



无线电

1973年

第2期

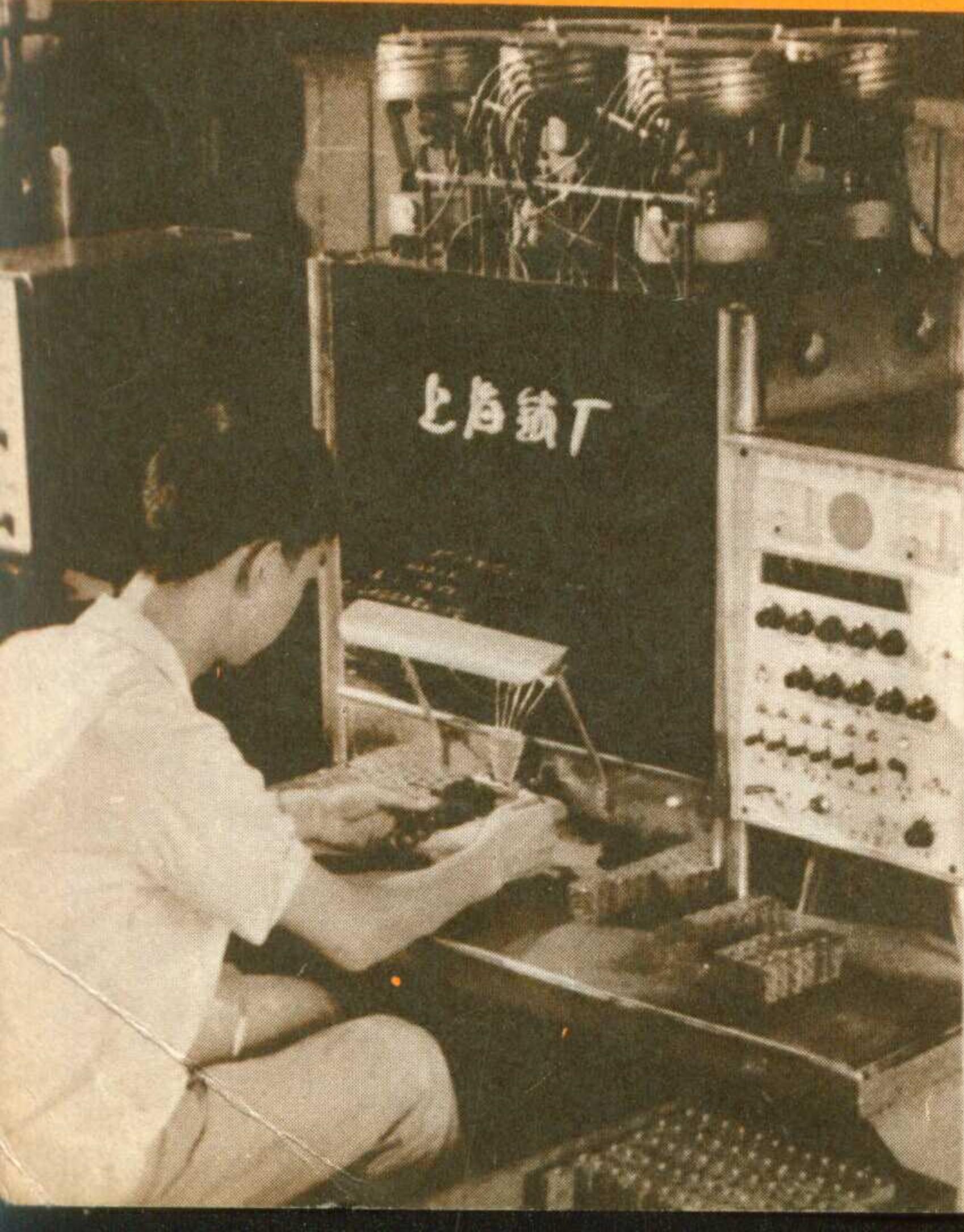
上海羊毛衫八厂工人破除“电子工业高不可攀”的思想，自己动手采用电子新技术改造针织横机，用光电控制织造过程中的自动放针、收针、记数、断头自停，提高了产品质量和劳动生产率。



应用电子技术 为加快社会主义建设服务

(除署名者外均为新华社供稿)

上海锁厂青年工人在老师傅帮助下，制成了数字程序控制自动装弹子机，用这种机器装锁弹，可以自动计数，不但速度提高而且不易发生重复等差错。（本刊）



上海无线电八厂职工试制成功微型自动联合冲裁机。用十台这种自动化冲裁机，可以代替十台五吨冲床，二十台手扳冲床，三十多副模具，节省了二十七个劳动力，提高工效六十四倍，并保证了生产安全。

北京量具刃具厂试制成功光柵式齿轮单面啮合检查仪，并已投入小批生产。这种检查仪采用集成电路等先进技术，可用于检查精密度较高的齿轮，迅速准确。



上海第一钢铁厂第二转炉车间工人和技术人员，试制成功电子磅，能准确控制化铁炉流入包子的铁水质量。这对延长转炉炉龄，缩短冶炼时间，控制合金配比，提高钢的产量和质量，都有显著作用。



我国收音机生产的新成就

广播接收设备电声器件研究所

我国电子工业战线上的广大工人、干部和技术人员在批林整风运动的推动下，认真执行毛主席关于“努力办好广播，为全中国人民和全世界人民服务”的伟大指示，鼓足干劲、力争上游，努力发展收音机的生产，为宣传马列主义、毛泽东思想，促进工农业的发展和丰富人民的文化生活作出了贡献。我国收音机的生产已出现了蓬勃发展的新局面。

一、收音机生产能力不断增强，产量和品种发展较快

建国初期，我国只上海、南京、天津等城市能生产少量无线电元器件，电子管完全靠进口。经过十几年的努力，1962年我国已经能够生产半导体收音机。1965年收音机年产量有了大幅度增长。经过无产阶级文化大革命，目前全国二十九个省、市、自治区都有了收音机产品。1972年收音机年产量为无产阶级文化大革命前的1965年的六倍。1972年比1971年增长了12%。1973年收音机计划产量又比去年增长一倍多。仅以上海无线电二厂为例，收音机产量1972年比1971年增长83.3%。今年计划比去年又将增长153.2%，这个厂今年1到5月收音机产量为去年同期的321.3%。

收音机品种也有了较大的发展。1972年全国收音机专业会议，各地送展的样机有184个品种，今年参加评比和观摩展出的共有264个品种。收音机新品种的增加也是我国收音机生产迅速发展的一个标志。

二、质量显著提高

从1973年全国收音机评比情况看，各型收音机的质量都有显著提高，大部分参数和主要电气电声性能（如灵敏度、选择性、不失真功率等）大都达到和超过了部颁标准。收音机的结构、工艺、外观方面也有较大的提高，很多收音机达到了造型大方、加工精细、结构牢固，使用维修方便的要求，便于大量生产。其中除南京“熊猫”、北京“牡丹”、上海“红灯”和“春雷”等产品在国内外享有一定声誉外，江苏、山东、湖北、广东、浙江、辽宁、安徽等省也生产了一批受广大群众欢迎的高质量收音机。

三、新技术、新工艺、新器件的采用

硅晶体管在收音机中的应用 自从去年全国收音机专业会议提出推广硅管的应用后，各地积极发展硅管收音机。今年参加评比的110个型号的半导体收音机中，全硅管及硅管锗管混合的就有19种，占评比品种的17%。目前利用生产中分选出来的硅管做收音

机，可以使不同参数的管子得到合理使用，充分利用我国丰富的硅资源。

采用集成电路 目前已有一些工厂生产了厚膜组件和薄膜组件的收音机。如南京无线电厂的熊猫牌H73—2型用六块厚膜组件试制的袖珍收音机，出国展览和国内试销已得到了好评。贵州地区也试制了一种薄膜组件的二波段袖珍机。采用集成电路后可进一步提高可靠性。

新工艺不断采用 许多工厂的收音机生产采用了塑料电镀、烫印电化铝、多色铝氧化等新工艺。这不仅节省了金属材料，而且使收音机的外型更加美观。有的工厂已采用了自动焊接工艺，如浸焊和波峰焊。另有不少工厂采用了扫频图示仪调试收音机。北京无线电厂过去用通用仪器调试，每人每天统调收音机50~80台，现用扫频图示仪调试，每人每天可调试200台，劳动生产率提高了2.5倍。

四、技术革新不断开展

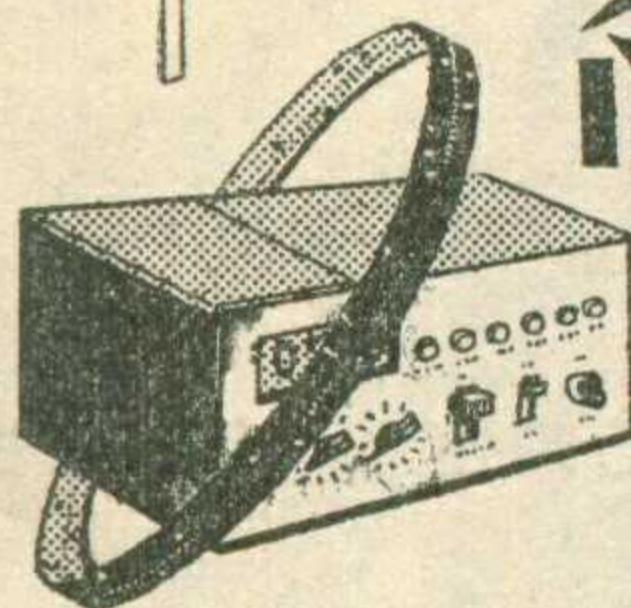
实现生产自动化是增加收音机产量、降低成本的重要条件之一。如上海无线电三厂发动群众搞革新，改革工艺，设计制造了自动剥线机、捻线头机、变压器硅钢片自动插片机、绕线机、数控机床等许多高效率的自动单机设备，大大提高了生产效率。

上海无线电二厂“711”型收音机小铝罩，原来要三道工序，经过革新用一只复合模具代替三只单一模具，实现了冲床自动进料，生产效率提高了将近20倍。这个厂过去收音机用的各式弹簧，都是用手工绕制，现在制成了自动弹簧车，能绕一般的拉簧，又能绕电池盒中用的塔形压簧，生产效率提高了几十倍。他们还制成了超声波清洗机，用来清洗拉杆天线的拉管内壁，提高效率十几倍。

又如上海101厂发动群众，在较短的时间内造出了专用的自动化车床，使加工滑轮轴、天线插座等零件的工效提高7~13倍。他们对有些批量较大的零件搞了不少自动模具和专用设备。这个厂制成一台镦管机，使原来用模具冲压的铁管零件由日产量四千只提高到十万只。

我国收音机生产所取得的成绩，是毛主席无产阶级革命路线的伟大胜利，有力地批判了林彪一伙污蔑我国“国民经济停滞不前”的无耻谰言。目前我国电子工业战线上的广大职工正在认真学习十大文件，贯彻十大精神，决心鼓足更大干劲，为多快好省地发展我国电子工业做出新的更大贡献。

针织横机用



简易光电程序控制器

上海羊毛衫八厂工人杨圣宝

我厂过去是用人工控制的针织横机来生产羊毛衫的。生产技术不能适应形势发展的需要。在无产阶级文化大革命和批林整风运动的推动下，我厂广大职工以马列主义、毛泽东思想为武器，批判了林彪一伙散布的唯心论的先验论和反动的“天才论”，大破“电子神秘论”，坚持实践第一，发动群众推广电子技术的应用。现在已在针织横机上采用了简易光电程序控制装置，对老设备进行了技术改造，实现了全车间针织横机半自动化，减轻了劳动强度，提高了劳动生产率。

用针织横机编织羊毛衫时，随织物品种的不同，需要有放针、收针等多种变化，过去都是人工操作。采用光电控制后，实现了自动收针、自动放针、自动换梭（随时调换毛纱颜色）、自动扳花（按一定时间移动针板）和自动停机，并装有数字计数器，能把每一工序的织针数显示出来。

光电程序控制器的工作原理

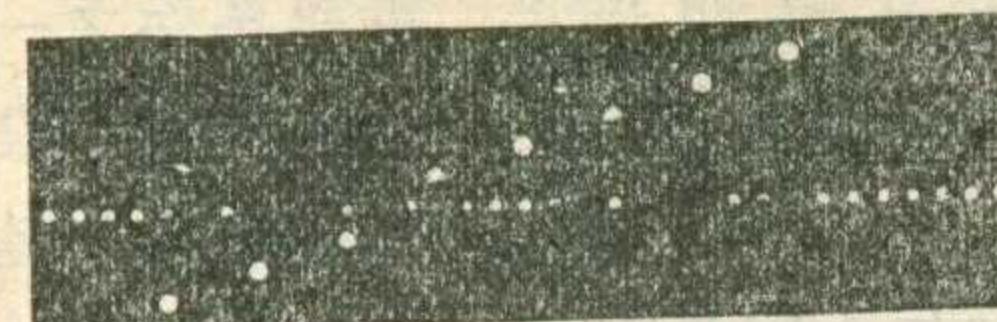
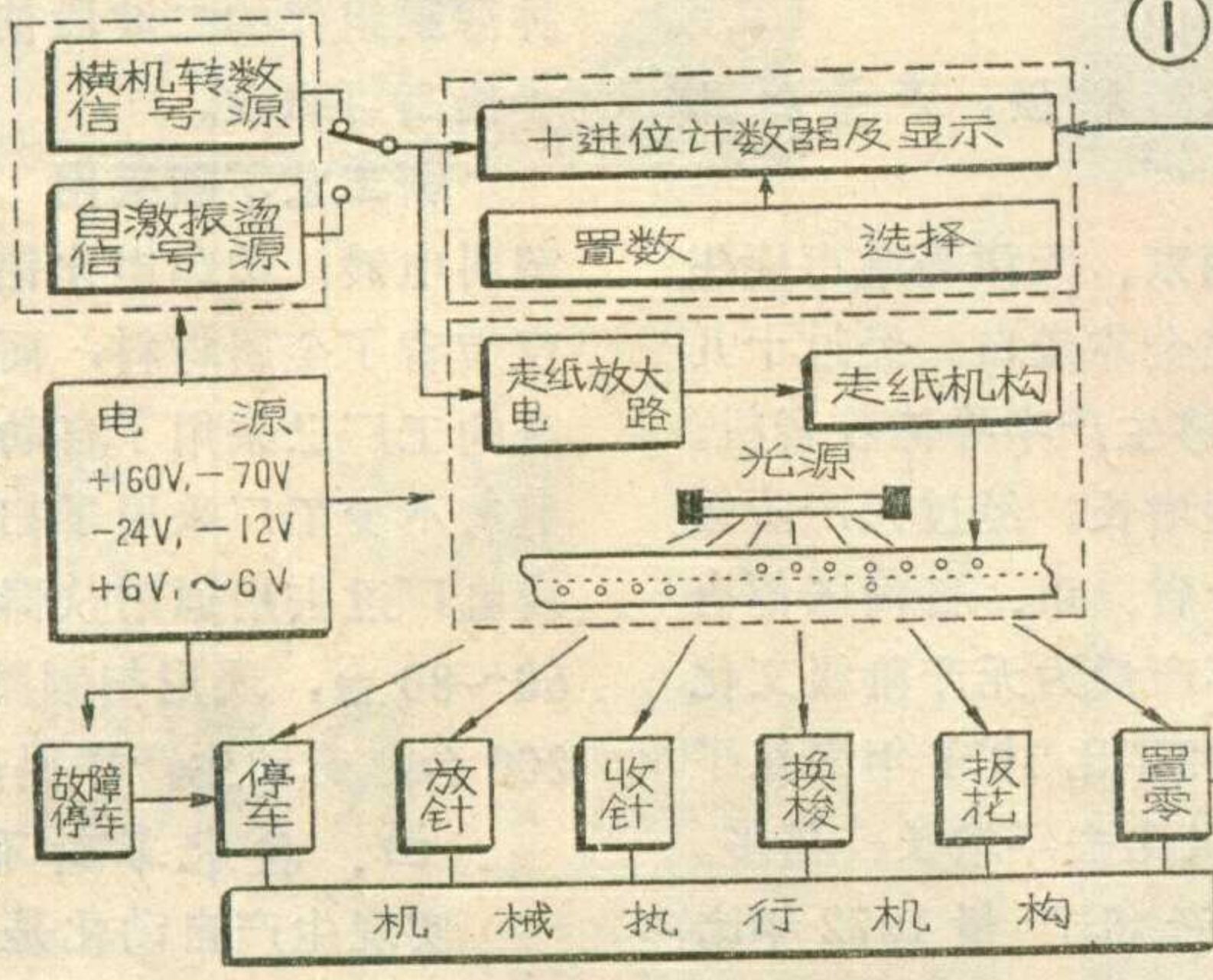
图1是光电程序控制器（简称程控器）的方框图，它是由光电转换、横机转数信号源、控制执行机构、计数显示和电源等部分组成。

为了使程控器能按照羊毛衫加工的工艺要求控制横机的各项动作，必须先按编织羊毛衫的工艺要求编制程序，并把程序按规定在纸带上穿孔。有孔表示有信号，无孔表示无信号。我们采用标准八单位纸带，每排有八道孔的位置和一个小孔，纸带形式如图2所示。目前横机需自动控制停机、收针、放针、

换梭、扳花、置零等六项操作，每个操作项目占一道大孔，余下SP、CR两道孔留作增加其他控制项目时使用。另外还有一道小孔，

受；无孔时，光线被遮断。这样光电二极管根据光的信号其电阻产生相应变化，从而把光信号转化成电信号，经放大后去控制执行机构。

①



停针 放针 收针 SP 换梭 CR

②

是作为纸带传动用的，称中导孔（或同步孔），它与横机转数起同步作用。

光电转换部分的作用，是将纸带上的程序转换成电信号，送至控制执行机构。纸带上方装有长钨丝灯泡作为光源，下方装有六个光电二极管，对准纸带上六道孔位。当有孔时，光通过孔被光电二极管接

受；无孔时，光线被遮断。这样光电二极管根据光的信号其电阻产生相应变化，从而把光信号转化成电信号，经放大后去控制执行机构。

横机转数信号源部分是为了使纸带传动与横机转数同步。横机每转动一转，机头便来回一次，同时要求纸带向前移动一小孔。因此，在横机大幅盘上置有永久磁铁，另用干簧继电器固定于机架上，横机每转动一次，干簧继电器在永久磁铁作用下接触一次，于是便产生一个脉冲信号，通过走纸放大电路带动电磁铁，变为机械动作传动纸带。

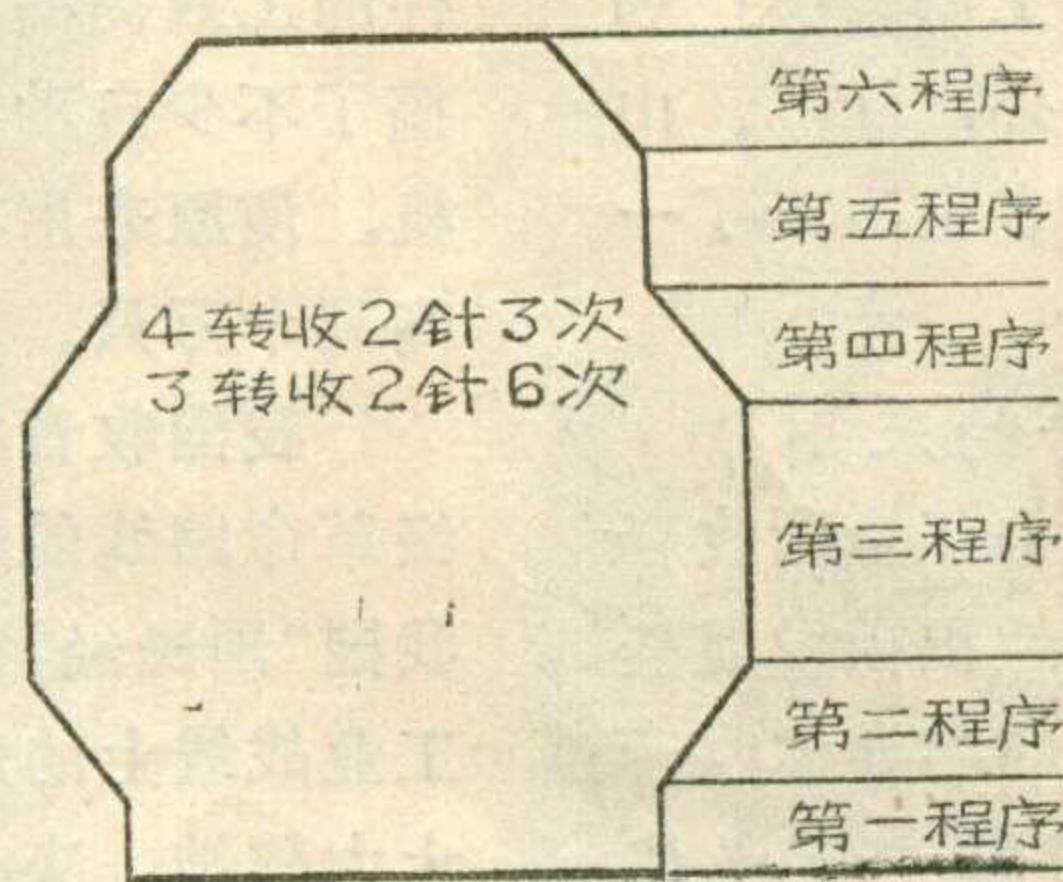
转数信号源产生的脉冲信号同时送到数字显示计数器，因此可以把每一程序的织针数计数并显示出来。因编织衣片过程中是按每道工序分别计数的，所以在每道工序结束时，都要把计数器计数的结果抹去，称为“置零”。当某一程序结束，来自纸带的置零信号通过置零电路，使计数器置零，以便使下一程序重新计数。

第三程序

④

收针置零即第三程序
结束第四程序开始
第二次收针
间隔二转
第三次收针

最后一次收针置零
即第四程序结束进入第五程序

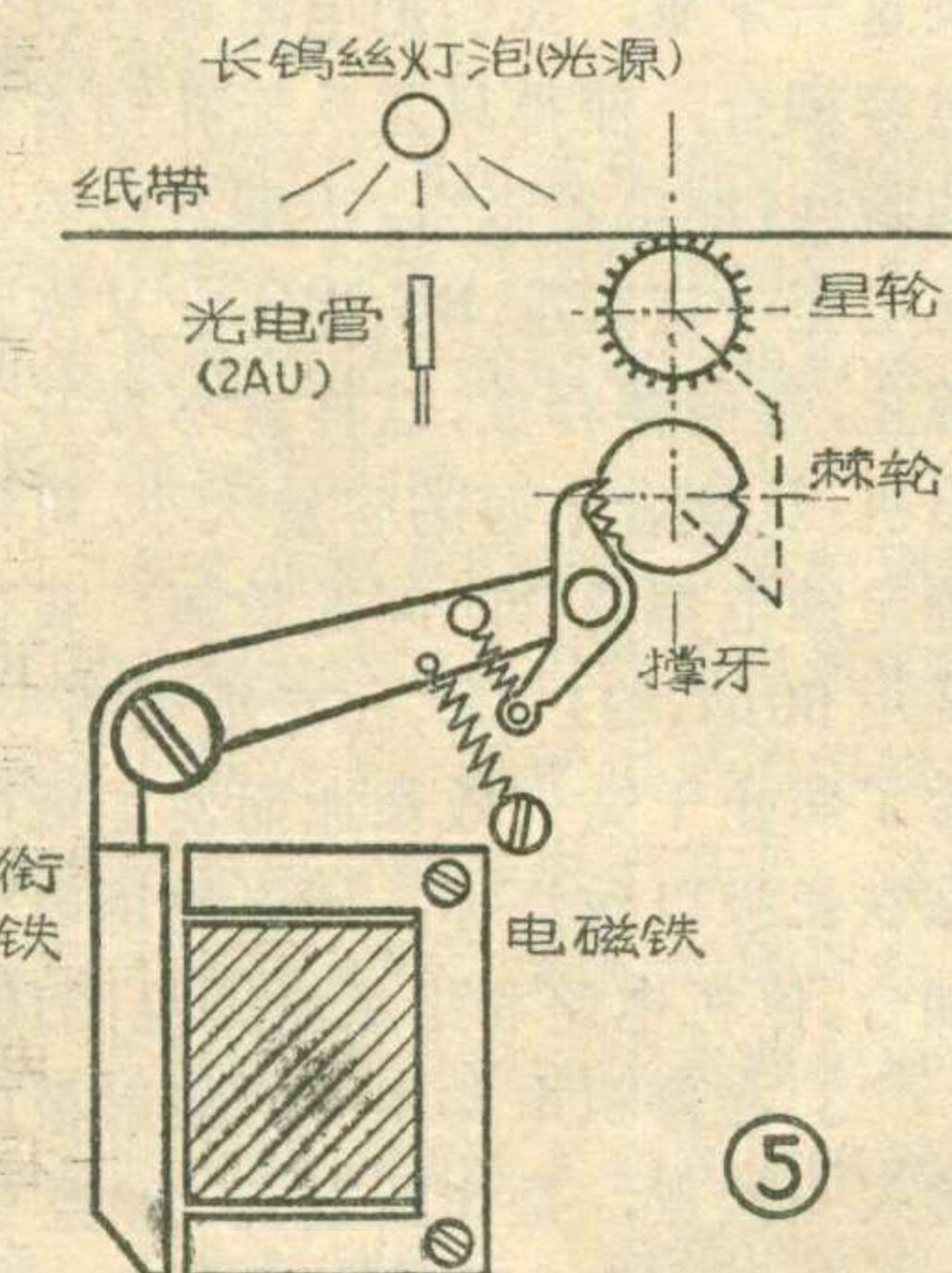


③

程序编制与走纸机构

怎样才能把所需加工的衣片编制成程序呢？下面以某品种的后身织造工艺单的一道程序来说明：该工艺单把一片后身分成六道程序，如图3所示，其中第四道程序是收针，它要求横机每三转收二针并重复六次，再要求每四转收二针并重复三次。根据这一要求，我们在八单位纸带上第三道程序结束一排处的置零行打一孔、收针行打一孔（针织横机每一转，机头来回一次，编织二排针，因此收二针只须打一孔）。此后，每隔两个中导孔收针行打一孔，在第六次收针后，则改为每隔三个中导孔打一收针孔，直至第九次收针，该程序结束，与此同时打孔置零，进入第五程序。见图4。

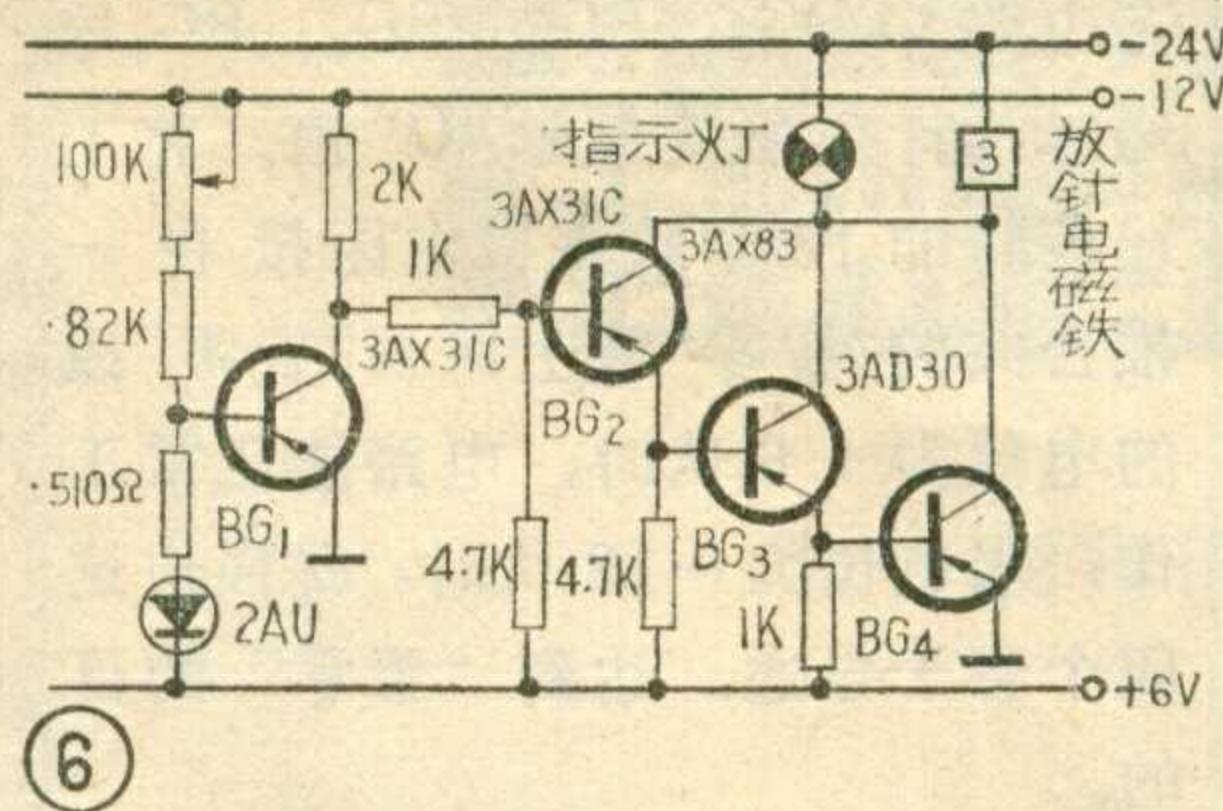
编织一块衣片横机转了多少转，纸带的中导孔就有多少孔。可



见中导孔不仅是纸带前进的传导孔，也表示织物的长度。因此走纸机构的精度要求较高，要保证横机每转一转纸带前进一孔，传动结构的示意图见图5。图中棘轮和星轮是同轴的，星轮上的小圆齿伸入纸带中导孔，电磁铁受转数信号源控制，横机每转一转，电磁铁吸动衔铁，用撑牙撑动棘轮一牙，星轮便带动纸带前进一孔。

光电转换电路

各光电转换电路大体相同，现



⑥

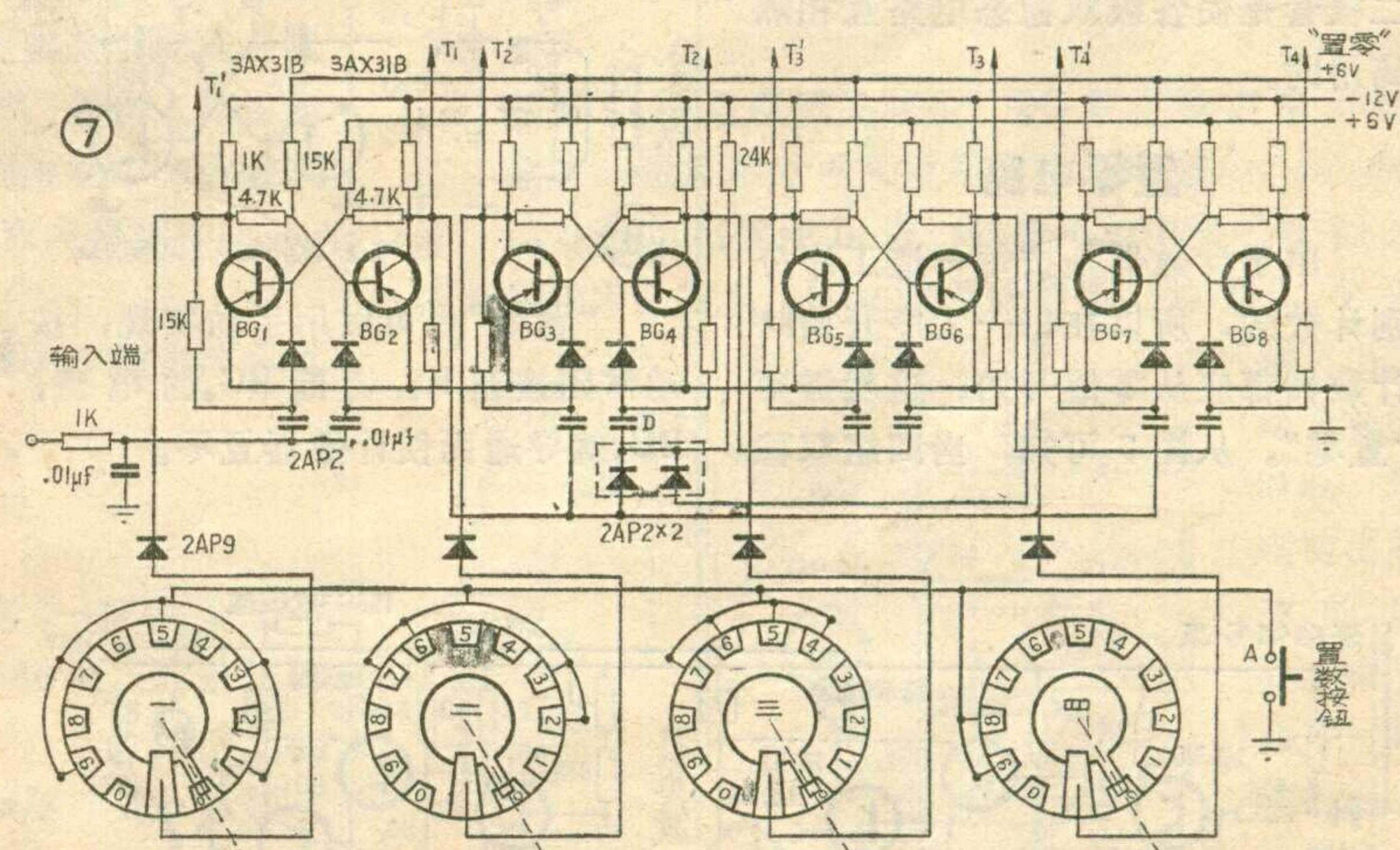
以放针电路（图6）为例说明工作原理。晶体管 BG_1 和光电管2AU构成光电开关， BG_2 、 BG_3 、 BG_4 组成组合管，在光电管2AU无光照时，其电阻很大，大于几百千欧，所以 BG_1 导通，调节100千欧电阻使之饱和，此时 BG_1 集电极近似0伏，经1千欧和4.7千欧电阻分压， BG_2 基极得正电位而截止，因 BG_2 、 BG_3 、 BG_4 是组合管，可以作一只管子来分析，所以 BG_2 、 BG_3 、 BG_4 均截止。通过电磁铁的仅仅是少量漏电流，约为几毫安，电磁铁不能动作。当纸带走到有“放针”孔时，光电管受到光照，电阻大大减小（小于几十千欧）使 BG_1 基极电位变正而截止，于是 BG_2 、 BG_3 、 BG_4 得到足够的基极电流而导通饱和，电磁铁流过2安以上电流而产生了足够的吸力，吸动机械部分，达到放针的目的。收针、换梭、扳花的电路完全相同。

置数电路

计数器电路见图7所示。由四组双稳态电路加了反馈门D成为十进计数器及译码电路。这些都做在一块印刷板上，再由数字管(SZ—1)显示出来。

在下班关断电源后，怎样才能在重新开机时仍使计数器显示原来所计的数字呢？解决的方法是在电路中采用了“置数”的措施。操作工人在关断电源前，将计数器显示的数字，拨记在相应的分选器上（即决定置数值的两个四刀十掷波段开关），在下次开机时按一下置数按钮，便能把原来所计的数字在计数器上重现，并在此基础上继续计数。

置数的原理是：对于处于“0”状态的双稳态电路，只要把截止管的集电极接一下高电位（对PNP管而言），便可强迫它翻转而处于“1”状态。数字管的十个数字就是由四级双稳态电路不同状态组合而成，我们用的是8—4—2—1编码，见表1。用一只四刀十掷波段开关，按这一编码规律接好，然后波段开关拨到某数字，例如“3”，根据8421编码，数字“3”只要 T_1 、 T_2 变成“1”状态即可。当波段开关拨到“3”时（图7），正好把 T_1 、

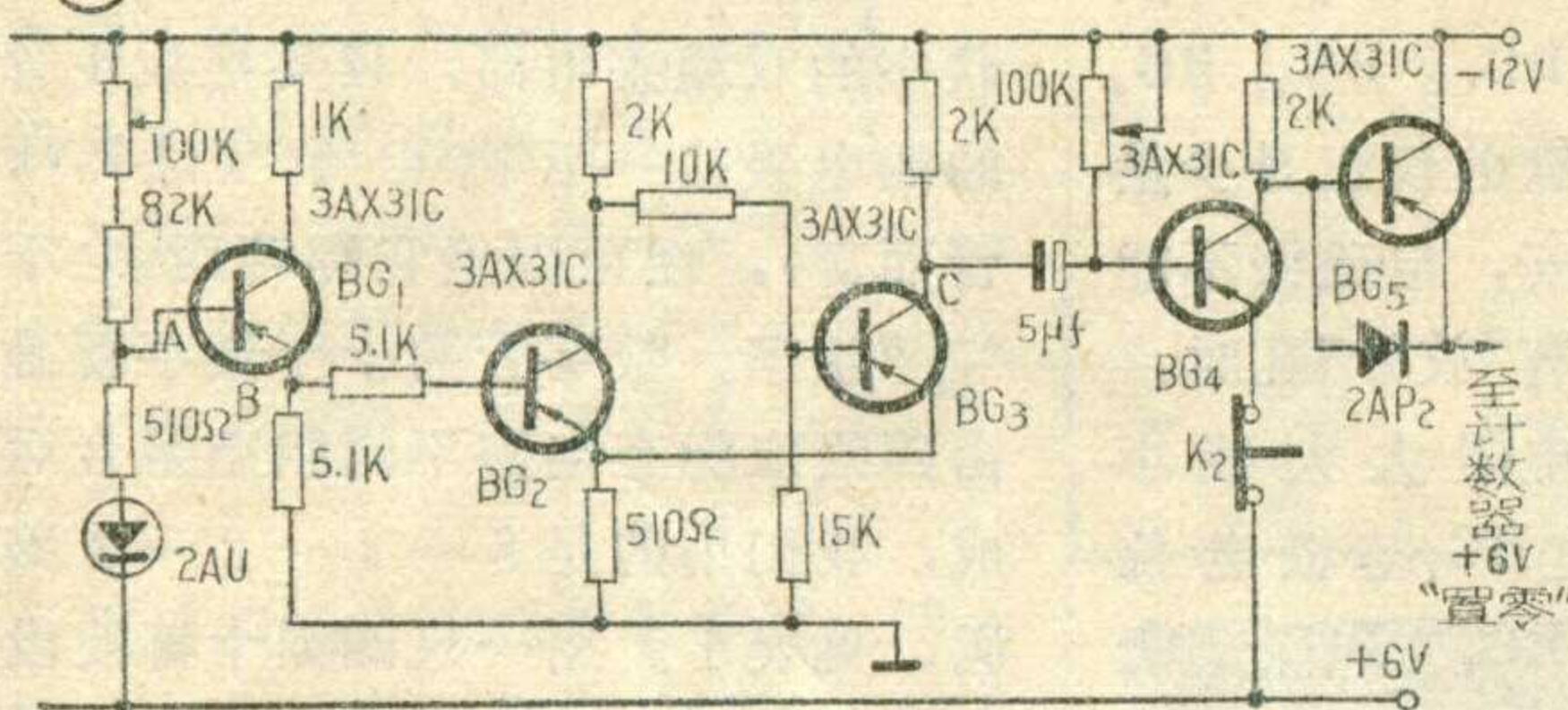


注：图中第2、3、4三组双稳态电路所用的晶体管型号和元件数值与第1组双稳态电路相同。

表1. 8421编码

状态 数字	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	1	1	0	0
4	0	0	1	0
5	1	0	1	0
6	0	1	1	0
7	1	1	1	0
8	0	0	0	1
9	1	0	0	1
0	0	0	0	0

(8)



T_2' 接到了“A”点，这时按一下置数按钮，就是把 BG_1 、 BG_3 的集电极接一下高电位0伏，强迫 T_1 、 T_2 处于“1”状态，便显示出“3”来了，接到双稳态左边管子集电极的二极管是使各级双稳态电路互相隔离用的。

置零电路

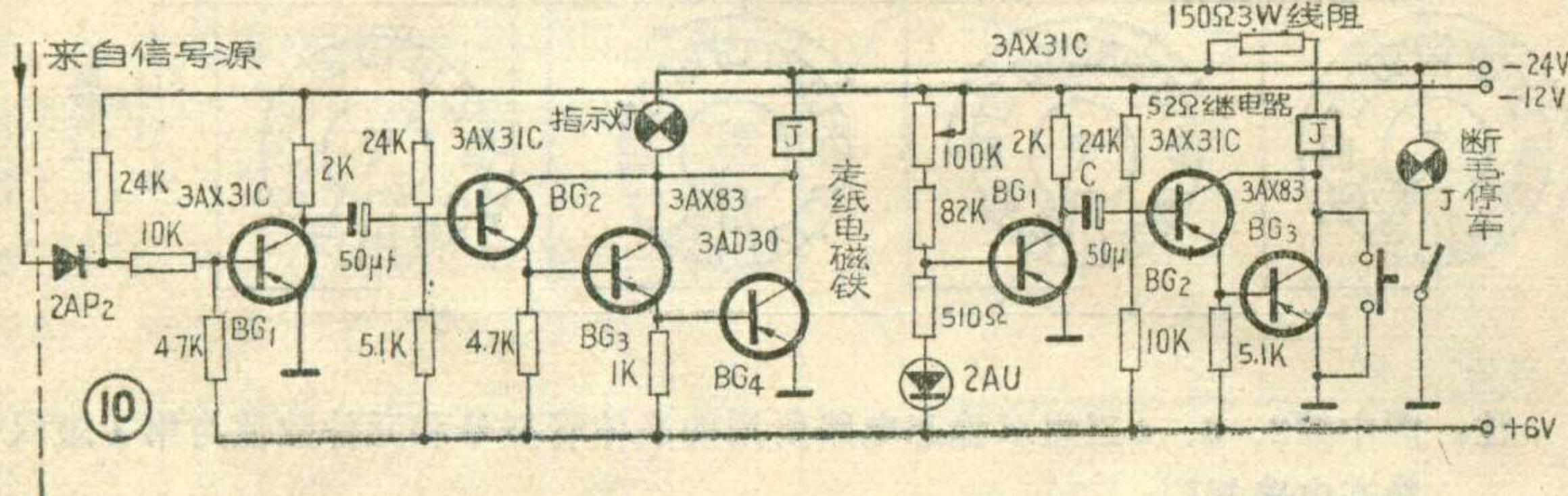
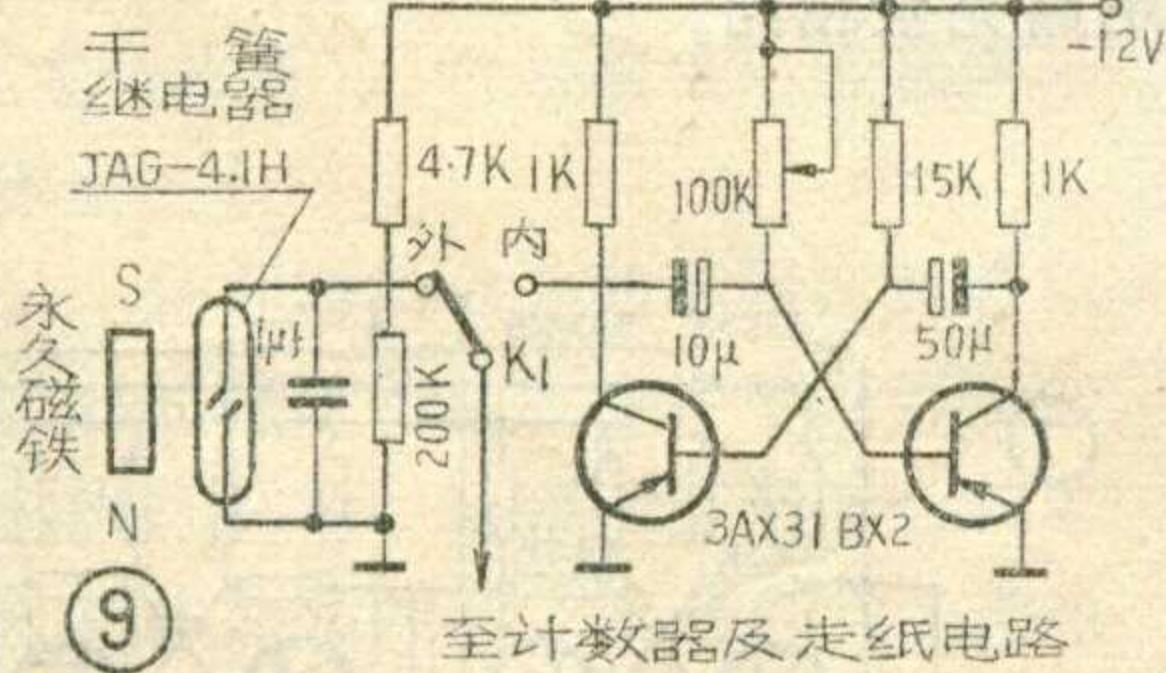
由于计数器是按每一道工序分别计数的，所以在每一工序开始时计数器都应从零值开始。这就需要“置零”。从图7可知，当四组双稳

态电路中 BG_2 、 BG_4 、 BG_6 、 BG_8 导通时，计数器就显示“0”值。将上述各管的15千欧基极电阻接在一根公共的“置零”线上，当“置零”线的电位为+6伏时，电路能正常工作；当电位为-12伏时，就强迫这四个管子导通，达到“置零”的目的。

在一个工序结束时，纸带就发出“置零”的信号，置零电路如图8所示。当纸带出现“置零”孔时，光电管因受到光照而阻值变化，A点电位趋正，通过 BG_1 的射极跟随电路推动 BG_2 、 BG_3 所组成的触发电路翻转， BG_3 从截止变成导通，C点输出正脉冲，于是 BG_4 截止， BG_5 导通，-12伏的电位通过 BG_5 加到

计数器的“置零”线上，使四个双稳态电路都翻转“置零”。当 $5\mu F$ 电容放电完毕， BG_4 基极恢复到原来电位， BG_4 又导通， BG_5 截止。 $+6$ 伏的电位通过导通着的 BG_4 和二极管2AP2加到计数器的“置零”线上，使计数器能正常计数。

“置零”也可以用手动实现，按动常闭按钮 K_2 ，切断 BG_4 的电流， BG_5 就导通而使计数器置零。



其它注意点

1. 横机转动信号源的干簧继电器采用JAG-4型，为了防止干簧继电器抖动发生误信号，在干簧继电器上并接一电容器。电容量不大于 $1\mu F$ ，否则放电电流易烧坏干簧继电器触点。

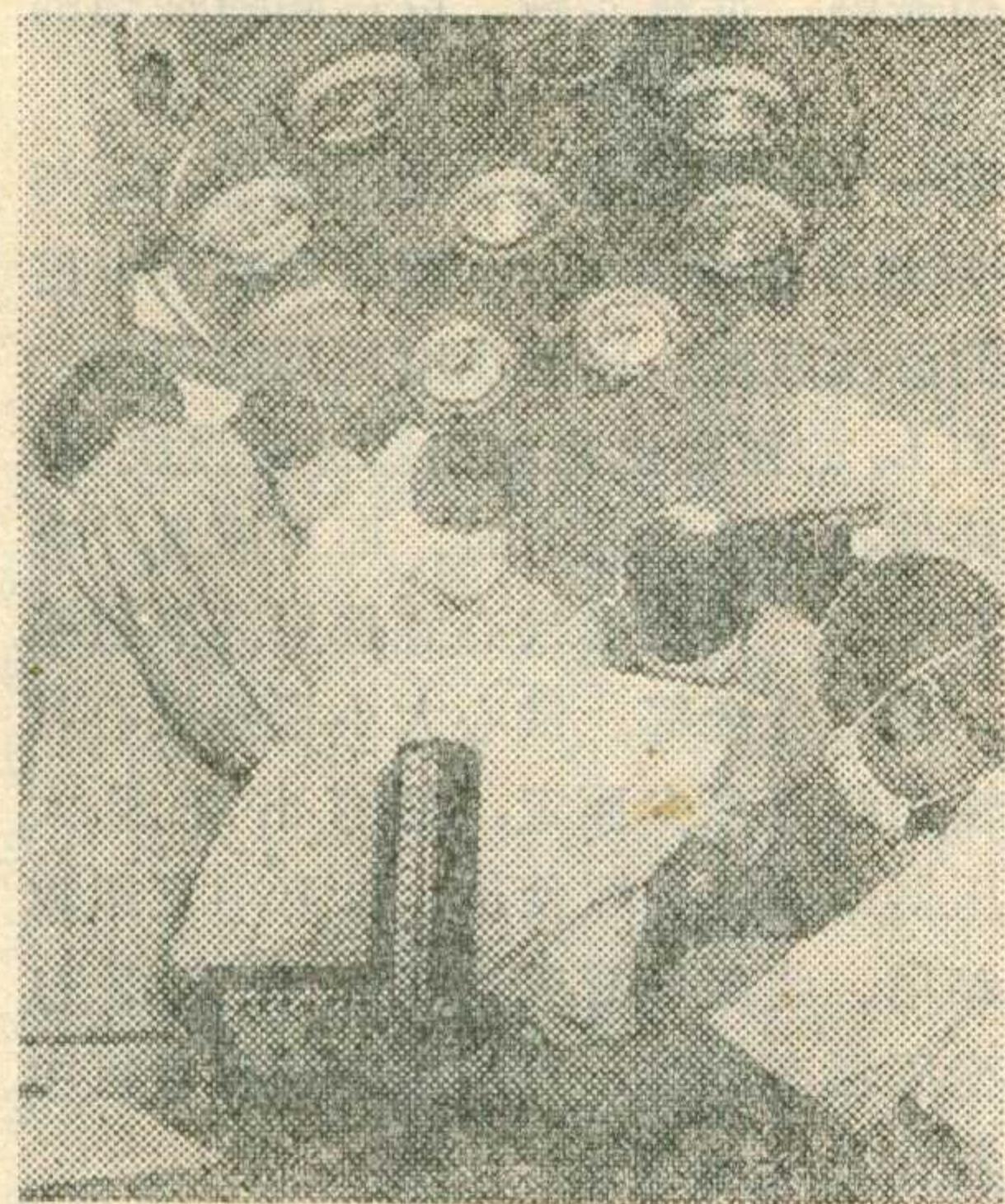
为了调试维修方便，控制器内部装一自激多谐振荡器，用它发出信号，模拟横机转动信号，这样，不需把程控器放到针织横机上就可以调试维修。横机转动信号源以及自激多谐振荡器见图9所示。

2. 在调试中发现，当纸带走到停机孔实现停机后，便开不出机，原因是纸带走到停机孔处时，继电器吸合切断电机电源，纸带便停在原来停机孔处。这样，继电器就一直吸合着。这是由于停机放大电路的 BG_1 与 BG_2 采用电阻耦合的缘故。为了解决这一矛盾，我们把电阻耦合改为电容耦合，使得只是从无孔到有孔的瞬间，继电器吸合，待耦合电容被充电至一定程度， BG_2 、 BG_3 就又恢复截止，继电器释放，这样就不致开不出机。从耦合电容的容量大小，可以确定继电器吸合时间的长短，我们现在用 $50\mu F$ ，约1-2秒。在走纸电路中，为了防止干簧失效长通而使走纸电磁铁长吸以致烧坏，所以也用电容耦合。停机电路和走纸电路见图10。

3. 在停机电路中 BG_3 集射极间接入一接点，是作断毛停机控制的。这是利用毛纱的张力，拉住一个软弹簧机构，当毛纱断头时，张力消失，弹簧复位，迫使一个电接点接通而实现停机。

4. 工作时长钨丝灯泡始终亮着，为延长灯泡寿命，电压不宜高于6伏，用5.6伏至5.8伏为好。

5. 计数器中双稳态电路较易接受干扰，造成计数不准。这除了对电源要求严格外，我们在计数器输入端加入了积分式防干扰措施，即在输入端串入一个1千欧电阻后对地接一个 $0.01\mu F$ 电容，取得了较好的效果。见图7。



北京朝阳医院医务人员在针麻下做手术

战线的工人、技术人员，研制了多种类型的晶体管针麻仪。针麻仪利用电脉冲刺激代替人工手捻针单一的机械刺激，不仅节省了大量人力，减轻了医务人员的劳动强度，更重要的是创造了稳定的刺激条件，刺激强度调整范围和频率调整范围大，改善了针麻效果。今天，针麻仪已成为针麻手术中促成镇痛效果的重要刺激能源了。

针麻仪按其用途分为专用针麻仪和多用途综合治疗仪两种。前者只输出适合针麻的刺激脉冲；后者除针麻外还可用于间动电、电针灸、心脏起搏、电呼吸等多种治疗目的。

本文介绍专用针麻仪的原理和制作。由于人体对电刺激的生理特性由作用电量的时间平均值决定。为保证人身安全，不能用平均值较大的高幅正弦波或高幅宽脉冲矩形波作用于患者。这就要求针麻仪能输出高幅窄脉冲信号，间隙时间要长，以保证其平均值较小。同时，在大量临床实践和电生理实验中发现，人体在单向脉冲刺激下会发生体液电解，烧伤人体活组织，也会腐蚀断针；而采用双向波刺激能中和体液电解。综上所述，针麻仪必须输出高幅双向窄脉冲信号，才能满足针刺麻醉的要求。

图①为一种专用多路针麻仪电路图。输出波形见图②。

主要技术性能

频率：2—60赫连续可调

脉冲幅度：空载正负脉冲双峰值0—160伏；1千欧负载时双峰值0—80伏。均连续可调

脉冲宽度：正脉冲500微秒，负脉冲250微秒

电源：6伏。功耗不大于600毫瓦

工作原理 为产生适应针麻要求的连续双向窄脉冲，针麻仪采用了自激间歇振荡器。图①中BG为

晶体管针麻仪

北京朝阳医院 从荫彬

针刺麻醉（针麻）是祖国医学宝库中一颗闪闪发光的明珠。近年来，我国广大医务工作者和医疗器械工业

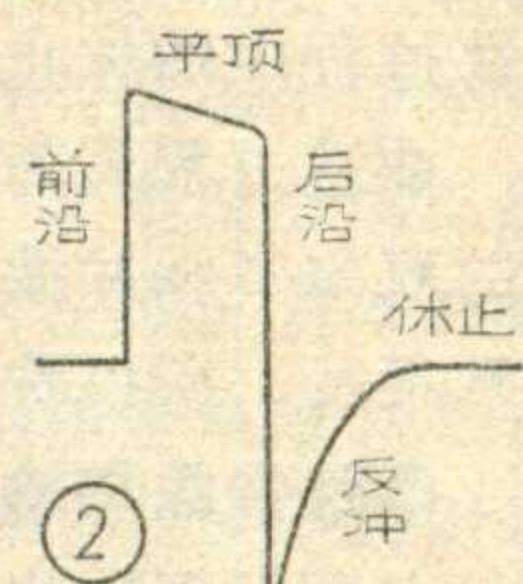
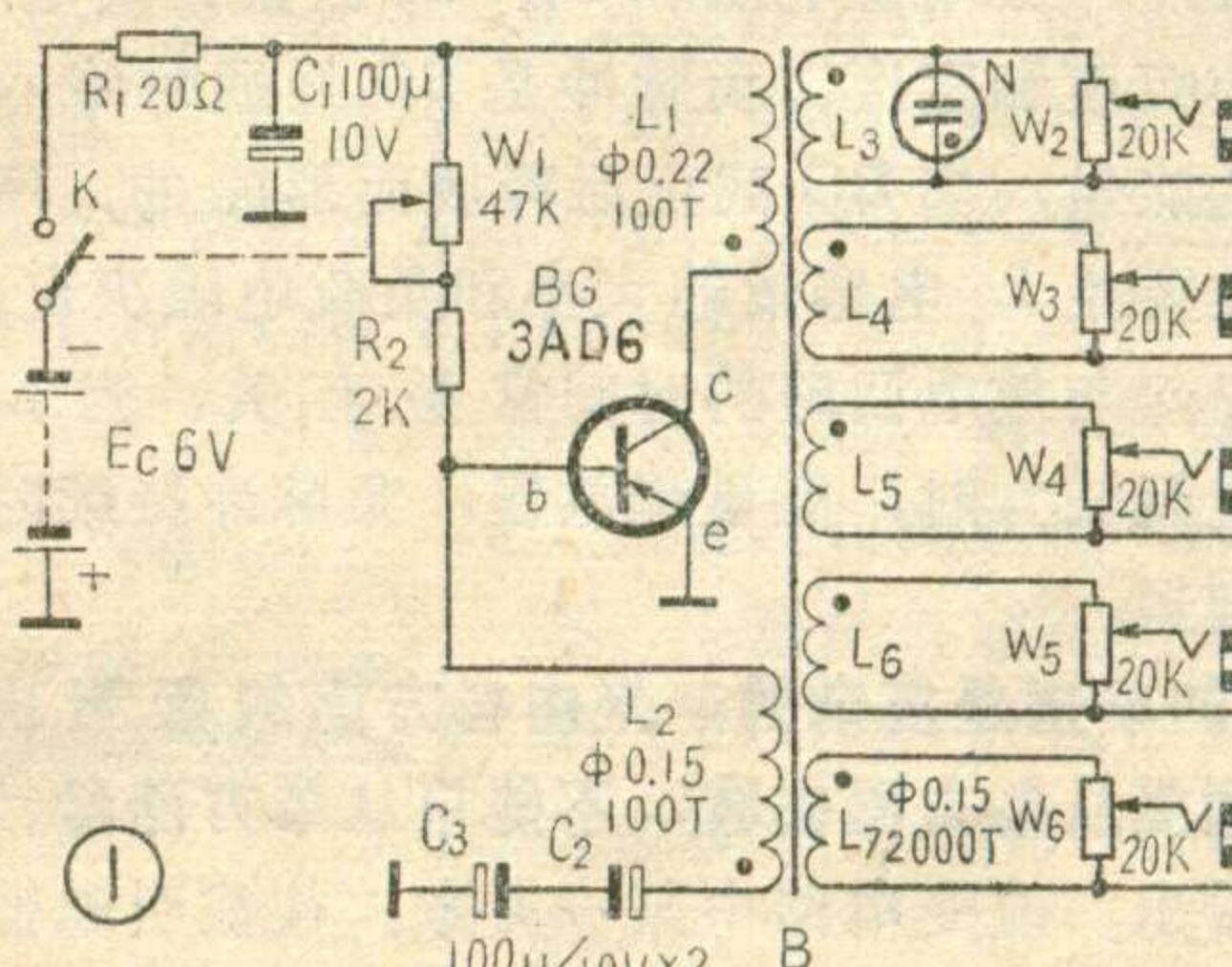
PNP型低频大功率管3AD6，工作于开关状态。 W_1 、 R_2 为偏置电阻， W_1 兼电源开关及频率调节。 R_2 为保护电阻。 C_2 、 C_3 对接组成无极耦合电容。B为脉冲变压器，其中 L_3 — L_7 是五组输出线圈，均为独立绕组，无共同参考电极。每组供两枚针使用。频率指示为70伏起辉氖灯，接在第一组回路中。电路一工作，氖灯即随脉冲频率闪亮。 W_{2-6} 为输出幅度调节。电源部分由 C_1 、 R_1 组成去耦电路。

自激间歇振荡器原理电路如图③所示。工作过程如下：

电源接通后，BG导通，集电极电流 I_c 增加，在 L_2 中产生感应电势；它的极性促使基极电位更负， I_b 增加，导致 I_c 进一步增加， L_2 中的感应电势又进一步升高；强烈的正反馈使BG迅速进入饱和区，在B的耦合作用下， L_3 中也将感应出快速上升的电压，形成输出脉冲陡直的前沿。

BG饱和后， E_c 直接加在 L_1 两端，由于 L_1 感抗影响，激磁电流只能逐渐上升， I_c 也只能逐渐上升。此时 L_2 中感应电势通过BG发射结对 C_b 充电。随着 C_b 两端电压的升高，充电电流 I_b 不断减小。但由于BG深度饱和， I_b 减小的初期尚不足以使BG脱离饱和区，因此 L_3 中感应电压基本不变，形成输出脉冲的平顶阶段。

随着 C_b 充电电流的减少，BG终将脱离饱和状态。这时，正反馈过程又重新发生： I_b 减小， I_c 也减小， L_2 中感应出促使 I_b 进一步减小的电势，连锁反应最后使BG截止， I_c 立即降低到零。这样 L_3 中便



感应出迅速下降的电压，形成输出脉冲的后沿。由于上述过程进行得十分迅速， L_1 中的电流跟不上

这种快速变化。BG 截止后， L_1 中还储有一部分能量，它将通过 L_3 的线匝电阻或负载回路释放出来，形成一个很尖的负脉冲。

BG 截止后， C_b 上积累的电荷，通过 L_2 、 R_b 缓慢放电。

此时无输出，直至 BG 基极电位重新到零为止。这是振荡过程中的休止或间歇阶段。

前述过程周而复始，便可再 L_3 上输出如图②所示的双向窄脉冲波。由于脉冲宽度远小于休止阶段，间歇很长，所以称这种振荡电路为间歇振荡器。

电路参数与输出波形的关系 鉴别针麻仪的好坏，主要根据输出脉冲波形是否满足针麻手术的要求。设计和制造针麻仪的中心环节，是根据对输出脉冲前后沿陡度、宽度、幅度、频率等的要求，来确定电路参数。

1. 前后沿陡度：间歇振荡器是利用变压器正反馈促使 BG 导通和截止而产生脉冲的，由于 L_1 、 L_2 绕组分布电容的存在，延长了 BG 工作点在放大区的时间，使输出脉冲前沿上升时间和后沿下降时间增加。为提高前后沿陡度，必须减少 B 的绕组分布电容。降低绕组匝数可使分布电容减少，但同时会影响电感量，使脉冲宽度发生变化。所以通常多以选择导磁率大的铁心材料来改善前后沿陡度。

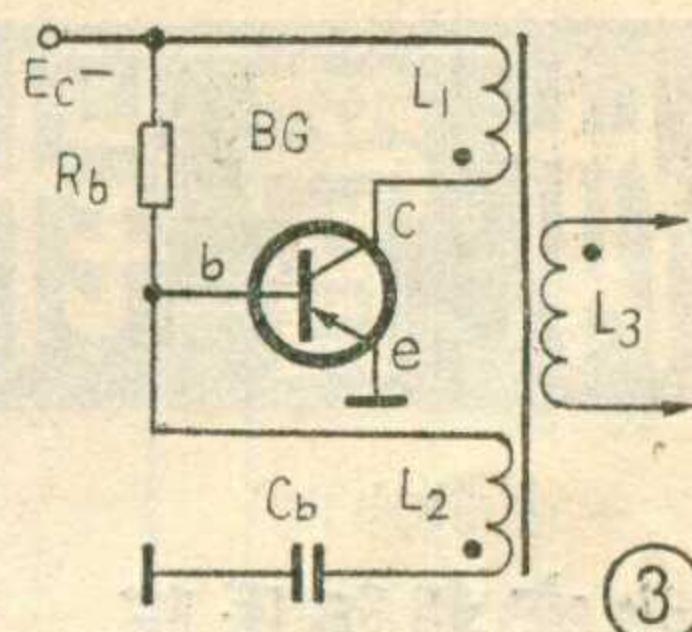
2. 脉冲宽度：脉冲宽度主要决定于 L_1 中激磁电流增长速度和 L_2 中感应电势向 C_b 的充电时间。若 L_1 电感量足够大时，则主要取决于后者。 L_2 中感应电势向 C_b 充电的时间常数近似等于 $C_b r_b$ ， r_b 为 BG 基极发射极正向电阻。这个电阻比较固定，仅在 1 千欧左右，所以脉冲很窄。要改变脉冲宽度时，必须改变 C_b 的大小。但 C_b 又与脉冲频率有关，所以要注意兼顾。

3. 脉冲频率：主要由休止时间决定。它的长短取决于 C_b 通过 R_b 回路放电的时间。由于 C_b 影响脉冲宽度，不宜大动，只能通过改变 R_b 的数值来调整输出频率。必须注意的是， R_b 是 BG 基极电阻，太小时 BG 基极偏流过大时会烧坏管子。

4. 脉冲幅度：由电源电压和 L_1 、 L_3 匝数比决定。

5. 负脉冲幅度和宽度：负脉冲是 BG 导通时储存于变压器中的能量，当 BG 截止后释放而形成的，所以它的幅度主要由 L_1 电感量的大小和负载电阻决定。负脉冲宽度显然与放电回路的时间常数有关，当 L_3 感抗与负载电阻较大时，能量释放慢，负脉冲持续时间长，反之则短。

“世界上的事情是复杂的，是由各方面的因素决定的。看问题要从各方面去看，不能只从单方面看。”由上面分析看出，改变电路中某一参数，往往引起输出波形几方面特性同时变化，因此，在决定电路元件



参数时，必须互相兼顾，反复实践，以达到最理想的输出波形。

下面着重介绍一下脉冲变压器参数的选定。 L_1 与 L_2 的匝数比，决定着反馈量的大小，因而影响到电路能否起振和饱和的深浅程度。比数小时饱和时间长，输出脉冲宽。 L_1 与 L_3 的匝数比由输出脉冲幅度决定。一般空载输出双峰值在 150 伏左右时，即可满足针麻要求。为减少分布电容，变压器铁心宜选用高导磁率材料，如铁氧体，坡莫合金等。铁心大小根据铁心材料、要求体积及输出绕组多少而定，如输出绕组太多，可用几个变压器串联或并联使用。针麻中五组输出共十个穴位已够用。绕组导线应选用高强度漆包线。如自己绕制变压器有困难，可用晶体管收音机中的小型输出变压器代替。

经验数据如下（电源电压 6—9 伏时）：

铁心面积 10×10 至 15×15 毫米 2 ；线径 L_1 —0.15 至 0.22 毫米， L_2 、 L_3 —0.11 至 0.17 毫米；匝数 L_1 —60 至 150， L_2 —100 至 300， L_3 —1500 至 2500。

电路调试 电源接通后若不起振，系 L_2 同名端接反成负反馈所致。在 BG 集电极回路中串入一 500 毫安电流表监视电路是否正常工作。如正常工作时，表针将随输出频率摆动，氖灯也闪亮，变压器还会发出轻微响声。电源接通瞬间，如电流表指示超过以下数值：单组输出 > 80 毫安，5 组输出 > 200 毫安，10 组输出 > 300 毫安，则应马上断开电源，检查电路。输出端应接上 10 千欧以下电阻作负载，防止 BG 反向击穿。至于脉冲频率、宽度和幅度，要用脉冲示波器监视和测定（输出端接入示波器 Y 轴高阻抗输入插孔），切不可用普通万用表测量。因输出脉冲频率低，宽度窄，平均值小，再加上万用表输入阻抗低，针麻仪输出阻抗高，测出数值没有任何价值。

电路工作时，因 BG 进入饱和状态瞬间电流很大，温度上升，手摸微热，这是正常现象。如管子温度很高时应检查电路是否发生故障。

目前，针麻仪还存在一些不足之处。由于输出阻抗高，人体组织电阻低而不稳定，当针接入人体后会大幅度降压（空载百余伏，接入人体后仅 4—15 伏）。另外如何选定最佳频率及波形等，还有待进一步试验决定。



雪崩击穿 是加在 PN 结上的反向电压增大到一定值时，出现的一种击穿现象。PN 结中的电子和空穴在强电场作用下，获得极大的动能，并去碰撞其它原子使它们电离，激发出大量的电子空穴对，使反向电流迅速增大。这种击穿现象来势很猛，有如雪崩之势，所以称为雪崩击穿。

集成电 路 简 介

东 光

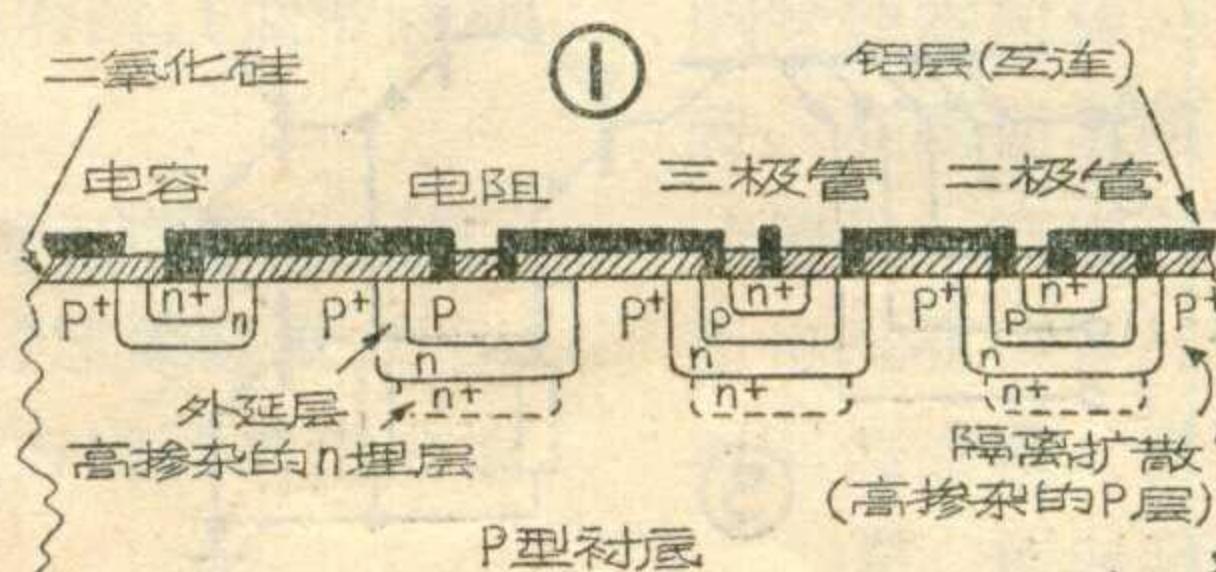
毛主席教导我们：“人类社会的生产活动，是一步又一步地由低级向高级发展，因此，人们的认识，不论对于自然界方面，对于社会方面，也都是一步又一步地由低级向高级发展，即由浅入深，由片面到更多的方面。”几十年来，电子元件的生产和应用，也是经历了从电子管到晶体管再到集成电路这样一步一步的发展过程。随着生产斗争和科学实验的发展，电子技术在国民经济各部门得到越来越广泛的应用。电子计算机、宇宙飞行的迅速发展，迫切要求减轻电子设备的重量、缩小体积，提高可靠性，这就成为生产上迫切需要解决的任务。无数应用上提出的迫切要求，汇成了发展电子工业的巨大动力。开始是把晶体管小型化，制作成芝麻管、把两个推挽管封装在一个管壳里。以后又将一个一个小型元件配置在一定规格的基板上，并彼此重叠进行立体布线，出现了微模组件结构。但是这种小型化的方法仍然沿用原有的电路概念，电阻、电容和半导体器件都是分立的，只是它们的尺寸减小而已。后来，在平面晶体管技术的基础上，将晶体管、电阻、电容和电感等都做在一小块半导体材料上，代替了传统的分立式元件，组成了一个不可分割的整体，这就出现了集成电路，现在它已经广泛应用到收音机、电视机、电子仪器、电子计算机和各种自动控制系统中。

集成电路的种类

根据结构的不同，我们可以将集成电路分为三个大类：半导体集成电路、混合集成电路和电子管集成电路。

半导体集成电路就是利用平面晶体管技术在硅片（或锗片）上形成晶体二极管、三极管、电阻、电容、电感等元器件，并以不可分状态结合成超小型电路结构，元件间的连接大部分是采用蒸发铝布线。图1就是一种半导体集成电路的元件结构示意图。

半导体集成电路有双极性和单极性两种。双极性是利用电子和空穴两种电荷进行电传导的器件，通常的晶体二极管和三极管就属于这一类，利用通常的二极管和三极管作为有源元件制成的半导体集成电路就叫做双极性半导体集成电路。单极性是利用电子或空穴中的一种电荷进行电传导的器件，金属一氧化物一半导体场效应晶体管就属于这一类。利用场效应晶体管作为有源元件制成的集成电路就叫做单极性半导体集成电路，或者称为MOS集成电路。



混合集成电路又可分为薄膜集成电路和厚膜集成电路两种，它是利用薄膜（膜厚不超过一微米）、厚膜（膜厚在一微米到数十微米）技术在二氧化硅或陶瓷片的绝缘衬底上，按电路图形制成导体、电阻、电容等无源元件，然后用铝条将这些元件与利用半导体集成电路技术制作的晶体二、三极管，按电路要求连接起来。薄膜集成电路是用真空蒸发方法或溅射方法将各种物质的膜（导体用金属膜，电阻用金属或其它氧化膜、介质膜）蒸发在绝缘片上。厚膜集成电路则是利用印刷技术将各种材料制成的浆料作为印剂制成电路图。

电子管集成电路是最近两、三年才研制成功的一种新的集成电路，它是利用电子管的原理和半导体集成电路的某些技术制作出来的，利用溅射技术和光刻技术将大量的电子管等元器件作在单块蓝宝石上，用氧化钨作热发射阴极，用钛作板极和栅极。

集成电路的特点

上面讲的几种集成电路的一般特点，可概括为可靠性高，体积小，重量轻，价格低。但具体到每一种集成电路，又各有特点。下面主要谈谈半导体集成电路的特点。

1. 可靠性高，寿命长。与普通电子管和晶体管相比，半导体集成电路的可靠性有了非常大的提高，可以用各种电子计算机的可靠性的情况来说明。根据一些不完全的统计，1960年真空管电子计算机的故障间隔平均时间（或失效间隔平均时间）为8.65小时，1964年的晶体管电子计算机为73小时，1964年的半导体集成电路电子计算机则为4650小时，到1970年时达到了12400小时，当其完全大规模集成化之后，将会达到更高的可靠性水平。

2. 高密度，小型化。电子电路的尺寸，从1950年到现在，已经缩小了一万多倍。十多年前，一个6.45平方毫米的硅片只能容纳10个晶体管以及一些电阻器、二极管等。现在，在同样大小的硅片上，单是晶体管就超过了四千个。目前，大规模集成电路的每片电路数已达千个的水平。

3. 高速度，低功耗。目前，锗半导体集成电路的开关速度已经达到0.15毫微秒的水平。一般的硅超高速半导体集成电路（TTL型）已达到1毫微秒。（1毫微秒=10⁻⁹秒，即十亿万分之一秒）。

随着小型化的进展和逻辑电平

的降低，单元电路的功耗已达几十微瓦的水平。晶体管的功耗最小的也需几十毫瓦。而集成化之后，一个单元电路的功耗才几十微瓦，这相当于一个晶体管功耗的千分之一。随着微小型化的进展和其它新技术的采用，功耗将会进一步降低。

速度与功耗的乘积就是开关能量，也就是每进行一次逻辑运算所需的能量。一般的半导体集成电路的每次逻辑运算所需的能量为 10 微微焦耳左右。近来，由于新技术的采用，使得每次逻辑运算所需的能量达到了 1 微微焦耳的水平。

毛主席教导我们：“一切事物中包含的矛盾方面的相互依赖和相互斗争，决定一切事物的生命，推动一切事物的发展。”半导体集成电路也是在矛盾斗争中不断发展的。半导体集成电路的集成度提高之后，部分地解决了重量、体积和可靠性的矛盾，但由于半导体集成电路中的电阻、电容等元件不容易作得很精确，而且数值范围也受到限制，仍然不能满足某些电路的要求，这就促进了混合集成电路的发展。混合集成电路与半导体集成电路相比，它具有半导体集成电路所不能取代的优点：（1）它能用大范围、高精度、高速度的无源和有源元件；（2）元件间的隔离容易，因而频率特性好；（3）电路设计的自由度大；（4）元件稳定性高。但在集成度、可靠性、大量生产方面确又不如半导体集成电路。

电子管集成电路的主要特点是耐高温、耐辐射，制造过程比较简单，因而生产过程能完全自动化。

集成电路的功能

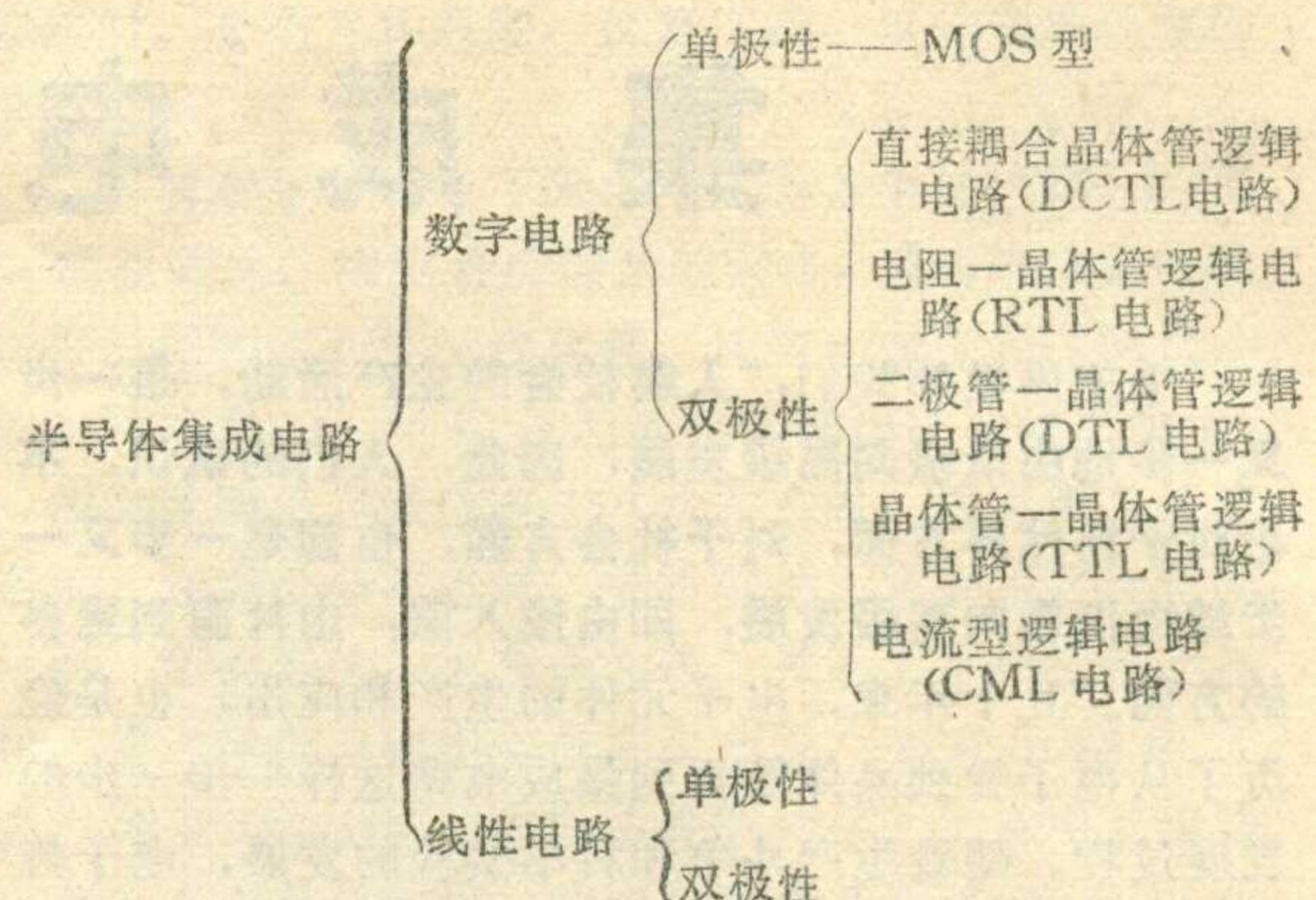
根据集成电路的功能，可以把集成电路分为线性集成电路和数字集成电路两大类。

线性电路实际上就是放大电路。普通收音机中的高频、中频和低频放大器都是线性电路。一般的线性电路都有一个输入端和一个输出端，输出端的信号随着输入端的信号作线性变化。即输出的电信号波形和输入的电信号波形在形状上是基本一样的，只不过输出的电信号比输入的电信号放大了许多倍。

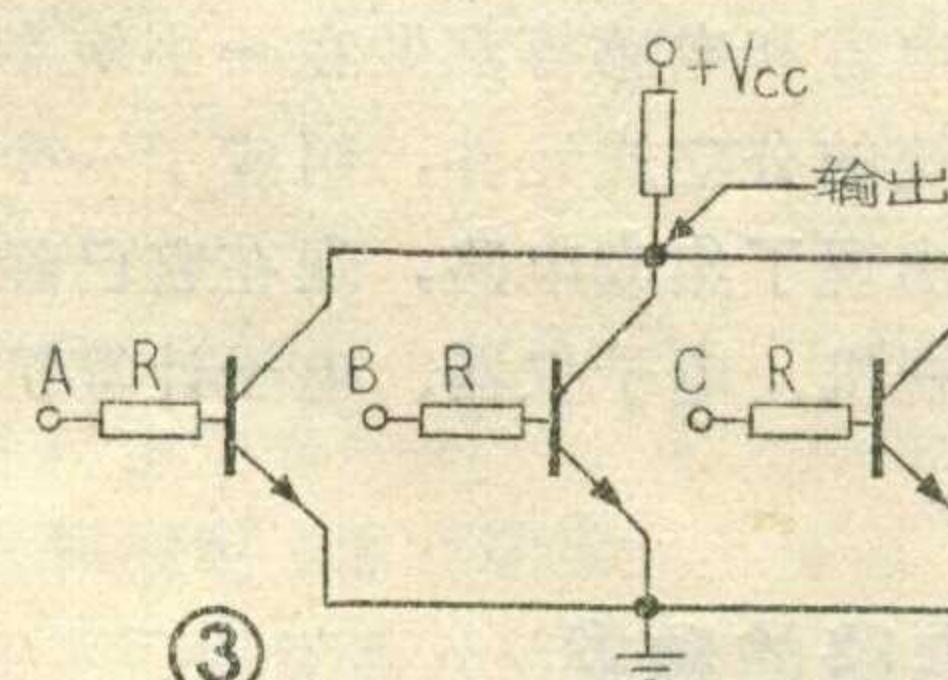
数字电路也有输入端和输出端，不过它的输入端往往不是一个，而是四、五个。数字电路所完成的功能虽然复杂，但输入、输出信号却是简单的，主要有两种状态：高电平或低电平。输入和输出的关系并不是放大关系，而是满足一定的逻辑关系，所以这种电路又叫做逻辑电路。

半导体集成电路的基本分类如右上表所示。

由于基本逻辑电路在电子计算机、程序控制机床、电子仪器和各行各业的自动控制系统中大量使用，因此对它们作简单介绍。



1. 直接耦合晶体管逻辑电路(DCTL 电路)。这种电路如图 2 所示。这种逻辑电路的特点是晶体管的集电极输出端直接与次级晶体管基极相连接。这种电路比较简单，但由于 T_1 、 T_2 、 T_3 管的输入特性不一致而引起电流的错乱(这就是在同样的基极电压下，由于输入特性的微小偏差将导致各基极电流的巨大偏差)，以及微弱的噪声信号也影响基极电流等缺点，因而很少采用。

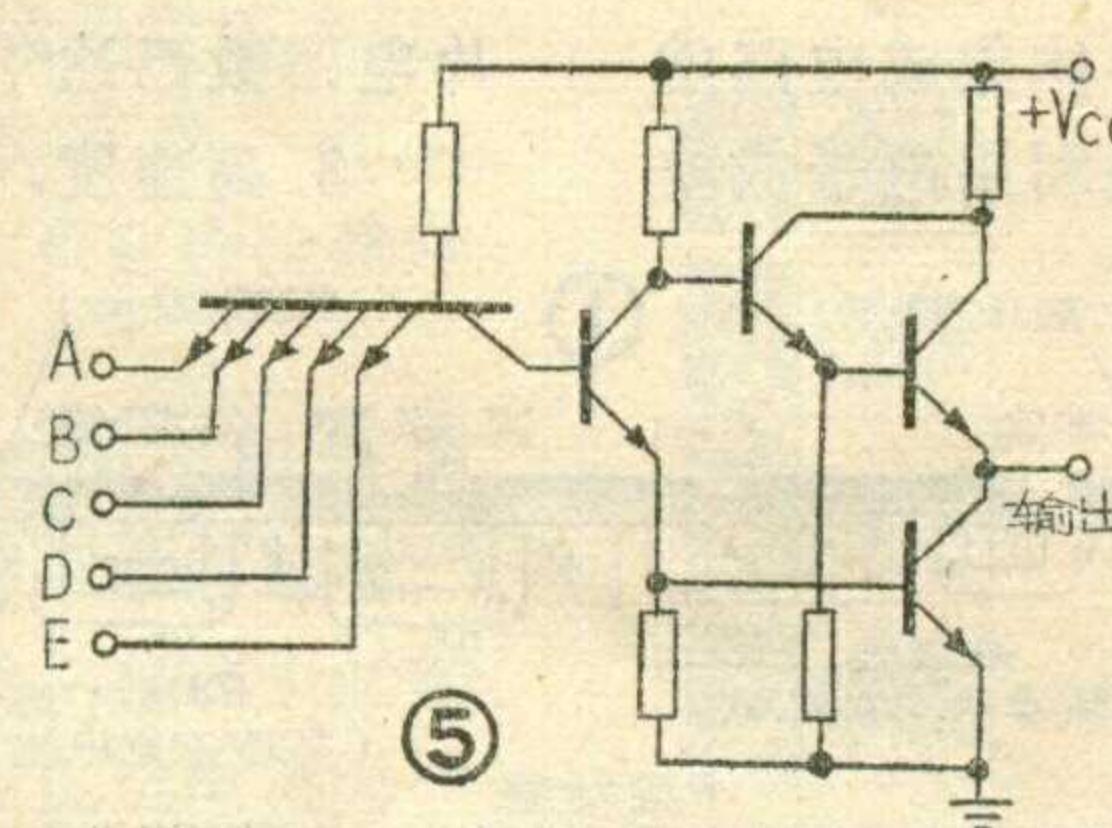


2. 电阻一晶体管逻辑电路(RTL 电路)。图 3 就是这种电路。为了消除直接耦合晶体管逻辑电路产生电流错乱的缺点，在输入基极上串一个电阻，并使这个电阻远大于晶体管的正向输入电阻，从而使输入电流大致与晶体管的特性无关。同时也由于有了这个大电阻，信号幅度也增大，使得干扰噪声的影响削弱。但是这个大电阻使开关速度降低。这种电路比较简单，功耗小，成品率高，因此在一些要求不高的地方还是常用的。

3. 二极管一晶体管逻辑电路(DTL 电路)。这是一种利用输入二极管门来实现逻辑动作，并用晶体管进行放大反转输出的电路型式。这种电路目前仍在大量生产。图 4 就是这种电路。

4. 晶体管一晶体管逻辑电路(TTL 电路)。这种电路如图 5 所示。这是一种利用多发射极三极管来执行

(下转第 22 页)



金星电视机的使用

中央广播事业局北京服务部

在批林整风运动的推动下，经过我国广大工人和科技人员的努力奋斗，我国彩色电视从无到有，不断巩固提高，取得了一定成就。目前彩色电视已首先在北京试播了。

我国彩色电视广播现采用的是兼容制。这样，有12个频道的黑白电视机，也可以收到彩色电视节目的广播，不过看到的是黑白图象。彩色电视机也可以接收黑白电视节目。

目前北京、上海、天津等地生产的彩色电视机，外观和旋钮在排列上虽不一样，但旋钮的名称、作用和使用方法基本相同。为了使电视机正常工作，保证及时收看接收效果。下面以“金星”牌电视机为例，介绍彩色电视机的使用方法。

1. 旋钮的名称和作用：

图1是彩色电视机的外观正面，图2是它的背面。

① 开关兼音量旋钮：高压电源的开关兼调整音量大小用的。

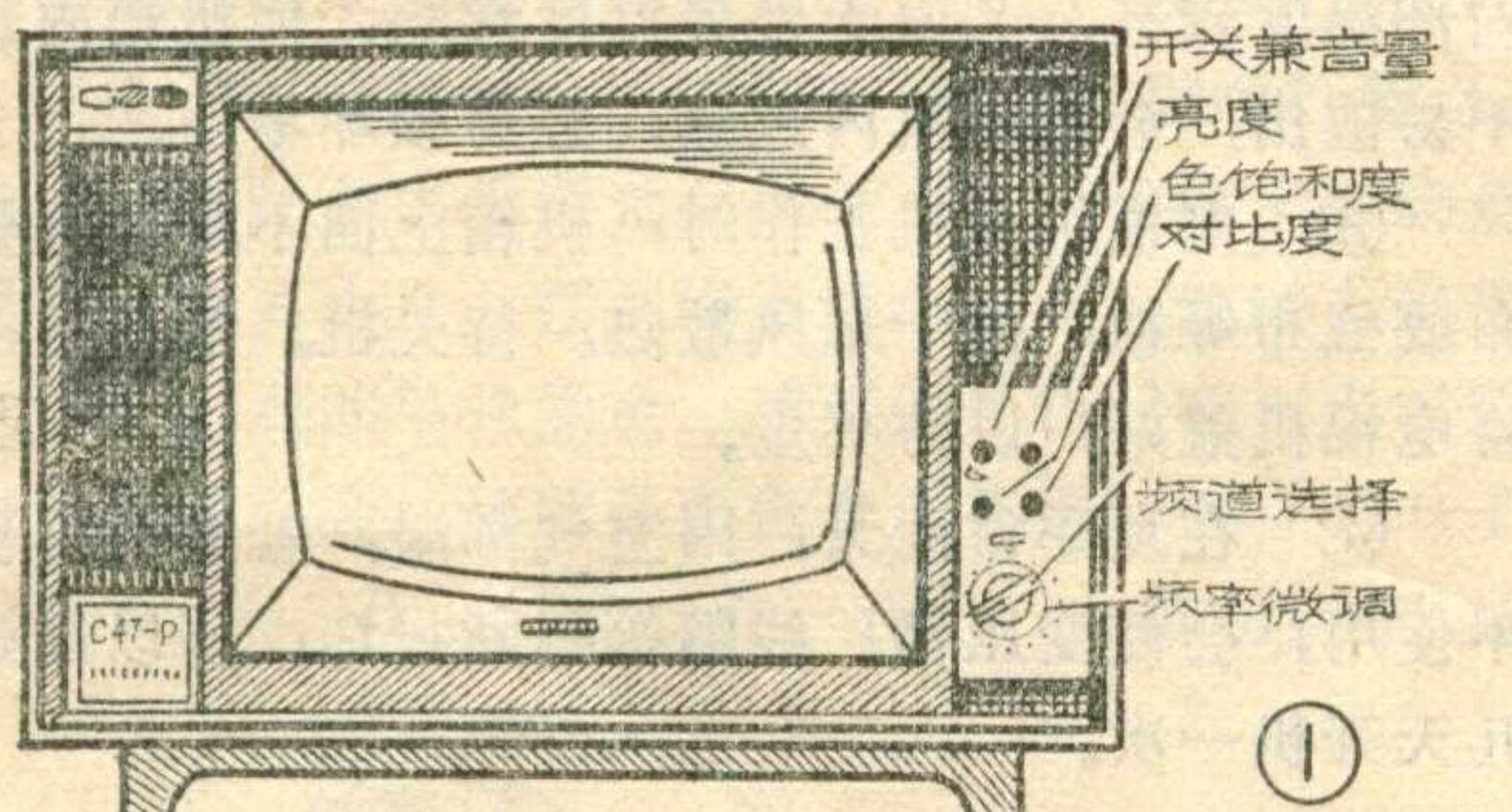
② 频道选择钮：选择电视节目用的。

③ 频率微调旋钮：电视机本机振荡频率的细微调节。

④ 亮度旋钮：调整荧光屏光栅或图象亮暗。

⑤ 对比度旋钮：调节灰度或光栅的黑白反差度。

⑥ 色饱和度旋钮：调节彩色图象颜色浓淡用的。



以上这些旋钮装在机箱的正面。

⑦ 行频(水平同步)：当图象水平方向不稳时，调节它使图象稳定。

⑧ 行幅(水平幅度)：调水平方向图象幅度大小。

⑨ 行中心：当图象位置偏左或右时，调节它使图象居于中间。

⑩ 帧频(垂直同步)：调垂直方向图象稳定性。

⑪ 帧幅(垂直幅度)：调垂直方向图象幅度大小。

⑫ 帧线性(垂直线性)：调垂直方向图象的非线性失真。

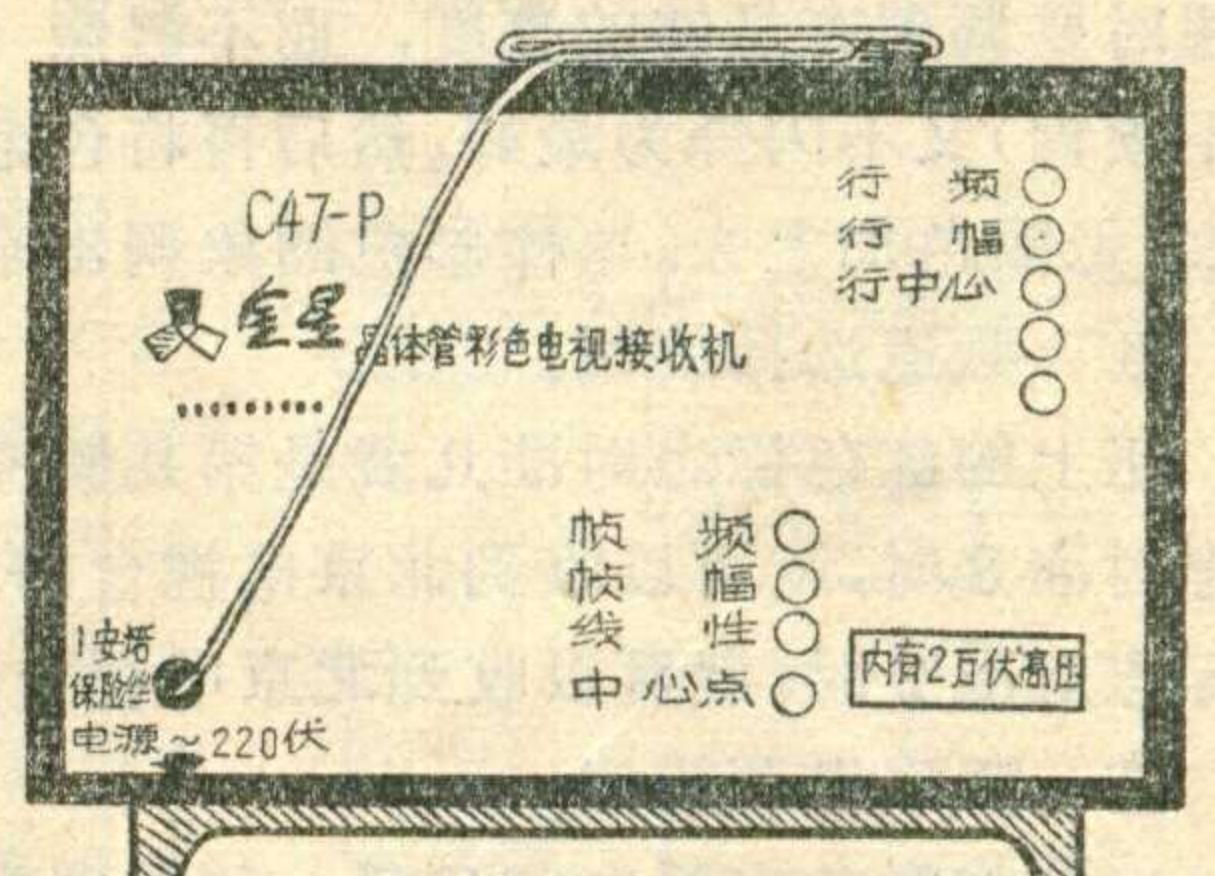
⑬ 帧中心：当图象位置垂直方向不在中心时，调整它使图象居于中间。

以上这些旋钮装在机箱背面，其使用方法与黑白电视机的相同，它们在机器出厂时就已经调好了，一般不需要经常调节。

2. 电视机的使用方法：

① 预热

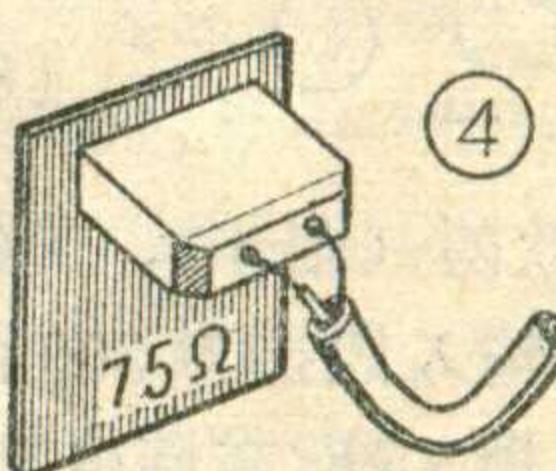
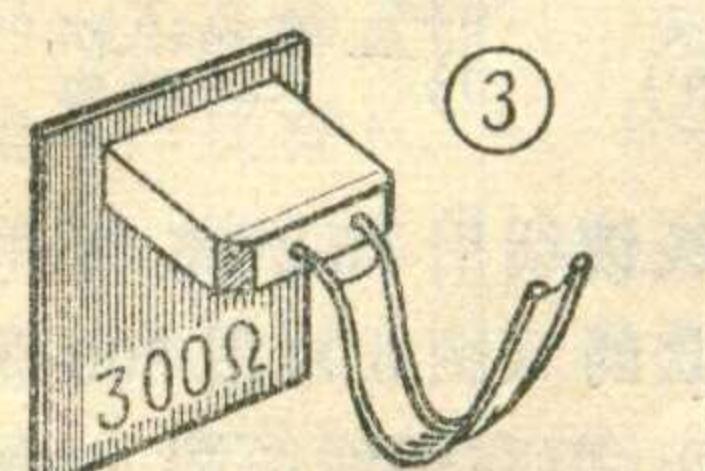
我国彩色电视机大都采用全晶体管电路，使用时只是彩色显象管灯丝需要预热。所以当把电源接通后，不要马上就开“开关”，先使显象管灯丝约经过1—2分钟的预热后，再开“开关”。否则，容易烧断高压保险丝或造成显象管内电子枪跳火。不看电视时，可把



“开关”关上，是否拔掉电源插头？这要看休息时间间隔多长而定。如果在半小时以内，电源插头可以不拔，再看电视时一开“开关”就行了。如果在一小时以上，电源插头最好拔下，下次看电视再提前预热。否则老烧着显象管灯丝，一方面浪费电，一方面对显象管的寿命也不利。

② 开关兼音量旋钮：

将此钮向右旋转，听到“卡”的一声，机器的电源高压就接通了。如果这时亮度钮是打开的，荧光屏上就会立刻有光栅或图象出现。继续顺时针方向旋转此钮，喇叭里的音量逐渐增大。反过来旋转，喇叭里的音量逐渐减小直到完全没有。再向左一转，听到“卡”的一声，机器的高压就断掉了，荧光屏上的光栅或图象就会立刻消失。



③ 亮度旋钮：
将此钮顺时针方向转，荧光屏上亮度逐渐增大。逆时针方向转，亮度逐渐减小直到无光。如果“开关”已开10多分钟了，亮度钮也开大了，荧光屏上仍不发光，喇叭里也没有声音。这可能是电视机后面的保险丝断了或有其他故障，需要检查修理。

④ 色饱和度旋钮：

当顺时针方向旋转时，彩条信号（白、黄、青、绿、紫、红、蓝、黑）或彩色图象的颜色浓度逐渐加深。反过来旋转，彩条或彩色图象的颜色浓度逐渐变淡。若将此钮旋到最小，彩条信号将变成灰度信号即不显彩色，彩色图象将变成黑白图象。彩色图象的颜色调得太浓或太淡都不能如实反映景象的色彩，要调节得合适才有真实感（图见封底）。

用彩色电视机接收黑白电视节目，调节色饱和度旋钮不起作用。这是因为电视台发射出来的只是黑白信号的缘故。若接收彩色电视节目时，调节此旋钮也不起作用，这说明电视机本身出了故障，需要检查修理。

⑤ 对比度旋钮：

先把色饱和度旋钮旋到最小，然后顺时针方向旋转此钮，就可以调成从最白到最黑的8个等级的灰度信号（见封底）。调整时要与亮度旋钮互相配合使用，反复调整，才能将灰度信号的层次调得分明。注意：调此钮时要调到有足够的亮度，而不散焦（光栅扫描线条不模糊）又不闪烁为最好。然后再将色饱和度钮慢慢开大，把颜色加上去。这样彩色图象调出来才能逼真。

⑥ 频道选择旋钮：

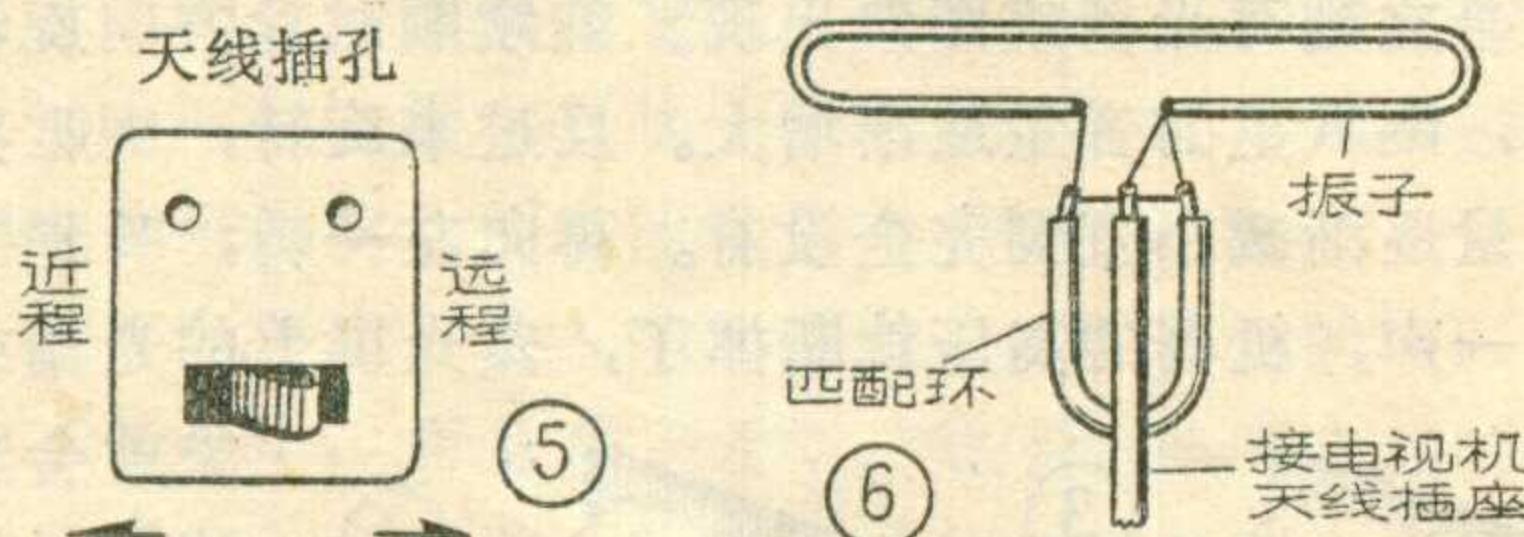
钮上的红色标志对准几就是第几频道。如当红色标志对准8时，就可以收到北京电视台的彩色节目。红色标志对准2时，就可以收到北京电视台的黑白节目。

⑦ 频率微调旋钮：

当接收彩色或黑白节目时，如果发现图象不够清晰，有重影、镶边或伴音干扰图象时，其原因可能是室外接收天线没有对准电视台的方向，也可能是这个频率微调钮的位置不对，有时由于微调钮位置不对，收不到图象和声音或是只有黑白图象而没有彩色，这时可以左右旋转这个钮，把图象和声音调到最好而且没有伴音干扰时为止。

⑧ 天线插座和馈线

目前国产彩色电视机天线插座有两种：一种是输



入阻抗为75欧的（图4），天线馈线用75欧高频电缆；另一种是输入阻抗为300欧的（图3），用300欧平行扁馈线或用75欧高频电缆，但在馈线两端各加一段长度为半个波长的U形匹配环，接收第八频道的节目，可加长度为535毫米的U形匹配环如图6。

金星牌彩色电视机天线插座就是75欧的。这种插座还附有远近程开关（图5）。

根据接收地点信号的强弱，距离电视台的远近而选择远近程开关位置。国产电视天线馈线有两种型号：

SBVD型（300欧）带形电视天线馈线；SYV—75—1型（75欧）高频电缆。

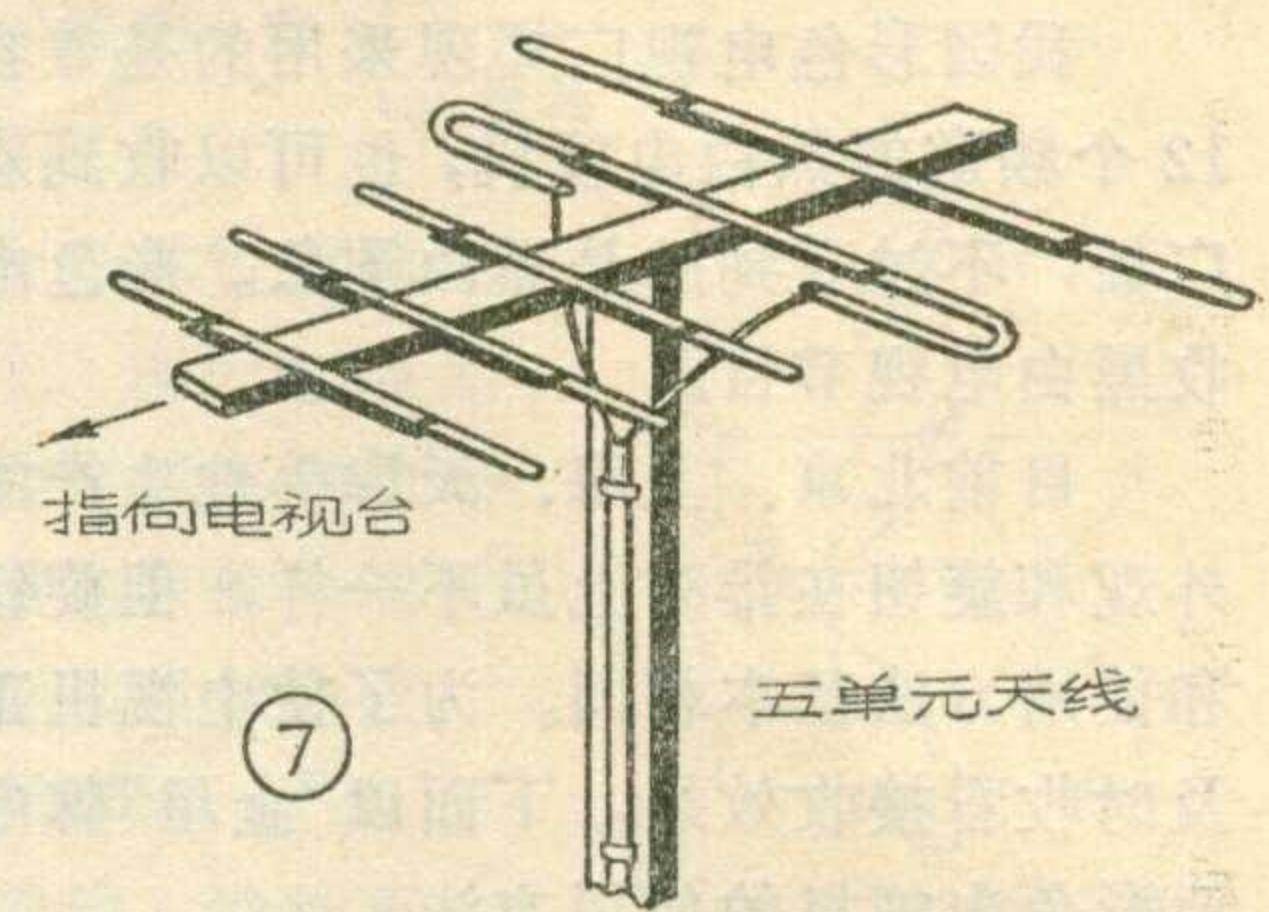
⑨ 室外接收天线：

彩色电视机常用接收天线有三单元、五单元、七单元等多种。在接收地点距电视发射台较近，用三单元天线。若接收地点较远，最好装上五单元或七单元天线。

室外天线还需加装避雷器，以保证安全。还有一点要注意：接收的频道不同对室外天线尺寸的要求也不同。例如在北京，若用8频道的室外天线接收2频道的黑白电视节目，

图象清晰度不高，会出现重影或网纹干扰等现象。同样用2频道天线接收8频道的彩色节目，也可能收不到

影像，或收到的信号很弱。最好另装一副室外天线。或采用多频道天线，就比较好了。



(7)

五单元天线

3. 电视机日常使用和维护注意事项：

① 在搬运电视机时，注意后罩不要碰撞。以免将彩色显象管管尾碰破损坏。

② 在放置电视机时，不要叫阳光直接照射到荧光屏上。阳光经常照射荧光屏，会使荧光粉发光效率降低，影响接收质量。电视机不要靠墙太近，要保持一定的距离，以便于通风散热。电视机还不要放置在靠近火炉、暖气地方。因为电视机开机工作时，机箱内部温度较高，又由于外界温度影响，使机箱内热量不易散出，会造成机内过热，容易损坏零件。

③ 电视机开机工作时，机箱上面不要覆盖塑料布或绒布等物，便于通风散热。待关机、散热后，再将电视机盖好，以防灰尘。

④ 在夏季雷雨天，因空气潮湿，若电视机长期不使用，会使变压器、线圈等霉断损坏，所以最好隔几天开机一次。

⑤ 当机箱表面或荧光屏表面有尘土时，可用湿沫布轻轻擦去。不要用化学洗涤剂（如去污粉、洗衣粉等）去擦洗机箱，以免将漆皮损坏。

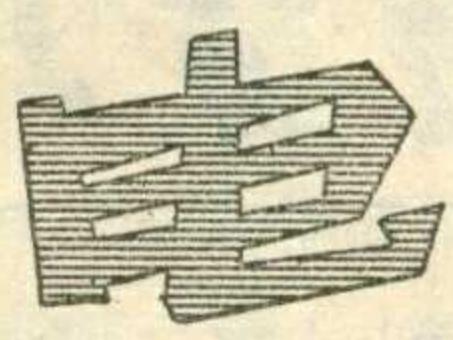
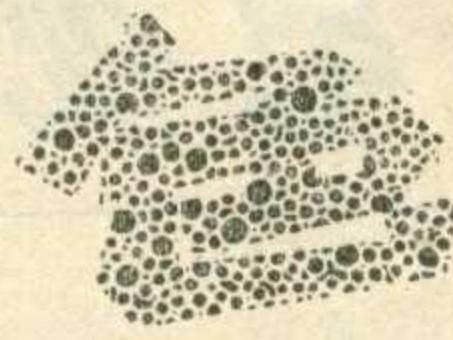
⑥ 电视机在开机工作时，显象管上有2万伏左右的高压。所以非修理人员不要随便打开后盖，以免触电。

⑦ 电视机后盖内还有一些旋钮，如色纯度、静会聚、动会聚、白平衡等，这些旋钮的调整都比较复杂。所以非修理人员不要随便将这些旋钮乱调乱动，以免造成更大故障。

（下转第13页）

谈谈

U 彩三



(续)

张家谋

彩色显象管

从原则上说可以象图3(见上一期第10页)那样用三个单独发出电视R、G、B光的显象管，先分别显出红、绿、蓝三个单色图象，再重合地投映到一个银幕上合成出彩色图象。老式的彩色电视机和现代供较多观众看的大屏幕彩色电视机都用这种方法。而目前供一般彩色电视机用的都是直接显出彩色图象的三色显象管。

下面简单介绍一种最常用的色点式(又叫荫罩式)三色管，见图5。这种显象管的荧光屏是把能发出R、G、B三种色光的荧光物以极细微的小圆点涂成的。小圆点只有针尖那么大，每组包括红、绿、蓝各一点，它们按品字形交错地布满整个荧光屏。这样排列使得无论从荧光屏上任何位置取出相邻三个点来看，都必然包括红、绿、蓝各一点。在显象管尾部则按相反的品字形装着三支电子枪，分别受R、G、B信号的控制，同时发出相应于该信号强弱的电子射线。而在荧光屏与电子枪之间靠近荧光屏处还有一块像筛子一样有许多小圆孔的金属板，罩住整个荧光屏，叫荫罩。荫罩上的每个小孔与荧光屏上的一组荧光点准确相对。这样，当三束电子射线在小孔处交叉并穿过小孔后，便正好打在相对应的小点上。即受R、G、B信号控制的电子射线打在红荧光点上，发红光；同样，G电子射线打绿点，发绿光；B电子射线打蓝点，发蓝光。实际上由于荧光点很细小，一束电子射线是同时穿过许多小孔，打到许多组小点上。这时人眼看不出这些小点的单独颜色，看到的是每组甚至多组荧光点发光的总合。这就是彩色合成作用。这样当电子射线受R、G、B信号控制并一行行、一场场扫描整

个荧光屏时，就显出彩色图象来了。

彩色电视广播的特点

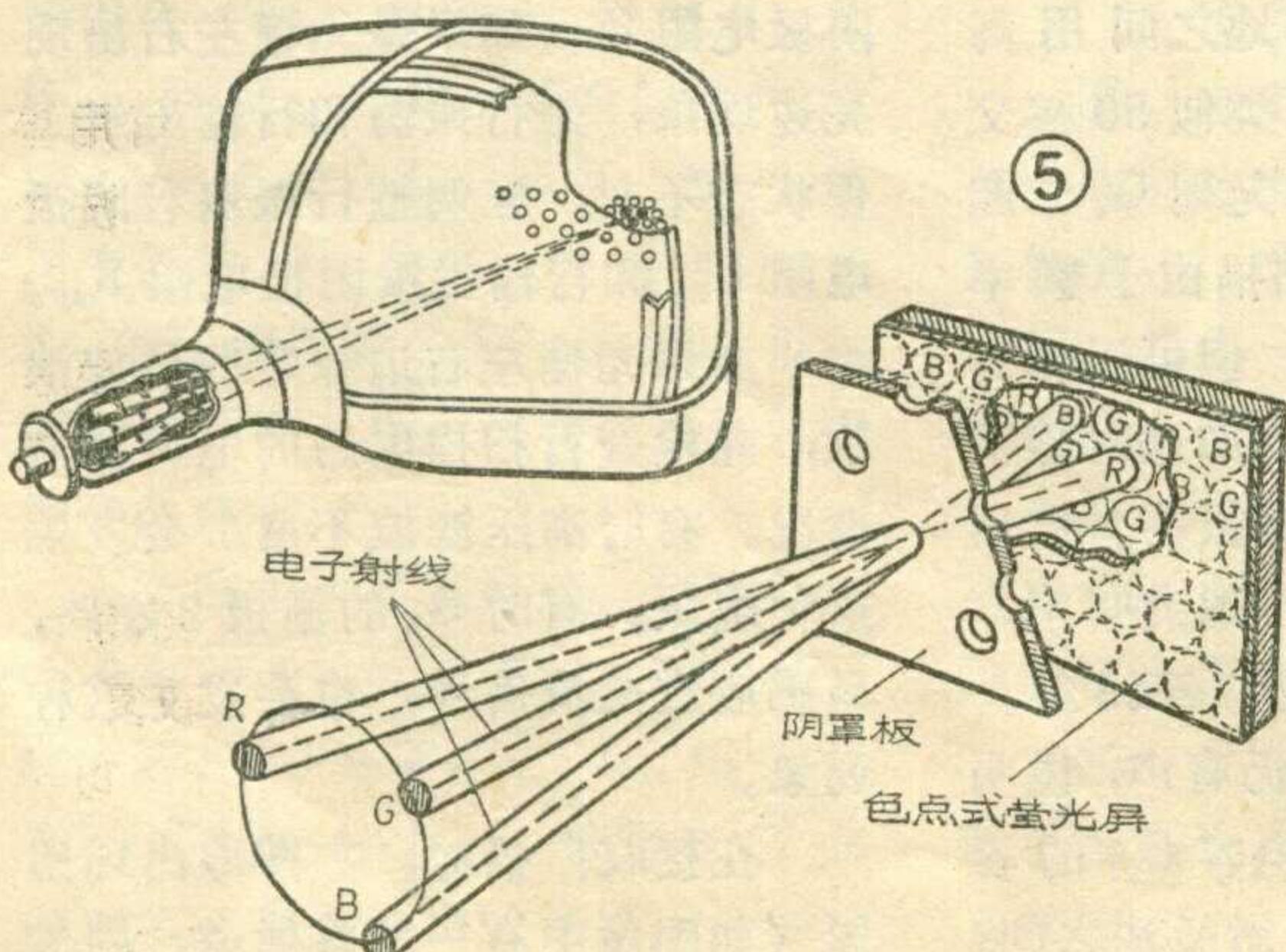
实现彩色电视比黑白电视要复杂得多，不少问题是彩色电视所特有的。例如在放大、加工、处理彩色信号时要严格保持红、绿、蓝三者之间的数量和比例关系。如果比例失调，立刻会反映到彩色图象上来。如偏重某些色调，叫做彩色畸变。因此要求放大、加工、处理彩色信号R、G、B的三路设备和电路的特性要完全一致，工作特别稳定。再如，要时刻保持红、绿、蓝三个单色图象的可重合性，若不能准确重合，会出现图象的彩色镶边现象。

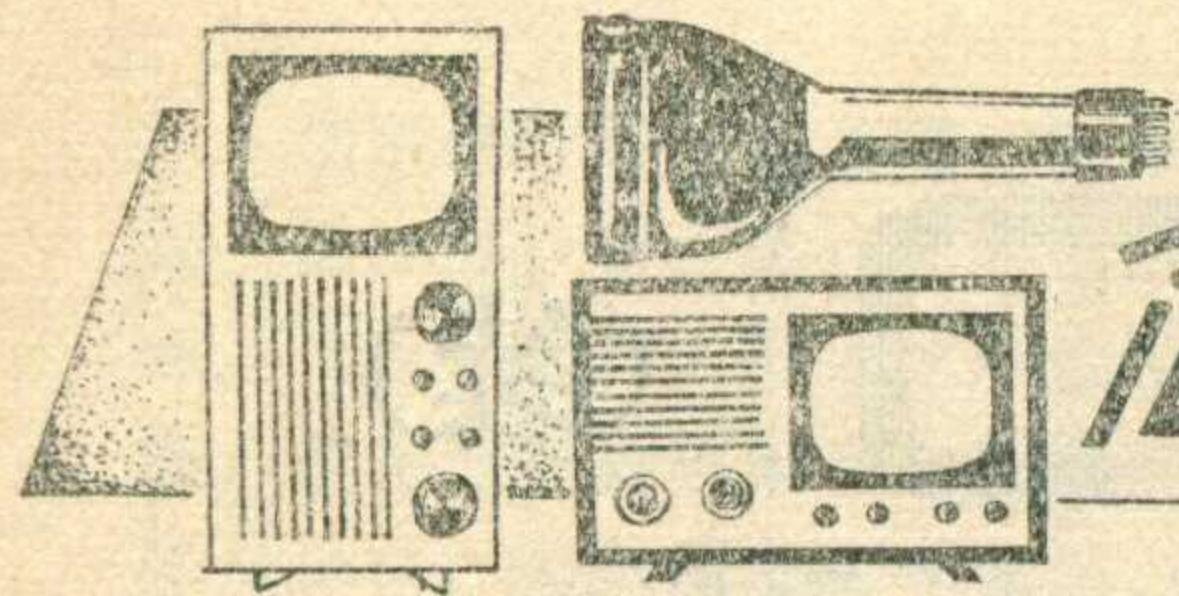
这不仅要在摄象分光系统、电子射线扫描过程以及彩色显象管的三色重合系统中予以保证，还要时刻保持R、G、B三信号的同时性。若其中有一路信号到达显象管早或晚些，则该颜色的图象必然与其他二色不重合，出现彩色镶边现象。总之要求传送彩色信号的信道频率特性、相位特性和时间特性十分一致。

彩色电视信号的发送与接收

黑白电视广播有两个信号，一个是亮度信号Y；另一个是伴音信号，要用两部超短波发射机。而彩色电视广播有R、G、B三个信号和一个伴音信号，如果照黑白电视那样就需要用四部发射机。这不仅不经济，并且用一个电视机同时接收四个信号实际上也很困难，同时还不能解决“兼容”问题。所谓兼容就是指彩色电视和黑白电视可以互相收看。用黑白电视机收看彩色电视广播时，由于黑白电视机中只有黑白显象管，而且黑白电视机的电路也只是为接收亮度信号服务的，所以看到的只能是黑白图象。用彩色电视机收看黑白节目时，由于黑白电视台只广播亮度信号，所

(下转第27页)





简易混合式电视机的调整

刘瑞堂

本刊上一期发表了《简易混合式电视机制作》，现在接着讲这个电视机的调整问题。

电视机的调整步骤是：电源部分→显像部分→扫描部分→高放、视放部分→伴音部分。参看第一期第13页电路图。

电源部分

调整的要求：整流、滤波电路工作正常。

先检查电源变压器各绕组之间绝缘是否良好，静电屏蔽接地是否良好。然后进行空载试验。通电后，电源变压器各次级绕组的交流电压应符合要求。接通各整流电路和滤波电路，不接负载，各档直流输出电压应符合要求。通电一小时后无显著温升及放电现象。

显像部分

调整的要求：有光点；聚焦良好；光点位置居中。

电源调整正常后，用万用表检查示波管供电系统，应无短路现象。然后将电源部分与显像部分接通，示波管灯丝注意不要碰地，否则会烧坏示波管。这时G₂与G₄应不插上，使无扫描电压，调节亮度与聚焦电位器，应能形成一个小光点。如果没有光点，应先检查示波管是否是好的。方法是先不接高压，只点着示波管的灯丝，用万用表R×10K档测量栅一阴极间电阻，阻值应在5~150千欧之间，太大说明管子效率太差就不会亮，太小会使图像对比度差。注意将万用表正表笔接阴极，否则不易量出电阻。

如检查示波管正常，接通高压，检查在阴极上有无负高压，在阳极上有无正高压。阳极高压帽是否接地。亮度电位器是否开到亮的位置。

置。注意：亮度不要调得太亮，否则会使荧光粉烧焦。聚焦电位器VR₄和辅助聚焦电位器VR₉上是否有电压，有无断路。

如示波管与电压都正常，但仍无光点时，可能是由于在示波管附近，有较大的直流磁场。如磁铁、恒磁扬声器、万用电表等带磁性物质的磁场。由于这种磁场的影响，使射出的电子束偏离荧光屏，射到示波管的侧壁上。有一些电子由侧壁溅射到荧光屏上，使屏的某一部分呈浅绿色。

如果荧光屏上，出现的不是小光点，而是别的形状，这是交流电源磁场的干扰。多半是由于电源变压器的杂散磁场引起。应将电源变压器和示波管屏蔽，或适当改动电源变压器的位置。但有时也可能是高压整流滤波不良引起。

扫描部分

调整的要求：锯齿波振荡器起振；扫描电路有输出；光点能位移。

插上G₂、G₄，在正常时荧光屏上应出现矩形光栅。如只有一条水平亮线，说明行扫描正常，而无帧扫描。如为一垂直亮线，说明无行扫描。这种情况应检查帧或行扫描振荡器是否起振。有无帧扫描振荡，可以在G₅栅极与地之间用高阻耳机来测听，如有类似50赫交流声，说明有振荡，如无则G₂未起振或C₂₇开路。而行扫描由于频率较高，不能直接听到，但可以将行频调低一些（调VR₆），如这时能听到嘶嘶尖叫声，说明有振荡。然后再反向调VR₆，使听不到尖叫声，此时说明振荡频率接近15625赫。若VR₆电位器旋到底仍有声，说明行频太低，则可改变电容C₂₅的容量，一般在120—180微微法之间。

如发现不起振，应看一看线路是否焊接正确、电子管与管座是否接触不良、电子管有无毛病、元件是否焊牢、有无脱落或假焊等现象。然后根据电路图，用万用表测量各点有无电压或电压是否正常。如无电压或不正常，不是电阻断路，就是电容器短路或数值有误。尤其是行频电容器C₂₅、C₂₈、C₂₉和帧频电容器C₂₄、C₂₆、C₂₇易损坏，因此这部分电容耐压最好高些（400伏以上）。

如果锯齿波振荡器起振，但是荧光屏仍无光栅，这可能是输出极有毛病或与示波管的x、y偏转板没有连接好。

如果光栅不在荧光屏中心，则需调节VR₈、VR₉使光栅到中心位置。

如光栅矩形两边宽一高比例不是4:3，须调整帧幅电位器VR₇或行幅半可变电容C₂₉。

如所接收的图像上、下或左、右两边不均匀，说明扫描电压线性不好，严重时会使光栅上、下或左、右有亮边现象。这是因帧、行电子管工作状态不对，有饱和现象。如是上下出现亮边，说明帧锯齿波形上下成平顶。这时应调整帧振荡级阴极电阻R₃₅和帧输出级的阴极电阻R₄₅。如果是光栅左右出现亮边现象，是行振荡和行输出级工作状态不对，应调整行振荡级阴极电阻R₃₆和行输出级阴极电阻R₄₆。

如果光栅左右边缘弯曲呈波浪状，应检查行扫描电路的电源滤波情况。有时高压滤波不良，会发生这种现象。有时G₅的栅极2断路，易感应进交流信号，也会发生这种现象。

在接收广播时，如图像出现回影（如图像中有一垂直黑道，图像

的右边部分被切掉而搬到图像左边出现), 或图像左或右边出现一宽黑边, 这是由于同步信号相位不对。此时可调整同步信号移相网络 R_{21} 、 R_{22} 及 C_{18} 。

如果图像左右只半幅或一部分, 说明行扫描频率太高。如果出现一幅以上的图像, 说明行频太低。如调 VR_6 调不过来, 就要改变 R_{42} 的阻值。如果上下出现类似现象, 就要改变 R_{41} 的阻值。

当光栅水平幅度过小或过大, 而调 C_{29} 调不过来时就要改变 R_{40} 的阻值。当图像上下幅度过小或过大, 调 VR_7 调不过来时, 就要改变 R_{43} 、 R_{38} 的阻值。

当电视台更换节目或更换摄像机时, 可能使帧同步信号的相位发生变化, 使屏幕上产生中间一个黑横道上下两个半幅的图像, 且不能自动复原。这就需要加强帧积分网络, 即在 R_{29} 、 C_{21} 之前再加一节与 R_{29} 、 C_{21} 相同的网络。

高放、视放部分

调整要求: 各级直流工作点合适, 工作稳定, 无自激; 各谐振回路调到适当工作频率, 具有一定宽度的通频带。

首先调各三极管的直流工作点。在调之前先将 C_1 调至最小; C_4 调至中间位置; 而 C_9 调到最大。这是为了防止发生自激, 影响直流工作点的正确调整。然后将 BG_1 管的集电极电流调到 3 毫安左右, 将 BG_2 管集电极电流调到 4 毫安左右。

第二步调整视频放大级两管的集电极电流。方法是调整 R_{14} 及 R_{12} , 使 BG_3 及 BG_4 两管的总电流达 10—12 毫安左右即可。如果使用中发现 BG_4 发热, 可适当加大 R_{14} 的阻值以减少 BG_4 的集电极电流。但不能太小。如发热过高就要调换晶体管。

直流工作点调好后, 可进行三个参差谐振回路的调整。回路 L_2 、 C_1 应调在 60 兆赫左右; L_3 、 C_4 应调在 63 兆赫左右; L_5 、 C_9 应调在 57 兆赫左右。如无适当的仪器, 最好在

距电视台较近的地方, 用较正式的天线来调。先将对比度调节电位器 VR_1 调到最小, 使对比度最强, 再来调 C_1 、 C_4 、 C_9 使得能初步收到伴音和图像。然后反复细致调节 C_9 使图像对比度最好; 调 C_4 使伴音最好; 调 C_1 使图像最清晰。在调节时如发现荧光屏上有一条条的垂直黑条, 这是高放或视放级发生自激振荡的现象, 必须加以排除。先检查是视放级还是高放级自激。方法是: 用一电容(约零点几微法以上)将高放级输出短路, 此时如自激消失, 则说明自激发生在高放级, 否则是在视放级。高放自激一般是由于各线圈排列不当或高频旁路电容开路引起的。故高放级的线圈位置, 一般是排列成一条线, 且相互垂直放置, 必要时每个线圈都加以屏蔽。

视放级的自激, 多是由于晶体管放大率 β 太高或元件排列不当、接地不良引起。因此管子的 β 不要大于 100 为好, 否则易引起自激。两个管子 β 选择, 一般使 BG_3 的 β 高些, 而 BG_4 的 β 低些。这是因为 BG_4 的电压较高、电流也较大, 这样分配, 管子也易选择。有时调整反馈电容 C_{13} 也可以消除自激。还可以用去掉 C_{12} 电容, 使 BG_3 加入本级反馈的方法消除自激。

伴音部分

首先将 BG_6 的直流工作点调合适, 改变电阻 R_{56} 的阻值, 使 BG_6 的集电极电流约为 0.7 毫安左右, BG_7 管调到 1 毫安、 BG_8 调到

1.5 毫安、 BG_9 和 BG_{10} 调到 4—8 毫安左右(无信号时)。然后调 C_{32} 及 C_{35} 使伴音清晰、宏亮。如果伴音中有 50 周的仆仆声, 说明 BG_6 的限幅作用不好。这可以调节 R_{57} , 使其有适当的限幅作用。

有时, 发现音量开得较大时干扰图像。其原因可能是: ①低压 12 伏电源的滤波电容太小或失效。因当音量开大时, 电流也较大, 使 12 伏电源波动也大, 这时应加大滤波电容或加稳压电路。②也可能是伴音部分产生自激, 影响电源波动。这时可以将 C_{32} 或 C_{35} 略微调动一些。

至于低放部分的调整与一般收音机的相同, 这里就不再多述。

其他注意事项

1. 由于简易电视机的灵敏度不高, 故最好天线做得正规些, 使其有足够的灵敏度。离电视台稍远些的, 最好架设室外天线。另外, 馈线与天线和电视机的匹配要好, 且馈线不宜过长。

2. 如果收到的是负像(如照片的底板那样), 其原因可能是: 视频检波二极管的极性接反; 视放或高放的某一管的偏流太小, 接近截止状态。

3. 在调整各高频线圈时, 不要用一般的改锥, 而用非金属改锥来调。

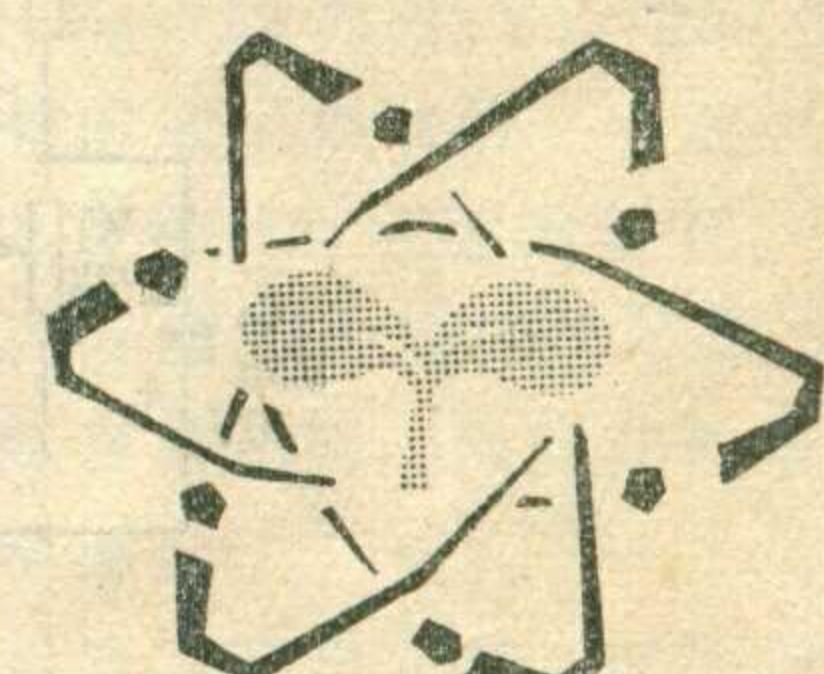
由于篇幅所限, 本文介绍的仅是一些常用的调整方法。但因各自的具体情况不同, 读者可根据具体情况分析, 采取适当的方法。

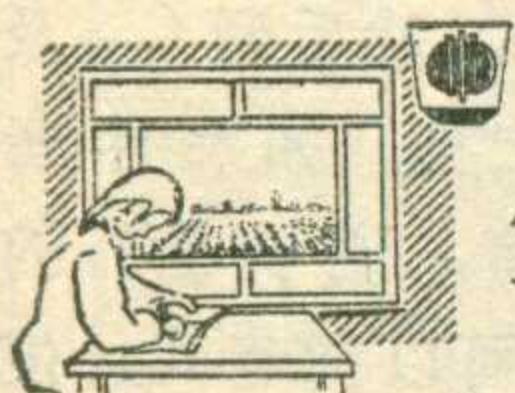
(上接第 10 页)

⑧ 电视机在收看节目过程中, 若发现机内有冒烟、打火, 或荧光屏中间忽然出现一条水平亮线等情况时, 需要马上关机。这说明机内有零件烧坏, 或线路有短路的地方。一条亮线时间长了会把中间的荧光粉烧坏, 造成一条黑斑或把显象管里面的一层栅网烧断, 使显像管报废, 不能使用。

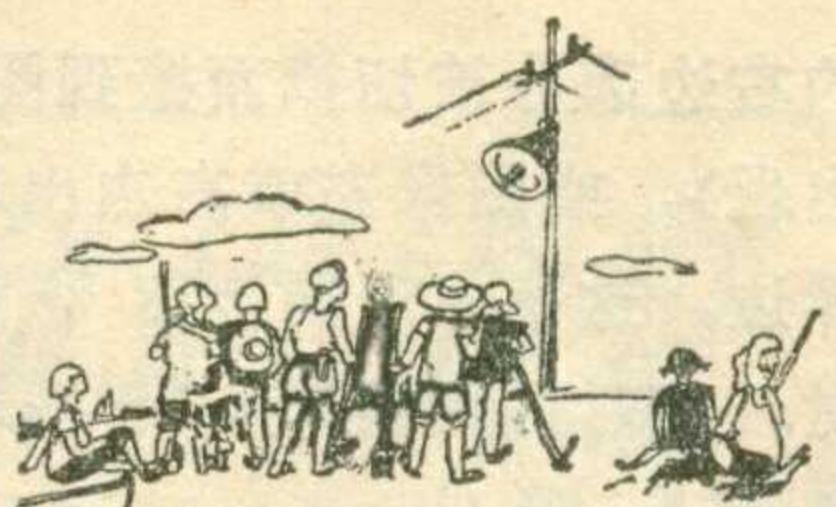
⑨ 电视机上所有旋钮都要轻轻旋动, 不要用力过大, 以免将钮拧坏。当电视机发生故障时不要用力拍打, 要送修理部门检查修理。

⑩ 电视机最好设专人保管。国产彩色接收机都用交流 220 伏电源, 注意不要将电源插头接错。





农村有线广播



公社放大站扩音机开关机自动控制

河北省天津地区革委会广播管理处

为了使农村有线广播更好地为无产阶级政治服务，为三大革命运动服务，我区永清县别古庄公社放大站广播技术人员，遵循毛主席“**努力办好广播，为全中国人民和全世界人民服务**”的教导，在县、社党委的领导下，于1971年试验成功了一种自动控制电路，能由县广播站直接控制开、关公社放大站的扩音机。经过一个阶段的试验和推广使用，这种控制电路准确可靠，效果良好，它可以使公社放大站准确迅速地转播县广播站的节目。采用这种控制电路后，公社放大站人员可以有更多的时间做好广播网的管理维护工作，并且可以保证安全广播，避免错播、错转事故发生。

一、电路控制性能

(1) 由县站直接控制开、关公社扩音机；(2) 低压加上后，可自动延迟一定时间后再加高压；(3) 市电电压高于或低于规定值时，自动控制电路可自动切断市电源；(4) 自动、人工可以兼用；(5) 使用当中发现某些不正常情况可发出告警信号。

二、工作原理

1. 县站开机后，通过幻象电路送出载频信号，在

公社放大站自动控制电路的电位器 W_1 上可得到约1伏左右的电压，通过晶体管3AX81的开关电路，启动继电器 J_1 动作，使变压器初级线圈接上市电电源，次级便得到自动控制所需的10伏电源，此时交流指示灯 ZD_1 燃亮。

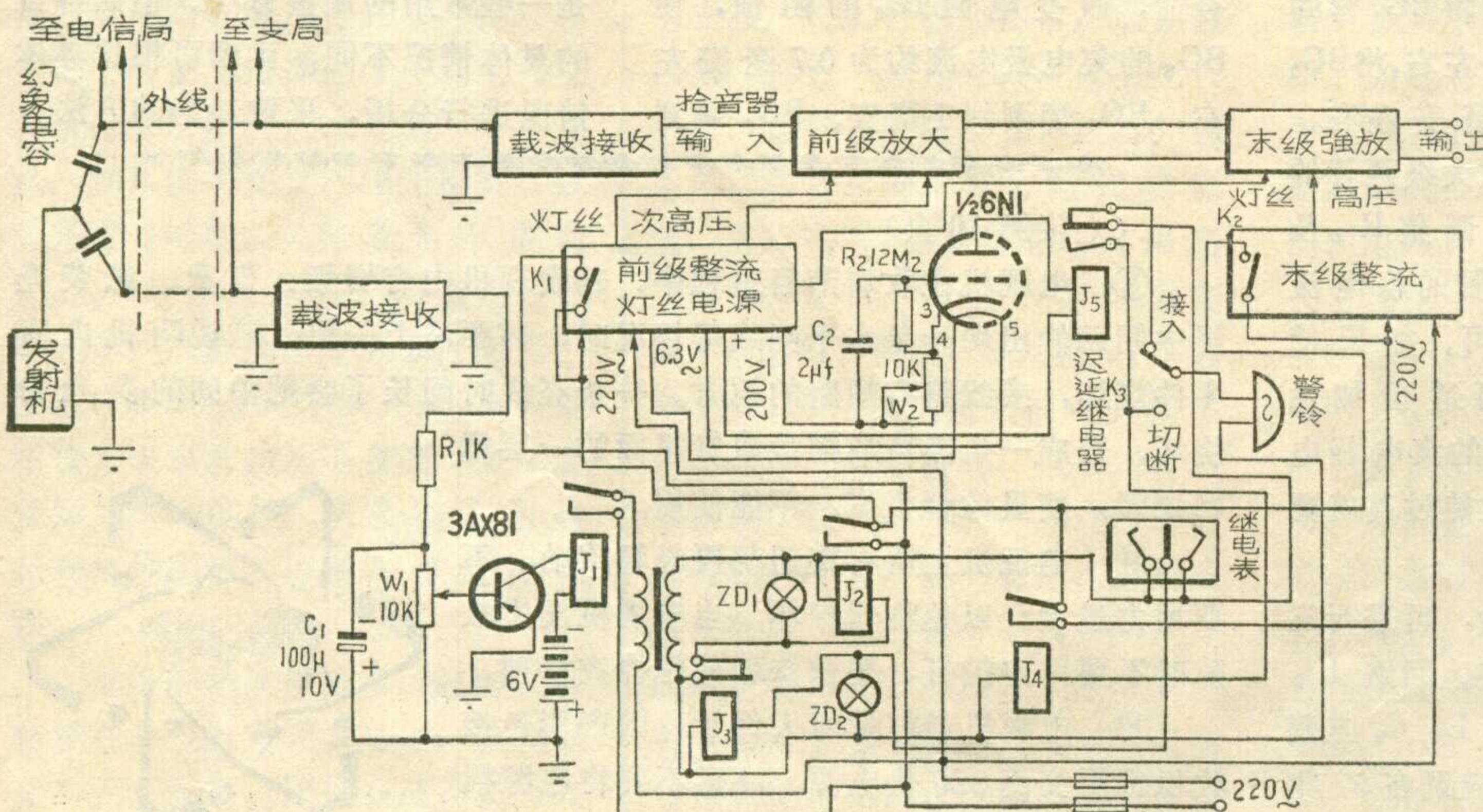
2. 10伏电压加上后，“交流电源供给”继电器 J_2 即通过“过压、欠压切断”继电器 J_3 的常闭接点接通；其接点闭合，使扩音机部分所需的220伏交流电源接通，从而使末级及末前级灯丝加电预热，并使前级得到次高压。

3. 前级电源接通后，给出迟延电路6N1电子管灯丝电源及屏极电源，迟延电路开始工作。经过预定的迟延时间后，6N1的屏流逐渐增大到使“迟延”继电器 J_5 动作，因而接通“高压供给”继电器 J_4 的回路；其接点闭合，完成末级高压电源供给。“迟延”继电器尚未动作时，警铃响。铃声停说明扩音机已开始工作。

4. 外来广播信号中断后，由于“启动”继电器 J_1 的释放，各个继电器亦随之释放，从而切断扩音机的电源。

5. 外来电压过高或过低时，由于“电压继电表”（利用现成品或如后述自行改装）的指针与某一边刻度尾端的接点相接触，而使“过压、欠压切断”继电器

J_3 动作，使 J_2 释放，从而切断前级及末级的交流电源。此时“交流电源供给”指示灯 ZD_1 也随之熄灭；“过压、欠压告警”指示灯 ZD_2 燃亮。这时“迟延”继电器 J_5 也释放，警铃接通，铃响告警。外电恢复正常后，“电压继电表”尾端接点即离开，使继电器 J_3 释放，其常闭接点又回到原闭合位置，继电器 J_2 又动作而重新开机，同时指示灯



扩音机整流滤波电路的检修

北京市广播器材修造厂 工人程仲 技术员谢祥恺

扩音机的整流滤波装置，在电源系统中所用元件最多，电路结构变化也大，它的任务是供给扩音机各放大级额定和平滑的直流工作电压。这部分电路出现故障，轻则使机器不能正常工作，重则烧毁电源变压器和损坏其他机件。整流滤波电路常见故障有：

1. 直流高压短路和开路：短路现象是保险丝熔断，高压加不上。开路时有交流电压而无直流电压。

短路的原因有：整流管内部连极或逆弧跳火、硅整流二极管极间击穿短路、阻流圈线圈和铁心短路、滤波电容器击穿短路、大功率直热式整流管灯丝绕组和铁心击穿短路等。开路则主要是整流管衰老断丝、漏气失效、硅整流管断路、阻流圈开路等。

检修时，一般不要急于换管换件，应先判断引起故障的部位。为此：(1) 断开负载，查负载电路有否短路；(2) 断开整流滤波电路，查电源变压器供电电压是否正常；(3) 断开整流器和滤波器，分别查出短路和开路的故障。属于整流管和滤波器的故障有些可以直观查出：如管件过热、电容器爆裂、阻流圈跳火和有烧焦味、整流电子管灯丝不亮等。

用万用表欧姆档测整流管灯丝是否通路；测硅整流二极管正、反向电阻是否正常（正常值是正向电阻一般在1千欧左右，反向电阻几百千欧以上）；再测量阻流圈对机壳的绝缘电阻；测量滤波电容器的漏电电阻和是否短路。检查滤波电容的方法是：断开电容

ZD₁又亮。

在警铃告警时，如将警铃搬向“切断”一边，除切断铃响外，同时在电压正常后可以发出电压恢复正常信号，这时应将警铃再搬向“接入”一边，铃响又被切断，以待再次出现不正常时仍能发出告警信号。警铃告警后即使未切断，但开机正常后仍能自动切断。

6. 过负载性能原来机器已经具备。如发生过载时，原机过载继电器动作，切断高压电源。但此时自动控制电路中的“高压供给”继电器J₄仍动作正常，其接点仍闭合（即相当于机上高压按钮在启动位置），因此只要外线一恢复，过载继电器一释放，机上高压立即接通。

三、元件说明

“启动”继电器J₁是用耳机线圈，直流电阻150欧，加装支架和接点后改制。继电器J₂、J₃和J₄均采用现成10伏交流通用继电器。电压继电表是用一般电压表，在表针尾端及刻度两端加装接点改装而成。如能

器一头，如测的是高压和次高压滤波电容均应先行放电而后测量，用欧姆档测电容器两端，从表针有否摆动和摆动幅度大小看电容是否开路和容量的大小，开路时表针不摆，摆动越大，容量越大；从回摆情况看电容的短路和漏电，打穿短路时电阻为零，回摆越小漏电越大。

凡属于整流滤波电路中零件损坏，修理时一般要拆换。换件时要注意零件的电压、电流、功率、电容量等技术指标，要等于或大于原件的规格，才能工作可靠，但电容输入式滤波电路的电容量和泄放电阻的阻值不能随意加大。

直热式灯丝绕组对地击穿短路时，如是完全短路，用万用表就可判断；但如没有完全短路就较难判断。这种故障的现象是：开高压就烧保险，或仅能短暂地加上高压。当我们将滤波器和负载断开后，现象仍然如此，那么基本上可以断定灯丝绕组对地有短路。进一步检查的方法是：(1) 用1000伏或2500伏兆欧表测量灯丝绕组对地的绝缘电阻（正常时一般在20兆欧以上）；(2) 将高压保险丝换小，断开负载，开高压细心观察，可见到整流管内出现类似短路的辉光现象，有时也能发现灯丝绕组对地有跳火现象，若一、二次观察不清，可依此法进行几次，就能判断故障了。

另外，整流电路中虽无短路故障，但也有不正常

有成品继电表，则动作更为灵敏可靠。“迟延”继电器J₅采用JR4型直流继电器，内阻2000欧。

延迟电路中的电容器C₂采用纸介电容器，电解的漏电较大，对迟延时间影响大。电阻R₂和电容C₂可根据迟延时间要求来配置，一般增大R₂C₂值，迟延时间即相应延长。阴极电位器W₂作为迟延时间辅助调整。调整迟延电路阴极电位器W₂所得迟延时间实验数据如下（参考值）。

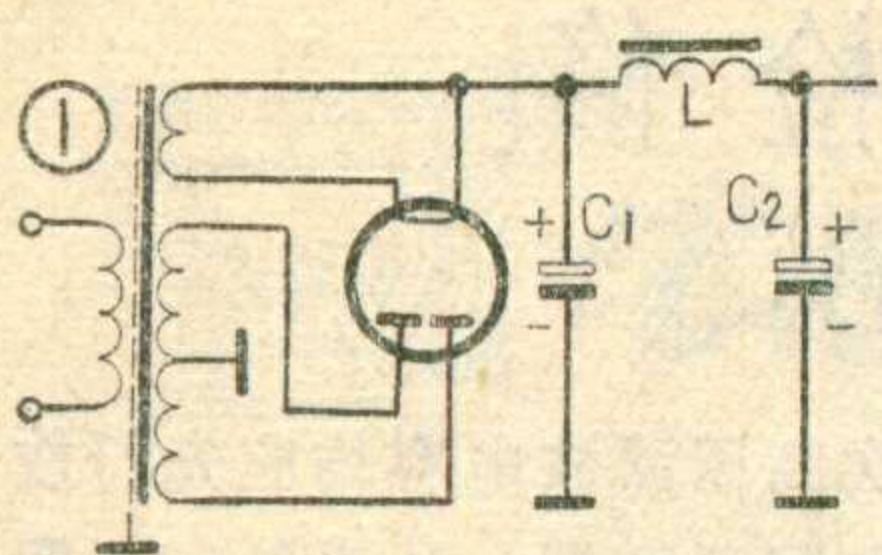
W ₂ (千欧)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8.5
迟延 时间	5''	15''	45''	1'10''	1'50''	2'35''	3'15''	3'55''	4'40''	5'05''

测试条件：C₂=2微法；R₂=12兆欧；E_a=200伏。

用在开关电路的晶体管应选用集电极——发射极反向截止电流I_{ceo}小的，以节省平时电源的消耗。迟延电路的电子管6N1的互导率要高，动作才可靠。

这种控制电路由于不能自动调压，因此在外来电压过高或过低时只能切断电源。

为了安全起见，外线最好安装避雷器，以免击穿接收机中的二极管或开关管。



的辉光和跳火，例如开高压后，整流管内出现白光且很快散开下降，说明整流管将失效；866 管灯丝电压过高，则管内有不正常的蓝光，并出现跳火。

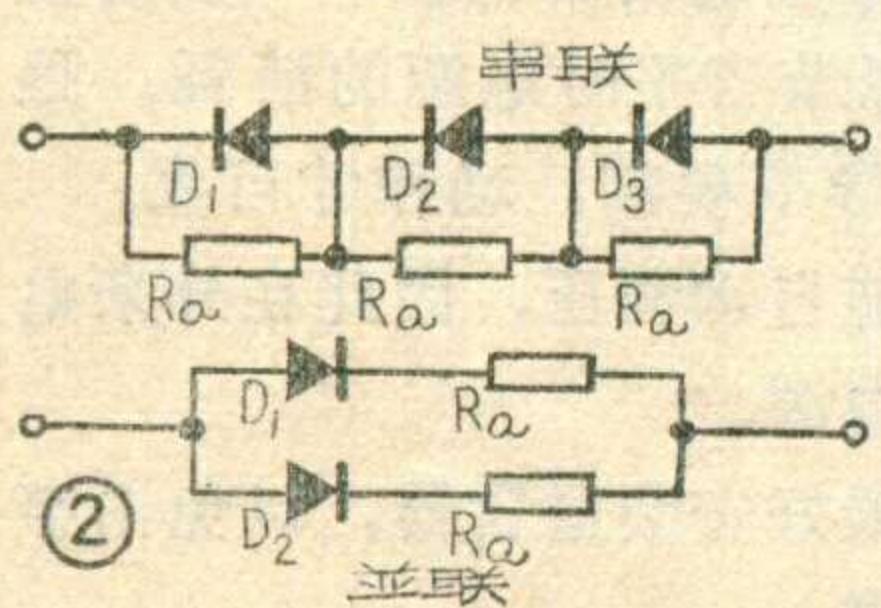
2. 滤波电容器容量减小或全无：以图 1 为例，如输入电容 C_1 失效，则滤波电路由电容输入式变为电感输入式，出现交流声变大。用表测得直流电压输出也低，其低落值与容量减小程度有关，一般低落 20% 左右。若 C_2 失效，将引起低频振荡，出现交流声和汽船声。

3. 阻流圈局部短路：在电容输入式的电路里，阻流圈 L 短路，扩音机输出杂音增大，交流声虽也增大，但不太明显，对甲类或甲乙₁ 类功率放大的小型扩音机在不要求输出功率大和信杂比小的情况下，可用掉阻流圈直接连通，或用电阻代替（阻值一般用 1~2 千欧，功率为实际耗损功率的四倍以上）。若系电感输入式滤波电路（即图 1 中无电容 C_1 ），当阻流圈短路，则变成电容输入式，造成直流电压升高（约升 20% 以上），各电子管屏压相应增高，屏流加大，使得整流管负载加重，表现出整流电子管屏红，汞气管蓝光大，甚至有跳火现象，末级输出功率放大管屏红等。用表测得阻流圈两端交流电压将比正常值低，其电压与阻流圈短路程度有关（正常时阻流圈两端交流电压为其直流输出电压的 $\frac{1}{2}$ 左右）。

4. 泄放电阻开路。泄放电阻在整流滤波电路中的作用，是关断高压后使储存在滤波电容器上的电荷能很快放掉，以及增加起始负载电流，防止开高压的瞬间出现的峰值电压击穿滤波电容器。常见故障是断丝开路，直流电压升高，尤其在泄放电流大的电路里，直流电压将有显著升高。检查时，直观可见线绕电阻上出现一环环白圈，关机后用改锥将直流输出对地短路会出现放电火花，手摸电阻无温热感。当酚醛线绕电阻断丝开路时，临时解决办法是在开路点用细砂纸打掉保护层，再加裸铜丝压接即可。如是被釉线绕电阻开路，则只能换新。换新件的规格除阻值要求相等外，功率应为实际消耗功率的三倍以上。

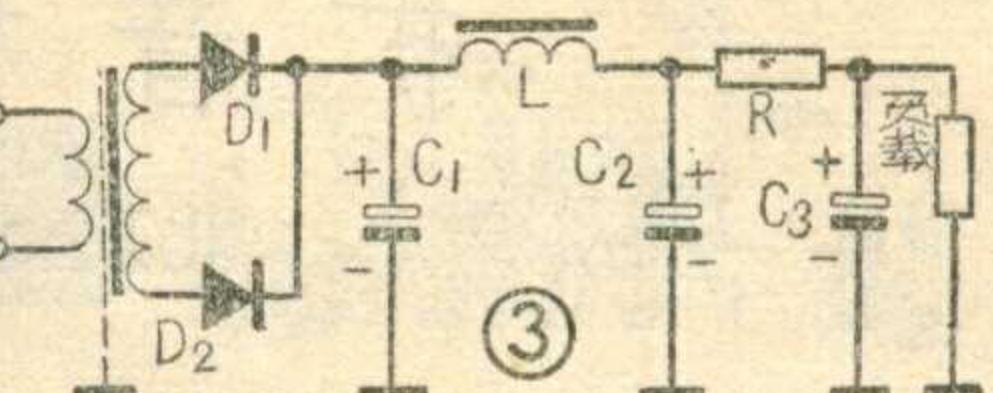
5. 电子管整流管的代换。当整流电子管衰老或失效后难于找到相同的整流管时，在维修中就要考虑代换问题。毛主席教导我们说：“按照实际情况决定工作方针，这是一切共产党员所必须牢牢记住的最基本的工作方法。”

在一般情况下，用硅整流二极管替换整流电子管是完全可以的，但不是简单的置换，要分别情况采取一些相应的措施：



(1) 在电感输入

式的整流电路中，可根据工作电流电压要求选配硅晶体二极管代用。代用时如所用



单个整流二极管耐压或正向平均电流低于工作电压和负载电流时，可采用多个串联或并联。串联时加均压电阻，并联时加均流电阻，见图 2，以保护整流元件。

(2) 在电容输入式的整流电路用硅二极管代用时，因硅二极整流管正向压降小于电子管的压降，所以输出的直流电压比原来电压值高出 10~20%。过高的电压将使功率放大管屏红而很快衰老，输出杂音增大，滤波电容容易击穿。因此要采取相应措施：(i)

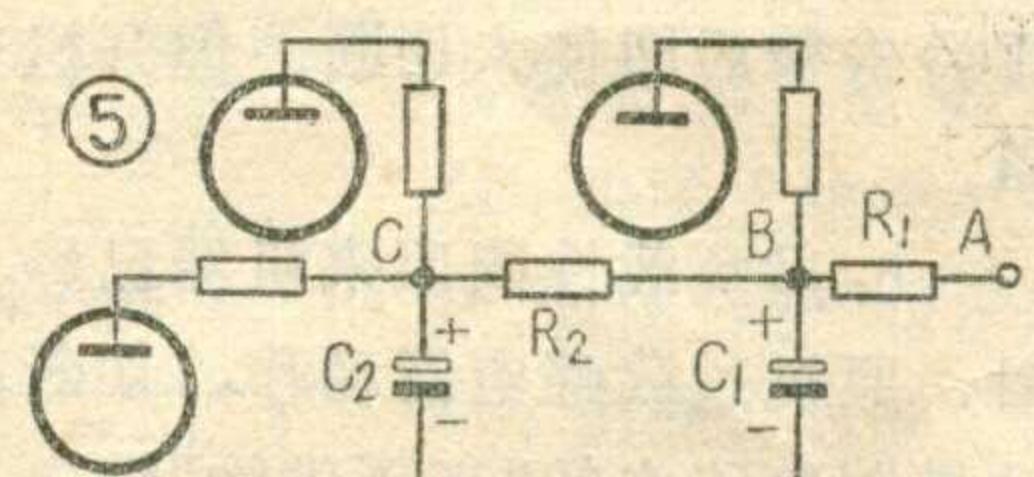
对直流波纹系数要求不高的电路（如 250 瓦~1000 瓦扩音机的推动部分），可减小输入滤波电容器的容量；或暂时去掉输入滤波电容器，降低输出直流电压。如上海广播器材厂出品的 TY250/1000 型扩音机机架推

动部分，原用 5Z3P 整流，输出直流电压 300 伏，换用硅二极管代 5Z3P 后，直流输出电压则高达 370 伏左右，常损坏推动功放管 6P1。去掉输入滤波电容后，整流滤波电路由容性负载变为感性负载工作，直流输出电压降为 250 伏左右，这样既保护了 6P1，机器亦能正常工作；(ii) 整流滤波电路不变，用如图 3 所示的电阻降压办法。所用电阻的阻值和功率按所通过的电流和需降低的电压计算而得。根据公式

$$R = \frac{U(\text{降低电压值})}{I(\text{负载电流总和})}$$

求出电阻值，按 $P=I^2R$ 求功率。实际使用功率应大于额定功率的三倍以上。

若用不同型号的整流电子管互换时，应考虑到三个条件：灯丝电压、灯丝电流相同（因变压器灯丝绕组已定）；额定整流电流值应大于实际负载工作电流，反峰耐压应等于或大于原管的数值。



6. 倍压整流电路的故障。倍压整流电路如图 4。这个电路的故障现象是：当电容 C_1 或 C_2 容量减小或全无时，直流输出电压降低或无电压，同时出现交流声。当电容击穿短路时，将出现整流管屏红跳火，保险丝熔断或整流管烧毁。

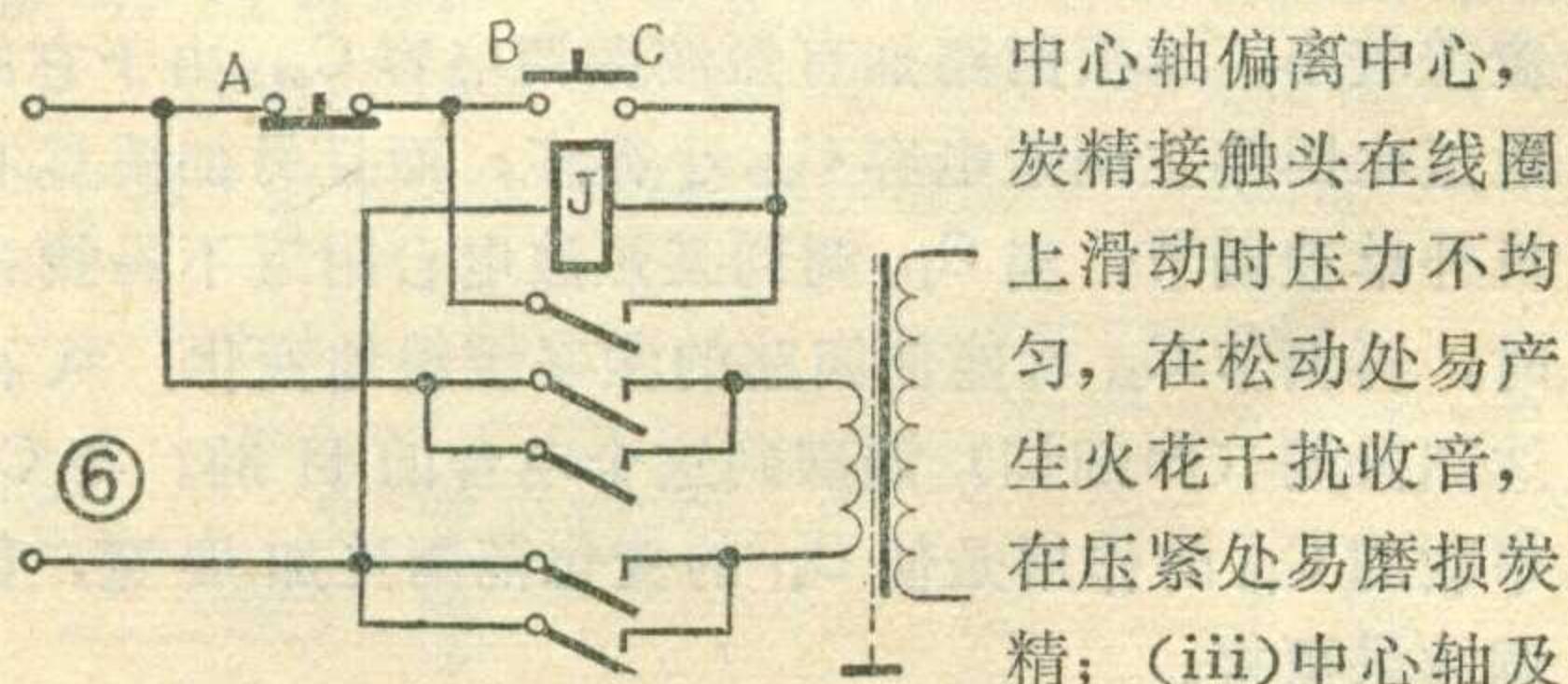
7. 直流退耦合电路故障。退耦合电路是为末级以前各级提供直流工作电压，防止级间耦合产生振荡而设。如图 5 中 $R_1C_1R_2C_2$ 组成的电路。这部分电路的

故障不同于上面讲到的滤波电路的故障现象；它只能引起局部工作的不正常。检查可见：(i) A 点有电压，B、C 两点无电压，且 R_1 发热。这说明 C_1 短路。如 R_1 不热，则是 R_1 开路。依此法判断各退耦合电路；(ii) 机器出现低频振荡汽船声，则是 C_1 容量降低或开路；(iii) 若 C_2 是多路话筒级退耦合电容，当 C_2 开路时，使用话筒 1，开话筒 2 的音量控制，机器有输出，反之亦然。如是电容器容量减小或开路，可用相等耐压的电容器逐级并接的方法来判断故障的位置。

附：调压器和电源制动装置故障

一般较大型的扩音机机架上都装置有调压器、按钮开关和高压启动继电器、保险丝盒等设备。这部分的故障除由于机器其他部分出现故障而引起外，还由于这部分装置运转次数多，以及使用维护不善而常常出现故障。

(1) 调压器故障：扩音机所用调压器，大多为手动无级自耦调压器，常发生局部烧毁，其原因是：(i) 经常做大幅度调节（每次使用都从零位调到 220 伏，关机后又从 220 伏调到零位），时久使触点炭精磨损，以致和线圈接触面产生火花，逐渐扩大而烧毁；(ii)



中心轴偏离中心，炭精接触头在线圈上滑动时压力不均匀，在松动处易产生火花干扰收音，在压紧处易磨损炭精；(iii) 中心轴及

旋柄上指针固定螺丝和机壳形成短路匝，发热烧毁。

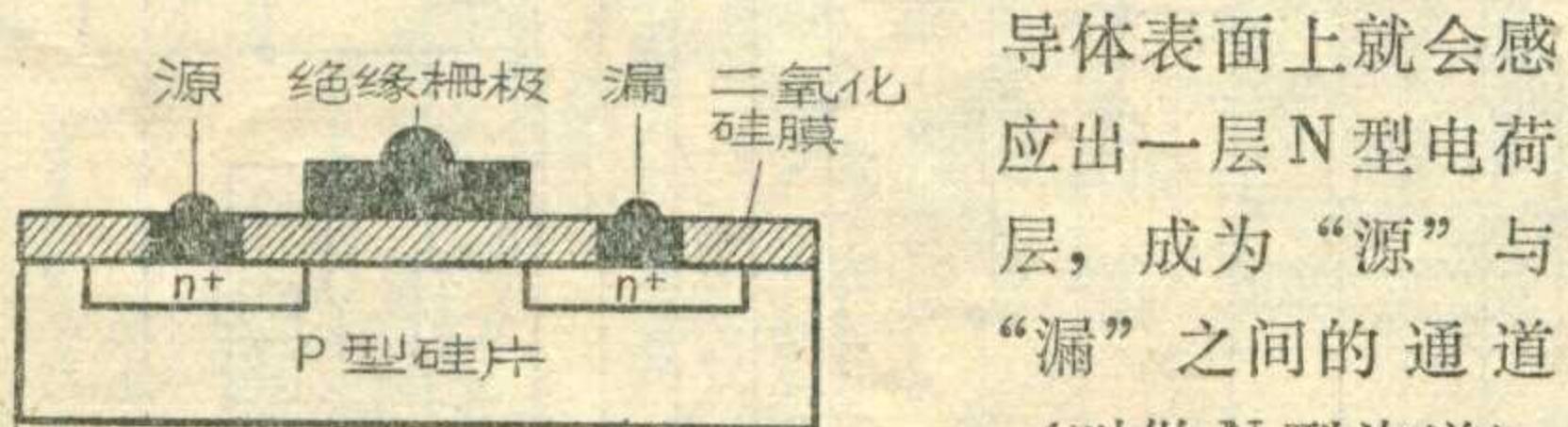
(2) 按钮开关接触不良。常开按钮和常闭按钮都常出现这种故障。检修时，如发现高压不能启动时，首先连续触动几次常闭钮，然后再启动高压，仍不能启动时，用万用表 250 伏或 300 伏档测量图 6 中 A、C 间电压，如无电压，故障不在按钮开关部分，而可能是电源进线有故障，应进一步检查进线。A、C 间如有电压，但 B、C 间无电压，则说明常闭钮触点氧化接触不良，可断开电源，拆下用细砂纸擦净（装拆时注意不要接错接点）。常闭钮故障排除后，仍不能启动高压，说明常开钮接触不良，需进一步检修。若按常开钮启动时断保险加不上高压，则故障不在按钮开关部分。

(3) 继电器故障：多表现为接点接触不良和振动声。属于接点接触不良时，当按下按钮继电器启动接通，放开手后继电器又断开，或继电器虽启动，但高压并未接通，可用细砂纸擦各接点。继电器产生振动声的原因有：(i) 衔铁断面不平，拆下后在玻璃上铺细砂纸磨平；(ii) 衔铁断面上的短路铜环断开，可用锡焊接上；(iii) 断开拉簧过紧，可细心调整；(iv) 电源电压过低，衔铁磁力不够；(v) 线圈局部短路，除发出振动声外，由于短路发热，可嗅到焦灼油漆味，时久有可能烧毁线包。

(4) 保险管跳火烧毁：原因多是与管座接触不良而跳火，或经一次跳火后，接触电阻加大，管座上出现高压而跳火烧毁。用在 220 伏交流电源上的保险座也因耐压不够而有跳火烧毁的。一般不甚严重时，可以拆下将其跳火炭渍清除后使用，但高压保险管座，虽只一次跳火，也不应再用，以换新为宜。

金属—氧化物—半导体场效应晶体管

这种晶体管又名 MOS 晶体管，结构如图所示。它是利用场效应原理进行工作的。简单工作原理如下：当不加栅压时，即使“源”与“漏”之间加上电压，电流也很难通过。如果在栅极上加一个正电压，在 P 型半导体表面上就会感应出一层 N 型电荷层，成为“源”与“漏”之间的通道



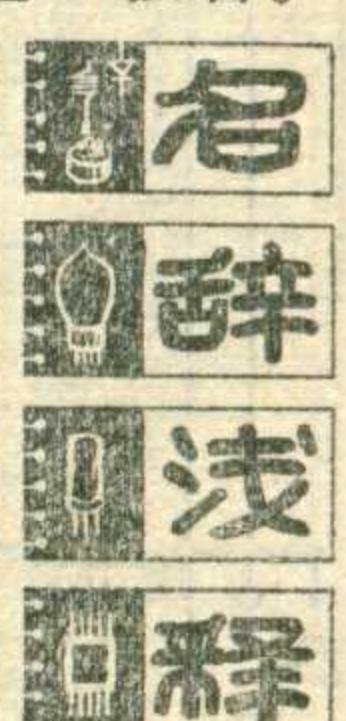
（叫做 N 型沟道），因此就有电流从“源”流至“漏”。电流的大小是受沟道的大小，也就是受栅压的大小控制的。

由于这种晶体管的金属栅极是制作在绝缘性能非常良好的二氧化硅上，因此输入阻抗非常高，可达到 10^{15} 欧。它的结构很适合在集成电路中采用，目前已广泛应用于集成化的高速开关电路中。

隧道二极管

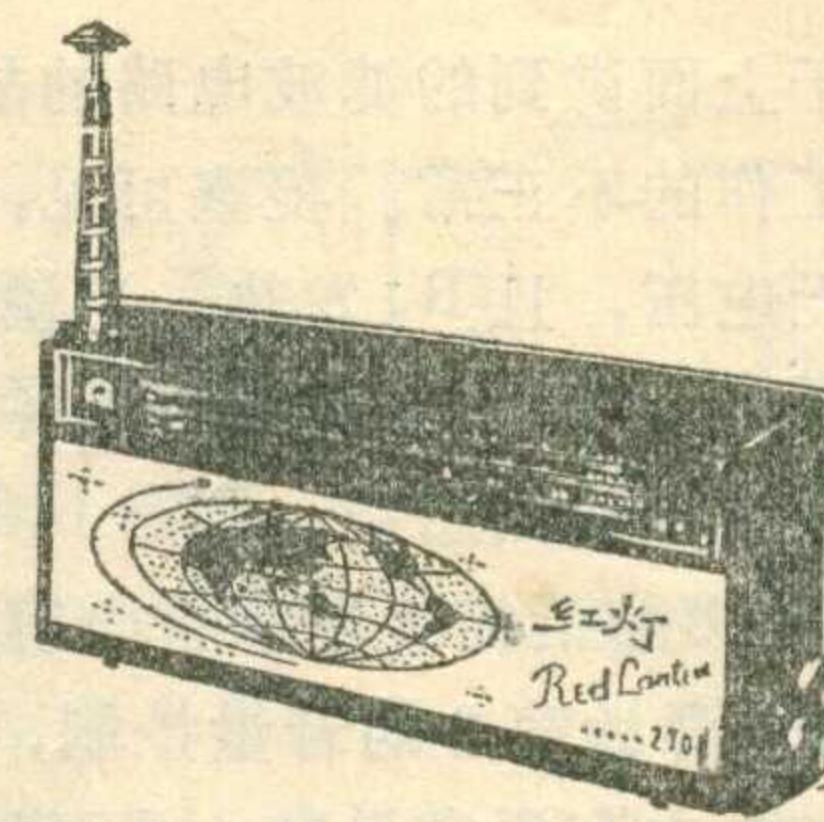
先讲讲隧道效应。根据经典理论，电子要通过它前面的势垒，必须具有高于势垒的能量。这种势垒就好象横在电子前进途中的一座大“山”，电子要有足够的“力气”才能翻过这座“山”。但是，近代量子力学指出，电子并不一定要从“山”上面过去，只要这座“山”足够“高”又足够“薄”时，电子就可以从它的底下穿过去，就好象火车通过隧道一样，这种现象叫做隧道效应。利用 PN 结的隧道效应制成的二极管叫做隧道二极管。

隧道二极管的 PN 结与普通半导体二极管不同，(1) 结的厚度特别薄，比一般二极管的 PN 结约薄 100 倍；(2) P 区和 N 区的杂质浓度特别高，比一般二极管高 100 万倍以上；隧道二极管具有负阻特性，其工作频率可以较高，噪声较低，目前多用在混频、检波以及微波放大及振荡等方面。



红灯 2701型 半导体收音机

上海无线电二厂



本机是便携式三波段超外差式收音机，外形尺寸为 $190 \times 120 \times 48$ 毫米³，整机重量约0.7公斤。使用四节五号电池作电源。采用(65×100)毫米椭圆形扬声器。备有外接天线插孔CK₁、耳机或扬声器插孔CK₂和外接电源插孔CK₃。配有磁性天线和拉杆天线，能有效地接收中、短波调幅广播。为了容易调节短波电台，还加有短波微调装置。整机各项电声性能均符合国家三级机标准，并有一定的余量。

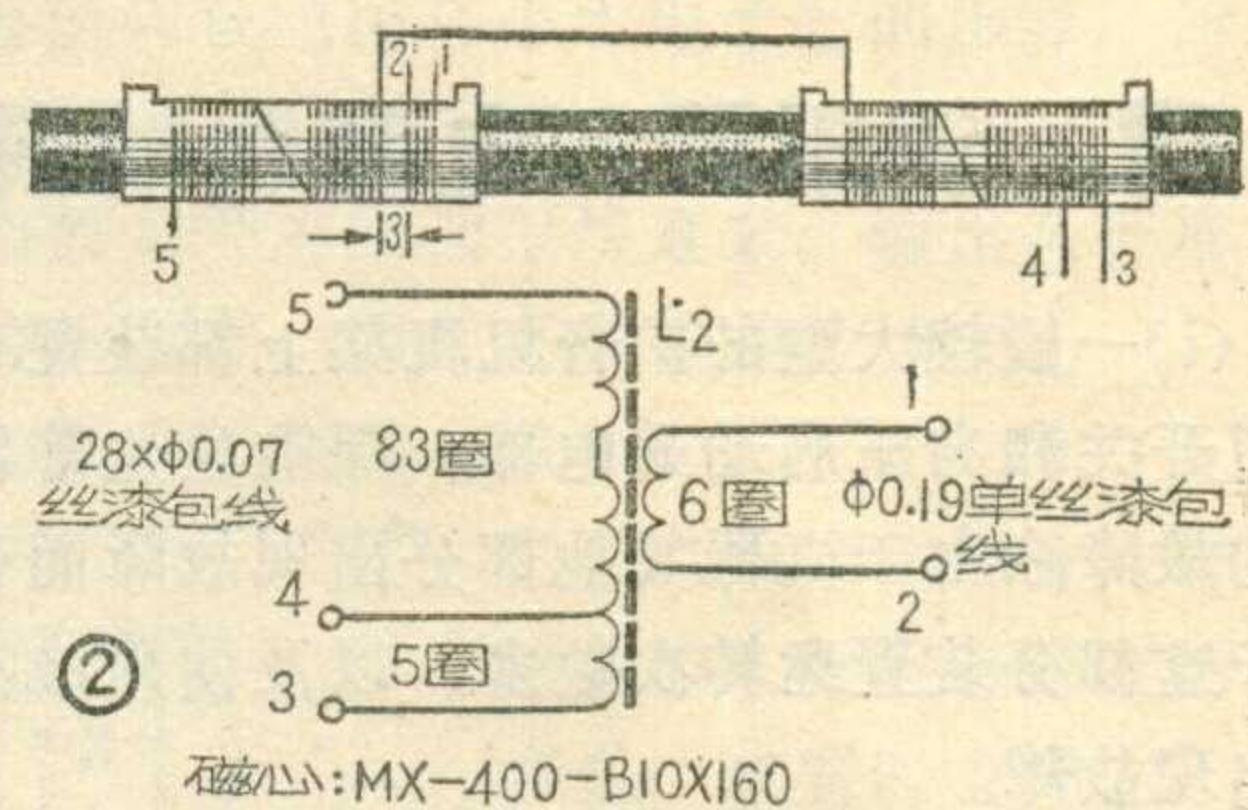
一、主要电性能

1. 频率范围：中波不狭于535~1605千赫；短波I不狭于3.9~9兆赫；短波II不狭于9~18兆赫。
2. 中频频率：465±3千赫。
3. 灵敏度：中波不劣于1毫伏/米；短波不劣于100微伏。
4. 选择性：不劣于26分贝。
5. 不失真功率：不小于100毫瓦。
6. 整机谐波失真(电)：300~3000赫不大于10%。
7. 电源电压：额定值6伏。

二、电路简介

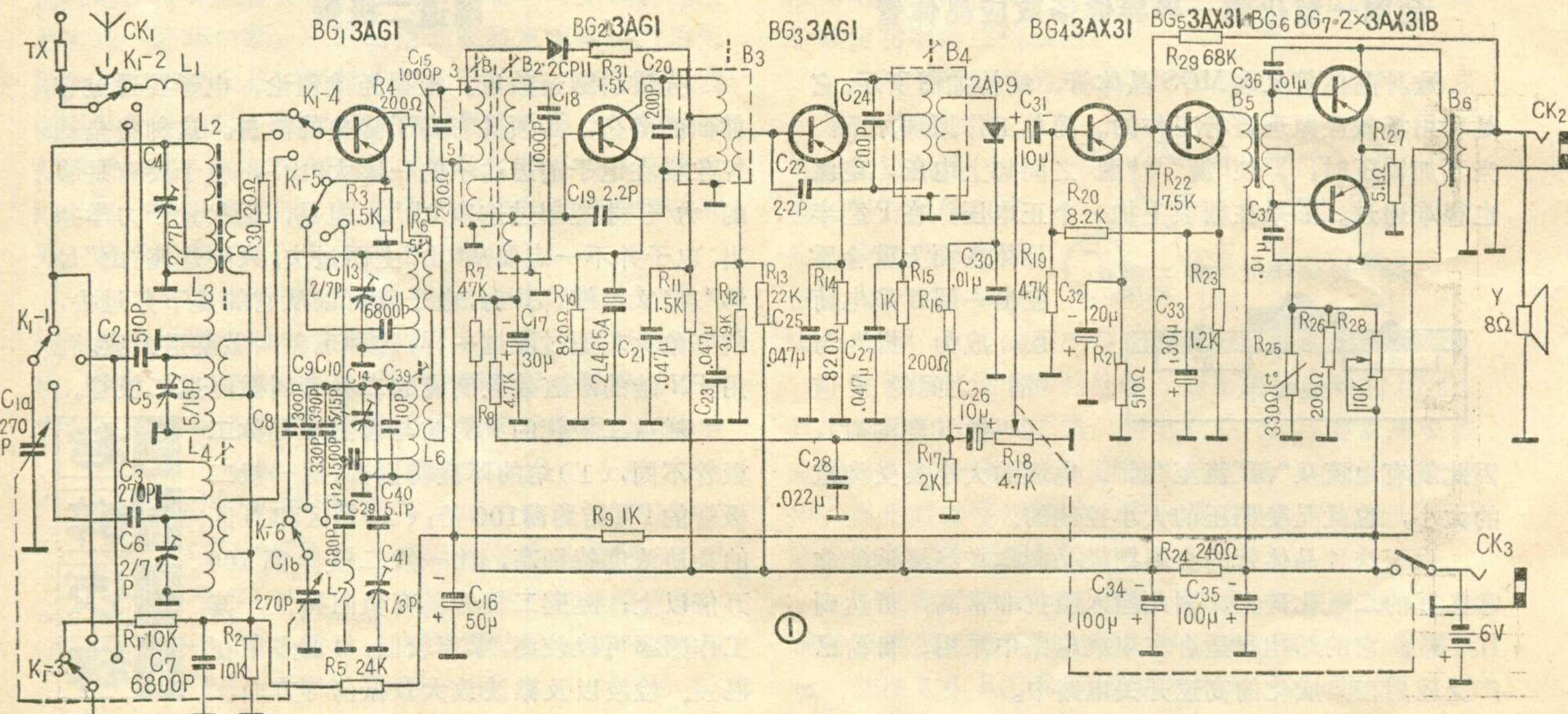
全机电路见图1。三个波段的输入调谐回路分别

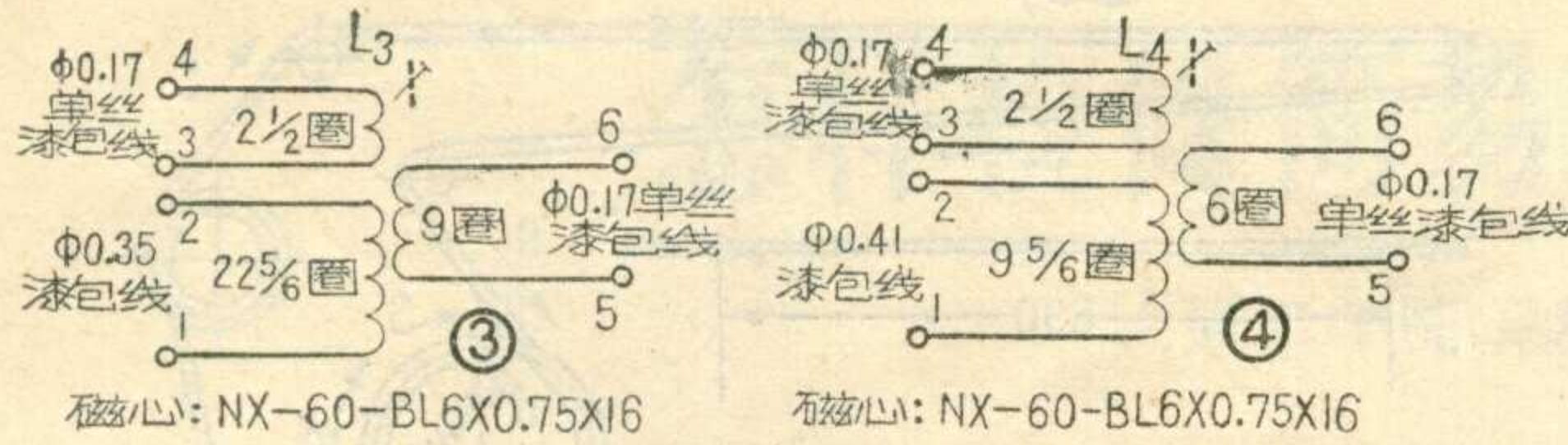
由L₂、L₃、L₄与双连可变电容器C_{1a}组成，本振回路分别由L₅、L₆和C_{1b}组成，由波段开关K



加以转换选择。为了提高灵敏度和稳定性，中波输入回路线圈L₂共分四个绕组，排列于磁性天线棒的两端（见图2）。L₁为外接天线耦合线圈。由于L₁的阻抗较高，因此配置长短不一的外接天线时不致使输入回路有较大失谐。短波段（3.9~18兆赫）分为两个波段，使其覆盖较小。本振回路加有短波微调电容C₄₁，由于它的数值比回路主调谐电容C_{1b}小得多，而且另加拨盘在机外单独调节，当C_{1b}调到某短波电台附近不易找准时，再调节C₄₁就能使回路的频率缓慢地变化，从而达到微调（即细调）调准到这个电台的目的。与C₄₁串联的C₄₀的作用是使C₄₁的变化范围更加展宽，微调效果更好。

短波I、短波II输入回路线圈L₃、L₄均采用镍锌螺纹磁心电感耦合式线圈（见图3、图4），其特点是





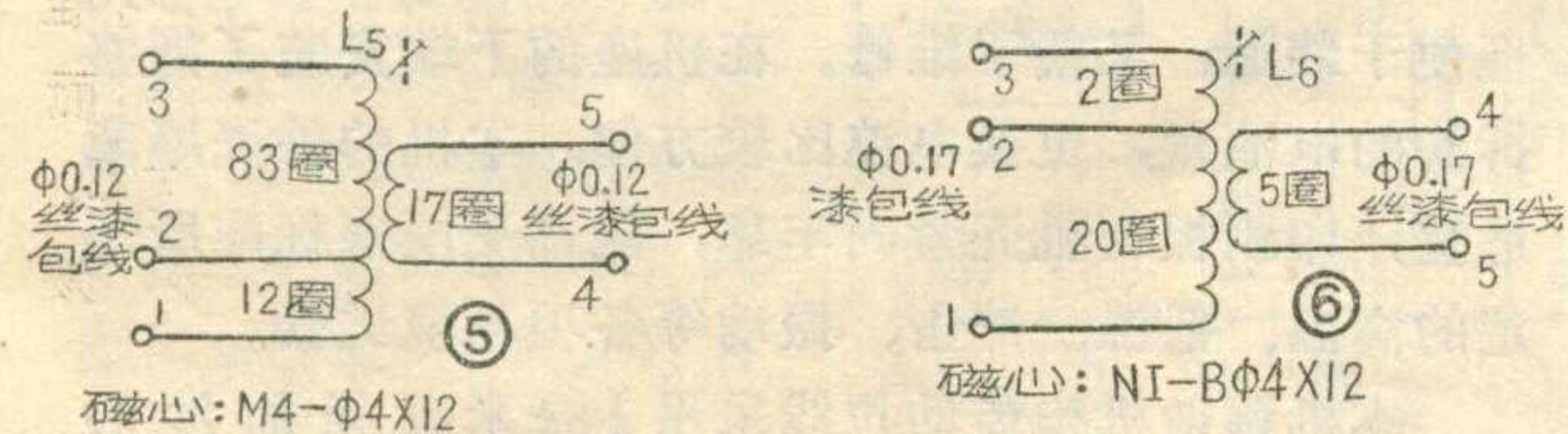
体积较小，配用拉杆天线后，其实际接收效果较好。

短波段工作时，变频管 BG_1 的发射极接有 C_{29} 和 L_7 (145 微亨) 组成的串联谐振回路，谐振在 465 千赫附近，对变频后的 465 千赫中频信号呈现很小的阻抗，它与发射极电阻 R_3 并联，使发射极电路总阻减小很多，从而减小变频级对中频的负反馈作用，使变频级在收短波时增益提高，达到所谓“短波提升”的作用。

短波 II 的本振频率是采用短波 I 的二次谐波，这样可省去一只线圈，又可减小人体感应。

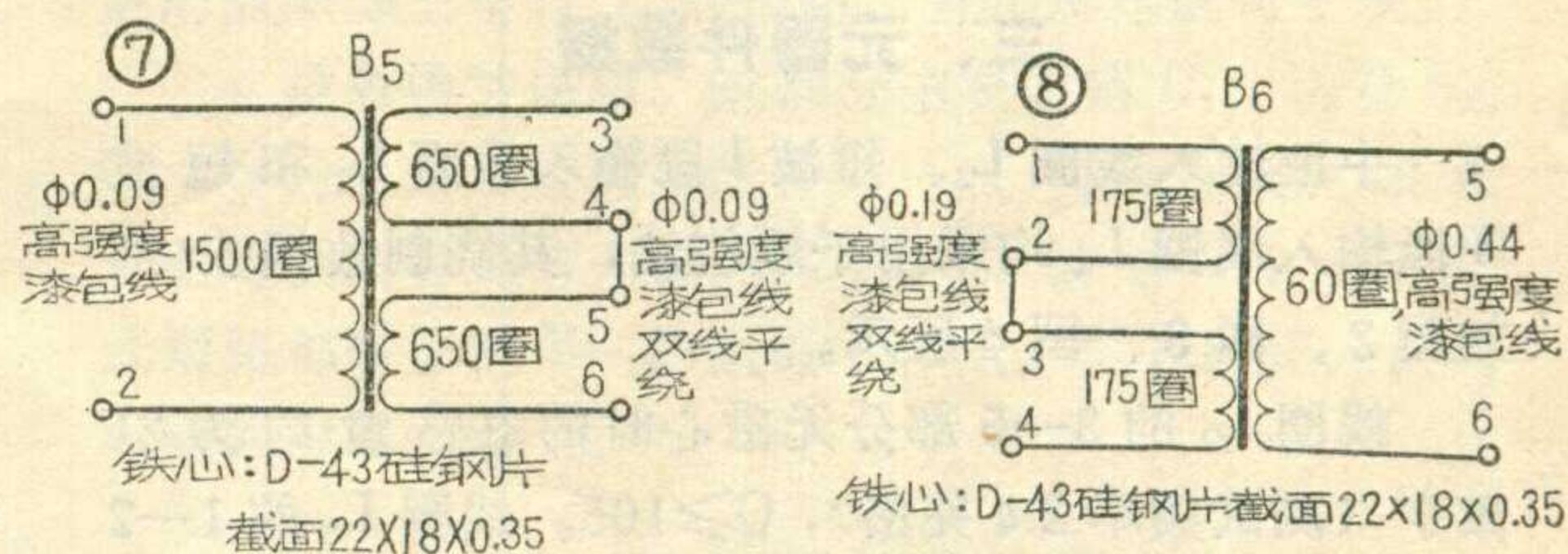
R_1 为变频级下偏流分压电阻，当中波段工作时， R_1 与 R_2 并联为 5 千欧，偏流电阻阻值减小；当短波段工作时 R_1 不工作，偏流电阻加大，因此短波时变频管的集电极电流比中波时大，从而使短波段增益有所提高。 R_{30} 的作用是抑制寄生振荡。 R_4 、 R_6 为稳定振荡用的稳幅电阻。

变频后的中频信号经过电感耦合双调谐中频变压器 B_1 、 B_2 送到第一中放管 BG_2 。 B_1 、 B_2 的回路电容 C_{15} 、 C_{18} 选用 1000 微微法，使变频工作更为稳定，同时改善了由于自动增益控制作用使第一中放管 BG_2 输



入电容变化所引起的回路失谐的不良影响。选用 MTF 型电感耦合双调谐中频变压器，不仅选择性好，通频带也较宽。在 BG_2 发射极还加接了 2L465A 型二端陶瓷滤波器，取代普通的旁路电容器。这种滤波器相当于一个串联谐振回路，它的 Q 值很高，当谐振在 465 千赫时，呈现极小的阻抗。把它接在发射极电路内，就使 465 千赫中频信号的负反馈作用大为减小，从而提高了中频级的增益，也提高了对中频的选择性。 C_{19} 和 C_{22} 是中和电容器，用以防止中放级通过中放管集电极和基极间的极间电容引起的自激振荡，使工作稳定些。

经过第一中放管 BG_2 放大后的中频信号由 B_3 耦合到第二中放管 BG_3 再放大一次。然后由 B_4 耦合到

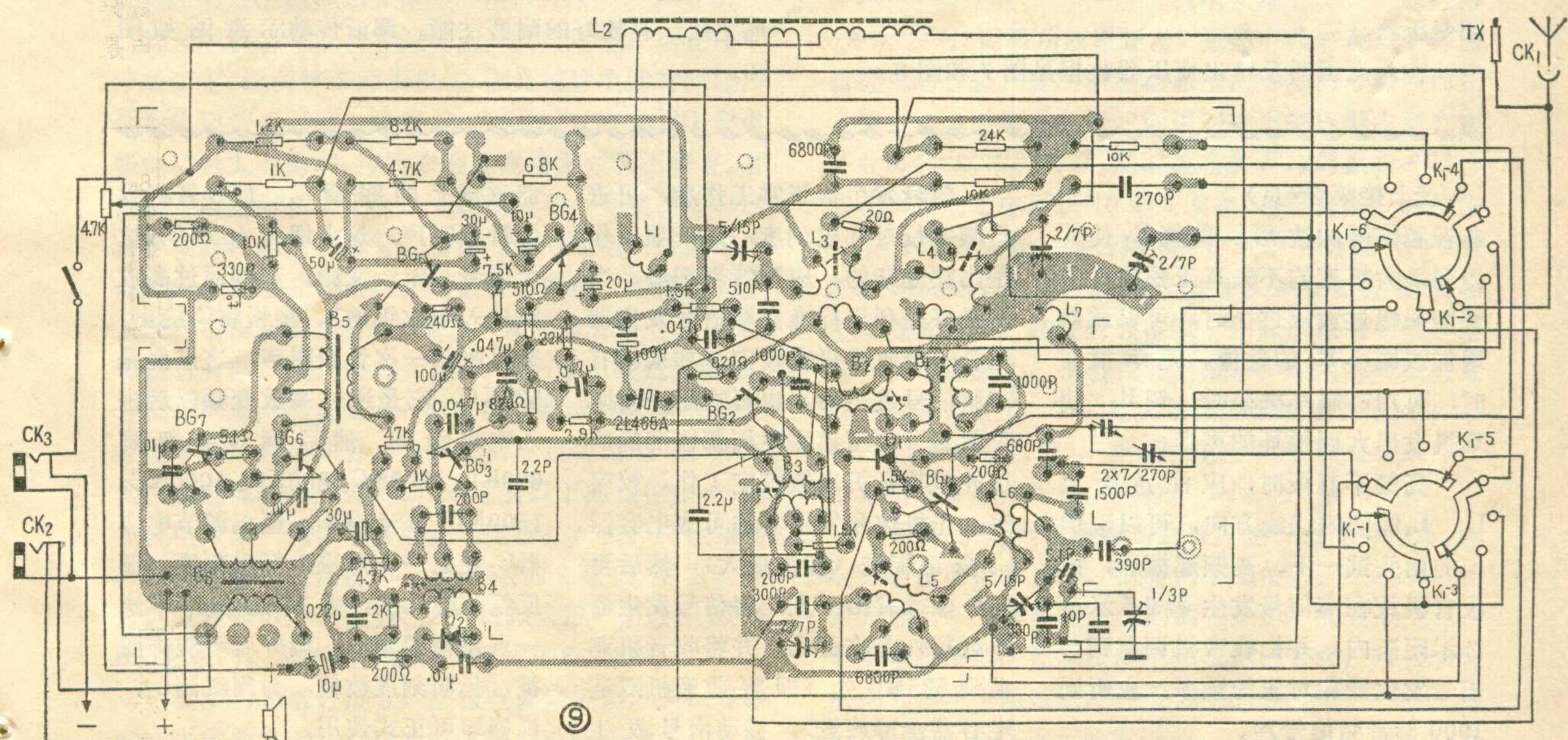


二极管 2AP9 进行检波。检波后的音频信号经 R_{18} 、 C_{26} 、 R_{18} 、 C_{31} 加到 BG_4 作低频放大。

在电位器的前端专门加了一只隔直流电容器 C_{26} ，使电位器上没有直流通过，以减小电位器的转动噪声。

R_8 、 C_{17} 起自动增益控制作用。为了防止强信号时可能产生的阻塞自激等现象，在 B_1 与 B_3 之间还接了 R_{31} 和一只二极管 2CP11 的串联电路，使自动增益控制作用得到进一步改善，从而使中频级的工作更为稳定（其工作原理请参看本刊今年第 1 期 21 页）。

前级低放管 BG_4 和 BG_5 采用直接耦合式低频放大电路。 BG_4 的偏压由 BG_5 的发射极经 R_{20} 获得，同时



还有一定的交流分量反馈到 BG_4 的基极，使失真有一定的改善。由于采用了直接耦合式放大电路，不仅使用元件少而且获得的增益较高，频率响应宽，失真也较小。

经前级放大后的音频信号再经 B_5 耦合到 BG_6 、 BG_7 作末级推挽功率放大，为了使功放级的工作点不受气候等引起的温度变化影响，在功放级偏置电路中采用了热敏电阻 R_{25} 进行温度补偿。在 BG_6 、 BG_7 的集电极与基极之间分别接有反馈电容 C_{36} 、 C_{37} ，不但能改善失真，而且还能旁路一部分高音频谐波。在输出变压器次级又有一部分音频信号经 R_{29} 回送到 BG_5 的基极形成负反馈，也可以减小失真，使音质得到改善。

三、元器件数据

中波输入线圈 L_2 、短波 I 段输入线圈 L_3 和短波 II 段输入线圈 L_4 均采用平顺绕法，其绕制数据分别如图 2、图 3、图 4 所示。

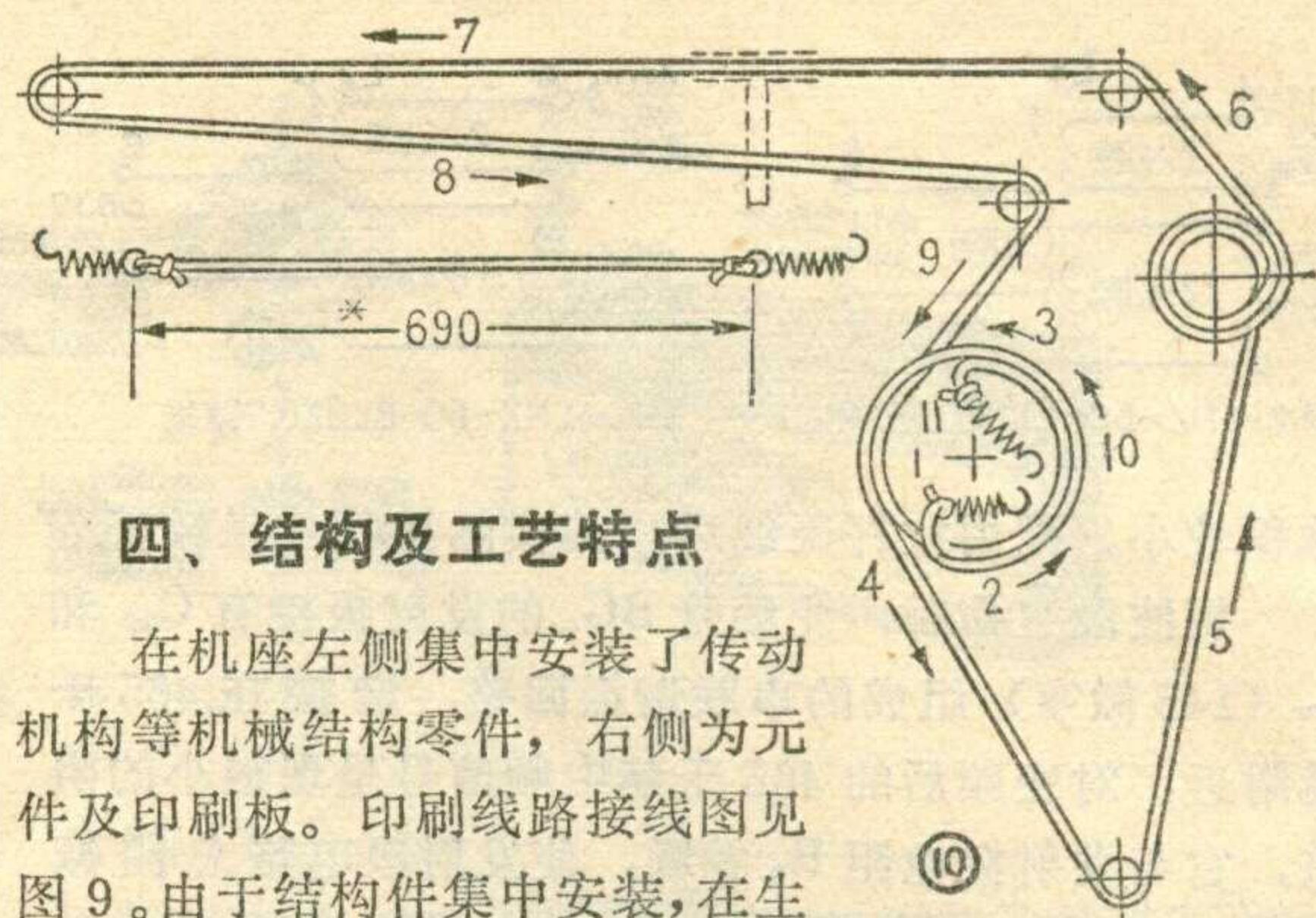
线圈 L_2 的 3—5 部分无磁心时的电感量约为 21 微亨（测试频率 2.4 兆赫）， $Q \geq 105$ 。线圈 L_3 的 1—2 部分无心电感量约为 2.5 微亨（测试频率 7.6 兆赫）， $Q \geq 80$ 。线圈 L_4 的 1—2 部分无心电感量约为 0.8 微亨（测试频率 2.4 兆赫）， $Q \geq 120$ 。

中波振荡线圈 L_5 采用蜂房绕法，其绕制数据见图 5。次级线圈 4—5 叠绕在初级线圈 1—3 外面；初级线圈的无心电感量约为 100 微亨（测试频率 2.4 兆赫）， $Q \geq 20$ 。

短波振荡线圈 L_6 采用平绕法，绕制数据见图 6，其中 1—3 部分的无心电感量约 4 微亨（测试频率 7.6 兆赫）， $Q \geq 70$ 。

中频变压器 B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 分别采用 MTF-2-1 型、MTF-2-2 型和 TTF-2-2 型、TTF-2-9 型成品中频变压器。

输入变压器及输出变压器数据见图 7 和图 8。



四、结构及工艺特点

在机座左侧集中安装了传动机构等机械结构零件，右侧为元件及印刷板。印刷线路接线图见图 9。由于结构件集中安装，在生产过程中能使结构部件化，不但适合大量生产而且便于维修。本机的双连可变电容器安装在左侧的支架上，与印刷板完全脱离，并与扬声器成垂直，同时二者又离得较远，能有效地改善高频机震。在传动机构上采用 1:3 的机械展宽装置（见图 10），不但线盘的尺寸大为缩小，而且使双连电容器的行程成倍加长，便于调谐电台。展宽装置分别有一个 0.5 模数的传动齿轮和两片同样模数的缓动齿轮组成一个无间隙传动装置，从而提高了传动机构的再定位度。三个齿轮均采用特种塑料压制而成，能有足够的耐磨性能，又节省了大量的有色金属。调谐拨盘及短波微调拨盘安装在一起，使用较为方便。在双连电容器近后盖板处还加装了屏蔽片，以减少接收短波时的人体感应。在印刷板正面还印制了安装元件的位置及标称数值，不但便于装配，又便于维修。在机座的下端安装了能够拆卸的电池盒，更换电池比较方便。本机的外壳厚薄适宜，印刷板与机壳紧固牢靠，能经受国家标准所规定的高温、低温、冲击、振动等各项环境试验。

本机调谐机构传动拉线采用 1 毫米直径的纱心尼龙线，有较好的耐磨性能。调谐传动示意图如图 10。

（上接第 25 页）

赫音频信号的波形。调整 R_1 使其得到最大幅度的不失真正弦波。当音频振幅过大或过小时，可以适当增加或减小 R_4 的数值。无示波器时，可用高阻耳机监听，调 R_1 ，使耳机发出大而悦耳的声音。

高频不起振时，应注意 B_2 上 L_3 、 L_4 线圈的绕线方向，可以颠倒 L_3 的两头试一下。高频起振后，把收音机放在离信号发生器 0.5 米至 2 米距离内，并把收音机调谐到与信号发生器相对应的频率，应听到 1000 赫音频信号声。

信号发生器正常工作后，可进行频率校对和定刻度。这一项工作是比较复杂的，应该特别细心。当然最好是利用标准高频信号发生器配合一台收音机来校定。如果没有高频信号发生器，也可选用一台频率覆盖、刻度盘和中周都较准确的超外差收音机来做校定工作。校定时，先将信号发生器的可变电容器 C_7 全部旋进（容量最大），然后再向外微微旋出一点，将信号发生器靠近超外差收音机，并将收音机调谐到 525KC 处（即将收音机双连电容器全部旋进），移动信号发生

器磁棒上的线圈 L_4 ，使收音机发出音频叫声，这点即为 465KC（这个信号是未经变频，直接通过高放级进入中放级的）。慢慢将 C_7 旋出，又可听到一次音频叫声，这点便是 525KC，它是通过高放变频以后进入中放级的。然后调收音机到 600KC、700KC、800KC、1000KC、1500KC、1650 KC，逐点调节电容器 C_7 使之一一对应，标出刻度。要反复校验几次，尤其是 465 KC 这一点要精细调节。调好后可装饰面板，标明刻度数值，封固线圈 L_4 ，仪器即可正式使用。

怎样检修简易半导体收音机(续)

太原工学院工人学员 卞成彪

二、有轻微沙沙声，无电台信号

这种故障一般发生在前级低频耦合电路和高频放大级。

1. 检查低频耦合电容 C_5 和负载电位器 R_{50} 。先查电位器滑动臂是否开路，可用改锥碰中心接点，正常时，随着电位器开大，扬声器也应有逐渐增大的喀喀声，否则有开路（小型电位器使用日久多有此故障，可拆下细心修复）。若电位器完好，再将电位器开到最大位置，用改锥去碰图 1 中②点，正常时，扬声器应有喀喀声，否则是 C_5 开路（包括内部开路和外引线脱焊）。可用同容量电容器与 C_5 并联来判断它是否开路。若耦合电路正常，则故障出在高放级。

2. 检查高频放大管 BG_1 的直流工作状态。用电表直流 10 伏档测 BG_1 集电极③点对地电压，正常时为 4 伏左右。若表针不起，

则有两种可能：(i) 负载电路 (R_4 和 GZL) 开路，接着测②点对地电压，若读数接近电源电压，说明阻流圈 GZL 开路。经检查 R_4 和 GZL 无断线和脱焊处，仍无电压指示，问题不在这里；(ii) BG_1 有短路。关断电源，用 $R \times 1000$ 欧档测 BG_1 集一射间的正、反向电阻，均在几千欧以上，说明管子并未损坏，而是偏置电路有问题，例如 R_3 阻值过小或二极管 D_1 或 D_2 开路，而使 BG_1 集电极电流过大而饱和，可检修偏置电路和重调工作点。若测得直流电阻在 1 千欧以下甚至为零，显然是 BG_1 已击穿损坏，应重换新管。当测③点对地电压接近电源电压时，应首先检查 L_2 、 L_3 是否有断线（用松香和胶水封固引出头的多有此现象），以及偏流加上没有， R_3 是否开路， R_2 、 C_2 是否短路， BG_1 管引线是否脱焊。若均无问题，那就是 BG_1 内部有开路或放大倍数极低近似开路，宜换新管。换新管后应重新调集电极电流。调电流时，用万用表 10 毫安以下的档位串入集电极电路里，调谐电容旋至无电台处，去掉再生或将再生调到最弱。调整 R_3 ，使读数为 1 毫安左右。经过以上检修后， BG_1 直流工作状态正常，用改锥碰触 BG_1 基极时，扬声器应发出比较大的喀喀声。

3. 如仍无电台信号，应检查调谐电路。当 L_1 开路时，手摸磁性天线或拖线时（其他电路正常），扬声器将有附近强力电台声出现，且不随调谐电容 C 的改变而改变；用电阻档测 L_1 两端，阻值将为无限大。电容器 C 碰片时也将不能收音，但较易判断，即将电容器 C 作大幅度旋转时，扬声器将发出较大的噪声，可拆下细心修复。若 L_1 和 C 都完好，用改锥碰触电容 C 的定片时，扬声器无声，则是 L_2 短路或开路（开路的故障如上述）， L_2 的短路，直接观察就可发现。

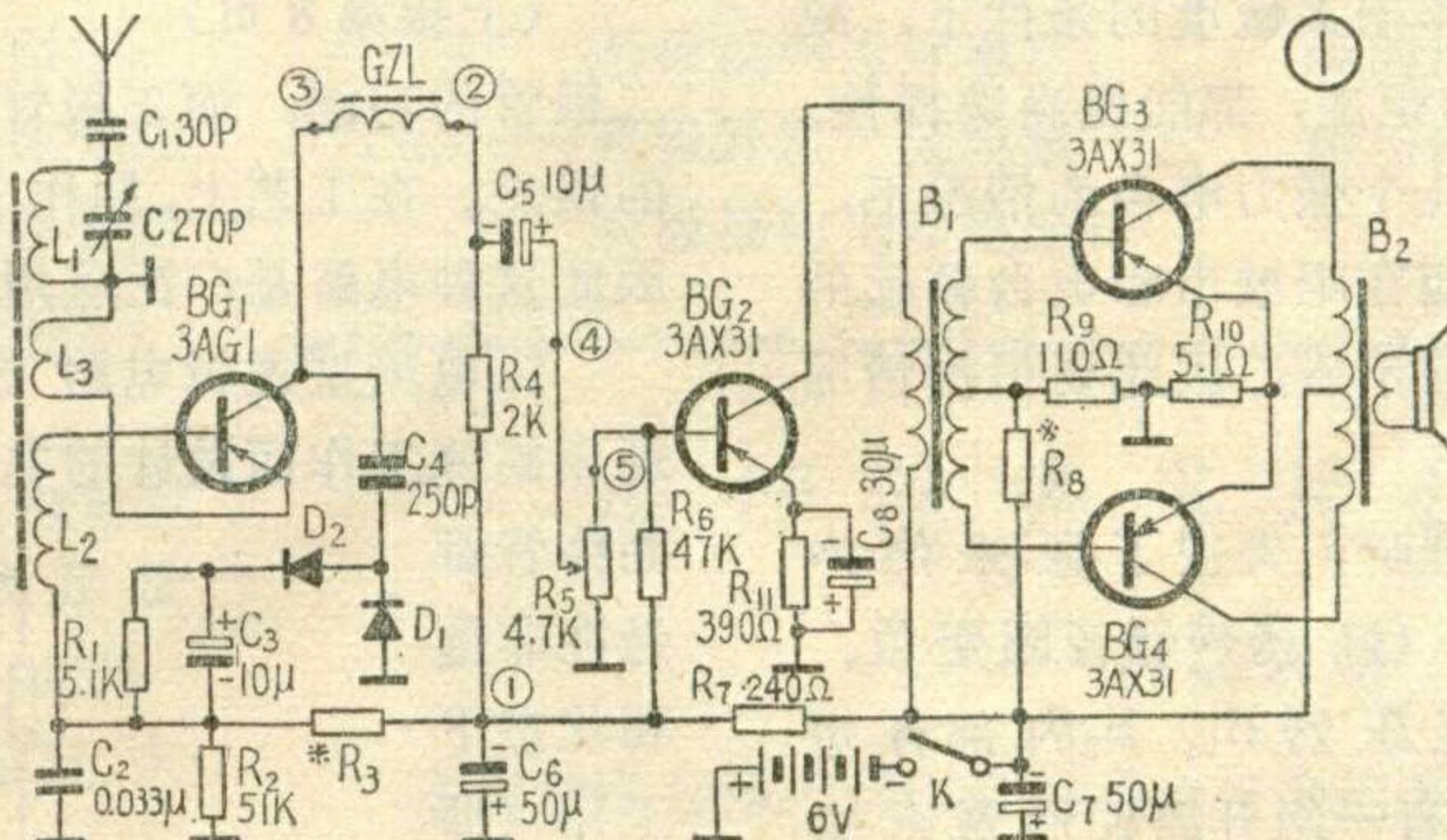
4. 检查检波电路。这部分主要包括 D_1 、 D_2 及 R_1 、 C_3 （有的电路无这两项元件）、 C_4 。可以直接观察或用欧姆档测有没有开路和短路。二极管 D_1 、 D_2 开路或短路都将影响 BG_1 的直流工作点，测它的正、反向电阻就可以判断了。

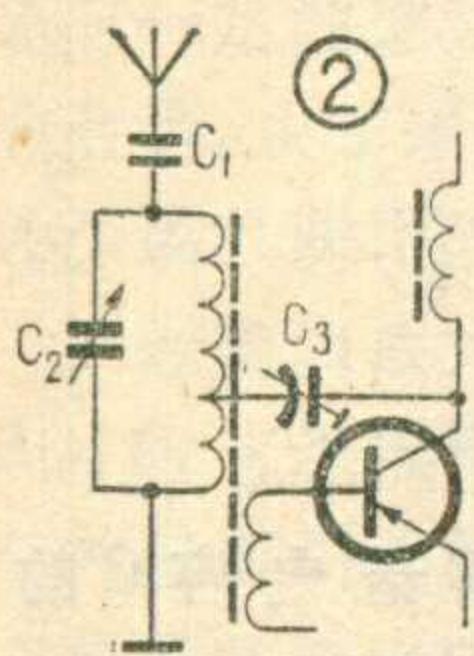
三、其他故障的检修

1. 音轻和灵敏度不够。当接收的电台不减少而扬声器发出的声音不大时，说明高放正常，问题出在前置级和功放级。将万用表拨在直流 100 毫安档串入输出变压器 B_2 中心头电路里，音量电位器开到最大，收强力电台，最大电流应在 30~40 毫安左右变动。再测扬声器引出头两端交流电压，一般约为

0.8 伏左右，说明功放级正常，是扬声器放音效率降低而造成的音轻。若功放级动态电流随着信号增强而加大但交流电压指示很低，则说明输出变压器内部有短路故障（此时不仅音轻，同时也将失真），可换新一试。若功率级动态电流仅 10 毫安左右，甚至更低，除检查 BG_3 、 BG_4 放大能力是否降低外，还有可能是输入变压器 B_1 内部有短路；或 BG_2 发射极旁路电容器 C_8 容量降低或开路，在发射极电阻上引起低频负反馈，使这一级增益减小，也会使音量减小。 B_1 内部短路时音轻也失真。此外， BG_1 放大倍数降低或工作电流过小（低于 0.5 毫安以下），或耦合电容 C_5 容量显著减小，都将引起音轻，可逐一检查。

灵敏度低，问题出在高放级。这一级元件较多，影响灵敏度的因素也多，但有两个是关键：一是 BG_1 的放大能力；二是再生电路的调整。 BG_1 的性能变坏，管子增益降低，使灵敏度下降而形成音轻，可换新管或调整偏流电阻试试。业余自制的收音机，高放管 BG_1 除要选 β 值较大的管子外，工作电流的调整也很





重要。实际调整时要一边调一边试听，找到最佳点。再生线圈（或再生电容）短路，将使灵敏度降低，可先检查排除，然后再调整再生，要做到不产生啸叫而高、低端灵敏度又较均匀。增加 L_3 的圈数和与 L_1 的距离（若是图 2 的再生电路主要调再生电容 C_3 ），可增强高端灵敏度；调阻流圈 GZL 与磁棒间的相对位置，可提高低端灵敏度。这要反复调整多次。调时可在高、低端各找一电台作调试点。若调整过程中无再生作用，说明再生未加上。这时可将 L_2 或 L_3 线圈引出线头换接一试。此外，调谐线圈断股、二极管正向电阻增大、反向电阻减小而使检波效率减低，也都将影响灵敏度。此外， C_3 开路或容量变小，也会使音频电流损耗太大而引起音轻，可并接一个同值电容试试。

2. 选择性差。所谓选择性差，就是说收音机有串台现象，严重时无法收听。影响选择性的关键是调谐回路和再生电路，后者已如上述。调谐回路除采用多股线绕制外，线圈一定要进行防潮处理（如蜡煮）。如防潮不善，线圈受潮甚至霉断几股会使线圈 Q 值下降从而选择性变坏。在不影响灵敏度的条件下，减少 L_2 的圈数和拉开 L_1 与 L_2 的距离，都能提高选择性。但须说明在大城市和周围有几个强力电台的情况下，提高选择性是主要的矛盾；而在距城市和电台较远的地区，提高灵敏度则是主要的矛盾，因此要根据情况不同抓主要矛盾。

3. 失真。失真就是声音难听，失去了原来的声音。发生这种故障的原因有：(i) 扬声器音圈变位、碰圈、纸盆受潮变形；(ii) 变压器 B_1 、 B_2 内部有短路，或 B_1 的次级和 B_2 的初级有一组开路而形成末级单管工作造成失真。另外，自制收音机使用劣质输出变压器也可能由于初级线圈线径过细，直流电阻过大，当强信号输入时，电流增大，在输出变压器上的压降太多，致使加到集电极的电压太低，使晶体管饱和引起失真。一般 B_2 初级直流电阻在 100 欧以下为宜，超过 100 欧的最好不要用。(iii) BG_2 和 BG_3 、 BG_4 损坏或工作点过低，尤其是自制收音机用业余品的管子或管子穿透电流 I_{ceo} 较大，一般集电极电流都不应调得过低，例如 BG_2 不应低于 1 毫安， BG_2 工作电流过低时，管子易截止失真，同时增益降低而音轻。 BG_3 、 BG_4 两管的总电流不要低于 3 毫安，可根据情况调到 5 毫安左右。当末级推挽管放大能力差别很大时也将产生失真。简单的判断方法是：将电流表分别测 BG_3 、 BG_4 集电极静态电流和最大信号时的最大电流，若两管电流差值大于 20% 以上，应重新换管配对。用此法也可判断推挽管有否损坏。(iv) 再生过强，如上述除啸叫不稳定外，也将引起失真。

为了改善音质，可设法把高音频削减一部分而相

对地提高一些低音频。例如可在 B_1 初级两端（或 BG_2 集电极对地）并接一个 6800 微微法～0.01 微法电容，在 B_2 初级两端并接一个 0.047 微法左右的电容，这不仅可提高一些音质，同时还将对高频噪声有抑制作用。

4. 汽船声和啸叫声。当电池用旧内阻增大或滤波电容 C_6 、 C_7 容量减小（或开路）时，会引起级间不良耦合而产生振荡，扬声器将发出卜卜的汽船声，用并接 50 微法以上的电解电容就可判断和消除。啸叫声主要是高频再生电路引起的，可如上述仔细调整就可消除。

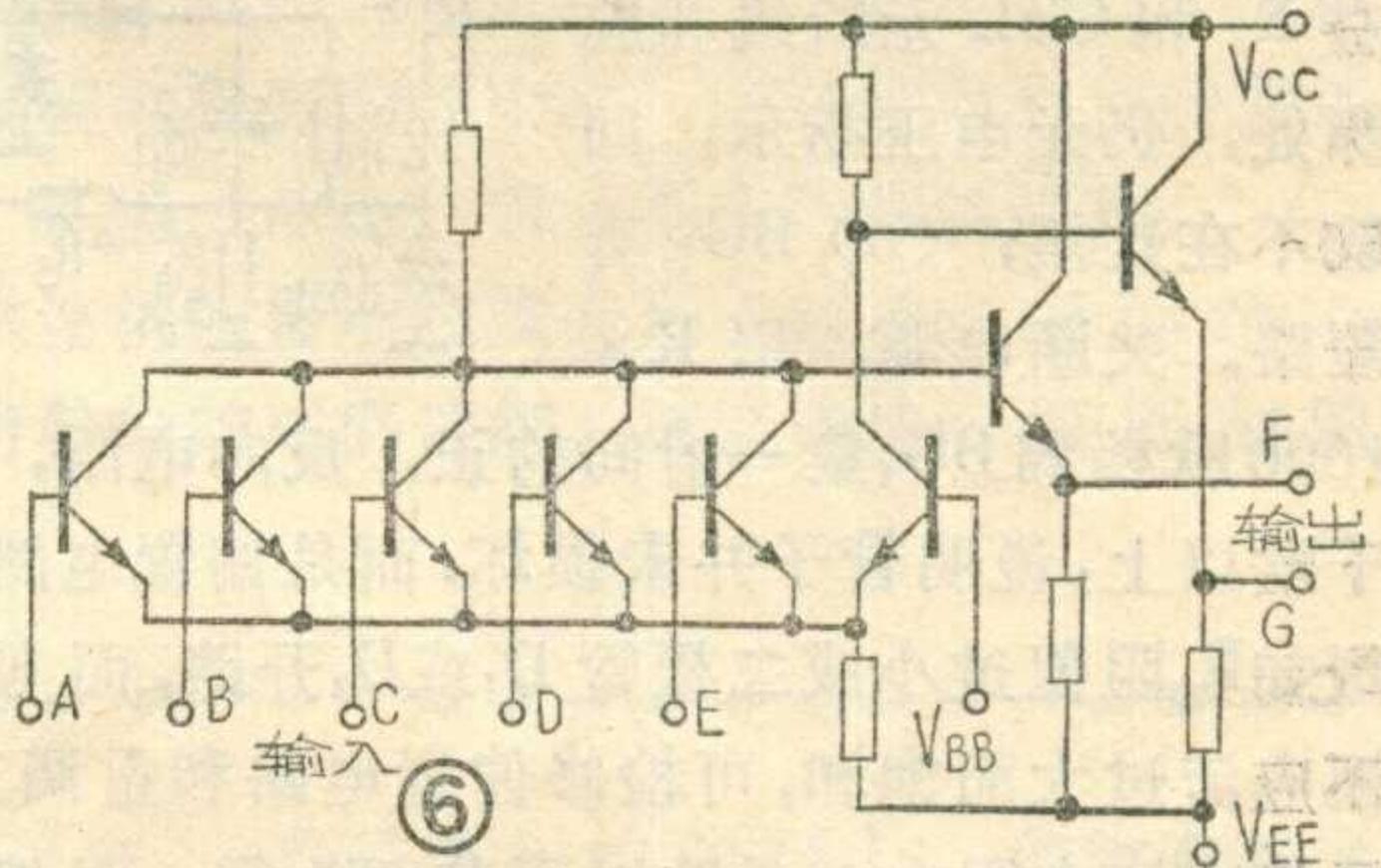
5. 噪声。机内噪声的现象是指无电台信号时，扬声器发出流水似的哗哗声。这主要是晶体管噪声所引起的。尤其是高频管 BG_1 引起的噪声更为显著。所以对 BG_1 管子应调换试试。若手边无可靠的管子，调工作点也不起作用时，可在 BG_1 集电极对地并接 2000～5000 微微法电容，或在②点对地并接 0.01 微法的电容，噪声将会减少些。但对灵敏度将会有一定影响。另外， BG_1 的偏流电阻（如 R_2 、 R_3 等）质量不好，由于内部接触不良也可能引起噪声。

（上接第 8 页）

二极管的功能，而三极管的放大作用可用来克服元件的误差。在工艺上，制作三极管并不比制作二极管难，因此这种电路是广泛应用的一种典型电路。

5. 电流型逻辑电路（CML 电路）。这是一种为实现超高速工作而设计的电路，如图 6 所示。这种电路的晶体管都是在非饱和状态下工作（即晶体管工作于放大区域。前面所讲的电阻一晶体管电路、二极管一晶体管电路和晶体管一晶体管电路中的晶体管都是在饱和状态下工作的），所以电荷的积累基本上可以忽略，因此对提高速度有利。同时还考虑尽量降低信号幅度，输入信号可以很小，因而抗干扰能力弱。这种电路的速度已达 0.5 毫微秒的超高速水平。

这些逻辑电路是构成电子计算机最基本的电路，在一台电子计算机中要用成千上万个这样的电路。这些电路不是一个一个地制造的，而是在一块硅片上同时制作几百个电路。把几个、几十个、几百个或几千个这样的基本逻辑电路进行必要的内部连接之后封装在一起，这就是通常所说的小规模、中规模、大规模集成电路。



几种国产硅 NPN 型晶体三极管的特性

—封三说明—

1. 这里介绍的几种高频小功率硅三极管主要用于各种无线电电子设备中作高频放大和振荡。

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生产厂的指标给出的。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较外延片制成的外延平面型管的饱和压降 V_{CES} 大，特性也差，但价格较便宜。表中除 3 DG 4 一种为平面型外，其余几种均为外延平面型。

4. 表中所列各种型号晶体管的参数，与表中所附类似型号各管的参数相近，在要求不高的情况下，可以相互代用。

5. 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）。

6. 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。对工作电压最好不要超过击穿电压值的 $\frac{1}{2}$ 。

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

8. 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管腿根部，焊接时间不得超过 10 秒钟。

9. 表中所列电参数，均以 25°C 为测试温度条件。

10. 表中所列参数的符号说明如下：

P_{CM} ——集电极最大允许耗散功率；

I_{CM} ——集电极最大允许电流；

I_{CBO} ——发射极开路，集电极—基极反向截止电流；

I_{CEO} ——基极开路，集电极—发射极反向截止电流；

I_{EBO} ——集电极开路，发射极—基极反向截止电流；

V_{BES} ——基极—发射极饱和压降；

V_{CES} ——集电极—发射极饱和压降；

h_{FE} ——共发射极直流电流放大系数；

BV_{CBO} ——发射极开路，集电极—基极反向击穿电压；

BV_{CEO} ——基极开路，集电极—发射极反向击穿电压；

BV_{EBO} ——集电极开路，发射极—基极反向击穿电压；

f_T ——特征频率（即共发射极交流电流放大系数 $\beta = 1$ 时的频率）；

C_{ob} ——共基极输出电容（当 $I_E = 0$ ，集电结扩散电容 $C_D = 0$ 时， $C_{ob} \approx C_c$ ）；

K_p ——功率增益；

$r_{bb'}$ ——基极电阻。

11. B-1 型管壳有三根引线和四根引线两种。普通放大管均为三根引线；而低噪声管则一般均为四根引线，其多加的一根引线 D 为屏蔽引线（接外壳），但也有三根引线的低噪声管产品，其引线内部联接与四引线的相同。

（王长福编）

国产优秀半导体收音机

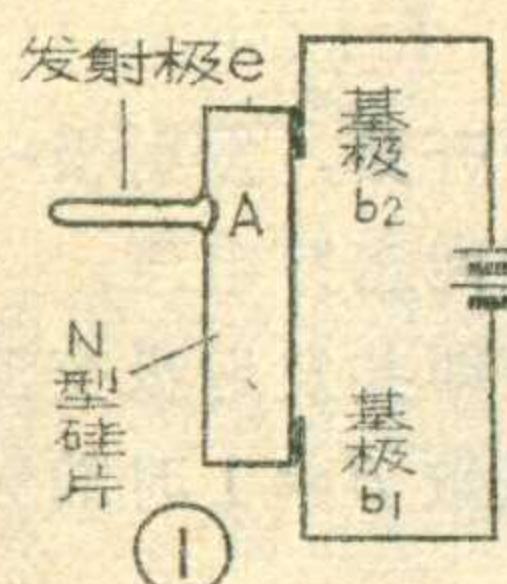
~~~封底说明~~~

本期封底上部所列收音机是今年全国半导体收音机评比评出的一部分比较优秀的收音机，现将其型号及生产厂家等说明如下：

牌号及型号	等级	形式	生 产 厂	封底位置 (自右至左)
牡丹 941	二 级	便携式	北京无线电厂	1 行 2
春雷 3P2	二 级	便携式	上海无线电三厂	3 行 3
红灯 2701	三 级	便携式	上海无线电二厂	1 行 1
熊猫 B-802	三 级	便携式	南京无线电厂	2 行 5
珠江 SB6-4	三 级	便携式	广州曙光无线电仪器厂	3 行 2
红鹰 761	四 级	便携式	上海红鹰五七工厂	2 行 1
海鹰 6101	四 级	便携式	山东淄博无线电厂	4 行 1
黄山 602	四 级	便携式	合肥无线电五厂	4 行 2
牡丹 644	三 级	袖珍式	北京无线电厂	2 行 4
长江 733	三 级	袖珍式	武汉无线电厂	4 行 3
卫星 602	三 级	袖珍式	大同市无线电元件四厂	3 行 1
寰球 711	四 级	袖珍式	北京东风无线电一厂	2 行 2
海燕 X411	四 级	袖珍式	上海 101 厂	1 行 4
迎春 731	四 级	袖珍式	新安江无线电厂	2 行 3
红灯 738	四 级	袖珍式	上海无线电二厂	4 行 4
咏梅 605	四 级	袖珍式	无锡无线电五厂	1 行 3

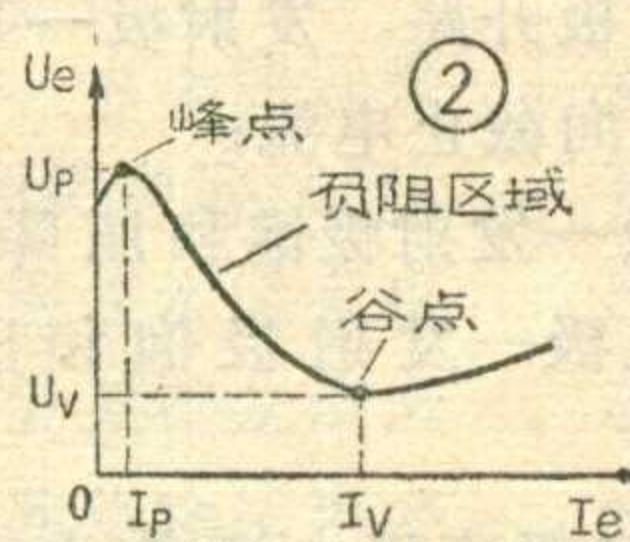
单结晶体管

高 福 文



单结晶体管是具有一个PN结，但有三个电极的新型元件，它的结构如图1所示。在一块电阻率比较高的N型硅片的两端引出两个基极 b_1 和 b_2 ，在硅片的另一侧不对称地烧结一根铝质电极，成为发射极e。很显然，在e极处铝杂质较多，所以成为P型半导体，PN结就在发射极所在处，即图中的A点。当 b_1 、 b_2 之间不加电压时，发射极与两个基极如同一般的二极管，具有单向导电性。若在 b_2 和 b_1 之间加正向电压 U_{BB} ，它将表现出独特的性能。首先由于外加电压 U_{BB} 在硅片上产生了电压降，所以A点的电位升高为 U_A ，它由 b_2 到A点和A点到 b_1 之间的电阻分压，分压比以 η 代表，所以 U_A 的大小等于 ηU_{BB} 。这时如果想让 eb_1 导通，e极的电

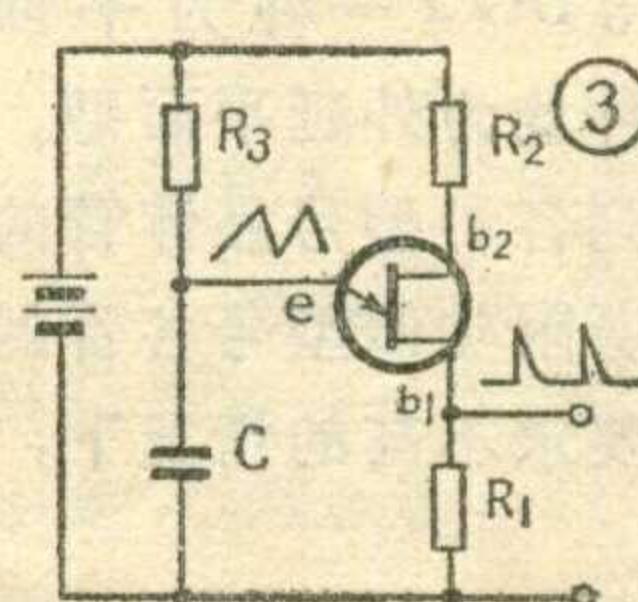
位必须超过 U_A 才行。当e极的电位低于 U_A 时， eb_1 呈现截止状态，发射极电流 I_e 很小。当e极的电位超过 U_A 的数值等于硅管的死区电压（即硅二极管开始导通的正向电压，约0.7伏。）时， eb_1 之间立即导通，大量的空穴进入N型硅片，降低了A到 b_1 之间的电阻。因此，在硅片上的电压分布也改变了，结果 U_A 降低，PN结进一步被正向偏置，有更多的空穴进入N区，形成正反馈。于是 I_e 迅速增加，并且由于 eb_1 之间的电阻迅速下降， eb_1 之间的压降也迅速减小。它的特性曲线如图2所示。



因为随着 I_e 的增加管压降反而减小的现象与一般电阻的性质刚好相反，所以我们说它具有负阻特性。

特性曲线上最高点是 eb_1 开始导通的一点，称为峰点，曲线最低点称为谷点。这两点的电压和电流分别叫做峰点电压 U_P ，峰点电流 I_P ，谷点电压 U_V 和谷点电流 I_V 。当 $U_{eb_1} > U_P$ 时 eb_1 导通。当 U_{eb_1} 降到 U_V 时，若电源所供给的电流 I_e 小于谷点电流 I_V 则 eb_1 不能维持导通，管子将变为截止。

我们利用单结管的负阻特性，再给它创造一定的外部条件，就可以做成各种振荡器，例如多谐振荡器、脉冲发生器、锯齿波发生器、阶梯波发生器等。用单结管组成的电路比较简单可靠、调整容易，所以它广泛的应用于延时电路、可控硅的触发电路中。在开关电路中则常用来组成双稳态、单稳态及分频器等。图3为一典型的脉冲发生器。



在它的发射极e的电压波形为锯齿波，由 b_1 输出正脉冲可以用于触发可控硅。

电子简讯

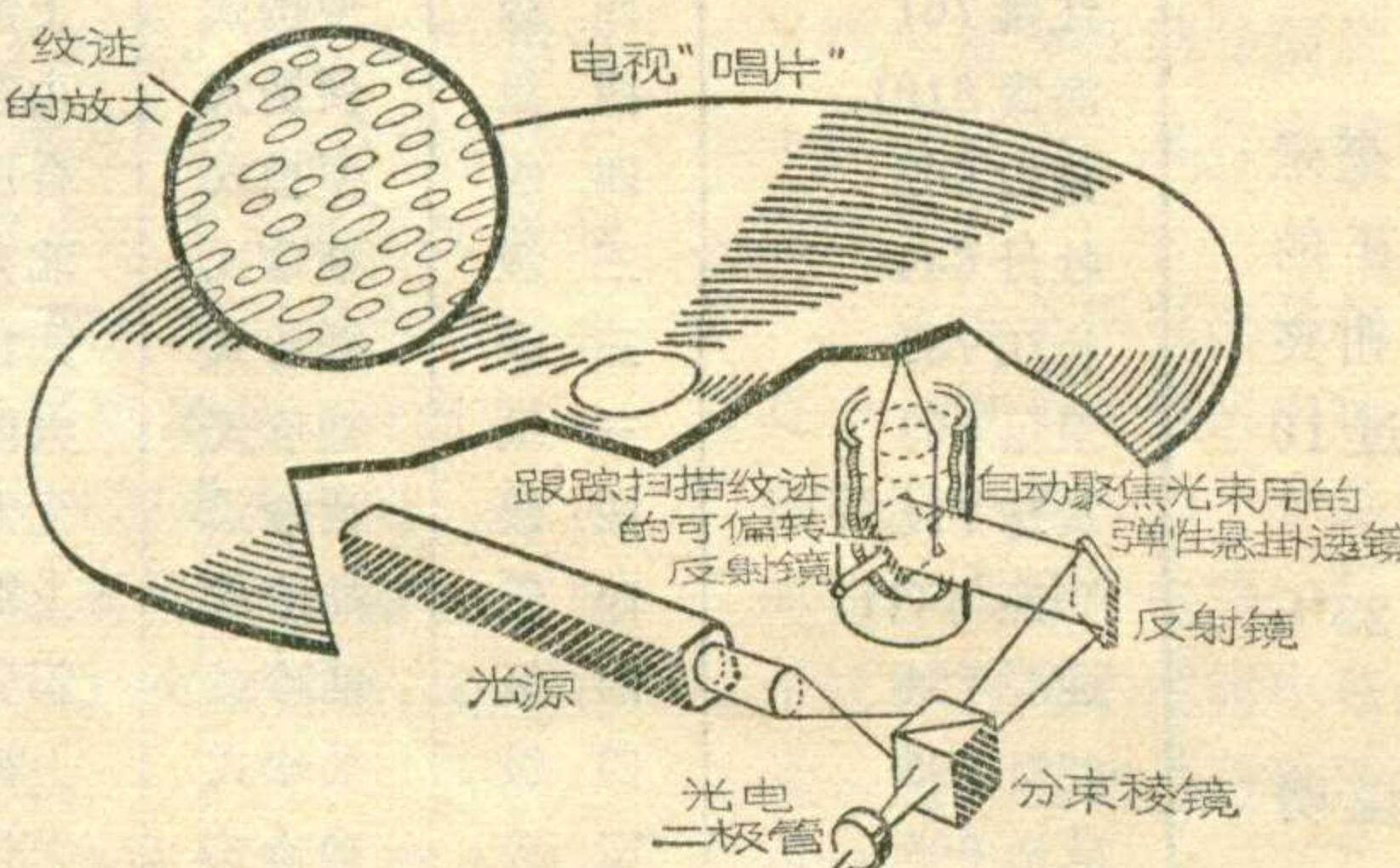
一种电视密纹“唱片”，已经研制出来。据称这种“唱片”可以贮存彩色电视节目。它是使用一个小的氦氖激光器和一个光电跟踪机构拾取信号，再接到电视机上播放出来。

该“唱片”尺寸和普通的密纹唱片一样，并由类似的材料制成。信息在“唱片”上沿着一个螺旋形纹迹贮存下来，在显微镜下可观察到该纹迹是由一连串椭圆形小槽组成如图。这些小槽的宽度和深度相同，它们在长度和彼此之间距离上的变化包含了全部信息：亮度、颜色、

用激光“唱针”播放电视“唱片”

同步和声音。播放时“唱片”每秒钟转25转。每一圈纹迹含有重现一帧完全的图象所需的信息。从氦氖激光器来的一束光经过一个光电控制系统聚焦在纹迹上，沿着纹迹扫描。

从“唱片”反射回来的光按照小槽的模式被调制，并射到一个光电二极管，得出的电信号经过放大和处理后直接馈送到电视机的输入端。



利用激光的高强度，能给出不受噪音影响的信号；利用准确的光电跟踪机构能将纹迹制成很密；也有可能从该“唱片”上产生静止的图象、慢动作的图象和倒动作的图象。因为信号拾取系统没有机械接触，所以该“唱片”和拾取系统均不会磨损损坏。

（徐和编译）

实验室

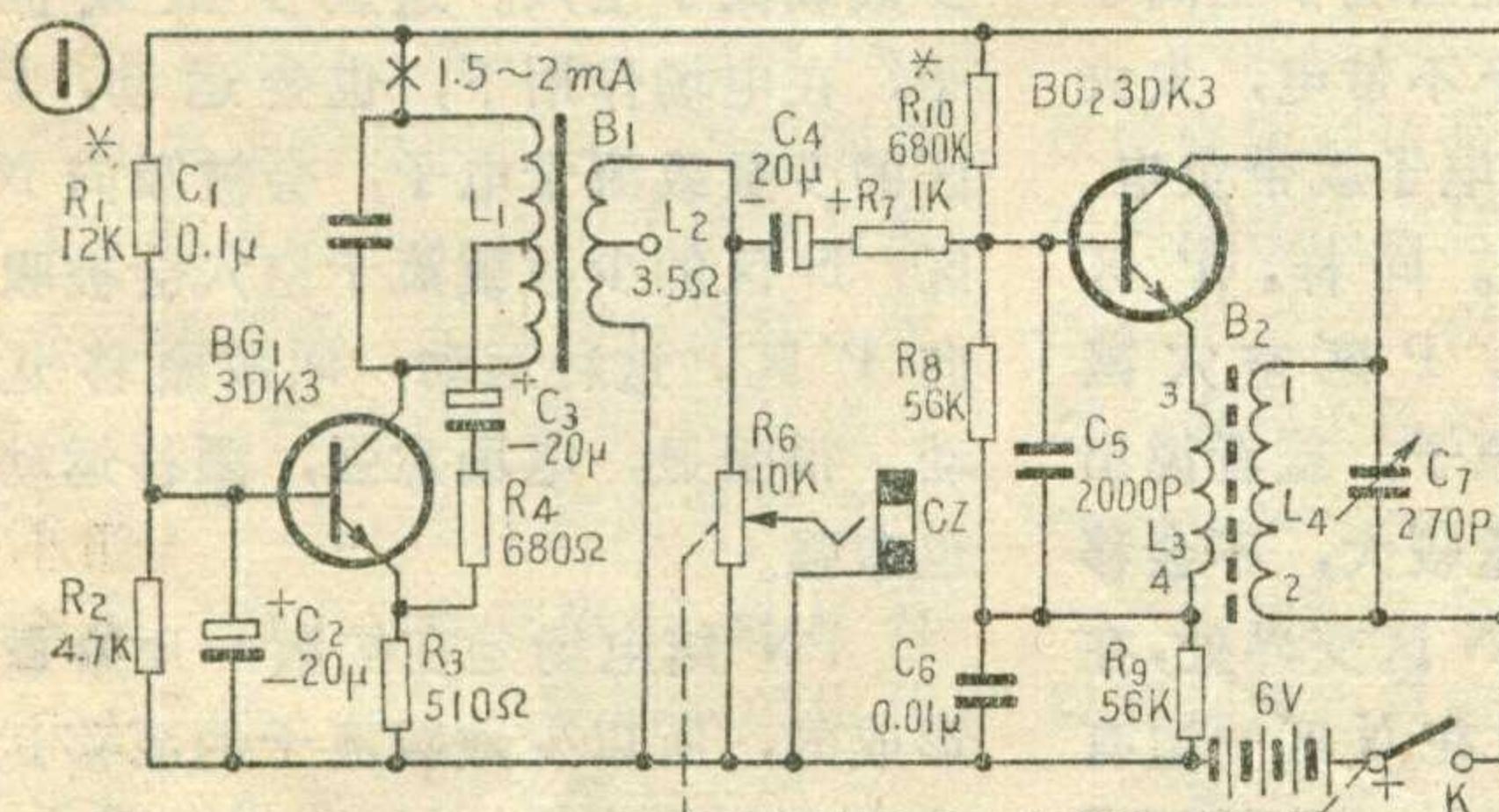
自制晶体管信号发生器

研东

本文向大家介绍一台用两只硅NPN管装置的信号发生器，它能单独输出1000赫左右的音频信号；音频输出电压幅度可以调节；高频信号经1000赫音频信号调制后，产生450KC~1700KC连续可调的高频调幅波信号。高频输出采用辐射方式，可以放在距被调收音机半米至二米范围内调整收音机的三点跟踪及频率覆盖，使用较为方便。

线路及原理

整机线路如图一所示。线路中 BG_1 、 B_1 等构成共基极电感三点式的固定音频频率振荡器，产生约1000赫左右的频率。 R_1 、 R_2 组成 BG_1 管的固定偏置电路，确定 BG_1 的直流工作点。音频信号经变压器 B_1 耦合，由 B_1 次级输出，经 C_4 、 R_7 加到 BG_2 管的基极作为下一级高频信



号的调制信号；另一路经 R_6 、 CZ 单独输出1000赫左右的音频信号。 R_6 可以调节音频输出电压幅度的大小，最大可以输出460mV。

由 BG_2 、 B_2 等构成高频振荡电路，它是一个共基极变压器耦合式振荡器， R_8 、 R_9 、 R_{10} 决定电路的直流工作状态。高频振荡信号由磁棒 B_2 线圈辐射出去。改变可变电容器 C_7 的电容量，就可使调幅波的频率在450KC~1700KC之间连续变化。

元件选择

1. 晶体管的选择：因硅管截止频率高，反向饱和电流小，稳定性好，所以 BG_1 、 BG_2 都用硅管，型号可用3DG4~3DG8，亦可用3DK型开关管。我用3DK3、3DK7型业余品晶体管试装，效果很好。在装置时， BG_1 管可用 β 小的， β 大的置于 BG_2 位置，这样可使高频振荡输出强些。两管的 β 应在50~100之间。

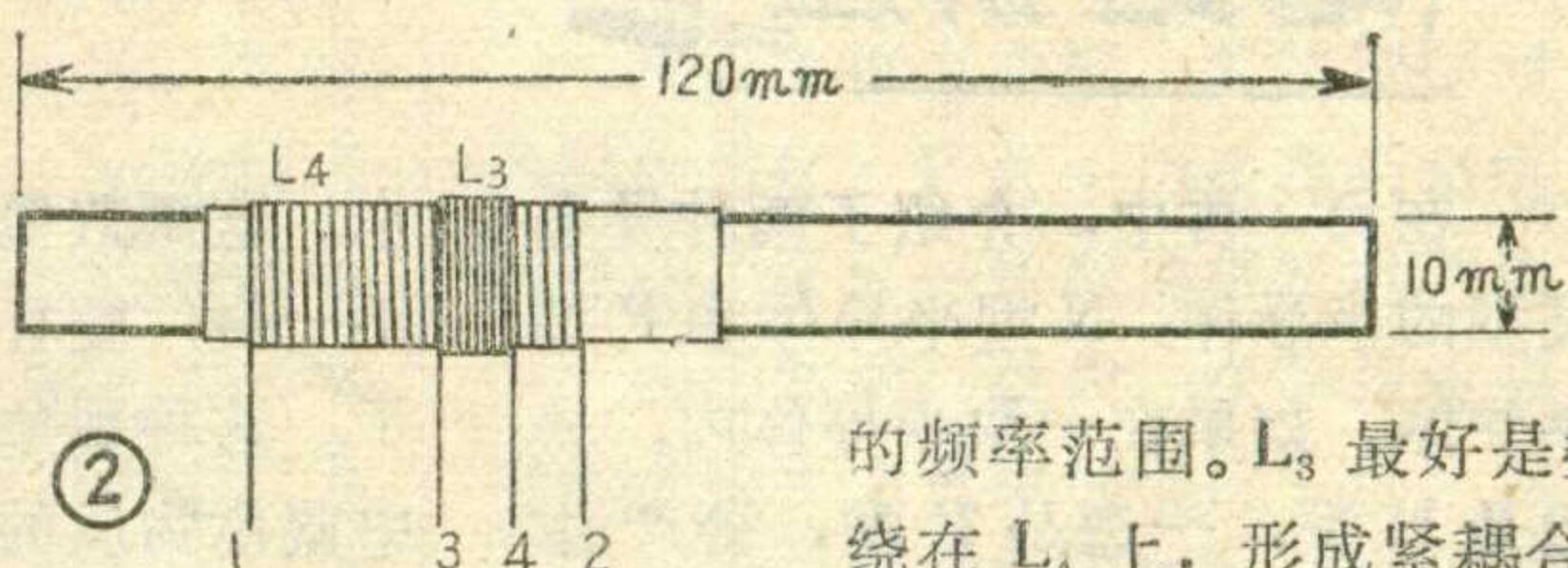
2. 变压器及磁棒的选用和制作： B_1 用市售成品推挽输出变压器。我用的 B_1 变压器 L_1 电感约270mH左右。反馈点接初级中心抽头。谐振电容 C_1 按下面公式可计算出来：

$$C = \frac{25300}{f_c^2 L} (\mu\text{F})$$

式中 L 为回路电感，单位亨(H)； f_c 为频率，单位为赫。例如： L_1 为270mH， f_c 为1000赫时， C_1 约为0.094微法。不同型号的变压器，初级电感也不相同。要求测出初级电感，然后

按上述公式算出谐振电容的数值，选配数值相近的电容即可。其振荡频率约在1000赫左右。

B_2 用一根 $M_4 \phi 10 \times 120$ 的圆磁棒(如图二)。也可以根据自己的设计的外壳的大小，选用其它尺寸的磁棒，但应注意调整 L_4 的圈数，以保证能包容450KC~1700KC



的频率范围。 L_3 最好是叠绕在 L_4 上，形成紧耦合，易于起振。 L_4 绕70圈， L_3 绕15圈，都用 $\phi 0.07 \times 7$ 多股纱包线。

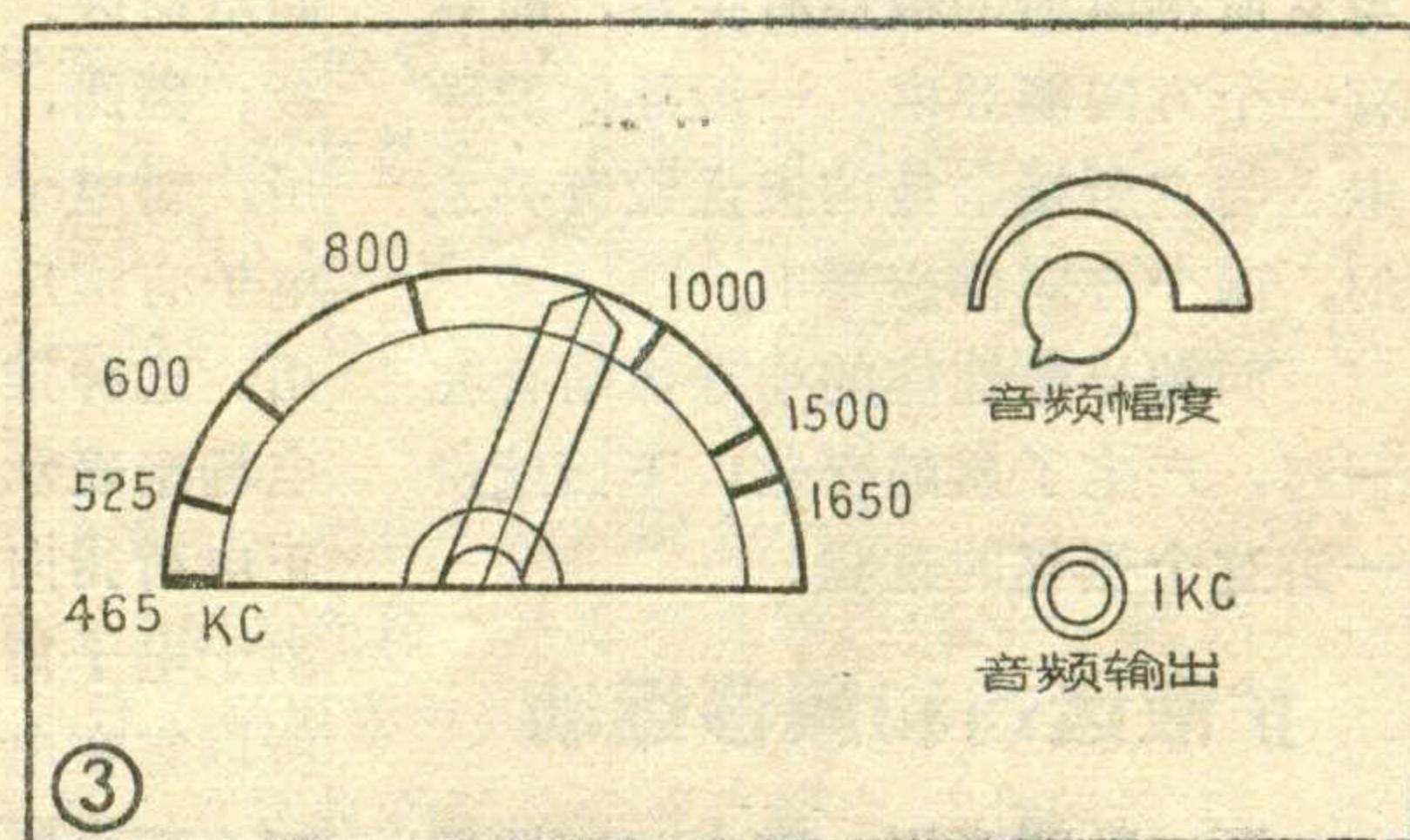
3. 其它元件选用：与 L_4 并联的调谐电容 C_7 宜用空气介质的单联可变电容器，因它不易磨损，工作频率较稳定可靠；电解电容器可用耐压6~10V的； C_1 因为是决定音频频率的谐振电容，因此质量要好一点，以保证音频振荡频率的稳定。

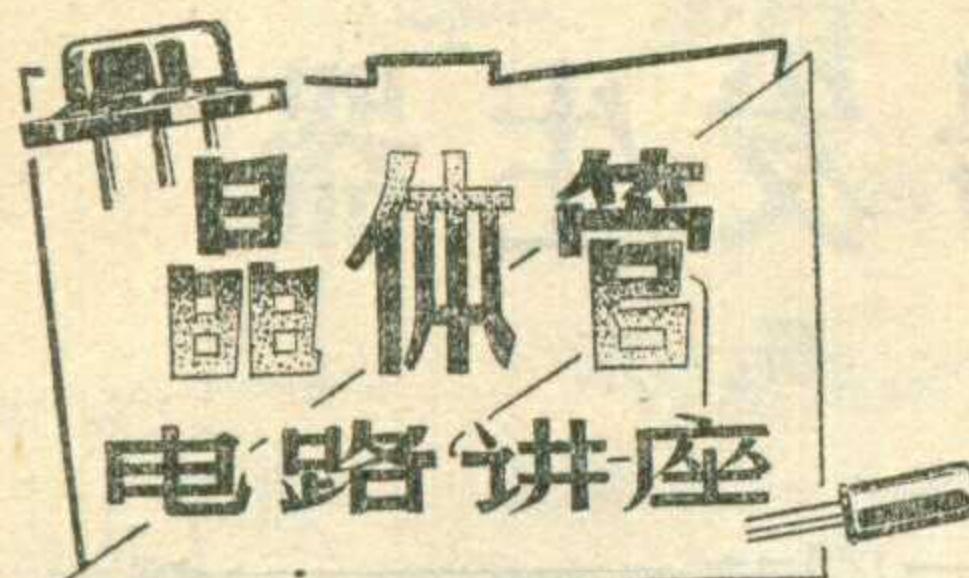
制作与调试

可装在一块80mm×160mm的底板上。音频部分、高频部分宜分别集中装置，接线尽可能短、粗、直。 B_1 与 B_2 应保持较远的距离，避免相互感应。面板图如图三。频率刻度指针直接接在可变电容器 C_1 的轴柄上，这样可以减小调谐误差，提高精度。

安装好后，将 BG_1 直流工作点调到1.5mA~2mA(在图一中有X处测量，调 R_1 数值)。如果接线无误，在 CZ 处接上高阻耳机，即应听到音频叫声。若有示波器，就可以用示波器观察由 CZ 输出的1000

(下转第20页)





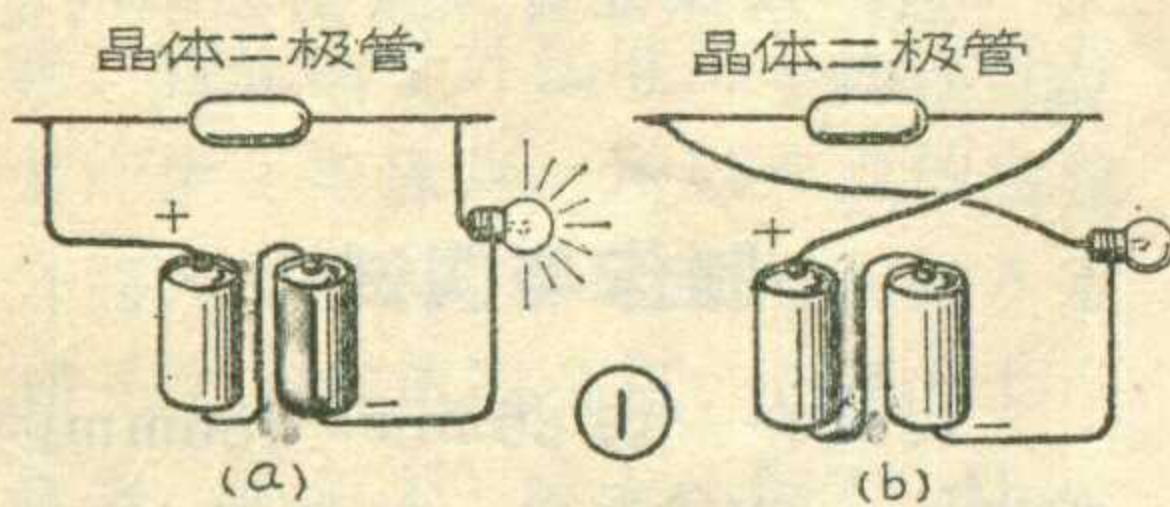
P N 结

在第一讲中，介绍了两种导电类型的半导体：N型半导体和P型半导体。如果在一块半导体内，一边是N型，一边是P型，会产生什么现象呢？

先做一个实验

晶体二极管就是上面说的那种半导体，它的一部分是P型，另一部分是N型，分别用导线引出。这两根引线，就是晶体二极管的管脚。

用一个二极管、两节干电池、



一个手电筒电珠，按图1(a)连接。接好以后，电珠可能发亮。如果不亮，按图1(b)改接，即掉换二极管接至电池的极性，这时电珠就会发亮。总之，只要电珠是好的，图1(a)(b)的两种连接方法，一定有一种连接方法能使电珠发亮，而另一种连接方法则电珠不亮。

如用一根导线代替二极管，按图1(a)(b)两种连接方法电珠都会发亮。

这个实验说明了二极管的导电与它所接电池的极性有关系，即只有一个方向能导电。一般导体的导电是与它所接电池的极性没有关系的，两个方向都能导电。

两种导电性能的半导体结合在一起，产生了质的变化！下面就讲一讲这个变化的过程。

扩散运动和漂移运动

在一杯清水中，滴入一滴蓝墨

水。这滴蓝墨水会逐渐扩大开来，不一会，整杯清水都变成淡蓝色的了。这种现象就是“扩散”。蓝墨水中蓝色物质的浓度大。清水中没有蓝色物质。“扩散”就是浓度大的物质向浓度小的物质中渗透。

在N型半导体中，由于电子是多数载流子，空穴是少数载流子，所以电子的浓度很大，空穴的浓度很小。在P型半导体中，情况相反，空穴的浓度很大，电子的浓度很小。如果同一块半导体中，一边是N型（叫N区），一边是P型（叫P区），根据上述扩散原理，N区浓度大的电子载流子就会向P区扩散；P区浓度大的空穴载流子就会向N区扩散。扩散首先在N区和P区交接处进行。扩散的结果，使N区的电子减少，在N区一边就出现了带正电的原子，或者说出现了正离子（原子在正常情况下不带电，失去电子就带正电，得到电子就带负电。带电的原子叫离子）。同样，P区的空穴向N区扩散，P区空穴减少，出现带负电的原子，或者说出现负离子。离子质量较大，不会移动。因此，在P区N区交界处，在P区一边有负离子，在N区一边有正离子，见图2。这样，在N区P区交界处就形成了一边带正电荷、一边带负电荷的一个区域，叫做空间电荷区。

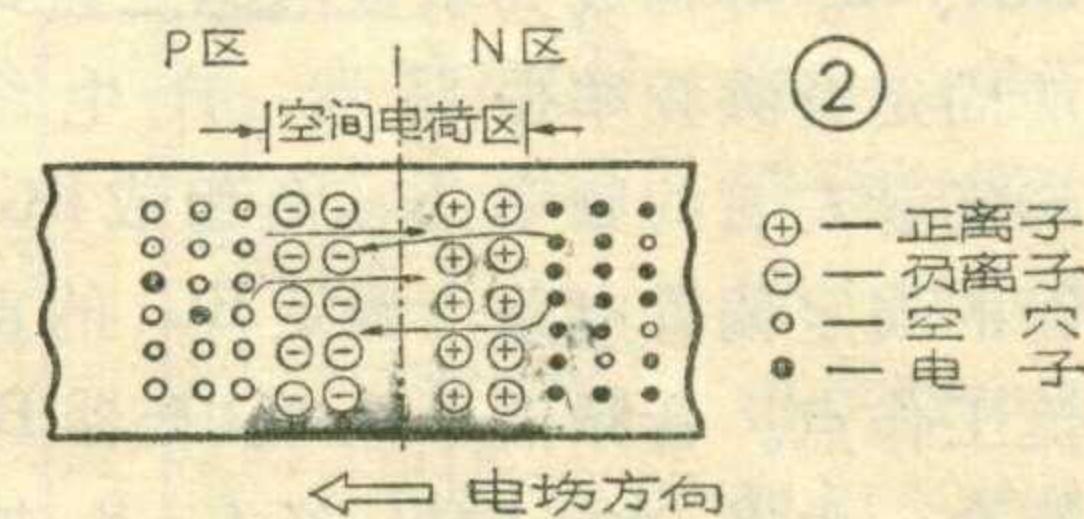
电荷同性相斥，异性相吸。因此，正离子对空穴有推斥作用，对电子有吸引作用；负离子对电子有推斥作用，对空穴有吸引作用。这种推斥、吸引作用，可以用电场来表示。电场的方向规定为从正电荷指向负电荷。拿电子来说，由于电子带负电，被正电荷吸引，所以它在电场内将逆着电场方向运动，如果顺着电场方向运动，就要

受到推斥。空穴带正电，被负电荷吸引，所以在电场内将顺着电场方向运动，如果逆着电场方向运动，就要受到推斥。

图2中所示的空间电荷区，就叫PN结。概括地说：在P区N区交界面上由于载流子扩散作用形成的空间电荷区，叫做PN结。

从图2中可以看出，P区空穴向N区扩散，是逆电场方向的，所以受到电场的阻力。同样，N区电子向P区扩散，是顺电场方向的，所以也受到阻力。因此，PN结电场对扩散运动起阻碍作用。随着扩散的发展，带电离子增多，空间电荷区扩大，电场也就加强，扩散运动受电场的阻力也愈大。

另一方面，在P区除多数载流子空穴外，还有少数载流子电子；



在N区除多数载流子电子外，还有少数载流子空穴。这些少数载流子，在电场作用下，也会运动：P区的少数载流子电子，会被吸向N区；N区的少数载流子空穴会被吸向P区。这种运动，叫做漂移运动。很明显，电场愈强，漂移运动也愈强。

PN结电场是在扩散一开始形成的，所以少数载流子的漂移运动和多数载流子的扩散运动是同时产生的，而且这两种运动的方向是相反的。对立统一规律是宇宙的根本规律。PN结也是这样，载流子的扩散运动和漂移运动是矛盾着的两个方面，它们互相联系着，并且在一定条件下处于统一体中。PN结就是载流子的扩散和漂移这一对矛盾的统一体。

空间电荷区的厚度，随着载流子扩散运动的发展而增加。在一定环境条件下（例如温度不变），扩散逐渐减少，漂移逐渐增加，扩散

和漂移趋于平衡，最后，扩散的载流子和漂移的载流子数量相等，运动方向相反，扩散不再发展，空间电荷区的厚度不再增加，达到动态平衡状态。环境条件变化，这种平衡就被破坏，而在新的条件下达到新的平衡。

空间电荷区，也叫阻挡层，它阻挡载流子的扩散。阻挡层愈厚，扩散也就愈难。

上面已说过，空间电荷区建立了一个电场，这个电场在空间电荷区两边形成一个电位差，或者叫做位垒（又叫势垒）。位垒越高，阻挡扩散的作用也愈大，相当于阻挡层愈厚。一般条件下，锗 PN 结的位垒为 0.3~0.4 伏，硅 PN 结为 0.5~0.7 伏。

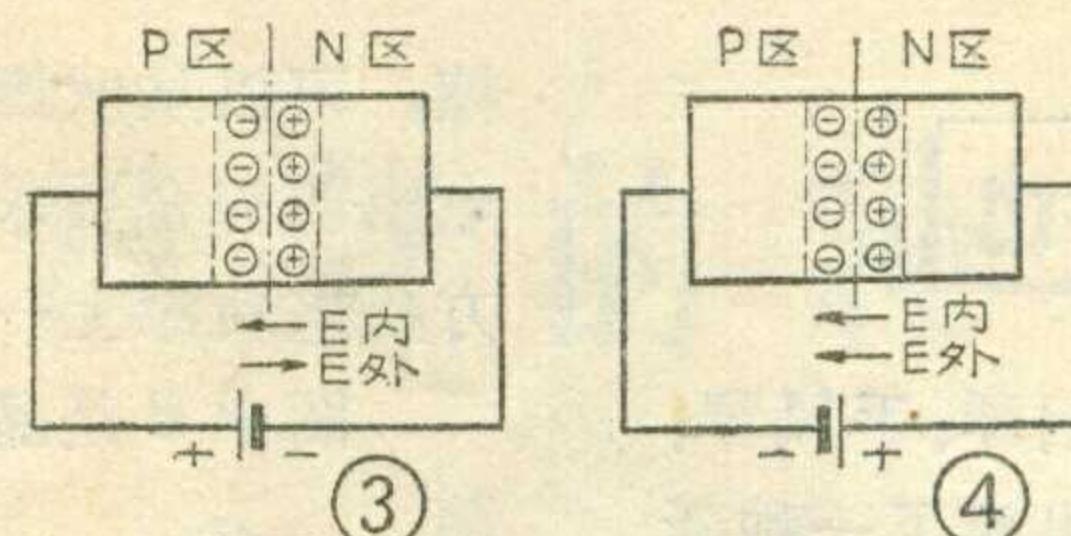
在扩散和漂移运动平衡时，总电流为零。

PN 结外加顺向电压时的导电情况

如果 P 区用导线接到电池正极，N 区用导线接到电池负极，如图 3 所示。这时在 PN 结中除了空间电荷产生的内部电场 $E_{\text{内}}$ 以外，还加上一个外加电池产生的电场 $E_{\text{外}}$ 。这两个电场的方向相反，因此削弱了 PN 结电场 $E_{\text{内}}$ ，破坏了扩散与漂移运动的平衡，扩散超过漂移，也就是说 P 区的空穴将向 N 区进一步扩散，N 区的电子将向 P 区进一步扩散。由于位垒的电位差只有 0.3~0.7 伏，所以只要加零点几伏的电压，扩散电流就将大大增加，这时 PN 结呈现的电阻是很小的，处于导通状态。

PN 结外加反向电压时的导电情况

如果 P 区用导线接到电池负极，N 区用导线接到电池正极，如图 4 所示。这时外加电池产生的电场 $E_{\text{外}}$ ，与 PN 结电场 $E_{\text{内}}$ 方向一致，加强了 PN 结电场，使 PN 结位垒增高。PN 结电场的加强，也破坏了扩散运动和漂移运动的平衡，使漂



移运动占优势，而扩散运动更难进行。只要外加零点几伏电压，就可以阻止扩散运动。但是，漂移运动是少数载流子运动，所以形成的电流是很小的，而且当外加电压达到某个数值后，凡可能在 PN 结电场作用下参与导电的少数载流子，都已参加导电，这时再增加电压，电流也不会再增大。所以 PN 结在反向电压的作用下，电阻是很大的。这就说明了图 1 中电池连接方向改变影响电珠发亮的道理。

在上一讲中说过，当温度升高时，半导体中的载流子（包括多数载流子和少数载流子）会显著增加，所以温度升高后，反向电流会增加。如果温度很高，少数载流子骤增，反向电流很大，就相当于阻挡层击穿了，失去单向导电的作用，这时叫做热击穿。一般锗 PN 结的工作温度不能超过 70~80°C，硅 PN 结的工作温度可以到 200°C。

反向电压也不能无限增大。当反向电压到达某一定数值时，它产生的电场强度足以把半导体晶格中的电子“拉”出来，这时载流子骤增，反向电流也骤增，PN 结也就

击穿了。这个电压叫做反向击穿电压。为了防止反向击穿，对二极管都规定了最高反向工作电压数值，使用时要注意。

PN 结电容

从图 2 可以看到，阻挡层（即空间电荷区）P 区一边聚集带负电的离子，N 区一边聚集带正电的离子。这种结构，就像一个平板电容器两个极片上充电的情况一样。如果接上交流电，阻挡层将依次充放电，起电容器的作用。这种由带电离子组成的电容，叫做本征电容，用符号 C_0 表示。

此外，在扩散过程中，从 P 区扩散到 N 区的空穴，由于扩散速度较慢，会在 N 区一边聚集，同样，N 区扩散到 P 区的电子，也会在 P 区一边聚集。空穴带正电，电子带负电，像上述带电离子一样，也形成一个电容。这种由扩散作用形成的电容，叫做扩散电容，用符号 C_D 来表示。

本征电容和扩散电容都很小，在低频时影响不大，但在高频时影响很大。这种电容较大的二极管，例如 2CP10~20 型，只能用于低频，作整流用。作高频信号检波用的二极管，必须采用电容小的高频二极管，例如 2AP1~7 型。

——丁编——

(上接 11 第页)

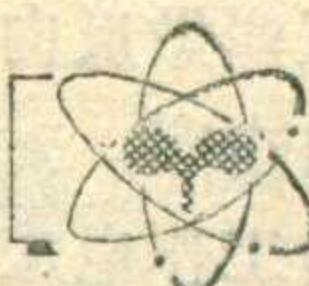
以看到的也只能是黑白图象。即使是这样，能互相收看仍然方便得多。

基于这些原因，就要求将彩色电视的 R、G、B 三个信号编到一起，使其所占的频带宽度与黑白的相同，以便使用一部发射机广播。完成编码工作的叫做编码设备。编码设备不仅能把 R、G、B 三个信号编到与黑白视频带宽度相同的一个频带中去，还能直接给出一个亮度信号 Y。这个亮度信号 Y 是供黑白电视机直接收看用的。

图 6 是彩色电视信号发送与接收简图，上部是发送部分，中部是接收部分。彩色电视摄像机产生的 R、G、B 信号经过一系列放大、加工、处理，送到编码设备，编到一起后再与同步、消隐等信号一起送到超短波发射机通过天线发送出去。

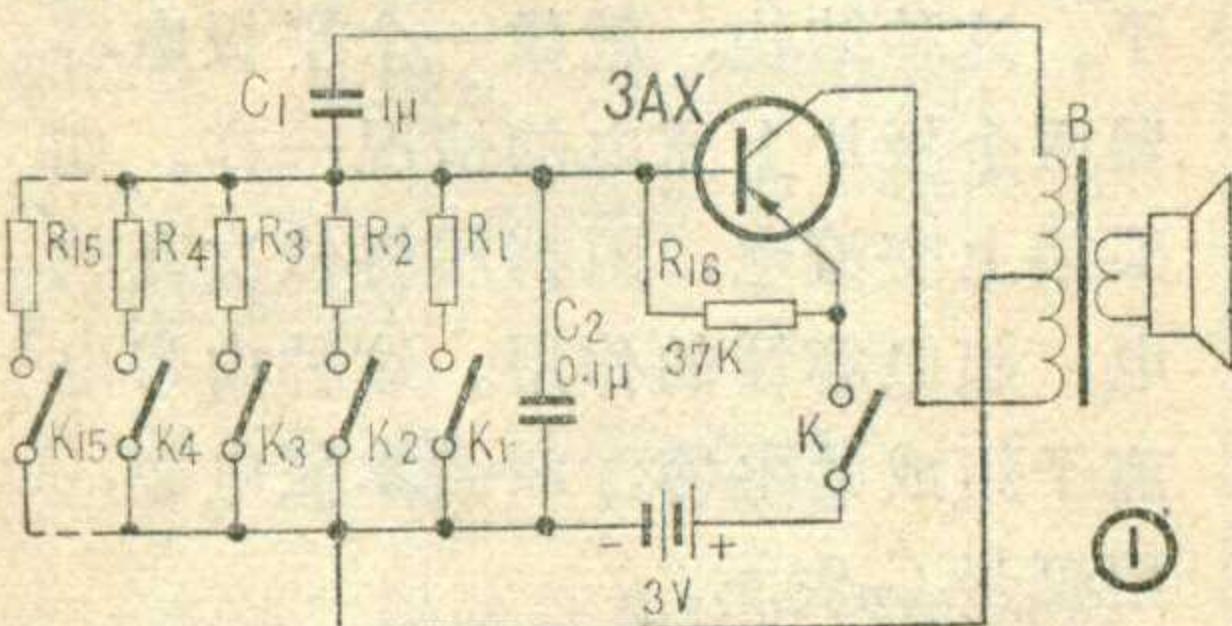
彩色电视广播的电波传到彩色电视机后，除经一般的放大、检波、同步扫描电路外，还要经一个解码电路，从原来的编码信号中解出 R、G、B 信号，加到彩色显象管上显出彩色图象。

图 6 下部是黑白电视机，直接收看彩色电视广播 Y 信号的简图。



初学者园地

大家都一定见过很多的乐器，比如钢琴、手风琴、风琴等。当前随着电子工业的发展，又出现了一种新的乐器，叫做电子琴。这种琴可以发出钢琴、风琴、黑管、双簧管、小提琴、大提琴等各种乐器的声音。但是它们的结构复杂。这里介绍一种简单的电子琴制作方法，以帮助无线电初学者对电子琴的原理有一点初步的了解。

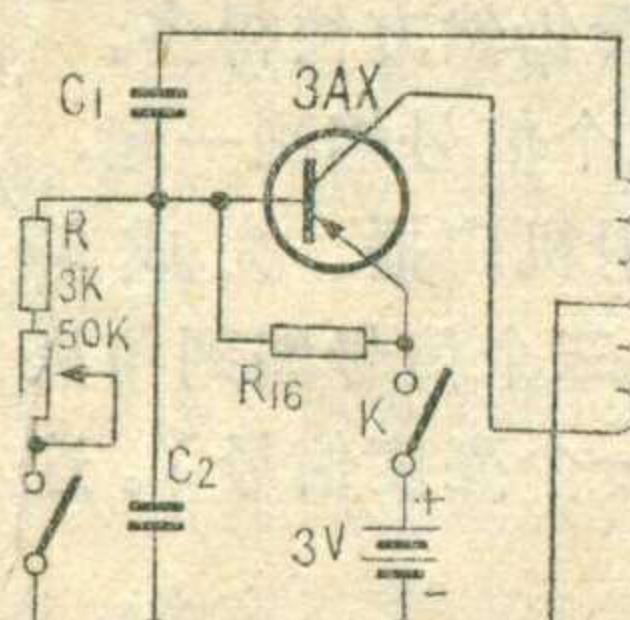


大家都见过打秋千，秋千打起来以后，想叫它不停下来，就得

每次都朝着秋千摆动的方向给它一定的力。如果不给它力，那么秋千就会慢慢地停下来了。电也可以象秋千一样，叫它在电路里面来回“摆动”，要使它不停地“摆动”，也得和打秋千一样，不断地朝着电流流动的方向，给它一定的电能补充。

使电在电路里面不断地“摆动”的装置，我们称它为振荡器；电在电路里的“摆动”，就称为振荡。如果振荡器工作在声音频率（每秒20~20,000周），就叫作音频振荡器。这种振荡器的电流通过喇叭，就会发出声来。我们改变它的振荡频率，就能发出不同的声音。简单的电子琴就是根据这个原理制作出来的。它的电路如图1。

这是一个电感三点式音频振荡器。 C_1 叫回输电容器，容量为1微法，它的作用是把每次电振荡的部分能量回送到晶体管的基极进行放大，放大后的电流从集电极输出，然后再经 C_1 回送一部分电能到基极进行放大，这样循环往复，就能使电路产生连续的振荡。

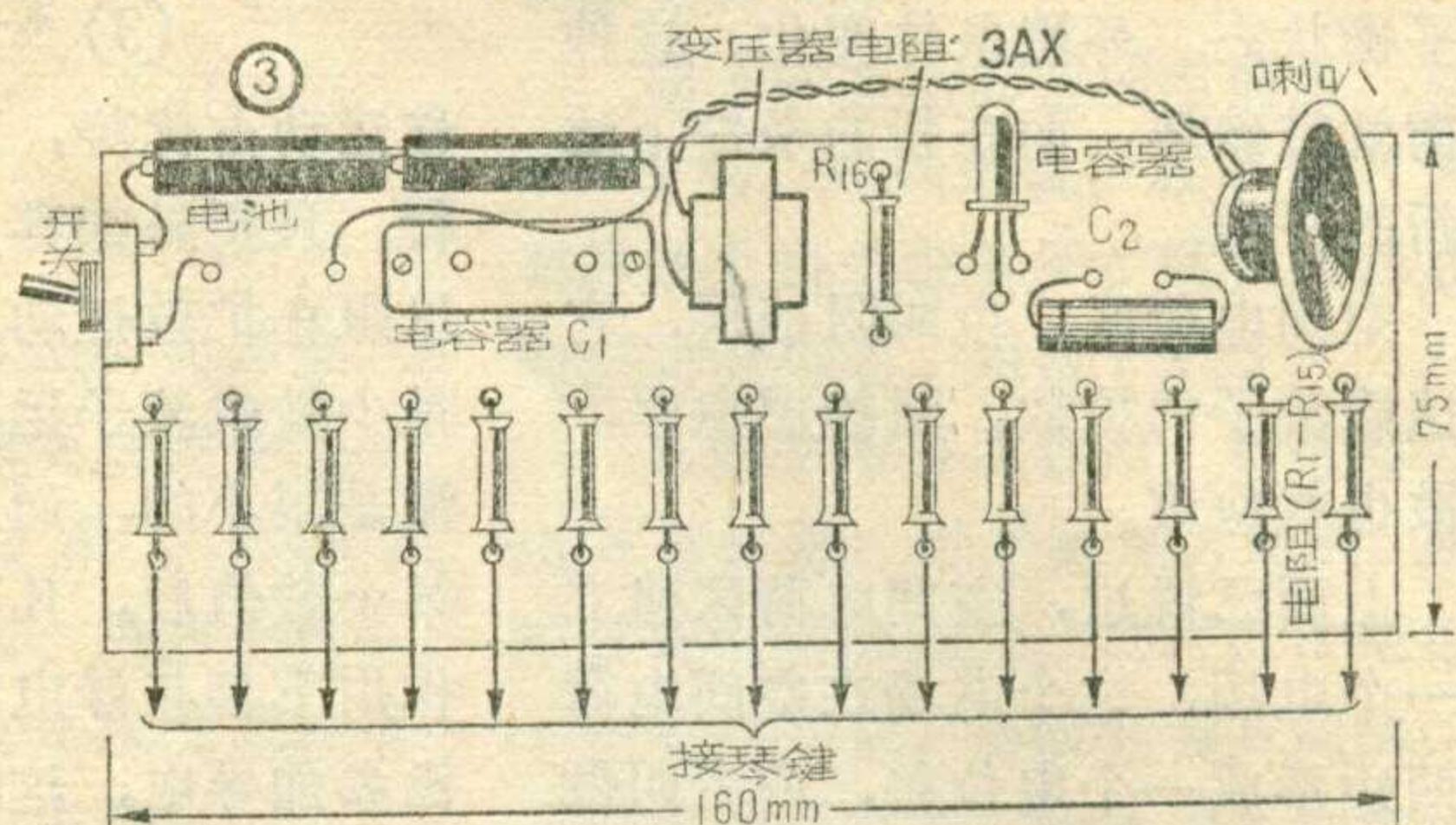


顺序按下电阻 $R_1 \sim R_{15}$ 上的按钮，就可发出1、2、3、4、5……的不同声音。电阻 $R_1 \sim R_{15}$ 的阻值约在9K ~39K范围内。阻值越大，声音的频率越低。装置时可用50K电位器串联一个3K电阻进行调整，如图2。

调整电位器的数值，使分别发出1、2、3、4、5……等不同的音调，用三用表测量每个音调的3K电阻与电位器串联后的总电阻值，相应地换上一个和总阻值相同的电阻即可。如找不到相应的电阻，则可找一个比测出的电阻值稍小一点的电阻，将碳膜电阻上的漆用砂纸擦去一点，里面就会露出黑色的碳膜来，将电阻接在欧姆表上，再用砂纸在露出的碳膜上轻轻地磨

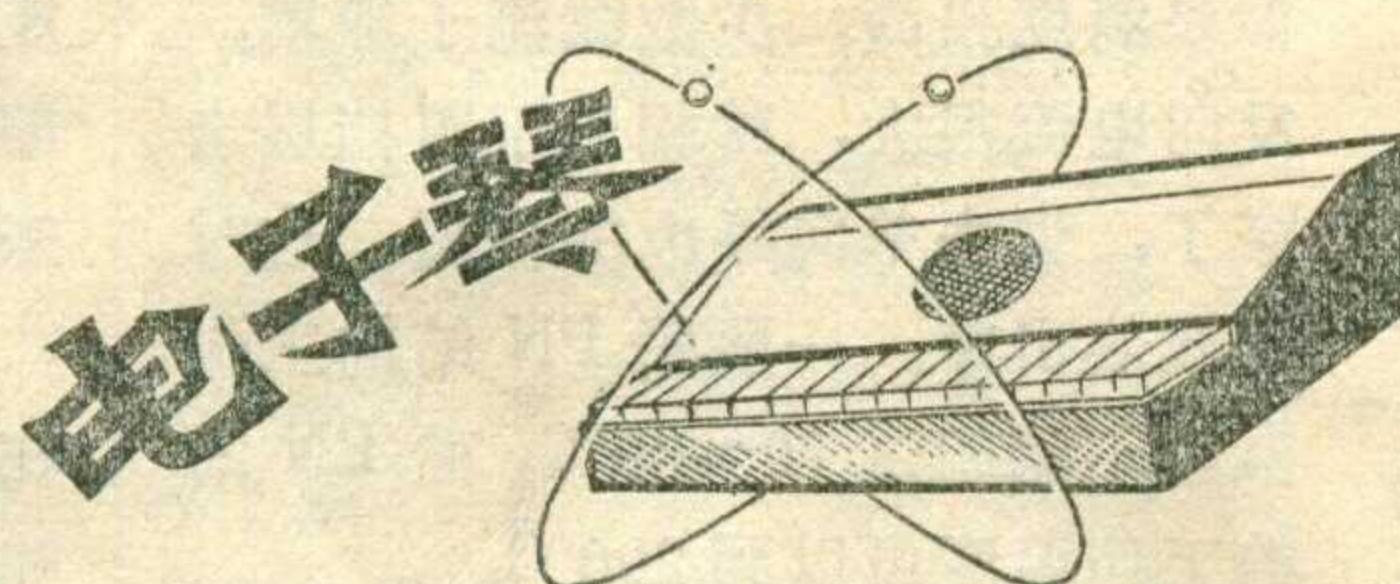
擦，可以从欧姆表上看出阻值会慢慢地增高，直到使电阻值符合要求为止。然后在电阻擦去漆和碳膜的地方，重新涂上一层漆或万能胶，即可使用。

图中B是晶体管收音机用的推挽输出变压器，晶



体管采用3AX类型低频管，K是单刀单掷电源开关。电池为3伏。 C_1 是用旧的油浸电容器，用其它的电容器也可以。电阻瓦数不限， R_{16} 可在37K~50K范围内选用。全部零件装在一块160毫米长、75毫米宽的胶木板上（图3）。

琴键可用木头照着钢琴的琴键来做。这里每个琴键的尺寸为12×19×80毫米，在每个琴键前端钻一小圆孔，用一根钢丝条穿起来，作为琴键前端的支撑点，

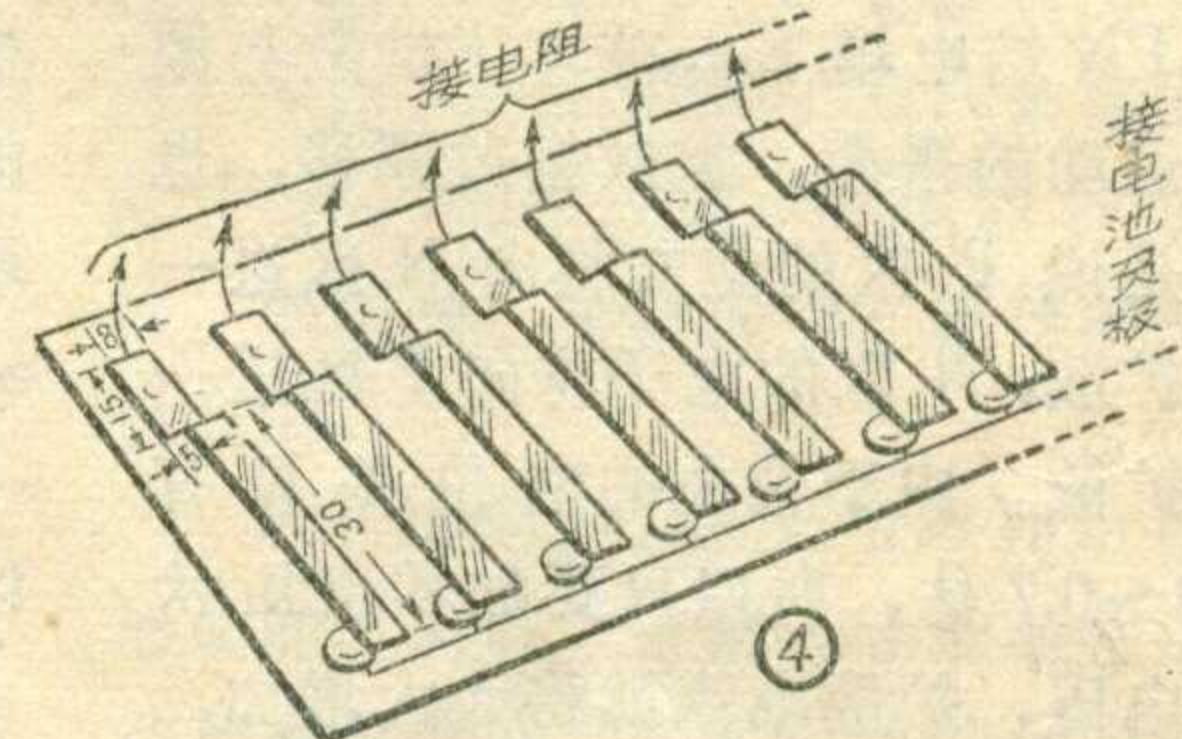


后端是依靠琴键下面按钮开关铜片的弹性使琴键能自动回复原位。按钮开关（即 $K_1 \sim K_{15}$ ）是用磷铜片剪成十五条长50毫米、宽8毫米的铜条，弯成图4的样子，钉在木板上，作为一个接触点；

另一个接触点可用图钉按在弹簧铜片下面的木板上，再把每个簧片

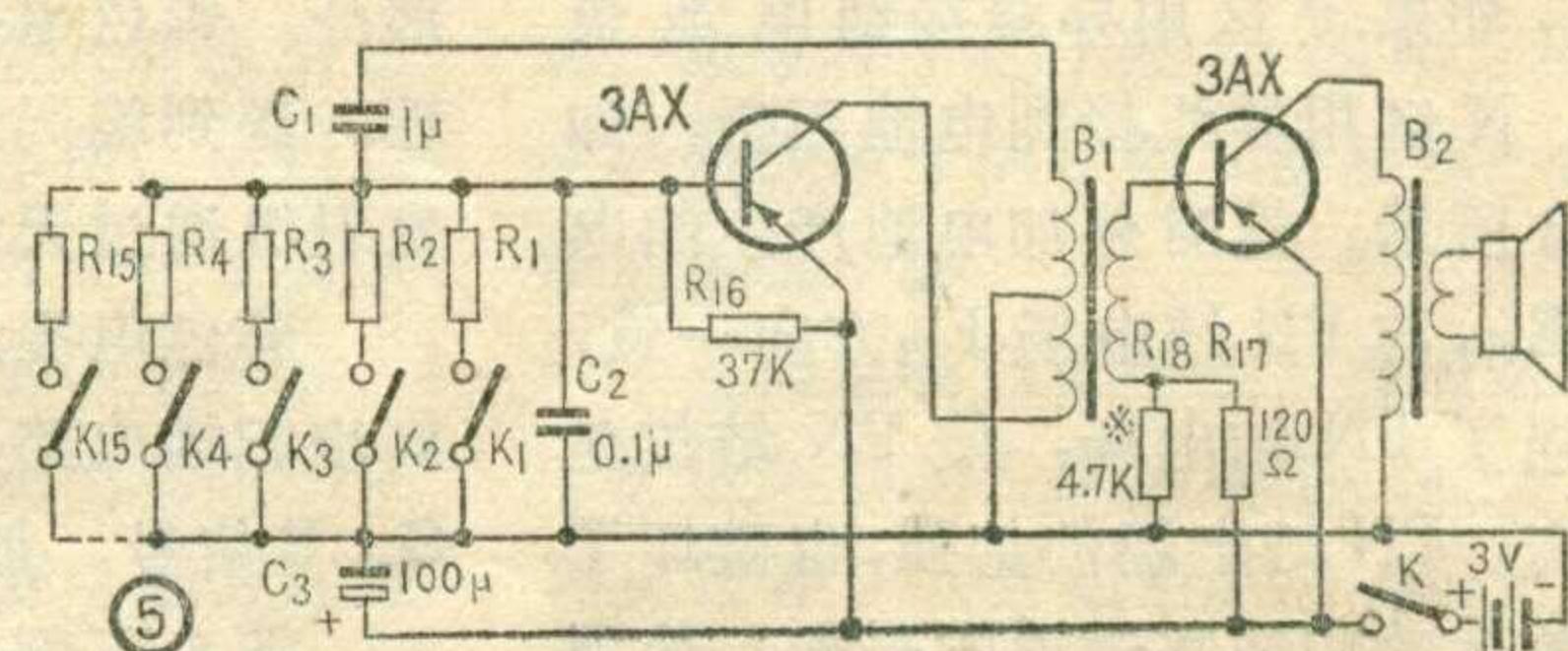
下面的图钉用导线焊接起来。最后再设计一个琴箱，把它们装在一起，固定牢。

标题旁绘出的就是这个电子琴的外形。



如果电子琴的声音还不够大，可以加一级放大，如图5。图中 B_1 用晶体管收音机用的推挽输入变压器（3:1）， B_2 用晶体管收音机用的输出变压器。 R_{18} 的数值需调整。

（北京市少年宫无线电小组）



晶体二极管的种类和选用

薛 喜

晶体二极管是一种用途很多的半导体元件。近几年来，随着我国电子工业的迅速发展，国产各类型号的优质晶体二极管相继出现。现在不仅有品质优良的正品供应市场，还有大量的副品廉价出售。这样，就在满足国民经济各部门对电子器件需要的同时，也为向工农兵普及电子技术提供了物质条件。

晶体二极管种类很多，市场上常见的几种外形见图1。图中a是代表晶体二极管的符号，b是普通二极管，c至e是几种整流二极管。它们的内部结构都是一个p-n结，

a. 代表晶体二极管的符号

b. 普通二极管

c. 整流二极管

d. 整流二极管

e. 整流二极管

是一种非线性元件，具有单方向导电性能。

根据用途的不同，晶体二极管的名称和型号也各不相同，常用的有以下几种：

1. 普通二极管：如2AP1~2AP9, 2CP1~2CP20等，用于高频检波、鉴频、限幅和小电流整流等。

2. 整流二极管：如2CZ11~2CZ27等，用于不同功率的整流。

3. 开关二极管：如2AK1~2AK4等，多用在电子计算机、脉冲控制、开关电路中。

4. 稳压二极管：如2CW1~2CW10等，用在各种稳压电路中。

根据结构的不同，晶体二极管分为点接触型和面结合型两种。

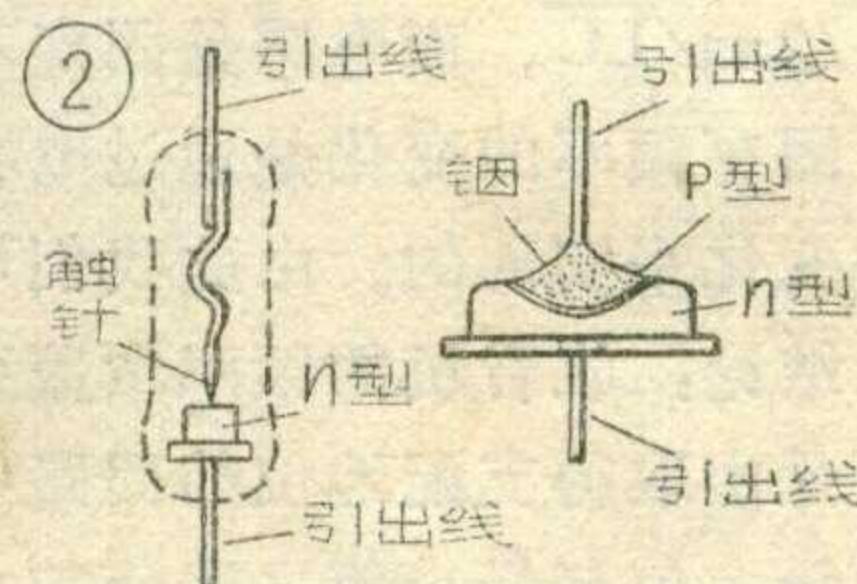
1. 点接触型：它是由金、银或钨等金属丝作触针与半导体材料接触，在针尖处形成p-n结（如图2a）。这类二极管因为接触面小，结电容比较小，所以能够用在高频电路中。当然，也有它不利的一面，

就是容许通过的电流比较小，因此只适合作为检波器和在小电流下工作的元件。

2. 面结合型：在形成p-n结处接触面积比较大，也叫做面接触型（图2b）。它可以通过较大的电流，但是结电容比较大，不适合在高频电路中使用，多用作频率较低的整流二极管。

根据所用材料的不同，晶体二极管有锗二极管和硅二极管两种。

1. 锗二极管：要用稀有半导体材料锗（Ge）来制作。它的正向电阻很小，适合制成点接触型的小信号检波用二极管。



a. 点接触型 b. 面接触型

2. 硅二极管：使用半导体硅（Si）材料来制作，材料来源较多，售价较低。从伏安特性上看，反向漏电比锗二极管小得多。可以做成不同用途的二极管。它的缺点是要有较高的正向电压才能导通（约0.7伏），因此适合用于信号较强的电路中。

两种二极管伏安特性的比较见图3。

二极管的主要参数

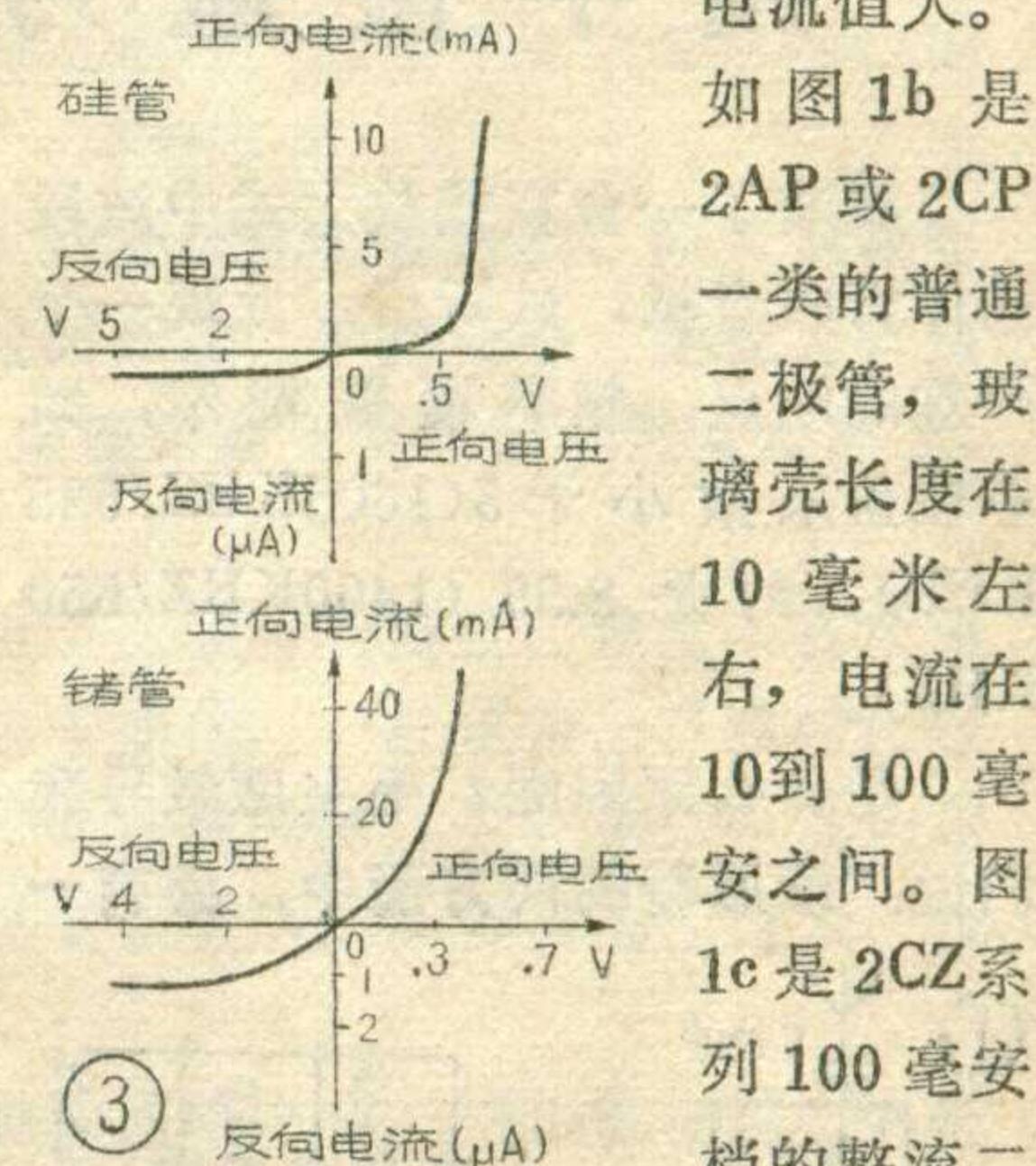
表征晶体二极管性能的主要参数有下面两个：

1. 最大反向工作电压：晶体二极管在电路中所受的反向电压不能超过一定数值，如果超过时，电流猛增，很快形成击穿，二极管将损坏。因此在选用晶体二极管的时候，要根据电路需要，查清特性再用。

同时要加一定的安全系数，以保证安全运行。

2. 最大容许电流：指能长期正常工作情况下，容许通过的最大正向电流值。如果超过额定值运用，二极管发热太多，很快将要损坏。一般1安培以上的功率较大的整流二极管，多按规定加装散热片，以利降温。

根据晶体二极管的外形，大体上可以估计出它的容许电流值（请参看图1）。一般来说，体积大些的电流值大。



如图1b是2AP或2CP一类的普通二极管，玻璃壳长度在10毫米左右，电流在10到100毫安之间。图1c是2CZ系列100毫安档的整流二极管，它是用塑料封装的。图2d是2CZ系列300毫安档整流二极管，采用金属外壳。图1e是2CZ系列1安培以上的整流二极管，金属外壳，用M5或M6螺丝来固定。

晶体二极管的选用

选购晶体二极管首先要弄清楚用途，例如是作整流用或是检波用，弄清楚那一种型号比较合用，然后再选参数稍有富裕的一种来用。初学者可以参考工厂出品收音机、电视接收机等电路来选用同型号或相似的二极管。例如常见的收音机中检波器多用锗二极管2AP9等，2AP9比2AP1效率高。电视接收图像检波也多用2AP9等型号。电子

设备中，由220伏交流市电直接整流取得B+250伏电压时常用2CP4等作整流管。作为晶体管收音机的交直流电源变换器（220伏/9伏或220伏/6伏）只要15伏的二极管即可，电流在100毫安一般就够了。若为电动玩具作代干电池电源变换器（交流220伏/直流3伏）采用电流1安培或稍大一些的即可，因电压很低，任何一种电压档的二极管都能用。

晶体二极管有正（+）、负（-）两个电极，它的正向电阻较小，而反向电阻则比较大，我们可以用万用表来大致测量出二极管质量的好坏。

测量时应把万用表拨到R×100或R×1K挡（不可用R×1或R×10K挡，因前者电流太大，后者电压太高，都会损坏二极管），用红黑表棒分别与二极管的两极相接，测量它的正、反向电阻值，两者相差越大越好。常见的普通二极管正向电阻在几百欧，反向电阻在几百千欧或几十千欧，这是正常的。如测得为 ∞ ，表示内部断线；测得0欧，是二电极间短路了。如测得正向、反向电阻值几乎一样大，这种管子也不好用。

为了区别晶体二极管的正负两个电极，一般在管外印有红点正极标记（也有少数管子是用红点表示

负极的）。有的在管壳上印有二极管符号标记，符号有箭头的一边表示正极，小片的一边表示负极。如果二极管是透明的玻璃管壳，那么从内部可以看出，和触针相连的一头是正极，和晶体片相连的一头是负极。如果分辨不出哪个是正负极，也可以用万用表测量出来。因为当万用表放在欧姆挡时，表笔黑（-）棒是和表内电池正极相连的，表笔红（+）棒是和表内电池负极相连的。所以当测得正向电阻（较小的一次电阻）时，和表笔黑（-）棒相接的那个电极就是二极管的正极，另一个电极则是二极管的负极。

频率覆盖为什么比较窄

我装了一台直接放大式中波段晶体管收音机，试听后，发现一个严重的缺点：频率覆盖较窄，频率覆盖系数小于3（1605KHZ/535KHZ），约是2.55（1400KHZ/550KHZ）。

是什么原因呢？毛主席教导我们说：“矛盾着的两方面中，必有一

(C)组成的，它的固有频率 $f=1/2\pi\sqrt{LC}$ 。而电感是固定不变的，固有频率的变化是通过电容容量的变化来实现的。由此我们可以得出结论：收音机的频率覆盖系数主要是由取得支配地位的回路中电容的最大值与最小值之比值的大小所规定的。它们的关系是：

$$\text{频率覆盖系数} = \sqrt{C_{\text{最大}}/C_{\text{最小}}}$$

我的收音机的调谐回路如图1。是什么原因使调谐回路中电容的最大值（365P+C₂）与最小值（12P+C₂）之比值变小了的呢？经过检查，原因是调谐回路与外天线耦合电容C_T电容量较大（相对我架设的天线来说容值较大，因我架

设的天线对地分布电容较大）。图2是调谐回路的实际电路，C_d是天线对地分布电容。回路中，C_d相当于与C_T串联后并联在C₁两端。图3与图2等效，C₃是C_d与C_T串联后的总电容。当C₃并联于C₁两端时，回路中的最大电容量（365P+C₂+C₃）与最小电容量（12P+C₂+C₃）之比值将变小，因为

$$\frac{365P+C_2+C_3}{12P+C_2+C_3} < \frac{365P+C_2}{12P+C_2}$$

以，当C₃有足够大时，将使频率覆盖明显变窄。

为了不改变外天线和外天线与调谐回路的耦合程度，我将调谐回路与外天线的耦合方式加以改变，把原来的电容输入式改为电感输入式，如图4。改装后，接收频率正确地覆盖在中波波段上。

（李毓洲）

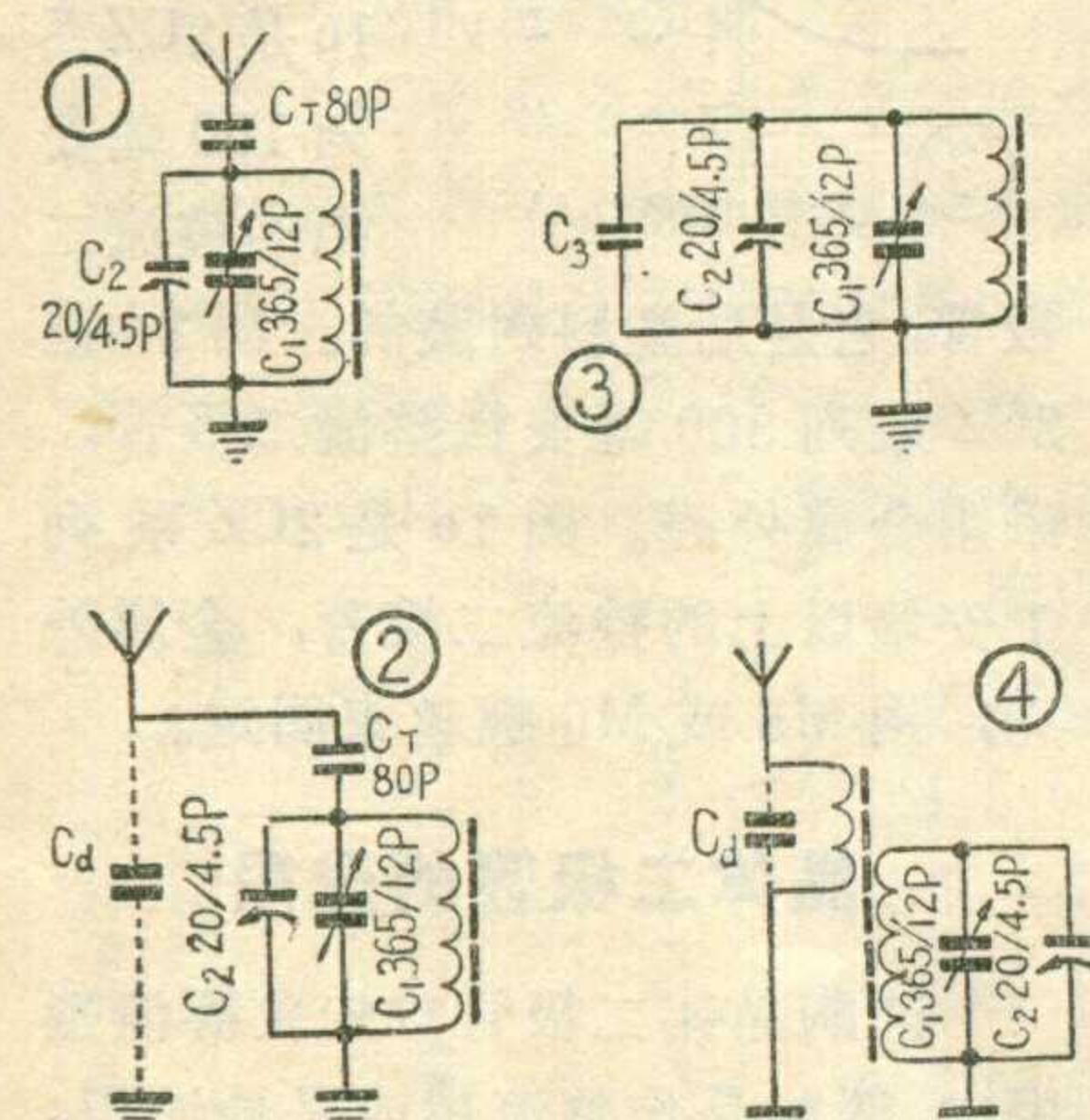
晶体三极管断腿焊接法

在修复三极管断腿时，一般是把管子大部分浸泡在水中，然后再焊接。尽管焊得很迅速，但有时难免烫坏管子。对于玻璃壳的管子或内部电极与外皮不相连的管子，这种散热效果就更差。现可采取如下方法散热。

先将要焊接的引线弯成小钩，上好锡。再把三极管断头处向下挖

一小坑，滴上一点松香酒精，倒放在盘内，准备上锡。为了帮助散热，可先用小瓶或滴管准备好一些凉水，在断头处上锡后，迅速将烙铁抬起，随即用凉水注入（用口含凉水注入亦可），这样可将热从断头处散走。将管子擦干后，再用同样方法把引线焊上，管子就修好了。

（铁路电务工人龚菊英）



方面是主要的，他方面是次要的。其主要的方面，即所谓矛盾起主导作用的方面。事物的性质，主要地是由取得支配地位的矛盾的主要方面所规定的。”

什么是影响频率覆盖系数的主要矛盾呢？我们知道：一般收音机的调谐回路是由电感（L）和电容

问答

问：彩色电视机和黑白电视机能不能互相收看？

答：目前，彩色电视广播都采用彩色与黑白“兼容”制，即保证用黑白电视机能收看彩色电视广播，用彩色电视机也能收看黑白电视广播。但看到的图象都是黑白的，因为黑白电视机只有接收黑白信号的电路和黑白显象管，而黑白电视广播只广播黑白信号，所以用彩色电视机收看也只能显出黑白图象来。

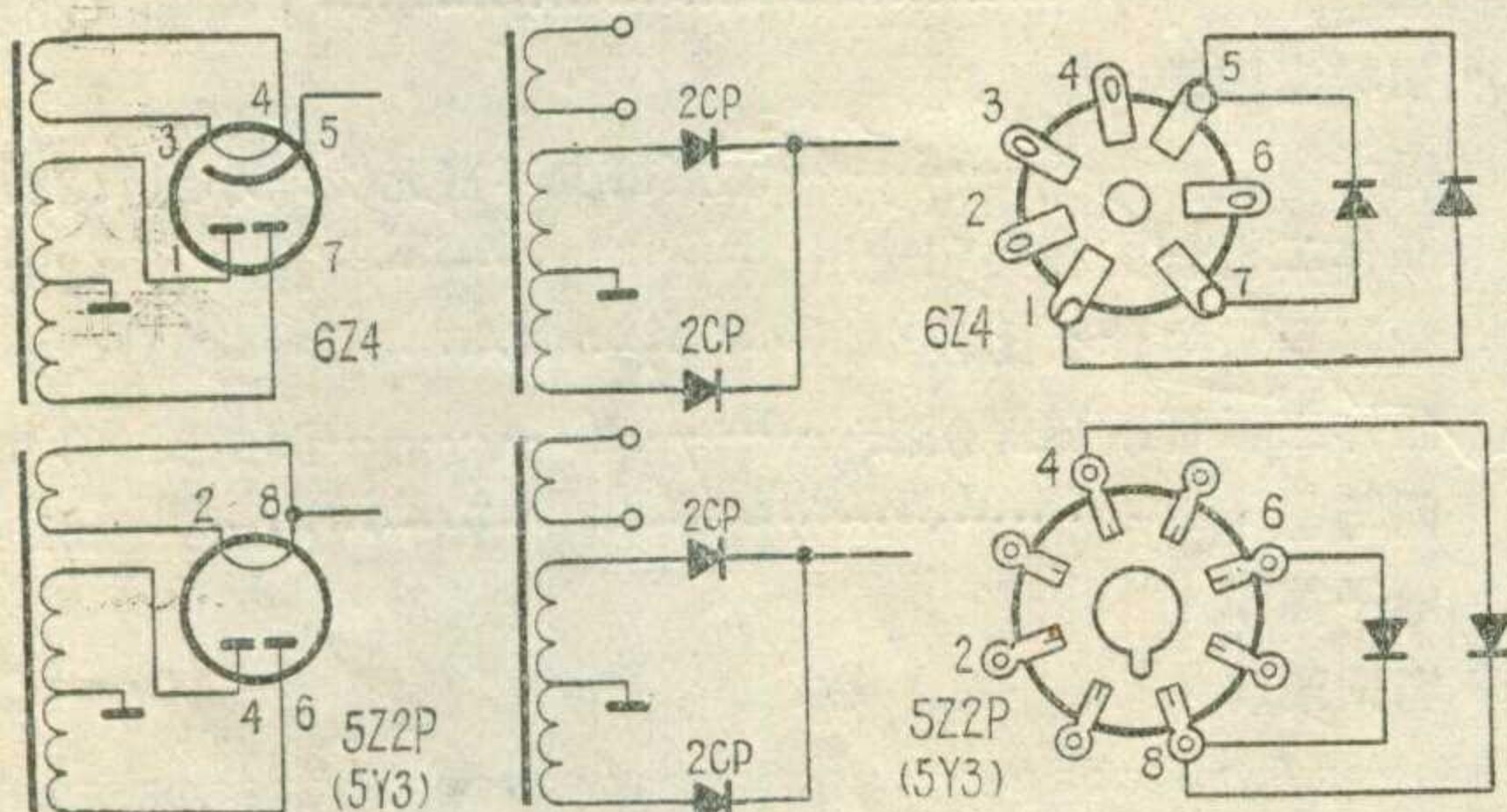
北京电视台试播的彩色节目是用第八频道，凡有第八频道的黑白电视机都能收看，没有第八频道的黑白电视机要经过改装才能收看。

问：业余示波管制作电视机为什么要选用中余辉或短余辉的？

答：余辉是指显象管和示波管的荧光屏受电子射线轰击而发光后，要持续一段时间才逐渐暗下来。荧光物亮度从最大值降到它的百分之一所需的时间，叫做余辉时间。由于广播电视每秒钟要传送 25 个完整的画面，因此希望显象管的余辉时间要小于 $\frac{1}{25}$ 秒，否则屏幕上一幅画面还未消失就又出现了新画面，会造成图象混乱。中、短余辉的示波管大致能满足上述要求，可用来制作小屏幕电视机。（以上张家谋答）

问：一只五灯收音机上整流管坏了，买不到新的，是否可用半导体二极管来代替？

答：国产电子管五灯收音机整流管多用 6Z4 或 5Z2P (5Y3GT) 等。可用耐压 700 伏 100 毫安以上的 2CP 型半导体硅二极管两只来代替。具体作法是把二极管直接插入管座有关孔内，或者是焊在废管管腰内，然后插入管座也可以。接线关系如图所示。



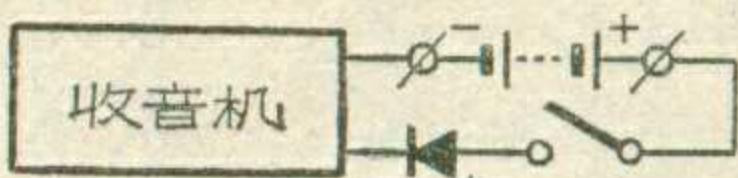
问：有些收音机上有〔远程—本地〕开关，起什么作用？是不是这种收音机收得更远？

答：近来有些晶体管收音机上加装了〔远程—本地〕开关，在电路上接法不完全相同，基本上是在“远程”位置时是开足了该机的最高灵敏度，在“本地”位置时是加入了衰减电路（也有的是取消了末级放大器），降低一些灵敏度。这样，就可以分别适应不同收听情况。同时在一定程度上解决了既要求收音机灵敏

度高又要求收听本地强电台时杂音小等矛盾。在收听本地电台节目时，开关放在“本地”位置，可以使失真小，减少杂音。收听远地电台时，放在“远程”位置，使达到本机的最高灵敏度。因此，装有这种开关的收音机所能收听的距离只是和同类型机一样，并不是收得更远。（以上薛喜答）

问：怎样在电路上防止晶体管收音机接错电池的极性？

答：只要在收音机电池的输入端按正确的电流方向串连一只二极管（如图），当电池极性接反的时候，由于二极管的反向电阻很大，电源可以认为不通（实际上只存在一点二极管的反向电流），就能避免电池极性接反时所发生的事故。选用二极管的时候，它允许通过的电流必须大于收音机最大信号时所需的电流；反向电压必须大于收音机的电源电压。一般六管以下的晶体管收音机，最大信号时电源电流不会超过 100 毫安，电源电压只有 6~9 伏，选用允许最大电流在 100 毫安以上，反向电压在 9 伏以上的二极管就可以了。但是二极管是有正向压降的，对低电压（1.5~3 伏）供电的收音机有影响。（冯报本答）

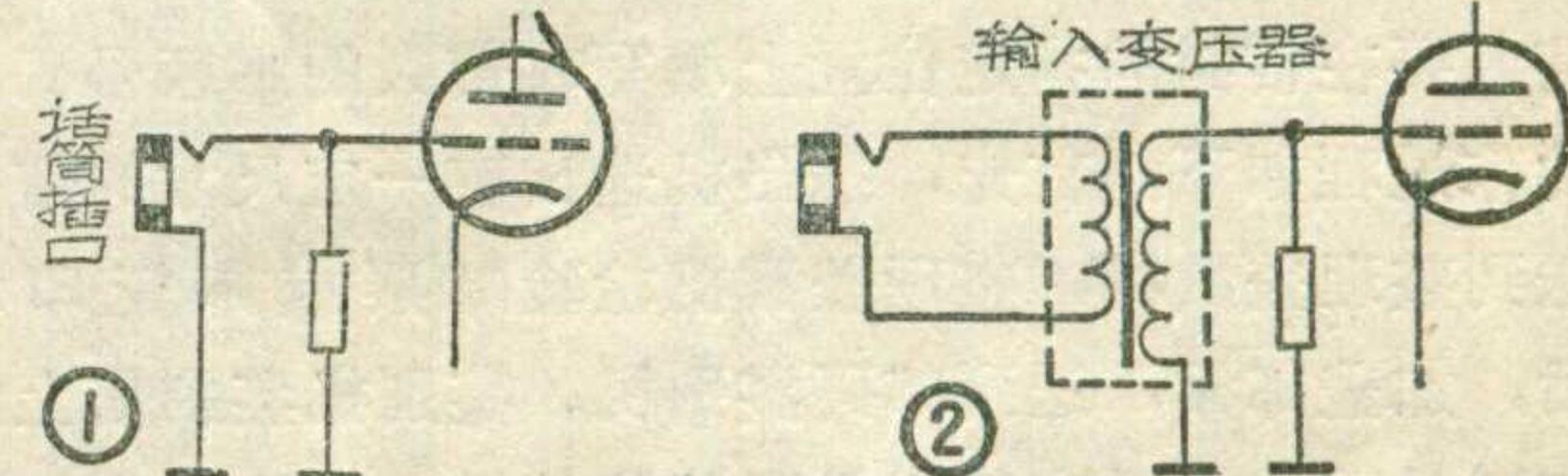


问：一台二波段六管晶体管收音机，刚开始收听时声音正常，听一段时间后，声音变小，但关上开关再开，或把波段开关来回搬动一下声音就恢复正常了，不知是什么原因？

答：这主要是由于变频管的质量比较差，在使用一段时间后参数发生了变化，一般更换一只质量比较好的变频管就可以排除这种故障。另外如果电池快用完了，电压过低或是变频管所用的偏流电阻过大，也会发生这种现象。

问：话筒有低阻和高阻之分，它们在使用时有何区别？

答：话筒有低阻（ 200Ω 、 600Ω 等）和高阻（ $20 K$ ）



两种。话筒线在 10 米以内时可使用高阻话筒来传输，超过 10 米则易产生杂音或叫声。因为使用高阻话筒时话筒线是直接接在扩音机电子管栅极上的（图 1），话筒线过长时会感应交流杂音或产生叫声。如果话筒和扩音机距离较远，话筒线超过 10 米，则应采用低阻话筒，但这时扩音机需配用一只输入变压器（图 2）来进行阻抗变换。这样话筒线就不直接接到栅极上了，使用较长的话筒线也就不至引起叫声了。（以上沈长生答）

电子简讯

激光手术器

上海医疗器械研究所、解放军某部、上海第一医学院眼耳鼻喉科医院的工人、技术人员和医务人员共同合作，制成了能连续输出的二氧化碳激光手术器。在动物实验的基础上又应用于人体手术，效果比较显著。应用激光手术器可以解除病员痛苦、减少出血，同时手术时间也可以大大缩短。二氧化碳激光手术器是由激光发生器、机械控制部分、电气部分和光学部分组成，外形如图所示。二氧化碳激光发生器采用回气管形式，放电管及储气管内充有二氧化碳、氩、氮、氦、氢五种气体，经过充气、老练。要求工作稳定，具有比较长的使用寿命，功率不小于40瓦。



全自动信件分类机

国外制出了一种全自动信件分类机，整个设备由拣出机、整理盖戳机、邮码鉴别机、读出分类机和连接机构等组成。该机要求用特制的通用信封，而且寄信人要在信封的指定位置上填写收信人的邮区号码。动作过程如下：首先，拣出机选出有一定尺寸的信件送到整理盖戳机，整理盖戳机检验邮票或邮资印章后，加盖邮戳，送到邮码鉴别机。鉴别机鉴别信上的邮区号码，将没有邮区号码的信件挑出去。将有邮码的信件送到读出分类机。读出分类机阅读信封上的邮区号码，再把信件分送到100只分类箱。该机由一个人操作，处理能力为每分钟340封。

封面说明

上海羊毛衫八厂工人利用电子技术代替人工控制生产操作程序，图为工人正在把编码纸带装入程控器。
（本刊）

无线电

1973年第2期（总第134期）

目录

- 我国收音机生产的新成就 广播接收设备电声器件研究所 (1)
针织横机用简易光电程序控制器 上海羊毛衫八厂工人杨圣宝 (2)
晶体管针麻仪 北京朝阳医院 从荫杉 (5)
集成电路简介 东光 (7)
彩色电视机的使用 中央广播事业局北京服务部 (9)
谈谈彩色电视（续） 张家谋 (11)
简易混合式电视机的调整 刘瑞堂 (12)
* 农村有线广播 *
公社放大站扩音机开关机自动控制 河北省天津地区革委会广播管理处 (14)
扩音机整流滤波电路的检修 北京市广播器材修造厂 工人程仲 技术员谢祥恺 (15)
红灯2701型半导体收音机 上海无线电二厂 (18)
怎样检修简易半导体收音机（续） 太原工学院工人学员卞成彪 (21)
几种国产硅NPN型晶体三极管的特性 王长福编 (23)
国产优秀半导体收音机（封底说明） (23)
单结晶体管 高福文 (24)
* 实验室 *
自制晶体管信号发生器 研东 (25)
* 晶体管电路讲座 *
PN结 丁编 (26)
* 初学者园地 *
电子琴 北京市少年宫无线电小组 (28)
晶体二极管的种类和选用 薛喜 (29)
频率覆盖为什么比较窄 李毓洲 (30)
晶体三极管断腿焊接法 龚菊英 (30)
* 问与答 * (31)
* 电子简讯 *
* 名词浅释 *

编辑、出版：人民邮电出版社
(北京东长安街27号)

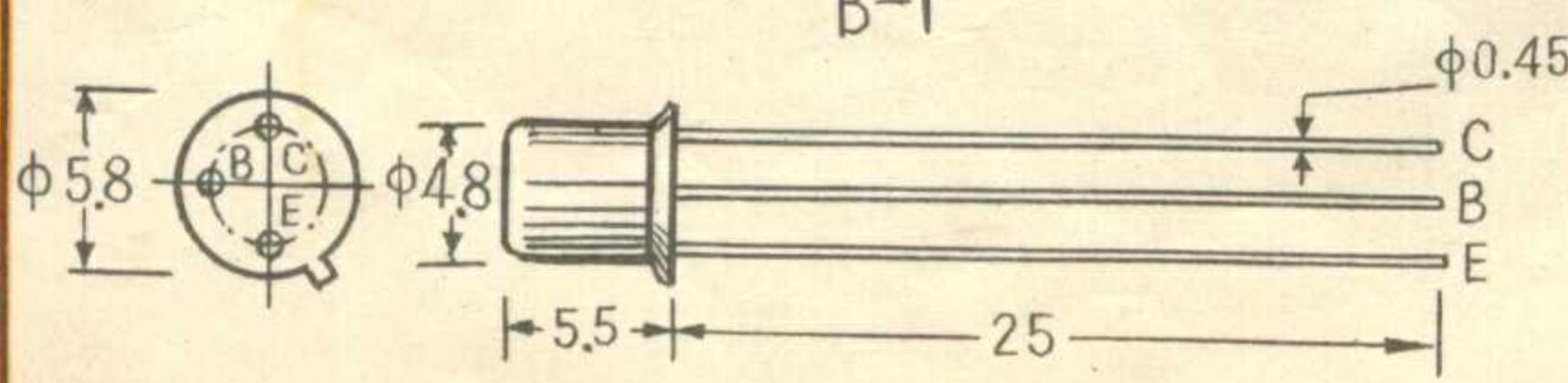
印刷：正文：北京新华印刷厂
封面：北京胶印厂
总发行：邮电部北京邮局
订购处：全国各地邮电局所

出版日期：1973年11月25日
本刊代号：2—75 每册定价 0.17元

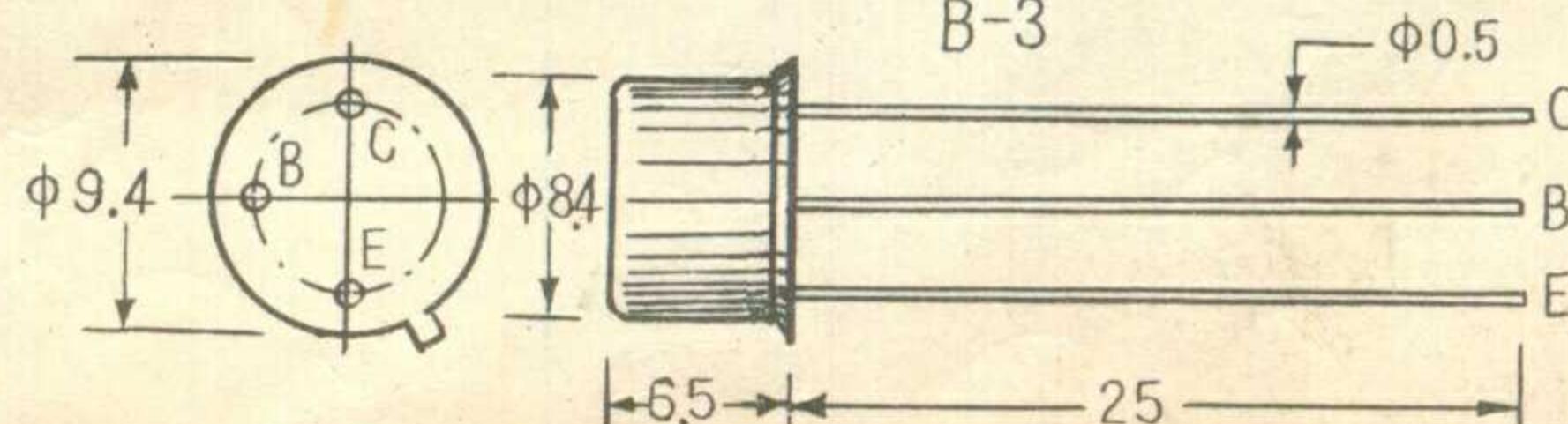
几种国产硅 NPN型晶体三极管的特性

电 参 数 号	极限参数		直 流 参 数								交 流 参 数			外 形	
	P _{CM} (mW)	I _{CM} (mA)	I _{CB0} (μA)	I _{CEO} (μA)	I _{EBO} (μA)	V _{BES} (V)	V _{CES} (V)	h _{FE}	BV _{CBO} (V)	BV _{CEO} (V)	BV _{EBO} (V)	f _T (MHz)	C _{ob} (pf)	K _p (db)	
3DG6A	100	20	≤0.1	≤0.1	≤0.1	≤1.1	≤0.35	≥10	≥30	≥15	4	≥100	≤4	≥7	
3DG6B			≤0.01	≤0.01	≤0.01				≥20	≥45		≥150	≤3		
3DG6C			≤0.01	≤0.01	≤0.01				≥20	≥45		≥250	≤3		
3DG6D			≤0.01	≤0.01	≤0.01				≥20	≥45		≥150	≤3		
测试条件			V _{CB} =10V	V _{CE} =10V	V _{EB} =1.5V	I _C =10mA	I _C =10mA	V _{CE} =10V	I _C =100μA	I _C =100μA	I _E =100μA	V _{CB} =10V	V _{CB} =10V	V _{CB} =10V	B-1
			I _B =1mA	I _B =1mA	I _C =3mA							I _E =3mA	I _E =0	I _E =3mA	
												f=30MHz	R _L =5Ω	f=100MHz	
类似型号	3DG11A; 3DG11B; 3DG19A; 3DG19B。														
3DG4A	300	30	≤0.1	≤0.1	≤0.1	≤1	≤1	≥20	≥40	≥30	≥4	≥200	≤5	r _{bb} ≤80Ω	B-1
3DG4B									≥20	≥15		≥200		r _{bb} ≤35Ω	
3DG4C									≥40	≥30		≥200		r _{bb} ≤35Ω	
3DG4D									≥20	≥15		≥300		r _{bb} ≤80Ω	
3DG4E									≥40	≥30		≥300		r _{bb} ≤80Ω	
3DG4F									≥20	≥15		≥150		r _{bb} ≤80Ω	
测试条件			V _{CB} =10V	V _{CE} =10V	V _{EB} =1.5V	I _C =10mA	I _C =10mA	V _{CE} =10V	I _C =100μA	I _C =100μA	I _E =100μA	V _{CB} =10V	V _{CB} =10V	V _{CB} =10V	
			I _B =1mA	I _B =1mA	I _C =10mA							I _E =10mA	I _E =0	I _E =10mA	
												f=100MHz	R _L =5Ω	f=30MHz	
类似型号	3DG9; 3DG32A; 3DG32B; 3DG61; 3DG62; 3DG63。														
3DG7A	500	100	≤0.5	≤0.5	≤0.5	≤1.5	≤0.5	≥20	≥20	≥15	≥4	≥100	≤13	≥6	B-3
3DG7B			≤0.1	≤0.1	≤0.1				≥45	≥25		≥200	≤12		
3DG7C			≤0.1	≤0.1	≤0.1				≥60	≥45		≥100	≤12		
测试条件			V _{CB} =10V	V _{CE} =10V	V _{EB} =1.5V	I _C =100mA	I _C =100mA	V _{CE} =10V	I _C =100μA	I _C =100μA	I _E =100μA	V _{CB} =10V	V _{CB} =10V	V _{CB} =10V	
			I _B =10mA	I _B =10mA	I _C =30mA							I _E =30mA	I _E =0	I _E =30mA	
												f=30MHz	R _L =5Ω	f=30MHz	
类似型号	3DG2; 3DG10。														
3DG12	700	300	≤10	≤100	≤10	<1.2	≤0.6	≥20	≥20	≥15	≥4	≥100	≤15	≥6	B-3
3DG12A			≤1	≤10	≤1				≥40	≥30		≥100			
3DG12B			≤1	≤10	≤1				≥60	≥45		≥200			
3DG12C			≤1	≤10	≤1				≥40	≥30		≥300			
测试条件			V _{CB} =10V	V _{CE} =10V	V _{EB} =1.5V	I _C =300mA	I _C =300mA	V _{CE} =10V	I _C =100μA	I _C =100μA	I _E =100μA	V _{CB} =10V	V _{CB} =10V	V _{CB} =10V	
			I _B =30mA	I _B =30mA	I _C =50mA							I _E =50mA	I _E =0	I _E =50mA	
												f=30MHz	R _L =5Ω	f=50MHz	
类似型号	3DG39; 3DG40; 3DG59。														

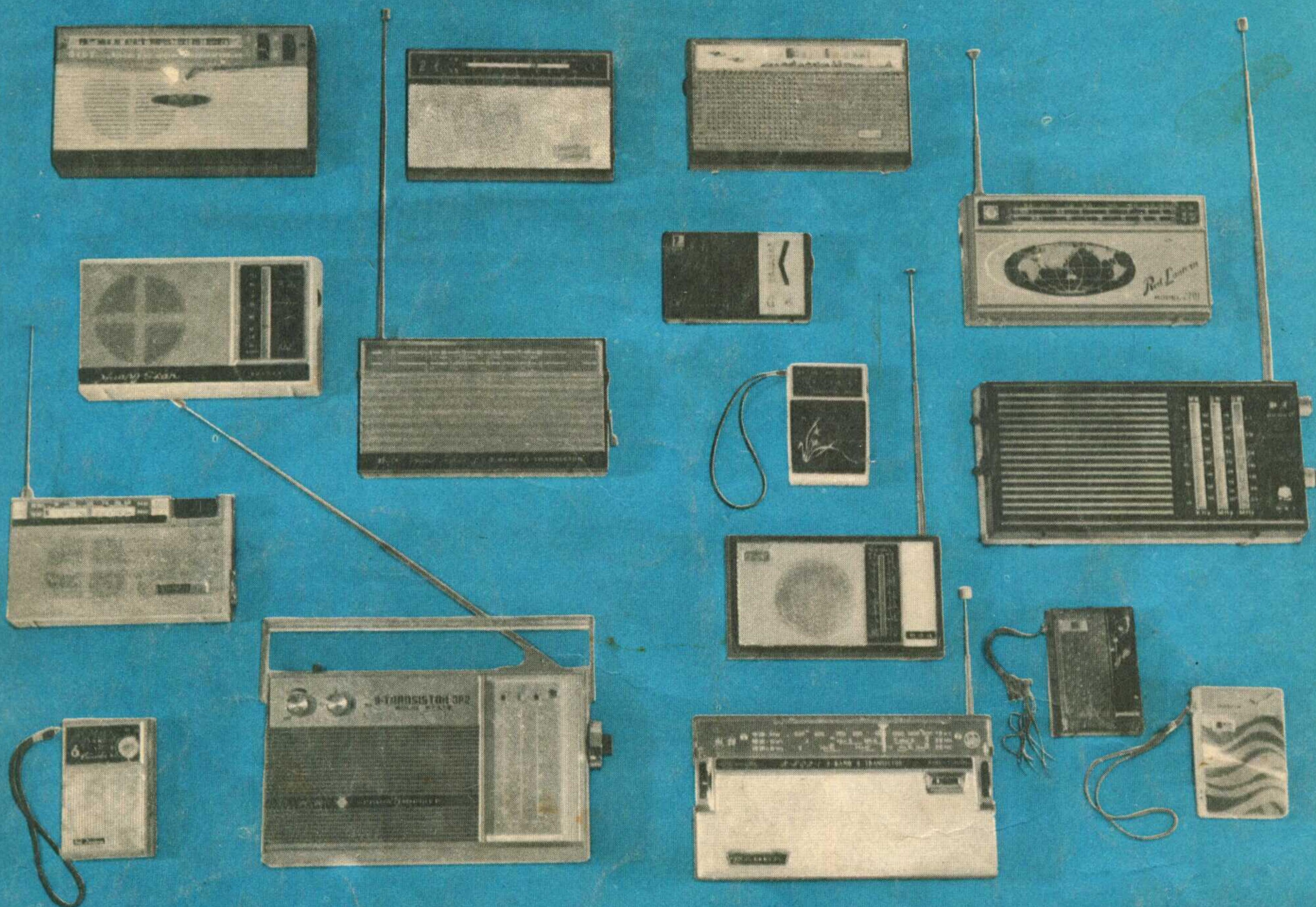
B-1



B-3

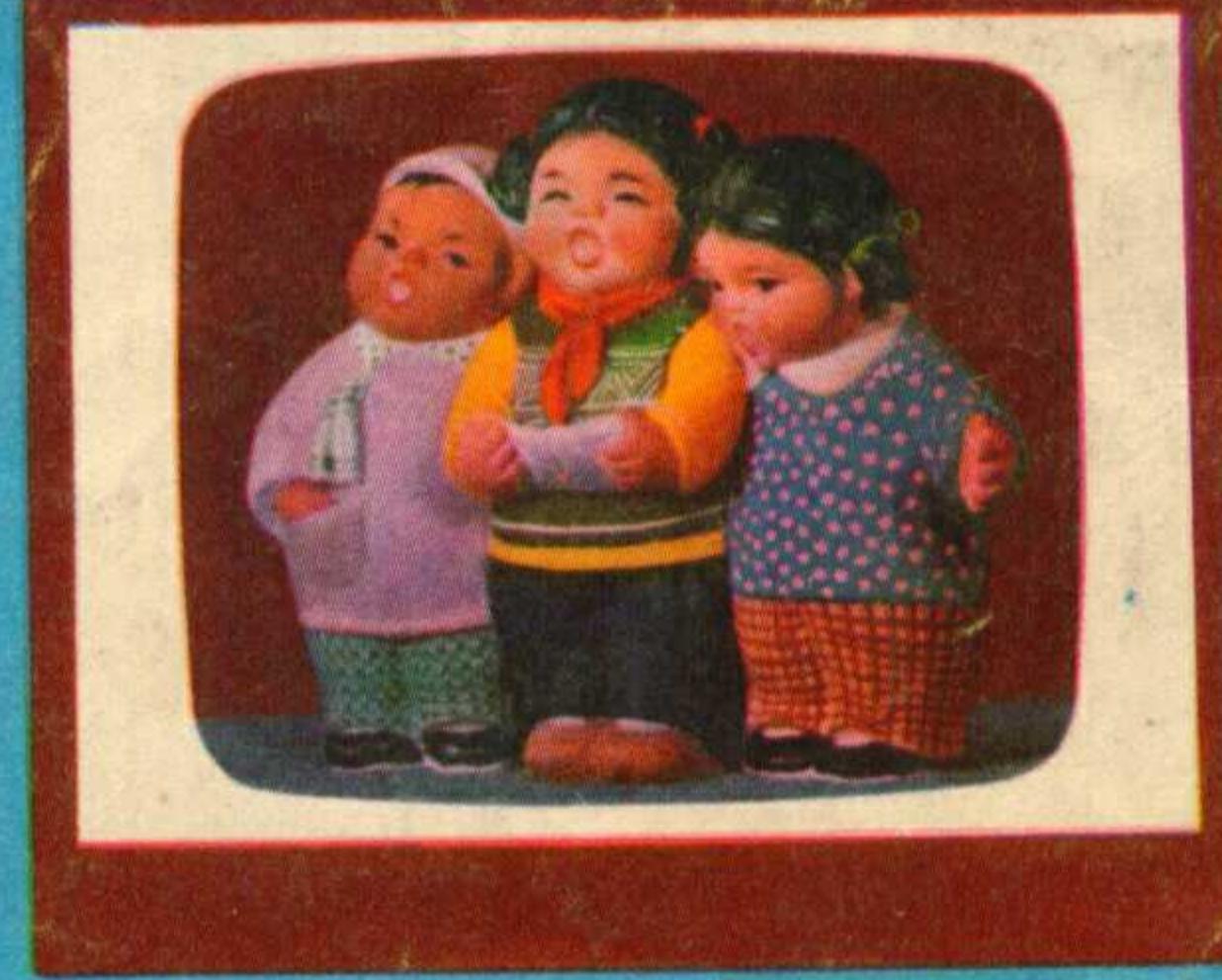
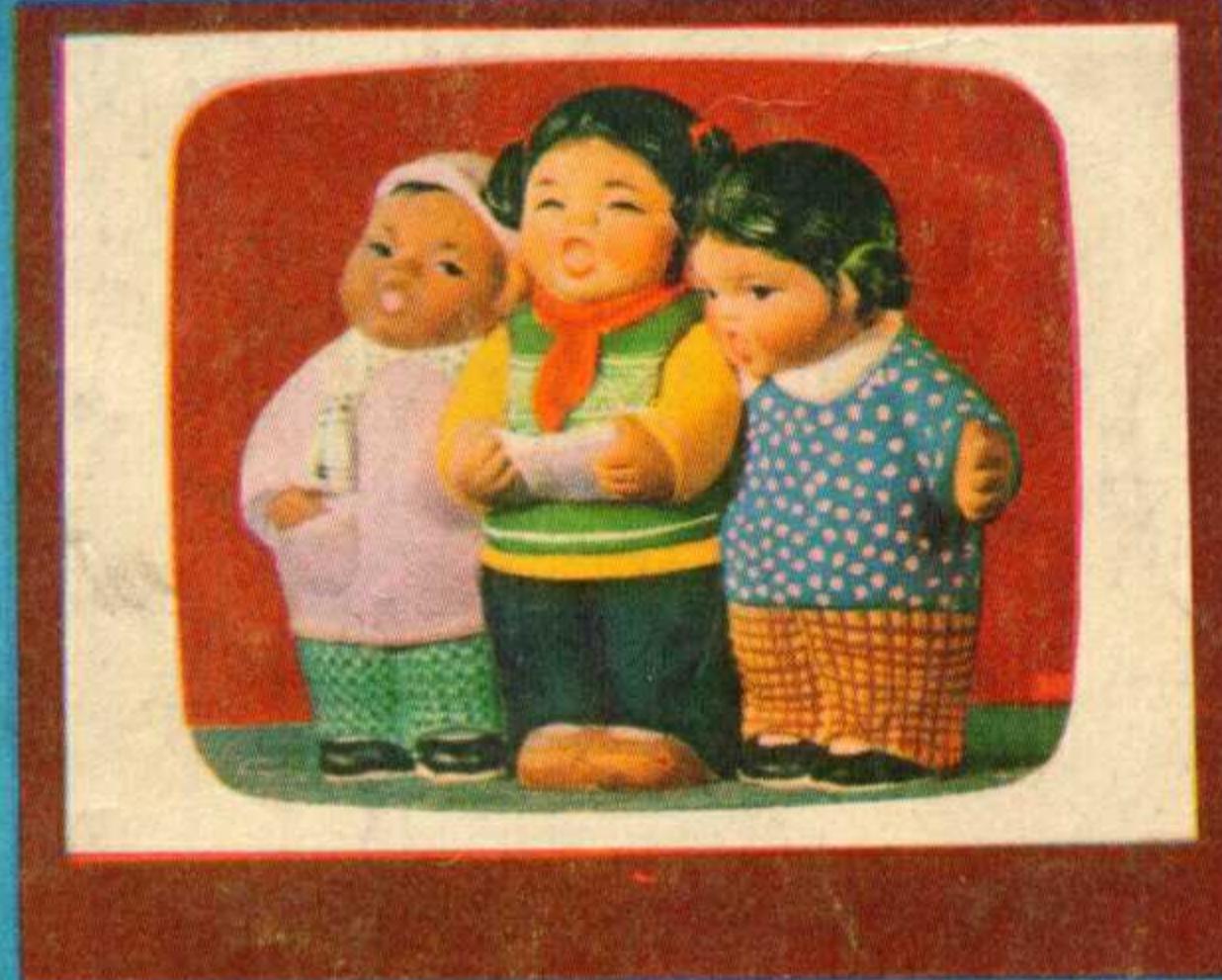


国产优秀半导体收音机



《彩色电视机的使用》

附图



无线电