U 會發生變動，同樣，這個諧振回路上的電壓降也會發生變化。如果能夠設計得使諧振回路上的電壓變化量與穩壓器輸出電壓 U 的變化量相等而相位相反，那麼輸出電壓 U' 就可以做到基本上不受電源頻率的影響了。

結 束 語

交流磁飽和穩壓器雖然有很多優點，但它還存在一定的缺點。除了前面已介紹過的波形失真和穩壓性能受頻率影響之外，漏磁很大也是一個難以克服的缺點。磁飽和穩壓器散發的很強的漏磁會造成很大的磁干擾，使有些測量儀器和電子設備受到影響，帶來測量誤差和雜音等。因此在有些電子設備中還是不得不採用電子穩壓設備。

諧振式的磁飽和穩壓器因為與電源的頻率有關，所

业余初学者园地

来复式半导体管收音机

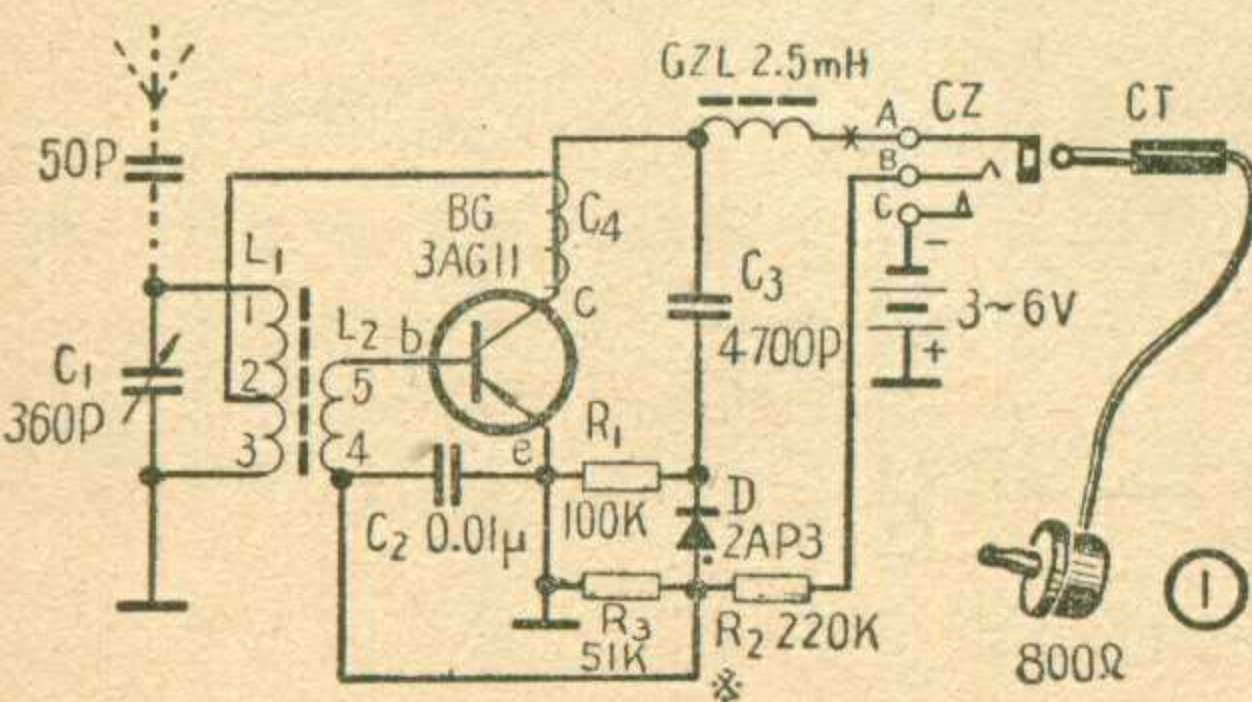
馮 报 本

来复式电路是用一个管子同时兼作高频和音频放大的，在再生式收音机上使用了这种电路，灵敏度和音量都能显著增加。由于这两种频率的性质不同，只要零件配置适当，它们在电路里是不会混淆的。这种电路很适合用在简单的半导体收音机里。

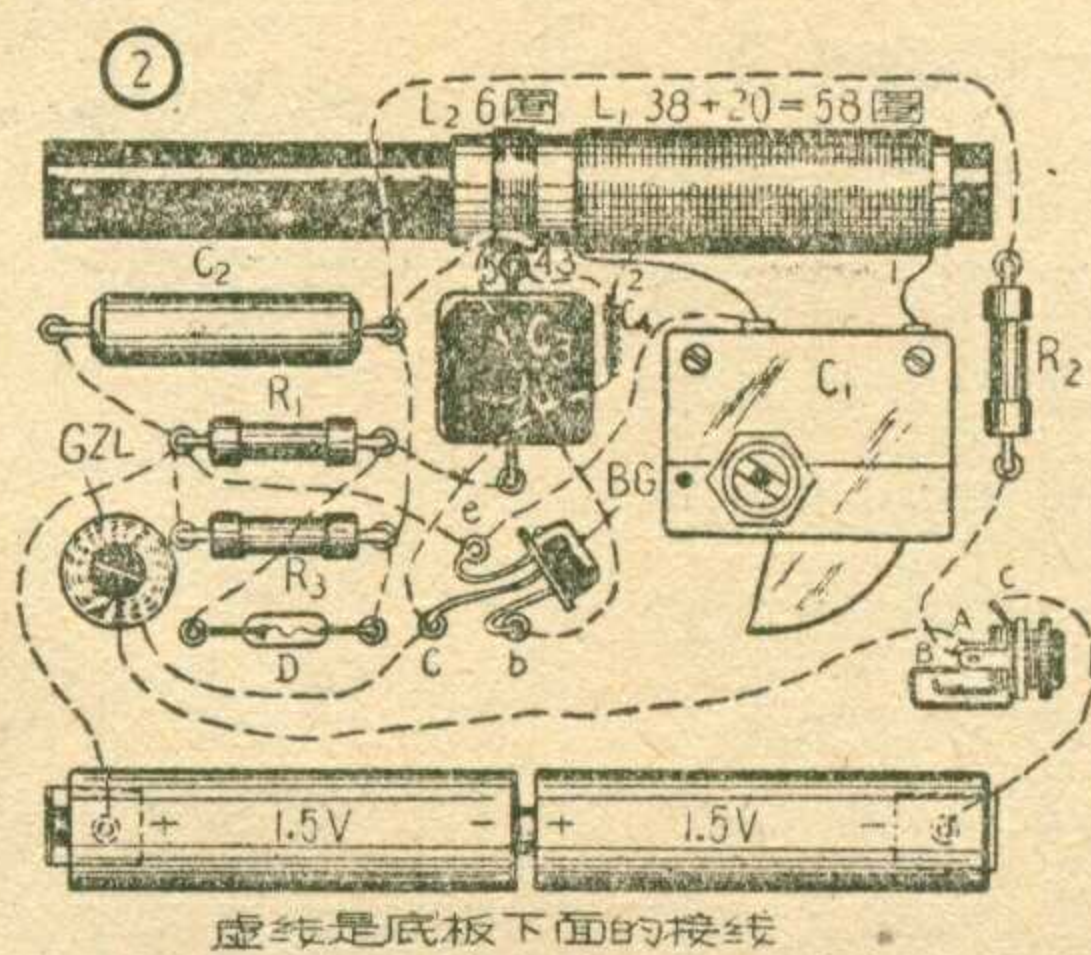
图1是一个单管来复式收音机的电路，它所用的零件不多，装置容易，效果也很好。

电路的工作原理是这样的：从调谐回路里选出的电台高频信号经过 L_2 送给三极管 BG 放大后，因为不能通过高频阻流圈 GZL ，所以一部分经过 C_4 反馈到调谐回路产生再生作用，提高了灵敏度；另一部分通过 C_3 加到二极管 D 的回路进行检波。在检波负载 R_3 上产生了音频电压降，又通过 L_2 加在三极管 BG 的基极上作一次音频放大，然后经过对它的阻抗很小的高频阻流圈，推动耳机工作。 R_3 上的电压降还能随着信号的增强而增大，抵消一部分基极偏压，起到自动音量控制作用，在接收强信号的时候不会发生失真，也能使再生稳定。

这个收音机的半导体三极管需要采用高频管，其它零件的选用和装配方法和本栏以前介绍过的单管收音机

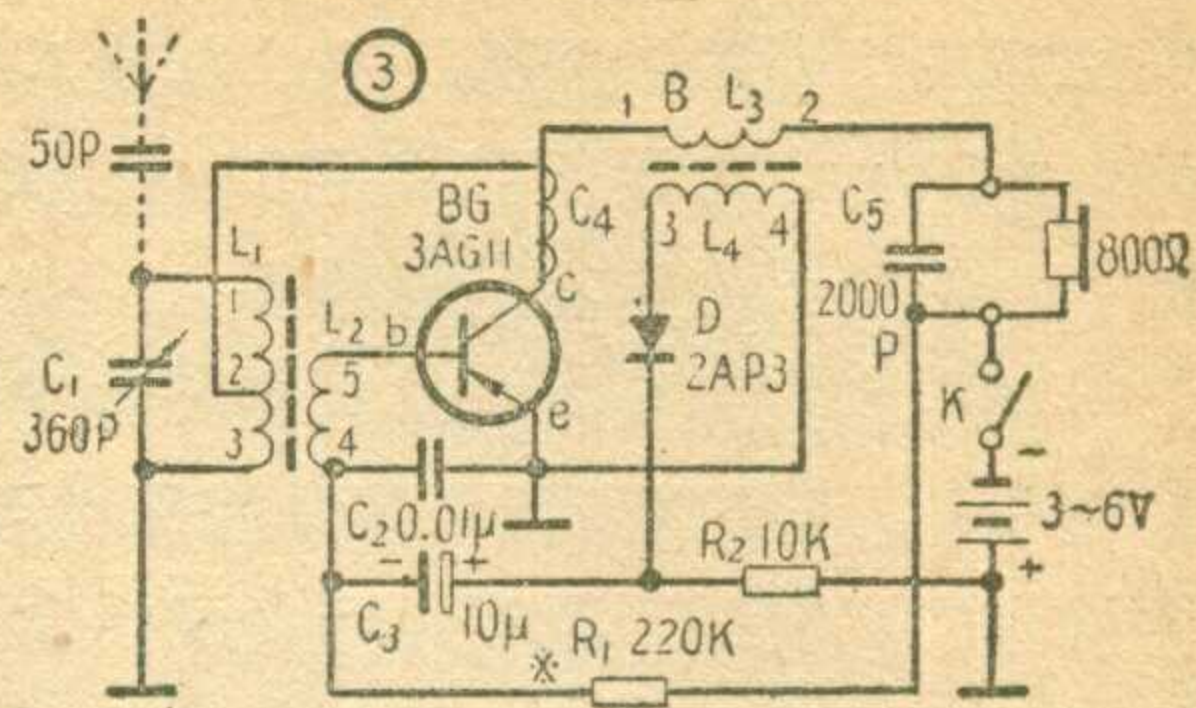


相同，图2是它的实体排列和接线图。磁棒是用 $M4$ 型直径 10 毫米的，可以根据机壳的尺寸来选择它的长度，线圈用 7 股漆包线绕制，圈数见图 1 上所注。 C_4 是一个绞线电容器，是用一段线径约 0.25 毫米的漆包线，在集电极至高频阻流圈的接线外皮上密绕十余圈，一头空着，另一头接到 L_1 的抽头上。二极管的方向是有一定的，不能接错，(图上有点的一端表示是管子的触鬚)。阻流圈的位置最好放在磁棒不套线圈的一端，距离磁棒约为 20~30 毫米，两者的磁心互相垂直。



装好后调试时，用一个 500 千欧的电位器串联一个约 100 千欧的保护电阻代替 R_2 。在图上有 \times 处接入一个 0~5 毫安的直流电流表 (或万用电表的相应量程)。电位器先放在阻值最大处。插入耳机插塞接通电源后，旋动电位器将集电极电流调整到 0.8~1.2 毫安左右，然后用与电位器加串联电阻总阻值相等的电阻代换进去。第二步接收一个近中波段高端的电台，听到再生叫声后将 C_4 的圈数逐渐减少，直到刚好没有叫声、播音声音清晰为止；再继续接收一个近低端的电台，如果声音不大，可以将阻流圈的放置角度略为变动，使声音最大才将它固定下来。按照这样方法将高、低两端的电台反复调整几次，直到两端的电台都没有叫声而音量又能兼顾为止。调好集电极电流之后如果没有再生叫声，可试将 C_4 的圈数加多一些，或是将 L_2 的两端对调一下，到有再生叫声后才调整 C_4 。 R_1 一般可以不必变动，但也可以在实际收音

时调整一下，以取得最佳的匹配，它对选择性和音量有一定的影响。



时调整一下，以取得最佳的匹配，它对选择性和音量有一定的影响。

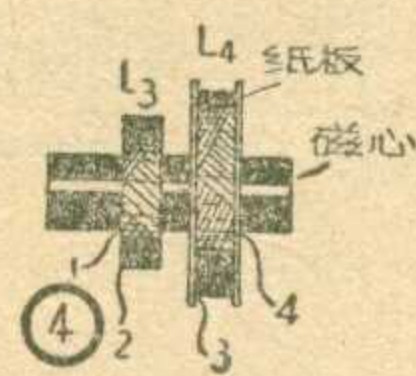
没有电流表的无线电爱好者调整集电极电流的时候，可以调到耳机中听到有明显的沙沙声时为止，以后还可以利用播音声细调一下，到音量最大而又不发生失真便可，但不要调得过份大，以免损坏半导体管。

图3是另外一种来复式单管机的电路，它的工作过程和上一种稍有不同，高频信号先由三极管 BG 放大，并借 C_4 产生再生回输，放大后的高频信号经过高频变压器 B 升压，送给二极管 D 检波，检波后的音频电压又经过 C_3 送给三极管放大，再通过高频变压器的初级线圈 L_3 推动耳机发声。

高频变压器是用普通 2~5 毫亨的磁心高频阻流圈改装的， L_3 是原来的线圈， L_4 是加绕上去的，它的圈数约为 L_3 的 1.2~1.5 倍，例如用市售的 2.5 毫亨的高阻圈改装的时候， L_4 可用线径 0.1 毫米左右的漆包线乱迭绕 360~450 圈 (可利用废旧的电子管收音机输出变压器初级线圈的漆包线绕制)。绕线时先在两边用纸夹住 (图 4)，绕好后用石蜡融渗到线圈里面，冷却了就可将纸夹拆去，两线圈的距离约为 1~2 毫米。 L_4 线匝的多少，对高低端电台的音量有影响，最好是根据情况适当选择。

这个收音机的调试方法和上一个电路相同，调好集电极电流后，如果出现强烈的‘嘶嘶’声，应将 L_3 的线端对调一下。

图1的耳机插孔是经过改装兼作电源开关的。图3则是使用普通接线柱另加用电源开关。(下转第 29 页)



同一个时间里会有许多电台播送节目，怎样才能从这些节目中选出我们所要收听的那个节目呢？这就要靠调谐回路来帮忙了。

收音机的调谐回路

火花

图1是一般收音机的输入电路，其中L和C就是一个调谐回路。各个电台以不同频率发射出的电磁波传播到天綫以后，天綫都能把它们接收下来，并在天綫綫圈中产生高频电流。这些高频电流都能在调谐回路綫圈L中感应出和它们本身频率相同的电压，而这些电压又在调谐回路中产生同样频率的电流。然而LC调谐回路有一个很重要的特性：它对不同频率的电流，“待遇”是不同的。如果有一个电压的频率等于 $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 赫，它在回路中所产生的电流就最大。这种现象叫谐振，谐振时的频率叫谐振频率，谐振时的电流叫谐振电流。当电压的频率低于或高于谐振频率时，它所产生的回路电流就低于谐振电流。输入电压的频率与谐振频率相差越远，回路电流受到的阻力就越大，电流数值也就越小。LC调谐回路的这个特性，可以用一条像山峰似的曲线形象地表示出来，如图2所示。图中的横

轴表示电压频率的高低，纵轴表示回路电流的大小。可以看出，频率从低到高时，回路电流也随着增大，到了谐振频率 f_0 时，回路电流最大。如果频率再继续升高，回路电流却渐渐减小下来。

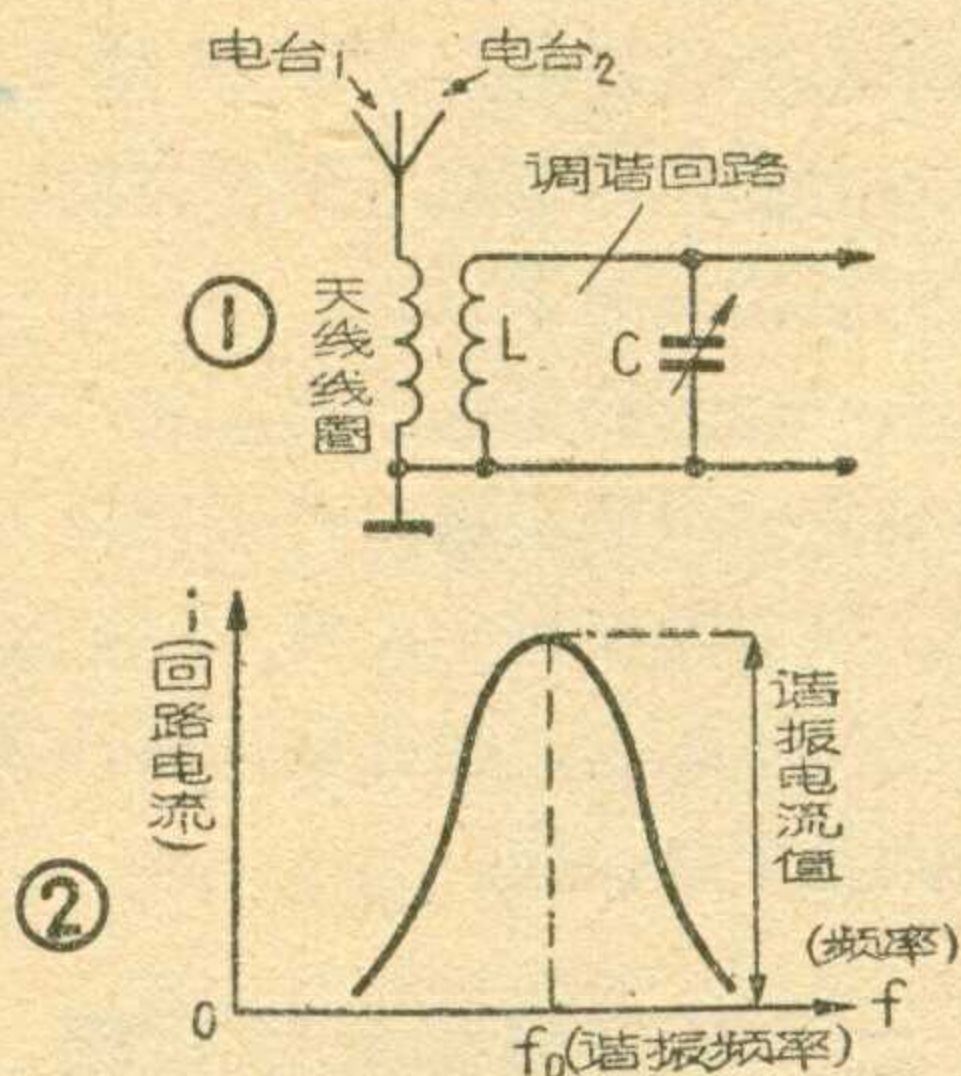
LC调谐回路的这个特性，就好像是单单把频率等于 $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 赫的那个电台，在回路中所产生的电流放大，而把其他电台所产生的回路电流压低了一样。被“放大”了的电流在电容C上产生一个很大的电压，而被“压

低”了的电流在电容C上产生的电压就很小。电容C上的这些电压，再经过放大和检波，我们就能听到产生

电压最大的那个电台的节目了。而那些产生很小电压的电台，由于发出的声音非常微弱，因此我们就听不到。这就是调谐回路能够选择电台的原因。

LC调谐回路的曲线（见图2）越陡，被“放大”的电流就越大，被“压低”的电流就更低。这样，在选到一个电台时，就只能听到这个电台的声音，其他电台就都被压下去了。反之，如果LC调谐回路的曲线很平坦，被“放大”与被“压低”的回路电流，大小差不多，邻近电台就会造成干扰。因此我们说LC调谐回路的曲线越陡，它的选择性就越好。

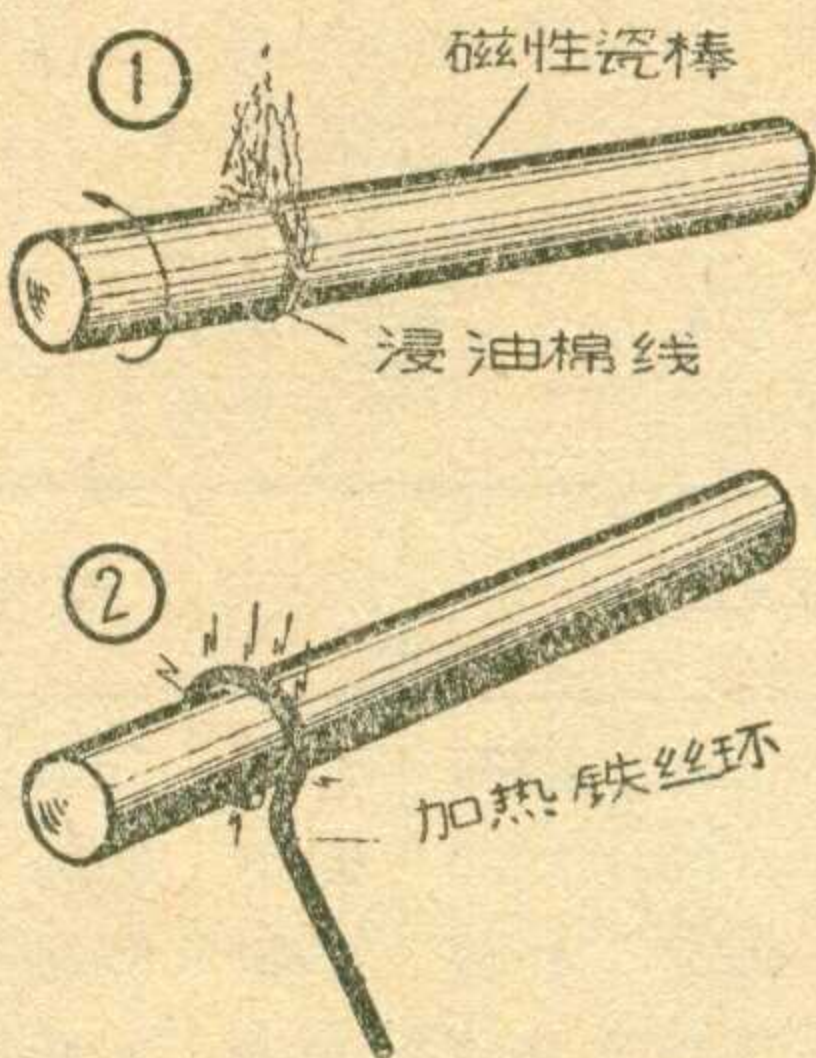
在每一个收音机上，都有一个“调谐”旋钮，它就是改变电容C选择电台用的。例如我们要收听北京台820千赫的节目，只要调一下电容C，使LC回路的谐振频率 $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 等于820千赫就可以了。收音机度盘上的频率刻度就是根据这个道理画出来的。



切断磁性瓷棒的方法

(1) 将磁性瓷棒在待切断处用小刀或犀利钢锉刻出一道浅槽，在槽内捆上几道浸了煤油或汽油的棉线，然后在酒精灯或煤油灯上环绕着使棉线燃烧(图1)，至棉线烧透烧焦时，趁热迅速把燃烧处浸入冷水中片刻，然后拿出来轻轻一折，磁棒就可整齐地断开。

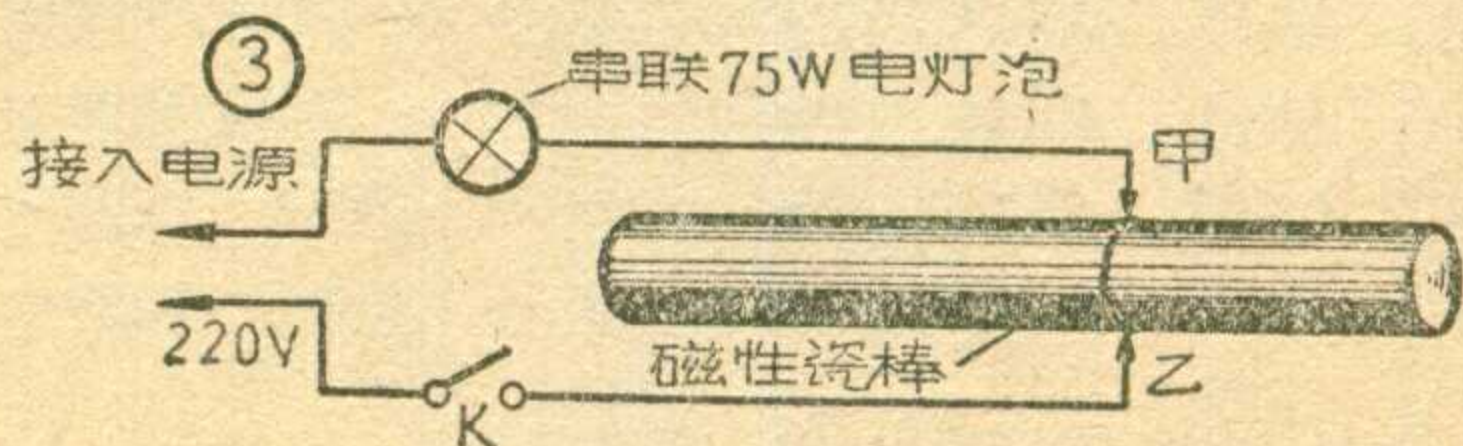
(2) 取直径2~3毫米的铁丝一段，将其一端弯成一个内径恰好套入磁棒的圆环(图2)。将圆环一端在炉火中加热至熾红后，取出立即套入磁棒需要切断



之处，使磁棒沿圆环部分加热，约半分钟左右，将铁丝环取下，并将磁棒急速投入冷水中骤冷，取出后磁棒就整齐地折断了。

(3) 在磁棒待切断处用软铅笔均匀地涂画上一圈(图3)，将串有灯泡的甲乙两根电源綫接在铅笔印圈的相对的两点上，闭合开关K，灯泡先发出暗淡红光，很快地就明亮起来。这时磁棒上铅笔画过的部分就有大量电流通过而发热，使磁棒在这部分急速膨胀而裂开。这一办法须接用市电电源高压，操作时应当注意安全。

(尹国宝 董天午 姚庆棠)



通 报 方 法

书 龙

在一般的小型无线电通信电台上使用的通报方法，主要是单工。所谓单工是指一方发，一方收，轮流进行作业。由于小型电台不便于同时打开收报机和发报机工作，收时不能兼发，发时也不能兼收，故多使用单工。下面就介绍一些单工通报的要领。

一、呼叫与回答

正如每个人有自己的名字一样，每个电台也各有自己的呼号。不同类型的电台（如邮电、气象、军用等）各有不同的命名方法。例如我国第一部业余无线电短波电台的呼号叫BY1PK，就是按业余无线电活动的命名方法编成的。BY代表中国区域，1代表第一部（手写时为了与外文字母区别开，常将这个数写得靠上一些，即BY¹PK），PK代表电台所在地北京。电台有了名字，彼此才好辨别与联络。

两个电台之间联络从呼叫开始。为了说明呼叫程序，现设甲、乙两台联络，甲台呼号Q8D，乙台呼号Y3Z，甲台有报到乙台，于是开机呼叫：

VVV Y3Z Y3Z Y3Z DE
调整机器符号 呼叫区分符号
Q8D Q8D Q8D [按上述程序反复呼叫三遍左右] MSG K
有电报 请回答

乙台在收报机上听到了甲台呼叫，于是立即打开发报机回答：

R Q8D Q8D Q8D DE Y3Z Y3Z
听到了
Y3Z [按此反复回答三遍左右] R
听到了

GA K
发过来 请回答

乙台回答时，反复拍出R符号，是表示乙方已经听到，在联络过程中，双方都应在每次听到对方后，于回答前后拍发R符号。

当甲台听到了乙台的回答，即意味着双方已沟通联络，可以向对方发报了。但实际工作中，有时情况复杂，工作不顺利，往往要反复几次呼叫与回答才能接通。

二、拍发电报和给收据

每份电报包括两个部分：报头和报文。报头部分包括的主要内容有号

数、字数、日期、时间和发往何台。报文部分是由数字或字母所代表的文字内容。拍发电报的报头部分，数字一律用长码拍发。开始拍发电报的报文时，先拍一次分段符号以与报头分开；结尾拍一次电文结束符号，表示电文已完。现以甲台在上例中沟通后，向乙台发报来说明拍发电报的程序[注意沟通之后呼叫应从短]：

R Y3Z DE Q8D R MSG PSE CY
电报 请 抄收
NR 301 CK 87 1124 0813
号数 301 字数 87 11月24日 8点13分
—...— (接拍电文) .—...— K
分段符号 电文结束符号

收方正确无误地收到发方的电报后，要给对方收据，遥遥相距的两个电台，给收据只是以简单的用语“QSL”来表示，故对QSL要严肃负责，报未抄全对，决不轻易发QSL，报抄对了，也不故意拖延或忘给。为了慎重，QSL之前应拍明电报号数。下例是乙台收到甲台的301号电报后，给对方收据的程序：

R Q8D DE Y3Z R NR 301 QSL
号数 301 给你收据
QRU QSK 1300 HW K
无事 暂停联络到13:00再会晤 怎么样？

三、结束联络

当双方工作完毕或短暂停止时，应结束联络。结束时订准下次的联络时间。如果双方按固定时间联络或者规定相互长守听时，就不再订了。结束联络的程序按上例继续说明：

甲台 R Y3Z DE Q8D R QRU
QSK 1300 QTR 1110
现在时间是 11点 10分

GB SK
再见 工作结束符号

乙台 R YES GB SK
是的 再见

双方听到了SK，本次联络才能算结束。

四、重复和查对组数

两台通报，常受到天电或其他电台干扰，抄收电报往往因而不易一次全抄对，这时需要进行重复，直到电报确实全对为止。重复分两类举例说明(呼叫均省略)于下：

电 报

发往何台：乙台

号数 301

字数 87

日期 1124
(11月24日)

时间 0813
(8点13分)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
7586	4013	8403	0872	2657	5302	5741	9761	8247	6931	10
9706	0482	7230	4701	6139	9248	1605	1935	9138	0258	20
8469	4703	8720	3961	4305	7918	0475	4912	1562	5832	30
1230	0213	8315	2614	4312	5617	7913	1450	0018	3812	40
9012	3025	5213	3516	4513	3407	7014	5200	3211	3217	50
1328	2468	2319	9125	2513	3456	4708	8001	1237	3271	60
1001	0203	0004	9318	1890	4321	1506	9031	1425	0011	70
2634	5673	7501	1279	9013	2004	0109	2513	1632	0315	80
4569	9013	2407	7813	3215	0607	0389				90
										100

(简单的电报示意图)

第一頁

1. 单组重复 (几个单组未抄上, 电报示意图所示电文中的每四个数字叫一组)

乙台 R NR301 RPT 3W 4W
重复 三组 四组

ES 10W K
和 十组

甲台 R 3W 8403 4W 0872
10W 6931 K

2. 段落重复 (几个段落未抄上)

乙台 R NR301 RPT 2W TO
二组 到

5W 60W TO 64W K
五组 六十组 到 六十四组

甲台 R 2WFM 4013 8403
从第二组发起
0872 2657 60WFM 3271 1001 0203
0004 9318 K

来自何台: 甲台

号数 302

字数 50

日期 1125

时间 1505

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1324	3213	2001	0703	2459	3123	0009	2112	1321	0972	10
4832	5613	7813	9014	5617	8314	9113	2467	8321	1035	20
9013	2413	*0011	3215	3614	4325	2593	2678	8762	3001	30
4513	2478	8312	1234	0032	5013	5007	7812	2512	3149	40
4819	2654	3278	4293	0812						50
										60
										70
		*	2567	8214	8305	0700	2111	*		80
										90
										100

第一页

在工作中段落和单组的重复往往是结合进行的, 既要重复单组, 也要重复段落。还有一种重复是因为发方多发、漏发或收方干扰太大抄乱了而造成。这时实际抄收组数少于或多于报头的规定组数, 且不知错于何处。处理的办法是先查对组数, 然后重复。查对组数就是由收方或发方依次拍出每行末尾一组报文, 查明哪一行出了错, 然后重复。查对组数可由收方主动进行, 也可由收方请求发方进行, 分别将这两种方式的程序说明于下。

1. 收方主动查对:

乙台 R NR301 CK87 CY77W
字数87 抄收77组

HR QTB 10WFM 6931 0258
这里 查对组数 从第十组发 十组 二十组

5832 3812 3217 3271 0315
三十组 四十组 五十组 六十组 七十组

..... 70W K
到了70组(注)

(注:是句号, 在通报中用在这儿把数字隔开, 告诉对方查对到了什么组位。)

甲台发现乙台 60 组以前抄对了, 错在 60 组到 80 组之间, 于是从 60 组重复到 80 组

甲台 R 60WFM(从 3271 1001 0203 直拍到 0315)..... 80W K

2. 收方请求发方查对:

乙台 R NR301 CK87 CY77W
PSE QTB K

甲台 R HR QTB 10WFM

6931 0258 5832 3812 3217
十组 二十组 三十组 四十组 五十组

3271 0011 0315..... 80W K
六十组 七十组 八十组

乙台 发现自己 60W 以后掉了 10W, 于是请求重复

R RPT 60W TO 80W K

从上举例中可看出, 收方主动查对要简便一些, 但有时收方报文太乱, 就不得不要求发方查对。两种办法, 各有用处。

重复和查对组数是整个单工通报中的重要基本功, 一定要熟练掌握它, 掌握时应注意①抄收电报时, 掉错字在行尾作记号, 以免遗漏。②组位、行位要看准, 38 组不要看成 48 组, 看时先查行, 后查组, 避免出错。③查对组数后多抄的报文应抹去, 补抄报文应抄在电报纸空白处, 并作出衔接标记, 以免混乱。④查对组数和重复同时作业时, 先查对后重复, 特别注意: 对于已经补抄或抹去多余组位以后的重复, 要先推算好准确组位, 然后再要求重复。例如下面这份电报, 乙台经过查对组数, 在 22 组和 23 组之间补抄了 5 组, 这时需要重复报文上的 42 组和 43 组, 应改为要求重复 47 组和 48 组, 否则就会出差错。推算组位有个规律, 那就是“少抄向后推, 多抄向前推”, 刚才这个例子是少抄向后推。

在国防岗位上或者在社会主义建

设岗位上, 无线电报通信是重要的通信手段之一, 往往在最紧急的情况下使用, 特别在战斗中, 对保证战斗的胜利有重要影响, 故对无线电台的工作人员的工作能力要求很高, 执行任务中必须达到准确、迅速、及时和不间断。有志于从事无线电通信事业的青少年们, 希望你们利用课余时间, 坚持收发报练习, 熟记通报用语, 熟谙通报方法, 充分作好准备, 一旦祖国需要, 就奔赴岗位, 做一个人民的“千里眼和顺风耳”, 完成艰巨的通信联络任务!

更正: 上期 28 页通报用语表第一个符号应为 AHR; 又中栏第 12 行“QRU?”应改为“QRL?”。

(上接第 26 页)

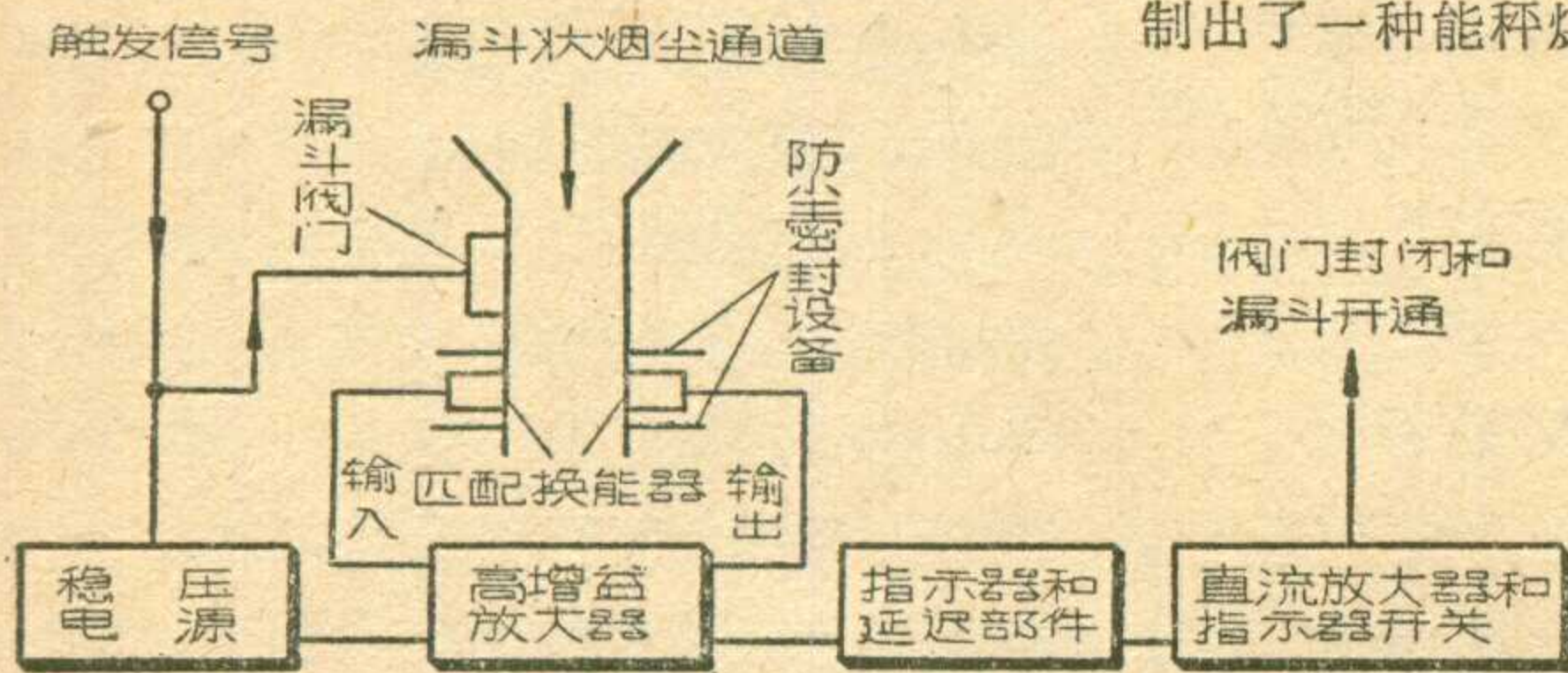
这两个电路用 3 伏干电池已能很好地工作, 用 6 伏时音量较大。在离电台较远的地方接收, 需要给它加上天线, 但此时必须加装避雷器。图 1 的电路音质较好, 装置和调整也比较容易, 图 2 的电路音量还要大一些, 在近电台的地方使用时, 将集电极电流调得大一些(不要超过 2 毫安和发生失真), 可以推动一个半导体管收音机用的小型舌簧扬声器, 放出清晰的声音。





探尘器

利用超声波探尘器，能可靠地探测出空中的煤灰和烟尘，其构造如下图。一个高增益宽频带放大器，它的输入端与输出端接到一对工作频率为50千赫的超声波换能器，形成反馈通路，使这放大器产生50千赫的超声振荡。当空中有烟尘时，烟尘将跌落在两换能器之间，在反馈通路中引起衰减。如果烟尘超过一定数量，衰减很大，则放大器将停振，通过继电器动作，发出告警信号。（李元善編譯）



車胎漏气探测器

車胎内的气压大于大气压力。当車胎漏气时，进出的气体分子与大气中的分子相碰撞，会产生一种人们听不见的超声波。这里介绍的探测器，就是探测这种超声波，从而找出車胎漏气孔的。它有一个定向性很强的微音器探头，可以接收频率在36,000到44,000赫范围内的超声波。探测器里的半导体管电路把接收到的超声波能量变换成可听频率的声音。

据报道，这种仪器能从1~2米的地方，探测出直径0.0025吋的漏气孔，并能在几秒钟之内，准确地找出漏气孔位置。此外，还能在10到15分钟之内探测出汽车空气制动系统内部和外部的漏气情况。（泽仁編譯）

超声波种子处理

国外某超声波试验室观察了谷物种子在超声波作用下的情况。结果发现各种不

同频率的超声波一般都能促进种子发芽。试验是对大麦和豆类的种子进行的。把种子浸在装满水的容器里，施加30分钟左右的超声波振动。超声波振动能量渗透到种子内部，提高了种子的内部温度。这些种子的表皮要比未经处理的种子早胀裂，早发芽，以后的生长情况也比未经处理的同类作物好。

在试验中还发现超声波照射有消灭植物病害的效果。例如大麦黑穗病等病原体，能把病毒渗透到种子内部，很不容易消除，可是这类种子只要经过大约30分钟的超声波照射处理，病毒就能消灭。

（郭德发編譯）

电子秤

国外利用物质能吸收 γ 射线的特性，制成了一种能称煤、沙石等的电子秤，这样，就能大量节约人力和时间。这种电子秤的主体是一个帆布传送带。在传送带下面的一个齿轮里，装有放射性同位素 ^{137}Cs 。 ^{137}Cs 放射出的 γ 射线穿过帆布传送带及传送带上被称的物质。其中一部分在途中被被称物质吸收，另一部分被装在传送带上方的探测器所吸收。探测器把吸收的 γ 射线变换成微电流信号，经电子管放大器放大。适当调节放大器的输出电流，使之与传送带上被称物质的单位重量成比例，然后把输出电流送入半导体管连乘器中，而连乘器的连乘速度与传送带的速度调整成比例关系，最后在计数器上就可读出被称物质的重量。据报道，这种电子秤的准确度达 $\pm 1\%$ 。（陆耀明編譯）

因为光线不能透过深海，所以不能利用光线观察海底情况，但用声音却可以。据报道，目前制造出一种利用声音观察深海的仪器。它的原理有些像电视。仪器发出一窄小的音束，在极短的时间内扫遍海底的一定面积。由于海底地形的高低不平，反射回来的声音有早有晚。仪器根据声音回来的早晚，变换成相应的电信号，在荧光屏上显示出清楚的海底图象，可供直接

声音海底摄影

因为光线不能透过深海，所以不能利用光线观察海底情况，但用声音却可以。据报道，目前制造出一种利用声音观察深海的仪器。它的原理有些像电视。仪器发出一窄小的音束，在极短的时间内扫遍海底的一定面积。由于海底地形的高低不平，反射回来的声音有早有晚。仪器根据声音回来的早晚，变换成相应的电信号，在荧光屏上显示出清楚的海底图象，可供直接

观察，也可用来摄影。据报道这种仪器的效率很高，能分辨海面下6公里处的75厘米的物件。

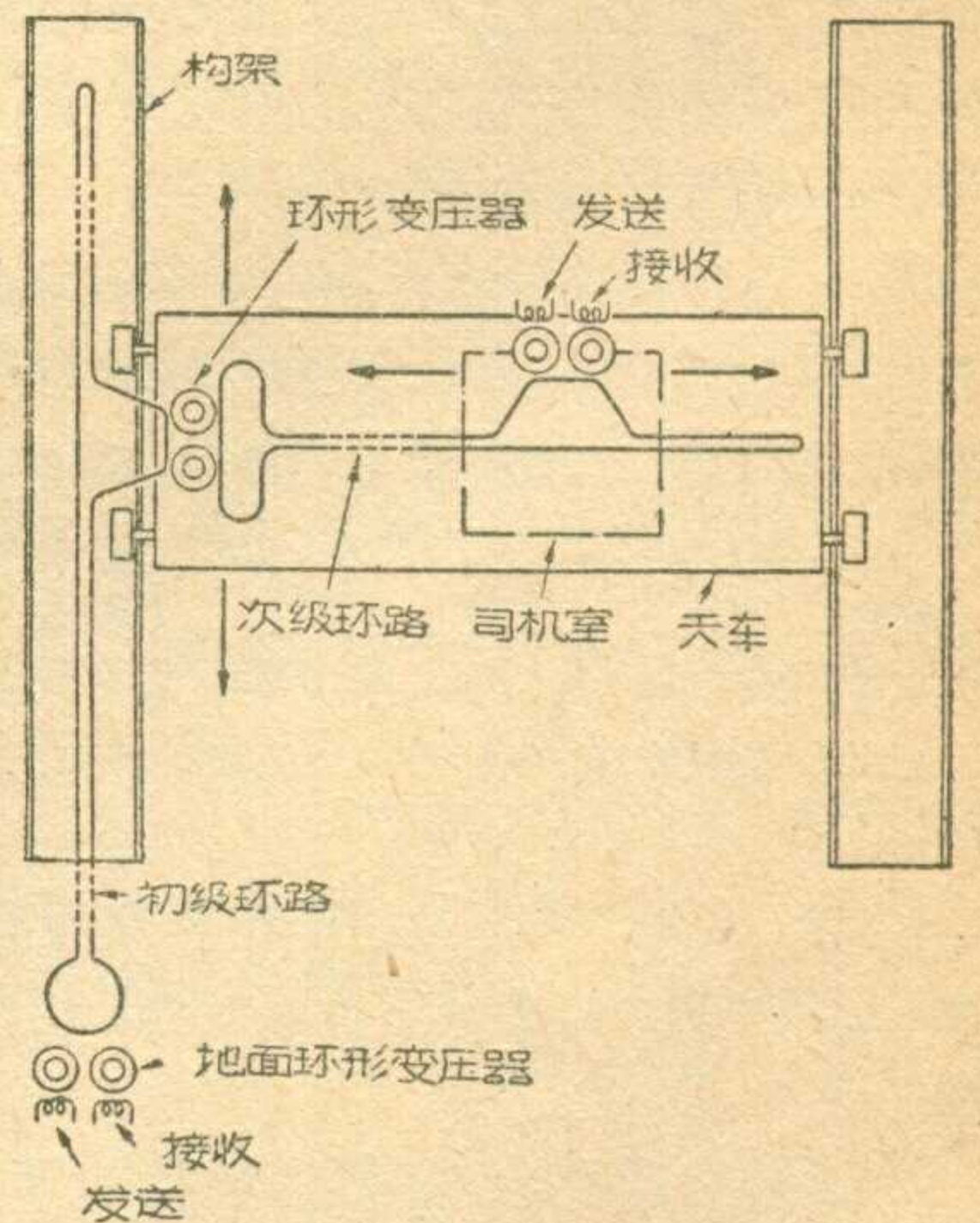
这种仪器对研究地质和海洋很有用处。如用回声测深仪绘制较详细的海底地图，即使面积不大，也要花费很多时间，但用这种仪器却快得多。

（李俊喜編譯）

天車通信设备

这里介绍一种用于地面和天車之间的通信系统。它适用于电气干扰特大的场合，可以用来通话和传递数据。

这种通信系统由两个环路组成，初级环路铺在天車构架槽里，次级环路装在天車跨桥上。地面上的发送器和接收器，经环形变压器与初级环路耦合。天車司机室里的发送器和接收器，经环形变压器与次级环路耦合。两个环路之间的耦合，也是用装在天車上的一对环形变压器心来实现的。环路电缆穿过环形磁心，构成变压器的单匝初级或次级。天車在构架上行走时，导轮把电缆（初级环路）举起，使其恰好穿在磁环的中心与次级环路耦合，天車走过后，导轮再把它放回构架槽里。司机室收发设备与次级环路的耦合也与此相仿。



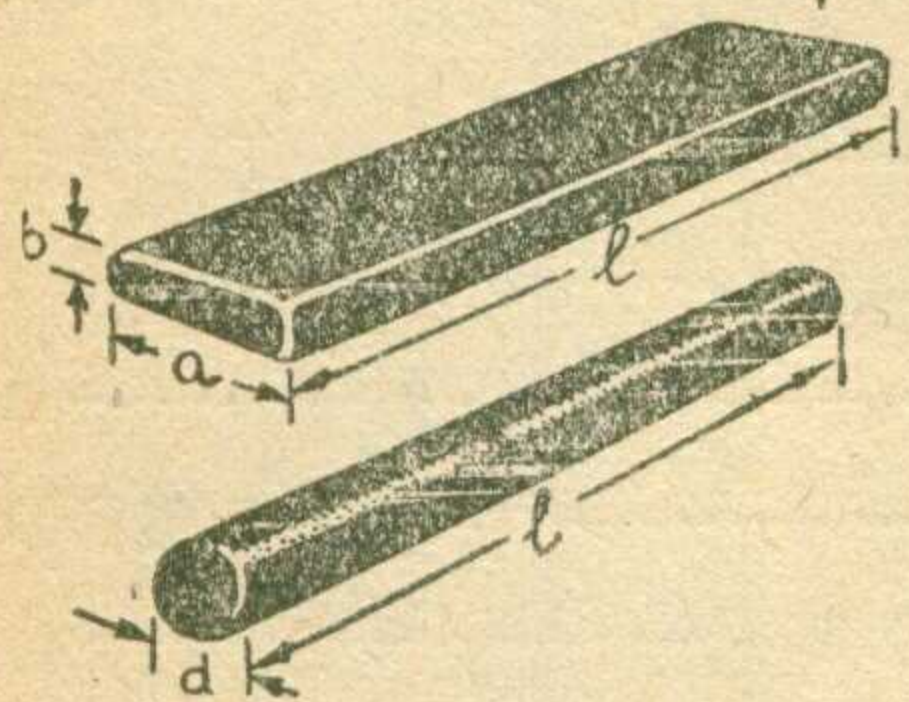
信号传输，可以利用一般载波电话的调制方法。信号经调制、放大后，经发送变压器送到环路里，在环路里产生感应电流。在接收变压器的次级侧装有滤波器，用来分出不同的载波信号，再解调成原信号。

据报道，这种设备能供间距100米的通信使用。通信带宽达100千赫，有100个数据信号通路。（杨訥編譯）

问与答

问：扁形的磁性天綫瓷棒（規格为 $4.5 \times 17 \times 100$ 毫米）有何特点，它与同样磁性材料的圓形 $\phi 10 \times 140$ 毫米磁棒相比有何优点？效率那种高？

答：扁形磁棒只是为了适应小型收音机結構上紧縮的需要，以便安装时利用空間更紧凑一些。它的作用与同等截面积的圓形磁棒相同，換算的方法如下：先求出扁形磁棒截面积 $a \times b$ （见图），将这个截面积假想为一个圓面积，再求出这个等效圓的直径 d ，因圓面积的公式为 $\pi(\frac{d}{2})^2$ ，令 $\pi(\frac{d}{2})^2 = ab$ ，于是 $d = 2\sqrt{\frac{ab}{\pi}}$ 。上述扁形磁棒的等效直径 $d = 2\sqrt{\frac{4.5 \times 17}{\pi}} \approx 10$ 毫米，也就是



是说，这块扁形磁棒与一根直径 10 毫米、长 100 毫米的圓形磁棒效率是相等的。

在一定范围内，磁棒的长度 l 与直径 d 的比值 $\frac{l}{d}$ 愈大，接收效率愈好。上述 10×100 和 10×140 的磁棒相比，直径相同，那就是长 140 的比 100 的效率好。

问：有些电子管在特性手册中注明是遙截止或銳截止，有些注明是高放大系数或中放大系数。有些則没有注明，如 6B8P、6G2 等是属于哪一类型？

答：五极管或多栅管，如果是遙截止式的，一般都有說明。如果是銳截止式的，有的加說明，有的不另加說明。变频管一般多是遙截止式的。此外，还可从管子的命名上看出，国产管第二位字母是“K”的，如 6K4、6K3P 等，就是遙截止式，其他字母則不是。

三极管有的注明高放大系数或中放大系数，有的不加注明，但都給出 μ 值。 μ 值大于 40 的，一般称为高放大系数； μ 从 10~40 称为中放大系数；小于 10 則为低放大系数。6B8P 是銳截止式五极管附带有两个检波小屏极，6G2 的三极部分 μ 为 100，就是高放大系数三极管。

（以上林 华答）

问：什么叫“阻尼”？請举例說明。

答：使一个振蕩系統的能量逐渐减少的阻碍作用称为“阻尼”，在电振蕩或机械振蕩中，这一名詞都可应用。例如在超外差或收音机的变频級电子管本机振蕩器栅极往往串有一只 100 欧左右的电阻来衰减高频寄生振蕩，这一电阻就叫作阻尼电阻。又例如在电磁式电压表中，为了使表針能克服左右摆动迅速地稳定在測量讀数的位置上，表針下端装有一个扇叶放在小箱內，称为翼

片式空气阻尼器。

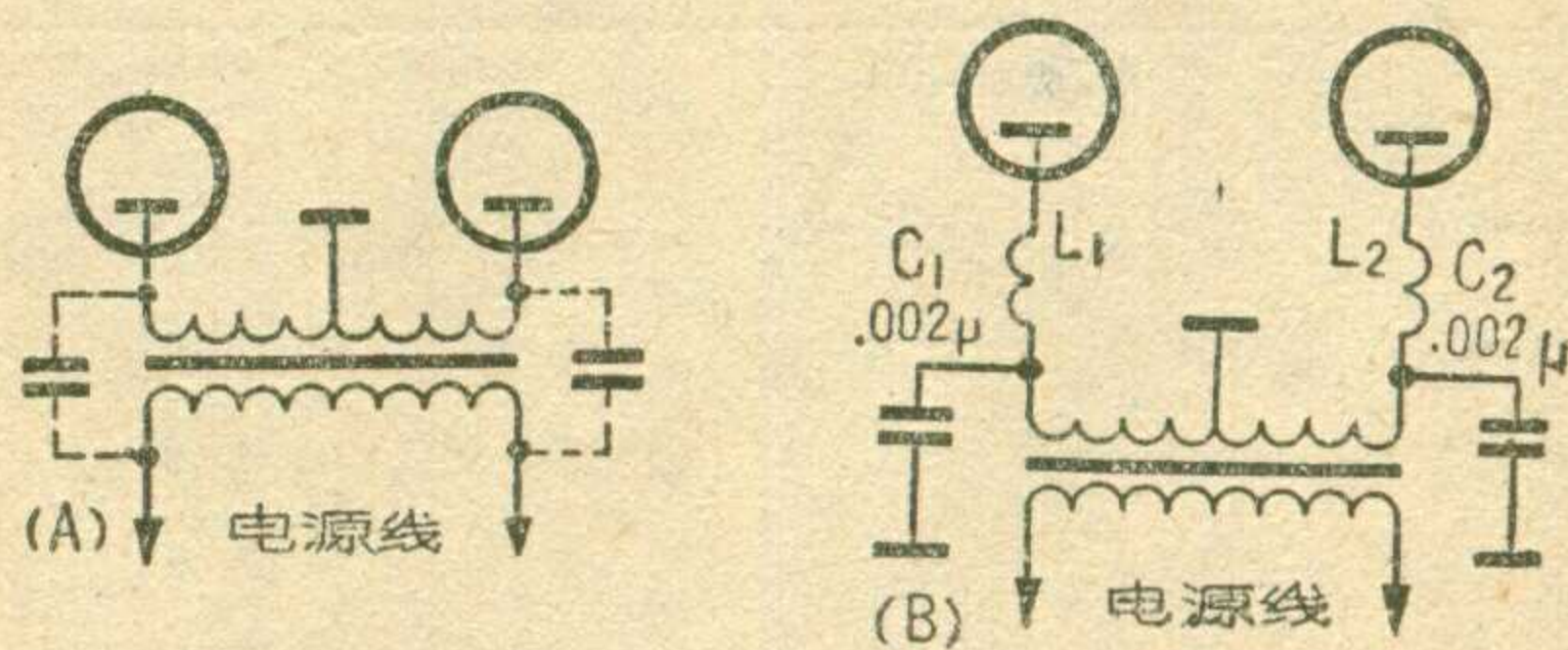
问：一台超外差式六灯机，它的变频管 6U1 三极部分的屏压应为 102 伏，但用万用表測量时，却高达 280 伏，不知何故？

答：这可能是由于屏极端有高频振蕩电压存在而产生的測量誤差。将万用表笔的正端串接一只 2.5 毫亨的高频阻流圈再进行測量，就可以得到准确的讀数。

（以上郑寬君答）

问：有些扩音机使用 866 整流管，它的屏极上串联有一只高频阻流圈，起什么作用？

答：EG1—0.25/10 (866) 和 EG1—1.25/10 (872) 等汞气整流管，内部放有少量水銀，灯絲加热后蒸发成为汞气。这种整流管工作时会产生杂音，經由电源变压器初次級綫圈間的分布电容，就会从电源綫发射或传出去（图 A）干扰附近的收音机。很多有綫广播单位都遇到过扩音机汞气整流管干扰收音机的问题。附有收音部分的扩音机，受本机汞气整流管干扰的情况可能更严重。增加了杂音扼制綫圈 L_1 和 L_2 （高频阻流圈）和高频旁路电容 C_1 和 C_2 后（图 B），就可以避免这种干扰。 C_1 和 C_2 的容量通常为 0.002 微法。



（方 錫答）

问：再生来复式的三管半导体收音机，高频管以后的低放部分电路，两只半导体管有的做成为一級前置放大和一級单端功率放大輸出，有的則做成为一級推挽功率放大輸出，而无前置放大級。两者的优缺点何在？

答：再生来复式半导体三管机，低放部分采用一級低放和一級单端功率放大，或只有一級推挽功率放大，都是可能的。两者的特点如下：

第一种电路优点：①对再生来复級的高频管的要求不严，輸出小一点也不致于激励不了下面的低放級。②对低放管的要求也不太严格，不必像推挽輸出那样半导体管非对称配套不可。缺点：①声音小，失真较大。②有无信号消耗的电流一样大，功放級的效率較低，不够經濟。

第二种电路优点：①声音大，失真小，发音悅耳好听。②使用的是乙类放大，效率較高。缺点：①要求第一級輸出大，否則激励不够，收音机的音量小。②对半导体管的要求高。

（范思源答）

问：一些书籍上的电子管管座接綫图上常标有英文字母的簡写，它們代表什么意义？

答：这些常見的簡写意义如下： P —屏极， G —栅

极, K —阴极, F —灯丝 (多指直热式管), H —热丝 (多指旁热式管), F_M 或 H_M —灯丝或热丝的中心抽头, H_L —灯丝的接指示灯抽头, T_A —电子靶 (荧光屏), RC —射线控制, NC —空脚, IS —内部隔离, BC —对正键内的金属隔离筒, BS —底壳。此外, 在复合管里还使用一些脚记号 (字母下面的小字): D —二极的, T —三极的, P —五极的, HX —六极的, HP —七极的。有时它们还和数字合并使用, 例如: P_P —五极部 (的) 屏, G_{T2} —三极部的第二栅, K_{D2} —对应于二极部小屏 D_2 的阴极等等。

问: 售品线圈上常有一些简写字母, 它们代表什么意义?

答: 通常使用的意义是: L —长 (中) 波段, M —中短波段, S —短波段, G —接 (振荡或信号) 栅极, PD —接垫整电容器, K —接阴极, A —接天线, E —接地, C —接自动增益控制, P —接屏极, B —接乙+。合起来使用的例子如 LA 、 SA 分别代表中波段天线和短波段天线; MPD 代表中短波段垫整电容器等等。但也有个别厂的产品不是采用这种代号的。

(以上徐 疾答)

(上接第 21 页)

是: $Z_1 = E^2/P_1 = 114 \times 114 \div 1 \approx 13000$ 欧。2 瓦扬声器所使用的线圈间变压器初级圈阻抗应当是 $Z_2 = E^2/P_2 = 114 \times 114 \div 2 \approx 6500$ 欧。按照这样计算, 1 瓦扬声器的线圈间变压器可以使用初、次级阻抗比大约是 13000:3.2 欧的, 2 瓦扬声器应当是 6500:3.5 欧的。

我们把这些扬声器线圈间变压器的次级圈分别都与每只扬声器的音圈接好, 再把它们的初级圈都并联在一个电路内, 总的阻抗是多少欧呢? 可以根据并联阻抗的公式加以计算。

1 瓦扬声器所使用的 45 只线圈间变压器初级圈阻抗并联在一起的总阻抗是 $Z_1 = 13000 \div 45 = 289$ 欧。2 瓦扬声器所使用的 10 只线圈间变压器初级圈阻抗并联在一起的总阻抗是 $Z_2 = 6500 \div 10 = 650$ 欧。那么这些变压器初级圈并联在一个电路里的总阻抗应当是

$$Z = \frac{Z_1 \times Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{289 \times 650}{289 + 650} = \frac{187850}{939} = 200 \text{ 欧。}$$

但是我们要连接到输出变压器接头上的阻抗是 100 欧。为使线圈间变压器初级圈的总阻抗与输出变压器接头上的阻抗相配合, 可以从连接的假负载电阻考虑使整个扬声器网络的负载总阻抗也等于 100 欧。因此假负载电阻选用阻值为 200 欧、功率为 65 瓦的并联在线圈间变压器初级圈的电路内, 这样一方面总功率就等于扩音机的额定输出功率 130 瓦, 同时总负载阻抗也等于输出变压器接头上的阻抗 100 欧了。电路配接情况如附图。

(本刊根据来稿编写)



航空测量中的几种电子学方法	郭蔚兴(1)
过电流时间积累仪	杜志宏(3)
CCH-J-1 型超声波测厚仪	十 斗(4)
想想看	(5)
介绍两种半导体电话增音机	韩学章(6)
调频波的超再生接收	周天恩(7)
* 半导体知识 *	
谈谈半导体管的构造	露 天(9)
交流五灯机对干电池充电的改进	徐正裕(11)
“想想看”答案	(11)
磁饱和稳压器	方 波 田进勤(12)
红星牌 401-A 型半导体收音机	
.....	南京东方无线电厂设计组(14)
收音机电子管的代换和变通使用(一)	素 华(17)
无线电技术常用文字符号	顾孟洁(20)
谈扩音机扬声器配接问题	(21)
Q 表的应用	朱锡仁(22)
* 实验室 *	
低频演示振荡器	盛孝官(24)
* 业余初学者园地 *	
来复式半导体管单管收音机	冯报本(26)
收音机的调谐回路	火 花(27)
切断磁性瓷棒的方法	尹国宝 董天午 姚庆棠(27)
通报方法	书 龙(28)
国外点滴	(30)
问与答	(31)
封面说明	用我国自制的半导体测厚仪检验船体

编辑、出版: 人民邮电出版社

北京东四 6 条 19 号

印刷: 正文: 北京新华印刷厂

封面: 京华胶印厂

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: 1965 年 8 月 12 日

本刊代号: 2-75 每册定价 2 角

无 线 电

无线电技术常用文字符号

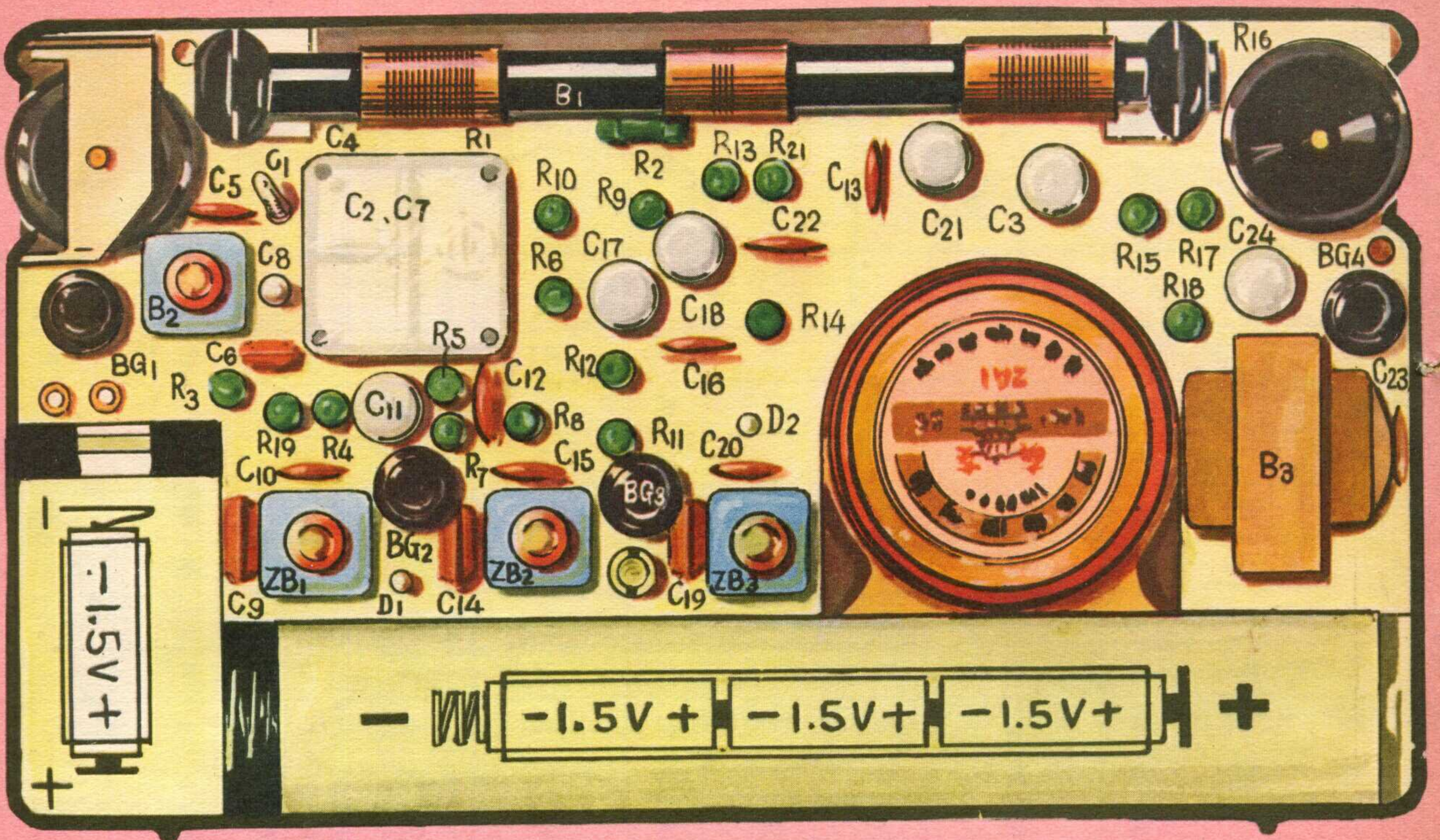
一、元件和装置

名称	符号	名称	符号	名称	符号
电阻 [器]	R	插头	CT	滤波器	LB
电感 [器]	L	插座	CZ	整流器	ZL
电容 [器]	C	开关	K	放大器	FD
电位器	W	电报电键	DJ	保险器	BX
电子管, 电子束管	G	继电器	J	熔断器	RD
半导体管	BG	电磁铁	DT	指示灯	ZD
阻流圈	ZL	扬声器	Y	避雷器	BL
线圈 (绕组)	Q	传声器 (送话器)	S	电池	DC
互感器	H	拾声器	SS	天线	TX
变压器	B	受话器	SH	测量仪表	CB
发电机	F	磁头	CO	按钮	AN
电动机	D	耳机	EJ	母线	M

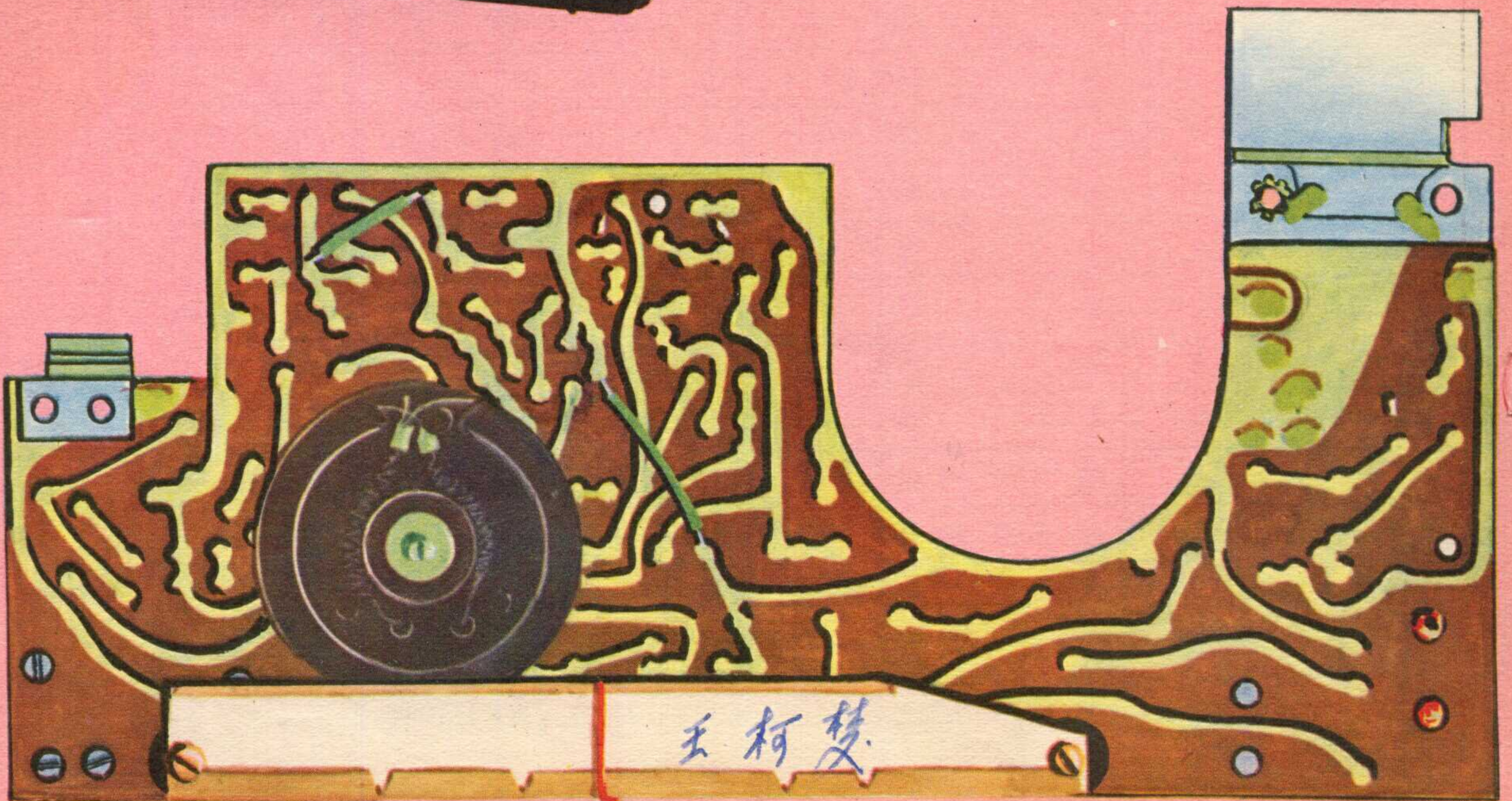
二、技术参数 (物理量)

名称	符号	名称	符号	名称	符号	名称	符号
频率	f	磁通量	ϕ_m, Φ_m	特征阻抗 (波阻抗)	ρ	增益	G
角频率	ω	磁感 [应] 强度	B	截止角	θ	声压	p
周期	T	磁导率	μ	调制度	m	声强	I
波长	λ	电阻	R, r	通频带	Δf	自感	L
时间	t	电阻率	ρ	中心、谐振频率	f_0	互感	$M(L_m)$
时间常数	τ	电抗	X, x	占空系数	q	耦合系数	k
功率	P	阻抗	Z, z	反馈系数	β	绕组 (线圈) 匝数	$N(t)$
温度	t, θ	导纳	Y, y	频率失真系数	M	传播常数	γ
绝对温度	T	电导	G, g	非线性失真系数	γ	衰减常数	α
电量, 电荷	$Q(q)$	电纳	B, b	介电常数	ϵ	相位常数	β
电动势	E	磁阻	R_m	信号噪声比	N	光通量	$F(\Phi)$
电压, 电位	U, V	磁导	$\Delta(g)$	驻波系数	S	光照度	E
电流强度	I	电子管内阻	R_i	行波系数	K	光亮程度	$L(B)$
电场强度	E	电子管跨导	S	反射系数	ρ	效率	η
磁通势	F_m	电子管放大系数	μ	温度系数	α	损耗率 (损耗角正切)	d
磁场强度	H	品质因数	Q	天线方向性系数	D	损耗角	δ

注: 对于随时间变化的量, 其瞬时值用小写字母表示, 如 i, u, e 等; 其有效值用大写字母表示。



红星401-A型 半导体收音机



王柯楚