

# 无线电

WUXIANDIAN



10  
1980

# 中国无线电运动协会代表团访问日本

中国无线电运动协会代表团，应日本业余无线电联盟的邀请，于1980年8月20日前往日本，参观日本“1980年业余无线电节”活动。



①



②

①以程平秘书长为首的访日代表团到达日本时，受到日本业余无线电联盟原昌三会长的热烈欢迎。

②代表团团长程平，在会长原昌三的陪同下，参观日本业余无线电联盟展览室。

③程平团长和原昌三会长一起，试用“业余无线电节”专设的新式无线电台，与业余爱好者通话。

④参观C Q 出版社。



③



④

## 日本业余无线电爱好者活动片断



①



②



③



④



⑤

①发报练习。

②使用430兆赫电台呼叫。

③测向。

④制作1200兆赫全模频率变换器。

⑤辅导业余爱好者制作数字钟。

(中国无线电运动协会供稿)

# 表面波滤波器 与“无调整”中放电路

路宝富

国产黑白电视机都是采用具有许多调谐回路的中放电路，以便整机组装完毕，反复调整，达到所要求的幅频特性。这不仅给生产带来不便，而且也是产生故障的一个潜在因素。

随着集成电路在电视机中的广泛应用，中放电路可以做直接耦合式宽带放大器，不加调谐回路即可满足增益要求，如果再能配用一种不需要调整的新型元件，代替原有的调谐回路，就可以实现中放电路的“无调整”化。

“声表面波滤波器”正是这样一种新型元件。有了它，不仅对提高生产率，提高电视机的稳定性和可靠性，而且对提高电视机性能的一致性等都有一定好处。

## 工作原理

### 1. 声表面波

所谓“声表面波”，是弹性固体（如石英、铌酸锂等压电晶体）表面层内的质点在外力作用下产生周期性的振动，使固体发生弹性形变并沿表面层传播的一种机械波。英文为 Surface Acoustic Wave，缩写为 SAW。这种波的传播速度约为  $10^5$  厘米/秒的数量级，实际是一种超声波。

目前已发现的晶体中的表面波有多种，其中应用最广的是瑞利波。它是由两个速度相同的声波（声横波和声纵波）迭加形成的，其质点运动轨迹呈椭圆形。

瑞利波的基本性质是：波的传播速度与频率无关；能量绝大部分集中在晶体的表面层内，并随深度的增加迅速被衰减；在压电晶体中传播时，伴随有以同样速度传播的电场，这种电场也集中在表面层内；在各向异性材料中传播时，其速度随晶体的切割方向和温度而变化。

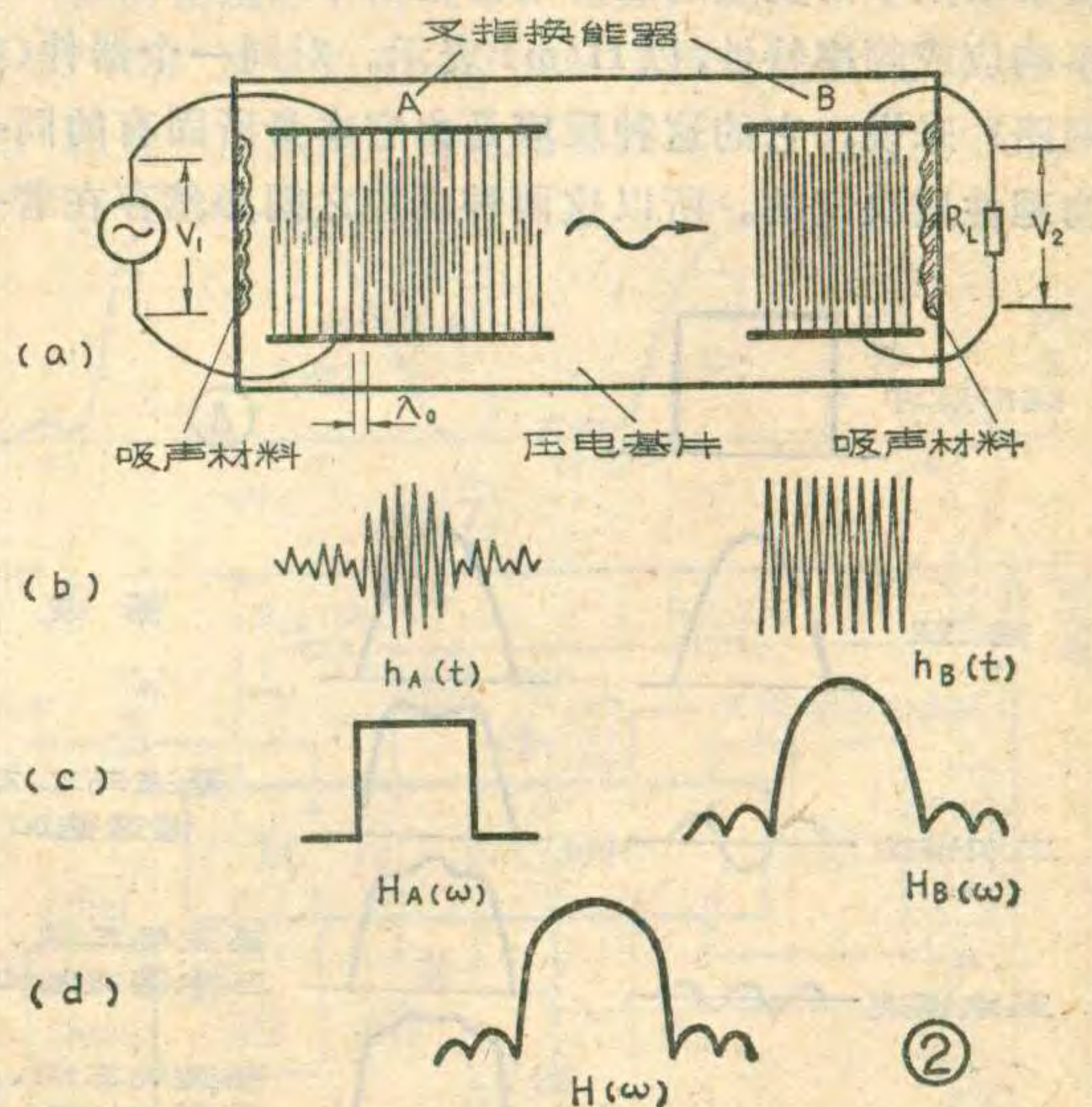
声表面波滤波器（简称“表面波滤波器”）就是利用这种波的基本性质进行工作的。

### 2 叉指换能器

1980年第10期

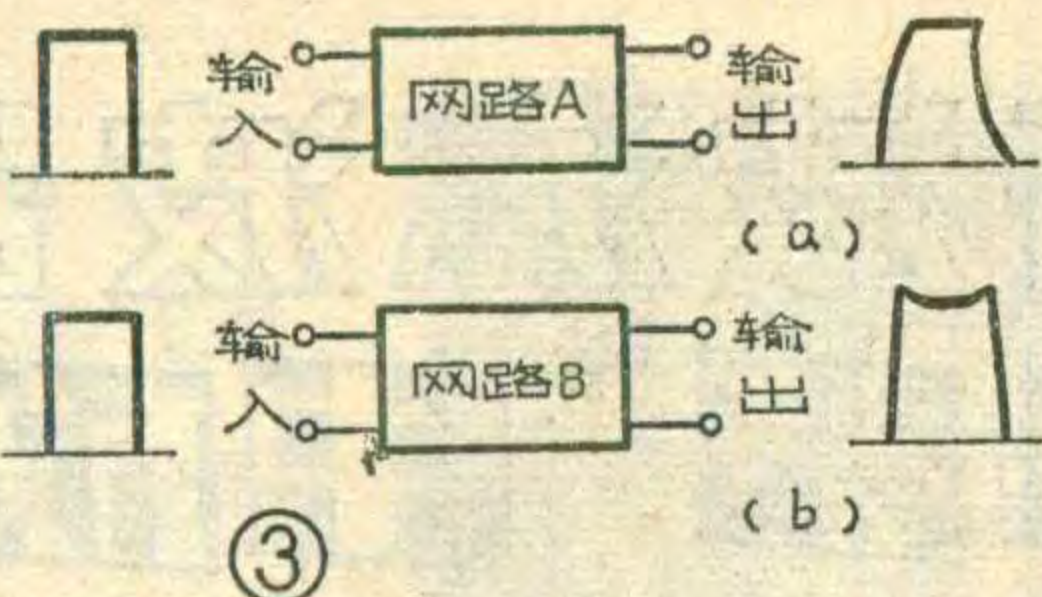
在压电晶体（如石英、铌酸锂）基片上，蒸发形成如图1所示的金属叉指电极对 a、b（或 c、d）以后，当在 a、b 之间加以交流电信号时，在交流电信号的电场作用下，通过压电效应，便在基片表面层激发产生周期性的弹性形变，并沿基片表面层向两个方向传播，于是就形成了声表面波。其中一个方向上的声波，被涂敷在基片上一端的吸声材料吸收。另一个方向上的声波沿着基片表面层传播到叉指电极 c、d，再通过压电效应，把这种周期性的弹性形变又转换为电信号，加到外接的负载上。从上述可以看出：一个声表面波器件至少要有两对叉指电极，由输入端的电极对把电信号转换成声表面波，再由输出端的电极对将声表面波又转换为电信号，这两次能量转换的过程，也就是按照要求对信号的处理过程。我们把每个叉指电极对（a、b 或 c、d）叫做一个叉指换能器。

当声表面波的频率与外加电信号的频率相同时，激发的声波最强，信号的传输效率最高。而声表面波的波长是由叉指电极的几何结构决定的，因此我们通过设计换能器的叉指宽度、叉指间距和叉指的重迭长度，来实现具有特定频率响应的滤波器，达到传输特定频段（或频率）电信号的目的。



### 3. 表面波滤波器

器

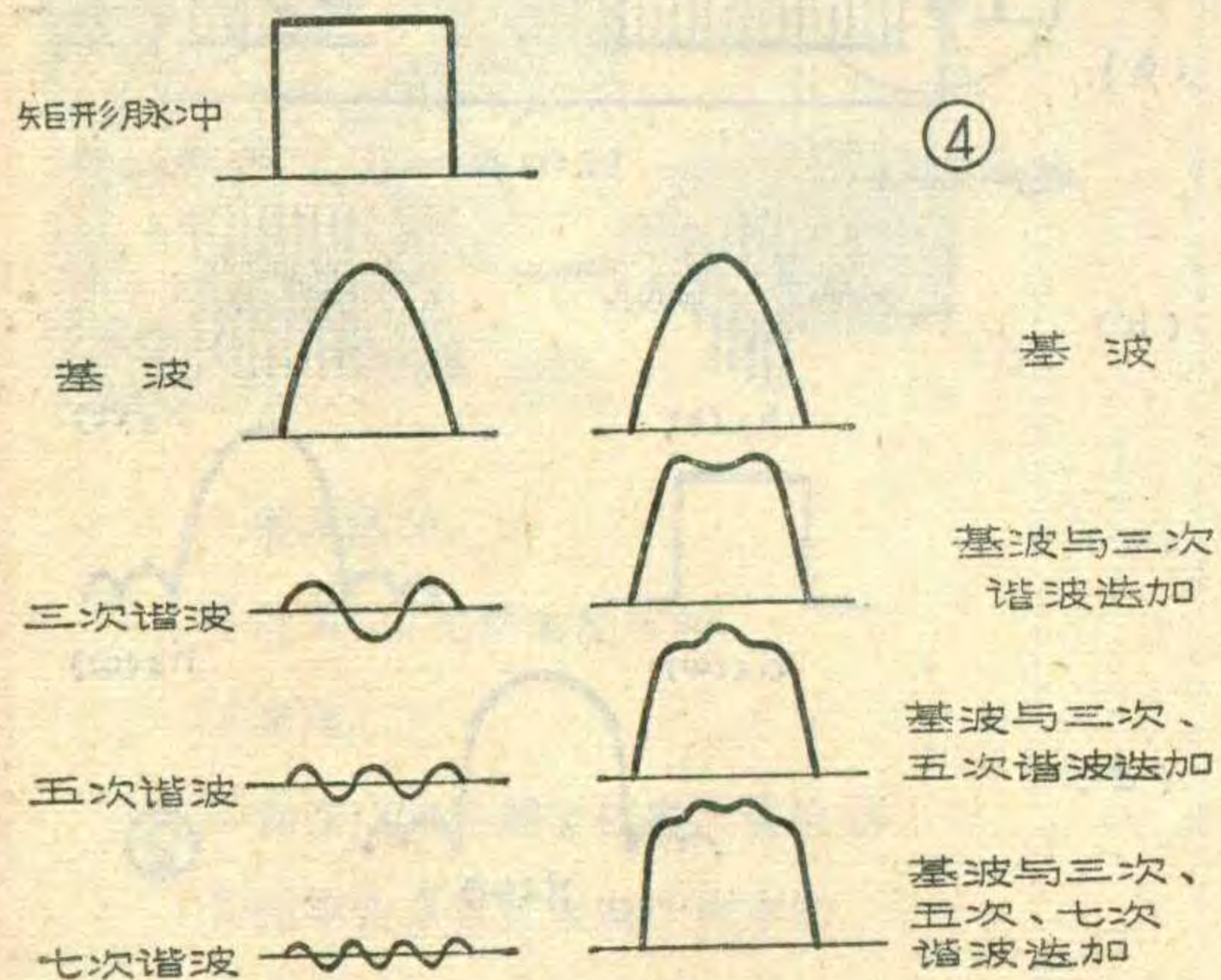


表面波滤波器是由压电基片和蒸发在基片上的金属叉指换能器 A、B

所组成，见图 2 (a)。其中 A 为输入换能器、B 为输出换能器，分别通过金属引线与外部电路相连。

为了便于说明它的工作原理，我们先介绍一个小实验。如果我们给一个四端网路输入一个矩形脉冲信号，见图 3 所示，在它的输出端就得到一定的反应。如果反应如图 3 (a) 曲线波形，我们认为输出的信号波形产生了失真。这是由于网路 A 的通频带窄，造成了信号高频成分不足所引起的。如果输出的信号是图 3 (b) 的波形，我们说这是高频过冲现象，是由于信号通过网路 B 后，信号中的高频成分过重造成的。

在这个实验中，我们把网路对于以时间为变量的脉冲信号的反应和它对于以频率为变量的正、余弦信号的反应联系起来。这是因为任何一个脉冲波，都可以用一系列频率、幅度各不相同的正、余弦波叠加而成。例如我们以脉冲的持续时间为半周期的基波和它的三次、五次、七次谐波叠加之后，就得到了近似于矩形的脉冲波，如图 4。反之，任何脉冲波，也可分解为基波和许多不同频率、不同幅度的谐波。在数学上，把这种由脉冲波分解为基波和谐波的运算过程，叫做富里哀变换，反之叫做富里哀反变换。所以富里哀变换，就是把以时间为自变量的脉冲信号和以频率为自变量的正、余弦信号联系起来的一种运算工具。我们把任一网路或器件，对于以时间为变量的脉冲电信号的反应称为脉冲响应，以  $h(t)$  表示，把它对于以频率为变量的正、余弦电信号的反应，称为频率响应或频率特性，以  $H(\omega)$  表示。对同一个器件(或网路)来说，它的这种反应是由它本身所固有的同一物理性质决定的。所以这两种反应之间必然存在着一



表

项	指 目	标	衰 减 量 (dB) (从波形顶端算起)
图像载频	30.5 MHz		$-5 \pm 1.5$
伴音载频	30.5 MHz		$-14 \pm 3$
邻频道图象载频	29 MHz		$< -40$
邻频道伴音载频	38.5 MHz		$< -40$
带 外	$(38.5+5)$ MHz		$< -30$
抑 制	$(29-5)$ MHz		$< -30$
通 带	波 动		$< 0.3$
插 入	损 耗		$< 20$
温 度	系 数		$< -95 \cdot 10^{-6}/\text{度}$

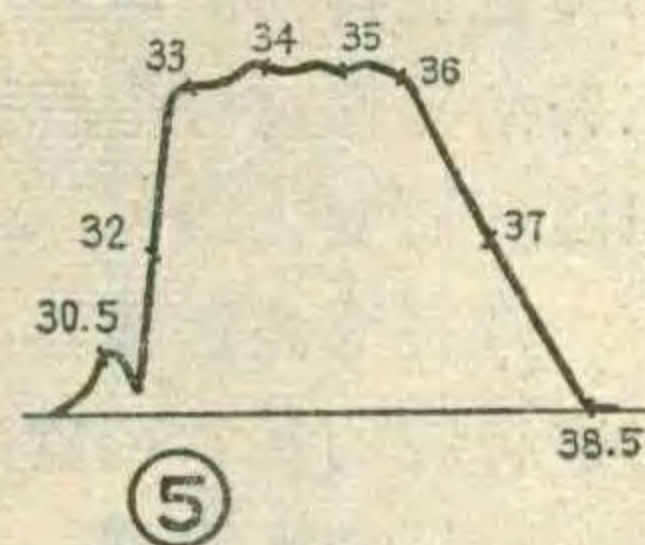
定的联系，这就是脉冲响应  $h(t)$  和频率响应  $H(\omega)$  之间的富里哀正、反变换关系。图 2 (b) 就是与叉指换能器 A 和 B 相对应的脉冲响应曲线  $h_A(t)$  和  $h_B(t)$ 。对它们分别进行富里哀变换就能得到图 2 (c) 所对应的频率响应  $H_A(\omega)$  和  $H_B(\omega)$ ，再把  $H_A(\omega)$  和  $H_B(\omega)$  相乘就得到图 2 (d) 所示的  $H(\omega)$ 。  $H(\omega)$  就是我们所需要的声表面波滤波器的频率响应。也就是说当我们给声表面波滤波器注入电信号后，滤波器就以频率响应  $H(\omega)$  对信号进行选择，然后送到负载  $R_L$  上。

从图 2 中还可以看出：脉冲响应  $h_A(t)$  和  $h_B(t)$  的包络正好是叉指指端的轨迹，这一点正是声表面波滤波器工作的依据和设计的基础。下面我们来说明这一点。

在换能器的每个叉指电极上，并排放着一连串的叉指，每个换能器的两个叉指电极间就形成了一系列的叉指对，每个叉指对，就是换能器的一个基本换能单元。对输入换能器来说，当交流电信号加到叉指电极后，电极上所有的各个叉指对，都同时独立地产生声表面波，同时也独立地向输出端传播。由于从不同叉指对传出的波，各自经过的路程远近不一，也就存在着不同时间的延迟，延迟时间的长短，由相应叉指对所在位置来确定。声波的强度，正比于相应叉指对的两个叉指重叠的长度。

如果我们用一个单位脉冲来激发叉指换能器，在离被激发换能器一定距离的某处接收到的声波波形(相位和幅度)，就是该叉指换能器空间结构的再现。就象图 2 (b) 波形表现了图 2 (a) 中两个换能器的有效脉冲响应那样。

声表面波滤波器在电视机中放电路中的应用问题，就是电视机中放频率响应曲线所对应的脉冲响应曲线，能不能用叉指换能器的几何结构图形来



# 场扫描集成电路

## KC581

郑凤翼

KC581 是场扫描集成电路,其内部电路及其典型应用外围电路如图 1 所示,它包括场振荡器、场同步放大电路、锯齿波形成电路及线性校正电路、场输出电路,以及内部稳压电路。场振荡器产生频率约 50Hz 的矩形脉冲,经 RC 锯齿波形成电路形成锯齿波电压,再经差动放大器放大后去推动场输出电路。由于锯齿波形成电路和场输出电路都有非线性,输出锯齿波电

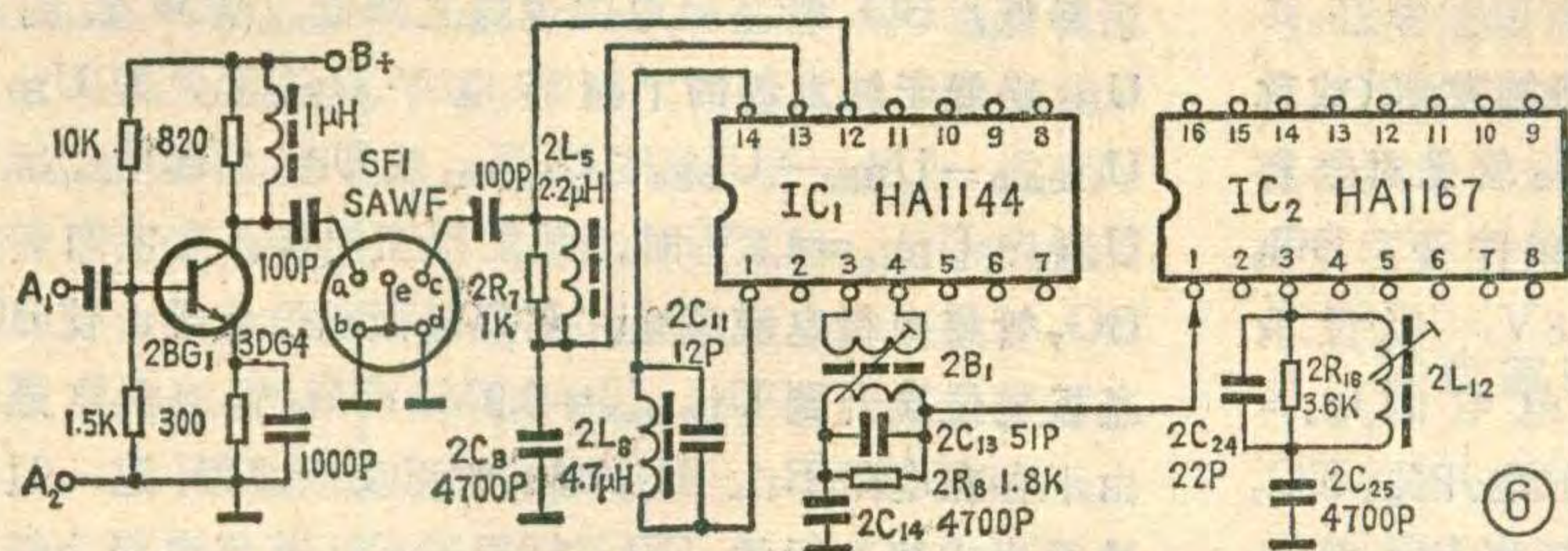
流并不是理想的锯齿波,所以要在场输出电路进行线性校正。

该集成电路的特点:①锯齿波电压形成电路由独立的场振荡器来控制,使场频调节与场幅调节、场线性调节保持相对的独立性,克服了三者之间的相互牵制。②采用独立的场同步放大,使场同步性能稳定。

该集成电路采用带有散热片的 14 脚双列直插式塑料封装。下面介绍它的工作原理。

### 内部稳压电源

内部稳压电源由  $BG_{24}$ 、 $BG_{25}$  管组成(见图 1),它是一种带有简单放大环节的串联型稳压电源。 $BG_{24}$  管为调整管,其射极电压就是稳压器的输出电压。



实现的问题。

由于电视机中放曲线的整个带宽只有 8 MHz,而频率范围是 30MHz 到 38MHz。8 MHz 的频响所对应的脉冲响应的宽度是有限的,所以在结构尺寸和工艺上是易于实现的。

### 4. 声表面波滤波器的特点及性能

(1) 体积小重量轻。由于声表面波的传播速度比电磁波低  $10^5$  数量级,而又指换能器的结构是按声表面波波长  $\lambda_0$  配置的,由于外加电场的频率很高,所以叉指的指条宽度和间距都是很小很小的。加上基片又很薄,所以整个器件的尺寸和重量都很小。

(2) 设计灵活性大,能实现较为复杂的功能,而且一致性、稳定性好,频带宽、动态范围大。

(3) 应用范围广,从高频、甚高频、超高频一直到低微波频段都可使用。

(4) 可靠性高,抗电磁辐射干扰性能强。这是因为声表面波纯属质点的振动,不涉及电子迁移过程。

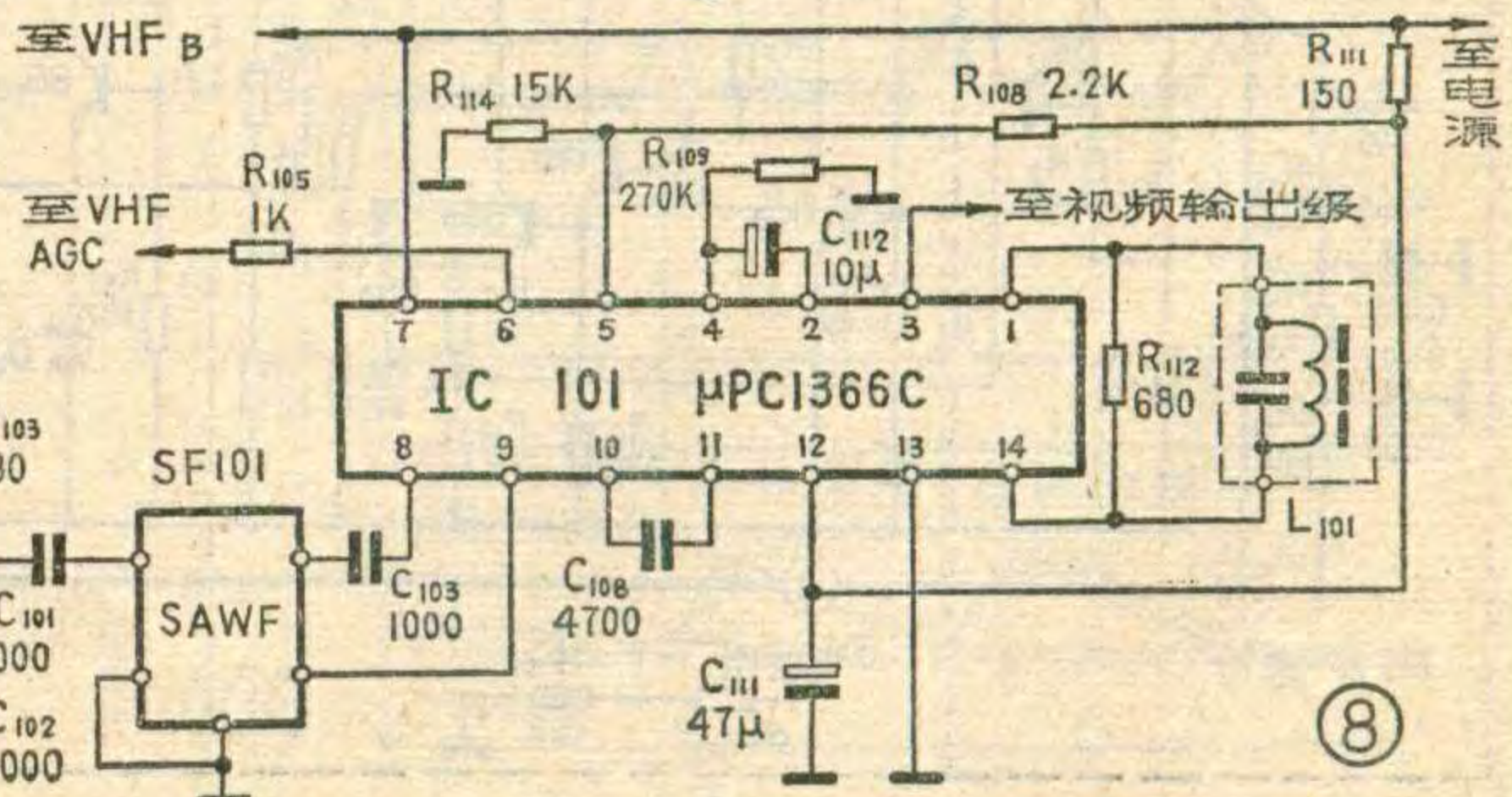
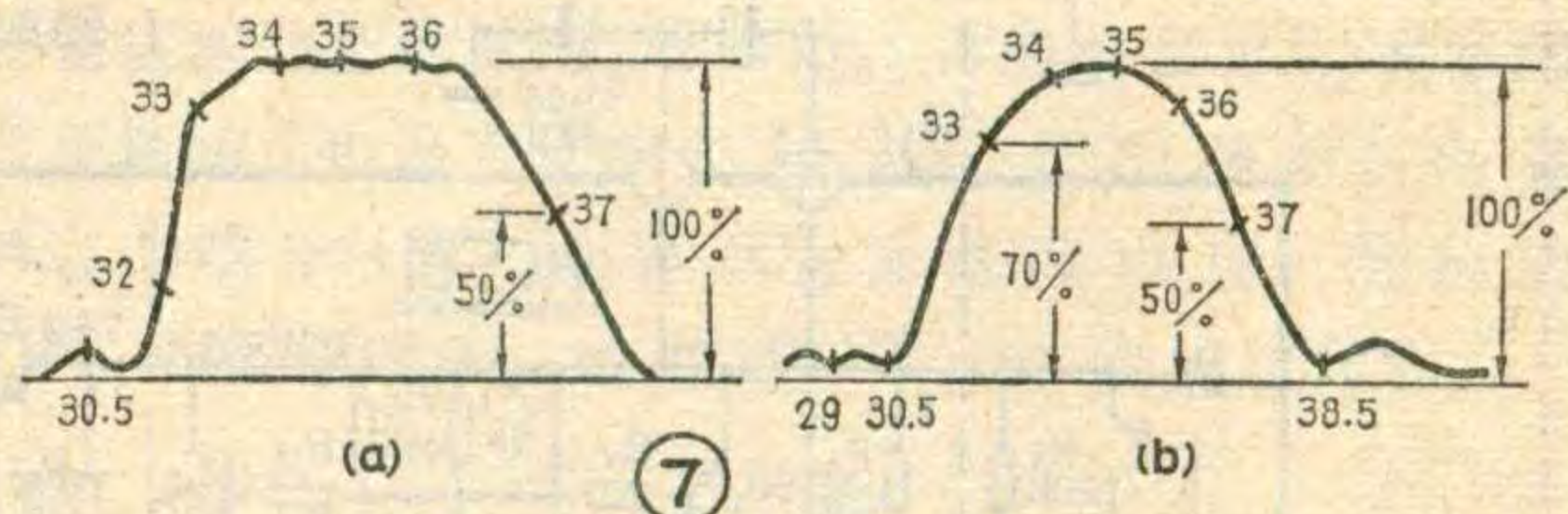
表面波滤波器的性能见表,其频率特性曲线见图 5。

### 应用实例

我们用表面波滤波器在 B314 型电视机电路(原电路见本刊 1979

年第 7 期封三)上作了实验,电路见图 6。它与原电路所不同的是用表面波滤波器代替了原中放电路输入端的 LC 回路组成的带通滤波器。为了弥补表面波滤波器 SF1 引入的插入损耗,增加了一级由晶体管  $2BG_1$  组成的宽带放大器。经测试所得中放特性曲线如图 7(a),它与原电路的中放特性曲线图 7(b)相比较,可以看出:由于加了一级宽带放大器,补偿了表面波滤波器引入的插入损耗,所以两者的增益无多大差别。但是,用表面波滤波器的中放电路的选择性,有了明显的提高,在 29MHz 和 38.5MHz 处均达到  $-30$ dB 以下(部标暂定为  $-20$ dB)。这是用 LC 带通滤波器很难达到的。

目前在国外电视机中,已经广泛采用了表面波滤波器。我厂加工的 12-T280U1 型电视机的中放电路,就是一个实例,其电路如图 8。

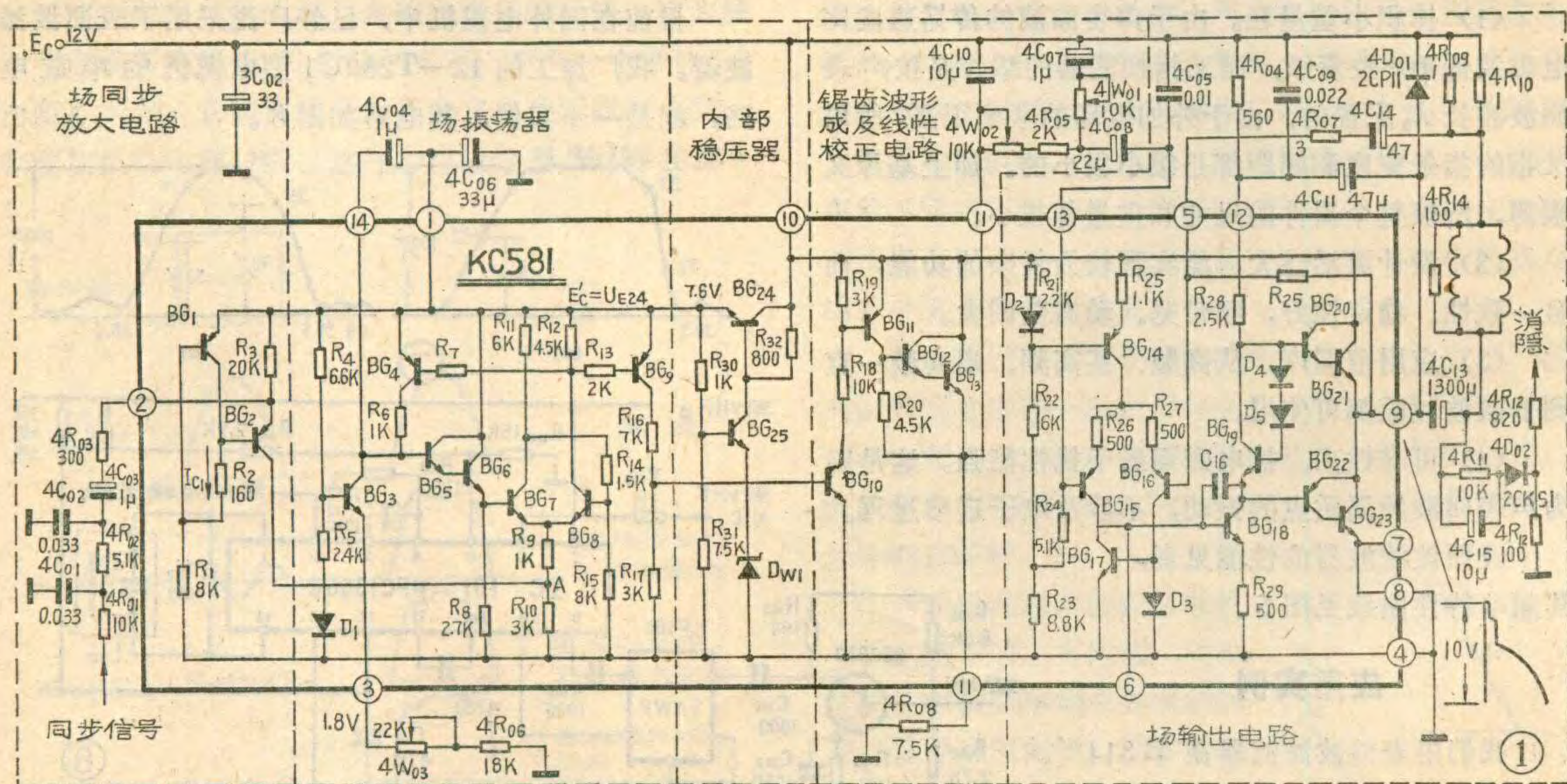


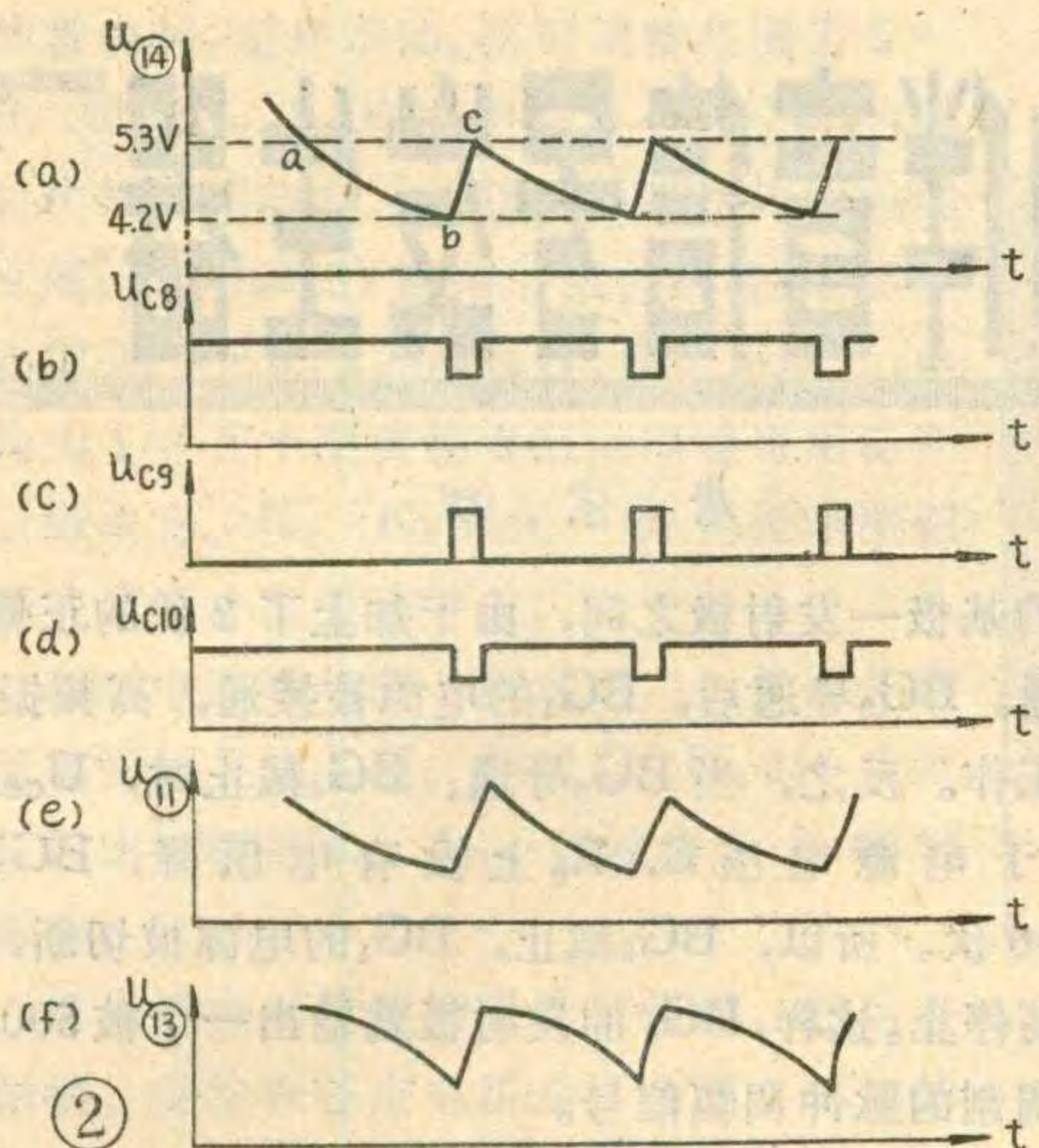
BG<sub>25</sub> 管为误差放大器，它的射极电压为稳压管 DW<sub>1</sub> 所提供的基准电压  $U_{DW1}=6V$ ，它的基极电压是取样电阻  $R_{30}$ 、 $R_{31}$  分压所得输出电压的一部分。如因某种原因使稳压器输出电压  $U_{E24}$  增加，则 BG<sub>25</sub> 管的基极电位上升，BG<sub>25</sub> 管集电极电位即 BG<sub>24</sub> 管基极电位降低，使 BG<sub>24</sub> 射极电位降低，即  $U_{E24}$  下降，从而维持输出电压不变。由于 DW<sub>1</sub> 的击穿电压会随温度升高而增加，而 BG<sub>25</sub> 管的 BE 结正向压降却随温度下降，两者互相补偿，使  $E_c'$  随温度变化很小。当忽略基极电流时， $U_{B25}=U_{BE25}+U_{DW1}=6.7V$ ，而稳压器的输出电压  $E_c' = U_{E24} = \frac{U_{B25}}{R_{31}}(R_{30}+R_{31}) = 7.6V$ 。 $E_c'$  作场同步放大和场振荡器的电源电压，使场振荡器的电源电压不受外电源电压变化的影响，以保证场振荡器的自由振荡频率比较稳定，还可使功放级与振荡器的电源隔离，以避免寄生干扰，从而简化滤波电路。

### 场振荡器

场振荡器由定时电容  $4C_{04}$  和施密特触发器（或称差动型阈值比较器）组成，见图 1。BG<sub>3</sub> 管是对电容  $4C_{04}$  充电的恒流源，在忽略  $I_{B3}$  影响的条件下，BG<sub>3</sub> 管射极电位  $U_{E3} = \frac{E_c' - U_{D1}}{R_4 + R_5} \cdot R_5 = 1.8V$ ，假设取  $(4W_{03} + 4R_{06}) = 36K$ ，则恒流源充电电流  $I_{C3} = \frac{U_{E3}}{36K} \approx 50\mu A$ 。BG<sub>4</sub> 管是电容  $4C_{04}$  的放电开关。BG<sub>7</sub> 管和 BG<sub>8</sub> 管组成施密特触发器。BG<sub>5</sub> 管和 BG<sub>6</sub> 管是射极跟随器。BG<sub>9</sub> 管是开关脉冲放大器，同时起直流电位移动作用。下面说明场振荡器的自由振荡过程。在电源接通的瞬间，⑭脚外接电容  $4C_{04}$  上没有电荷，电压为零，BG<sub>3</sub> 管集电极电位等于电源电压  $E_c'$ ，BG<sub>7</sub> 管基极电位  $U_{B7} = E_c' - U_{BE5} - U_{BE6} = 6.2V$ ，而 BG<sub>8</sub> 管基极电位的最大值（即 BG<sub>7</sub> 管截止时）为

$U_{B8max} = \frac{R_{15}}{R_{11} + R_{14} + R_{15}} \cdot E_c' \approx 3.9V$ 。因此，在电源接通瞬间  $U_{B7} > U_{B8max}$ ，故 BG<sub>7</sub> 管处于饱和导通状态，BG<sub>8</sub> 管处于截止状态，此时 BG<sub>7</sub> 管集电极电位降低为  $U_{C7min} = E_c' - \frac{E_c' - U_{ces7}}{R_9 + R_{10} + R_{11}} \cdot R_{11} = 3.3V$ （式中  $U_{ces7} = 0.3V$  为 BG<sub>7</sub> 管饱和压降），致使 BG<sub>8</sub> 管基极电位降低为  $U_{B8min} = U_{C7min} \frac{R_{15}}{R_{14} + R_{15}} \approx 2.8V$ ，这就保证了 BG<sub>8</sub> 管处于截止状态。由于 BG<sub>8</sub> 管截止，其集电极电流等于零，集电极电位等于电源电压  $E_c'$ ，故 BG<sub>4</sub>、BG<sub>9</sub> 管无注入电流，也都处于截止状态，BG<sub>9</sub> 管集电极输出电压为零。这时定时电容  $4C_{04}$  通过恒流源 BG<sub>3</sub> 管充电。由于施密特触发器的输入端接有 BG<sub>5</sub> 和 BG<sub>6</sub> 管两级射随器，故输入阻抗很高，因此它对电容  $4C_{04}$  的充电过程的影响可不予考虑。电容  $4C_{04}$  通过恒流源充电的过程即锯齿波的正程，⑭脚的波形是一负向的锯齿波（参看图 2 (a) 波形 ab 段）。随着电容  $4C_{04}$  的充电，其上电压逐渐升高，BG<sub>5</sub> 管基极电位逐渐降低，BG<sub>7</sub> 管基极电位也随之降低，当降低到使  $U_{B7}$  略低于触发器的下翻转电平  $U_{B8min}$ ，即  $U_{B7} = U_{C3min} - U_{BE5} - U_{BE6} \leq U_{B8min}$  或  $U_{C3min} \leq U_{B8min} + U_{BE5} + U_{BE6} = 4.2V$  时，触发器工作状态发生翻转，BG<sub>7</sub> 管集电极电流截止，其集电极电位上升，使 BG<sub>8</sub> 管基极电位跳升到  $U_{B8max} = 3.9V$ ，BG<sub>8</sub> 管饱和导通。由于存在电阻  $R_{14}$ 、 $R_{15}$  构成的正反馈回路，这一过程是雪崩式地进行的。BG<sub>8</sub> 管导通后，其集电极为低电位，因此 BG<sub>4</sub>、BG<sub>9</sub> 管导通。BG<sub>9</sub> 管导通后，其集电极输出高电位。BG<sub>4</sub> 管导通，使电容  $4C_{04}$  迅速放电，电路转入扫描逆程，在⑭脚形成急速上升的锯齿波（即波形 bc 段），放电时间常数  $\tau_d \approx R_6(4C_{04}) \approx 1ms$ 。随着电容  $4C_{04}$  的放电，BG<sub>5</sub>、BG<sub>6</sub>、BG<sub>7</sub> 管的基极电位逐渐升高，当  $U_{B7}$  上升到触发器上翻转电平





$U_{B8max}$ , 即  $U_{B7} = U_{C3max} - U_{BE5} - U_{BE6} \geq U_{B8max}$  或  $U_{C3max} \geq U_{B8max} + U_{BE5} + U_{BE6} = 5.3V$  时, 触发器工作状态又发生变化,  $BG_7$  管再次导通, 随即发生雪崩过程, 使  $BG_8$  管截止,  $BG_4$ 、 $BG_9$  管也截止, 逆程结束又重新进入扫描正程。如此周而复始, 便形成锯齿波的自由振荡, 经  $BG_9$  管倒相集电极输出正脉冲。值得指出的是, 逆程期间电容  $4C_{04}$  并不能全部放掉所充电荷, 即  $BG_3$  管集电极电位只能上升到  $U_{C3max} = 5.3V$ 。另外, 电容  $4C_{04}$  通过  $BG_4$  管放电时,  $BG_3$  管仍导通, 因此  $E_{C'}$  还通过  $BG_3$  管给电容  $4C_{04}$  充电, 只不过和放电电流相比, 充电电流很小, 时间又很短, 故其影响可忽略。场振荡器各点波形如图 2 所示。

$4W_{03}$  为场频调节电位器, 因为锯齿波正程时间决定于电容  $4C_{04}$  的充电速度, 亦即决定于恒流管  $BG_3$  集电极电流  $I_{C3}$  的大小, 而调节  $4W_{03}$  就能改变  $I_{C3}$  的大小, 所以也就改变了场振荡器的自由振荡频率。

### 场同步放大器

场同步放大器由  $BG_1$ 、 $BG_2$  管组成, 见图 1。用于进行场同步切割放大, 以进一步提高小信号切割分离灵敏度, 增大场同步脉冲幅度, 压缩行同步脉冲幅度。

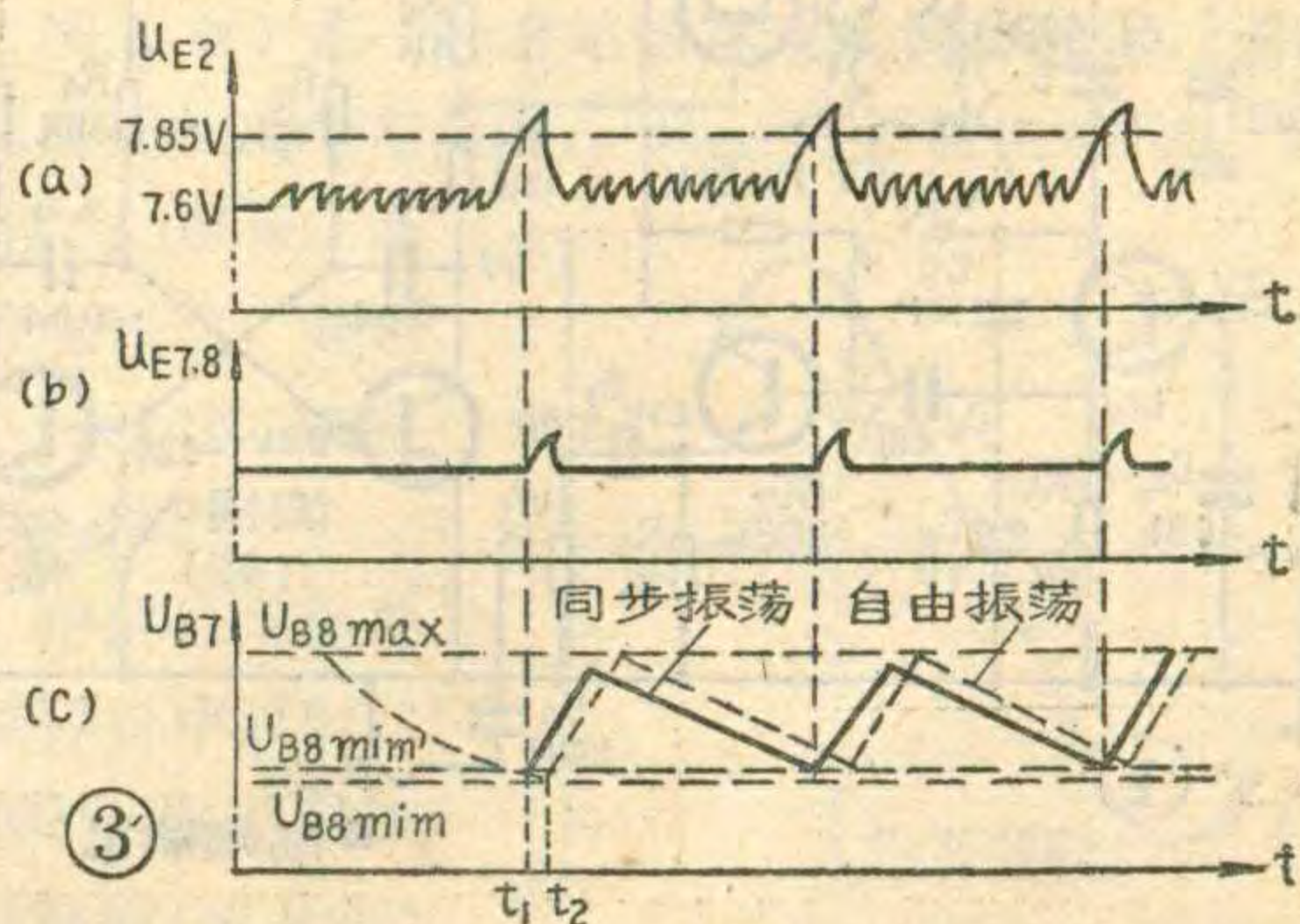
正极性的场同步脉冲经②脚输送至  $BG_2$  管的射极。 $BG_2$  管为共基放大器, 把场同步脉冲放大后送至  $BG_7$ 、 $BG_8$  管组成的施密特触发器的射极电路 (A 点),  $BG_1$  管是  $BG_2$  管的偏置, 这是一种部分饱和式偏置电路。当无场同步脉冲输入时,  $BG_1$  处于饱和导通, 使  $BG_2$  管处于截止状态; 当场同步脉冲送至②脚, 使  $BG_2$  管射极电位升高至  $U_{E2} > U_{B2} + U_{BE2}$  时,  $BG_2$  管就导通。由于场同步脉冲幅度超过  $U_{E2} - E_{C'} = 0.25V$  以上时,  $BG_2$  管才导通, 而小于  $0.25V$  以下的部分被切去 (见图 3 a), 这样就可以把复合同步脉冲经过积分电路后还剩下的行脉冲干扰切去, 以利于提高场同步

的稳定性。

场扫描正程期间  $BG_7$  管饱和导通、 $BG_8$  管截止, 扫描正程的结束是由  $BG_8$  管的基极电位即下翻转电平  $U_{B8min}$  决定的 (见图 3 c)。当②脚没有同步信号输入时, 一直到  $t_2$  时刻,  $BG_7$  管基极电位才下降到  $U_{B8min}$  而截止, 然后在正反馈作用下才重新导通, 开始另一个扫描周期。设其振荡周期为  $T_{V0}$ , 这就是场振荡器的自由振荡周期。如果②脚有正极性场同步脉冲输入, 且它的周期  $T_V < T_{V0}$ , 当同步脉冲幅度  $u_m$  足够大时就能使  $BG_2$  管导通, 其集电极电流经 A 点流入  $R_{10}$ , 造成 A 点电位抬高, 致使触发器工作电流 (即  $BG_7$  管集电极电流) 降低,  $BG_7$  管集电极电位升高,  $BG_8$  管基极电位  $U_{B8min}$  将迭加一个幅度为  $u'_m$  的正同步脉冲, 也就是说  $BG_8$  管基极电位由  $U_{B8min}$  抬高到  $U_{B8min} + u'_m$ , 即下翻转电平升高为  $U'_{B8min} = U_{B8min} + u'_m$ , 触发器就提前从  $t_1$  时刻开始新的下一周期, 正程缩短而提前转入逆程。这就强迫场振荡器完全按照场同步脉冲的周期  $T_V$  而工作, 达到同步的目的。值得注意的是, 场振荡器的自由振荡周期  $T_{V0}$  一定要略大于场同步脉冲周期  $T_V$ , 才能达到被同步的目的。

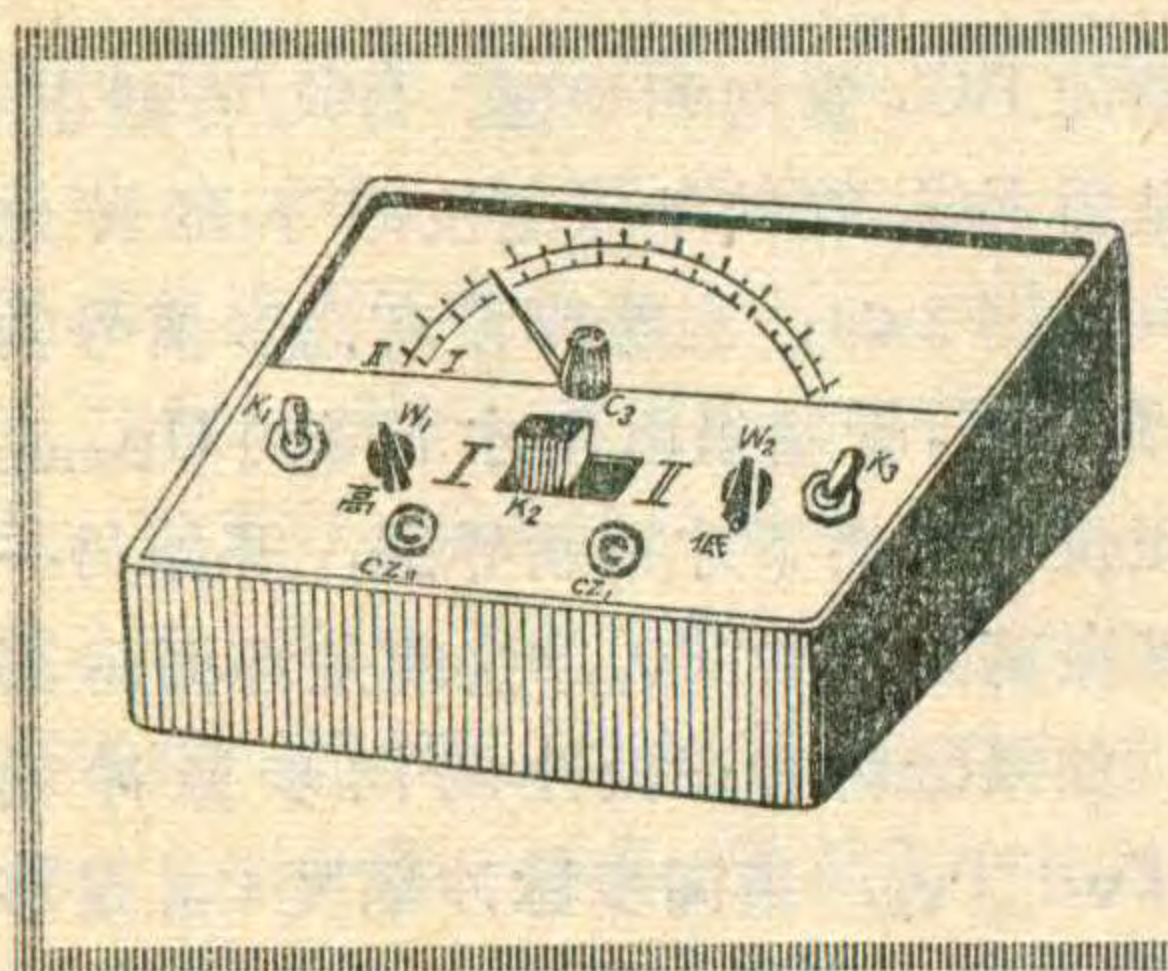
### 锯齿波电压形成电路和线性校正电路

锯齿波电压形成电路由  $BG_{10} \sim BG_{13}$  管以及电容  $4C_{10}$  和电阻  $4R_{08}$  组成。 $4C_{10}$  为充电电容,  $4R_{08}$  为充电电阻。 $BG_{10} \sim BG_{13}$  管组成充放电开关, 轮流工作于导通或截止两种状态。当场振荡器处于扫描正程时,  $BG_8$  管截止, 所以  $BG_9$  管截止, 相应地  $BG_{10} \sim BG_{13}$  管也截止, 电源  $E_C$  通过  $4R_{08}$  对电容  $4C_{10}$  充电。当处于场扫描逆程时,  $BG_8$  管导通, 所以  $BG_9$  管导通, 相应地  $BG_{10} \sim BG_{13}$  管也导通, 使电容  $4C_{10}$  上所充电荷迅速放掉。因此在⑪脚形成下降的锯齿波电压, 如图 2 e 所示。⑪脚的锯齿波电压经  $4W_{02}$ 、 $4R_{05}$ 、 $4W_{01}$  和  $4C_{07}$  构成的积分校正电路后, 得到一抛物波和锯齿波迭加的波形 (图 2 f), 再经电容  $4C_{08}$  和⑬脚送至场输出电路差动放大器  $BG_{15}$  管的基极。电容  $4C_{08}$  为耦合电容, 电容  $4C_{05}$  为滤波电容。电位器  $4W_{02}$  作场幅调节、电位器  $4W_{01}$  作场线性调节。



# 电视中频和伴音信号发生器

唐宗理



为了适应业余爱好者和农村修理部修理电视机的需要，我们制作了一台用万用表配合，可以调整电视机伴音通道和图象通道的信号发生器。

这种信号发生器分两个波段，第一波段输出 5.5~7.5MHz 的调频或等幅信号；第二波段输出 25~40MHz 的调幅或等幅信号。另外，还可以输出 500Hz 的音频信号。下面介绍它的工作原理、制作及使用方法。

## 工作原理

原理图如图 1 所示，包括高频振荡器、方波发生器、调制器、射极输出器及电源五部分。

高频振荡器由 BG<sub>1</sub>、C<sub>3</sub>、L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub> 以及 C<sub>2</sub>、C<sub>4</sub>、C<sub>5</sub>、R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub>、K<sub>2</sub> 组成共基电容三点式振荡电路。振荡频率由 C<sub>3</sub>、L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub> 决定。两个波段由开关 K<sub>2</sub> 转换，并且共用可变电容 C<sub>3</sub> 调整频率。

方波发生器由 BG<sub>4</sub>、BG<sub>5</sub> 及 R<sub>6</sub>、R<sub>7</sub>、R<sub>8</sub>、R<sub>9</sub>、C<sub>9</sub>、C<sub>10</sub> 组成。实际上是一个阻容耦合多谐振荡器，振荡频率由 R<sub>8</sub>、R<sub>9</sub> 和 C<sub>9</sub>、C<sub>10</sub> 决定，即  $f=1/1.4RC$ 。我们选用  $R=R_8=R_9=36K$ ， $C=C_9=C_{10}=0.04\mu$  因此，能输出一个频率为 500Hz，波形近似于方波的信号。

调制器由 BG<sub>3</sub> 担任，BG<sub>3</sub> 的基极—发射极的偏压由 R<sub>6</sub>、R<sub>7</sub> 分压供给。BG<sub>4</sub>、BG<sub>5</sub> 在振荡过程中交替导通和截止，所以，当 BG<sub>3</sub> 截止、BG<sub>4</sub> 导通时， $U_{ce4} \approx 0$  伏， $U_{R6} \approx E \cdot R_6 / (R_6 + R_7) \approx 6 \times \frac{1}{3} \approx 2$  (伏)。

BG<sub>3</sub> 的基极—发射极之间，由于加上了 2 伏的正偏压而导通。BG<sub>3</sub> 导通后，BG<sub>1</sub> 的电源被接通，高频振荡开始工作。反之，当 BG<sub>5</sub> 导通、BG<sub>4</sub> 截止时， $U_{ce4}$  近似等于电源电压 E，R<sub>6</sub> 上没有电压降，BG<sub>3</sub> 的  $U_{be} \approx 0$  伏。所以，BG<sub>3</sub> 截止，BG<sub>1</sub> 的电源被切断，高频振荡停止。这样，BG<sub>1</sub> 的发射极就输出一个被 500Hz 方波调制的脉冲调幅信号。

大家知道，晶体管的结电容是随着外加电压的大小而改变的。BG<sub>1</sub> 的集电结电容 C<sub>jcb</sub> 实际上是同高频振荡回路电容 C<sub>3</sub> 并联的，所以，它的大小会影响振荡频率。由于调制器周期性地切断 BG<sub>1</sub> 的电源，每一个周期，BG<sub>1</sub> 集电极的电压都将由 0 伏到 6 伏变化一次，因此 C<sub>jcb</sub> 也按 500Hz 的频率周期性的改变其容量，从而使振荡频率受到调制。所以，在 BG<sub>1</sub> 输出的调幅信号中也有调频成分。伴音通道及鉴频器正是利用 6.5MHz 信号中的调频成分进行调试和检修的。这就使电路更加简化。

当 K<sub>3</sub> 闭合时，BG<sub>5</sub> 始终处于截止状态，BG<sub>4</sub> 始终导通，方波发生器停止工作。这样就使 BG<sub>3</sub> 始终导通，BG<sub>1</sub> 输出高频等幅信号。因此 K<sub>3</sub> 为等幅—调幅（调频）转换开关。

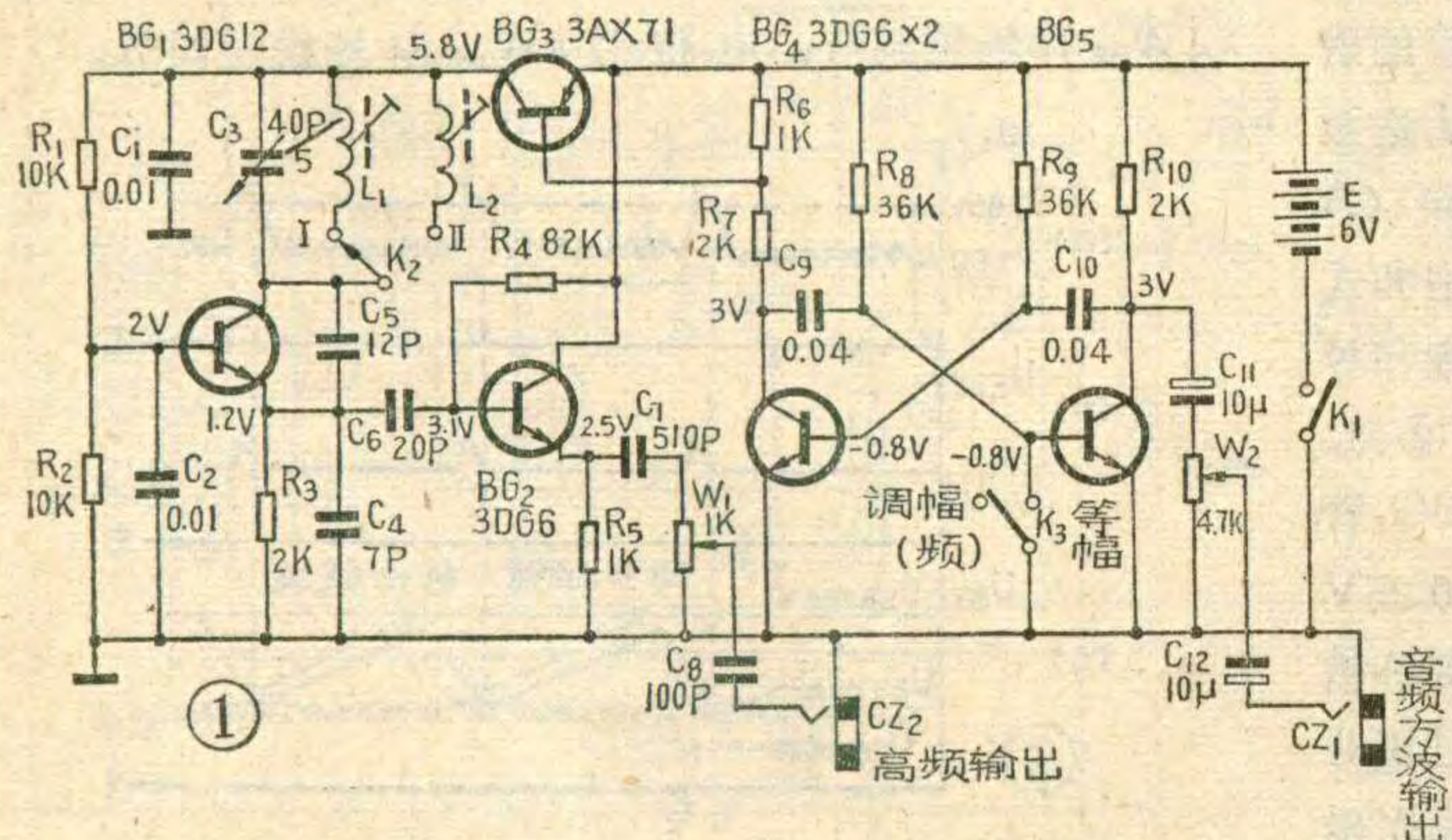
射极输出器由 BG<sub>2</sub>、R<sub>4</sub>、R<sub>5</sub>、C<sub>7</sub>、C<sub>8</sub>、W<sub>1</sub> 组成。BG<sub>1</sub> 输出的高频信号，经 C<sub>6</sub> 耦合到 BG<sub>2</sub> 的基极，放大后由 BG<sub>2</sub> 的发射极输出。然后由 C<sub>7</sub> 耦合到电位器 W<sub>1</sub>，再经 C<sub>8</sub> 从插口 CZ<sub>2</sub> 输出。调整 W<sub>1</sub> 可改变输出幅度。加此级一方面是为了放大信号，另一方面是为了使负载和低频振荡部分隔离。500Hz 音频信号由 CZ<sub>1</sub> 输出，调整 W<sub>2</sub> 可改变输出幅度。

由于此仪器耗电很少，可选用 6 伏叠层电池或其他小型电池。

## 元件选择及制作

BG<sub>1</sub> 可选用 3DG12，也可用 3DG6 等代替， $\beta$  值应为 60~100。BG<sub>2</sub>、BG<sub>4</sub>、BG<sub>5</sub> 可选用  $\beta$  值为 60~100 的 3DG6，选择 BG<sub>4</sub>、BG<sub>5</sub> 时，要求  $\beta$  等参数尽量对称。BG<sub>3</sub> 可选用 3AX71、3AX81 等型号的锗管， $\beta$  为 40~100。所有管子要求  $I_{ceo}$  尽量小些。

可变电容 C<sub>3</sub> 可用 360P 或 270P 等空气可变电容改制。方法是将动片保留 3~4 片，其

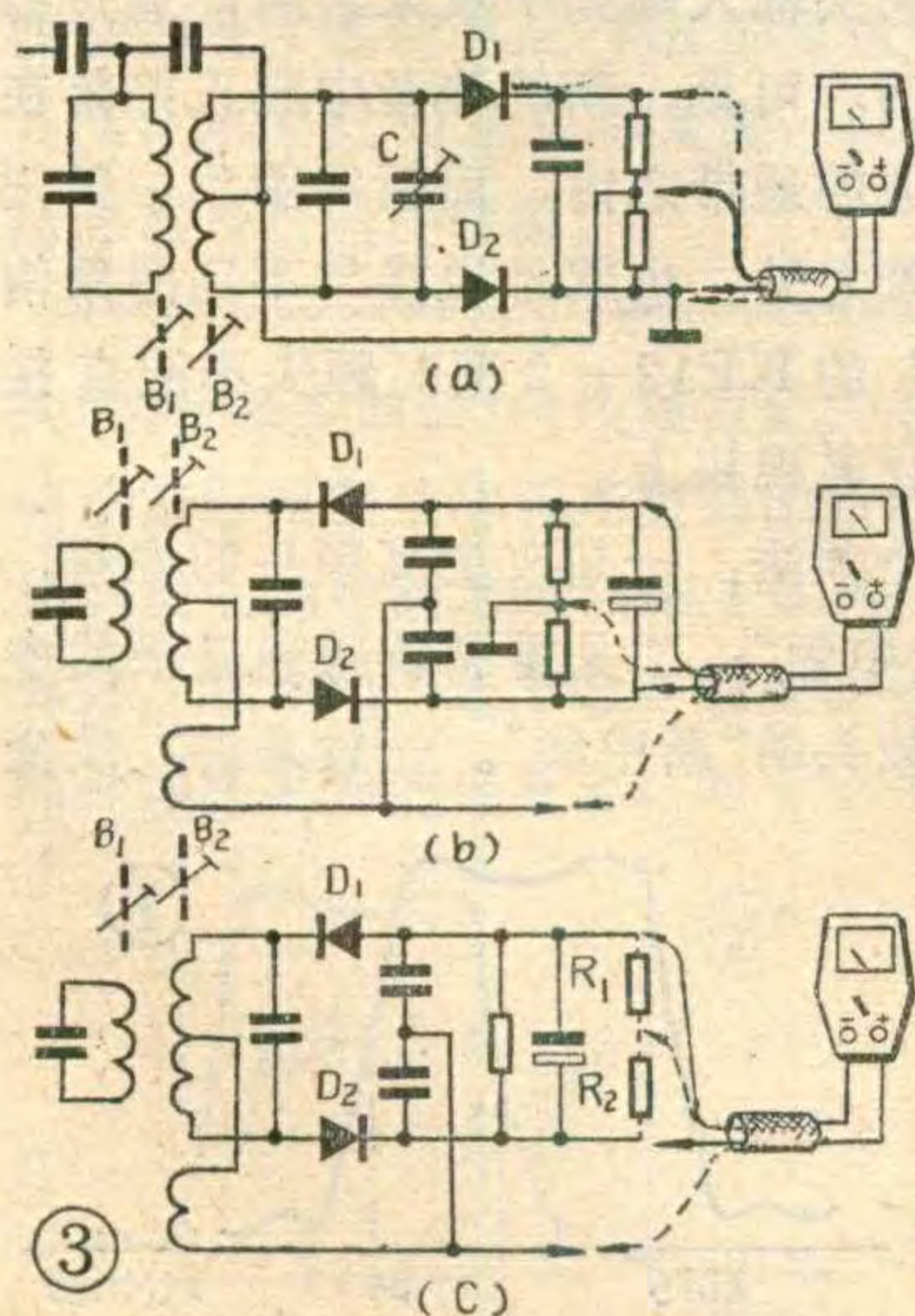




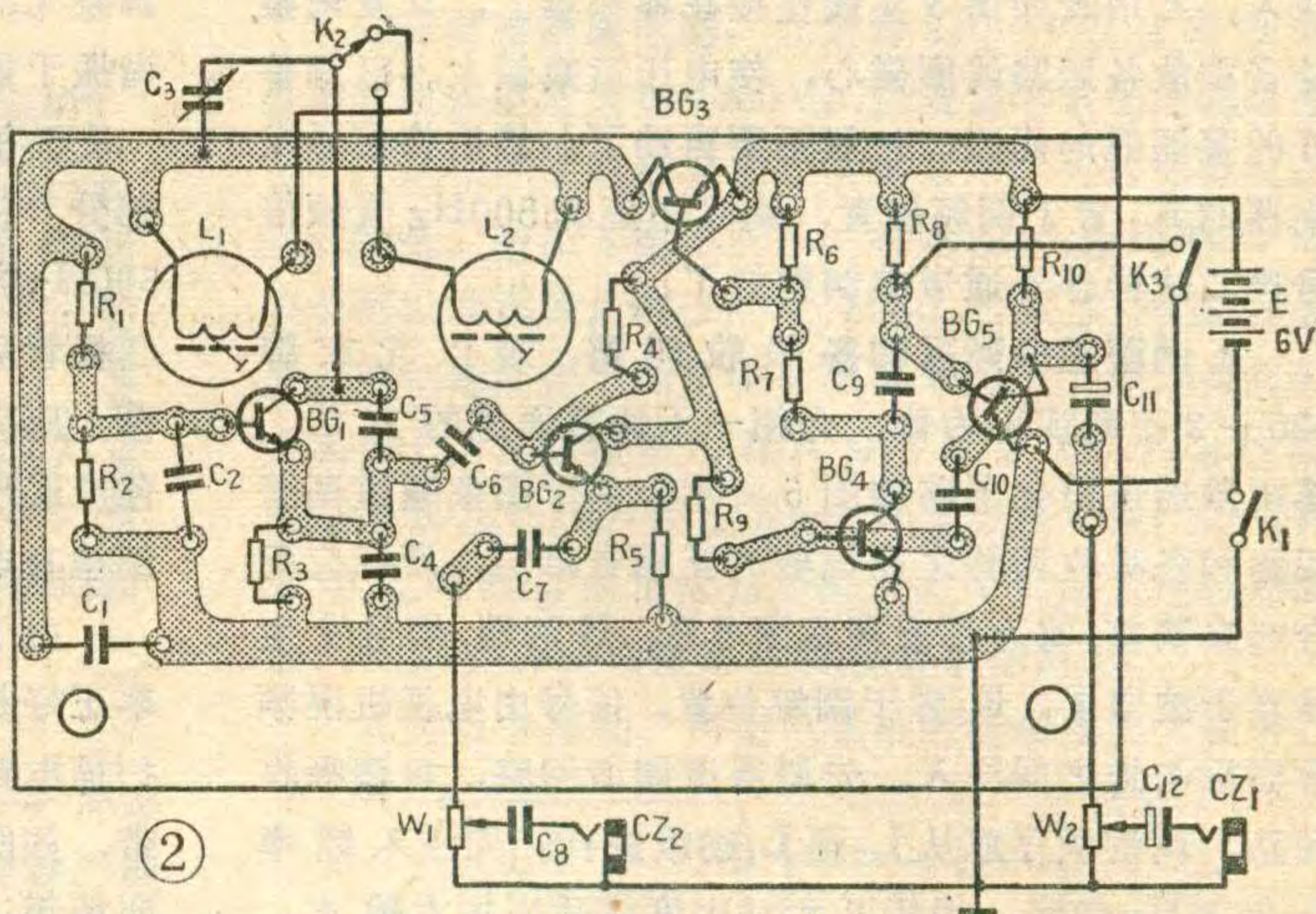
它的都去掉,定片不动,使可调整范围为5~40P。线圈 $L_1$ 、 $L_2$ 均用外径为 $\phi 10$ 毫米的电子管中周骨架绕制。 $L_1$ 用 $\phi 0.64$ 毫米的漆包线绕9圈; $L_2$ 用 $\phi 0.31$ 毫米的漆包线绕40圈。磁心用M6 $\times$ 0.75的碳基铁(也可不用)。电阻均为1/8瓦小型碳膜电阻。电容可用瓷介或云母电容。 $K_3$ 、 $K_2$ 采用一刀两位小型钮子开关或者小型拨动开关。

印制电路板如图2所示(1:1)。仪器外形及面板排列见题头图。装置 $C_3$ 、 $K_2$ 时,应尽量靠近印制板的 $L_1$ 、 $L_2$ ,以减小分布电容的影响。

首先检查元件焊接有没有错误,然后进行调整。先检查各点电压是否与图1标注的基本相同,再测总电流,应为5毫安左右。在音频输出插口,接上耳机或收音机低放时,应有500Hz音频信号声,闭合 $K_3$ ,声音应停止,说明 $BG_4$ 、 $BG_5$ 工作正常。此时测量 $R_2$ 两端的电压,约为1伏左右,将 $C_3$ 动片与定片短路,电压应有所减小,这说明 $BG_1$ 已起振。将 $K_2$ 转到另一波段, $BG_1$ 也应起振。再将 $K_3$ 置于调幅(频)位置, $K_2$ 置于第一波段,找一个短波收音机,调到6.5MHz附近,将收音机靠近仪器,调整 $C_3$ ,在收音机中应有音频信号声。再闭合 $K_3$ ,音频信号声应停止。然后进行校准刻度工作。具体方法是:用一台XFG-6型高频信号发生器作为标准信号源,用一台SBT-5同步示波器鉴别。首先把标准信号发生器置于等幅工作位置,从0-1伏插孔输出,并从SBT-5的X-地端输入;再把电视中频、伴音信号发生器的 $K_3$ 置于等幅位置,并将 $CZ_2$ 高频输出经示波器的探头接到Y输入。按照6.5MHz、27.75MHz、30MHz、30.5MHz、32MHz、34.25MHz、34.5MHz、37MHz等等频率分别将标准信号输入,将 $K_2$ 分别置于I、II波段,由



里向外转动可变电容器 $C_3$ ,观看SBT-5荧光屏上的“李沙育”图形,如果呈现“O”形,说明被测仪器输出信号与标准信号频率相同,记下与之对应的角度。这样由频率低端逐点校测到频率高端,用红色线段刻上度数,使用起来就方便多



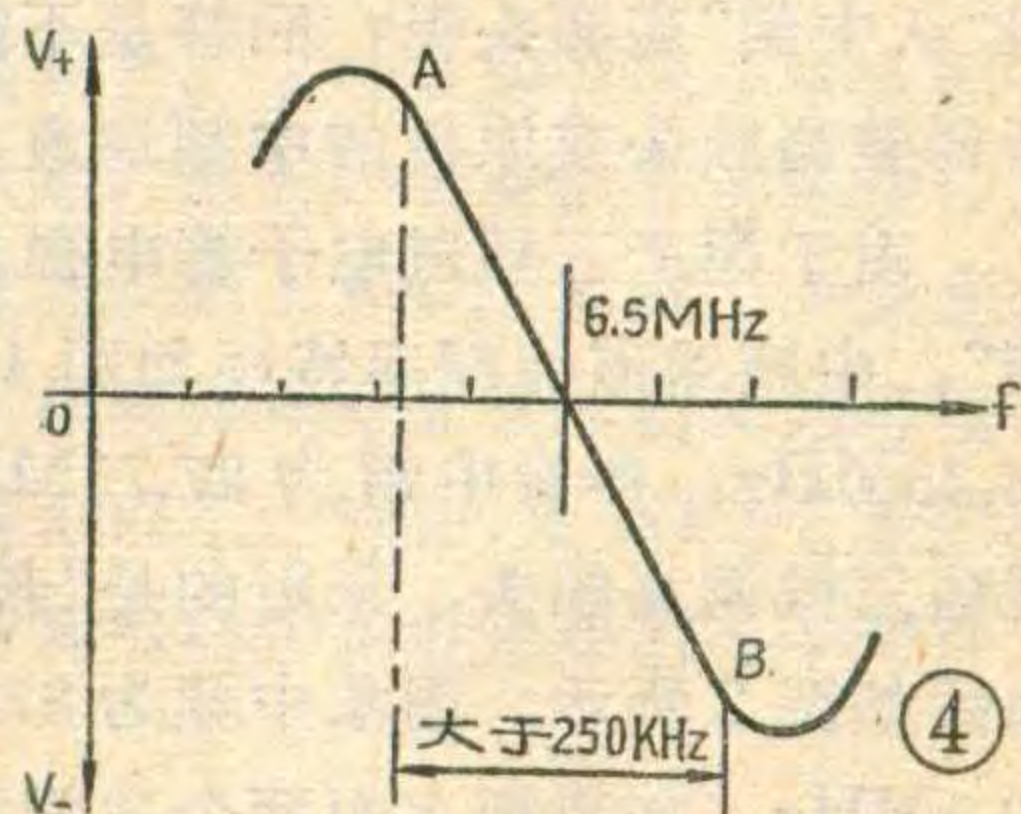
了。如果有外差式数字频率计,校准刻度更好。

### 使用方法

**1. 调整鉴频器及伴音通道:**用信号发生器调整鉴频器时,将万用表置于直流电压2.5伏或10伏档,信号发生器放在I波段6.5MHz的频率上, $K_3$ 置于等幅位置。信号发生器、万用表与电视机的连线尽量短一些,最好用电缆线或屏蔽线。目前电子管和晶体管电视机常用的几种鉴频器,如图3所示。根据所调电视机的实际电路,按图中实线将电压表接入电路。6.5MHz的高频信号由伴音中放栅极(或基极)输入,调节 $B_1$ 、 $B_2$ 的磁心和半可变电容器 $C$ ,使电压表读数最大。然后将万用表按虚线改接,再调节 $B_2$ ,使万用表的读数为零。最后再检验一下,将6.5MHz信号频率增高或降低一些,这时万用表的指针应灵敏地离开零位向正反方向摆动,这样鉴频回路就调好了。如果需要作出鉴频器的频率特性曲线,可按图中虚线连接,将信号发生器从6~7MHz每隔50KHz改变一次频率,记下所对应频率时万用表的电压读数及极性。根据这些数据,逐点描出如图4所示曲线。检查此曲线的直线部分(即AB段)其频率宽度应大于250KHz,6.5MHz应在AB段的中点,电压为零伏。如果曲线不对称,就应仔细调整鉴频器的初级回路。

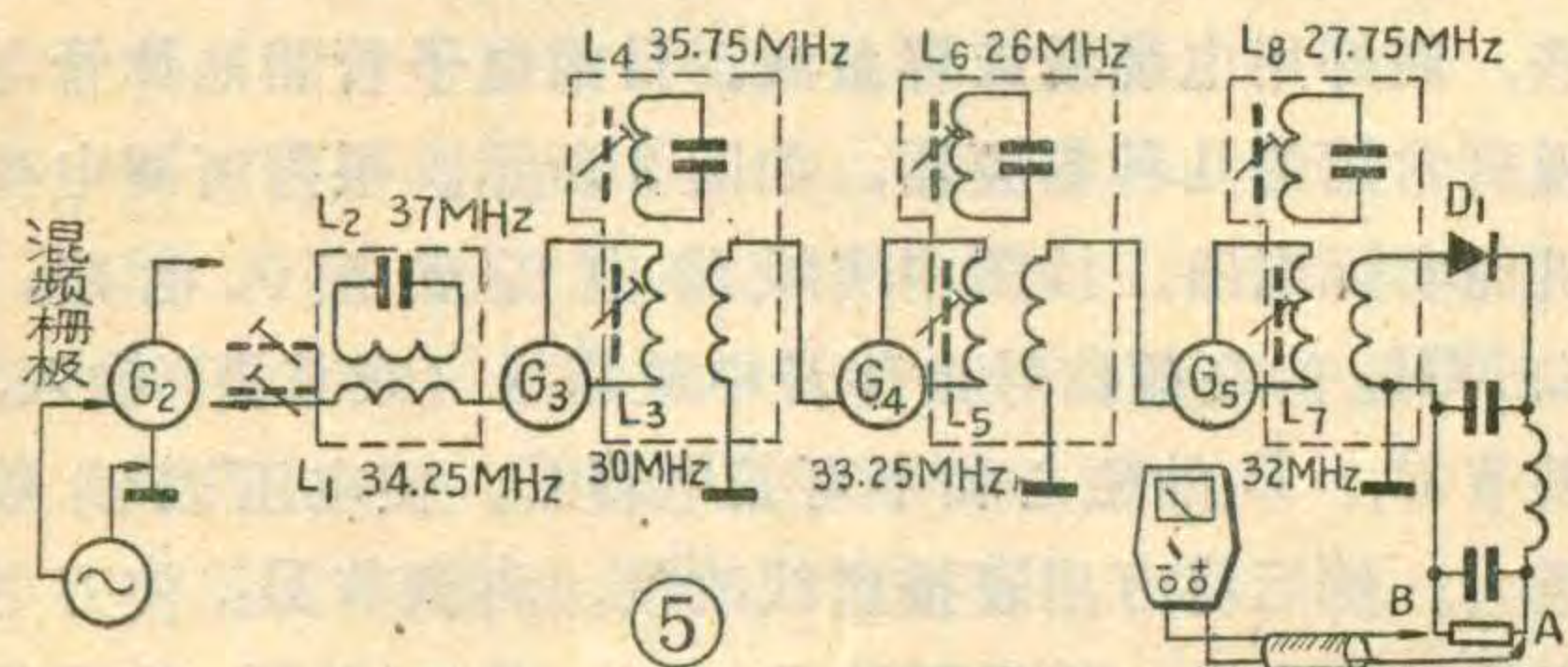
图3(c)是一种常用的单端比例鉴频器,调整时应临时外加两个电阻 $R_1$ 、 $R_2$ 。电子管电视机,其阻值各为100K;晶体管电视机,其阻值各为10K。调整完再去掉。

用信号发生器调整伴音中放时,6.5MHz信号从视放管栅极(或基极)



注入，万用表如图3实线连接在鉴频器上，反复调整伴音中放各回路线圈磁心，使电压读数最大。已调整好的鉴频器的回路，一般不要再动了。然后将信号发生器的K<sub>3</sub>置于调频位置，喇叭中应有500Hz音频信号声。这样伴音通道就调整好了。

**2. 调整图象通道和各吸收回路：**现以北京牌825—2型电视机为例，介绍一下调整通道的方法。其图象通道简化电路如图5所示。由于图象通道调谐回路和各吸收回路之间调整时互相有牵制，所以应配合起来调整。将万用表接在图5A、B两端，信号发生器置于波段Ⅱ，K<sub>3</sub>置于调幅位置，信号由电视机混频管栅极与地之间注入，先调通道调谐回路，再调吸收回路。调整顺序应从L<sub>7</sub>到L<sub>1</sub>逐级进行。先注入频率为32MHz信号，慢慢开大对比度或适当加大输出，使万用表上有电压指示，调整L<sub>7</sub>磁心，使电压指示最大。然后依次注入33.25MHz、30MHz、34.25MHz的信号，分别调整L<sub>5</sub>、L<sub>3</sub>、L<sub>1</sub>的磁心，使输出最大。调谐回路调完后，再依次注入27.75MHz、26MHz、35.75MHz、37MHz的信号，慢慢调整L<sub>8</sub>、L<sub>6</sub>、L<sub>4</sub>、L<sub>2</sub>吸收回路磁心，使输出最小。吸收回路调整完后，应检查前面调过的调谐回路频率有无变化，并可反复



调整几次，直至各回路都谐振于规定的频率为止。

### 3. 检查视放及场扫描部分：

检查视放部分时，500Hz方波信号应从检波二极管后注入，这时在屏



幕上应有黑白相间的横条，逐渐增大输出，条子的颜色应逐步加深，这说明视放工作基本正常，否则应仔细检查电路及元件。

由于此仪器有500Hz方波信号输出，此信号频率正好是场频的10倍。所以，当将此信号输入到场扫描电路时，如果场频正常，在屏幕上应有10条亮带，如图6所示，并能稳定下来。如果多于10条，说明场频过低；如果少于10条，说明场频偏高。调整场频电位器，应能使亮带在8~12条间变化。另外，还可以检查场线性是否正常，调整线性电位器，应使条子上下宽窄一致。

**4. 整机检查：**电视机调整后，插上高频头，将此仪器放在Ⅱ波段34MHz的频率上，K<sub>3</sub>置于调幅位置。这时在距电视机一米左右的地方能够收到信号，在屏幕上有条子出现，并可听到500Hz的音频信号声。调整同步旋钮，图象稳定后应有10条亮带。

要注意的是，在以上整个调整和检查过程中，信号发生器输出不应太大，电视机的对比度也不能开得太大。两者可以配合调节，使万用表有1伏左右的指示就行了。如果信号幅度和对比度太大，容易使电路产生自激，影响调整或者调节起来不太灵敏。尤其是各吸收回路的调整，只需在万用表上有一点指示就行了。

## 更换高频头时应注意新老中频

詹永丰

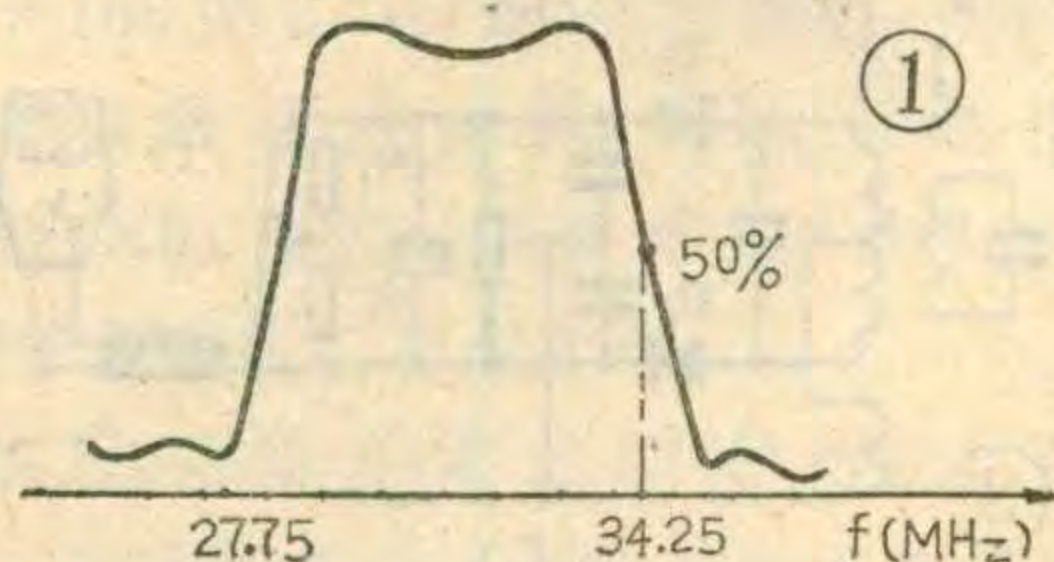
本刊80年第一期发表了《怎样更换高频头》一文后，有不少读者来信问：“老中频”电视机能否直接换用“新中频”高频头呢？回答是不能直接换用，需要重新调整高频头或原机的中频通道。

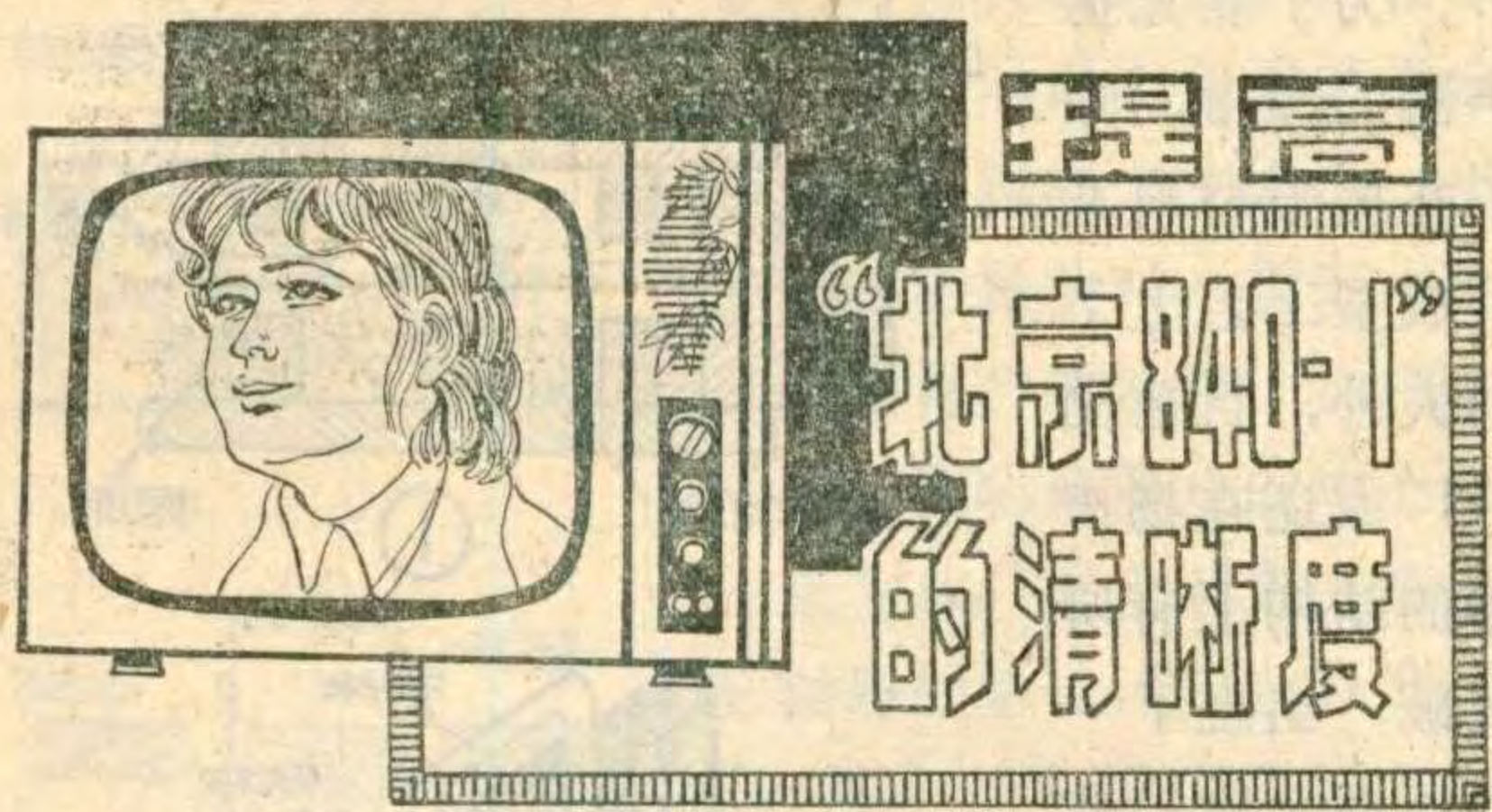
由于国产五频道电子管电视机采用的是“老中频”，中频通道的频率特性如图1所示，图象中频为34.25MHz，伴音中频为27.75MHz。但是KP12—2型独立微调高频头，采用的是“新中频”，总频率特性曲线如图2所示，图象中频为37MHz，伴音中频为30.5MHz。如果把上面两个曲线画在一起，就得到如

图3所示的曲线，实线表示“老中频”时的中频通道曲线，点划线表示“新中频”时高频头的总曲线，重合部分(如阴影所示)就是从高频头输入端到中放末级所能通过的频率成份。可见，新的伴音中频正好落在中频通道的通带之内，而新的图象中频则

落在中频通道的通带之外。也就是说接收不到图象信号。所以，“新中频”的KP12—2型高频头不能直接换用到五频道电子管电视机上。

要换用，有两个办法：一是改变高频头的中频，使之服从通道的“老中频”；二是重新调整通道板的中周，使之服从于高频头的“新中频”。一般来讲，改变通道的中频比较麻烦，因为整个频带要向高端搬移3MHz，磁心的可调范围没有这么宽，只有减少各回





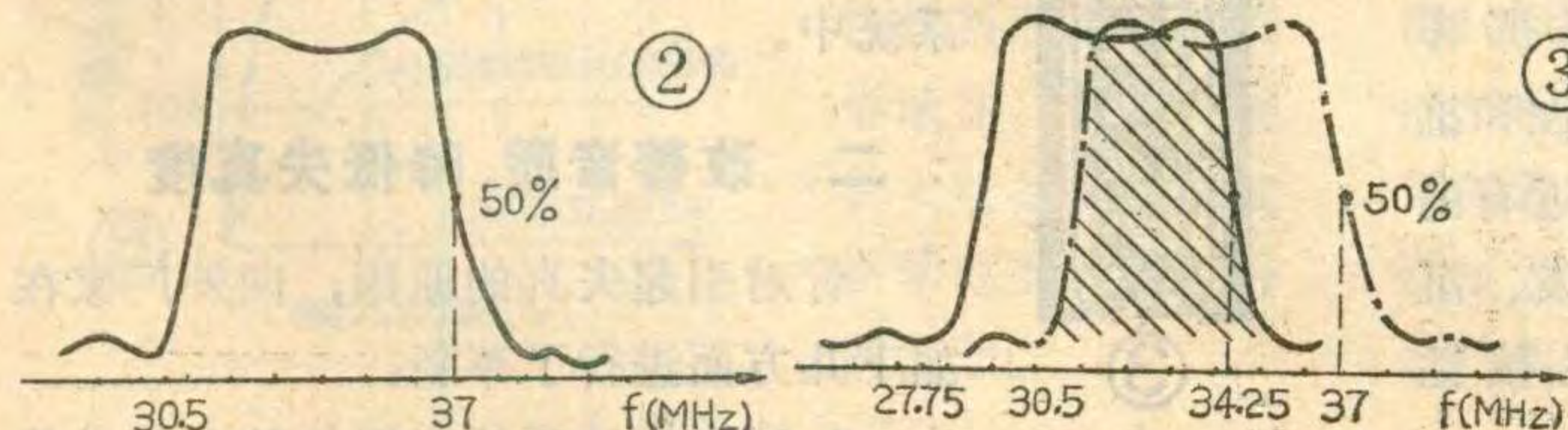
天津电视台 常江

北京牌 840—1 型晶体管黑白电视机，是一种屏幕较大的电视机，这种电视机的其它性能都比较好，就是清晰度较低，影响收看效果。我们对这种电视机的电路作了一点小改动，使清晰度大大提高。现将电路的改动方法介绍如下：

**1. 中频放大电路：**该机中频放大电路最后一级的线路如图 1 所示。这是一个电容耦合的双调谐放大电路。对这部分电路的改动就是将耦合电容  $C_{22}$  的容量增大，以加大双调谐电路的耦合系数，从而使电路的频带加宽，矩形系数增大，图象清晰度得到改善。但  $C_{22}$  的容量也不能增加太多，否则会引起伴音干扰图象、选择性变差等不良后果。 $C_{22}$  原来是 3.3P，改动时比原数值增大 3~5 P 就可以了。经试验，这样改动后使图象清晰度得到明显提高，而且没有什么副作用。

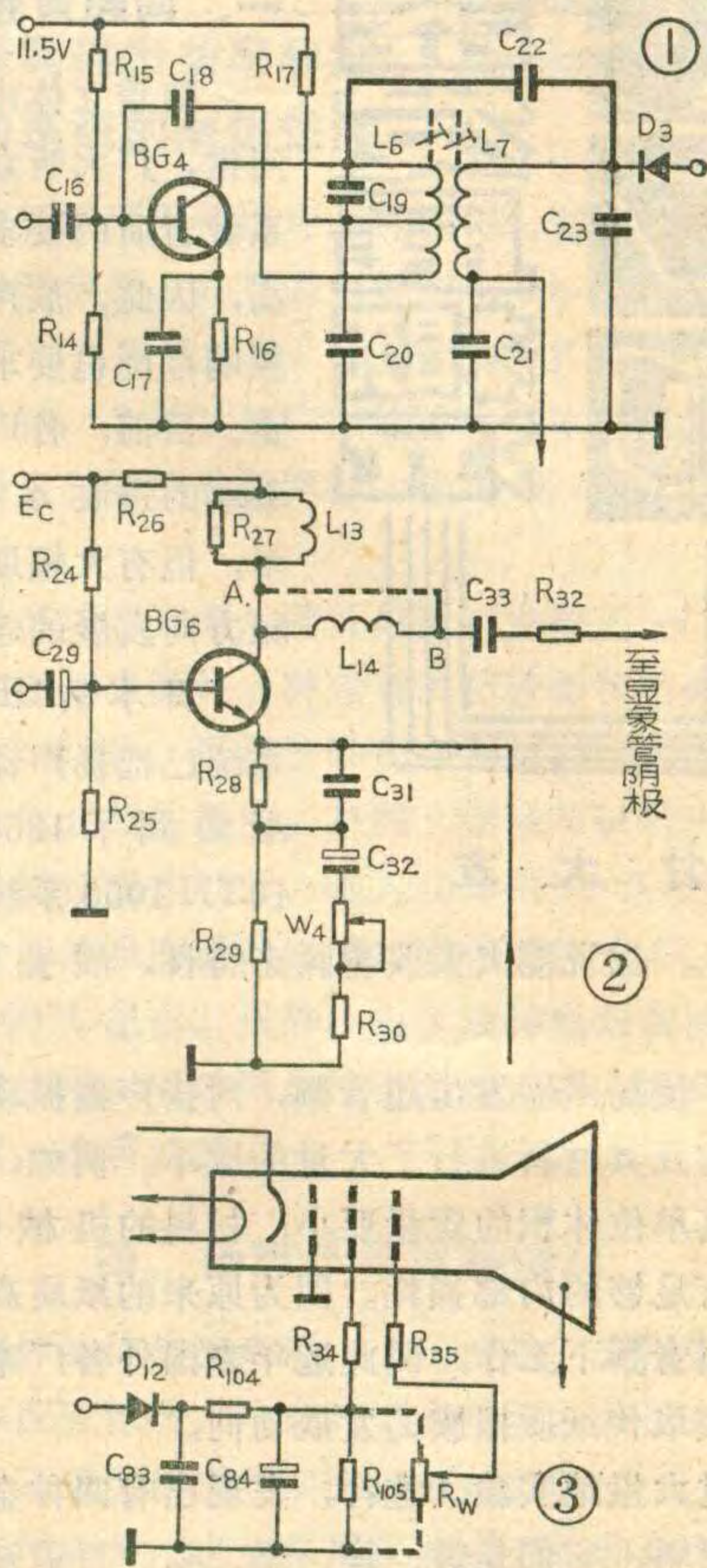
**2. 视频放大电路：**视频放大级的线路如图 2 所示，其中电感  $L_{13}$ 、 $L_{14}$  和电容  $C_{31}$  都是高频补偿元件，在线路中起高频提升作用。对这部分电路的改动是：(1) 把  $L_{14}$  与  $L_{13}$  的连接点由原来的 A 点改接到 B 点，如图 2 虚线所示。(2) 把  $L_{13}$  上并联的电阻  $R_{27}$  增大或去掉；把电阻  $R_{32}$  适当减小或去掉，这样做是为了提高高频补偿电路的 Q 值，加强补偿效果，以提高清晰度。改动  $R_{27}$ 、 $R_{32}$  的阻值要适当，应多试验几次，不要把 Q 值提得太高，以免产生高频振铃和脉冲前后沿过冲现象。

路(包括吸收回路)的线圈匝数，这样工作量比较大。但是重新调整晶体管高频头比较容易办得到。首先，将高频头的中频输出回路  $1B_2$  的初次级 8:8 的线圈拆掉，用  $\phi 0.21$  毫米的高强度漆包线，绕成 9:9 的线圈，焊在原来的位置上。对于一个完好的高频头来



**3. 显象管附属电路：**北京牌 840—1 型电视机的显象管聚焦电压为 0~400V，但安装时常把聚焦极接“地”，这往往不能取得最佳聚焦效果。对这部分电路的改动是：按图 3 虚线所示，在电阻  $R_{105}$  两端并联一个可以调整聚焦电压的电位器，把聚焦调到最佳点。电位器的两个固定头并联在  $R_{105}$  上，中心头接到聚焦极上，其阻值要几百 K 或 1 M 以上。 $R_{105}$  的阻值要按  $R'_{105} = R_W \cdot R_{105} / (R_W - R_{105})$  数值更换，以保持原  $R_{105}$  与  $R_{104}$  的正常分压比。式中  $R_W$  是电位器阻值， $R_{105}'$  是并联电位器后  $R_{105}$  应取的阻值。

经过以上改动，可使电视机的清晰度大大提高。



说，高放回路根本不要动。然后，重新调整本振频率。对于 1—5 频道，应将原来的本振线圈拆掉，再用与原来相同的漆包线(即  $\phi 0.31$  毫米的高强度漆包线)，在原来线圈匝数的基础上，1~3 频道应多绕 2 圈，4~5 频道应多绕 1 圈。然后，将新绕好的线圈装在原来的位置上。对于 6~12 频道，不需要重新绕线圈，只要将本振线圈的匝间距离稍微压缩压缩就可以了。这样，用 BT—3 型扫频仪就很容易调出高频头所需要的频率特性曲线来。



甘大友

150千赫。据说能大大改善瞬态特性，展宽音域范围。

为了使扬声器发出超音频，对扬声器振动系统的机械结构及其材料进行了大量的改革。例如，对振膜来说，其单位体积的质量要小；材料的机械强度要高；要有足够的内部损耗。因为原来的纸质高音振膜很难在超音频下工作，因此近年来国外各厂家有逐渐用金属膜取代纸质振膜的发展动向。

经过大量地实验、选择，发现已有四种金属可作为振膜材料，它们是铍、镁、铝、钛。目前铍被认为是最理想的材料，欧、美及日本一些厂家已广泛采用铍作球顶型高音振膜。但铍有脆性大、难于加工成型、高温氧化显著等缺点，因而在推广使用上受到了一定影响；铝、镁的一些物理性能虽不及铍好，但它们有良好的可成型性，而且成本低，适于批量生产，因此在一些国家中得到优先采用。金属钛也是很有发展前途的振膜材料，尽管其密度不如前三种金属那样小，机械强度也不如铍高，但它有良好的耐热性和抗腐蚀性，也很适合于作为超音频振膜材料。最近有的厂家采用非金属硼作为振膜的附加材料，用蒸发、沉积的办法把硼沉积在薄钛膜上，来提高钛的机械性能，使钛的应用得到推广。

近几年来，欧美及日本几家主要的电声器件厂，为了改进扬声器的性能，在扬声器与扬声器系统的产品结构、制造工艺、磁体与振膜材料等方面，进行了大量地探索与研制，本文将从以下几方面介绍一些发展动向。

### 一、向超音频发展

随着立体声技术的问世，广大听众对放声系统音质的要求越来越高，因此，放声系统的频响范围也要求越来越宽。目前，各厂家在低频端的进展水平差不多，但有大幅度向超音频方向发展的趋势。

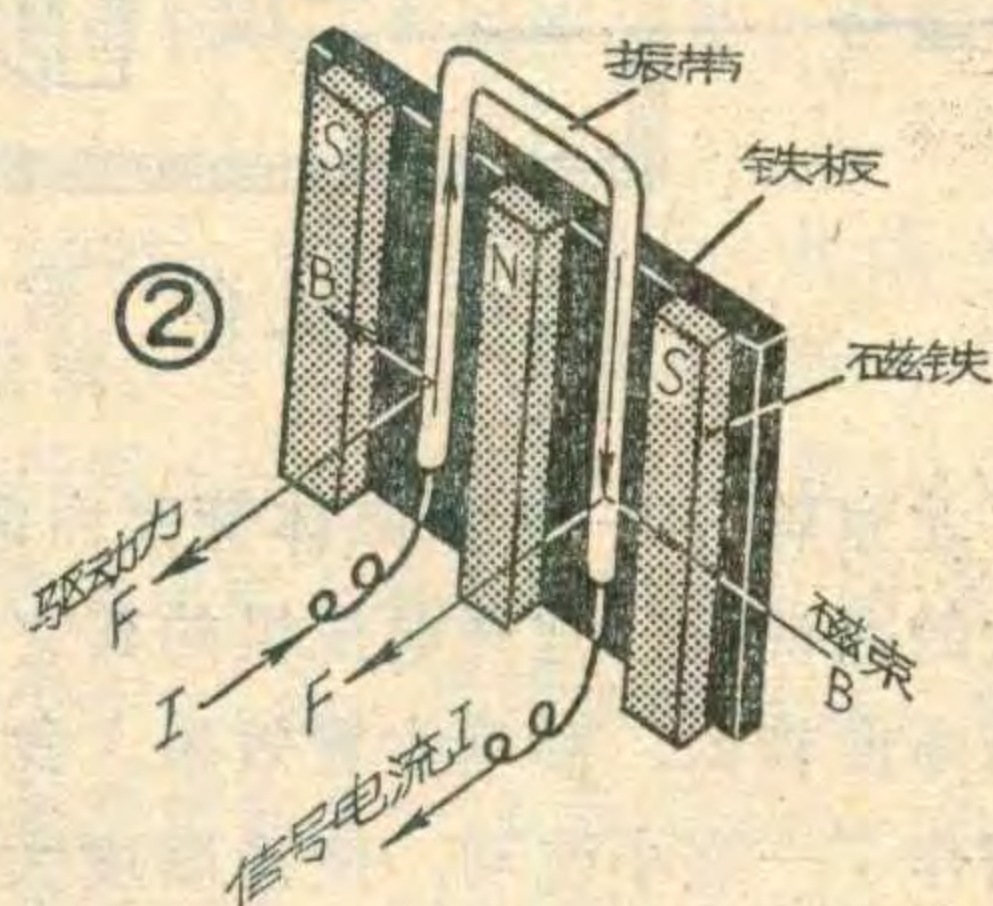
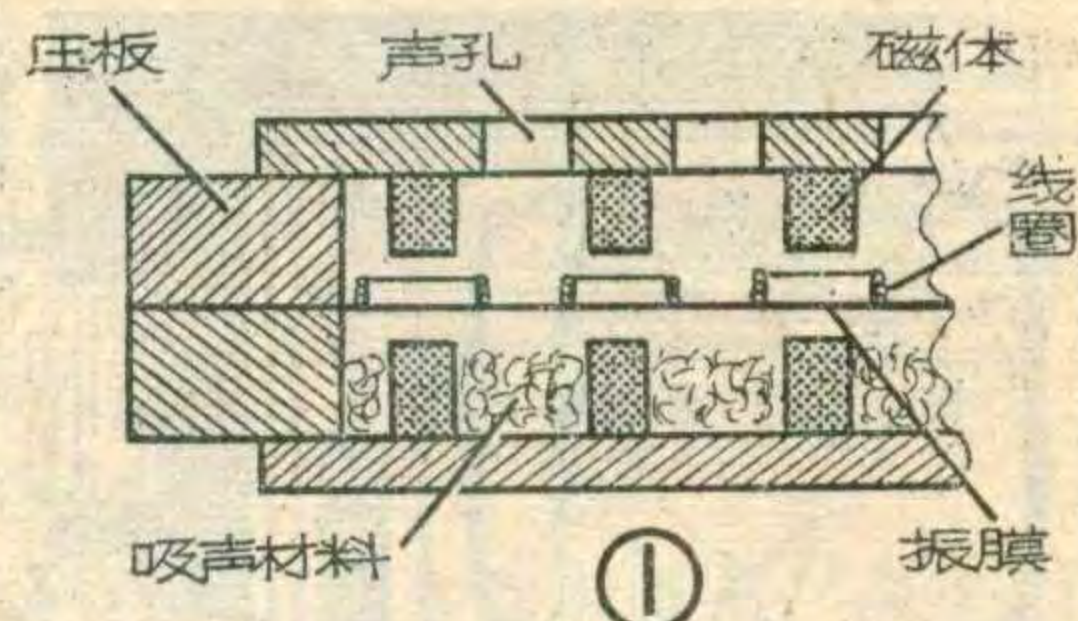
日本的SB-8000系统已把扬声器的高频段做到了125千赫；10TH1000系统做到了

为了展宽扬声器的频带，除了在振膜材料及其成型工艺上下功夫外，目前国外厂家还在扬声器的结构上有所突破，出现了一种所谓全驱动式结构。图1是这种结构的部分示意图，它几乎完全摆脱了传统的高音扬声器的结构方式。它的特点是音圈不用骨架，直接与振膜形成一个整体，并以多音圈和多磁体均匀细密分布的方式同时驱动振膜，使振膜各部位的驱动力接近一致，从而改善了高频瞬态特性。日本FOSTEX公司用这种办法生产的FT-5RP型高音扬声器，其高端频响达到了40千赫。

在结构设计上的另一个突破是全驱动带式高音扬声器。这种扬声器用一条质量极轻的薄金属带代替音圈。图2是它的结构原理图。当有音频信号电流沿箭头方向通过铝膜振带时，便有一个磁感应力 $F$ 作用到振膜上。该力的大小与音频电流的大小及铝膜振带的长度成正比。于是铝膜振带就在磁感应力 $F$ 的作用下产生活塞式的振动。

上述振带的成型工艺很特殊，从纵、横、斜等任何方向看去都不成直线（见图3），因此振带在振动过程中本身不易弯曲变形，增强了刚性。另外振带的固定端采用波浪式形状，可使振带实现全活塞式振动，提高了灵敏度。

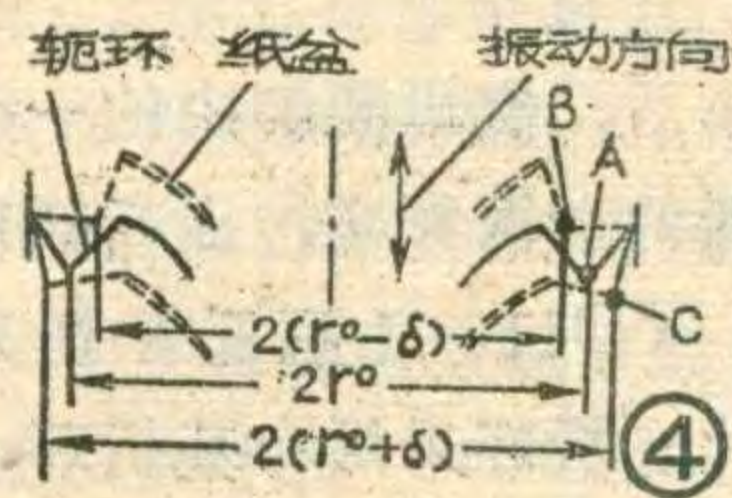
采用全驱动带式高音扬声器可以大幅度展宽高端频响，通常可达到100千赫以上。日本先锋公司生产的PT-R7A型带式高音扬声器，其铝膜厚度仅9微米，振带的质量仅有0.09克，由一些连续的六角形锥体组成，其频响达到了6~120千赫。由于振带实现了全活塞式振动，扬声器的结构又很坚固，因而基本消除了共振现象和机械损耗。目前这种结构的高音单元已广泛应用于扬声器系统中。



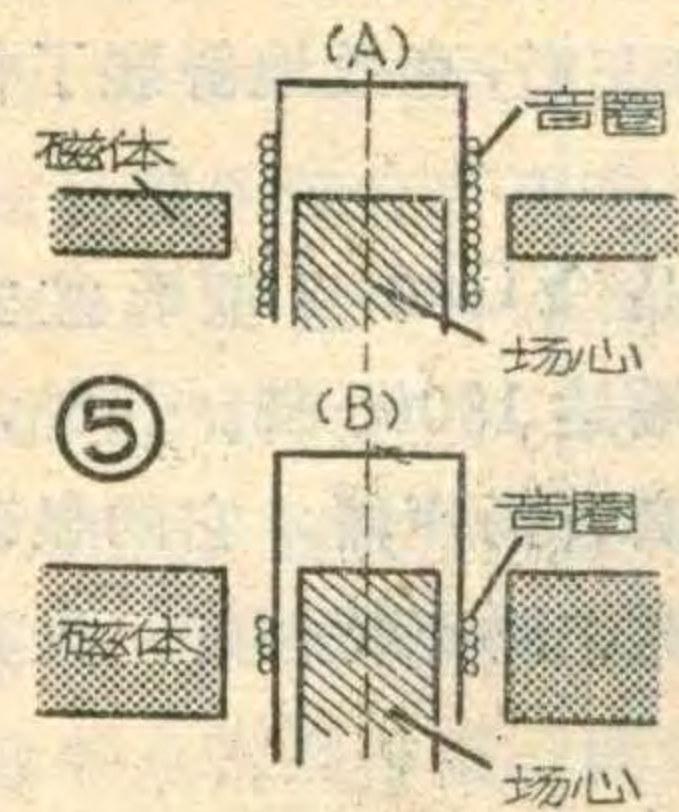
### 二、改善音质、降低失真度

针对引起失真的原因，国外厂家在如下几方面进行了革新：

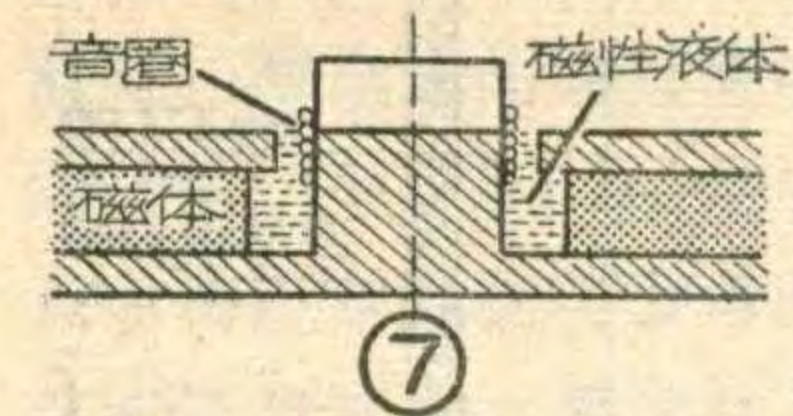
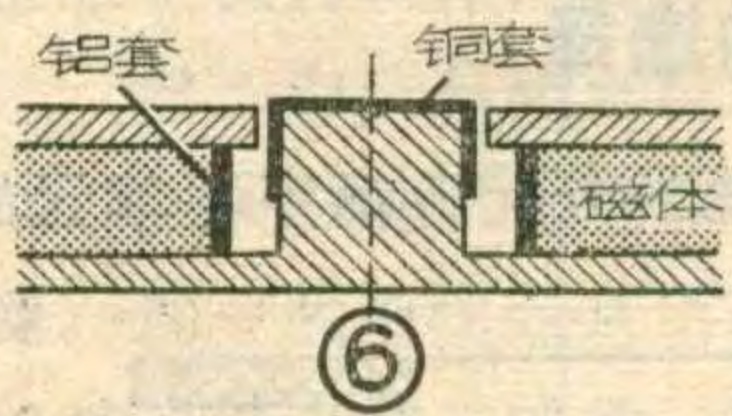
1. 减小振动系统支撑体的非线性位



移。对纸盆辐射式扬声器来说，其振动系统主要是靠定心支片和轭环来支撑的。纸盆作往复振动时，轭环中心点也随着产生位移。如图4所示，设轭环静止时中心点位置为A，振动到最大振幅时轭环的中心位置为B或C，从A、B、C三点的位移轨迹可以看出，纸盆振动时，轭环的运动是非线性的，此时轭环产生的高次谐波还将直接影响扬声器的声频特性。另外，当纸盆的振幅增大时，轭环的中央部位还会产生“折痕”，使失真加剧。



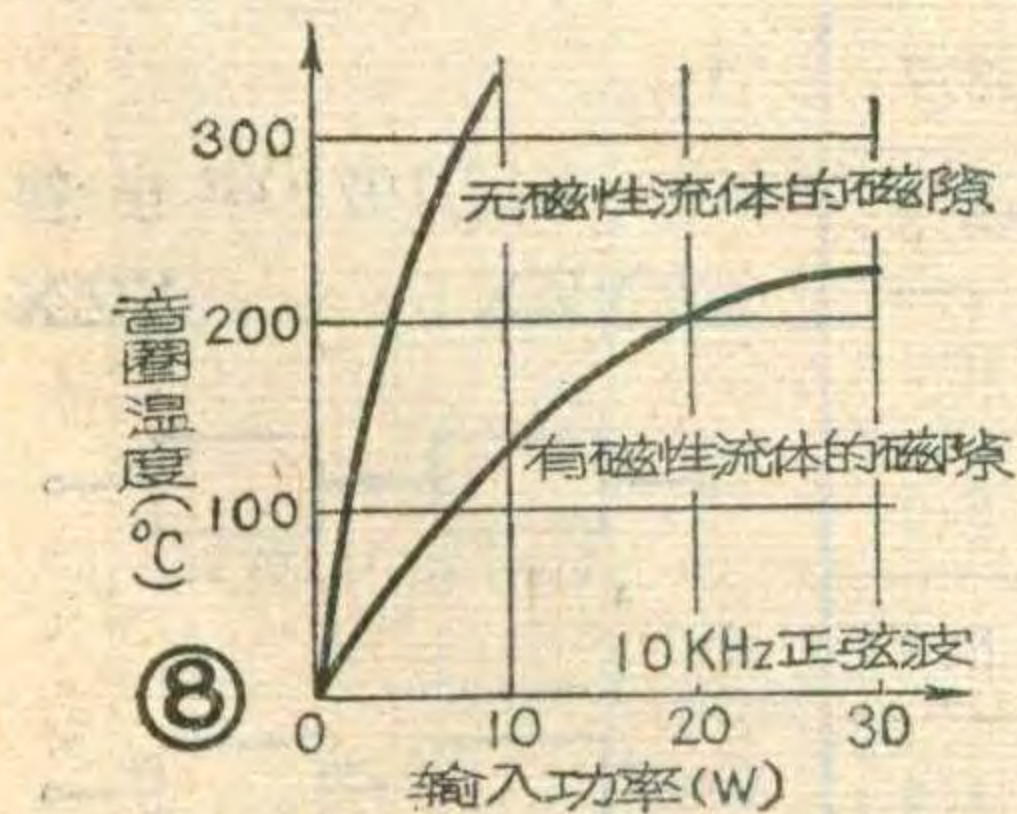
为了减小或消除这种失真，有些厂家采用具有弹性的聚胺脂或泡沫橡胶作为轭环材料，并将轭环设计成皱纹状，实践证明对提高声顺、降低失真很有效。



2. 减小磁路系统由于磁通密度分布不均匀而引起的失真。一般说来，磁隙中心段和两端之间磁通密度的分布是不均匀的，因此它们对音圈的推动力也不一致。这种现象振幅越大时越明显。

为了防止这种失真，国外有些厂家采用了长音圈和短音圈两种办法，示意图见图5。它的特点是使音圈在全振幅范围内，均保持工作在磁通密度相同的部位。

3. 磁路中磁性材料导磁率的非线性，以及音圈在磁隙中的相对位移所导致的磁性材料平均导磁率的变化，都会影响音圈的电感量，使电流失真加大。为此，国外有些厂家除采用线性良好的磁性材料外，有的还在导磁柱顶端套上一个铜帽（如图6所示），并且在磁体内壁装上一个铝套。铜套和铝帽作为短路环，可以减小磁性材料的非线性电感量，减小失真。



4. 为了减小纸盆由于分割振动而产生的失真，各厂家常常采用用刚性材料做成的曲线形纸盆，并尽可能扩大纸盆的活塞式振动范围以抑制分割振动。

日本日立公司生产的L205型扬声器，就是采用了全金属振膜，并将轭环做成皱纹状，不仅有足够的刚性，而且扩大了线性振动范围，使振幅扩大到15毫米，大大降低了谐波失真。日本胜利公司在纸盆上蒸发一层铍来提高刚性，使纸盆具有刚柔结合的性能。

### 三、提高输出功率和振动系统的耐热性能

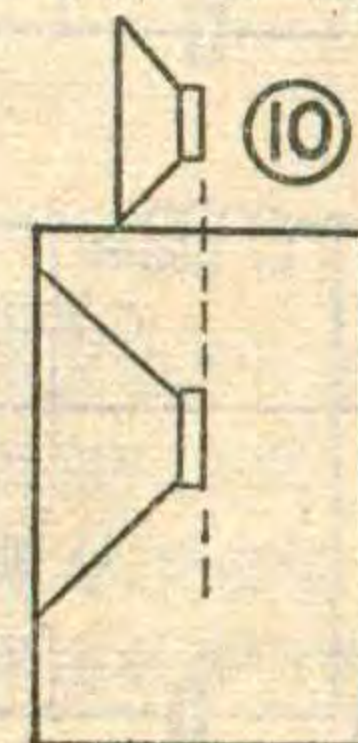
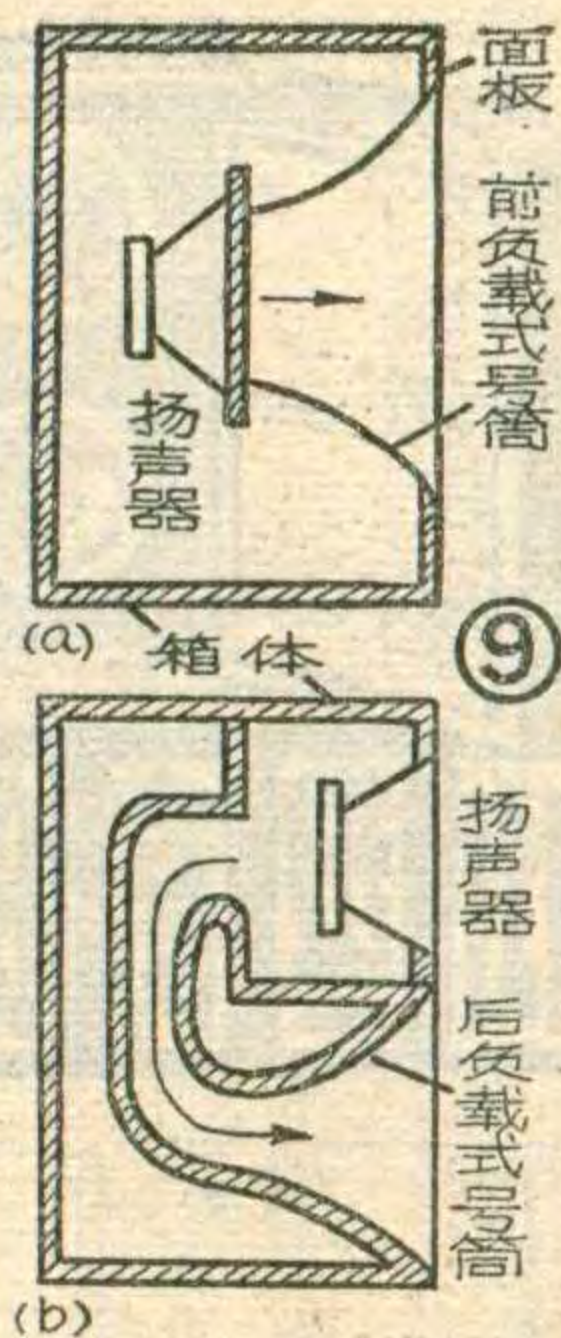
有的厂家采用薄铝片、聚酰胺脂、玻璃纤维增强塑料等作音圈骨架，并且采用能耐150~200°C甚至高达300°C的高温连接胶，大大提高了音圈和连接点的耐热性，为提高扬声器的输出功率创造了条件。目前采用这种结构的扬声器的输出功率可达到250瓦。

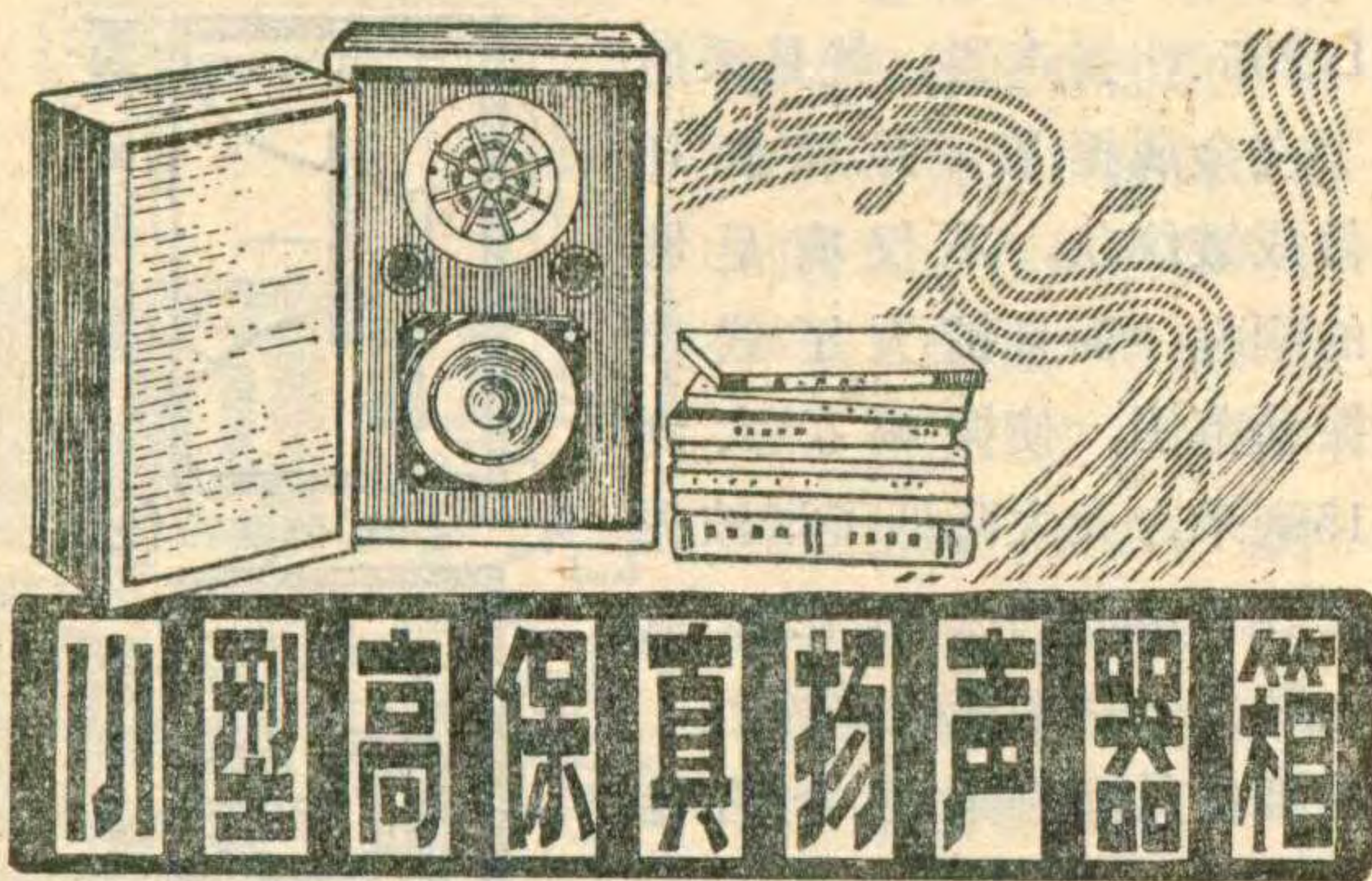
在提高功率方面，国外最近还发展了一种新工艺——在磁隙中灌注一种含有氧化铁细粒的磁性液体（见图7示意图）。据称这种扬声器可以大幅度地提高功率，降低音圈的温度。从图8曲线可以看出，当磁隙中加入磁性流体以后，输入功率由10瓦增加到30瓦时，音圈的温度反而比不加磁性流体时的10瓦扬声器低100°C左右。另外，由于液体磁对音圈的振动具有阻尼作用，可以减少冲击激励效应，因此还可以降低失真，改善音质。

### 四、扬声器箱发展情况

从箱体结构类型来看，目前多趋于采用密闭式箱体，其中配置低音、中音和高音单元，采用两路或三路分频，最近又出现了四路、五路分频的扬声器系统。除密闭箱外，也有采用反相式音箱和负载号筒式扬声器箱的。图9a为前负载号筒式音箱，图9b为后负载式音箱，这类音箱的特点是效率较高，在日本比较流行。

在扬声器箱的设计上，最近又发展了一种所谓“线性相位”理论，它强调在音箱中各个扬声器单元的声中心应配置在同一个平面上（见图10示意图），据称这种扬声器系统的相位特性很平坦，可以获得很好的音质，并且具有立体感。目前欧美及日本已有线性相位扬声器系统出售。





鸿雁

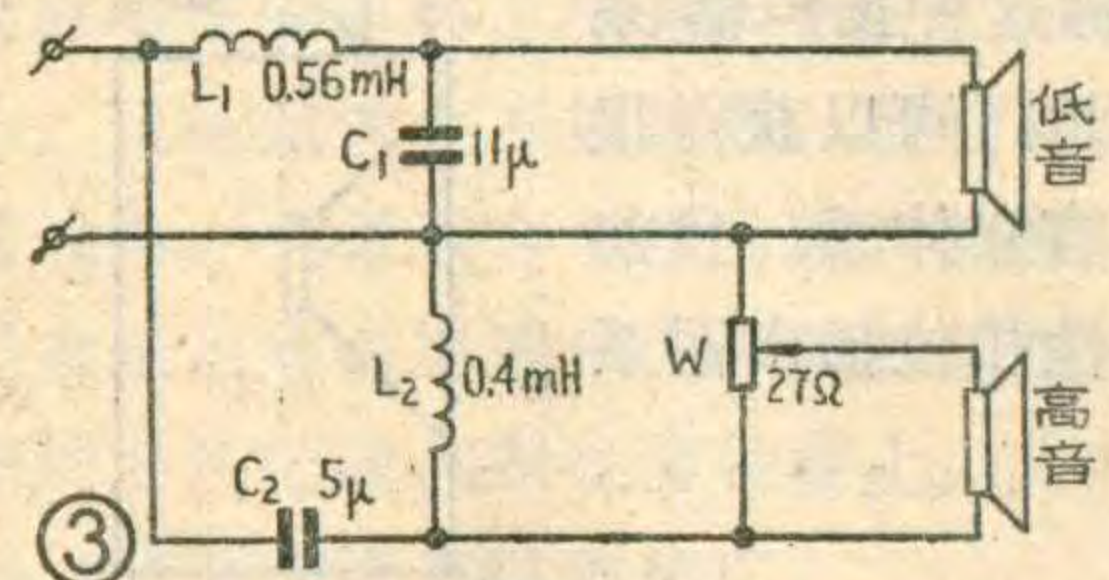
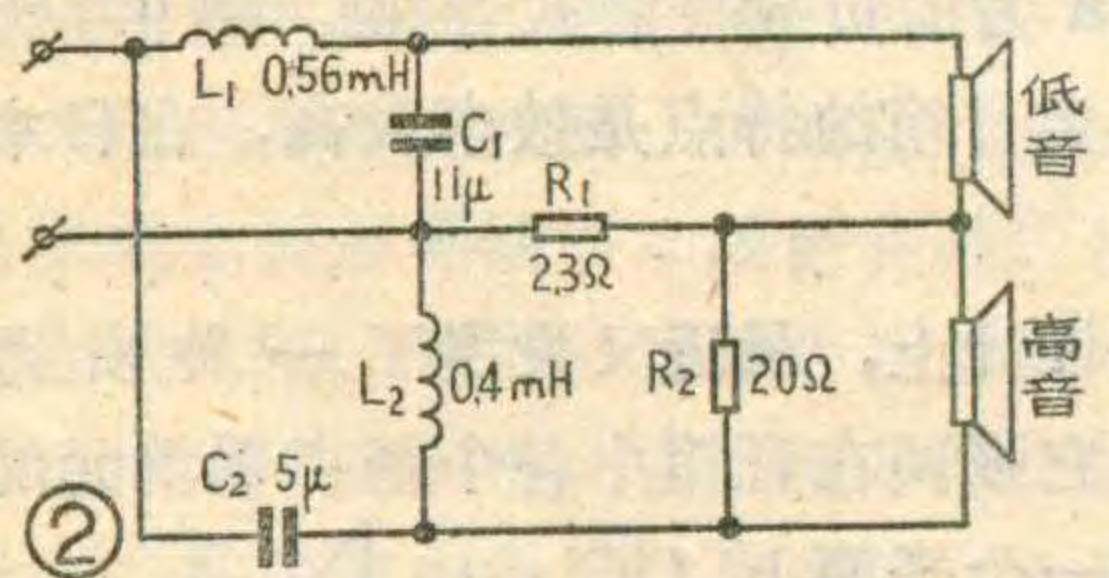
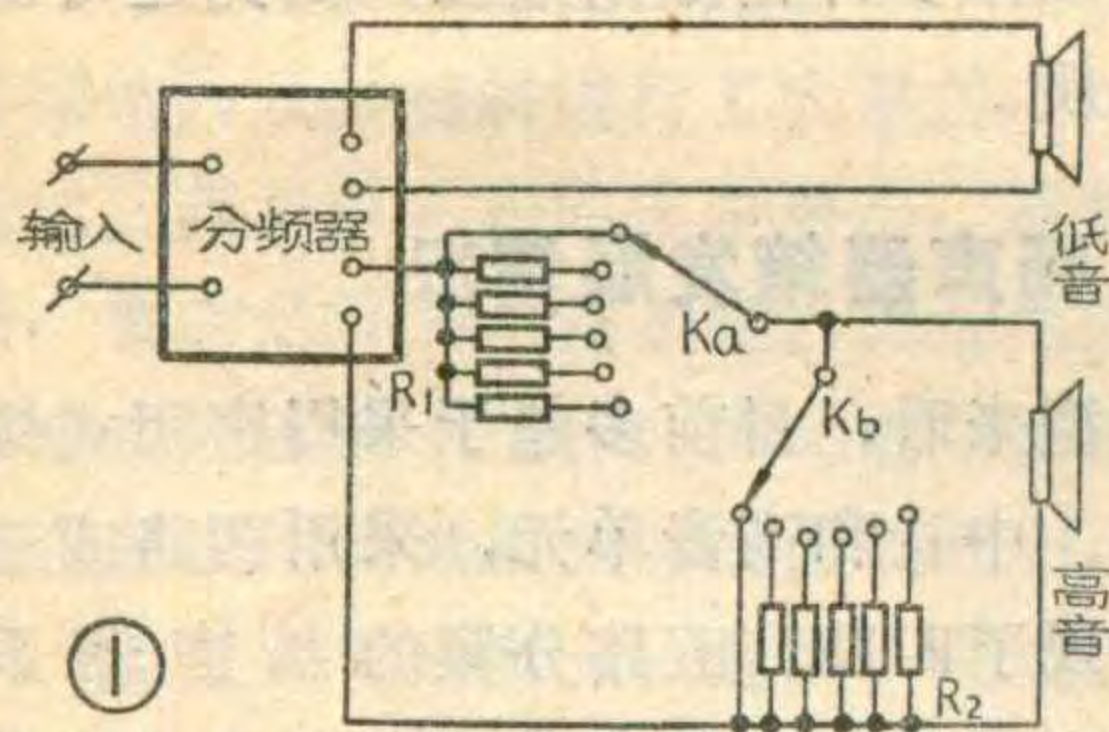
本文介绍的 YZX 5-1、YZX 5-2 型小型高保真扬声器箱（外形见封面），是北京第一无线电器材厂的一个新产品，低音单元采用本厂试制的 YD110-1 型四英寸布基折环扬声器，箱体尺寸较小，适宜在一般家庭中放在桌子、书架上使用。尽管箱体小，但音质并不次，足以与八英寸扬声器箱媲美。这种音箱省木料，价格也比一般家庭用落地式音箱低 30%~40%。下面介绍一下它的特点及具体制作数据。

### 扬声器单元的选择

**低音单元：**我们知道，为了获得丰满的低音，扬声器的口径和箱体尺寸大一些好。箱体尺寸缩小时，箱内空气等效劲度增大，声顺变小，系统的谐振频率提高，低频下限频率上升，低频特性就会变坏。为了

即使箱体小型化，又保持有较好的低频特性，采用了如下措施：

1. 因为扬声器箱的合理的容积与扬声器的等效振动半径的四次方成正比，所以可用适当减小低音扬声器的辐射口径的办法，来比较显著地缩小箱体体积。我们采用四英寸的纯低音扬声器，其箱体体积就比八英寸以上的扬声器箱体小多



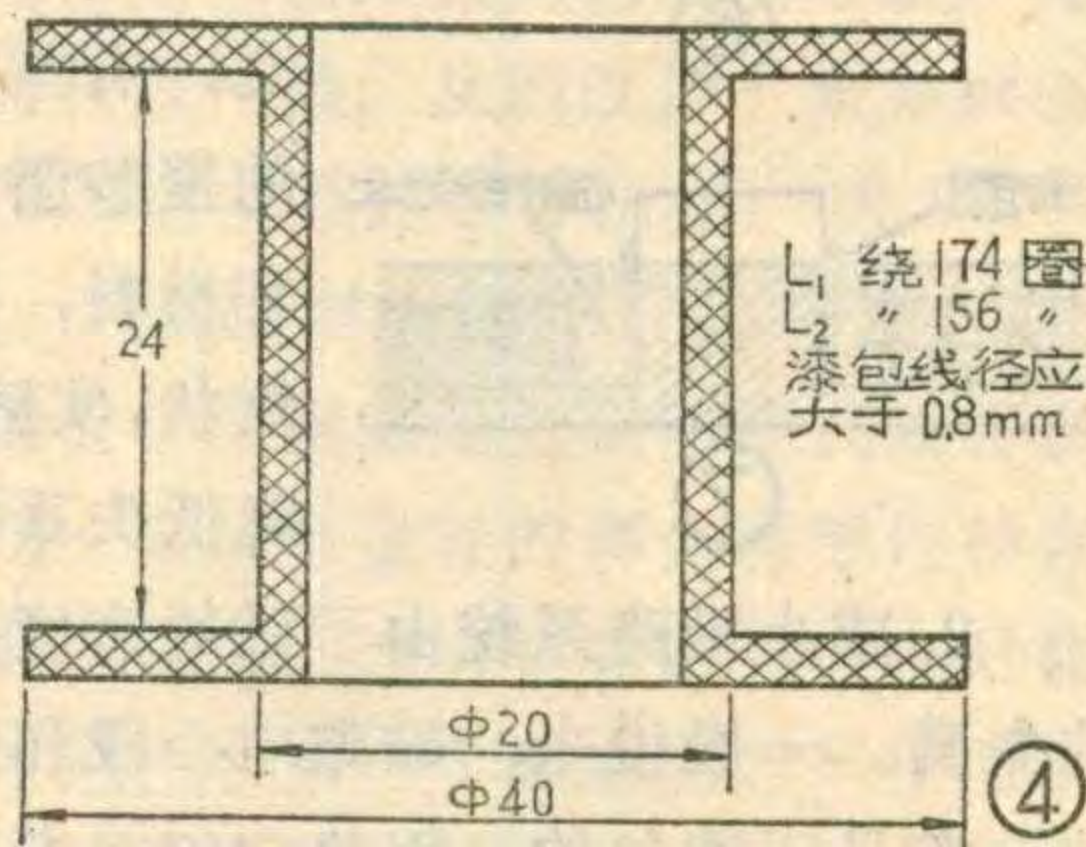
了。

2. 扬声器口径及箱体缩小后，突出要解决的一个矛盾，就是要降低低音扬声器的谐振频率，提高扬声器的顺性，以改善低频特性。YD110-1 型低音扬声器采用了长音圈、大定心支片，折环采用布基折环，并在布基的种类与布基涂料上进行了精心的选择，使产品的谐振频率能控制在 50 赫左右，有效地舒展了低音，减小了大振幅时的失真。

**高音单元：**采用本厂新产品 YG80-2 型纸盆式高音扬声器，该扬声器频响高端达 18000 赫。另外，本厂最近还制造了一种球顶型高音扬声器，它的显著优点是音域宽、高频指向特性宽、瞬态特性好、失真小，不过价格较高。

### 分频器的选择

分频器有两个功能：①适当分配各扬声器单元的工作频率；②匹配各扬声器单元的效率，使其在整个工作频带内辐射的声压均匀。因此除设置分频元件外，还需要有一个衰减器。



为了保持加入衰减器后负载阻抗不变，可采用图 1“L”型衰减器。改变双刀多位开关的档位，即选择不同  $R_1$ 、 $R_2$  的数值，可得到不同的衰减量，而高音支路的总阻抗能大致保持在 8 欧左右。表 1 中列出了衰减量由 -1~-9 dB 时  $R_1$ 、 $R_2$  的数值，供参考。应注意的是，表 1 中的数值是针对 8 欧扬声器而设计的。

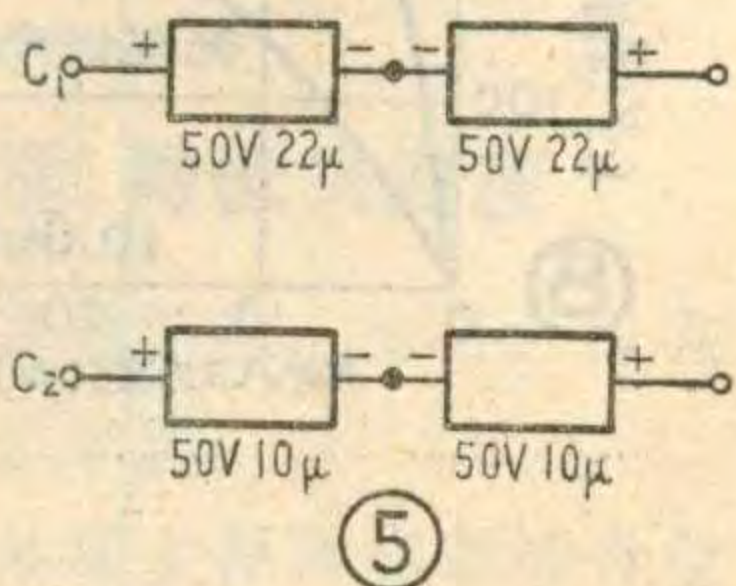
表 1

衰减量(dB)	$R_1(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
1	0.9	65.6
2	1.6	30.9
3	2.3	19.4
4	3	13.7
5	3.5	10.3
6	4	8
7	4.4	6.5
8	4.8	5.3
9	5.2	4.4

注：扬声器阻抗为 8 欧

的。如果所用扬声器不为 8 欧，可将表 1 中  $R_1$ 、 $R_2$  的数值分别乘以  $X/8$  加以修正（ $X$  为所用扬声器的阻抗）。 $R_1$ 、 $R_2$  可选用线绕电阻，并应注意功率容量不要太小。

本厂 1979 年出售的 YZX 5-1、YZX



5-2型组合扬声器箱,其分频器及衰减器的接线图见图2。为了降低售价,并考虑 YD110-1 低音扬声器和 YG 80-2高音扬声器特性的差异,曾将衰减器设计成-3 dB的固定衰减。以后考虑到上述衰减器在使用上不够灵活,1980年出售的上述两种音箱,将固定衰减器改为可变衰减器。电路图见图3, W 是一个小型线绕电位器,阻值为  $27\Omega \pm 10\%$ ,也可用  $56\Omega \pm 10\%$  的代用。这种形式的缺点是调节 W 时破坏了分频系统的阻抗匹配,会造成分频点衔接不准。读者如有条件,可按图1自行设计、制作。

图3中,分频点设计在3000赫。 $L_1$ 、 $L_2$  采用锰锌铁氧体“T”型磁心线圈。这种线圈优点是用较少的圈数可以获得较大的电感量,能减少铜线的消耗、减小线圈的直流电阻、大幅度降低线圈的体积。如果 $L_1$ 、 $L_2$  使用空心线圈,线圈骨架及有关绕制数据可参考图4。线圈骨架可用塑料或纸板制作,要求并不严格,只要有一定强度就行。

电容器  $C_1$ 、 $C_2$  应采用无极性电容。为了节约,可采用普通耐压足够的电解电容器,连接成图5的形式。如果选用金属化纸电容器或聚脂薄膜电容器,电气性能会好一些,但造价高。

### 箱体结构

YZX 5-1、YZX 5-2 两种型号音箱均采用声管倒相式,木质结构。结构尺寸见图6。箱体壁板可采用9~11层胶合板,也可选用坚实的木板或密度很高的锯末夹层板。箱体结构一定要牢固,需用加固条多方向加固。箱体内壁(面板背面除外)应垫上10~15毫米厚的泡沫塑料,或用豆包布裹包松软的棉花铺放。声管可采用硬质材料制作,比如塑料或金属等。上述音箱的主要性能见表2,其实测频响特性见图7。

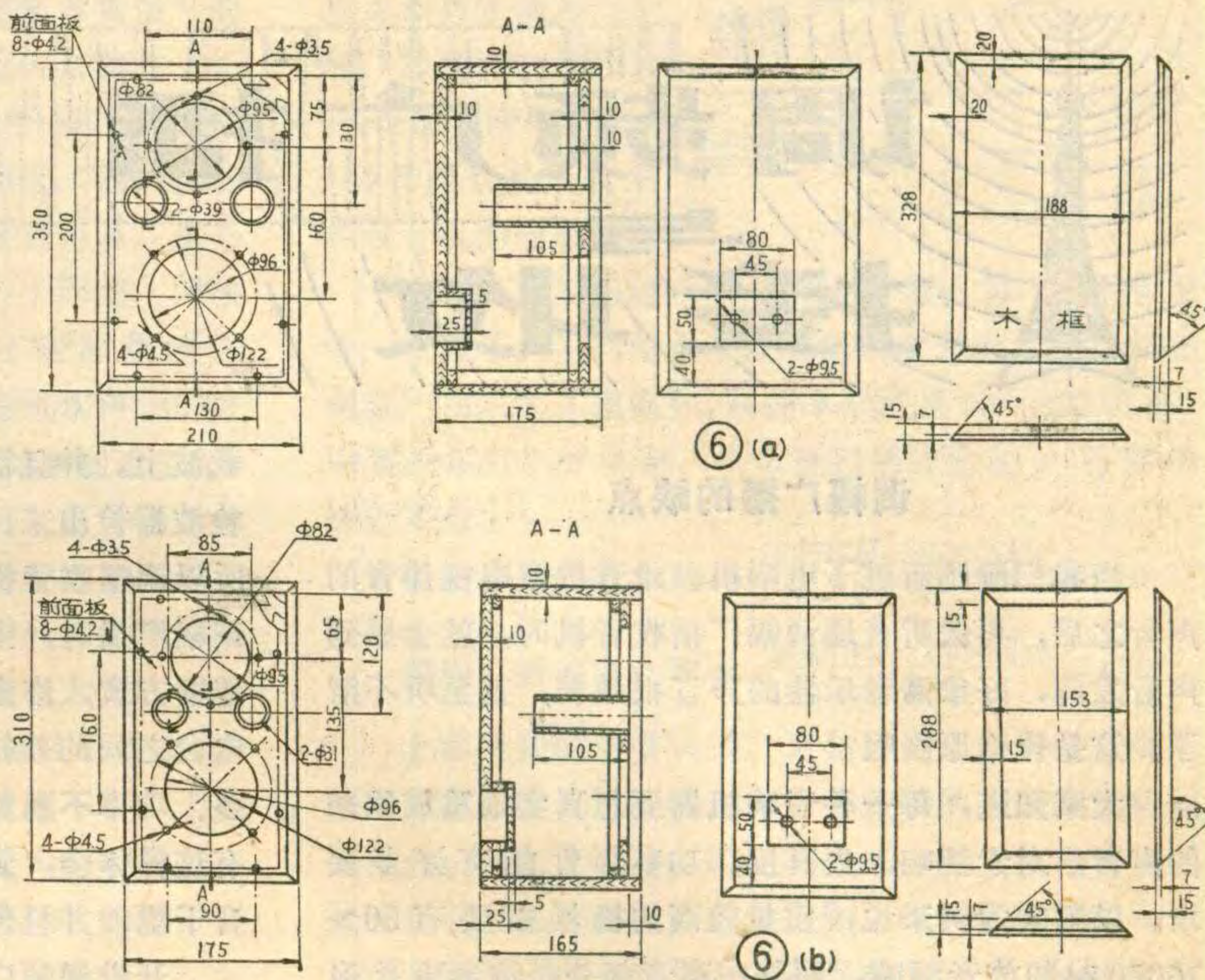
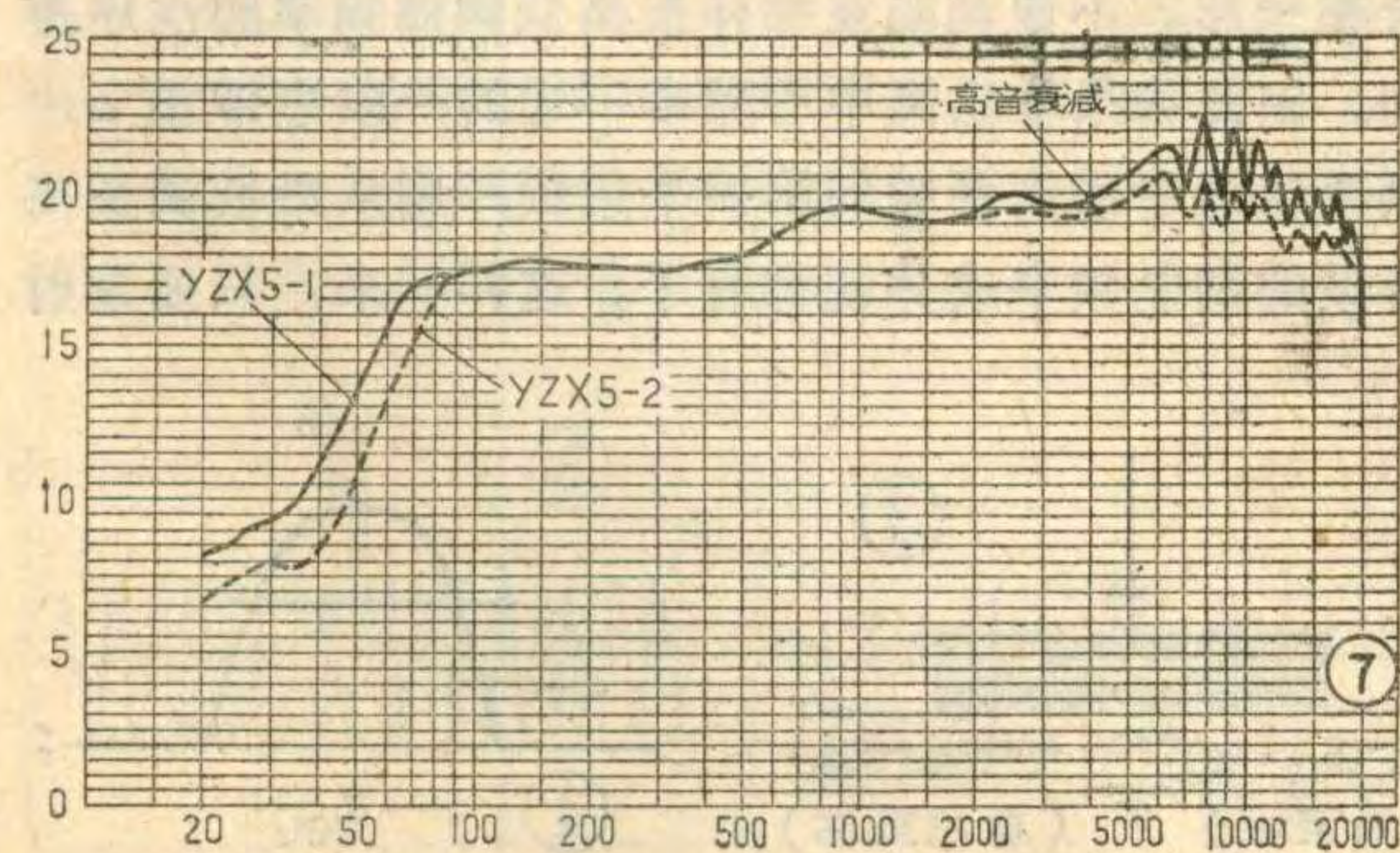


表 2

产品型号	输出功率	阻抗 ( $\Omega$ )	分频频率 (Hz)	频率范围 (Hz)	平均特性声压级	谐波失真
YZX5-1	5VA	8	3000	60~18000	87dB/1W1M	< 5%
YZX5-2	5VA	8	3000	75~18000	87dB/1W1M	< 5%

为了保证良好的听感效果,信号源的质量也应比较好,否则,因为音箱频响较宽,信号源中的噪音也会播放出去,反而使听感效果变坏。另外,因为音箱的效率不很高,使用时最好配用3瓦以上的功率放大器。

## 为无线电爱好者服务

本社最近为广大无线电爱好者出版几种图书:

无6103	怎样看无线电电路图	0.45元
604	怎样修理晶体管收音机	0.58元
6120	电子管收音机技术问答	0.29元
691	音箱设计	0.52元
666	晶体管电视接收机原理与设计	上册2.10元
680	晶体管电视接收机原理与设计	下册2.00元
697	常用小功率晶体三极管手册	精装: 1.60元 平装: 1.25元
6119	国外电视机电路图选集(1)	1.80元
614	无线电通信用半导体器件手册	1.50元
6115	晶体管电路习题解答	0.82元

欢迎读者到本社购买或汇款邮购。汇款时请加汇邮寄费和挂号费。邮寄费为书款的10%;挂号费每包0.12元(书款15元内包一包,15至30元包两包,余类推)。并在汇款单“附言栏”内写说明书号、书名和购买册数。字迹务必清楚,以便准确邮寄。

# 调频广播接收



北音

## 调幅广播的缺点

当我们刚刚听过了电唱机、录音机或电视伴音的声音之后，再去听普通调幅广播收音机时，就会感到声音发闷，好象高音乐器的声音很微弱，甚至听不清了。这是什么原因呢？

大家知道，每一种音响机器要想真实地重放原来的声音，对于频响、失真度、功率等性能有许多要求。以频响为例来说，质量较高的机器需要有50~16000赫的放音频响，而其中高音部分是达到声音逼真和舒畅的不可缺少的因素。调幅广播的先天性缺点之一，恰恰是难以得到宽阔的高音重放，所以相比之下，觉得高音缺乏，音质不能令人满意。

调幅广播是用音频调制载波的振幅。如图1所示，载波频率不变，而其包络的频率和幅度却随音频调制信号的频率和幅度变化。如果用一个单音频率 $F$ 的信号调制载波 $f_c$ 时，则只有上下各一个边频，即 $f_c + F$ 和 $f_c - F$ ，见图2。如果以整个音频范围的全部频率去调制载波，就会出现图3那样的 $f_c - (F_{低} \sim F_{高})$ 和 $f_c + (F_{低} \sim F_{高})$ 两个频带。如果只通过 $a$ 这样一段频带，则调制信号的高音成分被滤掉，因此，发射机和接收机必须具有足够宽的通频带，才能使上、下边频的全部频率分量通过，以便获得声音的真实重放。但是，这是不可能的。因为调幅电台十分拥挤，为了多安排电台的数目，规定两个电台之间相隔只有9千赫。这就使两边带的高音调制成分受到限制和削弱。不仅如此，普通收音机中，为了照顾选择性（即避免邻近电台之间的串音干扰），中频放大器的通频带只作到6千赫左右，而检波后的音频信号的高频成分只能达到6千赫的一半。于是实际上放出的声音，频响被限制在3千赫左右，见图4。所以原来声音的高频成分大部分没有放出来，当然保真度就很差了。

此外，各种干扰信号都以幅度调制的形式调制在

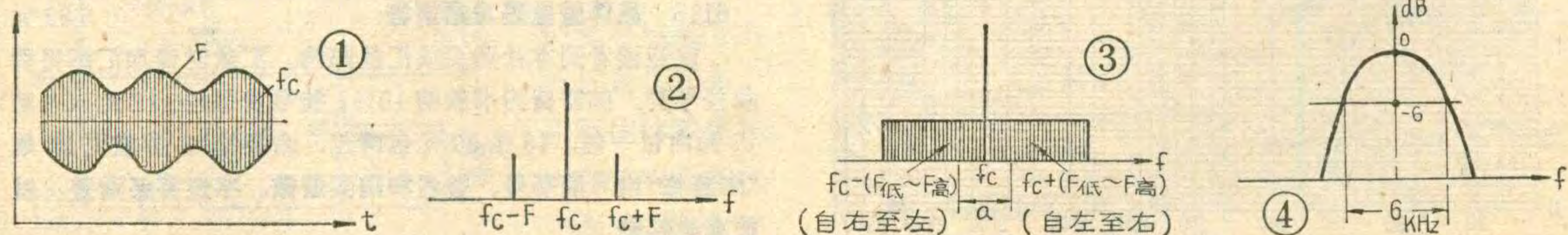
载波上。并且混在音频调制信号中，一起被接收机的检波器检出来，很难将有用信号和干扰、杂音分开。所以调幅收音机的抗干扰能力很差。特别是夜间收听调幅广播时，中波段的信号除地面波以外，还有天波传播方式，许多远地台混合在一起进入收音机，形成电台之间的差拍啸叫。近年来调幅广播电台不断增多、功率不断加大，相互干扰越来越严重，不少听众有这样体会：到了晚上，许多电台混在一起，形成串音干扰，并且伴随着各种讨厌的差拍声。

开设调频广播，是实现高保真的声音重放，减轻电台拥挤和克服干扰的重要途径。一些工业先进的国家，调频广播早已普及，并且实现了双声道立体声调频广播，不少国家正在研究四声道立体声调频广播。

## 调频广播的特点

调频广播是用音频信号对载波的频率进行调制。已调波的频率随音频信号变化，而幅度保持不变，见图5所示。频率的变化量叫做频偏，频偏的大小由音频信号的幅度决定。在调频发射机中，有一种设备可将最大频偏限制在 $\pm 75$ 千赫的极限值上。并作为100%调制的标准。例如有一个音频信号其振幅使载波频偏为22.5千赫，则称调制30%（即 $22.5/75=0.3$ ）。如果频偏超过75千赫，则称为过调制。

调频波的频谱与调幅波截然不同。即使用一个单音 $F$ 去调制载频，也会出现许许多多边频，如图6所示，并且各边频之间间隔等于音频信号的频率。各边频的幅度有高有低，按一种复杂的数学规律分布。调制之后，载波的幅度总比调制前小。当用整个音频频段的信号调制载波时，各种频率的边频分量，密密杂杂混合在一起，不像调幅波那样按高低调制频率的次序排列。因此如果取出离中心频率不远的一段边带波 $a$ ，只要包含了最高音频的第一个边频，则从最低到最高音频的调制频率成分就都有了。这样一来，只要发射

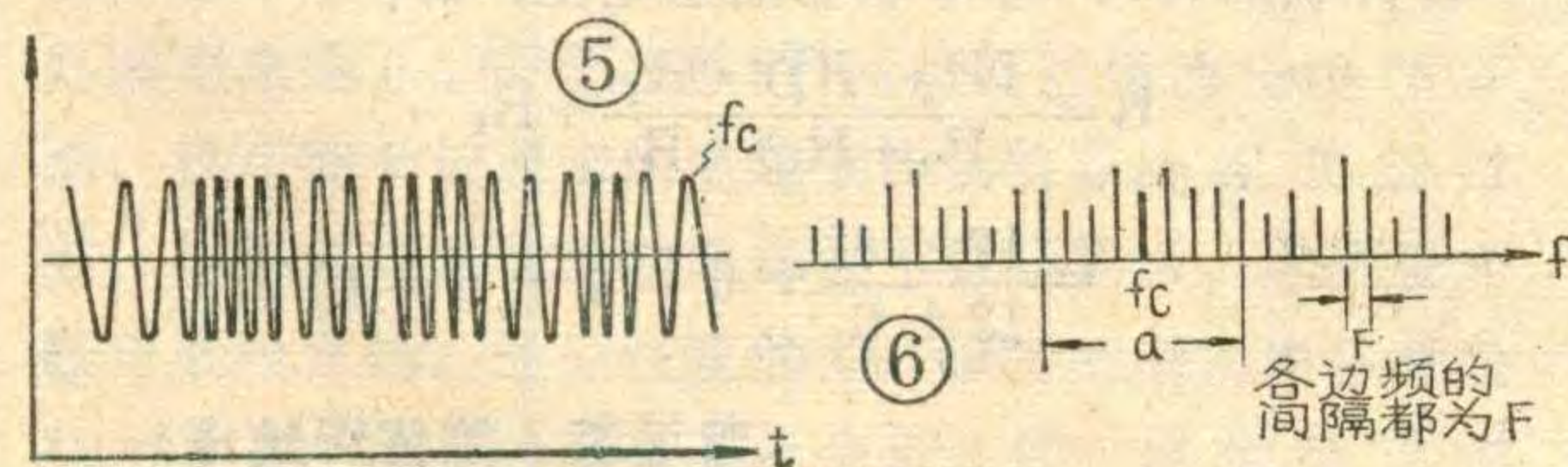




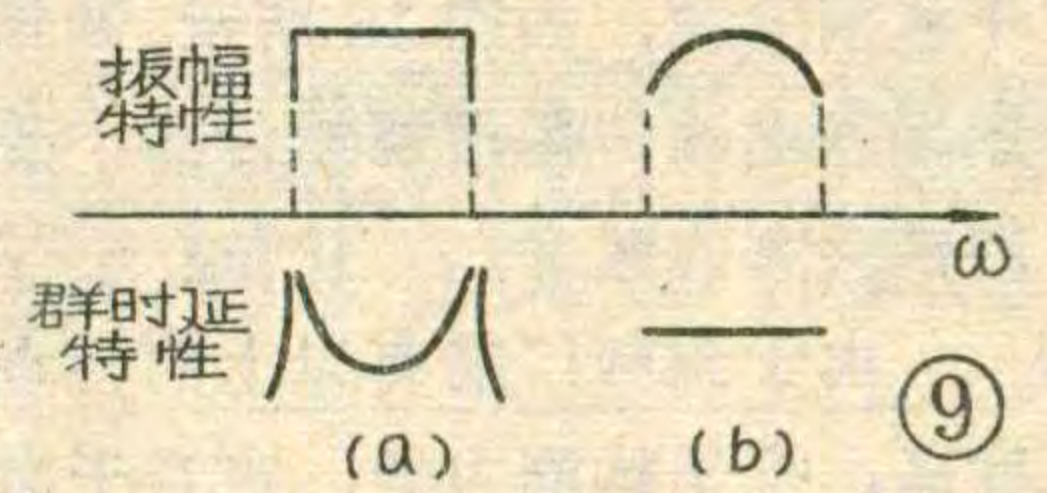
机或接收机有一定宽度的通频带，就能使音频信号的最高频率成分通过。所以音频的高音部的重放几乎不受通带的影响，高音总是非常丰富。但是，并不是说调频机的通频带因此可以弄得很窄了。相反，调频机的通带仍旧需要很宽，而且比调幅机还要宽得多。这是因为调频机的通带窄了，会引起另外一个问题，即波形失真。上面说过，任何一个音频信号调制载波之后，其边频分散为许多幅度分量，最后重现声音的波形时，必须把这些分量重新合成才行。如果通带窄了，只通过了一部分幅度分量，而漏掉了另一部分幅度分量，虽然高、低频率的分量都有了，各频率的波形仍是不完整的，声音就要失真。由于调频波的边频分布太广，欲把全部频谱收集进去，通带实在太宽。幸而离开中心频率两旁稍远些的地方，边频幅度已经很小。把小于某一数量的边频舍去不要，问题也不大。于是通带就可以收缩很多。这样剩下幅度较大的边频数，称为有效边频数，而能容纳包括有效边频数的频带，称为有效频带。

从调频波的频谱中发现，有效边频数随着频偏大小和音频调制频率而变。频偏越大、音频调制频率越低时，有效边频数就越多。通常用频偏  $\Delta f$  和调制音频  $F$  的比值  $m = \Delta f / F$  来表示与边频有关的参量，把  $m$  称为调频指数。如果把幅度小于未调载波幅度 10% 左右的分量舍去，则有效边频数每边大致为： $n = m + 1$ 。知道了有效边频数，所需的通带就可以计算出来。因为各边频的间隔为  $F$ ，所以每边有效通带应为  $n \times F$ ，而以载波为中心包括两个边带的有效通带  $B$  则为  $B = 2nF$ 。从上述表达式看出，若音频  $F$  不变， $\Delta f$  越大， $m$  就越大， $n$  也就应越大，故有效频带  $B$  也就越宽，这是对的。但另外一种情形，设  $\Delta f$  不变时，若  $F$  越低， $m$  就越大， $n$  就越多，初看起来似乎  $B$  也越宽。其实不然，假设  $\Delta f$  固定为 75 千赫，比较一下  $F_1 = 15$  千赫和  $F_2 = 7.5$  千赫时，哪一种  $B$  宽？  
 $m_1 = \Delta f / F_1 = 75 \text{ KHz} / 15 \text{ KHz} = 5$ ； $n_1 = m_1 + 1 = 6$ 。  
 $B_1 = 2n_1F_1 = 2 \times 6 \times 15 \text{ KHz} = 180 \text{ KHz}$ ；  
 $m_2 = \frac{75 \text{ KHz}}{7.5 \text{ KHz}} = 10$ ， $n_2 = 10 + 1 = 11$ ，  
 $B_2 = 2 \times 11 \times 7.5 \text{ KHz} = 165 \text{ KHz}$ 。可见， $\Delta f$  不变， $F$  很低时，虽然边波数目增多，但每边波之间的间距也变小，总的有效频带反而比音频  $F$  高时要变窄。

因此，只要满足最大频偏和最高音频调制频率时的有效通带，则其他情况都能满足。在调频收音机中



规定最高频偏为 75 千赫，最高调制音频为 15 千赫。因此， $B = 180$  千赫就是一般调频收音机的通带要求。



调频电台的间隔一般为 200 千赫。故不能使用中、短波了，不然每个频段容纳的电台数太少。因此调频广播采用了超高频，其频率范围是 88~108 兆赫，中频频率为 10.7 兆赫，所以能包括的电台数仍和中波差不多。

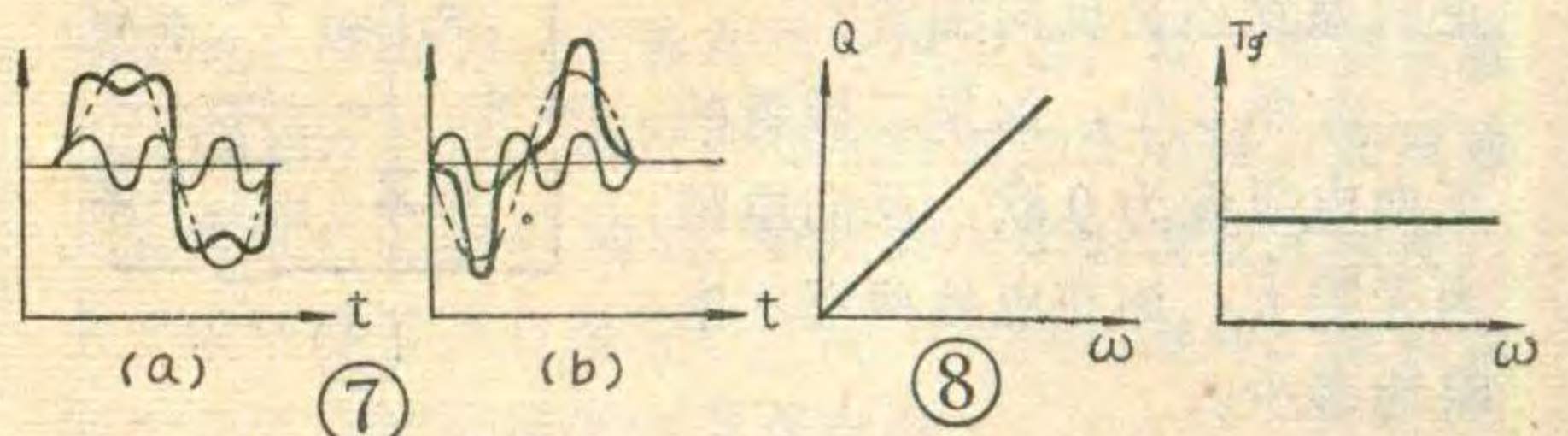
$$\text{调幅广播的电台数} = \frac{1605 \text{ KHz} - 525 \text{ KHz}}{9 \text{ KHz}} = 120$$

$$\text{调频广播的电台数} = \frac{108 \text{ MHz} - 88 \text{ MHz}}{0.2 \text{ MHz}} = 100$$

上面谈到的通带问题，只是讨论了调频收音机的幅度频率特性。调频机还有一个重要的问题是相移频率特性。前面已说过，即使一个单一音频信号调制了载波也会形成许多边频，各边频之间相隔的距离等于该信号频率，并且它们之间都保持着一定的相位关系。因此调频机的通带不但要有一定的宽度，而且还要有线性的相移特性。就是说各边频相位变化的倍数与频率变化的倍数应该相同。这样才能使解调后各谐波分量之间仍然保持原来的相位关系，合成波形才不会失真。如图 7 所示，一个基波和一个三次谐波在通过相移为线性的网络时，他们的相位保持不变，因而合成波形与原来一样。若相移不是线性的，假设基波相位比三次谐波滞后了半个周期，则合成波形与原来的就大不相同，即产生严重失真。这种失真叫相移失真。为了分析方便也常用“群时延”这一术语衡量网络的相移特性。它们之间的关系是： $T_g = \Delta \theta / \Delta \omega$ ， $T_g$  为相位群时延， $\Delta \theta$  为相移的微小变化， $\Delta \omega$  为角频率的微小变化。相移特性和群时延特性的相互关系见图 8。也就是说，如果一个网络的相移特性是线性的，则相应的群时延特性应是一个恒量。

相移频率特性（或群时延特性）和幅度特性之间有一定的关系，幅度特性的矩形系数好时，群时延特性不一定好。而馒头形的通带特性，却有很平直的群时延特性，见图 9。故调频收音机的通带幅度特性要求做到这种馒头形形状。

调频收音机的抗干扰性能较好是众所周知的，其主要原因是调频波的幅度与信号成分无关，而干扰主要体现在载波的幅度变化上，因此用限幅器很容易将



干扰消除掉，如图 10 所示。调频广播干扰小的另一个原因是电波传播沿视线传播，受到空间各种电波干扰的机会大为减少。

由于调频广播有以上的特点，所以高音丰富，传真度高，抗干扰能力强，声音干净清脆。目前，传输逼真的声信号及优美的音乐节目，主要靠调频广播实现。

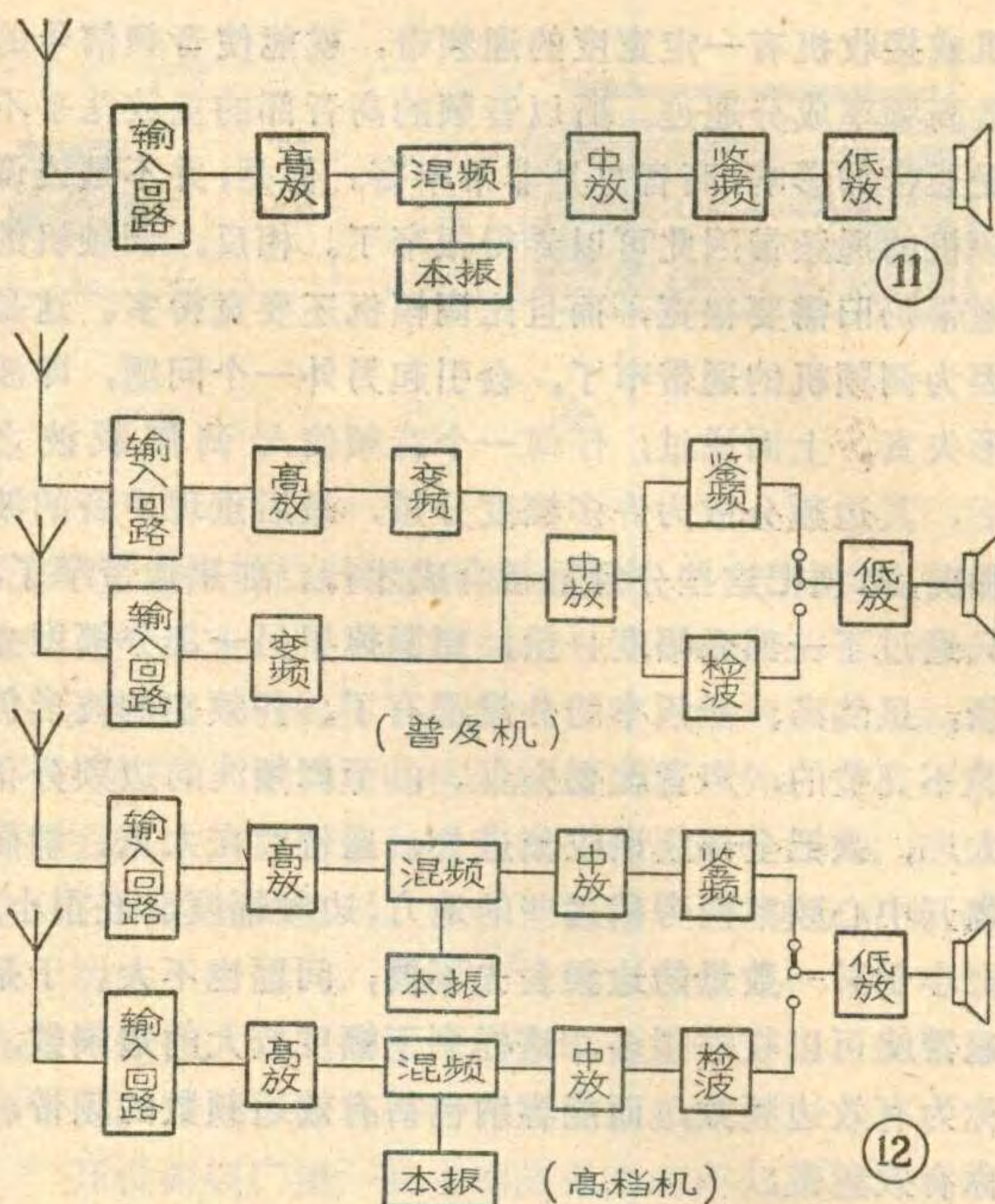
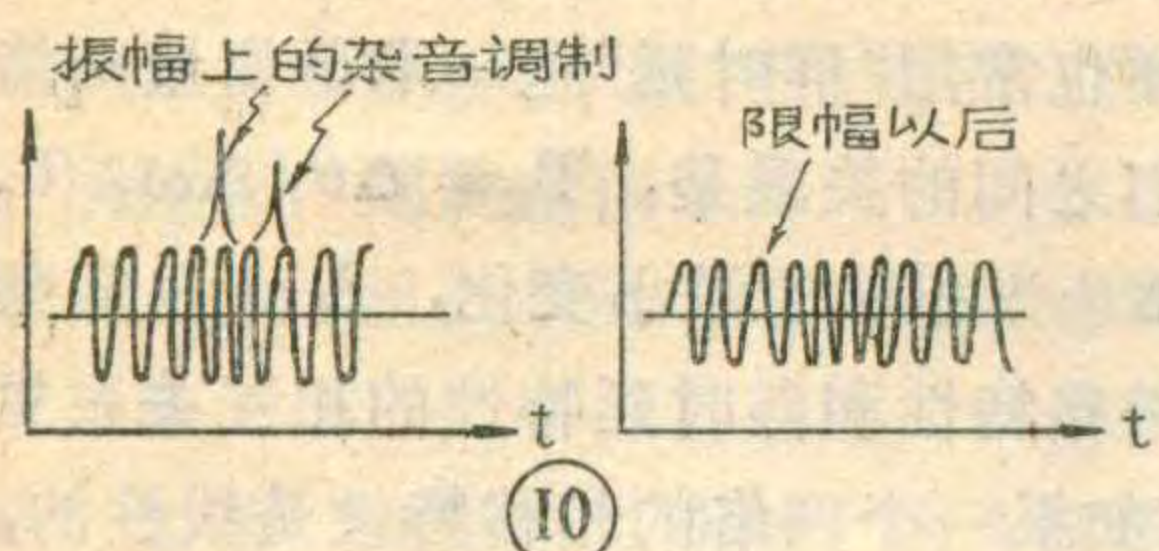
从前面的叙述可以看到，调频广播也有其自己的缺点，如频带占得宽，传输距离近等。调频信号一般只能传播五、六十公里，如有条件把电台建在高山顶上，半径 100 公里以内的范围也是可以收听得到的。由于建立调频电台比建立调幅电台简单经济，若使多个电台合理分布，也能把广播面积扩大很多。

### 调频收音机的电路结构

调频收音机和调幅收音机一样，采用超外差方式，其电路结构和调幅收音机相似。图 11 是一个调频机的方框图。载频信号从天线耦合到输入回路，通过高放和混频，再经过中放，然后送到鉴频器，得到音频信号，经过低频放大后送到扬声器。与调幅机相比较，不同之处是检波部分。由于调频波的振幅不变，用一只二极管构成的幅度检波器得不到音频信号。而鉴频器则对调频波的频偏有反映，因此可以得到音频信号。鉴频器也可称作频率检波器。

调频机根据性能指标的高低，也分为特级到四级五个等级。其中三、四级机为普及机。二级以上为高档机。实际上，调频收音机并不单独制作，而与调幅机组合在一起，共一套低放部分，调频只是作为一个

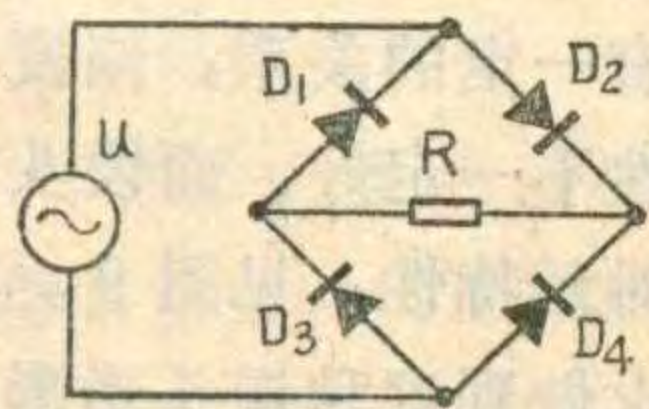
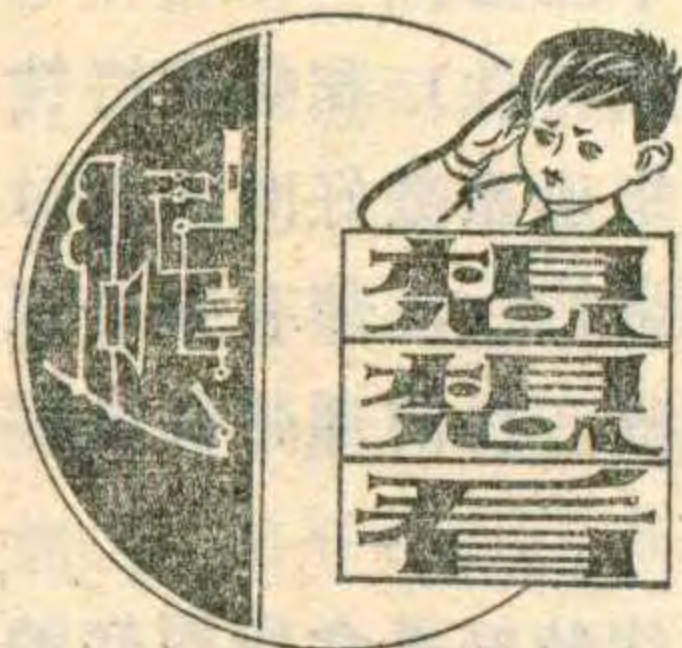
波段。这样的收音机叫做调频调幅(FM/AM)收音机。图 12 是调频，调幅收音



方框图。普及机一般多共用中放管，而高档机则有各自独立的中放电路。从方框图中可以看出，调频机不论普及机还是高档机，大都带有高放级。由于调频机的工作频率高，天线阻抗低，输入回路对假象频率的选择性不易作好，需要加一级高放来提高抗干扰性能，还可以减少本地振荡向天线端的辐射，从而减少了对电视频道的干扰。

另外，普及机中也多采用一只管子兼任本振和混频，而高档机则本振和混频分用两只晶体管。

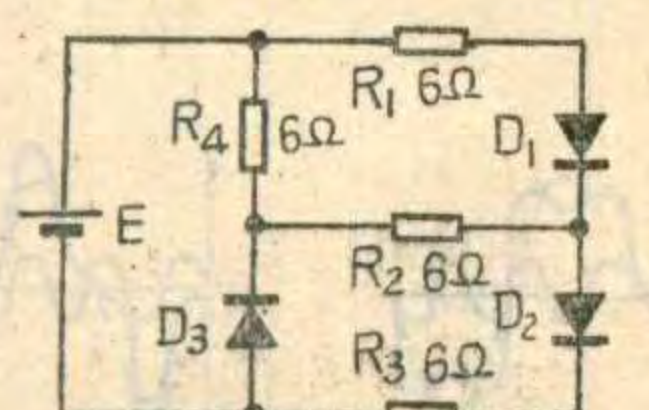
调频收音机中还有一些附属电路，如自动增益控制电路，自动频率微调电路等。自动增益控制电路的意义和调幅机相同，但处理方法不同。而自动频率微调电路是用来保证本地振荡的稳定性的。



①



②



③

1. 图 1 为桥式整流电路，哪只二极管接反了？

2. 图 2 电路中，二极管是正向偏置还是反向偏置？

3. 图 3 中，如果二极管的正向电阻设为 0 欧，反向电阻为无穷大，加在电池两端的电阻为多少？

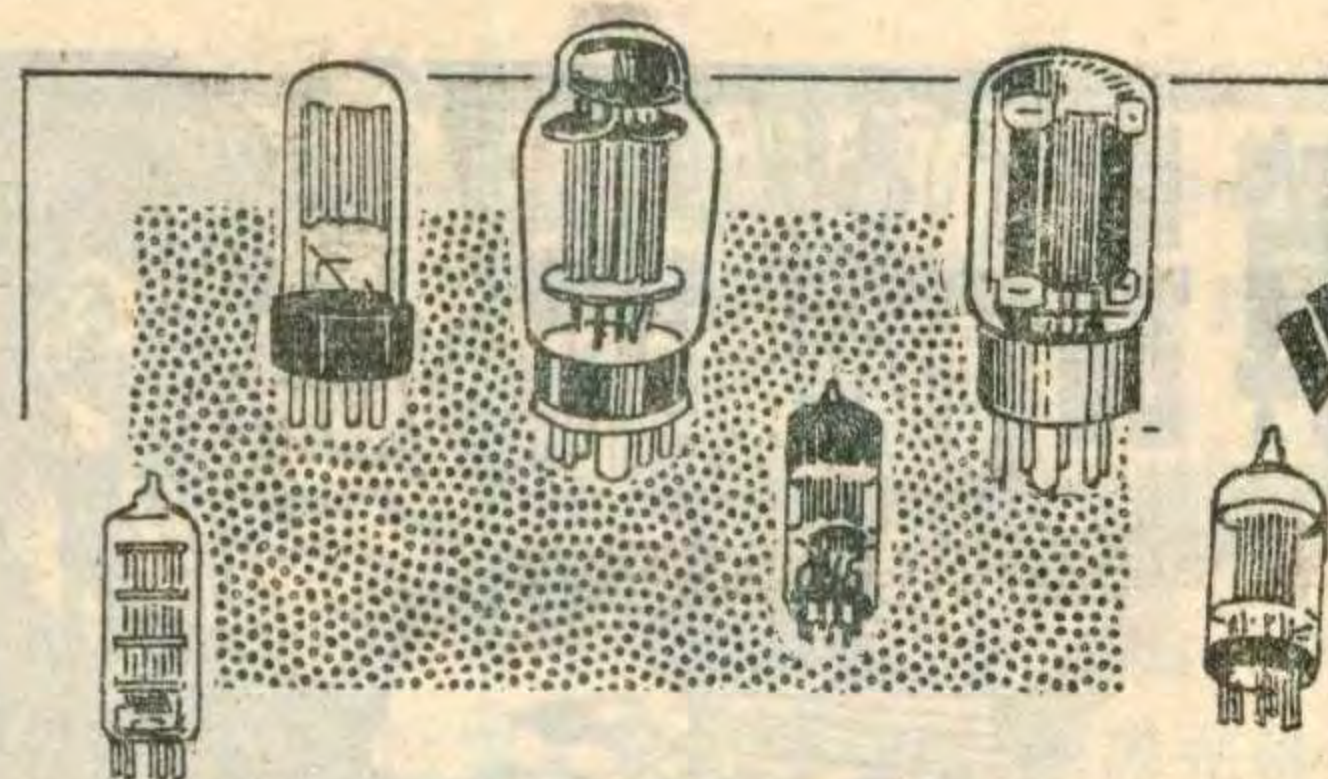
### 本期“想想看”答案

1. 图示电路中，二极管  $D_3$  接反了。
2. 在图 2 电路中，因为  $-6 > -10$ ，二极管的正极所加电压比负极的高，所以二极管为正向偏置。
3. 在这个电路中，由于二极管  $D_1$ 、 $D_2$  处于正向偏置，且正向电阻为 0，而  $D_3$  反向偏置，反向电阻为无穷大，所以电池两端的等效电阻为  $(R_2 + R_4)$  与  $R_1$  并联后再与  $R_3$  串联后的总电阻，即：

$$R = \frac{(R_2 + R_4) \cdot R_1}{(R_2 + R_4) + R_1} + R_3$$

$$= \frac{12 \times 6}{12 + 6} + 6 = 4 + 6 = 10(\Omega)$$

(曾培基 陈佐沂编译)



# 收音机中电子管的代换方法

唐远炎

(1)

在修理电子管收音机时，常常遇到电子管的代换问题。有的同志由于对电子管的性能、特点不十分了解，一些容易解决的问题，却变得复杂起来。甚至觉得束手无策。为了便于业余爱好者修理时参考，这里讲一些实际的电子管代换方法。而关于电子管的详细工作原理和参数，不在这里赘述，必要时可查有关书籍和手册。

近年来国产普及型电子管收音机，功放级一般使用 6P1 小九脚管；而旧式国产电子管收音机功放级常用 6V6、6P6P 等大八脚管。此外，电子管收音机中常用到的功放管还有：6P14、6AQ5 (EL90)、6BQ5

(EL84) 以及 6Π1Π、6Π14Π、6Π6C 等。这几种功放管是可以互换的，具体方法如下：

1. 6Π1Π (苏式管) 和国产 6P1 的性能、参数及接线完全相同 (见图 1)。因此，这两种管子可以直接互换。代换时，输出变压器、阻容元件、管座等，可不作任何更改，直接将要代换的电子管插入原收音机相应的管座即可。

2. 6P14 (6Π14Π) 的性能参数与 6P1 相近。例如，它的板极最佳负载为 5.2 千欧，而 6P1 是 5 千欧。6P14 的最大输出功率为 4.2 瓦而 6P1 为 4.8 瓦。但它们的管脚接线不同 (见图 2)。换用时，可仍用原来的管座。6P14 (6Π14Π) 是宽频带功放管，一般多用在高质量的音频功率放大电路中。如果用 6P14 (6Π14Π) 代替 6P1，6P1 的输出变压器仍可使用。这样代换，虽然 6P14 (6Π14Π) 的优点没有充分发挥出来，但还是比较实用的。代换时应注意 6P1 的阴极电阻为 300 欧左右，而 6P14 的阴极电阻为 120~140 欧左右；6P1 的灯丝电流是 0.6 安培，而 6P14 的灯丝电流是 0.76 安培，这可能会使原来的电源变压器灯丝绕组负载过重。如果原灯丝绕组功率容量不富裕的话，电源变压器可能会发热。还应注意的是，6P1 的栅阴电压是负 12 伏，而 6P14 的栅阴电压是负 6 伏。也就是说用

6P14 代替 6P1 时，应注意激励电压可能会过大，而造成失真。解决的办法是：改变电压放大级的板极负载电阻或阴极电阻，以便得到适当的激励电压。

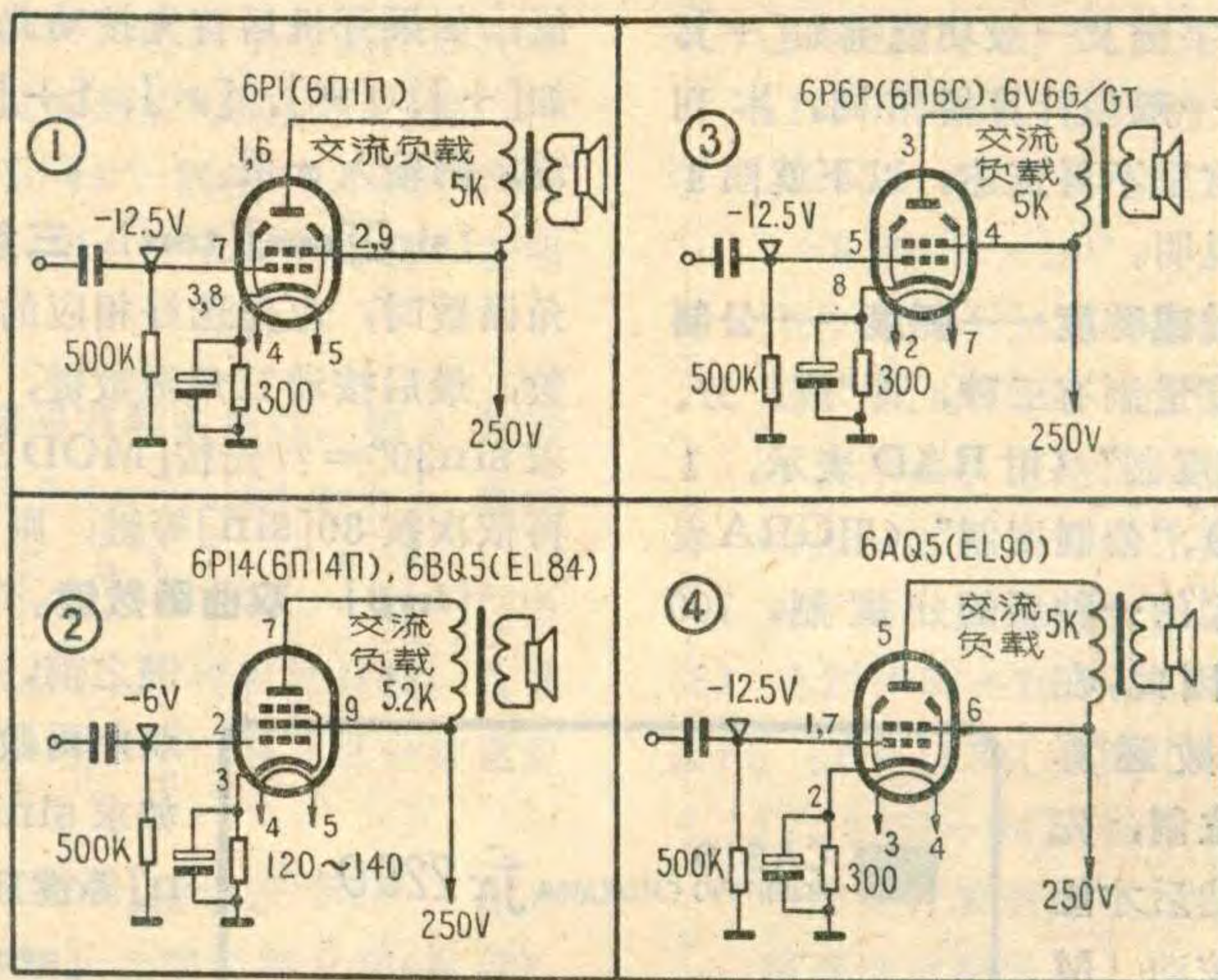
6BQ5 (LE84) 是美国管，其性能参数与 6P14 相似，代换方法与 6P14 相同。

3. 6P6P 是国产大八脚管，旧型号是 6Π6C。它的性能参数及管座接线与苏联的 6Π6C、美国的 6V6 (6V6G/GT) 完全相同，可以直接互换，见图 3。这几种管子与 6P1 相近，只是管座和接线不同。互换时，除了改变管座和接线之外，其余阻容元件和输出变压器均不用改动。

4. 6AQ5 (EL90) (美国管) 的性能参数和 6P1 十分相近，而且管座也使用小七脚，只是接线与 6P1 不同，见图 4。

6AQ5 与 6P1 互换时，阻容元件，输出变压器均可不用改变。6AQ5 也可与 6P6P、6V6G/GT、及 6Π6C 互换，参考图 3、4。

**更正：**今年第 8 期封二图中，电源变压器初级的 120V 和 240V 位置应对调。



(上接第32页)随着电容器的放电，C 两端的电压迅速下降，当降至单晶体管的谷点电压时，E 与 B<sub>1</sub> 间又呈现极大的正电阻，于是电源 E<sub>B</sub> 又重新向 C 充电，这样的充放电过程周而复始，不断循环，就形成了单晶体管自激振荡，而振荡的频率决定于电阻 R<sub>E</sub> 和电容 C 的大小。用单晶体管做成的自激振荡器，电路简单，工作稳定可靠、而且可以取得多种脉冲波形。例如，我们把图 3 电路 R<sub>1</sub> 两端的脉冲电压作为信号输出，就成为一个脉冲信号发生器。我们利用它就可以作为计数器、可控硅等电路的触发电路。如果输出信号取自电容 C 两端，就成为一个锯齿波发生器。由于单结管具有负阻特性，除了做振荡器外，还可以利用它组成阶梯波发生器等电路。

# 怎样使用函数型袖珍电子计算器



陈 亚 东

函数型袖珍电子计算器除具备一般型计算器的运算功能（详见本刊1979年第9期）以外，还可进行三角函数、反三角函数、双曲函数、反双曲函数、对数函数、幂函数、阶乘等运算，并能进行角度换算和统计计算等等。尽管各种函数型计算器的功能有些区别，但同一功能键的操作过程却是类似的。我们以八位液晶式CASIO fx-2200型计算器（见图1）为例，简要介绍它的使用方法，供广大爱好者参考。

## 功能键的标注与作用

图1中显示屏上方的黑色键是电源开关。其余的键均在显示屏下方，其中数字键及一般功能键如[+]、[-]等键的标注与作用和一般型计算器相同，本刊1979年第9期已有介绍，这里不再赘述。以下就图1中未曾介绍过的按键予以说明。

**[MODE] 角度模式键或称度——弧度——公制度模式选择键。** 角的国际度量制有三种，即“度、分、秒制”（用DEG表示）、“弧度制”（用RAD表示，1弧度 $=180^\circ/\pi \approx 57^\circ 17' 54''$ ）、“公制度制”（用GRA表示，这是欧洲目前正在使用的一种新的分度制，100GRA $=90^\circ = \pi/2$ 弧度）。因此，在进行三角函数或反三角函数运算前，应根据角度的不同单位制，先选好相应的角度模式键，然后才能计算。选择的方法是连续按动[M]ODE]键，显示屏将依次显示“DEG”、“RAD”、“GRA”字样，表明选择的是哪一种单位制。

此外，在连续按动此键时，显示屏还会出现“SD”字样，这是用作统计计算的标志，详见后述。

**[EXP/ $\pi$ ] 输入阶码（指数置数）与 $\pi$ 共用键。** 在科学实验或工程计算中，经常以 $A \times 10^n$ 的指数形式来表达一个数，称为一个数的科学表示法。其中A叫作“尾数”，n叫作“阶码”。进行这一类数的运算时，按此键后即可输入阶码数。例如输入 $-1.2345 \times 10^{-99}$ ，则需依次按动1.2345[+/-][EXP]99

[+/-]键，计算器的显示见图2。

一个数以上述科学表示法显示时，均以显示屏的最后两位表示阶码。阶码有正负符号，该符号也占一位，正号时符号位空位，没有显示，负号时则显示“-”号。因此阶码的范围是 $\pm 99$ ，代表 $10^{\pm 99}$ 。由于阶码占了显示的位数，尾数的位数就得比八位少，尾数为正时，最大为六位；尾数为负时，最大为五位。

另外，该键是一个双重功能键，除有上述功能外，还兼作 $\pi$ 输入用。凡按动数字键以后再按动此键，表明该数要用科学表示法来显示，而不是输入 $\pi$ 值；如果开机后首先按动此键，或在按动各种功能键如[+]、[-]、[ $\times$ ]、[ $\div$ ]、[=]键以后，再按动此键，则输入 $\pi$ 值。

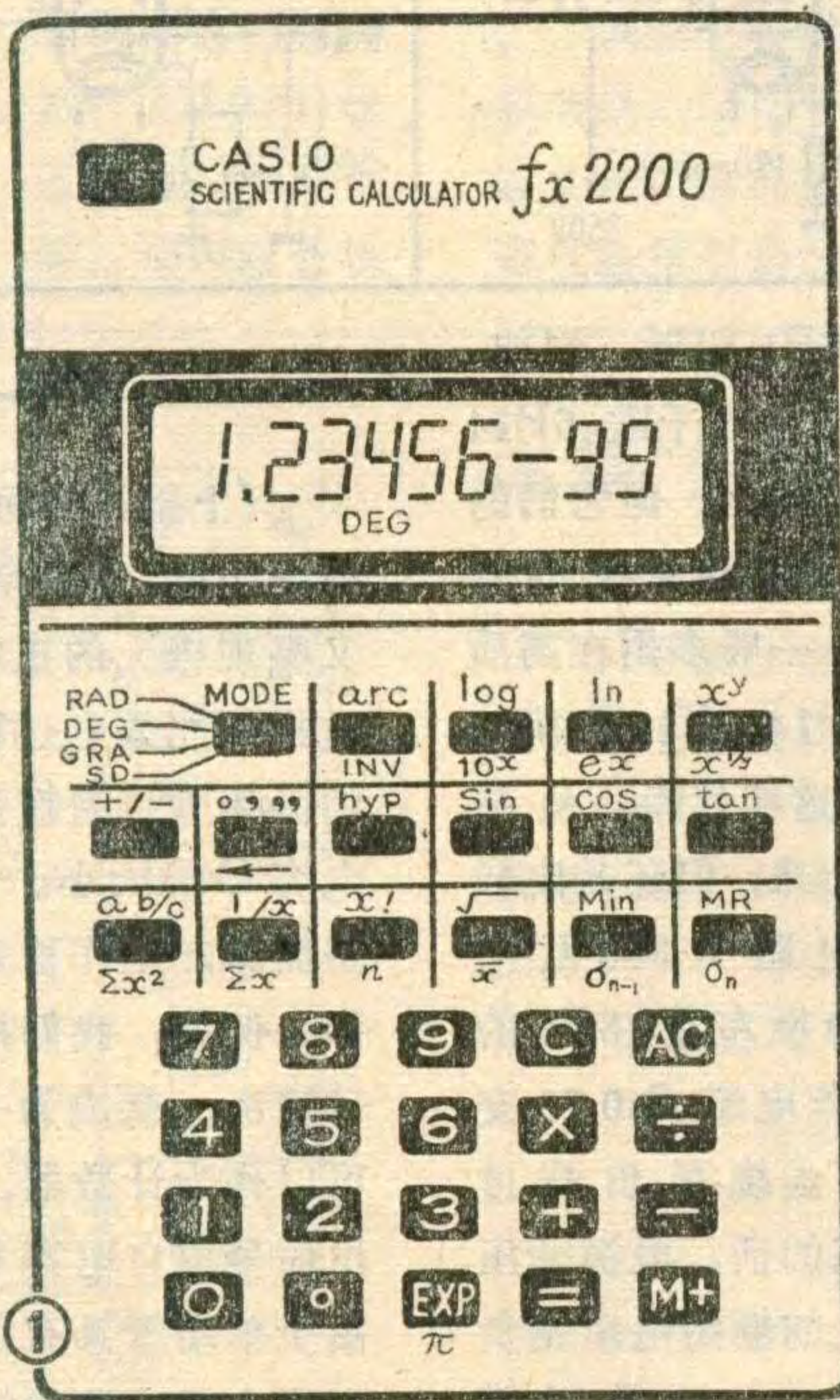
**[sin][cos][tan] 三角函数键。** 求一角度的三角函数时，应先选好相应的角度模式，再输入角度数，最后按动三角函数键，即可显示出函数值。例如求 $\sin 30^\circ = ?$ 先按[MODE]，至显示屏出现“DEG”，再依次按30[sin]等键，则显示函数值0.5。

**[hyp] 双曲函数键。** 在按[sin]、[cos]、[tan]键之前，先按[hyp]键，可计算出双曲函数值sinh、cosh、tanh。如求 $\sinh 3.6 = ?$ 则按3.6[hyp][sin]等键后，即显示结果18.2855。

**[arc/INV] 反三角函数与反函数共用键。** 按三角函数键之前，若按此键，可求反三角函数值，但同样要注意事先选定角度模式。如求 $\sin^{-1} 0.5 = ?$ 若选“DEG”，按动.5[arc][sin]等键，则显示30，即 $30^\circ$ 。

进行反双曲函数运算时，也按此键，操作步骤与反三角函数相似，只需多按一次[hyp]键。

该键还用作其它反函数的运算。由于[log/ $10^x$ ]、[ln/ $e^x$ ]、[ $X^y$ / $X^{1/y}$ ]与[ $\circ$  /  $\pi$  /  $\leftarrow$ ]都是双重功能键，为了区别按动同一键时的不同功能，当进行 $10^x$ 、 $e^x$ 、 $X^{1/y}$ 运算和角度换算时，应先按此键。其操作





如下述。

**[log/10<sup>X</sup>]** 常用对数与常用反对数共用键。求一个数的常用对数（即以10为

底的对数）时，输入该数字后按动此键，即显示对数值。求10<sup>X</sup>（已知X求10<sup>X</sup>）时，则需先将X输入，再依次按动[INV]与此键。

**[ln/e<sup>X</sup>]** 自然对数与自然反对数共用键。求以e（=2.7182818）为底的数的对数时，需按此键。求e<sup>X</sup>时，输入X值后则需顺序按动[INV]键与此键。

**[X<sup>y</sup>/X<sup>1/y</sup>]** 两种幂函数的共用键。已知X和Y的值，求X<sup>y</sup>时，依次按X[X<sup>y</sup>]Y[=]键，即可得出结果。已知X和Y的值，求X<sup>1/y</sup>时，依次按X[INV][X<sup>1/y</sup>]Y[=]键，即可得出结果。

**[° / ' / '' / ←]** 度、分、秒(60进制)与十进制度数换算键。由度、分、秒转换为十进制度数时，需按此键。如14°25'36''=14.426666°，则按14[° / ' / '' ]25[° / ' / '' ]36[ / '' ]后即显示14.426666°。若由十进制度数转换为度、分、秒时，应在输入度数后先按[INV]键，再按此键。如12.3456°=12°20'44''，则按12.3456[INV][←]后显示[12° 20' 44'']，其中数字右上方的°表明为六十进制的度、分、秒。

**[a<sup>b</sup>/c / ΣX<sup>2</sup>]** 分数与平方和共用键。输入分数时按此键，如输入2/5，按2[a<sup>b</sup>/c ]5[a<sup>b</sup>/c ]，显示[2\_5]；又如7<sup>8</sup>/9，则按7[a<sup>b</sup>/c ]8[a<sup>b</sup>/c ]9[a<sup>b</sup>/c ]，显示[7\_8\_9]。显示的标志[\_]代表是分数。若需将分数化为小数，应再按[=][a<sup>b</sup>/c ]键（见分数运算实例）。

在统计计算时（按[MODE]键显示“SD”工作方式），按此键后可直接求出统计数据的平方和（见后）。

**[1/X / ΣX]** 倒数与总和共用键。输入一数字后按此键，可求出该数的倒数。统计计算时按此键，可求出统计数据的总和（见后）。

**[X! / n]** 阶乘与统计数据数目共用键。按数字键后再按此键，可求出其阶乘值，如求7!（=1×2×3……×7），只需按7[X!]键即显示5040。统计计算时按此键可显示已输入的数据个数（见后）。

**[√ / X̄]** 平方根与平均值共用键。输入数字后按此键，即得该数的平方根值。统计计算时，按此键可求出输入数据的平均值（见后）。

**[Min/σ<sub>n-1</sub>]** 存储输入与抽样标准离差共用键。一般运算时按此键，可将显示的数值输入存储器。在运算过程中，可以随时按[MR]键，将已存数读出，而已存数在存储器中并不消失，只有再按[M-in]键存入新数时，原存数才自动清除。以前介绍过

的[M+]键，每存入新数时，都和原存数叠加，这是[Min]与[M+]的重要区别。统计计算时按此键，可求出抽样标准离差σ<sub>n-1</sub>（见后）。

**[MR/σ<sub>n</sub>]** 存储读出与总体标准离差共用键。读出存储数据时按动此键；统计计算时，按此键后可求得总体标准离差值σ<sub>n</sub>（见后）。

以上是f<sub>x</sub>-2200型计算器的各种功能键的标注与作用。下面我们将通过运算实例进一步熟悉该计算器的使用方法。

## 一般运算

函数型计算器都包括一般型计算器的功能，因此一般运算都能进行，而且优越性更大。CASIO f<sub>x</sub>-2200型计算器在进行一般运算前，应先按动[MODE]键，使其显示RAD、DEG、GRA中的任何一种都可以，但不能显示SD。SD是统计计算的标志。

### 四则运算：

(1)  $(12 + 3) \times 89 \div 7 = 190.71428$   
操作：[AC]12[+]3[=][×]89[÷]7[=]结果显示[190.71428]，显示的方式与一般型计算器相同。

(2)  $12369 \times 7532 \times 74103 \approx 6903680000000$   
 $= 6.90368 \times 10^{12}$   
操作：[AC]12369[×]7532[×]74103[=]  
显示为[6.90368 12]。注意显示结果采用了科学表示法，这是函数型计算器的优越之处，此例若用一般型计算器计算（不能用科学表示法显示）由于得数超过所能显示的位数将出现“溢出”。

(3)  $1.23 \div 56 \div 78.9 \approx 0.000278381$   
操作：[AC]1.23[÷]56[÷]78.9[=]显示为[2.78381-04]，答案仍采用科学表示法。如使用一般型计算器（八位式）则仅能显示[0.0002783]，精确度就降低了。

(4)  $(7.9 \times 10^{56}) \div (4.6 \times 10^{74}) \times (1.3 \times 10^{23}) = 223260.86$   
操作：[AC]7.9[EXP]56[÷]4.6[EXP]74[×]1.3[EXP]23[=]，显示[223260.86]。本答案又以数的一般形式来表达，因为若用科学表示法，由于位数的限制也会降低精确度。足见，该计算器能根据计算结果恰当地选取数的表达形式，以便使显示的结果尽量精确，非常巧妙。

**定数运算：** 该机也能作定数运算，现举两例说明其操作步骤与特点。

(1)  $45 \div 9.6 = 4.6875$   
 $(1.2 \times 10^{10}) \div 9.6 = 1.25 \times 10^9$   
操作：[AC]9.6[÷][÷]45[=]显示[4.6875]  
1.2[EXP]10[=] 显示[1.25 09]

(2)  $193.2 \div 23 = 8.4$

$$193.2 \div 28 = 6.9$$

$$(-193.2) \div 42 = -4.6$$

操作: [AC]193.2[Min][÷]23[=]显示[8.4]

[MR][÷]28[=]显示[6.9]

[MR][+/-][÷]42[=]显示[-4.6]

由例2可见, 被除数(或被减数)为定数时, 利用附加存储器来运算则较便利。

### 混合运算:

例:  $[(2+8) \times (9+3) + (2+8) \times (9+3)] \times (4-7) = -720$

操作: [AC]2[+ ]8[=][Min]9[+ ]3[=][×]  
[MR][=][Min][M+ ]4[- ]7[=][×][MR]  
[=]

结果显示[-720]。

第一次按[Min]键是存入(2+8)的计算结果10, 第二次按[Min]键是重新存入(9+3)×10的计算结果120, 而原存数10自动清除。按[M+]是将显示数120再与存储数相加。

### 分数运算:

$$(1) 3 \frac{456}{78} = 8 \frac{11}{13}$$

操作: [AC]3 $\left[\frac{b}{c}\right]$ 456 $\left[\frac{b}{c}\right]$ 78[=]最后显示  
[8] [11] [13], 即  $8 \frac{11}{13}$ 。

$$(2) \frac{2}{5} + 3 \frac{1}{4} = 3 \frac{13}{20} = 3.65$$

操作: [AC]2 $\left[\frac{b}{c}\right]$ 5[+ ]3 $\left[\frac{b}{c}\right]$ 1 $\left[\frac{b}{c}\right]$ 4  
[=]最后显示[3] [13] [20], 再按动 $\left[\frac{b}{c}\right]$ , 则  
显示[3.65]。

$$(3) 1 \frac{2}{3} \times 4 \frac{5}{6} \div 7 \frac{8}{9} = 1 \frac{3}{142}$$

操作: [AC]1 $\left[\frac{b}{c}\right]$ 2 $\left[\frac{b}{c}\right]$ 3[×]4 $\left[\frac{b}{c}\right]$ 5  
 $\left[\frac{b}{c}\right]$ 6[÷]7 $\left[\frac{b}{c}\right]$ 8 $\left[\frac{b}{c}\right]$ 9[=], 最后显示  
[1] [3] [142]。

## 函数运算

### 三角函数运算:

$$(1) \sin 63^\circ 52' 41'' = 0.897859$$

操作: “DEG”[AC]63[° / ' / '' ]52[° / ' / '' ]41[° / ' / '' ]  
[sin]显示[0.897859]

$$(2) \cos(\pi/3) = 0.5$$

操作: “RAD”[AC][π][÷]3[=][cos]显示[0.5]

$$(3) \tan(-35\text{GRA}) = -0.612801$$

操作: “GRA”[AC]35[+/-][tan]显示  
[-0.612801]

$$(4) \sin 30^\circ \cos 60^\circ + \cos 30^\circ \sin 60^\circ = 1$$

操作: “DEG”[AC]30[sin][×]60[cos][+ ]30  
[cos][×]60[sin][=]最后显示[1]

### 反三角函数运算:

$$(1) \cos^{-1} \sqrt{2}/2 = 0.785398 \text{ 弧度}$$

操作: “RAD”[AC]2 $\left[\sqrt{\quad}\right]$ [÷]2[=][arc]  
[cos]

最后显示[0.785398]

$$(2) \tan^{-1} 0.6104 = 31.3999^\circ = 31^\circ 23' 59''$$

操作: “DEG”[AC].6104[arc][tan]结果显示

[31.3999], 继续按[INV][←]则显示[31° 23' 59]

$$(3) \sin^{-1} 0.8 - \cos^{-1} 0.9 = 27^\circ 17' 17''$$

操作: “DEG”[AC].8[arc][sin][-].9[arc]  
[cos][=][INV][←]

最后显示[27° 17' 17]

### 双曲函数运算:

$$(1) \tanh 2.5 = 0.986614$$

操作: [AC]2.5[hyp][tan]显示[0.986614]

$$(2) \sinh 1.5 + \cosh 1.5 = 4.48169$$

操作: [AC]1.5[Min][hyp][sin][+][MR]  
[hyp][cos][=]

显示[4.48169]。

在计算 sinh1.5 时, 按[Min]键先将 1.5 存入存储器, 为的是计算 cosh1.5 时, 只按一次 [MR]键即可, 而不必再按 [1][·][5]三个键。

### 反双曲函数运算:

$$(1) \sinh^{-1} 30 = 4.09462$$

操作: [AC]30[arc][hyp][sin]显示[4.09462]

$$(2) \cosh^{-1}(20/15) = 0.795365$$

操作: [AC]20[ab/c]15[=][arc][hyp][cos]  
显示[0.795365]

$$(3) \sinh^{-1} 2 \times \cosh^{-1} 1.5 = 1.3893888$$

操作: [AC]2[arc][hyp][sin][×]1.5[arc]  
[hyp][cos][=]

显示[1.3893888]

### 对数 logx、lnx 运算:

$$(1) \log 1.23 = 0.0899051$$

操作: [AC]1.23[log]显示[0.0899051]

$$(2) \ln 90 = 4.49981$$

操作: [AC]90[ln]显示[4.49981]

$$(3) \log 456 \div \ln 456 = 0.4342944$$

操作: [AC]456[Min][log][÷][MR][ln][=]  
显示[0.4342944]

### 指数 $10^x$ 、 $e^x$ 运算:

$$(1) 10^{1.23} = 16.9824$$

操作: [AC]1.23[INV][10<sup>x</sup>]显示[16.9824]

$$(2) e^{4.5} = 90.0171$$

操作: [AC]4.5[INV][e<sup>x</sup>]显示[90.0171]

$$(3) 5e^{-3} + 10^{0.4} = 2.76082$$

操作: [AC]5[×]3[+/-][INV][e<sup>x</sup>][+].4

[INV][10<sup>x</sup>][=]

显示 [2.76082]

### 幂 X<sup>y</sup> 与方根 X<sup>1/y</sup> 运算:

(1)  $5.6^{2.3} = 52.5814$

操作: [AC]5.6[X<sup>y</sup>]2.3[=]显示[52.5814]

(2)  $(78-23)^{-12} = 1.30511 \times 10^{-21}$

操作: [AC]78[-]23[=][X<sup>y</sup>]12[+/-][=]

显示[1.30511-21]

(3)  $4^{2.5} = 32$ ;  $0.16^{2.5} = 0.01024$ ;  $5.76^{2.5} = 79.6262$

操作: [AC]2.5[X<sup>y</sup>][X<sup>y</sup>]4[=]显示[32]

.16[=]显示[0.01024]

5.76[=]显示[79.6262]

注意此例的输入顺序与(1)、(2)例不同,并连续按两次[X<sup>y</sup>]键,这是定数幂运算的操作步骤所要求的。

(4)  $123^{1/7} = 7\sqrt[7]{123} = 1.98865$

操作: [AC]123[INV][X<sup>1/y</sup>]7[=]显示[1.98865]

(5)  $15^{1/5} + 25^{1/6} + 35^{1/7} = 5.09056$

操作: [AC]15[INV][X<sup>1/y</sup>]5[M+]25[INV]

[X<sup>1/y</sup>]6[M+]35[INV][X<sup>1/y</sup>]7[M+][MR]

显示[5.09056]

### 倒数 1/X 与阶乘 X! 运算:

(1)  $1/(1/3 - 1/4) = 12$

操作: [AC]3[1/X][-]4[1/X][=][1/X]显示

[12]

(2)  $1/(-12 + 5!) = 0.0092592$

操作: [AC]12[+/-][+ ]5[X!][=][1/X]显

示

[0.0092592]

(3)  $8! / (5! \times 3!) = 56$

操作: [AC]5[X!][×]3[X!][÷][÷]8[X!]

[=]

最后显示为[56]

本例题采用了定数除法的操作步骤,即按动两次[÷]键,随之输入的数便成为被除数,从而使运算更加简便。足见计算器的操作步骤并不是一成不变的,可根据每一题目的具体情况灵活掌握。

## 统计计算

在生产、管理以及科学实验中,常常需要对一些数据进行整理、分析,从而找出它们的内在规律性,这就需要用统计计算的方法。在统计计算中,一些统计量(即通过观测数据计算得出的一些数量特征,是观测数据的函数)的计算是比较麻烦的。然而,利用函数型计算器进行计算则很方便。函数型计算器一般能迅速地求出统计数据的平均值  $\bar{X}$ 、个数  $n$ 、总和  $\Sigma X$ 、平方和  $\Sigma X^2$ 、总体标准离差  $\sigma_n$ 、抽样标准离差  $\sigma_{n-1}$  等六

个统计量,以便用于定量分析。这六个统计量中的前四个( $\bar{X}$ 、 $n$ 、 $\Sigma X$ 、 $\Sigma X^2$ )意义比较明确,不再解释。下面简单介绍一下  $\sigma_n$ 、 $\sigma_{n-1}$  的意义。举例来说,甲、乙两射手打靶,他们各射击三发子弹,甲命中9、7、2环,乙命中6、6、6环,显然,他们的射击次数  $n$  都是3,总环数都是18,平均环数都是6。这是否能说明两人的射击本领相同呢?对于这个问题,我们一看就能得出明确的结论:乙射手的本领要比甲射手高明。因为甲三次击中的环数分散性很大,其中一次击中9环就带有偶然性。乙虽未击中在靶心(10环)附近,然而三次击中的环数相同,说明乙的技术水平稳定,假如调整一下准星,乙射手很可能还会把成绩提高。对于这样简单的问题,我们能进行直观分析。但是对于复杂的问题,例如在科学实验中记录的几十个、几百个观测数据,就无法进行直观分析了,这时就可利用标准离差公式进行计算。在上例中,甲的  $\sigma_n = 2.9439202$ ,乙的  $\sigma_n = 0$ ,甲的  $\sigma_n >$  乙的  $\sigma_n$ , $\sigma_n$  越大,说明分散程度越大。所以不管多么复杂的数据,都可以通过计算  $\sigma_n$  来了解它们的特征。

$\sigma_n$  和  $\sigma_{n-1}$  都是说明一组数据的分散程度的,

其中:

$$\sigma_n = \sqrt{[\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2/n]/n}$$

$$\sigma_{n-1} = \sqrt{[\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2/n]/(n-1)}$$

利用计算器计算这些统计量时,应首先按[MODE]键,至显示屏出现“SD”字样,便是处于统计计算的工作方式了。

例:根据下面一组实验数据计算  $\bar{X}$ 、 $n$ 、 $\Sigma X$ 、 $\Sigma X^2$ 、 $\sigma_n$ 、 $\sigma_{n-1}$ :

55、54、51、55、53、53、54、52

操作: “SD”[AC]55[M+]54[M+]51[M+]55

[M+]53[M+]53[M+]54[M+]52[M+]

[ $\bar{X}$ ]显示[53.375]

[ $n$ ]显示[8]

[ $\Sigma X$ ]显示[427]

[ $\Sigma X^2$ ]显示[22805]

[ $\sigma_n$ ]显示[1.3169567]

[ $\sigma_{n-1}$ ]显示[1.4078859]

以上我们简要介绍了 fx-2200 型袖珍电子计算器的功能和基本操作方法。由这个介绍可知,函数型计算器能够快速地完成科学实验和工程设计中很多复杂的应用计算,为我们的学习和工作带来很大的方便。不同类型的计算器的功能和操作方法都有些区别,但是只要熟练地掌握了一种计算器的操作方法,对于其它类型的计算器,经过仔细琢磨,也是不难掌握的。

# 数字式锅炉进煤进水计量装置

王德沅

为了便于计算锅炉燃烧效率,节约用煤,加强科学管理和开展劳动竞赛,我们试制了一种数字式锅炉进煤进水计量装置。它适用于各种工业锅炉,能对进煤进水量随时以数字形式显示出公斤数来。

## 基本工作原理

图1是计量装置的方框图。进煤计量部分的基本原理是:用光敏三极管从安装在锅炉炉排变速箱蜗杆上的光电圆盘上取出与进煤量成正比的光电信号,经计数脉冲形成电路整形和放大,再通过分频,转换成每一个脉冲相当于一公斤进煤量的计数脉冲,加到计数、译码、显示部分,就可以显示出“进煤量公斤数”。

进水计量部分是用水泵继电器通过消除抖动电路来控制一逻辑门的打开与关闭。当水泵继电器吸合、水泵进水时,逻辑门打开,脉冲发生器输出计数脉冲加到计数、译码、显示部分,只要按水泵单位时间内的实际进水量准确调整脉冲发生器所发出脉冲的重复频率,就能在显示器上正确显示出“进水量公斤数”。

框图中的定时抄录发讯电路和定时自动置零电路的作用是:在司炉工或值班记录员抄录进煤进水量的规定时间(如交接班时)前5~10分钟,喇叭中发出信号,及时提醒抄录数据,待到规定时间,将显示器自动置零,重新计量。这种方法适用于三班连续运行的锅炉,如果要减省一些费用,这两部分电路可以省去。

## 具体电路

计量装置的电原理图见图2。

1. 进煤量检测和计数脉冲形成电路,见图2中①号框。当光敏三极管BG<sub>1</sub>受到聚光电珠ZD<sub>2</sub>所发光照射时,BG<sub>1</sub>的内阻迅速减小,负载电阻R<sub>1</sub>上的压降增大,当压降达到JEC-2等组成的鉴幅电路(即射极耦合触发器)的触发门限电压时,JEC-2的输出(2端)由高电平迅速翻转到低电平。随着光电圆盘(图9)的旋转,BG<sub>1</sub>不断受到照光和遮光,JEC-2的输出就不断由高电平跳到低电平,又由低电平跳到高电平,从而输出一连串脉冲信号。这里,JEC-2既起到对光电信号进行整形放大的作用,又完成了计数脉冲形成的工作。

电路中,电阻R<sub>2</sub>和电容C<sub>2</sub>组成抗干扰电路,以防止外来感应干扰脉冲和光电圆盘的透光孔可能产生的“火焰式毛刺”干扰脉冲影响计数电路准确计数。R<sub>4</sub>是射极耦合触发器的射极公共反馈电阻。由于JEC-2的工作电压为12伏,而稳压电源输出为直流24伏,故用R<sub>5</sub>

表1

煤闸门开口高度	分频数	光电圆盘转一圈的进煤量	圆盘数
16厘米	10	4公斤	40
13.3厘米	12	3.33公斤	40
10.7厘米	15	2.67公斤	40
10厘米	16	2.5公斤	40
8.9厘米	18	2.22公斤	40

降压,并经稳压管DW<sub>1</sub>和电容C<sub>1</sub>、C<sub>3</sub>等稳压平滑后再供使用。

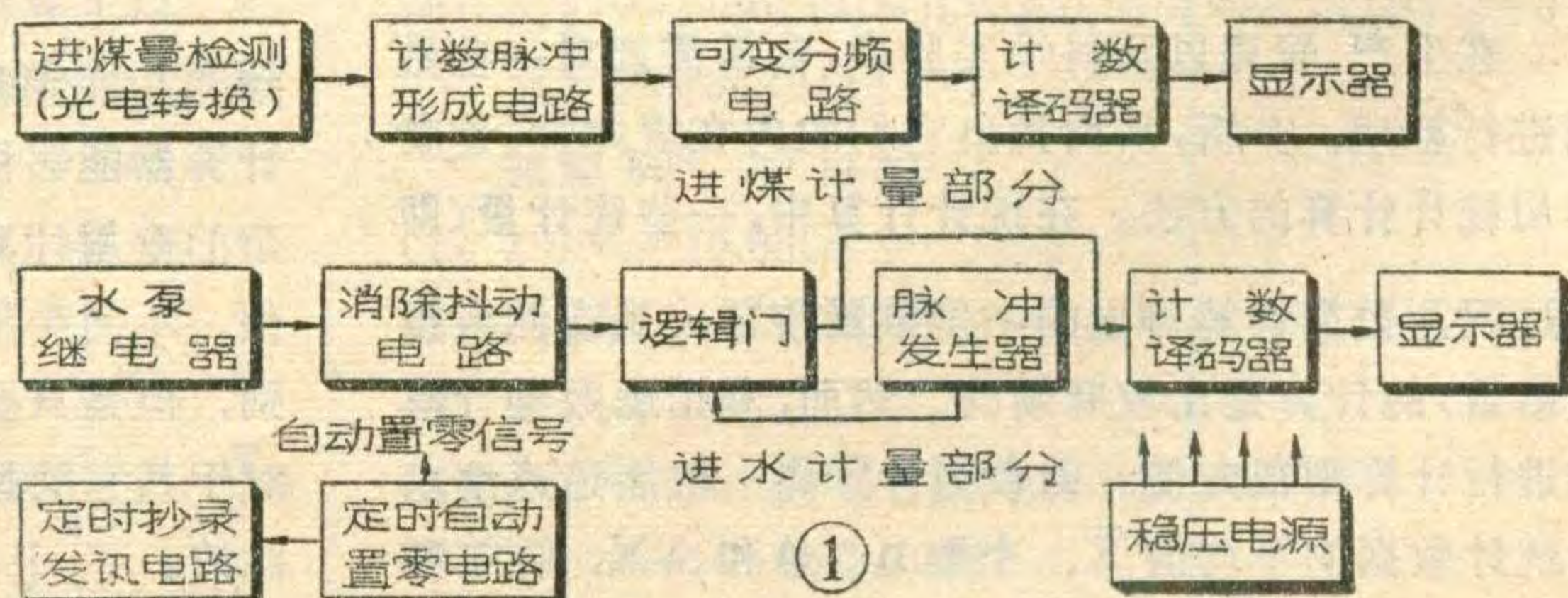
2. 可变分频电路。锅炉的单位时间进煤量除取决于炉排运行速度外,还和煤闸门开口大小有关。因为这个装置的煤计量信号是从炉排运转变速箱取得的,所以当煤闸门开口变化时还要把这个因素考虑进去,同时为了使数码管显示出的进煤量直接以整数公斤为计量单位,为此用了一级分频电路。当煤闸门在不同的开口高度时,采用不同的分频数进行校正,就能达到准确计量的目的。

分频电路可用上海元件五厂生产的5G657 PMOS集成电路或其他厂生产的类似功能的电路组成。图3画出了用5G657作各个进制计数器来代替作各次分频的连线图,使用效果很好。

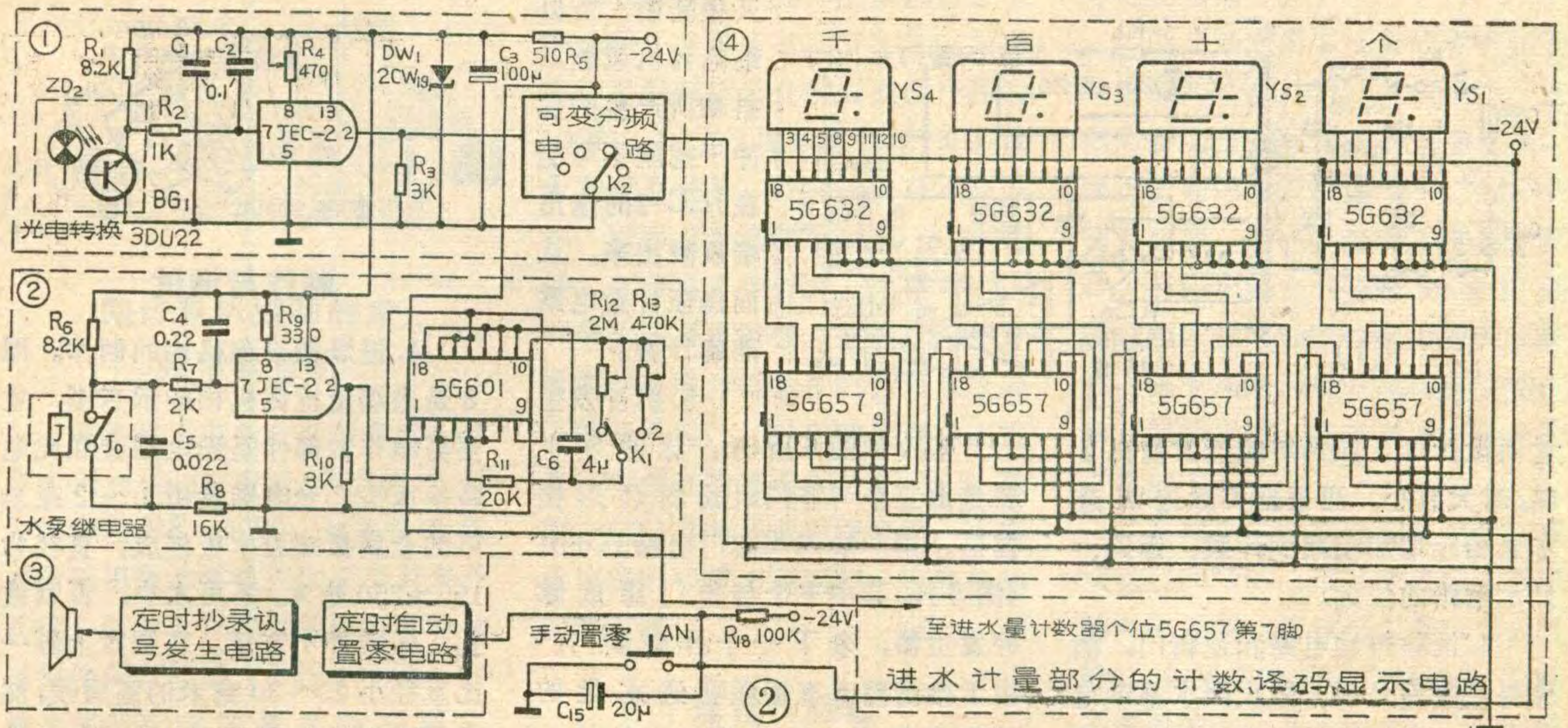
如果煤闸门开口高度经常在2~3个档间(如10、13.3、16厘米等)变化,可用2~3块按不同分频数连接的5G657,由与煤闸门调节手柄连动的开关(K<sub>2</sub>)切换而跟着变动。

不同煤闸门开口高度时所要求的分频电路分频数可按下式计算:  

$$f_d = \frac{JM_{max}(kg)}{JM_x(kg)} \times 10$$
 式中f<sub>d</sub>—分频数;JM<sub>max</sub>—最大煤闸门开口高







度时，光电圆盘转一圈的进煤量； $JM_x$ —欲求分频数的煤闸门开口高度时，光电圆盘转一圈的进煤量。表 1 列出了一种 2 吨/时快装锅炉煤闸门开口高度与相应的分频电路分频数对照表，供参考。应该注意：测定光电圆盘转一圈所对应的进煤量时，要在各个不同煤闸门开口高度的情况下，用不同煤种、单独和混合起来，多测几次，最好能测定光电圆盘转 5~10 圈的进煤量，然后求其平均值。也可以只测定煤闸门开口高度单位变化量与光电圆盘转一圈的进煤量对应变化关系，然后按比例计算不同煤闸门开口时的进煤量。例如，煤闸门开口在 16 厘米时，光电圆盘转一圈进煤量为 4 公斤；15 厘米时为 3.75 公斤；14 厘米时为 3.5 公斤。即煤闸门开口每减小 1 厘米，进煤量相应减少

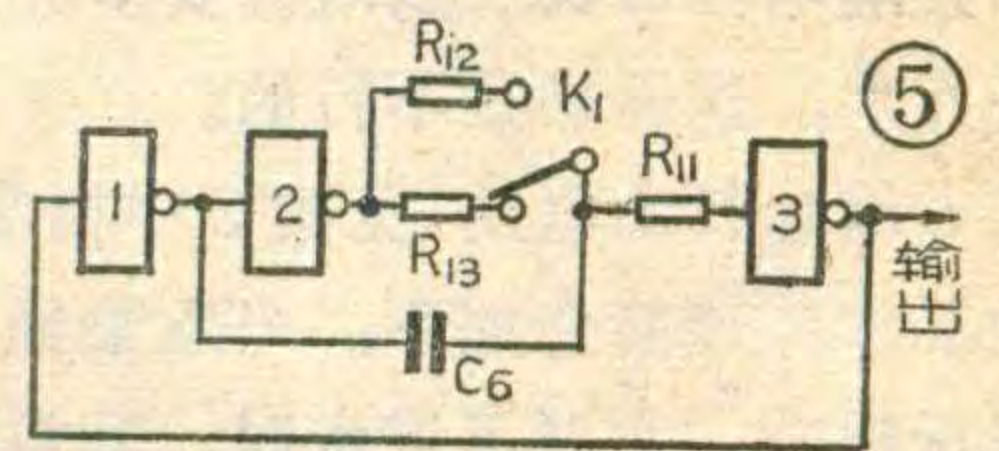
0.25 公斤。其余可用计算类推。注意选定的分频数最好是整数（见表 1），以便于每个煤闸门开口档只用一级或二级分频电路，不然将产生一定计量累计误差。

3. 计数、译码、显示电路。图 2 中④号框是进煤计量部分的计数、译码、显示电路。进水计量部分的和它是完全一样的，图 2 中略去未画。

计数电路由四位十进制计数器组成，每一位只要用一块 5G657 就可以连成十进制计数电路。当在 5G657 的计数输入端（CP 端）加入计数脉冲时，其输出端（QA、QB、QC、QD）就输出相应的二—十进制代码的计数结果。所有 5G657 的置零端（R 端）都连在一起并和按钮 AN<sub>1</sub> 连接，当调试和检修时，按下 AN<sub>1</sub>，计数器全部置零。另外也可以用“定时自动置零电路”来控制（图 2 中③号框）。

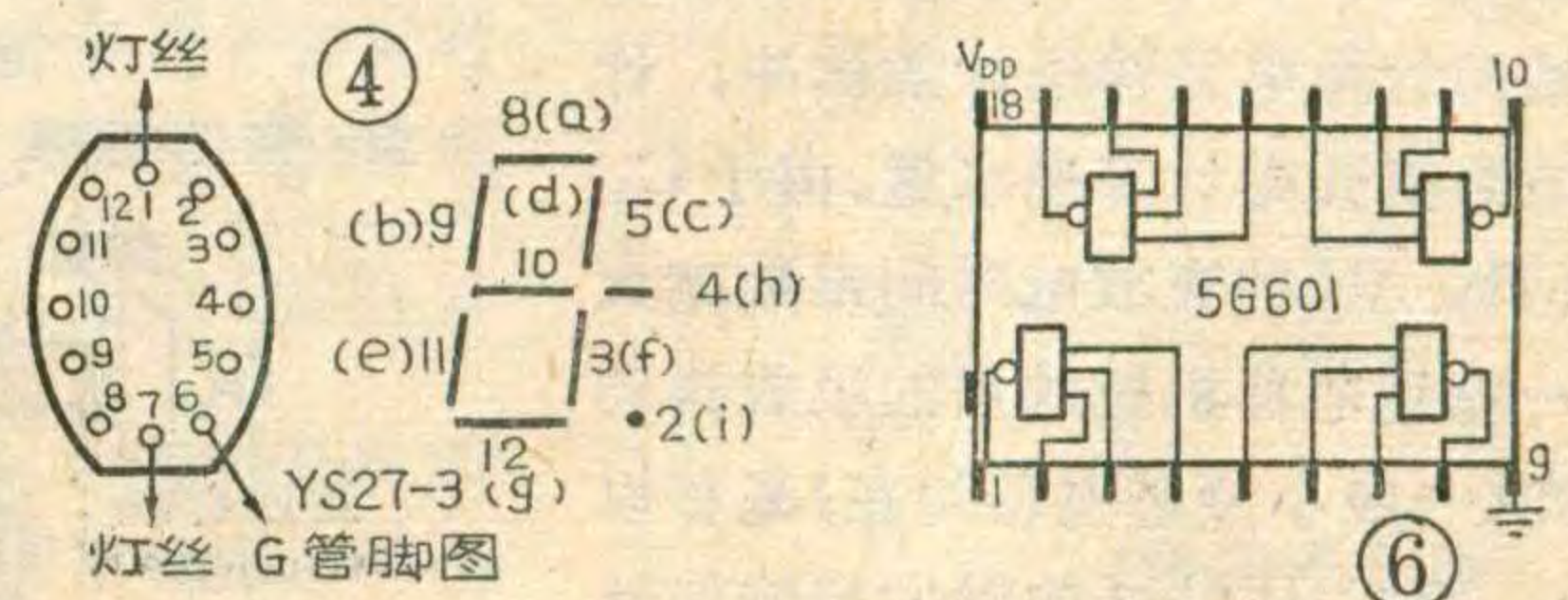
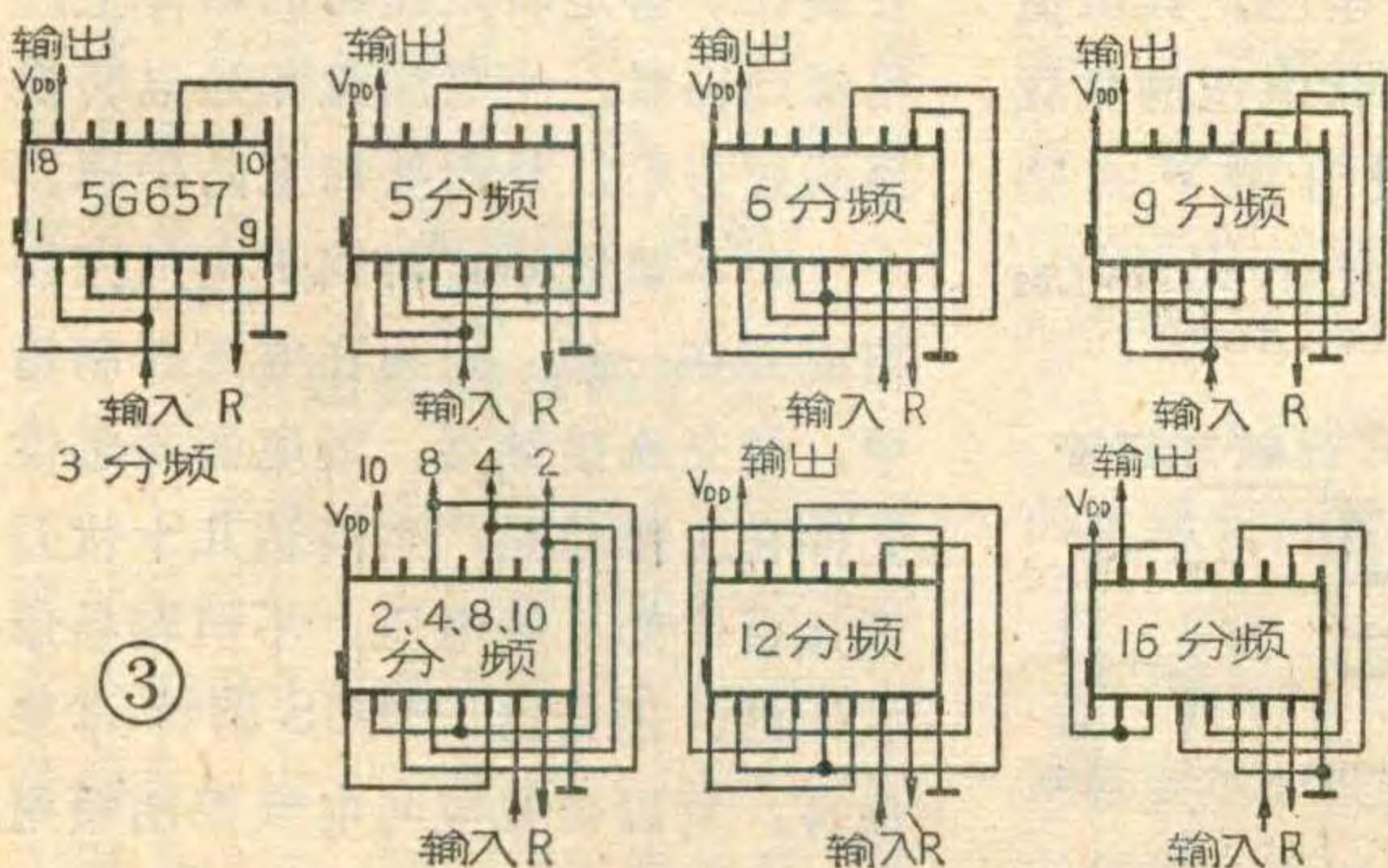
调试时应注意：由于 5G657 是脉冲前沿触发的，因此计数器是在 BG<sub>1</sub> 由受光转到遮光时才翻转计数的，而不是在由遮光变到受光的时刻。

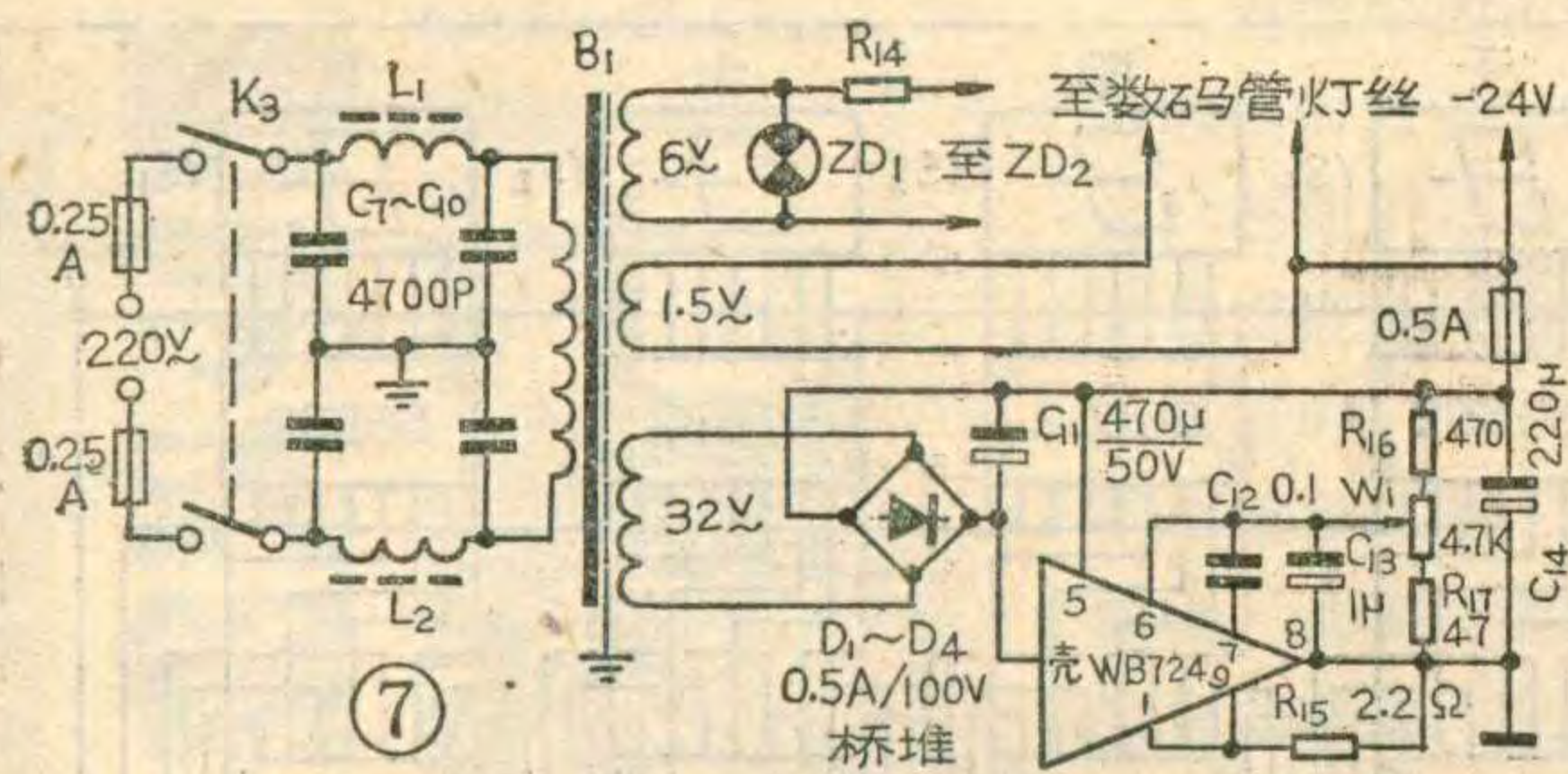
译码电路由二—十进制荧光数码管译码器 5G632 组成。每一位



也只要用一块 5G632 就可以了。从 5G657 计数器输出的二—十进制代码直接加到 5G632 的输入端，5G632 的输出就能直接驱动荧光数码管显示出 0~9 数字。我们用的是 YS27—3 型端面荧光数码管，管脚图见图 4，图中 G 为栅极，应接地，灯丝两端接交流 1.5 伏，其中一端另接 -24 伏端。

本装置进煤进水的最大计量数为 9999 公斤，这是根据蒸发量为 2 吨/时快装锅炉的每班进煤进水





又很陡峭，所以继电器机械触点抖动所产生的脉冲干扰就不可能在JEC-2的输出端反映出来，从而保证计数电路准确计数。

量而设计的。如锅炉的蒸发量比2吨/时大或小，可根据实际进煤进水量相应增加或减少计数、译码、显示电路的位数。

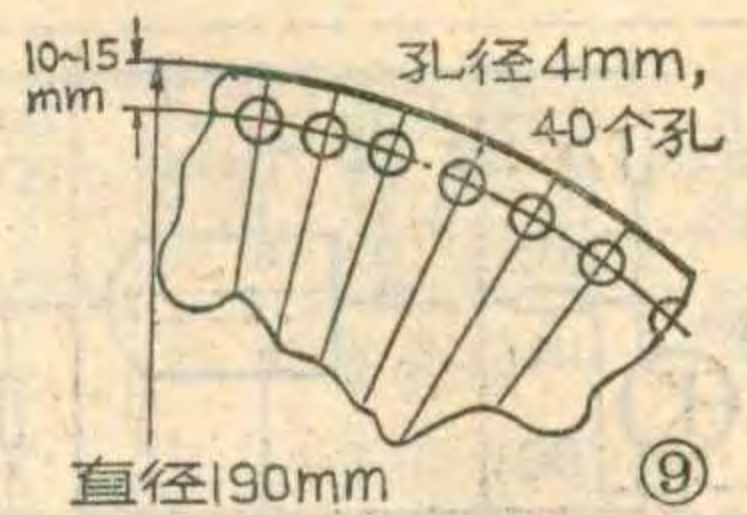
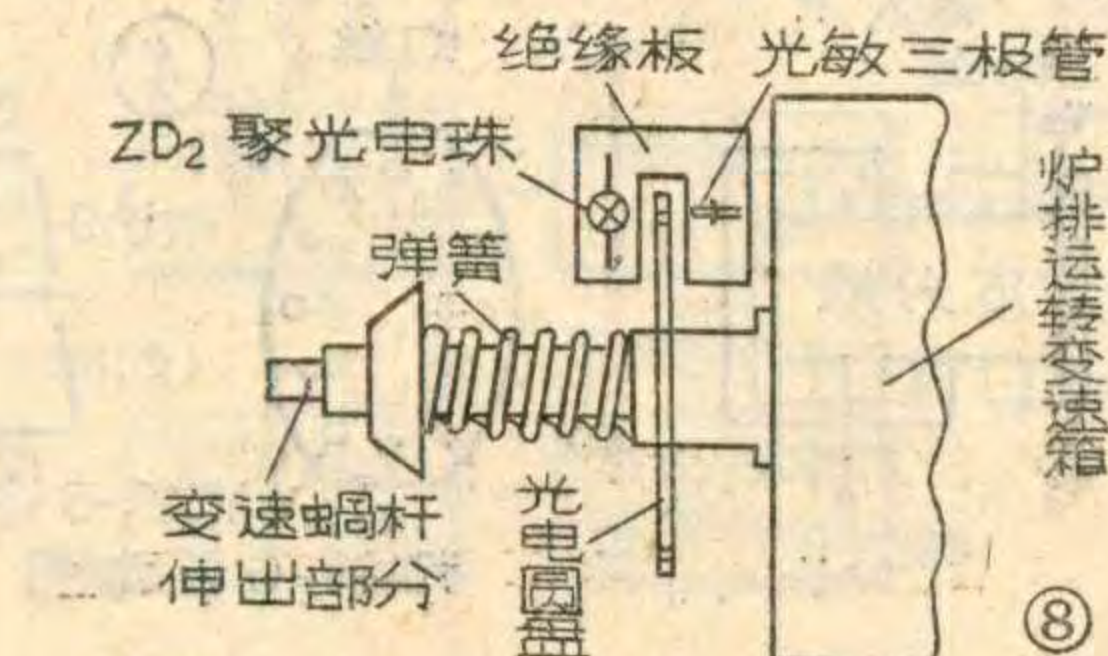
4. 消除抖动电路和逻辑门。消除抖动电路是用来防止因水泵继电器触点的机械抖动而引起的计数器乱计数现象。因为继电器触点在吸合和释放时会产生机械抖动，使触点瞬时通断多次。如果直接用继电器触点去控制逻辑门，会使逻辑门随触点机械抖动在瞬时开闭多次，这就相当于计数电路在瞬时输入了多个计数脉冲，从而使计数电路在水泵继电器每次吸放时都要多计几公斤水，这显然是不行的。

消除抖动电路(见图2中框②)的工作原理简介如下：当水泵继电器没吸动，水泵不进水时，其常闭触点 $J_0$ 闭合，24伏电压通过电阻 $R_6$ 、 $R_7$ 向电容 $C_4$ 充电。当 $C_4$ 两端电压达到JEC-2的输入触发门限电压(约2.2伏)时，JEC-2的输出变为低电平，这个低电平封锁了逻辑门，使脉冲发生器的输出脉冲不能加到计数电路，计数电路不工作。当水泵继电器吸动，水泵进水时，触点 $J_0$ 打开，电容 $C_4$ 通过 $R_6$ 、 $R_7$ 等放电，待 $C_4$ 上的电压低于JEC-2的输入门限电压时，JEC-2迅速翻转，输出变为高电平，这个高电平打开逻辑门，脉冲发生器就开始向计数电路输送计数脉冲，计数电路就开始计算进水量。由于 $C_4$ 、 $R_6$ 、 $R_7$ 、 $R_8$ 的充放电时间常数甚大于一般继电器机械触点的吸放抖动时间(一般小型继电器约在1毫秒以下)，同时JEC-2的触发翻转特性

5. 脉冲发生器。如图5所示，脉冲发生器是由三个与非门组成的环形振荡器。用一块四与非门电路5G601(图6)，其中三个与非门组成脉冲发生器，余下一个作逻辑门。由于振荡频率直接影响进水量的计量准确度，因此图5中的 $R_{12}$ 、 $R_{13}$ 、 $C_6$ 不但要用质量较好的电阻、电容，而且要根据锅炉的进水量来决定它们的数值。计算式为： $RC = 1500/JS_{10m}$ 。式中， $JS_{10m}$ 是进水泵10分钟的进水量，单位公斤，需实际测定或查锅炉技术资料。例如已知 $JS_{10m} = 375kg$ ，如 $C$ 取 $4\mu F$ ，则 $R = 1500 / (375 \times 4 \times 10^{-6}) = 10^6 \Omega$ ，可用 $1.5 \sim 2M\Omega$ 的微调电位器经过调试确定。

一般锅炉上的进水泵都有两套，其中一套备用。两套进水泵的单位时间进水量往往不同，因此在换接水泵时，脉冲发生器的振荡频率也要相应改变。图5中的转换开关 $K_1$ 就是用来改换振荡频率的。

6. 电源部分(图7)。主要是一个24伏的稳压电源，用上无七厂生产的WB724H集成稳压电源等组成。需要指出一点，即电路中 $R_{15}$ 是稳压电路的过载保护电阻，其阻值应根据整个装置的24伏电压的负载电流大小而走。一般可用下式估算： $R_{15} = (0.2 \sim 0.4) / I_{LM}$ ，式中 $I_{LM}$ 为最大负载电流。



## 制作与调试

1. 进煤量检测机构的制作。图8是进煤量检测机构的示意图，主要需制作的部件是光电圆盘和光电转换探头。光电圆盘用1~2毫米厚的金属板或胶木板制成，直径为190~250毫米，不可太小，否则钻孔、安装都不方便。在圆盘上画一比直径小20~30毫米的圆周线，然后将圆周线作X等分，钻X个孔作透光用，如图9所示。X由所使用的最大煤闸门开口高度时，光电圆盘转一圈的进煤量决定。例如，本装置所使用的最大煤闸门开口高度为16厘米时，光电圆盘转一圈的进煤量为4公斤，按理说钻4个孔就可以了，但为了提高计量准确度，同时考虑到有时计量出来的数值带小数(例如进煤量为3.2公斤，就无法在光电圆盘上钻出3.2个孔)，一般是将这样算出来的打孔数扩大10倍或100倍，再用分频电路来校正到所需的数值。

光电转换探头主要由电珠 $ZD_2$ 、光敏管 $BG_1$ 等组成。将 $BG_1$ 安装在绝缘板平面上，对准光电圆盘的圆周线，板缺口对面安装 $ZD_2$ ， $ZD_2$ 的发光亮度应尽可能暗些，以延长电珠的使用寿命。发光亮度用 $R_{14}$ 来调节。光电转换探头安装在炉排运转变速箱的箱体上，用螺丝固紧。光电圆盘和光电转换探头装好后，外面要加上防护罩。

2. 本装置不宜与锅炉电气控制箱混装在一起。因为在电气控制箱中，像交流接触器、继电器等感性元件在工作时能产生高达几十伏乃至几百伏的反峰电压，不但容易形成干扰，还会给PMOS器件带来损害。所以装置应与电气控制箱用金属屏蔽板隔开，并相隔一定距离。



## 微计算机控制的全频带收音机

日本松下电气公司研制成一种具有调频/长波/中波/短波的全频带收音机 RF—9000。这种收音机由于采用微计算机控制而具有多种功能。微计算机控制的锁相环综合电路使调谐频率为每档 100Hz，在整个频带范围内最多能分辨出 299550 频道，这意味着它能清晰地接收大约三十万个不同的电台，如果世界上有这样多的电台存在的话。到目前为止，这样高的分辨力，只有一些需要复杂操作的专用接收机才能达到。RF—9000 是为普通消费者使用而设计的，甚至短波双向通信和单边带信号也很容易接收。

RF—9000 还可以用数字频率显示进行直接选台，可以对 15 个电台实行预调谐，并可按存贮扫描方式选择预调台，也可以用直接接触方式选取任一频段，还可以用光电慢/快旋转系统进行人工调谐。

当使用者要固定收听某些节目或是预先知道将要广播的特别节目的具体时间时，微计算机的程序控制功能将保证使用者按时收到他最喜欢的节目而不会失误。预先安排有六种时间表（即每天自动，每周一次，仅本周一次，每天一次，每天两次，以及每周两次），可供使用者选用。（蒋泽仁 编译）

## 新型磁光磁盘存贮器

日本国际电信电话研究所研制成功采用钆、铽、铁三元合金薄膜制成的磁光磁盘存贮器。这种合金薄膜具有以下特点：（1）磁化方向与膜面垂直，因此存贮密度高，用

它制成的磁光磁盘存贮信息密度可高达每平方厘米五百万比特（为现在市售用磁记录介质制成的产品的 10 倍）。（2）仅用数毫瓦（历来需数十至数百毫瓦）的光能就可录制信息，因而有可能使用半导体激光器。（3）具有杂音小、光再现输出功率大的读出特性。使用新记录介质制作的磁光磁盘存贮器还具有如下的新机构：（1）自动焦点控制机构，可使光的焦点自动对准磁盘面。（2）自动磁道跟踪机构，当磁盘旋转时即使出现模糊，也能自动跟踪读出。（山）

## 球拍传感器

美国研制了一种内装传感器的网球球拍。当球落在球拍的网线上时，传感器立即发出信号，帮助训练运动员用球拍中心部位或适当的部位击球，以改进球艺。网线涂以碳黑化合物或绕上细金属丝便可导电。当网球打在球拍线上时，即改变了局部电阻或电容，这种变化触发装在球拍柄内的小型电路，发出控制声音的音量和音调的组合脉冲使运动员在打球时能及时听到对自己动作的“是”或“否”的反映。该系统也适用于板球、乒乓球和棒球。（平）

## 用两根天线消除调频干扰

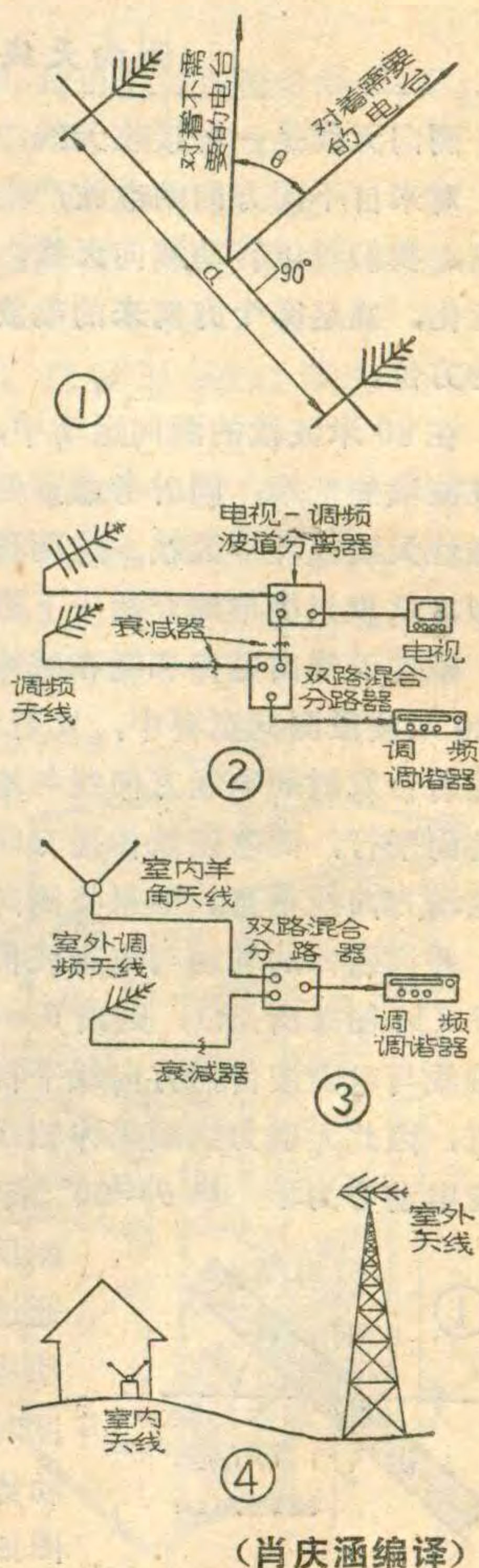
在接收与较强的本地电台相邻波道或相同波道的远地调频电台时可以通过安装一根辅助天线来削弱调频干扰。将两根独立的接收天线这样连接：使需要的信号同相相加，不需要的信号反相相减。这样，需要的信号被加强，不需要的信号被削弱或消除。这种天线称作“相位抵消”天线系统。

图 1 为两电台不在同一方向时的天线安装图。两天线间的距离  $d = \frac{300}{2f \sin \theta}$ （米）。其中  $f$  (MHz) 为不需要电台的频率， $\theta$  为两电台间的夹角。连线都采用同长度、同型

号的同轴电缆。

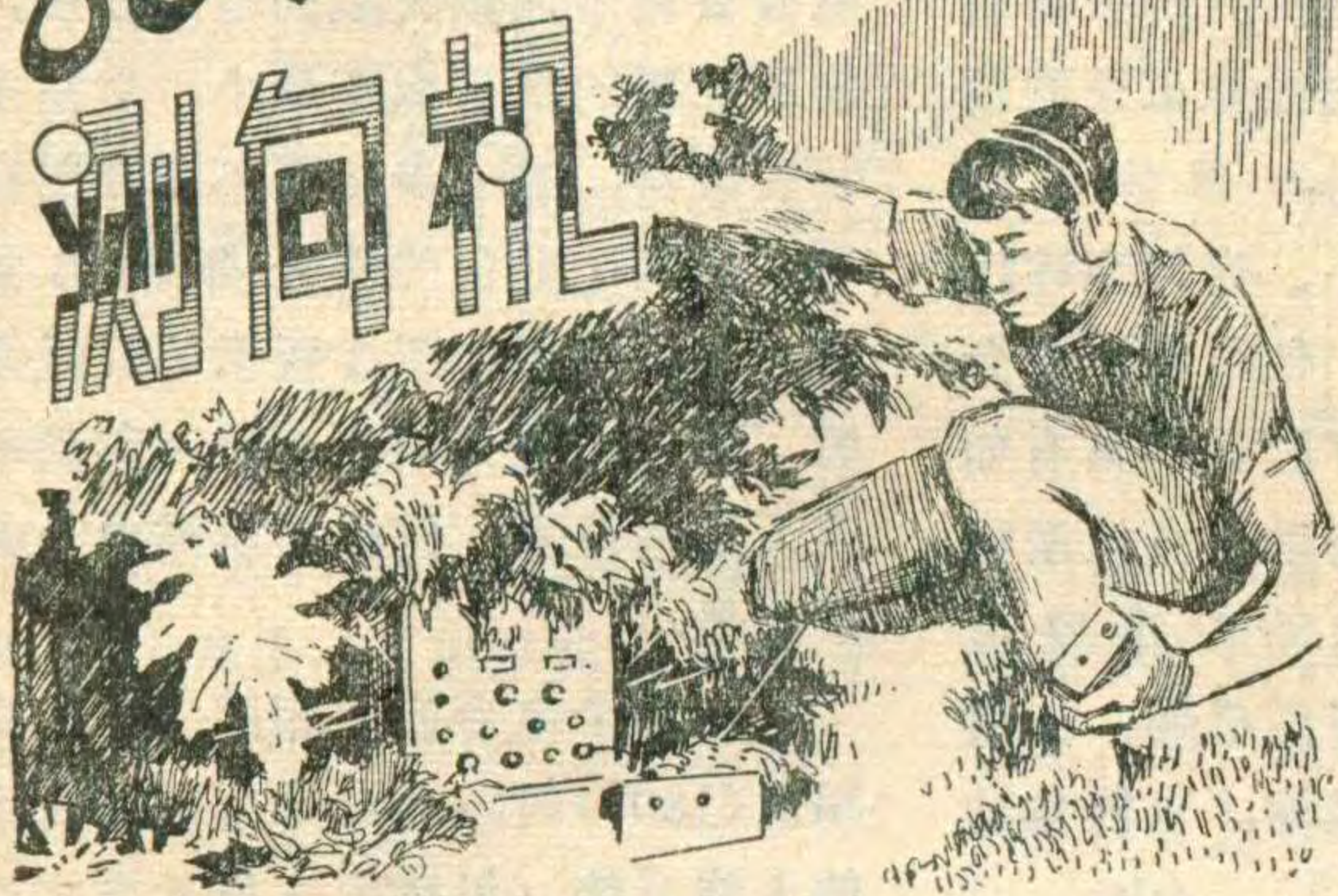
图 2 是利用电视天线和调频天线组成的“相位抵消”天线系统。这里需要调节调频天线的电缆长度，使不需要的信号减至最小，然后安装衰减器，进一步减弱不需要的信号。当两个电台的信号都相当强时，可以使用如图 3 所示的天线系统，调节调频天线衰减器和移动羊角天线的位置，使得对所需电台的干扰最小。

当两个电台方向相同（0°）或相反（180°）时，可以采用图 4 所示的天线系统（仍按图 3 所示方式连接）。如果需要的电台是远地台而不需要的电台是本地台时，这样室外天线同时收到两个台的信号，而室内天线只收到本地台的信号，通过调节衰减器和移动室内天线位置，取得最佳接收效果。



（肖庆涵编译）

# 80米波段测向机



闻立明

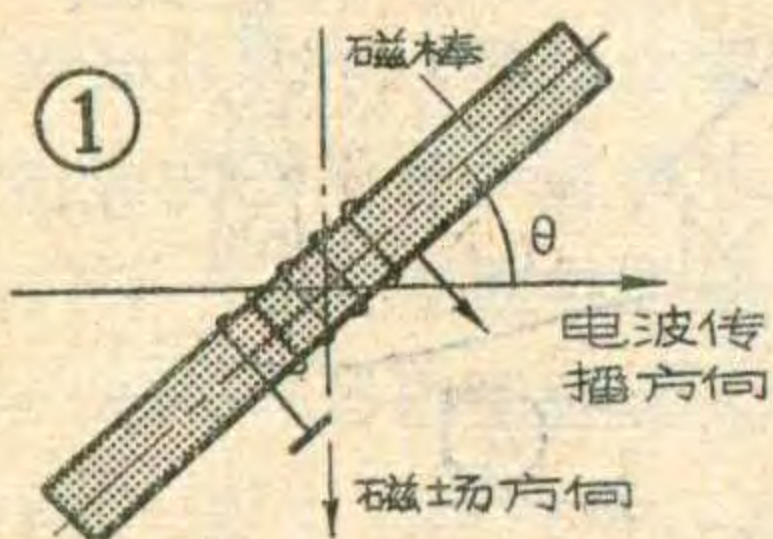
测向机实际上是一部安装了测向天线的小型无线电收音机，其工作原理与一般收音机大致相同。本文将向你介绍80米波段测向机的简单工作原理和制作方法。

## 测向天线

测向天线是一种接收天线，它具有一定的方向性，对来自不同方向的电波产生不同的感应电动势，因此，我们可以转动测向天线，根据天线感应电动势的变化，确定哪个方向来的电波最强，从而确定发射台的方位。

在80米波段的测向运动中，由于工作频率处于短波波段的低端，同时考虑到便于携带和使用，多使用磁性天线或环形天线。这两种天线的工作原理基本相似，这里只简单地介绍一下磁性天线的测向原理。

磁性天线由磁棒和绕在磁棒上的天线线圈组成。在80米波段测向竞赛中，发射台使用垂直极化波，即发射台发射的电场方向线与地面垂直，磁场方向线与地面平行，而电磁波传播方向线与地面平行，并与其磁场方向线垂直。如果将测向机磁棒与地面平行放置，并设磁棒的轴线与电磁波传播方向线之间的夹角为 $\theta$ （如图1所示），则当 $\theta=0^\circ$ 或 $\theta=180^\circ$ 时，磁棒轴线与电磁波传播方向线平行，亦即与磁场方向线垂直，因此无磁力线顺磁棒轴线通过磁棒线圈，线圈感应电动势为零；当 $\theta=90^\circ$ 或 $\theta=270^\circ$ 时，情况则相反，磁力线顺磁棒轴线通过磁棒线圈，线圈中感应电动势最大；当 $\theta$ 为其它角度时，也有一定的感应电动势产生。画出它的方向图如图2所示。



相反，磁力线顺磁棒轴线通过线圈，线圈中感应电动势最大；当 $\theta$ 为其它角度时，也有一定的感应电动势产生。画出它的方向图如图2所示。

从图2可以看出，当 $\theta=0^\circ$ 或 $\theta=180^\circ$ 时，磁性天线上无感应电动势，因此这两点称为“哑点”。在测向中，只要转动磁性天线，找出“哑点”，此时，发射台必定位于磁棒轴线所指示的这条直线上，这就是通常所说的“哑点测向”或“测双向”。

由于“哑点”有两个，所以“哑点测向”只能指示电台所在的直线，并不能确定电台位于这一条直线的哪一端，因此，为了确定电台方位，还必须用直立天线。

直立天线在水平平面上不具有方向性，对从任何方向上传来的电波，都有同样的感应电动势，其方向图见图3。

把磁棒天线和直立天线组合起来使用，当两个电势合成时，在满足振幅相等、相位相同的条件下，就可以得到图4所示的合成方向图。合成方向图呈心脏形，也叫大音面。大音面就指出了电台方向。若直立天线为负值，仍可得到一心脏方向图，只不过反转了 $180^\circ$ 。

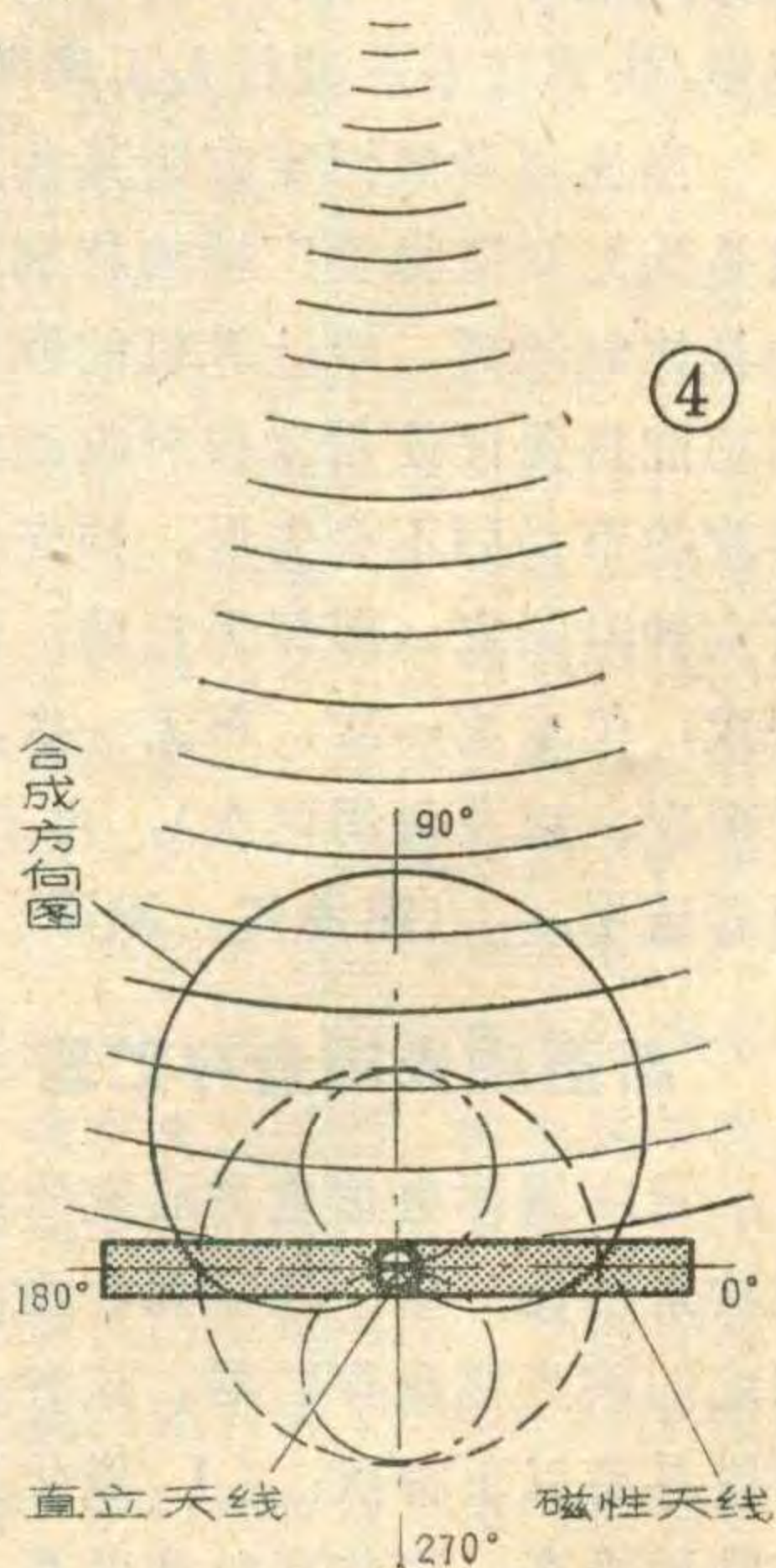
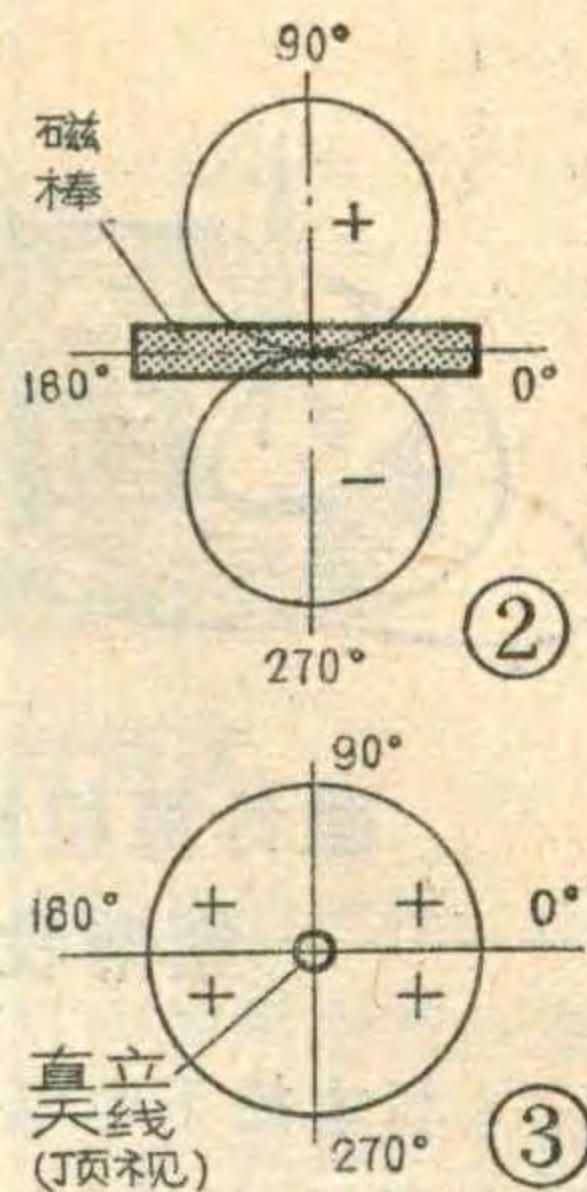
测向时，一般先用磁棒天线测双向，然后加上直立天线，再旋动磁棒天线，只有一个方向声音最小或无声，也只有一个方向声音最大即大音面，这就可定出所找电台的方向。

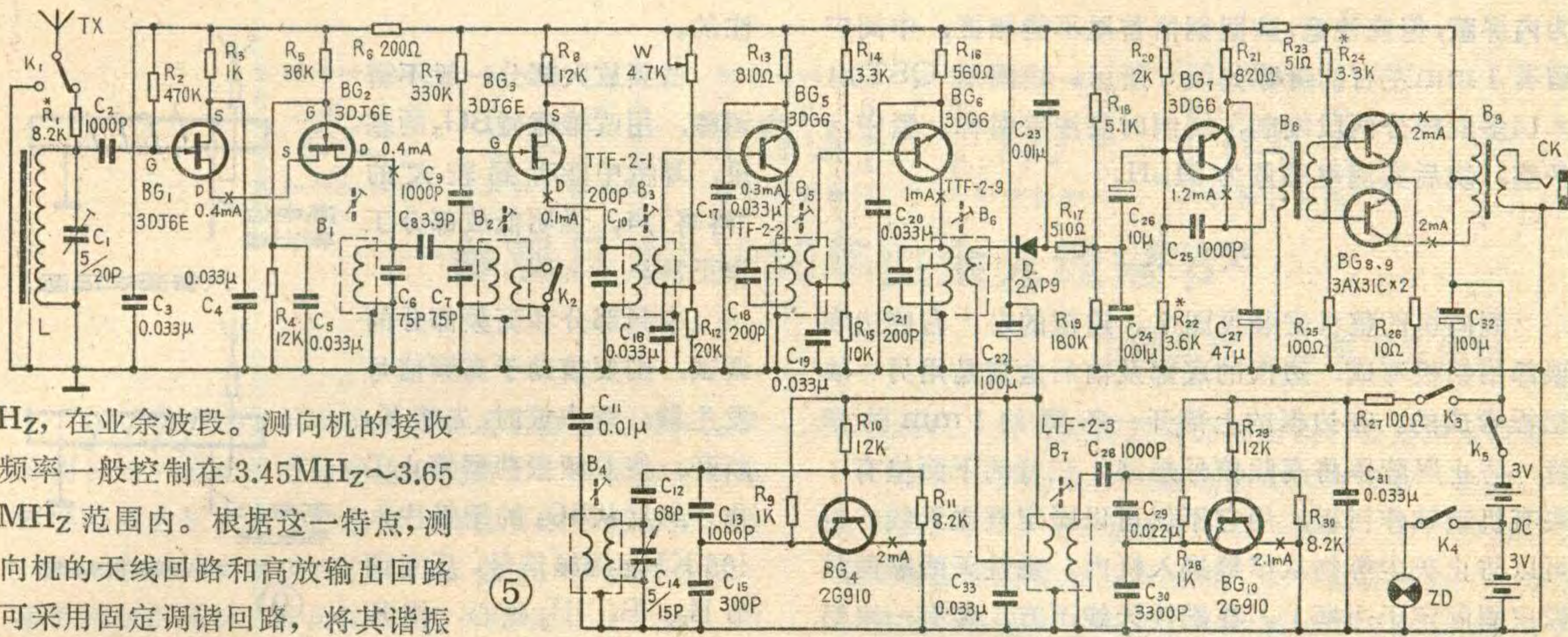
## 测向机电路

测向机电路见图5，和收音机电路基本一样，但是由于测向机是用来寻找隐蔽电台的，所以，它还有自己的电路特点。

要能听到远在几公里以外、发射功率仅为0.5~3瓦的隐蔽电台发出的信号，测向机要有较高的灵敏度，为此，本机有两级高频放大器，由BG<sub>1</sub>、BG<sub>2</sub>等组成。BG<sub>1</sub>、BG<sub>2</sub>采用场效应管，由于场效应管输入阻抗高，天线回路可直接耦合至BG<sub>1</sub>。

按照竞赛要求，隐蔽电台的工作频率为3.5MHz~3.6MHz





H<sub>Z</sub>, 在业余波段。测向机的接收频率一般控制在 3.45MHz~3.65MHz 范围内。根据这一特点, 测向机的天线回路和高放输出回路可采用固定调谐回路, 将其谐振频率调整在竞赛波段的中心频率 3.55MHz 上。这就不需用三联可变电容器, 不必进行跟踪统调了。当然这样作也会使测向机在整个工作频率范围内灵敏度不够均匀, 为此, 高放输出电路采用了电容耦合式双调谐回路, 以获得双峰式频率特性。

考虑到测向运动中, 测向机接收到的电台信号因离发射台距离不同而变化悬殊, 信号过强将不易辨别方向, 为此加了近距离衰减开关 K<sub>2</sub>。当信号过强时, K<sub>2</sub> 闭合, 将 B<sub>2</sub> 次级短路, 降低了高放级增益, 避免因信号过强造成后级阻塞。同时根据 K<sub>2</sub> 闭合后听到的信号强弱, 可以大致估计出是否到达发射台附近。

本机采用独立本机振荡器, 由 BG<sub>4</sub> 等组成电容三点式振荡器, 振荡频率为 3.915MHz~4.115MHz。

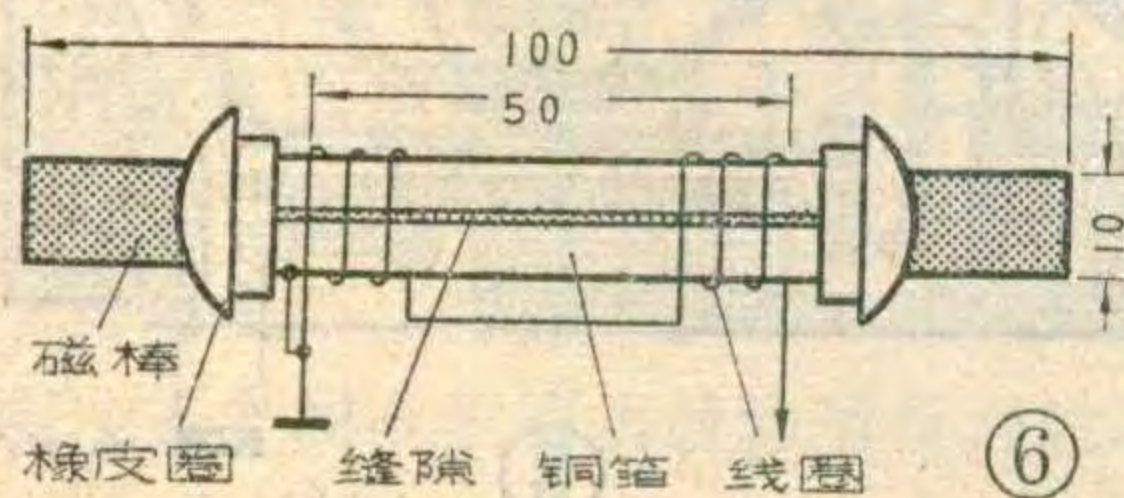
BG<sub>5</sub> 等组成混频级。  
BG<sub>5</sub>、BG<sub>6</sub> 组成两级中放, 与收音机不同的是这里没有自动增益控制电路。因为测向机要求当外来信号强弱变化时, 测向机的输出会随之变化, “大音面”和哑点才有明显区别。

在 80 米波段测向竞赛中, 发射台发射的是等幅电报信号, 因此, 测向机有差频振荡器 (BG<sub>10</sub> 等组成), 产生一个与中频频率相差约 1KHz 的等幅信号, 加至检波二极管 D, 以便对中频信号进行差拍检波。

低放、功放级与收音机相同。  
此外, 本机装有照明装置, 选用 2.5 伏聚光电珠。这给寻找隐蔽在暗处的电台带来了方便。

元器件选择

BG<sub>1</sub>、BG<sub>2</sub>、BG<sub>3</sub> 选用结型 N 沟道场效应管,



要求跨导 g<sub>m</sub> 不低于 1000 μS, 饱和漏源电流 I<sub>DSS</sub> < 1 mA, 夹断电压 V<sub>P</sub> < 2V。

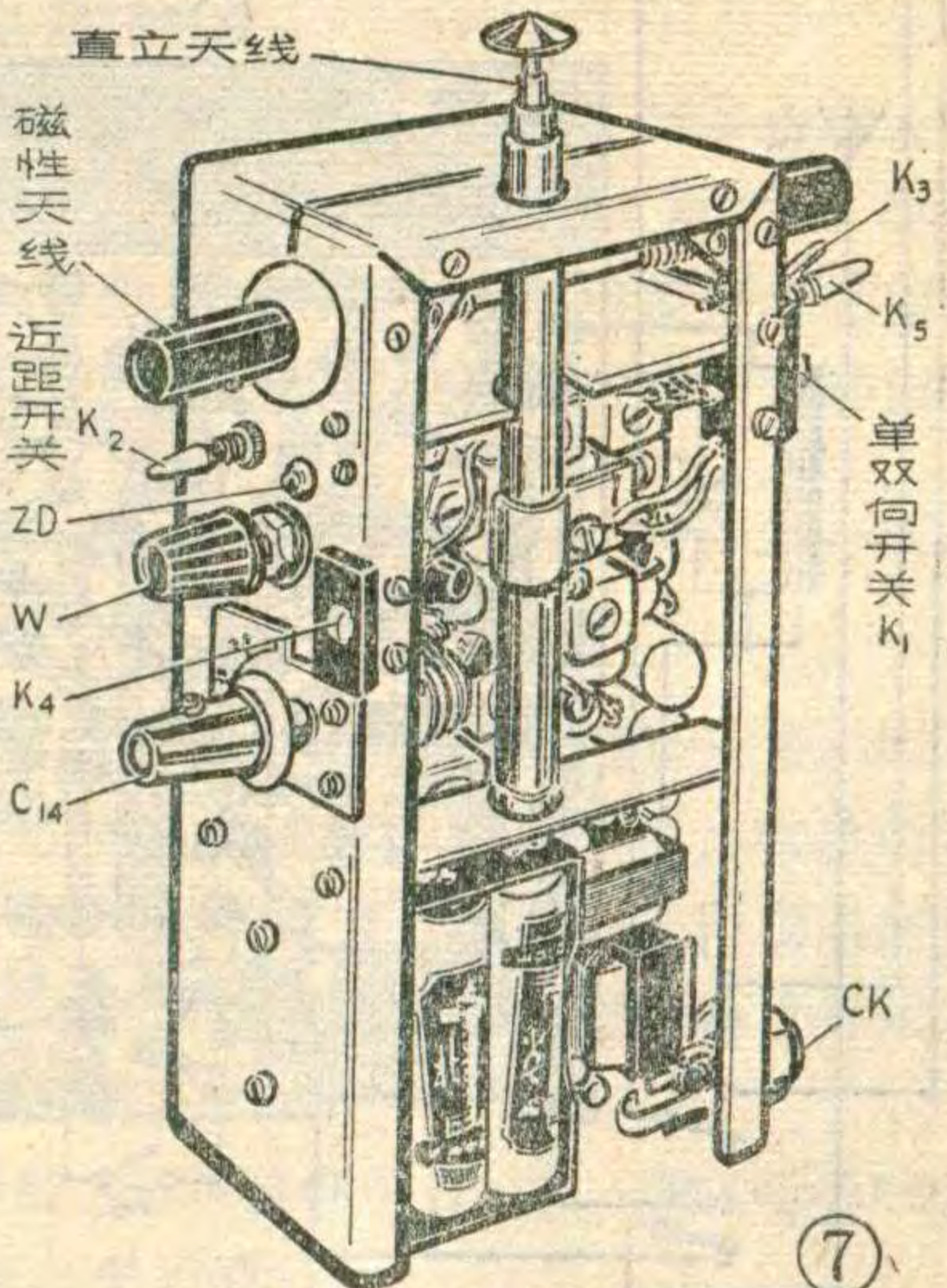
BG<sub>5</sub>~BG<sub>7</sub> β 为 70~120。BG<sub>4</sub>、BG<sub>10</sub> 的 β 为 100~150。BG<sub>8</sub>、BG<sub>9</sub> 要配对, β 为 50~100, 穿透电流 I<sub>ceo</sub> < 200 μA。

机中电阻均为 1/8 瓦。除电解电容外, 固定电容可用损耗较小的陶瓷电容器。本机振荡器和差频振荡器所用的电容温度系数应尽量小, 否则将造成收报时音调不稳。C<sub>1</sub> 用 CCW3-2 型瓷介微调、C<sub>14</sub> 用 CW<sub>5</sub> 型空气微调。

线圈 B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>4</sub> 均用短波振荡线圈 SDZ4, 其中 B<sub>1</sub> 的次级空着不用, B<sub>4</sub> 的次级改为一匝, 可先将 B<sub>4</sub> 的原次级挑断, 再用 φ0.12 漆包线绕上一圈。B<sub>8</sub> 用半导体收音机输入变压器, B<sub>9</sub> 则根据所用耳机阻抗加以改绕, 当配用 400Ω 耳机时, 初级用 φ0.12 漆包线双线并绕 140 匝, 次级用 φ0.11 漆包线绕 770 匝。

直立天线用 φ10×100mm 的 10 节拉杆天线, W 用 WH5-1 型碳膜电位器, K<sub>2</sub>、K<sub>3</sub>、K<sub>5</sub> 用 KNX 小型钮子开关, K<sub>1</sub>、K<sub>4</sub> 用 KWX 小型微动开关; CK 用 CKZ2 型中型插孔。

磁性天线是测向机的关键部件, 磁棒选用长一些的, 天线效率较高, 但太长, 在运动中容易碰断, 我们用 Y10×100mm 短波磁棒。为改善方向性, 在磁棒与线圈之间垫上一层厚度为 0.1 mm 的铜箔作



为内屏蔽,但应注意,这圈铜箔首尾不能相接,中间应留有1mm左右的缝隙如图6所示。线圈用QST0.1×14多股线分两段绕制,绕制时要注意对称、紧密、平整,绕后实测电感量为34μH。

### 安 装

测向机的整机安装见图7。边框的左、右侧边和顶部用铝板弯成,边框的底部及前后盒盖是用另一块铝板弯成的。在边框的上部开一条宽约1mm的窄缝,防止屏蔽罩将高频信号短路,在缝的下面垫有一块有机玻璃作衬板,用它不仅可以固定直立天线,也可以防止灰尘等物从窄缝进入机内。磁性天线靠两只橡皮圈固定于边框上。在磁性天线下方,装有一块铝板作隔离板,将收信部分与天线部分隔开。隔离板上铆有一块直角铜弯脚,用来固定C<sub>1</sub>。在边框上部的四角铆装攻有螺纹的黄铜角板,以便固定前后盒盖。

直立天线下端通过支架固定在边框上,需加装绝缘垫片,使天线和支架之间绝缘。

安装K<sub>1</sub>、K<sub>4</sub>时,先将开关的两个孔攻上M2.5的螺纹,再用螺钉固定在边框上。

电路印制板见图8所示,缺口处正好放电池盒,电池用4节5号电池。安装时,印制板的角上铆上弯脚,用螺钉将弯脚固定在边框上。在电池盒侧面钻两个φ3.5的孔,用螺钉螺母将它固定在边框上。

因测向机用于运动中,经常受到震动和冲击,所以要求元器件焊接牢固,整机安装也要牢靠结实。

### 调 试

将K<sub>3</sub>、K<sub>5</sub>接通,K<sub>2</sub>断开,W旋至阻值最大位置,这时检查各管静态工作电流应如图5电路上所标

注的。

低频放大部分一般不需调整,用改锥碰触BG<sub>7</sub>的基极,耳机中能听到较大的“咯咯”声,说明低放部分工作正常。

中频部分和高频部分的调试,则要借助于高频信号发生器。调中放时,先将K<sub>3</sub>断开,使差频振荡器停止工作。然后从BG<sub>3</sub>的栅极注入465KHz调幅信号,反复调节B<sub>3</sub>、B<sub>5</sub>、B<sub>6</sub>磁心,使耳机中的输出最大。

调本振级时,将C<sub>14</sub>置于中间位置,从BG<sub>3</sub>的栅极输入3.55MHz的调幅信号,调B<sub>4</sub>磁心直到收到信号。然后将C<sub>14</sub>分别调至容量最大和最小,改变信号发生器输出信号的频率,找出测向机的接收频率范围,一般应为200KHz~300KHz。

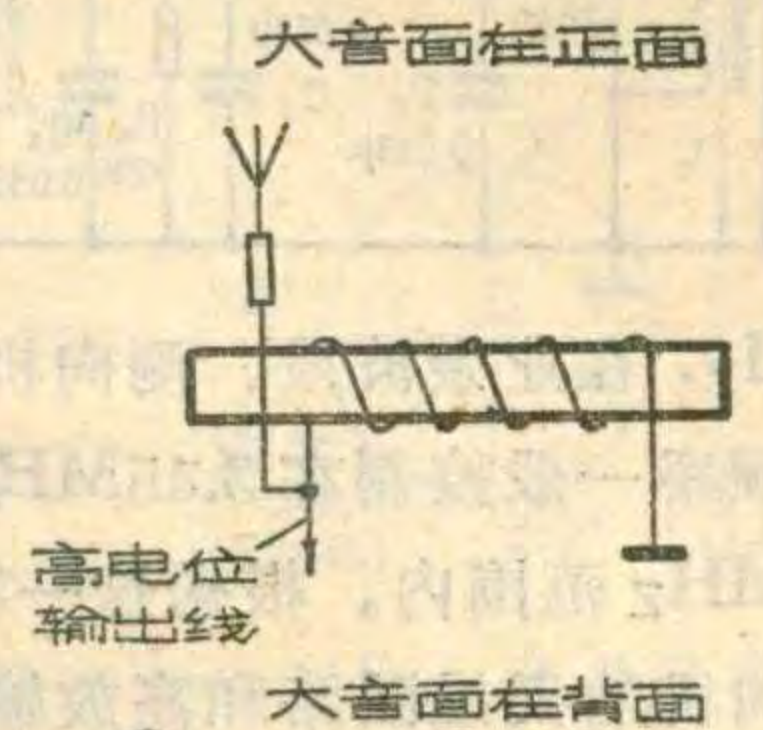
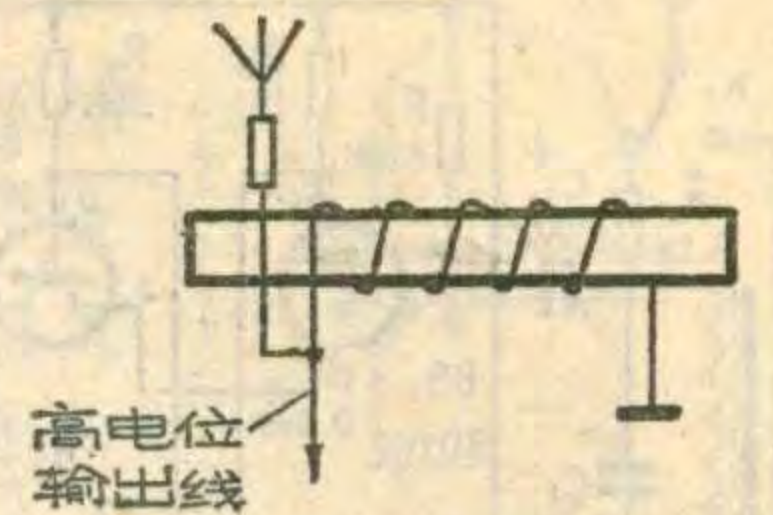
调高放级时,从BG<sub>1</sub>的栅极注入3.55MHz的调幅信号,调C<sub>14</sub>收到信号,然后反复调节B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>使输出最大。有条件用扫频仪调整测试更好。

天线回路调试时,先将信号发生器输出端接一短导线,作为发射天线,发出3.55MHz的调幅信号。调C<sub>1</sub>,使测向机收到的信号最强。但此时,C<sub>1</sub>不应处于容量最大或最小位置,否则需要相应改变天线线圈匝数,直到找出天线回路谐振点。

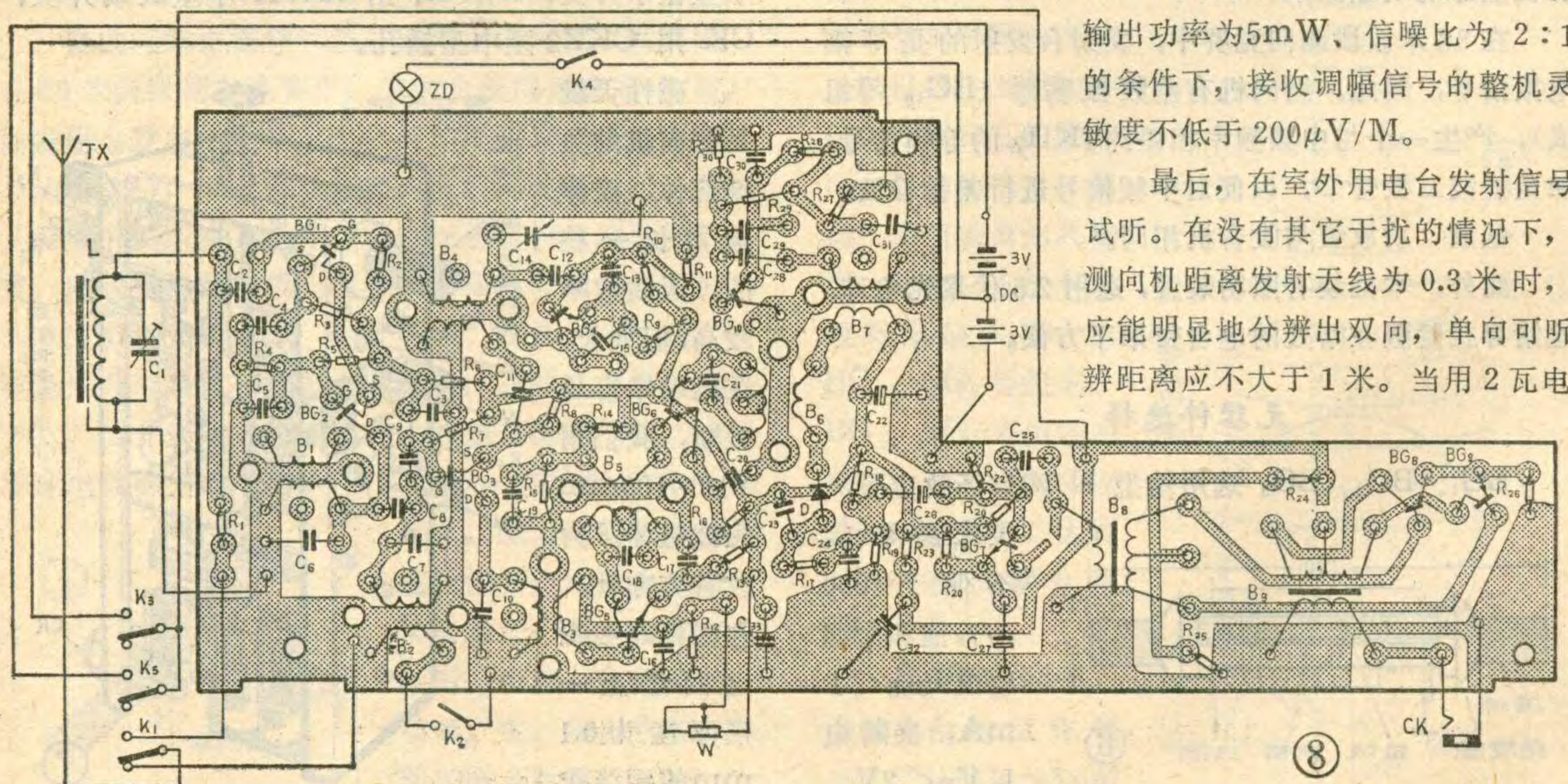
调整差频级时,接通K<sub>3</sub>,并从BG<sub>3</sub>的栅极注入465KHz的等幅信号,调节B<sub>7</sub>,使耳机中得到约1KHz的音频信号即可。

调试完毕后,在使用磁性天线、输出功率为5mW、信噪比为2:1的条件下,接收调幅信号的整机灵敏度不低于200μV/M。

最后,在室外用电台发射信号试听。在没有其它干扰的情况下,测向机距离发射天线为0.3米时,应能明显地分辨出双向,单向可听辨距离应不大于1米。当用2瓦电



⑨



⑧

# 友 好 的 访 问

## ——参观日本“1980年业余无线电节”

中国无线电运动协会供稿

1980年8月，以中国无线电运动协会秘书长程平为团长的中国无线电运动协会代表团，应日本业余无线电联盟会长原昌三的邀请，前往日本参观访问。在日本，中国代表团受到了原昌三会长、斋藤秘书长、事務局梶田局长、滕冈副局长、CQ出版社负责人和大阪、京都等地的业余无线电联盟负责人及日本业余无线电爱好者的热烈欢迎和友好接待。

这次参观访问的主要内容是参观日本“业余无线电节。”

今年8月22日，日本“1980年业余无线电节”在东京晴海国际贸易展览馆开幕。这项活动，是由日本业余无线电联盟主办的，日本邮政省、文部省、东京都和“读卖新闻”社等单位积极给予了很大支援。

在大约2000多平米的展览大厅里，布置了40多个展台和活动点。第一个展台是专为本届活动节开设的8J1HAM业余电台，共配置了七套不同功率，工作频率分别为3.5、7、14、21、50、144、430兆赫的收、发信机。业余爱好者可以用这些机器与日本或其他国家的业余无线电台进行通信。8J1HAM业余电台的主要通信方式是SSB(单边带通话)，其次是CW(莫尔斯电码的电报通信)。还有SSTV(慢扫描电视)也在业余电台上作了实地传送实验。在展览厅里，还有RTTY(无线电电传机)展台、业余无线电爱好者自己设计制作的通信卫星展台和业余无线电爱好者的得奖工程作品展台。

“业余无线电节”还为初学的业余爱好者安排了可供40多个人进行实验活动的场所，备有桌椅和各种小型工具和焊锡之类的物品，这些初学的业余爱好者在辅导员的帮助下，装制最初级的收、发信机。有的展台上，业余爱好者在作调试实验的表演。对于用莫尔斯电码进行通信的爱好者，在活动点上专门配备

台、1.5米鞭状天线时，收听距离不小于6公里。

一般测向机制成以后，为了在测向运动中使用起来顺手，自己都要确定单向大音面的所在面，并作以各种标记。大音面的确定方法有两种，见图9。从图9可以看出，当线圈按正常绕法时，大音面总是位于磁性天线高电位输出线最后所经过的面。

了波纹机，由有经验的老师帮助他们检查拍发质量。

在日本参加业余无线电活动的有学者、教授，也有职员、工人、家庭妇女和中小学生。他们学习探索无线电技术的要求各不相同，水平也有高低。针对这一情况，展览会还安排了各种形式的讲座和训练活动。此外，还设置了一些咨询处，由一些老资格的业余爱好者解答无线电技术和电波管理等方面的问题。

在展览厅里，有关公司厂家布置了10余处展销点，展台上各种不同功率和频段的收、发信机、天线、仪器和仪表，参观者可以在展台上自己操作、调试，选购这些器材设备。CQ出版社还设立了无线电书刊和业余电台使用的QSL卡片展销点。

为期三天的“业余无线电节”闭幕后，来自日本各地的业余爱好者都和自己经常联系的朋友举行联欢，中国代表团应邀参加了几个联欢会。在一个有28位老年会员参加的联欢会上，有80岁高龄的老年会员参加联欢，其中日本业余无线电联盟创始人之一的矢木太郎老先生，向中国代表团介绍，他去年曾通过中国驻日大使符浩，转交一封给邓小平副总理的信，积极倡导中日两国开展业余无线电交流活动。对此，代表团向矢木先生表示了深切的谢意。

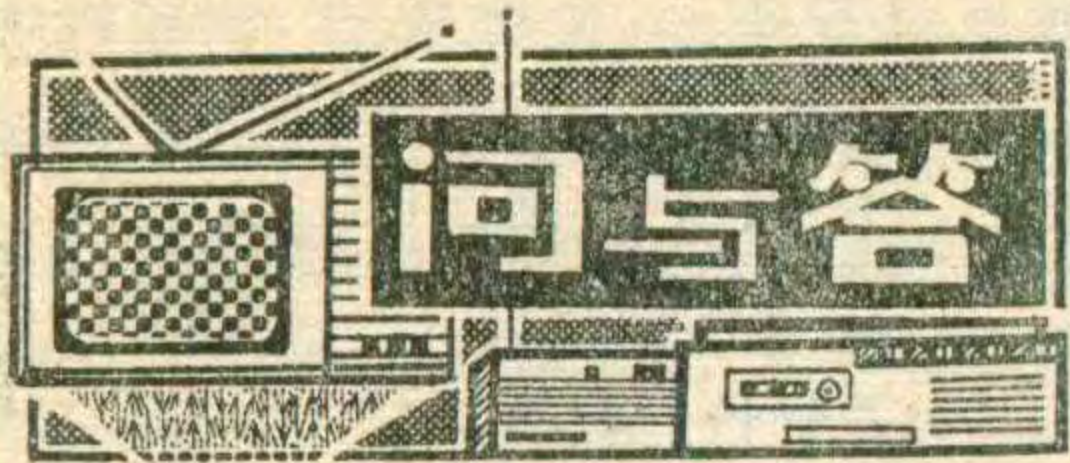
除了参观“业余无线电节”活动外，中国代表团在原昌三等日本朋友的陪同下，还访问了CQ出版社，参观访问了大阪、京都等地业余无线电联盟组织，会见了业余无线电爱好者。

通过这次参观访问活动，了解到了日本业余无线电活动的一些情况，学习了日本开展业余活动的经验，进一步增强了中日两国业余无线电爱好者之间的友谊，为今后中日两国开展业余无线电交流活动创造了良好的开端。

### 图书征订预告

本社将出版《盒式录音机电路图选集》一书。本书选编了我国市场上常见的盒式磁带录音机、收录两用机和立体声收录机等18种型号的电路图、印刷电路板图、技术性能及外形图。书末附有调整方法及盒式录音机典型修理程序表。

本书登在187期《科技新书目》上，欢迎读者11月20日前到当地新华书店预订。



问：有一台凯歌 4D4 型电视机使用很长时间，最近发现在开机或收看中，行同步经常突然被破坏，有时调节行频等旋钮能恢复，有时则不能，但过一会可能自行恢复。经调换行振荡变压器、晶体管均无效，请问怎样解决？

答：这种故障很可能是由于行频内调节微调电阻  $4W_3$  接触不良所引起的。 $4W_3$  使用  $WH_7$  型微调电阻，其滑动接触片磨损后易被氧化变黑形成接触不良，致使行振荡管的基极偏压发生不规则的变化，行频往往大幅度偏离 15625 周，行就不同步了。由于这种接触不良，处于时而出现时而消失的状态，有时还由于电冲击或机械振动等都会使行频一会同步、一会失常。这种微调电阻虽然有时接触不良，但调节它时仍能照常改变行频，给人以“良好”的假象，查不出故障的原因。因此有必要调换新的  $4W_3$ ，或干脆用两只固定电阻代替它。

(王德沅)

问：一台飞跃 19D1 电视机突然无声无光，经检查发现是保险丝管 4BX2 (0.5A) 烧毁，换上好保险管后又被烧毁。通过测量，各部分元件均正常，请问是什么原因引起的。

答：在各部分元件都正常的情况下，保险丝管仍被烧毁是由于高压包 3B2 内高压线圈内部短路的缘故。高压线圈处于很高的电压中，若漆包线绝缘稍有不良，即易被击穿，造成圈与圈之间短路，使电路的电流增大，烧毁保险丝。由于高压线圈内部短路都是发生在邻近的圈层之间，阻值变化不大，一般是测不出来的，只有通过更换新的高压线圈进行试验，才能辨别出是否高压包的故障。(花维国)

问：我有一盘盒式磁带，放音时磁带卷进压带轮里被卡死不能转动。取出磁带后经检查，两个卷带轮均能转动。故障原因是什么呢？

答：主要原因是磁带的质量不好，盒内磁带传动机构受阻引起的。塑料带盒变形不平，上下润滑片翘曲不平，润滑度不高，磁带卷绕不整齐，导带滑轮和滑轮支杆之间摩擦力大等，都会增加盒式磁带运行的阻力。当上述阻力接近录音机的卷带力时，卷带速度就会变慢，以致造成磁带来不及卷绕而挤进压带轮。橡皮传动带松弛，传动轮沾有油污也会使卷带力减小而引起上述故障。

对于常被卡死的盒式磁带，可把塑料盒盖打开，换去曲翘不平的润滑片，在滑轮支杆或在导带杆上上蜡打光。对于盘绕不齐的磁带，可放到录音机上快速卷绕一遍，然后再用。盒式带装入录音机使用之前，要查看压带簧片前面的磁带是否松散拖出。如已松出，必须用六角铅笔或小手指插入带盘轮内将磁带卷紧，否则容易轧带。

(石以人)

问：有春雷 3LI 盒式录音机一台，放音正常，但录音时喇叭中发出“呜呜”的哨叫声，是什么原因？

答：用机内话筒录音时，监听喇叭发出啸叫声是正常的现象。这种啸叫声是喇叭输出的声音回授给机内话筒而引起的。当外接话筒离监听喇叭很近时也会出现这种现象。因此，话筒录音时应尽量将监听开关关掉。如果线路录音时喇叭也发出啸叫声，则可能是 ALC 电路出了故障。春雷 3LI 盒式录音机印刷线路板上 ALC 电路输出端的铜箔离 ALC 控制管  $BG_5$  基极很近。如焊接不慎或其他原因而将它们短路，则录音时放大器输出信号将经过  $BG_5$  反馈给放大器前置级引起自激啸叫。

(石以人)

问：OTL 和 OCL 扩音机的输

出功率和电源电压怎样计算？它们与扩音机的标称功率（即额定功率）有何关系？怎样估算总电源功率和电源变压器所需的功率容量？

答：当扩音机的电源电压为  $E_0$ ，负载阻抗为  $R_L$  时，在理想情况下，输出功率为

$$P_O = \frac{E_0^2}{8R_L} \dots\dots ①$$

电源供给的直流功率为

$$P_B = \frac{E_0^2}{2\pi R_L} \dots\dots ②$$

所以效率为  $\eta = P_O/P_B = \pi/4 \approx 0.78$ 。但实际上由于①式中的  $E_0$  还要减去功放管的饱和压降，以及发射极串联电阻等上面的压降，所以实际加在功放管上的有效电压只有  $E_0$  的 0.8~0.9。再加上平时有静态电流，功放级实际工作于甲乙类，所以实际输出功率只有①式中算出的 0.6~0.8 左右。实际效率  $\eta$  不过 0.6 左右。如果再加上电源变压器和整流器的损耗，设其效率为 0.7 左右，则电源变压器初级供给的交流功率应为扩音机输出功率的  $1/(0.6 \times 0.7) \approx 2.4$  倍左右。

扩音机的标称功率只是一个商品性的电气指标。实际上，最大不失真输出功率一般比标称功率还要大 20% 左右。在业余制作时，为简单起见，也可按标称功率的 2.5 倍来估算电源变压器所需的功率容量（至于前级放大器和收音部分的功耗，因为相对说来很小，所以可略去），但实际上扩音机往往并不在满功率输出下使用，为使变压器更经济一些，按标称功率的 2 倍来估算也可以。只是变压器太小时，次级导线也较细，内阻较大。每当输出功率较大、电流较大时，变压器内部压降较大，使电源直流电压低落较多，即所谓电压调整率差，这就会使较大的交流输出信号波形的峰顶变圆钝而失真。因此，从这个角度来说，要尽可能使电源变压器大一些，次级线圈导线粗一些才好。

(文尚)





年 富

一般电阻元件，它的导电特性是这样的：加在它两端的电压增加时，流过的电流就增加；加在它两端的电压降低时，流过的电流就减少。我们称这种电阻元件具有正电阻特性。

是否也有负电阻特性的元件呢？也就是说加在元件上的电压增加时，流过元件的电流反而减少，而当加在元件上的电压降低时，电流反而增加呢？随着半导体工艺的发展，人们制造出各种新颖的半导体器件，其中有的就具有上述那种负电阻特性。例如单结晶体管就是其中的一种。

为了能比较直观地看到单结晶体管的负阻特性，让我们来做一个小实验。

图 1 (a) 是单结晶体管的代表符号。它有一个 PN 结、一个发射极 E 和两个基极  $B_1$ 、 $B_2$ ； $B_1$  叫第一基极， $B_2$  叫第二基极，因此单结晶体管也叫双基极二极管。

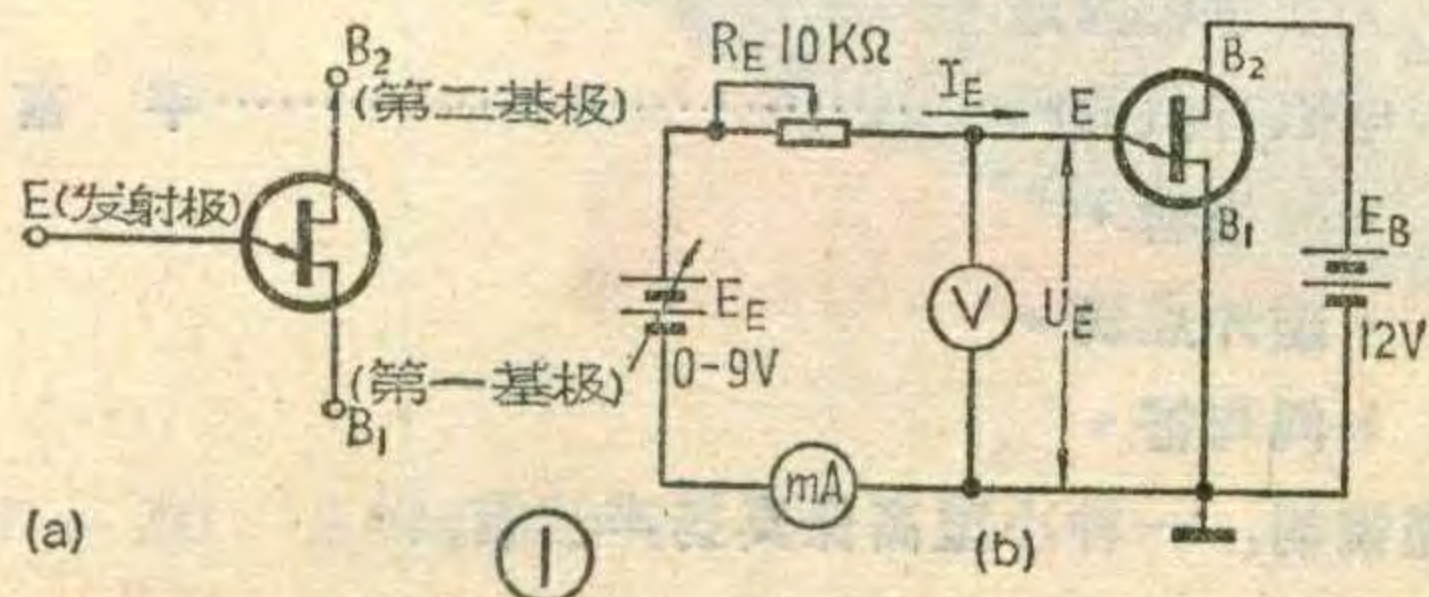


图 1 (b) 是实验电路。因为负阻特性出现在发射极 E 和第一基极  $B_1$  之间，所以在发射极电路中接入电流表，在发射极和第一基极之间接上电压表，以便随时观察和记录它们的数值。

实验时，先由低向高逐渐调节电源电压  $E_E$ ，等到  $I_E$  有明显增加时，再由大到小调整电阻  $R_E$ ，每调整一次  $E_E$  和  $R_E$ ，都把电流表和电压表的指示值记录下来，并填入表 1 中。

从表 1 中列出的实验数据可以看出：在  $U_E$  以 0 伏上升到 7 伏这段区域里， $I_E$  极小，用普通的毫安表

表 1

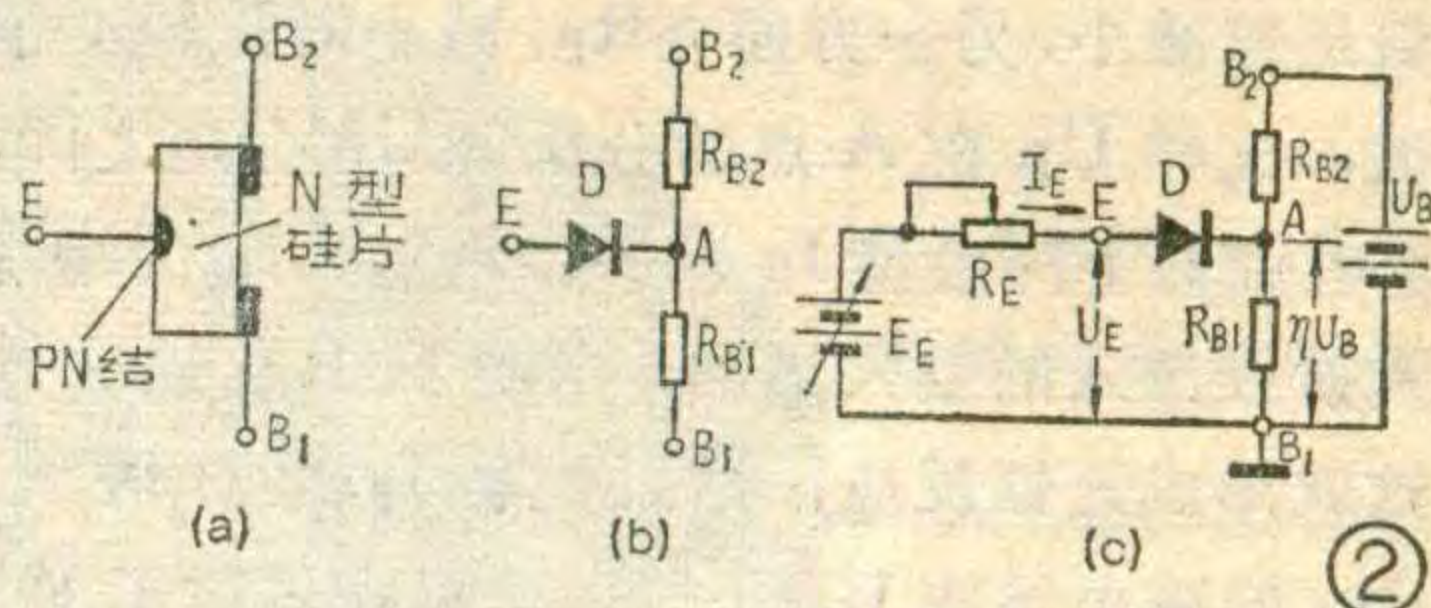
$I_E$ (毫安)	0	0	0	0	0	0.5	0.9	1.5	3	5	8	9	15	18
$U_E$ (伏)	0	2	4	6	7	6	4	2.6	2.2	2.1	2	2.2	2.4	2.6

几乎测不出来，说明这时 E、 $B_1$  之间呈现出极大的电阻。当  $U_E$  升高到 7 伏以后， $I_E$  明显地增大起来，而  $U_E$  却作相反的变化，逐渐降低下去，直到  $I_E$  增大到 8 毫安以后， $U_E$  才随着  $I_E$  的增大而上升。因为  $U_E$  上升到 7 伏以后，在 7 伏降到 2 伏这个区域内， $U_E$  和  $I_E$  的变化方向相反，所以在 E 与  $B_1$  之间出现的是负电阻特性。

从表 1 数据中还可以看到， $U_E$  的最大值是 7 伏，从这个电压出现以后，便出现负阻特性，通常把  $I_E$  开始突增时的电压

叫做单结晶体管的峰点电压。在  $U_E$  下降到最低点（表 1 中的 2 伏），从这点以后，此管不再有负阻特性，我们称这时的电压值叫谷点电压。峰点电压和谷点电压是单结晶体管的两个重要参数。

为什么单结晶体管具有负阻特性呢？我们来看一下单结晶体管的内部构造。图 2 a 是单结管的结构，图 2 b 是它的等效电路；图 2 c 是用单结管等效电路画出的工作原理图。



单结晶体管的结构很简单，内部是一块电阻率很高的 N 型硅片，在硅片的一个平面上，引出两个基极  $B_1$  和  $B_2$ ，在硅片另一个平面上靠近中央处有一个 PN 结，从 P 型区引出发射极 E，这样就构成了一个单结晶体管。

如果用等效电路来表示单结晶体管，如图 2 b 所示，可以把  $B_1$  和  $B_2$  极间看成是由两个电阻  $R_{B1}$  和  $R_{B2}$  串联而成，PN 结形成的二极管 D 正极与 E 极相连，负极与  $R_{B1}$ 、 $R_{B2}$  的连接处相连。如图 2 c 所示在  $B_2$  到  $B_1$  间加上固定电压  $U_B$ ，则图中 A 点电位为  $U_A = U_B \cdot R_{B1} / (R_{B1} + R_{B2})$ ，如果把  $R_{B1} / (R_{B1} + R_{B2})$  用字母  $\eta$  表示，则  $U_A = \eta \cdot U_B$ 。 $\eta$ （读作艾它）叫分压比，它也是单结管的一个重要参数，一般为 0.3~0.8。若如前面的实验那样， $U_E$  从零开始增加，但小于  $\eta \cdot U_B$ ，则等效发射极二极管 D 处于反偏状态，因而不导通，只有极小的反向电流（用毫安表是测量不出的）。当  $U_E$  上升到等于  $\eta \cdot U_B$  时，PN 结两边的电位相等，发射极电流为零。 $U_E$  继



好消息!

## 增加发行量 扩大订户

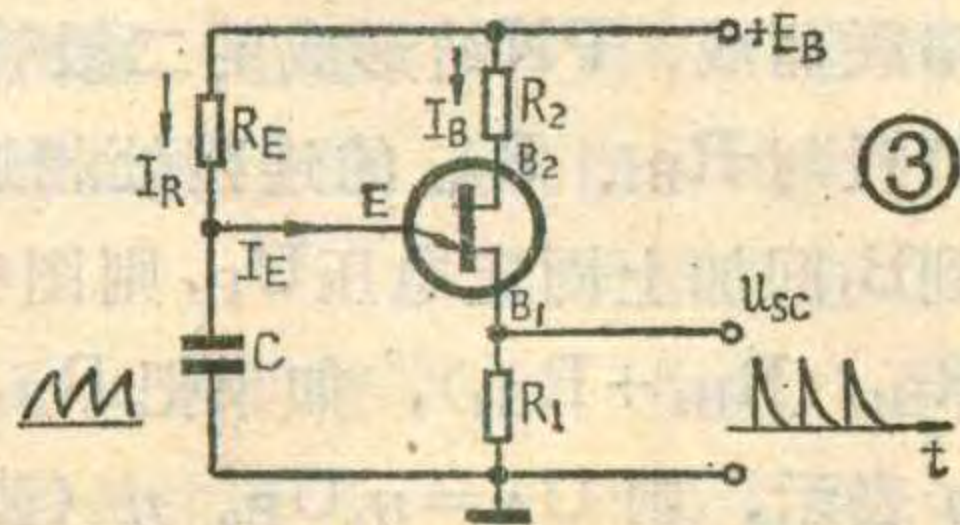
为了满足广大读者要求,本刊自明年第1期起增加发行量,扩大订户。读者如有需要,请于今年11月内到当地邮局订阅。此外,为了丰富刊物内容,提高刊物质量,自明年第1期起扩大篇幅为48页,将增加基础知识和初学者需要的入门知识,扩大《问与答》等栏目。每期定价相应改为0.25元。出刊日期提前到每月11日出版。希望广大读者、作者支持本刊,积极写稿,经常提出意见和要求,让我们共同办好本刊,以适应大家需要。

本刊编辑部

续增加,PN结便转为正偏置,直至正向导通,这时与发射极相连接的P型半导体就会把空穴源源不断地注入到硅片中去。注入硅片的空穴在硅片内电场的作用下,流经 $R_{B1}$ 被吸收到电位较负的基极 $B_1$ ,这样 $R_{B1}$ 中就增加了大量空穴载流子,因而导电性能大大增强,电阻值迅速减小,另一方面在 $R_{B1}$ 减小时, $R_{B2}$ 仍保持原阻值,这样 $U_B$ 在A点的分压 $\eta \cdot U_B$ 会随之降低,而A点电位的下降会使 $I_E$ 进一步增加, $I_E$ 的增加又引起发射极注入的空穴增加,并导致 $R_{B1}$ 进一步减小,这就形成连锁反应,结果使得 $I_E$ 急剧增大。另外, $R_{B1}$ 的减小导致 $U_E$ 下降,所以在这段工作范围内出现 $U_E$ 下降 $I_E$ 上升的现象,即呈现负阻特性。

利用单晶体管的这种负阻特性可组成自激振荡器,它的基本电路如图3。单晶体管中的PN结正向压降和 $R_{B1}$ 、 $R_{B2}$ 的电阻值,会随温度的变化而略有变化,这些变化会改变单晶体管峰点电压,因此,为了使电路工作稳定,一般在 $B_2$ 回路里串联一个电阻进行温度补偿,如图3中的 $R_2$ 。当接通电源时,

$E_B$ 便通过电阻 $R_E$ 向电容器C充电,于是电容器上的电压从零伏逐渐升高,升高的速度与 $R_E$ 和C两元



件的数值的乘积成正比。在电容器上的电压上升到管子的峰点电压以前,PN结上加的是反向偏压, $E$ 与 $B_1$ 极间电阻较大,几乎没有发射极电流流过 $R_1$ 。另外,在未进入负阻区时, $R_{B1}$ 和 $R_{B2}$ 都是阻值很大的电阻,因此图3中的 $I_B$ 可以忽略, $R_1$ 上没有输出。经过一段时间,电容上的电压上升超过峰点电压,PN结正向导通, $E$ 与 $B_1$ 极间突然进入负阻区, $I_E$ 迅速增大,于是电容器C经 $E$ 、 $B_1$ 极和 $R_1$ 电阻(通常只有几十到几百欧姆)很快地放电,这个流经 $R_1$ 的放电电流就在 $R_1$ 两端产生一个脉冲电压。(下转第17页)

# 无线电

1980年第10期(总第217期)

## 目 录

表面波滤波器与“无调整”中放电路	路宝富(1)
场扫描集成电路——KC581	郑凤翼(3)
电视中频和伴音信号发生器	唐宗理(6)
更换高频头时应注意新老中频	詹永丰(8)
提高“北京840—1”的清晰度	天津电视台常江(9)
国外扬声器发展概况	甘大友(10)
小型高保真扬声器箱	鸿雁(12)
调频广播与接收	北音(14)
收音机中电子管的代换方法	唐远炎(17)
如何使用函数型袖珍电子计算器	陈亚东(18)
数字式锅炉进煤进水计量装置	王德沅(22)
80米波段测向机	闻立明(26)
友好的访问	中国无线电运动协会供稿(29)

\* 初学者园地 \*

电阻有负的吗? .....年富(31)

\* 想想看 \*

\* 国外点滴 \*

\* 问与答 \*

封面说明:一种小型高保真扬声器箱。

编辑、出版: 人民邮电出版社  
(北京东长安街27号)

邮政编码: 100700

印刷: 正文: 北京新华印刷厂

封面: 北京胶印厂

国内总发行: 北京报刊发行局

订购处: 全国各邮电局

国外发行: 中国国际书店

(北京399信箱)

国内代号: 2—75

国外代号: M106

出版日期: 1980年10月25日 每册定价: 0.17元

## GX13 微瓦小功率计

$f$ : 10MHz ~ 12.4GHz

$P$ :  $10\mu\text{W} \sim 10\text{mW}$

$\eta$ :  $\pm 10\%$

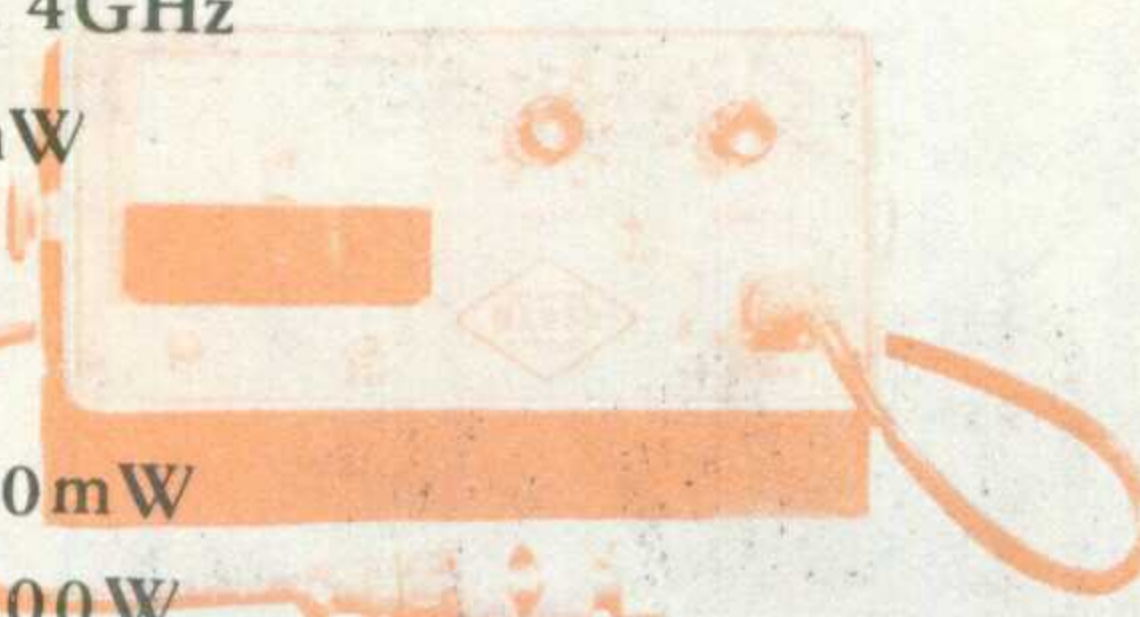
抗烧毁能力:

$P_{\text{平max}}$ : 30mW

$P_{\text{脉max}}$ : 200W

( $f$ : 1000Hz  $\tau$ :  $0.15\mu\text{s}$ )

接头: N型  $50\Omega$



## GX13A、B、C、D 专用小功率计

用于测量等幅波和脉冲调制波的高频功率,也可通过定向耦合器作为器件、整机大功率监视。对整机可同时监视输入、输出和反射功率,从而直接进行驻波测量。

特点: 抗烧毁能力强,长时间工作零点稳定。C型可供室内,野外作通用功率测量。D型带自动报警装置。

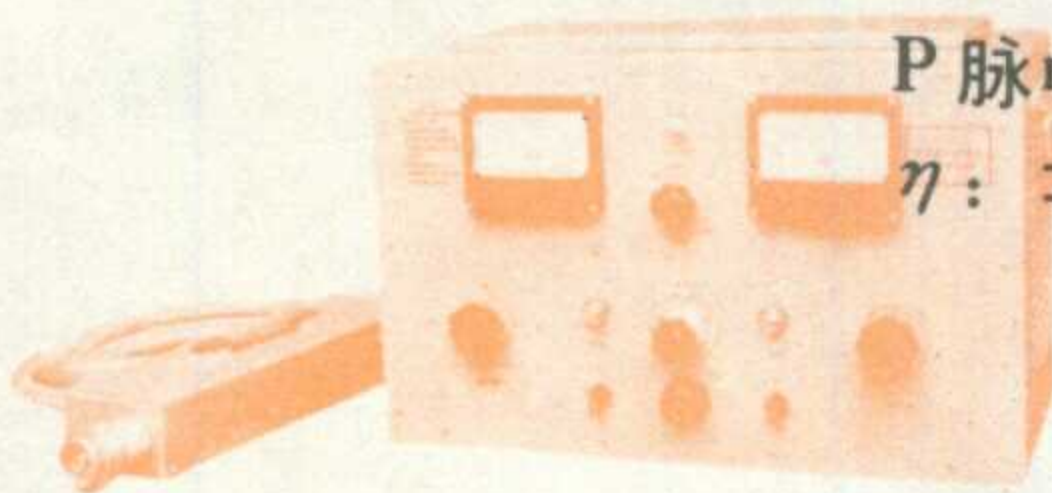
## GLCD2、GLCD2 A 大功率计

$f$ : L波段、10cm、5cm、3cm、2cm、0.8cm

$P_{\text{平max}}$ : 2KW

$P_{\text{脉max}}$ : 1MW

$\eta$ :  $\pm 7\%$



## XB37 标准信号发生器

$f$ : 60 ~ 300MHz

$V$ :  $0.5\mu\text{V} \sim 100\text{mV}$

( $-6\text{dB} \sim -100\text{dB}$ )

阻抗:  $75\Omega$

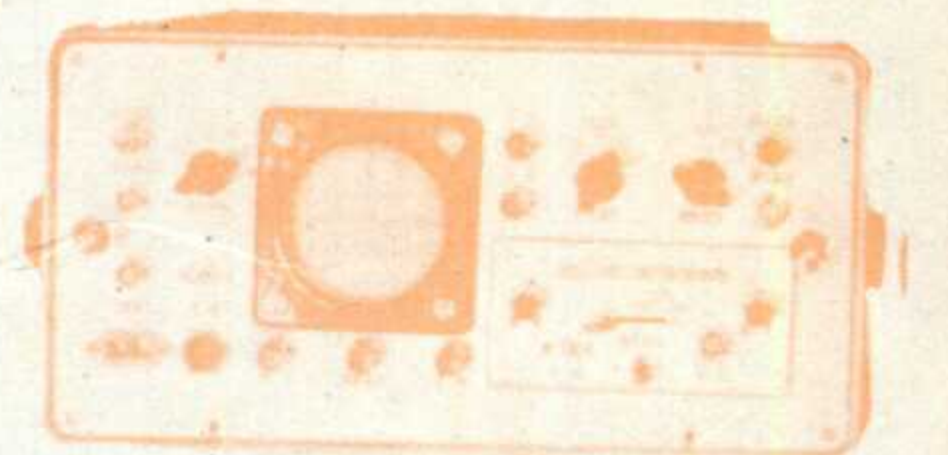
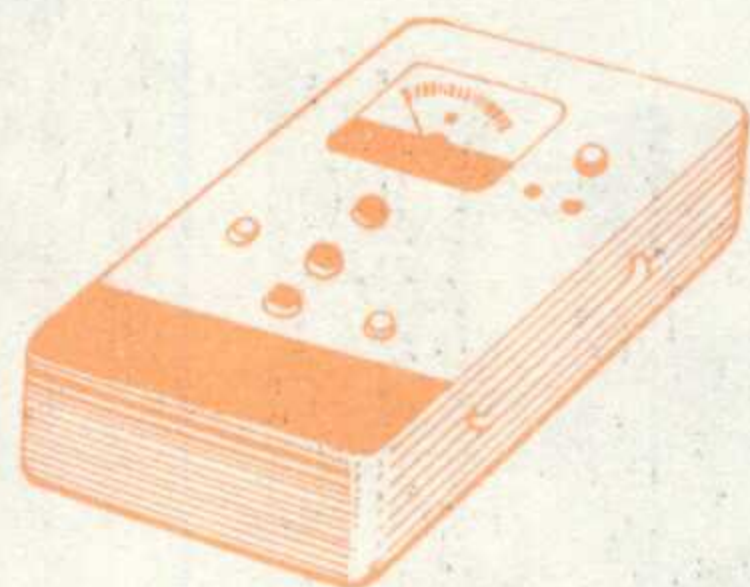


有内方波调制,也可加外脉冲调制用。

# 苏北电子仪器厂 产品介绍

地址: 江苏扬州

电话: 22265 电报挂号: 0892



$f$ : 20 ~ 60MHz

## HT2 晶体管超短波调频 电台综合测试仪

## GG1、2、3、4; YP1、2; GD12 各种激光小功率、 中功率、大功率计

分别对各种氦-氖、氦-镉、氦离子、 $\text{CO}_2$ 及其它激光器件、激光源进行功率测量。

特点: 体积小,使用方便。



本仪器由示波器和简易信号源组成。可供室内、野外检修雷达和其它无线电设备用。  
信号源  $f$ : 70 ~ 260MHz

## HL19 雷达测试仪

## HL7、HL8、HL9、HL5 雷达综合测试仪

本仪器由标准信号发生器、波长计、功率计组成。HL5还增加有噪声信号发生器部分。

HL7: 80 ~ 400MHz; HL8: 400 ~ 1000MHz

HL9: 800 ~ 2000MHz; HL5: 580 ~ 1400MHz





注册商標  
云雀

已广泛应用于国防、科研、  
机关、工矿、交通等领域。

荣获全国科学大会奖



# BC112-1型单路真迹传真机

国内新颖通信设备，  
传送文字报表图纸，  
迅速及时准确真迹，  
普通纸圆珠笔记录，  
性能优良操作简便。

## 常州电信器材厂

厂址：江苏省常州市

电话：3675 3275

电报挂号：2004