

# 无线电

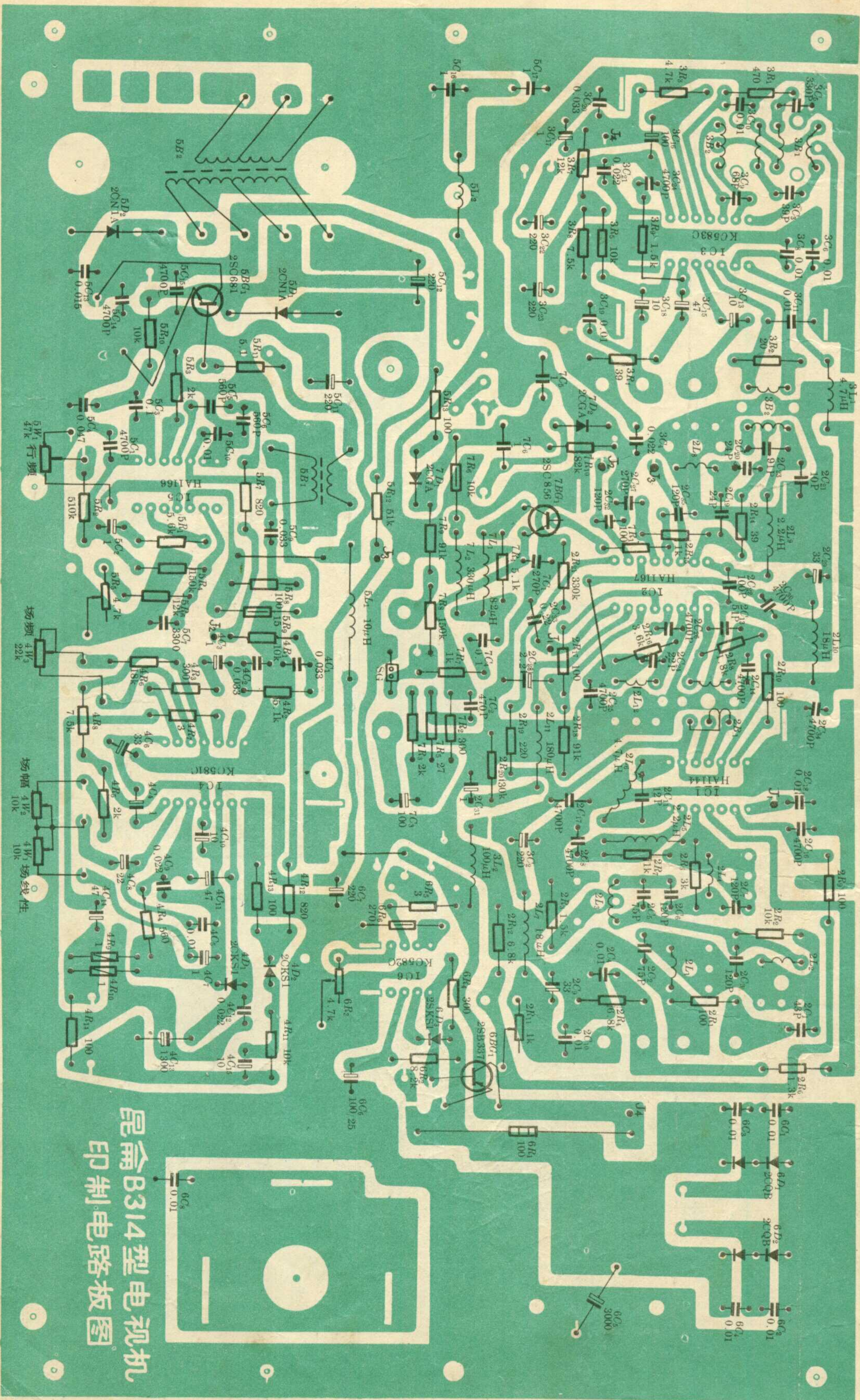


同国群



7  
1979

WUXIANDIAN



昆侖B314型电视机  
 印制电路板图

# 电子管的过去现在和未来

张恩虬

## 历史的回顾

1865年麦克斯韦首先从理论上推断了电磁波的存在。1887年赫兹通过实验完全证实了麦克斯韦理论的正确性。到1895年前后马可尼、波波夫等才实现了无线电通讯，迈开了应用的第一步。但当时所用的晶体管，只能检波，不能放大，使它在无线电中的应用受到了极大的限制。1906年德福雷斯特发明了真空三极管后，情况就全然不同了。电子管可以完成整流、放大、振荡、调制、检波等任务，它推动了整个无线电技术的蓬勃发展。到三、四十年代，所有的无线电设备都用电子管，电子管被称为无线电的心脏，这并不是偶然的。

可是人们并没有忘记晶体管。1948年巴丁和布拉顿发明了可以起放大作用的点接触晶体管，次年肖克莱制成了P—N结，晶体管飞速发展起来，并在一些领域里逐步取代电子管。到了六十年代，比较多的无线电装备，都使用了晶体管，只有比较少的装备仍然使用电子管。在美国，一些大学的电子管专业停办，许多研究电子管的人员改行。在这种情况下，似乎给人们一种印象：“电子管已经过时了，没有什么发展前途了。”这是一个从正确事实中得出错误结论的例子。如果大家都接受这个结论，不去搞电子管了，那就势必使我国的科学技术发展不平衡，从而影响到四个现代化的进度，因此很有必要把这个问题澄清。

## 各有千秋

要想得到正确的结论，我们不能单看事物的现

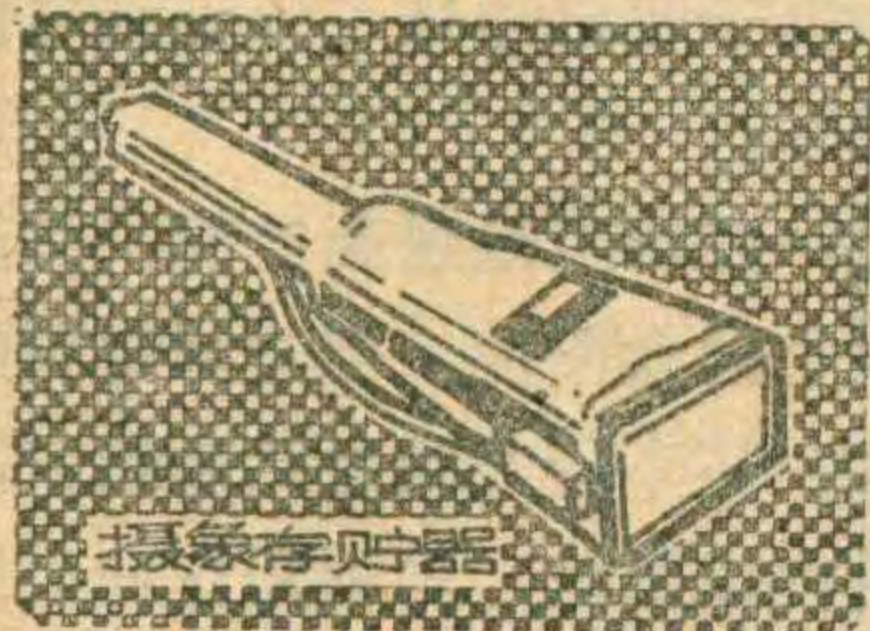
象，必须透过现象，抓住事物的本质。首先，在电子管能完成的任务中，有少数任务晶体管也能胜任。并且晶体管与电子管相比较，有重量轻、体积小、耗电省的优点。更有甚者，电子管制备工艺复杂、成本高，而晶体管则制备工艺简单、成本低。因此，许多小功率的设备都采用了晶体管，这是很自然的。然而还有另一方面情况：当功率增大时，晶体管就逐渐失去它原有的优点；而电子管体积大、电压高、电流大的缺点，此时却转化为能承受大功率的优点。所以，在大功率放大器中，仍然要用电子管。

电子管和晶体管的工作原理是完全不同的。晶体管的电子在固体中运动，因而可以做得小巧和便宜；但是控制它的运动就不那么容易了，电子运动时受到许多障碍，产生热量，而这些热量也不容易散掉。电子管则利用电子在真空中运动，因而体积不能做得太小；此外，电子在真空中运动时比较自由，人们控制电子运动的办法也多一些，例如可以加入各种电极或磁场，完成比较多的任务。

通过上面的简单分析可以知道，电子管和晶体管是两种本质上不同的器件，它们各有优缺点，各在不同的领域中工作，是互相补充、互相促进的。不应该笼统地说：谁比谁优越，谁将来一定代替谁。这好比穿鞋子一样：晴天时以穿布鞋为舒适，下雨时则以穿胶靴为妥当。二者各有千秋。

## 新的突破

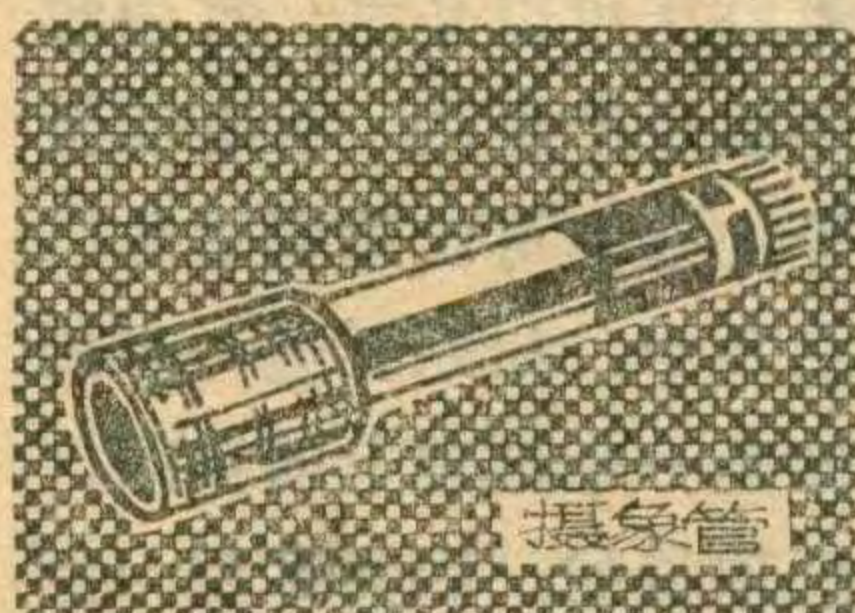
无线电的发展之一，是向短波长进军，这对精密雷达、空间技术、受控热核反应、射电天文等都是很



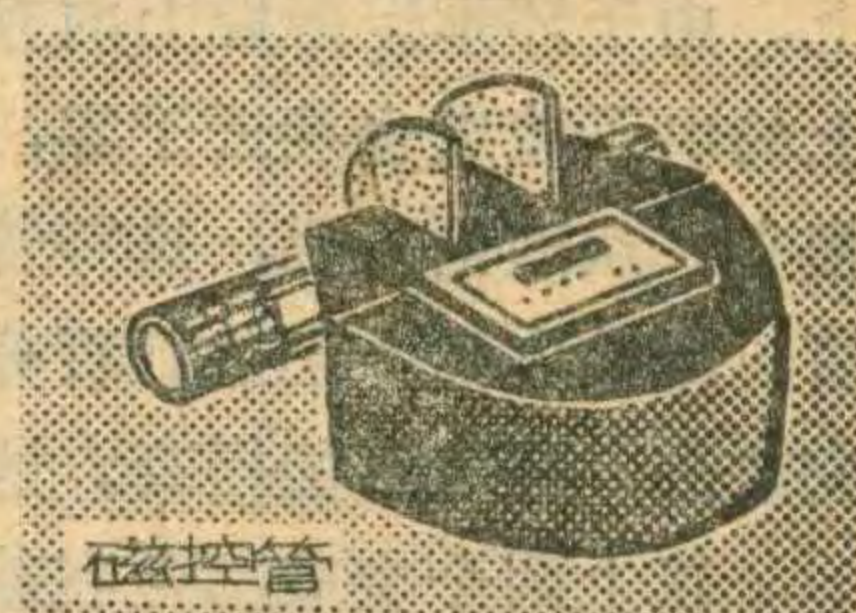
摄像存储器



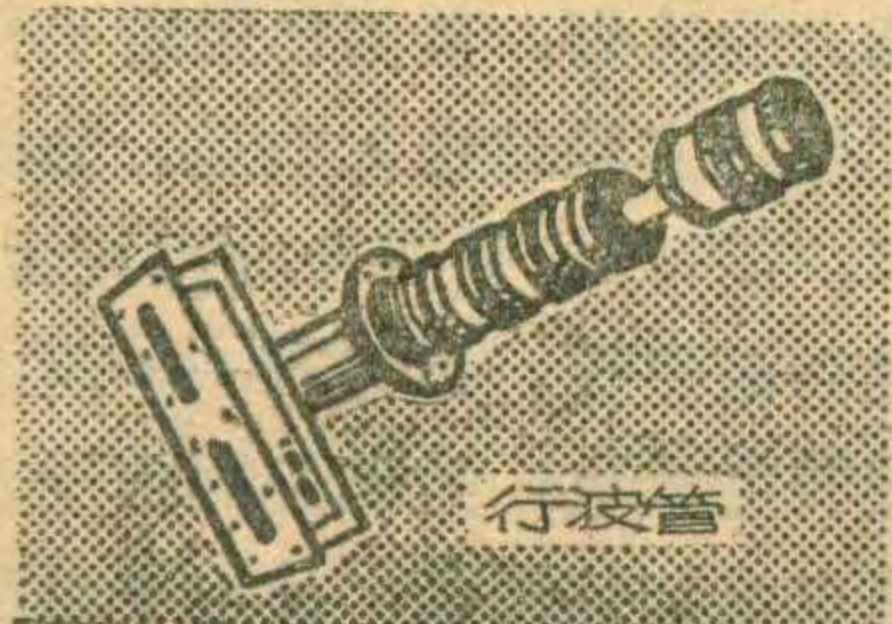
显象管



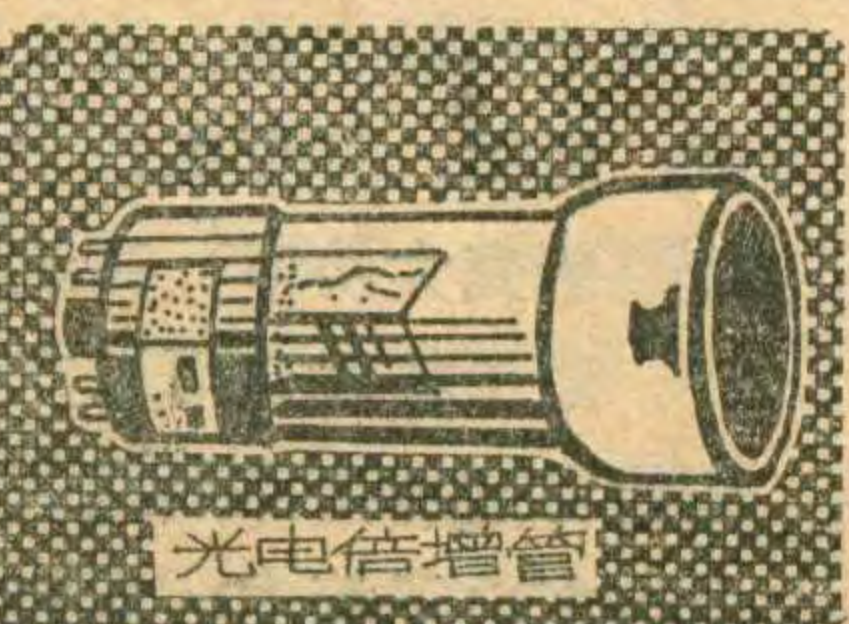
摄像管



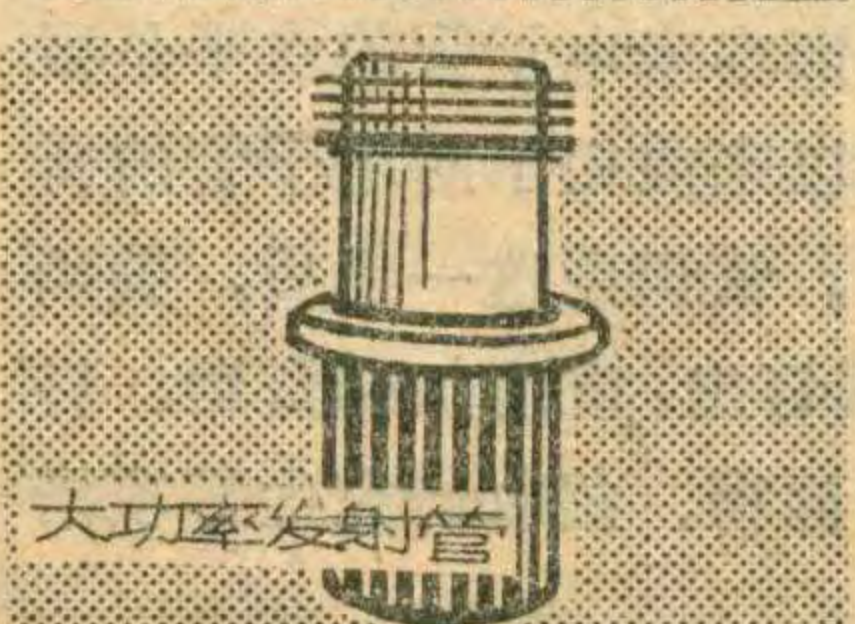
磁控管



行波管



光电倍增管



大功率发射管



老式三极管

## 光电转换器件

无线电从传送语言和音乐发展到转送图象，是一个重大的进展。这个进展是靠电子管的改进来完成的，这就是光电转换器件。它可以将光图象转换成电信号(摄像管)，又可以把电信号还原成光图象(显象管)。关键之一在于实现了电子扫描，而电子扫描正是上面所说的电子在真空中运动易于控制的典型例子。大家都知道，显象管又大、又重，弄不好还有内爆的危险，是一个用起来很不方便的器件。国际上许多工作者都千方百计地想研究出一种代替显象管的装置，曾经试验过固体发光、等离子体、液晶、激光等等方案。但到目前为止，全面权衡利弊，还是以用那个又大又重的显象管为宜。

还有一种类型的光电转换器件，能将弱光变成强光(象增强管)；或将不可见光变成可见光(变象管)。它们是利用电子光学方法，将从光电阴极发出的电子进行聚焦、或放大、或缩小，使电子打在荧光屏上，又重新发出光来。这些器件不用电子扫描，是直接控制电子在真空中运动而成象的，所谓在真空中控制电子可以灵活多样，就是这个道理。举例来说：在多云的夜晚，不见月亮也没有星光，举手不见五指。但空间仍然存在着少量的近红外线，于是利用变象和增强相结合的管子，仍然能看见景物，这就是微光夜视管。这种类型的器件，在科学研究、医疗卫生、国防等方面有着广泛的应用，并且还在不断发展。

## 向能源进军

无线电是传递信息的学科，但要传得远，也需要能量。广泛地说，人类的文明和幸福，完全寄托在自然界能提供我们丰富的能源。目前应用得最多的是煤和石油，但它们的蕴藏量却随着用量的迅速增长以同一速度迅速下降。因此能源的问题是应该及早考虑的。现在人们考虑比较多的一是太阳能、一是原子能。在这两种能源的利用中，电子管都可以发挥作用。由于它本身的特点，电子管已冲破了为无线电服务的界限，向能源方面进军。

利用太阳能的方法之一是将卫星送到空间，张开宽阔的羽翼，截获射向太空的太阳能。但这样得到的太阳能还是直流电的形式，还不能直接送到地球来，还需要在空间把直流电转变成微波，再利用定向天线送到地面接收站。这个庞大的计划，美国已经着手拨款、组织，打算在八十年代将实验站送入轨道。为此就要研究大功率、高效率、高可靠、长寿命的微波管。

原子核反应可以产生高温热能。目前有一种新方法能将这种高温热能直接转变成电，这就是热电子发电。在电子管中，我们用电流加热阴极，使电子运动

有用的。当波长变短到一定程度时，普通电子管中的电子惯性起了障碍作用。由于存在电子惯性，电子从阴极走到阳极需要一定时间，叫做渡越时间。这个时间限制了电信号的变化频率，使得电子管的工作波长不能太短。当时有些科学家曾经预言：电子管工作到1米以下的波长是不可能的。但是科学的发展往往突破专家们的估计。四十年代出现了微波管。微波管利用电子惯性，给电子以不同的渡越时间而使之群聚；再将本来在管外的谐振系统与管子结合起来，放在管子的内部，即所谓的谐振腔或慢波结构，使群聚了的电子直接与之作用而产生微波。这种化不利因素为有利因素的作法，使电子管的工作波长大大缩短了。

但是，到了毫米波和亚毫米波领域中，微波管又遇到了困难。首先，电子之间相互有拒斥力，不容易群聚到比毫米还短得多的尺寸上；其次，谐振腔和慢波结构变小了，机械加工困难，热量也不容易散发，因此达不到一定的功率要求。于是又有人跑出来说：“电子管没有前途了。”事实驳斥了这种悲观论点。最近又出现了两种原理上崭新的电子管。

一种管子是使高速度的电子在强磁场中回旋，利用相对论的质量变化，使电子作相位群聚；同时采用开放式谐振和开放式波导，避免了加工和散热上的困难。这种管子叫做电子回旋共振管，或叫自由电子微波激射器。它颇适宜于产生毫米波和亚毫米波，并且可以做到数十千瓦的连续波功率。如果说，从普通电子管过渡到微波管算作一个里程碑，那么从微波管到自由电子激射器就是另一个里程碑了。

当功率增大时，必然会产生提高效率的问题，否则一部分能量就要转变成热能，而人们还要设法把这些热散出去，这是一桩很讨厌的事情。研究工作者一直在想办法提高电子管的效率。最近研制的一种偏转调制管，对于解决这个问题显示出光明的前途。它是将阴极发射出来的电子束，用微波调制的方法，使之在一个锥体面上运动，然后引导它打到环形谐振腔上。由于环形谐振腔上的直流电压可以是零，打到腔上的电子速度也接近于零，不致于产生热，没有能量损失。从理论上说，这种管子的效率可以达到百分之百，目前实际上已达到百分之八十，如果再进一步研究改进，还有可能提高。这又是一个原理上的突破。

以上两个突破都是在苏联取得的，因为苏联一直坚持对电子管的研究。而美国本来电子管的水平是很高的，但由于它从六十年代以来放松了对电子管的研究，所以在这一方面落后了。认识到这一点后，美国在1978年开了一些会，共同订出：政府加强资助、转业研究人员归队、大学重开课程、招收研究生等措施，以便急起直追。

# TTL 与非门

## 不用的输入端如何处理

赵保华

当我们用数字集成电路时，常会有一些输入端空着不用，对于这些不用的输入端，需按下述两个原则处理。

一、不改变电路的工作逻辑。与门和与非门的不用的输入端应保持为高电平；或门和或非门的不用的输入端应保持为低电平；各类触发器应保持不改变真值表。

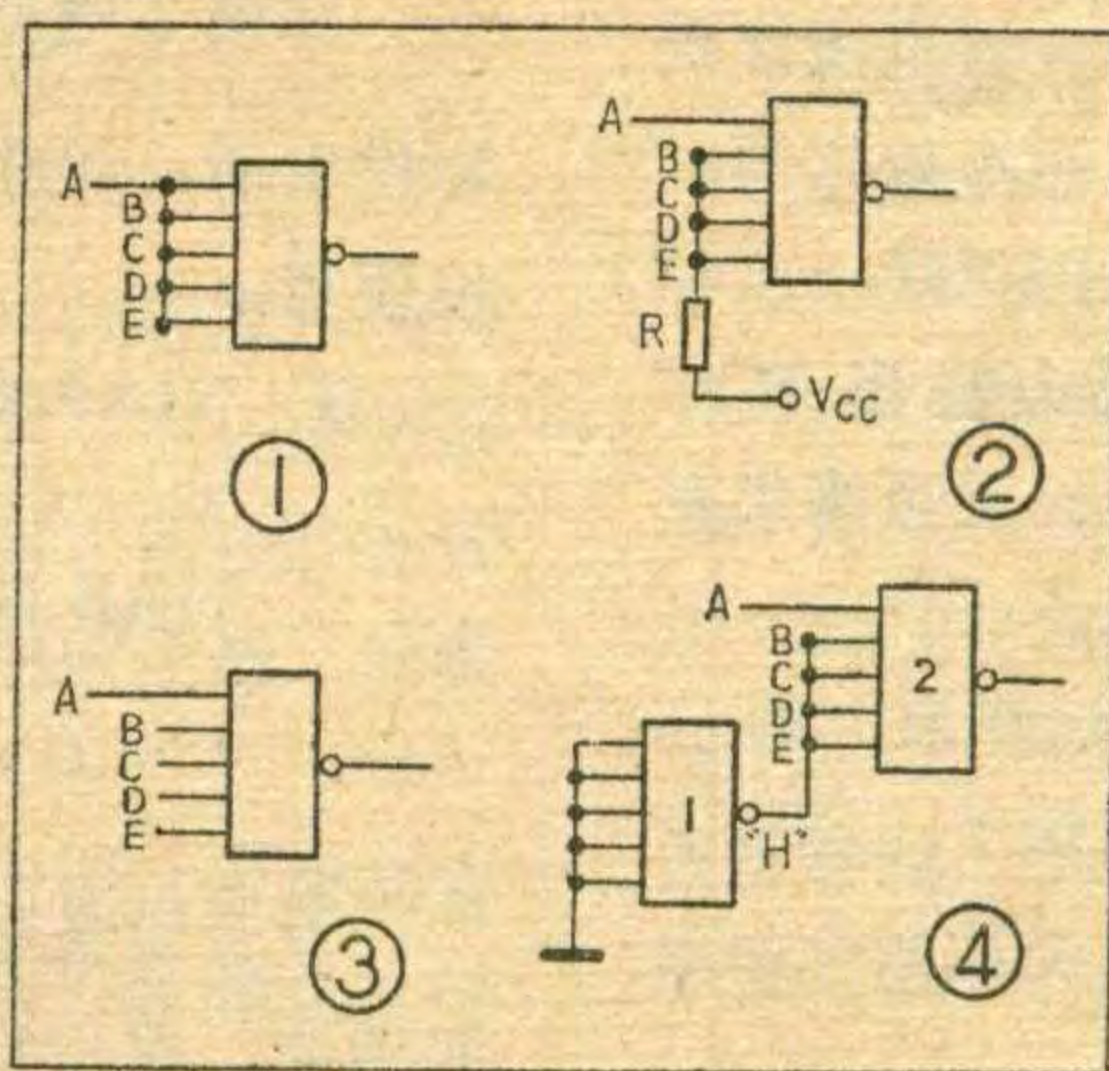
二、使电路工作既稳定又可靠。

下面介绍几种处理TTL与非门不用的输入端的具体方法。

1. 把不用的输入端 B、C、D、E 和使用端 A 接在一起，如图 1。用这种方法工艺简单，连线近，电路不会因 A 端损坏而出现故障。但由于输入端并接在一起，就使得输入电容增大，噪声容限变坏，抗干扰能力降低。当前级输出为高电平时，亦即输入端 A 为高电平时，输入电流随并接的输入端数成比例地

增加，这样就限制了前级所带的负载数。在前级负载有充裕的情况下，可采用这种方法。

2. 把不用端 B、C、D、E 通过一只小电阻 R 接到电源  $V_{CC}$  上，



如图 2。用这种方法时，B、C、D、E 端都处于较高的电平，对抗干扰有利。但应注意电源电压要稳定，如果电源电压不稳定，那末输入电容就会不停地充放电，使电路的工

作速度变慢。

在工作速度较低、工作环境干扰多的场合，常采用这种方法。

3. 把不用的输入端悬空，如图 3。把不用输入端剪去或弯到组件上面都属这种方法。这种方法最简单，在数字计算机等中大多采取这种方法。但在数字集成电路和放大电路混合使用的插件板上，因为悬空的输入端对于干扰比较敏感，最好不要采用这种方法。

4. 另一种方法是用一个输出电流较大的与非门 1，把它的输入端全部接地，使输出端始终保持高电平，把门 2 的不用端 B、C、D、E 都接到门 1 的输出端，如图 4。这种方法的优点是输入端的开关特性和噪声容限与使用端 A 处于相同的条件，缺点是布线复杂，多用了组件。

这种方法适用于要求严格的逻辑电路及数字与放大混合电路。

加剧而发射，电子发射时就带有阴极的一部分能量。这个原理便可以被利用来发电。一个特殊装置的二极管，就是一部没有机械转动、没有废气、安静的、干净的发电机，并且效率相当高。这种发电的方式，国外已经有实验装置在运转了。当然，要使它达到完美的程度，还有许多科学问题和技术问题需要我们去研究。

### 广阔的前景

尽管电子管在某些领域中让位于晶体管，但由于这几十年来整个科学的大发展，电子管所开辟的新领域，比起它所退出的还是要多。目前电子管在数量上和品种上，都比它在二、三十年代独占无线电领域时

为多。所以，电子管在实际上是发展了，不是收缩了，只不过它的应用多在尖端技术上，不那么容易被人们察觉罢了。

要判断一个事物是否有发展前途，除了看它是否有用之外，还要看它的科学问题是否已完全被人们所认识了。如果尚有科学问题有待于我们去认识，则认识之后往往会带来新的发展。以研究电子在真空中运动为主的电子管，并不是已经做到尽善尽美了。还有许多科学问题对于我们说来并不清楚。例如：电子是怎样发射出来的？电子与物质表面的相互作用；高速度、高密度的电子运动；强磁场中大群电子的回旋；电子与场的相互作用……。总之还有大量的工作需要我们去完成，因而它也就具有广阔的前景。

# 5G28在 音频设备中的应用

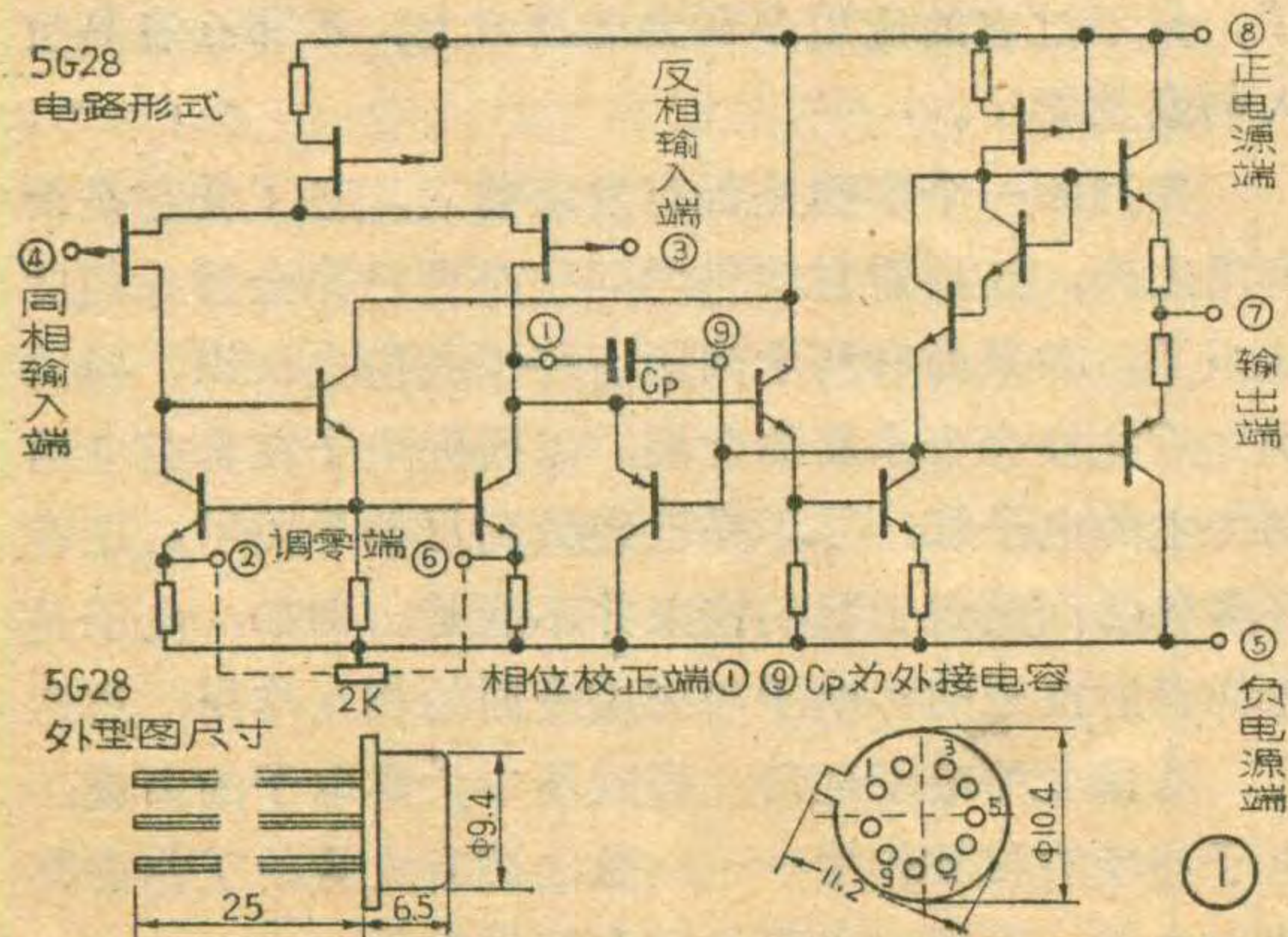
上海元件五厂 王国定

5G28 是利用结型场效应管与双极型晶体管相兼容的集成工艺制作的单片运算放大器，它的特点是具有较高的输入阻抗和较快的转换速率。图 1 示出 5G28 集成运放的内部电原理图。由图知，集成运放的输入级由一对 P 沟结型场效应管构成，第二级则是复合晶体管组成的放大级，输出级由一对互补射极跟随器组成，电路直流偏置由两个 P 沟结型场效应管电流源提供。电路结构简单，是一种典型的集成运算放大器。电路典型开环电压增益 86dB，输入电阻  $10^9\Omega$ ，大信号带宽在增益为 20dB 时达 100KHz，最大输出幅度 20V<sub>P-P</sub>（电源电压  $\pm 15V$  时）。这些指标足可满足在音频范围内的应用。

本文以 5G28 集成运放为例，介绍运算放大器在音频领域中的一些简单应用。这些应用例子，原则上可以适用于其他型号的运算放大器，只要这些产品有足够宽的频带即可。

## 收音设备中的频率均衡电路

唱片还音电路中的频率均衡电路是为了补偿录音机在不同频率下增益不同而设计的。标准的频率均衡电路常常需要具有所谓 RIAA\* 和 NAB\* 两种均衡响应，前者用于对密纹唱片的录音进行补偿，后者则用于补偿磁带录音。图 2a 和 2b 就是两种均衡响应曲线。图 3 示出用运算放大器组成的频率均衡电路，适当选择运算放大器的反馈元件，就可得到前置放大器



所需要的均衡响应曲线，频率响应曲线中的各转折点频率可由下式计算得到：

(1) 对于 RIAA 均衡

$$f_{P1} = \frac{1}{2\pi R_2(C_3 + C_4)}, \quad f_{P2} = \frac{1}{2\pi R_3 C_3},$$

$$f_{P3} = \frac{1}{2\pi [R_2 \parallel R_3] C_4}$$

$$\text{低频增益 } A_V = \frac{R_2}{R_1}$$

电路输入电阻  $R_{in} = R_5$

一般按以下要求选取元件： $A_V \approx 40 \sim 60\text{dB}$ ； $f_{P1} \approx 50\text{Hz}$ ， $f_{P2} \approx 500\text{Hz}$ ， $f_{P3} \approx 2.4\text{KHz}$ ； $R_{in} \approx 51 \sim 200\text{K}\Omega$ 。

(2) 对于 NAB 均衡

$$f_{P1} = \frac{1}{2\pi R_2 C_5}, \quad f_{P2} = \frac{1}{2\pi R_4 C_5}$$

一般要求  $f_{P1} \approx 50\text{Hz}$ ， $f_{P2} \approx 3\text{KHz}$ 。

在图 3 电路中，运放用双电源工作，如果用单电源供电时，可将  $R_5$  的接地端改为  $\frac{1}{2}V_{CC}$  电位，⑤脚接地便可。

注：RIAA 指美国唱机工业协会的唱片均衡网络的标准。

NAB 指磁带录音机频率均衡网络的标准。

## 音调控制电路

收音设备中的高、低音控制是用音调控制电路来实现的。用运算

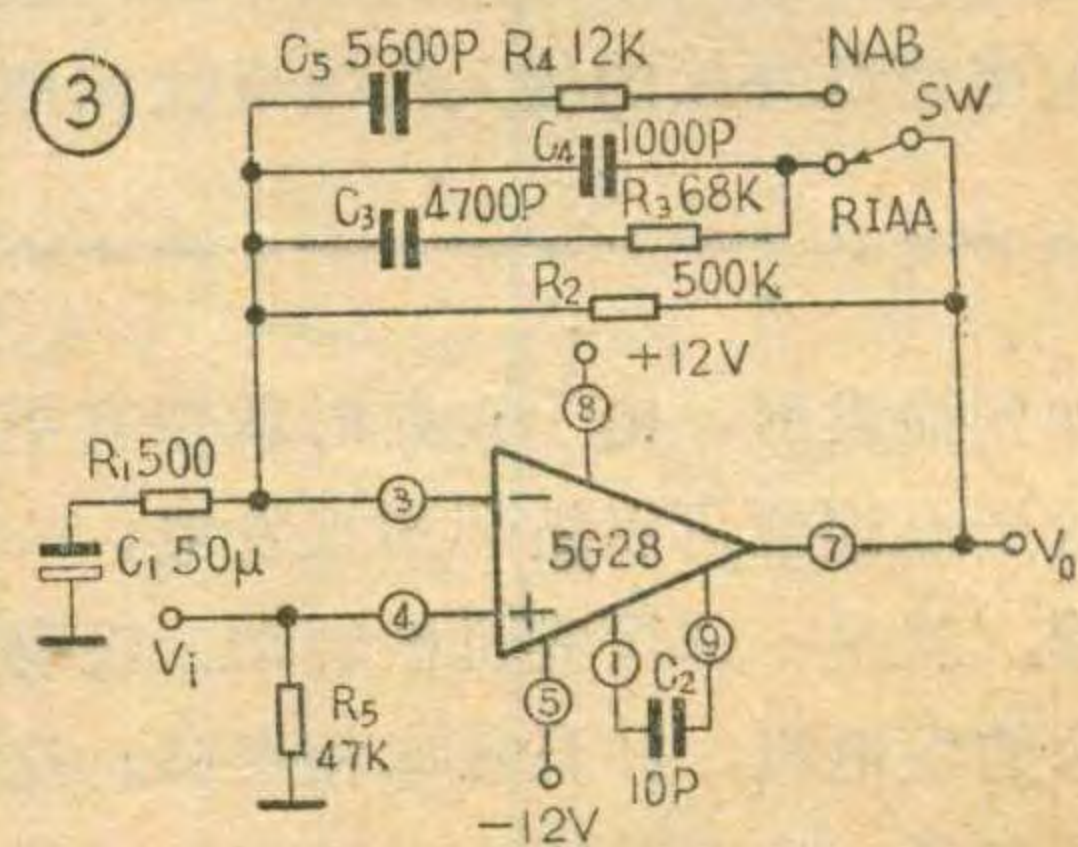
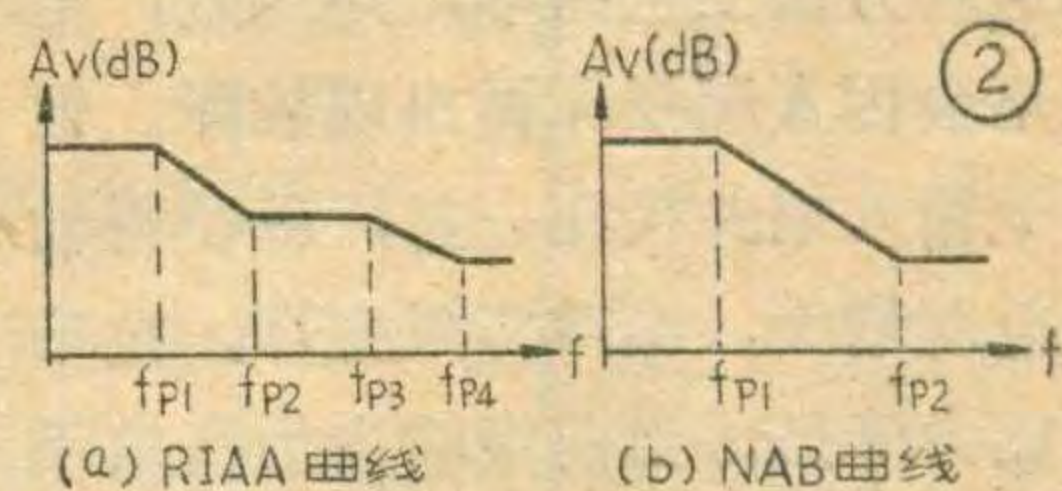
放大器构成高低音控制电路，只要分别将高音和低音网络同时设置在反馈网络中即可。图 4a 示出一般要求获得的音调控制响应曲线，图 4b 则是实现这一控制的具体电路。用这个电路可以获得  $\pm 20\text{dB}$  以上

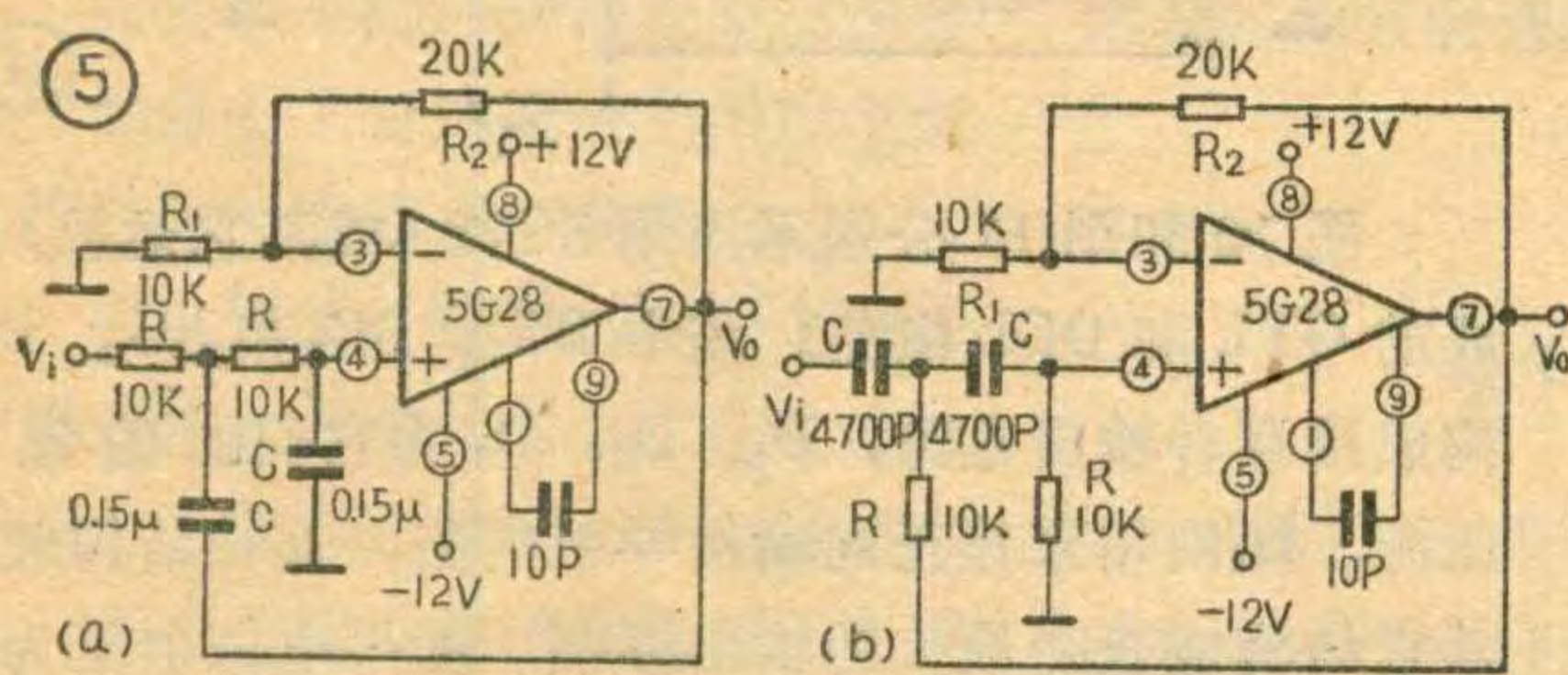
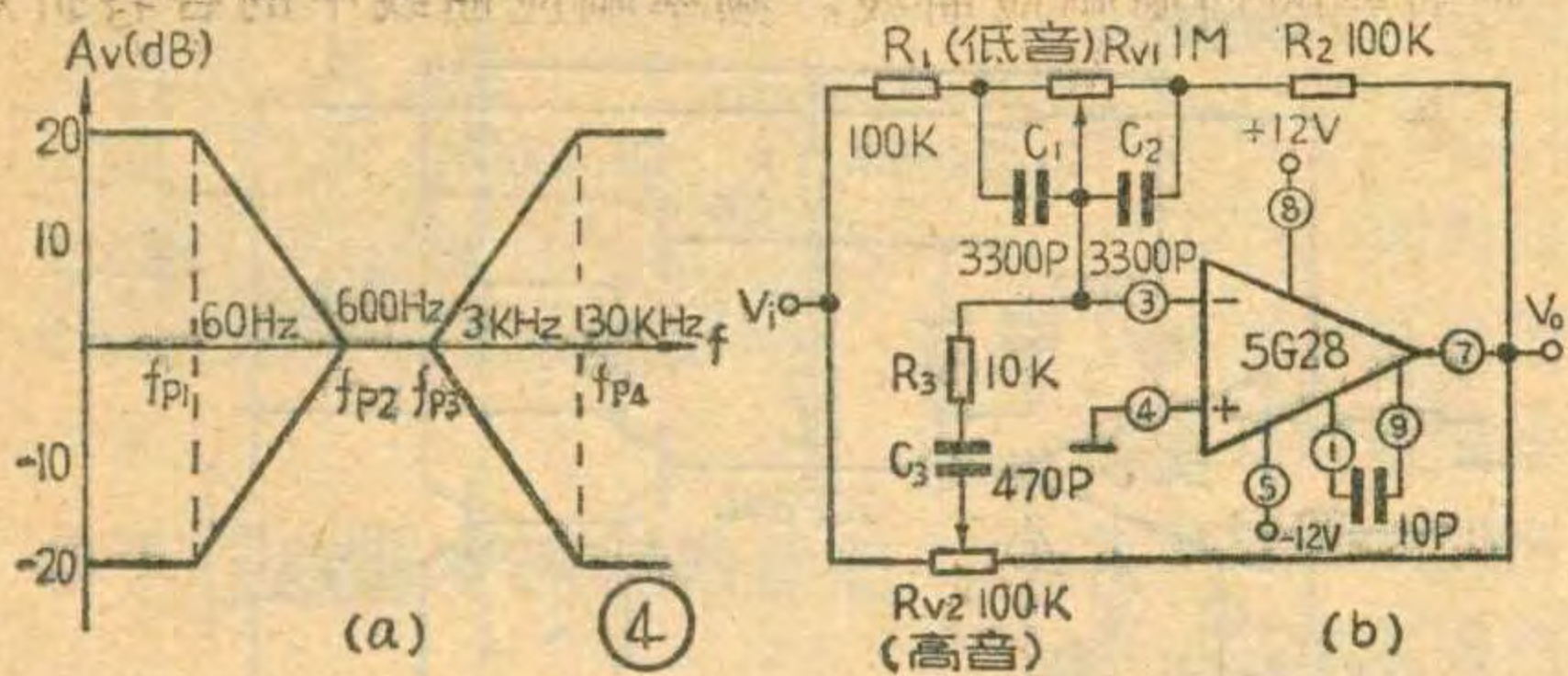
的高低音控制范围，图中  $f_{P1} \approx 60\text{Hz}$ ， $f_{P2} \approx 600\text{Hz}$ ， $f_{P3} \approx 3\text{KHz}$ ， $f_{P4} \approx 30\text{KHz}$ 。这些转折点频率分别由下式给出：

$$f_{P1} = \frac{1}{2\pi R_{V1} C_1}, \quad f_{P2} = \frac{1}{2\pi R_1 C_1}$$

$$f_{P3} = \frac{1}{2\pi R_{V2} C_3}, \quad f_{P4} = \frac{1}{2\pi R_3 C_3}$$

图 4b 电路输入电阻约  $100\text{K}\Omega$ ，如无需这样高时， $R_1$ 、 $R_2$  可改用  $10\text{K}\Omega$ ， $R_{V1}$  用  $100\text{K}\Omega$ ， $R_{V2}$  用  $10\text{K}\Omega$ ，





$R_3$  用  $1K\Omega$ , 电容  $C_1, C_2, C_3$  各扩大 10 倍, 则音调控制特性不变, 而输入电阻减为  $10K\Omega$ 。

**滤波与选频电路**

利用运算放大器的负反馈特性, 可以构成各种特性的有源滤波器和选频放大器。实际上上述音调控制电路只是其中的一个特例。滤波与选频电路在各种音频设备以及遥测、遥控设备中有极广泛的用途, 这里提供几个简单的实例。

1. 在许多音频收音设备中, 出于音质上考虑常要分别放送不同频域的信号, 因而要将所需的频域从信号中分离出来, 此时简单的方法是用滤波器来“分频”。

图 5a 是一个用运算放大器组成低通滤波电路的实例。这是一种具有二阶衰减特性、增益为 3 的滤波电路, 转折点频率为  $100Hz$ , 亦即:

$$f_p = \frac{1}{2\pi RC} \approx 100Hz$$

$$A_v = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 3$$

滤波特性由二节 RC 积分回路决定。

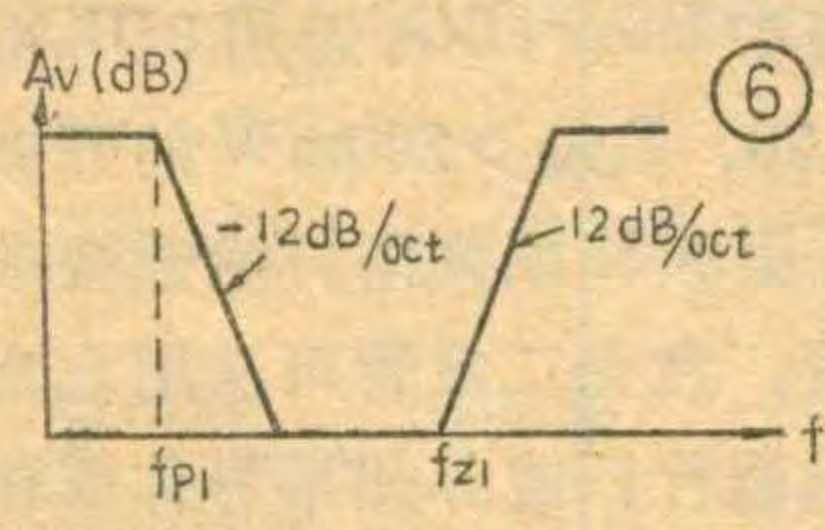
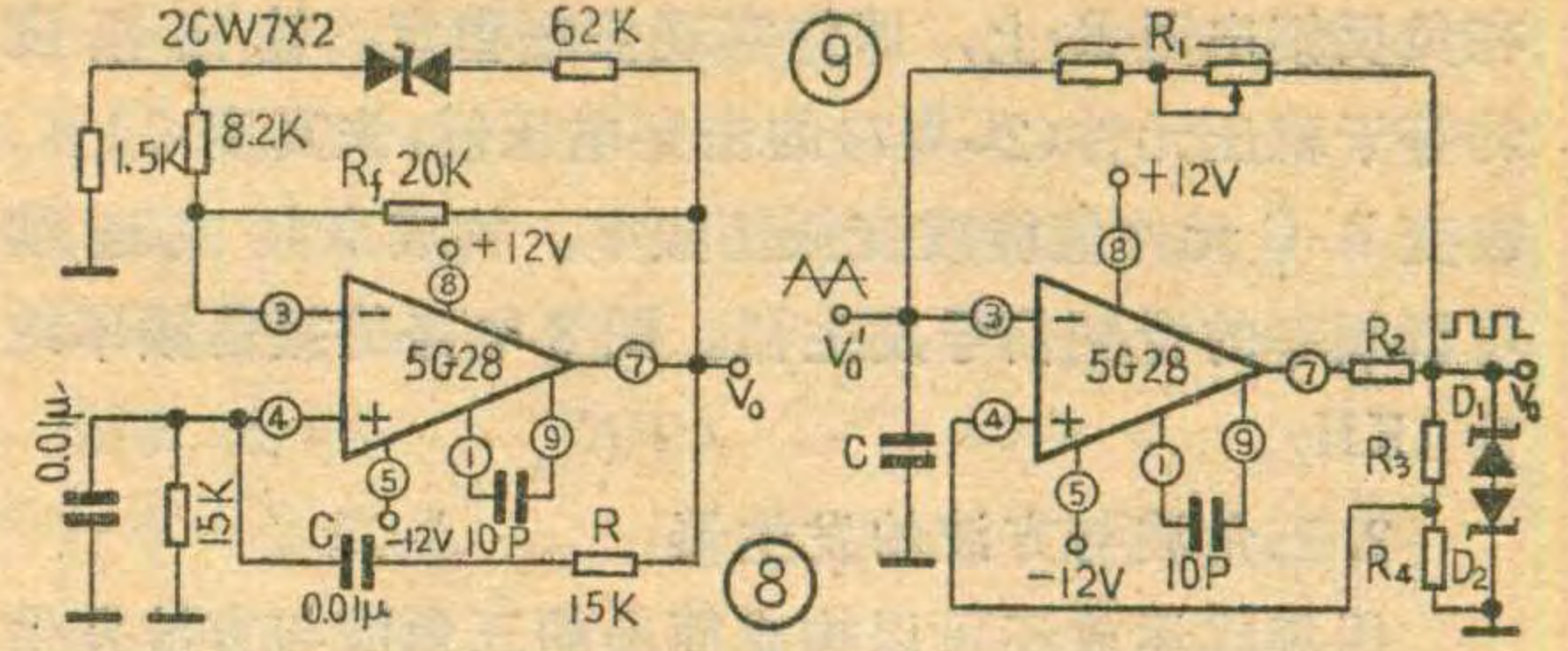
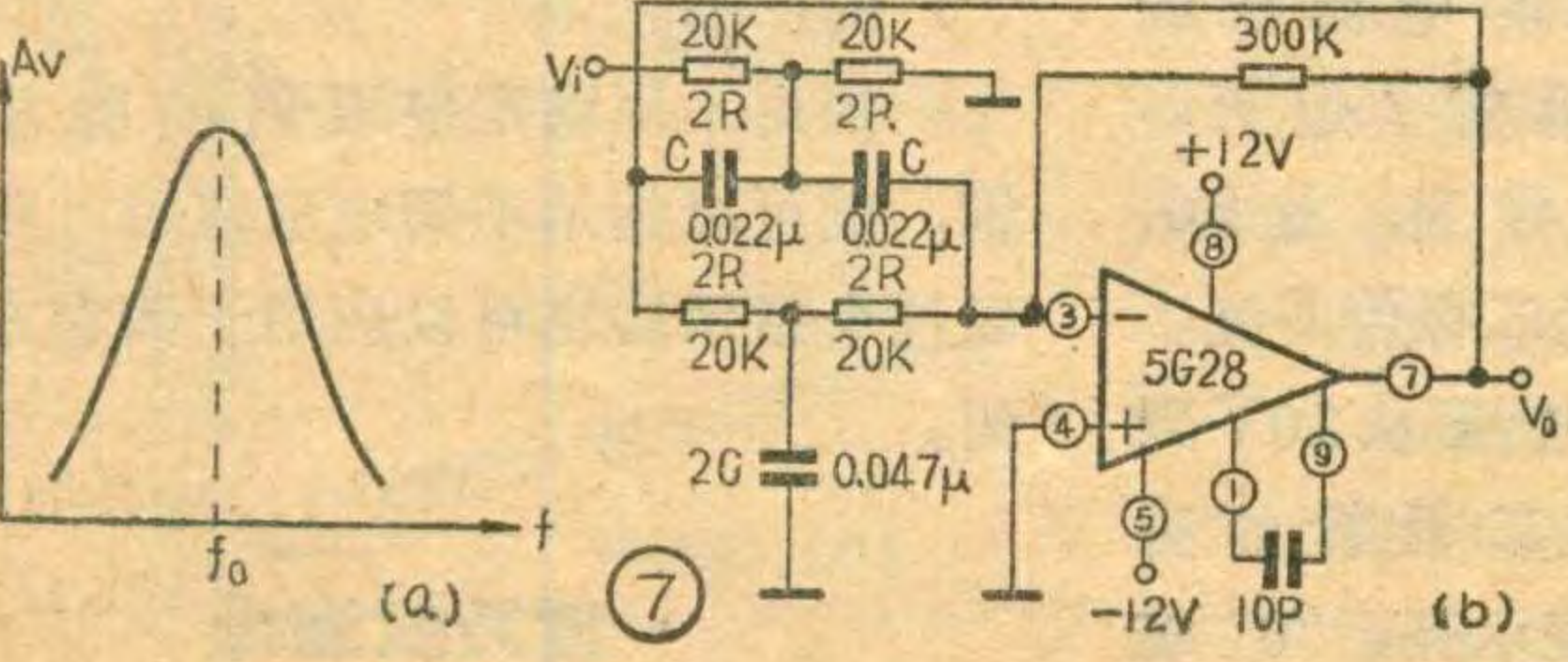


图 5b 则是一个高通滤波器的实例, 与图 5a 不同之处在于把 R-C 积分电路改成 C-R 微分电路。它同样是一个二阶



(即以每倍频程 12dB 变化) 递增的特性, 它的增益和零点表示式如下:

$$A_v = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 3$$

$$f_z = \frac{1}{2\pi RC} \approx 3.5KHz$$

上述两种滤波电路可以构成图 6 所示的响应特性, 选取不同的 R-C 或 C-R 网络就可以构成不同响应特性的滤波电路。

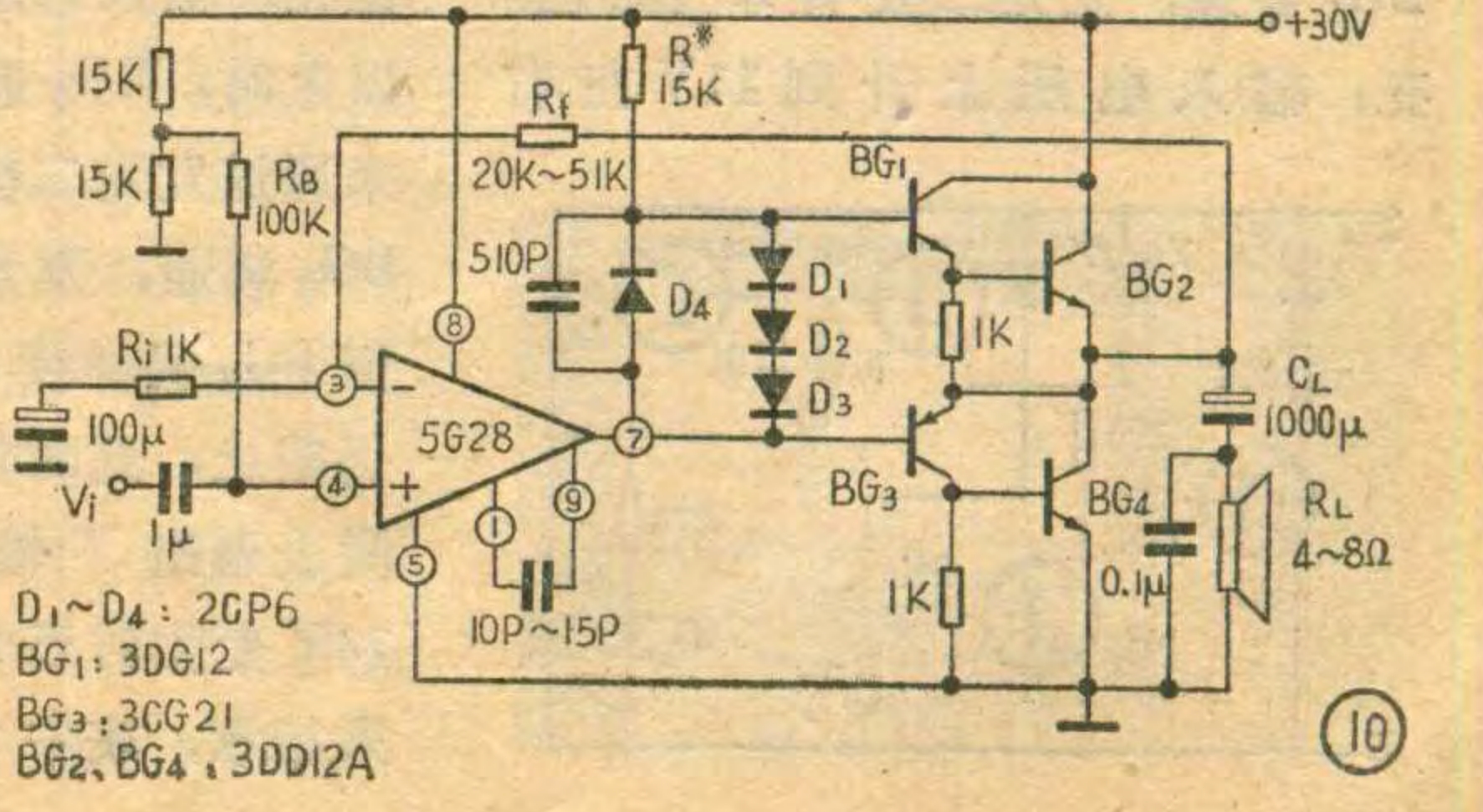
2. 在多路遥控接收机中, 常常需要设置一系列频率选择电路。利用运算放大器组成的有源选频电路, 在频率较低时, 可以获得通常使用的 L、C 选择网络所难以达到的 Q 值。图 7 示出一种用集成运放组成的双 T 选频放大器的实例。这种电路工作稳定, 调试简便, 特性仅由外部 R-C 元件确定, 选频中心频率  $f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$ 。图 7 电路的  $f_0 \approx 715Hz$ , 带宽  $\Delta f \approx 19Hz$ , Q 值约 38,  $A_v = 19$ , 所用元件要求比较精确, 否则容易自激。

**信号发生器电路**

在许多音频设备与音响设备中, 需要用到各种信号发生电路, 例如正弦波、方波、三角波等, 用作信号源或是调制源。利用运算放大器组成各种信号源可以使电路结构简单, 调试简便, 互换性强。这里介绍几种能用于诸如电子乐器, 调制器等中的简单电路。

**1. 正弦波发生器**

利用集成运放作增益元件, 外加具有选频特性的正反馈网络, 可以构成所需的振荡电路。文氏桥振荡电路即是其中最常用的一种。图 8 示出用集成运放的文氏振荡器实例。这个电路的振荡频率由 R-C 元件值确定, 用两只同型号的稳压元件加一只电阻并接



在负反馈电阻 $R_f$ 上,即能实现振幅稳定。输出幅度约等于稳压元件(2CW7)的击穿电压值,失真度 $<1\%$ 。改变R-C元件值能改变振荡频率,构成点频或连续可调频率的音频信号发生器。图8电路的振荡频率约为1KHz。

### 2. 三角波与方波的发生器

用集成运放还可以构成简易的三角波与方波发生器电路,如图9所示。图中 $R_3$ 、 $R_4$ 组成再生反馈回路, $R_1$ 、 $C$ 构成R-C时间常数电路, $R_2$ 为限制流过稳压管电流的限流电阻。这种电路的振荡周期由下式确定:

$$T = 2R_1 C \ln \frac{1 + \beta}{1 - \beta}$$

$$\text{式中 } \beta = \frac{R_4}{R_3 + R_4}$$

如果满足 $\beta = 0.473$  则 $T = 2R_1 C$ , 调节 $R_1$ 可以改变振荡频率。

图9电路中,在 $V_0$ 处可获得稳压管 $D_1$ 和 $D_2$ 击穿电压幅度值的对称方波,在 $V'$ 处则可获得对称的三角波。这种电路可用在各类调制电路或简易信号发生器中。

### 功率放大电路

用集成运放外加功率晶体管,就能组成十分稳定、几乎无需调试的OTL或OCL电路。一般集成运放输出电流可达10mA,因此只要功率晶体管的电流增益 $\beta$ 足够高或用复合管结构,就能得到足够的功率输出。

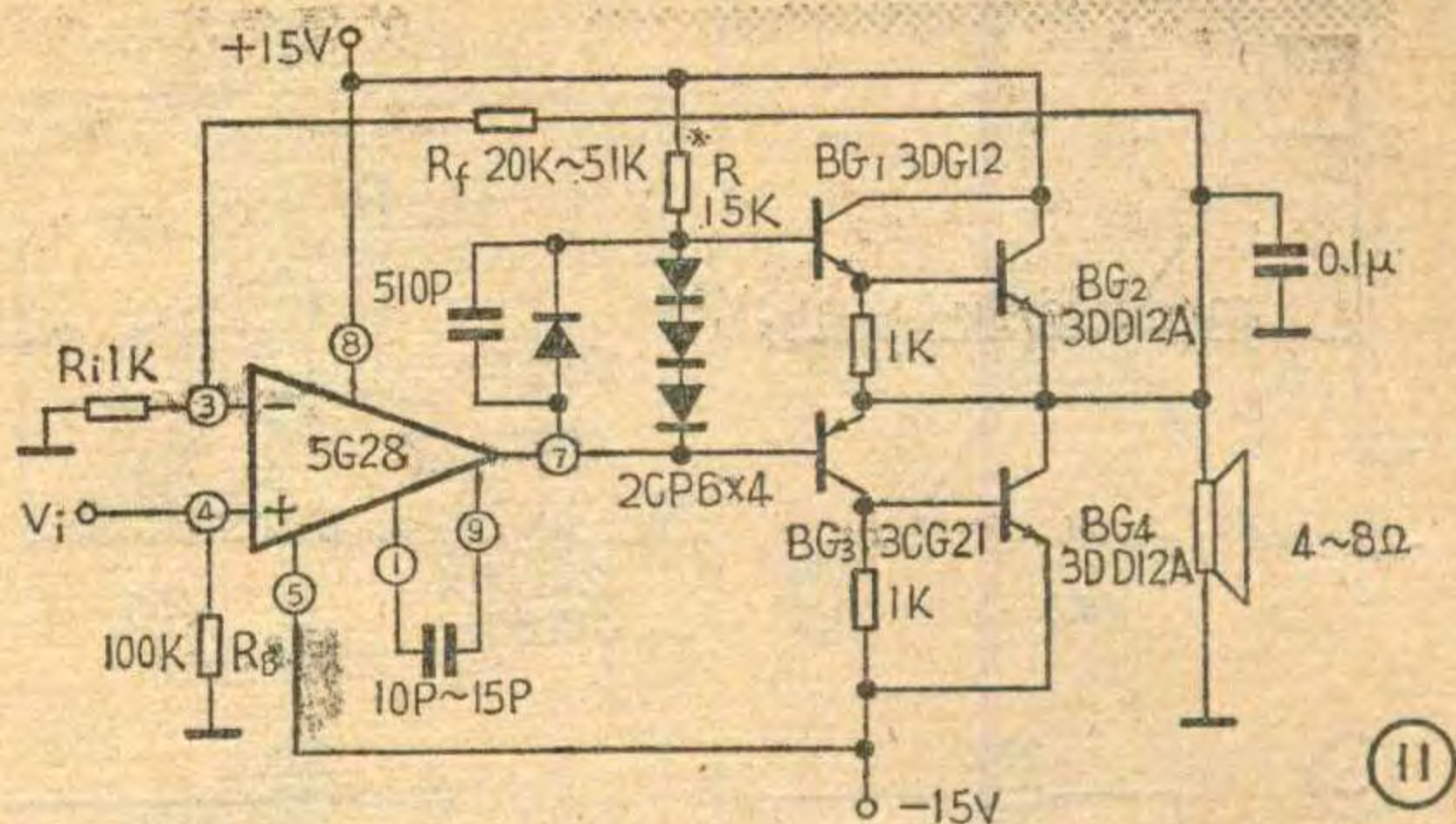


图10和图11分别示出用5G28(或其它运放)组成的OTL和OCL电路。图中 $BG_1$ 、 $BG_2$ 和 $BG_3$ 、 $BG_4$ 构成准互补输出电路, $D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$ 为它们的偏置电压源, $D_4$ 则用来作正向输出导引电路。这种结构较之其它结构能获得最大的输出摆幅。如果电源电压为30伏,则电路最大输出幅度可达20伏峰峰值,在 $8\Omega$ 负载上能获得6瓦以上不失真功率,在 $4\Omega$ 负载上则可得12瓦以上功率。 $BG_1$ 、 $BG_2$ 、 $BG_3$ 、 $BG_4$ 的 $\beta$ 值只要大于20即可。

由于5G28有较高的转换速率,因此高频响应较好。图10和图11中电阻 $R^*$ 用来控制推挽输出管的静态电流,电路增益由反馈电阻 $R_f$ 和 $R_i$ 的比值确定,即 $A_v = (1 + \frac{R_f}{R_i})$ ,与电路器件无关。电路的输入阻抗由电阻 $R_B$ 确定,这里选用 $R_B = 100K\Omega$ ,即为 $100K\Omega$ 输入电阻,能直接用作唱机放音电路。

如将上面介绍的一些电路进行适当组合,可构成各种高性能的音频设备。

## 自动电压指示器

这是一种以电子线路取代动圈式电表的简易自动电压指示器,适用于安装在汽车上随时监测蓄电池的电压。电路的简单工作过程是:当输入电压在10V以下时, $BG_2$ 、 $BG_3$ 和 $BG_4$ 都截止, $BG_1$ 导通,发光二极管R(红色)亮;输入电压上升到11V左右

时, $BG_1$ 和 $BG_2$ 都导通,发光二极管R和Y(黄色)都亮;输入电压上升到12V时, $BG_2$ 处于深饱和并使 $BG_1$ 截止,仅发光二极管Y亮;在输入电压上升到13V时, $BG_4$ 导通,使发光二极管G(绿色)也亮;输入电压继续上升到14V以上时, $BG_3$ 进入深饱和,使原来通过发光二极管Y的电流改经 $BG_3$ 流通,发光二极管Y熄灭,但 $BG_2$ 仍继续保持导通,故 $BG_1$ 仍截止,这时仅发光二极管G亮。附表列出了输入电压从10V到14V变化时三个发光二极管的亮灭指示,表中“1”表示亮,“0”表

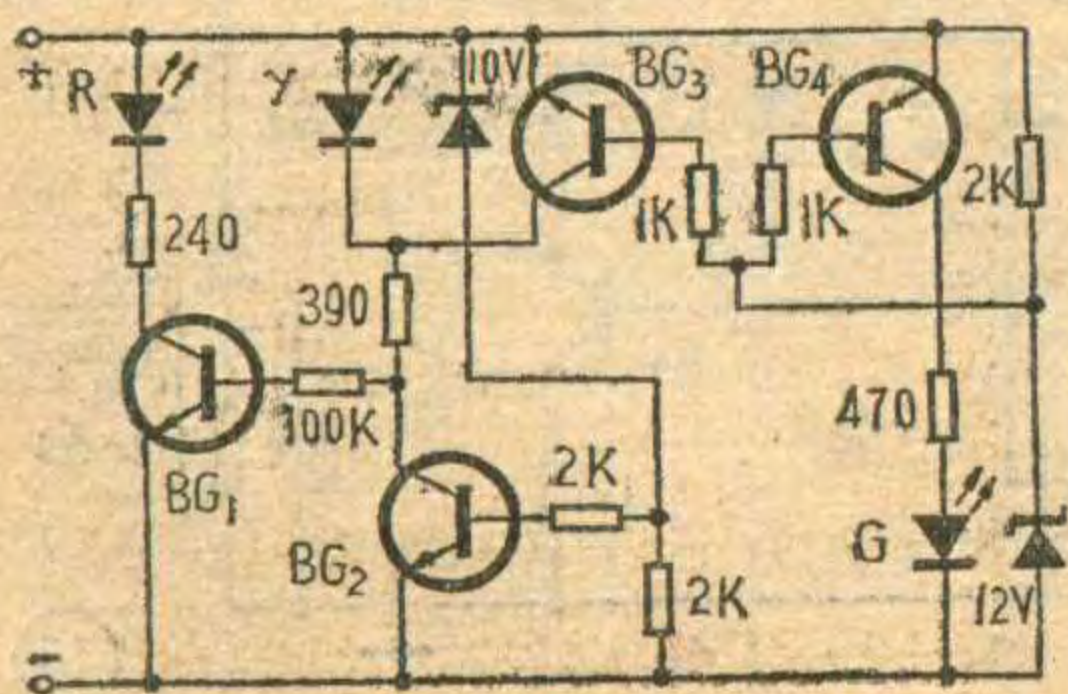
示灭。

电压	R(红)	Y(黄)	G(绿)
$\leq 10V$	1	0	0
11V	1	1	0
12V	0	1	0
13V	0	1	1
$\geq 14V$	0	0	1

电路中 $BG_1 \sim BG_3$ 选用3DK系列、 $\beta > 20$ 、 $P_{CM} > 200mW$ 的开关管, $BG_4$ 用3CK系列同样参数要求的开关管。发光二极管可选用北京崇文光电器件厂或苏州半导体器件一厂的产品。

换用不同稳定电压值的稳压管,就可以指示不同电压范围,所以这个指示器也可以应用于其它方面。

董乃斌编译







## 水下作业超声电视摄象机

在伦敦举行的欧洲近海石油会议和展览会上首次展出了用声电图象转换管制成的超声摄象机。

声电图象转换管的第一个用途是用它做成潜水员或潜水作业所使用的水下电视系统的超声电视摄象机。超声波能够穿过浊水甚至淤泥的薄层，所以超声摄象机能在浊水中工作，而普通的摄象机在这种场合下是无能为力的。

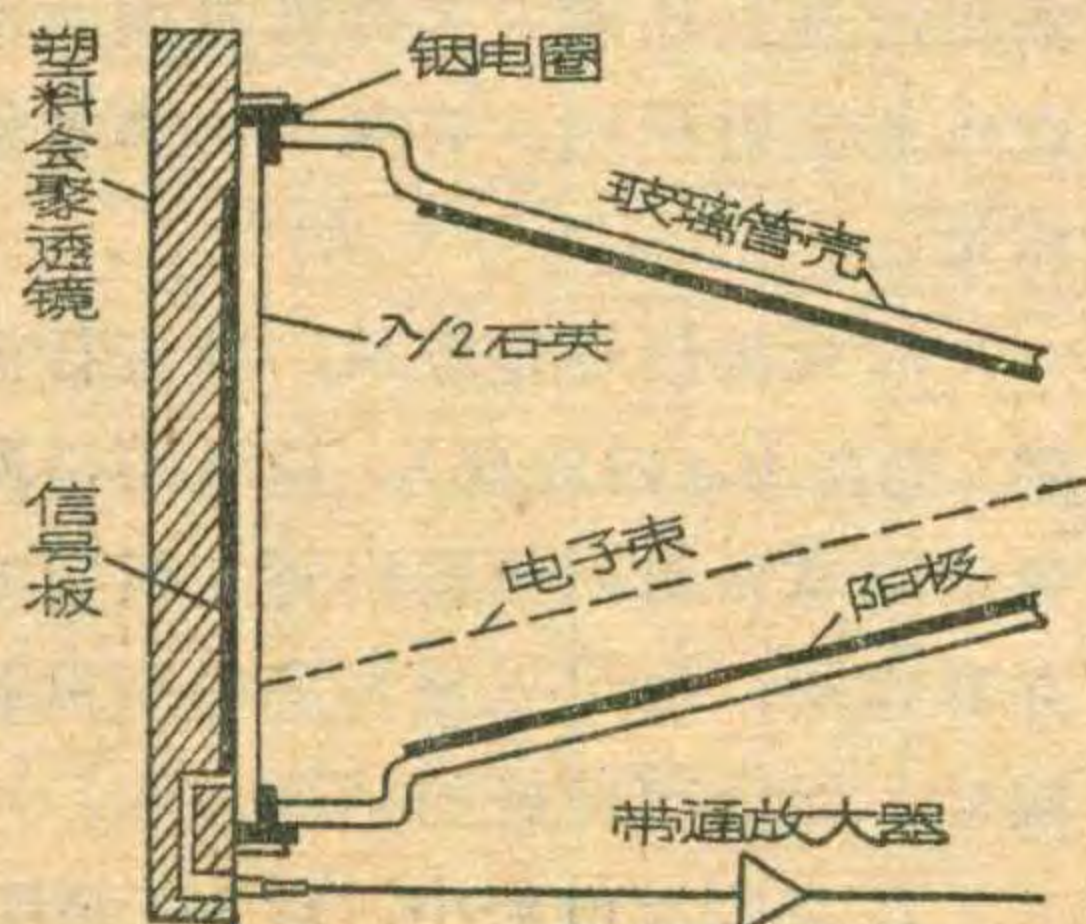
超声摄象机的前面装有超声波传感器组成的阵列，它能向前面的景物发出超声波。从景物反射回来的超声波，被一个塑料双凹会聚透镜聚焦到图象转换管的成象平面上。

图象转换管的正面嵌有石英晶体。石英晶体的作用是把超声波的声压图象转换成电压图象。也就是说把各象点上的反射超声能转换成等效的电压信号。

如果用电子束对石英晶体进行扫描，石英晶体上各点的电压信号就在信号板上变成电容性电流，这个信号是由带通放大器处理的。

研制这种声—电转换管的英国EMI电子公司中心研究实验室，他所使用的是直径为100毫米、X切割的石英晶体，嵌在环氧树脂的窗口中。

目前，用这种图象转换管制成



的摄象机，在不采取任何减压措施的情况下，可以在水下30米深的地方工作。如果加上压力窗，则可以在水下300米的地方工作。能够获得清晰的电视图象，每帧201线，每秒12.5帧。当工作频率为2兆赫时，在非常混浊的水中，可以对数米以内的景物进行摄象作业。

(杨昇鸿编译)

## 电子黑板

美国贝尔系统的大多数业务公司都在使用一种电子黑板。这种黑板可以用普通电话线，把设在某一场所的压敏黑板上的手写文字传送到设在另一场所的电视机屏幕上，利用便携式会议电话机和另一条电话线，便可进行双向通话，用户可以在传送过程中部分或全部擦掉写在黑板上的字迹。

(徐慧芬译)

## 语言压缩/扩展器

国外制成一种携带式语言压缩/扩展器。这种语言控制器，使用一个可变速度控制装置，可使记录讲话速度比正常讲话速度快2-3倍。如正常的平均讲话速度为每分钟100到140个字，这种装置每分钟则可达350个字。它还能使正常的讲话速度减慢60%。使用时不论采用高速或低速都没有附加失真。

采用超高速时，可使磁带记录的会议、讲演、采访等等所需要的时间缩短一半。盲人或视力有缺陷的人也能够象正常人一样快地记录信息。而慢速度的作用，是有助于学习外语，辅导教学以及反复深入地研究一些技术资料等。同时，由于记录速度的快慢可以与打字速度相配合，因此也可以使企业、公司的口授、抄写工作简化。

这种装置，类似于一般具有录音和回放的盒式录音机，并带有滑动的回放速度和音量控制手柄。另

外，还包括一个内装的电容话筒和带远距离通断开关的手持式话筒；一个三位数的磁带计数器；一个暂停开关；插入和检查控制器和耳机插孔。

(泽仁编译)

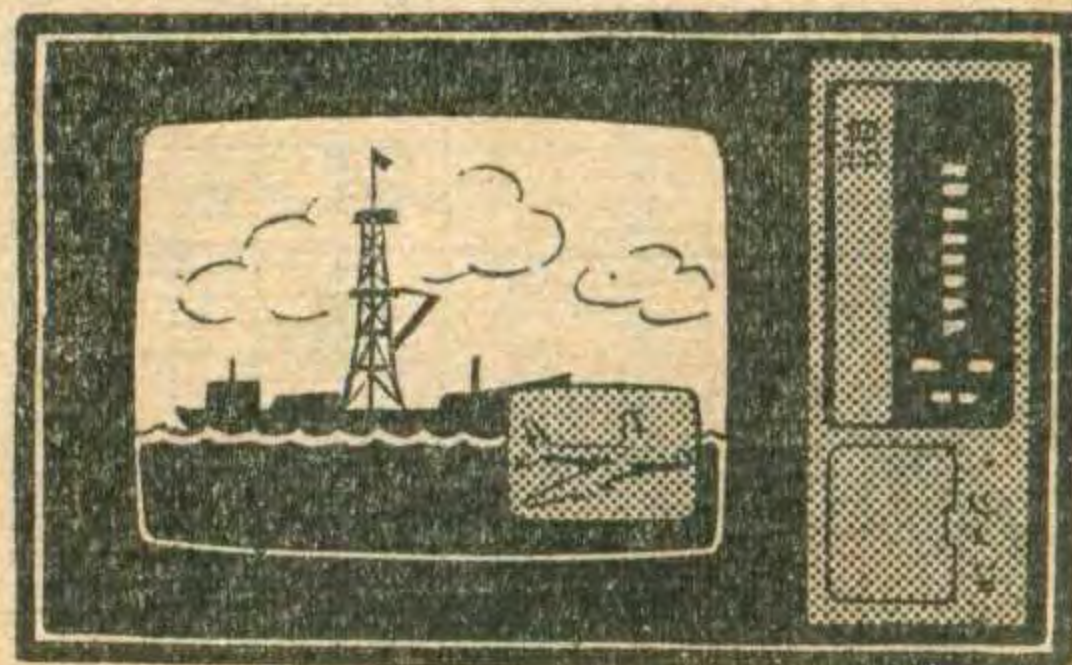
## 双画面电视机的改进

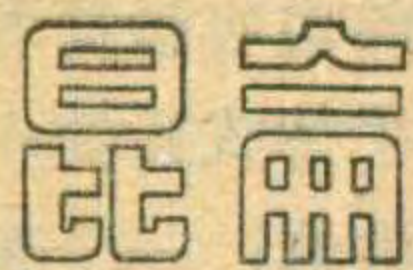
双画面电视机是一种除屏幕上映出的某一频道的电视节目主画面外，还同时在下角映出另一频道的、无声的、小面积的黑白图象。电视爱好者们将高兴地听到一个喜讯：双画面电视机又有所改进。新研制的产品中，小图象也是彩色的，而且具有使运动的画面固定下来的性能。

目前，国际上有两家工厂生产双画面电视机。一家是西德的，另一家是日本的。他们所生产的电视机中的小图象是暂存在由斗链器件(BBD)制成的模拟式存储器中，然后加以读出。

据报导，最近有两家制造厂正在研制改进式的双画面电视机。一家是美国的仙童公司，他们用电荷耦合器件(CCD)存储器代替BBD存储器，因为后者所引起的信号损失，将使图象减弱或产生“雪花”现象。小图象面积约为主画面面积的1/9，但仍然是黑白的。另一家是日本的日立公司，它们用数字式存储器代替模拟式存储器，小图象是彩色的，大小约等于主画面面积的1/14。如果需要，还可以依靠单片四位微处理机的控制，将小图象固定下来，这是用模拟式存储器无法办到的。

(杨昇鸿编译)





# B314型

# 集成电路黑白电视机



东风电视机厂 B 314 设计组

该机是我厂采用集成电路试制的 31 厘米黑白电视机。其特点是使用的元器件少、耗电省、性能比较稳定、结构紧凑、维修方便。

### 主要性能

频道数目:	12(VHF)
图象中频频率:	37MHz
伴音中频频率:	30.5MHz
有限噪声灵敏度:	图象 $\leq 200\mu V$ 伴音 $\leq 67\mu V$
视频带宽:	$\geq 4$ MHz
伴音不失真功率:	$> 500mW$

天线: 双鞭天线  
电源消耗功率:  $\leq 30W$

### 结构和特点

1. 电路元器件用量少。全部机器共用六块集成电路, 三只晶体三极管, 七只晶体二极管, 二只硅整流半桥堆, 一只高压整流硅堆及阻容元件等组成。比同类型分立元件电视机少用一百多只元器件。整机结构见封底照片。

2. 集成化程度较高。除了电源调整、行扫描输出、视频输出等大

功率或高反压的有源器件采用三只晶体三极管外, 其他功能都由六块集成电路分别完成。

3. 尽量采用联合设计通用整件, 以便于生产和维修。例如:

高频头: 采用的是联合设计 KP-12 型独立微调频道转换器。

偏转线圈: 采用联合设计 31 厘米分立元件电视机用的 QPZ-3101 型偏转线圈。

行输出变压器: 采用联合设计 31 厘米分立元件电视机用的 HCB-3101 型行输出变压器。

电源变压器: 采用联合设计 23 厘米电视机的电源变压器。

行线性线圈、行推动变压器等也均采用联合设计 31 厘米电视机用的相应整件。

4. 图象中频采用三级放大电路, 参差调谐。其中第一、二两级中频放大器由直接耦合的差分放大电路组成(在 IC<sub>1</sub> 集成块内, 见图 1 方框图)。其输入阻抗与 AGC 控制深度无关。在外来信号急剧变化的情况下, 总特性曲线变化不大。因而可以保证图象的清晰和稳定。

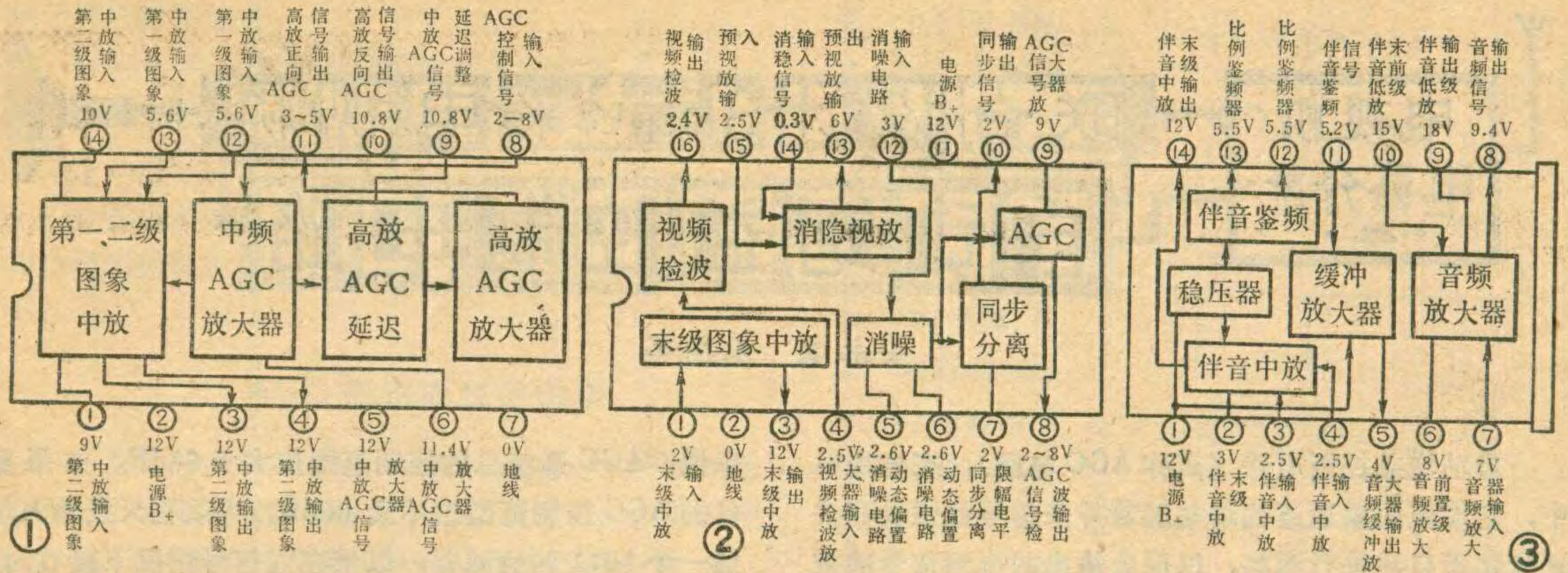
5. 视频信号检波, 采用小信号射极跟随器。在 IC<sub>2</sub> 内完成, 见图 2。这样, 一方面可以提高检波效率, 又可以减轻末级中频放大器的负担, 并且还能大大降低检波级所造成的辐射干扰, 有利于提高图象质量。

6. 视频信号检波后, 即进行消隐(也在 IC<sub>2</sub> 内完成)。这既可以避免消隐电路对视频输出管发射极的并联作用, 也可以使消隐电路负载减轻, 保证有良好的消隐性能。

7. 在陷波电路中, 对 38.5MHz

表

编号	骨架	线径 (mm)	起端	各槽圈数				尾端	测试频率 (MHz)	Q 值	电感量 ( $\mu H$ )	原理图	备注
				1	2	3	4						
2L <sub>1,4</sub>	四槽	0.29	6		2	2		4	25.2	$\geq 70$	0.3 $\pm$ 0.03		
2L <sub>2</sub>	四槽	0.29	6		2	2	1	4	25.2	$\geq 60$	0.35 $\pm$ 0.07		
2L <sub>3</sub>	四槽	0.29	3		1	1		2	25.2	$\geq 60$	0.3 $\pm$ 0.03		
			2		1	1		1					
2L <sub>5</sub>	两槽	QST 0.03 $\times$ 5	6	20	18			4	2.52	$\geq 80$	12.5 1.88		
2L <sub>12</sub>	四槽	0.14	6		5	4		4	7.95	$\geq 60$	0.8 $\pm$ 0.08		
2B <sub>1</sub>	四槽	0.14	4		3	2		6	25.2	$\geq 40$	0.35 $\pm$ 0.035		无磁帽
			2		3	3		3					
			3		3	2		1	25.2	$\geq 25$	0.36 $\pm$ 0.036		
			2					1					
2B <sub>2</sub>	四槽	0.14	3	9	9	9	5	2					无磁帽
			2					2	1				
			3					1	7.95	$\geq 30$	6.5 $\pm$ 0.13		
			6	2				4	25.2	$\geq 30$	0.16 $\sim$ 0.2		
3B <sub>1</sub>	工帽	0.1	3		6			2					
			2		20			1					
			3					1	2.52	$\geq 60$	12.5 $\pm$ 1.25		
			6		10			4	7.95	$\geq 60$	2.2 $\pm$ 0.22		
3B <sub>2</sub>	工帽	0.1	3		11			2					双线并绕
			2		11			1					
			3					1	2.52	$\geq 70$	9:1		
			6		2			4	25.2	$> 2$	0.2 $\sim$ 0.7		



的频率，采用了深度吸收桥 T 形滤波电路，由  $2C_{05}$ 、 $2L_{03}$ 、 $2R_{03}$  组成（见封三电路图）。既提高了选择性，又改善了图象载频（37MHz）附近的相位特性，提高了图象质量。

8. 为了保证视频输出管安全工作，在显象管的阴极到地之间跨接了一个放电间隙 SG 251（见封三电路图）。当显象管内一旦发生高压跳火，即可直接通过放电间隙短路到地，不致使视放输出管击毁。

9. 由于在集成电路中，对主要放大器都考虑了温度补偿，故整机的温度稳定性较好。

10. 另外本机还采用了消亮点电路，以免关机后的瞬间灼伤荧光屏。它由  $7C_{06}$  和  $7D_{02}$  等元件组成（见封三电路图）。正常收看时，显象管的栅极（⑤脚）经  $7D_{02}$  接地，其直流电位接近于地电位。电容器

$7C_{06}$  上端充有约 110V 的电压。关机后， $7C_{06}$  通过  $7R_{10}$ 、 $7D_{02}$  放电，在  $7D_{02}$  的正端到地之间造成很高的负电压。该负电压加到显象管栅极上，足以阻止显象管阴极发射的电子束对荧光屏的轰击。

### 工作过程

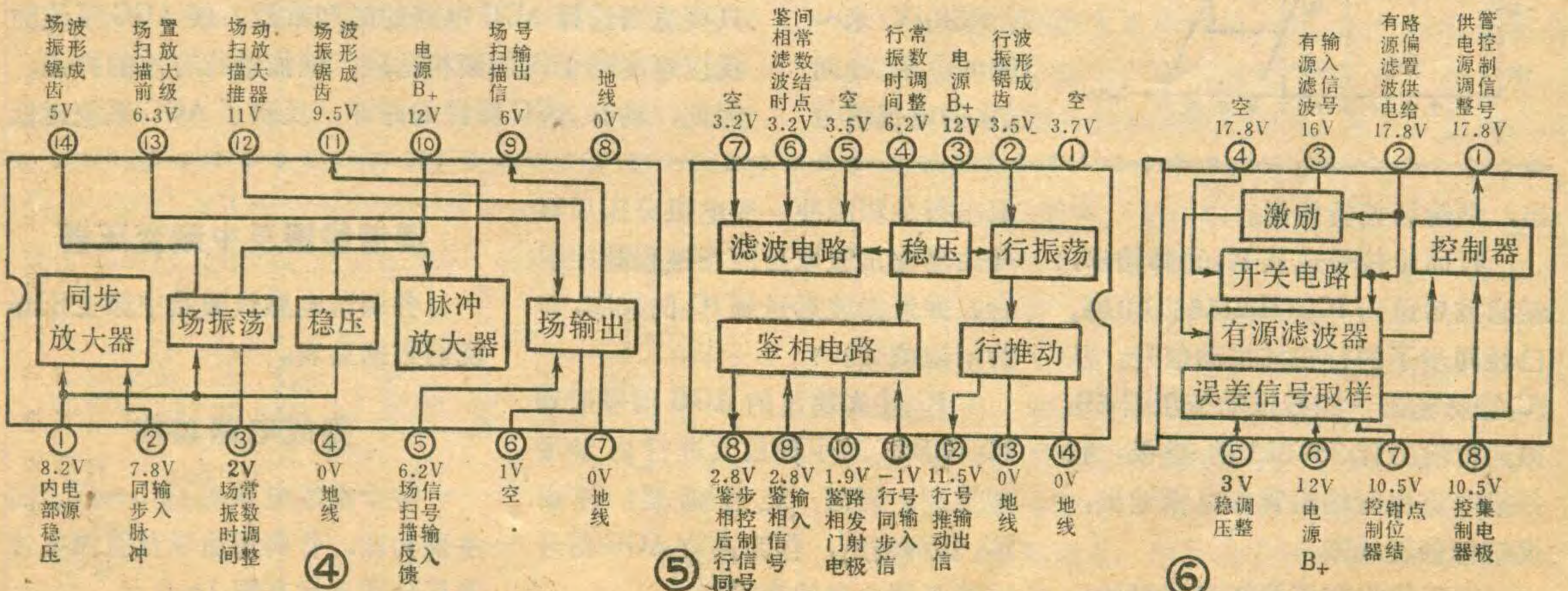
该机电路图见封三；其印制电路板图见封二。电视广播信号由双鞭天线接收下来，经阻抗匹配器传送给高频头，进行放大、混频。混频后，中频信号经  $75\Omega$  特性电缆传送到印制电路板上的插头  $A_1$ 、 $A_2$ 。高频头所需的直流电源和高放 AGC 信号，也用导线分别与印制板上的插头  $A_3$  和  $A_4$  相连。

送到印制板  $A_1$ 、 $A_2$  插头上的中频信号，经带通滤波器传送给集成电路  $IC_1$ （HA1144）的⑫⑬脚。在集成电路内，经两级带有 AGC 控制的

放大电路放大后，由③④脚取出经变压器将信号传送给  $IC_2$ （HA1167）的①脚，进行调谐放大。然后，从  $IC_2$  的③脚取出耦合到④脚，进行视频检波。检波后的信号由  $IC_2$  ⑯脚输出有三个去向：其一是经选频变压器的次级将伴音中频信号传输给  $IC_3$ （KC583C）的③④脚进行放大。其二经 6.5MHz 的吸收回路传递给  $IC_2$  的⑮脚，进行消隐放大，并由⑬脚传送给视频输出放大管（2SC1921）的基极。其三是进入  $IC_2$  ⑫脚的信号，经消噪、同步分离后由⑩脚输出行、场同步信号分别送到  $IC_5$  和  $IC_4$ 。

伴音中频信号由  $IC_3$  的③④脚输入后，经中放、鉴频、音频放大，由⑧脚输出供给扬声器。

场同步信号由  $IC_2$  ⑩脚输出经两节积分电路送到  $IC_4$ （KC581C）的②脚。场扫描信号由  $IC_4$  的⑨脚输





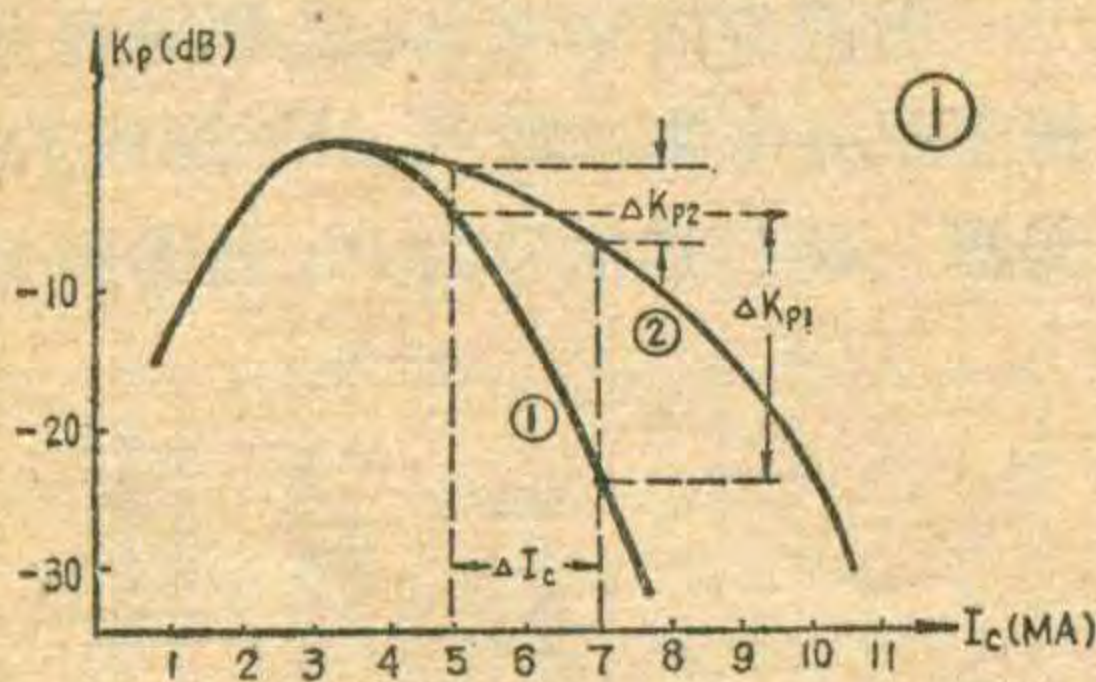
安永成 朱德辉

自动增益控制电路（简称 AGC 电路），在电视机中，它能使图象通道的增益随着外来信号的强弱和快速变化而自动进行调整，以保证输出的视频信号的波形和幅度基本不变。

### 一、对 AGC 电路的基本要求

为了使电视机在输入各种不同场强的全电视信号时，都能得到稳定的图象质量，对 AGC 电路提出的要求主要有以下几点：

1. 控制范围要宽。AGC 电路控制范围的定义是：当加到显象管调制电极上的视频输出电压，与标称调制电压（例如 31 厘米显象管的标称调制电压为  $20V_{PP}$ ）比较，变化  $\pm 1.5dB$  时，相应的天线输入端信号变化范围的分贝数，即为 AGC 控制范围，可写为  $20\lg \frac{U_{+1.5dB}}{U_{-1.5dB}}$ ，式中  $U_{+1.5dB}$  为相应于视频输出电压比其标称电压高  $1.5dB$  时的天线输入信号电压； $U_{-1.5dB}$  为相应于视频输出电压比其标称电压低  $1.5dB$  时的天线输入信号电压。AGC 控制范围说明电视机 AGC 系统所能适应输入信号场强的变化范围，这叫静态 AGC 特性。大家知道，一般电视机输入信号场强的变化范围为  $30\mu V/米 \sim 100mV/米$ ，假定图象



中放的 AGC 在天线输入信号场强为  $50\mu V/米$  时开始起控，对于  $50\mu V/米 \sim 100mV/米$  之间变化的电视信号

来说，AGC 系统总的控制范围应大于  $66dB$ 。如果整机的 AGC 控制范围达不到  $66dB$ ，可以在天线输入端加一个  $10:1$  的衰减器，以使在强信号情况下接收时，可把输入信号先衰减  $20dB$ ，这样，AGC 的总控制范围只要大于  $46dB$  就可以了。

扩大 AGC 控制范围的主要措施是：设法提高 AGC 电路的控制环路增益，控制环路增益越大，天线输入端信号的微小变化，就能引起 AGC 电路输出电压的较大变化，从而使通道增益也有较大变化。另外，要求被控中放晶体管的增益控制特性要好，即 AGC 电压的微小增加，就能引起中放增益较大的衰减。如果 AGC 电路控制两级中放管，则要求这两级中放晶体管的控制电流一致性要好，这样才能使总的增益衰减特性较好。图 1 示出了两种不同晶体管的增益控制特性曲线，当两个晶体管集电极电流变化量  $\Delta I_c$  相同时，曲线 1 比曲线 2 的增益衰减量大，即  $\Delta K_{P1} > \Delta K_{P2}$ ，这说明曲线 1 比曲线 2 的增益控制特性要好。

2. 动态 AGC 特性要好。动态 AGC 特性是表征 AGC 系统抑制输入信号快速变化能力的。大家知道，电视机中经常遇到两种干扰，一种是脉冲干扰，这种干扰由电视机中的抗干扰电路进行抑制；另一种是低频干扰，如日光灯干扰，电源频率与晶振场同步脉冲频率之间的差异所造成的黑滚道干扰以及吊扇或飞机机翼对电磁场的扰动引起输入信号电平起伏所造成的图象扭曲、晃动等，都属于低频干扰。对于这种干扰，只要适当选择 AGC 电路的时间常数，使 AGC 系统的反应速度与干扰低频相适应，就能进行有效的抑制。因此，动态 AGC 特性的好坏，反映了 AGC 系统对低

出，供给场偏转线圈。

行同步信号也从  $IC_2$  ⑩脚输出，经滤波后送到  $IC_5$  (HA1166) ⑪脚。已经同步了的行扫描推动信号，从  $IC_5$  ⑫脚输出，经行推动变压器  $5B_1$  加到行输出管 2SC681 的基极。行扫描电流由行输出管集电极输出，供给行偏转线圈。

由行输出变压器初级绕组抽头

取出逆行脉冲，经电阻分压后再与由场输出级取出的场逆程脉冲混合，并经滤波后送到  $IC_2$  的 ⑭脚，作为消隐信号。

$IC_2$  ⑧脚输出的 AGC 信号送到  $IC_1$  ⑧脚，对中频放大进行自动增益控制。同时，经过延迟，再由  $IC_1$  ⑪脚输出，作为高放 AGC 信号供给高频头中的高放级。

### 调谐线圈及中频变压器

各调谐电感线圈及中频变压器绕制数据见表。

### 集成电路功能

各个集成电路块 ( $IC_1 \sim IC_6$ ) 的主要功能、管脚用途以及直流电位等等分别表示在图 1~6 上。

频干扰的抑制能力。

3. 要求 AGC 系统对同步电路的影响要小。如果 AGC 电路设计不合理, 将会影响行、场同步电路的正常工作。

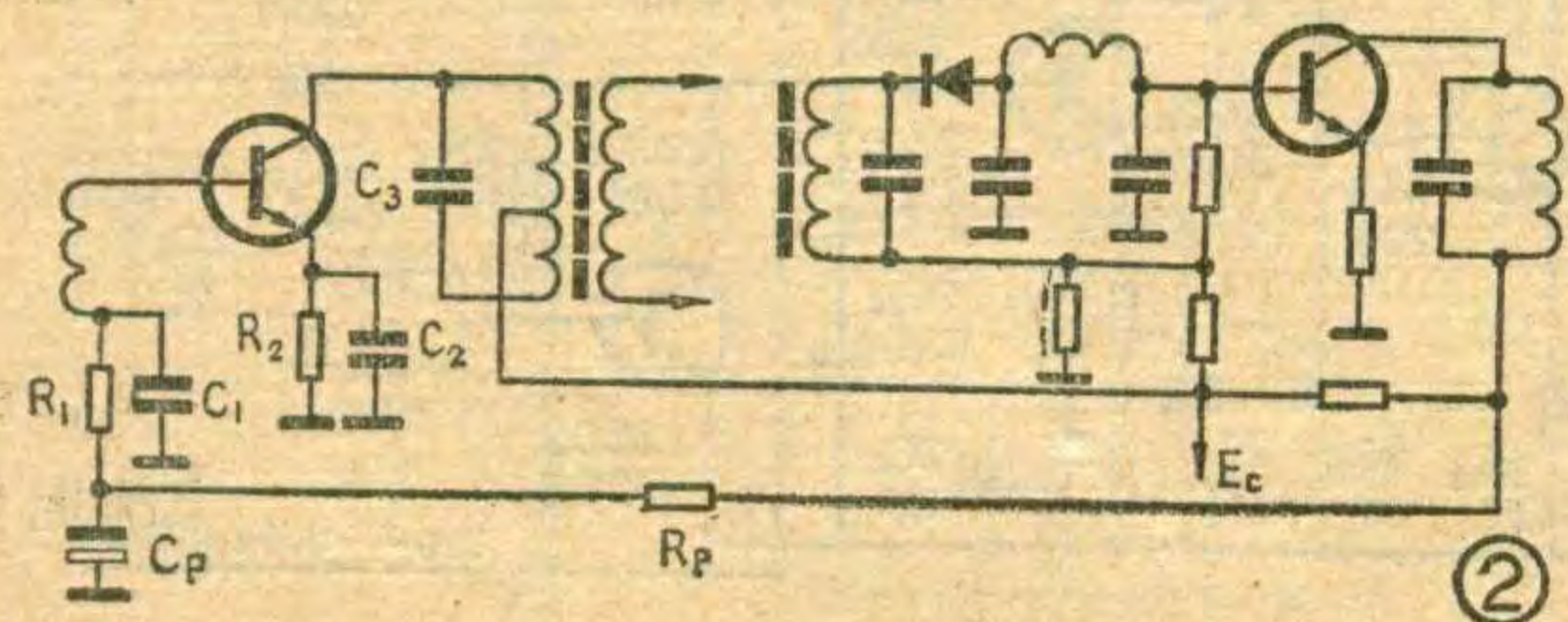
4. 在自动增益的控制过程中, 对图象通道的幅频特性和相频特性影响要小, 以保证图象信号波形失真小。

## 二、AGC 电路形式的选择

电视机的自动增益控制系统, 通常是从视预放级取得一个正比于视频信号电平的直流电压, 然后再通过 AGC 电路去控制图象中放和低频放大器的增益。目前采用较多的是正向 AGC 电路, 即增益  $K_P$  随着 AGC 电压的增加而下降。取得 AGC 电压的电路形式有三种, 即平均值式 AGC 电路; 键控式 AGC 电路和峰值 AGC 电路。

平均值式 AGC 电路, 如图 2 所示。它是利用检波负载上的脉动直流电压, 经视预放倒相并由  $R_P$ 、 $C_P$  滤波后, 去控制放大器的增益。这种电路的优点是比较简单, 缺点是 AGC 电压随图象内容的变化而变动。当图象为暗场时, AGC 电压增大, 图象通道增益下降; 亮场时, AGC 电压减小, 图象通道增益增大。即使在同一接收场强时, 由于图象内容不同, 也会引起增益变化, 结果造成一种反调制, 压缩了图象信号的动态范围。另外, 为了保证 AGC 电压不随 50Hz 场频的变化而引起纹波干扰, 时间常数 ( $R_P \cdot C_P$ ) 应取得较大, 一般为 0.2 秒。但是, 这将使 AGC 电路的动作迟钝, 不能随接收场强的快速变化而作出相应的反映。因此, 这种电路目前已很少采用。

键控式 AGC 电路, 是利用全电视信号中行同步脉冲幅度固定不变并与图象内容无关的特点, 通过一个闸门控制开关信号, 使 AGC 电压只有在行同步脉冲到来时, AGC 系统才工作。一般闸门控制开关信号采用行输出变压器的逆程电压。这种电路的优点是: (1) AGC 电压与图象内容无关, 只与行同步脉冲电平有关。大家知道, 行同步脉冲永远是调制功率的最大点, 当场强一定时, 不管图象内容如何, 行同步脉冲的电平是不变的。这样就克服了在平均值式 AGC 电路中, AGC 电压随图象内容而变化的缺点。(2) 抗脉冲干扰的能力较强。从键控 AGC 电路的工作原理可

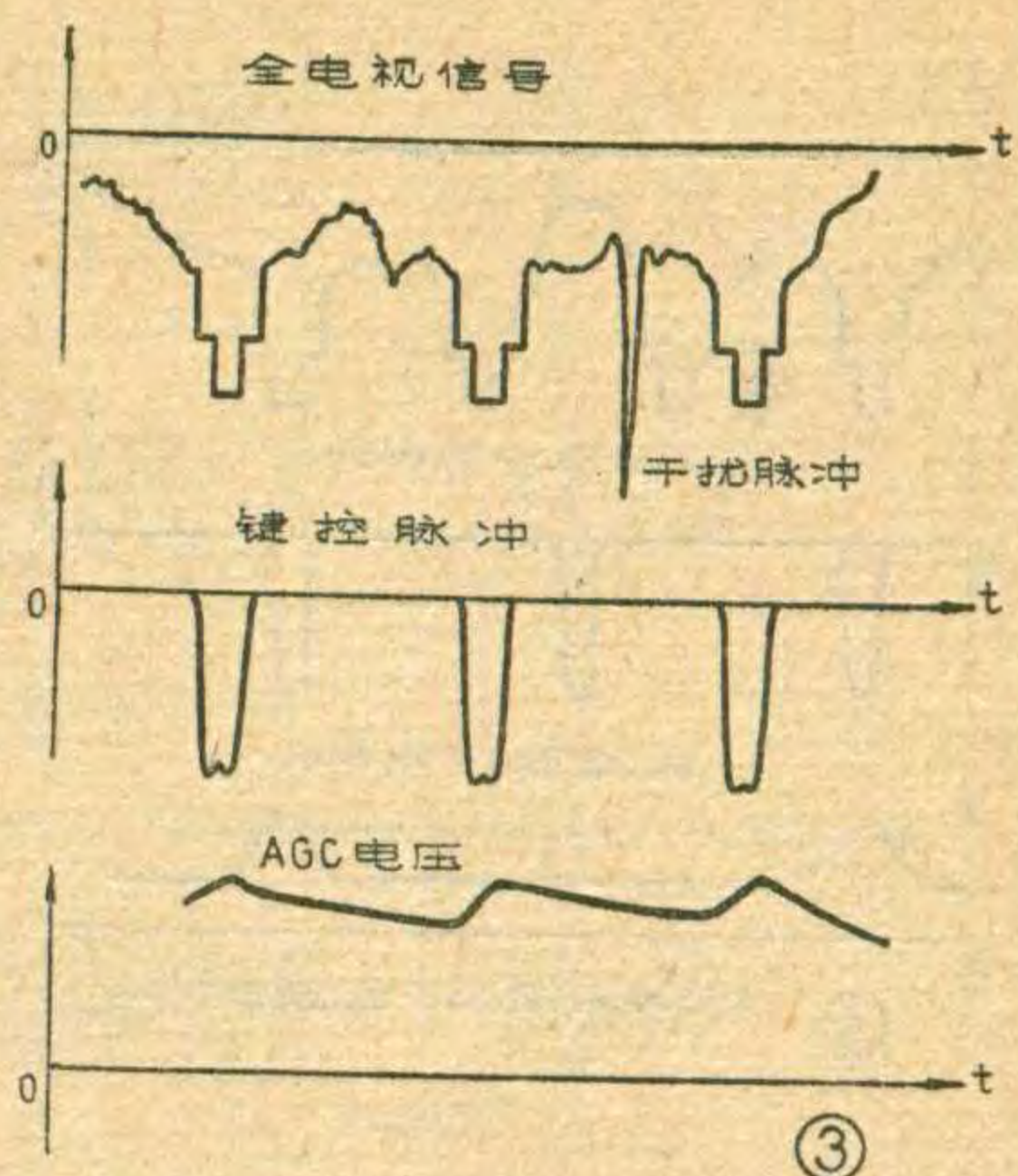


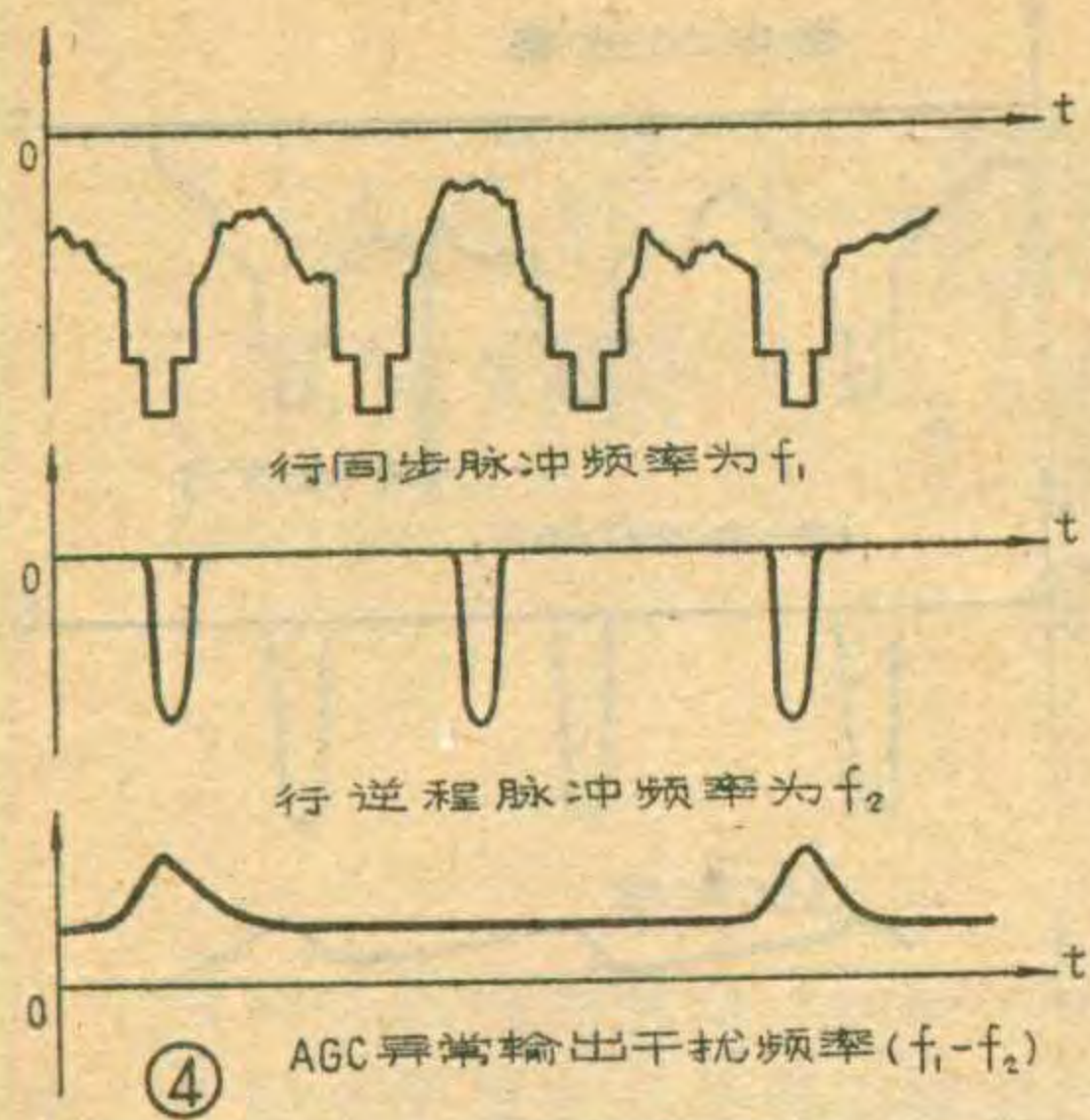
知, 当行同步脉冲与闸门控制脉冲在时间上相同时 (即同频、同相), 如图 3 所示, 这时才能产生 AGC 电压。所以, 在行同步脉冲以外的脉冲干扰都不会对 AGC 电路产生影响。

我们知道, 行周

期为  $64\mu s$ , 行同步脉冲宽度只有  $4.7\mu s$ , 这样受干扰的可能性就大大减小。(3) AGC 环路的增益较高, 控制深度可以作得较好, 一般可以达到 60dB 以上。键控 AGC 电路的缺点是: 开机或转换频道时, 图象的同步不能立即正常工作, 往往要有一个很短的捕捉过程。这是由于键控 AGC 电路和行的 AFC 电路之间有牵引造成的。在开机和转换频道时, 从没有输入信号状态很快变成输入信号很大的状态。由于 AGC 电路的时间常数较大, 要产生与之相对应的 AGC 电压, 需要一定的时间, 在这一段时间内, 放大器进入了饱和状态, 同步信号受到破坏。一旦同步被破坏, 键控 AGC 电路就失去作用, 因此, 放大器就一直处于饱和状态, 行同步也就无法正常工作。这种现象称为锁定现象。如果行振荡频率偏离行同步脉冲频率不多时, 仍有可能恢复正常同步, 但需要一个捕捉过程。适当减小键控 AGC 电路的时间常数, 可以缩短捕捉过程。但又会引起行引入范围的缩小, 因为时间常数取得较小时, 会产生一种差频干扰, 由于行同步未引入时, 行同步脉冲与键控脉冲的频率不相同, 结果使 AGC 输出电压中出现一些干扰脉冲, 其频率等于行同步脉冲和键控脉冲频率之差, 如图 4 所示。这种干扰脉冲会破坏正常的同步信号, 使行引入范围大大减小。相反, 当电路的时间常数取得较大时, 会使 AGC 电路的动作速度迟缓。由于时间常数大, 动态 AGC 特性差, 抑制场强快速变化引起的图象闪烁、滚动、扭曲的能力也就较差。

峰值 AGC 电路, 是利用峰值检波器, 取出全电视信号中的同步脉冲电压, 作为 AGC 电压。因此, 它也具有和键控 AGC 电路一样的特点, 即 AGC 电压与图象内容无关。另外, 这种电路最大的优点是动态 AGC 性能好, AGC 电路的时间常数可以选得较小, 所以, 抑制低频干扰的能力较强。但是, 这种电路抗脉冲干扰的能力较差。因此, 必须配合抗干扰电路, 才能充分发挥其优点, 消除由于脉冲干扰造成的 AGC 电路的错误动作。由于峰值 AGC 电路抑制低频干扰的





能力较强，同时，又因普遍采用抗脉冲干扰电路，所以，近年来这种电路被广泛采用。因此，联合设计31厘米电视机也选用了此种电路。

### 三、峰值 AGC 电路的分析

联合设计31厘米电视机的峰值 AGC 电路，如图5所示。下面分别介绍各部分电路的工作原理、元器件的作用及设计时应注意的问题。

#### 1. AGC 电压的检出电路

来自视预放发射极的视频信号，经抗干扰电路（图中虚线框内电路，以后再介绍）抑制脉冲干扰后，再经隔离电阻  $2R_{43}$  加到 AGC 检出管  $2BG_{11}$  的基极。 $2BG_{11}$  发射极电压是由  $2R_{21}$ 、 $2R_{19} // 2R_{20}$ 、 $2R_{17}$ 、 $2R_{41}$ 、 $2R_{42}$  组成的分压电路来决定的。图6示出了 AGC 检出电路的工作原理。当输入信号较小时，由于  $2BG_{11}$  发射极上分得的直流电压（2V 左右）小于  $2BG_9$  发射极加到它基极上的电压（4.5V 左右），所以， $2BG_{11}$  处于深饱和状态，此时，没有同步脉冲输出，也就没有 AGC 电压输出，起到了中放 AGC 延迟的作用。当视频信号幅度足够大时，加到  $2BG_{11}$  基极上的正极性（同步头向下）视频信号中的同步脉冲，才能使  $2BG_{11}$  由饱和区退回放大区，这时， $2BG_{11}$  集电极上才有放大的同步脉冲输出。因为图象信号仍处于饱和区，所以没有图象信号输出。 $2BG_{11}$  集电极上输出的同步脉冲的大小正比于输入信号的强度。由于  $U_c = E_c - I_c R$ （R 即为  $2R_{40}$ ），所以，当  $2BG_{11}$  由饱和区退回放大区时， $I_c$  反而减小，从而使  $U_c$  增大。此时，峰值检波二极管  $2BG_{10}$  导通，并给电容  $2C_{40}$  充电。同步脉冲过后， $2BG_{11}$  的集电极电位迅速下降，使二极管  $2BG_{10}$  截止，这时电容  $2C_{40}$  又通过  $2BG_9$  的输入阻抗放电。电容  $2C_{40}$  上的电压，即为 AGC 检出电压，如图6(d)所示。

实现峰值检波的条件是：充电时间常数应远小于行同步脉冲宽度，即  $\tau_{充} \ll 4.7\mu s$ ；放电时间常数应远大于行同步脉冲的

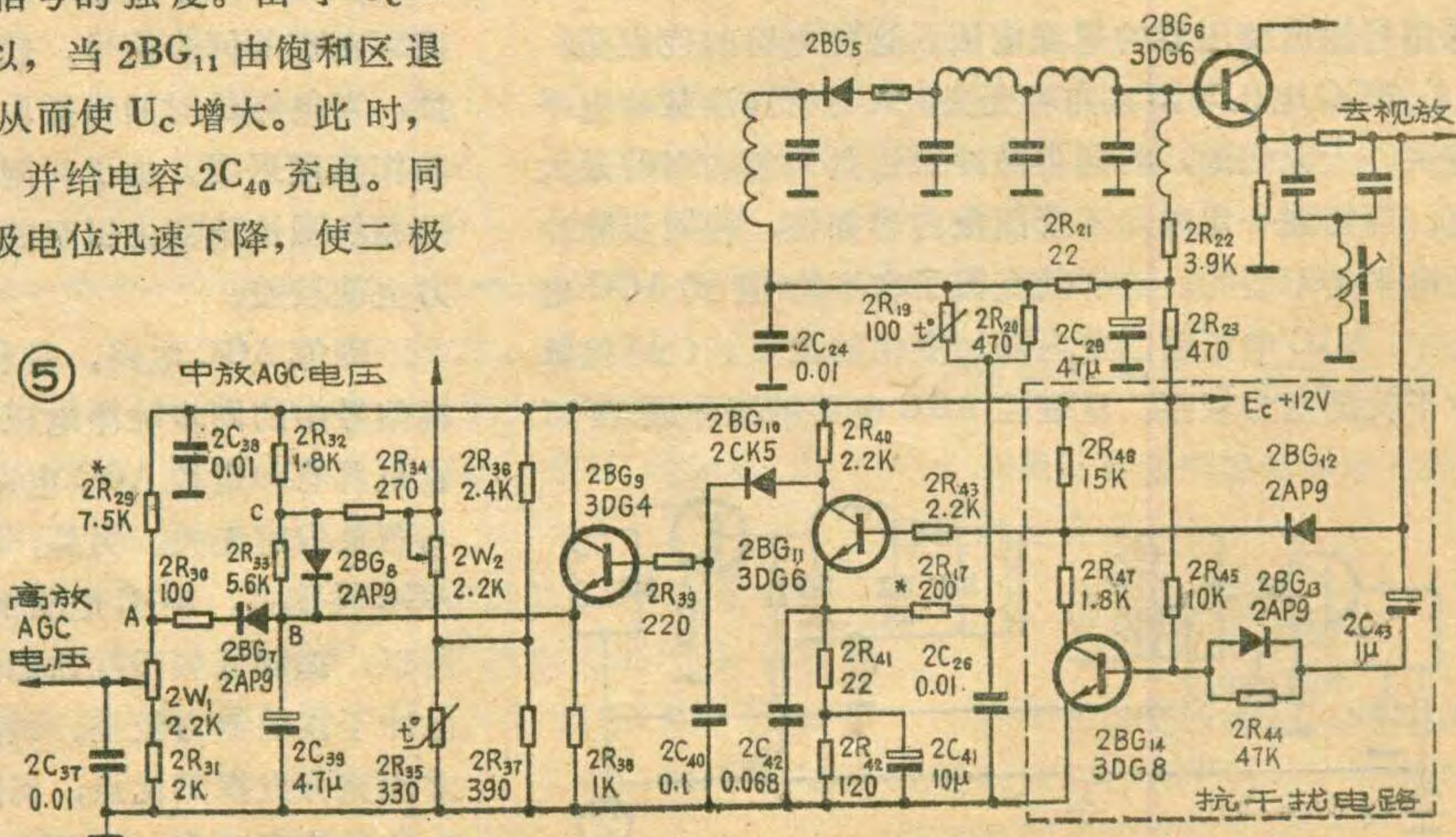
周期，即  $\tau_{放} \gg 64\mu s$ 。这样才能使检波输出的电压的大小正比于同步脉冲的大小。

实际上，对  $2C_{40}$  充电的等效电路如图7所示。图中  $r_c$  为  $2BG_{11}$  的输出阻抗（一般为几千欧）， $r_D$  为二极管  $2BG_{10}$  的正向内阻（一般为几十欧），充电电路中的电阻为  $2R_{40}$ （2.2K）与  $r_c$  并联后，再与  $r_D$  串联，其阻值约为几百欧；充电电容  $2C_{40}$  为  $0.1\mu$ ，因此，可算得充电电路的时间常数  $\tau_{充}$  为几十微秒。可见，不满足  $\tau_{充} \ll 4.7\mu s$  的条件。对于放电时间常数来说，由于  $2BG_9$  为射极跟随器，所以，其输入阻抗  $R_i \approx \beta R_e$ 。已知  $R_e$  为  $2R_{38} = 1K$ ，如果  $2BG_9$  的电流放大系数  $\beta = 100$ ，则  $R_i = 100K\Omega$ ，可算得放电时间常数  $\tau_{放} = R_i C = 0.01$  秒。因此，是满足  $\tau_{放} \gg 64\mu s$  的条件。

从以上分析可知，此电路充电时间常数不满足峰值检波的条件，放电时间常数满足峰值检波的条件，所以，它是一种不完全的峰值检波电路。

由于 AGC 检出电路是一种不完全的峰值检波电路，所以，对于脉冲宽度为  $192\mu s$  的场同步信号和对于脉冲宽度为  $4.7\mu s$  的行同步信号，有着不同的输出。大家知道，对于充放电时间常数一定的 RC 积分电路来说，尽管输入的脉冲信号的幅度是相等的，但由于脉冲宽度不等，输出的电压也不相等。由于场同步脉冲较宽，所以，在场同步脉冲期间，AGC 电路输出电压较高，结果使通道增益下降，压缩了场同步脉冲，造成场同步范围缩小，引起场同步不稳定。

为了克服这个缺点，在  $2BG_{11}$  的发射极电路中接入了  $2R_{41}$  和  $2C_{42}$ 。由于  $2C_{42}$  的容量较小，为  $0.068\mu$ ，所以，它对行、场同步脉冲呈现不同的负反馈。行同步脉冲宽度较小，在  $2C_{42}$  上建立的电压也较小，因此对行同步脉冲的负反馈量也小，也就是说  $2BG_{11}$  对行同步脉冲的放大量较大；而场同步脉冲的宽度较大，

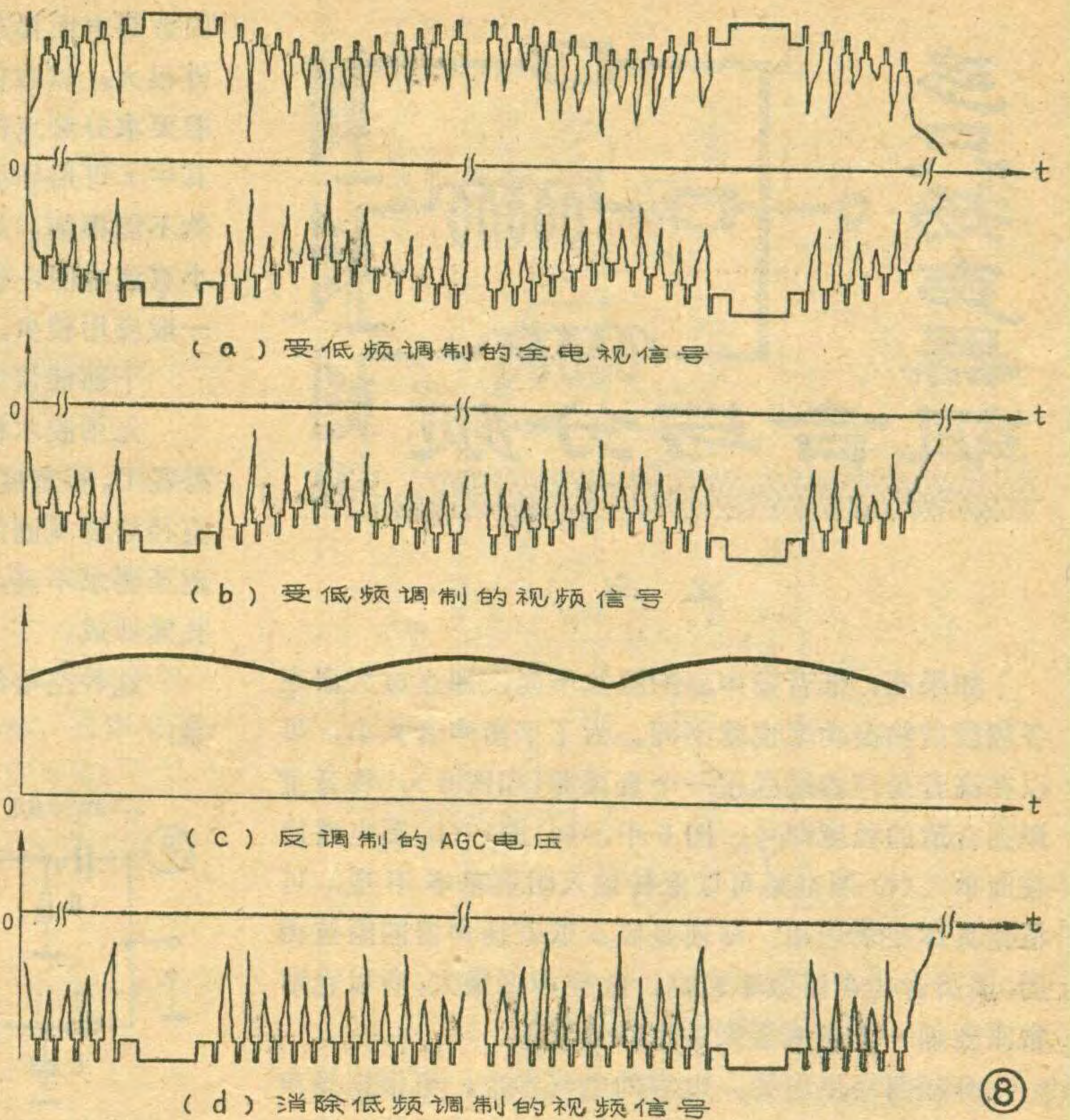


在  $2C_{42}$  上建立的电压也较大，因此对场同步脉冲的负反馈也大，放大倍数就小。所以，经  $2BG_{11}$  输出的行同步脉冲幅度大，AGC 电压就大，输出的场同步脉冲幅度小，AGC 电压也就小。控制通道增益的结果，相对地提高了场同步脉冲的幅度，克服了场同步脉冲被压缩造成场同步不稳的现象。解决场同步脉冲压缩的问题，也可以用加大  $2C_{40}$ ，使  $2BG_{10}$  成为平均值式检波器的办法来实现。但是加大  $2C_{40}$  后，AGC 电路的时间常数变大，使动态 AGC 特性变坏，AGC 电路的输出电压跟不上输入信号变化的速度。

在  $2BG_{11}$  的发射极还有电阻  $2R_{42}$  和电容  $2C_{41}$ ，由于  $2C_{41}$  的容量较大，为  $10\mu$ ，所以它对行、场同步脉冲呈现的阻抗相差不大，负反馈量也基本相同。因此， $2R_{42}$ 、 $2C_{41}$  的作用是给  $2BG_{11}$  的发射极提供直流电位，来控制  $2BG_{11}$  由饱和状态进入放大状态。

电阻  $2R_{17}$  用来调整发射极电路的分压比，以改变  $2BG_{11}$  的工作状态。利用这一点，也可改变 AGC 电路的起控点。当  $2R_{17}$  的阻值增大时，相应地减小了  $2BG_{11}$  发射极的电压，此时，视频输出必须增大，才能使 AGC 电路有输出，所以，也就延迟了中放 AGC 的起控点，缩小了 AGC 的控制范围。相反，当  $2R_{17}$  的阻值减小时，就会使中放 AGC 的起控点提前。通常  $2R_{17}$  选  $200\Omega$  左右，这时，视频检的输出电压约为  $1.2V_{PP}$ 。

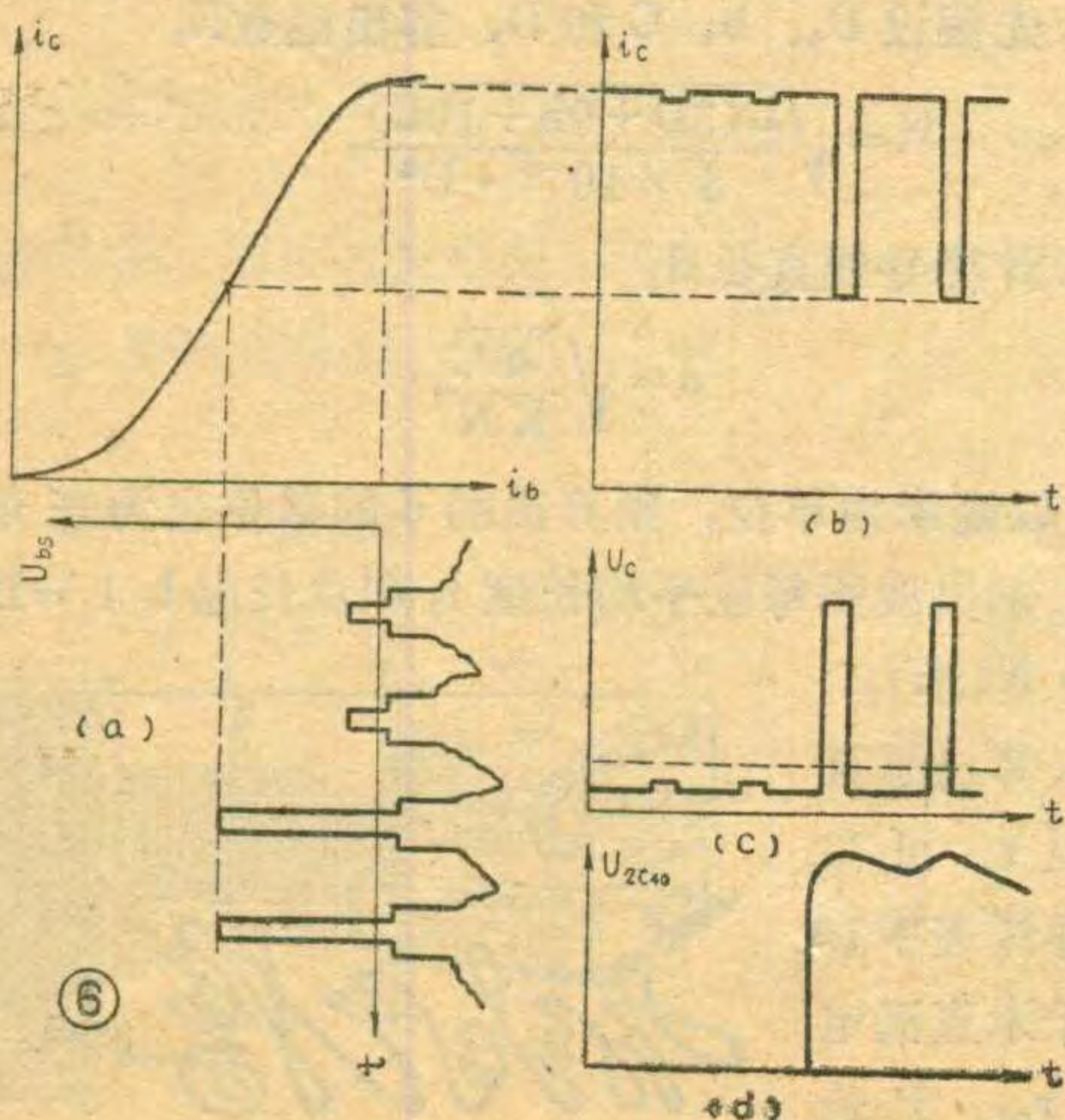
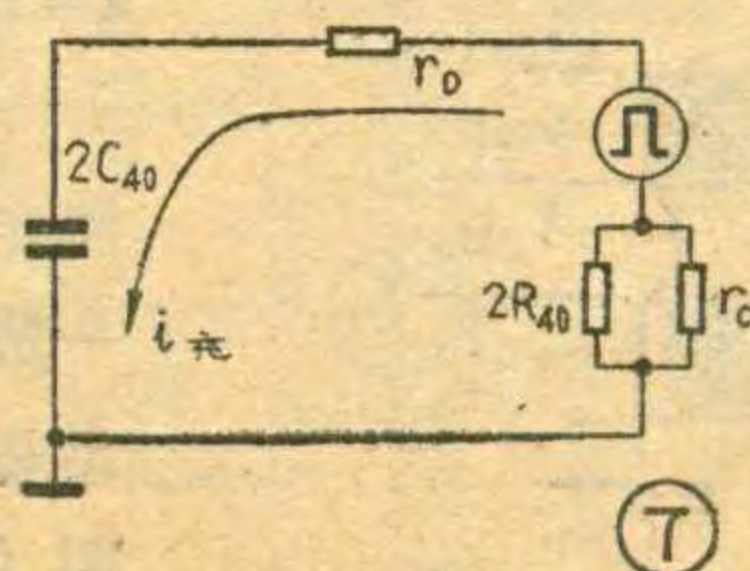
下面我们再来分析一下  $2BG_{11}$  发射极的分压电路，为什么要通过视频检波电路的问题。从视频检波



电路的分析中已经知道，为了减小二极管检波在小信号时的非线性失真，提高检波效率，接入了  $2R_{21}$ ，以便为检波二极管  $2BG_5$  提供一个正偏置。另外，检波电流在  $2R_{21}$  上也要产生一个电压降。这个电压正比于视频信号的平均电压，当这个电压加到  $2BG_{11}$  的发射极时，随着输入信号增大， $2R_{21}$  上的压降也增大，结果使  $2BG_{11}$  的发射极电位上升，使  $2BG_{11}$  很快由饱和状态退出，进入放大状态。这就提高了 AGC 的检出效率。因此， $2BG_{11}$  的发射极分压电路具有微弱的平均值式 AGC 作用。

此外，检波电路中的  $2C_{24}$  和  $2C_{26}$  与  $2C_{42}$  的作用一样，也具有相对提高场同步脉冲的作用。

下面我们讨论一下峰值 AGC 电路抑制低频干扰的问题。假如受低频调制的全电视信号如图 8 (a) 所示，则经过检波器解调以后的视频信号如图 8 (b) 所示。由于视频信号受到低频调制，所以在显象管显示出的图象就会产生扭曲和滚动。采用峰值 AGC 电路以后，由于其动作速度较快，AGC 电压如图 8 (c) 所示，利用反向调制的 AGC 电压，去控制图象通道的增益，这样就可以抑制低频调制，使输出的视频信号如图 8 (d) 所示，从而克服了图象的扭曲和滚动。



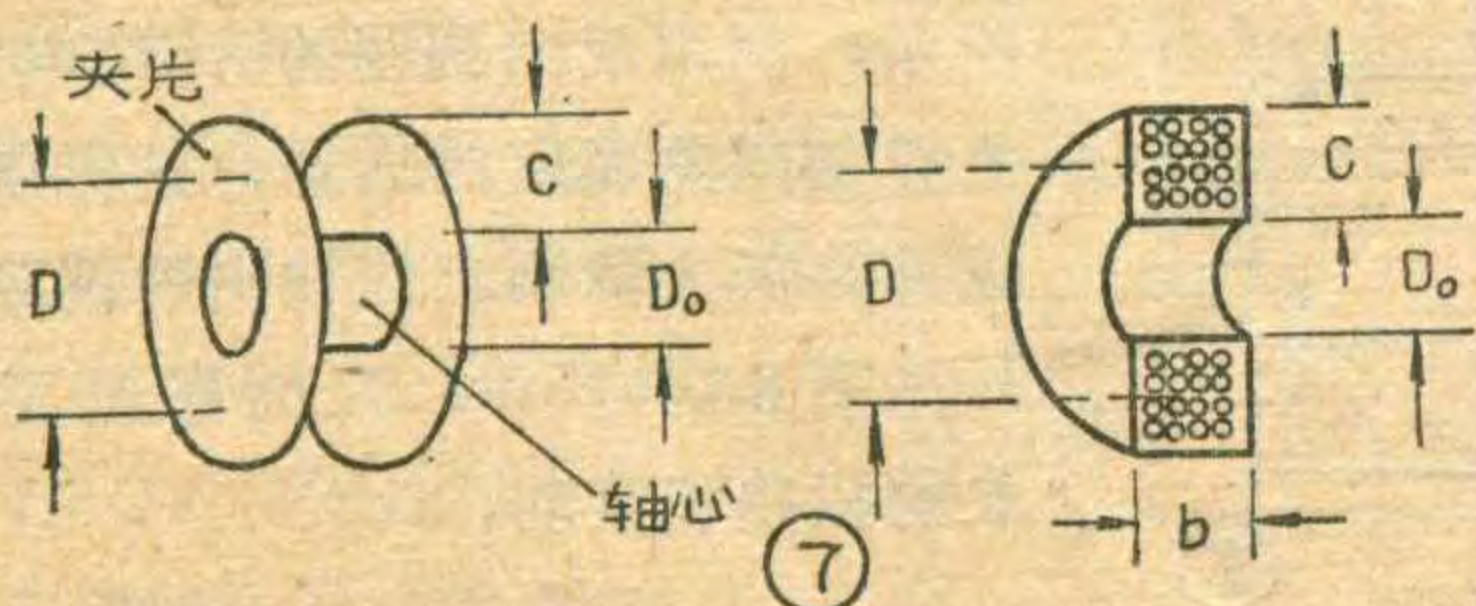
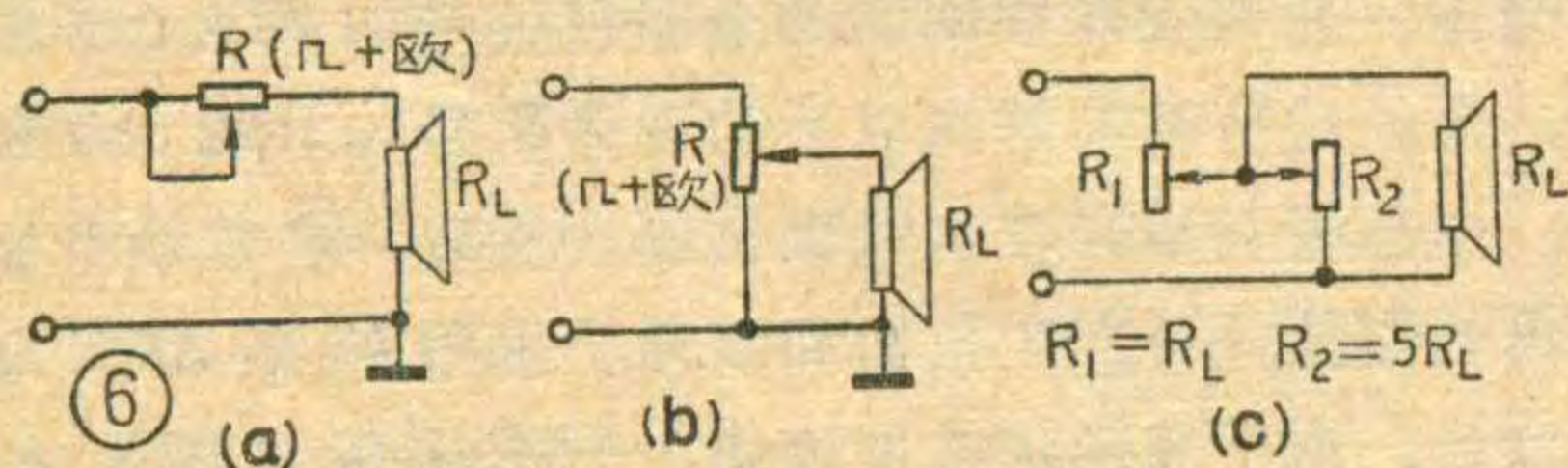
(待续)

# 多只扬声器组合与分频

文 尚

如果高、低音扬声器的阻抗不同，那么放大器在各频段的输出功率也就不同。为了平衡声音大小，可以在高音扬声器端联接一个衰减器(如图6)，将音量调到合适的程度即可。图6中，(a)图和(b)图电路比较简单，(c)图电路可以保持输入阻抗基本不变，可根据具体要求选用。即使是高、低音扬声器的阻抗相同，因高音扬声器效率较高，往往声音嫌大，所以也常常需要加一个衰减器来适当降低音量。

分频网络中电感、电容的电气参数，可根据扬声器的阻抗和选好的分频点代入图4和图5中的公式计算。电容的选用方法同前，电感线圈多数需自行绕制，它是一个直流电阻很小的空心线圈。在分频网络中，低音频道中那只与低音扬声器串联的电感线圈要求最高，因为低音扬声器承受的功率最大，流过的电流也最大，而扬声器的阻抗又低，所以这只线圈串联在电路中时，只要有很小的电阻也会引起可观的电压降，大大减小输送到低音扬声器的功率。此外，从上面已讲过的阻尼因数上看，也要求线圈的直流电阻应很小。一般要求线圈的直流电阻应小于扬声器阻抗的十分之一。线圈的圈数一般有几十到几百圈，所以导线要很粗才行，但太粗了绕制困难，也不经济，普通选用直径 $\phi 1 \sim \phi 1.5$ 毫米的漆包线就可以了。至于和高音扬声器并联的电感线圈，虽然对功率损耗和阻尼

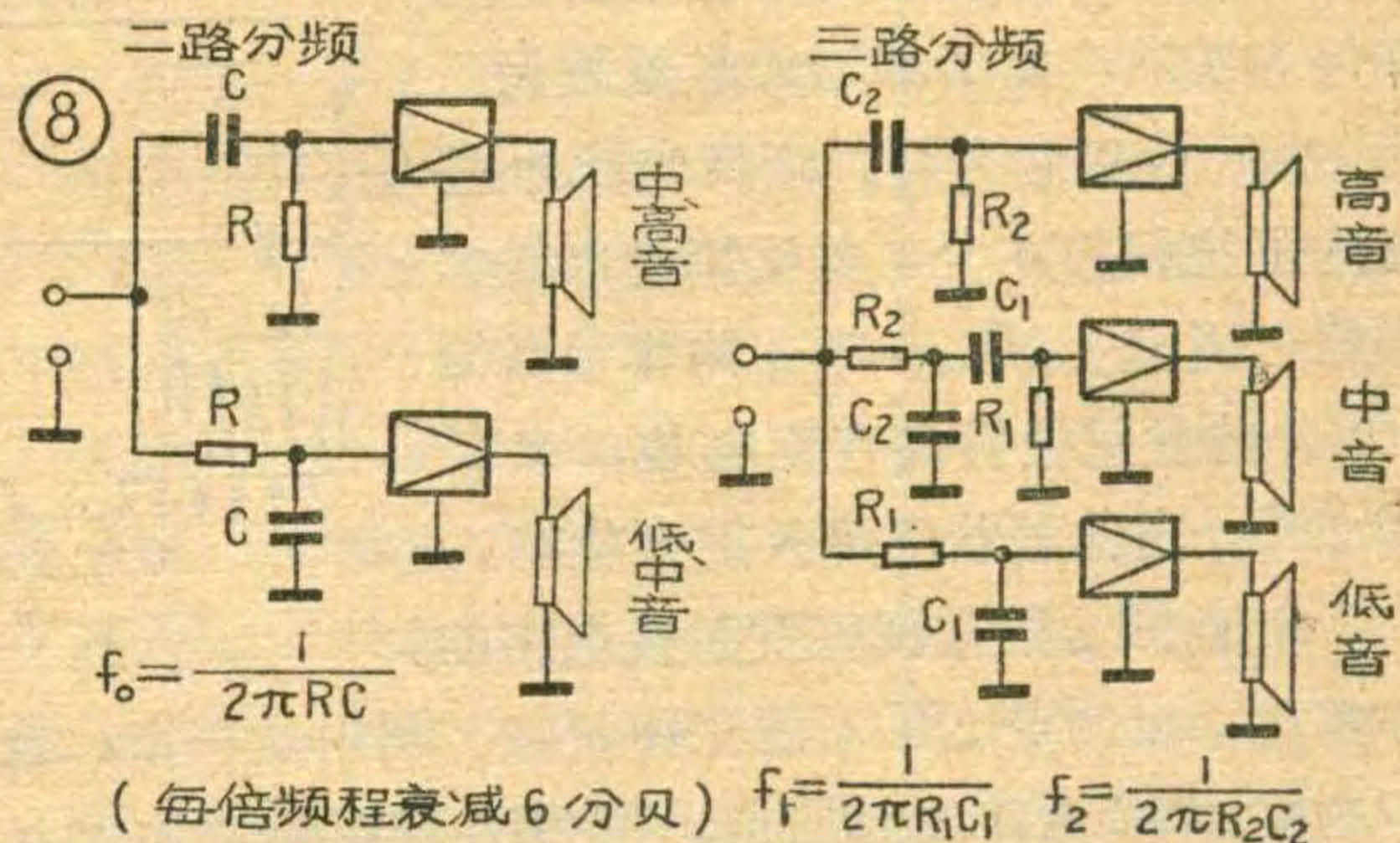


因数等方面要求可低一些，但是也不能把直流电阻做得很大，以致使线圈的Q值太低，降低滤波效果。一般要求分频点的Q值应大于10才好。 $Q = 2\pi f_0 L / r$ ，其中r可用导线的直流电阻代入。这样一来，导线仍然不能很细。采用磁心线圈虽然可以减少圈数，以减小直流电阻，但由于磁心容易产生非线性失真，所以一般应用较少。

下面谈谈空心线圈的制作和计算方法：

先用胶木板或硬纸板做一个骨架，如图7，轴心外径 $D_0$ 和宽度b约在20~30毫米范围为宜，夹片的直径将随线圈的厚度C而定，用漆包线层层排绕。因耐压要求不高，每层之间不必用纸衬垫，绕好后用布扎紧即成。

这种空心线圈的电感量和结构之间有下列近似关系：



$$L = \frac{8 \times 10^{-5} D^2 \cdot N^2}{3D + 9b + 10C} \quad (\text{毫亨})$$

式中D为线圈的平均直径；b为线圈的宽度；C为线圈的厚度，单位都是厘米；N为线圈匝数。由图7可知， $D = D_0 + C$ ， $C = Kd^2 N / b$ 。式中K为绕线时的疏稀系数，可取为1.1；d为导线的直径。

当计算好网络中的L值后，可以用下列步骤进行结构计算：

1. 先假设 $D_0$ 、b、C和D，算出匝数N：

$$N = \sqrt{\frac{L(3D + 9b + 10C)}{8 \times 10^{-5} \cdot D^2}}$$

2. 计算导线直径d：

$$d = \sqrt{\frac{bC}{KN}}$$

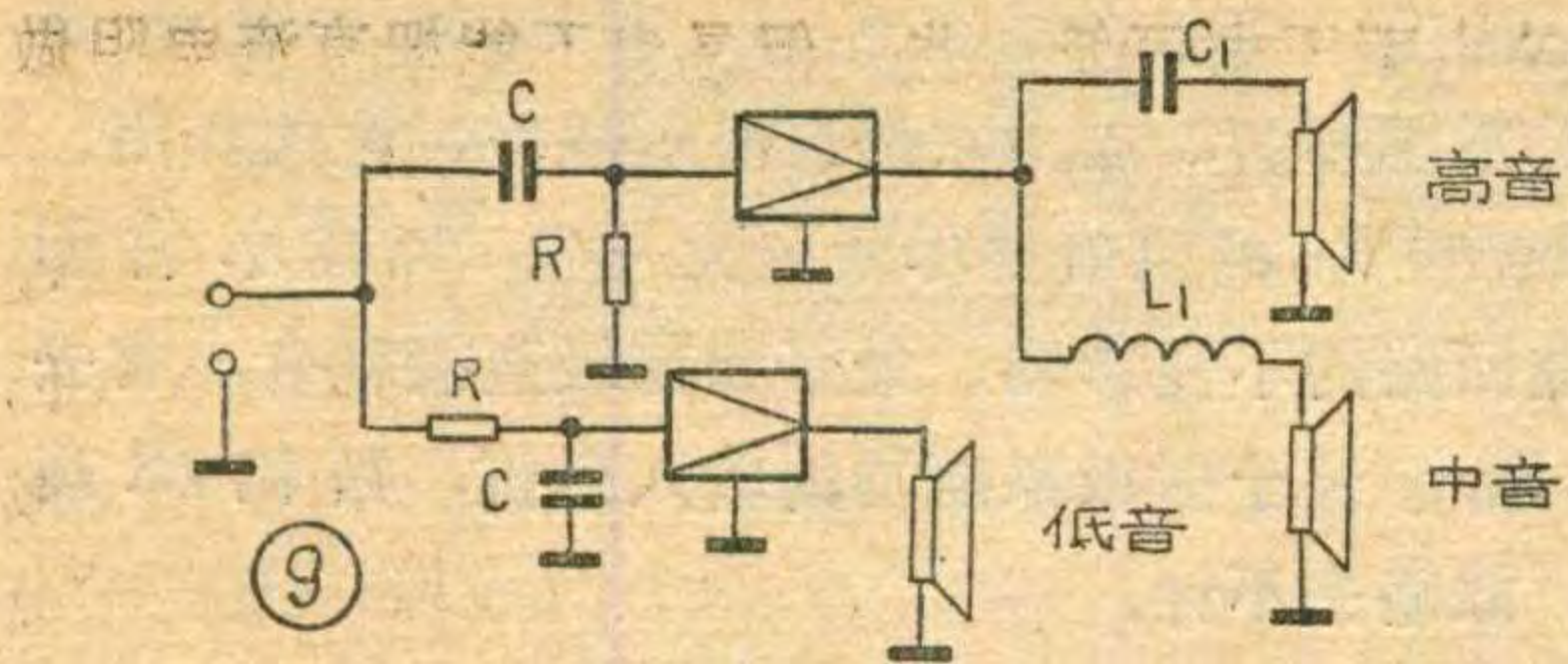
如bC以毫米为单位，则算出的d的单位也为毫米。

3. 求出线圈每匝平均长度 $l_0$ 和总长度l： $l_0 = D\pi$ ； $l = l_0 \cdot N$ (米)。

4. 算出总直流电阻r。可在一般导线表中查出每千米直流电阻值 $r_0$ ，于是







$r = \frac{r_0 \cdot l}{1000}$  (欧)。检查  $r$  值是否小于扬声器阻抗的十分之一，并且根据下式验证  $Q$  值， $Q = \frac{2\pi f_0 \cdot L}{r}$ 。

5. 如果  $r$  值不符合要求，应修正  $C$  或  $b$ ，重新计算，直到合适为止。

如果一边试绕一边用仪表测量电感，当然更方便，可以省去上述计算的麻烦。

下面试举一例来说明：设分频电路为二路分频，每倍频程衰减 12 分贝，分频点为 800 赫，扬声器的阻抗均为 8 欧（参见上期 15 页图 5）。经计算，

$$L_3 = \frac{\sqrt{2} \cdot R_L}{W_0} = \frac{\sqrt{2} \times 8}{2\pi \times 800} \approx 2.25 \text{ 毫亨}; C_3 \approx \frac{1}{\sqrt{2} \cdot W_0 \cdot R_L} = \frac{1}{\sqrt{2} \times 2\pi \times 800 \times 8} \approx 17.6 \text{ 微法}。$$

1. 假设  $D_0 = 2$  厘米， $b = C = 2$  厘米，则  $D = D_0 + C = 4$  厘米。匝数  $N = \sqrt{\frac{L_3 (3D + 9b + 10C)}{8 \times 10^{-5} D^2}}$

$$= \sqrt{\frac{2.25 (3 \times 4 + 9 \times 2 + 10 \times 2)}{8 \times 10^{-5} \times 4^2}} \approx 300。$$

2. 导线直径  $d = \sqrt{\frac{bC}{KN}} = \sqrt{\frac{20 \times 20}{1.1 \times 300}} \approx 1.1$  (毫米)。

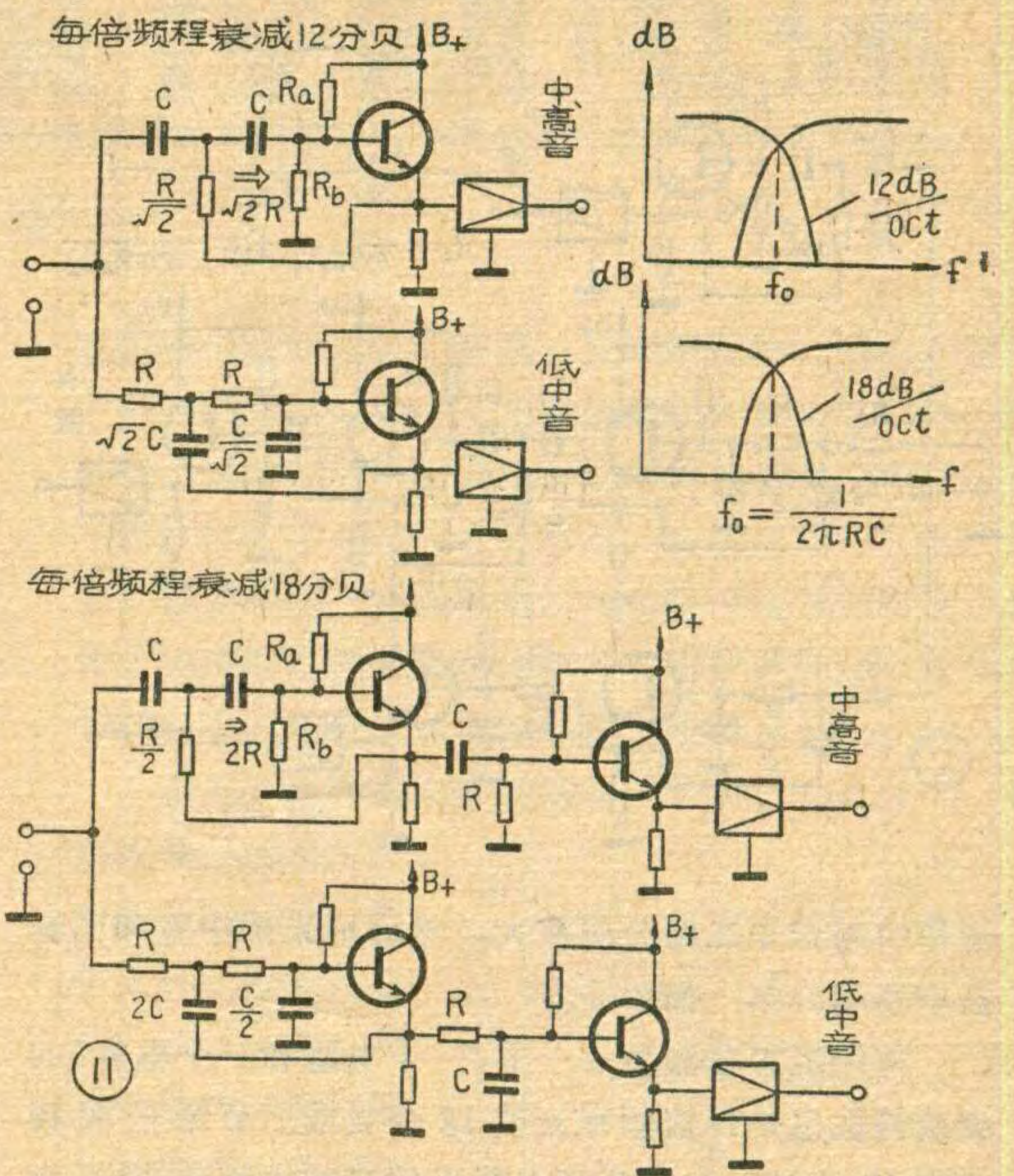
选用铜线，其标称直径为 1.04 毫米，漆包线外径为 1.12 毫米。

3. 每匝平均长度  $l_0 = D\pi = 4 \times 3.14 = 12.6$  厘米，总长度  $l = l_0 \cdot N = 12.6 \times 296 = 3720$  厘米 = 37.2 米。

4. 查出  $\phi 1.04$  毫米铜线每 1000 米直流电阻  $r_0$  为 20.6 欧，则  $r = \frac{r_0 \cdot l}{1000} = \frac{20.6 \times 37.2}{1000} \approx 0.77$  欧；

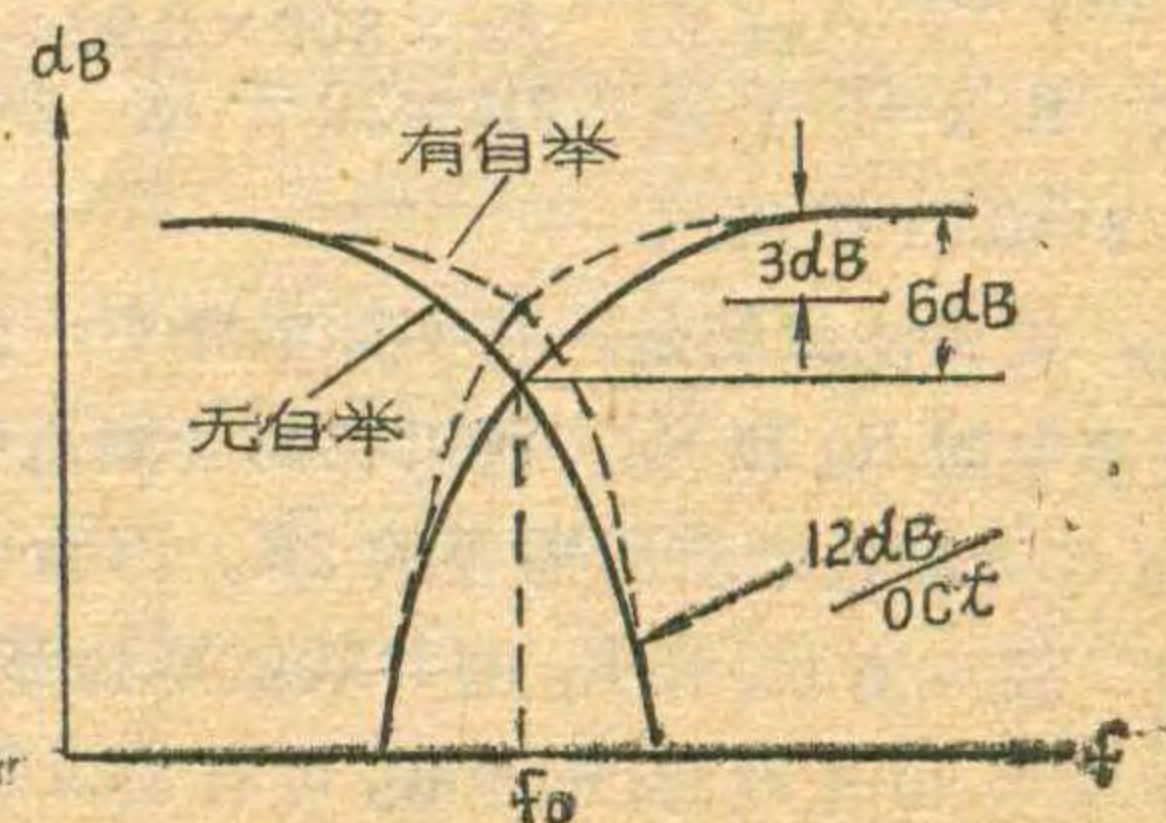
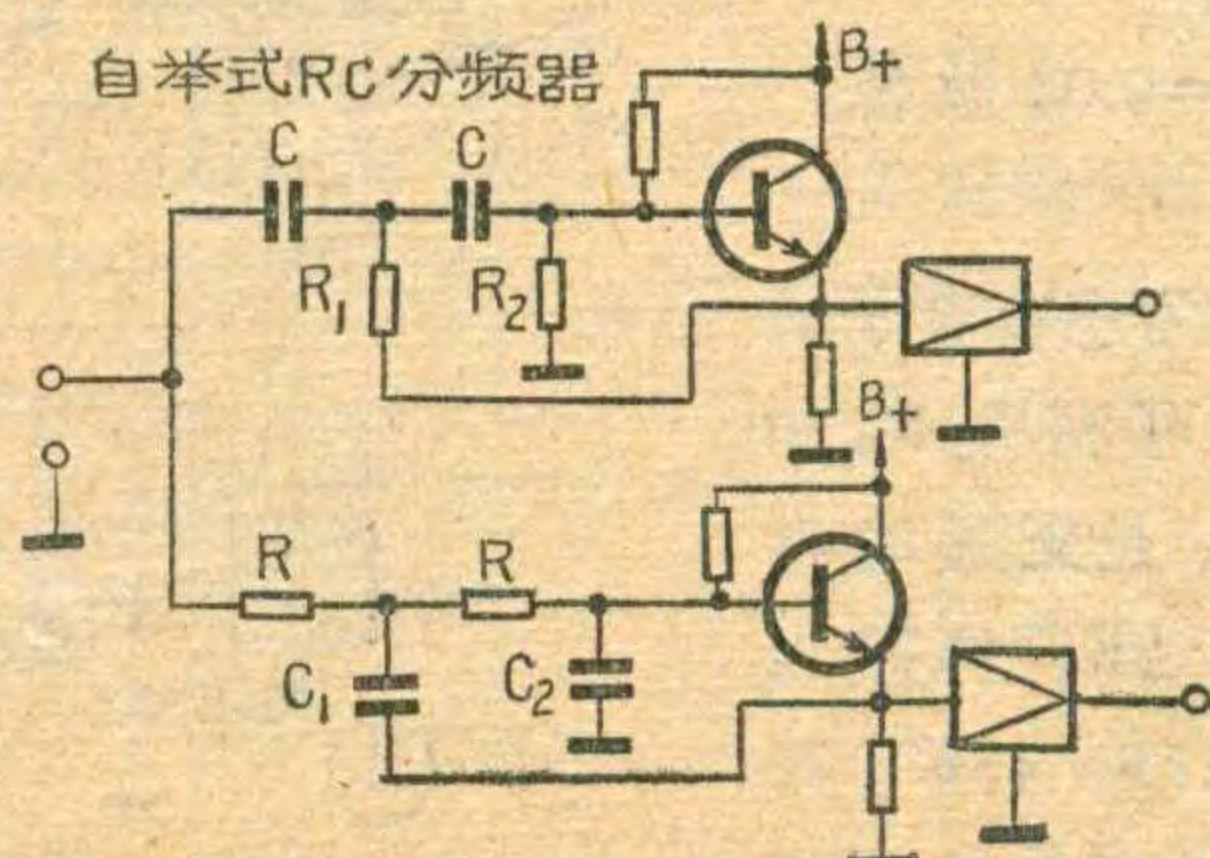
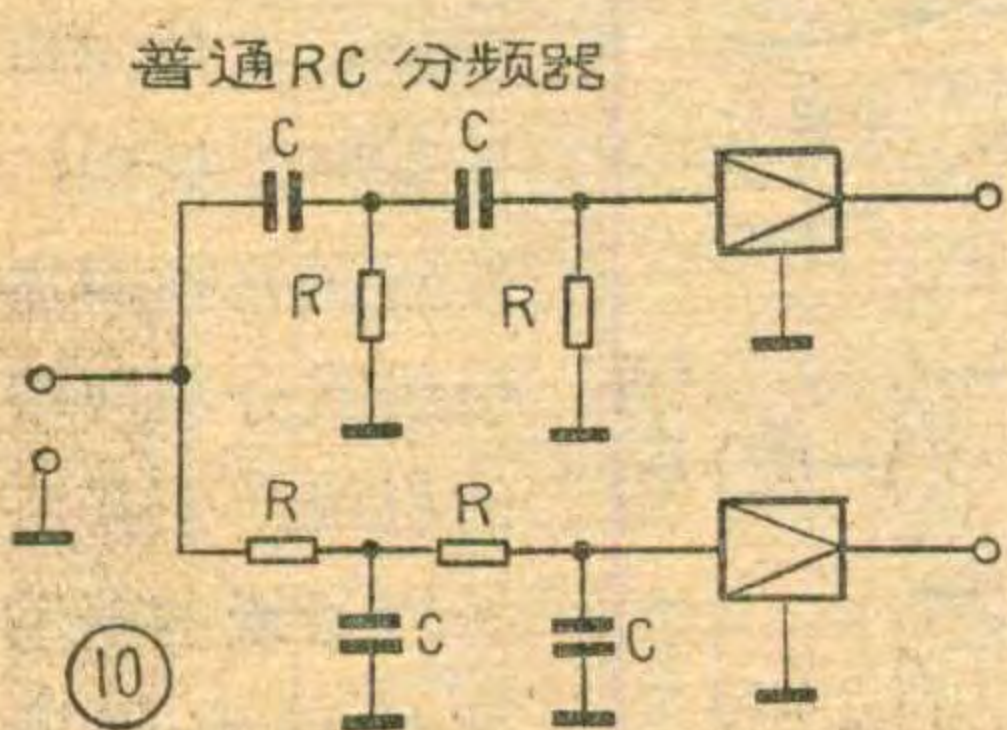
$$Q = \frac{2\pi f_0 \cdot L}{r} = \frac{2 \times 3.14 \times 800 \times 2.25 \times 10^{-3}}{0.77} \approx 14.7。$$

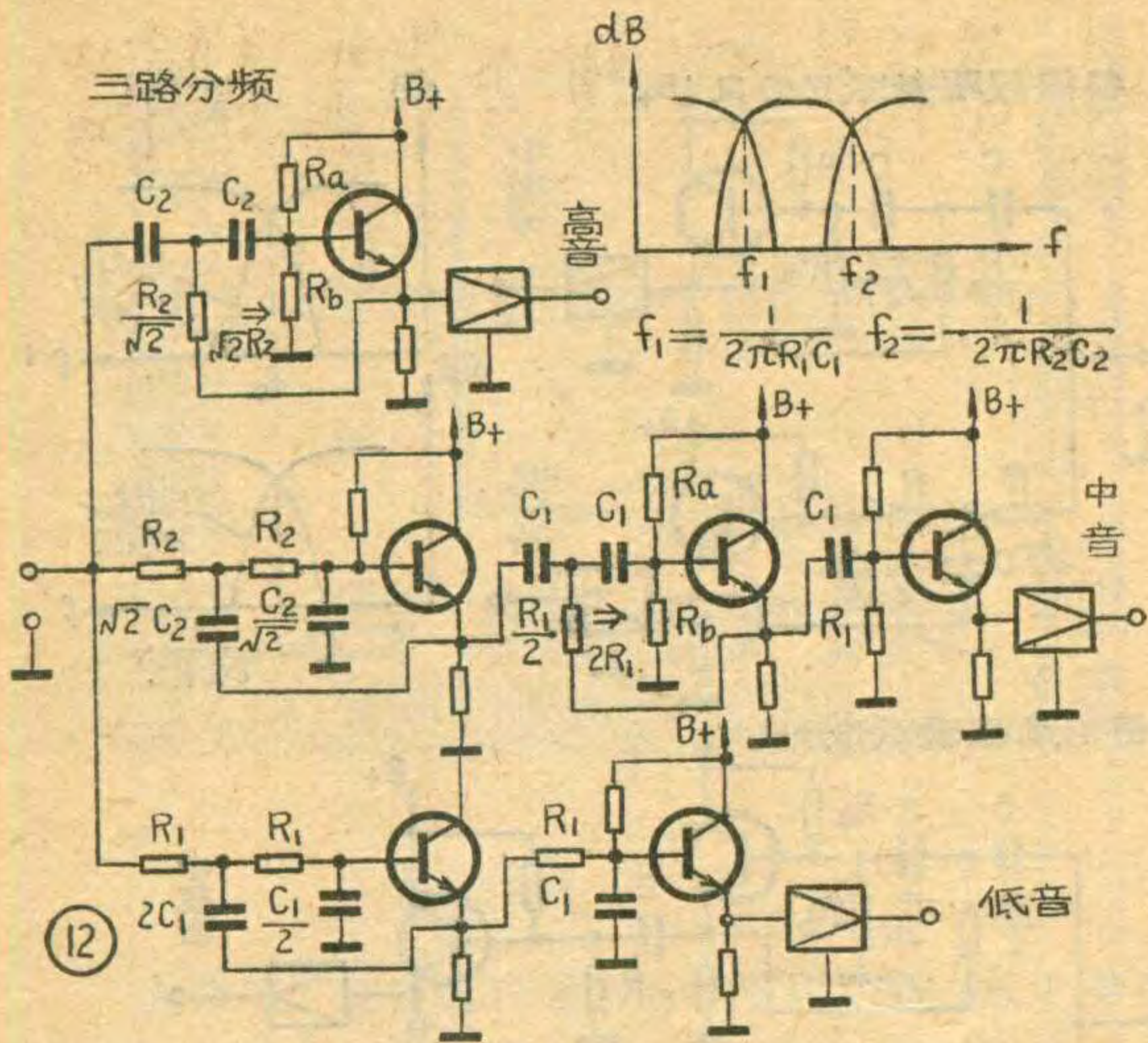
验证结果，因为直流电阻不大于  $\frac{1}{10} R_L = 0.8$  欧， $Q$  大于 10，所以可认为合适。



采用前级放大器分频

前级放大器分频也可以分为二路或三路分频，见图 8。这种分频比扬声器端分频优点多，它既可减少扬声器的互调失真，也可减少在放大器中产生的互调失真，并且，不论各频道扬声器的阻抗和功率有何差异，因扬声器各自分别与放大器直接联接，就容易处理得多。前级分频的滤波特性也可以比扬声器端分频做得好，这是因为后者受扬声器阻抗变化的影响较大，扬声器在整个工作频率范围内，阻抗实际上是不固定的，因此，滤波特性也随着阻抗的变化而改变。前级分频因为滤波器的负载是放大器，其负载阻抗容易固定，滤波特性也就能保持设计要求。而且滤波元件只需要简单便宜的电阻电容，可以免去笨重而昂贵的电感线圈和大电容器，并且可以消除因扬声器端联接电感线圈而降低阻尼因数的毛病。前级分频的缺点是放大器的套数增加，电路变得复杂，调试也较困难。所以在前级分频中二路分频放大的方式用得较多。也有把二种方法结合起来实行三路分频的，即低





音和中高音先二路分频放大，然后再采用中音和高音扬声器端分频，如图9。

前级阻容分频器每一节(一个电阻和一个电容)的衰减特性也是每倍频程衰减12分贝或三节每倍频程衰减18分贝。但是分频点附近的衰减也随着变大，为了克服这个缺点，可采用自举电路。如图10所示，将分频网络和射极跟随器联接起来，其中第一节的接地点改接到射极输出端，因为基极和射极同相位，利用其正反馈将分频点左右一段增益提举起来。现举低通为例来说明，当频率较低时  $C_1$  阻抗很大，正反馈不起作用；在分频点附近， $C_1$  阻抗减小，正反馈起作用，增益被提升；当频率升高时，由于  $C_2$  的衰减，正反馈逐渐减小，而发射极对地是低阻抗， $C_1$  也同时对高音旁路，所以高音仍被衰减；结果只有在分频点附近的频率被提升，于是得到了在通频带内比较平坦而在分频点后急剧衰减的良好特性。这种带晶体管的自举式阻容滤波器在扩音机中还常用来作各种高通或低通的噪声滤波器。

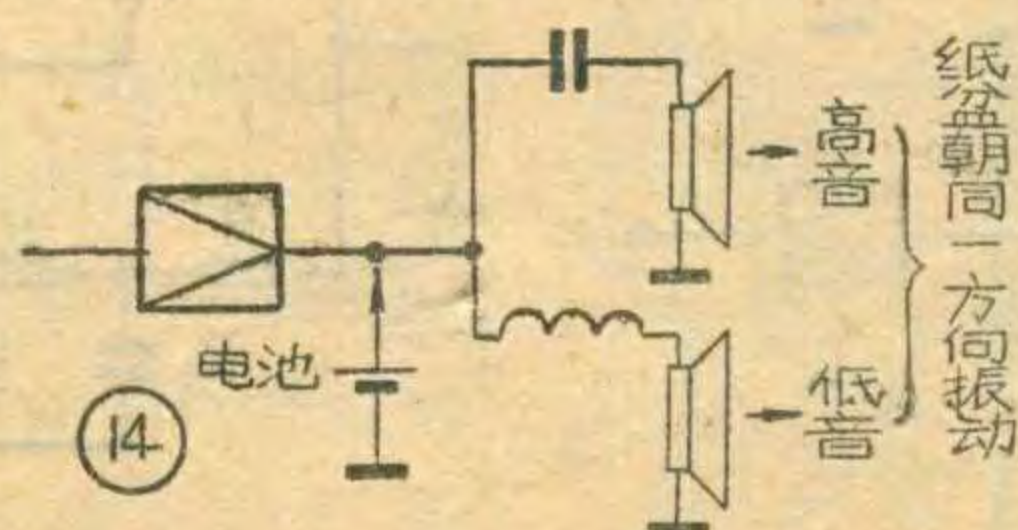
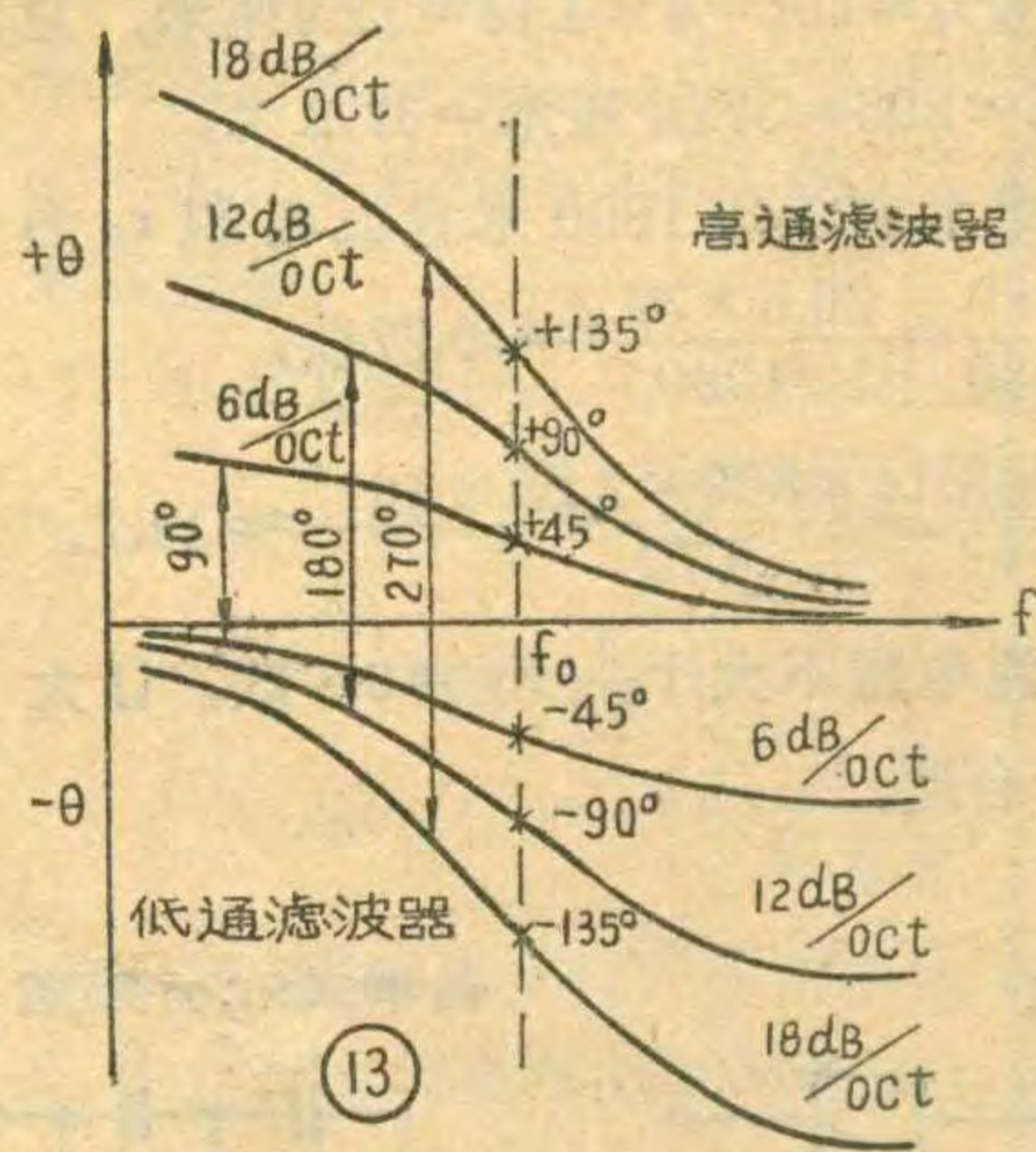
图11举出了二路分频的每倍频程衰减12分贝和18分贝的自举式阻容分频器，其中RC可以先假定一个，然后再求出另一个，方法很简单。例如，设分频点为800赫，设计每倍频程衰减18分贝的网络元件：先选定电容值C，设C取0.02微法，于是就可以求出R值， $R = \frac{1}{2\pi f_0 C} = \frac{1}{2\pi \times 800 \times 0.02 \times 10^{-6}} \approx 10$  千欧。 $R/2 = 5$  千欧， $2R = 20$  千欧， $2C = 0.04$  微法， $C/2 = 0.01$  微法。

应该注意的是，在实际电路中，因为还有管子的偏流电阻  $R_a$  和  $R_b$ ，所以在高音频道中可利用  $R_a$  和  $R_b$  作为滤波电路所需要的  $2R$ 。因为  $B_+$  是交流地电位，故应使  $R_a$  和  $R_b$  的并联值凑到等于  $2R$ ，例如当  $2R$  需要20千欧时， $R_a \parallel R_b$  可有  $35K \parallel 47K$ ， $45K \parallel 36K$ ， $60K \parallel 30K$  等各种组合，可视管子的工作电流调

到合适而定。在低音通道中， $R_a$  和  $R_b$  对滤波电路来说是不需要的，因为它们有降低滤波特性的作用。因此  $R_a$  和  $R_b$  的阻值要尽量取大一些，以减小它们对滤波回路的不良影响。最好和前级直接耦合，省去  $R_a$  和  $R_b$ 。至于射极跟随器的输入阻抗，因比  $2R$  高得多，故略去不计。

这种分频器要实行三路分频时相当于把二套不同分频点的二路分频器重合起来。图12是三路分频的例子，其中低中音分频采用了每倍频程衰减18分贝，中、高音分频采用了每倍频程衰减12分贝。当然，还可以有其它各种衰减特性的组合。由于改变电阻电容比较简单，所以还可以做成能改变几个分频点的分频器，应用起来就更方便。

不论哪一种分频，计算只是初始的工作，都需要经过实地调试，除了有条件时最好用仪器测量电声分频特性外，最终都要靠主观试听来判断效果，例如检查各频道扬声器的功率分配和频率分配是否合适，音质是否良好等，从而作些必要的调整。分频网络除了具有衰减特性外，还具有相移特性，即滤波器输出端的信号和输入端信号相比，相差了一个相位角。图13给出了在不同衰减情况下的一组相移特性，纵座标代表相移角度，横座标代表频率变化，可见，如果采用每倍频程衰减12分贝的分频网络，高通滤波器和低通滤波器输出端之间的相位角  $\theta$  就常相差180度，也就是反相的。而在分频点  $f_0$  处，因两路滤波器输出信号幅度相等，相位相反，于是相互抵消，形成一个深谷，就降低了声音。此外，当使用二只以上的扬声器时，必须使各只扬声器的纸盆在同一瞬间都朝同一方向振动，以免声波互相抵消而损坏音质。因此，要按照图14所示



按照图14所示电路用一节干电池，任意固定电池的正极或负极，再将另一电极断续接触放大器的输出端，用手指轻轻贴在扬声器纸盆上，利用手指的感觉判断出纸盆是向里还是向外振动，然后调整扬声器引线或分频网络的引线，使得各扬声器纸盆振动方向一致就行了。

# 等响度音量控制电路

曹松青

我们在放唱片或收听音乐节目时，都有这样的感觉：在音量开得较轻的时候，低音与中音、高音相比较，显得非常弱，甚至几乎听不出低音。高音乐器的音色也不清脆，变得很沉闷。只有在音量开得较大时，扬声器才能发出厚实丰富的低音及清脆明亮的高音。这是什么原因呢？

人耳所能听到的声音的频率范围大致在20~20000赫之间，但人耳对于不同频率的声音的灵敏度是不同的。在声强较低的情况下，人耳对于很高的频率和较低的频率，其灵敏度都非常差。只有在声强较大的时候(80分贝以上)，人耳对于不同频率的声音所感觉到的响度才大致相等。人耳的这种特点可以用图1所示的等响度曲线来描述。图中每一条曲线代表一定的响度(人耳主观感受到的强度)时，频率不同的各种声音的实际声强变化情况。从图中可以看出：频率为30赫、声强为80分贝时的响度，和频率为1000赫、声强为50分贝时的响度是一样的(同为50分贝的那条曲线)。而其实际声强，两者之间要相差约1000倍(30dB)。只有在中间的频率范围内(800赫~5000赫)，响度曲线才较为平坦。乐队的高音乐器(如短笛、小提琴等)的最高音的基音一般不超过3000赫，但这些乐器的高次泛音是很丰富的，有些泛音一直可伸展到超音频范围内。正是这些泛音的总和决定了乐器的明亮清脆的音质。当这些泛音在重放音时如果声强太弱或被削减，就会造成这些乐器发音沉闷。

普通音频放大器的音量控制电位器，实际上是一个可变的电阻分压衰减器，它对任何频率信号的衰减量都是一样的。当我们把音量开得较小时，各种频率

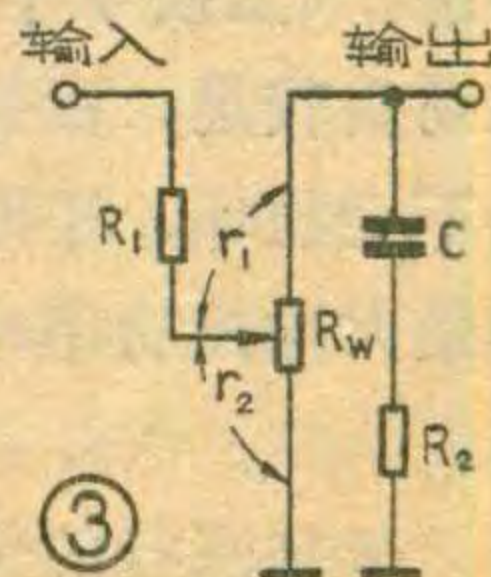
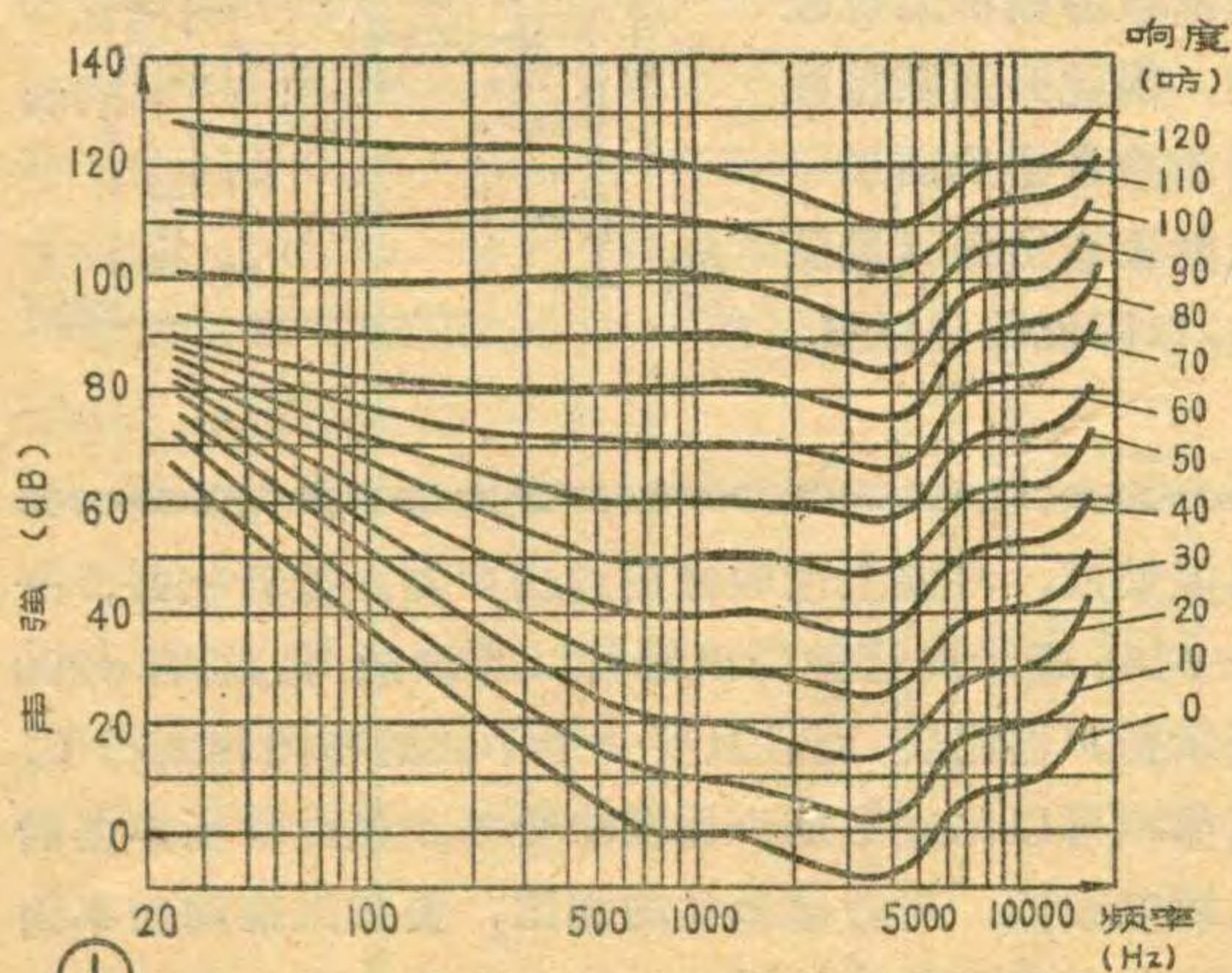
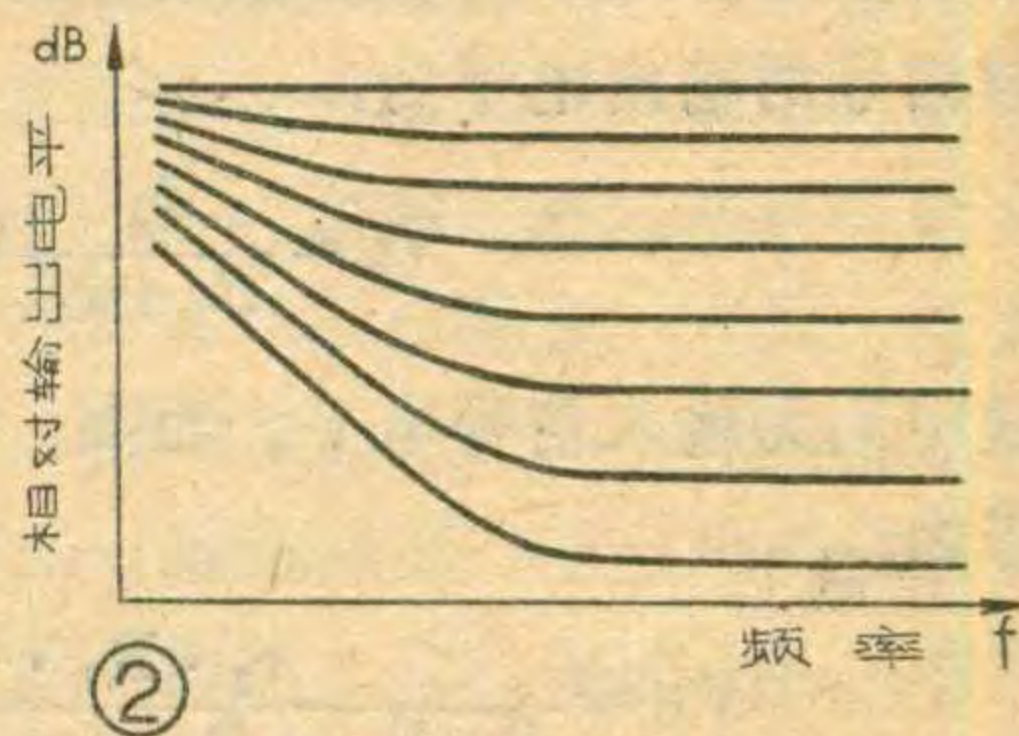
的信号都受到较大的衰减。此时即使输送到扬声器的中频、高频和低频的电功率还是保持原来的比例，即放音系统在整个可听频率范围内的放音特性曲线保持平坦，但由于人耳的上述特点，在听起来的时候，却会觉得低音比中音轻得多，高音也感到不够明亮。再加上扬声器在低频段和高频段的电声转换效率要比中频段低许多，所以这种现象更为显著。

看来要想获得丰富的低音，只有把音量开大。有些人片面地追求所谓低音“倍司”，把扩大机开得震耳欲聋。这样一来，常常会使扩音机的输出功率超过额定功率，失真度急剧上升，结果不但无法

欣赏音乐，还严重妨碍了其他人的学习和休息，增加了环境噪音。为了解决这一矛盾，出现了一种“等响度音量控制电路”。高级收音机、高保真度扩音机常采用这种电路。

等响度音量控制的意思是：不论音量开大或开小，低音、中音和高音听起来具有相等的响度。这样，在音量较轻的情况下，也能聆听到音乐的整个频带。这种电路的原理是：在音量控制器中插入几个与频率有关的RC网络，当音量调节到较小时使低频信号及高频信号的衰减量比中频段的衰减量小。这样，低音和高音就会相应地提升。但在音量调节到最大时，所有频率的信号都不衰减。也可以这样来叙述：当音量由大逐渐减弱时，中音频信号电平按指数规律较快的衰减，而低音和高音频信号衰减速率较慢。音量越小，这两者衰减量的差距越大，此时低音和高音仍能维持一定的输出功率。显而易见，这种电路的输出特性曲线应该和图1的等响度曲线相似，才能满足等响度的要求。但是，要使这种电路的输出特性曲线与图1的曲线完全一致是相当困难的，也是不必要的。实践证明，最易影响响度不均匀的是低音。因此，实际的等响度音量控制电路，只要具有图2所示的特性曲线形状就能满足要求。当然，如果再加上高音响度补偿效果会更好。

图3是一种较好的等响度音量







# 红灯 733-1 型 14 管 5 波段 半导体收音机

上海无线电二厂设计一组王恭行

本机是为边远地区使用的收音机，灵敏度高、选择性好，有较好的音质和较大的输出功率；共有一个中波段和四个短波段。电路采用调谐式高放、独立振荡、混频、二级双调谐中放。低放电路采用分别调节的高、低音提升音调网络，变压器耦合推挽功率输出。

## 一、主要性能指标

**频率范围：**中波 535~1605 千赫；短波 I 2~4.5 兆赫；短波 II 4.5~10 兆赫；短波 III 10~16 兆赫；短波 IV 16~22 兆赫。

**中频频率：**465 千赫

**灵敏度：**中波、短波 I 不劣于 0.5 毫伏/米(实测 0.2 毫伏/米)，6 分贝信噪比时为 0.05 毫伏/米；短波 II、III、IV 不劣于 50 微伏(实测 20 微伏)，6 分贝信噪比时为 5 微伏。

**选择性：**>36 分贝。

**额定功率：**>500 毫瓦(实测 >1 瓦)。

**高低音调作用范围：**>12 分贝。

**电源消耗：**零信号时 <25 毫安；额定功率时不大于 170 毫安。

## 二、电路特点简介

总电路原理图见图 2。其主要特点如下。

**1. 调谐式高频放大器：**高频放大一般分成二类。一类是不调谐式，用电阻作负载，能提高接收机的灵敏度和信噪比。但它实际上是宽频带放大器，不能提高高频选择性，与无高放机相同。另一类高放就是本机采用的调谐式高放，其负载形式与天线回路相同，也是一个调谐回路，见图 1。它对高放级放大的信号又进行一次选择，所以不仅提高了灵敏度、信噪比，而且提高了高频的选择性(如象频指标)。虽然如此，但由于它放大的信号频率高，处理不当很易自激。造成自激的原因有如下几种：因晶体管本身内反馈，引起正反馈而造成自激；其次，由于调谐回路负载线圈的发射，反馈至输入端，被天线线圈接收，也会造成自激。

此外，通过布线、转换开关等的分布电容耦合而引起的正反馈，也会造成高放的不稳定，严重时也会自激。所以高频放大器如设计不当，会得不偿失，灵敏度非但不能提高，反而引起不稳定，轻者噪声增加，重则使收音机无法工作。

本机采取如下措施使高放工作稳定：

(1) 采用共发共基串接式放大电路。BG<sub>1</sub> 接成共发，BG<sub>2</sub> 接成共基。在共发电路主要引起自激的是管子的内电容(过渡电容)C<sub>bc</sub>，而在共基电路中引起自激的则是电容 C<sub>ce</sub>，它要比 C<sub>bc</sub> 小得多，而 C<sub>bc</sub> 在共基电路中是输出电容，与内反馈无关，所以共基电路要比共发电路稳定得多。此外，第一个共发管子的负载是第二个共基管的输入阻抗。我们知道，共基管的输入阻抗是很低的，一般只有几十欧，故串接以后，第一共发管的增益很低，故引起正反馈的电压也低得多，高频放大器工作也就稳定得多。

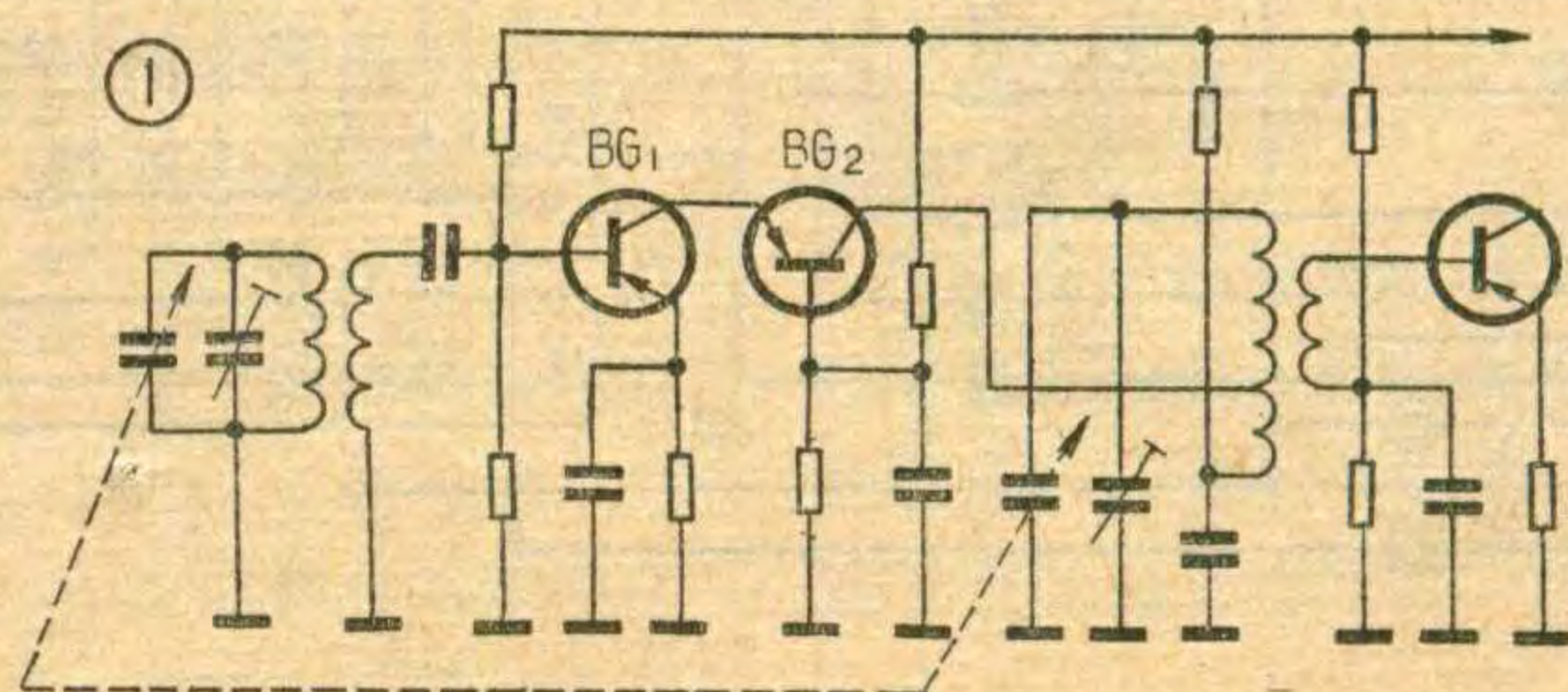
从上述分析可以看出：串接放大器中，共基管起了隔离作用，而共发管又比平常接法稳定，所以串接放大电路是很稳定的，稳定系数约比共发放大提高一个数量级，内反馈几乎可看作消除了。

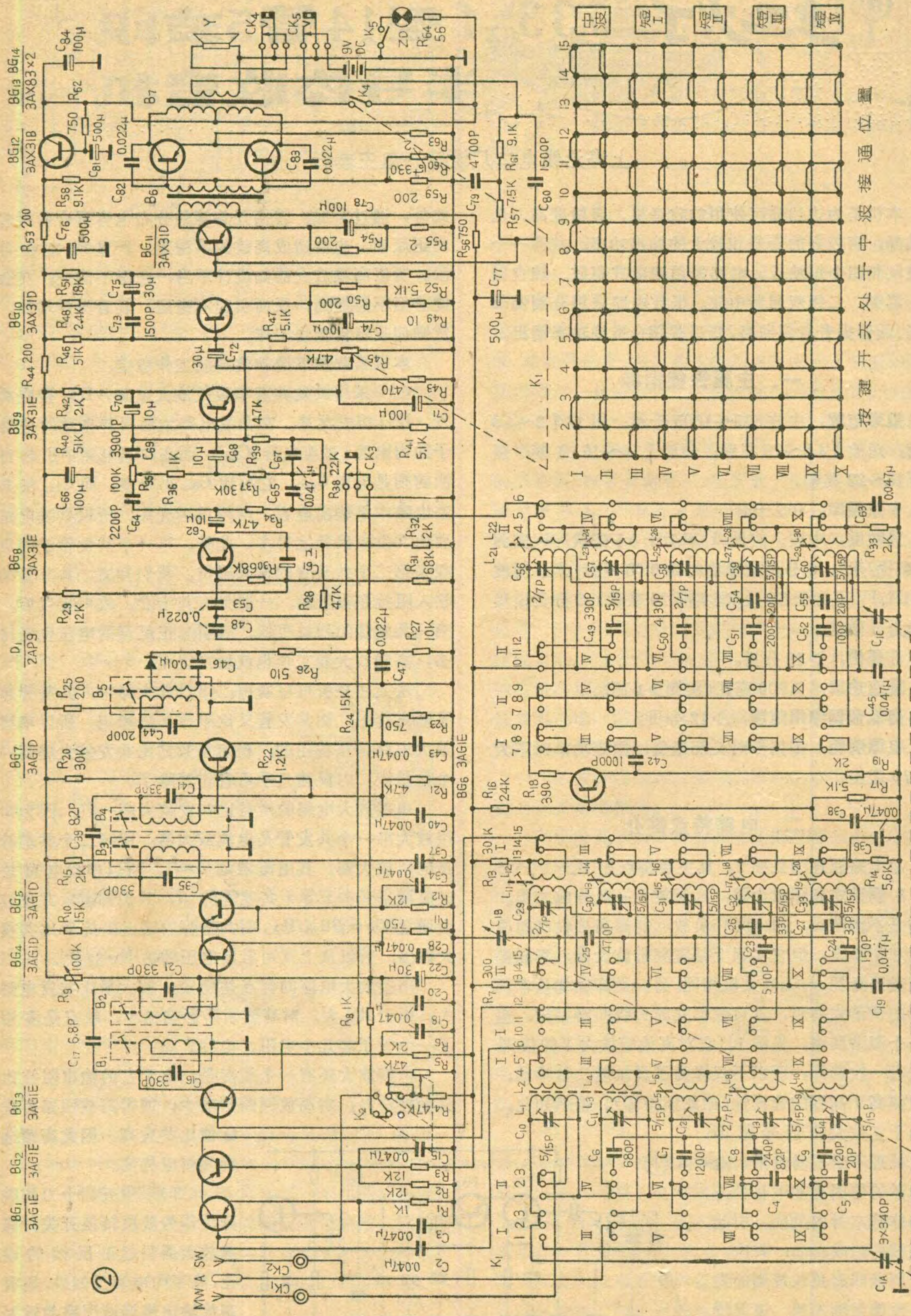
串接放大电路的增益比共发放大高一点，因为串接放大第一个共发管是电流放大器，而第二个共基管是电压放大器，其电流增益  $\alpha \approx 1$ ，所以串接电路总电流增益基本上等于共发管的  $\beta$ ，我们知道，共发放大增益  $K_V = \beta R_{出} / R_{入}$ ，而共基管的输出阻抗要比共发大许多，所以从上式可看出电压增益 K<sub>V</sub> 也大。

串接放大电路的优点是稳定、放大量比共发电路大，由于 R<sub>出</sub> 大，对高放回路影响也小，缺点是多用了一个管子和几个电阻、电容。

串接放大还有一个优点是：由于它的输出阻抗比共发接法高，对高放回路影响少，使得高放回路有载 Q 值比共发高，因此高频选择性得以提高。

(2) 采用五档十刀按键开关作为波段转换开关。高频放大器引起正反馈的途径，除了内电容反馈外，还有高放输出端调谐回路与输入端天线回路之间的耦合，主

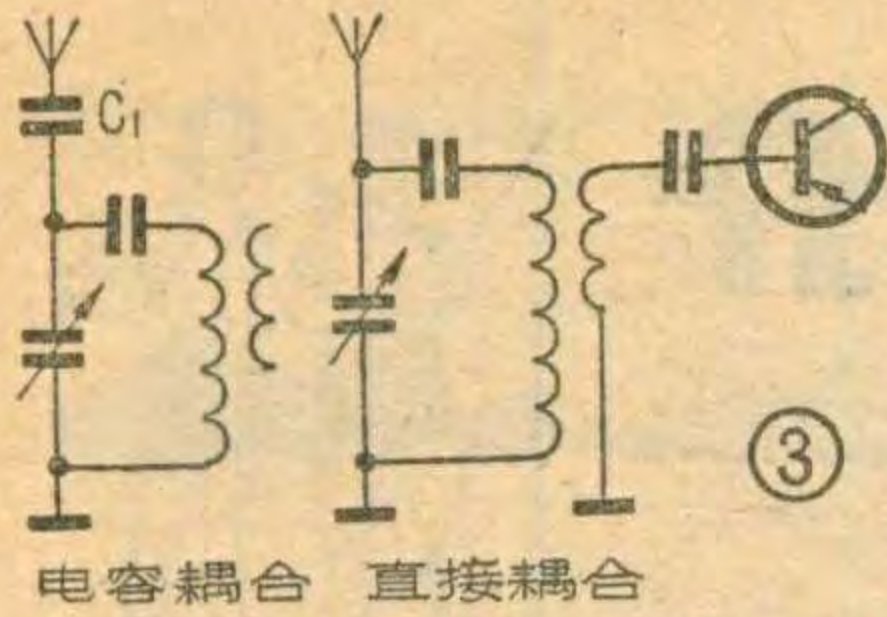




按键开关处于中波接通位置

按键开关处于中波接通位置

②

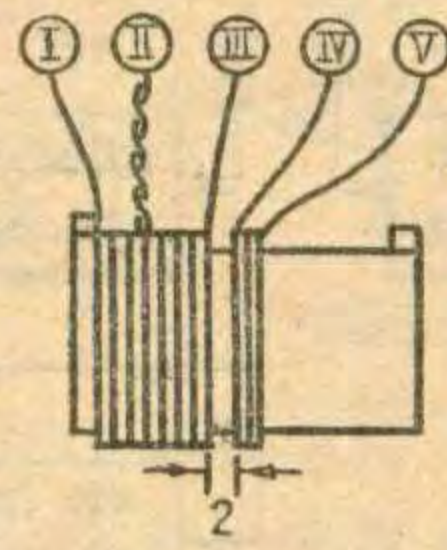


要是高放线圈与天线线圈之间的耦合，另外各高频元件、引线之间的耦合也都会引起正反馈导致自激。必须尽量减少上述这些有害的耦合，为此选定波段开关是很重要的。最理想的转换开关是鼓形开关，它各级之间容易装屏蔽隔离，而且波段转换引线很短，各波段的分布容量很小也很一致，但成本太贵。

采用一般的收音机波段开关成本最低，但高频性能最差，它必然有一束很长的引线，而且绕在一起耦合很紧，分布容量很大，一致性也必然很差，不利于作为带高放电路的波段转换。

按键开关的优缺点和价格介于上述两种开关之间，用于本机比较合适。本机将天线线圈与高放线圈放在开关的二端，离得最远，让振荡线圈夹在中间，减少了回路间的耦合，同时考虑到天线线圈与高放线圈的磁场方向，接得使其相位相反，破坏了自激的相位条件，有效地提高了高放稳定性。本机高频放大器各波段的平均增益约为12分贝。高频选择性约为10~15分贝。

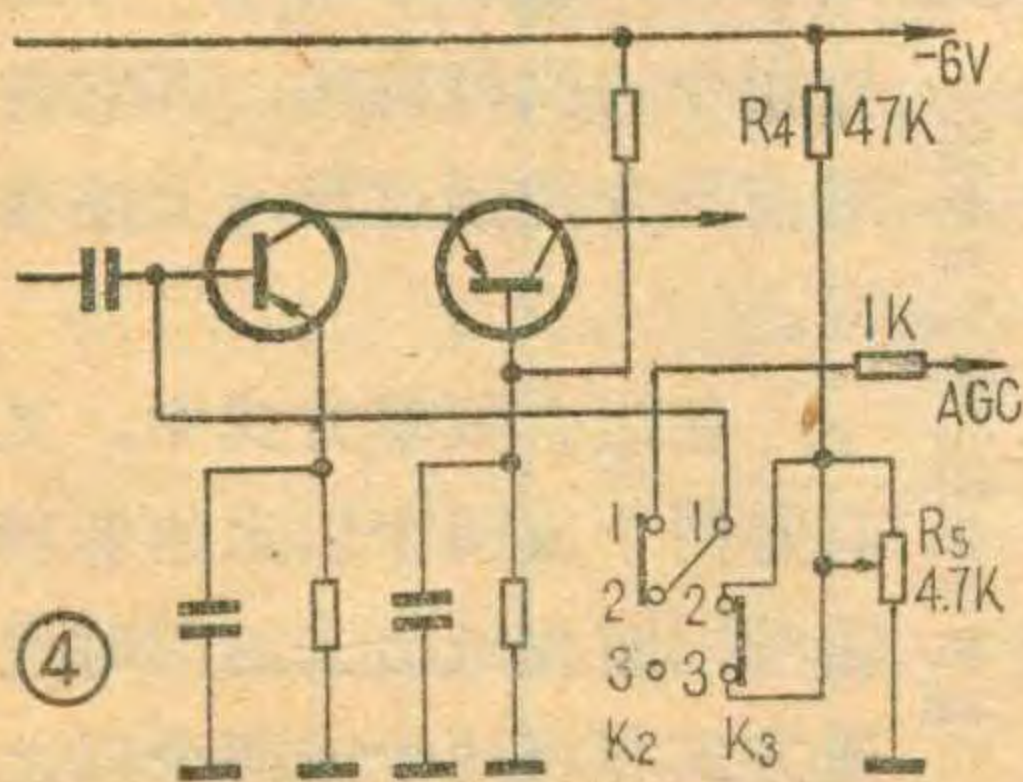
2. 输入回路：本机中波和短波 I 的天线回路共用一根中波磁棒 (MX400 10×200)。短波 II、III、IV 采用 1.45 米长的拉杆天线，输入回路采用直接耦合，提高了短波接收效果，具有较平稳的波段覆盖和灵敏度。



短波<sub>I</sub>输入线圈

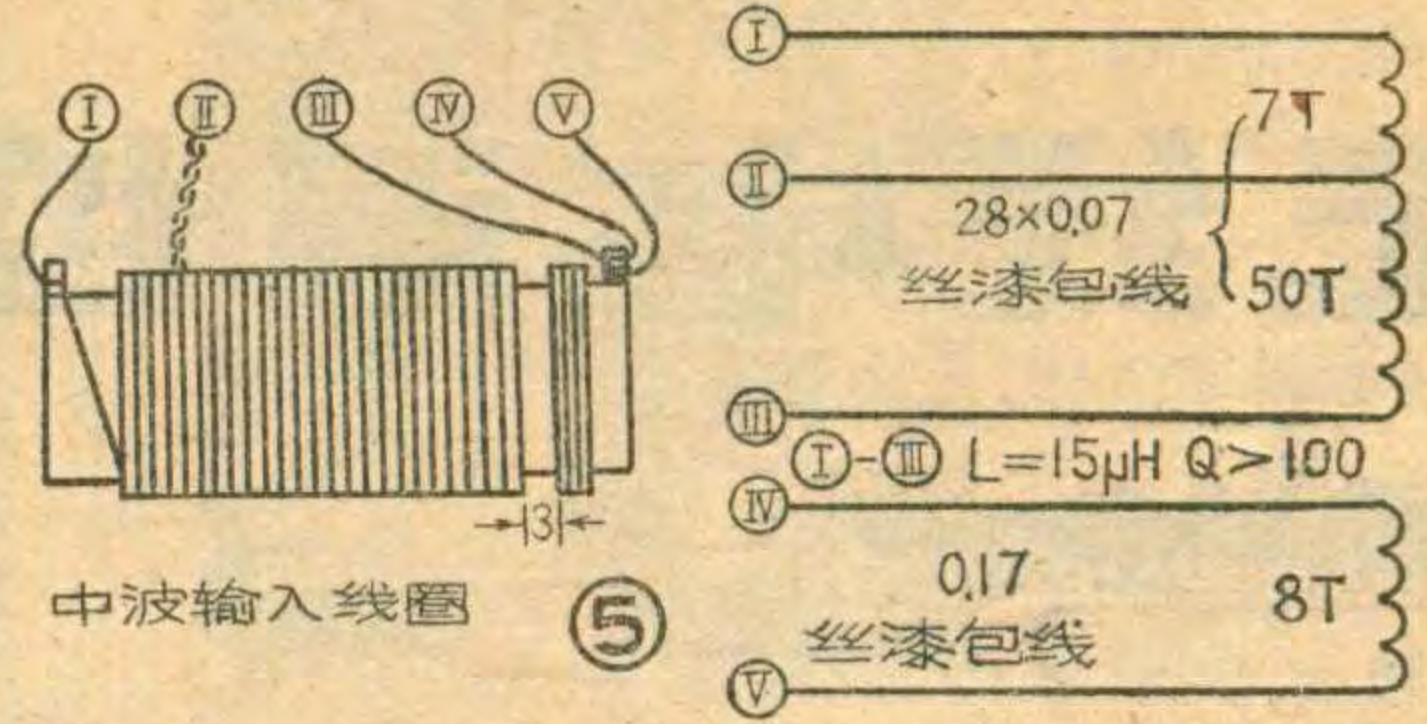
短波 I 的频率是 2~4.5 兆赫。中波磁棒在 4.5 兆赫时的 Q 约是 1.5 兆赫时的 1/3。我们用 11 股 0.07 毫米丝漆包线绕制的短 I 天线线圈套在上述磁棒头上测得 2 兆赫时 Q=120，4.5 兆赫时 Q=55。但另一方面，在波段低端频率时可变电容器容量最大，高端频率时容量最小，所以不同接收频率时调谐回路的谐振阻抗是不同的：回路谐振阻抗  $R_{eQ} = Q\rho = Q\sqrt{L/C}$ ，频率高端 C↓，ρ↑， $R_{eQ}$ ↑。频率低端  $R_{eQ}$ ↓。高放回路是高频放大器的负载，高放的增益与高放回路的  $R_{eQ}$  成正比，所以频率高端的增益要比低端高。

我们知道自激是与增益有关的，增益越高，越易发生自激，所以高放自激往往发生在波段的高端。本机短波 I 使用中波磁棒正好解决了上述问题。由于磁棒线圈在频率高时 Q 下降，使天



线回路增益下降，这正好与高放回路在频率高端的增益上升相抵消，可得到较平稳的波段覆盖灵敏度，同时也减小了回路间的耦合，不易自激。同时，天线回路的  $R_{eQ}$  下降，使得高放级输入阻抗下降，减小了高放级的反馈系数，对稳定也有好处。

当然如果短波频率再高就不能用中波磁棒了，因为 Q 下降太多将严重影响增益，也影响高频选择性。本机短波 I 实测灵敏度 0.2 毫伏/米，6 分贝信噪比时为 0.03 毫伏/米，象频 ≥ 46 分贝，2 兆赫与 4.5 兆赫的灵敏度相差 < 3 分贝。短波 II、III、IV 采用直接耦合的输入回路，它与电容耦合的原理相同。实际上当电容耦合的天线耦合电容  $C_1$  取得很大 (见图 3)，对高频信号可视作短路，就成了直接耦合。



中波输入线圈

就成了直接耦合。电容耦合输入回路的传输系数与  $C_1$  有关， $C_1$  越大，传输系数越高，所以直接耦合能得到最大的传输系数，尤其是波段的低端提高得更多。另外，由于直接耦合，使得拉杆天线的等效电容、等效电阻直接接入输入回路，增加了回路的损耗，影响了回路的 Q 值，而对频率高端的影响要比低端影响大些，所以高端的传输系数没有低端提得高。而且高频选择性要比电容耦合差，但由于本机具有调谐式高放，高频选择性主要由高放回路来补偿，天线回路主要考虑增益，可不考虑选择性。所以用直接耦合还是可行的。本机象频指标还是比较好的：短 II、III 大于 20 分贝；短波 IV 大于 15 分贝。

直接耦合接法只适用于覆盖范围较窄的波段，因为覆盖范围宽的波段，天线回路的微调电容必然容量不大，直接耦合时将天线等效电容全部并在输入回路上，如果等效电容大于微调电容，该波段高端将无法统调了。

3. 高频增益控制器 (RFC)：RFC 就是人工控制高放管的工作点来控制高放级增益，以免收音机在收近地强电台时发生阻塞而使声音严重失真。如图 4 所示，在正常场强下收听时，开关  $K_2$  的 1、2 接通， $K_3$  的 2、

就成了直接耦合。

直接耦合接法只适用于覆盖范围较窄的波段，因为覆盖范围宽的波段，天线回路的微调电容必然容量不大，直接耦合时将天线等效电容全部并在输入回路上，如果等效电容大于微调电容，该波段高端将无法统调了。

在正常场强下收听时，开关  $K_2$  的 1、2 接通， $K_3$  的 2、

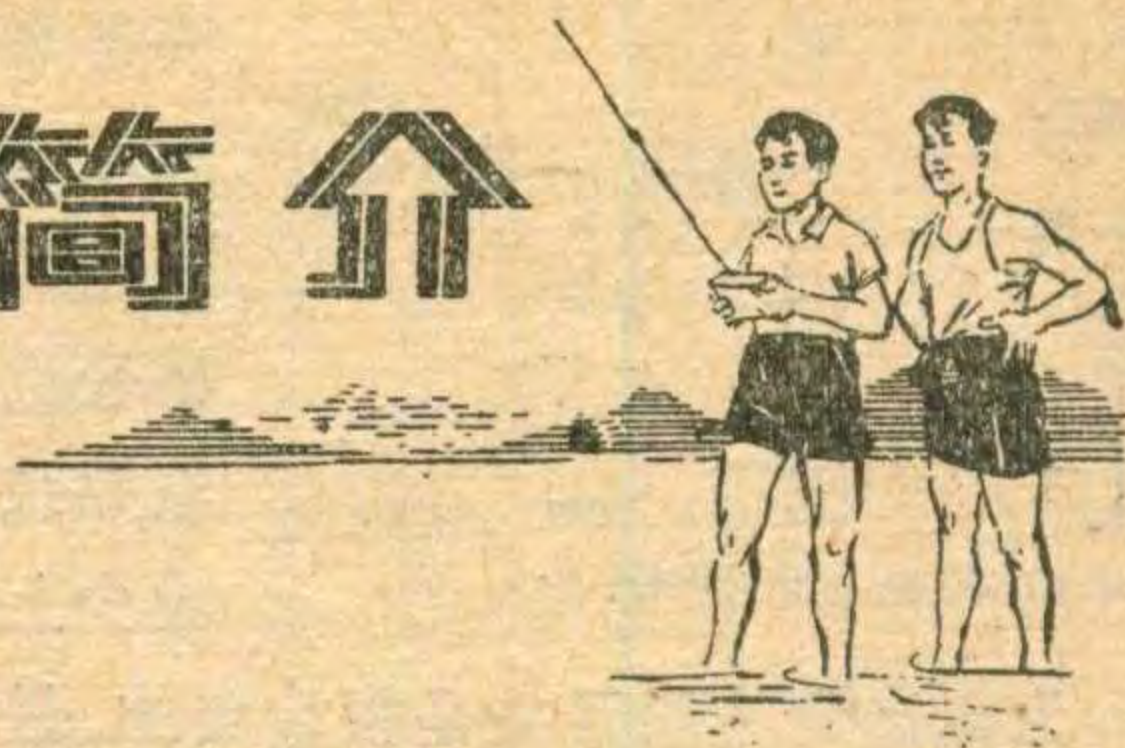
就成了直接耦合。

直接耦合接法只适用于覆盖范围较窄的波段，因为覆盖范围宽的波段，天线回路的微调电容必然容量不大，直接耦合时将天线等效电容全部并在输入回路上，如果等效电容大于微调电容，该波段高端将无法统调了。

(下转第 32 页)

# 无线电遥控原理简介

袁永明



无线电遥控是通过无线电遥控设备来完成的。无线电遥控设备通常包括发射机、接收机两大部分。无线电遥控设备的种类很多，下面简单的介绍一下单通道、多通道及比例无线电遥控设备的工作原理。

## 单通道无线电遥控设备

方框图见图1。从图中可以看出，当发射机的操纵按钮K没按下时，发射机不工作，无遥控指令信号发出。接收机的灵敏继电器及执行机构不动作。当K按下时，音频振荡器、载频振荡器的电源电路接通，它们都工作，音频振荡器产生的音频信号对载频振荡器产生的载频信号进行调制，调制了的信号由发射天线发送出去。

接收机的接收天线收到上述信号后，由超再生检波器检出音频信号，该音频信号再经过音频放大器放大和开关电路变换后，变成直流信号电流输出，使灵敏继电器吸合。为提高抗干扰性能，再经过一个延时继电器延迟一定的时间（例如5秒）后，其继电器动作，它带动中间继电器。由中间继电器控制一个交流220伏、1.5公斤拉力的牵引电磁铁。该电磁铁的可动铁心拉动一个普通的电灯拉线开关，以控制380伏交流接触器的线圈通电与否，达到对电机进行控制的目的。

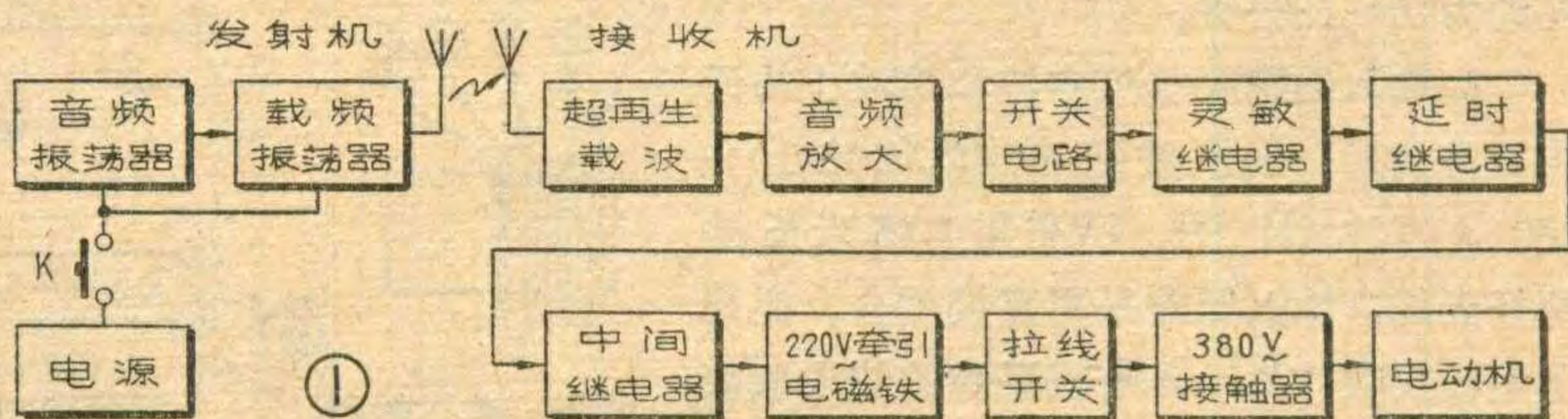
因为在这种设备里，发射机只发出一个指令来控制遥控对象的一个动作，所以叫“单通道无线电遥控”。

## 多通道无线电遥控设备

如果被遥控的对象需要完成的动作较多，这就需要用多通道无线电遥控设备。

多通道无线电遥控设备按编码方式不同，可分为频率和脉冲编码两大类。前者称为频分多通道无线电遥控设备，后者称为时分多通道无线电遥控设备。两者相比，脉冲

图2为单一频率方式频分多通道无线电遥控设备方框图。从图中可以看出，发射机发出的每一个指令信号，都对有一个音频频率， $n$ 个指令信号就有 $n$ 个频率： $f_1$ 、 $f_2$ …… $f_n$ 。两个相邻指令信号的频率应符合 $f_n = \alpha f_{n-1}$ ，一般取 $\alpha = 1.21 \sim 1.23$ 。例如：若需要8个遥控指令信号，设 $f_1 = 1080\text{Hz}$ ，则 $f_2 = \alpha f_{1-1} = \alpha f_1 = 1.22 \times 1080 \approx 1320\text{Hz}$ ，同理用这个公式求出其它几个频率分别为1610、1960、2400、2920、3560、4350 (Hz)。接收机收到这些信号后，由与之相应的选

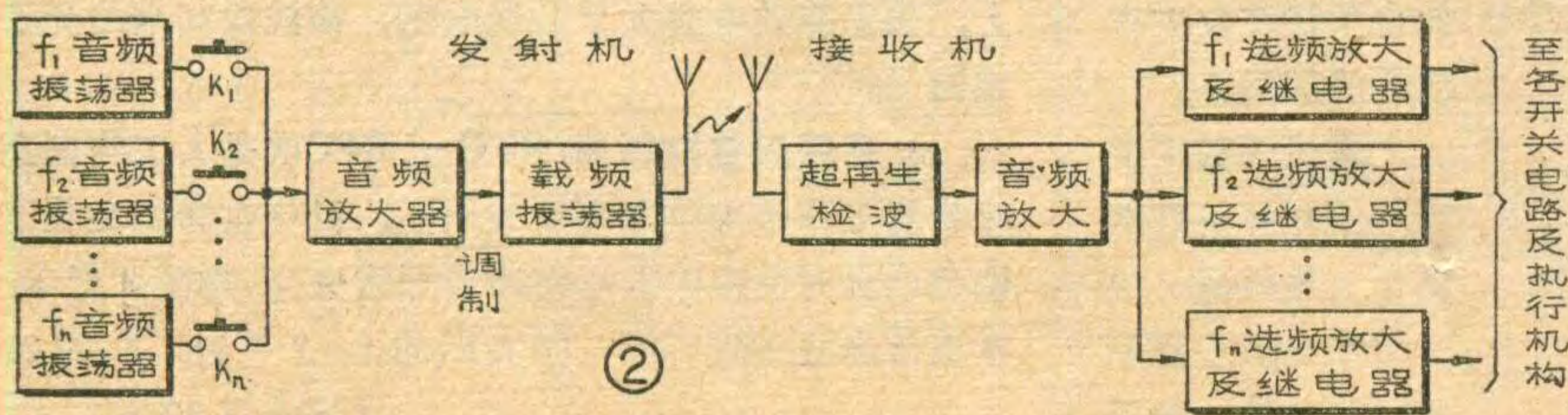


编码方式的被控制对象的数量较多，可以用数字集成电路，制作较方便，但抗干扰性能较差，结构较复杂，成本较高；频率编码方式的被控制对象的数量较少，它不能大量使用数字集成电路，但抗干扰性能较好，结构较简单，成本较低。

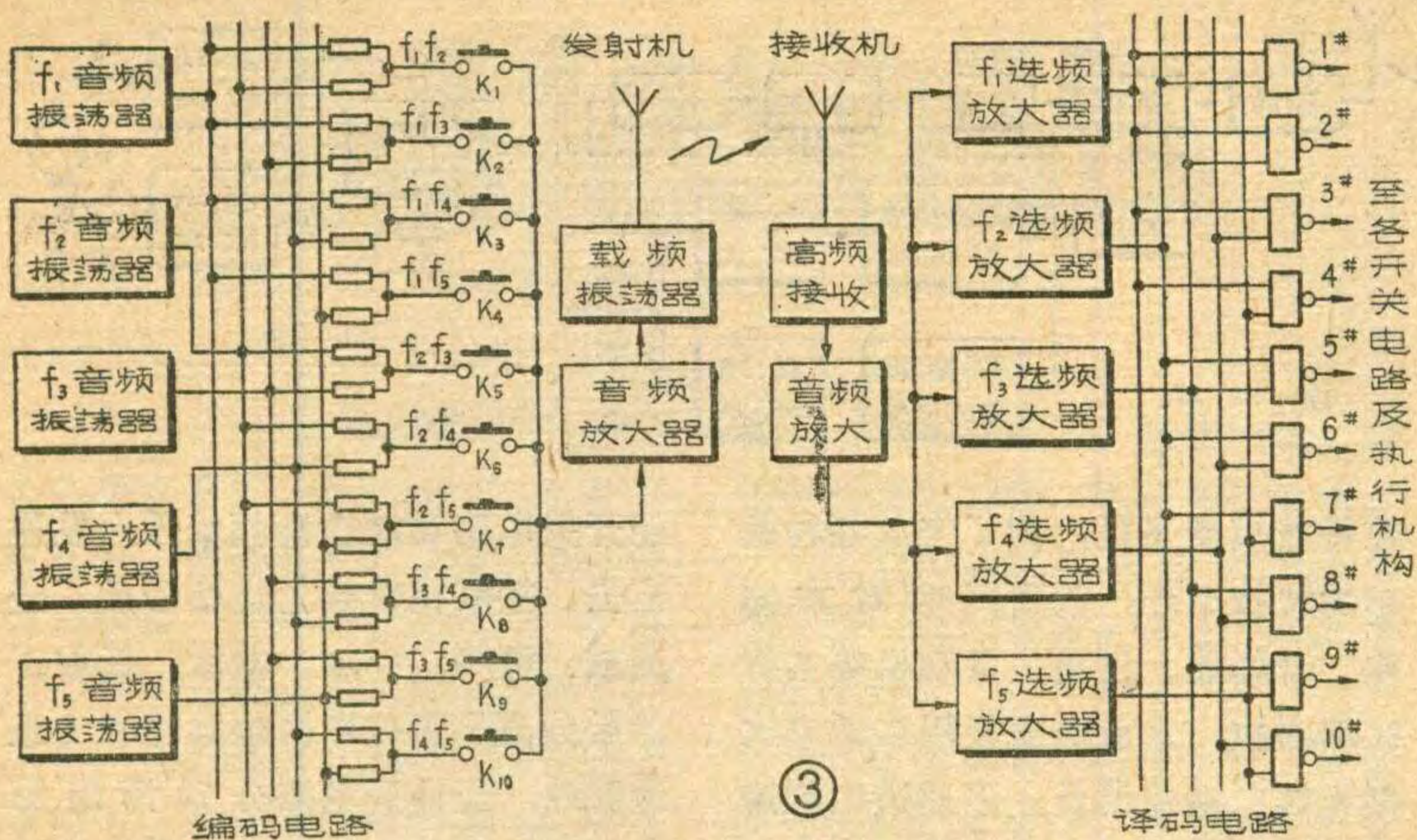
在频分多通道无线电遥控设备中，有以单一音频频率作为一个指令信号的单一频率方式；也有由两个或两个以上的音频频率组合后作为一个指令信号的组合频率方式。

频放大器将对应的频率分别选出，然后经开关电路及继电器分别控制各执行机构。例如：当按下发射机的第一号指令开关 $K_1$ 时，发出的无线电波中载有1080Hz的音频信号。接收机收到这一信号后，将经过检波、放大后的1080Hz音频信号加到各选频放大器的输入端，但只有相应的 $f_1$  (1080Hz)选频放大器输出的音频信号最大，经整流、滤波及直流放大后，使相应的中间继电器 $J_1$ 吸合，最后带动第一号遥控指令的执行机构。其它各遥控指令控制过程与上述相同。

在组合频率方式中，又有将两个或两个以上的音频信号同时发送出去的同时发送方式和将两个或两个以上







的音频信号按一定顺序发送出去的顺序发送方式两类。图3为两个音频信号混合后同时发送作为一条指令的十通道无线电遥控设备方框图。从图中可以看出，发射极的音频部分共有  $f_1 \sim f_5$  5个音频振荡器，经过电阻组成的混合电路，将每两个音频振荡器产生的信号混合为一组，共有  $f_1 f_2, f_1 f_3, \dots, f_4 f_5$  等10组。当按下发射机的第1号指令开关  $K_1$  时，则在发出的无线电波中载有  $f_1, f_2$  两个频率混合在一起的音频信号。接收机收到这一信号后，将  $f_1, f_2$  两个音频信号检出，经过放大加到各选频放大器的输入端。这时只有相应的  $f_1, f_2$  两个选频放大器输出的音频信号电压最大，然后经整流、滤波、直流放大及对应的与门电路，使相应的执行第一号指令的中间继电器  $J_1$  吸合，带动执行机构动作。

顺序发送方式是将  $f_1, f_2$  两个音频信号按时间顺序一先一后发送，在基本结构方面与同时发送方式相差不大，这里就不介绍了。

这两种发送方式相比，对于同样的音频信号，同时发送方式形成的指令数较少，例如有5个音频信号，两个一组同时发送，按公式

$$C_n^r = \frac{n!}{(n-r)! r!} = \frac{5!}{(5-2)! 2!} = 10$$

求出可组成10个遥控指令；而用顺序发送方式时，按公式

$$P_n^r = \frac{n!}{(n-r)!} = \frac{5!}{(5-2)!} = 20$$

可组成20个遥控指令，指令较多。同时，顺序发送方式不易产生失真，抗干扰性能好。

频分多通道无线电遥控设备一般只能用在要求指令信号不太多（20~30个指令）的场合，若要求的指令信号较多，可采用时间分割方式。

常用的时间分割多通道无线电遥控设备有脉冲计数方式、脉冲宽度特征方式和脉冲编码方式等多种。脉冲计数方式是以发出的脉冲数来区分指令，比如发1个脉冲，代表第1号指令，发2个脉冲代表第2号指令，发  $n$  个脉冲代表第  $n$  号指令；脉冲宽度特征方式是以发出的脉冲宽度来区分指令，比如发出的脉冲宽度为50毫秒（ms）代表第1号指令，100毫秒代表第2号指令，脉冲宽度为  $50 \cdot n$  毫秒代表第  $n$  号指令。脉冲编码方式是将

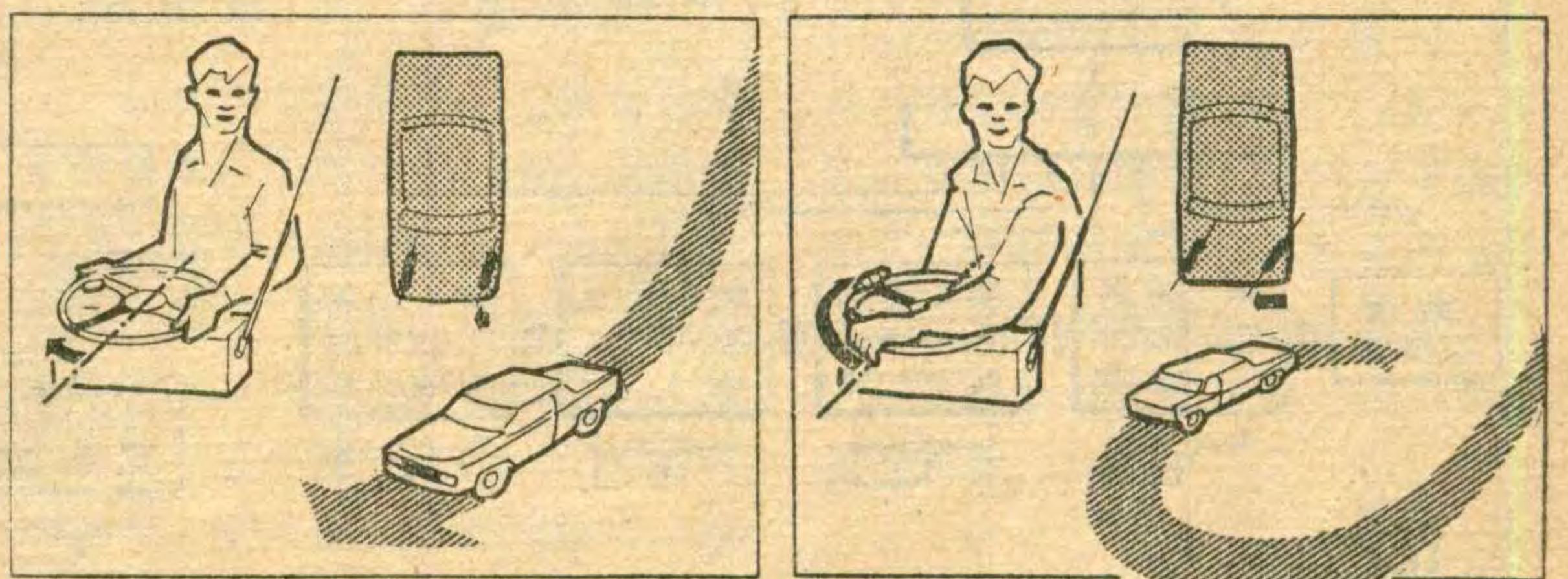
发出的脉冲进行编码来区分指令，例如，由4位脉冲进行编码时，发0001代表第1号指令，0010代表第2号指令，1010代表第10个指令。

### 单通道比例无线电遥控设备

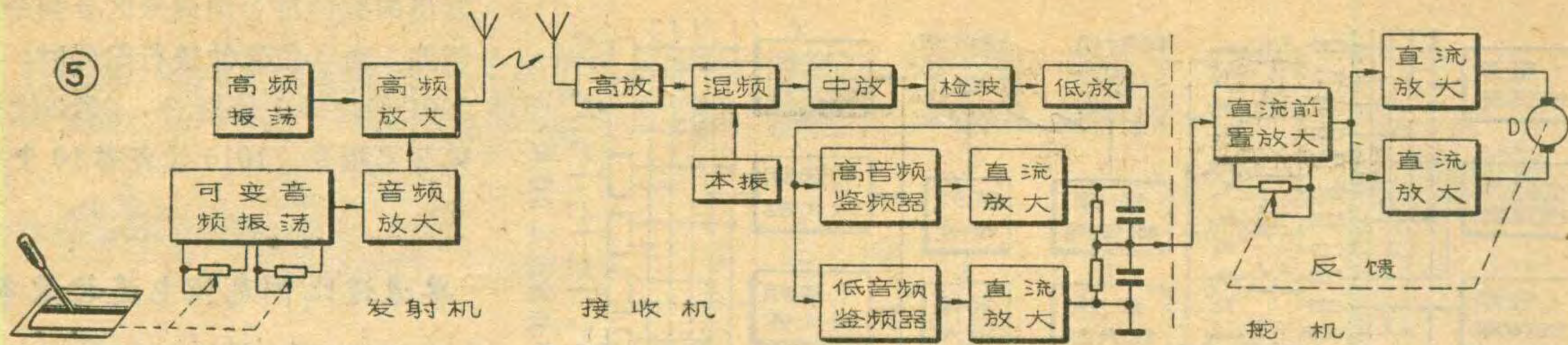
从上述单通道、多通道两种无线电遥控设备中可以看出，它们都是属于断续指令控制形式。比如用它们来遥控初级模型飞机时，当按下发射机的左舵开关时，方向舵就变成左满舵，当按下发射机的右舵开关时，方向舵就变成右满舵，左、右舵开关均不按下时，方向舵处于中舵位置，在遥控过程中很难使方向舵停留在中舵和满舵之间某一需要的角度上，也就是说不能进行定量控制。为了实现定量控制，应采用比例遥控。

图4是一个简单的比例遥控示意图，当驾驶员操纵发射机上的方向盘转过一个小角度时，汽车模型就柔和地转弯，见左图；当发射机上的方向盘转过一个大角度时，汽车模型就急剧地转弯，见右图。由于发射机上的方向盘的偏转角度和汽车模型前轮的偏转角度是成一定的比例，所以叫作比例遥控。

图5是一种比较简单的单通道比例遥控设备的方框图。它的发射机部分有一个可变音频振荡器。当改变发射机上操纵杆的角度时，可变音频振荡器部分的双连电位器的阻值也随之连续变化，控制发射机发出的音频信号的频率在1000~2000Hz范围内连续变化。设



④



1000Hz 代表左满舵 30 度, 2000Hz 代表右满舵 30 度, 1500Hz 代表中舵, 而 1500~1000Hz、1500~2000Hz 之间的频率变化分别控制着方向舵的左、右偏转角度。这就是说当发射机发出的音频调制信号被接收机接收后, 经高放~低放电路后, 分别送到鉴频器, 高音频鉴频器对 2000Hz 的音频信号鉴频, 低音频鉴频器对 1000Hz 的音频信号鉴频, 这两个音频信号取出后, 再经直流放大, 推动舵机, 舵机再带动方向舵, 而方向舵的偏转角度与发射机上操纵杆的移动角度成一定的比例。舵机电路中的两个直流放大器分别控制电机的正、反向转动。

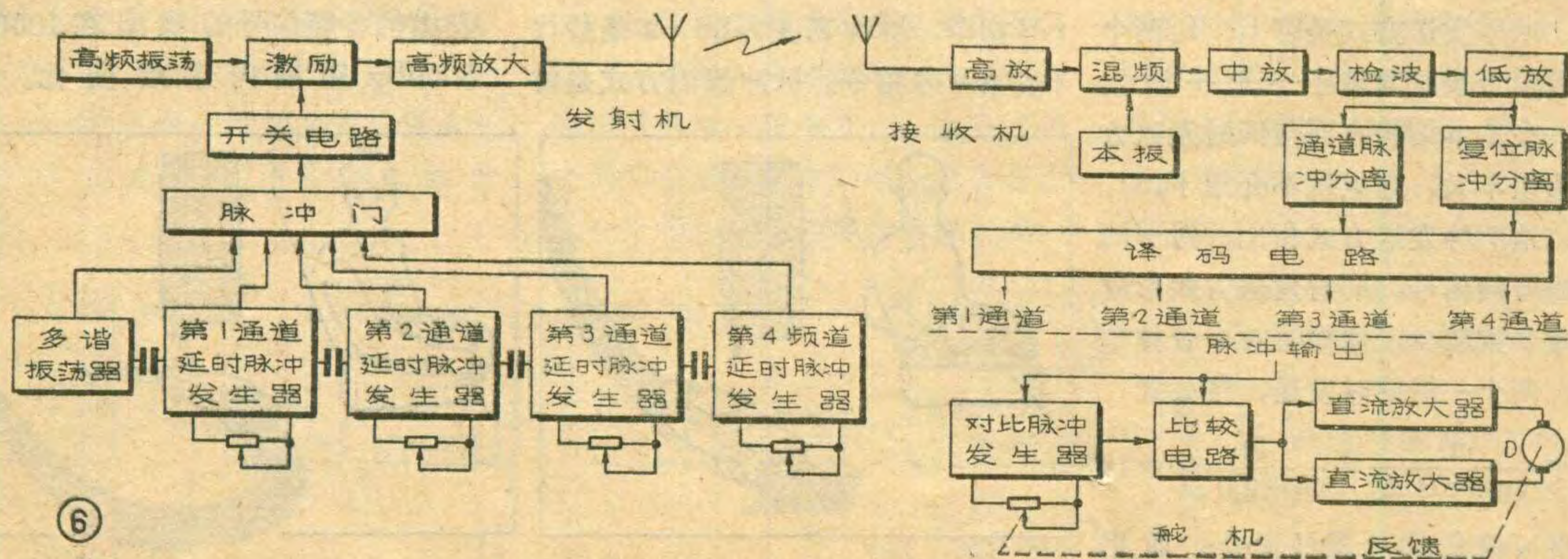
此外, 在单通道比例无线电遥控中还有利用连续改变发射机发出的脉冲宽度的方式来实现比例遥控的, 例如, 脉冲宽度 1ms 代表左舵, 2ms 代表右舵, 1.5ms 代表中舵, 其原理与上述同。

### 多通道比例无线电遥控设备

有些被控制对象, 如无线电遥

控特技模型飞机, 为了完成各种复杂的特技动作, 需要同时对方向舵、升降舵、付翼、发动机等实行比例遥控, 这就需要使用多通道比例无线电遥控设备。多通道比例遥控设备的原理与单通道相仿, 也有音频频率连续可变和脉冲宽度连续可变等多种方式, 前者叫模拟比例方式, 后者叫数字比例方式。模拟比例方式使用较早, 抗干扰性能较好, 但通道数量少, 不易于大批生产。后来随着数字电路的发展, 特别是数字集成电路的大量应用, 多通道数字比例无线电遥控设备的使用日益广泛。图 6 是一套数字比例 4 通道无线电遥控设备的方框图。发射机的编码部分由一个多谐振荡器和 4 级延时脉冲发生器等组成。多谐振荡器产生的信号一方面作为同步信号, 以便使发射机发出的第 1~第 4 通道脉冲信号与接收机输出的第 1~第 4 通道脉冲一一对应, 另一方面触发延时脉冲发生器。各通道的延时时间可以通过各自的电位器调整, 电位器与操纵杆相连接。同步脉冲和 4 个通道脉冲

经开关电路调制在高频信号上发射出去。接收机收到上述信号后, 经高放、混频、中放、检波、低放, 然后分离出复位即同位脉冲和 4 通道脉冲, 经译码电路分别译出第 1~第 4 通道脉冲并送给对应的舵机电路。舵机电路包括对比脉冲发生器、比较电路和直流放大器等。当通道脉冲输入后, 即触发对比脉冲发生器产生一个与通道脉冲极性相反的对比脉冲, 该脉冲的宽度与反馈电位器的位置有关, 然后通道脉冲与对比脉冲同时送到比较电路进行比较, 当通道脉冲宽度大于对比脉冲宽度时, 直流放大器输出的信号驱动电机正转; 当通道脉冲宽度小于对比脉冲时, 电机反转。电机转动后通过减速齿轮带动舵面转动, 同时也带动反馈电位器转动。反馈电位器转动就改变了对比脉冲宽度, 当两个脉冲宽度差值变小最后到零, 舵机停转。当发射机操纵杆移动时, 脉冲宽度发生变化, 舵机转动, 舵面也跟着动作, 直到电位器跟踪到相应位置舵机便停转为止。



# 简易晶体管电压表

杨 义 群

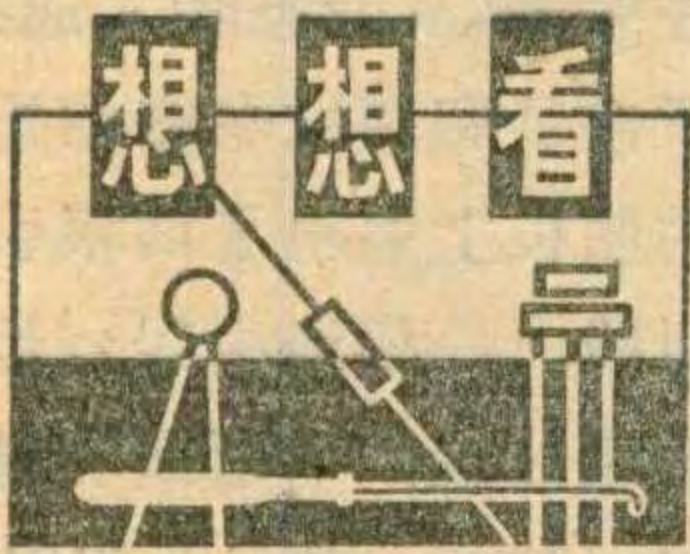
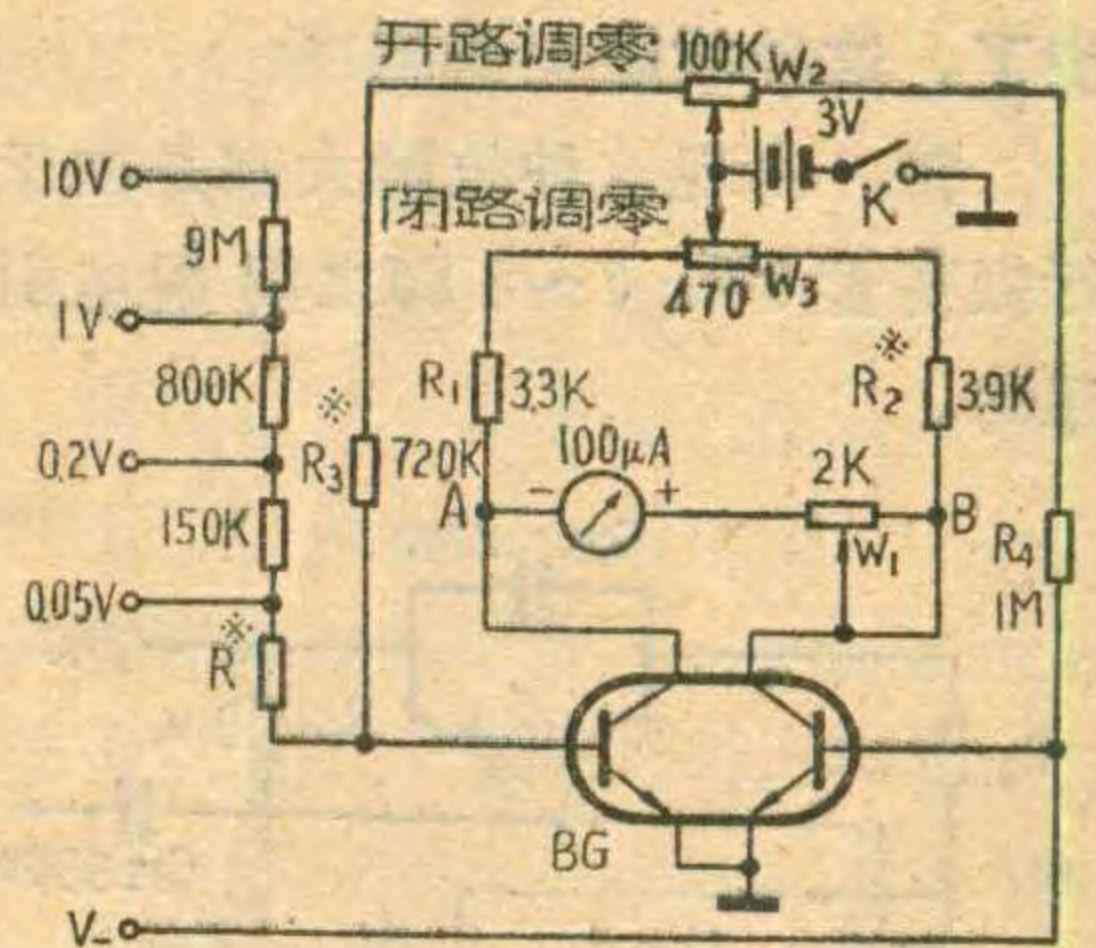
本文介绍的简易晶体管电压表的电路见图示，它是由双三极管等组成的。其特点是不受管子温度漂移的影响。我们知道在双三极管内，两个发射结在同一块材料上，因此，它们的结温相同，而发射结压降  $U_{be}$  随温度的漂移也基本相同。从电路中可以看出，这种漂移在电流表上抵消了，特别是闭路零点的漂移，即使在三极管不很对称时，也基本上抵消。如果双三极管基本对称，那么开路零点的漂移也

就基本上不存在了。这给调试、测试带来很大方便，也使测试准确。

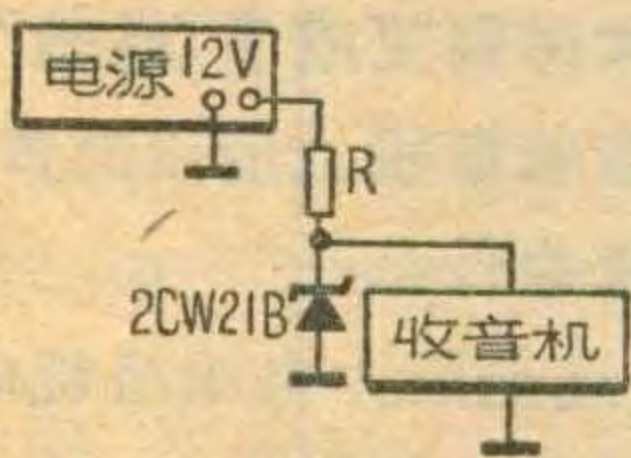
我们用的双三极管 S3DG6 为等外品，其电流放大倍数分别为 170 与 190。

该电压表的调试很简单。先取  $R_1=R_2=3.3K\Omega$ ,  $R_3=3.9K\Omega$ ,  $R_4=1M\Omega$ ，使  $U_A=U_B=1.5\sim 2V$ ，这个电压不能太小，否则线性不好。将双三极管的两个基极用短路线短路，调整电位器  $W_3$ ，使电流表指零。如调不到零，说明该双三极管

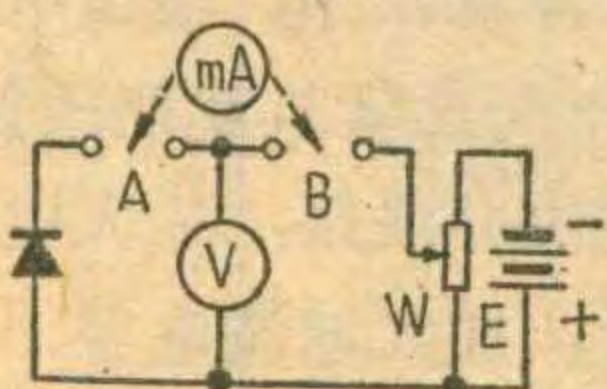
太不对称，应稍稍改变  $R_1$  或  $R_2$  的阻值加以补偿。然后去掉短路线，调整电位器  $W_2$ ，使电流表指零，如调不到零，改变  $R_3$ ,  $R_4$  的阻值。最后调整电位器  $W_1$ ，使电压表的灵敏度正好为预定值。电压表的刻度方法与其它电压表同，本文不再赘述。



1. 有一个 12 伏的稳压电源，输出电流可达 200 毫安，想降压为 6 伏供给一台最大电流为 100 毫安的收音机使用，把它接成如下电路，问电阻 R 的阻值和功率应选多大？



2. 用下面电路测试二极管的特性曲线时，电流表应接在“A”处还是“B”处？若把二极管的极性调换一下，电流表又应怎样接？



## 本期“想想看”答案

1. 因所选的稳压管 2CW21B 的稳定电压为 6 伏，稳定电流为 30 毫安，最大稳定电流为 150 毫安，而收音机需要的电源电流为 100 毫安，所以流过电阻 R 的电流  $I_R$  为 130 毫安。2CW21B 的稳定电压为 6 伏，电阻 R 两端的电压  $U_R=12-6=6$  伏，可以求出

$$R = \frac{U_R}{I_R} = \frac{6}{130 \times 10^{-3}} \approx 46.2 \text{ (欧)}$$

$$P = I^2 R = 130^2 \times 46.2 \approx 0.78 \text{ (瓦)}$$

所以选 R 为 47 欧、1 瓦的电阻即可。

郭兴环

2. 在这个电路中，二极管处于正向偏压，用电流表、电压表测量的是二极管的正向特性，为此，电流表应接在“B”处。因为二极管正向偏压时，它的正向电阻很小，当电压表与它并联时，因电压表的内阻很大，电压表的分流作用可以忽略，所以接在“B”处的电流表测得

的电流就是通过二极管的电流。而此时电压表测量的就是二极管两端的电压。如果把电流表接在“A”处，那么由于二极管与电流表串联，电流表的分压作用不能忽略，所以电压表测得的是二极管和电流表两者的电压总合，而不是真正加在二极管两端的电压。

当把二极管极性调换后，二极管处于反向偏置，此时测试的是二极管的反向特性，电流表应接在“A”处。因为二极管反向偏置时，它的内阻很大，而电流表内阻很小，电流表上的分压作用可以忽略，所以接在“A”处的电流表测量的是二极管的反向电流，而电压表测量的也就是二极管上的反向电压。如果此时把电流表接在“B”处，那么由于电压表与二极管并联，而电压表的分流作用就不能忽略了，所以电流表测量的电流是通过二极管和电压表的电流的总和，不是单独流过二极管的电流，测量就有误差。

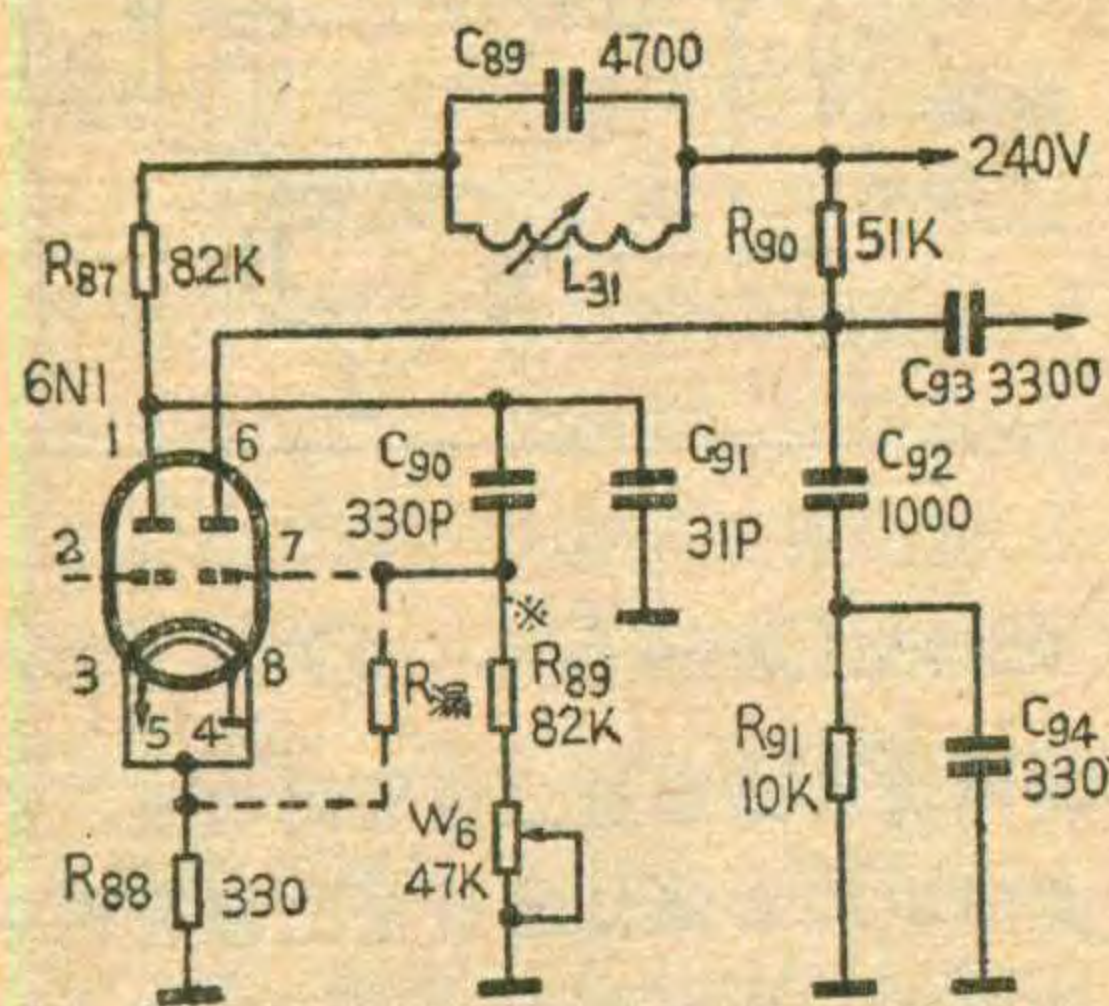
王明军



# 问与答

**问：**有一部 825—1 型电视机，开机几分钟后行出现漂移现象。调整行同步电位器，只能暂时稳定，但过一段时间行又不同步，就是把行同步电位器旋到头，再也不能同步了。这种故障如何解决？

**答：**出现这种故障大都是由于行振荡管 6N1 7~8 脚之间漏电引起的。



我们知道行振频率的时间常数是由 RC 决定的。当 C 确定以后，通过改变 R 来改变振荡频率。825—1 型电视机在正常情况下，R 约等于  $100K\Omega$  左右（即图中  $R_{89} + W_6/2$ ），当 6N1 管 7—8 脚出现漏电后，等于栅极对地并接了一个电阻  $R_{漏}$ ，如图中虚线所示。此电阻实际上是和电阻  $R_{89}$ 、电位器  $W_6$  并联的，显然并联后的电阻值要减小。为保持行频不变，电位器中心位置必须下移以增大阻值。由于管子温度不断增高， $R_{漏}$  数值越来越小，开机一段时间后，电位器中心位置就是下移到头，也不能实现行同步了。

遇到这种情况，测得 6N1 第 7 脚负偏压比正常时低的多，如断开电位器行仍然能起振（正常机器不能起振），说明管子已经漏电，需更换一只新管。（任兴宇）

**问：**电视机中为什么大部分使用内磁式的扬声器？在自装电视机时，手头没有内磁式扬声器，用外磁式扬声器行吗？

**答：**对于这个问题，咱们先看看它们的主要不同点吧。

内磁式扬声器与外磁式扬声器的不同点主要是：前者磁钢磁性强，泄漏磁场较小；后者磁钢磁性弱，泄漏磁场很大。在现代电视机中为了避免扬声器的泄漏磁场干扰图像，通常采用内磁式扬声器。作为一个业余爱好者来说，在装电视机时，若没有内磁式扬声器，可以使用外磁式扬声器。但扬声器的位置距显像管不能小于 15 厘米。否则，扬声器的泄漏磁场就会使显像管内的电子束，在射向屏幕时发生偏转，造成图像扭曲（移动扬声器位置扭曲程度会改变）。这时，可在显像管与扬声器之间放一块（厚 1 毫米）屏蔽铁板，进行隔离，便能消除这种干扰。但是要注意，不能用环形铁罩作屏蔽，否则扬声器磁场将被短路。

（王德源）

**问：**有一台凯歌牌 4D4 型 23 厘米电视机，使用日久，场同步范围日渐缩小，最后完全不能同步，怎么办？

**答：**凯歌牌 4D4 型电视机的场扫描，采用的是大反馈环式电路，即场扫描电路的振荡是靠场输出端至输入端的正反馈来产生的。振荡频率及波形不仅取决于 4BG6 (3AX31C) 基极的有关元件，而且集电极的  $4C_{19}$  与  $4C_{20}$  也有很大影响。当电视机使用日久，如果  $4C_{19}$  与  $4C_{20}$  的电容量变小，其充放电时间常数减小，在扫描正程时， $4C_{19}$  与  $4C_{20}$  上的锯齿波电压下降较快，从而使电路的振荡频率提高，所以同步范围变窄。开机一段时间后，由于机内温度升高，使电解电容的容量略有增大，才勉强能同步。如果  $4C_{19}$  与  $4C_{20}$  电容量变小较多，使振荡频率超过了场同步的频率范围，就再也不能同步了。解决的办法是将  $4C_{19}$  与  $4C_{20}$  换成容量准确的新电解电容器。（张家谋）

**问：**“CONIC”公司 V130 型盒式磁带录音机如使用外接传声器

（话筒）录音，应该用什么型号的？

**答：**使用外接传声器录音时，最好用驻极体电容传声器，例如 CRZ2—2、ECM7512 等，也可以使用动圈传声器，例如 CD1—2、CD2—1、CD2—2 等，但要把它们的输出阻抗变换到 200 欧（或 600 欧）档。（肖和祥）

**问：**KP 型可控硅整流元件有三个电极，为什么有的元件确有四根引线？

**答：**KP 型可控硅整流元件（反向阻断硅闸流管）是一种对负阳极电压没有开关作用，而有反向阻断状态的三极闸流管，它是一种普通可控硅，其结构为 P—N—P—N 型。三个电极分别是阳极、阴极和门极（控制极）。当阳极相对于阴极的电压为正时，如果在门极和阴极之间加入适当的正触发信号，就可使元件导通（从断态转入通态）。有时为了便于和触发电路相连接，在元件的阴极上引出了两根引线（一根粗引线，一根细引线），粗引线和主电路相连接，细引线和触发电路相连接。这样一来，KP 型可控硅就有三个电极、四根引线。

（张国忠）

**问：**我用一个输出电压为 6 伏，电流为 100 毫安电源变压器作了一个整流器。经整流滤波，接到电唱机上使用时，发现声音忽高忽低，声音越大时则变成了“咕咕”声，但接到三管收音机上使用时声音较好听，这是为什么？

**答：**这是因为电唱机耗电较大，而变压器的内阻电压降 ( $U = R_i \cdot I$ ) 随耗电增大而增大的缘故。这样，耗电越大整流器输出电压越小，就会严重影响并破坏电唱机的正常工作状态。三管机耗电较小，变压器内阻电压降就较小，输出电压也就较稳定，于是三管机就能较好地工作。

解决办法是：加大电源变压器的容量，加大滤波电容，采用晶体管稳压电路进行稳压等。

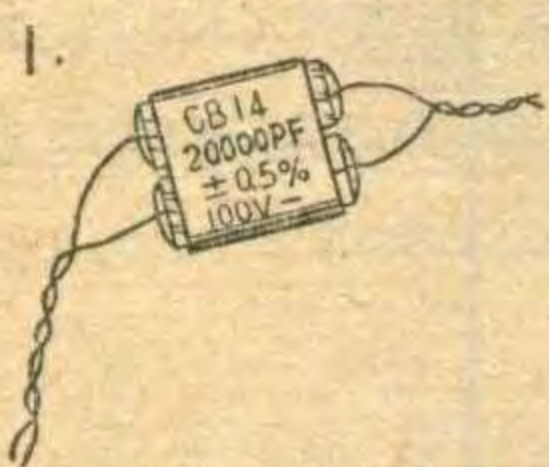
（倪振家）

有机介质薄膜电容器是用有机塑料薄膜作介质，以铝箔或用金属化薄膜作为电极，按一定的工艺制成的。由于这种电容器所使用的材料来源广泛，而且又具有制造工艺简单、价格便宜、电气性能较好等特点，因此它在电子工业中的应用越来越广泛。

上述电容器按所用介质材料不同可分成好多种。附图为常见几种有机介质薄膜电容器的外形，下面分别介绍它们的特点。

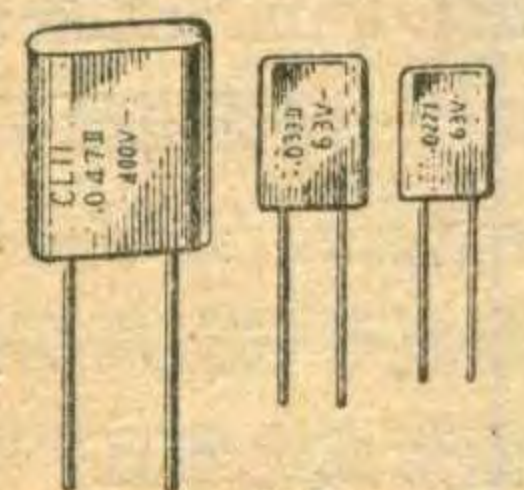
1、聚苯乙烯电容器：它的外形见图1。目前国内生产的品种有CB1、CB2、CBY、CB14、CB15、CB30、CB40等型号。此种电容器的绝缘电阻高、介质损耗小、介质吸收系数低（详见28页）、容量稳定而且精度高。通常采用两只聚苯乙烯电容器并联匹配的办法制造出精密聚苯乙烯电容器，其精度一般可达0.5%。它常用于各种精密仪器仪表和测量设备中作振荡电容、耦合电容、积分电容。聚苯乙烯电容器的主要缺点是体积大、耐温低。

2、涤纶电容器：此电容器也叫作聚酯薄膜电容器。这种电容器和其他有机介质薄膜电容器一样，电极形式分为箔式和金属化两种。箔式涤纶电容器的外形见图2a，目前国内生产的品种有CL10、CL11。金属化涤纶电容器外形见图2b，国内生产的品种有CL20、CL21、CL40等型号。涤纶电容器的优点是工作温度范围广、抗电强度大、绝缘电阻高等。除此之外，金属化涤纶电容器还具有下列优点：①由于采用真空蒸发工艺，即在真空情况下把金属（通常用铝或锌）蒸发到薄膜上，作为电极。这个电极很薄，所以电容器体积较小。金属化涤纶电容具有自愈性（见28页）。②一般电容器由于卷绕工艺而存在电感，金属化涤纶电容器在制造过程中，在焊接引线以前，先在电容器芯子两端分别喷上一层金属，这样就有效地消除了电感，使其具有无感特性。

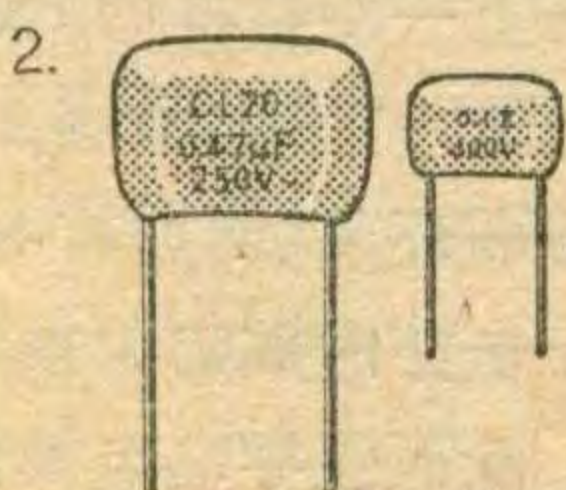


聚苯乙烯电容器

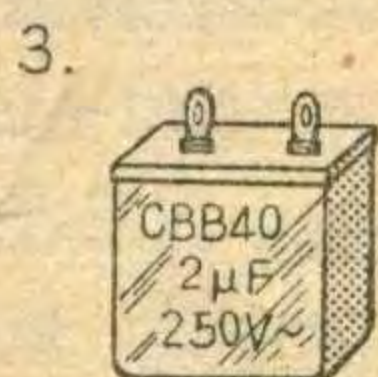
金属化涤纶电容器在制造过程中，在焊接引线以前，先在电容器芯子两端分别喷上一层金属，这样就有效地消除了电感，使其具有无感特性。



(a) 箔式涤纶电容



(b) 金属化涤纶电容



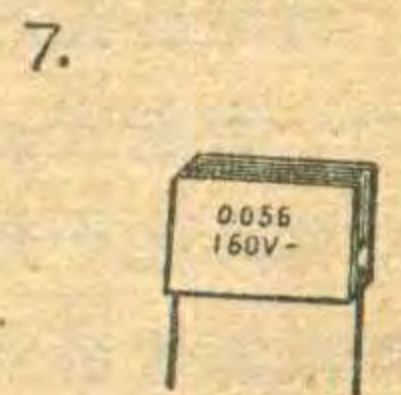
聚丙烯电容器



漆膜电容器



聚四氟乙烯



叠片式金属化薄膜电容器

# 谈谈有机介质 薄膜电容器



王宇生

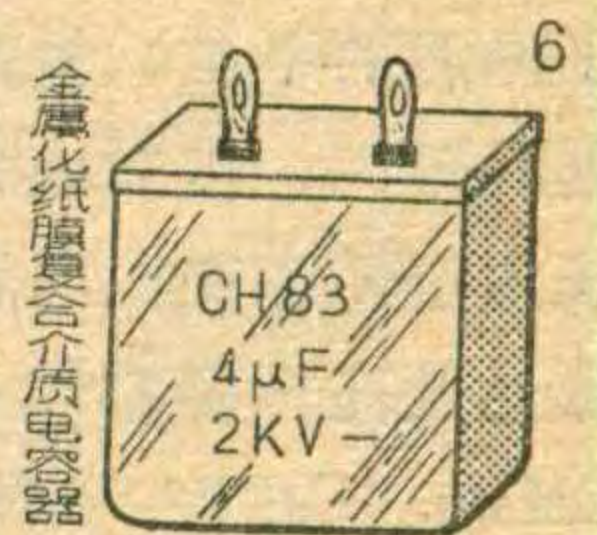
王培贤

3、聚丙烯电容器：这种电容器是近年来发展起来的新品种，它的外形见图3。目前国内生产的品种有CBB10、CBB20等型号。聚丙烯电容器其介质聚丙烯薄膜是非极性材料，所以它具有和聚苯乙烯电容器相似的电性能，同时其工作温度范围却高于聚苯乙烯电容器。又由于该介质薄膜可以作得很薄，而且抗电强度大，所以电容器的体积也小于聚苯乙烯电容器。金属化聚丙烯电容具有无电感的特点，所以它可应用于电视机、仪器仪表的高频线路中作为积分电容，也可用于其他交流线路中。

4、漆膜电容器：它的外形见图4。目前国内生产的品种有CQ10、CQ40等型号。该电容器采用的介质是用涂漆的方法制成的聚碳酸酯薄膜，这种薄膜可以作得很薄（3.5微米），又由于电极采用金属化工艺，所以它可以作得体积小而容量大。该电容器的温度特性和容量稳定性都优于涤纶电容器。由于漆膜电容器具有体积小、容量大和电性能好的特点，它在线路中可取代部分电解电容器，而性能比电解电容器好得多。漆膜电容器的缺点是工作电压不易作得很高。一般工作电压为直流40伏。

5、聚四氟乙烯电容器：目前国内生产的品种有CF、CFY等型号。这种电容器的显著特点是工作温度高（最高可达+250°C）。另一个特点是绝缘电阻高、高频损耗小。该电容器常被用于高温设备和高频线路中，如地质钻探、航天装置的仪器设备中常采用这种电容器。但此种电容器的价格较贵。

6、纸膜复合介质电容器：该电容器的介质是由电容器纸与不同种类的有机薄膜叠在一起再浸上不同的浸渍料而制成



金属化纸膜复合介质电容器

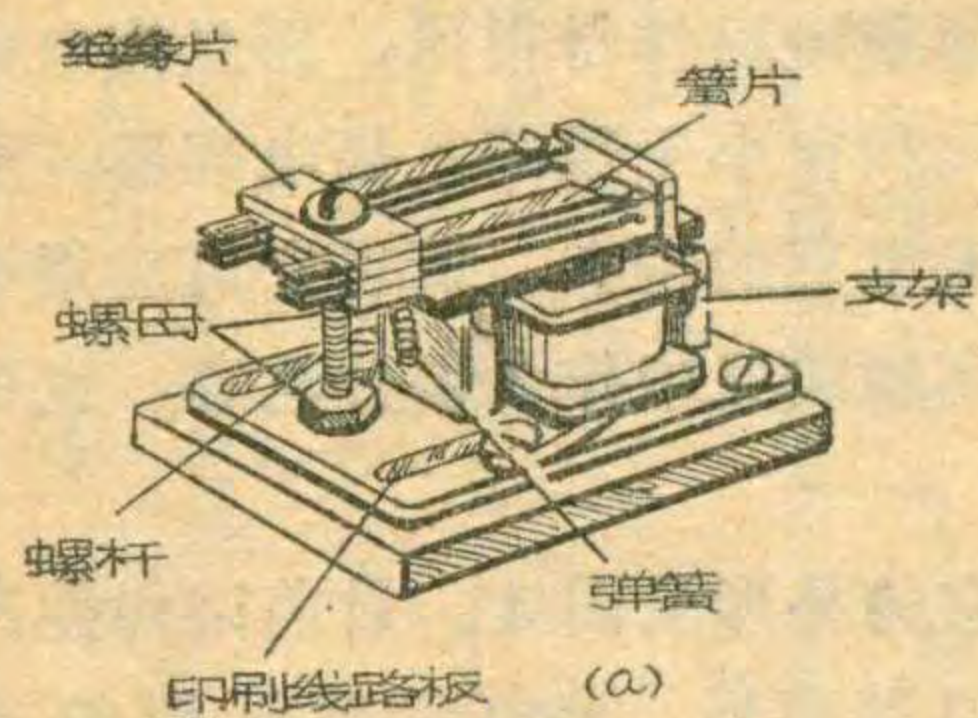
# 自制小型继电器

张宝平

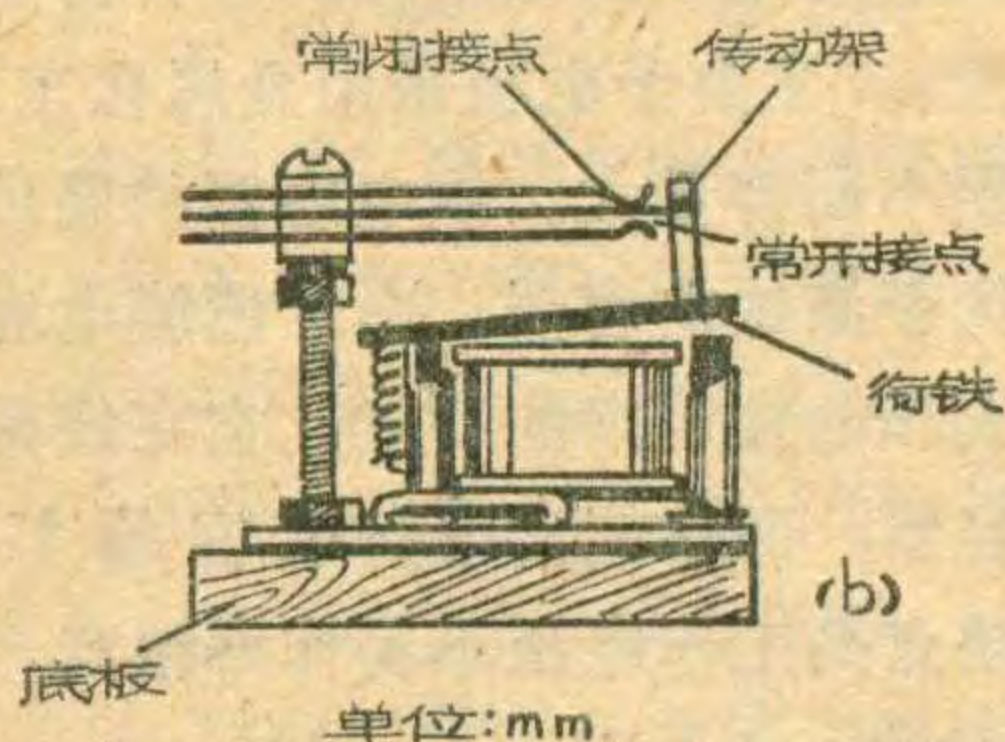
初学者在组装自动控制电路时,常要用到小型低压灵敏继电器。我们在科技活动中自制了一种继电器(见图1),现介绍给大家参考。

## 部件说明

1、转换接触簧片:找长35毫



(a)



(b)

米、宽2毫米、厚0.15~0.2毫米的黄铜片或磷铜片共六片,分成两组,每组做成常开、常闭转换形式,见图1(b)所示。图2为其中一组簧片的形状,其中上、下两个簧片的一端要弯曲。

2、簧片间绝缘片:从废的印刷线路板上锯下四块长11毫米、宽6毫米的长方形小板,每块中间打上直径为3.2毫米的小孔。其中三块要保留原来的铜箔(如图3a所示),以便焊接簧片、固定簧片位置。

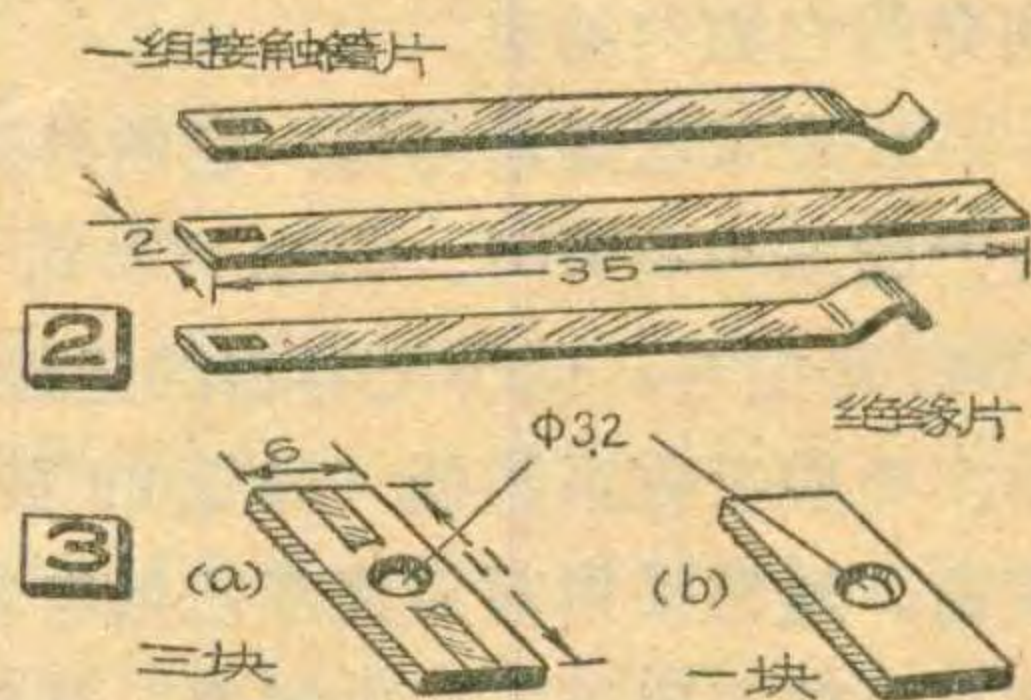
3、M3螺杆及螺母,组装两组簧片用。螺杆长33毫米。

4、印刷线路板:找一块印刷线路板的下脚料,加工成图4所示形状,此板上留下的两条铜箔,用来焊接线圈引出线。如图4所示在板上打上五个小孔。

5、传动架:找一块双面印刷电路板下脚料,按图5a所示尺寸

加工,在其下边保留铜箔以便与衔铁焊接。按图5所示,在传动架上部锯两个小口,作为插簧片之用。如没有双面印刷电路板,也可用单面的,有铜箔的那面,用锡焊在衔铁上,另一面可用502或环氧树脂粘牢。

6、衔铁。找一块厚度(1~2)毫米的镀锌铁板,裁成图5b所示形状,图中c点的小突起是用来挂弹簧的,要将它的根部锉细一些,并稍向上弯一些,以防止弹簧滑出。衔铁上有两个小凹口(图5b中“A”



“B”),铁皮支架上A'、B'两个小突起从这儿插入。

7、铁心:找一个选厚8毫米的半导体收音机变压器E形铁心(牡丹牌半导体收音机废变压器一个就可以),中部心柱要锉得低一些,使衔铁吸合后与中部心柱有一定间隙,防止剩磁将衔铁吸住不能释放。

的。电容器纸本身具有介电常数大、能吸收多种浸渍料等优点,但电容器纸的绝缘较低、损耗大。有机薄膜本身具有抗电强度大、绝缘电阻高等优点,但它不能吸收浸渍料。把上述两种介质叠在一起作复合介质,这样制出的电容器具有两种介质的优点,同时又弥补了两者的不足。根据所用有机薄膜种类不同和浸渍料的不同,可制成各种用途的纸膜复合电容器。如高压电容器、交流电容器、贮能电容器,常用于激光、雷达及高压电器设备中。目前国内生产的品种有CH81、CH82等型号。

## 7、叠片式金属化聚碳酸酯电容器

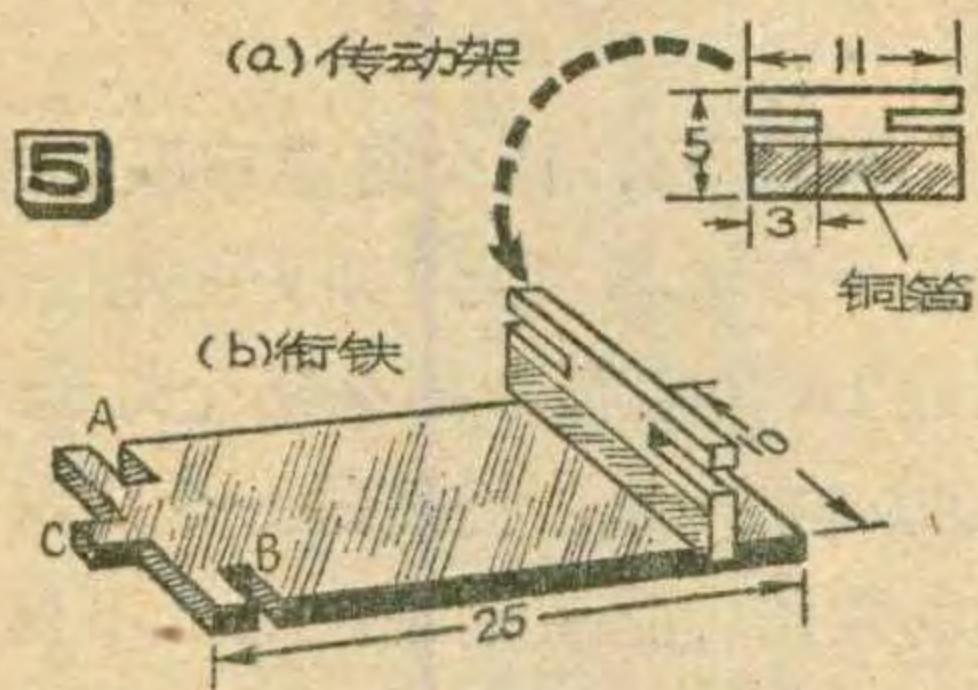
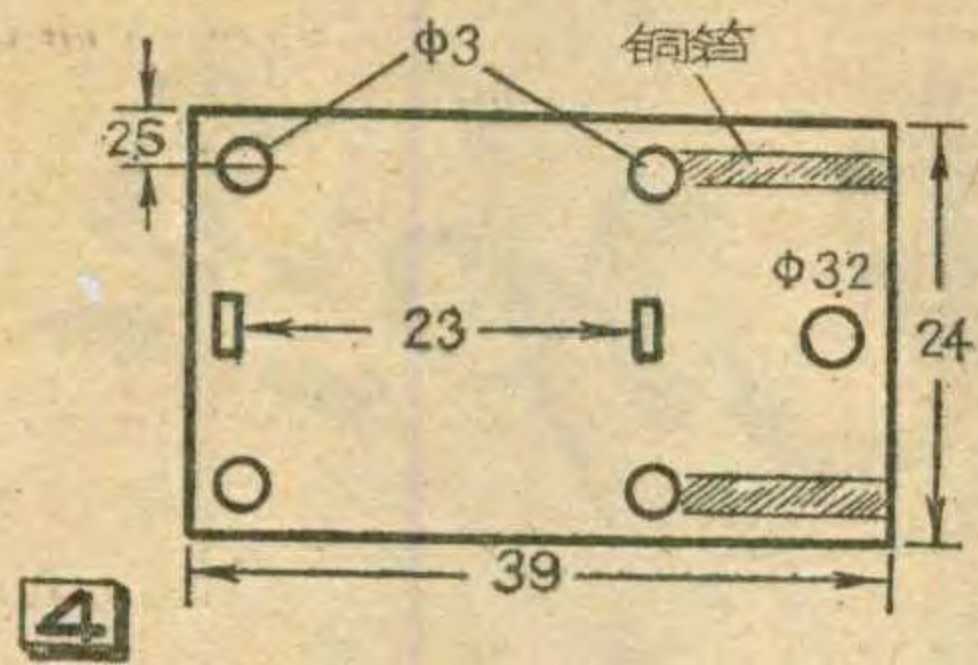
该电容器的外形见图7,它是近年来国外试制成功的一种新产品。它的主要特点是制造过程便于实现自动化,生产效率高,从而成本较低。叠片式金属化聚碳酸酯电容器具有无感、耐脉冲性、高的自愈性等优点。在国外此种电容器被大量应用于收音机、录音机,电视机线路中。我国也正在试制这种电容器。

## 介质吸收系数:

电容器在充以直流电压后,经短时间短路后,再经过一定时间电容器两端电压却不为零(理想电容器应等于零),而出现电压降,这种现象叫介质吸收效应。电容器的这一特性通常用“介质吸收系数”(Ka)表示,其值越小越好。 $Ka = \frac{\Delta U}{U} \%$ ,其中U表示充电电压, $\Delta U$ 表示剩余电压。

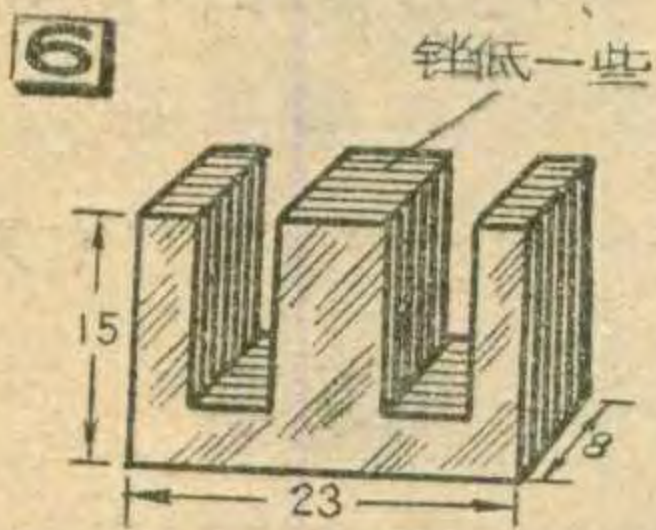
## 电容器的自愈性:

有机介质金属化电容器它的电极是用真空蒸发的方法在塑料膜上蒸上一层金属(锌或铝),这层金属膜很薄(0.01~0.1微米),当此电容加上一定的电压后,介质中如果存在薄弱环节(例如有导电点),这时电容器就击穿,但由于击穿时放出的热量将导电点周围的金属膜气化蒸发,从而使导电点周围形成绝缘区,电容器仍能正常工作。



8、铁皮支架：找0.5毫米厚的白铁皮一小块，按图7、8形状各裁一块。图7所示铁皮支架它起夹紧铁心和固定电磁铁位置的作用。图8所示铁皮支架除有以上作用外，还起支撑衔铁和挂弹簧的作用。图8所示支架的上端开口宽度(A'、B'之间)要与衔铁两缺口A、B之间的距离配合。此支架上冲一个小圆孔是用来挂弹簧用的。

9、线圈：拆开变压器，利用原来的线圈骨架，用0.09或1.0漆包线绕2600~3000圈。直流电阻



约350~400(欧姆)。

10、准备一块长42毫米、宽26毫米的五合板，找几个木螺钉以及直径为3毫米的平垫圈、弹簧垫圈。

11、弹簧：用 $\phi(0.15\sim 0.2)$ 黄铜丝在 $\phi 1.0$ 钢针上自绕弹簧或从废弹子锁中取出弹簧，两端弯勾。

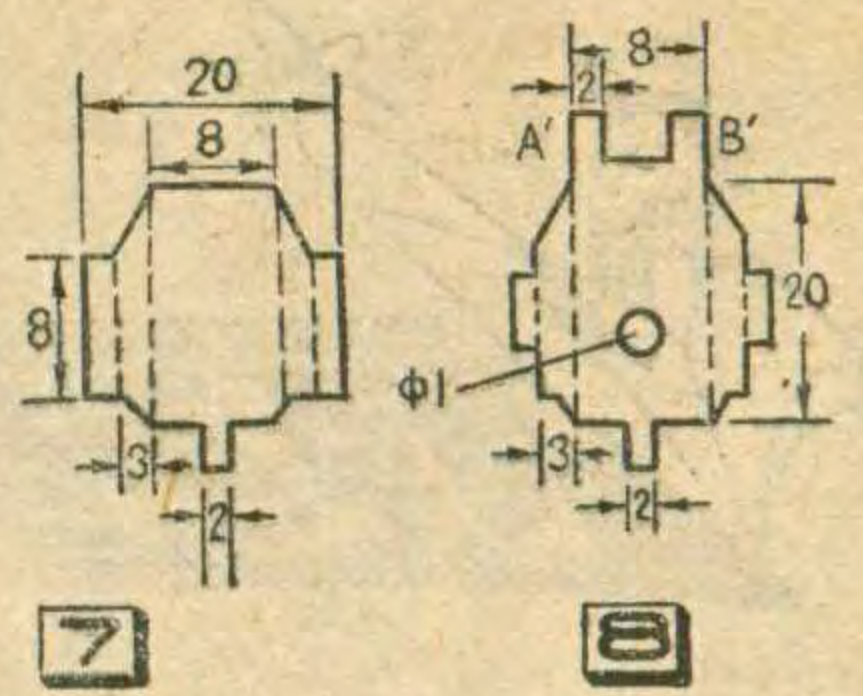
### 装置步骤

1、先将铁皮支架按图7、图8虚线部位折弯，然后按图1(b)所示装在铁心两侧，并将铁心夹紧。

2、将两个铁皮支架下腿穿过印刷线路板(图4)上的小方孔并卡住，铁心位置固定后，装上已绕好的线圈及衔铁，并挂上弹簧。

3、将绝缘片穿到螺杆上并装上螺母，注意绝缘片之间稍留空隙，以便插入簧片。将螺杆装在线路板上，将接触片轻轻插到绝缘片中定下位置，用钢针在簧片上划线作为定位记号，然后放松螺母，按定位记号将簧片焊在绝缘片铜箔上，用上、下螺母以及垫圈分别夹紧线路板和绝缘片。调整各簧片的形状，使两组常闭接点接触可靠，接点间压力适当；使两组常开接点留有一定空隙。调整弹簧拉力以控制吸动电流的大小。

4、在五合板的底板上与螺杆相接的地方打一个孔，让一个螺母嵌入底板内，使印刷线路板能平贴



在底板上，用四个小木螺丝钉将继电器固定在底板上。

5、将线圈的引线焊在印刷线路板上，并通电测试继电器的吸动及释放电压电流，将这些数据用一小块白纸写好用透明胶纸包在线圈外面，装配即告完成。

### 使用说明

我组装的这个继电器线圈直流电阻为360欧，加4.5伏电压开始吸动，加6伏电压即能可靠工作，

工作电流为  $I = \frac{6}{0.36} = 16.7(\text{mA})$ 。

可用三极管3AX或3DK等带动，可以控制6伏小电珠或小电动机，电铃等小功率负载。如经一级中间继电器，也可控制其它负载。读者可以将它用于一管或两管光敏、热敏、水位、延时等自动控制电路。

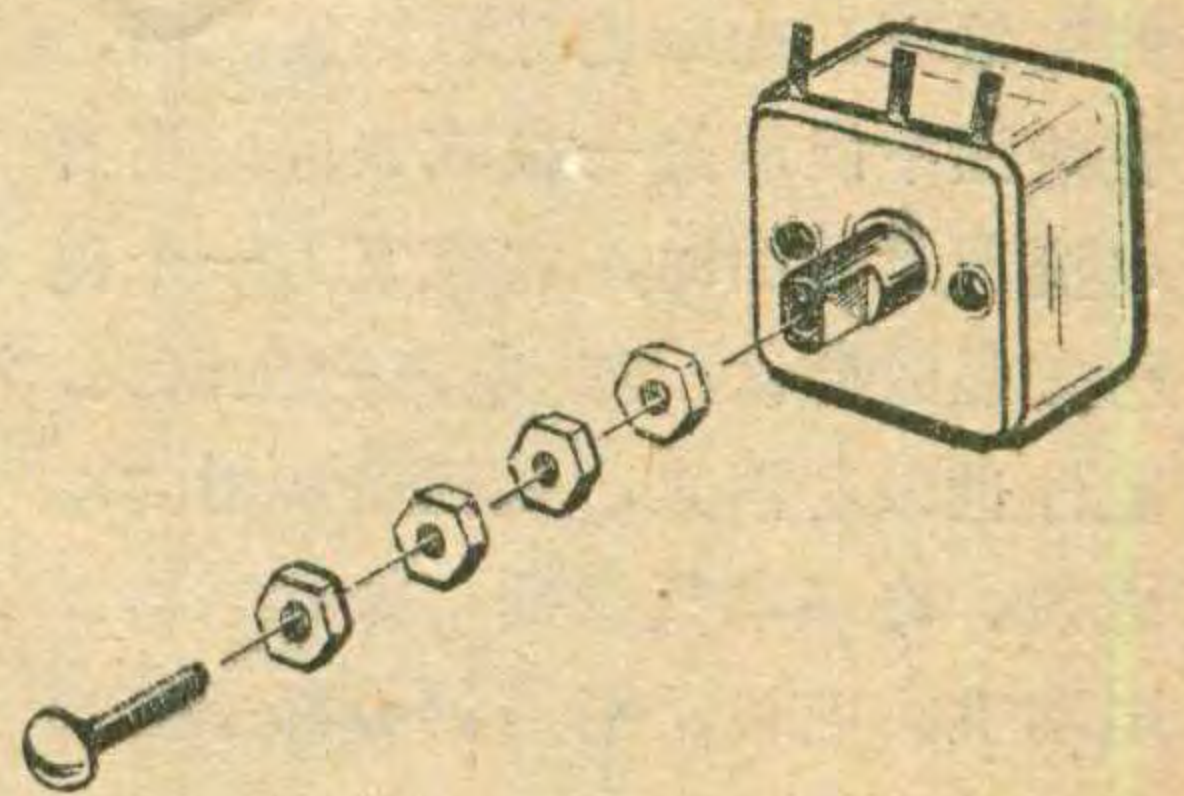


## 加长双连旋轴筒法

密封双连可变电容器的旋轴一般都是很短的，如果我们所用机盒的外壳较厚，要想使双连旋轴直接从盒内穿出，就需要加长旋轴。我们找了一个与双连旋轴中心螺扣相同的机螺丝钉，它的长度可根据旋轴需加长尺寸来选择。在机螺丝上先拧上几个螺母，然后将机螺丝钉

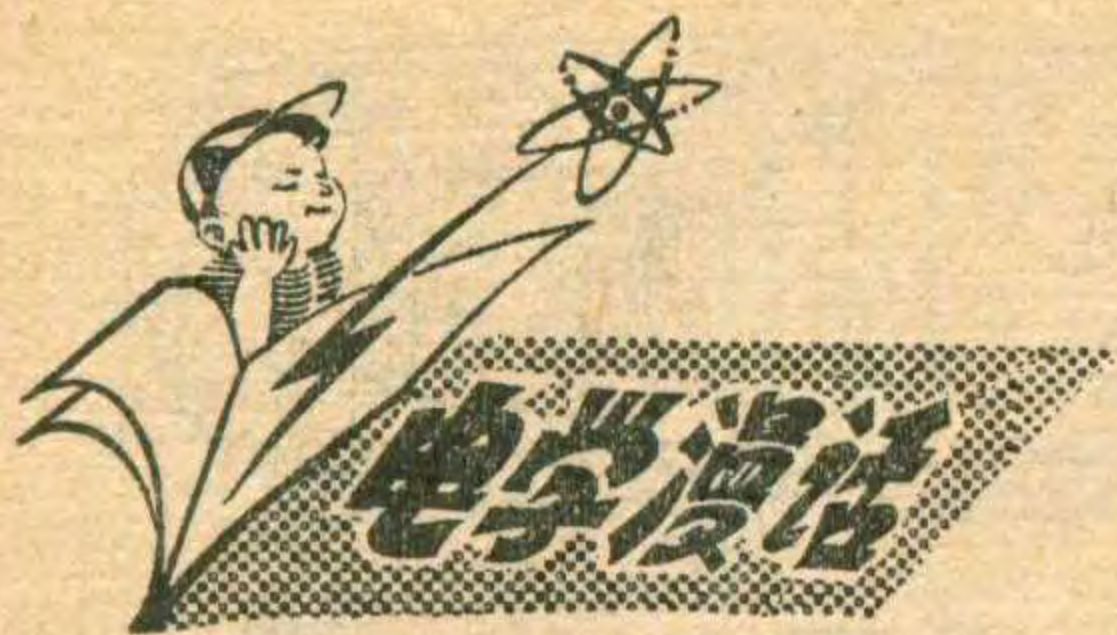
拧紧在双连旋轴中心螺扣上(见附图)，这样很方便地就把双连旋轴加长了。

(沈征)



更正

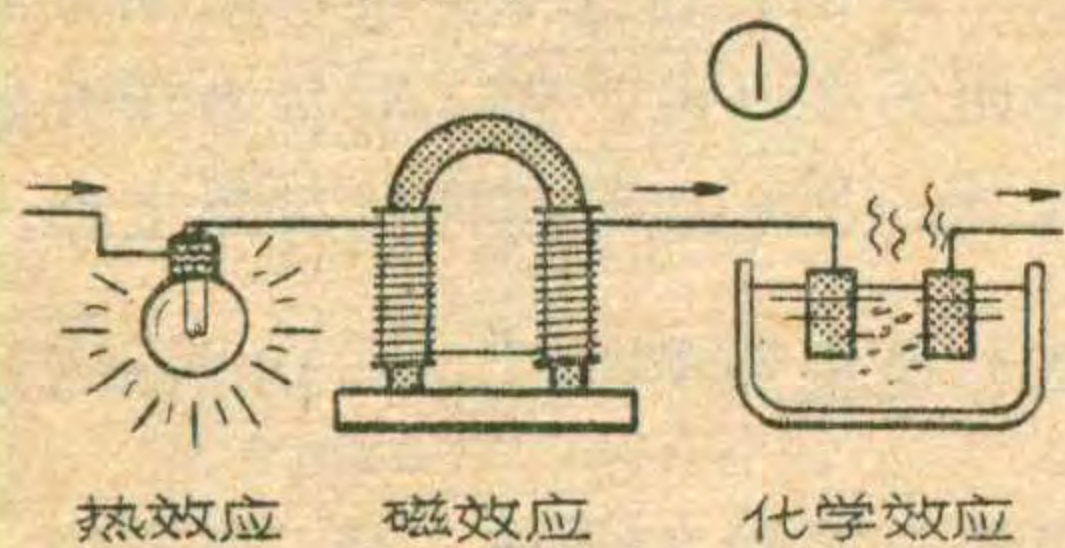
今年第4期第29页中栏下面的图中4R<sub>3</sub> 1.5K 应为4R<sub>3</sub> 1.5M。



# 电功和电功率

张学志 颜超 宋东生 编译

我们日常使用的各种电气设备，即使对它们的内部结构不一定很清楚，但是我们知道，接通电源之后它们就能做功。这是因为电流通过电气设备时，把电能转化成了其它形式的能量。这种能量的转换，能够以三种基本的形式表现出来（图1），就是：电流的热效应；



电流的磁效应；电流的化学效应。

电流的热效应是指由于电流在导体中流动而引起导体发热的效应。热量的大小和电流的平方以及导体的电阻成正比。电炉、电烙铁等就是应用这种热效应的实例。有时热量还能转化成光，白炽灯就是根据这个原理制作的。

把一个小磁针放在通有电流的导线附近，小磁针就会发生偏转（图2），这是因为在载流导线的周围具有磁场，如同一块磁铁周围所具有的性质一样。这个现象叫电流的磁效应。如果把导线绕成线圈，在线圈中间放进一根软铁棒，当有电流通过线圈时，它就成为一个磁性较强的磁铁，可是电流一旦消失，磁性也跟着消失，这就是常用的电磁铁。许多电气设备，如继电器、电动机、电铃、扬声器等都是应用电磁效应的实例。

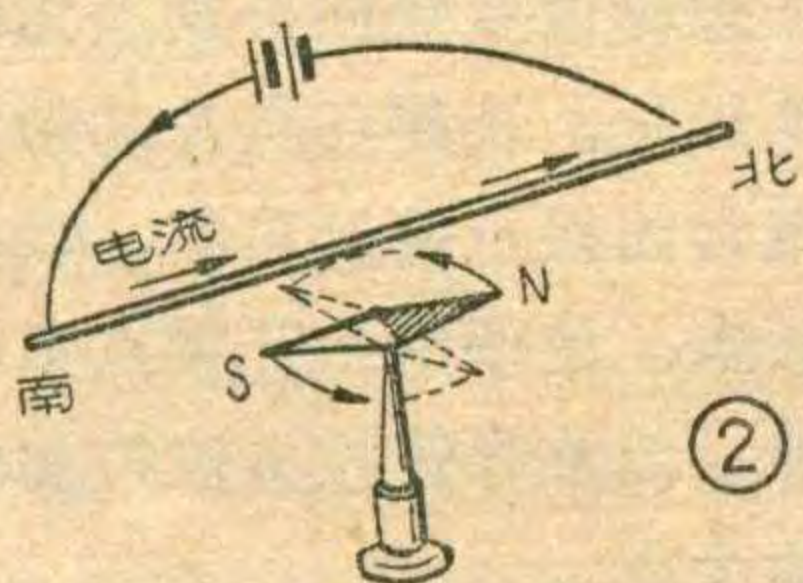
电流的化学效应是指电流通过电解溶液时，伴随着导电过程还同时发生化学反应。电解、电镀，还有电池、电解电容器等都是应用电

流的化学效应的实例。

上面谈到的电流的三种效应，主要是从电能与其它形式能量转换的角度来说的，它们是电工技术发展的基础。可是，在电子技术中，很多电现象并不能用以上三种效应来解释。例如，电视机显象管的荧光屏为什么会发光，晶体管为什么能放大微弱信号等等，都不属于上述三种效应中的任何一种，而是由于电子本身的效应所引起的。

## 电流的功

把电能转换成其他形式的能，例如热能、光能、机械能等，叫做电流做功，也称电功。电流在一段



电路上所做的功，与这段电路两端的电压，流过的电流以及通电时间成正比：

电流的功=电压×电流×时间  
我们可以做一个实验，如图3a所示，将100V的电压加在电阻为 $100\Omega$ 的灯泡的两端，用欧姆定律可算出流过灯丝的电流为1A。再看图3b，把同样的两个灯泡并联起来，加上100V电压，每个灯泡中也有1A电流流过，那么从电源总共就有2A的电流流出。因为有两个灯泡，每个灯泡的电压和电流都和原来的相同，所以它们发光的亮度加在一起就比原来高一倍。就是说：电压不变，电流增加一倍，电流所做的功就增加一倍。

再看图4，两个灯泡串联起来，给每个灯泡都加上100V的电压，通过1A的电流，那么两个灯泡的亮度加在一起，仍然是一个灯泡亮度的两倍。这就是说：电流不变，电压增加一倍，电流所做的功也增加了一倍。

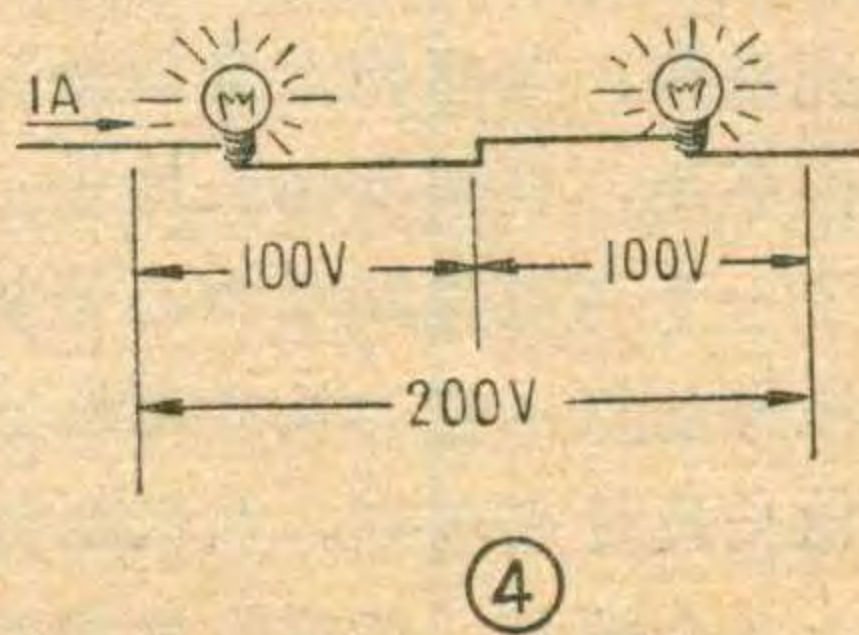
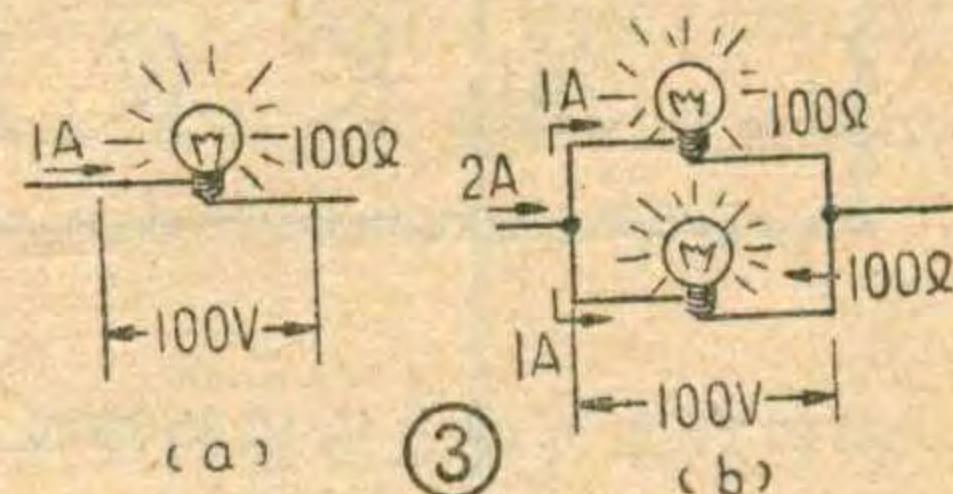
电流所做的功，不仅取决于电压和电流，还与通电的时间成正比。就好比一个人不论他有多大力气，他所做的功还要取决于劳动时间的长短。计量电功的基本单位是焦耳，它是这样规定的：若负载的端电压为1伏，通过的电流为1安，则在1秒钟内所做的功就是1焦耳。

$$1 \text{ 焦耳} = 1 \text{ 伏} \times 1 \text{ 安} \times 1 \text{ 秒}$$

例如：100伏、1安的灯泡，电流每1秒钟所做的功=100伏×1安×1秒=100焦耳。也就是说，灯泡每秒钟消耗的电能为100焦耳。

## 电功率

电流做功的速率叫做电功率，常用字母P表示，电功率的单位是瓦特（用W表示）。1瓦特就是在1





秒钟内做了1焦耳的功。用公式来表示:

$$\text{电功率} = \text{电压} \times \text{电流}$$

$$P = E \times I$$

1瓦特(W)=1伏(V)×1安(A)  
在电功率很大的场合,我们常用千瓦(KW)做单位,1KW=1,000W。  
在电功率很小的场合,则用毫瓦(mW)或微瓦(μW)做单位,1mW=1/1,000W, 1μW=1/1,000,000W。

根据欧姆定律  $I = \frac{E}{R}$ , 计算电

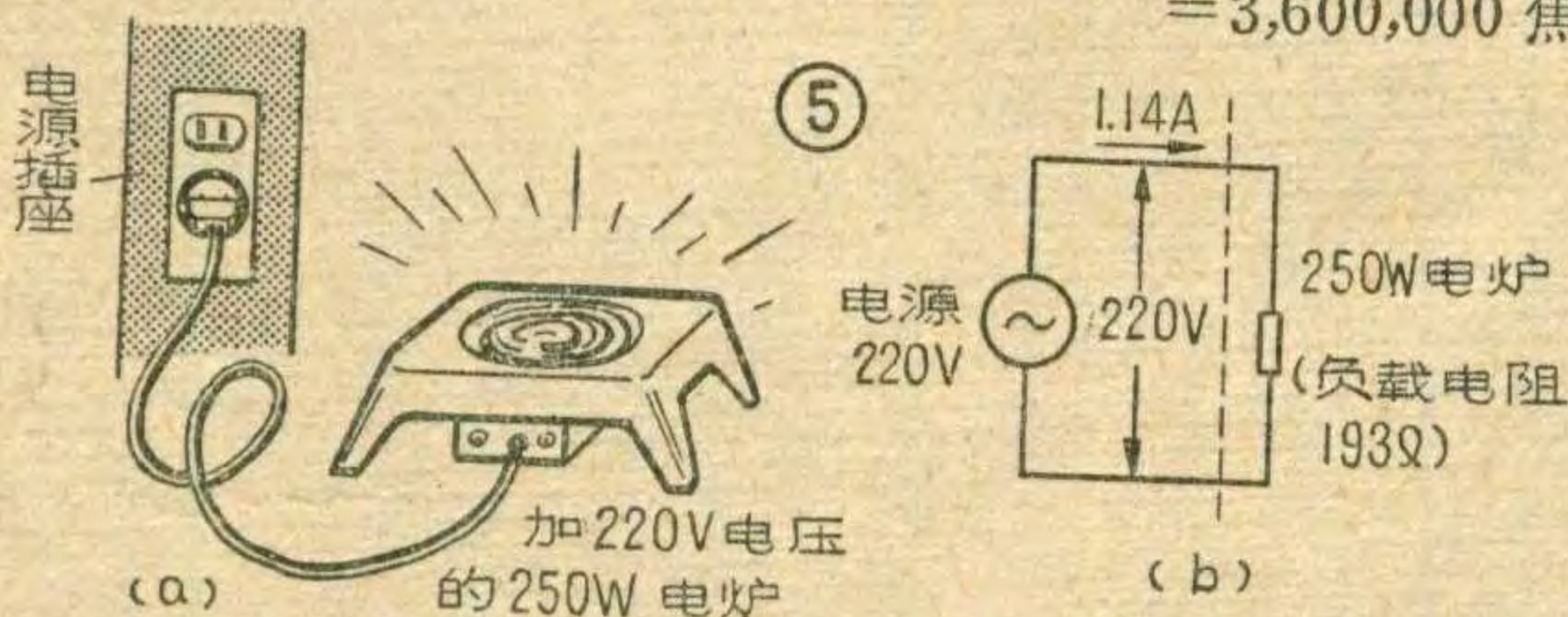
功率的公式也可以写成

$$P = E \times I = E \times \frac{E}{R} = \frac{E^2}{R}, \text{ 或}$$

$$P = (I \times R) \times I = I^2 R$$

### 一度电是多少

在工厂、农村和家庭里,使用着各种各样的电气设备,如电灯、电动机、电视机、电炉等等,它们都是消耗电能的负载。为了便于分析和计算,我们可以把这些用电设备等效地看成是一个电阻。例如图5所示的电炉,在220V电压作用下,电功率为250W,根据公式  $P = \frac{E^2}{R}$ , 可以求得等效负载电阻为



### 全自动行偏转线圈绕线机

上海无线电十八厂自制成功一种全自动行偏转线圈绕线机,使线圈绕制工作实现全自动连续生产,提高了生产效率。

这种绕线机主要绕制23厘米、31厘米电视接收机用的行偏转马鞍形线圈。在设计上具有以下特点:

$$R = \frac{E^2}{P} = \frac{(220)^2}{250} = 193\Omega$$

又例如图6所示的电视机,通电后除发出声音、显示出图象外,还会产生人们所不需要的热量。假如电视机的额定电压为220V,功率为25W,那么,从耗电的角度来看,电视机就相当于一个1936Ω的等效负载电阻。

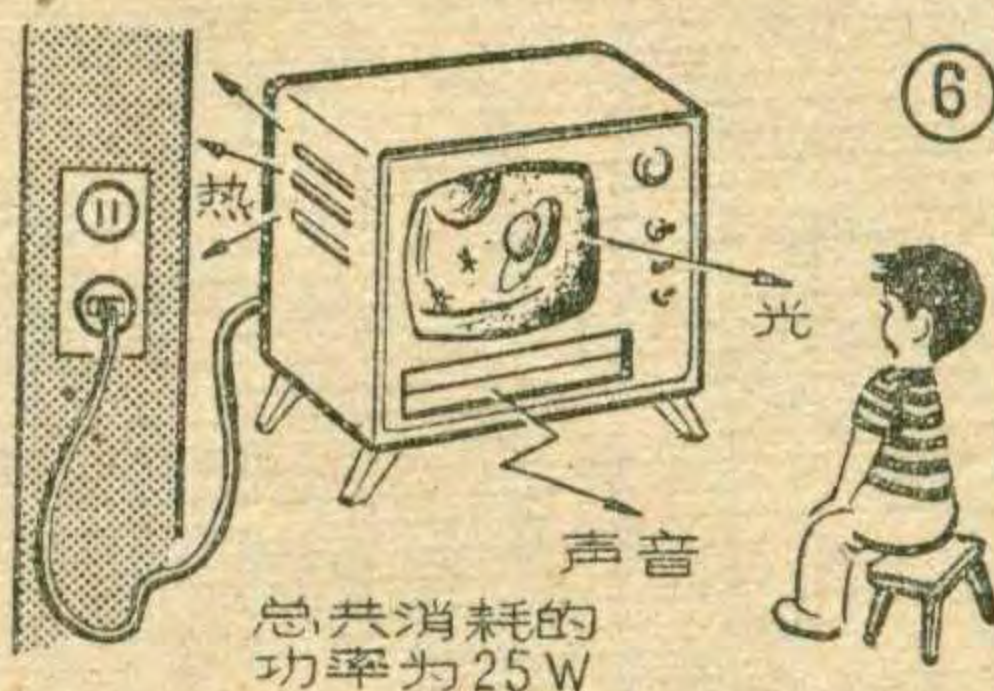
知道了用电设备的电功率,乘上用电时间,就能算出它总共消耗了多少电能,即

$$1 \text{ 瓦} \times 1 \text{ 秒} = 1 \text{ 焦耳}$$

但在实际应用中嫌焦耳这个单位太小,因此,常用小时作为时间单位

$$1 \text{ 瓦} \times 1 \text{ 小时} = 1 \text{ 瓦特小时(WH)}$$

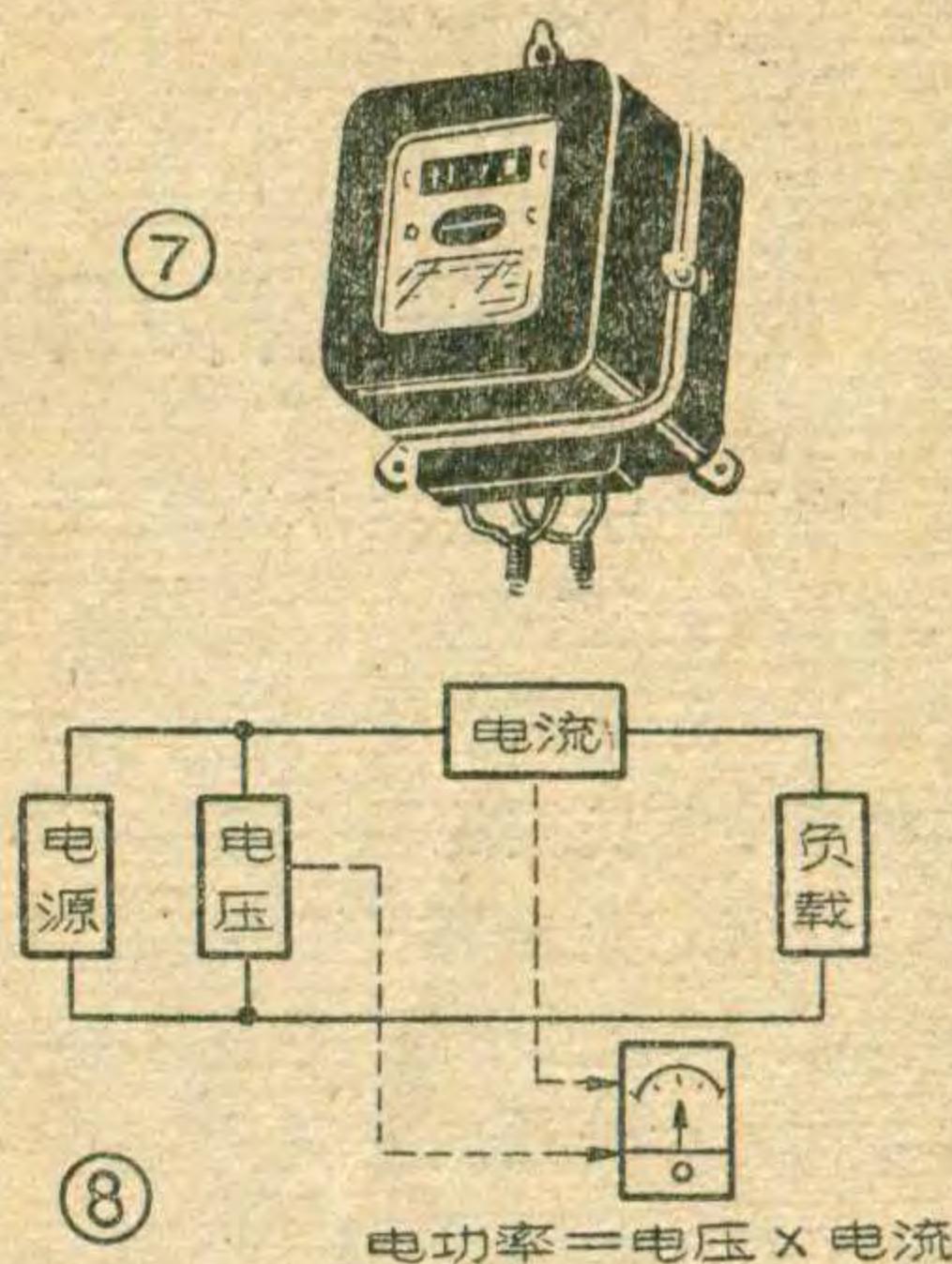
在大多数情况下,功率以千瓦计量,时间以小时计量,则电能的单位就



是千瓦×小时=千瓦小时,简称千瓦时或KWH。1千瓦小时就是常说的1度电,它与焦耳的换算关系为:

$$1 \text{ KWH} = 1000 \times 3600$$

$$= 3,600,000 \text{ 焦耳}$$



负载消耗的电能,可以用电表(图7)来计量。

### 电功率的测量

实际工作中,常常需要了解负载上电功率的大小,根据公式

$$\text{电功率} = \text{电压} \times \text{电流}$$

$$\text{瓦特} = \text{伏特} \times \text{安培}$$

我们只需用电压表测量负载两端的电压,用电流表来测量流过负载的电流,就能计算出电功率。常用的瓦特计(功率表)就是根据这个原理做成的(图8)。

应该注意,用来测量电压或电流的仪表接入电路后,不应改变电路原来的工作状态。所以我们在测量电压时,就应当并联一只内阻很高的电压表;在测量电流时,就应当串联一只内阻很低的电流表。否则,由于电表的接入,会改变电路中电流和电压的分配关系,造成明显的测量误差。

采用一只小型机械手,具有夹线、切线以及初始头引入等多种功能,它的“手指”还兼作加热和测量时通电钳口,能较简捷地完成工序间的衔接,实现全自动;程序控制系统采用小型继电器作为记忆单元,能排除外界干扰,使全机动作稳定可靠;自粘成型采用大电流快速加热,缩短成型时间,改善型腔使用寿命;加热前及加热后采用有导向

的两次整形,避免了加热时线圈被击穿短路;主轴降速中采用超越离合器,使动作特性更为可靠;凹凸模具用连轴同步,保证合模精度;计数部分采用中规模PMOS集成电路插件板,维修方便。此外,还设有车头定位监视装置,它能在发生断线或连续出现废品时自动停车待检。

(本刊通讯员)

以先进性、知识性、趣味性

为特色的科普刊物

### 《电子世界》即将创刊

中国电子学会主办的《电子世界》杂志，是电子科学技术普及性刊物。其任务是在广大读者中提倡爱电子、学电子、用电子，普及电子科学技术知识，为提高整个中华民族的科学文化水平、实现四个现代化服务。读者对象为具有初中以上文化程度的工、农、兵、学、商、科学工作者、教育工作者、技术管理人员、领导干部及广大知识青年。

《电子世界》以先进性、知识性和趣味性为特色。力求图文并茂，深入浅出，通俗易懂，文风朴实活泼，使青年人爱读，老专家爱看，电子爱好者喜欢。

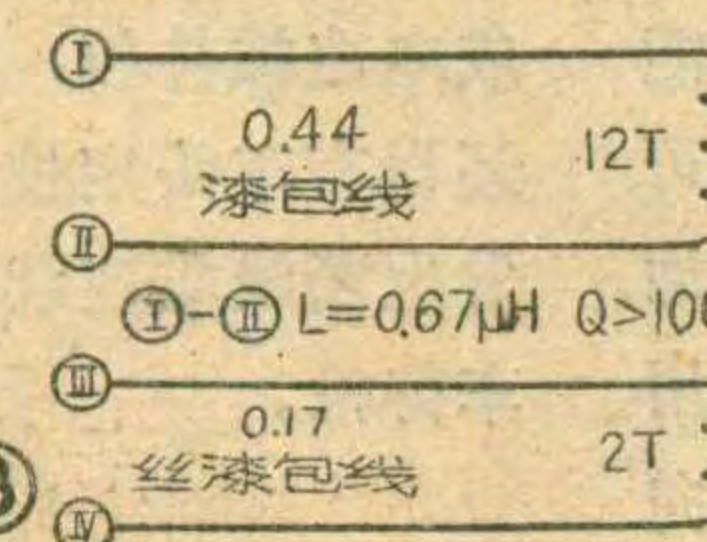
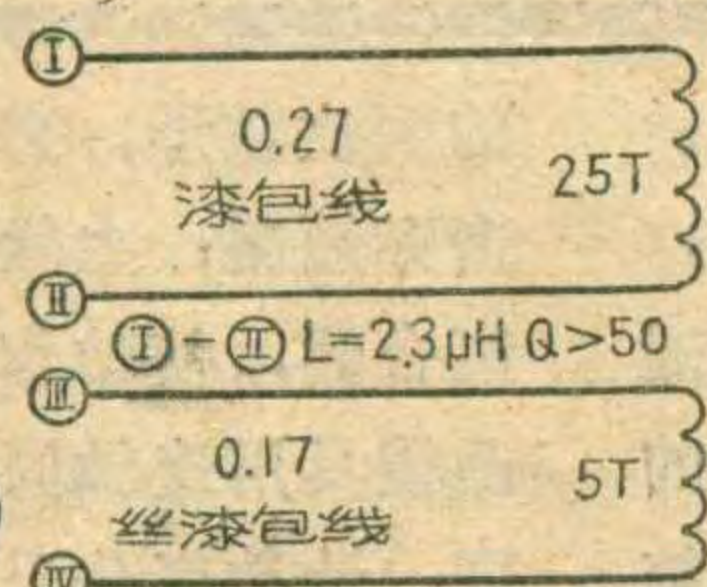
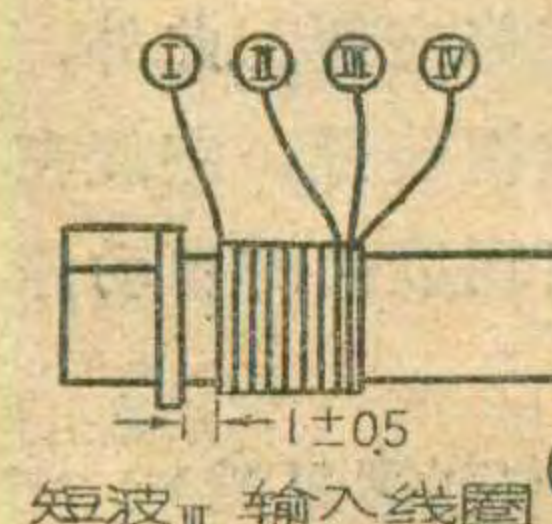
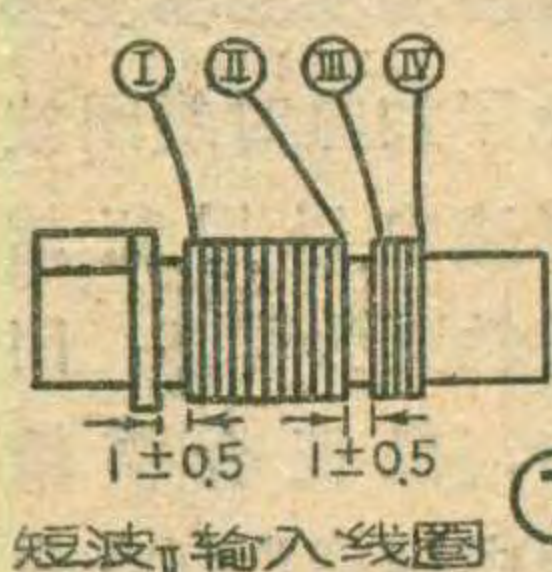
《电子世界》为月刊，16开本，彩色封面、封底，正文32页双色胶印，定价0.22元。为迎接国庆三十周年，将于今年十月创刊。由《电子世界》杂志社编辑出版，国内外公开发行。欢迎读者到当地邮局订阅。

编辑部通讯处：北京市750信箱

(上接第21页) 3接通，高放偏压是由自动增益控制(AGC)电路提供，高放增益由AGC控制，RFC不起作用。当在强场强下收听时，打开RFC开关，即将K<sub>2</sub>的2、3接通，K<sub>3</sub>的1、2接通。此时高放管与AGC电路断开，高放管的偏压由R<sub>4</sub>和电位器R<sub>5</sub>分压，由R<sub>5</sub>上取出，人工调节R<sub>5</sub>，即可随意控制高放管的增益，达到满意地收听。高放管电流I<sub>c</sub>可从0.5毫安调到零，但此时只剩下一中放受AGC控制，所以AGC性能变差。

4. 本机采用独立振荡的混频电路：中波和短波I用基波振荡，短波II、III、IV用倍频振荡，以减少牵扯现象和人体感应。

5. 中放采用二级双调谐：第一中放采用串接放大器(原理同高放)，可以不加中和。R<sub>22</sub>的作用是因中放增益较高，中周采用现成系列产品，当KQ>1时出现双峰现象，调试比较困难，加了R<sub>22</sub>，可以降低回路Q值，使



到临界耦合，克服双峰现象。

本机高频各波段线圈的绕制数据请看图5到图18。

(待续)

# 无线电

1979年第7期(总第202期)

## 目录

电子管的过去现在和将来	张恩虬 (1)
TTL与非门不用的输入端如何处理	赵保华 (3)
5G28在音频设备中的应用	上海元件五厂 王国定 (4)
自动电压指示器	董乃斌编译 (6)
昆仑B314型集成电路黑白电视机	东风电视机厂B314设计组 (8)
* 电视机电路分析 *	
联合设计31厘米电视机	
自动增益控制电路	安永成 朱德辉 (10)
* 有线广播 *	
多只扬声器组合与分频(续)	文尚 (14)
等响度音量控制电路	曹松青 (17)
红灯733-1型14管5波段半导体收音机	上海无线电二厂设计一组 王恭行 (19)
无线电遥控原理简介	袁永明 (22)
简易晶体管电压表	杨义群 (25)
* 初学者园地 *	
谈谈有机介质薄膜电容器	王宇生 王培贤 (27)
自制小型继电器	张宝平 (28)
加长双连旋轴筒法	沈征 (29)
* 电学漫话 *	
电功和电功率	张学志 颜超 宋东生编译 (30)
全自动行偏转线圈绕线机	本刊通讯员 (31)
* 国外点滴 *	
* 问与答 *	
* 想想看 *	
封面说明：天文观测用的射电天文望远镜天线群	本刊摄影
封底说明：昆仑B314型集成电路黑白电视机	本刊

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

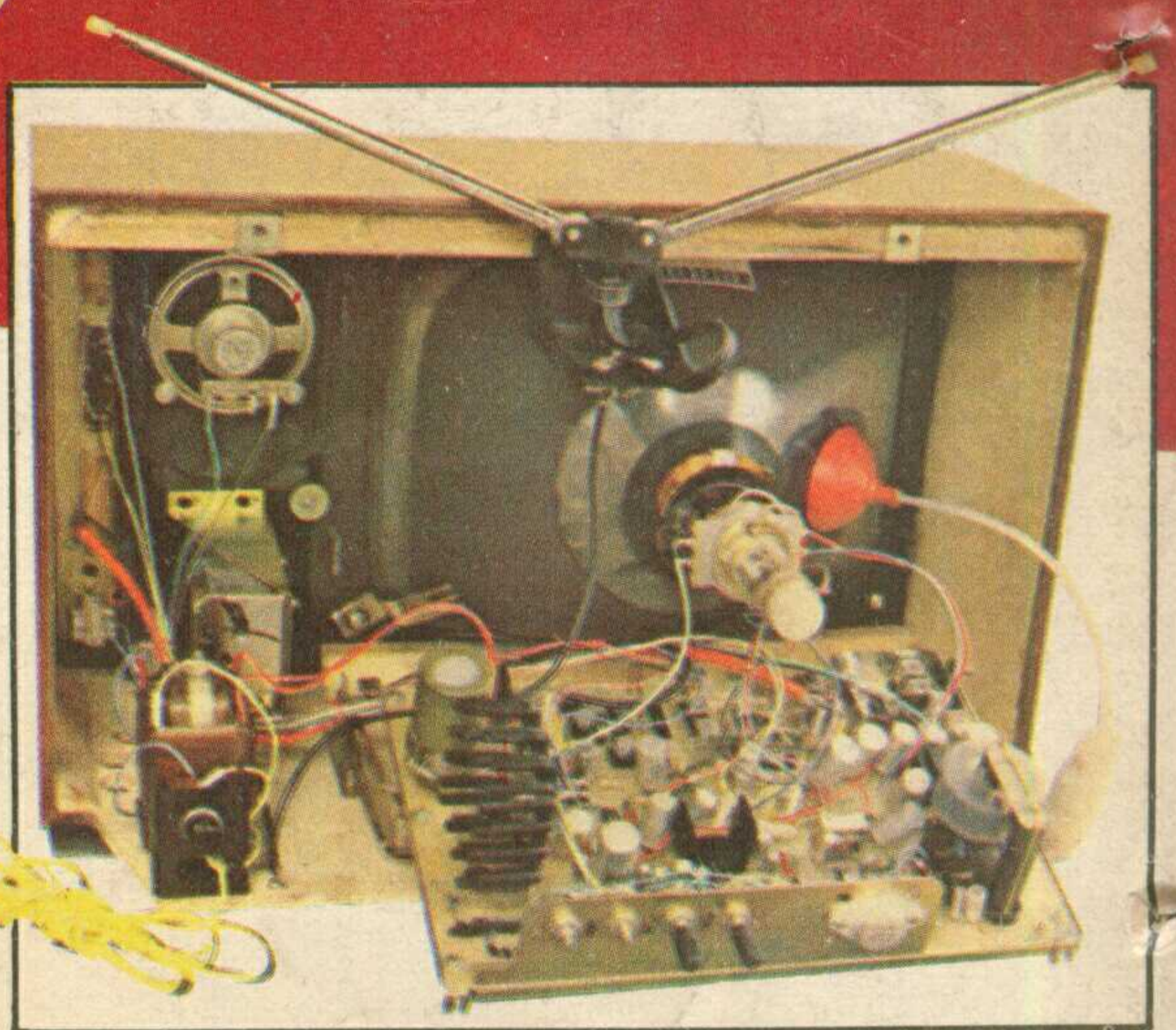
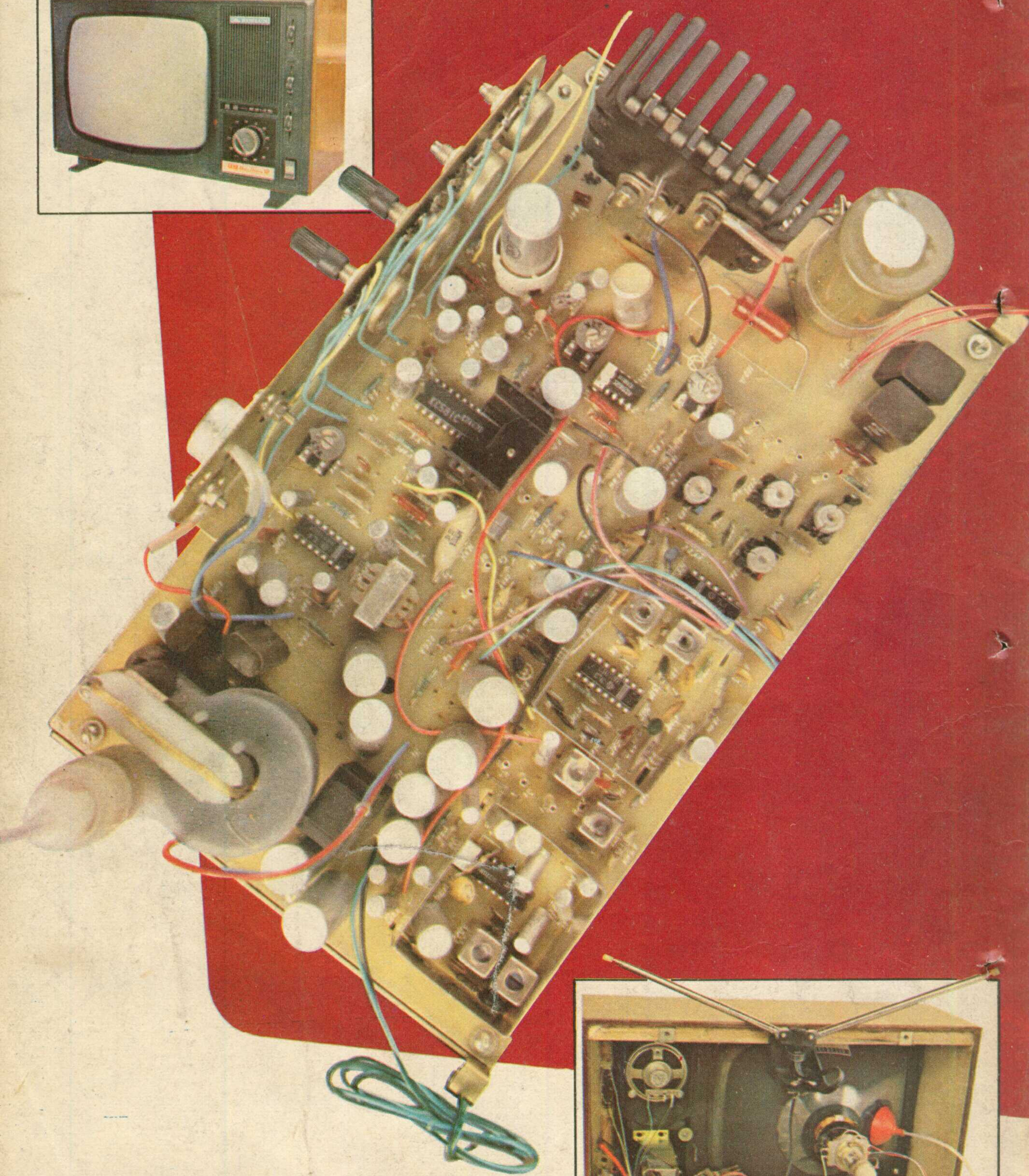
国内总发行：北京市邮政局  
订购处：全国各地邮电局所

国外发行：中国国际书店  
(北京399信箱)

出版日期：1979年7月25日  
本刊代号：2-75

每册定价 0.17元





# 集成电路电视机

昆侖B314型黑白电视机