



无线电

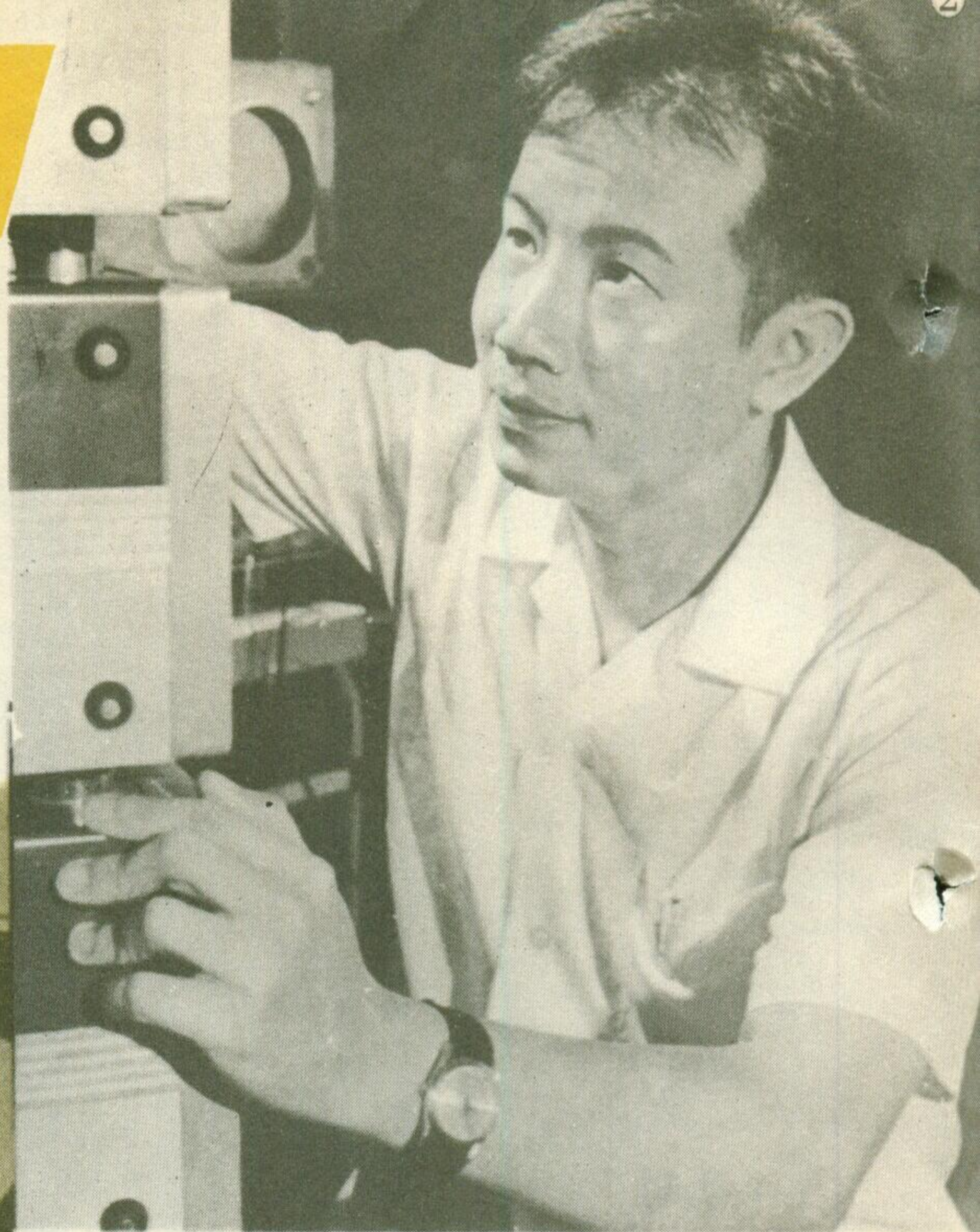
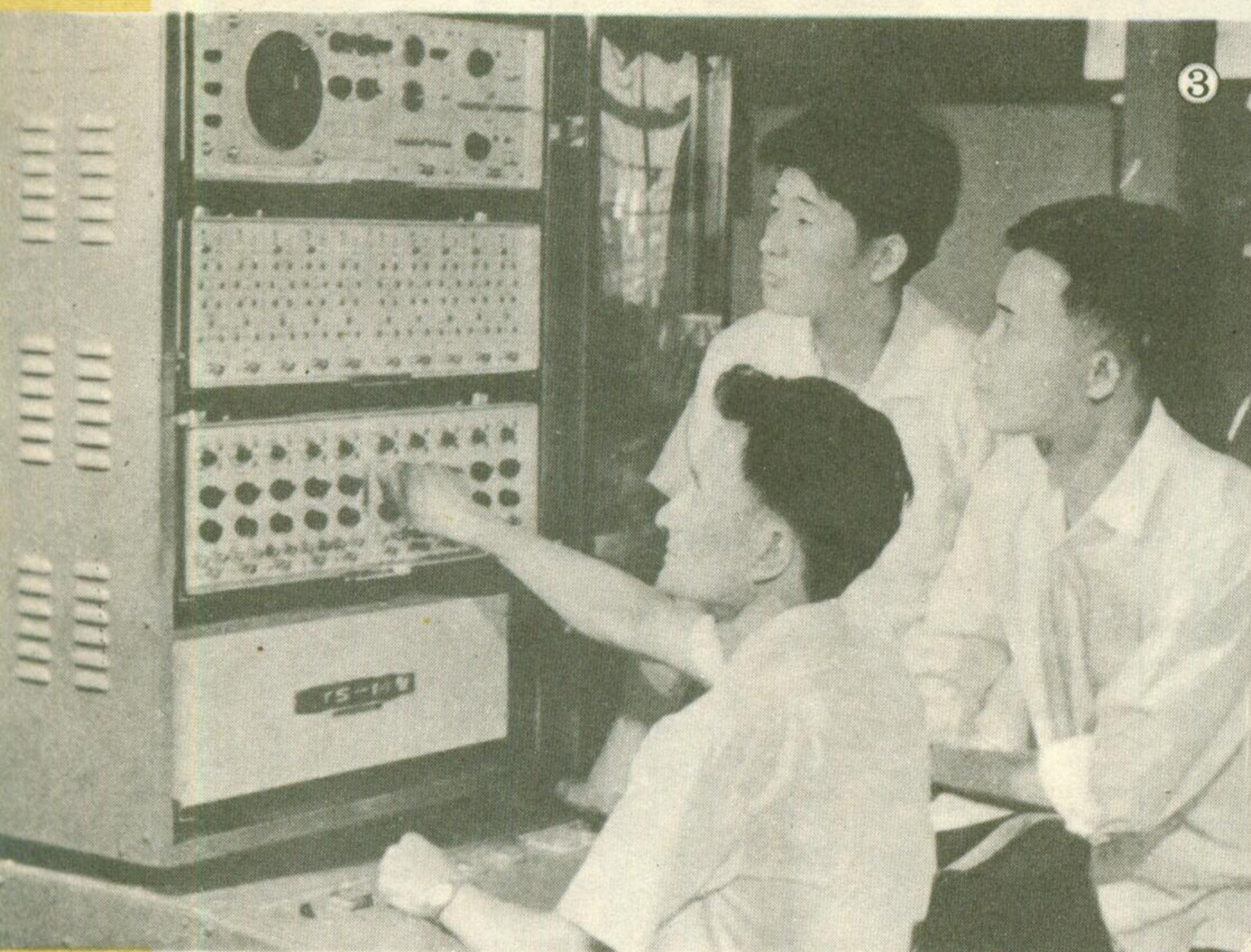
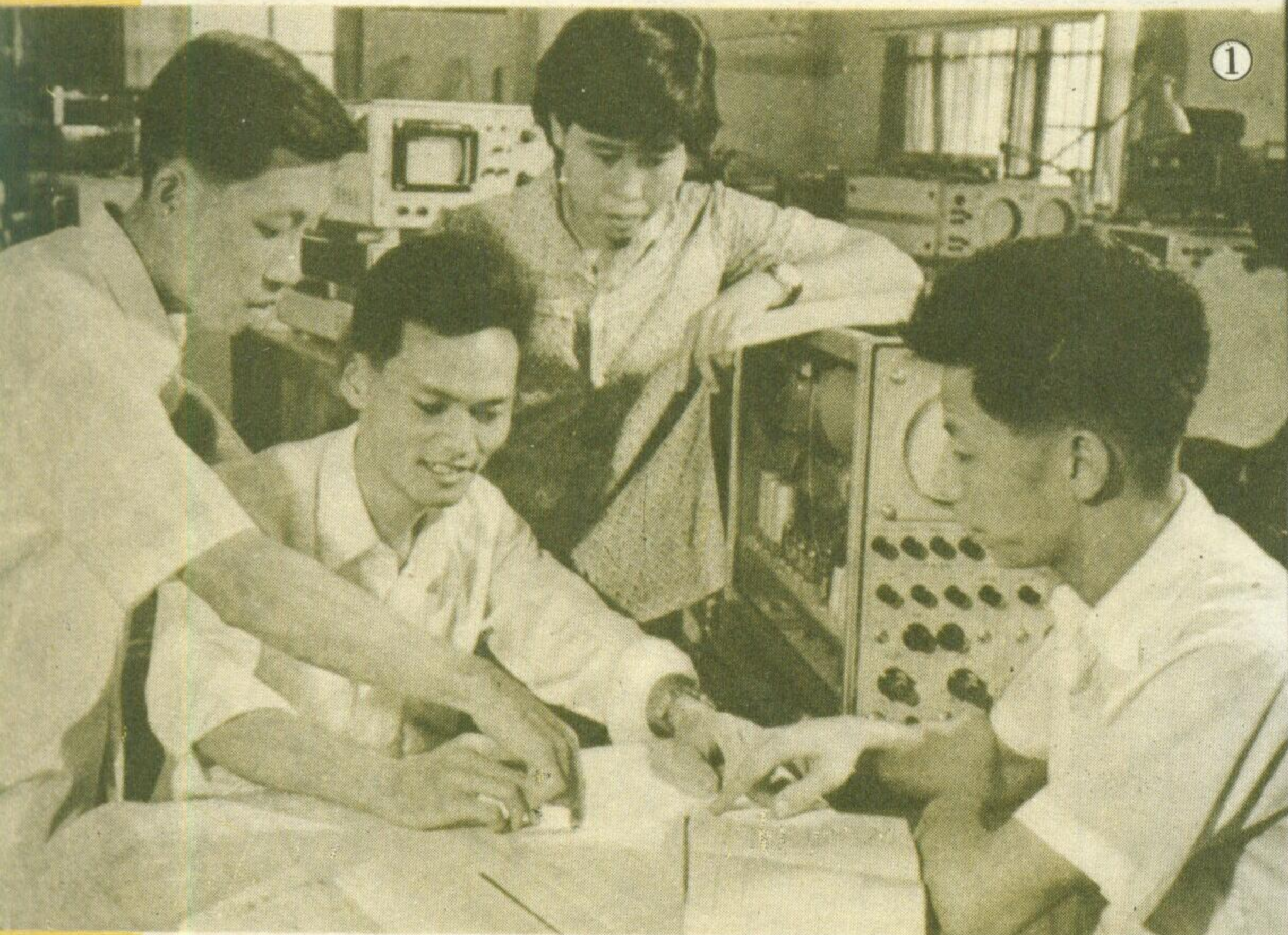
WUXIANDIAN

11  
1977

# 工厂办科研 生产大发展

广东省汕头超声电子仪器厂认真学习大庆经验，三大革命一起抓，努力使科研工作走在生产前面，获得科研、生产双跃进，成为广东工业学大庆的先进单位。

汕头超声电子仪器厂原是由一个电工组和一家修理收音机的合作社于1957年合并办起来的小厂。1964年开展工业学大庆群众运动以来，这个厂不断排除刘少奇、林彪和“四人帮”的各种干扰和破坏，注意发挥科学技术人员的作用，积极从工人中培养技术骨干，大搞“三结合”的科学实验活动，先后设计、研制成功三十三种超声探伤和超声诊断仪器，对发展我国超声探伤技术作出了重要贡献。



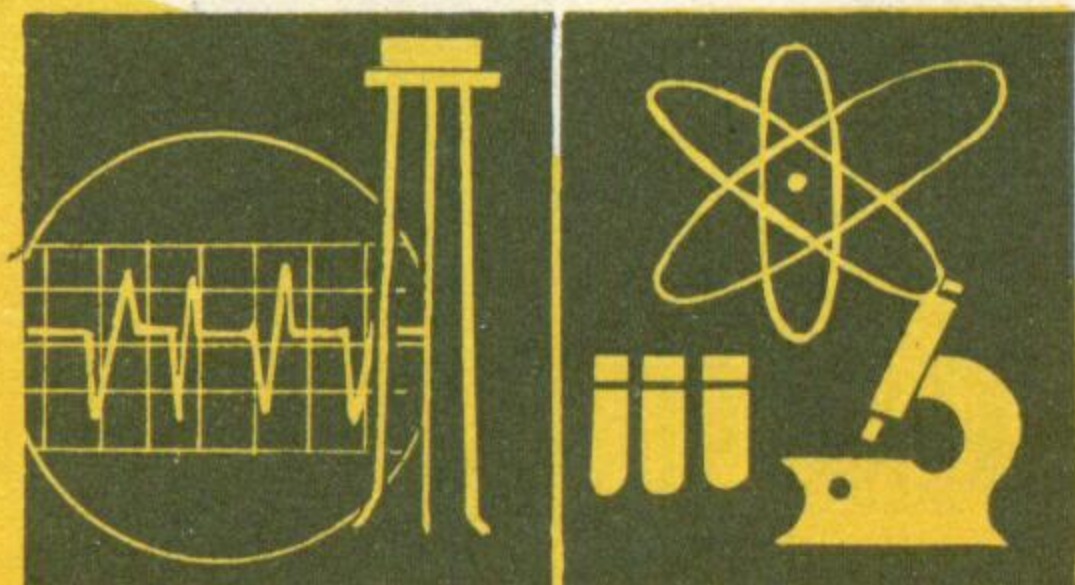
1. 汕头超声电子仪器厂的工人和技术人员积极努力学科学，练技术，搞革新。

2. 汕头超声电子仪器厂超声电子仪器研究所主任姚锦钟，原来是仅有初中一年文化程度的青年工人。他十多年如一日，刻苦学习文化科学知识，钻研超声探伤技术，先后设计、研制成功十五种超声波探伤仪。

3. 汕头超声电子仪器厂的技术人员正在调试新研制成功的高速自动超声波探伤仪。

4. 汕头超声电子仪器厂重视科研工作，年年都为国家提供新的超声波探伤仪器，年年都超额完成国家生产计划。

(以上照片及说明均为新华社供稿)



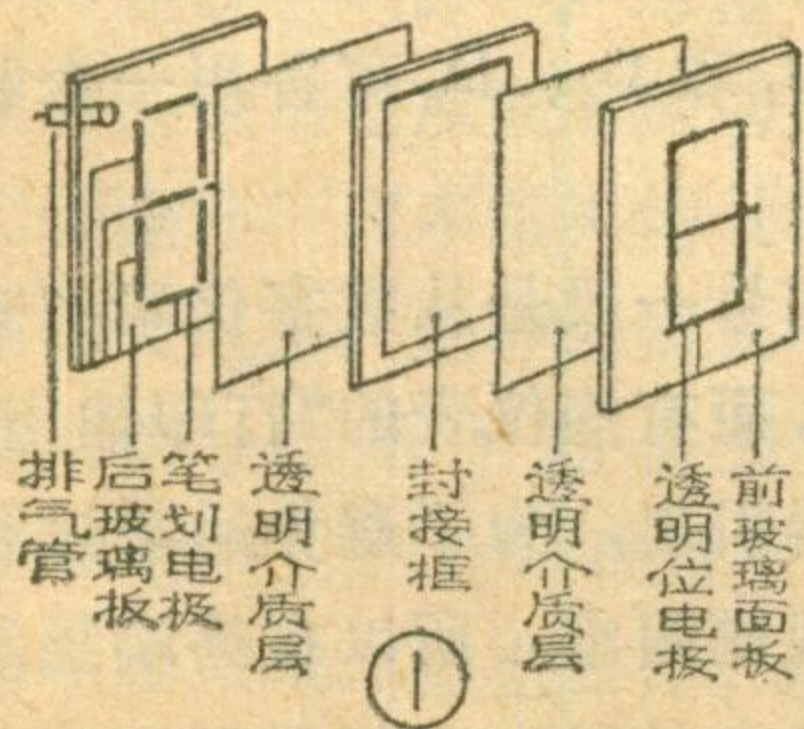
# 等离子数字显示板 和大型数字终端显示仪

安阳电子管厂 周子正 顾智企

等离子数字显示板是一种新型的平面数字显示器件，它可以做成一位数字显示板，也可以做成多位数字显示板。我厂生产的等离子数字显示板最小的字高只有8毫米，位数达16位，可用在台式电子计算机和仪器仪表中作数字显示用；而大型的等离子数字显示板的字高可达250毫米，可以用于各种需要大型显示的数字仪表，或制成将小型显示转换为大型显示的数字终端显示仪。数字终端显示仪可与各种数字仪表连接使用，与数字仪表的数码管同步显示各被测参数，字体高大，清晰明亮，观察阅读距离可达80余米，为大场所、远距离配合操作的工作人员提供了很大的方便，例如在钢铁生产中用来显示钢水的温度、数字，天车秤中用来显示钢水的重量等等。等离子数字显示的主要优点是视角广、抗震性能强、寿命长、亮度高、功耗小，缺点是工作电压较高。

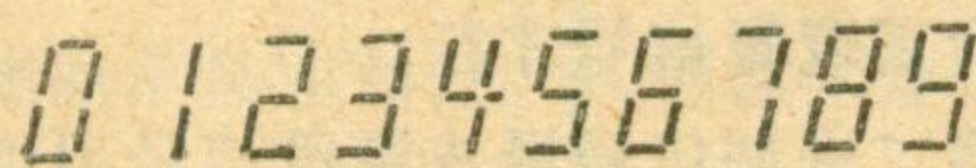
## 结构分解

图1是一位等离子数字显示板的结构分解示意图，由两块玻璃板、两层透明介质层、封接框和排气管组成。



在前玻璃面板上喷涂的透明电极，称为“位电极”，只用一根引线引出。后玻璃板上制有轮廓尺寸与位电极相同的分段电极，共八段，各有一根引线单独引出，称为“笔划电极”。在位电极和笔划电极上，全部覆盖一薄层透明介质，把电极和工作气体隔离开。将两块玻片字形对准后用封接框溶封，保持两玻片间距为0.2~0.3毫米，以形成空腔。然后，通过排气管抽去空腔中空气，充入以氖为主的混合气体，封闭排气管。

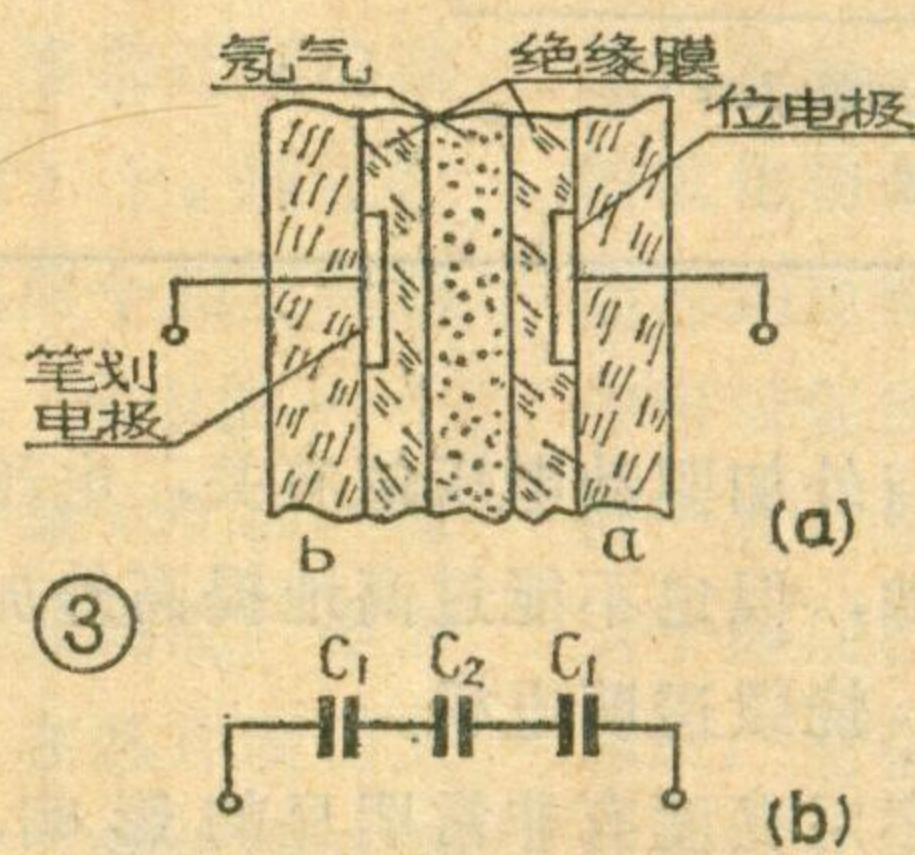
当在位电极和相应的笔划电极之间加上适当的驱动电压时，氖气电离发光，我们就可以看到由笔划电极所组成的0~9十个数字，字形见图2。发光颜色为橙红色。



## 工作原理

图3a为一位等离子数字显示板的剖面示意图。为

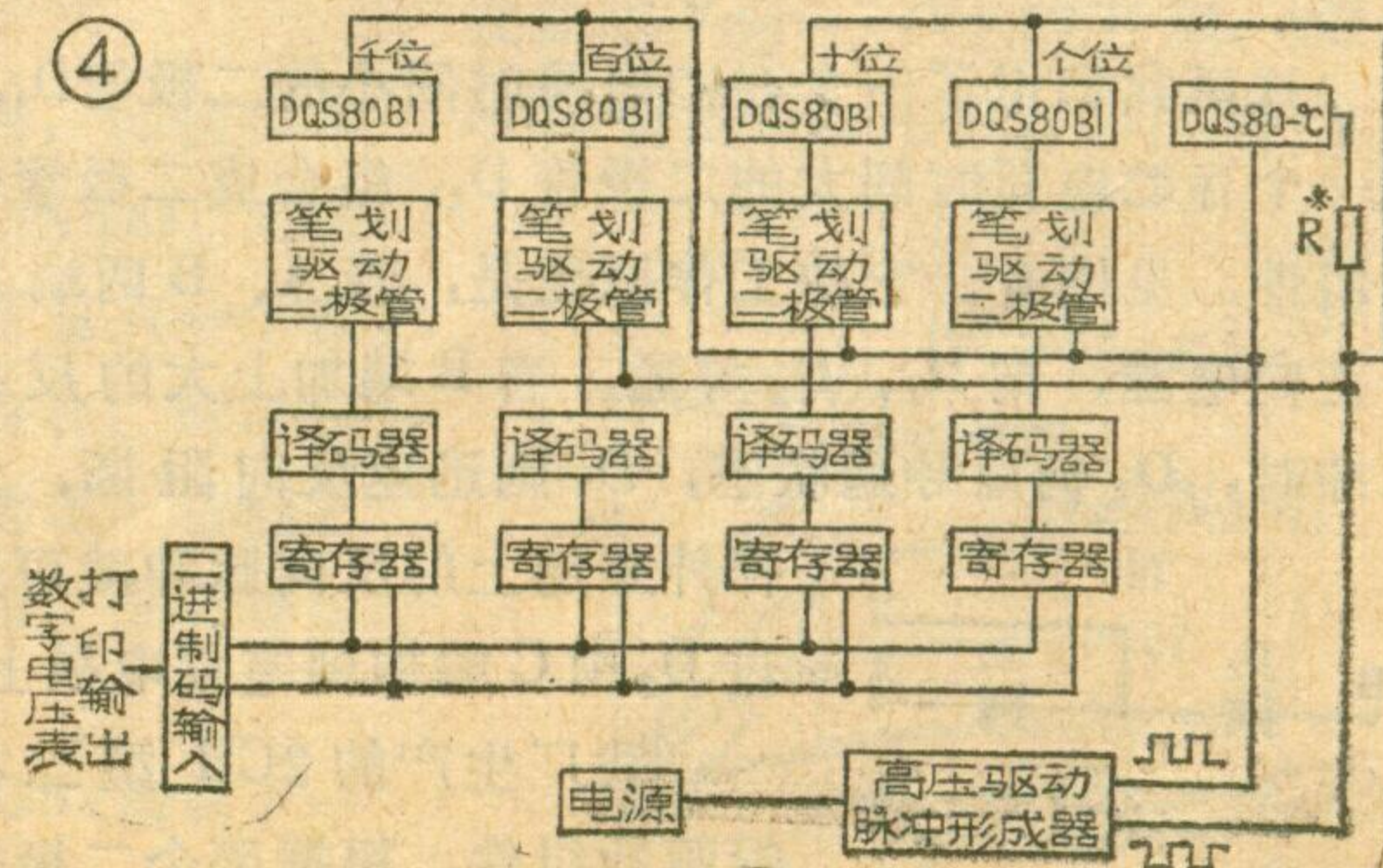
便于解释，假设笔划电极都集中起来用一根引线引出。显示板的等效电路相当于三个电容串联，见图3b，其中 $C_1$ 为电极介质层电容， $C_2$ 为电极间电容，气体放电就是在 $C_2$ 空间内进行的。如果在位电极a和笔划电极b之间加上直流电压V，a为正极，b为负极，当

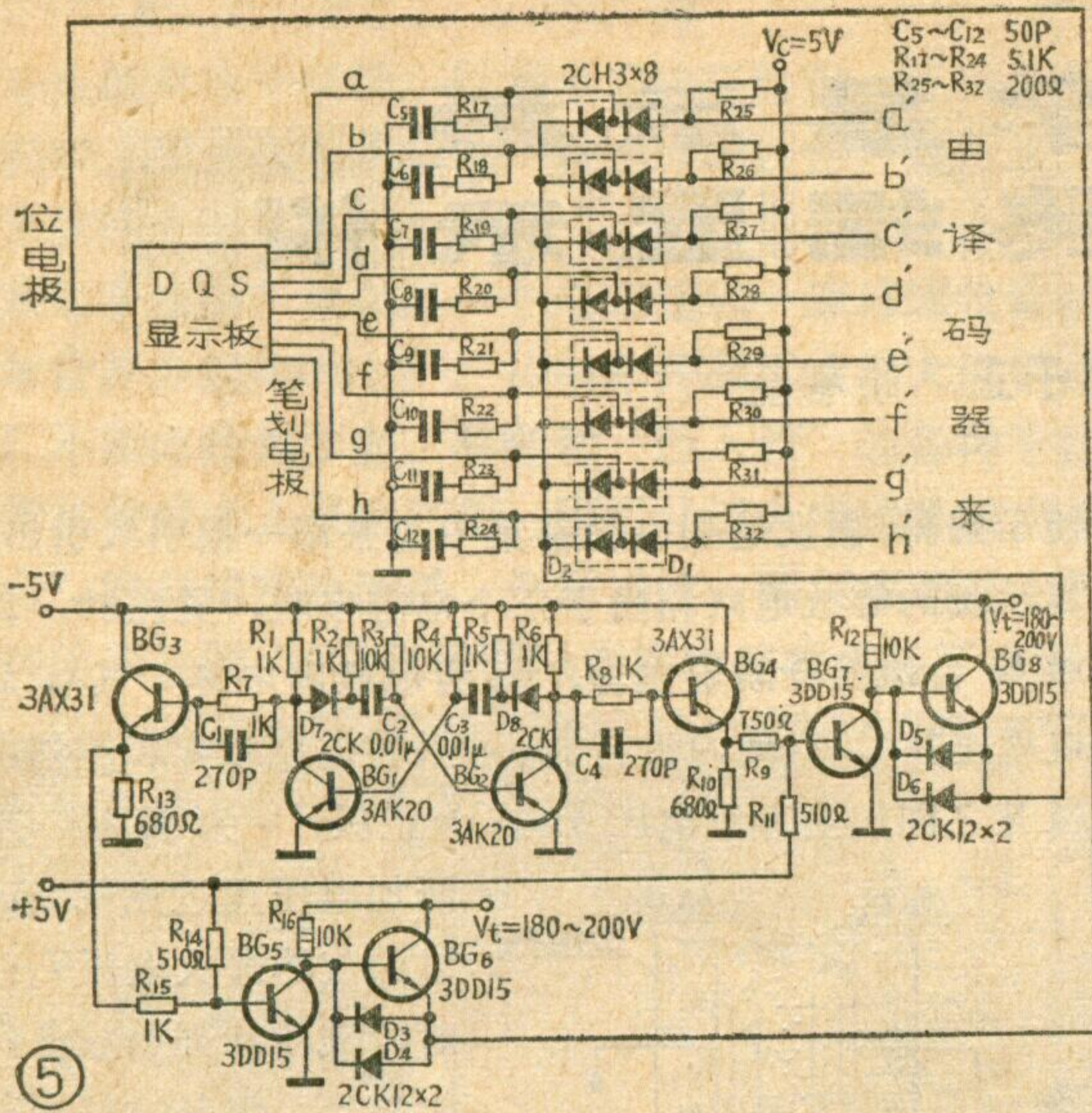


所加电压超过充气空间里的气体着火电压 $V_f$ 值时，气体就开始放电产生辉光。但是这辉光不能持久，瞬息即灭。这是因为放电时气体电离，产生大量的电子和正离子，它们在电场的

作用下，电子奔向正极，停留在a的绝缘膜上；正离子则落到了负极b的绝缘膜上，这样就产生了一个和外加电压反向的电压 $V_B$ ，称它为壁电压。壁电压迅速升高，它大大地削弱了外加电压，当 $V-V_B$ 值小于放电维持电压 $V_S$ 时，放电即停止，所以等离子数字显示板是不能用直流电压来工作的。如果紧接着把外加电压极性反过来，b接正而a接负，这时外加电压与壁电压的极性就相同了，壁电压反而促进了放电，电极间的电压为 $V+V_B$ ，立即又放电一次而后停熄。如果把外加电压正负交变，每一周期放电两回，则有两次光输出，当频率高到一定值时，由于眼睛的视觉暂留关系，我们就能看到连续稳定发光的数字了。

因此只要提供一个比着火电压 $V_f$ 高的交变驱动电压(着火电压170V，驱动电压180V~200V)，等离子数字显示板就能点燃并稳定地发光。驱动电压的波形可以是方波、正弦波或三角波等，一般采用方波最为合适。





显示板的发光亮度与外加驱动电压值有关，电压提高，其亮度也随之增加，但也不能过高地提高外加电压，以免击穿绝缘层，烧毁透明电极。

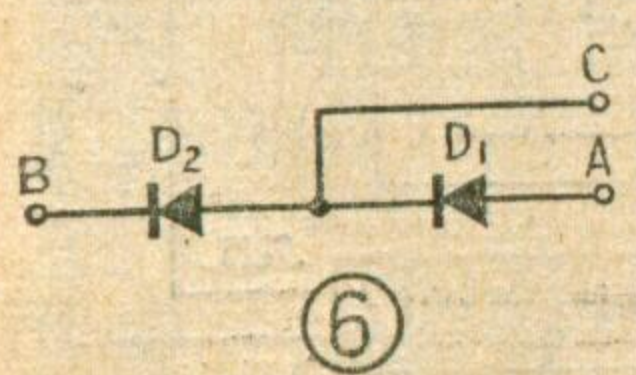
外加驱动电压的频率对亮度有非常明显的影响，频率提高，亮度也随之增加，两者呈直线关系，一位数字驱动频率一般选为 10 千赫左右，亮度已经足够。

### 大型终端显示器

如前所述，等离子数字显示板可用于制造各种数字仪器仪表、数字钟以及用于需大型显示场合的数字终端显示器等。下面以大型等离子数字终端显示器为例，讲一讲它是怎样实现数字显示的。显示器的原理见方框图 4，由电源、高压驱动脉冲形成器、寄存器、译码器、笔划驱动二极管组件等组成。其中高压驱动脉冲形成器和笔划驱动二极管组件构成驱动部分，它的原理见图 5。BG<sub>1</sub>、BG<sub>2</sub> 组成多谐振荡器，产生 8 千赫的方波信号，相位相差 180 度的两组方波信号分别从 BG<sub>1</sub>、BG<sub>2</sub> 的集电极输出，经射极跟随器 BG<sub>3</sub>、BG<sub>4</sub>，送到 BG<sub>5</sub>、BG<sub>6</sub> 和 BG<sub>7</sub>、BG<sub>8</sub> 两组放大电路，将方波幅值放大到 200 伏。

可是这个脉冲方波是怎样加到笔划电极上去的呢？

这里我们用了一个存贮电荷时间小的二极管 D<sub>1</sub>，和一个存贮电荷时间大的二极管 D<sub>2</sub>，组合成二极管驱动组件，见图 6。它的工作原理是：当 A、B 两端接一正向电源，则 D<sub>1</sub>、D<sub>2</sub> 导通，当 B 端加上大的反向脉冲时，D<sub>2</sub> 仍呈导通状态，D<sub>1</sub> 则迅速反向阻断，这样外来加上的反向脉冲就可通



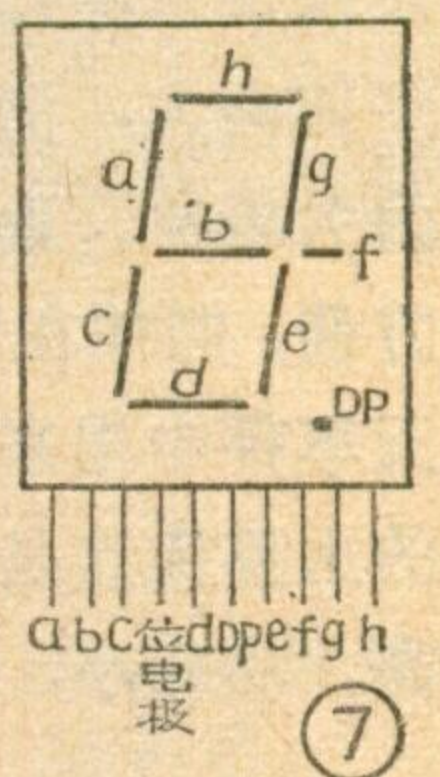
过 D<sub>2</sub> 由 C 端加到笔划电极上。

我厂生产的 2CH 型二极管驱动组件，根据两个二极管

存贮时间差的不同，分成 2CH<sub>2</sub>、2CH<sub>3</sub>、2CH<sub>5</sub> 三种，其存贮时间差分别近似为 2μS、3μS、5μS。

显示板的每个笔划电极各与一个 2CH 组件相连，位电极直接与高压方波脉冲形成器的另一个输出端相连。为使驱动部分的三极管 BG<sub>6</sub>、BG<sub>8</sub> 和二极管 D<sub>3</sub>、D<sub>4</sub>、D<sub>5</sub>、D<sub>6</sub> 负荷均匀，显示仪个位、十位显示板的笔划电极和百位、千位板的位电极连接在一起；个位、十位板的位电极和百位、千位板的笔划电极连接在一起。符号板的相应电极中串联一电阻 R，调节它的阻值使符号板亮度和其它显示板一样。

我们以显示数“3”为例来解释：显示板的八个笔划分别用字母 a、b、c、d、e、f、g、h 表示，其对应电极关系见图 7。当数字仪表计数器部分发出“3”指令，终端显示器的译码器输出信号使 b'、d'、e'、g'、h' 端开路，其余端接地，这时电源 V<sub>c</sub> 通过 R<sub>28</sub>、R<sub>29</sub>、R<sub>31</sub>、R<sub>32</sub> 及对应笔划电路中的 2CH<sub>3</sub>、D<sub>5</sub>、D<sub>6</sub> 和 BG<sub>7</sub> 到地，2CH<sub>3</sub> 中的 D<sub>1</sub>、D<sub>2</sub> 正向导通。当 BG<sub>7</sub> 基极输入一负脉冲时；BG<sub>7</sub> 截止，BG<sub>8</sub> 导通，驱动脉冲就加到 D<sub>2</sub> 的负极，由于 D<sub>2</sub> 的存贮电荷和存贮时间大，尽管加以反向电压仍能通导一段时间。而 D<sub>1</sub> 却不



一样，由于它的存贮电荷和存贮时间小，马上截止。这样高压脉冲通过 D<sub>2</sub> 就加到了显示板 b、d、e、g、h 笔划，使之工作，显示数“3”。

R<sub>17</sub>~R<sub>24</sub> 和 C<sub>5</sub>~C<sub>12</sub> 用来消除由于感应产生的笔划误亮。二极管 D<sub>3</sub>、D<sub>4</sub> 和 D<sub>5</sub>、D<sub>6</sub> 采用 2CK12，如改用大功率开关管，则 D<sub>3</sub>、D<sub>4</sub> 和 D<sub>5</sub>、D<sub>6</sub> 可各用一个管子代替。

因为终端显示器输入信号一般是从数字仪表“打印输出”的多芯插座引入的，而有些仪表的“打印输出”没有经寄存器直接由计数器引出，为了避免运算过程中显示板闪烁跳动，造成观测困难，所以在终端显示器中加了一级寄存器，如天水长城电仪器厂生产的 PZ-13 型五位数字电压表就属此类。如原仪器有寄存器，数字信号可以直接引入，可省去寄存器这一部分。

另外，等离子数字显示板驱动线路要求正逻辑输入，如果仪器的输出为负逻辑，则需先进行电平转换，把负逻辑信号变为正逻辑信号才行。

译码器的功能是将二进制信号译成笔段信号用以控制各段发光显示数字，与一般常用的八段译码电路原理一样。

上面所讲的是每位数字用一套译码器，称静态驱动。对于显示位数较多的整机，可使用动态驱动，即多位数字扫描显示。

显示器需用 ±5 伏和 +200 伏三组直流电源，由市电整流稳压后取得。

# 集成电路触发器中的 半导体开关和逻辑门 续

颜 超

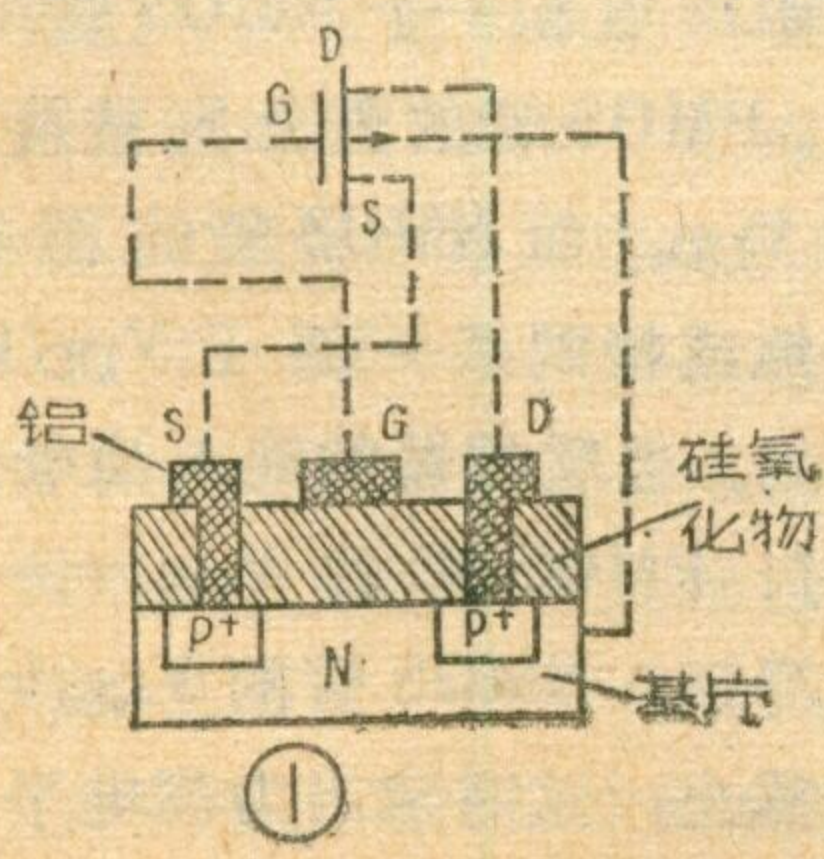
金属—氧化物—半导体（简称 MOS）集成电路具有集成度高、功耗低、输入阻抗大等优点，特别适于制造小型台式电子计算机、电子钟表、电子秤、医疗电子仪器等中小型或微型计算装置和仪表。在这一篇里，我们来介绍这种电路。

MOS 集成电路的基本元件是 MOS 晶体管。在 MOS 电路中，依靠电子导电的器件被称为 N—沟道器件，而依靠空穴导电的则被称为 P—沟道器件。所谓沟道，就是电流通路。无论是 P—沟道还是 N—沟道器件都还可以分为增强型和耗尽型两种。实际应用中，在零输入电压的作用下截止的称为增强型器件而在零输入电压下导通的则称为耗尽型器件。

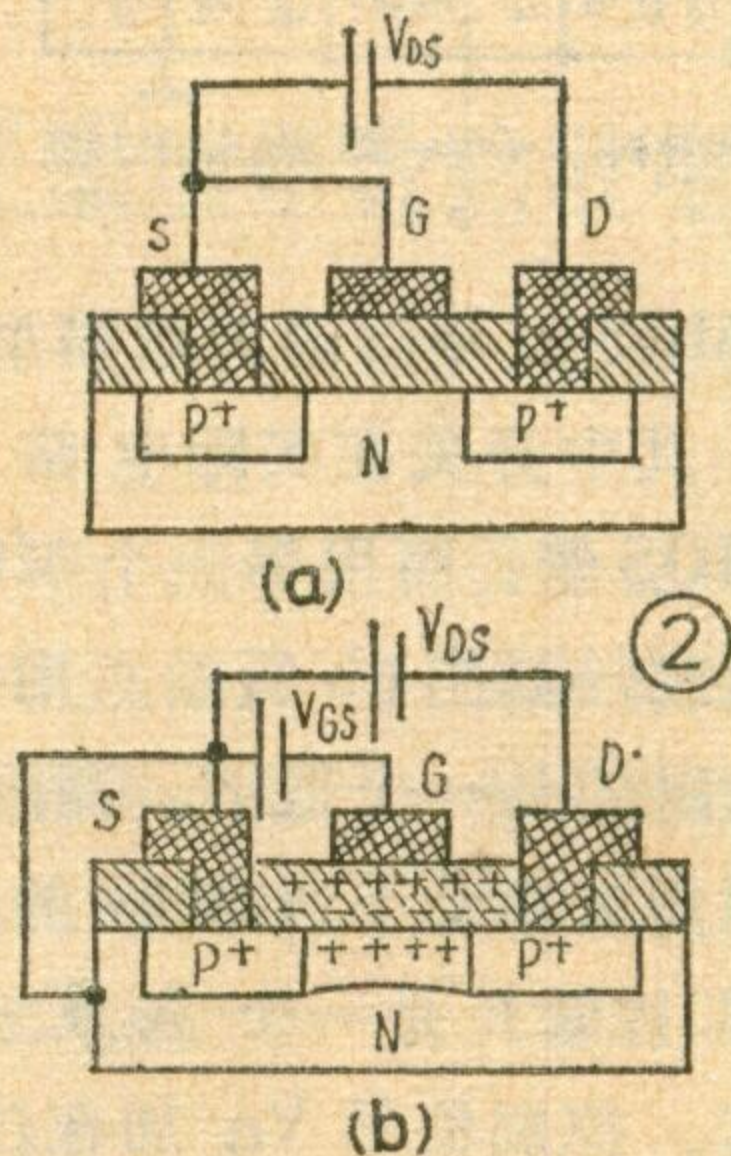
在数字电路中，希望单用前级电路的输出电压就能驱动次级电路实现翻转，而不用再增设额外的电压偏置电路。这样就需要一个在零输入信号作用下能保持截止的 MOS 器件。因此，在数字集成电路中多采用增强型器件。我们在本文中只讲这种最常用的器件及其相应的电路。

## MOS 晶体管开关

MOS 晶体管是构成 MOS 数字电路的基本器件。这种晶体管必需



具备开关的性能。那么 MOS 管的开关性能是怎样获得的呢？为了回答这个问题，让我们先来看一下 MOS 晶体管的结构。如图 1，整个管子制作在一个经过渗杂处理的高阻 N 型硅材料（基片）上。通过扩散，在硅基片上形成两个相互间隔开的低阻 P 型区 P<sup>+</sup>，其中的一个用来注入电流，称为源（S）极，简称源；另一个用来泄漏电流，称为漏（D）极，简称漏。在基片表面上再覆盖上一层很薄的二氧化硅绝缘层，并在它的上面开出窗口，使金属铝引线直接接触及源和漏。在基片上，介于源和漏之间的区域称为沟



道。在沟道的上面，沿绝缘层再覆盖上薄薄的一层金属，称为栅极金属区，把它用金属引线接出来便是栅（G）极，简称栅。

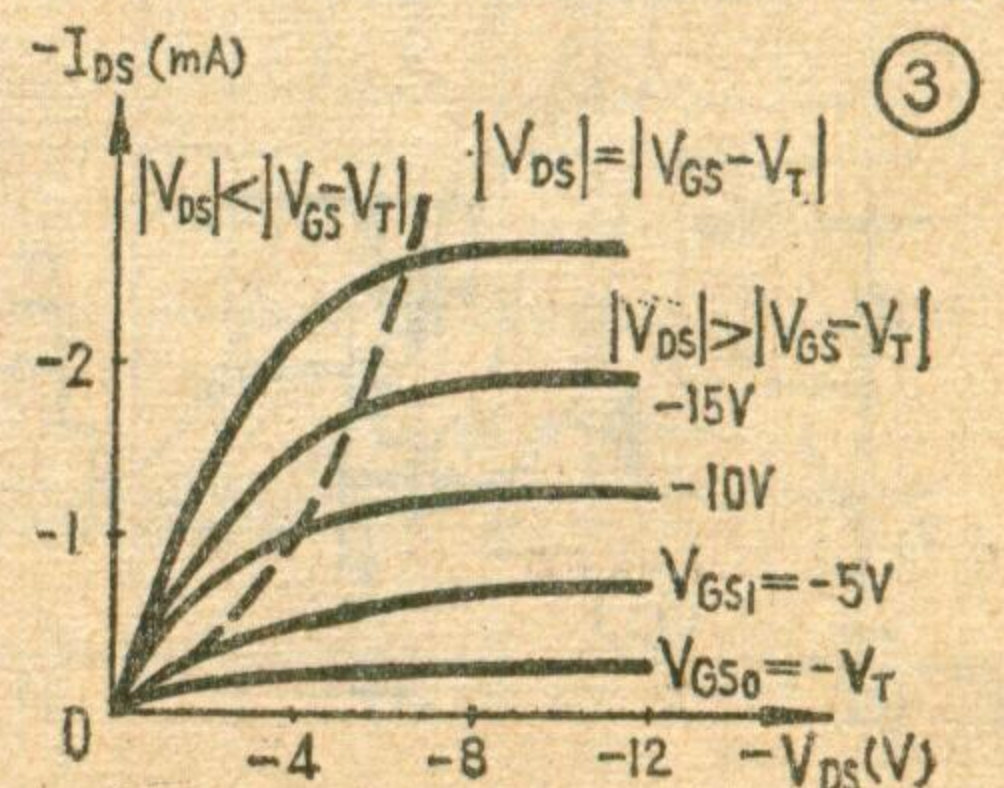
当栅极电压为零时，即使在 D 和 S 之间加上电压（见图 2a），无论电压的极性如何，由于总有一个被反向偏置的 P—N 结存在，所以源和漏之间的电流几乎为零，它们之间存在一个很大的电阻，没有导电沟道。

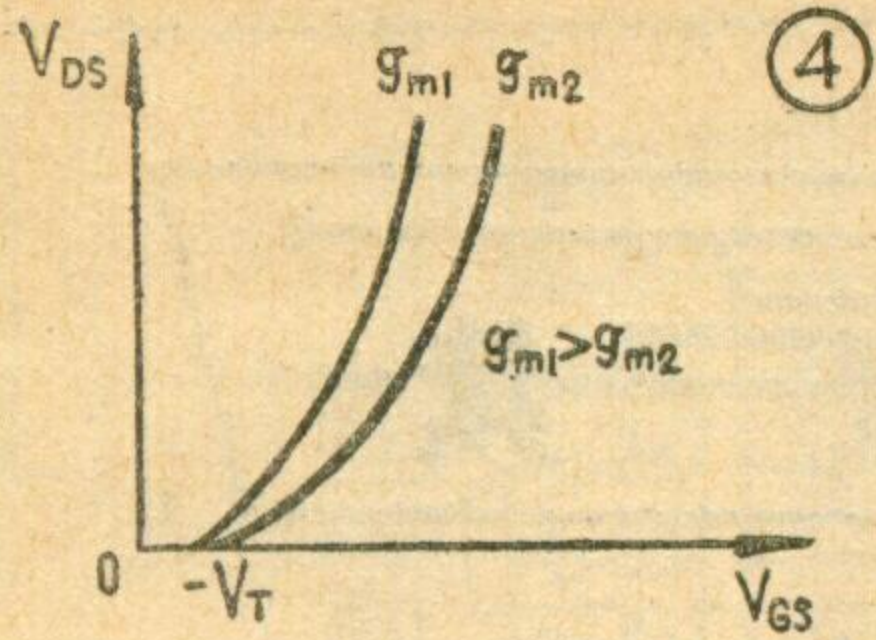
为了使 P 沟道 MOS（简称 P—MOS）开关处于合上状态，必须

以足够高的负电压  $-V_{GS}$  加至栅极（图 2b）。我们可以形象地将栅极视为电容器的一个极板，而将隔着氧化物在栅极下面的基片的一部分沟道视为另一个极板，两个极板之间的氧化物是电介质。当负栅压逐渐增加到足够大的数值时，在 N 基片中可以促成一个空穴的薄层，它从源一直伸展到漏，紧贴着氧化物，这个薄层已经不再是 N 型半导体，相反，它很象一个 P 型半导体，我们把它叫作 P 型反型层。

能形成反型层的最低栅源电压叫做开启电压或门限电压  $V_T$ 。当  $|V_{GS}| > |V_T|$  时，一个 P 型反型层将源和漏联接起来，它就是通常所说的沟道，这时在漏源电压  $-V_{DS}$  的作用下就可以形成电流，相当于开关的合上状态。而当  $|V_{GS}| < |V_T|$  时，因为没有沟道形成，所以无论有多么大的  $-V_{DS}$  作用都不能引起源至漏的电流，相当于开关的断开状态。可见，通过改变栅极电压  $-V_{GS}$  可以控制 MOS 开关的启闭。

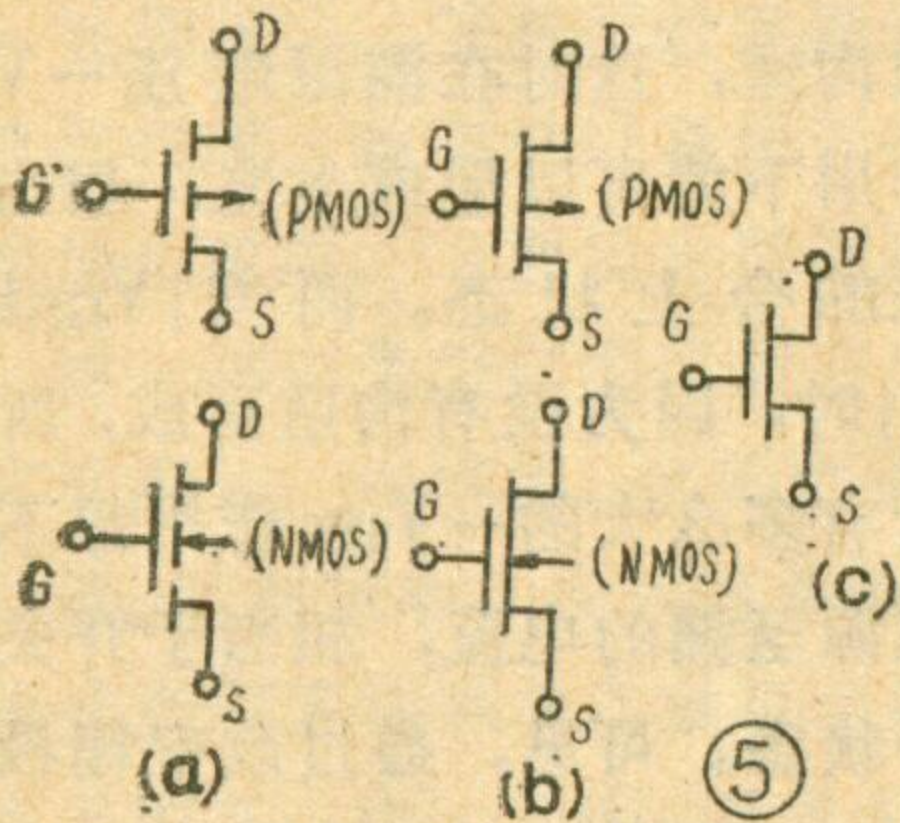
MOS 管的基本性能可以用两组特性曲线来描绘。图 3 的曲线，以  $V_{GS}$  为参变量绘出了  $I_{DS}$  与  $V_{DS}$  之间的变化关系，称为输出特性。在曲线  $V_{GS} = -V_T$  的下面，流过 MOS 管的  $I_{DS}$  几乎为零，相当于





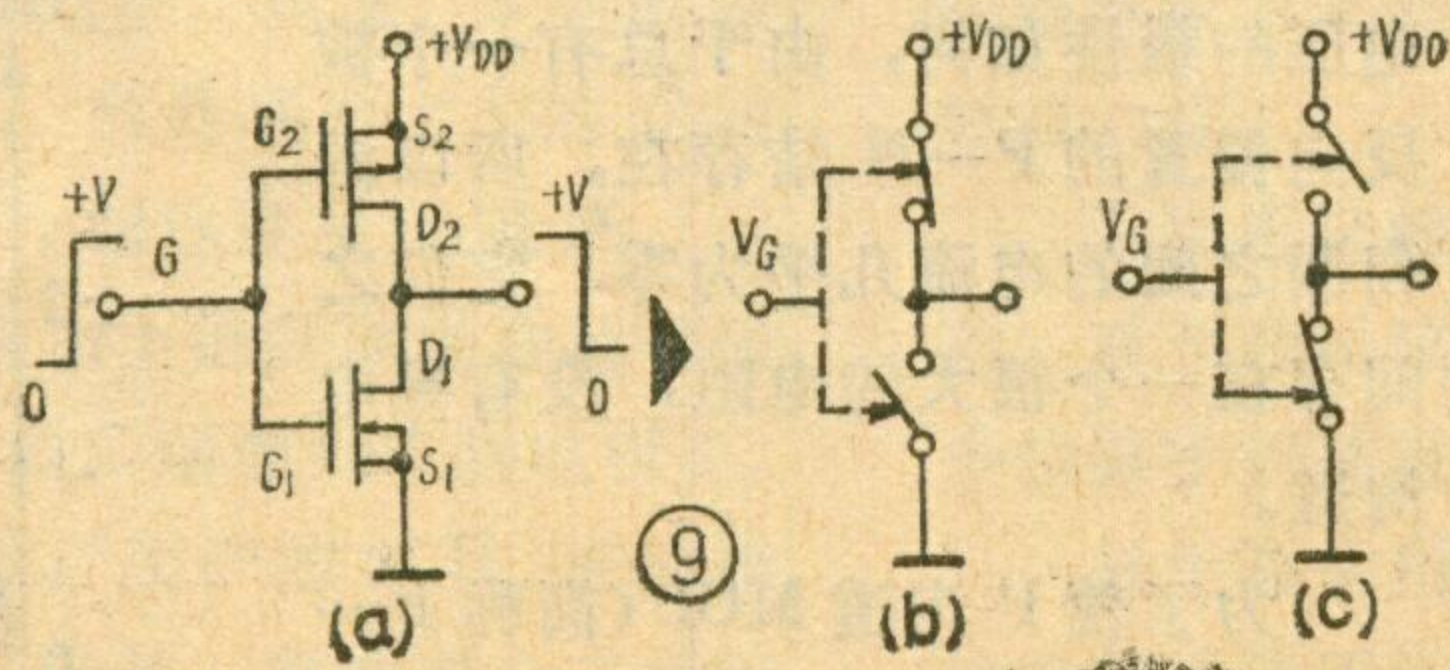
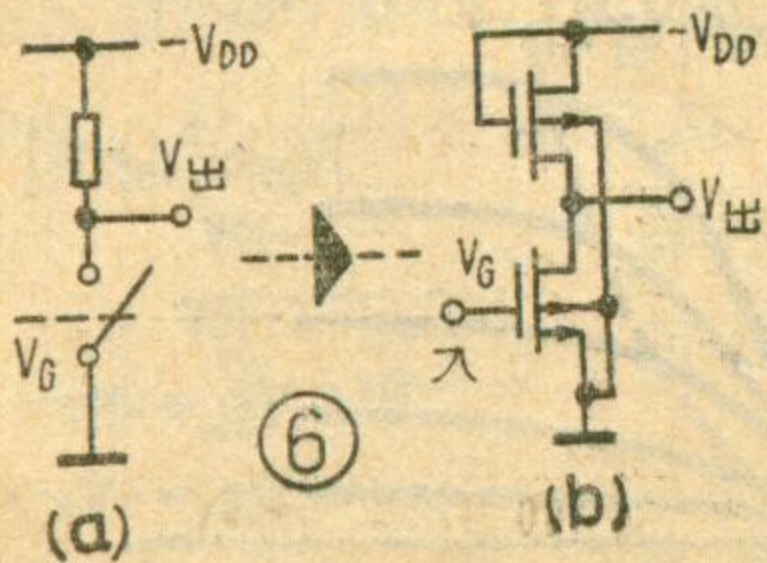
MOS 开关处于断开状态。随着  $V_{GS}$  变负，反型层逐步形成。此时加上  $V_{DS}$ ，就会有  $I_{DS}$  流过 MOS 管，形成一个以  $V_{GS}$  为参变量、 $I_{DS}$  随  $V_{DS}$  变化的曲线族。在图中标有  $|V_{DS}| = |V_{GS} - V_T|$  一根虚线的左方区域， $I_{DS}$  与  $V_{DS}$  基本上呈线性关系，一般称为可调电阻区；而虚线右方的区域，漏极电流  $I_{DS}$  几乎不随  $V_{DS}$  变化，称为饱和区。

MOS 管的另一个基本特性叫做转移特性(图 4)。从该特性可以看出栅源电压  $V_{GS}$  怎样控制 MOS 开关工作：当  $|V_{GS}| < |V_T|$  时， $I_{DS} = 0$ ，开关断开；而当  $|V_{GS}| > |V_T|$  时，开关可以处于合上状态。该曲线的斜率  $g_m = \frac{\Delta I_{DS}}{\Delta V_{GS}}$  称为 MOS 管的跨导。一个 MOS 管的转



移特性曲线越陡， $g_m$  越大，单位  $V_{GS}$  的变化所引起的电流变化  $\Delta I_{DS}$  越大，说明栅的控制作用越强。

以上讲的是 PMOS 管。NMOS 管的原理也相仿，它的基片是 P 型材料，所以栅和源之间加正电压后形成 N 型反型层，这种管子在正常

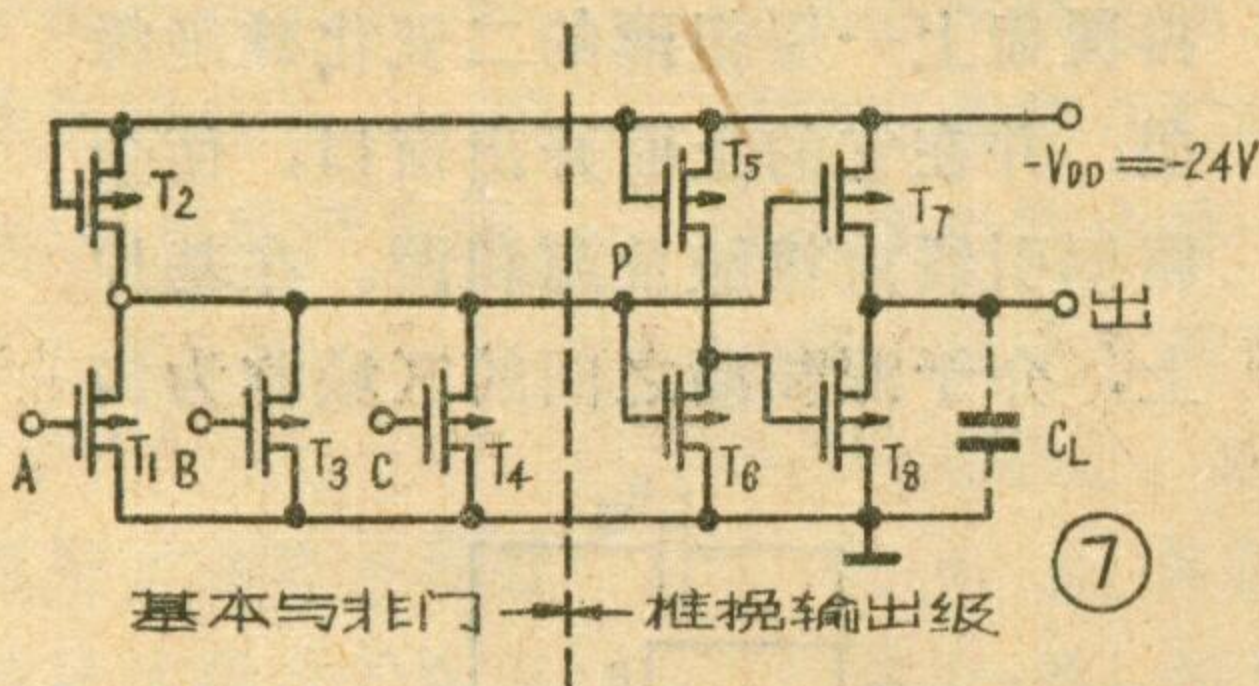


工作时要求漏和源之间加正电压。

在数字集成电路中所采用的增强型 MOS 管的表示符号如图 5a 所示：管子的栅极好象电容器的极板，用一根垂线表示；它右面的垂线表示沟道。因为当  $V_{GS} = 0$  时，增强型 MOS 管是截止的，不存在导电沟道，因此这根垂线画成断开的形式。PMOS 管用离开反型层的箭头表示；反之，NMOS 管用指向反型层的箭头表示。平常也可采用如图 5b 或 5c 所示的简化符号。

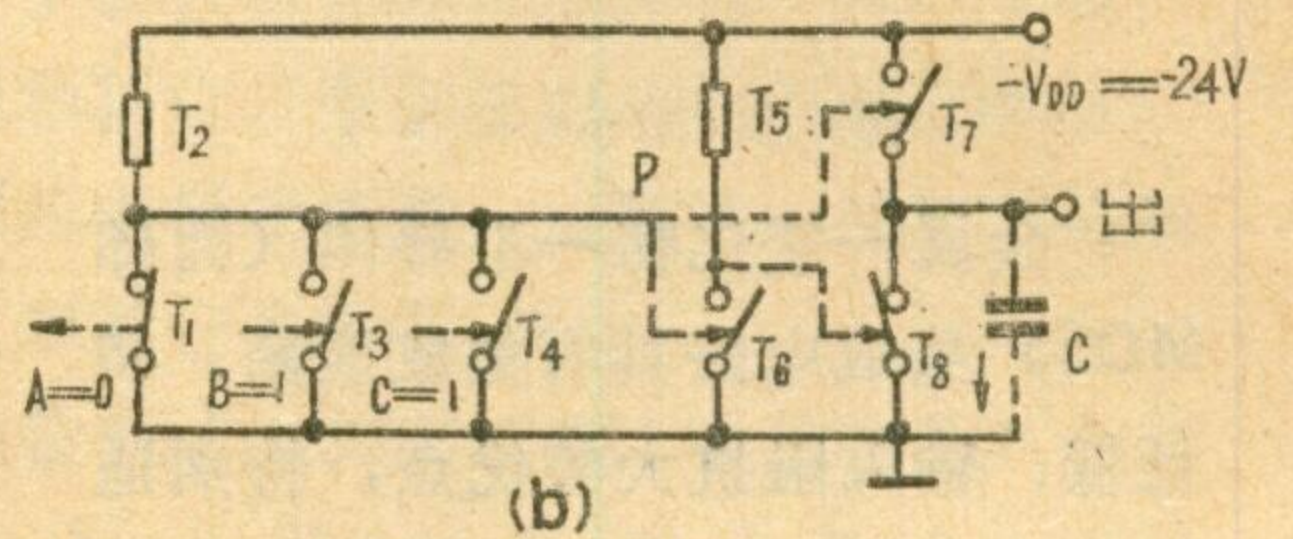
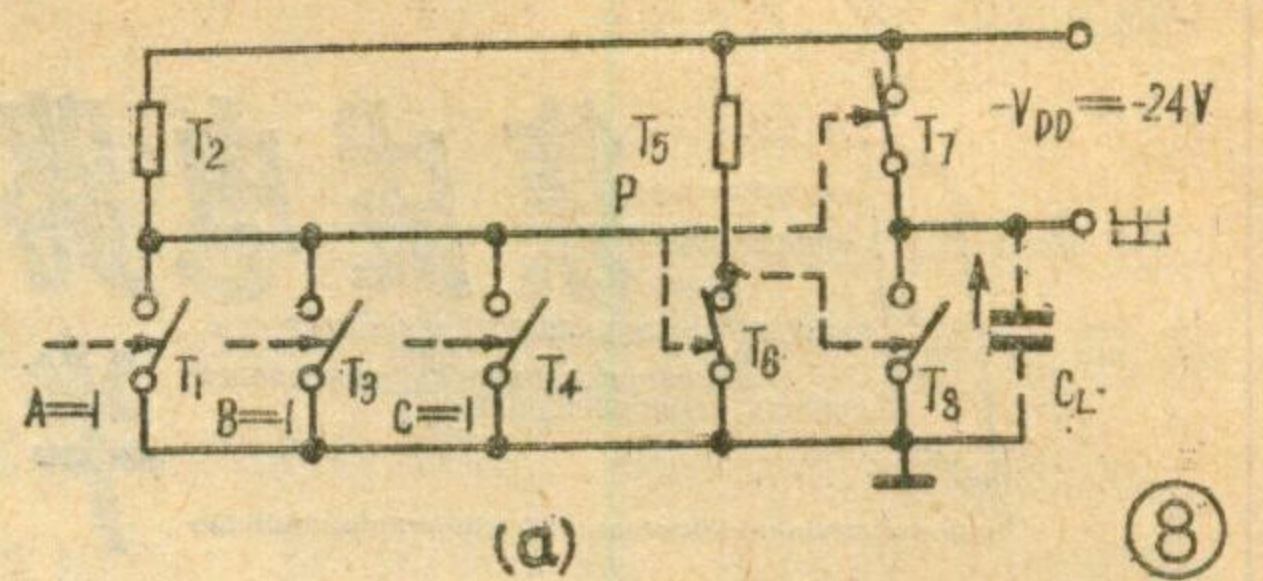
### P-MOS 反相器

在目前生产的 MOS 数字集成电路中，PMOS 电路虽然速度比较低，但因为工艺性较好，因此仍占有相当的地位。PMOS 中最基本的单元电路是实现“非”功能的反相



器。PMOS 反相器的理想模型示于图 6a，其中开关在实际电路中是一个 MOS 管，而用另一个 MOS 管来作负载，如图 6b 所示。用来当负载电阻的是一个低  $\beta$ 、高阻 MOS 管，而用来驱动下级电路的管子(称为门控管)是一个高  $\beta$ 、低阻 MOS 管。控制信号  $V_G$  加在门控管的栅极。当  $V_G$  足够负时，门控管导通，相当于开关的合上状态，反相器输出高电平；当栅极处于零电位时，门控管截止，相当于开关的断开状态，反相器输出低电平。

图 7 示出了一种实际的 PMOS



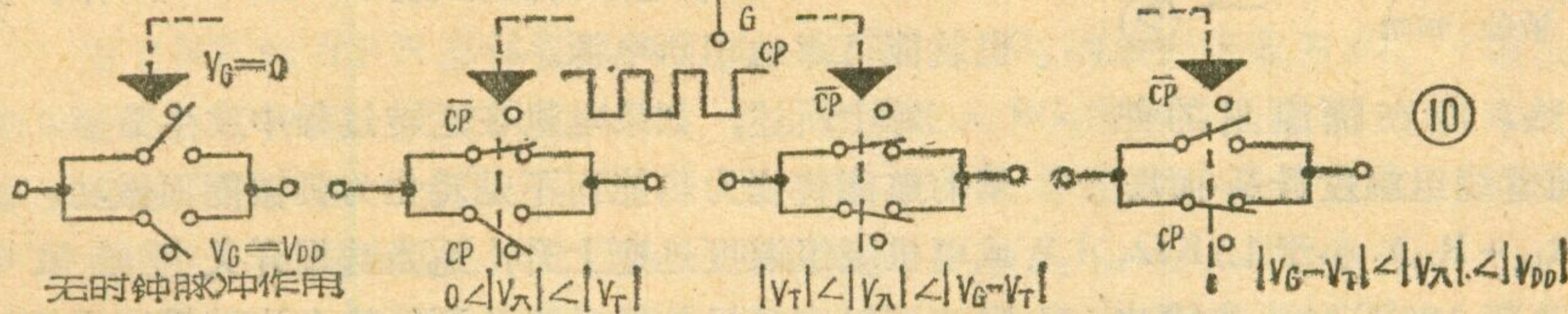
与非门电路。左半边是基本与非门，MOS 管  $T_1$ 、 $T_3$ 、 $T_4$  为反相器的门控管而  $T_2$  为负载管。电路的右半边是推挽输出级，其中的两只 MOS 管  $T_7$  和  $T_8$  总是一个导通、一个截止。MOS 管  $T_5$  和  $T_6$  是推挽级门控管  $T_8$  的反相驱动级。如果输入端为  $A=B=C=1$  (图 8a)，此时 MOS 开关  $T_1$ 、 $T_3$ 、 $T_4$  断开，P 点为低电平；若  $A=0$ ， $B=C=1$  (图 8b)，则  $T_1$  合上， $T_3$ 、 $T_4$  断开，P 点为高电平。在这两种情况下通过推挽输出级  $T_7$ 、 $T_8$  分别输出逻辑“0” (低电平) 和逻辑“1” (高电平)，即这个电路具有与非门的逻辑功能。

### 互补 MOS (CMOS) 反相器和传输门

CMOS 集成电路除具备 PMOS 电路的许多优点外，还具有功耗低、速度快、抗干扰能力强等优点，因此成为很有发展前途的一个品种。CMOS 电路是在一个硅基片上综合两种极性的 MOS 管形成的。CMOS 电路有两种基础电路：反相器和传输门。关于 CMOS 电路，将另文介绍，因此本文只讲一讲用模型电路的方法分析上述两种基础电路。

如图 9a，CMOS 反相器是由一个 PMOS 管和一个 NMOS 管串接而成。PMOS 管的源极  $S_2$  被接到正电源  $V_{DD}$ ，而 NMOS 管的源极  $S_1$  则接地或接到某一低于  $V_{DD}$  的电位  $V_{SS}$ 。当反相器的输入端电位为  $0V$  时，PMOS 管的  $V_{GS2} = -V_{DD}$  使它导通，NMOS 管的  $V_{GS1} = 0$  因此它截止，这时输出为高电平 (图

9b)。反之，若有一数值上接近于 $V_{DD}$ 的输入电压 $+V$ 加至输入端，则NMOS管受正偏而导通，PMOS管受反偏而截止，如图9c



的模型电路所示，这时输出为低电平。在任意逻辑状态下，总有一个MOS开关是处于截止状态的，因此电路的静态功耗很低。

CMOS传输门及其模型电路示于图10（常用符号TG来表示传输门）。传输门实质上是由一个PMOS管和一个NMOS管并联起来构成的可控双刀单掷开关。如果在栅极外加一个控制电压使开关合上，则接通电阻很低；反之，当控制电压

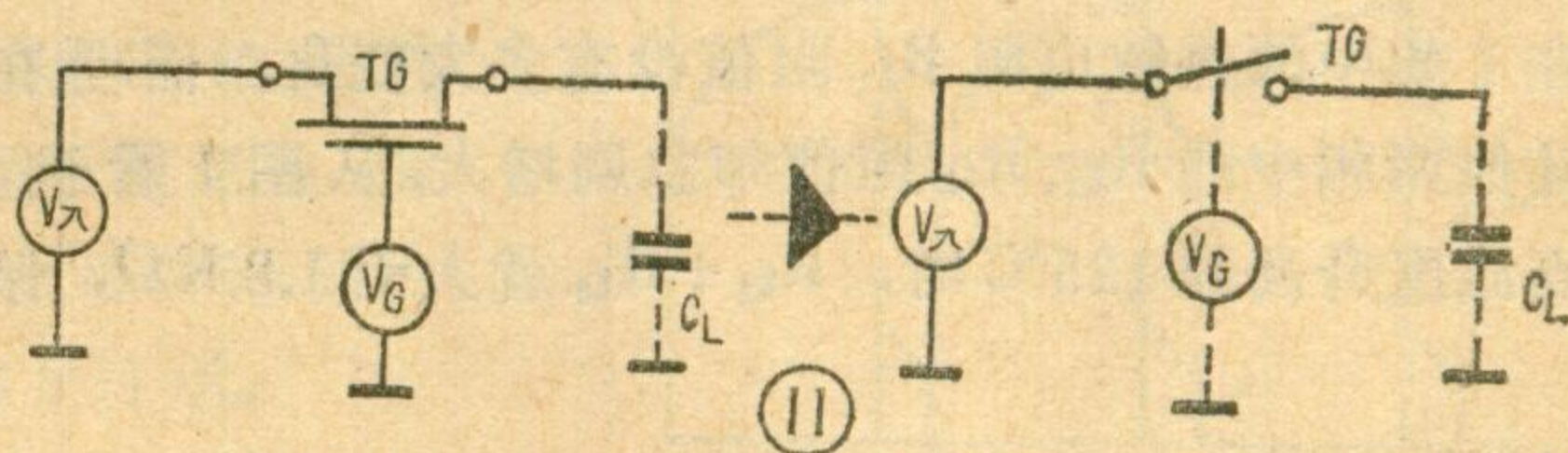
消失，开关断开时，它两端的电阻可以超过 $100M\Omega$ 。控制传输门的驱动电流小到可以忽略不计，因此传输门实

质上是一种电压控制的开关元件。

倘若用一个MOS管作传输门（图11），则当其栅极加控制电压 $V_G$ （一般取 $V_G \approx V_{DD}$ ）时，最大只能容许数值为 $|V_\lambda| \leq |V_G - V_T|$ 的输入电压通过。如果 $V_\lambda$ 超过这个数值，会使 $|V_{GS}| < |V_T|$ 从而使管子转入截止。但我们希望传输门能传送 $0 \sim V_{DD}$ 范围内的

所有电压，为此，就利用PMOS管和NMOS管的开启电压极性相反的特点，将两种管子并联在一起使用。这样，当被传送的输入电压 $V_\lambda$ 在 $0 \sim V_{DD}$ 的范围内变化时，只要在两个MOS管的栅极同时加上适当的控制电压（实际应用时，对两个栅极分别施以幅度接近于 $V_{DD}$ 、极性相反的方波时钟脉冲CP和 $\overline{CP}$ ），就总会

有一只管子能保持导通（见图10的模型电路）。这样，我们就能够在比较大的范围内实现信号的传送。此外还应指出，两只MOS管组成的传输门和单个MOS管的相比，开关速度较高。



# 一种简单的电动机保护器

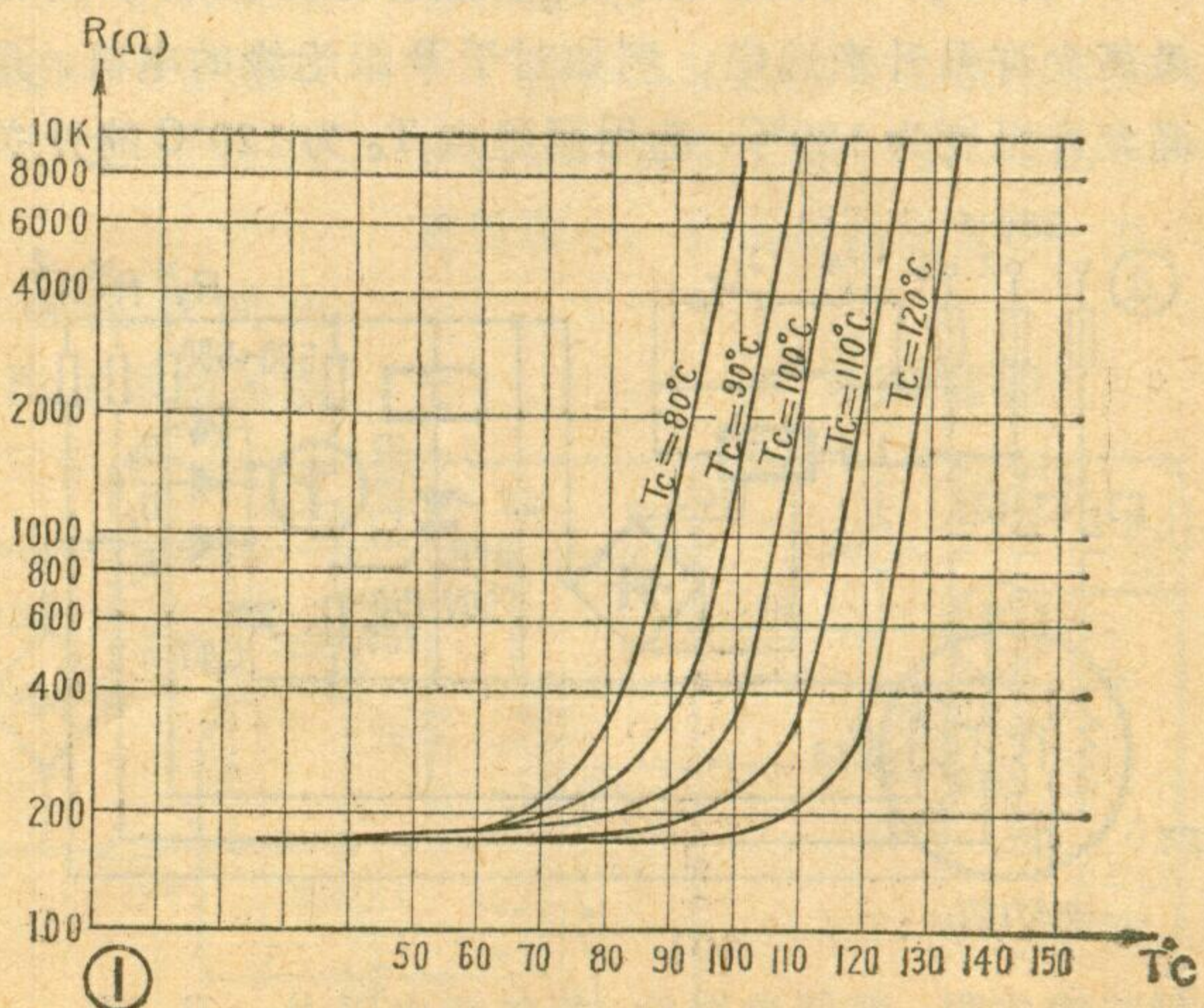
## 开关型正温度系数热敏电阻的应用

武汉市无线电元件厂热敏电阻应用小组

电动机损坏的原因，经常是超负荷、断相、或者电机的传动部分发生机械故障，造成电机绕组发热，温度升高到超过电机的最高允许温度，因而烧坏。电机损坏的原因，最终可归结为绕组发热，因此利用对温度变化高度灵敏的“开关型正温度系数热敏电阻”作为电机的过热保护，是一种比较简单的办法。

这种保护器采用我厂生产的RZK-2型热敏电阻作为温度敏感元件，这种热敏电阻的电阻—温度特性见图1。从图1可以看到，这种热敏电阻的阻值在某一温度以下时，温度—阻值变化很小，超过这一温度（称为居里点 $T_c$ ）时阻值急剧上升，具有开关的特性。我们可以根据电机的绝缘等级来选用具有不同居里点的热敏电阻，例如B级绝缘电机的最高允许温度为 $130^\circ\text{C}$ ，则保护器所用的热敏电阻的居里点应选在 $120^\circ\text{C}$ 左右。RZK-2型热敏电阻的外型尺寸见图2，它的体积很小，可以埋在电机绕组里发热最厉害的地方。利用热敏电阻的开关特性作为电机保护的电路工作原理图见图3。图中 $R_{t1}$ 、 $R_{t2}$ 、 $R_{t3}$ 为RZK-2型热敏电阻，分别埋在电机三个绕组里，J为直流高灵敏继电器

器线包，吸合电流 $18\text{mA}$ ，释放电流 $13\text{mA}$ 。CJ为交流接触器线包。在正常情况下，合上闸刀接通 $380\text{V}$ 电源，由于电机没有运转，绕组温度约等于环境温度，这时 $R_{t1}$ 、 $R_{t2}$ 、 $R_{t3}$ 的阻值都为 $100\Omega$ 左右，所以J吸合，常开触点J<sub>1</sub>闭合，按上AN<sub>1</sub>则CJ吸合，电机开始运转。

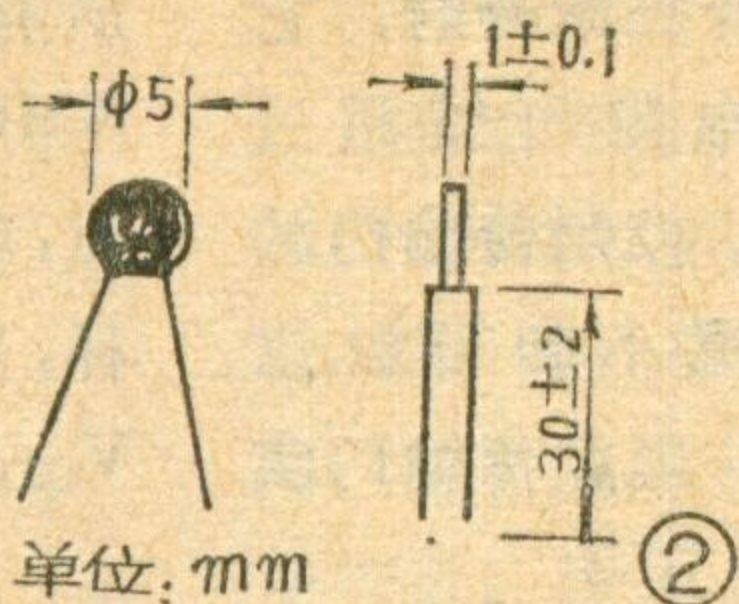


下面就电机在运转过程中比较常见的故障作例子，来说明保护器是怎样起保护电机作用的。

1、超负荷长期运转或由于电机机械传动故障把转

轴卡住，引起三相绕组同时发热，埋在绕组里的热敏电阻  $R_{t1}$ 、 $R_{t2}$ 、 $R_{t3}$  的阻值随着绕组温度升高而增大，在低于  $120^{\circ}\text{C}$  时， $(R_{t1} + R_{t2} + R_{t3})$  小于  $1.1\text{K}\Omega$ ，这时 J 仍然吸合；当绕组温度高于  $120^{\circ}\text{C}$  时，热敏电阻的阻值将急剧增大，从图 1 可看到： $123^{\circ}\text{C}$  时  $(R_{t1} + R_{t2} + R_{t3})$  大于  $1.8\text{K}\Omega$ ，这时通过继电器线包的电流迅速减小（小于  $13\text{mA}$ ），使 J 释放，触点  $J_1$  断开，CJ 释放。即绕组到达  $123^{\circ}\text{C}$  时，保护器就把电源切断了。

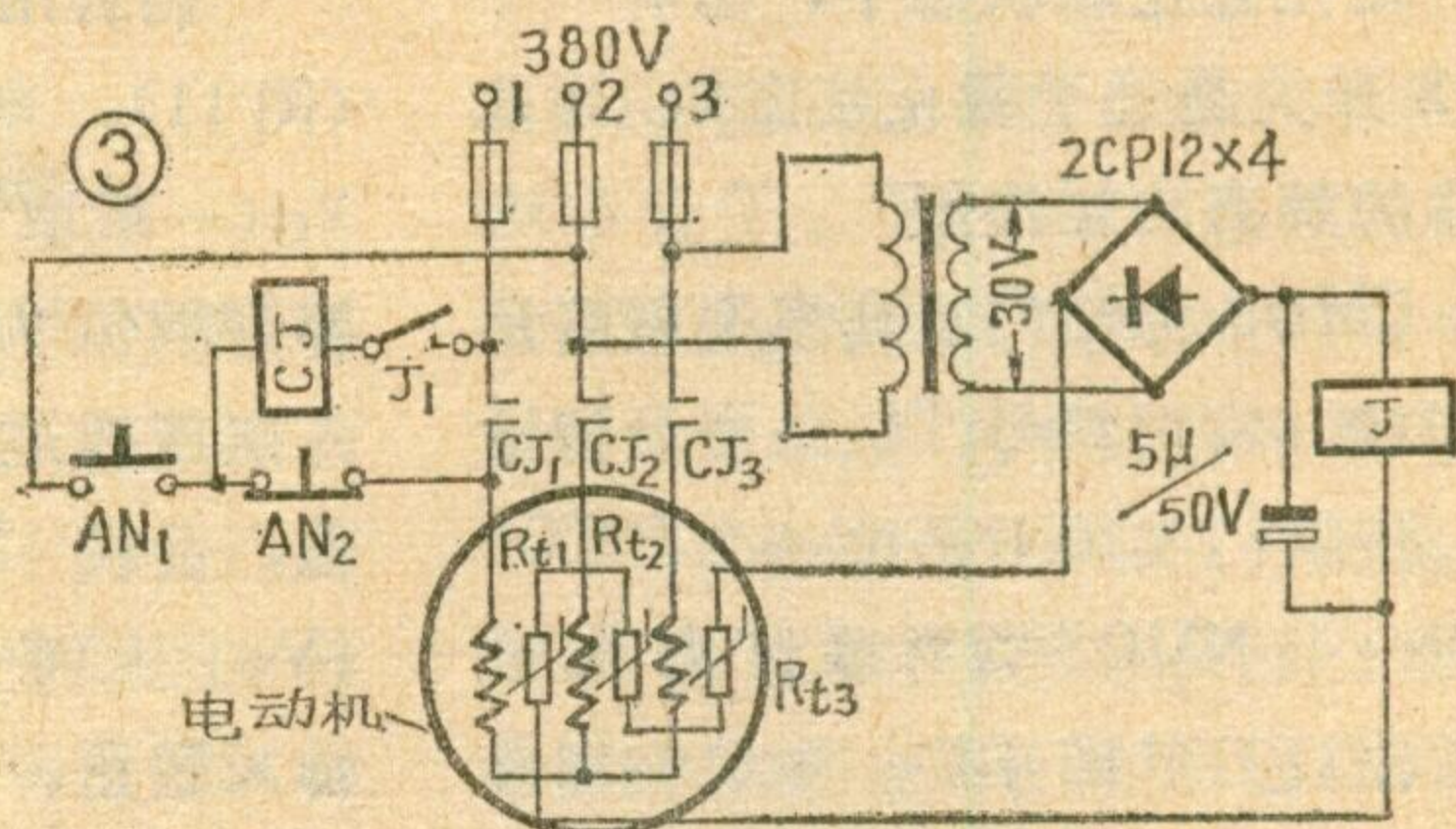
2、绕组为星形连接的电机，如果在运行过程中断了一相(1)，则其他两绕组(2、3)将发热，这时埋在 1 相中的热敏电阻  $R_{t1}$  阻值没有多大变化，而埋在其他两相中的  $R_{t2}$ 、 $R_{t3}$  阻值却急剧增大，从图 1 看到，当温度升高到  $125^{\circ}\text{C}$  时， $R_{t2} + R_{t3}$  就大于  $1.8\text{K}\Omega$ ，保



护器即切断电机电源。

3、绕组为三角形连接的电机，在运行过程中如断了一相，这时三个绕组中只有一个热敏电阻发热，另外两个绕组温升不大，从图 1 看到，只要温度达到  $129^{\circ}\text{C}$ ，一个热敏电阻的阻值就大于  $1.8\text{K}\Omega$ ，保护器也就能可靠地切断电源。

综上所述，如果电机在运转过程中发生故障，大量的电能转变为热能而不是转化为机械能而做功，造成电机绕组温度迅速上升，适当选用开关型热敏电阻，可以在电机的温升未达到绝缘允许的最高温度时便可靠地切断电源，保护了电机不被烧坏。



## 用开关型热敏电阻作电动机保护器

我们用武汉无线电元件厂生产的 RZK-2 开关型热敏电阻作电动机保护器，电路见图 4，图中  $R_{t1}$ 、 $R_{t2}$ 、 $R_{t3}$  为开关型热敏电阻，它们与  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  分别组成三个分压器，并通过由  $D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$  组成的或门和单晶体管的发射极相接。分压器的分压比与热敏电阻的环境温度有关，当某一热敏电阻温度上升即阻值增大到使分压点的电压达到单晶体管的峰值电压时，单晶体管导通，发出脉冲触发可控硅导通，继电器动作，切断磁力开关线圈的电源，从而切断电动机电源。

$R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  的阻值，应根据电动机绝缘等级的最高允许温升来选定。例如对于 B 级绝缘的电机，最高允许温度为  $130^{\circ}\text{C}$ ，选用居里点  $T_c$  为  $120^{\circ}\text{C}$  的开关

一个一个地依次放在  $130^{\circ}\text{C}$  恒温槽中，分别调整  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ ，使继电器动作，调整完后要作一次电压降低 50% 试验，这时继电器应仍能动作。继电器可用 JRX-10 或 JRX-3F 等额定电压  $\leq 12$  伏的小型继电器。

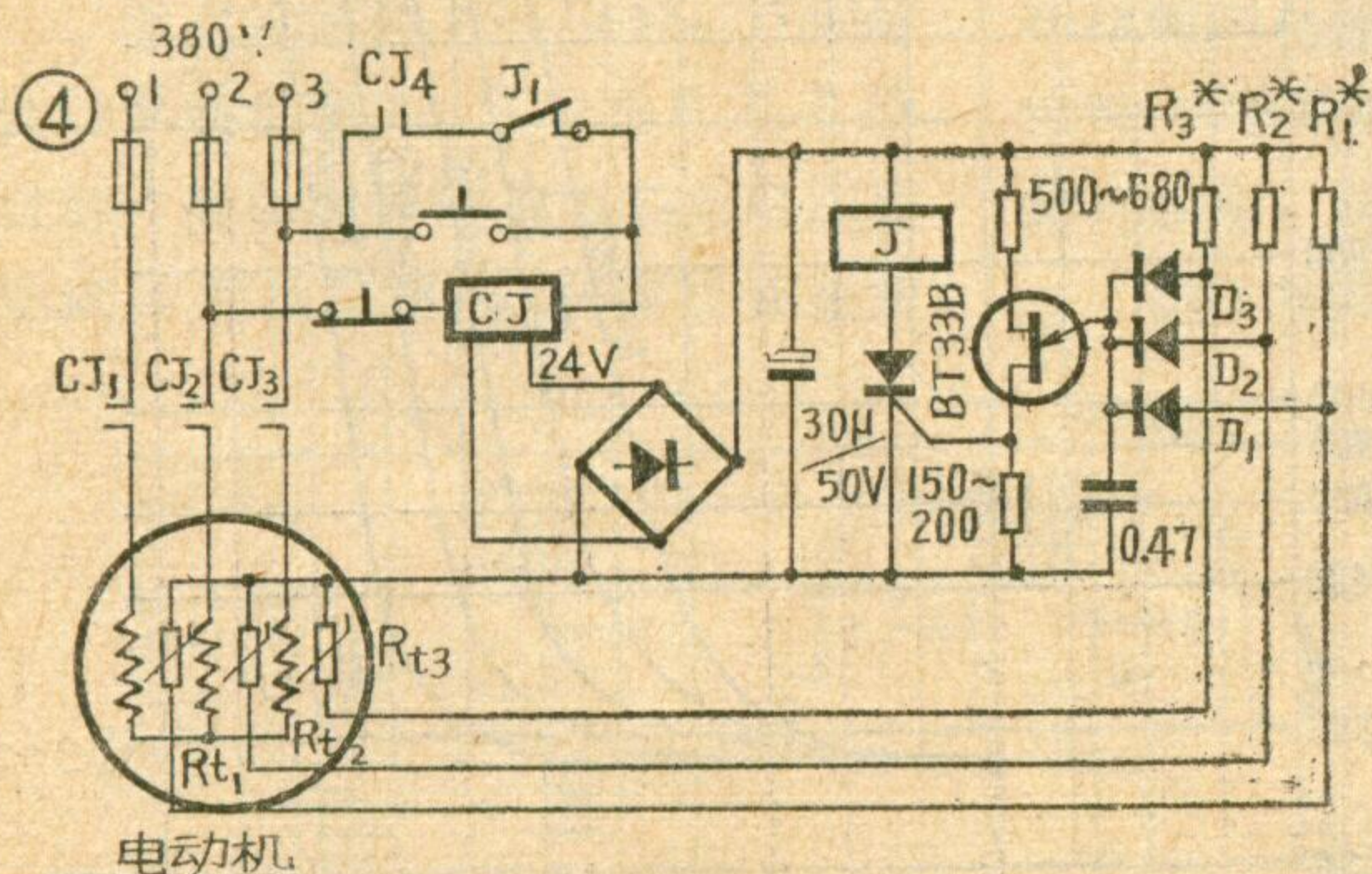
单晶体管要选用分压比较低的，可控硅要选用小功率的，如 KP2K，KP5 型等。变压器可用一般小变压器，对单向运转的电动机，可在磁力起动器的线圈上加绕一组 24 伏副绕组即可。二极管为反向耐压 100 伏、正向电流 50 毫安以上的整流二极管。

如果是单相电动机，只用一个热敏电阻就可以了。如果是三相 Y 接法的，因为断掉任意一相，总是造成两相过热，所以只装两个热敏电阻就可以了。如果是  $\Delta$  接法，则需每相装一个。

由于绕组端部散热条件较差，故热敏电阻应埋放在绕组的端部。为了接线方便，最好埋设在相邻近的不同三相中。埋设的方法是：拆开电动机端盖，如果是 E 级绝缘，则可用削成匕首状的竹刀，将线圈刺开（最好将电机烘热后再刺），将热敏电阻插入，并使线圈将热敏电阻压紧，再涂上绝缘漆；如果是要重绕的电动机，可以在绕线时嵌在线圈中。

如果电动机断相，但负荷较轻，电动机可能不会过热，此时，这种保护器不动作。由于采用了二极管或门电路，几台电动机可以共用一个保护装置。

(湖北电力线路器材厂王国典查光宗)



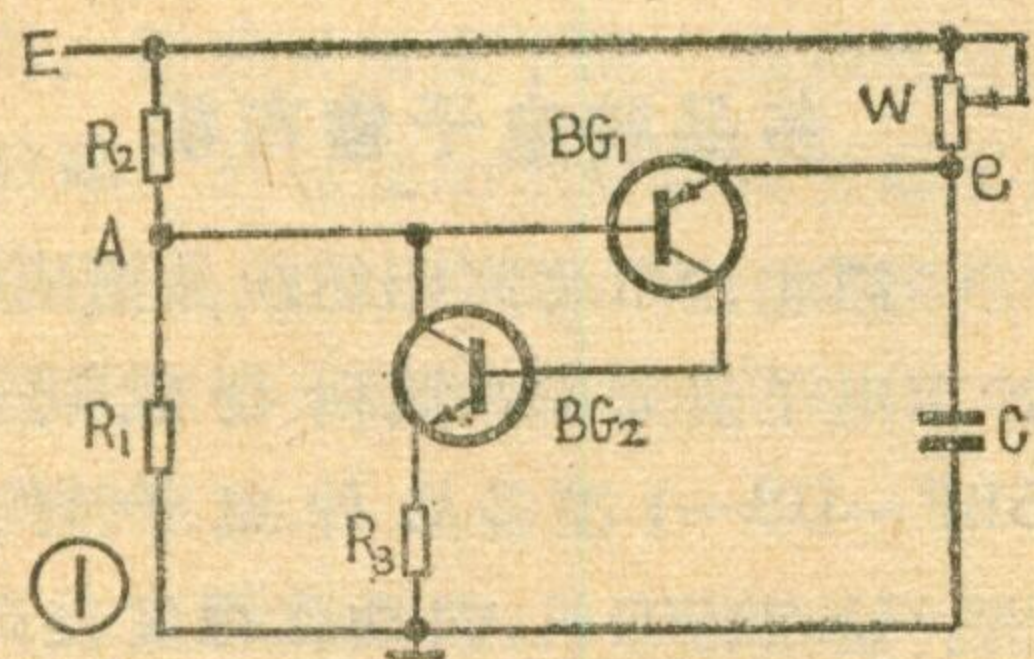
型热敏电阻，装好电路后，将热敏电阻  $R_{t1}$ 、 $R_{t2}$ 、 $R_{t3}$  一



# 模拟单结晶体管

用PNP和NPN晶体管可模拟单结晶体管特性，代替单结晶体管组成弛张振荡器，如图1所示。

从图2所示的单结晶体管等效电路中不难看出，单结晶体管的两个基极  $b_1$  和  $b_2$  之间呈纯电阻性，



称为基极电阻  $R_{bb} = R_{b1} + R_{b2}$ ，阻值范围在2~10千欧之间。其中  $R_{b1}$  为第一基极与发射极之间的电阻，阻值随射极电流  $I_e$  变化； $R_{b2}$  为第二基极与发射极之间的电阻，阻值维持不变；发射极到  $b_1$  和  $b_2$  具有整流特性，用二极管D等效。分压比是单结晶体管的一个重要参数， $\eta = R_{b1} / (R_{b2} + R_{b1})$ ， $R_{b2} < R_{b1}$ ， $\eta$  值的范围为0.3~0.9。

在图1的线路中，用  $R_2$  等效  $R_{b2}$ ；用  $R'_1$  等效  $R_{b1}$ ， $R'_1 = R_1 // (R_{ce2} + R_3)$ ，其中  $R_{ce2}$  为晶体管  $BG_2$  集电极到发射极的电阻。显然  $R'_1$  将随着  $BG_2$  的导通而变化，是可变电阻；晶体管  $BG_1$  的发射极到基极是一个正向P-n结，等效于二极管D。模拟单结晶体管的分压比  $\eta' = R'_1 / (R_2 + R'_1)$ 。A点电压为  $U_A = \eta'E$ 。

接通电源E后，电源通过电位器W向电容C充电，在e点电压  $U_e$  低于A点电压  $\eta'E$  时， $BG_1$  的发射结承受反向偏压，所以  $BG_1$ 、 $BG_2$  都截止。当e点电位在  $t_1$  时刻上升到  $U_e \geq \eta'E + 0.7$  伏（对应于单结晶体管峰点电压  $U_P$ ）时， $BG_1$  的发射极对基极为正电位，产生射极电流

$I_e$ 。若  $BG_1$ 、 $BG_2$  的放大倍数为  $\beta_1$ 、 $\beta_2$ ，那末注入  $BG_2$  的基极电流  $I_{b2} = I_{c1} \approx I_e$ ，使  $BG_2$  导通，在  $BG_2$  产生集电极电流  $I_{c2} = \beta_2 I_{b2} \approx \beta_2 I_e$ ，此电流注入  $BG_1$  产生集电极电流  $\beta_1 \beta_2 I_e \dots$ 。如此循环，使  $BG_1$  和  $BG_2$  在极短的时间内达到饱和。 $BG_2$  饱和后， $R_{ce2}$  阻值很小，约几十欧， $R_3$  的值一般也取得较小，因此  $R'_1$  比较小，这样电容C以比较小的时间常数  $R'_1 C$  迅速放电，使  $U_e$  急剧下降，在  $t_2$  时刻模拟单结晶体管截止，电容C又重新被充电（见图3a）。在电阻  $R_3$  上可以得到一系列的尖脉冲如图3b所示。

为了减少漏电流、降低频率飘移， $BG_1$  最好选择3CG型三极管， $BG_2$  选3DK4、3DG12均可，放大倍数要求大于30。

分压比  $\eta'$  基本上取决于  $R_1$  和  $R_2$ 。当  $\eta'$  不同时，模拟单结晶体管的峰值电压就不同。可以通过调节  $R_1$ 、 $R_3$  的阻值来得到所需要的分压比，这一点就比单结晶体管方便多了。分压比直接影响输出脉冲的幅值，一般选取  $\eta' = 0.5 \sim 0.9$ ， $R_1$  加  $R_2$  之和约为5~12千欧。

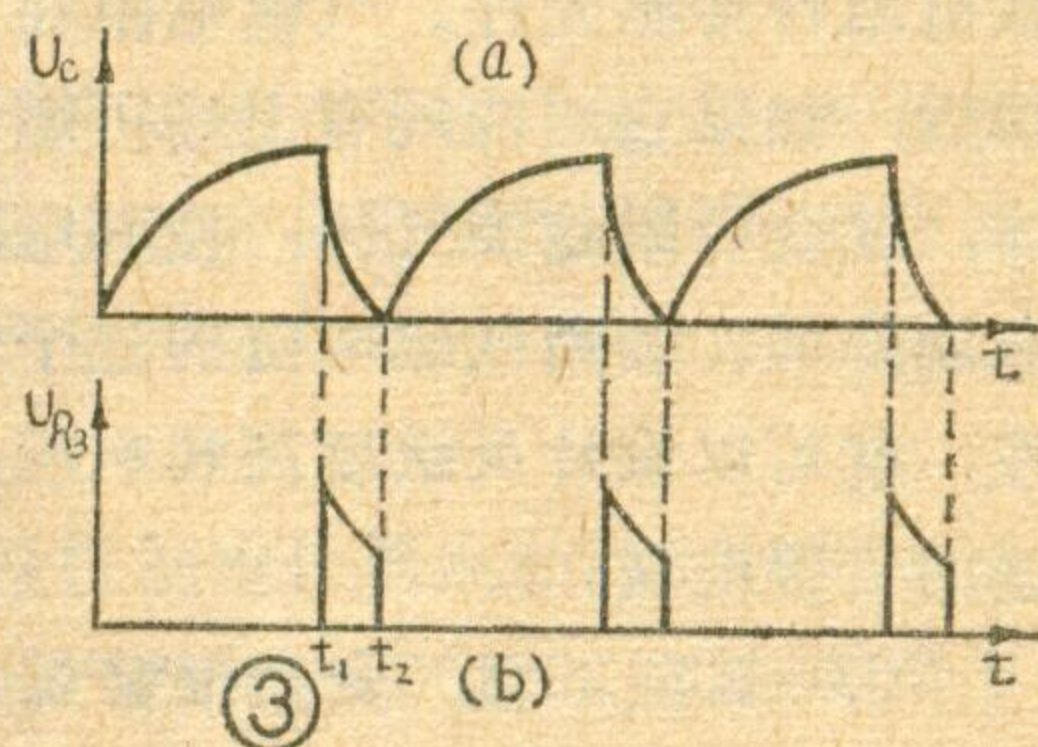
放电电阻  $R_3$  的取值范围在100~1200欧之间。 $R_3$  的取值不能太小，否则触发脉冲的宽度太小； $R_3$  的取值也不能过大，否则晶体管的漏电流在  $R_3$  上产生的

压降过大。 $R_3$  一般可选在1千欧左右。

电容C将决定弛张振荡器的振荡周期和脉冲宽度。当应用于可控硅触发器时，电容C可在0.1~1微法范围内选择。当用在定时电路中时，C可按所需的时间常数进行计算。

图4是一个采用模拟单结晶体管作为触发器的可控硅交流调压器电路图。这个交流调压器的调压范围在n伏到210伏，最大输出功率可达1千瓦。

调节电位器W，可以改变电容



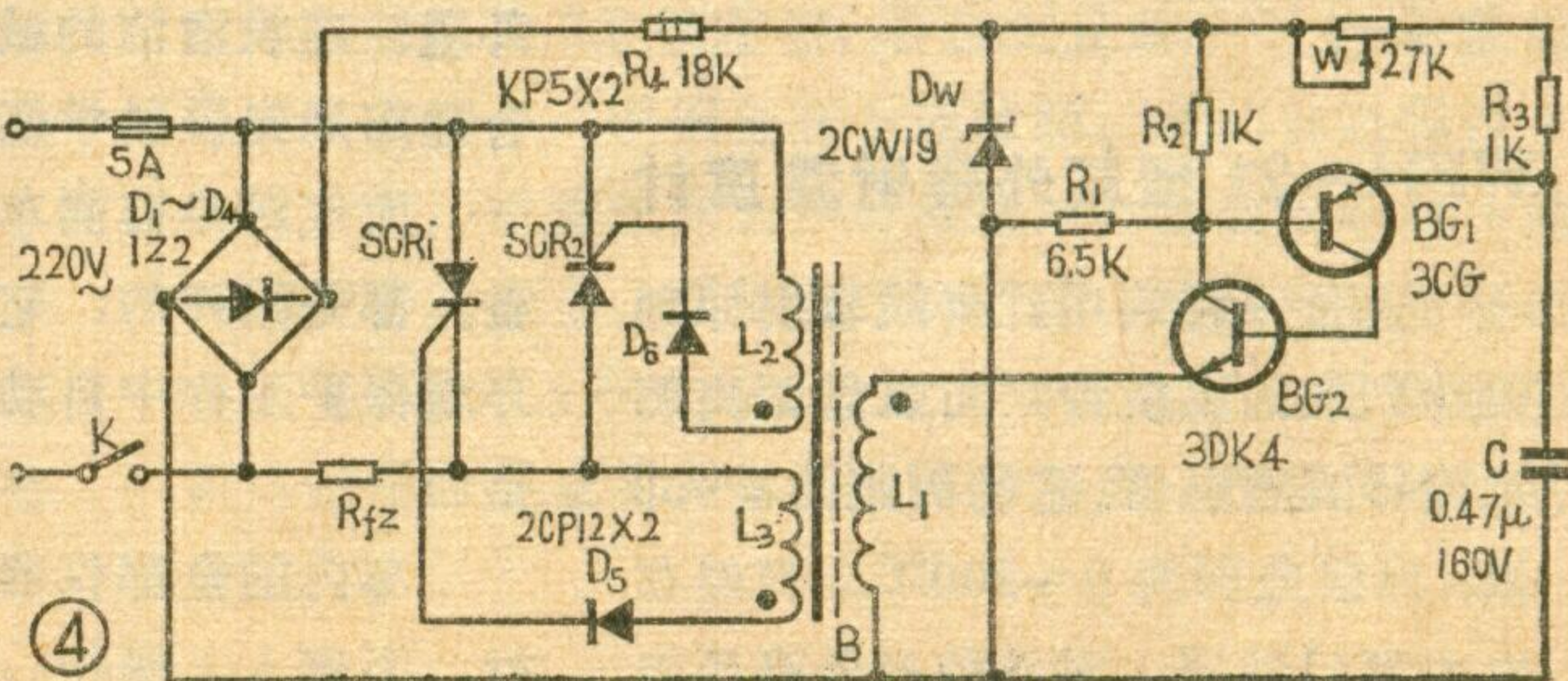
C的充电速度，从而改变振荡周期，实现触发脉冲的移相。

脉冲变压器B采用尺寸为30×18×10(毫米)的铁氧体磁环。 $L_1$  用  $\phi 0.18$  毫米漆包线绕100匝， $L_2$ 、 $L_3$  均用  $\phi 0.18$  毫米漆包线绕80匝。如果绕组间绝缘不良或是接线错误，都可能使可控硅过流烧坏，要特别注意。

稳压管  $D_w$  稳压值不能太低，否则会因为梯形波陡度不够而影响移相范围。

模拟单结晶体管弛张振荡器与单结晶体管振荡器一样，输出脉冲宽度较小，使用时要注意这一点。

(刘肇德)



# 电子简讯

## BJ—3型闪电牌可燃 气安全报警器

天然气、煤气和液化石油气等，已在厂矿企业和人民生活中广泛使用。为了避免因这类气体泄漏而引起中毒、爆炸或火灾，我厂设计制造了闪电牌 BJ—3 型可燃气体安全报警器，适合在贮藏或使用这类气体的地方作安全报警用。

这种报警器采用 QM—N 型气敏电阻作传感元件。气敏电阻在加热后，如果它的四周有上述可燃气体，就会吸附这类气体，使其电阻急剧降低。利用气敏电阻的这个特性，就可以设计灵敏度高和响应迅速的告警电路。

BJ—3 型可燃气体安全报警器的主要性能如下。

报警范围 天然气  $<0.5\%$ ；煤气  $<0.4\%$ ；液化石油气  $<0.3\%$ 。

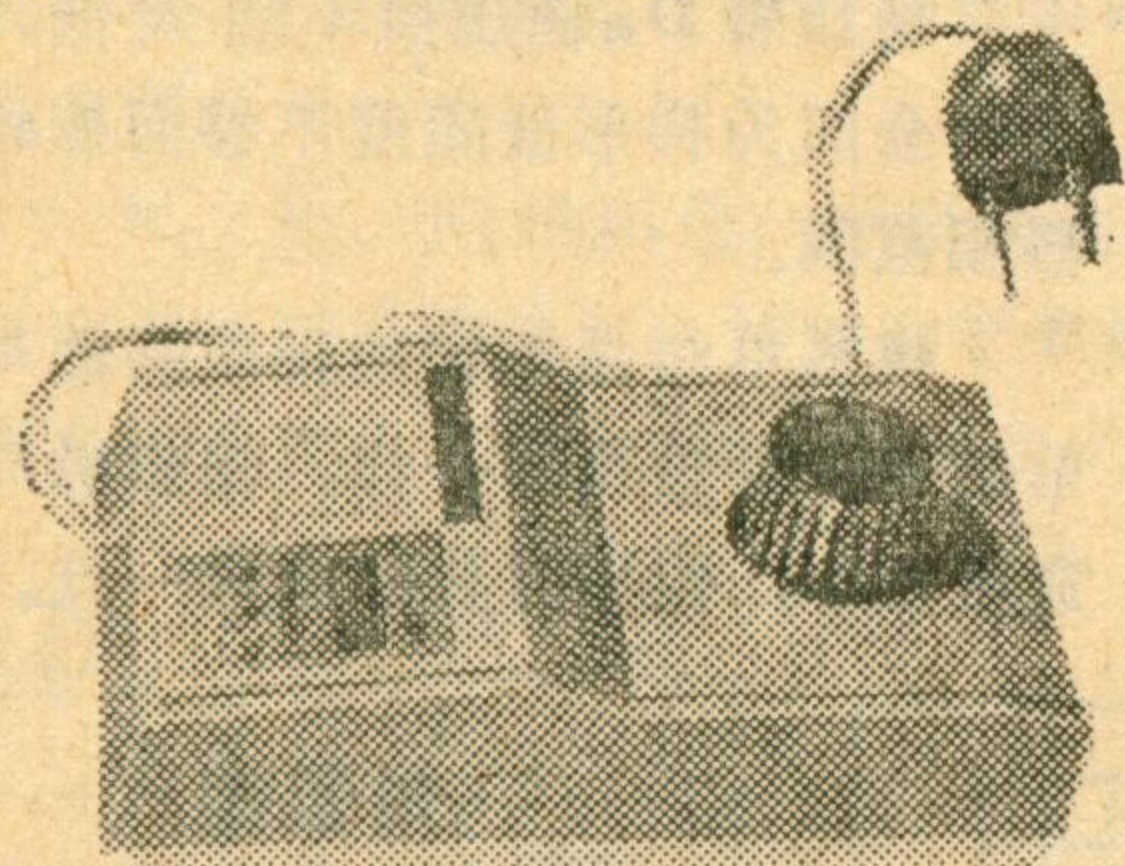
响应时间 少于 20 秒。

工作温度  $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ 。

功耗 未报警时 1.2 瓦，报警时 3 瓦。

电源 交流 220 伏。

(哈尔滨通江晶体管厂)



## WFH—21 型红外辐射温度计

这是一种利用红外线辐射原理设计制成的温度计，可以远距离测量物体表面温度。它的测距为 4~50 米，测温范围为  $0 \sim 200^{\circ}\text{C}$ 。曾经在电力部门试用，对各种户外高压电

气设备的接头以及超高压输电线路的接头，进行非接触快速检测，及时发现了许多隐形障碍，取得了良好的效果。

仪器较轻便，总重 7 公斤，可携带。响应速度快，可达 0.2 秒。在 15 米距离，可测直径为 20 毫米的目标。采用干电池电源，便于户外移动使用。



(上海新峰电容器厂)

## BJ—01 型大气污染监测车

BJ—01 型大气污染监测车，是北京市有关部门组织了北京市环境保护研究所、北京市分析仪器厂、中国医科院卫生研究所、中国科学院环境化学研究所等单位，开展社会主义大协作，共同完成的科研成果。为发展我国环境保护监测技术，作出了贡献(照片见封面)。

大气污染监测车是监测空气污染的流动实验室，是保护城市空气不受污染的“眼睛”。

BJ—01 型大气污染监测车能够监测十个大气污染指标，即：二氧化硫、氧化氮、臭氧、总氧化剂、一氧化碳、总烃、甲烷、乙烯、乙炔和漂尘。四项气象指标，即：风向、风速、温度、湿度。并可根据国家大气污染允许标准自动进行大气污染的综合评价，为保护环境、建设清洁的城市，以及厂点合理布局提供科学依据。

大气污染监测车的全部仪器设备，都是国产的，它填补了我国在环境保护工作中自动化监测仪器的空白。

车内的全部仪器都是自动运行，不需人工操作。它可以在春夏

秋冬四个季节，不同的气候下连续工作七昼夜。另外，还配有发电拖车，在无市电的地区也可以工作。

大气污染监测车内，设有数据处理装置，由高级台式计算机、数字电压表、石英母钟和一套采样及接口装置等等组成。它和车内的监测仪器联通工作。在每天工作结束的时候，全部监测数据即随机处理完毕及时准确地报出，根据这些数据，就可以很快地对当时当天的监测结果做出评价。(本刊通讯员)

## 多品种电子售布机

湖北沙市北京路纺织品商店和沙市电子研究所共同研制成功了 SBF—DS—1 型多品种电子售布机。这台售布机，自动化程度较高，能进行自动选货、报价、丈量、剪裁、送货、结算等操作。售布时，营业员根据顾客要求，启动品种和数量按键，双面显示数码管立即显示出货号、单价及应付布票和金额；启动丈量按钮后，主机即开始选号、丈量、剪裁、叠布，并自动返回，将布送到售货柜上，营业员就可将布交付顾客。上述整个过程的时间最多不超过一分钟。售布品种数可达 20，最大幅宽 1 米，最大丈量数 10 丈。(沙市电子研究所情报室)

## 新疆无线电一厂研制成 DJS—K—101 型电子计算机

新疆无线电一厂与新疆物理研究所、新疆大学联合研制成 DJS—101 型电子计算机。这是新疆自行设计制造的第一台集成电路电子计算机。

DJS—K—101 型电子计算机，可用于工业控制和数据处理，可靠性高，通用性强。除主机外，还配有输入、输出接口，可自成系统，独立工作。经过全面指标考核，在电源拉偏、环境温度、100 小时运行、强工业干扰和最坏代码布局的试验中，各项指标都超过设计标准。(新疆无线电一厂技术科)

# 可调元件故障检修

山西省夏县曹家庄中学广播修理服务部

杨一帆

一般的收音机经长时间使用以后，有的元件会自然损坏，造成故障；但也有些收音机，由于使用维修不当而引起人为的故障。例如，用户常会自己动手修理，造成灵敏度下降、选择性变差，甚至完全无声等故障。所以在动手修理前有必要向用户了解使用和维修情况，免走弯路。对一些使用时间较长的收音机，若没有明显的断线和元件缺损，对可调元件的检查应多加注意。

**1. 谐振回路：**一般的超外差式收音机的谐振回路包括输入回路、本振回路、几个中频谐振回路。其中的磁棒线圈、本振线圈和中周都是可调电感元件。当收音机使用一段时间后，灵敏度下降，收听比较困难时，由于山区或边远地区修理条件有限，用户往往自己动手调动上述这些可调元件，引起失调现象，轻则使灵敏度下降、不均匀，选择性变坏，出现失真，重则因调动频繁而使输入回路线圈松散、断股，使本振线圈或中周的磁心卡死或破碎，甚至造成收音机无声。

检查后若发现有上述现象存在，则可能就是造成故障的原因，便可着手修理。对松散的磁棒线圈，可仔细地加以重绕，因为线的长度未变，匝数出入不会太大。对断股断头的，应重新刮头焊好。若本振线圈或中周的磁心已卡死，千万勿强行旋动，以免磁心或磁帽碎裂，可将外罩焊下，将心子调整灵活即可。若已破碎，则需更换同规格的磁心，但要注意本振和中周的磁心最好不要相互代用，否则会引起参数变化，中频不易调准。对已经滑丝的磁心，则可涂以少量的润滑油类或夹进橡皮筋阻尼。

这类故障经上述修理后，只要进行认真的统调和调整，即可恢复工作。另外要注意，调整好后再用蜡封好，在固定磁棒线圈时，不要将蜡放在磁棒上用烙铁去烫，以免损坏磁棒的性能，应将蜡烫化后滴到磁棒线圈管头上封固。

**2. 微调电容：**一般的输入回路和本振回路，均采用小型瓷质塑料薄膜微调电容做补偿电容。实际使用中常因容量改变而使回路失调，造成灵敏度下降等故障，可在调统调时反复调整。

但本振回路的这种微调电容常因调整次数过多，

使膜片损坏而发生严重漏电或短路，造成本振停振，使收音机无声。检查时可用电表测其电阻，若阻值太小，则证明漏电严重或存在短路。如无电表，可在低端收一个强电台（例如640千赫），焊下一头引线，若机子恢复工作，即说明该电容严重漏电或短路，须更换。

瓷介微调电容，常因调动不当而使动片和轴松脱失灵，但此现象不会引起容量的变化，可不必更换，调整时可用镊子夹住动片进行调整，但用力不要太大，否则会破碎。

**3. 电位器：**音量控制电位器经长时间使用以后，由于内部膜片磨损会产生“喀喀”杂音。可轻轻取下盖板，用汽油或酒精擦洗膜片。如磨痕太深，可适当改变触点位置。检修中曾遇到过几例因旋动力过猛造成簧片和膜片失去接触而无声或声音极小的故障。这时可将簧片稍稍撬成一定弯度，使接触良好并有一定的压力。装拆电位器时要小心，否则会使电位器焊脚折断。

**4. 微调电位器：**对用微调电位器做上偏流电阻的收音机，要对这部分可调元件引起注意。在实际应用中，用户为了片面追求声音大，随便调小这些上偏流电阻的阻值，有的甚至把它旋到最小位置。结果虽有时可以增加些音量，但将引起发音失真和严重的高频自激。这时晶体管的发射结偏压太高，往往被迫工作在接近饱和区或饱和区，使该级晶体管放大作用降低，结果收音机反而声音变小或无声；并且由于集电极电流太大，工作时间一长，会导致管子热击穿。所以对灵敏度下降、噪声和失真都显著增大的收音机，应考虑其原因之一可能是上偏流电阻调整不当，由人为故障所造成的。可用万用表检测该晶体管的基极电压，读数一般应为0.9伏左右，若过大且调一下上偏流电阻读数就变小，说明存在上述故障。我们曾遇到过一台收音机，故障现象为声音闷塞，并且收听时过一段时间声音就变小，伴随有“嗡嗡”声，测量变频管基极电压竟高达1.5伏左右。检查上偏流电阻发现其阻值调得过小，经重新调整后故障即消失，收音机恢复正常工作。



# 熊猫牌电子管收音机修理经验点滴

方 锡

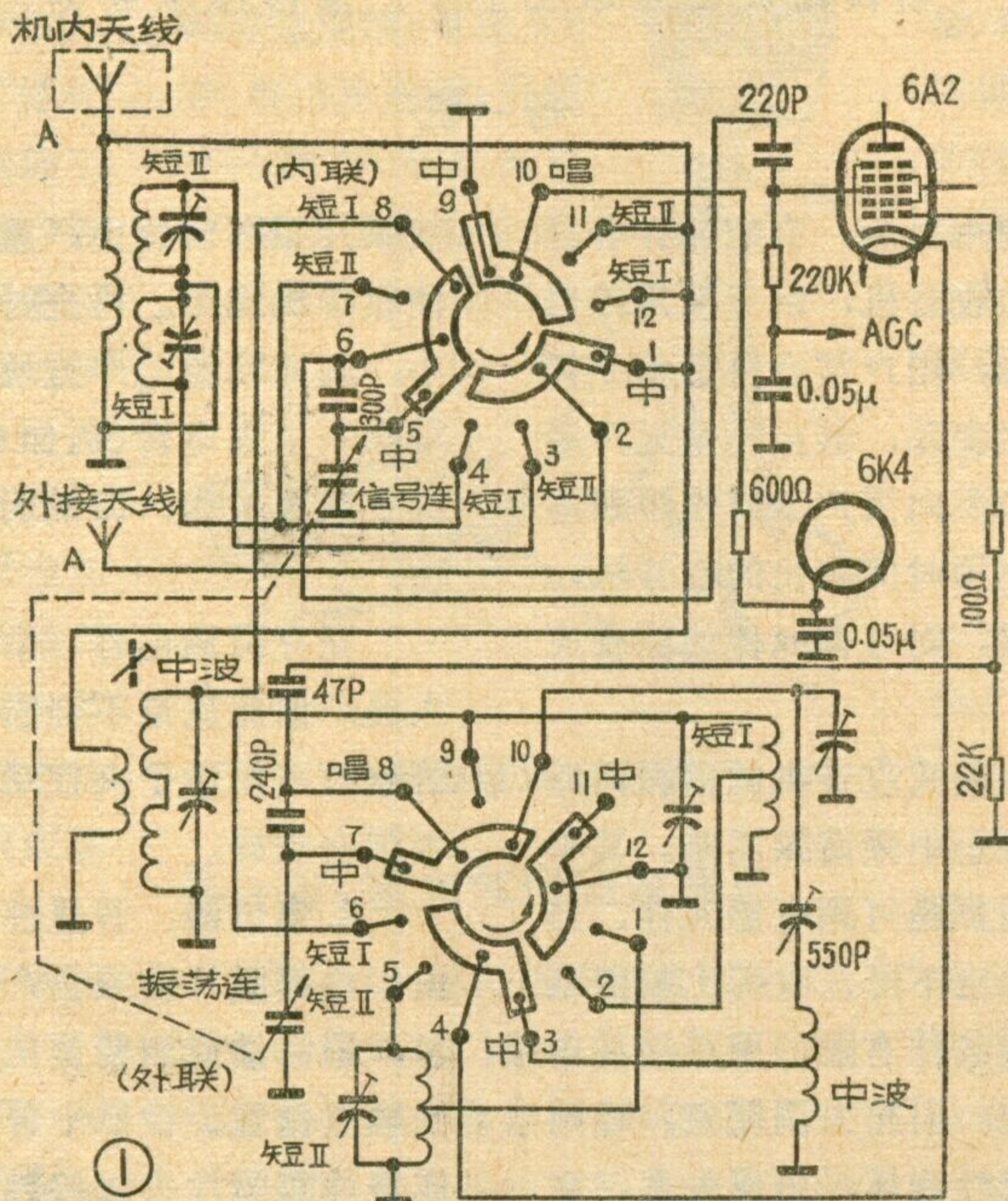
南京无线电厂生产的红星牌和熊猫牌各型电子管收音机，从电路结构来看大同小异，是属于同一系列的。这类收音机有一些与一般收音机不同的特点，其故障也有不同。这里介绍一些较特别的故障检修方法供参考。

## 一、变频部分的故障检修

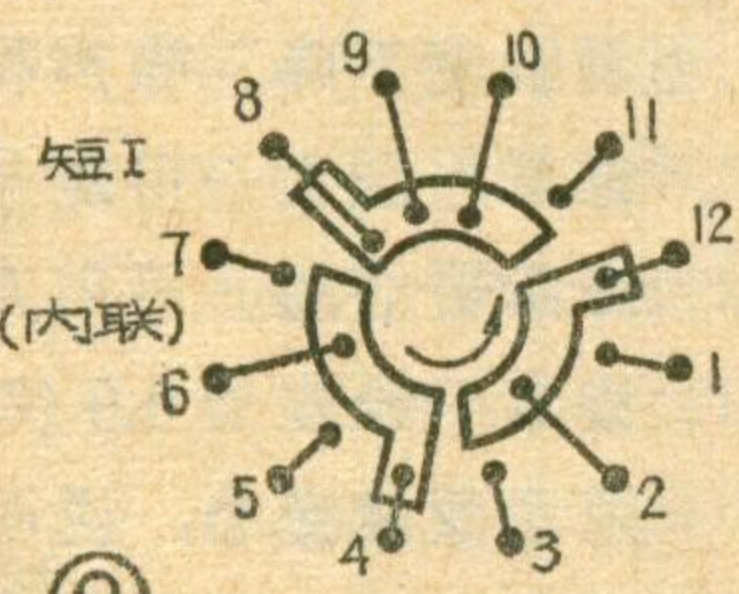
**1. 波段开关：**熊猫机的波段开关比较特殊，其主要特点是当波段开关转换到某一波段位置收音时，还把其他波段不用的线圈和一些信号电路加以短路，以免干扰正在工作的那一波段的信号。因此，波段开关是比较复杂的，接点的转换情况不易记忆。现将熊猫601型机在中波段时波段开关转换到的位置以及接线图画在图1；将短波I和短波II时的波段开关转换到的位置分别画在图2和图3；并将波段开关转到各位置时所起的作用列在附表，以供维修参考。熊猫牌和红星牌其他各型机的波段开关也与此相差不多，也可参考。

熊猫系列电子管收音机是早期产品，但目前仍有相当数量在广泛使用。它最常见的故障是波段开关接触不良，时响时不响或根本收不到台，以及本机振荡停振等。故障原因是煤烟或腐蚀性气体、灰尘污染波段开关，使接点接触不良。讨厌的是开关内面一联及开关下面的接头要测量，量不到，要焊，烙铁伸不进去，要换一只新的也不方便，没有相同规格的好换，用别种开关则要改接电路。但是，对于这种故障，只要彻底把开关结构和作用弄清楚之后，还是有办法解决的。检修时可采取下述措施：

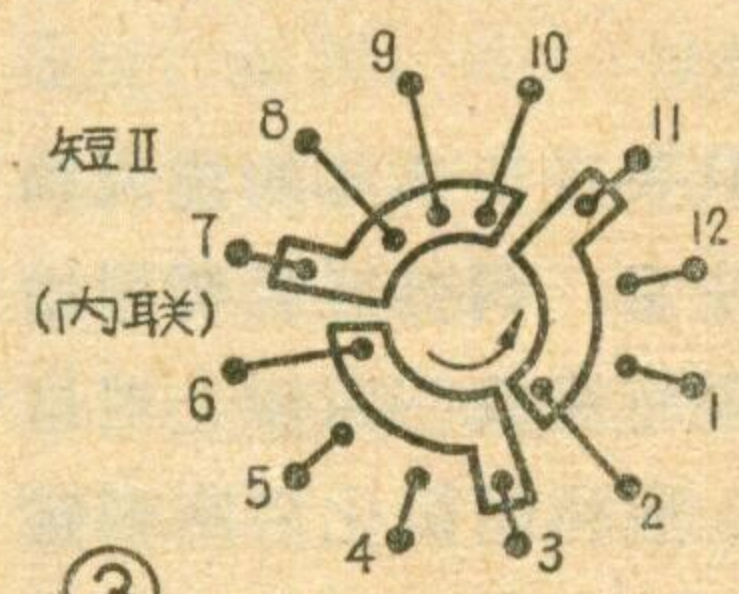
1. 根据图1用R×1档重点测量应该接通的接点是否接通了。量不到的接点可以根据图1



①



②



③

看它引到哪个外部零件，就去量那个外部零件的线头。接点的电阻如有零点几欧就有问题了。把开关转动一下，如果接点电阻时大时小，时通时不通也是不成的。如只有一两个接点不好，可以设法把开关的转动片刮干净。用3.0铁丝，一头敲扁，中间开一小槽做成一个小叉子，伸到开关的接点里把它压压紧。

2. 用汽油把接点全部清洗一下。

3. 遇到问题严重时，应急情况下可重点保证中波段。把中波部分应接通的接点焊死。具体做法应视具

体情况而定(参看图1和附表)。如要简单处理，内面一联只要将双连信号连焊一根线到220P交连电容，外面一联只要从双连的振荡连焊一线到550p垫整电容。另从中波振荡线圈的抽头(参看图5)焊一根线到6A2变频管的阴极。这样只焊三根线六个线头实际上就解决问题了。这些线头都是容易找到而且焊接也方便的。其他型号收音机可参照这个办法解决。

**2. 天线和振荡线圈：**熊猫牌系列收音机的线圈大多数是三个波段的线圈绕在一个筒子上。图4和图5画出了有代表性的红星504、505型收音机的天线线圈和振荡线圈的接头位置。天线线圈是底板正放时的位置；振荡线圈是底板朝天、顶头对本人的位置。为

明显起见，图中只画出了线圈引出头的相对位置，未画出线圈。这两只线圈最常见的故障是L<sub>1</sub>很易断线，其他部分很少出故障。修理时可以把L<sub>1</sub>重绕。圈数不多，相差一、两圈也不要紧。如只保证中波段收音，也可以把L<sub>1</sub>的两个头焊在一起。

线圈上的引出头总是易找易焊的。凡是与线圈连接在一

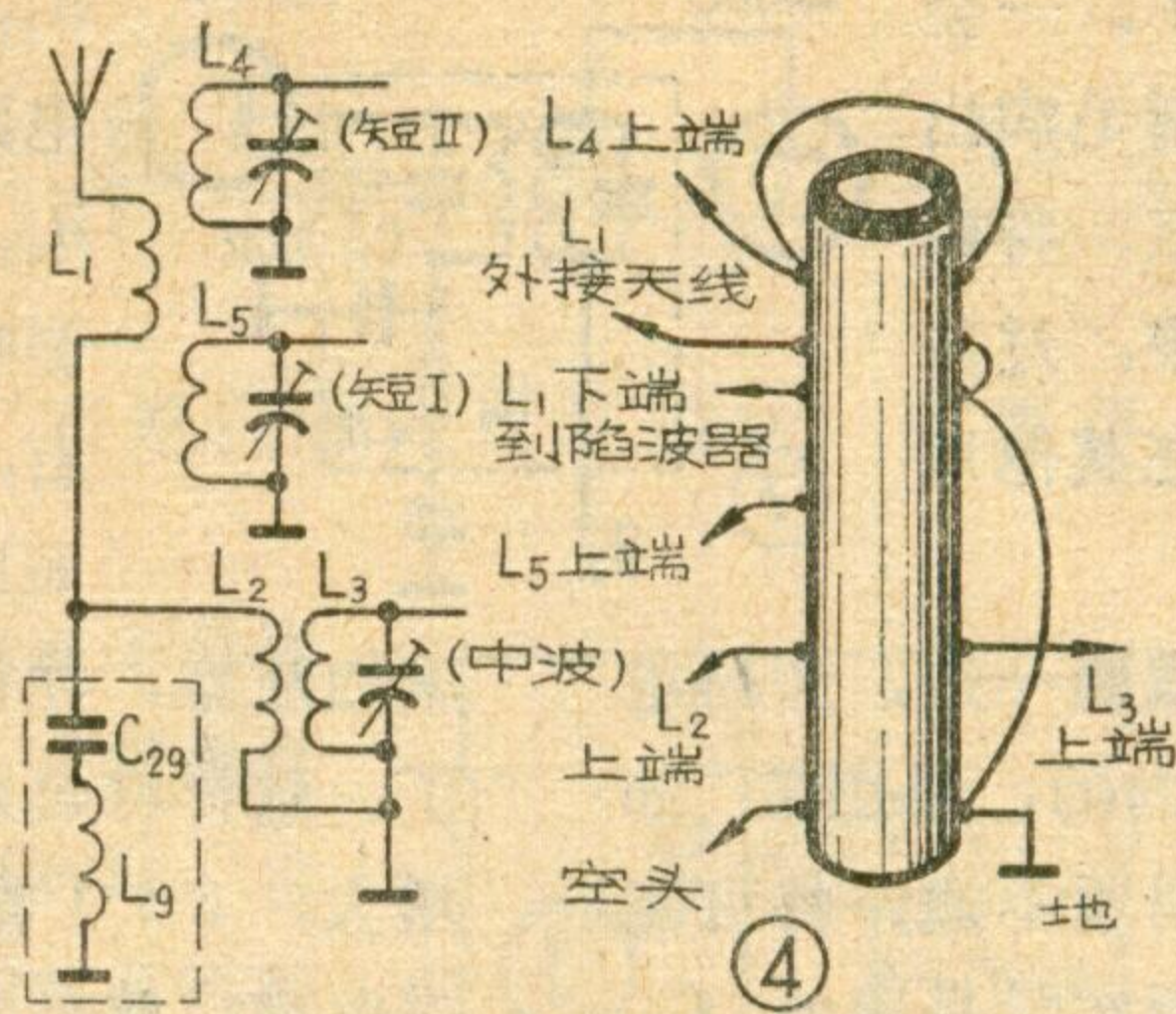
起的零件，如线头不易找到，原则上都可以从线圈头上下手，修理就方便一些。

**3. 中频陷波器和统调问题：**红星504、505和熊猫506、508等型收音机都有中频陷波器（见图4虚线框内所画）。它是一个简单的串联谐振电路。谐振于465千赫，用来防止工作频率在中频的电台的干扰。有些收音机没有中频陷波器。但是已经有了陷波器的收音机，如果损坏了不加修理或拆除就不成了。

由于中频陷波器对465千赫谐振，对中频来说它是一个很小的纯电阻，接在天线线圈初级，把中频干扰短路。但对高于中频的中波波段来说，这一电路呈电感性，相当于一个比较大的线圈，它与天线线圈并联，将影响次级线圈的电感量，在设计收音机时已把这个线圈的电感影响考虑进去了。如果陷波器损坏不修或将它拆除，中波段就很难或无法统调好，因为天线线圈次级电感量不合适了。

陷波器的典型故障是 $C_{29}$ 开路（失去容量）。检修时只要量一下线圈 $L_9$ 是通的，用信号发生器送入中频，调整线圈的铁粉心，无法使喇叭声音最小，就可以判定 $C_{29}$ 开路，换一只即好。遇到线圈断线，可以找一找是否断在外边，也许可以修好。

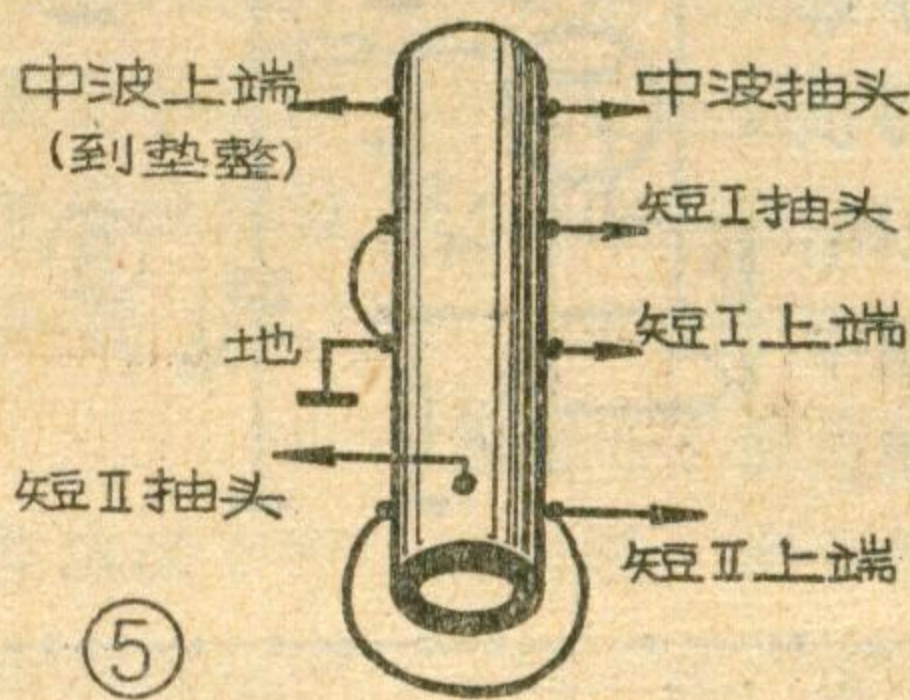
当陷波器损坏而无法换新时怎么办呢？这时可用图6的办法，在中波天线线圈初、次级之间加一个用粗一点的铜线做成的短路环 $L_{短}$ 。由耦合电路的理论



可知，在次级线圈上接上一个电感，相当于在初级线圈上串接一个电容，从而抵消初级线圈的一部分电感。现在可以把原来天线线圈的次级线圈 $L_3$ 看作初级线圈，把短路环接近 $L_3$ 时，相当于减少 $L_3$ 的电感。调整短路环接近 $L_3$ 的位置，可以恰当地调整 $L_3$ 的电感，保证中波段低端（600千赫）能统调好。

如果采用拆去 $L_3$ 部分线圈的办法也是可以的，但太麻烦了。

众所周知，一部收音机必须做好三点统调才能保证应有的灵敏度与选择性。调整的办法也是大家熟悉的。在调整红星牌和熊猫牌收音机时，如发现中波波段的低端要低到500千赫附近才能使600千赫点统调。这时当可变电容全部转入时还会发生啸叫，就很可能是上述陷波器出了故障。但也有一些线圈（空心的）次级电感量实在过大了，无法做到波段范围按国家标准调好（标准是535千赫到1605千赫，实际上留点余地是525千赫到1650千赫），也同样可以采用加短路环的办法解决。对于553型等其他厂出品的天线线圈，遇到类似的问题用这个办法也是行之有效的。



国家标准调好（标准是535千赫到1605千赫，实际上留点余地是525千赫到1650千赫），也同样可以采用加短路环的办法解决。对于553型等其他厂出品的天线线圈，遇到类似的问题用这个办法也是行之有效的。

## 二、中频部分的故障检修

熊猫牌系列收音机中频放大部分最典型的故障是中频变压器内部云母电容开路。故障现象是时响时不响，声音时大时小。当然遇到这种现象，不一定是中放部分的故障。为了进一步判断是否正确，可以用信号发生器送进中频，调整中频回路线圈的铁粉心，哪一个回路调整时没有反应，毛病就出在哪一个回路上。但是有时是在时有时无的情况下调整，突然

附表：熊猫牌601型收音机波段开关不同位置接法及作用

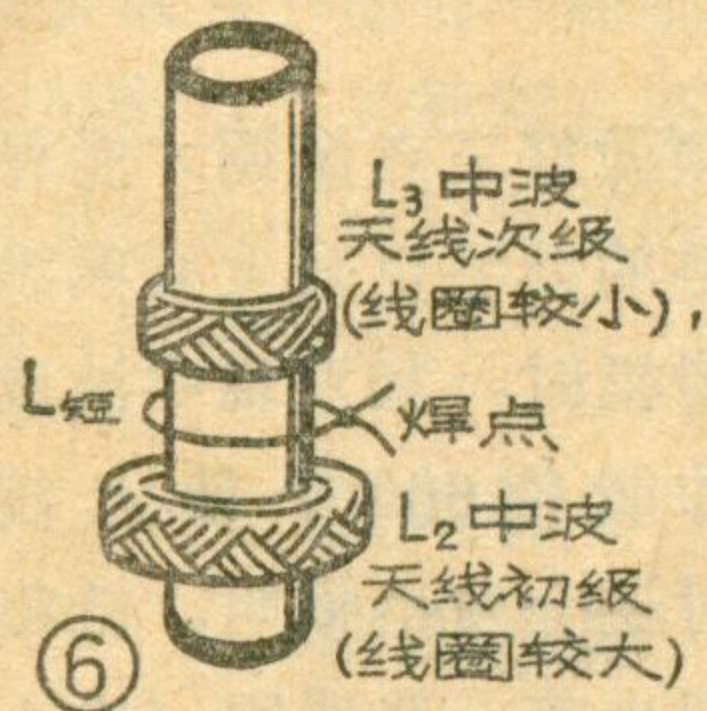
	中波位置	短波 I 位置	短波 II 位置	唱片位置
天线开关(内联)	(5)(6)(8)接通；中波天线部分接到双连信号连；300P短路。	(4)(6)接通；短波 I 天线部分经300P接到双连的信号连。	(3)(6)接通；短波 II 天线部分经300P接到双连的信号连。	6K4 阴极电阻不通地；6K4 不工作；外接天线脱开。
	(9)(10)接通；6K4 阴极电阻通地；6K4 工作。	(8)(9)(10)接通；6K4 阴极电阻通地；中波天线部分短接入地。	(7)(8)(9)(10)接通。6K4 阴极电阻通地；短波 I 和中波天线部分短接入地。	
	(1)(2)接通，外接天线接入。	(2)(12)接通，外接天线接入。	(2)(11)接通；外接天线接入。	
振荡开关(外联)	(7)(8)(10)接通；双连的振荡连接到中波振荡线圈部分；240P短接。	(10)(12)接通；中波振荡线圈部分短接入地。	(9)(10)(12)接通；中波及短波 I 振荡线圈短接入地。	6A2 阴极脱空；6A2 不工作。
	(3)(4)接通；6A2 阴极接到中波振荡线圈抽头。	(2)(4)接通；6A2 阴极接到短波 I 振荡线圈抽头。	(1)(4)接通；6A2 阴极接到短波 II 振荡线圈抽头。	
		(6)(8)接通；短 I 振荡线圈经240P接到双连的振荡连。	(5)(8)接通；短 II 振荡线圈经240P接到双连的振荡连。	

时响时不响，声音时大时小。当然遇到这种现象，不一定是中放部分的故障。为了进一步判断是否正确，可以用信号发生器送进中频，调整中频回路线圈的铁粉心，哪一个回路调整时没有反应，毛病就出在哪一个回路上。但是有时是在时有时无的情况下调整，突然

开路的那只云母电容又忽然自动好了。一会儿有，一会儿无，往往弄得无法判断毛病出在哪一只电容上。这时可以干脆一点，将四只电容全部换掉。免得换了一只电容，过些时其他电容又出问题了。熊猫机用在其他地方的云母电容器也易出这种故障。

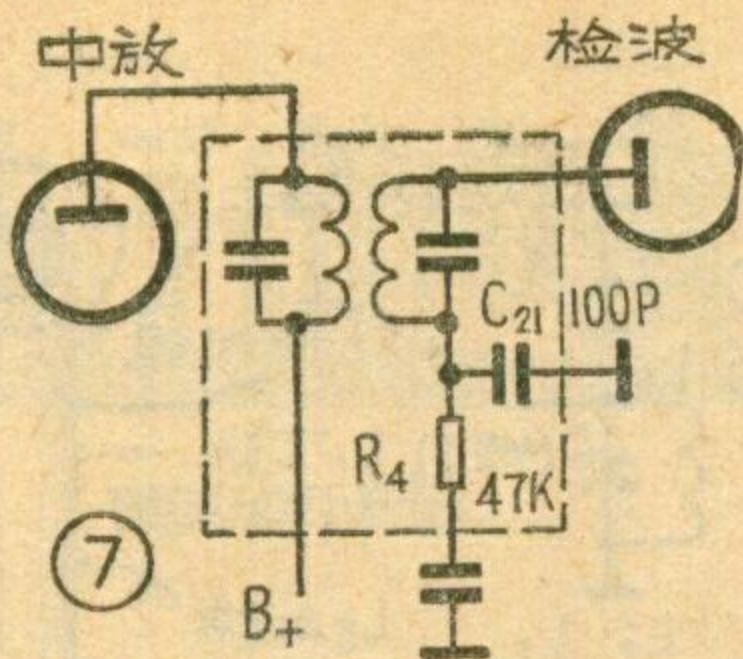
另外还要注意：第二中周次级线圈一边，旁路电容  $C_{21}$  和电阻  $R_4$  都是放在中周外壳内的，见图7。如不注意，在中周壳外测中周次级线圈通不通，将可能作出错误判断，往往误认为不通，而实际是通的。 $C_{21}$

有时也发生开路故障，因而修来修去就是灵敏度低，找不到原因，毛病往往发生在  $C_{21}$  上，由于它装在中周壳内，容易被忽略。



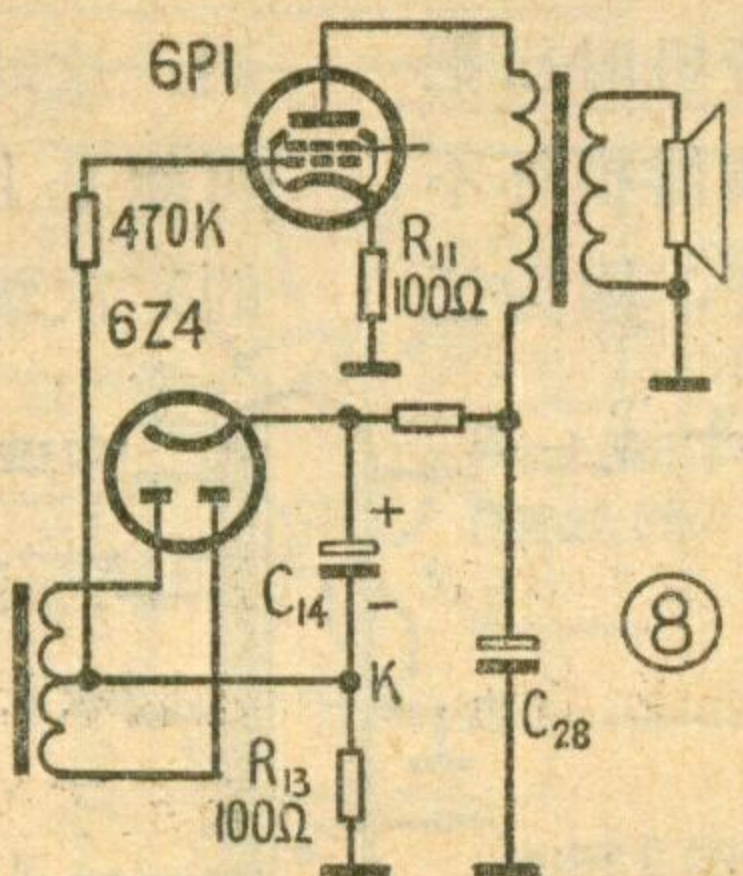
### 三、整流和低放部分故障检修

红星 504—3、505 型和熊猫 506、507 等型收音机，其功放部分的负栅压分两部分供给（见图8），一部分利用 6P1 阴极电阻  $R_{11}$  产生自给负栅压；另一部分利用高压线圈中心抽头串进一只电阻  $R_{13}$  供给固定负栅压。



$R_{11}$  不加旁路电容，是一种串联电流负回授电路，可以减少失真。但如不用  $R_{13}$ ，仅用  $R_{11}$  而且仍用 270 欧，则负回授多了一点，影响增益过大。因此把  $R_{11}$  用 100 欧左右，并加  $R_{13}$ 。这样  $C_{14}$  的负端不能通地，而应通到线圈中心抽头。但有时修理人员未加注意，往往把  $C_{14}$  负端和中心抽头相连 K 点通地了。这样将短路  $R_{13}$ ，并使 6P1 管的板流和帘栅流增大，6P1 管很易衰老。也有人用外壳通负极的铝壳电容，将负端仍照老样子焊在中心抽头上，铝壳却直接固定在底板上，这样还是把  $R_{13}$  短路了。这种情况经常会遇到。我们修理时对这个问题的务必加以注意。如换用外壳通负极的铝壳电容，外壳必须绝缘好。

由于这类机子使用多年，增益往往多少要降低一些，有时干脆把  $C_{14}$  负端通地，即将  $R_{13}$  短路，把  $R_{11}$  改用 270 欧或 300 欧。 $R_{11}$  上再并接一只小型电解电容，耐压 10 伏以上就可以。有一种耐压 16 伏 33 微法的很合用。这样取消了电流负回授失真略大一点，但增益也略高一点还是合算的。最主要的是可以防止一些不了解情况的人不注意把  $R_{13}$  短路，以致使 6P1 烧老。



一般晶体管收音机，由于种种原因，声音听上去比较尖，高音较多，低音就不够，显得不柔和悦耳。我尝试运用一些简单的方法来改善音质，效果明显，听起来比原来的声音悦耳得多。我试用的下列三种音调控制电路，结构简单，费用低廉，装接容易，可直接安装在小型便携式、台式等收音机内的空隙处，大家不妨试试看。

## 三种简单的音调控制电路

电位器。实际装置时可将电位器装在便于调节的地方。调节电位器，就可起到调节

音调的作用。电位器还可用开关代替，如图 1 (b)，接成固定式“高音”、“低音”变换。此控制电路接入来复直放式和超外差式的低放级或推动级均有作用。

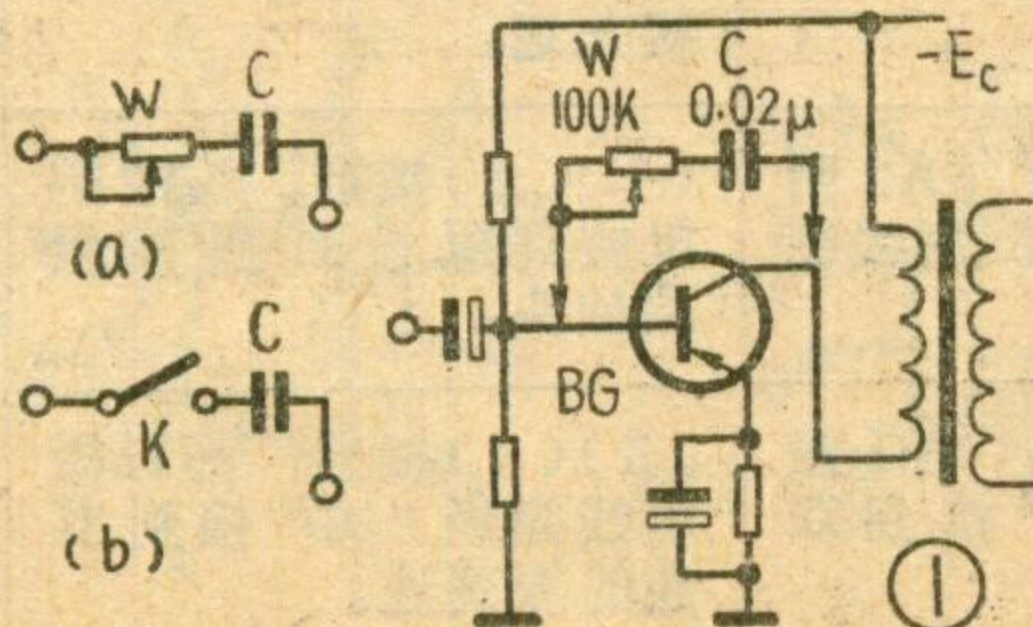
在超外差机中加接这一级还可减少噪音，防止高频自激和滤除残余的中频信号，从而使音质更加柔和动听。

2. 阻容旁路式提升电路(图 2)：到达电位器  $R$  的音频信号，还经过  $W$ 、 $C$  组成的音调控制电路旁路到地。当电位器  $W$  的中心臂位置越向右边滑动(即将  $W$  短路得越多)，高频信号和噪声被旁路得愈多，因而减弱；而对低频，由于  $C$  的容抗大，旁路得少，因而相对提升了。反之，当中心臂越向左边滑动时，

高频被旁路得少，低音提升也就少些。 $W$  可在 5.1~10 千欧范围内选用任一阻值的，并需用 X 型电位器。电容器  $C$  可在 0.1~0.22 微法范围内选用。

3. 两级开关联合调节旁路反馈式低音提升电路(图 3)。 $K_a$ 、 $K_b$  为双刀单

1. 简单的交流负反馈式低音提升电路：所谓“低音提升”，是由反馈电容  $C$  (见图 1) 起作用。因它的电容量较大，所以对高频容抗较小，反馈加深，使 BG 管对高频的增益降低；而对低频来说， $C$  的容抗加大，反馈量小。这样，音频信号经过放大器后，低音衰减得少，高音衰减得多，相对地等于提升了低音。一般称这种音调控制电路为“衰减式低音提升器”。电容器  $C$  的容量可根据情况需要在 5100 微微法~0.047 微法之间选用。同  $C$  串联的电位器  $W$  是起调节反馈量大小的作用，即控制低音提升的高低，它的数值可在 47 千欧~220 千欧之间选用。宜用 X 型，即直线式



# 山区修理半导体收音机的体会

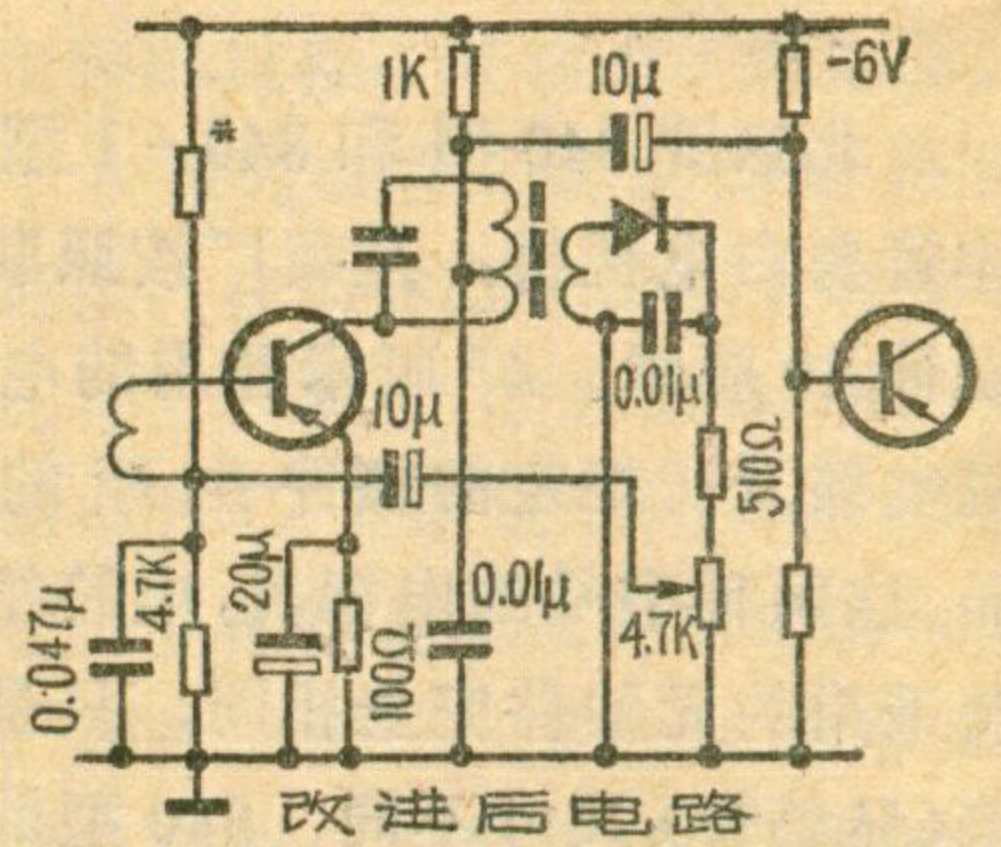
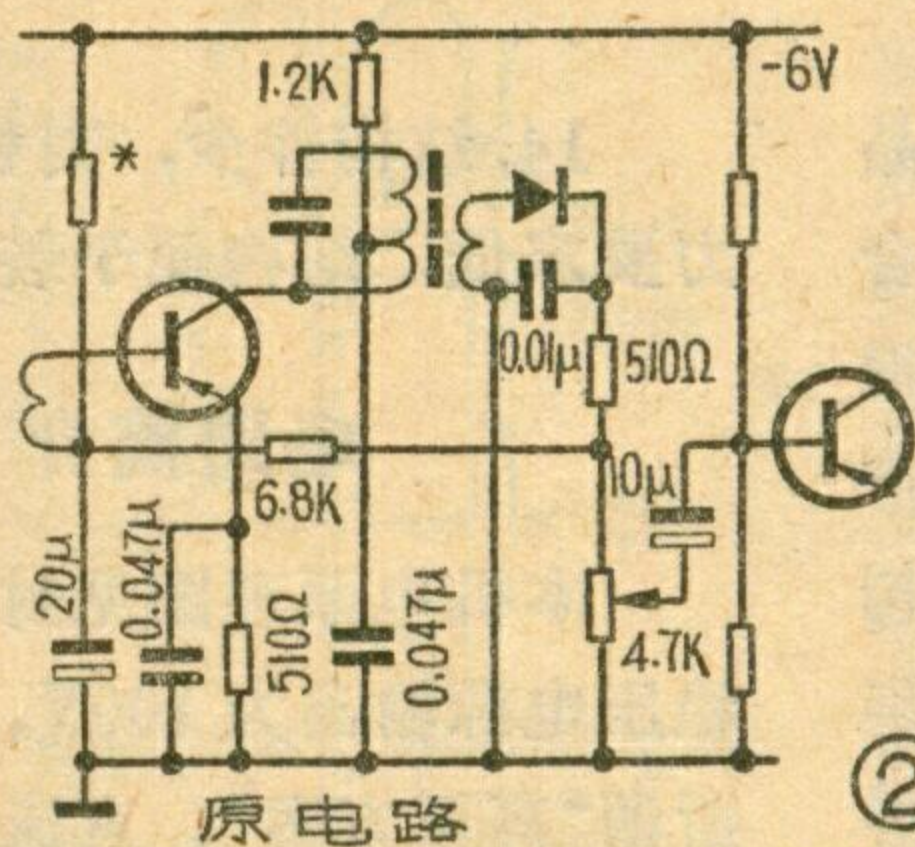
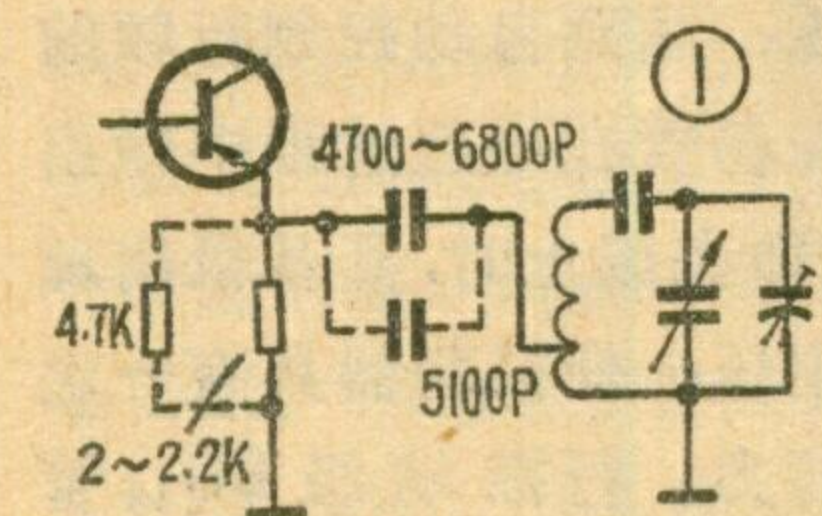
广东龙门县人民广播站 梁肇年

本刊1976年第9期刊登的“山区修理半导体收音机的体会”一文，很有实用效果。在提高灵敏度的方法上，我觉得还有几点也是可行的，也有利于充分发挥一些灵敏度低和陈旧的收音机在山区的作用，现提出来供同志们参考。

**1. 提高变频增益：**很多陈旧收音机都存在因本机振荡电压不足而造成变频增益降低的现象。因此，把变频管的集电极电流增大到0.6~0.8毫安，可以增强本振电压。如本振、混频是分开的，那就只增加本振管的集电极电流就可以了。此外，如变频管发射极电阻是2~2.2千欧的，则可把它减小到1~1.5千欧。这样也可使本振电压得到增加而提高变频增益。如本振耦合电容是4700~6800微微法的，则可加大到0.01微法左右。这样，不仅增强了本振低频部分的耦合，而且减小了中频负反馈，使变频增益提高。具体做法可在此电阻、电容上分别并接上4.7千欧电阻和5100微微法电容，见图1。

**2. 提高中频增益：**收音机的灵敏度主要取决于中放级的增益，因而提高整机灵敏度的重点也应放在中放级。第一、第二中放级(指不兼作来复低放的)晶体管都是小电流工作，在1毫安以下，因此，把工作点电流略为提高一点，就能使放大倍数明显增大。适当增加一些第一中放管的集电极电流，对提高整机灵敏度十分明显。但第一中放级因为加有自动增益控制，为了不致有太大影响，增加集电极电流不应大于1毫安。

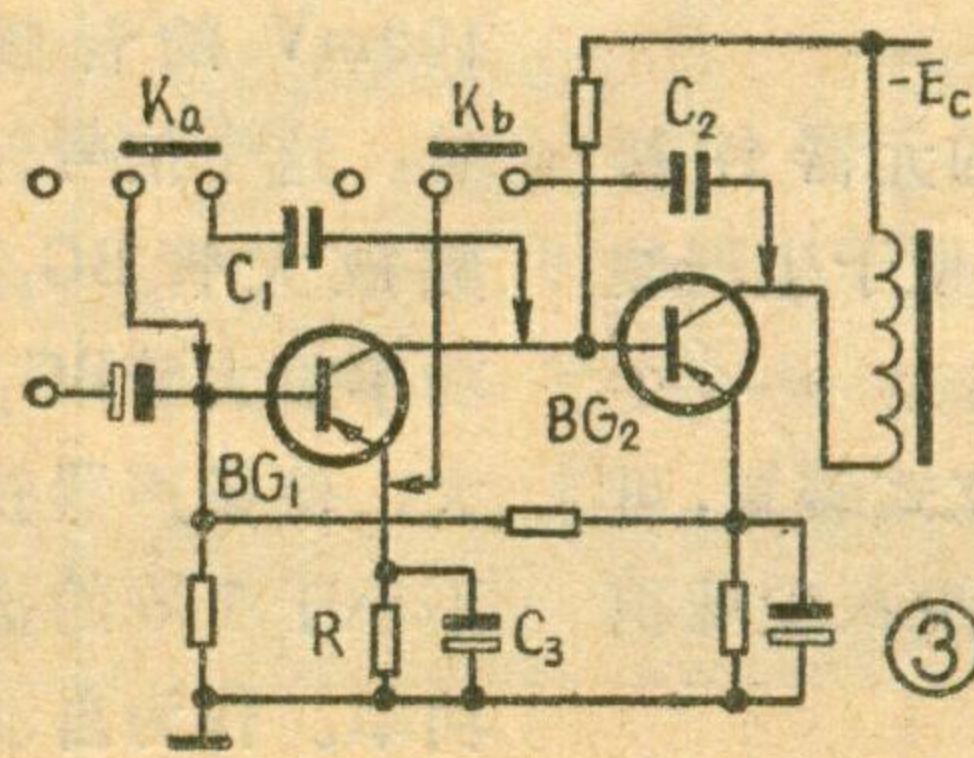
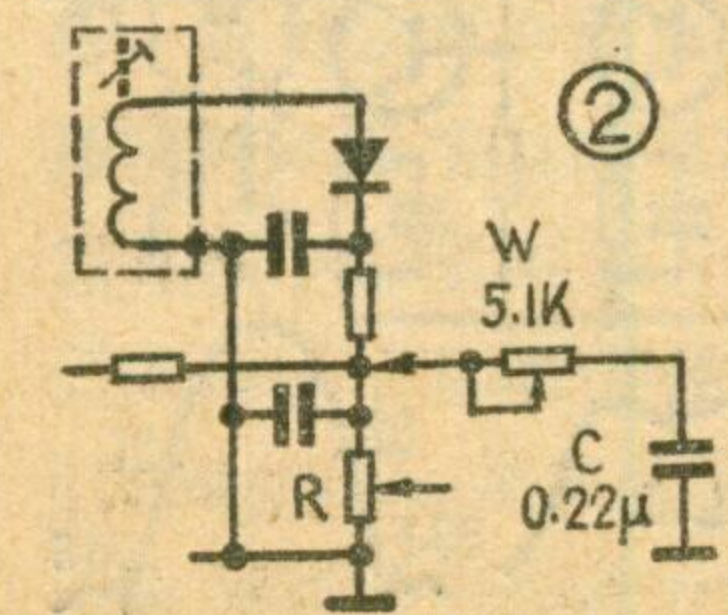
另外，两级中放晶体管的发射极电阻如果是1千欧左右的，减小到510~680欧，也能使中放级增益得到一定提高。做法是在原电阻上再并联1千欧左右的电阻。



一些只有一级中放(不兼来复)的收音机，因使用时间长，灵敏度很低。在这种情况下，可把电路作不大的改动而把中放改成中放兼来复低放，见图2。考虑到检波后的信号不会太强，以及晶体管的工作电流要增大到2毫安左右，故不加自动增益控制电路。台式机作这种改动很容易，便携式的也只要切断一、二处印刷电路，调换和增加少量零件。增加的零件可焊在底板下面。我曾把多部收音机作这种改动，都基本满足了使用要求。在调整中，如在增加集电极电流的时候，声音没有随着增大，这可能是由于晶体管的 $\beta$ 值不高。这时可检查一下变频管的 $\beta$ 值，如比中放高，则可调换使用，因变频管对 $\beta$ 值要求可低些。目前高质量的晶体管已十分普遍，因此最好换上 $\beta$ 值较高的管子。因 $\beta$ 值高的管子有较高的输入阻抗。当集电极电流加大后，它的输入阻抗也不致降得太低，放大倍数也就增加了。

**3. 提高检波效率。**有不少收音机采用的检波二极管质量不高，反向电阻不大，约在80~100千欧，换用正向电阻小(500欧以下)、反向电阻大(500千欧左右)的二极管，可以使信号在检波二极管上的损耗减小，对于提高整机灵敏度，特别是中放级增益不够高的收音机有一定的作用。如有必要还可增加一个二极管，把电路改成倍压检波，见图3。

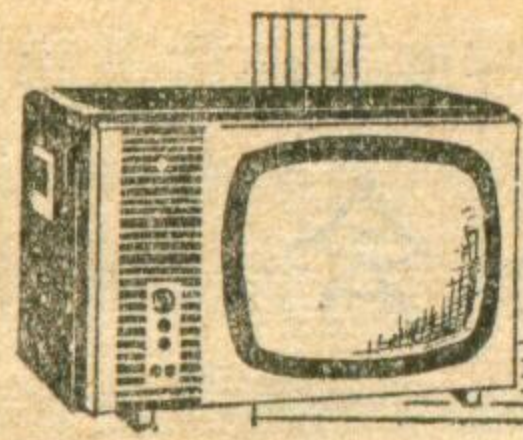
掷或双掷开关。当开关接入时， $BG_1$ 集电极通过 $C_1$ (0.047微法)对高频大量反馈，所以抑制了高音，相对地提升了低音。 $BG_2$ 的集电极信号通过 $C_2$ 、 $C_3$ 旁路到地，旁路掉一部分高频( $C_2=0.022$ 微法)，也抑制高音，提升低



音。这个控制电路效果比较明显。

上述几种音调控制电路，简单易行，同志们可根据具体情况选用。

上海内航公司黄金生



# 北京牌

# 40型

# 晶体管黑白电视机

国营天津无线电厂

北京牌 840 型和 840-1 型晶体管黑白电视机，是我厂按照联合设计 40 厘米、47 厘米通用的电视机电路及所规定的整件生产的产品。这两种型号的电视机，电路结构及采用的元器件完全相同，只是屏幕(显象管)尺寸不同，840 型的屏幕尺寸为 40 厘米，840-1 型的屏幕尺寸为 47 厘米。全机使用了 27 只晶体三极管(其中包括频道选择器中用的三只管子)和 19 只晶体二极管(包括一只稳压管)，采用  $110^\circ$  偏转角 40 厘米或 47 厘米黑白显象管。它具有性能稳定，使用维修方便，耗电量少，结构简单，所耗原材料少，标准化程度较高等优点，主要电性能及结构特点如下：

1. 图象有限杂音灵敏度 (S/N = 30dB) 不劣于  $400\mu\text{V}/300\Omega$
2. 图象清晰度 中心 400 线
3. 灰度等级 8 级
4. 最大视频输出  $70\text{V}_{\text{P-P}}$
5. 自动增益控制能力 60dB
6. 声音输出功率 1W/频偏  $\pm 15\text{KHz}$
7. 声音失真度  $\leq 8\%$
8. 水平同步保持范围  $\pm 400\text{Hz}$
9. 电源电压允许变化范围 185~250V
10. 消耗功率(电源电压 220V) 60W
11. 100V 稳压电源为独立装置，便于调整。
12. 印制电路板上的元器件按 5mm 座标格进行排列，便于生产装配。
13. 印制电路板为立式装置，可作水平方向转动，以减少灰尘堆积并便于维修(见封底)。

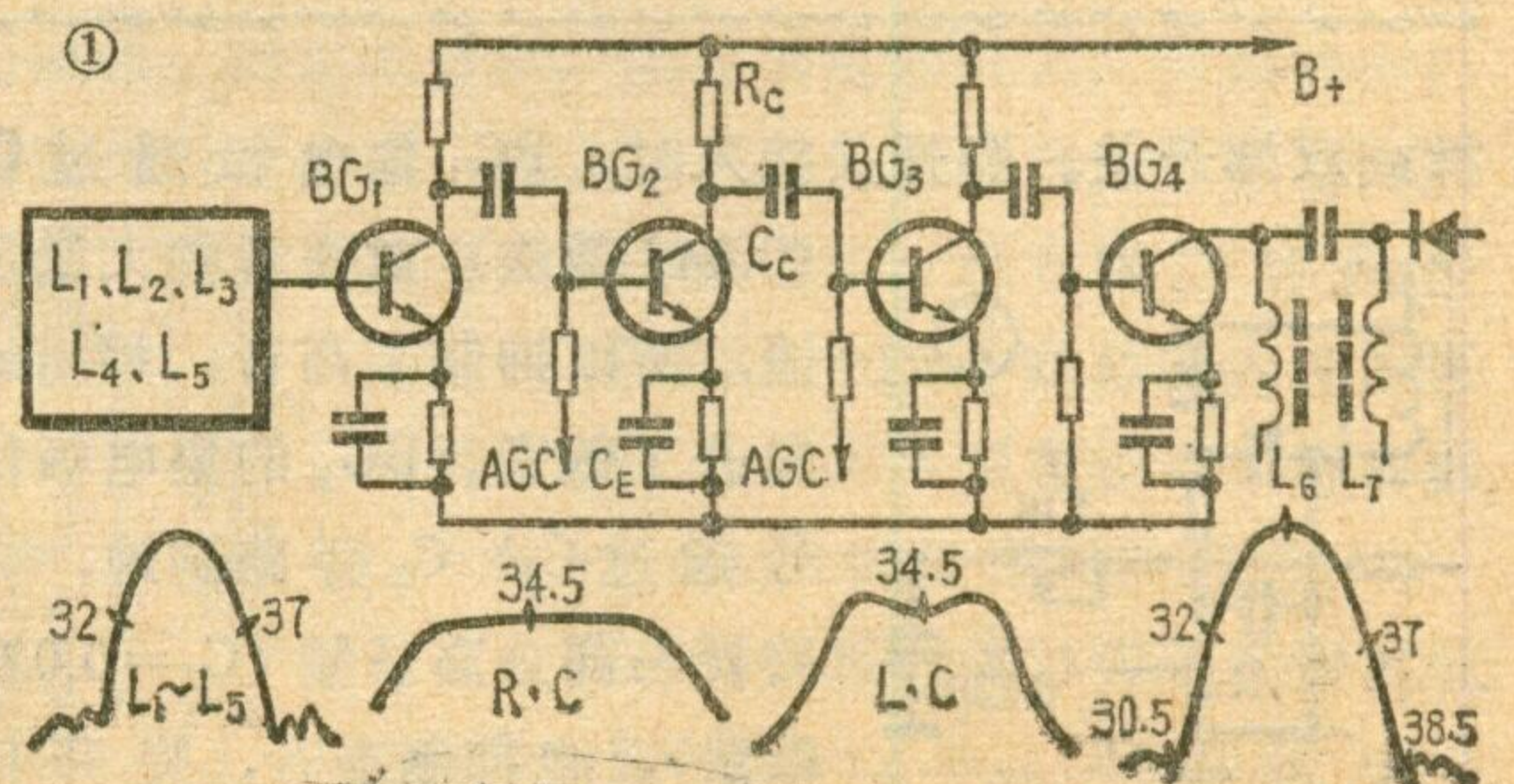
14. 结构件少，对机械加工能力要求低，结构便于装卸。

### 电路简介

本机电原理图见封三，其直流稳压电源输出为 100V、98V，属于所谓“高压方案”。直流电压直接馈送到扫描部分、视放末级及音频功率输出级，因此对上述各部分的晶体管要求高反压、小电流的管型。

电视高频信号由天线  $300\Omega$  平衡电缆馈入电视机天线插孔，经高频头(联合设计电视频道选择器)放大、变频后，获得 37MHz 的图象中频信号和 30.5MHz 的伴音中频信号，这些信号再经  $BG_1$ 、 $BG_2$ 、 $BG_3$ 、 $BG_4$  四级图象中频放大器放大约 60~70dB，由图象检波器  $D_3$  取出  $1.4\text{V}_{\text{P-P}}$  的视频信号及 6.5MHz 的第二伴音中频信号。预视放管  $BG_5$  对视频信号为发射极输出器，而对第二伴音中频信号放大约 20dB，由其集电极输出，使得有足够大的信号输入到伴音中频放大器  $BG_{10}$ 、 $BG_{11}$  管。同时从预视放级还获得复合同步信号及自动增益控制信号。视放末级  $BG_6$  管在对比度变化范围内最大输出电压约  $70\text{V}_{\text{P-P}}$ ，用它作为显象管阴极调制电压，有明显的图象黑白对比度。第二伴音中频信号经  $BG_{10}$ 、 $BG_{11}$  放大，再经  $D_1$ 、 $D_2$  组成的比例鉴频器鉴频，输出约 100mV 的音频信号，这个信号经低频放大管  $BG_{12}$  及功率放大管  $BG_{13}$  放大，使扬声器获得不小于 1W 的推动功率。作为自动增

益控制用的电压，由预视放管取出经  $D_4$  管、再经  $BG_8$  管放大、 $D_5$  管整流和直流放大管  $BG_9$  放大后作为图象中放  $BG_2$ 、 $BG_3$  管的偏压，以控制图象中频信号的放大量。在大信号情况下，自动增益控制电压再经二极管  $D_7$ ，延迟约 30dB 的控制深度加至高频头，使高频增益发生变化。高、中频信号控制深度约为 60dB，确保了远、近距离接收信号强弱变化时，图象对比度的稳定性。经过二极管  $D_4$  的另一路信号，由同步分离管  $BG_7$  分离出同步脉冲，此脉冲作为场、行扫描的同步信号分别加至场扫描振荡管  $BG_{18}$  及行扫描自动频率控制裂相管  $BG_{14}$ 。场扫描电路由  $BG_{18}$ 、 $BG_{19}$ 、 $BG_{20}$  和  $BG_{21}$  四只管组成无输出变压级联输出反馈振荡电路。由于取消了变压器，因此电路简单，装配也比较容易。场频、场线性、场幅度的调整有足够宽的范围，互不影响。由裂相管  $BG_{14}$  输出两组幅度相等的正负行同步脉冲与行输出变压器反馈的脉冲进行比较，再通过相位鉴别器  $D_8$ 、 $D_9$  输出的直流电压，去控制行振荡管  $BG_{15}$  的偏压，达到自动控制行频的目的。行振荡管在导通过程中输出脉冲电压，而在截止时，其基极出现反向正弦电压，使振荡器具有一定的抗干扰能力。行推动级  $BG_{16}$  管





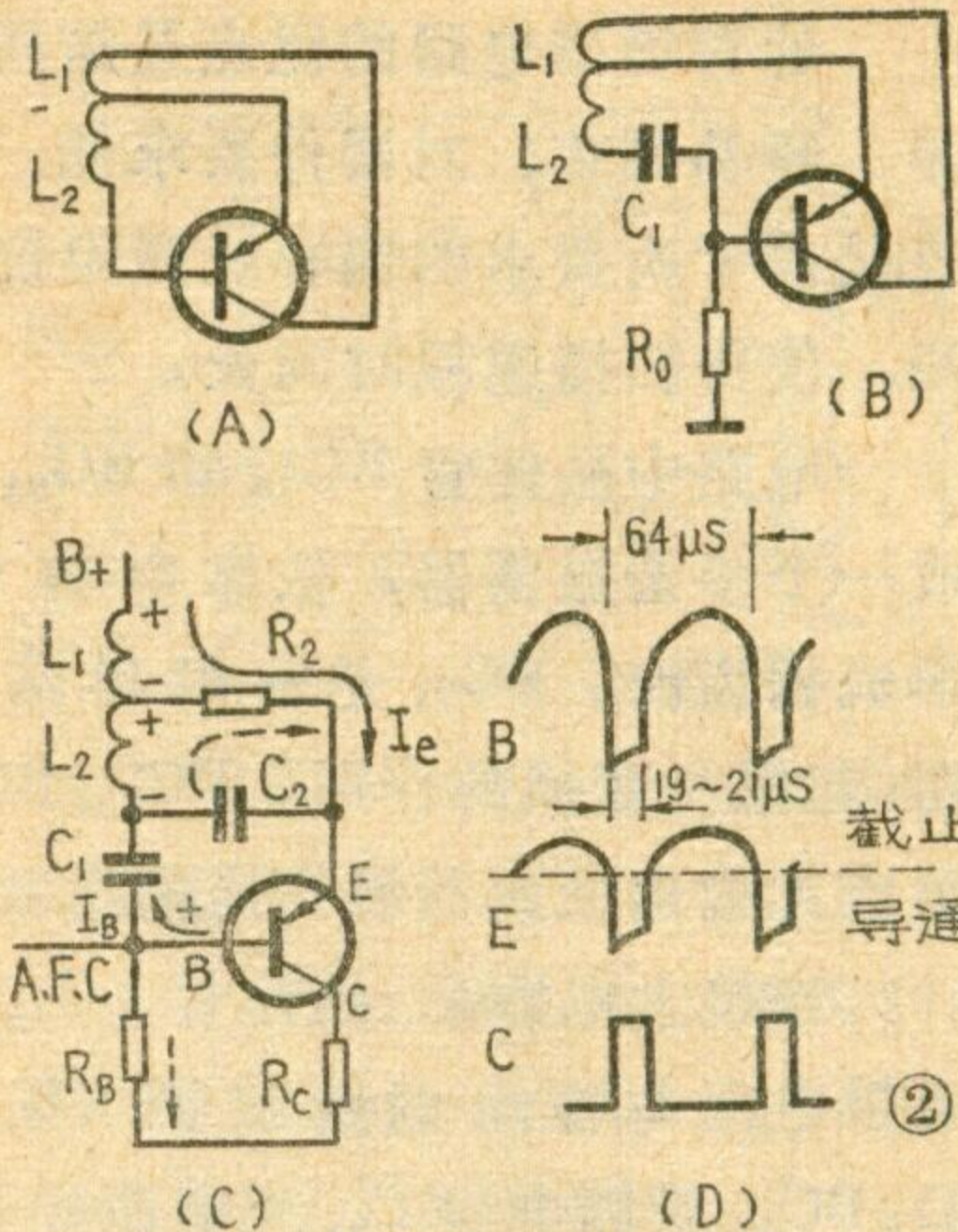
也是一个缓冲放大器，使行输出管在工作过程中不致影响行振荡器的振荡频率稳定度。行输出管BG<sub>17</sub>基极的开关脉冲和推动级输出的脉冲极性是相反的。行输出管集电极逆程脉冲电压约700 V<sub>PP</sub>，其宽度约14 μs。因此，要求该管要具有1000V的耐压和极小的反向电流等优良性能。D<sub>10</sub>为行扫描阻尼管，要求它具有和行输出管同样的耐压和良好的高频特性。行输出变压器有四组输出电压：由其初级绕组经二极管D<sub>12</sub>整流输出的400 V电压，作为显象管加速极电压和聚焦极电压；由行输出变压器次级高压绕组经高压整流管D<sub>13</sub>整流输出的约15 KV电压作为显象管高压；由次级低压绕组输出120 V<sub>PP</sub>的负极性脉冲经D<sub>11</sub>整流输出的11.5V电压，作为通道部分的供电电压；另一组取出60 V<sub>PP</sub>的正极性脉冲电压，作为行自动频率控制用的比较脉冲反馈到鉴相器。

## 电路的主要特点

### 1. 阻容耦合图象中频放大器

本机图象中频放大器由三级阻容耦合放大器和一级电容耦合双调谐电路组成见图1。这种电路非常简单，把一个高频电路作为低频电路来处理，减少了回路结构装置，简化了调整手续。

这个电路的输入回路，由L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>、L<sub>3</sub>、L<sub>4</sub>、L<sub>5</sub>构成一个集中滤波器，各吸收回路按邻近通道频率要求可作静态调整。其频率特性基本满足要求。半功率点处频带宽度约5 MHz。BG<sub>1</sub>、BG<sub>2</sub>、BG<sub>3</sub>组成三级阻容耦合放大器。适当选择其负载电阻（即集电极电阻）R<sub>C</sub>，可使每级带宽约达40 MHz，电压增益8~10倍，这可以符合图象中频放大器对最高频率及增益的要求。而有用带宽是在中心频率34.5 MHz的左右，因此各级依靠耦合电容C<sub>C</sub>及其发射极电容C<sub>E</sub>来压缩高低频分量，以保证经过三级放大后得到的频率



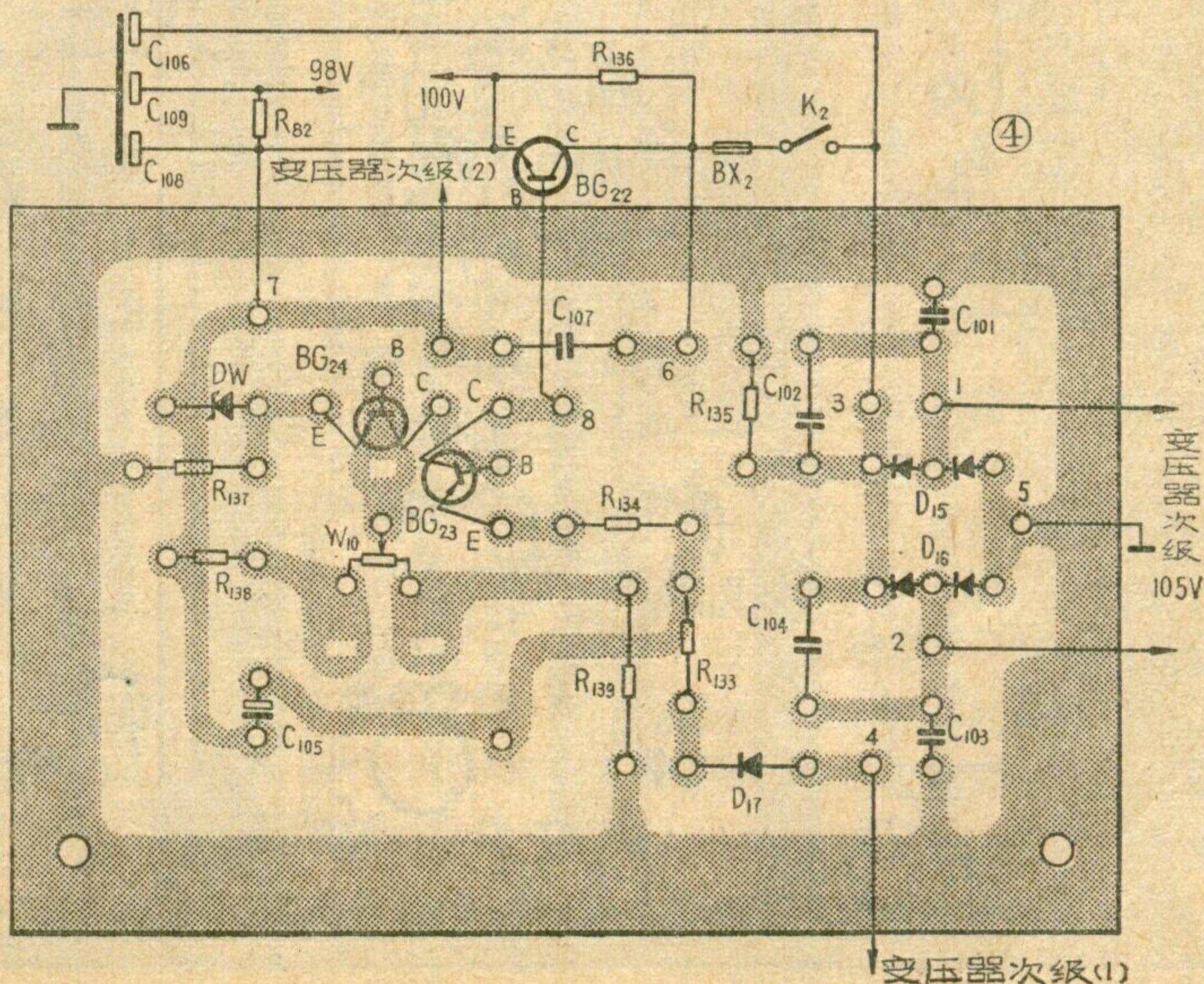
特性符合要求。BG<sub>4</sub>是一级电容耦合双调谐放大器，用以获得较高的增益并改善频率特性曲线的矩形系数，提高选择性。图象中放的总增益约66~70 dB，特定频率的选择性可达-30dB，完全能满足对图象中放的要求。

自动增益控制电压加到图象中放BG<sub>1</sub>、BG<sub>2</sub>管的基极，控制深度约40 dB。

### 2. 变形间歇行扫描振荡器

电视机行扫描振荡电路一般采用间歇振荡器的较多，间歇振荡器都加有一个LC谐振回路（又叫稳频回路）以保持振荡的稳定。在变形间歇振荡电路中是使稳频线圈与振荡线圈共用。本电视机行振荡电路是采用的变形间歇振荡电路。因为它可以由电感三点式振荡电路演变

而来，故有“变形电感三点式振荡电路”之称。电感三点式振荡电路，本来是正弦波振荡电路。但是，由于R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、C<sub>1</sub>的数值选择适当，也会形成间歇振荡。图2绘出了由电感三点振荡电路演变到变形间歇振荡电路的过程，并给出了波形图。其中A图为电感三点振荡电路的原理图，在晶体管基极接上时间常数元件C<sub>1</sub>、R<sub>1</sub>后变为图B，再接入反馈电容C<sub>2</sub>及阻尼电阻R<sub>2</sub>，并加有选择晶体管直流工作点用的电阻R<sub>C</sub>，则形成图C，图D为波形图。由图C说明，当接通电源晶体管导通时，发射极电流I<sub>e</sub>通过L<sub>1</sub>，使L<sub>2</sub>产生感应电压，此电压经C<sub>1</sub>加到晶体管基极，促使晶体管加速导通，使I<sub>e</sub>增加。I<sub>e</sub>的增加又进一步提高了晶体管基极的正向偏压，使I<sub>e</sub>、I<sub>c</sub>进一步增加直至饱和。此时，基极电流I<sub>B</sub>对电容C<sub>1</sub>进行充电，在电容C<sub>1</sub>上形成的电压对晶体管来说是反向的，因此使得I<sub>e</sub>、I<sub>c</sub>下降。当I<sub>e</sub>下降时，通过L<sub>1</sub>的电流发生变化，使得L<sub>2</sub>感应电压相反，这一反向电压加到晶体管基极上，导致I<sub>e</sub>进一步下降，这样的连锁反应使I<sub>e</sub>、I<sub>c</sub>迅速变为零，晶体管处于截止状态。I<sub>c</sub>从饱和到截止的过程，在电阻R<sub>C</sub>上产生一个非常陡峭的脉冲电压，这一电压幅度接近于电源电压。



晶体管截止， $L_2$ 上感应产生的电压向电容 $C_2$ 充电，所充电能在 $R_2$ — $C_2$ — $L_2$ 回路引起自由振荡。其正弦振荡电压叠加在晶体管基极和发射极之间，起到稳定振荡的作用。另一方面， $C_B$ 上的电能不断地通过 $R_1$ 放电，当放电至晶体管足以导通时，下一周期的振荡重新开始。在这一振荡电路中，影响所形成脉冲宽度的因素除了与振荡线圈 $L_1$ 、 $L_2$ 的匝数比有关以外，电容 $C_1$ 的充电时间起着重要的作用。

### 3. 无输出变压器级联输出反馈振荡场扫描电路

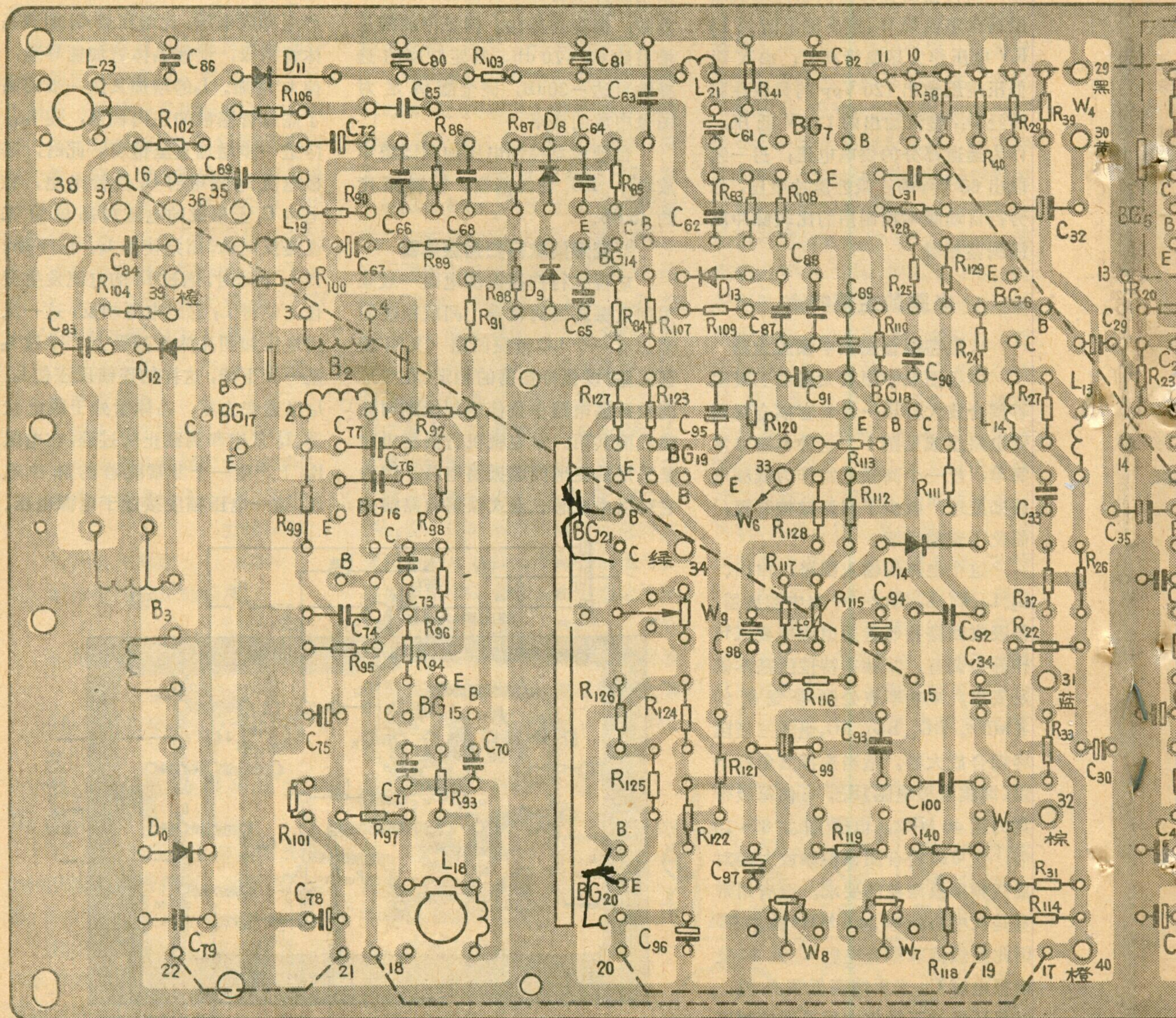
这种场描电路的优点是结构简单、容易调整、对器件要求低。缺点是由于所要求的偏转线圈阻抗较高，使得扫描回程时间长。

电路中晶体管 $BG_{18}$ 和 $BG_{21}$ 组成一个多谐振荡器，依靠电容 $C_{94}$ 形成锯齿波。 $BG_{19}$ 是发射极输出器，起阻抗变换的作用。 $BG_{20}$ 、 $BG_{21}$ 组成无输出变压器场扫描输出级。

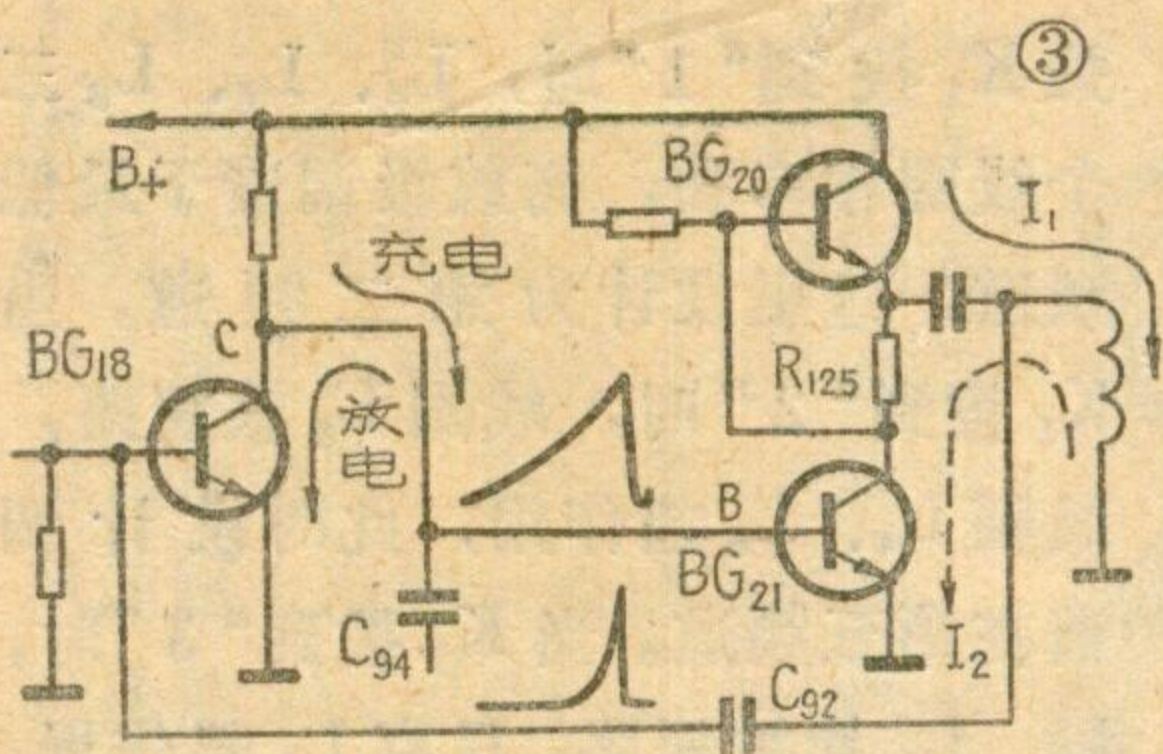
当接上电源后，晶体管 $BG_{20}$ 集电极电流 $I_1$ 流经偏转线圈（见图3）。 $BG_{21}$ 管因电容 $C_{94}$ 充电而导通，电阻 $R_{125}$ 下端电压下降，使 $BG_{20}$ 管逐渐截止。此时偏转线圈的能量通

过 $BG_{21}$ 管放电（放电电流以 $I_2$ 表示），直至能量放完，在偏转线圈上出现电压跃变为止。在偏转线圈电压跃变的瞬间，其跃变电压通过 $C_{92}$ 、 $R_{111}$ 、 $R_{110}$ 反馈到 $BG_{18}$ 管的基极，使 $BG_{18}$ 迅速导通。此时电容 $C_{94}$ 通过 $BG_{18}$ 进行放电，形成锯齿波的一个周期。

波形的校正是本电路的一个关键所在。依靠充电电路本身所得到的波形，不足以获得良好的扫描线性。因此，用电容 $C_{93}$ 将输出端电压反馈到 $BG_{18}$ 管输出端上，对波形加以校正。波形的校正对级联输出



级是有利的。这是因流经偏转线圈的电流是输出管  $BG_{20}$  与  $BG_{21}$  集电极电流之和,  $BG_{20}$  管工作在乙类,  $BG_{21}$  管工作在甲类, 合理选择两管工作状态可使其集电极平均电流为最小。这就要求锯齿波被校正成一个近似于折线形波形(见封三), 当  $BG_{18}$  管集电极波形为折线波时, 调节线性调整电位器  $W_8$  可达最佳。同时由于  $BG_{20}$  和  $BG_{21}$  管几乎分别在前半周内导通, 在前半周期, 低电压使  $BG_{21}$  微微导通, 其集电极维持一个高电位, 使  $BG_{20}$  管充分导通, 在偏转线圈中获得前半周期电流。

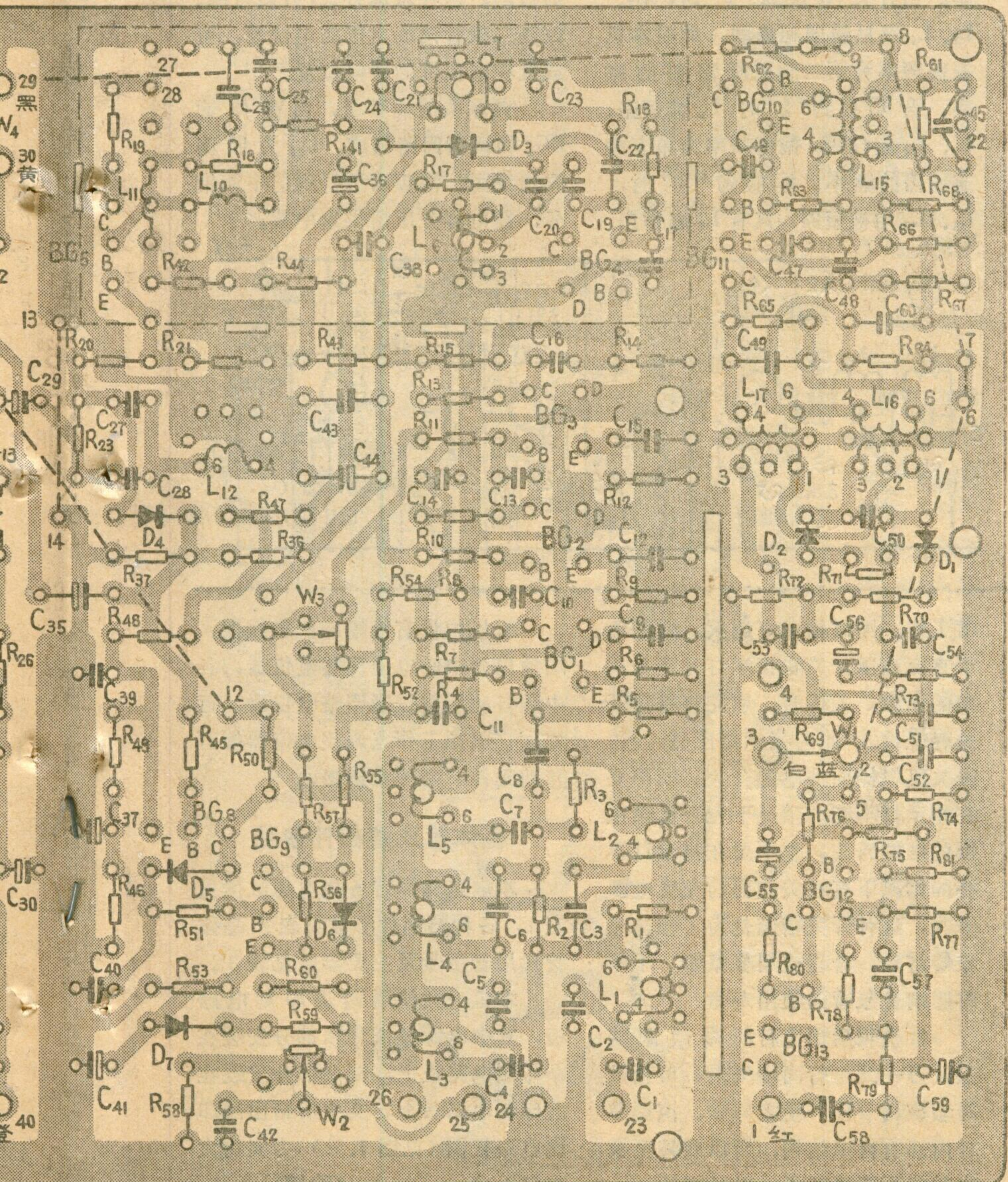


由于在这个半周期内, 是用  $BG_{21}$  管激励  $BG_{20}$  管, 电流放大系数较大, 故要求的激励锯齿波前半周期的斜率较小。在后半周期, 由于是  $BG_{18}$  输出经  $BG_{19}$  管激励  $BG_{21}$  管, 电流放大系数较小, 需要较高斜率电压激励, 使  $BG_{21}$  逐步充分导通, 其集电

表 1 晶体管电压(无信号时)

管极代号	E(V)	B(V)	C(V)
BG <sub>1</sub>	1.8	2.2	10
BG <sub>2</sub>	1.5	2	10
BG <sub>3</sub>	1.5	2	10
BG <sub>4</sub>	2	2.6	11
BG <sub>5</sub>	4.5	5	11
BG <sub>6</sub>	7.5	8	52
BG <sub>7</sub>	12	11.8	8
BG <sub>8</sub>	2.2	3	2.5
BG <sub>9</sub>	1.8	2	12
BG <sub>10</sub>	1.8	2.4	6
BG <sub>11</sub>	5.4	6	9.5
BG <sub>12</sub>	0.2	0.9	3
BG <sub>13</sub>	2.4	3	95
BG <sub>14</sub>	14	0	0
BG <sub>15</sub>	14	14	3
BG <sub>16</sub>	0	-0.2	85
BG <sub>17</sub>	0	-0.2	94
BG <sub>18</sub>	0	-0.2	2
BG <sub>19</sub>	1	2	14
BG <sub>20</sub>	42	42	92
BG <sub>21</sub>	0.7	1	42
BG <sub>22</sub>	100	101	135
BG <sub>23</sub>	107	107	101
BG <sub>24</sub>	90	91	107

极电位下降,  $BG_{20}$  管逐渐截止, 因此在一个周期中, 偏转电流恰好是二者之和。电位器  $W_8$  就是用来调整级联输出晶体管处于上述这样一工作状态的。不过为了使  $BG_{21}$  管截止时, 其集电极电流快速下降, 可以将电位器  $W_8$  调整到使  $BG_{21}$  管集电极电压略低于中心电压, 这为获得稍短的逆程时间是有利的。  
⑤ 在调整中, 要使线性、幅度、频率之间在一定范围内互不影响, 主要是将中心电压调准确, 并要求



# 自制简易高频头

高峰倩

这里介绍一只简易的三频道高频头，它的结构比较简单，调整比较容易，经过实际使用，效果也比较满意。

这只高频头，是用一只三刀三掷波段开关作频道选择开关，用一只二极管作频率微调。它的电路结构原理和制作方法介绍如下：

## 电路原理

简易高频头的电原理图如图1。它是由输入电路、高频放大器、本机振荡器、混频器四部分组成的。

输入电路采用一节T型高通滤波器来抑制中频和较低频率的干扰信号。高放级由晶体管BG<sub>1</sub>和单调谐回路构成。线圈L<sub>4</sub>、L<sub>5</sub>、L<sub>6</sub>构成三个频道的高放调谐回路，当开

场同步信号分离良好。中心电压偏低或同步信号不良，将使场同步不稳，发生滚动现象。线性的调整，除了对BG<sub>20</sub>、BG<sub>21</sub>所用晶体管的性能不要相差太悬殊外，主要在选用C<sub>93</sub>、C<sub>94</sub>电容器的过程要注意误差及损耗，要求其误差级别为±10%，损耗角应小于0.1。不宜用电解电容器。

## 使用注意事项

1. 机箱侧面装有电源开关，此开关接通时，指示灯亮，同时显象管灯丝也点燃。经过一分钟后，再将机箱正面的推拉式开关轻轻拉出，机内直流高压接通，电视机正

常工作，同时指示灯熄灭。这是由于直流高压开关和指示灯开关是反向的原故。关机时，应先将推拉开关轻轻推入(此时指示灯应亮)，再去关机箱侧面的电源开关。既不要在指示灯不亮的情况下先开机箱正面的推拉开关，也不要指示灯不亮的情况下直接关侧面的交流电源开关。这种开关措施是为了预热显象管灯丝，合理使用显象管，不然将影响显象管的使用寿命。

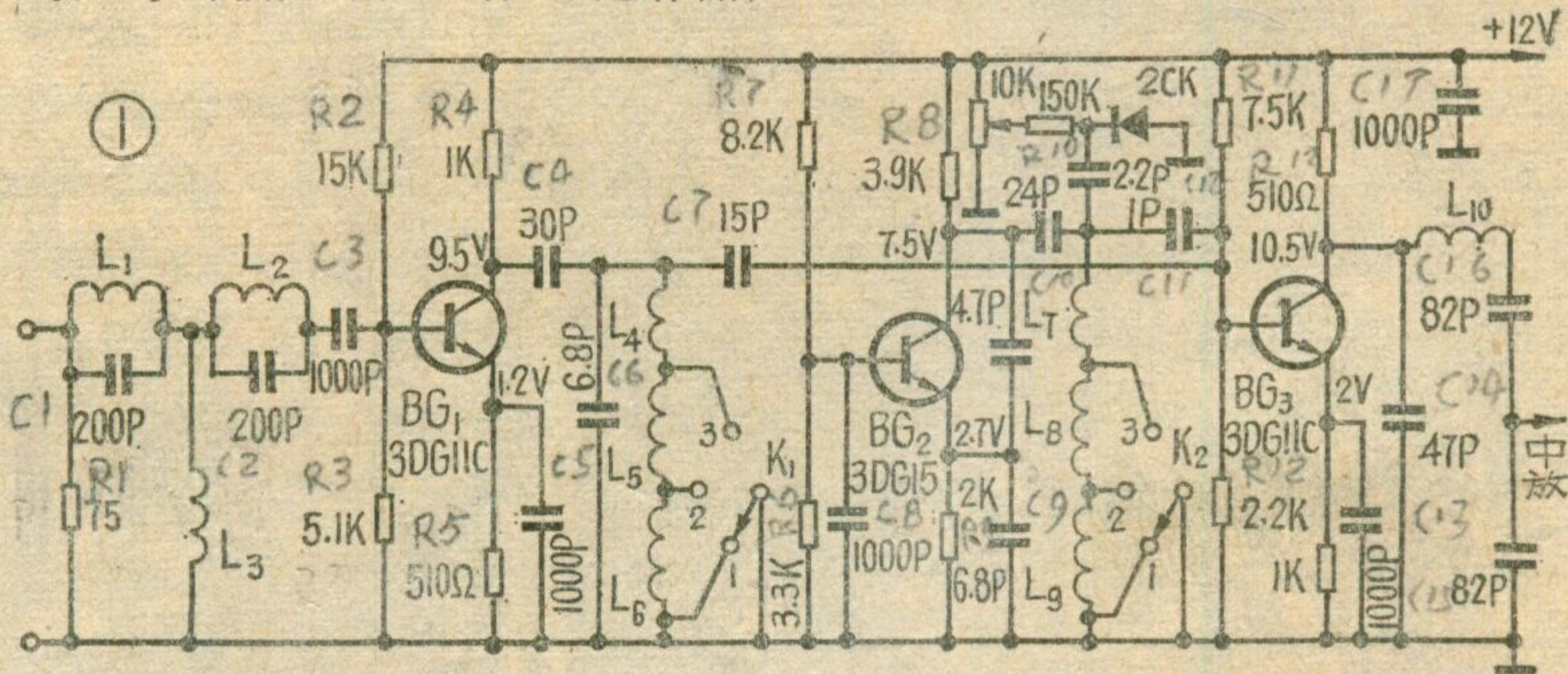
2. 机箱后面有行同步微调装置，万一发生行同步失步，可稍微转动该调节杆，使之同步。该调节杆内部有自锁结构，所以旋转至极边时就不要再转了，以免损坏。

关K<sub>1</sub>拨到“1”时，L<sub>4</sub>、L<sub>5</sub>、L<sub>6</sub>三个线圈相串联，高放级调谐于最低频道，这里设计为第二频道。当K<sub>1</sub>拨到“2”时，线圈L<sub>6</sub>被短路，线圈L<sub>4</sub>、L<sub>5</sub>起作用，此时设计调谐在第五频道。当K<sub>1</sub>拨到“3”时，L<sub>5</sub>、L<sub>6</sub>均被短路，只有L<sub>4</sub>起作用，此时调谐于第八频道。经高放级放大后的信号再经耦合电容(15P)耦合到混频管BG<sub>3</sub>的基极。本机振荡器是采用电容三点式振荡电路。它是由晶体管BG<sub>2</sub>和振荡回路组成。变换频道时，须靠改变振荡回路的电感线圈来改变本机振荡频率。当开关K<sub>2</sub>拨到“1”时，L<sub>7</sub>、L<sub>8</sub>、L<sub>9</sub>三只线圈相串联，此时本机振荡频率为第二频道所需要的频率。当K<sub>2</sub>拨到“2”时，L<sub>9</sub>被短路，L<sub>7</sub>、L<sub>8</sub>起作用，振荡频率为第五频道所需的频率。K<sub>2</sub>拨到“3”时，L<sub>8</sub>、L<sub>9</sub>均被短路，只有L<sub>7</sub>起作用，

振荡频率为第八频道所需的频率。这只高频头输出的中频信号选为37MHz，所以第二、第五、第八这三个频道的本振频率分别为94.75MHz、122.25MHz和221.25MHz。

为了使本振频率适应接收频道的电视信号的要求，还必须进行频率微调，这里是通过改变一只二极管结电容来完成的。把二极管与一只小电容(2.2P)相串联后，再并联到本振电感线圈的两端，改变加到二极管两端的电压，二极管的结电容就发生变化，从而达到频率微调的目的。这种微调方式，方便可靠。改变二极管两端电压的电位器，可放置在电视机的任何位置。

高频头的混频级，由晶体管BG<sub>3</sub>和调谐回路组成，L<sub>10</sub>为回路调谐线圈。混频以后得到的中频信号，经电容分压后供给中放。



3. 机内设有场幅度、场线性、场输出管中心电压调整电位器，高、中频自动增益控制调整电位器、行幅度、电源工作点调整电位器等可转动元件，勿随意调整。

## 晶体管及整部件参数

本电路晶体管各极电压数据见表1，各种整部件参数见表2，晶体管代用管型号及主要参数见表3。

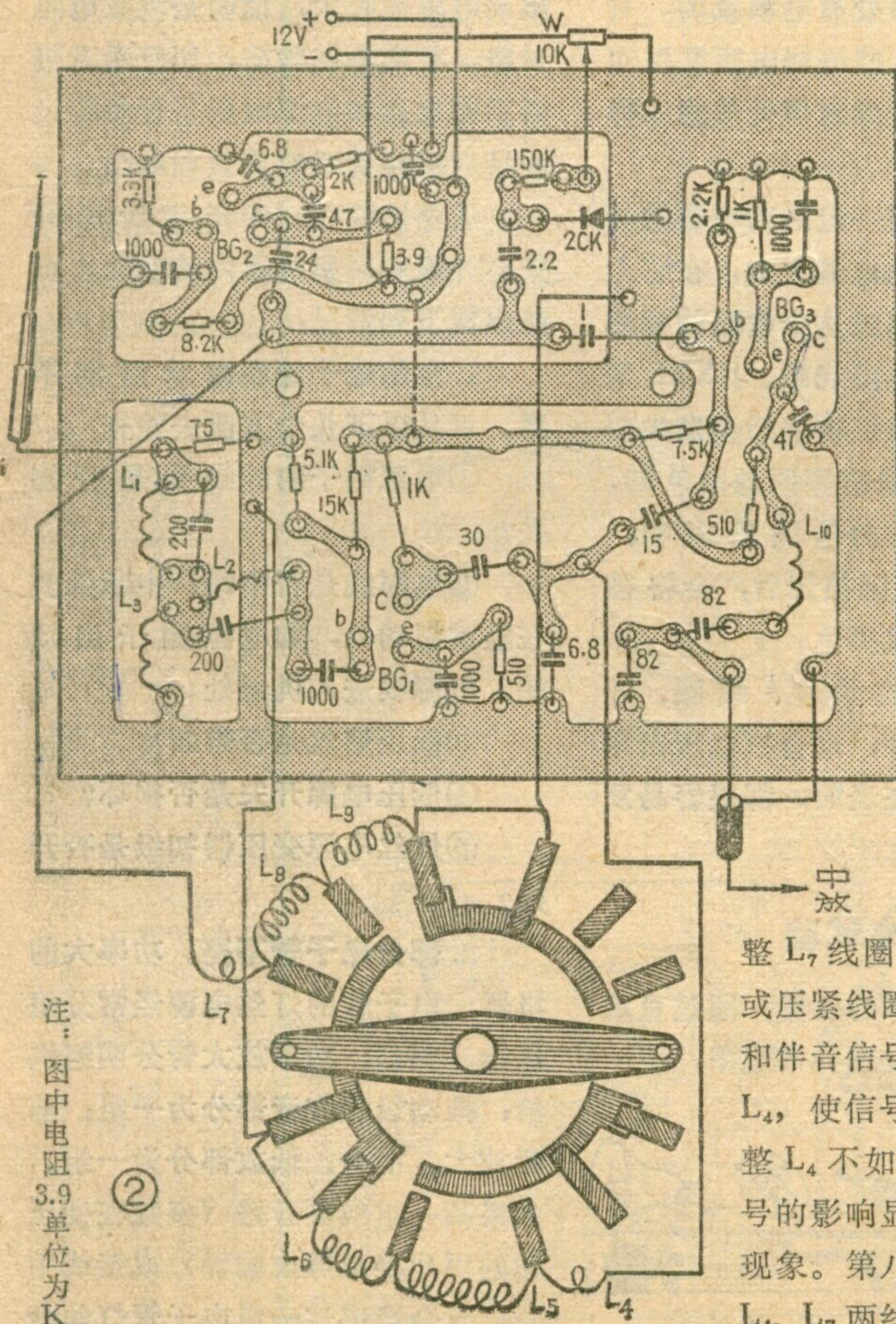
本机一共使用两块印制电路板，其中电源整流稳压部分安装在小印制电路板上，其余部分安装在大印制电路板上。文中所给出的印制电路板图(见图4、5)为实物大小(1:1)。(待续)

表 1

编号	圈数 (匝)	编号	圈数 (匝)	备注
L <sub>1</sub>	7	L <sub>6</sub>	13	各线圈 内径除 L <sub>10</sub> 为 6.5 毫米 外, 其它均 为 3.5 毫米
L <sub>2</sub>	7	L <sub>7</sub>	1.5~2.5	
L <sub>3</sub>	14	L <sub>8</sub>	8	
L <sub>4</sub>	1.5	L <sub>9</sub>	9	
L <sub>5</sub>	9	L <sub>10</sub>	15	

### 元件与装配

电路的元器件(除电位器外)全部安装在一块 6.5cm × 8cm 大小的印制板无铜箔的一侧见图 2 (图为 1:1 印制板图)。频道选择开关采用的是 KZZ 型中型 3 刀 3 位胶纸板波段开关, 只用其中两个刀。由于在波段开关下面需要安装元件, 所以波段开关固定在印制板上后, 波段开关转换片与印制板之间须留有



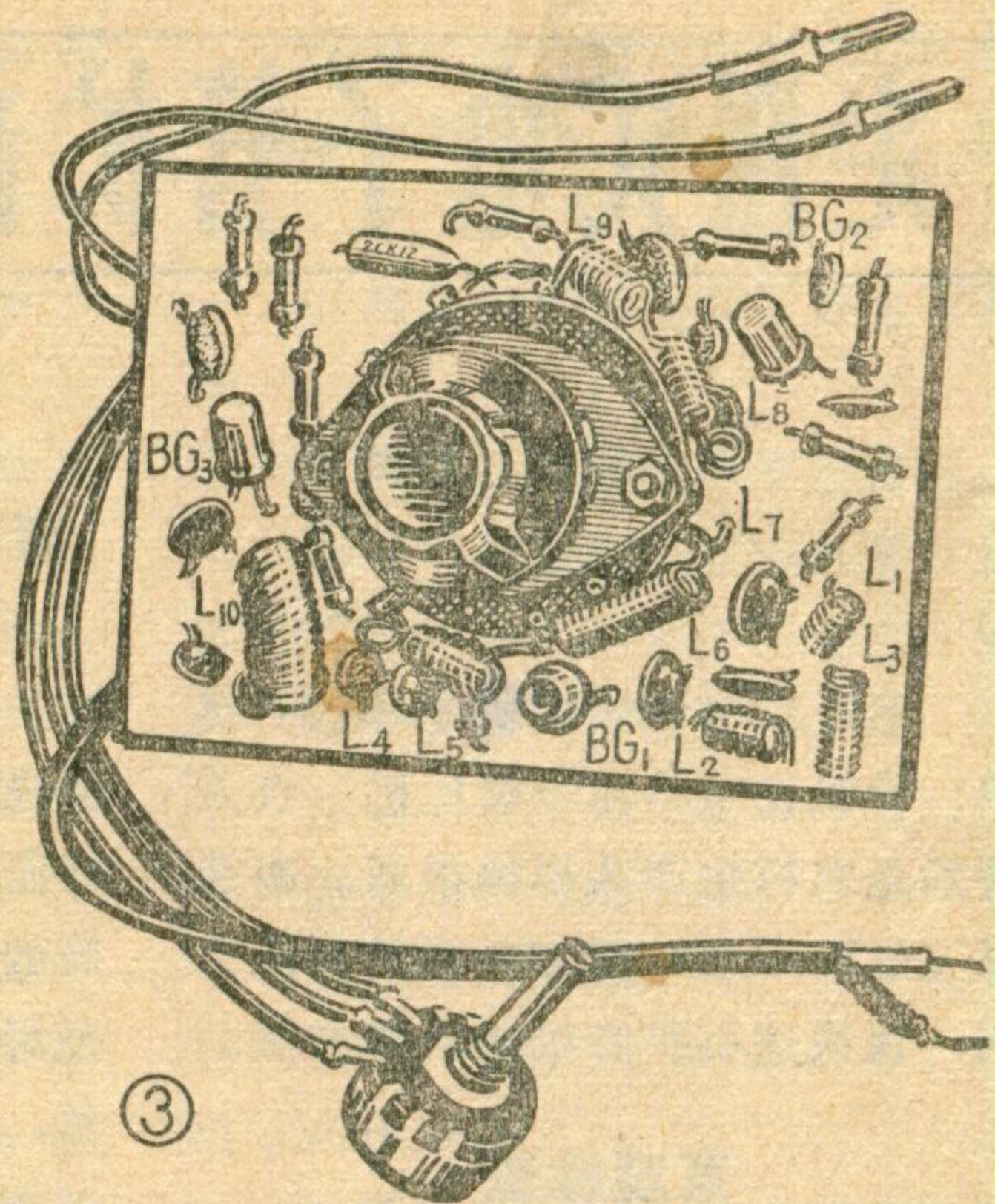
8 mm 的空隙, 安装示意图见图 3 (注意空隙不要超过 8 mm)。电阻均为 1/8 瓦碳膜电阻, 采取卧式安装。电容全部用瓷片电容。三极管如果没有原理图上所标示的型号管子, 可选用  $50 < \beta < 100, f_T > 700$  MHz 的其它类型管子代替, 如 2G210、2G211、2G910、2G911 等。三只三极管可以使用同一型号的。二极管采用 2CK 型即可, 实验表明 2CK5 效果较好。线圈全部用直径 0.5mm 的漆包线, 顺时针方向绕制成空心线圈。各线圈数据见表 1。

### 调整方法

装配完毕经检查无误后可以接通电源, 按照图 1 所标示的电压数值调整各级直流工作点。各点电压调整到符合要求以后, 用 75 欧高频电缆把高频头与中放

连接起来, 再接上天线, 把频率微调电位器旋到中间位置上 (整个调整过程中不要再动它), 从高频开始调整各个调谐回路。即将波段开关先拨到接收第八频道信号的位置上, 调

调整 L<sub>7</sub> 线圈 (即用镊子拉松或压紧线圈)。接收到图象和伴音信号后再调整线圈 L<sub>4</sub>, 使信号最佳为止。调整 L<sub>4</sub> 不如调整 L<sub>7</sub> 时对信号的影响显著, 这是正常现象。第八频道调好后, L<sub>4</sub>、L<sub>7</sub> 两线圈就不要再动



了。以同样的方法和次序调整接收第五频道信号的两线圈 L<sub>3</sub>、L<sub>5</sub> 以及接收第二频道信号的两只线圈 L<sub>9</sub>、L<sub>6</sub>, 使收到的信号最佳为止。最后在任一频道位置上拨动线圈 L<sub>10</sub>, 使信号最清晰, 调整即告完毕。

如果总调不出图象, 就需检查本振是否已起振。方法是用三用表测量本振管发射极到地之间的电压值 (大约为 2.7V~3V), 再用一只 1000P 的小电容并接到本振管发射极和地之间, 此时表针指示的数值, 如果比未并接小电容时有所减少, 就说明本振起振了。否则就是未起振。如果经检查证明本振不起振, 就需要详细检查振荡电路, 有无错接之处, 振荡管 BG<sub>2</sub> 的质量是否符合要求, 可调换一只比较好的晶体管试试。如果本振已经振荡而调不出图象和伴音, 就需要细心调整本振线圈的匝数。因为工作频率较高, 线圈的引线长短以及各元件的引线长短, 都对频率有极大影响。所以表 1 中对高频头本振线圈 L<sub>7</sub> 给出了一个大概的范围 (1.5~2.5 匝), 其所用线长约 30~40 毫米。在这个范围内作几个线圈, 分别装在电路上试, 也可以按匝数最多 (如 2.5 匝) 的绕一只线圈, 然后在调整时, 把它逐渐拧成麻花状直到收到信号为止。中频改为 34.25MHz 时, 元件数据不变。

# 定阻式电子管扩音机的故障检修方法



南京延安无线电厂 技术组

定阻式电子管扩音机结构简单、价钱便宜，在一般厂矿、机关特别是农村生产队用得很多。本文以飞虹R—150C型150瓦扩音机为例，谈谈这类扩音机的检修方法。

## 直观检查

直观检查最方便也非常有效，有许多故障，尤其是元件损坏，在不加电源的情况下可以用眼睛直接看出来。

**1. 电路方面：**电路中断或某处发生短路，扩音机就不能正常工作。对于断线、脱焊、漏焊等故障，可用一根绝缘棒拨动接线和元件引出线，很快就可以发现故障点；如果是由于短路，使电路中电流过大而将某处接线烧焦，也可以一望而知。常见到的是指示灯电珠和电珠座短路，将接线烧焦。如不及时修复，还会继续烧毁熔丝或变压器。

### 2. 元件方面：

①变压器、接线支架、熔丝座等，如因受潮使绝缘性能下降，也会发生被烧毁的现象。变压器被烧毁时，可以看到线包全部或局部烧焦，而且有强烈的焦臭味。

②好电子管玻壳内壁上的吸气剂像镜面一样发亮。如果玻壳破裂或漏气，吸气剂会变成乳白色。一般花生式电子管的吸气剂在玻壳顶端，其它类型的管子吸气剂在管腰附近。

有的管子(如6P3P、6P6P等)屏极从管腰引出，如果管腰绝缘不好而屏压又高，则管腰上2、3脚之间的胶木会击穿。这是因为第3脚是屏极，有直流高压。第2脚是灯丝，一端常接地。如果直流高压或音频高压将这两脚之间的绝缘破坏，就会造成漏电或短路，有时连管座也同时烧毁。

③纸壳电解电容器击穿或严重漏电，有时可以看到封蜡熔化而且流出来；铝壳电解电容器有上述故障，有时可以看到铝壳顶端突出，或正极一端封口处有电液流出。有的CZJX、CDX型电解电容发生同样故障时，可看到封口处的绝缘物脱出铝壳。

④电阻器有一定的功率容量，如果流过电阻的电流太大，在它上面消耗的功率超过这个电阻的标称功率，就会将电阻烧毁。RXYC型电阻的被复珐琅层被烧后会发生变形；RXQ型的酚醛漆原是黑色的，被烧后会变成灰白色的粉末物；RJ、RT等型电阻被烧后，会将被复的绝缘漆烧成黑色。

⑤管座、熔丝座、线圈、开关、支架等元件，也会被电压击穿烧坏，如果坏在表面，都很容易发现。

## 通电试验

一台有故障的机器，通过直观检查，如果未发现异常现象，下一

步就应该接上电源进行通电试验。

为了避免故障扩大和保障安全，通电前应首先用万用表欧姆档测量电源变压器初级是否短路、开路或通底板。并测试整流电路高压和次高压输出端正负极间是否短路或严重漏电。一般说来，这类扩音机高压输出端正负极间的电阻约30千欧左右。阻值太低或为零就说明输出端严重漏电或短路，应检查输出端滤波电容的好坏。如果滤波电容已经击穿短路或严重漏电，就应更换新元件；如果测得整流电路输出端电阻无限大，说明是泄放电阻开路。在通电试验前，还应看看机器工作电压和电源电压是否相符，并且应接好合适的假负载电阻。

通电试验时，先开启低压开关，并细心观察机器内的变化，可能出现下列情况：

**1. 全部电子管和指示灯都不亮。**可从以下几个方面去检查：

①电源插子内的线头是否接妥？

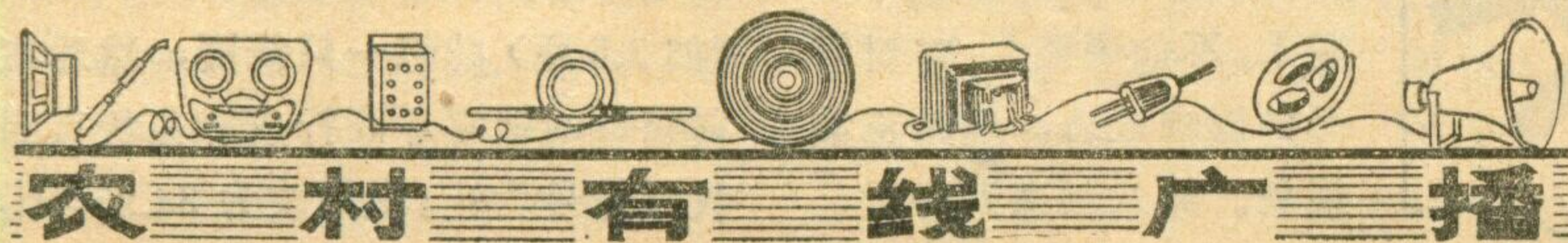
②电源线是否中断？中断处多在经常扭动处，如电源插子出线端，电源线进入机器处。

③低压熔丝是否熔断？

④低压电源开关是否损坏？

⑤灯丝电源变压器初级是否开路？

**2. 部分电子管不亮。**功率大的机器，电子管的灯丝电源经常分组供给。例如，功率放大管分两组供给；推动级和收音部分为一组；前置放大、混合、低放部分为一组。如果某一组线圈开路（多数在变压器的焊片处虚焊或漏焊）或接线中断，就会造成这一组电子管灯丝全



部不亮。

3. 个别电子管不亮。其原因可能是：

①个别电子管灯丝断。

②个别管座灯丝接脚虚焊、漏焊或接线断。有的电子管由于漏气或灯丝脚焊接不良，虽然灯丝不断，也会不亮。有些带管腰的电子管(如FU—7、6P6P等)，可将灯丝脚再焊一下试试看。

4. 爆低压熔丝。应检查是否灯丝变压器内部烧毁了引起内部短路。

5. 电源变压器迅速发烫，甚至冒烟。如果电源变压器内存在局部短路，或是连接变压器次级的有关电路存在较轻的短路，熔丝的熔断电流又大于规定值，就会产生这种现象。

可将与变压器次级相连的电路全部焊开，再接通电源，如果故障依然存在，说明是变压器内局部短路；否则故障出在外电路。如果已经确定变压器本身没有问题，可将外电路一组一组地按原样焊回到变压器上，焊上一路，通电试一次，如果某组接入后又出现故障，就可确定故障出在这一组。

6. 开启电源开关后，机壳带电。其原因可能是：

①用三相电源插座的机器，将地线误接到电源插子的相线端子上。

②熔丝座或电源开关绝缘破坏，造成相线通机壳。

③电源变压器初级绕组与铁心之间击穿，初级绕组与静电隔离层之间击穿。当发生这种故障时，如果机壳接了地线，也会爆熔丝。

如果开启低压开关后，没有异常现象，经过一段预热时间后可以开启高压开关，做进一步检查。这时可能发生下列现象：

1. 高压指示灯不亮。其原因可能是：

①高压开关损坏(指高压开关接在高压电源变压器初级端)。

②高压熔丝已断(指高压熔丝接在高压电源变压器初级端)。

③高压指示灯小电珠损坏。

④高压电源变压器损坏(包括初级断线、焊接点虚焊、漏焊)。

2. 高压指示灯明亮，但无直流高压输出。

①高压熔丝已断(指高压熔丝接在直流高压负极与地之间的)。

②变压器次级高压绕组损坏(包括次级断线、焊接点虚焊、漏焊等)。

③整流元件损坏或焊接上有毛病。

3. 爆低压熔丝或爆高压熔丝。

①有些高压变压器的电源经由低压熔丝供给，如果高压电源变压器严重短路，则会爆低压熔丝。

②如果整流元件短路，也可能爆低压熔丝或高压熔丝。

③如果高压电源变压器经高压熔丝供电，则发生①、②两种故障时爆高压熔丝。

4. 高压电源变压器迅速发烫，甚至冒烟。检查方法同灯丝电源变压器。

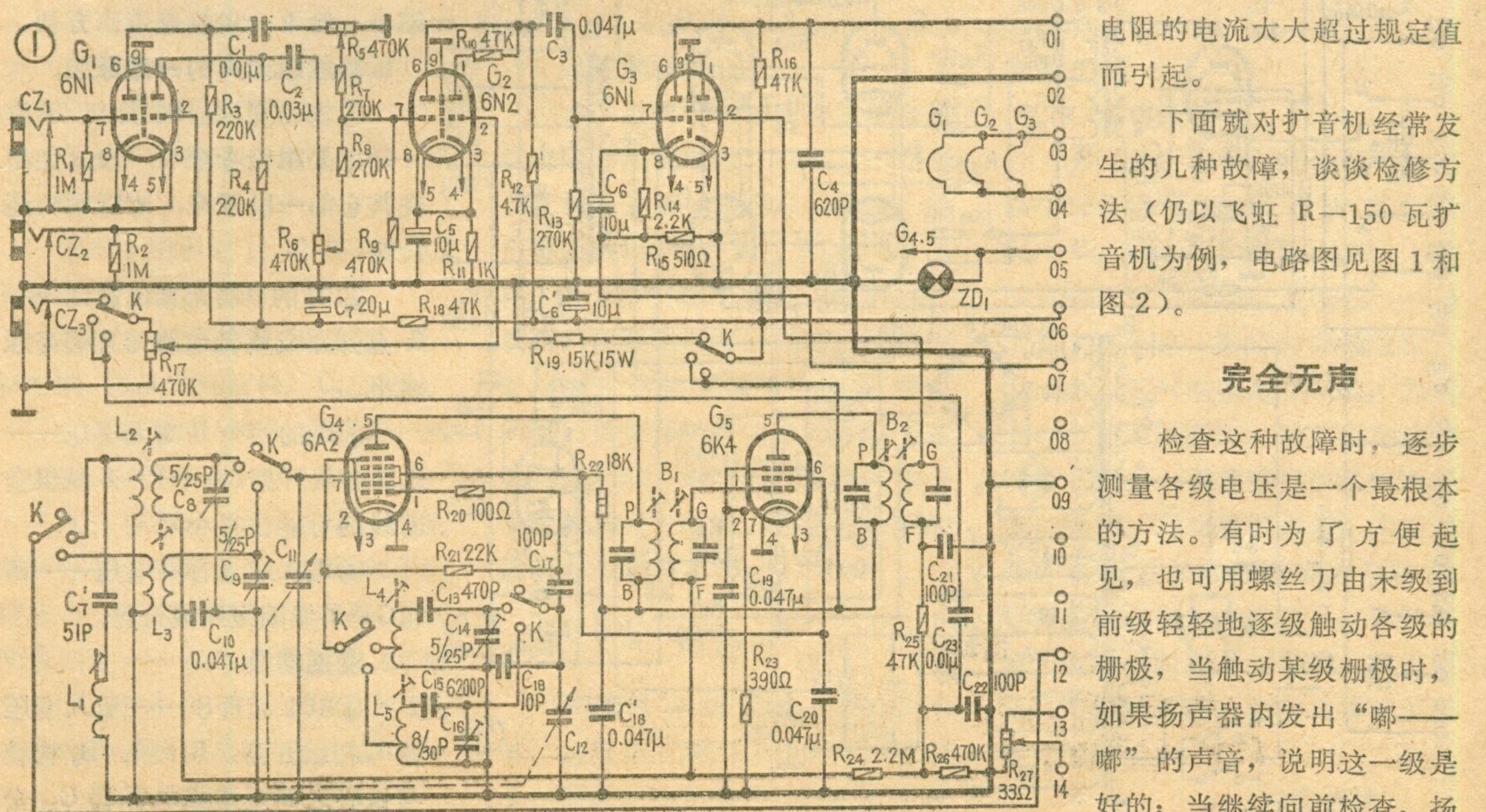
5. 注意观察输入变压器和输出变压器是否冒烟或跳火；电子管内部是否跳火或产生不正常的辉光；电子管管脚之间是否跳火；电子管管座脚与地之间是否跳火；其它各元、器件之间，或各元、器件与地之间是否由于距离太近产生跳火等。电解电容器内部跳火时，可以听到跳火声。应该指出，电子管内部跳火，电阻冒烟，并不一定是电子管和电阻的毛病，可能是由于电路上

某处短路，使流过电子管或电阻的电流大大超过规定值而引起。

下面就对扩音机经常发生的几种故障，谈谈检修方法(仍以飞虹R—150瓦扩音机为例，电路图见图1和图2)。

### 完全无声

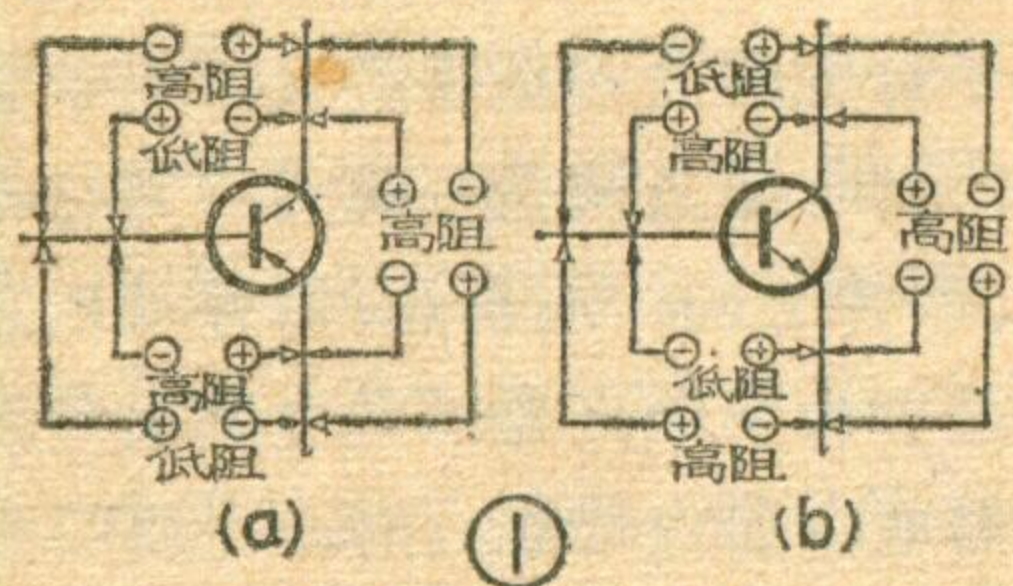
检查这种故障时，逐步测量各级电压是一个最根本的方法。有时为了方便起见，也可用螺丝刀由末级到前级轻轻地逐级触动各级的栅极，当触动某级栅极时，如果扬声器内发出“嘟——嘟”的声音，说明这一级是好的；当继续向前检查，扬



# 怎样用万用表测试大功率晶体管?

王永江

用普通万用表粗测晶体管的极间电阻及放大能力,以判断管子质量好坏,是经常采用的一种简便方法。例如,常用万用表的 $R \times 1K$ 档或 $R \times 100$ 档测试小功率晶体三极管的极间电阻。但是当我们用这种办法去测试大功率晶体管(例如3AD30)时,往往会发现即使管子是好的,管子的正反向极间电阻却都很小,很难判断P-N结的好坏,上述方法就不适用了。那么还能不能用万用表粗测大功率晶体管呢?回答是肯定的。下面就谈谈测试方法。



## 1. 极间电阻的测试

大功率晶体管一般漏电流都比较大(如3AD30C穿透电流高达10毫安),如果仍然用万用表的 $R \times 1K$ 档或 $R \times 100$ 档测量极间电阻,因为此时表头的满度电流很小,所以测试管子的正反向极间电阻时,就会出现阻值都很小的现象,测试就不准确了。我们知道,万用表 $R \times 1$ 档和 $R \times 10$ 档满度电流比较大,所以应该用这两档来测试大功率管。

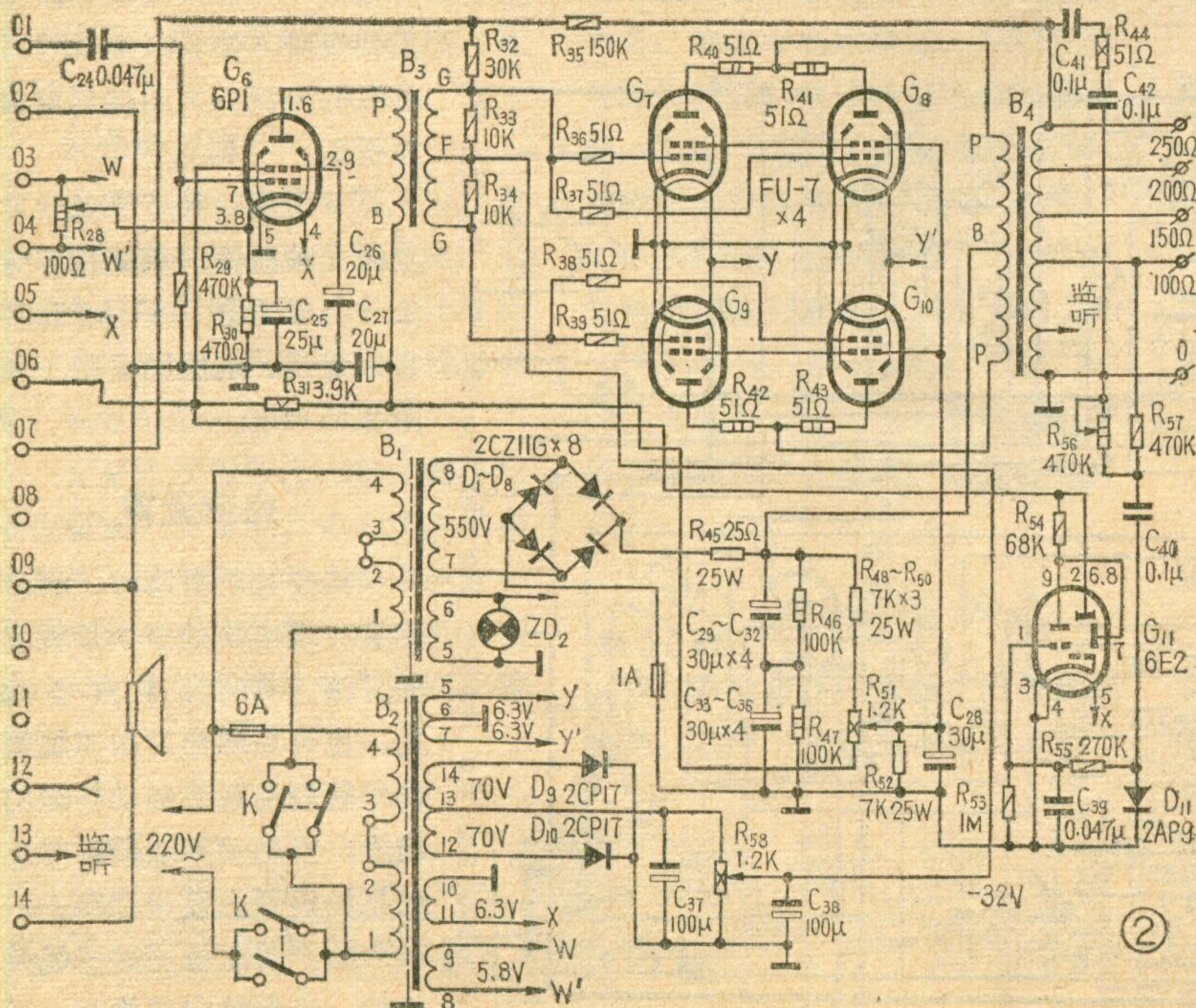
测试极间电阻有六种不同的接法(如图1)。其中发射结和集电结的正向电阻阻值比较低,其它四种接法都应测得高阻值。图中带圆圈的正负号表示万用表接线棒的极性,空心箭头表示红表棒,实心箭头表示黑表棒。

例如用 $R \times 1$ 档测量,在应该

测得低阻值时,对于硅管来说,表针应指在表盘中间区或中间偏右一点的地方;如果是锗管,表针应指在表盘右端靠近零欧姆的地方。在应该测得高阻值时,如果是硅管,表针应基本不动,即阻值无限大;如果是锗管,表针也应动得很小,一般不应超过满偏转的 $1/4$ 。否则就是管子质量不好或已经损坏。上述测试的规律一般和万用表的型号关系不大。

我们用108-1T型万用表实际测量了几只大功率管的极间电阻,测得数据记录见附表,供参考。108-1T型万用表电阻档的特性是:中心阻值为12欧,在 $R \times 10K$ 档表内用15伏电池,其它档用1.5伏电池。如果用其它特性不同的万用表测试,测试结果将会不一样。

某些高频或低频大功率晶体管的极间电阻,有两种测法的结果可



声器内无声音时,就可确定故障在这一级。这样就可把故障范围缩小,给下一步检查带来方便。

### 1. 功放级无声的一般原因:

①输出变压器 $B_4$ 次级开路——主要指监听至O一段,如果在其它的一段开路,监听喇叭还会响。

② $B_4$ 的B端无直流高压——B点开路或整流电路无直流高压输出。

③ $B_4$ 的两个P端无电压—— $B_4$ 的初级开路(两个P—B绕组全断线的可能性很小)。

④ $B_3$ 次级无音频电压——两组G—F线圈短路或开路。

### 2. 查推动级:

①6P1无屏压——输入变压器 $B_3$ 初级开路; $R_{51}$ 断; $B_3$ 初级与铁心之间短路或电容器 $C_{27}$ 击



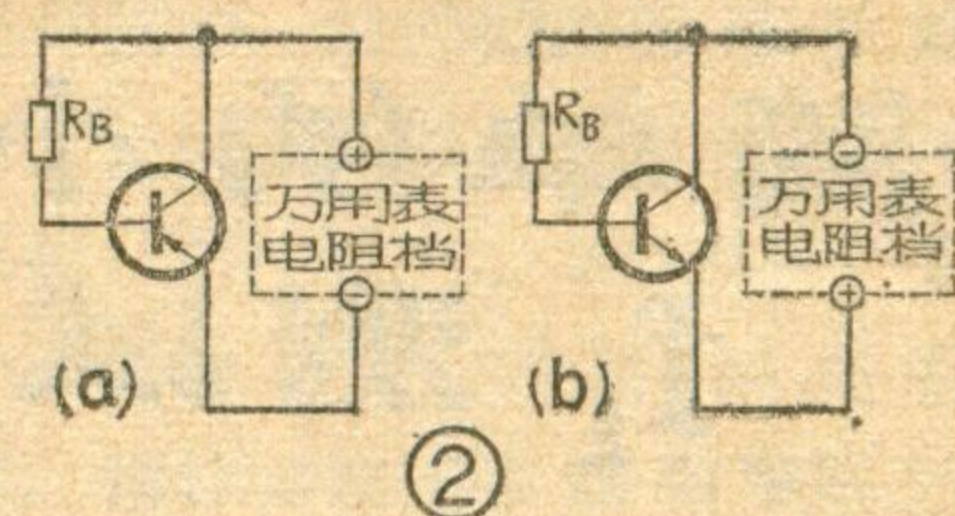
能不符合图 1 所示的情况。这两种测法是：对于 NPN 型管万用表红表棒接三极管的基极、黑表棒接发射极和集电极；对于 PNP 型管万用表黑表棒接基极、红表棒接发射极和集电极。这两种测法本来应测得高阻值，可是实际测得的阻值并不高。这是由于这些管子发射结的反向电流 ( $I_{EBO}$ ) 较大，或击穿电压 ( $BV_{EBO}$ ) 很低造成的。不要把这些管子当成坏管，应该再进一步检查它们的放大能力，如果放大作用是好的，这

些管子还是可以使用的。这个问题在某些小功率高频管中也存在。

## 2. 检查放大能力的方法。

经常使用如图 2 所示的电路来检查小功率晶体三极管的放大能力，对于大功率管也可以使用这个方法，只不过万用表要用  $R \times 1$  档， $R_B$  应在 500~1000 欧范围内选用。

测试时先不接  $R_B$ ，把管子基极甩空，量集电极和发射极之间的电阻，表针应挥动很小，如果表针挥动较大说明管子穿透电流 ( $I_{CEO}$ ) 太大，如果万用表指示阻值已接近



于零，说明管子已经损坏。然后再把  $R_B$  接在基极和集电极之间，万用表指示的阻值应明显变小。阻值越小，说明管子的放大能力越强。如果万用表指示的阻值比  $R_B$  小十几倍以上，说明管子的放大能力是较强的，管子是好的。如果接上  $R_B$  以后，万用表指示的阻值比  $R_B$  小不了多少，表示管子放大能力有限，甚至管子是坏的。

实例：用 108-1 T 型万用表，检查低频大功率管 3AD6B 的放大能力。

3AD6B 是一只锗 NPN 型低频大功率管，应按图 2 (a) 电路测试。第一步先测穿透电流，万用表用  $R \times 1$  档，红表棒接三极管集电极，黑表棒接发射极，基极甩空开路。此时万用表表针基本不动，阻抗约无限大，表示管子的穿透电流不很大；第二步在集电极和基极之间接上  $R_B$ ， $R_B$  取 680 欧，此时万用表指示为 22 欧，比  $R_B$  小很多，说明这只管子放大能力较强。

型 号	接 法 档 次	C 接⊕	C 接⊕	B 接⊕	B 接⊕	E 接⊕	E 接⊕
		B 接⊖	E 接⊖	E 接⊖	C 接⊖	C 接⊖	B 接⊖
3AD30C	$R \times 1$	—	—	$3.4\Omega$	$3.2\Omega$	—	—
	$R \times 10$	—	$30\text{K}\Omega$	$19\Omega$	$18\Omega$	—	—
	$R \times 1\text{K}$	$4\text{K}\Omega$	$0.2\text{K}\Omega$	$300\Omega$	$300\Omega$	$2\text{K}\Omega$	$4\text{K}\Omega$
	$R \times 10\text{K}$	$75\text{K}\Omega$	0	0	0	$20\text{K}\Omega$	$40\text{K}\Omega$
3AD6B	$R \times 1$	—	—	$4.3\Omega$	$4.1\Omega$	—	—
	$R \times 10$	—	—	$24\Omega$	$22\Omega$	—	—
	$R \times 1\text{K}$	$100\text{K}\Omega$	$24\text{K}\Omega$	$600\Omega$	$500\Omega$	$30\text{K}\Omega$	$150\text{K}\Omega$
	$R \times 10\text{K}$	$800\text{K}\Omega$	$40\text{K}\Omega$	0	0	$200\text{K}\Omega$	$1\text{M}\Omega$

说明：“—”号表示无限大。

穿（发生这二种故障之一，都可以看到  $R_{51}$  过热，甚至冒烟）。

② 6P1 阴极无电压——6P1 损坏。

③ 6P1 阴极电压过高—— $R_{30}$  开路；6P1 栅极回路开路。

④ 6P1 栅极无音频电压——6P1 栅、阴极之间短路； $C_{24}$  开路。

3. 查低放级（即  $G_3$  左边的一组三极管，下同）：

① 无屏压—— $R_{31}$  开路；前后级接续插子接触不良，电压加不到前级去； $R_{16}$  开路； $C'_6$ 、 $C_4$  短路。② 无阴极电压——这组三极管坏。③ 阴极电压过高—— $R_{14}$  或  $R_{16}$  开路；栅极回路开路。④ 栅极无音频电压——栅阴间短路； $C_3$  开路。

## 4. 查混合级：

这一级两组三极管合用屏极负载电阻和阴极电阻、电容，工作状态互相牵连。如果收音、拾音、传声都不响，要检查  $R_{12}$ 、 $R_{11}$ 。 $R_{12}$  损坏，两个屏极都无电压； $R_{11}$  损坏，两组的阴极电压都会过高。如果收音和拾音不响，应着重检查  $G_2$  右边一组三极管及其有关电路；如果两组传声不响，则应检查左边一组三极管及其有关电路。检查方法可参考前面第 3 项。

## 声音小

声音小也就是输出功率不够。这里指三种工作状态下声音都小，而此时输入信号都能达到额

定值。

## 1. 查功放级：

① 四只功放管屏压偏低——检查整流电路输出电压是否正常； $C_{29} \sim C_{38}$  是否失效或容量减小。② 四只功放管帘栅极电压偏低——调整  $R_{51}$  的滑键，提升帘栅极电压。 $R_{48} \sim R_{50}$  三只电阻是并联的，如其中有个别电阻断路，则不但功放管帘栅电压低，而且输至前级的电压也会降低。③ 功放管衰老。④ 推动变压器  $B_3$  次级局部短路。⑤ 功放管栅负压偏高——检查  $R_{53}$  滑键至地一段是否断路。如果  $R_{53}$  没有损坏，可调整滑键，使功放管栅负压达到规定值。

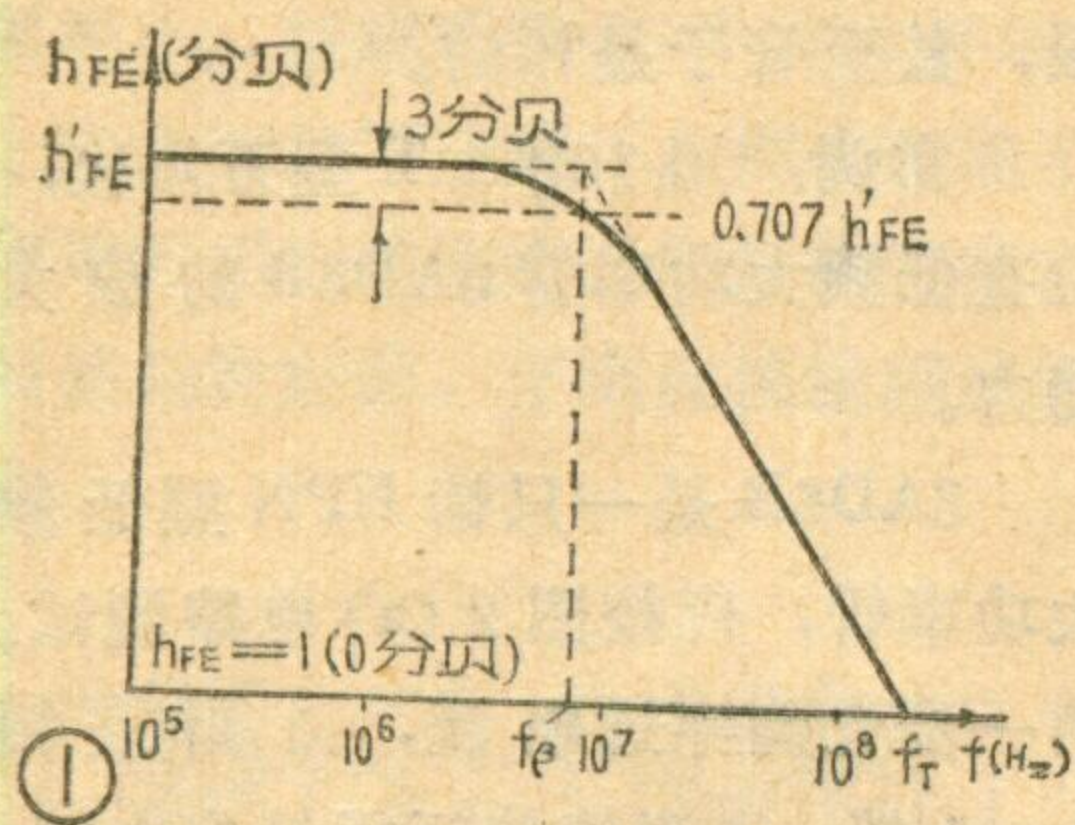
（未完待续）

# 简单的小功率晶体管 $f_T$ 测试仪



魏福源

$f_T$ 是晶体管的特征频率。它是反映晶体管高频工作性能的一个重要参数。对于 $f_T$ 的测试一般需要有专门的仪器，我们这里介绍一种简单的 $f_T$ 测试仪，它可以直接读出晶体管的 $f_T$ 参数值。



## 工作原理

我们知道，当晶体管工作频率不超过某一频率时，可以认为它的电流放大倍数 $h_{FE}$ 与工作频率 $f$ 无关，是个常数( $h'_{FE}$ )；但是当工作频率提高到一定程度时， $h_{FE}$ 将随工作频率 $f$ 的增高而降低，如图1所示。从图中可以看出，在 $f_{\beta} \sim f_T$ 这一段频率范围内， $h_{FE}$ 随着 $f$ 的增高而直线下降，因此，我们用公式 $h_{FE} \cdot f = f_T \dots (1)$ 来表示它们的关系。在实际测试中，通常认为当 $h_{FE}$ 随频率增高而下降到10以下时，就能按公式(1)来计算管子的 $f_T$ 。

从公式(1)可以看出，一个晶体管在高频下的放大能力与 $f_T$ 参数有关。根据公式(1)，我们给定某一工作频率 $f$ ，测出晶体管的 $h_{FE}$ ，由 $f$ 和 $h_{FE}$ 的乘积就可以得出该晶体管的 $f_T$ 参数值，这就是我们设计这个测试仪的主导思想。

测试仪线路见图2。由晶体管 $BG_1$ 等组成电容反馈式振荡器，产

生频率为 $f$ 的信号。这个信号耦合到 $L_2$ ，在 $L_2$ 上产生电压 $U_1'$ ， $U_1'$ 经 $C_7$ 、 $R_4$ 向被测晶体管 $BG$ 注入电流 $I_{BS}$ ，若选择 $C_7$ 、 $R_4$ 的串联阻抗 $Z_1$ 比晶体管 $BG$ 的输入阻抗大得多，则 $U_1'$ 与 $C_7$ 、 $R_4$ 将组成一个恒流源。在给定待测管的工作状态下( $V_{ce}=10V$ 、 $I_C=4mA$ 、 $f=60MHz$ )，高频晶体管的输入阻抗一般在200欧左右，我们选择 $Z_1$ 在1千欧左右已满足要求(有些晶体管输入阻抗可能高达500欧左右，这时电路还基本上满足恒流源要求)。电阻 $R_7 \sim R_9$ 是 $BG$ 的偏置电阻， $R_7$ 、 $R_8$ 的选择也要比晶体管的输入阻抗大得多，这时我们可以认为 $I_{BS}$ 将全部流入 $BG$ 的基极，形成基极电流。电路中 $C_8$ 、 $D_1$ 等元件是为测 $U_1$ 而设置的。

极电流 $I_{CS}=U_2/R_{10}$ 。这时得出 $BG$ 在这个工作频率下的电流放大倍数 $h_{FE}=I_{CS}/I_{BS}=[Z_1 R_6 / (R_5 + R_6) \cdot R_{10}] \cdot U_2 / U_1$ ，因信号频率是已知的，这样由公式可得

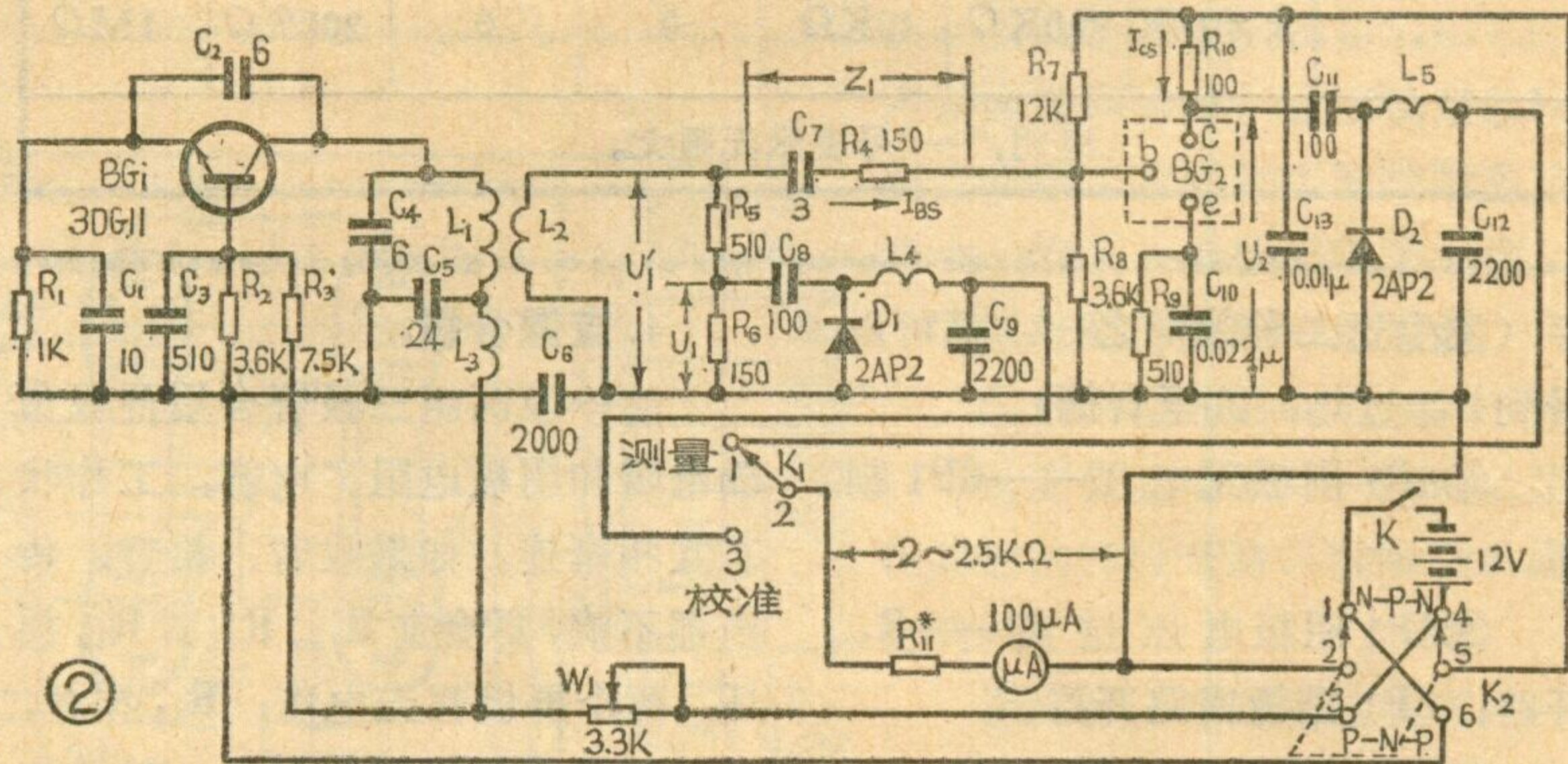
$$f_T = f \cdot \frac{Z_1 R_6}{(R_5 + R_6) \cdot R_{10}} \cdot \frac{U_2}{U_1} \dots (2)$$

我们在选择阻抗

$Z_1 = \sqrt{(1/\omega C_7)^2 + R_4^2}$ 时，使得 $(1/\omega C_7)^2 \gg R_4^2$ ，所以 $Z_1 \approx 1/\omega C_7 = 1/2\pi f C_7$ ，将 $Z_1$ 及各元件数值代入公式(2)，得到

$$f_T = 120 \frac{U_2}{U_1} \dots (3)$$

从公式(3)可以看出，当所选择的工作频率 $f$ 满足公式(1)，也就是工作频率只要选在 $h_{FE} \sim f$ 特性曲线的直线下降部分时，用这个线路



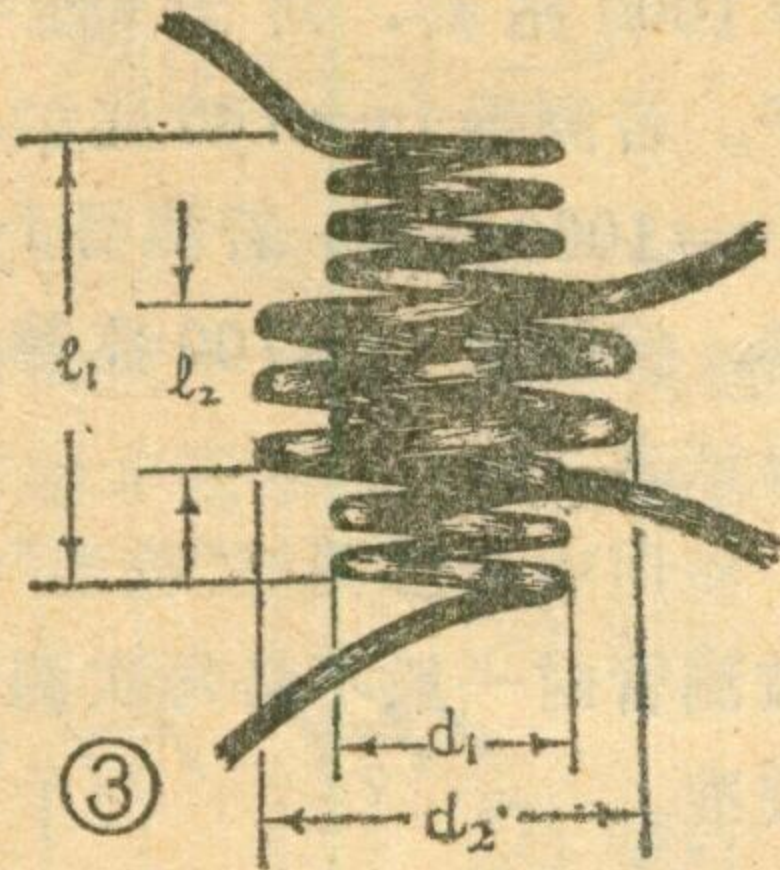
$U_1$ 是 $U_1'$ 的分压，若电表测得 $U_1$ ，则 $U_1' = [(R_5 + R_6) / R_6] \cdot U_1$ ，而 $I_{BS} = U_1' / Z_1 = [(R_5 + R_6) / R_6 \cdot Z_1] U_1$ 。

集电极的信号电流可通过测量 $R_{10}$ 上的压降算出。 $R_{10}$ 不能选得太大否则不满足测 $h'_{FE}$ 时集电极短路的条件，也不能选得太小，我们选100欧基本上满足要求。 $C_{11}$ 、 $D_2$ 为测 $U_2$ 设置的，知道 $U_2$ 后，集电

来测晶体管的 $f_T$ ，将与工作频率无关。这样就大大地降低了对振荡器的工作要求。即使振荡器的频率有较大的偏移或一时不易将振荡器



的频率校准，仪器本身在一定范围也能自动进行补偿，仍能较准确地



进行测试。

从公式(3)还可以看出，在测试中我们不必测出  $U_1$ 、 $U_2$  的绝对值，只要测出  $U_2$  与  $U_1$  的比值，就可以得到  $f_T$ ，这样就简化了测量方法。电路中为了测准  $U_2$  与  $U_1$  的比值，除了两个测试电路完全对称外，还在电路的安排上尽量使  $U_2$  和  $U_1$  所对应的等效信号源的内阻基本相同。

$C_7$  所串联的电阻  $R_4$ ，是为了校正分布参量对测量的影响而加的。电位器  $W_1$  是用来改变输入信号电压的，以控制  $U_1$  为一给定值(校准值)，这样才能使待测管的  $f_T$  为 500 兆赫时表头达到满刻度。电阻  $R_{11}$  的选择要合适， $R_{11}$  太小不能对  $U_2$  进行正确的测量， $R_{11}$  太大将会使  $f_T$  值高的晶体管失去在小信号下工作的条件，影响测试的准确程度。我们在选用 100 微安的表头时，取  $R_{11}$  与电表内阻之和等于 2~2.5 千欧，对于灵敏度更高的表头，这个数值可以按比例地增加。

### 元件选择与装配

电路中电阻一律用 1/8 瓦的小

电阻。容量在 100 微微法以内的电容用云母或陶瓷的，其余可用金属膜纸介电容器。表头用 100 微安以下的，以满足在小信号测试时能达到满刻度。

工作频率  $f$  选择在 50~65 兆赫时，线圈  $L_1$  用线径为 1.1 毫米的漆包线绕 10 圈，使线圈直径  $d_1 = 1.2$  厘米、长  $l_1 = 1.6$  厘米， $L_2$  用同  $L_1$  一样的漆包线绕 2.5 圈，线圈直径  $d_2 = 1.6$  厘米，长  $l_2 = 0.6$  厘米，将  $L_2$  套在  $L_1$  外面，装配见图 3。高扼圈  $L_3$ 、 $L_4$ 、 $L_5$  用 100 千欧以上的 1/8 瓦电阻为骨架，用线径为 0.1 毫米的漆包线分三段乱绕 120 圈，每段 40 圈分别为  $L_3$ 、 $L_4$ 、 $L_5$ 。

装配时，除  $K_1$ 、 $K_2$ 、 $W_1$  元件

原电表刻度 ( $\mu A$ )	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
测量刻度 ( $\mu A$ )	0	6.8	16.7	27.2	37.6	48.0	58.4	68.8	79.2	89.6	100

外，全部元件装在图 4 所示的(1:1)印制板上。元件引线要尽量地短(尤其是  $C_{13}$  的引线要短)，以减小分布参量的影响。在印制板上，所有元件装在一面，把待测管管座装在有铜箔的一面，并使管座能露在面板外。面板装配如图 5 所示(电源开关  $K$  未接入)。面板与表头可以装在一起，构成一个单独的仪器，也可以只装成图 5 的下半部，用时借用万用表的表头。

### 调整和使用

调整时先将开关  $K_1$  置于“校准”位置，把  $W_1$  旋至阻值最大，开启电源，减小  $W_1$  阻值，这时表针

应有指示，说明振荡器已开始工作。一般振荡器部分只要电路焊接正确、 $BG_1$  的  $f_T > 200$  兆赫，振荡是不成问题的。当  $W_1$  减到最小时，指针读数应在 25 微安以上(因为要大于“校准”值)。若达不到这个指示，调整  $C_1$ 、 $C_2$  的容量或增加  $L_2$  的圈数。振荡器工作后，再大致调整振荡频率。先找台电视机，把振荡器放在距电视天线约半米的地方，让电视机接收第二频道的节目。压紧或拉长振荡器的线圈  $L_1$ ，直到电视机屏幕上出现干扰条纹为止，这时振荡器已调好，它的振荡频率就在第二频道频率范围(56.5~64.5 兆赫)内。若电视机接收的是第一频道节目，第一频道的频率范围为 48.5~56.5 兆赫，先调

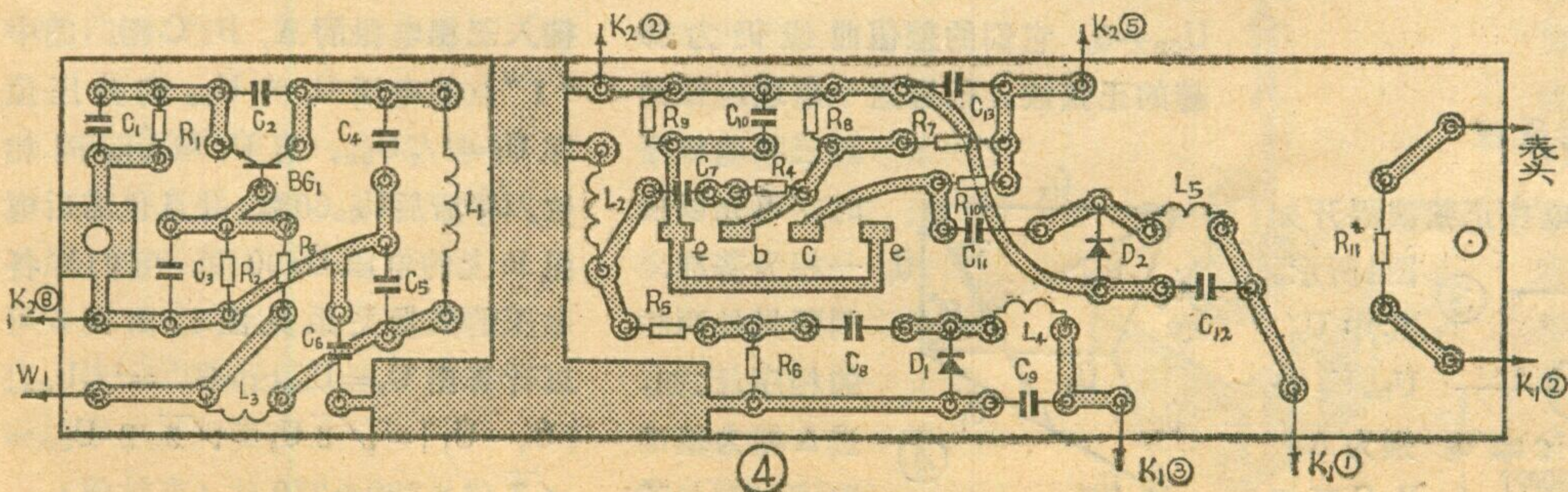
$L_1$  使屏幕上出现干扰条纹，然后拉长  $L_1$  以提高振荡频率，直到干扰条纹明显减弱或消失为止，这时振荡频率基本上也调在 50~60 兆赫范围内。若按本文介绍的印刷板、元器件数值装，频率调整这一步可省略。

由于测量电路内二极管  $D_1$ 、 $D_2$  的非线性，造成了电表刻度的非线性，测量刻度值与原电表线性刻度值关系示于表中，根据表中数值在表盘上重新绘制刻度。

定好刻度后，我们在新刻度 24 微安处作一标记如图 5 中的①点，作为“校准”值。

测试时，我们先将 NPN、PNP

开关与被测晶体管同极性，插上被测管， $K_1$  置于“校准”档，调整  $W_1$  使表针指示在①点处。然后将  $K_1$  置于“测量”档，这时表头指针读数若为  $I_2$ ，则



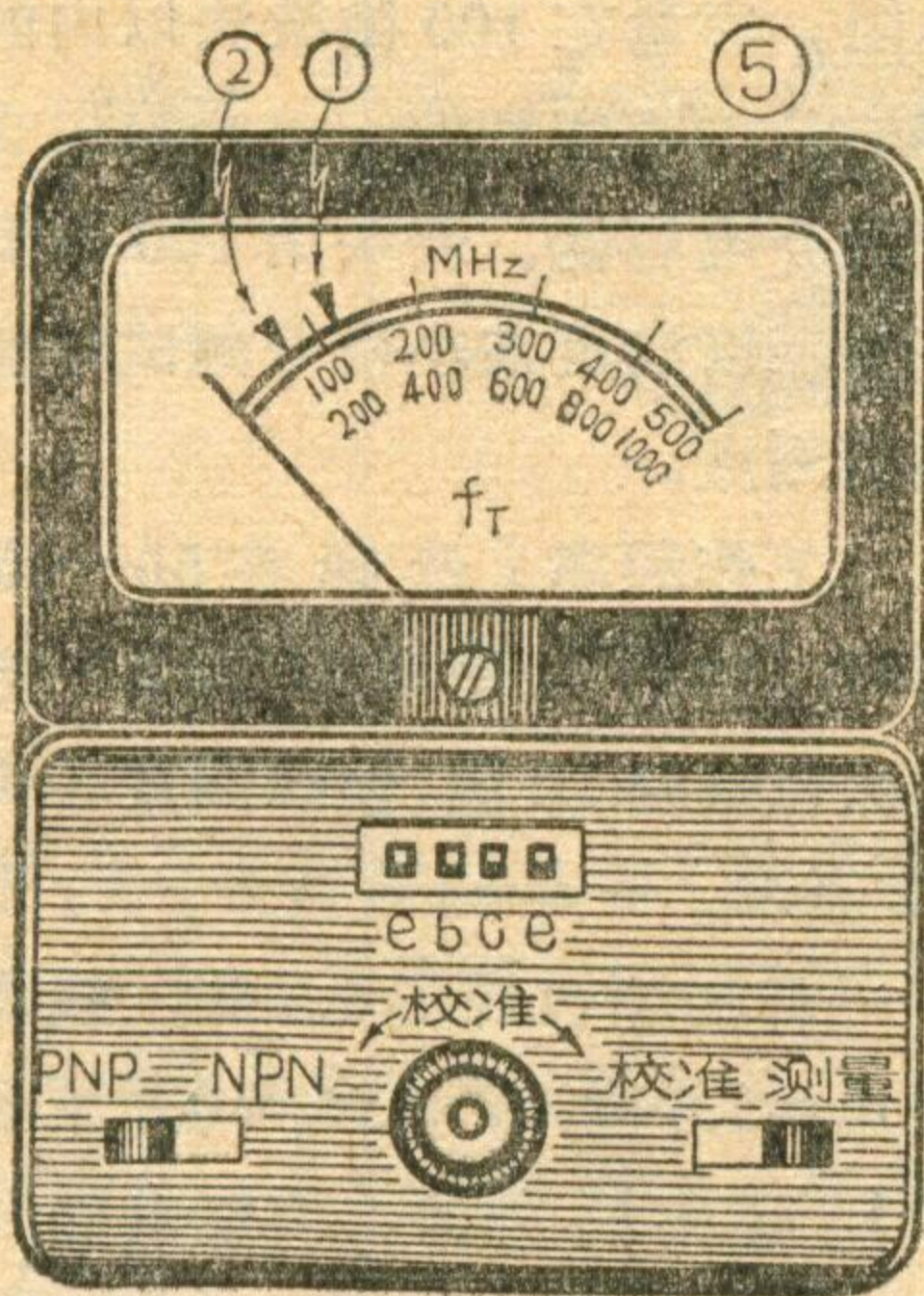
$$f_T = 120 \cdot \frac{I_2}{24} \left( \because \frac{I_2}{24} = \frac{U_2}{U_1} \right),$$

$$f_T = \frac{120}{24} \cdot I_2 = 5I_2, \text{ 因此把“测量”}$$

档测得的电流值读数再乘以 5 就是被测晶体管的  $f_T$  值。比如测得某管的电流读数为 52 微安，则这只管子的  $f_T = 5 \times 52 = 260$  兆赫。为了读数方便，也可以把表盘的 20、40、60、80、100 ( $\mu A$ ) 刻度上写上 100、200、300、400、500 (MHz)。

如果我们在表盘刻度值 12 微安处作一标记如图 5 中的②点，则电表读数乘以 10 就是被测晶体管的  $f_T$  值，仪器的最大量程为 1000 兆赫。

对于被测晶体管，如果低频时的  $h_{FE}$  值比较低，仪器也有一定的限制。测  $f_T = 500$  兆赫的管子，要求它的  $h_{FE} \geq 20$ ， $f_T = 300$  兆赫的



管子，要求它的  $h_{FE} \geq 12$ 。

对于测试  $f_T = 1000$  兆赫的管子，仪器使用上也有限制，即要求管子的  $h_{FE} \geq 40$ ，对于  $f_T = 700$  兆赫的管子，要求管子的  $h_{FE} \geq 28$  才能进行测量。若是  $f_T > 500$  兆赫的管子， $h_{FE}$  又低，可以用此仪器估

测，比如对于  $h_{FE} \geq 30$  的管子，若仪器测出  $f_T = 880$  兆赫，它实际的  $f_T = 1000$  兆赫，对于  $h_{FE} = 20$  的管子，若测得  $f_T = 780$  兆赫，实际上  $f_T = 1000$  兆赫，若测得  $f_T = 610$  兆赫，实际上  $f_T = 700$  兆赫，大家可以试之。

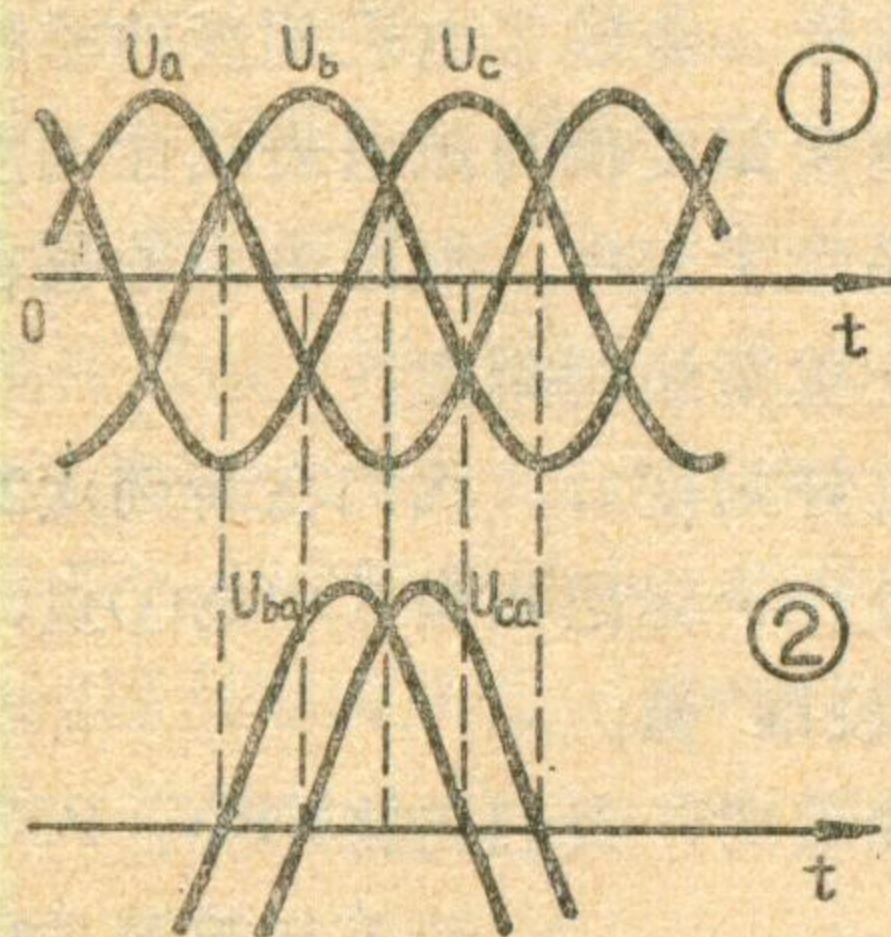
使用中若已调好“校准”值，更换被测管时一般不必每次测试都进行校准。

虽然在选择元器件时，尽量取  $D_1$ 、 $D_2$  特性相同，但实验表明，由于二极管的特性偏差，对测量准确度有较大的影响。为此，我们可以找已知  $f_T$  的晶体管(最好是  $f_T \approx 300$  兆赫的管子)对仪器进行校准，若测量值比  $f_T$  大，可在  $D_2$  上并联一只几十千欧的电阻；若测量值比  $f_T$  小，可在  $D_1$  上并联一只几十千欧的电阻。

## 三相交流电相序指示器

杨克信

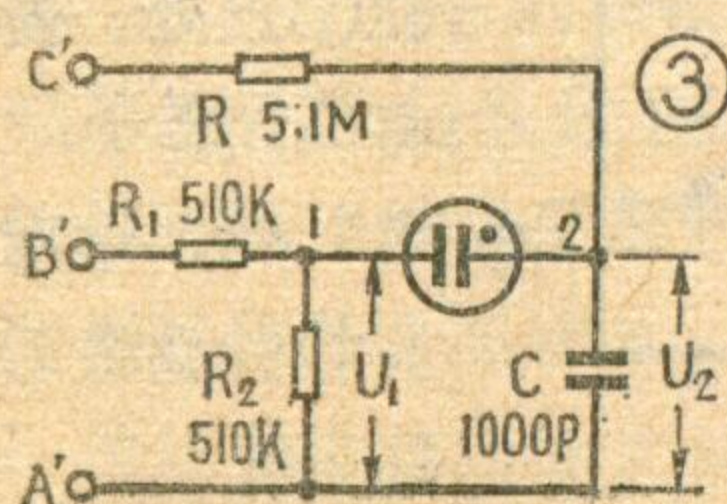
在安装或使用 380 伏三相交流电源时，有时需要确定相序。为此，我们制作了一个简单实用、便于携带的相序指示器。



我们制作了一个简单实用、便于携带的相序指示器。

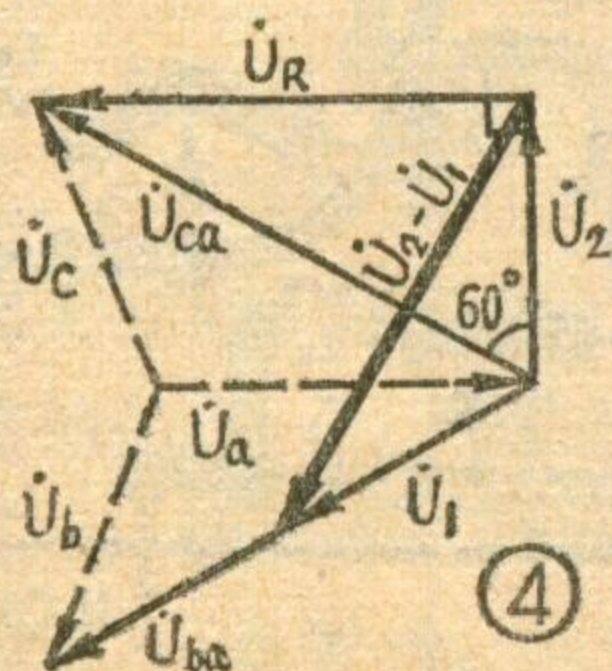
### 工作原理

通常将三相交流电按正弦波展开如图 1 所示。



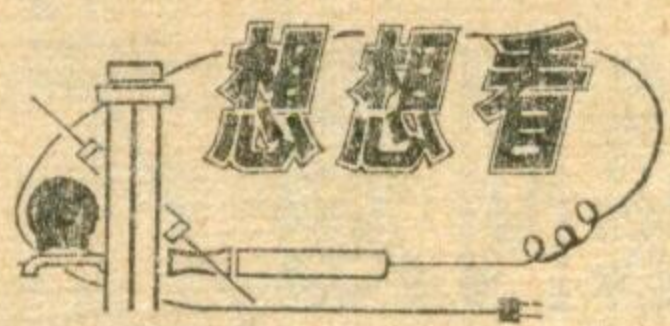
其中  $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$  分别为 A、B、C 三相

对“0”电位的电压，即相电压。我们以 A 相为基准，可以画出 B、C 相相对于 A 相的电压即  $U_{ba} = U_b - U_a$ 、 $U_{ca} = U_c - U_a$ ， $U_{ba}$ 、 $U_{ca}$  波形见图 2。从图 2 可以看出， $U_{ca}$  的相位滞后于  $U_{ba}$  60 度。如果我们将图 2 中的电压  $U_{ba}$  通过移相网络滞后 60 度，则  $U_{ba}$  与  $U_{ca}$  曲线重合，即  $U_{ba} - U_{ca} = 0$ ；反之，如果将  $U_{ca}$  通过移相网络向后移 60 度，则  $U_{ba}$  与  $U_{ca}$  的相位差增大到 120 度， $U_{ba} - U_{ca} \neq 0$ ，它们的差值曲线仍为 50 赫的正弦波。根据这个道理，在判断三相电相序时，可先以任一相为基准，判断另外两相的相序。比如，选 A 相为基准电压时，若

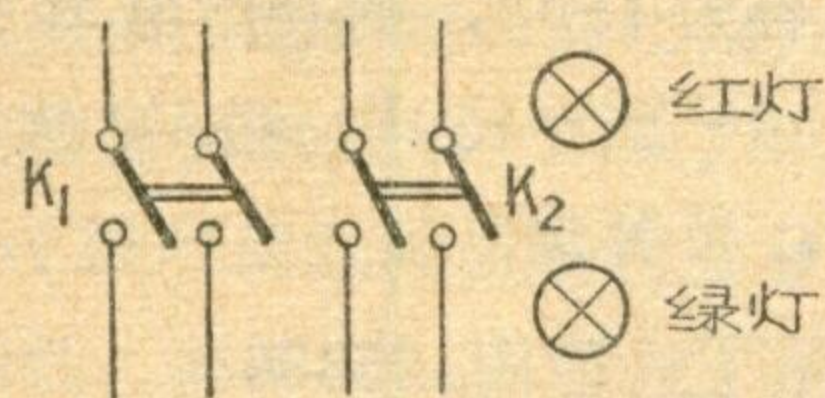


若  $U_{ba} - U_{ca} = 0$ ，则说明 B、C 相序反接；若  $U_{ba} - U_{ca} \neq 0$ ，则说明 B、C 相序接对。同理，如果以 B 相或 C 相为基准电压时，可检查 A、C 相或 A、B 相接法是否正确。

相序指示器电路见图 3。R、C 组成相移 60 度网络，即图中 C 上的电压  $\dot{U}_2$  比  $\dot{U}_{ca}$  相位滞后 60 度。如果把 A'、B'、C' 分别接入三相电源的 A、B、C 相，图中“1”点的电压  $\dot{U}_1$  为  $\dot{U}_{ba}$  的分压值即  $U_1 = 1/2 U_{ba}$ ，且  $\dot{U}_1$  与  $\dot{U}_{ba}$  同相位。 $\dot{U}_2$  滞后  $\dot{U}_{ca}$  60 度，并且也滞后电阻 R 上的电压  $\dot{U}_R$  90 度，它们与各电压的矢量关系见图 4。由图 4 可以计算出  $U_2 = U_{ca} \cos 60^\circ = 1/2 U_{ca}$ 。 $|\dot{U}_2 - \dot{U}_1| = \sqrt{3} U_2 = \sqrt{3}/2 \cdot U_{ca} = \sqrt{3}/2 \times 380 \approx 270$  伏 (有效值)。



1. 有红、绿灯泡各一个，双刀单掷开关两个如图，用导线把它们怎样连接才能作到当接上电源时，



不论哪个开关先闭合，总是红灯亮；当把另一个开关再闭合时，红、绿灯才一起亮？

2. 小王用万用表的  $R \times 100$  电阻档去测量一只晶体二极管的正向电阻，测量结果是 550 欧；当他改用  $R \times 1K$  档再测量时，二极管的正向电阻却变成 3.5 千欧了，你能告诉小王这两次测量结果为什么不一样吗？

## 上期“想想看”答案

此时接在“1”与“2”点之间的氖灯亮，表示正相序。

如果把 B、C 相接反 (B' 接 C 端，C' 接 B 端)，这时  $\dot{U}_1$  与  $\dot{U}_{ca}$  同相且  $U_1 = \frac{1}{2}U_{ca}$ ， $\dot{U}_2$  滞后  $\dot{U}_{ba}$  60 度，因此  $\dot{U}_2$  与  $\dot{U}_1$  同相位见图 5， $U_2 = U_{ba} \cos 60^\circ = \frac{1}{2}U_{ba}$ ， $U_1 = U_2$ ， $|\dot{U}_2 - \dot{U}_1| = 0$ ，氖灯不亮，表示 B、C 相相序接反。

### 元件选择与安装

R、C 为串联相移网路，因  $R/X_c = U_R/U_c = \tan 60^\circ = \sqrt{3}$ ， $2\pi fCR = \sqrt{3}$ ，选取  $R = 5.1(M\Omega)$ ，C 取 1000(Pf)。氖管起辉电压  $< 90$  伏。

所有元件装在一个普通的 15 安三相胶木插头内，原接地线插头不用，在其背面对应位置钻一直径为 5 毫米的圆孔，作为氖灯显示孔。指示器作好后，应在预定的基准相序上进行校准。

1. 氧化铜元件虽然和晶体检波二极管一样具有单向导电特性，但是由于氧化铜元件的两极面积较大，其极间电容也就比检波二极管大得多。在整流电路中，因交流电源频率较低，作为整流元件的氧化铜的极间电容呈现的容抗较大，对电路的影响可以忽略。在收音机中，因检波电路是工作在高频信号情况下，比如对外差式收音机，检波器件要对载频为 465 千赫的调制信号检波，这对于氧化铜来说，因信号频率高，它呈现的容抗很小，就把这中频信号给旁路了，单向导电特性被破坏，失去了检波作用。因此，在收音机中，用氧化铜元件代替检波二极管，是收不到电台广播的。

(肖振华)

2. 用万用表测量晶体管的基极电压  $U_b$  时，万用表是跨接在 BG 的基极与地之间的，万用表的内阻

$R_{内}$  也就并联在  $R_2$  两端，这时管子的下偏置电阻  $R_{下}$  就不是  $R_2$ ，而是  $R_2$  与  $R_{内}$  并联后的等效电阻了。若用 2.5 伏档进行测试，该档的电阻  $R_{内}$  若为 10 千欧，而  $R_2 = 10$  千欧，所以  $R_{内}$  对被测量电路的影响很大，使得  $|U_b|$  变小。

当测量  $U_e$  时，因为  $R_{内} = 10$  千欧，而  $R_e = 2$  千欧， $R_{内}$  比  $R_e$  大得多，所以可以认为对被测量电路影响很小， $|U_e|$  近似不变。

因为  $U_{be} = U_b - U_e$ ，这里  $U_b$ 、 $U_e$  均为负值。当没有万用表影响时， $U_b$  比  $U_e$  要负一些，所以  $U_{be}$  为负值。由于万用表内阻的影响， $|U_b|$  减小，就可能出现  $U_e$  比  $U_b$  还要负的情况，这样就使  $U_{be}$  变为正值了。

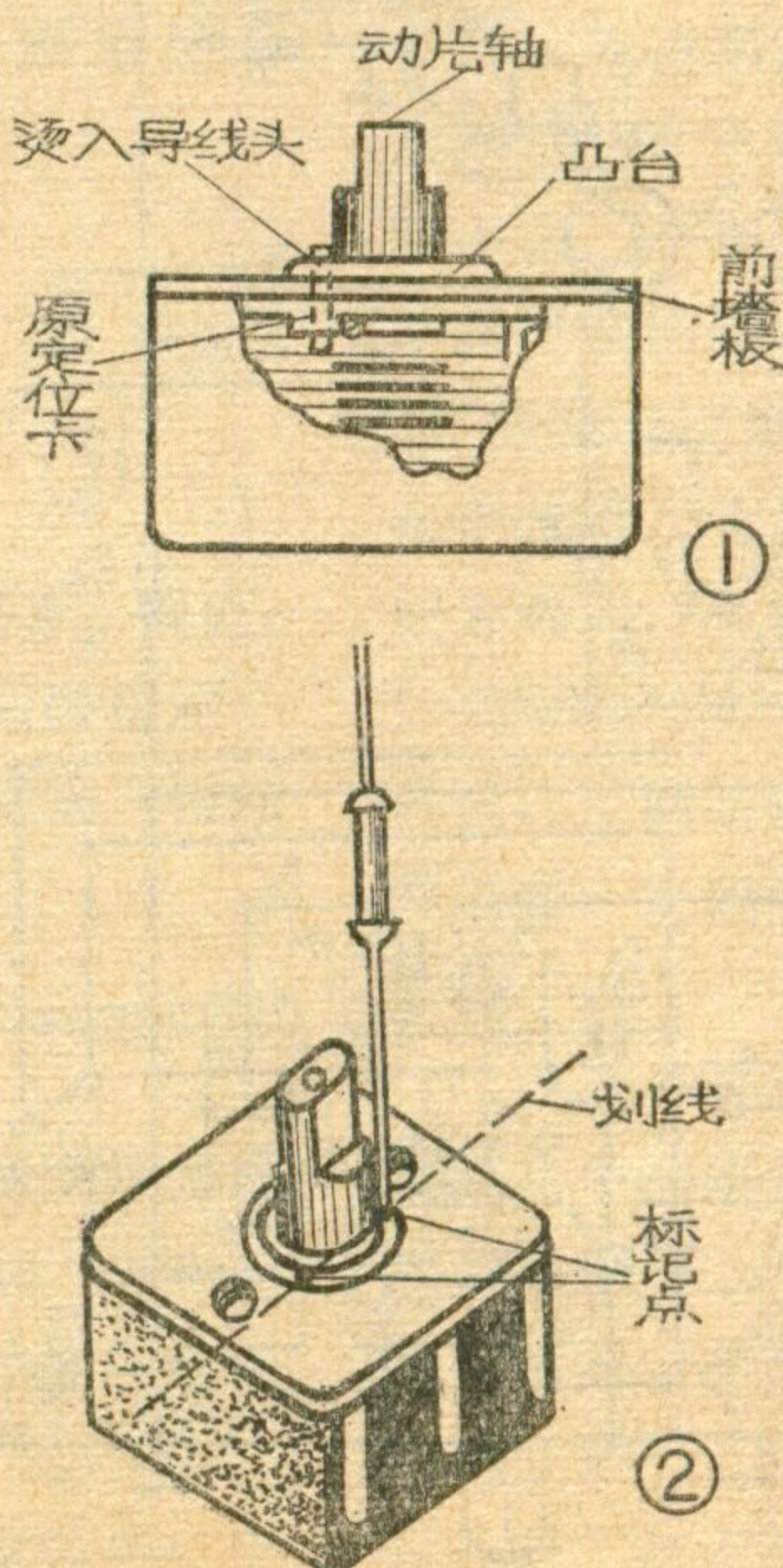
因为这种情况是测量时造成的，所以拿掉万用表后，晶体管仍能正常工作。

冯雪晴

## 密封双连定位卡磨损的修理

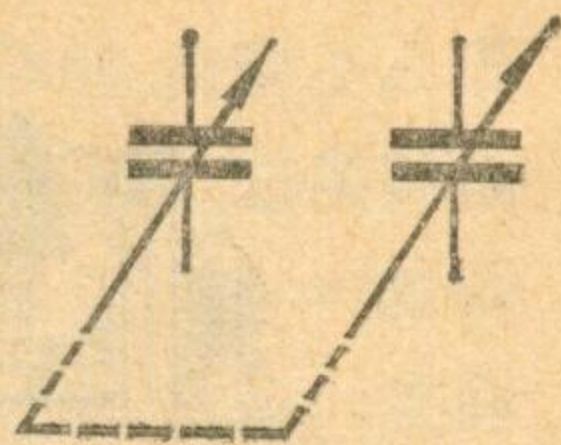
陈健

晶体管收音机中的小型密封可变电容器的构造见图 1。这种电容器使用日久，前墙板内的定位卡容易磨损，这会造成双连电容器转轴旋转角度超过  $180^\circ$  的现象，使度盘上指针超过规定行程。如果两个定位卡均磨损，这时不必拆开电容器，可采用下列方法修理。1. 在前墙板上靠近动定片引出片一边，沿两个安装螺孔外径用铅笔划一直线，并在直线与凸台相交的两点用铅笔作个标记



(见图 2)。2. 找  $\frac{1}{8}$  瓦碳膜电阻的引线 (也可找一段 0.8 毫米导线)，用电烙铁把它加热，然后按标记点插入，深度约 3 毫米。3. 待导线冷却后，齐根剪断，这时留下的线头代替了被磨损的定位卡 (见图 1)。操作时要注意不可将线头插入太深，否则会伤及内部零件。此修理方法不必拆下电容器，可直接在机上进行。

# 谈谈半导体收音机中双连电容器的代换问题



金 国 钧

超外差收音机中装有双连可变电容器(简称双连),它是用来选择电台的。在收音机电路中,如图1所示,双连的其中一连接入输入回路,另一连接入本振回路。如果用其他规格的双连代换原来双连时,为使收音机工作正常,输入回路和本振回路中某些元件要变动。下面我们分输入回路和本振回路二部分来谈谈双连代换时的一些具体问题。

## 一、输入回路

如果要收听535~1605千赫(KHz)的电台信号,就必须使电路中(见图1)的 $C_{1a}$ 从 $0^\circ \sim 180^\circ$ 覆盖这一频率范围。当 $C_{1a}$ 全部旋入时( $0^\circ$ ),其容量最大为 $C_{1amax}$ 。它与并联在回路上的补偿电容 $C_2$ 、杂散电容(包括线圈 $L_1$ 自身电容、安装电容等等)一起,构成回路总电容 $C_{\lambda max}$ ,并与 $L_1$ 谐振在波段最低频率,即

$$f_{Smin} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_{\lambda max}}}$$

当 $C_{1a}$ 全部旋出时( $180^\circ$ ),其容量最小为 $C_{1amin}$ ,这时回路总电容 $C_{\lambda min}$ 应与 $L_1$ 谐振在波段最高频率,即

$$f_{Smax} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_{\lambda min}}}$$

通常我们称波段最高频率 $f_{Smax}$ 与最低频率 $f_{Smin}$ 之比为覆盖系数 $K_S = \frac{f_{Smax}}{f_{Smin}}$ 。对输入回路来说,

覆盖系数是由双连 $C_{1a}$ 、附加电容 $C_2'$ (包括 $C_2$ 和回路杂散电容)及电感 $L_1$ 三个因素来满足的。 $C_2'$ 和 $L_1$ 一经固定,就只能靠转动 $C_{1a}$ 来保证波段频率范围,因此 $C_2'$ 和 $L_1$ 要根据 $C_{1a}$ 的容量范围来确定。其中

$$C_2' = \frac{C_{1amax} - K_S^2 C_{1amin}}{K_S^2 - 1} \dots\dots ①$$

$$L_1 = \frac{25330}{f^2_{Smin} (C_{1amax} + C_2')} \dots\dots ②$$

式中 $C_{1a}$ 、 $C_2'$ 的单位为pF(微微法),频率 $f_S$ 单位为MHz(兆赫), $L_1$ 单位为 $\mu H$ (微亨)。

譬如在中波段,接收频率范围要求为535~1605KHz,实际调整时应在频率范围的高低端留有一定的余量,通常把覆盖范围调整为525~1620KHz。这时覆盖系数

$$K_{S中} = \frac{1620}{525} \approx 3.1。$$

若用 $2 \times 12/365$ pF双连(即 $C_{1amax} = 365$ pF,  $C_{1amin} = 12$ pF),用公式①可算出

$$C_2' = \frac{365 - (3.1)^2 \times 12}{(3.1)^2 - 1} \approx 30$$

$\approx 30$ pF,如果估计杂

散电容为15pF,则补偿电容应为 $C_2 = 30 - 15 = 15$ pF。将 $C_2'$ 代入公式②,可算出

$$L_1 = \frac{25330}{(0.525)^2 (365 + 30)} \approx 230 \mu H。$$

若换用 $2 \times 7/270$ pF双连,同样可计算得 $C_2' = 24$ pF,则 $C_2 = 24 - 15 = 9$ pF,  $L_1 = 320 \mu H$ 。

又如在短波段,接收频率范围要求为3.9~12MHz,也考虑到覆盖余量,实际应做到3.7~12.5MHz,则短波覆盖系数 $K_{S短} = \frac{12.5}{3.7}$

$$K_{S短} = \frac{12.5}{3.7}$$

3.38。若用 $2 \times 12/365$ pF双连,按公式①可算出

$$C_3' = \frac{365 - (3.38)^2 \times 12}{(3.38)^2 - 1} = 32 \text{ pF,}$$

由于短波输入线圈的自身电容较小,故杂散电容小于中波段,可估计杂散电容为12pF,则补偿电容 $C_3 = 22 - 12 = 10$ pF。同样可算得

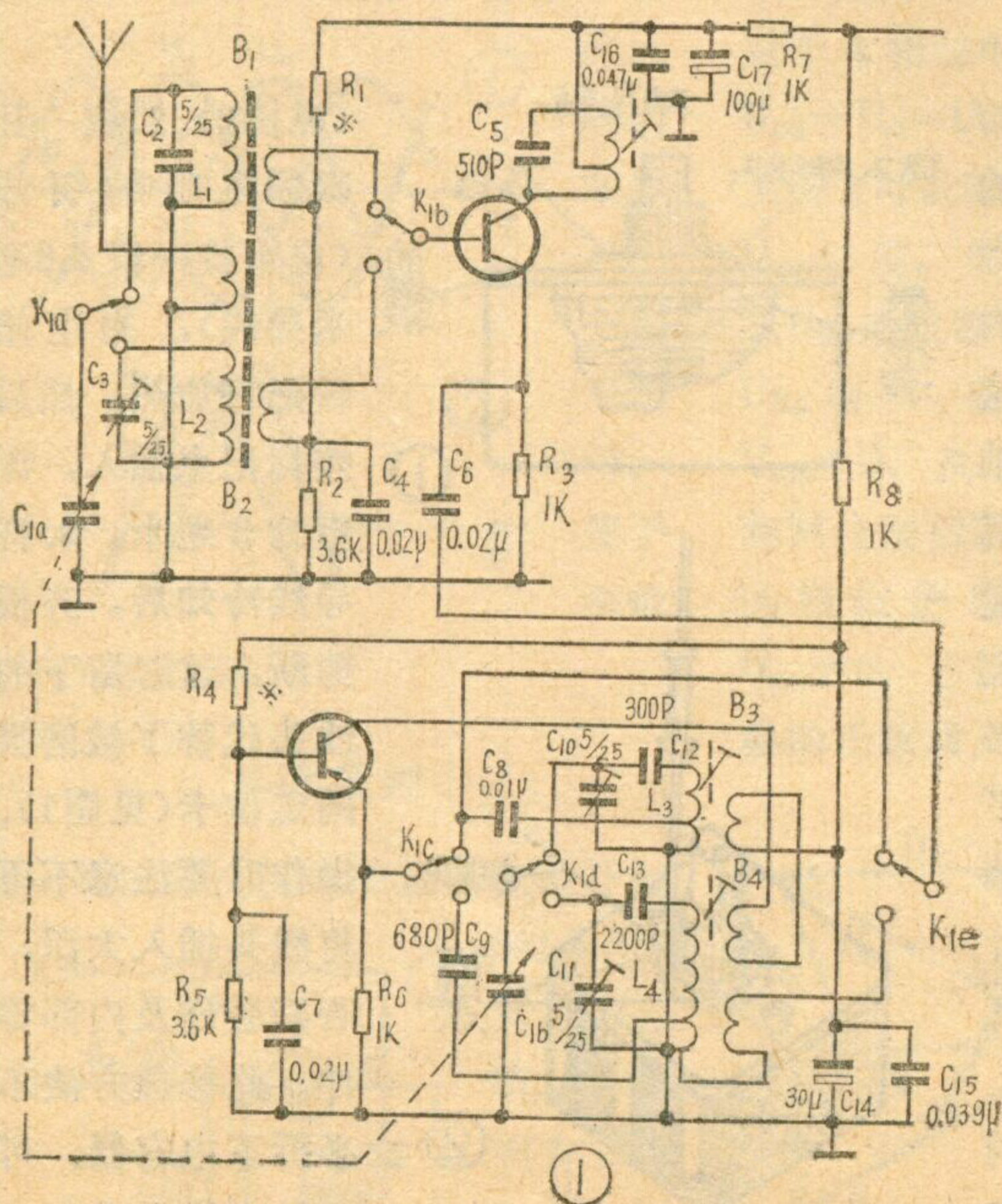
$$L_3 = \frac{25330}{(3.7)^2 (365 + 22)} \approx 4.8 \mu H。$$

若换用 $2 \times 7/270$ pF双连,算得 $C_3 = 18$ pF,则 $C_3 = 18 - 12 = 6$ pF,这时 $L_3 \approx 6.4 \mu H$ 。

为了补偿杂散电容估计的出入,补偿电容 $C_2$ 、 $C_3$ 一般都采用5/20pF或5/25pF瓷介微调电容。由于 $C_2$ 、 $C_3$ 的微调范围较大,故有时可不去算它,而直接计算输入线圈电感,即

$$L_1 = \frac{25330 \times (K_S^2 - 1)}{f^2_{Smax} (C_{1amax} - C_{1amin})} \dots\dots ③。$$

中波输入线圈 $L_1$ ,通常是用多股丝包线密绕在RK<sub>4</sub>(旧型号为MXO-400)磁棒上。同一个线圈套在不同尺寸的磁棒上,其电感量不



一样。譬如将一个线圈分别套入  $\phi 10 \times 100$ 、120、140、160、180、200mm 等不同长度的磁棒上，其有磁心时的电感量与空心电感量之比，是 7、8、9、10、11、12 倍，磁棒越长，线圈电感量越大。另外当线圈由中间向两端移动时，其电感量变小，磁棒越长变化越大。但线圈的高频损耗却中间最大，两端最小（即所谓线圈品质因素  $Q$  值是中间低、两端高）。因而为了减小线圈高频损耗，提高收音机灵敏度，中波输入线圈总是用多股线分成二段、三段甚至四段绕制，分别套入磁棒两端串接起来。这种绕法，圈数要多一些，但总的效果是好多了。以  $\phi 10 \times 200$ mm 圆磁棒为例，要绕制配用  $2 \times 12/365$ pF 双连的输入线圈，可用  $28 \times 0.07$ mm 丝包线分三段绕（也可用  $7 \times 0.07$  丝包线，股数越多，线圈  $Q$  值越高），磁棒一端绕二段（20 圈 + 20 圈），另一端绕 20 圈，然后串接起来（共 60 圈）。若换用  $2 \times 7/270$ pF 双连，则圈数要增加到 74 圈，即一端绕（25 + 25）圈，另一端绕 24 圈。

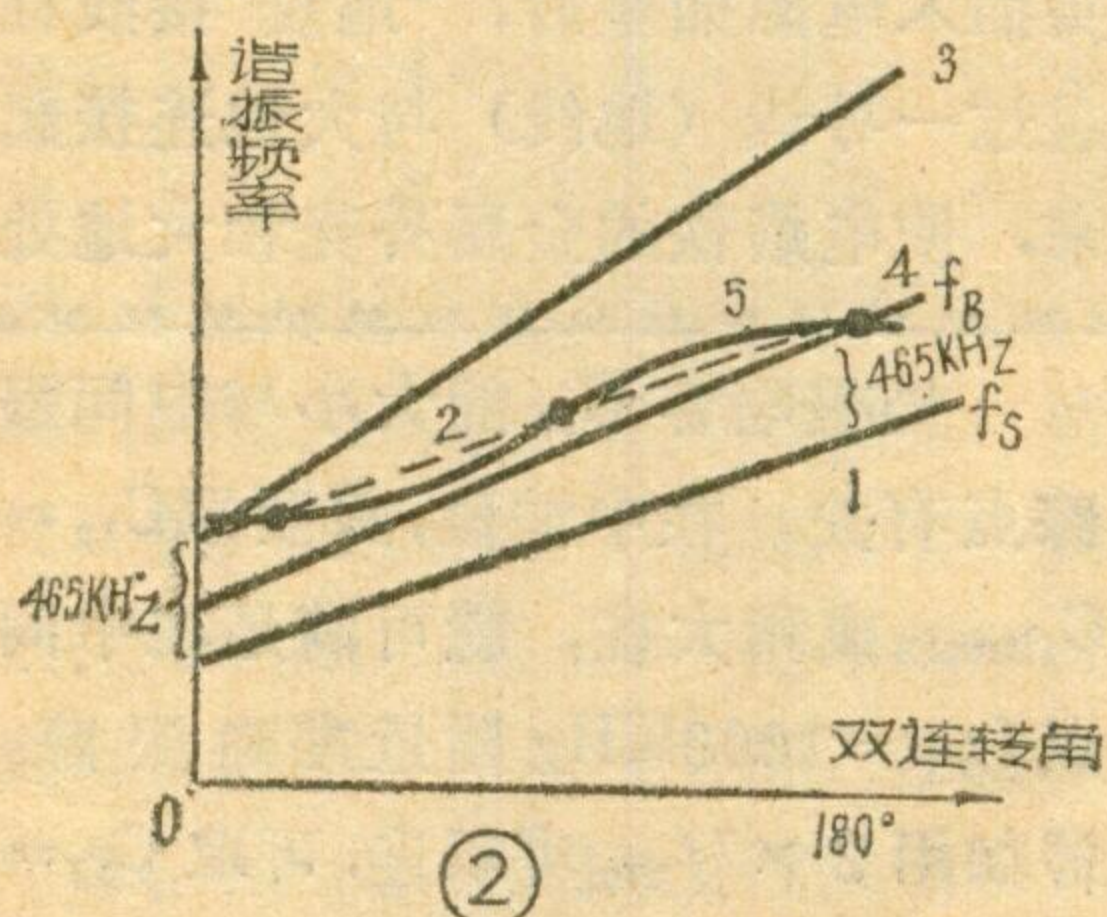
短波输入线圈  $L_2$ ，应考虑到尽量减小杂散电容、提高线圈  $Q$  值，因而总是用较粗的漆包线或镀银铜线间绕在 R60（旧型号为 NXO-60）磁棒上，一般不分段绕制。短波磁棒导磁率虽低，但高频损耗却小多了。以  $\phi 10 \times 160$ mm 磁棒为例，若短波段频率范围为 3.9~12MHz，要配用  $2 \times 12/365$ pF 双连，则可用  $\phi 0.8$  镀银线间绕 8.5 圈，若换用  $2 \times 7/270$ pF 双连，就要增加到 13 圈。

综上所述，在波段覆盖已定的情况下，无论对中波段还是短波段，如果换用容量不同的双连，与其配用的输入线圈电感量就要重新计算，然后按电感量的要求去绕制线圈。由于磁性材料的性能很难保证一致，线圈绕制方法（分成几段）也不一样，因而圈数很难由计算确定，需要在实际调试时确定。绕制时可

根据磁棒长短适当多绕点，在调整中若将线圈移到磁棒边端还嫌电感大，则可适当拆几圈。

## 二、本振回路

在输入回路中，双连电容的输入连  $C_{1a}$  转动角度和它所接收的信号频率  $f_s$  的关系如图 2 斜线①所示；而和信号频率对应的本振频率  $f_B$  均应高出一个中频  $f_Z$ ，这就要求本振频率和双连振荡连  $C_{1b}$  的转动角度的关系如图 2 平行虚线②（即所谓理想跟踪线）。在中波段，本振频率  $f_B$  的范围应为  $(525 + 465) \sim (1620 + 465)$  KHz，即其覆



盖系数为  $K_{B中} = \frac{2085}{990} \approx 2.1$ 。可见本振覆盖系数比输入回路要小得多。

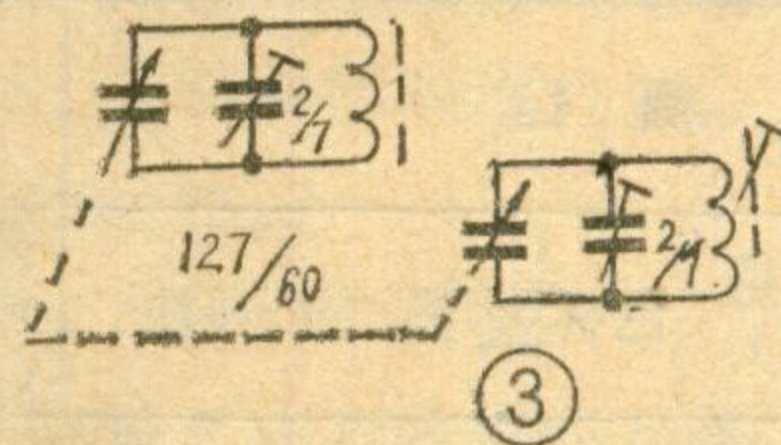
若采用如图 3 所示 127/60pF 差容双连，其角度容量大的那一连（4.5~127pF）用在输入回路，以满足  $K_{S中} = 3.1$  的要求，而角度容量小的一

连（3.5~60pF），则用在本振回路，

恰好满足  $K_{B中} = 2.1$  的要求。因此，本振回路的结构与输入回路相同，本振线圈的电感计算就同输入回路一样，可用公式③，即得

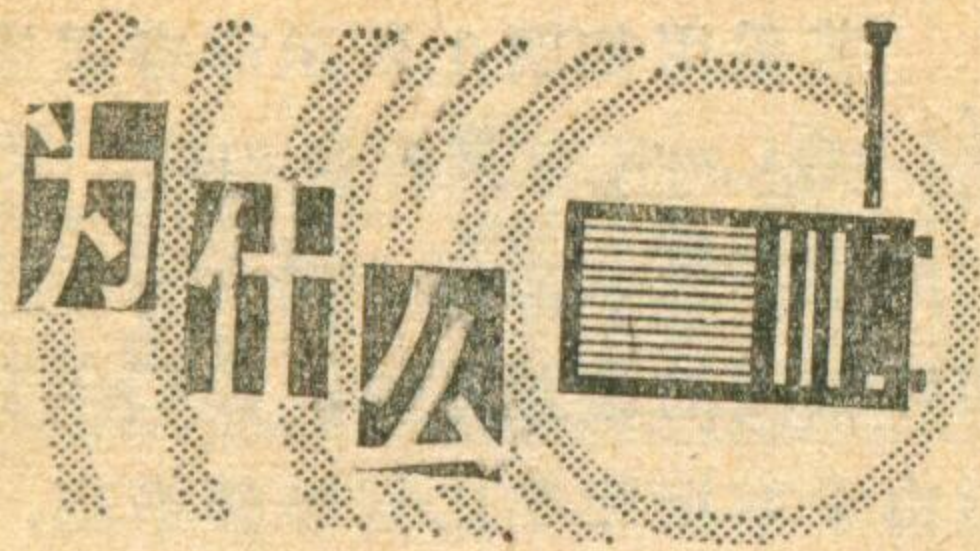
$$L_2 = \frac{25330 \times (2.1^2 - 1)}{(2.085)^2 (60 - 3.5)} \approx 350 \mu H$$

故可选用 LTF-1-1 型中振线圈（黑色磁帽），其电感量 340~420  $\mu H$  可调。由于差容双连的角度容量是按中波段的频率范围专门制作的，故不宜用于两波段的收音机中。



若采用如图 1 所示等容双连， $C_{1a} = C_{1b}$ ，其角度容量相等，本振回路如不采取措施，就会有与输入回路相同的覆盖系数，即  $K_B = K_S$ 。但由于本振频率比信号频率高，故对于同一双连转角，本振线圈  $L_3$  的电感量总是比输入线圈  $L_1$  小的，如果使本振回路的  $f_{B低}$  在波段低端比输入回路  $f_{S低}$  高一个中频，即  $f_{B低} = f_{S低} + 465$  KHz（亦即所谓准确跟踪）则当  $C_{1b}$  从  $0^\circ$  到  $180^\circ$ ，本振频率的变化就如图 2 斜线③所示，频率越高，跟踪越差。反之，若在高端准确跟踪，又会得到如图 2 斜线④所示的变化，即频率越低，跟踪越差。怎么办？可采用附加电容的办法。如图 1 电路中，在本振回路串入一个较大容量的垫整电容  $C_{12}$ （短波段为  $C_{13}$ ）。并联一个可调的补偿电容  $C_{10}$ （短波为  $C_{11}$ ）。在低端频率，较大容量的  $C_{12}$  与  $C_{1b}$  串联，使回路总电容大大减小，振荡频率就升高，随着  $C_{1b}$  的旋出， $C_{1b}$  容量逐渐减小， $C_{12}$  的串联作用也就越来越不显著，但补偿电容  $C_{10}$  的作用却越来越显著，到  $C_{1b}$  完全旋出时，可能使  $C_{10} \geq C_{1bmin}$ ， $C_{10}$  的并联作用就最显著，使回路总电容加大，振荡频率变低。由于垫整电容  $C_{12}$  的串联作用和补偿电容  $C_{10}$  的并联作用，就使本振频率出现如图 2 曲线⑤那样“S”形变化，低端频率被拉上去，高端频率被压下来，这样本振回路的覆盖系数就被压缩了。“S”曲线与理想跟踪线②相交三点，在中波段，为使整个波段内灵敏度较为均匀，大都选取 600、1000、1500 KHz 三点，作为准确跟踪点。其它各点则稍差一些，但从“S”曲线来看，比起斜线③、④来是大为改善了。

统调计算可知，在图 1 电路中，要满足中波段在上述三点作准确跟踪，对于用  $2 \times 7/270$ pF 双连，要求本振线圈电感量为  $L_3 = 165 \mu H$ ，若换用  $2 \times 12/365$ pF 双连，则要求  $L_3 = 145 \mu H$ 。在 4~12MHz 短波段，要

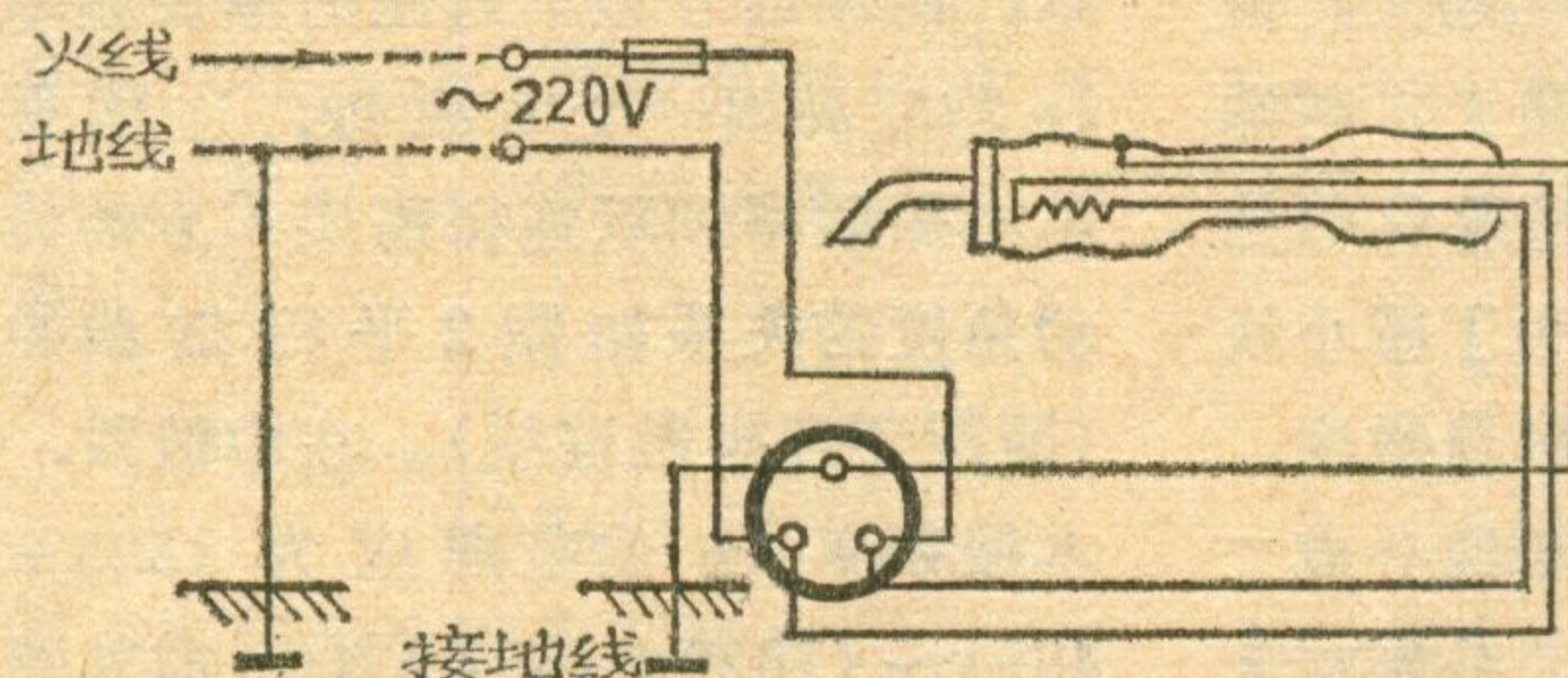


## 为什么电烙铁外壳接上地线后可避免触电?

在无线电工厂里，工人师傅使用的电烙铁一般都接三芯插头，也就是说电烙铁外壳是接上地线的，为什么这样使用电烙铁可避免触电呢？下面来谈谈这个问题。

电烙铁里的电热丝和外壳之间是用绝缘材料云母片隔开的，因此良好的电烙铁外壳是不带电的。如果烙铁内绝缘材料损坏或内部接线和外壳相碰时，金属外壳就带电。这时人碰到外壳，电流将经过人体流入大地，造成触电事故。

为了做到安全使用电烙铁，预先用一导线把金属外壳和三芯插头上“地线”接线柱相连接，当三芯插



头插入电源插座后，“地线”接线柱通过一导线（地线）与大地连接起来，使电烙铁的金属外壳和大地处

于相同的电位，这样即使电烙铁内部绝缘损坏时，由于地线回路中电阻很小，电流将经地线而流入大地，人手碰到烙铁外壳时也不致触电。同时由于在绝缘损坏时，在电源线路中流过的电流很大，可使电源线路中保险丝熔断，自动切断电源。

因此电烙铁接上地线后使用起来比较安全。

(戴政国)

满足在4.8、12MHz三点准确跟踪，对于用  $2 \times 7/270$  pF 双连，要求  $L_4 = 5.2 \mu\text{H}$ ，若是采用二次谐波作本振的话，本振的基波  $f_B = 2.1825 \sim 6.2325 \text{ MHz}$ ，用它的二次谐波为  $2f_B = 2 \times (2.1825 \sim 6.2325) = 4.465 \sim 12.465 \text{ MHz}$ ，这种本振回路，其基波频率较低，因此本振线圈电感要求较大，其  $L_4 = 22 \mu\text{H}$ 。如果换用  $2 \times 12/365$  pF 双连，要求  $L_4 = 4.6 \mu\text{H}$ ，采用二次谐波，则要求  $L_4 = 15 \mu\text{H}$ 。配用不同规格双连的本振线圈型号、规格可见附表所示。

垫整电容  $C_{12}$  的大小与中间跟踪点有关。在中波段，只要取  $C_{12} = C_{1b\text{max}}$  或稍大些，就可满足在中间点  $f_{S\text{中}} = 1000 \text{ KHz}$  附近准确跟踪。譬如用  $2 \times 7/270$  pF 双连，可取  $C_{12} = 270 \sim 300 \text{ pF}$ ，若用  $2 \times 12/365$  pF 双连，则可取  $C_{12} = 360 \sim 390 \text{ pF}$ 。在短波段，由于本振覆盖系数同输入回路相差不多，故对上述等容双连来说，一般取  $C_{13} = 1800 \sim 2400 \text{ pF}$ 。

补偿电容  $C_{10}$ 、 $C_{11}$ ，亦同输入回路一样，可采用  $5/25$  pF 或  $7/30$  pF

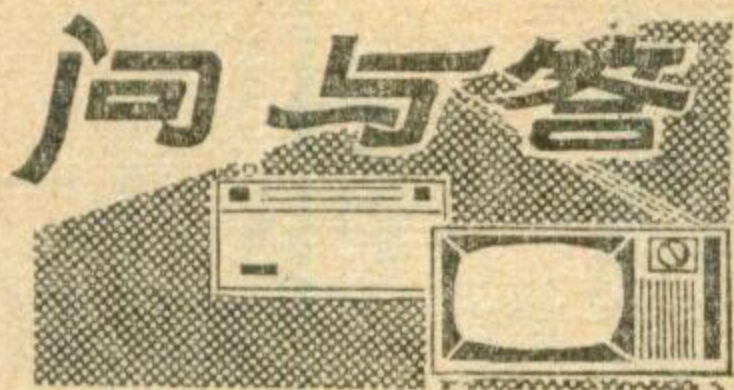
的瓷介微调电容。由于本振覆盖范围一经调定，不会动，因此  $C_{10}$ 、 $C_{11}$  通常都采用上述容量范围的拉线微调电容。只要  $C_{10}$ 、 $C_{11}$  容量范围足够，本振覆盖系数就能得到满足。

综上所述，换用双连时，本振回路的垫整电容和本振线圈均应根据双连规格作相应变动，本振线圈只有在调得到所需电感值的时候才可代用。换用双连对耦合电容  $C_8$ 、 $C_9$  毫无影响，可以不动。如图1电路中  $C_8$  可取  $4700 \text{ pF} \sim 0.01 \mu\text{F}$ ， $C_9$  可取  $240 \sim 680 \text{ pF}$ 。

附表

本振连 $C_{1b\text{min}}$	中 振 线 圈 $L_3$						短 振 线 圈 $L_4$					
	要求 电感 ( $\mu\text{H}$ )	新型号	旧型号	电感 ( $\mu\text{H}$ )	色标	备 注	要求 电感 ( $\mu\text{H}$ )	新型号	旧型号	电感 ( $\mu\text{H}$ )	色标	备 注
$2/270$	165	SZZ <sub>1</sub>	红旗5401 机中振	150~200	红	用于变频电路	5.2	SDZ <sub>2</sub>	103	4.8~5.8	蓝	用于混频电路
		LTF-2-3	LTF-2B	150~200	黑	用于变频电路		LS121		4.6~5.4	黑	用于变频电路
		105E		150~200	红	用于变频电路		SDZ <sub>4</sub>	牡丹644 短振	19~25	蓝	用于变频电路 (二次谐波)
		BGX-4		140~190	红	用于变频电路		LS122		19.4~22.4	黑	用于变频电路 (二次谐波)
		SZZ <sub>2</sub>	102	140~190	红	用于混频电路						
		LTF-3-1	LTF-3	160~190	黑	用于变频电路 12×12×16mm						
$12/365$	145	SZZ <sub>3</sub>	牡丹643 中振	120~170	红	用于变频电路	4.5	SDZ <sub>3</sub>	牡丹643 短振	4~5	蓝	用于变频电路
								SLTF-3-2		4.57~4.83	黑	用于变频电路 12×12×16mm
$12/250$	175	LTF-3-2		165~185	黑	用于变频电路 12×12×16mm	*未注外形尺寸的均为 10×10×13mm 或 10×10×14mm					





**问：电视发射覆盖范围与发射功率和收发天线的高度是什么关系？收发天线的高度是从地面算起还是从海拔算起？**

**答：**电视信号是采用超短波传送，超短波传播与中波和短波不同，基本上是沿直视距离传播的。直视距离随着收发天线的高度增加而增加，其计算公式为  $D(\text{公里}) = 4.12(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$ ，式中  $h_1$ 、 $h_2$  分别为收发天线的高度，单位是米。电视发射台的覆盖范围是指接收天线上感应的有效场强  $E \geq 1$  毫伏/米的地区。场强低于 1 毫伏/米时，虽然也还能接收，但图象质量不能保证。场强除了与发射功率、收发之间的距离、收发天线的高度、波长等参数有关外，还与收发之间的障碍物分布等情况有关。直接波在自由空间的场强为  $E_0$ （伏/米） $= 7 \frac{\sqrt{P(\text{瓦})}}{d(\text{米})}$ 。可是，实际到达接收天线的电磁波除了直接波以外，还有地面反射波。这样实际接收点的场强为直接波与地面反射波的合成场强。当收发之间的距离远远大于收发天线的高度时，直视距离内无障碍地区的场强为  $E =$

$$\frac{7\sqrt{P}}{d} \cdot \frac{4\pi h_1 h_2}{\lambda d} = \frac{88\sqrt{P} h_1 h_2}{\lambda d^2}$$

伏/米。（其中  $P$  单位为瓦， $\lambda$ 、 $h_1$ 、 $h_2$ 、 $d$  单位均为米）。由上述公式可以看出场强与发射天线上有效辐射功率  $P$  的平方根和收发天线高度成正比，而与波长  $\lambda$  和收发之间的距离  $d$  的平方成反比。在直视距离内凡场强  $E \geq 1$  毫伏/米的地区，均属发射台的有效覆盖范围。

收发天线的高度在比较空旷的地区以地面为起点算起。在大城市以建筑物的平均高度为起点，（一般以距离地面 4 米为起点算起）。当发射天线建在山顶上时，天线高

度也包括山顶的高度，以附近地区的平地为起点算起。而不是以海拔高度算起。

**（马喜廷答）**

**问：电视机的天线线圈和本振线圈用铜心作微调，中周用磁心作微调，为什么？铜心和磁心是否可以互相代用？**

**答：**磁心与铜心的作用相反，磁心的作用是利用磁性物质增加导磁率，以增加电感量，而铜心的作用是利用铜心中的涡流产生反磁通来减小导磁率，以减小电感量。因此，二者不能互相代用。在无线电电路中，利用它们在线圈中位置的变化均可方便地微调电感量的大小，原则上都是可以采用的。但用磁心能使线圈以比较少的圈数获得较大的电感量，从而提高  $Q$  值，所以，被广泛采用。不过磁心有一定的使用频率范围，高于这个频率范围时，导磁率将大为下降， $Q$  值也下降。由于电视机的天线线圈和本振线圈所用频率很高（1~12 频道约为 50~250 兆赫），虽然可以使用高频磁心，但是到了高频段，所需电感量甚小，线圈圈数极少，再用磁心作微调时，嫌电感量太大。这时就不如采用铜心，用降低电感量的办法来微调电感，更方便些。当然也可以采用空心线圈，用改变线圈之间的距离的方法来微调电感量。而中周，由于所用频率较低，一般用磁心作微调。

**（张家谋答）**

**问：飞乐牌 736 型收音机用的双连是  $2 \times 365$  微微法，中、短波磁棒均为  $\phi 10 \times 200$  毫米。如用  $2 \times 270$  微微法双连，中波磁棒用  $\phi 10 \times 160$  毫米，短波磁棒采用  $\phi 10 \times 170$  毫米，不知中波和短波输入回路线圈如何改制？**

**答：**按照问题中所提条件，要在规定的波段内达到较理想的接收效果，除要换用配合  $2 \times 270$  微微法双连的中波和短波振荡线圈及垫整、微调电容外，其输入回路线圈

的匝数要作相应的更改。中波输入线圈改绕 84 匝（用  $28 \times 0.07$  纱包线）。短波每只线圈要各增加 2 匝。绕制方法应按原机采取的方式。因短波输入回路中还串接一只统调电容器，所以在统调时还可以适当地改变  $C_2$ 、 $C_3$  的容量（参见 1975 年第 6 期 21 页飞乐 736 型机电路），以达理想效果。

**（武尔卿答）**

**问：中振线圈的磁心与中频变压器的磁心有什么不同，能相互代换吗？**

**答：**我厂生产的中波振荡线圈和中频变压器的磁心（包括磁帽）是采用同样材料、同样尺寸和同样结构的。磁心所使用的磁材料的磁导率为 MX-400。中频变压器工作于 465 千赫，中波振荡线圈的工作频率在 2 兆赫以下，而 MX-400 磁材料最高使用频率为 2 兆赫，因此都能适用。在完全能满足电性能的情况下，使用同一尺寸、同一材料、同一结构形式的磁心是符合多快好省精神的，给生产管理也带来许多方便。但有的厂如北京海淀电器厂，由于其他原因不是采用同样的磁心。

**（上无二十八厂技术组答）**

**问：扩音机上用的 6P14 电子管，最容易产生碰极故障，使管子失效，这是什么原因？如何克服？**

**答：**6P14 是一种跨导较高的束射功率管，工作时温度较高。由于在结构上它的栅极距离阴极较近，并且为了维修方便，这种管子在很多立式扩音机中都采用横卧式安装，因此当 6P14 发热后，就很容易使栅极膨胀下垂，发生栅极与阴极相碰，或栅极下端与帘栅相碰的故障。

改进办法是：① 将 6P14 管改为立式安装。② 将 6P14 换成 6P1 或 6P15，其推动电压相差不大，但寿命却要长得多。

**（吴绪义答）**

## 致读者、作者

以英明领袖华主席为首的党中央发出了向科学技术现代化进军的伟大号召，一场向科学技术现代化进军的伟大革命群众运动，正在迅猛兴起。形势大好，这就迫切要求《无线电》尽快改变与形势发展不相适应的状况。为此，我们热烈希望广大读者和作者积极提出意见和建议，一起来办好《无线电》，共同大力做好科学普及工作。

我们希望每个读者在年底以前，都给编辑部来一封信，提出你爱看那一类的文章，希望明年多登哪些方面的文章，对这些文章有什么具体要求，并请写明你的文化水平，年龄及工作职务(或学校年级)、订阅本刊时间等，帮助我们制订选题，综合分析读者情况，调整栏目安排。

我们热烈希望广大读者和作者积极为革命写稿。这次征稿的要求是：

1. 介绍无线电电子学某一项目的最新发展或在各方面的应用的通俗知识，目的是向青少年介绍最新科学技术情况，以及电子技术在国民经济各部门和人民生活中的作用，启发广大青少年树立爱科学、讲科学、用科学的风气。编译文章也行，要求尽可能通俗易懂、生动活泼。

2. 介绍业余制作的优秀作品，例如收音机、扩音机、电视机、仪表，以及简易电子应用仪器、教学演示用电子仪器、电子玩具等等，目的是为开展业余无线电实验活动提供制作项目，交流制作经验。

3. 介绍国外优选电子电路或适合业余制作的整机，为设计制作者提供参考资料。最好采取编译方式，补充必要的说明，尽可能介绍元器件的特性，或可直接替用的国产元器件的型号。

4. 介绍收音机、扩音机、电视机、录音机等等的修理经验，或业余制作中解决某一难题的经验。

5. 介绍群众性技术革新成果，讲清楚设计思想，基本原理，实用效果，对易于推广的项目，还请详细介绍设计制作有关资料。

6. 提供有兴趣和有启发性的思考题目和答案，帮助初学者深入理解和灵活运用有关基本技术知识。

以上征稿意见仅供参考。希望广大读者和作者根据科普刊物的特点，为把《无线电》办得丰富多采，通俗易懂，生动活泼，切合实用而积极提供稿件。来稿请写明真实姓名，工作单位或学校，以及通信地址。稿件刊登后，按国家规定办法付给稿酬。

## 目 录

等离子数字显示板和大型数字终端显示仪	安阳电子管厂 周子正 顾智企(1)
集成电路触发器中的半导体开关和逻辑门(续)	颜 超(3)
一种简单的电动机保护器	
——开关型正温度系数热敏电阻的应用	武汉市无线电元件厂热敏电阻应用小组(5)
用开关型热敏电阻作电动机保护器	湖北电力线路器材厂 王国典 查光宗(6)
模拟单结晶体管	刘肇德(7)
可调元件故障检修	
……山西省夏县曹家庄中学广播修理服务部	杨一帆(9)
熊猫牌电子管收音机修理经验点滴	方 锡(10)
三种简单的音调控制电路	黄金生(12)
山区修理半导体收音机的体会	
……广东龙门县人民广播站	梁肇年(13)
北京牌840型晶体管黑白电视机	国营天津无线电厂(14)
自制简易高频头	高峰倩(18)
<b>* 农村有线广播 *</b>	
定阻式电子管扩音机的故障检修方法	南京延安无线电厂技术组(20)
怎样用万用表测试大功率晶体管?	王永江(22)
<b>* 初学园地 *</b>	
简单的小功率晶体管 $f_T$ 测试仪	魏福源(24)
三相交流电相序指示器	杨克信(26)
密封双连定位卡磨损的修理	陈 健(27)
谈谈半导体收音机中双连电容器的代换问题	金国钧(28)
为什么电烙铁外壳接上地线后可避免触电?	戴政国(30)
<b>* 电子简讯 *</b>	(8)
<b>* 想想看 *</b>	(27)
<b>* 问与答 *</b>	(31)

封面说明：我国自制的大气污染监测车。

封底注：1. 右上图为整机内部结构；2. 中右侧图为电源部分；3. 下图为抑制电路。

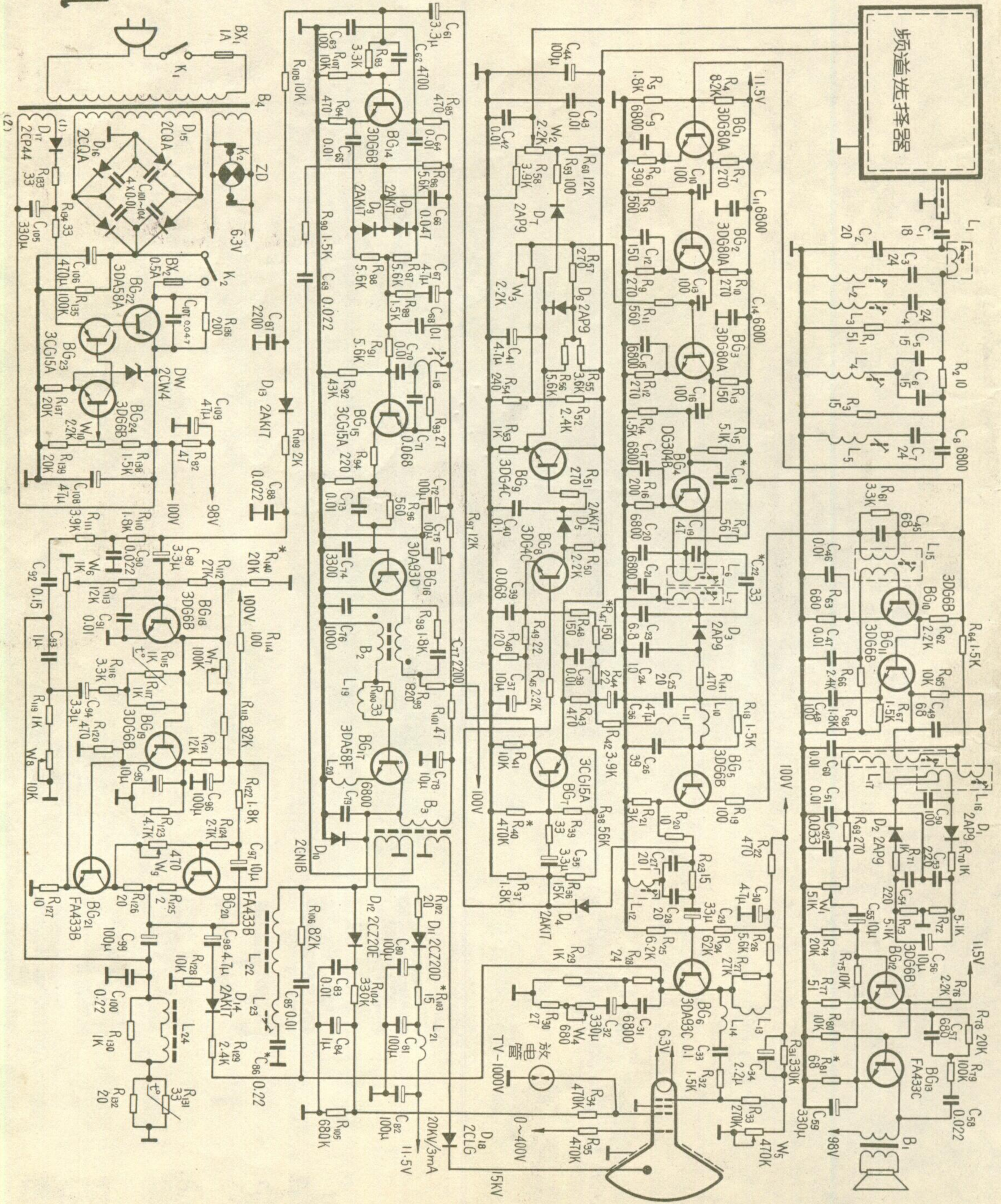
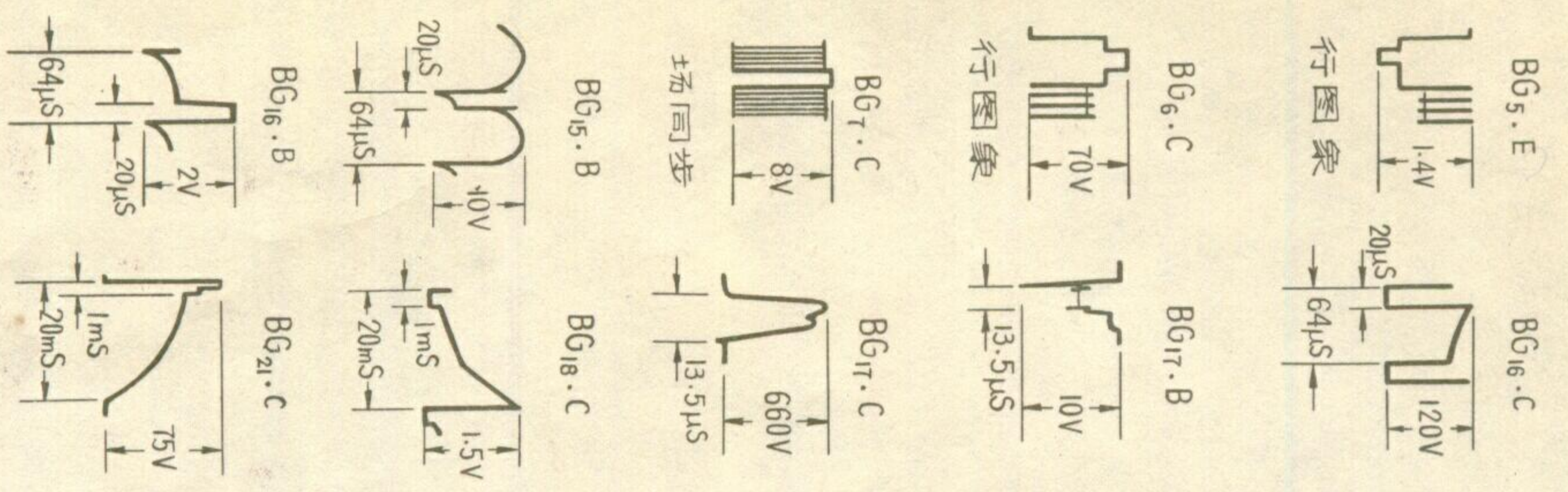
编辑、出版：人民邮电出版社  
(北京东长安街27号)

印刷：正文：北京新华印刷厂  
封面：北京胶印厂

总发行：北京市邮政局  
订购处：全国各地邮电局所

出版日期：1977年11月25日  
本刊代号：2-75 每册定价0.17元

# 北京牌840型 晶体管黑白电视机 电原理图



# 北京牌

## 840-1型

# 晶体管黑白电视机

## 联合设计产品

