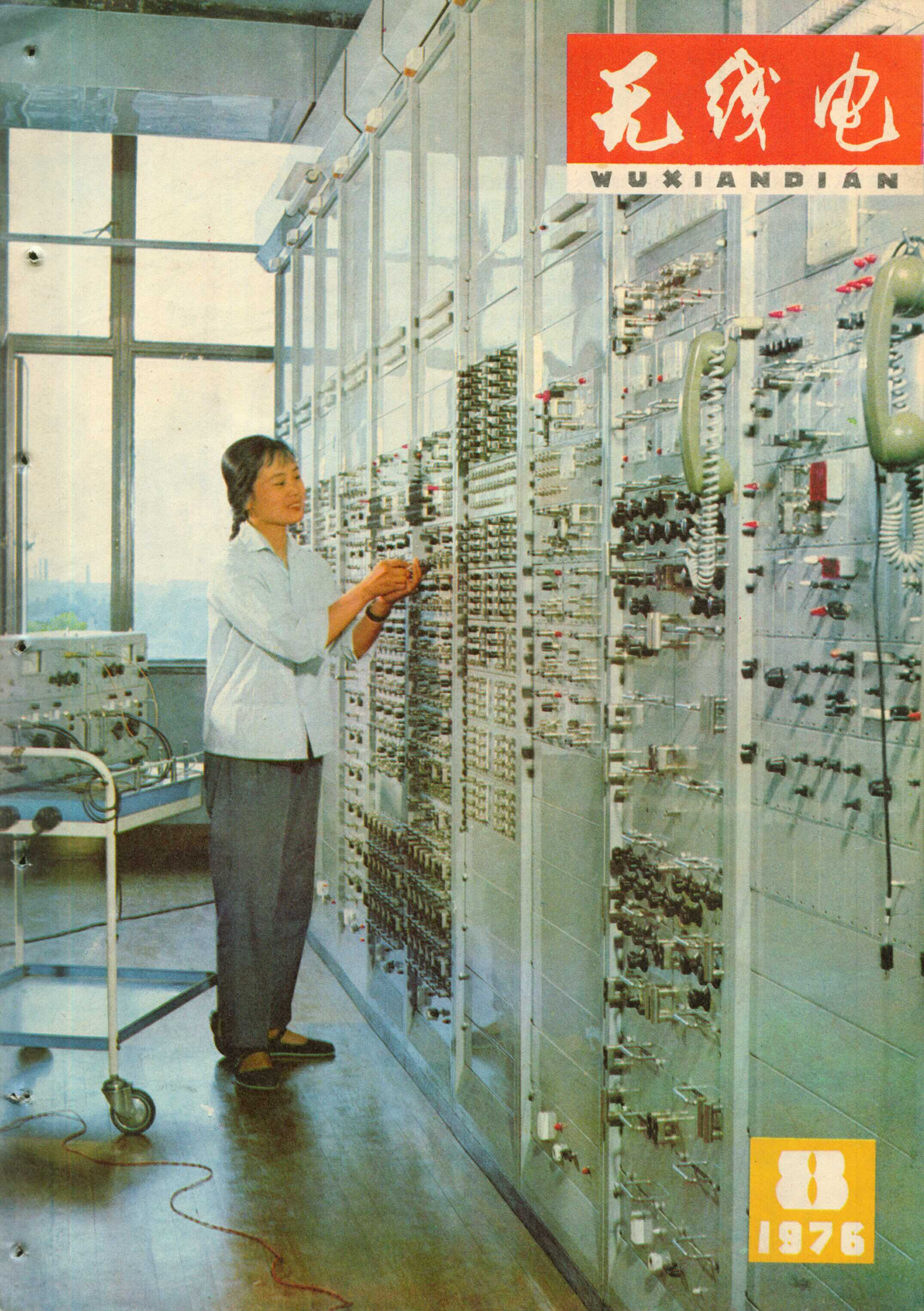


# 无线电

WUXIANDIAN



88

1976

# 战斗在保卫祖国领空的岗位上

在深入批判邓小平、反击右倾翻案风的伟大斗争中，空军战斗在无线电通信、雷达等部门的指战员们，认真学习毛主席的重要指示，愤怒揭发批判邓小平的反革命修正主义路线，有力地促进了部队的战备训练，呈现出一派蓬蓬勃勃的革命景象。

“建立一支强大的人民空军，保卫祖国，准备战胜侵略者。”遵照毛主席的光辉指示，广大指战员充分认识帝国主义和苏修社会帝国主义的侵略本性，从难从严从实战要求苦练杀敌本领。他们决心学好毛主席的重要指示，彻底肃清邓小平修正主义路线的流毒，加强部队建设，警惕地守卫着祖国领空，更好地发挥无产阶级专政柱石的作用。（空军政治部宣传部供稿）

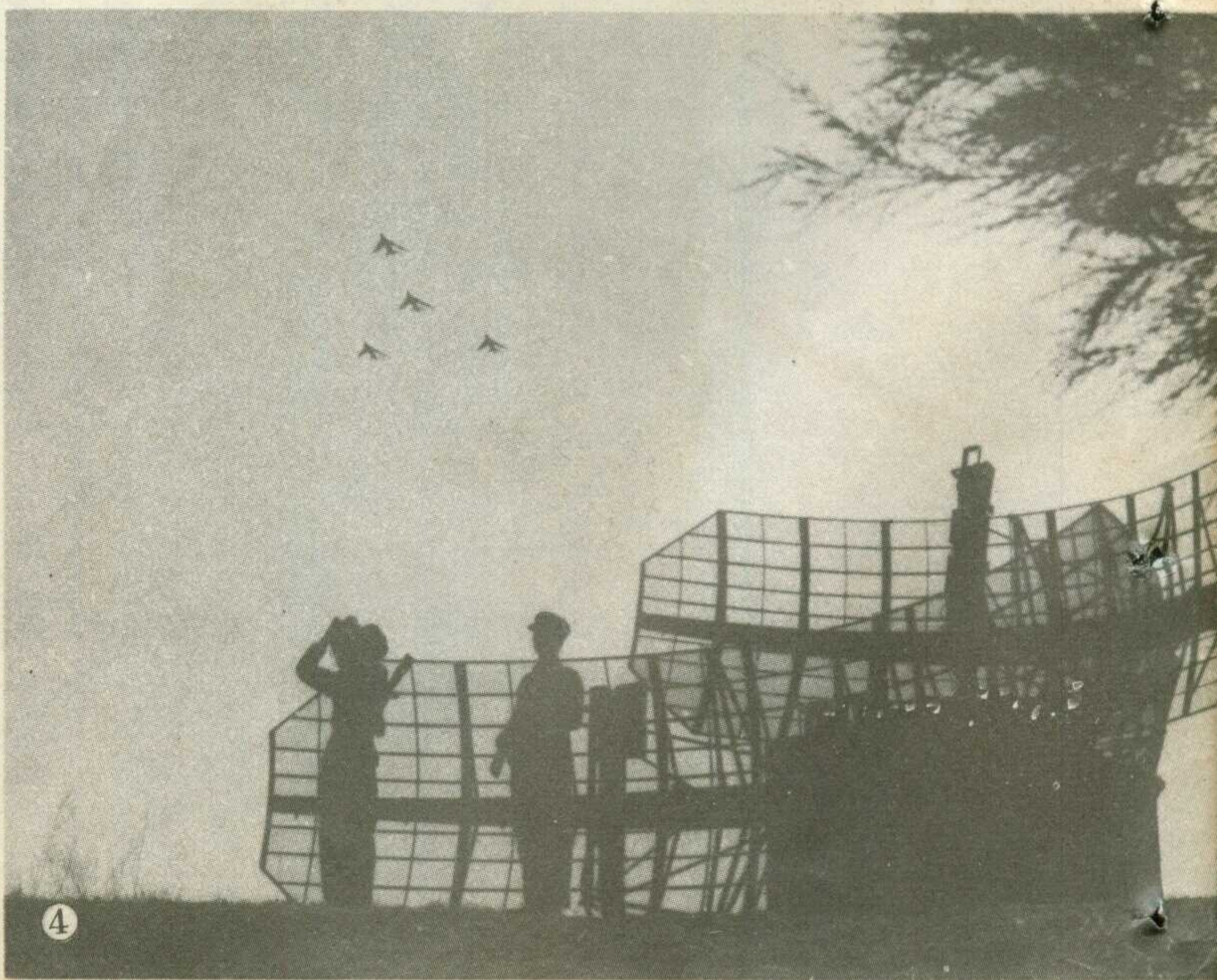


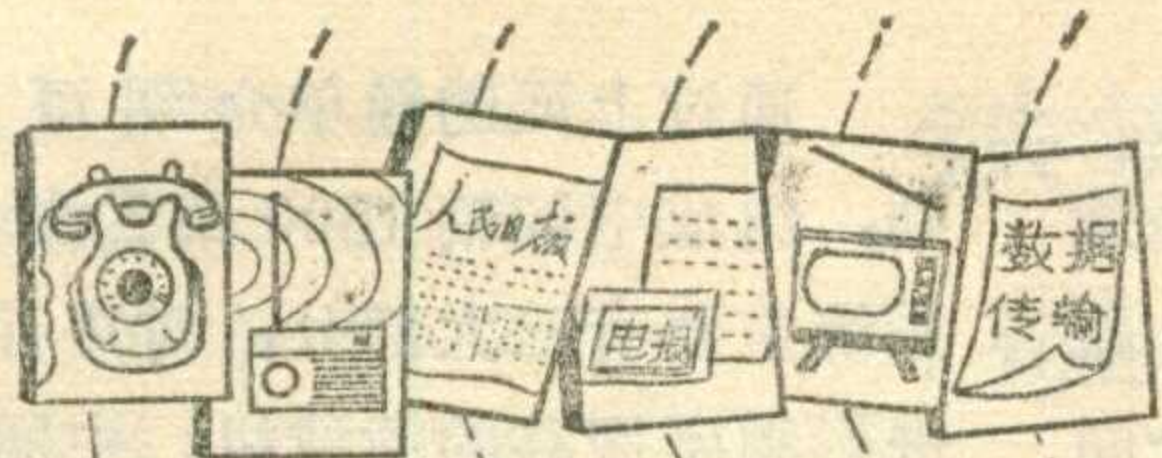
①认真学习毛主席的重要指示，深揭狠批邓小平的反革命修正主义路线。

②指挥台上的青年干部虚心向老同志学习，在实践中锻炼成长。

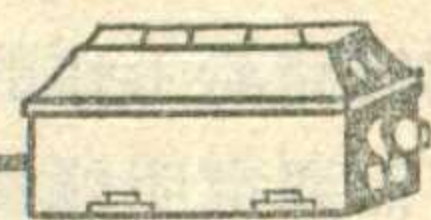
③按实战要求，苦练跟踪技术。

④加强战备，随时准备歼灭一切敢于来犯之敌。





# 中同轴电缆1800路载波通信



在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国邮电部门的广大工人、干部和技术人员，以阶级斗争为纲，认真贯彻“鞍钢宪法”，深入开展“工业学大庆”的群众运动，坚持独立自主、自力更生、艰苦奋斗、勤俭建国的方针，自行设计、自行研制、自行生产、自行施工，在京、沪、杭之间，建成我国现代化的中同轴电缆一千八百路载波通信干线。这条通信干线，已经在反击右倾翻案风的斗争中胜利投产。这是无产阶级文化大革命、批林批孔和学习无产阶级专政理论运动的又一胜利成果，对党内最大的不肯改悔的走资派邓小平鼓吹的“今不如昔”的谬论是个有力的回击。

京、沪、杭中同轴电缆一千八百路载波通信干线，全长一千七百多公里，纵贯八个省市，穿过黄河、长江等二百多条大小河流，安装现代化通信设备几千部，技术十分复杂。

什么是中同轴电缆1800路载波通信呢？

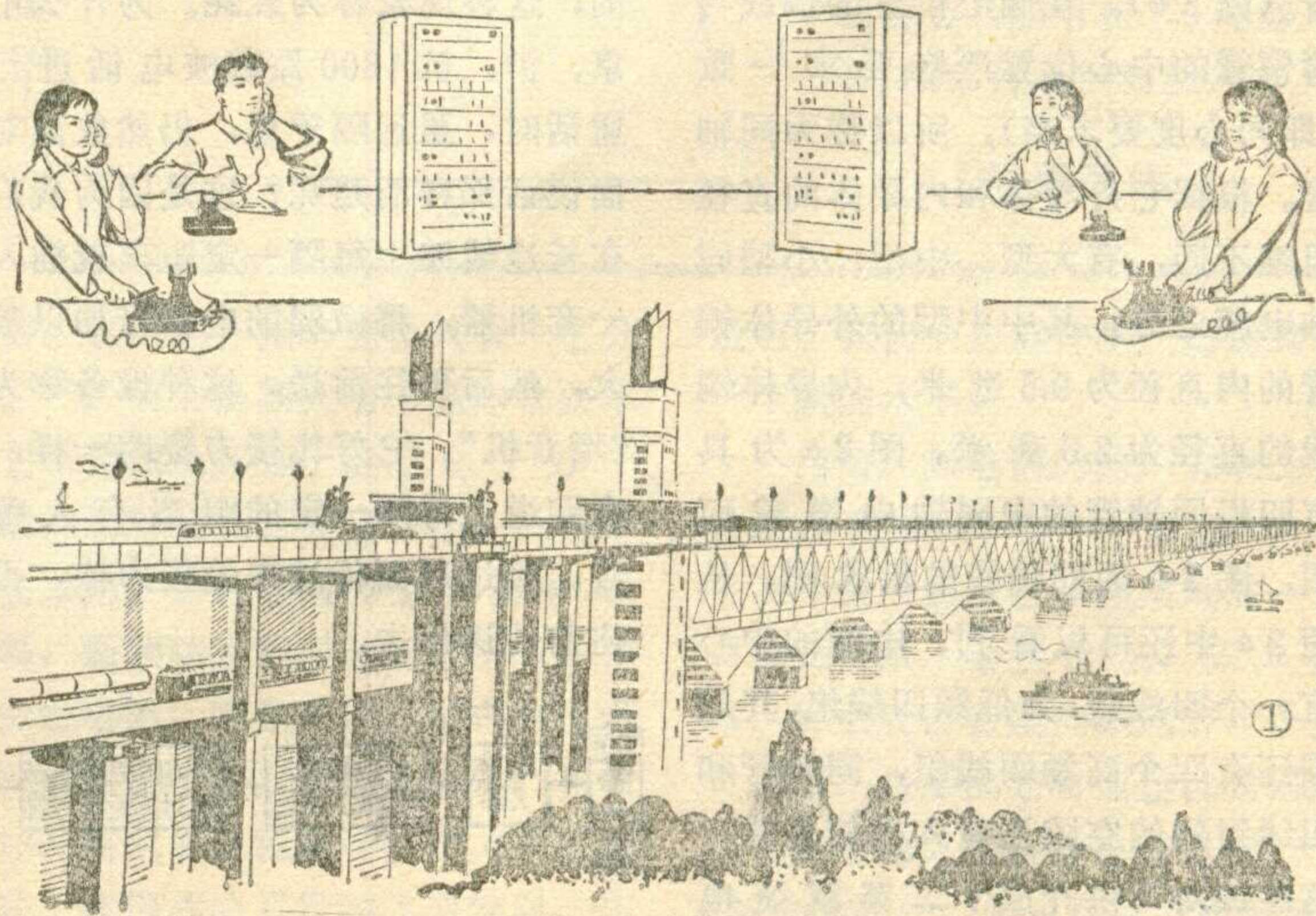
大家知道，最简单的长途通信方法是在两个城市之间架设一对长途电话线，就像我们在公路或铁路边看到的电线杆上挂着的一对对铜线或铁线那样，在这一对线的两头接上电话机，借助电话机和这条线路，两城市的用户就可以进行讲话。像这样可以供一对用户讲话的，称为一条电路。要想在这两个城市之间增加一条电路，就得再架设一对长途电话线。

这种每增加一条电话电路就得架设一对长途电话线的方法，显然是很不经济的。随着通信技术的发展，在长途通信中出现了能在一对长途电话线上允许多对电话机同时

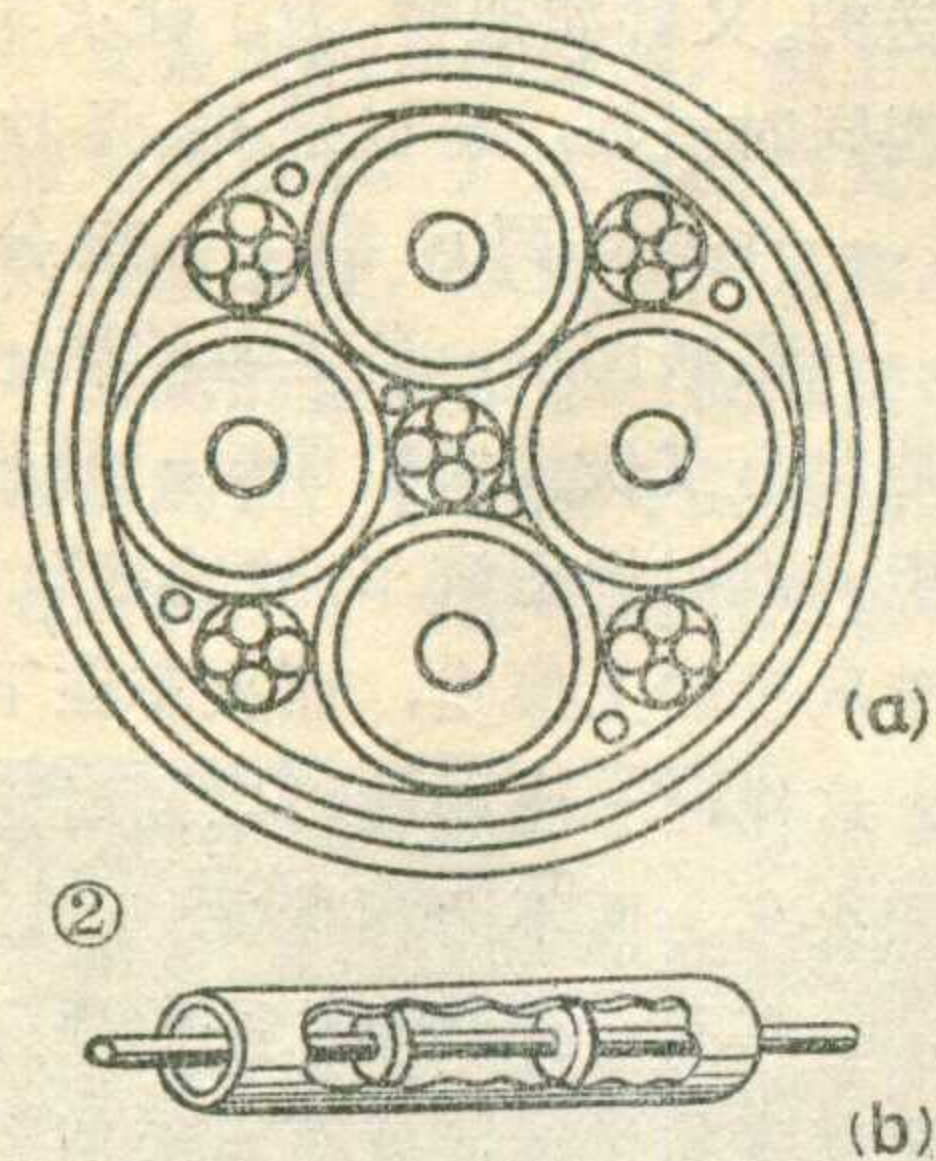
通话而互不影响的技术，其中用得最多的就是载波通信。人们在打电话时，先是通过电话机把人讲话的声音变为高低起伏的电信号，这些电信号的频率是比较低的，称为音频信号，如果让两个音频信号同时在一对电话线上传输，就会互相干扰，大家都听不清楚。我们把分别代表很多人讲话的电信号都送到一种叫载波机的设备中去，经过载波机，代表不同人讲话的电信号就分别被搬移（调制）到较高的不同频率位置上，依次排列着，用一对长途电话线送到对方去。就像无线电广播那样，虽然许多电台同时播送讲话或唱歌，这些讲话或唱歌的频率范围也相同，但是由于各个电台发射的频率不同，所以各个电台的节目不会相互干扰。在接收的时候，只要我们把收音机调到所要听的那个电台的频率，就能收到这个电台的广播。载波通信也是这个道理，把从长途线路送来的各不同频率话路的信号在接收端分开，然后还原为原来的话音信号，分别送到各个用户，只不过无线电广播是通

过空间传播，而载波通信是用导线传送的。又譬如架桥，为了让火车汽车能同时过河，可以采用两种方法，一种是造两座桥，一座公路桥，一座铁路桥，各走各的路；一种是像南京长江大桥那样，只造一座桥，用引桥把汽车路“抬高”，让汽车从桥的上层走，而火车在下层走。这样，一座桥就可以同时走汽车和火车，而不会相撞（图1）。这里，公路引桥把汽车从平地提升到一定高度的过程，就有点类似载波机中的频率搬移的过程，到对岸后再由引桥把汽车引到地面。

载波通信传送的电路数目不同，对长途线路的要求也就不同。一对架空明线在接上载波设备后，也只能增开一条、三条、十二条，最多也只是二十多条电路；再多，它就无能为力了。因为上面已经讲过，载波通信的基本原理是将各路信号通过频率搬移安排在不同频率位置上，依次排列，每个话路一般占四千赫。路数越多，所占的频带宽度也就越大。例如十二路收发各占48千赫，加上收发两个方向频



率间必要的间隔，十二路明线载波电话工作频率要达150多千赫。好比许多人并排通过马路一样，人越多，要求马路越宽；所以我们希望长途线路能工作的频率宽度越宽越好。而架空明线使用的频率高于一、二百千赫后，传输衰耗增加，电



线杆上几对线间的相互影响增大，甚至无法通话。所以架空明线通常只适用于三路或十二路载波通信。

架空明线除了工作频带较窄外，还存在其它一些缺点，如它暴露在外，就不那么安全，容易受外界电信号的影响，保密性也较差。随着科学技术的发展，采用了结构形式完全不同的长途线路——同轴电缆线路。

同轴电缆是由若干根同轴管组成的。这种同轴管是以一根铜线和以它为中心轴的薄铜管组成，铜线和铜管之间用圆塑料片等距离地支撑着（图2b）。在圆心位置的铜线与薄铜管的中心位置严格要求一致（即同心度要求高），所以称为同轴管。根据它外导体和内导体的直径粗细不同，有大型、中型、小型同轴电缆之分。其中中型的外导体铜管的内直径为9.5毫米，内导体铜线的直径为2.6毫米。图2a为具有四根同轴管的中同轴电缆截面图，图2b为同轴管的示意图。从图2a中还可以看到，电缆的中心有一个四线组，为低频四线组，其周围还有四个高频四线组，同轴管和四线组间的空隙还有六根信号线，这些线对可供开放十二路载波电

话、业务通信和信号、告警等用途。

同轴电缆载波通信一般都是采用四线制，也就是说，一套1800路系统需要一根同轴电缆中的两个同轴管，一管发送，一管接收。前面说过，在架空明线上传输的频带很窄，一般可用到150千赫左右，装上载波机，只能开通十几个话路。而同轴电缆通信，其传输频带极宽，可高达几兆赫、十几兆赫、甚至几十兆赫，可以分别组织1800个、2700个、3600个、10800个单向话路。目前我们开通使用的中同轴1800路载波系统的最高复用频率为9兆赫。

同轴电缆在传送高频信号时，电磁波主要在内外导体之间的空间传播，很少向外辐射，因此在传输过程中的衰耗就很小。同时电磁波辐射不出去，对其它线路就很少干扰，其它线路的电磁波也传不进来，对同轴电缆的干扰也很小。传输的频率越高，这种抗干扰的能力也就越强。传输衰耗小和抗干扰能力强，是同轴电缆的突出优点。再加上同轴电缆都深埋在地下，受温度和其它自然条件的影响小，因而电气性能比较稳定。

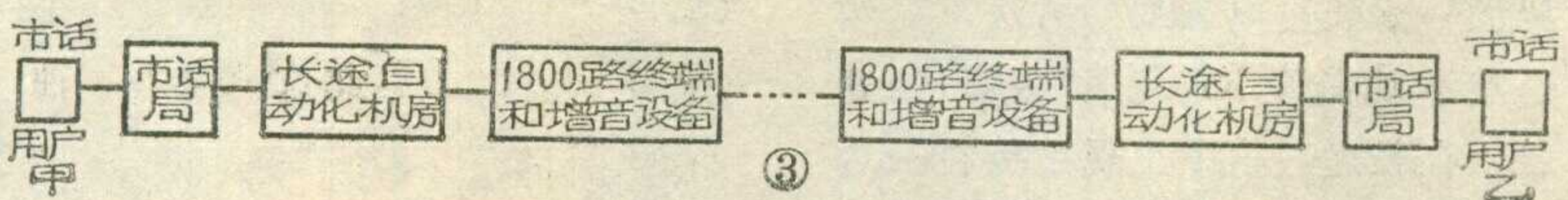
大家知道，两个人讲话时，离得近声音就大，离得远声音就小，再远些就听不见了。代表人讲话声音的电信号在长途线路上传送，也是随着传送距离的增加而逐渐减小的，这种现象称为衰耗。为什么用京、沪、杭1800路载波电话进行通话时，虽远隔千里，仍然象面对面说话那样清楚呢？这是因为我们在长途线路中每隔一定距离就插入一套机器，将微弱的电信号加以放大，然后再往前送。这种设备称为“增音机”。它好比接力赛跑一样，在跑道上每隔一定的距离有人等着，接过后传过来的接力棒，再往前传送出去。

通过上面的简单介绍可以看到，组成中同轴1800路载波通信系统主要有三大部分：对声音信号进行频率搬移的载波机，中同轴电缆及增音机。

上面说过，同轴电缆载波通信干线有很多优点，主要是容量大、电路稳定、保密性能好、抗灾和抗干扰性强。由于它的这些优点，京、沪、杭中同轴电缆载波通信干线建成后，就可以实现长途电话自动拨号，打长途电话就同打市内电话一样，一拨号码，就可以接通。现在，北京、天津、济南、上海、杭州之间，已开通了部分用户长途电话自动拨号业务，并将逐步开通快速电报、各种传真（新闻传真、相片传真、真迹传真等）和数据通信等多种通信业务。

图3是两地用户通过长途自动拨号设备进行通话的示意图。譬如，北京的用户甲想打电话给上海的用户乙，他只要象打市内电话一样拿起手机拨上海的长话代号“×××”，然后拨用户乙的号码，如果这时用户乙没有和别的用户进行通话，十几秒钟内就可以接通了。它是通过长途自动化交换机和中同轴1800路载波通信系统来实现的。

中同轴1800路载波通信系统由于电路数量多，除了开通长途自动拨号业务外，还可以利用一些电路来开放其它业务，这对我国社会主义革命和社会主义建设事业具有重大意义。举一个例子来说，我们都很关心党和国家大事，都希望看到当天的《人民日报》。现在我国西南城市成都等地能看到当天的《人民日报》，是利用960路微波电路传送的。现在有了中同轴1800路载波通信系统，我们不仅可以用微波，而且可以用中同轴1800路来开通新闻传真业务，使沿线主要城市都



# 铁氧体中、短波天线磁心的规格和性能

## 封三说明

铁氧体天线磁心(通称磁棒),是用高频(0.5~30兆赫)损耗很小的铁氧体材料制成的。

天线磁棒按其截面积形状一般有圆形和扁形两种,分别以汉语拼音字母Y、B表示。

制造中波天线磁心所用的铁氧体软磁材料的牌号(或型号)为RK4,是表示起始磁导率为400的铁氧体软磁材料(老型号为MXO-400, M—锰, X—锌, O—氧化物,即是起始磁导率为400的锰锌铁氧体),它的最高使用频率为1.6兆赫。制造短波( $f \leq 12$ 兆赫)天线磁棒的材料,其牌号为R60,是起始磁导率为60的铁氧体软磁材料(旧型号为NXO-60,其中N—镍, X—锌),它的最高使用频率达20兆赫左右。因此将它用在18兆赫,也能满足要求。

封三所列两种天线磁棒的表观品质因数 $Q_{app}$ 和表观磁导率 $\mu_{app}$ ,是用高频Q表测得的,其精度为: $Q \leq \pm 7\%$ ;  $L \leq \pm 5\%$ 。这两项参数的意义如下:

$$Q_{app} = Q/Q_0; \mu_{app} = L/L_0$$

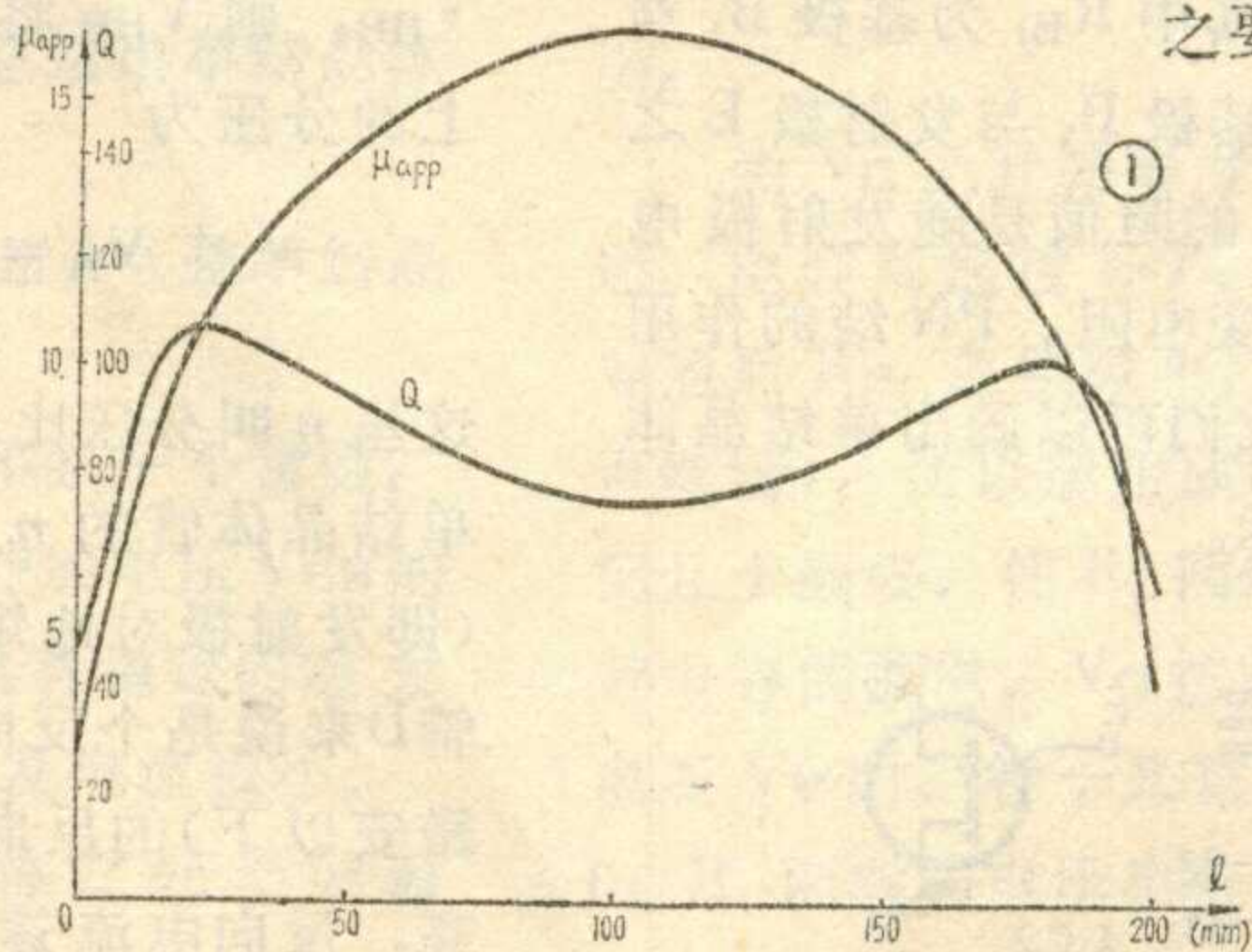
式中: $Q_0$ ——测试用空心线圈在规定的频率下的品质因数。测量外径为10毫米圆形中波天线磁棒空心线圈,在1.6兆赫时的 $Q_0$ 约为65左右; $L_0$ ——测试用空心线圈在同一频率下的电感量; $Q$ ——插入天线磁棒后的线圈在磁棒中点位置和在上述同一频率下测得的品质因数; $L$ ——插入磁棒后的线圈在上述同一位置和同一频率下的电感量。上

述测试用的频率,中波规定为1.6兆赫;短波( $f \leq 12$ 兆赫)规定为12兆赫。

测试 $Q_{app}$ 及 $\mu_{app}$ 用的线圈及骨架是标准的。其线圈用0.31毫米的漆包线单层密绕而成。测试不同型号的天线磁棒所用线圈骨架的最大尺寸及线圈匝数列在封三附表。

封三表中的温度系数 $\beta = (L_{t_2} - L_{t_1}) / L_{t_1}(t_2 - t_1)$ ,是在 $-25^\circ\text{C} \sim +55^\circ\text{C}$ 温度范围内相差任一 $10^\circ\text{C}$ 两点间的 $\beta$ 值,不大于表中规定的数值。

测量是在天线磁棒的中点位置附近用0.31毫米漆包线单层密绕,其匝数是以电感量达到 $350 \pm 100$ 微



亨为准。电感测量仪器精度为:L的偏差应 $\leq \pm 0.5\%$ 。

中波天线磁棒喷黑漆(以前有些产品端面喷绿漆);短波( $f \leq 12$ 兆赫)喷中灰色漆(以前喷红漆)。

中波天线磁棒的 $Q$ 值和 $\mu_{app}$ 在沿磁棒长度方向不同位置的分布情况,可用图1所示

② Y10x200磁棒的典型曲线来说明。可以看出,长磁棒的 $Q$ 最大值是在两端附近,而电感量 $\mu_{app}$ 则中点处最大。随着磁棒长度减小, $Q$ 值的双峰逐渐消失,变成单峰(在Y10x120以下)。

$Q_{app}$ 的大小对整机指标有影响。一般 $Q$ 值高,则收音机灵敏度也高,但不起决定作用。

$\mu_{app}$ 主要影响收音机的统调, $\mu_{app}$ 低,要增加天线线圈匝数,反之要减少匝数。

中波天线磁棒的 $Q_{app}$ 、 $\mu_{app}$ 与频率的关系如图2曲线所示。 $\mu_{app}$ 基本上是一直线;而 $Q_{app}$ 则随频率的增高而急速下降。因此中波天线磁心只能用在1.6兆赫左右,频率再高损耗就太大了。

(关卓民编)

能看到当天的《人民日报》。中同轴电缆是埋在地下的,它受气候、环境温度、外界条件等因素的干扰和影响就比较小,传送效果也较好。

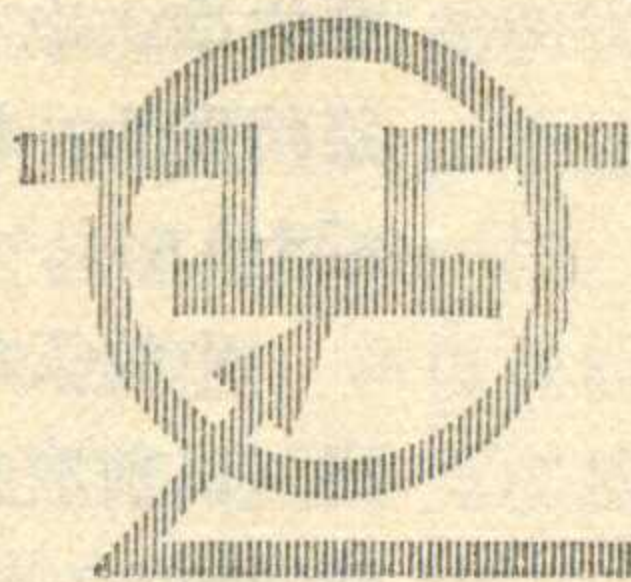
京、沪、杭中同轴1800路载波通信系统中使用了近一千万个元器件,全部是我国自己制造的。为了保证通信质量,减少维护工作量,对这些元器件的要求比较严格。例如,高稳定的晶体频率发生

器,它的工作频率变化只有一亿分之一;有的高频大功率晶体管要求它工作在从几百千赫到上千万千赫,功率数瓦而失真极小;设备中还采用了多种宽频高稳定磁性材料,新颖精密的同轴线接头和各种热敏电阻,陶瓷器件,精密电容电阻放电器等等。因此这条中同轴1800路载波系统建成投产,不仅反映了我国载波系统的飞速发展,还

说明了我们的元器件生产已达到了一个新的水平。

当前,邮电部门的广大职工在各级党委的领导下,认真学习毛主席关于反击右倾翻案风的一系列重要指示,乘胜前进,深入批邓,誓把反击右倾翻案风的斗争进行到底,为多快好省地建设我国现代化邮电通信事业作出新贡献。

(邮电505厂、邮电部第六研究所)



# 单结晶体管

宋东生

单结晶体管是一种半导体器件，它有一个PN结和三个电极——一个发射极和两个基极，所以又称为双基极二极管。单结晶体管具有一种重要的电气性能——负阻特性，可以利用它组成弛张振荡器、自激多谐振荡器、阶梯波发生器以及定时电路等多种脉冲单元电路，并使这些电路的结构大为简化。

单结晶体管的结构如图1(a)所示，在一块高电阻率的N型硅片两端，制作两个欧姆接触电极（接触电阻非常小的、纯电阻接触电极），分别叫做第一基极 $B_1$ 和第二基极 $B_2$ ，硅片的另一侧靠近第二基极 $B_2$ 处制作了一个PN结，在P型半导体上引出的电极叫做发射极E。为了便于分析单结晶体管的工作特性，通常把两个基极 $B_1$ 和 $B_2$ 之间的N型区域等效为一个纯电阻 $R_{BB}$ ，称为基区电阻，它是单结晶体管的一个重要参数，国产单结晶体管的 $R_{BB}$ 在2000~10000欧姆范围内。 $R_{BB}$ 又可看成是由两个电阻串联组成的，其中 $R_{B1}$ 为基极 $B_1$ 与发射极E之间的电阻， $R_{B2}$ 为基极 $B_2$ 与发射极E之间的电阻。在正常工作时， $R_{B1}$ 的阻值是随发射极电流 $I_E$ 而变化的，好象是一个可变电阻。PN结的作用相当于一只二极管D。于是，我们可以画出单结晶体管的等效电路，如图1(b)所示。

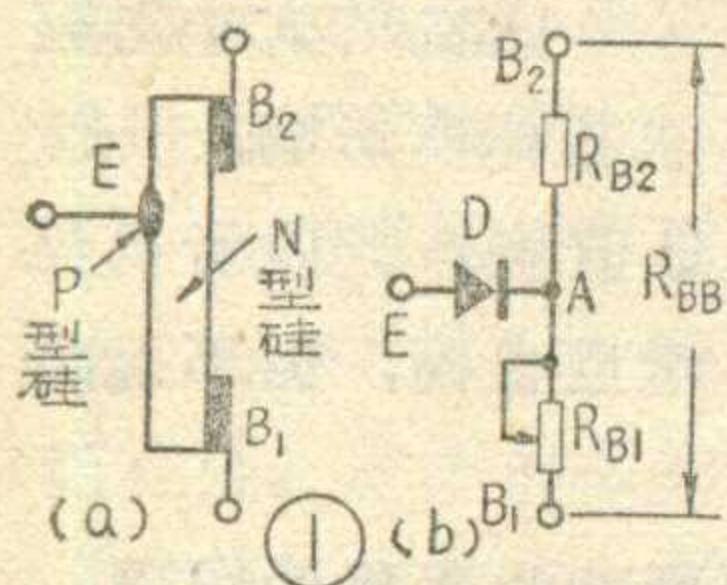
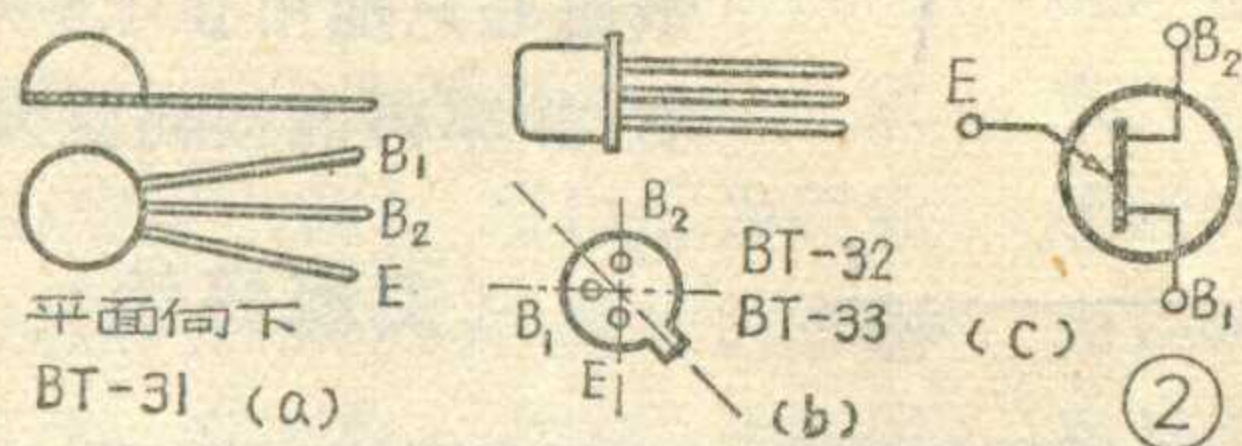


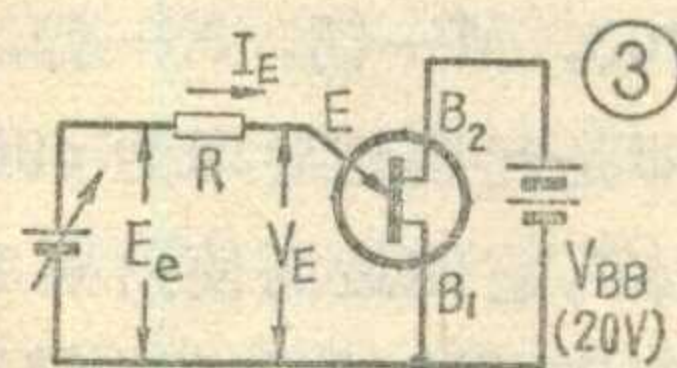
图2(a)是常用单结晶体管的外形、管脚排列及电路符号图。图2(b)是常用单结晶体管的型号有BT-31、BT-32、BT-33、BT-35等多种。图2(c)是常用单结晶体管的电路符号图。



单结晶体管的三个电极，可用万用表的欧姆档进行判别。先确定发射极E，因为E对 $B_1$ 或 $B_2$ 相当于二极管的正向接法，用万用表的正表笔（表内电池的负极）接 $B_1$ 或 $B_2$ ，负表笔接E，测得的电阻较小（通常为几千欧），把两表笔对调，测得的电阻较大（几十千欧以上）。而 $B_1$ 和 $B_2$ 之间相当于一个固定电阻 $R_{BB}$ ，正反向测得的数值一样。利用上述测法，可找

到发射极E。 $B_1$ 和 $B_2$ 的区分，可以用比较E对 $B_1$ 与 $B_2$ 两基极正向电阻值来识别。因E靠近 $B_2$ ，故测得的正向电阻 $R_{EB2}$ 比E对 $B_1$ 的正向电阻 $R_{EB1}$ 为小。

在测量中若发现E对 $B_1$ （或 $B_2$ ）的正向电阻为无穷大，表明发射极断路；若E对 $B_1$ （或 $B_2$ ）的反向电阻很小，表明PN结已击穿，这两种情况都表示单结晶体管已损坏。



## 工作特性和参数

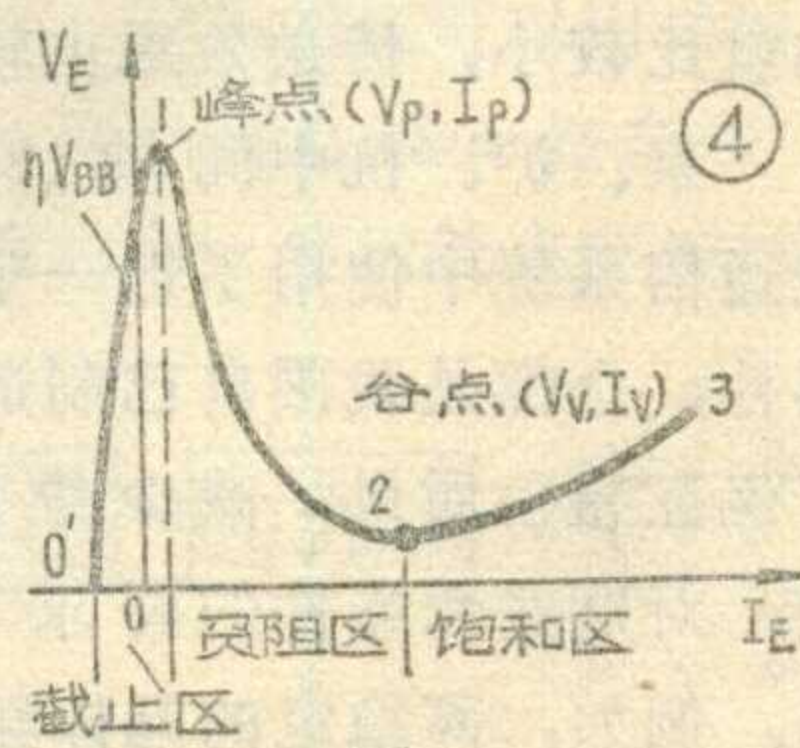
为了深入了解单结晶体管的工作特性，我们可以按图3搭接一个实验电路。在 $B_2$ 与 $B_1$ 间外加固定的正向偏压 $V_{BB}$ ，调节 $E_e$ 使 $V_E$ 改变，则 $I_E$ 随之变化，根据 $I_E$ 对 $V_E$ 的依附关系，可以绘出单结晶体管的伏安特性曲线，如图4所示（注：为了表达明显，我们将特性曲线画得夸张了）。下面我们就利用等效电路和特性曲线详细分析单结晶体管的工作情况：

1. 在基极 $B_2$ 与 $B_1$ 之间加上一个固定的正向电压 $V_{BB}$ ，则 $V_{BB}$ 将沿硅片从 $B_2$ 到 $B_1$ 均匀分布，在 $R_{B1}$ 上的分压为

$$V_A = V_{BB} \frac{R_{B1}}{R_{B1} + R_{B2}} = \eta V_{BB}$$

这里 $\eta$ 叫分压比，是单结晶体管的一个重要参数，国产单结晶体管的 $\eta$ 值在0.3~0.9范围内。当 $V_E=0$ 时（即发射极对地短路），则 $R_{B1}$ 上的电压降 $V_A$ 对二极管D来说是个反向偏压，使二极管截止，只有微小（1微安以下）的反向电流 $I_{E0}$ 流过发射极。随着 $V_E$ 的升高，反向电流逐渐减小，到 $V = \eta V_{BB}$ 时， $I_E=0$ 。 $V_E$ 继续增加，则 $I_E$ 将变为正向，但由于二极管D尚未导通，所以正向漏电流只有几个微安，如特性曲线 $0' \sim 1$ 的一段，这一段叫截止区。

2. 当 $V_E$ 增加到 $V_P = \eta V_{BB} + V_D$ 时（式中 $V_D$ 为硅PN结的导通电压，常温时约0.7V），二极管导通，发射极电流 $I_E$ 迅速增大。在特性曲线上由截止变为导通的转折点称为峰点，这一点的电压叫峰点电压 $V_P$ ，相应的发射极电流叫



峰点电流  $I_p$ ，一般小于  $2 \sim 4$  微安，它代表使单结晶体管导通所需的最小电流。

值得注意的是，二极管 D 导通后，P 区的空穴就会源源不断地注入 N 区，这些空穴被电位较负的基极  $B_1$  吸引过去，与外电路流进的电子复合，形成发射极电流  $I_E$ 。由于空穴的注入，使发射极 E 与基极  $B_1$  之间的 N 型区域内载流子的密度显著增加，导电性能大大增强，相当于电阻  $R_{B1}$  变小。结果， $V_{BB}$  在整个基区的分配情况改变了， $V_A$  减小，这就相当于加在 PN 结上的正向偏压增大，空穴的注入量进一步增多，即  $I_E$  进一步增大，又导致  $R_{B1}$  进一步减小……这一正反馈的连锁反应，使  $V_E$  随  $I_E$  的增加而减少（限流电阻 R 上的压降变大），这就是单晶体管的负阻特性，如特性曲线 1~2 的一段，这一段称为负阻区。

3.  $I_E$  的增加与  $V_E$  的减小不是没有止境的，当空穴的注入量增大到一定程度时，就会有一部分空穴来不及与基区的电子复合，出现了空穴的多余存储，E 与  $B_1$  之间的基区将由电中性变为正电性，使空穴的注入遇到新的阻力，相当于  $R_{B1}$  变大。这时  $V_E$  将随  $I_E$  的增加而缓慢增加，这一现象称为饱和。由负阻区转化到饱和区的转折点称为谷点。这一点的发射极电压叫谷点电压  $V_V$ ，相应的发射极电流叫谷点电流  $I_V$ （一般大于 1.5 毫安），特性曲线的谷点右边  $I_E > I_V$  的区域就是饱和区。显然，谷点电压是维持单结晶体管导通的最小发射极电压，一旦出现  $V_E < V_V$  时，单结晶体管将重新截止。

由上面的实验和分析，我们可以总结出单晶体管的主要特性：

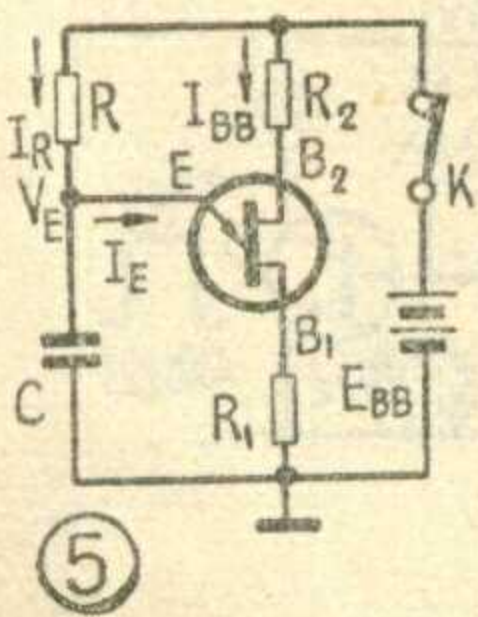
(1) 发射极电压  $V_E$  大于峰值电压  $V_P$  是单结晶体管导通的必要条件。

峰值电压  $V_P = \eta V_{BB} + 0.7V$ ，它不是一个常数，而是取决于单晶体管的分压比  $\eta$  和外加电压  $V_{BB}$  的大小。 $V_P$  与  $V_{BB}$  成线性关系，因此具有稳定的触发电压。峰点电流  $I_P$  很小，因此所需触发电流极小。

(2) 谷点电压  $V_V$  是维持单结晶体管处于导通状态的最小电压。

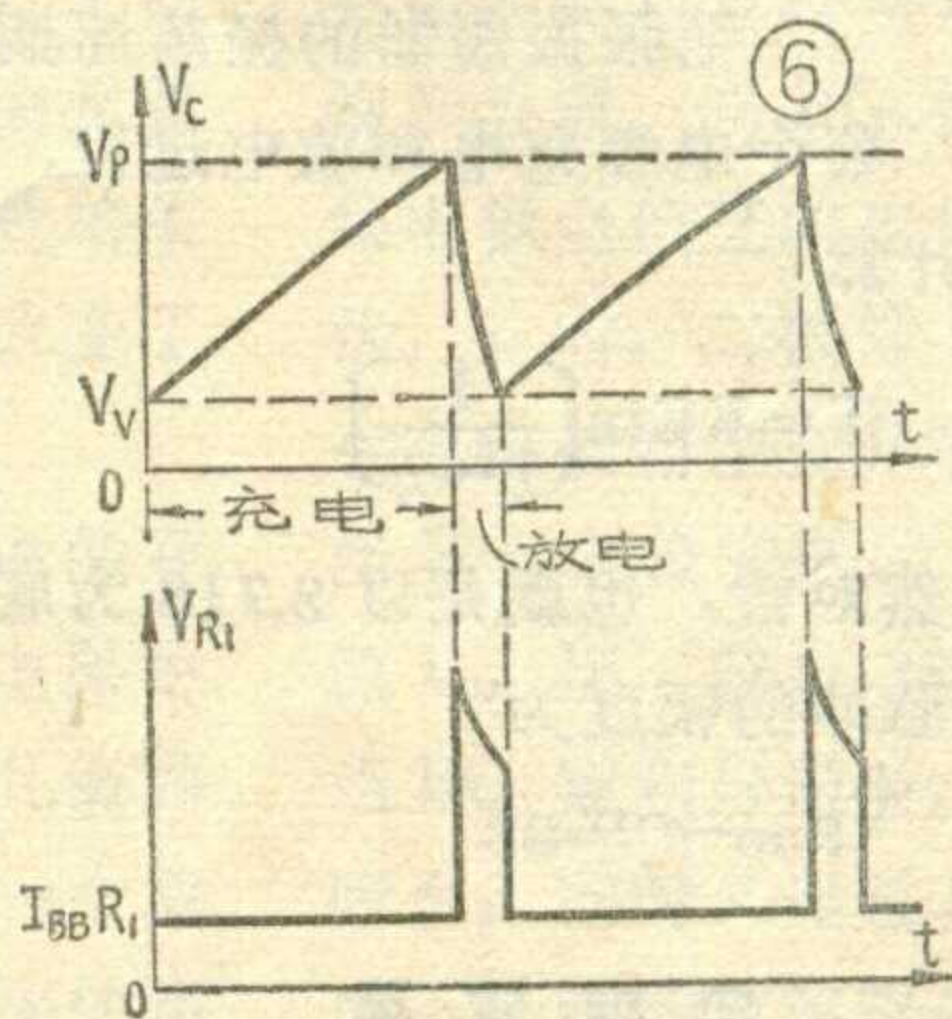
不同的单晶体管谷点电压  $V_V$  和谷点电流  $I_V$  也不相同， $V_V$  一般在  $2 \sim 4$  伏之间。当  $V_E < V_V$  时，单结晶体管就进入截止状态。

(3) 单晶体管是一个负阻器件，对应于每一个电流值，可以有一个确定的电压值，但对应于每一个电压值，则可能有几个不同的电流值。根据管子的这一特点，我们就可在电压维持不变的情况下，使电流产生跃变，即所谓“恒压跳变”。我们称这类负阻器件为电流控制型负阻器件。



## 基本电路

图 5 是最基本的单结晶体管脉冲产生电路。它是由一个单结晶体管和 RC 充放电回路组成的。 $R_1$  是负载电阻， $R_2$  是温度补偿电阻。接通电源后，在电容 C 两端可以获得连续的锯齿波电压，在电阻  $R_1$  两端可以输出正的触发脉冲，图 6 是输出脉冲的波形。这种脉冲单元电路又叫弛张振荡器。



在图 5 的电路中，接通电源开关 K，则有两路电流流通。电流  $I_R$  经电阻 R 对电容 C 充电，起始充电电流为  $I_{C0} = E_{BB}/R$ ，充电时间常数  $\tau = RC$ ，电容 C 上的电压  $V_C$  按指数规律上升。另一路电流  $I_{BB}$  从  $R_2$ 、 $B_1$  流向  $R_1$ ，其数值为  $I_{BB} = E_{BB}/(R_2 + R_{BB} + R_1)$ ，一般只有几毫安。在电容上的电压上升到管子的峰值电压  $V_P$  以前，单结晶体管截止，在图 6 的波形图上表现为  $V_C$  处于充电过程， $R_1$  两端没有脉冲输出。

当  $V_C$  上升到等于  $V_P$  时，管子 E- $B_1$  结突然导通，电容 C 通过 E- $B_1$  结和  $R_1$  回路放电，由于管子导通后  $R_{B1}$  急剧减小， $R_1$  又很小（一般只有几十到几百欧姆），所以起始放电电流很大， $I_E$  由几微安跃变到几十毫安，使  $R_1$  两端的电压  $V_{R1}$  产生正跳变。随着电容的放电， $V_C$  按指数规律迅速下降，降到谷点电压  $V_V$  时，管子又重新截止，放电过程结束， $I_E \approx 0$ ， $R_1$  两端的电压出现负跳变完成了一个脉冲过程。

就在放电过程结束的瞬间，电源  $E_{BB}$  又开始向电容 C 重新充电，开始了第二次充放电过程，产生第二个输出脉冲。这样周而复始地重复振荡，获得图 6 所示的电容 C 上电压  $V_C$  的连续锯齿波和负载电阻  $R_1$  上电压  $V_{R1}$  的间断尖顶脉冲波。

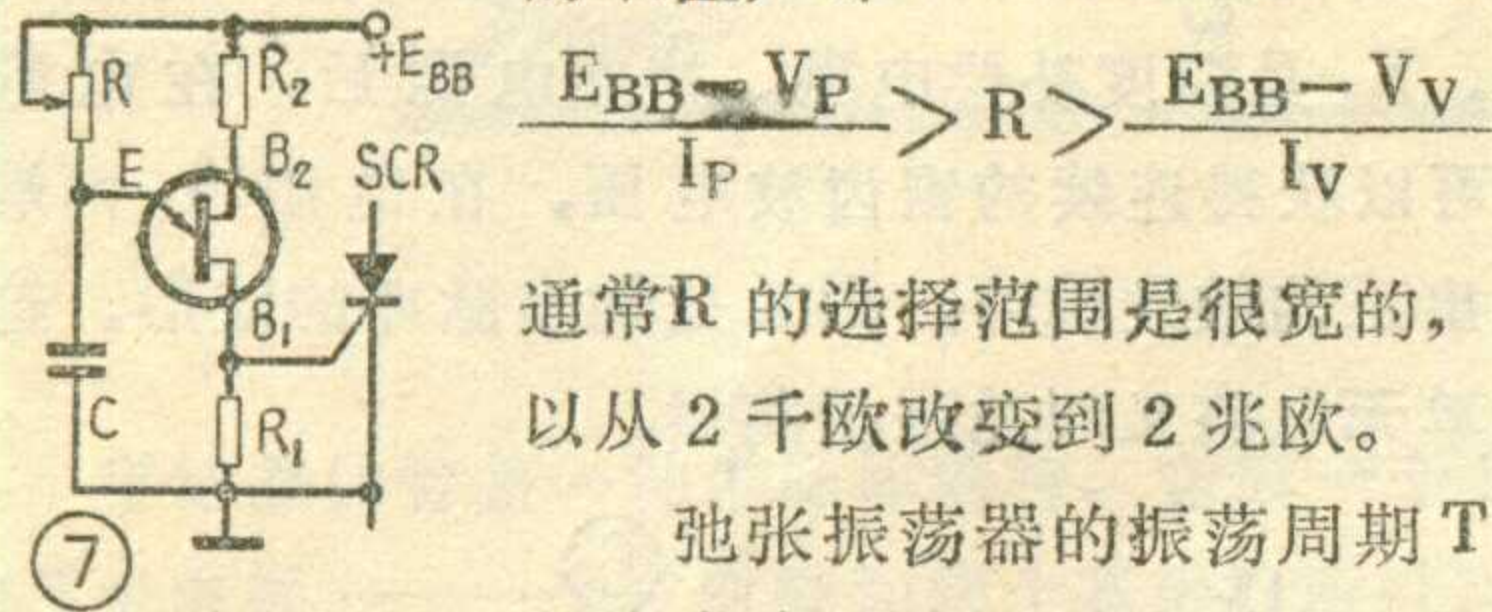
为了使上述弛张振荡器产生连续振荡，必须保证在电容 C 的充放电过程中单结晶体管能够可靠地导通和截止。为此，电路应该满足以下两个条件：

$$\frac{E_{BB} - V_P}{R} > I_P \quad (1)$$

$$\frac{E_{BB} - V_V}{R} < I_V \quad (2)$$

和

如果不满足前一个条件，单晶体管就不能导通，必须减小 R 的阻值。如果后一个条件不满足，则管子一经导通就不能截止，根据(1)、(2)两式可以确定 R 的取值，即



$$\frac{E_{BB} - V_P}{I_P} > R > \frac{E_{BB} - V_V}{I_V}$$

通常 R 的选择范围是很宽的，大约可以从 2 千欧改变到 2 兆欧。

弛张振荡器的振荡周期 T 决定于整个电容充电和放电过程，可以用下列的近似公式计算

$$T = RC \ln \left( \frac{1}{1 - \eta} \right)$$

式中“ln”是自然对数，也就是以 2.718 为底的对数。

R<sub>1</sub> 上输出触发脉冲的幅度为

$$V_{R1m} \approx \eta E_{BB}$$

### 典型应用

下面通过几个实际电路介绍单晶体管在脉冲技术中的应用。

#### 1. 可控硅触发电路

在小功率可控硅整流装置中，广泛地采用着单晶体管触发电路。如图 7 所示，当电源接通后，R<sub>1</sub> 两端将输出连续的尖顶脉冲，将尖顶脉冲加在可控硅 SCR 的控制极和阴极之间，就能使可控硅触发导通。

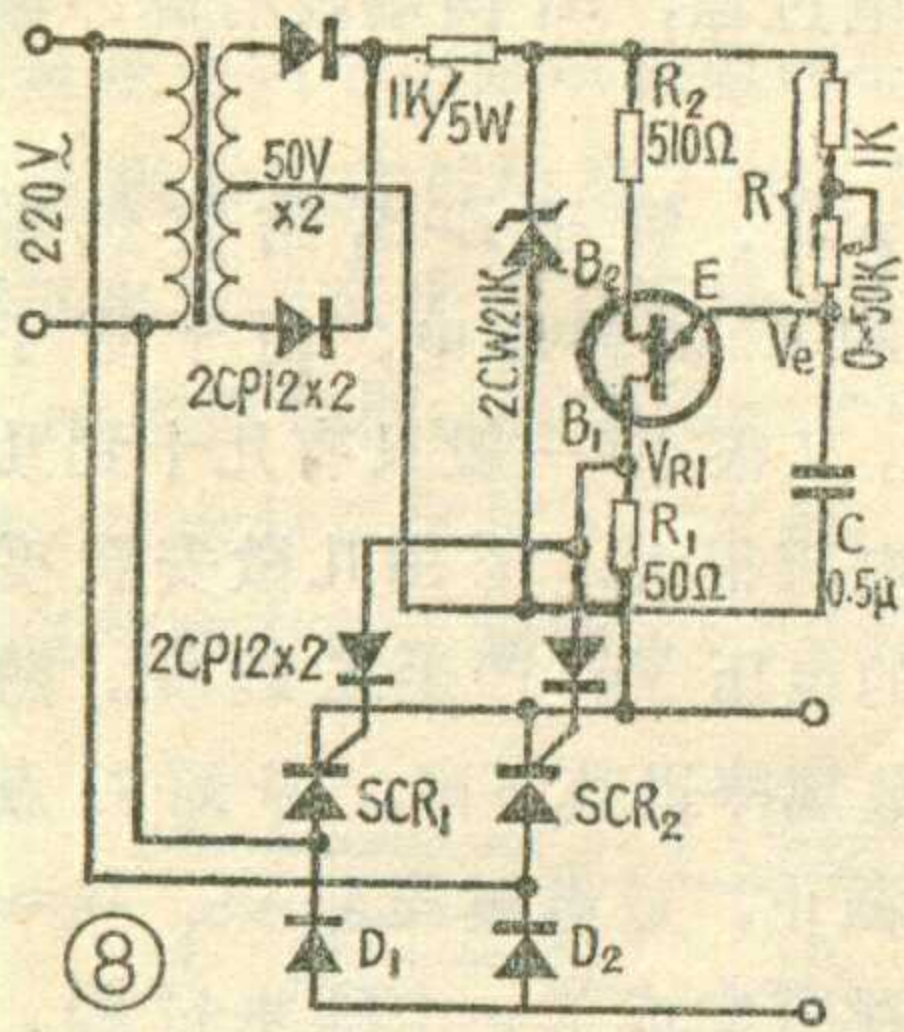


图 8 是一个实际的单晶体管触发电路，交流电压经全波整流、稳压管削波后变为梯形波电压，它既作为单晶体管的电源电压 E<sub>BB</sub>，又能实现触发电路与主回路的同步，改变 R 的阻值可以改变电容 C 的充电快慢，从而改变可控硅导通角的大小。与电位器串联的 1 千欧电阻，是为了使电位器调到零时，振荡器仍能维持振荡。

#### 2. 单晶体管时间继电器

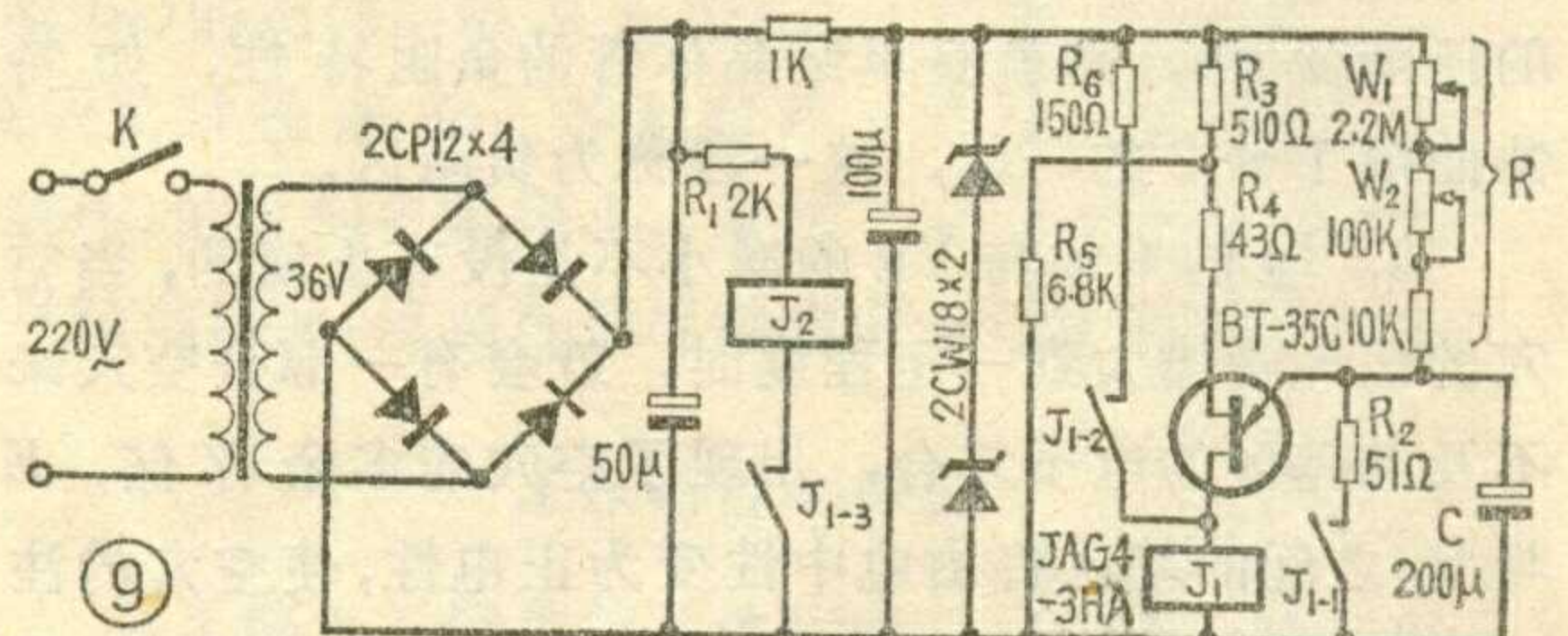
图 9 是一个用单晶体管组成的时间继电器。当电源开关 K 闭合后，稳压电源经电阻 R 对电容 C 充电，电容 C 上的电压从零值按指数规律上升，如图 10 所示，经过一定的时间 t<sub>0</sub>，则 V<sub>C</sub> = V<sub>P</sub>，单晶体管突然导通，继电器 J<sub>1</sub> 吸合。显然，继电器 J<sub>1</sub> 吸合的时刻，比开关 K 合闸的时刻要延迟一段时间 t<sub>0</sub>。这个延迟时间就是电容器开始充电 (V<sub>C</sub> = 0)，到 V<sub>C</sub> 上升为 V<sub>P</sub> 所经历的时间。调节电位器 W<sub>1</sub> 和 W<sub>2</sub>，可使延迟时间在几秒钟到十几分钟内变化。对图 9 所示的电

路还有几个问题需要加以说明：

(1) 继电器 J<sub>1</sub> 系选用内阻为 130 欧的干簧继电器。该继电器的触点电流很小，所以不利用它直接控制外接负载，而是将 J<sub>1</sub> 的一副触点 (J<sub>1-3</sub>) 通过降压电阻 R<sub>1</sub> 接通一个高灵敏继电器 J<sub>2</sub> (例如 JRX-13F 型)，将 J<sub>2</sub> 的触点控制外接负载。

(2) 由于电容 C 的放电时间很短，J<sub>1</sub> 吸合后很快又会释放，为此将 J<sub>1</sub> 的电磁线圈与它的一副触点 (J<sub>1-2</sub>) 和限流电阻串联后接电源进行自锁。

(3) 为了使电容 C 在完成延时任务后，将残存电荷全部释放，以保证下一次工作时，V<sub>C</sub> 从零电位

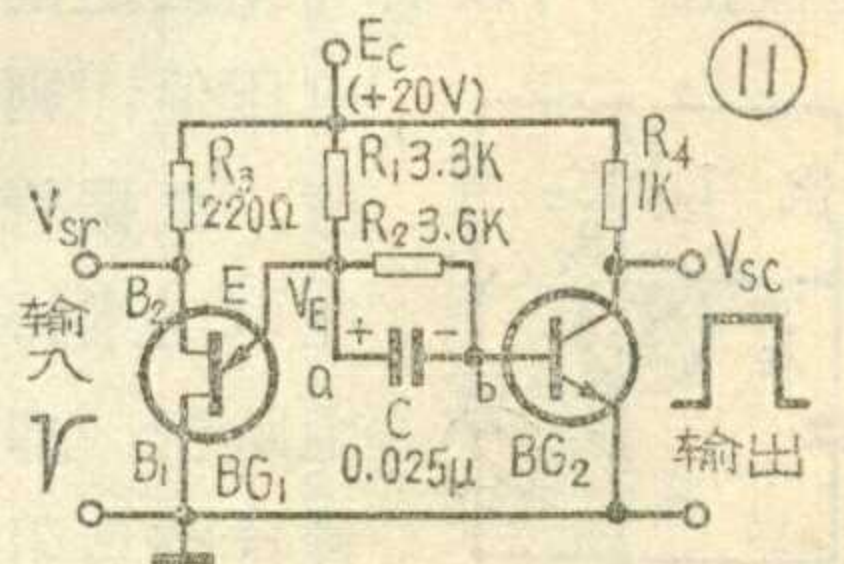
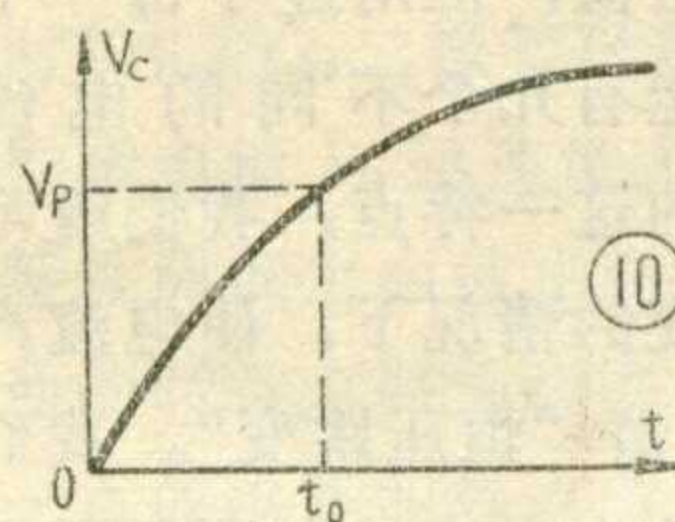


开始上升，将 J<sub>1</sub> 的一副触点 (J<sub>1-1</sub>) 与电阻 R<sub>2</sub> 串联后并接在电容两端。

(4) 为了提高精度，电路中接入电阻 R<sub>3</sub>、R<sub>4</sub>、R<sub>5</sub> 组成温度补偿网络，以减少温度变化对峰值电压 V<sub>P</sub> 的影响。同时，电容 C 采用漏电较小的钽电解电容器。

#### 3. 单稳态触发器

图 11 是一个由单晶体管组成的单稳态触发器的实际电路。在输入端未加触发脉冲时，电路处于稳定状态：晶体管 BG<sub>2</sub> 饱和，输出低电平 V<sub>SC</sub> = V<sub>ces</sub> ≈ 0 伏。通过调整分压电阻 R<sub>1</sub> 和 R<sub>2</sub>，使单晶体管 BG<sub>1</sub> 的发射极电压 V<sub>E</sub> 稍低于峰点电压 V<sub>P</sub>，使单晶体管截止。电容 C 被充电，因此右端 b 相对左端 a 为负。当一个幅度足够大的负触发脉冲加到 BG<sub>1</sub> 的基极 B<sub>2</sub> 时，单晶体管突然导通，电容器的 a 端接近于地电位。这就使得电容器 b 端对地为负。于是，晶体管 BG<sub>2</sub> 被反向偏置而截止，输出端由低电平跳变到高电平，即 V<sub>SC</sub> ≈ +E<sub>C</sub>。电路进入暂稳状态。此时，电容 C 通过电阻 R<sub>2</sub> 放电，经过一定的时间，C 的放电结束，BG<sub>2</sub> 重新导通，输出端又由高电平跳变到低电平，电路恢复到稳定状态。



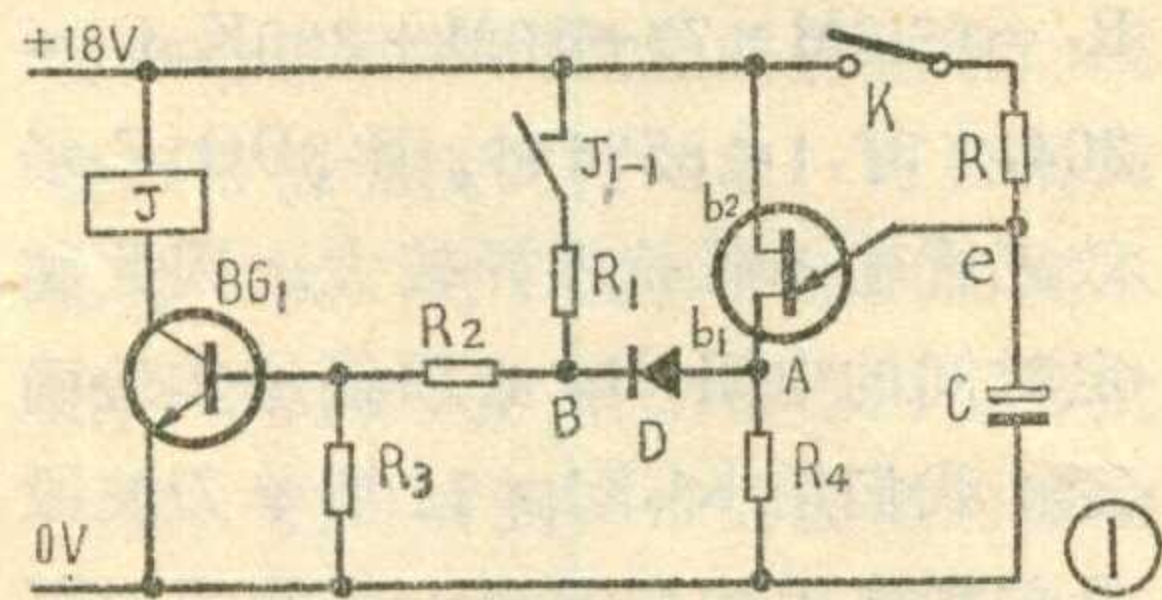


# 单晶体管时间程序控制器

王福礼

在工业生产中产品的加工通常要经过有一定次序的几道工序才能完成，一般可采用时间程序控制器来进行自动化加工。时间程序控制有多种多样的，这里所介绍的是用单晶体管晶体三极管等元器件组成的简易时间程序控制器。

工作原理：图1是由单晶体管晶体三极管组成的延时吸合电



路。接通电源后，晶体管BG<sub>1</sub>的基极处于低电位（B点只有1~2伏），BG<sub>1</sub>处于截止状态，继电器J不能吸合。合上开关K，+18伏电源经过电阻R向电容C充电。电容C上的电压从0伏按指数规律上升，经过一段时间t，e点电位V<sub>e</sub>达到单晶体管峰点电压V<sub>p</sub>后，单晶体管导通，这时电容C上的电荷经单晶体管e<sub>b</sub><sub>1</sub>极和电阻R<sub>4</sub>放电。在单晶体管

管导通的瞬间，A点电位升高，二极管D导通，BG<sub>1</sub>基极得到偏流I<sub>b1</sub>，BG<sub>1</sub>立即饱和导通，继电器J吸合。同时，通过继电器本身触点J<sub>1-1</sub>使BG<sub>1</sub>又获得偏流I<sub>b2</sub>，继电器由此获得自锁。这级的延时过程也就结束了。改变RC值的大小，就改变了延时时间。

如果把控制向电容C充电的开关K的闭合，由前一级延时电路中的继电器控制，那么这样的几级同样电路串接起来就可以组成一个简易程序控制器了。一般的工序转换是一个工序结束后再进行下一个工序，只要在这个电路上再加一些元件，就可以解决这个问题。

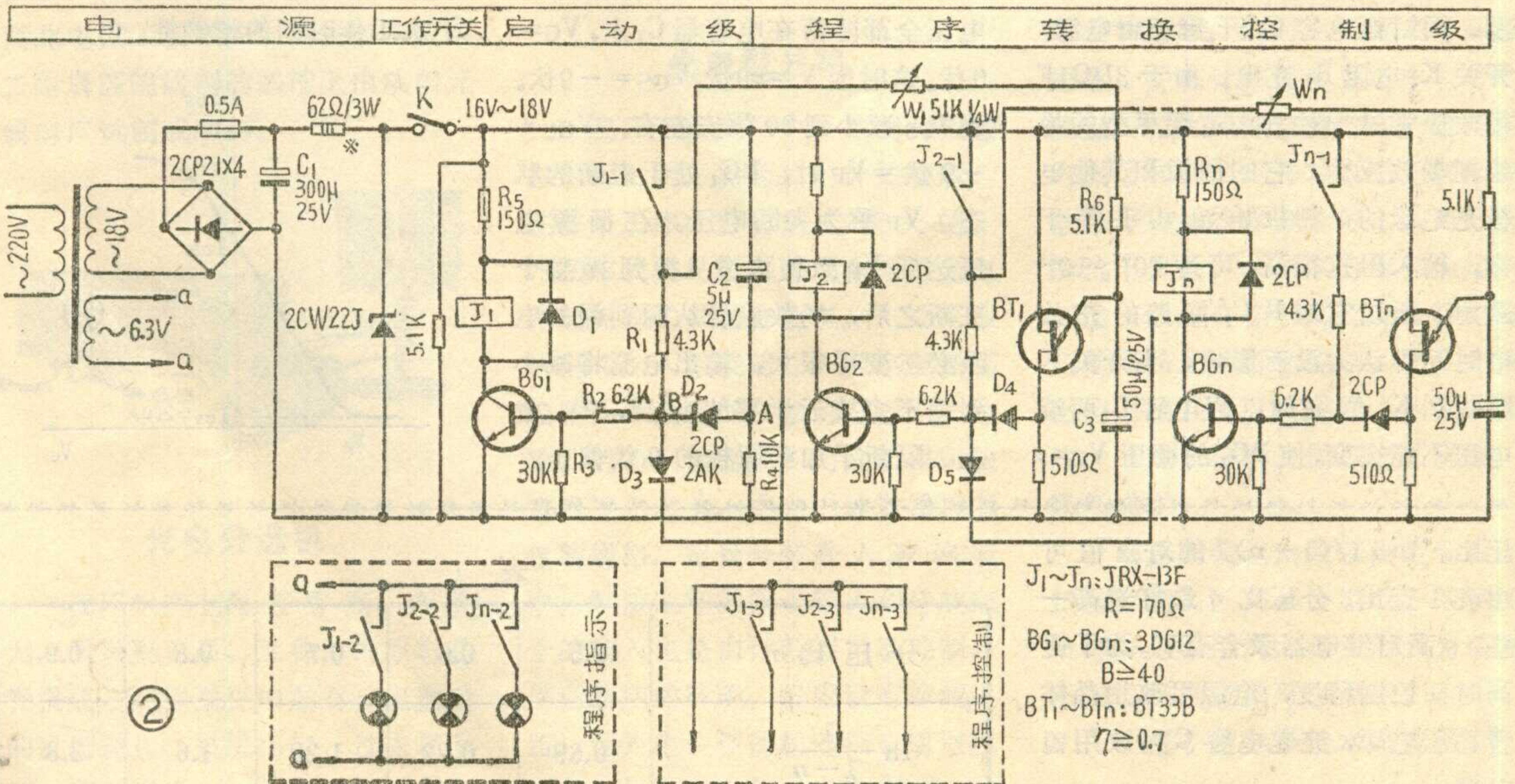
实际电路：图2是整机控制电路，它是由启动级、程序转换级和电源等组成的。工作过程如下：当开关K合下后，电容C<sub>2</sub>在瞬间相当于短路元件。A点电位几乎等于电源电压，二极管D<sub>2</sub>导通，通过电阻R<sub>2</sub>向三极管BG<sub>1</sub>提供偏流I<sub>b</sub>，使三极管BG<sub>1</sub>饱和导通，继电器J<sub>1</sub>吸合，通过其触点J<sub>1-1</sub>自锁使BG<sub>1</sub>

处于导通状态。在J<sub>1</sub>吸合后，电源E<sub>c</sub>又经过J<sub>1</sub>的触点加在下一级的充电电阻R<sub>6</sub>上。经过一段延时t<sub>1</sub>后，单晶体管BT<sub>1</sub>导通，随之BG<sub>2</sub>也饱和导通。当BG<sub>2</sub>饱和导通后，其集电极电位变的很低，几乎等于0伏。这时，二极管D<sub>3</sub>正向导通使B点电位被箝制在几乎也等于0伏。当B点电位变低后BG<sub>1</sub>因得不到偏流I<sub>b</sub>，BG<sub>1</sub>截止，继电器J<sub>1</sub>释放。当BG<sub>2</sub>饱和导通时，继电器J<sub>2</sub>马上吸合，同时又通过其自锁触点J<sub>2-1</sub>向下一级的电容提供充电电流。经一段延时，和上面一样又进行一级程序转换。把继电器接点和被控制的外电路连接上，就可以进行实际程序控制了。

本电路的程序转换控制级数，可以根据机器在实际生产的工作步数来确定。每个工序段的最长工作时间，可由式

$$t = RC \ln \left( \frac{1}{1-\eta} \right)$$

来确定（式中R包括电位器W的阻值），式中η为单晶体管的分



②

J<sub>1</sub>~J<sub>n</sub>: JRX-13F  
R=170Ω  
BG<sub>1</sub>~BG<sub>n</sub>: 3DG12  
B≥40  
BT<sub>1</sub>~BT<sub>n</sub>: BT33B  
η≥0.7

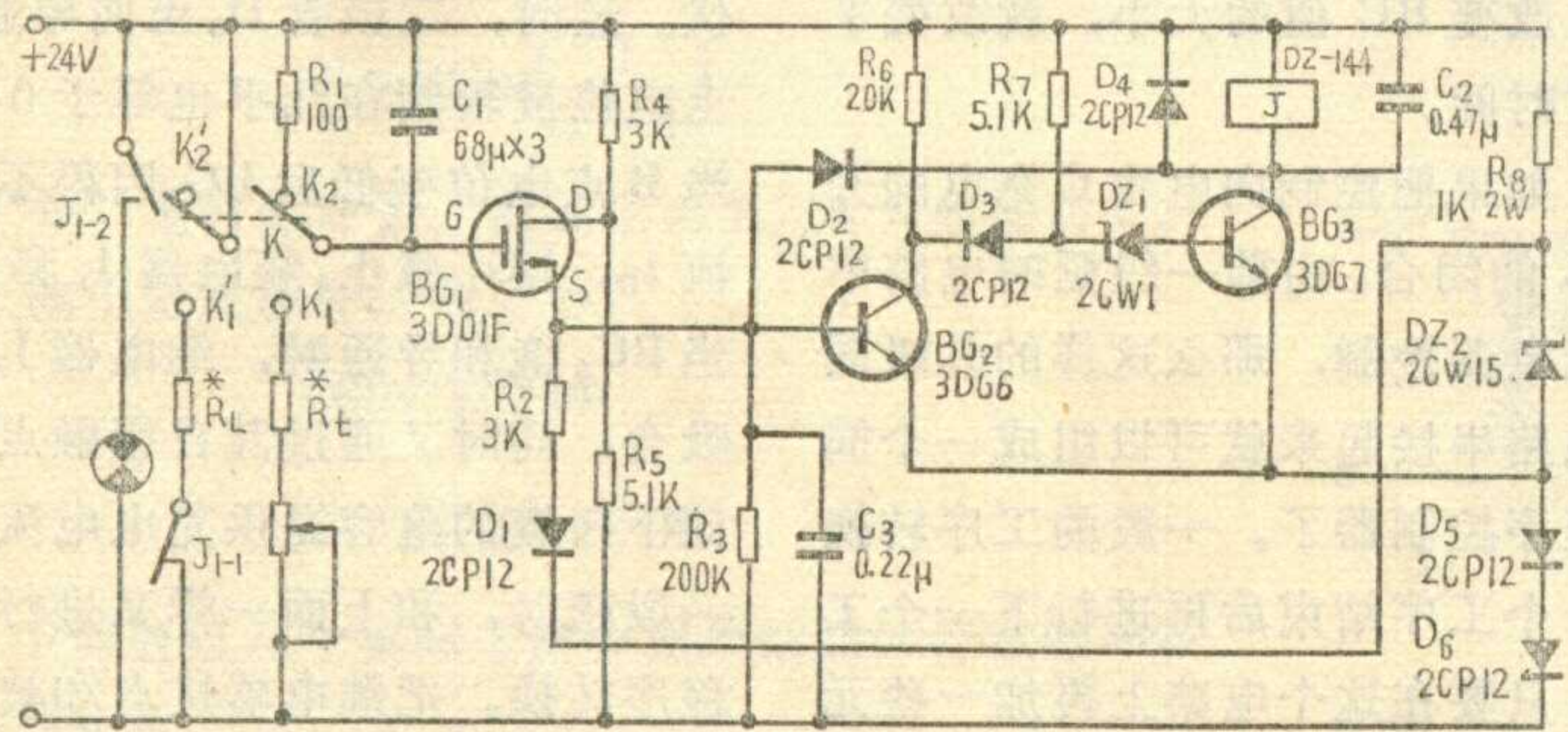
# 绝缘栅场效应管长延时电路

上海继电器厂工人 葛志诚

在应用普通晶体管组成的延时电路中，由于晶体三极管输入阻抗较低，而且电容容量都选用得很大，这样组成的R、C延时电路，电容器体积大，时间误差也较大。我厂在技术改造中通过反复实验，应

24伏，从3DO1F的转移特性曲线(图2)可看到：此时漏源电流 $I_{DS}$ 较大，因此 $BG_2$ 因有足够大的基极电流而导通， $BG_2$ 的集电极电压近似于零电位，二极管 $D_3$ 正向导通， $BG_3$ 基极电流经 $D_3$ 引走， $BG_3$ 截

$BG_2$ 由导通变为截止， $D_3$ 反向截止，稳压管 $DZ_1$ 击穿，使 $BG_3$ 有足够的基极电流， $BG_3$ 由截止变为导通，继电器J动作， $J_{1-1}$ 常闭接点打开，使负载 $R_L$ 断开电源， $J_{1-2}$ 常开接点闭合，使信号灯发亮。经实验：当 $R_t = (6.8M \times 5) + 10M + 200K$ ， $C_1 = 68\mu f$ ，延时时间 $t = 3060$ 秒； $C_1 = 136\mu f$ ， $t = 3605$ 秒。 $R_t = (6.8M \times 7) + 10M + 200K$ ， $C_1 = 204\mu f$ 时， $t = 8584$ 秒。因3DO1F场效应管输入阻抗差异较大，因此整定时间的电阻 $R_t$ 必须经过实验确定，我们用KCX1×11型单刀波段开关把电阻串联起来，在使用时可以扳动波段开关，整定延时时间。



(\* $R_L$ 为负载， $R_t$ 大小根据所需时间选择)

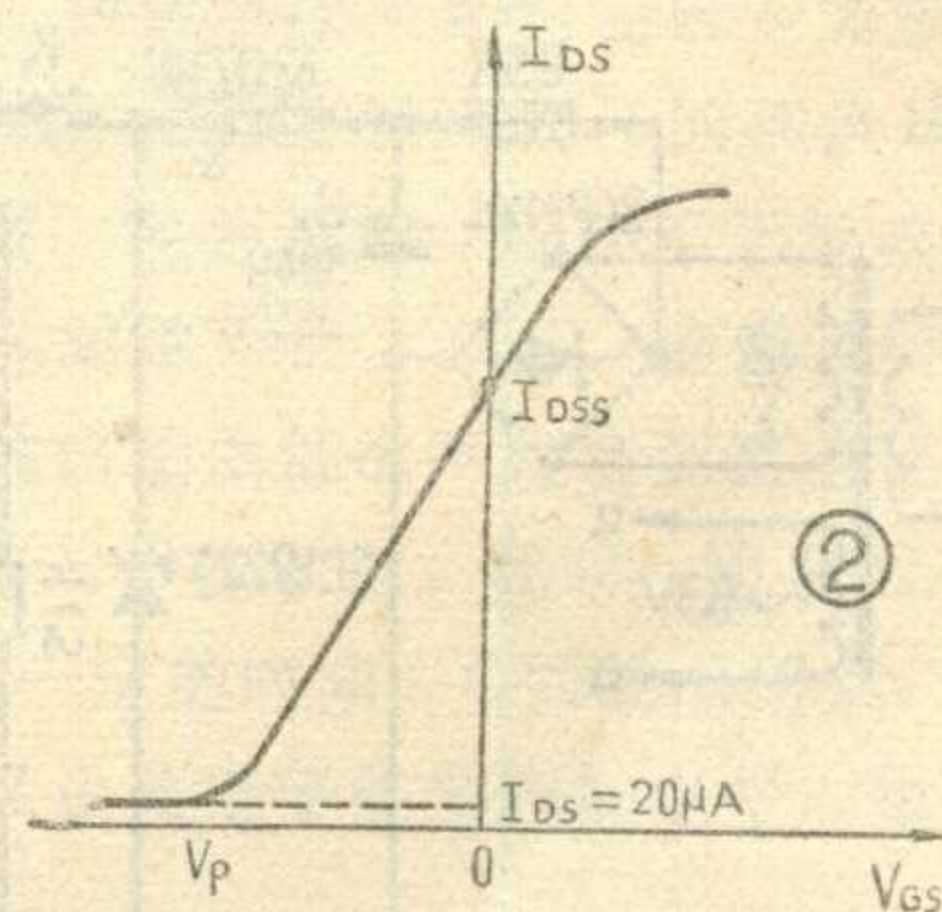
①

用场效应管3DO1F，设计成延时长达8000多秒的延时电路，时间误差在室温变化范围内达到±0.5%。电路见图1。可以应用在半导体元件生产中控制高频电炉、扩散电炉、电烘箱加热时间等方面。

当双刀同步开关K扳在 $K_1, K'_1$ 位置时，负载 $R_L$ 通过开关K、继电器J的常闭接点 $J_{1-1}$ 而接通电源。同时钽电容 $C_1$ 开始经由电源、开关K、电阻 $R_t$ 充电。由于3DO1F场效应管是一种N沟道耗尽型的绝缘栅场效应管，它的栅极和其他电极是绝缘的，栅极电流几乎等于零，输入阻抗很高，可达 $10^9 \sim 10^{12}$ 欧姆，所以它对 $R_t C_1$ 回路的充放电时间可认为没有影响。当开关K刚扳到 $K_1$ 位置时，因电容 $C_1$ 两端电压不能突变，使 $BG_1$ 的栅压 $V_G \approx$

止，继电器J不动作。这时 $D_1$ 正向导通， $V_S \approx 9$ 伏( $DZ_2$ 稳定电压为7~8.5伏， $D_5, D_6$ 的正向管压降各为0.6~0.7伏， $V_{D_5} + V_{D_6} + V_{DZ_2} \approx 9V$ )随着充电时间的增加，电容器 $C_1$ 上的电压愈来愈接近电源电压， $BG_1$ 的栅压 $V_G$ 也就逐渐下降，使导电沟道逐渐减少(耗尽)，漏源电流 $I_{DS}$ 也相应减小，直至最后电源电压全部降落在电容器 $C_1$ 上， $V_G \approx 0$ 伏。这时因 $V_S \approx 9$ 伏， $V_{GS} = -9$ 伏。当 $I_{DS}$ 减小到20微安左右， $V_{GS} = -9$ 伏 $= V_P$ 时， $BG_1$ 处于夹断的状态， $V_P$ 称为夹断电压。在栅源电压达到 $V_P$ 致使沟道从源到漏整个夹断之后，场效应管从源到漏的电阻必然变得很大，输出电流将减小到差不多接近于零的状况， $D_1$ 截止，隔断了加到源极的9伏偏压，

电路中二极管 $D_1$ 用来隔断9伏偏压，防止电流倒流破坏 $BG_2$ 正常工作。 $D_2$ 的作用是加速 $BG_2$ 截止、 $BG_3$ 导通，使其开关性能良好。 $R_4, R_5$ 起分压限流作用，以免场效应管最大漏源电压超过极限电压 $BV_{DS}$ 而击穿。 $BG_2, BG_3$ 发射极加上1.4伏偏置电压起防干扰作用。 $R_1$ 作为 $C_1$ 的放电电阻，保证下次工作时间的精确性。



②

压比。 $\ln [1/(1-\eta)]$ 的对应值可由表1查出。分压比 $\eta$ 最好选高一些， $\eta$ 高对继电器吸合有利。为了提高时间控制精度，电源可改用晶体管稳压电源，充电电容C可改用钽电容。

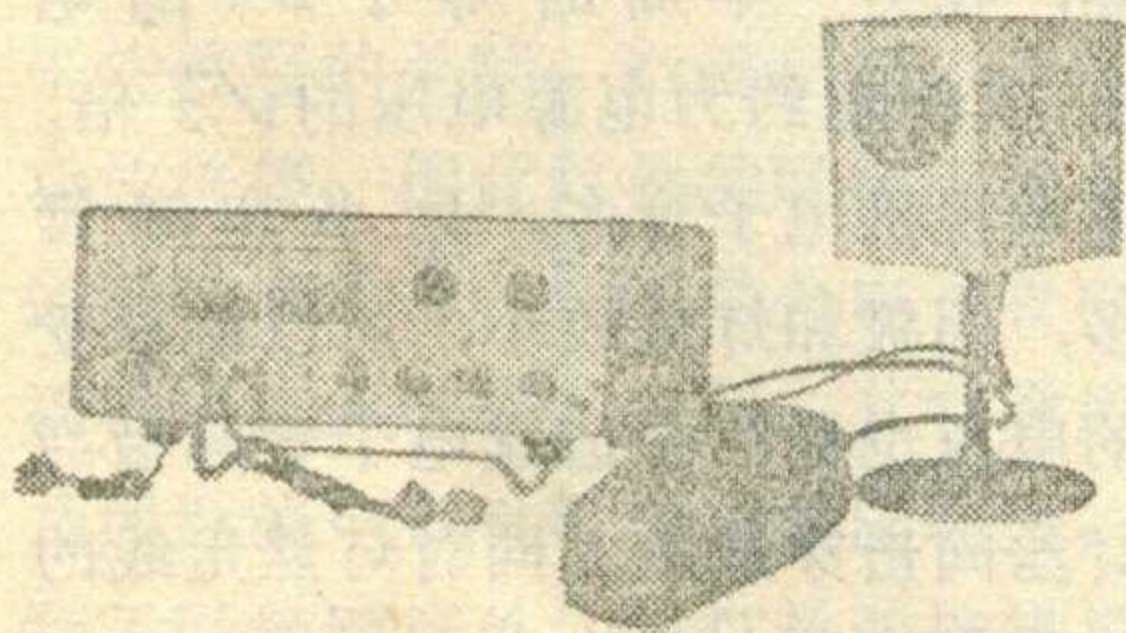
表 1

分压比 $\eta$	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
$\ln \frac{1}{1-\eta}$	0.69	0.92	1.20	1.6	2.3

## 电子喉闪光镜

电子喉闪光镜是用于检查诊断喉病的一种特殊光源。这种仪器是通过喉送话器将病人的声音转换为微弱的电流，经放大、滤波、整形等处理，并分别经同步脉冲发生电路及频差控制电路变换为仪器所需要的控制脉冲去触发频闪灯。

电子喉闪光镜的基本功能：观察声带各种不同位置的静止象；观察声带极缓慢的振动象，可以慢到每秒一次；对于因各种原因而发不出声音的病人，借助仪器内信号发生器，仍可看到声带的缓慢的振动象，这就能使医务人员清楚而全面地观察声带表面及两侧运动的详细情况。其主要用途是：研究发声生理；检查发生障碍与声带振动异常之间的关系；测量并自动指示声频。特别是对于主客观症状都不明显的早期喉癌、环杓关节强直，各种原因的失声和声哑以及声带肿瘤的根基范围等病症，检查、判断效果较好。仪器全晶体管化、结构紧凑牢靠、体积小、操作方便。它是在西北电讯工程学院和西安医学院第二附属医院研制的基础上由咸阳无线电厂试制成功的。

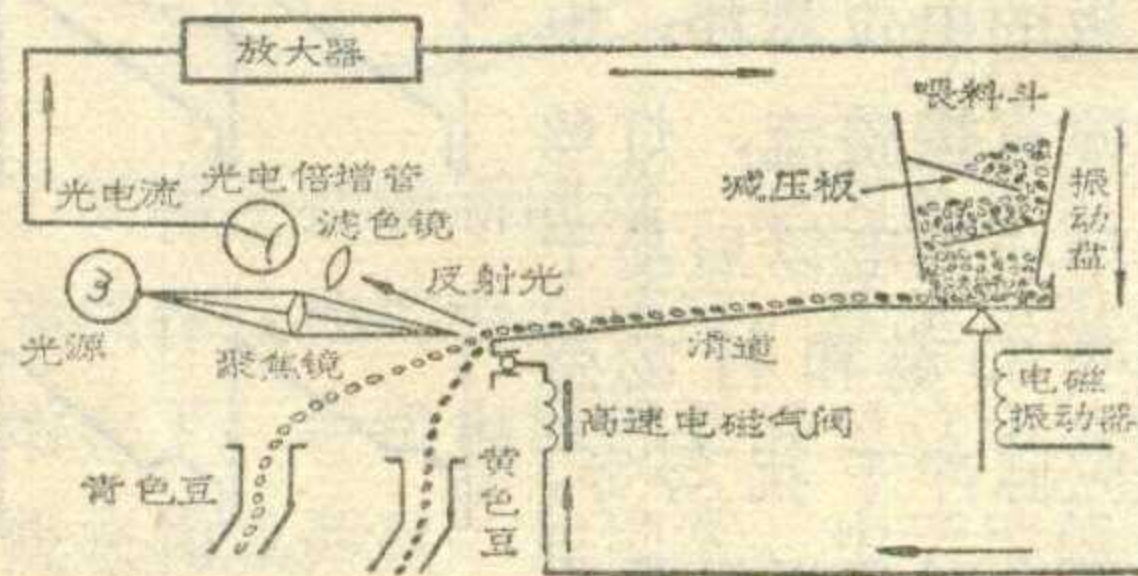


## 光电分选机

我厂生产上海五香豆，产量大，质量要求高。五香豆的原料是青蚕豆，在青蚕豆中混有一定数量的黄斑蚕豆，需挑出来。过去靠手工，劳动强度大、效率低。在批林

批孔运动推动下，我厂成立三结合技革小组，工人们豪情满怀，决心要做到拣豆自动化。在兄弟单位支持下，经过反复试验改进，制成了光电分选机，分选能力每班相当20个工人的工作量，准确率达90%以上。

光电分选机是利用不同颜色的物体，在同一光照条件下，对光具有不同的吸收和反射这一特点而设计的。用电磁振动器将料斗中的蚕豆顺序送入光电检验区，光源聚焦后均匀地照射在蚕豆上，反射光透过滤色镜投射到光电倍增管上。当青蚕豆（绿色）通过时，它对光的反射率高，光电倍增管产生的电信号强，经放大器放大，启动电磁阀门开放，射出高压空气将豆粒吹入出口。当黄斑蚕豆（棕色）通过时，它对光的反射率低，光电倍增管电信号弱，电磁阀门不能启动开放，豆粒落入另一出口，达到分选目的。

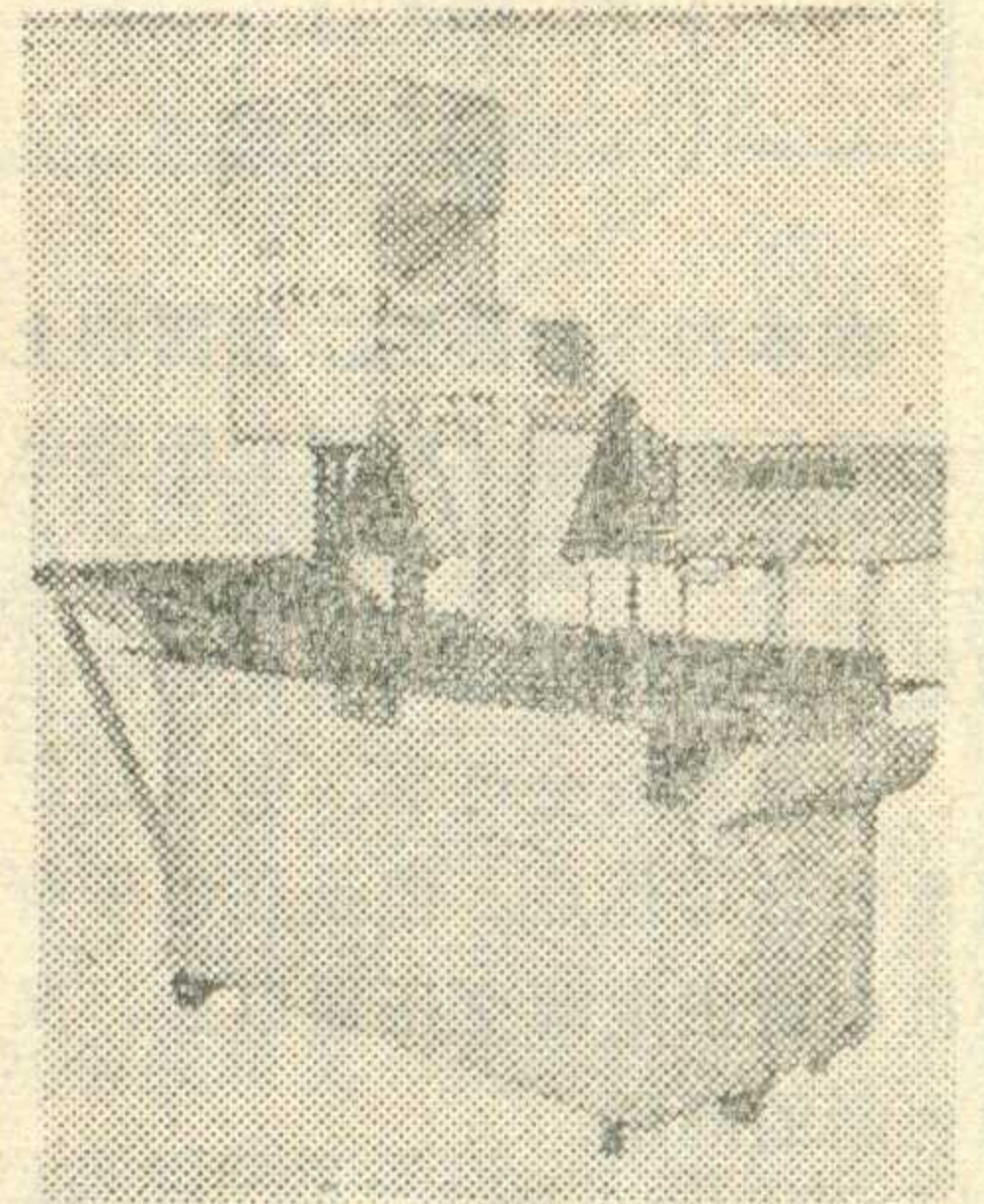


上海南市炒货食品厂技革小组

## 光电数片机

我厂制药生产中，片剂药数量占很大比例，而药片的计数装瓶，在整个工序中劳动量是较大的。1975年我们先后制成两台采用光电计数控制的自动分装机。主要采取从料斗加入散装药片，经电磁振荡控制药片流量并在输送中筛去碎粒、药粉，使完整的药片以单行快速流过光电头，由光电计数器控制包装规格，定量分装进入玻璃瓶中。装满定额的瓶子输出和待装瓶子的输入也是由计数器自动控制，保证装瓶的准确。机内设有检测电路，当光电头被药粉遮挡或通道阻塞时，能及时告警、自动停车。这

台分装机是100片装和1000片装两用，操作方便、分装效率为25万片/台、小时。使用本机后可以提高劳动效率，减轻劳动强度，很受包装工人欢迎。



呼和浩特制药厂

## 激光自动扫描测径仪

在毛主席革命路线指引下，我们所在沈阳电缆厂协助下，研制成功激光自动扫描测径仪。这是测量电缆外径的集成化数字测量仪器，也适用于冶金、化工等部门的测径需要。

测径仪可以连续自动检测被测物的外径尺寸或与标准尺寸的偏差值，由数码显示直接读出。仪器采用激光扫描系统，在测量中无须与被测物接触，同时由于提高了扫描速率，并在计数显示系统中有存贮装置，因此允许被测件在一定范围内振动和移动；并对电磁干扰、杂散光、被测物体发光等，具有较强的抗干扰性。仪器本身带有模拟电压输出，配合控制系统或计算机可实现产品尺寸自动控制。在生产线上使用测径仪可以减轻工人劳动强度，节约原材料，提高产品质量，降低成本。

激光测径仪由数字测量和激光扫描（测头）两部分组成。数字测量部分是通用的，测头部分为适应不同的测量范围可以更换。

辽宁省电子技术研究所

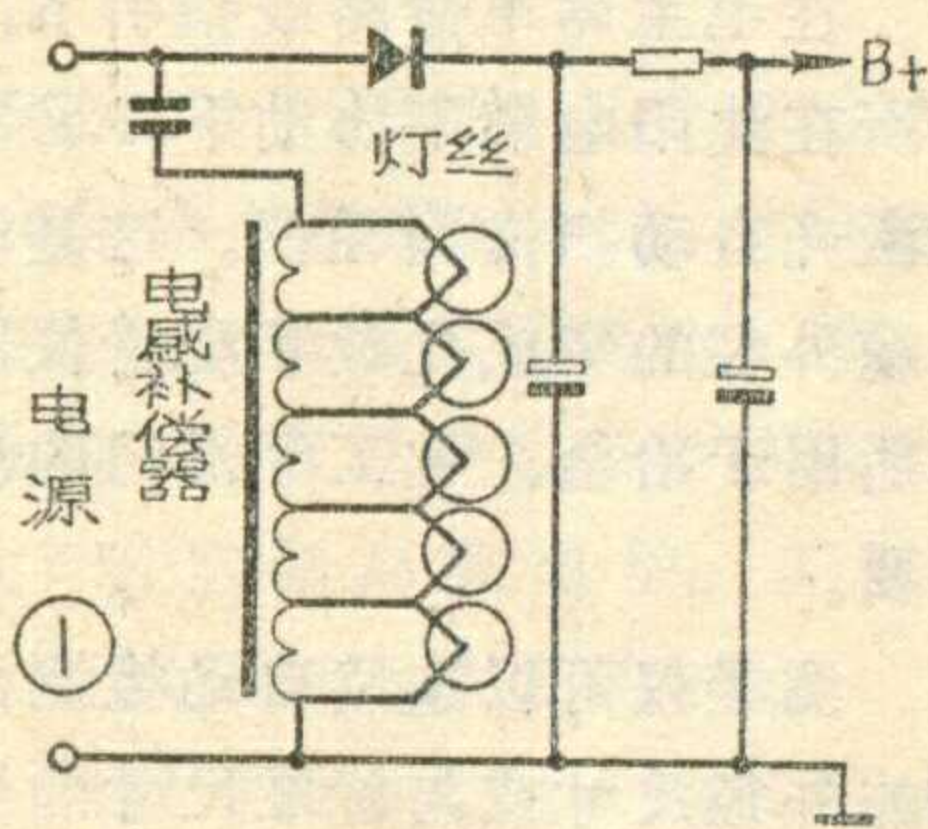
# 电视机

## 去掉电源变压器的几个问题

南京木器厂 郑诗卫

在本刊今年第四、五两期上曾介绍我厂在试制无电源变压器电视机中，采用串联电容降压，电感负阻效应补偿灯丝电流变化的供电方法，它具有安全可靠、电压稳定、成本较低等优点。但是在电子管电视机中省去电源变压器以后，又会出现新的问题。

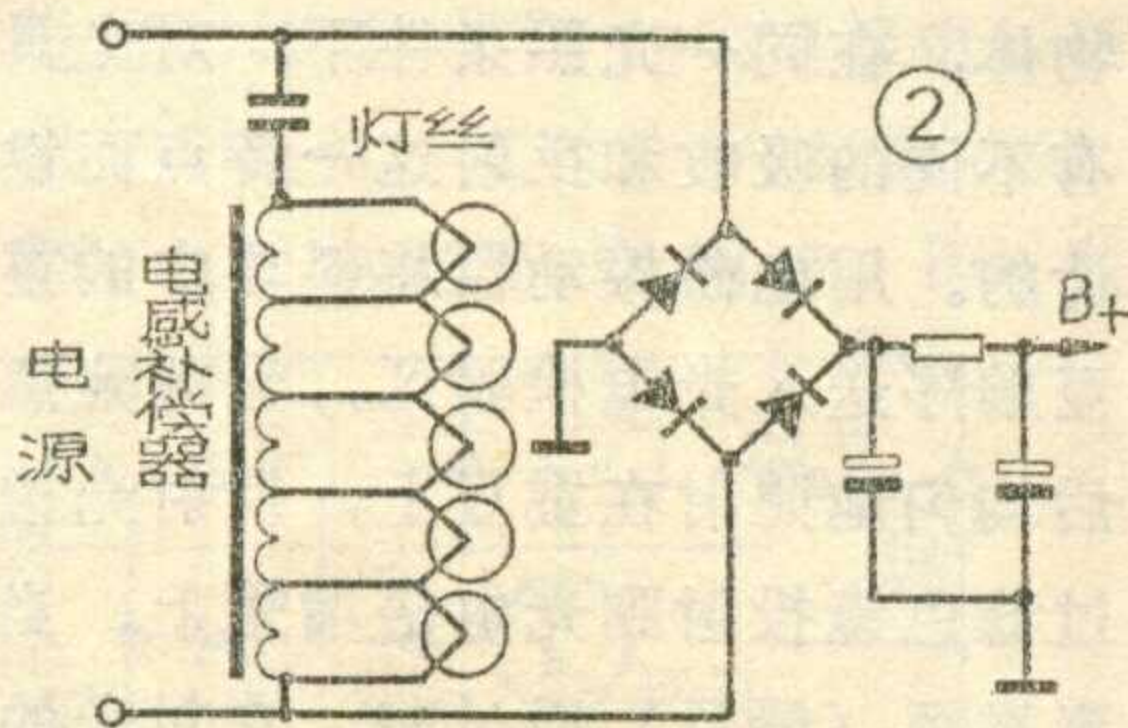
“任何运动形式，其内部都包含着本身特殊的矛盾。这种特殊的矛盾，就构成一事物区别于他事物的特殊的本质。”我们必须注意电视



机区别于扩大机的一些特殊点，才能找到新的问题亦即新的矛盾的解决方法。

电视机和扩大机相比有哪些特殊点呢？1. 增益高。电视机对输入微弱信号（常小于几百微伏）放大至几十伏，整机总增益通常在100~120分贝以上，容易受各种电场和磁场的干扰。2. 工作频率多，且频带宽。在电视机中除工作在低频外，

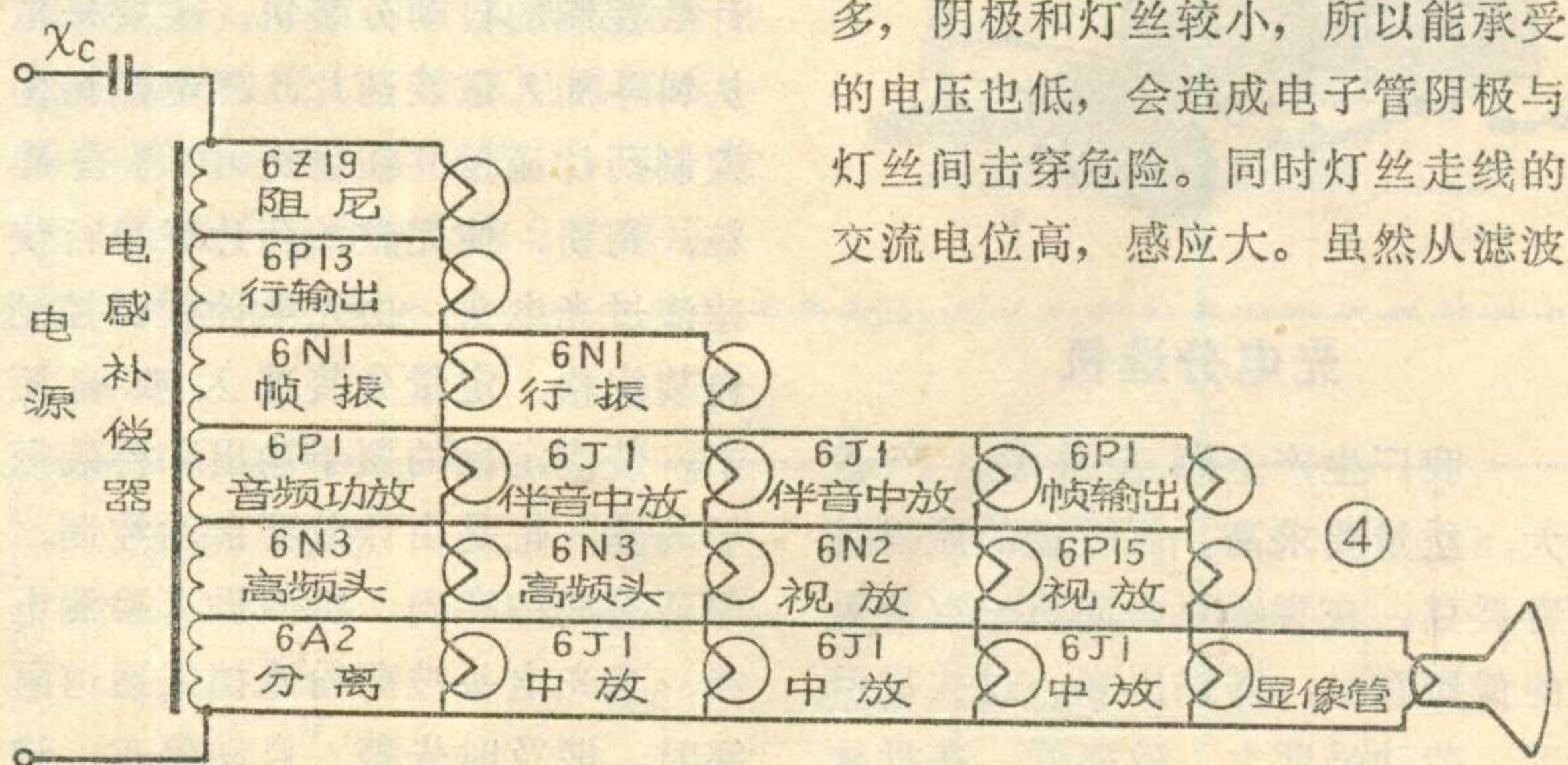
还包括有视频、伴音、图象中频、高频等多种工作频率。由于频带宽，容易受各种频率干扰。3. 脉冲电压高。电视机的行输出在回程时有很高的脉冲电压，由于脉冲波具有极丰富的谐



波，频带范围很宽，在脉冲电压高的情况下，电场和磁场的辐射能力很强，对其它各级的工作，均会带来有害的影响。4. 电子管多，50赫电源通过灯丝连接线对各级工作影响也大。由于以上几个特点，去掉电源变压器以后，地板的电位悬浮，电源直接整流，灯丝串联供电以后易于受50赫和行的感应脉冲干扰等等，都会对电视机带来不利的影响。又因

显象管是一个十分灵敏的器件，大部分的影响最终将反应在光栅和图象上，产生亮度不均匀、黑道和扭曲等现象。在接收晶振同步的信号时，便会产生令人讨厌的漂动和黑滚道，严重时可使同步破坏。

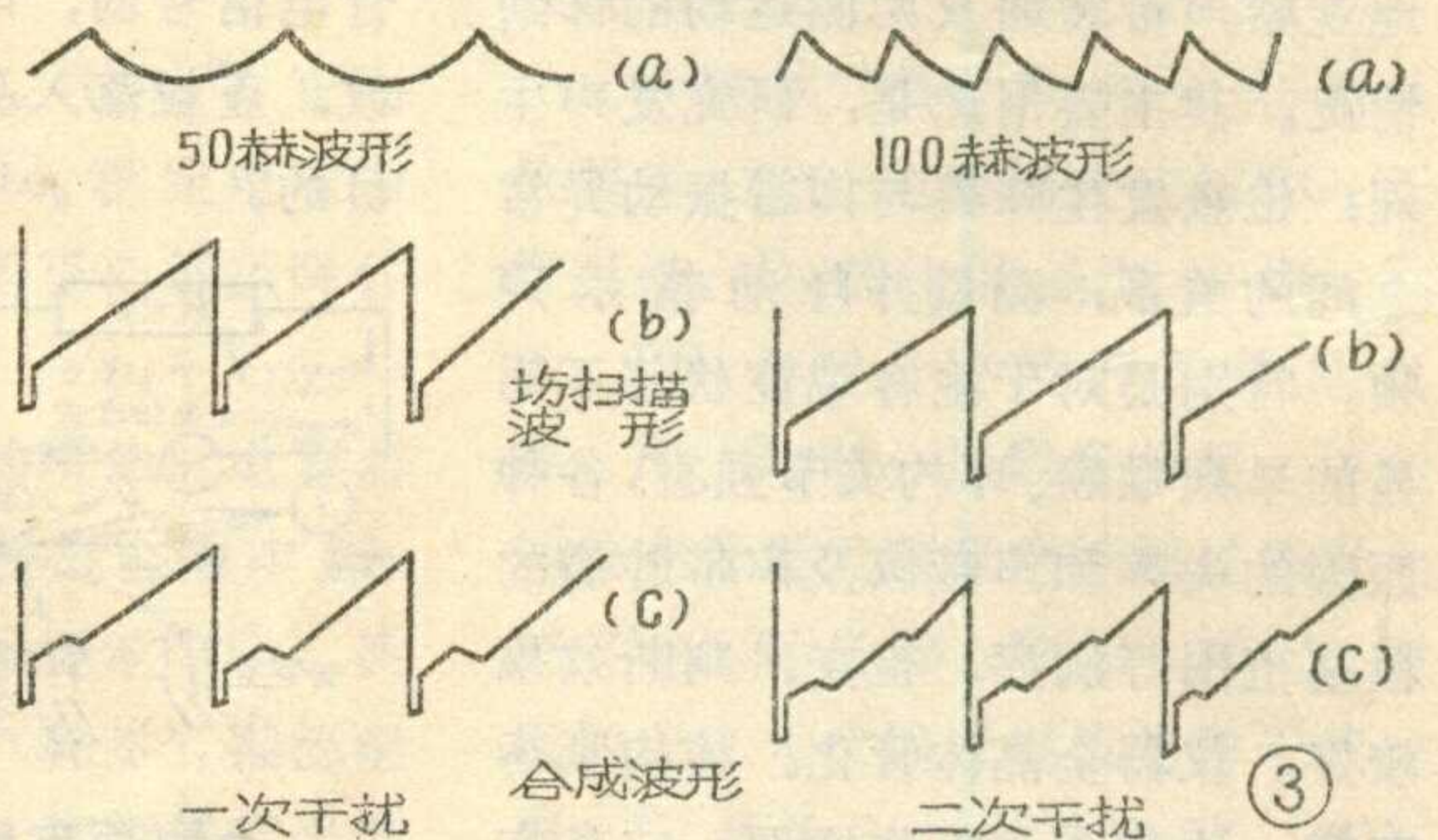
半波整流后，灯丝可以与地相接；图②是采用全波整流后，灯丝对地的交流电位很高，在某半周时为零，在另一半周时等于B+的电压，其峰值约为电源电压的 $\sqrt{2}$ 倍。因电视机电子管多，且小功率管多，阴极和灯丝较小，所以能承受的电压也低，会造成电子管阴极与灯丝间击穿危险。同时灯丝走线的交流电位高，感应大。虽然从滤波



以上这些特点构成了电视机在去掉电源变压器以后的特殊矛盾。为了解决这些矛盾，使电视机在去掉电源变压器以后，整机的性能不受影响，以达到既节约材料、降低成本，又保证质量的目的，下面就几个问题谈谈我们的意见。

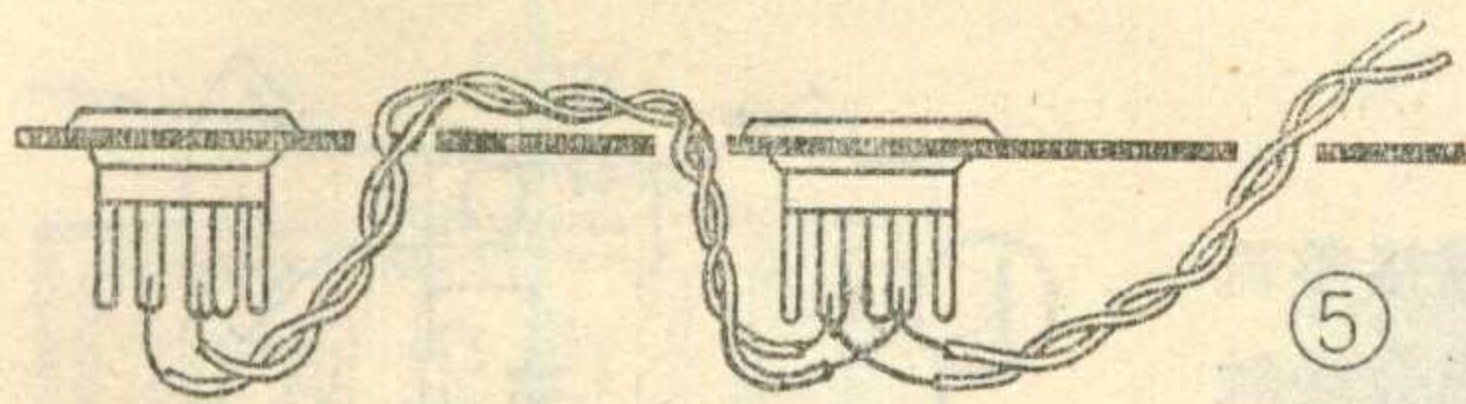
### 关于电源整流问题

在去掉电源变压器以后，灯丝与地之间的电位随着整流的方式不同，它的电位也不同。图①是采用



半波整流后，灯丝可以与地相接；图②是采用全波整流后，灯丝对地的交流电位很高，在某半周时为零，在另一半周时等于B+的电压，其峰值约为电源电压的 $\sqrt{2}$ 倍。因电视机电子管多，且小功率管多，阴极和灯丝较小，所以能承受的电压也低，会造成电子管阴极与灯丝间击穿危险。同时灯丝走线的交流电位高，感应大。虽然从滤波





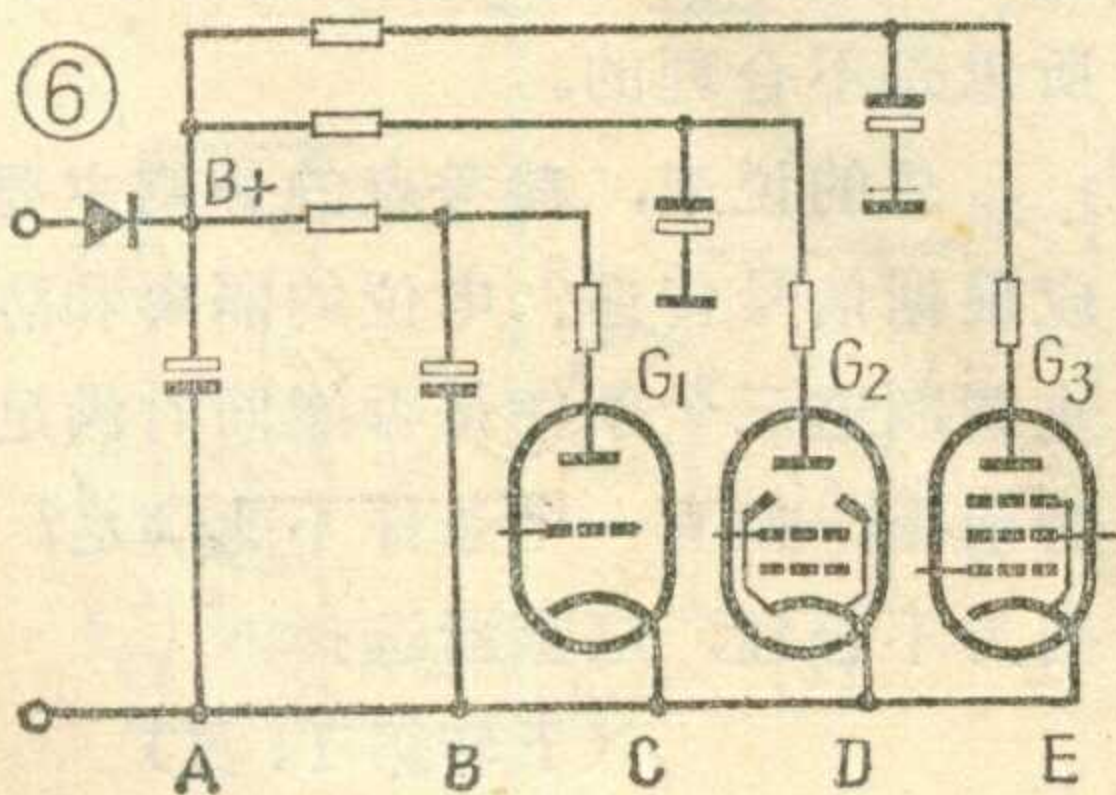
⑤

用绞线，并使灯丝线避开元件，在底板上面布线，至管座附近再穿孔焊接至管脚上，以减少灯丝线对元件的干扰，如图⑤所示。

的波纹因数来说全波比半波的要好，如果我们取滤波电阻  $R$  大些，也同样能保证波纹因数。另一方面电视机的场频是 50 赫，而全波波纹是 100 赫，半波的是 50 赫，因此在相同的波纹因数下，通过电源，全波所带来的干扰比半波的要大。如图③所示，从图中可以看出，全波对画面可以产生二次干扰，而半波对画面却只产生一次干扰，所以无电源变压器电视机宜采用半波整流。

### 电子管灯丝的联接顺序

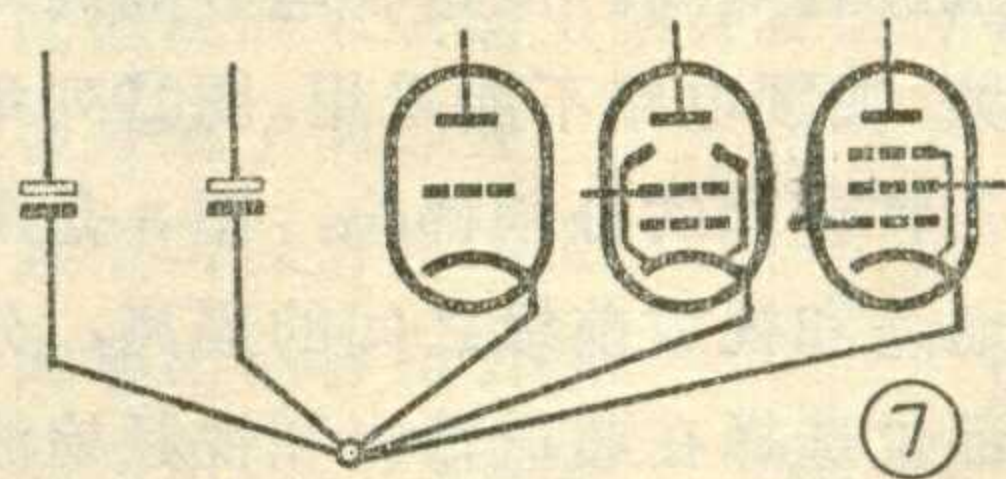
通常在有电源变压器的电视机里，灯丝是并联供电，而且灯丝电位是与地相连，只有几伏的交流电位。在去掉电源变压器采用电容降压以后，因电子管多，如并联联接则需要采用很大的电容。一般是采用灯丝串联供电，但它所带来的干扰影响也明显增大，尤其会干扰视放和同步部分的工作，使图象产生黑条和同步不稳定。因此必须设法避免这种干扰，在灯丝联接上，应对易于受干扰的电子管采用较低的电位，在电视机中显象管、视放级、同步最易受干扰，其次图象通道、帧、行振荡、低放前级、伴音通道，干扰较轻的是帧、行输出级，音频功放级等，因此灯丝的联接应按上述顺序来考虑。图④是全电子管电视机的灯丝联接示意图，其它类型及线路的电视机可参考此图联接。除了联接顺序外，对灯丝的接线采



⑥

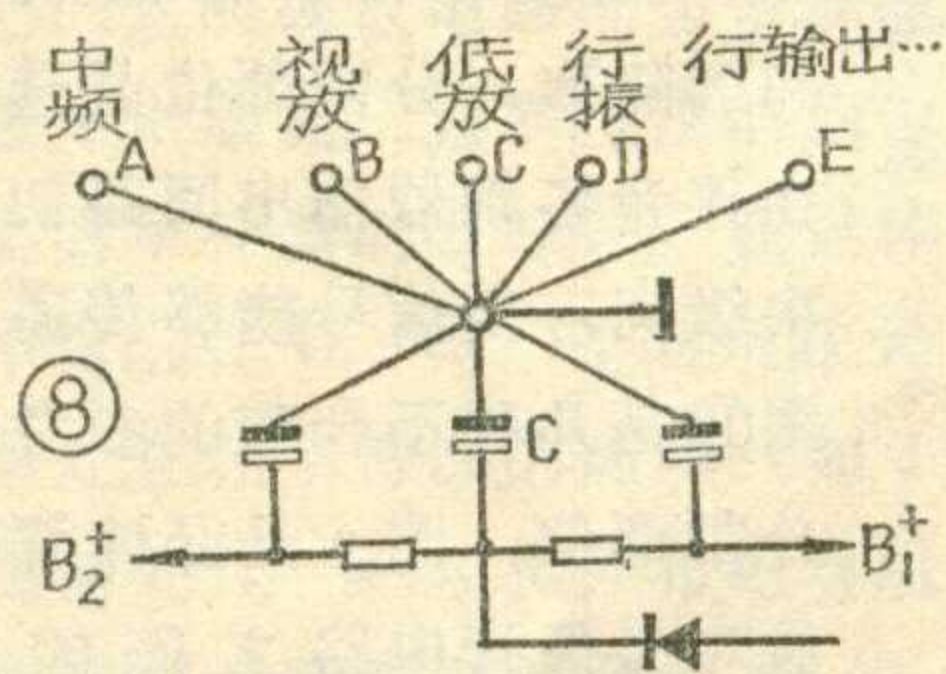
### 地线的布置

在有电源变压器的电视机中，为使接地良好，采用底板作为接地的公共回路。由于底板较大，故接地电阻小，去掉电源变压器后，为了防止底板与电网沟通带电，底板就不能作为接地的公共回路来用，必须使底板与机内某些线路隔离（悬浮）起来，我们是采用导线代替底板作接地的公共回路的。使用导线作为接地的公共回路后，虽然解决了底板带电的问题，但是却带来



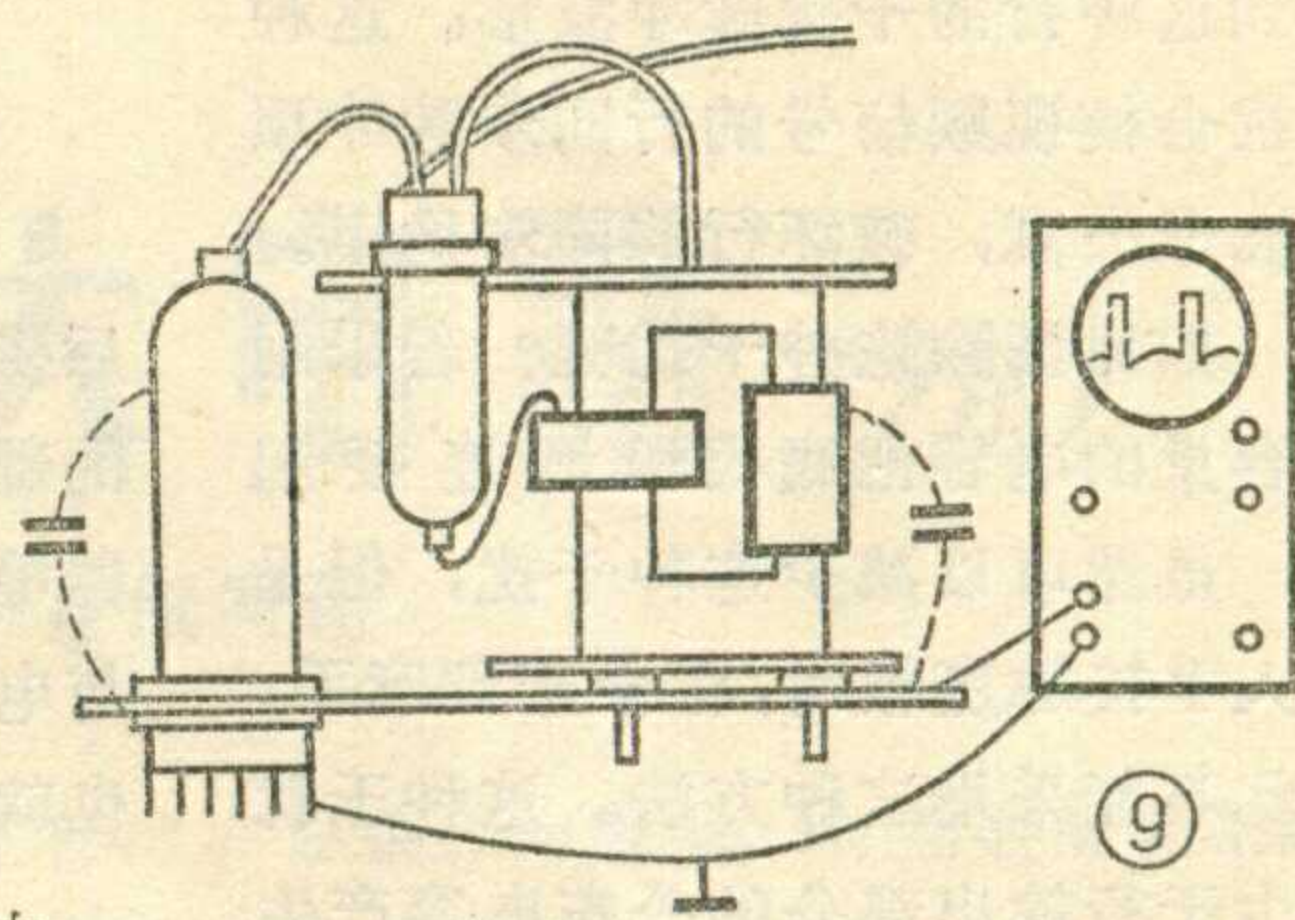
⑦

了互相干扰的新问题，原因是采用导线作接地的公共回路，接地电阻增大了，各级电源都要经过这条地线来构成回路，如图⑥。由于地线电阻的存在， $G_1$ 、 $G_2$ 、 $G_3$  电子管工作时，变化的电流在地线的电阻上



⑧

形成变化的压降，虽然压降较小，但是通过各级电子管放大后，将带来有害的干扰。随着地线延长，离电解电容器越远，干扰越严重，E 点的干扰比 C 点的大。假如为了消除这种干扰设法使 A、B、C、D、E 缩短为一点，如图 7 所示，虽然可以消除干扰，但是这种接地方式在实际上是不可能实现的。因为在一部电视机中除了电子管外，还有许

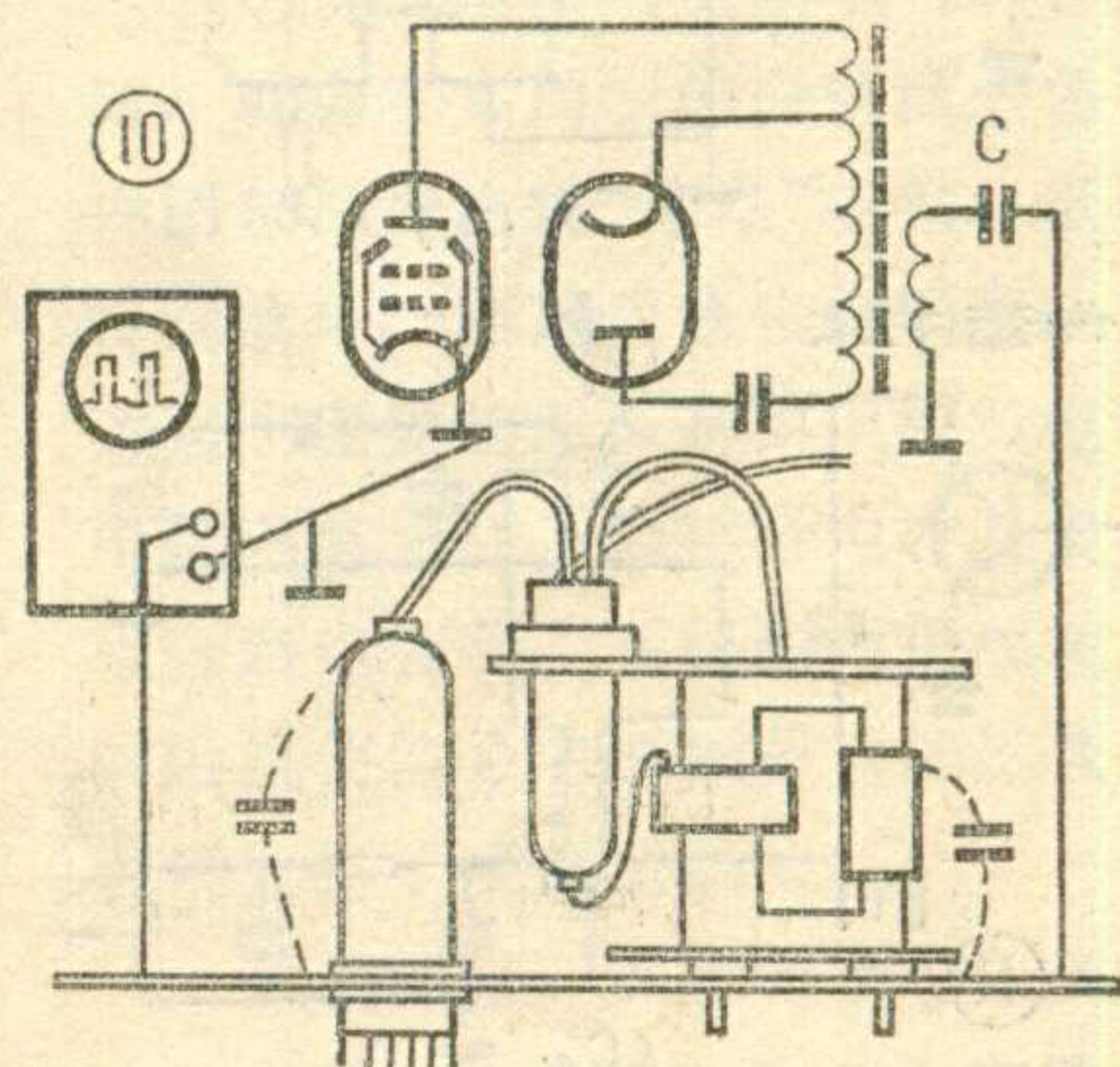


⑨

多元件如电阻、电容、电位器等，如果都集中到一点接地，将要联接上百根地线，是一件十分麻烦的事。如果我们采取分而治之的办法，每一部分用一根地线，然后再把这些地线联成一点如图⑧，这样就可以把原来需要在一起接地的点，分成几个部分的接地线，由于电解电容  $C$  是对交流呈现很低的阻抗，照图⑧联接后，A 点的电流变化由电容  $C$  构成通路，而不会通过地线去影响到 E 点。按照这样联接后，达到了原先使用金属板接地的效果，使各部分不会通过公共地线来产生有害的干扰。

### 底板感应问题及消除办法

在带有电源变压器的电视机中采用底板接地有两种用途：一是作为公共接地点，一是起磁场和电场的屏蔽作用。随着底板电位的悬浮，易于受到电场的干扰，在电视机中最容易感应的是回程脉冲干扰，它通过元件的分布电容  $C_0$  感应到底板上，如图⑩，因为金属板是导电的，所以整个金属底板都带有这种干扰的脉冲，用示波器将能观

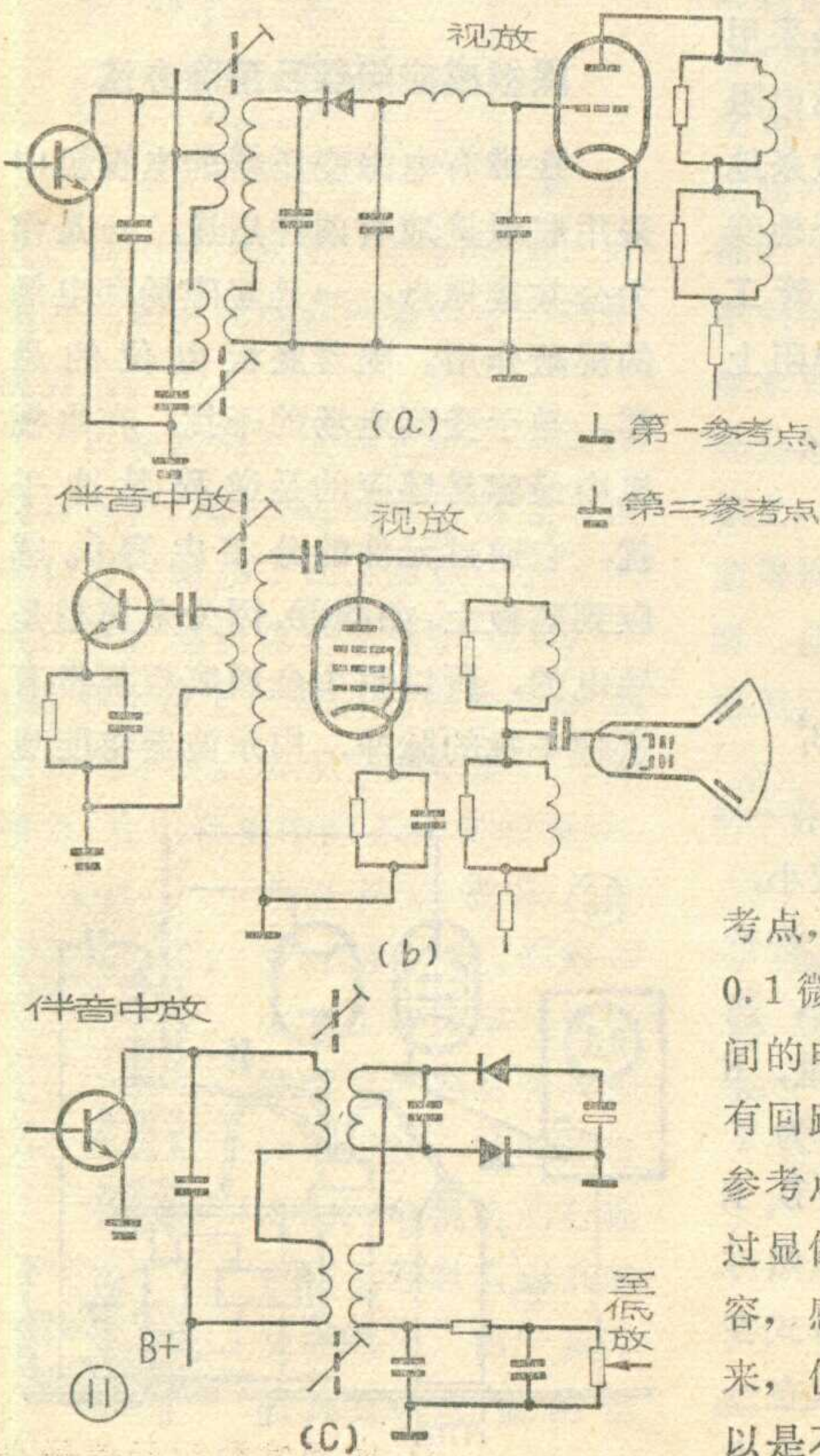


⑩

察到这种行的干扰脉冲波形。这种干扰会使视频信号的行同步脉冲顶部波形失真，破坏行的同步稳定。

如何消除这种干扰呢？若采用大容量的电容把底板和地连接起来，虽然可以减少这种干扰，但是当人手接触底板时，将会感到麻手，因此不能采用这种方法。这种干扰是由于行输出部分的分布电容产生的。假如向底板再输给一个相反的脉冲，且幅度相同，这种脉冲就会抵消感应到底板上的干扰脉冲。这种办法与通常我们在高频、中频放大器里用的中和方法相似。

实践证明这种方法是行之有效的。如图⑩所示，我们在电视机行输出反馈线圈上引出一个与行输出干扰脉冲极性相反的脉冲电压，适当选择电容C的容量，用示波器观察，使脉冲幅度最小，以达到消除干扰脉冲的目的。若无示波器，可以用高内阻的万用表的交流电压档，串一个0.1微法的电容，使万用表的指示值为最小。

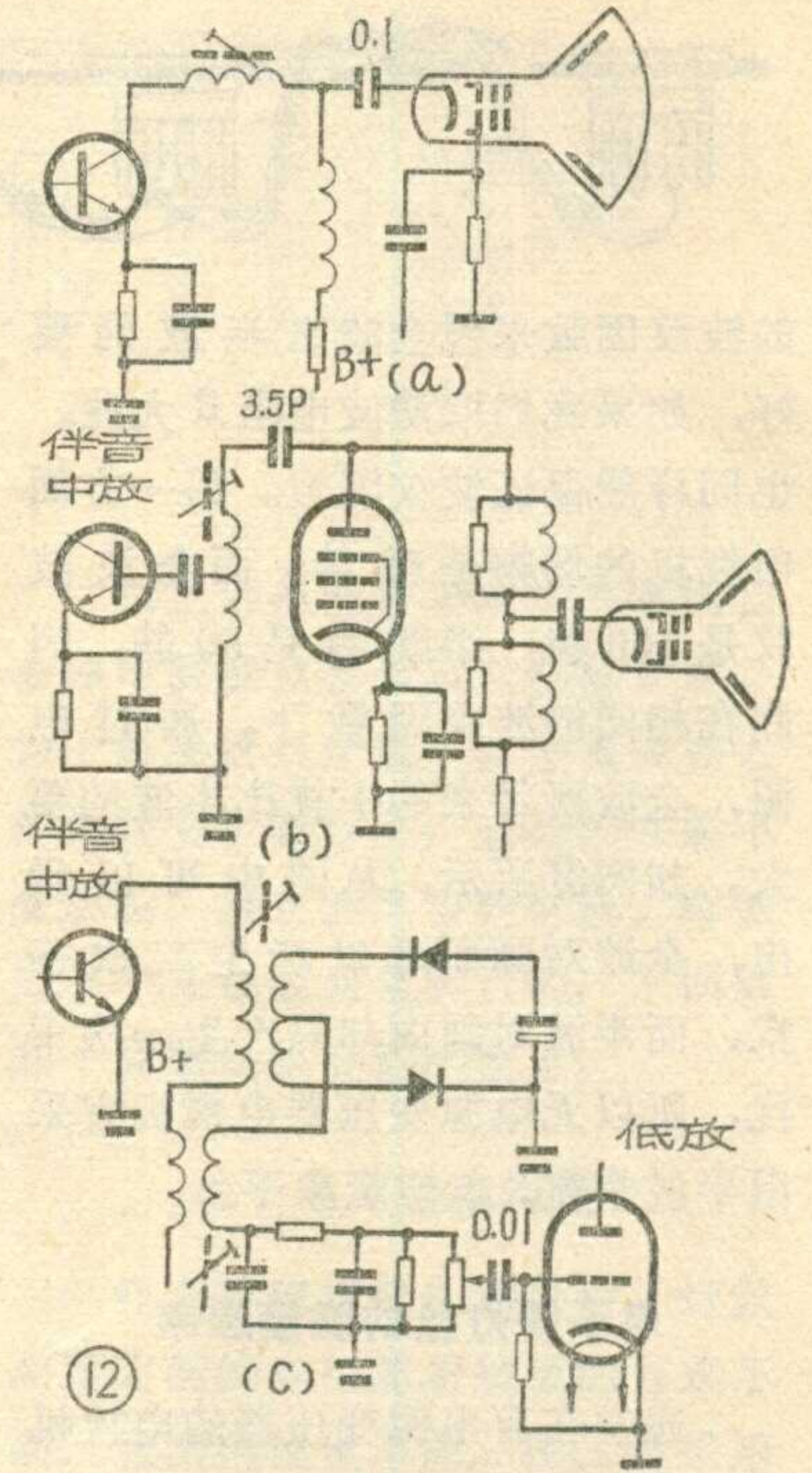


### 参考点的分割

由于电源是采用市电直接整流后供给的，为了使人体可能会接触的部位如高频头、天线、外接扬声器等不带电，必须设法使这些部位与电源隔离，采用安全参考点，这也就是参考点分割的意义。

为了使电视机内各个部分工作正常，信号能可靠地传递，对参考点的分割必须合理考虑，达到既能使信号畅通无阻，又使电位严格的隔离。在电源变压器中，是依靠初次级磁场进行耦合和实现电位隔离的。同理在去掉电源变压器后，隔离点的选择也必须是在有磁场耦合的部位。此外在电视机中，在高频情况下，一般采用的耦合电容较小，可利用它对电源频率呈现很高的阻抗进行隔离。但这种电容隔离对低频、视频电路不能采用。图⑪列举了几种合理的分割部位：图a是图象通道和视放前级之间的隔离，分割部位选择在通道输出和视频检波之间，信号是依靠电感来传递的；图b是视放和伴音中放之间的隔离，分割部位选择在视放管屏极和伴音中放输入之间的耦合线圈，也是依靠电感耦合来传递信号；图c是伴音中放和低放之间的隔离，分割部位是选择在伴音鉴频器输出回路初、次级间，使信号能够传递。

图⑫是几种不合理的参考点分割部位：图a是晶体管视放和显像管电路之间的分割，显像管调制极接第一参考点，分割点选在视放耦合电容0.1微法上，由于一、二参考点之间的电位是不相联的，使信号没有回路造成阻塞。同时，当第一参考点接到市电电源火线时，会通过显像管的电路和0.1微法耦合电容，感应到第二参考点的电路中来，使电位达不到严格的隔离，所以是不合理的。图b是视放和伴音



中放之间的隔离，分割点是选择在视放输出和伴音输入回路的耦合电容3.5p上，因伴音中频频率较高为6.5兆赫，所以信号可以通过一、二参考点之间的分布电容形成回路，但由于一、二参考点之间有时交流电位并不相等，如当第一参考点有时接至电源火线时，就会使一、二参考点之间有较大的电位差，将使伴音信号受到调制，所以也是不合理的。图c是伴音中放和低放之间的隔离，分割点选择在鉴频输出和电子管低放的耦合电容器C0.01微法上，由于一、二参考点的分布电容对低频来说呈现很大阻抗，所以造成低频信号严重阻塞。同时，当第一参考点接至市电电源火线时，将通过低放电子管的栅漏电阻、管内的空间电荷和耦合电容感应到第二参考点，使之感应带电，所以是不合理的。

总的说来，参考点的分割主要应根据信号传递、电位的隔离和防止调制这三个条件是否能同时满足为前提，如有一个条件不能满足，则为不合理，应重新选择。

(下转第14页)

# 视频放大电路 (续)

电视接收技术讲座编写组

集电极电感补偿：在视放末级集电极电路中接入电感线圈  $L$ ，也能获得高频增益提高的特性，这种补偿方式和电子管电视机中采用的高频补偿方式基本一致，它们都是利用电感线圈  $L$  和电路中存在的电容  $C$  在高频时产生谐振的特性，来达到高频补偿的目的。不过由于电路连接方式不同，电感补偿又可分为单电感简单补偿和双电感复杂补偿，其中复杂补偿效果较好并得到广泛采用。

图⑩a 为单电感补偿电路，从它的等效电路图⑩b 中可以看出，电感  $L$  和电路中的分布电容  $C_0$  是并联连接的，若适当选择电感  $L$  的大小，使它和  $C_0$  产生谐振时的频率  $f$  恰好出现在高频特性下降的部分，那么视放末级高频增益的降低就会得到补偿，如图⑩c，一般电感  $L$  的数值可由下式决定：

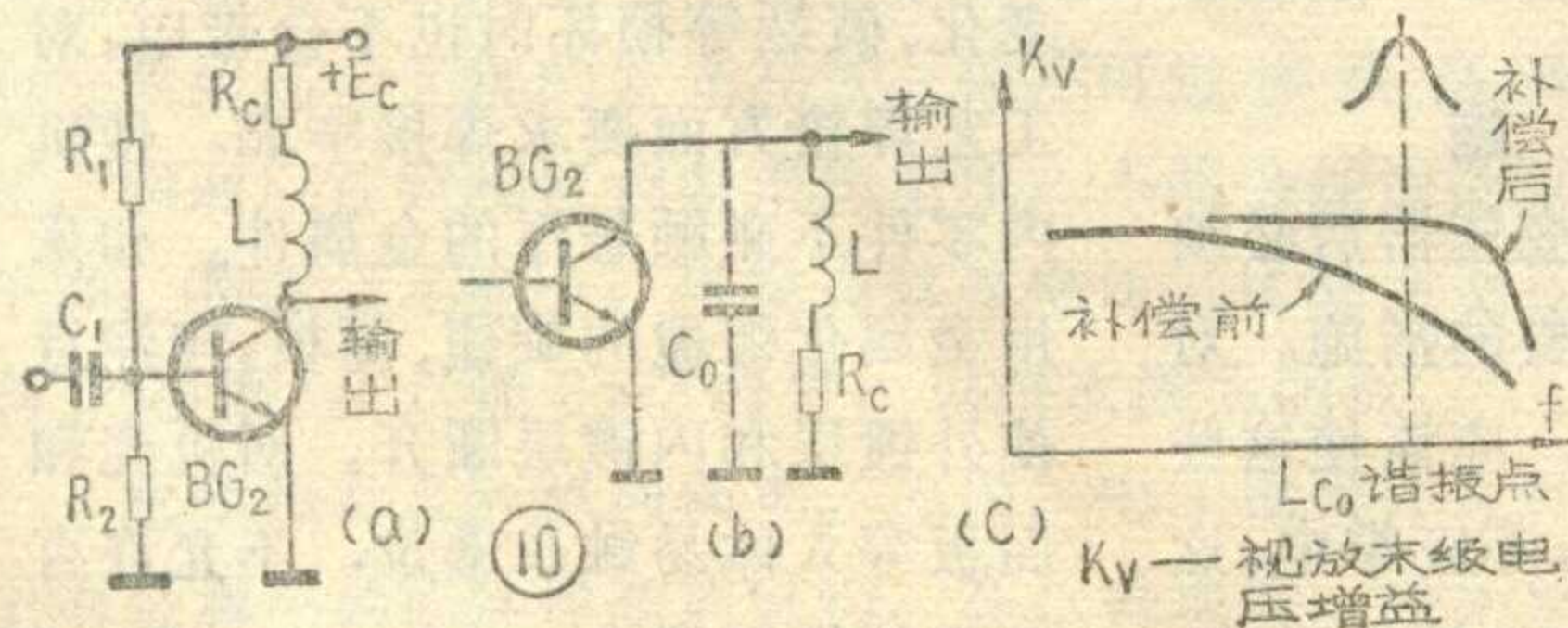
$L = 0.4 R_c^2 C_0$  (式中  $R_c$  为集电极负载电阻)

电容  $C_0$  除包括引线电容外，还包括显象管阴极输入电容  $C_1$  及视放末级晶体管输出电容等，总值约 15 微微法左右，若  $R_c$  选为 8 千欧，那么  $L$  值为：

$L = 0.4 \times 8^2 \times 10^6 \times 15 \times 10^{-12} = 384$  微亨  $\approx 400$  微亨。

这时，再根据公式

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_0}}$$



可算出谐振频率  $f$  约 2 兆赫左右。

单电感补偿电路，大约能将高频频带展宽到 1.7 倍左右，这种补偿方式无论在频带宽度和特性的均匀性等方面往往都不够理想，因此电视机中大多采用双电感复杂补偿电路。

图⑪a 为双电感复杂补偿电路，其中除电感  $L_2$  和负载电阻  $R_c$  串联起并联补偿的作用外，在晶体管  $BG_2$  的集电极和输出端之间，增加了电感线圈  $L_1$ 。由于接入了  $L_1$ ，就把视放末级输出端存在的分布电容分成了两部分，

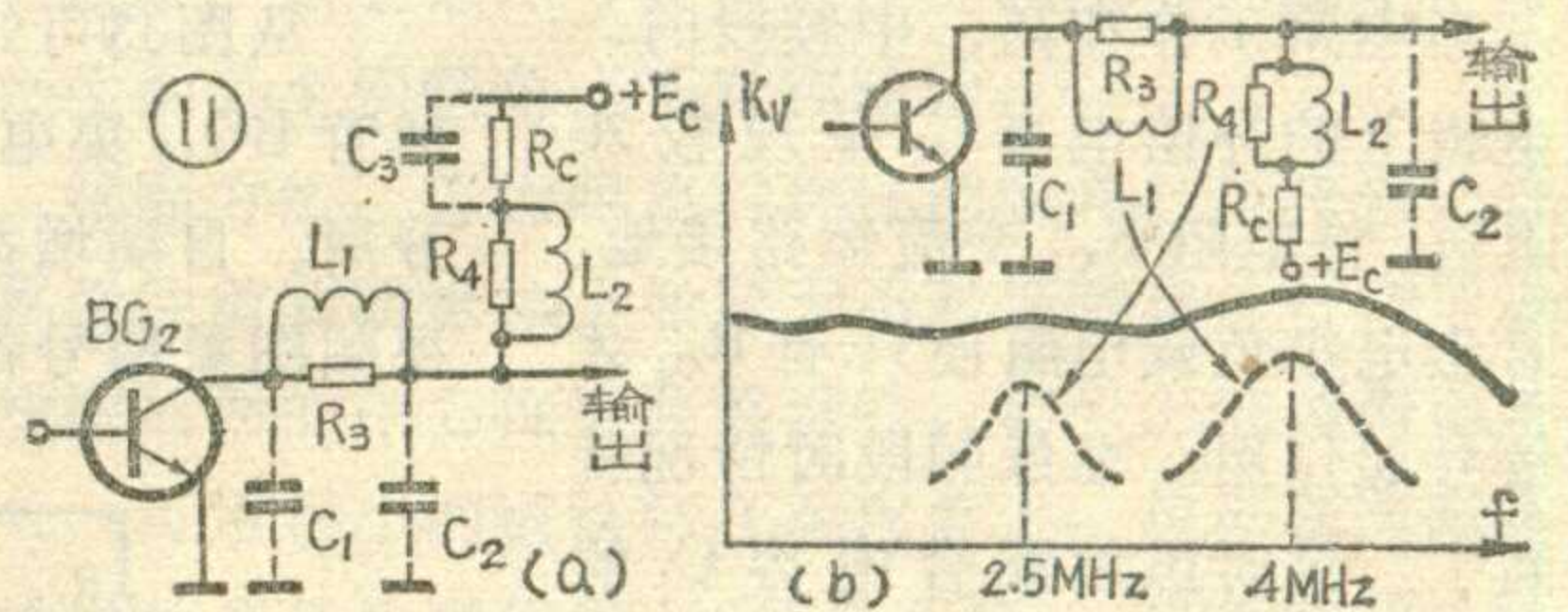
其中  $C_1$  包括晶体管的输出电容和引线分布电容； $C_2$  为显象管阴极输入电容和引线分布电容，并且  $L_1$ 、 $C_1$ 、 $C_2$  构

成串联谐振电路，如果  $L_1$  和  $L_2$  的数值合适，使串并联电路的谐振频率恰好出现在高频端的两个不同频率上，这时视放电路的频带就能得到进一步展宽，频率特性的均匀性也比简单补偿时要好些。在具体电路中常选择  $L_1$ 、 $C_1$ 、 $C_2$  的串联谐振频率处在频率特性的高端（如 4~4.5 兆赫处），由  $L_2$  和分布电容组成的并联谐振频率则处在较低的位置（如 2.5 兆赫左右）。图⑪b 是复杂补偿频率特性示意图。此外为了使得串、并联谐振电路的  $Q$  值不致过

高 ( $Q$  值过高频率特性会变得不平坦，带宽会变窄)，常在补偿电感  $L_1$  及  $L_2$  两端并入电阻  $R_3$  及  $R_4$  来进行阻尼，以控制电路的

$Q$  值。电阻  $R_3$ 、 $R_4$  的数值可在调试中选定。

考虑到视放高频补偿电路，除集电极电感补偿电路外，还采用了发射极电容补偿电路，因此对一部电视机来说，需要的高频补偿程度应由这两方面统一加以确定。若高频补偿过大，就会使高频特性提升过多，容易产生振铃效应，使图象出现镶边现象。反之，若补偿不足，高频段增益又会降低，频带变窄，使图象清晰度变坏。作为一个例子，在图⑦的电路中，当  $R_c$  选为



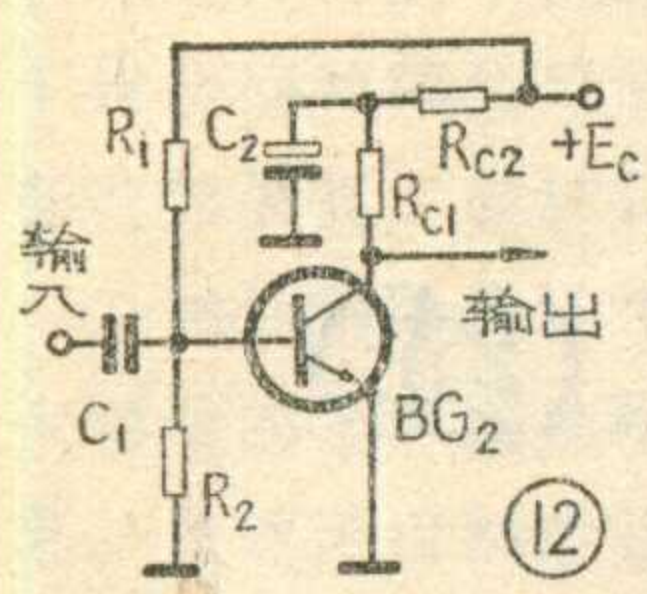
8.2 千欧，发射极高频补偿电容  $C_2$  为 2700 微微法，电阻  $R_3$  为 75 欧时，集电极高频补偿电路的电感  $L_1$  约 150 微亨；阻尼电阻  $R_4$  为 18 千欧。

电感  $L_2$  约 300 微亨；阻尼电阻  $R_3$  约 1.4 兆欧。这时高频补偿效果较好。

## (二) 低频补偿

当视放电路的低频特性不好时，就会在大面积的白色或黑色电视图象后面出现“拖尾”现象，低频特性愈坏，拖尾现象也愈明显。产生这个现象的原因是由于视放电路中的电抗元件，如耦合电容及发射极旁路电容等，在低频时呈现较大的阻抗使信号中低频分量的相位和幅度发生了变化造成的。

我们知道，在阻容耦合放大器中，如果  $RC$  时间常数对于信号低



频分量来说其数值不能取得足够大，那么通过耦合电路的信号便会

产生低频分量相位超前和幅度减小的低频失真；同样，若视放电路中晶体管发射极旁路电容的容量不够大，它对低频分量也会呈现较大的阻抗，因而使得发射极电阻的低频负反馈作用加大，结果信号低频分量的幅度也会减小，产生低频失真。

低频补偿的作用，就是用提高视放电路在低频时的增益来达到改善低频特性的目的。

图⑫为低频补偿简化线路。电路中的电阻  $R_{c2}$  及电容  $C_2$  就是为了补偿由于耦合电容  $C_1$  产生的低频失真而设置的。补偿的过程如下：当电路工作在高、中频段时，集电极上的补偿电容  $C_2$  呈现较小的阻抗，将电阻  $R_{c2}$  交流短路接地，这时集电极负载电阻便只有  $R_{c1}$  才对信号起作用。在低频段时情况就不同了。这时虽然耦合电容  $C_1$  的阻抗会随着频率降低而增大，并在耦合电容  $C_1$  上降去一部分信号电压，使得输入到晶体管  $BG_2$  基极的信号幅度减小，但同时集电极上低频补偿电容  $C_2$  的阻抗也变大，使得集电极负载电阻由  $R_c$  逐渐变为  $(R_{c1} + R_{c2})$ ，这就说明电路的低频增益提高了。如果电路低频增益提高的这一部分恰好补偿了耦合电容  $C_1$  在低频时造成增益下降的那一部分，视放电路的低频失真就基本消除了。

应该指出，在视放末级电路中，由于输出的图象信号是送到显象管阴极（或控制极），它的输入阻抗较高，因此视放末级集电极耦合电容可选择较小的数值（0.2~0.5微法），也不会产生严重的低频失真，这时补偿电路主要是补偿视放末级输入端耦合电容  $C_1$  带来的低频失真。

图⑬是一种实际电视机的视频

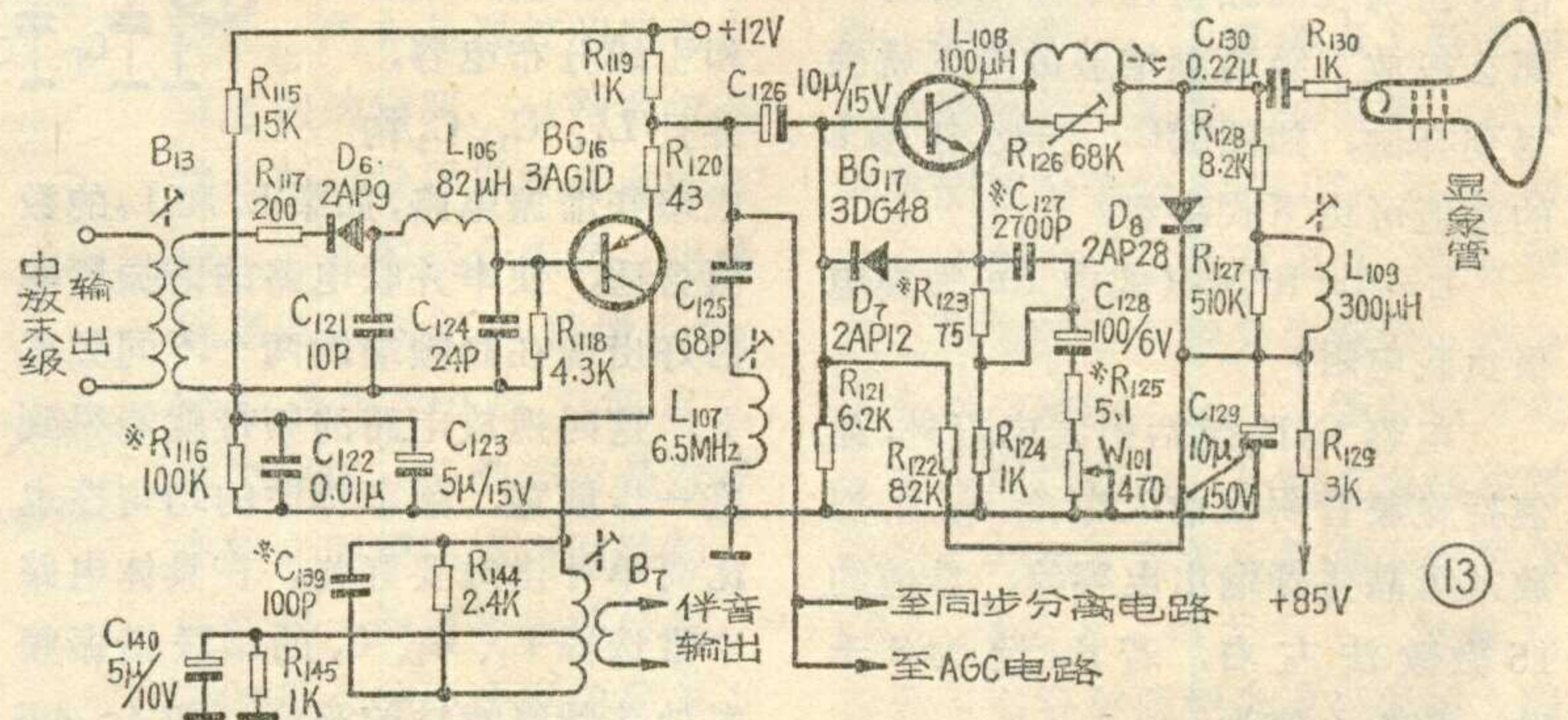
检波及放大电路原理图，由中放末级输出的图象信号经中频变压器  $B_{13}$  耦合到视频检波器的输入端。

由检波器输出的视频信号加到视放前级  $BG_{16}$  管的基极， $R_{115}$  及  $R_{116}$  为  $BG_{16}$  管的偏置电阻，对 0~6 兆赫的全电视信号来说  $BG_{16}$  管为射极输出器，输出的全电视信号经电容  $C_{126}$  耦合到视放末级， $BG_{16}$  管发射极接入了电容  $C_{125}$  及电感  $L_{107}$  组成的串谐振电路，谐振频率为 6.5 兆赫。由于串联谐振时电路呈现很低的阻抗，因此它就把全电视信号中混入的 6.5 兆赫伴音信号短路接地，从而减弱了伴音对图象的干扰；同时接入这个电路后，视放前级对伴音信号来说又是一个共发射极接地的电路，被放大的伴音信号由集电极伴音调谐回路  $B_7$  上取出。

从图⑬可知，除伴音信号由晶体管  $BG_{16}$  集电极输出外，供同步分离、自动增益控制用的信号以及视频图象信号都由发射极取出；晶

出再添加到显象管阴极去重显电视图象。 $BG_{17}$  管集电极上的电感  $L_{108}$ 、 $L_{109}$  及阻尼电阻组成双电感复杂补偿电路，它们在发射极高频补偿电容  $C_{127}$  及电阻  $R_{123}$  的共同作用下，使影象信号的高频特性得到改善；电阻  $R_{129}$  和电容  $C_{129}$  构成低频补偿电路，发射极上  $W_{101}$  是图象对比度调节电位器，一般安装在电视机面板上。

此外，在电路中还接入了起保护作用的二极管  $D_7$  和  $D_8$ ，电路正常工作时，二极管  $D_7$  和  $D_8$  都处在反向偏置状态，它们对电路不起作用；但当电路中出现瞬时脉冲高压时，只要  $BG_{17}$  管发射极电位超过基极电位时，二极管  $D_7$  便导通，这时  $BG_{17}$  管的基极——发射极之间的反向电压被限制在二极管  $D_7$  的正向压降上（约 0.3 伏左右），从而保护了  $BG_{17}$  管基极——发射极不被反向电压所击穿；同样，如果  $BG_{17}$  管集电极电路因瞬时高压作用，使集电极电位高于电源电压



体管  $BG_{17}$  为视放末级晶体管，它的静态工作电流  $I_c$  由电阻  $R_{121}$  与  $R_{122}$  的比值决定，经放大后的视频信号从集电极负载电阻  $R_{128}$  上取

时，二极管  $D_8$  也会立即导通，这就把  $BG_{17}$  管集电极电位限制在电源电压上并起到保护集电极不被反向高压击穿的作用。

（上接第 12 页）

### 安全措施

电视机省去电源变压器后必须注意安全，并采取必要的措施。对裸露机外的金属部件，应该使这些部位的电位悬浮起来，不应带电，这样在电视机长期使用下，旋钮脱落、

老化、破裂等损坏时也不会带电。对工艺焊接方面要求焊接牢靠，使机内零件不碰触悬浮的金属件。如采用金属化镀覆的旋钮、面板，应注意使外镀层和内镀层断开。对机壳和面板等人体易触及部位，不允许有机内的螺钉露出。



# 黑白显象管常见故障及其排除方法

邹家祥

**灯丝烧断。**当接通电视机电源的瞬间，显象管内，灯丝与灯丝引线衔接的焊点处，突然闪亮一下，经如此几次冲击后，灯丝烧断。原因：焊接不牢，接触电阻大。当开机时，灯丝处于冷的状态，电阻较小。在恒定灯丝电压的条件下，此时灯丝电流比额定值大数倍，焊点处所消耗的瞬时功率也比正常使用时大数倍，故焊点会突然闪亮一下。经多次这样的热冲击，灯丝很容易在焊点处烧断。

**排除方法：**可在灯丝回路中串接一个限流电阻，或是开机时先加半压，然后加全压供电等方法，可起到保护灯丝的作用。

**显象管使用一段时间后，亮度逐渐下降**（俗称荧光屏老化）。原因：由于管内真空度逐渐下降，致使阴极发射电子能力下降，电子束撞击荧光粉的力量也相应减弱；另一方面，使荧光粉层后面的金属铝层轻度氧化，也影响光线的反射；这些都会使荧光屏亮度下降。而使管子真空度的下降，很可能是高压帽与玻璃之间熔封不佳（虚焊）引起；或是玻壳与电子枪零件去气不彻底，在使用过程中不断释放出气体。真空度下降的简易检查方法，是观察玻璃外壳锥体与管颈交接处附近吸气剂镜面的颜色，正常时应是银白色发亮的镜面。真空度降低时，镜面发暗，发灰。另一种检查方法是观察管颈电子枪部位有无放电现象。当发现有蓝光，或发现有红光或紫光时，阴极将很快中毒，发射电流显著下降。但固定在金属或玻璃零件上的脏点、脏块，在加电压后，有时也会出现浅蓝色的光点或光斑。这不是真空度降低的标志，也不影响使用，应注意区别。方法是前者放电呈一条光柱，后者是局部光点、光斑，且紧贴在金属或玻璃壁上。荧光屏老化的另一种原因是阴极本身在制管过程中激活不充分引起。

**排除方法：**①可在高压帽与玻璃熔封的交界处涂上薄薄一层环氧树脂胶，可起到堵漏的作用；②为了弥补亮度不足，可略微提高灯丝电压，以增加阴极发射电子能力。但这是有一定限度的，当阴极温度过高，其寿命会很快下降，故应尽量控制使用；③提高荧光屏高压，以增加电子束撞击荧光屏的能量，这也有可能提高荧光屏的发光亮度。但不可过多提高高压，同时应注意相应调整聚焦电压，不然会使清晰度下降；④激活不充分，可提高灯丝电压（比额定电压高2~6伏），点燃2~3分钟，以再次激活阴极。

**电子枪打火和极间漏电。**原因：电子枪零件边缘上有金属毛刺或其他杂质脏物。在这些地方，电场较

集中，容易引起极间打火或漏电。

**排除方法：**将各电极（灯丝，阴极，调制极，加速极，聚焦极）串联成一个电极，给高压电极加上比额定高压高得多的电压（交直流均可，通常在0到40千伏之间）进行瞬时高压击穿，促使电极之间跳火，使那些金属毛刺和残余的杂质脏物被烧掉，但击穿时间不宜过长，否则会使电极放气，使真空度降低。

**极间短路。**原因：管内石墨层脱落，或吸气剂残渣掉落。这些导电小颗粒，在搬动管子的过程中，或是由于静电吸附等原因而进入电子枪部位。

**排除方法：**可用手指弹几下玻璃管颈，或是震动显象管，使导电小颗粒从电子枪部位弹出去。

**图象（光栅）出暗角。**原因：电子枪离荧光屏过远，或偏转线圈松动没有紧贴玻壳锥体，这时产生的是四角对称的暗角。电子枪装配不正，光点偏离屏幕中心过多；或是锥体与管颈封接处玻璃堆积过厚，此时产生的是个别暗角或不对称暗角。

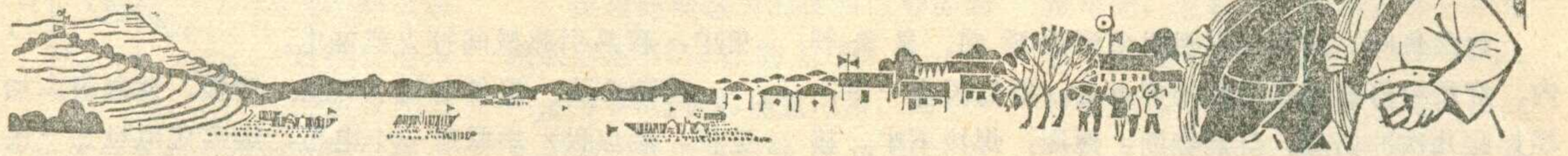
**排除方法：**若为四角对称性的暗角，可将偏转线圈尽量往前紧贴锥体。如属于不对称暗角，可调节偏转线圈后面的中心位置调整磁铁。如果上述两措施均无效，可用很小的磁铁粘在橡皮膏上，再贴在有暗角的玻璃外壳某适当位置上（可用几块），可将暗角去除或减小。但这种方法会使行扫描线产生扭曲，要使用得当。

**图象抖动。**原因：管内高压帽与导电石墨条之间接触不良；或屏与锥体熔封时，玻璃没烧透，屏、锥体封接线有一凹圈，使导电铝层在封接处中断，引起高压间隙放电，使图象闪动不停。这种情况产生的抖动无法克服。另一种是因高压阳极帽与高压插头之间打火引起图象闪动不稳，原因是高压帽周围潮湿或生锈。

**排除方法：**可用干布将高压帽及周围玻璃处以及高压插头仔细擦干。生锈处，可用细砂纸将锈斑轻轻擦去，再用酒精擦洗干净，最后再用干布擦净。

**玻璃锥体上的石墨外导电层“反白”及摩擦脱落。**原因：石墨层是用胶体石墨涂刷或喷涂上的。它与空气中的二氧化碳化合生成白色的碳酸钾。石墨涂层表面往往析出这种白色结晶，俗称“反白”。在环境温度较大的情况下，容易出现“反白”。“反白”处的石墨层易脱落。若脱落的面积不超过总面积的 $\frac{1}{3}$ ，影响不大。如脱落面积过大，可用汽油或酒精将脱落处擦净，再用毛笔刷一层胶体石墨。

# 农村有线广播



## 磁带录音机中的超音频偏磁

山东人民广播电台 刘昌科

为了减小录音信号的非线性失真，提高录音质量，在磁带录音机中普遍采用了超音频偏磁法。然而，超音频偏磁法为什么能减小录音信号的非线性失真，超音频偏磁工作的物理过程是什么，在实际工作中怎样调整偏磁的大小等等，是使用录音机的同志比较关心的一些问题。为了和同志们共同讨论，下面谈谈我的一些看法。

### 从磁性材料的特性谈起

磁性材料在磁带录音机中占有很重要的位置。磁性材料基本有两种：硬磁性材料和软磁性材料。硬磁性材料在外加磁场的的作用下不易被磁化，但一旦被磁化，即使将外加磁场去掉，它仍会留有一定剩磁。录音磁带上的磁粉，就属于这类材料；软磁性材料容易被磁化，但磁场一消失，立即就失去磁性，例如，录音机磁头的铁心等。

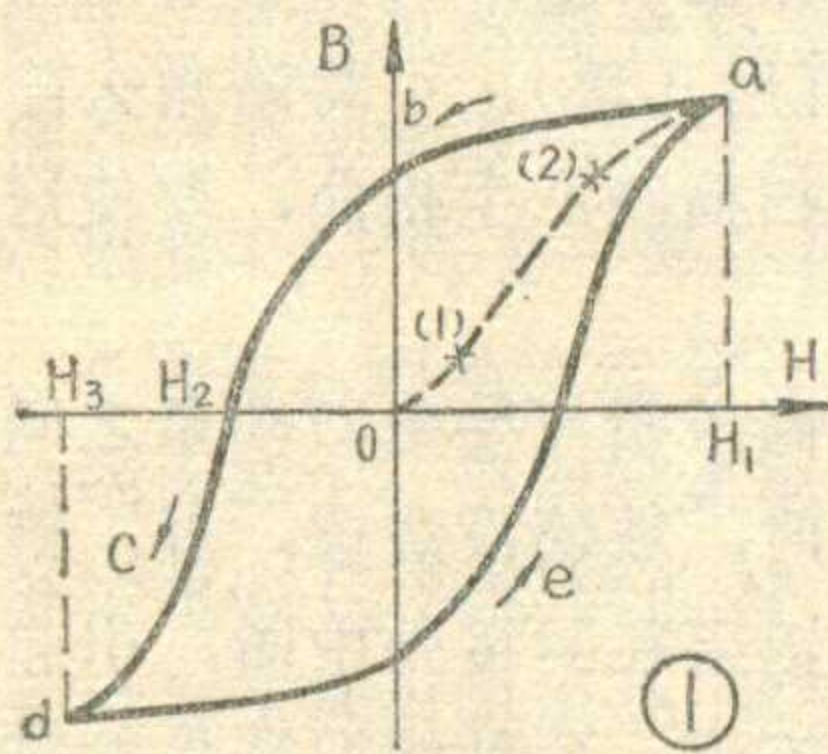
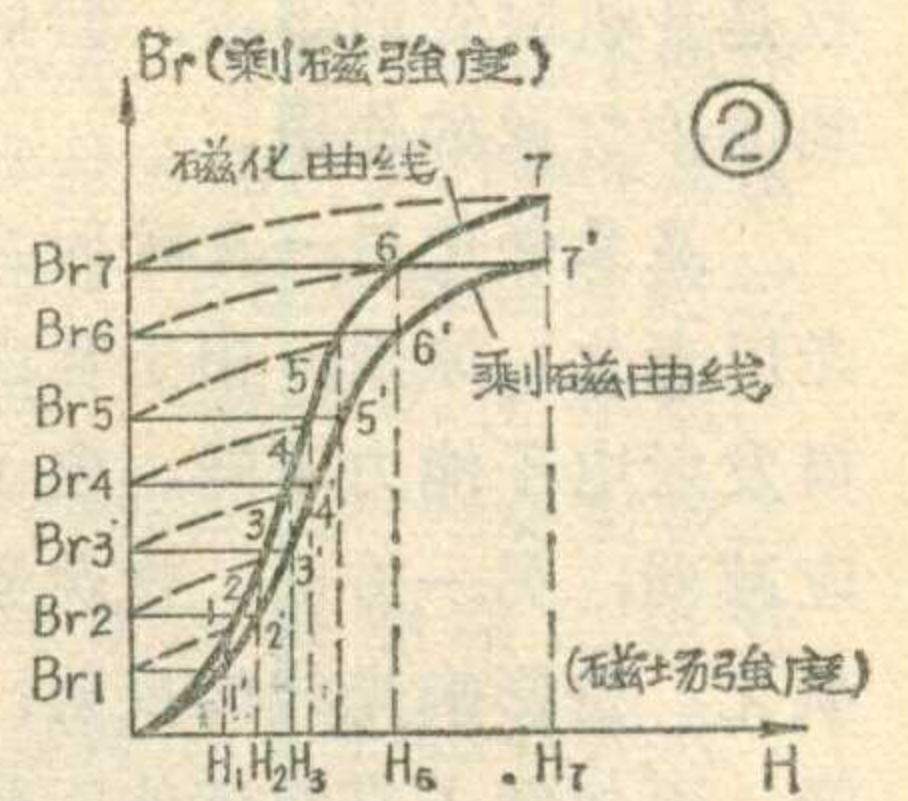


图1为一磁滞曲线，它描述了一般硬磁材料的性质。由图1可见，当外加磁场强度H从零开始逐渐增加时，铁磁材料中的磁感应强度B开始增加很缓慢；但过①点后，B与H的变化基本成线性关系，且增加很快；到了②点以后又增加缓慢；到了 $H=H_1$ 的时候，B甚至不再随H的增加而增加，达到饱和；当H从 $H_1$ 减小到零时，B并不跟着回到零，而是仍留有一定的剩磁；如果要使这个剩磁降到零，则必须加一定的反向磁场，例如图1中要加到 $H_2$ 才行；若磁场强度再从 $H_2$ 增至 $H_3$ ，又从 $H_3$ 减小到零再增加到 $H_1$ ，BH曲线就是cdea的轨迹。若H再度减少到零，那么BH曲线又和原来一样是ab段。

很多铁磁物质都具有剩磁现象，且剩磁大小和磁场强度H有关，它可以用剩磁曲线来描述。剩磁曲

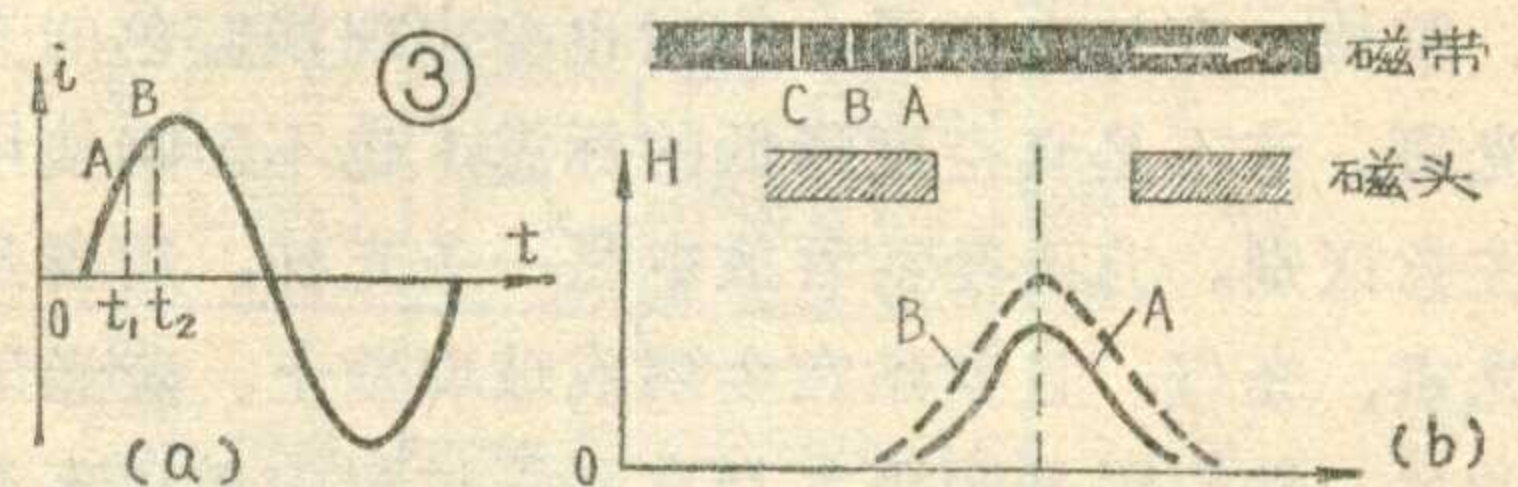
线(即 $B_r-H$ 曲线)可以利用正常的磁化曲线(B-H曲线)来绘制。例如，在图2中，当磁场强度为 $H_1$ 时，在B-H曲线上为1点，当磁场强度H消失后剩磁为 $B_{r1}$ ，然后在 $B_{r1}$ 点引水平线与自 $H_1$ 向上画的垂线交于1'点。如此依次可得1'、2'、3'、4'、5'、6'及7'各点，将这些点连起来就成为剩磁曲线了。剩磁曲线在解释磁带录音的工作过程时很有用。



线(即 $B_r-H$ 曲线)可以利用正常的磁化曲线(B-H曲线)来绘制。例如，在图2中，当磁场强度为 $H_1$ 时，在B-H曲线上为1点，当磁场强度H消失后剩磁为 $B_{r1}$ ，然后在 $B_{r1}$ 点引水平线与自 $H_1$ 向上画的垂线交于1'点。如此依次可得1'、2'、3'、4'、5'、6'及7'各点，将这些点连起来就成为剩磁曲线了。剩磁曲线在解释磁带录音的工作过程时很有用。

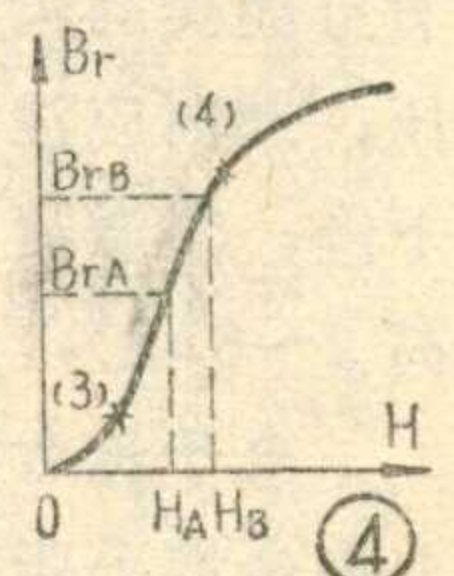
### 音频信号是怎样“记录”在磁带上的？

假设有一个按正弦规律变化的音频电流流过录音头的线圈，在磁头的缝隙间，就能获得一个按音频信号的规律而变化的磁场。但当磁带等速通过录音头缝



隙时，因为磁头缝隙很小，磁带运行速度又较快，我们把磁带视为由许许多多多个小微段组成，对于每一个小微段来说，它通过磁头缝隙的时间 $\Delta t$ 很短，远远小于流过磁头的音频信号的周期，这样每一个小微段，在通过磁头缝隙的极短的 $\Delta t$ 时间内，可以认为录音头线圈中的信号电流是不变的。

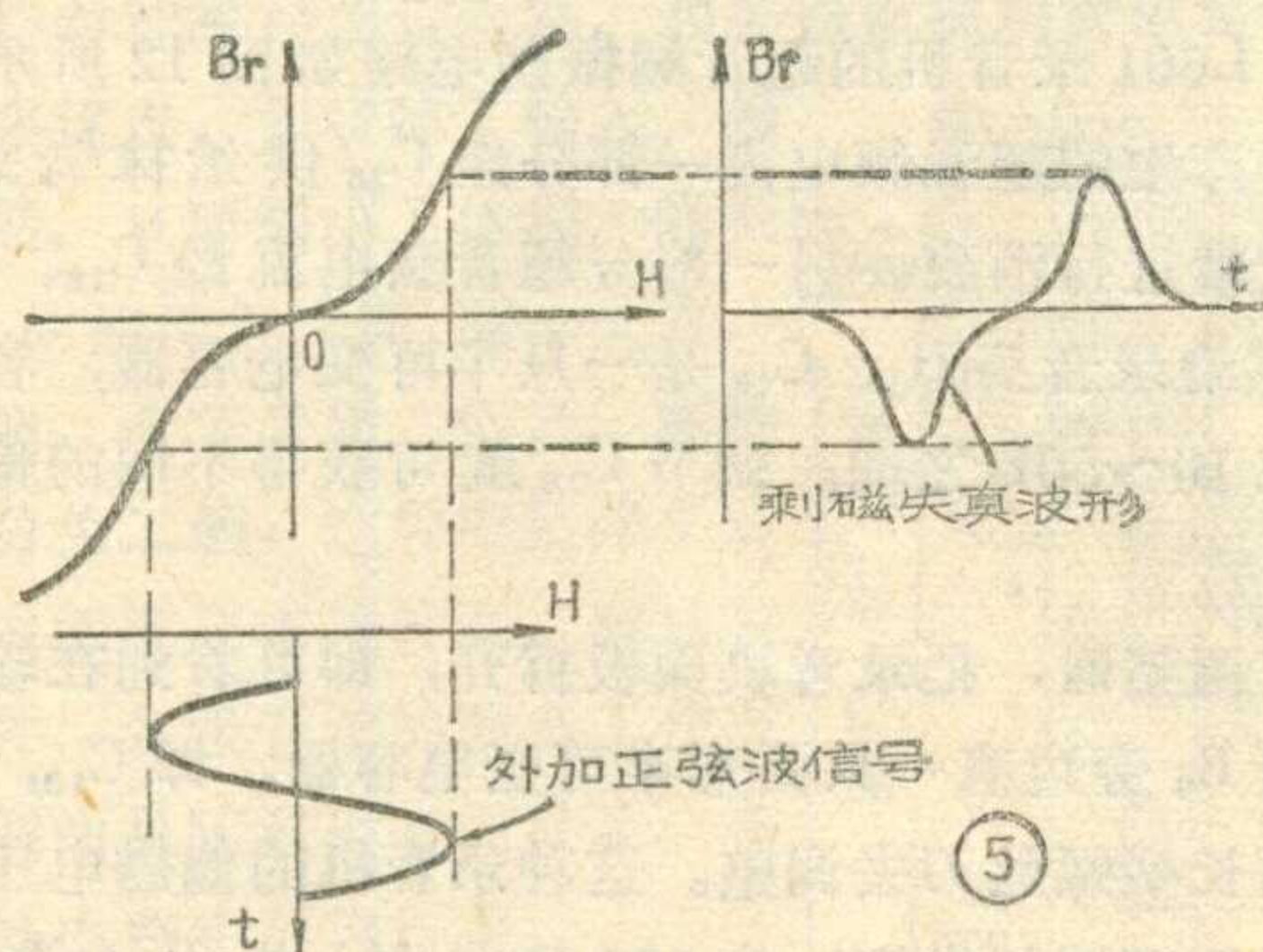
根据上面的分析，我们设磁带的AB微段在 $t=t_1$ 时进入录音磁场，此时录音头线圈中的正弦信号电流的大小如图3a中的A，磁缝间的磁场分布见图3b中的A曲线。当磁带的AB微段等速通过这个磁场时，根据图4那样的剩磁曲线，就在其上面留下剩磁 $B_{rA}$ 。若磁带的



BC 微段在  $t=t_2$  时刻进入录音磁场, 此时录音头线圈中的电流大小如图 3a 中 B 所表示的数值, 磁缝间的磁场分布就是图 3b 中的 B 曲线, 则磁带 BC 微段离开录音磁场后在其上面就会留下剩磁  $B_r$  (见图 4)。这样, 由于磁缝间的磁场按照信号电流的变化规律而变化, 磁带通过录音磁场时, 就能将音频信号相应地记录下来。

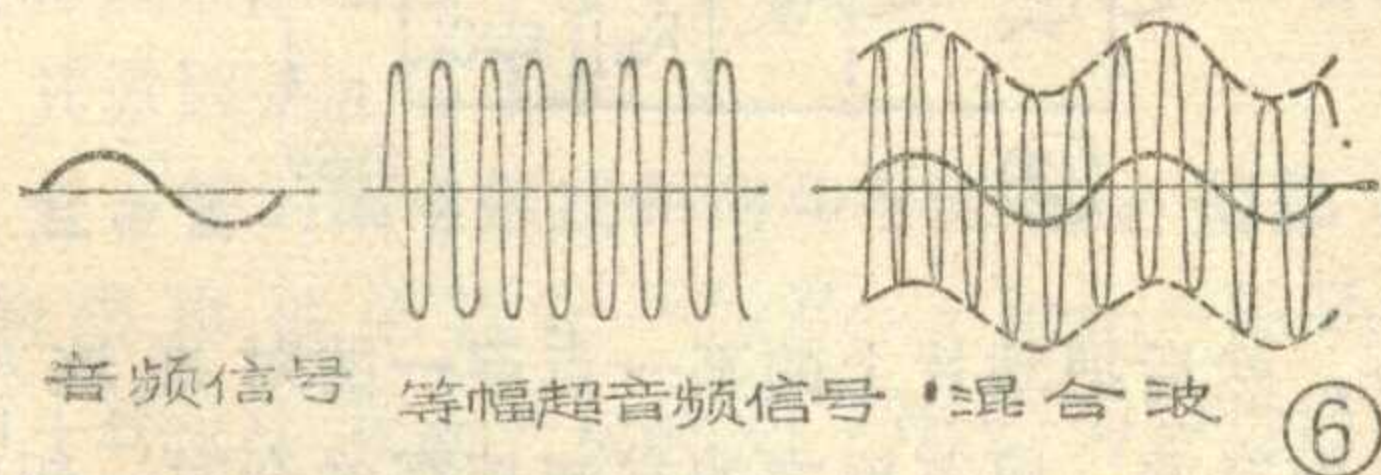
### 为什么要加超音频偏磁?

因为剩磁  $B_r$  和外加磁场强度  $H$  之间并不都是成



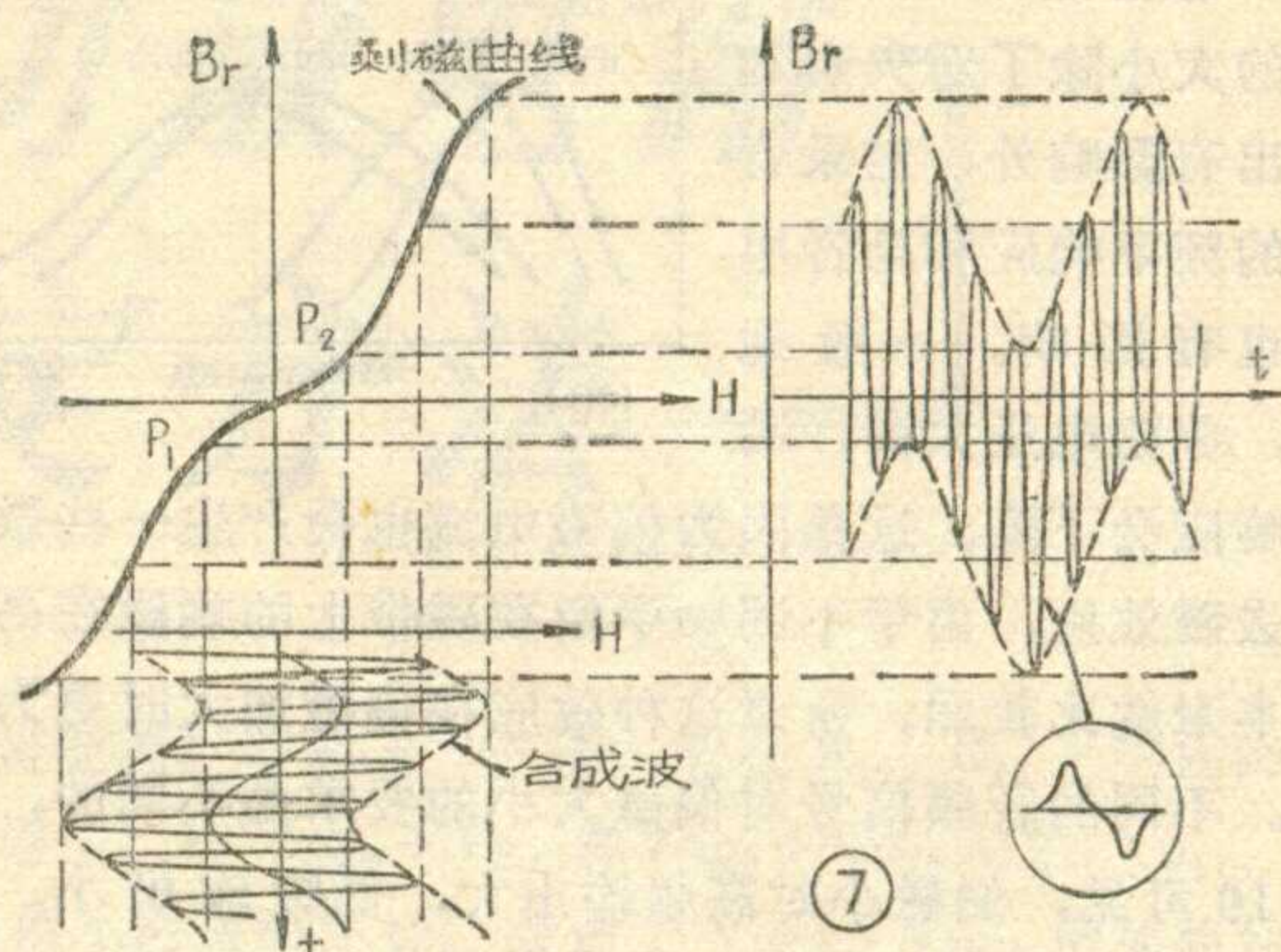
线性关系。如图 4 所示, 当  $H$  从零开始逐渐增大时,  $B_r$  开始增加很慢, 但到了③点以后,  $B_r$  开始增加较快, 且  $B_r$  与  $H$  成线性关系。到了④点以后,  $B_r$  又增加很慢, 甚至不再随  $H$  的增加而增加。这样, 如果音频信号工作于剩磁曲线的起始区的非线性段或饱和区的非线性段, 那么磁带上的录音信号势必产生严重的非线性失真 (如图 5 所示)。

怎样避免这种非线性失真呢? 显然, 如果音频信号不工作在剩磁曲线的起始段和饱和段就好了。在分



析电子管放大特性时我们知道, 电子管的屏流和栅极电压的动态特性也不完全是直线性, 为了使信号工作在线性放大区, 不产生非线性失真, 通常在栅极上除加有信号电压外, 还要加一个合适的负偏压。在磁带录音机中也相仿, 在磁头上加音频电压的同时, 还另加上一个超音频振荡电压, 借以改变音频信号在剩磁曲线上的工作点, 使其工作在直线部分, 这种办法就是目前磁带录音机广泛采用的超音频偏磁法。

图 6 画出了音频信号、超音频信号以及它们混合以后的波形。图 7 是混合波在剩磁曲线上的工作情况, 音频信号的变化始终迭加在超音频电压之上, 即超音频信号幅度的包迹, 按音频信号幅度的变化而变



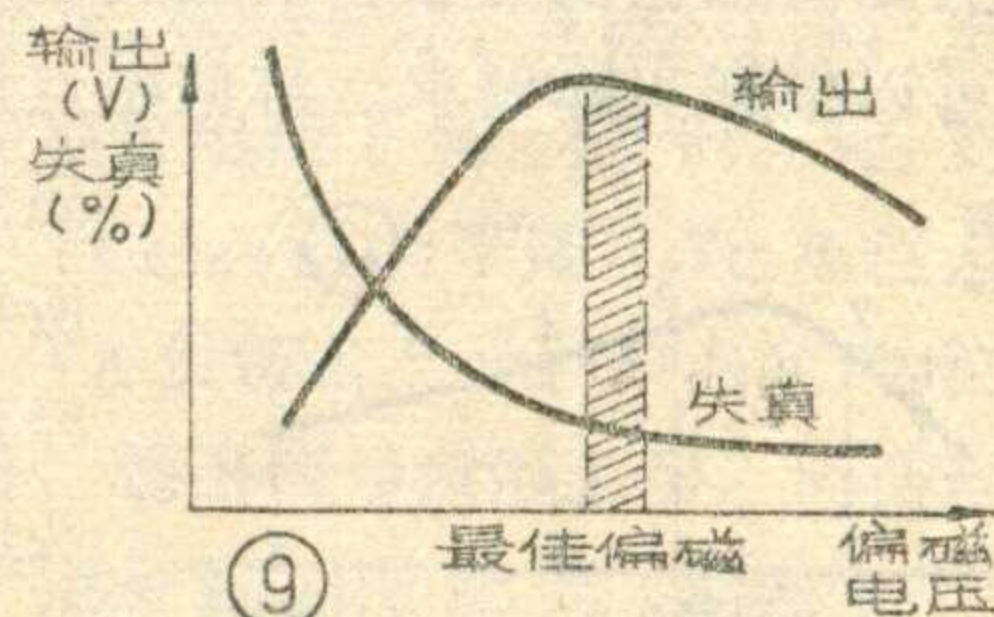
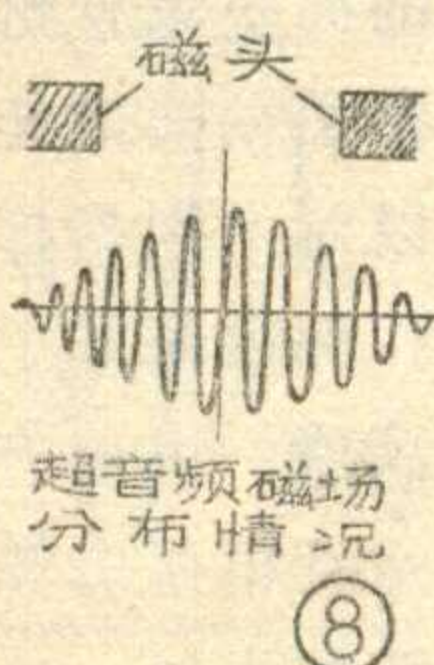
化。这样一来, 虽然超音频信号的波形会产生畸变 (如图 7 中的放大图), 但它的包迹却避开了剩磁曲线的起始弯曲部分 (图 7 中的  $P_1 \sim P_2$  段), 使音频信号的变化始终在直线部分, 就大大减小了非线性失真。

超音频偏磁电压产生的磁场, 作用在磁带上的物理过程和音频信号不一样, 因此, 也不能再用剩磁曲线来解释, 这是因为超音频信号的频率比音频高很多, 它对磁带每个微段通过磁缝时而言, 已不能再近似为恒定磁场, 而是一个交变磁场, 这个交变磁场在磁头缝隙间的分布如图 8 所示。当磁带通过磁缝时, 超音频交变磁场强度是逐渐增强, 然后降到零, 等于将超音频剩磁自动退磁。

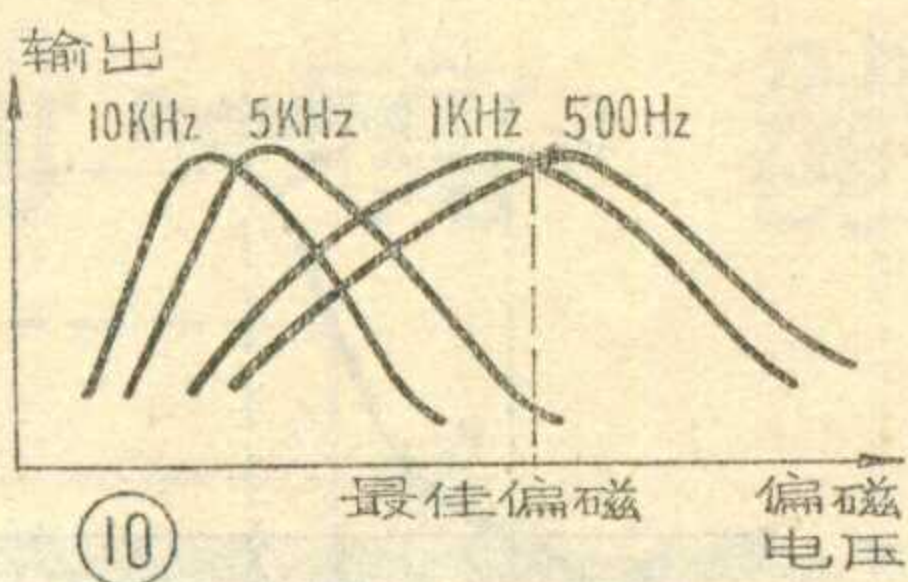
关于超音频偏磁在理论方面的解释有许多种, 尚未取得完全统一, 本文所叙述的只是一种较简单的解释方法, 供参考。

### 怎样调整偏磁电压?

偏磁电压选择多大, 要根据很多因素来决定。从减小非线性失真方面来考虑, 为了使信号工作在剩磁曲线的直线段, 偏磁电压太大或太小都不行, 太小了会使信号工作区落入曲线的起始部分的非线性段, 太大了又会工作在饱和区的非线性段; 从增大输出电压的要求上, 也是希望信号工作在剩磁曲线的直线性段, 因为直线段的斜率大, 能获得较大的输出。图 9 中画出了失真度与偏磁电压的关系曲线以及输出电压与偏磁电压的关系曲线, 实际工作中, 常常是根据这些要求来确定偏磁电压。



还应指出，偏磁电压的大小除了对失真和输出有影响外，对录音机的频率响应和杂音电平也有影响。一般地说，偏磁电压太高，高频响应会下降，这是因为偏磁电流也会产生一些微弱的去磁效应，由于不同频率留在磁带上的剩磁在高频段本来就比较弱，所以这种效应在偏磁加大时更为明显。不同的音频信号对偏磁大小的要求是不同的，由图 10 可见，偏磁小时高频输出大，低频输出小，表现在录音效果上是高音刺耳，中低音域不丰满；偏磁太大时，因有自消磁效应的缘故，高音部分一边录一边又被大的偏磁抹去，因此高频段受到很大削弱，重放音时声音粗闷，很不清晰。

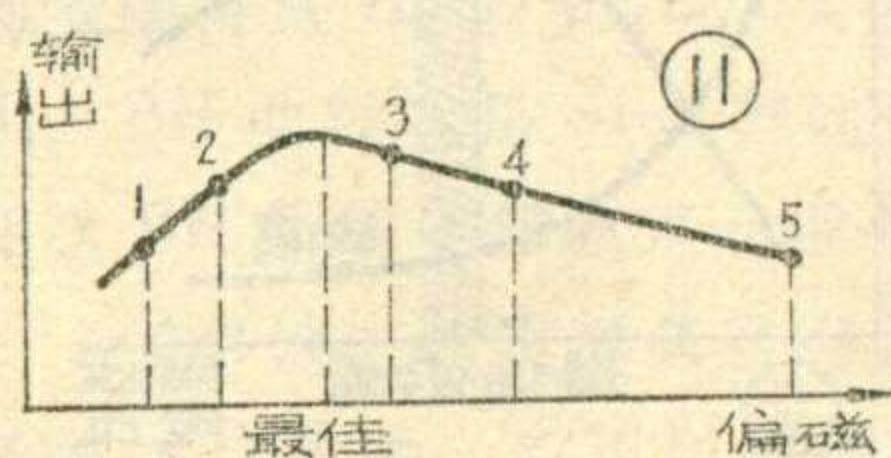


偏磁电压对杂音的影响，一般说来是偏磁加大，杂音减小；偏磁减小，杂音增大。在一些特定条件下，如果要照顾一下高频段，可适当减小偏磁，但这时杂音会增加一些。

偏磁选取多大，还和录音机所使用的磁带型号有关。

一般出厂的录音机，偏磁电压都已调到较好的状态，且一般都指明用什么型号的磁带。但是由于录音机经常使用，易受震动，使得机内用来调整偏磁电压的半可变电容器容量发生变化，导致超音频偏磁电压也发生变化，所以在实际工作中又常遇到调整偏磁电压的问题。

目前我国生产的磁带录音机都趋向“三头制”，即录、放、抹三个音头是各自独立的。这种机器调整偏磁电压比较方便。在录音机的放大器各项指标都合乎要求的情况下，可用常用的磁带来调整偏磁。先把录音机录音放大器都留下 6 分贝左右的富余量，即把电位器开到比正中位置稍大一点即可。然后，用音频信号振荡器在录音放大器输入端送 500 赫或 800 赫的信号，大小比额定值稍小一点，在放音放大器输出端用真空管电压表测量输出电压。当录音机处于录音状态时，逐渐加大偏磁电压，可以看到输出电压也逐渐增大。当偏磁电压大到某一点后，输出电压开始下降。继续增大偏磁电压，使输出电压下降 1 分贝，此时的偏磁电压即是最佳值。如果还要照顾到杂音和频响，尤其是对某些没有频率响应调整旋钮的简单录音机，还可以根据实际要求，将偏磁点调到稍稍偏离最佳偏磁点，以对个别指标有所补益。偏磁调好了，经试录满意，可用有探头的真空管电压表测量录音头两端电压，这个



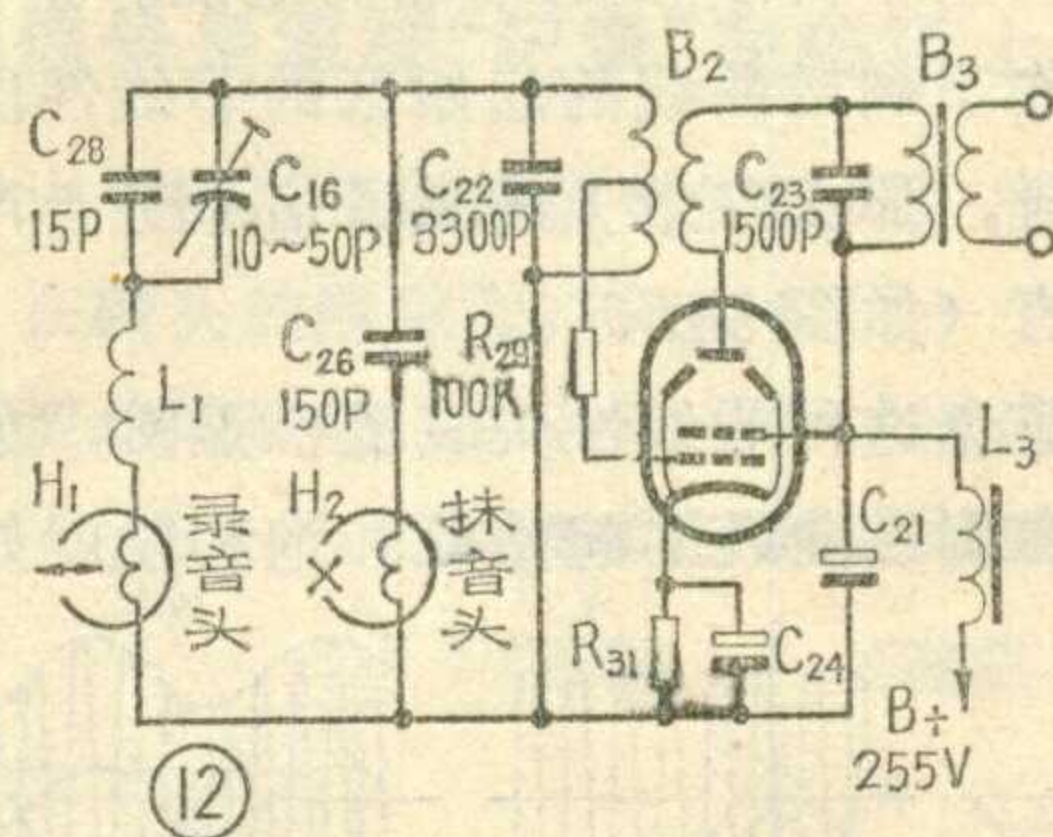
电压即是比较满意的偏磁电压。

对于录放共用一个磁头的机器调整偏磁比较麻烦，例如 L601 型录音机，它必须用不同的偏磁，在同一条磁带上分别录制一小段音频信号，然后在放音时测出输出电压，并绘出曲线。绘制的偏磁和输出电压之间的曲线一定要覆盖住最大输出的范围，如图 11。从曲线中可以选出最佳偏磁，然后再把录音机的偏磁电压调到这个数值上来。如果录音机较正常，而且已经知道它的偏磁范围，则只要在这个范围附近试改变数次偏磁就能找到最佳点。但对于不知特性的磁头和录音机，就要仔细寻找最佳偏磁范围。

L601 录音机的超音频振荡电路如图 12 所示，振荡器产生的超音频电流一部分经  $C_{28}$  供给抹音头  $H_2$ ，对磁带进行消磁。另一部分超音频电流经  $C_{16}$ 、 $C_{23}$ 、 $L_1$  供给录音头  $H_1$ ， $C_{16}$  是一只半可变电容器，容量大约在 10~50P 之间。调节  $C_{16}$  就可获得不同的偏磁电压。

调整时，把录音机面板拆开，即可看到在输出变压器  $B_3$  旁边有一只圆形半可变电容器，即  $C_{16}$ ，可用一只长柄螺丝刀去调整。这种录音机的偏磁电压（即录音头两端的电压）为 120 伏左右，使用上海牌磁带。如果是语言录音，可以放宽对磁带的要求。

调整时不一定要用电子管交流电压表测量偏磁大小，最简单的办法是在偏磁微调电容器上用笔划出若



干等分，然后把动片上的某一点逐一的对准这些刻度，分别录音。用万用表的交流档在录音时，粗略地测量一下本次试录的大致偏磁电平。在放音时用万用表交流电压档测量喇叭两端的输出电压，选出最佳值，把微调电容旋到此位置（或调到万用表交流电压档该次录音时的偏磁电平）即可。

超音频振荡频率取多大为好？一般说来取高一些好，这样可以消除录音时产生的差拍声干扰，但频率太高了录音头会发热，所以一般选择在最高录音信号频率的 5~8 倍即可。另一方面，振荡频率对所需偏磁电压的大小有很大影响，对同一磁头来说，频率越高，则所需偏磁电压越大。这是因为磁头是个电感性元件，其阻抗随频率而变化，当频率提高或降低时，要想得到最佳偏磁电流，则必须改变偏磁电压。

# 互补对称功放电路 工作点的稳定方法

郁志发

## 一、问题的提出

互补对称推挽功放电路，和普通推挽功放电路相比有很多优点，如省掉了输入、输出变压器，从而缩小了体积，降低成本，又能加深负反馈，减小失真，加宽频响，改善音质。但是，事物都是一分为二的。这种电路除了对管子和电源的要求比较高，调试较为复杂外，各级管子的静态工作点互相牵制而且随温度变化显著，在复合互补电路中更为严重。

图1是典型的复合互补对称推挽功放电路。BG<sub>1</sub>是前置放大级。BG<sub>2</sub>是激励级。BG<sub>3</sub>~BG<sub>6</sub>是复合互补功放级。这个电路最大输出功率1瓦；不失真功率800毫瓦（失真2%），消耗电流120毫安，频率响应100~7000赫。调试时调节R<sub>9</sub>使A点电位为-4.5伏，调节R<sub>13</sub>使静态电流在10~15毫安。复合管的直流电流放大倍数H<sub>FE</sub>>20。将这个电路接到收音机的检波输出端即可放音。但在几小时工作之后或在高温+40°C的试验中，末级功放管的静态电流将成倍地增加，使电源损耗加大，甚至会烧毁管子。其原因是：

1. 复合管的集电极反向饱和电流I<sub>CBO</sub>的影响：  
管子的集电极电流 $I_C = I_B H_{FE} + I_{CEO} = I_B H_{FE} + I_{CBO}(1 + H_{FE})$ ， $I_{CEO} = I_{CBO}(1 + H_{FE})$ 为穿透电流，I<sub>CBO</sub>是随温度上升而上升的，所以I<sub>C</sub>的大小决定于温度上升的程度。如一般锗管的I<sub>CBO</sub>每上升9°~10°C增加一倍，假定在20°C时I<sub>CBO</sub>为2微安，温度升高至40°C时，I<sub>CBO</sub>≈10微安，设H<sub>FE</sub>=50，则I<sub>CEO</sub>将因I<sub>CBO</sub>的增加而从0.1毫安增加至0.5毫安，如20°C时定工作点I<sub>C</sub>为1毫安，在40°C时I<sub>C</sub>则是1.4毫安了。由此可见，一般锗管40°C时的集电极穿透电流I<sub>CEO</sub>将比20°C时的大4~5倍。末级功放管BG<sub>5</sub>、BG<sub>6</sub>在满功率时的结温可能大于环境温度(40°C)，这时它的穿透电流将更增大。同理，BG<sub>3</sub>、BG<sub>4</sub>的穿透电

流亦将随温度增加4~5倍，它在R<sub>14</sub>、R<sub>16</sub>上的压降亦将增加，即V<sub>BE5</sub>+V<sub>R17</sub>和V<sub>BE6</sub>+V<sub>R18</sub>增加，V<sub>R17</sub>、V<sub>R18</sub>很小可忽略不计，故由于V<sub>BE5</sub>、V<sub>BE6</sub>增加将使BG<sub>5</sub>、BG<sub>6</sub>的静态电流增加。

2. 激励级BG<sub>2</sub>的电流变化的影响：在高温时，由于穿透电流变大而使I<sub>C2</sub>变大，从而在R<sub>13</sub>、(R<sub>8</sub>+R<sub>12</sub>)上的压降增大。由图1可知：

$$V_{BC} = V_{R13} = |V_{BE3}| + |V_{BE4}| + |V_{R14}| + |V_{R15}| \dots (1)$$

$$V_A = V_C + |V_{BE3}| + |V_{R14}| \dots (2)$$

$$V_C = -E_C + |V_{(R8+R12)}| \dots (3)$$

式中：V<sub>A</sub>、V<sub>C</sub>为对地电压。由(1)式可知，当V<sub>R13</sub>增大时，|V<sub>BE3</sub>|、|V<sub>BE4</sub>|、|V<sub>R14</sub>|、|V<sub>R15</sub>|都将增大，因而I<sub>C3</sub>、I<sub>C4</sub>增大；V<sub>R14</sub>、V<sub>R16</sub>增大，I<sub>C5</sub>、I<sub>C6</sub>也增大。由(3)式可知，V<sub>(R8+R12)</sub>增大时，将使V<sub>C</sub>的负值下降，但此时V<sub>R13</sub>也上升而使V<sub>C</sub>的负值上升，由于(R<sub>8</sub>+R<sub>12</sub>)≫R<sub>13</sub>，故V<sub>C</sub>负值下降之值远远大于V<sub>C</sub>上升之值，V<sub>C</sub>的负值总的说还是下降的。由(2)式可知，V<sub>A</sub>的负值也下降，即中点电位负值下降。这就使波形下切，造成严重失真。例如，原调整好V<sub>A</sub>=-4.5伏，V<sub>C</sub>=-4.8伏，输出信号波形上下对称，见图2a；当I<sub>C2</sub>上升0.25毫安时，|V<sub>(R8+R12)</sub>|上升之值为(220+3900)×0.25×10<sup>-3</sup>≈1伏，若忽略V<sub>R13</sub>、V<sub>BE3</sub>、V<sub>R14</sub>的电压变化，则V<sub>C</sub>变为-3.8伏，V<sub>A</sub>变为-3.5伏，波形下切，不失真功率减小，见图2b。

在冬天或者-10°C的试验中，末级功放管的静态电流显著变小，容易造成波形的交越失真（由于进入输出管特性曲线的下端弯曲区内），此时I<sub>C2</sub>也会变小，V<sub>R13</sub>下降，更促使整机电流下降。同时，I<sub>C2</sub>变小，|V<sub>(R8+R12)</sub>|下降，V<sub>C</sub>负值上升，V<sub>A</sub>负值也上升，中点负电位上升，输出信号波形上切，同样造成严重失真。图2c是假定I<sub>C2</sub>下降0.25毫安时波形上切的图形。

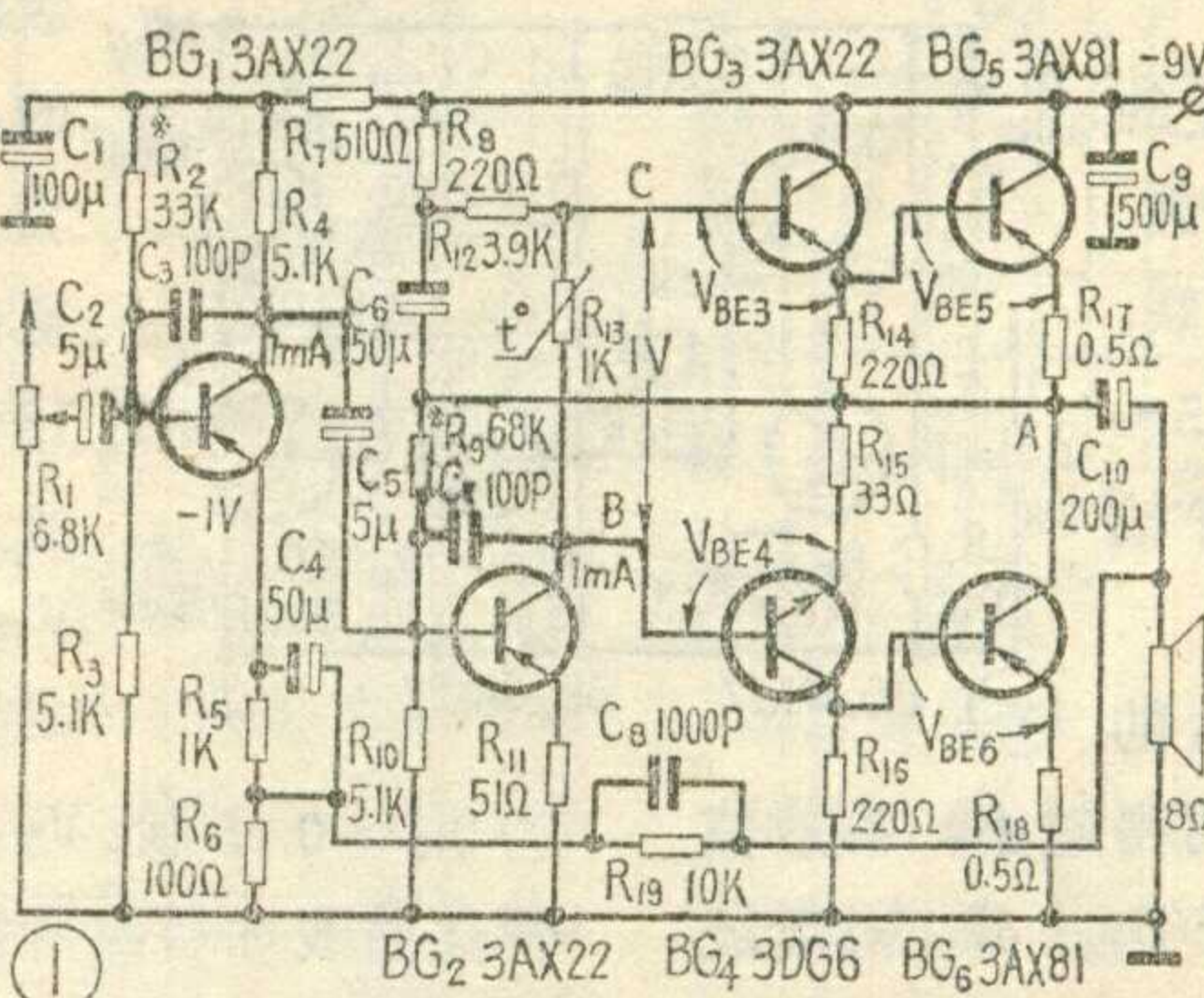


图1 典型的复合互补对称推挽功放电路

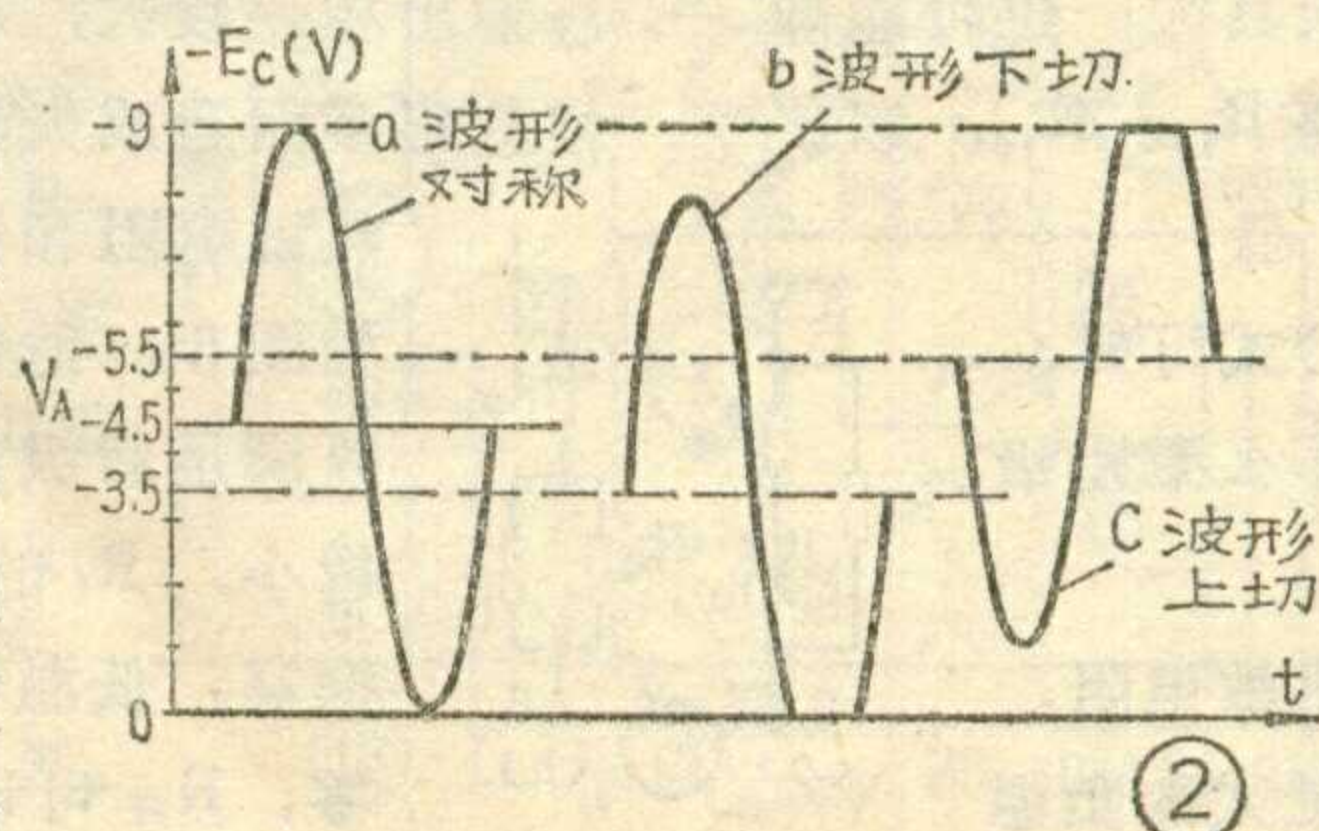


图2 输出波形失真示意图

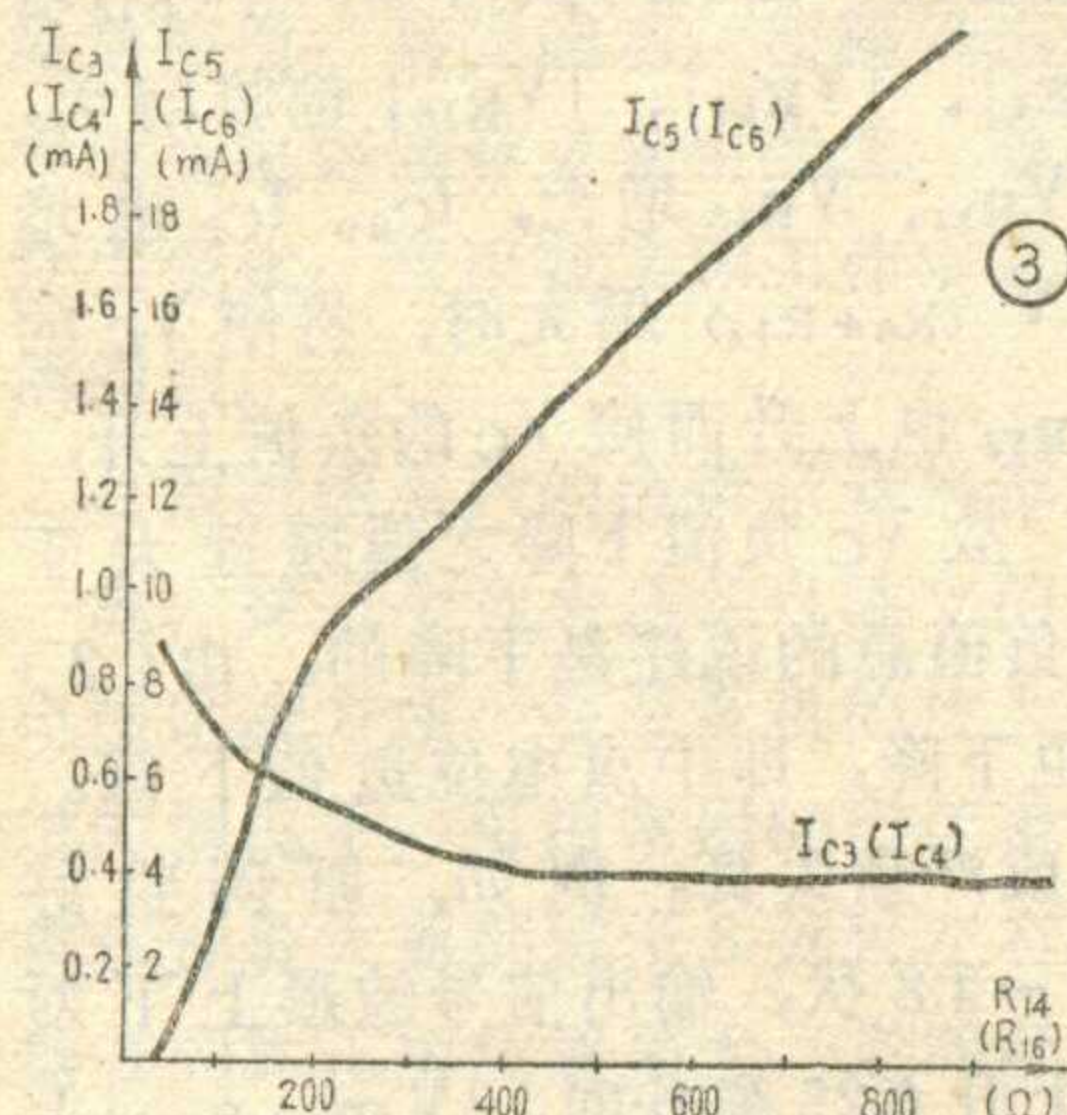
综上所述，互补对称推挽电路的工作点是随温度变化而变化的。这种变化可能导致管子损坏，或者使输出电压波形交越失真严重，或者上下不对称。在收、扩音机中采用这种电路，不失真功率随温度变化而下降，声音难听。在半导体电视机的帧输出中采用这种电路，可能使锯齿脉冲逆程输出波形切头，从而使影像下端被压缩卷边。因此，必须在这种电路中采取一定的稳定工作点的措施，才能满足要求。

## 二、末级功放管工作点稳定方法

我们以图1电路为例来说明。其中采取了三项稳定工作点的措施：

1. **发射极电阻法**：在  $BG_5$ 、 $BG_6$  的发射极设置电阻  $R_{17}$ 、 $R_{18}$ ，其数值越大，工作点越稳定，但它和负载扬声器串联，数值太大会损失输出功率，一般取  $0.5 \sim 5$  欧。在有些电路中，也有为了提高输出功率，不用这个电阻的。

2. **基极偏置法**：设置  $BG_5$ 、 $BG_6$  的基极偏置电阻  $R_{14}$ 、 $R_{16}$ ，这个电阻用得越小，有效信号损失越大， $I_{C3}$ 、 $I_{C4}$  越大，且由于  $R_{14}$ 、 $R_{16}$  对后级的分流作用大， $I_{C5}$ 、 $I_{C6}$  越小。这个电阻取得合适，可以有足够的  $I_{C3} \sim I_{C6}$  值，以改善交越失真。从稳定的角度看， $R_{14}$ 、 $R_{16}$  值大了，对  $BG_3$ 、 $BG_4$  有直流负反馈作用，对稳定  $I_{C3}$ 、 $I_{C4}$  有利。但是，当  $BG_3$ 、 $BG_4$  的  $I_{CBO}$  增大时， $I_{C3}$ 、 $I_{C4}$  增大，因而在这个电阻上的压降会大， $V_{BE5}$ 、 $V_{BE6}$  大， $I_{C5}$ 、 $I_{C6}$  大，末级功放管的稳定性就差；反之稳定性就好。 $R_{14}$ 、 $R_{16}$  一般取几十欧到几百欧数量级。图3是  $R_{14}$  ( $R_{16}$ ) 和  $I_{C3}$  ( $I_{C4}$ )、 $I_{C5}$  ( $I_{C6}$ ) 的关系曲线。可以看出，当  $R_{14}$  ( $R_{16}$ ) 增大到一定数值后，对  $I_{C3}$  ( $I_{C4}$ ) 基本无影响，但  $I_{C5}$  ( $I_{C6}$ ) 却是上升的。由于所采用末级复合管的  $H_{FE}$  大小不一，从  $I_C = I_B H_{FE} + I_{CBO}(1 + H_{FE})$  来看，整机静态电流可能小，使交越失真大；也可能静态电流太大，损耗大。这时均可调整  $R_{14}$ 、 $R_{16}$ ，以获得合适的工作点。



③  $BG_4$  有直流负反馈作用，对稳定  $I_{C3}$ 、 $I_{C4}$  有利。但是，当  $BG_3$ 、 $BG_4$  的  $I_{CBO}$  增大时， $I_{C3}$ 、 $I_{C4}$  增大，因而在这个电阻上的压降会大， $V_{BE5}$ 、 $V_{BE6}$  大， $I_{C5}$ 、 $I_{C6}$  大，末级功放管的稳定性就差；反之稳定性就好。 $R_{14}$ 、 $R_{16}$  一般取几十欧到几百欧数量级。图3是  $R_{14}$  ( $R_{16}$ ) 和  $I_{C3}$  ( $I_{C4}$ )、 $I_{C5}$  ( $I_{C6}$ ) 的关系曲线。可以看出，当  $R_{14}$  ( $R_{16}$ ) 增大到一定数值后，对  $I_{C3}$  ( $I_{C4}$ ) 基本无影响，但  $I_{C5}$  ( $I_{C6}$ ) 却是上升的。由于所采用末级复合管的  $H_{FE}$  大小不一，从  $I_C = I_B H_{FE} + I_{CBO}(1 + H_{FE})$  来看，整机静态电流可能小，使交越失真大；也可能静态电流太大，损耗大。这时均可调整  $R_{14}$ 、 $R_{16}$ ，以获得合适的工作点。

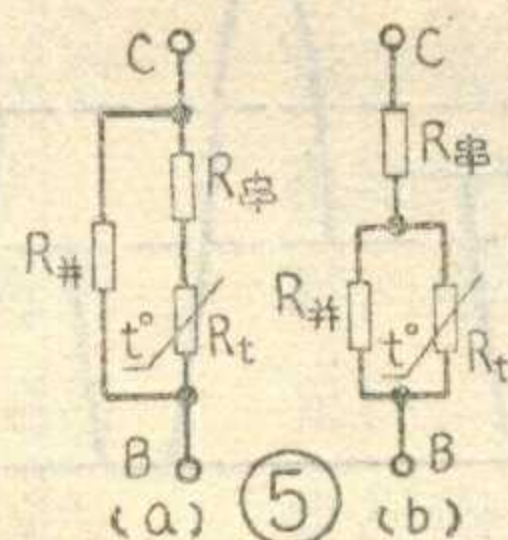
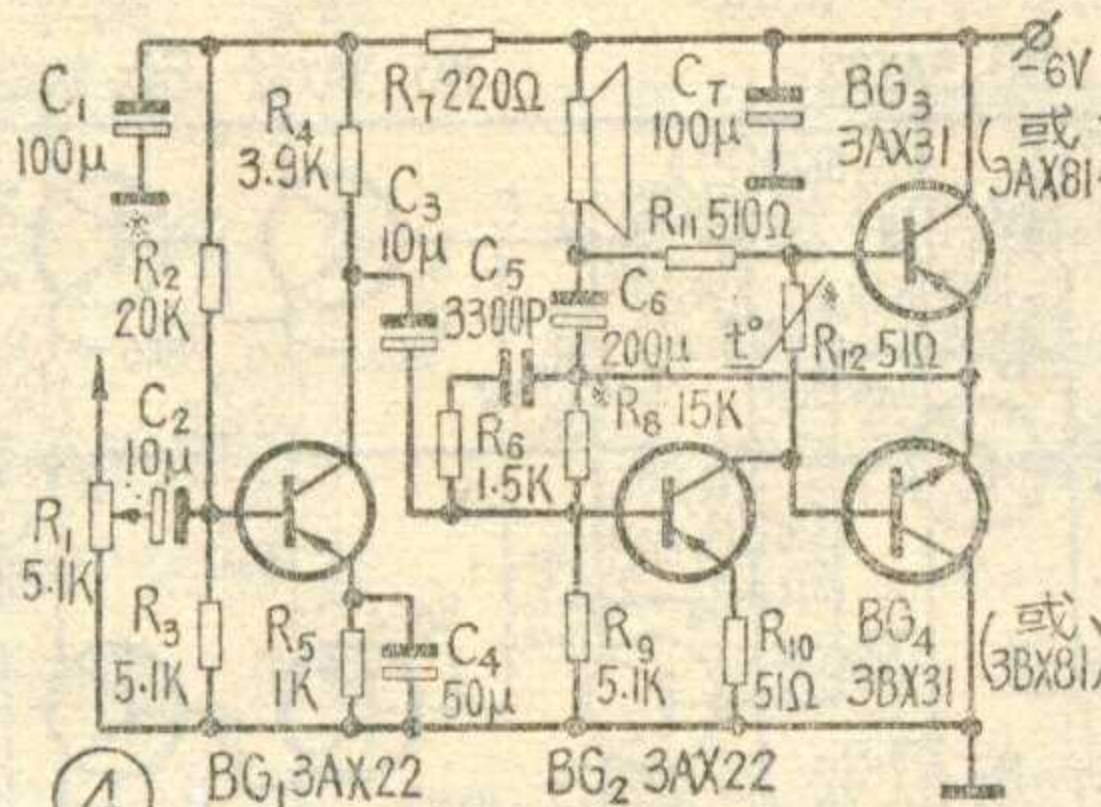
3. **热敏电阻补偿法**：由前面(1)式可知，若将  $V_{BC}$  之值稳定，使基本不变，那么激励级  $I_{C2}$  的变化对功放级基本没有影响。稳定  $V_{BC}$  最简单的方法是采用热敏电阻，如图1中的  $R_{13}$ ，它比一般的电阻有更大的负温

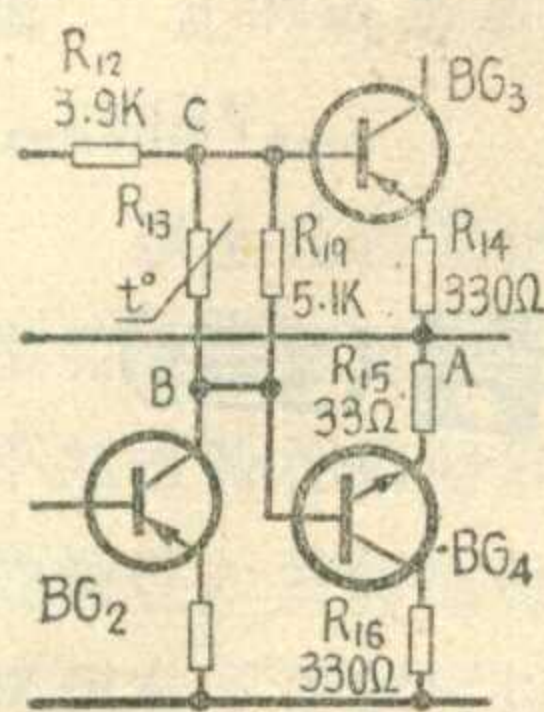
度系数，即温度增高时，阻值变小；反之，温度越低，阻值越高。若  $I_{C2}$  不变，当温度升高时， $R_{13}$  阻值下降， $V_{BC}$  下降，后级的电流下降，补偿了由温度升高而引起的后级电流的增大；若  $I_{C2}$  也随温度升高而升高， $V_{BC}$  本应增大，但由于  $R_{13}$  值下降， $V_{BC}$  的增大值不会太大，可能不变，也可能减小，这要看增大的  $I_{C2}$  和下降的  $R_{13}$  乘积来定。假定此时  $V_{BC}$  维持基本不变，那对后级基本无影响，对末级管由温度升高而引起的电流增大不能补偿，但也无不利影响。

要确定  $R_{13}$  的大小，必须首先确定  $I_{C2}$ 、 $V_{BC}$  的大小， $I_{C2}$  的大小是根据负载上输出电流、输出功率和末级功放管的电流放大系数的大小决定的。在复合互补电路中，对电源电压为  $4.5 \sim 9$  伏的电路，取  $I_{C2}$  为  $0.5 \sim 1$  毫安； $9 \sim 15$  伏的电路取  $1 \sim 2$  毫安； $15 \sim 24$  伏的电路取  $2 \sim 3$  毫安。 $V_{BC}$  的大小由(1)式来定： $BG_3$  为锗管， $V_{BE3} = 0.1 \sim 0.2$  伏， $BG_4$  为硅管， $V_{BE4} = 0.5 \sim 0.7$  伏。 $V_{R14}$  由  $V_{BE5}$  来定，约为  $0.1 \sim 0.15$  伏。 $V_{R15}$  可忽略不计。根据复合管的输入特性曲线和后级所需电流大小来调整  $V_{BC}$ ，一般  $V_{BC} = 0.7 \sim 1$  伏，若  $I_{C2}$  取  $1$  毫安，则  $R_{13} = 700$  欧  $\sim 1$  千欧。但在  $BG_4$  为 NPN 型锗管时， $V_{BE4} \approx 0.1 \sim 0.2$  伏，则  $V_{BC} \approx 0.3 \sim 0.5$  伏。

在不用复合管的互补推挽电路中，通常互补管  $BG_4$  采用 NPN 锗管 3BX31 或 3BX81，此时激励级  $I_{C2}$  的电流将变大，一般在  $5$  毫安左右。如图4是一个四管低放电路， $I_{C2} = 6$  毫安，在  $R_{12}$  上的压降为  $0.3$  伏左右，整机静态电流约  $10$  毫安。调整  $R_8$  使中点电压为  $-3$  伏。这个电路的最大功率为  $300$  毫瓦，接到收音机检波输出端即可放音。 $BG_3$ 、 $BG_4$  的  $H_{FE}$  大于  $100$ ，前置级的  $I_{C1}$  约需  $1$  毫安。

图1单用热敏电阻的电路有一个缺点，例如在常温时  $R_{13}$  为  $1$  千欧，在低温  $-10^\circ\text{C}$  时可变为  $3 \sim 4$  千欧，这个值接近  $BG_2$  集电极负载电阻  $R_{12}$ ，使集电极负载电阻加大一倍，促使  $I_{C2}$  下降，虽然  $V_{R13}$  是上升的（因  $R_{13}$  增大），但  $|V_{(R8+R12)}|$  是下降的，且下降之值远大于  $V_{R13}$  上升之值，故中点负电位上升，波形上切，造成严重不对称失真。同时，C点和B点动态输出相差较大，从而使  $BG_3$ 、 $BG_4$  二管的激励功率相差很多而造成失真。为了避免这个缺点，我们常用热敏电阻和普通电阻并联来稳定  $V_{BC}$  的电路，如图5。适当调节  $R_{串}$ 、 $R_{并}$ ，即可调节  $V_{BC}$ ，以满足后级静态工作点的需要。 $R_{串}$  越大， $R_{并}$  越小， $R_t$  的作用越小。 $R_{并}$ 、 $R_{串}$  的数值要根据高、低温特性要求由实验决定。 $R_{串}$  可以为零， $R_{并}$  可以为无穷大。图6就是采用图5方





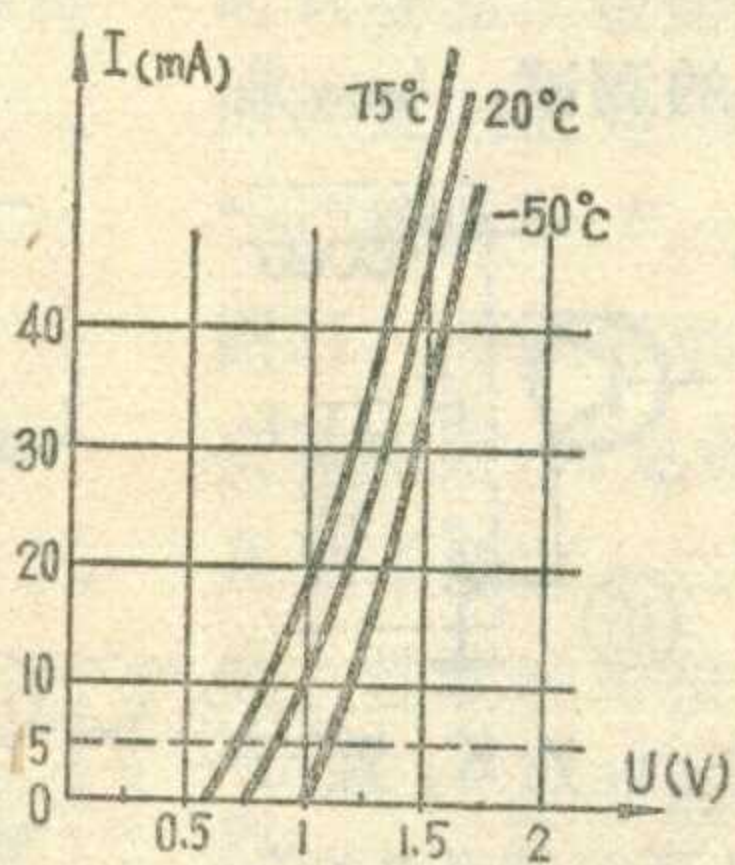
法将图1改进后的部分电路，它在  $R_{13}$  上并上了  $R_{19}$ ， $R_{14}$ 、 $R_{16}$  改为 330 欧， $R_{15}$  为 0。假定低温时  $R_{13}$  由 1 千欧变为 4 千欧，接入  $R_{19}$ ，即  $R_{19}$  (5.1 千欧)，B、C 两端的总电阻变为  $4 \times 5.1 / (4 + 5.1) = 2.2$  千欧，克服了单用热敏电阻的缺点。

⑥ 了单用热敏电阻的缺点。

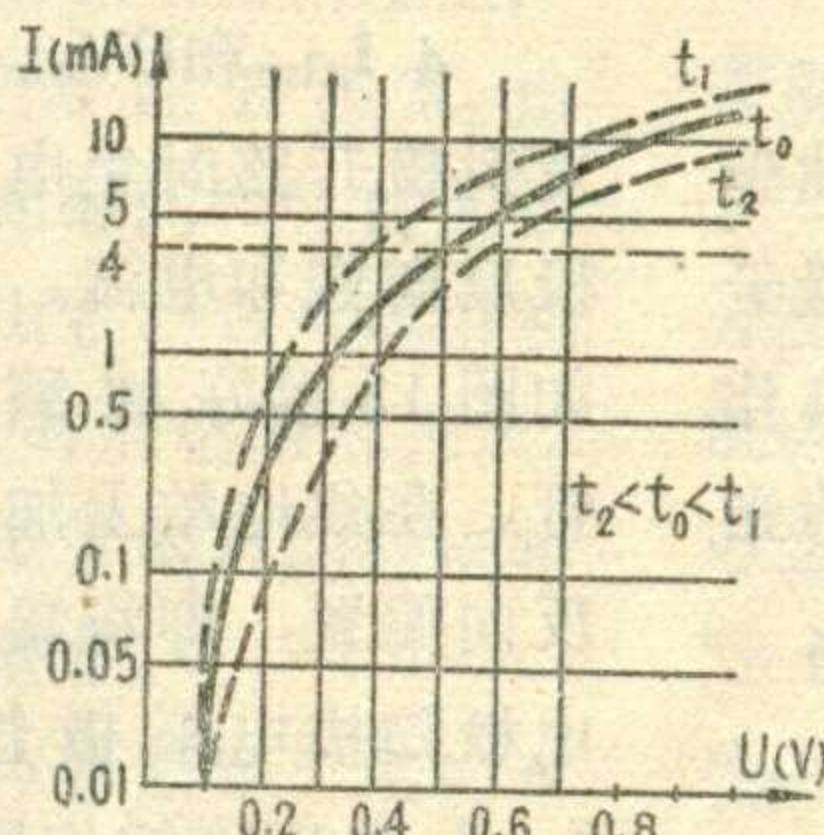
此外，还可采用下列几种稳定方法。

4. 二极管稳定电压法：为了得到较好的效果，应

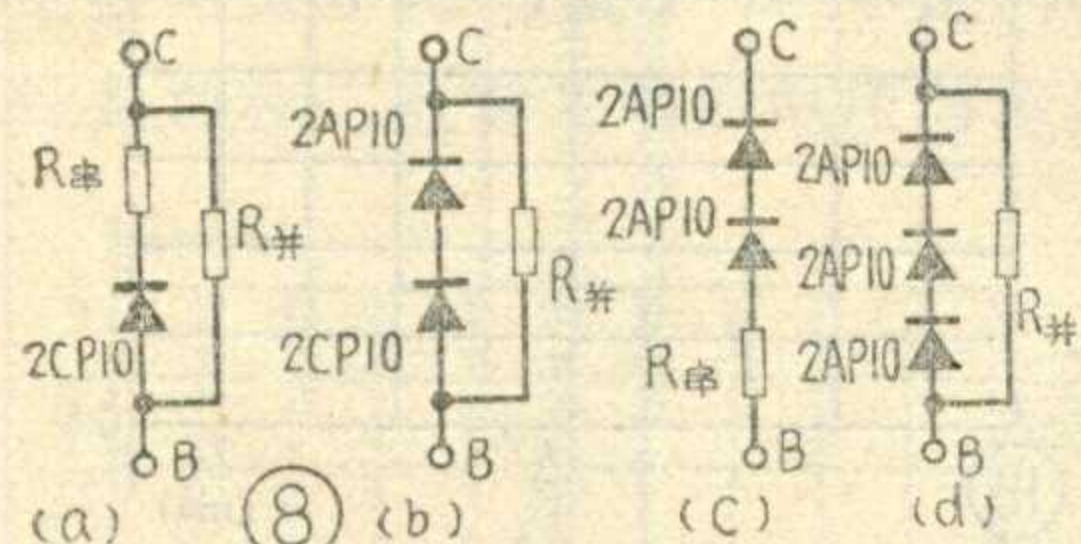
采用既能补偿又能稳定工作点的电路，同时在温度变化时基本不影响激励级集电极阻抗，常常利用二极管的负温度特性进行补偿，利用二极管的稳压特性来稳定后级电流。可以用一只或几只锗、硅二极管代替图1中的  $R_{13}$ 。我们知道，硅二极管（如 2CP10~20）和锗二极管（如 2AP9~17）在一定的正向电流范围内有一定的正向电压，并且稳定在一定的范围内。图7是 2CP10~20 和 2AP9~10 的正向特性曲线。由图7(a)



(a) 2CP10~20 正向特性曲线 ⑦



(b) 2AP9~10 正向特性曲线

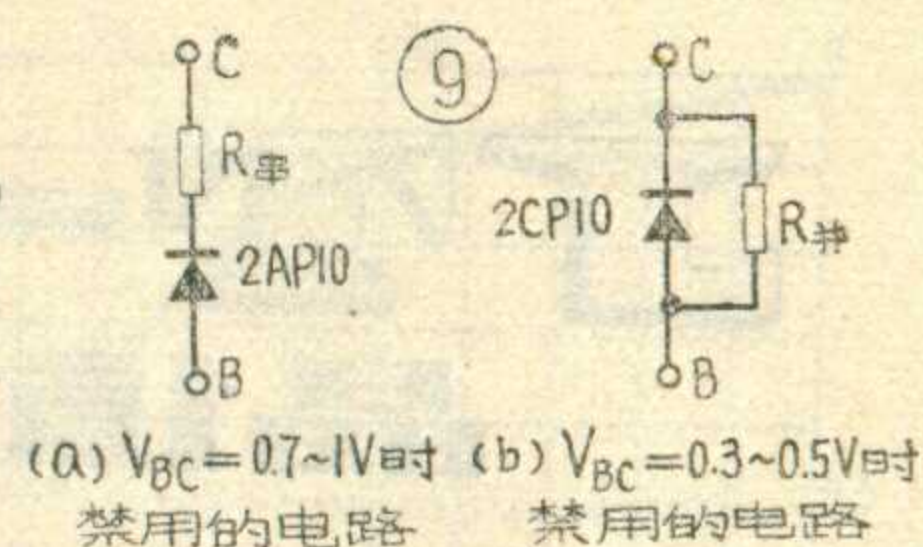


可知，在 20°C 2CP10~20 的电流为 0~10 毫安时，其正向电压为 0.7~0.9 伏；温度升高，正向电压下降，反之，正向电压上升，具有负温度系数。例如，2CP10~20 的电流为 5 毫安，在 75°C 时正向电压约为 0.7 伏；20°C 时正向电压约为 0.9 伏；

-50°C 时正向电压为 1.1 伏。由图 7(b) 可知，在 20°C 2AP9~10 的电流为 0.01~4 毫安时，正向电压约为 0.1~0.5 伏，也具有负温度系数。显而易见，温度或电流变化时，硅管的稳压特性比锗管来得好，也就是说，硅二极管的补偿和稳定作用比锗二极管好。

如上所述，当图1中的互补对称管  $BG_4$  是 NPN 硅管时， $V_{BC} = 0.7 \sim 1$  伏，可采用图8的补偿电路。其中图8(a)用一只 2CP10，用  $R_{串}$ 、 $R_{并}$  调节  $V_{BC}$ ， $R_{串}$  在 0~200 欧范围内， $R_{并}$  在几百欧~1 千欧直至无穷大；图8(b)是一只 2AP10、一只 2CP10 串联组成的电路， $R_{并}$  调节  $V_{BC}$  的大小；图8(c)是两只 2AP10 组成的电路；图8(d)是三只 2AP10 组成的电路。

例如，用图8(a)的办法将图6中的  $R_{13}$ 、 $R_{19}$  用一只 2CP10 和 51 欧电阻串联代替， $R_{并}$  为无穷大，二极管正极接 B 端，其正向电压为 0.7 伏，电阻 51 欧上的电压约为 0.05 伏， $V_{BC} = 0.75$  伏，也可调节此串联电阻的大小改变  $V_{BC}$  的大小。

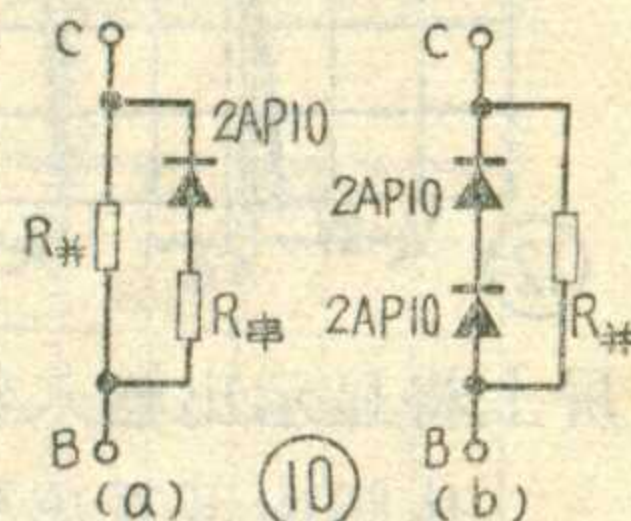


(a)  $V_{BC} = 0.7 \sim 1$  伏时 禁用的电路 (b)  $V_{BC} = 0.3 \sim 0.5$  伏时 禁用的电路

需要指出，在  $V_{BC} \approx 0.7 \sim 1$  伏时，图9(a)用一只 2AP10 加上  $R_{串}$  组成的电路

忌用，因为 2AP10 的正向电压为 0.1~0.5 伏，根据激励级  $BG_2$  电流大小选择  $R_{串}$  必须为几百欧姆才能有所需的  $V_{BC}$  值 0.7~1 伏，这样  $R_{串}$  比起 2AP10 正向电阻来说对  $V_{BC}$  影响大，补偿和稳定效果都不好；实践证明，在高温时将使末级功放管损坏。当图1中  $BG_4$  是锗 NPN 管，如 3BX31、3BX81 时， $V_{BC} = 0.3 \sim 0.5$  伏，此时可用图10(a)的稳定电路， $R_{串}$  在 0~200 欧之间， $R_{并}$  在几百欧~1 千欧直至无穷大，由调整决定。要指出，在  $V_{BC} = 0.3 \sim 0.5$  伏，图9(b)所示的电路忌用。因为 2CP10 的正向电压一般在 0.7 伏左右， $R_{并}$  必须很小才能满足  $V_{BC} = 0.3 \sim 0.5$  伏的要求。此时二极管电流将很小，实际起作用的是电阻  $R_{并}$  了，所以稳定效果不好。

图11是采用 NPN 锗管并用图10(a)稳定电路的例子， $R_{串}$  为无穷大， $BG_4$  也可用 3BX81。输出功率大于 2 瓦；失真  $< 1.5\%$ 。调节  $R_{12}$ ，使整机电流为 10~15 毫安，调节  $R_0$  使中点电压为 -6 伏。将它接到检波输出端即可作为收音机的低放级。



(a) ⑩ (b)

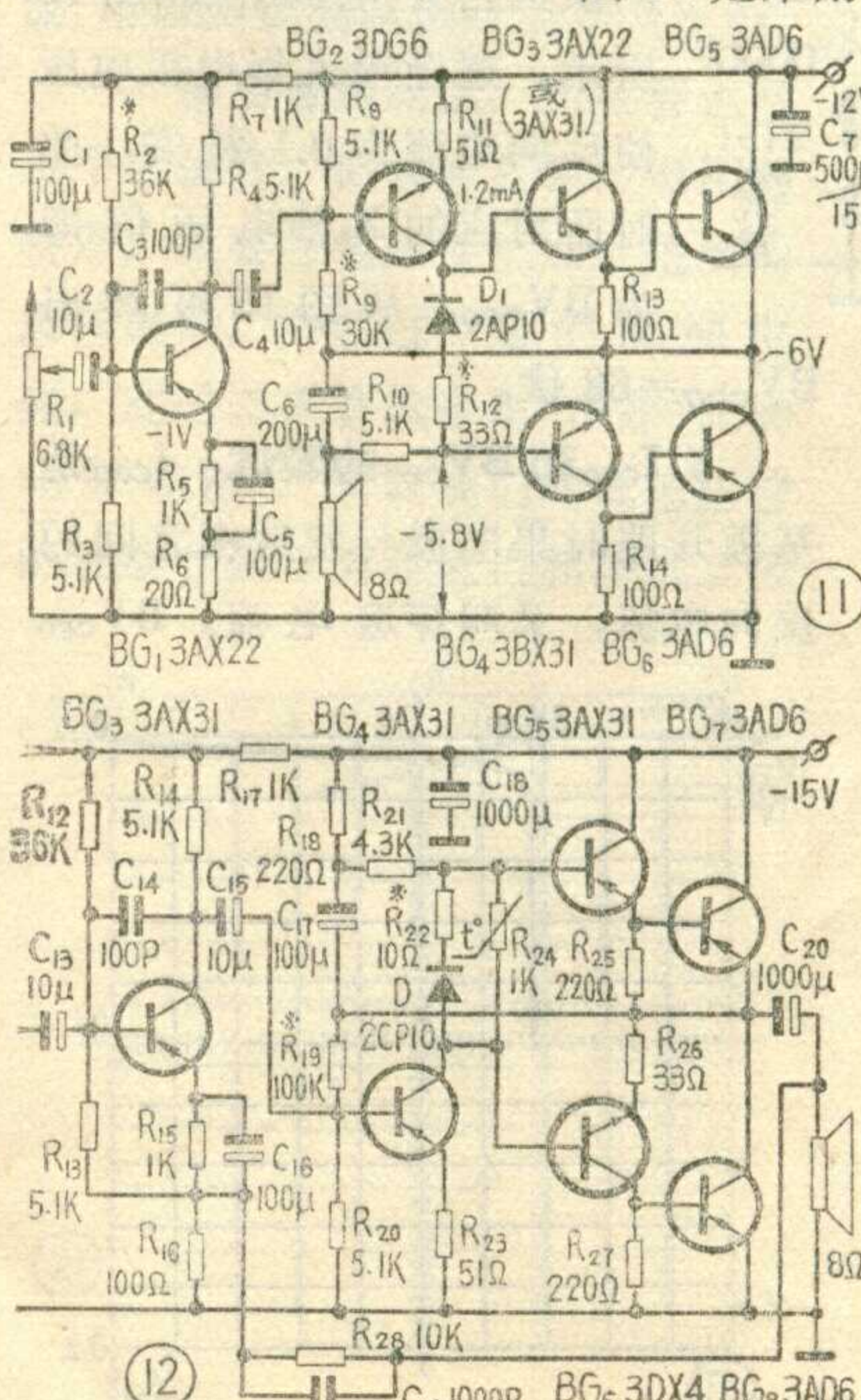
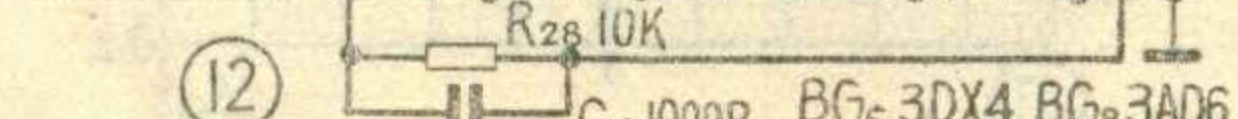


图11是采用 NPN 锗管并用图10(a)稳定电路的例子， $R_{串}$  为无穷大， $BG_4$  也可用 3BX81。输出功率大于 2 瓦；失真  $< 1.5\%$ 。调节  $R_{12}$ ，使整机电流为 10~15 毫安，调节  $R_0$  使中点电压为 -6 伏。将它接到检波输出端即可作为收音机的低放级。

5. 热敏电阻和二极管混合使用法：如将图8、图10中的  $R_{串}$ 、 $R_{并}$  用相同数值的热敏电阻代替。图12就是采用这种方法。调节  $R_{19}$  使中点电压为 -7.5 伏，调节  $R_{24}$ 、 $R_{22}$  使整机静态电流为 10~15 毫安。在常温时， $R_{24} = 1$  千欧， $BG_4$  的集电极电流基本上从二极管 D 和  $R_{22}$  上流过，此时二极管上的电压  $V_D$  是一定的。但高到 40°C 时， $R_{24}$  减小到 300 欧，流过  $R_{24}$  的电流增大，流过二极管的电流下降， $V_D$  也下降。(待续)



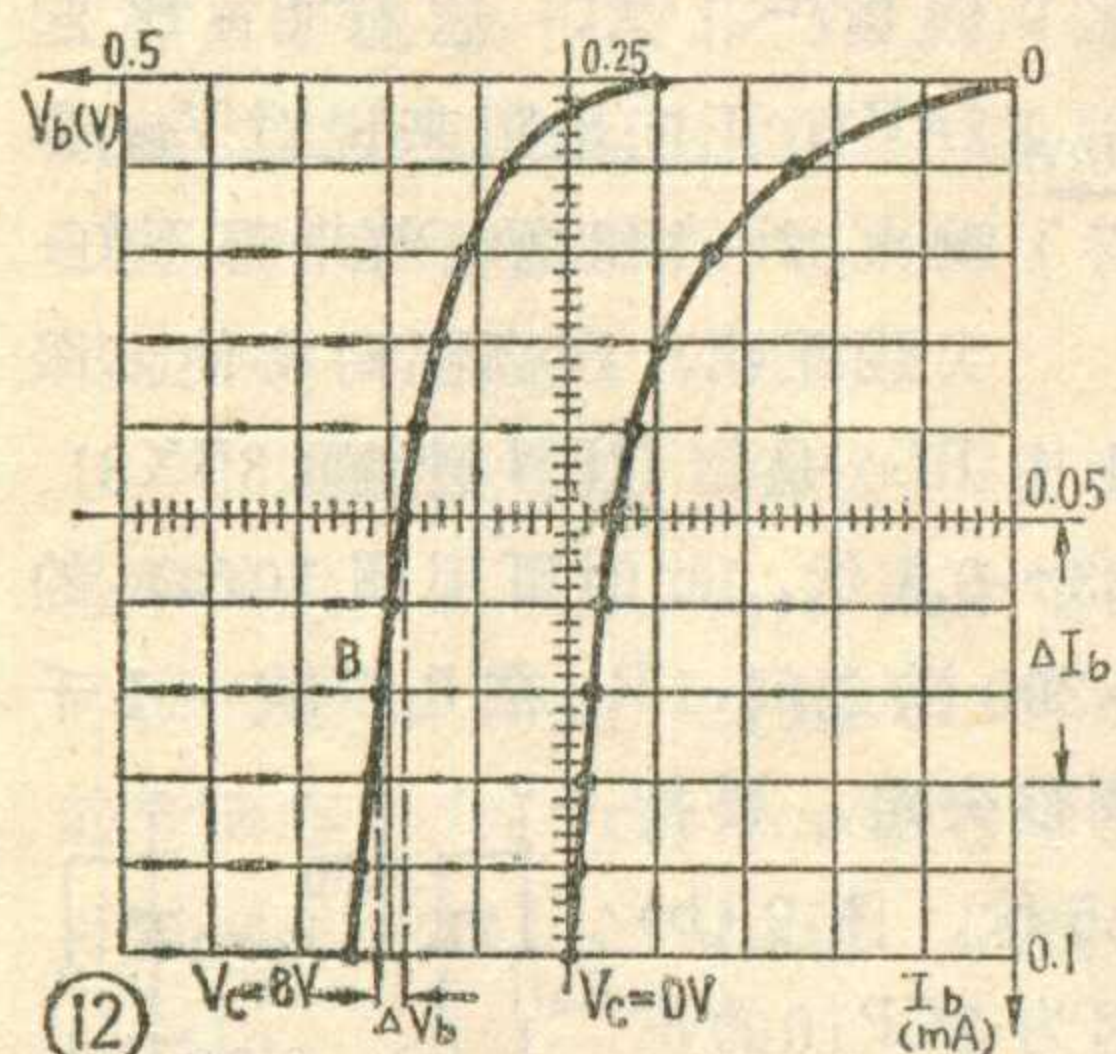
⑫

# JT-1型

## 晶体管特性图示仪的使用(续)

上海无线电二十一厂 吴国培 姚如源

**3. 输入特性和测试:** 共发电路的输入特性, 是输入回路内的  $V_{be}$  与它所产生的基极电流  $I_b$  之间的关系。由于发射极接地, 所以  $V_{be} = V_b$ , 我们取 Y 轴坐标为  $I_b$ , X 轴坐标为  $V_b$ , 将 Y 轴作用开关  $K_4$  置于“基极电流或基极源电压”; X 轴作用开关  $K_3$  置于“基极电压”, 荧光



屏上将显示出输入特性, 如图12。

从图中可看出  $V_c = 0$  和  $V_c = 8$  伏时所测出的特性曲线是不一样的。这是管子内部负反馈所引起的。所以测试输入特性时也应当规定测试条件。

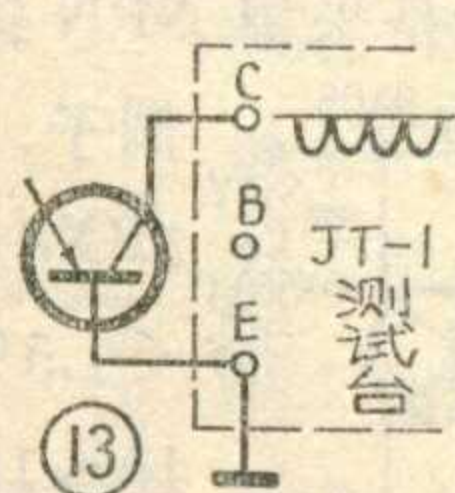
根据输入特性曲线可以读测直流输入电阻  $\bar{R}_i = V_b / I_b$ , 交流输入电阻  $R_i = \Delta V_b / \Delta I_b$ 。例如求图中 B 点的输入电阻, 从图中可读出  $I_b = 0.07$  毫安,  $V_b = 0.355$  伏,  $\Delta I_b = 0.03$  毫安,  $\Delta V_b = 0.015$  伏, 则

$$\bar{R}_i = V_b / I_b = 0.355 / 0.07 \approx 5 \text{ 千欧};$$

$$R_i = \Delta V_b / \Delta I_b = 0.015 / 0.03 = 500 \text{ 欧}。$$

**4.  $I_{cbo}$  和  $BV_{cbo}$  的测试:**  $I_{cbo}$  是发射极开路时集电极反向饱和电流。

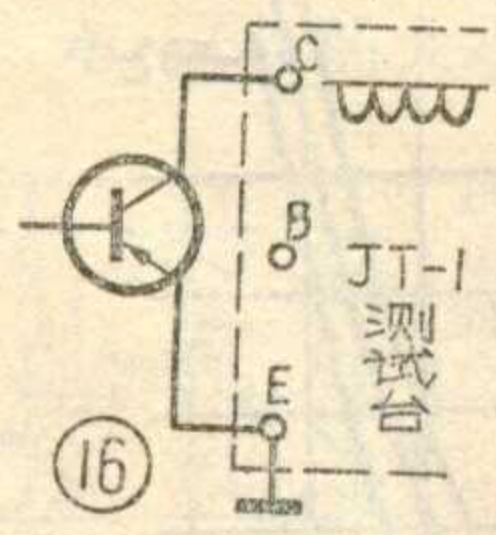
如图13接好被测管。在集电结上加反向偏置, 即将集电极扫描电压极性开关  $K_2$  置于“-”, 并将阶梯作用开关置于“关”, 调集电极电压  $V_c$  为10伏(测试条件根据制造厂技术条件规定, 下同)。将 Y 轴作用开关  $K_4$  置于0.01毫安/度, 倍率开关置于  $\times 0.1$ 。读 Y 轴得  $I_{cbo} = 1.7$  微安(见图14)。由于一般小功率管的漏电流很小, 用 JT-1 只能粗略估计其性能好坏, 不易测得准确数值。荧光屏上显示的反向曲线呈回线, 是 JT-1 本身容性电流所致, 非被测管的反向漏电流。



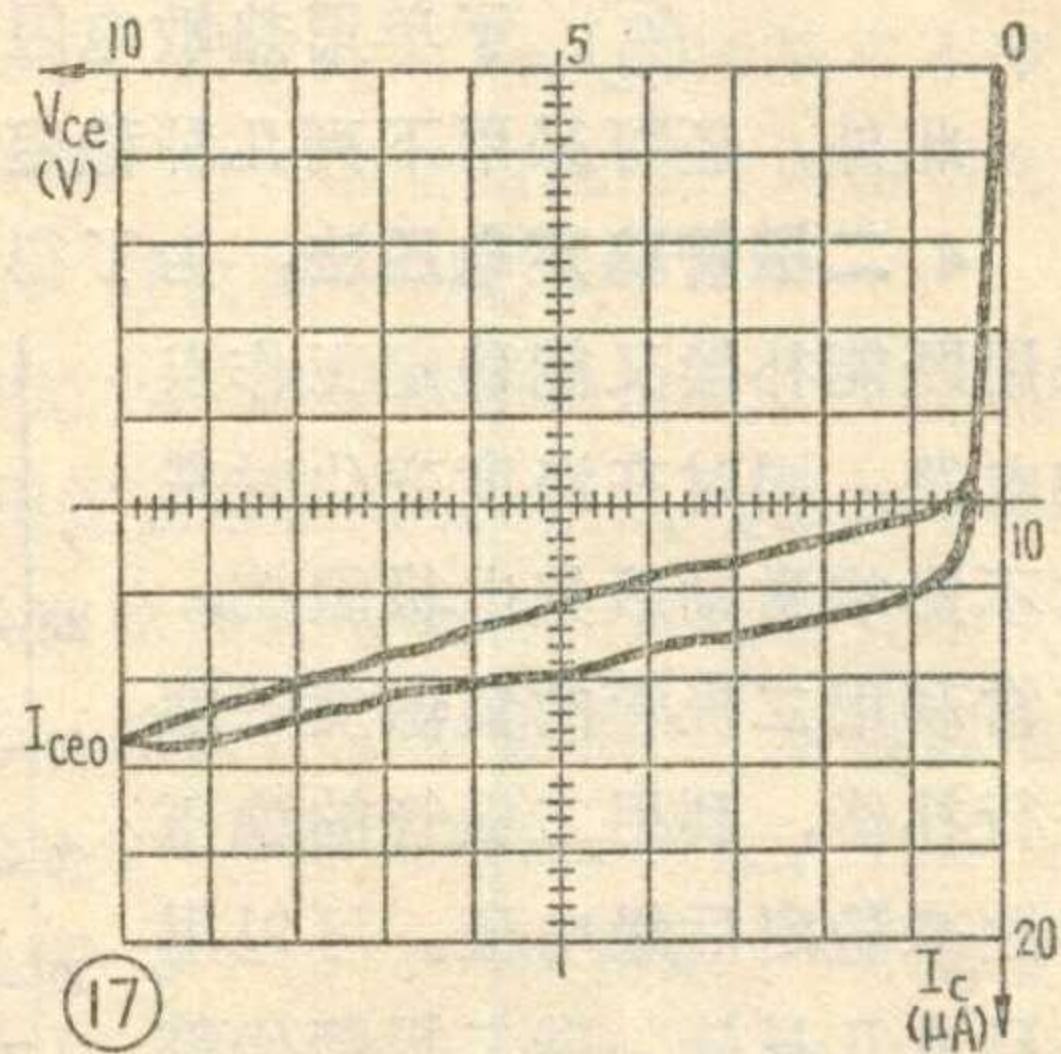
13

$BV_{cbo}$  是发射极开路时集电极的反向击穿电压, 如图15所示。逐渐增大集电极电压使反向电流为0.1毫安。此时所对应的 X 轴电压值即为  $BV_{cbo}$ , 从图15可读出  $BV_{cbo} = 68$  伏。

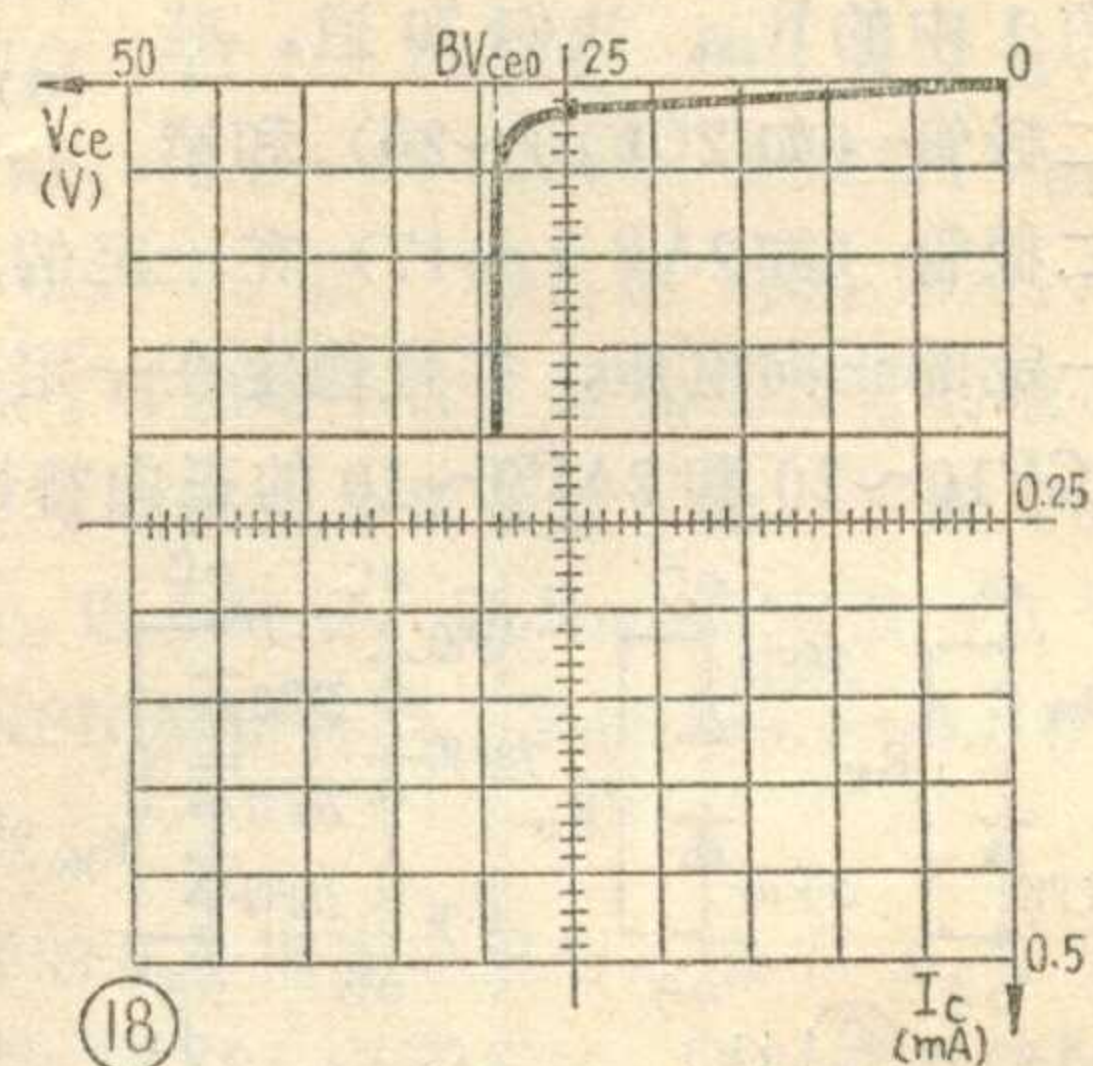
**5.  $I_{ceo}$  和  $BV_{ceo}$  的测试:**  $I_{ceo}$  是基极开路时集电极与发射极之间的反向电流, 又叫穿透电流。  $BV_{ceo}$



16



17

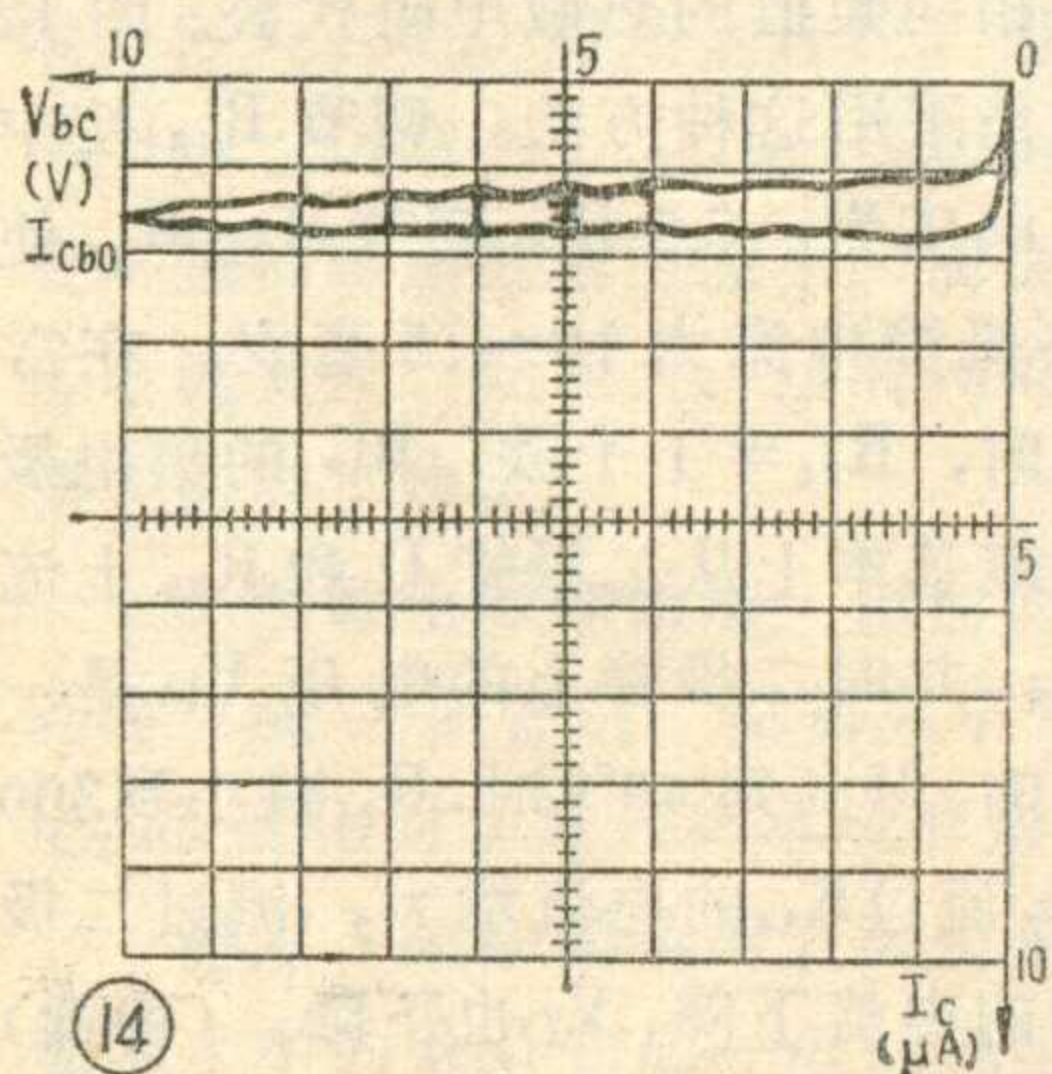


18

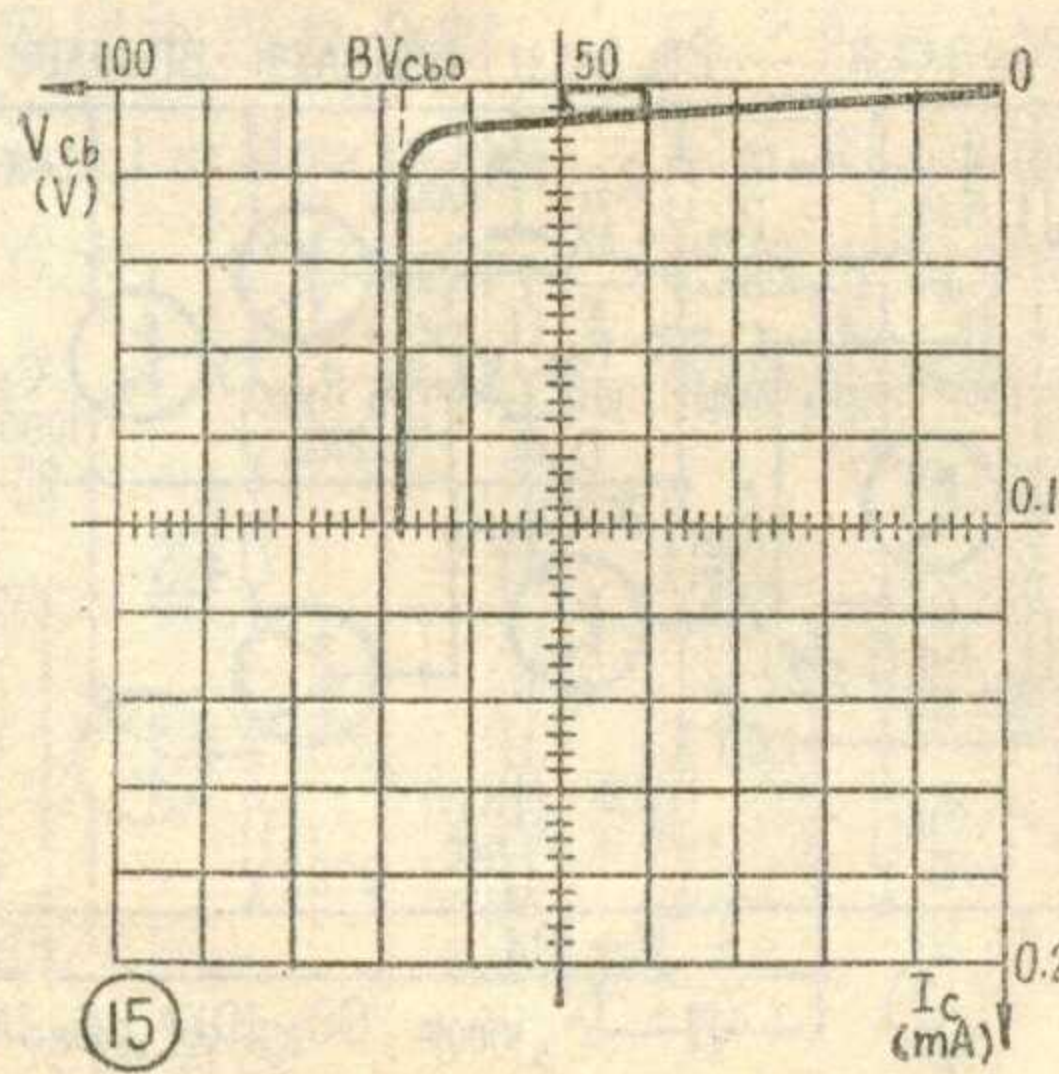
是基极开路时加在集电极与发射极之间的最大允许电压。使用时如果  $V_{ce} > BV_{ceo}$  将导致管子击穿, 使管子损坏或性能下降, 所以这是一个很重要的参数。测试的原理与测  $I_{cbo}$ 、 $BV_{cbo}$  相同, 只是将管子的接法改为如图16所示。集电极扫描电压极性开关  $K_2$  仍置于“-”。在  $V_{ce} = 10$  伏时读得  $I_{ceo} = 15.1$  微安, 见图17; 在  $I_c = 0.2$  毫安时读得  $BV_{ceo} = 27$  伏, 见图18。

测试  $BV_{cbo}$  和  $BV_{ceo}$  时, 为了防止管子击穿, 功耗电阻可适当取大一些, 加集电极电压要缓慢。对于不同类型的晶体管,  $I_{cbo}$ 、 $I_{ceo}$ 、 $BV_{cbo}$ 、 $BV_{ceo}$  的测试条件是不一样的。所以测试时要根据制造厂的技术条件或具体线路的要求来测试。

在测输出特性时, 将“零电流”、“零电压”的扳键扳向“零电



14



15



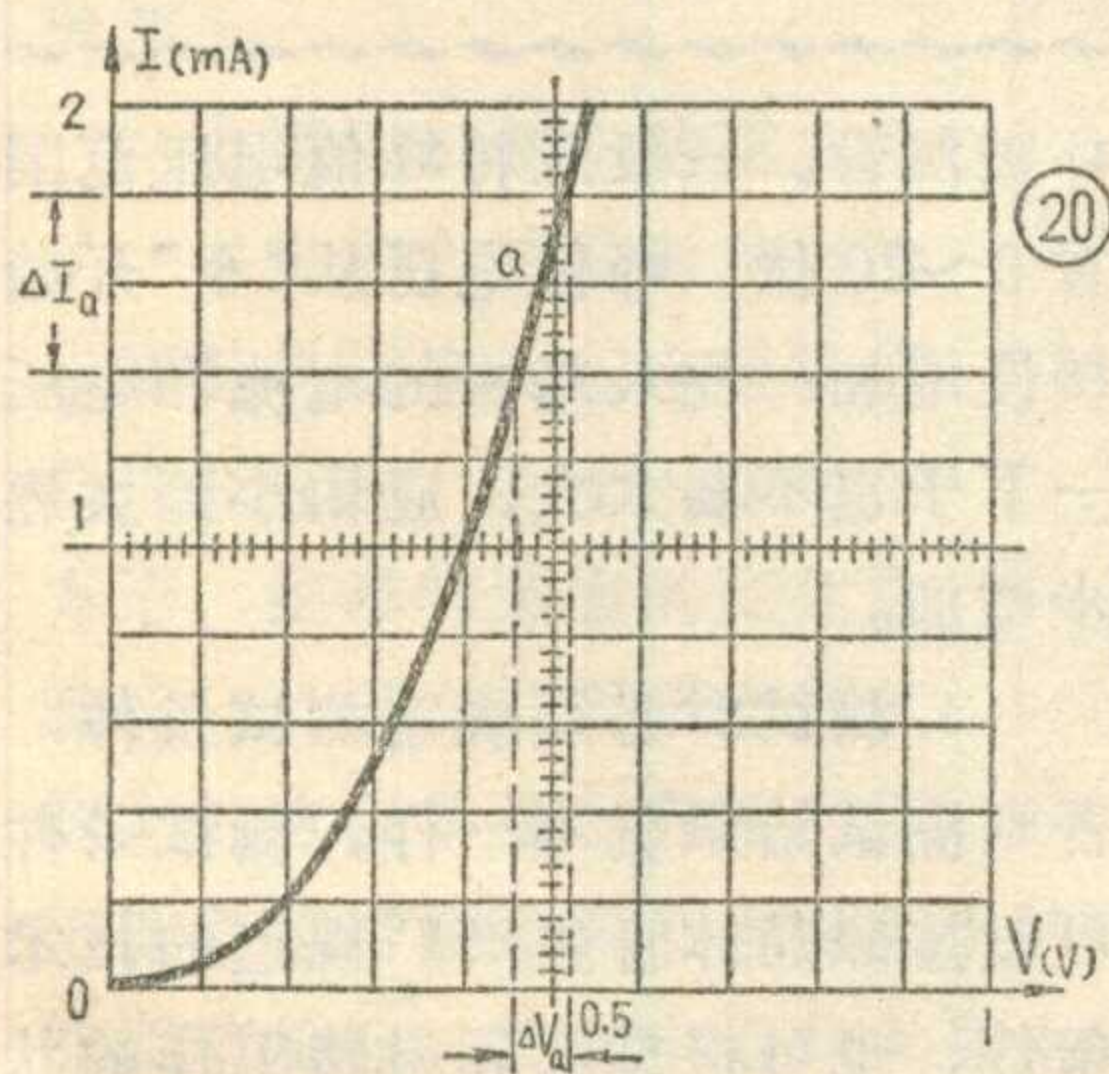
流”，此时就是基极开路，可以测  $I_{CEO}$  和  $BV_{CEO}$ 。

以上几种测试方法，对于NPN型管子的测试也一样，只要改变一下基极阶梯信号和集电极扫描信号的极性，并将坐标的原点从右上角移到左下角就可以了。对于中、大功率管子的测试，只要将基极阶梯注入电流适当加大些，适当选择功耗电阻的大小，同样可以测出各种参数。

#### 四、二极管和稳压管的测试

**1. 二极管正向特性的测试：**二极管最主要的特性就是单向导电特性，这里以2CP6硅二极管为例来测试其正向特性。

将被测二极管如图19接在JT-1测试台上。由于测正向特性，所以C极应加正向电压，即集电极电压开关  $K_2$  置于“+”。正向特性是加在二极管二端的电压与流过



二极管的电流的关系。所以应将X轴作用开关  $K_3$  置于集电极电压，Y轴作用开关  $K_4$  置于集电极电流，并将集电极电压从0开始逐渐增加，便可显示出正向特性如图20。

此时“JT-1”面板旋钮位置是：峰值电压范围0~20伏；峰值电压适当；集电极扫描电压极性“+”；功耗电阻1千欧；阶梯作用放在“关”；X轴作用集电极电压0.1伏/度；Y轴作用集电极电流0.2毫安/度，倍率“×1”。

从二极管正向特性曲线上可求出直流电阻  $R_{直}$  和交流电阻  $R_{交}$ 。若

二极管工作在a点，对应的  $V_a = 0.48$  伏， $I_a = 1.6$  毫安； $\Delta V_a = 0.06$  伏， $\Delta I_a = 0.4$  毫安，则：

$$R_{直} = V_a / I_a = 0.48 / 1.6 = 300 \text{ 欧};$$

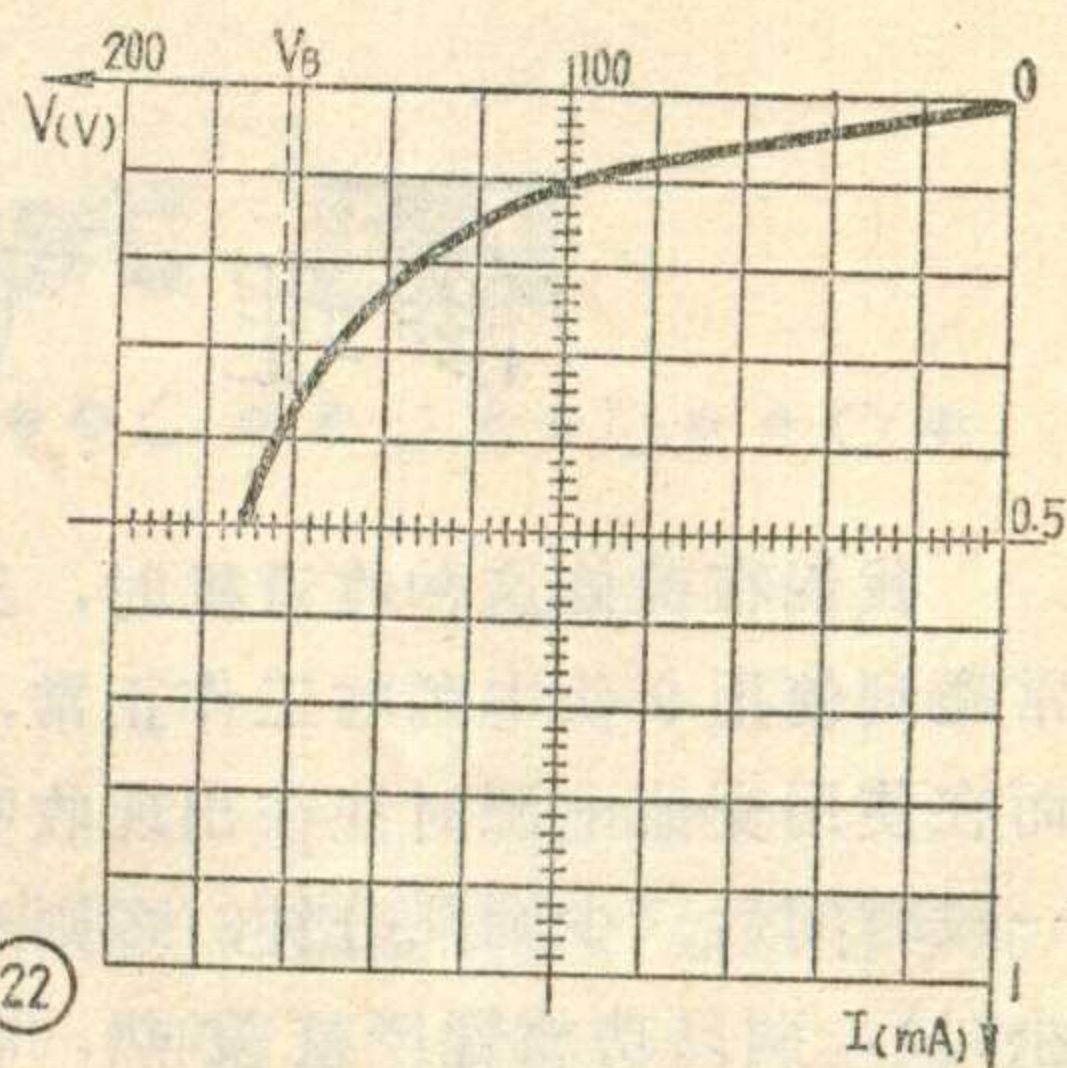
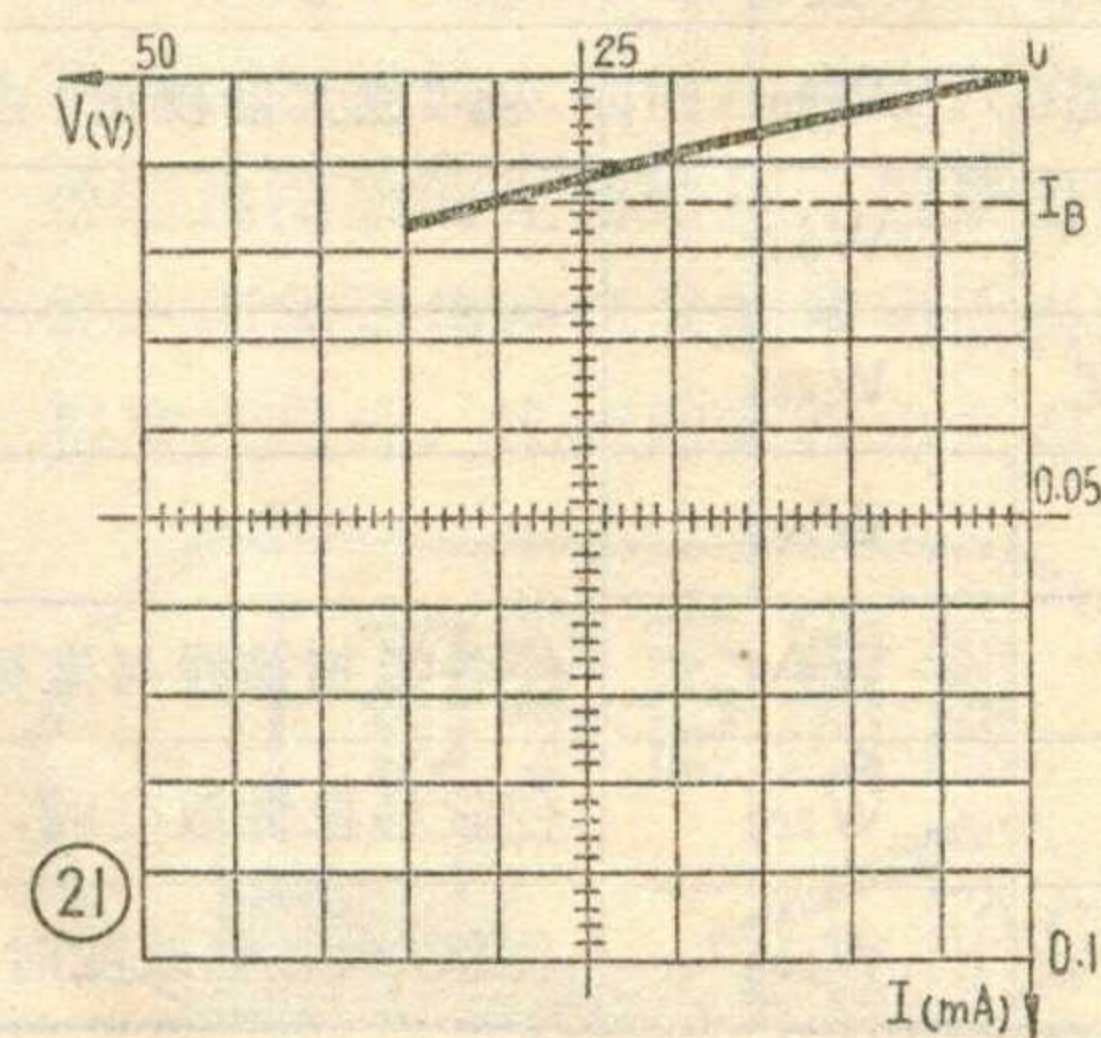
$$R_{交} = \Delta V_a / \Delta I_a = 0.06 / 0.4 = 150 \text{ 欧}.$$

在这里可清楚地看到在正向区二极管的交流、直流电阻都很小，即正向导电性能很好。

**2. 二极管的反向特性测试：**这时只要在二极管两端加上反向电压，即将集电极电压极性开关  $K_2$  由“+”拨向“-”，此时的特性曲线如图21。同样可求出它的直流电阻和交流电阻，可见此时的电阻都很大，几乎不导电。二极管的单向导电特性就看得很清楚。

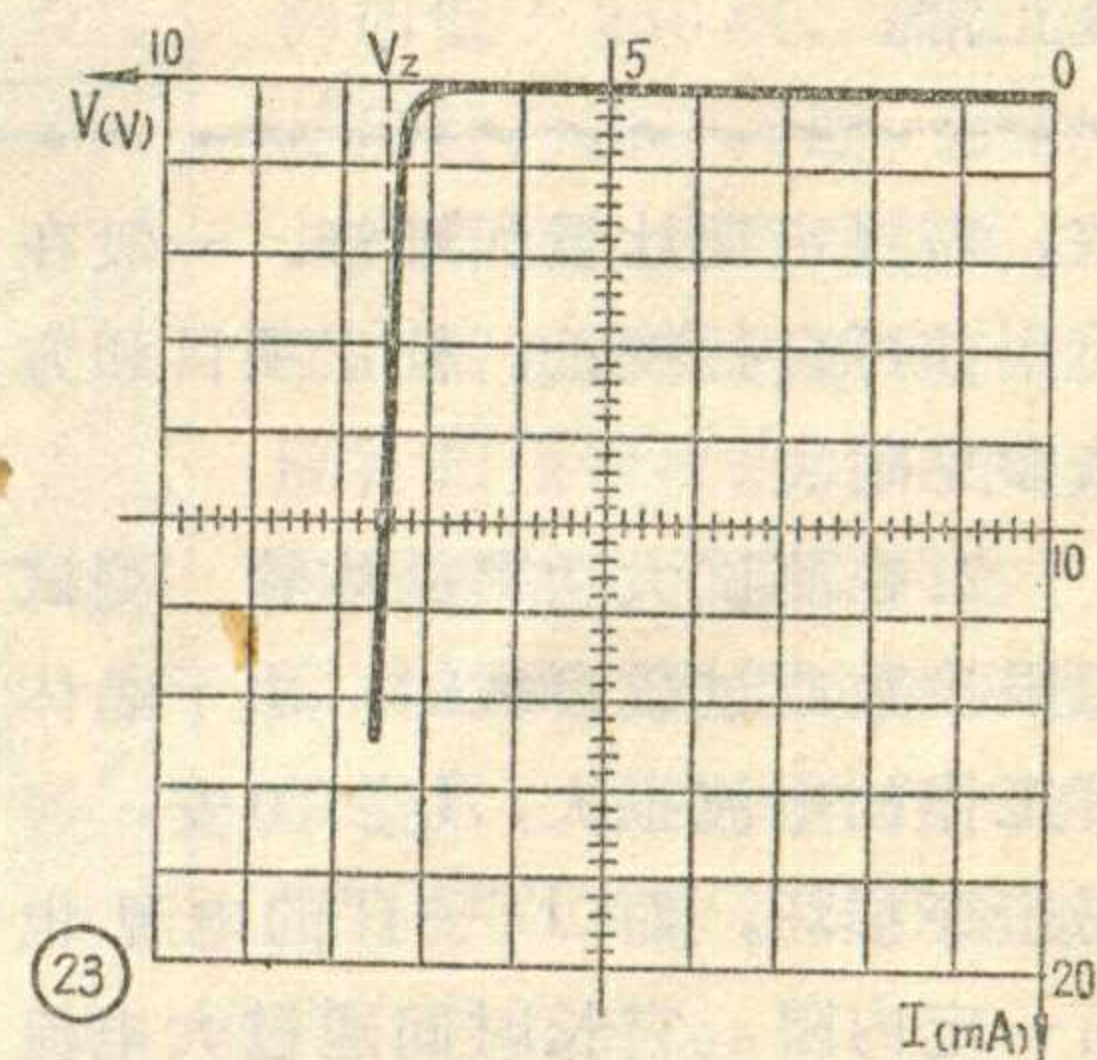
根据晶体管制造厂的技术条件规定，在反向电压为30伏时所对应的电流称为反向漏电流，我们可以在图21中读得  $I_B = 14$  微安，同时规定在反向漏电流为400微安时所对应的反向电压称为“反向击穿电压” $V_B$ 。在图22中可以读得  $V_B$  等于164伏。但必须注意，由于“JT-1”集电极的电压最大为200伏，所以反压大于200伏的二极管，此项参数不能测试，而反向漏电流小于1微安的二极管，由于仪器本身存在容性干扰电流，所以测试漏电流时就不大准确。

**3. 稳压管的测试：**稳压管也是一个二极管，但是它有稳定电压的特点，只要在稳压管上加上适当的反向电压，并流过一定的反向电流，此时二极管就会由“击穿”而转化为“稳压”，所以我们测试稳压管的接线和显示方法应当和测试二极



管反向特性一样。

这里以2CW14为例说明测试方法。面板上有关旋钮位置为：峰值电压范围：0~20伏；峰值电压适当；集电极扫描电压极性放在“-”；X轴作用集电极电压选1伏/度；Y轴作用集电极电流选2毫安/度；功耗电阻选200欧；阶梯作用开关放在“关”。这样可得到图23所示曲线图。根据制造厂的规定  $I = 10$  毫安处所对应的电压为稳定电压  $V_Z$ ，从图中可读出  $V_Z = 7.5$  伏。



稳压管的动态电阻  $R_Z$ ，是在规定的稳定电流  $I_Z$  下，电流的微量变化所引起的电压变化量与该电流变化量之比，即

$$R_Z = \Delta V_Z / \Delta I_Z (I_Z = \text{常数})$$

我们在图23中选取任一点读出  $\Delta V_Z$ 、 $\Delta I_Z$ ，即可算出  $R_Z$ 。用“JT-1”测量稳压特性，可以分析稳定电流在某一动态范围内变化时稳压情况的变化，以判断稳压管的特性好坏。

#### 五、测试注意事项

1. 本仪器长期使用后，由于元件老化和变值，可能引起一定的误

# 修理“飞乐”736型收音机经验点滴

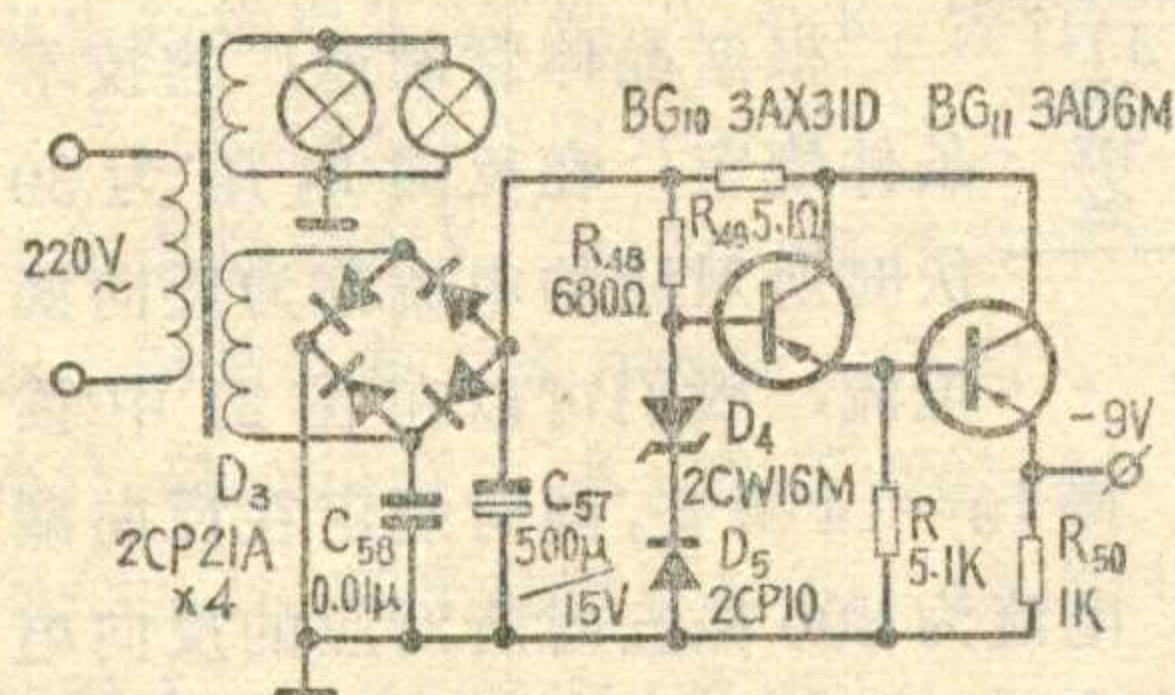
我们在检修这种收音机时，经常碰到使用9伏电源时工作正常，而在使用交流电源时往往出现收听一段时间后（少则几分钟，多则半小时），两只功放管严重发热，收音机放音显著降低，甚至无声。

检查其原因，是BG<sub>10</sub>反向电流太大而引起交流稳压电源输出电压不稳定，失去稳压作用，原要求输出为9伏左右的直流电压，现猛增至14伏左右。

解决办法：在调整管BG<sub>11</sub>的基极与地之间并接上一个5.1千欧左右的电阻（图中R）。该机的印刷电路板上有机加电阻的安装孔。加电阻以后，该机的交流稳压电源输出电压即可稳定在9伏左右。机器恢复正常。

原理：该机采用推挽输出功放，其交流稳压电源采用简单的固定式稳压电路（电原理请参阅本刊75年第6期）。电源负载随前级输入信号大小而变。设在空载时，为保证调整管BG<sub>11</sub>的发射极电阻R<sub>50</sub>（1千欧）两端输出9伏电压，此时BG<sub>11</sub>的发射极电流应为9毫安；又设BG<sub>10</sub>和BG<sub>11</sub>的β均为50，则此时BG<sub>11</sub>的基极电流，也就是BG<sub>10</sub>的

发射极电流应为180微安，而BG<sub>10</sub>的基极电流则为3.6微安。但由于环境温度升高，加上BG<sub>10</sub>本身的温升，BG<sub>10</sub>的反向电流I<sub>BE0</sub>早已大于3.6微安，故调整管BG<sub>11</sub>的基极注入电流也远大于180微安，而引起BG<sub>11</sub>的发射极电流猛增。整流二极管D<sub>3</sub>×4整流后的输出电压几乎全部降落在R<sub>50</sub>两端，所以输出直流电压猛增至14伏左右。在BG<sub>11</sub>的基极与地之间并接电阻之后，可使BG<sub>10</sub>产生的反向电流不全部注入BG<sub>11</sub>的基极，大部分由该电阻短路入地。这就保证了BG<sub>11</sub>的工作状态正常，从而保证交流稳压电源有稳定的电压输出。



林纬武

差，需要定期计量和维修。一般在使用前可自行校正，校正项目和方法参见附表。

2. 在测试大功率晶体管、测试极限参数或过载参数时，由于晶体管工作的电流很大， $I_c \geq 10$ 安，容易击穿损坏，而“JT—1”的电源也有一定内阻，它长时间通过大电流也承受不了，所以应利用“单族”，使基极注入一次阶梯信号就停止，这样荧光屏上瞬时呈现的一族特性

曲线跟“重复”时完全一样，同样可以读出各种参数和判别晶体管的好坏；但对被测管和仪器来说，虽然瞬时功耗较大，而平均功耗还较小，不致损坏被测管和仪器，特别是晶体管在高温时测量极限参数更有必要使用“单族”。

3. 使用前，应先检查仪器上旋钮的位置，然后再把被测管接到仪器上去，并要特别注意被测管的极性和面板上各旋钮的位置，以免损

坏被测管。一般应将峰值电压范围置0~20伏，峰值电压从“0”开始缓慢增加；注入基极的电流和电压一下子也不要太大，应由小到大逐步增加。

4. 测试时必须规定测试条件，否则测试结果就不一样。测试条件可以按照晶体管生产厂规定的技术条件，也可根据实际电路工作的状态来决定。测试前仪器要预热15分钟。

校正名称	调节元件	调节方法与要求
Y轴偏转因数校正	基极电压 0.01 伏/度	W <sub>301</sub>
	基极电压 0.5 伏/度	W <sub>305</sub>
X轴偏转因数校正	基极电压 0.01 伏/度	W <sub>401</sub>
	基极电压 0.5 伏/度	W <sub>405</sub>
伏/级校正	W <sub>103</sub>	使各级扫描线与坐标刻度重合
阶梯正负校正	W <sub>202</sub>	使阶梯极性改变时，阶梯第一线位置不变
阶梯零点校正	W <sub>203</sub>	使伏/级各档改变时，阶梯第一线位置不变



# 电视测试图

张家谋

一般电视台在播放节目前，都要播送一幅如图所示的图象，人们根据它把电视机调整好，它也是用来检查电视机质量的一个标准图象，通常称它为电视测试图，又叫101测试卡。

电视测试图的宽、高比为4:3。它的四周边界和边界上的半黑半白箭头符号是用来检查电视机的图象尺寸的。使用时，调节水平、垂直幅度旋钮，应使测试图的四周和屏幕四周对齐、箭头应指到荧光屏相应的四周边界上，有时调不到这种状况，至少要使四角上的小圆的大部分在屏幕上。

电视测试图中的正方格子、中央的大圆及四角上的小圆都是用来检查电视机的扫描线性的。由于人眼对正方形、圆形等图案的变化最敏感，所以人们可根据测试图上的方格子是否方正、圆形图案是否圆来调节电视机上的线性调节旋钮。比如中心的大圆上半部长、下半部短，这就说明垂直扫描线性不好，应调垂直线性旋钮；若大圆的左半部被拉长、右半部被压扁，说明水平扫描线性不良，应调节水平线性调节旋钮。也可以利用图上的方格子来进行线性检查。有时四角上的小圆难以保证不变形，至少应使中央的大圆尽量接近圆形，这样，尽量使得屏幕中央部分的图象不失真。应注意，一般电视机的幅度旋钮与线性旋钮都互有牵连，因此，应将两个旋钮配合起来反复调整。

从测试图中可以看到，大圆内

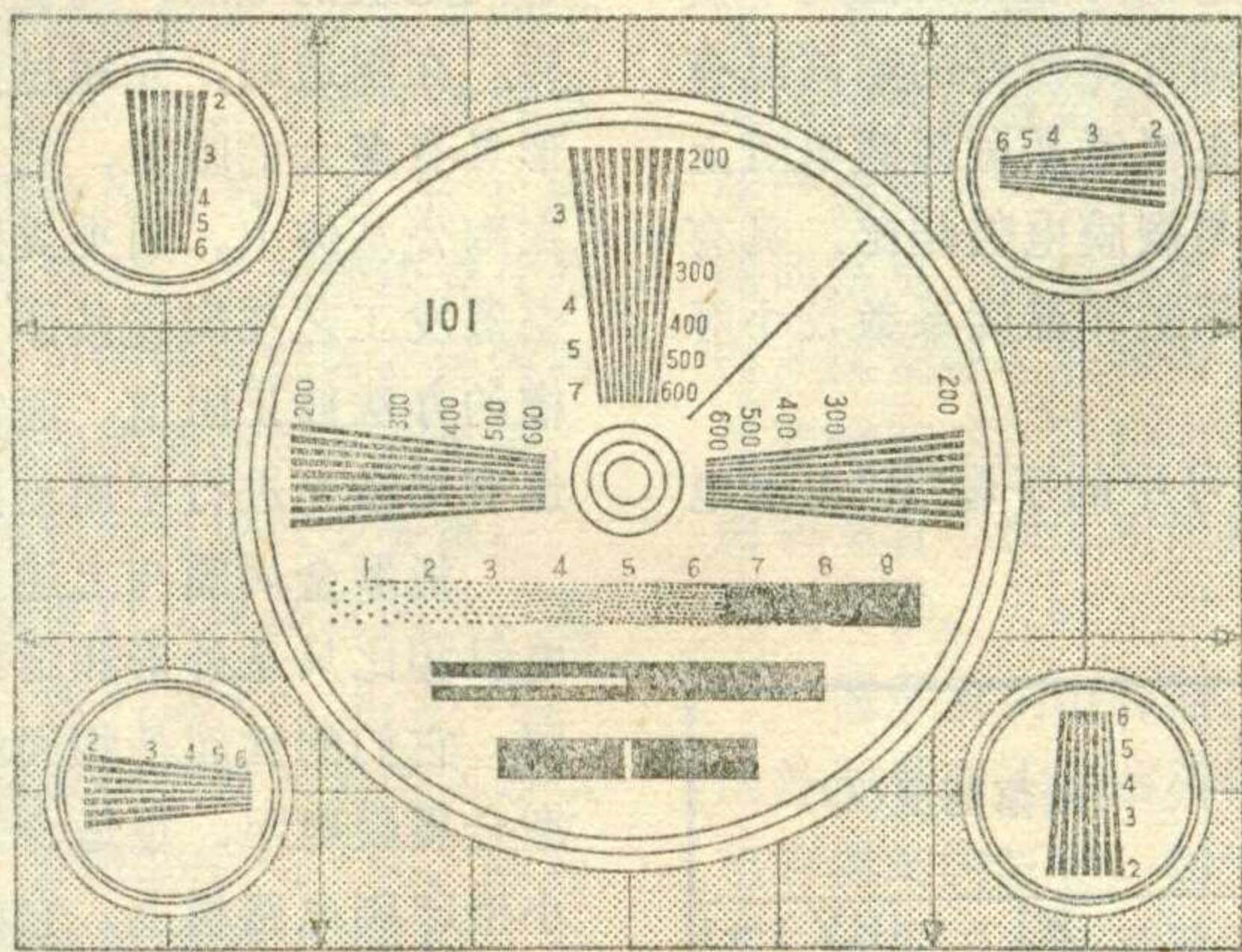
有三组楔形线簇，小圆中也各有一组楔形线簇，都是用来检查相应各处图象的清晰度的，圆中的竖条楔形线簇是反映水平清晰度的，横条楔形线簇是反映垂直清晰度的。楔形线簇旁边的数字200、300、400、500、600等表示清晰度的线数。例如竖条的楔形线簇在400处尚能看清楔形线条，那么说明该电视机有400线的水平清晰度。能分清的线数越多，说明清晰度越好。一般中

小圆中的楔形线簇，如果清晰度不同（即看到的线数不同），应适当调节聚焦旋钮改善或消除这种现象。大圆中楔形线簇的另一边还标有3、4、5、7等数字，用来表示图象通道的通频带宽度的兆赫数，如能分清数字“5”处的线条，说明该电视机图象通道的频带宽度约为5兆赫。

同理，大圆中的水平线簇是反映垂直清晰度的，它主要取决于电视机的聚焦质量和隔行扫描的正确性。有时在水平楔形线簇上能分辨的线数很少，例如低于250线，那么多半是隔行扫描有问题，出现了并行现象，应调垂直同步旋钮。增加垂直清晰度。检查隔行扫描情况的另一个方法是看测试图大圆中的右上方那条斜线，如果这条斜线比较平滑，那说明隔行扫描情况良好，若这条斜线呈锯齿状，说明有并行情况。

测试图大圆下方有一条由浅变深的水平带，称它为“灰度测试带”。此带分为10级，能分清的级数越多，说明图象的黑、白色调适中、层次丰富。调整时利用亮度和对比度旋钮配合起来进行。

在大圆的下方还有两条黑、白相间的水平带，用来检查电视机的图象通道有无低频失真、过冲及反射等现象。调整时黑、白带应黑、白轮廓分明，没有拖尾、镶边等现象。一般有黑、白拖尾说明低频特性不好，有镶边说明有过冲现象。



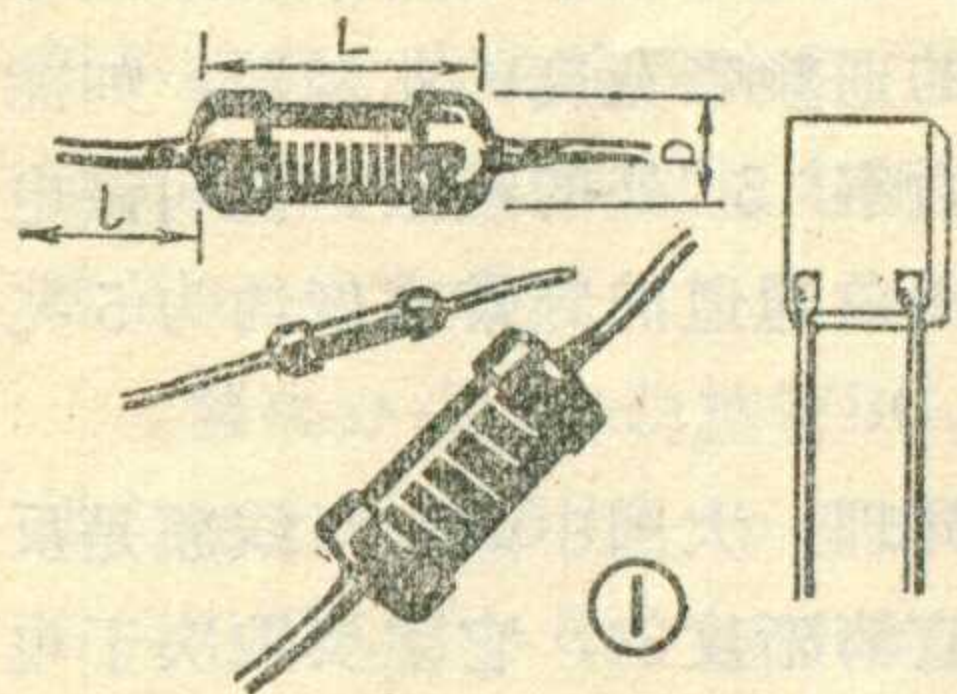
型屏幕的电视机在荧光屏中央应能分辨450线以上。调整时可转动天线方向及频率微调旋钮使分辨的线数尽量多而又不出现双影或伴音影响图象等现象。有的电视机有聚焦旋钮，聚焦调得好，分辨的线数也多。但对于大屏幕的电视机，将聚焦调到扫描线太细时，会使人清楚地看出图象的光栅结构，效果也不好，因此聚焦旋钮只能调到适当的程度。另外，比较图象四角上四个



# 介绍几种电阻器

上海无线电一厂技术情报组

电阻器的种类很多，按材料可分为线绕电阻和非线绕电阻两大类。非线绕电阻因制造材料不同，有实心电阻、碳膜电阻、金属膜电阻、氧化膜电阻、合成膜电阻等等。下面我们向读者介绍：①RJ型金属膜电阻；②板形金属膜电阻；③RC型沉积膜电阻；④RY型氧化膜电阻；⑤正温度系数薄膜电阻；⑥高阻合成膜电阻。



上述的六种电阻均称薄膜电阻，它们的外形见图①。其中除平板形金属膜电阻之外，其外形都为圆柱形。因为它们可在较高温度下使用，故电阻体外涂的是一种防潮性能较好的耐高温有机硅漆（我厂涂的是红色漆，正温度系数薄膜电阻上涂的是蓝色漆）。上述薄膜电阻与碳膜电阻相比，具有耐高温，体积较小，以及噪声系数和温度系数较小等优点。

（一）RJ型金属膜电阻：型号中的字母“R”表示电

表一

名称	型号	功率(W)	尺寸(mm)			阻值范围( $\Omega$ )
			D	L	l	
金属膜电阻	RJ	0.125	2.2	7	25	RJ 30~510×10 <sup>3</sup>
		0.25	2.6	8		RY 1~1 ×10 <sup>3</sup>
氧化膜电阻	RY	0.5	4.2	10.8	30	30~1.0×10 <sup>6</sup>
		1	6.6	13		30~5.1×10 <sup>6</sup>
		2	8.6	18.5		30~10×10 <sup>6</sup>
沉积膜电阻	RC	0.125	2.6	8	25	1~100
		0.25	4.2	10.8		
正温度系数薄膜电阻			2.6	8	25	20~4.3×10 <sup>3</sup>
高阻合成膜电阻		0.25	5.2	16.6	30	10×10 <sup>6</sup> ~51×10 <sup>9</sup>
		0.5	5.2	26		10×10 <sup>6</sup> ~100×10 <sup>9</sup>
		1	7	28		10×10 <sup>6</sup> ~1000×10 <sup>9</sup>

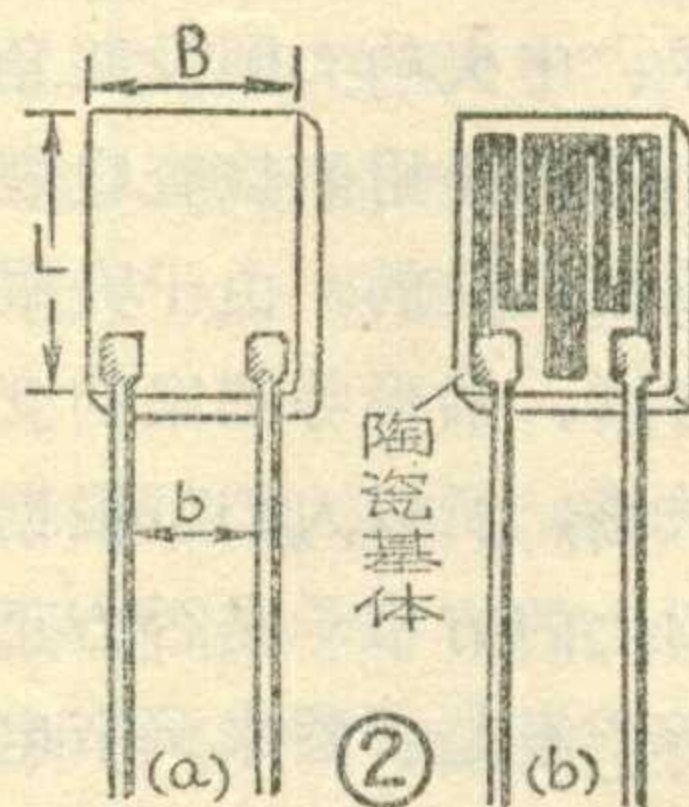
注：表中“D”表示电阻器的直径，“L”表示电阻器的长度，l为引出线长度。

阻，“J”表示金属膜。这种电阻是用真空蒸发法，往瓷管上蒸发一层很薄的金属膜制成的。阻值的大小主要由金属膜的材料即合金粉决定。合金粉有高阻、中阻、低阻三种。配制合金粉的原材料有镍、铬、铁、铜等。RJ型金属膜电阻的外形尺寸及阻值范围见表一。

RJ型金属膜电阻具有可靠、精密、稳定等优点，在各种仪器、仪表及无线电电子设备的脉冲、交流、直流电路中广泛使用。

（二）板形金属膜电阻：这种电阻的外型见图②(a)。图②(b)是这种电阻的半成品。从图②(b)可以看到在白色的陶瓷基体上覆盖着一定图形的金属膜。不同阻值的电阻，陶瓷基体上金属膜的图形也不一样。在制造时，先通过数学计算可以得知什么样的图形具有多大的阻值，然后将刻成一定图形的模板覆盖在陶瓷基体上，用夹具固定好它们的位置，然后用真空蒸发工艺往陶瓷基体上蒸发一层金属膜。最后用刻槽的办法修正阻值，通常是用缩仿刻线机切割槽纹，也有用激光进行平面刻槽的。

板形金属膜与上述金属膜电阻相比只是外形和结构上不同，它们的性能是相同的。板形金属膜电阻，很适合安装在小型印刷电路板上。它的外形尺寸及阻值范围见表二。



（三）RC型沉积膜电阻：

型号中的字母“C”表示沉积膜。这种电阻的外形是圆柱形的。在制造时，将硫酸镍、氯化铵等几种溶液按一定的比例配制沉积膜溶液。将经过处理的电阻基体放在沉积膜溶液中，边加热边搅拌，直至电阻基体上

表二

名称	型号	功率(w)	尺寸(mm)			阻值范围( $\Omega$ )
			B	L	b	
板形金属膜电阻		0.125	4	6	3	10~510×10 <sup>3</sup>
		0.25	6	8	5	10~510×10 <sup>3</sup>
		0.5	8	12	7	10~1×10 <sup>6</sup>

注：表中“B”表示电阻宽度，“L”表示长度（即电阻器直立时的高度），b为两平行引出线之间的距离。



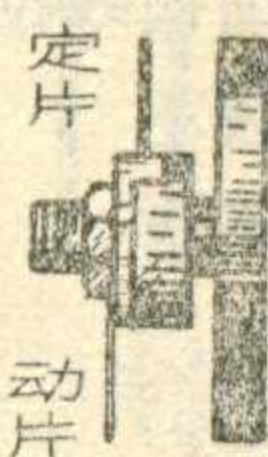
音机、通讯机及电子仪器设备中作频率微调，它的容量变化范围5/33 pF，使用寿命约50次。调整

时用手或专用工具旋转上帽与底座之间的距离来改变它的电容量。这种微调电容器和上述的拉线微调电容器调整时要与手接触，所以在接入电路时应特别注意动片接“地”。

薄膜介质微调电容器：这种微调电容器以聚脂薄膜或塑料薄膜作介质，用弹性较好的磷铜作极片，通过调整动片和定片的接触面积来改变其电容量的大小。目前市售的有单微调、双微调和四微调等多种。双微调电容器的外形见图⑤(a)，它可同时用于外差式收音机的



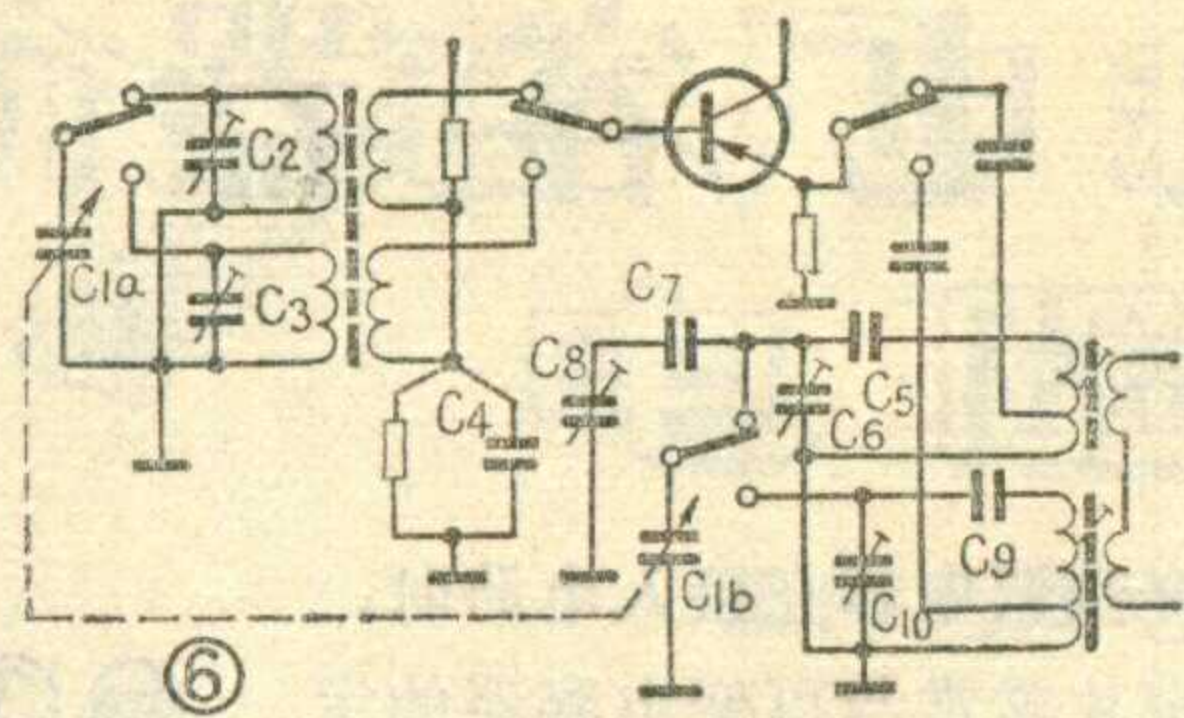
密封双连微调周



短波微调

的输入调谐回路或振荡调谐回路作为补偿电容，如图⑥中C<sub>2</sub>、C<sub>3</sub>和C<sub>6</sub>、C<sub>10</sub>。四微调电容器的外形见图⑤(b)，它适用于具有中、短

波的收音机中使用。如凯歌4B12型收音机中就使用这种微调电容器。它常常安装在可变电容器正上方，用四个定片焊片和两个接地焊片固定。为了防止机震，还常用塑料粘合剂把微调电容器同双连粘合在一起。



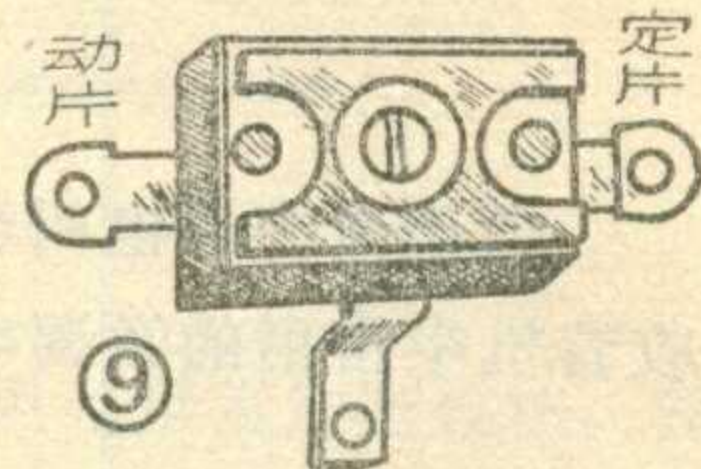
⑥

带密封双连的微调电容器外形见图⑦，它只能用于单波段的收音机。两只微调电容器的定片从内部直接与两组可变电容器的定片相并联。动片公用一个接“地”焊片。

用薄膜作介质的微调电容器，耐磨性远不如瓷介微调电容器。在产品目录里规定使用旋转寿命只有30次。

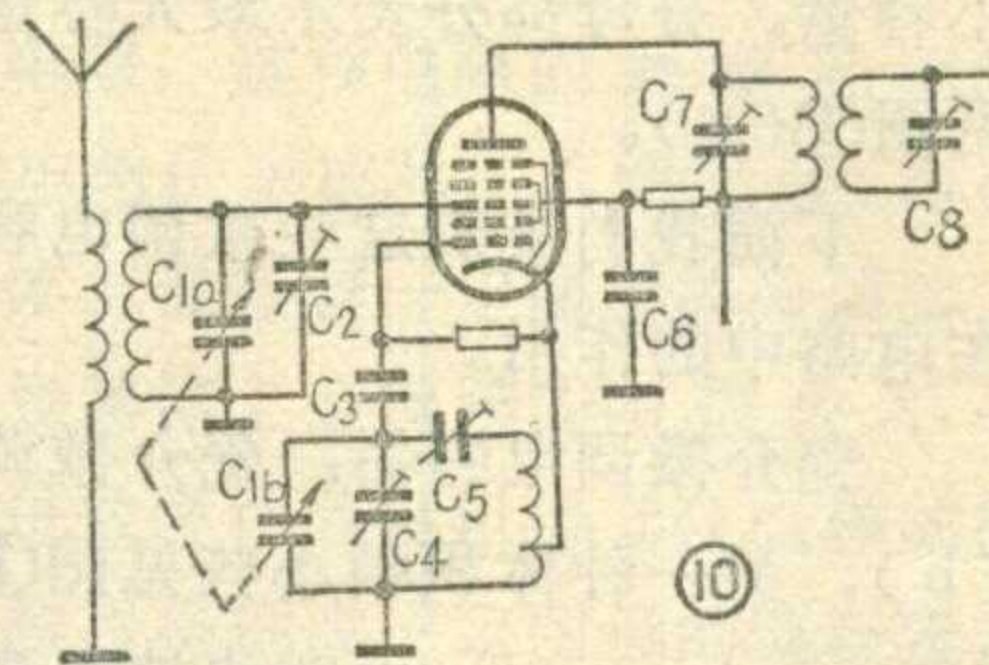
短波微调电容器：它的外形见图⑧。这种微调电容器象电位器一样可以安装旋钮，常常并联在调幅收音机的短波段振荡回路里，如图⑥中C<sub>8</sub>用来扩展频率，其容量变化为2.2 pF左右。这种微调电容器的使用寿命较长，最低为500次，最高可达10000次。它在接入电路时也应注意分清动片、定片，并且往往在电路中还串联一只5pF左右的固定电容器，如图⑩中C<sub>7</sub>。以防短路。

云母微调电容器：其外形见图⑨。这种微调电容器的结构形式和薄膜微调电容器相仿。而用云母作



云母单微调

介质的绝缘性能要比薄膜高的多，体积和容量也比薄膜微调大，常用于电子管收音机里作补偿电容，如图⑩中C<sub>2</sub>、C<sub>4</sub>。也有并联于中频变压器的初、次级线圈两端，作为调整中频频率用，见图⑩中C<sub>7</sub>、C<sub>8</sub>。这些微调电容的容量多为7/30PF。



⑩



## 为什么电阻的标称阻值系列中大部分不是整数？

这个问题得从电阻的标称值系列是怎样规定的谈起。

为了使工厂生产的电阻符合标准化的要求，同时为了使电阻的规格不致太多，有关部门规定了一系列的阻值做为产品的标准，这一系列阻值就叫做电阻的标称阻值。例如对误差±20%的电阻规定六个基本数：1、1.5、2.2、3.3、4.7、6.8（即E<sub>6</sub>数系）；对误差±10%的电阻规定十二个基本数：1、1.2、1.5、1.8、2.2、2.7、3.3、3.9、4.7、5.6、6.8、8.2（即E<sub>12</sub>数系）；对误差±5%的电阻规定二十四个基本数：1、1.1、1.2、1.3、1.5、1.6、1.8、2.0、2.2、2.4、2.7、3.0、3.3、3.6、3.9、4.3、4.7、5.1、5.6、6.2、6.8、7.5、8.2、9.1（即E<sub>24</sub>数系）。从这些数系中稍加分析不难看出，在同一数系中相邻两数的比例是基本上相等的：

$$E_6 \text{ 数系的公比为 } \sqrt[6]{10} = 1.4687 \approx 1.5$$

$$E_{12} \text{ 数系的公比为 } \sqrt[12]{10} = 1.2115 \approx 1.2$$

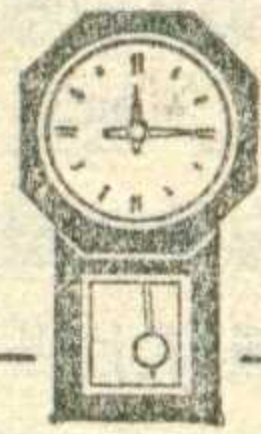
$$E_{24} \text{ 数系的公比为 } \sqrt[24]{10} = 1.1007 \approx 1.1$$

知道了某数系的公比值后，就可以求出数系中的各个值，也就是说某数系相邻两数中前一个数值乘上公比值等于后一个数值。这样的规定能保证在同一数系相邻两数中较小的数值的正偏差与较大的数值的负偏差彼此衔接或稍有重叠，从而使得生产厂所生产的全部元件都包括在规定的标称值系列中，不致因无法靠拢系列造成废品。例如E<sub>12</sub>数系中的2.7的正偏差为 $2.7 \times (1 + 10\%) = 2.97$ ；3.3的负偏差是 $3.3 \times (1 - 10\%) = 2.97$ 。二者是相衔接的。又例如：E<sub>24</sub>数系中6.2的正偏差是 $6.2 \times (1 + 5\%) = 6.51$ ；6.8的负偏差是 $6.8 \times (1 - 5\%) = 6.46$ ，在6.46~6.51间有一段重叠。

正由于电阻的标称值是根据不同误差，按一定公比经过计算得出来的，因此大部分不是整数。

(工人 王永安)

# 光电式自动响铃钟

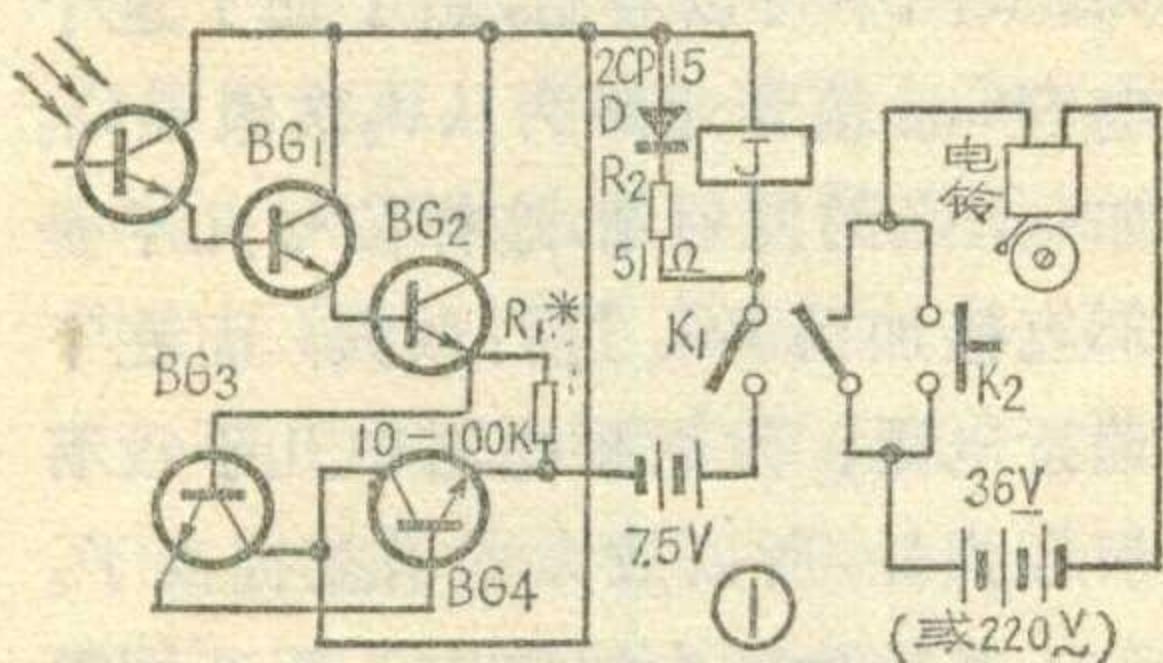


吴庆振 赵可敬

光电式自动响铃钟是自动发出铃声的装置。对于学校来讲，可以按作息时间表，自动发出预备、上课、下课……等铃声，不必再由专人负责打铃，光电式自动响铃钟简单易制、成本低、响铃准时，可靠。

## 工作原理

光电式自动响铃钟是由钟表、电子线路、电铃等部分组成。用两个边沿带着小孔的走动圆盘代替钟表的分钟和时针，在规定好的时间使两个表盘上的小孔同时对准光电



管，透过光线，激发电光管，使放大器工作，启动线路中的继电器，接通电铃电路，发出铃响。

电子线路见图1。当光电管没有光照射时，它的暗阻很大，因此接通电源后，由于BG<sub>1</sub>的基极偏流甚小，整个放大线路处于截止状态，输出电流近似为零，因此继电器不动作，电铃电路处于开路状态，电铃不响。当有光照射时，光电管的阻值迅速变小，电源通过它给BG<sub>1</sub>基极偏流，于是经过BG<sub>1</sub>、BG<sub>2</sub>、BG<sub>3</sub>、BG<sub>4</sub>的放大，从BG<sub>4</sub>的集电极输出几十毫安的电流，使继电器动作，接通电铃电路的电源，发出铃声。放大线路由热稳定性较好、穿透电流较小的四只硅管组成，每两只硅管组成一个复合管，第一组管子接成射极输出器，以提

高它的输入阻抗。因为复合管的电流放大倍数为各管电流放大倍数的乘积，所以能保证继电器准确启动。图1中的电阻R<sub>1</sub>可防止由于温度升高而使放大线路的总穿透电流过大。适当选择它的数值，当周围温度在-5°C至+40°C之间变化时，可使整个线路的静态电流控制在0.01毫安左右，所以静态耗电比较省。

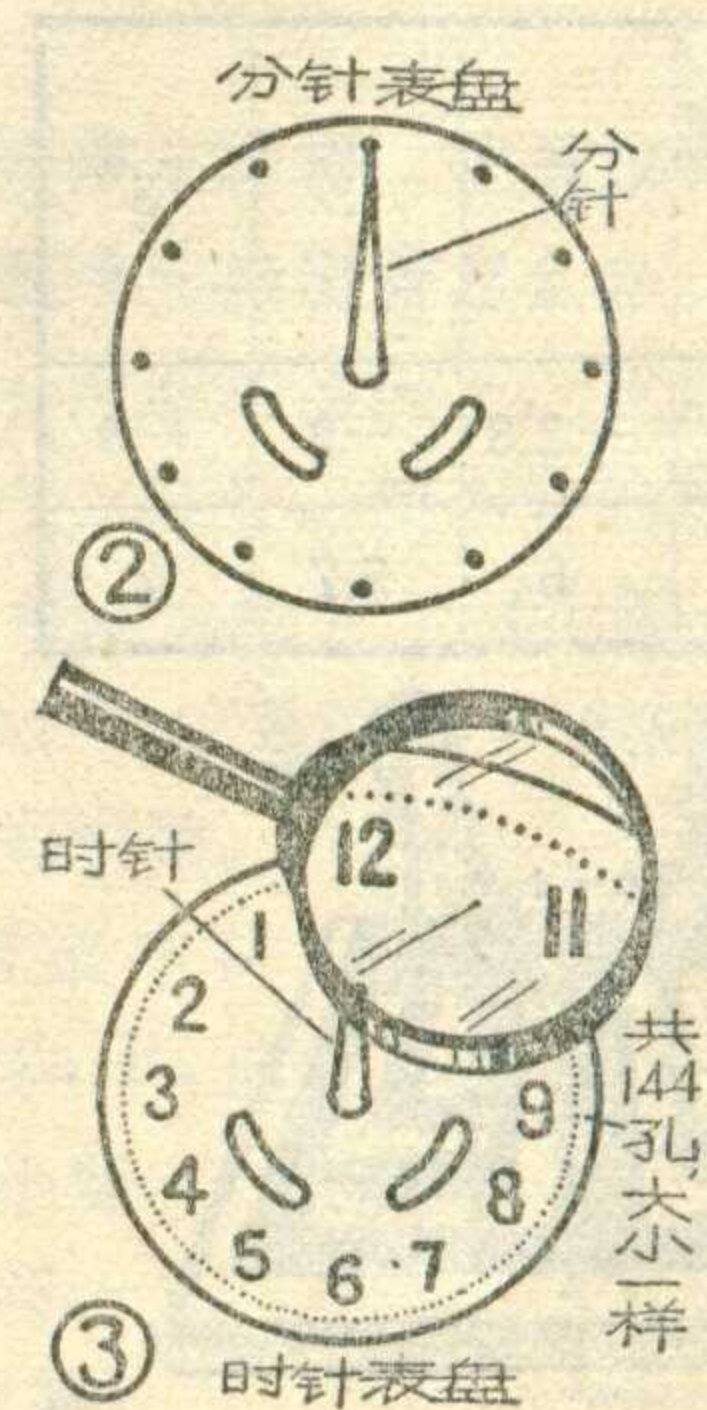
钟表的原机械部分要稍作改动，要重新作两个走动表盘。因为一般作息时间表大都以5分钟为最小单位，所以分针表盘和时针表盘上的小孔也是以5分钟为最小单位。两个表盘以不同速度转动，它们上面的小孔在光电管处每5分钟对准一次，使光电管受到光的照射。分针表盘上的孔的大小，控制电铃响的时间约30秒左右。时针表盘上的孔按作息时间表编制成程序。使钟按编好的时间表，准确地发出铃响。

## 选材与制作

我们用的是北极星牌报时摆钟。光电管用的是3DU21，也可以用3DU31或半导体三极管代替。三极管用的是硅低频三极管，穿透电流小于10微安，电流放大倍数大于50，也可以用锗管代替。继电器J用JRX-13F型继电器改制，线圈电阻90欧，吸合电压6伏，电流25毫安。制作时可用已有的继电器或收音机小型输出、输入变压器改制。电铃电路用交流、直流供电都可以，但应注意电源功率应与继电器的触点负荷相适应。

制作两个表盘时，分针表盘用1至2毫米厚的透明塑料板作成直

径为21厘米的圆盘。先用白色调和漆在圆盘的外沿刷一宽为3厘米的圆环，再刷黑色调和漆盖住以免透光。在直径为19厘米的圆周上，按12等分打出直径为5毫米的孔12个，并在圆心处打一小孔，用环氧树脂把分针固定在正面（涂漆的一面为背面，因先涂了白色调和漆，所以正面上看不到黑色漆，不影响表盘美观）。固定分针时，使分针针尖对准一个孔，并留出上发条的孔，见图2。分针表盘也可以用薄铝板或薄铁片作。时针表盘可用薄铝片、薄铁片作成直径为21厘米的圆盘，刷成白色，在直径为19厘米的圆周上，按144等分，打出直径为2毫米的孔144个，也在圆心处打一小孔，把时针焊在圆盘的涂白漆的一面。固定时，也使其针尖对准小孔，在其上按逆时针方向标出1—12的数字，时针针尖指的小孔标12点。留出上发条的孔，如图3所示。然后把作好的分针、时针表盘装在原来放分针、时针的轴上，使两个表盘分别按分针、时针的速度逆行转动。固定光电管时，先在长6厘米，宽4厘米的塑料板



中心打直径为0.5厘米的孔，使光电管的顶部从孔中露出约0.4毫米，把光电管的两脚焊在旁边的空心铆钉上。在钟的上部原来固定表盘的横木板上，

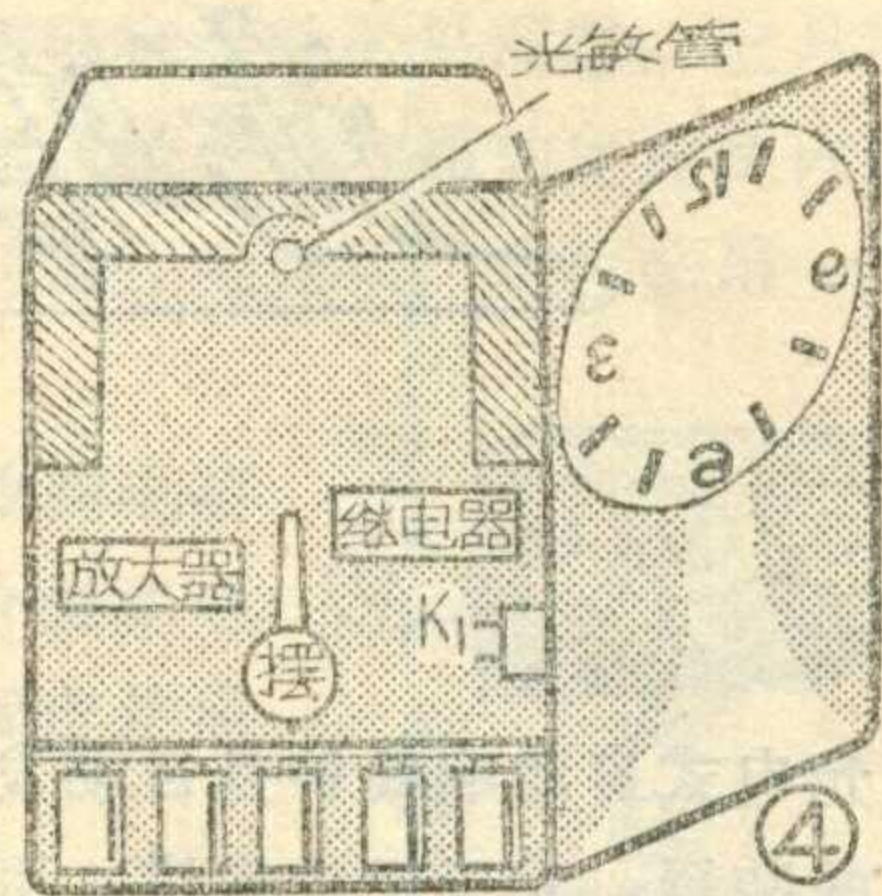
在距表针、轴正上方9.5厘米处打一个直径2厘米的孔。把光电管对准这个孔，再用大头针把塑料板钉在横木板上，并从铆钉上再引出两条导线。总开关  $K_1$ 、 $K_2$  及放大器线路板、五节3号电池均放在钟表内，见图4。

调整放大线路时，先让光电管蔽光，将整个焊好的放大器线路板放在一个纸盒内（也可以不带继电器），插入温度计，当温度为  $16^\circ\text{C}$  时，不接电阻  $R_1$ ，静态总电流约为0.1毫安，再让光电管见光（白天室内光即可）测量动态总电流为40毫安左右，则说明线路已调好。

安装钟表时，先把分针表盘取下，在时针表盘上按作息时间表，把该打铃时间处的小孔留下，其余的孔用黑纸糊住。然后再安上分针

表盘。上表盘时，先让钟表停走，从作息时间表上选一个响铃的钟点，如9点，这时让时针表盘9点的小孔对准光电管后固定，再把分针表盘上分针指的小孔（即12点）也对准光电管，并固定。装上电池，接通开关  $K_1$ ，调整吊在室内距钟表约24厘米的小平面镜，使光更好地照射在光电管上，这时继电器动作，电铃响，否则应检查放大器与光电管位置是否工作正常。然后拨动分针表盘，使之和当时的时间一样，并上好发条，使钟表开始运转。钟最好放置在南墙窗口的一侧，可根据条件，选择合适地方放置，使之在一年四季只要光线合适，就可以启动电铃。

表示时间的数字可以用硬纸刻出，用胶水粘在钟表盖的玻璃里



面。再用白纸剪一个宽1.5厘米的圆环，它的大小正好挡住分针表盘上的12个小孔，把它也粘在钟表盖玻璃上。并在圆环的正上方留出1厘米宽的透光孔。

更换时间表时，取下分针表盘，在时针表盘上按作息时间表留出响铃的小孔，把不用的孔粘住。

约15天上一次发条，可在中午12点时上。 $K_2$ 为临时响铃开关。

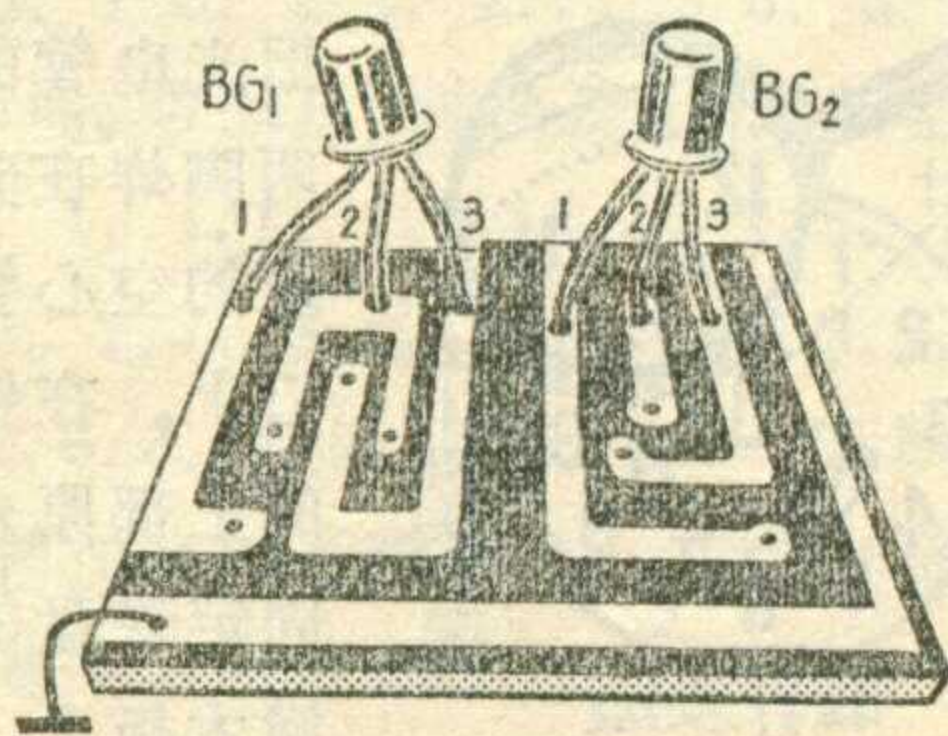


1. 有两种功率大小相等但频率不同的音频信号，一个是1200千赫，另一个是

200千赫，由高、低音喇叭分别担任放音，人的耳朵对这两种信号的音响感觉相同吗？

2. 在一个放大线路板上有两只晶体管如图示，已无法辨认它们的型号、管脚。测得它们各管脚对地电压如表，想一想，它们是锗管还是硅管？怎样判别出它们的各极？

电压(V) \ 管子	管脚 1	管脚 2	管脚 3
BG <sub>1</sub>	-2.3	-2	-6
BG <sub>2</sub>	6	5.7	2



### 上期“想想看”答案

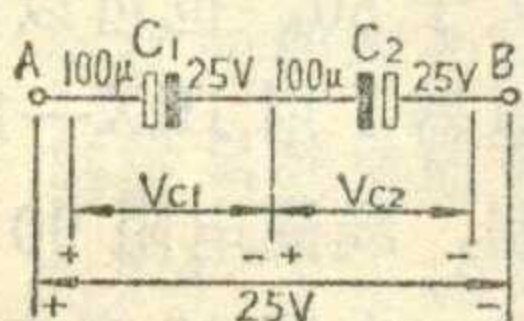
1. 有的脉冲电路里要用到无极性电容。一般电解电容是有极性的，但当把两个有极性的电解电容对接时，就变成无极性电容了，使用中习惯把电容的负极与负极相连，如图示。如果正极与正极相连，一旦连接处接地或绝缘不好，就会造成电容短路。

由于电解电容器中的氧化膜具有单向导电性，两个电容按图所示串接时， $C_1$ 中的氧化膜起绝缘作用，而 $C_2$ 中的氧化膜起导电作用，所以两个电容的绝缘电阻相差很大，绝大部分电压降在与电源极性相同的那个电容上。因此，反接的那个电容上的电压很小，如果这个电压低于这个电容器所容许的反接耐压，对该电解电容器的性能就不会产生显著地有害影响。

串联后的容量应按电容器串联的方法计算，即  $1/C_{总} = 1/C_1 + 1/C_2$

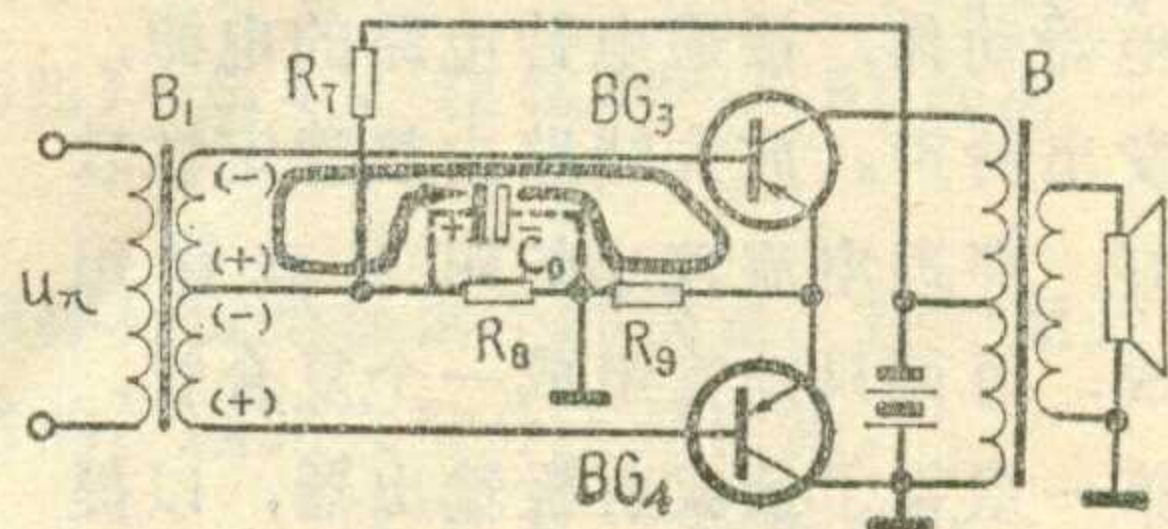
(赵亿霖)

2. 在单管功放级的输入电路加

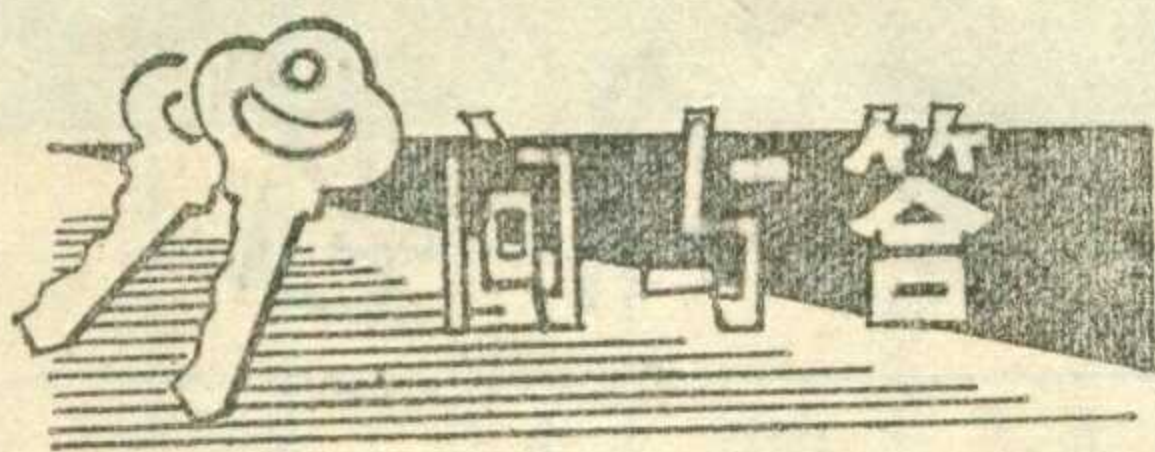


一个电容可以使功放级的增益增高。从图中可以看出，由于加了这个电容 $C_{18}$ ，信号通路为从 $B_3$ 次级经 $C_{18}$ 加到 $BG_4$ 的发射结，这样信号几乎全部直接加到 $BG_4$ 进行放大，而在下偏置电阻、发射极电阻中几乎没有信号损耗，所以放大器增益提高了。

在推挽输出线路中，假若同单管功放级一样，加一个电容 $C_0$ 如下图，那么在信号的正半周， $BG_3$ 导通，信号电流给 $C_0$ 充电，使其上的充电电压为左正右负；同样，在信号负半周， $BG_4$ 导通，信号电流也给 $C_0$ 充电，其充电方向与正半周情况相同，也是左正右负。可以看出，在信号电流的两个半周内，电容 $C_0$ 上面充电产生的电压方向与两管的原偏置电压方向都相反，起抵消作用，使两管工作状态发生变化，甚至造成原来能进行放大的推挽管同时截止，产生失真。因此，不能加这个电容。（戴政国）







**问：**用7只锗管装了一部超外差中波收音机，在频率高、低端收音都正常，但为什么在990千赫附近有严重的“咕咕……”叫声？

**答：**一般超外差收音机中频频率都采用465千赫，由于经过两级中频放大后，总的中频增益约为50—60分贝，增益很高，经过检波二极管时，由于二极管的非线性影响，它会产生大量谐波（即465千赫的多次谐波），其中二次、三次谐波（930千赫及1395千赫）均落在中波段接收范围，尤其是二次谐波信号较其它次谐波信号强，因此，如果外来信号频率接近930千赫时，将在930频率上听到差拍声，严重时则会产生咕咕叫声。在990附近频率上听到咕咕声，也是上述原因，只是因为中频频率未调在465千赫而偏高了或者是刻度频率不准。

遇到这种情况，最好将二级中放与检波回路等元件重新排列，远离磁棒，如果由于机心小而无法远离时，可以用金属罩把中放、检波等元件屏蔽起来，屏蔽罩应接地。对两个中放级与检波回路的接地应尽量靠近，尤其是检波后的Π型滤波器接地要尽量靠近中频变压器的“零”端接地。也可以将中频频率调低一些，使它的二次谐波稍远离外来信号，这样在收听电台时，也能避免咕咕叫声。另外在整机灵敏度许可条件下，也可以适当地降低些中放级电流，以消除咕咕声。（申兵答）

**问：**用E312型计数频率计监视收音机本地振荡频率的方法拉收音机的覆盖，为什么调整好后再在收听电台时，发现频率指示的位置变了？

**答：**这是由于测量方法不正确引起的。当用频率计去测收音机的本振频率时，就相当于在振荡回路两端并联了这个频率计的输入阻抗，E312型的输入电阻 $\geq 1$ 兆欧，输入电容 $\leq 25$ 微微法。由于输入电阻高对振荡回路的Q值的影响可忽略，但输入电容并上后加大了振荡回路的总容量。在调试时，为了保证高端与低端的频率覆盖在1640—525千赫之间，只有减小原振荡回路的电容、电感值。拿掉频率计后，振荡回路因减小了个小电容，振荡频率偏高，因此收听电台广播时，频率指示位置变了。（邹振熊答）

**问：**直放式收音机的功放电路能接成不用输入、输出变压器的互补对称式推挽功放电路吗？接时应注意什么问题？

**答：**直放式收音机的功放电路和超外差式收音机的功放级一样，可以采用对称式推挽功放电路。改接

电路时，可参考有关收音机上比较成熟的电路。改接时应注意：

(1)因为这种电路激励管和两只功放管是直接耦合的，而且有负反馈，所以激励级与功放级之间有牵连，不能分级调整，而要反复调整数次才能调准。调整时应使每只功放管的发射极与集电极之间的电压均为电源电压的一半。

(2)由于激励级是工作在甲类工作状态、故放大倍数 $h_{FE}$ 要稍高一些，约为80—120，工作电流约为4—7毫安。

(3)两只功放管应选择相同材料的管子（锗管或硅管），其主要参数应相同，以保证工作对称、输出失真小。因两只功放管工作在甲乙类状态，工作电流约为2—4毫安， $h_{FE}$ 可选在40—100。（陈力答）

**问：**晶体管收音机的等容双连电容 $2 \times 270(P)$ 坏了，用差容双连250/290(P)代替，会出现什么问题？怎样解决？

**答：**如果是修理产品收音机，双连由 $2 \times 270(P)$ 换为250/290(P)则不必重换调谐线圈，只要将刻度盘指针调到当地电台的频率刻度上，再把中波振荡线圈的磁心慢慢往里拧，到声音最大为止，然后再将磁性天线线圈往外移动，直到声音最大时即可，频率低端和高端的统调工作也需重新校准。因为原来输入和振荡的调谐电容都为270P，现在振荡回路的电容为250P比270P小了，故振荡线圈的磁心要往里拧，才能在电容转动相同角度时（即原电台的刻度指示不变），达到相同的谐振频率。因输入回路的电容大了(290P)，故磁棒上的线圈要往外移动。

如果是自制调谐线圈，采用250/290(p)的双连电容，磁棒用 $\phi 10 \times 140 \times 160$ (毫米)<sup>3</sup>、输入线圈初级用 $\phi 0.07 \times 7$ 纱漆包线平绕55匝，次级间隔3毫米绕5匝。振荡线圈在外径 $\phi 8$ (毫米)带磁心的塑料管上用 $\phi 0.17$ (毫米)丝包线叠绕，初级绕110匝，在7匝处抽头，次级用同号线间隔2.5毫米绕12匝即可。

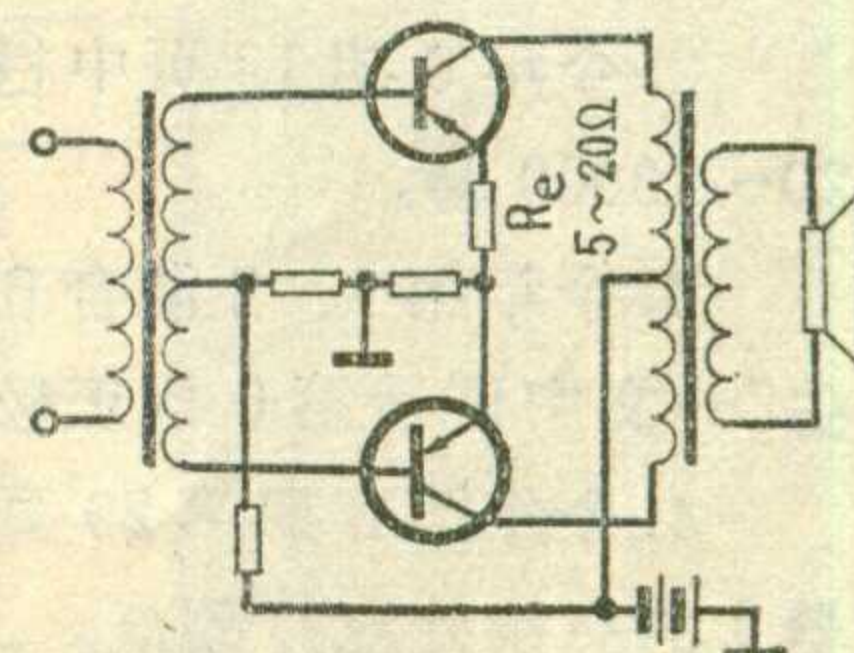
（金德初答）

**问：**有两个低频三极管，就是放大倍数不一样，想作收音机的末级推挽输出管怎么办？

**答：**在两管不配对的情况下，我们可设法降低 $\beta$ 值较大那管的放大倍数，使两管的放大倍数尽量一致。如图可在 $\beta$ 值较大的管子（上面一个管子）的发射极串接一只电阻 $R_e$ ，通过 $R_e$ 产生的负反馈作用，来降低该管的放大倍数。

$R_e$ 的值可以在调整中决定，若 $\beta$ 值相差多， $R_e$ 选得大些，反之则小些，一般在5—20欧之间。

（花维国答）



# 薄膜唱片变形的修复

薄膜唱片因放置不妥往往变形，影响使用。下面我们介绍使它复原的方法。

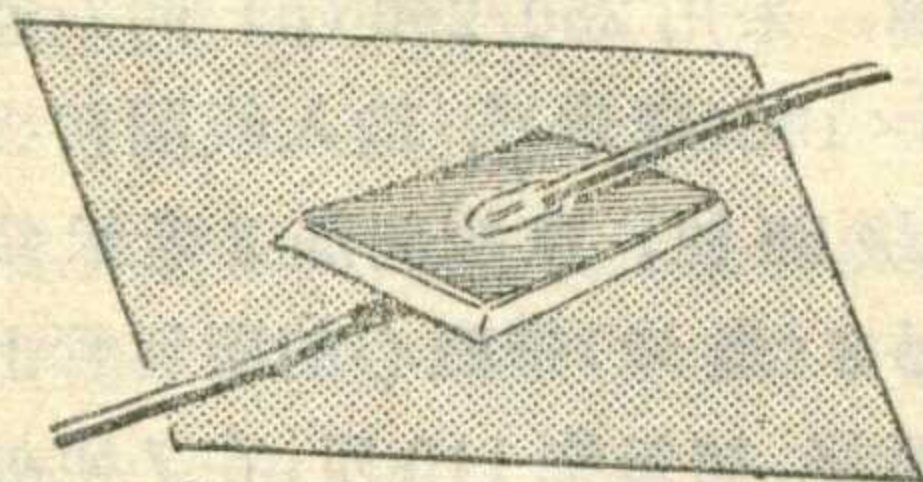
先找两块比唱片略大的玻璃。取一脸盆干净温水(50°C左右)，水温不可过高，也不可将唱片放入冷水后再用沸水猛冲其一点，然后将需修复的唱片放在水中的一块玻璃上，再将另一块玻璃放入水中压在唱片上面，然后用几个夹子，把两块玻璃夹紧，经10~20分钟，水冷却后，将两块玻璃轻轻对拉开(注意按平面方向拉)，再用软布轻轻拭去唱片槽中的水，将两块玻璃也一起揩干。再用两张大小适宜的白纸包好唱片，仍用玻璃及夹子把唱片夹紧，经过半小时后，唱片便会复原，整旧如新。(朱俊)

# 小容量电容的制作

我们在制作电视机频道转换器时经常要用到几个小容量的电容，这种电容可以自制，下面介绍制作方法。

找一些1.5毫米厚的双面敷铜板的下角料作为制作小容量电容的材料。经我们试验，这种敷铜板每30(毫米)<sup>2</sup>面积的容量是1个微微法，如要制造容量稍大一些的电容可按比例增大面积。

用锯条把敷铜板锯成5~7毫米细长条，然后按照所需面积截成小块，并把它四周稍加打磨，这样就可把两根引线焊上(见附图)，焊引线时可用松香，不要用焊油，因为焊油有腐蚀性，会损坏敷铜板。为了使所作的电容性能稳定，最好在电容上涂一层漆，漆干后这个电容就可使用了。(沈谊 张路增)



## 更正

1. 今年第4期20页表2中BG<sub>2</sub>一行参数0.65~7应改为0.65~0.7。
2. 今年6期19页中栏21行20~1000赫应改为20~10000赫。
3. 今年第1、2期合刊第53页“废三氯化铁的再生”一文中倒数第6行正极应改为负极。
4. 今年第3期第29页图3中电源E正极与继电器J的交接处应打黑点。

# 无线电

1976年第8期(总第167期)

## 目录

中同轴电缆1800路载波通信  
.....邮电505厂、邮电部第六研究所(1)

铁氧体中、短波天线磁心的规格和性能  
(封三说明).....关卓民编(3)

单结晶体管.....宋东生(4)

单结晶体管时间程序控制器.....王福礼(7)

绝缘栅场效应管长延时电路  
.....上海继电器厂工人 葛志诚(8)

电视机丢掉电源变压器的几个问题  
.....南京木器厂 郑诗卫(10)

**\* 电视接收技术讲座 \***

视频放大电路(续).....电视接收技术讲座编写组(13)

黑白显象管常见故障及其排除方法.....邹家祥(15)

**\* 农村有线广播 \***

磁带录音机中的超音频偏磁  
.....山东人民广播电台 刘昌科(16)

互补对称功放电路工作点的稳定方法.....郁志发(19)

JT-1型晶体管特性图示仪的使用(续)  
.....上海无线电二十一厂 吴国培 姚如源(22)

修理“飞乐”736型收音机经验点滴.....林纬武(24)

**\* 初学者园地 \***

电视测试图.....张家谋(25)

介绍几种电阻器  
.....上海无线电一厂技术情报组(26)

谈谈微调电容器.....工人 王文生(27)

为什么电阻的标称阻值系列中大部分不是整数?  
.....工人 王永安(28)

光电式自动响铃钟.....吴庆振 赵可敬(29)

**\* 想想看 \***

**\* 问与答 \***

**\* 电子简讯 \***

封面说明: 中同轴电缆1800路载波电话机房一角  
封底说明: 长途电话自动接续设备

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

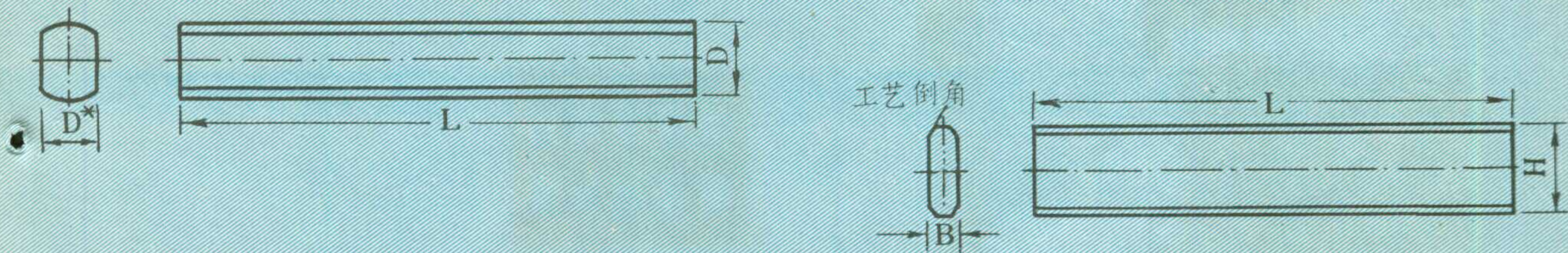
总发行: 北京市邮政局  
订购处: 全国各地邮电局

出版日期: 1976年8月25日  
本刊代号: 2-75 每册定价0.17元

# 铁氧体中波、短波( $f \leq 12\text{MHz}$ )天线磁心的型号、尺寸及主要性能

型号	尺寸 mm			中波性能			短波性能 ( $f \leq 12\text{MHz}$ )		
	D	L	D*	$Q_{app}$	$\mu_{app}$	$\beta \times 10^2$ 不大于	$Q_{app} \geq$	$\mu_{app}^{+25\%}_{-0}$	$\beta \times 10^2$ 不大于
Y10 × 200	10 ± 0.4	200 ± 3.3	9	1.1	12	± 0.15	1.70	3.15	± 0.15
Y10 × 180	10 ± 0.4	180 ± 3.0	9	1.25	11	± 0.14	1.75	3.10	± 0.14
Y10 × 160	10 ± 0.4	160 ± 2.7	9	1.4	10	± 0.13	1.80	3.05	± 0.13
Y10 × 140	10 ± 0.4	140 ± 2.4	9	1.5	9	± 0.12	1.85	3.00	± 0.12
Y10 × 120	10 ± 0.4	120 ± 2.1	9	1.6	8	± 0.11	1.90	2.95	± 0.11
Y10 × 100	10 ± 0.4	100 ± 1.8	9	1.7	7	± 0.10	1.95	2.90	± 0.10
Y10 × 80	10 ± 0.4	80 ± 1.5	9	—	—	—	—	—	—
Y10 × 60	10 ± 0.4	60 ± 1.2	9	—	—	—	—	—	—
Y8 × 140	8 ± 0.3	140 ± 2.4	7	1.6	12	± 0.12	—	—	—
Y8 × 120	8 ± 0.3	120 ± 2.1	7	1.7	11	± 0.11	1.60	2.60	± 0.11
Y8 × 100	8 ± 0.3	100 ± 1.8	7	1.8	10	± 0.10	—	—	—
Y8 × 80	8 ± 0.3	80 ± 1.5	7	—	—	—	—	—	—
Y8 × 60	8 ± 0.3	60 ± 1.2	7	—	—	—	—	—	—

注 D\*为参考尺寸。除D\*外、径向尺寸应符合D的规定。

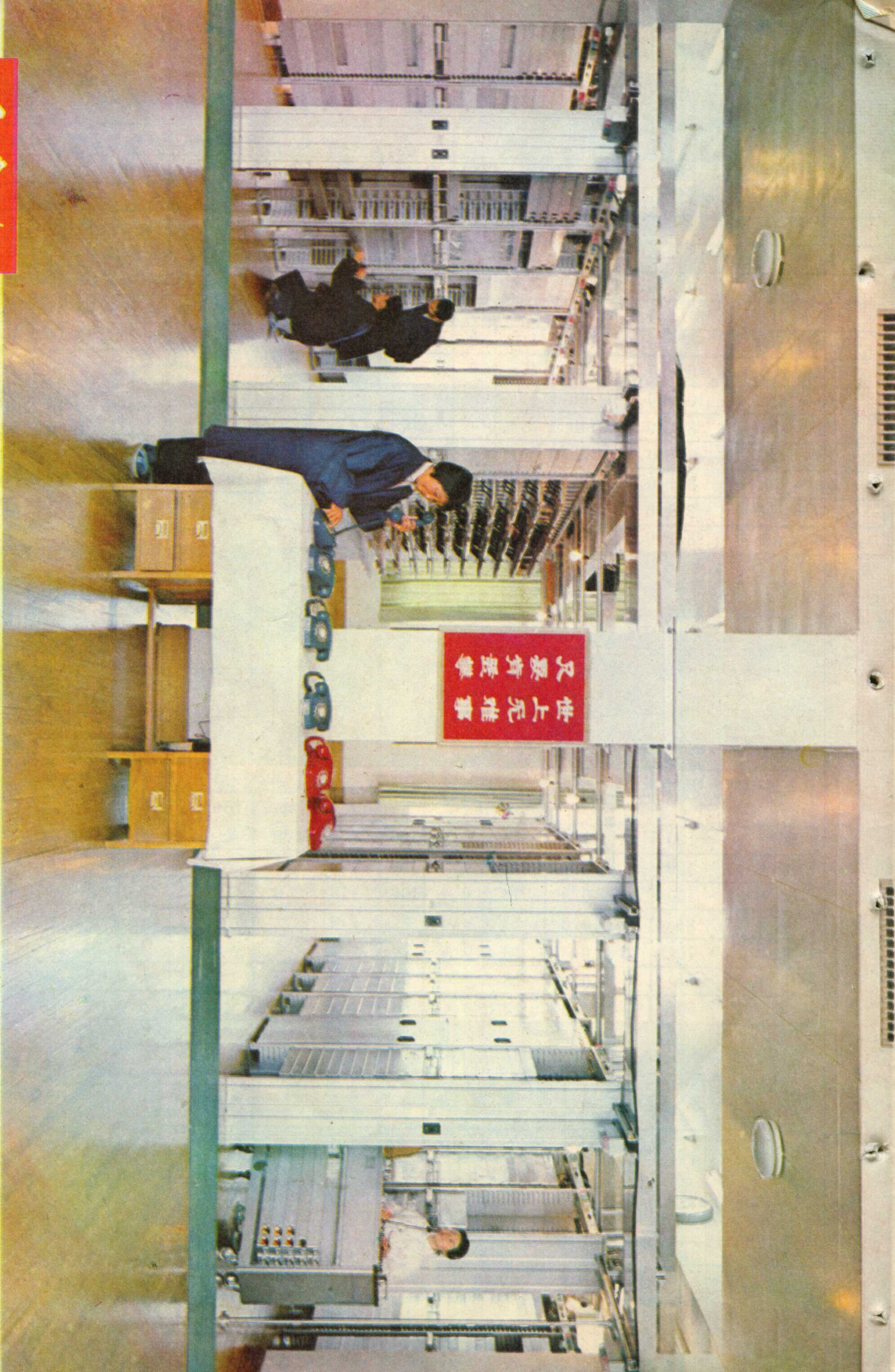


型号	尺寸 mm			中波性能		
	B	H	L	$Q_{app}$	$\mu_{app}$	$\beta \times 10^2$ 不大于
B5 × 16 × 120	5 ± 0.3	16 ± 0.5	120 ± 2.1	1.8	8	± 0.11
B5 × 16 × 100	5 ± 0.3	16 ± 0.5	100 ± 1.8	2.0	7	± 0.10
B5 × 13 × 100	5 ± 0.3	13 ± 0.4	100 ± 1.8	2.0	7	± 0.10
B5 × 13 × 85	5 ± 0.3	13 ± 0.4	85 ± 1.6	—	—	—
B5 × 13 × 70	5 ± 0.3	13 ± 0.4	70 ± 1.4	2.1	6.5	± 0.09
B5 × 13 × 55	5 ± 0.3	13 ± 0.4	55 ± 1.2	2.2	6	± 0.08
B4 × 12 × 50	4 ± 0.3	12 ± 0.4	50 ± 1.2	2.1	5	± 0.08

附表：测试  $Q_{app}$ 、 $\mu_{app}$  用的标准线圈数据

波段	线圈数据		骨架型号	骨架最大外径 (框) mm	线圈匝数
	磁心形状	形状			
中波	圆形	Y 8	Y 8	13 ± 0.05	27
		Y 10	Y 10	11 ± 0.05	33
	扁形	B5 × 16	B5 × 16	19 ± 0.05 × 8	24
		B5 × 13	B5 × 13	16 ± 0.05 × 8	26
短波	圆形	Y 8	Y 8	13 ± 0.05	4
		Y 10	Y 10	11 ± 0.05	4

无绳电



世上无难事  
只要肯登攀