



# 无线电

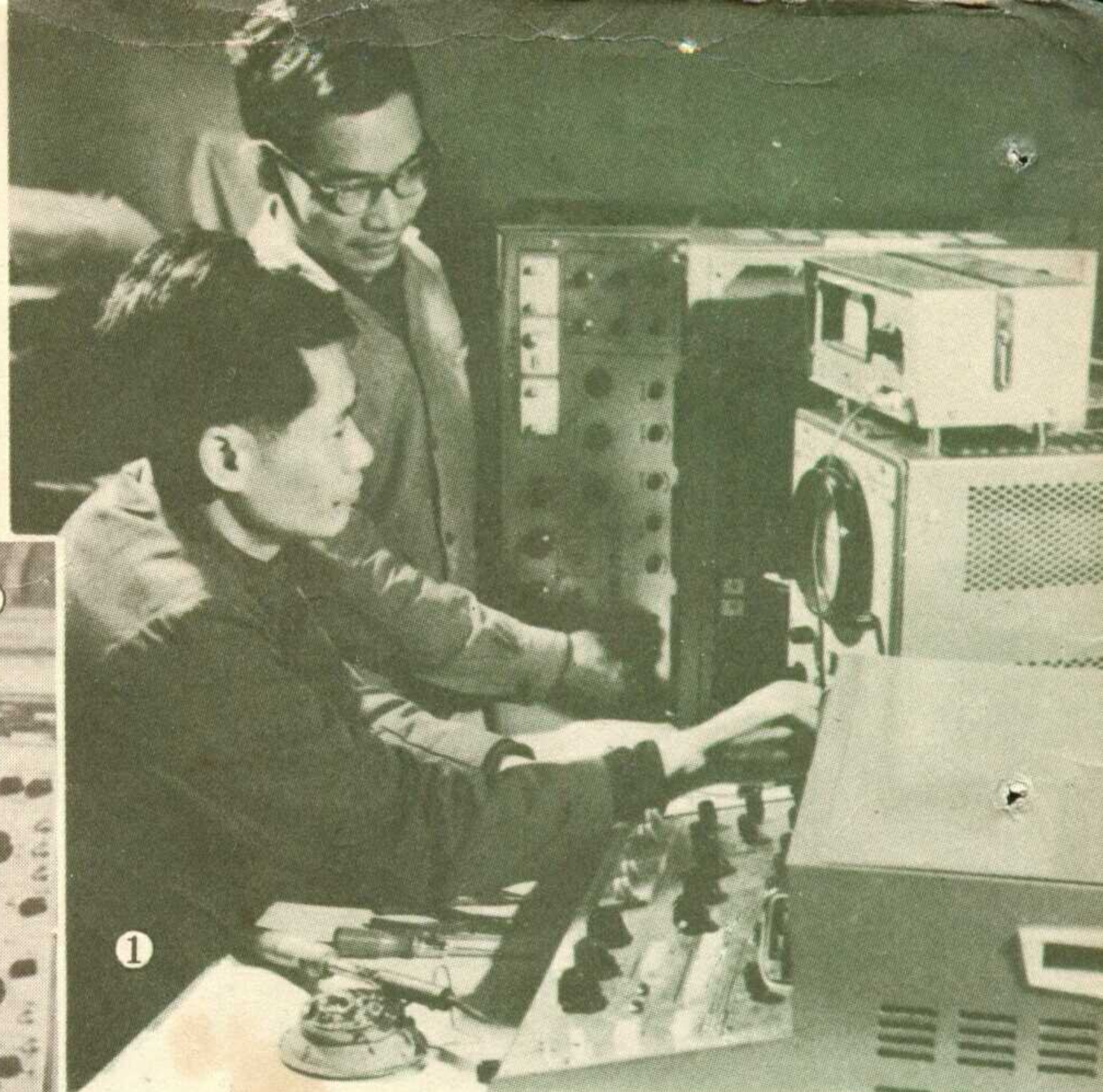
1973年

第3期

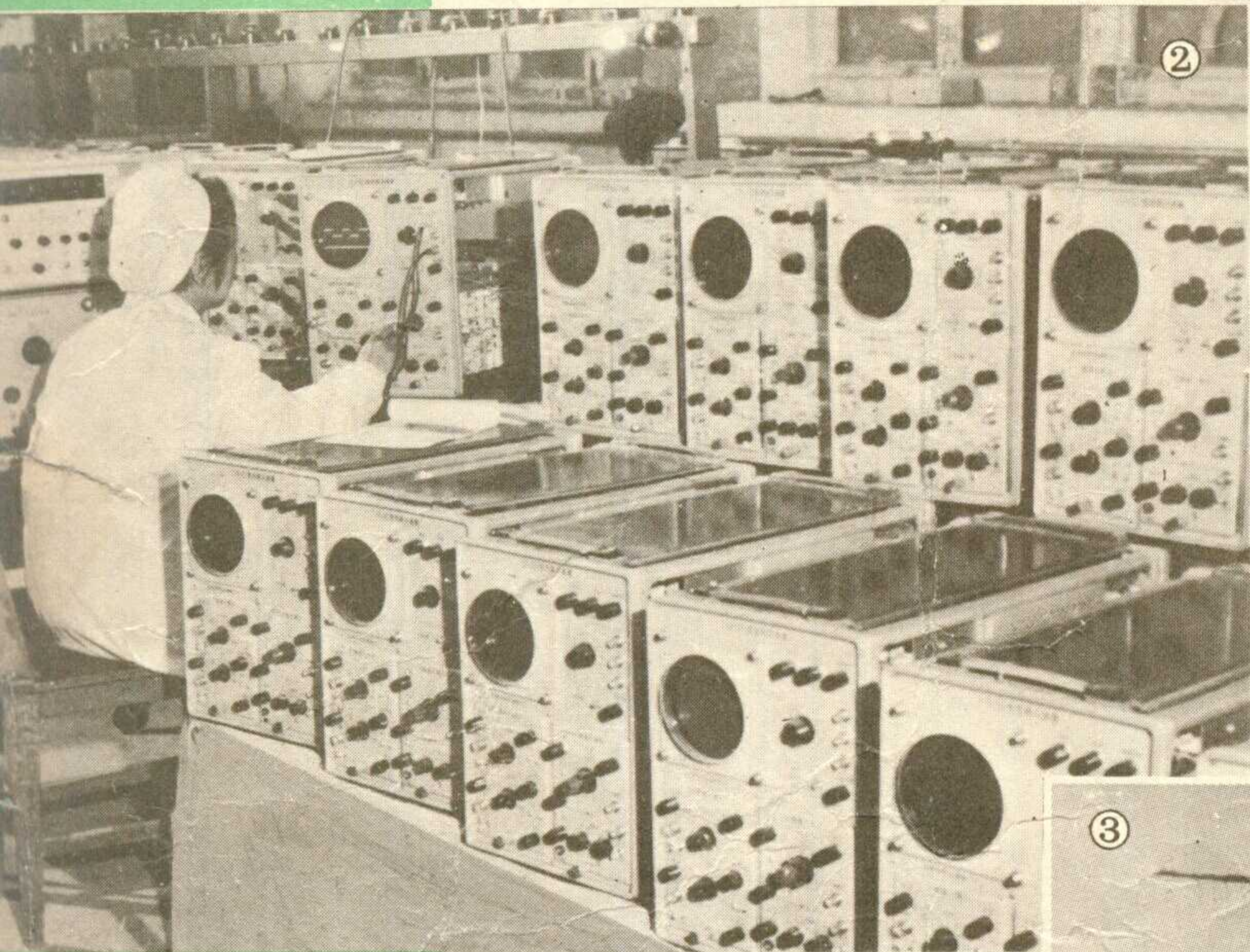
# 电子仪器新产品

在党的十大路线指引下，在批林整风运动推动下，各地又制成了一批电子仪器新产品，为加快社会主义建设步伐作出了新贡献。

(图片除①外均为本刊摄)

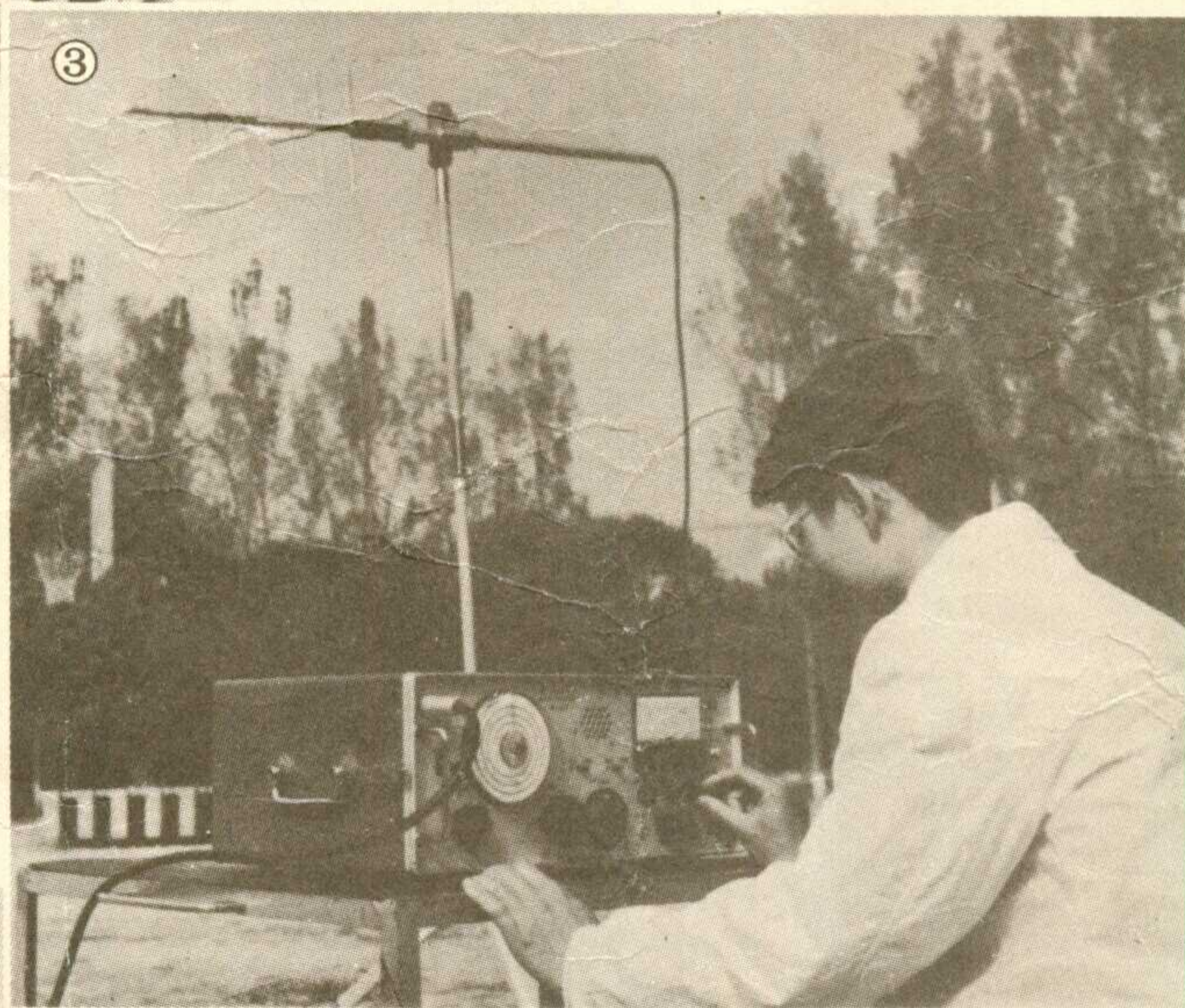


①广东佛山市无线电一厂的技术人员，正在对新投产的 HQ-1A 型晶体管综合参数测试仪进行质量检查，准备出厂。 新华社供稿

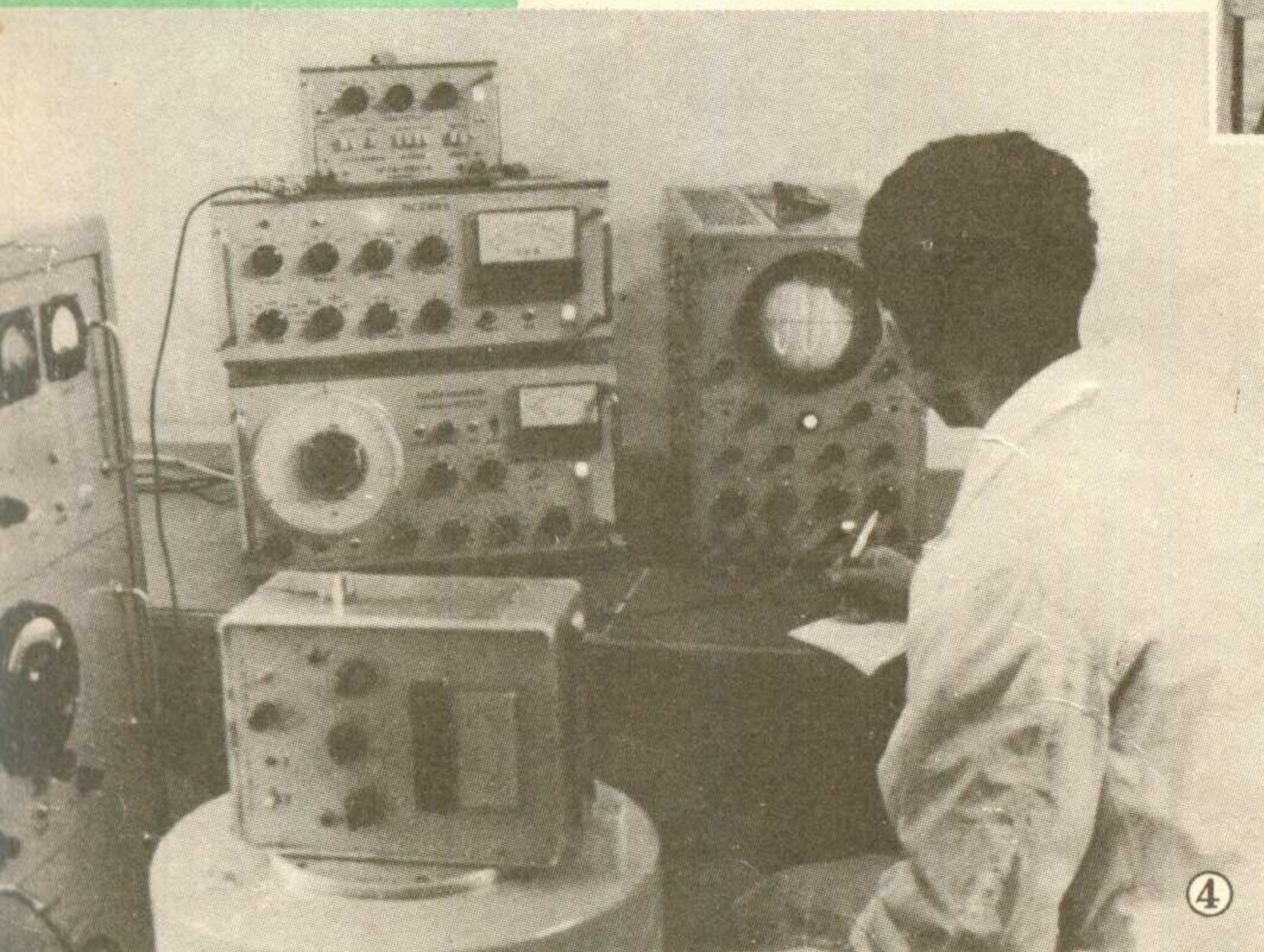


②北京东风无线电三厂今年新投产的 SR-20 型双踪示波器，可同时测量两个不同的脉冲信号或其他信号。

③北京无线电二厂新产品 RR<sub>4</sub> 型超高频场强测量仪，是一种全晶体管的场强测量装置。图为利用这种仪器作野外现场收测。



⑤北京无线电二厂新产品 XT1 型图像测试信号发生器，可以产生点格、多波群、阶梯波、正弦平方波等多种测试信号，适合对电视接收机、电视中心台的视频通道进行调测。



④北京无线电二厂新产品 NX3 型振动自动控制装置可以单独用作激励信号源、测振仪，也可以和功率放大器、电磁振动台配合一起作正弦振动试验。在台体失真不大的情况下，还可作多台共振试验。



# “地下千里眼”

## 支农70-2型半导体电测仪

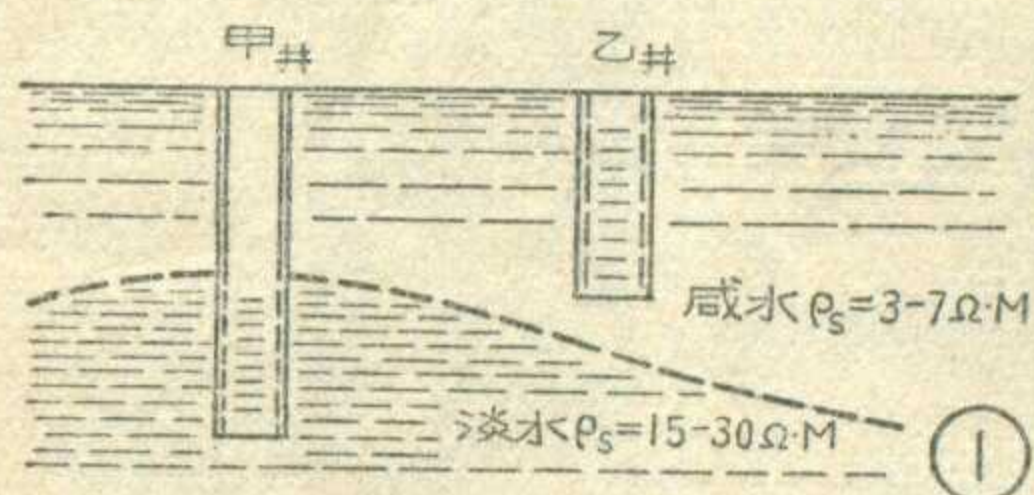
河北省地质局物探大队

遵照伟大领袖毛主席“备战、备荒、为人民”的教导，我队于一九七〇年试制成功用来寻找地下水源的支农70-2型半导体电测仪，对支援农田水利建设起了一定作用，被贫下中农亲切地誉为“地下千里眼”。

### 地下水的水质和地层的视电阻率

地下水有咸淡之分，只有淡水才能饮用和灌溉农田。打机井必须打在淡水层里。但是由于各地地质条件不同，给打井带来许多困难。例如华北平原地层上部有一层又苦又涩的咸水，打机井时必须打穿这层咸水后，才能取出下部的淡水，如图①甲井所示。咸水层厚度各地差别很大，常常由于不了解咸水层厚度，并打在咸水层里，成井后无法使用。如图①乙井的情况。

水在地下，怎样才能测出它的咸淡呢？咸水中含有较多的盐分，容易导电；而淡水相对来说导电性能差。也就是说，它们的电阻率不同。利用比较地层电阻率的方法，是可以区别地下水的咸淡的。但是因为上下地层互相有影响，通常只能测出地层的“视电阻率” $\rho_s$ ——即把地层看作只有一层均匀土质时的电阻率。经实验确定，咸水层 $\rho_s < 12$ 欧姆·米，一般为3—7欧姆·米；淡水层 $\rho_s \geq 12$ 欧姆·米，一般为15—30欧姆·米。因此，



只要测出地层视电阻率的大小，就能间接地判断地下水的咸淡。支农70-2型电测仪正是通过

测量地层的视电阻率，寻找适于利用的地下水源的一种电探仪器。

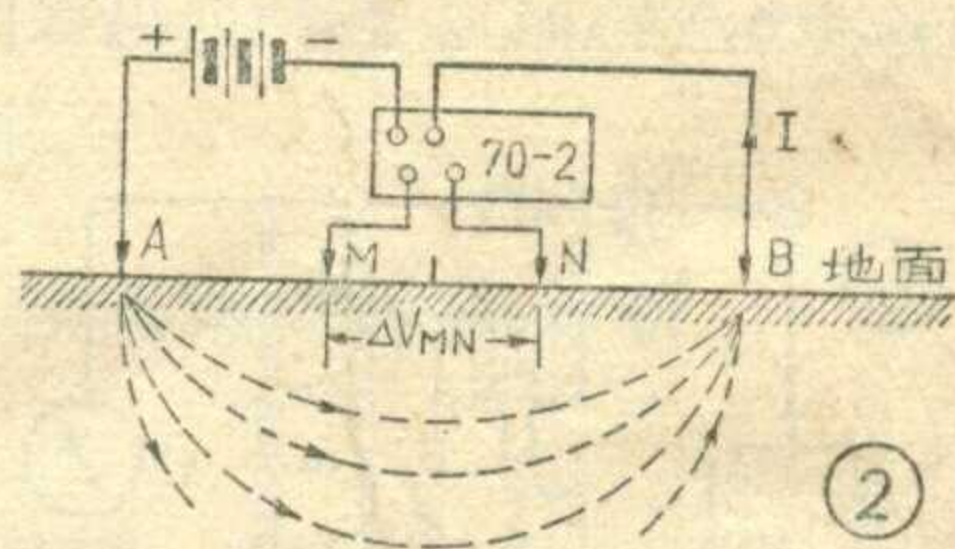
### 怎样测量视电阻率？

测量地层视电阻率的方法是这样：在地面上打上四根电极，如图②中A、B、M、N，向A、B电极供电，建立人工电场。然后测量供电电流I和M、N电极间的电位

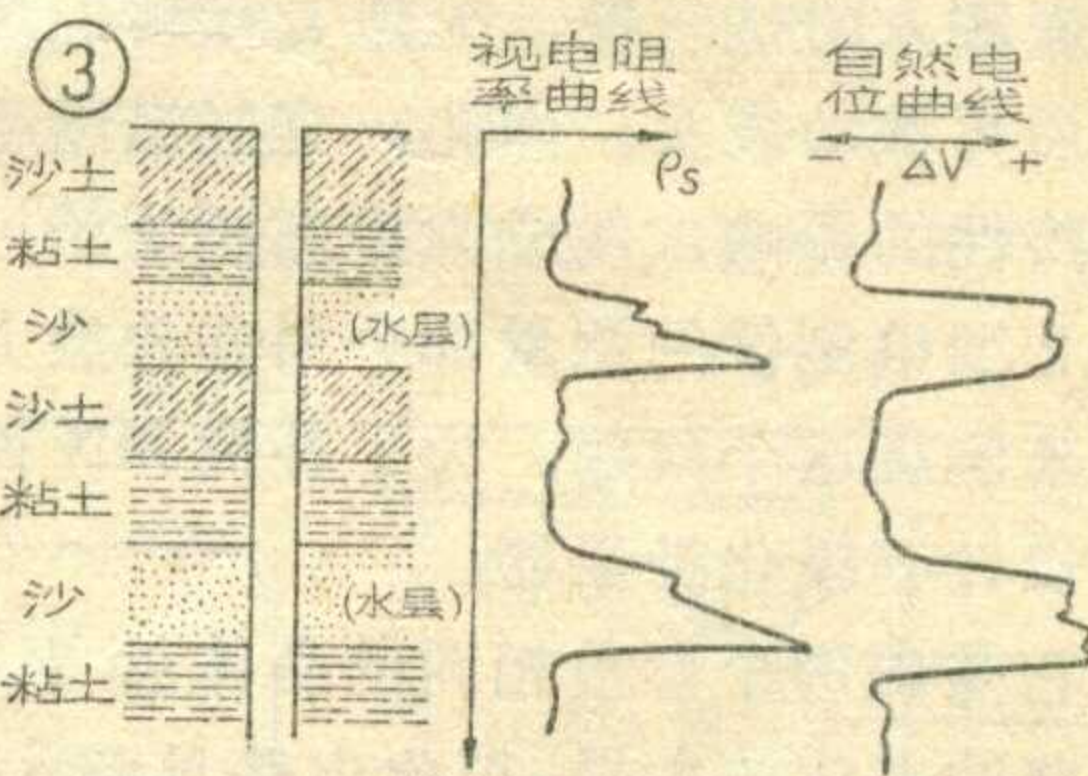
差 $\Delta V_{MN}$ ，根据公式

$$\rho_s = K \frac{\Delta V}{I} \quad (K \text{ 为电极装置系数})$$

计算人工电场可作用到的那一地层的视电阻率。



因为测量时上下地层互有影响，所以称为视电阻率，它和某一地层真正的电阻率 $\rho$ 不同。实际测量时，要不断改变A、B间的距离，使电场进入地层的深度不同；AB越大，电场进入地层越深。这样就可以测出不同深



度地层的视电阻率，画成电探曲线，再利用理论量板，便可计算出咸水层厚度、淡水层上界等开发地下水、合理设计机井深度所

必需的数据了。在打井过程中，我们还要在井中测量。这是因为地层中含淡水沙层视电阻率高(20—40欧姆·米)，粘土层、沙土层视电阻率低(5—12欧姆·米)，而且含水沙层中还有扩散电场产生。通过测量视电阻率 $\rho_s$ 、自然电位(扩散电位) $\Delta V$ 两种参数，就容易确定沙层和粘土层的位置，达到指导下管成井的目的(见图③)。

### 电路及工作原理

如前所述，要了解各地层的视电阻率，必须正确地测出向A、B电极供电的电流I和M、N电极间的电位差 $\Delta V_{MN}$ 。为此，70-2型电测仪设计有测量和控制供电电流的“供电部分”，以及测量电位差及补偿MN电极极化等装置的测量部分。仪器方框图和电路图分别如图④和图⑤所示。

一、供电部分：原理电路如图⑤，由电池组E、电流调节电位器 $R_1$ 和 $R_2$ 、多量程电流表及按钮式开关

$S_1$ 组成。其中多量程电流表共分七档，从3毫安到3安，指示电表与测量部分合用，采用59C2或61C1型50微安表头。

为了减小电流表的温度附加误差，电路中接有串联温度补偿电阻 $R_{15}$ ，使温度附加误差控制在每 $10^{\circ}\text{C}$  1.5%以内。实际测量时，供电时间很短，为了迅速读出电流数值，要求表头处于临界阻尼状态。确定

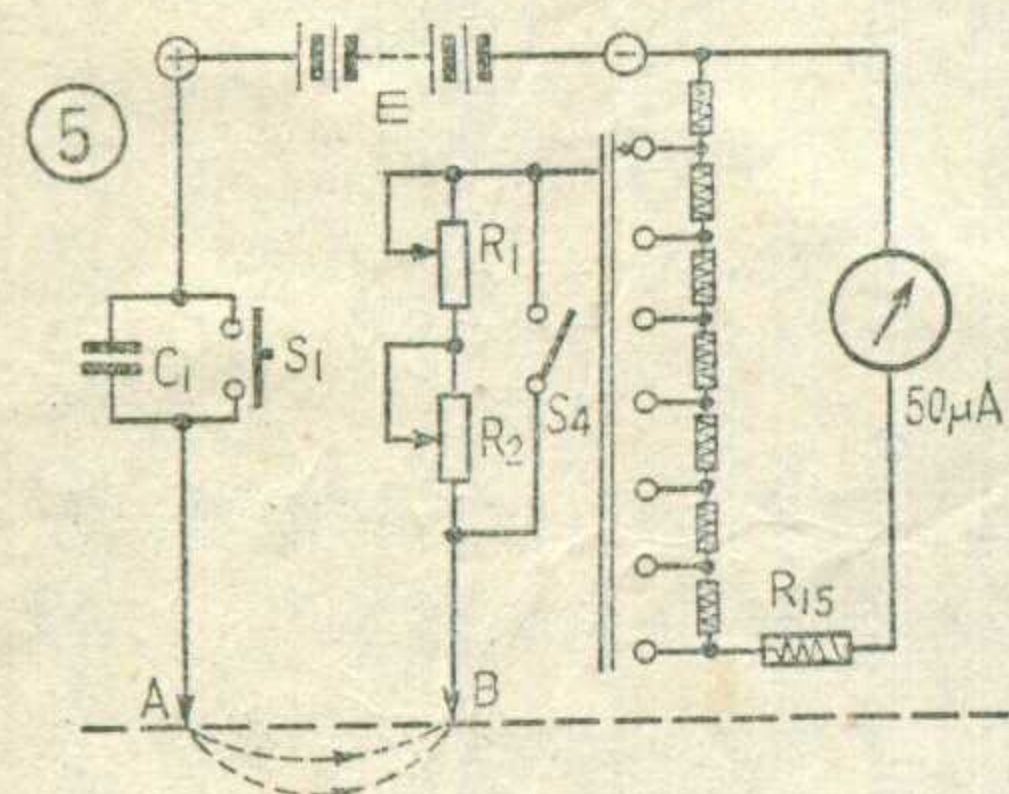
$R_{15}$ 的大小时应考虑到这一点。同时， $R_{15}$ 还是电流表各档的总灵敏度调节器。

在井下测量时，调节供电电流 $I$ 为电极装置系数 $K$ 的 $n$ 分之一，这样测量结果可免除计算直接成图( $\rho_s = n\Delta V_{MN}$ )。在地面电探时，要把 $R_1$ 、 $R_2$ 短路，

避免大电流供电时将其烧毁。

## 二、测量部分：

这一部分的主要任务是正确地测出A、B电极供电后在M、N电极间产生的电位差 $\Delta V_{MN}$ 。



一般 $\Delta V_{MN}$ 为毫

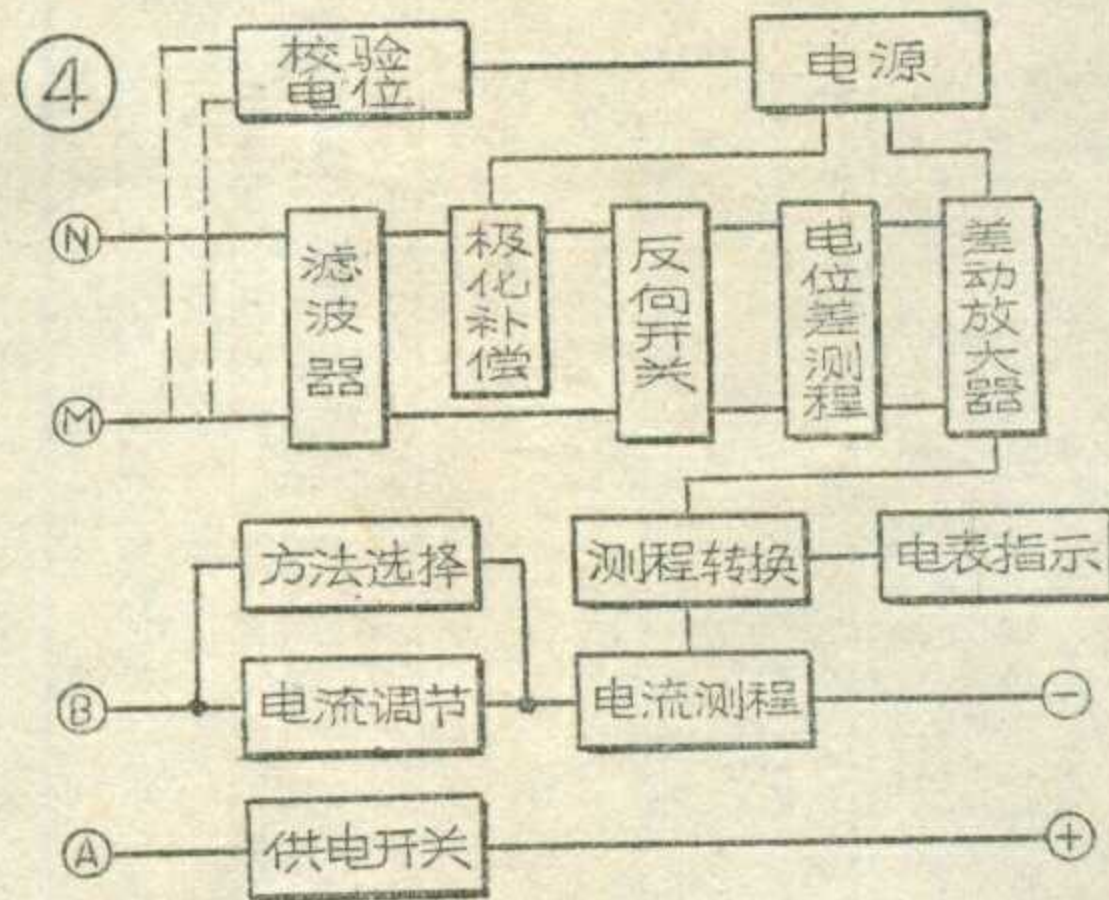
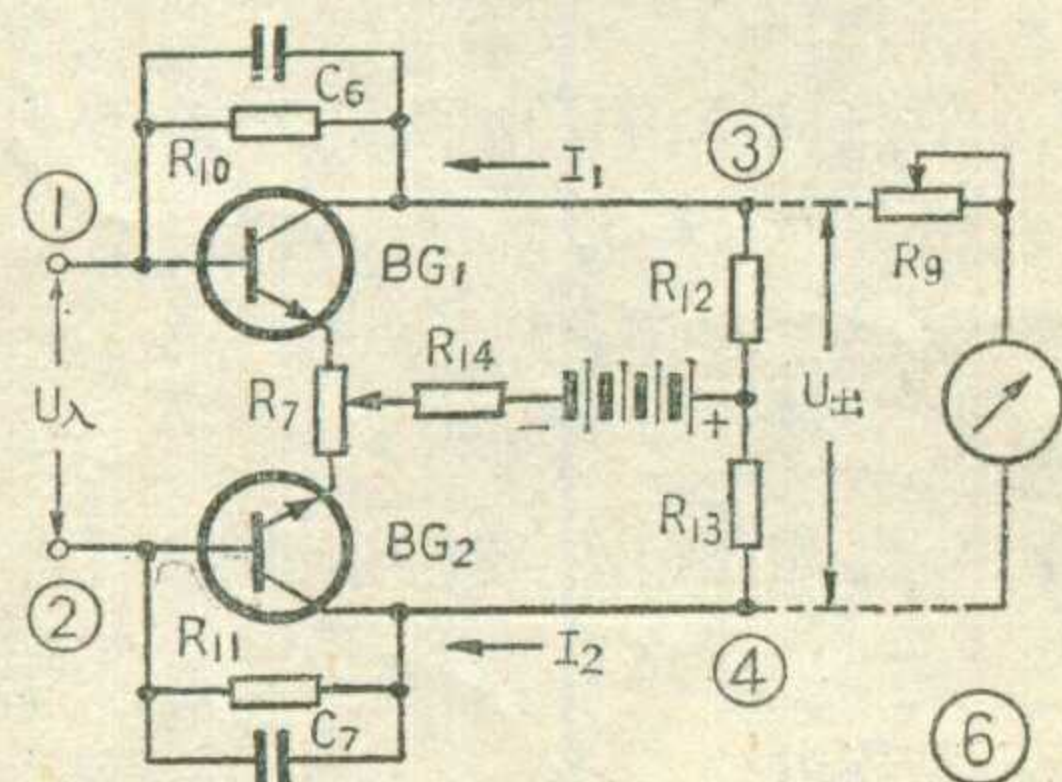
伏数量级，且微安表输入阻抗较低，无法直接精确测出，必须先经放大后再推动表头。因此，克服温度等因素对直流放大器特性的影响，便成为提高测量精度的主要关键。70—2型电测仪的测量部分用差分放大器和校验电位电路来解决这个问题。为了补偿MN两端的自然电位，还设计有极化补偿器。

**差分放大器** 它是由两个参数相同的晶体管 $BG_1$ 和 $BG_2$ 组成对称电路的直流放大器。简化电路见图⑥。

在电路参数对称，两管参数(主要是直流电流放大系数 $h_{FE}$ 和共发射极基极——发射极直流电位 $V_{BE}$ )相同的情况下，当温度变化时，两管集电极电流的变化相同，输出端不会产生由于温度变化引起的输出。所以，差分放大器可大大减小由于温度变化引起的零点漂移。

但实际上，两管的参数不可能完全一致。因此电路中有调零，电位器 $R_7$ ，用来调节两管工作点，使在某一温度下达到平衡。 $R_{14}$ 是为了克服两管的某些不对称性，提高放大器的

稳定性而设置的。从这一点出发考虑， $R_{14}$ 大一些好；但 $R_{14}$ 太大，其上直流压降也要大大增加，相当于减小了直流电源的电压。



在要求较高的场合， $R_{14}$ 可改为晶体管恒流源。 $R_{10}$ 、 $R_{11}$ 为电压负反馈电阻，也用来增加放大器的稳定性。

为了抑制外界交流干扰，电路中有 $C_6$ 、 $C_7$ 两个电容。当交流干扰信号输入放大器时，经放大后从集电极经电容反馈到输入端，便减小了干扰信号的影响。 $C_6$ 、 $C_7$ 对直流无反馈作用，不影响直流放大作用。

在仪器输入端还有一个 $\pi$ 型滤波器(见图⑨)，当交流干扰十分严重时，可将其接入，增加抗干扰能力。

实际电路(图⑨)中，晶体管采用线性组件BG 304，BG 304由两对性能一致的四个硅管组成，每两个硅管接成复合管。这样使仪器的放大倍数、稳定性、输入阻抗和线性都大大提高。在没有BG304时，也可采用其它型号的硅管，如3DG4、3DG6、3DG11等，但要求管子参数尽量相同，而且要把它们用紫铜皮裹在一起，保持等温，以改善仪器的稳定性。

放大器的偏置电路是对称供给的。偏压大小由校正电位器 $R_8$ 调节(图⑨)，使放大器总集电极电流在4.5毫安左右即可。因为差分放大器两边晶体管不可能完全一致，特别是 $V_{BE}$ 在不同温度时可能不一致，仪器中还设有调零。电位器 $R_6$ 。调节 $R_6$ 可改变两边晶体管的 $V_{BE}$ ，使它们在某一温度时一致。这样可减少改变量程时指示电表的零点漂移。

上述放大器是一个输入10毫伏使表头满度的放大



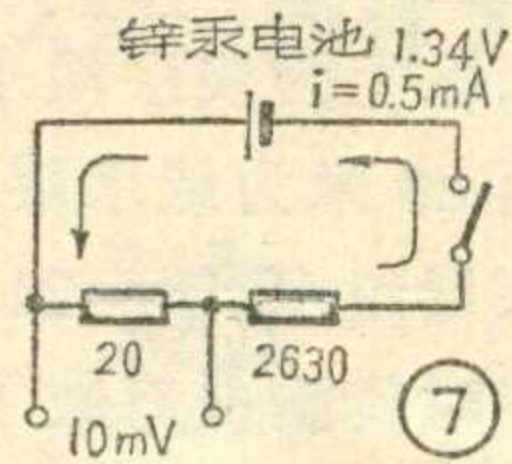
电路。为了测量不同大小电位差的需要，仪器设有电位差量程衰减器，将被测电位差经过衰减后再输入放大器。量程共分五档，0—10毫伏，0—30毫伏，0—100毫伏，0—300毫伏，0—1000毫伏。

电表分度与电流测量适应，10毫伏、100毫伏、1000毫伏档用0—100分度，30毫伏、300毫伏档用0—30分度。

**校验10毫伏电位电路** 差分放大器虽采取了负反馈措施，但温度对它的放大倍数尚有一些影响，温度系数约为每 $10^{\circ}\text{C}$  2%。为了提高测量精度，仪器内附有校验10毫伏电位电路，它由锌汞电池、标准电阻 $R_{16}$ 和热敏电阻组成，简化电路见图⑦。锌汞电池电压较稳定，但稍有一点正温度系数，所以只要选择适当正温度系数的热敏电阻，就可使回路电流不随温度变化。这里热敏电阻由铜丝电阻和锰铜电阻组成（阻值分别为300欧和2330欧）。回路电流在很宽的温区内（ $-10^{\circ}\text{C}$ — $40^{\circ}\text{C}$ ）保持0.5毫安，在20欧标准电阻上可得到稳定的10毫伏电位差，精度为 $\pm 1\%$ 。

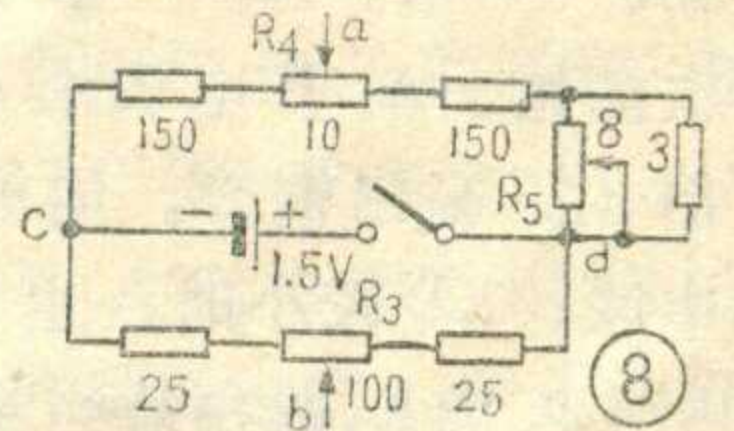
校验方法如下：仪器使用前，先将校验电位差输入放大器，如电表指示不是10毫伏，可调节串在电表回路中的电位器 $R_9$ 使电表正好指在10毫伏位置。这样，放大器放大倍数虽然随温度稍有变化，也不会影响测量精度。

**极化补偿器** 由于电极极化和大地电流等的影响，在A、B电极还未供电时，M、N电极间就会有电位差产生。这一电位差称为自然电位。自然电位是我们



在地面测量时不希望有的，测量前必须消除掉。仪器中有补偿这一自然电位的极化补偿器，简化电路如图⑧所示。它是一个低内阻电桥。当a、b端分别处于电位器 $R_3$ 、 $R_4$ 的中点时，电桥平衡，无输出。当 $R_4$ 触点向左右移动时，电桥失去平衡，a、b间将有电位差输出，a点向右移动输出为正，向左移动输出为负。同理，当 $R_3$ 触点左右移动时也能输出正或负的电位差。但上下桥路电位器阻值和流过的电流不同，所以输出的电位差大小也不同。

上桥路电流较小为中调，下桥路电流较大为粗调，电位器 $R_5$ 可微调上桥路电流，叫做细调。调节 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 可连续输出 $\pm 500$ 毫伏的电位差。

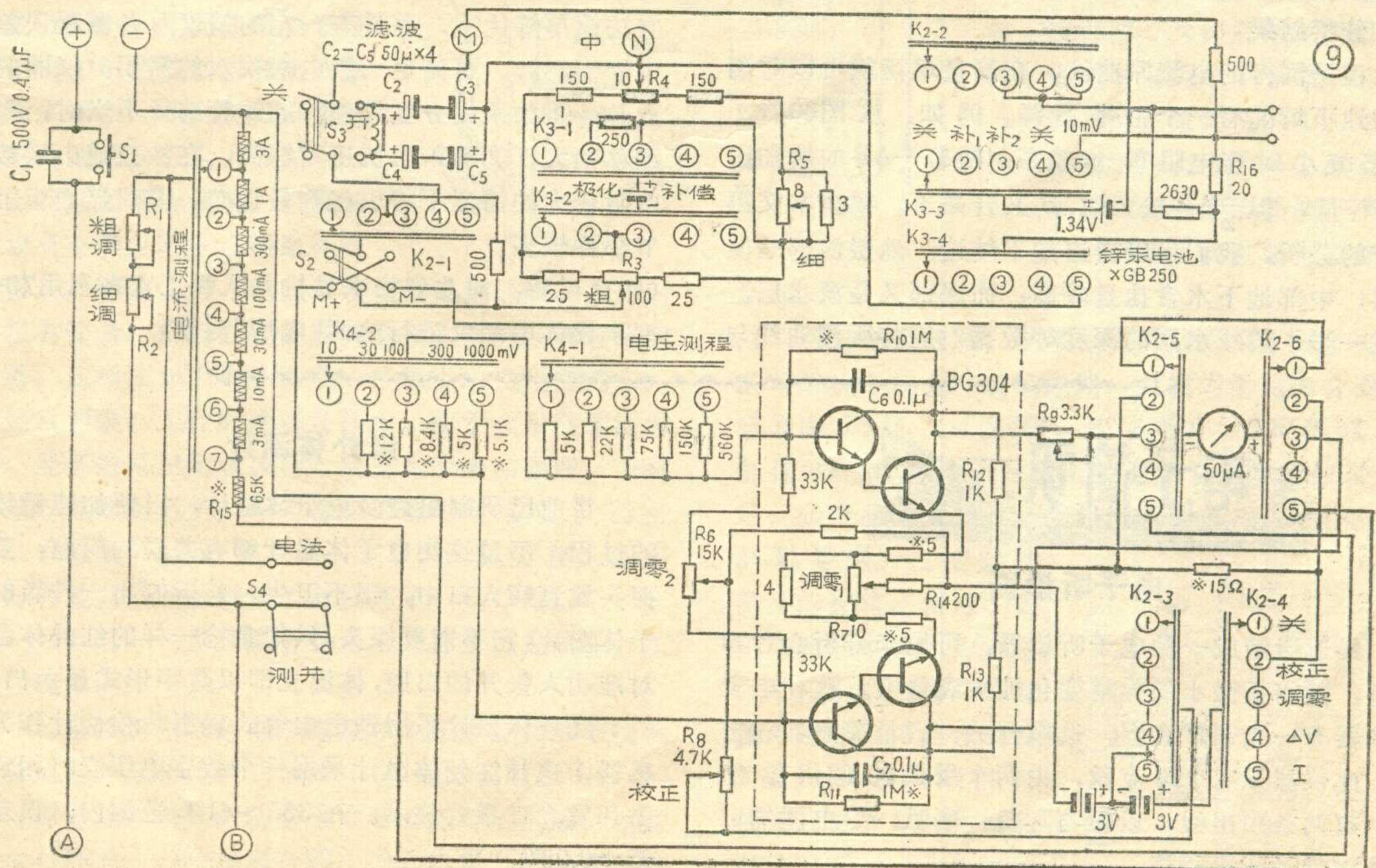


极化补偿器和M、N电极串接在差分放大器输入端，供补偿自然电位用。

### 仪器使用方法和测量结果的分析

#### 调整仪器

1. 将 $K_2$ 拨在“校正”位置，调节校正电位器 $R_8$ ，使表针指在红线上（红线位置指示出厂时定的放大器最佳工作电流，约为4.5毫安）。
2. 将 $K_2$ 拨在“调零”位置， $K_4$ 拨在“10毫伏”位置，调节调零<sub>1</sub>电位器 $R_7$ 使电表指零。再将 $K_2$ 拨在“ $\Delta V$ ”位置，调节调零<sub>2</sub>电位器 $R_9$ 使电表指零（滤波开关必须指在“关”）。
3. 上述步骤互相有影响，故应重复数次，使 $K_2$ 拨



在“调零”及“ $\Delta V$ ”时，电表均指零。

4. 将  $K_2$  拨在“ $\Delta V$ ”位置， $K_3$  拨在“10 毫伏”位置，这时 10 毫伏校验电位输入放大器，电表应准确指示 10 毫伏，若大于或小于 10 毫伏，应调节电位器  $R_9$ 。

### 测量

1. 按图②连接仪器和电极。电极 A、B 间的距离，应使  $\frac{1}{2}AB$  在双对数坐标纸上分布均匀，一般  $\frac{1}{2}AB$  可选择 3、6、9、15、25、45、65、100、150、225、325、500……米。MN 一般取为  $\frac{1}{3}AB$ 。工作时由近向远逐次测量。A、B 电极用  $\phi 10$  毫米以上铁棒，M、N 电极用  $\phi 20$  毫米铜管。电池用探矿专用的 72 型电池几块串联，AB 较小时，也可用几块 45 伏乙电池串联。

2. 将  $K_4$  拨在适当量程上， $K_2$  拨在“ $\Delta V$ ”。这时虽然  $S_1$  未按下，AB 间没有供电，但因 MN 电极间有自然电位，故电表也偏转。将  $K_3$  拨向补<sub>1</sub>（或补<sub>2</sub>），调节极化补偿器  $R_3$ 、 $R_4$  和  $R_5$ （粗、中、细调），使电表指零。

3. 按下  $S_1$ ，电源向 A、B 供电，电表指示 MN 间的电位差  $\Delta V_{MN}$ （ $S_4$  应放在“电法”位置）。

4. 将  $K_2$  拨在“I”位置， $K_1$  放在适当测程，按下  $S_1$ ，电表指示供电电流 I。

5. 将  $\Delta V_{MN}$  和 I 值代入公式

$$\rho_s = K \frac{\Delta V}{I}, \text{ 即求出 } \rho_s \left( K = \pi \cdot \frac{AM \cdot AN}{MN} \right).$$

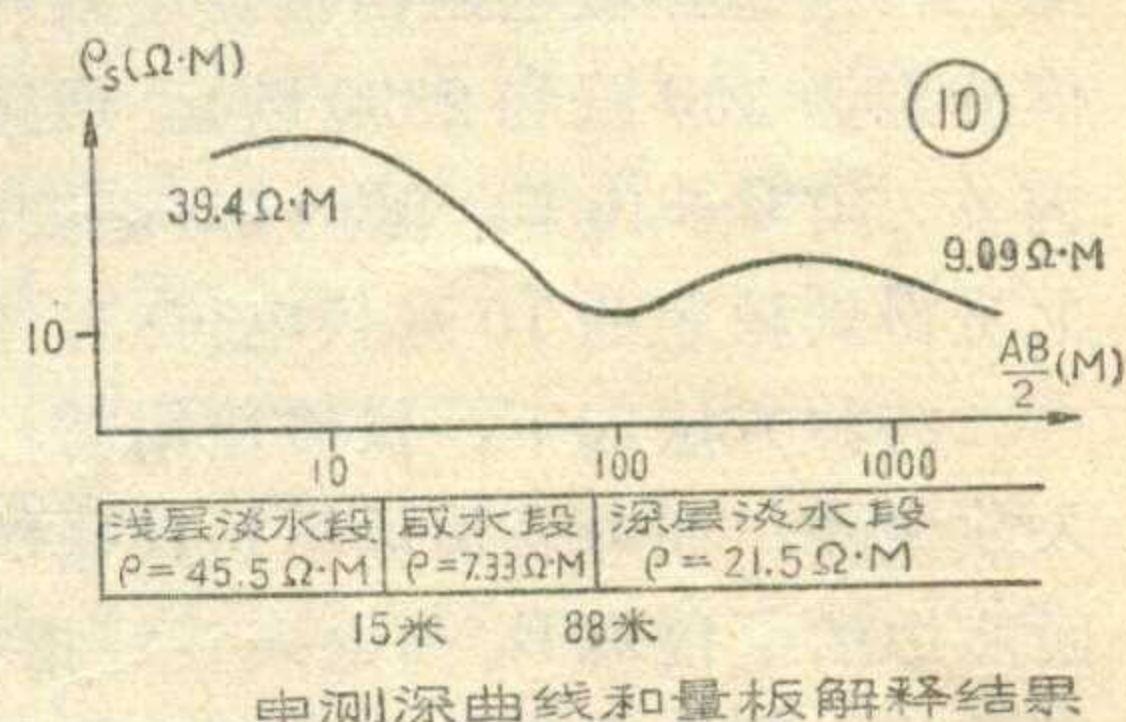
6. 将不同  $\frac{1}{2}AB$  时的  $\rho_s$  值绘在双对数坐标纸上（ $\frac{1}{2}AB$  为横坐标， $\rho_s$  为纵坐标）连接各点即成电测深曲线，如图⑩所示。

### 分析结果

根据测得的电测深曲线，在测量现场就可以对测点的地下情况有一个轮廓了解。例如，从图⑩看， $\frac{1}{2}AB$  较小时视电阻率  $\rho_s$  较高；随着  $\frac{1}{2}AB$  的增加  $\rho_s$  有所下降；但  $\frac{1}{2}AB$  较大时， $\rho_s$  又升高了。根据本文第一节的分析，我们可以得出如下结论：地层浅部是淡水层，中部地下水含盐量较高，而深部又是淡水层。为进一步了解咸水层的深度等数据，应将所测曲线与

电测深理论量板比较。图⑩下部是量板解释结果：15 米以上为浅层淡水，电阻率  $\rho = 45.5$  欧姆·米；15 米至 88 米为咸水层， $\rho = 7.33$  欧姆·米；88 米以下为深层淡水， $\rho = 21.5$  欧姆·米。有了上述电测结果，打井时就胸中有数了。因为如打浅井，不能超过 15 米，所以在这种地区最好打深井，将 88 米以上封闭，利用 88 米以下的深层淡水。

在井打到一定深度或终孔后，还可以利用 70—2 型电测仪进行井下测量，一般称为“测井”。“测井”时可做视电阻率和自然电位测量（井下自然电位主要是扩散电位）。测视电阻率时井下采用三个距离固定的电极 A、M、N，地面为 B 电极。电极用电缆下入钻孔，由下往上测量。若在井下用一个 M 电极，地面用一个 N 电极。A、B 电极不供电，测出的便是自然电位曲线。图③就是井下视电阻率和自然电位曲线绘在一起得到的。从图③可看出，含淡水沙层在视电阻率曲线和自然电位曲线上都有明显异常。根据曲线可精确地划分出含水沙层的深度和厚度，以及淡水和咸水的位置等。用这些测井资料指导井下施放滤水管，可大大提高成井质量。



70—2 型电测仪是一种普及型找水仪器，适合于广大农村社队使用。它具有成本低，携带方便（整机体积为  $160 \times 245 \times 310$  毫米<sup>3</sup>，重量为 4.7 公斤），操作方法简单等优点，并具有一定的精度（各测程误差不大于  $\pm 2\%$ ），可满足一般电探找水的需要。仪器的缺点是：①如采用分立元件，晶体管选择不当时，零点漂移稍大。②输入阻抗还不够高，在沙丘或山区接地电阻较大的情况下将引起测量误差。③仪器面板上调节部件较多。

（照片说明：河北省安次县机井队职工正在利用 70—2 型半导体电测仪进行地面“电法”测量）



### 电子听诊器

最近研制成一种电子听诊器，可用来分析心音和肺音，能将极微小的异常变化放大到最大。这种电子听诊器有一胸部扩音器、选频开关、音量控制器和按钮。此仪器只有 226 克重，由两个汞极电池供给能源。有两条引出线，以便与耳机、喇叭、心电图描记器或磁带录音机相连。

### 红外体温计

目前已研制出许多电子体温计，以便加速量体温的过程，不过这类电子体温计都有共同的问题：要将探头放到病人口中，很不卫生。最近制出一种新的电子体温计，它不需要探头，只把象枪一样的红外体温计对准病人张开的口腔，体温立即以数字形式显示出来。

红外体温计采用铁电电容式辐射热检测计作为传感器。这种红外体温计采用一个数字电压表、相锁回路和发光二极管显示。在  $35^\circ \sim 41^\circ C$  范围内，误差小于  $\pm 0.08^\circ C$ 。

# 电弧炼钢炉电极升降的 可控硅控制

黄铁生

电弧炼钢炉是利用强大电弧的热能熔化及冶炼优质钢及合金钢的设备。在一定的电压下，电极离钢料近时电流大，离钢料远时电流小。为了提高冶炼速度和质量，必须随时调整电极以保证电弧炉得到规定的功率。对电弧炉电极升降调节系统的基本要求，是反应灵敏，电极升降速度快；同时又不允许电极串动（超调），设备也要简单可靠。这两方面的要求是互相矛盾的。这个矛盾推动着电极升降调节系统不断改进。近年来，半导体器件特别是可控硅的广泛应用，给电极升降调节系统的改进创造了有利条件。目前已有多种可控硅控制的调节系统用于生产，代替了过去使用的电机放大机——直流电动机系统。

本文介绍一种应用比较广泛的可控硅——滑差离合器系统。它和电机放大机——直流电动机系统相比较，具有许多优点。首先，新系统反应灵敏，升降速度快。如它的电极上升速度为 4.2 米/分，过渡时间为 0.3 秒；而原系统上升速度为 1.5 米/分，过渡时间为 0.5 秒。因此使用新系统后，电炉电流波动程度比原系统大大减小，断弧及塌料短路引起的跳闸次数也大为减小，不但提高了冶炼速度，也延长了设备寿命。其次，新系统结构紧凑，调整简单，电气系统很少发生故障，工作时还没有噪音；而原系统需要四套放大机组及其它附属设备，占地面积大出新系统一倍以上，发生故障多，需经常调整，工作时噪音还极大。由于技术性能的改变，经济效果也比较显著，根据几年来的实践，公称容量 5 吨的电弧炉，平均每炉冶炼时间缩短了 15 分钟，每吨钢节电 50 度左右，年节电一百万度，为多快好省地发展我国钢铁工业发挥了一定作用。

可控硅——滑差离合器系统的方框图见图①。工作原理如下：

从电弧炉中取出电弧电流和电压经测量环节变为直流信号并互相比对（相减），得到比较电压  $U_p$ ，经由可控硅元件构成的功率放大环节进行放大后，再送到执行环节——滑差离合器，推动电极升降。滑差离

合器是一种具有激磁绕组和空心铝杯转子的特殊电机，通过调节激磁电流来控制它产生的力矩的大小。当电弧电流为给定值时， $U_p=0$ ，此时由于固定偏压信号的作用，离合器中有固定的激磁电流，产生恰好和电极自重平衡的力矩，因此电极静止不动。电弧电流偏离给定值而增大时， $U_p>0$ ，离合器线圈电流增大，上升力矩超过电极自重作用，推动电极上升，电弧电流随之减少，直至达到新的平衡。在电弧电流小于给定值时，出现相反的过程。校正环节的作用，是在电极移动时发出提前制动信号，防止电极串动（超调）。

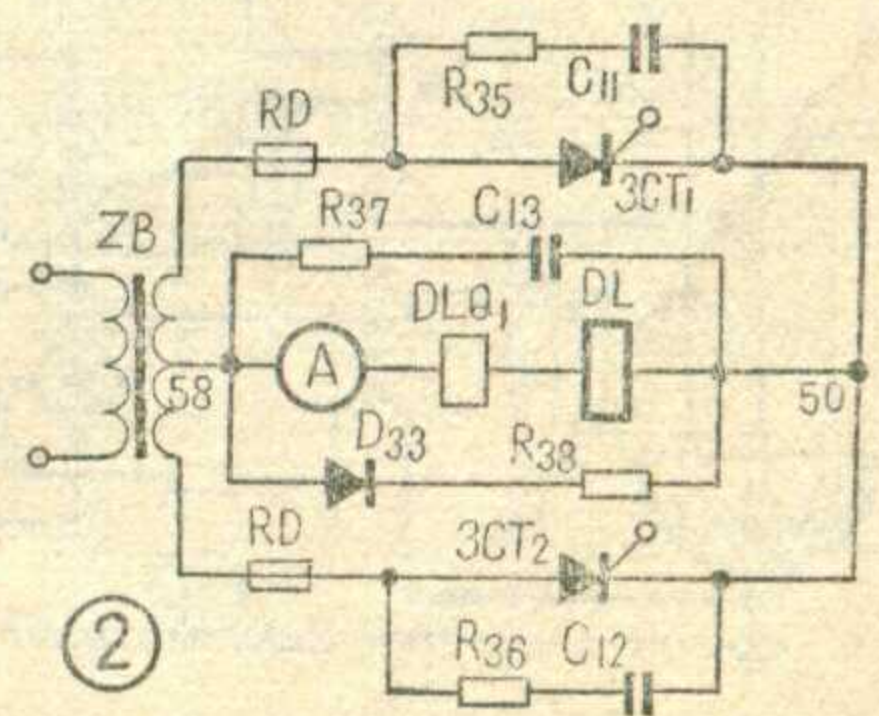
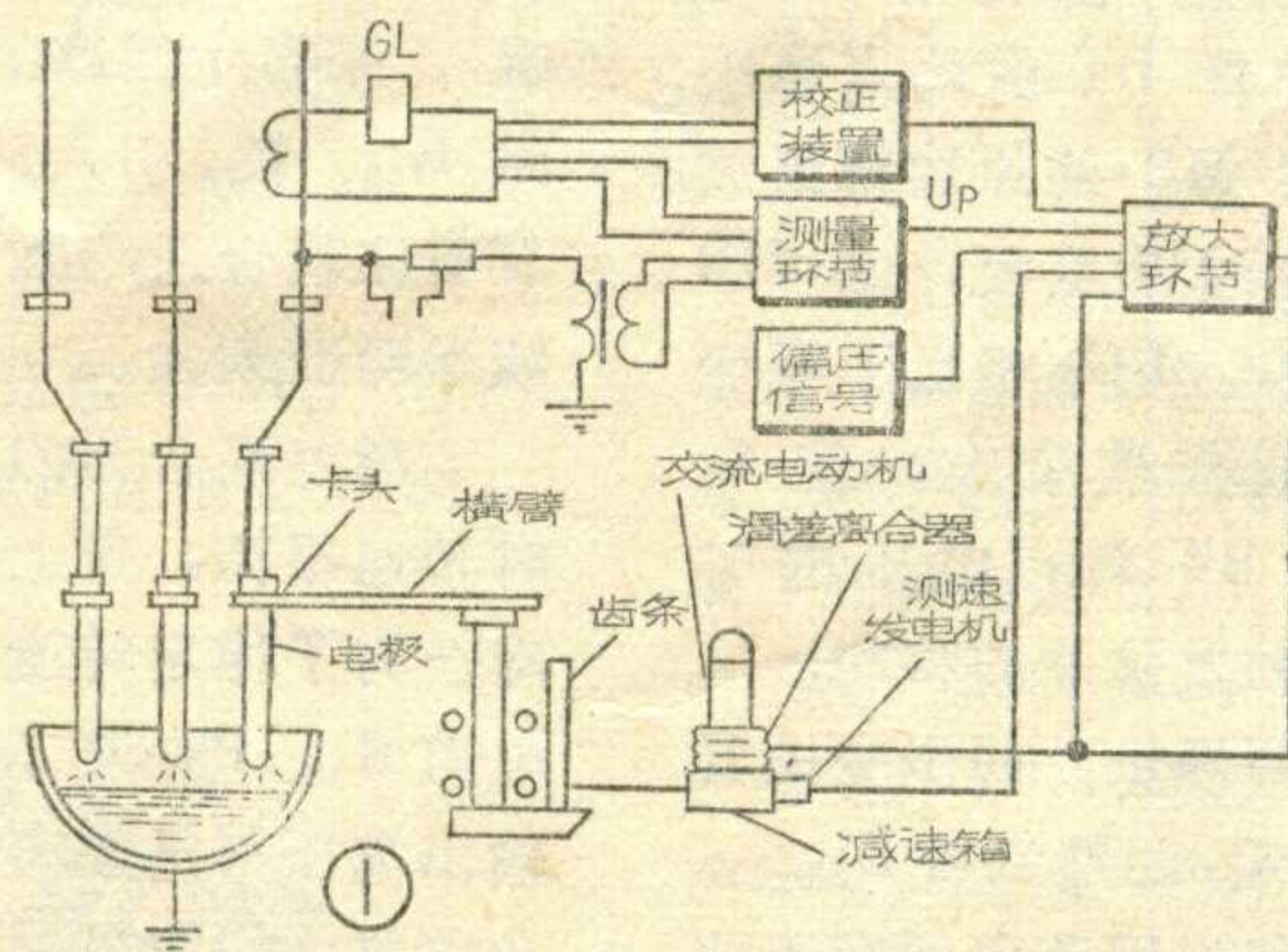
这种调节系统和电机放大机——直流电动机系统的不同处，是用可控硅构成的功率放大环节代替了电机放大机，用滑差离合器代替了直流电动机。由于可控硅元件的电惯性及滑差离合器空心铝杯转子的机械惯性，比电机放大机的电惯性及直流电动机沉重的转子的机械惯性要小得多，因此启动和制动比较方便，为提高电极升降速度创造了良好条件。打个比喻说，这正象轻便的小汽车总是比笨重的大卡车容易启动和刹车，行驶速度也要快得多。

调节系统电原理图如图②所示。

调节系统电原理图如图②

所示。

**可控硅主回路** 功率放大环节采用了带中心抽头的可控硅单向全波整流电路，负载为滑差离合器的激磁线圈  $DLQ_1$ （见图②）。正半周时，正向阳极电压加到可控硅  $3CT_1$  上，若其控制极有触发脉冲时即导通；负半周时，触发脉冲将使承受正向阳极电压的  $3CT_2$  导通。改变触发脉冲的相位，便可改变主回路的电流。为防止  $DLQ_1$  在电压过零时电流不过零，可控硅难以关断， $DLQ_1$  两端并有续流二极管  $D_{33}$ 。为避免制动时  $DLQ_1$  放电时间



过长，二极管回路中串有电阻  $R_{38}$ 。  $R_{35}$ 、  $C_{11}$ 、  $R_{36}$ 、  $C_{12}$  及  $R_{37}$ 、  $C_{13}$  都是吸收过电压用的。

电极利用自重下降，如果离合器线圈中没有激磁电流，必须关断电磁制动器电源以防止电极加速下降，造成严重事故。主回路中有一高灵敏度继电器 DL。若激磁电流消失，则 DL 动作使制动器制动。

为使激磁电流正常过零时制动器不致误动作，DL 动作后延时 2 秒再控制制动器动作。

功率放大环节采用可控硅元件的优点是：因为可控硅本身只消耗很小的功率，所以能将设备做得很小而功率放大倍数和效率都很高。又因为可控硅动作时间短到微秒数量级，反应速度大大加快了。

**触发回路与电压负反馈、测速负反馈** 可控硅触发回路采用单晶体管脉冲发生器，如图③所示。送至三极管  $BG_1$  基极的控制信号经放大倒相，使  $BG_2$  导通。 $BG_2$  集电极电流通过  $R_{27}$ 、  $BG_2$  对电容  $C_9$  充电。当  $C_9$  两端电压达到单晶体管 BT 的峰点电压时， $C_9$  将通过 BT 对脉冲变压器 MB 的原边绕组放电，放电后 BT 重新关闭。此后过程重复，在 MB 副边绕组上便得到一系列触发脉冲。 $BG_2$  相当于可变电阻。控制信号改变时， $BG_2$  导通程度变化，使  $C_9$  充电速度变化， $C_9$  两端电压达到 BT 峰点电压的时间也随之变化。这样，就实现了触发脉冲的移相。

为保证触发脉冲与主回路电源同步，同步变压器  $B_2$  原边绕组与主回路电源接在一起，经整流桥  $D_{25-28}$ 、电阻  $R_{29}$  及稳压管  $DW_{6-7}$ ，得到与主回路电源同步的梯形波电压。梯形波电压每半周过零时， $C_9$  中的电荷必然通过 BT 放出；下一半周到来时，再开始充电。同时稳压削波还可在晶体管最大允许电压下增大移相范围。

如果控制信号过强， $C_9$  充电电流太大，可能导致

放电后 BT 不能关闭，破坏了触发脉冲的产生。这种现象是不能允许的，它会使电弧电流很大时，电极不但不能升起反而下降。为防止这种情况出现，采用稳压管  $DW_5$ 、二极管  $D_{23-24}$ 、电位器  $R_{51}$  组成的限幅电路限制  $BG_1$  基极信号的幅度。

在电弧电流为给定值，测量环节无信号输出时，

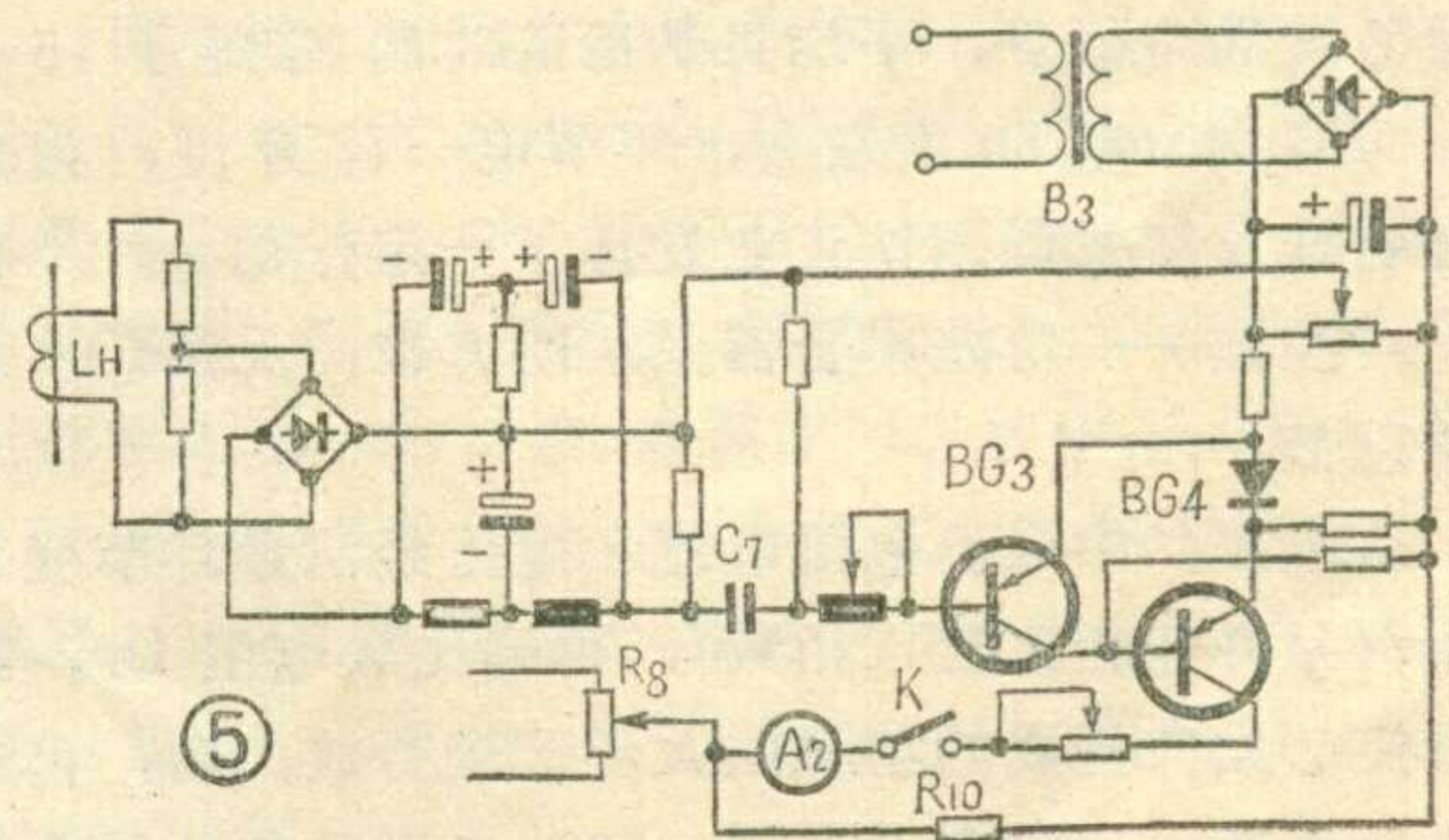
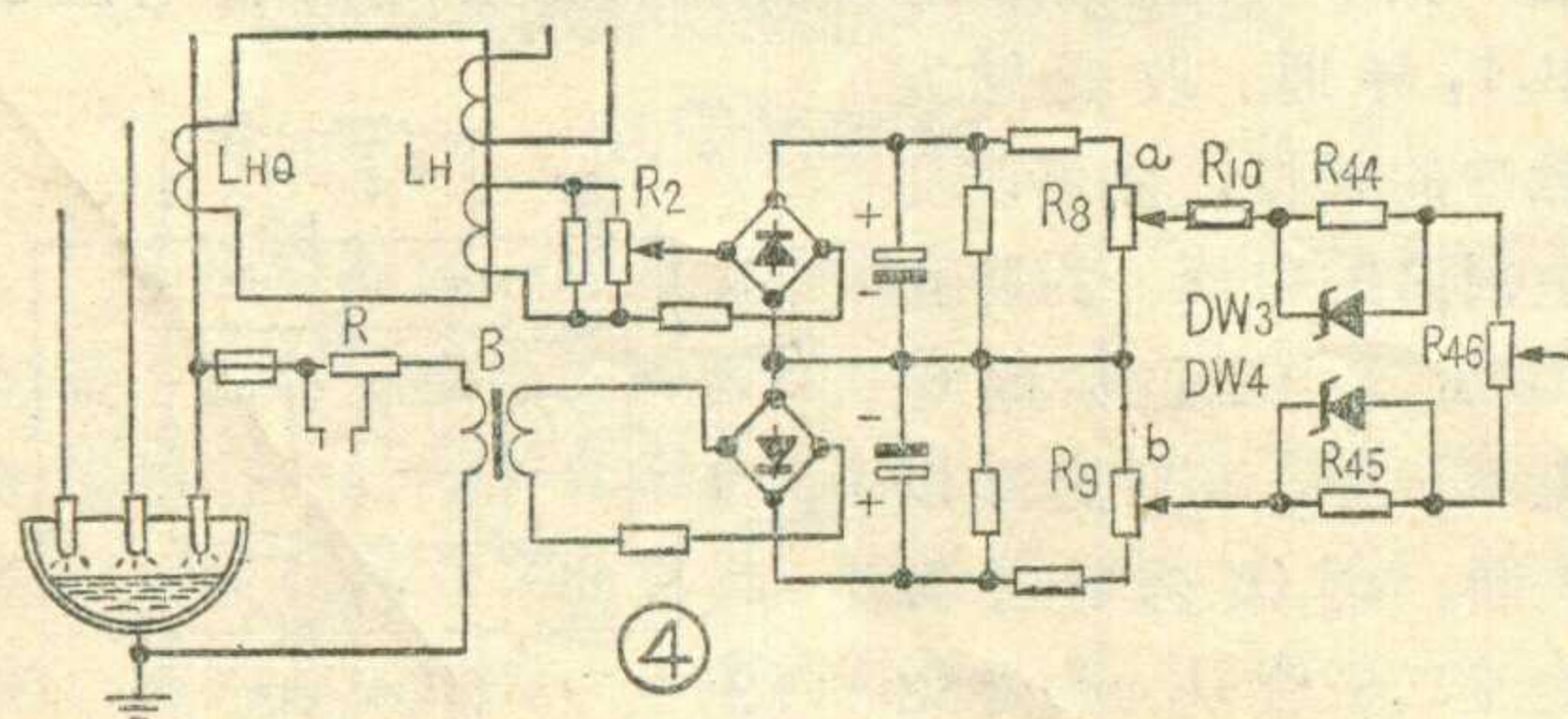
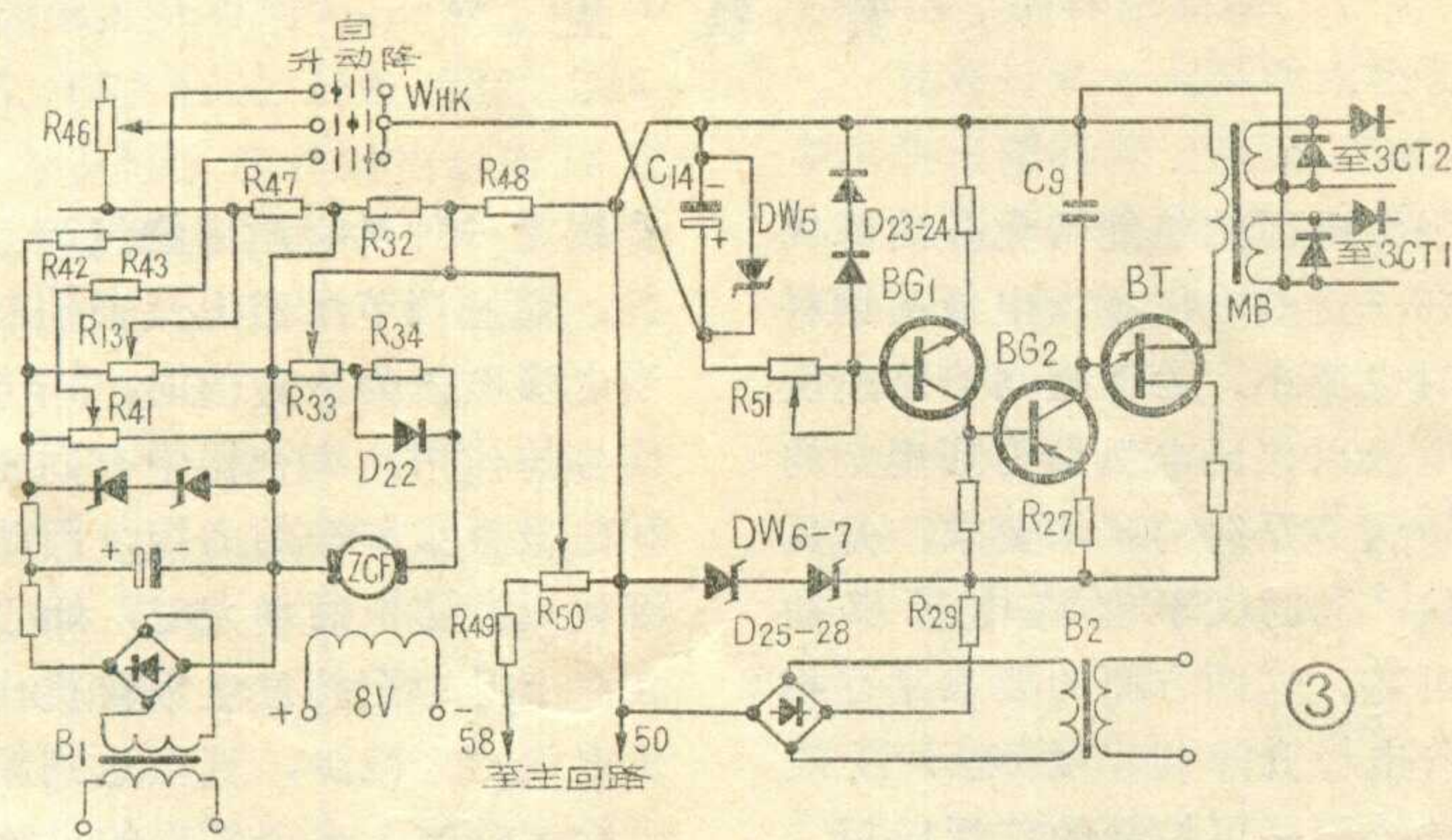
离合器线圈中仍应有一个与电极自重作用平衡的电流。这就要求脉冲发生器有一固定的偏压信号。此固定偏压由一简单的稳压电源经电位器  $R_{13}$ 、电阻  $R_{47}$  形成。同一稳压电源经电阻  $R_{42}$  送出的电压，作为手动快速升起电压；而经电位器  $R_{41}$  和电阻

$R_{43}$  送出的电压，为手动下降电压。这两个电压都是通过手动开关 WHK 控制的。当 WHK 置于自动状态时不起作用。测量环节来的比较电压则通过电位器  $R_{46}$  送到触发脉冲发生器。

晶体管对温度很敏感。电路中采用电压负反馈来减少温度的影响（同时也可减少电网电压波动的影响）。来自主回路的负反馈电压通过电位器  $R_{50}$  及电阻  $R_{48}$ 、  $R_{49}$  引入。试验证明，电压负反馈系数为 5% 左右比较合适，既可有足够的稳定性，又不致使输出波形畸变太大。

滑差离合器的转速——力矩特性比较“软”：空载时转速很高，带上负载后，随负载增大转速很快下降。为了稳定转速，由测速发电机 ZCF、电位器  $R_{33}$ 、电阻  $R_{32}$ 、  $R_{34}$  及二极管  $D_{22}$  构成测速负反馈。ZCF 的输出电压与滑差离合器转速成正比。电极上升时，若负载增大引起转速下降，则测速负反馈电压减小，使触发回路控制信号增加，因而滑差离合器线圈激磁电流增加，导致转速回升。若负载减小引起转速上升，发生相反的过程。在电极下降的情况下，测速负反馈电压方向改变，同样能起到稳速作用。

综上所述，我们可以看到，触发回路的控制信号





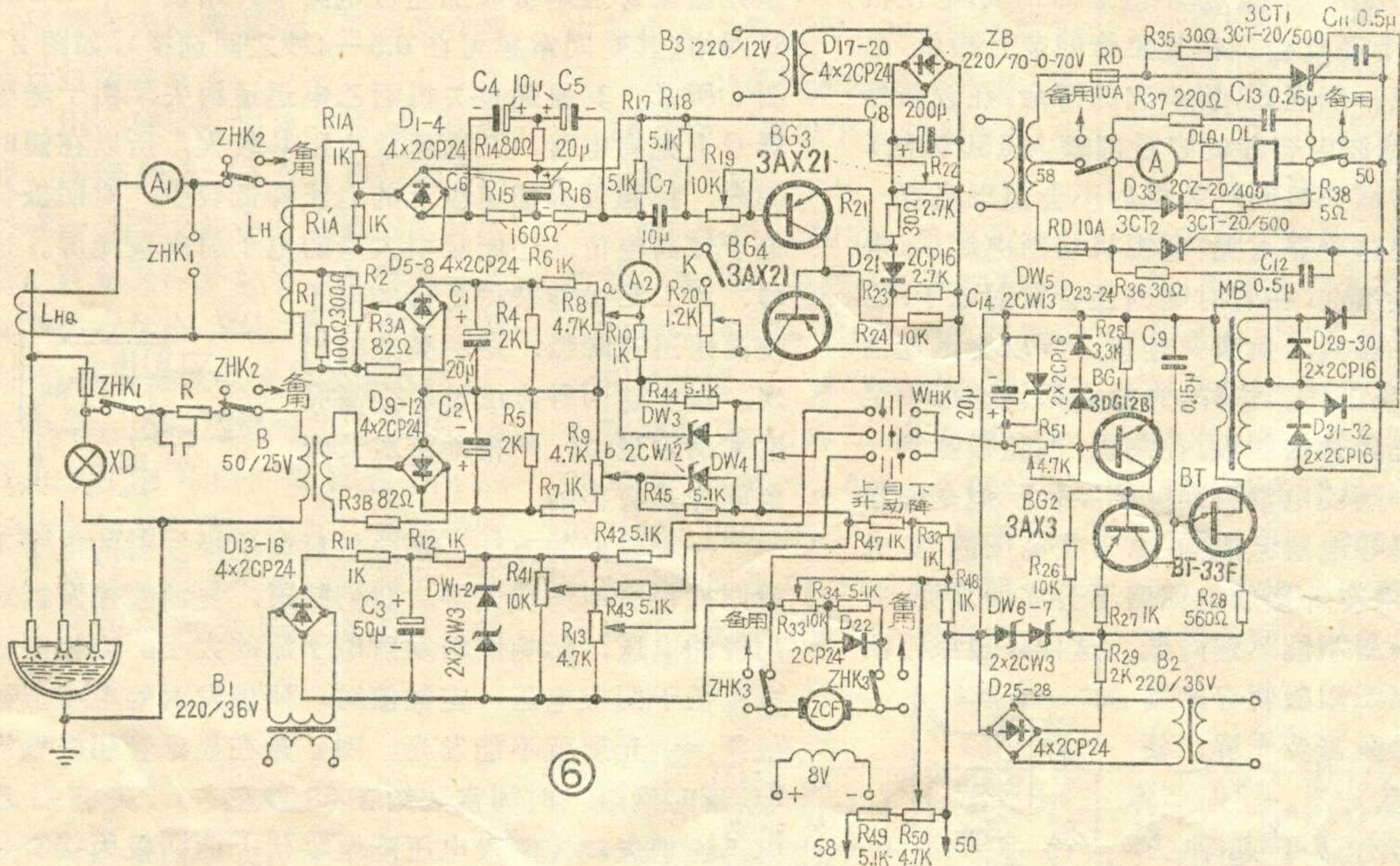
实际上是由下面几部分组成：从测量环节来的比较电压（由  $R_{46}$  取出）、固定偏压（由  $R_{47}$  取出）、测速负反馈电压（由  $R_{32}$  取出）及取自主回路的负反馈电压（由  $R_{48}$  取出）。

**测量环节** 这一部分电路如图④所示。电弧电流的大小由主电流互感器 LHQ 及信号变压器 LH 测出，经分流、桥式整流、电容滤波后成为正比于电弧电流的直流电压信号。LH 另一副边绕组供给校正装

a、b 两点间电压即不为零。稳压管  $DW_3$ 、 $DW_4$ ，电阻  $R_{44}$ 、 $R_{45}$  及电位器  $R_{46}$  构成非线性环节。平衡臂输出信号小于一定数值时， $DW_3$ 、 $DW_4$  不导通，信号被  $R_{44}$ 、 $R_{45}$  衰减较多， $R_{46}$  上输出的比较电压较小。因而电弧电流偏离给定值较小的情况下，电极以压低的速度移动。当电弧电流剧烈变化时，平衡臂输出信号强， $DW_3$ 、 $DW_4$  反向击穿， $R_{44}$ 、 $R_{45}$  两端电压成定值， $R_{46}$  上就得到比较大的比较电压，使电极以很

快速度移动。非线性环节在很大程度上解决了熔化期塌料短路时电极应以很快速度升起，而还原期电流变动较小时又希望电极比较慢地移动的矛盾。同时也有助于克服电极串动（超调）现象，提高了系统的稳定性。

**校正环节—超前器** 超前器的电路如图⑤所示。



置——超前器信号。

在平衡状态时，电流电压信号比较臂  $R_8$ 、 $R_9$  的 a、b 两点电位相等，无输出；当电流发生变化时，

电弧电流信号经全波整流、双 T 滤波后，成为脉动较小的直流电压信号。电弧电流不变化时， $BG_3$  导通， $BG_4$  截止，无输出。电弧电流突然变大时， $C_7$  充电。此时电极上升，电弧电流又减小， $C_7$  由充电转为放电，因而  $BG_3$  截止而  $BG_4$  导通，超前器输出一和测量环节中平衡臂输出信号反相的信号，使电极提前制动。达到新的平衡后，恢复  $BG_3$  导通， $BG_4$  截止的状态。超前器的作用强度与电弧电流变化剧烈程度成正比，是电流微分校正环节。



### 小型高能锌燃料电池

小型、高能量、无公害的锌燃料电池是采用了便宜的新材料作为空气极用的催化剂。电池的正极（空气极）活性物质为空气中的氧，负极（燃料极）活性物质为锌。空气极采用同气体、液体燃料电池同样薄的电极，锌极由锌的防腐蚀合金粉末加压成多孔状。电池主要由多孔状锌极、两个空气极、隔板以及电解液组成。锌极位于两个空气极间。在锌极两侧，由隔板固定着作为电解质的苛性钾。电池的燃料通过更换燃料极供给。由于不断更换锌燃料，电池可以连续放电（称为机械充电式）。

据报导，这种燃料电池的比能量为 200~260 瓦时/公斤，相当于比能量最大的银—锌电池的 2~2.5 倍。电池的开路电压为 1.4 伏，放电特性好，可获得很大的输出能量。电池一般保持干燥状态，使用时注水，可长期保存。为防止锌燃料极的自放电，用新的金属材料代替了汞，所以不会发生公害。这种电池的用途很广，可作收音机、电视机、汽车、电动工具以及通信设备用的电源等等。

# 电视机关机后的亮点及消除方法

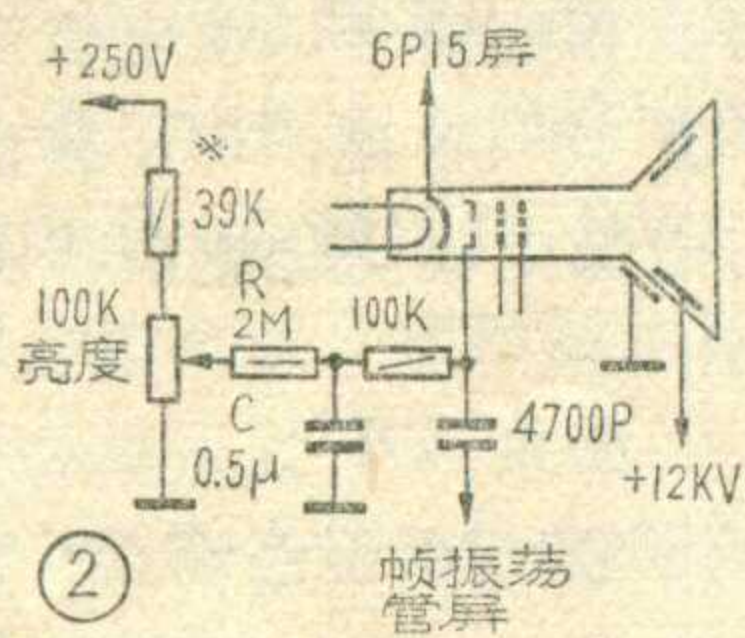
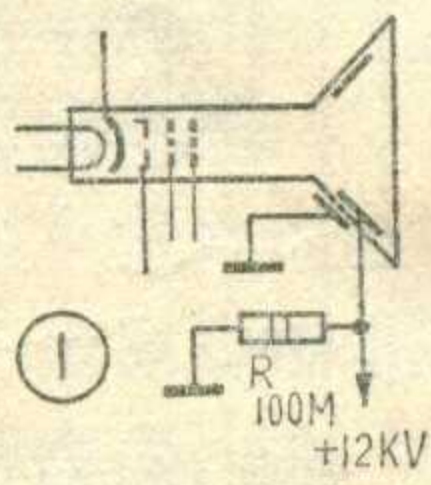
严秉仁 王慎行

有些老式电视机(乙电滤波电容容量不够大的)关机后,会在屏幕上出现一个亮点,不能立即消失。电视机使用时间长了,这个亮点会损伤显象管的荧光涂料,最后屏幕中央就出现一个黑斑,影响它的寿命。在较新型的电视机中,乙电滤波电容器的容量都较大(150微法),这就延迟了乙电的消失时间,关机后不会出现亮点。

为什么会出现这个亮点呢?电视机切断电源后,电子管的阴极由于热惰性,在短时间内还会发射电子;乙电滤波电容容量不够大,负载又较重,所以会迅速消失,使扫描系统停止工作。这样,光栅会很快地缩小至一个亮点。这时显象管的阴极、控制极、加速极及第一阳极的对地电压,随乙电消失而降为零伏。但是显象管管壁内外由石墨导电层组成的 12 千伏高压滤波电容上的电荷,由于没有外接放电回路不会立即放完,所以第二阳极上的高压不能迅速降低。这样,显象管阴极发射的电子在第二阳极暂存的高压的作用下,还会轰击荧光屏,使亮点不能瞬即消逝。

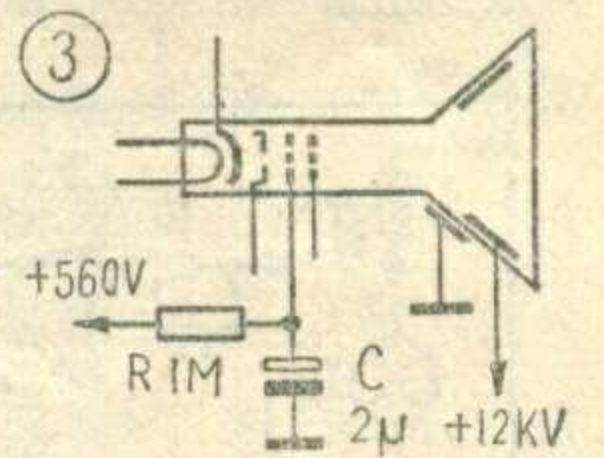
消除这个亮点有以下几种方法。

如图 1 所示是在第二阳极对地处接一泄放电阻 R。这样在关机后,第二阳极的高压能迅速降低,可以避免亮点的出现。不过由于有 12 千伏高压的绝缘问题,这只电阻的安装位置选择起来要困难些。

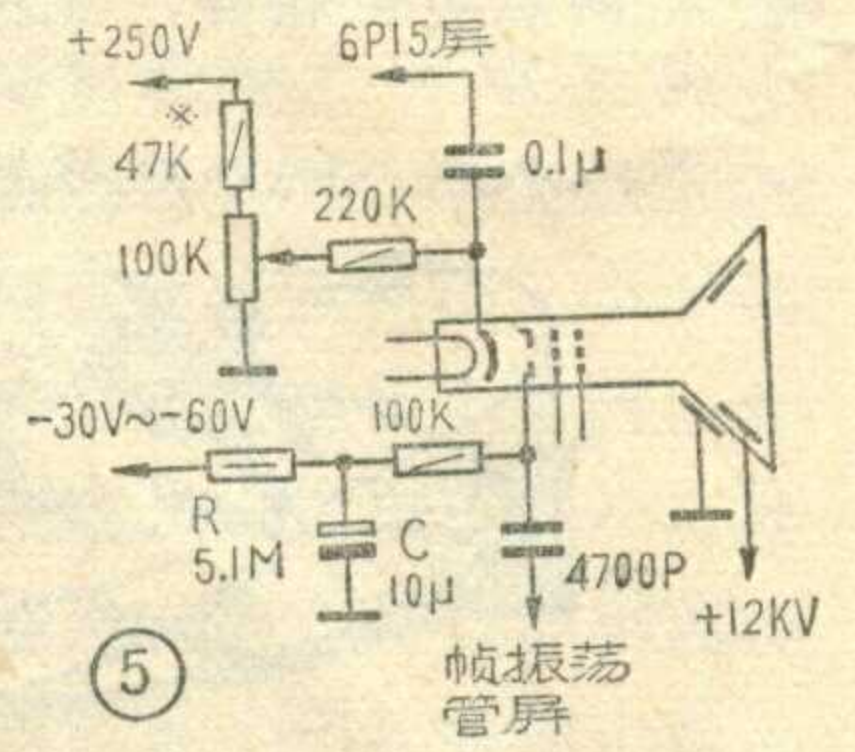
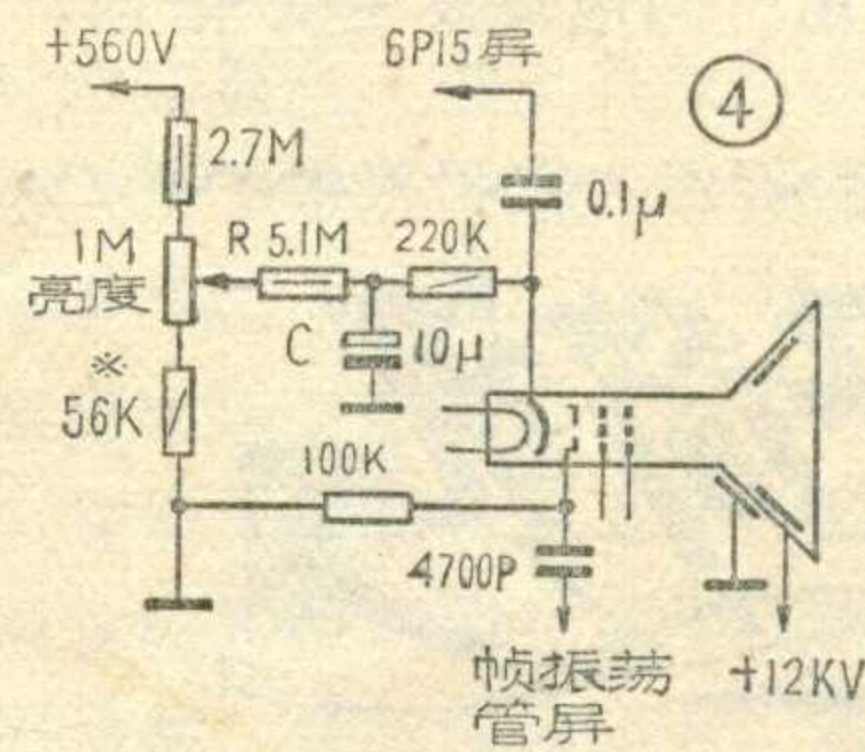


另外还有两种方法。一种方法是关机前先把亮度开大,然后立即关机;待光栅消失后,再将亮度旋钮复原。它的原理是由于提高了亮度,关机瞬间大量电子射向屏幕,激发荧光屏产生二次电子发射,在第二阳极得到大量二次电子的条件下,石墨内导电层上的正电荷得以中和,第二阳极高压

很快就消失,因而避免了亮点的出现。另一种方法,是在显象管控制极或加速极电路中,增设一个 RC 延时网络(其时间常数可在 0.5—4秒之间选择),如图 2、图 3 所示。其原理是关机后乙电迅速消失,由于电容器 C 上充有电荷,又因泄放电阻 R 较大,所以在短时间内,控制极或加速极上的电压降低较少,对阴极仍处于较高电位,还能吸引大量的电子射向荧光屏。这样,第二阳极能获得足够的电子使高压迅速降低,避免亮点的出现。以上这两种方法都以提高亮度来消除亮点,严格地讲对荧光屏同样是有害的。



一种较好的方法,是关机后使阴极发射的电子不射向或很少射向荧光屏。我们知道,显象管控制极对阴极的电压,影响阴极发射电子流的大小;当控制极电压低于阴极电压一定数值时,阴极发射的电子流被截止,荧光屏就不能发光。图 4 是在显象管阴极增设 RC 延时网络(时间常数约在 50 秒左右),关机后乙电迅速消失,控制极电压降至零伏;而阴极因接有延时网络,在一段时间内对控制极来说,是处于较高电位,因而使阴极射向荧光屏的电子大大减少或处于截



止状态。另一方面由于网络的时间常数较大,足以维持到阴极温度降低而失去发射能力,达到消除亮点的目的。同一道理,如果将控制极接入一负电压,并增设 RC 延时网络,如图 5 所示,也能获得上述效果。

更正 1. 第 1 期第 19 页下左栏第 5 行“话筒级应小于 46 分贝,其他各级小于 56 分贝”应更正为“话筒级应大于 46 分贝,其他各级大于 56 分贝”。

2. 第 1 期第 20 页“主要性能指标”的第 3 项“灵敏度”中,“当信号杂音比不大于 20 分贝时”应更正为

“当信号杂音比不低于 20 分贝时”;“当信号杂音比不大于 6 分贝时”应更正为“当信号杂音比不低于 6 分贝时”。同页表中  $B_4$  和  $B_5$  的两个初级电感数值应对调。

3. 第 1 期第 21 页电路图中各管型号如下:  
 $BG_1$ —3AG23;  $BG_2$ 、 $BG_3$ —3AG21;  $BG_4$ —3AX24;  
 $BG_5$ 、 $BG_6$ —3AX22;  $D_1$ 、 $D_2$ —2AP9。

# 简单的程序控制电铃

张振中

简单的程序控制电铃，能够按一定作息时间自动响铃，可供学校上下课打铃用。它的电路如图所示。这个装置应用了多谐振荡器、单稳态延时电路、二进位计数器和二极管译码器等电路，可以结合教学进行实验制作。

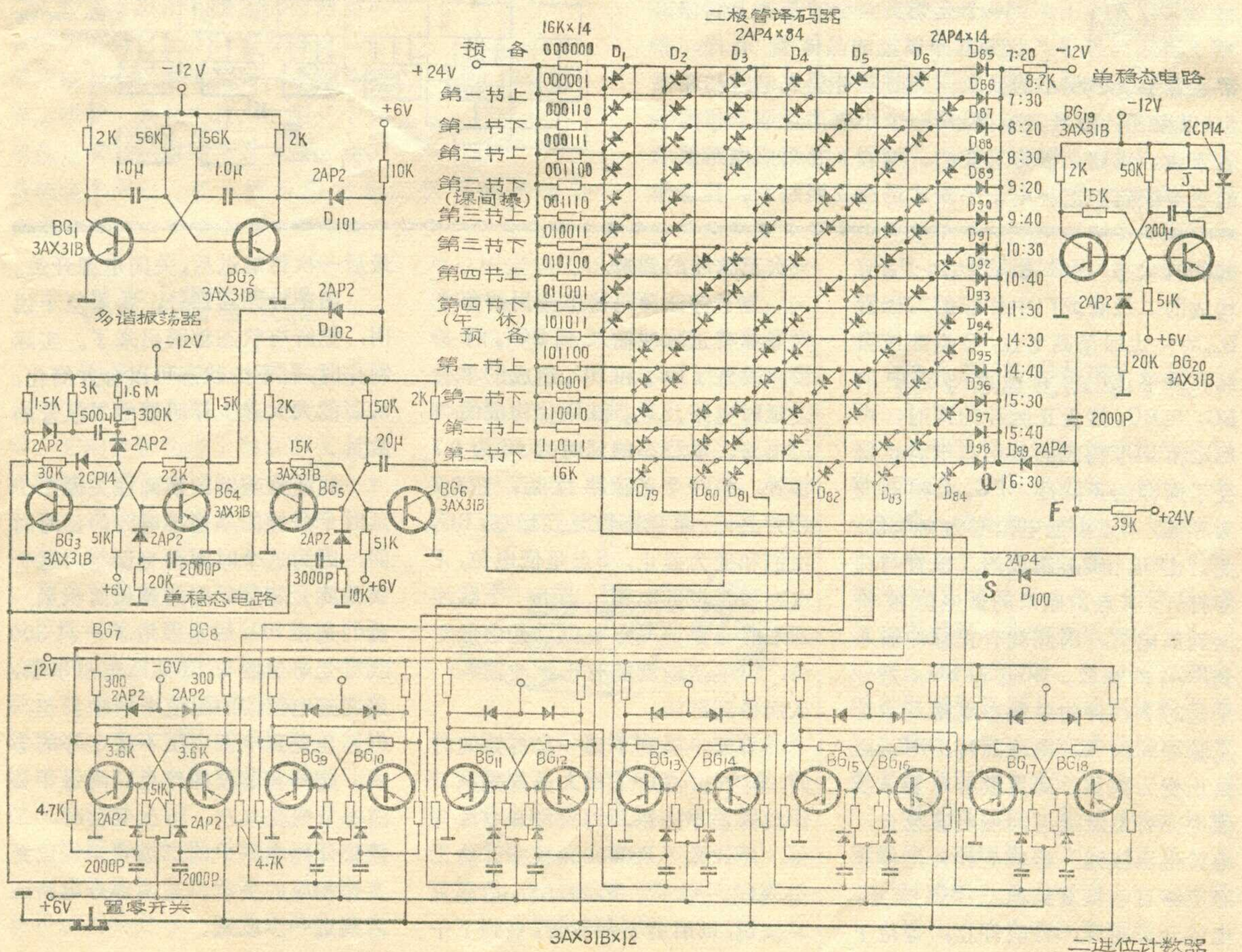
BG<sub>1</sub>和BG<sub>2</sub>组成一多谐振荡器，周期约为0.1秒，BG<sub>3</sub>和BG<sub>4</sub>组成一延时十分钟的单稳态延时电路。开启电源开关后，单稳态电路处于稳定状态，BG<sub>3</sub>截止，BG<sub>4</sub>导通饱和，其集电极电位接近于0伏，二极管D<sub>102</sub>左端呈高电位。当BG<sub>2</sub>由截止变为饱和时，二极管D<sub>101</sub>的左端也呈高电位。因此，由二极管D<sub>101</sub>和D<sub>102</sub>组成的与门即打开，输出一个正脉冲给BG<sub>4</sub>的基极，迫

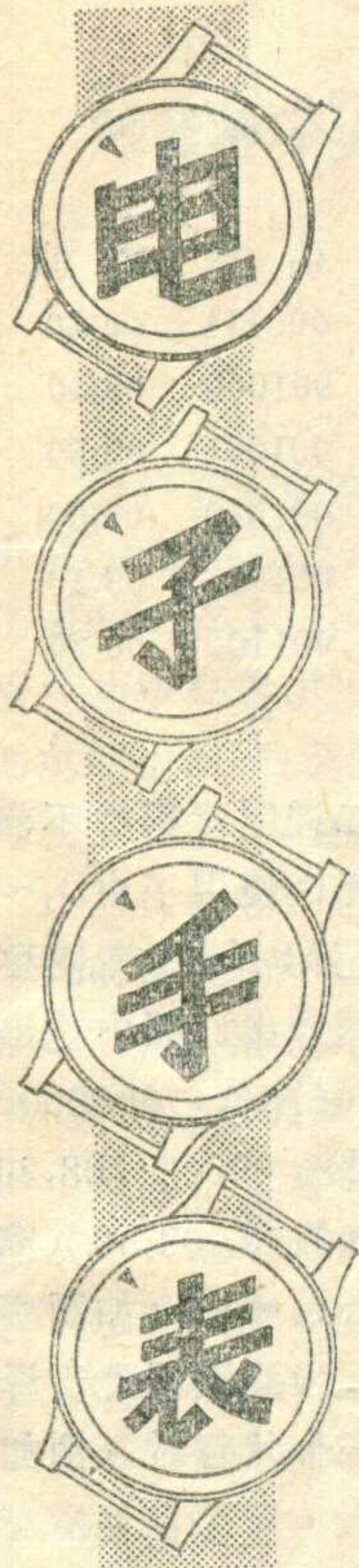
使BG<sub>4</sub>截止，BG<sub>3</sub>导通饱和。这时由于BG<sub>4</sub>的截止，D<sub>102</sub>左端呈低电位，故在输出一个脉冲之后与门立即关闭，待延时十分钟后，单稳态电路自行恢复到稳定状态，BG<sub>4</sub>由截止又变为饱和，与门重新打开，第二个正脉冲才得以输出。全天24小时，就以十分钟为单位，变为一串脉冲。

BG<sub>7</sub>~BG<sub>18</sub>构成一个二进位计数器。当BG<sub>3</sub>由截止变为饱和时，计数器中的BG<sub>7</sub>和BG<sub>8</sub>的基极就有一正脉冲输入，计数器就将这一串正脉冲变为一列二进制代码：000000，000001，000010，000011，000100，000101，……。如果第一次响铃时间是07:20，那末每一个代码对应的时间就如右表所列。

代码	时间	代码	时间
000000	07:20	000111	08:30
000001	07:30	001000	08:40
000010	07:40	001001	08:50
000011	07:50	001010	09:00
000100	08:00	001011	09:10
000101	08:10	001100	09:20
000110	08:20	:	:

由于这一列二进制代码并不都需要用于响铃，所以使用了由D<sub>1</sub>~D<sub>84</sub>构成的二极管译码器，将需要响铃的二进制代码选出。图中选出的是对应于07:20（预备）、000000，07:30（第一节上课）、000001，08:20（第一节下课）、000110，08:30（第二节上课）、000111，……（如图所示）等14个代码。当计数器处于译码器中选出的任一个状态时（例如



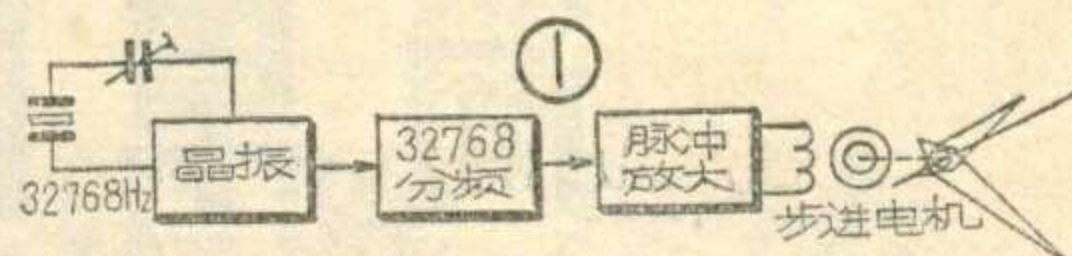


随着电子技术的发展，全电子数字式手表已经出现。它是由一块石英晶体和固体集成电路做成的。全电子数字式手表是以发光的数字形式直接显示时间的。它没有运动部件，可以全部密封，所以不存在磨损和清洗的问题，每换一次电池可工作一年以上。

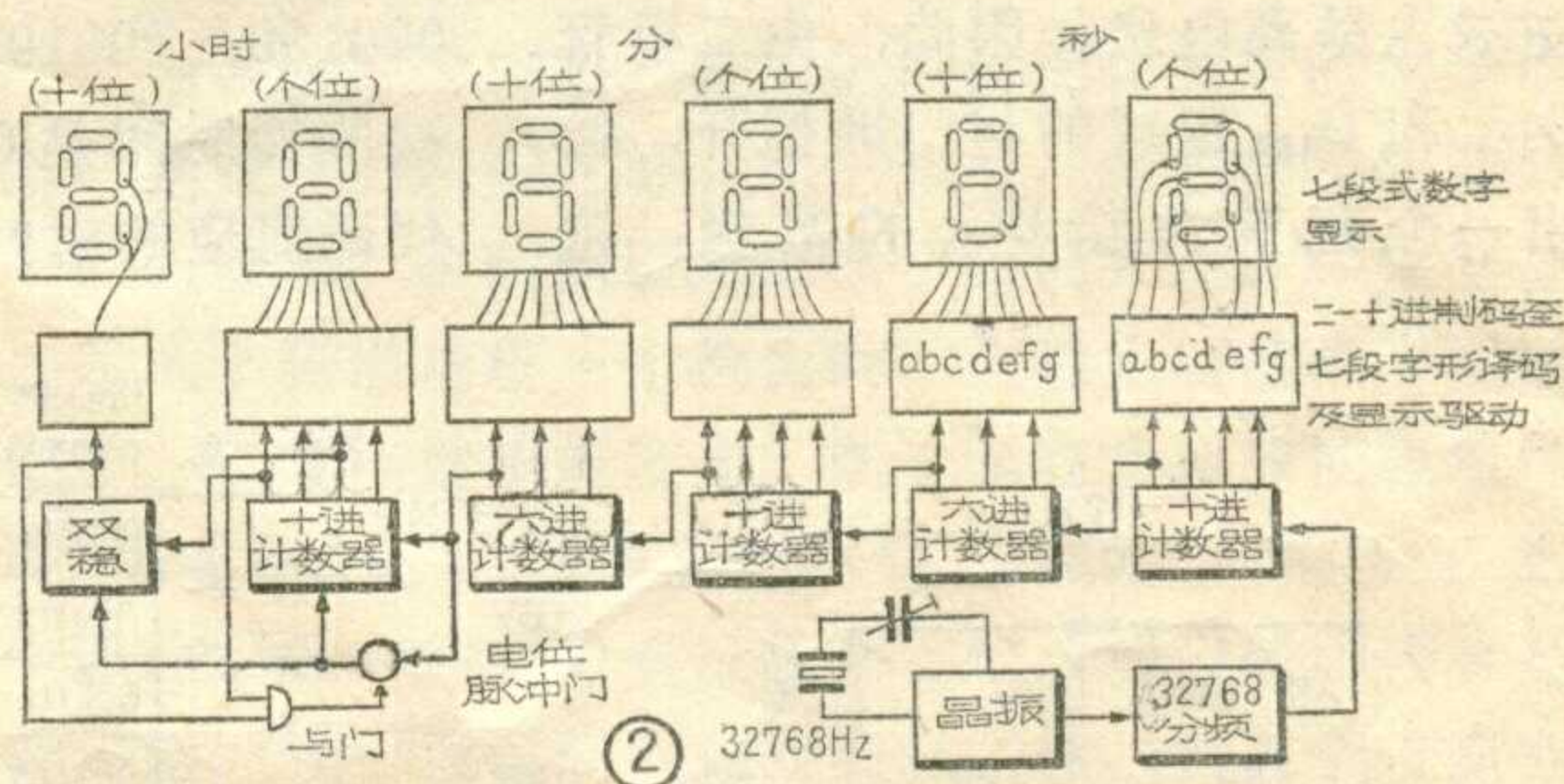
人们很早就知道，利用石英晶体的压电性质可以产生频率极稳定的高频振荡。在天文、航海、科研工作中用的石英钟，就是根据这个原理制成的一种精密计时器。然而在手表中应用石英晶体，还是在一种新的固体器件——互补金属氧化物半导体集成电路（简称为 C/MOS 集成电路）出现之后才能实现。使用互补集成电路能降低石英手表的价格、尺寸和耗电量。大规模互补集成电路技术的集成度高，能在一个火柴头大小的基片上制作出 1500 个以上的晶体管元件，非常

适合手表体积小的要求；同时互补集成电路功耗极小（以微瓦计算），这对要用一个小电池长期工作的手表来说，当然是极为重要的。随着互补集成电路技术的逐步成熟，这种电子手表才迅速发展起来。其工作

原理与石英钟基本类似，按显示时间的不同方式可分为两类：



（一）模拟式，如图 1，石英晶体振荡器产生极稳定的高频信号，一般是几千赫至几十千赫，微调电容可微调振荡频率达到规定的数值，振荡输出通过分频电路得到秒脉冲信号，经放大后用来驱动一个步进电机，并带动若干齿轮和表针。分频器可由若干双稳级联组成，一级双稳有二分频作用，即每输入两个脉冲输出一个脉冲，十五级双稳级联起来可实现  $2^{15} = 32768$  分频。有一种模拟式电子手表它的晶振与分频互补集成电路尺寸不大于  $2 \times 3$  平方毫米，其中包含 312 个晶体管元件，用 1.5 伏电池（耗电 4 至 5 微安），输出的秒脉冲信号间隔 1 秒、宽约 30 毫秒、幅度约 1 伏；其微型步进电机直径 6 毫米，用相当于头发  $1/10$  粗细的导线 50 米绕成。每输入一个脉冲转动  $180^\circ$ ，耗电 7 至 8 微安。模拟式电子手表的特点是构造简单、



000001 状态)，由二极管  $D_{85} \sim D_{98}$  所构成的二极管或门中相应的二极管  $D_{86}$  的左边即呈高电位，Q 点亦被箝制在高电位。由于在计数器中的  $BG_7$  和  $BG_8$  接受正脉冲的同时，由  $BG_5$  和  $BG_6$  构成的单稳态电路也接受了同样的正脉冲， $BG_6$  由截止变为导通，S 点由低电位变为高电位。此时由  $D_{99}$  和  $D_{100}$  组成的二极管与门即打开，F 点由原来的低电位被箝制到高电位。因此就有正脉冲输入到  $BG_{19}$  的基极。 $BG_{19}$  和  $BG_{20}$  是一个延时 7 秒钟的单稳态电路，由于正脉冲的输入，电路翻转， $BG_{20}$  由截止变为饱和，高灵敏继电器 J 线圈中亦有电流流过，继电器吸合，电铃电源接通，铃响 7 秒钟，单稳态电路自动恢复到稳态， $BG_{20}$  截止，电铃开关断开，铃响停止，等待下

一次正脉冲的到来。

为了保证译码器中选用的每个状态都有正脉冲输入到  $BG_{19}$  的基极，设置了  $BG_5$  和  $BG_6$  组成的单稳态延时电路及  $D_{99}$  和  $D_{100}$  构成的与门电路。单稳态的延时时间为 0.7 秒钟。当一个正脉冲过后，在 0.7 秒钟之内，单稳态恢复到稳态， $BG_6$  由饱和变为截止，S 点呈低电位，F 点亦被箝在低电位，当下一个脉冲到来时，保证 F 点电位总是由低变高， $BG_{19}$  基极就能有正脉冲输入，从而得到翻转。

每天早晨到了第一次打铃的时间，例如 07:20，工作人员首先按下计数器置零按钮，然后打开电源开关，使计数器从 000000 状态开始工作，响第一次铃。铃响过后，抬起置零按钮，以后就不须看管，直到下午

最后一次铃响过后，关闭电源开关。

图中译码器部分，为了便于说明，把所有状态都画出来了。实际制作时，有不少状态可以合并简化，从而能大大减少译码器中二极管的数量。

此装置响铃的准确性关键在于延时十分钟的单稳态电路的延时时间，因为这个时间稍有误差，这个误差就会随着时间的延长而积累。我们是在  $BG_4$  的基极用了一只 300 欧可变电位器与 1.6 兆欧电阻串联，用调整电位器的阻值来消除误差，但还会受到电源电压不稳定等的影响。此外各学校的作息时间每年要随季节变化几次，每次变动时，二极管译码电路中的二极管接线位置要作相应的更改。这两部分电路还需要进一步改进。

价格较低，但由于它仍有运动部件，在使用中会有磨损，需要定期清洗和调整。

(二) 全电子数字式如图 2，完全用电子部件取代了传统的机械运动部件。从分频器输出的秒脉冲信号通过计数器、译码器驱动显示器以发光的数字形式直接显示出时间。十进计数器可由四级双稳结合一定的门电路组成，每输入一个脉冲给出一个二——十进制代码输出，输入第十个脉冲时该计数器复原，同时送到下级计数器一个进位脉冲，如图 3 (六进计数器由三级双稳结合一定的门电路组成，同样每输入一个脉冲给出一个二——十进制编码输出，输入第六个脉冲时计数器复原，同时送到下级计数器一个进位脉冲。)译码器由按一定逻辑排列的二极管矩阵组成，对于输入的某个二——十进制代码，有某几个一定的输出端获得驱动信号，从而使与它相联的显示器中某几段发光元件工作，并显示出相应的数字。例如从分频器输入第三个脉冲时，个位秒计数器给出二——十进制代码 0011，译码器收到后使 b、d、e、f、g 五个输出端获得驱动信号，从而使个位秒显示器中五段发光元件工作，显示出相应的数字 3。图 2 中左方的与门和电位脉冲门用来监视小时计数，并完成从 12 点到 1 点的变换。

全电子数字式手表的时间显示技术仍有待进一步研究发展。目前采用的显示元件有两种。一种是发光二极管，其耗电较大，用一个小电池连续显示时间不太合适。为了解决这个问题，有一种采用发光二极管的手表如

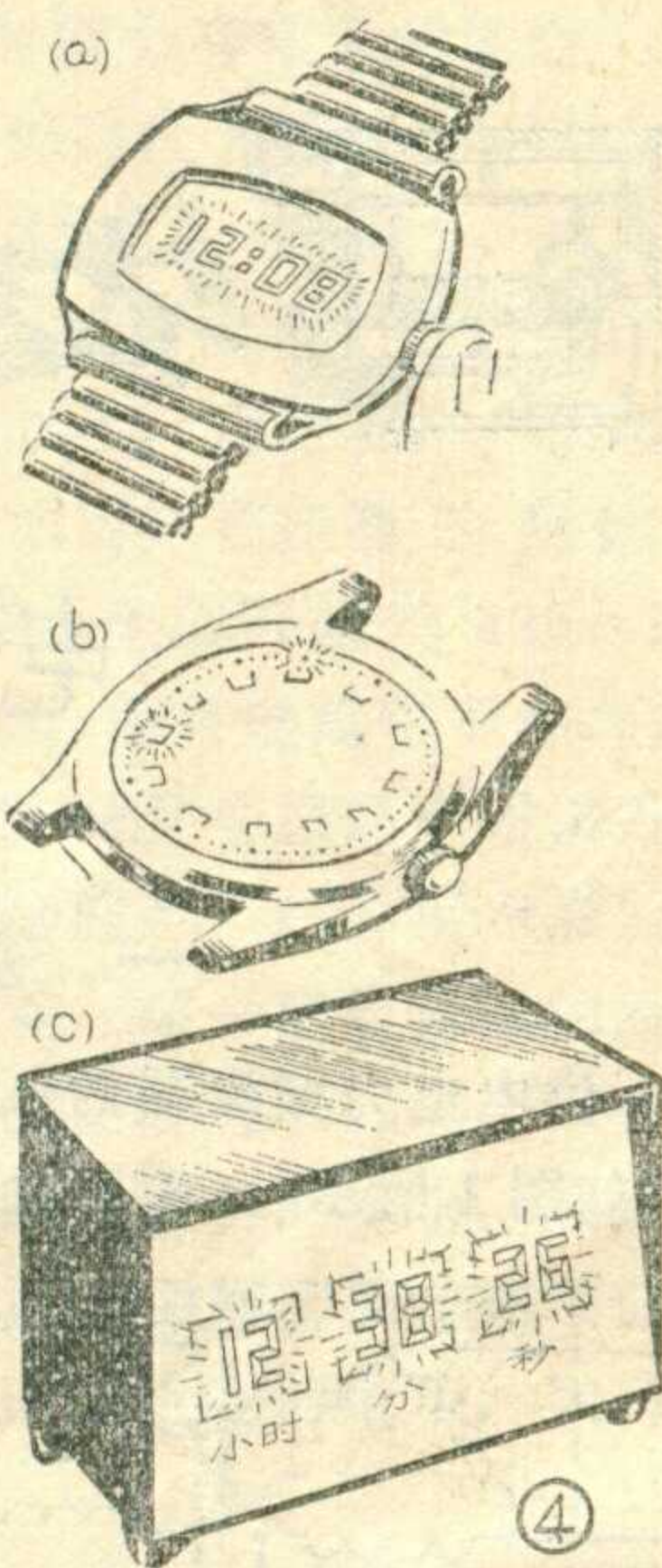
输入脉冲个数	计数器状态 (二——十进制编码输出)
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
10	0000

③ (同时送到下级计数器一个进位脉冲)

图 4a，当需要看时间时，按一个钮，使显示发光一小会后即熄灭，以节省电池。在小时和分数字之间的两个小点，每秒闪光一次，用来显示秒。图 4b 中的表采用内圈 12 只外圈 60 只发光二极管，每次有两只同时发光，显示小时和分。图 4c 是台钟的型式。另一种是液晶显示，其结构简单，价格便宜，功耗很小，与互补集成电路配合起来用一个小电池可连续工作很长时间。液晶显示本身不发光而是反射周围的光，周围光越强显示越清晰，但在黑暗中不能显示。目前的液晶显示材料所需驱动电压较高(十几伏)，工作受一定温度限制，性能不太稳定，寿命较短，这些问题还有待进一步研究解决。

电子手表的计时准确度为每年±1分，主要是依靠石英晶体产生频率极稳定的高频振荡。它把 1 秒分成几千至几万份，而最好的普通音叉手表只能把 1 秒分成 360 份。晶体振荡频率把 1 秒分成的份数越多，计时准确度也越高。但分频电路也越复杂，耗电越大。所以计时准确度应和价格、耗电等因素综合起来加以考虑。

(徐和编译)



## 激光火警报警器

一种新型的激光火警报警器可用来警戒整个仓库、办公楼或隧道等。它的体积相当于鞋盒那么大，而防护范围很大，可以达到 1100 平方米。这种激光报警器的原理是：当激光穿过冷空气、上升的热空气以及由于着火发出的燃烧气体之间的界面时就会产生折射。这种折射效应和火焰上面的空气湍流，能使激光束在 40—80 赫的频率之间进行颤动。光电管能探测到激光束的迅速变动，并由其发展成的信号来激发报警器。

报警器用的激光器是一个功率为一毫瓦的氦氖激光器，它的发热量不超过荧光灯，该激光器的激光

束以固定的波长射出，穿过望远镜而射到大楼很远一端的平面镜。这种对温度变化所引起的畸变非常灵敏的激光束，被反射到下一个激光器的激光束分光器上。

这台激光束分光器就是一块既能反射又能传递光的半镀银玻璃板。激光穿过平面镜而射入覆盖热



敏光电管的穿孔掩模上。与屏蔽光电管保持正确角度的第二个光电管，将会收到在这两个光电管之间成 45° 夹角处放置的半透明的平面镜的光，这只光电管能探测烟雾。

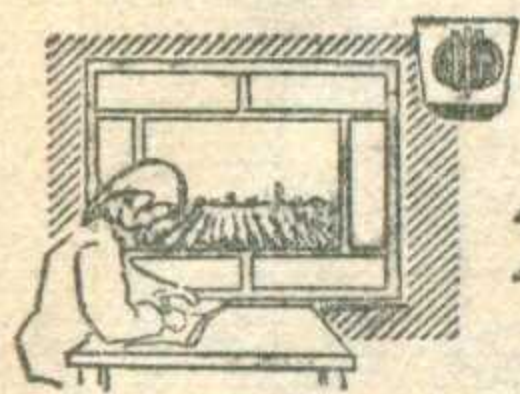
一台激光报警器的防护范围相

当于 24 台热探测器和 12 台烟探测器。

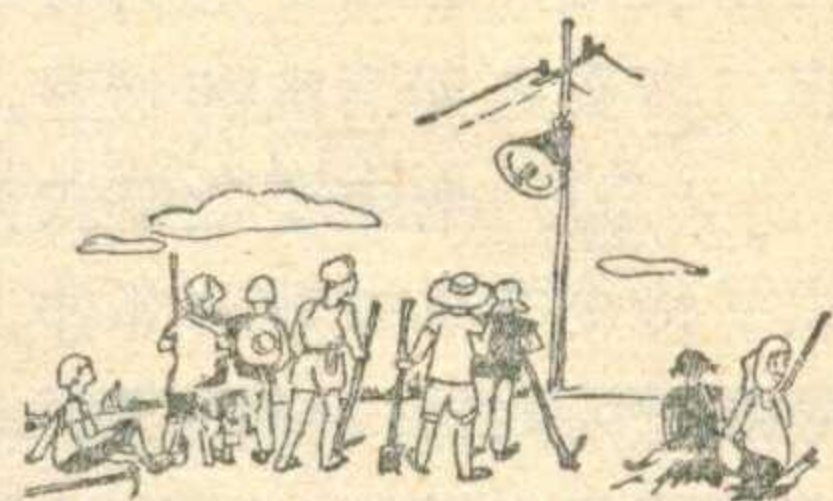
## 盲人用激光探障手杖

这种手杖是用玻璃纤维增强塑料制成的。在其手柄处，装有一个微型镍—镉电池。在距手柄 45 厘米处有一个激光接收器，距此接收器约 18 厘米处有一个砷化镓脉冲激光发射器。当激光束射到卡车、墙壁之类障碍物时，部分激光就会被反射到接收器上，从而使扬声器发出警告声音。这种激光器发出的激光信号可达 2 米的范围。

激光器每秒可发出 1000 个激光脉冲，其峰值功率为 25 瓦，这对于过路行人是无害的。电池的开关由装在手柄处的按钮控制。



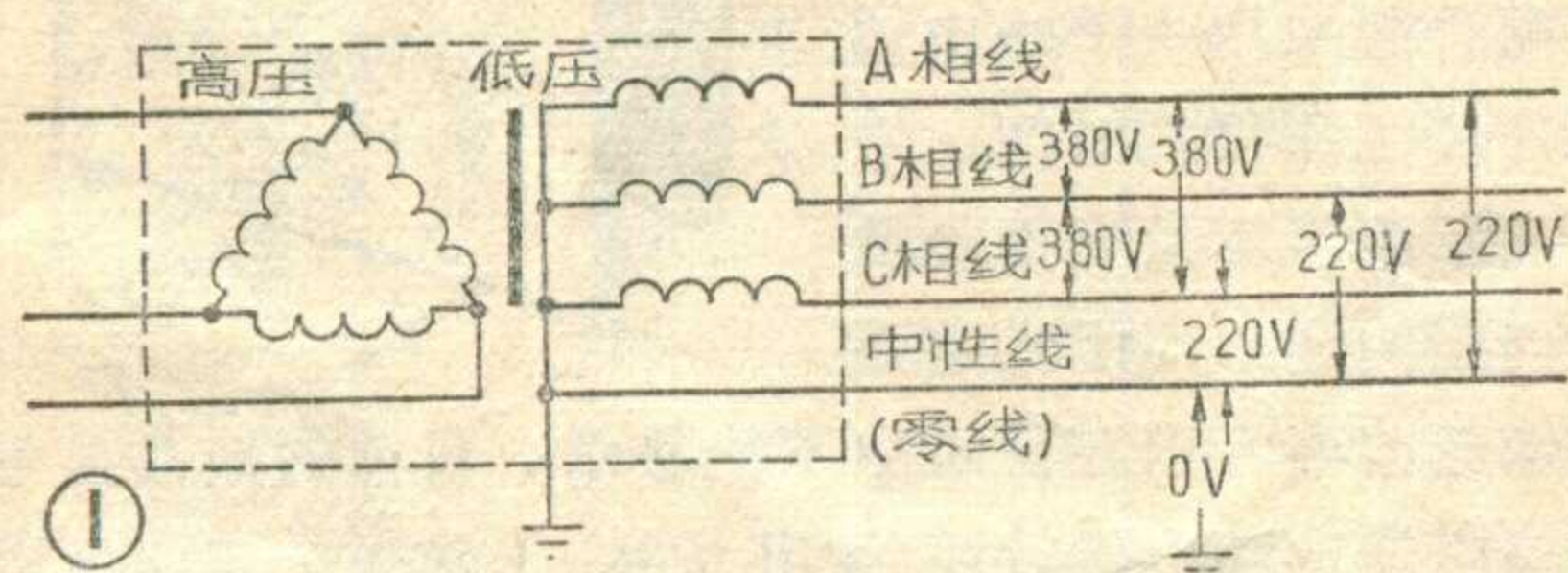
# 农村有线广播



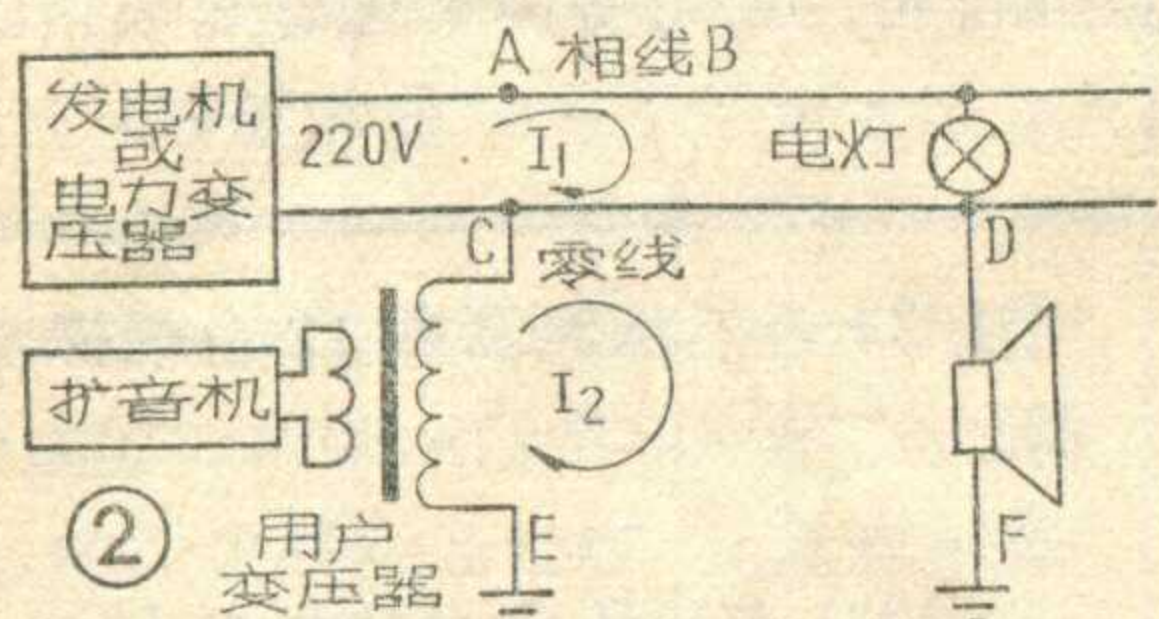
## 电灯零线广播的一些技术问题

### 一、基本原理

供电电力变压器的低压一侧，一般采用三相四线制(如图1所示)，有三个线圈，各接出一根线，称为



“相线”(或称火线)；三个线圈的另一端联结在一起，接出一根线，叫作“中性线”(也叫零线)。相线与相线之间的电压为380伏，相线与零线之间的电压为220伏(有的地区用110伏)。零线在作单相用电时作为供电线路的回路线，如照明电灯线路就是这样。零线由于接了地，所以在理想状况下，它对地没有电压、电流，这就是叫它“零线”的原因。



利用低压电灯零线传送有线广播的基本原理很简单。图2中，CD线是用来传送有线广播

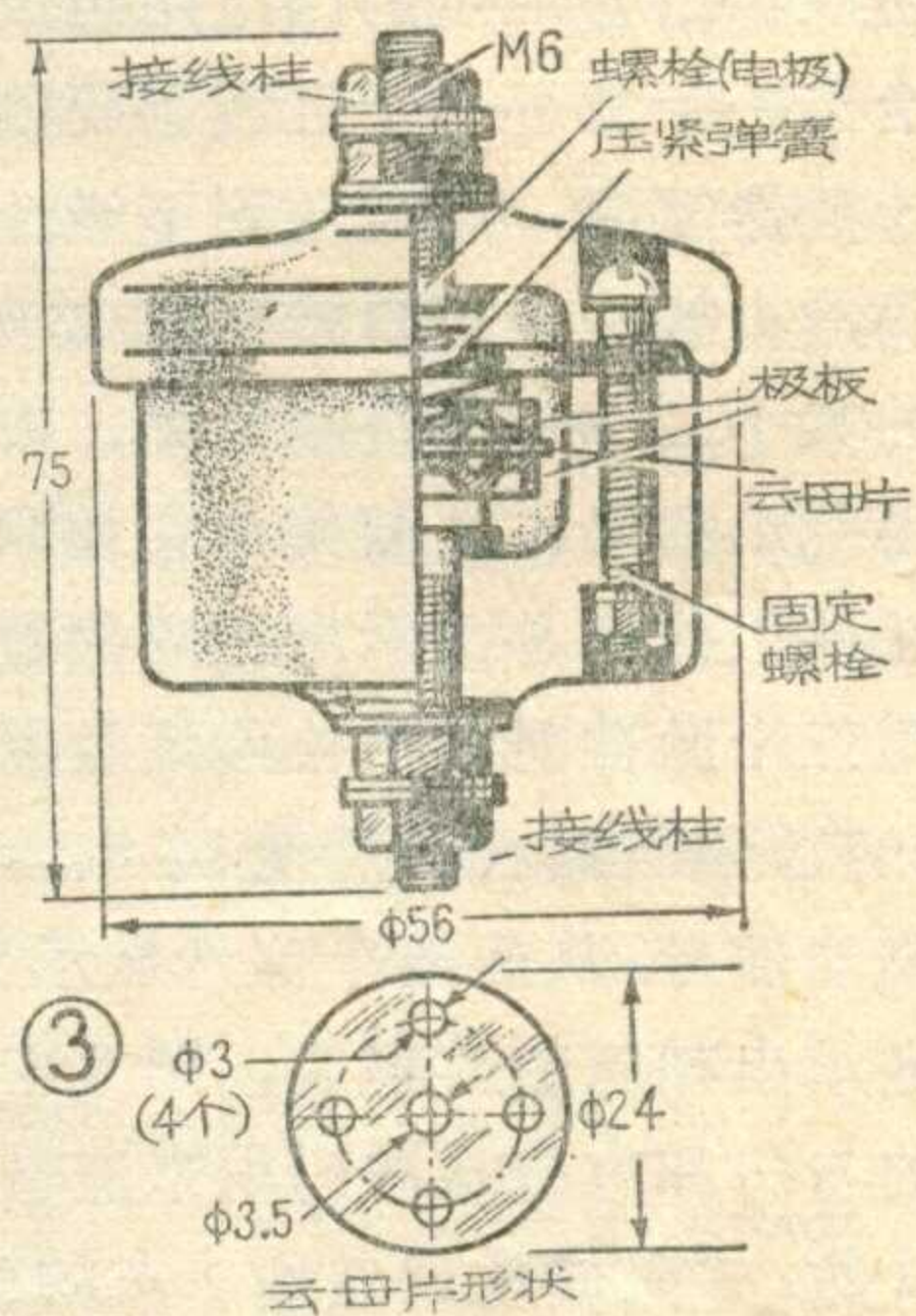
的零线。因为CD之间的阻抗很小，所以电灯电流 $I_1$ 在ABCD回路中流通；广播电流 $I_2$ 则主要在CDEF回路中流通。这样两者会相互干扰，但在正常情况下干扰是不大的，零线广播就是根据这个道理工作的。

### 二、低压电力系统的接地问题

在低压电力系统中，零线总是接地的。这是防止当高压线圈和低压线圈之间发生击穿时，低压线圈上出现高压，危害电力设备和人身安全。同时，在架空线路中有一根是地线，如果在电杆上导线位置排列适当，它还能起避雷作用。但是，利用零线传送有线广播，却要求低压电力系统的电气绝缘好，零线不能直接接地，否则广播电路短路，无法利用它来传送广播。电力系统要求接地和广播系统要求不接地的矛盾，是用零线传送广播的主要矛盾，可采用装设击穿

保险器或装设阻流圈的方法来解决。

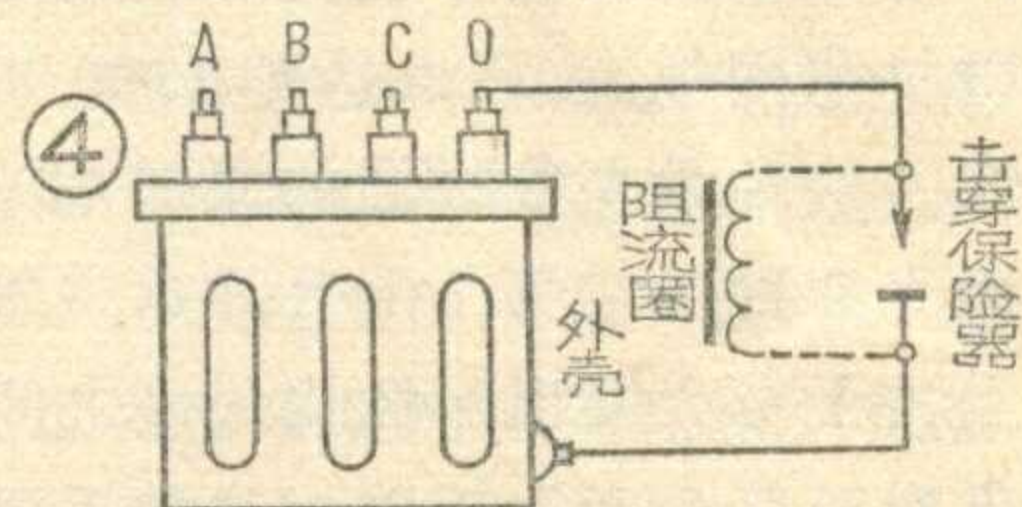
装设击穿保险器后，当低压线路上对地有高压出现时，击穿保险器立即被击穿，使高压对地短路，以保护低压线路上的设备。击穿保险器有现成产品可选购。如条件许可也可自制。图3所示是上海电瓷厂出品的JBO型击穿保险器。它的心子主要是由两块平板金属电极，中间夹一片带孔的薄云母片组成。心子外面套有瓷帽。两个电极通过金属接线螺栓引出。其中还有一个弹簧，起压紧极板的作用。



击穿保险器的放电电压，可改变云母片的厚度来调节。为了使击穿保险器动作可靠，可采用重复接地，即把两个以上的击穿保险器并联起来。图4表示击穿保险器(或阻流圈)与电力变压器连接的方法。

阻流圈可代替击穿保险器。因为阻流圈对50赫的交流电阻抗很小，对地差不多等于直通短路；而对几百赫以上的广播信号则阻抗很大，起阻流作用，等于与地断开。如果阻流圈的线径合适(能通过100安以上电流)且电感量达到一定要求，其作用会比击穿保险器更为可靠。

无论对电力变压器的中性线或其他大型电力设备(如大功率电动马达)的中性线，在用来传送广播时，都应采用上述方法解决接地问题，以保证电力系统的安全。



### 三、安全技术措施

利用电灯零线传送有线广播时，电力系统对有线广播的影响是需要认真考虑的，特别是安全问题需要我们特别重视。除经常宣传安全常识，制订切实可行的安全制度外，在技术上应采取有效措施。

**1. 电力系统对广播设备的影响和采取的技术措施。**这里先分析一下电力系统对广播设备的影响。图5是利用电灯零线传送有线广播的完整的线路图。我们大略求一下从用户变压器次级看进去的阻抗 $Z$ 。

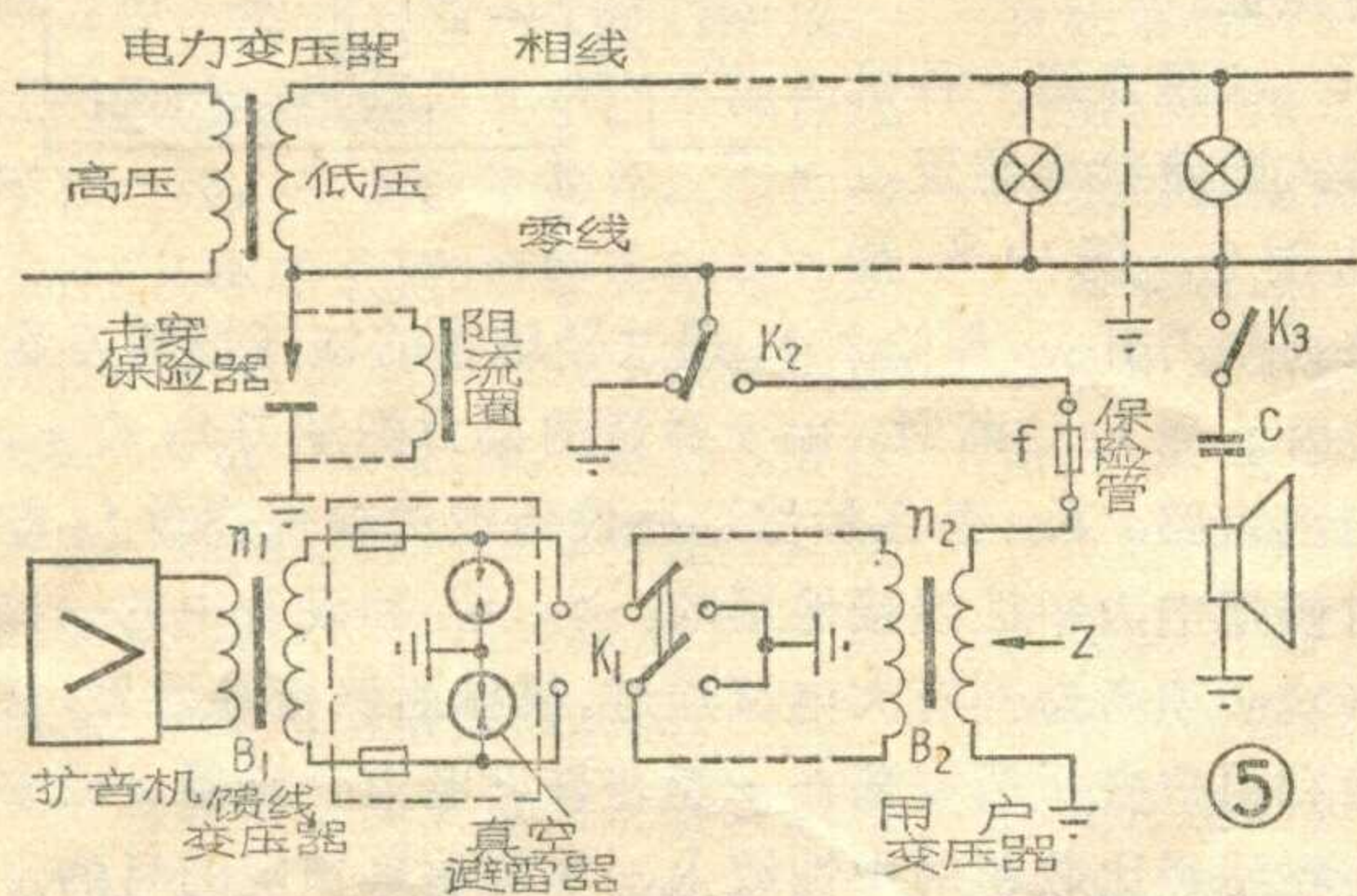
假定扩音机的额定输出功率为 $W$ 瓦，负载阻抗为 $R$ 欧，它的输出端和馈线变压器连接。当扩音机工作的时候， $Z$ 由下式计算：

$$Z = \frac{R}{n_1^2 n_2^2}$$

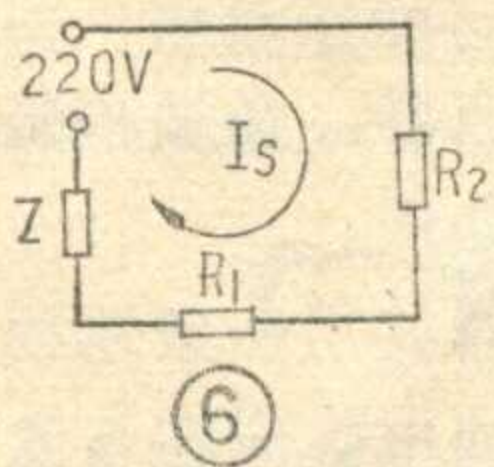
例如扩音机为500瓦，额定负载阻抗（在输出为120伏时）是28.8欧。当 $n_1=0.5$ 、 $n_2=8$ 时，

$$Z = \frac{28.8}{(0.5 \times 8)^2} = 1.8 \text{ 欧。}$$

这是理想的情况，实际上由于变压器的自感量和在扩音机的输出端还并联着很多线路，所以 $Z$ 的数值



比上面计算的数值还要小得多（变压器瓦数很小，用线较细时例外）。如果扩音机不工作，那么 $Z$ 的数值要增大很多，但对50赫来说， $Z$ 的增大仍然是有限的，这主要看变压器的构造而定。在使用中，实际数值最好以测量来确定。



现在再来看一下电灯线的一根火线（相线）碰地时（如图5虚线所示）对广播系统的影响。这时可用图6电路来分析，图中 $R_1$ 、 $R_2$ 分别为用户变压器接地电阻及火线碰地时的接地电阻； $Z$ 为用户变压器的次级阻抗。回路电流 $I_s$ 则可用下式近似地计算：

$$I_s \approx \frac{220}{Z + R_1 + R_2} \dots \dots \dots (1)$$

在 $Z$ 上的电压降 $E_Z = I_s Z$ ，即

$$E_Z \approx \frac{220Z}{Z + R_1 + R_2} \dots \dots \dots (2)$$

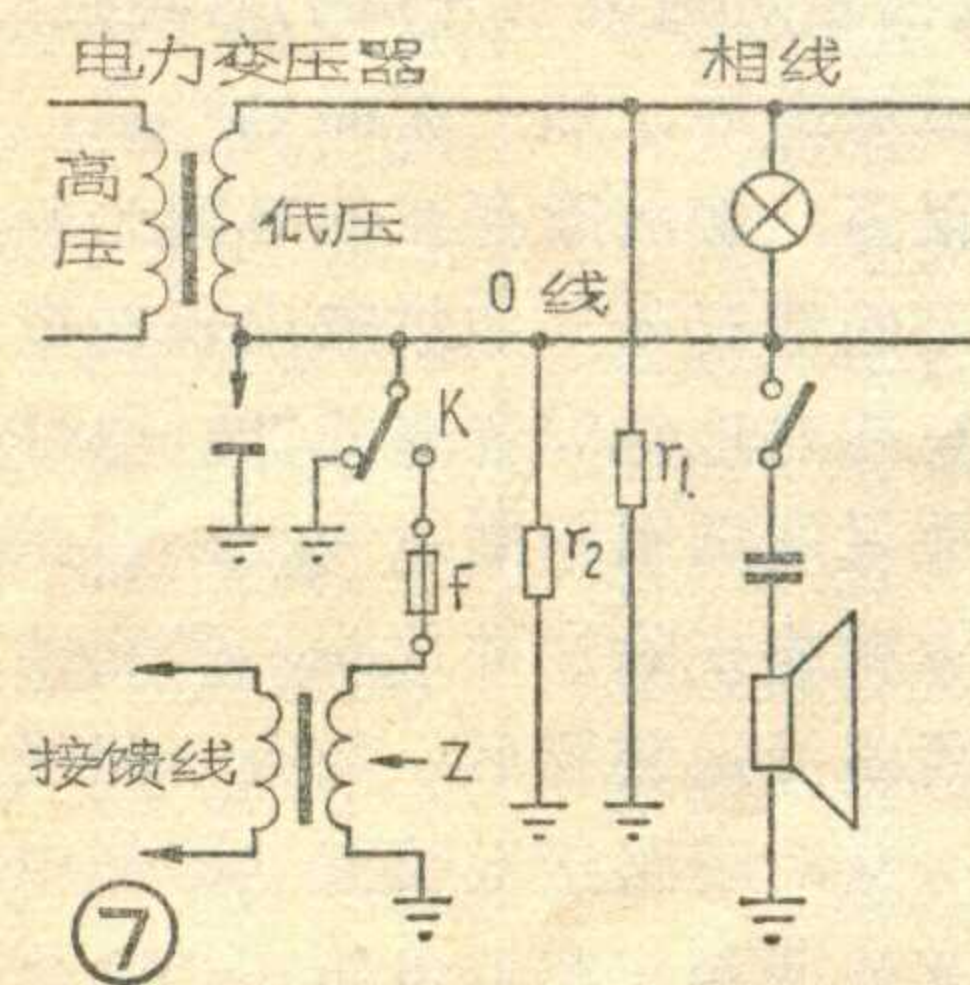
从前面已知 $Z$ 的数值不会很大，在某种情况下也可能变得很小。 $R_1$ 是根据地线埋设的好坏来决定，一般在1~10欧左右。 $R_2$ 是根据故障的情况来决定的，如果火线碰着自来水管或马达的保安地线，则 $R_2$ 可能很小。由此看来，有两种情况必须考虑：第一，

$Z$ 、 $R_1$ 、 $R_2$ 同时都很小，这时就会有有很大的电流 $I_s$ 通过用户变压器次级，在不加保险丝 $f$ 的情况下，用户变压器会立即烧坏。第二， $R_1$ 及 $R_2$ 都很小，而 $Z$ 比 $R_1$ 及 $R_2$ 大很多时，由（2）式得出用户变压器次级有很高的电压，甚至达到220伏，这时在用户变压器初级会产生更高的电压，例如用户变压器的变比是 $n_2=240/30=8$ ，那么初级馈线上就可能 $220 \times 8=1760$ 伏的高压。这样高的电压，而且电流也不小，时间一长，不仅把用户变压器烧坏，而且会损坏广播设备。

保证广播设备的安全的措施是：（1）用户变压器次级必须安装过电流保护装置，即一定容量的保险丝 $f$ ，来防止烧坏变压器线圈（如图5所示）；（2）在用户变压器的初级，或是在馈线变压器的次级，必须要装过电压保护装置，最好采用真空避雷器。如果馈线上广播电压高于真空避雷器所能承受的电压，则可用两个串联起来使用。

这里还须注意：扩音机的输出电压即使符合用户线电压要求，也不应该把扩音机输出端直接和电灯零线连接，以免烧坏机器。正确的接法应按图5连接。因为接上用户变压器后，有加大电源内阻的作用，不致于使电源无限地供给电能来损坏广播设备。

**2. 电力系统对广播用户设备的影响和采取的技术措施。**根据前面的分析，用户扬声器两端也可能随时有220伏的电压出现。对舌簧扬声器和压电扬声器来说，在很短时间内虽不致损坏，但很难保证在短时间内把扬声器都关掉或把线路故障解除，所以还必须采取相应的技术措施。采用保险丝的办法是不可靠的，因为扬声器线圈的线径很细，在市上还没有这样弱电流的保险丝。经过各地实验，在扬声器上串接一定容量的电容器是比较可靠的，它在某些情况下还能防止或减弱50赫交流声对广播信号的干扰。电容器的电容量一般选取0.047~0.1微法之间，耐压要求400~600伏。电容用得太小会产生频率失真，太大又会失去保护作用。例如采用0.1微法的电容器，它对50赫时的交流阻抗有30000欧以上，是一般舌簧扬声器的20多倍。这样，220伏的电压将有210伏降在电容器上，而扬声器上仅加有10伏左右的电压，因此只要电容器耐压够高，就能避免烧坏扬声器。



在发现扬声器有较大的交流声即零线上带电时，用户应立即关闭扬声器而保安全，因此在扬声器线路中要安装一只拉线开关。安装扬声器要用有绝缘外皮的线，扬声器地线最好用槽板盖上。

3. 电灯线路漏电对广播系统的影响和应采取的技术措施。电灯线路漏电可用图7表示。图中  $r_1$ 、 $r_2$  分别为相线和零线的对地漏电电阻。

当相线漏电时，由于  $r_1$  的存在，便有电流  $I_Z$  通过用户变压器次级，在一般情况下， $I_Z$  的数值用下式计算：

$$I_Z = \frac{220}{Z + r_1};$$

在变压器的次级压降约为

$$E_Z = \frac{220Z}{Z + r_1};$$

送进用户变压器的功率为：

$$W_Z = \frac{(220)^2 Z}{(Z + r_1)^2}。$$

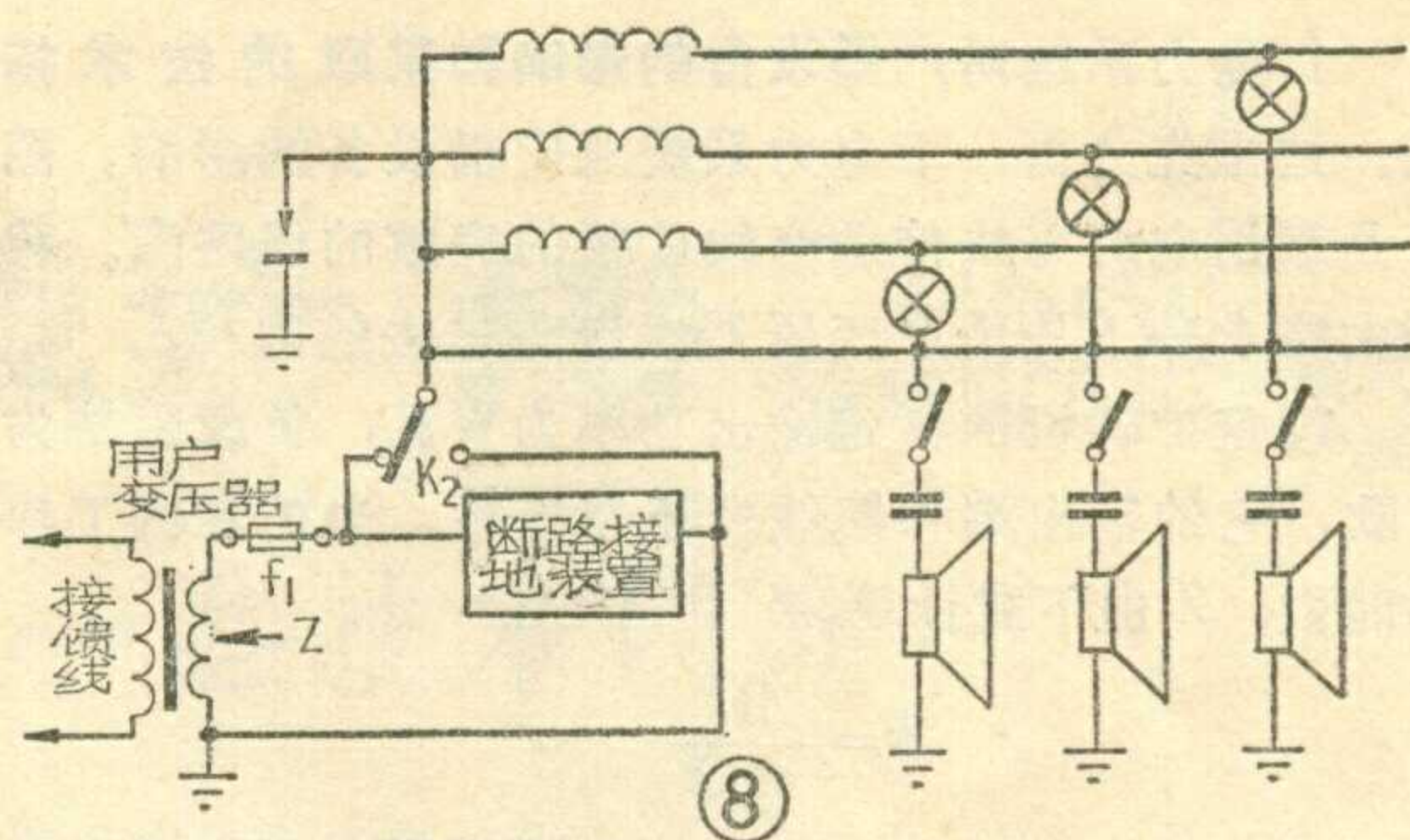
如  $r_1 = 100$  欧， $Z = 1.8$  欧，则  $I_Z = 2.16$  安； $E_Z = 3.89$  伏； $W_Z = 8.4$  瓦。

从这假定的情况看，即使漏电很大，只要  $Z$  的数值尽量小，那么反馈到广播设备方面的电力仍然有限，不会发生严重影响。但是当扩音机不工作时， $Z$  即增大，这时在馈线和扩音机输出变压器初级上都有可能相当高的电压，从而损坏广播设备，所以要按图5所示安装短路开关  $K_1$ 、 $K_2$ ，在扩音机不工作时，开关应掷向接地一端，使零线接地和使扩音机的输出脱离馈线，并把馈线短路接地，以免发生事故。

另一方面，当零线漏电时，由于  $r_2$  的存在，成为扩音机的负载，白白消耗广播功率。如果零线漏电过大（即  $r_2$  很小），则发生广播功率送不上去，用户变压器次级保险丝熔断；或者即使送上功率，扬声器的音量也会显著下降。如果零线直接碰地，那么会造成从碰地处以后线路上的扬声器都无声。所以，必须对电灯线路进行彻底检查，处理好绝缘，消除漏电。

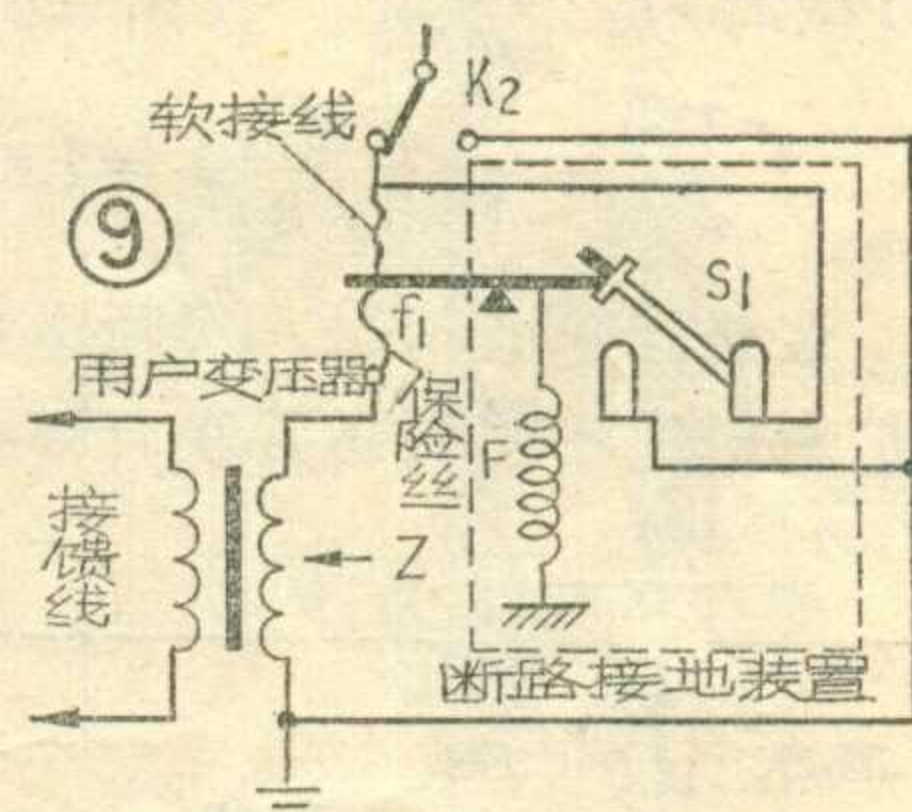
另外，从上面分析知道， $Z$  的数值愈小愈好， $r_1$ 、 $r_2$  的数值愈大愈好，因此对用户变压器应适当减小自感量，次级线圈要用粗一些的导线，以减小  $Z$  的数值。

4. 三相四线制线路还必须安装断路保护装置。根据前面分析， $Z$  的数值不是很大的，在正常情况下，与原来中性线直接接地时差不多，不会引起电力线路对地电压有什么变化，即使有一相漏电十分严重，而保险丝未熔断以前，其他两相对地电压升高仍然有限。现在要考虑的是保险丝被熔断后，如一相漏电严重，其他两相对地电压升高很多，如故障存在的时间比较长，而电灯线路质量又差的情况下（如故障出现在夜间，天又下雨，电灯用户线对地绝缘普遍降低），电灯线路绝缘逐渐被破坏，以致发展到引起漏电失火，这是很危险的。断路接地装置就能排除这种危险，其安装位置如图8所示。安装断路接地装置后，如有一相线断开而碰地，把  $f_1$  熔断，这时断路接地装置立即使中性线自动接地，以保持其他两相线对地电压在 250 伏



以下。这种装置对防止低压线路上出现高压也有一定作用。这种装置与击穿保险器同时安装，对安全更有保证。

这里介绍一种机械式断路接地装置，见图9。图中  $S_1$  是普通闸刀开关，保险丝  $f_1$  通过轻质量的杠杆把闸刀  $S_1$  拉开。当  $f_1$  熔断时，由于弹簧的拉力把闸刀  $S_1$  合上，与地短路。 $K_2$  是在检修这些设备或更换保险丝  $f_1$  的时候把电力中性线接地用的。 $S_1$ 、 $K_2$  和设备中的一些接线必须考虑到有大电流通过。机械断路接地装置，必须和用户变压器安装在一起并靠近电力变压器，或安装在线径比较粗的中性线上，才能达到预定的目的。



#### 四、注意事项

1. 广播部门与电力部门应密切配合，搞好协作，建立专业和业余维护队伍，健全管理制度，加强维护管理，定期检查。特别是在雷雨过后要检查击穿保险器和断路接地装置等保安设备。
2. 对修理、拆移、安装用户扬声器，必须和装修电灯同样看待，要按电业操作规程办理。
3. 用户变压器不应和击穿保护器共用一条地线，必须设有专用的工作地线，它的接地电阻应在 3 欧以下。扬声器地线埋设应按农村有线广播要求埋设，并把地线用卡钉固定在墙上，最好用槽板盖好。
4. 在山区或地势高的地区采用电灯零线传送有线广播时，特别要加强安全保护措施，尤其是在雷雨季节更应注意。在不广播时最好把零线和馈线接地，而且要有良好的接地，以保安全。
5. 农村各种电力设备如电动机等的接地线应经常检查，保证良好接地，否则会影响零线广播。
6. 扬声器开关最好用拉线开关，安装扬声器要有一定高度，并装在防火较安全的位置。
7. 要经常对用户进行安全教育。

(狄波初)



# 内热式电烙铁

目前市场出售的内热式 20W (TLN-2 型) 电烙铁, 具有重量轻、体积小、发热快、耗电省等特点, 受到广大消费者的欢迎。现将它的结构原理和使用维修等有关问题简单介绍如下。

## 结构特点

这种电烙铁的结构比较简单(见附图), 它由连接杆、手柄、发热元件、烙铁头等四个部件组成。连接杆的作用是使其余三个部件连接在一起, 手柄便于操作, 而发热元件(又称芯子)和烙铁头则是主要部件。烙铁全重 32 克(不包括电源线), 全长 190 毫米。使用 220 伏市电, 通电二分钟后即可使用, 耗电仅 20 瓦, 但使用时相当于一般 25 瓦~40 瓦电烙铁的功用。

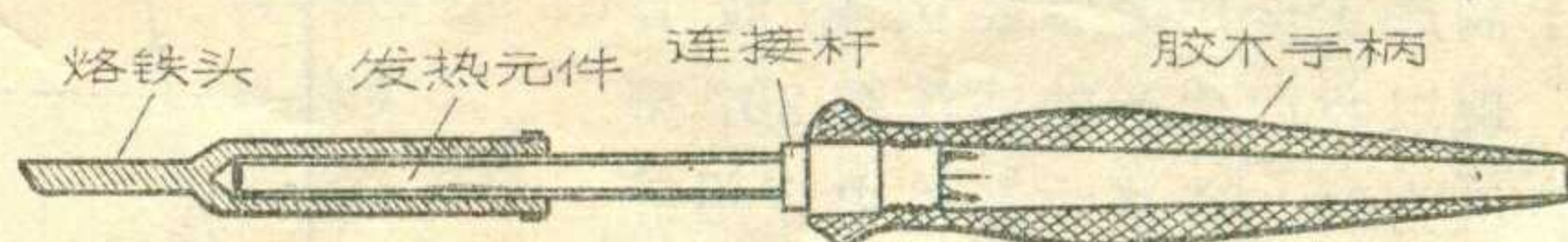
具有以上优点主要是因为采用了“内热式”。它的发热元件是放在烙铁头里面的, 这是和普通电烙铁不同的地方。发热元件采用镍铬电阻丝作为导体, 常态下电阻值为 2420 欧姆。根据欧姆定律  $P = E^2/R$  来计算, 消耗电功率等于 20 瓦。通电后, 镍铬电阻丝立即产生热量,

由于热量是直接传入烙铁头, 所以发热快, 而且热量的利用率高, 可达 85~90%。烙铁的温度在 350°C 左右, 使用较为理想, 用于焊接晶体管元件、印刷电路等特别适宜。

## 使用和维修

这种内热式电烙铁在出厂前均经过高压试验, 并备有接地装置, 因此, 在使用上是安全的。但应注意经常保持干燥, 防止受潮而引起漏电。焊接时宜用松香焊剂, 如长期采用氯化锌或酸性焊油焊剂, 铜头易被腐蚀, 会影响烙铁头寿命。在使用时不能任意敲击, 更不能用钳子来钳连接管, 因为连接管的管壁只有 0.2 毫米厚, 内部发热元件也比较精小, 直径只有 4.4 毫米, 所以使用时不应敲击或钳夹连接管, 否则易损坏发热元件。

如需更换铜头时, 可将铜头末端的弹簧夹向后退出, 用小螺丝刀在槽内撬松铜头, 然后取出, 插上新铜头(市场有零售), 套上弹簧夹即可。



如通电二分钟后, 发现铜头尚无热量, 即应检查故障。首先取下电源插头, 用平口钳钳紧连杆的胶木“肩胛”部分, 然后将手柄螺丝旋开, 用万用表测量“电源线桩头”两端是否断路。如无断路, 说明发热元件良好, 需检查电源线路有否断路。如发热元件断路了, 需掉换发热元件(市场有零售)。掉换方法是: 用烙铁烫开芯子引出线与电源线接头处的焊锡(其中黑色通地线可不必拆下), 松开发热元件的“引出线”, 向后退出旧发热元件。然后将新的发热元件从胶木接线柱的后端中孔插入钢管内, 将引出线绕在桩头上, 焊接好, 剪去多余部分, 旋上手柄, 即可使用。但发热元件的引出线千万不可与通地线接通, 否则会造成触电事故。

如何延长铜头的使用寿命, 这

是大家关心的一个问题。目前我厂已初步试验成功在铜头的内外镀覆有关金属物, 既能保持热量, 又可使铜头不易氧化脱落, 目前正在组织生产中。不久问世的铜头将比原来的铜头在使用寿命上大大提高。

(上海华丰电器厂技术组)

## 广播线路维修小经验

收听有线广播时, 常常会遇到这样的情况: 晴天声音响, 雨天声音低; 而有时则雨天声音响, 晴天声音低。这到底是什么原因呢? 根据我们的体会作一些分析, 供大家参考。

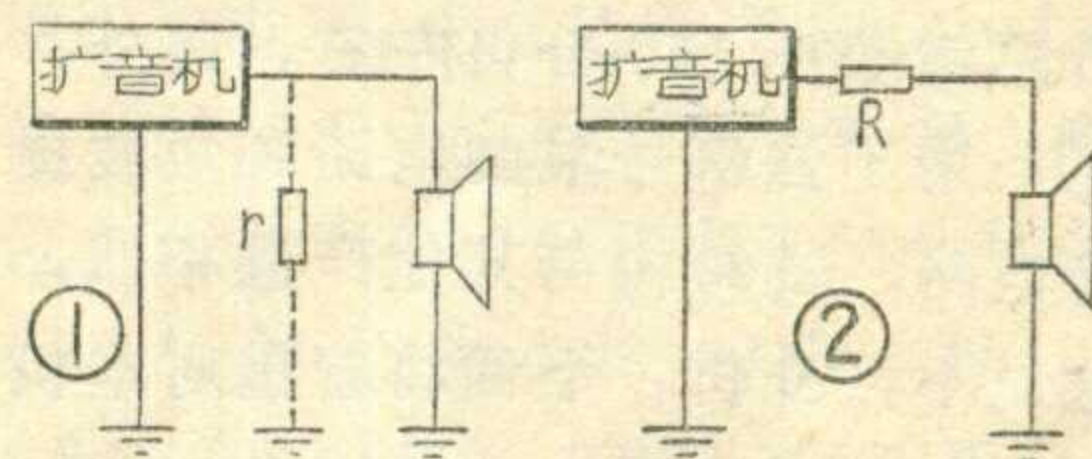
### 1. 晴天声音响、雨天声音低:

农村有线广播一般是单线传送, 另一根线就靠大地来作导线; 喇叭两端, 一头接在广播线上, 另一头接地线, 同广播放大站形成一回路, 如图 1 所示。从广播站到用户的线路很长, 难免有碰墙靠树的现象,

这就象在喇叭两端并接了一个漏电电阻  $r$ 。好天, 天气干燥, 这个电阻是高阻, 对广播影响不大; 雨天, 墙、树等都很潮湿, 电阻  $r$  是低阻, 很大一部分广播信号电流白白地消耗在  $r$  上, 信号电流就相应地减小, 喇叭声音变低。排除故障的方法: 设法使墙、树等物不要和广播线相碰, 或用绝缘子加以隔离。

### 2. 雨天声音响、晴天声音低:

在整个广播线路上有很多接头, 这些接头如接得不好或生了锈, 就好象广播回路里串接了一只只电阻  $R$



一样(见图 2)。在阴雨天, 导线接头处潮湿,  $R$  是低阻, 对广播影响不大; 好天, 接头处干燥,  $R$  呈现高阻, 在它上面压降大, 整个回路的信号电流大大减小, 因而喇叭声音小。为了消除这一弊病, 必须接好线路接头, 包上绝缘胶布, 同时应把喇叭地线置于潮湿处, 埋深一些。

(江苏沙洲插队知识青年

郭炯杰)

# 全硅管收音机

收音机采用硅管有很多优点，例如性能稳定，受地区气候影响较小；线路比较简单，易于组织大批量生产，成本可降低。此外，我国硅材料资源丰富，对于贯彻“自力更生”方针，促进我国收音机工业的发展具有重要的意义。

我厂职工学习毛主席关于“自力更生，艰苦奋斗”的教导，认识到我们发展收音机生产，应该把立足点放在自己力量的基础上。全厂工人老师傅和技术人员把冲天革命干劲和科学态度结合起来，在厂党组织领导下，在上海无线电十四厂等兄弟单位协助下，经过反复实践，终于制成了全用硅管装置的收音机。现以我厂生产的浦江牌 207 型收音机为例，谈谈收音机中应用硅管碰到的一些技术问题和采取的措施，供大家参考。

## 一、电路简介

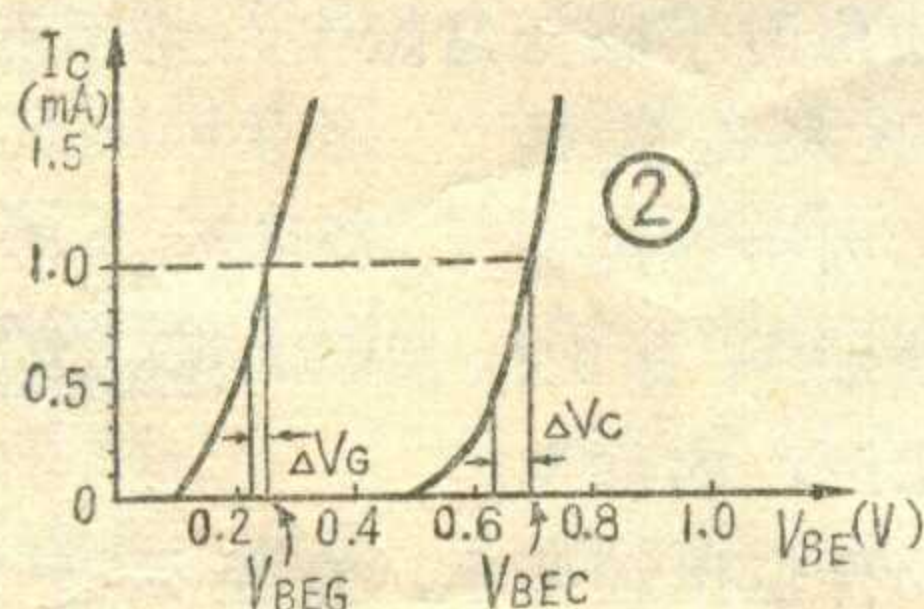
浦江 207 型全硅管收音机，采用七个硅晶体管、一个场效应管、三个硅稳压二极管。本机采用超外差式电路（见图 1），有一级变频；二级中放；一级检波兼自动增益控制；二级低放和一级推挽功放。全机总增益在 140 分贝左右。此外，还采用了强信号限制电路和短波提升电路，其结构与其他产品相似，这里不再分析。下面将着重对本机

所采用的偏置稳压电路和硅管功放电路的工作原理作一些介绍。

## 二、硅管的偏置

毛主席教导我们：“对于物质的每一种运动形式，必须注意它和其他各种运动形式的共同点。但是，尤其重要的，成为我们认识事物的基础的东西，则是必须注意它的特殊点，就是说，注意它和其他运动形式的质的区别。”

在收音机电路里，晶体三极管要进行正常的工作，必须给以合理的偏置，保证它有一个合适的工作



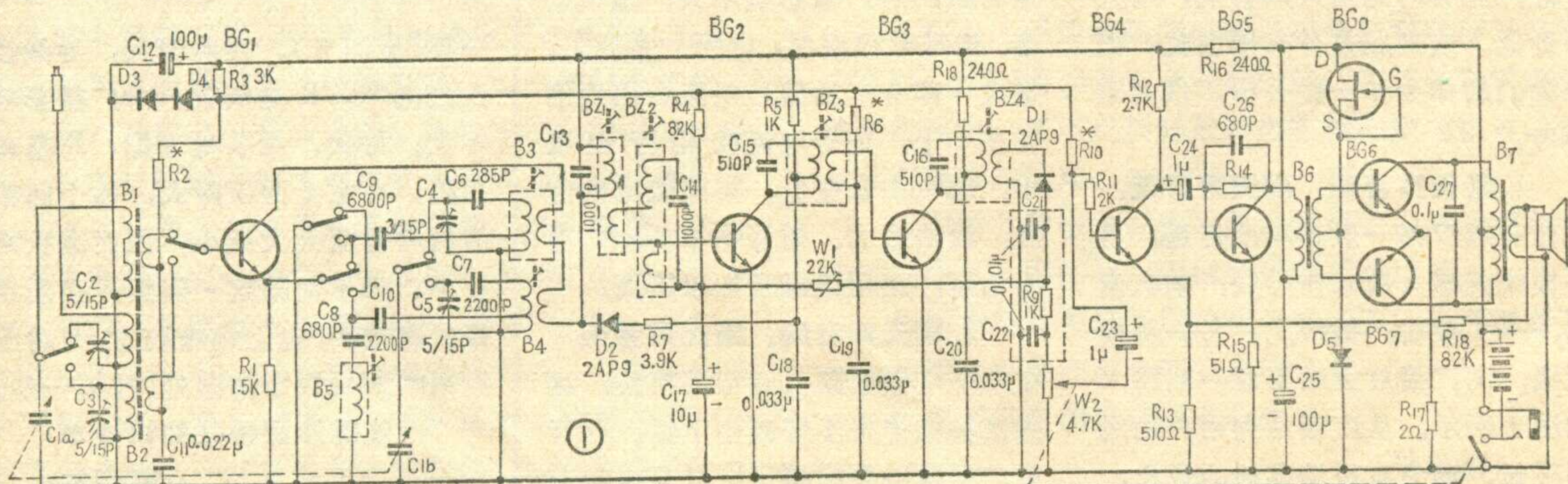
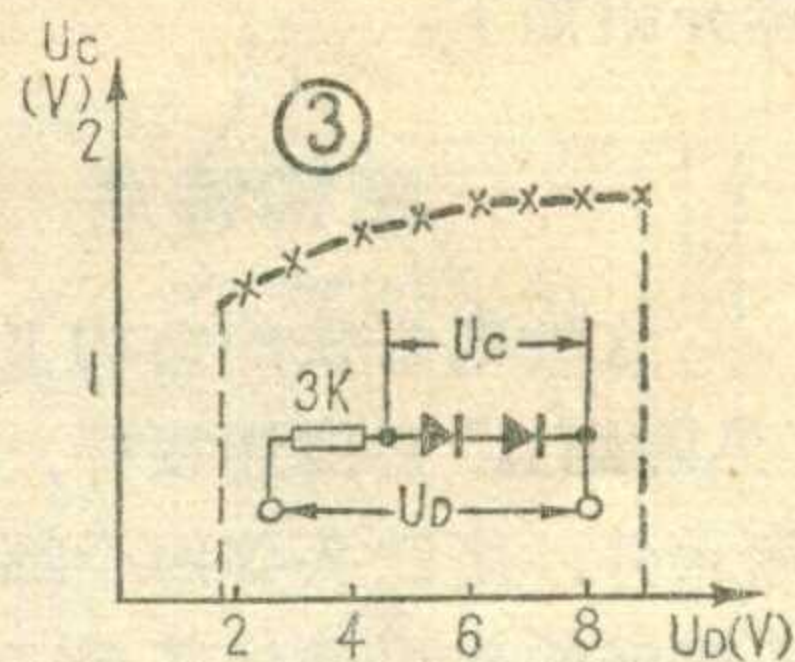
点，而且要求工作点稳定。锗管的偏置法过去已经常见，但要把锗管的偏置方法用在硅管上，就行不通，因为硅管有它的特殊点。现举分压偏置为例来看这个问题。图 2 同时画出了锗管和硅管的两条输入特性曲线（ $I_c$  随  $V_{BE}$  变化的曲线）来作比较。我们从 1 毫安工作电流来看，锗管的基极电压  $V_{BEg}$  为 0.25 伏；硅管的基极电压  $V_{BEc}$  为 0.7 伏。若采用普通分压偏置的话，当外电压变化 10% 时，锗管  $V_{BEg}$

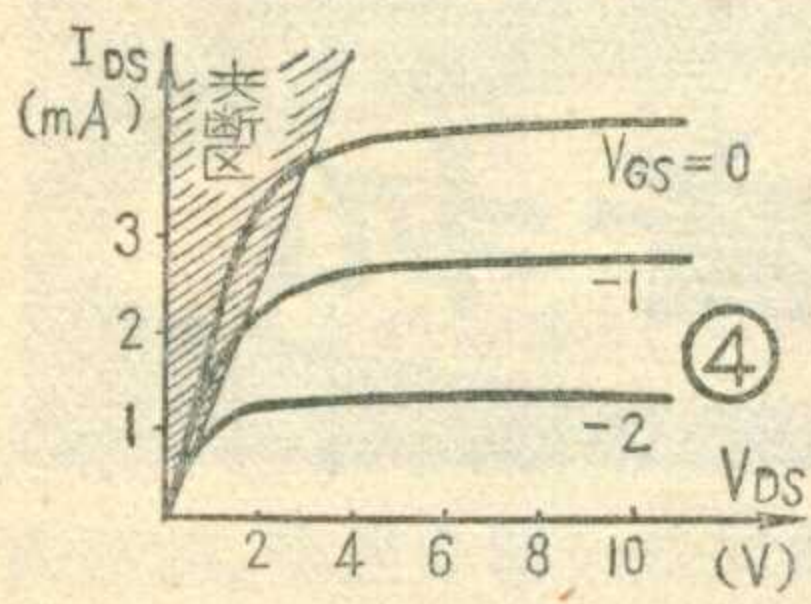
的变化量  $\Delta V_G$  为  $0.25 \times 10/100 = 0.025$  伏，这时从曲线上可看出集电极电流变化 0.3 毫安左右；硅管的  $V_{BEc}$  的变化量  $\Delta V_C$  为 0.07 伏，从曲线看集电极电流则变化 0.7 毫安左右。

硅管电流变化比锗管要大 2.3 倍。由此可见，若要使硅管

管稳压程度达到锗管水平，则必须把  $\Delta V_C$  控制在原来数值的  $1/3$  左右的水平上，也就是说，当外电压变化 10% 时，其基极电压的变化必须控制在 3.4% 左右才行。以上推理是从硅管和锗管输入特性曲线相似的假定下得出来的，但是这与实际情况出入不大。

我们再来看图 3 的简单稳压电路。从实验中得出它的  $U_C$  和  $U_D$  的关系曲线大致如图所示。从曲线中可知，当  $U_D$  在 1.8~9 伏范围内变化 10% 时， $U_C$  的变化幅度在 2.7% 左右。因此将这种电路用在硅管偏置上是可行的。这种电路中的二极管可利用废硅三极管或次硅二极管构成，成本低，比较经济。浦江 207 型机即采用了这种稳压偏置电路，如图 1 所示，由  $R_3$  与  $D_3$ 、 $D_4$  组成，并将  $BG_1$ 、 $BG_2$ 、 $BG_3$  和  $BG_4$  的基





极偏置取自 $R_B$ 与 $D_5$ 的连接点上,该点我们称之为“稳压点”,这点的电压在1.3~1.4伏之间。当收音机电源电压下降10%时,稳压点电压下降不到2.7%,因此这种收音机降压性能超过一般锗管收音机。

### 三、场效应管的应用

场效应晶体管具有输入阻抗高、噪声低和动态范围大等特点,其工作特性与电子管相似。

场效应管的工作电极有三个:源极(S);栅极(G);漏极(D)。在一定意义上对应于一般晶体三极管的发射极E、基极B和集电极C;或对应于三极电子管的阴极、栅极和屏极。一般场效应管按其结构和工作原理来分有各种不同的种类。这里我们仅从应用的角度对一种叫N型沟道耗尽型的场效应管的恒流特性的应用作一些简单的介绍,因为收音机中我们就利用它的恒流特性来供给功放级以稳定的基极偏置电压。

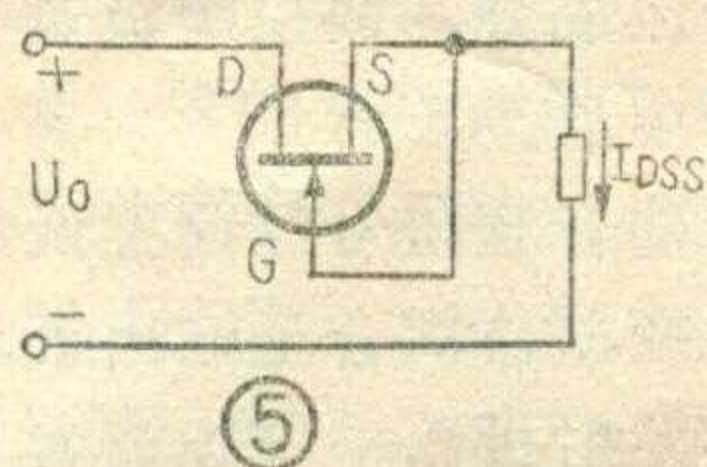
图4是这种场效应管的输出特性。可以看出,当栅偏压 $V_{GS}$ 为固定值(图中0、-1或-2)时,在夹断区,漏电流 $I_{DS}$ 随漏极源极间电压 $V_{DS}$ 的变化较大,即 $V_{DS}$ 稍有变化, $I_{DS}$ 变化就很大;但在夹断区后,即 $V_{DS}$ 大于夹断电压以后,漏电流 $I_{DS}$ 随漏源电压 $V_{DS}$ 的变化极小,以3DO型和3DJ型管子为例, $I_{DS}=3$ 毫安时, $V_{DS}$ 变化1伏, $I_{DS}$ 仅变化10~40微安,而且在很宽的范围内曲线都很平直。通过大量测试发现,饱和漏源电流 $I_{DSS}$ (即 $V_{GS}=0$ 时的 $I_{DS}$ )小的管子夹断电压低,曲线平直区宽,并且 $I_{DS}$ 随 $V_{DS}$ 变化小。

利用场效应管的上述特点,我们将 $I_{DSS}$ 小的管子的S极与G极短接,作成一简单的恒流源,如图5所示,其恒定电流为 $I_{DSS}$ 。若 $I_{DSS}$

为1.5毫安,即可得到1.5毫安的恒流源。由于利用场效应管的恒流特性时对管子的跨导、结电容、输入阻抗、噪声等要求不高,因此可以充分利用这类管子中的废次品,大部分栅穿管也可利用。这比普通的晶体三极管和稳压管组成的恒流源简单实用。

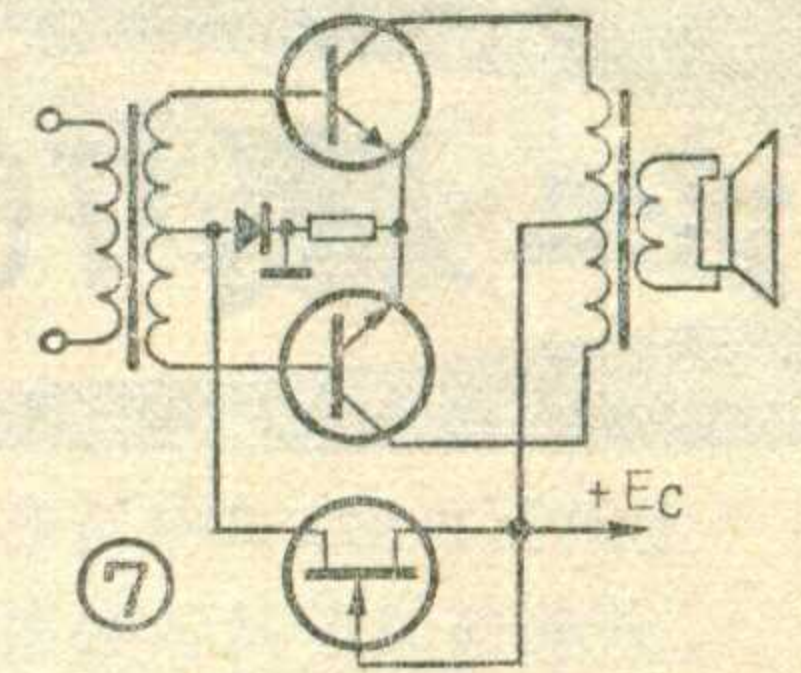
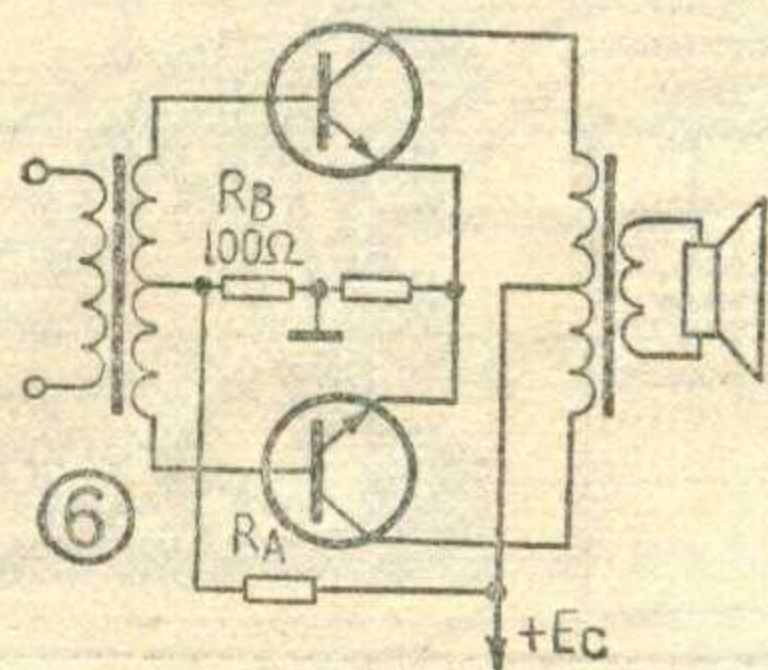
下面我们再进一步谈谈在收音机功放级怎样利用场效应管恒流源来得到稳定的偏置电压。

在用电池的半导体收音机中,不可避免地要遇到电池消耗而引起电源电压跌落,使偏置电压也跟着变动,引起功放管工作点偏移,收音机发生失真。在用硅管的功放电路里,由于硅管工作点随电池电压下降偏移极快,如用一般的电阻偏置电路(如图6)而不采取措施,就不可能得到稳定的工作点,收音机就会过早地出现失真,声音变得很难听。



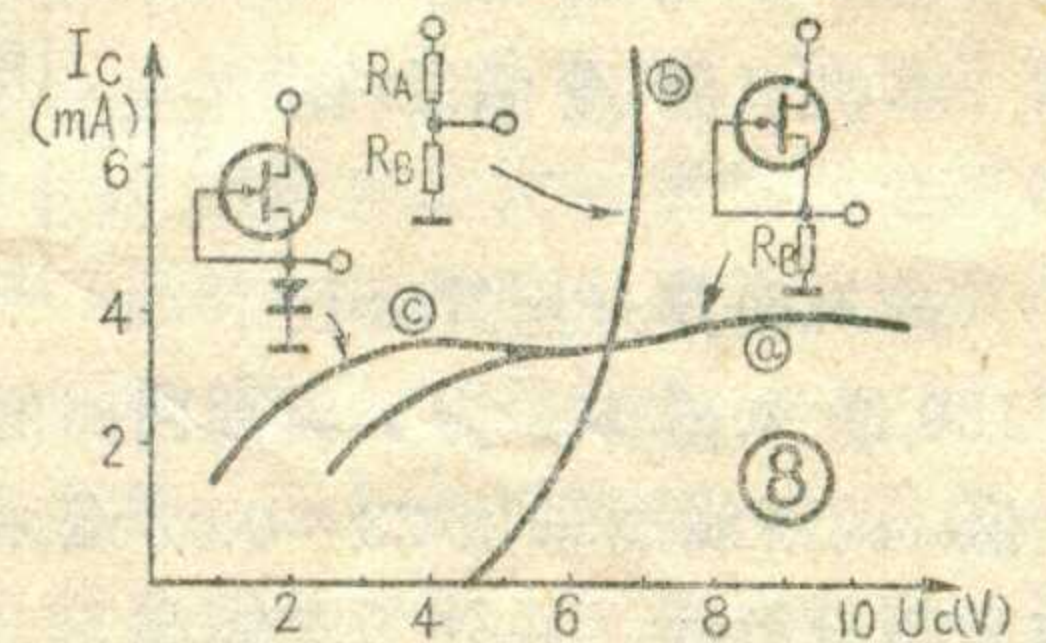
经过试验研究,我们用一个场效应管和一个硅二极管设计成图7所示的偏置电路,取得了良好的效果。由于利用了场效应管的恒流特性,当电源电压在相当大的范围内变化时,通过场效应管和硅晶体二极管的电流变化却很小,所以加到功放管上的偏置电压很稳定,使管子的工作点稳定不变。

图8所示是电阻分压偏置和场效应管偏置的几种硅管推挽电路的 $I_C \sim U_C$ 曲线。将它们进行比较就可以看出:纯电阻的分压偏置电路,电源电压略一变化,工作点变化极为厉害(曲线(b));而场效应管加一电阻的偏置电路对电源电压



变化的适应性好(曲线(a));若以硅二极管代替 $R_B$ ,则效果更好(曲线(c))。

浦江207型机就采用场效应管 $BG_0$ 和硅二极管 $D_5$ 组成的偏置电路(见图1)。这种偏置电路消除了一般收音机的降压失真,使收音机电源电压降为3伏时还不致有交叉失真,还能保持有清晰的音质。



### 四、其他说明

1. 全硅管收音机对管子的规格要求并不高,凡小功率的NPN型硅管大都可用。我厂产品上采用过的管子有3DG6、3DG8、3DG11、3DK2、3DK3、3S3、3DG4及处理品小功率NPN型硅管。

2. 各管偏置与稳压点电压有关,因此测量工作电流前要先检查稳压点电压,正常值应该在1.3~1.4伏之间。本厂所用稳压管管帽二侧色点为管子正向饱和电压的分档色标,其数值为0.62~0.64(棕)、0.64~0.66(红)、0.66~0.68(橙)、0.68~0.70(黄)、0.70~0.72(绿)、0.72~0.74(蓝)、0.74~0.76(紫)(单位伏)。功放管工作电流由 $BG_0$ 及 $D_5$ 决定。 $BG_0$ 的饱和漏电流和 $D_5$ 的正向饱和电压适当地加以组合选定,能使功放管保持一定的工作电流。本厂所用场效应管 $BG_0$ 的饱和漏电流分档色标(管帽单侧色点)为0.8~1(棕)、1~1.2(红)、1.2~1.4(橙)、

(下转第25页)

# 红鹰761型半导体收音机

上海红鹰五七工厂

红鹰761型六管中波便携式收音机，采用超外差式电路，有两级中放，因此具有较高的灵敏度和选择性。使用80毫米直径电动式扬声器，放音比较宏亮动听。

## 一、工作原理

本机电原理图如图1。

输入回路采用M4φ10×160毫米磁棒。为了提高回路的Q值，调谐线圈采用28×0.07毫米的高频绕组线，并分二段绕制。

变频级为共基极电路，集电极电流在0.5毫安左右，以得到较高的信号杂音比和降压特性。二级中放的总增益在50分贝左右。三个中频调谐回路，选择性已能满足需要。采用电容中和（图中C<sub>9</sub>、C<sub>13</sub>）电路，使工作更为稳定。为了提高热稳定性，使用了较大阻值的发射极电阻。自动增益控制电路为基极电流控制电路，控制电流取自检波

后的信号直流成分，被控制级是收音机的第一中放。

检波后的音频信号经前置低放级放大后由变压器耦合至输出级，输出级为共发射极乙类推挽放大，在装配时必须注意二管特性的对称，否则将引起失真和负载不平衡现象。在扬声器和前置低放管的发射极之间，接有负反馈电路，以改善整机频率特性，减少谐波失真。

## 二、电声性能和结构

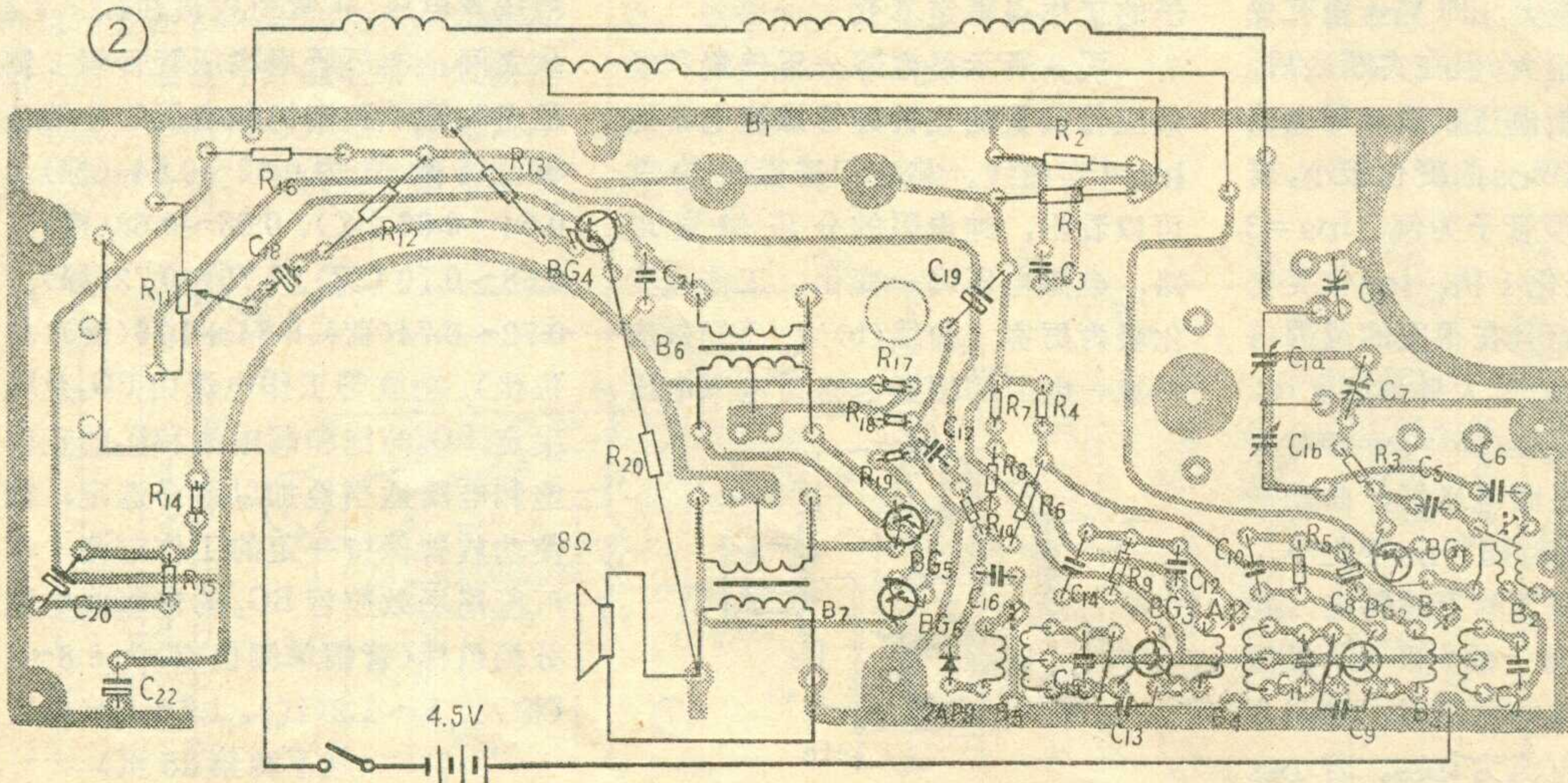
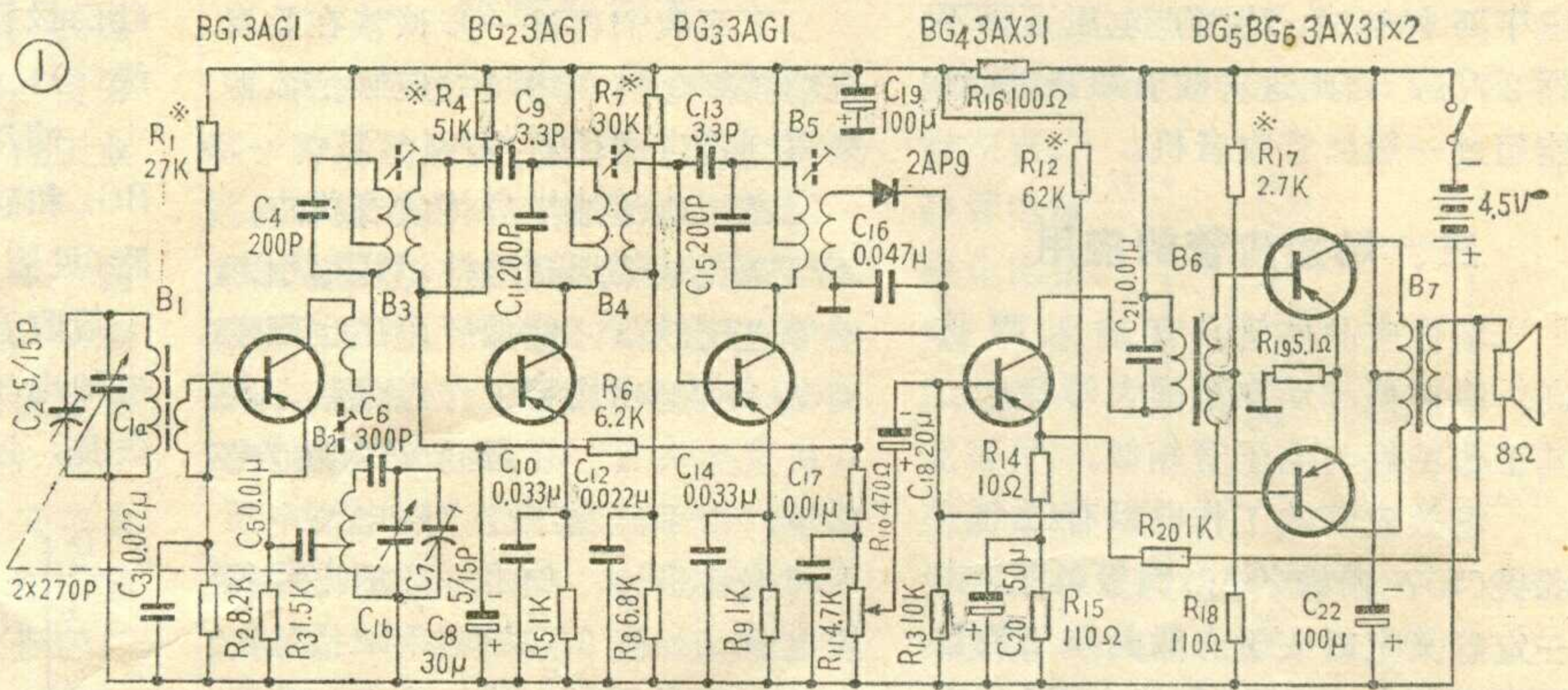
本机各项电声性能均达到国家

主管部门对便携式四级机规定的标准要求，有些指标还超过标准的要求。本机电源电压为4.5伏，下降到3伏时仍能工作。电源消耗在零信号时小于10毫安，100毫瓦输出时约70毫安，每天如以中等音量收听二小时，三节2号电池可以使用两个月以上。

全部零件除扬声器和电池正负极片、负极弹簧卡以外，均装在印刷电路板上，结构比较便于维修。印刷电路如图2所示。

为了便于测量各级工作电流，

在印刷电路板上各级均留有测量本级工作电流的缺口。在工厂装配完毕测量电流合格后，即将缺口用焊锡封焊。修理时如觉烙开缺口串入电流表测量不方便，可用测量各级



## 修理舌簧喇叭简法

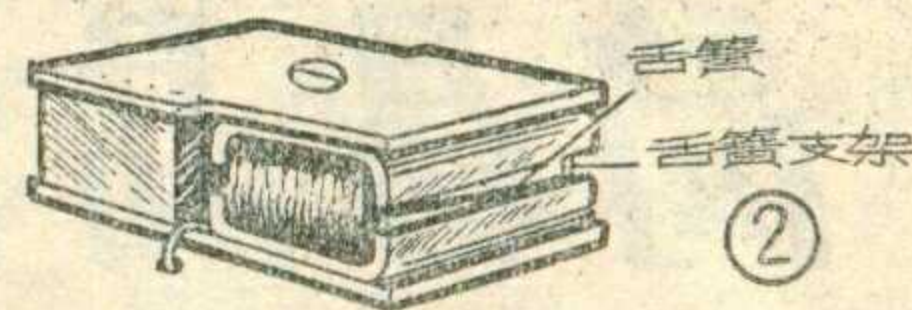
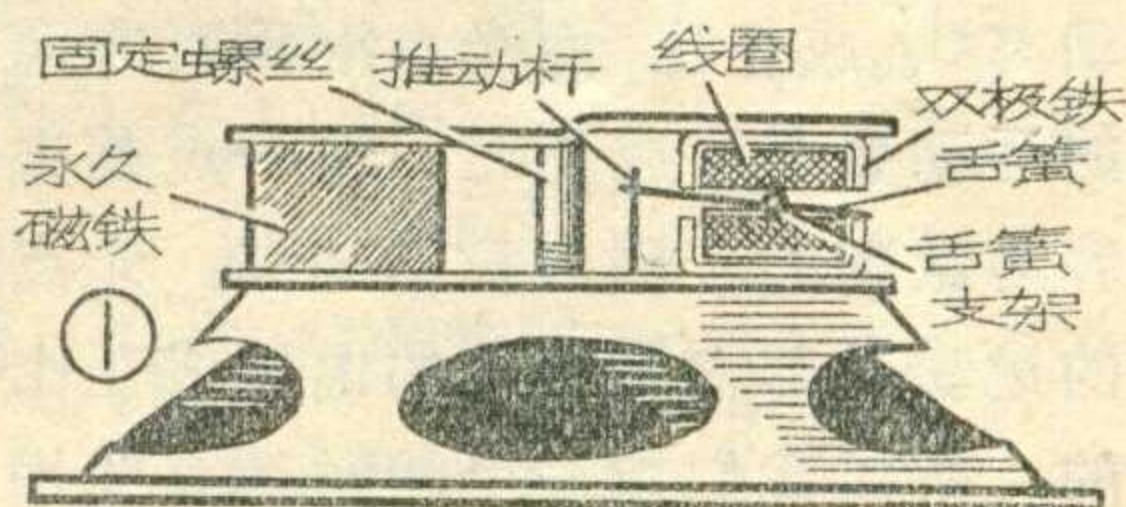
社员家里的喇叭有时坏了，如果是一些小毛病，自己动手是可以修好的。这里介绍一些简便的办法，供修理舌簧喇叭时作参考。

1. 校正舌簧：有时舌簧喇叭出现声音变小、声音失真很大的现象。这可能是舌簧的位置不正引起的。正常的舌簧位置应在两块极铁形成的磁隙中间，如果靠在一边（见图1），则声音变小，可用尖嘴钳夹住推动杆，使它适当弯曲，或重焊一下推动杆以校正舌簧使之恢复中心位置。

还有一种情况就是舌簧在支架上焊接得不好，发生歪斜（如图2所示），或是脱焊，因此舌簧斜向一边。这样不但音小，而且失真。修理时，只要把线圈拆出，取出舌簧架和舌簧片，重新焊好舌簧片再装回去，使舌簧停在磁隙中心就行了。

2. 用纺线车当绕线机：有的舌簧喇叭线圈内部断了，或是烧坏，需要重绕。在没有绕线机的情况下，用手绕不但浪费很多时间，还不易绕好。如用纺线车代替手绕，就方

便多了。方法是，先把一个旧木线轴套在锭子上，把旧线倒下来；然后把锭子稍微削扁，把线圈架套上，两边用小木楔在两边塞紧，就可以



绕线了。旧线已烧断的地方要仔细刮掉漆皮焊好，绕时要垫上牛皮纸，使焊接处与其他线匝绝缘。

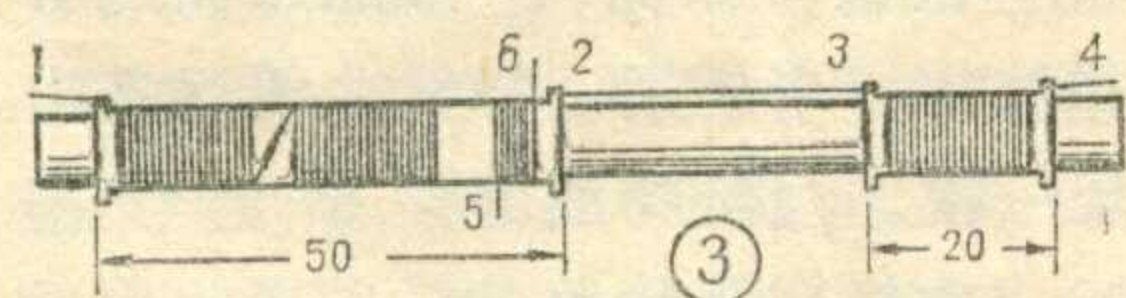
3. 鉴别舌簧喇叭好坏：有一个很简单的办法是把喇叭的两根导线含在嘴里，用指甲拨一下舌簧，有麻电感的喇叭就是好的，否则就有问题。  
(王世良)

## 修理春雷 703 型晶体管收音机的点滴经验

春雷（红旗）703型晶体管收音机在使用中往往会突然灵敏度显著降低，中波段尤其明显，有时甚至只有电流声而收不到广播，这种故障大部分是由于瓷介电容器 $C_{10}$ （变频管的基极旁路电容）严重漏电和打穿而引起的。这是因为电容器打穿或严重漏电使基极的偏置电阻短路，得不到所需的基极偏压，从而管子正常工作状态受到破坏，集电极电流很小，收音机灵敏度显著降低，检查变频管的集电极电流

只有0.2毫安以下或者根本没有。将 $C_{10}$ 一头与电路断开，用万用表 $R \times 10$ 档测量会发现明显漏电或打穿（但有时由于受电烙铁的温度作用而测量起来又是好的）。这时只要更换一只好的电容器，收音机一般就会恢复正常。更换的电容器最好采用小型金属化纸介电容器或者涤纶电容器。在更换时要注意不要让电烙铁把尼龙拉线烫断了。

(湖南省无线电厂服务部  
修理工人 孙维亚)



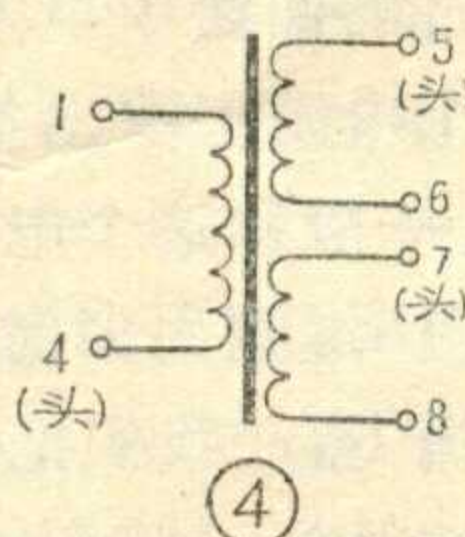
发射极电阻压降的方法换算出各该级的工作电流，即集电极电流。例如在某级的发射极电阻 $R$ 上的压降为 $V$ ，将 $V$ 除以 $R$ ，就算出发射极电流，而它和集电极电流近似相等，就算出了本级工作电流。图2印刷电路板上A、B两点通过中周外壳接公共地端。

### 三、元器件数据

磁性天线 $B_1$ 采用 $M4\phi 10 \times 160$ 毫米磁棒绕制（见图3）。线圈1~4用 $28 \times 0.07$ 毫米丝漆包线绕 $26 + 26 + 24$ 圈；线圈5~6用 $7 \times 0.07$ 毫米丝漆包线绕8圈。振荡线圈 $B_2$

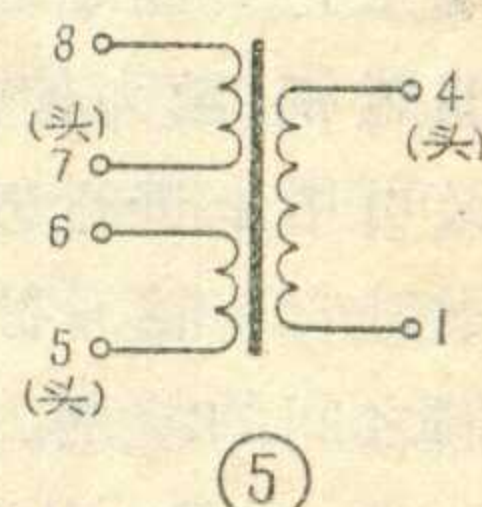
采用LTF-2-3型；中频变压器 $B_3$ 为TTF-2-1型； $B_4$ 为TTF-2-2型； $B_5$ 为TTF-2-9型。

输入变压器 $B_6$ （图4）采用D-42型硅钢片为铁心，截面积为 $5 \times 7$ 毫米<sup>2</sup>，线圈4~1用 $\phi 0.08$ QZ型导线顺向均匀乱绕2400圈，电感量 $\geq 4$ 亨，直流电阻约300欧；线圈5~6、7~8用同样导线双线并绕 $800 + 800$ 圈，直流电阻约80 +



80欧。

输出变压器 $B_7$ （图5）采用D-42型硅钢片，截面积 $6 \times 10$ 毫米<sup>2</sup>，线圈5~



6、7~8用 $\phi 0.25$ QZ型导线双线并绕 $200 + 200$ 圈，5~8的电感量 $\geq 0.18$ 亨，直流电阻约7.2欧；线圈4~1用 $\phi 0.38$ QZ型导线平绕100圈，直流电阻约1.1欧。

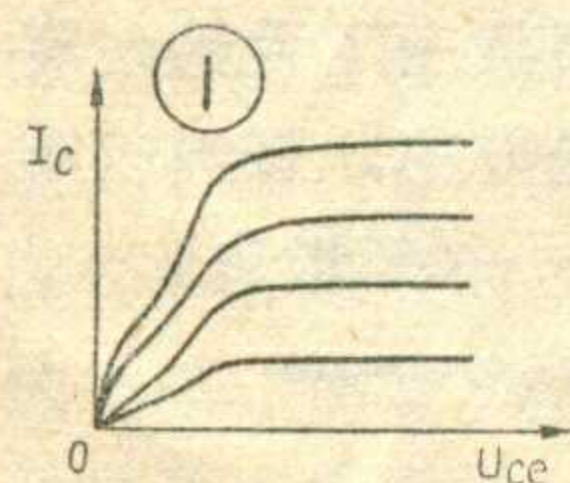
各晶体管的 $\beta$ 值及工作电流如表列。

	BG <sub>1</sub>	BG <sub>2</sub>	BG <sub>3</sub>	BG <sub>4</sub>	BG <sub>5</sub> , BG <sub>6</sub>
$\beta$	50~85	30~35	25~30	50~85	85~115
$I_c$ (毫安)	0.45~0.55	0.18~0.26	0.35~0.45	1.5~2.5	1~3

# 简易晶体管特性曲线图示仪

高福文

当我们拿到一个晶体管时，在使用之前，总希望了解它的性能，这样才能做到胸中有数。于是我们去



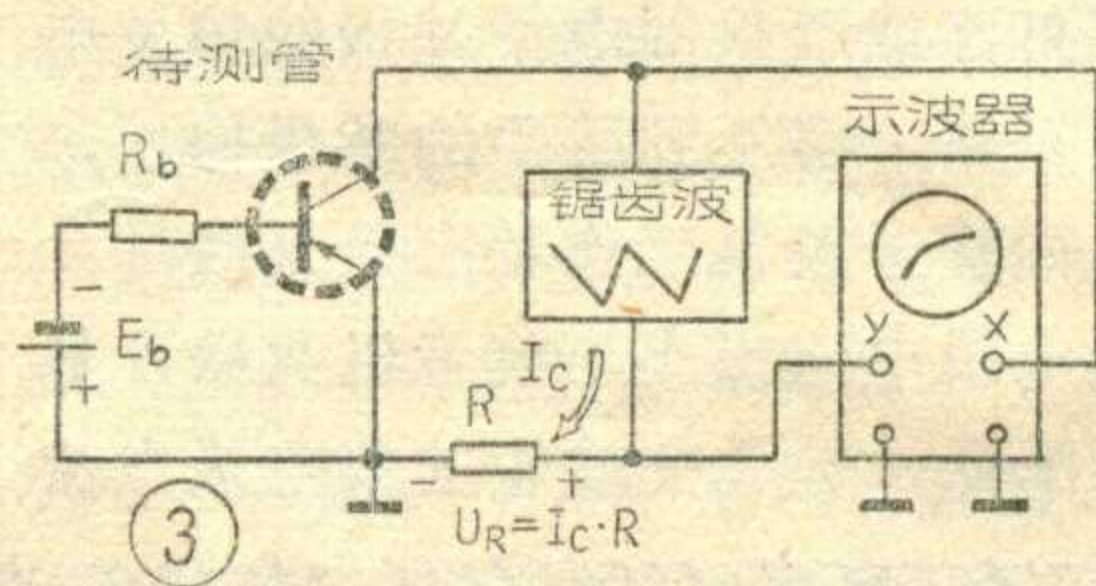
测量它的电流放大系数  $\beta$ ，穿透电流  $I_{ce0}$  等。但是仅仅测出这几个参数往往是不够的，例如：有的管子的输出特性曲线如图 1 所示，它的起始部分有明显的弯曲现象。这种管子尽管  $\beta$  也可以很大，但是用它做成的放大器，在  $U_{ce}$  较小时，波形会产生严重的失真。因此，我们应该对晶体管进行全面的了解，掌握它的特性曲线族。如果有一台图示仪将是非常方便的。这里向大家介绍一个简单的图示仪，利用它可以把晶体管的特性曲线族显示在普通示波器的荧光屏上。由于在线路中用了两只单结晶体管，大大简化了锯齿波和阶梯波发生器，因此制作简单，容易调整。只要有一台普通的示波器，就能用它帮助我们观察晶体管的特性曲线族，做为使用管子时的参考；它又可用来进行教学演示，形象地演示硅管与锗管的特性曲线族以及它们之间的差别。

## 怎样把特性曲线显示在荧光屏上？

要解决这个问题，需要首先分析特性曲线的规律性。图 2 是晶体管共发射极电路的输出特性曲线。它的水平轴是集电极与发射极之间的电压  $U_{ce}$ ，垂直轴是集电极电流  $I_c$ 。这条曲线代表了当基极电流为  $I_{b1}$ ， $U_{ce}$  由零逐渐增大时， $I_c$  随  $U_{ce}$  而变化的规律。我们想让这条曲线出现在荧光屏

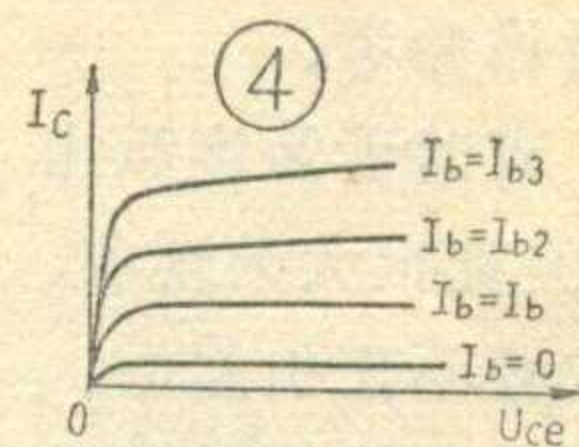
上，就必须使光点沿水平方向的运动与  $U_{ce}$  成正比，而光点沿垂直方向的运动要与  $I_c$  成正比。前一点是很容易做到的，因为我们知道：光点的运动是与偏转板上的电压成正比的。所以我们把一个随时间直线增加的锯齿波电压加到 c，e 两极之间，同时又把把这个电压加到示波器的水平偏转板上就成了。后一个要求是让光点的运动反映电流的变化，大家会想到电流流过电阻时，在电阻上产生的电压降是与电流成正比的，因此把这个电压送到示波器的垂直偏转板上，光点的垂直运动就与  $I_c$  成正比了。实际上正是这样做的，如图 3 的线路中，在  $I_c$

流过的回路中串入一个电阻  $R$ ，从这个电阻上取出与  $I_c$  成正比的电压。一般称这个电阻为“取样电阻”。电源  $E_b$  则用来向基极注入一定的电流  $I_{b1}$ 。我们把示波器内部的锯齿波关掉，将  $U_{ce}$  送到示波器的 X 轴输入端，将  $U_R$  送到示波器的 Y 轴输入端，由于  $U_{ce}$  以锯齿波的频率  $f$  变化，所以示波器的曲线每秒钟将重复出现  $f$  次，只要  $f$  足够大，我们就不会感觉曲线在闪动，因而就能够得到一条稳定的曲线。

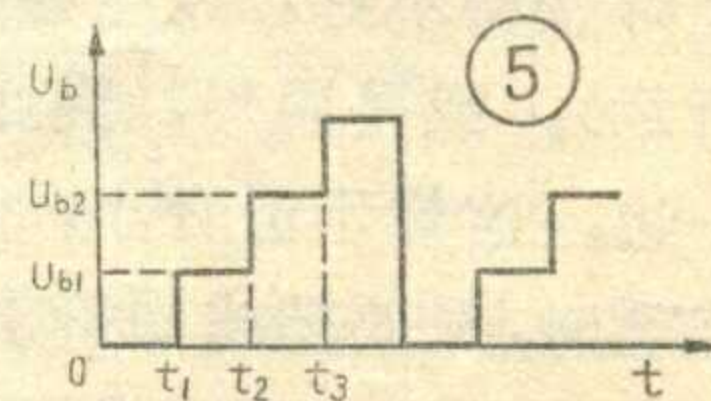


由于用锯齿波做为集电极电源，我们得到了一条特性曲线。但是只有一条曲线还不能说明问题，那么能不能同时显示出一族曲线呢？我们是从分析特性曲线入手。在图 4 所示的曲线族中，每条曲线的意义都与图 2 中的一条曲线

相同，差别仅在于它们各自对应了不同的基极注入电流。因此利用改变  $I_b$  的办法可以得到不同的曲线。例如把  $I_b$  由  $I_{b1}$  变为  $I_{b2}$ ，示波器将出现对应于  $I_{b2}$  的一条曲线，而原来的一条却消失了。为了能同时显示出这一族曲线，我们把  $E_b$  换为阶梯波发生器，它的电压  $U_b$  如同一个台阶（见图 5），每经过一定时间升高一级，例如在  $t_1$  到  $t_2$  这段时间里  $U_b$  等于  $U_{b1}$ ，其大小不变，因而注入基极的电流也不变。如果这段时间正好等于锯齿波电压的周期，那末在示波器上将出现基极电流为  $I_{b1}$  的一条曲线。接着  $U_b$  跳到第二个台阶，在  $t_2$  到  $t_3$  的这段时间里出现了  $I_b = I_{b2}$  的一条曲线。因此每经过阶梯波的一个周期，特性曲线逐条出现一次。当阶梯波的频率足够高时，曲线族每秒钟重复出现的次数足够多，它也可以毫不闪动。一般这个频率大于一百赫就可以了。

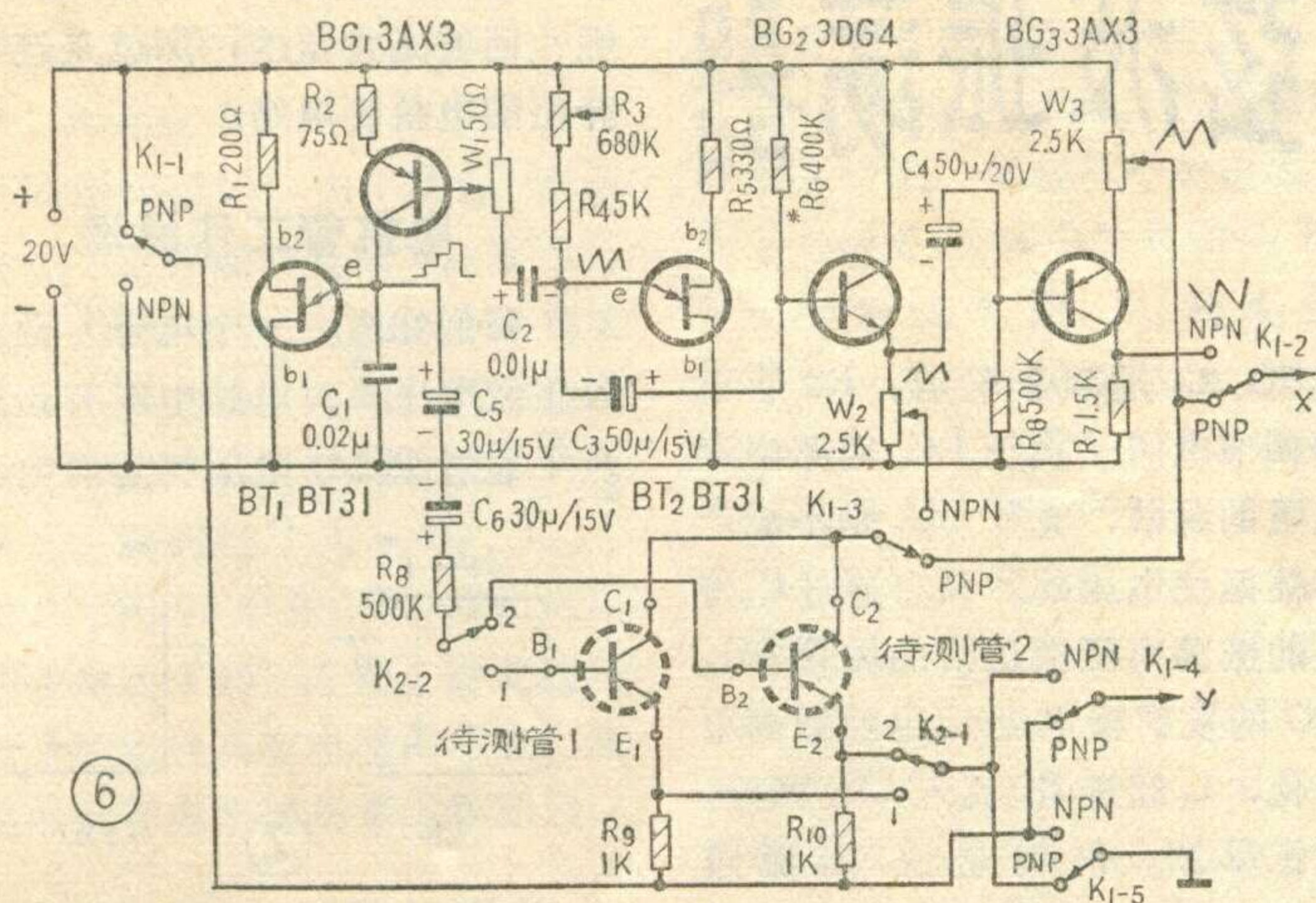


通过分析我们看到，解决问题的关键是采用怎样的线路产生锯齿波电压和阶梯波电压。



## 图示仪原理

图 6 是图示仪的电原理图，它由锯齿波和阶梯波发生器、射极输出器、倒相放大器和待测管电路四部分组成。发生器产生的锯齿波经过射极输出器和倒相放大器，由电位器  $W_2$  或  $W_3$  输出，做为待测管的集电极电源，阶梯波则经过耦合电容  $C_5$ 、 $C_6$  和电阻  $R_8$  注入待测管的基



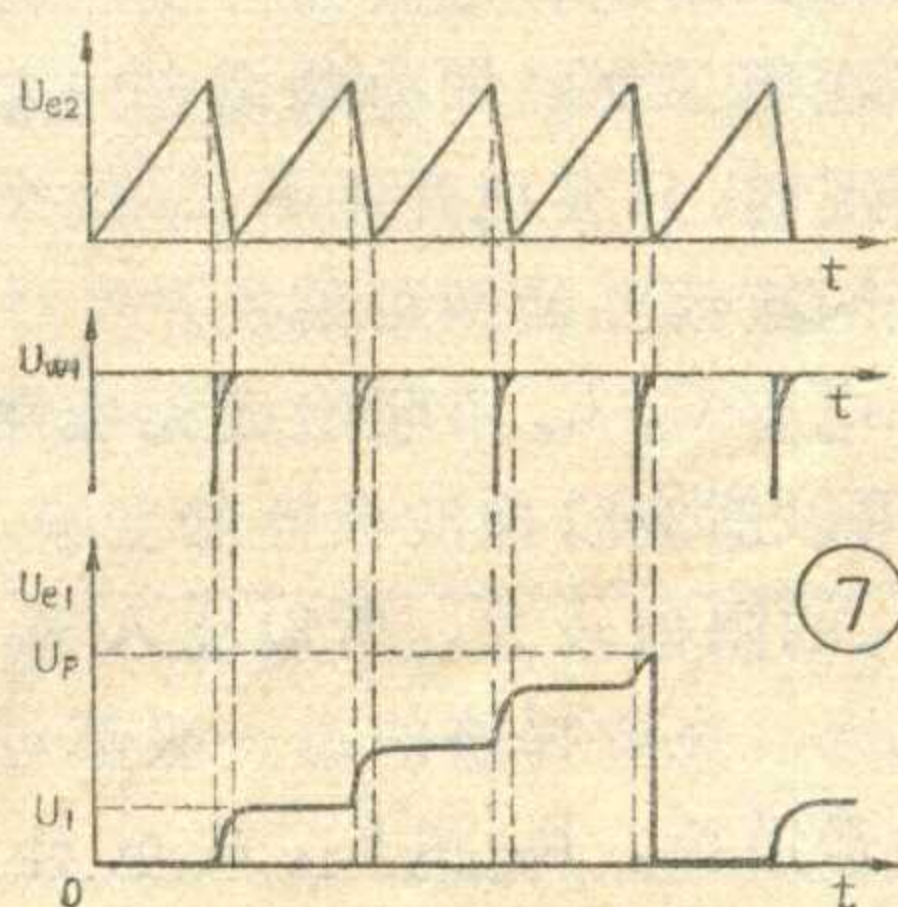
极。示波器由倒相放大器取得锯齿形电压，并由取样电阻  $R_9$  和  $R_{10}$  上取得信号电压，显示出特性曲线族。

### 1. 锯齿波和阶梯波发生器

这个发生器用了一只三极管  $BG_1$  和两只单结晶体管  $BT_1$  和  $BT_2$ 。单结管  $BT_2$  用来产生锯齿波电压，它的发射极  $e$  通过电容  $C_2$  和阻值很小的电位器  $W_1$  接至电源的正极，当电源接通时， $e$  瞬时被加上一个正电压，因而单结管的  $eb_1$  导通， $I_e$  向电容  $C_2$  充电， $C_2$  两极板之间带上了一定的电压，极性如图所示。随着  $C_2$  的电压不断增高，充电电流逐渐减小，而且  $e$  点的电位不断降低，当充电电流小于单结管的谷点电流，而  $R_3$  和  $R_4$  因为阻值较大，流过它们的电流不能维持  $BT_2$  导通时， $eb_1$  就截止了。此时  $C_2$  所带的电压最大，而  $e$  点的电压最低。 $BT_2$  截止以后， $C_2$  通过  $R_3$ 、 $R_4$ 、 $W_1$  所构成的回路放电。于是  $C_2$  两极板之间的电压降低， $e$  极电位升高，直至  $U_e$  达到单结管的峰点电压  $U_P$  时， $eb_1$  又导通， $C_2$  再次充电，如此循环下去，在  $BT_2$  的  $e$  极形成锯齿形电压。为什么锯齿波电压上升的慢而下降的却很快呢？这是因为  $C_2$  放电时回路的电阻  $R_3$ 、 $R_4$  较大，放电电流较小，所以电压变化慢；而  $C_2$  充电时，回路的电阻是  $W_1$  和  $eb_1$  之间的正向电阻，它们都很小，充电电流就大，

所以电压变化就快。由此可以看出：锯齿波的周期主要决定于  $C_2$  的放电时间，因而也就主要决定于  $R_3$  和  $R_4$ 。改变  $R_3$  可以改变锯齿波的频率， $R_3$  变大，频率变低。锯齿波的幅度则主要决定于  $BT_2$  的峰点电压  $U_P$ ， $U_P$  大则锯齿波的幅度大。所以要想得到较大的锯齿波电压，应该选分压比  $\eta$  较大的单结管。

单结管  $BT_1$  用来产生阶梯波。当  $C_2$  充电的电流  $I_e$  流过  $W_1$  时，在  $W_1$  两端产生上正下负的脉冲电压，电压的波形如图 7 的  $U_{W1}$ 。这个电压加到  $BG_1$  的基极上，使基极电位低于发射极的电位，成为正向电压，所以  $BG_1$  导通，产生脉冲电流  $I_c$ 。 $I_c$  向  $C_1$  充电，当  $I_c$  消失时，使  $C_1$  的电压升高为  $U_1$ 。如果  $U_1$  小于  $BT_1$  的峰点电压， $eb_1$  仍处于截止状态，而且  $C_2$  放电时，放电电流在  $W_1$  两端产生的电压降对于  $BG_1$  的发射结来说是反向电压， $BG_1$  没有集电极电流，所以  $C_1$  两极板之间的电压保持不变，这就形成



了阶梯波的第一个台阶。 $C_2$  每充一次电， $C_1$  也充一次电，阶梯波就增加一级。直到  $C_1$  的电压累积达到  $BT_1$  的峰点电压时， $BT_1$  导通，于是  $C_1$  通过  $eb_1$  迅速放电，阶梯电压回到零，完成一个周期（见图 7）。这样一来，在  $BT_1$  的  $e$  极便产生了阶梯形电压。

很显然，每一阶梯所占的时间恰好等于锯齿波的周期，所以用这个阶梯波做为被测管的基极电源，用锯齿波做为集电极电源，正好符合显示特性曲线族的要求。因为阶梯电压的最大值应该等于  $BT_1$  的峰点电压，这是一个固定值，所以阶梯的级数决定于电容器  $C_1$  每一次充电时，电压升高的数值，电压升高的越快，级数越少。在图中  $C_1$  是一个固定电容，所以阶梯级数就决定于对电容器  $C_1$  充电电流  $I_c$  的大小。调节  $W_1$  可以改变  $BG_1$  的集电极电流  $I_c$ ，因此  $W_1$  是阶梯波级数调节电位器。

### 2. 射极输出器和倒相放大器

在锯齿波发生器与被测管之间加了射极输出器  $BG_2$ ，利用射极输出器的高输入阻抗减少被测管对锯齿波发生器的影响。射极输出器的工作点要适当，它的发射极电压必须小于锯齿波电压的一半。因为基极电压与发射极电压相差很小，所以基极电压也就小于锯齿波电压的一半，因而当锯齿波经过  $C_3$  成为交变信号到达  $BG_3$  的基极时，在锯齿波的负半周可以使  $BG_3$  截止，所以输出电压就一定会从零开始，这就保证能显示出特性曲线的起始部分。

从  $BG_2$  发射极输出的锯齿波是正极性的，它适合作为 NPN 管的集电极电源。为了观察 PNP 管，我们加了一级倒相放大器  $BG_3$ 。由  $BG_3$  的发射极输出的锯齿波来测试 PNP 管。当送到示波器 X 轴去的电压极性不合适时，特性曲线将从右向左描，与习惯所画的图形相反，为了解决这个问题，在测 NPN 管时，由  $BG_3$  的集电极取扫描电压。

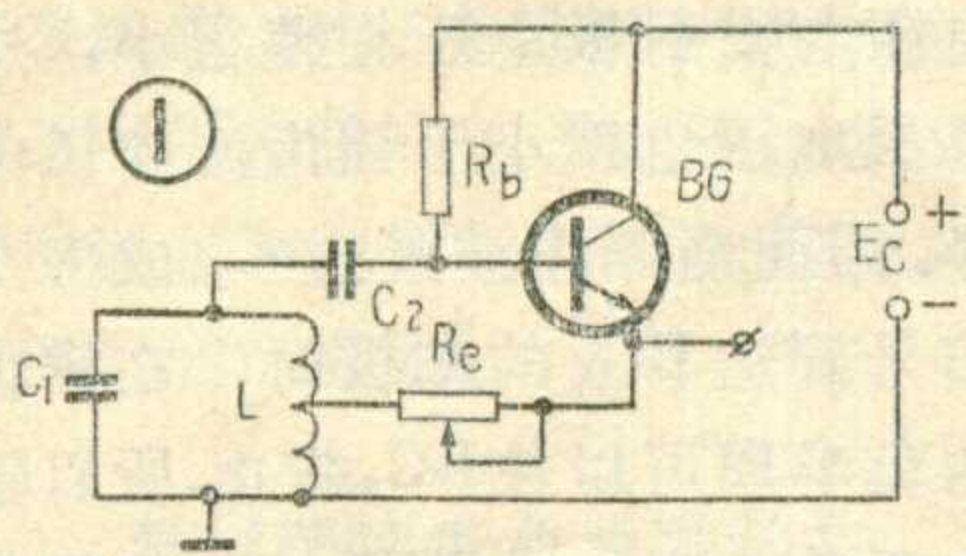
电位器  $W_2$  和  $W_3$  用来调节 NPN

# 电抗管超低频正弦波振荡器

荣树熙

下面介绍一个简单的超低频正弦波振荡器。它的特点是用电抗管代替一般 LC 振荡器中的电感，成本低、体积小、重量轻、制造简便；并且由于采用射极输出器输出，所以具有较好负载特性。用它与演示检流计相配合，可以进行交流电路、整流滤波电路以及低频放大电路的某些教学演示实验。而以往这些演示实验一般是用电子示波器与低频信号发生器相配合进行的。用检流计和这种自制振荡器进行演示实验有以下优点：第一，示波器由于屏幕小、亮度弱，只能在较小范围内演示。而检流计则可以在更大的范围内进行演示。第二，它制造简便、成本低廉。第三，可以在没有交流电源的教室进行演示。当然，在精确度方面它比示波器差，但是这对于观察现象和作定性分析没有影响。

为了弄清楚电抗管振荡器的工作原理，我们先介绍一下如图 1 所示的电感三点式正弦波振荡器。图中 L 和 C<sub>1</sub> 组成振荡回路，R<sub>b</sub> 是偏



流电阻，C<sub>2</sub> 是耦合电容，R<sub>e</sub> 是正反馈调节电阻。由于 LC<sub>1</sub> 回路中存在电阻的缘故，光靠 LC<sub>1</sub> 是不能产生等幅振荡电压的。只有通过 C<sub>2</sub> 将回路的振荡电压馈送给晶体管 BG，使 BG 的发射极电流 i<sub>e</sub> 也随振荡电压变化，i<sub>e</sub> 经过 R<sub>e</sub> 流入 LC<sub>1</sub> 回路，构成正反馈。也就是说，i<sub>e</sub> 流过 LC<sub>1</sub> 回路将给回路补充能量。如果在振荡电压的一个周期内这种补充的能量可以抵偿回路电阻所损耗的能量，那么 LC<sub>1</sub> 回路就可能产生等幅振荡。图中 R<sub>e</sub> 的作用就是调节补充能量大小的。R<sub>e</sub> 增大，补充的能量减小；反之 R<sub>e</sub> 减小，补充的能量增大。补充的能量太小，振荡不能产生；补充的能量太大，振荡波形将严重失真，甚至产生间歇振荡。

图 1 所示的振荡器的振荡周期：  

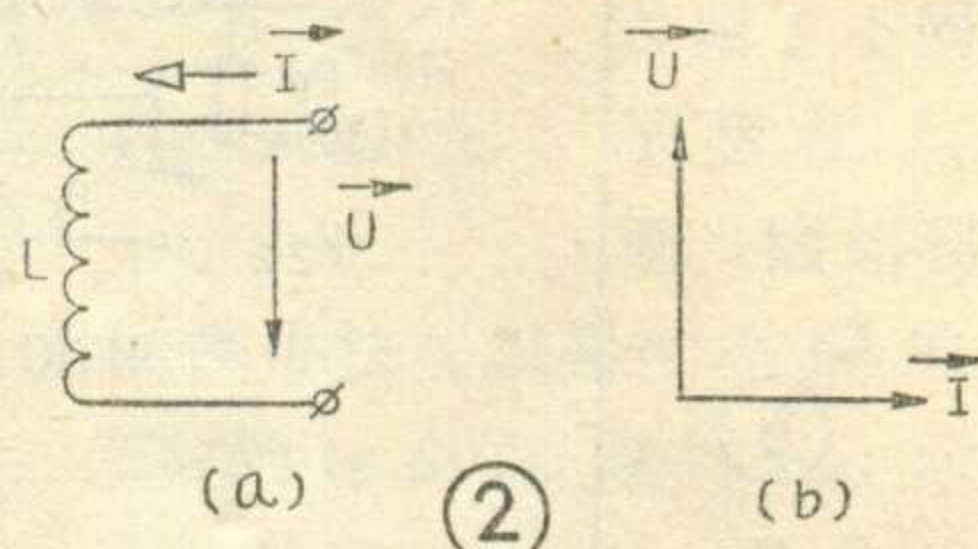
$$T = 2\pi\sqrt{LC_1}$$

式中电感 L 的单位是亨，电容 C<sub>1</sub> 的单位是法，周期 T 的单位是秒。按上式计算，若要产生一周期为 2 秒以上的超低频正弦振荡，如果电容取 100 微法，那么 L 的电感量应在 1000 亨以上。我们知道，制造这样大的电感，即使采用铁心线圈，也是很费劲的。造价高昂、体积庞大，又非常笨重。如果能巧妙地用电子线路构成回路中的电感 L，那

当然是件很好的事，有没有可能呢？回答是肯定的，那就是这里要介绍的电抗管电路。

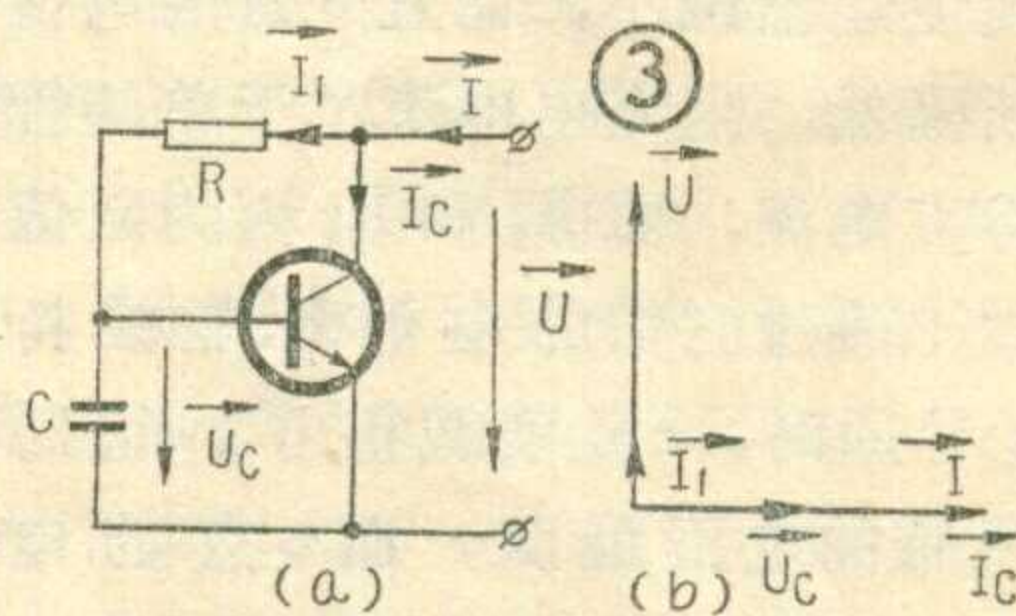
## 电抗管工作原理

我们知道，一个电感 L 两端加以正弦电压  $\vec{U}$ ，电感中就有正弦电流  $\vec{I}$  通过(图 2a)。电压将超前电流一



相位角，对于纯电感电路电压将超前电流 90° 相角。正弦电压、正弦电流如果用向量表示，电压  $\vec{U}$  超前电流  $\vec{I}$  90° 相角将如图 2b 所示。如果仅仅就电感的电压电流特性而言，那么电压超前电流 90° 相角就是它的根本特点。我们如果能用一电子线路，使其在这一特点上与电感相同，那么这个电子线路就可以认为在电特性上起到了电感的作用，用它与电容同样可以组成振荡回路。电抗管就是根据这一道理构成的。

图 3a 是电抗管的简化交流等效电路。由图我们知道：如果电阻 R 取值较大，电容 C 也取得很大



和 PNP 型管子的 U<sub>ce</sub> 的幅度，应当装在仪器的面板上。

### 3. 待测管的线路

因为要测试 PNP 和 NPN 型管子，所以用五刀双掷开关 K<sub>1</sub> 变换电压的极性，同时也改变示波器所取电压的极性，以便使特性曲线始终出现在第一象限。为此，Y 轴所取电压对地应始终为正极性的，但是 X 轴所取的电压却因示波器的水平放大器不同而不同。采用图 6

的线路，用一般的示波器，如 SB-10 型示波器，特性曲线出现在第一象限。如果用别种示波器，发生特性曲线在第二象限即曲线由右向左描的情况时，只要把开关 K<sub>1-2</sub> 两个掷片上的接线互换即可解决。

电容 C<sub>5</sub>、C<sub>6</sub> 串联组成无极性电容，用以适应阶梯波极性的变换。电阻 R<sub>8</sub> 的阻值较大，所以注入基极的电流，在阶梯波的每一级都可以认为是恒流。R<sub>9</sub> 和 R<sub>10</sub> 是取样电

阻，为了在示波器上得到较大的信号，R<sub>9</sub> 和 R<sub>10</sub> 的阻值取为 1kΩ。

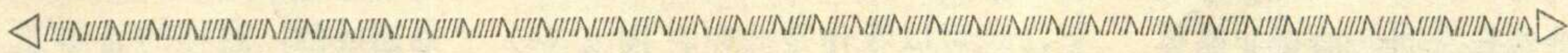
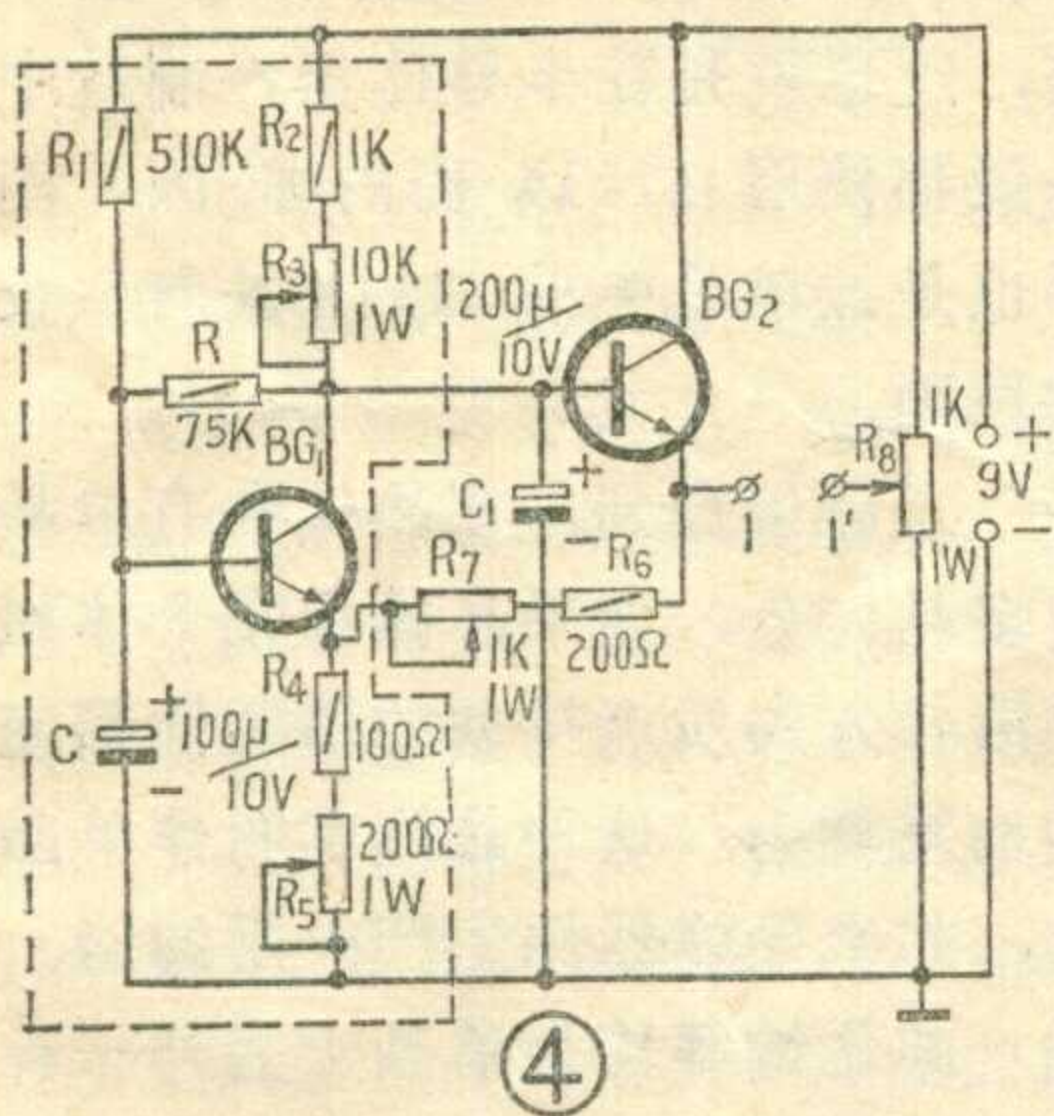
本仪器所使用的三极管，因为电源电压较高，所以要求反向击穿电压大于 20 伏，而且穿透电流应尽量小，对 β 值要求不高，只要大于 30 皆可使用。BG<sub>1</sub> 和 BG<sub>3</sub> 用 3AX3，BG<sub>2</sub> 用 3DG4 即可。单结管用 BT31 或 BT33 皆可。选用分压比较大的单结管可以得到较大的锯齿波电压和阶梯电压。



(容抗很小), 那么, 对交流而言, RC 串联支路的阻抗近似地等于电阻 R。因此这个支路中的电流  $\vec{I}_1$  将与  $\vec{U}$  同相(图 3b)。由于电容 C 的容量很大, 它两端的电压  $\vec{U}_c$  将落后于电流  $\vec{I}_1$  90° 相角。而晶体管的集电极电流  $\vec{I}_c$  将与  $\vec{U}_c$  同相。同时由于 R 较大,  $I_c \gg I_1$ , 所以可近似地认为  $\vec{I} = \vec{I}_c$ 。我们把  $\vec{U}$ 、 $\vec{I}_1$ 、 $\vec{U}_c$ 、 $\vec{I}_c$ 、 $\vec{I}$  的关系用图 3b 表示, 可以看出电压  $\vec{U}$  超前电流  $\vec{I}$  90° 相角。因此这样的电子线路就具有电感的特点。这就是电抗管电路的基本工作原理。

### 实际线路、制作与调整

图 4 是电抗管超低频正弦波振荡器的实际线路。虚线框出的部分是电抗管, 它的作用是代替图 1 中的 L, 它与电容  $C_1$  组成了振荡回路。将图 4 与图 1 对照可以看出:



(上接第 27 页)

此, 在实际工作中应用这种电路要普遍得多。

### 整流电路估算举例

假设有一种晶体管设备, 要求直流电源电压为 12 伏, 直流电流 300 毫安, 希望电压比较平稳, 问采取何种整流电路, 并估算电路参数。

根据上述要求, 选择桥式电路较为合适, 参考图 8。

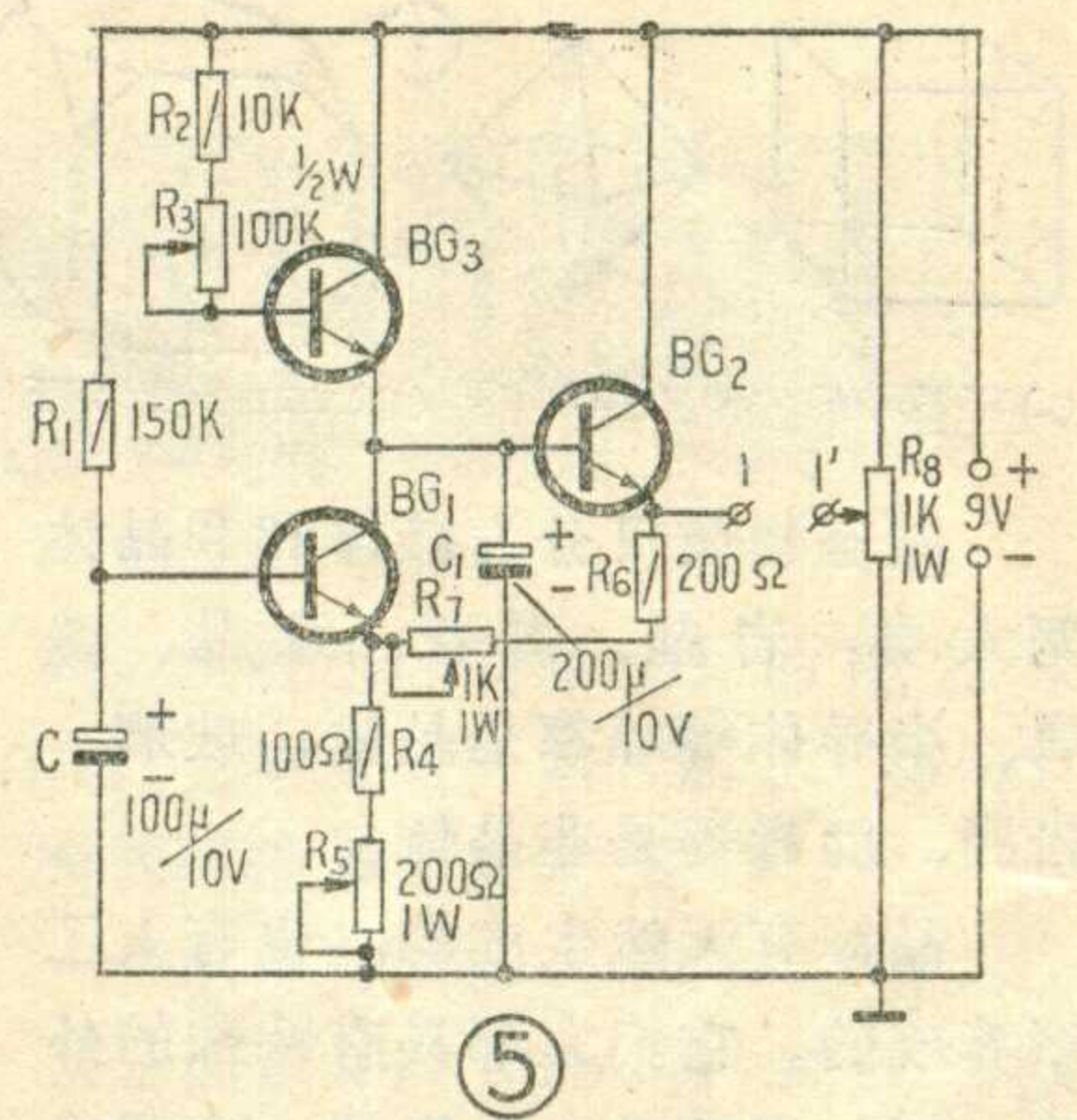
由于直流电压为 12 伏, 所以要求变压器次级交流电压有效值  $E = \frac{12}{1.2} = 10$  伏。如果用电灯照明电源, 它的有效值为 220 伏, 所以要加一个变压器降压, 降压比应为  $220:10 = 22:1$ 。

$R_6$  与  $R_7$  是图 1 中的  $R_e$ , 它们的作用是控制正反馈量的大小; 图 1 中的耦合电容, 由于图 4 采用直接耦合而被省去。虚线框中的电阻 R 和电容 C 即是图 3a 中的 R 和 C;  $R_1$  是  $BG_1$  的偏流电阻;  $R_2$  和  $R_3$  保证  $BG_1$  有一定的电压与电流放大倍数, 以完成电抗管的作用, 同时也可以起到调节  $BG_2$  的静态工作点的作用;  $BG_1$  的发射极接  $R_4$ 、 $R_5$ ,  $R_5$  一端接地, 发射极的引出线相当于图 1 中 L 的抽头, 调节  $R_5$  可以微调电抗管的等效电感量, 用来调节振荡周期;  $R_5$  增大振荡周期增大。 $R_8$  是直流零位调节电位器, 以调节从 1—1' 端的输出电压, 使其直流成分为零。

实际线路中的 R 也可以不要, 这时  $BG_1$  的集电极——基极间的电阻仍可起到 R 的作用。接上 R 的好处是, 在  $BG_1$  的  $\beta$  较小时, 振荡器也能起振。也可以用一晶体管代替  $R_2$ 、 $R_3$ , 这样的线路如图 5 所示。

图 4、图 5 中的管子都用 3DG 类型的管子。如果找不到这类管子, 一般的高频管、低频管也可以。若用 PNP 型管子注意要将图中的电源正负极和电解电容的两个头对换。管子的  $\beta$  值最好在 50 以上。如果没有, 只要  $\beta$  在 20 以上便可以成功。

按图 4 (或图 5) 焊接好电路以



后, 将  $R_7$  拧到电阻最小位置, 将万用表拧到直流电压 10V 档上, 接到图 4 (或图 5) 的 1—地间, 然后调节  $R_3$ , 将观察到万用表指针摆动。这就表示振荡器已经起振。如果指针摆动不均匀, 应缓慢地增大  $R_7$ , 至使指针摆动均匀为止。一般指针摆动时, 如果不出现停顿或忽快忽慢的现象, 振荡电压即是正弦波了。如果  $R_5$  放在电阻最大位置, 周期仍小于 2 秒, 则应加大电容  $C_1$ , 或将  $BG_1$  换  $\beta$  值略小的管子。

然后将 1—1' 端接到演示检流计上(检流计串连一电阻, 使量程在  $\pm 3V$  左右), 调节电位器  $R_8$  的滑动头位置, 使检流计指针左右两边摆幅相同。这时 1—1' 两端输出的就是不含直流成分的纯正弦振荡电压了。

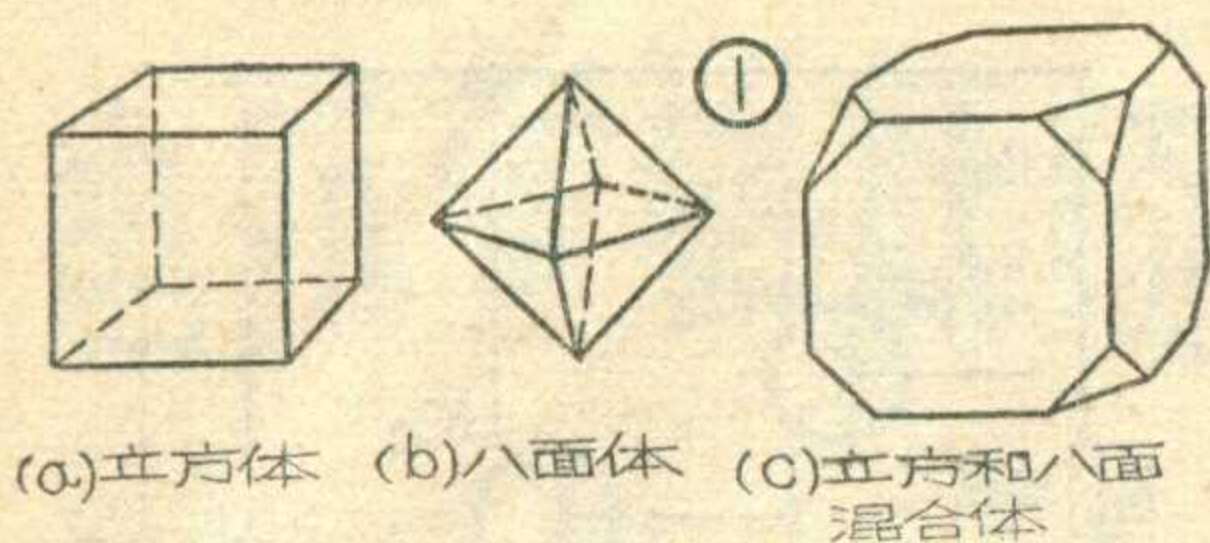
二极管承受的最大反向电压为  $1.41E = 1.41 \times 10 = 14.1$  伏。二极管通过的电流约为输出直流电流的一半, 即  $300 \div 2 = 150$  毫安。根据这两个数值, 可选择型号为 2CP 31 型的二极管, 它的容许最大整流电流为 250 毫安, 最高反向电压为 25 伏, 适合上述要求。

关于滤波电路元件数值的计算方法比较复杂, 这里就不介绍了。一般图 8 中的滤波电容器数值, 可根据输出电流按下表选择。

这个例子中, 输出电流为 150 毫安, 可以选用  $500 \mu$  左右的电容器, 耐压要求为输出电压的两倍, 即  $2 \times 12 = 24$  伏。因此, 滤波电容器 C 可选用耐压为 25 伏的  $500 \mu$  的电解电容器。——金 丁

输出电流	2 安左右	1 安左右	0.5—1 安	0.1—0.5 安	100 毫安以下	50 毫安以下
滤波电容 C	4000 $\mu$	2000 $\mu$	1000 $\mu$	500 $\mu$	200—500 $\mu$	200 $\mu$

# 晶体简介

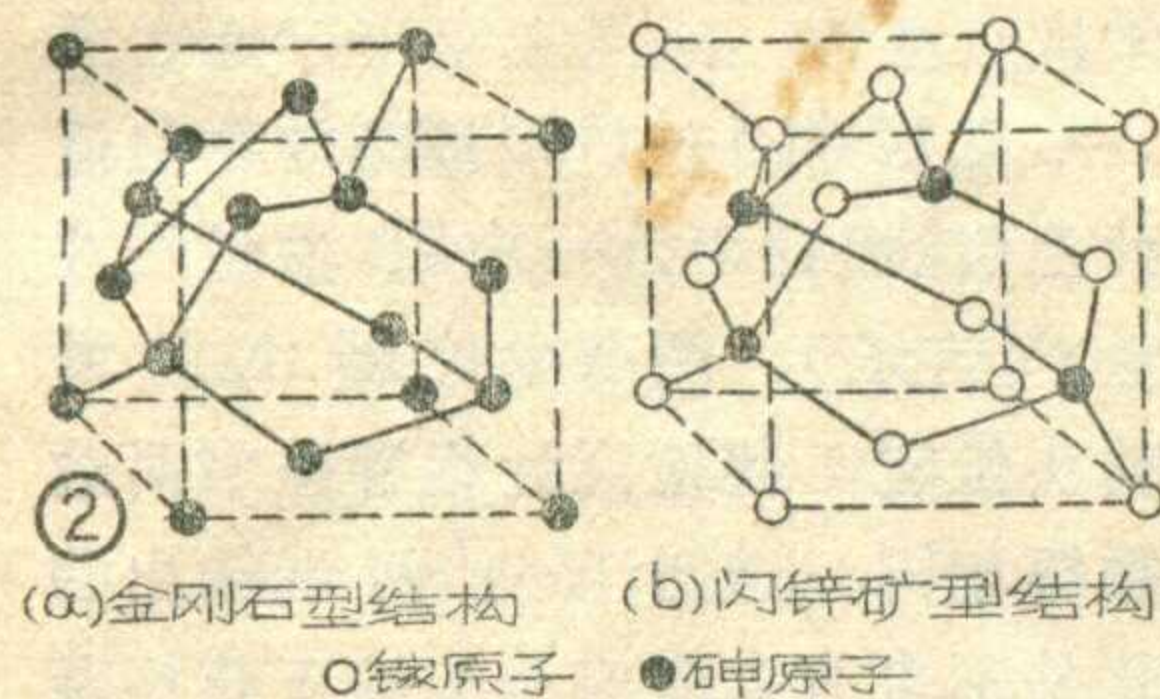


(a)立方体 (b)八面体 (c)立方和八面混合体

固态物质可分为晶体和非晶体两大类：岩盐、雪花、水晶、金属、半导体等等都是晶体，玻璃、松脂、沥青等是非晶体。

晶体有天然生成的，也有人工培养成的。它们大都具有特殊的外形，例如岩盐是立方形的，雪花是六角形的，水晶是六方柱体形的。但由于生长条件的不同，同一品种的晶体，其外形不都是一样的，例如氯化钠（岩盐）晶体的外形可以是立方体或八面体，也可以是立方体和八面体的混合体，如图1所示。

用X射线对晶体和非晶体的内部结构进行了详细的研究和分析后，发现在晶体中构成晶体的所有质点（通常指原子、离子、分子及



(a)金刚石型结构 (b)闪锌矿型结构  
O 碳原子 ● 砷原子

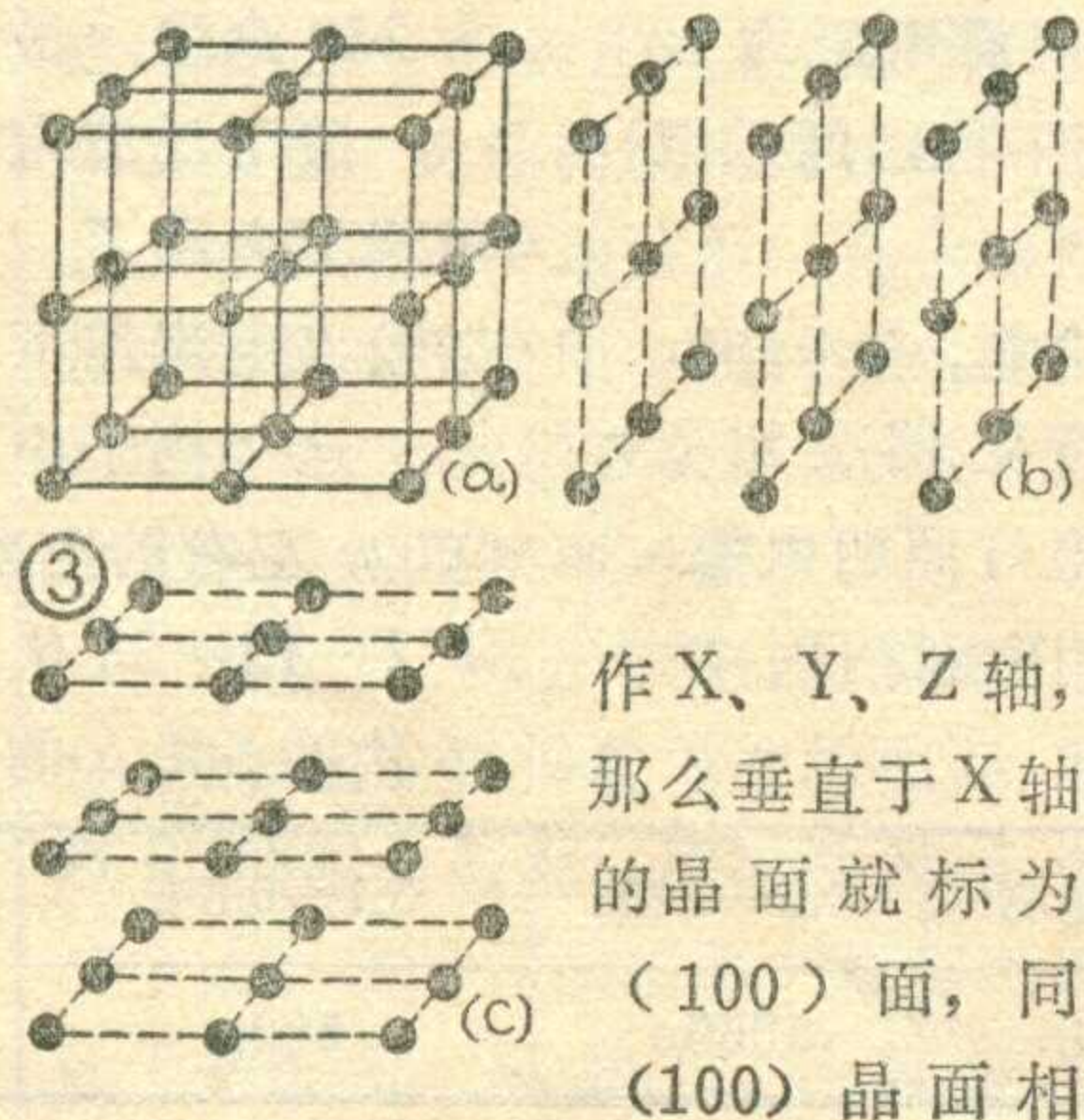
其它原子集团）都按一定的规律，周期性地排列在空间。而在非晶体里，这些质点的排列却没有上述周期性。这就是说，晶体与非晶体的差别，主要在于它们的内部结构是否具有规律性的排列。若内部结构是规律排列的，即使其外形并不完整、端正，甚至不具有多面体的外形，则仍是晶体。例如半导体器件生产中常用到的锗、硅及砷化镓等均为晶体。在自然界中有些具有相同化学成份的固态物质，若内部结构不同，则可形成为晶体或非晶体。例如高温下二氧化硅（ $\text{SiO}_2$ ）熔体突然冷却，这时 $\text{SiO}_2$ 来不及形成规律排列的结构，因而形成石英玻璃，这是非晶体。但如

果温度缓慢地下降， $\text{SiO}_2$ 熔体中的硅和氧由于时间充裕，就会排列成规律的结构，而成为石英晶体。

为了正确地研究和描述晶体内部结构的规律性，提出了空间点阵学说。按照这一学说，晶体的内部结构可以概括为是由一些质点在空间有规则地作周期性的、无限的排列，这些点子的总体就称作点阵。常用直线将空间点阵中的质点串连起来，这样点阵就成为一些网格，这些网格就叫作晶格。

图二是几种主要半导体材料的晶格结构图形。图二（a）是著名的金刚石型结构，属于这类的晶体有金刚石、锗、硅等。图二（b）是闪锌矿型结构，属于这种结构的晶体有硫化锌、砷化镓等。图三为NaCl结构图形。

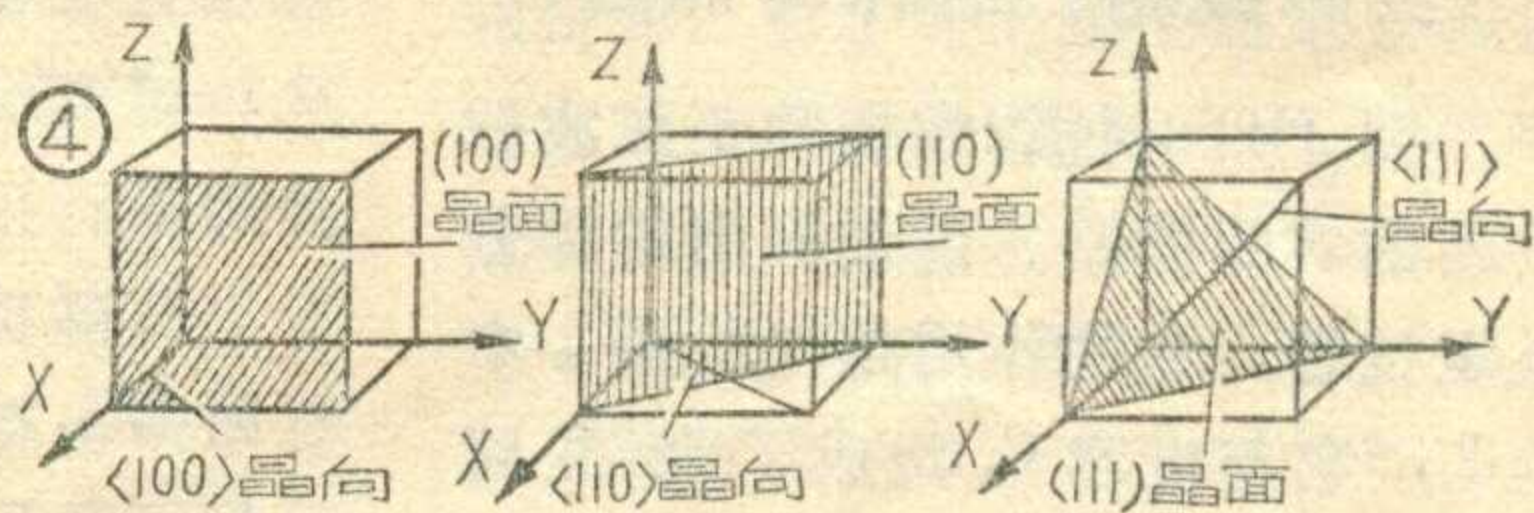
由图三可见，晶体中的原子可以看成是分布在一系列彼此平行而等距的一簇晶面上，例如NaCl的立方晶体中，所有原子可以认为是分布在图三（b）所示的一簇晶面上，也可以看作是分布在图三（c）所示的一簇晶面上。为了区分这些方位不同的各簇晶面，人们规定了一些标记，如果以立方体的三个边



作X、Y、Z轴，那么垂直于X轴的晶面就标为（100）面，同（100）晶面相

垂直的方向就叫 $\langle 100 \rangle$ 晶向。如图四所示，可以看出（110）、（111）晶面和 $\langle 110 \rangle$ 、 $\langle 111 \rangle$ 晶向的意义。

对于同一个晶体，各种不同晶面上原子的面密度是不一样的，因此就对晶面的物理性质产生影响。如金刚石结构的硅，在（111）面上原子的面密度最大，因此在扩散时 $\langle 111 \rangle$ 晶向上扩散速度最慢，扩



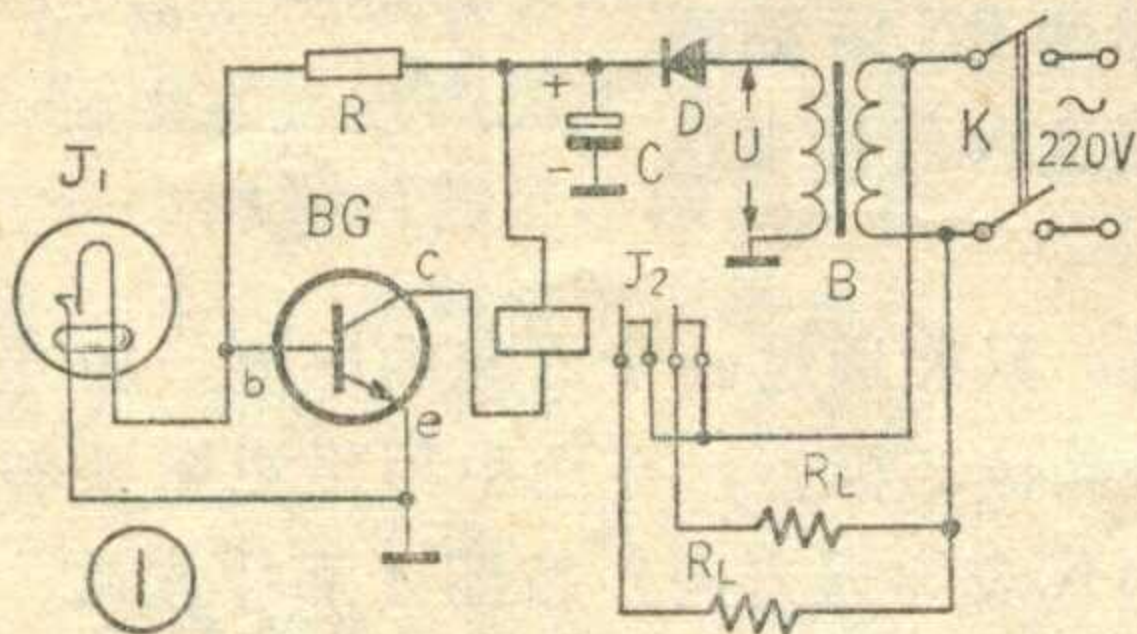
散较易控制，p-n结结面容易平整，这也就是在半导体器件制造中一般都使用（111）面的原因，同样也是拉单晶中沿 $\langle 111 \rangle$ 晶向生长的原因。

还应该提到，在晶体中有单晶与多晶之分，如果晶体在整个体积中沿各方向质点排列的周期性都完整地重复着，这种晶体就叫作单晶体，如半导体器件生产中用的锗、硅、砷化镓等均为单晶。另外一种是由大量极微小的单晶体杂乱地聚集而成的，这样的晶体就叫作多晶体，如常见的金属铸件就是多晶体。

上面说过，单晶体是指质点排列的周期性十分完整的晶体。但这只是理想情况，实际上，由于外界条件（如温度、应力等）的影响，会使单晶中的质点周期性排列发生混乱，这样就形成晶体中的缺陷。缺陷有点缺陷、线缺陷、面缺陷等。这些缺陷将影响着单晶材料的性质。因此在半导体器件生产中，材料的位错（线缺陷）、层错（面缺陷）的多少，是衡量材料好坏的重要参数。

（王若祯 徐婉棠）

文化大革命以来，在我国农村里广泛地开展了应用微生物制造农药、菌肥的群众性科学实验活动，各地公社普遍地办起了农药厂。农药厂在生产过程中迫切要求解决恒温自动控制问题，希望有一种工作可靠、结构简单、花钱少、便于自制自修的恒温控制设备。下面的线路就是根据这样的要求设计的。



凡是有交流电源可资利用的地区，可参照图一的线路装置。

图一中的传感器  $J_1$ ，是利用废日光灯启动器里的氖管改制的。去掉氖管的玻璃壳，便可看到一条 U 形的双金属带和它对面的一根金属棒，二者一起固定在一粒椭球形的玻璃珠上。这条双金属带，内层金属的膨胀系数比外层的大，因此温度升高时，U 形带便会张开。把那根金属棒的上端锉尖，并细心调节其尖端与双金属带的距离，使在欲控制的温度下，两者恰相接触（用  $\Omega$  表测试）。在一般的菌种培育、发酵等过程中，只要做  $23^\circ$ 、 $25^\circ$ 、 $28^\circ\text{C}$  三只便足够用了。这一工作可利用 100W 灯泡作热源，在接种箱内进行。弯折金属棒时，要用尖头钳紧

（上接第 17 页）

1.4~1.6(黄)、1.6~1.8(绿)、1.8~2.1(蓝)、2.1~2.3(紫)(单位毫安)。

3. 浦江 207 型机各管工作电流分别为：0.5~0.7 ( $BG_1$ )、1~2 ( $BG_2$ )、0.6~1.2 ( $BG_3$ )、0.4~0.8 ( $BG_4$ )、1.2~2 ( $BG_5$ )、2~5 ( $BG_6$ )、

夹它的基部，慎勿把玻璃珠弄碎。

线路的原理十分简单：三极管 BG 的基极电流，被基极电阻 R 限制在数百微安间，使它的集电极电流仅略大于继电器  $J_2$  的吸动电流。在温度低于控制点时， $J_1$  开路，三极管 BG 的集电极电流使  $J_2$  吸下，电热器  $R_L$  (电炉或灯泡) 的电源接通了。电热器便对周围的空气加热。待温度上升到控制点时， $J_1$  的双金属带与金属棒尖端接触，把三极管的基极 b 和发射极 e 短路，使基极电流等于零，那么集电极电流也小到微不足道了。这时继电器  $J_2$  释放，电热器的电源被切断。

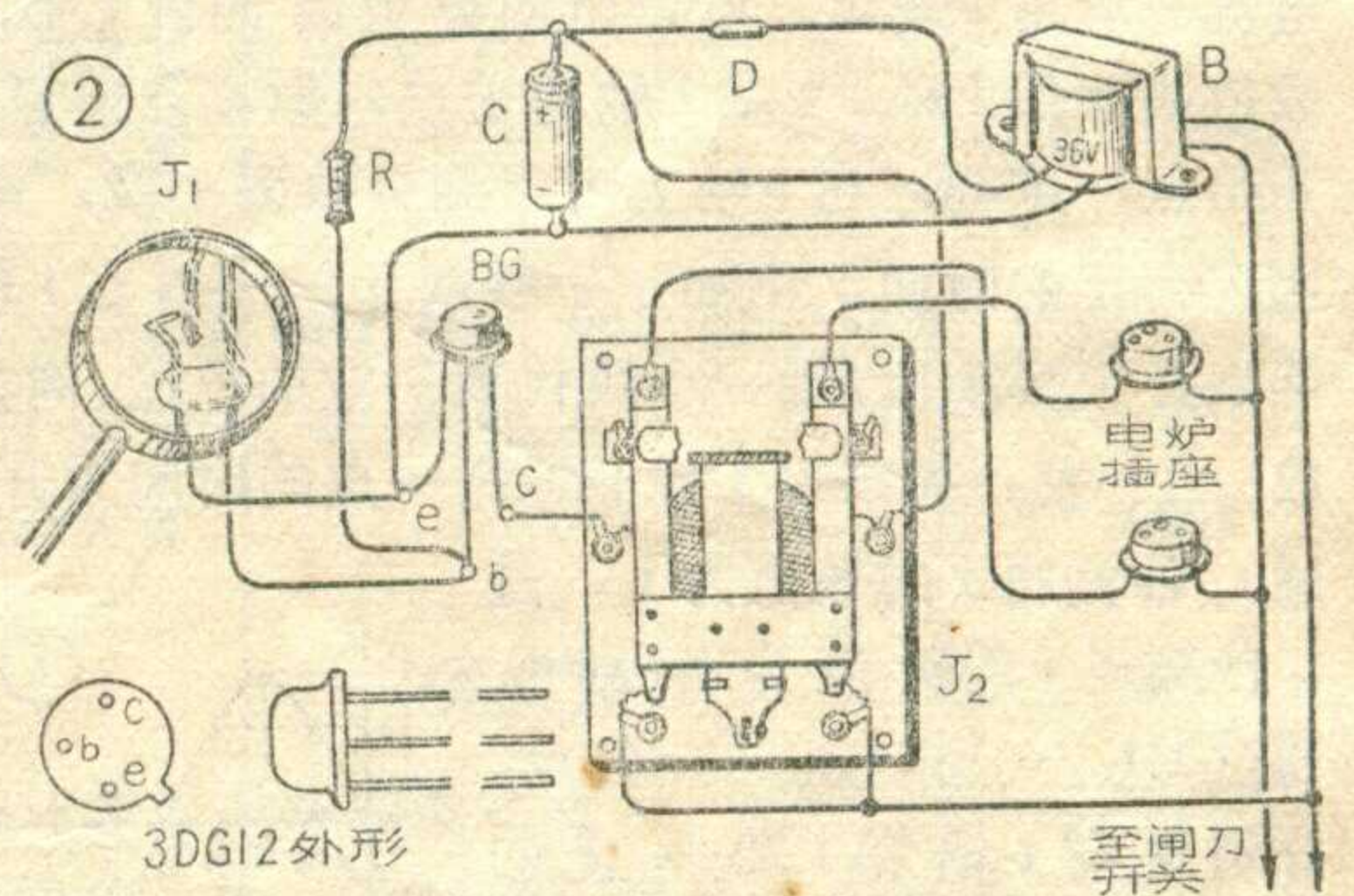
线路中的元件示例如下表。

此外滤波电容器 C 取 40 微法以上，耐压应大于电源变压器次级电压(交流有效值)的 1.5 倍。基极电阻 R ( $R \approx \beta \frac{U_D}{I_J}$ ， $U_D$  为电源直流电压， $I_J$  为  $J_2$  的吸动电流)可在装置时实验决定。半导体三极管 BG 的电流放大系数  $\beta$  取 50 至 80 之

间。 $\beta$  过小，则通过  $J_1$  的电流太大，它本身所产生的热量，将使它对周围的温度造成“错觉”。

电源变压器的参考数据为：铁芯面积  $16 \times 26\text{mm}^2$ ；初级线圈 (220V) 线径 0.1mm，绕 4400 匝；次级线圈 (36V) 线径 0.15mm，绕 720 匝。

这样的装置，经长期试用，



证明能把温度“固定”在控制点上。用水银温度计去测量，看不到温度有升降变化，性能比用热敏电阻作传感器稳定得多。

为了便于试制，附实体接线图如图二，供参考。

（上海市徐汇区少年宫朱霭初）

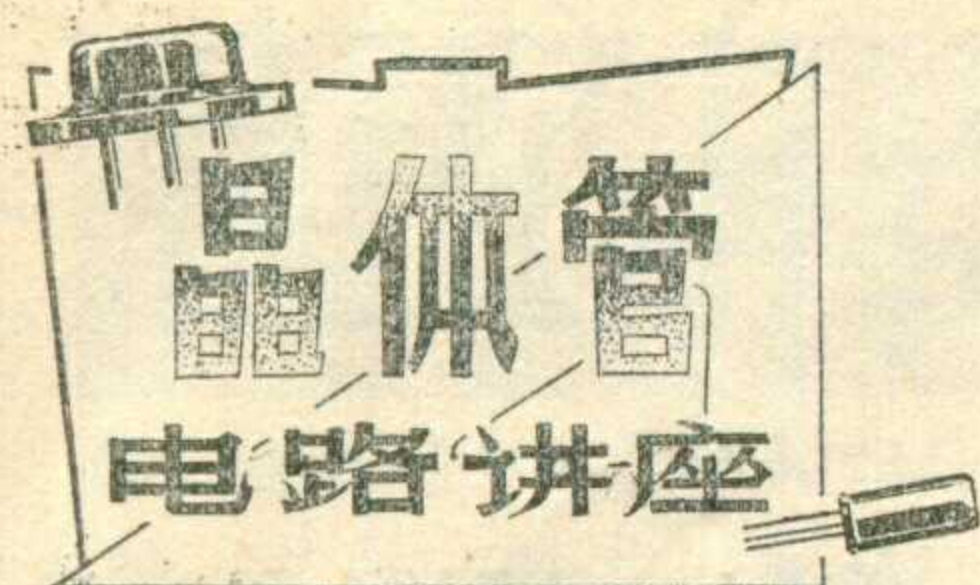
	电热器 $R_L$	继电器 $J_2$	三极管 BG	电源变压器次级电压 U	整流二极管 D
(1)	300W × 2	利用 220V 交流继电器	3DG12	36V	2CP 型或 03Z 等，反峰压在 110V 以上。
(2)	100~300W	灵敏继电器 (线圈直流电阻 1K $\Omega$ )	3DG12 3AX31	8V 到 12V	2CP 型，反峰压不高于 36V。

$BG_7$ ) (单位毫安)。

4. 图 1 电路中，由于硅管  $f_T$  较高，用在低频工作时容易自激，故在  $BG_4$  基极加有阻尼电阻  $R_{11}$ ，以提高收音机的稳定性。 $R_{14}$  是偏置及电压负反馈电阻， $C_{28}$  是改善音质和提高稳定性的负反馈电容。 $W_1$

是微调电位器，生产线上调节  $BG_2$  工作点用，采用 WH7 型微调电位器。

（上海群益电讯厂技术组  
供稿陈纪镔执笔）

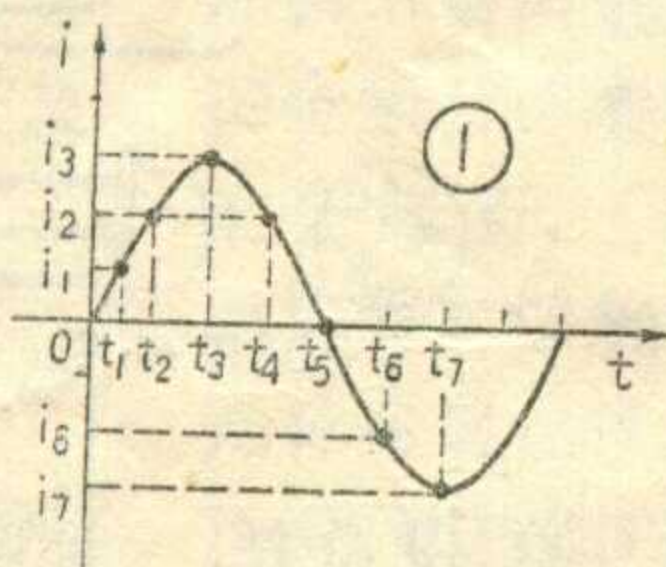


# 二极管整流电路

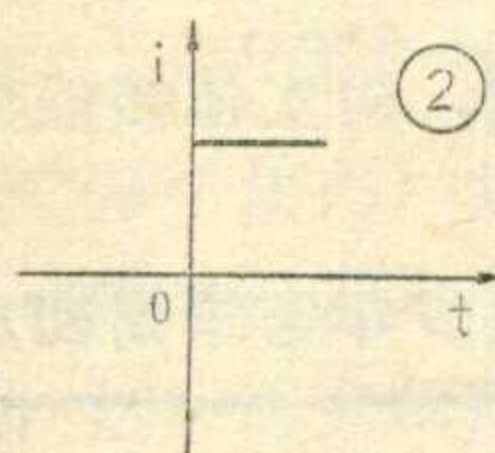
## 什么是交流电

电流有交流电和直流电两种。一般发电厂送的是交流电，干电池发的电是直流电。交流电流的方向随时间而变化，而直流电流的方向总是从正极流向负极。交流电流方向随时间变化的关系，可以用图来表示。画两根互相垂直的线，取水平线作为时间数值线，取垂直线作为电流数值线。时间一般用  $t$  表示，电流一般用  $i$  表示，所以时间数值线叫做  $t$  轴，电流数值线叫做  $i$  轴。 $t$  轴  $i$  轴的交点叫做零点或原点，即开始点。这样，在  $t$  轴上可以划分很多小段，每一段代表一定的时间，例如  $\frac{1}{100}$  秒或  $\frac{1}{1000}$  秒；在  $i$  轴上也可划分很多小段，每一小段代表一定的电流，例如 1 安或  $\frac{1}{1000}$  安。如果以  $i$  等于零这一点的时间为开始点，

过  $t_1$  秒测得  $i$  的数值为  $i_1$ ，过  $t_2$  秒测得  $i$  的数值为  $i_2$ ……。通过  $t_1 t_2$ ……和  $i_1 i_2$ ……各点，分别画与  $t$  轴和  $i$  轴垂直的线，它们的交点，就分别代表  $t_1 t_2$ ……各个时间数值和  $i_1 i_2$ ……各个电流数值相对应的点。把这些点联起来，就得到一条曲线，见图 1。这条曲线就表示了交流电流随时间变化的规律。图 1 的曲线，是按一般发电厂发的交流电画的。



干电池发的电，用上述图解方法表示，如图 2 所示，在短时间内，是一根与  $t$  轴平行的线，也就是它的方向、大小不随时间变化。



从图 1 可以看出，电流  $i$  从零开始增到最大，又从最大减小到零，以后向另一个方向增到最大，又从最大减到零。这样周而复始。一般把上述一个变化的完整过程所需的时间，叫做周期，用符号  $T$  代表。我国发电厂发的交流电，周期是  $\frac{1}{50}$  秒。一秒钟内变化多少周，叫做频率，用符号  $F$  代表，单位叫赫。周期是  $\frac{1}{50}$  秒，频率就是 50 赫，即  $F = \frac{1}{T}$ 。

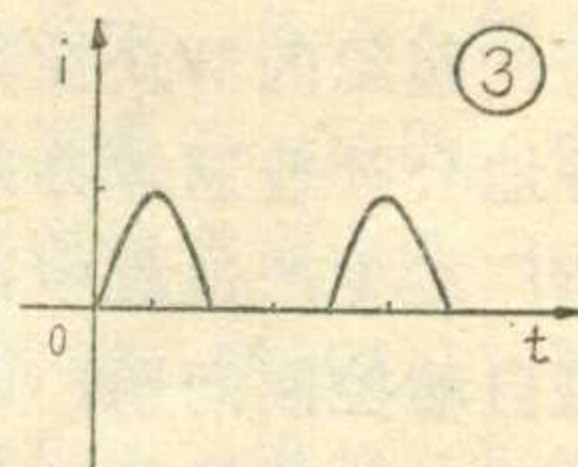
图 1 画的是交流电流随时间变化的曲线，交流电压与时间的关系，也是这样，就不重复说了。

## 整流基本概念

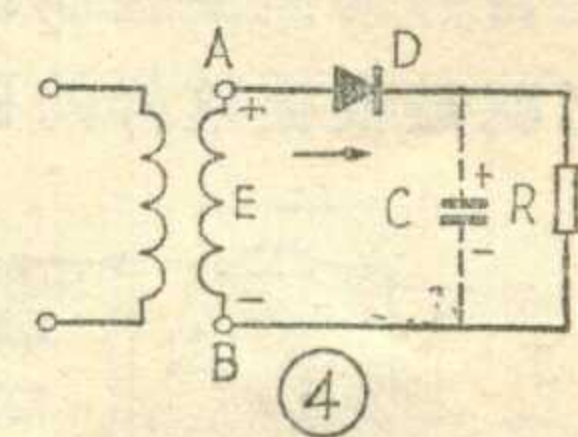
电子管、晶体管的电源要求用直流电，但是发电厂供的是交流电。要解决这个矛盾，就需要将交流电

转变为直流电。将交流电转变为直流电的过程，就叫做整流。

从图 1 可以看出，如果把交流电的一个半周去掉，就可以得到方向不变但是断续的电流，如图 3 所示。这种电流有点像人的脉搏跳动那样，所以叫做脉动电流。用什么办法能实现这个设想呢？在了解了半导体 PN 结的特点后，就会想到用这种器件来达到整流的目的。



半导体 PN 结，只能通过一个方向的电流。如果把一个 PN 结（即晶体二极管，在图中用黑粗箭头符号代表，箭头方向代表导通方向）按图 4 那样连结，那么在变压器 A 点为正时，二极管接上正向电压而导通，R 中有电流通过。经过半周后，变压器 A 点变为负，B 点变为正，二极管接上反向电压而截止，R 中没有电流通过。这样，R 中流过的电流，就是图 3 所示的那种脉动电流。R 代表被供电的设备，叫做“负载”。



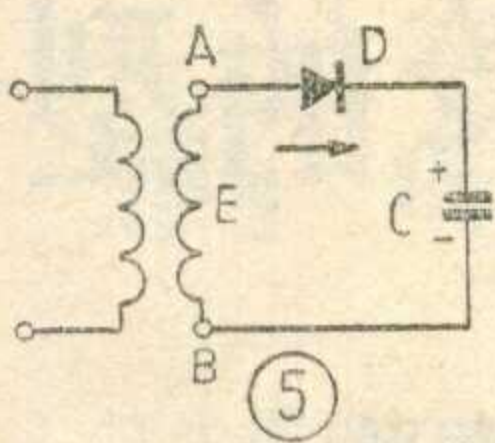
脉动电流作电源，会产生干扰。收音机用这种电源，就会产生很大的嗡嗡干扰声，一般叫交流声。怎样减小脉动呢？最简单的办法，是在 R 上并联接上一个电容器 C，如图 4 中虚线所示。由于电路中加入了一个电容器，当二极管导通时，对电容器充电，当二极管不导通时，电容器 C 对 R 放电。因此在正半周时 R 中有二极管导通电流，在负半周时，R 中有电容器 C 的放电电流。这两个电流在 R 中的方向是一致的。因此，R 中的电流在两个半周内就变得平稳多了。电容器 C 在这里起到了滤波的作用，所以电容器 C 也叫做滤波电容器。

从图 4 可以看出，整流器应包括三个部分：1. 变压器；2. 整流元件；3. 滤波器。变压器的作用是把交流电源电压变为实际需用的电压。整流元件，如图 4 中的二极管，是变换交流电流方向的。滤波器的作用是使变换后获得的电流平稳。下面着重讲一讲整流元件连接的方式。

## 半波整流

图 4 的整流器连接方式，上面讲过，只有在正半周内才导通，所以这种整流电路叫半波整流电路。

晶体二极管能承受的电流和反向电压是有限制的。电流太大，就要并联一个或数个二极管，起分流作用，减小通过每个二极管的电流。电压太高，就要串联一个或数个二极管，起分压作用，减小每个二极管上所加的电压。这样并联或串联二极管，虽然二极管数目增加了，但是整流效果没有变化，仍然是半波整流。

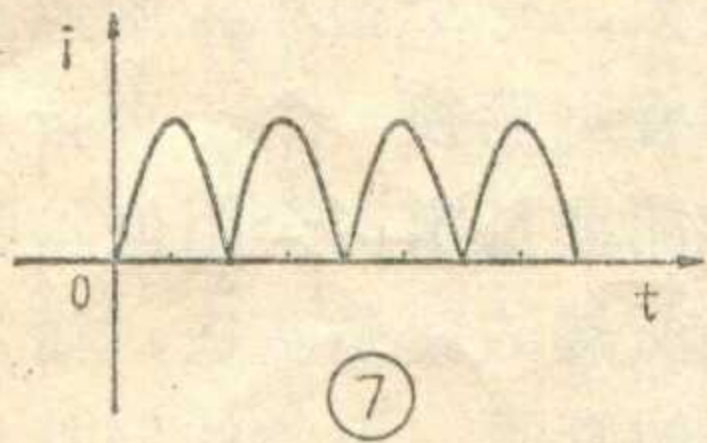
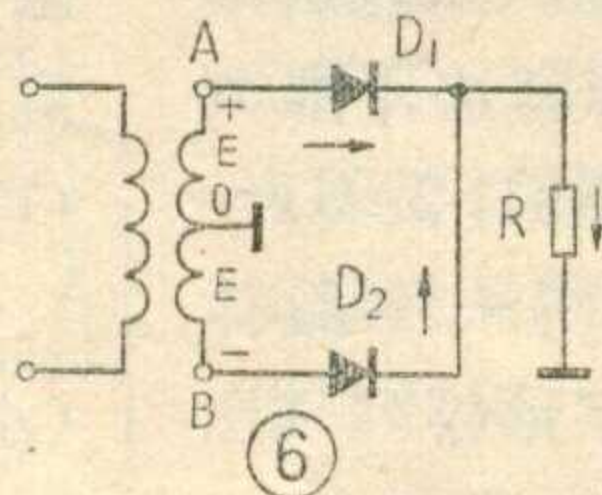


半波整流电路整流后的电压，在没有接入电容器 C 时，可以应用下列公式计算：

$$U = 0.45E,$$

式中  $U$  为整流后的电压， $E$  为变压器次级交流电压的有效值。一般发电厂送来作照明用的交流电压， $E$  为 220 伏，经过变压器，如果降为 100 伏，那么整流后的电压  $U = 0.45 \times 100 = 45$  伏。

接上电容器以后，整流后的电压计算方法就不同了。先看一个特殊的例子，即把  $R$  去掉的例子。这种情况叫做负载开路，如图 5 所示。在正半周时，二极管导通，电容器  $C$  充电。负半周时二极管截止，但电容器  $C$  没有放电电路，因此不能放电。第二个正半周时，电容器  $C$  继续充电。因此，电容器  $C$  充电是累积的，直到电容器  $C$  上充电到输入电压的最大值为止，并且一直保持这个数值。输入电压的最大值，等于它的有效值乘以 1.41 倍。在图 5 这种情况下，整流后的直流电压  $U = 1.41E$ 。



接上  $R$  以后，在电流负半周时，电容器  $C$  可以通过  $R$  放电，放电的速度跟  $R$  和  $C$  的大小有关。 $R$  和  $C$  的数值愈大，放电愈慢。在这种情况下，电容器  $C$  上的直流电压与  $R$  的关系较大，一般按  $U = E$  估算。

从图 5 中可以看出，电容器  $C$  上的电压是反向加在二极管上的。在选择二极管时，要考虑这个电压数值，即二极管能经受的最大反向电压必须大于电容器  $C$  上的最大电压。

### 全波整流

全波整流的电路如图 6 所示。与图 4 比较，多了一个二极管，并且变压器次级有一个中心抽头  $O$ ，这个抽头接地。当  $A$  为正  $B$  为负时， $D_1$  导通，电流从  $A$  经  $D_1$ 、 $R$ 、地、次级线圈中心抽头  $O$  完成回路。 $R$  中电流的方向如图中箭头所示。这时  $D_2$  上加的是反向电压，不能导通。当  $A$  为负， $B$  为正时， $D_1$  上加的是反向电压，不能导通。但是  $D_2$  这时接的却是正向电压，因此  $D_2$  导通，电流经  $D_2$ 、 $R$ 、地、抽头  $O$  完成回路。请注意，不论是  $D_1$  导通或  $D_2$  导通，流过  $R$  的

电流方向都是一样的。

可以看出，这样的电路，在交流电的两个半周都导通，因此叫做全波整流，它的电流随时间变化的曲线，如图 7 所示。

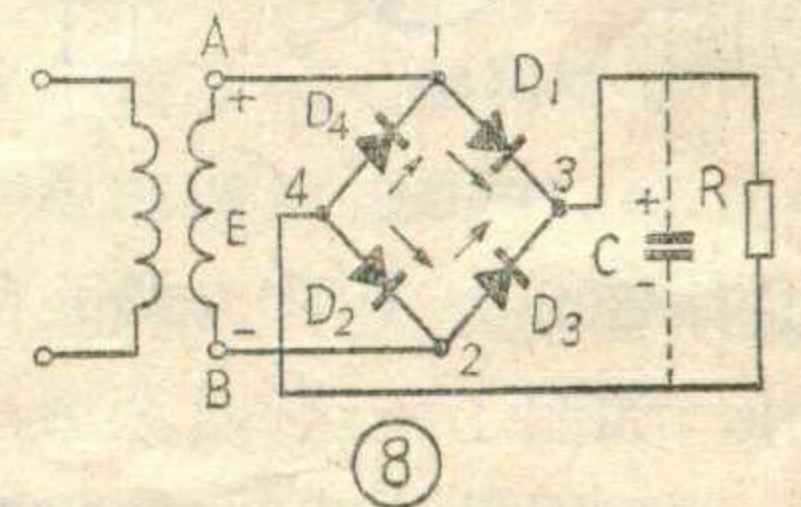
全波整流后的电压，可以按下列公式计算：

$$U = 2 \times 0.45E = 0.9E,$$

$E$  是电源变压器次级每端到中心抽头的电压有效值。可以看出，全波整流比半波整流的效率提高了一倍。

在全波整流电路中，接上电容器  $C$  后，电容器  $C$  在两个半周都充电，因此它上面的电压较高，在负载开路时可能达到  $2 \times 1.41E$  伏。如果  $E = 100$  伏，那么电容器  $C$  上的最大可能电压  $= 2 \times 1.41 \times 100 = 282$  伏。这个电压是反向加在二极管上面的。在选择二极管时，要注意二极管所能承受的反向电压数值，不能小于电容器  $C$  上的最高电压。与半波整流对比，全波整流的二极管加的反向电压要高一倍，这是一个缺点。它的优点是整流效率较高，整流后的电压脉动也较小。

接上电容器  $C$  后，整流后的电压可根据  $U = 1.2E$  估算。



### 桥式整流

桥式整流电路如图 8 所示。当变压器  $A$  端为正、 $B$  端为负时， $D_1$ 、 $D_2$  导通，电流从  $A$  经  $D_1$ 、 $R$ 、 $D_2$  到  $B$ 。这时  $D_3$ 、 $D_4$  不通。当变压器  $A$  端为负、 $B$  端为正时， $D_3$ 、 $D_4$  导通，这时电流从  $B$  经  $D_3$ 、 $R$ 、 $D_4$  到  $A$ ， $D_1$ 、 $D_2$  不通。请注意，在正负两个半周内， $R$  中都有电流通过，而且方向不变，达到了整流目的，与全波整流的效果相同。

在未接电容器  $C$  时，桥式整流电路整流后的电压计算公式，与全波整流相同，即  $U = 0.9E$ 。

二极管上加的反向电压，以  $D_3$  为例说明如下。在正半周时， $D_3$  处于反向电压情况下，这个电压等于图中电桥点 3 和点 2 间的电压  $U_{32}$ ，而电桥点 3 和点 2 间的电压等于电桥点 1、2 间的电压  $U_{12}$  减点 1、3 间的电压  $U_{13}$ 。从图中可以看出， $U_{13}$  就是二极管  $D_1$  上的正向电压， $D_1$  导通时，这个电压很小，不到 1 伏，因此  $U_{32}$  可以近似地等于  $U_{12}$ ，而  $U_{12}$  就是交流电源变压后的电压，它的有效值为  $E$ ，最大值为  $1.41E$ 。

用同样的方法，可以知道在电源电压的正半周内， $D_4$  上的最大反向电压也为  $1.41E$ 。在电源电压的负半周内， $D_1$ 、 $D_2$  上的最大反向电压同样为  $1.41E$ 。

桥式整流电路与上述全波整流电路比较，整流效能一样，但反向电压较小，而且不需变压器中心抽头，这是它的优点。缺点是整流元件较多。虽然如

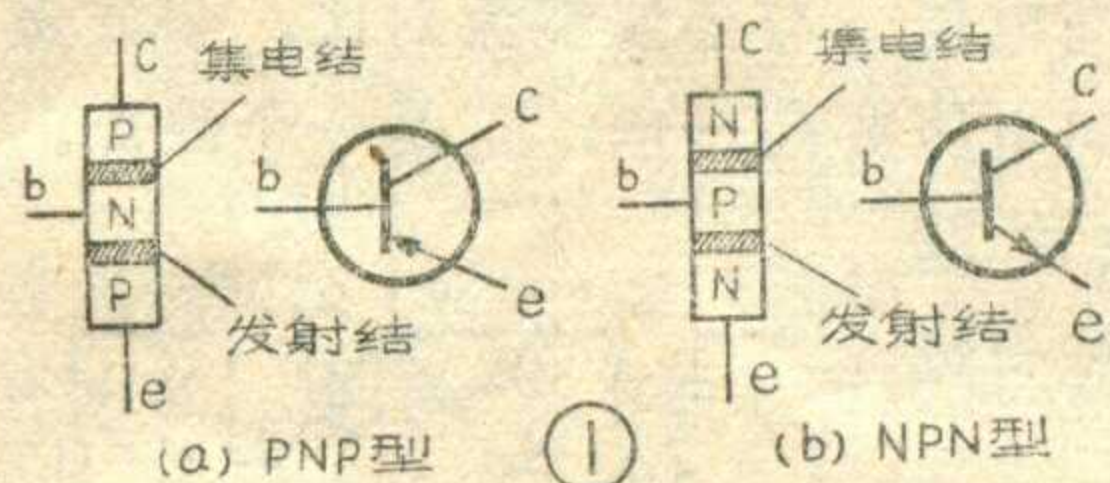
(下转第 23 页)

# 怎样识别晶体三极管的型号和管脚?

近年来随着国产晶体三极管的品种、数量不断增加,群众性制作晶体管收音机的实验活动也日益增多。如何识别国产晶体管的型号和管脚接法,对于初学者来说是非常需要的,下面就谈谈这个问题。

## 晶体三极管的型号

晶体三极管是由两个 PN 结组成,一个是集电结,一个是发射结。根据 PN 结组合方式的不同,



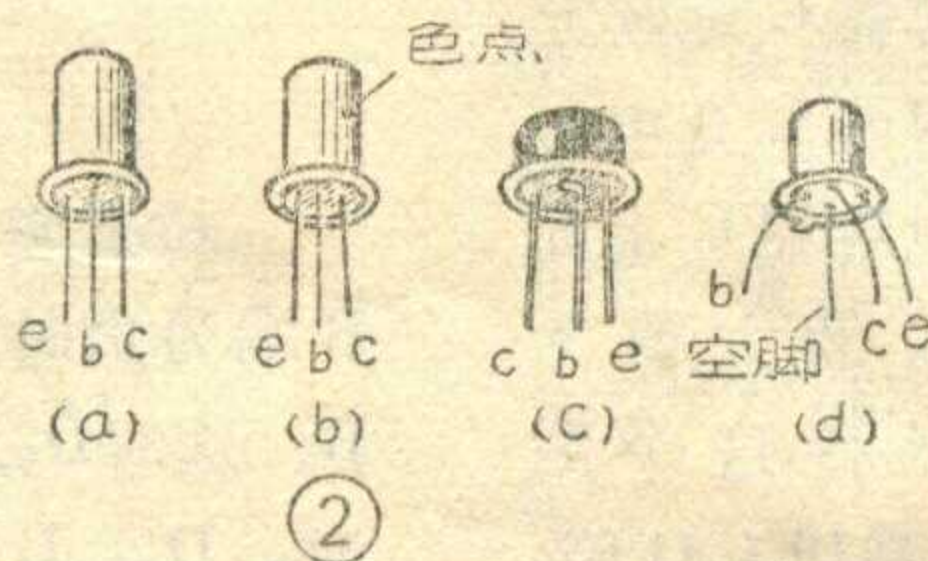
晶体管分为 PNP 型和 NPN 型两种,如图 1 所示。

国产晶体管型号由四个部分构成,第一部分是数字,表示晶体管的电极数目,第二部分是字母,表示晶体管所用的材料和极性,第三部分是字母,表示晶体管的类型,第四部分是数字,表示晶体管的序号。例如 3AX1,“3”表示是三极管,“A”表示晶体管是用锗材料制成、PNP 型,“X”表示是低频小功率管,“1”表示晶体管的排列序号。晶体管型号的第二部分字母,除了 A 外,还有 B、C、D。“B”表示是锗材料、NPN 型,“C”表示是硅材料、PNP 型,“D”表示是硅材料、NPN 型。第三部分字母除了 X 外,还有其他字母符号,一般常见的有 G、P、D、K 等,“G”表示是高频小功率管,“P”表示是普通管,“D”表示是低频大功率管,“K”表示是开关管。这样,我们一看晶体管的型号,就可以知道它是哪种类型的管子。例如 3AG1 就是 PNP 型高频小功率锗三极管,3DG6 就是 NPN 型高频小功率硅三极管。

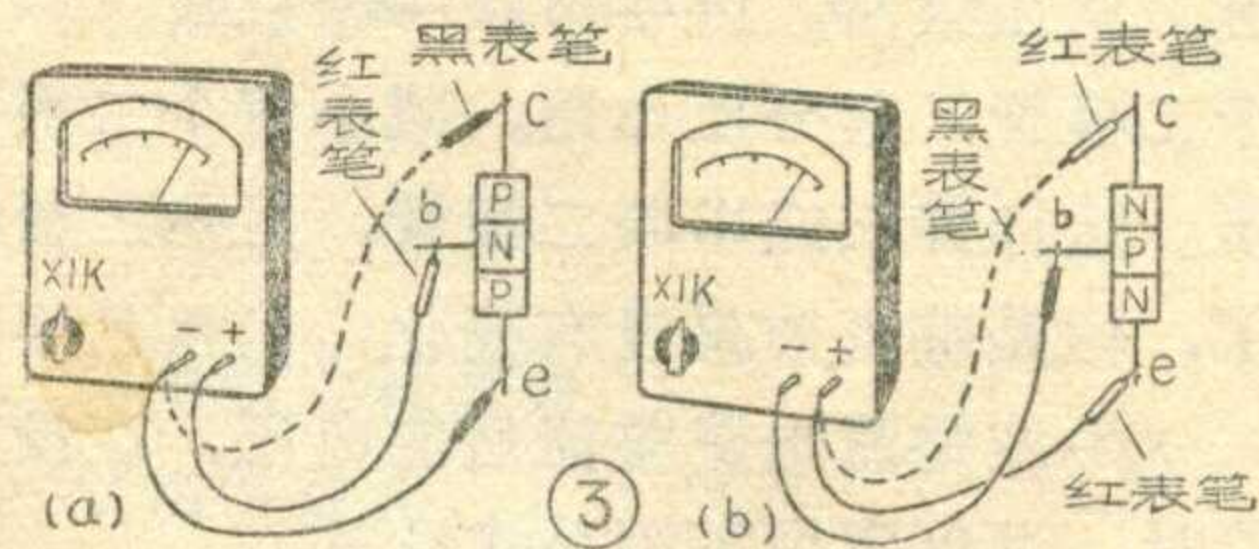
## 晶体三极管的管脚

晶体三极管的管脚符号是 c、b、e,“c”表示晶体管的集电极,“b”表示晶体管的基极,“e”表示晶体管的发射极。

晶体三极管的品种多,管脚排列顺序不一,但也有一些规律。例如常用的小功率三极管的管脚有以下几种排列规律。一种管脚是按品字形排列(图 2a),把管脚面对自己、品字在上半圆位置,从左脚顺时针数是 e、b、c。管脚这样排列的有 3AX21~24, 3AX31, 3AG1~4, 3DG6, 3DK3 等。另一种晶体管的管脚是等距离一字形排列(图 2b),从管上色点标志边顺序算起是 c、b、e。管脚这样排列的如 3AX71~72, 3AX81, 3AG71~72



等。还有一种晶体管的管脚是非等距离一字排列(图 2c),从管脚之间距离较远的第一只脚起是 c、b、e。这样排列的有 3AX1~3 等低频管。但也不是所有晶体管的管脚都是按以上规律排列的。例如有些高频管的管脚虽然也是按品字形或等距离一字形排列,可是在中间的管脚不是基极 b,而是集电极 c;红点所表示的电极也不一样,有的管子是用红点表示集电极,有的是用红点表示发射极。此外,还有一种高频小功率管是有四只脚的,如 3AG25~28,其管脚排列见图 2d,由管子底座凸出部顺时针方向数是 b、c、e,另一只是空脚,供高频屏蔽用的。因此在使用时,如果对晶体管的型号不熟悉,还是查看一下晶体管产品手册或用万用表欧姆档测定一下比较可靠。



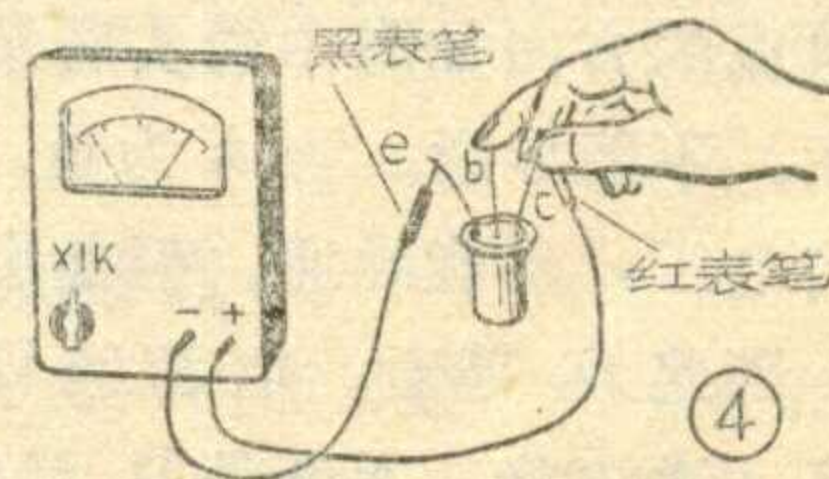
## 用万用表测定三极管管脚的方法

因为晶体三极管是由两个 PN 结组成的,我们根据 PN 结正向电阻小反向电阻大的性质,可以先测定出管子的基极和管子的类型(PNP 型或 NPN 型)。

测试时将万用表放在 R×1K 档(小型万用表可用 R×100 档),用红表笔和任一管脚相接(假设为基极 b),黑表笔分别和另外两个管脚相接(图 3a),测量其阻值,如果阻值一个很大,一个很小,则应把红笔所接的管脚调换一个,再按上法测试,如能测量出两个阻值均很小,则红笔所接的就是基极,而且是 PNP 型的管子。因为红笔是与表内电池负极相连的,黑笔是与表内电池正极相连的。这时所测得的正是两个 PN 结的正向电阻,因此都很小。

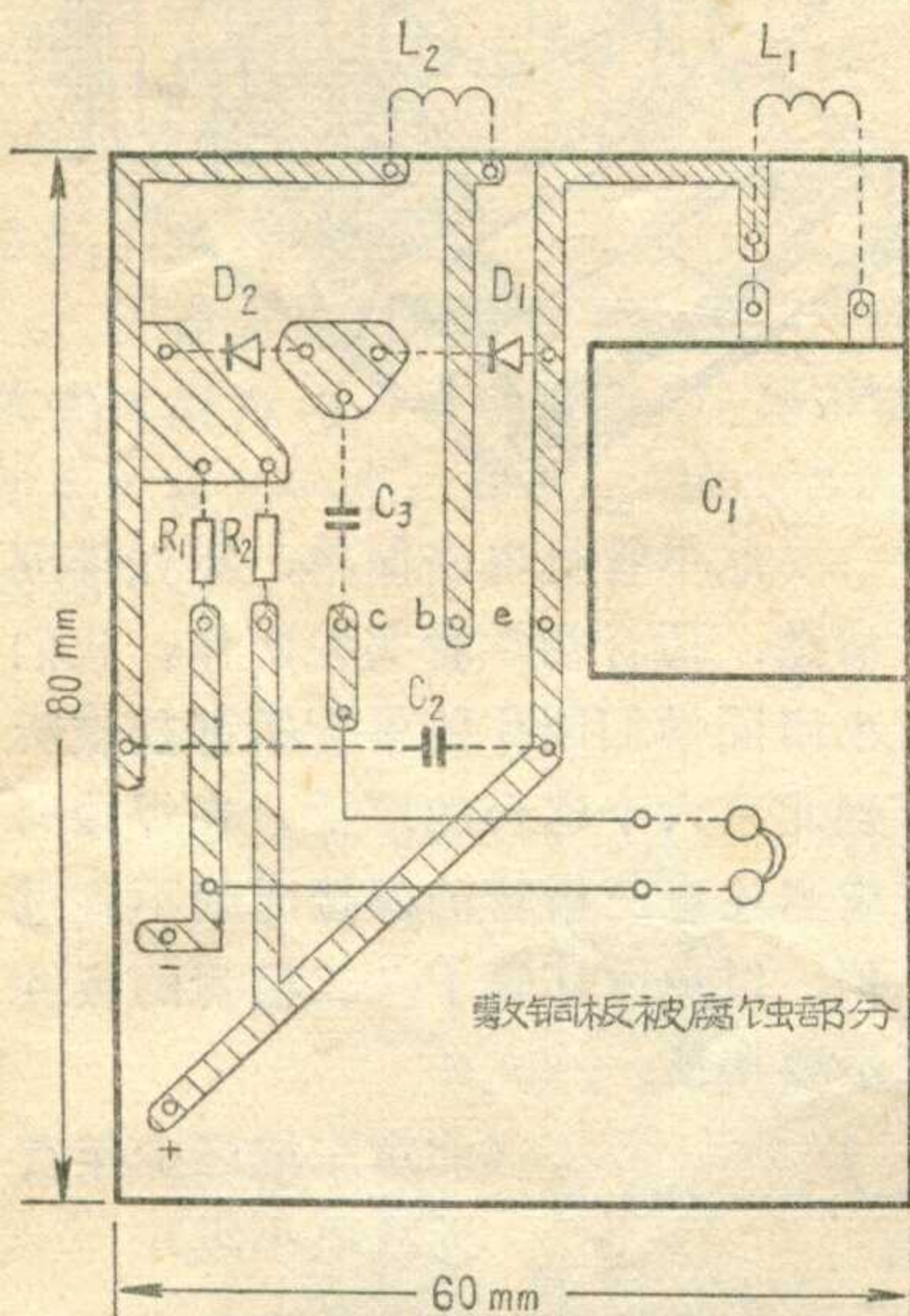
如果不能测得这样的结果,则可用黑笔调换红笔,固定接触某一管脚,而用红笔分别和另两管脚相接,当测得两者电阻都很小时,则黑笔所接的是 NPN 型管子的基极(图 3b)。

基极确定后,再确定其它两个电极。如已知是 PNP 型晶体管。可用红、黑表笔分别接触待定的两只管脚,并假定与红笔相接的是“集电极”,用舌尖接触基极和“集电极”,或将右手的手指蘸点水,用



# 自制印刷电路

一般自制印刷电路时，是在敷铜板（一面敷有铜箔的绝缘板）的敷铜面上涂漆，把需要保留的部分覆盖住，把不需要的部分腐蚀掉，剩下的就是我们所需要的印刷电路了。我们采用的方法不同，不涂漆，而是贴塑料胶布。塑料胶布贴上去、撕下来都比较方便。这种塑料胶布是电工上用的，在电工商店可以购到。



附图就是单管机印刷电路板的式样，斜线部分表示制成的印刷电路，虚线部分表示印刷电路板背面安装的元件。小孔是电路板的接线孔。实线表示实际接线。具体制作方法如下。

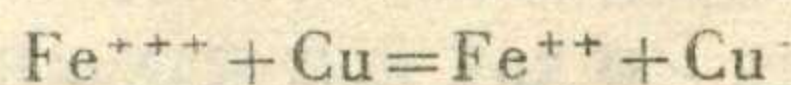
先准备好 60×80 毫米的敷铜板一块，塑料胶布少许，三氯化铁若干。此外还需要小刀、直尺、砂纸等。准备完毕之后就可以按以下程序制作。

先用细砂纸将敷铜板的敷铜面

拇指和食指捏住红笔和“集电极”，用中指接触基极（如图 4），即在“集电极”和基极间加一偏流电阻，使晶体管导通，记下此时欧姆表针摆动的幅度。然后调换待定的两只

打光擦净。取一些塑料胶布贴在敷铜面上，要贴紧压实，不要留有气泡。然后用小刀象刻剪纸一样将胶布刻出电路的轮廓，撕去胶布没有用的部分。全部贴好刻好后，如图 1 中斜线部分所示。检查一下塑料胶布接缝处是否衔接紧密（塑料胶布接头处允许相互搭接，但要贴平整），如不紧密可在接缝处涂以少量清漆或万能胶，以防腐蚀时药水浸蚀接缝处，把铜箔腐蚀掉。检查完毕后，用小锤和小钉在印刷电路板需要打孔的地方钉一个小坑，以便腐蚀后能留下一个明显的痕迹，供打孔用。

将完成了上述工序的敷铜板浸在 30% 的三氯化铁 (FeCl<sub>3</sub>) 溶液中并轻轻晃动容器。此时容器中的三氯化铁便和暴露的铜箔起化学反应。反应的离子式如下：



于是铜箔就慢慢被腐蚀掉了。待暴露的铜箔被腐蚀完毕后，立即用竹夹把电路板取出，并用清水洗净。

## 简易电视天线

制作简易电视接收机或收听电视伴音时，都要做一副电视接收天线。下面介绍一种简易室内电视天线的制作方法。

取一根双股电灯花线或塑料线，把其中一段两股分开，按图中所示方法穿在一块胶木板上，然后用细绳把两端拉起来，固定在墙上，即成为一副半波振子式电视天线。天线的总长度为二分之一波长，每臂的长度 L 等于四分之一

管脚，作同样测试，也记下表针摆动的幅度。摆动大的那一次（即阻值小的一次），红笔所接的管脚就是集电极，黑笔接的管脚是发射极。如果是 NPN 型管，只要假定黑笔

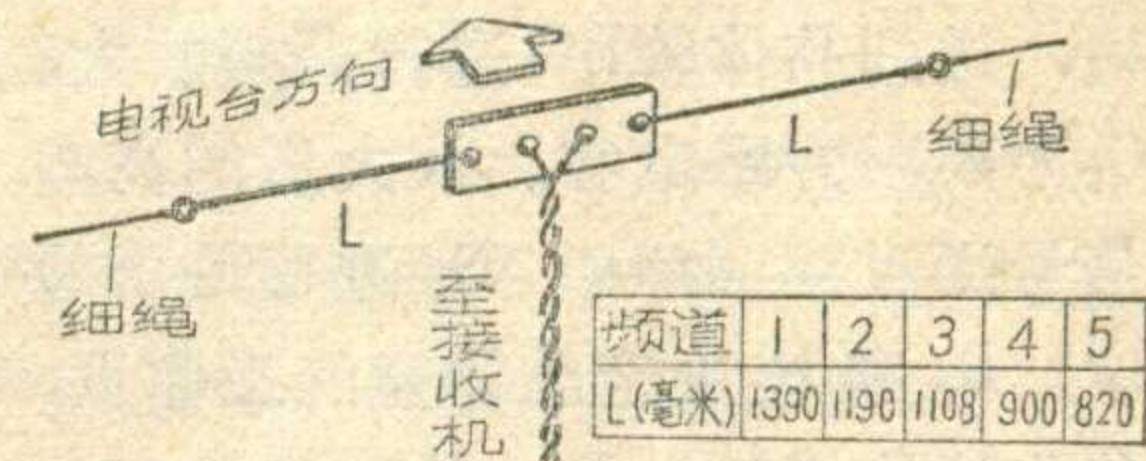
最后，撕去电路板上贴的塑料胶布，用砂纸将电路板再次抛光，并涂上一层松香酒精。再在需要钻孔的地方钻好孔，这样，一块完好的印刷电路板就完成了。

在制作过程中还应注意以下几点：1、三氯化铁有腐蚀性，使用时要格外小心，不要洒在衣物或金属上。2、制作时要注意清洁，勿使油污沾在敷铜板上，以免影响质量。3、印刷电路的线条要尽量地宽些（约 4 毫米），这样既能使线路牢固又能节约药水。4、印刷电路线条之间的间隙宽度不应小于 1 毫米，以防焊接时造成短路。5、几个相近点的连线，可以连成一块，以免造成孤立点而使铜箔易于脱落。

三氯化铁在化工原料商店可以买到。一般浓度均为 40%。在使用时以三份三氯化铁对一份水即可。在夏天用凉水就行，冬天最好用温水。敷铜板电讯商店有时出售，此外废品公司经常有货，也可以买工厂里的下脚料。我们用这种办法让同学们先后作了七十多台印刷电路单管机，基本上做到了少花钱多办事。

（北京东城区少年宫 韩光熙）

一波长。接收不同电视频道时 L 的长度见附表。



天线的架设方向应使天线两臂垂直于电视台的方向。装设时，在不同方向试验接收效果，选择效果最好的方向把天线固定下来。

（沈长生）

所接的是“集电极”，照上述方法测试判别即可。

注意红表笔要插在万用表“+”插孔内，不要插错了。

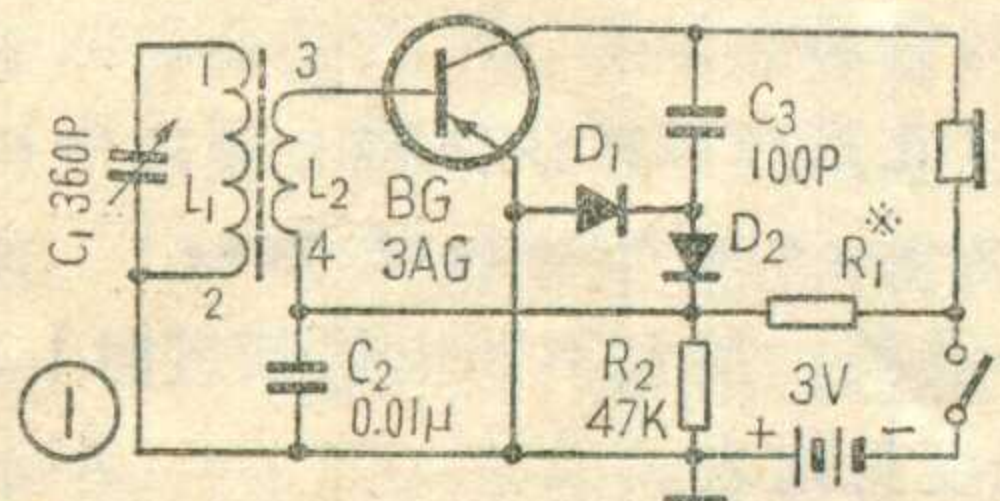
（陆兆昌）

# 印刷电路单管机制作实验

我们无线电小组利用学生休假期期间，开展了制作印刷电路晶体管单管机的实验活动。关于印刷电路的制作方法本期已另有介绍。这里谈谈我们实验中所采用的电路和制作方法。

## 电 路

我们采用的电路如图1。它和普通来复再生式单管机的电路相比较，省去了一只高扼圈和再生电路部分。因耳机本身就有线圈绕组，能起到高扼圈的作用。实践证明，去掉高扼圈对收听效果并没有影响。去掉再生电路固然影响一些接收灵敏度，但还可以用 $\beta$ 值较高的管子来弥补。这样一来，使电路简化，易于调试，而且可以避免再生啸叫。电路原理分析如下： $L_1C_1$ 为调谐回路，改变 $C_1$ 的容量可接收不同电台的信号。信号经磁棒耦合到

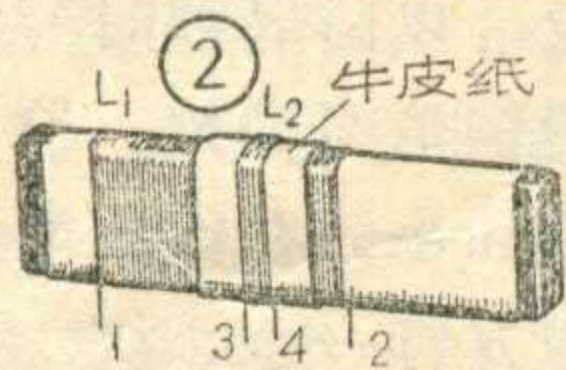


$L_2$ ，送到晶体管BG进行高频放大。 $C_2$ 为高频旁路电容。放大后的高频信号通过 $C_3$ 由 $D_1$ 、 $D_2$ 进行倍压检波。 $R_1$ 和 $R_2$ 决定晶体管的工作点，兼作检波级的负载。检波后的音频信号经过 $L_2$ 再加入到BG的基极进行低放，放大后的音频信号由耳机发出声音。

## 元件数值和制作方法

天线磁棒用扁形 $4 \times 13 \times 55$ 毫米或圆形 $\phi 10 \times 60$ 毫米中波磁棒， $C_1$ 为360P密封单连可变电容器，线圈用0.25毫米线径漆包线绕制， $L_1$ 绕65圈， $L_2$ 绕5圈。先衬一层牛皮纸，在磁棒一端绕好 $L_1$ ，再在 $L_1$ 上面衬一层纸，绕 $L_2$ （图2）。

$C_2$ 为纸质电容，用 $0.01 \sim 0.001\mu$ 均可。 $C_3$ 可用100~500P云母电容或涤纶电容。 $D_1$ 、 $D_2$ 可用2AP系列的普通检波二极管，也可以用废高频锗管的一个结代替。 $R_1$ 在30~50K范围内调整。 $R_2$ 一般为47K~51K。BG用一般锗高频三极管， $\beta$ 值要求在40以上。耳机用

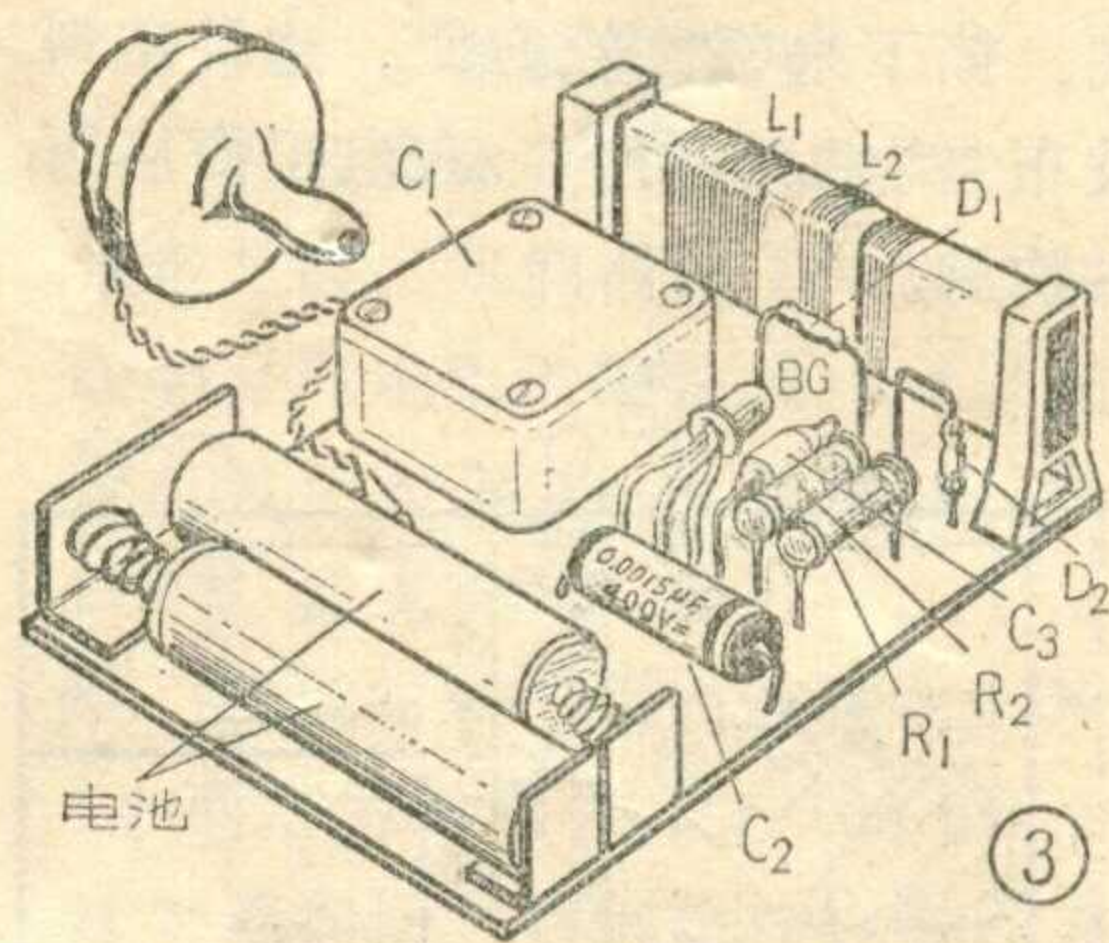


800欧以上高阻抗的，电池用5号电池。

零件准备

好后，就可以在印刷电路板上安装焊接了。安装步骤如下：先固定磁棒、可变电容器 $C_1$ 和电池架。然后按顺序焊接 $L_1$ 、 $L_2$ 、 $D_1$ 、 $D_2$ 、BG、 $C_3$ 、 $R_2$ 和 $C_2$ ，即可进行调试。调试时先将耳机与一只电流表串连起来接在耳机接线处，用一枚20K电阻串连一只50K电位器接在 $R_1$ 处，代替 $R_1$ 。然后接通电源，戴上耳机。转动电位器使电流表读数为1毫安，这时旋转可变电容器 $C_1$ ，便可听到电台的声音。再微调一下电

位器，使音量合适。最后取下电位器和串连的电阻，用万用表量一下它们的总电阻，便是 $R_1$ 应有的阻值。取一枚适合的电阻焊在 $R_1$ 处，一架单管机就制作完毕了。元件在底板上的排列位置如图3。



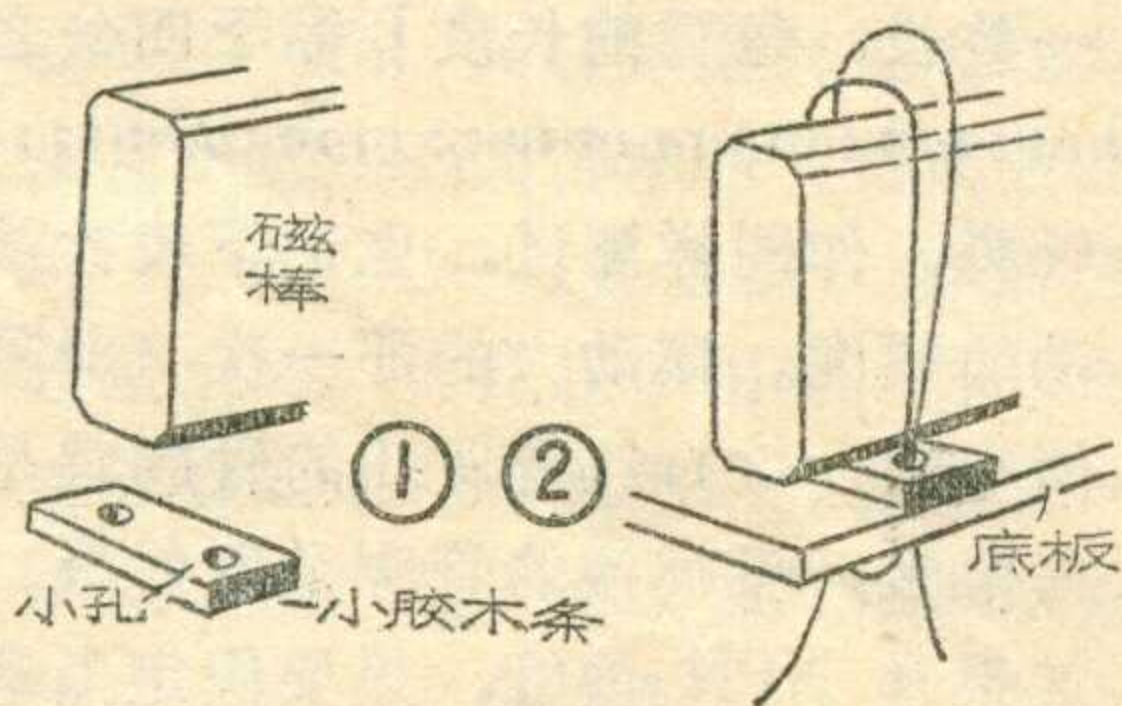
此单管机电路简单，零件排列清楚，适合初学者实验制作。我们小组同学们制作的单管机都能收听到北京六个电台的广播。在焊接时应当注意三极管的焊接时间不宜过长，以免烫坏管子。二极管的极性不要接反。

（北京东城区少年宫无线电小组）

## 用尼龙线固定扁磁棒

在装制小型半导体收音机时，扁磁棒可以用尼龙线来固定。

先锉一块小胶木条，大小可根据安装位置的具体情况而定。在木条上钻两个直径1毫米的小孔，孔的距离和扁磁棒的厚度相等（图1）。胶木条的厚度要求比磁棒上的线圈厚度稍大一些，这样在装上磁棒



后，线圈在磁棒上能自由滑动。在安装磁棒处的底板上也对照小胶木条的小孔钻两个同样的小孔，并把小胶木条叠上。然后，用单股的尼龙线来回从小胶木条和底板的小孔中穿过两遍，并将磁棒套住（图2）。把尼龙线拉紧并在底部打好结，磁棒的一头就固定好了。磁棒的另一头也同样这样作。扎好以后，可在打结处涂点万能胶。

只要扎紧，磁棒在底板上就固定得很牢固。实践证明，这种方法可靠有效。

（黑龙江逊克县松树沟中学盛贻伯）

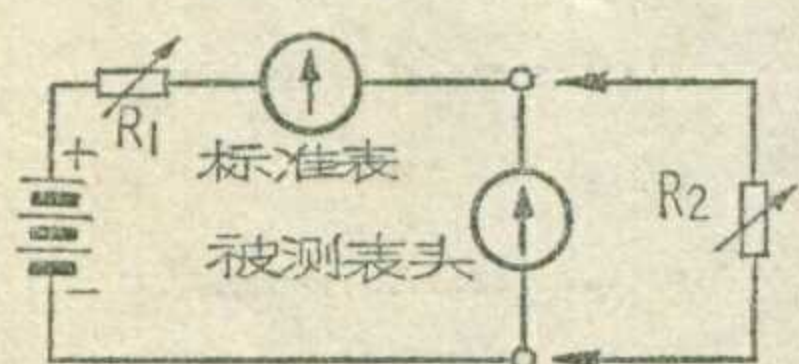


# 问与答

**问：我有一只表头，准备装一只万用表。不知满度电流和内阻，怎么办？**

**答：**最好找一只精度稍高一些的电流表，接成如下线路。测量时，首先调整  $R_1$  使表头满度，此时标准表指示的电流即表头满度电流。再在表头上并联  $R_2$ ，改变  $R_2$  使表头指示恰好为原来的一半，则表头的内阻  $R_X$  可以用下式计算：

$$R_X = \frac{R_1 R_2}{R_1 - R_2}$$



试验时要谨防烧表！ $R_1$  要由大到小缓慢改变。如  $E$  取 6 伏，则  $R_1$  应从 120K 开始减少。当  $R_1 \gg R_2$  时

表头内阻  $R_X \approx R_2$ 。

计算公式的来源如下：设第一次测量时，表头的满度电流为  $I_1$ ，并联电阻  $R_2$  后，流过表头支路的电流为前次的一半，即  $I_1/2$ 。设表头内阻为  $R_X$ ，则应有如下的关系：

$$I_1 = \frac{E}{R_1 + R_X}$$

$$\frac{I_1}{2} = \frac{E}{R_1 + \frac{R_X R_2}{R_X + R_2}} \cdot \frac{R_2}{R_X + R_2}$$

$$= \frac{E R_2}{R_1 (R_X + R_2) + R_X R_2}$$

$$\therefore \frac{E}{R_1 + R_X} = \frac{2 E R_2}{R_1 (R_X + R_2) + R_X R_2}$$

化简后，即得  $R_X = \frac{R_1 R_2}{R_1 - R_2}$

**问：国产晶体管收音机上的中周有多种型号，能否相互代替？**

**答：**有些中周通用性较差。外形尺寸、线圈接法及电气参数都有较大差别。一般来说，正规出厂的收音机在修理时，不宜更换中周型号，否则不能保证电气性能。业余爱好者装配收音机时不受此限制，但要认清接线脚，不可接错。还有中周配用的电容，有的中周配 200pf（如 TTF 中周）；有的中周配 510pf（如 T-10A 中周），不要用错。收音机在换用不同型号中周后可能产生啸叫现象，在调机时可以降低中放管电流、调整中和电容数值或在中周上并联适当的电阻来补救。据本人经验，TTF 型中周选择性较好，但通带较窄；T-10A 型中周通带宽、稳定性好（不易自激啸叫），但选择性要差一些。

（以上严毅答）

**问：再生式收音机里调谐电路的单连电容器，在电路图上常并连一只微调电容器，但实际使用时这个微调电容器用与不用关系不大，为什么？**

**答：**这个微调电容器的作用，是增加调谐电容器的起始电容量（即电容器全部旋出时的电容量），以便校准调谐电路的波段覆盖，能够接收到广播段所包括的全部电台，同时也借它来调准电台在度盘上的位置，它对高端频率的一段影响较为显著。在自制的收音机中，如果对度盘的指示要求不严格的话，这个微调电容器可以省去，不会影响收音效果。

（冯报本答）

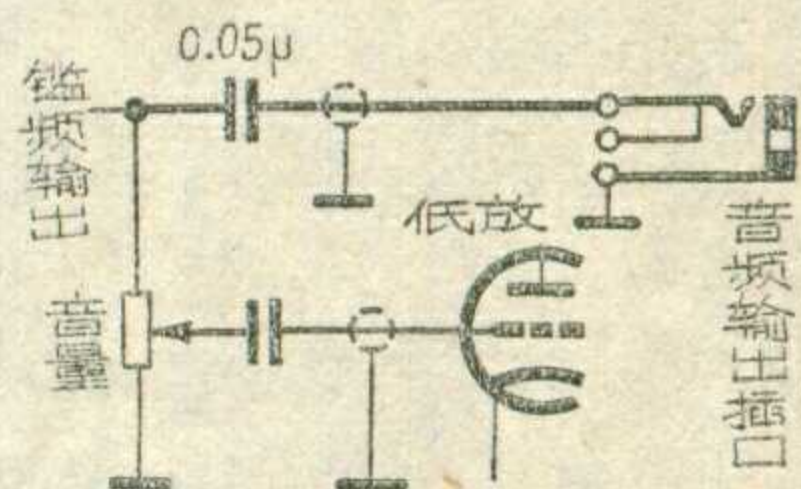
**问：用示波管自制电视机，聚焦不好怎么办？**

**答：**如果示波管各极均加上规定数值的电压而聚焦仍然不好，主要应考虑外界杂散磁场对电子射线的影响，例如电源变压器、滤波扼流圈以及喇叭的磁铁等铁磁性元件产生的磁场。这些外磁场不仅影响聚焦，还会造成光栅变形，只有远离或加磁屏蔽才能避免。一般是用硅钢片或铁板做一个圆锥形的屏蔽罩将示波管罩起来，只留荧光屏和管脚在外，电源变压器、喇叭磁铁等最好也用铁板罩起来。检查示波管聚焦好坏的办法是将 X、Y 两对偏转板都接地，而其他各极加额定电压，然后看电子射线能否在荧光屏上打出一个圆光点来，调节聚焦电位器时这个小圆光点应均匀地扩大或缩小。要注意制造示波管屏蔽罩的铁板不能带有剩磁。

（张家谋答）

**问：我们想录下电视节目的伴音，曾经把话筒对准电视机喇叭试过，效果不好，请问有什么办法？**

**答：**可以从电视接收机伴音鉴频器输出端，也就是音量控制电位器的不接地那一端引出音频信号来，因为这里没经过低放级，信号质量比较好，作录音或高品质低频放大都比较好。接法是经 0.05 微法电容用屏蔽线引出，如果是经常使用时可装一只插口（如图）。图中粗线部分是后加的。



（薛喜答）

**问：电子管收音机中配用 6P1 型号功放管的输出变压器，配在 6P14 型号功放管上可以用吗？**

**答：**6P1 的负载电阻  $R_a$  是 5 千欧，6P14 的负载电阻是 5.2 千欧，其它各参数基本近似，可以代用。但应注意 6P14 灯丝的加热功率比 6P1 管约大 52%。

（毛瑞年答）

**问：我原用塑料架固定磁性天线，后来塑料架坏了，我就用粗裸铜线来固定磁性天线，但收音机的效率大大降低，未知何故？**

**答：**这是因为你用来固定磁性天线的裸铜线在磁性天线外面形成一个短路的线圈。磁性天线所收到的电磁能很大一部分就消耗在这个短路线圈中了，因而送到晶体管基极的电流就很少了，使收音机的效率大大下降。

（沈成衡答）

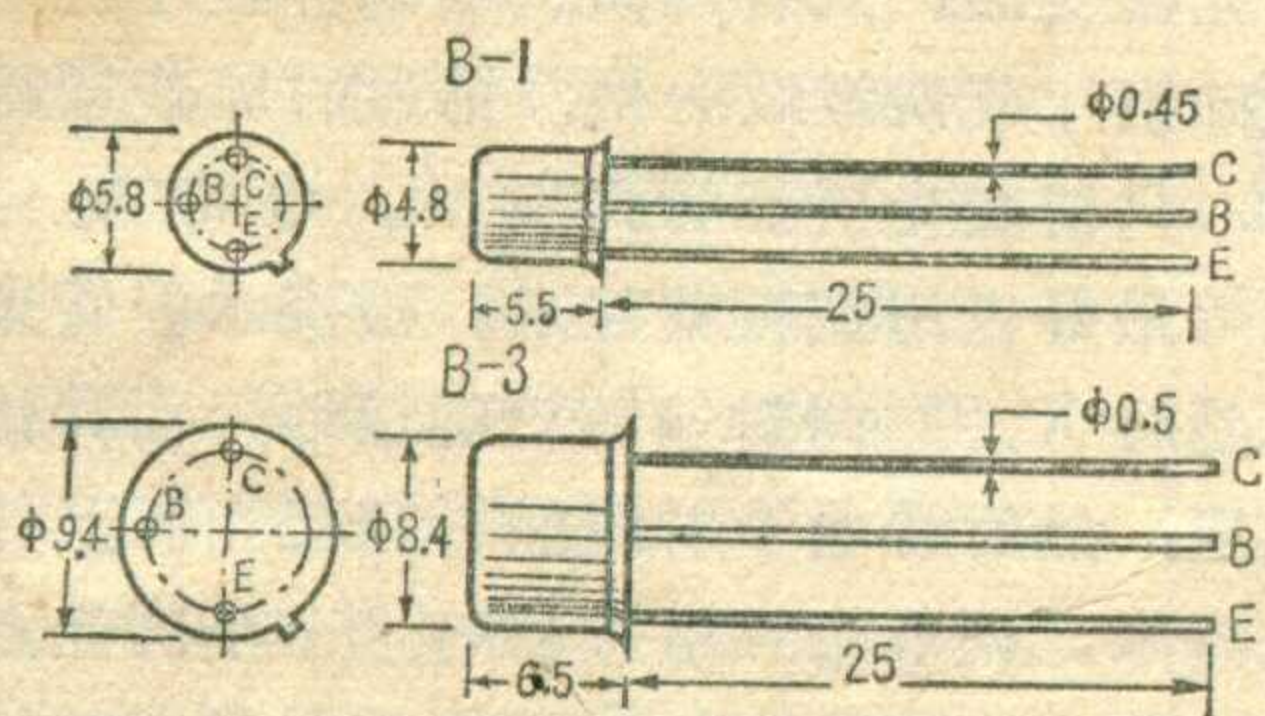
# 几种国产硅 NPN 型 晶体三极管的特性

## —封三说明—

1. 这里介绍的几种高反压硅管，适用于要求高压的电子设备中，作开关及高频放大与振荡用。

2. 表中所列各管的参数指标，是分别按照对各该型号具有代表性的厂标给出的。在选用时应注意各厂家的型号分档（即分为 A、B、C 等档）不同，所以同型号不同厂家出品的管子，其参数略有出入。

3. 在同一型号中，有单晶或外延片两种不同材料制成的管子。一般说，单晶制成的平面型管与外延片制成的外延平面型管比较，



饱和压降  $V_{CES}$  大，特性也差，但价格较便宜。表中除 3DG3 一种为平面型外，其余几种均为外延平面型。

4. 各厂对直流放大系数  $h_{FE}$  的分档色标也有出入。一般表示法为 10~35 (黄); 30~60 (红); 50~110 (绿); 90~160 (蓝); 大于 150 (白)。

5. 表中参数是在一定测试条件下给出的。为保证管子正常使用， $P_{CM}$ 、 $I_{CM}$  应小于规定值，特别是不应同时达到极限值。工作电压最好不要超过击穿电压值的  $1/2$ 。

6. 将管子接入电路应用时特别要注意 NPN 型管子的电源接法应与 PNP 型管子完全相反，否则即损坏。

7. 允许在离晶体管管壳 5 毫米以上的引出线上用功率为 45 瓦的烙铁焊接，焊时用镊子或尖嘴钳夹住引出线根部，焊接时间不得超过 10 秒钟。

8. 表中所列电参数，均以  $25^{\circ}\text{C}$  为测试温度条件。

9. 表中所列参数符号的意义请参看上期第 23 页。

10. 本表所列各型管子的外形见附图所示。

(王长福编)

## 封面、封底说明

封面说明：上海群益电讯厂对浦江 207 型全硅管收音机进行测试调整。

封底说明：河北省安次县机井队正在用支农 70—2 型半导体电测仪“测井”。

# 无线电

1973 年第 3 期(总第 135 期)

## 目 录

“地下千里眼”——支农 70—2 型半导体电测仪	河北省地质局物探大队 (1)
电弧炼钢炉电极升降的可控硅控制	黄铁生 (5)
电视机关机后的亮点及消除方法	严秉仁 王慎行 (8)
简单的程序控制电铃	张振中 (9)
电子手表	徐 和 编译 (10)
* 农村有线广播 *	
电灯零线广播的一些技术问题	狄波初 (12)
内热式电烙铁	上海华丰电器厂技术组 (15)
广播线路维修小经验	郭炯杰 (15)
全硅管收音机	陈纪候 (16)
红鹰 761 型半导体收音机	上海红鹰五七工厂 (18)
修理舌簧喇叭筒法	王世良 (19)
修理春雷 703 型晶体管收音机的点滴经验	孙维亚 (19)
简易晶体管特性曲线图示仪	高福文 (20)
电抗管超低频正弦波振荡器	荣树熙 (22)
晶体简介	王若祯 徐婉棠 (24)
* 实验室 *	
简易恒温控制器	朱霁初 (25)
* 晶体管电路讲座 *	
二极管整流电路	金 丁 (26)
* 初学者园地 *	
怎样识别晶体三极管的型号和管脚?	陆兆昌 (28)
自制印刷电路	韩光照 (29)
简易电视天线	沈长生 (29)
印刷电路单管机制作实验	北京东城区少年宫无线电小组 (30)
用尼龙线固定扁磁棒	盛贻伯 (30)
* 问与答 *	(31)
* 电子简讯 *	

编辑、出版：人民邮电出版社  
(北京东长安街 27 号)

印刷：正文：北京新华印刷厂  
封面：北京胶印厂

总发行：邮电部北京邮局  
订购处：全国各地邮电局所

出版日期：1973 年 12 月 25 日  
本刊代号：2—75 每册定价 0.17 元

# 种国产硅NPN型晶体三极管

电 参 数 型 号	极限参数		直 流 参 数									
	P <sub>CM</sub> (mW)	I <sub>CM</sub> (mA)	I <sub>CB0</sub> ( $\mu$ A)	I <sub>CE0</sub> ( $\mu$ A)	I <sub>EBO</sub> ( $\mu$ A)	V <sub>BES</sub> (V)	V <sub>CES</sub> (V)	h <sub>FE</sub>	BV <sub>CB0</sub> (V)	BV <sub>CE0</sub> (V)	BV <sub>EBO</sub> (V)	
3DG3A	250	20	$\leq 50$	$\leq 50$	$\leq 50$	$\leq 1$	$\leq 5$	$\geq 9$	$\geq 80$	$\geq 80$	$\geq 4$	
3DG3B									$\geq 100$	$\geq 100$		
3DG3C									$\geq 150$	$\geq 150$		
3DG3D									$\geq 200$	$\geq 200$		
3DG3E									$\geq 250$	$\geq 250$		
3DG3F									$\geq 300$	$\geq 300$		
测试条件			V <sub>CB</sub> =5V	V <sub>CE</sub> =5V	V <sub>EB</sub> =1.5V	I <sub>C</sub> =10mA I <sub>B</sub> =1mA	I <sub>C</sub> =10mA I <sub>B</sub> =1mA	V <sub>CE</sub> =5V I <sub>C</sub> =1mA	I <sub>C</sub> =100 $\mu$ A	I <sub>C</sub> =100 $\mu$ A	I <sub>E</sub> =100 $\mu$ A	V <sub>CB</sub> =10V I <sub>E</sub> =5mA f=30MHz R <sub>L</sub> =5 $\Omega$
3DG403	250	15	$\leq 0.1$	$\leq 0.2$	$\leq 0.1$	$\leq 1$	$\leq 0.5$	$\geq 20$	$\geq 80$	$\geq 60$	$\geq 4$	
3DG404A								$\geq 20$	$\geq 100$	$\geq 80$		
3DG404B								$\geq 10$	$\geq 100$	$\geq 80$		
3DG404B <sub>2</sub>								$\geq 20$	$\geq 100$	$\geq 80$		
3DG405A								$\geq 20$	$\geq 120$	$\geq 100$		
3DG405B								$\geq 10$	$\geq 120$	$\geq 100$		
3DG405B <sub>2</sub>								$\geq 20$	$\geq 120$	$\geq 100$		
3DG406								$\geq 20$	$\geq 140$	$\geq 120$		
3DG407								$\geq 20$	$\geq 160$	$\geq 140$		
3DG408								$\geq 20$	$\geq 180$	$\geq 160$		
3DG409								$\geq 20$	$\geq 200$	$\geq 180$		
3DG409C								$\geq 20$	$\geq 200$	$\geq 180$		
3DG410								$\geq 20$	$\geq 220$	$\geq 200$		
测试条件			V <sub>CB</sub> =10V	V <sub>CE</sub> =10V	V <sub>EB</sub> =1.5V	I <sub>C</sub> =10mA I <sub>B</sub> =1mA	I <sub>C</sub> =10mA I <sub>B</sub> =1mA	V <sub>CE</sub> =10V I <sub>C</sub> =5mA	I <sub>C</sub> =100 $\mu$ A	I <sub>C</sub> =100 $\mu$ A	I <sub>E</sub> =100 $\mu$ A	V <sub>CB</sub> =10V I <sub>E</sub> =5mA f=30MHz R <sub>L</sub> =5 $\Omega$
3DG48B	700	70	$\leq 5$	$\leq 10$	$\leq 5$	$\leq 1$	$\leq 2$	$\geq 20$	$\geq 80$	$\geq 60$	$\geq 4$	$\geq 100$
3DG48C								$\geq 120$	$\geq 100$			
3DG48D								$\geq 160$	$\geq 140$			
3DG48E								$\geq 200$	$\geq 180$			
3DG48F								$\geq 240$	$\geq 220$			
3DG48G								$\geq 280$	$\geq 260$			
测试条件			V <sub>CB</sub> =10V	V <sub>CE</sub> =10V	V <sub>EB</sub> =1.5V	I <sub>C</sub> =70mA I <sub>B</sub> =10mA	I <sub>C</sub> =70mA I <sub>B</sub> =10mA	V <sub>CE</sub> =10V I <sub>C</sub> =20mA	I <sub>C</sub> =100 $\mu$ A	I <sub>C</sub> =100 $\mu$ A	I <sub>E</sub> =100 $\mu$ A	V <sub>CB</sub> =10V I <sub>E</sub> =20mA f=30MHz R <sub>L</sub> =5 $\Omega$
3DG67B	700	70	$\leq 5$	$\leq 10$	$\leq 5$	$\leq 1$	$\leq 2$	$\geq 20$	$\geq 80$	$\geq 60$	$\geq 4$	$\geq 50$
3DG67C								$\geq 120$	$\geq 100$			
3DG67D								$\geq 160$	$\geq 140$			
3DG67E								$\geq 200$	$\geq 180$			
3DG67F								$\geq 240$	$\geq 220$			
3DG67G								$\geq 280$	$\geq 260$			
测试条件			V <sub>CB</sub> =10V	V <sub>CE</sub> =10V	V <sub>EB</sub> =1.5V	I <sub>C</sub> =70mA I <sub>B</sub> =10mA	I <sub>C</sub> =70mA I <sub>B</sub> =10mA	V <sub>CE</sub> =10V I <sub>C</sub> =20mA	I <sub>C</sub> =100 $\mu$ A	I <sub>C</sub> =100 $\mu$ A	I <sub>E</sub> =100 $\mu$ A	V <sub>CB</sub> =10V I <sub>E</sub> =20mA f=30MHz R <sub>L</sub> =5 $\Omega$

B-1

B-3

B-3

