



努力为人民服务
全心全意为人民服务

无线电

1974年

第9期

广阔天地 大有作为

——战斗在农村有线广播战线上的上山下乡知识青年



①安徽省和县腰埠大队广播员在努力学习毛主席著作。



②安徽省潜山县红光大队广播维护员为贫下中农检修广播喇叭。



③安徽省巢县泮汤公社广播员在转播中央人民广播电台节目。

④河南省新乡县七里营公社广播员在播放革命样板戏录音。

⑤安徽省和县沙桥大队广播维护员在检修电视机。

(本刊摄影)



长城 203 高级台式电子计算机

中国科学院数学研究所工厂

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，在批林批孔运动推动下，我厂的工人、科技人员和干部三结合，研制成功长城 203 高级台式电子计算机。经鉴定，在速度、存贮量、语言等方面均超过国外同类机器的水平，而且逻辑线路结构简单，体积小，功耗低，操作简便，易于掌握。

长城 203 高级台式电子计算机的研制成功，是毛主席的**独立自主、自力更生**方针的胜利，是在批林批孔运动推动下抓革命、促生产的一项重大成果。在研制过程中，我厂的工人和科技人员通过对刘少奇、林彪推行的反革命修正主义路线的批判，大大激发了革命积极性，他们群策群力，日夜奋战，克服种种困难，终于在短短的时间内研制成功。

长城 203 高级台式机比普通台式机增加了函数运算，扩大了存贮量，提高了速度，还能方便地编制、调整和修改程序，在程序控制下自动进行运算，并配有小型打印机和磁带机，组成一个独立完整的小型计算系统。“长城 203”不仅能象普通台式机那样通过手工操作解决简单的计算问题，而且可以通过编制程序，解决各种比较复杂的计算问题，部分代替通用电子数字计算机的功能。下面我们将该机与我厂已推广生产的长城 102 普通台式机作一比较。

一、增加了函数运算。除了一般常用的加、减、乘、除和开方之外，为适应工程、设计、科研任务的需要，“长城 203”增加了一些常用函数，像对数、指数、三角函数、反三角函数等，只要输入一个数之后，按一下函数键，立即得到相应的有十位有效数字的函数值。

二、扩大了内存容量。“长城 102”全机只能存贮四个数，较为复杂的计算就不能一口气算下去，必须时常停下来记一些中间结果并重新输入，才能继续算下去，不仅速度慢，而且容易出错。“长城 203”能存贮 234 个数，完全解决了这个问题。在设计“长城 203”时尽量考虑到人们的习惯，使进行运算时键盘操作顺序与人们书写顺序完全一致，这就使操作易于掌握，减少了出差错的机会。不但如此，当操作顺序不对时，它还能指出错误，使能及时改正。

三、具有程序能力。一般台式电子计算机没有程

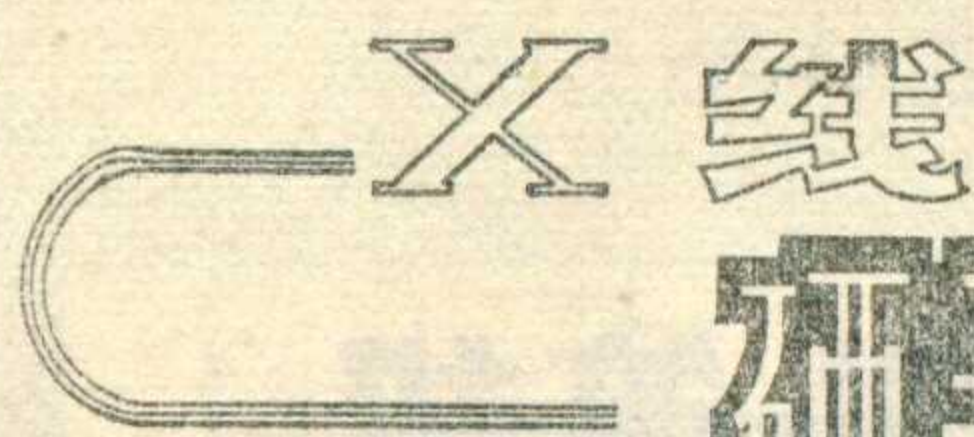
序能力，像“长城 102”这种台式机，每一运算都要通过人按键盘上的键来实现。“长城 203”的内存贮器不仅能存放数，而且能用来存放程序。因此只要把计算问题的方法通过键盘编成程序，机器就可自动进行运算得出结果来。“长城 203”机器的语言，包括条件转移、无条件转移、直接地址、间接地址等，很接近人们思考问题的习惯，因此学习和掌握起来也比较容易。程序的编制是通过键盘进行的，程序的工作可由步进键来检查，程序的修订也是通过键盘来进行的，按一个键立刻就可实现加一条、去一条、去一段等工作，缩短了调整程序的时间，提高了工作效率。

四、提高了运算速度。“长城 203”的运算速度比“长城 102”快几十倍，目前一秒钟可进行二千多次加减法，一百多次乘除法，算几十个函数值，很快地得到运算结果。

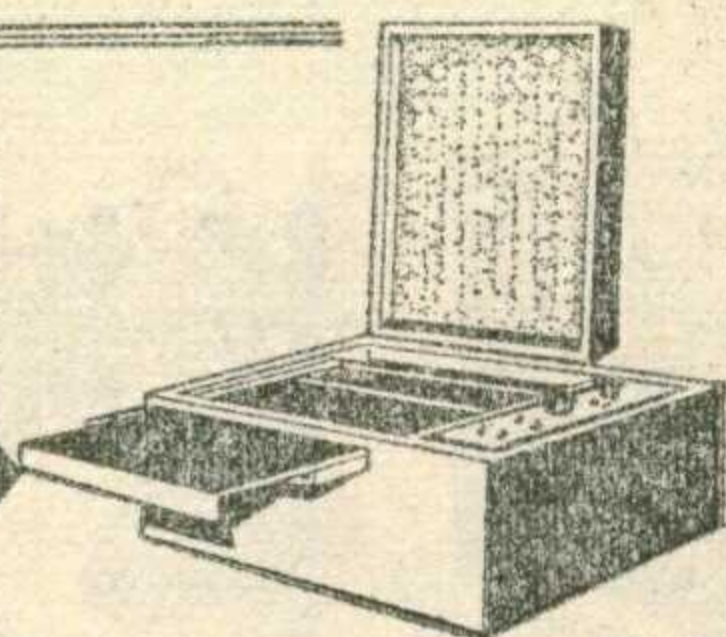
五、增加了外部设备。“长城 203”有一台打印机，用来记录运算结果和程序；还有一台盒式磁带机，用来存放数据和程序，磁带机的内容可供台式机读入内存，代替键盘输入。

“长城 203”机的结构和一般的电子计算机一样，也是由运算器、存贮器、控制器和输入、输出设备等组成；由于在该机中采用了一些较先进的设计思想和技术，如微程序控制、三度三线磁心存贮器，串行移位加法器等，使得它的功能比“长城 102”大得多。该机的各个部分的每一步动作均由微程序控制器产生的一条微指令来指挥，这个微程序控制器是只能读不能写的一种存贮器，称之为只读存贮器。按下每一个按键给机器下的命令则是由事先设计好的一组微指令来实现。只要按不同的要求来设计微程序，机器的其它部分可以不动或仅作局部调整，就可以变成一台功能完全不同的新机器，这对于迅速提供多品种的计算机，满足社会主义建设事业多方面的需要是十分有利的。

由于上述的一些特点，使“长城 203”不仅具有普通台式机的优点，而且将通用电子计算机的一些功能融汇到里面去，成为一种小型计算系统。由于这种计算机轻便，易于使用和维护，比通用电子计算机更容易普及和推广，使它能较好地满足工程、设计、科研以及社会主义建设各方面的需要。



硒干板静电摄影显相仪



扬州无线电厂

X线硒干板静电摄影显相仪,是一种简单、实用的医疗仪器。它与X线诊断机配套使用,不需要暗室、胶片等设备就可以拍片。仪器携带方便,利于备战,成本低廉,特别适合于广大农村的基层医疗单位,有助于巩固和发展我国农村的合作医疗制度。

X线硒干板静电摄影的物理过程

选择导电能力良好的金属板(通常是铝板或铜板)作为基板,经过机械抛光、清洗、烘干等工序后,在真空中于基板的一面镀上一层均匀而纯度较高的硒膜,这就叫硒干板。半导体硒有着极好的光电导特性,即在射线(包括可见的光线与不可见的射线)照射时呈现良好的导电能力(亮阻小),在无射线照射的条件下,导电能力甚弱(暗阻大),如同绝缘体一般。半导体硒暗阻与亮阻的比例可以达到 10^{25} 。

X线硒干板静电摄影正是利用了硒的上述光电导特性。静电摄影显相大致由以下几个过程完成:

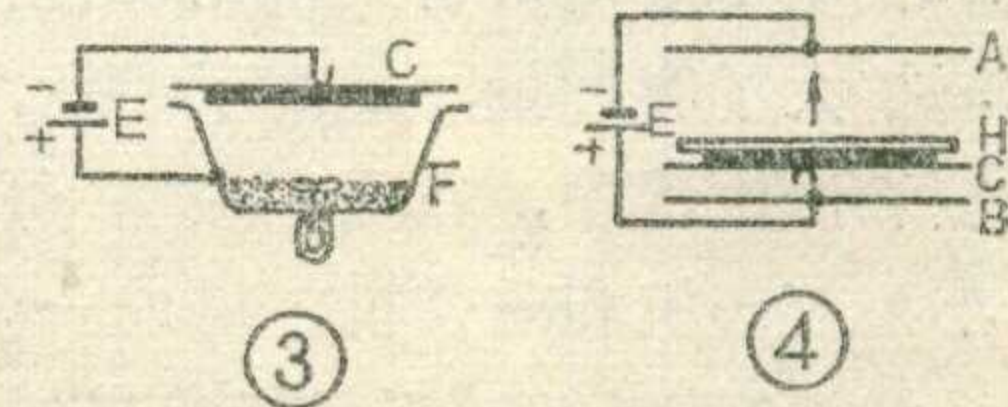
1. 充电: 见图①。在电极A与B间施加高压E,形成静电场。把硒干板C置于静电场中,并使基板(未镀硒膜的一面)与电极B联结。A、B电极间电晕放电的结果,使A、B、C间气体电离,正离子沿电场方向移动。因硒干板基板极性为负,所以在无射线照射的条件下,正离子便被均匀地吸附在硒膜上。这个过程叫正充电(简称“正充”)。改变E的极性,即可使硒膜带负电,称为负充电(“负充”)。下面的介绍均以正充电为例。

2. 曝光: 将正充电后的硒干板C放于暗盒中,对物体G进行X线摄影,如图②所示,称为曝光。医疗上采用的X线是一种波长为 8×10^{-10} 厘米 $\sim 3 \times 10^{-9}$ 厘米的不可见射线。因为物体各部位成分、厚度、密度不同,穿过它的X射线也被不同程度地减弱。到达硒膜的X线的量,将按物体各部位的成分、厚度、密度

做相应的分布。受X线照射的硒膜,硒原子被激励释放出电子,同时伴随有空穴载流子的出现。电子与硒膜上正的静电电

荷中和,空穴载流子则向硒膜与基板交界处运动并与基板上的自由电子复合。这样,曝光后硒膜上的静电电荷,将按被照射物体的不同部位做相应的重新分布,形成一幅肉眼看不见的用电荷重新分布后的静电电位描绘的影相,叫做“静电潜影”。只要操作时注意遮光,硒膜上形成的静电潜影短时间内不会消失。

3. 显影: 为了把静电潜影变成肉眼可见的清晰影相,需要显影,如图③所示。在显影粉盒F内注入适量的易于带电的显影粉,用微形电机D带动风扇叶,让显影粉在粉盒内均匀散布。正确选择E的极性,显影粉粒将在电场力的作用下,按硒膜上的静电电位成比例地被吸附。显影粉是一种热塑性黑色粉末,平均直径约15微米。显然,对应于物体上X线易于穿透的部位,硒膜上静



电电位较低,显影后吸附较多的显影粉,颜色较深;对应于物体上X线不

易穿透的部位,显影后颜色较浅。这就形成了与一般X线胶片明暗相当的影相。这种显影叫做正显,形成负相。改变E的极性,显影叫做负显,产生与上述影相明暗部分恰好相反的正相。

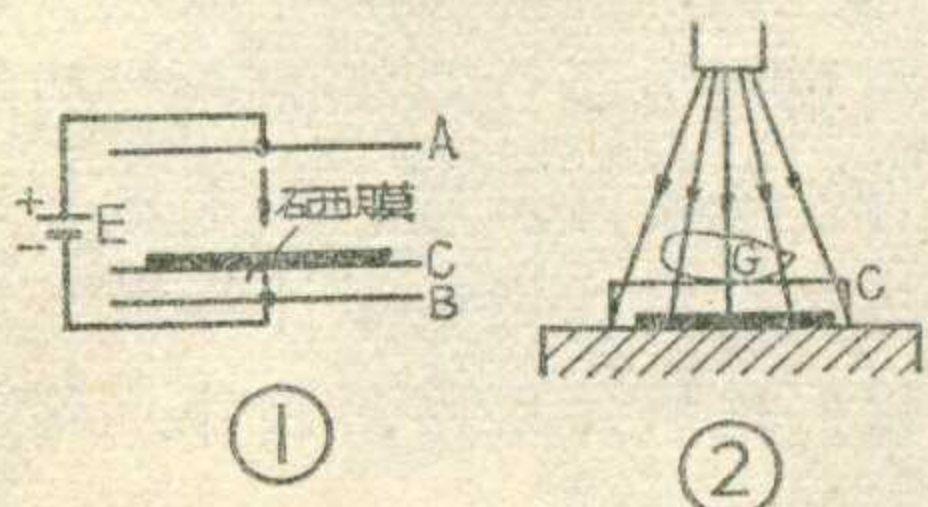
4. 转印: 如图④,在显影后的硒膜上放一张纸H,置于一个与充电时相反的电场内,硒膜上的显影粉在电场力作用下便被吸附于纸上了。

5. 固相: 把获得影相的纸张加热蒸烤(或用丙酮等有机溶剂蒸汽熏蒸),显影粉即粘附于纸上,成为不可抹去的固定影相。

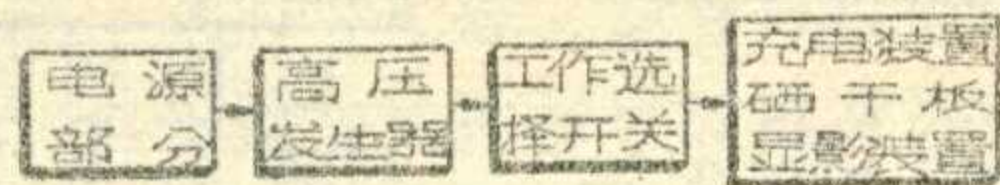
硒干板在每次摄影以后,只要抹去硒膜上残存的显影粉即可供下次摄影重新使用。一块硒干板使用寿命达数千次,因而能为国家节约大量胶片,而且硒干板不象胶片那样,受到核辐射以后仍可继续使用,适应备战需要。

结构和线路的说明

由以上的叙述可知,X线硒干板静电摄影必需具备四个部件:1、硒干板及放置硒干板的暗盒。硒干板是整个仪器中最重要部件,它的质量直接影响到



影相的清晰度与对比度。2、高压发生器，相应于前面提到的E，提供建立电场所需的有适当调节范围的直流高压。3、充电装置，相应于前面提到的A、B电极，将高压加到电极上即能产生对硒膜充电和转印影相的电场。仪器中的电极A实际上是由115根针状电极按等边三角形配置固定在2毫米厚的有机玻璃板上，再用导线将这些电极联结在一起，等边三角形的边长为30毫米。电极B则是在一块与有机玻璃板大小相同的铝板上，以这些针状电极为中心开了同样数目的 $\phi 22$ 毫米的圆孔，固定针状电极的有机玻璃板同时也作为隔开A、B电极的绝缘。4、显影装置，相应于图③中的存放显影粉的金属粉盒F及扬粉电机D，将高压加在硒干板的基板及粉盒间便能进行显影。



⑤

仪器的方块图

如图⑤所示。电源部分是将交流电源220伏改变为可以调节的低压直流电源。高压发生器是一个简单的晶体管直流变换器，将直流低电压变换为直流高电压。通过工作选择开关将直流高压接通充电装置可以实现充电、转印，接通显影装置可以实现显影，并且可以根据需要改变直流高压的极性。

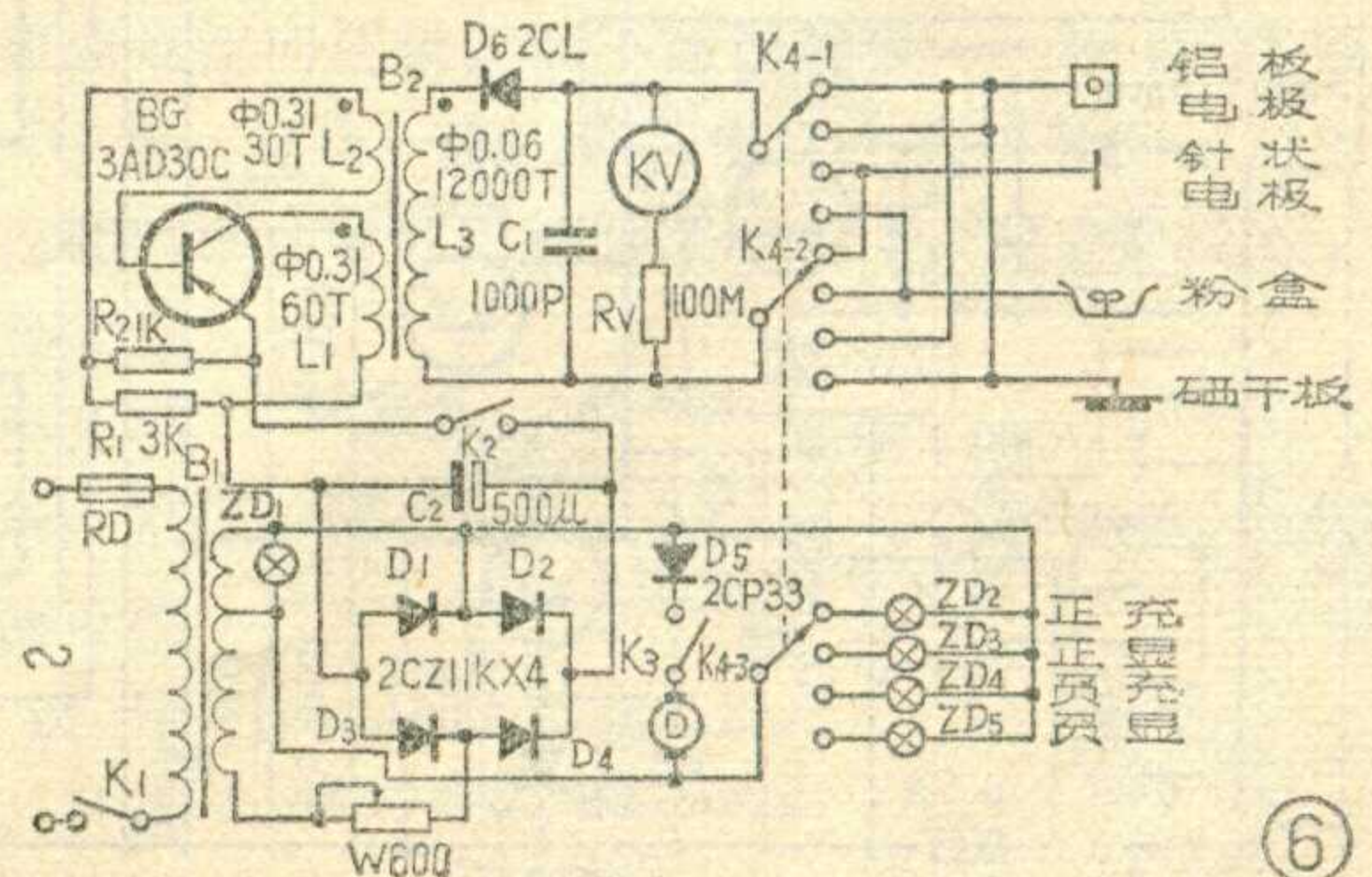
仪器的线路图如图⑥所示。 B_1 为电源变压器，次级绕组有中心抽头，其中一组绕组向指示灯及扬粉电机D供电。整个次级绕组与四只2CZ11K二极管组成桥式整流线路， C_2 为滤波电容。整流电压用电位器W来调节。三极管BG，脉冲变压器 B_2 ，高压整流二极管 D_5 以及 R_1 、 R_2 、 C_1 组成最简单的晶体管直流变换器。脉冲变压器 B_2 的极性应按图⑥中表示的那样安排。 L_1 为振荡绕组， L_2 为反馈绕组， L_3 为高压绕组。低压直流电压建立以后，接通 K_2 ， R_1 、 R_2 分压后对BG注入初始的偏流，BG导通，振荡绕组 L_1 中即有集电极电流 I_c 通过。脉冲变压器 B_2 的磁通产生变化，在绕组 L_2 上感应出一个反馈电压 $U_{反1}$ ，使BG基极电位 U_b 下降，基极注入电流 I_b 增加，促使BG更加导通，于是形成一个强烈的正反馈过程，BG迅速进入饱和区。在饱和期间，由于脉冲变压器的作用，BG集电极电流 I_c 线性增长，而基极电流 I_b 近似不变，这样，经过一段时间后，终将破坏饱和条件而使BG自动退出饱和区。这时，基极电流 I_b 开始减小，引起集电极电流 I_c 随之减小，在绕组 L_2 上感应出一个极性与 $U_{反1}$ 相反的反馈电压 $U_{反2}$ ，使基极电位升高，于是形成促使BG迅速截止的正反馈过程。

从图⑥可以看出，当BG导通时， D_5 截止，这时电源能量以磁能形式存贮于绕组 L_1 中。当BG截止时， D_5 导通，这一能量通过绕组 L_3 向负载释放。由于 L_3 匝数很多，因而能在输出端（ C_1 两端）产生很高的直流高压。当BG导通时，脉冲变压器 B_2 中的磁通是由绕

组 L_1 、 L_2 中的电流产生的，BG截止时， B_2 中的磁通是由绕组 L_3 中的电流产生的。一旦磁场能量释放完毕，由于 B_2 磁心内的磁通减少，在绕组 L_2 上感应出的反馈电压又一次改变极性，使得 U_b 下降， I_b 开始增加，由于正反馈的作用又开始一个促使BG迅速进入饱和的新的振荡周期。这个过程不断重复，在输出端就能获得直流高压， C_1 的作用是使这个高压比较恒定。调节电位器W可在输出端得到2千伏~8千伏的高压。这种线路的一个突出优点，是能实现过电流自动保护作用。当高压输出端发生短路时，则在绕组 L_1 上的反射阻抗就变得很小，正反馈强度大大削弱，线路就停振。这时BG的工作状态仅由 R_1 、 R_2 产生的偏流决定。BG停振后，绕组 L_1 中通过的直流电流也不会过大，不致将变压器烧坏。这种线路的缺点，是变压器绕组中通过直流电流，效率较低，输出端负载变化时直流高压也不够稳定。图⑥中KV为100微安表头，直接指示输出端的高压。 K_4 为工作选择开关，指示灯ZD₂-ZD₅指示仪器的工作状态。D为扬粉电机，显影时接通 K_3 可使显影粉在粉盒内均匀散布。

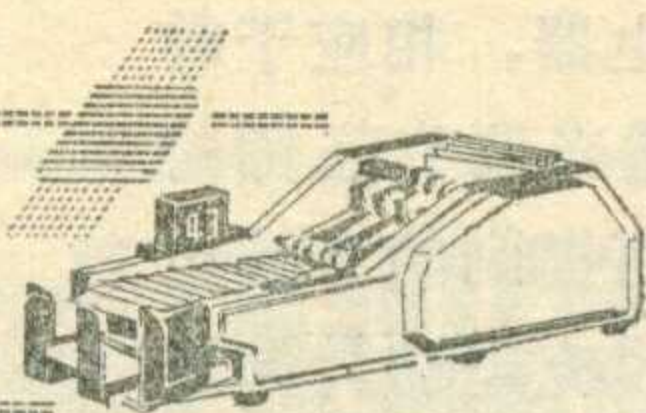
贫下中农赞扬“纸片子”

在毛主席无产阶级革命卫生路线指引下，通过伟大的无产阶级文化大革命，X线硒干板静电摄影技术在我国蓬勃发展，许多单位开展这方面的研究和应用，都取得可喜的成果。我厂生产的X线硒干板静电摄影显相仪，在一些基层卫生院使用，效果较好。实践证明：硒干板静电摄影制成的纸片子，层次比较丰富，而且可以显示人体软组织中的玻璃、煤渣等异物，很可以与X线胶片比美。特别是收费低，又能收到及时诊断的效果，因此受到贫下中农的欢迎。他们热情地讴歌无产阶级文化大革命以后涌现的这一新事物。一位贫农社员深有感慨地说：“纸片子真好呵。过去拍片子要进扬州城，吃、住、拍片子花钱很多，现在就地花几毛钱就能拍了。这真是毛主席对我们贫下中农的关怀呵！”这些动人情景深深教育着我们，激励着我们。我们要更加坚定地沿着毛主席的无产阶级革命路线前进，让电子技术更好地为广大工农兵服务。



⑥

集成电路数字式点钞机



中国人民银行上海市分行工具厂

集成电路数字式点钞机是我们银行工具厂的工人、技术人员和干部遵照伟大领袖毛主席关于自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，解放思想的教导，发扬集体智慧的成果，是实践出真知的具体例证。集成电路数字式点钞机分成点钞机和计数显示二部分；点钞机是由微型电机起动，带动胶轮，利用磨擦原理将钞票逐张捻开，经过光电作用记录张数，最后整理成叠；计数显示部分采用场效应集成电路，由荧光数码管直接显示数字。该计数显示部分装置简单、体积小、可靠性强、灵敏度高、功耗低，使用效果较好。本文简单介绍计数显示部分的工作原理，它的电路图见图1。

光电输入级由2CU1B硅光敏二极管D及射极跟随器BG₁构成，BG₂和BG₃组成射极耦合双稳态整形电路。平时光照在光敏二极管D上，D呈低电阻，使BG₁基极电位较正，处于截止状态，射极耦合双稳态电路的BG₂跟随着截止，另一

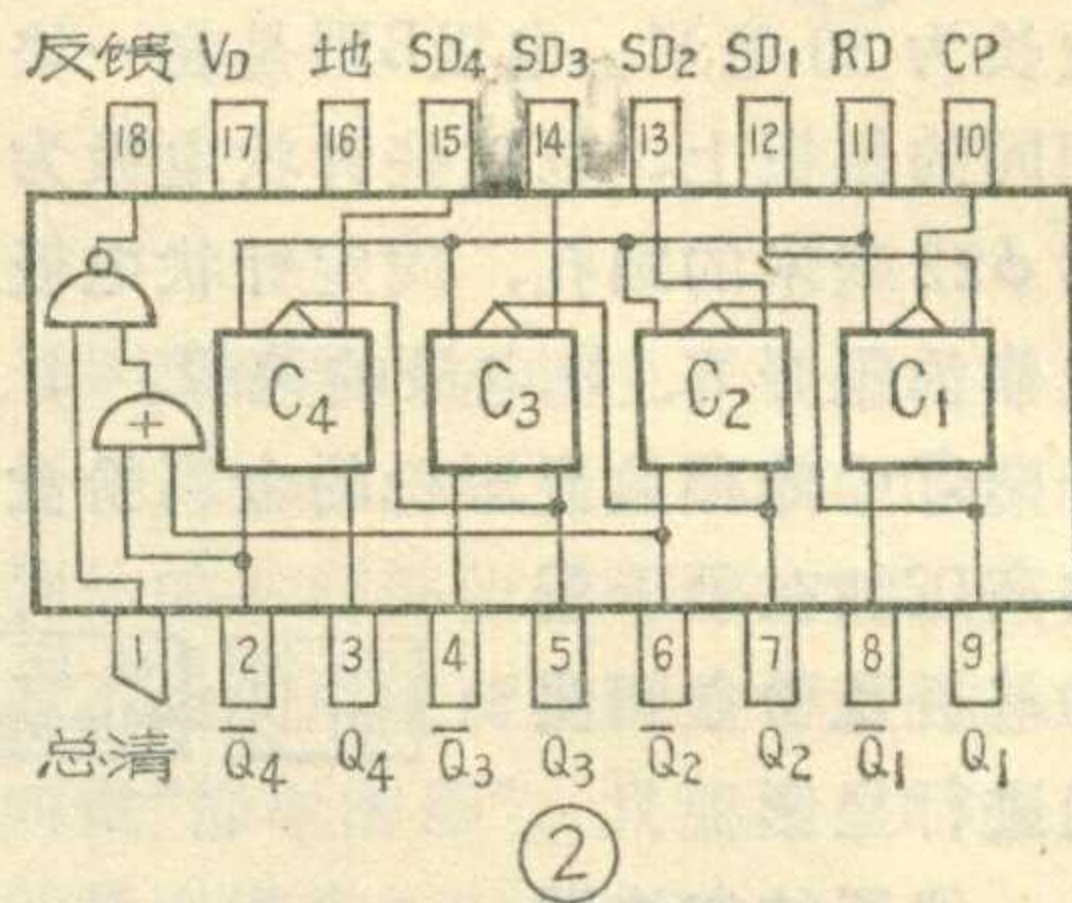
管BG₃导通。在被计钞票通过时，D被遮光，BG₁、BG₂导通，BG₃截止。当被计钞票通过D后的瞬间，BG₃再次导通。在BG₃从截止到导通期间，集电极送出矩形负脉冲信号，触发个位数计数电路5S2进行计数。

5S2系上海无线电十四厂生产的MOS型场效应集成电路四位二进制计数器，可以组成8、4、2、1代码二一十进制计数器，它的电路形式简介如图2。当个位数计数

表 1

脉冲数	C ₄	C ₃	C ₂	C ₁
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0

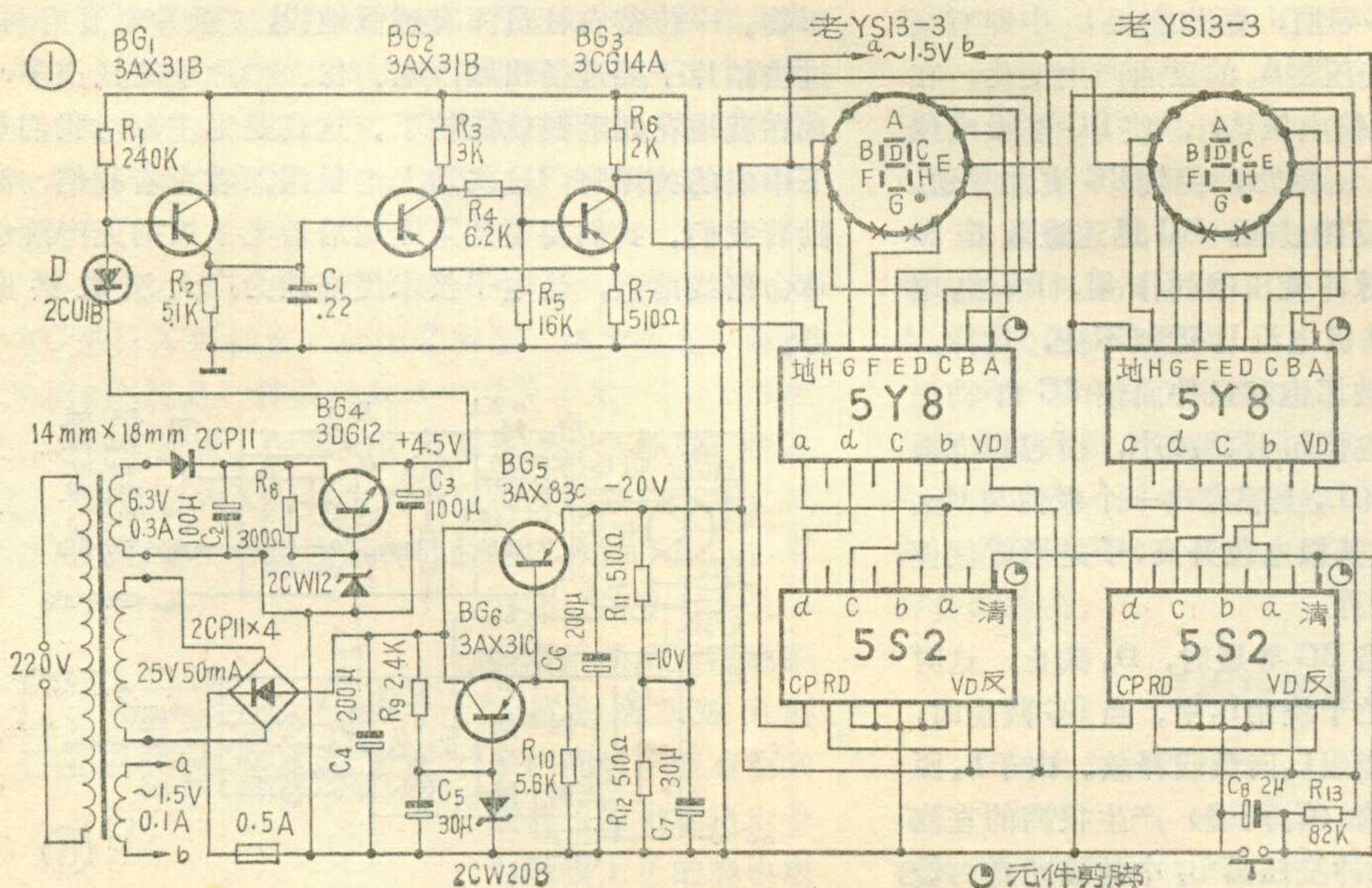
电路5S2的CP端送入第一个脉冲信号，C₁状态为“1”，C₂、C₃、C₄都为“0”；当送入第二个脉冲，C₁状态改变为“0”，此时C₂变成“1”，C₃、C₄仍为“0”。脉冲数和相应的C₄、C₃、C₂、C₁的状态见表1。这里进行的是逢二进一的二进制计



数，当CP端送入第十个脉冲后，C₄、C₃、C₂、C₁的状态为1010，这时C₄和C₂的Q₄、Q₂端都是“0”态，同时输出一个脉冲信号给“田”正逻辑与门，然后再经过“△”负逻辑与非门，从“反馈”端输出一个总清脉冲信号，使C₄、C₃、C₂、C₁都恢复原始状态“0000”。与此同时从Q₄输出一个进位脉冲信号至下一级的CP端，使十位数计数器开始计数。

5Y8系配用YS13-3(或YS9-1C)荧光数码管的MOS型场效应集成电路译码器，它的管脚见图3。5Y8的作用简介如下：它有四个输入端a、b、c、d，八个输出端A、B、C、D、E、F、G、H，若要显示十进制数字“1”时，按8、4、2、1代码，a、b、c、d端分别输入0、0、0、1，八个输出端中的C、H端即处于高电位，使荧光数码管上C、H二笔阳极点燃发光，即显示“1”。荧光数码管的阳极作为译码器输出门的负载。

荧光数码管的灯丝兼阴极是单根电热(下转第7页)





可控硅的派生元件

黄耀先

我们知道，可控硅可以应用于可控整流、交流开关和调压、直流开关和斩波(或称直流调压)、逆变和变频多种场合，而且各种电路对可控硅元件参数的要求是不相同的。近年来，人们在应用可控硅的实践中，为了满足各种电路的要求，制造出许多种特殊可控硅，如：快速可控硅、双向可控硅、逆导可控硅，以及可关断可控硅等。由于这些元件与可控硅有许多共性，常将它们称为可控硅的派生元件。“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。”本文就几种应用较广泛的可控硅派生元件的特点做一简单介绍。

快速可控硅

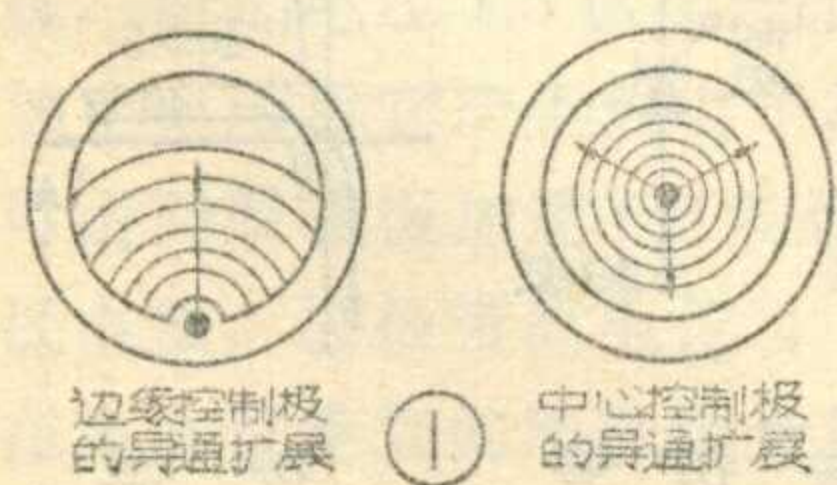
普通可控硅不能在较高的频率下工作。因为元件的导通和关断需要一定时间，同时阳极电压上升速度太快时，会使元件误导通，阳极电流上升速度太快时，会烧毁元件。人们在制造工艺和结构上采取了一些改进措施，做出了适于高频应用的可控硅元件，称为快速可控硅。它具有以下特点：

一、关断时间(t_{off})短。

导通的可控硅元件，当切断正向电流时，并不能马上“关断”；这时如立即加上正向电压，它还会继续导通。这是因为元件在正向导通时，积累了许多载流子，还来不及消失的缘故。元件从切断正向电流直到控制极恢复控制能力需要的时间，叫做关断时间，常用 t_{off} 表示。

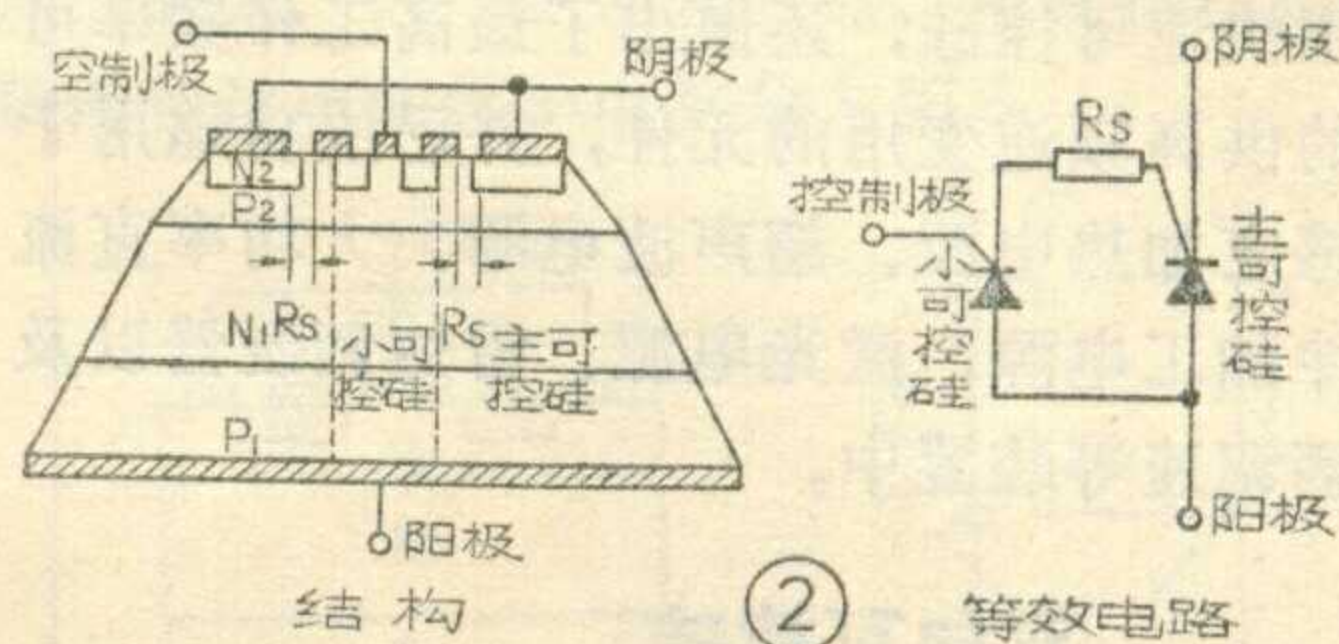
可控硅的关断过程，实际上是存贮载流子的消失过程。为了加速这种消失过程，制造快速可控硅时采用了掺金工艺，把金掺到硅中减少基区少数载流子的寿命。硅中掺金量越多， t_{off} 越小，但掺金量过多会影响元件的其它性能。此外， t_{off} 还与电路电流、电压以及工作结温等有关，通常正向电流越大，反向电压越低，工作结温越高， t_{off} 就越长。

二、导通速度快，能耐高的电流上升率($\frac{di}{dt}$)。



控制极触发导通的可控硅，总是在靠近控制极的阴极区域首先导通，然后逐渐向外扩展，直到整个面积导通，如图①所示。

大面积的可控硅需要 50~100 微秒以上才能全面积导通。初始导通面积小时，必须限制初始电流的上升速度，否则将发生局部过热现象，影响元件的性能，甚至烧坏。高频工作时，这种局部过热尤其严重。幅度高、前沿陡的触发信号有利于增加初始导通面积，但会使触发电路变得很复杂。为此，最近仿照集成电路



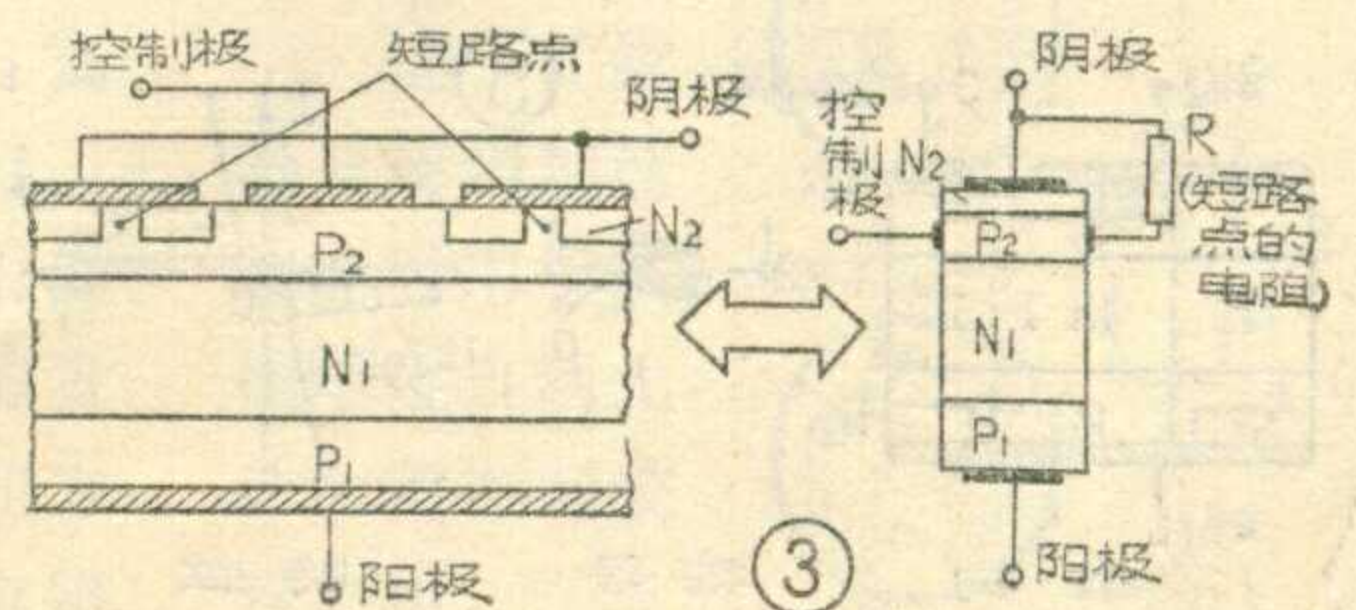
方法，在可控硅同一硅片上做出一个放大触发信号用的小可控硅

(见图②)。控制极触发小可控硅后，小可控硅的初始导通电流将横向经过 R_s 流向主可控硅的阴极，触发主可控硅。只要适当的设计，就可以不必增加控制极触发功率，达到强触发增加主可控硅初始导通面积的目的。从而加速了元件的导通，提高了耐电流上升率的能力。这种结构称为中心触发的放大控制极结构。

三、能耐高的电压上升率($\frac{dv}{dt}$)。

可控硅是由三个 P-N 结组成的。每个结相当于一个电容器。当结电压急剧变化时，就有很大的位移电流流过元件，它等效于控制极触发电流的作用，可能使可控硅误导通。这就是普通可控硅不能耐高的电压上升率的原因。

为了有效地防止上述误导通现象发生，快速可控硅采用了短路发射结结构，把阴极和控制极按一定几何形状短路。图③示出了具有短路发射结的可控硅的结构示意图和等效图。由图中看出，它的阴极不仅与 N_2 区联结，而且与称为短路点的一部分 P_2 区联结。因此，当阳极电压急剧上升时，结电容的位移电流将从短路点流向阴极，而不通过阴极——控制极间的 P_2-N_2 结。这样一来，即使电压上升率较高，对构成可控硅的两个等效三极管之一的 $N_1P_2N_2$ 管来说，电流放大系数仍几乎为零，不致使可控硅误导通。只是在电压上



升率进一步提高，结电容位移电流进一步增大，在短路点电阻 R 上产生的电压降足够大时（如同在 P_2-N_2 结上加了足够大的正向电压），电流始从 P_2-N_2 结上通过，可控硅才能导通。

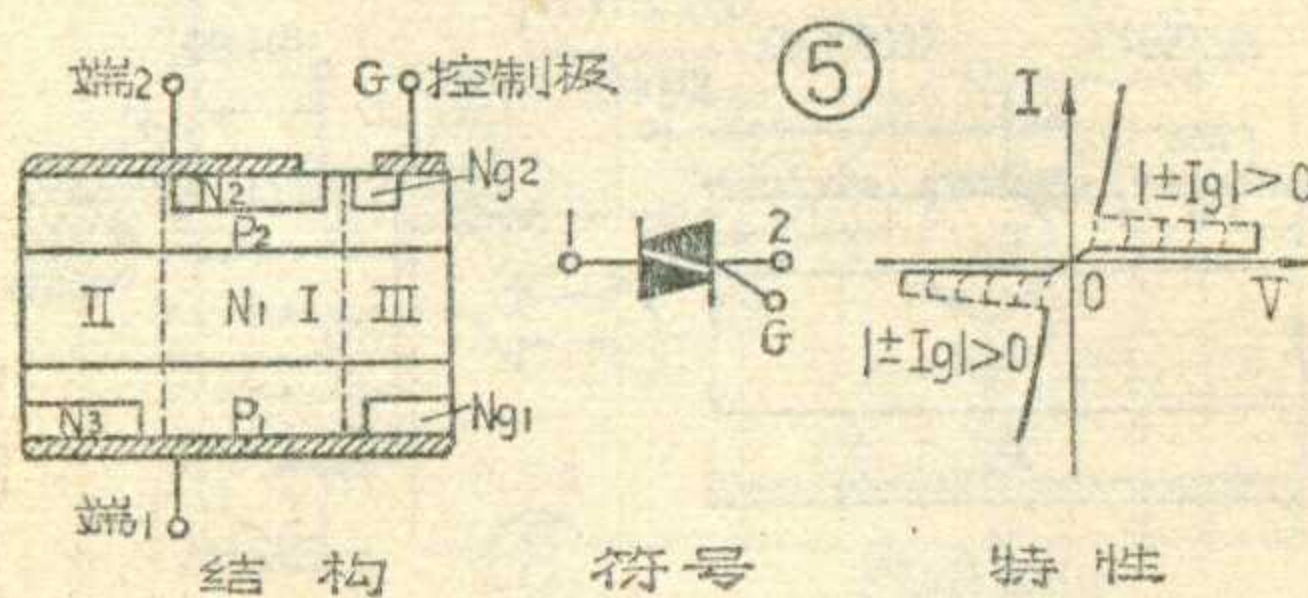
具有短路发射结结构的可控硅，用控制极电流触发时，控制极电流首先也是从短路点流向阴极。只是当控制极电流足够大，因而在短路点电阻 R 上的电压降足够大， P_2-N_2 结正偏导通电流时，才同没有短路发射结的元件一样，可被触发导通。所以这种元件的抗干扰能力较好。

快速可控硅元件近来发展很快。目前，已能做出电流几百安培，耐压千余伏，关断时间小于 20 微秒，电流上升率达几百安培/微秒，电压上升率达几百伏/微秒的大功率快速可控硅，还做出了最高工作频率可达几十千周的供高频逆变用的元件，并已成功用于大功率中频感应加热电源、超声波电源、大功率直流开关、电脉冲加工电源、激光电源、雷达调制器以及直流电动车辆调速等装置中。

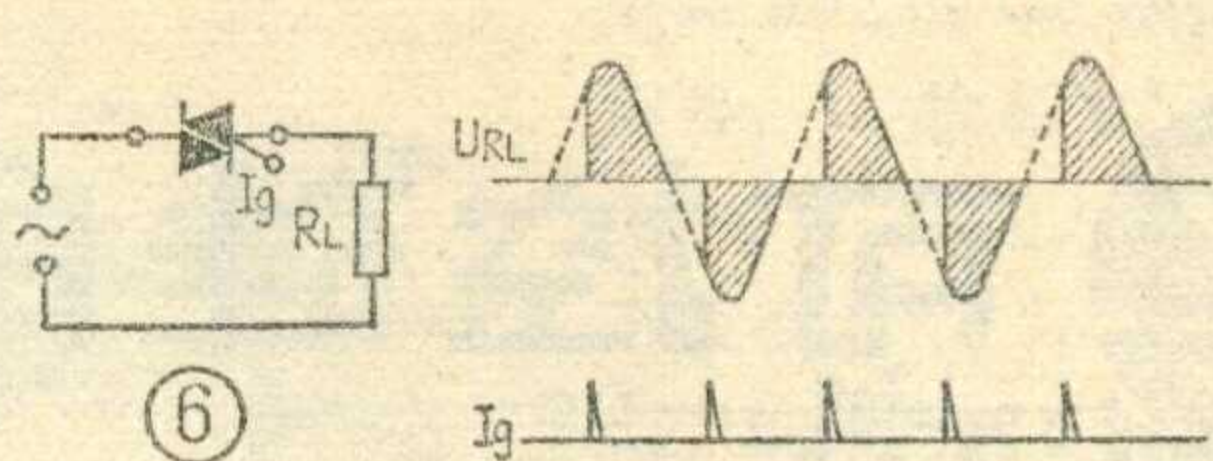
双向可控硅

通常的可控硅交流开关和调压电路如图④所示，是由两个可控硅反并联组成，用两个彼此隔离的控制极触发脉冲，分别对输入交流信号的两个半波进行相位控制。为了简化电路，缩小装置体积，仿效集成电路方法，把两个反并联可控硅做在同一个硅片上，并用同一个控制极控制的元件，叫做双向可控硅。它的结构、符号和伏-安特性如图⑤所示。

双向可控硅最主要的特性是：不论端 1 接正、端 2 接负（我们算做正半周），还是端 1 接负、端 2 接正（负半周），都可以用相对于端 2 为正或负的控制极脉冲触发导通，也就是可以用正或负的控制极脉冲控制两个方向的导通。为了说明工作原理，我们可以把一个双向可控硅看成由正半周导通的可控硅 I、负半周导通的可控硅 II 以及做控制极用的小可控硅 III 三部分组成。小可控硅 III 又可看成两个反并联的可控硅 ($P_1N_1P_2Ng_2$ 和 $P_2N_1P_1Ng_1$)。还采用了短路发射结结构。在正半周，控制极加正脉冲时，工作过程和具有短路发射结的普通可控硅相同，控制电流大到一定值时，触发可控硅 I 导通；控制极加负脉冲时，可以看作是



用端 2 做控制极，原来的控制极做阴极，触发小可控硅



等效于可控硅 I 的控制极与阳极相连，利用阳极正电压将可控硅 I 触发导通。在负半周，控制极加正脉冲或负脉冲时，分别利用 N_2 和 Ng_2 的作用，间接使小可控硅 III 的 $P_2N_1P_1Ng_1$ 导通，然后再依靠小可控硅的导通扩展使可控硅 II 导通。由于双向可控硅各方向的触发过程不同，触发灵敏度差别较大，一般应用时最好采用负脉冲触发。

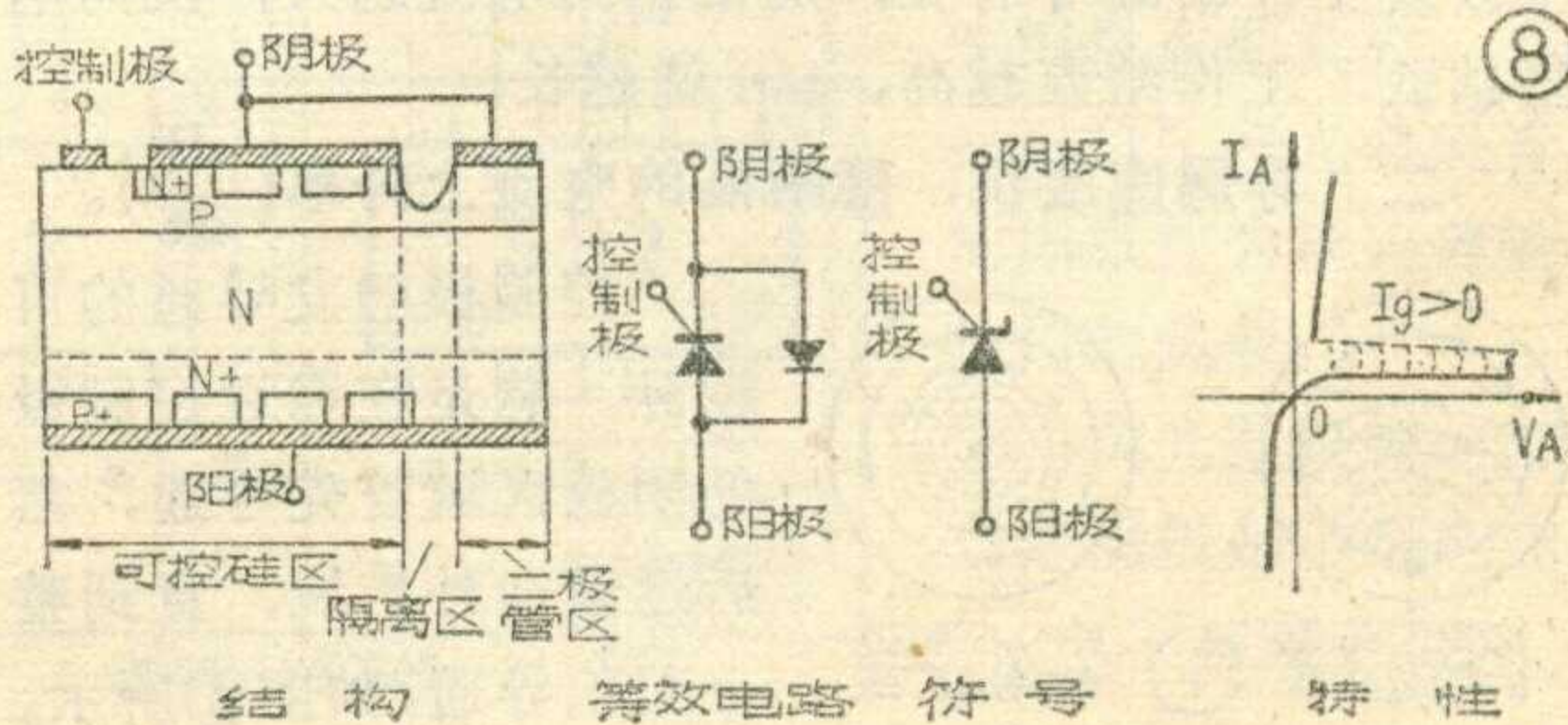
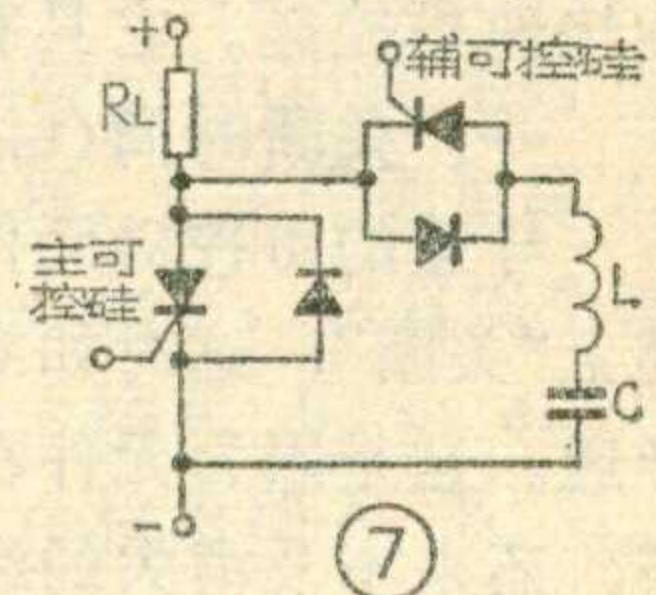
有一点需要特别说明的是：双向可控硅元件在交流回路中，导通侧内贮存的载流子会扩散到另一侧，它的作用好象给阻断的那一侧加了控制极电流，可能使元件自动导通而失控。导通侧电流下降越快，或阻断侧电压上升越迅速，这种误导通现象越严重。这方面的性能比两个可控硅反并联的电路差，应用时要特别注意。

双向可控硅元件主要应用于交流控制电路，如温度控制、灯光调节、防爆交流开关以及直流电机调速和换向等电路。

图⑥是采用双向可控硅的控温电路和波形图。

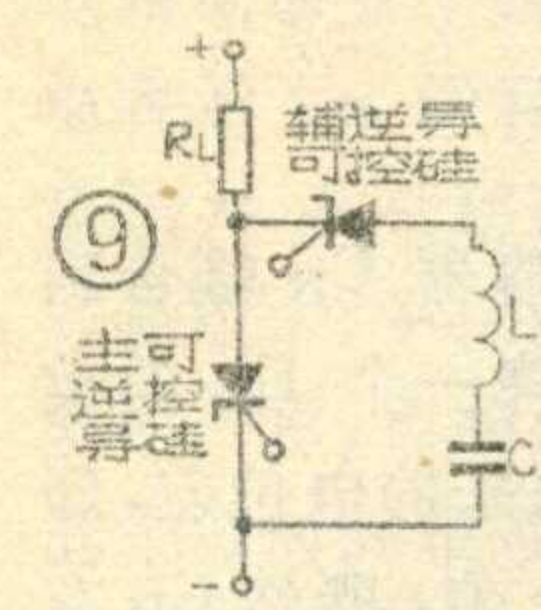
逆导可控硅

城市电车和地下铁道机车为便于调速采用直流供电，用直流开关动作增加或减小电路电阻，改变电路电流来控制车辆的速度。它的缺点是不能平滑起动和加速，开关体积大、寿命短，而且低速运行时耗电大（减速时消耗在起动电阻上）。采用图⑦所示的可控硅斩波电路能克服这些缺点。其中主可控硅的关断，是靠辅可控硅触发后，电容器 C （它主可控硅触发前已充电）通过 L 谐振反向充电，使主可控硅承受反向电压而实现的。控制主可控硅导通和关断的时间比例，即能改变负载上的平均电压，控制车辆速度。因此需要有大电流、高电压的快速可控硅。但制造这种元件比较困难。为了解决这个矛盾，根据电路中可控硅需反并联二极管的特



殊性，将可控硅和反并联二极管做在同一硅片上，就构成了反向可导通大电流的逆导可控硅。

逆导可控硅的结构、等效电路、符号和特性如图⑧所示。由于它的阳极和阴极结均被短路，便解决了大电流、高电压和快速度的矛盾。目前已能做出耐压达1500~2500伏，正向电流达400安培，反向电流达150安培，关断时间小于30微秒的逆导可控硅。



图⑨为应用逆导可控硅的斩波电路。与图⑦相比，不仅减少了两个二极管，而且避免了二极管和可控硅间布线电感的不良影响，改进了电路性能。

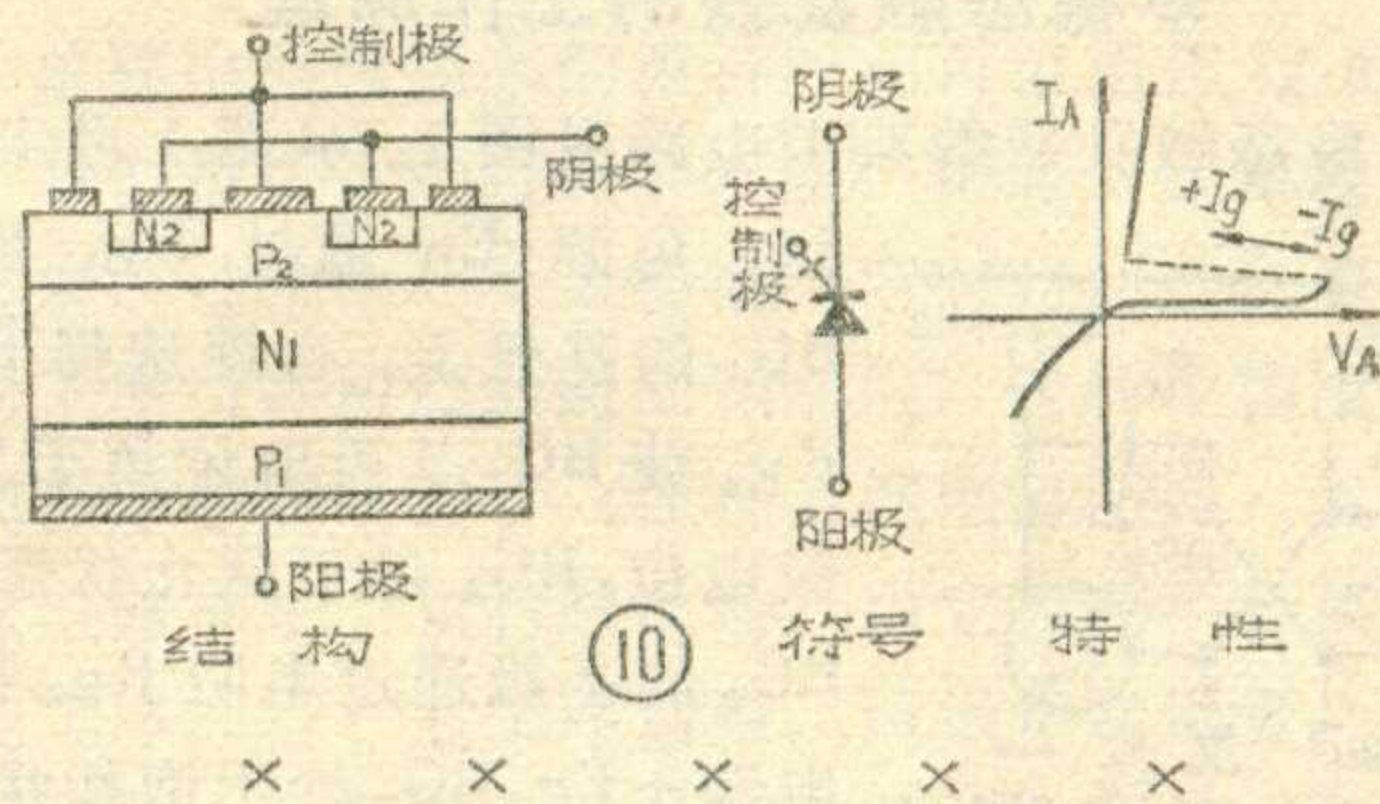
可关断可控硅

普通可控硅一旦导通后，控制极就失去了作用，不能控制可控硅的关断。可关断可控硅是一种利用正的控制极脉冲可触发导通，用负的控制极脉冲可关断阳极电流，恢复阻断状态的元件。因此，用一个可关断可控硅，就可做成直流无触点开关或斩波器。它的结构、符号和特性如图⑩所示。

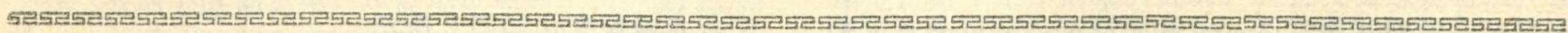
可关断可控硅用正的控制极脉冲触发导通的过程与普通可控硅完全一样。元件导通以后，如果控制极加上足够大的负脉冲，阳极电流会全部被拉到控制极流出， P_2-N_2 结不导通电流。这时，整个元件犹如一个基极电流消失后的饱和晶体管 $P_1N_1P_2$ ，它将迅速恢复到截止状态——即元件恢复到阻断状态。这就是

可关断可控硅用负的控制极脉冲关断的基本原理。可关断可控硅关断时阳极电流 I_A 与必需加于控制极的负电流 I_g 之比，称为它的关断增益，用 G_{off} 表示。为了提高关断增益，通常把 $N_1P_2N_2$ 晶体管的电流放大系数做得大些，以增强负脉冲的作用；阴极 N_2 区宽度做得比较窄，并用控制极包围着，使负控制极脉冲能有效地把阳极电流拉向控制极。此外 $P_1N_1P_2$ 晶体管的电流放大系数做得较小，元件导通后， $P_1N_1P_2$ 管不致深度饱和，使元件容易关断。普通可控硅不具有上述特点，所以一般都不能用负的控制极脉冲关断。

可关断可控硅的关断速度，比普通可控硅快，可以在较高的频率下工作。但它也具有不易制成大电流元件等缺点。目前主要应用于高压直流开关、发动机点火装置、高压脉冲发生器、电视机横扫描、环形计数器 and 过电流保护电路等方面。



除上述四种元件外，还有许多可控硅的派生元件，如光激可控硅、双向可控二极管、硅单向开关和硅可控四极管等，本文就不一一介绍了。

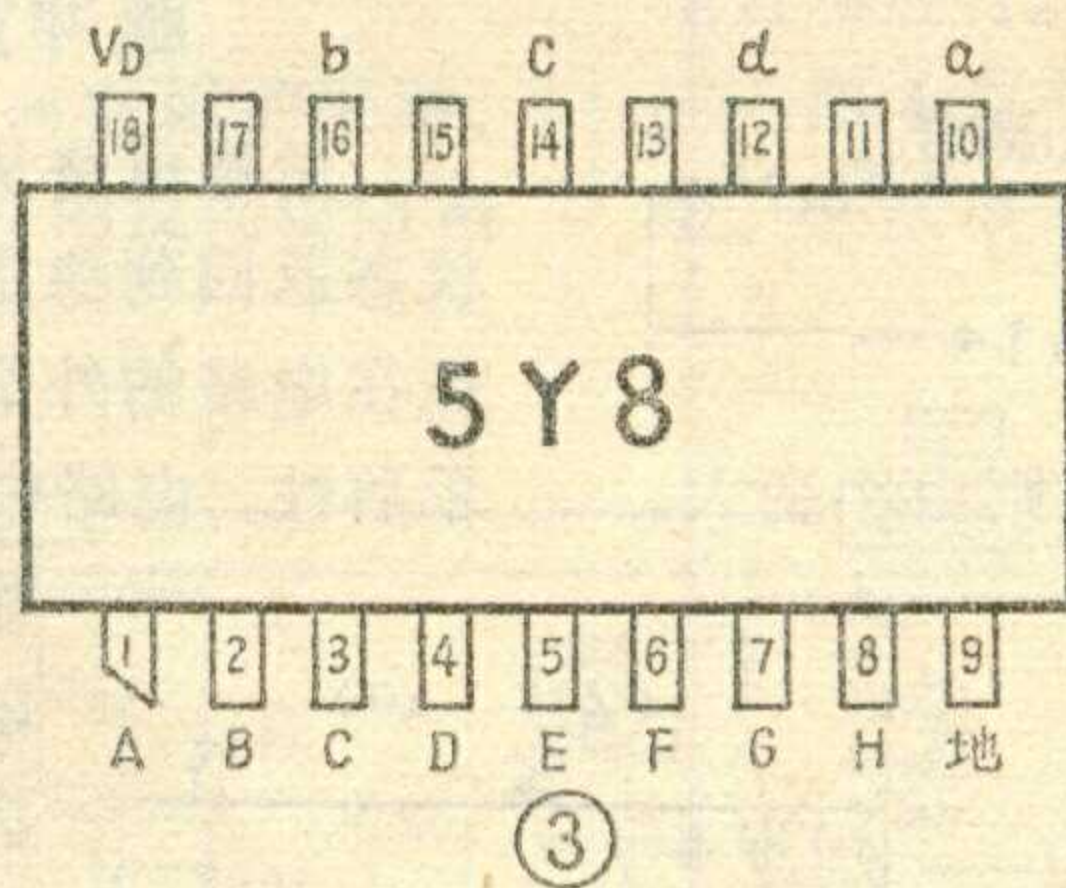


(上接第4页)

表 2

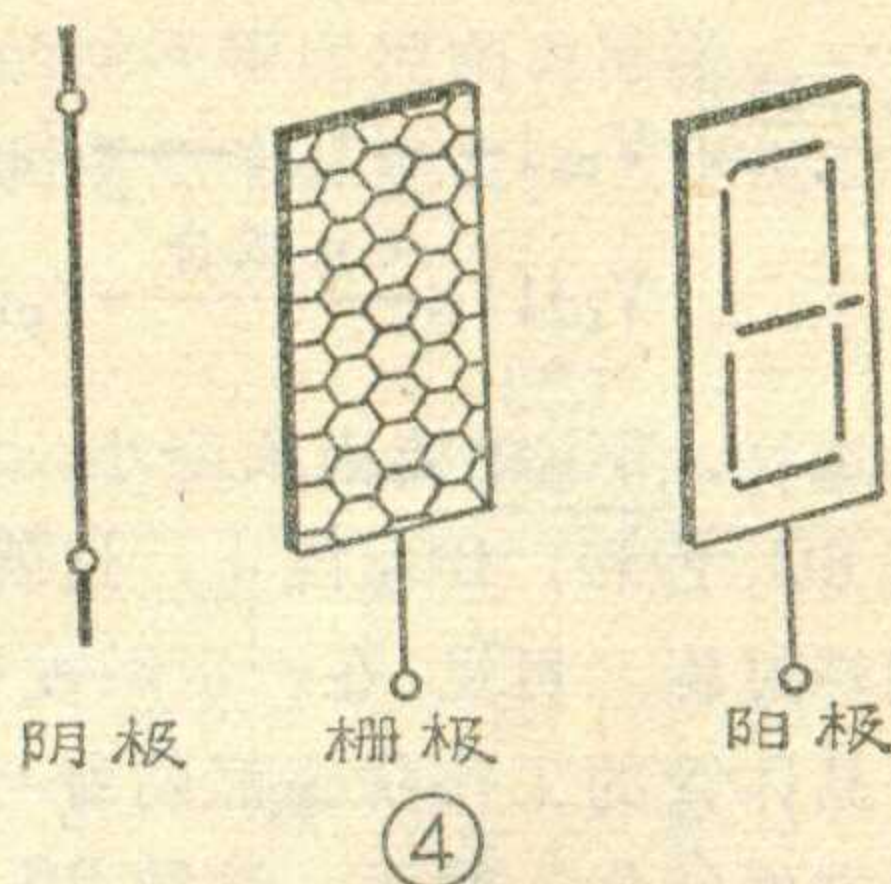
阳极 数码	A	B	C	D	E	F	G	H
0	√	√	√			√	√	√
1			√					√
2	√		√	√		√	√	
3	√		√	√			√	√
4		√	√	√	√			√
5	√	√		√			√	√
6	√	√		√		√	√	√
7	√		√				√	√
8	√	√	√	√		√	√	√
9	√	√	√	√				√

丝，所加电压1.5伏交、直流均可，加上电压后它产生热电子，这电子再由网眼栅极加速（灯丝带-20伏低电位，栅极带高电位），撞击处在高电位笔划的阳极荧光粉后发出



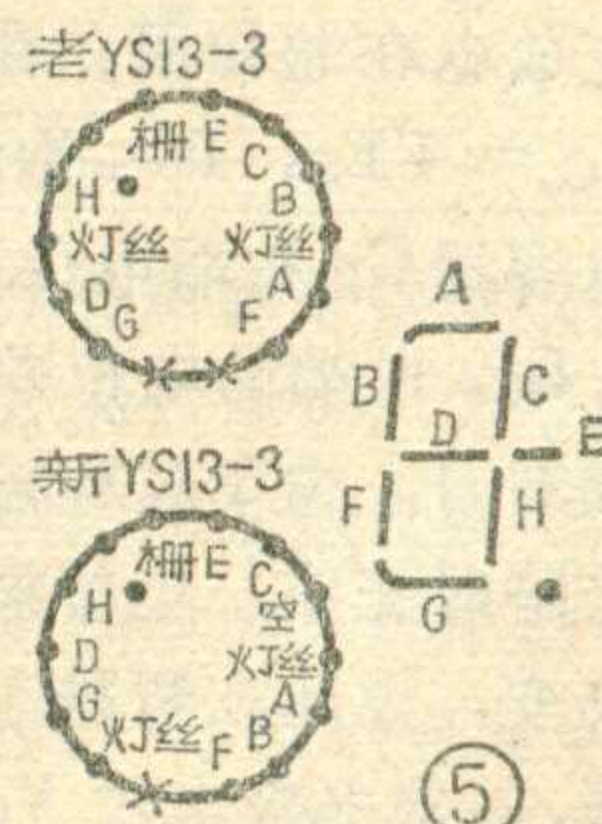
绿光，形成数字。它的点燃关系见表2，它的构造见图4，它的管脚见图5。

图1中的电容 C_1 是为防干扰而设，它起高频旁路作用。BG₃ 宜用3CG14 (PNP 硅管) 或3AG1、3AK20 等电流较小的高频管，用低频锗管效果不好。C₂ 和 R₁₃ 的装置是作开机时自动置“0”用。按钮为手动置“0”。由于MOS型集成电路



易被感应电荷击穿，在存放时应放入铝制盒内。安装测试所用的电烙铁、仪器等要接良好地线。

这一计数器只要稍加改装亦可用于其他单位自动化计数和控制装置之用。



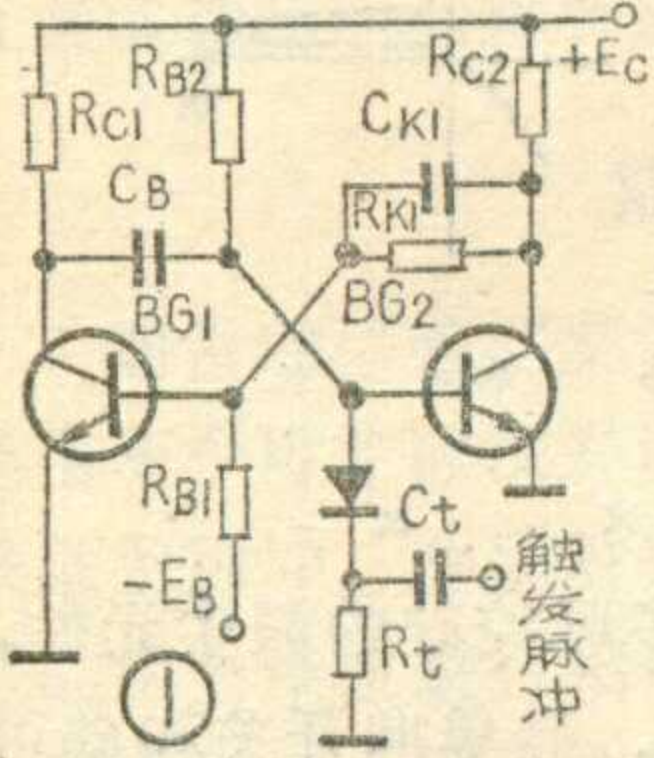
单稳态触发器

上海市业余工业大学 卢 威

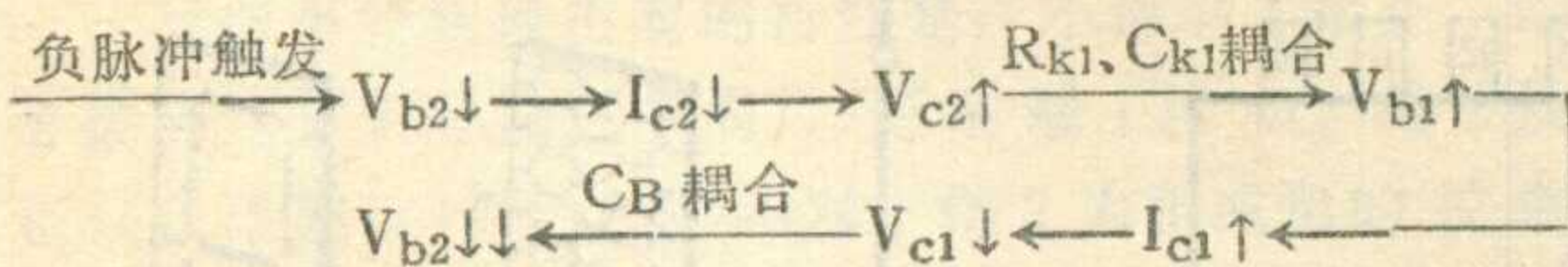
工业生产中有许多产品（如铸件、塑料制品等）的生产过程，都须按规定时间间隔有次序地进行。对于这类以一定工序、时序进行的生产过程实现自动化，通常采用时间程序控制电路。简易的时间程控器，可用单稳态触发器（简称单稳电路）来组成。本文着重讲一讲单稳态触发器的工作原理和它在简易时间程序控制方面的应用。

单稳态触发器的工作原理

单稳态触发器的典型电路见图1。从图1可以看到：



电源 $-E_B$ 通过 R_{B1} 加在 BG_1 的基极上，合理选择 R_{B1} 、 R_{K1} 使 BG_1 基极电位负于发射极电位， BG_1 处于截止状态；而 BG_2 的基极通过电阻 R_{B2} 接至电源 $+E_C$ ， BG_2 处于饱和状态。只要不外加触发信号，电路就一直维持在 BG_1 截止、 BG_2 饱和这个状态，这是一个稳定状态。如果将一个负的触发脉冲加到 BG_2 基极，电路就会从这个稳定状态翻转到另一个暂时稳定状态，只要负脉冲的幅度与宽度都足够大，电路就会按下述正反馈过程循环进行，即：



这样， BG_2 电流由大变小， BG_1 电流则由小变大，直至 BG_1 饱和， BG_2 截止，这就是电路的翻转过程。可见，在一定触发条件下，二个晶体管的工作状态都朝着与原来相反的方面转化。然而，这种 BG_1 饱和， BG_2 截止状态不能持久维持下去，是一种“暂稳状态”。这是由于电容器 C_B 的充放电在起作用：在稳态时， BG_1 截止， $V_{C1} \approx +E_C$ ； BG_2 饱和， $V_{b2} \approx 0$ 。这样，电容器 C_B 右端电位接近于零，而左端为 $+E_C$ ，两端的电位差接近 $+E_C$ 数值。在翻转时，由于过程进行得极为迅速，几乎瞬时完成，电容器两端的电压又不能突变，因此在暂稳态开始瞬间， BG_1 导通，其集电极电位 V_{C1} 立即从 $+E_C$ 下降

且接近于零，这个突然变化将通过电容器 C_B 耦合到 BG_2 基极，使 BG_2 的基极电位从零下降一个 E_C 的数值。这是因为在此瞬间 C_B 两端维持原来的电位差，即右端的电位应比左端的电位低一个 E_C 值，既然 C_B 左端的电位变为零伏，与 C_B 右端连接的 BG_2 基极的电位便成为 $-E_C$ ，这个负的电位保证了 BG_2 的暂时截止。随着电容器 C_B 通过 $+E_C$ 、 R_{B2} 和 BG_1 这样一条回路放电， C_B 右端电位逐渐回升，如果不考虑晶体管等影响， C_B 放电结束后，电源 $+E_C$ 还要通过 R_{B2} 对 C_B 反向充电， C_B 的放电规律如图2b所示， C_B 右端的电位一直要趋向 $+E_C$ 。但是，当电位转向正值时， BG_2 就要由截止转向导通，单稳电路重新回到 BG_1 截止、 BG_2 饱和这样一个稳定状态。此时 BG_2 的部分基极电流通过 R_{C1} 和电源 $+E_C$ 向 C_B 充电，使电容器右端恢复到零电位，而左端恢复到 $+E_C$ ，为下次工作准备条件。这段时间称为恢复时间，约需 $3 \sim 5 C_B R_{C1}$ 。

综上所述，单稳态触发器只有一个稳定状态，另外有一个暂稳状态。当外加触发脉冲时，电路从稳定状态翻转到暂稳状态，经过一段时间以后，电路会自动地翻转，由暂稳状态返回稳定状态。整个工作过程中各点电位变化如图2所示。

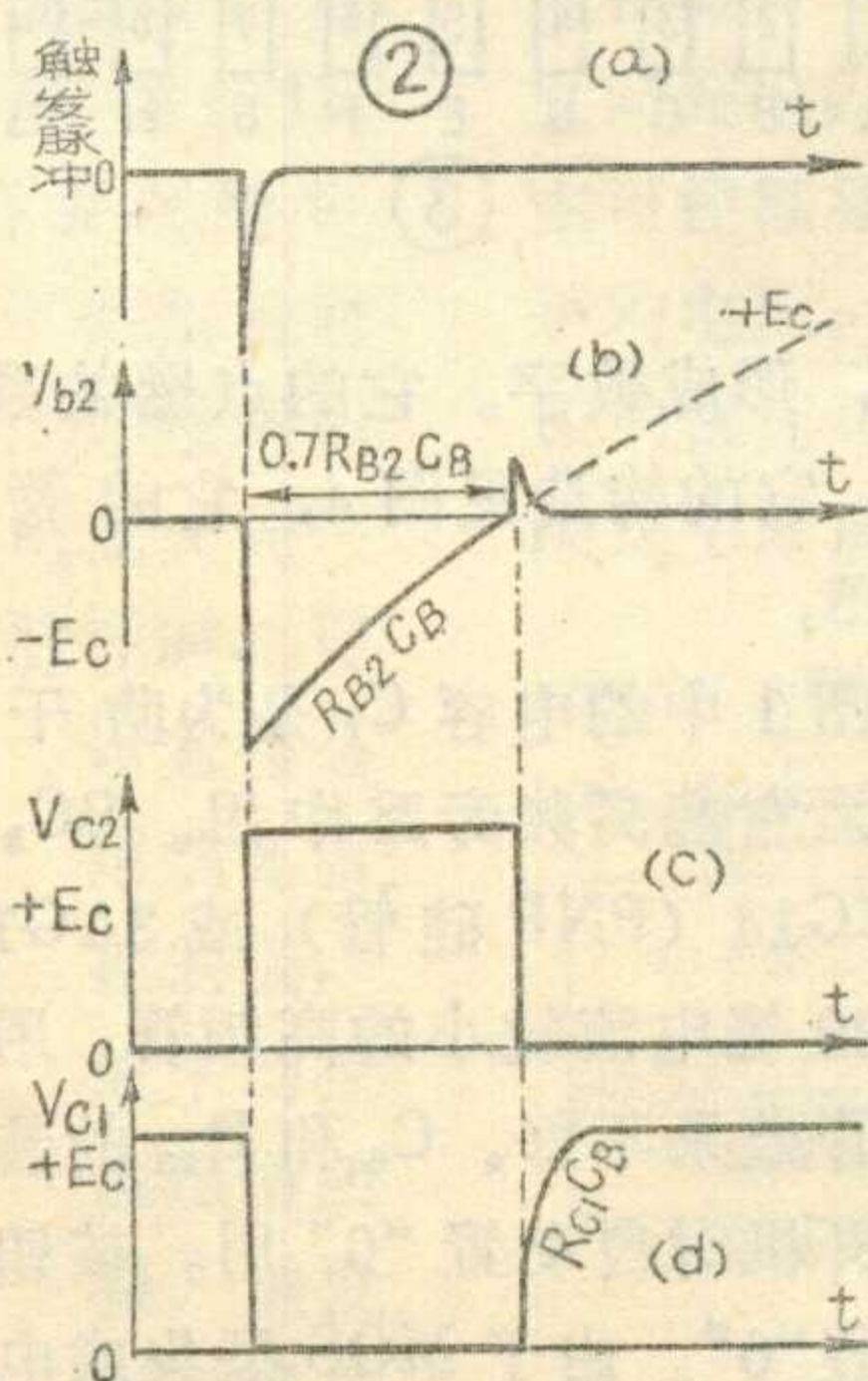
脉冲宽度与定时长的单稳电路

单稳电路从稳定状态翻转到暂稳状态，再由暂稳状态返回到稳定状态，这两次转化的根本原因，都不是在电路的外部而是在电路的内部，在于电路内部的矛盾性。电路中电容器 C_B 的充电和放电这对矛盾是单稳电路的运动形式的基础。我们知道，随着 C_B 的放电，改变着截止管 BG_2 基极的电位，可见暂稳态的维持时间是由 C_B 通过 R_{B2} 的放电时间决定的。因此电容器 C_B 的放电过程是充电和放电这对矛盾的矛盾主要方面。根据放电规律，暂稳态的维持时间 $T_{暂}$ 与 R_{B2} 、 C_B 的关系可近似用下式表示：

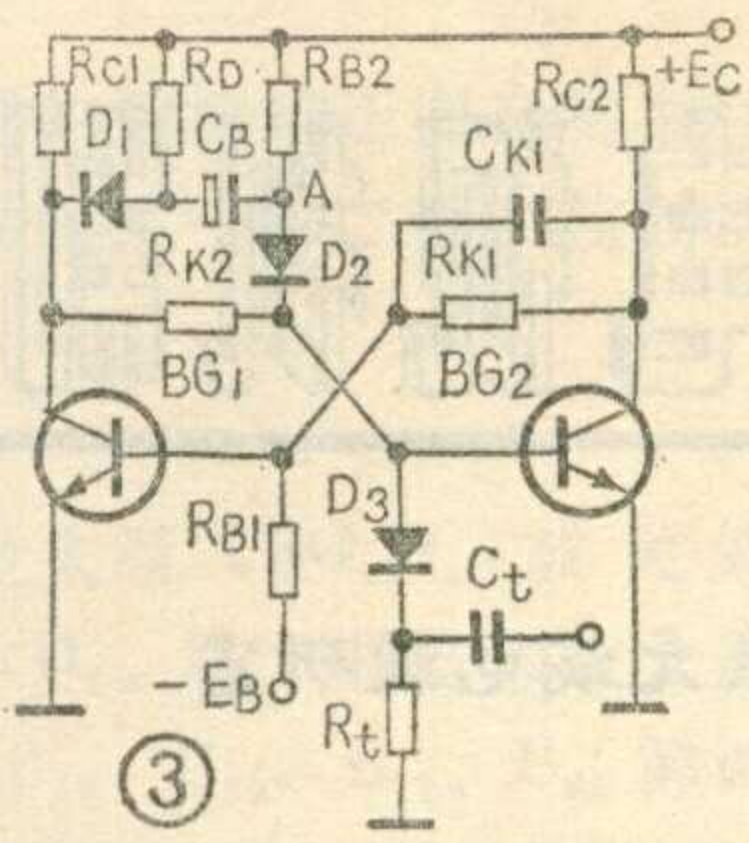
$$T_{暂} \approx 0.7 R_{B2} \cdot C_B$$

$T_{暂}$ 也即单稳电路输出脉冲的宽度，据此我们可以利用改变 R_{B2} 或 C_B 的数值来调节输出脉冲宽度。

R_{B2} 的数值通常是根据 BG_2 管饱和时所需的基极电流来确定的 ($R_{B2} <$



$\beta_2 R_{C2}$), 其阻值的增大受到一定限制, 一般不超过几十千欧, R_{B2} 过大则 BG_2 的基极电流过小, 不能饱和, 电路也易受干扰而误动作。电容器 C_B 的容量也不能任意加大, 不宜超过几百微法。容量过大, 不仅体积大, 而且



漏电严重, 影响延时准确性。由此可见, 普通单稳电路的维持时间很难达到二、三十秒。实际生产过程中, 有些工序所需经历时间比这长得多。上海中国唱片厂的工人同志, 经过实践, 做了一种定时长、准确性和抗干扰较好的单稳电路, 如图 3 所示。与图 1 普通单稳电路比较, 增加了 R_{K2} 、 D_2 、 D_1 、 R_D 等元件。由于设置了 BG_2 导通时 R_{K2} 这一条基极电流通路, 当 BG_1 截止时, 其集电极电位接近 $+E_C$, 显然电源 $+E_C$ 就可以通过 R_{C1} 、 R_{B2} 来为 BG_2 的饱和提供足够的基极电流了。因此当需要延长暂稳态的维持时间时, 可把 R_{B2} 值增加到足够地大, 而不会出现普通单稳电路中由于 R_{B2} 值过大所造成的 BG_2 不能饱和的困难了。当负触发脉冲引入 BG_2 基极促使电路翻转后, 暂稳态的维持时间决定于 C_B 对 R_{B2} 的放电速度。二极管 D_2 的作用是防止 C_B 经 R_{K2} 放电, 因为当 BG_1 导通集电极电位从 $+E_C$ 下降到接近零电位时, 由于 C_B 两端的电压不能突变, 二极管 D 的正端 (A 点) 电位跟着由零下降到 $-E_C$, D_2 被反向偏置, 所以 C_B 的放电电流基本上都是通过 R_{B2} 的。随着 C_B 对 R_{B2} 的放电, A 点电位逐渐上升, 当达到 0.5 伏左右时, 二极管 D_2 导通, 单稳态回复到原来稳定状态, 即 BG_1 截止, BG_2 饱和。

R_{B2} 值的加大, 受到二极管 D_2 反向电阻的限制。当 R_{B2} 值加大到兆欧数量级足以同 D_2 的反向电阻相

比时, 定时的准确性就受到了影响。因为 C_B 的放电路径, 除了经由 R_{B2} 这一条放电路径外, 还可经由 D_1 、 R_{K2} 、 D_2 这条路径, 只有当 D_2 的反向电阻大大超过 R_{B2} 情况下, 这后一条路径放电的影响, 才能忽略不计。

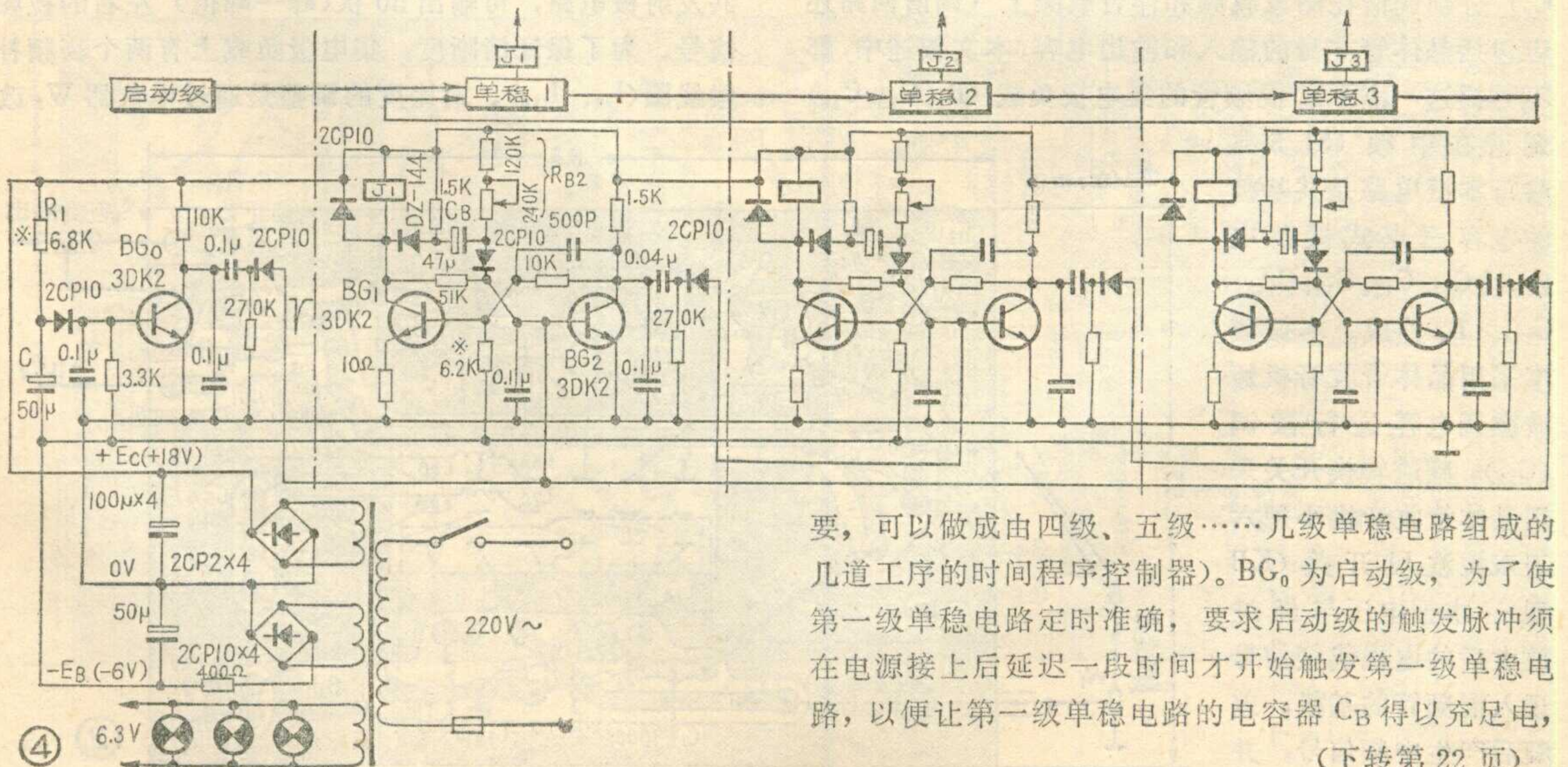
电路中二极管 D_1 及电阻 R_D 是为了改善 BG_1 由导通变截止的过程中集电极电位波形而设置的。若无此措施, BG_1 的集电极电位就不是突跳到 $+E_C$, 而是按时间常数 $C_B R_{C1}$ 缓缓上升, 这就不能立即向 BG_2 提供足够的基极电流以促使它导通, BG_1 也不能迅速截止。

这个电路的 R_{B2} 最大可以用到 10 兆欧, 其延迟时间可长达 1 小时。

简易时间程序控制电路

单稳电路暂稳态的维持时间可以用作定时或延时, 我们根据生产过程的要求, 把若干级单稳电路连接起来, 且使每一个单稳电路定时时间的长短都同对应的工序所需历经的时间相适应, 这样便构成了简易时间程序控制电路了 (原理方框图见图 4)。其中每级单稳电路都带有执行继电器, 由它控制执行机构完成指定工序。当一道工序结束, 该级单稳回复, 同时输出一脉冲去触发下一级单稳电路使之翻转。与此相对应, 前级执行继电器释放, 后级执行继电器吸合, 下道工序随即开始, 从而完成程序的切换。同样, 这级单稳在规定时间内之后, 再触发下一级, 直至末级单稳回复, 整个工序结束。此时, 末级又去触发首级, 第一道工序又重新开始, 循环往复, 生产就可有条不紊地自动进行。

图 4 为三道工序的时间程序控制电路图, 由启动级、三级单稳态电路和电源部分组成。(根据实际需



要, 可以做成由四级、五级……几级单稳电路组成的几道工序的时间程序控制器)。 BG_0 为启动级, 为了使第一级单稳电路定时准确, 要求启动级的触发脉冲须在电源接上后延迟一段时间才开始触发第一级单稳电路, 以便让第一级单稳电路的电容器 C_B 得以充足电,

(下转第 22 页)

变交流负反馈量实现的。

本机采用了抗干扰能力强的键控式正向自动增益控制电路 (AGC),用以控制中放第一、二级,控制增益范围约 40 分贝。

3. 伴音通道

伴音通道包括伴音中频放大级 (BG₁₀)、放大兼限幅级 (BG₁₁)、调频检波器 (D₅、D₆) 和音频放大器 (BG₁₂₋₁₆)。其中 B₉、C₅₆、B₁₀、C₆₀、B₁₁、C₆₁ 都调谐在 6.5 兆赫左右。调频检波器采用了不对称式比例鉴频器,有限幅作用。低放采用了无输入输出变压器电路,音质较好。

4. 同步与扫描

同步包括同步幅度分离级 (G₅)、限幅放大级 (G₆)、频率分离电路 (微、积分电路) 以及惰性抗干扰同步电路 (D₈、D₉)。

帧扫描电路包括帧振荡级 (G₇) 和帧输出级 (G₈)。其中帧振荡采用了间歇振荡器,帧输出是带线性补偿的低频小功率放大电路。

行扫描电路包括行振荡级 (G₁)、行输出级 (G₂、G₃) 以及高压整流电路 (G₄)。行振荡是阴极耦合多谐振荡器,为了使同步稳定,采用了稳频线圈 (L₁₁)。行输出是典型的电源反馈二极管阻尼式电路。行扫描逆程的高压正向脉冲经升压整流后供给显象管所需的 9 千伏高压。显象管的加速极电压 (400V) 和聚焦极电压 (0~300V) 都是通过提升电压分压后供给的。

二、结构和线路板

电视机的结构和线路板设计不合理就不能得到良好的接收效果,为此应注意以下几个问题。

1. 高频问题: 主要是高频头和中放通道。如果线路板设计不合理、布线不当、接地或屏蔽不良以及线圈绕制方向不对,容易引起自激振荡。为了防止高频自激,设计印刷板时要注意防止集电极、基极间的反馈和级间的反馈,屏蔽要良好,地线要粗,地线接铁底板要可靠。

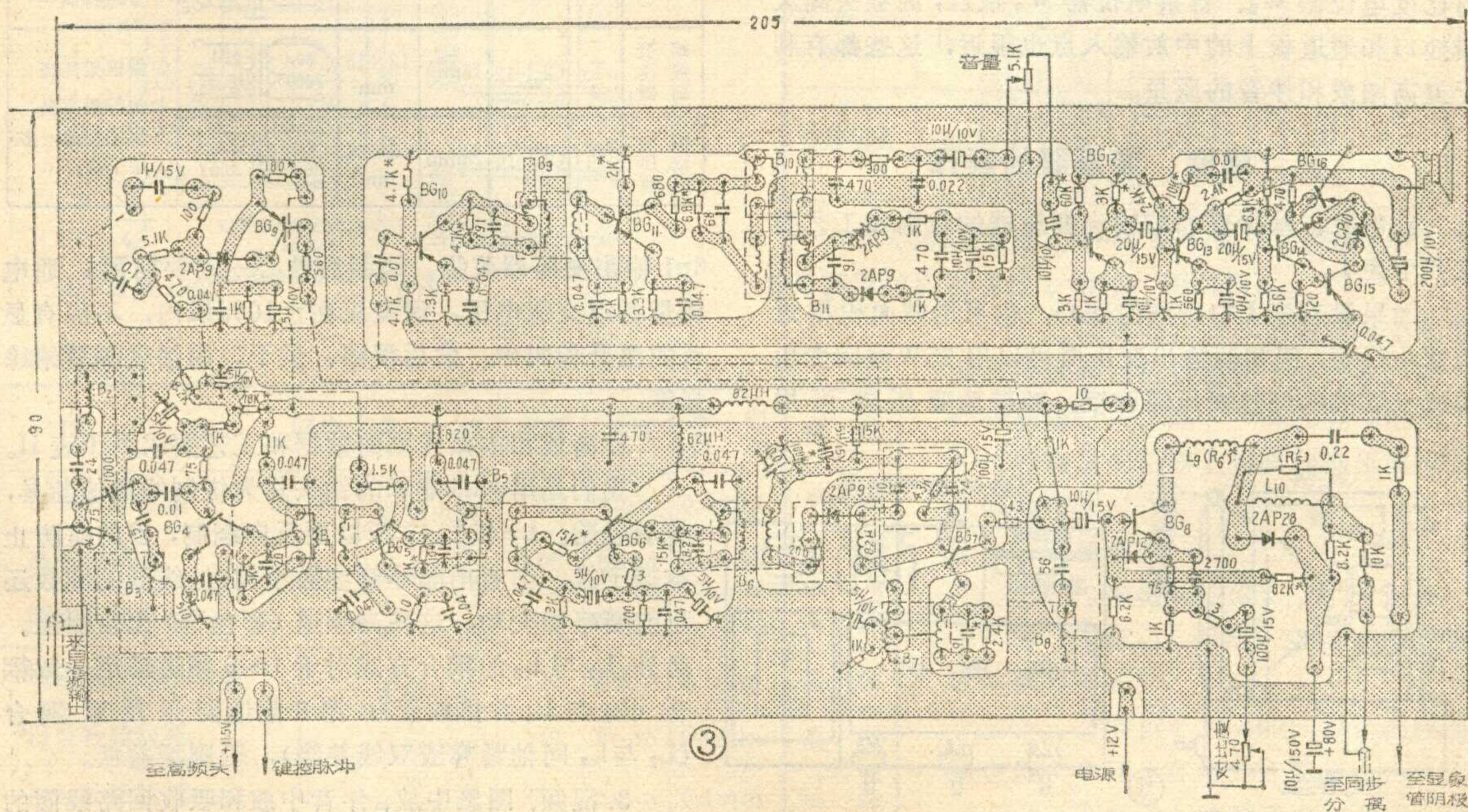
2. 高压问题: 主要是行输出高压部分,如果布局不当或绝缘不良,容易引起放电打火。为了防止高压打火,首先是行输出变压器、偏转线圈等元件的制作要符合要求,同时行输出变压器与铁底板、电解电容器、偏转线圈、显象管高压嘴之间的距离要够大 (大于 10 毫米)。

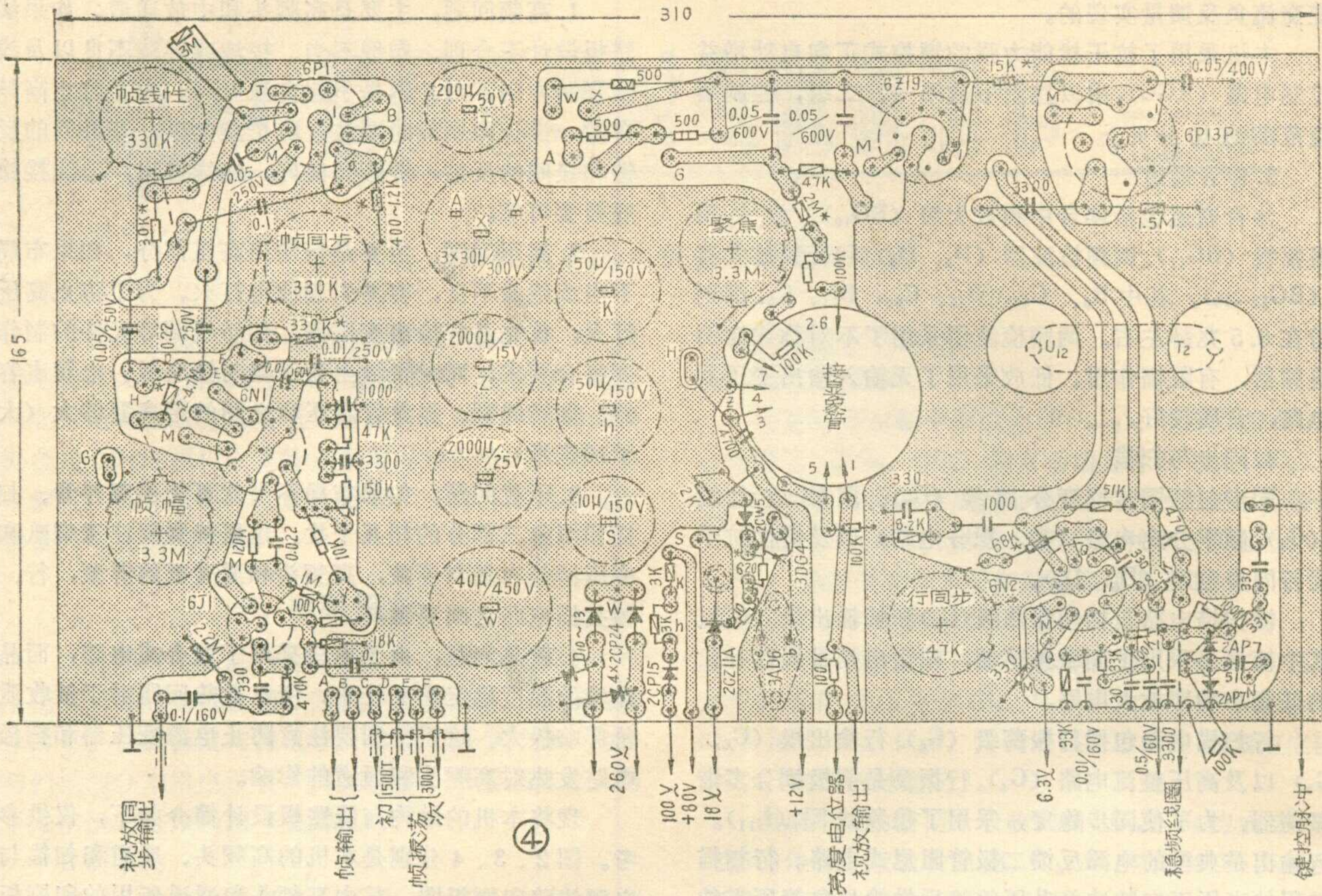
3. 干扰问题: 如果布局不当就可能引起伴音、扫描和图象三部分的相互干扰。这里特别要注意喇叭和变压器的布局与屏蔽,高频头和通道板的屏蔽,行、帧扫描电路之间要远离。

4. 散热问题: 由于本机采用了混合式电路,而晶体管的温度稳定性又较差,所以散热问题对于接收质量影响极大。这里特别要注意防止电源变压器和扫描电路发热对高频头和通道的影响。

现将本机的结构与线路板设计简介如下,仅供参考。图 2、3、4 分别是本机的高频头、通道和扫描与电源线路印刷板图。其中高频头和通道所用的印刷板高频特性要好 (例如玻璃纤维的印刷板)。电源与扫描部分也可用铁底板,布局可参考图 5,但要特别注意行输出变压器磁心与铁底板之间的绝缘。

图 5 是本机的结构与布局图。高频头、通道板及变压器都放在铁底板下,其间用铁板屏蔽,扫描与电源板用铁支架垂直固定在显象管的后面。将变压器屏





蔽在铁底板下可以削弱它的电磁干扰（它对同步与扫描电路、光栅的聚焦与畸变以及伴音等都有影响）。将扫描与电源印刷板固定在铁底板之上便于散热；同时行、帧扫描电路之间远离，并用电解电容器隔开，也可减少相互干扰。通道和高频头放在铁底板下，既有利于散热，也可防止各种干扰和高频自激。通道板离对比度电位器 W_2 、音量电位器 W_3 很近，高频头离天线插口和通道板上的中放输入点也很近，这些都有利于提高图象和伴音的质量。

三、线圈、变压器的制作

1. 电源、帧振荡和帧输出变压器的数据和工艺要求列于表 I。

如果没有表 I 中所列的铁心，也可用截面积相近的铁心代替，例如帧输出变压器可以用 25W 线间变压器或三灯机的灯丝变压器改绕，帧振荡变压器可用

表 I

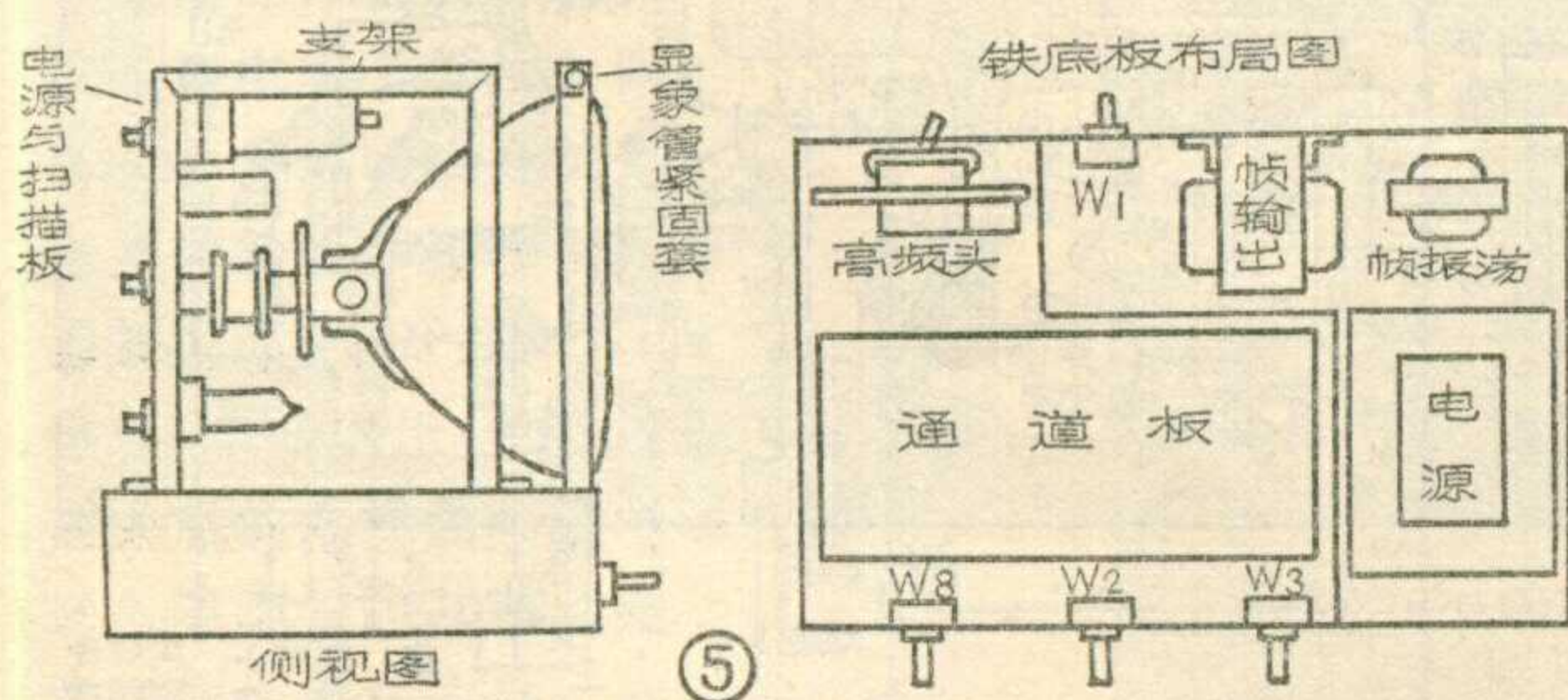
名称	编号	铁心	叠厚	截面积	线圈数据	说明
电源变压器	T_1	GEB-30 GIB-30	35mm	30×35 mm^2		① 多层平绕。 ② 绕制顺序为 1—9。 ③ 抽头 2 为电压过低时用。
帧振荡变压器	T_3	GEI-12	15mm	12×15 mm^2		① 做框架乱绕 ② 最好用高强度漆包线，多层平绕。
帧输出变压器	T_4	GEI-16	28mm	16×28 mm^2		

6p1 输出变压器改绕。绕制后铁心一定要插紧；通电测量各组交流电压，误差应在 $\pm 10\%$ 以内，不应有显著的温升和叫声。然后浸漆、烘干，用摇表测量绝缘强度。

2. 高放和本振线圈的数据和工艺要求列于表 II。

我们是用 $\phi 3.5$ 毫米的钻头作为绕制线圈的胎具，绕后脱胎。 L_2 和 L_3 之所以要反向绕制，目的是防止本振干扰。当所用晶体管参数不同时，线圈的圈数还可能要略加变动，这在高频道（彩色台）比较明显。另外， L_2 与 L_3 的耦合方式对于 1~5 频道采用一般耦合（ L_2 与 L_3 并排放置）；第 8 频道要采用紧耦合（ L_2 与 L_3 同轴紧靠或双线并绕），否则增益低。

3. 混频、图象中放、伴音中放和吸收回路线圈的



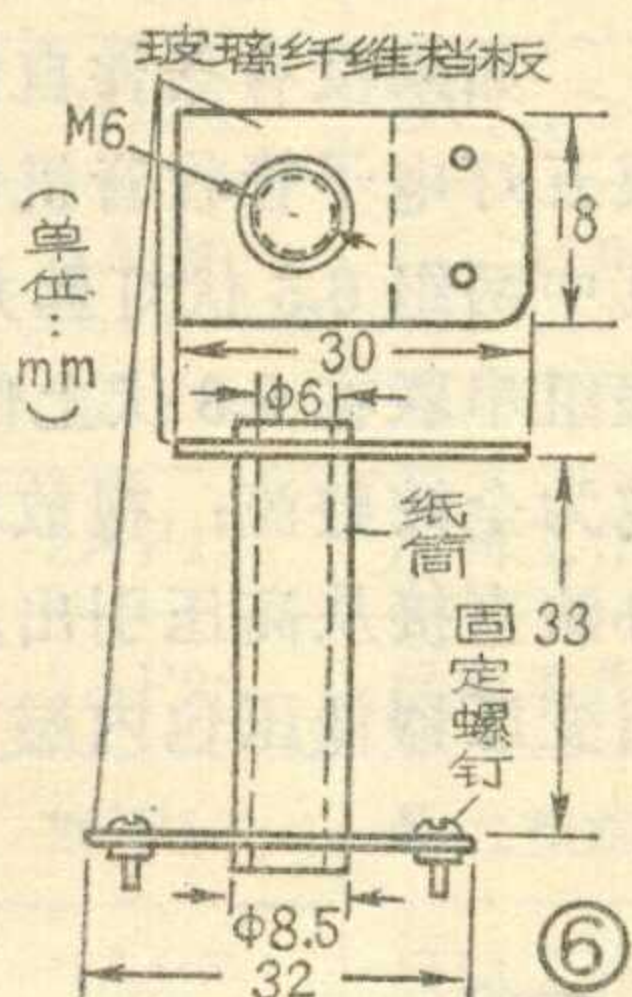
数据和工艺要求列于表 III。

这里全部是用晶体管收音机短振改绕的，其工艺可参照短振的绕制工艺。特别要注意防止磁帽与线圈相碰、屏蔽罩与线圈短路。另外绕制的方向、顺序和起始点必须注意，否则可能影响通道的频率特性和引起高频自激。

4. 视放、补偿线圈和其它高频电感线圈的数据和工艺要求列于表 IV。

5. 稳频线圈 L_{11}

骨架尺寸如图 6，采用 $M6 \times 12$ 的锰锌铁氧体磁心调谐，为了防止松动应加橡皮筋。用 $\phi 0.15$ 毫米的漆包线密排绕 3000 圈。内外层绝缘均用一层黄蜡绸。如没有这种骨架，也可用钢纸卷一个纸筒代替，调谐好后，用蜡封住。



6. 行输出变压器 T_2

(1) 磁心: MXD-2000、U-12、U形磁心。

(2) 骨架: 用电工穿线塑料管和玻璃纤维板自制。

尺寸如图 7。

(3) 高、低压包数据见图 8。

(4) 主要工艺要求:

① 高低压包均采用多层平绕，层间以 0.05 毫米聚酯薄膜一层绝缘（黄蜡绸和聚氯乙烯食品袋也勉强可用）。低压包绕线距档板大于 3 毫米。高压包绕线宽度小于 5 毫米。

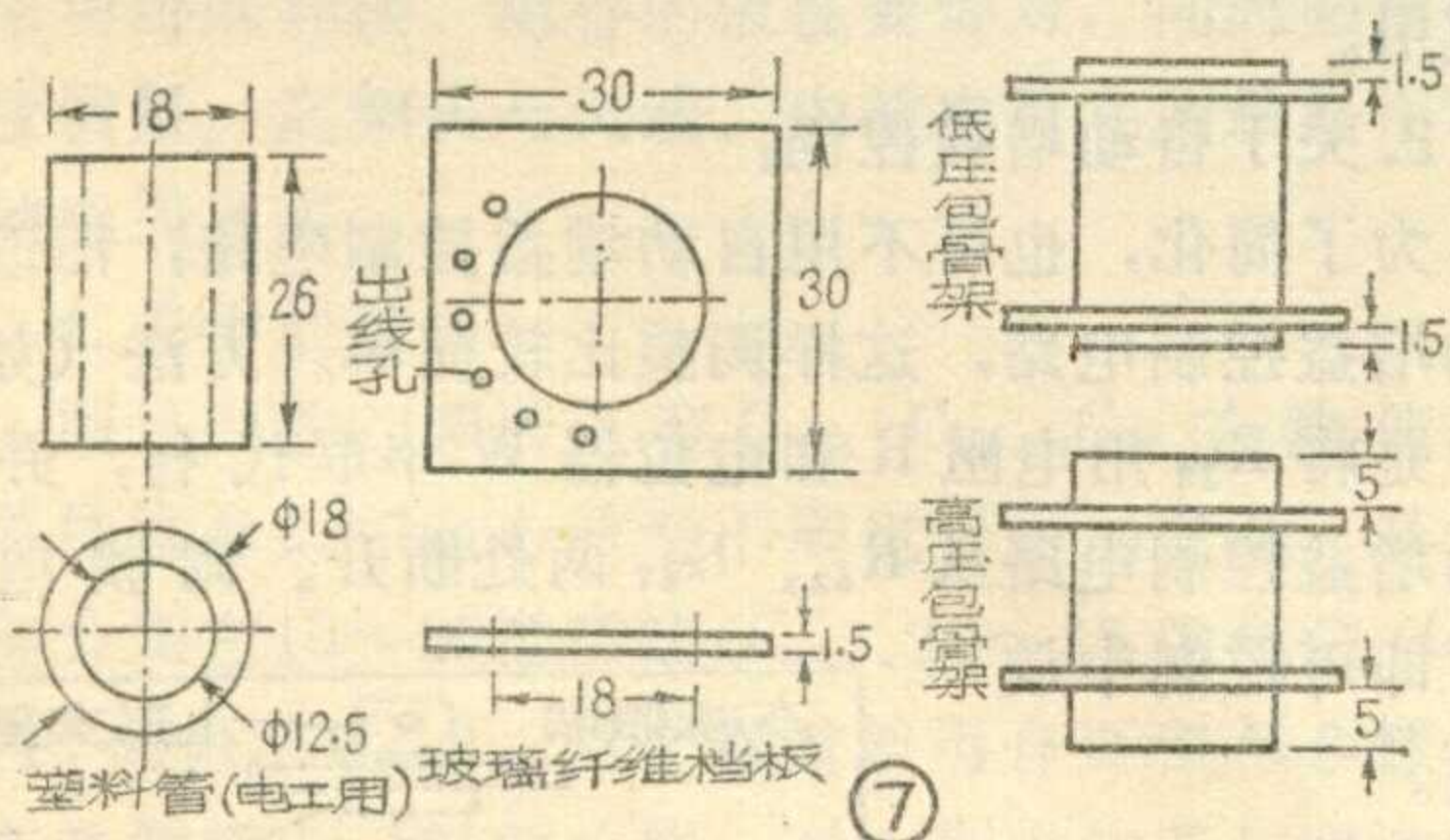


表 IV

名称	编号	骨架	圈数	宽度	漆线包径	绕法
高频退耦电感	L_5, L'_5	$\frac{1}{4}W$ 1M 碳膜电阻	30	8mm	0.1mm	平间绕
高频扼流圈	L_6	$\frac{1}{4}W$ 1M 碳膜电阻	100	8mm	0.1mm	乱绕
高频退耦电感	L_7	$\frac{1}{4}W$ 1M 碳膜电阻	100	8mm	0.15mm	乱绕
视频检波滤波电感	L_8	$\frac{1}{4}W$ 1M 碳膜电阻	100	8mm	0.1mm	乱绕
视放补偿线圈	L_9	$\frac{1}{4}W$ 1M 碳膜电阻	140	8mm	0.1mm	乱绕
视放补偿线圈	L_{10}	$\frac{1}{4}W$ 1M 碳膜电阻	250	8mm	0.1mm	乱绕

表 II

线圈名称	编号	频道						说明
		1	2	3	4	5	8	
天线输入回路线圈	L_{11}	10	10	8	8	6	1.5	①以直径 3.5 毫米圆棒为胎，用直径 0.51 毫米漆包线密排绕制后脱胎。 ② L_3 逆时针方向绕，其余顺时针方向绕。
$L_1 = L_{11} + L_{12}$	L_{12}	33	22	21	14	11	3.5	
高放负载线圈	L_2	44	34	28	21	17	2.5	
混频输入回路线圈	L_3	43	34	28	21	18	3.5	
本机振荡线圈	L_4	16	13	11	10	9	3	

表 III

名称	编号	接线图	绕制顺序	圈数	说明
混频线圈	B_1		3→5 1→2	9 3	①用晶体管收音机短波振荡线圈改 ②导线用 $\phi 0.15$ 毫米漆包线 ③顶视顺时针密排绕 ④必须注意绕制顺序和起始点，表中所列顺序是按图 2、3 线路板设计的 ⑤绕好后最好用高频胶封住，磁帽须用橡皮筋紧固 ⑥鉴频线圈 2×9 组采用双线并绕始末端相接
27.75 兆赫吸收回路	B_2		1→2	7.5	
35.75 兆赫吸收回路	B_3		2→1	8	
第一级图象中放线圈	B_4		3→5 5→4 1→2	2 5 2.5	
第二级图象中放线圈	B_5		3→5 5→4 2→1	2 7 2	
第三级图象中放线圈	B_6		3→5 5→4 2→1	2 6 8	
隔离级伴音中放线圈	B_7		2→4 4→1 5→3	7 9 4	
6.5 兆赫吸收回路	B_8		2→1	23	
第一级伴音中放线圈	B_9		2→1 3→5 5→4	4 7 9	
第二级伴音中放线圈	B_{10}		2→1 3→5 5→4	4 8 12	
鉴频线圈	B_{11}		1→2 5→3 3→4	1 2×9	

② 绕制顺序: 1→8, 9→10。低压包外层引线 8 与高压包内层引线 9 相连，切勿相反。

③ 磁心、高压整流管及引线焊接点间的相对位置必须十分注意，防止产生高压打火。图 9 和图 10 分别给出了本机行输出变压器上盖板和高压整流管支架的尺寸。

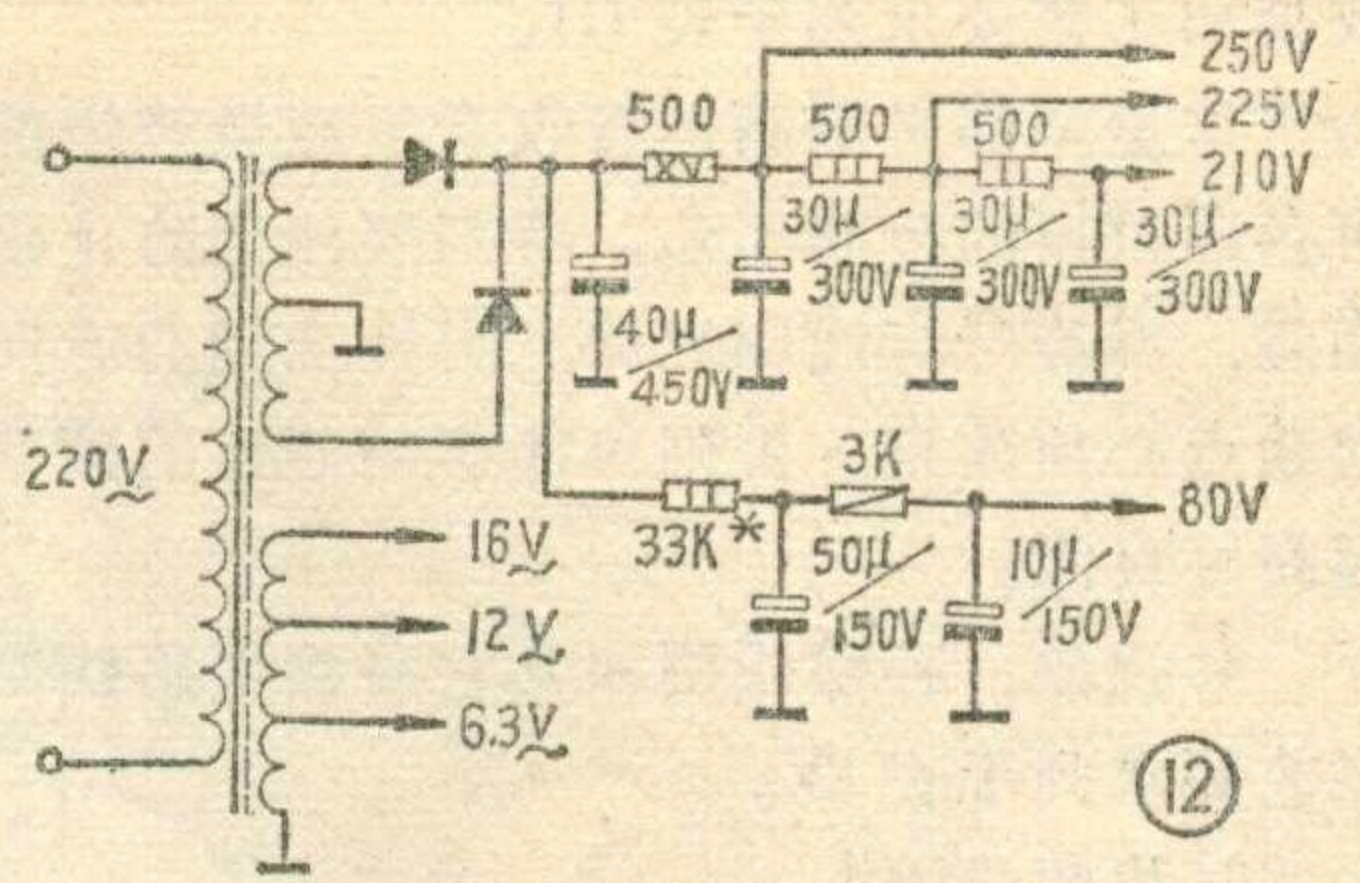
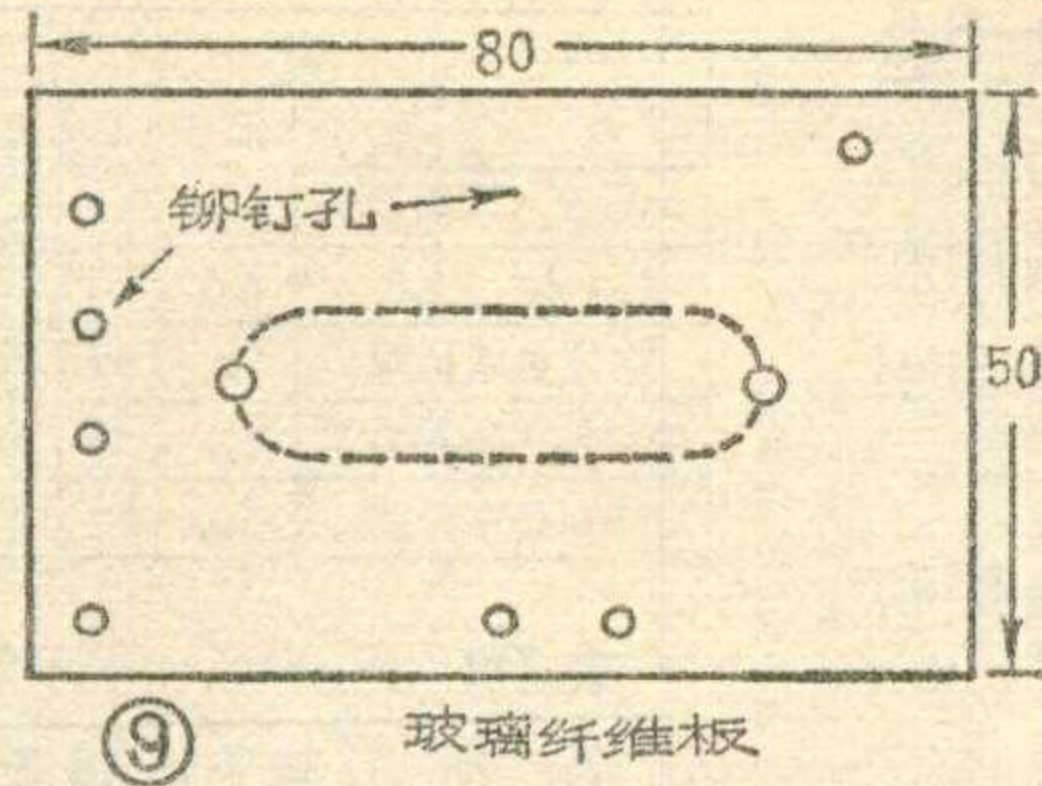
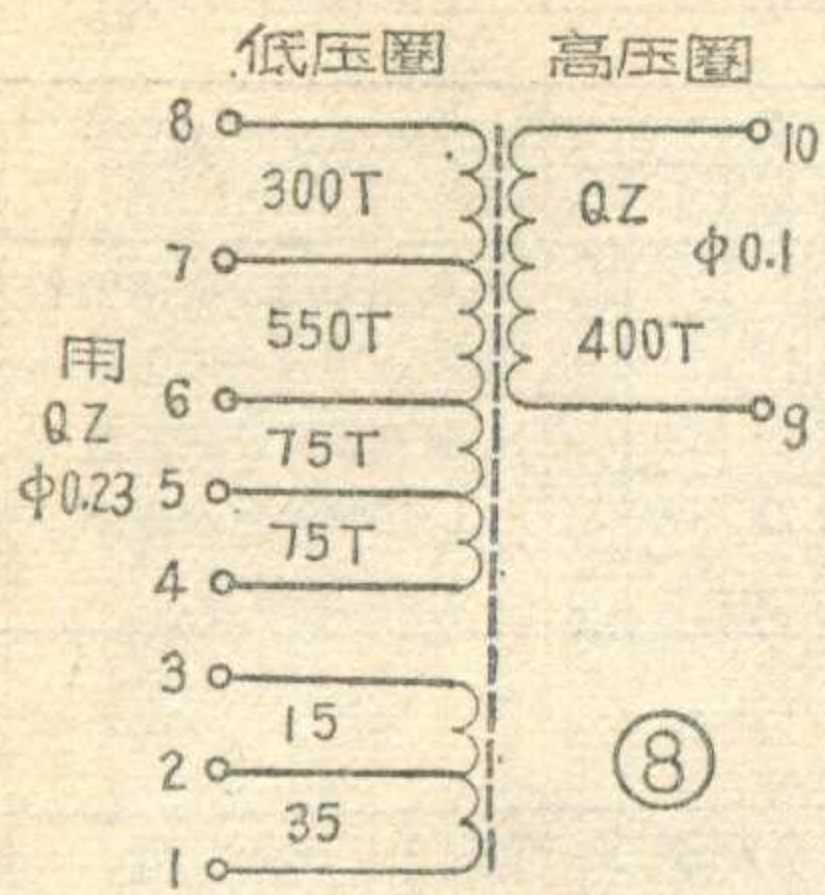
7. 偏转线圈

(1) 帧偏转线圈 L_{13}

① 磁心: MXO-2000 喇叭形铁氧体偏转磁心。

② 数据: 用 $\phi 0.25$ 毫米的漆包线在每个半环上各绕 500 圈。

③ 绕法: 将磁环电割开后，在



每个半环上，裹上一层 0.05×5 黄蜡绸带，再用漆包线分层密排绕成梯形橄榄状线包。第一层绕 $80 \sim 85$ 匝，以后每层减少 7 匝，约共绕 $8 \sim 9$ 层。绕完后，在外面再裹一层黄蜡绸带。两只帧偏转线圈的绕向相同，其始端与始端相接作为中点。

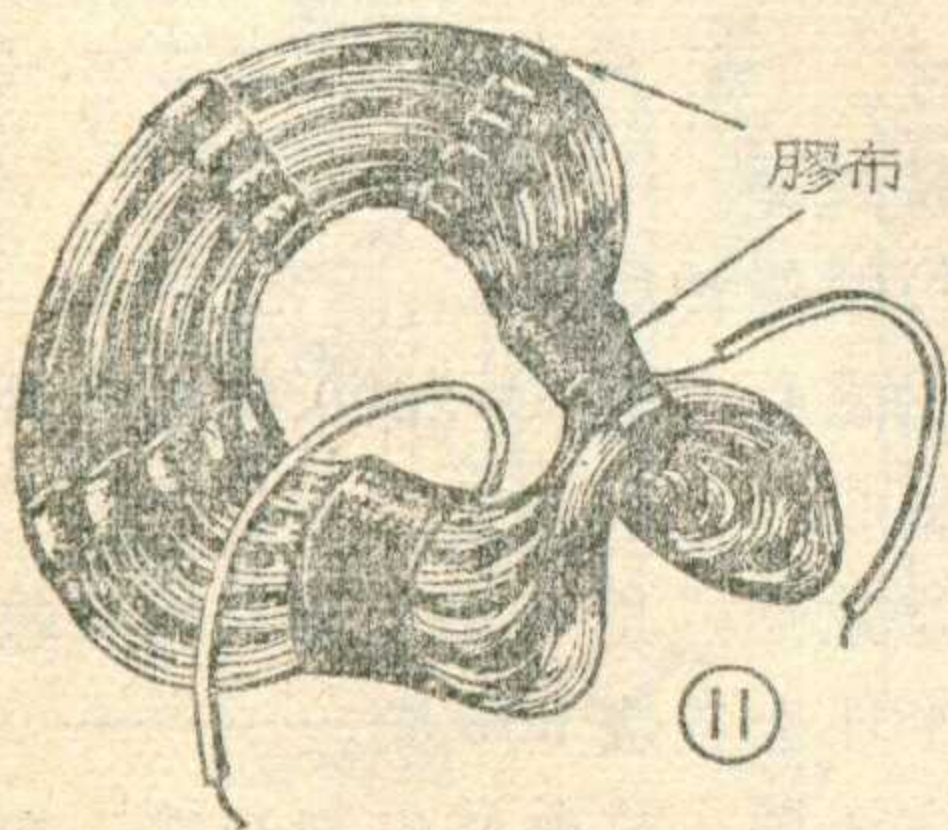
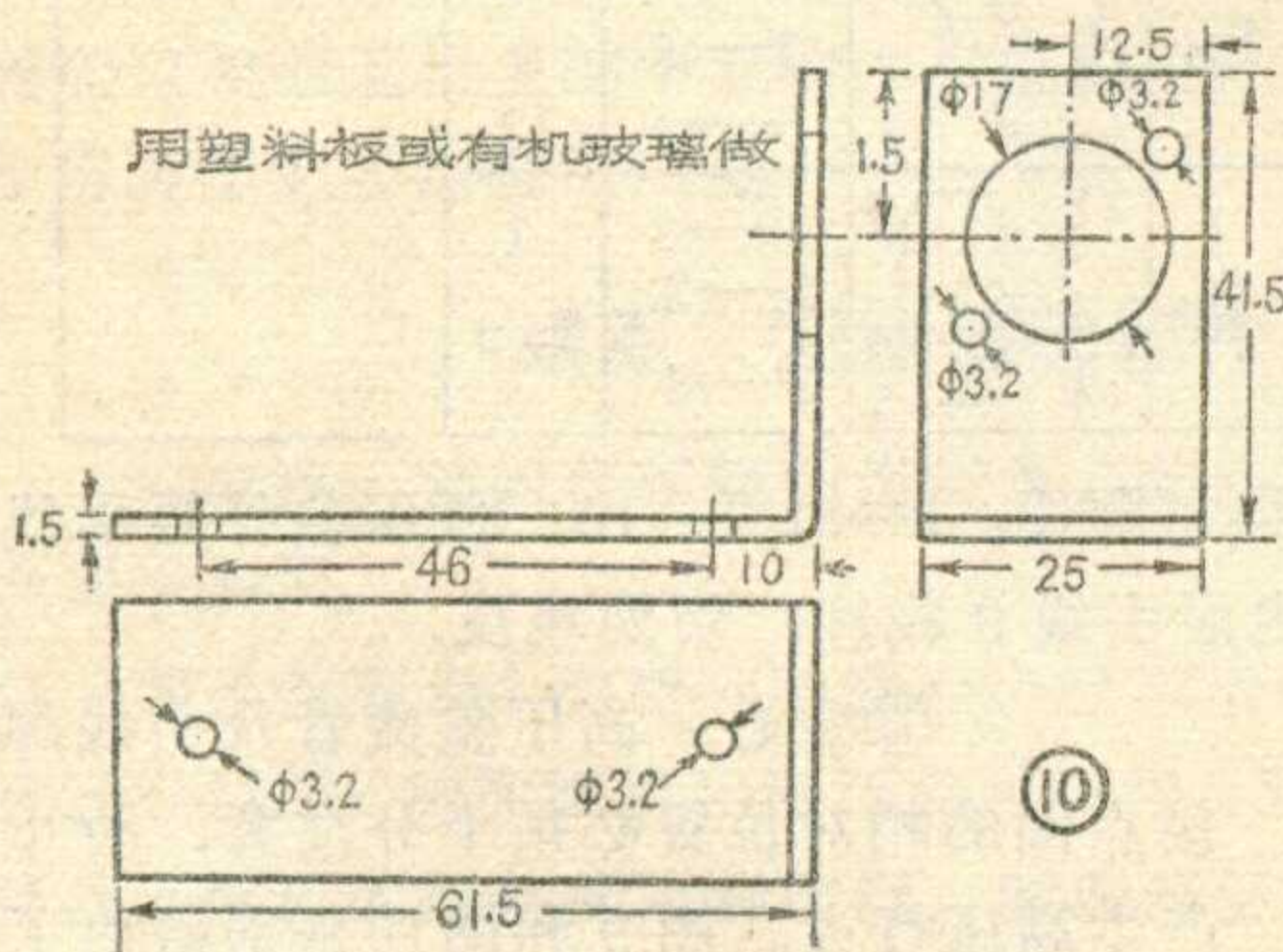
(2) 行偏转线圈 L_{12} 为 90° 偏转角的马鞍形线圈 (参阅本刊上期刊登“偏转系统”一文)。

①数据：用 QZ $\phi 0.35$ 毫米漆包线，每只线圈绕 160 匝，绕 2 只。

②绕法：一般是用马鞍形偏转线圈模具绕制。两只行偏转线圈也同向绕，但末端与末端相接作为中点 (这样连接不易产生高压打火)。如无模具，也可以自制模板，土法绕制，从内往外分五层，每层的圈数分别是：7、21、35、45、52。绕完后，将模板从绕线机上取下，平放在桌面上，先把上面一块模板打开 (注意此时不要拔下大头针)，用胶布条逐层分段将每把线匝绑扎固定，以免松散。然后从模板上取下线圈，细致地进行整形，整形后的行偏转线圈形状如图 11。

(3) 组装

①在行偏转线圈外包一层厚度为 0.05 毫米的聚酯薄膜 (黄蜡绸也可)，使两只行偏转线圈隔开，并与帧偏转线圈和磁环之间也隔开。



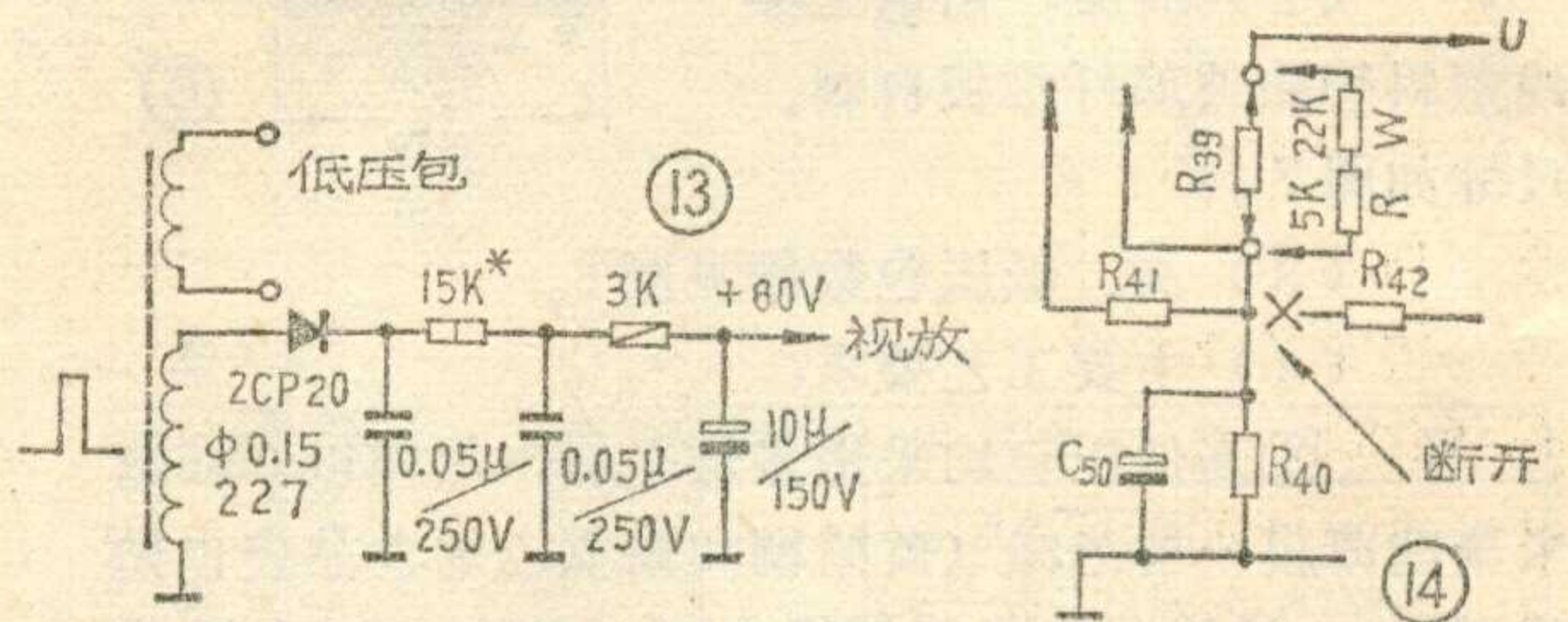
②偏转磁环用铜片做的圆环紧固，使两半环之间不能有间隙，否则会降低偏转效率。

③引线必须加套管，并不许相碰。然后，分别焊在接线架上。

四、制作中的几个问题

1. 关于电源：

如果没有条件自制电源变压器，也可用两个四灯或五灯电子管收音机电源代替，其电路如图 12 所示。其中两组 6.3 伏灯丝并联运行；16.3 伏由剩余的灯丝绕组串联在 6.3 伏上供给；+250 伏高压由桥式整流改为全波整流；视放输出级供电电压采用电阻降压的办法直接从高压引出。也可以如图 13 所示，在行输出变压器低压包内层加绕一组线圈 (用 QZ $\phi 0.15$ 毫



米漆包线绕 22 圈)，引出行逆程正脉冲加以整流滤波后使用。

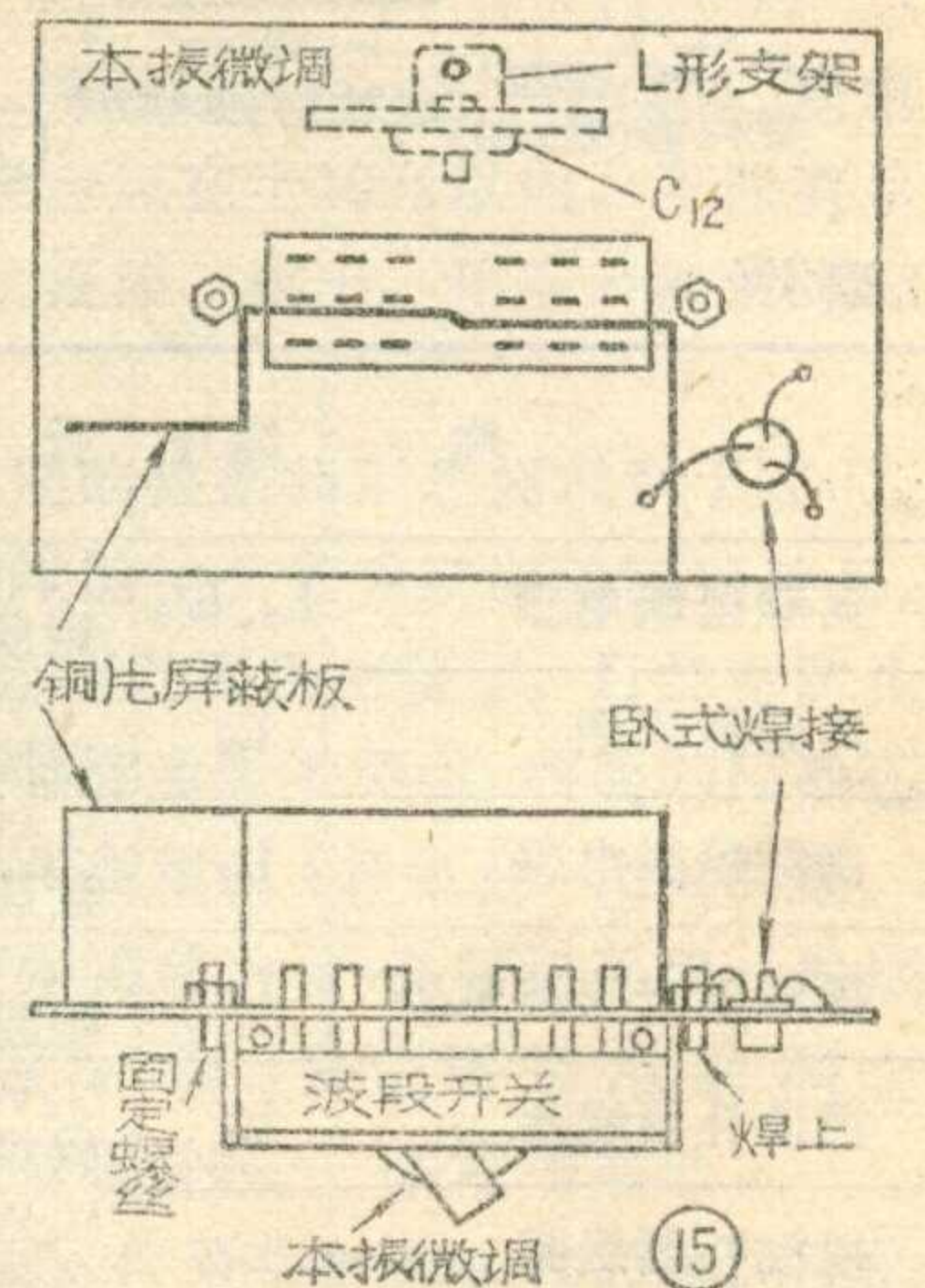
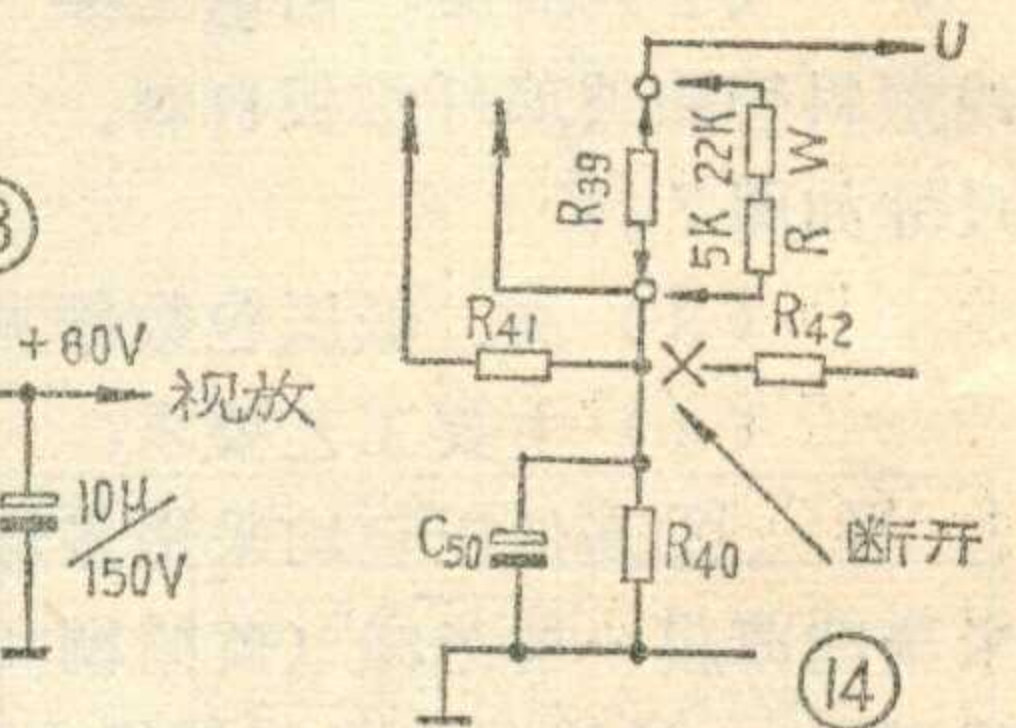
2. 关于自动增益控制：

为了简化，也可不用自动增益控制电路，而改为手动增益控制电路，这样调整比较简单。方法 (如图 14) 是将 R_{39} 用电阻 R 和电位器 W 串联代替，并把自动增益控制电路从 R_{42} 、 R_{47} 两处断开。调整电位器 W 即可控制中放增益。

3. 关于高频头：

高频头的结构请参看图 2 和图 15。

这里频道转换开关与高频头印刷板之间是用 M3 螺钉固定的，方法是用薄铁片自制一个卡子，或者直接将螺钉焊在波段开关



两侧。本振微调电容 C_{12} 用的是晶体管收音机的短波微调电容，要自制一 L 形支架，用 M3 螺钉固定在印刷板上。输入回路与高放、本振线圈之间要用薄铜片隔离屏蔽。请注意，波段开关的各刀焊接点穿过印刷板中部的矩形孔，露在铜箔板的一侧，各组空心线圈和连结导线（虚线所示）都在带铜箔的这一面。

为了防止高频自激，地线要用粗铜线使高频头的地

线与铁底板良好接触；元件的焊接腿要尽量短，三极管采用卧式焊接，电容的极性要焊对，同时必须保证焊接质量。高频头与天线、中放电路之间最好用 75 欧同轴电缆连接。

4. 关于通道板

图象中放的调谐电容 C_{25} 、 C_{29} 、 C_{36} 的数值，因为晶体管参数和磁心质量不同也要略加变动，其调整范围分别在 15~25 微微法 (C_{25})、10~15 微微法 (C_{29})、5~10 微微法 (C_{36})。整个通道板用合页和 M3 螺钉固定在铁底板上，以便检修。对比度电位器与通道板之间最好用同轴电缆连接；视放输出至显象管阴极的连线不可用屏蔽线，并且要单独走线，不能捆扎，以免造成视频信号的高频衰减。

5. 关于元件的选择

在实际制作过程中，若碰到电路中的元件一时买不到，有哪些代用的办法呢？对这个问题我们大略地

表 V

编号	型号	主要性能要求	代用管
BG ₁	3DG11F	$f_T > 700\text{MHz}$ $\beta > 30$	3DG15, 44, 2G210
BG _{2,3}	3DG11C	$f_T > 300\text{MHz}$ $\beta > 60$	3DG4, 3DG11A, B, 3DG15
BG _{4,5,6}	3DG11C	$f_T > 150\text{MHz}$ $\beta > 60$	3DG4, 6, 3DK3
BG _{7,8,10,11}	3AG1D	$f_T > 40\text{MHz}$ $\beta > 60$	3AG14, 24, 25, 88
BG ₉	3DK4B	$BV_{ceo} > 60\text{V}$, $P_{cm} > 500\text{mw}$, $\beta > 20$	3DG405, 12B, 27
BG _{12,13}	3AX31B	$BV_{ceo} > 10\text{V}$ $\beta > 80$	普通低频锗管
BG _{15,16}	3AX81	$BV_{ceo} > 10\text{V}$ $\beta > 80$	
BG _{14,18}	3DG4	$BV_{ceo} > 12\text{V}$ $\beta > 80$	普通高频硅管
BG ₁₇	3AD6	$I_{cm} > 500\text{ma}$, $P_{cm} > 1\text{w}$	普通低频大功率锗管
D _{1,4,5,6}	2AP9	最高工作频率 $> 100\text{MHz}$	2AP1-10
D ₂	2AP12	反向工作电压 $\geq 10\text{V}$	2AP11
D ₃	2AP28	反向工作电压 $\geq 100\text{V}$	2AP26
D ₇	2CP10	最大整流电流 $\sim 100\text{ma}$	2CP10-20
D _{8,9}	2AP7	反向工作电压 $> 100\text{V}$	2AP6, 2AP26, 27, 28
D ₁₀₋₁₃	2CP24	反向工作电压 $> 400\text{V}$ 最大整流电流 $> 150\text{ma}$	2CP4
D ₁₄	2CP15	反向工作电压 $> 200\text{V}$	2CP14-20
D ₁₅	2CZ11A	反向工作电压 $> 50\text{V}$ 最大整流电流 $> 300\text{ma}$	2CP1, 2CP21

注：因为接收频道不同，对高频头晶体管的要求也不同。如只收低频道，则 3DG4 即可。

指出一些原则，供大家参考。

图中所标电阻和电位器的阻值一般都不必很准，但也不可偏差太大，瓦数一定要够。电容所标的耐压一定要够（例如旁路电容 0.047 微法用得很多，原则上由 1000 微微法—0.047 微法都可以），而调谐回路和振荡回路中决定频率的电容数值则要求较准（例如高频头、图象中放和行、帧扫描振荡器中的某些电容），高频头和图象中放所用的电容还应注意它的频率特性。

二极管、三极管的反压一定要够，特别是视放管 (BG₉) 的 BV_{ceo} 要大于 60 伏，否则容易击穿； β 和 f_T 要够，否则增益不足，特别是高放管 BG₁ 的 f_T 最好大于 700 兆赫，否则高频道的灵敏度就不够。图 1 中所用的晶体管都可用特性相近的晶体管代替。晶体管的代用列于表 V，供参考。关于本机调整，将在本刊下期介绍。

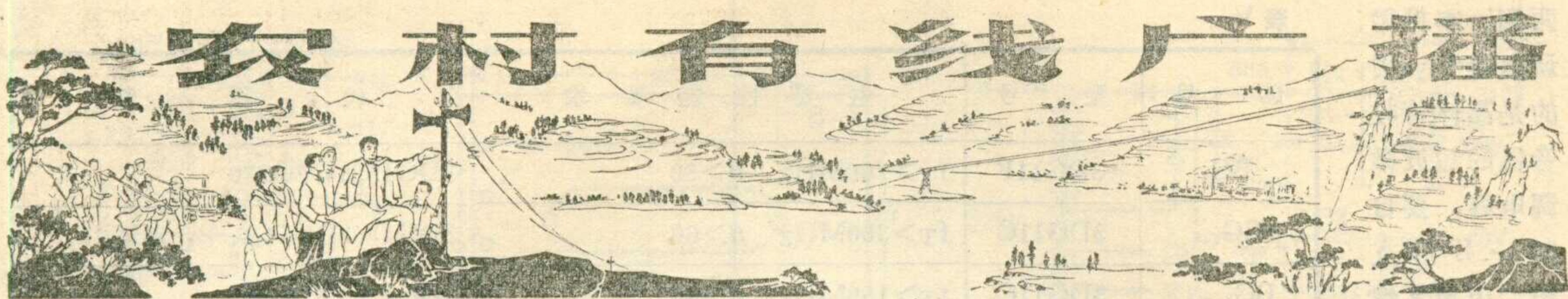
（上接第 25 页）

插座制作者可自行设计，我是选用一个微型电子管插座代用的。

多用电表使用后， S_1 应放在

AVO（即万用表）位置上， S_2 应放在测 I_{cbo} 位置上，千万不要放在测 β 的位置上，因为虽然拔掉了所测试的三极管，但流过表头的反向

电流仍然存在，白白浪费电池。 R_{15} 、 R_{16} 用后也要放在阻值最大的位置，否则下一次测试较大 β 的三极管时，会因 I_c 太大而击坏表头。



压电扬声器

无锡无线电元件二厂

在无产阶级文化大革命的推动下，我国广大农村的有线广播得到了很大的发展。现在差不多家家户户都装上了广播扬声器（或叫喇叭），其中压电式扬声器占有相当大的数量。压电式扬声器制造简易、原料充足，能节省大量有色、黑色金属，比较便宜，因此在普及农村有线广播工作中起着较大的作用。为了更好地使用和维护好这些扬声器，我们把它的原理、结构、性能，以及使用维修等常识作一介绍，供参考。

一、工作原理

扬声器的种类很多，有动圈式、舌簧式、压电式等。常用的动圈式和舌簧式扬声器，它们主要是利用音频电流通过线圈而产生交变磁场，这个交变磁场与一固定方向的磁场产生引斥作用，使得音圈或舌簧作相应的振动，并由它来驱动纸盆把声音辐射出去。压电扬声器是利用压电材料的压电效应直接把音频信号转变成机械振动，并通过一定的形式辐射出去。

所谓“压电效应”就是指压电材料受到外力作用时会产生与外力成正比的电效应（充电或放电）；或者对压电材料加上电压后便会产生与外加电压成正比的形变效应（伸长或缩短）。前者称为“正压电效应”，后者称为“逆压电效应”。具有压电效应的物质称为压电材料。压电材料的种类很多，应用也很广泛。现在常用的压电材料主要是一

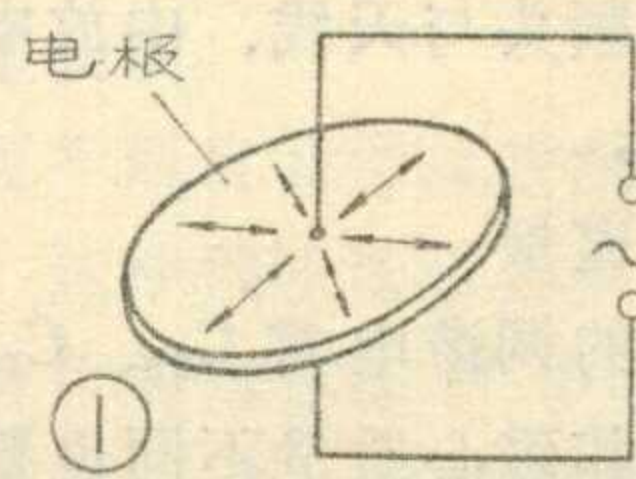
些无机的硬质单晶体或多晶体材料，如石英、酒石酸钾钠，以及象钛酸钡、钛酸铅、锆钛酸铅等陶瓷材料。对于压电材料压电性能的大小，主要是以压电常数（ d ）和机电耦合系数（ k ）这两个参数来表示，而其中常用的、比较能综合反映压电材料性能的是机电耦合系数，它能反映压电材料的机——电换能的效率，它被定义为：

$$k^2 = \frac{\text{由正压电效应转换的电能}}{\text{输入机械能}} = \frac{\text{由逆压电效应转换的机械能}}{\text{输入电能}}$$

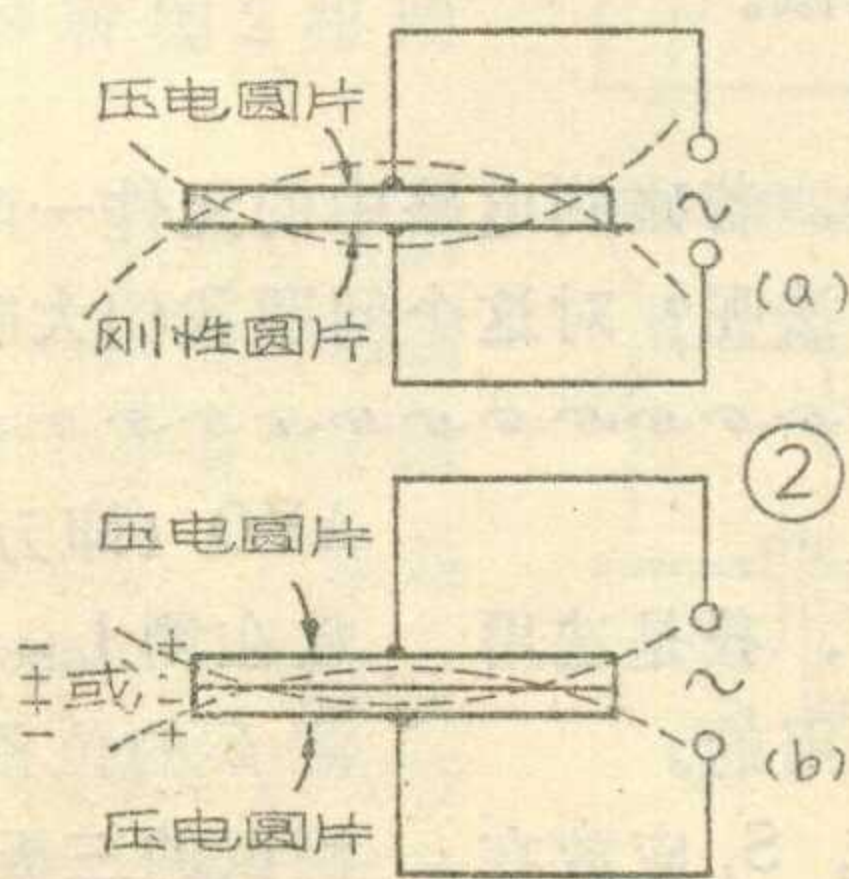
压电扬声器是利用压电材料的逆压电效应。由上式可以看出，为了提高扬声器的效率，希望采用机电耦合系数比较高的压电材料。酒石酸钾钠的机电耦合系数很高，过去曾用它来制作过扬声器，称作“晶体扬声器”，但它具有强的吸湿性，并与温度有很大关系，现在已不采用它了。锆钛酸铅是压电陶瓷材料，它具有较高的机电耦合系数和较好的其他性能（如介质性能、弹性性能、老化性能等等），把它泡在水中也不会潮解，因而这种材料目前被广泛地用来制作压电扬声器等电声器件。

我们把压电陶瓷材料做成薄的圆片，在它的两面烧渗上一层很薄的银层作为电极，经过直流高压极化后立即呈现压电效

应。象锆钛酸铅这样的压电材料是一个多晶体，它由许多微小的晶粒无规则地排列所组成；每一个晶粒又是由许多按一定规则排列的“晶胞”组成。由于晶胞内钛离子等位移的结果，会使晶胞出现极化，我们称它为自发极化。在晶体中对于每一个自发极化方向一致的小区域我们称它为一个“电畴”。当对压电材料进行高压极化时，会使自发极化方向与外加电场方向一致的“电畴”发展长大，而方向不一致的电畴会减少消失。这样所有电畴就会基本上按一定方向排列，因而材料才会具有压电特性。我们把交流电压（音频电压）加在这样的圆片的两个电极上（如图1），圆片就会在它的直径方向产生伸缩振动，其振动频率和外加电压的频率相同。



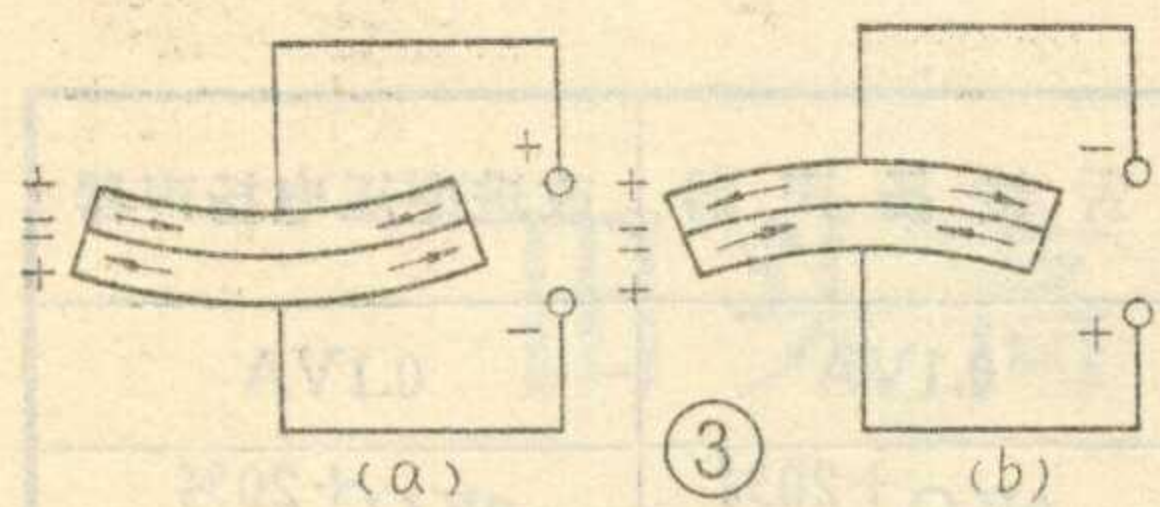
当把这个圆片粘结在一块刚性的薄圆片（例如铁片、铜片或某些非金属的薄片）上；或者由两片这样的圆片按其电畴相反的方向粘结在一起，再在它两面加上交流电压，就会变径向振动为圆片的弯曲振动（图2a、b）。象这样采用一片压电片加刚性圆片或者两片压电片的振动元件叫作双形振动元件（振子）。



现在我们将以图2b的振子来说明产

生的声音。图2b的振子由两片压电片组成，当加上交流电压时，两片压电片会产生相反的形变，从而使刚性圆片发生弯曲振动，产生声音。

现在我们将以图2b的振子来说明产

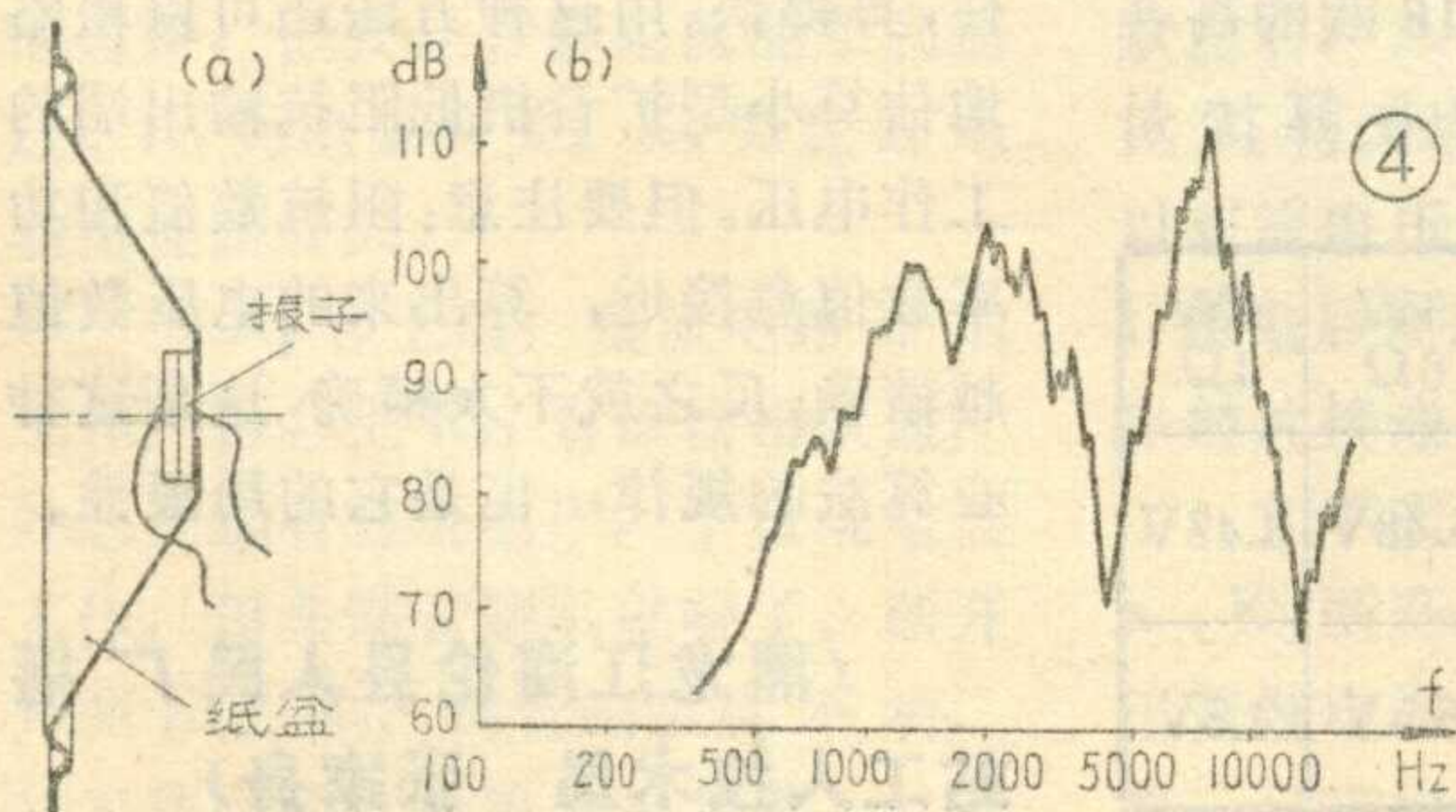


生弯曲振动的过程。当外加交流电压的瞬间，例如图 3a 的状态时，上面的一片压电片沿径向收缩；下面的一片压电片沿径向伸长，就使得整个圆片向上弯曲。如果外加电压的方向相反，它就向下弯曲，如图 3b 所示。这样，交流电压过一个周期，圆片就作上下一次振动。这种圆片也和其他材料的圆片一样，有它的固有振动频率，即谐振频率。在谐振时它的振幅最大。谐振频率的高低和圆片半径的平方成反比；和圆片的厚度成正比；此外还和圆片的材料、固定形式有关。如果把这种振动通过一定的形式辐射出去（例如传递给纸盆），即构成了一只压电扬声器。

压电扬声器由于其驱动部分采用了压电振子，因而它对交流电来讲是呈容性阻抗的（直流不通），其大小主要由压电片的电容量来决定。很显然，采用二片压电片的振子因其电容接成串连，阻抗要比采用一片的高。

二、几种压电扬声器

常用的压电陶瓷圆片，其直径为 38 毫米，厚度为 0.2~0.4 毫米，两面为白色的银层，性质较脆，和玻璃及日用瓷类似。目前使用的压电扬声器，由于外形和振动元件及

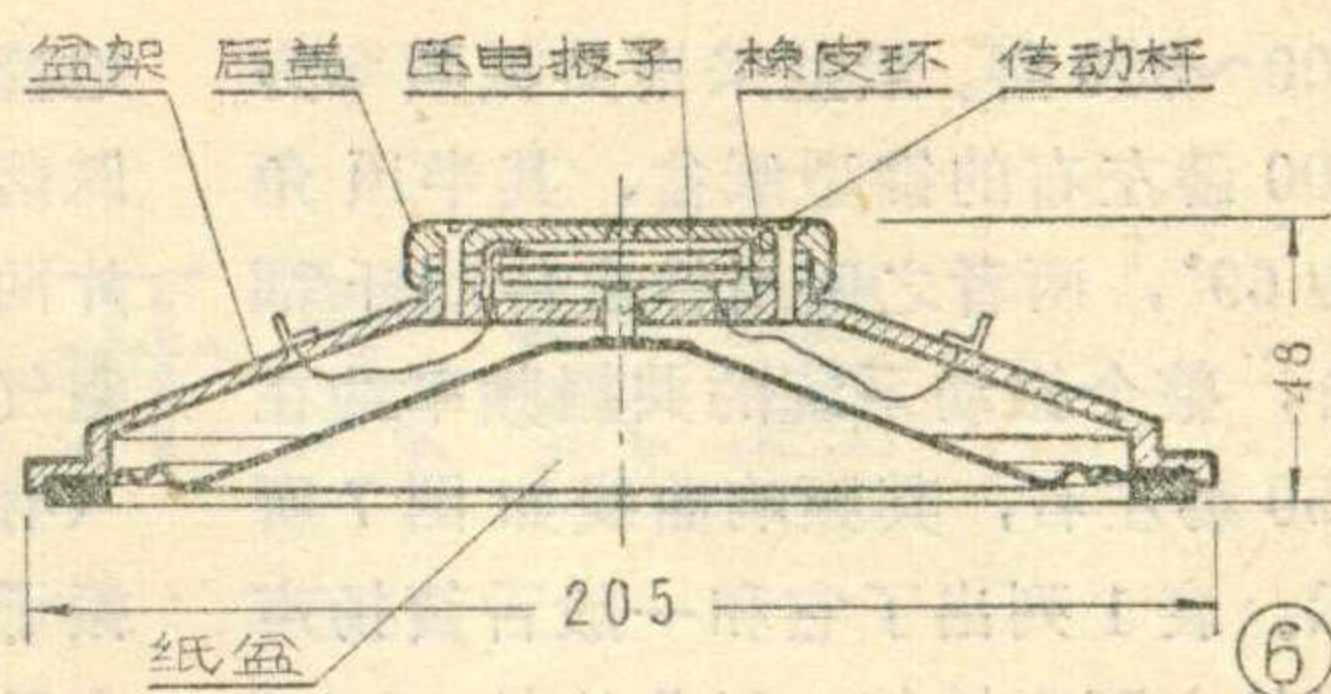


振动方式的不同而有多种，但振动方式均为圆片的弯曲振动。

1. 自由式压电扬声器：这种扬声器的结构很简单，如图 4a 所示。由于压电振子基本上处于悬空的自由状态下振动，因而被称作“自由式”。这种扬声器的有效频率范围一般要从 500 赫以上才开始，不均匀度也较大（在 30 分贝以上），谐波失真系数也大于 20%，其频响曲线见图 4b。这种扬声器的振子有单片及双片的两种。单片的阻抗一般在 4.5 千欧左右；双片的阻抗一般在 8 千欧左右。由于这种扬声器制作简单、价格便宜、音量较大，以前曾广泛地用在有线广播网中，但由于它的声

音太尖，并较易损坏，加以阻抗的一致性差，现在已逐步被其他压电扬声器所取代。

2. 中心固定式压电扬声器：结构如图 5a 所示，在振子中心开一小孔，再用螺钉把它固定在盆架上。这样做后，振子的共振频率要低一些，并且不均匀度及谐波失真都有所改善。它的有效频率范围一般从 400 赫左右开始（图 5b），听起来低音要好一些，灵敏度仍较高。但由于在振子上开了一个小孔，并且是用螺钉直接固定的，往往会由于声音过大而把压电片振裂。因此，在运输、保管和使用中要避免跌落、撞击和过载。这种扬声器的振子也有单片

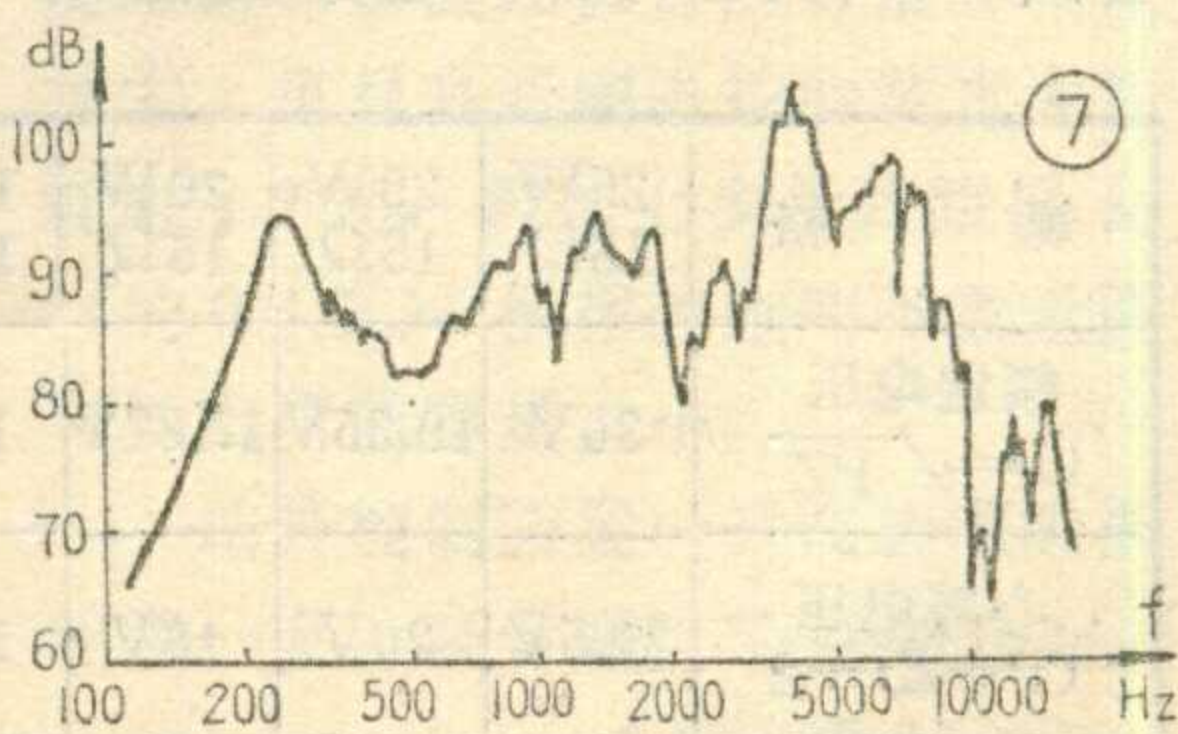


和双片两种，其阻抗分别和自由式的相当。

3. 边界固定式压电扬声器：这是针对上述两种扬声器的一些缺点，在结构上作了些改进而制成的新品种。它的各项电声性能指标已基本达到或超过同尺寸的舌簧扬声器，是适合有线广播使用的较好的压电扬声器。它的结构如图 6 所示，是一种边界固定的双形振动元件，并在两压电圆片中间加进了刚性圆片；在边界用橡皮环固定在盆架和后盖之间；振动能量自圆片的中心引出。这样，振子的共振频率可以做得更低，并且它的共振频率及振幅特性不完全依赖于压电片本身，而可以主要地由刚性圆片来决定。我们就可以在保证振子具有一定的交流阻抗的条件下（如选定一种合适的压电片尺寸），通过改变刚性圆片的材料、尺寸，以及它和压电片尺寸的比例，加上边界固定的作用（半固定、全固定）等等方法来对它的共振频率及振幅特性作比较合适的调整。例如有一种改进型压电扬声器，它的振子采用两片直径为 38 毫米、厚度为 0.25 毫米的压电陶瓷圆片，把它粘结在厚度为 0.1 毫米的磷铜片两面，边界用中软的橡皮环固定在盆架底部直径为 42 毫米的圆孔上，其共振频率约在

⑤

一种合适的压电片尺寸），通过改变刚性圆片的材料、尺寸，以及它和压电片尺寸的比例，加上边界固定的作用（半固定、全固定）等等方法来对它的共振频率及振幅特性作比较合适的调整。例如有一种改进型压电扬声器，它的振子采用两片直径为 38 毫米、厚度为 0.25 毫米的压电陶瓷圆片，把它粘结在厚度为 0.1 毫米的磷铜片两面，边界用中软的橡皮环固定在盆架底部直径为 42 毫米的圆孔上，其共振频率约在



800~850 赫。纸盆采用共振频率为 100 赫左右的锥型纸盆，其半顶角为 69°，两者之间用橡皮传动杆耦合，整个振动系统的共振频率约在 250 赫左右，其频响曲线如图 7 所示。表 1 列出了它和一般舌簧扬声器的主要电性能，以作比较。

4. 其他形式的压电扬声器：上面介绍的都是圆片弯曲振动形式的压电扬声器。此外还有椭圆形振子、长条形振子、菱形振子、方形振子等等形式的压电扬声器，它们的基本原理相同，有些在性能上更有所改善。还有一种采用柔性压电材料制成的压电扬声器，柔性压电材料不象压电陶瓷那样脆，可以制成软的薄膜状，它既是机电换能系统，也是放声系统，因而结构更简单、重量更轻、占据空间也很少、低频响应有很大的改进，是一种新颖的压电扬声器。

三、压电扬声器的使用和维护

压电扬声器的性能和舌簧扬声器相类似，使用中的注意事项基本相同。但由于压电陶瓷圆片很薄且质地较脆，容易碎裂，因而在运输、保管、使用中应尽量避免剧烈

地撞击、敲打和跌落。另外，压电片两面的银层在空气中容易氧化

(有些扬声器的振子在制作过程中已在银层表面涂上一层清漆，防止氧化)，因而需要把扬声器安装在通风干燥的地方。在有条件的

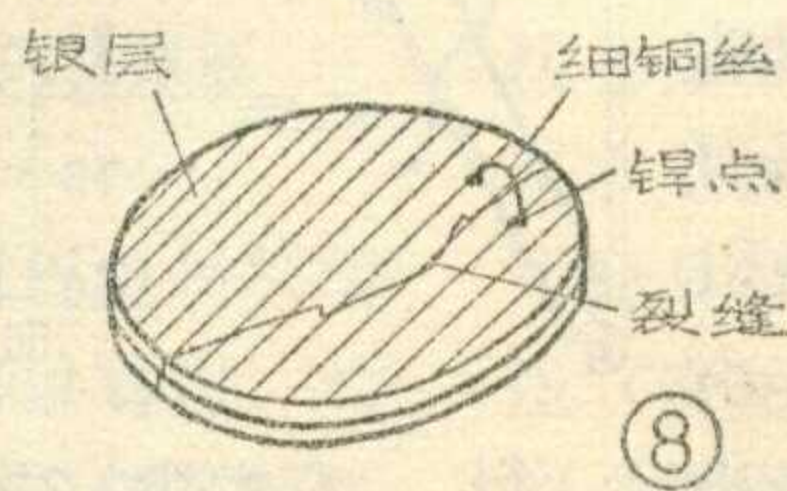
情况下最好安装在扬声器的木匣中(不带盆架的自由式压电扬声器更应如此)，这样声音也好听一些。

有些压电扬声器的接线是直接焊接在压电片的银层上的(如自由式)。由于银层与陶瓷体之间的附着力有限，在使用时不要用力拉接线，更不能靠接线来支持扬声器，以免造成接线由陶瓷片上脱落而不响。在扬声器接入线路时应串接一只 1~2 千欧的保安电阻(实践证明接上电阻后对扬声器的音量影响不大)，以防止扬声器短路时对广播线路的影响。此外，在雷电较多的地区，应接入避雷装置。

表 1

项 目	舌簧扬声器	改进型压电扬声器
标称功率	0.1VA	0.1VA
标称阻抗 (1000Hz)	$9K\Omega^{+20\%}$ -10%	$9K\Omega^{+20\%}$ -10%
频率范围	350~3000Hz	300~4000Hz
不均匀度	$\leq 20dB$	$\leq 20dB$
平均声压	$\geq 3\mu bar$ (微巴)	$\geq 3\mu bar$ (微巴)
谐波系数	$\leq 12\%$	$\leq 15\%$

压电扬声器在使用过程中可能会出现引线脱落、压电片碎裂、振动元件脱胶等故障。在一般情况下这些故障是能够修复的。当引线不慎脱落时，只要压电片上的银层没有严重氧化变质，可以将引线换个地方重新焊上使用。焊接时烙铁功率要小，焊接速度要快，以防损坏银层。在压电片碎裂不严重的情况下，可以用细铜丝把它们连接起来，再在裂缝及焊接处涂上一层万能胶(图 8)。连接时要注意不能造成压电片两面电极的短路。对于脱胶的部位，可采用一般万能胶重新粘结，待干后即可照常使用。



高音喇叭额定电压心算法

我们在实践工作中发现了一种心算法，可以很快算出高音喇叭所需的额定工作电压，方法简单，不用笔算，一想就出数，在实际工作中运用很方便。

理论上求喇叭的工作电压要用公式 $U = \sqrt{PZ}$ 计算。这样固然结

果正确，但不能一想就出来答数，因为有个开平方的过程，不易心算。这里介绍一种心算法是：将喇叭的功率 P 加上喇叭 Z 的阻抗，然后被二除就得到喇叭所需的工作电压。例如：一只 25 瓦 16 欧的高音喇叭，它的工作电压用心算法是

$(25 + 16) \div 2 = 20.5$ 伏。下面把几种高音喇叭的额定电压用心算和按正规公式计算所得结果列于附表，以作比较。

从表中可以看出，两方法的结果很接近，可以满足工作需要，其准确度达到 95% 以上。上述方法是从实践当中得出的，是一种近似算法。它的特点是使用方便，记得住，算得快。用这种方法还可以粗略地估算小型扩音机低阻抗输出端的工作电压。但要注意：阻抗数值和功率数值愈接近，算出来的电压数值越精确；反之就不太精确，这是这种心算法的规律，也是它的局限性。

(黑龙江海伦县人民广播电台工人技术员 张家身)

规格	25W 16Ω	25W 15Ω	20W 16Ω	15W 15Ω	12.5W 8Ω	12W 8Ω	10W 8Ω	5W 6Ω	5W 4Ω
额定电压 $U = \sqrt{PZ}$	20V	19.35V	17.87V	15V	10V	9.8V	8.94V	5.48V	4.47V
心算电压 $(P+Z) \div 2$	20.5V	20V	18V	15V	10.25V	10V	9V	5.5V	4.5V

田头高音喇叭遥控开关装置

江苏省太仓县人民广播站

在伟大领袖毛主席关于“努力办好广播，为全中国人民和全世界人民服务”的光辉指示指引下，农村有线广播事业迅速发展。我县除了家家户户都装上了广播喇叭以外，每个生产小队都装上了田头高音喇叭。由于这两种喇叭采取同线同变压器开放广播，它们将同时响，但在早晨和晚上不需要田头喇叭响。为了适应不同情况的需要，我们试验装置了一种遥控开关电路，它既可使用户喇叭和田头喇叭同时响，又可在早晚或必要时随时关断高音喇叭。这样，就可在不增加线路的情况下发展田头高音喇叭，并节约了用电，延长了机器寿命。经过一段时间的试用，效果较好。

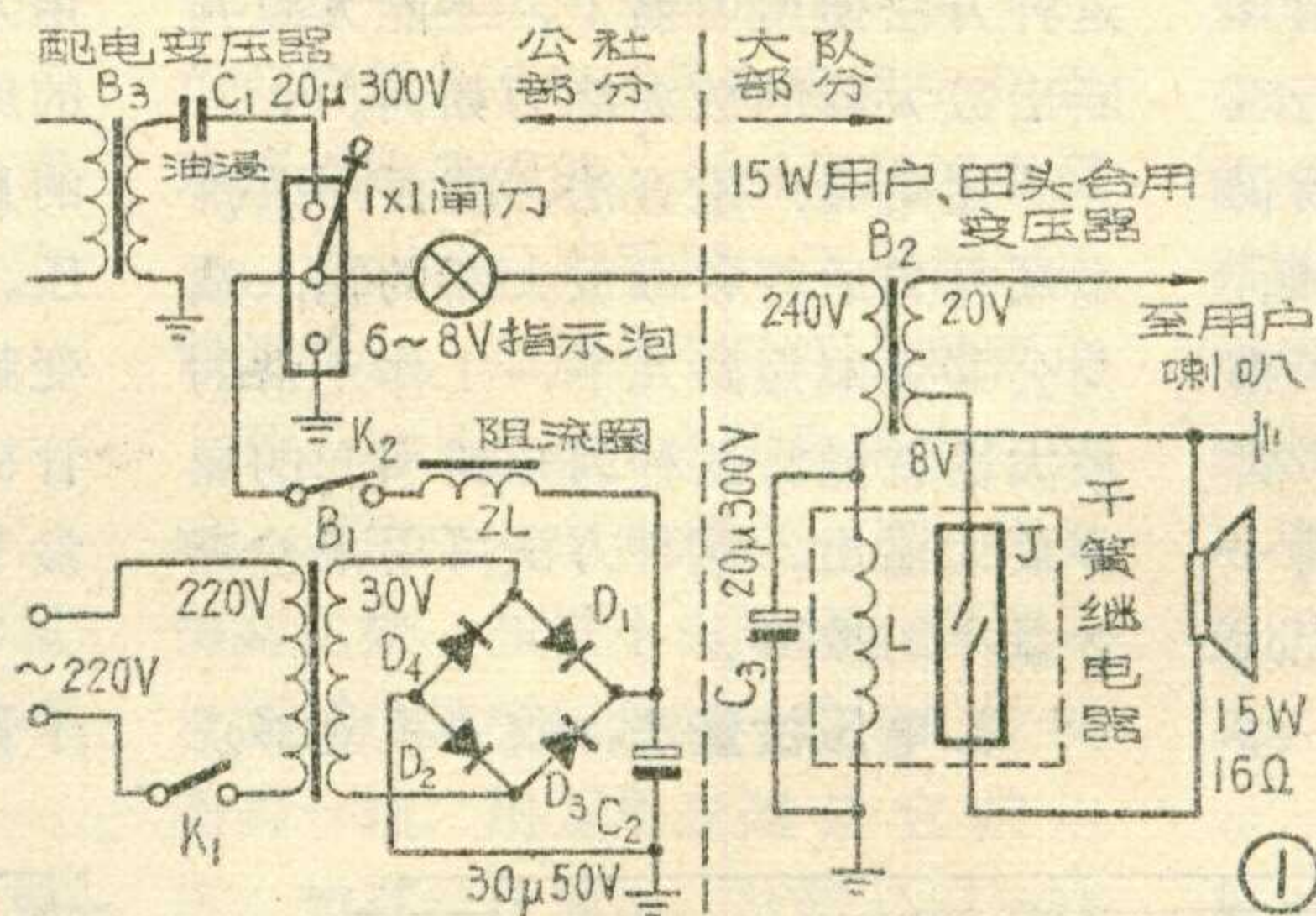
一、电路原理

1. 站内控制部分：在图1电路中，由电源变压器 B_1 提供的30伏交流电经过二极管 $D_1 \sim D_4$ 作桥式整流后，输出约30伏左右的直流电压，经过阻流圈 ZL 和开关 K_2 加到广播线路上（外线可测得20伏左右直流电压），与交流广播信号一起送到用户、田头合用变压器的初级电路。阻流圈 ZL 的作用是电源滤波和阻止线路上的音频电流通过。电容器 C_1 用以隔断直流对内的通路，但要让音频电流能顺利通过。 K_1 为电源开关。 K_2 为直流输出通路开关。

当 K_1 合上后，整流电路开始工作；再合上 K_2 ，直流输出接通，外线上加有直流电压，干簧继电器工作，田头高音喇叭就响了。断开开关 K_1 、 K_2 ，高音喇叭就不响，其工作过程下面再进一步讲。

2. 站外控制部分： B_2 为用户喇叭、田头喇叭合用变压器。 J 为干簧管； L 为干簧管线圈， J 和 L 一起称为干簧继电器。

平时开放广播时，如不送直流电压（ K_1 、 K_2 断开），音频广播电流经 B_2 的初级线圈和电容器 C_2 入地完成回路。由于 C_2 容量较大，对音频近于直通，音频电压都加在初级线圈两端，而 C_2 两端也就是干簧继电器线圈 L 两端无压降，干簧继电器不工作，两片接触簧片不接触，高音田头喇叭不响，只有用户喇叭响。



当开放广播时，如需要高音喇叭与用户喇叭一齐响，可将 K_1 、 K_2 合上。这时直流电流和交流音频广播电流同时送上线路。由于 C_2 对直流起隔断作用，直流通路是经 B_2 的初级线圈（直流电阻100欧）和干簧线圈 L （直流电阻1000欧左右）入地。由于 L 的直流电阻比 B_2 初级线圈的电阻大得多，所以直流电压绝大部分降在 L 两端。 L 通电后便产生磁场，使干簧管二极触片接通，田头高音喇叭也就响了。如不需要高音喇叭响，只需将 K_1 、 K_2 断开，外线上无直流电压，干簧继电器不工作，高音喇叭就不响，只有用户喇叭响。

二、元件规格数据

电容器 C_1 的电容量需看线路上负载情况而定。线路负载重，负载阻抗低， C_1 的容量要求大些，以减少音频电压在 C_1 上的分压作用，减少损耗。根据实践可知，负载阻抗在1000欧以上时， C_1 取20微法；在1000欧以下时取30微法合适。一般 C_1 要大于20微法，耐压要求在300伏以上为宜，要用油浸电容器。电容器 C_2 的电容量要求在20微法以上，耐压应大于50伏。

阻流圈 ZL 要求感抗较大，可采用截面积 19×19 毫米²铁心，用0.25毫米线径漆包线绕3000~4000匝以上；铁心片要交叉插。

干簧线圈 L 是在0.6厘米 \times 0.6厘米线架上用0.08~0.07毫米线径漆包线绕5000匝以上，直流电阻1000欧。

电源变压器 B_1 采用截面积 19×19 毫米²铁心，初级用0.15毫米漆包线绕2200匝；次级用0.5毫米漆包线绕300匝。

二极管 $D_1 \sim D_4$ 可选用电流100毫安、耐压50伏以上的2CP型整流二极管。

阻流圈 ZL 和电容器 C_1 应每条线配套一套。整流部分可以各套控制装置合用，但如遥控开关多，变压器和整流二极管的容量要相应加大。每只高音喇叭控制装置大约耗电1.2瓦，再加上少量线路损耗（约0.4瓦），根据控制喇叭数量便可算出所需容量大小。

站外控制装置一只高音喇叭要配置一套。高音喇叭安装在田头。

（下转第23页）

电子管收音机的故障检修(1)



工人技术员 毛瑞年

我们以普通六灯电子管收音机(图1)为例,比较系统地谈谈电子管收音机故障的检修方法,供同志们参考。

一、几种检查方法

1. 直观检查法: 观察收音机的外表现象,粗略判断故障所在。例如看到电子管的灯丝时亮时灭,就可判断这是造成收音机收音时有时无故障的原因之一;整流管屏极发红,表明整流管或整流电路有故障。此外,有些故障还可以用耳听、手摸、鼻子嗅闻的方法进行观察。例如金属壳电子管几分钟后仍然不热,就说明这个管子的灯丝断,或灯丝电路开路。如嗅到有焦糊味,可以断定是变压器或电阻、管座等有短路,被大电流烧焦。对一个有故障的收音机最好先进行上述直观检查,然后由表及里,进一步

检查发现故障所在。

2. 感应法和短路噪声检查法。

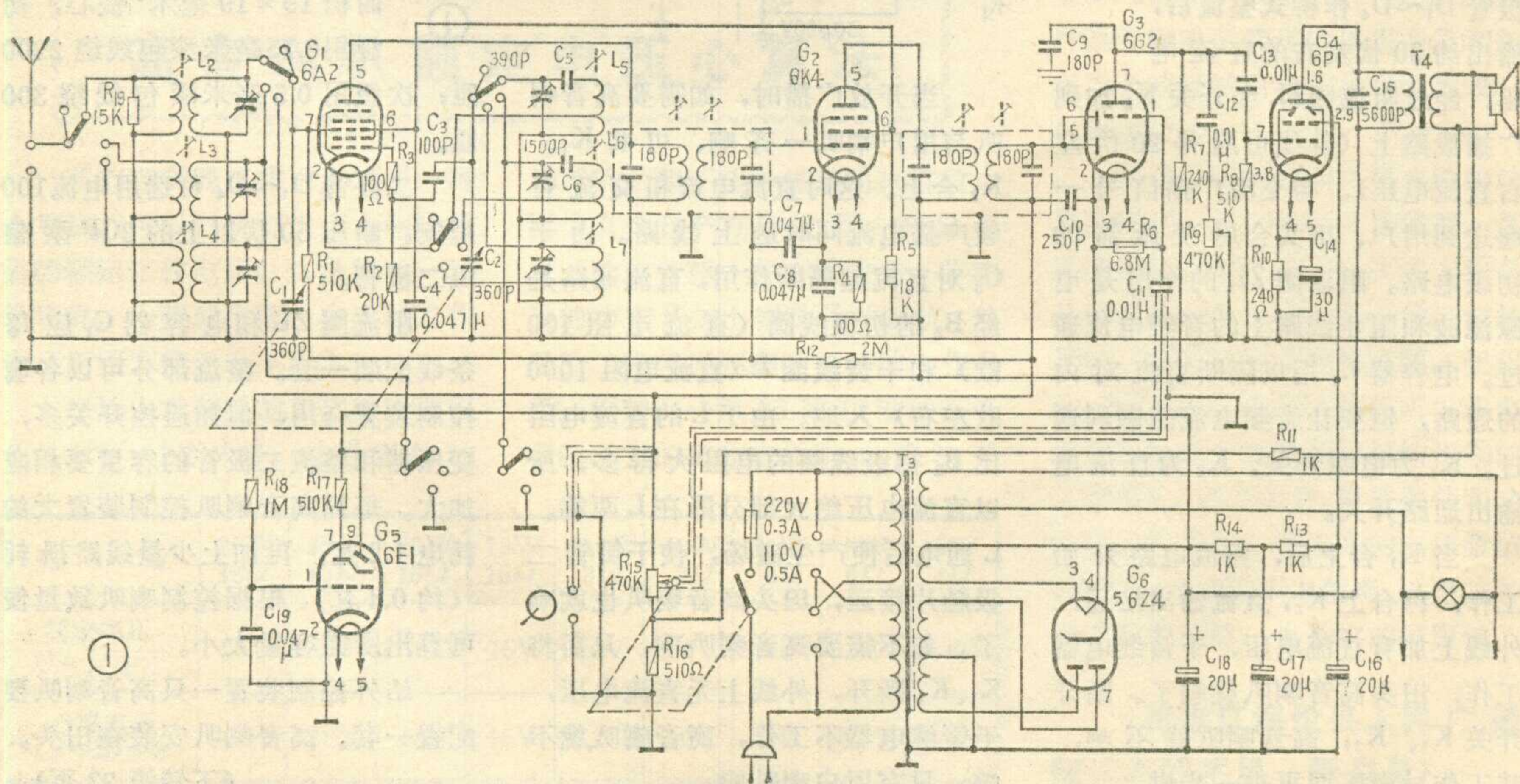
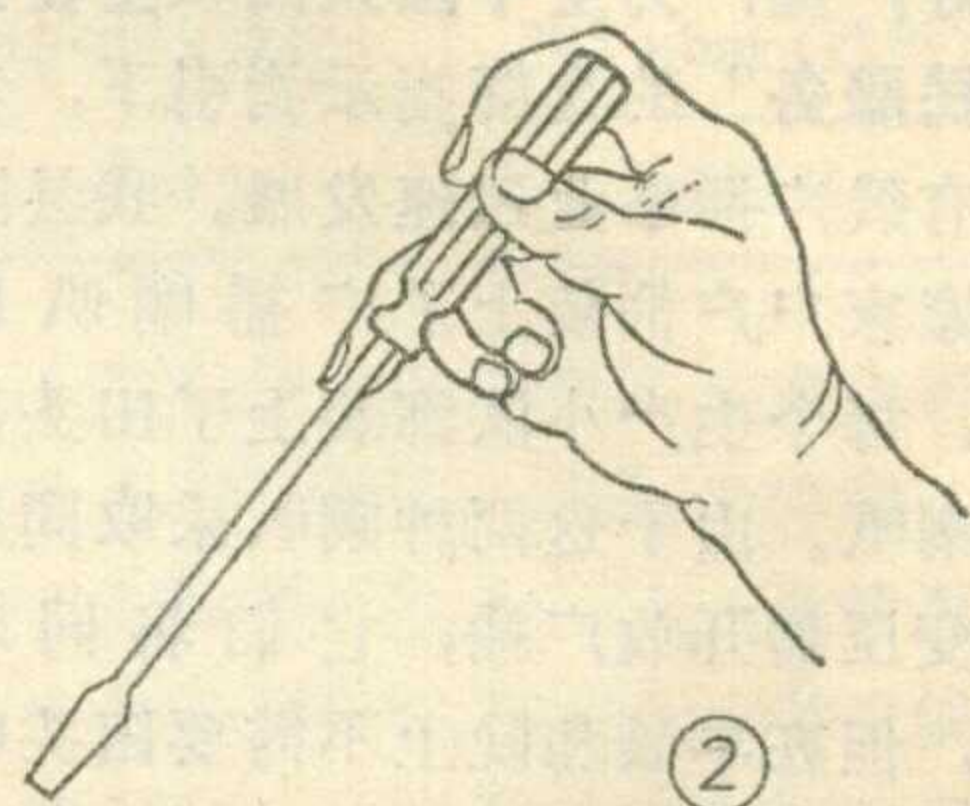
感应检查法是手握改锥把,中指贴靠改锥金属杆(图2),将改锥接触被检查的低频放大管栅极。此时人体中感应的微弱低频电压将被放大器放大,从扬声器发出“嘟嘟”的声音,其频率为40~100赫。这说明放大器工作正常。如果将改锥点碰中频级或变频级的输入栅极,扬声器发出“咯咯”的声音,也说明中频放大或变频以后各级工作正常。这种方法使用习惯了,还能大致判断出放大器的放大能力如何。

短路噪声检查法,就是用改锥金属杆先后将各级放大器的输入端与公共地端短路几下,工作正常的放大器就能将这种因短路引起的噪声放大输出。这种方法可用来检查音量小的故障。

3. 电压检查法: 收音机能够正

常工作,重要条件之一是各级电路加有正常工作电压。收音机无声、音轻、失真等许多故障都与工作电压是否正常有关。电压检查主要是用万用表适当量程测量各级电子管的屏极、帘栅极和阴极对公共地端的直流电压以及灯丝两端的交流电压。有必要时也可测量负栅偏压及变频级的振荡电压等。表1列出六管机电路各部分的电压数值,以作参考。

4. 应急检查法: 例如要检查电子管各极有无电压,也可采取直接



打火或间接打火法。后者是利用一个8~16微法(耐压450伏)的大容量电容器,并接在要测电压的一点与公共地线之间(负端接地),如发出放电火花表明电路被测点有电压。这种方法可用于检查高电压,例如整流电路各处直流电压、功放管屏压和帘栅压等。直接打火法是将要查电路点与地端直接短路,此法一般用于检查电压放大级、中放级和变频级电路的屏极电压、帘栅压和阴极电压。从这两种打火法产生的火花大小和有无火花,可大致估计电路的电压情况,从而帮助判断出故障所在。

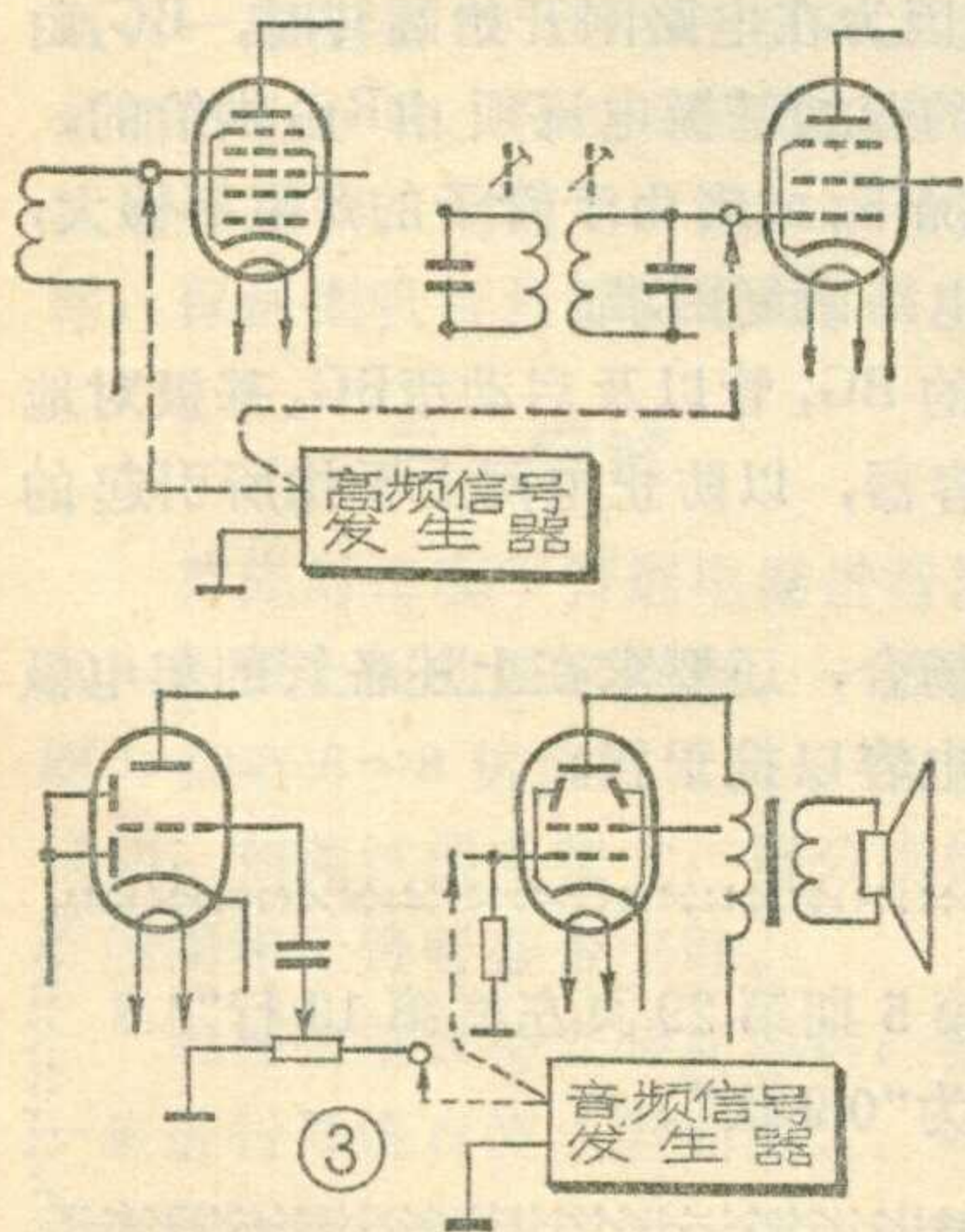
5. 信号检查法:对收音机频率失谐、发音失真等故障用此法检查效果显著。方法是将高频(或音频)信号发生器发出的信号送进高频(或音频)电路,经放大后将有更大信号输出。如没有信号输出,则表明该级电路有故障。图3是检查时电路连接方法。

下面我们将按照各种故障的现象逐项分析故障的原因和检修方法。

一、无声和无电台信号

故障现象一:开启电源后音量电位器置于最大时,扬声器里没有任何声音。

检查方法:无声故障比较常见,原因也很多,例如电源电路断路,扬声器引线断或某处电阻等元



件断路、电子管灯丝烧断、元件误碰形成短路及开关接触不良等等。因此,检查时,首先应排除明显的接触不良之处,然后逐级检查,逐步缩小故障范围。

首先从电源整流电路查起。这部分引起无声故障可按下述几种情况检查:

1. 接通电源后,整机的全部电子管灯丝和指示灯都不亮。这表明电源部分有故障,可以检查电源插头、电源线、保险丝、电源开关和有关的接线有无开路的地方;检查电源变压器初级线圈有无断路。

2. 仅有整流管亮,其余各管都不亮。一般不可能全部电子管都损坏,多半是由于供给各管灯丝和指示灯的低压6.3伏供电电路中有短路或开路造成的。可以先接通电源一、二分钟后用手摸一下电源变压器的线包,如感觉到有明显的温度上升,这是低压6.3伏电路中有短路。可顺灯丝电路观察一下,有无短路之处。如看不出毛病,则进一步断开电源变压器这一组6.3伏线圈的一端,用万用表测量它的电压,如有电压输出,故障必定还在灯丝电路中,可顺序分段将各电子管灯丝输入引线断开检查短路处,除灯丝连接线或管座会短路外,还要注意电子管内有否短路。如果将次级6.3伏线圈断开后无电压输出且线包发热,就可断定这个线圈内部有了短路。

如有6.3伏电压输出,线包也不发热,则要检查灯丝电源输出端有无开路之处,引出端子有时会有焊接不良现象,可重焊一下。

3. 整流管灯丝不亮,其他电子管亮。这多半是由于整流管灯丝烧断,或管脚与管座接触不良;另外也可能是由于整流直流高压输出电路中有短路,造成整流管屏极与阴

表1

电路级	屏极电压	帘栅压	阴极电压	灯丝电压
变频 6A2	210V	90V	-3~-10V (振荡电压)	6.3V
中放 6K4	210V	90V	1~1.2V	6.3V
电压放大 6G2	70~90V			6.3V
功率放大 6P1	250V	220V	8~12V	6.3V
整流 6Z4	235×2V		250V	6.3V

极间直接短路从而烧断整流管阴极和灯丝。要注意,如是整流管损坏,必须在排除整流电路中的短路故障后,才能插换新整流管,否则将继续烧坏新管。

检查时,先看整流管灯丝两端是否加有电压,这是由另一组6.3伏线圈供给的,检查方法同上。然后检查直流乙电电路中的短路,可用R×10或R×100档测量滤波电容器C₁₈两端的阻值。如阻值很小,说明有短路,使乙电送不出。此时可进一步将C₁₈的“+”端与电路断开,再复查整流管阴极对地的电阻,如无短路而量C₁₈已击穿短路,就可换上同容量或大些的新电容器解决。如果C₁₈断开后短路仍存在,就要继续检查短路之处。

4. 整机电子管全部正常发亮,但无声。这时可用万用表测量乙电输出电压或观察调谐指示管(电眼)是否发绿光。如量不到电压或没有绿光,可检查R₁₄、R₁₃是否开路,C₁₆、C₁₇是否短路,如整流管温度极高说明整流管或直流输出电路中有短路故障;如外壳仅感觉有微温,这是灯丝加热温度,表明整流管没有处于整流状态。这时可测量加到整流管的交流高压是否正常,并检查整流管阴极是否烧断。如无交流高压,可能是电源变压器次级高压线圈中心头引线开焊。有些收音机采取高压中心头接偏压分流电阻的电路,还应检查偏压电阻是否开路。还有的老式收音机用扬声器励磁线圈作滤波扼流圈的,则应检

查励磁线圈是否开路或短路。

接通电源后,各电子管灯丝正常发亮,调谐指示管发绿光,或用表能量出乙电电压,说明电源整流电路工作正常,那就要进一步检查功放级。一般功放级在加有电压时,扬声器中必定有一些交流声,一点声音没有,就应重点检查输出变压器初、次级是否开路,扬声器音圈是否开路?

故障现象二:开启电源后,音量电位器调到最大位置,扬声器没有广播信号,但有较弱的“嗡嗡”声。

检查方法:既然有嗡嗡声,可以断定整流器有直流乙电电压输出,也说明功放级和扬声器能工作,那么故障可能出在低放部分。可按前述方法将改锥点触拾音器插口。低频放大电路工作正常时应有强烈的“嘟嘟”感应声从扬声器里发出。否则就应继续检查电压放大管的灯丝是否正常;放大管与插座的接触是否良好;然后检查电子管各极电压。一般较易损坏的元件有:①电

压放大管 G_3 失效;②电阻 R_7 变值,或断路;③耦合电容器 C_{13} 断路;④耦合电容器 C_{11} 断路。

一般对电子管好坏的判断,可以在测量屏极电压时,将输入栅极对地端短路(阴极有自偏压电阻的电路,短路阴极也可以),此时正常的电子管由于栅偏压下降,屏极电流必然大增而所测屏极电压就会下降,这说明管子正常;如所测电压变动不明显或无变动,说明电子管阴极已失去放射电子的能力,可换一只新管子试试。

故障现象三:开启收音机电源,音量置于最大,调动双连可变电容器无广播信号但有强烈的交流感应声,当音量关小时,感应声减小。

检查方法:这种现象说明低频放大器已在工作,可继续寻找高、中频部分。先用改锥将中放管 G_2 的输入栅极与机壳作连续几次短路,检查放大器能否放大这种接触噪声;正常的放大器应有较强的“咯咯”声;如果没有,表明故障出在检波

或中放电路部分。一般最容易发生的故障有:①电子管 G_3 的检波部分失效;②输出级中频变压器次级断路;③中放管 G_2 衰老;④ R_5 断路或 C_4 短路,使中放管帘栅极无电压;⑤中放阴极自偏压电阻 R_4 断路;⑥输出级中频变压器初级断路,使中放管无屏压。

如查得从中频级输入信号,在终端扬声器里有明显的输出信号,说明故障是在前面变频电路中。可如前述将双连电容器 C_1 和 C_2 的定片与地端短路接触几次,检查变频电路是否工作,如扬声器中听到“咯咯声”说明在工作。最后可用同样方法在输入天线插口或尾线端试验,检查输入回路是否工作。一般常见的故障有:①变频管 G_1 失效,阴极放射能力消失或本机振荡停振;②输入回路次级线圈开路;③波段开关接触不良;④可变双连电容器碰片,或定片与接地螺钉相碰使输入信号短路。

(未完待续)

(上接第9页)

因此启动级由单管 RC 延时电路组成,其延迟时间由 C 和 R_1 值决定,应使它大于第一级单稳电路 C_B 的充电所需时间。

组装调试注意事项

1. 应选用放大倍数 β 大于 100 的晶体管,若要求延时长于 30 秒时,应选用 β 大于 150 的管子。

二极管 D_2 的反向电阻越大越好。在 R_{B2} 为兆欧数量级的长延时单稳电路里,对于 D_2 的反向电阻要求更高,因为此时 D_2 的反向电阻对 R_{B2} 的分流作用已经可以比拟了。

为提高定时的准确性, C_B 须采用钽电容, R_{B2} 可选用金属膜电阻。

继电器选用 DZ-144 型。

2. BG_1 的反向偏压 V_{be1} 取 -3.8 伏为宜,如果绝对值大于此值,电路翻转困难,且易出现继电器连续不断地“通”、“断”的振荡现象;反向偏压若过小,电路的可靠性差。

3. 接通电源应使 $-E_B$ 先于 $+E_C$ 建立。倘若 $+E_C$ 先建立,则 BG_1 就有可能先导通,使继电器吸合,然后

随着 $-E_B$ 的建立 BG_1 又再截止,这是我们所不希望的。因此 $-E_B$ 的建立应先于 $+E_C$ 。具体方法是通过合理选用滤波电容,例如 $+E_C$ 用 400 微法, $-E_B$ 用 50 微法。为提高电路的可靠性,可采用稳压电源供电。

4. 在 R_{B2} 值取至兆欧级时,为不影响单稳的回复,须在 BG_1 发射极串接 10 欧的电阻,以期提高 BG_1 导通时集电极电位,从而提高电路回复瞬间 BG_2 基极电位,使其稍大于 0.5 伏,因为在电路刚开始翻转时, BG_2 由截止区进入放大区的起始基极电流须由 R_{B2} 供给的,在 R_{B2} 充分大的情况下,或者由于管子的 β 值不够大, BG_2 就不易导通,电路回复困难。

5. 在各级单稳的 BG_2 管以及启动级 BG_0 基极对地处接有 0.1 微法电容器,以防止电网上干扰所引起的误动作。

在延时较长的场合,还要求在上述各管的集电极对地接 0.1 微法的电容以抗干扰。

更正: 1974 年第 5 期第 29 页左栏第 19 行“1.8 伏”应改为“0.9 伏”。

消除中放自激

我们在修理天津工农兵 602 型一类晶体管三用机时，曾遇到过一些奇怪的故障现象：整机完全无声；检查各级工作电流时，发现第一中放管没有集电极电流，该管基极对地为正电压；而用手拿小起子的金属部分接触最后一个中频变压器第 3 脚时，第一中放管基极对地立刻变为负电压，收音机能工作了。

这是为什么呢？我们不妨从这类机子的电路结构上来想一下。天津工农兵 602 型三用机，第二中放兼作来复低放，工作电流调得比较大（3 毫安左右），且这一级的偏置电阻大都是可调的。当发生温度升高、管子变值或调乱了可调电阻的位置等情况而引起这一级工作电流增大时（5 毫安左右），往往容易产生自激振荡。由于自激，将通过检波及自动音量控制电路而影响第一中放级工作。

我们知道，收音机的自动音量控制，是利用检波后的直流分量去

控制第一中放的基极电流。当第二中放级产生自激时，较强的自激信号通过检波后，其直流分量也较大，而这个与第一中放管基极电流方向相反的电流足够大时，就使得第一中放管的发射结被反向偏置。这就是为什么第一中放管没有集电极电流（截止）的原因。

当我们手拿小起子去碰最后一个中频变压器第 3 脚时，使第二中放级增益降低了，破坏了自激的条

件，所以机器又能恢复工作。

因此，当我们发现第一中放管基极对地为正电压时，一般就不必从第一级去找而要从第二中放级去找问题了。别的型号的第二中放兼作来复低放的机子也发现过类似的问题。找到问题的根子就可以“对症下药”地消除故障了。

（湖南省湘乡县无线电厂
服务部工人 彭小鹏）

硅、锗管混合式收音机的

一点修理经验

采用硅管和锗管混装的晶体管收音机，使用一段时间后杂音忽然增大，而且有啸叫声。这种毛病的原因多数是稳压源失效。做稳压用的二只硅管内部断路或断腿，使变频级、第一中放级、第二中放级的基极偏压增高，从而引起这几级的集电极电流增加，增益过高，引起了杂音和振荡啸叫声。

测稳压电源对地的电压，正常时应为 1.4 伏左右，如高于 1.5 伏达到 2 伏，则说明稳压二极管损

坏，用万用表测两只硅二极管的正、反向电阻，即可发现毛病。

更换好的 2CP 型硅二极管或者有一个 PN 结好的硅三级管就能消除故障，更换稳压二极管后，稳压源和原来的将有些出入，对于变频、一中放、二中放的 I_c 有一定的影响，但一般不需要重新调整偏流电阻即可收音。

（青岛第三面粉厂
工人 刘福田）

（上接第 19 页）

合用变压器与高音喇叭装在一起。用户线是从田头拉到用户。合用变压器一般能接 50 只用户喇叭，最多能接 100 只。合用变压器对节省配电变压器、缩短用户线，减少损耗，保证喇叭音量都有好处。

三、调试

首先对每套干簧继电器进行测试，按照上面的要求绕制。一般线圈 L 加有 6~8 伏就可以使干簧管吸动，如测试误差很大，可分别检查线圈和干簧管是否完好。

内外控制设备安装完毕后，第一步进行外线直流电阻的测试，检查有没有直流短路之处。例如线路

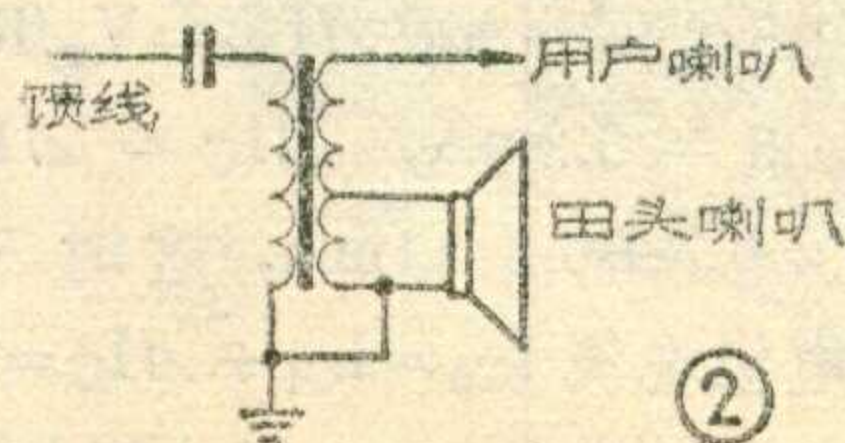
上是否装有无控制装置的合用变压器或单纯的用户变压器。如有这两种变压器，应如图 2 所示在它们的初级回路中加装电容器 C，以隔断直流通路。否则由于初级线圈的直流电阻很小（100 欧左右），将使直流控制电流短路。

以上情况排除以后，正常时所测直流电阻，应为所接几个干簧线圈控制电路的直流电阻（包括线路电阻）并联后的总阻。如比这个数值稍大是正常的，但明显小于这个

数值就不正常，需反复检查，直到正常为止。

第二步，合上开关 K_1 、 K_2 ，测量外线上的直流电压应在 20 伏以上。如相差很大，应对电源整流部分进行检查。

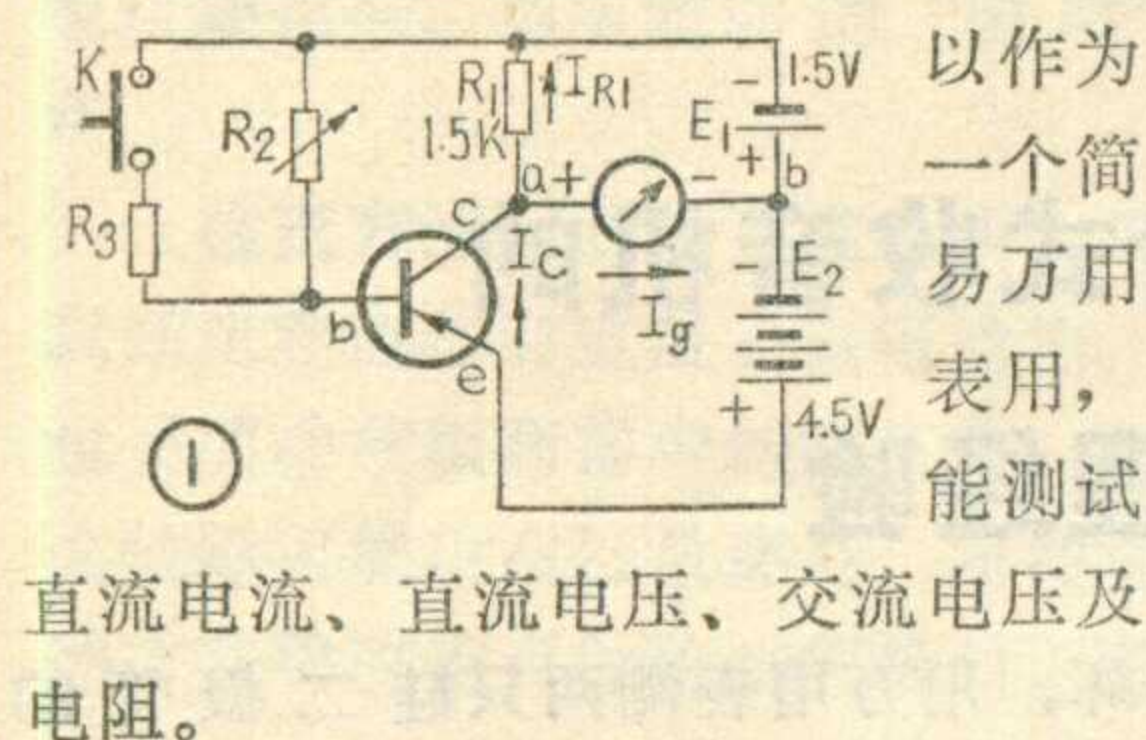
以上测试如果情况良好，一般是能成功地遥控开、关田头高音喇叭的。有时会遇到高音喇叭声音断断续续，应检查电容器 C_3 是否失效。



简易多用电表的制作

金德初

这里向大家介绍的简易多用表，不但能测试小功率三极管的集电极反向饱和电流 I_{cbo} 、穿透电流 I_{ceo} 及直流电流放大系数 β ，还可以作为一个简易万用表用，能测试直流电流、直流电压、交流电压及电阻。

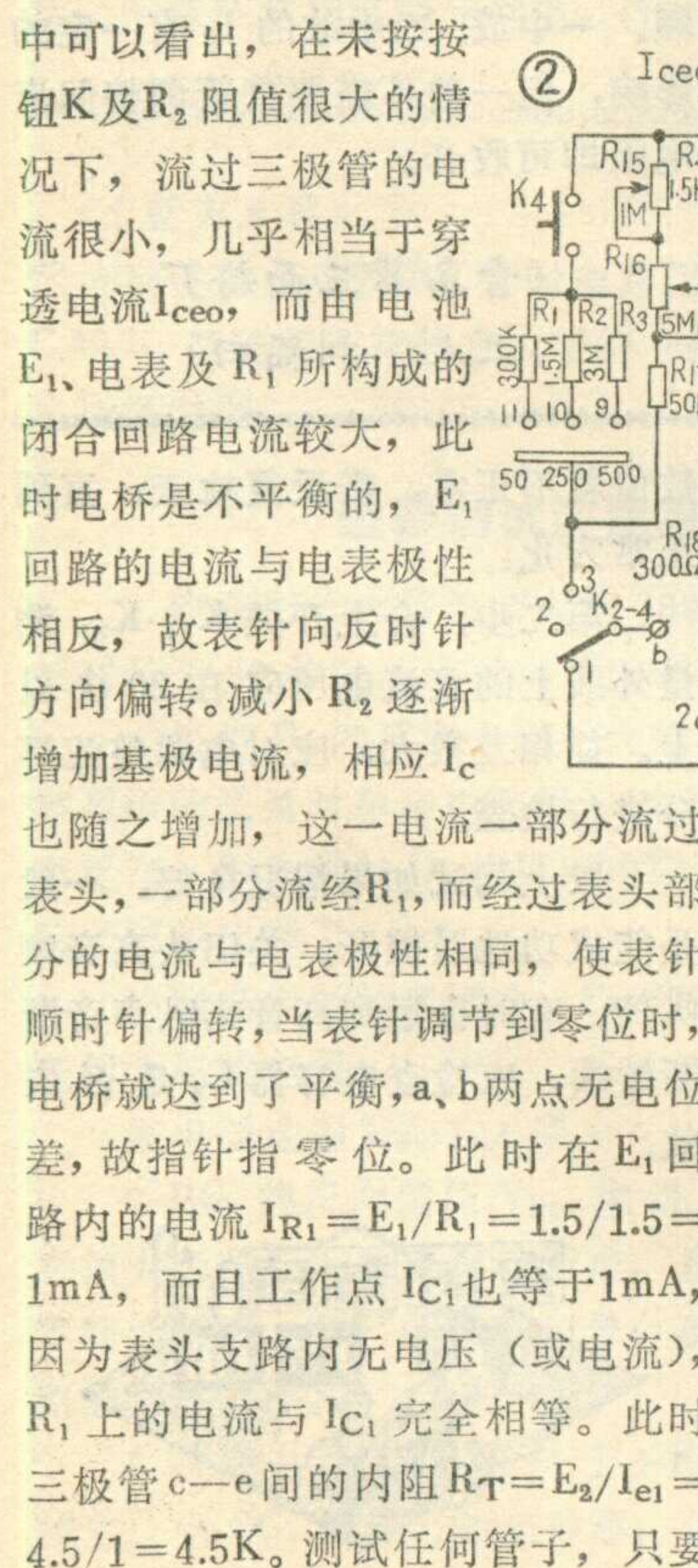


工作原理 有关万用表的设计计算、晶体管 I_{cbo} 、 I_{ceo} 的测试方法，因本刊前几期已介绍，本文不再重复。这里主要讲讲直流电流放大系数 β 的测试原理。从图1原理线路中可以看出，在未按按钮K及 R_2 阻值很大的情况下，流过三极管的电流很小，几乎相当于穿透电流 I_{ceo} ，而由电池 E_1 、电表及 R_1 所构成的闭合回路电流较大，此时电桥是不平衡的， E_1 回路的电流与电表极性相反，故表针向反时针方向偏转。减小 R_2 逐渐增加基极电流，相应 I_c 也随之增加，这一电流一部分流过表头，一部分流经 R_1 ，而经过表头部分的电流与电表极性相同，使表针顺时针偏转，当表针调节到零位时，电桥就达到了平衡，a、b 两点无电位差，故指针指零位。此时在 E_1 回路内的电流 $I_{R1} = E_1/R_1 = 1.5/1.5 = 1\text{mA}$ ，而且工作点 I_{C1} 也等于 1mA ，因为表头支路内无电压（或电流）， R_1 上的电流与 I_{C1} 完全相等。此时三极管 c—e 间的内阻 $R_T = E_2/I_{E1} = 4.5/1 = 4.5\text{K}$ 。测试任何管子，只要

表针调到零位 I_{C1} 就是 1mA ，这一电流是由 R_1 及 E_1 决定的，因为当电桥平衡时各对边的乘积相等 ($R_1 \times E_2 = R_T \times E_1$) 或相邻边的比值相同 ($R_1/E_1 = R_T/E_2$)。这时为下一步测 β 创造了条件。当按下按钮开关 K 时，等于基极电流有了一个增量 $\Delta I_b \approx (E_1 + E_2)/R_3$ ，于是引起集电极电流也有个增量 ΔI_c ，因而使原来的电桥失去平衡，在表头支路内开始出现电流 ΔI_g ，a、b 两点就产生了电位差 V_g ， V_g 与 E_1 极性相同而且互相串联，也就是加在 R_1 两端的电压增加了，故流过 R_1 的电流也增加了 ΔI_{R1} ，所以 ΔI_c 由两部分电流组成（即 $\Delta I_g + \Delta I_{R1}$ ），如果

$(E - V_g)/I_{C2} = (4.5 - 0.45)/2 \approx 2\text{K}\Omega$ 。为了正确反映这个 $\Delta I_c = 1\text{mA}$ 值，并考虑 R_1 支路的分流作用，测 β 时表头满刻度的电流值 ΔI_g 必须小于 1mA ，经上述计算当 $\Delta I_g = 0.7\text{mA}$ 时， ΔI_{R1} 正好等于 0.3mA ，故 $\Delta I_c = \Delta I_g + \Delta I_{R1} = 1\text{mA}$ 。所以表针的满偏转仍可按 1 毫安刻度，并直接读出 β 的数值。若将 β 值的满刻度指示分别定为 50 、 250 、 500 三档，而将 ΔI_c 的满刻度指示定为 1000 微安，则可以从 $\Delta I_b = \Delta I_c/\beta$ 公式分别算出 ΔI_b 为 20 、 4 、 2 微安，于是 R_3 分别为 0.3 、 1.5 、 3 兆欧。

整个仪器的线路如图2所示，简易万用表测量直流电压分 10 、 50 、 500 伏三档，灵敏度为每伏 10 千欧；交流电压分 50 、 500 伏两档，灵敏度为每伏 4.5 千欧；直流电流分 1 、 10 、 100 毫安三档；电阻受开关档位的限制只有 $R \times 1\text{K}$ 一档。 K_1 是 6 刀 3 掷开关，用来选择测试 PNP、NPN 晶体管及万用表。 K_2 是 4 刀 3 掷开关，用来选择测试 I_{cbo} 、 I_{ceo} 及 β 三个参数用的。 K_3 是用 4 刀 3 掷开关改制成的单刀 12 掷开关，用来选择 β 的量限及万用表换档用。 R_{15} 、 R_{16} 是三极管工作点 I_{C1} 的调节电位器（或叫 β 测试零位调整）， R_{20} 是测量电阻时的零位调节电位器。



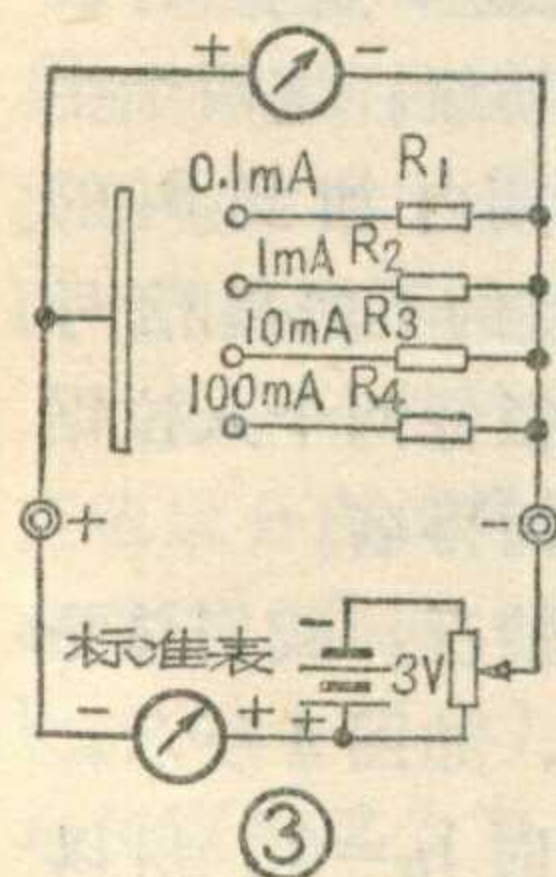
ΔI_c 定为 1mA ，则 ΔI_g 必须小于 1 毫安，设 ΔI_g 为 0.7mA （这个电流在分流器计算时取得），则 $V_g = \Delta I_g \times R_g = 0.7 \times 0.642 = 0.45\text{V}$ （图2中电阻 R_7 、 R_8 、 R_9 、 R_{10} 之总阻值为 $0.642\text{K}\Omega$ ）， R_1 两端的电压为 $V_{R1} = E_1 + V_g = 1.95\text{V}$ ， $I'_{R1} = V_{R1}/R_1 = 1.95/1.5 = 1.3\text{mA}$ 或 $\Delta I_{R1} = V_g/R_1 = 0.45/1.5 = 0.3\text{mA}$ ， $\Delta I_c = \Delta I_g + \Delta I_{R1} = 0.7 + 0.3 = 1\text{mA}$ ，这时三极管集电极电流 $I_{C2} = I_{C1} + \Delta I_c = 1 + 1 = 2\text{mA}$ ，三极管 c—e 间内阻 $R'_T =$

整个仪器的线路如图2所示，简易万用表测量直流电压分 10 、 50 、 500 伏三档，灵敏度为每伏 10 千欧；交流电压分 50 、 500 伏两档，灵敏度为每伏 4.5 千欧；直流电流分 1 、 10 、 100 毫安三档；电阻受开关档位的限制只有 $R \times 1\text{K}$ 一档。 K_1 是 6 刀 3 掷开关，用来选择测试 PNP、NPN 晶体管及万用表。 K_2 是 4 刀 3 掷开关，用来选择测试 I_{cbo} 、 I_{ceo} 及 β 三个参数用的。 K_3 是用 4 刀 3 掷开关改制成的单刀 12 掷开关，用来选择 β 的量限及万用表换档用。 R_{15} 、 R_{16} 是三极管工作点 I_{C1} 的调节电位器（或叫 β 测试零位调整）， R_{20} 是测量电阻时的零位调节电位器。

元件选择
表头灵敏度最好高一些，我安装的表头灵敏度为 64.2 微

实验室

安，内阻为 2510 欧姆。分流器的阻值必须根据制作者已有的表头内阻和灵敏度的数据来计算。测试 I_{cbo} 时，指针满偏转电流为 100 微安。测 I_{ceo} 时满偏转电流为 500 微安。测 β 时表针满偏转电流为 0.7 毫安（实际 ΔI_c 仍为 1 毫安）。这些电流均从分流器的抽头获得。



而测直流电流的 1、10、100 毫安三档，也是从分流器的抽头中获得。对于这些分流电阻，阻值的准确度一定要在 $\pm 1\%$ 以内，否则将造成所有测试的数据产生较大的误差。测电压的降压电阻、测 β 的基极限流电阻以及 $R_4 = 1.5K$ 其误差也都要在 $\pm 1\%$ 以内。

分流电阻最好用电阻丝自己绕制。电阻丝可以用任何类型的漆包或丝包电阻丝，如果找不到现成的电阻丝，可以把线绕电阻上的电阻丝拆下来使用，但 10 欧以下的电阻，其线径最好在 0.1 毫米左右，因为它要流过较大的电流（如 100mA）。绕制时，可以将电阻丝绕在一小片胶木片上（尺寸为 $20 \times 7 \times 1$ 毫米），绕到一定程度时，用万用表大致测量一下它的阻值，使之比计算值略大一点，然后接到直流电桥上去精测，慢慢减短电阻丝的长度，直到阻值完全符合计算值为止，然后在胶木片两端铆上两个小铆钉及焊片，将电阻丝两端焊到焊接片上即可。我自制了一个简易的直流电桥（即惠斯顿电桥），又有一个电阻箱（阻值从 0.1 欧到 100 千欧可调），所以分流器的制作极为方便。若制作者没有这两种仪器，分流器可做成图 3 所示的形式（这与图 2 的分流器形式不同，故电路及分流器的计算方法要略微改动），这时只要用一块指示较准确的万用表，用它的直流电流档与多用表的表头串联，将万用表开关放

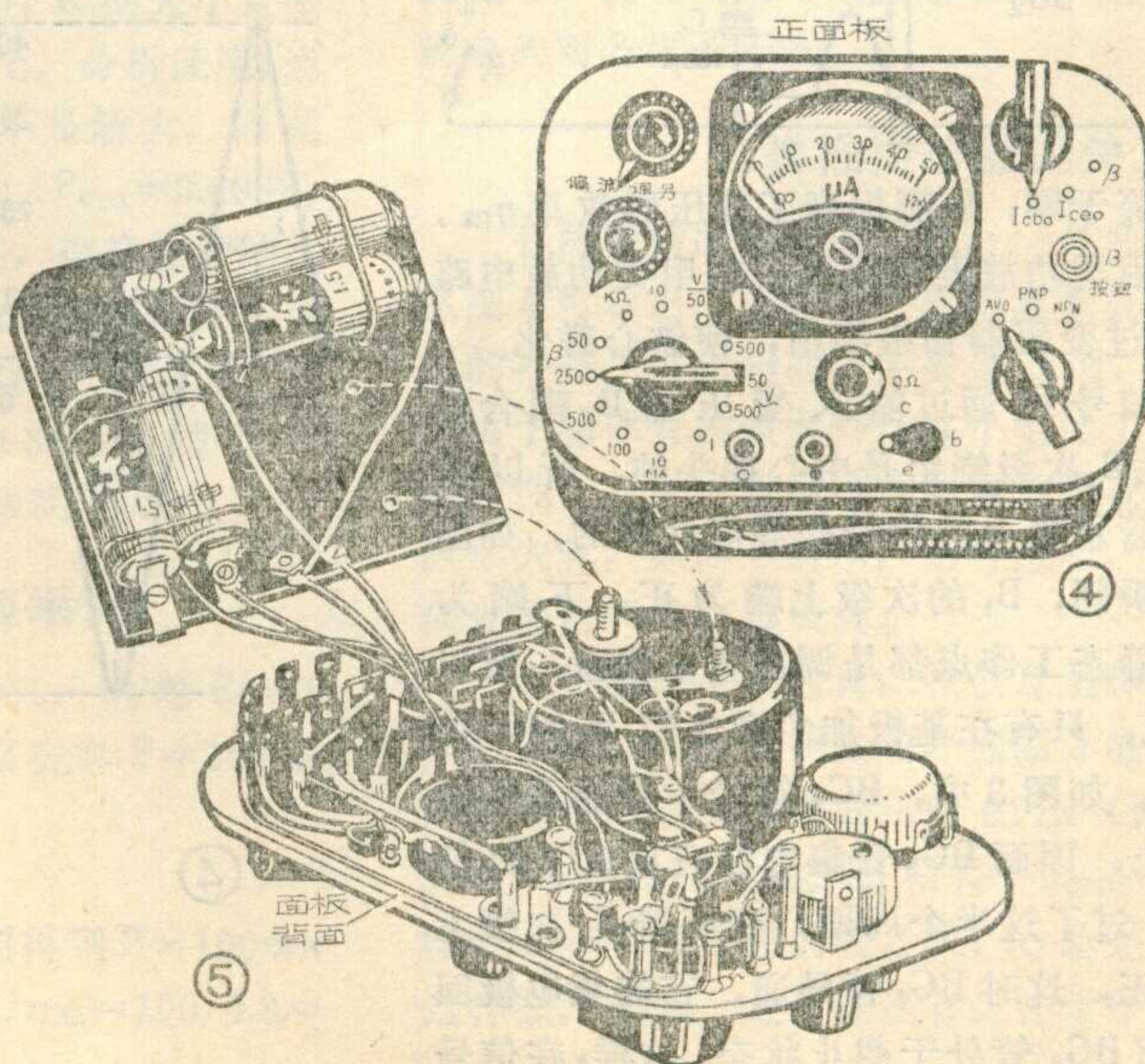
在所需校正的电流档上（如 1 毫安），然后将与之相应的多用表的电流档的分流电阻并接在多用表的表头两端，并调正分流电阻的阻值及外电源电压的大小，使万用表及被测表头的指针同时指满刻度，此时的分流电阻阻值即为所需阻值。其它各档的分流电阻也用此法校准。电位器 R_{15} 、 R_{16} 也可以合并为一个电位器，最好用等于或大于 3 兆欧的电位器。 R_{17} 为基极限流电阻，阻值在 30~50 千欧都行。 R_{18} 为集电极限流电阻，阻值在 300~500 欧均可。 R_{19} 、 R_{20} （5K 线绕电位器）是欧姆表串联电阻，欧姆表用 1.5 伏电池，流过表头的电流为 100 微安，所以 R_{19} 和 R_{20} 的总阻值为 16 千欧，考虑新电池时电压为 1.6V 但电池用久会降低电压，故用一个 5 千欧的电位器来调零位。 R_4 为测 β 时调工作点 I_{c1} 为 1 毫安的限流电阻，阻值为 1.5 千欧，因电桥平衡时与表头的内阻大小无关，仅与电池（ $E_1 = 1.5V$ ）有关。除分流电阻外其余电阻包括 R_5 均可用 1/8 瓦的小型碳膜电阻。改装开关 K_4 时，先将 4 刀 3 掷开关的 4 个动接片取掉三个，并将定位销子也去掉，使开关轴能 360° 自由转动，将三个定接片连在一起作为万用表的公共接片，留下一个定接片作为测

试 β 的公共接片。 K_4 选用市售微型按钮开关。

安装校准 安装时可根据制作者手头已有的元件大小尺寸来设计。我安装时采用 51 毫米、五等分刻度盘的表头，整个仪器装在一个铁皮盒内，全部元件装在一块厚 4 毫米的塑料板上，面板上控制钮的布置应尽量考虑对称美观，见图 4。电池装在一块厚 1.5 毫米的胶木板上，并固定在表头的接线柱上，如图 5 所示。由于体积较小，要尽量利用盒内的有效空间。所有开关的接点应接触良好。表盘刻度不必另画，利用原有的五等分表面（每等分内分为五个或十个小格）。欧姆表刻度可事先用十进位电阻箱来校准，记下表针指示的位置，然后用红色小点（代表 10 千欧进位）及黑色小点（代表 1 千欧或 5 千欧进位）画在原表盘刻度的下面即可。多用表几乎没有什么要校准的工作，只要表头的数据（灵敏度及内阻）测准确，分流器和倍率器的计算与测试准确就行了。表头灵敏度的测试至少要精确到三位数字（如 64.2 微安），内阻 R_g 的测试也要精确到三位或四位数字。只有这两个数据测准了，分流器及倍率器的计算才能准确，并将这些电阻在电桥上加以精测校准或挑选。面板上各控制旋钮的测量项目及量程标记，可用打字铅字在电烙铁上烤热后直接烫印在塑料面板上，但需要掌握铅字的温度。万用表的二个表笔插孔可用大号空心铜铆钉直接铆在面板上，这样比装接线柱节省地方。三极管的

（下转第 15 页）

（下转第 15 页）



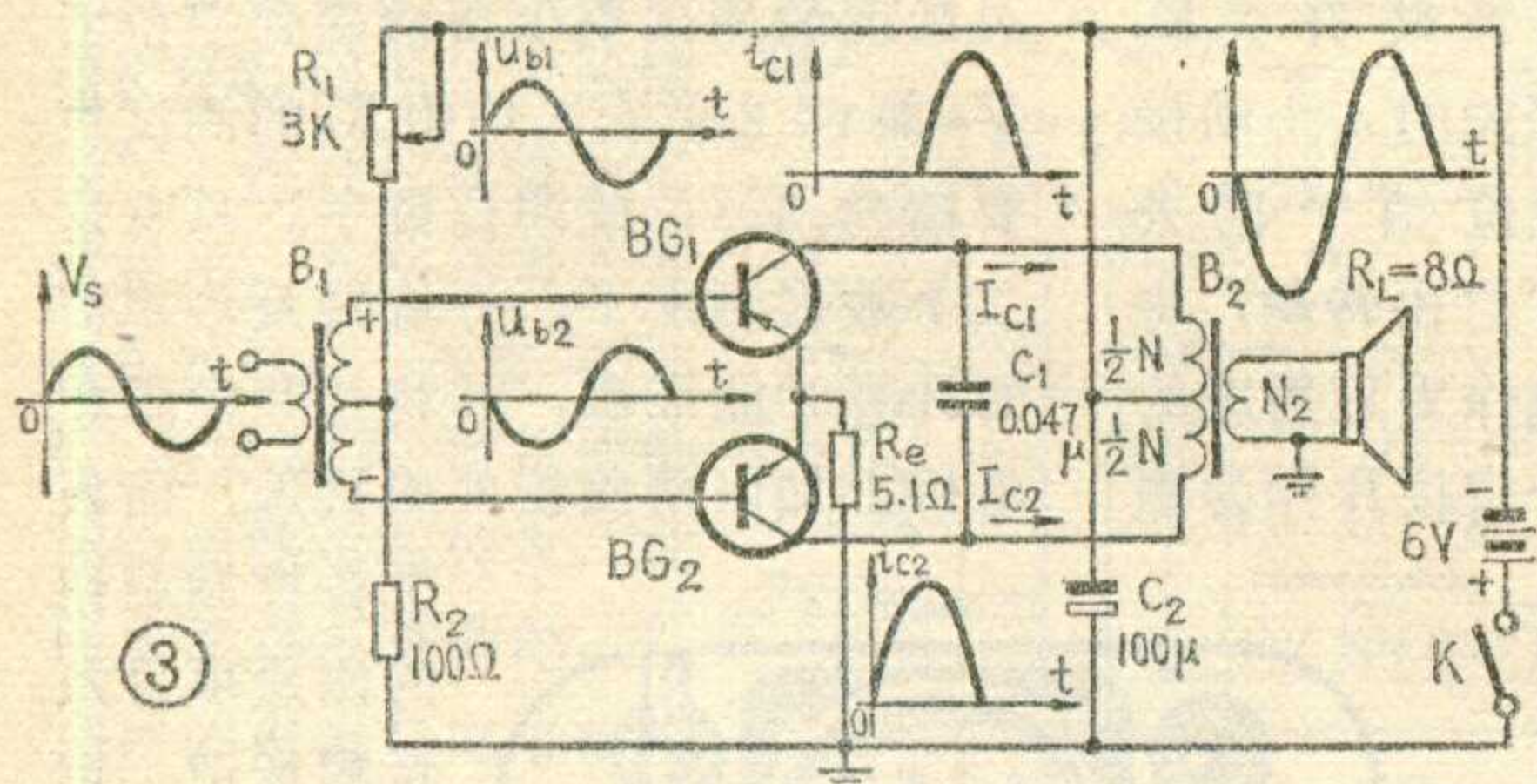
（下转第 15 页）

乙类推挽功率放大器

单边甲类功放，虽然电路简单、失真小，但它的实际效率很难超过45%，所以只宜用于小功率输出。为了提高功放效率，满足大功率输出的需要，最好是让晶体管工作在乙类状态，即管子工作点选在 $I_b=0$ 处，这样可使输出动态范围最大；但是，管子仅在信号的半个周期内导通工作，势必造成输出信号的极大失真，这是功率放大器所不允许的，因而总是采用双管推挽式的乙类功放电路，以克服这一缺点。

图3为典型的乙类推挽功放电路。从电路结构可以看出，它实际上是由两个单边功放并联组成的一个对称电路。其中 B_1 是次级绕组有中心抽头的输入变压器； B_2 是初级绕组有中心抽头的输出变压器； BG_1 和 BG_2 是两个型号、参数相同的晶体管。

在静态时，由于两管的型号、参数相同，静态工作点又都调整在 $I_b=0$ 处，所以两管集电极均只有穿透电流 I_{ceo} 。输出变压器 B_2 的初级绕组是中心抽头的，所以 BG_1 和 BG_2 的穿透电流 I_{ceo1} 、 I_{ceo2} 流过 B_2 初级的方向相反而量值相等，互相抵销，变压器铁心



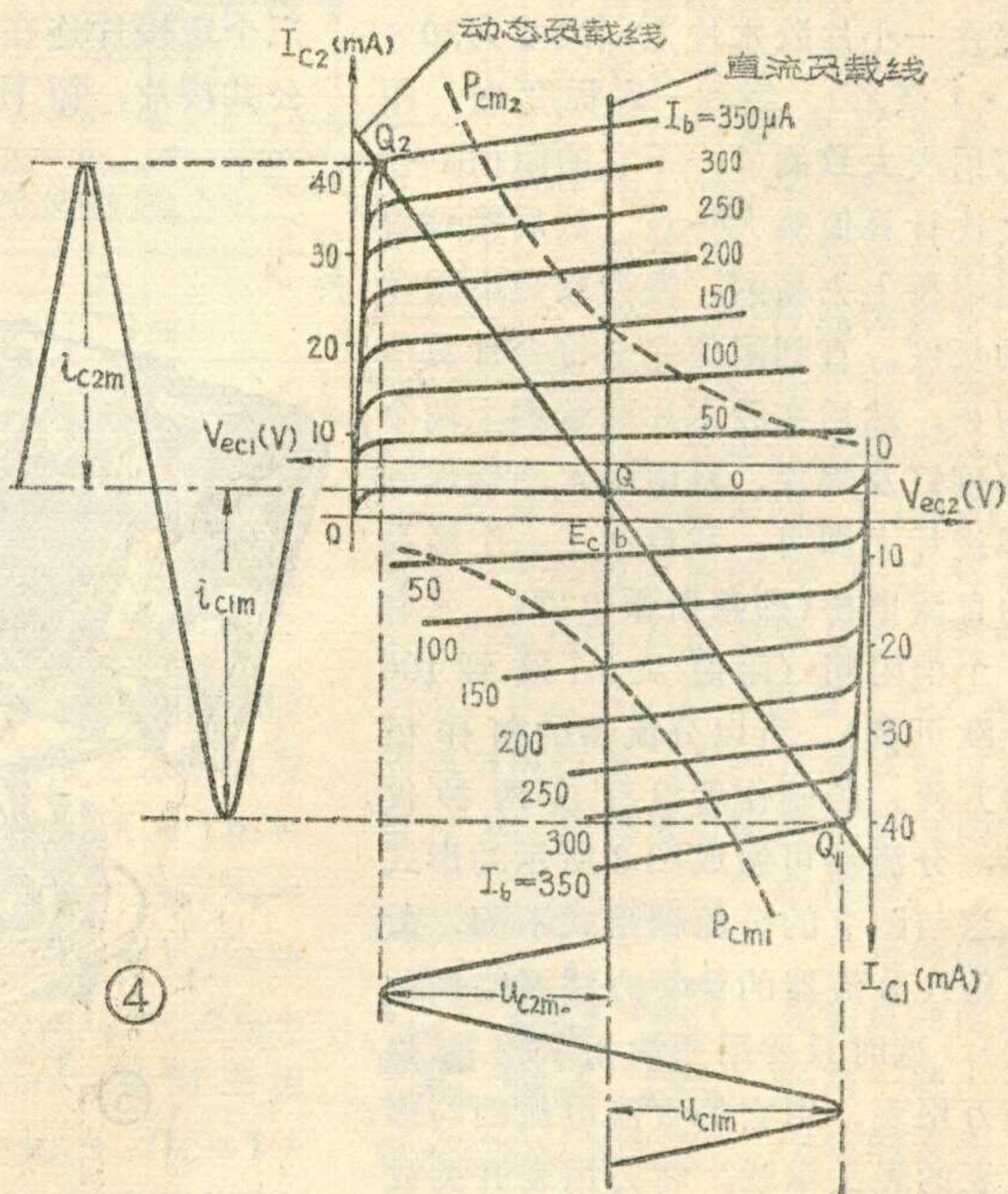
的直流磁化电流等于零，从而提高了变压器效率 η_{B2} 。这一点也比单边甲类功放要好得多。在甲类功放电路中总有 I_Q 电流流过变压器初级绕组，使铁心磁化。

在动态时，信号 V_s 通过输入变压器 B_1 耦合到 BG_1 和 BG_2 ，因为 B_1 次级绕组是中心抽头的，所以感应到次级后，两管基极上的信号是等值反相的，如图3所示。若某一瞬间， B_1 的次级上端为正，下端为负，由于两管的静态工作点都是调在截止状态，所以对PNP型管来说，只有在基极加负极性信号时，管子才能导通工作。如图3中， BG_2 管处于导通工作状态时， BG_1 管截止，因而 BG_2 管集电极有放大的信号电流 i_{c2} 流过。过了这半个周期，变压器 B_1 次级上端变负，下端变正，这时 BG_1 管导通，它的集电极回路有 i_{c1} 流过，而 BG_2 管处于截止状态。这样，在信号

V_s 的一个周期内，前(正)半周， BG_2 导通、 BG_1 截止，有集电极电流 i_{c2} 自下而上地通过变压器 B_2 的初级；后(负)半周， BG_1 导通， BG_2 截止，有集电极电流 i_{c1} 自上而下地通过变压器 B_2 的初级。这两个半波信号 i_{c2} 和 i_{c1} 等值反相地在一个周期内加到 B_2 的初级，在负载 R_L 上就得到了一个完整的不失真信号波形。这两个管子交替工作的情况，很像两个人拉锯子一样，一推一拉，推挽功放亦因此而得名。

为了描述两管交替“推挽”工作的情况，我们总是将两管的两组特性曲线相互倒置起来，如图4所示。因为两管均处于乙类工作状态，静态时 $I_b=0$ ，所以这两组相互倒置的特性曲线在 $I_b=0$ 处(即 $I_c=I_{ceo}$ 处)重叠起来。这样，直流负载线就是通过 $V_{ec}=E_c$ 点、垂直于 V_{ec} 轴的一根直线，与 $I_b=0$ 那根线相交于 Q 点，即为两管的静态工作点。

在动态时，由于输出变压器 B_2 的阻抗变换作用，使每一管的输出阻抗 R'_c 与负载阻抗 R_L 相匹配，即 $R'_c=n^2R_L$ ，其中圈数比 $n=(N_1/2)/N_2$ ，因此，动态负载线是一条通过 Q 点、斜率为 $t_g^{-1}(1/R'_c)$ 的斜线。 BG_1 、 BG_2 两管的型号和参数相同，所以在图4中，动态负载线以 Q 点为中点对称贯通两组特性曲线。在信号 V_s 作用下(如图3电路所示)，前(正)半周 BG_2 管导通，有 i_{c2m} 、 u_{c2m} 输出，后(负)半周 BG_1 管导通，有 i_{c1m} 、 u_{c1m} 输出，两个半波叠加起来就得到一个完



整的放大的信号波形。从图4图解还可计算放大器的输出功率和效率。

输出功率P的计算:如果我们忽略两管的饱和压降 V_{es} 和穿透电流 I_{ceo} 影响,从量值来说,可认为 $i_{c1m} = i_{c2m} = I_{Q1} = I_{Q2}$, $u_{c1m} = u_{c2m} = E_C$,则可算得输出功率

$$P = \frac{i_{c2m}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{u_{c2m}}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2} I_{Q2} E_C = \frac{1}{2} \frac{E_C^2}{R'_C} \quad (1)$$

从上式可以看出,输出功率恰好等于动态负载线与座标轴所构成的三角形面积,输出功率的大小则取决于电源电压 E_C 和 R'_C (即负载 R_L 通过输出变压器 B_2 反射到初级的输出阻抗)。

效率 η 的计算:从数学分析可知,半个正弦波的直流成分应该是它峰值的 $1/\pi$ ($\pi=3.14$),即放大器在动态工作时,每个管子的集电极电流直流成分为 $\bar{I}_{C2} = \bar{I}_{C1} = (1/\pi) i_{c2m} = (1/\pi) I_{Q2}$,则两个管的集电极电流直流成分为 $\bar{I}_C = 2\bar{I}_{C2} = (2/\pi) I_{Q2}$,所以电源供给两管的集电极直流功耗为

$$P_0 = E_C \bar{I}_C = 2/\pi I_{Q2} E_C \quad (2)$$

$$\text{效率 } \eta = \frac{P}{P_0} = \frac{\frac{1}{2} I_{Q2} E_C}{\frac{2}{\pi} I_{Q2} E_C} = \frac{\pi}{4} = 78.5\%$$

集电极功耗 P_C 的计算:只要将(2)、(1)两式相减,即可算得:

$$P_C = P_0 - P = P \left(\frac{4}{\pi} - 1 \right) \approx 0.27P$$

每一只管子的功耗为 $P_{C1} = P_{C2} = 1/2 P_C \approx 0.14P$,即只有输出功率的14%,比起甲类功放来,要小得多。但是,必须说明,上述分析计算都是指晶体管工作在最大动态范围的情况下,即最大不失真功率输出的情况。实际上随输入信号 V_S 的强弱变化,推挽功放级不可能经常工作在这一满额状态(即 i_{c1m} 不等于 I_{Q1} , u_{c1m} 不等于 E_C),这就要考虑到集电极电流、电压的利用系数 K ($K = i_{c1m}/I_{Q1} = u_{c1m}/E_C$), K 的大小直接影响放大器的效率 η 和集电极功耗 P_C 。分析证明,当输出功率最大时,集电极功耗 P_C 并不是最大,而是当 $K=0.636$ 时,集电极功耗才是最大($P_{cm} = 0.406P$,每个管 $P_{c1m} = P_{c2m} = 0.203P$)。因此,推挽输出的收音机或扩音机,音量没开足时,推挽管的功耗比音量开足时可能更大。在使用大功率输出的扩音机时,应尽量避免让扩音机在输出额定功率的36%的情况下工作,因为这时 $K=0.636$,推挽管功耗最大。

乙类推挽功放电路计算举例

若给定输出变压器效率 $\eta_{B2} = 80\%$,电源 $E_C = 6$ 伏,喇叭负载 $R_L = 8$ 欧,试计算输出功率 $P = 100$ 毫瓦的乙类推挽功放电路。

电路如图3所示。

(1)由于 $\eta_{B2} = 80\%$,负载 R_L 上要得到 $P = 100$ mw的功率,必须使输出功率为 $P' = P/\eta_{B2} = 100/0.8 = 125$ mw。

(2)由于 $E_C = 6$ 伏,要满足 P' 功率输出,需集电极输出阻抗 $R'_C = E_C^2/2P' = 6^2/2 \times 125 \times 10^{-3} = 144 \Omega$ 。根据 R'_C 可计算圈数比

$$n = \frac{N_1/2}{N_2} = \sqrt{\frac{R'_C}{\eta_{B2} R_L}} = \sqrt{\frac{144}{0.8 \times 8}} \approx 4.7$$

(3)根据 $P' = 125$ mw,可算出每管集电极电流峰值为 $I_{Q2} = 2P'/E_C = 250\text{mw}/6\text{V} = 41.7\text{mA}$,额定 P' 功率输出时的直流功耗 $P_0 = 2/\pi E_C I_{Q2} = 4/\pi P' \approx 160\text{mw}$;集电极功耗为 $P_C = P_0 - P' = 160 - 125 = 35\text{mw}$,每

管集电极功耗为 $P_{C1} = P_{C2} = 1/2 P_C = 17.5\text{mw}$;最大集电极功耗 $P_{cm} = 0.406P' = 0.406 \times 125 \approx 51\text{mw}$,每管的最大集电极功耗为 $P_{c1m} = P_{c2m} = 1/2 P_{cm} = 25.5\text{mw}$ 。

(4)推挽管最大集电极电压应按电源电压 E_C 的二倍来考虑,即 $BV_{ceo} \geq 2E_C$ 。如图5所示,当 BG_2 导通, BG_1 截止时, BG_2 管的集电极电流 i_{c2} 在输出变压器 B_2 初级产生的感应电压 E_{C2} 正好与电源 E_C 同方向叠加到 BG_1 管上(从图4也同样可看出),而 E_{C2} 的峰值又近似等于 E_C ,所以截止管 BG_1 集电极要承受 $2E_C$ 的电压。当 BG_1 管导通, BG_2 管截止时, BG_2 管也一样要承受 $2E_C$ 电压。

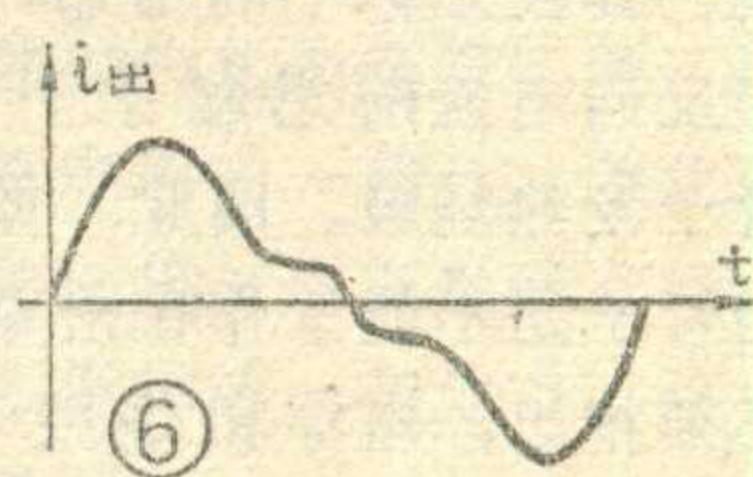
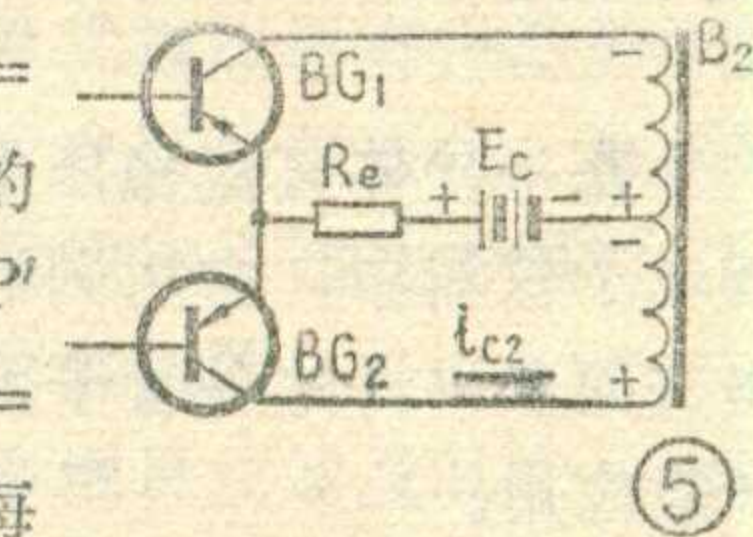
根据上面的分析计算,可以选用3AX31或3AX71型低频小功率管。图3电路中,在输出变压器 B_2 的初级并联了一个电容器 C_1 ,这是为了改善放大器高频端的频响而加的。当频率升高时,电感支路的阻抗增加,而电容支路的阻抗却下降,使总的负载阻抗不因为频率升高而变化过大,从而改善了放大器高频端的频响。电容器 C_2 的作用,是作电源滤波用,使交流信号不通过电源,避免由于电源内阻造成的对各级的干扰。

乙类推挽功放的失真

有两种情况会造成失真:一是两管工作不对称,从图4可看出,这时会产生明显失真,因此要求推挽管的特性尽可能相同,主要是 β 值,愈接近愈好;二是由于晶体管的放大特性在小电流工作区存在严重的非线性,乙类推挽在小信号电流情况下工作时会造成波形失真,如图6所示,信号愈小,失真愈大,这种失真通常叫做交越失真。

为了减小交越失真,我们总是将推挽管的静态工作点取在乙类与甲类之间,如图3电路中调整 R_1 ,给两管发射结加上很小的正向偏压(锗管 < 0.2 伏,硅管 < 0.6 伏),使静态 I_Q 稍大于 I_{ceo} 。一般额定功率输出50~100毫瓦的收音机, I_Q 总是调到3~5毫安。这样做,实际上是使推挽管工作于甲乙类状态。

(金国钧)



硅稳压管及其应用

黎 彤 宇

在半导体直流稳压电源以及一些电子仪器中，常用到硅稳压管。本文简单讲讲这种管子特点及其一般应用。

硅稳压管的特点

硅稳压管虽然也是一种二极管，但在用途上它又不同于一般二极管。

如果拿一个普通半导体整流二极管来，给它两端加上反向电压，当输入电压从零开始慢慢增加时，在开始一段二极管的反向电流很小，并且基本保持恒定；但当输入电压增加到某一数值时，管子的反向电流开始显著增加，这叫做管子被击穿了。如果进一步增高输入电压，即使是微小的增加，也将会引起反向电流的迅猛上升，以至使管子发热烧毁。因此，像这样一类的管子是不能工作在击穿区的。但必须指出，击穿和烧毁不是一回事，普通二极管用在击穿区所以烧

种面结型的二极管。由于在材料内部掺入的杂质较多，所以它能承受的最大允许电流和最大耗散功率都较大，用在反向击穿区时只要不超过这个允许值，管子就能稳定工作而不会被烧毁。

图1是硅稳压管的典型伏安特性曲线，横轴代表加在管子两端的电压，纵轴代表相应流过管子的电流值。由图可见，其正向特性和普通二极管相似，而反向特性则有所不同。反向电压从零到 V_a 这一段，特性曲线近似是一条平行于横轴的直线；反向电压升高到 V_a 时，管子开始击穿。如果进一步增大输入电压，稳压管两端的电压并不升高，只是使管子的反向电流由A点经B点到达C点，管子的反向电流增加，而管压降却基本保持不变（B、C段几乎垂直于横轴），就起到了稳压的作用。

硅稳压管用图2(a)的符号来表示，图2(b)是目前常见的几种稳压管外形。

我国生产的稳压管是以2CW、2DW来命名的。例如

2	C	W	11	2	D	W	7
二	N	稳	产	二	P	稳	产
极	型	压	品	极	型	压	品
管	硅	管	序	管	硅	管	序
	材		号		材		号
	料				料		

硅稳压管的电参数

硅稳压管的电参数主要有：

1. **稳定电压 V_z** 是在给管子加上某一特定电流情况下，管子两端所产生的反向压降。由于半导体器件生产的分散性，同时也由于稳定电压受工作电流和温度的影响，所以生产厂给出的稳定电压值通常是指一个电压范围。

2. **电压温度系数** 是指温度每变化一度时，稳定电压的变化量。这个参数说明温度对稳压值影响的大小。一般说来，低于6V的稳压管，其电压温度系数是负的；高于6V的稳压管，其电压温度系数是正的；而在6V左右的稳压管，受温度影响最小，电压温度系数有可能为零。因此，在一些要求比较严格的场合，常选用6V稳压管，或者把6V的稳压管串联起来使用。

3. **动态电阻 r_z** 是指稳压管两端电压的变化量与相应电流变化量之比。对于同一只管子来说，通常是工作电流越大，动态电阻越小。动态电阻越小，则其稳压性能越好。

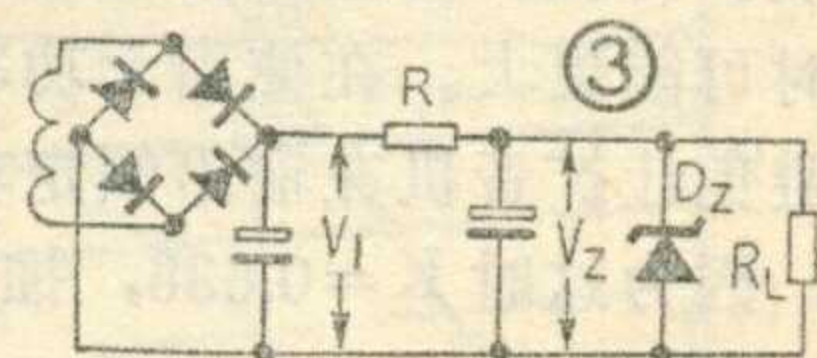
4. **最大稳定电流 I_M 和最大允许耗散功率 P_Z** 管子在使用时，不得使工作电流超过 I_M ，否则要损坏管子。当手册中未给出 I_M 时，可由下式算出

$$P_Z = I_M \cdot V_Z$$

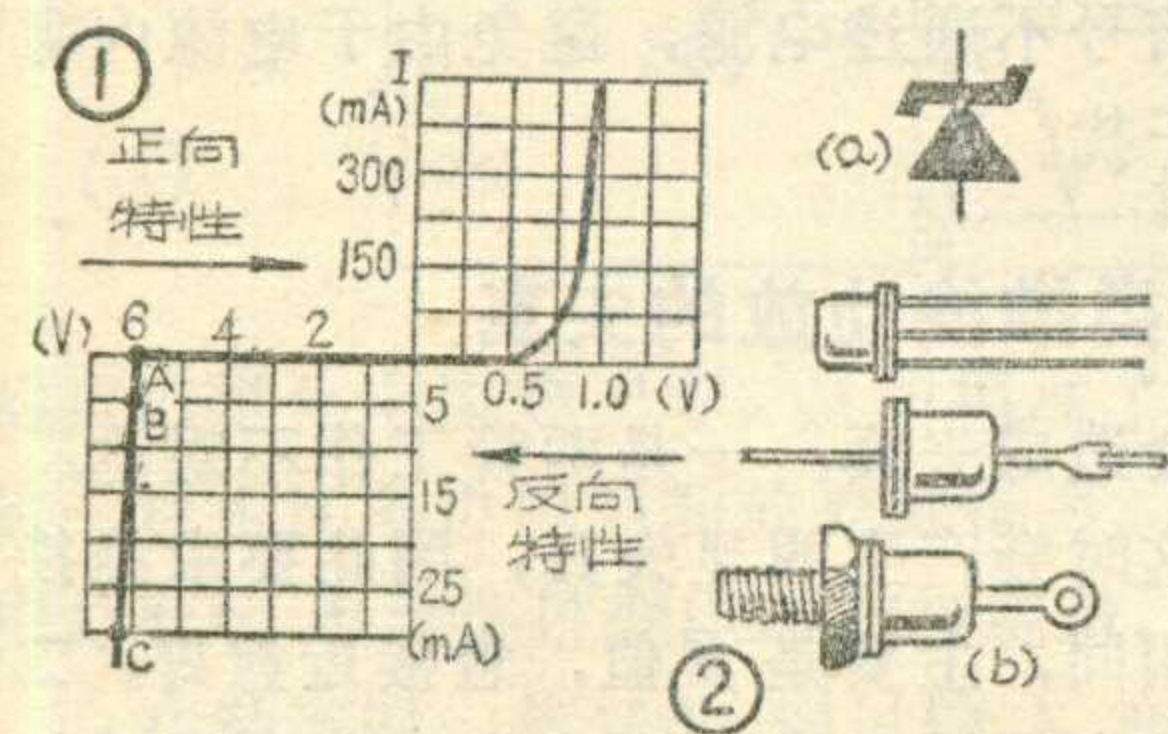
硅稳压管的应用

1. 硅稳压管稳压器

作稳压器是硅稳压管最基本的应用也是最广泛的应用。图3为硅稳压管稳压器的典型电路。一般说来，



造成负载电压变化的因素有两个，一个是负载的改变，一个是电源电压的变化。如果能保持硅稳压管和负载电阻的总电流不变，那么就可以在负载上得到稳定的电压。我们从图1中可以看到，稳压管在A、B、C三点表明了三个不同的内阻值，其中A点的电阻最大，可达几



毁，是由于此时管子的最大耗散功率不够，如果我们想办法提高管子的最大耗散功率，使得在击穿区不至于烧管，就可以利用击穿特性制出另一种用途的管子，这就是我们要讲的硅稳压管。

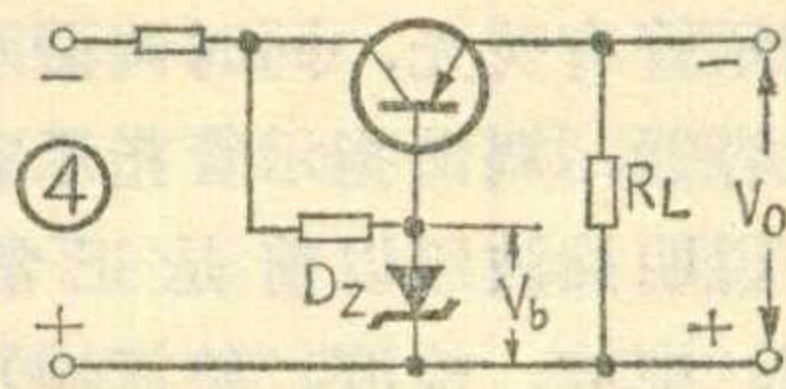
硅稳压管用硅材料做成，是一



兆欧；C点的电阻最小，只有几十欧。也就是说，稳压管是一个变化范围很大的可变电阻。通常，硅稳压管的工作点都取在B点。如果由于某种原因使负载电阻变小了，也就是说负载加大使输出电压降低，那末稳压管的工作点就会由B点变到A点，用增加硅稳压管的内阻来补偿减少的负载电阻，从而使稳压管和负载电阻的总电阻不变；如果负载电阻增大，也就是说，负载变小，使得输出电压增高，这时稳压管的工作点就会由B点移到C点，这时内阻减小，以抵消增加的负载电阻，稳压管和负载电阻的总电阻仍然保持不变。也就是说，流到 R_L 的电流一旦减少，那末流到稳压管的电流就会相应增加；流到 R_L 的电流增加，就会引起流到稳压管中的电流相应减少，但总电流始终保持不变，这样就使输出电压保持稳定。如果是电源电压变化引起输出电压变化，稳压原理和上面是一样的，这里不再重复。

上面只是定性地介绍稳压管在线路中的工作过程。为了实现这一点，还需要进行一下近似计算。这种稳压电源的计算，只需要解决两个问题，一个是选择稳压管，一个是选择限流电阻 R 。

稳压管应根据要求的电压以及负载电流 I_L 来选取。如果要求输出电压为6V，则应选择稳定电压为6V的管子。同时这种管子的最大稳定电流 I_M 应超过负载电流 I_L 的2~



3倍，即

$$I_M \geq (2 \sim 3) I_L$$

限流电阻 R 可以根据欧姆定律来计算，由图3可得：

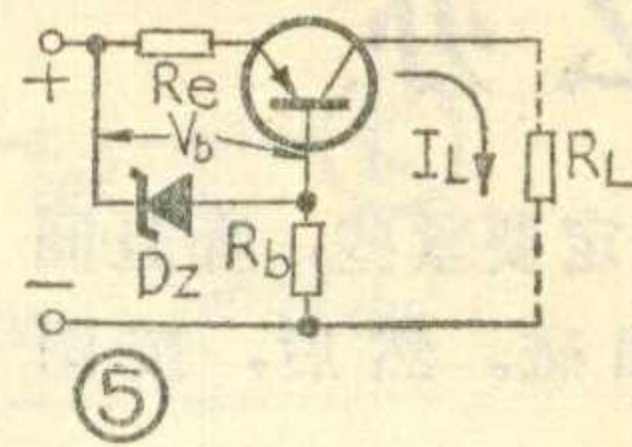
$$V_1 = V_Z + IR \\ = V_Z + (I_Z + I_L)R$$

$$\text{所以 } R = \frac{V_1 - V_Z}{I_Z + I_L}$$

通常 $V_1 = (1.5 \sim 3) V_Z$

2. 简单串联式稳压电源

图4是最简单的串联式稳压电源原理图。在这里稳压管用来作为基准电压。输出电压 V_0 等于基准电压加上调整管的be结压降。



电压加上调整管的be结压降。

假定说，

由于某种原因

输出电压偏离稳定电压而增高时，因为稳压管的作用， V_b 是恒定的，且 $V_b = -V_{be} + V_0$ ， V_0 一增大， V_{be}

就增大，晶体管集电极电流 I_c 则减小，从而使 V_{ce} 电压增大，这样就反过来迫使 V_0 下降到稳定值。同样输出电压 V_0 降低时， V_{be} 就减小， I_c 增大，使 V_{ce} 压降减少，迫使 V_0 升高到稳定值。

调整管式稳压器有很多种电路形式，不管电路如何变化，稳压管在这里所起的作用都是相同的。

3. 直流恒流源

在很多测量仪器及其它一些电路中，还广泛地使用着恒流源。图5是晶体管恒流源的典型电路。图中稳压管也是作基准电压用的。

假定负载电阻 R_L 变小，负载电流增大，那末流过电阻 R_e 的电流也增大， $I_L R_e$ 就增大，由于稳压管DZ的作用， V_b 是恒定的，而且 $V_b = I_L R_e - V_{be}$ ，所以， V_{be} 增大， I_b 就要减小，就抑制了 I_e 的增大，也就抑制了 I_L 的变化，迫使 I_L 回到恒定值；如果负载电阻变大，负载电流 I_L 减小，则 V_{be} 减小，使得 I_e 增大，促使负载电流 I_L 回到恒定值。

以上列举的几个应用实例，仅仅是稳压管应用的一部分。除此以外，稳压管还常被用在形成方波、晶体管过压保护等一些地方，这里就不详细讲了。

细漆包线去漆上锡小经验

自制的中频变压器线圈以及自绕的直流电流表表头动圈，在绕好之后，其线头需要去漆及上锡，这是一个比较困难的工作。因为绕制中频变压器及表头动圈所用的漆包线非常细，一般都在 $\phi 0.06 \sim 0.08$ mm左右以致更细。用普通去漆方法，例如用小刀刮或用火焰烧，待发红后迅速放入酒精中，操作不好就容易把线头刮断或烧断，这样便

前功尽弃，一个细心绕好的线圈又得拆开重绕，既费了时间、又浪费了材料。

我通过实践，掌握了一个细漆包线去漆上锡的小经验，效果较好，现介绍给大家。

找一块干净的玻璃片，将一小粒松香（一粒米那样大就足够）用烙铁熔化在玻璃上，将绕好的线圈放在玻璃上，用一只手将其固定

住，线头需要上锡的部分紧贴在玻璃的松香上，然后用热烙铁头紧压线头，顺着线头刮几下，铜线上的漆膜即离去，并镀上了一层锡，这样上锡的线头光泽很好，也不会损伤导线。

注意事项：（1）烙铁头应清洁并吃好锡，但不需要沾过多的锡。

（2）导线上好锡后，应趁玻璃上的松香尚未冷却时迅速将线头拿起来，否则线头和松香凝固在一起，猛拿时会把线头拉断。

（工人 初学）



利用调谐指示管检修收音机

在有些交流收音机中，装有调谐指示管，它在选择电台时起指示作用，使我们准确地调到所要接收电台的频率。在检修收音机的工作中，我们发现从调谐指示管的指示变化，能够很快地判断出发生故障的部位（应该指出，故障收音机的调谐指示管是好的）。下面是我在检修收音机实践中的一点体会。

1. 完全无声。收音机完全无声而电子管都亮，调谐指示管无荧光，则说明无高压输出。应检查整流器的滤波电阻（或低周阻流圈）是否开路，滤波电容是否短路，整流管是否损坏或电源变压器次级高压绕组是否烧坏等。

2. 收音机无声，各电子管亮，调谐指示管有荧光，同时调谐双联可变电容器，调谐指示管指示有变化时，说明检波级以前是正常的（变频、中放、检波、整流器）。故障出现在低放、功率放大或扬声器。此时如果从扬声器发出呼呼的轻微交流声，则说明功率放大、扬声器也是好的。故障就在低频放大级。

调谐双联可变电容器改变其调谐频率时，调谐指示管指示无变化，亮区很小，这时故障出现在低频放大级以前，如变频、中放、检波等。

3. 调谐指示管的荧光暗，收音

机音量轻，选择性差，有杂音和交流声，这是高压低的现象。故障出现在整流器或高压有短路的地方（有时市电电压低，这不是收音机的故障）。

4. 刚开机时收音正常，过几分钟后声音突然变得闷或变调，调谐指示管亮区减小；关机后等几分钟再开时声音可暂时恢复。这是由于中放管衰老而引起自激。解决的办法是换新中放管。

5. 音量轻。调谐指示管亮区指示小。应检查收音机的天线，天线线圈初级有无断路。变频管、中放管是否衰老。中放管的阴极电阻是否变质或接触不良等。特别是有的在中放管阴极电阻上装有远近程选择开关的，应予以注意。

（工人 戴洪志）

电烙铁心坏了怎么办

电烙铁由于经常使用，烙铁心易损坏。如果烙铁心损坏较轻，修理后可继续使用；损坏严重的必须更换新烙铁心。我们在拆开电烙铁修理时，要按一定顺序。如果拆修不得法，容易使烙铁心再次损坏。这里，我们将电烙铁拆装顺序和注意事项作个介绍。

参照图①，按以下顺序拆开电烙铁：一、旋出烙铁头固定螺丝（如果螺丝锈得较厉害，可以先点上些机油泡一会再拧）。二、取下烙铁头。三、旋开后盖，拆下电源线，松开压在接线柱A、B下面的电热丝引线。四、用起子从接缝处撬出烙铁心，并连同电热丝引线一起抽出外壳。

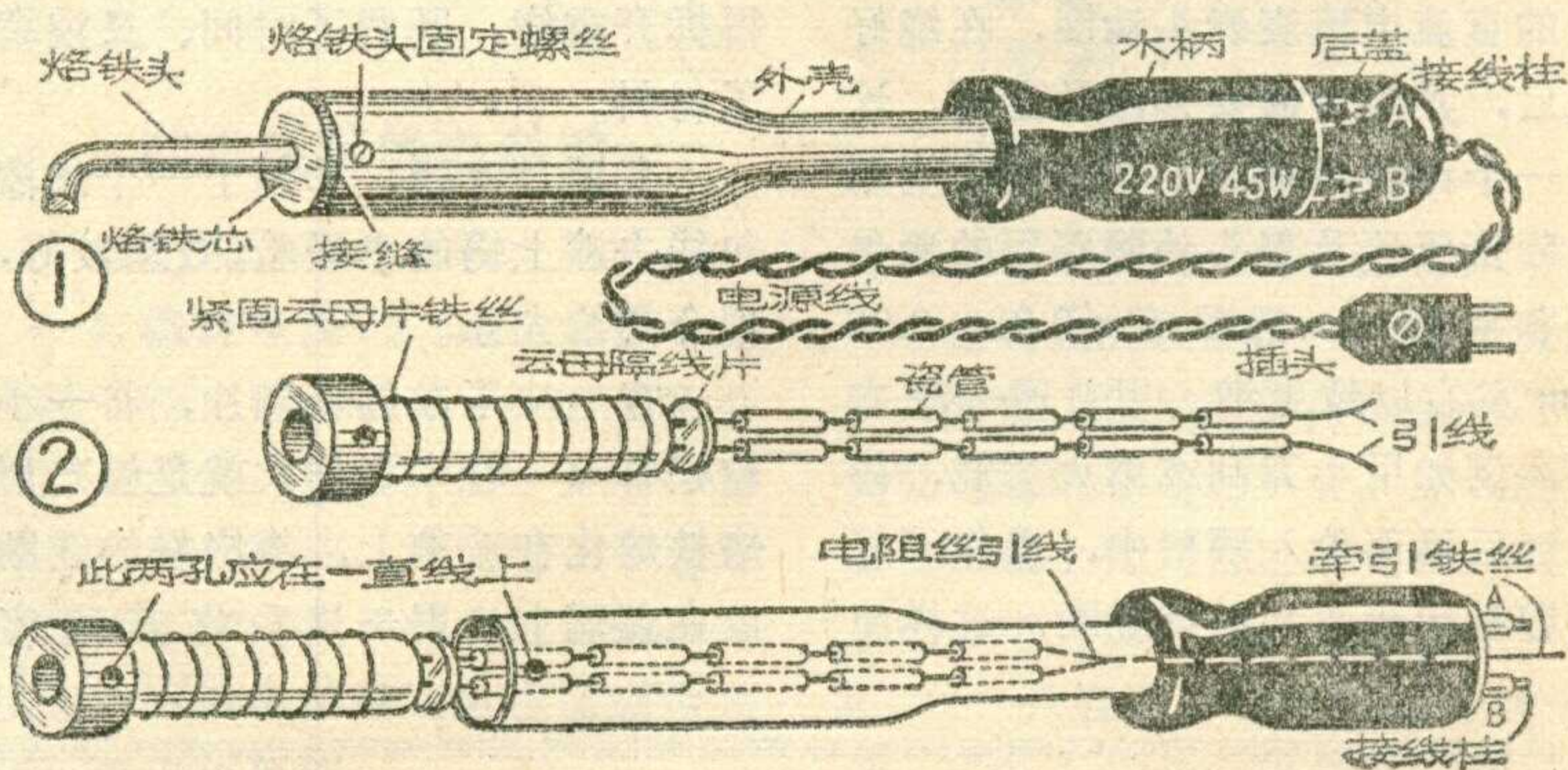
参照图②，按以下顺序修复烙铁心：一、取下瓷管和云母隔线片。二、松开紧固云母片的铁丝，就可以逐圈绕下电热丝查找断处，如果断处不多于两处，就可以接起来再用。接线时两电热丝需绞合几圈。三、按原样把电热丝重新绕

好，注意绕时一定要紧些，而且圈与圈之间不能相碰。然后，按图②装好。

参照图②下图并按下列顺序装好烙铁：一、用一根细铁丝牵引着电热丝引线，缓缓往右拉（不能拉得过猛，否则电热丝会拉断），并慢慢地插入烙铁心。这时，应注意烙铁心上的孔应和外壳上的孔在一直线上。二、把电热丝引线牵到接线柱A、B下面并紧固好。三、把电源线从后盖穿入，打一个比后盖孔大一些的结，然后把电源线铜丝

插入接线柱拧紧。四、拧好后盖。插入烙铁头，旋紧烙铁头固定螺丝。

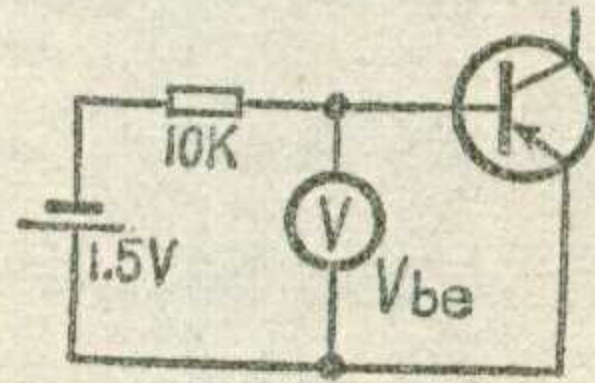
如果烙铁心损坏比较严重，则可按上述拆、装步骤更换一个和原烙铁心规格相近的新烙铁心。烙铁心换好后（电烙铁经过修理后），在通电使用前，必须先测一下烙铁心电阻是否正常，可用万用表测量电源插头两端的电阻值。如烙铁工作电压为220伏，25瓦烙铁心电阻为2千欧左右，45瓦为1千欧左右，75瓦为650欧，100瓦为500欧。再测一下电源插头和外壳是否短路，一般绝缘电阻在10兆欧左右。如以上测量都正常，就可通电使用。
（沈长生）



问与答

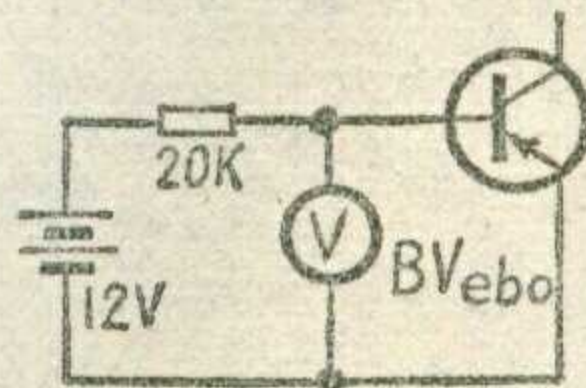
问：有一个不知型号的晶体管，怎样判别它是硅管还是锗管？

答：硅管PN结的正向电压降一般在0.5~0.8伏的范围内，而锗管PN结的正向电压降一般只有0.1~0.3伏。因此可以测量这一电压降以判别管子的类型。先用万用表判明晶体管是PNP型还是NPN型，然后按附图连接测量电路。图中V是万用表电压5伏档。这是测PNP型管的情况。如果测NPN型管，电池和电表的极性都要对调一下。如果测得的 V_{be} 在0.1~0.3伏之间，这个晶体管就是锗管；如果 V_{be} 在0.5~0.8伏之间，这个晶体管就是硅管。



问：有一个不知型号的晶体管，怎样用简单的方法判别它是高频管还是低频管？

答：可以首先确定管子是锗管还是硅管。因为小功率硅管一般都是高频管，所以如果是硅管，就可以基本上断定这个管子是高频管。如果是锗管，可以进一步根据一般常用的锗高频管和低频管的发射结反向击穿电压 BV_{ebo} 相差很大的特点来加以判别。一般锗高频管的 BV_{ebo} 在一伏左右，很少超过5伏的；锗低频管的 BV_{ebo} 一般在10伏以上。照附图那样接一个测量电路，其中电池为12伏，限流电阻为20千欧，电压表可用万用表的50伏档。如果被测管是高频管，管子这时已接近击穿，电压表的读数一般只有1伏左右，或最多不超过5伏。如果电压表的读数在5伏以上，就表明被测管是低频管。



也有一些例外的情况。例如锗高频管3AG38、3AG40、3AG66~70的 BV_{ebo} 为10伏或更高。用这种方法可能误判为低频管。但因这种例外情况不多，所以此法对于目前市售大多数晶体管来讲，有一定实用意义。
(以上黎衡答)

问：有一台104-5型黑白电视机屏幕上发现帧幅度不足，上下二边缺少20毫米左右，调节帧幅度电位器无效，而且帧线性很差，为什么？

答：这是因帧扫描电路发生故障引起的。可先测量帧振荡管6N1，如果屏极电压是100伏左右，栅极电压-20伏，即确定帧振荡部分正常，故障就出于输出级。仍用万用表检查输出管6p1各极是否正常，也可以掉换一只6p1对比一下，看是否6p1衰老引起，若无效，则检查帧幅度电位器上串联电阻 R_{51} (2.2M Ω)是否阻值变大，可换一只1.5M Ω 试之。如果仍不能保证满幅，则故障多半是帧输出变压器内部有局部短

路，可换一只新的试试。帧输出变压器是电视机中常常损坏元件之一，原因是采用矽钢片尺寸小(16 \times 35)mm²窗口狭，用线细(ϕ 0.1)，要求电感大，圈数多(4500圈)，因此层数多，层间绝缘薄，使用多年后往往容易短路或霉断，这时调换帧输出变压器就能解决。

在绕帧输出变压器时，若改用(19 \times 28)矽钢片，线径改用 ϕ 0.12，增加圈数至初级5000圈，次级185圈，效果会更好些。如果帧输出变压器完好，即要检查偏转线圈是否局部短路。
(何烈明答)

问：雷电为什么会损坏接有室外天线的收音机？

答：雷电是天空中带电的云块互相之间或对大地放电造成的。对收音机有危害的雷电主要是后者。电走捷径，哪条路最近，它就从哪里下来。收音机的室外天线高高树起；收音机的位置总是比较接近大地的(有的收音机还接有地线)，因此很容易将雷电导入大地。当带电云块靠近室外天线时，就会对天线放电。这时将有强大的电流流过天线，因此最容易烧坏收音机的天线线圈。其次雷电中又包含很多高频电流成分，当强大的高频电流流过天线线圈时，次级将感应出很高的交流电压，使第一级晶体管的发射结击穿。因此，为安全起见，在雷雨天最好不用装有室外天线的收音机收听广播，并将天线和地线相连。如一定要收听应安装避雷器。
(严毅答)

问：在修理晶体管扩音机时，遇到功率放大管(3AD18A \times 2)发射极通地的电阻(0.15欧)经常烧毁，烧毁时必有一只功放管立即烧坏，为什么？

答：功放管3AD18A的损坏，不是由于那只0.15欧电阻烧毁而引起的，而是由于一只或两只3AD18A集电极与发射极打穿了，有很大的集电极电流流过发射极的电阻，把电阻烧坏了。

功放管打穿的原因，往往是由于空负荷，即扩音机未接喇叭(或负荷很轻)，音量开得又比较大，音频输出电压很高，把晶体管打穿了(这个电压，在正弦信号情况下，可达供电电压的两倍，对脉冲或近似脉冲的信号，这个电压就更高了)。有时，由于扩音机末级过负荷或其它原因，功放管过热也容易导致集电极与发射极打穿。对上述两种情况在值机时都应多加注意。

问：扩音机上用的三极管FU-5发红程度怎样算正常？怎样算不正常？

答：FU-5三极管的板极原来是用石墨做原料的，制造厂意见，是不允许发红的，也就是关闭室内电灯，应该看不到发红。

后来生产的FU-5管，有的改用金属做板极原料，制造厂的意见，可以允许有一点能察觉的暗红(关了电灯为准)。如果由于使用不当，在白天或晚上开了灯，仍可以看到FU-5板极发红，那是不正常现象。长此下去必然会缩短管子寿命或把板极烧坏，还可能造成内部碰极等不良后果。
(以上方锡答)

中频为什么选用 465 千赫

我国目前生产的超外差收音机，中频选用 465 千赫。为什么要选用这个频率呢？这里，我们作个简要的介绍。

在选择收音机中频时，应该考虑以下几个方面：

一、中频不应该选在收音机的接收波段内，否则在收听中频附近电台时，就会产生啸叫声和干扰。如中频选在 600 千赫，而接收的电台频率是 601 千赫，那末，经变频产生的 $1201 - 601 = 600$ 千赫信号和经变频级直接放大的 601 千赫信号，就会同时通过中放级，检波差拍出 $601 - 600 = 1$ 千赫人耳所能听到的叫声，造成干扰。此外，在中频附近其他电台的信号也容易直接通过变频器到达中频，造成干扰。

二、中频选得低些，可以提高中频放大器对邻近电台的选择性。如有两个频率邻近的电台，一个为 1000 千赫，一个为 1010 千赫。两电台频率相差是 10 千赫，我们接收 1000 千赫电台时，由输入回路对他们的选择能力来看，1010 千赫对 1000 千赫频率的相对偏差是 $10/1000 = 1\%$ 。如果中频选为 175 千赫，这时变频器的本机振荡频率应该是 1175 千赫，两信号经过变频后，所要收听的 1000 千赫信号变为 $1175 - 1000 = 175$ 千赫，而不要收听的 1010 千赫信号变为 $1175 - 1010 = 165$ 千赫，虽然二者之差仍是 10 千赫，但对中频放大器中心频率 175 千赫而言，它们的相对偏差是 $10/175 = 5.7\%$ 。选择能力提高了。因此，中频愈低，选择性愈好。

三、中频选得高些，可以提高收音机对镜象干扰的抑制能力。超外差式收音机的特点，就是先将高频信号

通过变频器和本机振荡频率差频而变成中频信号，因此，就有两种不同频率的信号通过变频器都能变成中频，一个是比本机振荡频率低一个中频频率的信号（也就是我们要接收的信号），另一个是比本机振荡高一个中频频率的信号，这就是所谓的“镜象频率”，它和所接收的信号频率相差两倍中频。如图所示。中频放大器对这镜象频率的干扰是无能为力的，只有依靠高频部分的选择回路来滤除。由图看到，如果中频越高，则镜象频率与信号频率相差愈大，则高频回路对它的选择性就愈高，也就是对镜象干扰的抑制能力越强。

由以上几点看，中频不能选得很低，也不能选得很高，因此，我们采用兼顾各方面的要求，一般选用 455—465 千赫。我国生产的收音机中频就采用 465 千赫。

（杨圭南）

无线电

1974 年第 9 期（总第 144 期）

目 录

长城 203 高级台式电子计算机	中国科学院数学研究所工厂 (1)
X 线硒干板静电摄影显相仪	扬州无线电厂 (2)
集成电路数字式点钞机	中国人民银行上海市分行工具厂 (4)
可控硅的派生元件	黄耀先 (5)
单稳态触发器	上海市业余工业大学 卢威 (8)
混合式 9 吋电视机制作	北京师范大学物理系无线电教研室 (10)
* 农村有线广播 *	
压电扬声器	无锡无线电元件二厂 (16)
高音喇叭额定电压心算法	工人技术员 张家身 (18)
田头高音喇叭遥控开关装置	江苏省太仓县人民广播电台 (19)
电子管收音机的故障检修(1)	工人技术员 毛瑞年 (20)
消除中放自激	工人 彭小鹏 (23)
硅、锗管混合式收音机的一点修理经验	工人 刘福田 (23)
* 实验室 *	
简易多用电表的制作	金德初 (24)
* 晶体管电路讲座 *	
功率放大器(续)	金国钧 (26)
* 初学者园地 *	
硅稳压管及其应用	黎彤宇 (28)
细漆包线去漆上锡小经验	工人 初学 (29)
利用调谐指示管检修收音机	工人 戴洪志 (30)
电烙铁心坏了怎么办	沈长生 (30)
中频为什么选用 465 千赫	杨圭南 (32)

* 问与答 *

- 封面说明：安徽省和县高关公社广播站广播员、上海市下乡知识青年应塑同志正在广播
- 封底说明：河南省辉县拍石头公社广播站机线员郜秀禄同志在架设有线广播线路

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：1974 年 9 月 25 日

本刊代号：2—75 每册定价 0.17 元

混合式9吋电视机电路图

