

无线电

1974年

第 5 期

云木阁

无产阶级文化大革命的丰硕成果

上海机床工业战线广大工人群众研制成功一批数字程序控制机床。

在无产阶级文化大革命推动下，战斗在上海机床工业战线上的广大工人群众，坚决贯彻执行毛主席提出的**独立自主，自力更生**方针，研制成功了一批数字程序控制机床，为实现机械加工生产的自动化作出了新贡献。这是无产阶级文化大革命的丰硕成果，是对林彪反革命的修正主义路线的有力批判。林彪要复辟，我们就要反复辟；林彪反党集团拚命否定文化大革命，恶毒咒骂社会主义新生事物，我们就要深入批林批孔，以实际行动巩固、发展文化大革命成果，热情支持社会主义的新生事物，夺取革命和生产的新胜利。

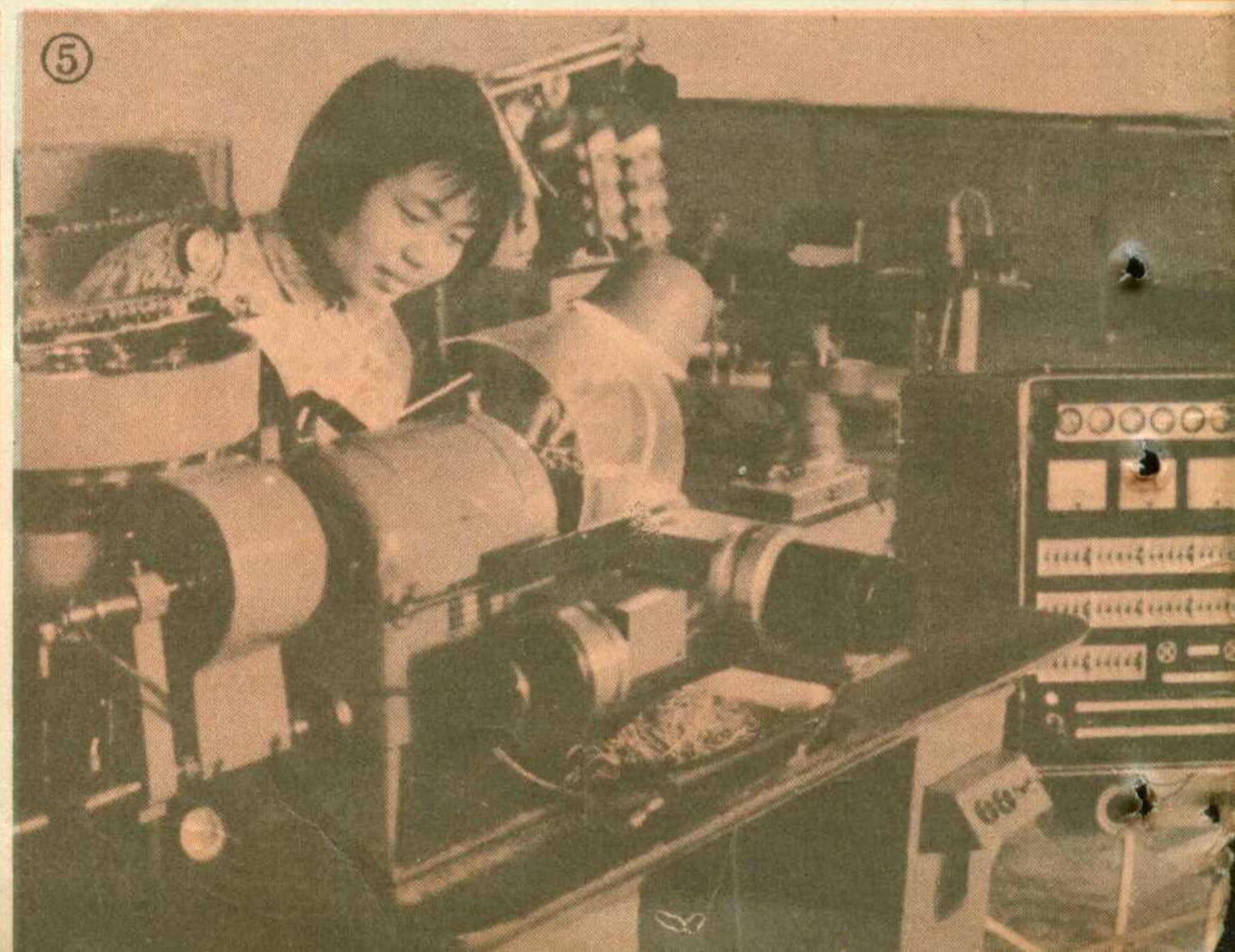
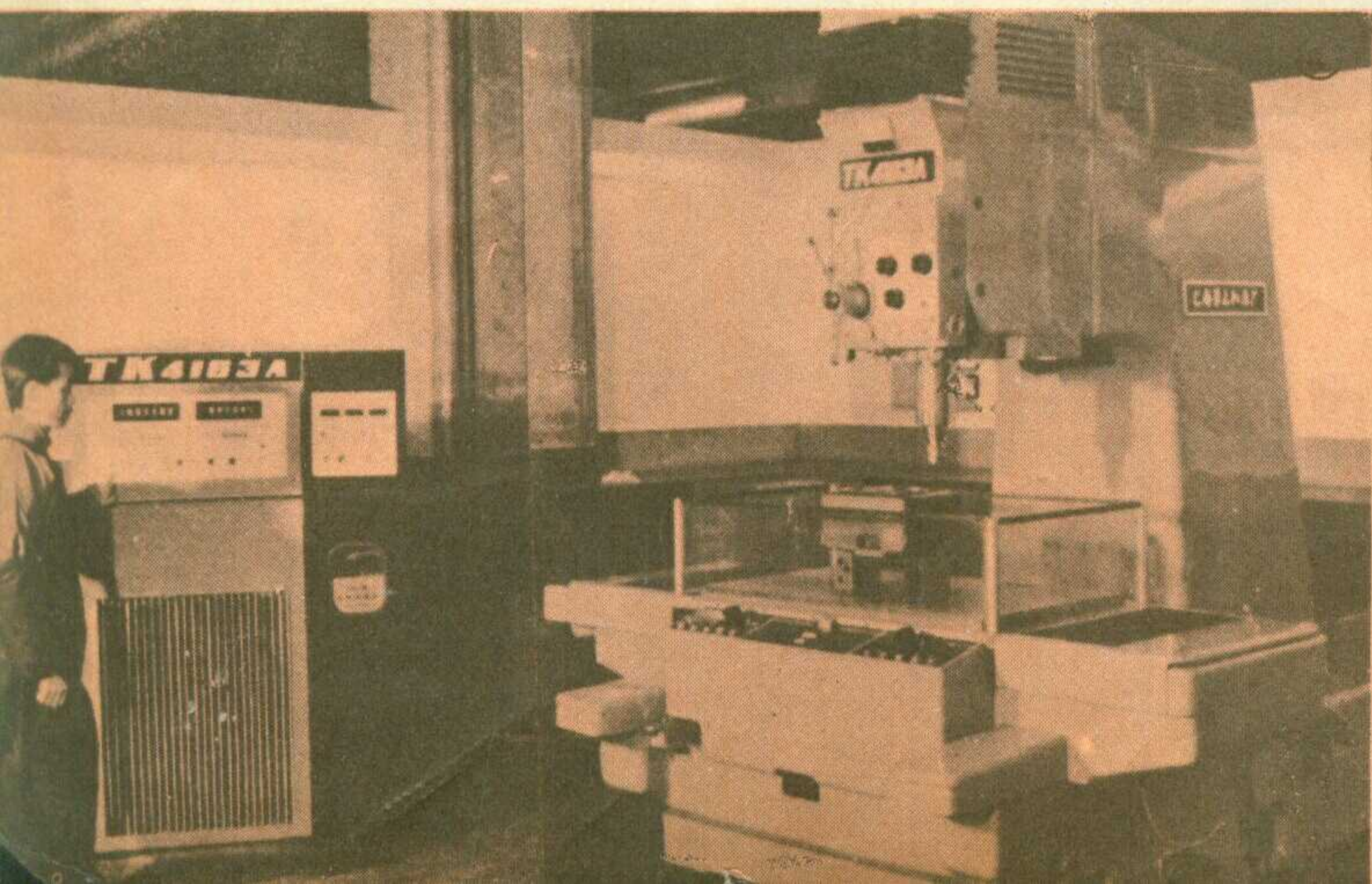
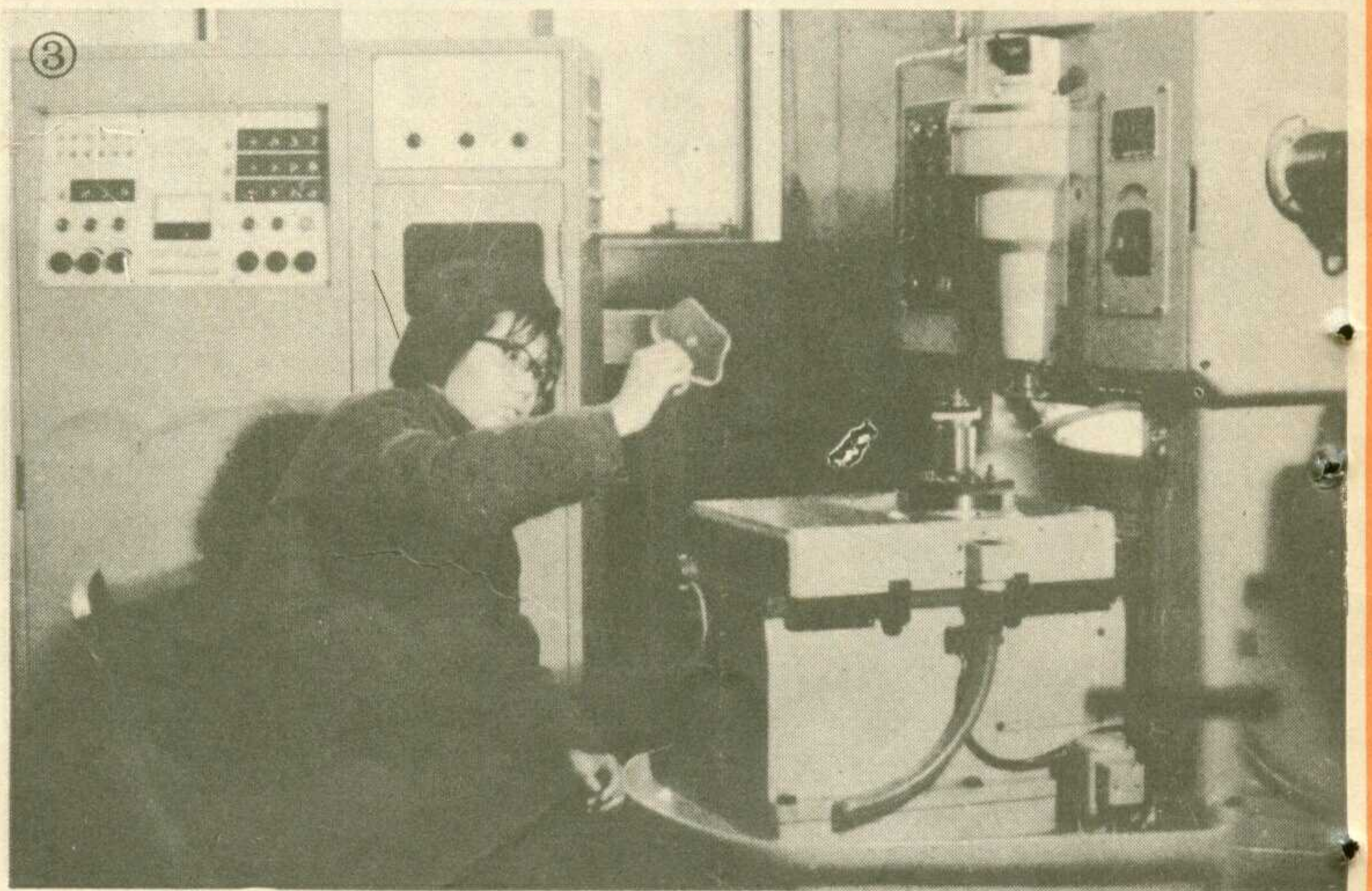
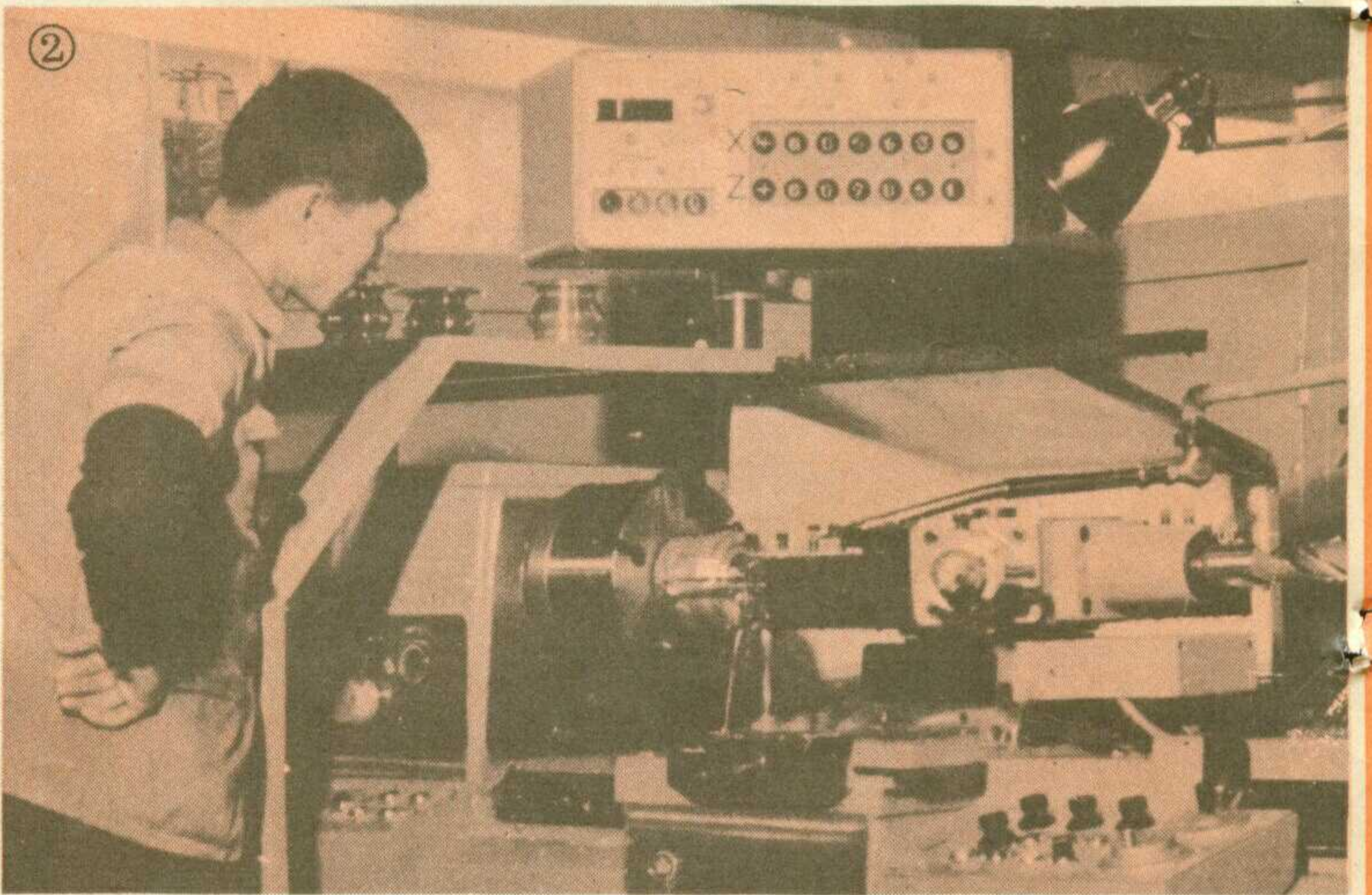
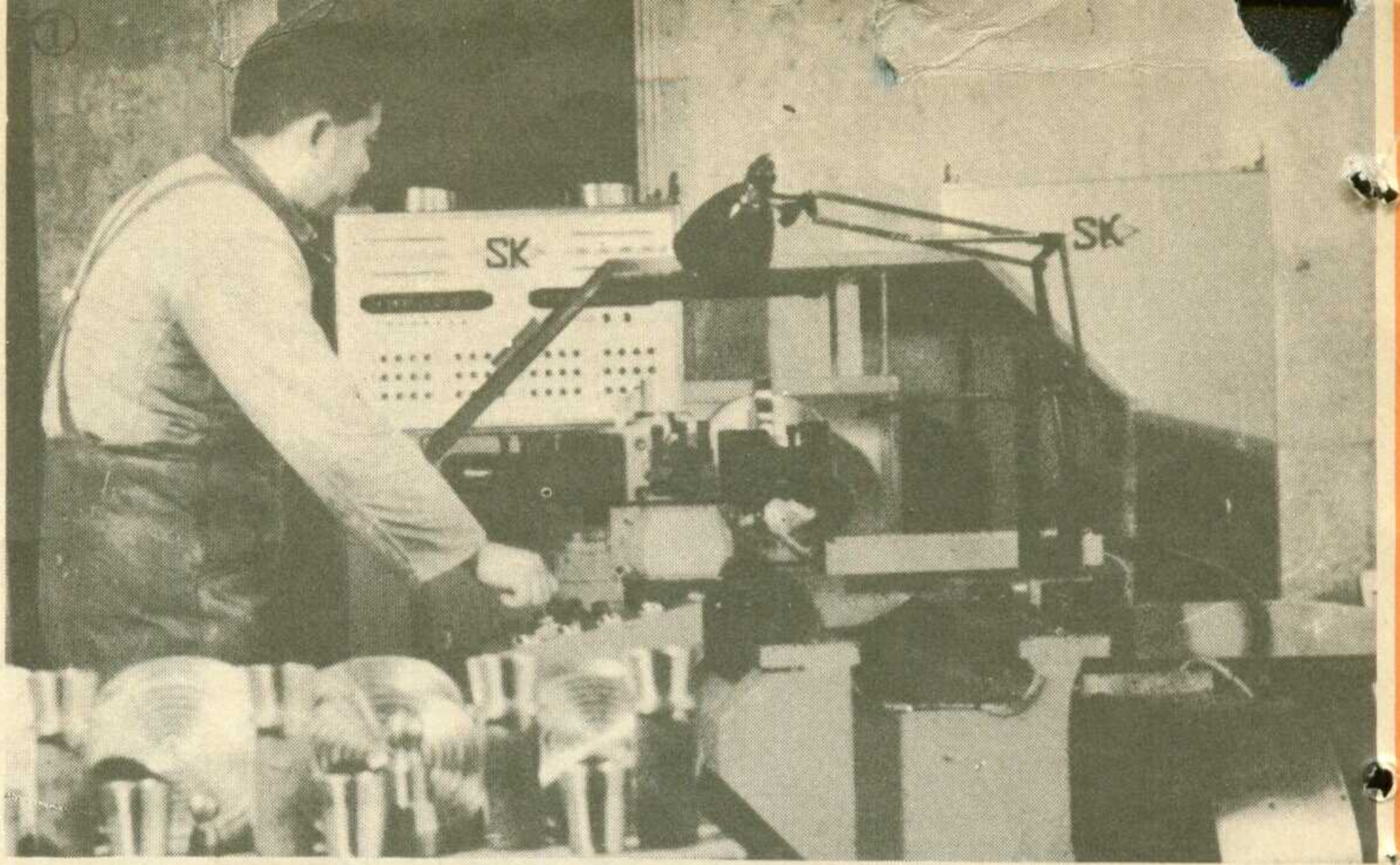
① CSK—6140 型数字程序控制车床，它能加工几何形状复杂的零件，自动化程度较高。

② CK6150型数字程序控制车床，它为实现多品种、小批量零件的自动化生产开辟了新途径。

③ YK5116型数字程序控制非圆齿轮插齿机，可以加工各种形状的非圆形齿轮和多圈非圆形齿轮。

④ TK4163A型数字程序控制单柱坐标镗床，解决了对孔距要求很高、需中小批量生产的多孔零件加工问题。

⑤ 简易数控车床，能把加工叠轮的三道工序一步化，并可进行群控装置。



自力更生 不断前进

北京椿树整流器厂 张国忠

伟大领袖毛主席提出的**独立自主、自力更生**的方针，是指导我国社会主义革命和社会主义建设取得胜利的一项根本方针。刘少奇、林彪一类修正主义路线的头子，一贯同毛主席的这项方针相对抗，尊孔崇洋，鼓吹洋奴哲学、爬行主义。叛徒、内奸、工贼刘少奇胡说什么要依靠“洋人”办工厂，竟然要共产党人当“红色买办”。叛徒、卖国贼林彪也是崇洋的奴才，他步刘少奇的后尘，一方面诬蔑社会主义经济“停滞不前”，反对独立自主、自力更生的方针，一方面乞求苏修的核“保护伞”，无耻投降苏修社会帝国主义。十分清楚，刘少奇、林彪之流的险恶用心，是用投降卖国的卑鄙手段，投靠帝国主义，妄图借此复辟资本主义。因此，要不要坚持**独立自主、自力更生**，这是无产阶级同资产阶级，马克思主义同修正主义，社会主义道路同资本主义道路的尖锐斗争。

我们厂十几年来，在毛主席为我们制定的“**独立自主、自力更生**”的方针指引下，从无到有，从小到大，从生产单一品种的产品到生产具有较高水平的材料、元件和成套设备。这是毛主席无产阶级革命路线的伟大胜利，是对刘少奇、林彪贩卖的洋奴哲学、爬行主义的反革命修正主义路线的有力批判。

我们厂是一九六〇年成立的。当时只有二十几名家庭妇女，他们当中，原先有的是做缝纫的，有的是糊纸盒的，论文化最高的只有初中二年水平，对电子工业更是一窍不通。论设备，全厂只有一桌二凳三间房。就在这种既无设备，又不懂技术的条件下，决心生产锗二极管。街道小厂要搞半导体，在当时是件新鲜事，厂内外震动很大。有的人说：“街道工厂搞半导体，真是癞蛤蟆想吃天鹅肉，心高妄想。”又有人说：“搞半导体得有五气（氢、氧、氮、氩、煤气），你们有吗？”但是，冷风、阻力没有动摇我们工人办厂的决心，同志们说：“我们没有五气，但我们有中国工人阶级的志气！”就这样不靠天，不靠地，自己动手装设备、学技术。没有烧结炉就用旧铁桶改装，没有气泵，就用脚踩“皮老虎”……。大家齐心协力闯过设备关、材料关，克服了许多困难，在有关单位协助下奋战十七个日日夜夜，胜利地制成了第一批锗二极管，合格率达到80%。

我们厂发展的历史，是一部尖锐复杂的阶级斗争史。斗争的焦点就是按什么路线办企业。是按毛主席的革命路线办企业，还是按刘少奇、林彪反革命修正主义路线办企业？是走社会主义道路，还是走资本主义道路？这个斗争集中表现在是土法上马，土洋并举，还是重洋轻土，贪大求洋；是独立自主，自力更生，还是洋奴哲学，依赖外援。自建厂那天起，这方面的斗争一直在激烈地进行着。

树欲静而风不止。当时我厂生产锗二极管的主要原材料锗单晶是从苏修进口，后来，苏修背信弃义，撕毁合同，断绝供应锗单晶，想从经济上卡我们的脖子。国内刘少奇、林彪一伙遥相呼应，配合帝、修、反向无产阶级大肆进攻，在工业战线上刮起一股“停、关、并、转”的妖风，迫不及待地想搞垮社会主义工业建设，妄图颠覆无产阶级专政。面对这种情况，是被“卡”掉，停止前进？还是“顶”住，继续向前？同志们学习了伟大领袖毛主席的教导：“**多少一点困难怕什么。封锁吧，封锁十年八年，中国的一切问题都解决了。中国人死都不怕，还怕困难么？**”毛主席的教导我们字字句句记在心里，给我们极大的鼓舞和力量，下定决心，闯出新路。工人同志说：“苏修不供给我们原材料，想要我们乞求他们，那是做梦！有人想让我们下马，绝对办不到！”批判了洋奴哲学、爬行主义，破除迷信，解放思想，战胜一个个困难，经过四个多月的奋斗，用国产的硅材料生产出了硅整流元件，并装成了硅整流装置，为我国电子工业填补了一项空白。

可控硅元件是五十年代问世的一种新型半导体器件。它的用途十分广泛，是工业自动化的重要元件之一。六十年代初期，国外只有少数几个国家开始生产，国内也只有某些单位研制。象我们这样小厂生产这种产品行吗？这时又有人出来吹冷风，说什么小厂搞可控硅是“劳民伤财”，是“瞎胡闹”。大家回忆了厂史，重温了毛主席关于“**我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内把我国建设成为一个社会主义的现代化强国**”的教导，信心十足，干劲倍增。工人同志们说：“为伟大祖国争光，一定要生产出可控硅。”一场歼灭战开始了，集中群众智慧，群策群力，走出去，请进来，只用了两个多月的时

间，就制出几十台土设备，并很快掌握了扩散、腐蚀、合金、表面处理保护、焊接密封等关键工艺。在半年多的时间内共做了近四百种试验，取得了几万组数据，胜利地试制出可控硅元件，为电子工业增添了新品种。

伟大的无产阶级文化大革命，极大地激发了群众的社会主义积极性，我们厂的广大工人、干部和技术人员狠批刘少奇、林彪推行的反革命修正主义路线，焕发出无穷的革命干劲和智慧，使生产出现了新的局面。产品质量不断提高，数量不断增长，品种不断增加，成功地制出了高频、双向、可关断可控硅元件，生产出多种硅整流装置和可控硅整流设备。冶金工业用的真空自耗炉电源和快速充电机的主要技术指标达到了较高水平。新技术、新工艺不断涌现，我厂三车间模具班把硅整流元件、可控硅元件的各种规格底座，全部采用了冷挤压工艺成型，比切削加工生产效率提高了八倍，材料利用率提高了一倍。以后又对挤压使用的毛坯制造方法进行全面的改革，用棒料代替板料，仅这一项改革每年即可为国家节约近二千公斤紫铜。

过去，我国铁道部门曾进口某资本主义国家制造的电力机车，此机车的主要部件之一——引燃管，一直从国外进口补充。外国资本家百般刁难，提出十分苛刻的进口条件，千方百计卡我们，妄图控制我国电气化铁道的发展。我厂工人同志们听到后肺都要气炸了，提出试制生产雪崩硅整流元件，改造电力机车，打击帝、修、反。同志们狠批了刘少奇一类骗子所推行的卖国主义黑货和所犯下的罪行，组成了以工人为主体的“三结合”试验小组，不分白天黑夜，投入紧张的试制工作。大家怀着高度的主人翁的责任感，以冲天的革命干劲，踏实的科学精神，在较短的时间内制成雪崩硅整流元件，对外国的电力机车进行了技术改造，使电力机车线路简化，造价便宜，运行可靠，回

击了帝、修、反的猖狂挑衅。

在批林批孔运动中，我厂广大职工畅谈无产阶级文化大革命以来我厂革命和生产的大好形势，愤怒声讨林彪反党集团恶毒攻击无产阶级文化大革命，阴谋复辟资本主义的罪行。广大职工回顾了我厂的发展史特别是无产阶级文化大革命以来的巨大变化，工人同志们说：“毛主席亲自发动和领导的无产阶级文化大革命，粉碎了刘少奇、林彪两个资产阶级司令部，巩固了无产阶级专政，打击了修正主义，推动社会主义建设大步向前，就是好得很。”广大职工在无产阶级文化大革命中，受到了教育，得到了锻炼，进一步提高了贯彻执行毛主席革命路线的自觉性，纷纷用切身的体会，狠批资产阶级野心家、阴谋家、两面派、叛徒、卖国贼林彪恶毒攻击无产阶级文化大革命，污蔑国民经济“停滞不前”的罪行。他们说：“十几年来，我们厂生产了各种规格的元件几百万只，制造出硅整流装置几千台，有的产品达到了一定的先进水平。这些成绩的取得，是由于广大职工坚持抓革命促生产的结果，特别是由于在无产阶级文化大革命中提高了执行毛主席制订的**独立自主、自力更生**方针的自觉性和不断排除刘少奇、林彪的投降主义、卖国主义修正主义路线的干扰和破坏的结果。”“我们厂的实践，充分证明**无产阶级文化大革命是使我国社会生产力发展的一个强大的推动力**。”刘少奇、林彪推行洋奴哲学、爬行主义的反革命修正主义路线，丝毫不能阻挡我国的社会主义大踏步前进，他们所崇拜和投靠的帝国主义、社会帝国主义，以及他们所梦想复辟的资本主义制度已经日薄西山、气息奄奄，我国社会主义制度犹如旭日东升，蒸蒸日上。广大职工回顾过去、展望未来，决心深入批林批孔，彻底批判林彪的“克己复礼”的反革命修正主义路线，抓革命、促生产，为在不远的将来，使我国的科学技术赶上和超过世界先进水平而努力奋斗。

* * * * *

(上接第3页)

波动时输出基本不变。稳压电路中 DZ_2 为稳压管，作基准电压。 BG_1 起调整作用、 BG_2 起比较和放大的作用，电位器 R_4 可用来调节输出电压。

电源变压器次级输出电压为 20 伏，经桥式整流、 C_1 滤波后，作为晶体管稳压电路的输入。

四、校验：

全机安装完毕后应进行校验。方法是用电压表测量 BG_4 集电极电压，用手慢慢转动被测轴，每当遮光盘上圆孔对准光电二极管时，电压表上即应指出一定数值约 15 伏左右，可用 R_4 加以调节，圆孔偏离时电压表应跳回至接近零伏（约 0.22 伏）。遮光盘上每只圆孔都应这样校验一次，如果电路良好而校验时有某几只圆孔电压表指针始终跳不上来，说明该几只圆孔与

其它圆孔不同心，应重新制作遮光盘。

电表刻度校准的校准点，应选在接近满度值处，例如满度值为 1500 转/分，则可选 1380 转/分，此时 BG_4 集电极输出负脉冲频率为 $\frac{1380}{6} = 230$ 赫。用数字式频率表测 BG_4 集电极与地间负脉冲频率，当频率表显示 230 赫时，即可调整 R_{10} ，使电表指针指在 1380 转/分。然后使被测轴停转，微调 R_4 使表针指零。校准以后， R_4 、 R_{10} 都应漆封，以免日久松动，阻值改变。

由于转速表工作时要求光电二极管、光源、遮光盘圆孔三者轴线必须对准，因此三者安装位置应尽量选择振动较少的部位。同时又要便于检查和更换零件。

该装置因其受感器只能装在一个被测轴上，故只能用于固定测速。

光电脉冲转速表

上海织袜十三厂

我厂卷绕锦纶长丝的卷绕机，为了随时控制纺支数，卷绕机的速度必须经常测量。以往我们是使用转速表人工测量的，操作次数频繁。我厂广大工人发扬了自力更生的精神，自制了晶体管光电脉冲转速表。该表安装在卷绕机转轴上，能够自动测出转轴的转速。从所测的车速就可以推算出所纺锦纶长丝的支数。该表制作简单，测速范围可从每分钟几十转至几万转，使用效果较好。

图1为转速表的电原理图。全部电路由光电转换、频率表和电源三部分组成。

一、光电转换部分：

它的作用是将非电量（即转速）转换成电量。采用光电二极管作光敏元件，光源为6~8伏小电珠。光电二极管与光源之间装一个遮光盘，遮光盘固定在被测轴上，遮光盘上开有十个圆孔，圆孔中心都与光电二极管对准。因此，被测轴每转一周，光电二极管将受到十次光照。

二、频率表部分：

这是电路中的主要部分。它由射极耦合触发器、限幅器和电容充放电三部分电路组成。

电原理图中BG₃、BG₄组成射极耦合触发电路，光电二极管没有受到光照时，内阻大，BG₃处于截止状态，适当地选择电阻R₁₀和R₁₁的数值使BG₄饱和导通，这是触发电路的一种稳定状态。当光电二极管受光照时，内阻变小，其电流增大，使R₇上压降增大，从而使BG₃导通，BG₃的集电极电位升高，通过R₁₀、R₁₁分压，BG₄的基极电位升高，发射极电流减少，使在电阻R₁₂上的压降减少，从而使BG₃的集电极电流增加，这样一个正反馈过程迅速地使BG₃导通到饱和，BG₄截止，出现了另一个稳定状态。被测轴每转一周，BG₄截止十次，集电极输出十个负脉冲。因此负脉冲频率 $f = 10n \text{ 周/分} = \frac{10}{60} n \text{ 周/秒}$ ，n为被测轴转速，例如n=1500转/分，则 $f = \frac{1500}{6} = 250 \text{ 周/秒}$ 。

用电容器充放电电路来测量BG₄输出负脉冲的频率。当BG₄截止时，电容器C₅通过二极管D₁、R₁₆、

R₂₀由电源充电（电位计R₁₆用作刻度校准）。BG₄导通时，C₅通过D₂和50μA表头放电。在脉冲的一个周期内，C₅充放电电量相等，因此，充放电电流的平均值也相等。

因为电容器充放电电量q和电容器容量c，电容器两端电压u成正比，即：

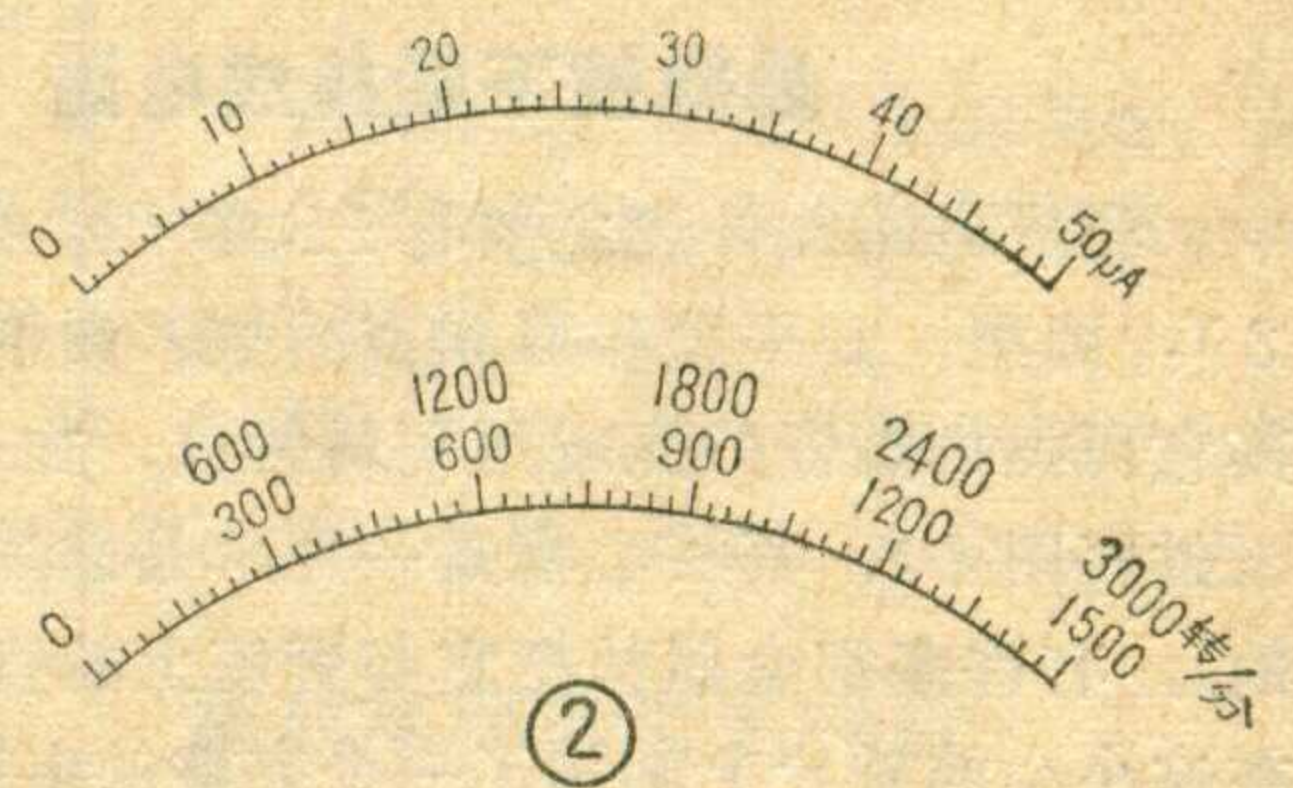
$$q = cu$$

所以一个周期内平均放电电流

$$I_{\text{平均}} = \frac{q}{t} = \frac{cu}{t} = cuf$$

当c、u数值固定后，I_{平均}即与频率f成正比，也即与转速n成正比。

因而表头指针所指的数字可直接反映出被测轴的转速。将原μA的电流刻度改成转速刻度的示意图见图2。



流刻度改成转速刻度的示意图见图2。

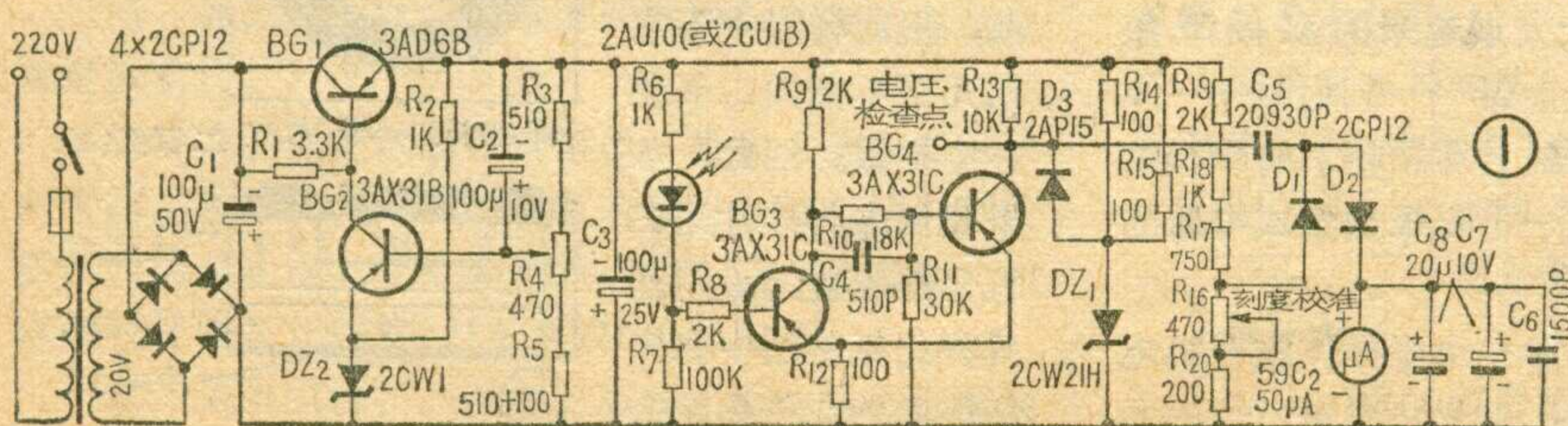
原理图中所标的C₅数值为满度量程1500转/分时的数值。如加装一只波段开关，并配以不同数值的C₅数值即可获得不同的量程。量程与C₅的关系是：量程每扩大（或缩小）K倍，C₅数值相应减小（或增大）K倍。如图2中是刻有满度值为1500转/分及3000转/分两档转速数值的表面。C₅要选用容量比较稳定、受外界影响比较小的电容器。如果数值上没有正好合适的，可用串并联办法来解决。

为尽量减少由于电压变化引起的误差，电路中还加了由R₁₄、R₁₅、DZ₁、D₃组成的一级限幅器。其中R₁₄、R₁₅、DZ₁是一个二极管稳压电路，D₃为限幅二极管。限幅器可以使BG₄输出脉冲的幅度保持稳定。

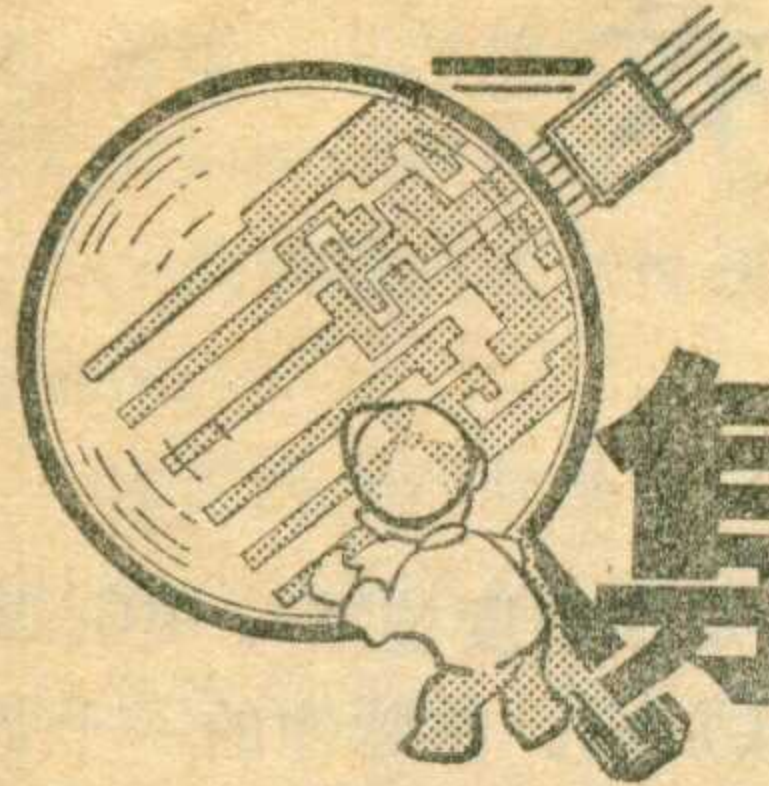
三、电源部分：

由于通过表头的电流 $I_{\text{平均}} = cuf$ ，因此电压的稳定具有重要的意义。图中采用了由BG₁、BG₂、DZ₂组成的晶体管稳压电路以供给频率表各电路稳定的电源。该晶体管稳压电路可保证输入电源在190~240伏范围内

（下转第2页）



浅谈半导体



集成电路制作

吴思齐

半导体集成电路（以下简称集成电路）是六十年代发展起来的一门电子电路小型化新技术。由于集成电路有许多优点：重量轻、体积小、使用方便可靠、适于大规模自动化生产等，十几年来其产量、质量都获得了很快的发展。目前，集成电路已被广泛用于宇宙航行、导弹、电子计算机、程序控制系统以及通信、广播、电视等许多方面，北京大学等单位共同研制成功的百万次集成电路电子计算机就是一个例子。

显微镜下看集成电路

集成电路的外表主要有三类（封底图1、2、3）：圆型、扁平型和双列直插型。圆型用金属外壳，其它两类用陶瓷外壳或用塑料铸成。如果打开外壳（封底图4），其核心都是一片单晶硅片（也有几片的），有许多细金属丝把它与管座上的管腿连结起来。在这小小的硅片上制作了一个完整的电路（如放大电路、振荡电路、开关电路等）。在显微镜下可以看见硅片上那密密麻麻的银白色的铝引线和这些引线所连接的许多电路元件，即电阻、电容器、二极管、三极管等。这些元件的样子与我们日常见到的同类元件的样子大不相同（见封底图片）。在较简单的集成电路里，大约有十来个元件，而复杂的集成电路里甚至可以制作上万个元件。人们常用“细如发丝”来形容物体之细，但集成电路里的铝引线只有头发丝粗细的几分之一；人们又常用“芝麻大的地方”来比譬地域之窄，殊不知正是在这芝麻大的地方却制作了成百个电路元件和它们的连线。这小小的管芯，从备片到制成，需要经过四、五十道工序。

集成电路的制作过程

半导体集成电路目前共分两类。一类是在普通NPN硅平面晶体管工艺基础上发展起来的双极型集成电路；另一类是在MOS（即金属——氧化物——半导体）型场效应晶体管工艺基础上发展起来的MOS型集成电路。本文仅简单地介绍一下双极型集成电路的制作过程。

当我们制作一个电路，比如一个半导体收音机电路时，实际工艺是分成两步的：首先将电路所需的元

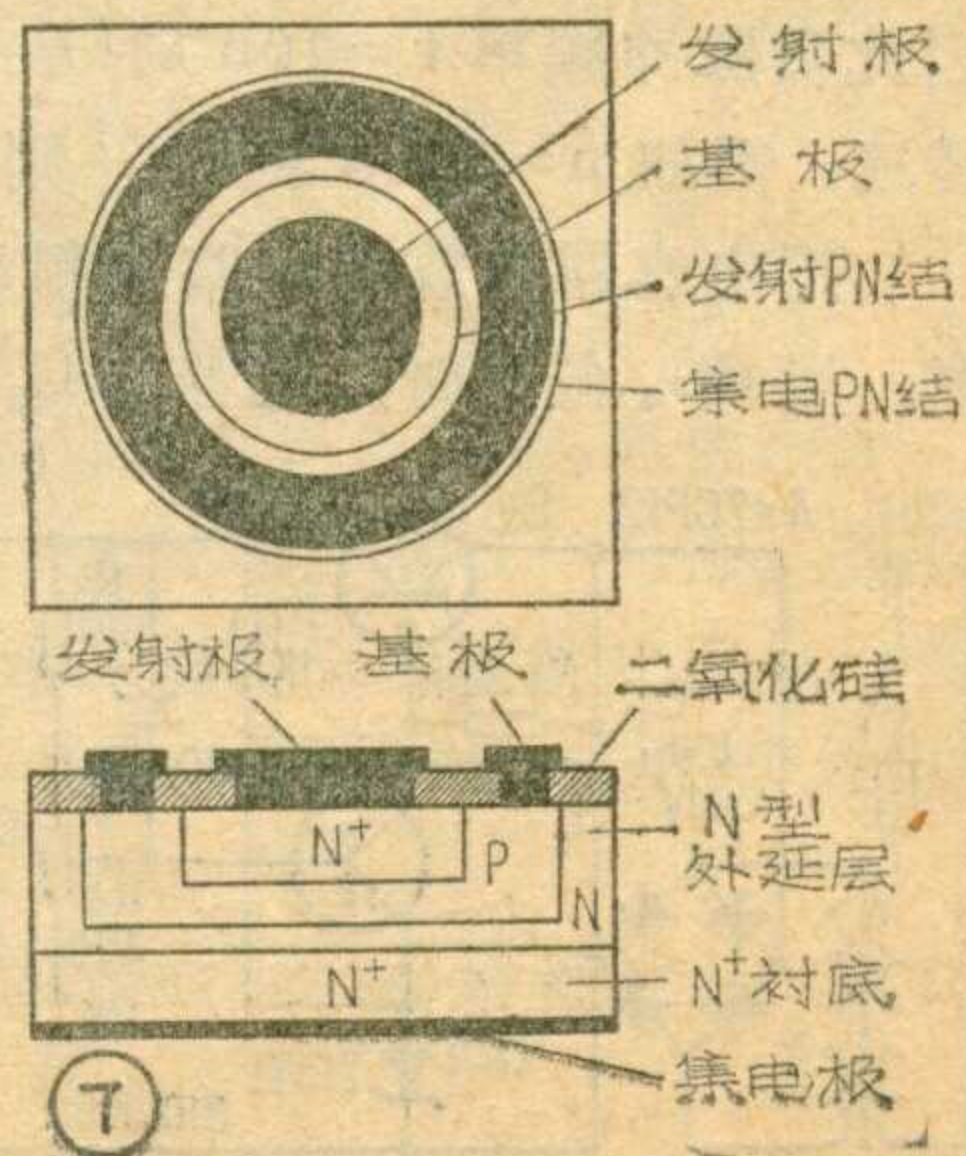
件——电阻、电容器、电感、三极管、二极管等——制作出来（当然这一步早由元件厂为我们做了），其次再将元件连接成电路。这后一步还可细分为把元件固定在绝缘板上、焊接元件间的连线以做成线路板、在线路板上接出输入（接磁性天线）、输出（接扬声器）、电源、地线等引出线这样一些小的步骤。

集成电路的工艺既然是制作一个整体电路，当然也包括这样两个步骤。只是制作元件和连接成电路所采用的方法不同。半导体集成电路为实现这两个步骤，采用了“平面工艺”技术。其工艺并没有超出制作外延硅平面三极管所采用的外延、氧化、光刻、扩散、蒸发等工艺的范围。集成电路的制作像硅平面三极管一样要有硅片准备、管芯制作这样一些步骤，又像焊电路时一样必须实现电路连接，并接出必要的输入、输出、电源、地线等引出线以便与外电路连接。

集成电路的制作与硅平面三极管的制作有许多相似之处，所以下面我们首先介绍一下硅外延平面三极管的制作方法。

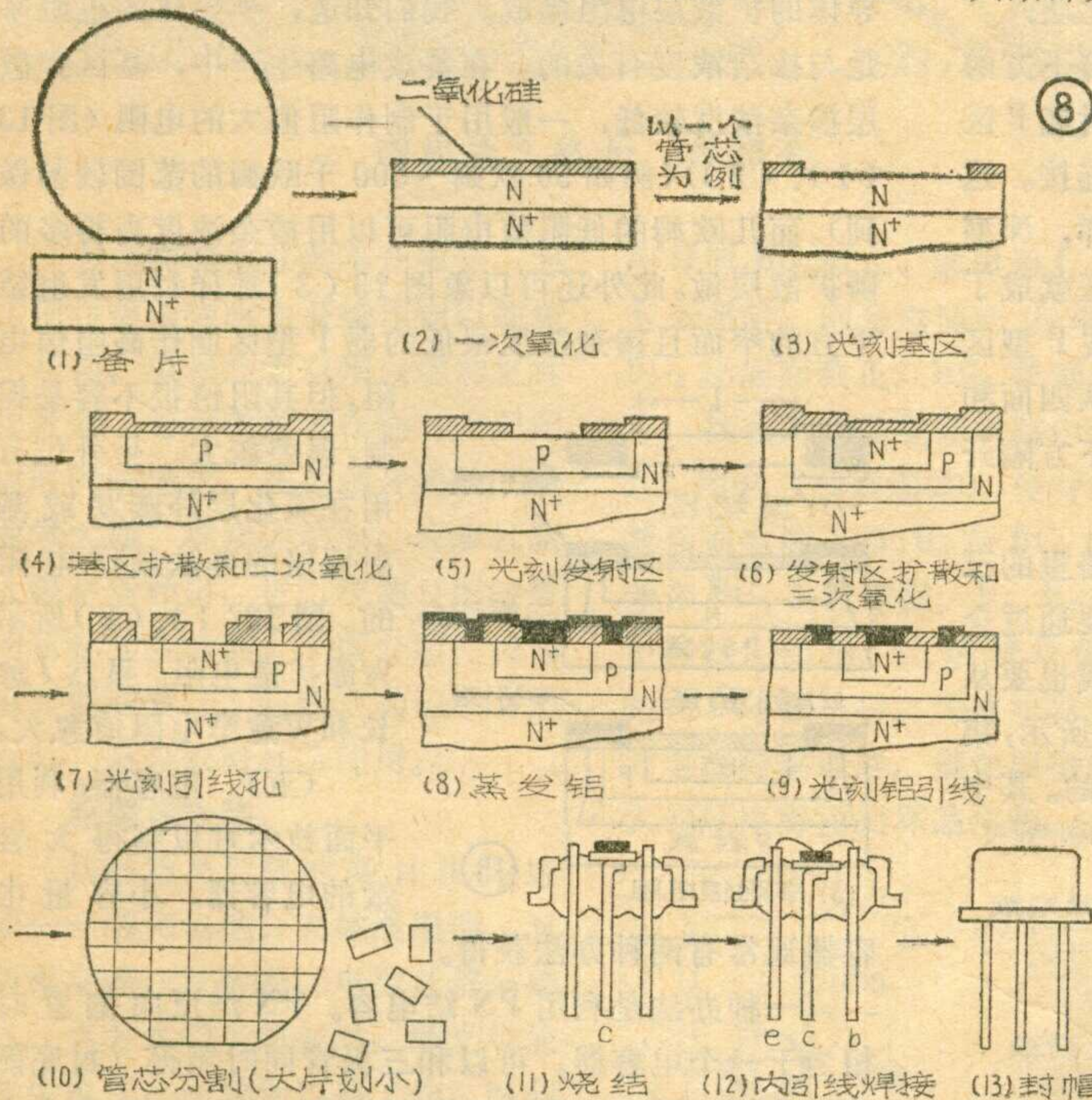
硅外延平面三极管的制作

硅外延平面三极管的管芯顶视和剖视图见图7。我们知道，杂质硼、镉等掺入半导体可使半导体变成P型，而杂质磷、锑等掺入半导体可使半导体变成N型。因此我们如果取N型硅片为集电区，使其上一个局部区域掺上硼变成P型，作为基区，再在此基区中的一个局部区域掺上磷，重又变成N区作为发射区，则可做成一个NPN的三极管。工艺上通过所谓定域扩散的办法实现上述设想。在高温下（1000°C以上）硼和磷都能以较快的速度向硅中扩散，但同样温度下它们几乎不能向二氧化硅中扩散。因此，如果我们先将硅片用二氧化硅覆盖起来，然后将此氧化层中指定部位内的二氧化硅去



掉，露出硅来进行扩散，则去掉了二氧化硅的地方（叫“氧化层窗口”）有杂质扩入，其余部分由于氧化层的掩蔽，不受杂质影响。这就叫定域扩散。为了按指定部位开氧化层窗口，必须用到光刻技术。硅平面管工艺正是通过对硅片反复使用氧化——光刻氧化层窗口——定域扩散这样的工艺循环来制作三极管的。具体工艺流程如图8所示。

① 硅片准备：用低阻 N^+ 型硅单晶按一定的晶



体方向切成薄片、用金刚砂磨去切片刀痕、再经镜面抛光。然后用外延生长技术生长一层掺杂较低的 N 型外延层（具体掺杂多少由所作管子特性要求决定）。管芯就制作在此外延层上。

② 一次氧化：片子经清洗后放入高温炉的石英管内，送入氧气，在高温下生成一层薄的二氧化硅层。

③ 光刻基区：按照预先制好的基区掩模版用光刻腐蚀的办法刻蚀出基区氧化层窗口。

④ 基区扩散和二次氧化：将硅片放入高温炉内，通入含有杂质硼的气流，硼的分子在开有“窗口”的地方扩入硅片，将“窗口”内的硅由 N 型变成 P 型，形成基区——集电区 PN 结。随即通入一部分氧气，使基区上方生成氧化层，将“窗口”再次掩蔽起来。

⑤ 光刻发射区：用发射区掩模版在基区内刻出发射区窗口。

⑥ 发射区扩散和三次氧化：将硅片放入高温炉内含有杂质磷的气流里，磷扩入发射区“窗口”，将发射区内的硅又由 P 型变成 N 型，形成 NPN 三极管。同时进行三次氧化将“发射区窗口”掩蔽起来。

⑦ 光刻引线孔：经过三次氧化后的硅片表面覆

盖着一层绝缘的二氧化硅层，为了引出基区、发射区的引出线，必须再次使用光刻的办法刻出基区和发射区的引线孔窗口。

⑧ 蒸发铝：在高真空条件下使铝熔化，铝分子因蒸发（如同水蒸发为蒸汽那样）而飞离液态铝表面，淀积于硅片表面上，形成一层一到几微米的薄铝层。这层铝通过“引线孔窗口”与硅的基区、发射区接触，其余部分与硅体绝缘。

⑨ 光刻铝引线：除了两个电极引线部分外，将其余部分的铝通通用光刻办法腐蚀掉。同时基区铝引线和发射区铝引线也彼此分开了。

⑩ 管芯分割：通常在一块硅片上同时制作着几百，几千个管芯。本工序内用激光或金刚刀将其一个个分割开来。

⑪ 烧结：将管芯烧结在底座上。底座与管子的集电极管腿是连在一起的，因此从管芯下方出来的集电极通过烧结直接与 C 管腿连接。

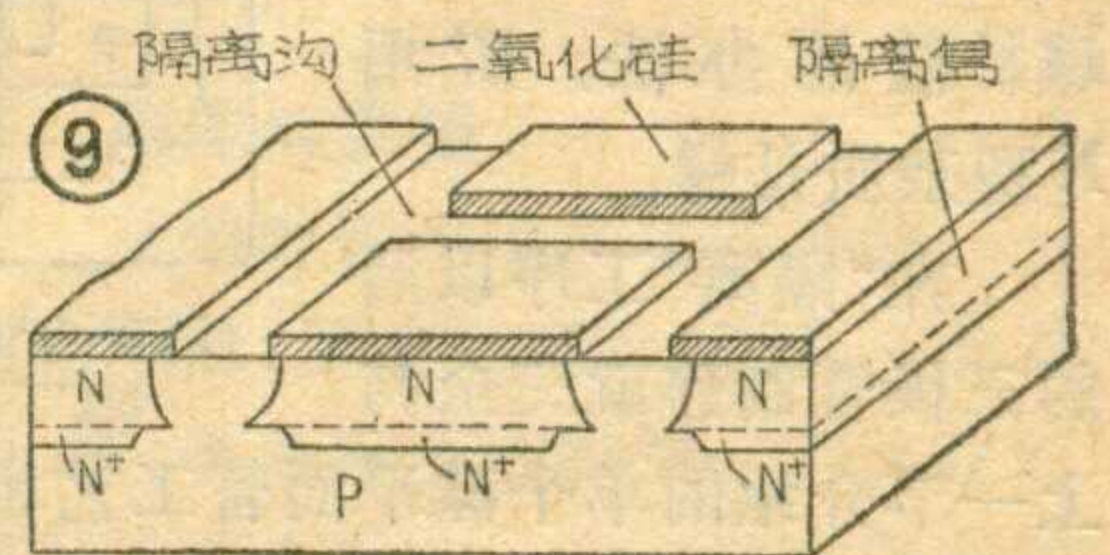
⑫ 内引线焊接：将管芯上的基区、发射区铝引线分别与管座上的相应管腿用金丝或硅铝丝焊接起来。

⑬ 封帽：此外，管子还要经过老化筛选、涂漆、测试分类、打印、包装等工序。

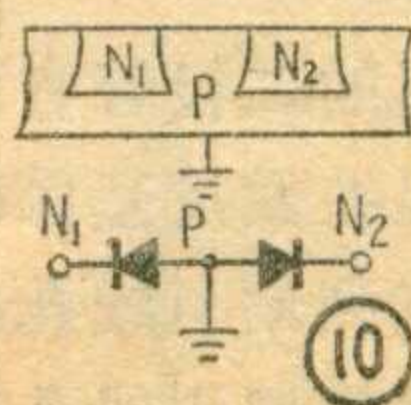
集成电路的工艺特点

集成电路的制作和硅平面三极管的制作工艺相似。下面谈谈集成电路的几个特殊的工艺：

（一）隔离：集成电路的各元件不是固定在绝缘板上而是制作在一块硅片上，因此必需采取措施使这些元件之间处于电学上彼此绝缘的状态，因而带来了集成电路制作中特有的“隔离”工艺。工艺上不是先做好元件再使其隔离的，而是先使硅片划分成许多彼此隔离的区域，再在此区域内制作元件，最后连成电路。划分隔离区的工序叫“隔离”，隔离开来的区域叫“隔离岛”，“隔离岛”之间的绝缘层叫“隔离沟”。元件制作在隔离岛上（图9）



隔离有多种办法。常用的有利用二氧化硅绝缘特性制作的“介质隔离”和利用反向 PN 结的高阻特性制作的“ PN 结隔离”。我们以 PN 结隔离为例介绍一下隔离的原理和方法。

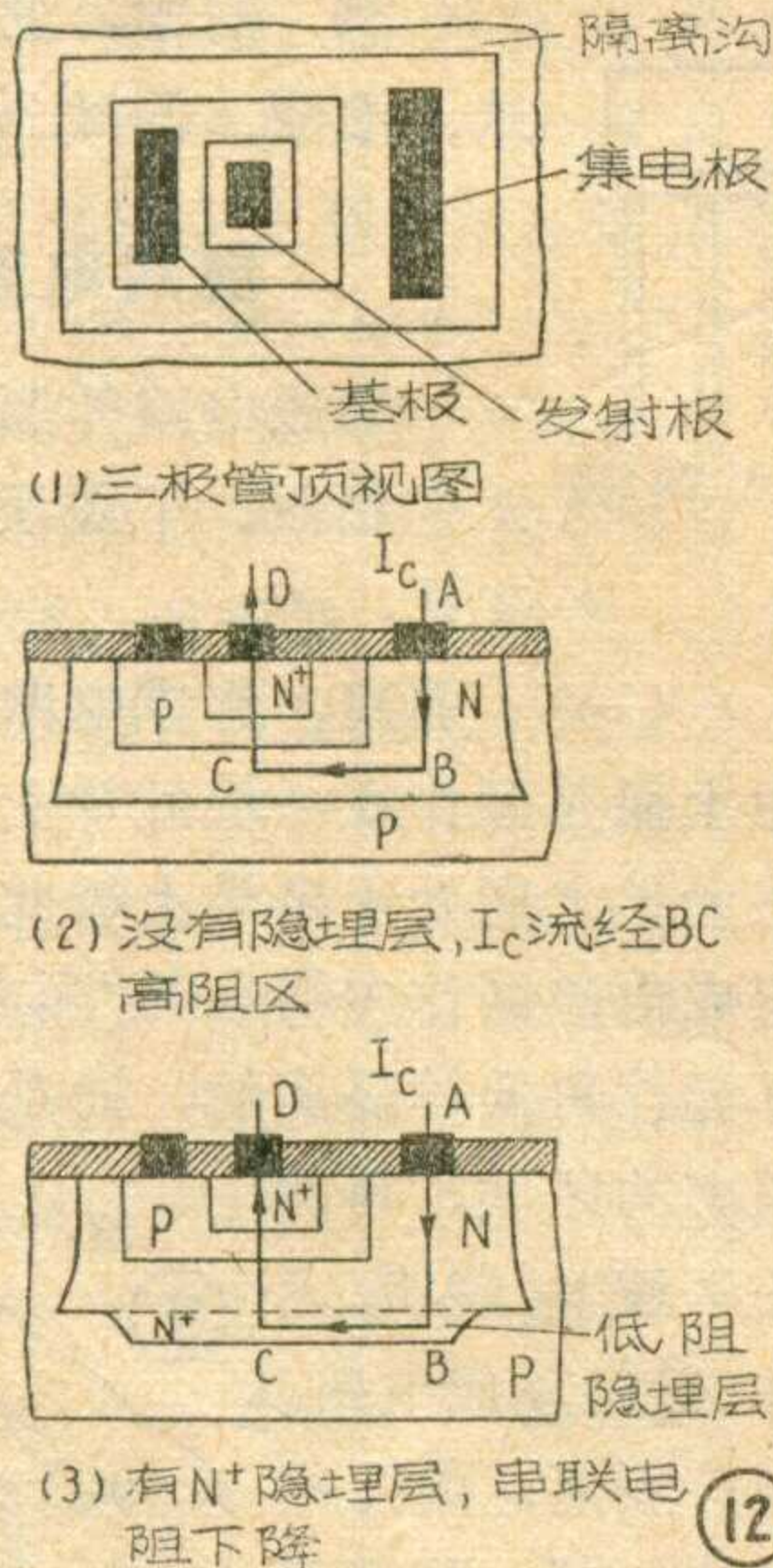


大家知道：反向偏置的 PN 结具有高阻抗。如果我们象图10那样，

在每个必须隔离的元件之间制作两个“背对背”的PN结，在使用时又使基片P区接于电路最低电位上，则两个PN结均为反向偏置，即处于高阻状态，从而达到隔离的目的。隔离的工艺见图11：

- ① 取已制作了N⁺型低阻隐埋层的P型硅片，去氧化层，外延生长一层N型外延层；
- ② 在硅片表面生长氧化层；
- ③ 按隔离沟掩模上的图形刻去沟内氧化层；
- ④ 扩硼。将整个外延N型区扩穿，使与下方的衬底P区连接。这样，N型区就成了被P型区从四面和下方隔开的“孤岛”了。

(二) 隐埋层和三极管的制作：集成电路里的三极管都制作在隔离岛上，而且其三个电极都要通过金属引线与其它元件连接，所以它的集电极引线也要从硅片表面引出(图12(1))。这样，如图12(2)所示，集电极电流I_c是沿着ABCD的方向流过三极管的。其中BC段是只有几微米宽的横向通道，电阻很大。这样大的串联电阻必然引起管压降的上升，开关特性、频率特性变坏等。因此，在外延之前先在原始P型硅片上制作N⁺型低阻隐埋层(图12(3))，使I_c避开了那一段高阻通道的影



响。具体工艺也是利用氧化——光刻——定域扩散的办法。所用N型杂质是锑。

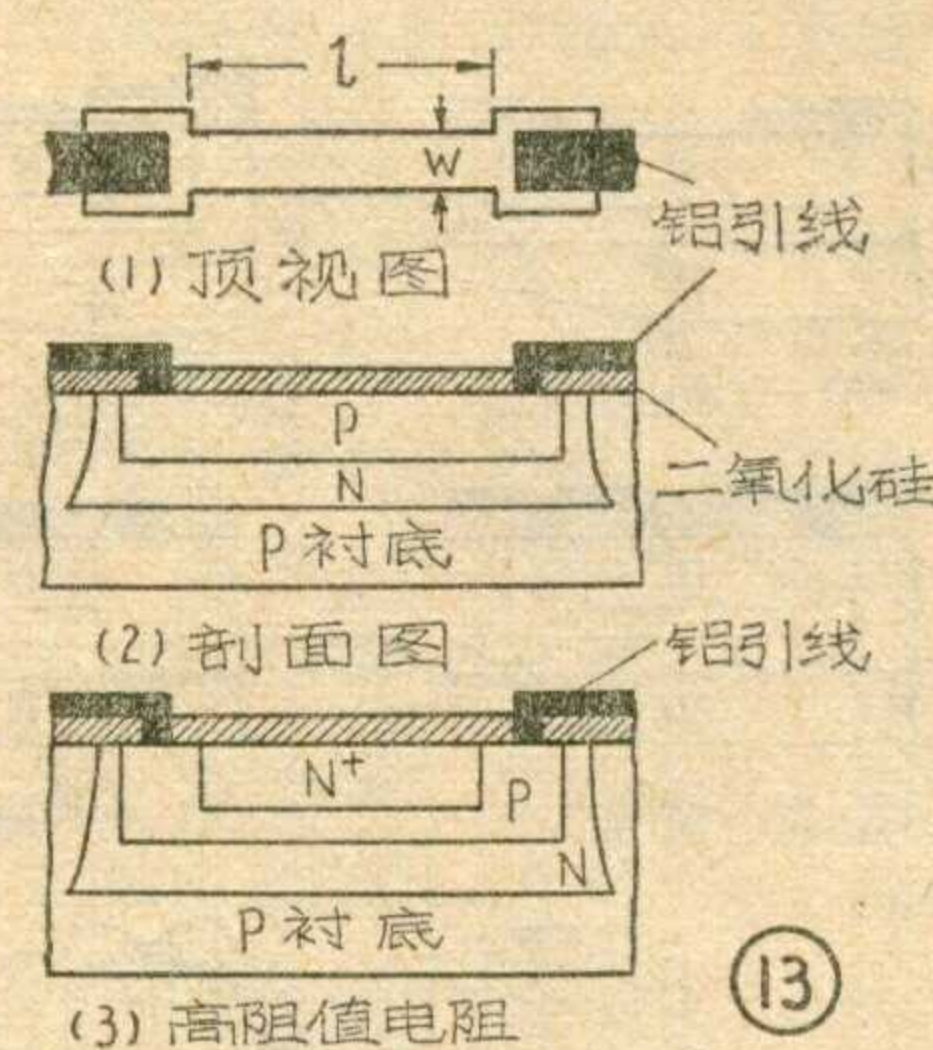
在“隔离”工序以后的三极管制作就完全与上一节介绍的单个硅平面管工艺相同了。

* 通常总是用N(或P)旁附标以“+”号表示高掺杂的N(或P)型区，即N⁺(或P⁺)区。其特点是电阻率很低。也称强N区(或强P区)。有时也用N⁻(或P⁻)表示弱N型或弱P型，但没有定量的明确分界。

(三) 二极管的制作：集成电路里的二极管有两种做法：其一是象制作三极管一样，但在做过基区硼扩散和二次氧化后不再刻出发射区，直到刻引线孔时才将基区引线孔和原隔离岛上的N型集电区引线孔刻

出来，利用硼扩散形成的PN结构成二极管(封底图6中D₁)；另一做法是因集成电路里三极管的制作并不比二极管制作困难，可以在制成三极管后在布线互连时将三极管的三个电极以适当方式连接起来构成二极管。封底图6中D₂就是将三极管的基区和集电区短路利用发射PN结构成的二极管。

(四) 电阻：集成电路里的电阻通常都是利用半导体的扩散层电阻制成。我们知道，半导体的电阻率是与掺杂浓度有关的。在集成电路生产中，基区扩散层掺杂浓度较低，一般用于制作阻值大的电阻(图13(1)、(2))(例如50欧姆~500千欧姆的范围较易做到)。而几欧姆的低阻值电阻可以用掺杂浓度高得多的磷扩散层做。此外还可以象图13(3)那样利用发射结下方的窄而且掺杂浓度很低的弱P型区制作高阻值电阻。但其阻值很不容易控制，误差较大。另外也有用在氧化层外蒸发或溅射镍铬的办法制作电阻的。图13(1)、(2)所示为硼扩散电阻。显然l愈长和W愈窄电阻值愈大。



电容器通常有两种办法获得。

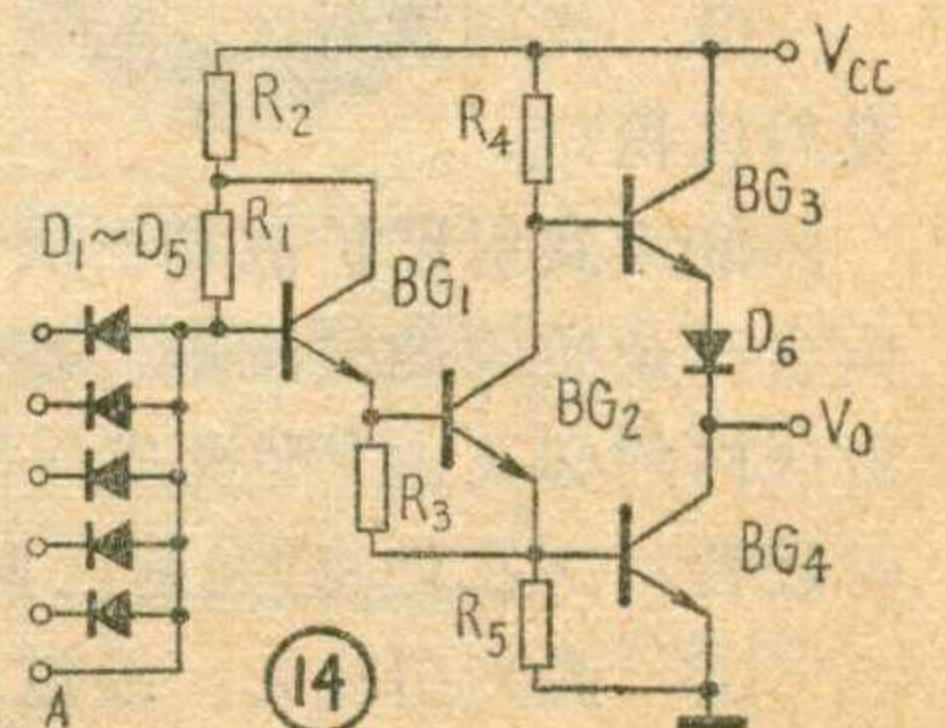
一种办法是利用PN结电容。PN结反向偏置时相当于一个电容器。可以和三极管同时制得(封底图6C₁)。PN结电容的大小和结面积、结两边掺杂大小以及结上反向电压的高低有关。通常总是通过控制结面积制得不同容量的电容器。可以利用发射PN结或集电PN结或二者的并联制得电容器。

第二种办法是相当于作成平行板电容器，其极板是铝电极和硅层本身，例如象封底图6C₂那样利用掺磷N⁺区，介质是二氧化硅层。

(六) 互连：工艺上类似于印刷线路板的制作。只不过这里构成连线的不是铜而是蒸发于硅片上的铝，这层铝如前述仅在刻有引线孔的地方与N或P型硅相连。

(七) 后工序：互连以后就进行管芯分割、装架烧结、内引线焊接、封帽、老化筛选、涂漆、打印、包装等后工序了。在内引线焊接时，由于还要接通电路的输入、输出、电源、地线等，因此内引线和管腿数目都要多一些。

在封底中部给出的是一个DTL与非驱动器电路管芯的示意图。其具体线路图见图14。



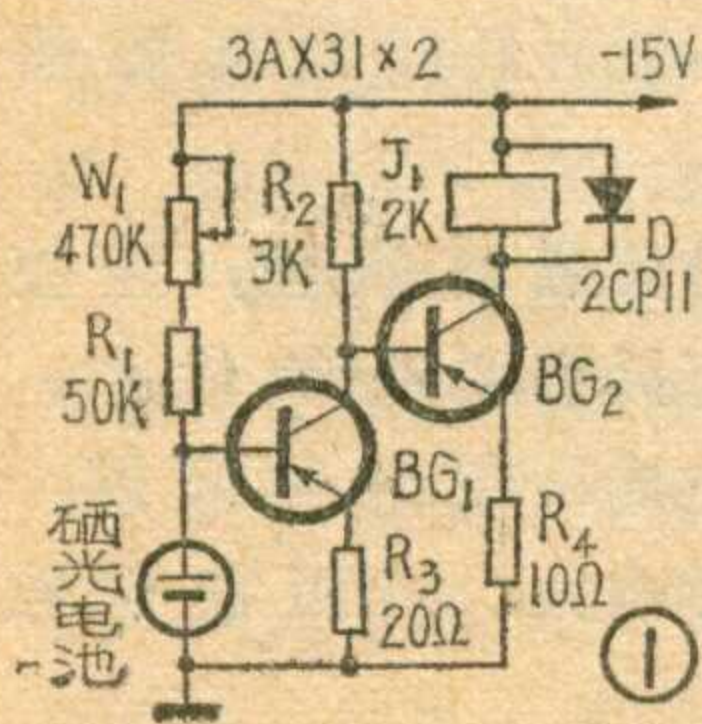
简易日照时数计

四川省气象局 吴绍金

农作物的生长离不开阳光。为了把春播作物改为夏播作物以缩短生长期，单季改为双季以增加复种指数等，必须考虑农作物对太阳照射时间的要求。在蓬勃开展的“农业学大寨”群众运动中，许多社队大搞科学种田，进行观测日照时数的科学实验活动。下面介绍一种简易日照时数计，它能自动记录日照时数，适合农村社队使用。

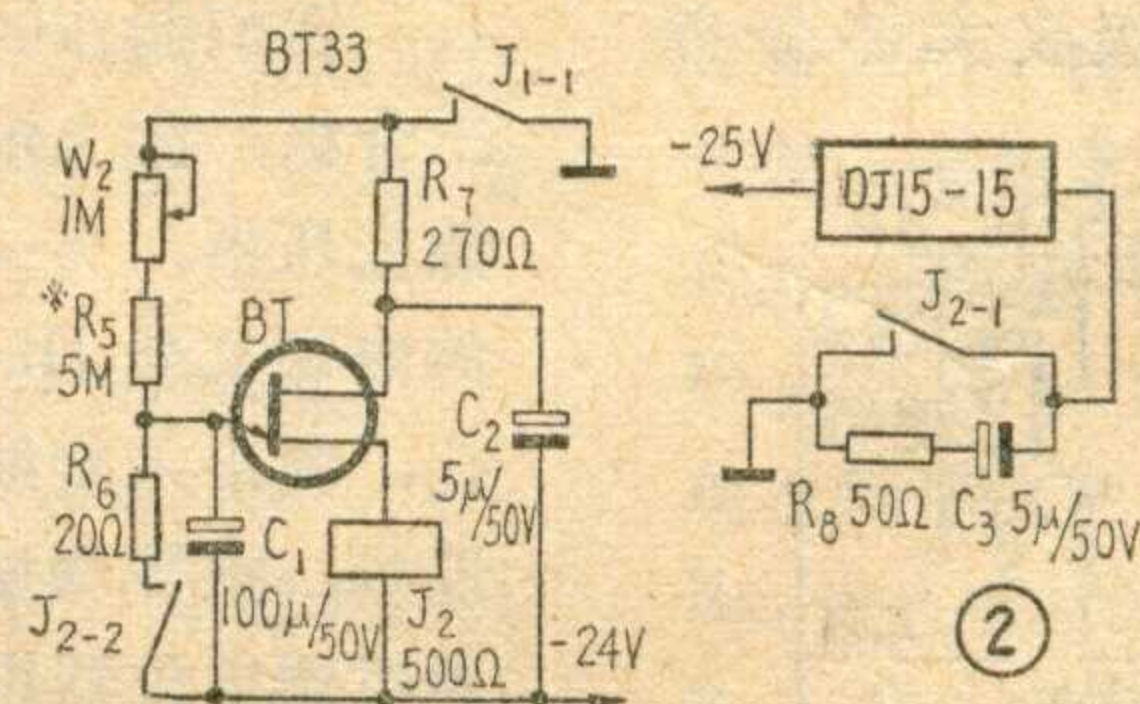
原理与电路

这种简易日照时数计由传感器——晒光电池、光敏继电器、时间继电器、计数器、电源几部分构成。当有太阳光照射时，晒光电池产生电压，光敏继电器工作，时间继电器开始计时；时间继电器每延时六分钟，接通计数器记一个数。读取计数器所显示的数字，就知道了日照时间。时间继电器调整成延时六分钟，是因为我们用的计数器（长城牌 DJ15—15 型电磁计数器）是十进制的，时间继电器延时六分钟使计数器记一个数，当计数器记到十个数时，恰好就表示日照一小时。如把计数器最后一位数当成小数，那么显示的整数部分就是日照的小时数，小数部分乘以六就是日照的分钟数，免除了不必要的换算。

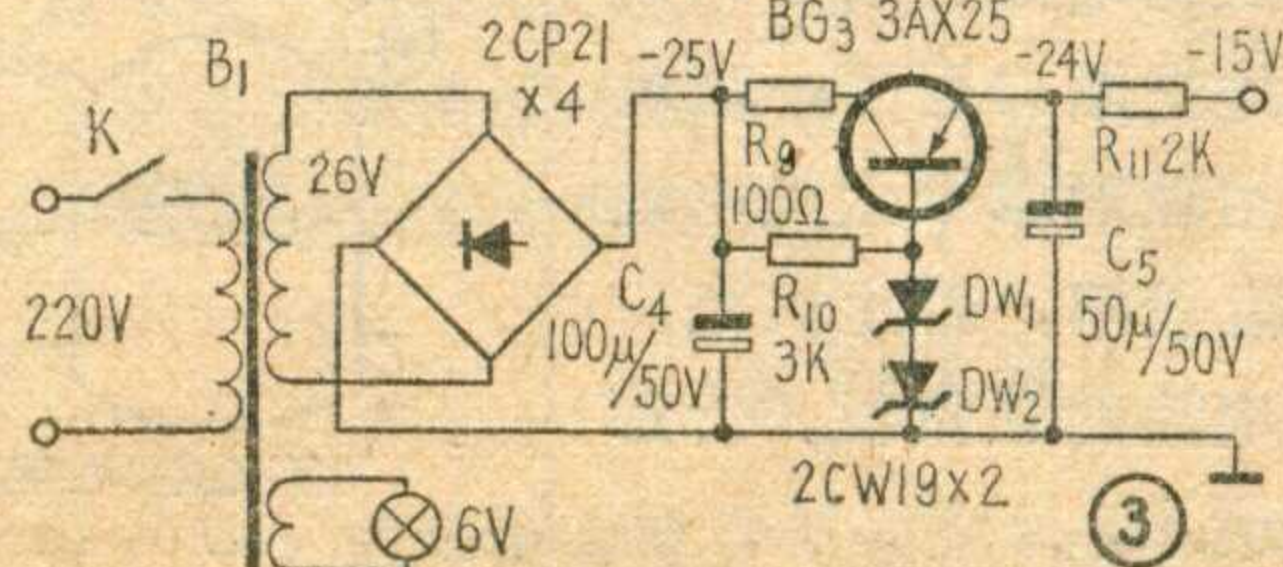


图①为光敏继电器的电路。无太阳光照射时，电源电压经 W_1 、 R_1 使 BG_1 正偏

而导通， BG_2 截止，继电器 J_1 释放。有光照时，晒光电池产生电压使 BG_1 反偏而截止， BG_2 导通， J_1 动作，接在时间继电器电路中的触点 J_{1-1} 闭合（参看图②），使时间继电器接通电源工作。 R_2 是 BG_1 的负载兼做 BG_2 偏流电阻。 R_3 、 R_4 在电路中起稳定作用。二级管 D 的作用是在 BG_2 截止后，为继电器绕组中的电流提供通路，避免因绕组上过大的反电势而损坏晶体管。



图②为时间继电器的电路。为了能准确记录日照时数，关键的一点，是保证时间继电器有长达六分钟的延时，而且精度要高。这里采用单晶体管构成的延时电路。如前所述，有光照时， J_1 的触点 J_{1-1} 闭合，接通了时间继电器电源，电源经 W_2 、 R_5 对电容 C_1 充电。当 C_1 上的电压上升到单晶体管 BT 的峰点电压时， BT 导通。 C_1 此时将经单晶体管的发射极、第一基极间很小的输入电阻和继电器 J_2 线圈放电。流过 J_2 的电流足以使之动作，导致 J_{2-1} 闭合，接通计数器记数； J_{2-2} 闭合， C_1 上残存电荷泄放， BT 恢



复截止状态。之后， C_1 又重复充电过程。通过以上分析可以看出，从光照开始到继电器 J_2 动作之间的延时，是由 W_2 、 R_5 、 C_1 组成的充电回路的时间常数与单晶体管的分压比 η 决定的。图②中单晶体管 $\eta = 0.45$ ， $W_2 + R_5 = 6$ 兆欧， $C_1 = 100$ 微法，恰可使电路延时为六分钟，保证光照六分钟， J_2 动作一次，计数器记一个数。 R_6 是限流电阻，保护触点 J_{2-2} 。 C_2 用以防止干扰。 R_8 和 C_3 组成消火花电路，起保护 J_{2-1} 的作用。 R_7 是做温度补偿用的。

电源部分的电路见图③。考虑到光敏继电器和时间继电器对电源电压稳定性要求较高，采用了简单的稳压装置，以保证仪器精度。计数器的电源则直接从桥式整流后取出。稳压电路中， BG_3 是调整管，接成射极跟随器，它的输出电压波动反馈回输入端。该电路中没有过载和短路保护装置，调试时要防止负载电路有过载及短路现象发生。

元件的选取

继电器 J_1 是高灵敏度继电器，直流电阻在 $1.5 \sim 3$ 千欧均可用，吸合电流最好不大于 8 毫安。 J_2 要求有两组常开触点，直流电阻 $250 \sim 700$ 欧，吸合电流不大于 15 毫安。

C_1 选用漏电小的电容，最好是钽电容。 R_5 宜用金属膜电阻。

对电路中其它元件无特殊要求。

制作与调整

日照时数计的传感器部分——晒光电池，要放在室外，但又不能受雨、露、雾及潮气的侵蚀。为此我们采取了两个措施：一、把它固定在一个金属盒的表面上。在金属盒上沿光电池周围钻小孔，盒内放干燥剂氯化钙。

二、加一个玻璃罩。制作方法如下：找一个废灯

印刷机用简易光电控制器

工人 潘汝元

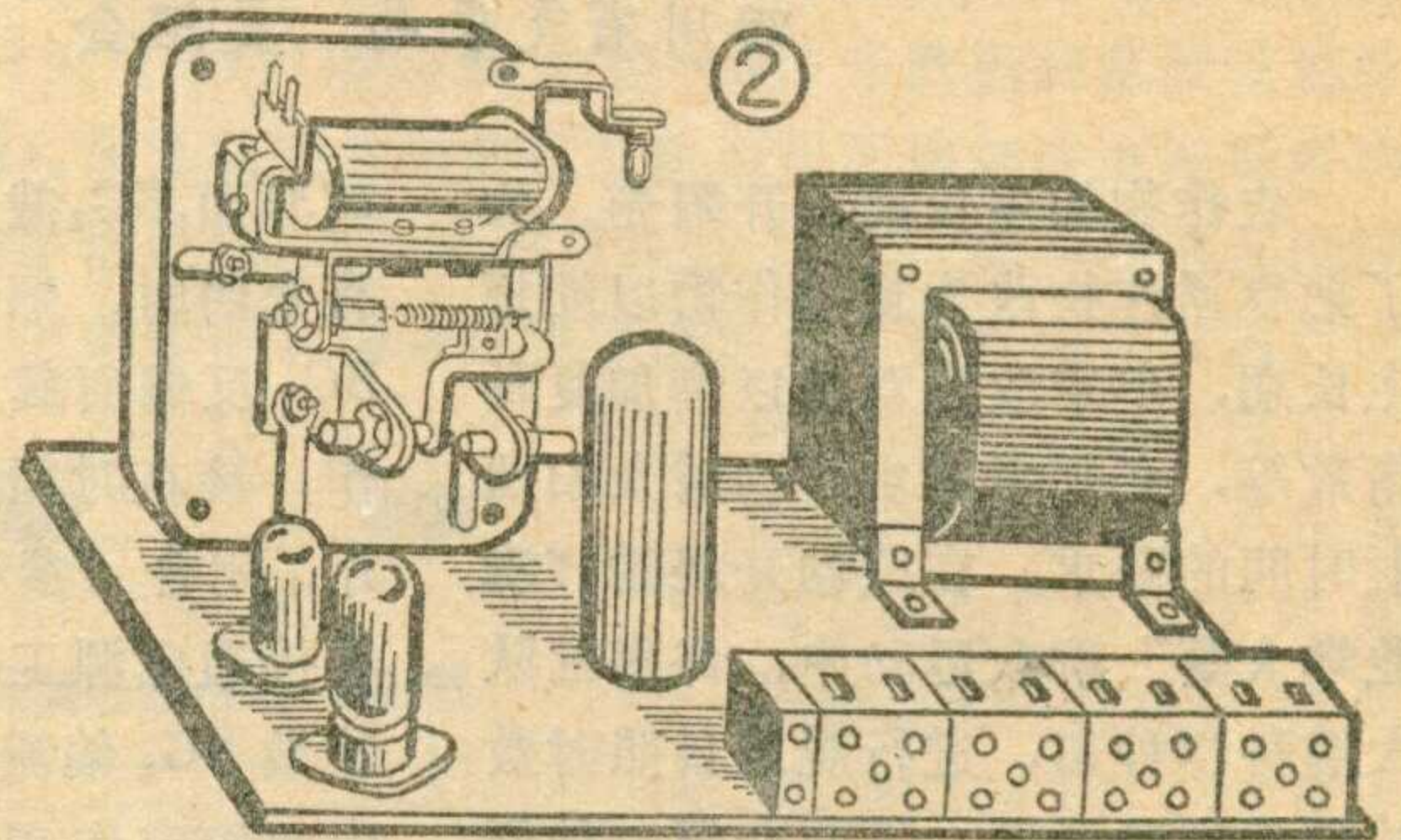
在印刷车间，为了保证自动印刷机的印刷质量，需要在每台印刷机上安装一只双张控制器。当出现双张时，就自动告警或停车。这样可以减轻工人劳动强度，提高工作效率。这里介绍我们自制的一种简易光电式控制器，这种光电控制器电路简单、灵敏度高、制作容易、使用方便。

一、工作原理：

简易光电控制器的电路见图1。RG2-A为光敏电阻，它和光源灯泡组成光电转换信号源。6J1为直流信号放大器。6N1为双三极管，其中一半为末级放大，推动灵敏继电器JR-4，另一半担任整流。

在正常情况下，光源灯泡的光线透过正在运行的纸，照射到光敏电阻RG2-A上，光敏电阻的阻值减小，6J1管的栅极电压相对地升高，使6J1管导通，有屏流。电子管6J1的屏压是由整流管高压输出经过R₈、R₅供给的，同时6J1的屏极又与末级放大部分栅极接通。当电子管6J1导通时，由于该管的屏流在电阻R₅上产生电压降，6J1的屏压和末级放大部分栅

极电位均较低，末级放大部分没有屏流，继电器JR-4不动作。但当印刷机出现双张时，透过纸张的光线减弱，光敏电阻阻值增大，6J1管栅压降低，使该管截止无屏流输出，因而该管的屏压和末级放大管的栅

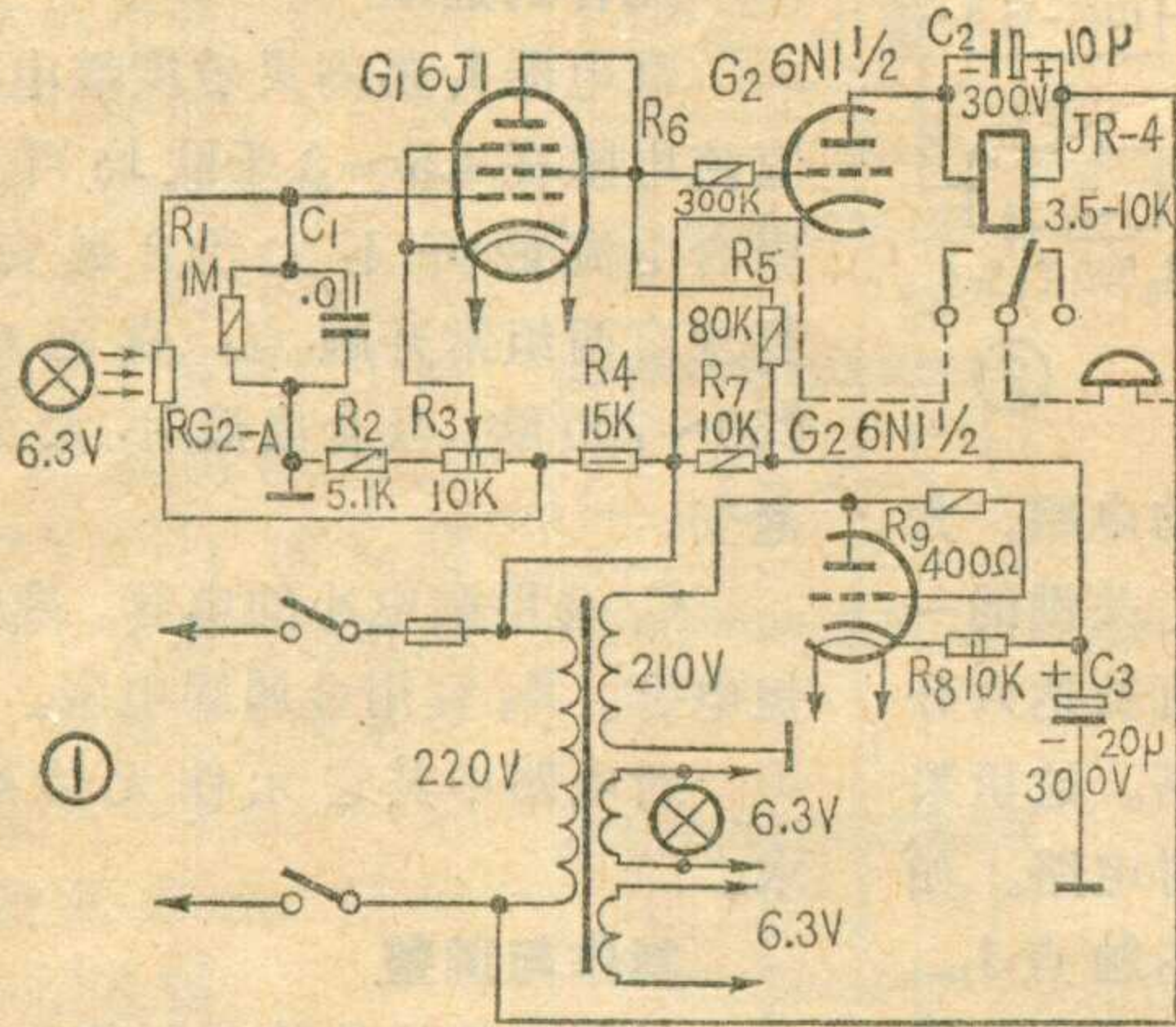


压均升高，末级放大部分产生屏流，使JR-4继电器动作，达到告警或停车的目的。

二、制作方法

我们制作时，底盘用180×110毫米的胶合板或三合板，涂上银粉。零件位置如图2所示。一端装电源变压器，另一端装6J1和6N1电子管，靠近电子管的内侧立装JR-4继电器。右外侧固定四个接线插孔，做出入接线用。为了提高灵敏度，JR-4接点调近些，把簧调松些。对于不同厚薄的印刷纸张，可以通过调电位器R₃来适应。如果改做其它控制用，如路灯自动开关、计数和限位等，在亮度不同的光源下使用时，可调整R₂和R₄的阻值。

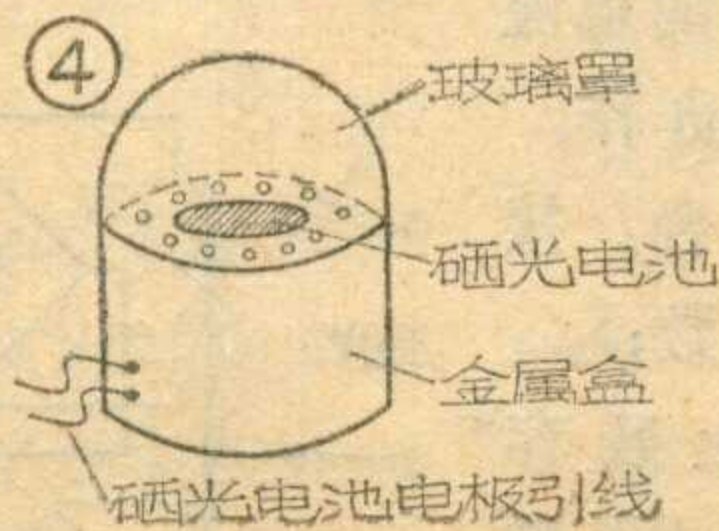
该简易光电控制器性能比较稳定，在电源电压波动±5%时能正常工作。6—8伏光源灯泡要加上小灯罩，以防止其它光线干扰。光敏电阻固定在印刷机过纸板上。控制器遇双张时响铃不停机，如需停机，可在继电器JR-4接点组上接出停机控制线即可。



泡，用软铅笔沿要割去的位置画线（留出一厘米不画），用串有100瓦灯泡的市电接在画线的断开处通电，灯泡自然从铅笔线处断开。再用细砂纸轻轻地把断口磨平，玻璃罩就做成了。用玻璃罩罩上光电池并用环氧树脂胶牢，封上火漆，从盒内引出光电池的正负极。传感器外形如图④所示。

整机调整很简单。先调节电位器W₁使光敏继电器在一定的光照强度下动作，再调节W₂使时间继电器延时恰为六分钟，也即每光照六分钟计数器记一个

数就算调好了。实际观测时，放置传感器的地方，周围不能有高仰角的障碍物。这种简易日照时数器，经使用证明，具有灵敏度高的优点。缺点是晒光电池存在老化问题，储管受温度影响大，因而稳定性稍差。



双稳态触发器



上海少年宫科技组

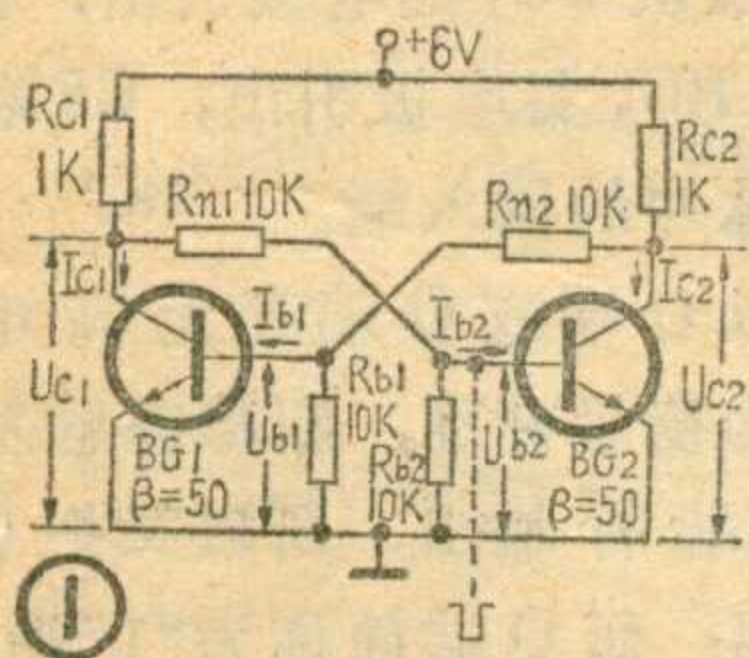
使饱和管截止，截止管饱和，触发器由一种稳定状态翻转为另一种稳定状态。这种把脉冲引入电路使之翻转的方法称为“触发”。

正是双稳态触发器这种具有两种

稳定状态，并且在一定信号触发下可以翻转的特性，成为它记忆脉冲作用的内因或根据。我们只要设法把需要记忆的脉冲一个个地依次触发双稳态触发器，使电路不停而可靠地翻转，便可记忆脉冲的个数了。

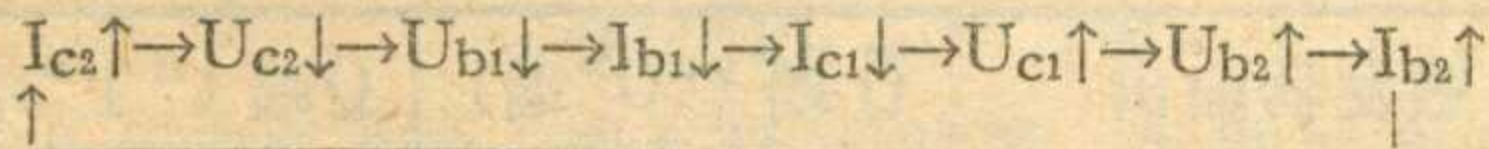
两种稳定状态及其翻转

最简单的无偏压双稳态触发器电路如图①所示，是由两个反相器组成的环形电路。它为什么能够记忆脉冲呢？“事物发展的根本原因，不是在事物的外部而是在事物的内部，在于事物内部的矛盾性。”当电源



接通后，假设一开始 $I_{c1} = I_{c2}$ 。但存在于同一事物中的矛盾的双方（这里是 BG_1 和 BG_2 ），它们的平衡是暂时的，斗争是绝对的。电路中噪声干扰或元件误差都可能使某一管 I_c 增加。如 I_{c2} 增加，则电路中发生如下的正反馈过程：

产生正反馈是因为电路中存在“再生环”，见图②。只要环中 BG_1 、 BG_2 工作在特性曲线放大区，正反馈就不断进行下去，直到 I_{c2} 增大到使 BG_2 工作点进入了饱和区。 BG_2 的饱和使 U_{c2} 降到 0.35 伏左右，经 R_{n2} 、 R_{b1} 分压后， U_{b1} 必小于 0.35 伏而保证了 BG_1 的截止（硅管工作在放大区时 $U_{eb} \approx 0.6 - 0.7$ 伏）。电路便处于 BG_1 截止、 BG_2 饱和的稳定状态。同样地，若电源接通瞬间 BG_1 导电较强，在正反馈作用下，触发器将稳定于 BG_1 饱和、 BG_2 截止的状态。



不难看出，上述两种稳定状态中，一管的截止或饱和是和另一管的饱和或截止互为依存的。只要电源电压保持稳定，元件不出故障，也没有太大的干扰时，触发器就能保持某一稳定状态不变。



“事情不是矛盾双方互相依存就完了，更重要的，还在于矛盾着的事物的互相转化。”在某一稳定状态下，若在饱和管基极引入一负脉冲，使其工作点重新移入放大区时，在再生环作用下，会发生电流电压变化与形成这一稳定状态时恰好相反的正反馈过程，最终

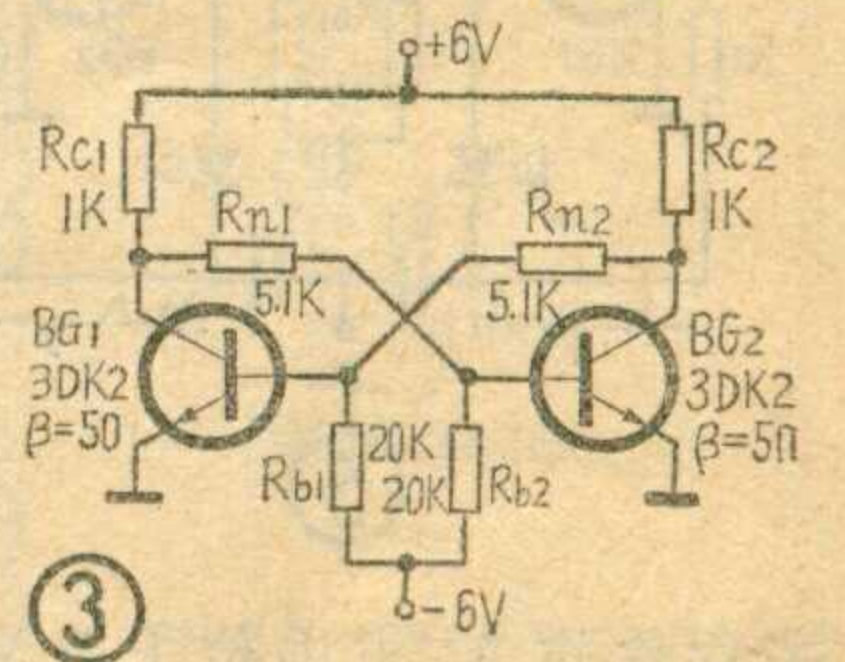
截止管基极对发射极的反偏置电压的数值是不是越大越好呢？不是的。因为，一方面过大的反偏置电压会损坏晶体管；另一方面，反偏置电压增大，导致触发脉冲的幅度也必须增大，电路的触发灵敏度就降低了。由此可见，抗干扰能力和灵敏度是互相矛盾的，必须统筹兼顾。

记忆脉冲的可靠性

要提高触发器的稳定性，要求加大导通管的饱和深度，使干扰脉冲到达时不易退出饱和区，同时要加大截止管的截止深度。减小 R_{n1} 、 R_{n2} 和增加 R_{b1} 、 R_{b2} ，可以使导通管深度饱和；但这样做又使截止管 U_{be} 抬高了。要从根本上解决问题，可采用图③的有偏压双稳态触发器。它和图①主要不同点是 R_{b1} 、 R_{b2} 由直接接地改接到 -6 伏偏压电源上了。图③中， R_{n1} 、 R_{n2} 的数值比图①小， R_{b1} 、 R_{b2} 数值比图①大，所以在使用相同晶体管的情况下，导通管饱和度加深。另一方面，用电阻分压器计算公式可以验证，由于偏压作用，截止管的 U_{be} 此时为 -0.9 伏，离开导通值有 1.5—1.6 伏的差值。这样必须有更大的干扰脉冲才能使导通管退出饱和及截止管导通，大大提高了触发器的抗干扰能力。

截止管基极对发射极的反偏置电压的数值是不是越大越好呢？不是的。因为，一方面过大的反偏置电压会损坏晶体管；另一方面，反偏置电压增大，导致触发脉冲的幅度也必须增大，电路的触发灵敏度就降低了。由此可见，抗干扰能力和灵敏度是互相矛盾的，必须统筹兼顾。

为了用双稳态触发器记忆脉冲，要求每当出现一

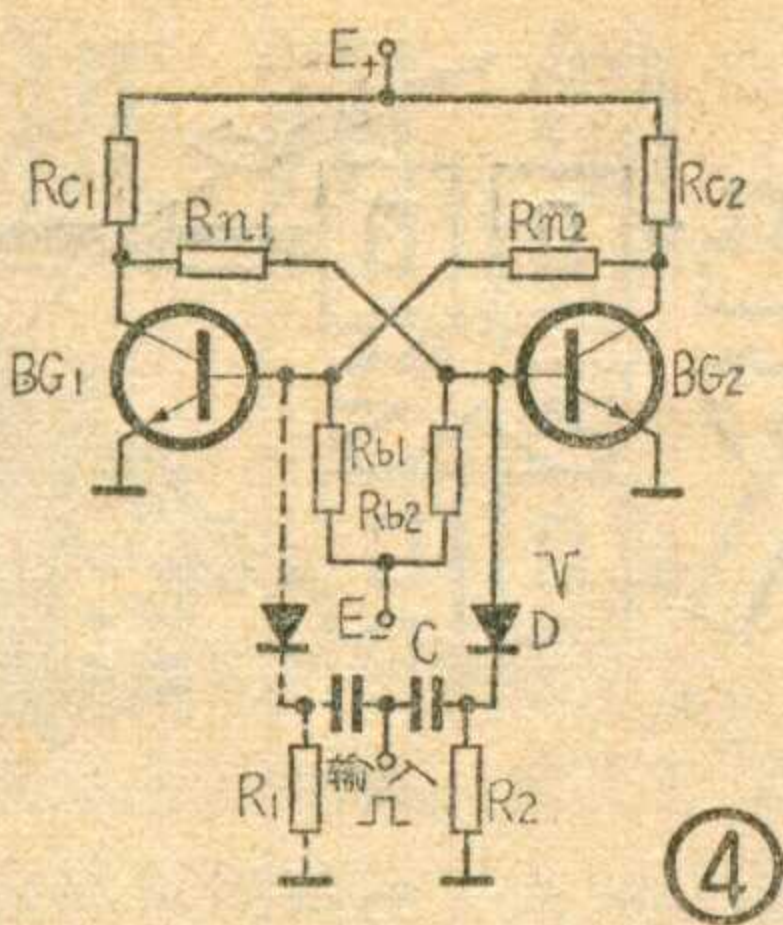


导引电路

为了用双稳态触发器记忆脉冲，要求每当出现一

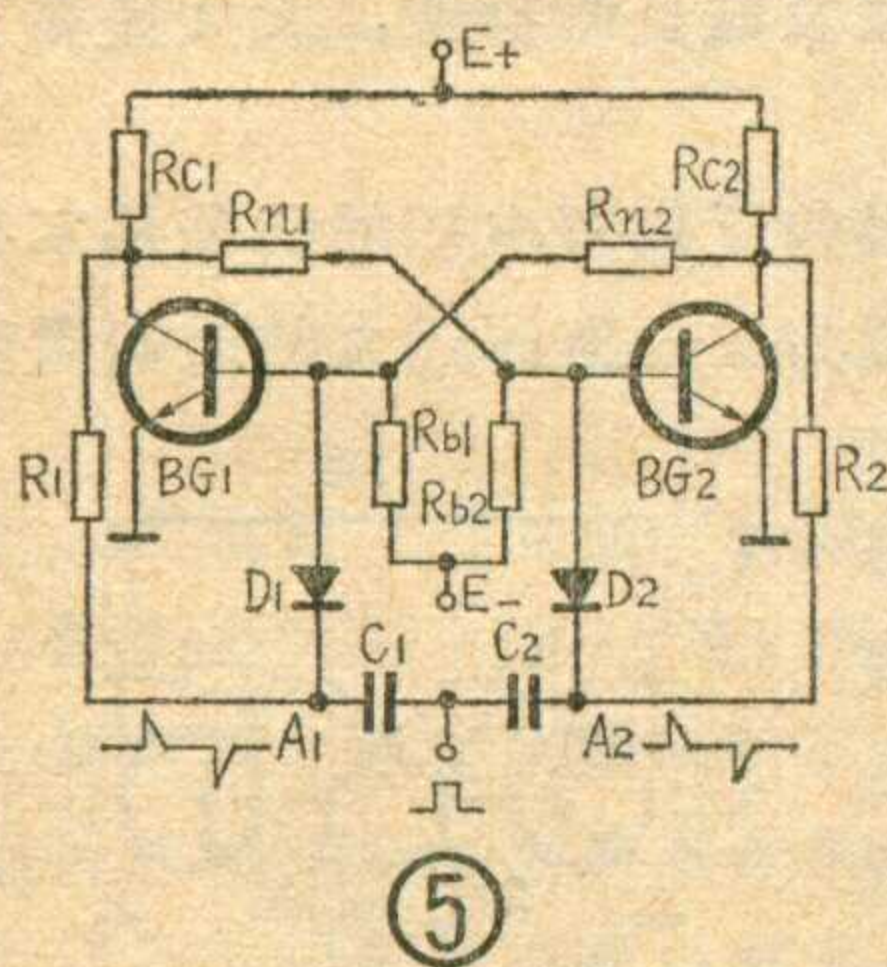
个要记忆的脉冲时，触发器的状态就翻转一次。怎样才能做到这一点呢？

我们先来分析图④的电路。假设一开始触发器处于 BG_1 截止、 BG_2 导通的状态。当有一方波信号输入时，经过 R_2 、 C 组成的微分电路和二极



管 D （它们一同构成了触发器输入电路）， BG_2 基极便出现一个负向的尖脉冲，使触发器翻转， BG_1 导通， BG_2 截止。第二个需记忆的方波信号输入时， BG_2 基极又出现一个负向尖脉冲。但这时由于 BG_2 已处于截止状态，输入的脉冲只能使它截止得更深，而决不会使触发器翻转（以后再有触发信号输入，触发器仍不能翻转）。为了使得在第二个触发信号到来时，触发器有可能翻转，我们首先会想到要在 BG_1 的基极上也接入一个触发器输入电路，并把两个输入端连在一起，如图④虚线所示。我们说这样做电路有可能翻转，是因为负脉冲同时加于两管的基极，使两管都截止。当负脉冲消失后，两管均有从截止转向导通的可能，无法保证原来截止的管子首先导通。因此会出现输入一个负脉冲后触发器不改变原来稳态的情况，破坏了计数的正常进行。

为了解决这个矛盾，就得使触发负脉冲依次轮流加入触发器导通管基极而不加到截止管基极。图⑤的电路可实现这一要求。它利用了触发器的内在性质和二极



管 D_2 处于正向导通或接近导通的状态。触发信号经微分后，峰值为 ± 6 伏的尖脉冲同时出现于 A_1 、 A_2 点上。负极性脉冲出现时， A_1 点电位等于零，

因 $U_{b1} = -1$ 伏， D_1 仍反向偏置，负脉冲不能加到截止管 BG_1 基极。但这时 A_2 点电位约为 -5.65 伏， D_2 正向偏置，于是负脉冲被引导到导通管 BG_2 的基极，完成一次翻转。下一个负脉冲则被引到 BG_1 的基极。至于正脉冲，由于它将使 A_1 点电位上升为 12 伏， A_2 点电位为 6.35 伏， D_1 、 D_2 均反向偏置，因而无法引入 BG_1 、 BG_2 的基极，于是双稳态触发器便能在需要记忆的脉冲触发下一来一回地翻转了。图⑤所示的这种触发输入电路

称为“引导电路”。

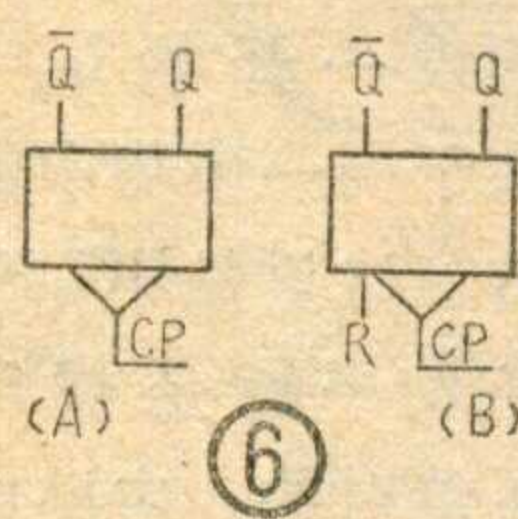
必须指出，如果加到 A_1 、 A_2 点的负脉冲幅度太大，会使截止管的导引二极管处于正向偏置（如前例中幅度超过 -7 伏时），破坏了导引作用。所以对输入脉冲幅度应有一定限制，这同时也起到保护晶体管的作用。

双稳态触发器和二进制数

由于双稳态触发器有两种稳定状态，人们很自然地把它和二进制数联系起来。如把图⑤中 BG_1 截止、 BG_2 导通的状态做为二进制的“0”，把 BG_1 导通、 BG_2 截止的状态做为二进制的“1”，可以得到下面的表：

二进制数	BG_1 状态	U_{C1}	BG_2 状态	U_{C2}
0	截止	高(6V)	导通	低(0.35V)
1	导通	低(0.35V)	截止	高(6V)

忽略触发器电路的详细结构，而仅仅注意它和二进制数的关系，可以用图⑥(A)的简图来表示。图中 \bar{Q} 端表示从 BG_1 集电极引出， Q 端表示从 BG_2 集电极引出， CP 端表示计数脉冲的输入端。

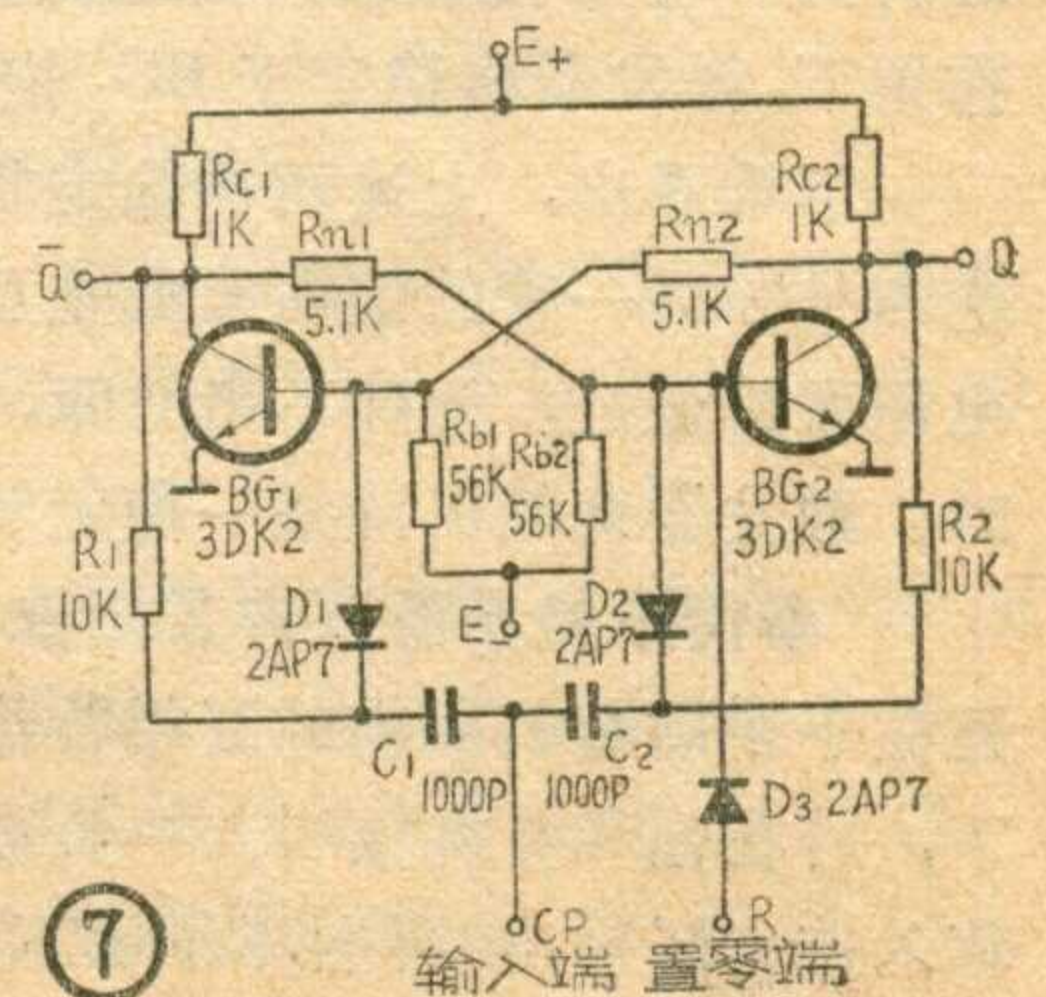


如果以 \bar{Q} 端或 Q 端有无高电位输出作为衡量标准，双稳态触发器的“0”状态，对应的是 \bar{Q} 端有输出，所以又把 \bar{Q} 端称为“0”输出端，简称“0”端；而 Q 端简称为“1”端，如下表所示：

如下表所示：

触发器输出	\bar{Q} 端 (“0”端)	Q 端 (“1”端)
0	高电位	低电位
1	低电位	高电位

到此为止的分析中，我们忽略了下面这样一个问题：在刚接入电源的瞬间，双稳态触发器取那一种稳态是带有偶然性的，换句话说，一开始触发器究竟输出“0”还是“1”是不定的。这会记数带来错误。为了解决这个问题，通常要加一个置“0”电路，如图⑦中所示。图⑦是某晶体管测频计数器中采用的双稳态触发器电路。置“0”电路由接在 BG_2 基极上的二极管 D_3 组成。接上电源后，首先通过置零端加给 BG_2 一正脉冲，使 BG_2 导通， BG_1 截止，触发器就置于“0”状态了。置零端通常用 R 表示。图⑦电路的简化表示法见图⑥(B)。



远程电视接收天线

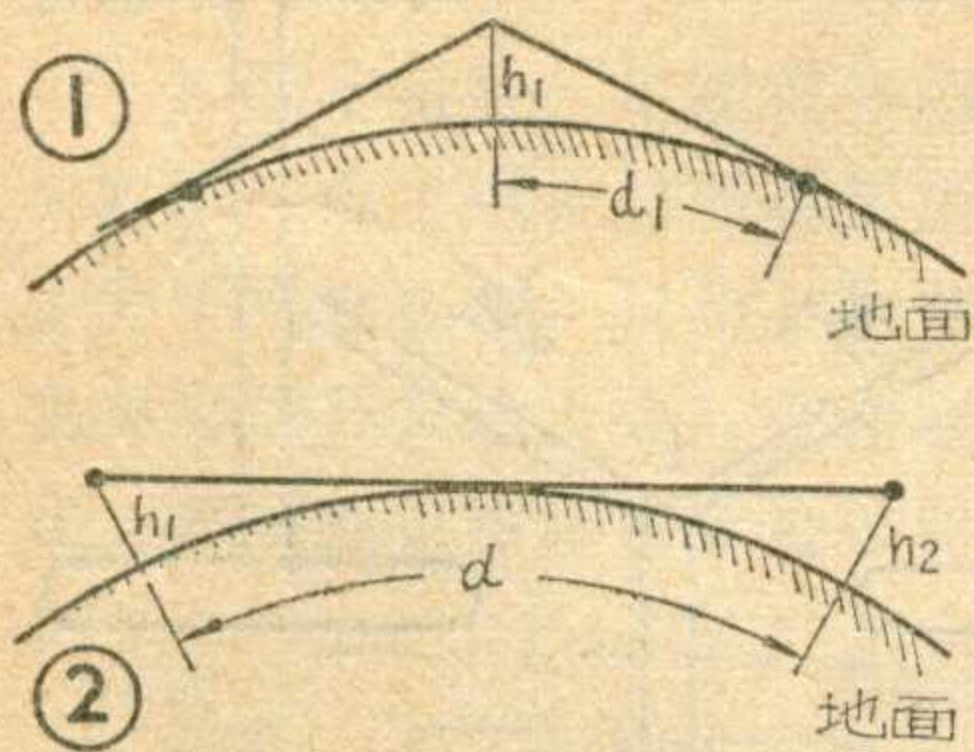
姚 珍 榕

随着我国电子工业的迅速发展，广大农村也愈来愈多地设置了电视机。但离电视台较远的农村，例如距电视台几十公里远的农村，由于电波信号微弱，因而要求对接收天线特别加以注意，否则就难于收到电视信号，甚至完全收不到。

怎样使远郊的农村也能收到电视广播呢？回答这个问题之前，先谈谈电波是怎样传播的。

超短波传播的特点

电视发射频率是超短波，不像中波那样能依靠绕射进行远距离传播，也不像短波那样能依靠电离层的反射进行远距离传播。超短波主要依靠直接辐射来进行传播，而地球的表面是弯曲的，这样，传播距离就受到了限制。



如果把地球表面看成是理想球体，电视发送天线高度是 h_1 (图 1)，那么受电波直接照射的地区（简称直射区）的半径是：

$$d_1 \approx \sqrt{2Rh_1} \quad (\text{米})$$

其中 R 是地球半径，约 6.37×10^6 米。如果 h_1 单位用 (米)， d_1 单位用 (公里)，则上式变为：

$$d_1 \approx 3.57\sqrt{h_1} \quad (\text{公里})$$

例如，电视发射天线有 100 米高，则直射区半径 $d_1 = 35.7$ 公里。

如果考虑到接收天线高度 h_2 ，那么直射区半径 d 可以扩大到 (图 2)：

$$d \approx 3.57(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}) \quad (\text{公里})$$

实际上，由于大气不均匀性因而造成电波折射。这样直射区半径还能扩大 15% 左右。一般按 $d \approx 4.12(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$ 公里来计算。

以上计算对平原区大致适用，如果地形复杂，则由此而带来的误差较大，此外，还由于超短波沿地面有一定的绕射能力，故在直射区以外一定距离上用好的天线也能收到电视广播。

远程接收的措施

为了扩大接收范围，首先要求尽量提高接收天线的高度。

地处山区的农村，要尽量选择有利

地形。挑选电视机安放地点时，要尽量躲开山头等障碍物。如有高坡地上的房子则更好。也可把天线架在就近山头或山坡上，但从天线到接收机的距离愈长，则对传输电缆要求愈严。

其次就是采用多层天线，以获得较大的天线增益。当然对多元振子天线而言，增加振子数也能提高天线增益。例如：半波振子的天线增益约等于 1，三元振子天线约 1.8—1.9，五元振子天线约为 2.7。但振子数增加到十几个或更多时，不但增益有限，更重要的是通频带变窄。而多层天线则能同时兼顾通频带和增益。

多层天线的增益 G_n 是：

$$G_n = G_1 \sqrt{n}$$

其中 G 为每个多元振子天线的增益， n 为层数。

利用几个多元振子组成多层天线时，相互之间怎样连接和匹配是一个关键问题。

高频电缆与匹配

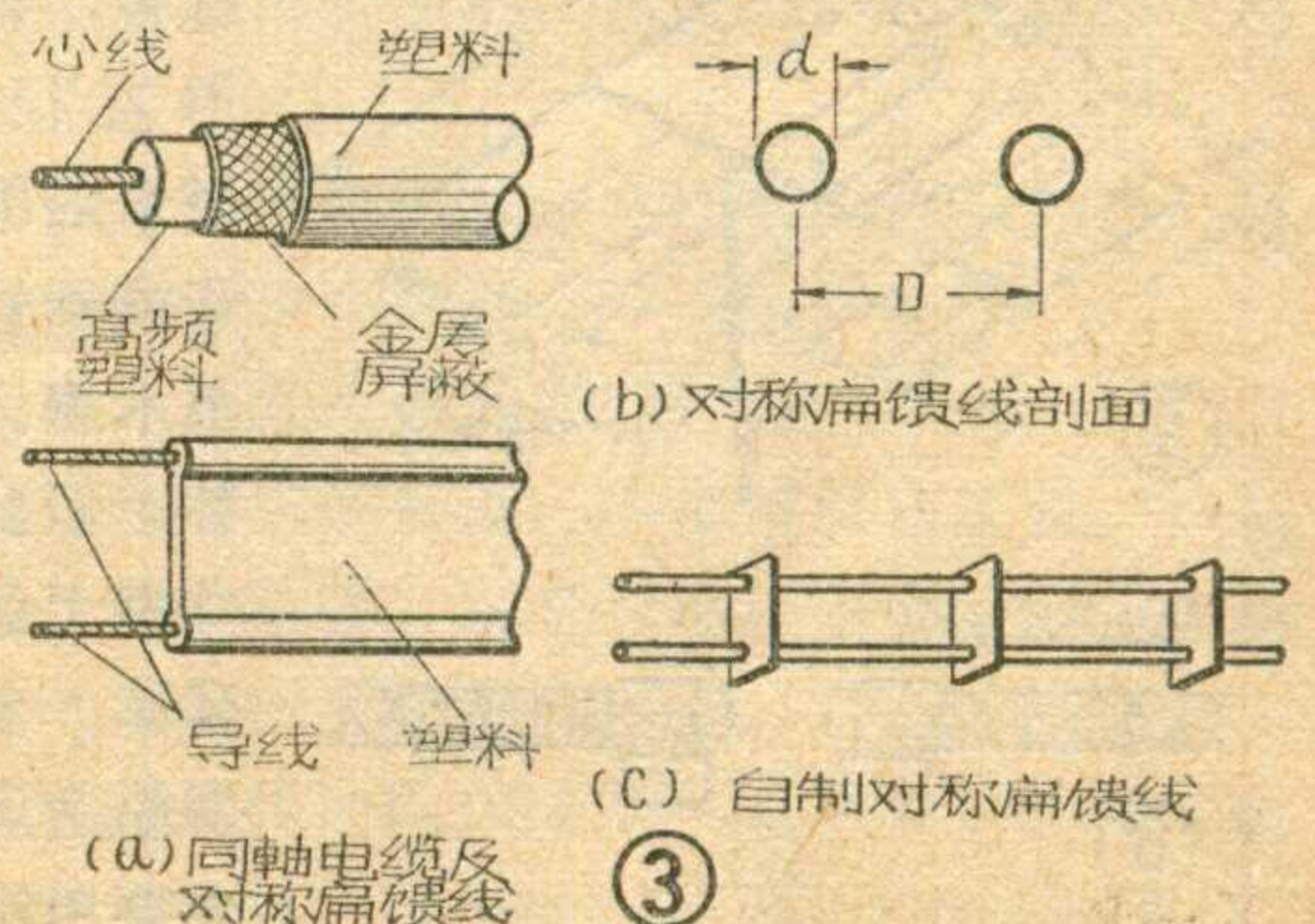
从天线到电视机之间，不能像收音机那样随便用根电线来连接，须用特制的高频电缆连接。否则，天线收到的射频信号又大部分被反射回去，只有少部分进入电视机。而且由于射频信号在电视机与天线之间的多次反射还会造成重影。

高频电缆一般有对称扁馈线和同轴电缆两种。对称扁馈线较便宜，又适于自制，在电视机中用得较普遍 (图 3)。

每种高频电缆都有它固有的特性阻抗。例如，常见的对称扁馈线的特性阻抗是 300 欧，而同轴电缆多数采用 50 欧和 75 欧两种。高频电缆的特性阻抗 Z 与其长度无关，而只决定于导线的结构。就对称扁馈线而言，其特性阻抗 Z 只决定于导线间距离 D 与导线直径 d 的比值 (图 3 b)。此比值一定，特性阻抗也一定。例如用两条直径 d 为 1 毫米的导线使它们平行地保持 D 为 6.1 毫米的距离，则它们具有的特性阻抗是 300 欧。

如果 d 增加到 2 毫米， D 增加到 12.2 毫米，特性阻抗也是 300 欧。

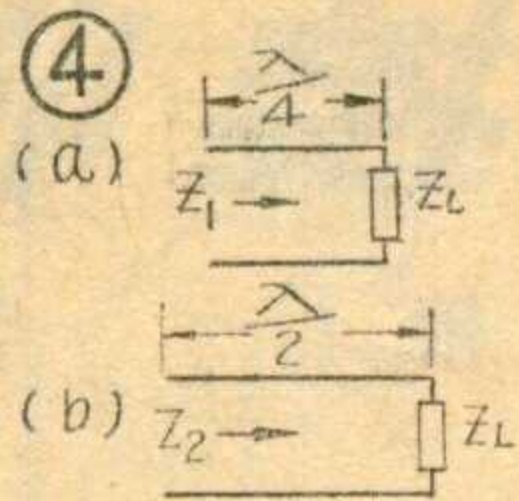
自制对称扁馈线时，为



问题



保持两根导线间的一定的间隔，在导线上每隔10厘米左右夹一个木片或竹片或浸油硬纸片等(图3c)。导线可用铜线、铝线或它们的塑包线。但塑包线的d应是中心导线的直径，而不是外皮的直径。



所谓匹配，就是要使天线阻抗、传输电缆的特性阻抗及电视机输入阻抗都相等，这样才不会产生前面提到的那种反射。为此，必须了解用一段高频电缆接上负载 Z_L 后，阻抗关系发生何种变化。其中两个特例很重要。

1. 当一段高频电缆长度等于 $\frac{1}{4}$ 波长(λ)或它的奇数倍时(图4a)，接上电缆后从输入端看过去的阻抗 Z_1 将是：

$$Z_1 = \frac{Z_0^2}{Z_L}$$

其中 Z_0 为高频电缆的特性阻抗。例如，将特性阻抗为300欧的 $\frac{\lambda}{4}$ 长的对称扁馈线接上一个 $Z_L=150$ 欧的负载后，阻抗变为 $Z_1 = \frac{300^2}{150} = 600$ (欧)。

2. 当高频电缆长度为 $\frac{1}{2}$ 波长或它的整数倍(图4b)。则接上电缆后从输入端看过去的阻抗 Z_2 仍旧等于 Z_L ，即：

$$Z_2 = Z_L$$

利用这两个规律可以解决很多有关天线与电缆之间及电缆与电视机之间的匹配问题。

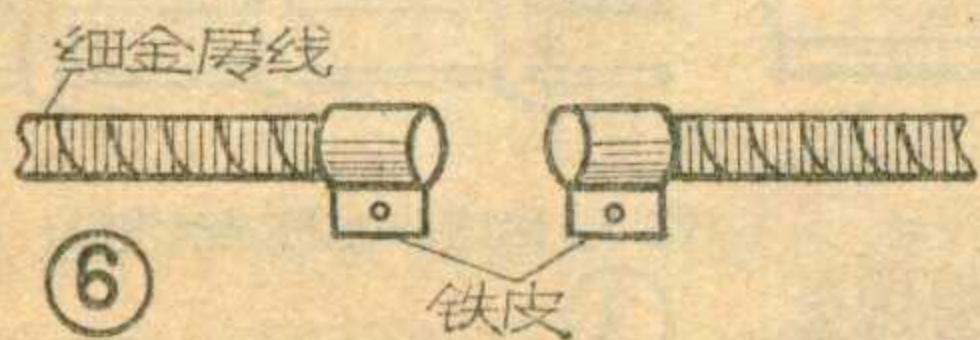
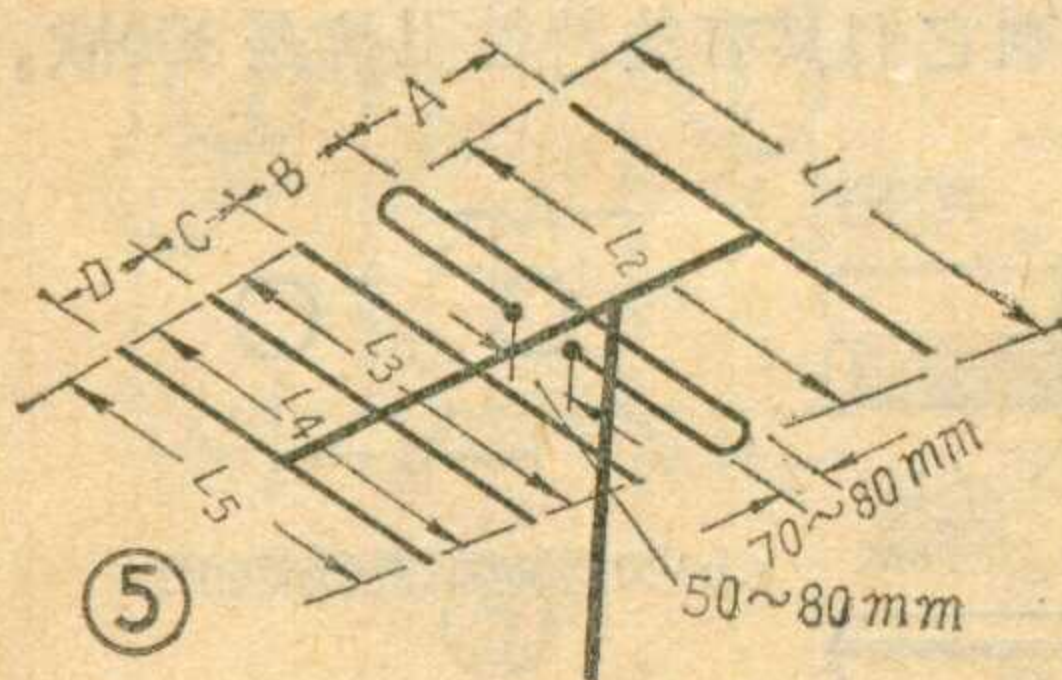
但要注意的是：电波在各种介质中的传播速度要比它在真空中的传播速度小，因而在高频电缆中的波长 λ 也就缩短了，它与真空中的波长 λ_0 的关系是：

$$\lambda = K\lambda_0$$

其中K是缩短系数。对一般同轴电缆(绝缘介质是聚乙烯)的缩短系数约为 $\frac{1}{1.5}$ ，而普通对称电缆的缩短系数约为 $\frac{1}{1.2}$ ，上面介绍的自制对称扁馈线的缩短系数近似等于1。

五元振子天线结构

五元振子天线结构在很多书籍中已有了介绍，这里只列出其结果数据(见图5及表1)。



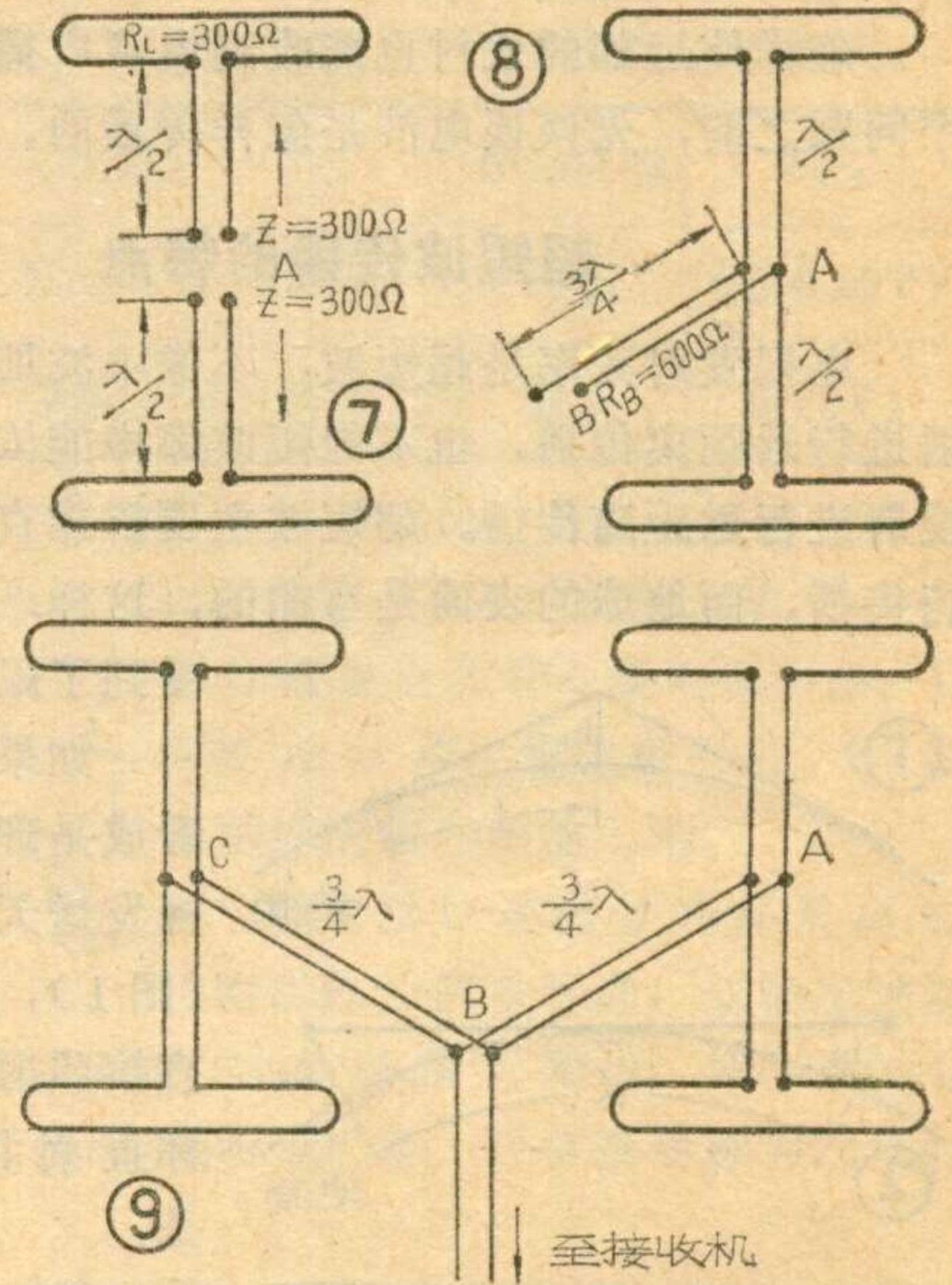
关于各段振子材料，有条件的可用直径为10~20毫米的铜管或镀铜管或铝管。也可以用木棍、竹棍来代替，但要在木棍或竹棍上缠绕一层金属纸。如用旧电容器的金属纸，注意先要用汽油将油污

表1 五元振子天线尺寸 (单位:毫米)

频道	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	A	B	C	D
1	2760	3130	2510	2490	2430	1200	730	700	740
2	2340	2650	2130	2100	2060	1030	620	590	625
3	2130	2400	1940	1910	1870	935	565	535	570
4	1790	2060	1650	1630	1600	790	480	460	485
5	1620	1870	1500	1485	1450	720	435	420	440

洗净。此外，包装用的铝箔、锡纸也可以。缠绕完后，在外层再压绕一层金属丝，以保证长期接触牢靠。

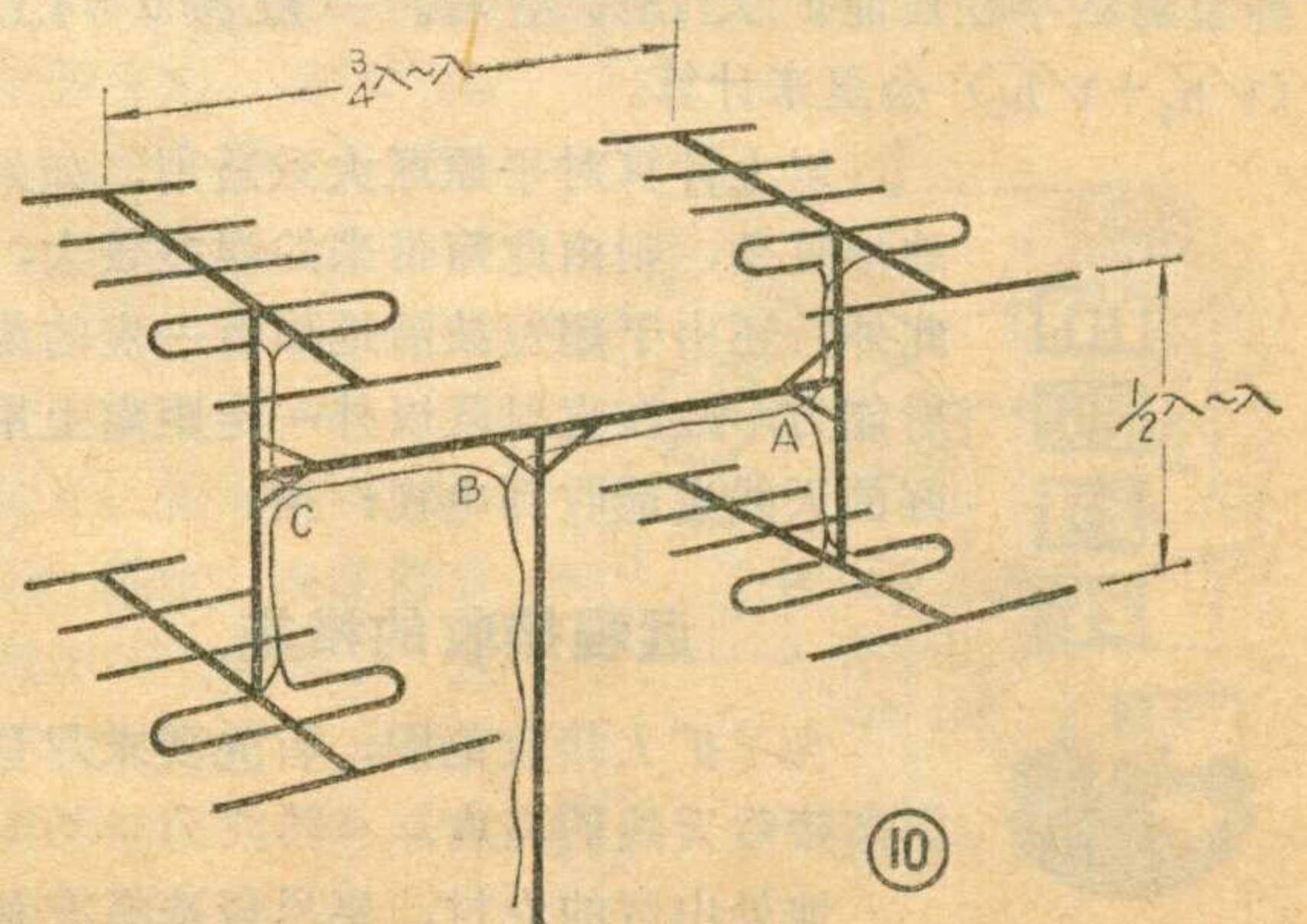
最后在馈线连接处用铁皮(废罐头盒)做个夹子夹牢(图6)，以便于焊接线。铁皮内外都镀上一层焊锡以防生锈。



双层天线的匹配

以四个五元振子天线组成的双层天线为例，说明传输电缆的匹配方法。这里所用环形振子天线的阻抗是300欧，电缆全部采用300欧对称扁馈线。

对每个环形振子先接上一段 $\frac{1}{2}$ 波长的对称扁馈线(图7)，则根据前面第二个规律，连接后每段阻抗仍为300欧。再在A点把两段并联起来，并联后的阻抗降为150欧。然后再从A点连接一段 $\frac{3}{4}$ 波长的对称



图象中频放大器的检修

北京广播服务部

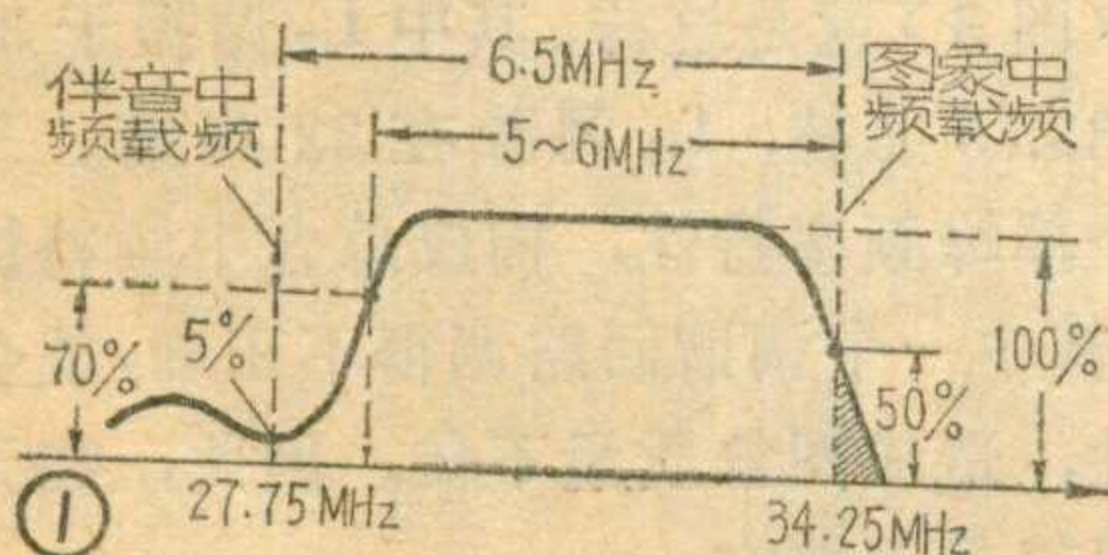
电视机中起主要放大作用的是图象中频放大器(简称图象中放)。它把来自混频级的图象中频信号,放大到能使视频检波器正常工作的电平。并对伴音信号作适当的放大,以满足产生第二伴音中频(6.5兆赫)信号的需要。

对图象中放的要求

图象中放应具备下列特点。

1. 增益高: 一般要求放大量有 50~60 分贝。
2. 频率高、频带宽: 我国规定图象中频载频为 34.25兆赫, 伴音中频载频为 27.75 兆赫。为了保证图象有足够的清晰度, 还要求图象中频频带宽为 5—6 兆赫。

3. 频率特性: 电视机中图象中放的频率特性如图 1 所示。由于电视信号是采用残留边带波发送的(这是为了压缩频带, 仅将上边带的全部和下边带中的较低频率部分发送出去), 在接收机中, 为了防止图象失真, 要求图象中频位于特性曲线的 50% 处(见图 1)。



为了减小伴音对图象的干扰, 要求伴音中频的增益为最大值的 5%。此外, 在伴音中频载频下凹

处还应有频带宽度为 250 千赫的平坦响应以改善音质。

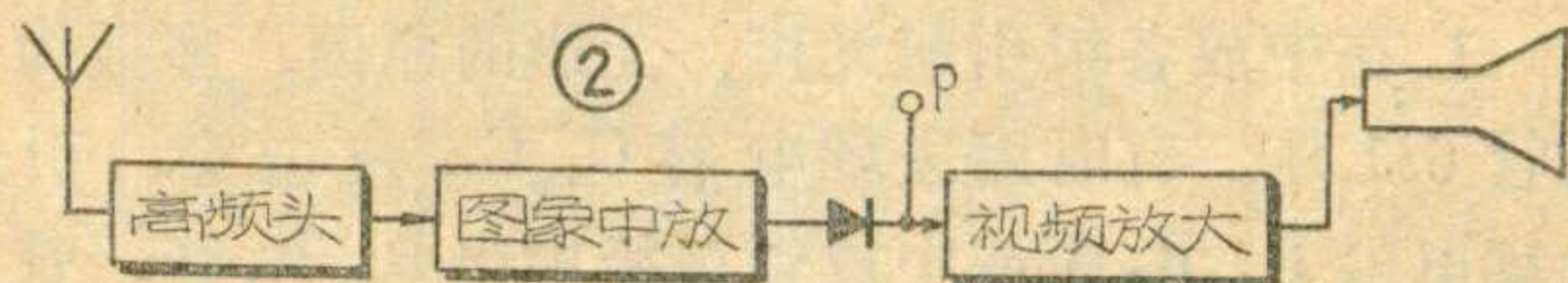
故障现象及检查方法

图象中放常出现的故障有: 有光栅但无声影; 信号弱; 信号忽有忽无或忽弱忽强; 伴音干扰图象; 图象失真等等。

一、当电视机发生故障时, 除应对表面的零件进行检查外, 为了判断故障是否在图象中放, 还需要确定中放后面的视频检波和视频放大器工作是否正常。方法是在测试点 P(见图 2), 加入一低频信号, 看荧光屏上有没有反映。具体作法有三种:

① 用改锥将中放管栅极与底板断续短路。② 用电压表断续测量中放管屏压。

1. 用手握改锥金属部分, 去接触检波测试点 P, 以人体感应给视频放大器一个 50 赫低频信号。此时, 如果在荧光屏上出现水平影条, 同时扬声器有嗡嗡声, 说明视频通道正常, 故障是在检波级以前的通道(此方法适用于两级视放电路)。



2. 若视频放大器是一级的, 可用一只 0.05 微法电容, 一头接到 6.3 伏灯丝电源上, 另一头接测试点 P, 如果视频通道正常, 荧光屏上也有水平影条(串联灯丝电路不能用此方法)。

3. 用低频信号发生器, 注入 1 000 赫音频信号电压, 检查视频通道是否正常。可将信号发生器输出心线, 通过一只 0.05 微法隔直流电容, 接到测试点 P, 如果荧光屏上有黑白相间的水平影条, 说明正常。

二、因视频检波级一般很少出现故障, 故经上述检查确定视频放大器工作正常后, 就对图象中放各级进行检查(国产电视机有的是两级中放, 有的是三级中放)。其方法也有三种:

1. 用改锥将中放管栅极与底板断续短路。
2. 用电压表断续测量中放管屏压。

这两种方法等于送进一个杂波信号, 如果电路正常, 在荧光屏上就会出现闪光杂波, 扬声器有嘎啦嘎啦声。由末级往前一级一级检查, 当某一级无反应, 故障可能就出在这级。

3. 用高频信号发生器逐级注入中频信号检查。方法是将高频信号发生器输出电缆心线经一只数百微微法的电容接到中放管栅极, 而电缆的屏蔽套接底板(将信号发生器频率调到 33 兆赫左右并加上调幅)。如果荧光屏上出现水平影条说明正常。当信号加到某级无此反映或影条反映较弱, 则故障就出在该级电路中。

三、经检查找出故障发生在图象中放某级后, 便

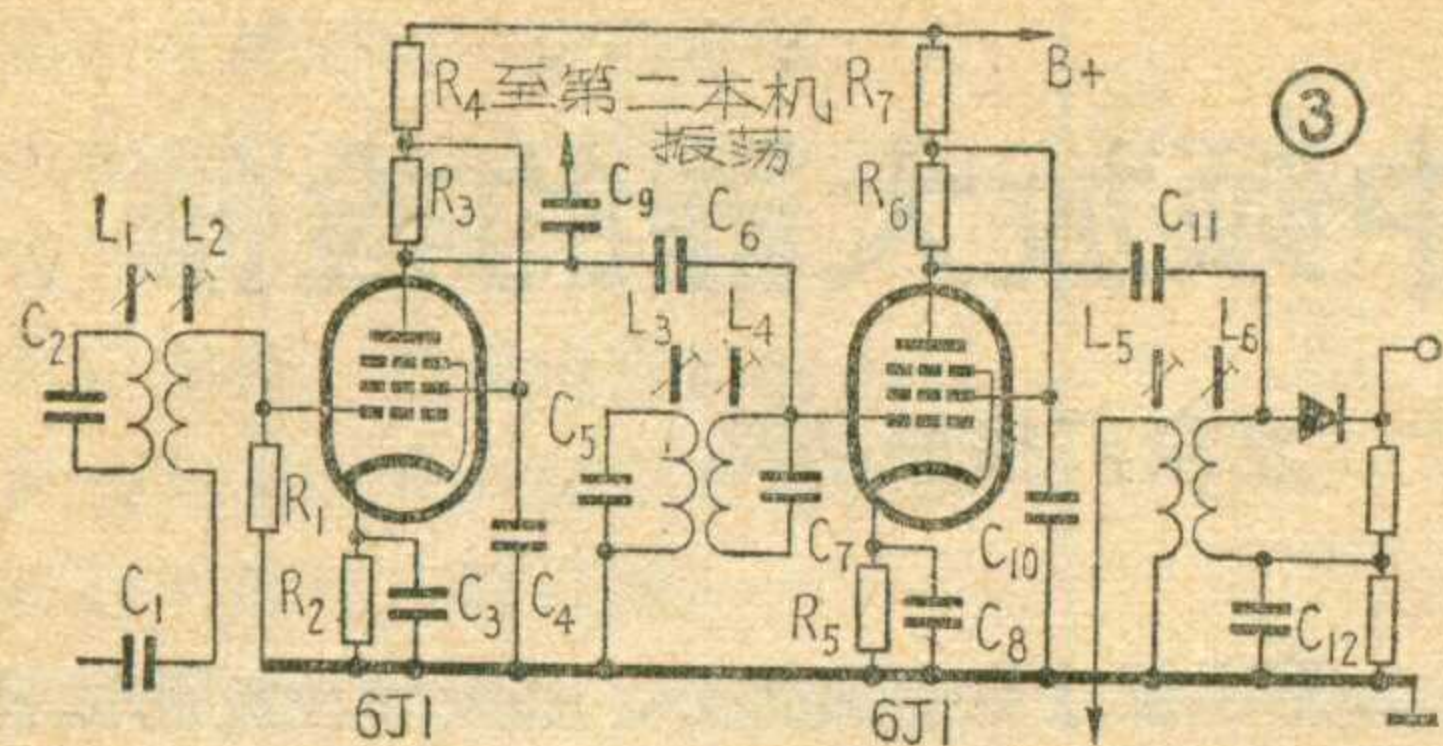
馈线并联起来, 正好又得到 300 欧的阻抗(图 9)。

从 B 点到接收机的长度, 本来可以任意长, 但最好选择半波长的整数倍, 这是考虑到还有驻波的影响。具体长度可根据实际距离决定。

最后做成的天线如图 10 所示。水平两列天线间的距离取一个波长左右, 上下两层间取 0.7 个波长左右。

$$Z_B = \frac{(300)^2}{150} = 600 \quad (\text{欧})$$

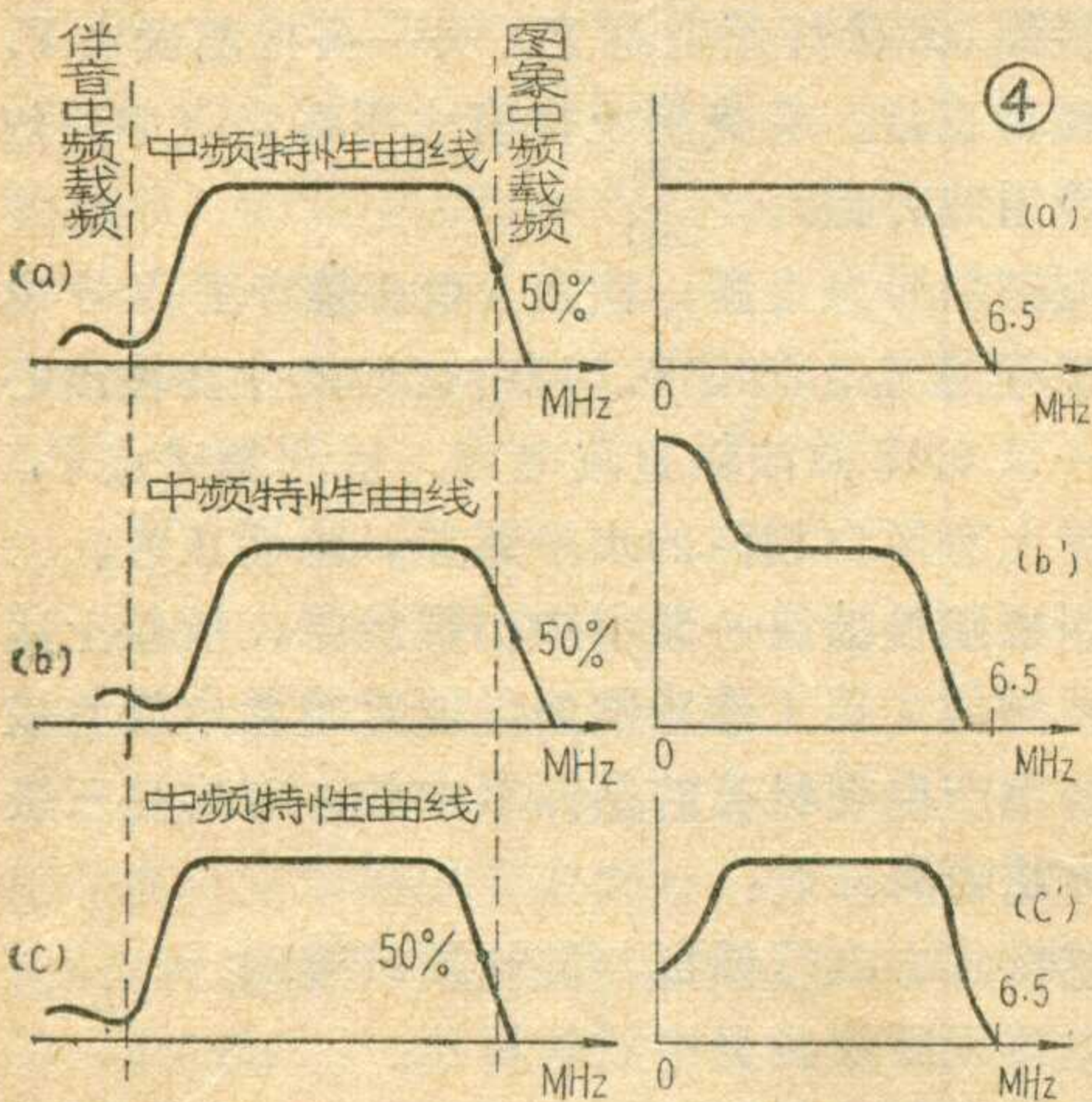
对另一列两个天线也按同样方法连接, 得到的阻抗也是 600 欧。最后在 B 点把两段阻抗为 600 欧的扁



可结合测量中放管屏极电压（或间接测阴极电压）等方法，确定故障具体发生的原因。

故障产生的原因

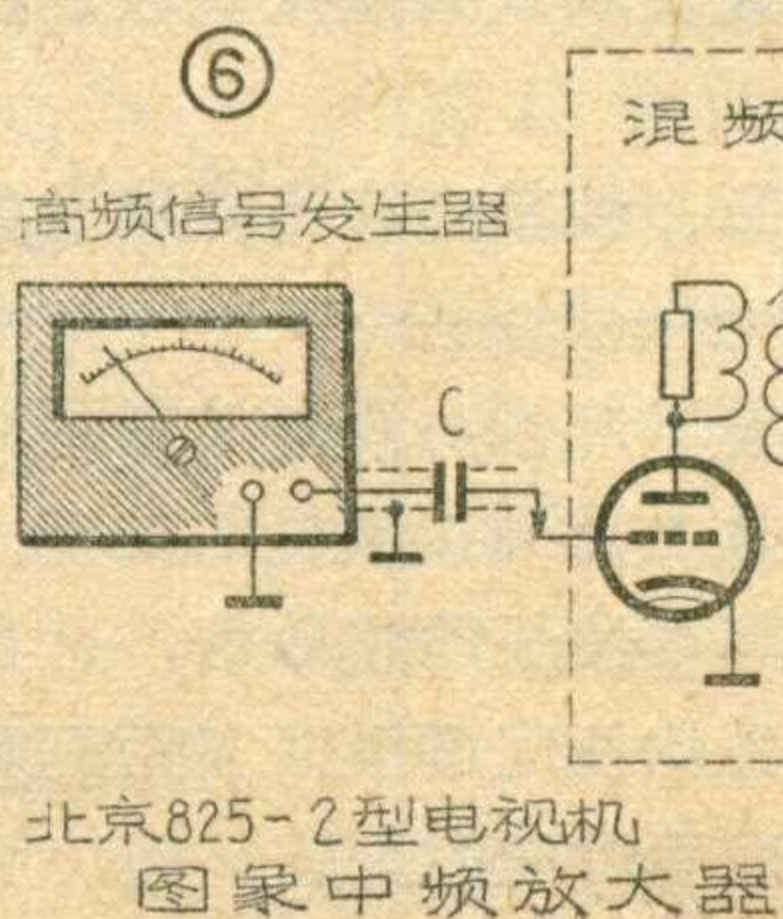
1. 在中放各级引起无声、无影的原因，多数为中放管 6J1 坏。有时因去耦电容 C_4 、 C_{10} 被击穿，引起去耦电阻 R_4 、 R_7 断或中放管屏极电阻 R_5 、 R_6 断，管座与管脚接触不良等也会造成无声无影（如图 3）。



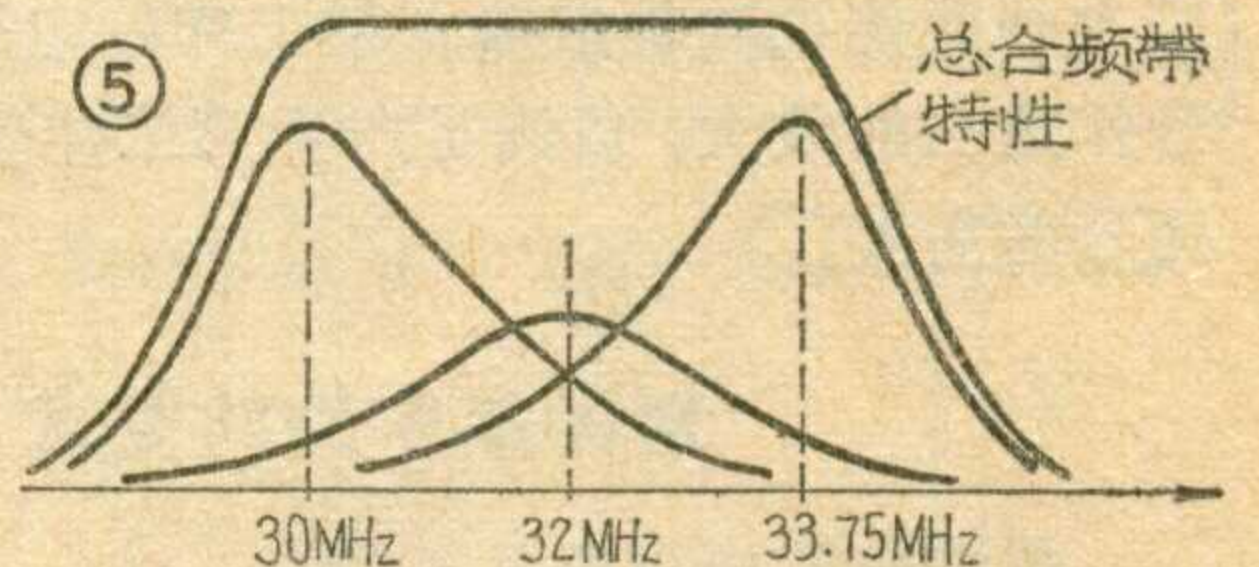
2. 常见的信号弱的原因有帘栅或阴极旁路电容 C_4 、 C_{10} 或 C_3 、 C_8 断路及耦合电容 C_1 、 C_6 、 C_{11} 漏电，中频回路失谐等（如图 3）。

3. 信号忽有忽无或忽强忽弱的故障，在中放级常为电子管 6J1 灯丝断裂，灯丝时亮时不亮引起的。有时 6J1 管碰极严重漏电，管座与管脚接触不良，元件焊接不良或“阻尼电阻” R_1 断，也能引起这种故障现象。

4. 伴音干扰图象的现象，就是随着声音的大小，在荧光屏上出现水平条纹。一般是因高、中频特性曲线不正确（如中放吸收回路和其他谐振回路未调好），使伴音中频信号落在特性曲线的陡削部分，引起斜率检波作用而造成的。检查这种故障时，可把音量电位器关至最小，如此时干扰现象消失，则故障存在于伴音通道或其他电路中。若仍有干扰现象，一般故障是在图象中放以前电路中。这时需对中放特性曲线重新调整。



3. 图象失真，主要是因中频特性不好引起的。图 4 所示为中频特性三种不同情况的频率特性曲线和相应的视频检波器输出的图象信号频率特性。为了使图象不失真，图象中频载频须处在特性曲线斜边高度为 50% 处，如图 4(a)。这时视频检波器输出端所得图象信号频率特性才是平坦的如图 4(a')。若图象中频载频位置往上移（本机振荡频率过低）如图 4(b)，使得图象信号低频分量加重，高频分量相对减少，造成图象清晰度差，图象变浓，看不清细节部分，垂直轮廓线变得模糊，有时出现短拖影。测试图的垂直楔形线条数减少。此时检波器输出频率特性如图 4(b')。若图象中频载频位置下移（本机振荡频率过高）如图 4(c)。则检波输出端所得图象低频分量减少，高频分量相对增加。造成图象多边多影、白色镶边和图象变淡。有时也出现伴音干扰图象。



图象中频放大器的调整

图象中放是多级宽频带调谐放大器，多采用单调谐回路（有的采用双调谐回路）而且采取“参差调谐”的方法，使各级回路调谐于不同频率上。如 820 型电视机的中频线路（图 3）就是这样。其中 L_2 谐振于 30 兆赫， L_4 调谐在 33.75 兆赫， L_6 调谐在 32 兆赫。三个调谐回路的三个单峰频率特性，构成总合中频特性曲线如图 5。如果其中一个调谐回路调得不正确，就会影响整个中频特性，造成图象质量不佳。因此，在无适当仪器时，不要轻易调整它。

一、在什么情况下需要调整呢？

1. 当变动频率微调，出现声音好，而图象不好，或图象较好而声小或失真，调整高频振荡线圈的铜心不起作用时。

2. 当图象产生失真，转动频率微调钮时，如果图象特征随着频率微调钮的转动而变化，则表示高频头和中放级特性曲线被破坏。若无变化，表示故障发生在视频通道和检波级。例如多边多影故障，如果出现在

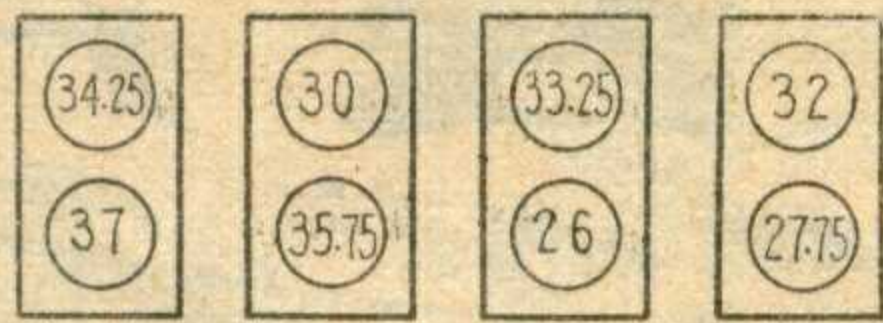
高频头和中放级，这时改动频率微调其阴影之间的水平距离发生变化。

3. 当发生伴音干扰图象，而改变高频振荡频率无效，同时确定伴音和视频通道正常时。

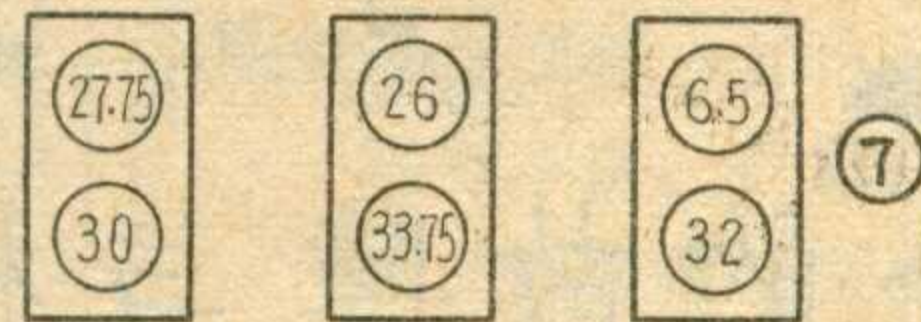
4. 图象中放的中周是新换的。

5. 由于频率失谐引起信号弱等。

二、用高频信号发生器和电子管电压表进行调整。高频信号发生器输出电缆心线经一只隔直流电容接混频栅极。电压表经电阻（5千欧）和电容（1000微微



825-2型电视机中周各调谐回路应调谐的频率(MHz)



820型电视机中周各调谐回路应调谐的频率(MHz)

法)组成的去耦网路,接到检波二极管负载电阻两端(如图6)。电压表拨子放到直流档上。调整时,高频信号发生器输出电平不要太大(一般有1伏左右即可),防止过荷失真。然后将信号发生器调在34.25兆赫频率刻度上,同时旋转34.25兆赫中周的磁心,使电压输出最大。接着顺次调整30兆赫、33.25兆赫和32兆赫的各中周磁心(图7),同样使输出电压最大。至于各吸收回路的调整,方法相同,只是输出电压要调至最小。经调整后,还要进一步检查一下各谐振频率输出电压是否相差太大。方法是把信号发生器的频率从30兆赫开始往高端移动,到33.25兆赫。同时观察电压表的指示,如摆动不大,说明调整好了。

在调整时应注意的是:一定要根据电视机的中频放大器各级中周所要求的频率进行,且不要调错了。

(上接第25页)

作用而截止后,电源+450V经调整管G₆₀₁阴极和时基电阻对电容充电。必须说明的是G₆₀₁作为一个低内阻的可调电流源对时基电路进行供电,充电电流的大小视各档电容而变。W₆₀₁用来对各档扫描速度作总的校正之用。

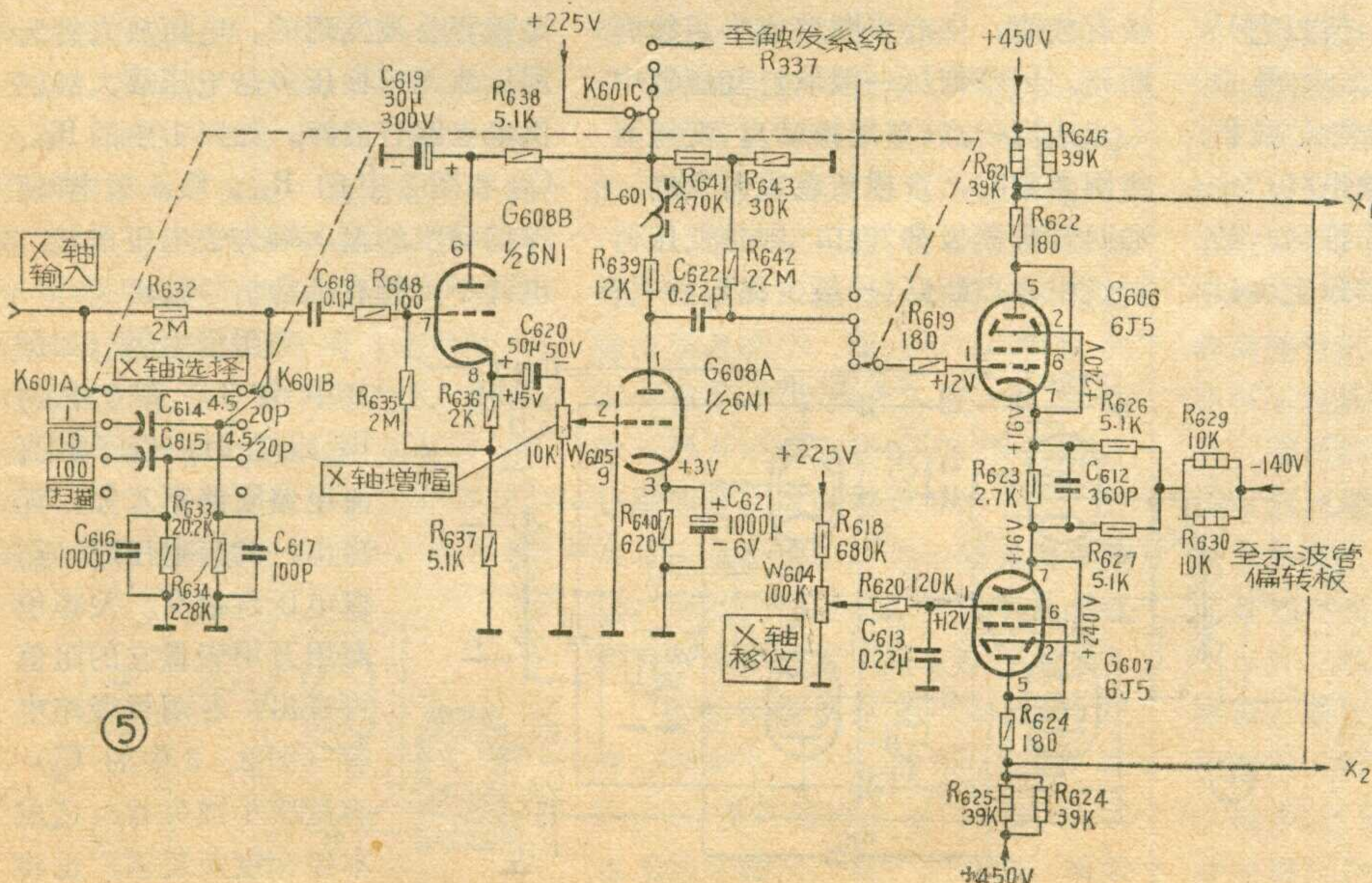
在G₆₀₂板板上产生的正向锯齿波经电容C₆₀₉耦合送到G_{604B}栅极并由阴极馈送到X轴放大器。另一路送到G_{604A}栅极,供面板上输出之用。这二路扫描在输出之前均由箝位管G₆₀₃恢复直流起始电平,这个电平应该近似零伏,低于零伏的电压因G₆₀₃导通而被箝制,这样保证了各档扫描起始点相对稳定。

G₆₀₅组成扫描扩展电路,W₆₀₃是一带开关(K₆₀₂)的电位器,未扩展(即校正位置)时扫描信号直接由G_{604B}输出,当“扩展”时G_{604B}栅极回路的开关与R₆₁₄连接,扫描信号于G₆₀₅左边栅极(6脚)输入经阴极回

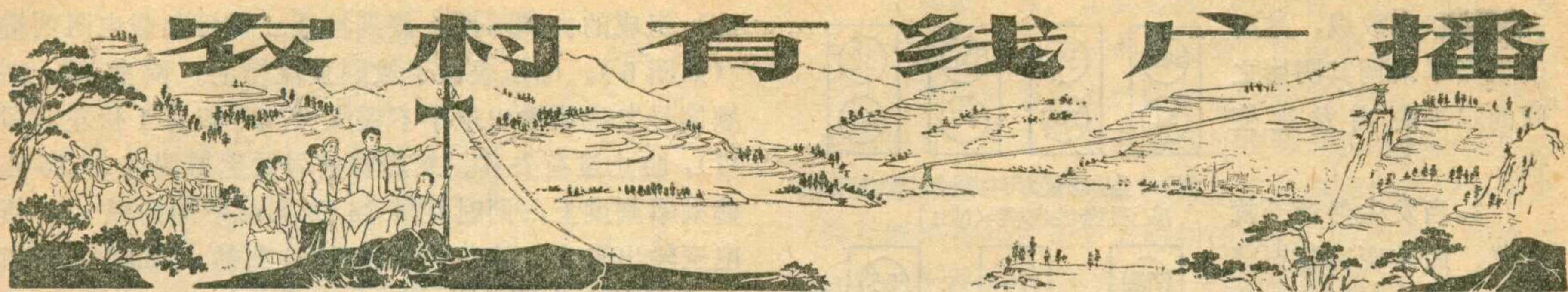
路R₆₁₀、R₆₁₁耦合,再由右边板极(2脚)输出。G₆₀₅右边三极管组成栅极接地式电路,此电路的放大倍数约为5,也就是说荧光屏上的扫描线扩展后扫速快了五倍。如果原来每个波形的周期是一公分一个,那么扩展后便是五公分一个。考虑到X轴放大器对扩展前的信号经放大后输出幅度已能满足全屏幕的偏转,那么把扩展后的扫描波输入X轴放大器后不是要失真吗?事实真是这样,过大的锯齿波会使X轴放大器产生非线性畸变。但是,这种畸变正好是在荧光屏的外面,而屏幕范围以内基本上是线性的。实际上G₆₀₅板极也不是把整个输入的扫描电压完整地放大五倍,而只能对扫描的某一部分放大五倍,这个局部是随着W₆₀₃的改变而变化的,这是因为G₆₀₅的两个栅极直接连接,因此调节W₆₀₃能直接控制G_{604B}的输出电平,在设计过程中应使电位器W₆₀₃与荧光屏线性区正好配合。这种扫描扩展对研究组合脉冲的细小部分是有价值的。

4. X轴放大器

X轴放大器由G₆₀₆~G₆₀₈组成,见图5。其中G₆₀₆和G₆₀₇组成差分放大器,G₆₀₆栅极上的锯齿电压经阴极耦合倒相后由两管板极推挽输出。在外接X轴输入时,开关K₆₀₁将G_{608A}与G₆₀₆连通。外接信号的大小除由衰减器可供选择外,还有“X轴增幅”电位器作微调。X轴一般不需要很宽的频带,所以只安排了一级放大。



⑤



农村有线广播

扩音机推动部分的故障与检修

北京市广播器材修造厂工人 程 仲 技术员 谢祥恺

在扩音机中，推动部分是其中间放大级，它的工作状态好坏，在很大程度上决定着扩音机的电声性能。这一部分根据末级功率放大器对它的要求，可以是一级推动级，或者由一级电压放大级和一级功率推动级所组成。

推动部分（简称推动级或称激励级）是扩音机的末前级。它的基本任务是输出足够大的信号电压或信号功率，以推动末级进行功率放大。功率放大级多是推挽输出，因此推动级本身或它的前级电压放大级必须采取分相或倒相等方法，将信号变成适合末级推挽所需要的形式，并经电压放大后，才能送到末级。此外，根据末级工作状态的不同，分为电压推动和功率推动两种电路。末级采用甲类和甲乙₁类功率放大的小型扩音机，末级功放管最大信号输出时无栅流，所以它只要求电压作推动；而末级采用甲乙₂类和乙类功率放大的较大型扩音机，功放管最大信号输出时产生栅流，因此它要用功率作推动。后两类扩音机的推动部分实际上可以看做一个相当于采用甲类或甲乙₁类功率放大器的小型扩音机电路。也有的中功率扩音机，不是采取用推挽功率放大作推动，而是采用单管作甲类功率放大，再经变压器分相后去推动末级功放。例如上海R150-1型扩音机就是用一只6P6P作甲类功

率放大推动末级的。

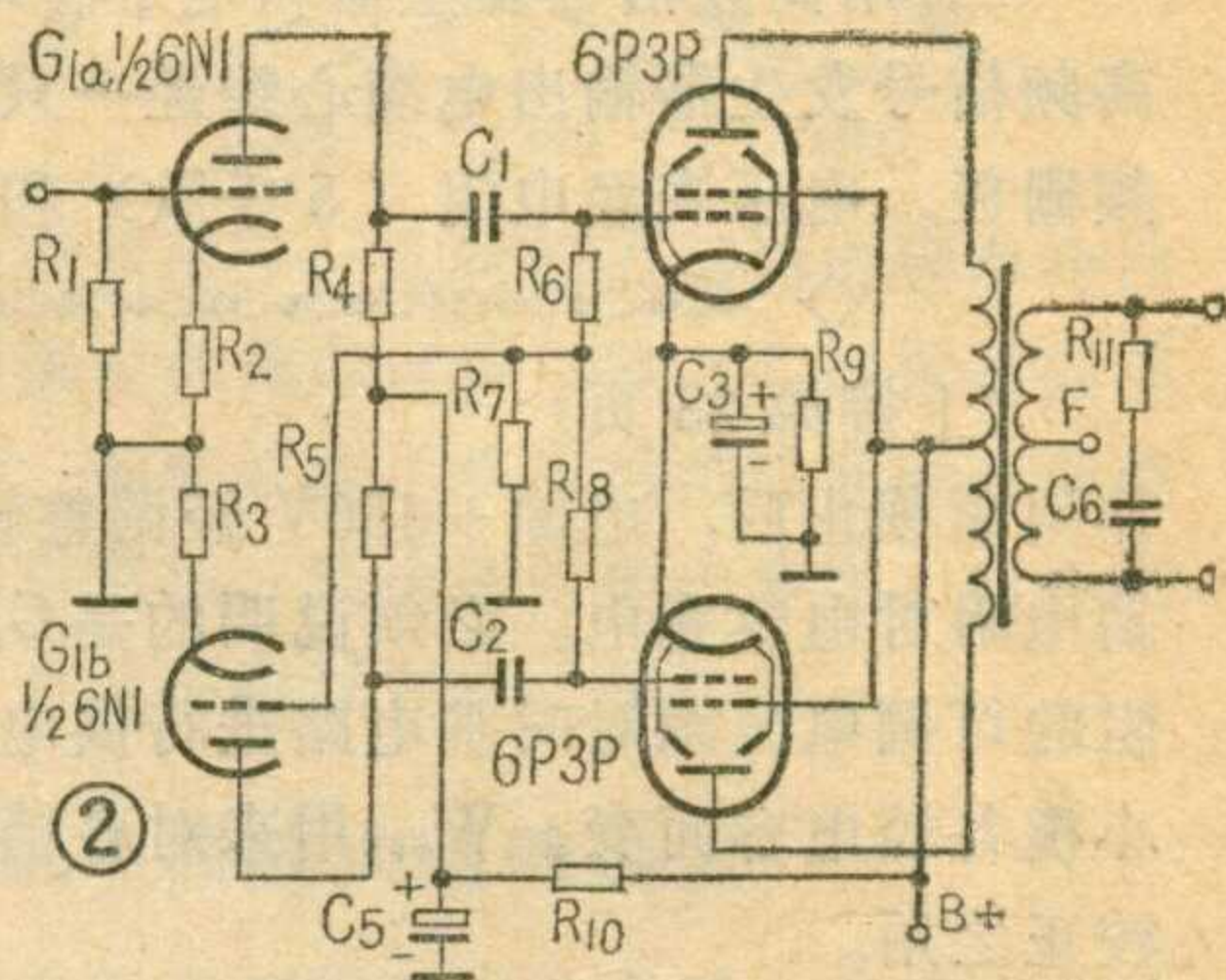
对推动部分的基本要求是：（1）输出失真要小；（2）杂音电平要低；（3）稳定性好；（4）频率特性好；（5）输出功率或推动电压应有足够的余量。

推动部分所用元件较多，故障也常发生。这部分有故障时，从末级反应出来的现象是：无输出或输出小；失真；杂音及交流声大；自激振荡等。当机内出现这类故障现象，而在电源电路和末级功率放大电路无明显故障时，就应对推动部分的电路进行检查。

一、无输出或输出不足

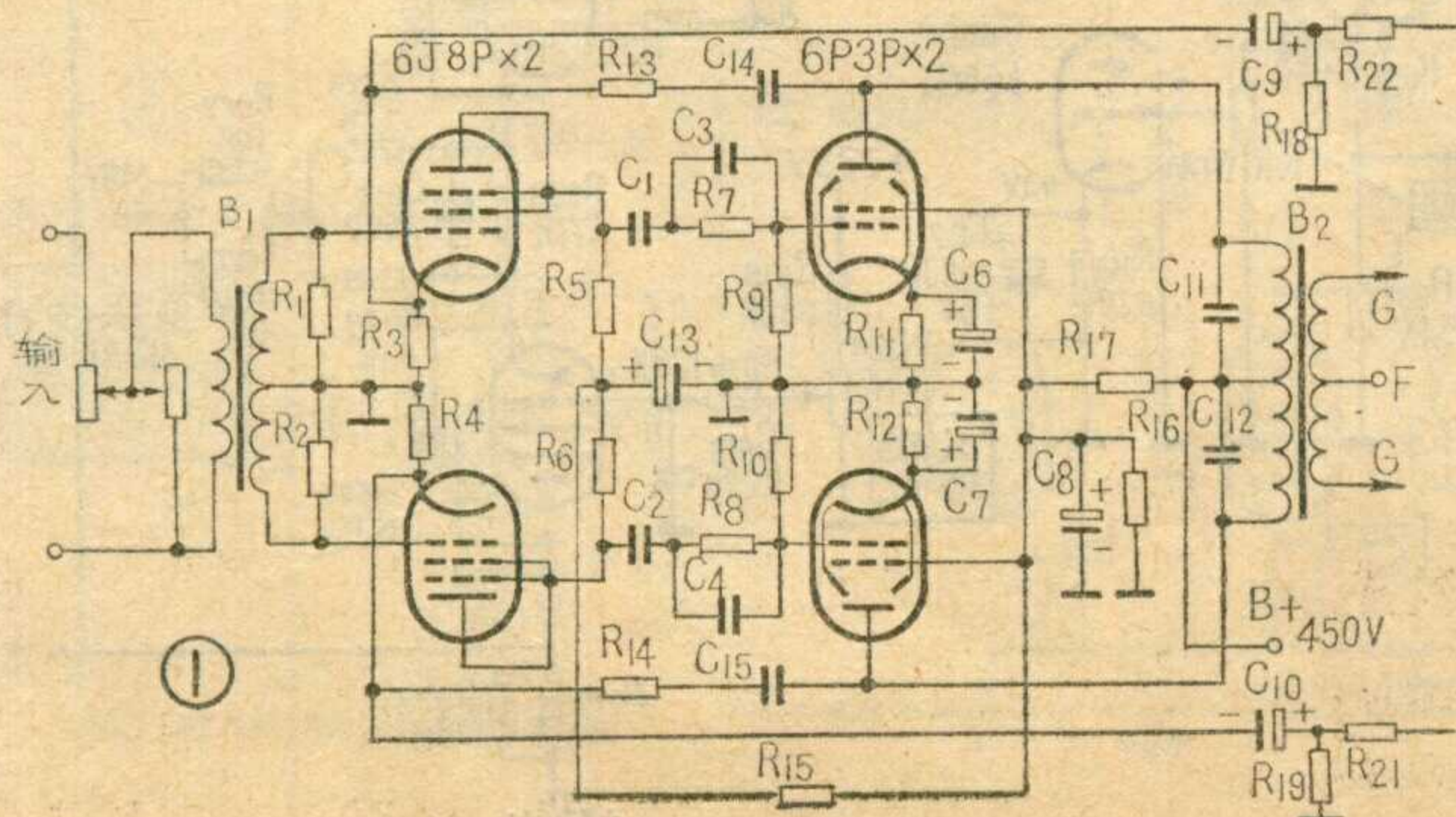
1. 推动级的工作电压不正常：

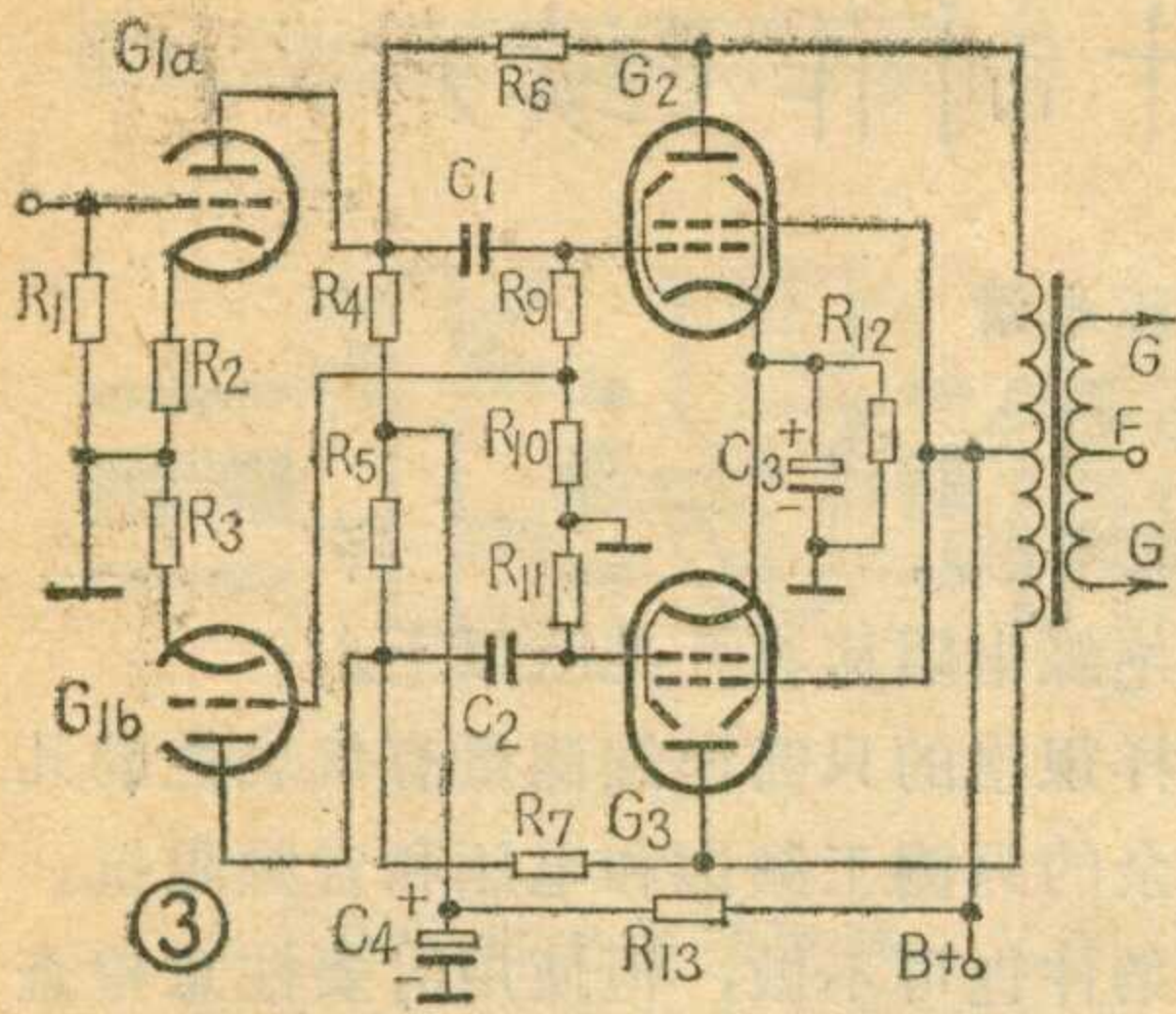
当推动级功放管屏极无电压时，如整流电源电路无故障，功放管帘栅极发红（直观可见），则是变压器初级有故障，中心点断路或半组线圈断路。因帘栅压一般取自变压器中心点或同一点（单端推动）。变压器线圈断路时，帘栅负载重而发红。如两管帘栅极都发红，则是变压器初级中心点断路（一般少见）。一管



发红，则说明发红的这边的线圈有断路。当发现帘栅极发红时，应立即关机，以免管子过热而损坏。这时关掉电源用万用表电阻档即可查出。若推动管的帘栅极无电压，则多系公用的帘栅极降压电阻断路或退耦电容短路（如图1中的R₁₇和C₈）。在图1的电路里如是R₁₇和C₈出现故障将同时使得电压放大管6J8P无屏压，因此这种故障是比较容易被发现的。电压放大管无屏压或无帘栅压多是电压放大级的供电电路有故障。如图1中的R₁₅、C₁₃和图2中的R₁₀、C₅。这样使得推动级的输入端失去电压增益，也就不可能有推动信号输出了。

当阴极电阻（如图2中的R₉、图3中的R₁₂）开路时，管子的直流电路断路不工作，无输出，测其电压时，阴极电压将很高。关掉电源用万用表量它的阻值可查出。若阴极旁路电容（图2、3中的C₃）容量减小或失效，造成本级深度负反馈，也将





使输出减弱。用同容量电容并联在原电容上就能判断。

2. 倒相电路故障引起推动级无输出: 在图1中,以输入变压器 B_1 作倒相的机器,若 B_1 初级开路就是输入信号开路了,整个机器就无输出。在不断电源、不动烙铁的情况下,我们可以借助万用表的交流电压档进行检查,方法是:由前级送给 B_1 额定的音频信号电压,用万用表交流 25 伏或 50 伏档去测

帘栅极发红,也无推动功率输出。

当采用分压式电路(如图3)和自动平衡式电路(如图2)作倒相的机器,若前面接受信号的一只电压放大管(如图2、3中的 G_{1a})没有工作(如电子管灯丝断、管脚接触不良、严重衰老,以及无屏压、阴极电阻开路等),则整个电压放大级也无电压输出。

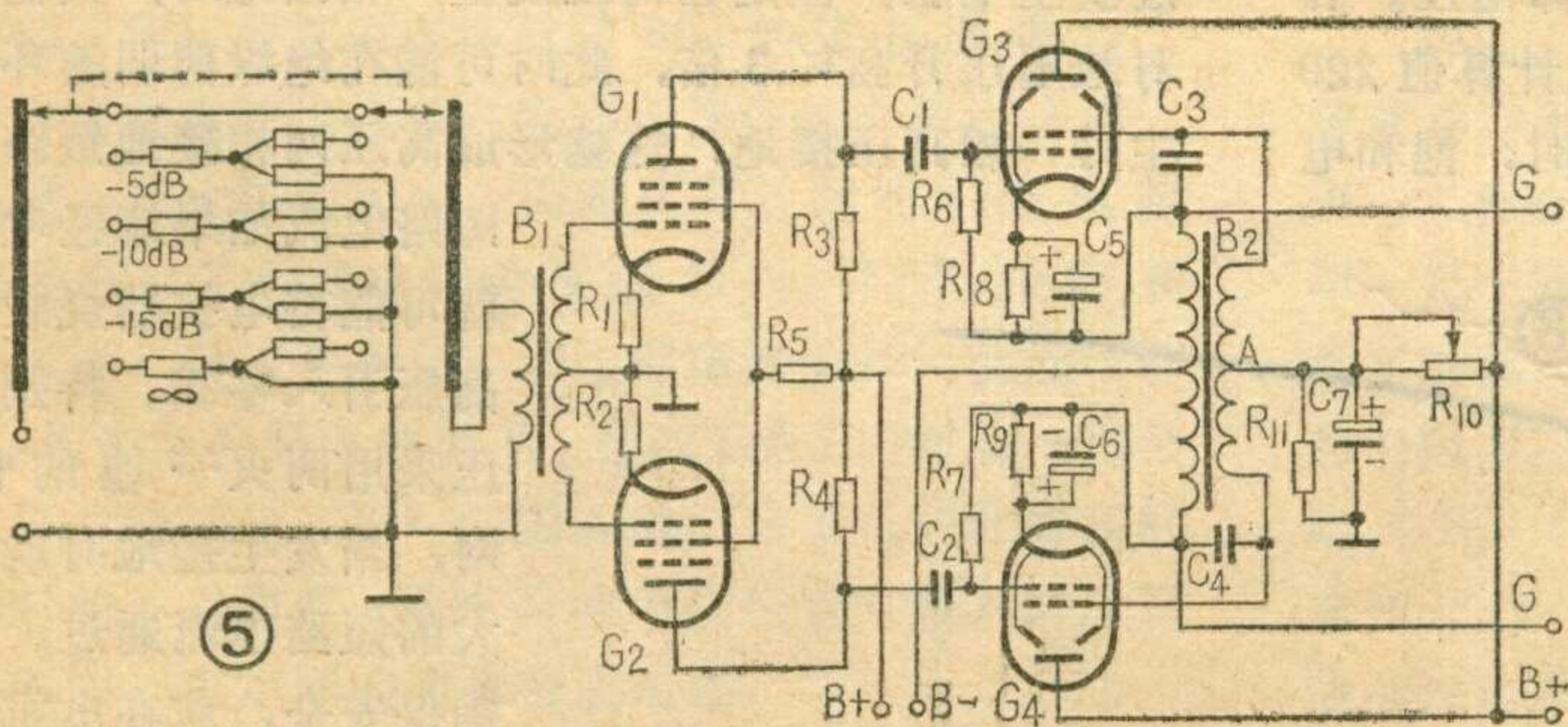
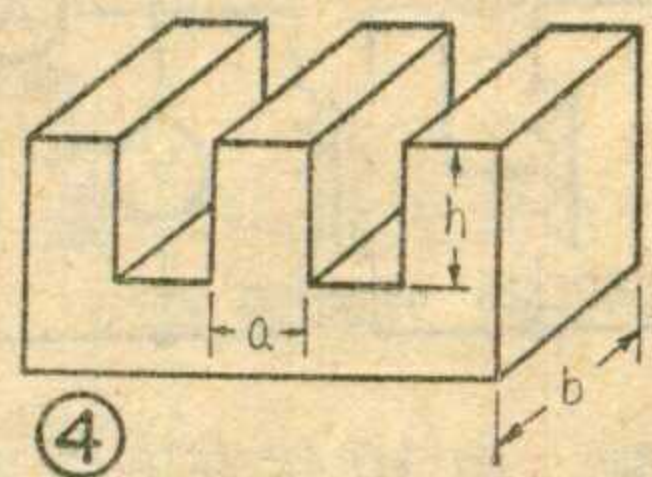
3. 交连电容开路: 电压放大级与功率推动级的交连电容(小型扩音机则是与末级功放的交连电容),如图2、3中的 C_1 开路时,将造成机器无输出。检查的方法,仍借助于万用表的交流 50~100 伏档,一端串一只 0.01~0.1 微法/400 伏以上的电容,按图4接入线路中。在 G_{1a} 的栅极注入音频信号,先后测 C_1 两端 A、B 点与公共地端之间的交流电压。若 A 点有电压指示,而 B 点无电压指示,则说明 C_1 开路,置换新

出小且失真。另外,帘栅电容 C_3 、 C_4 常会击穿短路,帘栅压也将不正常,检修时应注意。

(未完待续)

(上接第 23 页)

示,舌宽 $a=24\text{mm}$,叠厚 $b=36\text{mm}$,窗口高 $h=36\text{mm}$,铁心形状可为“E”字型或斜山字型。初级绕组用线径 $\phi=0.25\text{mm}$ 的漆包线绕 1320 匝;次级绕组用线径 $\phi=1.07\text{mm}$ 的漆包线绕 65 匝。参看图 1,次级绕组 1、2 两抽头间为 13 匝,2、3 与 3、4 间都为 26 匝。



B_1 次级两端电压,若为 9~12 伏是正常;若无电压指示,说明初级有开路。这时可切断电源,用万用表欧姆档作通路检查,就能进一步判断了(注意:作此种检查时,要先测量初级两端应有电压指示,否则是输入插座或接线端子有开路故障)。若推动级采用单管甲类功放,用变压器作倒相输出的机器(如美多 150 瓦),当其推动变压器初级开路时,则推动管无屏压而不工作,推动管

电容后,故障即可排除。或者用一个等值的电容并在原电容上试试。

扩音机输出不足或者说音量小的故障,一般由下列几个原因造成:

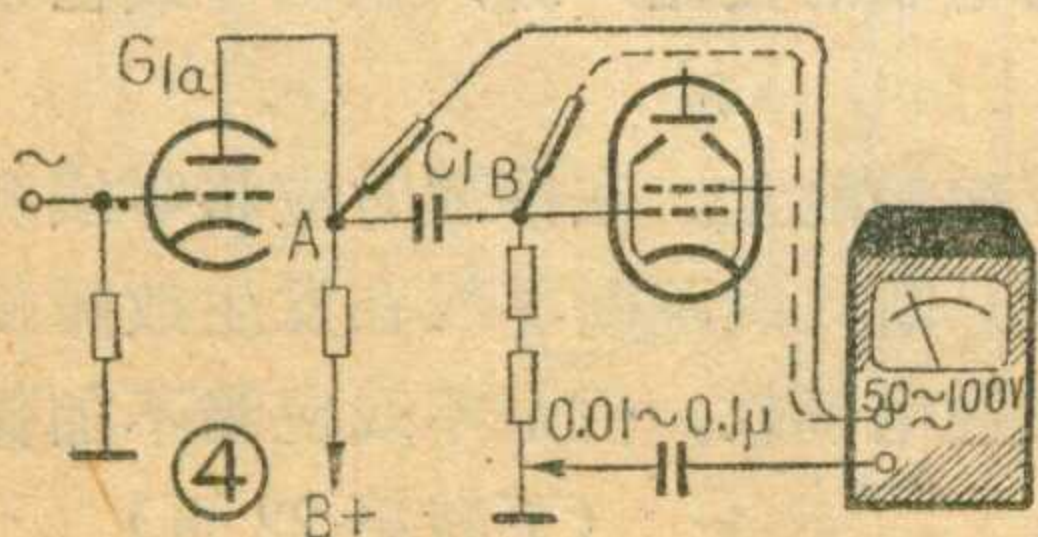
1. 输入变压器 B_1 的次级线圈有开路或局部短路。这样不仅造成输出显著减小,而且也将严重失真。在 B_1 的初级注入额定音频信号,用万用表交流电压 25 伏档,分别测量次级两端对地的电压,正常时应是平衡的,若一组无电压指示,或低于额定值,则说明该组线圈有开路或局部短路故障存在。

2. 用阻流圈作交连输出的机器,如图 5,若 B_2 的 A 点断路,则 G_3 、 G_4 无帘栅压,这两管的阴极也无功率输出;若一组开路,则输

整流器是由 4 只 2CZ2A/30V 的硅二极管组成的桥式整流电路。

BG_1 、 BG_2 、 BG_3 宜选 β 值较大的管子。因全部负载电流都流经 BG_1 , 电流较大,所以 BG_1 应选大功率三极管。本仪器选用 2CW₁₃ 或 2DW₁ 做稳压管,稳定电压为 5~6.5 伏(每只管子略有出入),它们的正常工作电流为 5~10mA,所以选限流电阻 R_8 为 36Ω 。电阻 R_2 既是 BG_2 的偏流电阻,又是 BG_3 的负载,所以要适当选择 R_2 ,使复合管和比较放大管都有良好的工作状态。在本电路中, R_2 取为 $6.8\text{K}\Omega$ 。 C_1 、 C_3 是滤波电容。为了防止干扰信号影响调整管的工作和防止自激振荡,在 BG_2 的基极加了电容 C_2 。

变压器的初级有 0.25A 保险丝。整流输入端有 2A 保险丝。2A 保险丝安装在机壳内;0.25A 保险丝的管座装在面板上。变压器次级接一指示灯,仪器稳压部分采用印刷电路板。若要同时输出直流电压和稳压电压,可以在仪器内部的变压器次级 10 伏抽头处再接一整流电路,并与稳压器直接连接即可。



零线广播接地电抗器的设计制作(续)

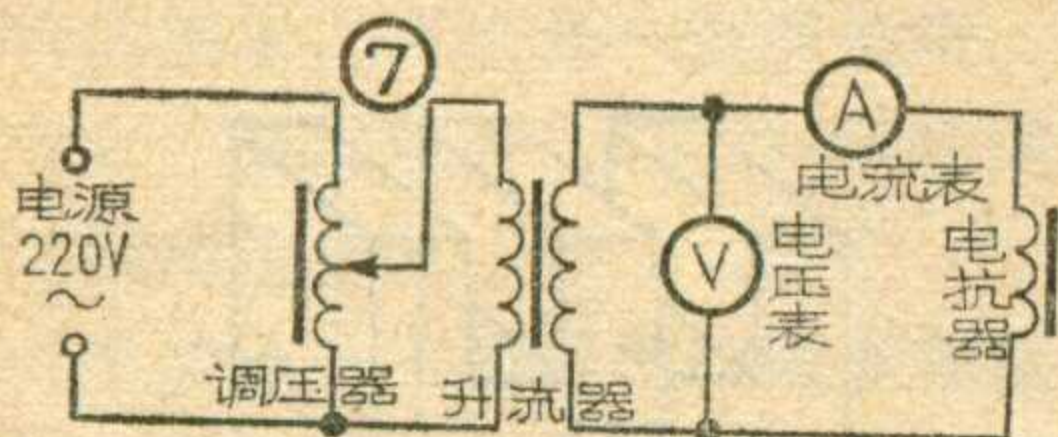
北京市朝阳区平房人民公社电工 赵宝实 陈永清

四、测试

1. 工频阻抗测试: 按图 7 电路测量电抗器电流与电压的数值, 列表并画出曲线如图 8。

调压器为 0~250 伏(1 千伏安以上); 升流器可用 220/24~36 伏(0.5 千伏安以上)降压变压器, 如果容量小应尽量缩短大电流测量时间; 电压表 0~20 伏; 电流表最大量程 30 安。如要测量不饱和部分还应备有毫安表。

对工频阻抗要求: ① 1~4 伏时阻抗应在 10 欧以上,

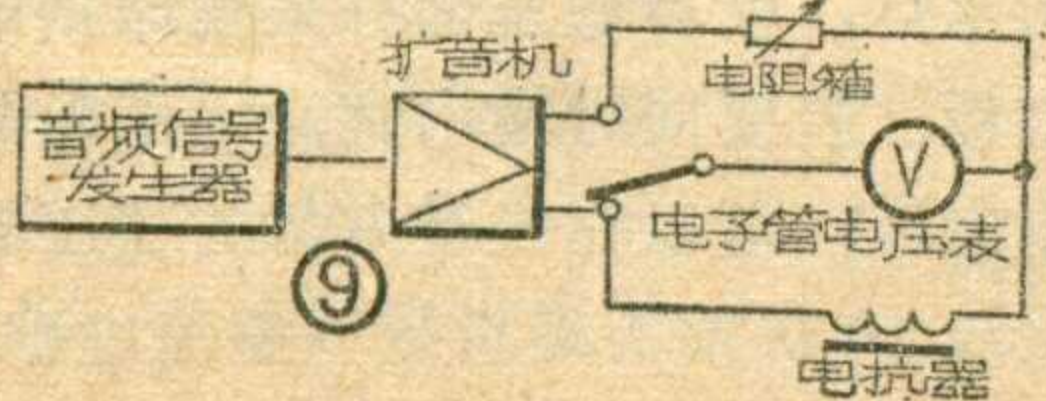


如达不到说明对音频的阻抗太低, 应按前述办法调整。如有条件作音频阻抗测试, 此

段可不测, 由 10 伏左右开始。② 10 伏左右应开始饱和(曲线变平坦), 以降低零线上的工频故障电压。③ 在流过最大故障电流(考虑到特殊情况, 取计算值 220 伏/(4+10) 欧 \approx 15 安的两倍, 即 30 安)时, 饱和电压不应超过 15 伏。长时间流过最大故障电流时电抗器不应烧毁, 如过热说明计算中 B_m 值取大了, 应增加铁心截面(不能增加线圈匝数)。

2. 音频阻抗测试: 按图 9 电路用比较法测量。扩音机 10 瓦以上, 能输出 30 伏以上电压。电阻箱 0~500 欧, 应能短时间通过 0.2 安电流, 如果阻值不够可串联碳膜电阻。电子管电压表 0~30 伏量程。

由音频信号发生器先后送出 250 赫、1000 赫两个信号, 用电子管电压表分别量出电阻箱及电抗器上的电压, 调正电阻箱及扩音机输出电压, 使所测两者上的电压均为 20 伏。此时电阻箱的阻值即为电抗器的阻抗值。要求 250 赫时电抗器的阻抗应大于 100 欧; 1000 赫时应在 150~200 欧以上。如太小, 则应如前述方法调整。



3. 热稳定试验: 电抗器通过 30 安电流温度稳定后, 温升不应超过

60°C (按 A 级绝缘考虑)。

4. 用摇表测绝缘电阻应在几兆欧以上。

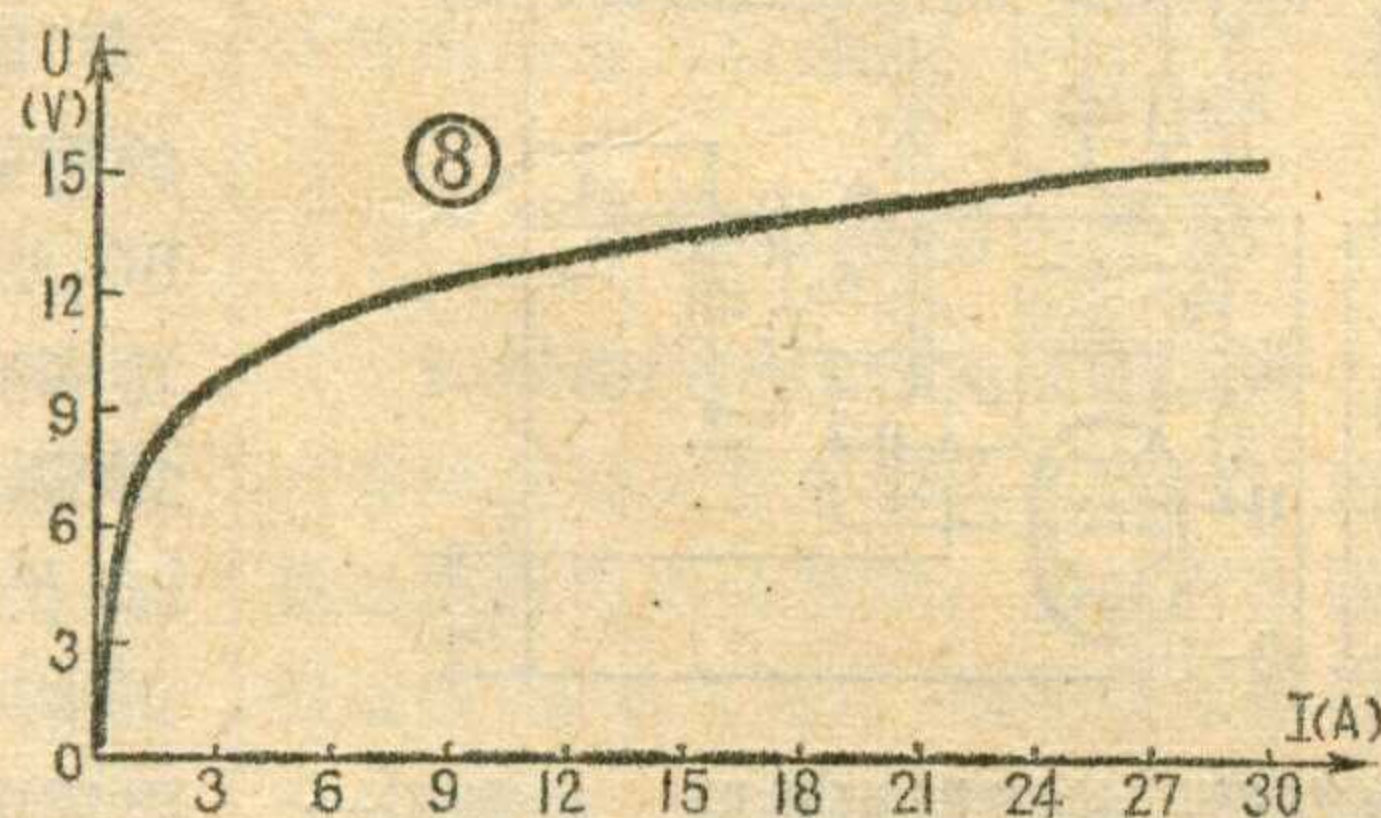
以上试验同样规格的只需详细测量有代表性的几个就可以了, 其余的只测工频饱和电压和音频阻抗。音频阻抗如没有条件也可不做, 但使用时要注意检查加电抗器后与断地线时音频电压的变化, 如加电抗器后音频电压有明显下降, 说明电抗器音频阻抗过小。

五、使用方法及注意事项

1. 电抗器应按图 1 连接。绝不可以把高压避雷器的接地线和电力变压器外壳的接地线断开。

2. 在高压是小电流接地系统, 系统接地电容电流不超过 30 安时, 如发生变压器高、低压线圈之间击穿或高压断线搭在低压线上时, 高压相线将通过电抗器接地。此时通过电抗器的是高压系统接地电容电流, 电抗器仍可以可靠地工作, 零线对地电压不致超过安全电压。但是在高压发生一相接地时, 其他两相对地电压升高 $\sqrt{3}$ 倍, 此时可能在绝缘薄弱的环节发生另一相高压接地, 这就形成高压两相接地短路。此

短路电流如果流经电抗器就可能将电抗器烧毁, 将高压引入零线。特别是高压采用两火一地的供电网, 当发生接地时就有很大的短路电流通过。为了确保安全, 应在电抗器上并联一个击穿保险器(如图 1 所示), 对于两火一地的高压系统最好装两个。击穿保险器的放电电压应在 500 伏左右, 而且



U	1V	2V	3V	4V	5V	6V	7V	8V	9V	10V	11V	12V	13V	14V	15V	15.4V
I	36 mA	59 mA	94 mA	150 mA	240 mA	360 mA	630 mA	1.2 A	2.1 A	3.4 A	5.5 A	8.3 A	12.5 A	20 A	25.5 A	30 A
R	28 Ω	34 Ω	32 Ω	26 Ω	21 Ω	17 Ω	11 Ω	6.7 Ω	4.3 Ω	3 Ω	2 Ω	1.4 Ω	1 Ω	0.7 Ω	0.6 Ω	0.5 Ω

要求放电后能形成金属连接直通到地, 并能通过较大电流。

3. 在旱季要定期检查各接地线的接地电阻值及其连接是否良好。

4. 要经常检查用电设备的绝缘情况, 以免发生漏电事故。在维修时要注意切不可将火线及零线颠倒。当小喇叭发出明显的嗡嗡的交流声时, 说明零线已带电, 应及时检修。

5. 电灯入户线应加保险盒。在修理时应将零线和火线同时断开。如果只断火线不断零线在发生故障使零线带电时就会造成触电事故。但是零线应当不加保

(下转第 22 页)

高音质

半导体扩音机的制作

郭洪南 唐远炎

为了在收听革命样板戏、交响音乐和革命歌曲等音乐节目时得到宽阔而丰富的音域，可以装制一台高音质的半导体扩音机，采用口径较大的扬声器，以取得良好的效果。本文将介绍两种线路供大家制作参考。

第一个电路如图1所示，它由前置级BG₁、BG₂、音调控制级BG₃和无变压器复合互补对称推挽功率放大级BG₄₋₉组成。避免了变压器带来的损耗和失真，并能加深度负反馈改善电路性能，所以扩音机的音质很好。

插口G接输入信号。K位于“1”时接收音机的音量电位器，如图2。K在“2”时接电唱机。

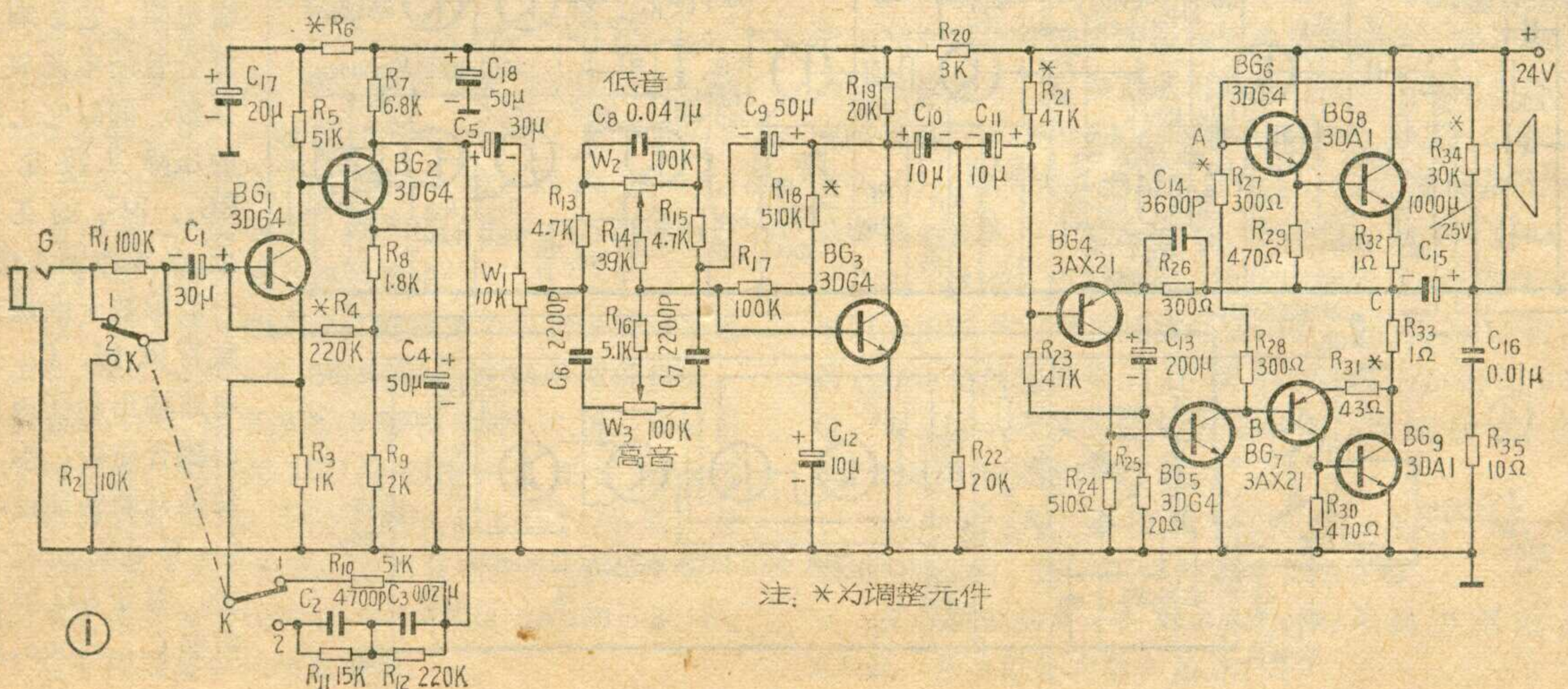
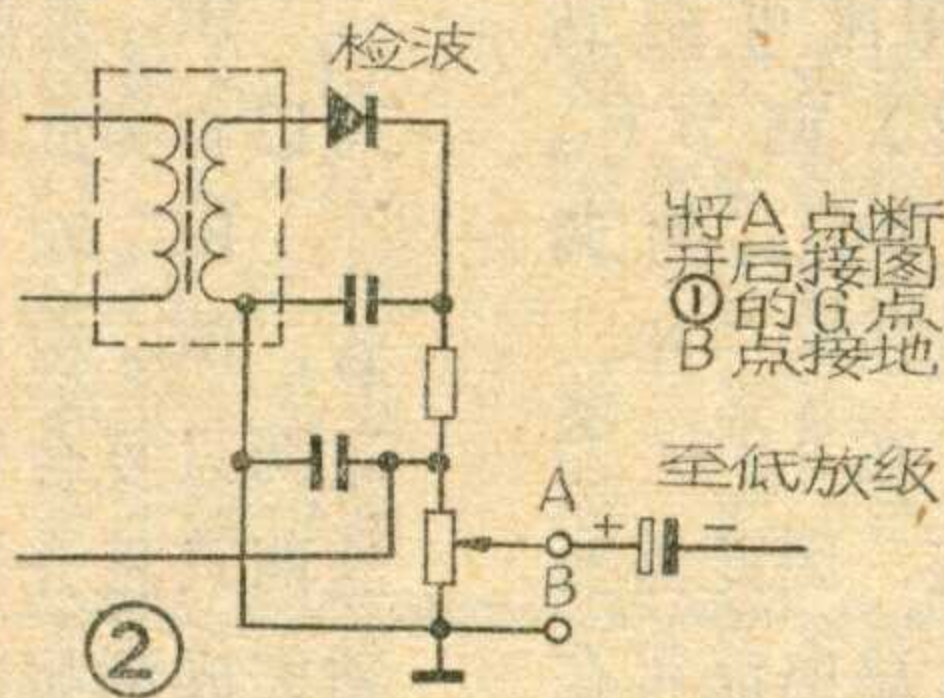
前置级采用BG₁、BG₂直接耦合放大电路。BG₂的基极电压就是BG₁的集电极电压。BG₁的集电极输出信号电流将无损失地全部注入BG₂的基极，放大倍数很高。同时从BG₂的发射极电阻R₉取出正比于射极电流的反馈信号，经R₄反馈到BG₁基极，使工作稳定。BG₂输出的信号经交连电容器C₅和音量控制电位器W₁送到下级，同时有一部分经反馈网络回送到BG₁的输入端，为了适应收音和放唱片时的不同需要，开关K在不同位置时接入的反馈网络不同，有不同的改善音质效果。

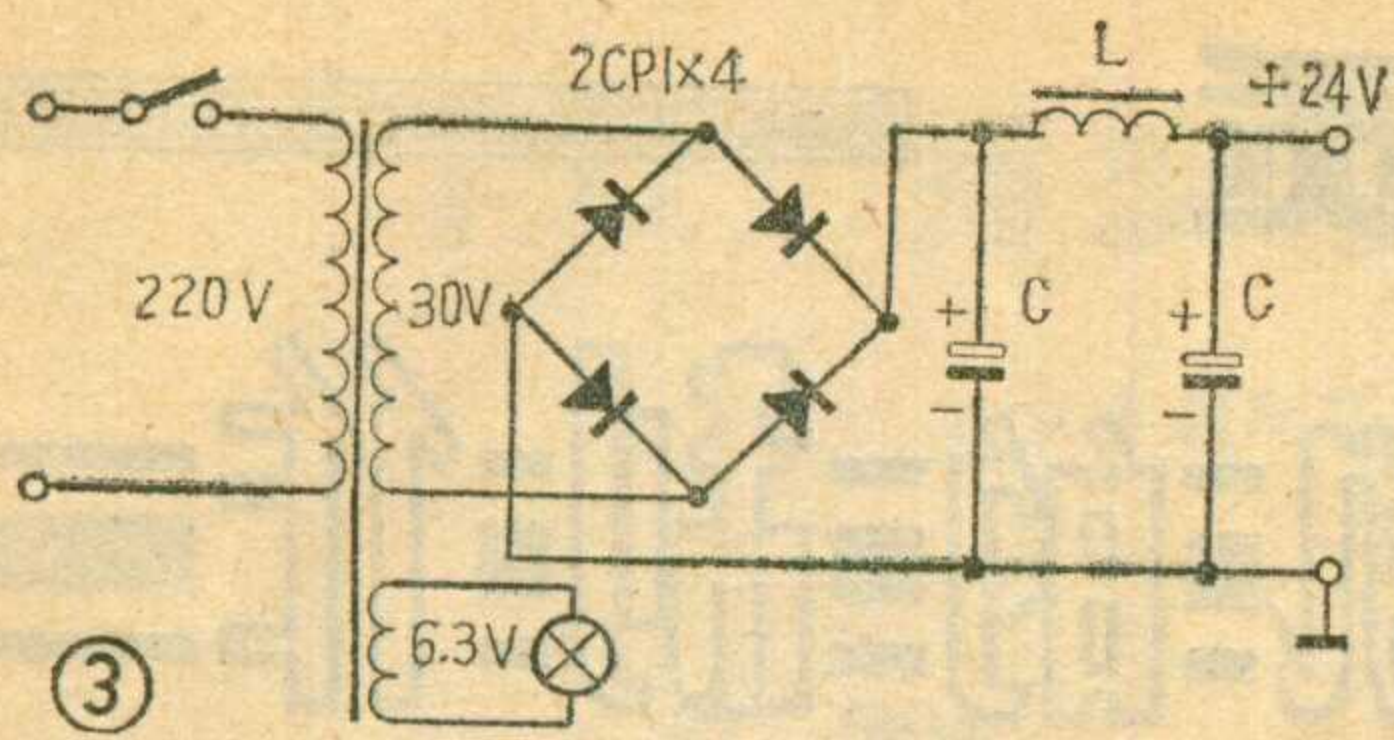
音调控制级由BG₃和音调控制网络组成。W₂控制低音，中心头向左移动是提升低音。此时W₂左边部分阻值逐渐减小，使得从W₁输入经R₁₃、部分W₂、

R₁₄送到BG₃基极的低音信号受到的衰减逐渐减小；同时，由于W₂右边部分阻值逐渐增大，使通过C₉、R₁₅、部分W₂和R₁₄反馈到BG₃输入端的低音反馈逐渐减小，这两种作用的结果都使低音得到“提升”。反之，当W₂中心头向右移动时，情况正相反，低音被削弱。W₃是高音调节电位器，中心头向左移动时提升高音，向右移动削弱高音。C₈的作用是使中音频保持一定水平，不致因调节低音而受影响。

R₁₈+R₁₇是BG₃的偏置电阻，由于R₁₈接在BG₃的集电极，具有电压负反馈，可稳定电路的工作点。在电路工作稳定的情况下，C₁₀、R₂₂可省略。

BG₄₋₉组成无变压器功率放大电路，其工作原理就不详细介绍，只着重讲一讲R₃₁的作用。由于BG₆工作在射极跟随器状态，其电压增益约为1，而BG₇是工作在倒相放大状态，电压增益较大，这样上下不对称，可能产生失真。因此在BG₇的射极接适当的电阻R₃₁，BG₇的增益将为 $K_v \approx R_c / R_{31}$ ，其中 $R_c = R_{30} \parallel R_{ig}$ （R_{ig}是BG₉的输入阻抗， \parallel 表示并联）。若选择R₃₁=R_c，则BG₇的电压增益也近似等于1，就使推挽电路两臂近似平衡。R₂₉、R₃₀根据输出功率要求在几十到几百欧之间选取。R₃₂、R₃₃为稳定电阻，如比较稳定，电阻值可选得小些，如0.5欧，或省掉不用。输出负载采用8欧扬声器。





电源部分如图3,是一般的整流滤波电路。电源变压器可用三

灯收音机的改制,具体数据是:铁心截面积7.5厘米²,初级220伏,用 $\phi 0.25$ 毫米漆包线绕1660圈,次级30伏用 $\phi 0.62$ 毫米线绕240圈,指示灯电源6.3伏,用 $\phi 0.44$ 毫米线绕50圈。扼流圈可用旧输出变压器改制,用 $\phi 0.35$ 毫米漆包线绕600圈。此电源直流输出电压为24伏,电流为500毫安。

电路的调整方法:

(1) 调BG₁、BG₂的工作点。调R₆,使R₆上压降为2伏。调R₄改变工作点,BG₁工作电流可调到0.3毫安;BG₂工作电流调到1毫安。(2) 调节R₁₈使BG₃工作电流为0.6~0.8毫安。(3) BG₄₋₉的调节是:先调R₂₁使C点对地电位为电源电压的一半,即12伏;再调R₂₇使A、B两点电位差在0.8伏左右。由于电路直接耦合,调整时互相牵连,因此需要反复调节R₂₁、R₂₇才能满足要求。BG₄₋₉总电流可在几毫安到十几毫安内根据实际效果选取,该电路调在6毫安左右。R₃₄选择时应满足R₃₄ ≫ R₂₇ + R₂₈,一般不必调节它。

装制与调试时出现的问题与检查方法:

- ① 电路出现振荡,可以用手捏某管的外壳,若振荡明显减弱,可在该管的B、C极间并一几十~几百微微法的电容。
- ② 调节音调电位器如不起作用,先检查BG₃是否虚焊,再检查BG₃的 β 是否在120以上。
- ③ 调节高音电位器有失真现象,可以变换电容C₁₄的

大小。④ R₁、R₂衰减器可根据信号大小适当变换。

电路中,BG₃的 β 应大于120,其余各管的 β 只要大于20即可,对3DA1型两只输出管,希望参数相近, β 大于10就行。这个电路的不失真功率为3瓦。

第二个电路如图4所示,全部采用锗管。BG₁是“自举”射极跟随器,它的输入阻抗很高,以满足和一般晶体拾音器阻抗匹配,同时它的输出阻抗很低,负载阻抗在大范围内变化时,对输出电压影响不大,好象一个恒压源,这正好适应音调控制网络阻抗不断变化的情况。

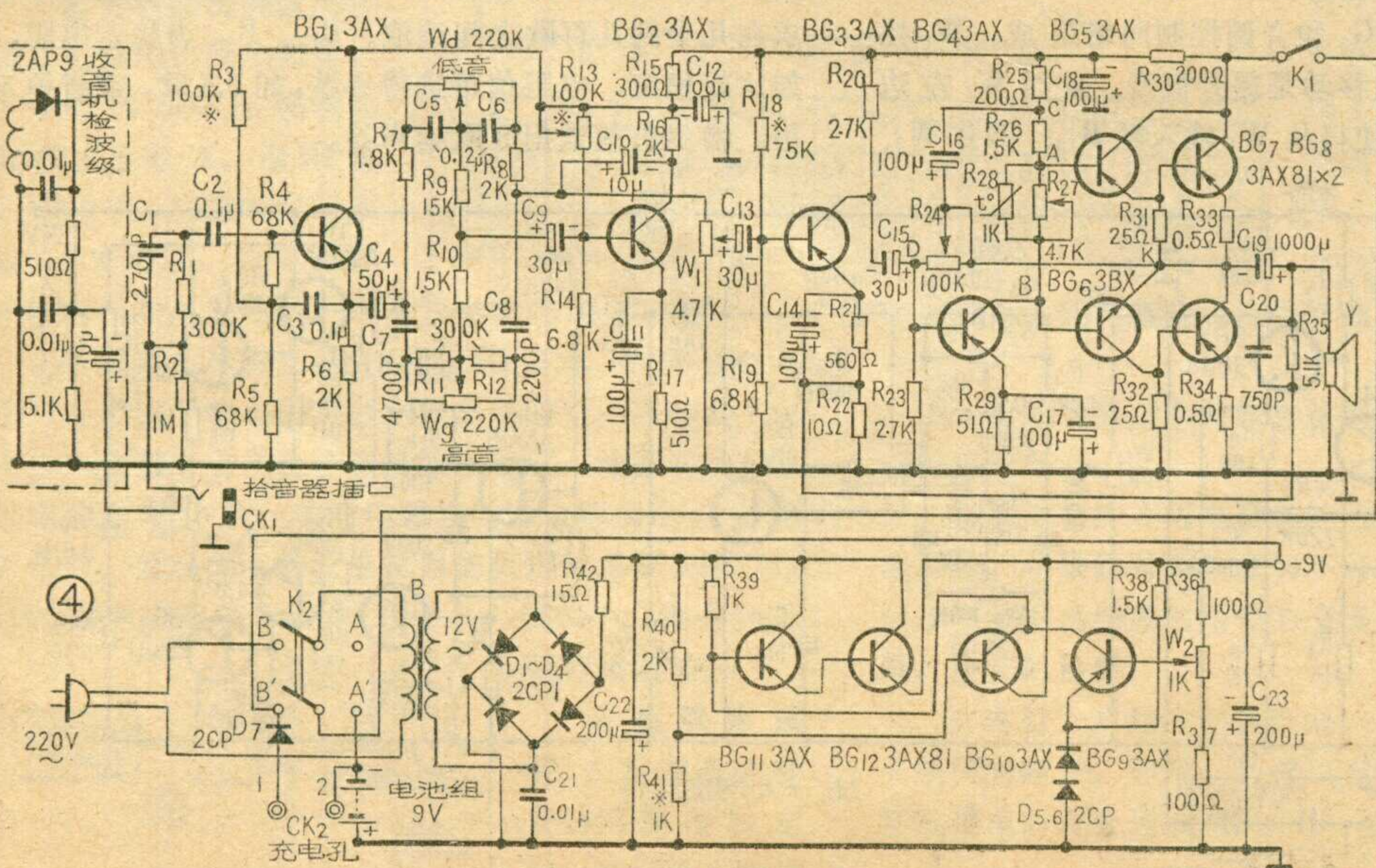
音调控制网络W_d、W_g、R₇₋₁₂、C₅₋₈和BG₂管构成衰减、负反馈混合式音调控制电路,和图1所示电路相似,这里不再赘述。W₁是音量控制电位器。

BG₃₋₈是无变压器功率放大电路,它是一个标准型式的复合互补对称推挽电路。

BG₃是前置级,在要求输出功率不大的场合下,可以省掉此级。

BG₅和BG₇复合连接,构成一只PNP型的复合管,BG₆和BG₈复合,构成一只NPN型的复合管。这两只复合管组成互补对称推挽电路的输出级,由于这两只复合管极性完全相反,彼此互补对称,可以自动完成倒相作用。BG₄是激励级,并联电阻R₂₇ || R₂₈、R₂₆、R₂₅是BG₄的集电极电阻,其中R₂₇ || R₂₈上的压降决定了BG₅、BG₆的偏流,R₂₇ || R₂₈越大,偏流越大。R₂₈是热敏电阻,有热稳定的作用。R₂₄、R₂₃是BG₄的偏置电阻,R₂₄不是接电源的负端,而是接输出端K,可以自动稳定电路的工作点。电容C₁₆的作用很重要,它使BG₅、BG₆都处于共发射极状态工作。C₁₆容抗很小,C、K两点视为短路,又因选择R₂₆ ≫ R₂₅、R₂₆ ≫ R₂₇ || R₂₈,BG₄的输出信号在A、B两点幅度基本相等,这样可以认为BG₄的输出信号总是通过R₂₆

加到BG₅、BG₆的B、E极之间。R₃₁、R₃₂是复合管的分流电阻,它影响到复合管的电流放大系数,同时它上面的压降又决定了BG₇、BG₈的工作点,必须兼顾考虑,一般取数十欧姆到数百欧姆。C₁₉是电路输出到扬声器的耦合电容,为了使低音顺利通过,C₁₉要尽量选大一些,对于8 Ω 的扬声器C₁₉ ≥ 400 μ ,对



一种测量晶体管工作电流的简法

武昌电声器件厂工人 张祖德

这里介绍一种简便方法，不用断开电路，就能测出晶体管工作电流。我们以一架晶体管六管机为例来说明。首先将收音机调在无电台信号输出的工作状态，即将调谐电容放在无电台的位置。在全机的总电源电路中串接进电流表，这时的读数就是全机的静态工作电流，用 I_0 表示，它近似地等于全机各级晶体管的静态工作电流之和。如果要测量某级例如前置放大级的工作电流，只需要用一根导线一端接机内公共地端，另一端接被测那一级晶体管的基极。这时电流表的读数就会减到 I_4 。以 I_0 减去 I_4 ，所余数值即为所测级晶体管的工作电流值。依此类推，将接地导线触其他级晶体管的基极，全机电流将分别降到比如 I_1 、 I_2 、 I_3 、 I_5 、 I_6 。那么，各级的电流将分别为： $I_0 - I_1$ 、 $I_0 - I_2$ 、 $I_0 - I_3$ 等。但要注意，在所测那一级的晶体管击穿损坏的情况下，这种办法将不起作用，两次测量的总电流将无变化。这时应检查管子是否损坏。将所测得的

于 4Ω 的扬声器， $C_{19} \geq 800\mu$ 。为了改善音质，电路中采用了从输出端经 R_{35} 、 C_{20} 到 BG_3 射极的深度负反馈。

电路各级工作电流和调整方法：

调 R_3 使 BG_1 的 $I_{C1} = 0.5 \sim 1$ 毫安；调 R_{13} 使 BG_2 的 $I_{C2} = 1 \sim 2$ 毫安；调 R_{18} 使 BG_3 的 $I_{C3} = 1 \sim 2$ 毫安； BG_4 一般为 $I_{C4} = 1 \sim 4$ 毫安； BG_5 、 BG_6 、 BG_7 、 BG_8 的工作电流一般这样选择：为减小小信号时的交越失真， I_{C5} 、 I_{C6} 要比 I_{C7} 、 I_{C8} 大一些，如 I_{C5} (I_{C6}) = $4 \sim 8$ 毫安， I_{C7} (I_{C8}) = 3 毫安左右。 $BG_{4 \sim 8}$ 的调整应先调 R_{24} (可用 $100K$ 半可变电阻) 使 K 点对地电位为电源电压的一半即 4.5 伏，然后调节 R_{27} (可用 $4.7K$ 半可变电阻) 使 $BG_{4 \sim 8}$ 总电流为 $10 \sim 15$ 毫安，并需要反复调节 R_{24} 和 R_{27} 数次才能满足。

管子的选配：

(1) β 值的选择： BG_2 的 β 值要求大一些，以增强音控制效果，一般 $\beta_2 > 120$ 。两只复合管 $BG_5 + BG_7$ 、 $BG_6 + BG_8$ 的复合 β 值应一致，即 $\beta_5 \cdot \beta_7 = \beta_6 \cdot \beta_8$ ，该线路中 $\beta_5 = 30$ ， $\beta_6 = 36$ ， $\beta_7 = 28$ ， $\beta_8 = 24$ 。其它各管的 β 值不做严格的要求。

(2) 管子型号的选择：此线路中的管子均可采用等外品， $BG_1 \sim BG_5$ 可用任何型号的 $3AX$ 型低频管，其中 $BG_1 \sim BG_4$ 还可用 $3AG$ 型高频管代用。 BG_6 用 $3BX$ 型锗管，也可用 $3DG$ 型硅管，只要是 NPN 型管，各种型号均可。 BG_7 和 BG_8 用 $3AX81$ 小管，也可用 $3AD$ 型各类大管子，采用其它型号的 PNP 大、中功率管或开关管也可以，如 $3AK34$ 、 $3AK51 \sim 55$ 等。

装制和调整中的注意事项：

电流数值与一般六管机的典型数值相比较，如果发现某级的电流不正常，那该级很可能就是故障的所在。典型六管超外差式收音机各级电流正常数值为：变频级 $0.5 \sim 0.8$ 毫安；第一中放 $0.3 \sim 0.5$ 毫安；第二中放 $1 \sim 2$ 毫安；前置低放 $1 \sim 3$ 毫安；推挽输出 (两管数值) $3 \sim 5$ 毫安。典型四管来复再生式收音机各级电流正常数值为：来复再生级 $0.8 \sim 1.2$ 毫安；前置低放 $1 \sim 3$ 毫安；推挽输出 (两管) $3 \sim 5$ 毫安。

这种测量方法的原理也很简单。当我们将某级的晶体管的基极用导线和公共地相接，被测晶体管的基极直流偏压即被短路，集电极电流就减小到零，全机静态工作电流当然也随之减少。这个减少的数值就是被测管的电流。

在总电源电路中串入电流表，可以用一小块绝缘板或胶片，卡在电池正极与电池夹之间，使电源断开，然后把电流表的“正”、“负”笔分别接在电池正极

(1) 调整过程中 R_{27} 和 R_{28} 不能同时断开，否则， A 点电位变得很负， B 点电位很正，导致 BG_5 、 BG_6 的电流过大而损坏。(2) 调整后若更换 BG_4 管，应选择与原管的 β 值相近的管子，否则需重新调整。(3) 检查电路是否对称的办法，是在有信号输入时用直流电压表测 K 点对地的电位，也应保持在 $4.5V$ 为佳。

电源部分：这个电路的电源 (9 伏) 是交、直流两用。 K_2 是“电源选择”开关，当 K_2 置于 $A-A'$ 端时由 6 节 1 号干电池供电； K_2 置于 $B-B'$ 端时，电池断开，由稳压电源工作。为延长电池使用寿命，还装有充电孔 CK_2 ，对电池充电时，只需用短路线接通 CK_2 的两孔， K_2 置于 $B-B'$ 即可。 D_7 是防止电池向稳压电源倒灌用的二极管。

稳压电源如图 4 所示，限于篇幅，其原理不作分析。互补对称推挽电路，由于电流变化大，采用稳压电源效果较好，但如要求不高也可省略。这里的稳压电路选管时 BG_{12} 应选电流较大管子如 $3AX81$ (须加散热片)，各种大、中功率管均可。整流管 $D_1 \sim D_4$ 应选整流电流大于 200 毫安的二极管，如 $2CP1 \sim 4$ ， $2CP21 \sim 28$ 等，也可用大、中功率管的 B 、 C 极代用。电源变压器 B 可采用经济灯变压器，次级为 10 伏，若自制，可用截面积为 16 厘米² 的铁心，初级 220 伏，用 $\phi 0.16$ 毫米漆包线绕 1980 圈，次级 10 伏，用 $\phi 0.31$ 毫米漆包线绕 92 圈。

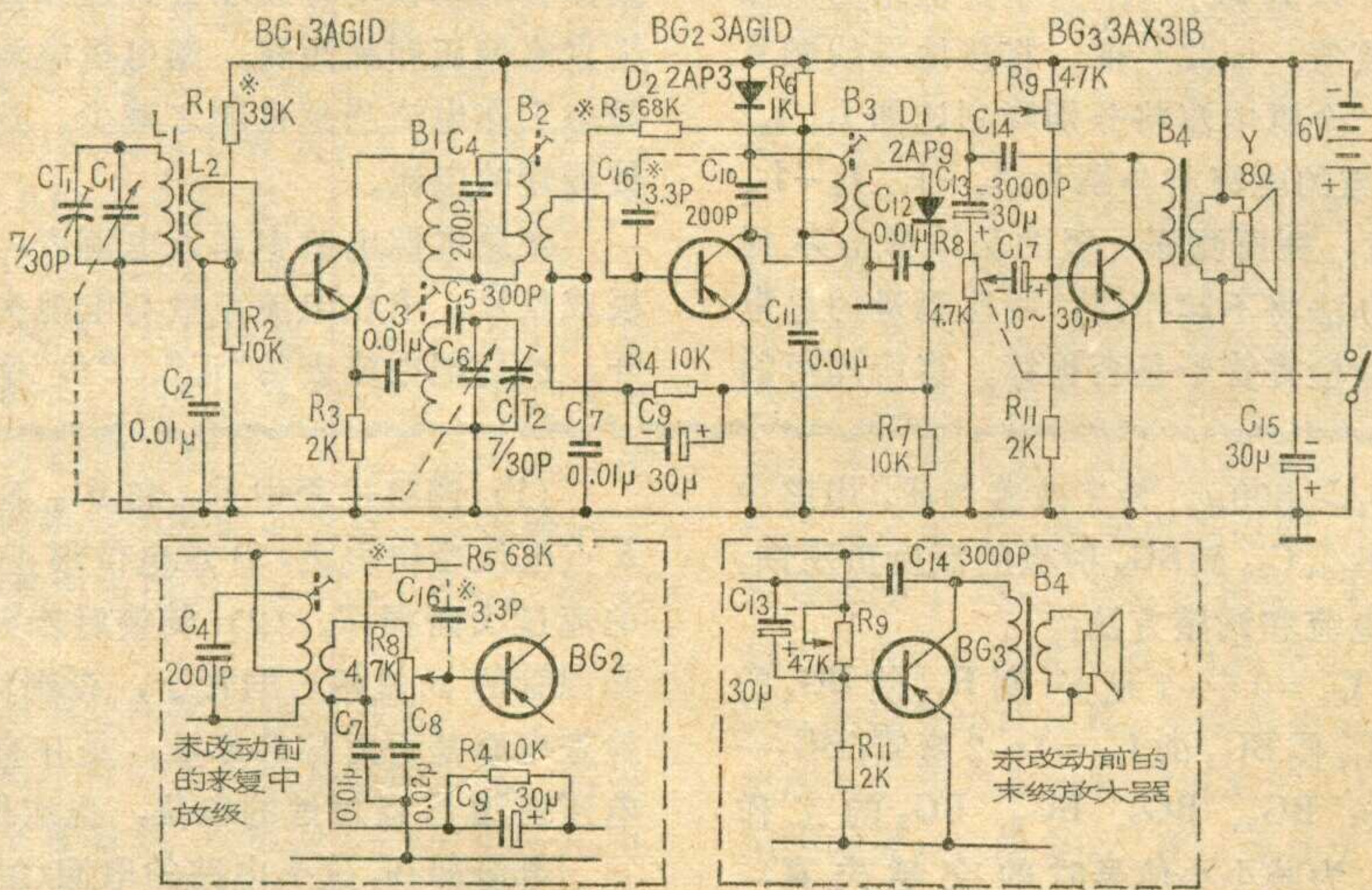
扬声器可选用直径 204 毫米 (8 吋) 的，如 $YD3-2003$ 型，频率范围为 $80 \sim 12000$ 赫。

扩音机的最大不失真功率：用 4 欧扬声器时是 1.5 瓦；用 8 欧扬声器时是 0.7 瓦。

钟山 J301 型半导体收音机的改进

钟山牌 J301 型半导体收音机线路简单、灵敏度高、声音清晰，受到广大工农兵群众的欢迎。但使用一段时间后，音量电位器容易产生“沙沙”的杂音，严重影响收听，需要修理，换一只新的电位器使用一段时间后，仍然会产生上述杂音。这里介绍一种方法可以有效地减轻杂声。

从电路分析可知，该机为三管来复超外差式收音机。磁性天线接收到的广播信号被送到变频管 BG_1 ，与本机振荡信号差拍后产生 465 千赫中频信号。未改进前中频信号经 B_2 、 R_3 送到 BG_2 进行中频放大（见图中虚线框内所示）。信号经过中频放大后，再经 D_1 检波变成音频信号，然后再经过 R_4 、 C_9 送回 BG_2 进行音频放大，完成来复作用。被放大后的音频信号经 C_{13} 交连到末级进行功率放



大，推动扬声器放音。

原来的线路是将电位器 R_8 接在 BG_2 基极。这样电位器本身由于磨擦产生的杂音也由 BG_2 进行了放大，再经来复放大和功放，三次放大后变成了较大的杂音，严重干扰收音。

改进后的电路如图中全电路所示，将电位器从第二级改接到第三级，这样就可大大减小杂音，因为这时电位器产生的杂音只经过第三级放大，而第三级为末级功率放大器，采用甲类放大状态，放大倍数不高，所以杂音大大减小。

新加的电容器 C_{17} 耐压在 6 伏以上就行。如能同时用药棉浸少许汽油将电位器清洗一下，则效果更佳。如按以上办法处理以后，电位器杂音仍很严重，则须换装一只新电位器。

(郭忠信)

和电池正性夹子上即可。

这个方法除了用于检修晶体管收音机以外，还可以用在一些管数不多的、工作电流不太大的晶体管电子设备和仪器的检修工作中。如能灵活运用，对一些工作电流大的场合，例如，几十瓦的扩音机，也是可行的，因为这时总电流达到几十甚至几百毫安，虽然无法从几百毫安的表面刻度中分辨零点几毫安的变化，但此类扩音机的前置级和收音部分一般设计安排在单独的印刷电路板上，只要找出这一部分的电源线，上述方法就能发挥作用了。

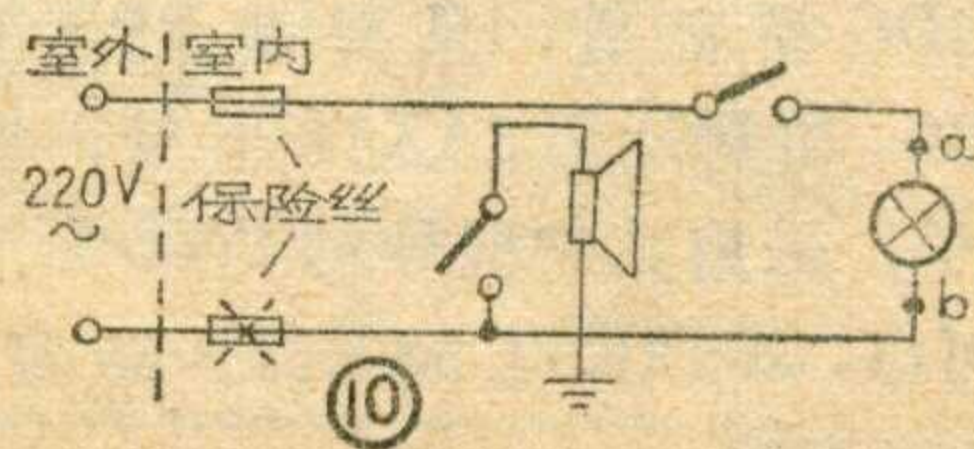
最后，要注意：(1) 检测电流前，一定要检查电池（或电源）电压，尽量使它符合额定值，否则，电压过低时将得出错误的判断；(2) 电流表测量范围要选得适当，检修一般晶体管收音机时以不小于 10 毫安、不大于 20 毫安为宜，过大过小都不好；过大则表针移动小不易看出读数变化，过小则不仅看不清读数变化，而且还会损坏表头；(3) 触基极时，千万不要触到其他接头上，以免引起其他故障。

(上接第 18 页)

险丝(零干线绝不许加保险)，以免发生零线保险丝断而火线保险丝未熔断时，零线变火线而使小喇叭带危险电压。例如图 10 电路正常工作时，a 点以上与火线同电位，b 点以下与零线同电位。当零线保险熔断火线保险未断时，b 点至零线保险的一段导线就与火线同电位了。

6. 加装电抗器后，绝不能有麻痹思想。小喇叭地线应采用绝缘线牢固接好，不要用手拨地线。最好在小喇叭与零线之间加一个拉线开关。当有雷电时或有严重交流声时应及时把开关关掉。

7. 加装电抗器以后，因为许多只用户变压器在高压侧并联，阻抗较小，因此当低压侧产生工频电压反



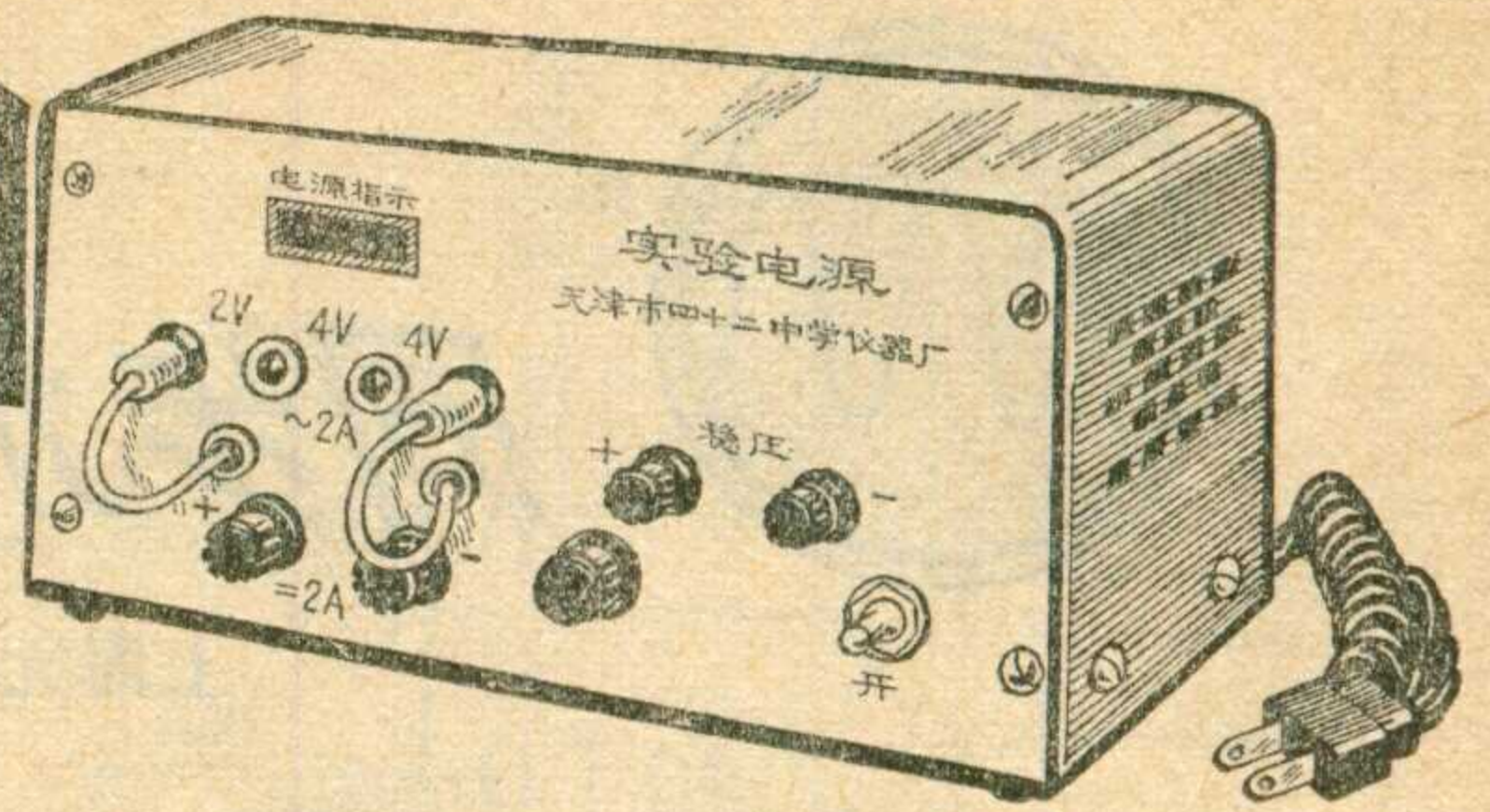
送到高压一侧时仍然能烧毁用户变压器。因此用户变压器应按其额定电流配置保险。

本文介绍一种可供中学实验室用的电源,称为“实验电源”。

该电源是由市电 220 伏供电的。它可以输出电流为 2A、电压为 2、4、6、8、10 伏的交流或直流电压和 5~6 伏间可调的稳压直流电压。当 220 伏市电变化 $\pm 10\%$ 或负载电流从零变到 500mA 时,稳压直流输出电压的变化小于 0.2 伏;波纹系数小于 0.003。

实验电源的外形如刊头图所示。面板左面有 4 个香蕉插座,是用来输出交流电压的。例如,从 1、3 两个插座,可输出 6 伏交流电压。当把面板上的两个香蕉插头插入香蕉插座中时,就从面板左下部的一对接线柱上输出相应的直流电压。若把这两个香蕉插头插入 1、4 两个插座中时,从面板右面的一对接

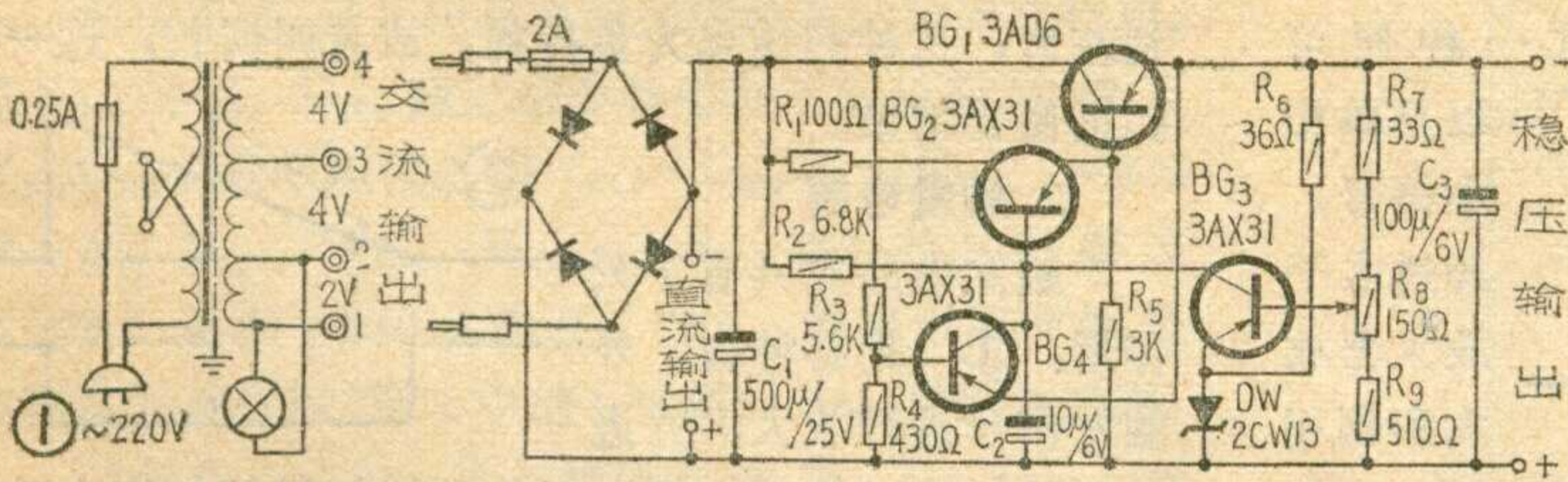
实验电源



凌肇元

压或负载的变化都是十分复杂的,靠人工手动来改变 R 值以维持 V_0 稳定是不现实的。因此就需要采取自动调整的方法,即用输出电压的变化来自动控制调整元件两端的电压的变化,从而达到稳定 V_0 的目的。我们知道,工作在放大区的晶体管,集-射间的电压 V_{ce} 是随基极注入电流 I_b 的大小而变化的,当基极电流 I_b 增加时, V_{ce} 就减小; I_b 减小

BG_3 组成的。 R_7 、 R_9 和电位器 R_8 组成采样电路。稳压管 DW 接在 BG_3 的发射极作为基准电压。当输出电压增加时,此变化的电压通过采样电路的分压加到 BG_3 的基极,使 BG_3 的基极电位变得更负(以“+”端作为参考点),由于稳压管 DW 的作用, BG_3 的发射极电位不变,所以 $|V_{be3}|$ 增大,从而 I_{b3} 增加, I_{c3} 也随之增加,于是 BG_3 的集-射极电压 $|V_{ce3}|$ 减小,而 BG_3 的集电极电位上升,也就是 BG_2 的基极电位上升,所以 I_{b2} 减小,使得 BG_1 的 $|V_{ce1}|$ 增加,输出电压便减小了。由此可见,调整电路电压相反的变化补偿了输出电压的变化,使输出电压保持稳定。



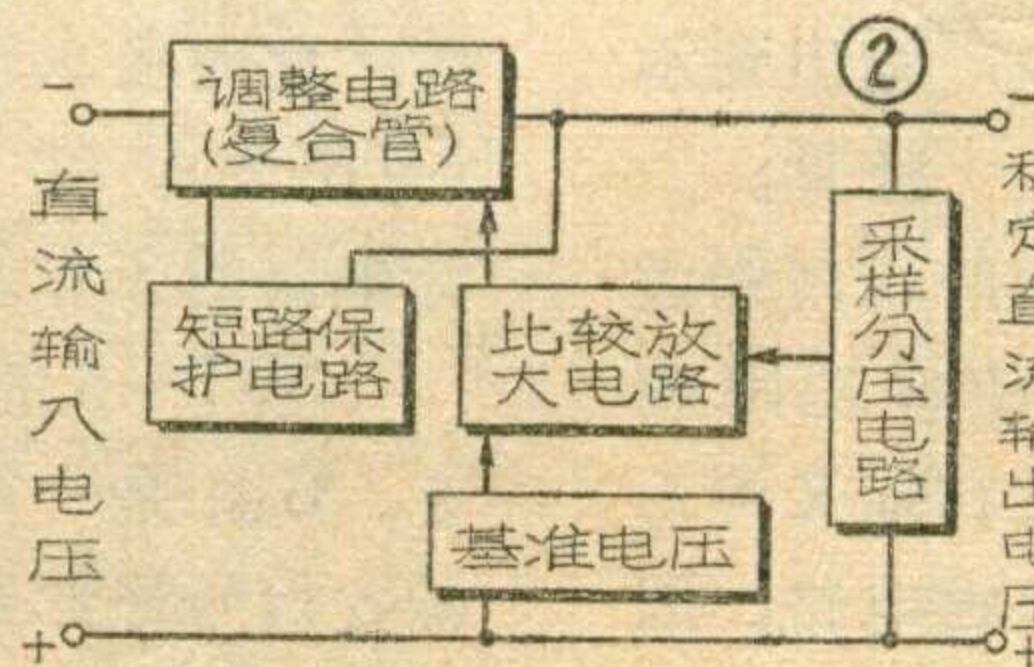
线柱上,可输出 5~6 伏间可调的稳压直流电压。

电路原理

实验电源的电路如图 1 所示。是由降压变压器、整流器和稳压器三部分组成。稳压器部分是由调整电路、比较放大电路、采样电路和基准电路组成(见图 2 方框图)。本文着重介绍一下稳压器的的工作原理。

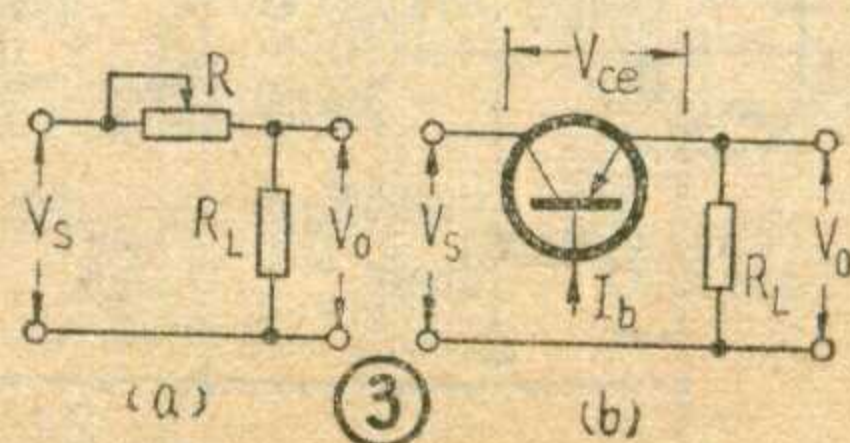
当市电电压或输出电流变化时,都要引起输出电压的变化。可以象图 3a 那样在输入输出之间串联一个可变电阻 R。当输入电压 V_s 增大时,可相应增加可变电阻 R 的阻值,使 R 两端的电压增加,

从而使 V_0 降低,以维持输出电压不变。这里 R 起了调整元件的作用。但市电



时, V_{ce} 就增加。因此三极管可以作为一个调整元件。从图 3 b 中可以看到,若在输出端与三极管基极间加一控制电路,把 V_0 的变化变换成 I_b 的变化,当 V_0 增加时,使 I_b 减小,则 V_{ce} 增加;当 V_0 减小时,使 I_b 增加,则 V_{ce} 减小。这样就可以补偿输出电压的变化,达到稳压的目的。

该电源的调整电路是由 BG_1 和 BG_2 复合管组成的;控制电路是由

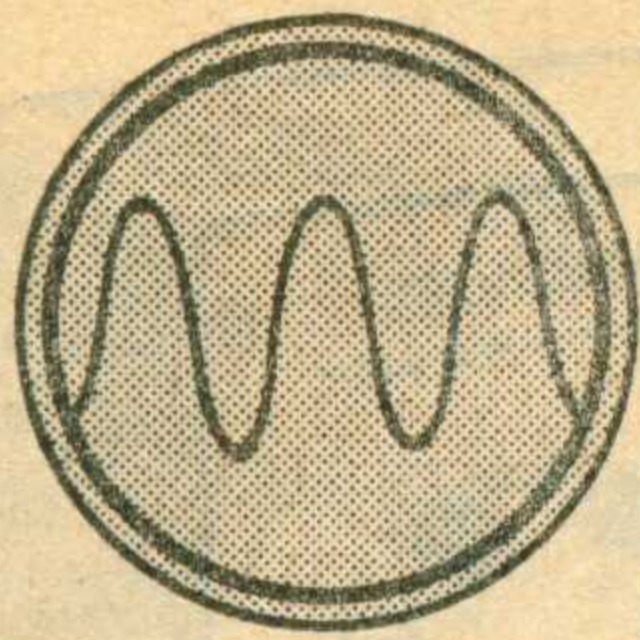


为了防止在使用稳压器过程中,因输出短路而烧坏晶体管,本仪器加了短路保护电路,即图 1 中由 BG_4 和 R_3 、 R_4 组成的电路。当稳压器正常工作时, BG_4 的发射极电压低于基极电压,故 BG_4 处于截止状态,保护电路不起作用。当负载短路时, BG_4 的发射极接到电源正极,它的电压高于基极电压,因此 BG_4 导通,且处于深度饱和状态。此时管压降 $V_{ce4} \approx 0$,于是复合管的 $V_{be} \approx 0$,复合管处于截止状态,从而起到了保护管子 BG_1 的作用。但要注意,负载短路时全部电压加在调整管 BG_1 的集电极和发射极之间,所以选管子时,必须保证调整管的集电极-发射极击穿电压 $BV_{ceo} \geq$ 输出电压的最大值。

元件选择

降压变压器的尺寸如图 4 所(下转第 17 页)

实验室



SBT-5

同步示波器的X轴系统

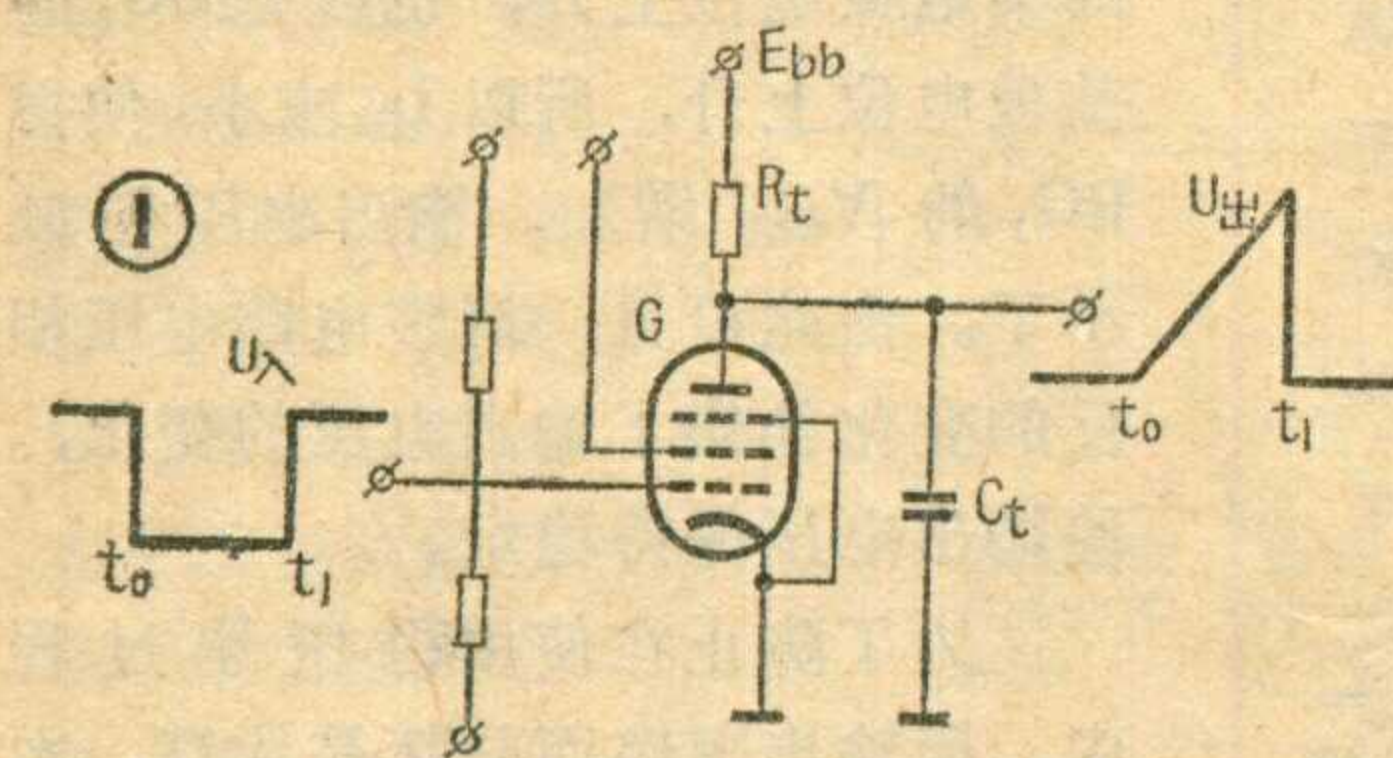
上海无线电二十一厂技术组

SBT—5 同步示波器的 X 轴系统是控制、驱动示波管 X 轴偏转板的系统。X 轴偏转板可以有三种驱动方式。

第一种是经机后的 X₁、X₂ 偏转板插座直接将信号输入示波管。这种信号应该具备足够大的幅度。按 X 轴偏转板灵敏度的规定，每偏转一公分应有 16~22 伏信号，如以全屏幕 12 公分计算，需要 192~264 伏驱动信号。为了保持良好的聚焦，信号应该是推挽的，并且不应有很大的直流电位，否则聚焦受影响。

第二种是通过水平放大器输入一外加信号。如果说第一种需要推挽大信号的话，那末这一种便可以是单相小信号，

经过水平放大器放大和倒相后，平衡输出到示波管。



第三种驱动方式是最重要的，用机内的正向锯齿波驱动。这种锯齿波在 0.1μs/cm 到 10ms/cm 范围内分档连续可调，扫描电路既可工作于触发扫描又可工作在连续扫描。这个电路是 X 轴系统的关键电路，因此要先将其基本电路介绍一下。

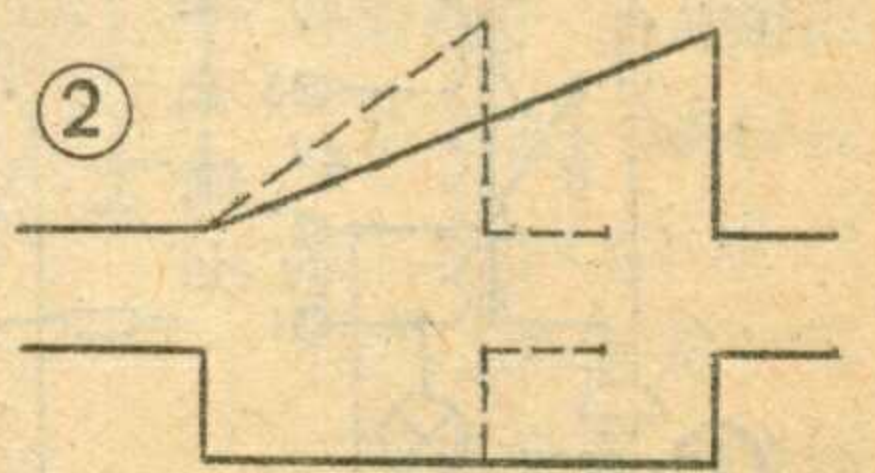
1. 扫描电路的基本原理

本机采用门控管扫描电路，基本原理见图 1。U_λ 信号到来之前，门控管 G 的栅极电位近似于零伏，因此门控管充分导通，板极电位很低。在 t₀ 时刻，栅极输入一幅度足够大的负脉冲，由于所选择的门控管 G 为高跨导管，因此它迅速截止，于是 E_{bb} 经 R_t 按照指数规律向 C_t 充电，在输出端即有正上升的锯齿波，并经 X 放大器去驱动示波管，使荧光屏上的光点自左向右移动，这种扫描称作正行程。

在 t₁ 时刻，输入负脉冲消失，G 导通，C_t 上所充的电荷迅速经 G 放电，荧光屏上的光点迅速从右边移到左边，这种扫描称为负行程，或者叫回扫，这一次扫描便告结束。

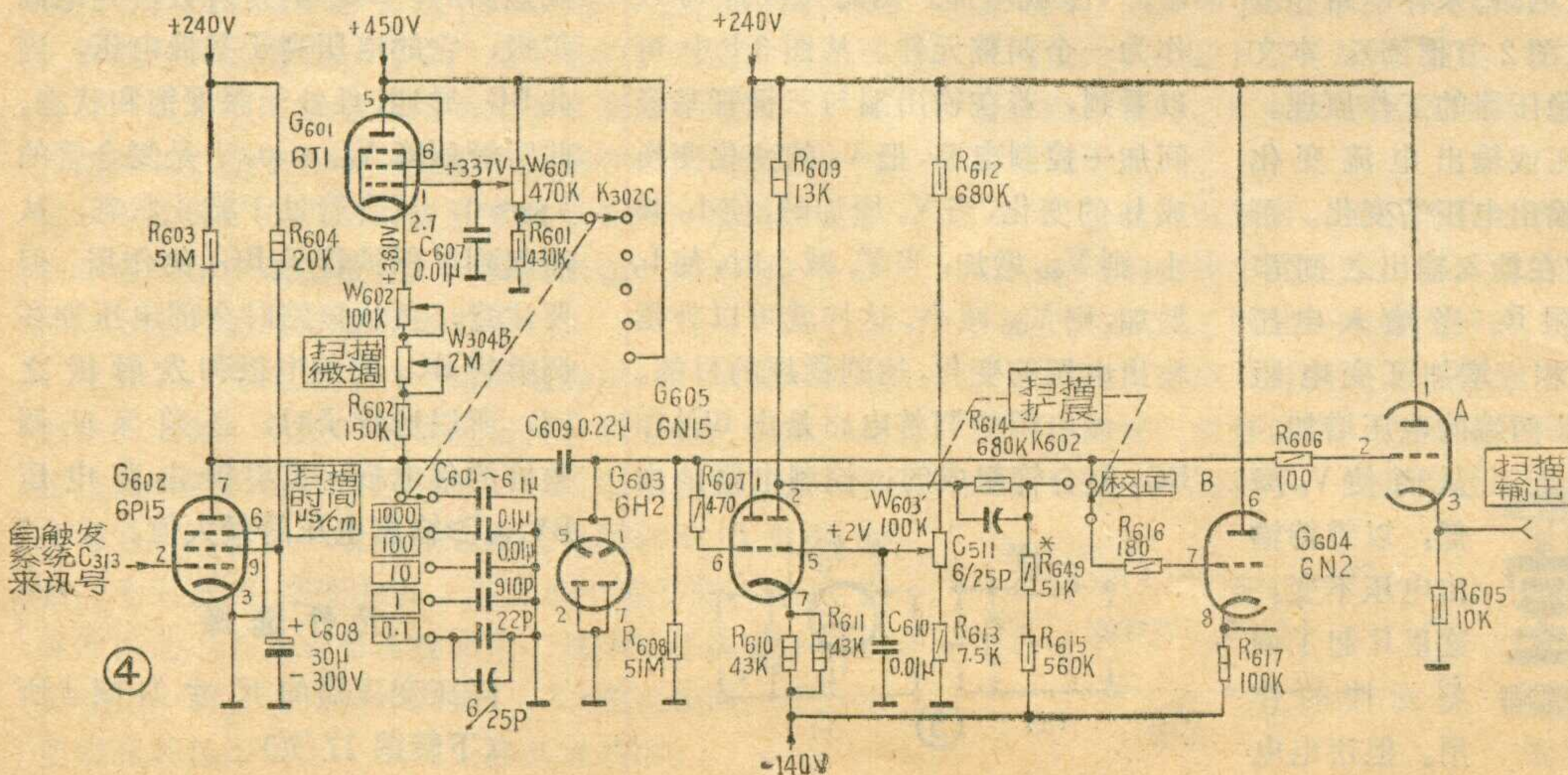
2. 触发电路

触发电路应具有下列作用：① 把各种内、外触发信号进行放大，并进行极性转换及整形；② 保持各档扫描的幅度大致相等；此时要求输入负脉冲的宽度随扫描有相应的改变（见图 2）。③ 向示波管提供增辉脉冲；④ 控制时标电路的工作。



SBT—5 的触发电路由 G₃₀₁~G₃₀₇ 组成，见图 3。G₃₀₁ 是一宽带放大器，来自 Y 轴系统 G_{102B} 的内触发信号经此级约放大 13 倍。由于对低频响应要求不高，所以用 C₃₀₇ 耦合，对于 G₃₀₂ 来说工作点更容易

稳定在线性区内。因为 G₃₀₂ 栅极上的信号较大，为防止非线性失真，将栅极电阻的下端连接于阴极二个串联电阻之间。同时放大器设计成倒相器，在其板极和阴极均有信号输出，但相位相反。由 K_{301C} 作相



位选择,使 G_{303} 栅极始终为一正向信号,保证 G_{303} 板极有一负向脉冲输出,以开启隔离二极管 G_{304} 。在 G_{303} 的栅极电路中设有 W_{301} “触发增幅”电位器,当电位接近正常偏压区时,输入的信号就在此电平的基础上开启 G_{303} 使其导通,板极电位迅速下降, G_{304} 便随之而导通。 G_{304} 导通后,阳极电位被阴极电位所箝也迅速下降,形成一负向的阶跃波,这个负脉冲的幅度较大,用来驱动后面的电路。

G_{305} 和 G_{306} 组成一单稳态触发器。它的唯一的一个稳态是 G_{305} 截止, G_{306} 饱和导通,如果没有外加触发信号,这个状态是不会改变的。这时, G_{306} 的板压很低; G_{305} 的板压等于板极电源电压;电容 $C_{315} \sim C_{319}$ 两端的电压也等于 G_{305} 板极电源电压。当触发信号输入时,其负脉冲经 $C_{315} \sim C_{319}$ 作用到 G_{306} 栅极使其板极电流减小,板压上升,经 C_{320} 、 R_{330} 耦合到 G_{305} 栅极使 G_{305} 导通,其板极电压突然降低,又使 G_{306} 栅极电压下降、板流减小,于是产生一个雪崩过程,很快使 G_{306} 截止、而 G_{305} 由导通进入饱和状态。此时, G_{305} 板极输出一个负脉冲驱动扫描电路开始扫描。由于 G_{305} 板压很低,于是使继之而来的触发脉冲不起作用。但 G_{305} 导通, G_{306} 截止这个状态并不能长期维持下去, G_{306} 的栅极电位随着 $C_{315} \sim C_{319}$ 经过 G_{305} 、 +240 伏电源、 R_{337} 、 W_{303} 、 W_{304A} 、 R_{327} 路径的放电而不断提高,并向 +240 伏趋近,当 G_{306} 栅极电位渐渐提高到某一电平时(图 1 中的 t_1 时刻), G_{306} 翻转为导通, G_{305} 又复截止,这一次扫描便告结束。 $C_{315} \sim C_{319}$ 五档电容与 W_{303} 、 W_{304A} 、 R_{327} 分别组成五个时间常数,这五个时间常数控制单稳态翻转的时间,也是控制门控管栅极作用脉冲的宽度,它对应五档扫描的校正时间。 W_{304A} 使脉冲宽度连续可变,对应五档扫描均可微调,不过这一些都是在与扫描电路的时基常数严格同步的情况下才能实现。 W_{303} 作脉冲内部校正之用。

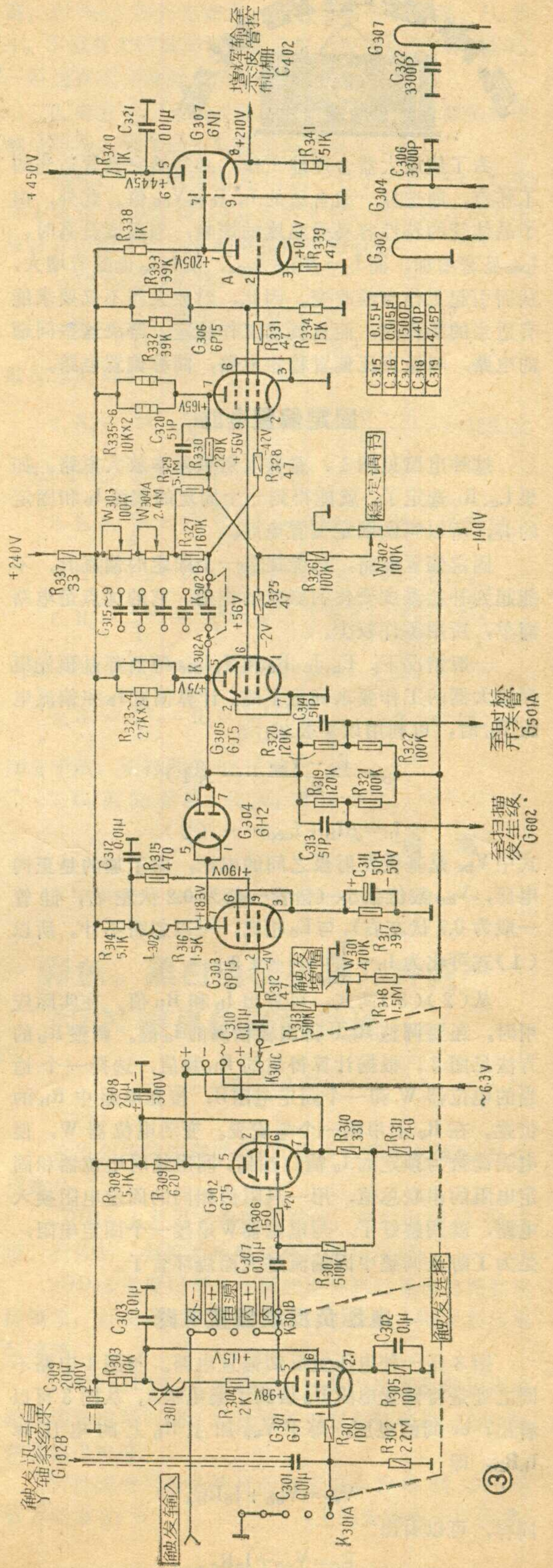
除了工作于单稳态外, G_{305} 和 G_{306} 尚可调节为自激多谐发生器。

在 G_{306} 管栅极还并联接有 G_{307A} 栅极, G_{304} 传送过来的负向脉冲,也使 G_{307B} 阴极有一正向脉冲输出,幅度约 40 伏,此信号经 C_{420} 传输给示波管栅极,使其在扫描期间因增加电子束而增加辉度,因此叫做增辉脉冲。

3. 门控管扫描电路

门控管扫描电路见图 4。 G_{602} 的启闭受 G_{305} 板极电位的控制,负向脉冲经分压器 R_{319} 、 G_{313} 和 R_{321} 衰减后馈送到 G_{602} 栅极。扫描的时间常数由 W_{602} 、 W_{304B} 、 R_{602} 和 $C_{601} \sim C_{606}$ 确定。与触发电路一样,电容也分为五档,每档内扫描微调用 W_{304B} 进行,它与触发电路中 W_{304A} 是一个经校正的同步电位器,二者的同步越好,扫描线长度的差异越小。当 G_{602} 因负脉冲

(下转第 15 页)



偏置电路

为了使放大器合理地工作，必须给它设置适当的工作点，即选择一组合适的 I_b 、 I_c 和 V_{ce} 值。此外，由于晶体管的特性容易受温度的影响，当温度升高时， I_{ceo} 显著增加，而 $I_c = \beta I_b + I_{ceo}$ ，所以 I_c 也随着增大，从而引起工作点的改变。因此，对放大器不仅要求能有适当的工作点，而且要求工作稳定。解决这些问题的电路，叫做直流偏置稳定电路，简称偏置电路。

固定偏置电路

这种电路见图 1，是共发射极基本放大电路。如果 E_c 、 R_b 选定了，就能得到一个固定的偏流 I_b 和固定的 I_c ，所以叫做固定偏置电路。

固定偏置电路，只能提供一个固定的偏流 I_b ，不能起到补偿温度变化的影响的作用。它的优点是电路简单，所用零件较少。

一般情况下， E_c 、 I_c 、 R_c 和 β 、 I_{ceo} 等值都是预先根据放大器的工作要求确定了的。计算偏流 I_b 和偏流电阻 R_b 时，可利用以下公式：

$$I_b = \frac{E_c - V_{be}}{R_b} \dots\dots (1)$$

$$I_c = \beta I_b + I_{ceo} \dots\dots (2)$$

式中 V_{be} 是基极发射极之间的电压，由于加的是正向电压， V_{be} 数值很小（锗管一般为 0.2 伏左右，硅管一般为 0.7 伏左右），与 E_c 相比，可以忽略不计。所以 (1) 式可化为 $I_b = \frac{E_c}{R_b} \dots\dots (3)$ 。

从 (2)(3) 两式，可算出 I_b 和 R_b 值。在实际应用时，还要调整 R_b ，得出较精确的 I_c 值。调整 R_b 的方法见图 2。根据计算得出的 R_b 数值，选择一个适当的电位器 W 和一个固定电阻 R ，接在电路中 R_b 的位置。在 R_c 上串接一个毫安表。变动电位器 W ，使电表读数为预定的 I_c 值。然后，测出这时电位器和固定电阻的串联总值，用一只阻值相同的固定电阻换入电路，就调整好了。与电位器 W 串接一个固定电阻，是为了防止调整中因偏流过大而烧坏管子。

电压负反馈偏置电路

图 3 是一种电压负反馈偏置电路。与图 1 电路不同之处是将偏置电阻 R_b 接到了集电极 c 。从图 3 可以看出， ec 间的电压，等于 V_{eb} 加上 R_b 上的电压降 $I_b R_b$ ，即

$$V_{ec} = V_{eb} + I_b R_b。$$

同样，可以看出

$$E_c = V_{ec} + I_c R_c。$$

从上面两式，可以算出 $R_b = (E_c - I_c R_c - V_{eb}) / I_b$ ，由于 V_{eb} 很小，与 E_c 比可以忽略，并且 $I_b \doteq \frac{I_c}{\beta}$ ，所以 $R_b \doteq (E_c - I_c R_c) \beta / I_c$ 。

电路的负反馈过程是这样的：如果温度上升，引起 I_c 增大，那末电压降 $I_c R_c$ 也增加。由于 $E_c = V_{ec} + I_c R_c$ ， E_c 是电源电压，相对来说是不变的，所以 $I_c R_c$ 增大后， V_{ec} 必须减小，才能维持 $E_c = V_{ec} + I_c R_c$ 这个等式。另外，上面已说过， $V_{ec} = V_{eb} + I_b R_b$ ，所以在 V_{ec} 减小时要保持 $V_{ec} = V_{eb} + I_b R_b$ ， V_{eb} 就必然减小。但是 V_{eb} 减小，就减小了正向偏压，必然引起 I_b 下降， I_b 下降必然引起 I_c 下降，这样又把 I_c 拉回来了，达到了温度补偿的目的。这个循环过程可写成：

$$\text{温度} \uparrow \rightarrow I_c \uparrow \rightarrow I_c R_c \uparrow \rightarrow V_{ec} \downarrow \rightarrow V_{eb} \downarrow \rightarrow I_b \downarrow \rightarrow I_c \downarrow$$

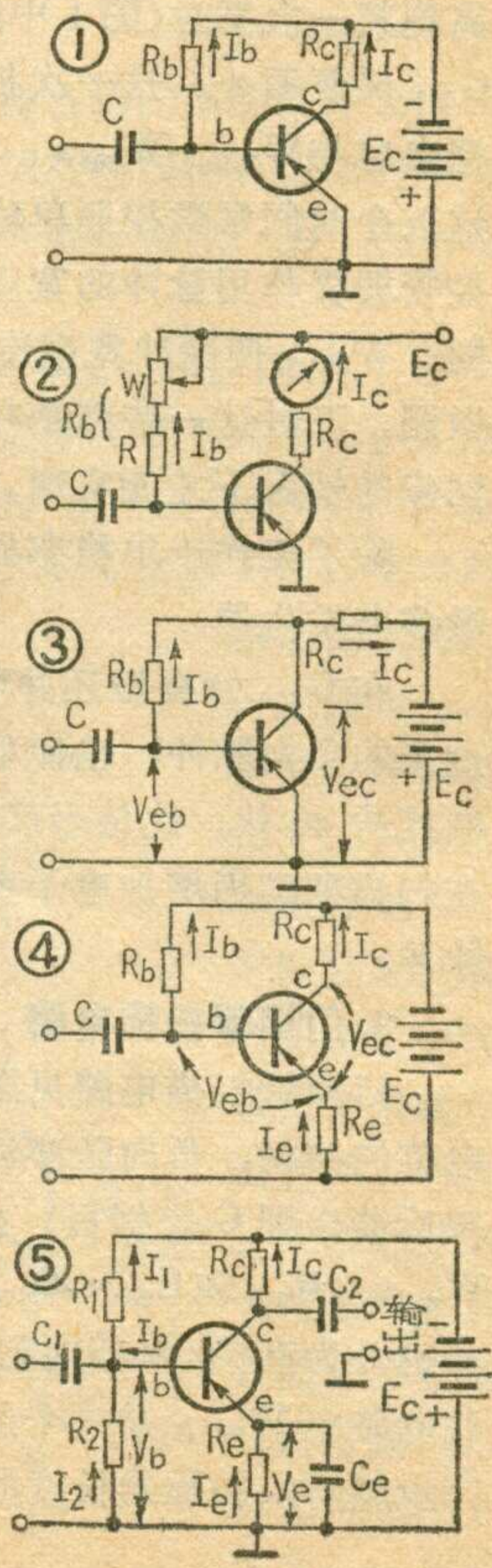
显然，要使负反馈效果好，就要求 R_c 足够大，这样才能引起 V_{ec} 的足够变化，使 V_{eb} 有足够的下降，降低 I_b ，拉回 I_c 。用变压器作负载的放大器，由于变压器线圈的直流电阻较小，不能满足 R_c 足够大的要求，所以不适合采用这种电压负反馈的偏置方法。由于 R_c 要求有较大的阻值，所以 R_b 不能太大，否则建立不起合适的工作点。 R_b 太小，则使 $V_{eb} V_{ec}$ 过大过小，也建立不起合适的工作点。一般取 $R_b = (2 \sim 10) R_c$ 。

电流负反馈偏置电路

这种电路如图 4 所示。与图 1 的区别，是在发射极 e 上串接了一个电阻 R_e 。

电路的负反馈过程是这样的：如果温度上升引起 I_c 增加，则发射极电流 I_e 也随着增加，使 R_e 上电压降 $I_e R_e$ 增加。从图 4 可以看出， $R_c = I_e R_e + V_{eb} + I_b R_b$ ， E_c 是电源电压，相对不变，所以 $I_e R_e$ 增加，必然引起 V_{eb} 下降，才能保持 $E_c = I_e R_e + V_{eb} + I_b R_b$ 这个关系式。 V_{eb} 下降，引起 I_b 下降，这样就把 I_c 拉回来，达到温度补偿的目的。这个过程可写成：

$$\text{温度} \uparrow \rightarrow I_c \uparrow \rightarrow I_e \uparrow \rightarrow I_e R_e \uparrow \rightarrow V_{eb} \downarrow \rightarrow I_b \downarrow \rightarrow I_c \downarrow$$



万用表能测量直流电流、直流电压、交流电压和电阻等，用途很广。为了帮助初学者学会正确使用它，现以上海震华 108 型万用表为例，介绍一下使用万用表的方法。



学会使用万用表

广西隆林知青农场知识青年 童真

测量电阻

测量时万用表应水平放置。首先看表面指针是否准确地指在最左端 0 的位置。若有偏离，可用小螺丝刀慢慢旋

动面板中心处的调整螺丝，使表针指到 0。测电流和电压时，也应先作这步工作。

然后把项目和量程开关拨到 Ω 项下的某一档上，把两支表笔短接，被测电阻为零，指针应偏转到最右端“ Ω ”线上的“0”位。如果不在“0”位，可旋动面板上的 Ω 调零旋钮，使指针恰指到 0。然后再把两支表笔分别接触被测电阻(或电路)的两端，读出指针在“ Ω ”刻度线上的读数，再乘以这档上标的数字，就是所测的电阻值。例如用“ $\times 10$ ”档测量一个电阻，指针读数是 22 (参看图 1 中虚线代表的指针位置)，则所测得的电阻值为 $22\Omega \times 10 = 220\Omega$ 。

选档时，最好使指针在刻度线中部或右部读数，这样读数比较清楚准确。如果测量时指针很靠近右边“0”位，难以读数，这说明所用的测量范围太大，应将测量范围减小，例如从“ $\times 10$ ”档改到“ $\times 1$ ”档。反之，如果指针指在左边读数密集处，就应将测量范围增大，例如从“ $\times 10$ ”档改到“ $\times 1000$ ”档或“ $\times 10000$ ”档。每次改档后，都要把两支表笔短接，重新调节一次零点。

108 型万用表的表面部分如图 1 所示。表面上有五条刻度线。最外面一条线上面标的 Ω 代表欧姆，线上的标度表明被测电阻的阻值。第二条线两边标的 D-C 代表直流，测直流电压和电流时看这条线。第三条线两旁的符号 A-C 代表交流，测交流电压时看这条线。第四条线 AC10V，是专为 10 伏交流电压档测量时用的。第五条线 DB 表示被测电平的分贝数。

第三条线下的三组数字，是第二、三、四这三条线共用的。各组数字分别和不同的测量档相对应，后面将举例说明读数的方法。

万用表面板上的测量项目与量程选择开关如图 2 所示。其中 V 代表直流电压的伏数，共有六档 (2.5 伏，10 伏，50 伏，250 伏，500 伏，2500 伏)；V 代表交流电压的伏数，共有六档 (10 伏，50 伏，100 伏，250 伏，500 伏，2500 伏)；mA 代表直流电流的毫安数，共分四档 (0.5 毫安，5 毫安，50 毫安，500 毫安)； Ω 代表电阻的欧姆数，共有四档，即 $\times 1$ ， $\times 10$ ， $\times 1000$ ， $\times 10000$ 。从表面读得的欧姆数应乘以该档所标的数字。

面板上的符号 $\swarrow \Omega \searrow$ 表示它下面的旋钮是在测电阻时用来调节零点的。5000 Ω /V 表示测量电压时，万用表内阻为每伏 5000 欧。这个数值越大，对被测电路的影响就越小，测量就越准确。面板上“+”、“-”两个插孔用来插表笔，习惯上是“+”孔插红表笔，“-”插黑表笔。测量 2500 伏档的直流高压时，应将红表笔拔出插在 2500V“+”插孔内，旋钮应放在 V (2500) 档。测 2500 伏档交流高压时，应将红表笔拔出插在 2500V“ \sim ”插孔内，旋钮应放在 V (2500) 档。

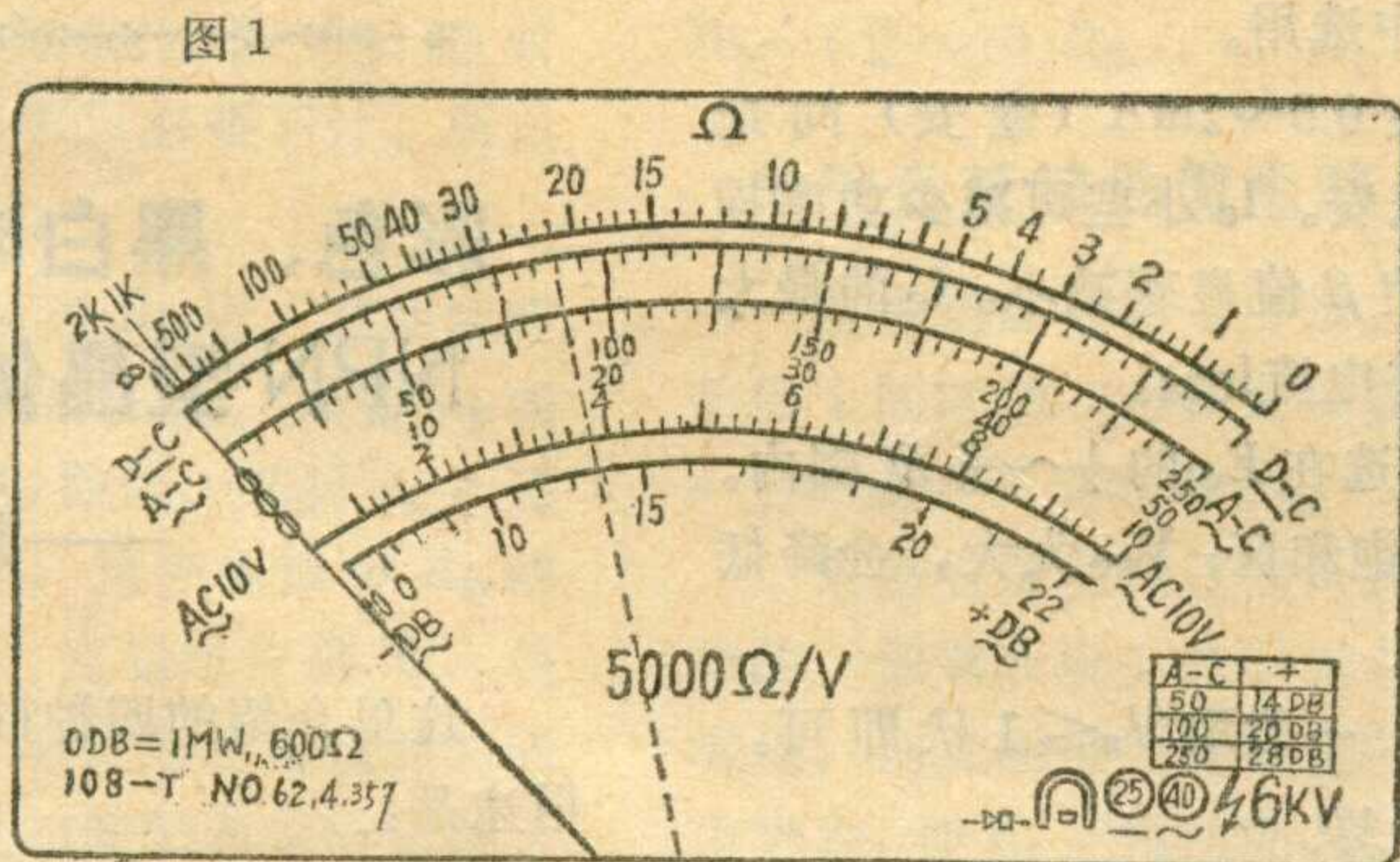


图 1

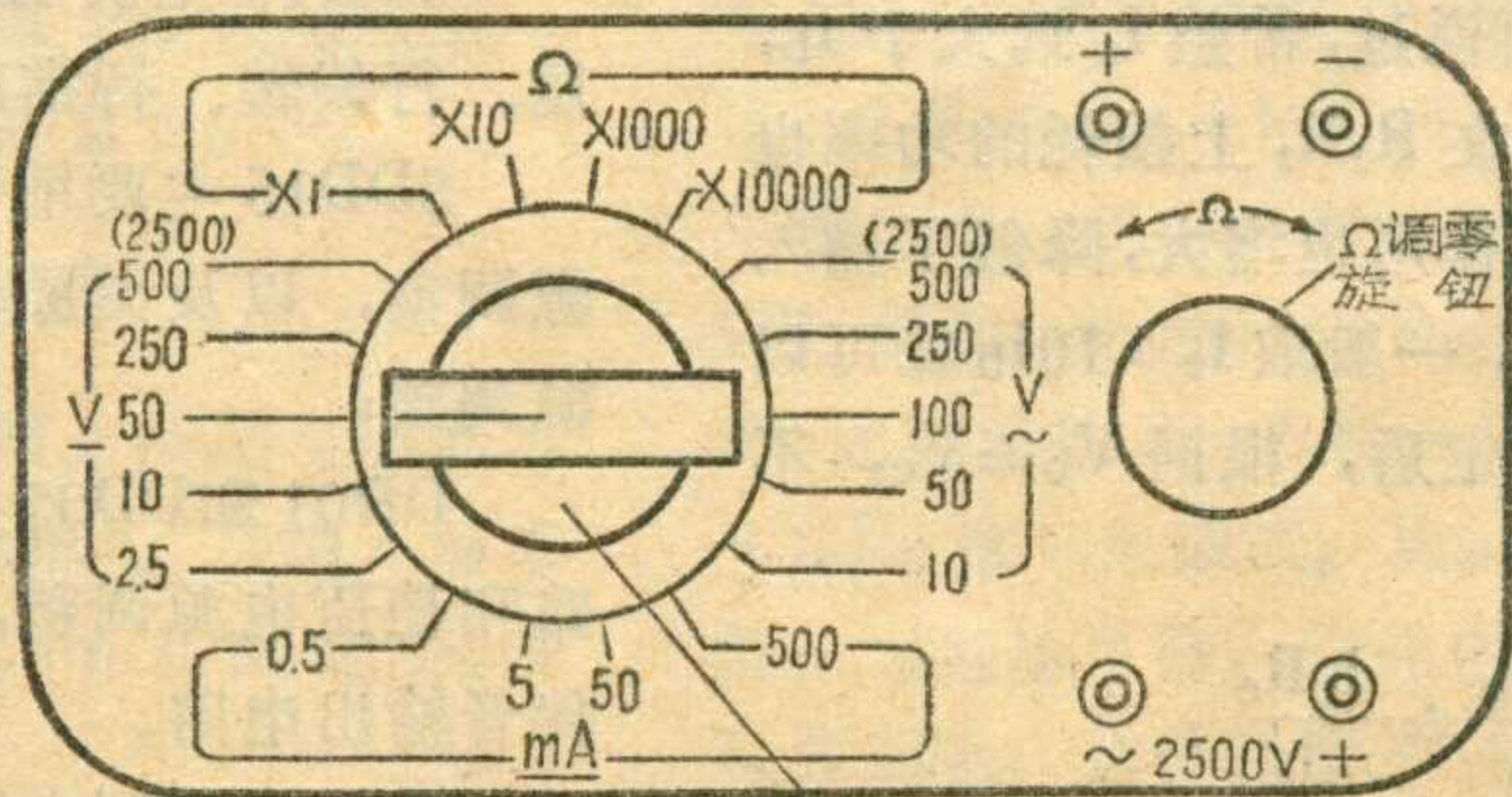


图 2

选择与量程开关

测量直流电流

首先把选择与量程开关拨到“mA”项目的某一档上，然后把万用表串联到被测电流的电路中，如图 3 所示，使电流从“+”表笔流进，从“-”表笔流出。指针在 D-C 刻度线上的读数，就是所测的电流值。

直流电流项目分为四个测量范围。每一档所对应的指针满偏转时的读数也不一样。当选择与量程开关在 50mA 这一档上，读数时就应看表面中间三组数字中的 0~50 这组数字。这时 D-C 刻度线上每两大格代表 10mA，

而每小格代表1mA。如图1中虚线所示,指针的读数是18mA。当选5mA这档时,也看这组数字。因为这时指针满偏转时的读数为5mA,即50mA的 $\frac{1}{10}$,所以每个数字也相应地为原数字的 $\frac{1}{10}$ 。于是两大格代表1mA,每小格代表0.1mA。在这档上,图1中虚线所示的指针读数就是1.8mA了。同理,对于500mA这一档,仍旧看这组数字,只是每个数字都要相应地乘以10。

图3

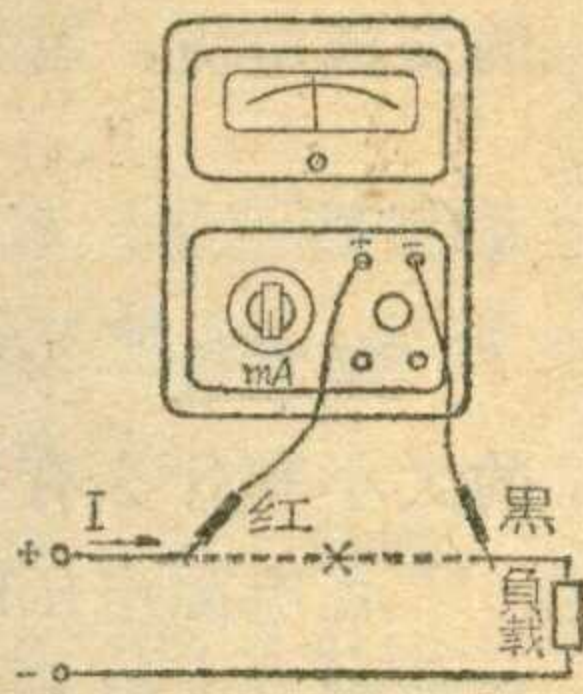
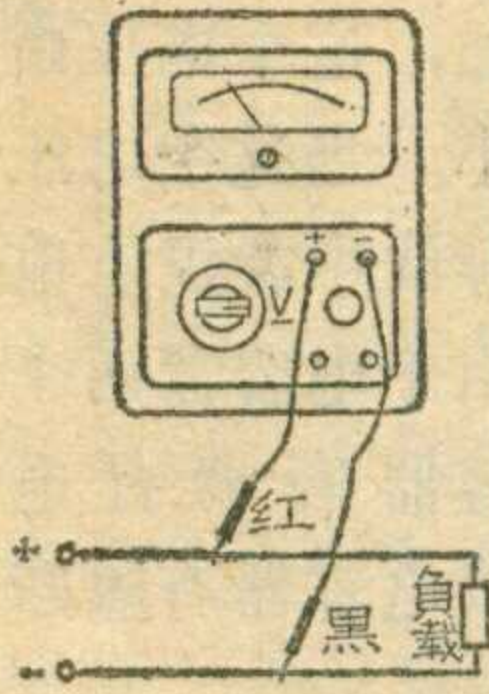


图4



选择与量程开关拨到“V”的某一档上。因为是交流,所以也不用分正、负极。指针应在A-C刻度线上读数。读数方法与上述的直流电流、电压相似。例如,测一交流电压,选用100V这档,指针的偏转位置如图1中虚线所示。读数时,应看第三条线,即A-C刻度线0~10V这组数字。只是这时每个数字都应乘以10。所以所测的交流电压为36伏。若用10V伏这档,就应看第四条刻度线(AC10V),读数方法和前面讲的相似。

测量直流电压

首先把选择与量程开关拨到“V”项目的某一合适档上,然后把万用表并联到待测电压的两点,如图4所示,正表笔接电压“+”端,负表笔接电压“-”端,不可接反。仍在D-C刻度线上读数。读数方法与测直流电流相似。例如,测一直流电压,选用2.5V这档,指针偏转位置如图1中虚线所示。读数时应看D-C刻度线0~250V这组数字,只是这时每个数字都为原数字的 $\frac{1}{100}$,所以指针读数为1.8伏。

测试前,若不知是交流电压还是直流电压,可以先用直流电压的高压档试一下,有读数便为直流,若没有读数再改为交流档测量。一般测量时,为了保护万用表,在不知所测项目的大小时,最好先用大量程测量,然后根据读数大小,再重新调正量程范围,使读数准确。

测量直流电流、电压时,一定要注意电路中电流和电压的正、负极。若方向接反时,容易打弯或打断指针。在不知正、负极的情况下,可以先拨到大量程范围档,用表笔迅速地碰一下被测部分,若指针向左摆动,说明极性接反,把两支表笔对调一下即可。

以上介绍了用108型万用表的测量方法。有些万用表不是用选择与量程开关,而是用选择插孔。在插孔处都标明了测量项目和量程范围。测量时,按着所测项目和范围,选好插孔插入表笔,就可以进行测量了。还有些万用表,面板上有两个开关旋钮,使用时,先拨动一个开关旋钮,置于所测项目上,再拨动另一个旋钮,置于合适的量程范围,就可以进行测量了。

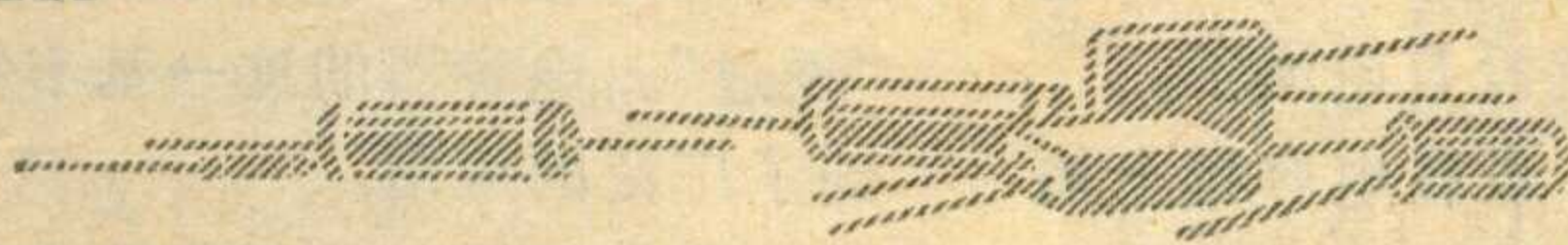
应当特别注意的是:在测量电压之前,一定要检查一下用的档是否正确。如果误用“mA”或“Ω”档测量电压,万用表很容易因通过大量电流而损坏。

万用表用毕后,应将选择与量程开关置于电压的最高档,以防他人误拿误用,损坏万用表。同时应把万用表放在干燥、没有强大磁场影响的地方。最好放在木盒或柜子里,防止灰尘和碰撞,以免降低表头的灵敏度。

测量交流电压

交流电压的测量方法与测直流电压一样。只是把

电容器在电路中的作用



王 昌 辉

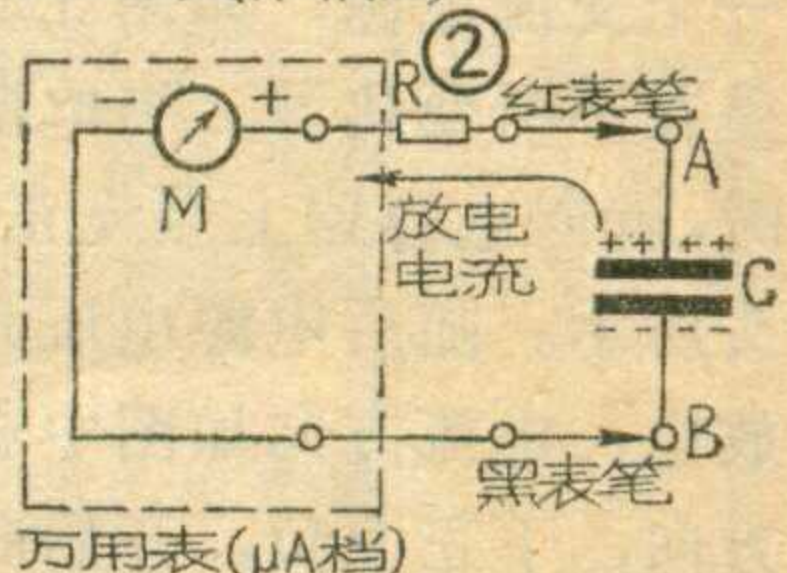
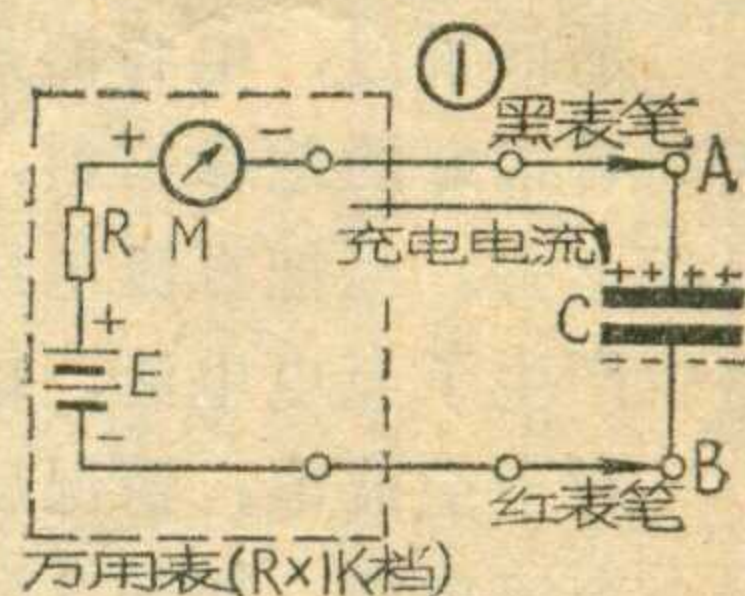
电容器是收音机中最常用的元件之一。这里简单介绍电容器的基本性能和它们在电路中的作用。

电容器能够贮存电荷

我们经常用万用表检验大容量的电容器(例如几个微法以上的电解电容器)。把万用表拨到R×IK档,用两只表笔接到电容器的两端(如果是电解电容器,应注意把黑表笔接电容器正端),这时表针突然有很大偏转,然后慢慢往回走,最后差不多回到原来的位置。这就说明这只电容器是完好的。

这个现象可用图1的简化电路来说明。万用表的

电阻档相当于电池E和电阻R、电流表M相串联。当表笔接到电容器C两端时,电容器极板A上的电子就被电源正极吸引过去,而电源负极把同样数量的电子送到电容器极板B上。或者说电容器极板A上聚集起正电荷,极板B上聚集了相同数量的负电荷。我们把这种现象叫做电容器的“充电”。充电时候,由于电子运动,在导线里就有电流,因此,万用表的指针偏转。



正负电荷聚集在两个极板上，就在两极板间形成了电压。随着电容器两端电荷不断增加，这个电压由小逐渐增大，因而充电电流就逐渐减小。当这个电压 V 等于电源电压 E 时，充电就停止，导线中就没有电流。因此万用表指针就回到最左端。由于电容器两个极板之间是用绝缘材料隔开，虽然电容器两端有电压，但是电荷不能从极板间通过。所以电容器有隔断直流电的作用。

就这样，电容器两个极板上各集聚了电量 $+Q$ 和 $-Q$ ，而两端间的电压 V 等于电池电压 E 。如果把表笔离开电容器，电容器的极板上就贮存了电量 Q 。这一点可以通过实验来证明。如图 2 所示，利用万用表测电流的微安档，把红表笔接电容器 A 端（在表笔前面串一个 $15K$ 左右的电阻 R ），把黑表笔接 B 端，这时表针一下子偏转到最大，然后逐渐回到零。这说明用导线把已经充了电的电容器两极板短接起来后，B 端极板上的电子会很快从导线里跑到 A 端。由于电子的运动，导线里就有电流。最后，电容器两个极板上不再带电，电压也就消失。这种现象叫做“放电”。

通过以上实验，我们看到电容器的确能够贮存电荷。这是它最基本的特性。电容器的电容量 C ，就是说明它贮存电荷的本领的。电容器所贮存的电量 Q 正比于电容量 C 与电容器两端间的电压 V 的乘积，即

$$Q(\text{库仑}) = C(\text{法拉})V(\text{伏特}) \quad (1)$$

这就是说，在相同的端电压下，不同的电容器所贮存的电量也不同。电容器的容量 C 越大，它所贮存的电量就越大。另一方面，对于同一个电容器，它两端的电压越大，贮存的电量就越大。

交流电是怎样“通过”电容器的？

前面说过，电容器是不能通过直流电流的。两极板间有很好的绝缘材料，电荷很难通过它跑到对面的极板上。当把直流电压加到电容器上的一瞬间，电路中产生了充电电流。以后电路中就没有电流了。

对于交流电，情况就有些不同。设在电容器上加一个交流电源，如图 3 所示。交流电源的方向和大小是在不断变化着。当电源电压上端为正并且继续增长时，就向电容器上端充正电荷，电流方向如图中实线箭头所示。随后电源电压开始减小，电容器就通过电源放电，电流方向如图中虚线所示。以后电源电压改变方向，下正上负，开始向电容器下极板充正电荷，这个反向充电电流的方向和刚才的放电电流方向一样，也如图中虚线所示。反向电压增到一定大小后，开始减小，电容器又开始反向放电（实线箭头）。这个过程反复进行。虽然电容器两极板间仍然没有电荷通

过，但是电路中却形成了方向和大小都随时间而变化的交流电流，就好象电容器能通过交流电一样。

电容器的电抗

现在进一步看看，图 3 电路中所产生的交流电流的大小和什么有关。

在电源电压的幅度 E 不变的情况下，电容器在电压达到最大值 E 时贮存的电量最多，此时 $Q = CE$ 。如果电源频率 f 不变，那么， C 越大， Q 就越大，充放电的电流就越大，或者说电路中的交流电流越大。如果电容量 C 不变，即 Q 不变，那么，频率 f 越高，电容器充放电一次的时间就越短，也就是说电容器从零充电到 Q 或从 Q 放电到零所用的时间越短，电荷的移动加快，所以电路中的交流电流增大。这就说明了容量 C 及频率 f 不同时，电容器对交流电流有不同的抵抗作用。电容器对交流电流的抵抗作用就叫做电抗，用 X_C 表示。 X_C 的计算公式如下：

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} \quad (2)$$

式中 X_C 的单位是欧， f 的单位是赫， C 的单位是法拉， $\pi = 3.1416$ 。这个公式说明，电容量越大，频率越高，电容器的电抗就越小，交流电流就越容易通过它。

如果加在电容器两端的电压幅度为 E ，电容器的电抗为 X_C ，那么，“通过”电容器的交流电流的幅度

$$I = \frac{E}{X_C}$$

它和直流电流通过电阻时的欧姆定律相似。这就是欧姆定律应用于交流电路的情况。

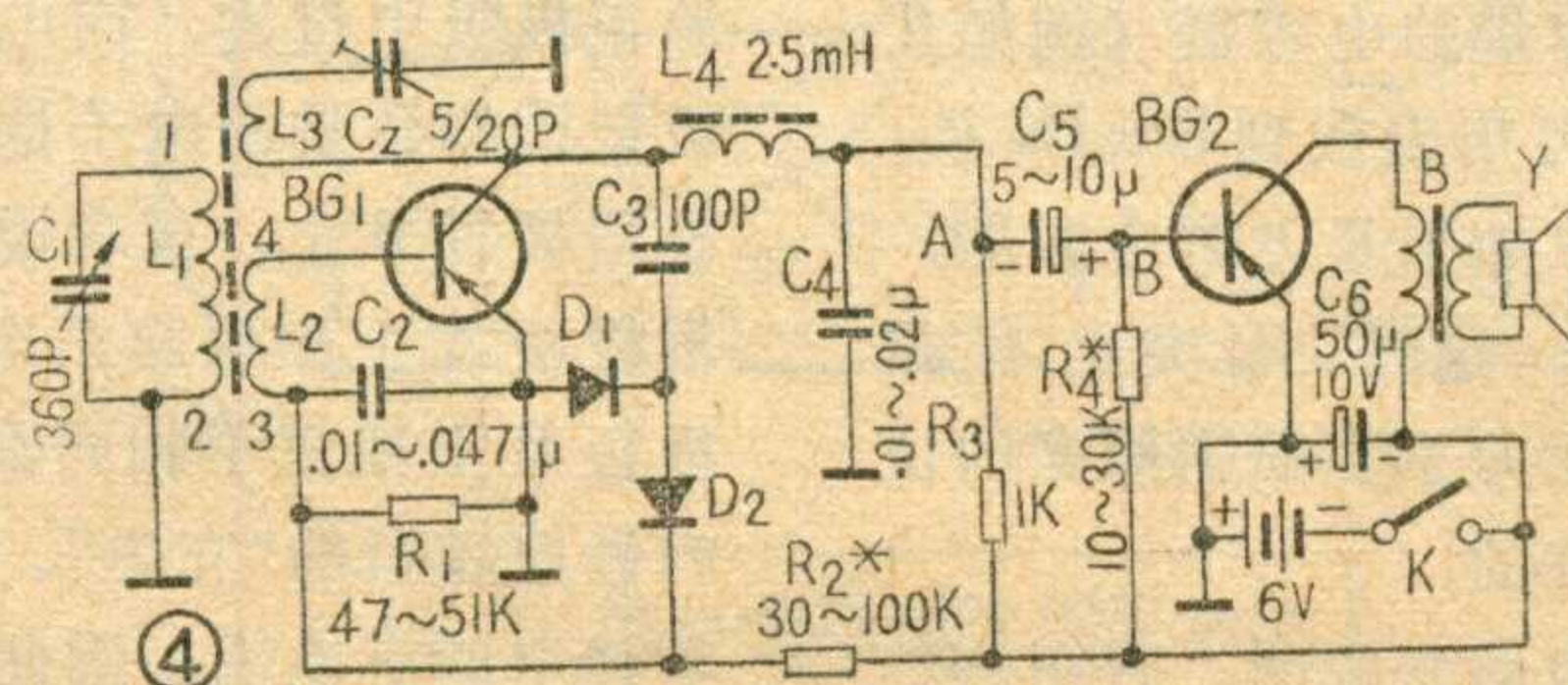
电容器在电路中的作用

把前面所谈的总结一下就是：电容器不能通过直流电，但是能“通过”交流电。电容器的容量越大，电流的频率越高，它的容抗就越小，交流电流就越容易“通过”。电容器的这一基本特性，在无线电电路中得到了广泛的应用。

我们以图 4 的两管收音机为例来说明图中各个电容器的作用。

先看一下电容器 C_5 。它有两个作用。第一是隔断 A、B 两点间的直流通路。从这个观点来看可以把它叫做隔直流电容器。我们实际测量一下，就知道 A 点对地的直流电压是 -3 伏到 -5 伏，而 B 点只有负零点几伏。如果把 A、B 两点直接连起来，就破坏了 BG_1 和 BG_2 两个晶体管的静止工作状态，使收音机不能正常工作。 C_5 的另一个作用是能通过交流音频信号，把 BG_1 集电极的输出信

(下转第 32 页)

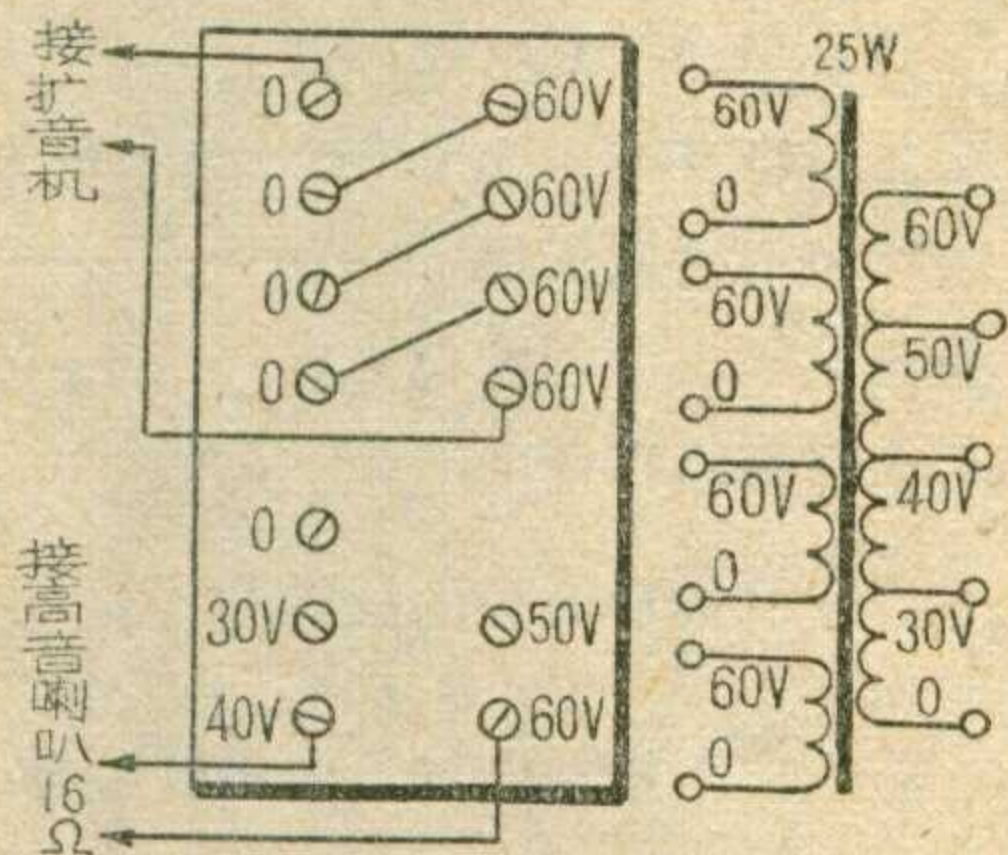


问与答

问：我单位原来高音喇叭上装的线间变压器是标注8欧、16欧、500欧、1000欧等阻抗值的，能否用标注电压值的有线广播线路变压器代用？

答：线间变压器和线路变压器实际上是一回事，只是有的变压器标注的是阻抗，有的标注的是电压，不同类型的变压器上面所标注的阻抗或电压具体数值也有些不同。但只要瓦数相同，经过换算后，就可以互相代用。

例如常用的一种25瓦有线广播线路变压器初次级所标明的电压数值和线路图如附图。我们根据 $P = V^2/Z$ 的公式求出电压 V 。然后根据求出的电压来选用变压器上的抽头。例如原来用的是25瓦线间变压器，接25瓦16欧喇叭，初级端接2500欧端。先算出初级和次级的电压 $V_1 = \sqrt{P \times Z_1} = \sqrt{25 \times 2500} = 250$ 伏。



$V_2 = \sqrt{P \times Z_2} = \sqrt{25 \times 16} = 20$ 伏

这样我们就可以初级接250伏(可接240伏)，次级接20伏(可接30V与50V之间或40V与60V之间)。

另外一个方法是利用 $\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{V_1^2}{V_2^2}$ 的公式将阻抗比换算成电压比，然后选择适当的初、次级端子。例如上一例子中已知原变压器的阻抗比 $\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{2500}{16} \approx 156$ 。如初级选用240V，则次级应为 $\frac{240^2}{156} \approx 20$ 伏。结果与前面相同。但是用第二方法时应注意变压器的耐压。

为了方便起见，将上图中变压器初级接成240伏时各阻抗与电压的换算值列成下表供参考。

	次级电压	次级实接欧数	初级相应阻抗
初级线圈串接成240伏	10V	8Ω	4608Ω < 4500Ω >
	10V	16Ω	9216Ω < 9000Ω >
	15V	8Ω	2048Ω < 2000Ω >
	15V	16Ω	4096Ω < 4000Ω >
	20V	8Ω	1152Ω < 1000Ω >
	20V	16Ω	2304Ω < $\frac{2000}{2500}$ Ω >
	30V	8Ω	512Ω < 500Ω >
	30V	16Ω	1024Ω < 1000Ω >
	40V	8Ω	288Ω < $\frac{250}{500}$ Ω >
	40V	16Ω	576Ω < $\frac{500}{600}$ Ω >

(方锡答)

问：一般录音机有两种速度，在使用时如何选择？

答：录音机在快速工作时的频率响应比慢速时要好得多。如L601型磁带录音机，在带速是19.05厘米/秒时的频率响应是80~8000赫；在带速是9.53厘米/秒时的频率响应是200~4000赫。LY-321型晶体管磁带录音机在带速是9.5厘米/秒时的频率响应是80~8000赫；在带速是4.75厘米/秒时的频率响应是100~4000赫。

在使用时，当录制内容对音质要求较高时，如录制音乐节目，则应选用快速。当录制内容对音质要求不高时，如录制报告，可选用慢速以减少所需磁带长度。

(沈长生答)

问：电视机使用日久，在调谐时伴音中常出现强烈的50周交流声，为什么？

答：电视机使用日久，电子管或晶体管及元件参量均有变化。伴音通道鉴频器的谐振回路可能失谐，偏离6.5兆赫的第二中频，这时鉴频器的移相支路不能准确移相90°。若输入的调频信号有寄生调幅时，就会输出干扰信号。而电视图象场频为50赫，图象信号中50赫的分量很强，特别是场同步脉冲，对伴音调频信号不可避免的有些寄生调幅，而鉴频器前的限幅器又不可能完全限掉它。这样，具有50赫寄生调幅的调频伴音信号加到失谐的鉴频器上，就会输出50赫的交流声干扰，由喇叭放出来。解决的办法，是用绝缘螺丝刀仔细调节鉴频器谐振回路电感的磁心或瓷半可变电容器，即可解决。

如果是自制简易电视机产生这种交流声，就应改善鉴频器前限幅器的功能。

问：自制电视机的电视图象中较亮部分常出现网纹干扰，并失掉图象层次，为什么？

答：这是在某一信号瞬时电平上出现了寄生振荡。因为电子管(特别是晶体管)的参量是受工作点及信号电平影响的。在信号较强的部位，电子管(或晶体管)的瞬时工作点飘动很大，很可能在信号的某一瞬时电平上满足振荡条件，产生自激振荡，导致电视图象上出现网纹干扰。而振荡时失去正常放大作用，所以也就破坏了这部分图象的层次和内容。

解决的办法是消除自激振荡。这种现象多在处于信号较强部位的视频放大器中出现，一般可用调整工作点、加防振电阻、加负反馈、稍降放大倍数、换管等办法解决。有时在高、中频电路中产生寄生振荡，则要注意加强屏蔽、调节调谐回路的谐振频率、降低回路Q值等才能消除。

(以上张家谋答)

(上接第 30 页)

号耦合到 BG_2 的基极去进一步放大。从这个观点来看, 可以把 C_5 叫做耦合电容器。这个电容器对音频信号的容抗应当较小。例如, 10 微法的电容器对 400 赫音频电流的容抗, 根据式 (2) 可以算出约为 40 欧。如果我们把 C_5 改用成 0.02 微法的电容器, 可根据式 (2) 算出它对 400 赫信号的容抗为 20 千欧, 信号很难通过, 因而收音机的音量显著减小。

再看一下 C_2 。设它的容量为 0.02 微法。它对 1000 千赫的电台高频信号的电抗约为 8 欧, 所以线圈 L_2 中的高频信号能顺利地加到三极管 BG_1 的发射结上以进行放大。另一方面, 这个电容器还能把检波后残余的高频成分旁路掉。前一段曾经算出, 0.02 微法的电容对 400 赫的容抗约为 20 千欧, 这个数值相当大, 所以音频信号不致被旁路。如果 C_2 取得太大, 对音频信号容抗太小, 那么检波后得到的音频信号也会被它旁路掉, 加到发射结上的音频电压很小, 得不到足够的放大。如果不要 C_2 , 直接把 L_2 下端接到 BG_1 的发射极, 那么音频信号和直流偏压都被短路而加不到发射结上, 收音机就不能正常工作。

C_z 是一个半可变微调电容器。放大了的高频信号通过 L_3 、 C_z 构成回路, 回授 (反馈) 到输入调谐回路, 使高频信号得到加强。如果把 C_z 的容量调大些, 它的容抗减小, 就能增加高频信号的回授量, 使再生加强。在 C_z 调好, 容量固定以后, 由于容抗与频率成反比, 所以在收听中波波段的高频端 (例如 1480 千赫) 的电台时, C_z 的容抗较小, 再生较强, 灵敏度和选择性较好; 而在收听低频端 (例如 640 千赫) 的电台时, C_z 的容抗较大, 再生较弱, 灵敏度和选择性较差。

C_3 的容量为 100 微微法, 它对高频信号容抗较小 (对 1000 千赫高频信号的容抗约为 1.6 千欧), 所以高频信号不通过高频扼流圈 L_4 送到下一级, 而是通过 C_3 加到检波器上进行检波。另一方面, C_3 对音频信号的容抗较大 (对 400 赫音频信号的容抗约为 4 兆欧), 所以被放大的音频信号不通过 C_3 , 而是通过 L_4 加到下一级晶体管的基极去。此外, 对检波电路而言, C_3 还起着隔直流的作用, 防止电池负极经过 R_3 、 L_4 直接通到 D_2 , 这样才能保证检波器的正常工作。

C_4 (0.02 微法) 对 1000 千赫高频的容抗为 8Ω , 可以把从 L_4 漏过来的高频信号进一步旁路掉; 它对 400 赫音频信号的容抗约为 20 千欧, 所以对音频信号没有显著的旁路作用。

并联在电池上的电容器 C_6 的容量很大 (50 微法), 对低频信号的电抗较小。在电池用旧内阻增大时, C_6 并在电池内阻上, 对低频信号起旁路作用, 以防止各放大级通过电池内阻的耦合产生有害的低频振荡。

最后简单提一下 C_1 的作用。它和天线线圈 L_1 组成了调谐回路。改变 C_1 的容量, 就可以改变调谐回路的谐振频率, 使它只对某一频率的电磁波发生谐振, 达到选择信号的目的。

无线电

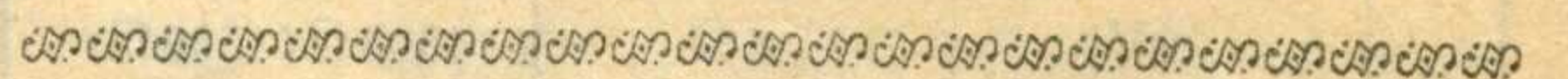
1974 年第 5 期 (总第 140 期)

目 录

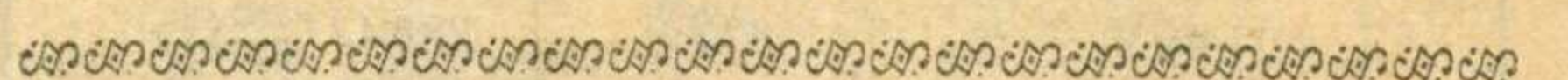
自力更生 不断前进	北京椿树整流器厂张国忠 (1)
光电脉冲转速表	上海织袜十三厂 (3)
浅谈半导体集成电路制作	吴思齐 (4)
简易日照时数计	四川省气象局吴绍金 (7)
印刷机用简易光电控制器	工人潘汝元 (8)
双稳态触发器	上海少年宫科技组 (9)
远程电视接收天线	姚珍榕 (11)
图象中频放大器的检修	北京广播服务部 (13)
* 农村有线广播 *	
扩音机推动部分的故障与检修	工人程仲 技术员谢祥恺 (16)
零线广播接地电抗器的设计制作 (续)	电工赵宝实 陈永清 (18)
高音质半导体扩音机的制作	郭洪南 唐远炎 (19)
一种测量晶体管工作电流的简法	工人 张祖德 (21)
钟山 J301 型半导体收音机的改进	郭忠信 (22)
* 实验室 *	
实验电源	凌肇元 (23)
SBT-5 同步示波器的 X 轴系统	上海无线电二 十一厂技术组 (24)
* 晶体管电路讲座 *	
偏置电路	金 编 (26)
彩色、黑白电视机用几种国产 NPN 型 晶体管的特性 (一) (封三说明)	上海无线电七厂 (27)
* 初学者园地 *	
学会使用万用表	知识青年童 真 (28)
电容器在电路中的作用	王昌辉 (29)
* 问与答 *	

封面说明: 上海机床工业战线新产品——
数字程序控制线切割机床

封底说明: 半导体集成电路结构示意图



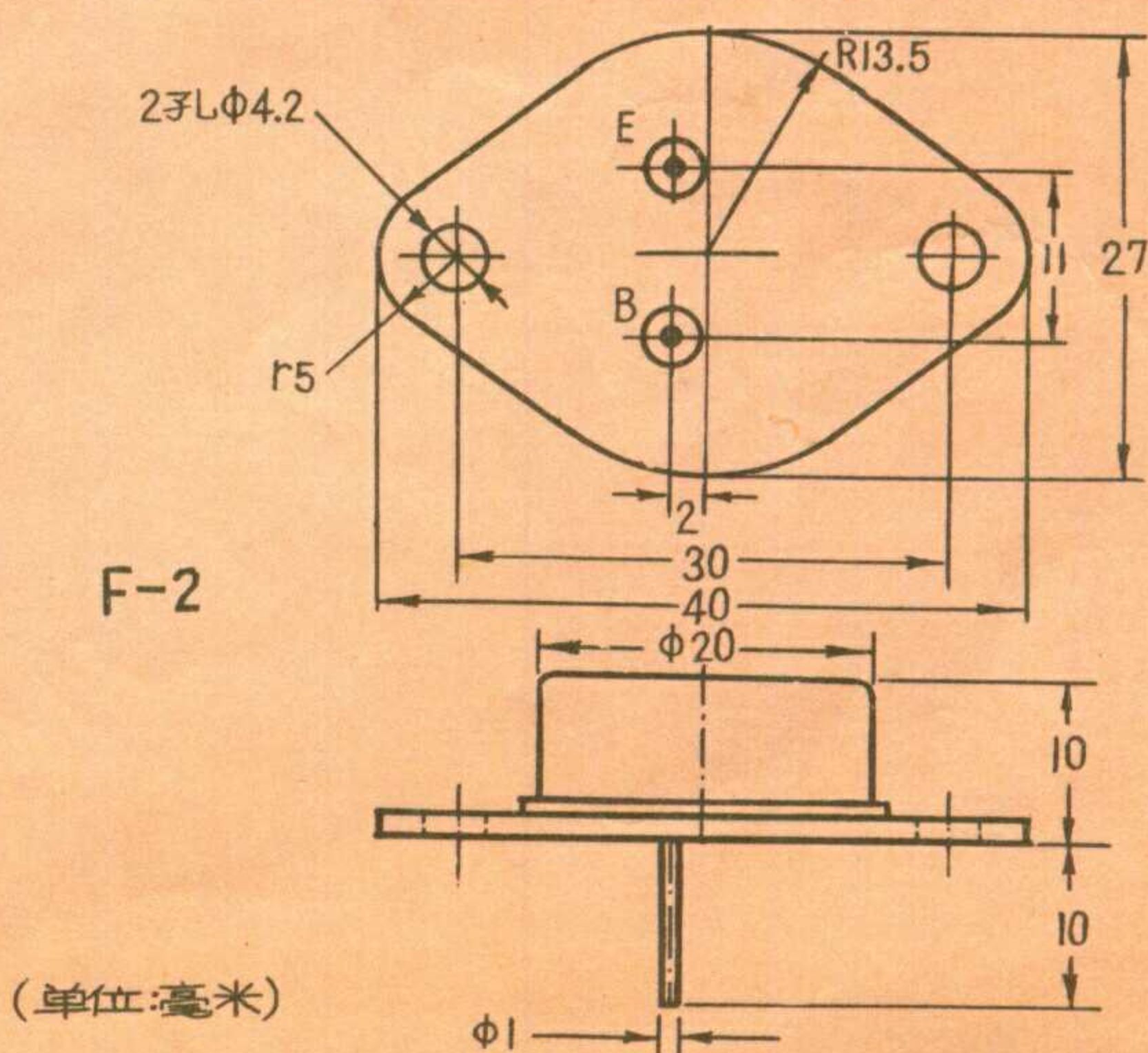
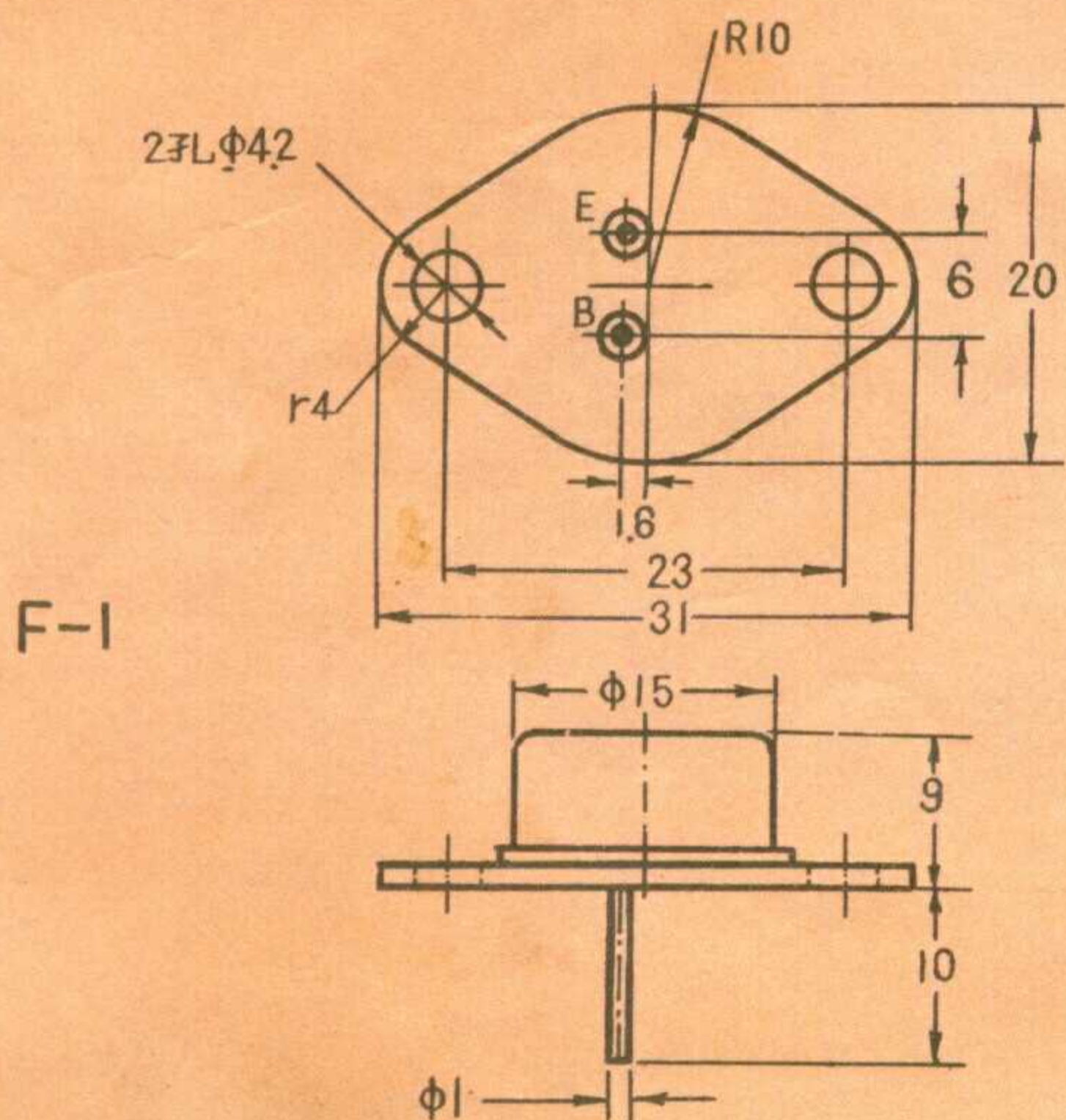
编辑、出版、	人民邮电出版社
	(北京东长安街 27 号)
印刷: 正文:	北京新华印刷厂
封面:	北京胶印厂
总发行:	邮电部北京邮局
订购处:	全国各地邮电局所



出版日期:	1974 年 5 月 25 日
本刊代号: 2-75	每册定价 0.17 元

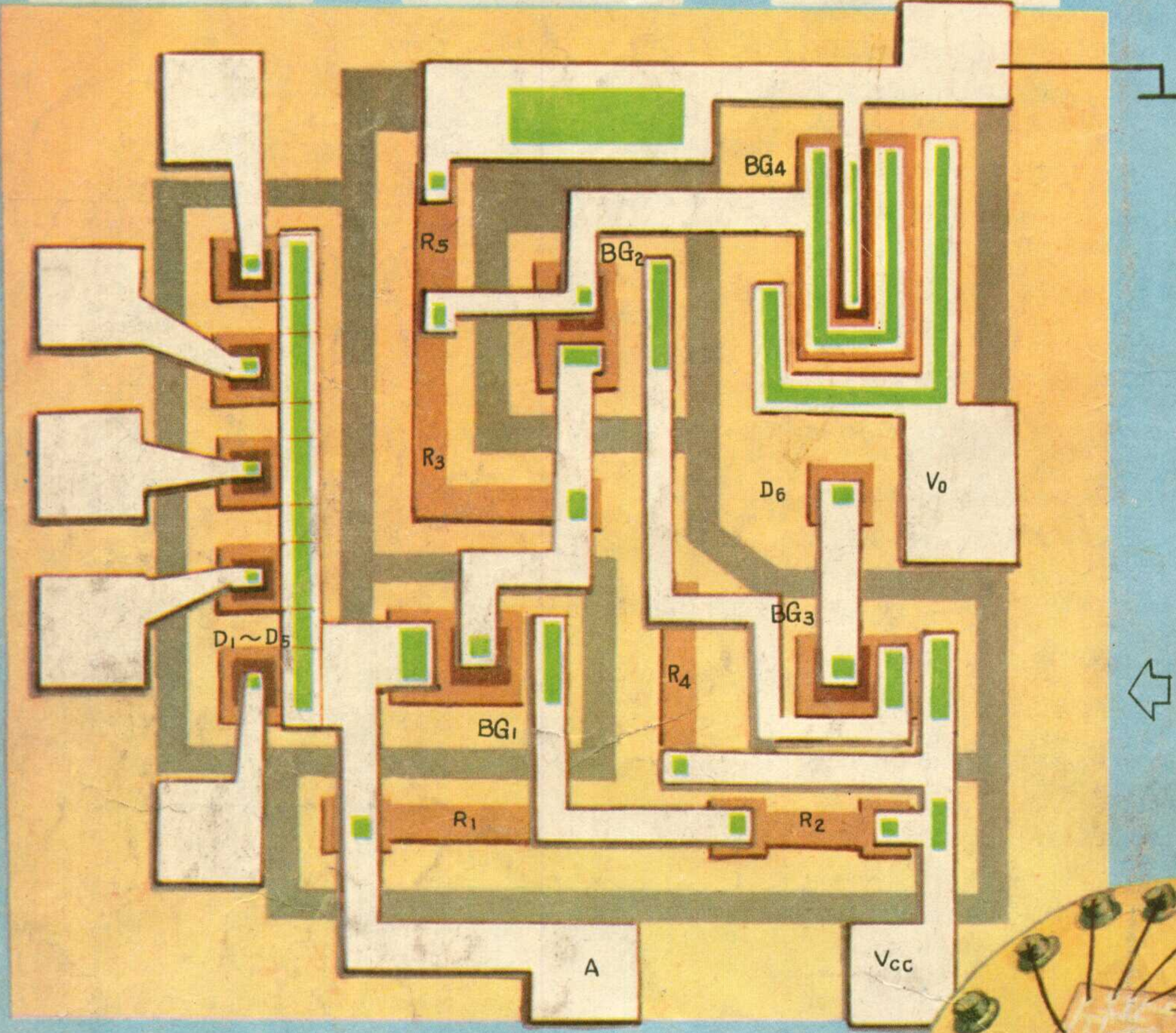
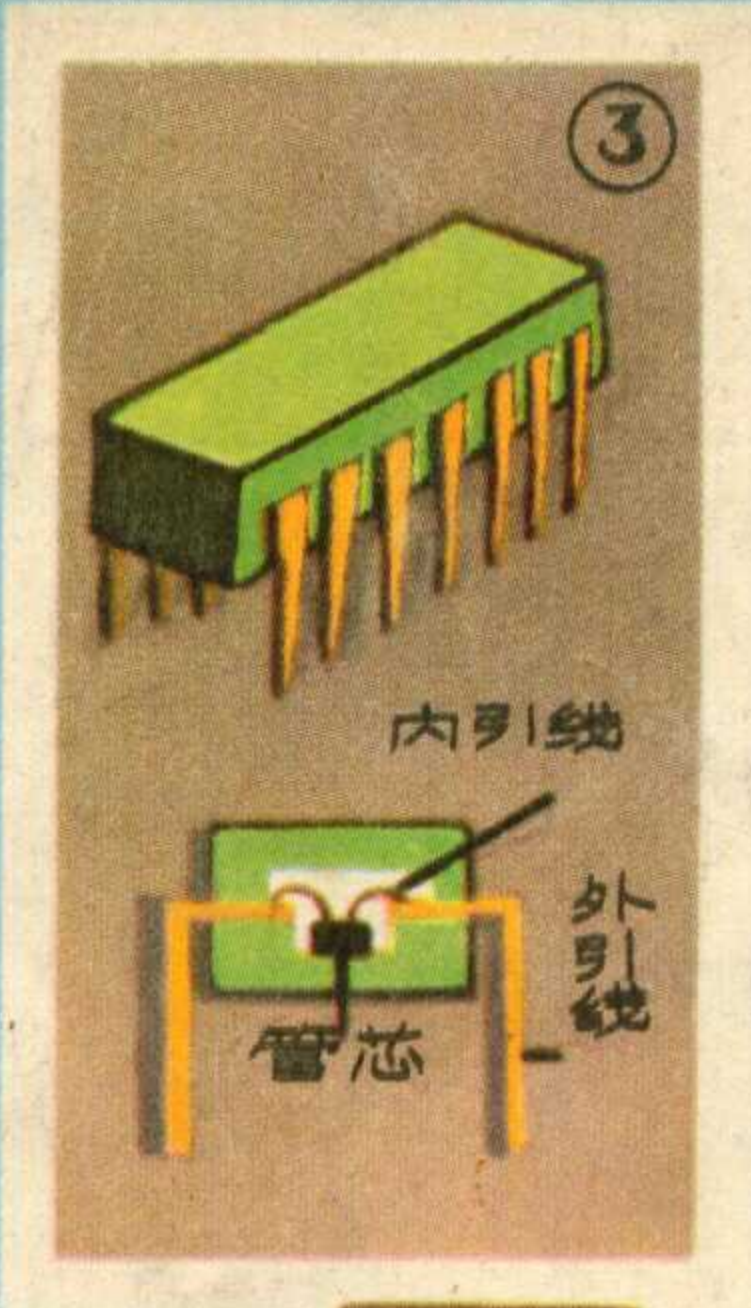
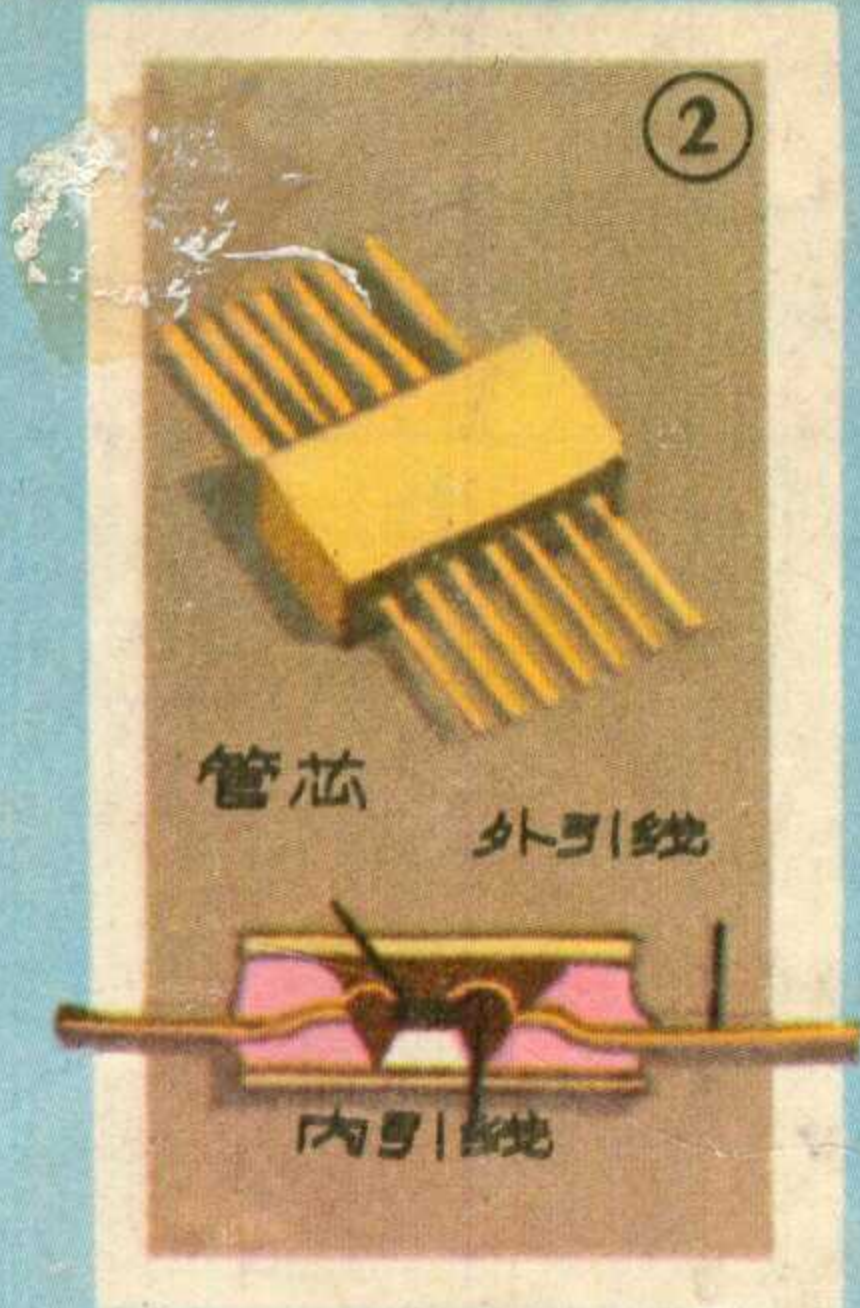
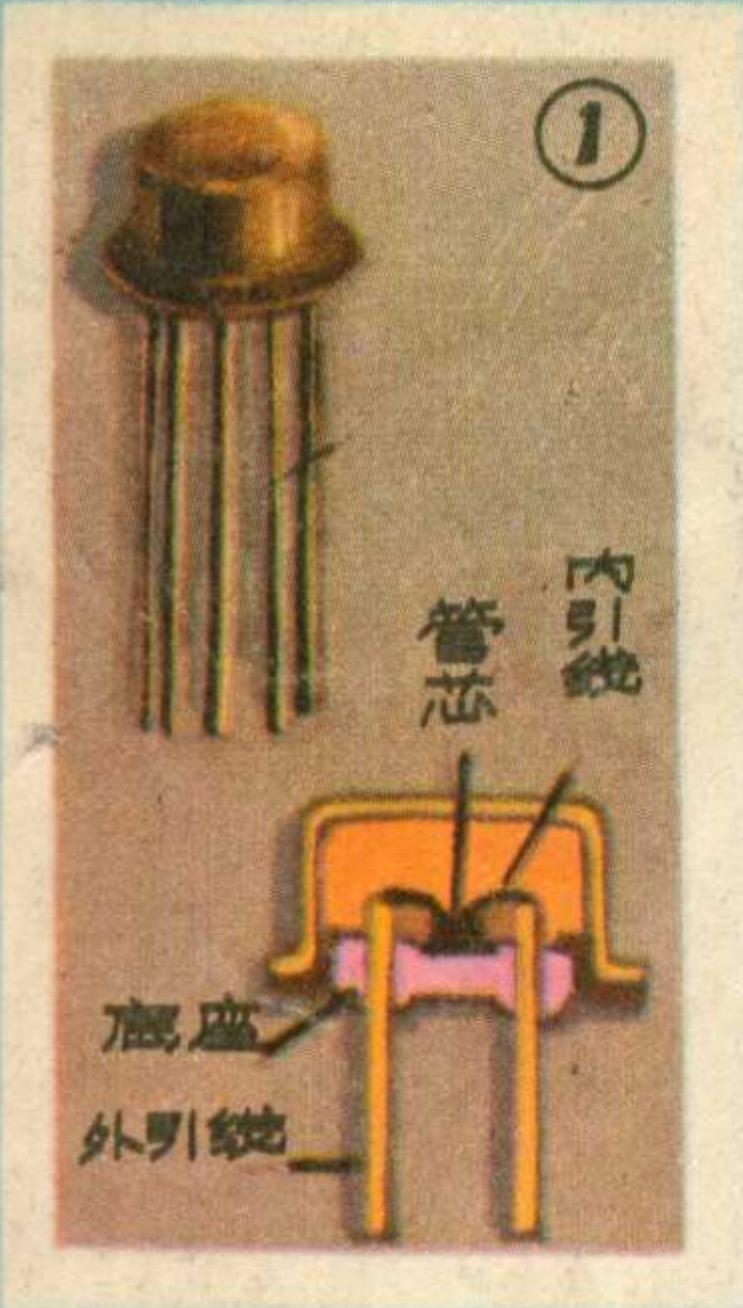
彩色、黑白电视机用几种国产NPN型晶体三极管的特性(一)

电参数 型号	极限参数		直流参数							交流参数	外形
	P_{CM} (W)	I_{CM} (A)	I_{CBO} (mA)	I_{CEO} (mA)	V_{CES} (V)	h_{FE}	BV_{CBO} (V)	BV_{CEO} (V)	BV_{EBO} (V)	f_T (MHz)	
3DD14A	50	3		≤ 2	≤ 10	≥ 10	≥ 500	≥ 200	≥ 4	≥ 1	F-2
3DD14B							≥ 600	≥ 200			
3DD14C							≥ 700	≥ 200			
3DD14D							≥ 800	≥ 400			
3DD14E							≥ 900	≥ 400			
3DD14F							≥ 1000	≥ 600			
3DD14G							≥ 1100	≥ 600			
3DD14H							≥ 1200	≥ 600			
3DD14I							≥ 1500	≥ 1200			
测试条件				$V_{CE}=50V$	$I_C=3A$ $I_B=1A$	$V_{CE}=10V$ $I_C=1.5A$	$I_C=5mA$	$I_C=5mA$	$I_F=5mA$	$V_{CB}=20V$ $I_E=1A$ $f=0.5MHz$	
3DD15A	50	5	≤ 1	≤ 2	≤ 1.5	≥ 20	≥ 60	≥ 60	≥ 4	≥ 1	F-2
3DD15B							≥ 150	≥ 100			
3DD15C							≥ 200	≥ 120			
3DD15D							≥ 300	≥ 200			
3DD15E							≥ 400	≥ 300			
3DD15F							≥ 500	≥ 350			
测试条件			$V_{CB}=50V$ (测A档时; $V_{CB}=20V$)	$V_{CE}=50V$ (测A档时; $V_{CE}=20V$)	$I_C=2.5A$ $I_B=0.25A$	$V_{CE}=10V$ $I_C=2A$	$I_C=5mA$	$I_C=5mA$	$I_E=5mA$	$V_{CB}=12V$ $I_E=0.5A$ $f=0.5MHz$	
DD01A	10	1	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 1	≥ 40	≥ 50	≥ 50	≥ 5	≥ 5	F-1
DD01B							≥ 100	≥ 100			
DD01C							≥ 150	≥ 150			
DD01D							≥ 200	≥ 200			
DD01E							≥ 250	≥ 250			
DD01F							≥ 300	≥ 300			
测试条件			$V_{CB}=50V$ (测A档时; $V_{CB}=20V$)	$V_{CE}=50V$ (测A档时; $V_{CE}=20V$)	$I_C=1A$ $I_B=0.1A$	$V_{CE}=10V$ $I_C=0.5A$	$I_C=1mA$	$I_C=1mA$	$I_E=1mA$	$V_{CB}=10V$ $I_E=0.5A$ $f=1MHz$	
DD02A	15	2	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.5	≥ 40	≥ 50	≥ 50	≥ 5	≥ 5	F-1
DD02B							≥ 100	≥ 100			
DD02C							≥ 150	≥ 150			
DD02D							≥ 200	≥ 200			
DD02E							≥ 250	≥ 250			
DD02F							≥ 300	≥ 300			
测试条件			$V_{CB}=50V$ (测A档时; $V_{CB}=20V$)	$V_{CE}=50V$ (测A档时; $V_{CE}=20V$)	$I_C=1A$ $I_B=0.1A$	$V_{CE}=10V$ $I_C=0.2A$	$I_C=1mA$	$I_C=1mA$	$I_E=1mA$	$V_{CB}=10V$ $I_E=0.2A$ $f=1MHz$	



(单位:毫米)

半导体集成电路



- 白：铝引线
- 绿：引线孔
- 深棕：扩磷区
- 浅棕：扩硼区
- 灰：隔离沟
- 乳黄：原有n型外延层

