



无线电

周国瑞

7
1975

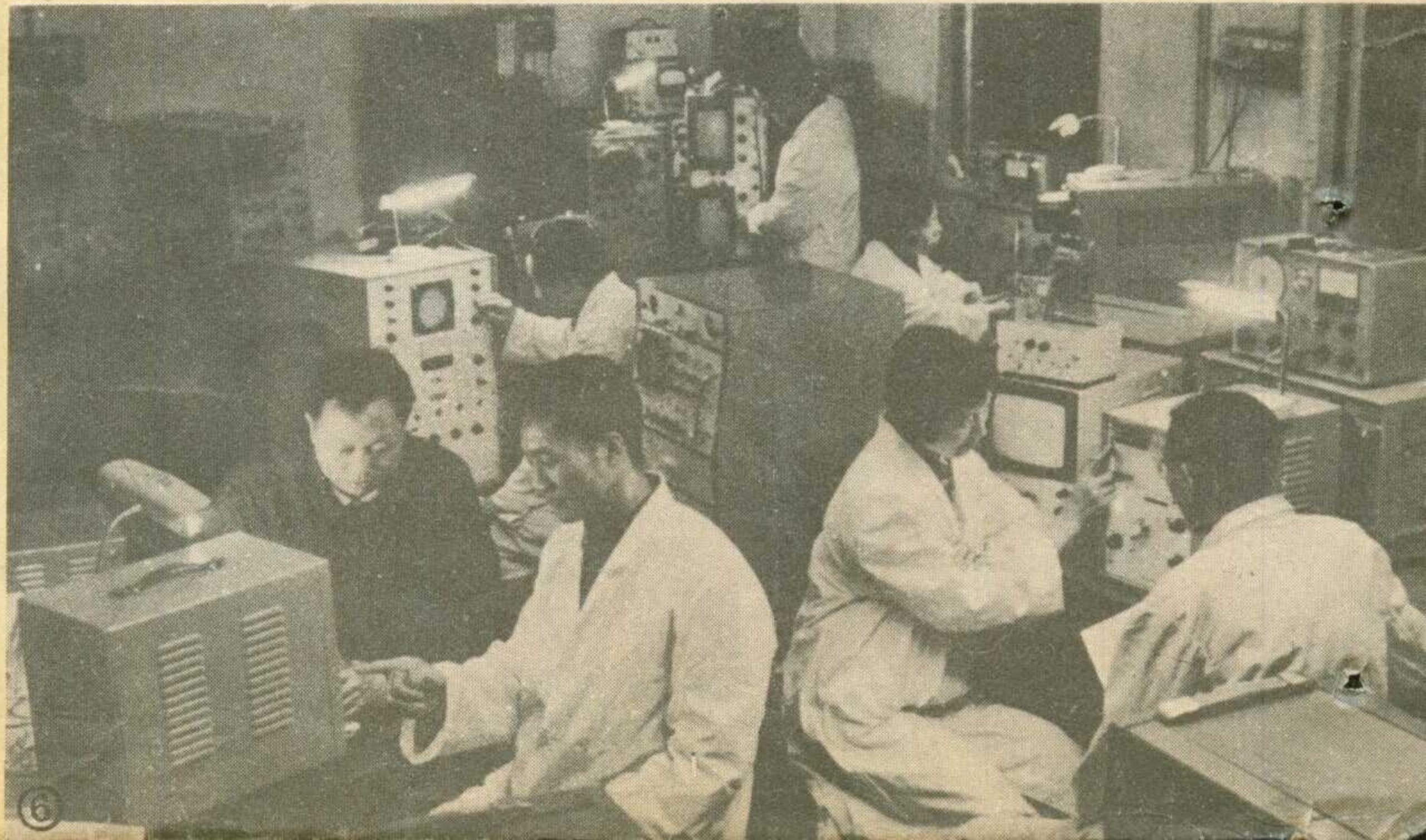
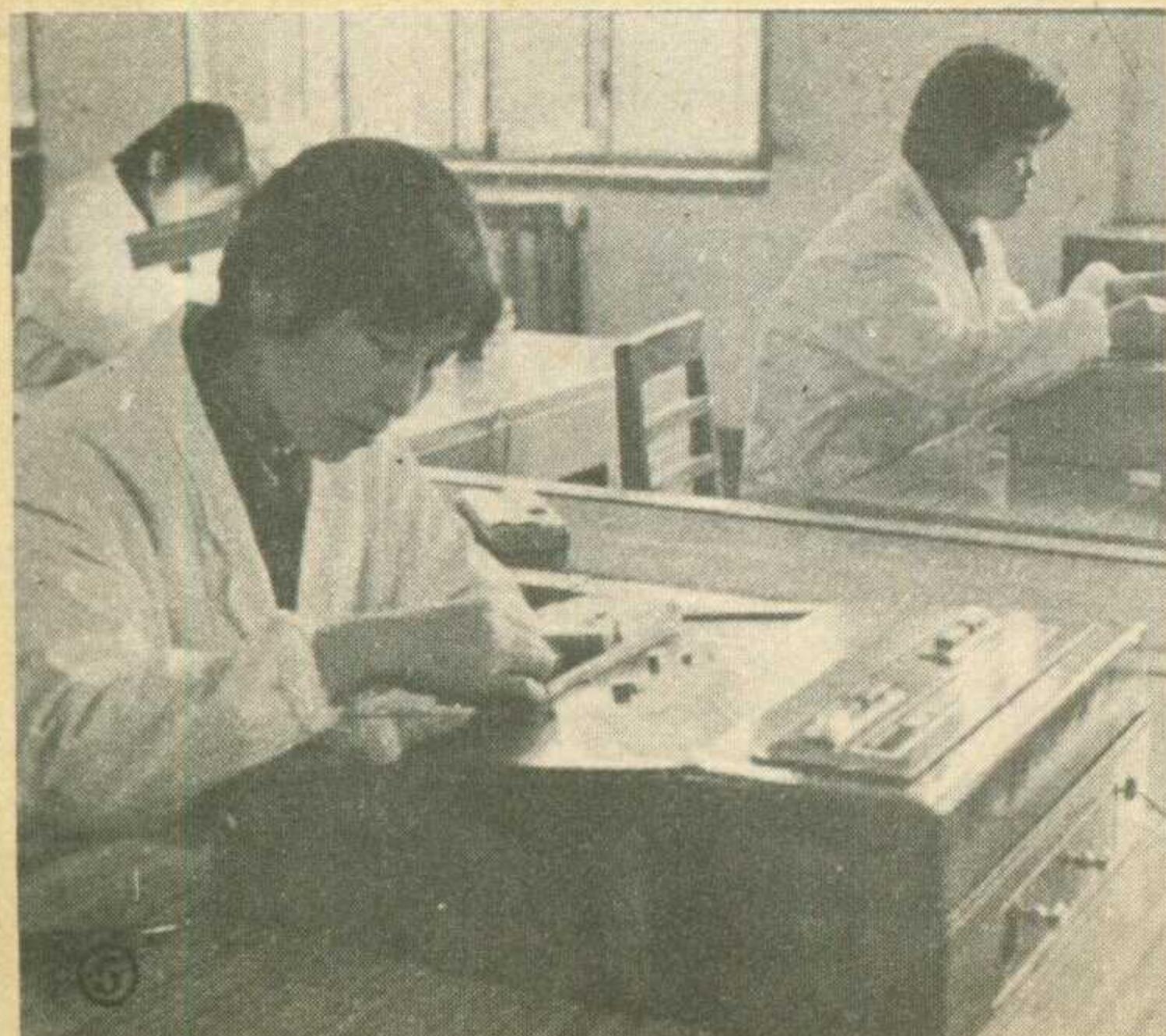
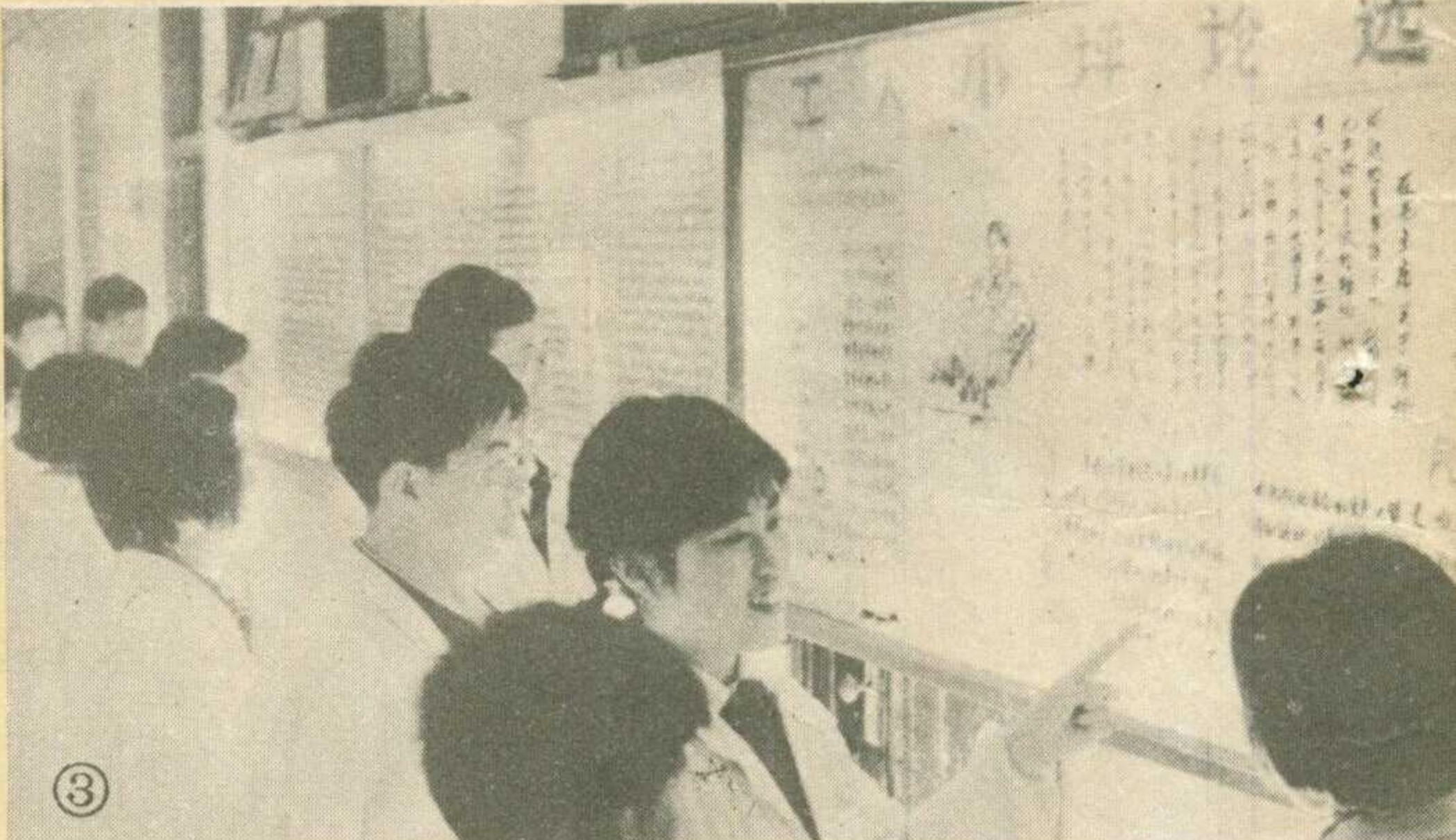
在工业学大庆的道路上阔步前进



南京无线电厂是“工业学大庆”先进单位，是伟大领袖毛主席视察过的工厂。十几年来，特别是无产阶级文化大革命以来，这个厂坚持党的基本路线，贯彻执行“鞍钢宪法”，深入开展“工业学大庆”的群众运动，坚持企业的社会主义方向，抓革命促生产，为我国电子工业的发展做出了贡献。

当前，在毛主席关于理论问题的重要指示指引下，全厂工人、干部、技术人员通过认真学习无产阶级专政的理论，不断提高无产阶级专政下继续革命的觉悟，学大庆的自觉性更高，大干社会主义的劲头更足，他们决心把“工业学大庆”的群众运动继续推向前进，为把我党建设成社会主义的现代化强国而努力奋斗！

- ①、工人理论小组在认真看书学习。
- ②、以优异成绩超额提前完成生产任务的人。
- ③、车间办起了“夜光报”，用毛泽东思想占领宣传阵地，促进人的思想革命化。
- ④、干革命不计报酬，业余义务回收废旧物资。
- ⑤、印刷电路板投影装配自动剪头机是技术革新的新成果。
- ⑥、苦干实干加巧干，挑灯夜战攻难关。

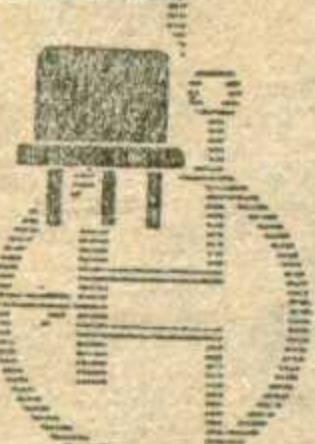


毛主席语录

中国共产党是全中国人民的领导核心。没有这样一个核心，社会主义事业就不能胜利。

要搞马克思主义，不要搞修正主义；要团结，不要分裂；要光明正大，不要搞阴谋诡计。

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。



结型场效应管及其应用

卞正岗

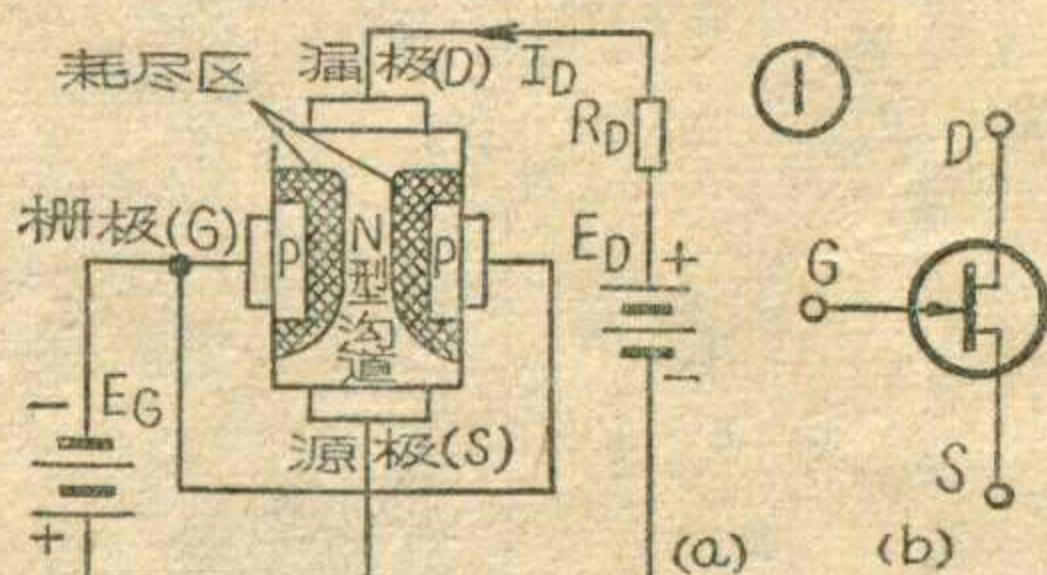
我们知道，一般晶体管（即双极型晶体管）是通过控制其基极电流的大小而达到使集电极电流变化的目的；由于它的输入阻抗不够高，所以需要信号源提供一定的电流才能工作，这是一般晶体管的一个缺点。场效应管可以克服这个缺点。场效应管具有输入阻抗高、噪声低、动态范围大和低温度系数等优点，所以现在已广泛应用于各种电子线路中。场效应管分结型场效应管和绝缘栅场效应管两种。绝缘栅场效应管本刊已在1974年第1期作了介绍，现将结型场效应管的原理及其应用作简单介绍。

工作原理

在一块N型硅棒两端引出电极，分别称为漏极(D)和源极(S)，又在硅棒的两个侧面各制作一个P区，引出电极并

连接起来称为栅极(G)，这样就构成一个结型场效应管。它的结构和所加电压如图1(a)所示，图1(b)为它的代表符号，这种场效应管称为N型沟道结型场效应管。

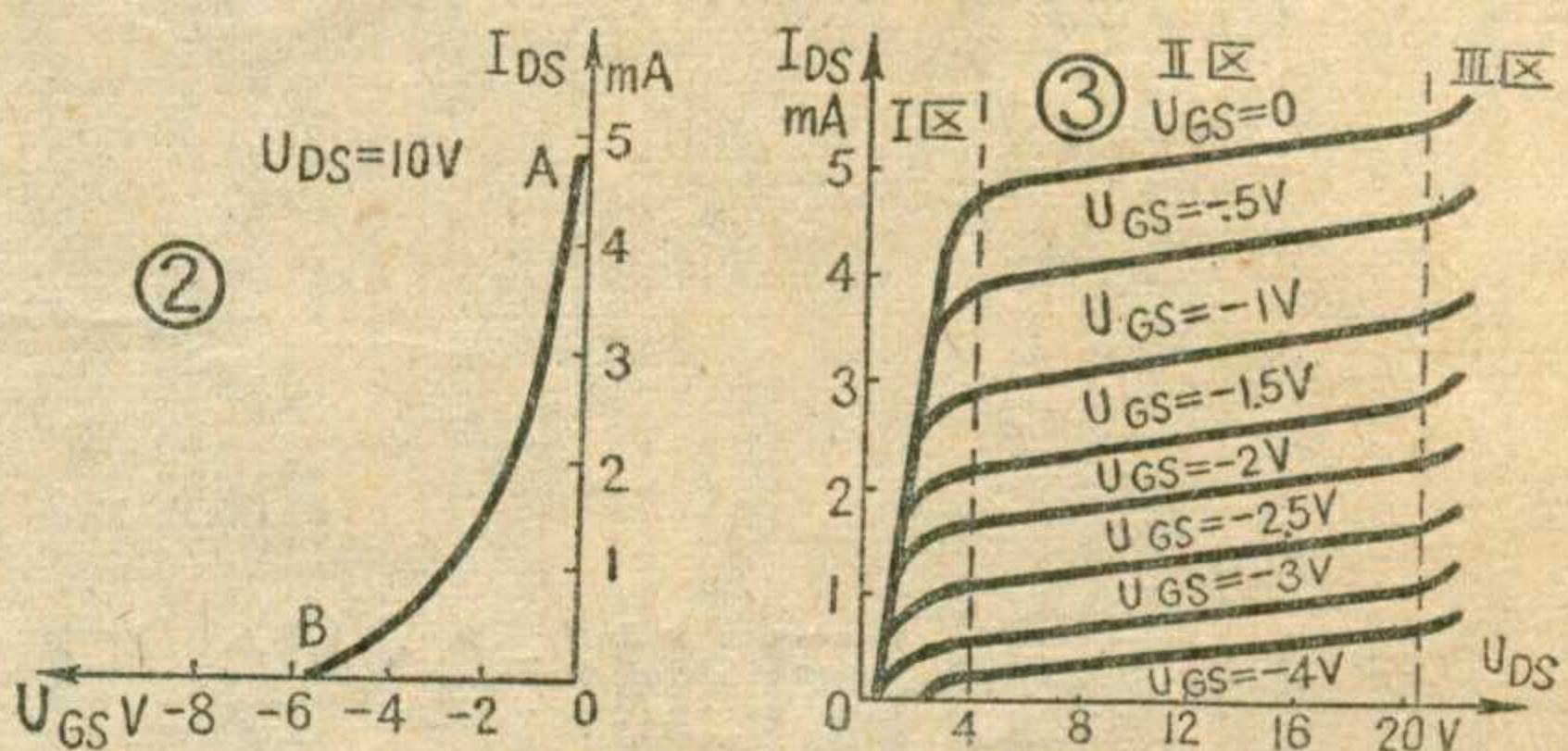
从半导体的基本知识中我们知道，在P型半导体和N型半导体的交界面处形成PN结，有一定的厚度，并且结厚随着外加电压的变化而变化；也就是说，反向偏压越高，PN结就越厚。由于结层附近的区域



里载流子(电子或空穴)很少，很难导电，称为耗尽区(或叫阻挡层)，耗尽区的厚度随着外加反向偏压的增加而变厚。因加在结型场效应管栅极上的电位是负的(图①a)，所以栅极和漏源之间的PN结均为反向偏置。在PN结交界面形成的耗尽区，其厚度随所加负栅压的大小而变化。两个耗尽区的中间区域是漏源间的导电沟道。可以看出，当漏极电源电压 E_D 和电阻 R_D 一定时，如果栅极电压愈负，耗尽区就愈厚，导电沟道就愈窄，漏极电流 I_D 就愈小，也就是漏极电流

I_D 随着栅极电压的变化而变化；如果在漏极接一大电阻 R_D ，就可以从它的两端输出一个很大的电压变化，所以场效应管具有放大能力。

当栅偏压值负得更多时，漏源极之间沟道变窄，甚至两边耗尽区完全合上，导电沟道消失，则漏源电流 $I_{DS}=0$ ，这种现象称为夹断，这时所加的栅极电压



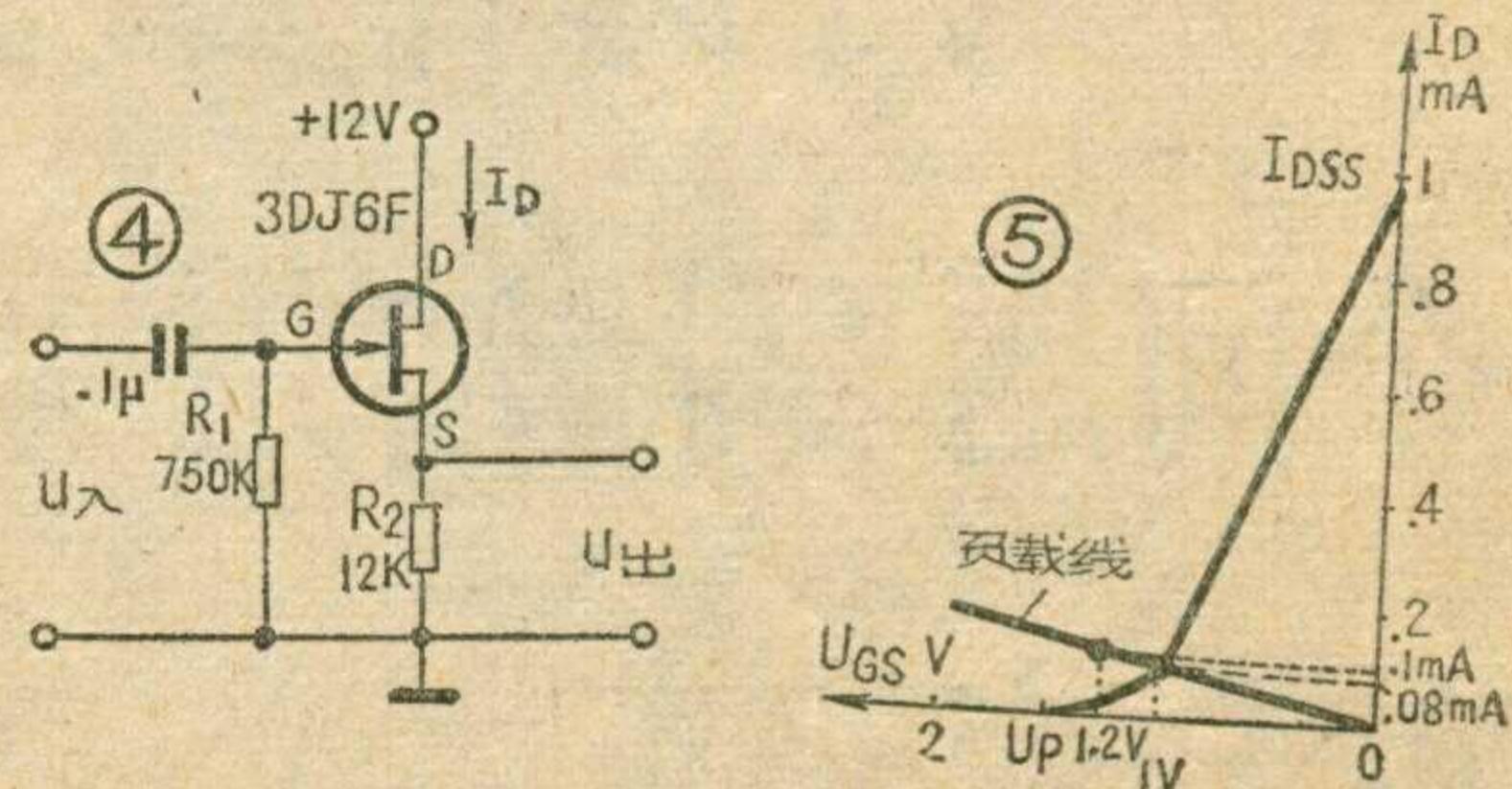
称为夹断电压 U_P 。栅压为零时，漏源两极之间导通，栅压足够负时，漏源两极之间不导通，这就是结型场效应管的开关作用。

参数和特性曲线

结型场效应管的主要参数有以下几项：

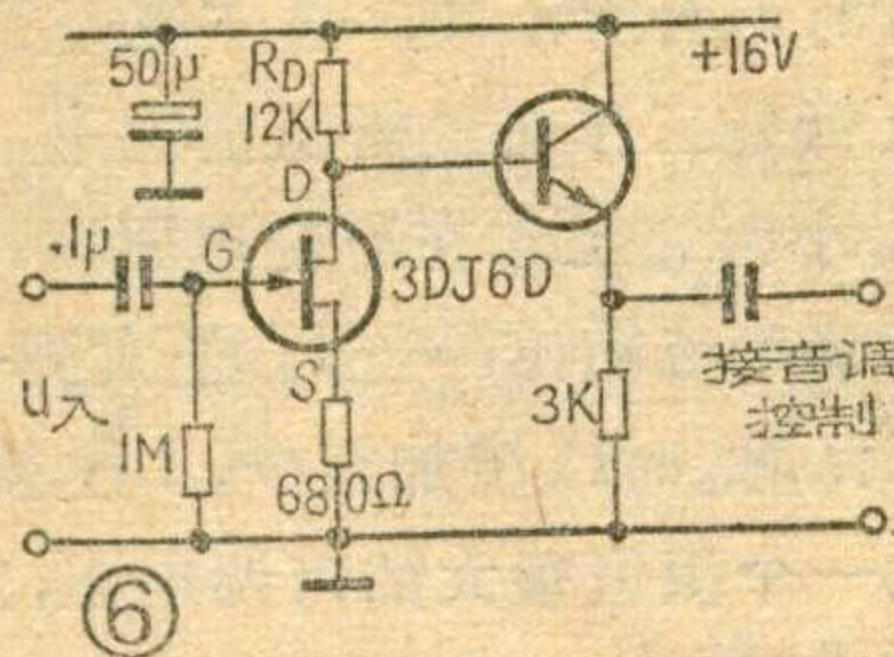
- (1) 在一定的漏源电压下，当栅压 $U_{GS}=0$ 时(栅源两极短路)的漏源电流称为饱和漏源电流 I_{DS} 。
- (2) 在一定的漏源电压下，使漏源电流 $I_{DS}=0$ 或小于某一小电流值时的栅偏压值称为夹断电压 U_P 。
- (3) 在栅、源极之间加一定电压的情况下，栅、源极之间的直流电阻称为直流输入电阻 R_{GS} 。因为栅、源极之间的PN结是反向偏置，所以好象二极管的反向电阻一样， R_{GS} 是很大的。
- (4) 在一定的漏源电压下，漏源电流的变化量与引起这个变化的相应的栅压的变化量的比值称为跨导 g_m ，单位为 $\mu\text{A}/\text{V}$ ，即 μS (微姆)。这个数值是衡量场效应管栅极电压对漏源电流控制能力的一个参数，也是衡量场效应管放大能力的重要参数。

描述结型场效应管特性的曲线有二：在一定的漏源电压下，栅极电压 U_{GS} 和漏源电流 I_{DS} 的相互关系，叫做转移特性，如图2所示。在一定的栅极电压下，漏源电压 U_{DS} 和漏源电流 I_{DS} 的关系称为输出特性。在某一栅压下，对应有一条曲线表示漏源电压和漏源电流的关系，所以对不同的栅压形成一组曲线。



如图3。

图2中A点的纵坐标值为 I_{DSS} , B点的横坐标值为 U_P 。图3中I区为可变电阻区, II区为饱和区, III区为击穿区。



U_{DS} 较小时, 管子处在可变电阻区, 这时即使栅压不变, U_{DS} 增大, I_D 也随之增大, 这是因为这时沟道电阻仅与栅压有关。 U_{DS} 较大时, 管子处在饱和区, 这时 U_{DS} 增大, I_D 不再增大, 维持某一饱和值, 这是因为漏极与栅极之间的PN结是反向偏置, 随着反向偏置的增大, 耗尽区加大, 使在靠近漏极一边的导电沟道变窄, U_{DS} 电压增加的部分, 降落在耗尽区相连的部分。这时, 通过控制栅极电压可以改变漏源电流, 所以放大电路中的场效应管工作在这一区域。

常用的结型场效应管有3DJ6、3DJ7系列, R_{GS} 可达 $10^7 \sim 10^8 \Omega$ 以上, $g_m > 1000 \sim 3000 \mu\text{S}$ 。

应用举例

结型场效应管用途很广, 可以用于调制、放大、阻抗转换、稳流、限流、自动保护等电路中, 下面举例说明。

一、阻抗转换:

电路示于图4。特点是输入阻抗高、输出阻抗低, 多用于多级放大器的输入级或输出级。图4所示的电路栅极是零偏置(G 通过 R_1 接地), 靠源极电阻 R_2 形成自生栅偏压。静态工作点计算方法如下(参阅图5):

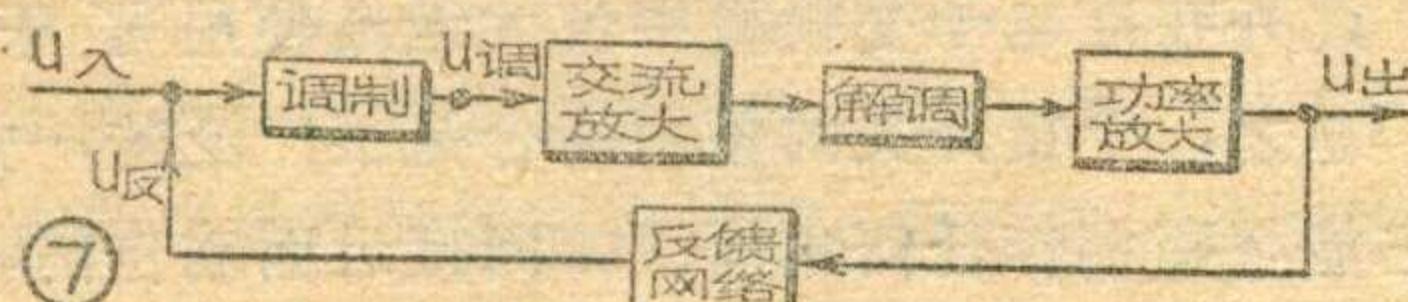
①先确立栅源电压 U_{GS} 的公式, 由图4可知:

$$U_{GS} = U_G - U_S$$

$$\text{而 } U_G = 0, \quad U_S = I_D R_2$$

$$\text{所以 } U_{GS} = -I_D R_2$$

$$\text{这里 } U_{GS} = -I_D \times 12K$$



②在转移特性曲线上画出源极电阻负载线。由 $U_{GS} = -I_D \times 12K$ 可知, $I_D = 0$ 时 $U_{GS} = 0$; $I_D = 0.1\text{mA}$ 时 $U_{GS} = -1.2\text{V}$ 。把对应于坐标 $(0,0)$ 、 $(-1.2, 0.1)$ 两点连成直线, 即为负载线。

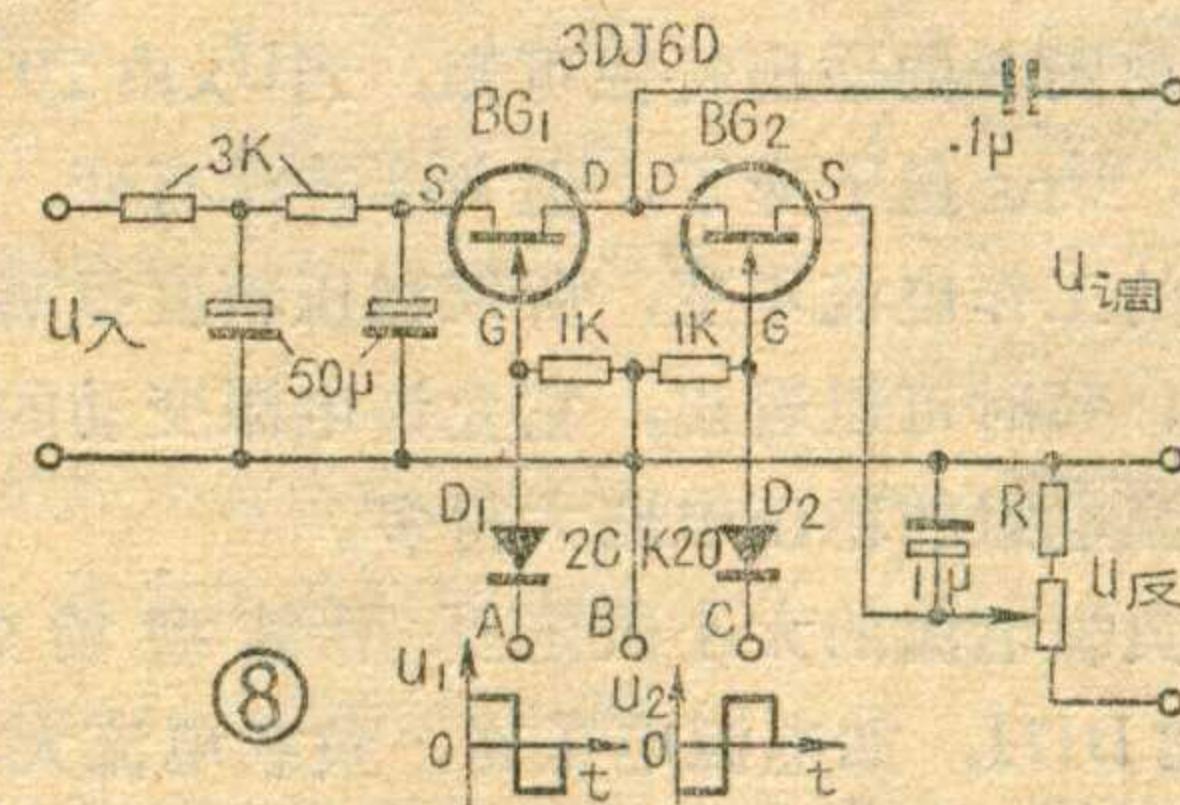
③负载线与转移特性曲线的交点就是静态工作点, 约为 $I_D \approx 0.08\text{mA}$, $U_{GS} = -1\text{V}$ 。

由于本电路是源极输出形式, 故放大倍数小于1。输入阻抗 $R_{in} = R_1 = 750\text{K}\Omega$ (与 R_1 并联的管子的栅源电阻比 R_1 大得多, 可以略去), 输出阻抗 $R_{out} \approx 1\text{K}\Omega$, 输入信号频率不大于2000赫。

二、交流放大器

结型场效应管的放大器噪声低、温度稳定性好、输入阻抗高, 故多用作前置放大器。漏极输出可以使放大倍数 K 大于1。图6是晶体管扩大机的输入级, 此电路采用自生栅偏压, 静态工作点约为 $I_D = 0.15\text{mA}$ 、 $U_{GS} = -0.1\text{V}$ (选用场效应管 $I_{DSS} \approx 0.3\text{mA}$ 、 $U_P = -1.0\text{V}$), 计算方法与上例相同, 不再重复。

与电子管放大原理相同, 它是工作在输出特性的饱和区。譬如说, 在输入信号变化的一周期内, U_{GS}



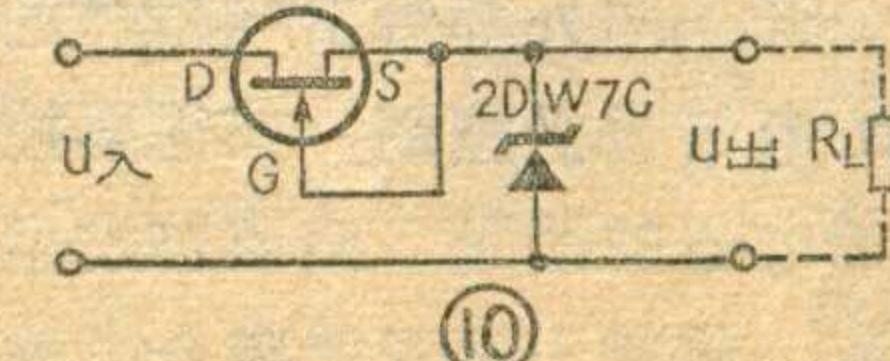
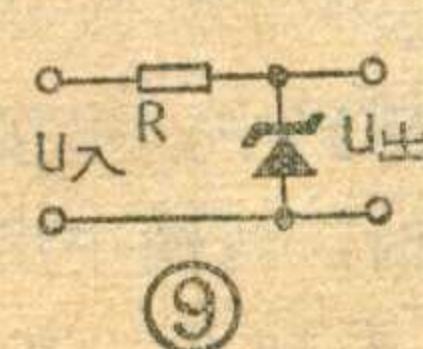
在 -0.1V 上下变化 0.05V , 由3DJ6D的转移特性曲线可知, 对应的 I_D 就在 0.15mA 左右变化 0.05mA , 则对应漏极D点电位变化约为 R_D 上压降的变化 $12K \times 0.05\text{mA} = 0.6\text{V}$ (这里未考虑放大器下一级的影响), 放大倍数 $K = \frac{12K \times 0.05\text{mA}}{0.05\text{V}} = 12$ 倍, 这里的 $\frac{0.05\text{mA}}{0.05\text{V}}$ 就是跨导 g_m 。与电子管放大器相似, 经过推导可得 $K = -g_m R'_D$, 其中 R'_D 是考虑了下一级影响后的等效漏极电阻。

三、直流小信号调制

在仪表中经常遇到直流信号放大的问题, 一般采用大闭环负反馈和将直流信号调制成交流信号再进行交流放大的方法; 这种方法可以克服温度漂移和提高线性精度, 并能获得高放大倍数。图7和图8是这种电路的一个例子。

图8是一个并串联式调制器, 开环输入信号为直流 $0 \sim 1.5\text{mV}$, 调制效率 $\eta \approx 45\%$ 。其中 BG_1 、 BG_2 工作在可变电阻区, D_1 、 D_2 是防止栅压为正, 这样可以消除调制噪声。3K电阻和 50μ 电容为输入滤波用。

用频率为1000赫、幅值为7V的方波电压 U_1 、 U_2 作为驱动电压, 此两电压形状相同, 相位相反, 经 D_1 、 D_2 削去正半波后分别加在 BG_1 、 BG_2 的栅极, 使 BG_1 、 BG_2 轮流导通、夹断, 就好象并串联的单刀双掷开关一样。 BG_1 导通时 BG_2 夹断, 输入电压 U_{in} 向 0.1μ 电容充电; BG_2 导通时 BG_1 夹断, 0.1μ 电容通过 BG_2 向 R 放电, 而 R 上有反馈电压 $U_{反}$, 正好与放电电流方向相反, 故达到 U_{in} 与 $U_{反}$ 相减的目的。



可以看出，经 0.1μ 电容输出的调制电压 U 调为频率与 U_1 、 U_2 频率相同的交变电压。

这种调制电路比绝缘栅场效应管调制电路焊接调整方便，工作可靠，比晶体管调制电路噪声小、漂移小、调整简单。

注意 R 值不可太大，一般应在 100K 以内。

四、代替直流稳压电路中的限流电阻

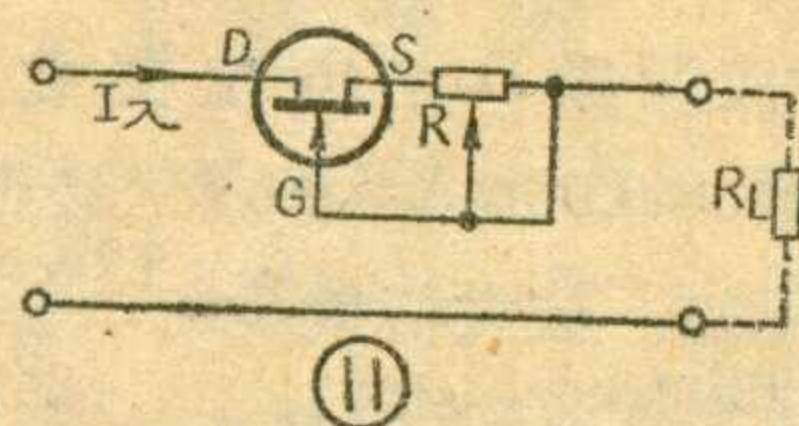
一般用稳压管稳压的电路如图 9， R 为限流电阻，现用一只结型场效应管代替，如图 10。它是零栅压工作，由图 3 的输出特性可知，当 U_D 由 20V 下降至 9V 时， U_{DS} 虽下降了，但 I_{DS} 并没有变，仍能保证稳压管的工作电流不变，所以稳压精度提高，可达万分之几。同时可以看出，它允许电源变动的范围也比采用限流电阻的稳压电路大得多。

根据负载电流的大小决定采用结型场效应管 3DJ6G~3DJ7J，如电源电压高，负载电流大，则用 3DJ7J 还要加散热片。

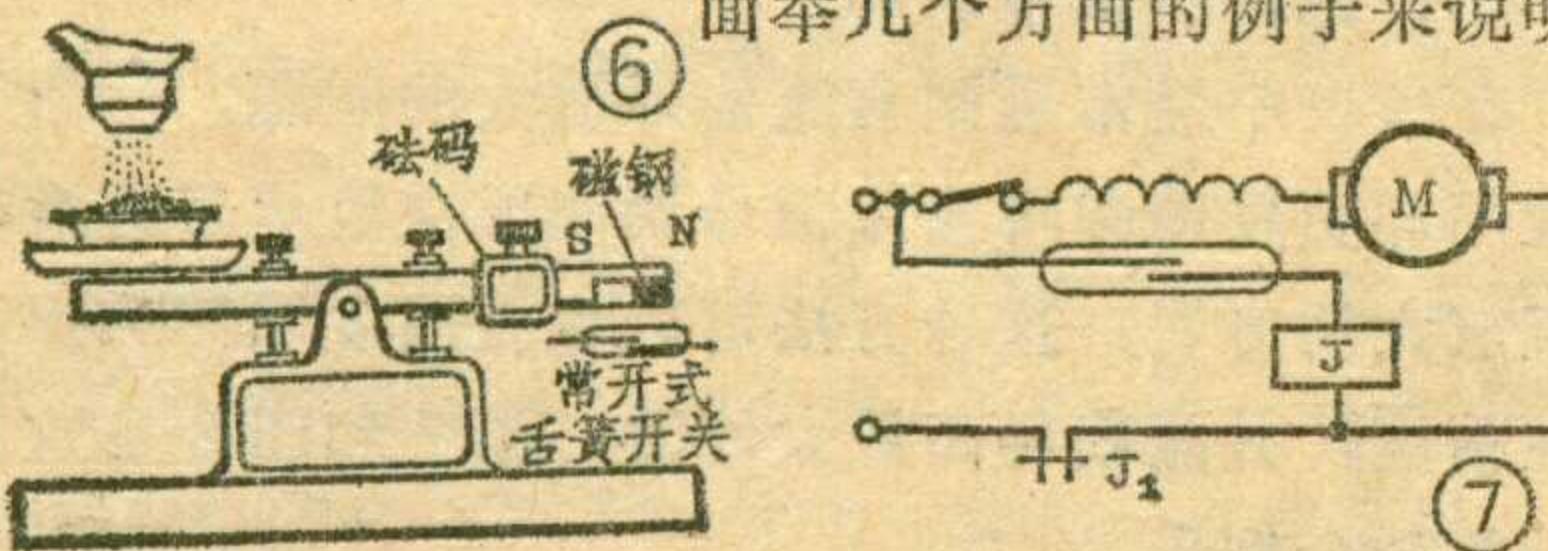
这种电路可用在半导体收音机中，使得干电池电压降得很低时仍能使用。

五、限流器

在上例的稳压电路中（图 10），结型场效应管工作在饱和区，而用于限流



（上接第 5 页） 业生产中的应用十分广泛，下面举几个方面的例子来说明。



1. 限位控制：利用永久磁铁与干簧管接近时可使干簧开关动作的道理，来控制物体的运动位置。如图 4 是作行程开关用的示意图，将磁钢固定在需要行车停止的位置，干簧管装在行车上，当行车运行到一定位置时，磁钢将干簧管簧片吸合，导致相应的中间继电器和交流接触器动作来控制行车的运转马达启停。

2. 接近控制：例如计算机的键盘式磁动开关（图 5），当按键向下按动时，键上的磁钢与干簧管接近，使它的簧片在强磁场下吸合。当按键放松时，磁场减弱，簧片分开，由此实现开关的导通和断开。图 6 是一种自动秤装置，当物品不够重时，干簧管接点闭合，外部有“不够重”的指示，当物品够重自动秤平衡时，接点分开，向外部给出“够重”的指示。

3. 电气保护控制：在需要控制的回路中，串接入舌簧继电器的线圈，当回路发生故障时，线圈中出现过电流，使得干簧开关闭合，继电器 J 动作，其常

器时则有所不同，具体电路如图 11 所示。结型场效应管是工作在负栅压情况下，栅源电压值为 $-I_D R$ 。当 I_D 小时它工作在可变电阻区，漏源电阻 R_{DS} 较小，不影响电流输出；当 I_D 增大到一定数值时，它工作在饱和区，这时 I_D 增加很少， U_{DS} 就要增大很多， R_{DS} 就好象一个阻值很大的可调电阻，对 I_D 起了限流作用。决定限流值的方法与例 1 中决定静态工作点的方法相同。

管型及参数选择应结合具体情况而定，如 $I_D = 0 \sim 15\text{mA}$ （直流）， $R_L = 0 \sim 3\text{K}$ ，要求限流在 12mA 左右，则可选用 3DJ7J（加散热片）， R 在 240Ω 左右。调整 R 数值可改变限流数值。

使用注意事项

结型场效应管与一般晶体管的使用注意事项相仿，可以把 D、G、S 三极比作 c、b、e 三极，且 D、S 极可以通用。对结型场效应管的测试可按图 1(a) 的接线进行，或用 JT 晶体管图示仪，也可以用万用表的欧姆档来作一般检验，只是测量放大性能时，不必象测晶体管时 b 极要用手与试笔相连，以获得偏置电压，而是用手靠近或接触 G 极，因有感应电而可以使 D、S 间欧姆值改变。

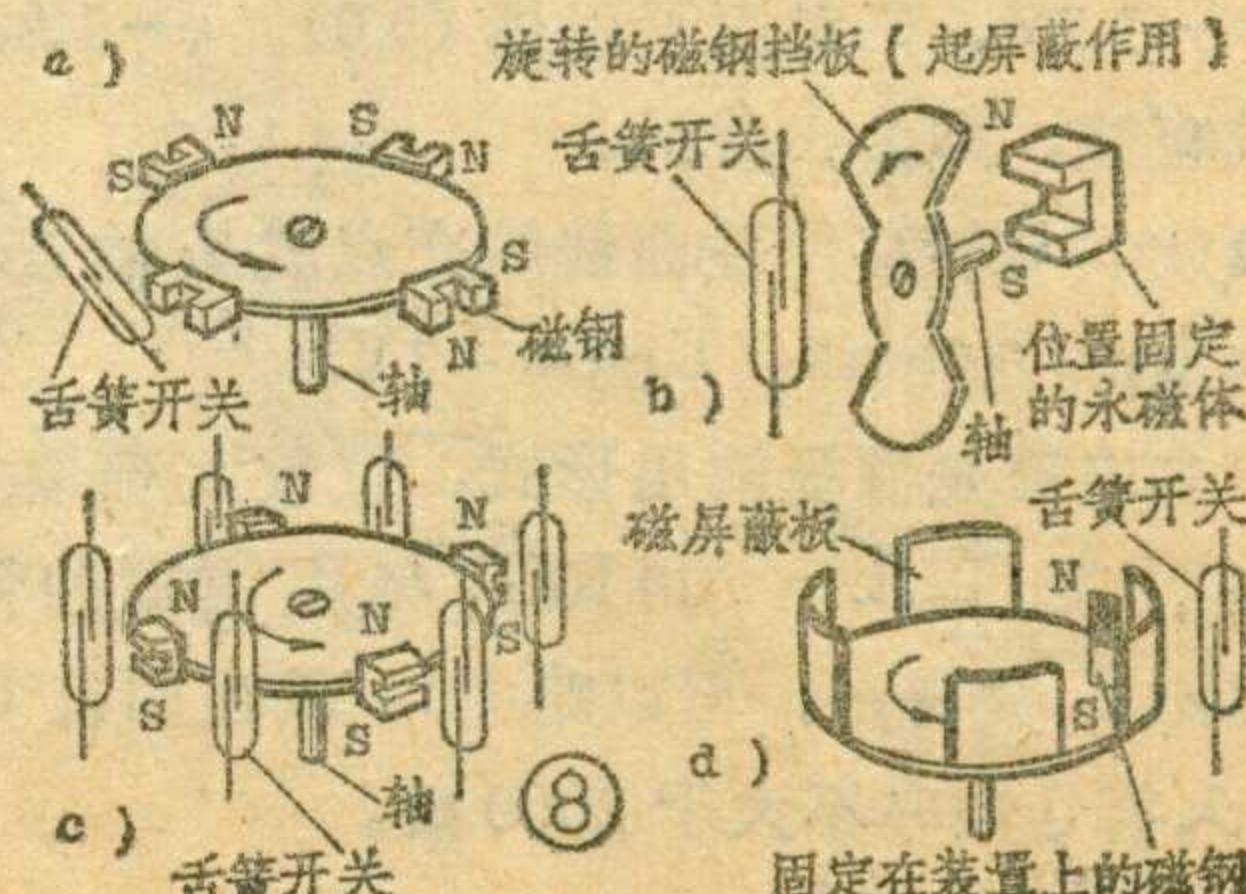
此外，结型场效应管应工作在避光处，整机外壳最好接地。

闭接点 J_1 断开，达到保护的目的（图 7）。

4. 巡回控制：基本原理也是用永磁体接近干簧管的方法来控制外电路，可以是直线运动，也可以是旋转运动如图 8，图 8a、8c 为磁钢固定在旋转体上，干簧管固定在四周，用旋转接近原理使之工作；图 8b、8d 为当磁屏蔽板挡住磁钢时，干簧管不动作，而旋转至开口处，磁钢对干簧管起作用，同时对外给出指令。图 8a、8b、8d 是控制一个动作的示意图，8c 是连续控制多个动作的示意图。

此外在准电子交换机中也大量地使用了干簧开关。总之，干簧开关的使用场合是很广泛的，尤其利用它能与磁钢作任何角度、方向接近而动作的特点，应用更是多种多样。它将代替一些粗大笨重的机电元件而在社会主义建设中发挥它的作用。

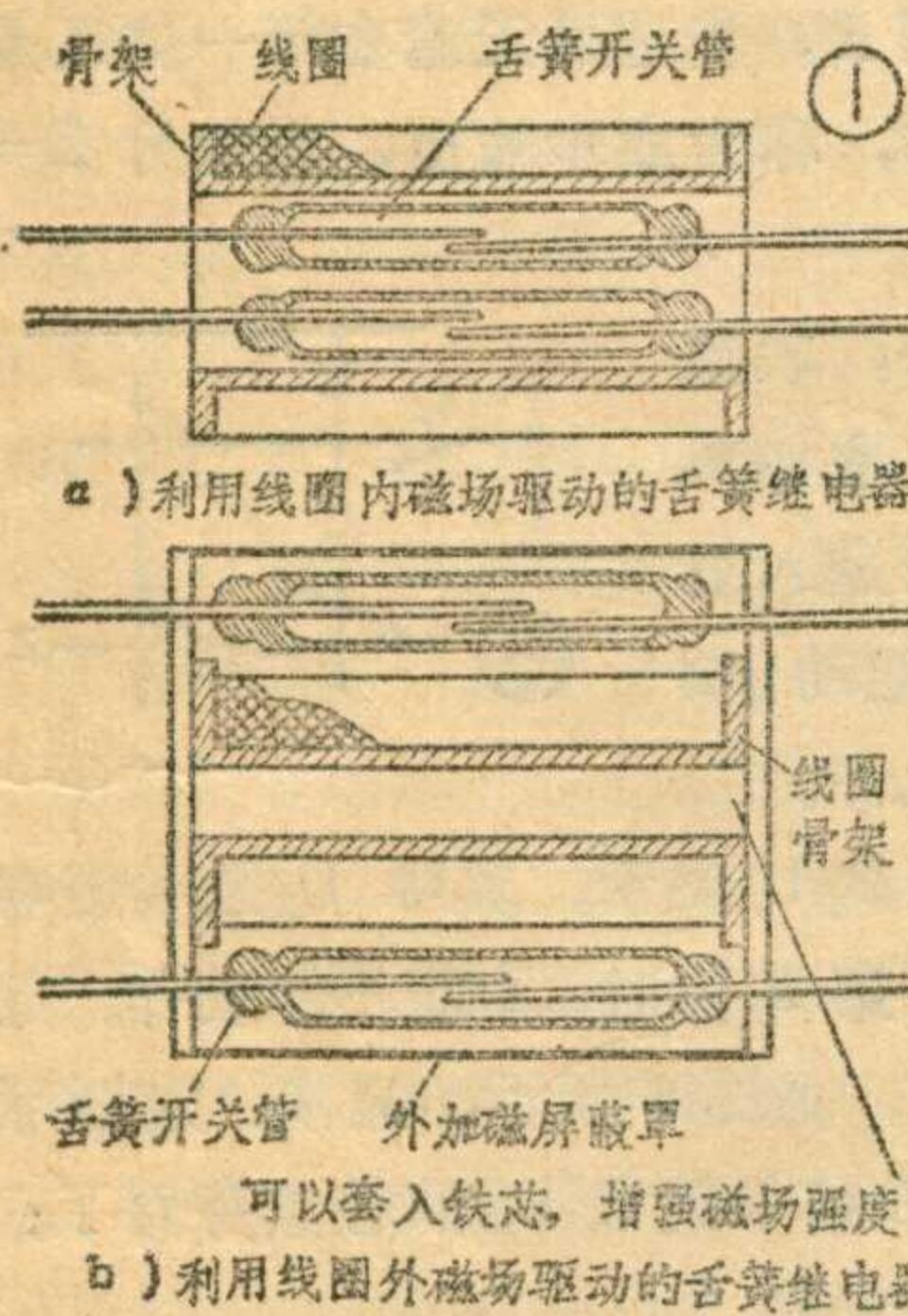
本期封三介绍几种国产干簧继电器的特性参数。



舌簧开关及舌簧继电器

上海无线电八厂 技术组

舌簧继电器是一种结构新颖而简单的小型继电元件，一般可以分三类：干式舌簧继电器、水银湿式舌簧继电器和铁氧体剩磁式舌簧继电器。本文谈谈大家经常用到的一种——干式舌簧继电器，它是由一个或多个干式舌簧开关管加上励磁线圈组成的，如图1所示。这种继电器的优点是动作速度很快、工作稳定、



机电寿命长、体积小，所以已被广泛应用在自动与远动技术、测量、电子计算机、通信技术等方面。

干式舌簧开关管是干式舌簧继电器的主要组成部分，通常大家叫它“干簧管”，图2是几种常用干簧管的简图。它是由一组或几组导磁簧片封装在充有惰性气体（如氮气、氦气等）的玻璃管中组成的开关元件，导磁的簧片又兼作接触簧片组即控制接点，也就是说这一组簧片既能导磁又能导电，起开关电路和磁路的双重作用。

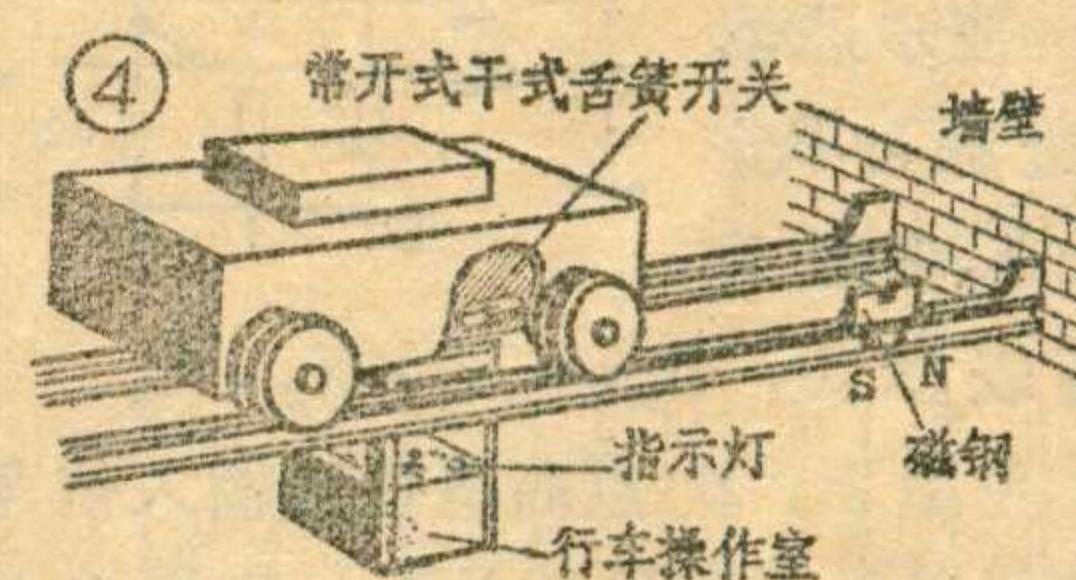
当舌簧管在外加磁场作用时（这个磁场可以是由通电的线圈产生的，也可以是由永久磁铁提供的，见图3），管中的二根簧片分别被磁化，在簧片接近的一端出现因极性相异而互相吸引的现象，使两个簧片相接触而将被控制的电路接通。反过来，当激励磁场

取消时，簧片依其本身的弹性力复原，于是相接触的一端脱开，即被控电路开断，这样便完成了一个开关的作用。

舌簧开关有许多特点：

1. 作为接触控制的接触点，完全与外界大气隔绝，并密封于充满惰性气体的玻璃管中，因此大大地减少了接点开闭过程中由于接点火花所引起的接点氧化和碳化，有效地防止了外界有机蒸汽和尘埃等杂质对接触点的侵蚀和污染，从而在一定程度上提高了接点接触的可靠性，在日常使用中不需调整和维修。

2. 作为开关的可动体——簧片——轻而短，像一根很短的悬臂梁一样，这样的结构不仅可以提高其固有的耐振频率，而且可以加速接点的通断速度，通常接通和释放时间仅为1~3毫秒，比起普通的电磁继电器要快5~10倍以上，可以作速动开关用。



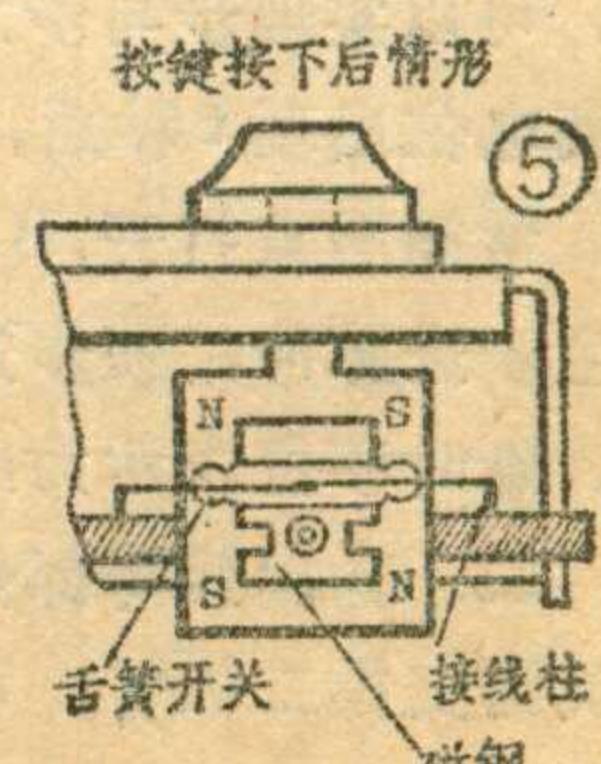
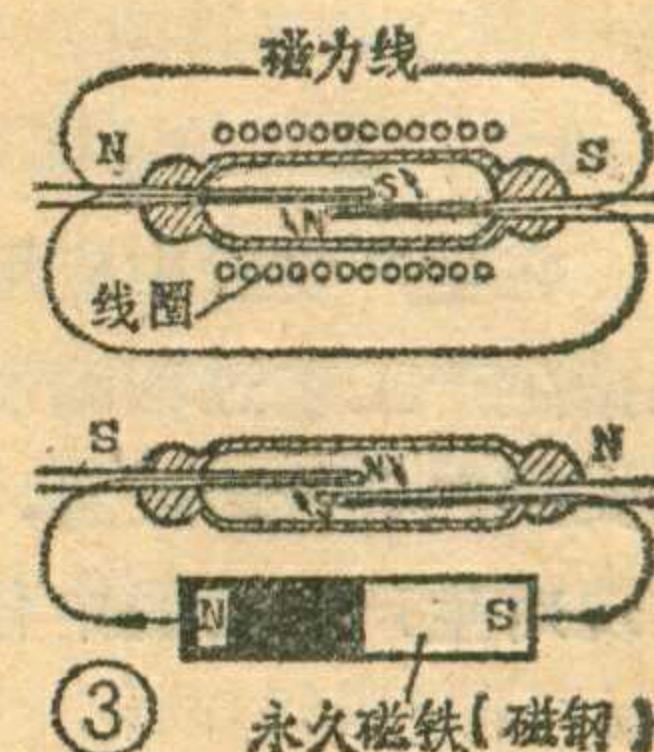
3. 由于接触部分采用了金、铑、钯合金等金属镀层，所以接触部分的接触电阻变化平稳，寿命也较长，通常使用的机电寿命为 $10^6\sim10^7$ 次左右。

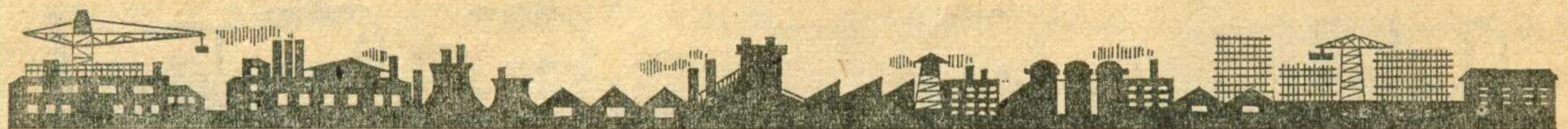
4. 体积小，重量轻，可以与晶体管回路配套使用。
5. 舌簧管系属同轴结构，因而可以得到良好的高频传输特性。

6. 可以十分方便地与永久磁铁配合使用，即用磁钢来作驱动能源，永久磁铁可以从任意方向接近舌簧管使其动作，这对于控制装置的简化带来很大好处。

7. 舌簧管也还存在着需要改进的方面。例如：接点的开断容量较小，开断容量较大时需加添灭火花装置；接点开距较小，承压较低，通常不超过250伏；接点存在机械颤抖现象，对控制高频信号有一定影响。

干簧管在工(下转第4页)





步进式顺序控制器

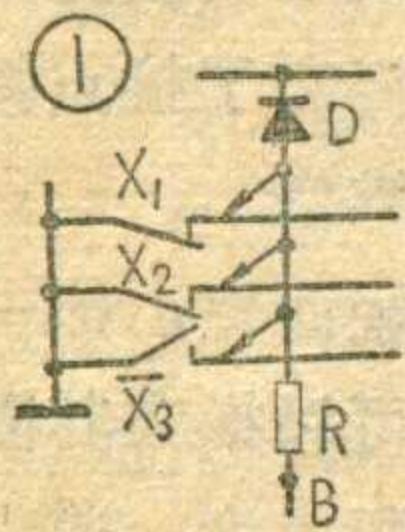
清华大学工业自动化系顺序控制器教学小组

(三) 程序编制

在生产实践中应用步进式顺序控制器，必须掌握根据生产工艺过程编制程序的方法，在矩阵板上合理地安排二极管的位置，以保证在各控制单元配合下，实现对生产自动线中各生产机械的控制要求。

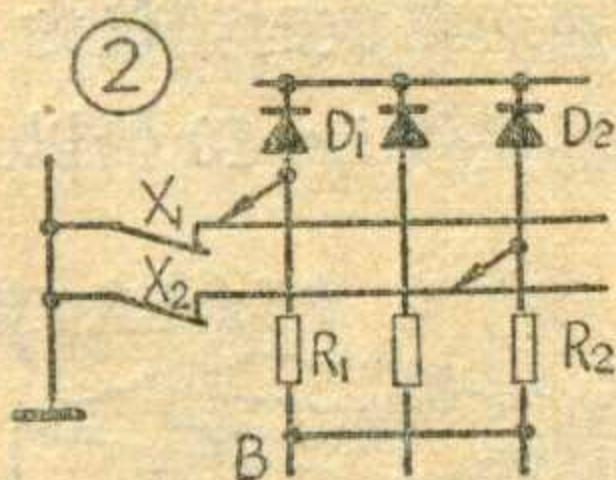
控制器的基本功能

要学会编制程序，首先要了解控制器的各种功能。下面就输入矩阵、输出矩阵、联锁矩阵、跳选几个部分的基本功能作简单介绍：

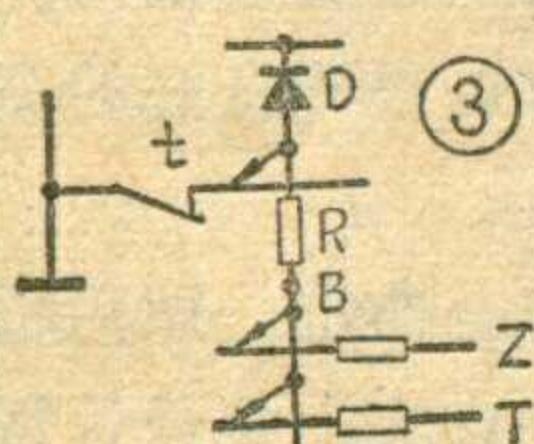


一、输入矩阵部分：输入矩阵可以实现“与”输入、“或”输入、延时移位等功能。

1.“与”输入 见图1。B点高电位只有当输入信号 X_1 、 X_2 出现， X_3 不出现时，才能通过电阻R和二极管D送给步进脉冲单元，产生步进脉冲 B_{CP} ，使步进器移位。显然，在步进脉冲 B_{CP} 和输入信号 X_1 、 X_2 、 \bar{X}_3 间的关系是“与”关系，可表示为： $B_{CP} = X_1 \cdot X_2 \cdot \bar{X}_3$ 。

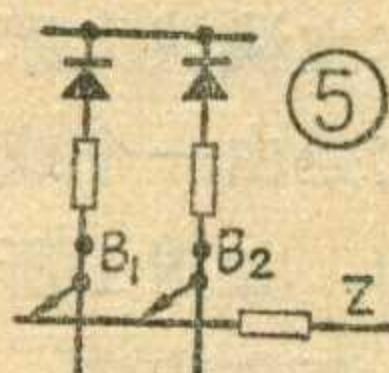
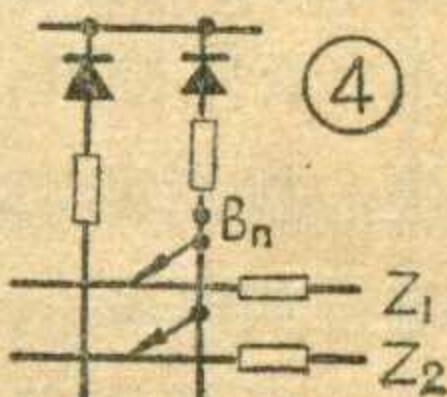


2.“或”输入 见图2。B点高电位当输入信号 X_1 或 X_2 出现时，都能送给步进脉冲单元，产生步进脉冲，使步进器移位。 B_{CP} 和 X_1 、 X_2 之间实现了“或”关系，表示为： $B_{CP} = X_1 + X_2$ 。在某一步使用“或”输入时，有几个“或”项目，就要把几条行母线接到步进器对应该步的同一输出点上。



3. 延时移位 利用延时单元，可以实现步与步之间的延时转移，见图3。当B点高电位出现t秒后，延时单元驱动延时继电器T动作，常闭触点打开，B点高电位便送给步进脉冲单元，产生步进脉冲，使步进器移到下一位了。延时移位表示为： $B_{CP} = t$ 。

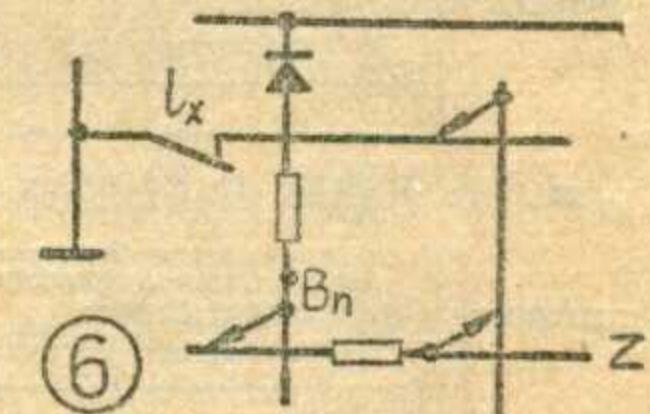
二、输出矩阵部分：在输出矩阵上灵活安排二极管，可以实现同步输出和或步输出。



1. 同步输出 指步进器进入第n位时， Z_1 和 Z_2 同时开始工作，如图4所示。这种同步输出功能表示为： $Z_1 = B_n$ $Z_2 = B_n$ 。

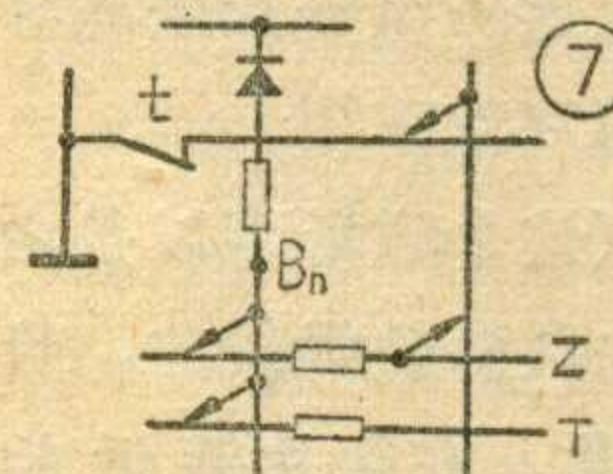
2. 或步输出 见图5。步进器无论在第一位还是第二位，Z都可以动作，称为或步输出，表示为 $Z = B_1 + B_2$ 。

三、联锁矩阵部分：联锁矩阵可以方便地使输出增加某些控制条件，即步进器进入某一位置时，执行机构能不能动作，还要看联锁信号是否允许。



1. 正联锁 用 $Z = B_n L_x$ 表示，其中 L_x 是联锁输入信号。指步进器到了第n位时，Z能不能动作，还要看 L_x 是否出现决定，如图6所示。显然，若联锁信号 L_x 不来，Z的动作信号就被 L_x 的触点旁路了；联锁信号来了，Z才能动作。

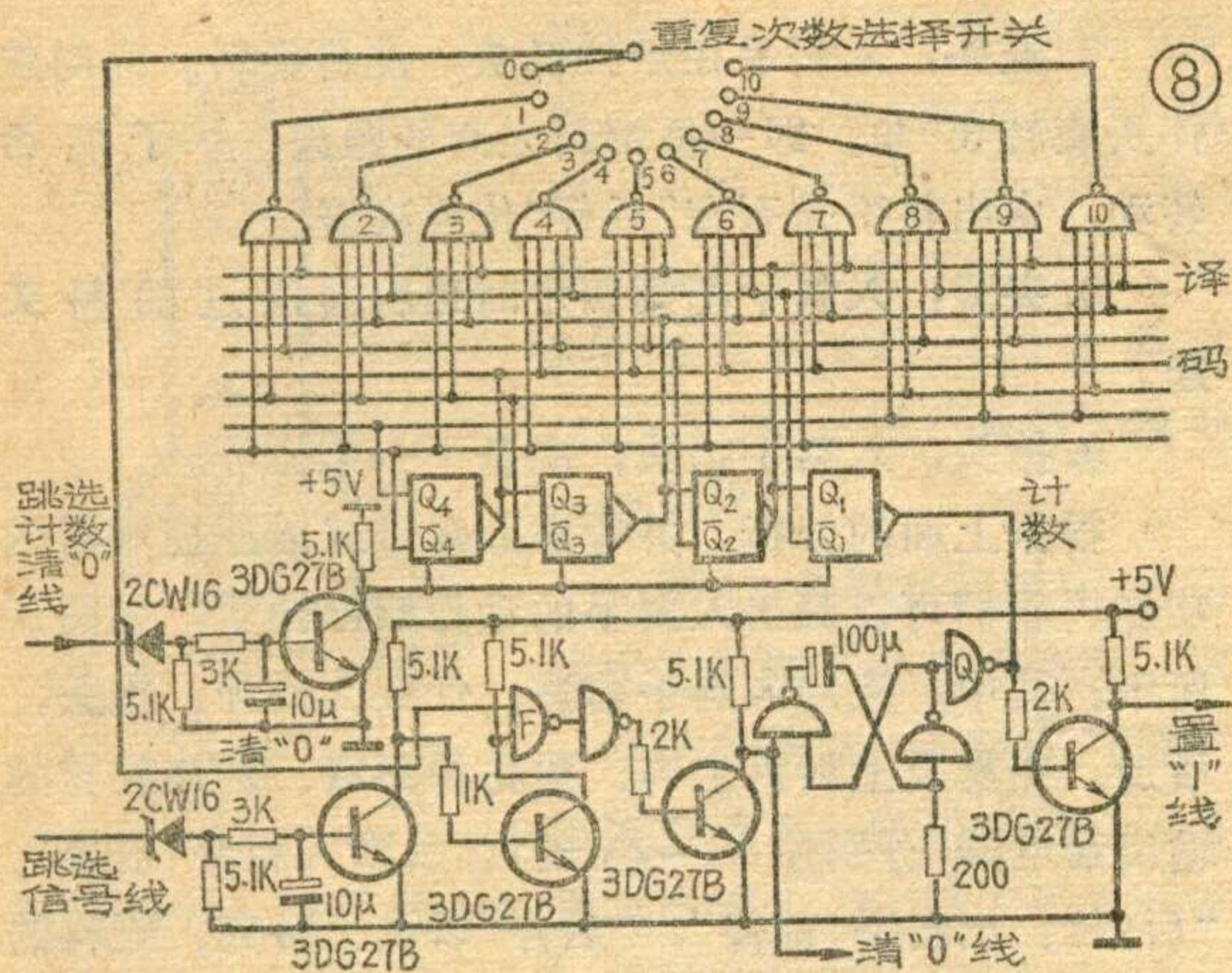
2. 反联锁 把图6中的 L_x (常闭触点)换成 \bar{L}_x ，就成了反联锁 $Z = B_n \bar{L}_x$ 。意思是步进器进入第n位时，联锁信号 L_x 不来，Z就动作；反之，就不动作。



3. 延时吸合 这是和正联锁相仿的功能，只是联锁条件是机器内部的延时单元，见图7。当步进器进到第n位时，Z的动作信号被延时继电器T的常闭触点旁路，不能马上动作；延时t秒后，T动作，其常闭触点打开，Z才能在这一步动作。这种延时吸合的功能表示为 $Z = B_n t$ 。

4. 延时释放 和反联锁相仿。把图7中延时继电器T的常闭触点 t 换成常开触点 \bar{t} 就行了。这时，Z在步进器进入第n位时立即动作，延时t秒后被联锁而停止动作。

四、跳选功能：怎样利用跳选电路实现基本的跳选功能，在本文“控制单元”一节中已经作过介绍，实际上是对跳选电路使用了正联锁，就不再重复了。这里要着重指出的是，工艺上有时需要某几步重复动作，并且有重复动作次数要求，这靠跳选电路是实现不

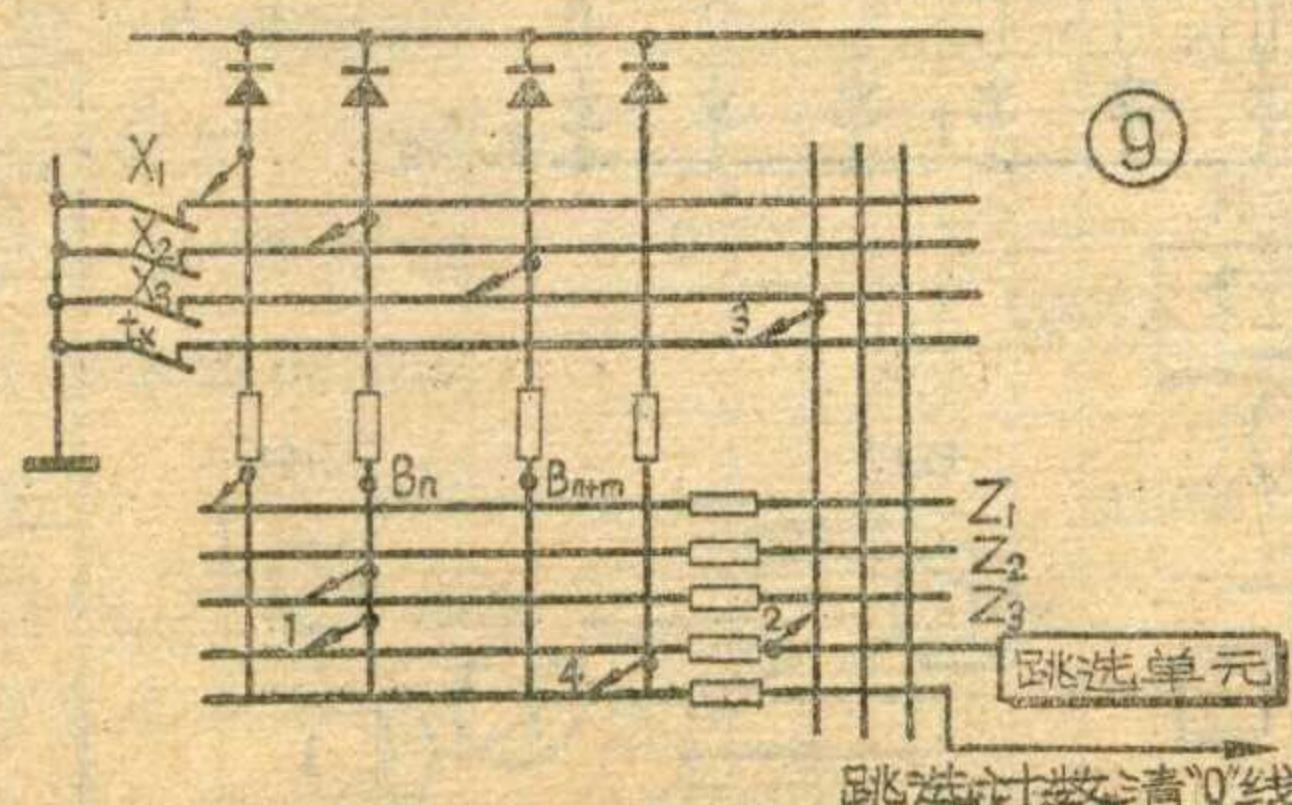


了的。但是，我们不难看出，某几步重复动作，相当于对其他步跳选的重复，例如，某工艺共有十步，在一个循环中要求从第三步到第五步重复三次，这时只要从第五步到第三步的跳选动作（跳过六、七、八、九、十、一、二）重复三次就可以了。这就要求能对跳选功能加以记忆。实现这种工艺要求的电路如图8所示，由前面介绍过的跳选电路加上计数、译码电路、重复次数选择开关等组成。工作过程是这样的：跳选电路在产生清“0”和置“1”信号的同时，由与非门Q向计数器发出计数脉冲，以便记下跳选次数。当跳选次数达到由重复次数选择开关预先规定的次数时，经译码电路和重复次数选择开关发出一个“0”信号，送至与非门F把跳选信号封死，以保证在跳选次数达到后不再继续跳选。此外，在矩阵板上跳选功能完成后的适当步数上，插接一个二极管，接至专设的跳选计数清“0”线。跳选结束后清“0”线送出跳选计数清“0”信号，通过清“0”放大器使计数器清“0”，以备下一个循环再用。

在矩阵板上二极管的插法见图9。图中所示为由第n步跳至第n+m步。二极管1、2、3的插法和实现基本的跳选功能时相同；二极管4是控制跳选计数清“0”用，可以插在n+m+1步或其它与跳选无关的步上。

编制程序的步骤及应用实例

了解了步进式顺序控制器的基本功能后，就可以考虑怎样灵活应用这些功能，编制出



满足生产工艺要求的程序了。编制程序首先要对控制对象的整个生产过程有清楚的了解，掌握生产机械各执行机构的动作顺序，控制信号与执行机构的关系，以及有那些特殊的控制要求。编制程序的具体步骤是：

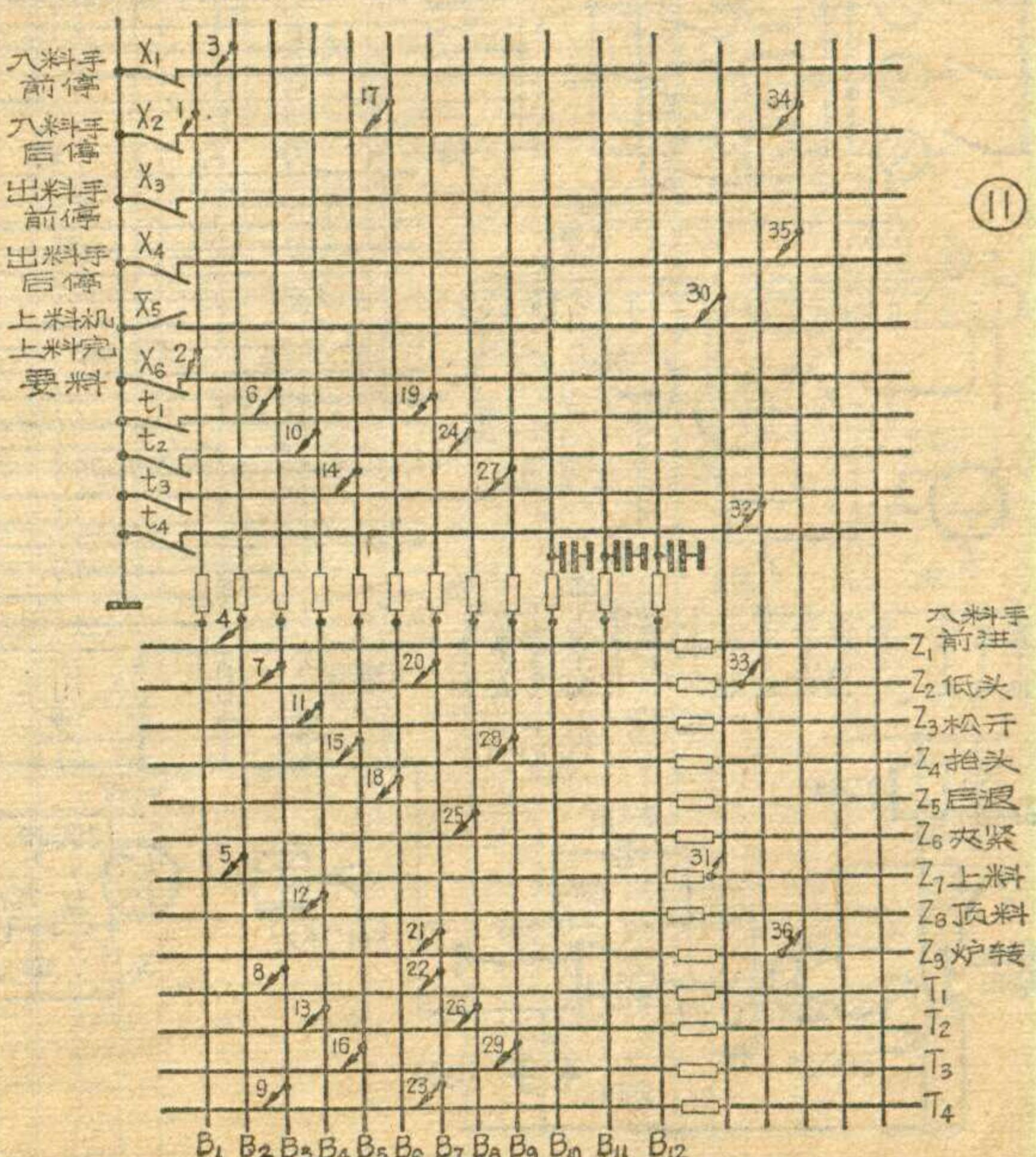
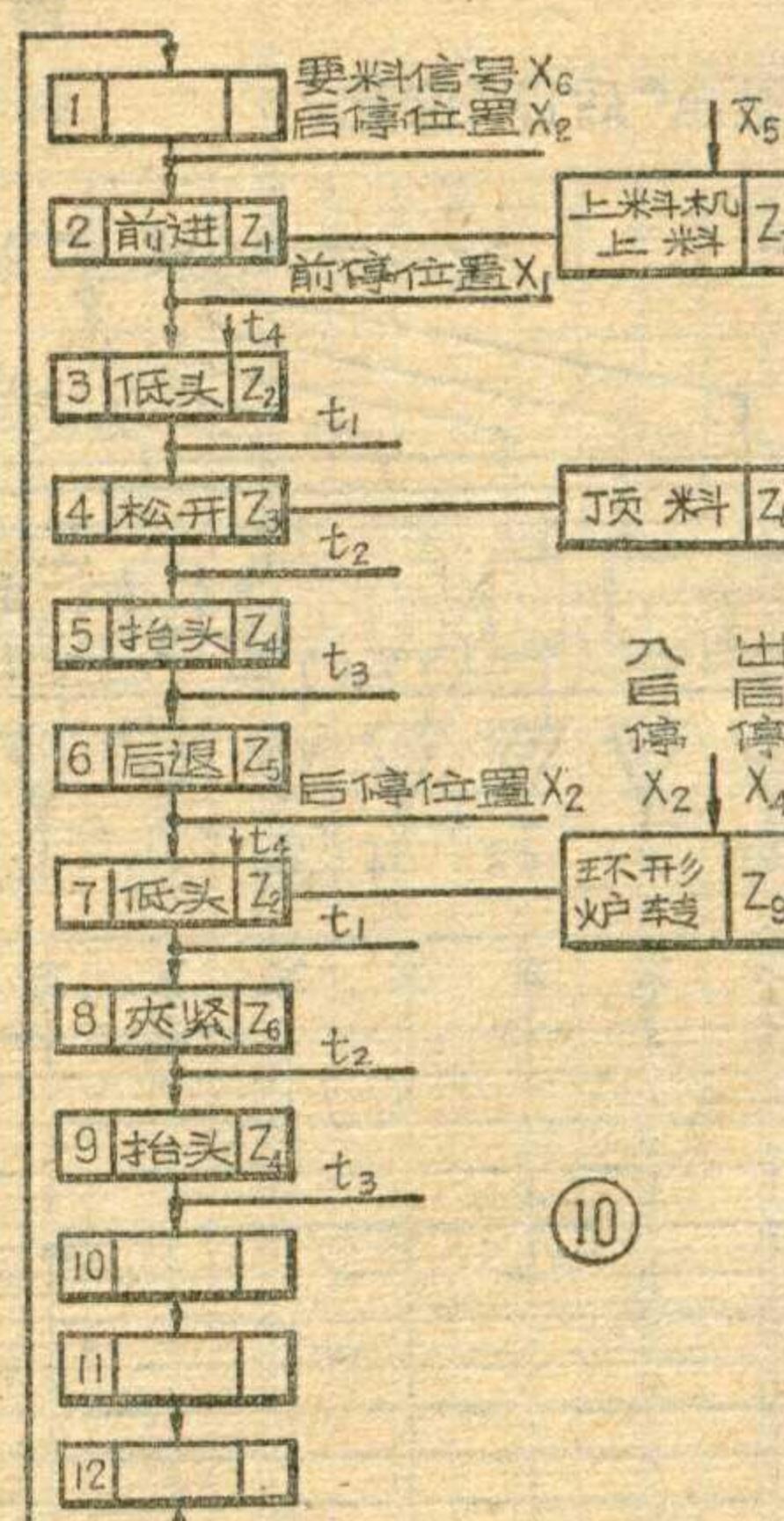
1. 根据工艺要求画出动作顺序图。
2. 对照动作顺序图上各种机构动作的步数和输入、输出继电器的符号，在矩阵板上编号，以一一对应。
3. 按照“每一步的转移条件与执行机构在同一条行母线上”的原则，灵活应用控制器的功能，安排二极管的位置。

例一：某钢厂无缝钢管车间环形炉生产区域的生

产机械主要是由环形炉与入料手、出料手两个机械手组成的。入料机械手负责把钢管的冷坯料——圆钢，送入加热炉加热；经旋转的加热炉加热以后的热坯料，由出料机械手取出，然后放在传送辊道上，送至穿孔机穿孔。此外还有上料机和顶料机配合工作。步进式顺序控制器的任务，是正确地接通气阀、接触器和油阀，使各机构有秩序地工作。我们以控制入料手动作的控制器为例说明。

通过对工艺过程的进一步分析，可以得知入料机械手的动作由以下九步组成：

1. 准备：入料手在前一循



环结束时已夹了钢。入料手转入下一步开始执行入料程序的条件，是它准确地停在“后停”位置，并且有要料信号发出。

2. 前进：入料手伸入炉内，同时上料机上料。由于上料机上料要比入料手前进快，上料机在上完料后要停止转动。当入料手到达“前停”位置时，转入第三步。

3. 低头：入料手停稳后低头。

4. 松开：入料手低头后，把钢料放在炉子加热辊道上加热。同时顶料器顶料，把第二步上料机上好的料正确地顶在入料手能抓的地方，准备入料手返回后夹起。

5. 抬头：入料手抬头。

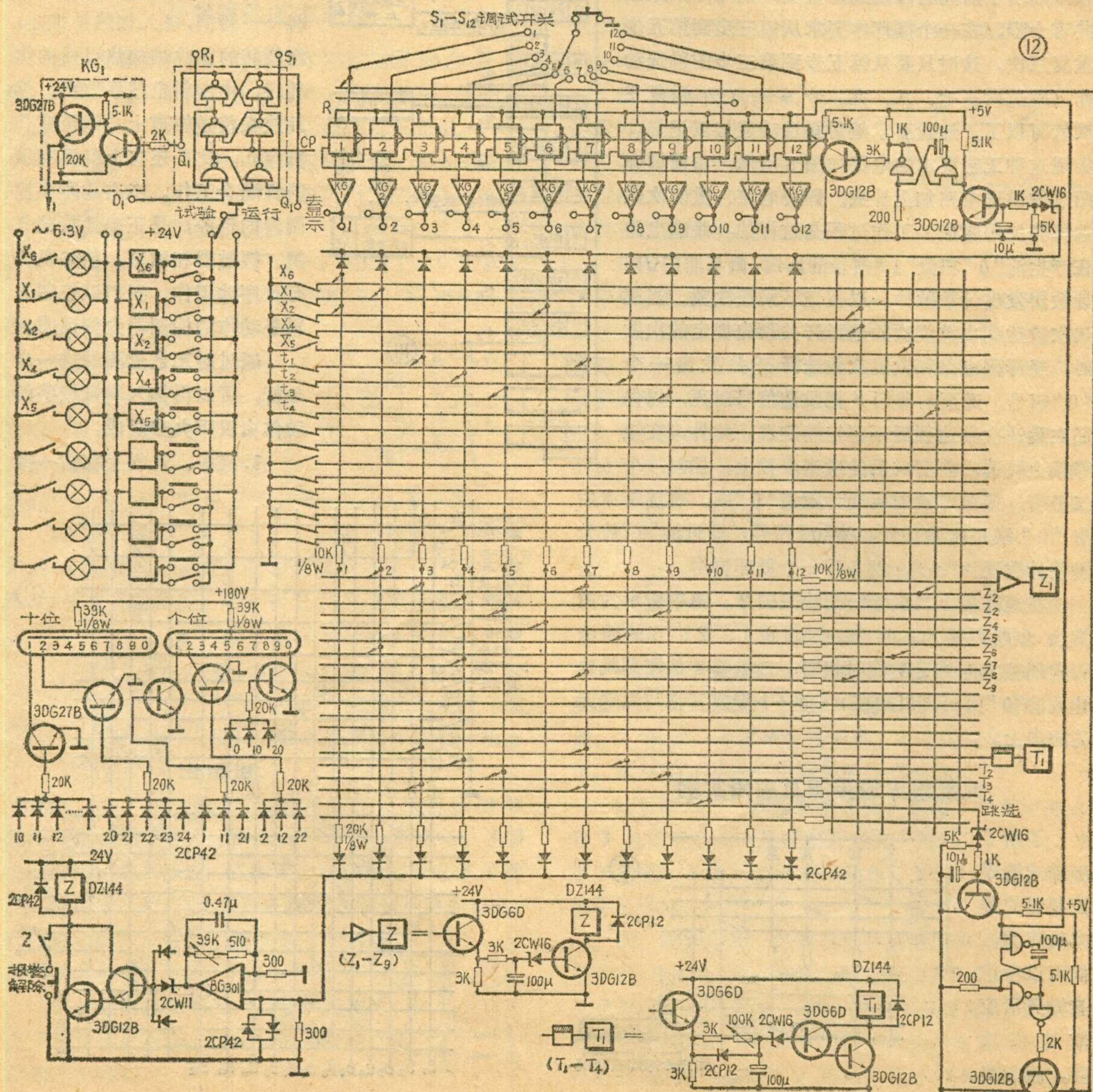
6. 后退：入料手退出炉子，退至“后停”位置。

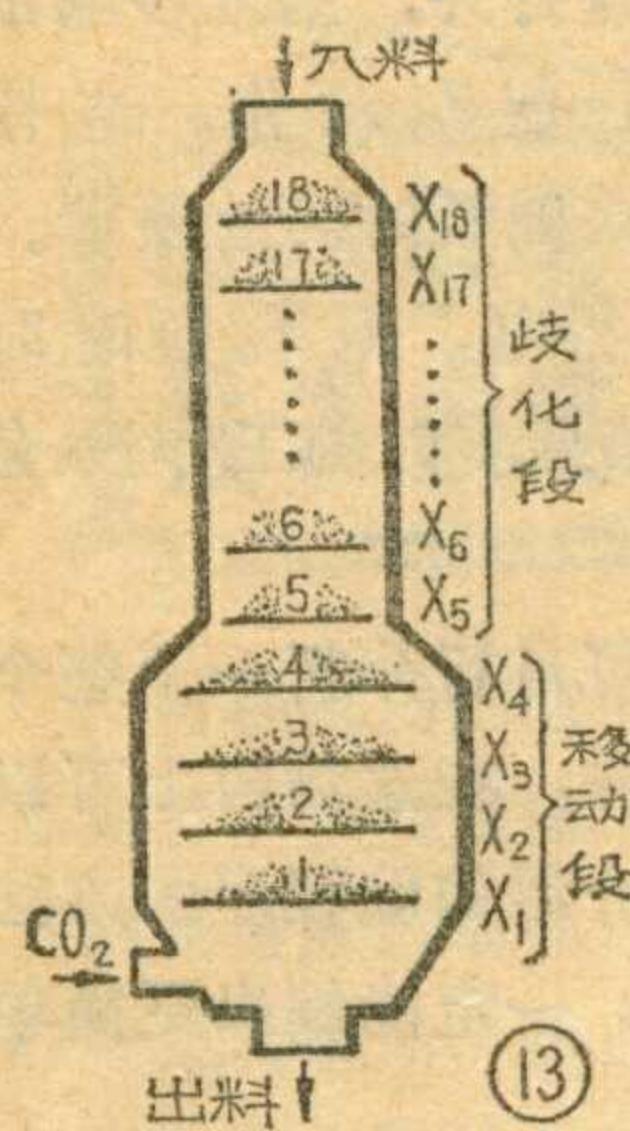
7. 低头：入料手在炉外低头，准备夹料。同时炉体要旋转 3° 角，即一根钢料之间的距离；炉子能否转动，由出料手是否在“后停”位置决定。

8. 夹紧：入料手把第四步时顶料器顶过的料夹起。

9. 抬头：入料手抬头，准备下一个循环。

根据上面的分析，并考虑到步进式顺序控制器的功能，我们可以画出入料手的动作顺序图了，如图10所示。其中，控制入料手前进、低头、松开、抬头、后退、夹紧及上料机上料、顶料器顶料、炉体旋转的输出继电器，分别用 $Z_1 \sim Z_9$ 表示；反映入料手“前停”、“后停”、出料手“前停”、“后停”以及上料完、要料的输入信号分别用 $X_1 \sim X_6$ 、 \bar{X}_5 、 X_6 表示。入料手低头、松开（夹紧）、抬头的完成信号不好取，采





用延时 t_1 、 t_2 、 t_3 秒转移的方法。由第二步（前进）转入第三步（低头）后，延时 t_4 秒，保证入料手停稳后再低头，入料手低头工作的时间实际是 (t_1-t_4) 秒（第六步转入第七步也同样）。

图 11 是根据顺序图在矩阵板上安排二极管的情况。第一步没有输出；入料手“后停”位置信号 X_2 、要料信号 X_8 为转移条件（“与”输入），插二极管 1、2。第二步入料手前进 Z_1 和上料机上料 Z_7 同时开始工作（同步输出），插二极管 4、5；上完料后，信号 \bar{X}_5 到来，上料机要停止转动，靠反联锁实现，插二极管 30、31；入料手“前停”位置信号 X_1 为转移条件，插二极管 3。第三步入料手低头，插二极管 7；但不能马上动作，而是延时 t_4 秒吸合，插二极管 9、33、32；转入下一步利用延时移位功能（延时 t_1 秒），插二极管 6、8。其它各步怎样安排二极管的位置，读者可自行分析。

综上所述，在这个例子中，我们应用了步进式顺序控制器的“与”输入、延时移位、同步输出、或步输出、反联锁、延时吸合等功能。

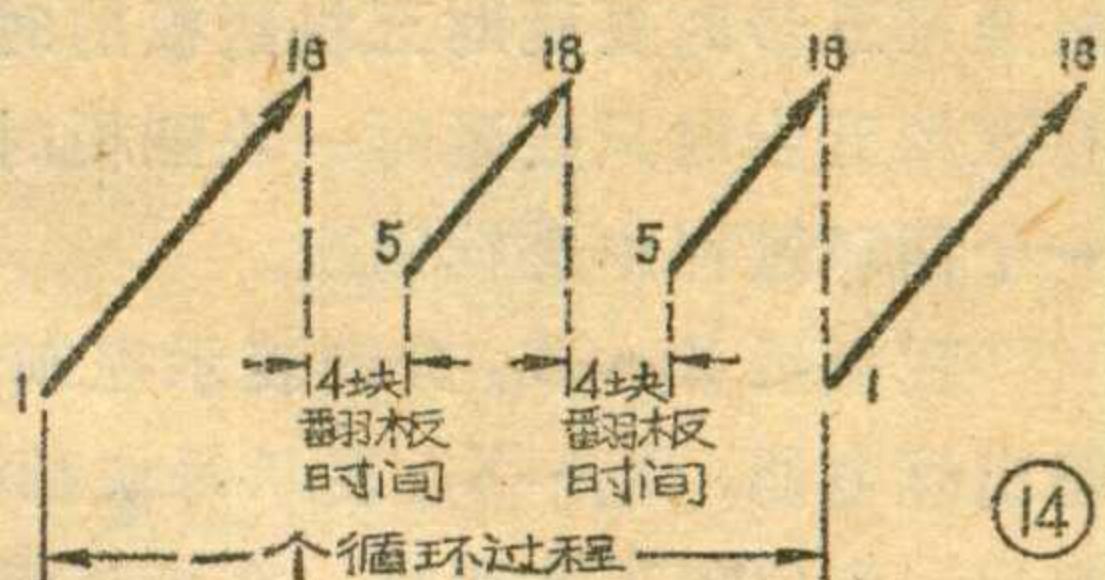
实现入料手自动控制的步进式顺序控制器电原理图如图 12 所示。

例二：某厂苯甲酸歧化反应塔由入料斗、反应塔和出料斗等组成。物料由入料斗连续进入反应塔。由塔底部送入高温、高压的二氧化碳，使物料在塔内处于沸腾状态。塔内共有十八块翻板，上面十四块是歧化段，下面四块是移动段，如图 13 所示。工艺上要求每隔相同时间翻动一块翻板，翻动过程是歧化段翻板顺序翻动三次，移动段翻板才顺序翻动一次。也就是说，先由第一

块翻板顺序翻至第十八块翻板，然后停四块翻板的时间后，由第五块翻板翻至第十八块翻板，再停四块翻板

时间，由第五块翻至第十八块，完成一个循环。见图 14。

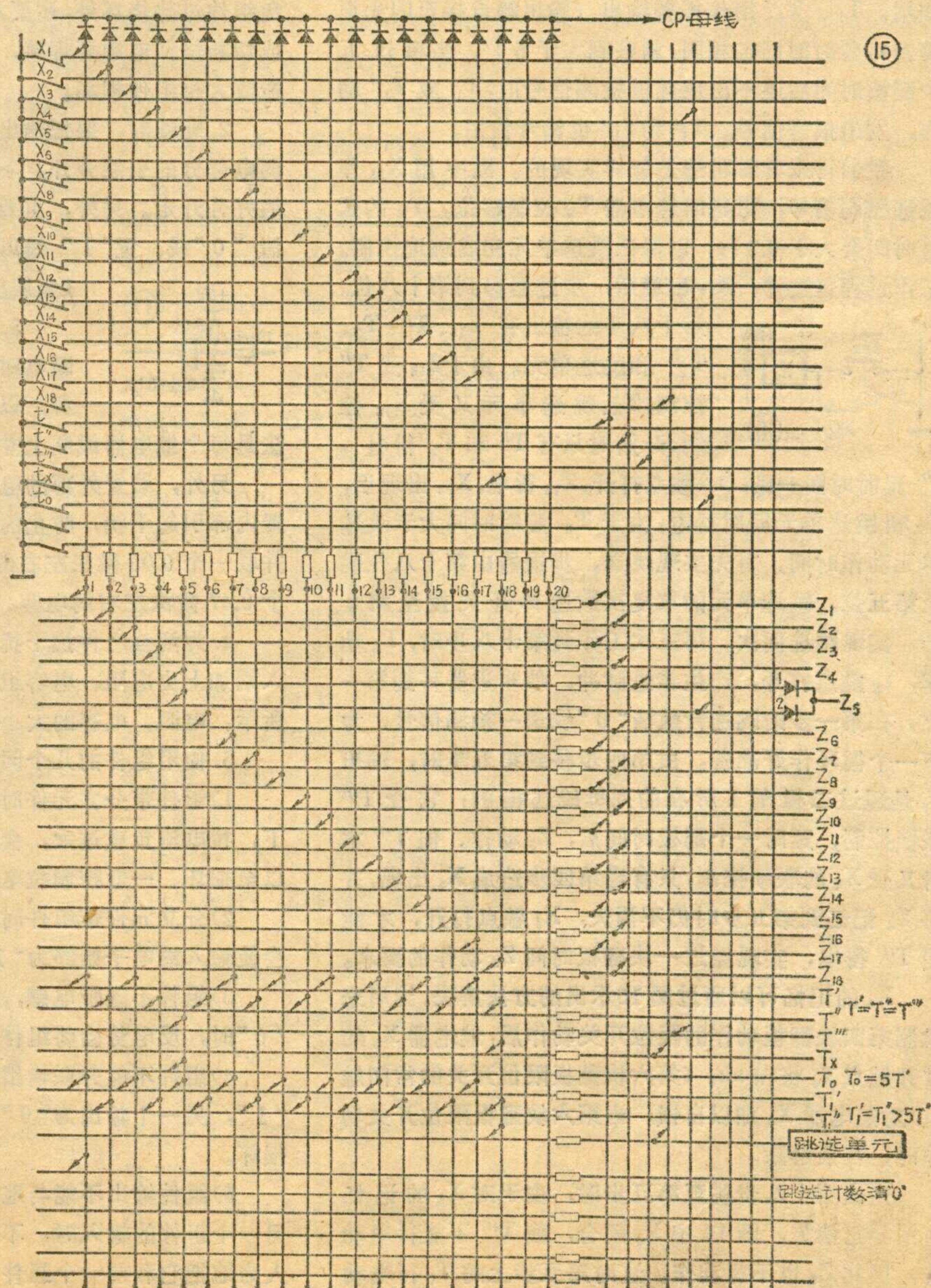
利用延时吸合和跳选等功能，步进式顺序控制器可用十八步满足上述工艺要求。作法是每步的输出驱动一块翻板的气阀线圈，并使步数与翻板顺序对应起来，第一次由第一步顺序移到第十八步，第二、三次则跳过一至四步，由第五步顺序移到十八步。这里必须处理好三个关系：①第十八步输出使翻板动作检测信号出现后，才可以跳选或移至下一步。②由第十八步



⑭



⑮

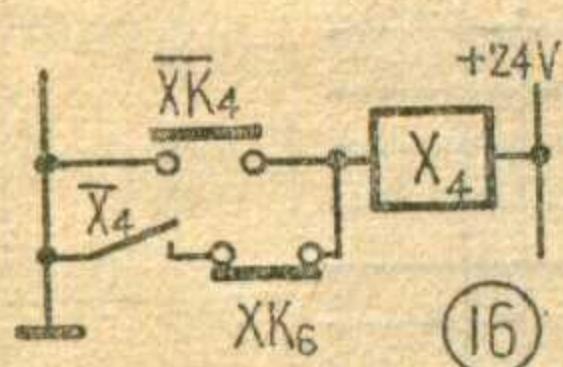


跳至第五步时要延时五块翻板的时间，这和由第四步移至第五步时只要延时一块翻板时间不同。③跳选在一个循环过程中进行两次。

我们用 $Z_1 \sim Z_{18}$ 分别表示控制十八块翻板动作的输出继电器， $X_1 \sim X_{18}$ 表示每块翻板是否翻转的检测信号。为实现工艺要求，在矩阵板上二极管的插法见图 15。

编制程序的基本思想是利用延时吸合来保证翻板的时间间隔。翻板是否翻转的检测信号作为步与步之间的转移信号。图中 T' 、 T'' 、 T''' 延时时间相同。相同的延时却用三个延时单元控制，是因为电子式延时继电器释放过程不是瞬间的，它落后于步与步之间的转移时间，会造成延时误差，所以采用三个延时单元在各步之间错开使用； T''' 又起着保证第五步联锁的作用。 T'_1 、 T''_1 用作报警输出（输出触点接至闪光报警器），延时时间也相同，调整到大于 $5T'$ 。当超过五个翻板时间后还不出现翻板检测信号时， T'_1 或 T''_1 动作，发出报警信号。 T'_1 和 T''_1 也错开使用。

我们再来看看跳选是怎样实现的。图中用 X_{18} 作跳选控制信号，用延时继电器 T_x 控制移位。 T_x 的延时时间要大于 0.2 秒，以保证跳选单元完成跳选控制。工作过程是这样： X_{17} 出现后，步进器移到第十八位。



第十八步的输出有 Z_{18} 、 T'' 、 T_x 、 T''_1 和跳选单元。由于 Z_{18} 受 T'' 控制， T_x 、跳选单元又受 X_{18} 控制，开始时只有 T'' 和 T''_1 得电。

T'' 延时时间一到， t'' 触点打开， Z_{18} 得电。 X_{18} 出现后， T_x 和跳选单元同时得电；由于 T_x 延时时间大于跳选单元动作时间，首先实现跳选，步进器由第十八位跳至第五位。跳选单元的重复次数选择开关拨至第 2 档，实现跳选两次。第三次工作到第十八步时， T_x 动作， t_x 触点打开，产生步进脉冲，使步进器移到第一位。在第一步给跳选计数清“0”线送一检测信号，为下一个循环作好准备。由第四步移到第五步时，输出 Z_5 是通过二极管 1 所在的列母线送出的；它受 T''' 联锁控制，延时一个翻板时间后， Z_5 动作。但 T''' 本身又受 X_4 的联锁控制，只有当第四步造成 X_4 出现，并将 X_4 记忆到第五步时仍不消失， X_4 触点打开，才能使 T''' 得电，实现经过一块翻板时间 Z_5 动作的要求。

X_4 的记忆可以通过图 16 示出的方法解决。当用来检测第四块翻板动作的限位开关动作后，继电器 X_4 的常开触点 \bar{x}_4 将和 xk_6 （第六块翻板限位开关的常闭触点）对继电器 X_4 加以自锁。当第六块翻板限位开关动作时，自锁解除。

当由第十八步跳至第五步时，由于对 X_4 的记忆作用早已消失，图 14 中 X_4 闭合，使 T''' 不能得电动作。因此 Z_5 也不能动作。这时第五步上的 T_0 得电动

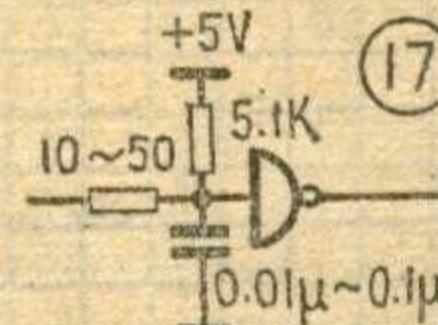
作，延时五个翻板时间后， t_0 触点打开，第五步输出通过二极管 2 所在的列母线送出，使 Z_5 动作。这样就实现了跳选时在第五步延时五块翻板时间的要求。顺便指出，当 T''' 得电时， T_0 也得电，但 T_0 延时时间大于 T''' ，因此对第四步移至第五步时的工作没有影响，只在跳选时起作用。

弄清上述几个问题后，读者可自行分析一下整个工作过程。矩阵板，就象舞台一样，在这舞台上可以演出许多有声有色的戏剧。以上介绍的编程序的方法是最典型的方法。大家广开思路，一定能编出更简单可靠的程序来。

附：装配和调试注意事项

1. 用电烙铁焊接组件时，除了时间不宜过长，以免组件过热烧坏外，还要注意电烙铁的外壳必须接地，或切断烙铁电源再焊接，否则交流高压窜入线路，易造成大批组件损坏。

2. 配线时，要把输出强电部分的引线和装置内部弱电部分的引线分开，不能捆在一起；交、直流引线最好分开走。另外，重要的一些引线，如 CP 母线、清“0”线、置“1”线以及交流电源引线，要用外皮（金属皮）接地的屏蔽线。



3. 继电器线圈是电感性负载，断电时的反电势对组件成为干扰源，以至使装置无法工作。解决办法是每个继电器线圈上并联一个续流二极管。

另外，装置外部的电感性负载通过引线也可在装置内部引起干扰，防止的办法是在输出继电器触点上并联一个 0.05 微法左右的电容，或在负载两端并联一个 0.47 微法左右的电容。

4. 为增强组件抗干扰能力，在接长联线的组件输入端加上由电阻、电容组成的抗干扰电路，如图 17 所示。电阻、电容的大小调机时确定。

5. 使用组件的几个问题

1) 组件带分立元件时，在输出为高电平的情况下，拉电流负载过大，会使输出电平下降及组件过热以至损坏。一般控制拉电流负载电流小于 5 毫安。

2) 分立元件带组件时，组件输入端接地电阻过大，会使输入端电平始终为“1”。一般为 200 欧左右。

3) 组件不能带电感，否则在组件输出由“1”变“0”时，反电势会将组件损坏。

4) 组件不能并联输出，否则在一个组件输出为“1”，另一个输出为“0”时，会把输出为“1”的组件损坏。

5) 组件输出不能与地短路。当一个组件的输出为另一个组件的输入时，不能为了检查后一个组件，而人为地把它和前一个组件相接的输入端接地。



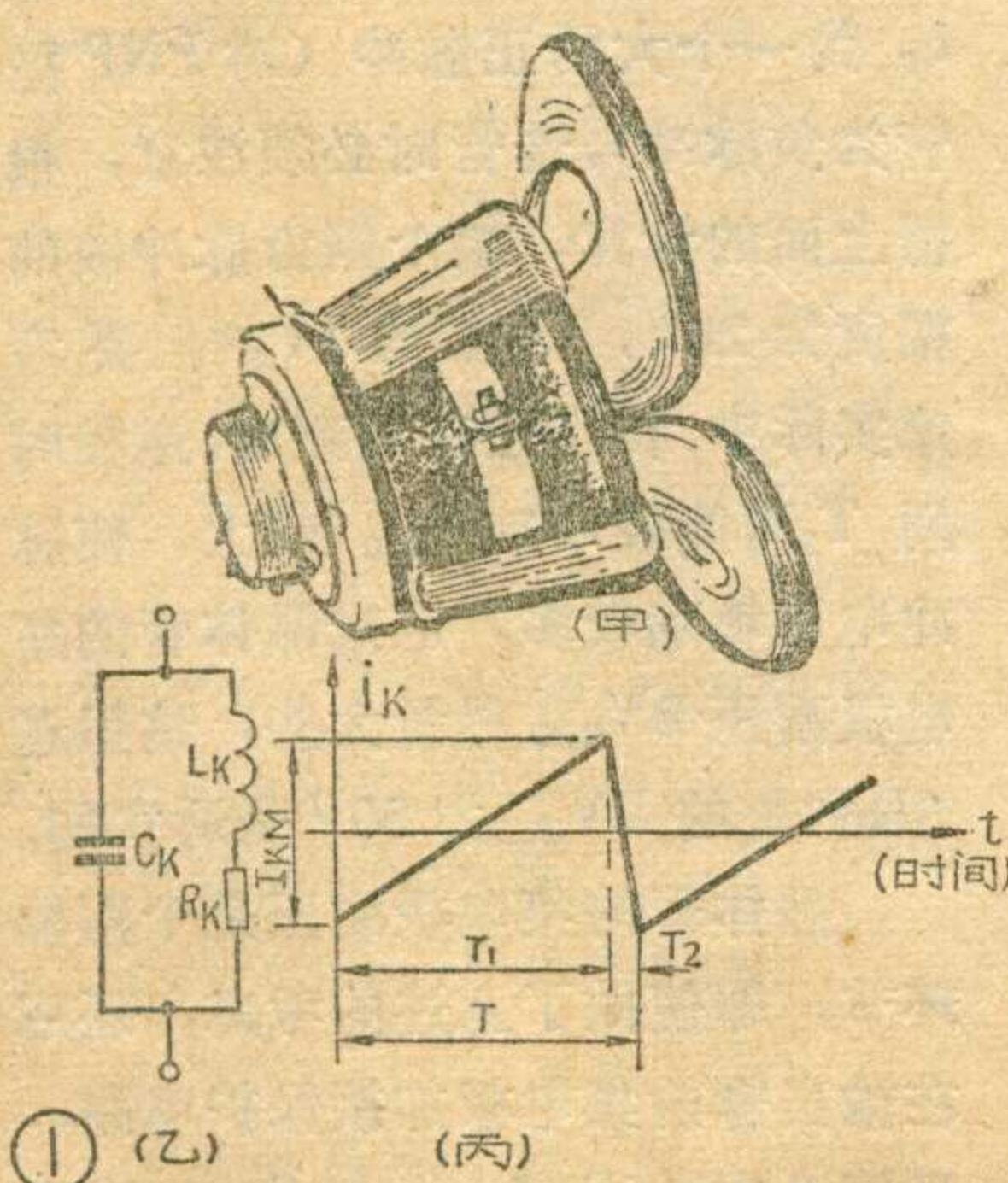
场扫描电路

电视接收技术讲座编写组

电视机的扫描电路主要是供给显象管的偏转线圈一个与发送端同步的锯齿波形电流，在偏转线圈中产生偏转磁场，造成电子射线在显象管屏幕上做均匀地扫描运动，以扫描出光栅来。对扫描电路的要求，一是要提供足够幅度的锯齿形电流，以形成屏幕上足够的光栅尺寸，为此要注意电路的功率和效率。再就是要有良好的锯齿波形，以得到直线性扫描。直线性扫描指的是电子射线在扫描屏幕时，其运动速度是恒定的。这就要求锯齿电流在正程 T_1 中随时间直线性地增长，见图 1 丙，至于逆程 T_2 中倒不重要，因为逆程不显示图象。这些是扫描电路的重要指标，必须努力实现。

场偏转线圈上的 电流与电压

为了在偏转线圈中形成锯齿形电流，必须把偏转线圈做一个电路元件，研究它的特点，从而对其供给电路提出要求来。偏转线圈是用高强度漆包铜线绕的（图 1 甲），必然有电感和电阻，同时匝间存在着分布电容，因此它可以由图 1 乙的等效电路代表。由于偏转线圈一



般只有几百圈，所以分布电容比较小，一般只有几十 Pf ，又因场扫描的频率很低（只有 50 赫），分布电容的作用可以忽略，于是偏转线圈可用图 2 甲的等效电路来表示。

对于这样一个由电感 L_k 和电阻 R_k 串联的电路，应该加上什么样的电压，才能在其中形成锯齿形电流呢？首先，要在电阻 R_k 中形成锯齿形电流，只要在其两端加锯齿形电压就行了，因为电阻不能改变电压与电流变化的形状。但对于电感 L_k 就不同了。如果从某一瞬间在电感两端加上一个恒定的电压，由于电感中会产生感应反电动势抵抗电流的增加，电感中的电流只能随时间逐渐均匀增长，也就是直线性增长，这正符合形成锯齿形电流的要求。因此在场扫描正程必须在 L_k 两端加一个恒定电压 U_{L+} 使偏转线圈中的电流直线性增长。同理，在场扫描逆程要加一个恒定电压 U_{L-} 使电流逐渐下降到零。这样一来，每一扫描周期就要求在 L_k 两端加一脉冲形电压了，见图 2 乙。结果，在 L_k 与 R_k 上的合成电压就是一个锯齿脉冲波。也可以反过来理解，即如果在偏转线圈中流过一个锯齿形电流，它两端产生的电压是锯齿脉冲波。由于晶体管是电流放大器件，这样理解有现实意义。

我们来计算一下它们的数值，例如一个典型的场偏转线圈，其电感 $L_k = 41 \text{ mH}$ ，电阻 $R_k = 25\Omega$ ，要求锯齿电流幅度 I_{km} 为 0.4 A，场扫描周期 T 为 20ms（毫秒），正程 T_1 为 19ms，逆程 T_2 为 1ms，这时电阻 R_k 上锯齿电压的最大幅度为

$$U_R = I_{km} R_k = 0.4 \text{ A} \times 25\Omega = 10 \text{ V}$$

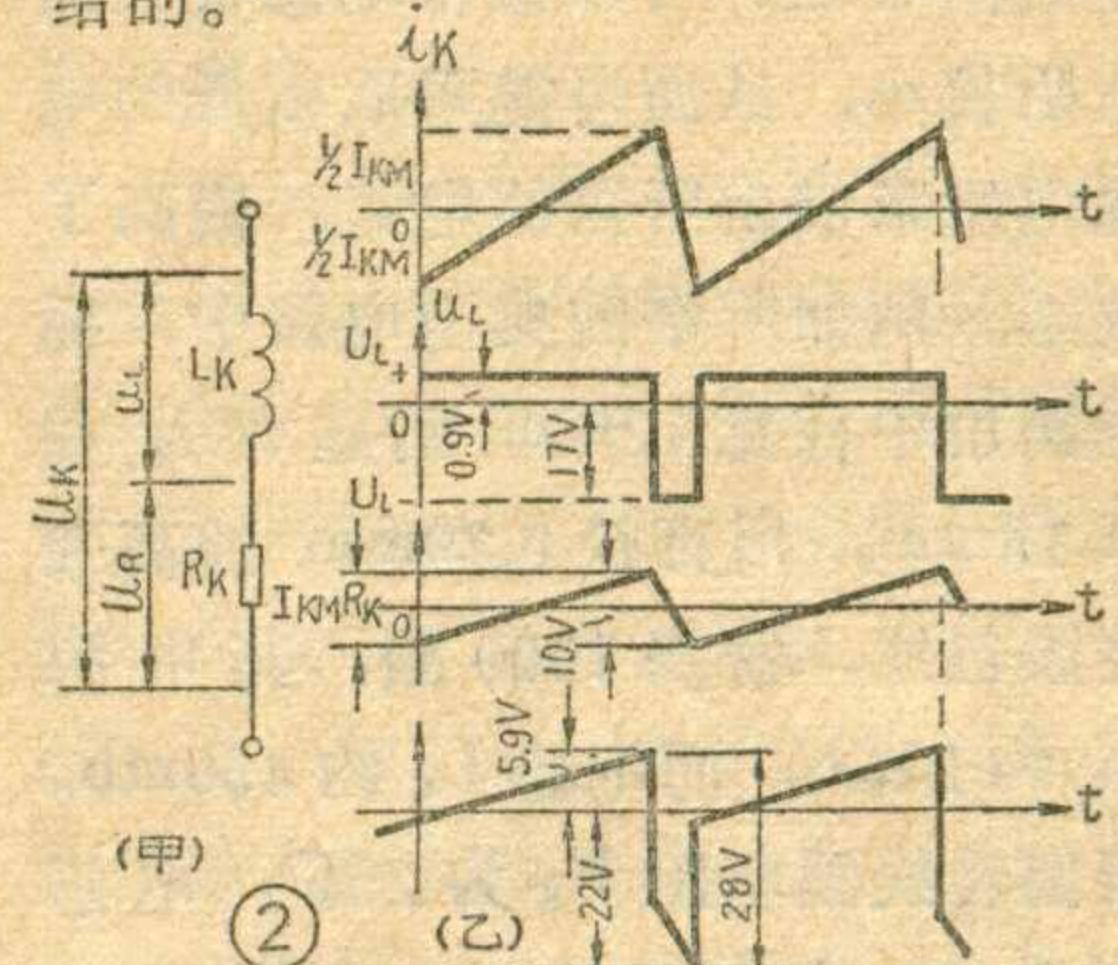
正程期间 L_k 上的正电压为

$$U_{L+} = L_k \frac{I_{km}}{T_1} = 41 \times 10^{-3} \text{ H} \times \frac{0.4 \text{ A}}{19 \times 10^{-3} \text{ s}} \approx 0.9 \text{ V}$$

逆程期间 L_k 上的负电压为

$$U_{L-} = - L_k \frac{I_{km}}{T_2} = - 41 \times 10^{-3} \text{ H} \times \frac{0.4 \text{ A}}{10^{-3} \text{ s}} \approx - 17 \text{ V}$$

这样它们的总和就如图 2 上所注的数值，是场扫描电路所必需供给的。



场扫描电路的 特点与组成

场偏转线圈要求供给的既有电流也有电压，其本身具有电阻成份，因此场扫描电路必需能供给一定的功率。一个比较典型的场扫描电路如图 3，图中 BG_{24} (3DA1A) 是工作在甲类的小功率放大器，叫做场扫描输出级。它放大输入的锯齿形电流，输出足够幅度的锯齿形电流和锯齿脉冲形电压，通过隔直流电容 C_{315} ($1000\mu\text{F}$) 耦合给场偏转线圈。 BG_{24} 的集电极供电则是经过扼流圈 L_{301} ，这种电路安排叫扼流圈耦合式输出电路。

为什么不把偏转线圈直接串接在功率放大管的集电极呢？这样做有两个缺点：一是集电极电路的直流成分会流过偏转线圈，造成一个恒定的偏转磁场，引起扫描光栅大大偏离屏幕中心，这就还需要另用一个反方向的磁场将光栅调回来；

另外偏转线圈的电阻分量 R_k 比较大，如果直接串接在功率放大管的集电极电路中，其上的直流电压降较大，势必要求采用较高的电源电压才能给出所需的电流，所以效率比较低。基于这两个原因，在中、小型屏幕的晶体管电视机中多采用扼流圈耦合式输出电路。此时功率放大管集电极输出的锯齿形电流通过隔直流电容耦合给偏转线圈，就取消了直流分量，偏转线圈中的锯齿形电流是正负对称的，象图 1 中所要求的那样，造成电子射线的扫描也是以屏幕中心为中点，上下对称的。并且扼流圈是密绕在闭合磁路的铁心上，可以做得电感较大而电阻较小，从而可能采取较低的电源电压来供出所需的电流，提高了效率。例如所举的典型电路中，扼流圈用中柱宽 12mm 的硅钢片叠厚 18mm，用直径 0.29mm 的高强度漆包线，密绕 1000 圈，其电阻 R_c 约 21Ω ，而电感 L_c 约 450mh 。而偏转线圈电阻 R_k 为 25Ω ，电感 L_k 为 41mh ， L_c 比 L_k 大 10 倍，电阻却小了，从而提高了效率。例如采用优质硅钢片或坡莫合金片，以及较粗的漆包线绕制等， R_c 可能做得小到 R_k 的几分之一。

但由于采用了扼流圈，对偏转线圈有一定的分流作用，会影响输出锯齿形电流的直线性，所以这里采用了反馈电路来改善输出锯齿形电流的直线性。

由于晶体管基本上是一个电流

放大器件，末级功率放大器的基极要求输入一个一定幅度的锯齿形电流，而为了形成这个电流又需要一定幅度的锯齿形电压，所以说末级功率放大器需要一定的输入功率。例如末级功率管的电流放大系数 β 为 50，则要求输入的锯齿形电流幅度为

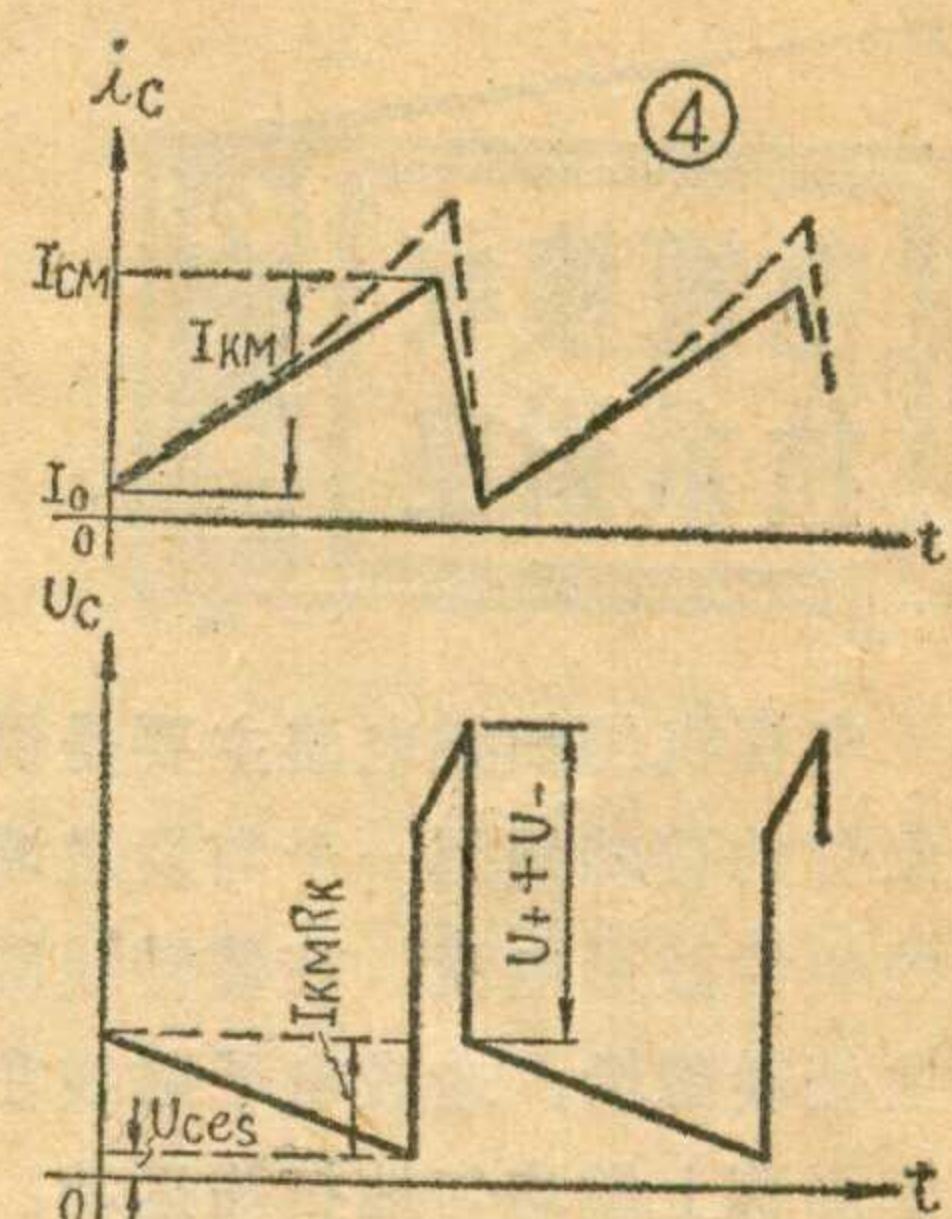
$$I_{bm} = \frac{I_{km}}{\beta} = \frac{0.4A}{50} = 8mA$$

这样大的电流如果由 BG_{22} (3BX 31C) 组成的锯齿波发生器直接供给是比较勉强的，会影响所生锯齿波的直线性。所以介于末级功率放大器与前级锯齿波发生器之间加一级由 BG_{23} 组成的推动级，便可保证末级有比较充足的输入功率，并能隔离输出级对前级直线性及工作稳定性的影响。

BG_{22} 和它的电路组成间歇振荡器，能自激振荡也能受外来信号同步，利用它的开关作用给集电极的RC电路充放电，就能形成锯齿形电压。这样由锯齿波发生器、推动放大器和末级功率放大器就组成了场扫描电路，电路中主要点的波形已注在图上，下面对这些电路分别说明。

场扫描输出级的工作状态

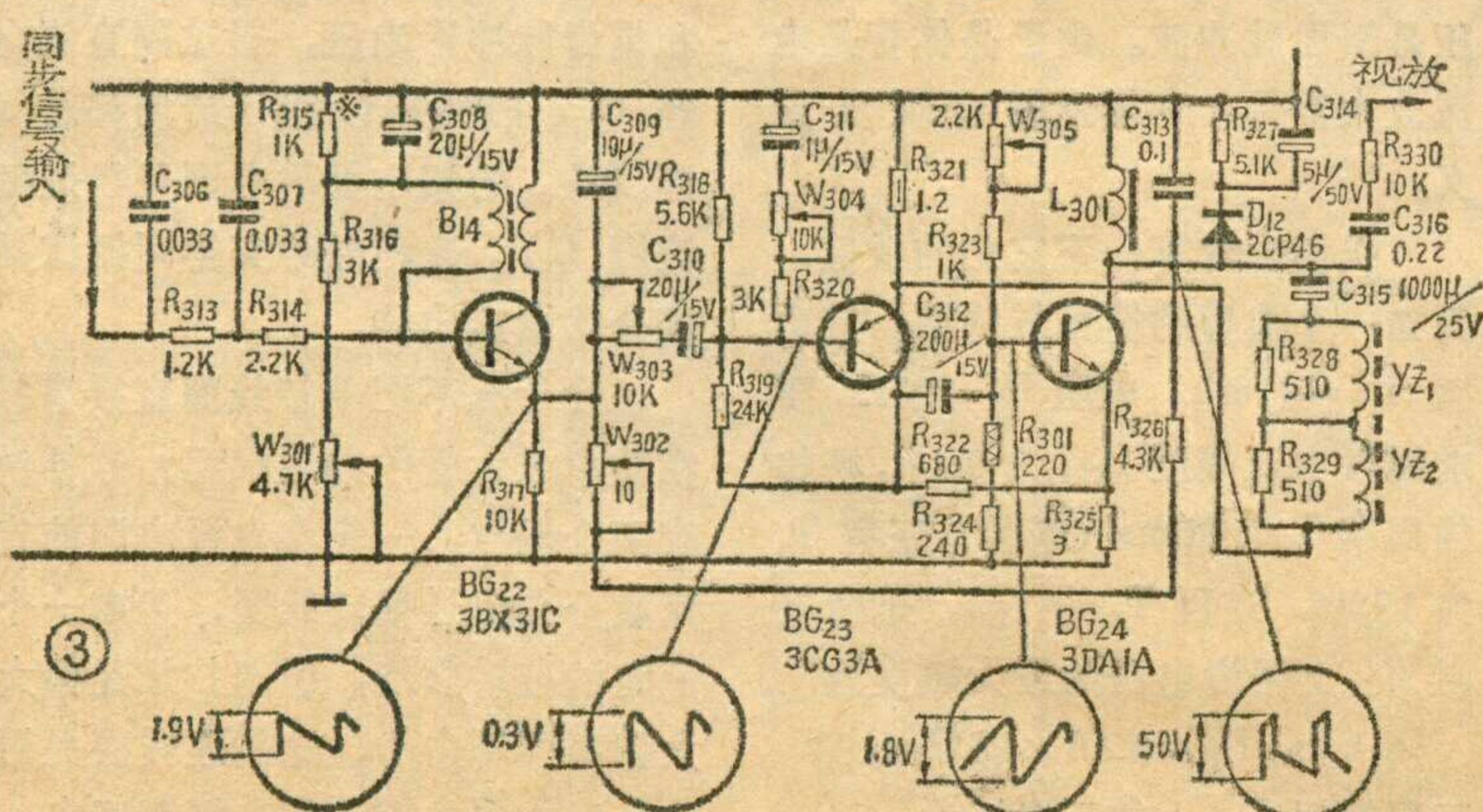
场扫描输出级的任务是在一定的输入下，供给偏转线圈以足够幅度的、线性良好的锯齿形电流，其幅度为 I_{km} ，根据前面的数字 I_{km} 为 0.4A。由于是工作在甲类放大状态，集电极电流 i_c 必然是在一个最



小值 (I_0) 的基础上逐渐增长的锯齿形，如图 4。晶体管起始 i_c 有一段非线性厉害，为了保证输出电流的直线性应该避开这一段，使 i_c 在一定的基础上增长，所以在选管时应选其集电极峰值电流 I_{cm} 超过 I_{km} 一些。例如在 I_{km} 为 0.4 A 时应选 I_{cm} 为 0.5 A 的低频功率晶体管，这里选 3DA1A 其 I_{cm} 为 0.5 A。锯齿形电流的平均值为幅度的一半，对于甲类放大，大致上就是工作点电流。这里考虑到起始的集电极电流应选比 $I_{km}/2$ 大些的数值，例如 0.22 A。这些只是估算的方法和数字，在实际电路中靠调整偏流电阻 W_{305} 来得到足够的锯齿形电流幅度和满意的锯齿波直线性。

集电极电压应该是锯齿脉冲波，也必需在一定电压值的基础上变化，当 i_c 达最大值时，晶体管管压降最小，达到饱和点，即 u_c 接近于零，如图 4 所示，此时的管压降为饱和压降 U_{ces} 。在逆程中 u_c 为一个大的正脉冲（对 PNP 型管为负脉冲），选管时必须注意，根据上面的计算，整个锯齿脉冲波的幅度为 28V， U_{ces} 约 1V。但要考虑实际中，特别是在调整时，逆程时间 T_2 可能较小或 I_{km} 较大，使脉冲电压增加较多，应选晶体管的集电极耐压 BV_{ceo} 尽量大些，这里选 3DA1A 的 BV_{ceo} 为 50V 是适宜的。

晶体管的集电极耐压是个薄弱环节，即使做了上述的考虑，还应在输出管的集电极加接保护电路，见图3中的D₁₂和R₃₂₇、C₃₁₄₀。在电



路正常工作情况下，集电极的正脉冲到来时，通过二极管 D_{12} 给电容 C_{314} 充电，脉冲过后 C_{314} 通过电阻 R_{327} 缓慢放电，使 C_{314} 上的电压基本上保持正脉冲的峰值。若有突然情况发生，例如开关电源的瞬间或遇到干扰脉冲使输出管突然截止时，集电极可能产生异常高的峰值电压，这个电压会通过 D_{12} 给 C_{314} 再充电，从而大大降低其幅度，避免超过正常值的集电极峰压，保护了输出管。但是必需指出，这种保护电路只对偶然出现的过高峰压起作用，如果过高峰压连续出现，则电容 C_{314} 上的电压也充得较高了，还会使输出管击穿。

我们再来考虑供电电源电压的选择。由图 3 可知，电源 E_c 分别降于扼流圈、输出管及发射极串接电阻 R_e (R_{325}) 上。象偏转线圈一样，扼流圈也可以等效于一个电感 L_c 和电阻 R_c 的串联，直流电流仅在其电阻 R_c 上产生电压降。电源电压 E_c 的任务，首先是保证偏转线圈中有足够的锯齿电流幅度，为此在扫描正程中 L_k 两端的电压 U_{L+} 必须保证，它是由耦合电容 C 耦合过去的。在扫描正程中它是个常数，相当于一个直流电压降。其次在电阻 R_c 及 R_e 上必有直流电压降 $I_c (R_c + R_e)$ ， I_c 是 i_c 的平均值，约为 I_{km} 的一半。最后再考虑输出管的管压降平均值，由图 4 上 u_c 的波形可知约为 $1/2 I_{km} R_k + U_{ces}$ ，所以

$$E_c = L_k \frac{I_{km}}{\frac{T_1}{T_2}} + \frac{1}{2} (R_c + R_e) I_{km} + \frac{1}{2} I_{km} R_k + U_{ces}$$

式中 U_{ces} 一般小于 1V， R_e 取为 3Ω ，将前述实际数据代入上式得：

$$E_c = 0.9V + \frac{1}{2} (21\Omega + 3\Omega) \times 0.4A + \frac{1}{2} \times 0.4A \times 25\Omega + 1V = 11.7V$$

考虑一定的裕量，将电源电压 E_c 取为标准值 12V。

电源消耗的功率：

$$P_0 = E_c I_c = E_c \times \frac{I_{km}}{2} = 12V \times 0.2A = 2.4 \text{ 瓦}$$

实际的数值要稍大些，因 i_c 的

平均值比 $\frac{I_{km}}{2}$ 大些。

还可以大致估计一下输出管集电极最大损耗，这是在输出级无信号输入时，即完全没有功率输出时所发生的。实际工作中，若锯齿波发生器停止工作就会有这种情况。这时的输出管集电极损耗即输出管的直流压降与直流工作点的集电极电流（即近似集电极电流平均值）的乘积。

$$P_c = [E_c - \frac{I_{km}}{2} (R_c + R_e)] \frac{I_{km}}{2} \\ = [12V - 0.2A (21\Omega + 3\Omega)] \times \\ 0.2A = 1.44 \text{ 瓦}$$

这也是选择输出管的一个指标。3DA1A 加散热片后集电极允许最大耗散功率 P_{cm} 可达 7.5 瓦。

输出锯齿形电流幅度 I_{km} 的调整可以改变 R_e ，它能影响本级电流负反馈的深度，改变输出级的增益来改变 I_{km} ；也可以改变激励锯齿波的幅度，象图 3 那样。

扼流圈对场扫描输出级的影响

上面谈到，采用扼流圈耦合式输出电路能避免在偏转线圈中流过直流电流，并且效率较高，这是有利的一面。但“事物都是一分为二的”。它不利的一面是扼流圈对偏转线圈有分流作用，从图 3 可看出，输出管的交流负载是由扼流圈与偏转线圈并联构成的，即输出管输出的电流有一部分被扼流圈分流掉了。当然扼流圈的阻抗愈大，即绕的圈数愈多，分流作用愈小，但实际上做得太大不经济，并且圈数太多了 R_c 就大了反而失去了效率较高的优点。所以它的分流作用不能忽略。我们来研究它的影响。

既然要求在偏转线圈中通过直线性的锯齿电流，那末加在偏转线圈两端的电压就必然是锯齿脉冲形的。这个锯齿脉冲电压同时也加到了扼流圈两端，它在扼流圈中会造

成什么样的电流呢？我们着重看看扫描正程的情况：在正程中扼流圈两端的电压是随时间直线性增长的。我们已经知道，在电感中由于感应反电势的作用，当两端加上固定电压时，其中的电流只能是随时间直线性增长的。那么现在在电感两端加上了随时间直线性增长的电压，其中的电流自然就会增长得愈来愈快了。这一扼流圈中随时间变化愈来愈快的电流与偏转线圈中随时间直线性增长的电流之和，就形成了如图 4 虚线所示的集电极电流波形，它随时间增长得较快，叫做抛物线形电流。至于逆程情况也相同，不过逆程的波形并不重要，这里不多说了。

从上面的分析可以得出一个明确的结论：当存在着扼流圈的分流作用时，如果要保证偏转线圈中流过锯齿形电流，则要求输出管给出的集电极电流却是抛物线形的。反过来说，如果不能保证输出管集电极电流为抛物线形的，也就不能保证流过偏转线圈的电流波形是良好的锯齿形。例如当输出管集电极电流波形为良好的锯齿时，为了供给扼流圈一个上翘的抛物线形电流，偏转线圈中的锯齿形电流就必然有向下翘的趋势（这样两者才能合成良好的锯齿形电流），从而导致场扫描的非线性。一般对放大器的要求，总是希望放大器输出到负载上的波形重复放大器输入的波形，才叫做没有失真。现在输出管的基极若输入一个锯齿形电流，反而不能保证输出到偏转线圈中的电流为锯齿形的，因此输出级有了失真，这个失真是扼流圈的分流作用引起的。

这种失真的性质，从放大器频率响应特性的角度来看，一个锯齿波可以看作是由不同频率的分量组成的，它的正程中部是线性增长的部分，由于随时间变化较慢，相当于组成锯齿波的低频分量。而锯齿波的尖角部分由于随时间变化得较快，就相当于

（下转第 16 页）

小型电视机电子管的选择

郑诗卫

电子管小屏幕电视机如何合理选用电子管？我厂在试制南京牌703型23厘米电视机的过程中对这个问题作了一些考虑，介绍如下。

南京牌703型电视机全机由14只电子管组成，见图1。

行扫描管

由于23厘米显象管的高压较低，偏转体积较小，所需功率也就较小。在试制过程中，曾选择过6P1、6P14、6F3等小功率电子管作行扫描输出管。对于行输出电子管除要求达到一定的工作电流外，在行扫描逆程时还要求屏极能够承受较高的反峰电压。一般反峰电压可高达4~5千伏。我们对6P1作了反峰耐压试验，结果表明6P1内部屏极对其他各极耐压可高达7千伏以上。但是由于6P1是小型九脚管，管脚之间距离很近，屏极1、6两脚与2、5、7等脚之间会打火，插入管座时管座导电脚与管座中心隔离柱产生打火。6P1屏极、帘栅极和阴极各有两个引线脚，为了消除打火现象，将6P1管座中的2、6、8导电脚拿掉，再将管座重新铆合（图2）。焊接时管座中心隔离柱不要接地。采取这些措施后，解决了用6P1管作行输出管时出现打火的问题。用6P1管作行输出管时，供给阻尼管的直流正电压（B+）在265伏以上。6P1帘栅电压为250伏时，其阴极电流为60~65毫安（6P1阴极允许最大电流为70毫安），此时行扫描的水平幅度和输出给显象管第三阳极的高压，均能达到要求。

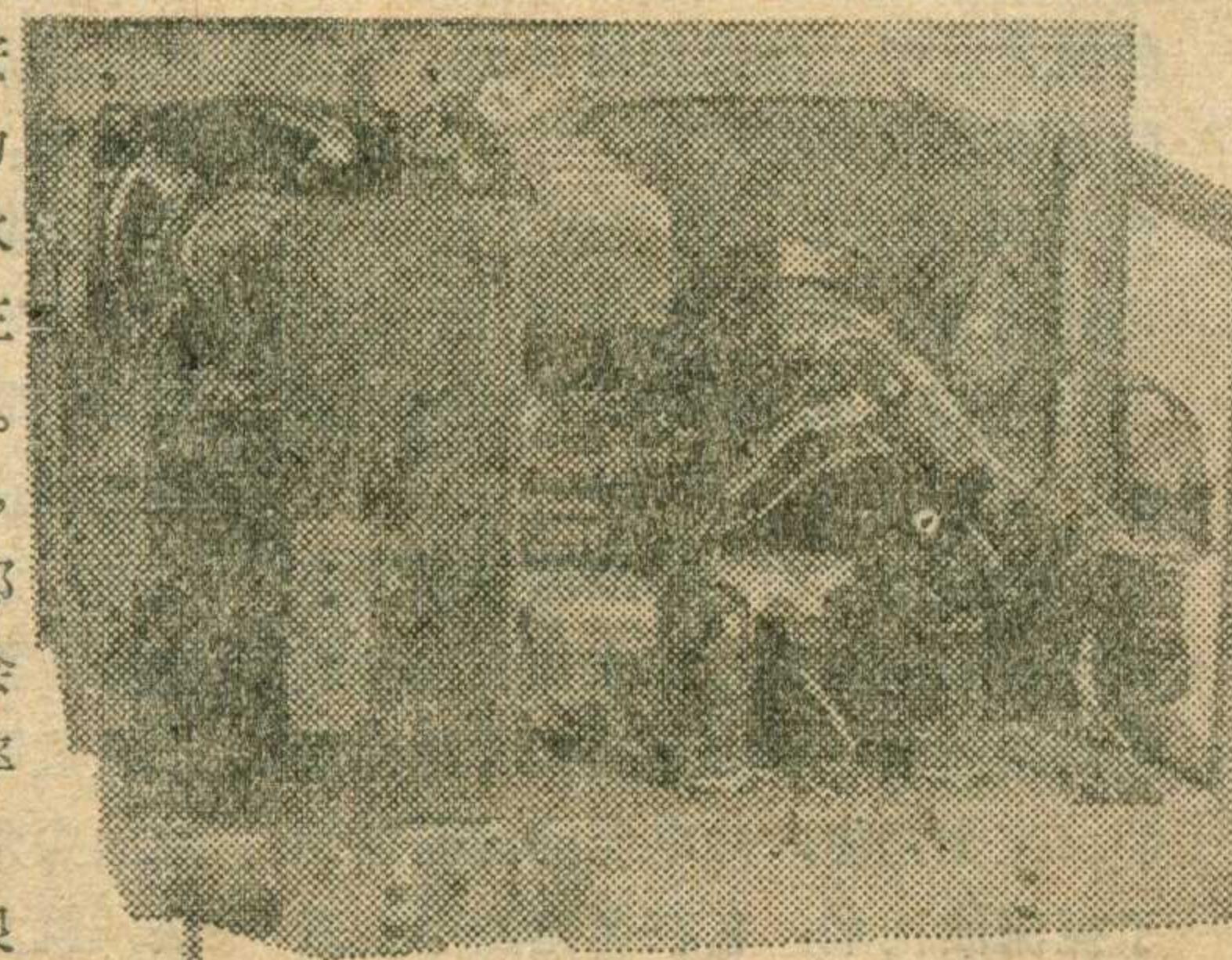
6P14是小功率五极管，屏极引线脚是第7脚，相邻的6、8两脚是空脚，故不会出现打火现象，但输出功率稍低于6P1。实际使用中，当6P14管阴极超过其极限

运用电流值（60毫安）、帘栅电压超过250伏时，光栅水平方向逐渐缩小，阴极电流逐渐上升，往往最后不能工作，效果不如6P1管。

6F3是复合管，其中一组是束射式四极管，最大阴极电流为75毫安。它的输出功率和过载能力均比6P1管及6P14管强。因为6F3的管脚排列无空脚，所以屏极6脚与5、7脚之间有时会跳火。为了解决这一问题，在上海电子管厂大力支持下，改进了6F3的结构，将屏极从管顶部引出，见图3。改进后的6F3运用情况良好，并进行了过载试验，当最大阴极电流超过80毫安时，水平方向光栅不产生收缩。此外，用6F3管作行输出管时，供给阻尼管的直流电压（B+）为200伏。6F3管帘栅极电压150伏，阴极电流即可达65毫安。因此，整机的直流电压就可以降低，从而可以节省电源消耗功率。

阻尼管

阻尼管阴极工作在很高的脉冲电压状态。例如用35SX2B或47SX13B显象管的电子管电视机中，在行扫描逆程时，阻尼管阴极上脉冲电压峰值为4~6千伏以上。为了保证电视机正常工作，防止阻尼管的阴极与灯丝之间击穿，设计了专用的6Z19、6Z18高压二极管。

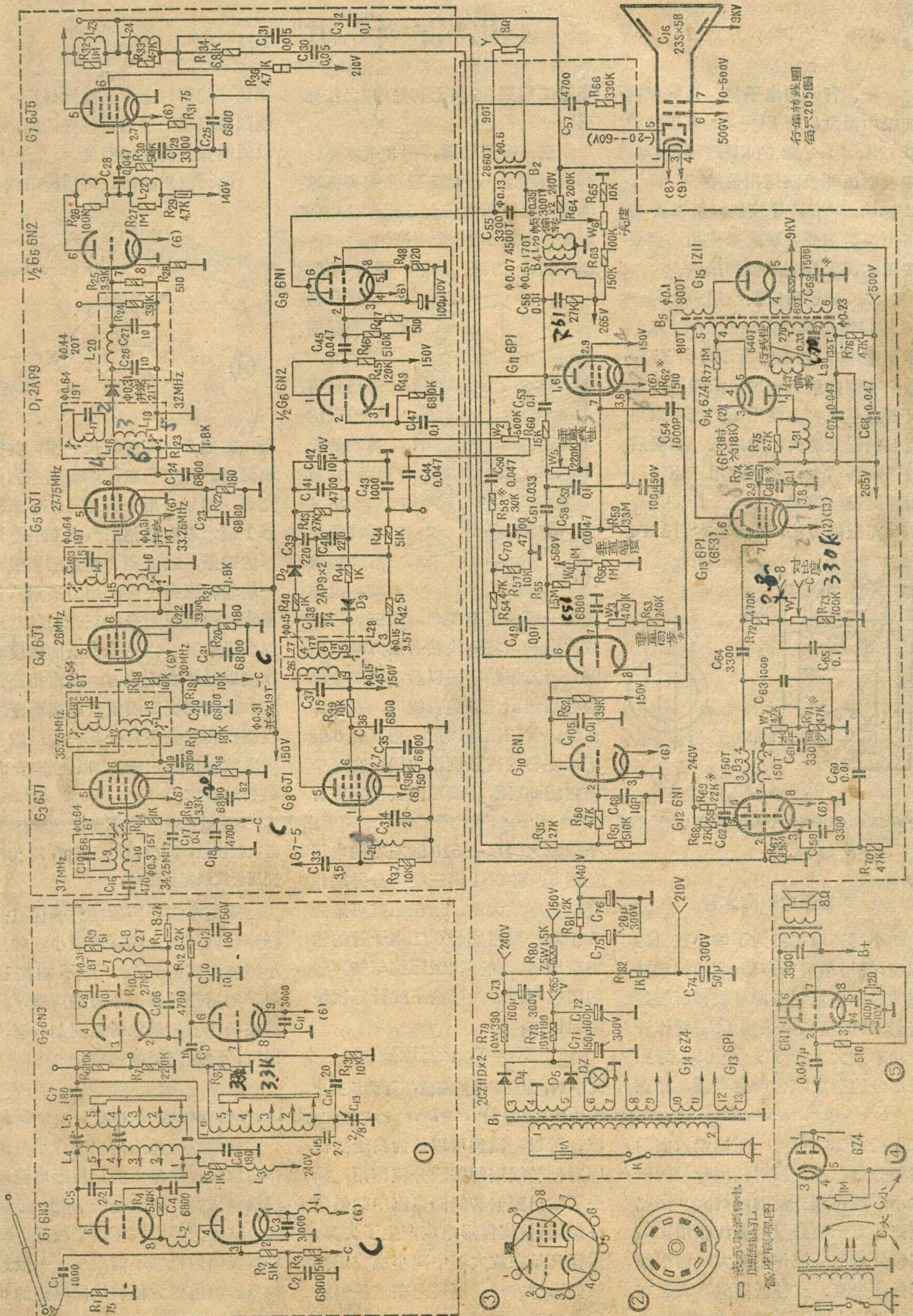


这种管的阴极与灯丝之间衬垫较厚的绝缘层，故阴极体积较一般低压整流管大。为使阴极达到正常工作温度，灯丝电流较大。在用23SX5B小屏幕显象管的电视机中，行扫描逆程时阻尼管的阴极峰值电压约有3千伏。为了解决用普通低压整流管（如6Z4一类）作阻尼管的问题，可采取以下措施：在电源变压器中单独绕一组6Z4管灯丝供电绕组，此绕组与相邻绕组之间各垫三一四层聚脂薄膜，以增加绝缘强度。但仍发现有一部分6Z4在工作时产生阴极与灯丝间击穿的情况。通过试验，发现由于阴极与灯丝之间的极间电容（约10~20P）较小，而灯丝绕组与地之间分布电容较大（约200~300P），见图4。因此在行扫描逆程时，阴极对灯丝的电位差远大于绕组对地的电位差。为了减少阴极对灯丝的电位差，在阴极与灯丝之间并接一只1兆欧的保护电阻见图4，使工作时阴极与灯丝之间不致击穿。由于阻尼管平时工作电流一般在55~60毫安之间，所以6Z4等一类整流管的整流电流可以达到要求。

视频末级放大管

为了获得高质量的图象，要求视频放大器在很宽频率范围内产生的失真必须很小。当信号高频分量放大不足时，图象清晰度就差。采用23SX5B显象管时，为了保证放大器对高频分量有足够的放大率，末级视放管的屏极负载电阻约3~5千欧，并应有足够的输出电压，需50伏（峰一峰）以上，其屏流约需15毫安左右。6J5是宽频带高频放大电子管，互导率为9毫安/伏，用它作末级视频放大时，其频率特性、放大率均能满足要求，耗电比6P15小。

（下转第16页）



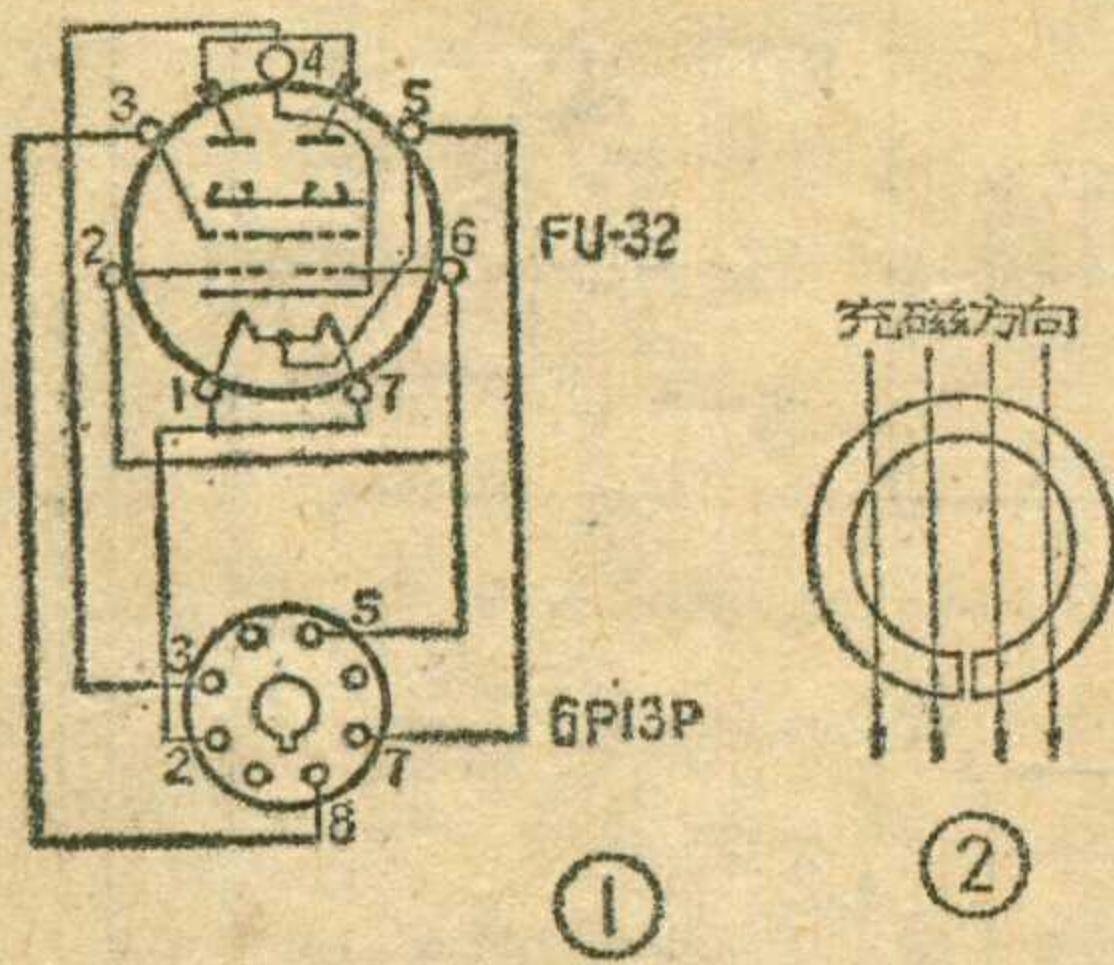
自制35厘米屏幕电视机的几件代用品

谢寿炽

一、行输出电子管。用双束射四极中型发射管 FU-32，可以代替 6P13P。FU-32 的阳极耗散功率、阳极电压等极限运用值都不低于 6P13P，唯有跨导较低，所以要将两个四极部分并联起来使用，但要按图①所示改变其管脚接线。

二、离子阱磁铁。用一个 M-36 的弹簧垫圈（内径约 37 毫米，厚 7 毫米），按图②所示方向充好磁，在圈内垫上一层泡沫塑料，即可套在显象管上使用了。也可以用废旧钢锯条退火，卷成三、四层后的圈，再沾火、充磁使用。还可以用弹簧钢丝绕制。

充磁的方法，可参看本刊 1974



（上接第 14 页）

音频功率放大管

小屏幕电视机为了缩小整机的体积，采用小型扬声器。它的推动功率约 500 毫瓦左右即可获得所需的音量。703 型机中采用 6N1 管作音频功率放大。为了避免 6N1 两三极部分的杂散耦合产生自激，在两

（上接第 13 页）组成锯齿波的高频分量。扼流圈对低频分量的阻抗小，对高频分量的阻抗大，因此扼流圈对低频分量的分流作用比对高频分量的分流作用要大，而引起了低频失真，这种低频失真表现在电流波形上就是形成抛物线形电

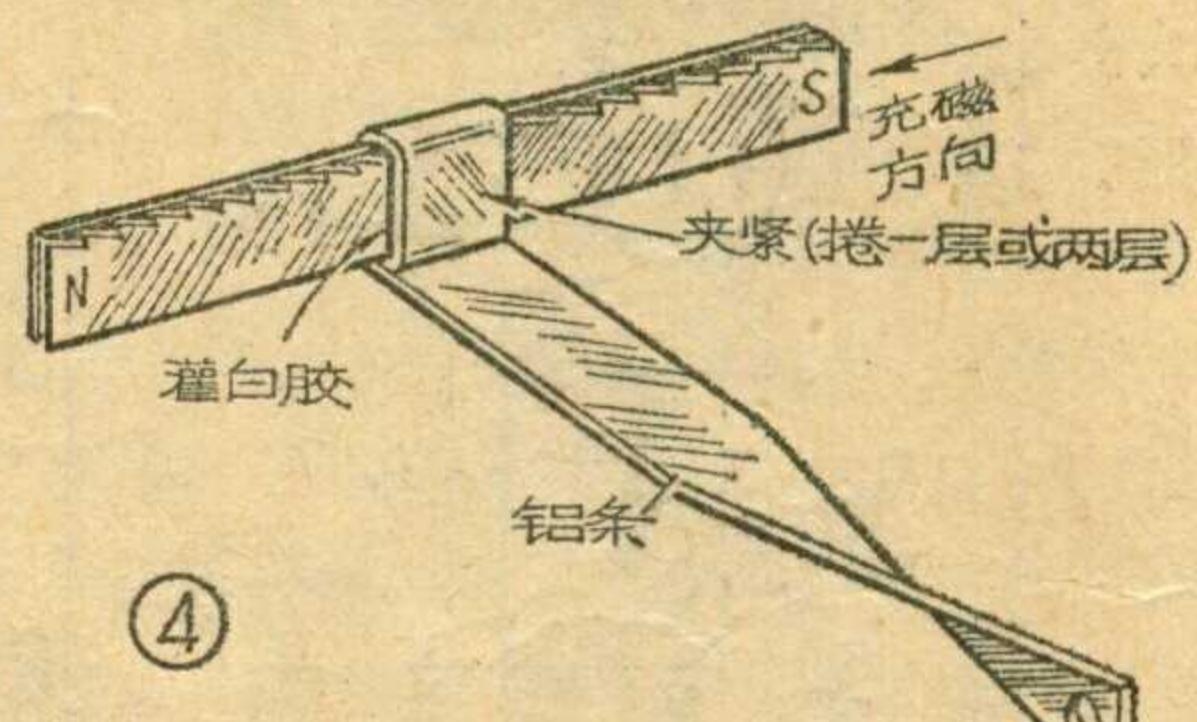
年第二期第 26 页上刊登的“土法充磁”一节。

三、升压线圈。把 3 毫米厚、40 毫米宽，长约 85 毫米的有机玻璃条，上下两边各留 5 毫米，中间用废锯条刮出 15 个 1 毫米宽，1~1.5 毫米深的槽。然后，根据行输出变压器磁心截面的尺寸，来确定有机玻璃的剪裁的长度。共剪成四块。

再将每块有机玻璃，没刮槽的一面的两侧倒角，用三氯乙烯或冰醋酸，将四块粘合成方框（图③）。等方框粘牢固以后，将四个棱的各槽锉圆，以免绕线时，损伤漆包线。骨架做好以后，用直径 0.08 毫米左右的高强度漆包线，在每个槽内绕 60 匝，将线圈两头固定在骨

架两端的焊片上。线圈做好后，在线圈外面浸一层质量较好的蜡，用以防潮并提高绝缘强度。

四、校正磁棒。可用废旧钢锯



条，截成 5~10 厘米长一根，共截取两根，并在一起，顺着锯条方向充磁。然后，用一根宽 10 毫米、厚 1 毫米左右的铝条（或 0.5 毫米厚的铁条，或直径 2 毫米的铝线），一端卷在锯条中部，用力夹紧（如图④），就可以用来校正光栅的枕形或鼓形失真。铝条或铁条的宽度和厚度以能够在调整时，自由扭屈为好；长度则视离固定点距离而定。在铝条和锯条夹紧处灌一些聚丙烯乳液（俗称白胶），以使锯条和铝条结合牢固。

器次级圈数； Z_1 为扬声器阻抗； Z_2 为原变压器次级标称阻抗。

采用小型扬声器的另一优点是扬声器磁场对光栅影响较小，如用小型内磁式扬声器，可不加防磁罩。如用普通恒磁小型扬声器，只需在扬声器与显象管之间加一板，即可消除对光栅的影响。

个栅极之间串一 510 欧左右的电阻见图 5。将 6N1 两三极部分并联作音频功率放大时，最佳阻抗可选为 5 千欧，可用配合 6P1 电子管的输出变压器。如其次级阻抗与扬声器的阻抗不匹配，可按下式计算次级绕组匝数：

$$N_1 = N_2 / \sqrt{Z_2 / Z_1}$$

式中 N_1 为应绕制的圈数； N_2 为原变压

流。所以，我们可以认为由于扼流圈对偏转线圈的并联分流作用，损失了输出到偏转线圈电流中的低频分量，而使锯齿形电流产生了失真。这样凡是在放大器中减小或校正低频失真的方法，原则上在这里都能用来校正场扫描的非线性失真。

显然，扼流圈的电感愈小分流作用愈大，使输出的锯齿形电流非线性愈厉害，也就是低频失真愈大。这种失真太大了难于校正，所以扼流圈的电感不能太小，一般选扼流圈的电感为偏转线圈电感的 6 到 10 倍。

（待续）

自动调压装置

太仓县人民广播站

实现自动调压，对于县、公社一级的广播站或放大站来说，不仅避免了频繁地人工调节，而且也为实现广播开关自动化打下基础。本文介绍一种自动调压装置，供同志们参考。

电气性能

1. 自动调定的电压可在190伏~230伏内选择。
2. 自动起调电压可在±5伏~±15伏内选择。
3. 自动调定的电压精确度决定于起调电压，最高精确度达±5伏。
4. 外界电压最低限度的调升，自动调压装置没有限制，由调压器的容量及损耗功率来决定。

电路原理

控制电路见图1。从图中可看出，所谓自动调压，就是让一个可逆电机带动调压器转盘，以代替人工调节，而可逆电机（以后简称电机）的转动又受一套简单控制电路的控制。电机工作电压为127伏。电机的1、4出线相连，通过 R_5 和退位按键接于电源变压器 B_1 的次级127伏一端；2、3接线点分别通过干簧继电器和控制电路的极化继电器（以后简称JH）的左右接点相连，JH中间接点接变压器 B_1 次级127伏的另一端。JH中间接点不管偏左、偏右，都能使电机通电运转，不同的是当中间接点偏左

时，电机顺时针转；偏右边时电机逆时针转。JH中间接点的偏左偏右是决定于JH线包 T_1 通电的电流方向的。从图1中可看到，A、B两点分别是二套120伏半波整流电路的直流输出正端。由于两套整流电路的直流输出负端已经相连，所以如果A、B两点的电位不同，A、B之间JH的线包 T_1 中就会有电流流过。电路中B端直流电位是经稳压管稳压的，稳压值一般取110伏，而A端直流电位没有经过稳压。如果我们准备将电源电压自动调节在210伏，那末就可以在电源电压为210伏的条件下，调节控制电路中的电位器 W_1 ，使A端直流电位也为110伏（如果计划将电源电压自动调节在其它数值，也是以同样方法调节 W_1 ），A、B之间没有电位差， T_1 中没有电流，JH的中间接点不与左、右接点相通，电机不转动，保持调压器输出为210伏。但在电源电压发生变化时，因为A点的直流电位随电源电压的改变而变化，而B点电位仍不变，A、B两点之间就产生了电位差。例如：电源电压升高到220伏时，A点电位约升高到115伏，高于B点5伏，这时电流由A点经线包 T_1 流向B点，因为5伏电压已经超过了JH的吸动电压（2.5伏），所以JH动作，其中间接点和右接点接通，电机逆转带动调压器转盘降压。当电源电压降到210伏时，A点电位又恢复到110伏，A、B之间也就没有电流流动，JH中间接点恢复到中间位置，电机停止转动，也就使调压器停止调压；如果电源电压降到200伏，A点电位则降到约105伏，低于B点电位5伏，这时电流从B点经线包 T_1 流向A点，JH动作，中间接点偏左，接通电机顺转电路，带动调压器转盘升压。当电源电压升到210伏时，A点电位又恢复到110伏，JH中间接点又恢复到中间，电机停止转动，调压器又停止在210伏处。

这样不管外界电源电压升高还是降低，都能调到所需要的稳定电压上。

电路中，电位器 W_2 的作用是选择起调电压的，也就是说，调节 W_2 可以决定电源电压在自动调定的数值上（例如210伏）变化多少数值，JH的接点才动作。我们采用的极化继电器JH，吸动电压为2.5伏，直流电阻为4.7KΩ。显然，如果电位器 W_2 阻值调到零，则A、B之间只要有±2.5伏电位差JH的接点就会动作。因为是半波整流，所以这时电源的起调电压应为±5伏；如果 W_2 的阻值调到4.7KΩ，那末A、B之间就要有±5伏的电位差，JH的接点才动作。对电源来讲，起调电压就是±10伏；再调大 W_2 的阻值，起调电压可更大。

在工作过程中，如果控制电路失灵，电机可能一直运转，使调压器无限调升电压，这是不允许的。为了解决这个问题，在图1中引入了一个干簧管 J_1 ，使在发生上述故障时能自动断开电路，停止电机转动。干簧管 J_1 的作用是：在电源电压低于230伏时， T_3 所得到的直流电压不足以使 J_1 动作，常通接点仍处于闭合状态；但当控制电路失灵，调压器输出电压超过230伏时， T_3 的直流电压随之升高，以致使 J_1 动作，常通接点脱离，切断电机顺转电路，从而起到保护作用。

装在调压器上的干簧管 J_2 、 J_3



和装在转盘上的磁钢配合工作，是调压器上的限位装置。干簧管 J_2 为调压器到头限位装置，因为有时外界电压太低，调压器升到终端，还升不到所需要的自动调定电压，而这时控制电路仍然连通电机的顺转回路，如果不把顺转回路切断，电机继续顺转就会损坏电机。我们应用了干簧管 J_2 ，就使得当转盘上的磁钢随着电机顺转而靠近干簧管 J_2 时，干簧管的常通接点在磁钢磁场的作用下断开，从而使电机停止转动。此时， J_2 的常开接点闭合，指示灯 ZD_2 亮。遇到外界电网电压很低，调压器按正常接法不能得到所需要的电压时，可以采用将调压器反接的方法（即输入、输出线头对调），如图 2 所示。但用这种方法也不能任意提升电压，因为当滑动臂 1 慢慢接近 1' 而提升输出电压时，调压器承受的功率也会越来越大，为了不使调压器过载而烧毁，对最大输出电压就有一个限制，因此就应该加一个限位装置，这个装置就是干簧管 J_3 以及和它对应的磁钢。当电机逆转使调升的电压升到限位电压时，装在转盘上的磁钢刚好接近干簧管 J_3 ，在磁钢磁场的作用下，干簧管 J_3 常通接点断开，电机停止转动，调压器也就停止再

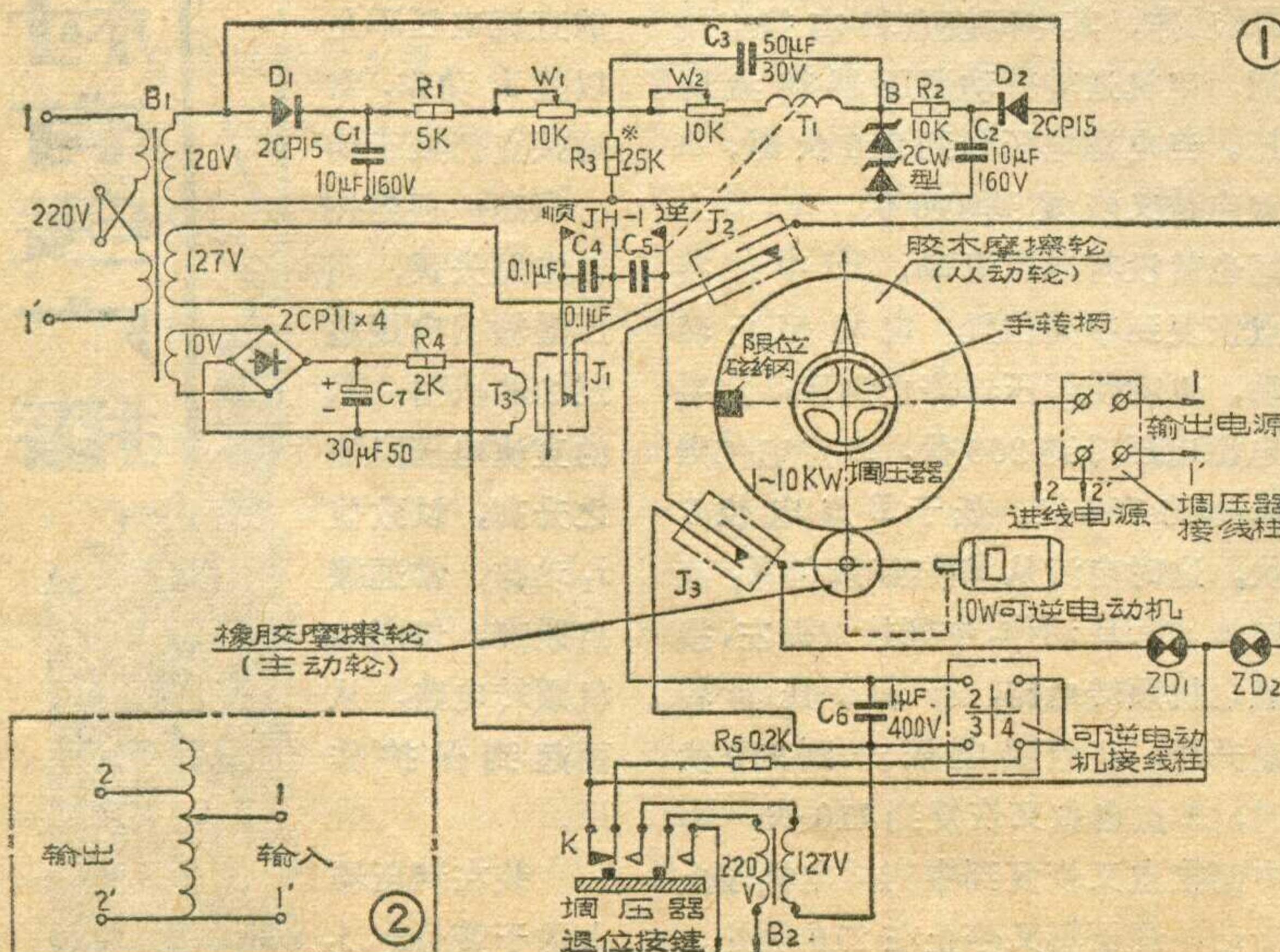
调压了。此时, J_3 的常开接点闭合, 指示灯 ZD_1 亮。

电路中，K为调压器的退位按键，即在每次用电结束切断电源后，按下按键开关K，使可逆电机接通变压器B₂所供的127伏电源，于是电机运转。这样，如果调压器正接，电机则逆转；如果调压器采用反接法，则退位部分与可逆电机“3”的连线改接到“2”，于是电机顺转。总之，应使调压器向低电压方向运转。当运转到限位磁钢靠近干簧管J₃（如果反接则是靠近J₂）时，在磁钢磁场的作用下，J₃常通接点断开，使电机停止转动，限位指示灯ZD₁亮，以示应停止再继续按按键开关K。采用退位按键这一套装置的目的，是为了防止上一次用电结束前有较大的升压幅度，引起下次刚接通电源时，有很大的输出电压而烧坏机件。

接在 A、B 之间的电容器 C_3 容量要大，利用它的充放电有一个过程的道理，以减弱 A、B 两点之间的突变电压，使得调压器不至由于电源电压突变而马上自动调压。

C_4 、 C_5 的作用是可以消除 JH 接点火花，以免干扰站内收音机、录音机的工作。

R_5 为电机的限流电阻，可以减



小起动电流，保护 JH 的接点和电机。

C_a 为电机的启动电容。

元件选择

调压器要有足够的容量，大于至少等于实际消耗的功率。调压器的胶木自动转盘厚度为 0.5~1.5 厘米，圆盘直径应大于调压器的最大宽度，最好用车床加工，使之与调压器的转轴相接并固定好；可逆电机的规格为：工作电压 AC 127 伏，转速每分钟 9~20 转，功率 10 瓦左右；电机的轴套采用 L601 录音机的靠轮，应使橡皮部分与调压器的胶木转盘靠紧；极化继电器的型号为 JH-1 型，内阻为 $4.7\text{ K}\Omega$ ，起动电压为 2.5 伏（也可以采用其它规格的极化继电器，但要求起动电压在 5 伏以内，内阻在 $2\text{ K}\Omega$ 以上）；稳压管采用 9 只 2CW9 型的管子串联起来运用，稳压值为 110 伏。也可以用其它型号的稳压管，但要求串联起来的稳压值应在 100 伏~120 伏之内。 T_3 为干簧管 J_1 的线包，干簧管管径为 1 厘米，可用直径为 0.08 毫米的漆包线在管径上乱绕 4000~5000 匝制成，干簧管的吸动电压一般需 7 伏。电源变压器 B_1 的铁心采用 28 毫米 \times 30 毫米的硅片，初级 220V 绕组用线径为 0.23 毫米的漆包线绕 450 匝；次级的 120 伏的绕组用线径为 0.15 毫米的漆包线绕 780 匝，共绕两组。次级 10 伏绕组用线径为 0.23 毫米的漆包线绕 65 匝。变压器 B_2 铁心采用 22 毫米 \times 22 毫米硅片，初级 220 伏绕组，用线径为 0.13 毫米的漆包线绕 2400 匝；次级 127 伏的绕组，用线径为 0.18 毫米的漆包线绕 1300 匝。 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_6 采用油质电容器。干簧管 J_2 、 J_3 的限位磁钢的磁性要求不高，可用舌簧喇叭上的磁钢。

調查

装置完毕后，应反复检查线路

是否有错接或漏接。如果接线无误，就可以进行调试。

首先调整干簧管 J_2 、 J_3 的位置。 J_2 可放置在原电压刻度盘的 250 伏位置（即终端位置）； J_3 放置的位置可以根据调压器容量和实际消耗功率来决定。我们的实践经验是：当调压器容量与实际消耗功率相当时，限位电压取 180 伏，即 J_3 放在 180 伏处；当调压器容量大于实际消耗功率的 $\frac{1}{2}$ 时， J_3 可放在 170 伏位置；当调压器容量大于实际消耗功率的 $\frac{1}{2}$ 时， J_3 可放在 150 伏位置上。因为是经验数据，所以仅供参考。

第二步是调节 A、B 两端电位。调节前先让 W_2 、 T_1 与 A、B 两点脱离，变压器 B_1 接通 220 伏

电源，在 B 端稳定电压为 110 伏的条件下，调节电位器 W_1 使其阻值由最大变到零，这时 A 端的电压应在 105 伏～125 伏范围内变化。如果低端大于 105 伏，可减小 R_3 ；如果高端小于 125 伏，则可增大 R_3 的阻值。如果在调试过程中，A 端电压始终很低或没有电压，就可能是整流二极管 D_1 损坏，可另换一个新管继续调试。对 B 端的调试主要是调整稳压管 2CW 的稳定电压，使串联稳压管的稳压值为 100 伏～110 伏。如果高于或低于此范围，可用增减稳压管的办法调节（在几只单个稳压管串联时，应首先将每只管逐一检查测试）。

第三步是把 W_2 和 T_1 接入 A、B 之间，这时可有意识地变动外界

电源电压，使电机转动带动调压器调整输出电压，然后调节 W_1 使输出电压自动调节在所需要的电压上，再调整 W_2 ，使起调电压选在需要的电压范围内。

调整线包 T_3 的电压时，可在外界电压为 220 伏的条件下，慢慢变动电阻 R_4 的阻值，使 J_1 吸动，常通接点断开，这时测量线包 T_3 的直流电压降应在 8 伏左右。然后调大 R_4 的阻值，使 T_3 的电压降减小 0.5～1 伏，常通接点就接通，这时 R_4 的阻值就可定下来。

整个调试工作结束后，如一切正常，便可将自动调压装置接入电源，接上负载，便能自动调压。

（上接第 28 页）

四、配接条件。我们讲扩音机与负载匹配，就是要满足下面三个条件：

① 功率匹配。全部负载吸收的总功率，应等于扩音机输出总功率，或比总功率略小些，但不应小于扩音机额定输出功率的 70%。

② 阻抗匹配。全部负载的总阻抗，应等于或稍大于扩音机的输出阻抗。

③ 电压匹配。每个喇叭上分配

到的功率应等于或小于其标称功率，也就是要求加到喇叭上的电压应等于或小于其额定电压。

在实际工作中进行配接计算时，可采用阻抗法和电压法，因为电压法比较容易掌握，所以我们只介绍一下电压法。

所谓电压法匹配就是通过查表或利用公式 $U = \sqrt{PZ}$ ，分别求出扩音机、线间变压器以及喇叭的额定电压，配接时使喇叭得到的电压等于或略低于其额定电压，然后再进

行功率和阻抗的验算。为方便读者，表四列出常用扩音机输出端子阻抗与电压的互换表。

只有满足了上面三个条件，才能使扩音机和喇叭正常工作。在实际使用高音喇叭时，往往送给喇叭的功率要比它的标称功率小一些，这样配接不仅减轻了每只喇叭的负担，使喇叭不易损坏，而且在阻抗匹配的条件下使扩音机可以多装几只喇叭。

（未完待续）

表 四

电压 (V)	阻抗 (Ω)								
	4	8	16	100	125	150	200	250	500
25	10	14.1	20	50	55.9	61.2	70.7	79.1	112
40	12.7	17.9	25.3	63.3	70.7	77.5	89.4	100	141
50	14.1	20	28.3	70.7	79.1	86.6	100	112	158
80	17.9	25.3	35.8	89.4	100	110	127	141	200
100	20	28.3	40	100	112	123	141	158	224
150	24.5	34.6	49	123	137	150	173	194	274
250	31.6	44.7	63.3	158	177	194	224	250	354
500	44.7	63.3	89.4	224	250	274	316	354	500
1000	63.3	89.4	127	316	354	387	447	500	707

半导体

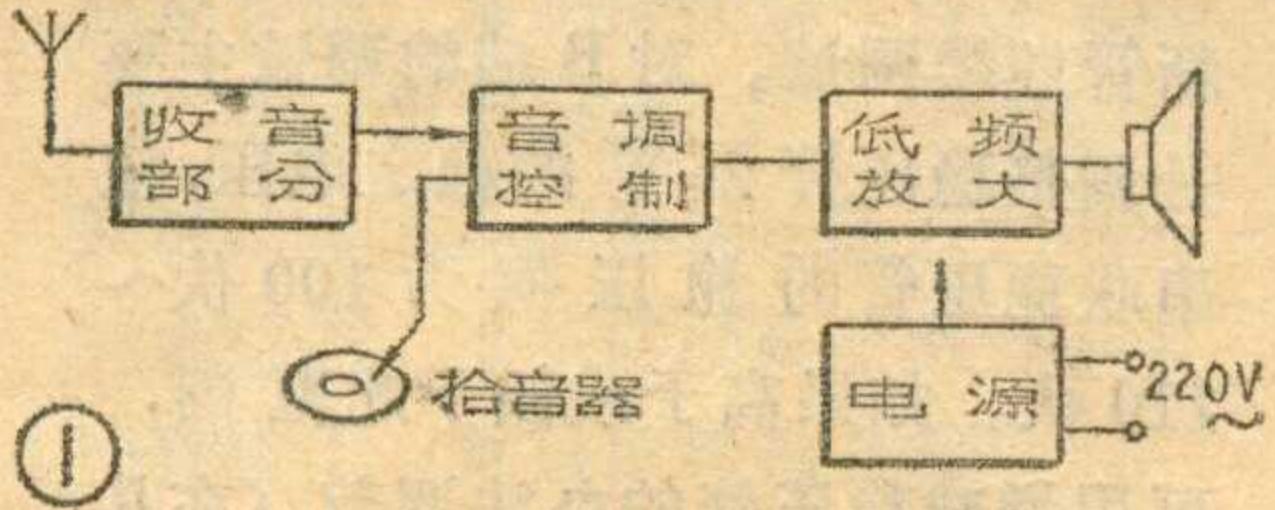
高音质收、扩音机

本刊去年第5期曾刊登过“高音质半导体扩音机的制作”一文，发表后不少读者来信要求介绍该机的印刷电路板及收音部分，并提出一些制作方面的问题。现再作一些补充说明，供大家参考。

这台高音质半导体收、扩音机的方框图如图1。整机电原理图见图2，对于电路的工作原理由于篇幅所限，本文不作介绍。这里仅介绍在制作中的一些具体问题。

一、收音部分

混频和振荡分别用两只管子担任，振荡稳定，输入电路对振荡的影响小，混频和振荡可以分别调到最佳工作状态，有利于提高整机灵敏度。混频 BG_1 管的静态工作点为 $I_{c1}=0.3\sim0.5$ 毫安，振荡管 BG_2 取 $I_{c2}=0.5\sim0.8$ 毫安。 BG_1 和 BG_2 采用 3AG43，亦可用 3AG1C~E、3AG2~4、3AG23~29、3AG34~37、3AG42~45、3AG48~50、3AG51C~E、3AG52、3AG53C~E、3AG62~64、3AG74~77、3AG80~87、3AG95~96 等。对管子的 β 值没有严格的要求，一般大于 30 即可。



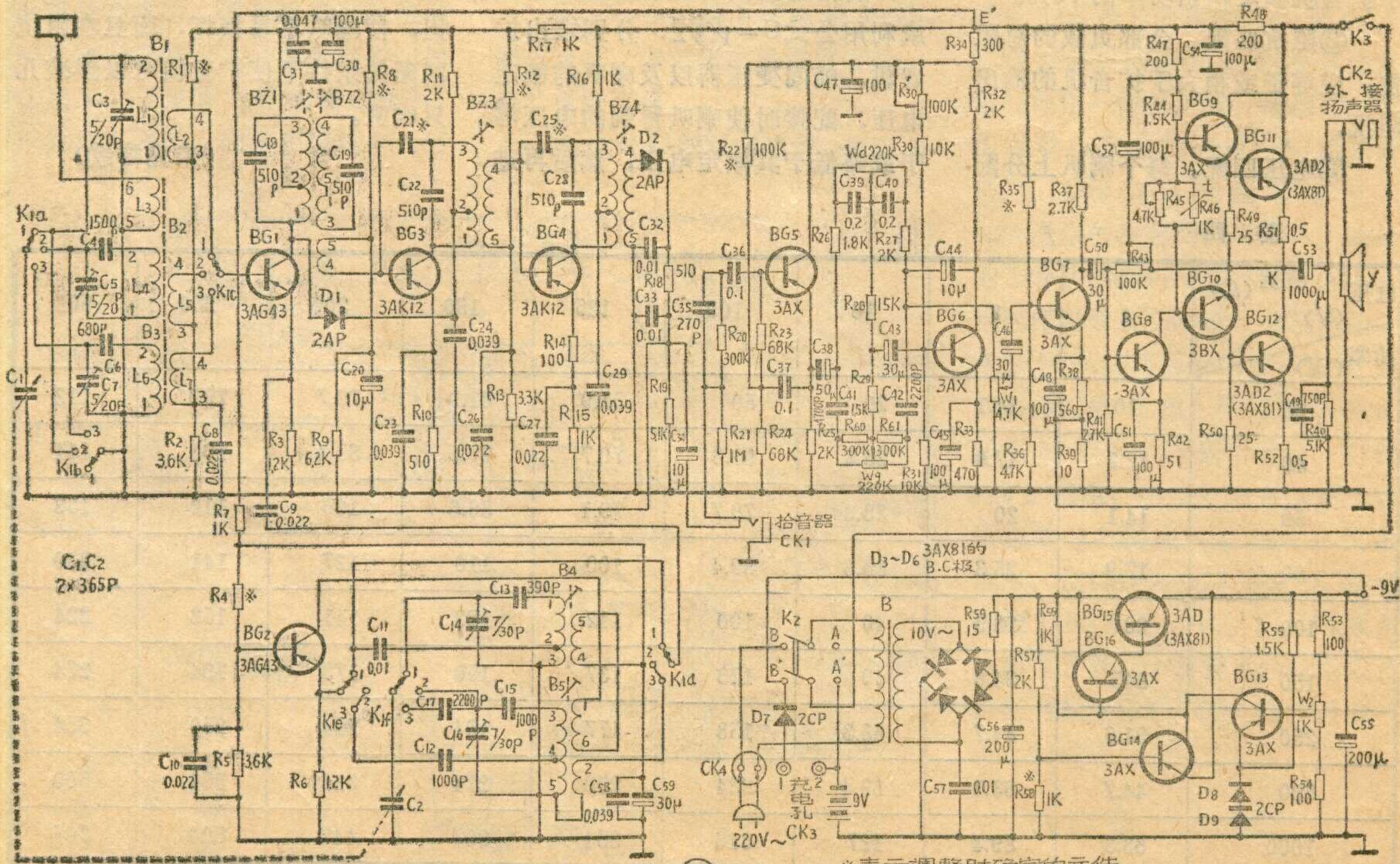
中振线圈用 SZZ_2 (原 102 型、红色)，短振线圈用 SDZ_2 (原 103 型，兰色)。这种线圈应配用 5/270 微微法可变电容，但笔者现用 12/365 可变电容，一般来说，12/365 微微法的可变电容就应配用相应的振荡线圈，如 SZZ_3 、 SDZ_3 比较合适。若用 SZZ_2 、 SDZ_2 代用，线路参数需稍作变动，可参照图 2，例如中波波段， C_{13} 、 C_{14} 选得适当即能满足频率覆盖在 535~1605 千赫范围内。

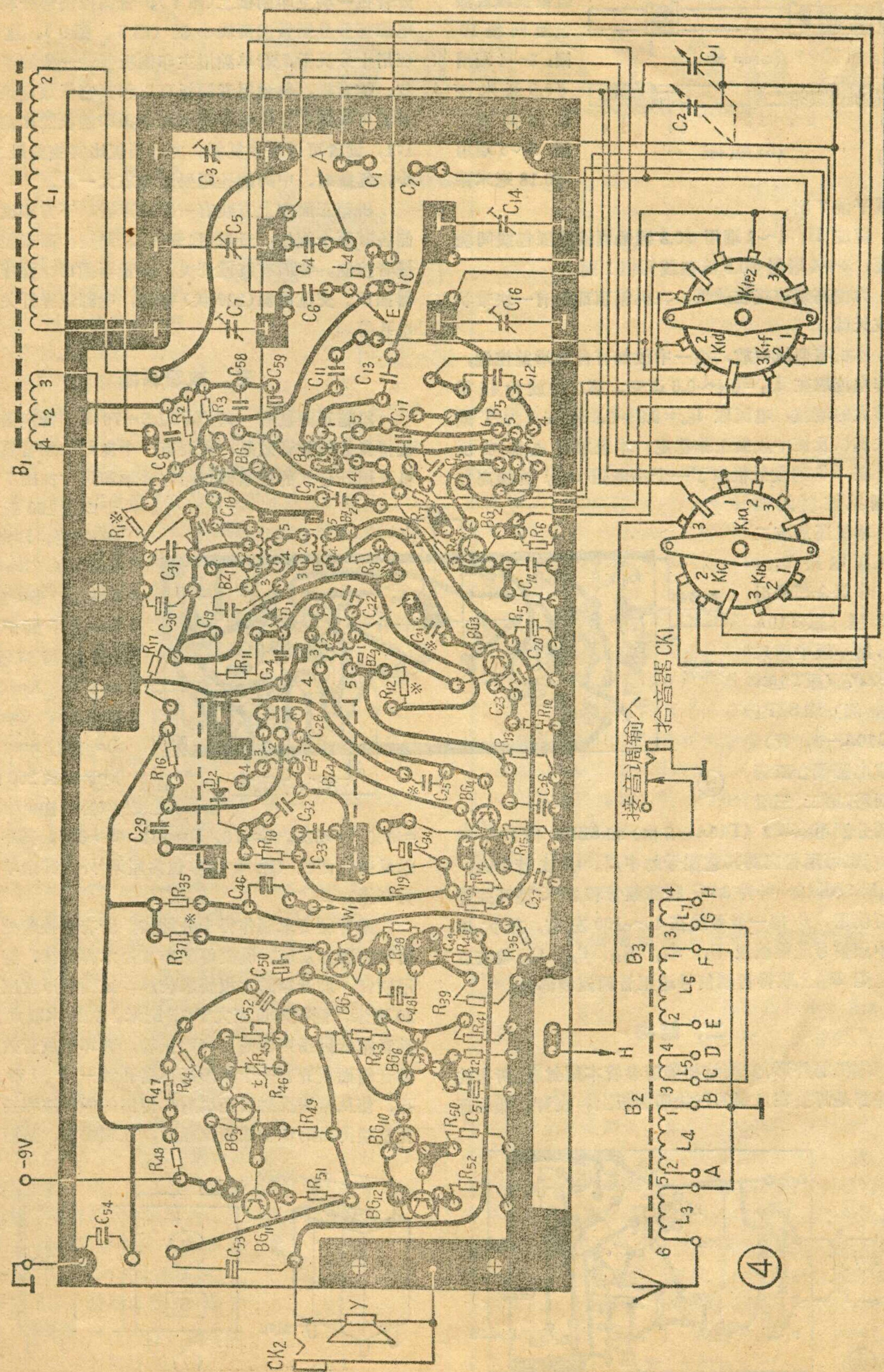
振荡电压是通过 C_9 耦合到 BG_1 的射极，短波 II 是利用短波 I 的二次谐波。

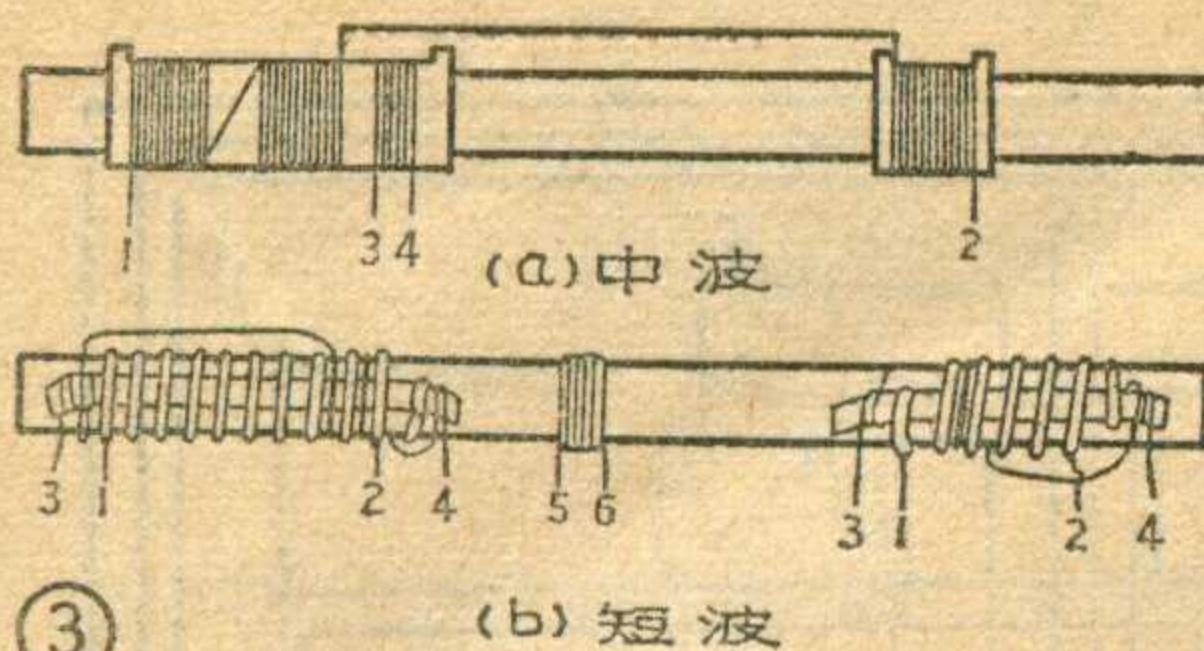
为提高灵敏度，中、短波各采用不同的磁棒。中波线圈绕在 $M4\phi 10 \times 200$ 毫米磁棒上，短波频率分为两个波段，短波 I：3.9~6 兆赫，短波 II：6~12 兆赫，它们的线圈都绕在 $N1\phi 10 \times 200$ 毫米的磁棒两端。具体数据是：

中波线圈（图 3a）：1~2 端用 $28 \times \phi 0.07$ 毫米丝包线分段平绕 $20+20+20$ 圈；3~4 端用 $7 \times \phi 0.07$ 丝包线平绕 7 圈。

短波线圈（图 3b），短波 I：1~2 端用 $\phi 0.8$ 毫米







包线平绕 7 圈。

短波 II: 1~2 端用 $\phi 0.8$ 镀银铜线或漆包线间绕 5 圈; 3~4 端用 $\phi 0.8$ 漆包线间绕 1 圈。

为提高短波接收效果, 在机箱顶部附有一块带状铜皮天线。

本机有两级中放, 第一级中放加有自动增益控制, 工作电流取在 $I_{c3}=0.4\sim0.6$ 毫安。第二级中放为获得足够大的增益, 电流取 $I_{c4}=0.6\sim0.8$ 毫安。为了减小失真以及使中放级工作稳定, 本级加有电流负反馈, 在 BG_4 的发射极串了一个小电阻 R_{14} 。为提高自动增益控制的性能, 本机还加有二次控制电路 D_1 、 R_{11} 。中周全部采用 SZP 型 (原 T10A 型), 第一级中周采用 SZP7 (原 T10A-4, 绿) 和 SZP1 (T10A-1, 黄) 组成电感耦合双调谐回路, 第二级中周全部采用 SZP2 (T10A-2 白) 和 SZP3 (T10A-3 黑), 也可用相应的其它型号的中周。

中放管 BG_3 、 BG_4 用 3AK12, 各种 3AG 型高频管和 3AK 型开关管均可使用, β 值一般可选在 40~100 左右。放大后的中频信号经检波级 D_2 、 R_{18} 、 R_{19} 、 C_{32} 、 C_{33} 检波后在电阻 R_{19} 上取得音频信号送至音调控制部分。

二、结构

本机的外形、安装结构等请参看本期封底。所有的元件都是焊接在自制的三块印制板上。收音、低放部

分合在一块主印制板上(图 4), 音调控制部分和稳压电源部分分别做成两块小板(图 5、图 6)。这样, 应用十分灵活, 若单独用主印制板便是一般的半导体收、扩音机, 单独用音调板可以和其它低放电路构成音调可调的扩音电路。音调和电源印制板的比例都是 1:1, 读者可以直接复制。主印制板比实物的尺寸稍小, 复制时, 中周的孔距要适当放大一点。

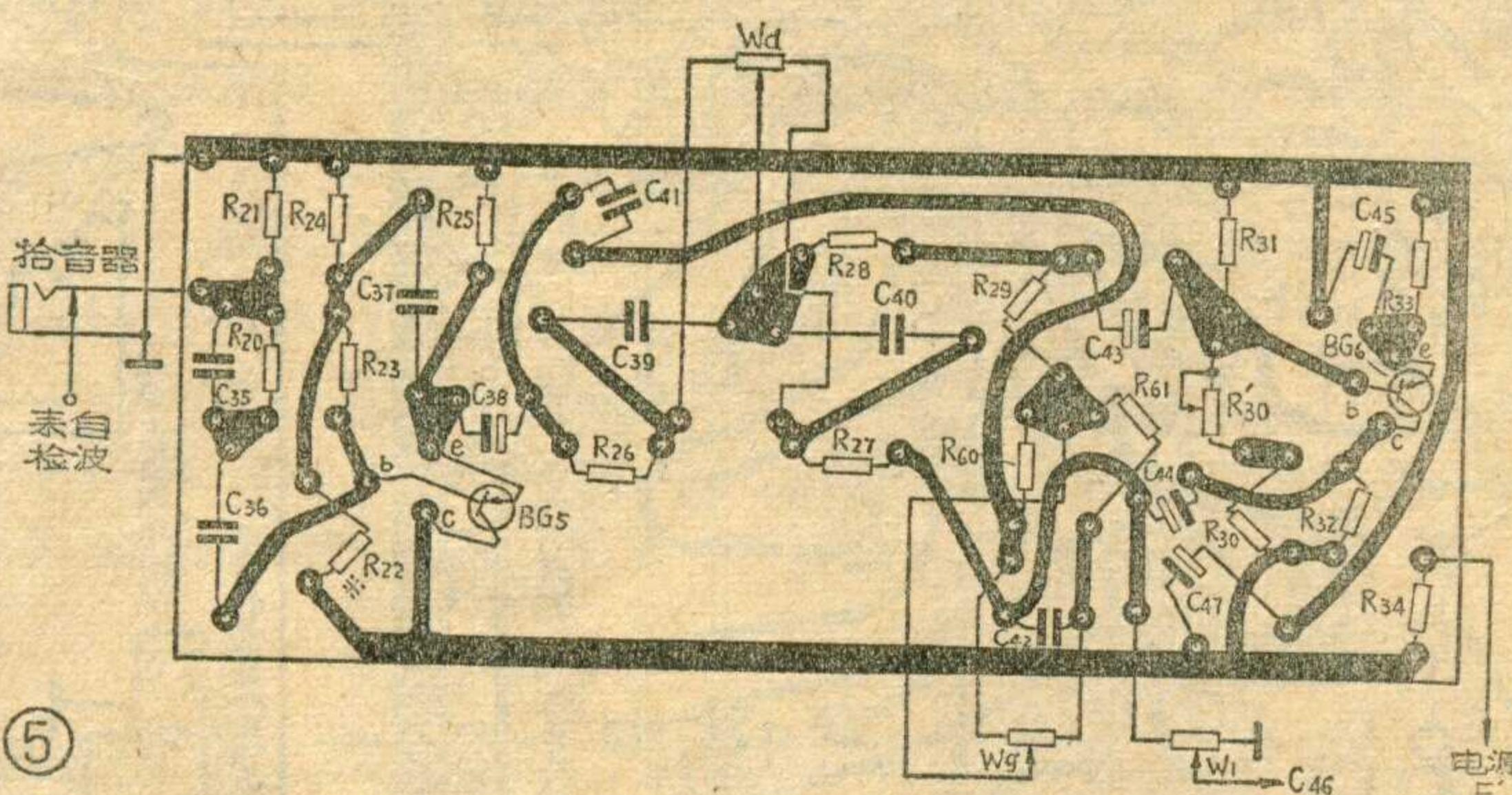
机箱正面左上方装有一只扬声器, 下方刻度盘两侧各有两个旋钮: 音量(代开关)、调谐、高音控制和低音控制。背面有波段开关、拾音器插口、外接扬声器插口、交流电源(220 伏)插座, 电源选择开关、充电孔等。

三、放音系统

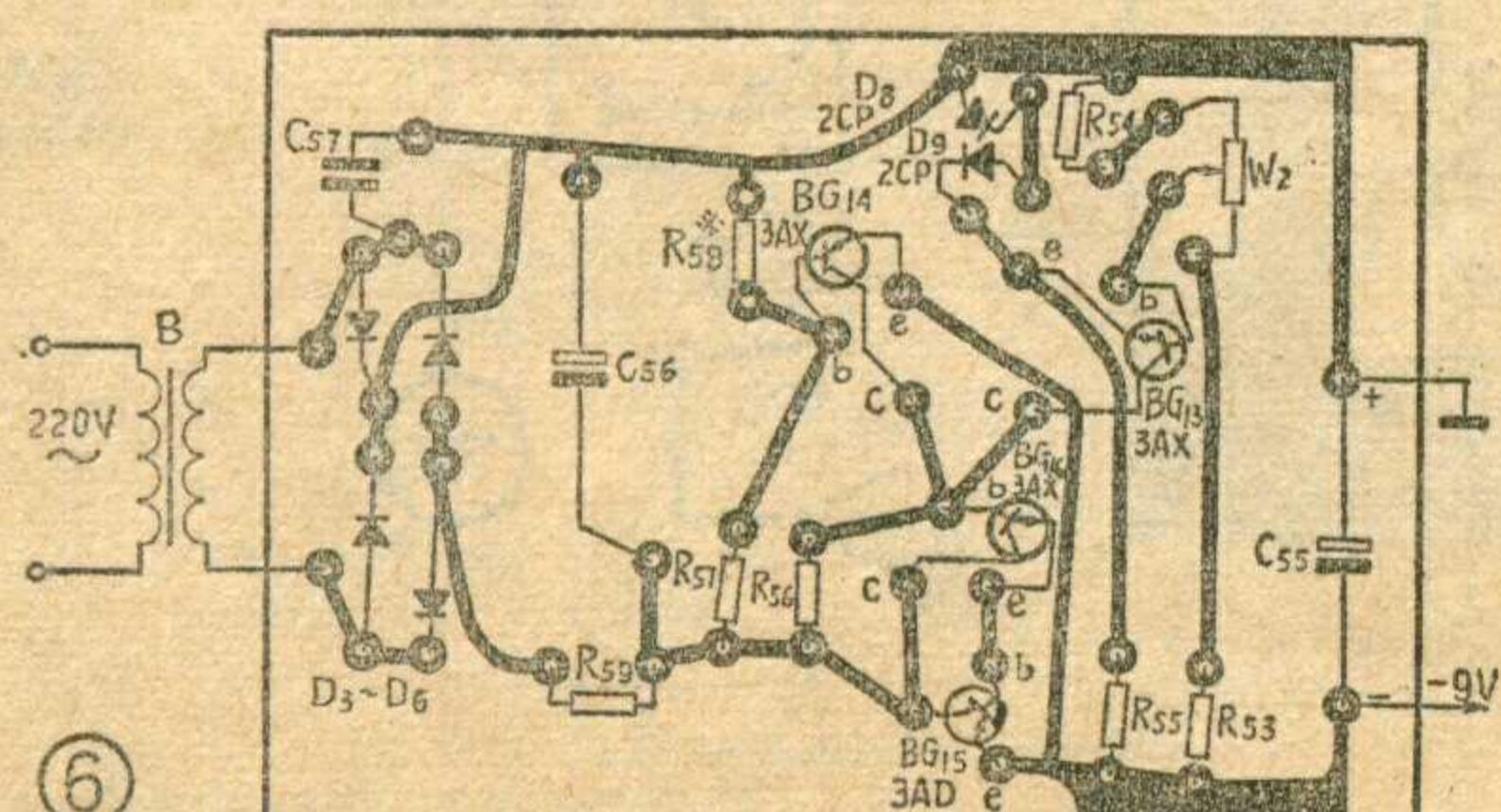
机箱正面装有一只 YDB1.5-704I 型扬声器, 要获得良好的放音效果, 需要有一个良好的助音箱。本机采用开启式的低频倒相箱, 外形和尺寸如图 7。对

于口径 160 毫米的扬声器, $H \approx 480$, $A \approx 370$, $B \approx 200$, $C \approx 70$, $D \approx 122$, $S \approx 100$; 对于口径 200 的扬声器, $H \approx 575$, $A \approx 450$, $B \approx 250$, $C \approx 76$, $D \approx 162$, $S \approx 180$; 对于口径 250 的扬声器, $H \approx 700$, $A \approx 550$, $B \approx 325$, $C \approx 76$, $D \approx 212$, $S \approx 325$ 。其中 S 表示反射孔面积(除 S 的单位为厘米²外, 其余单位均为毫米)。

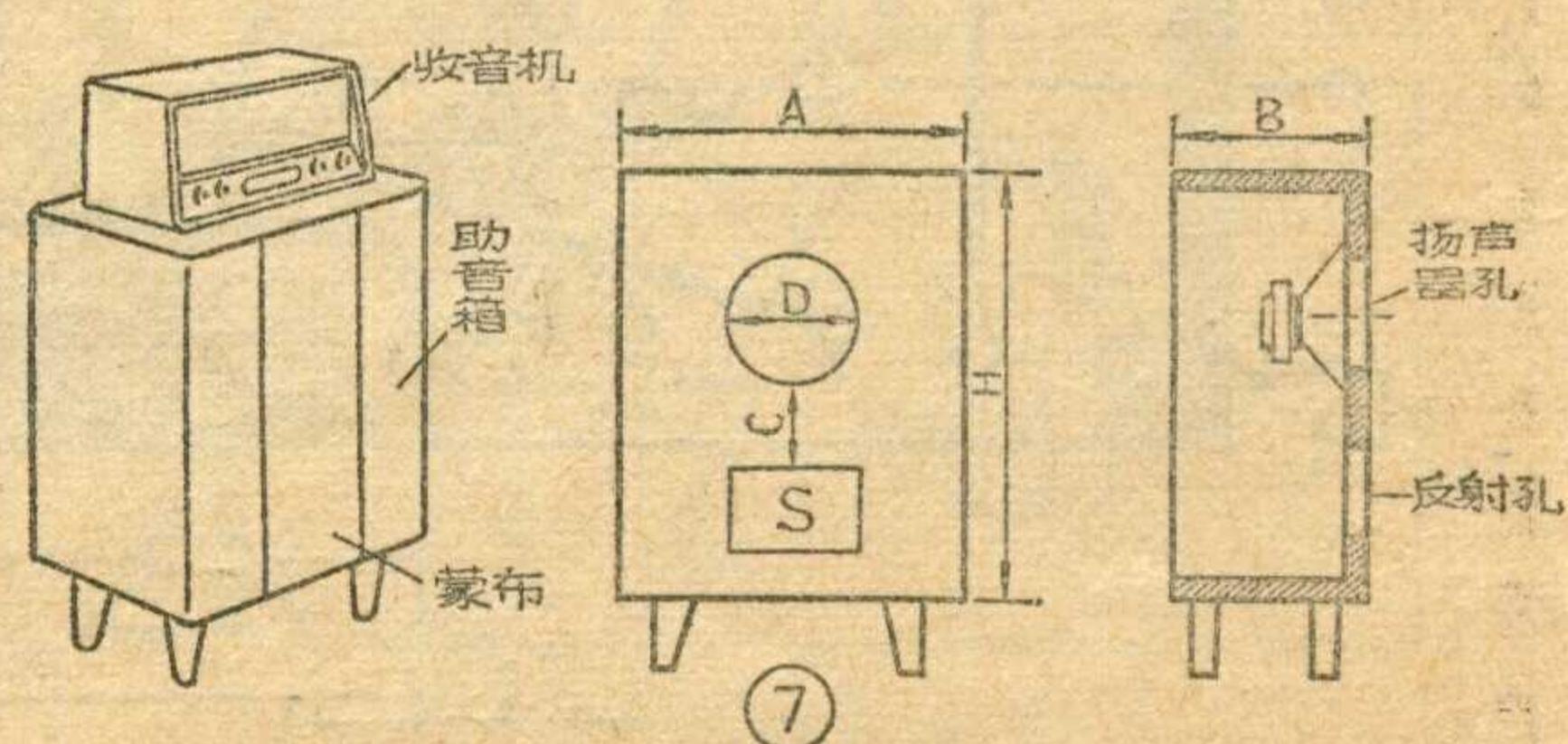
助音箱要求制作得十分结实, 所有的接缝处都应用动物胶如皮胶、乳胶等粘牢或用木榫镶嵌, 避免使用铁钉。助音箱的木板要求较厚, 正面板厚度应大于 20 毫米, 侧板厚度应大于 15 毫米。如果木板太薄, 助音箱会因扬声器的发声而振动, 破坏了放音效果。助音箱面板开有一个圆形扬声器孔和一个矩形反射孔, 使从箱壁反射后经反射孔传出的低音波和扬声器孔直接传出的低音波相位相同, 互相叠加, 从而增强



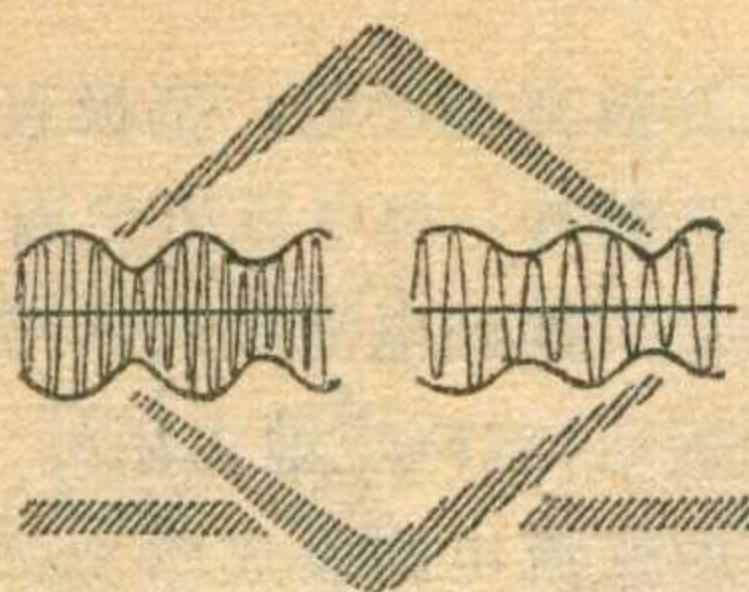
⑤



⑥

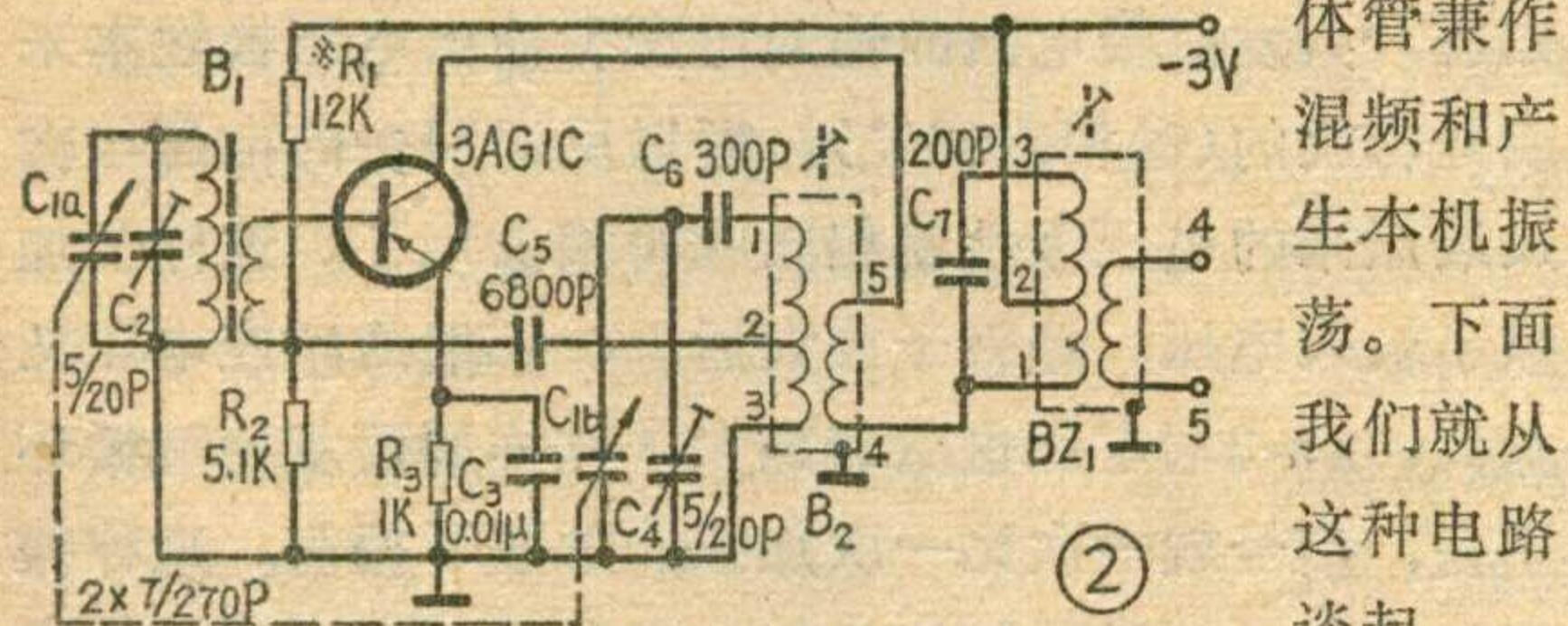


变频电路的工作原理



在超外差式收音机中，从天线上感应到的许多电台信号，经输入电路选出需要接收的电台信号，耦合到变频级与本机振荡器产生的信号进行混频(见图1)。收到的广播信号 e_s 是高频调幅波；本振信号是高频等幅波。混频的结果从中频变压器得到的是一个固定中频频率 465 千赫的调幅波。这个过程称为“变频”。变频仅仅是将信号的载波频率变低了，而原来调制音频信号包络线的形状并未改变。譬如，收听 830 千赫北京第一套节目，其信号经变频后，仅仅是将载频由 830 千赫变成了 465 千赫，原来的调制音频信号(包络线)的形状并未改变。

图2是单一中波段的六管超外差式收音机的变频电路。为了节省元件，一般这种收音机都只用一只晶



低音。反射孔的大小最好能调节，以获得最佳的低音效果。助音箱面板开孔处蒙上一层长条形的疏孔硬质蒙布，既防尘又增加了助音箱的美观。如果有条件，采用较厚的吸音材料，如棉絮、毛毡之类贴在箱的内壁，装上后板并加密闭，制成密闭式助音箱，效果更好。

扬声器的选择：本文介绍的电路是高音、低音由同一个通道输出，选择扬声器时，应选用一只频率响应较宽的扬声器，以兼顾高音和低音，例如 YD2-1653 型（口径 167 毫米，频率范围 100~12000 赫）等大口径扬声器。如果用一只低音扬声器和一只高音扬声器分别放低音和高音时，可按图 8 的连接方式，

图中 Y_1 是低音扬声器， Y_2 是高音

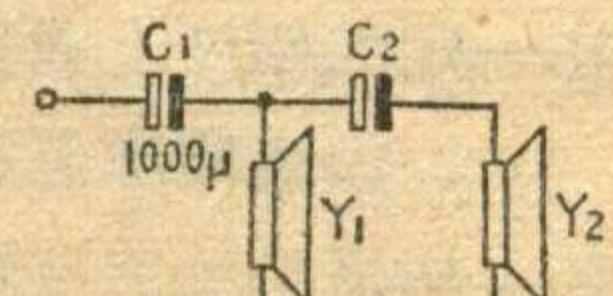
扬声器，电容 C_2 在几十微法左右。

低音扬声器一般用口径 200 毫米

左右（8 吋）的扬声器，高音扬

声器用 2 吋左右的即可。

(8)



8

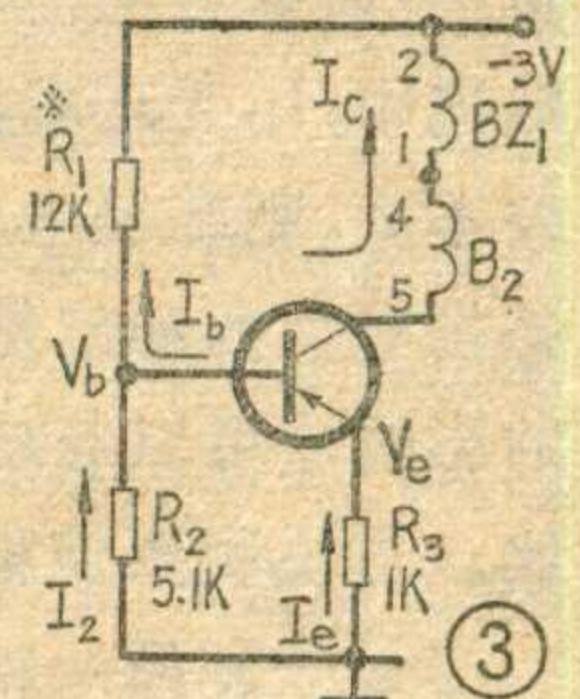
一、变频电路的直流工作状态

图2电路中，由于基极线圈的圈数很少，其直流电阻可以小到忽略不计，故相当于由偏置电阻 R_1 与 R_2 组成的分压器直

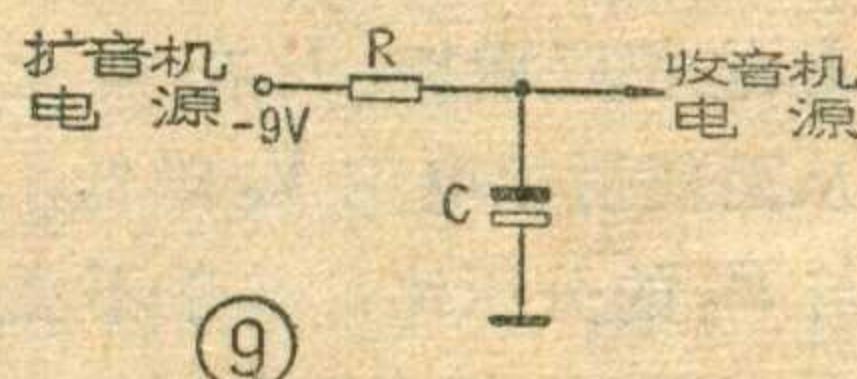
接提供管子所需的基极电位；发射极旁路电容 C_3 和耦合电容 C_5 对直流来说是不通的，相当于开路；集电极电压则是通过中周 BZ_1 的部分线圈2~1和本振线圈 B_2 的次级4~5提供的。这样一来，图2电路的直流工作状态可画成图3所示。

1. 偏置电阻 R_1 、 R_2 的作用:

由于管子集电极所接的两部分线圈的圈数少，直流电阻很小，若发射极电阻取一定数值，如 $R_3=1$ 千欧，则管子的直流工作状态主要取决于 R_1 与 R_2 的分压比。若要调集电极电流 $I_c=0.7$ 毫安，可近似地认为发射极电流 $I_e \approx I_c = 0.7$ 毫安，则 I_e 流过 R_3 产生的压降为 $I_e R_3 = 0.0007 \times 1000 = 0.7$ 伏，即射极对地电位 V_e 为 -0.7 伏。对于一般锗管来说，要保证管子发射结在正向偏压下工作，必须使基极电位



四、扩音电路和其它收音机的连接



频信号送到扩音电路的输入端(即 CK1 插孔)。它们之间电源线如何连接是读者关心的问题，扩音电路电源是 9 伏，而一般半导体收音机电源是 3 伏、4.5 伏、6 伏和 9 伏等几种，因此，它们的电源线在连接时，应有降压电阻，并须加接去耦滤波电路以防止公共电源内阻所引起的自激。图 9 中，RC 是去耦滤波电路，R 兼有降压作用，电容 C 的数值一般在 50~100 微法，不可太小，电阻 R 的大小对不同电源的收音机应取不同的阻值，对于 3 伏收音机 R 取 2 千欧姆左右，4.5 伏取 1.5 千欧姆，6 伏取 1 千欧姆，9 伏取 100 欧姆。(唐远华)

比发射极电位低约0.2伏，即 $V_b \approx -0.9$ 伏。按分压比关系可知 $V_b = R_2 E_c / (R_1 + R_2)$ 。知道了 V_b 、 E_c 以后，若先确定 R_2 ，就可算出 R_1 。例如 R_2 取5.1千欧，则 $R_1 = R_2(E_c - V_b) / V_b = 5.1(3 - 0.9) / 0.9 \approx 12$ 千欧。

显然，改变 R_1 与 R_2 的分压比，基极电位 V_b 就会改变，因而也就改变了管子的直流工作点。若 $R_2 = 5.1$ 千欧，而将 R_1 增大，相当于基极电位升高（负值减小），正向偏压 V_{eb} 就减小，基极电流减小， I_c 也相应要减小；反之，将 R_1 减小， I_c 就增大。那么，若在保证分压比的情况下，同时增大 R_1 和 R_2 的数值是否可以呢？例如将 R_2 增大到10千欧，则 $R_1/10 = 12/5.1$ ， $R_1 \approx 24$ 千欧。这样虽然基极电位和直流工作点可认为不变，但必须考虑放大器的热稳定性。当偏置电阻 R_1 、 R_2 确定后，流过这一支路的电流 I_2 也就确定，即 $I_2 = E_c / (R_1 + R_2)$ ，其方向是由地端经 R_2 、 R_1 流向电池负端，而基极电流 I_b 也要经 R_1 流向电池负端。这两个电流中， I_b 受环境温度的影响较大，若 I_2 减小到与 I_b 相差不多，则基极电位受 I_b 的影响就会加大，从而破坏了基极电位的稳定性。只有在 I_2 比 I_b 大得多的情况下， I_b 的影响才可以忽略，基极电位才主要取决于 R_1 与 R_2 之比。这说明要使稳定性提高， R_1 、 R_2 不能用得太大。

另一方面，如果我们过分按比例地减小 R_1 和 R_2 行不行呢？也不行。因为流经 R_1 、 R_2 支路的 I_2 是白白消耗电功率的， R_1 、 R_2 取得越小， I_2 就越大，电源消耗就越多。

考虑到上述两个因素，再结合变频电路的工作情况，一般总是取 I_2 比 I_b 大 $10 \sim 20$ 倍。在这个范围内适当改变一下 R_1 、 R_2 的阻值，影响是不大的。例如图3电路中， $I_2 = E_c / (R_1 + R_2) = 0.18$ 毫安，若管子的 $\beta = 50$ ，则 $I_b = I_c / \beta = 0.7 / 50 = 0.014$ 毫安，即 $I_2 / I_b = 0.18 / 0.014 = 13$ ， I_2 为 I_b 的13倍，各方面情况都照顾到了。

2. 发射极电阻 R_3 的作用： R_3 是用来稳定管子的直流工作点的。当环境温度升高，引起管子集电极电流 I_c 增加时，发射极电流 I_e 也相应增加， I_e 在 R_3 上的压降 $I_e R_3$ 也随之加大，从而使射极电位 V_e 降低，而基极电位 V_b 取决于 R_1 与 R_2 的分压比，几乎不受温度影响，所以 V_e 下降， V_b 不变，相当于发射结正向偏压 V_{eb} 减小， I_b 将随之减小，以致将 I_c 拉了回来，起到了热稳定的作用。

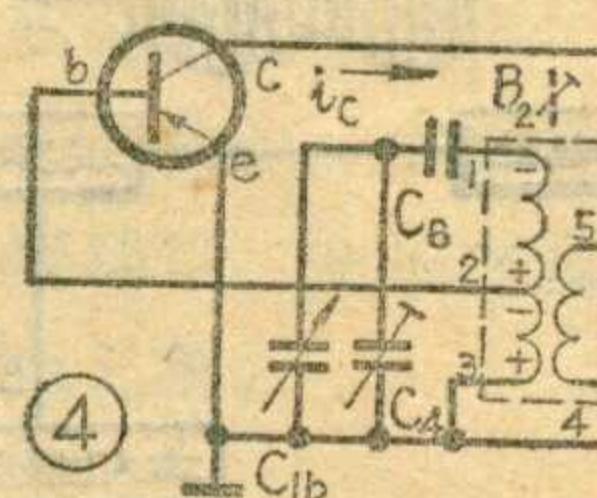
二、本机振荡器是怎样工作的？

我们仍以图2电路为例进行分析。图中，振荡回路由可变电容器 C_{1b} 、微调电容器 C_4 、垫整电容器 C_6 及中波振荡线圈 B_2 组成。振荡线圈外画以虚线方框表示整个线圈用一个金属外罩屏蔽起来，以免振荡能量向空间辐射，产生干扰。

对交流来说，射极旁路电容 C_3 和耦合电容 C_5 相

当于短路，故可认为发射极交流接地，基极直接与振荡线圈初级抽头2相连；另外，集电极虽然通过 B_2 次级、中频变压器 BZ_1 的抽头接到电池负端，对交流来说，电池负端也相当于接地（忽略电池内阻）。因而可将图2中本机振荡电路的交流电路画成图4状态。

由图4可见，振荡线圈 B_2 的初级3~2部分并接在管子输入端e~b间， B_2 的次级4~5并接在管子输出端e~c间，发射极e成了输入、输出的公共端点，且



振荡电压是从基极加入的，故这种振荡电路称为“共发调基”电路。

1. 振荡如何产生？设想在电源接通的瞬间，集电极必有一个瞬间电流 i_c 流过 B_2 的次级，方向如图4所示，则 B_2 的次级就会有一个感应电压，5端正、4端负。由于 B_2 的初、次级线圈是按同一方向绕在一个磁芯上的，其对应端将是3端正、1端负。初级的2端仅仅是抽头，同自耦变压器的道理一样，感应电压应该是串联叠加的，极性将如图4所标。真正加到管子输入端的电压是 B_2 线圈的2~3部分的感应电压。

从图4所标电压极性来看：管子输出端，即线圈4~5端间的电压，与回送到管子输入端的3~2端间的电压极性是相反的（即所谓相位相差 180° ），而我们知道，共发射极电路的输入电压和输出电压本来就是相反的（也相差 180° ），所以反送回去的电压与输入端原来的电压极性就相同（同相位）了。这样便加强了输入电压，经管子放大后，4~5端的感应电压又加大，2~3端电压也随着加大，这样周而复始地循环下去，信号就一次比一次加强，形成了振荡。这种振荡的产生是不需外加信号的，只是由于电源接通的瞬变过程或电路内部的电子热扰动所激起，所以叫它“自激振荡”。为了产生振荡，我们把输出端的电压反送到输入端，这个过程叫“反馈”。由于反馈到输入端的电压与原输入电压同相位，所以叫它“正反馈”。这是产生振荡的必要条件。在装机时，如果把线圈的4、5头接反了，反馈电压与输入电压相位相反，成为“负反馈”，就不能产生振荡了。

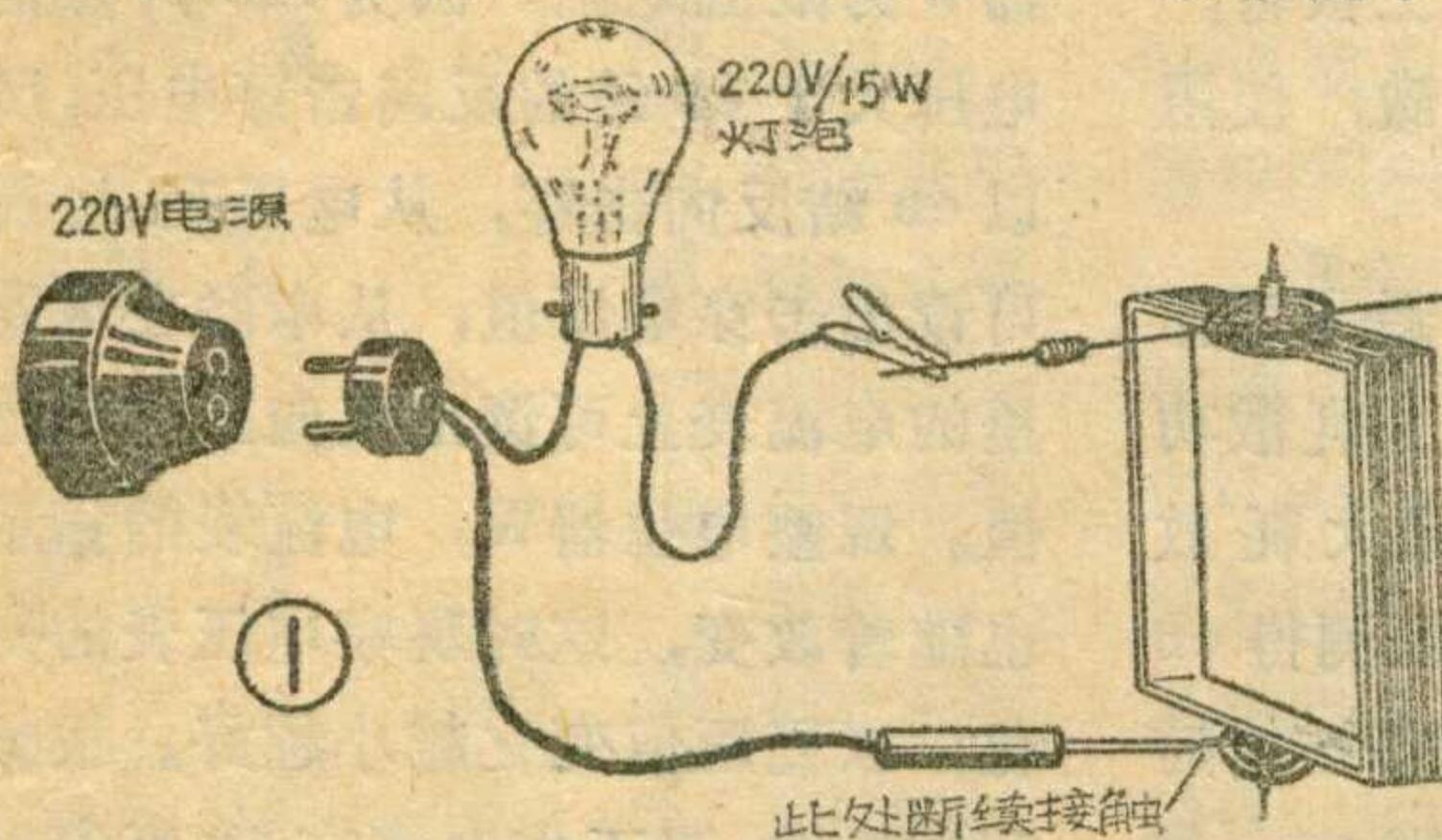
振荡电压会不会无限制地增大呢？不会的。因为晶体管的特性曲线并不是线性的，当振荡电压增大到一定程度时，管子的工作状态就进入了特性曲线的非线性饱和区，这时电流放大倍数 β 反而下降，振荡又会减弱下来，最后保持在动态平衡状态，使振荡电压在一定的幅度上稳定下来。

2. 振荡频率怎样确定？既然振荡管工作在非线性区，振荡电压的波形一定失真很大，不会是很好的正弦波，而要包含很多的谐波成分。但是，振荡回路是由电感L和电容C并联组成的，它

（下转第31页）

实验室

动圈断线多数发生在线圈的表层(脱胎线圈包括内表层)或引线接头处。因为表层接触空气，容易受潮、氧化而霉断，或者因碰撞磨擦而断裂。检查时，先把游丝外端焊开，将表头的可动部分全部取出来(注意取线圈时需先将磁钢拿掉或者在磁极两



端用一“U”形软铁将磁路短路(否则在取可动部分时，动圈内的圆柱铁易被吸引而损伤线圈及轴尖)，将万用表的量程选在R×100欧位置，两只表笔分别接触上下游丝的支架，如不通，则表示线圈有断裂的地方，可用下列两个方法修理。

1. 用修钟表的放大镜先检查线圈外表，如无明显的机械损伤，可在220伏交流电源上串接一个15瓦的灯泡，用表笔断续接触上下游丝支架接线端，如图1所示。注意每次接触时间不可过长(约为 $\frac{1}{25}$ 秒)，只要发现其中有一次接触端有点火花，灯泡同时闪一下亮光，就表明线圈断裂处已经熔接上了。再用欧

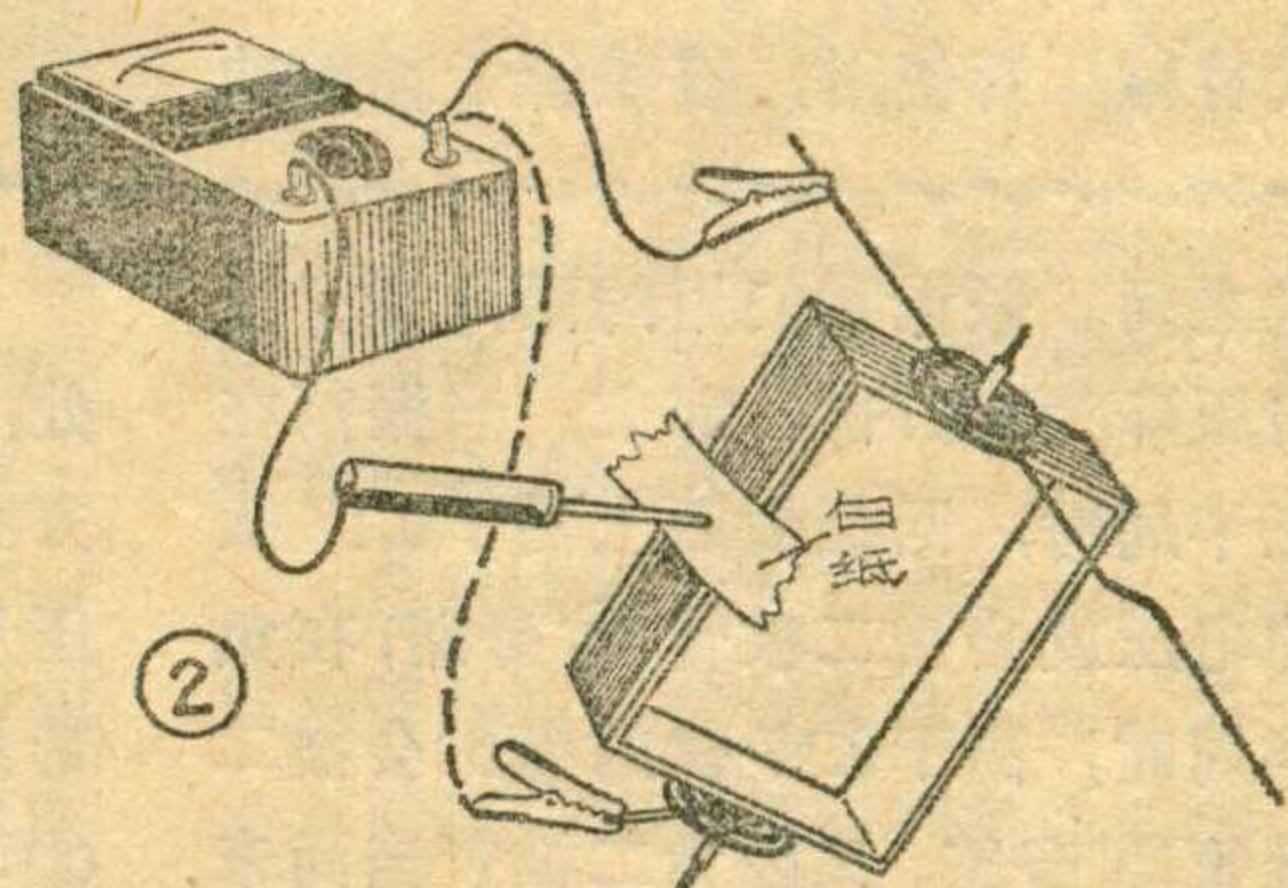
姆档测量动圈的电阻，若与原来正常时的电阻相差不多，此线圈就可用。这一方法是利用断线处间隙很小，接入220伏交流电压能在间隙处产生放电火花而把断头熔接在一起，此法在线圈损伤不太严重时，一般情况下碰一、两次就可以接好。

2. 如果上述方法几次实验无效，可采取以下方法修理：由于动圈的导线很细(一般线径在0.02~0.05毫米之间)，就是断线处在表层也很难用

肉眼或放大镜发现它，因此修理时不找断头，可以用放大镜观察其表层，用锋利的针尖细心将凸起的一根导线撬起少许，然后在缝隙处插入一小片白纸，如图2所示，用刀片轻轻地刮去一点漆皮，再用万用表欧姆档分别测量线圈两端到这点的电阻，如果导通的一段的电阻与未损坏前的内阻相差不多(在5%以内)，就可将该导线截断，再焊接到另一与之不通的游丝引出端头上(此端头在轴尖架上)。焊接时先将断端从线框上拉起少许，以能够到引出端的长度即可，然后用刀片刮去漆皮，

用镊子把它缠绕在引出接头上再用快速烙铁或25瓦以下的烙铁焊牢即可。焊接速度要快，同时注意烙铁头不要碰到游丝，以免游丝退火而损坏。

如果导通的一段内阻很小，表明断头在被测点的后面，必须再另外挑起一根导线来重复测量，直到找到内阻大的一段为止。经这样修理后，表头的灵敏度会略有降低，但只要灵敏度在原来的95%以上，就可调整磁分流片的位置，是可以恢复到原来灵敏度的。内阻的变化可以调整与表头串联的温度补偿电位器，使之符合标准值即可(指修理一般万用表的表头)。脱胎线圈的内侧断线也可用同样方法修理。注意在修理过程中，手指不要接触线圈，以免粘上油污等脏物，还要



小心不要碰歪指针、游丝和轴尖。经上述修理后，可动部分的平衡略有变化，待线圈装入轴承支架及磁钢后，应重新调整平衡。

稳定本机振荡振幅的方法

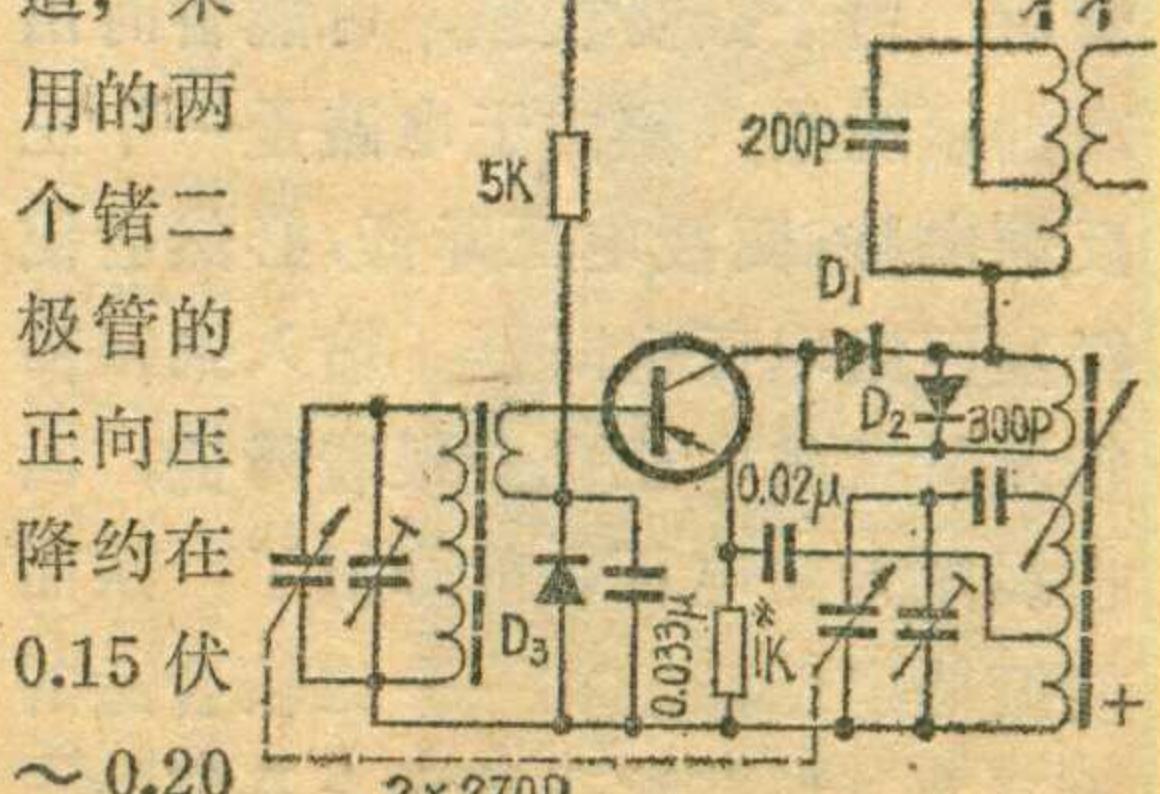
晶体管超外差收音机本机振荡的幅度，一般应控制在一个合适的幅度上。振荡过强会产生啸叫，振荡过弱灵敏度就会降低。但是由于电源电压的变化和温度的影响，本机振荡的幅度往往很不稳定，这对于装修收音机的同志来说，往往是

一个不好解决的问题。

我们通过多次试验，发现在振荡线圈的回授线圈上接入两个二极管(如图所示)，用二极管限幅的方法能得到比较满意的效果。

增加了两个二极管以后，变频管或振荡管就可以选用 β 较高的管

子，并且振荡幅度可以调的强些。那末振荡幅度怎样稳定呢？我们知道，采



用
硅
三
极
管
代
替
稳
压
管

(对NPN硅管而言,集电极接电源负极,发射极接电源正极)。一般接近于eb结的反向击穿电压。选管应注意:

1. 并不是所有的硅三极管都能代替稳压管使用,有些管子耗散功

伏之间。假设我们用的两只管子正向压降为0.17伏,那末,当振荡在正半周时,回授线圈上高于0.17伏的电压就会被二极管D₂旁路;在负半周时,高于0.17伏的电压会被二极管D₁旁路。又因为二极管当尚未导通时,即二极管的正向电压小于0.17伏时,管子不导通,正向电阻很大,对电路不起作用,所以回授线圈两端电压能始终稳定在0.17伏左右(具体大小由二极管正向特性决定)。振荡波形会不会是平顶的呢?不会。这是因为当刚接上二极管时,由于振荡较强,可能暂时出现削顶现象,但由于电路是一个正反馈电路,回授电压降低,必然会使振荡回路电压也降低,输入到振荡管发射极的电压也会跟着降低,回授线圈上的电压也就降低了,从而使振荡电压稳定在一个比较合适的水平上,振荡波形基本上是好的。

我们知道,硅稳压管是利用它的PN结的反向击穿特性来稳压的。硅三极管也是用硅材料做成的,它的PN结的反向击穿区也有稳压性能。

通过多次试验发现,从平面型和外延平面型硅三极管中可以挑选出一些管子代替稳压管,这类管子的eb结的反向击穿电压一般在5~11伏左右;ec极之间的反向击穿电压

一般在5~11伏左右;ec极之间的反向击穿电压

率很小,就不能工作在反向击穿区。对于平面型和外延平面型硅功率三极管,例如3DG、3DK、3CG、3DA、3DD等,也只能从中挑选使用。但根据我们试验,上述的一类管子的eb结和ec结的反向击穿区,大多数是可以代替稳压管使用的。

2. 这种代用稳压管,其稳定电压值随工作电流和环境温度的不同而变化,并且要比一般稳压管变化大一些。由于晶体管参数的分散性,即使是同一型号的硅三极管,其稳压值也不可能完全一致,使用时必须事先测试选择。

3. 挑选时,稳压管的最大工作电流可根据所用管子的最大耗散功率来求出,例如:3DG4的最大耗散功率P_{cm}为300毫瓦,如果测得eb结的稳压值为7.5伏,则这个结的最大工作电流应小于40毫安。如果工作电流大于100毫安,则应考虑选用500毫瓦以上的中功率硅管或一瓦以上的大功率硅管,例如3DD或3DA一类了。

在业余条件下,挑选稳压管可

以采用附图的线路。图中电源用15伏的稳压电源或者用干电池,如果是测NPN型硅三极管的eb结的稳压值,则可将被测三极管的发射极接在电路A点(相当于稳压管的负极),

基极接B点(相当于稳压管的正极),电路中R和电位器W为限流电阻。因为AB两点的电压大于eb结的反向击穿电压,所以eb结反向击穿,从电压表上就可读出击穿电压值,从串联在电路里的电流表上可读出反向工作电流值。调整电位器W,电流表的指示也随着改变,这时观察电压表的变化,以稳压值变化越小越好。根据测试经验,当工作电流在10毫安以内变化时,每变化2毫安左右,稳压值一般变化1~2%。如果要测在较大工作电流时稳压值的变化,可适当将限流电阻减小。

(工人 刘钟林 刘旭芬)

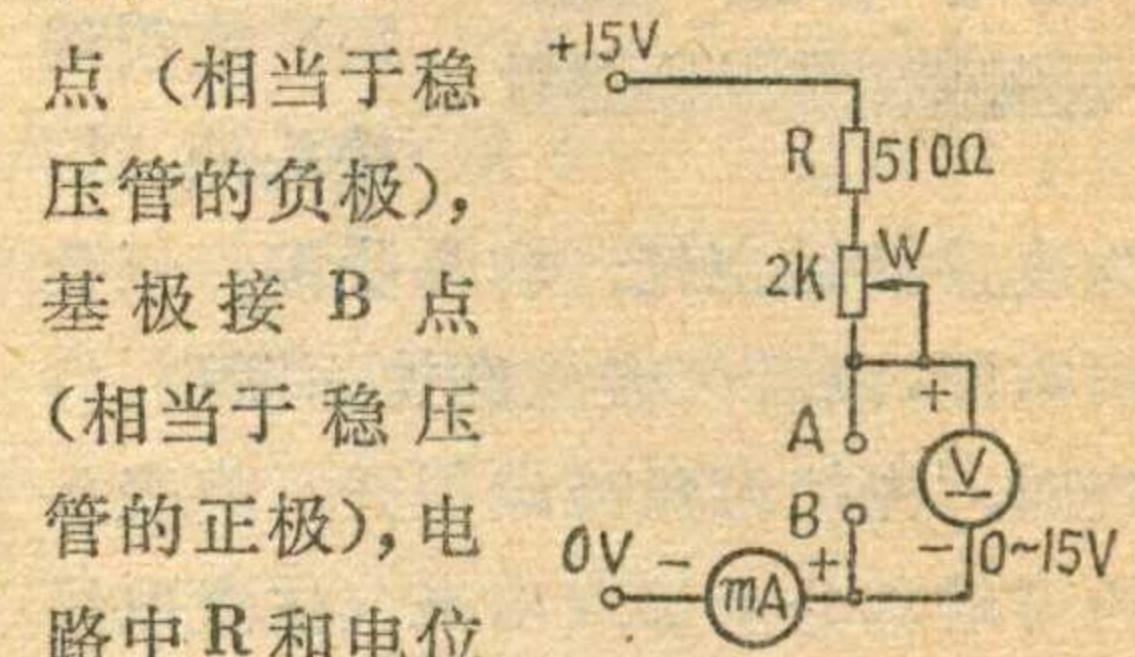
电子简讯

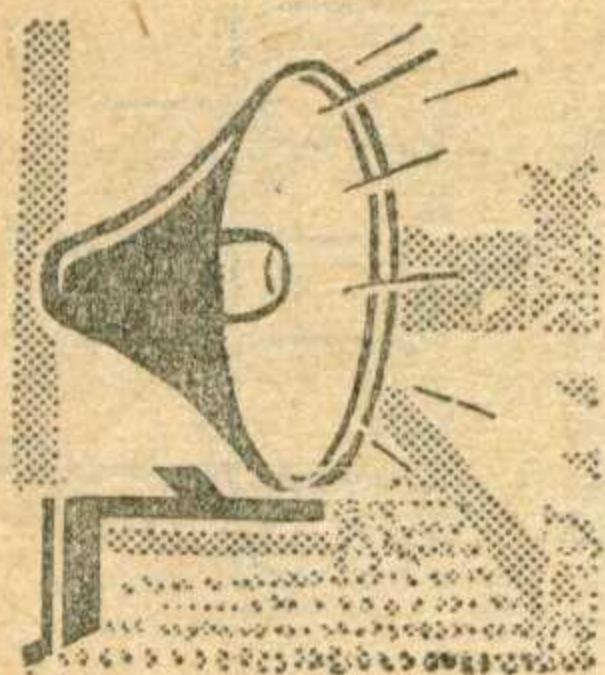
TW 2型轻便瓦斯报警器

TW 2型轻便瓦斯报警器共分三层:顶层是瓦斯感受元件;中层是电表、报警灯、报警笛;下层是金属防爆机壳。使用时根据需要将它悬挂在适当的地方。报警阀可在1.0%~1.5%范围内调节。有声、光两种报警信号,性能稳定,报警误差不超过±0.20%。本机采用4伏电源电压,因而体积比较小,整机重量为五公斤。实际使用证明效果良好。

河南鹤壁矿务局、鹤壁市无线电六厂联合技术革新小组

(蔡万顺)





广播喇叭的配接

南宁市第一中学 南宁市广播站

如果扩音机的输出端与喇叭配接不正确，也就是不匹配，扩音机就不能输出最大电力，不仅喇叭发音小或失真，甚至会烧坏机件。因此，我们就简单讲讲扩音机、传输线、变压器和广播喇叭之间怎样进行合理配接这个问题。

配接器件基本特性

要正确地解决喇叭的配接问题，必须首先了解有关配接器件的几个基本特性。

一、喇叭。喇叭常用到下列几个参数：

①标称功率——是指喇叭在承受这一功率条件下能长期工作而不

致损坏。如舌簧喇叭的标称功率是0.1瓦，常用高音喇叭的标称功率有5瓦、10瓦、15瓦、25瓦等。应该注意的是，标称功率是喇叭在正常工作时允许输入的最大功率，不能理解为是喇叭工作时必须获得的功率，比如25瓦高音喇叭，实际上只要有20瓦甚至更小一点就能使它发音相当宏亮。

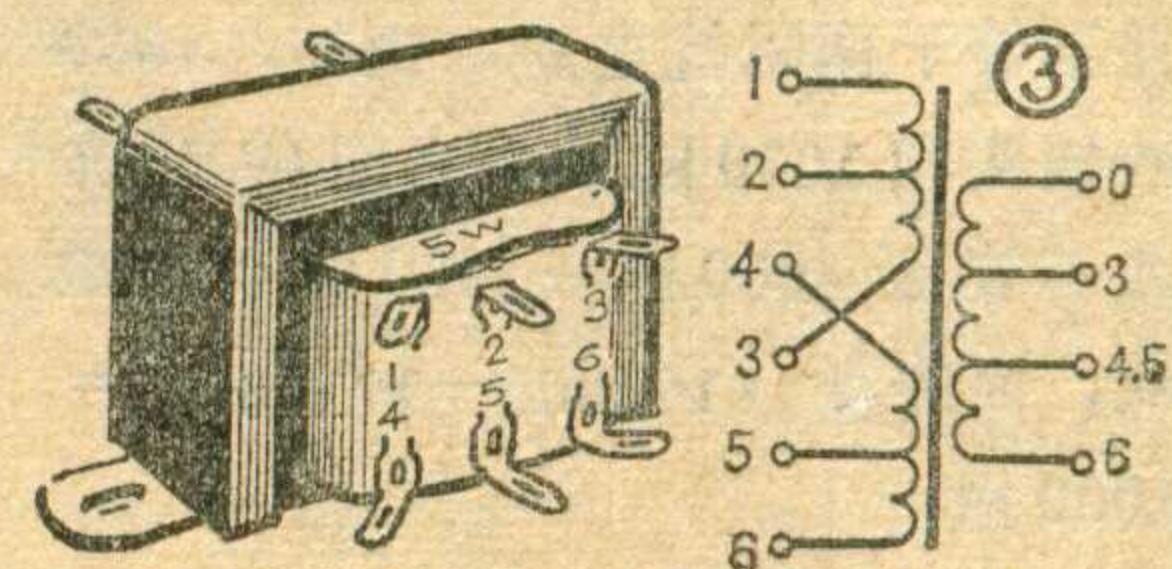
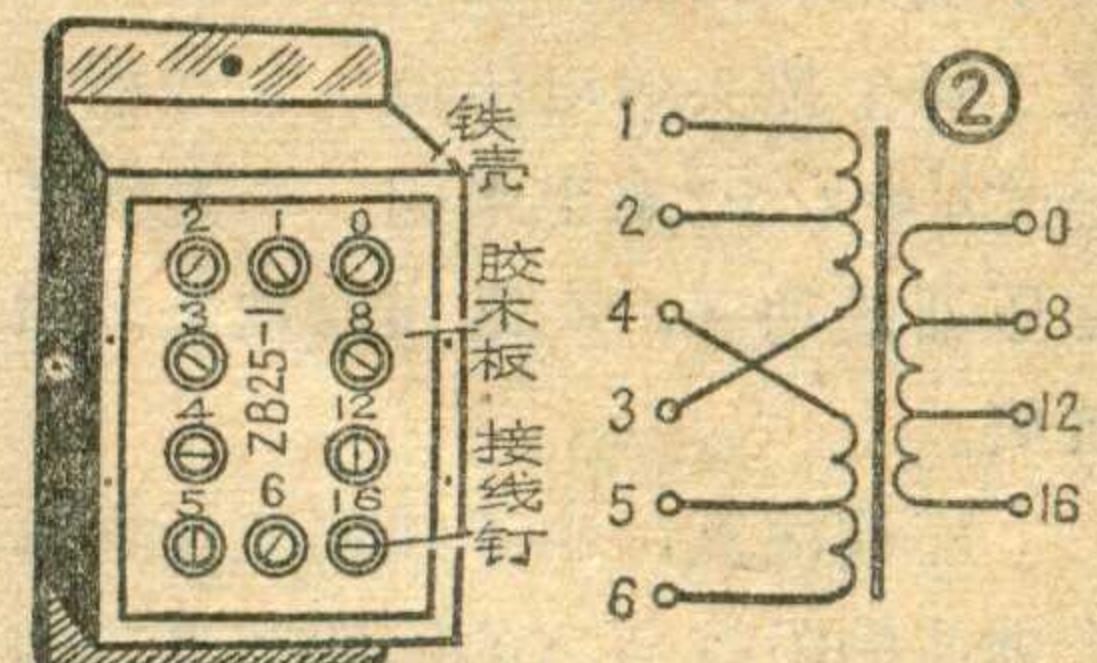
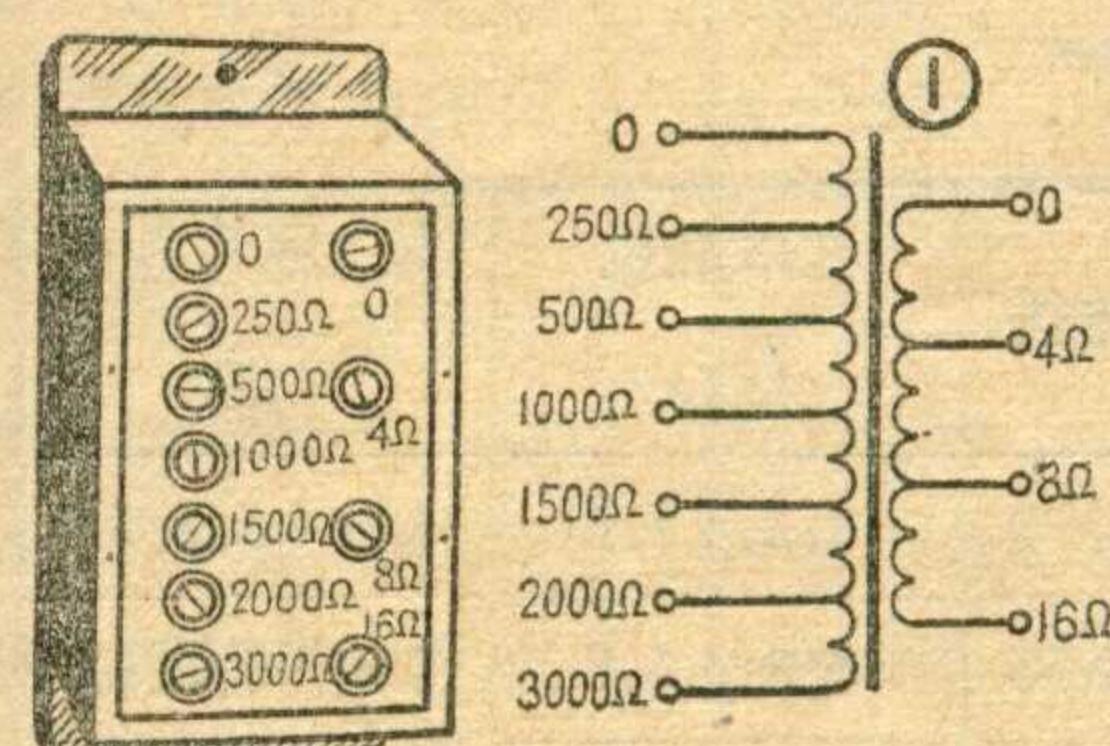
②阻抗——是指喇叭线圈在一定频率时的交流阻抗。一般舌簧喇叭在频率为1000赫时，交流阻抗为9000欧左右。配接时这个数值可以当作不变的参量。

③额定工作电压——根据额定功率P和交流阻抗Z来求出，即 $U=\sqrt{PZ}$ 。例如：一只高音喇叭的额定功率为25瓦，阻抗为16欧，则额定电压 $U=\sqrt{PZ}=\sqrt{25 \times 16}=20$ 伏。这就告诉我们，在使用这种喇叭时，工作电压不能超过20伏。

常用的几种高音喇叭的参数见表一。

二、线间变压器。线间变压器分定阻式线间变压器和定压式线间变压器两种。它的作用是将扩音机的高输出阻抗（或高输出电压）变换为低阻抗（或低电压），以便和喇叭的阻抗（或额定电压）相匹配。常用线间变压器的几项参数如下：

①传输功率——是指该线间变压器所能传送的功率。配接时变压器次级所接负载的总功率不能超过



这个数值。

②阻抗——是指线圈的交流阻抗，与线圈圈数有关。圈数越多，阻抗越高。定阻式线间变压器的初级线圈圈数比次级圈数多，所以初级阻抗比次级的阻抗要高。

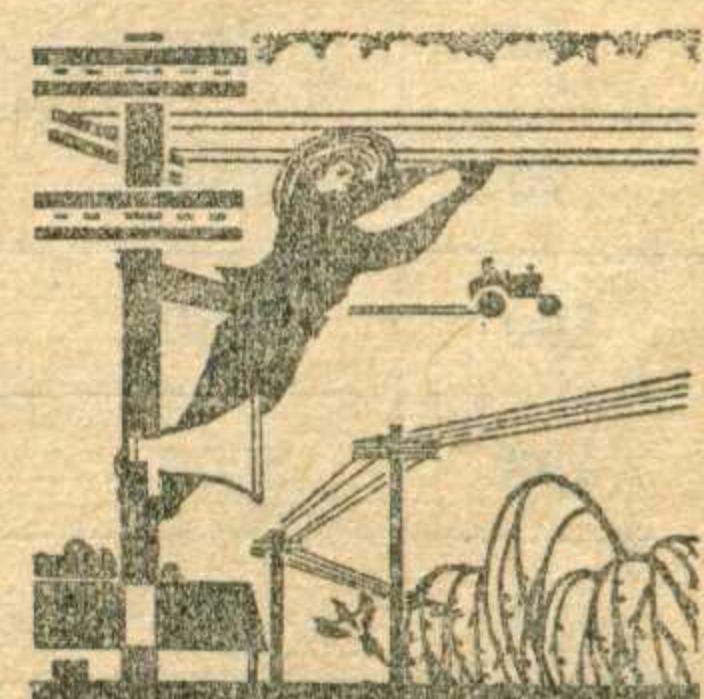
③变压比——通常用符号“n”来表示。它代表线间变压器初、次级的圈数比或电压比。即

$$n = \frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2}$$

式中 N_1 、 N_2 分别代表初级和次级的线圈圈数； U_1 和 U_2 分别代表初级和次级的电压。

定阻式线间变压器的初、次级抽头都是用阻抗值来表示的。为了与不同规格的扩音机和喇叭匹配，变压器的初、次级通常有许多抽头，有的将初、次级抽头的各种阻抗值直接标在变压器外壳上，如图1所示。也有的定阻式线间变压器的初级抽头用顺序号表示，如图2、图3。使用时应参考该线间变压器的使用说明书配接。

表二和表三列出了两种定阻式线间变压器的变换接法，



广阔天地
大有作为

表一、

规 格	标称功率 (W)	5	5	10	10	12.5	15	20	25
格 阻抗(Ω)	4	8	8	16	8	16	16	16	16
额定工作电压	4.47	6.33	8.94	12.7	10.0	15.5	17.9	20	

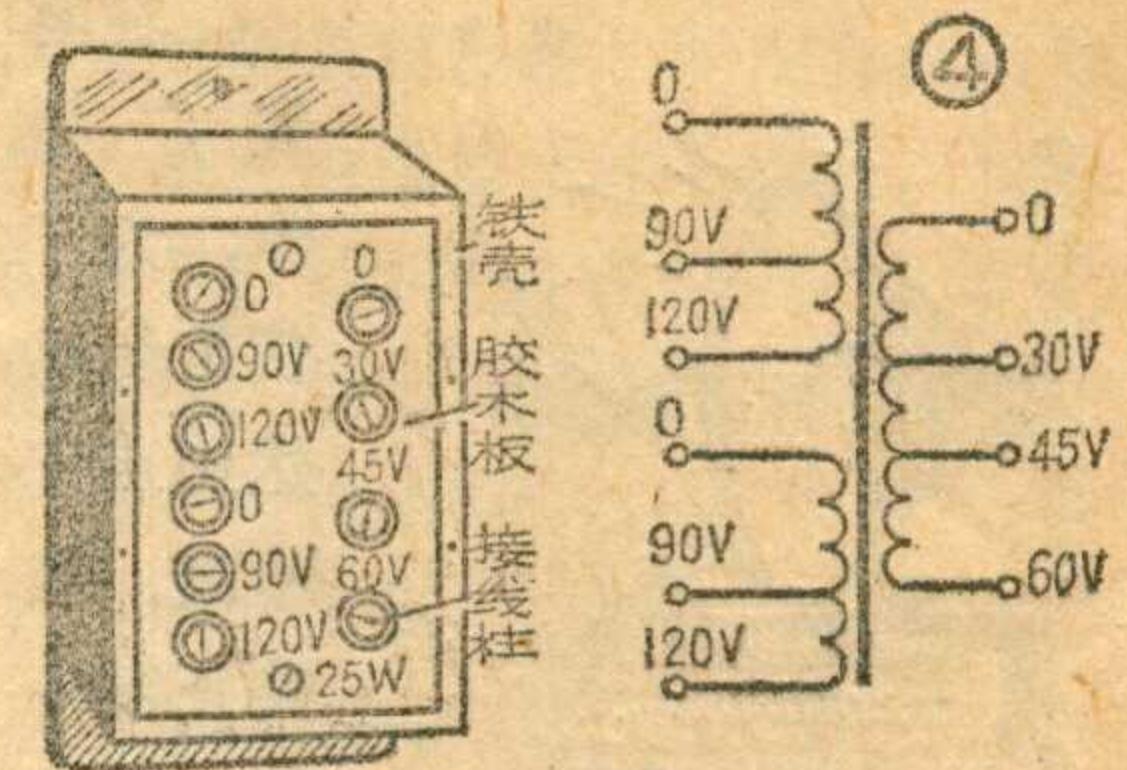
为了使用时方便，表中并给出了相应于每个抽头的电压值，它是根据公式 $U = \sqrt{PZ}$ 求出来的， P 是线间变压器的功率， Z 是相应抽头的阻抗值。

应该注意，由于线间变压器每个抽头的阻抗与它的圈数的平方成正比，因此，两个抽头之间的阻抗并不等于两阻抗之差。例如，4000 欧抽头和 1000 欧抽头之间的阻抗就不等于 $4000 \text{ 欧} - 1000 \text{ 欧} = 3000 \text{ 欧}$ ，而等于 $(\sqrt{4000} - \sqrt{1000})^2 = 1000 \text{ 欧}$ 。

定压式线间变压器是配定压式扩音机用的，它的初、次级抽头标明的不是阻抗值，而是电压值。例如，初级线圈抽头标明 120 伏、240

伏，次级抽头标明 30 伏、45 伏、60 伏等。由于电压与圈数成正比，因此两抽头之间的电压就等于两电压之差。例如，50 伏抽头和 30 伏抽头之间的电压是 $50 \text{ 伏} - 30 \text{ 伏} = 20 \text{ 伏}$ ，这一特点在应用上比定阻式要方便。图 4 是一种常见的 25 瓦定压式线间变压器的实物图。

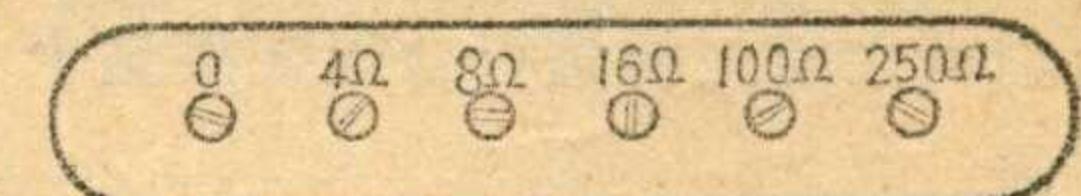
三、扩音机。描述扩音机一个很重要的参数就是扩音机的额定输出功率，它是指扩音机在满足一定条件下不失真的额定输出功率。这个数值在扩音机出厂时都已标明，如 40 瓦、150 瓦、250 瓦等。应指出，如果条件发生变化，扩音机工作状态就要变化，于是扩音机实际输出功率及其它技术指标都要变



化。

扩音机按其功率的输出方式，分为定阻式扩音机和定压式扩音机。一般小功率扩音机是定阻式输出，这种扩音机在一般工厂、机关、学校等用的较多。农村人民公社放大站一般采用 250 瓦以上的定压式输出扩音机。

定阻式扩音机背面的输出接线板上通常标有扩音机的几种输出阻抗，如图 5 所示。4 欧、8 欧、16 欧为低阻输出，100 欧、250 欧为高阻输出。每个接线柱的欧姆数，均表示是它和“0”接线柱之间输出阻抗的数值，例如：0 与 8 欧两个接线柱之间的输出阻抗是 8 欧。由于定阻式扩音机在电路上没有采用负反馈或者只采用了轻度的负反馈，因此负载的变化对扩音机影响很大。当负载太轻时，不但喇叭声音不好，还容易使输出变压器



⑤

击穿；负载太重又容易烧坏扩音机功放管。所以使用时要求负载阻抗必须等于或稍大于扩音机的输出阻抗，使扩音机在匹配状态下工作。

定压式扩音机输出电压有 20 伏、120 伏、240 伏等数种。由于它在电路上采用了深度负反馈，所以当负载阻抗在一定范围内变化甚至开路时，仍能使输出电压保持稳定。但要注意，不能让扩音机严重超载工作，否则会损坏机件。

(下转第 19 页)

表二、ZB25-1 型 25 瓦线间变压器变换接法

初级额定电压(伏)	初级阻抗(欧)	初级与机器输出线连接	并、串连接	次级阻抗(欧)	次级额定电压(伏)
79.1	250	1、6	1—5、2—6	0、8、12、16	14.1、17.3、20
112	500	2、6	2—4、3—5	0、8、12、16	14.1、17.3、20
158	1000	1、6	2—5	0、8、12、16	14.1、17.3、20
194	1500	1、6	1—4、3—6	0、8、12、16	14.1、17.3、20
224	2000	2、5	3—4	0、8、12、16	14.1、17.3、20
274	3000	1、6	3—5	0、8、12、16	14.1、17.3、20
296	3500	1、5	3—4	0、8、12、16	14.1、17.3、20
387	6000	1、6	3—4	0、8、12、16	14.1、17.3、20

表三、5 瓦线间变压器变换接法

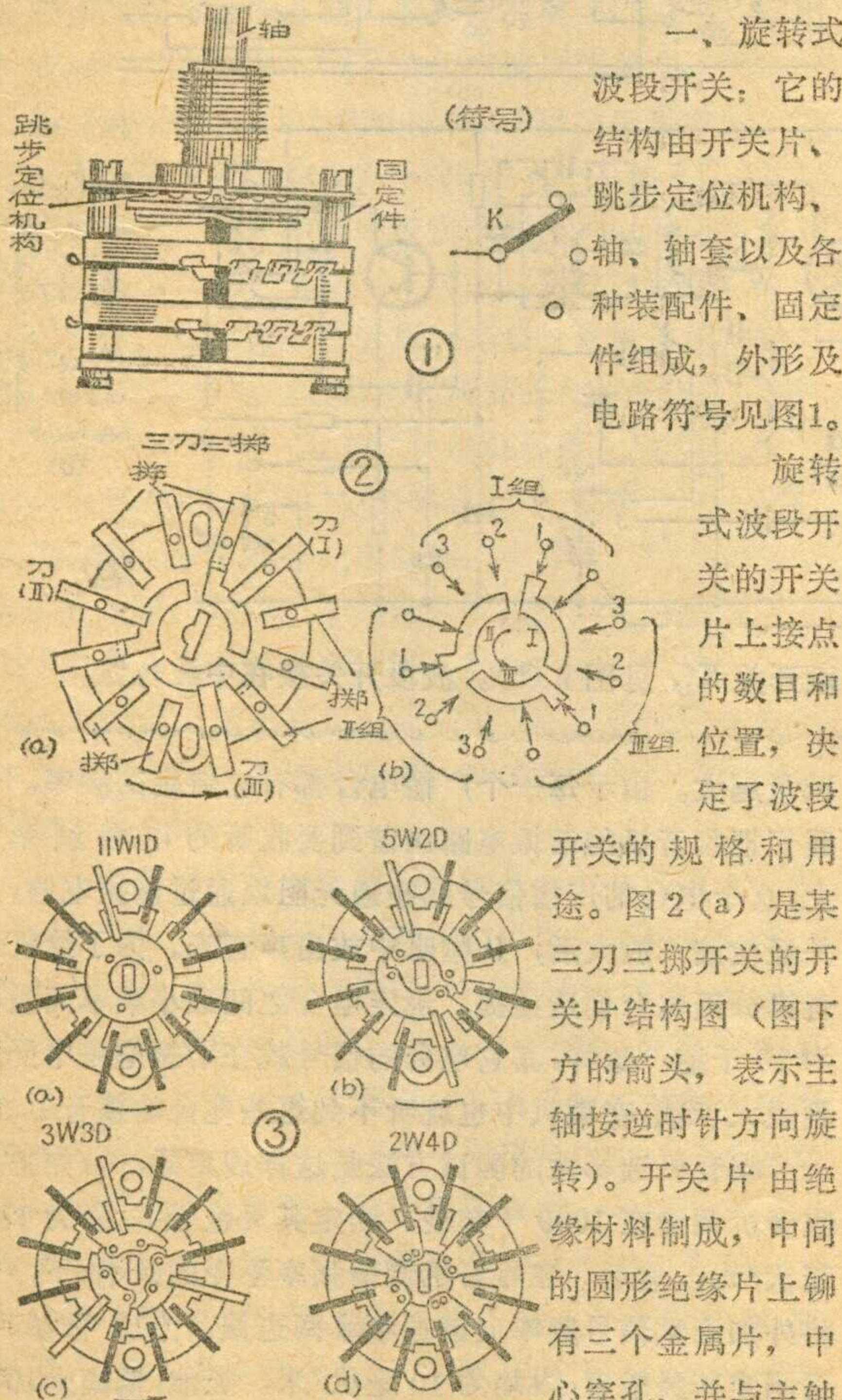
初级额定电压(伏)	初级阻抗(欧)	初级与机器输出线连接	并、串连接	次级阻抗(欧)	次级额定电压(伏)
50	500	1、6	2—6、1—5	0.3、4.5、6	3.9、4.5、5.5.5
70.7	1000	2、5	2—4、3—5	0.3、4.5、6	3.9、4.5、5.5.5
100	2000	1、6	2—5	0.3、4.5、6	3.9、4.5、5.5.5
123	3000	1、6	1—4、3—6	0.3、4.5、6	3.9、4.5、5.5.5
141	4000	2、5	3—4	0.3、4.5、6	3.9、4.5、5.5.5
173	6000	1、6	3—5	0.3、4.5、6	3.9、4.5、5.5.5
245	12000	1、6	3—4	0.3、4.5、6	3.9、4.5、5.5.5

在多波段超外差式收音机、电视机及万用表等仪器中，都需要用多档多接点的开关换接电路。这种开关叫做波段开关。例如，在收听中波段广播时，我们要用波段开关把收音机中工作在中波段的输入回路、振荡回路及其他需要换接的电路同时接通；在收听短波段广播时，也要用波段开关进行相应的电路换接。

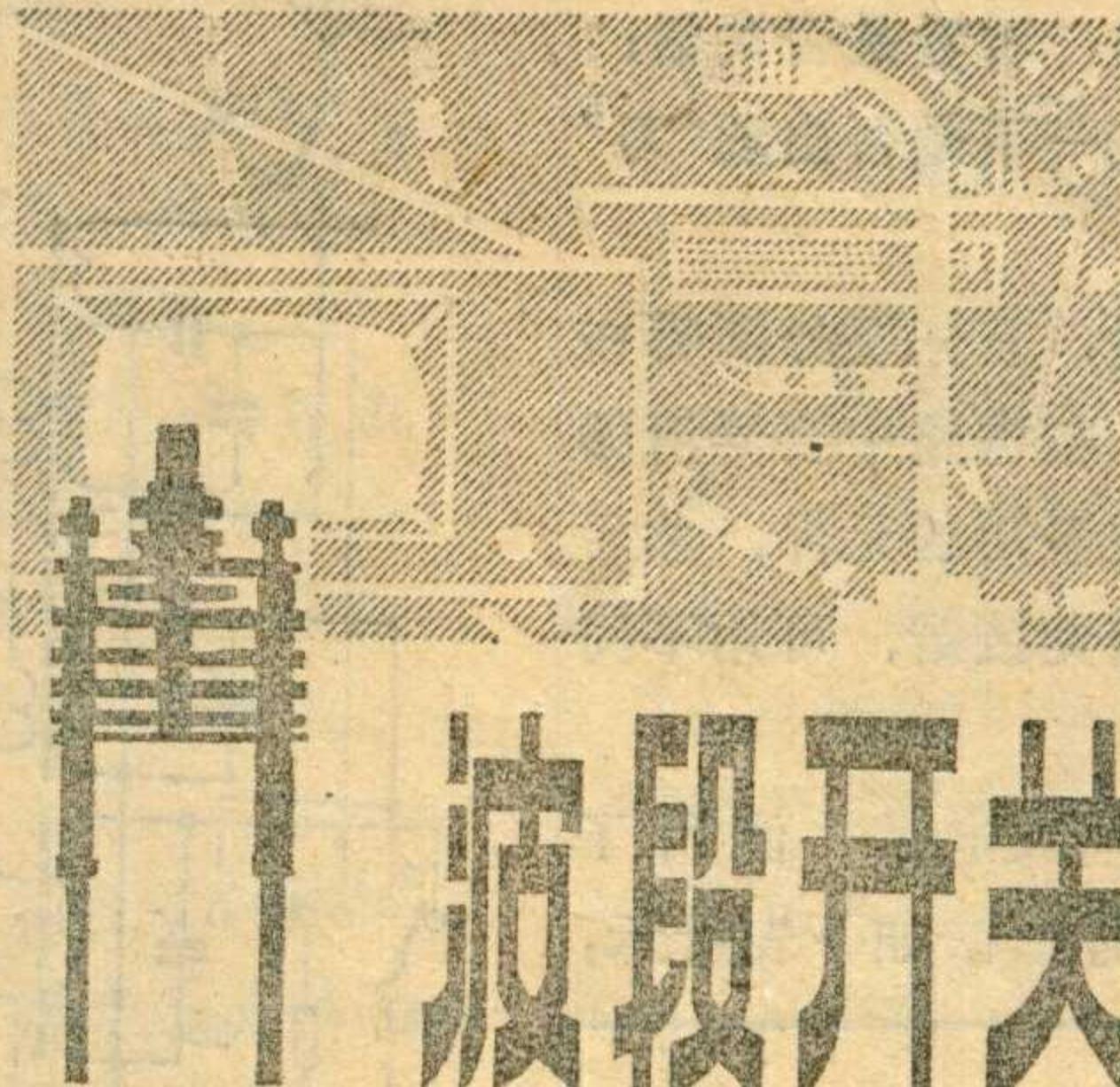
下面我们把收音机中常用的波段开关的种类、构造和使用作一简单介绍。

种类和构造

收音机中常用的波段开关，有旋转式、拨动式、按键式三种。每一种按规格还分为几“刀”几“掷”。有多少“刀”，波段开关就可以同时接通电路中多少点；有多少掷，波段开关就可以换接电路几次。



套在一起，能随主轴转动，这叫“动片”；装在动片外面并铆上十二个接点焊片的绝缘片是定片。在十二个接点焊片中，有三个接点焊片 I、II、III 始终和对



工人 林永恩

(c) 是三刀三掷，(d) 是四刀二掷。

二、拨动式波段开关：收音机中常用的有六刀双掷、六刀三掷和双刀双掷等规格。图 4 是六刀双掷拨动式波段开关外形图。

它共有十八个接点焊片，分成六组，每组三个接点。其中接点“2”始终与动片相连，是“刀”。当开关往上拨和往下拨时，接点连接情况分别如图 5 (a)、5 (b) 所示。

这种波段开关刀数多、体积小，可以直接装在印刷板上，适宜袖珍式收音机用。

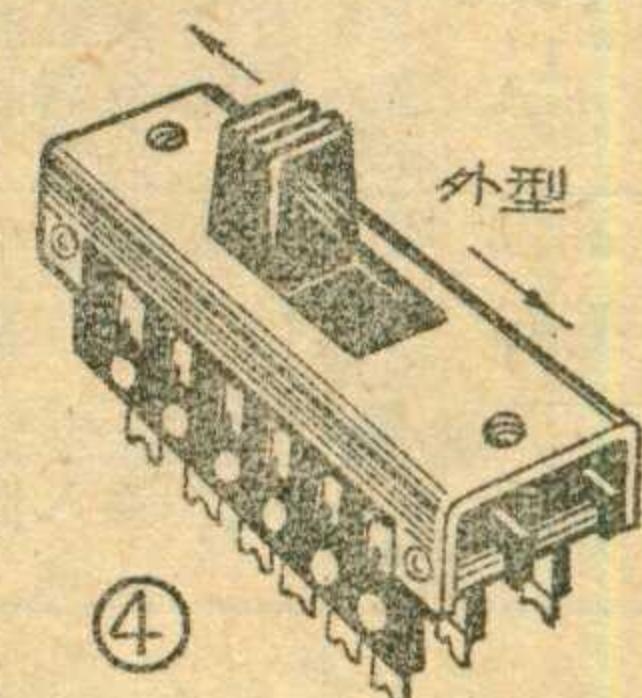
三、按键式波段开关：图 6 是一种互锁式按键开关外形图。它由结构相同的五个开关 $K_1 \sim K_5$ 组成。图 7 示出了其中一个开关 K_1 的结构。它有 12 个接点，分成四组，每组中间的焊片是“刀”。开关没有按下时，金属片把接点“1”和“2”连结；当开关按下时，“2”与“3”连接，并且内部“锁住”，不再弹回原来位置，如再按下其它四个开关中的任何一个， K_1 才恢复原状。这种波段开关适宜在体积较大的多波段收音机中使用。

使用常识

波段开关各接点必须接触可靠，接触电阻要小。选用波段开关时，可以用万用表欧姆挡量一下各“刀”与对应接点间的接触电阻，这时表针应指零；若表针晃动不停或阻值很大，说明

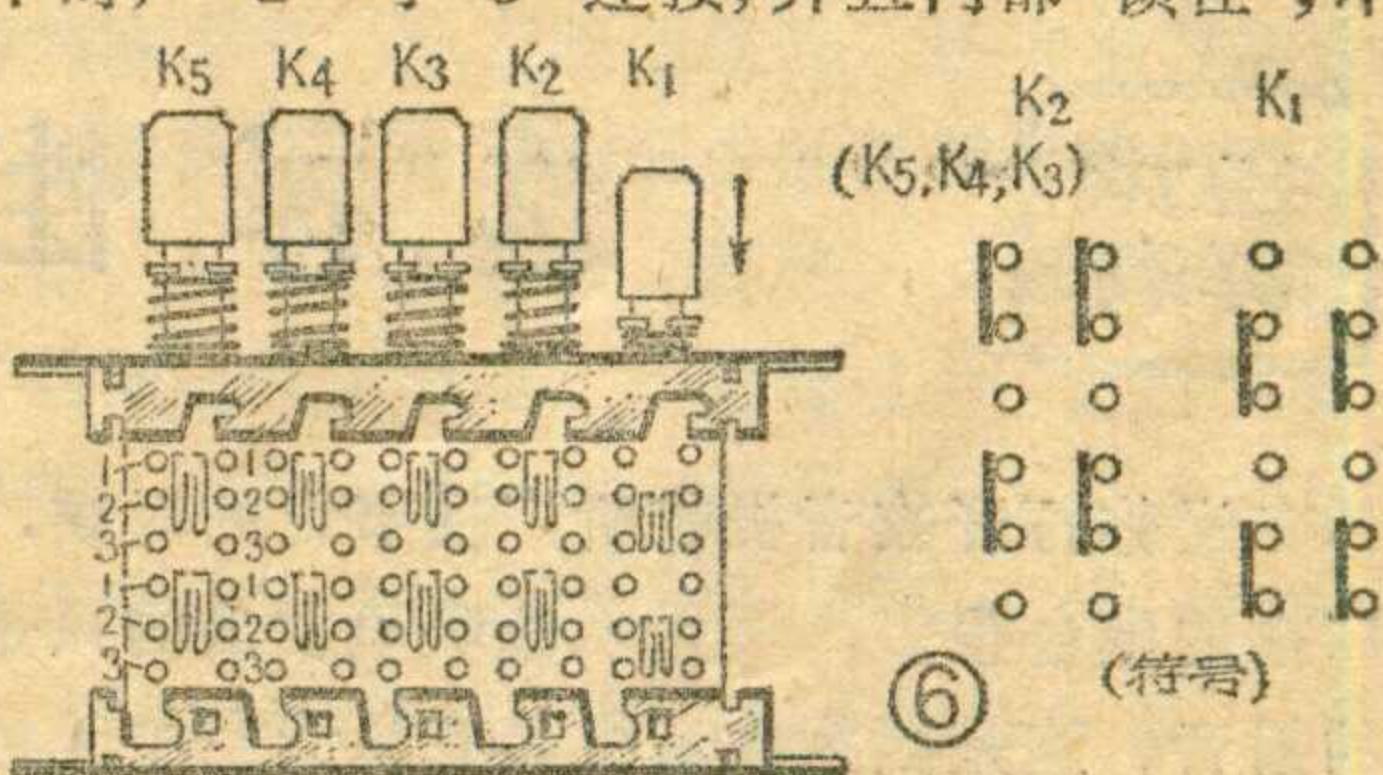
对应的动片连接，叫作“刀”；每个刀逆时针转动时可分别与三个接点连接，即每个刀有三个位置，称为三“掷”（三位）。如果把波段开关上的接点分组编号，如图 2 (b) 所示，整个开关分成三组，每个刀逆时针旋转时可分别与 1、2 或 3 接点连接，在接线时就很方便了。

波段开关的“刀”，一般用字母“D”表示，“掷”用“W”表示。图 3 示出了四种规格的开关片结构图，其中 (a) 是一刀十一掷，(b) 是二刀五掷，



p1	p1	p1	o1	o1	o1
p2	p2	p2	o2	o2	o2
p3	p3	p3	o3	o3	o3
o1	o1	o1	p1	p1	p1
p2	p2	p2	o2	o2	o2
o3	o3	o3	p3	p3	p3

(a) (b)



(待号)

接触不良。此外，要旋转一下主轴，看看是否灵活；听听跳步声，是否清脆。还要检查一下是否出现“刀”停在两个接点中间的现象。

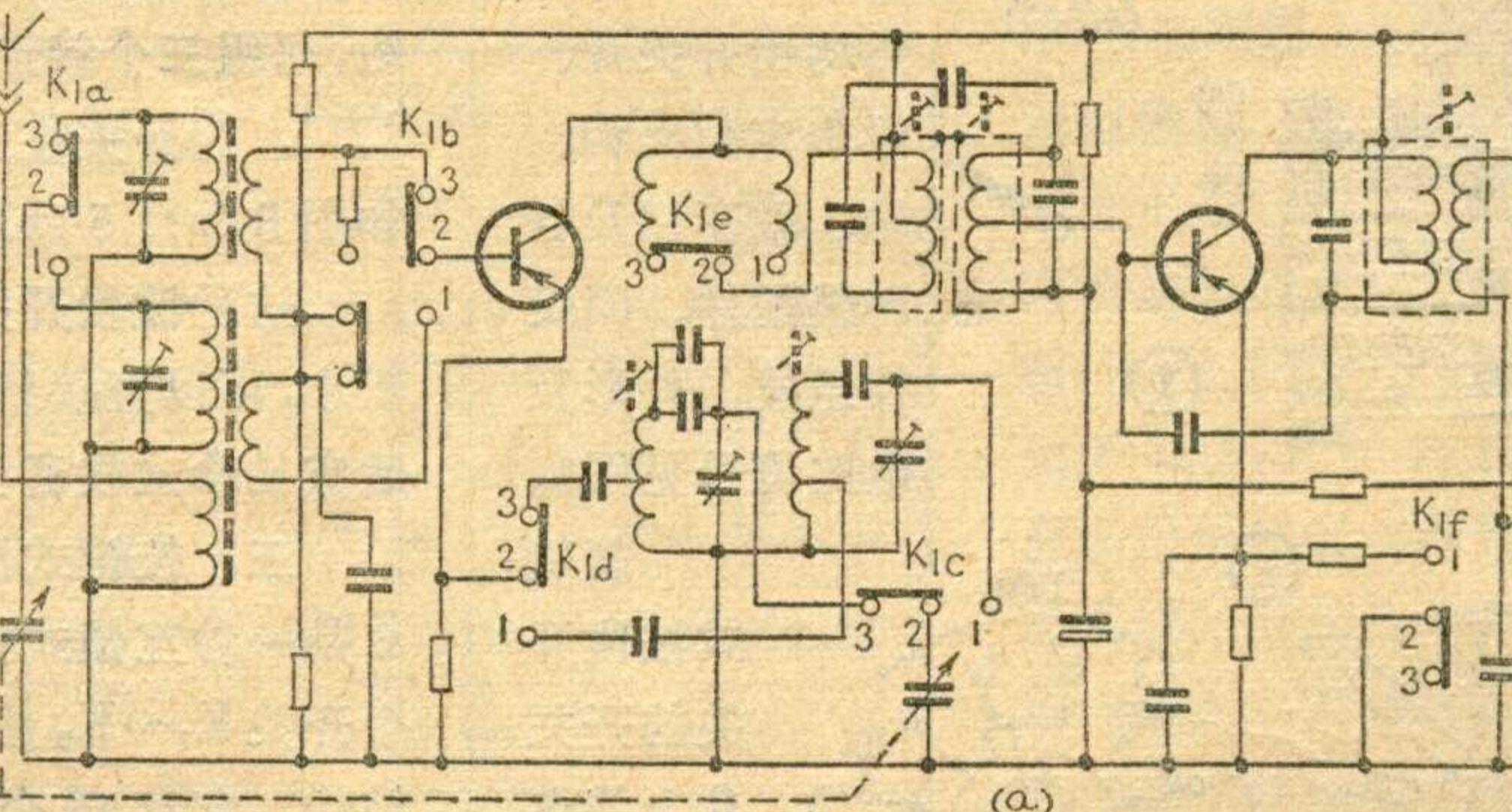
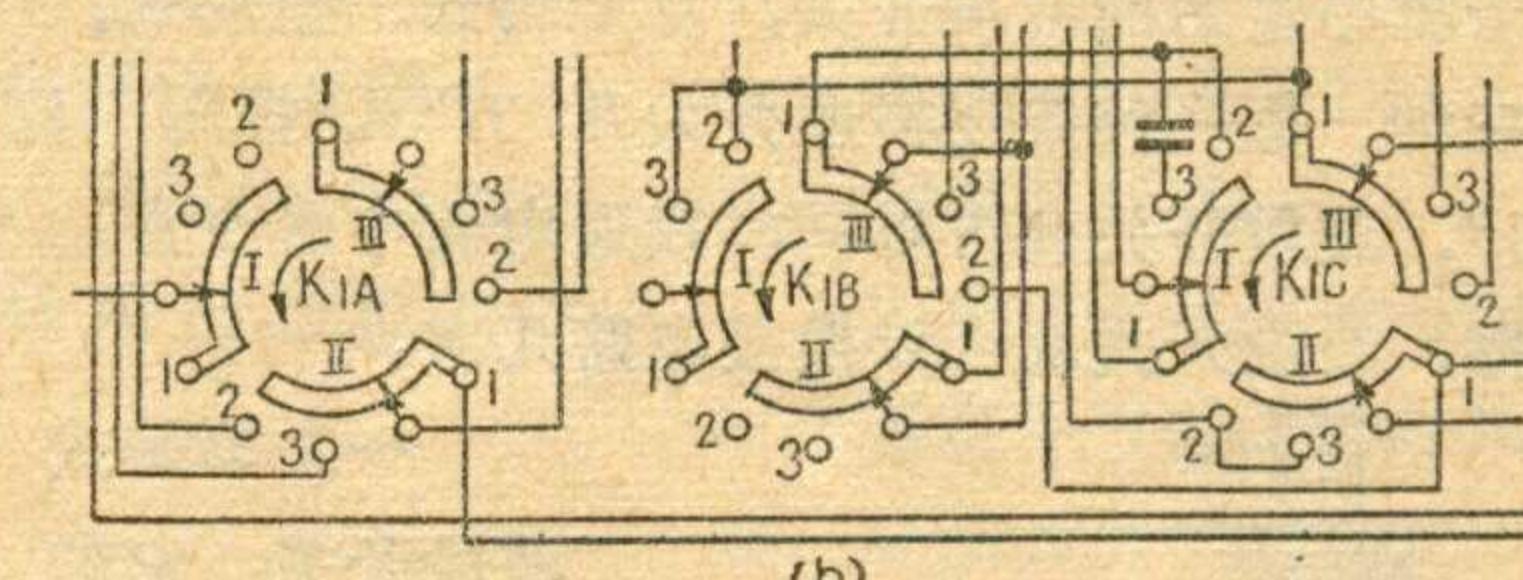
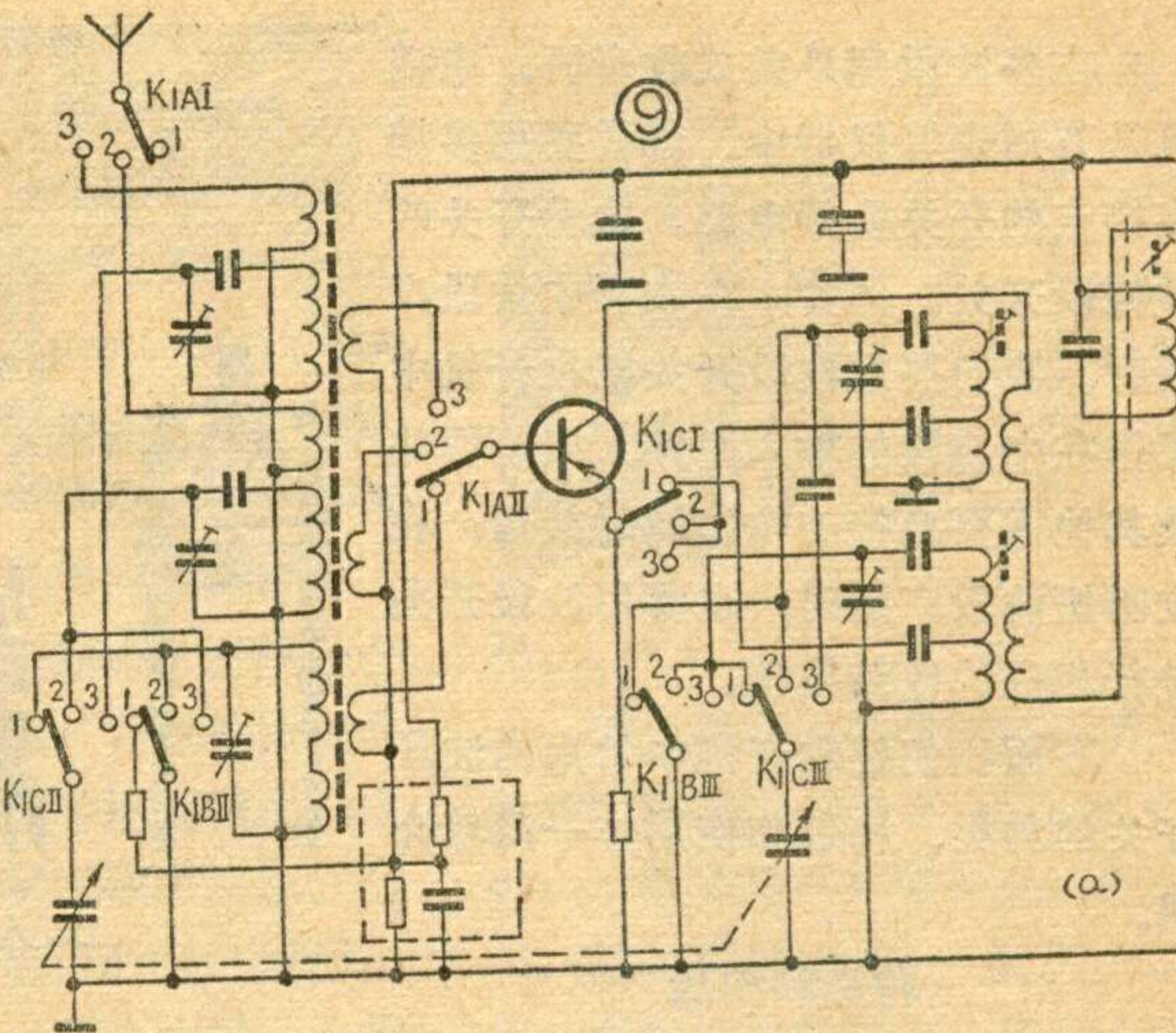
把波段开关接入收音机电路时，首先要分清哪些是“刀”，哪些是“掷”，分组编号。在电路中要弄清哪些是中波段用的元件，哪些是短波段用的元件，然后按电路连接到波段开关上。为了避免接错，可用不同颜色的接线区别不同波段。

图 8 (a) 是某两波段收音机前级电路，使用了六刀双掷拨动式波段开关 K_1 。具体接法如下表所示：

接组点	K_{1a}	K_{1b}	K_{1c}	K_{1d}	K_{1e}	K_{1f}
“1”(掷)	接短波段输入回路初级	接短波段输入回路次级	接短波段振荡线圈	接短波段振荡线圈	接短波段反馈线圈	接中放管发射极电阻
“2”(刀)	接可变电容器输入连定片	接变频管 BG_1 基极连定片	接可变电容器振荡连定片	接变频管 BG_1 发射极	接中频变压器	接“地”
“3”(掷)	接中波段输入回路初级	接中波段输入回路次级	接中波段振荡线圈	接中波段振荡线圈	接中波段反馈线圈	悬空

由上表可以看出，总的原则是用 K_{1a} 和 K_{1b} 控制输入回路的换接，用 K_{1c} 、 K_{1d} 和 K_{1e} 控制振荡回路的换接，用 K_{1f} 控制第一中放级工作状态的换接；每一组接点中，接点“1”和电路中对应于短波段的各点相接，接点“3”和对应于中波段的各点相接，以达到上下拨动开关时转换波段的目的。图 8 (b) 是波段开关置于中波位置时接点的连接情况。

图 9 (a) 是三波段收扩两用机的前级电路。波段的转换用了一个九刀三掷旋转式波



$K_{1a} K_{1c} K_{1e}$
 o1 o1 o1
 o2 o2 o2
 o3 o3 o3
 o1 o1 o1
 o2 o2 o2
 o3 o3 o3
 $K_{1b} K_{1d} K_{1f}$
 o1 o1 o1

(b)

段开关 K_1 ，见图 9 (b)。波段开关接在中波位置。

减量越大。由于每一个广播电台都有它特定的频率，我们把收音机的谐振电路调谐到要收听的电台频率上，这个电台的广播信号就畅通无阻地通过谐振电路，并经检波、放大后，从喇叭中放出声音来。为了给收音机分隔电台创造前提，规定电台之间最小频率间隔为 10 千赫。这样，其它电台的信号就在谐振电路中受到很大衰减，在喇叭中也就听不到这些电台的播音了。

收音机选择性的测试方法是这样规定的：首先把收音机调谐在 1000 千赫处，测定其灵敏度，设为 1 毫伏/米；然后，在收音机调谐频率不变的条件下，将外加测试信号频率向谐振频率两边偏离 ±10 千赫，再测定其灵敏度，设均为 10 毫伏/米。显然，偏离 ±10 千赫时灵敏度比谐振时降低了 10 倍，即 20 分贝。我们就说，这台收音机选择性是 20 分贝。

一般超外差式收音机的选择性大多在 20 分贝以上。高级一些的收音机高达 40 分贝以上。（续）

名词解释

选择性

当你打开收音机收听广播节目的时候，尽管同时广播的电台很多，可是从喇叭里发出的只是一个电台的播音。这是因为收音机具有从天空中无数个不同频率的电波信号中选取有用信号的能力，也就是“分隔”电台的能力。这种分隔电台的能力，叫做收音机的选择性。它是评定收音机质量的重要指标之一。收音机选择性差，收听广播时就会“窜台”。

收音机的选择性，主要靠收音机内的谐振电路实现。每一台收音机，包括最简单的矿石收音机，都至少有一个谐振电路。它有谐振于某一频率的特性，即只允许等于或接近其谐振频率的交流电通过，而对远离谐振频率的交流电进行衰减；离谐振频率越远，衰

问答

(上接第24页) 具有良好的选频特性，只有与回路谐振频率 $f = 1/2\pi\sqrt{LC}$ 相同的振荡电压才能得到谐振，其余的高频谐波成分都被回路滤除，使波形失真大大减小，实际得到的是较好的正弦波振荡。

图2电路中，振荡回路的电感是线圈 B_2 的初级1~3端电感，回路的总电容 C 是 C_{1b} 并联上 C_4 后再串联 C_6 的结果，即 $C = (C_{1b} + C_4)C_6 / (C_{1b} + C_4 + C_6)$ ，然后就可根据上述谐振频率 f 的计算公式算出振荡频率。

3. 振荡回路元件的选择：

①可变电容器 C_{1b} ——图2电路中，输入电路所用的回路电容 C_{1a} 是容量连续可变的，而本振回路的振荡频率又必须在整个波段内比信号频率均要高出一个465千赫中频，因而回路电容 C_{1b} 也必须采用可变电容器。为了调谐方便，总是将 C_{1a} 和 C_{1b} 做成同轴旋转的双连可变电容器。

②振荡线圈 B_2 ——半导体收音机所用的振荡线圈不象中频变压器有较大的通用性，根据所选用的振荡回路和变频电路的不同，其参数要求不同，例如配7/270微微法电容的LTF-2型中波振荡线圈，其初级电感可调范围约130~160微亨；102型中振线圈，其初级电感可调范围为140~190微亨，电感不同当然圈数也不同。图2中的中波振荡线圈 B_2 ，其初级电感可调范围为160~190微亨，初级总圈数为89圈，3~2段为4圈，次级为3圈。所以在装收音机选用振荡线圈时，必须考虑电路的要求和所要配合的双连电容器。

③ C_4 和 C_6 —— C_4 叫“补偿电容器”，一般用瓷介质微调电容器。 C_6 叫“垫整电容器”，最好选用云母的或高频特性较好的瓷介电容器，中波段一般用280~300微微法。 C_4 和 C_6 都是为了保证本机振荡频率在整个波段，如中波段的600、1000、1500千赫三点较准确地比信号频率高出一个中频465千赫，而其余频率点上也大致达到这种要求，好象是本振信号在跟踪外来信号一样。

④振荡线圈为什么要采用抽头？这主要是为了提高振荡强度。我们知道，共发射极电路的输入阻抗，即基极与地之间的阻抗较低（一般1000欧），而振荡回路两端的谐振阻抗却很高（几十千欧），后者比前者高几十倍。若将振荡线圈 B_2 的1~3端直接并接到管子输入端($b \sim e$)，则上述两个阻抗并联后，势必使振荡回路阻抗大大降低，引起振荡减弱，甚至不起振。为了解决这个问题，总是将振荡线圈做成抽头式的，只让抽头2~3段并接在管子输入端，即回路只有部分接入，接入多少常用“接入系数” P 来表示。若1~2段圈数为 N_1 ，2~3段为 N_2 ，则 $P = N_2 / (N_1 + N_2)$ 。例如图2电路中 $P = 4/89 \approx 0.45\%$ 。这样，就使接入的部分线圈的小的阻抗与管子的输入阻抗大小相近（即所谓阻抗匹配），大大提高了振荡信号强度。（待续）（全国钧）

问：有些晶体管电视机使用日久光栅总偏在左边或右边，调整“行频”旋钮也调不过来，怎么办？

答：一般晶体管电视机为了提高行同步的抗干扰性能都采用自动频率控制电路，这种电路是靠输出一个直流电压去控制行扫描振荡器的频率和相位。由于这种电路的自动控制作用有一定的范围，在范围之外就会失去同步，因此还需加手动的“行频”旋钮。这是用电位器调整一个直流电压另加给行扫描振荡器，例如星火71—9型电视机的 W_{103} 电位器（见本刊1974年第1期）和凯歌4D4型电视机的 $4 W_1$ 电位器（见本刊1975年第1期），受这个电位器调整的直流电压不仅能控制行扫描的频率，也能控制行扫描的相位，因此调整时光栅能左右偏移。当电视机使用日久后，有关晶体管及元件或电源电压会有些变化，使光栅偏向一边，若调整这个电位器还调不过来，只好打开机壳调整装在印刷板的另一个半可调电位器，如“星火”的 W_{302} 或“凯歌”的 $4 W_3$ ，它们是为补 W_{103} 或 $4 W_1$ 的不足而设的，其作用也是调整行扫描振荡器的直流控制电压，不过调整范围更大一些，一次调整后不必经常去动它。另外，调整稳频线圈的磁心也行。

（张家谋答）

问：在晶体管收音机自动音量控制电路中，为什么滤波电阻电容的时间常数通常定为0.1秒？

答：收音机的自动音量控制电路是把检波输出的直流电压成分加到中放管（或高放管、变频管）的基极以控制基极偏置电压的大小，在接收强电台时收音机增益自动降低；接收弱电台时增益自动提高，使收音机放出的音量均匀一些。

检波器的输出中，除直流电压外，还有中频和音频电压。这些交流信号电压加到中放管基极就会破坏中放管的工作，甚至引起自激。因此，从检波器输出中引出的自动增益控制电压，必须通过RC滤波电路把其中的中频、音频成分除掉。但是滤波电阻电容的时间常数决定自动增益作用的快慢，RC值大（即时常数大），控制作用缓慢，容易引起惰性失真；RC值小，控制作用快，但滤波效果不好。实践证明，R取5~10千欧，C取10~30微微法，其时间常数为0.1秒左右，比较合适。

（齐永和答）

问：为什么电子管收音机的输入电路直接接变频管栅极，而晶体管收音机则通过一个降压变压器才能接到变频管基极？

答：大家知道，在超外差收音机中，为抑制中频干扰和镜象干扰，必须提高输入回路的Q值，保证输入回路的选择性。而输入回路的Q值是和变频管的输

无线电

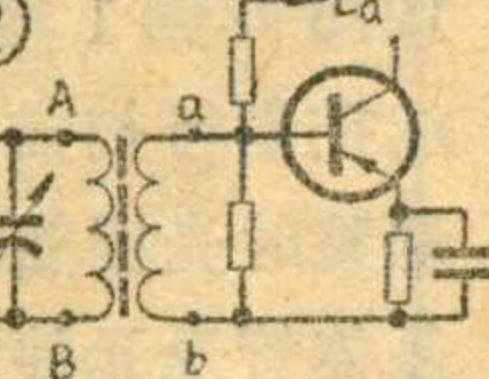
1975年第7期(总第154期)

目 录

入电阻有密切关系的。

电子管收音机的输入电路如图1所示。从a、b两点向变频管看进去的输入电阻为数百千欧或数兆欧，这样大的电阻并联在输入电路两端，对输入电路的Q值影响不大。因此，输入电路直接接到变频管的栅极上。

我们再看晶体管收音机的输入电路，如图2所示。从a、b两点向变频晶体管看进去的输入电阻，一般只有数百欧(晶体管的输入电阻 h_{11})，若把这样小的电阻直接并联到输入电路两端，必然降低输入回路的Q值，使选择性变差。因此就要在输入电路和变频管之间加一个降压变压器，进行阻抗变换，使从A、B看进去比从a、b两点看进去的电阻②提高 n^2 倍(n 为初次级的匝数比)，从而使反射到输入电路的电阻大为提高，以保证输入回路的选择性。



(小群答)

问：为什么晶体管收音机电源电压有的用6伏，有的用4.5伏、3伏或12伏等？

答：我们在设计和装制晶体管收音机时，一般是根据收音机的体积和输出功率来合理选择电源电压。

一般晶体管收音机为了缩小体积、重量，便于携带，所需输出功率也不大，选用电源大多数均在6伏以下。而对于要求输出功率500毫瓦以上的台式收音机，允许的体积大一些，那么可以选用12伏电源。这样，在同样的输出功率的情况下，消耗电流比用6伏电源时小。电池在小电流放电的情况下，使用效率高，并且对延长电池的使用寿命是有益的。收音机选用较高的电源电压，整机的增益较高，对大信号承受能力较强，失真较小。

由于采用不同的电源电压，对收音机的电路结构和元件要求也略有不同。对于低电压(低于3伏)的收音机，承受大信号能力较差，所以需要特别注意改善自动增益控制的性能，同时为了防止电池电压下降时影响收音机的灵敏度，各级基极电流需经过稳压二极管简单稳压后供给；选择元件时应注意选用放大倍数较大和饱和电压小的晶体管。而对采用较高电压的收音机，选择元件时应注意选择漏电流小和反向击穿电压大于电源电压的晶体管，同时注意所用的电解电容器耐压也要比电源电压高。

(俊华答)

问：有两根各长100毫米的中波磁棒，能否对接起来当200毫米的磁棒用？为什么？

答：磁棒对接起来后能提高收音机的灵敏度，但不如用一根200毫米的磁棒好。因为两根磁棒对接起来后，接口处总留有空隙，使它的磁阻比一根200毫米的磁棒大，导磁率也低，因此，它聚集空间电磁波的能力不如一根200毫米的磁棒。

(小群答)

结型场效应管及其应用 卞正岗 (2)

舌簧开关及舌簧继电器 上海无线电八厂 技术组 (5)

步进式顺序控制器 清华大学工业自动化系 (6)
顺序控制器教学小组

* 电视接收技术讲座 *

场扫描电路 电视接收技术讲座编写组 (11)

小型电视机电子管的选用 郑诗卫 (14)

自制35厘米屏幕电视机的几件代用品 谢寿炽 (16)

* 农村有线广播 *

自动调压装置 太仓县人民广播站 (17)

半导体高音质收、扩音机 唐远炎 (20)

变频电路的工作原理 金国钧 (23)

* 实验室 *

怎样修理表头动圈断线 金德初 (25)

稳定本机振荡振幅的方法 蔡万顺 (25)

用硅三极管代替稳压管 工人 刘钟林 刘旭芬 (26)

* 广阔天地大有作为 *

广播喇叭的配接 南宁市第二中学
南宁市广播站 (27)

* 初学者园地 *

波段开关 工人 林永恩 (29)

选择性 穆 (30)

* 问与答 *

* 电子简讯 *

封面说明：党的十大代表、南京无线电厂革委会副主任老工人周阿庆师傅和新党员一起学党章，谈体会，决心发扬党的优良传统，坚持继续革命，为进一步巩固无产阶级专政而努力奋斗。

封底说明：半导体高音质收、扩音机。

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：1975年7月25日

本刊代号：2—75 每册定价0.17元

参
数
特
性的
电
继
簧
干
产
国
种

型 号 规 格	接 电 (Ω) H Z	绕 组 数 �据				额定电压或额定电流 (mA)	吸 合 电 流 (mA)	释 放 电 流 (mA)	吸 合 时 间 (mS)	释 放 时 间 (mS)	触 点 负 荷 (阻性)	寿 命 (次)	装 干 簧 管
		线 径 (mm)	直 电 阻 (Ω)	匝 数	H Z								
JAG-2-1½A	0.10	93±5%	2200	6V	≤ 44	> 9	≤ 1.7	≤ 2.5	≤ 0.1				
JAG-2-1½B	0.07	370 "	4200	12V	≤ 22	≥ 4.5	≤ 1.7	≤ 2.5	≤ 0.1				1
JAG-2-1½C	0.05	1200 "	7000	24V	≤ 13.5	> 3	≤ 1.7	≤ 2.5	≤ 0.1				
JAG-2-2½A	0.14	140 "	3300	6V	≤ 28	≥ 7	≤ 2.5	≤ 3.5	≤ 0.2				
JAG-2-2½B	0.10	430 "	5200	12V	≤ 18	≥ 4	≤ 2.5	≤ 3.5	≤ 0.2				
JAG-2-2½C	0.07	1700 "	10000	24V	≤ 9	≥ 2.2	≤ 2.5	≤ 3.5	≤ 0.2				
JAG-2-3½A	0.17	87 "	2500	6V	≤ 48	≥ 8	≤ 3.5	≤ 4.5	≤ 0.5				
JAG-2-3½B	0.12	320 "	4500	12V	≤ 25	≥ 4.5	≤ 3.5	≤ 4.5	≤ 0.5				
JAG-2-3½C	0.09	1080 "	8500	24V	≤ 15	≥ 2.5	≤ 3.5	≤ 4.5	≤ 0.5				
JAG-2-4½A	0.17	87 "	2500	6V	≤ 48	≥ 8	≤ 4.5	≤ 5.0	≤ 0.8				
JAG-2-4½B	0.12	320 "	4500	12V	≤ 25	≥ 4.5	≤ 4.5	≤ 5.0	≤ 0.8				
JAG-2-4½C	0.09	1080 "	8500	24V	≤ 15	≥ 2.5	≤ 4.5	≤ 5.0	≤ 0.8				
JAG-4-1HA	0.07	370±10%	4200	18mA	≤ 9	≥ 1.8							
JAG-4-1HB	0.05	1250 "	7000	10mA	≤ 5	≥ 1.1							1
JAG-4-1HC	0.04	2900 "	11000	7mA	≤ 3.5	≥ 0.7							
JAG-4-2HA	0.09	200 "	2600	32mA	≤ 16	≥ 3							
JAG-4-2HB	0.07	520 "	4300	20mA	≤ 10	≥ 1.8							2
JAG-4-2HC	0.05	2000 "	7300	12mA	≤ 6	≥ 10							
JAG-4-3HA	0.11	130 "	2100	46mA	≤ 23	≥ 3.5							
JAG-4-3HB	0.08	460 "	3600	26mA	≤ 13	≥ 2							
JAG-4-3HC	0.05	2180 "	7200	13mA	≤ 6.5	≥ 1							3
JAG-4-4HA	0.13	90 "	1600	60mA	≤ 30	≥ 4.5							
JAG-4-4HB	0.10	270 "	2800	40mA	≤ 20	≥ 2.8							4
JAG-4-4HC	0.06	1180 "	4800	20mA	≤ 10	≥ 1.6							
JAG-5-2H-12V	0.27	50±10%	2500	12V	≤ 130	≥ 35							
JAG-5-2Z-12V	0.5	310 "	6000	27V	≤ 55	≥ 14							2
JAG-5-2H-27V	0.17												
JAG-5-2Z-27V													

注：1. H——常开，Z——转换； mS——毫秒。

2. 吸合时间包括抖动在内。

3. 工作位置：任意。

最大电压：
300V(直流)

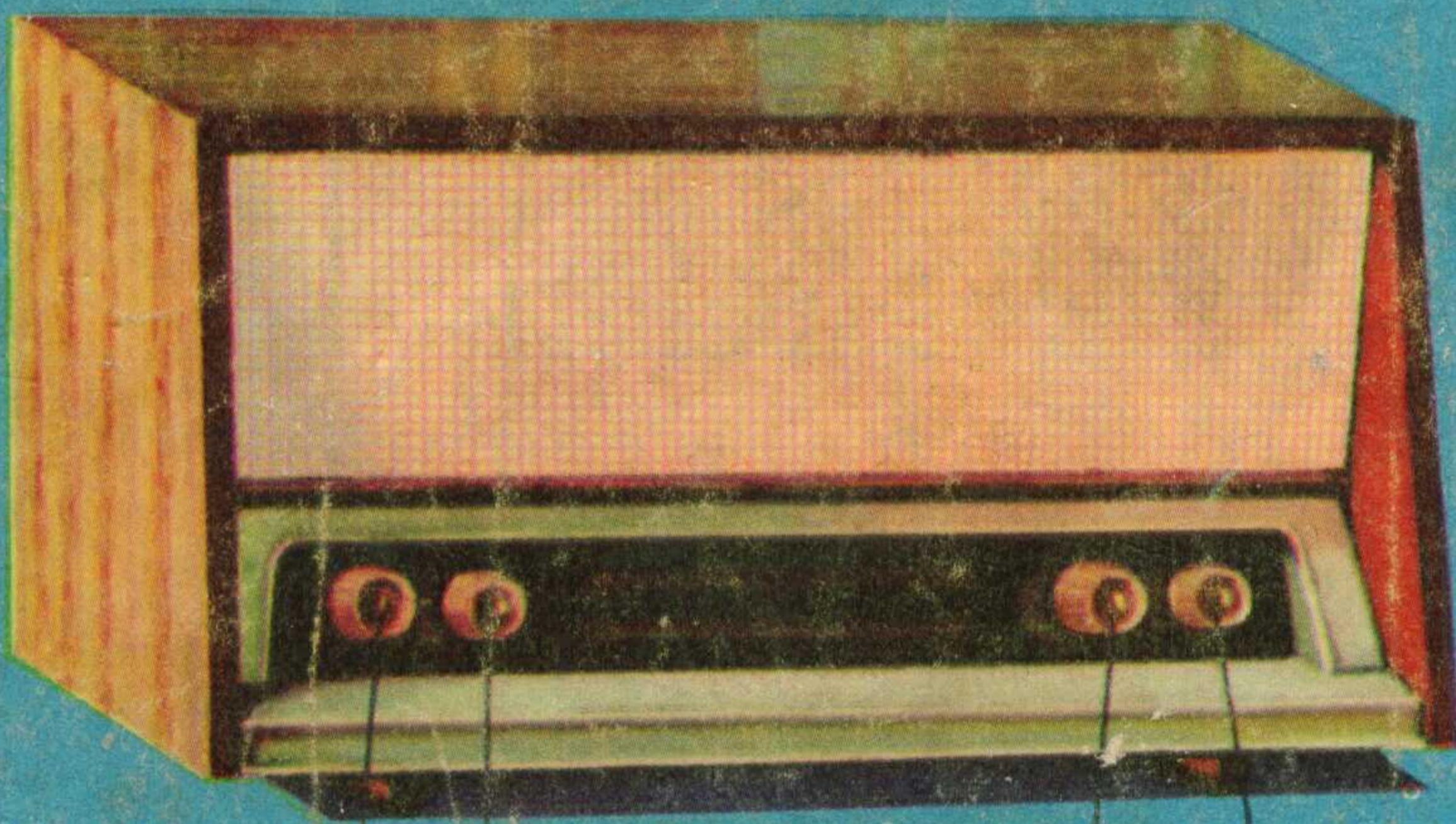
最大电流：2A

最大功率：
200W

10⁴

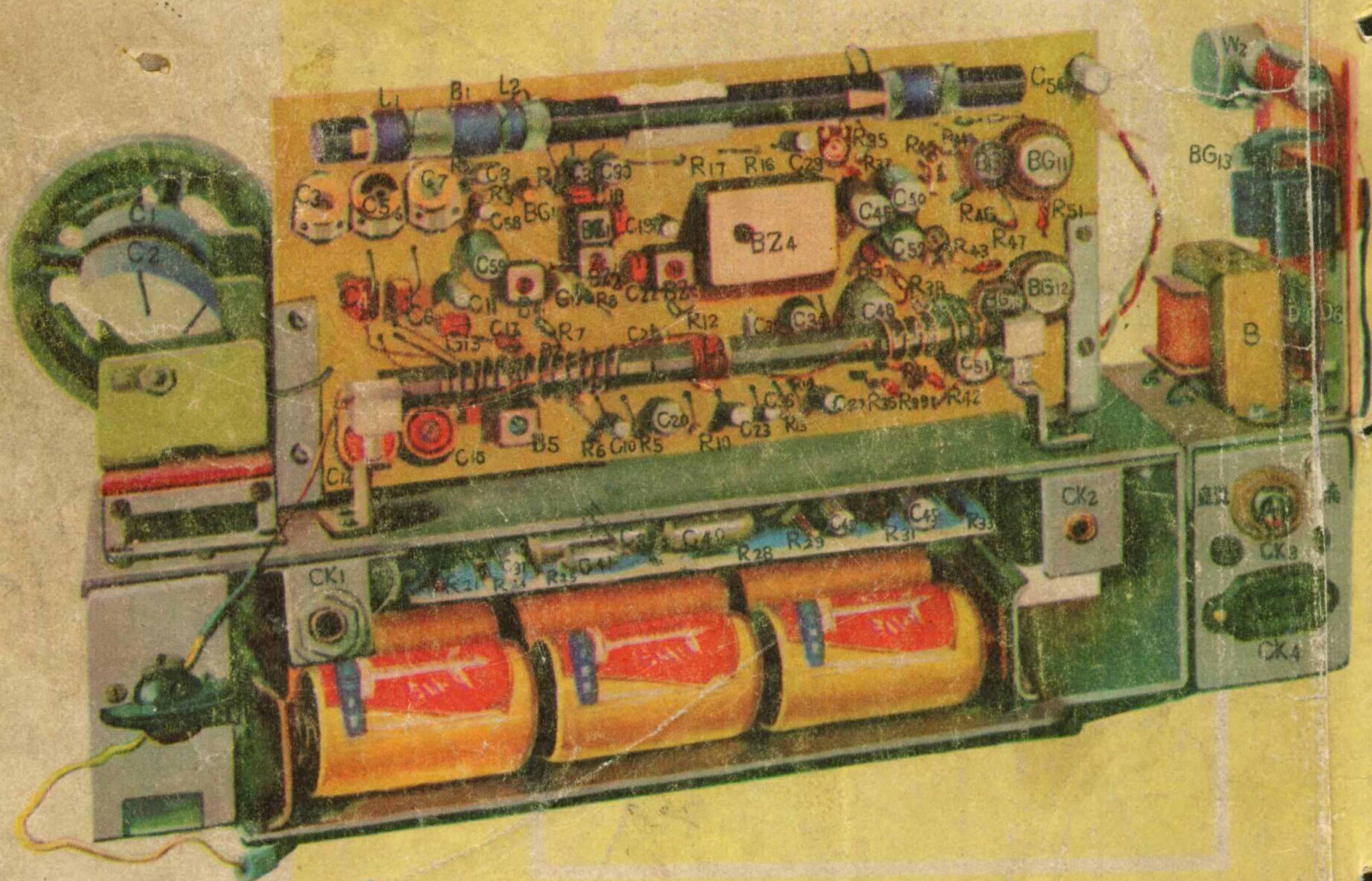
5 × 10⁴

毛毛



音量 高音

低 调谐



半导体 高音质收扩音机