

5
1979

无线电



周曰瑞

WUXIANDIAN



我国第一套光导纤维通信系统 室内联机试验获得成功



1 传输电视、电话。

(新华社记者 王子谨摄)

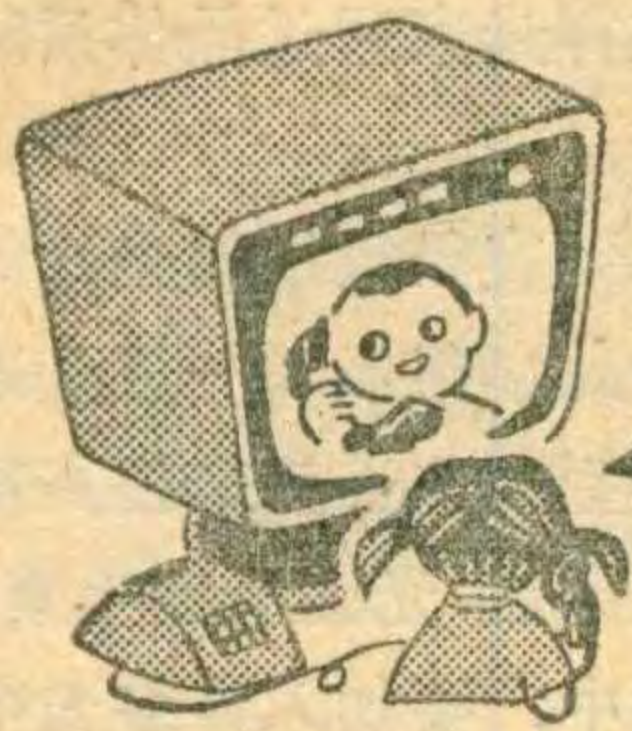
2 传送书写电话。

3 进行图片传真。

4 传递数据。

(除署名者外, 均为 臧志成摄)





激光光纤通信



邮电部武汉邮电科学研究院 黄定国

从烽火台到激光通信

利用光来传送信号，这对我国劳动人民来说并不陌生。大约在二千七百多年前的周朝，人们就开始在边疆建立烽火台，利用火光和烟焰来传递消息，一旦外敌入侵，就一台接一台地点起烽火报警。这就是古代的火光通信。

在近代战争和交通管理系统中，人们也经常采用一些简易的光通信。例如：海军调动舰艇、进行编队的闪光灯；指挥作战、协调行动的五颜六色的信号弹；海上、港口的灯塔；铁路站台上的红绿信号灯以及市内交叉路口的交通指示灯等，都是利用可见光进行光通信的简单例子。

这种简单的光通信一直得不到发展，原因是这种自然光发射方向杂乱无章，频率成份复杂，不易被人们控制，无法用来传送复杂的语言信号和电视图象信号。

我们所熟悉的无线电电话通信，是利用单一频率的无线电波作为载送语言信号的载波，向空中发射出去，经过空中一段距离的传输，由远方的接收机接收并把语言信号从载波中取出来，而达到通信目的。可见，实现通信的一个重要关键是要有一个单一频率的电磁波作载波。光和无线电波一样是一种电磁波，它具有电磁波的一切特性，只是波长要比无线电波短得多。从封底的电磁波波谱图可看出，可见光包括了红、橙、黄、绿、青、蓝、紫各种频率的光。比红光波长更长的红外光以及比紫光波长更短的紫外光，都是看不见的光线。在常规通信中，已经使用了长波、短波、超短波、微波和毫米波等波段，要实现光通信，就须在光波的范围内（即红外光——可见光——紫外光等波段内）寻找一种频率单纯的发光源作为光载频。

科学技术不断向前发展，1960年发明了激光。激光的出现，为人类提供了一种崭新的光源。它的频率很单纯，发出的光束很细，光能量在一个方向上高度集中，方向性强、亮度大，便于控制。由于这些特点，激光获得了日益广泛的应用，其中一个主要方面是激光通信。激光无疑是光通信所需的最理想的载频。

激光通信的最大优点是通信容量巨大。激光的频率极高，在 $10^{13}\sim 10^{15}$ 赫之间，比现有的微波通信频率约高一千倍。从理论上分析：如果每一路电话通信频带为4千赫，激光光频段能容纳100亿个话路；如果每一路彩色电视的频带宽度为10兆赫，则可用激光同时传送1000万套电视节目，这是迄今为止其它通信系统所不能达到的巨大的通信容量。

为什么要用光纤进行激光通信

最初的激光通信试验是在大气中进行的，象普通的无线电收、发报一样，在地面上的两点架设收、发光端机，就可以进行通信。但是，在地面利用大气层进行激光传输通信有致命的弱点，它受地面大气层的影响很大，很不稳定。由于激光的波长极短（在微米量级），它在大气中传输时遇到灰尘、雾、雨、雪等微小颗粒的阻挡，使光向四面八方散开，衰减很大，形成所谓“大气散射”。其次，大气中的水蒸汽、二氧化碳、沼气等对某些波长的光吸收能力极强，大大衰减了光能量，这就是所谓的“大气吸收”。这些都使通信距离受到限制。此外，大气湍流和气温变化会使光束抖动、鸟类和飞机也可能遮挡住光束使通信中断。因此，激光大气通信只适用于一些短距离的机动通信。为此，人们就设想，象利用电线、电缆进行有线电通信那样寻找一种导光物质。

劳动人民长期的生产斗争推动了科学的发展。早在十八世纪初，希腊一位吹玻璃工人观察到，光可以从玻璃棒的一端传到另一端，而没有光从棒的周围射出来。到本世纪三十年代，就有人制出了很细的石英玻璃丝，并初步论述了它的传光原理。1958年后，又有人用透明度好的光学玻璃拉成丝，制成了医疗上用的各种内窥镜的信号导管、微光夜视仪用的光学面板和光电变换用的光学元件等。但是，这些玻璃丝对光的衰减都很大，长度也只有几十厘米到几米。在激光器发明之后的第六年，有人预言，用纯度高、衰减小的石英玻璃纤维作为光的传输介质，可以进行远距离的激光通信。直到1970年，研制低损耗光纤技术才有大的突破。这种象头发丝一样细的能导光的玻璃

丝，就叫作光导纤维，简称“光纤维”，有的技术书还称它为“光波导传输线”或“光波导纤维”。

光纤维是怎样传输光波的

人们要问，光会沿着弯曲的光纤维传输吗？回答是肯定的。一般光纤维是由芯和包皮两层玻璃构成的，包皮直径约在100~150微米，芯直径约为50~75微米。这种纤维的直径是很细的，但是与常用的波长在1微米左右的光波相比，光纤维相当于光的“波导”了。不过它与微波通信中用的屏蔽式金属波导不同，因此被称作“介质光波导”。制作时，一般都是使芯玻璃的光折射率稍大于包皮玻璃的折射率。我们知道，当光线以一定角度从光密（折射率大）媒质射向光疏（折射率小）媒质时，有可能在两媒质的交界面上产生全反射向前传播。这样，只要我们控制光波的入射角在一定范围内，光波就能在芯与包皮的交界面上，连续产生类似镜子反光那样的反光现象，从纤维的一端传到另一端。封底左上角画出了三种不同结构的光纤维，它们的主要区别是截面上折射率的分布情况不同。第一、二两种光纤维即为上述利用全反射传播的结构，第一种为粗芯的，第二种为细芯的。第三种光纤维的折射率在截面上的分布情况是：中心处最大，沿半径向外折射率逐渐下降，最外层最小。这样，光波在纤维芯部传输时，会自动从折射率小的地方向折射率大的轴心处会聚。这种纤维叫“自聚焦纤维”，它在光通信中应用很广。

光纤维通信系统

光纤维通信系统与无线电通信相比较，在原理、结构以及通信过程方面都相类似，所不同的是传送信号的运载工具是频率在光波段的激光，而不是频率较低的无线电波。由于这个缘故，光纤通信系统的振荡源、放大、调制、滤波、传输和接收检测等都与光特性有关。下面我们结合图1所示最简单的光纤维通信系统示意图来说明其工作原理。

这是一个话音通信示意图。由普通的电子元器件构成的电信发送设备，把话音信号变成随声音强弱变化的电信号，经过足够强的放大后，送到光源去对光源进行调制。这里的光源，就是光载频振荡器，也就是激光器。这种调制又称作光调制，其结果是使光源发出的稳定不变的光束，变成随话音强弱而变化的光束，换句话说，就是使光源输出的光束带上了话音信号，成为已调制的光频信号。光调制有两种方式：一种是直接的内调制，它控制光源电参数（电流或电压）的变化，使光源输出的光束随话音信号的强弱而变化；另一种为外调制，即在光源输出光束的外部路径上放置一块晶体，把放大的电信号（话音）加到晶体

上以改变晶体的光学特性，这样光束通过晶体后就随信号的强弱而发生变化。

调制后的光频信号要注入到直径很细的光纤维中去，采用直接对准注入的方法效率很低，一般是通过透镜耦合器（参见封底）中的小型聚焦透镜来提高耦合效率。光在纤维中传输一段距离后，光强会发生衰减，因此在长距离的光纤维通信线路中，要加入许多光中继器来放大光频信号，以保证接收端有足够的强度。

光频信号由光纤维传送到接收端，由光接收机内的光电检测器件把已调制的光频信号变成电信号，这就是光的解调。解调出来的电信号最后经电信接收设备还原成原来的话音信号。常用的光电检测器件有光电倍增管和半导体光电二极管。

当然，图1所示的光纤维通信系统只是一个原理图，实际的光纤维通信系统都是多路、大容量的。因此在系统的发送端要加上多路复用设备，接收端加上多路分路设备。我们熟悉的微波、同轴电缆通信系统，为了得到较大的通信容量，往往采用频率复用、时分复用等手段，使许多路不同的电信号在一个信道上传输。光纤维通信同样可采用光频复用、光时分复用以及光空间复用等技术，来实现超大容量通信。

光纤维通信的特点及应用

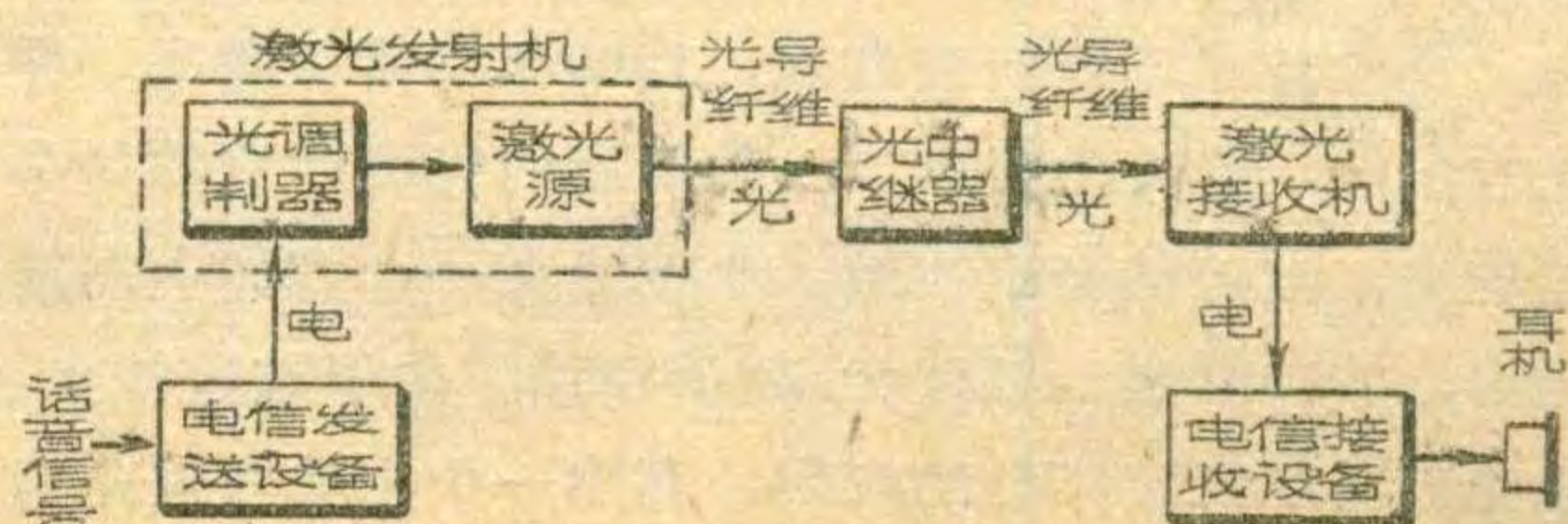
光纤维通信与常规的电通信比较具有下列特点：

通信容量大 据初步估计，一对光纤维可同时传送150万路电话、2000套彩色电视，比现有的1800路中同轴电缆载波通信的容量大八百倍以上。这仅是一对纤维的通信容量，如果把一束几十至几百根纤维汇制成光缆，它的通信容量则更为惊人，而直径却只有一、两厘米。要是在一根纤维上再利用频率复用技术，传送几个波长的光频信号，一根纤维就能当几根使用，使通信容量又翻几倍。

节省大量有色金属 目前使用的中同轴电缆，每一千公里耗铜500吨、铅2000吨，而拉一千公里的光纤维，据估计，仅需要几十公斤的超纯石英玻璃就足够了。

抗干扰 光纤维中传输的是光波，它不怕雷电袭击，也不受强电磁场干扰。是强电工程中进行遥控遥信、传输数据的有利工具。而且保密性极好。

耐腐蚀 光纤维一般用石英玻璃制成、物理化学



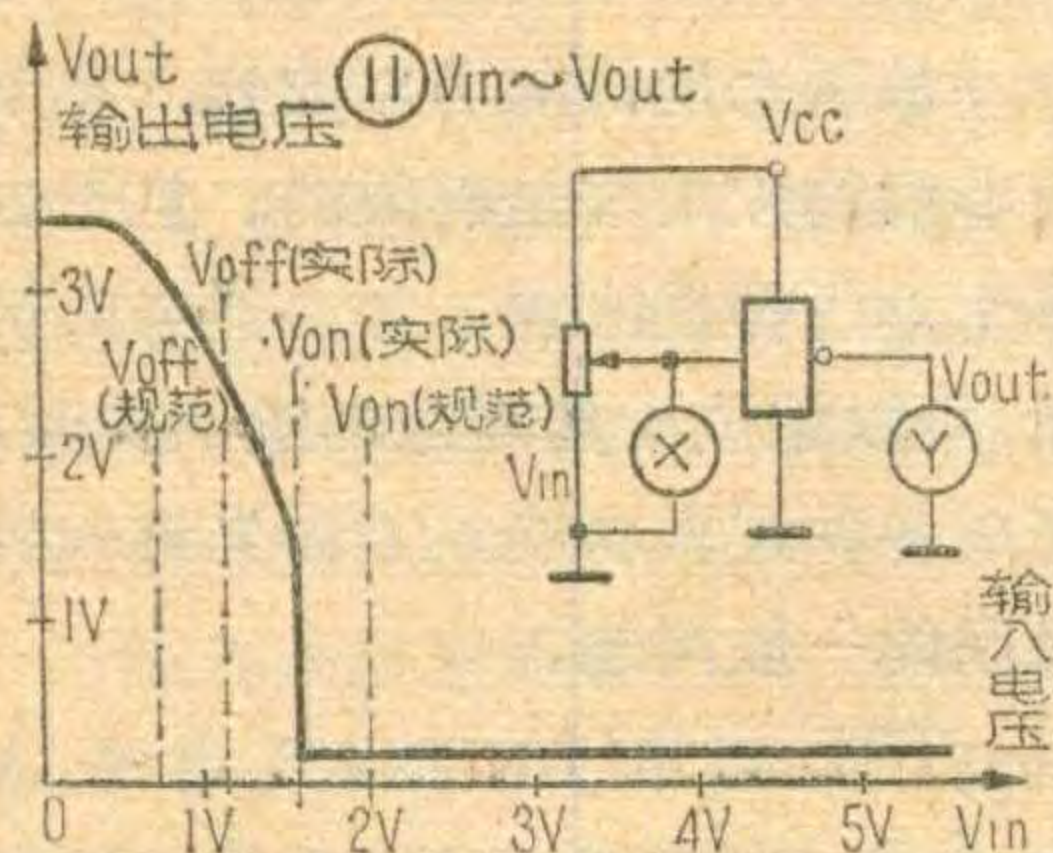
TTL 集成电路与非门电路

上海半导体器件十六厂 徐治邦

主要特性曲线

同晶体管一样，集成电路也有它的特性曲线，熟悉这些特性曲线可以灵活运用集成电路。TTL与非门集成电路的主要特性曲线有：

1. 图11是转换特性曲线 ($V_{in} \sim V_{out}$)，也叫电压传输特性曲线。从



这曲线上可以看到输出电压是如何随输入电压的变化而变化的。

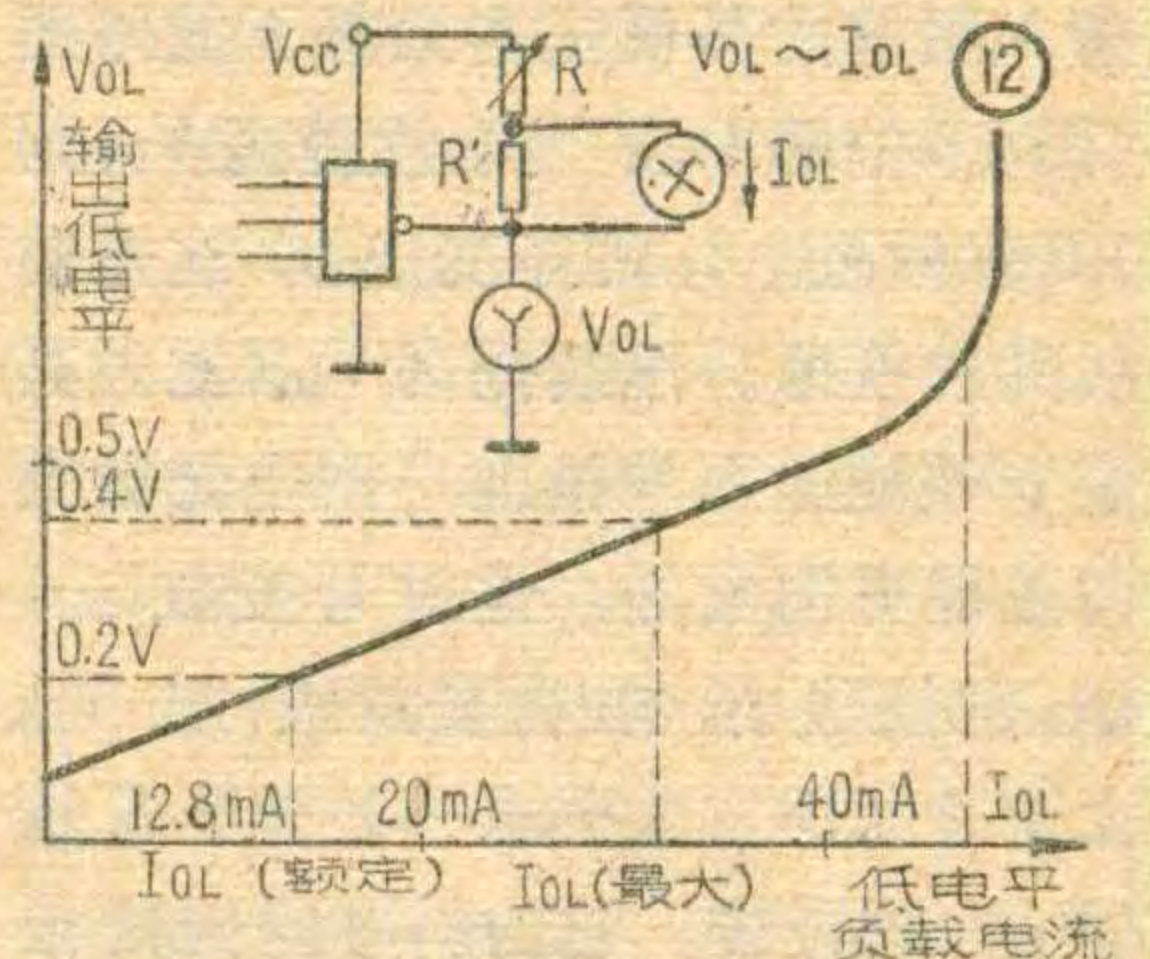
2. 图12是低电平负载特性曲线 ($I_{OL} \sim V_{OL}$)，表明负载电流对门电路输出低电平的影响，当负载电流 I_{OL} 上升到一定程度后，曲线急剧上升，低电平就将超出规定，破坏了逻辑关系。

从图中看出，随着 I_{OL} 的增大， V_{OL} 基本上直线上升，这直线的斜率即为与非门电路在此种状态下的输出阻抗，一般为 $10 \sim 20$ 欧。

3. 图13是高电平负载特性曲线 ($I_{OH} \sim V_{OH}$)。在 $I_{OH} = 0$ 时， V_{OH} 有一较高的值 (室温下 $3.9 \sim 4$ 伏)，稍稍流出电流即下降到 3.6 伏左右，随后有一小段较为平坦，如果 I_{OH}

继续增大， V_{OH} 开始直线下降，其斜率 (不计正负号) 即为此时的输出阻抗，一般在 100 欧左右。这曲线表明：TTL 与非门输出为高电平时，可以给出的驱动电流比低电平时的吸入电流小得多，一般以不超过 $1 \sim 2$ 毫安为宜。

4. 图14是输入电压—电流特



性能稳定，不怕潮湿与腐蚀，可以制成海底光缆、构成远距离的海光缆通信。

能自由弯曲 光纤维极细，卷绕性很好，在它外面套上塑料可制成柔软、坚韧、轻巧的光缆、能适应不同地形的敷设，适于铺设长距离干线通信线路。

激光光纤通信上述种种特点，使得这种通信方式具有十分诱人的前景。大容量的激光光缆通信实现后，不但使传统的电通信发生一次重大的历史性变革，而且使光电技术结合，大大推动电子技术向新的高度发展。

众所周知，人类正在向信息现代化进军，要求传输的数据量与日俱增。例如：卫星、导弹追踪系统与计算中心之间的数据传输；工业遥控遥测、交通运输、天文气象、商业、银行……等各部门的通信。这些数据通信的业务量很大、占用的路数很多，要求的频带又很宽。现有的常规电通信是远远不能满足需要的，只有激光光缆通信才能适应这种形势的发展。

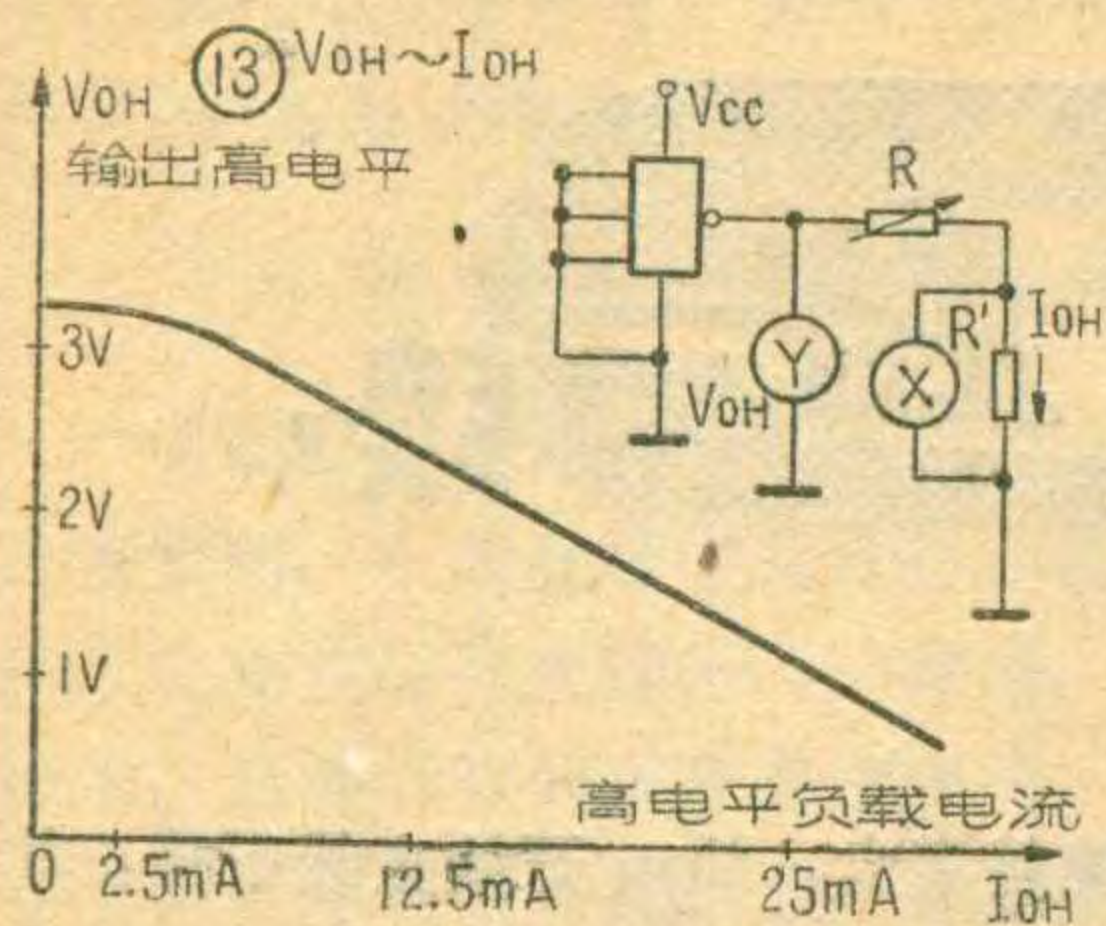
有了大容量的宽频带光缆通信，电话通信面貌将蔚然一新：市内电话的数量可成万倍地增长；各城市间的长途电话也可象目前的市内电话一样方便地自动拨号；以光缆为传输线的电视电话网，使打电话的双

方不仅能耳闻其声而且能目睹其貌；也可建立全国彩色电视广播网，使人们象收听收音机那样随意选择各地的电视广播节目；还可以广泛地利用闭路电视进行教学、医疗会诊、全息照相、技术交流和工业应用。

光纤维在飞机、舰艇和人造卫星、火箭等航天器内使用也特别合适，它可减轻负重、不受电磁干扰。

激光光纤通信的研制工作发展极为迅速。现在，人们已成功地突破了研制低损耗光纤维的难关，把光纤维的传输损耗降低到 1 分贝/公里以下；许多国家开始试验用光缆在城市内传输电视节目和数字式电话，通话路数已达 $5 \sim 15$ 万路，中继距离已从数公里延长到 $50 \sim 70$ 公里；新型的适用于光纤维低损耗区的长波半导体激光器也已产生……总之，光缆通信目前已处在实用化的前夜，实现大容量的激光光缆通信的时间已为期不远了。

事物发展是无止境的，目前人们正在进一步研究如何模仿集成电路技术来集成光路。就是把激光器、探测器以及各种光器件集成到一个很小的基片上，配以传输损耗更低、通信容量更大的纤维，并选择合适的激光波长，这将产生通信容量更大，中继距离更远，性能更好的第二代光缆通信系统。

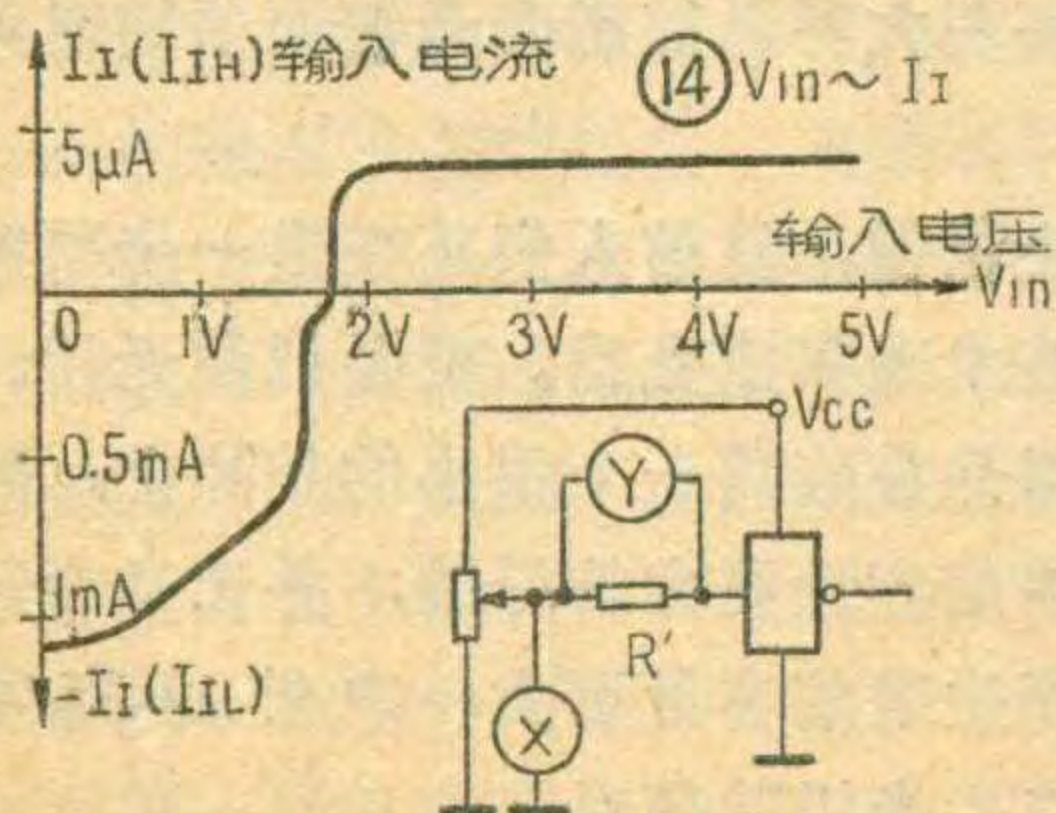


性曲线($V_{in} \sim I_I$)。输入电压为0伏时(此时其余非被测输入端接高电平),测得的 I_I 是从电路往外流的电流,其值即为 I_{IL} 。随着 V_{in} 的提高, I_{IL} 直线减小,这段直线的斜率的倒数就是输入端为低电平时的输入阻抗,其值基本上等于线路图(图1)中的 R_1 。当继续提高 V_{in} 到1.5伏附近, I_I 迅速变成0,这是曲线的转换区。继续提高 V_{in} (此时其余非被测输入端接地)则电流微微向正的方向增加,这时 I_I 变成 I_{IH} , I_{IH} 数值很小,在微安量级,当 V_{in} 大于2伏时,几乎成一平行于X轴(V_{in})的直线。它的斜率的倒数很大,对应着这时的输入阻抗很大(几百千欧),是为输入端为高电平时的输入阻抗。

单与非门的最简单应用

1. 译码。在自动控制系统中,常要求必须同时满足几个条件后,一个动作才能执行、一个继电器才能吸合或一个报警装置才能工作等等。假设必须同时满足三个条件才能执行,那末这样的一种关系可以用一个三输入端的“与非门”来完成。图15是它的波形图。

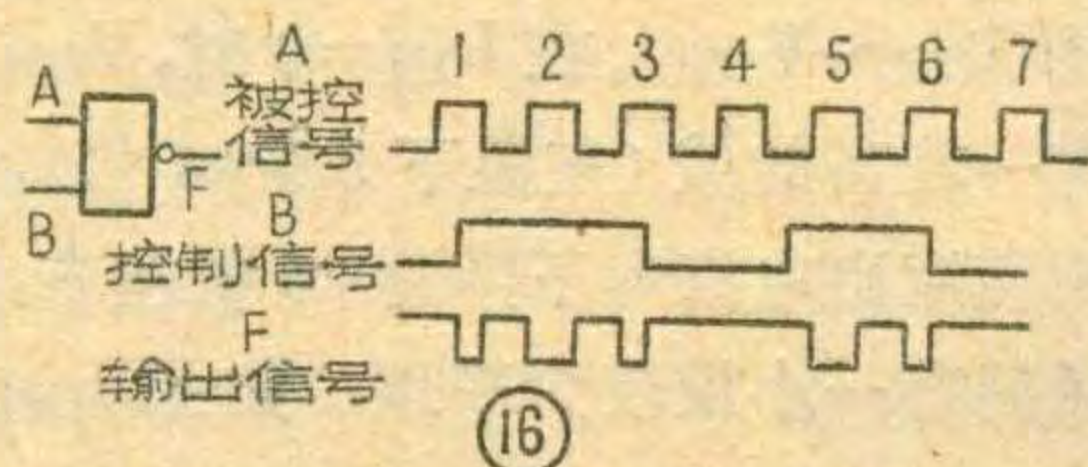
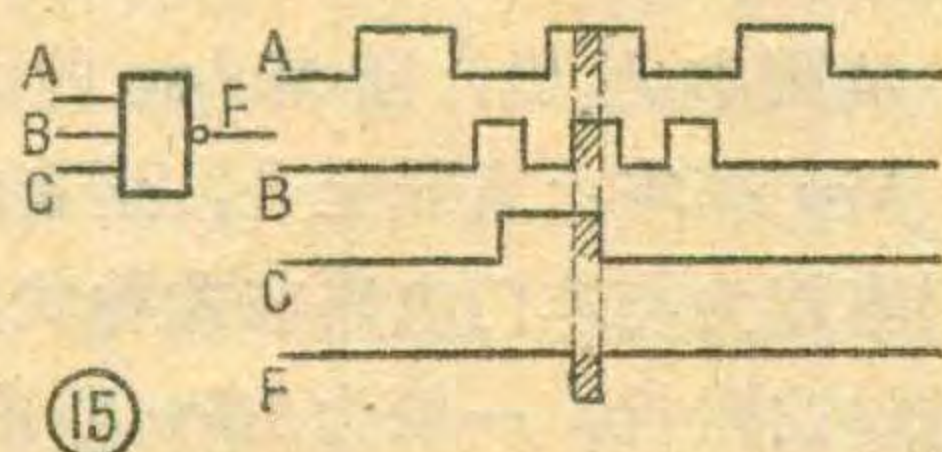
图中A、B、C是三个输入信



号(三个条件),这三个信号只有在同时是高电平(如波形图15中阴影部分所示)时,输出端F才是低电平,这个输出信号经过处理后可用来推动继电器等执行机构。这种功能称为“译码”。

2. 门控。设有一信号,希望受另一信号的控制,若控制信号为高电平时,允许被控信号通过,反之则不允许通过。这样的一种功能,可用二输入端的单与非门来实现,如图16所示。

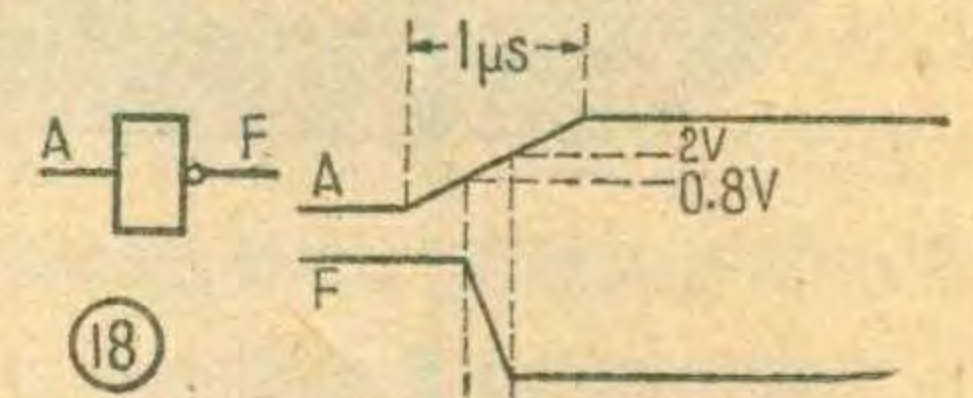
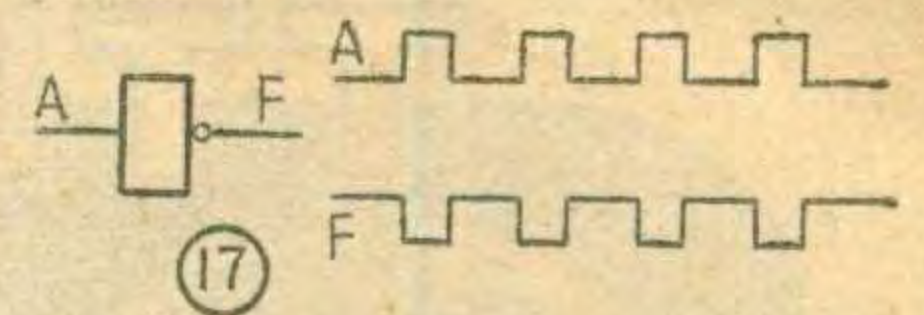
从图16可看到,在控制信号为高电平区间,脉冲1、2、3、5、6都可通过,不过脉冲2、5是完



整通过的,而脉冲1、3、6只通过一部分,脉冲4则完全不能通过。如果我们希望通过的脉冲都是完整的,则还需要采取一些其它措施,这类问题将另外讨论。

3. 倒相。若只使用一个输入端,则输出信号就等于输入信号的倒相(图17)。与非门在这种特殊的情况下就成了“非”门。倒相应用也是常见的,如上述“译码”和“门控”两种应用中,输出信号都成了负信号,若需正信号时,则再加一级倒相即可。信号经两级倒相仍为原信号(这里假设工作频率较低,不考虑延迟)。

4. 整形。若输入信号是边沿很差的信号,经与非门之后,边沿变好。例如图18中输入信号上升时间 $t_r = 1$ 微秒,由于在输入从0.8伏至2.0伏之间,输出即完成从高电平到低电平的转换,因此输出边



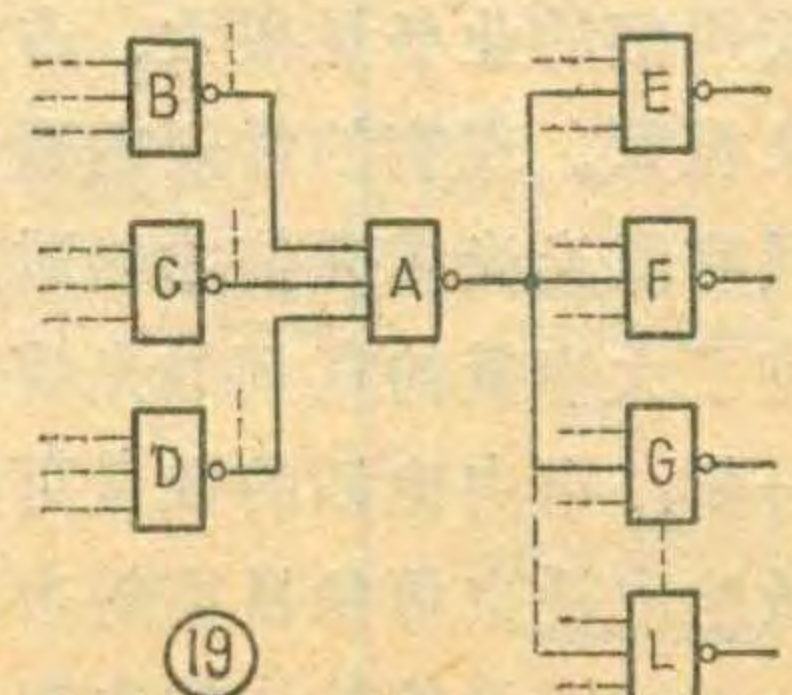
$$沿 \doteq t_r \cdot \frac{2.0V - 0.8V}{V_{OH} - V_{OL}} \doteq \frac{1}{3} t_r \doteq$$

$0.33 \mu s$ 。显然输出的边沿远好于输入的边沿。若再加一级倒相整形,边沿将进一步改善。同理门电路可将正弦波、三角波等整形成矩形波。

与非门的级联

从以上所讲的可以看到,单个与非门的应用面是有限的。但是由多个单门构成级联,加上适当的反馈,可以组成纷繁复杂的逻辑关系,完成各种逻辑功能。下面先讲一讲级联的一般问题。

TTL与非门的输出高电平为3~4伏,低电平小于0.4伏,而它对输入高、低电平的要求也是如此。因此,一个单门的输出可以直接接到另一门的输入端。典型的单门级联如图19。与非门A的三个输入端分别与门B、C、D的输出相连接,当这三个输出中任一为低电平时,假设B为低电平,则从A中就有一股电流 I_{IL} 流入B。若三个输出都为低电平,在理想情况下(V_{OL} 都相等),每个门各从A中取得三分之一的 I_{IL} 。在上述两种情况下A输出均为高电平,由于带有N个负载,每个负载有高态输入电流 I_{IH} ,所以从A的输出端流出的电流为 $N I_{IH}$ 。从特性曲线可看出, $N I_{IH}$ 越大,门



A 的 V_{OH} 降落越多, 所以指标要求 I_{IH} 越小越好。

当门 B、C、D 输出都为高电平时, 门 A 输出为低电平。门 E、F……L 中各有一股电流 I_{IL} 流入门 A。在最坏情况下, 即 E、F……L 的其他输入端都为高电平时, I_{IL} 为最大, 门 A 所受的总电流为 NI_{IL} 。因此对于一个确定的门电路, 负载数 N 应严格保持小于规定值。如果要求带负载较多, 可选用“与非功率门”, 它的负载数可达到 30 个。

输入输出接口

第一级门电路的输入信号可能是机械的、光的或其它形式的信号, 这些信号都需要先转换成电信号, 并通过输入接口, 使信号电平与 TTL 电路的输入电平相匹配。逻辑电路最后一级的输出也要通过输出接口, 以推动需大电流或高电压才能动作的执行机构。

输入接口的低电平必须小于 0.4 伏, 而且必须是低输出阻抗的。较好的形式是 NPN 晶体管的集电极输出, 如图 20 所示。

一般不常使用射极输出器作输入接口。用射极输出器似可降低输出阻抗, 其实还应该考虑以下的问题: 因为此线路(如图 21 所示)在

高电平时输出阻抗为 $R/(1+\beta)$, 但在低电平时, 晶体管截止, 输出阻抗仍为 R。而对 TTL 与非门电路而言, 要求的却是在低电平时前级的输出阻抗要小。部标规定 I_{IL} 最大为 1.6mA, 如 V_{OL} 为 0.4V, 则

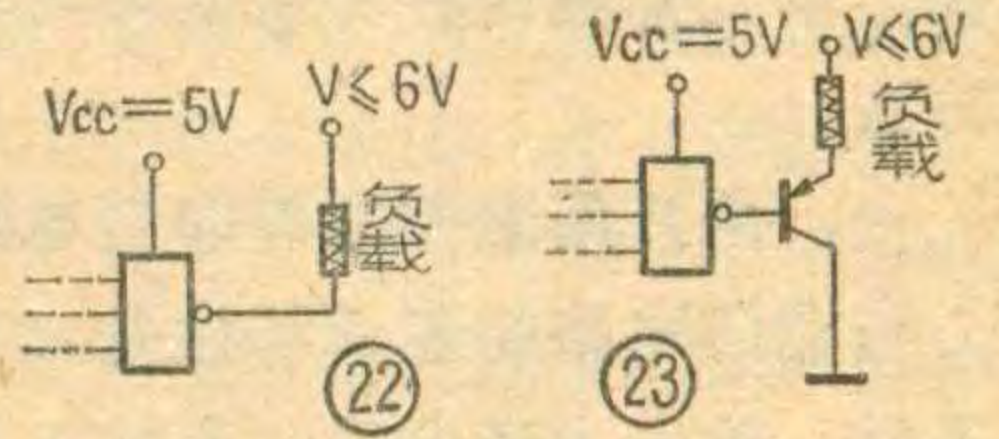
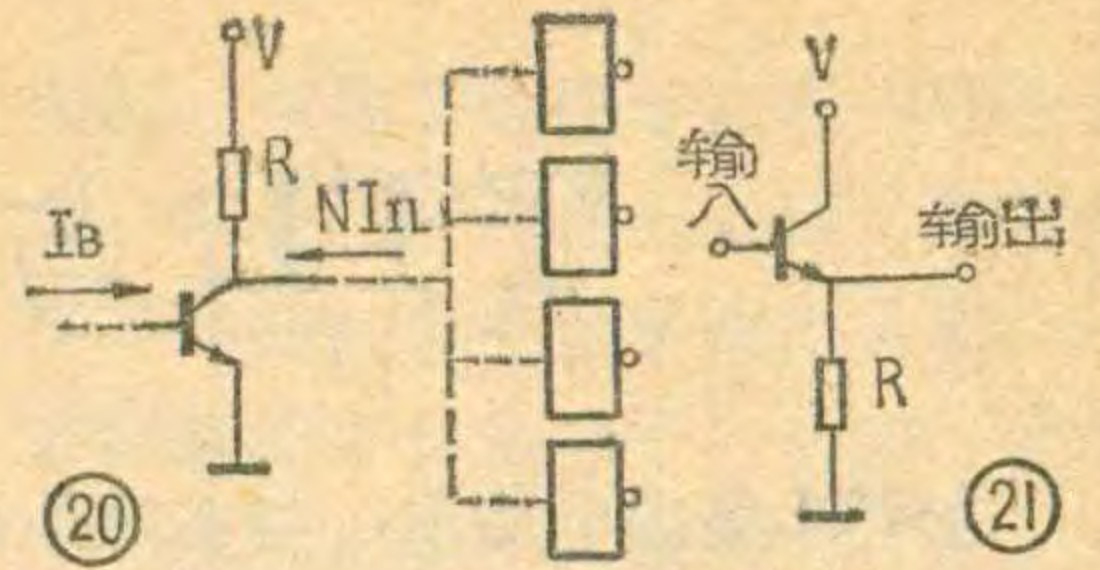
$$R \leq \frac{0.4}{1.6} \approx 250\Omega, \text{ 即能可靠的带动}$$

一个门电路。若 R 取 250Ω , 则在高电平时 R 上的压降为 3.5V, 流过 R 的电流为: $I_R = \frac{3.5V - 0.7V}{250\Omega} \approx$

11mA, 显然不经济(但并非不可使用)。有时也用射极输出器作输入接口, 因为它的输入阻抗很高, 对被转换的信号, 如高内阻的光信号等, 影响很小。

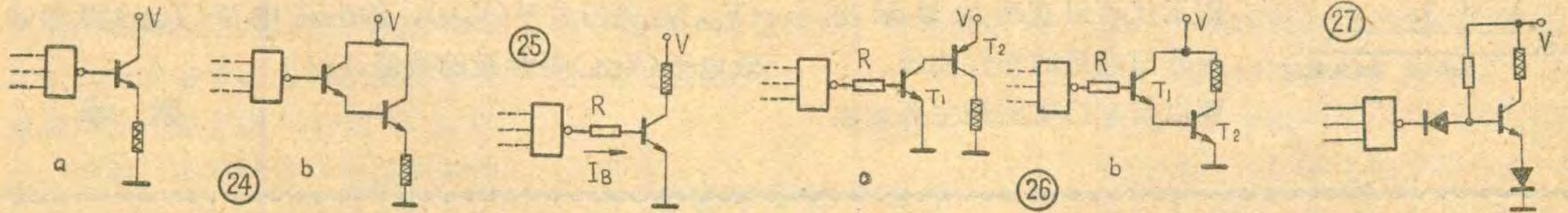
输入接口的高电平应在 3.5 伏至 5 伏之间, 不允许用高于 5 伏的电压, 因为这样可能导致门电路输入端的击穿。如果电压较高, 可用分压法降低, 但应注意不能因分压而提高低电平时的输出阻抗。

TTL 集成电路的输出接口可以用两种方法驱动。(1) 当 TTL 电路输出为低电平时, 允许流入 NI_{IL} 的电流, 可以直接驱动微型继电器等(如图 22), 但继电器电流不能超过 I_{OL} (部标为 12.8mA)。在电流较大的情况下, 可以加射极输出



器, 如图 23 所示, 这时驱动电流可增加 β 倍。若还不够, 可用两管连接成复合管式。此外, 无论是图 22 还是图 23, 均应注意继电器的电源电压不能过高, 以免与非门中的 T_4 管(见图 1)被击穿, 一般不超过 6 伏。(2) 在高电平驱动时, 由于输出阻抗较大, 稍有驱动电流, 高电平即降落, 所以一般都需加射极输出器, 如图 24, 但此时负载上电压减小。在需要较高电压的场合, 则必须用晶体管作反相器如图 25, 这时, 在门的输出端加限流电阻 R, 使驱动电流达到所要求。如果需要更大电流, 可以用图 26 和图 27 所示方法。

总之, 接口的形式可以是多样的。注意 TTL 集成电路在不同情况下的输入输出阻抗, 再应用晶体管电路的知识, 便可以灵活运用。



“电信技术普及丛书” 激光通信

邮电部武汉邮电科学研究院编
写组编 人民邮电出版社出版

这是一本科普读物, 着重介绍激光通信总的概念和基础知识。第一章勾画了一下激光通信的全貌,

介绍了激光通信的基本原理。第二章复习了有关光的知识, 在此基础上突出了激光的卓越特点。以后分章介绍激光的产生, 激光的调制, 激光信号的接收, 以及光纤的传光原理等。接着介绍了激光大气传输通信系统和光纤通信系统。最后简述了集成光路和激光通信的发展。

本书内容比较丰富全面, 系统性好。看完本书后, 能对激光通信

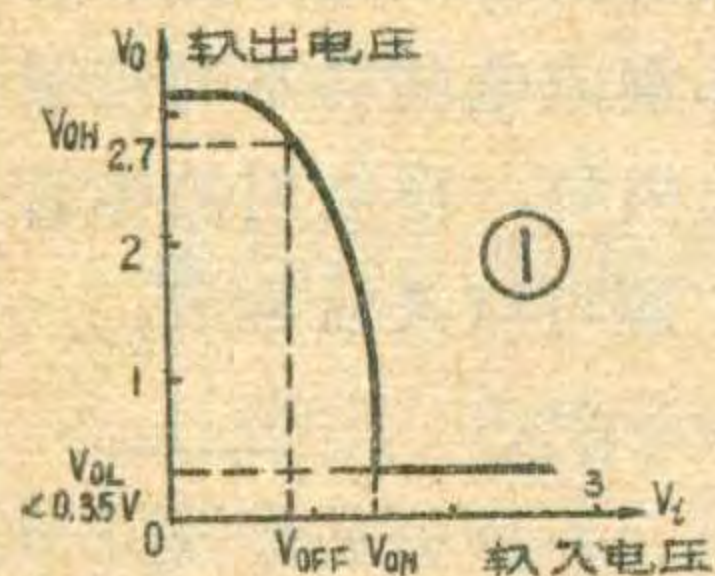
有一个完整和清楚的概念。在写法上是由浅入深, 深入浅出。一方面, 起点很低, 有中等数理水平和一般无线电常识的人能够顺利阅读。另一方面, 还用通俗的语言介绍了不少有一定深度的专门内容。此外, 本书还有重点突出, 比较结合实际等优点。虽然也有个别地方谈得不透、不大好懂, 但总的说来, 还不失为一本较好的科普读物, 是值得向读者推荐的。 (李洛童)

TTL与非门电路的简便测试方法

在TTL集成电路中，与非门是最基本、最常用的元件。本文介绍两种简便的对与非门电路的判别和测试方法。

一、用万用表判别与非门电路的好坏

与非门电路的逻辑特性是：当所有输入端全是高电平时，输出为低电平；而输入端中只要有一个是低电平，输出即为高电平。并且我们知道，输入端悬空相当于输入为高电平情况。在少量使用时，可以用万用表简单判别与非门集成电路的好坏。判别方法如下：在与非门电路接上电源和地之后，先把输入端全部悬空，将万用表拨在电压档（因TTL集成电路的电源电压为+5伏，故选择电压档的范围在直流5伏左右），万用表的红表笔（正端）接在门电路输出端，黑表笔（负端）接地。这时输出端应为低电平，即小于0.4伏（有的产品规定为0.35伏）。如果测得结果很大于0.4伏，表明这个门电路已坏。然后再用一把镊子（或一根导线也可），镊子的一个脚碰地，另一个脚分别去碰每一个输入端，此时红、黑表笔仍按上述连接不动，镊子每碰一个输入端，万用表指针都应跳变为高电平，一般为2.7~3.5伏。如果镊子碰某一个输入端后，输出不跳变为高电平，就说明这个输入端已坏。如果所有的五个输入端全坏，那这个与非门电路就不能使用了。

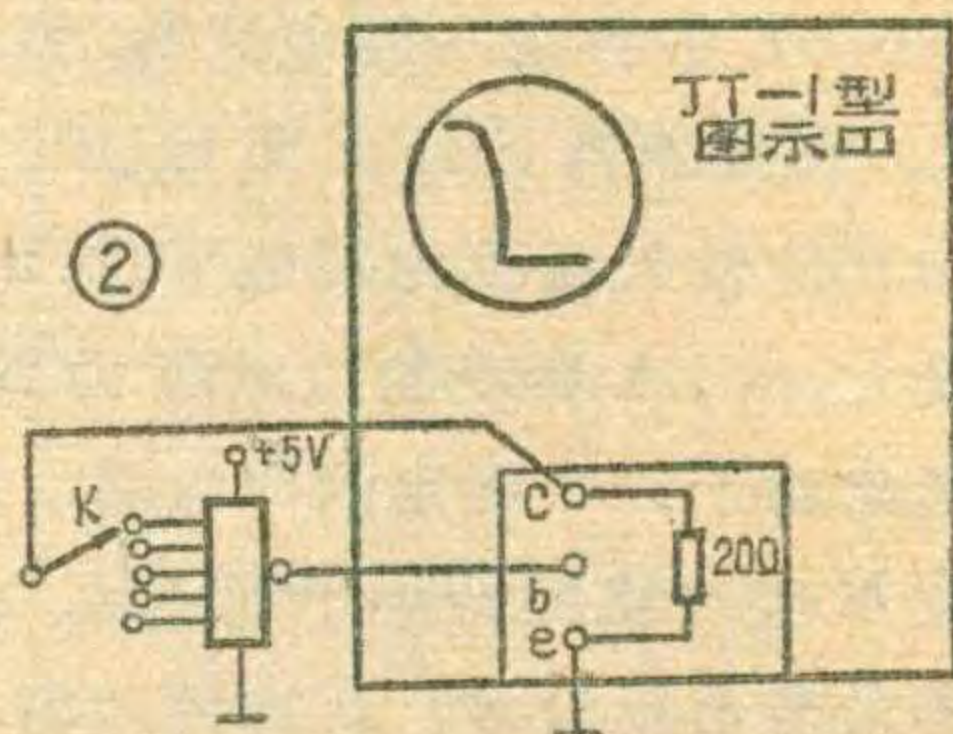


二、用JT-1型晶体管特性图示仪测试

用JT-1型晶体管特性图示仪可以直观地显示出与非门电路的特性曲线。下面以与非门电路最主要的电

压传输特性（如图1所示）为例，说明其测试方法。

测试前先按图2接好电路，在JT-1型图示仪的c和e两接线柱上并接一只约



20欧姆的电阻，目的是使输入为低阻抗，一般在5~50欧姆范围内均可。这时JT-1型图示仪的光点调节到荧光屏前的刻度方格的左下角，并且将图示仪的各旋钮预先拨在如下位置：

峰值电压范围：0~20伏

极性（集电极扫描）：+（正）

峰值电压：调到0

功耗电阻：10欧姆

Y轴作用：基极电压0.5伏/度

X轴作用：集电极电压0.5伏/度

基极阶梯作用：关

串联电阻：22千欧

然后开始测试。慢慢地把“峰值电压”调大，应注意“峰值电压”不要调得太大，在JT-1图示仪荧光屏上应即显示出如图1所示的电压传输特性曲线。然后将开关K（或用导线代替也可以）依次接触其余各输入端。能显示出如图1特性曲线的，说明该输入端是好的；如果没有显示出特性曲线，说明该输入端已坏。用图示仪测试时，可实测出该与非门电路的开门电平（ V_{on} ），关门电平（ V_{off} ），输出高电平（ V_{OH} ）和输出低电平（ V_{OL} ）等参数的数值。

梁华

一本自学科技英语的好书

——介绍《无线电技术英语入门》

《无线电技术英语入门》（江镇华等编，人民邮电出版社出版，新华书店发行）是为适应无线电技术和电子技术专业人员阅读英文科技资料的需要而编写的一本自学英语书。

这本书围绕着无线电技术和电子技术，精心选择了最常用的800多个专业词汇，其中以基础词汇为主，也有元器件、电路、电子设备和新技术等方面的词汇。它根据科技书的语法特点，重点讲述最常用的部份，为

入门打好基础。课文短小精悍，由浅入深，并且以典型句型作为例句，以便初学者抓住关键，掌握精华。本书对课文和练习均给出答案，便于读者对照检查学习效果。本书还把同一词汇或同一语法在前后课文中多次出现，可使读者学得更加扎实。

这本书刚刚问世，也还有些不足之处，例如对科技英语中常用的词组、短语强调不够；阅读仪器说明书和专刊方面的内容也应增加一些；词汇总表中的英文词汇也应标注相对应的中文。

（武汉邮电科学研究院
廖忠恂）





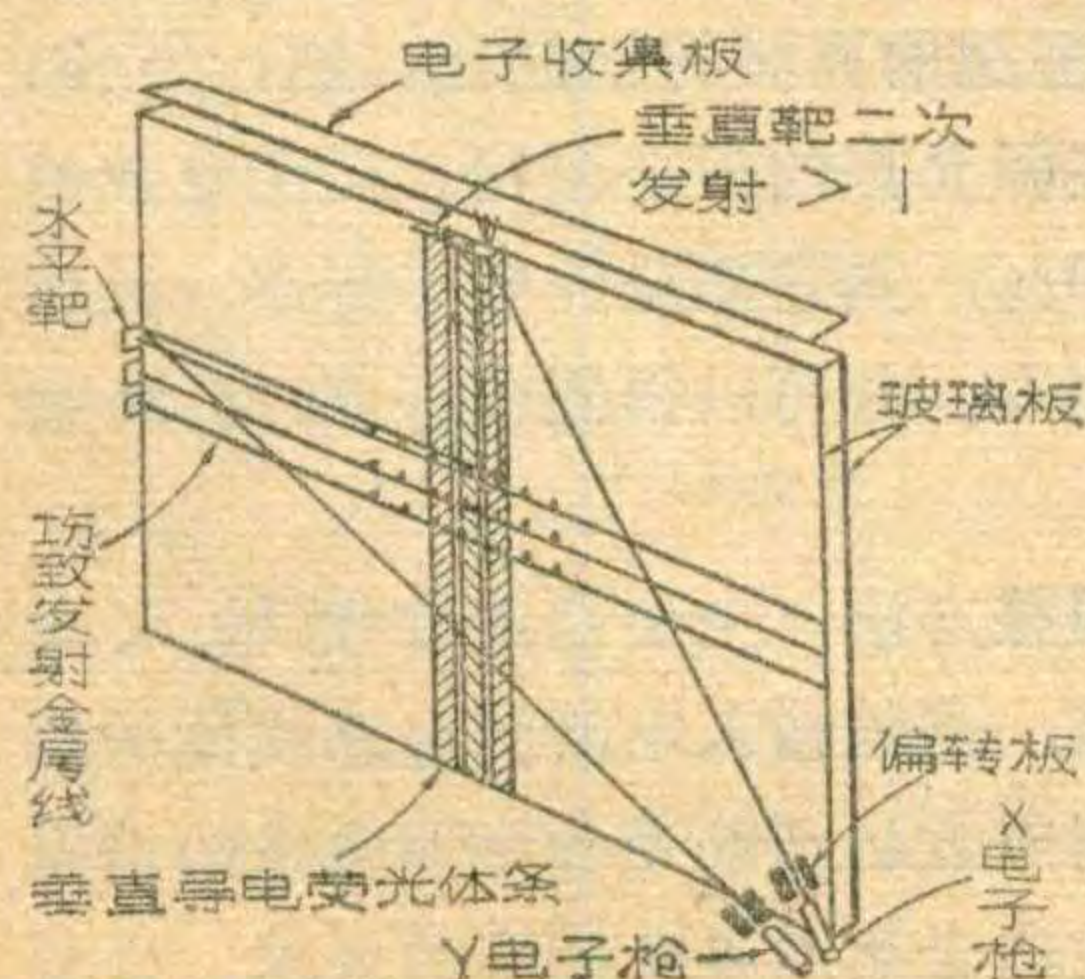
用于电视机的扁平显象管

瑞士 Battelle 研究所正在研制一种厚度只有 5 厘米，其图象质量与普通显象管一样的扁平显象管。在这种显象管中，水平扫描和垂直扫描是分开的，X 电子枪专管垂直扫描，Y 电子枪专管水平扫描。此外，电子束不再直接打在荧光屏的荧光体上借以产生颜色而是通过场致发射来产生屏幕上的各种颜色。

这种扁平显象管由两块玻璃板组成，两板之间的微隙内抽成真空。在外侧玻璃板的内表面上淀积着一条条垂直的荧光条，在其内部还镶嵌着一条条水平的金属线。每根金属线上与荧光条相交叉的部位上有针状的尖头，此针尖与荧光条相距约 1 毫米多一点。

在每根金属线和每根荧光条的终端都有一个靶，Y 电子枪对各金属线上的靶进行扫描，而 X 电子枪则对各荧光条上的靶进行扫描。由于荧光条靶上的二次发射系数大于 1，因此荧光条上就有较多的电子馈送到收集板中去，使被激励的荧光条上缺少电子，而被激励的各条金属线的针尖上则产生过剩的电子。结果，在同时发生上述两种情况的一些点上就产生场致发射，而使这些点上的荧光体发出光来。

这种显象管除具有扁平的外形和良好的分辨率外，还有其他优点，



如它可以采用普通电视机驱动电路；场致发射所需要的电压在 5 ~ 10 千伏之间，不用担心有 X 射线辐射，因此也不需采用特制铅玻璃。

目前，这种扁平显象管还处于初步研制阶段，但是据认为研制具有屏幕对角线尺寸达到 50 厘米，光栅线达到 625 条的扁平显象管是很有把握的。(杨异鸿编译)

双屏幕电视

日本松下公司新生产一种双屏幕落地式电视机。主屏幕为 20 英寸显示彩色电视节目；副屏幕为 5 英寸显示黑白电视节目。观众使用这种电视机，可以同时收看到两种不同的电视节目。

这种电视机的特点是具有频道转换功能，可固定频道，也可转换频道。副屏幕显示的黑白电视节目，每隔几秒钟自动转换频道一次，使观众在收看主屏幕彩色电视节目的同时，可以监视所有其他频道的节目，并且当发现在黑白电视频道上，放映有趣的节目时，可立即按动“图象按钮”，将黑白电视屏幕上的节目调换到彩色电视屏幕上。

采用微处理机多功能遥控装置可实现 20 种控制功能，如频道选择、噪声抑制、音量控制、自动频道转换、图象转换等。

(新兵译)

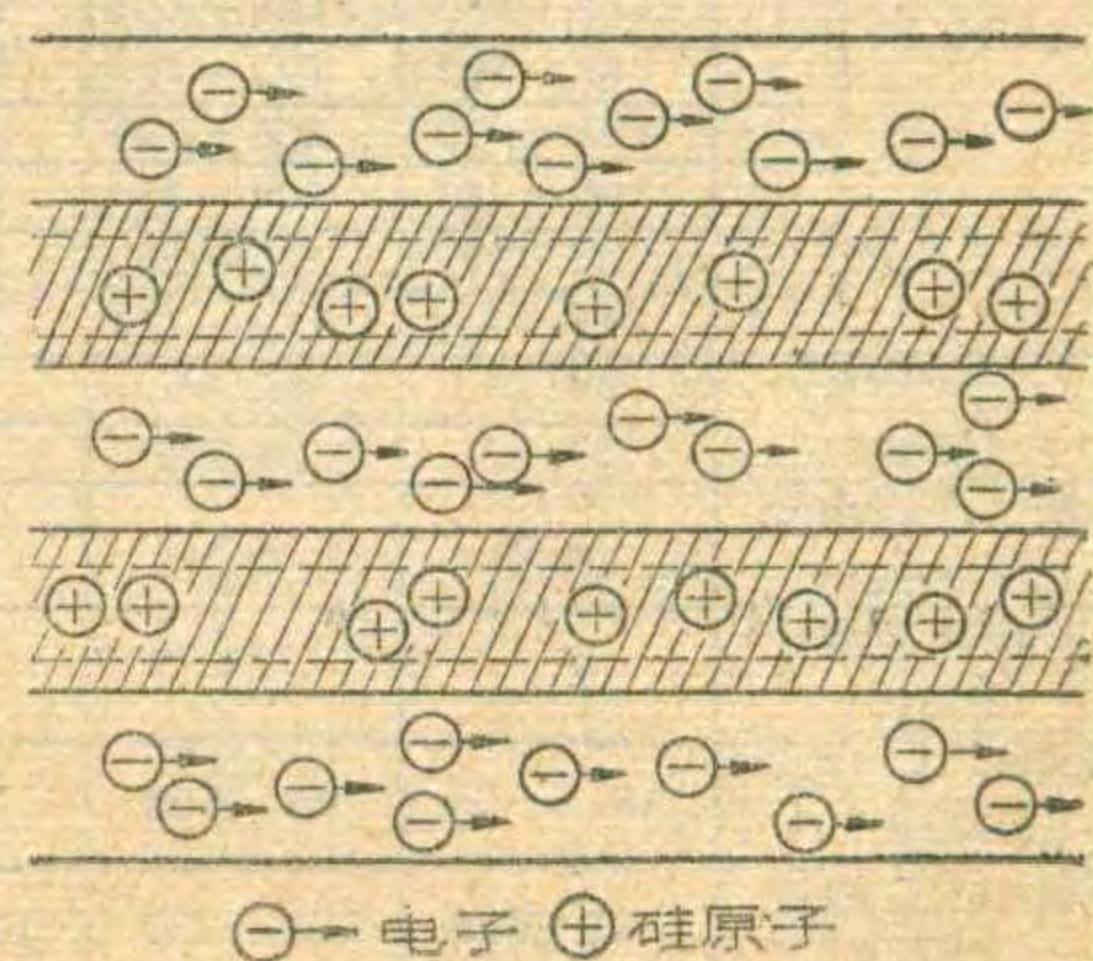
提高半导体中电子运动速度的方法

大家知道，本征半导体既不是良导体也不是好的绝缘体；要把半导体材料制成二极管，晶体管或其他器件，就必须在半导体里掺进某种杂质，以提高它的导电能力。例如，在砷化镓半导体中，常掺入硅作为杂质，每一个硅原子都能提供一个电子作为载流子，但是释放出自由电子后的硅离子是带正电荷的，对电子有一定的吸引力。这种硅离子不仅趋向于减低电子的运动

速度，而且还趋向于和自由电子复合。结果，杂质硅一方面为砷化镓半导体提供自由电子作出贡献，一方面又拖了自由电子的后腿，使它不能迅速运动。在实时的计算机和通讯业务中，如果能提高现有半导体中的电子速度，将大有益处。

最近，美国贝尔电话实验室的四位研究人员找到了提高半导体中电子速度的一种新途径。他们利用形成晶体的分子束外延技术，制成了一种使硅离子与流动的电子相隔离的多层式晶体。这种晶体是由一层砷化镓和一层镓铝砷交替叠加而成。每层晶体只有 50 个原子的厚度。硅则集中在镓铝砷中。由于在砷化镓层里，电子的能级比镓铝砷层里的低，所以镓铝砷层中的电子能自发地迁移到砷化镓层中去。这样，电子和硅离子的距离就比他们在普通半导体中的距离远，而且由于采取了技术措施使硅都集中在镓铝砷层的中央部位，使他们与电子之间由一些中性区域所隔开。结果，在室温条件下，半导体中的电子速度比原来的加快了一倍。预期，类似的方法也可以用于除砷化镓以外的一些半导体。

采用这种新方法的结果是能够提高现有各种半导体器件的工作速度，特别是提高使用这些器件的计算机和通信设备的工作速度。有关研究人员强调指出，在新型晶体中，电流是在多层砷化镓中传导的，而且还有可能在每层的上面进行蚀刻，制成三维式集成电路，从而可以节省大量空间。(李德铝编译)



进口电视机改频

中央广播事业局电视服务部

世界上各个国家和地区的电视广播，都按照一定的技术标准进行发送和接收。一套完整的技术标准，就构成一种制式。各个国家和地区不仅采用的制式不完全一样，而且所使用的频率分配也不相同。因此，各个国家所生产的电视机的频段覆盖范围、通频带宽度、图象中频及第二伴音中频（简称伴音中频）频率等等也各有差异。如果从国外购买的电视机，其制式与我国的不同，要使其正常接收我国的广播电视节目，就需对其有关部分进行改动。常见有：改高频调谐器（俗称高频头）、伴音中频及图象中频等调谐电路。我们把这些与工作频率有关的部分的改动，简称为“改频”。

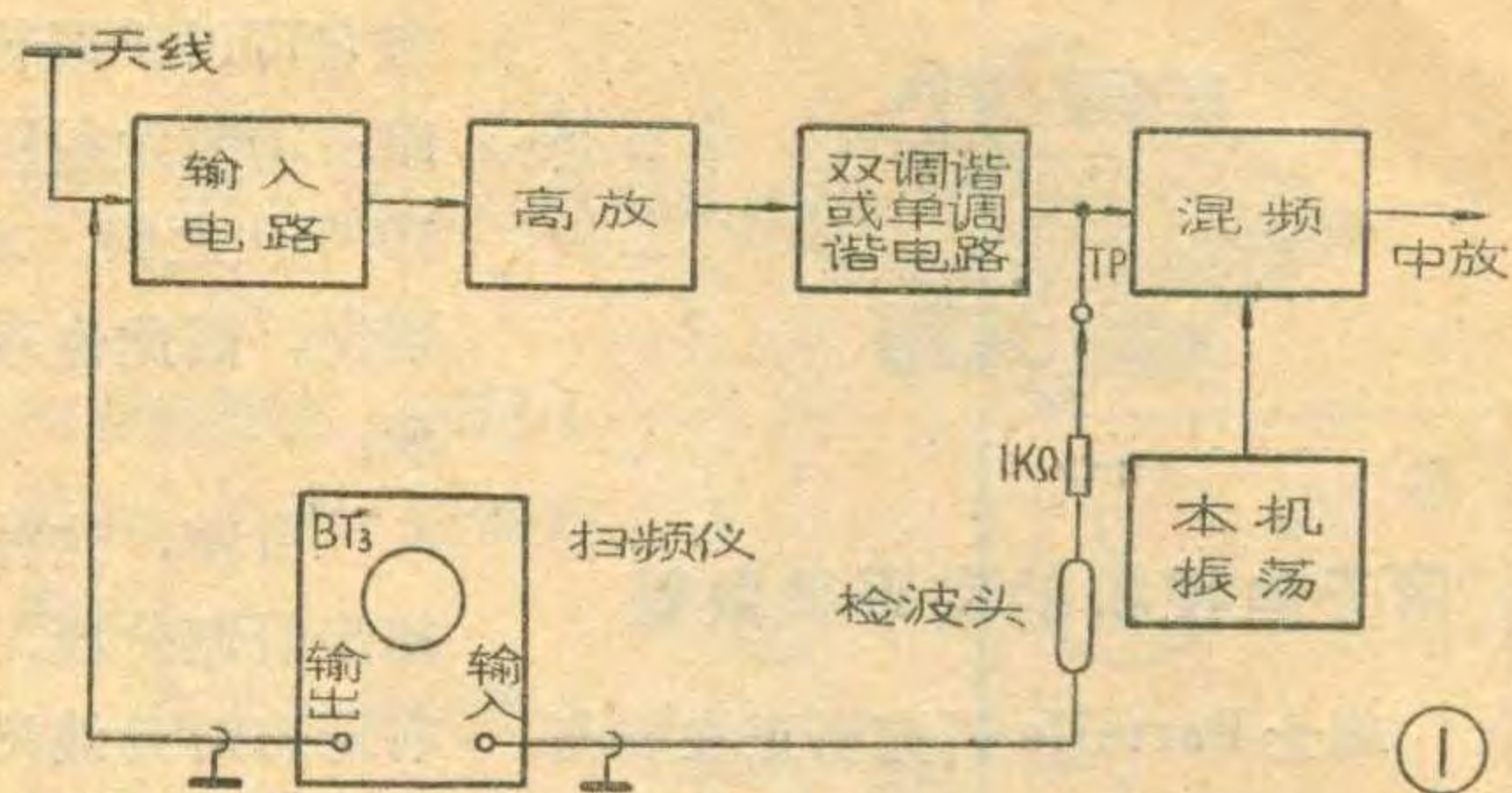
表（一）列出了几种常见的与改频有关的技术标准。从中

可以看出：采用日本制式生产的电视机，在我国使用，只能接收7—11频道的电视节目。1—5频道和6—12频道的节目就不能接收或接收不好；采用西欧标准的电视机，只能接收我国的1、2频道和7—12频道的电视节目。4、5频道和3、6频道就不能接收或接收不好。而它们的伴音部分，也由于伴音中频与我国的不同，不能正常收听。

从表（一）中还可以看出：日本生产的采用58.75MHz的高图象中频的电视机，因其图象中频和我国

表（一）

	频道	中 国	日 本	西 欧	备 注
甚高频 (VHF) 频段 (MHz)	1	48.5~56.5	90~96		1. 西欧标准的第二频道频率有两种 即47~54MHz和48.5~55.5MHz 没有第一频道 2. 我国各频道的图象和伴音载频率请查阅有关资料
	2	56.5~64.5	96~102	47~54 (48.5~55.5)	
	3	64.5~72.5	102~108	54~61	
	4	76~84	170~176	61~68	
	5	84~92	176~182	174~181	
	6	167~175	182~188	181~188	
	7	175~183	188~194	188~195	
	8	183~191	192~198	195~202	
	9	191~199	198~204	202~209	
	10	199~207	204~210	209~216	
	11	207~215	210~216	216~223	
	12	215~223	216~222	223~230	
图象中频 (MHz)		34.25 37	26.75 58.75	38.9	老中频 新中频
第二伴音中频 (MHz)		6.5	4.5	5.5	
射频频道带宽 (MHz)		8	6	7	
VHF . I 频段 (MHz)		48.5~92	90~108	47~68	
VHF . III 频段 (MHz)		167~223	170~222	174~230	



1—3频道的图象载频很接近，也无法在1—3频道广播地区使用。

上述这类电视机，在我国使用，都需要进行改频。下面分别介绍改频的方法。

一、高 频

电视机高频调谐器，目前常见的有机械式鼓形开关调谐器和电子调谐器两种。它们只是切换频道的方法不同，内部电路组成基本一样。下面分别介绍这两种调谐器的改频方法。

1. 鼓形开关调谐器

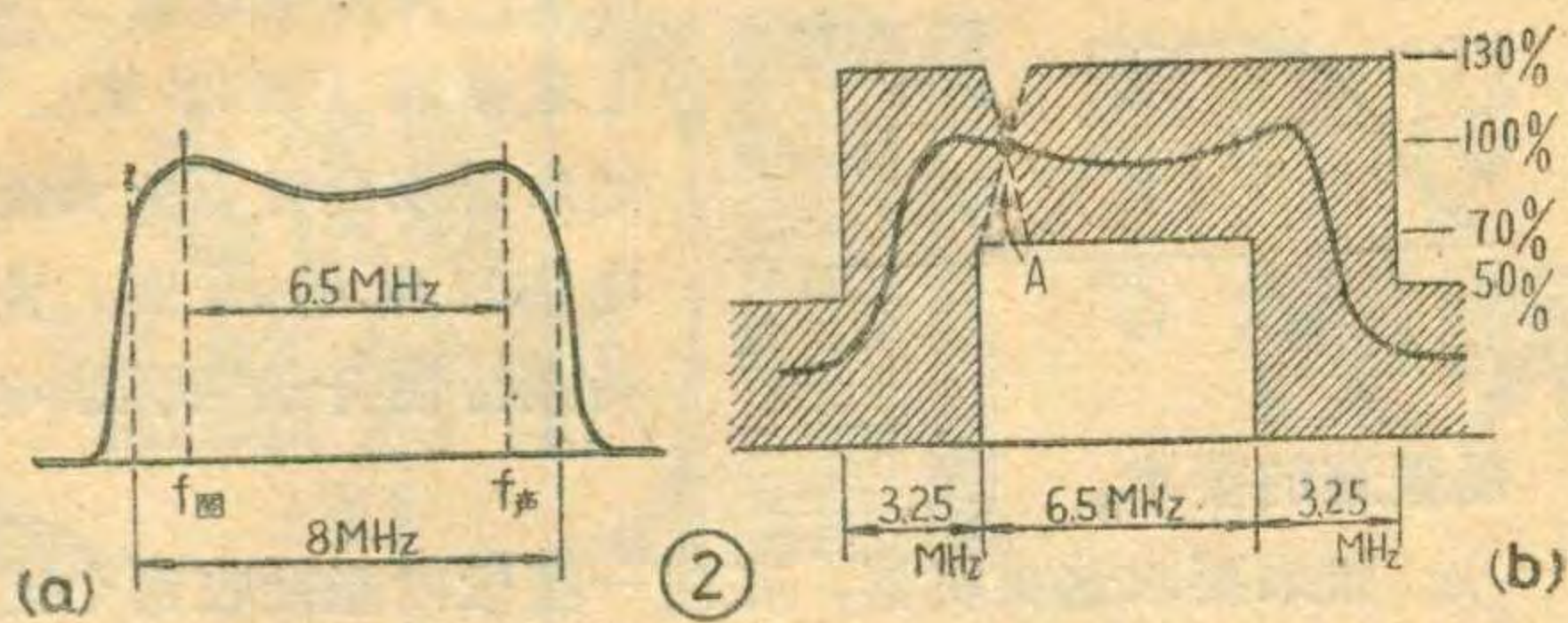
改高频，一般都使用扫频仪（如BT—3）先测试一下原调谐器的高频特性。然后，再去改动高频输入电路、高放输出和混频输入等调谐回路及本机振荡器部分，使其高频特性和混频输出电路的中频特性符合我国电视频道的要求。

用扫频仪测试高频特性的接线方法，如图（1）。接线时要注意匹配，扫频仪输出为75Ω不平衡方式，如果天线输入端是300Ω平衡方式，则应把阻抗变换器断开，把扫频仪输出端，直接接到调谐器的75Ω输入端上，待调好后再恢复电路。扫频仪的检波头要串接一个1KΩ隔离电阻，再接到从混频管基极（指共发射极电路）引出的测试点（TP）上。注意扫频仪的输出、输入衰减要适当。测试高频特性时，要把机器的本机振荡器停振，以防止本机振荡对高频特性的干扰。停振的方法有：切断振荡器电源，断开振荡线圈、电容等。选择哪一种方法，视具体情况而定。

电视机高频部分的频率特性曲线，如图（2）。

图（2）（a）是理想的高频特性曲线，图（2）（b）是高频特性曲线实际允许的误差范围。以图象载频附近的A点为100%，其它部分的频率特性，只要处于阴影的范围之内，都可以得到较好的接收效果。

高频特性的调整方法，主要是用改变输入电路、高放输出电路、混频输入电路的电感线圈的圈间距离或增减线圈圈数达到改变各调谐电路的谐振频率，使高频特性适合我国电视标准的要求。必要

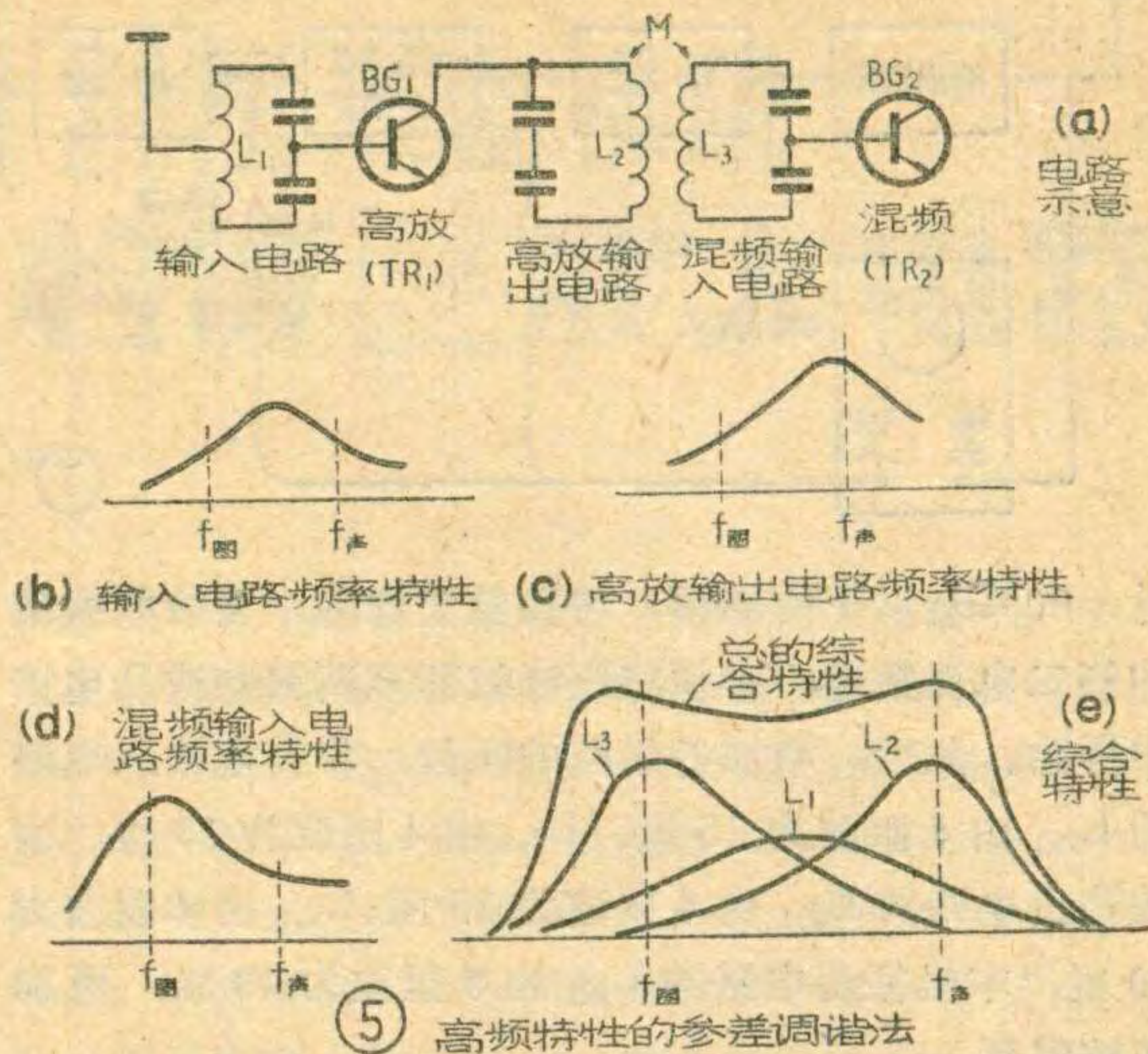
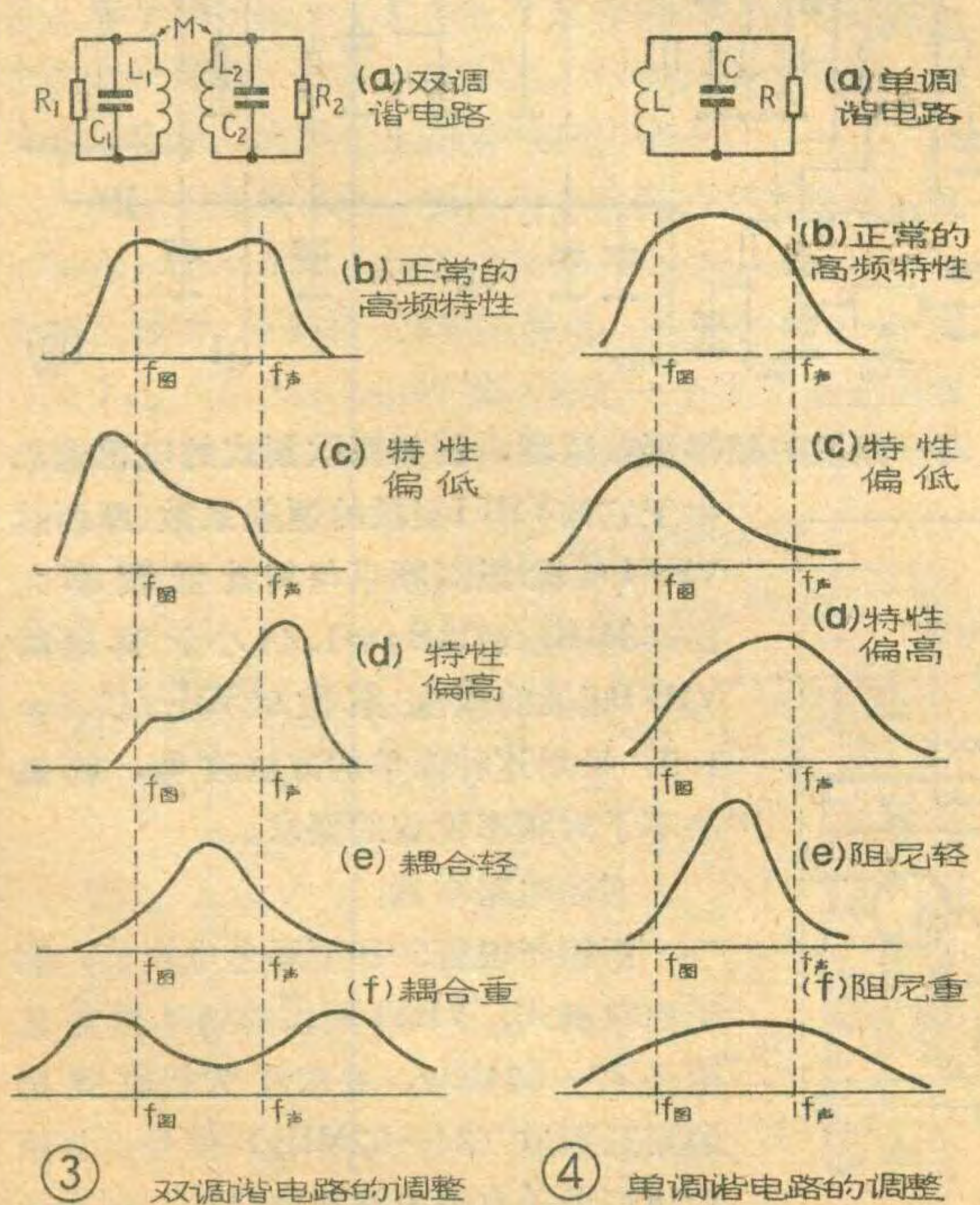


时，也可用改变调谐电路电容的方法解决。调整中要注意线圈的疏密、线圈间的耦合距离和耦合角度。这些都对高频特性有影响。并注意根据高频特性曲线的形状，来判断调整是否适当（参考图(3)、图(4)、图(5)）。经过反复调整直到满意为止。调整时，还应注意使高频特性的增益，一般不小于20分贝。高频特性调好以后，要恢复振荡电路。本机振荡频率的调整，也必须按照实际情况进行。扫频仪（如BT-3）的联接如图(6)。这种方法测量本振频率时，可以根据扫频仪频标的位置、直接读出本机振荡的频率。

调整本振线圈，使振荡频率为所要求接收的我国某电视频道的图象载频加上该机的图象中频频率之和，并且使其在调整频率微调时，有 $\pm 1.5\text{MHz}$ 的可调范围。

另外，还可以用测试综合特性的方法，测试和调整本机振荡器的频率。扫频仪的联接方法如图(7)。

扫频仪的输入端，一般使用开路电缆经 $10\text{K}\Omega$ 隔离电阻接在电视机视频检波之后。也可以使用检波探头，接在视频检波之前。这时，在扫频仪上看到的是



综合特性曲线。调整振荡线圈的铜心或改变振荡线圈，使某电视频道的图象载频位于特性曲线左侧50%高度的地方，使伴音载频位于特性曲线右侧的第一个吸收点，两点相距应为 6.5MHz ，再调整频率微调旋钮，使整个特性曲线能左右移动各 1.5MHz 。这样，本机振荡器的频率就算调好了。

①实际电路举例之一：

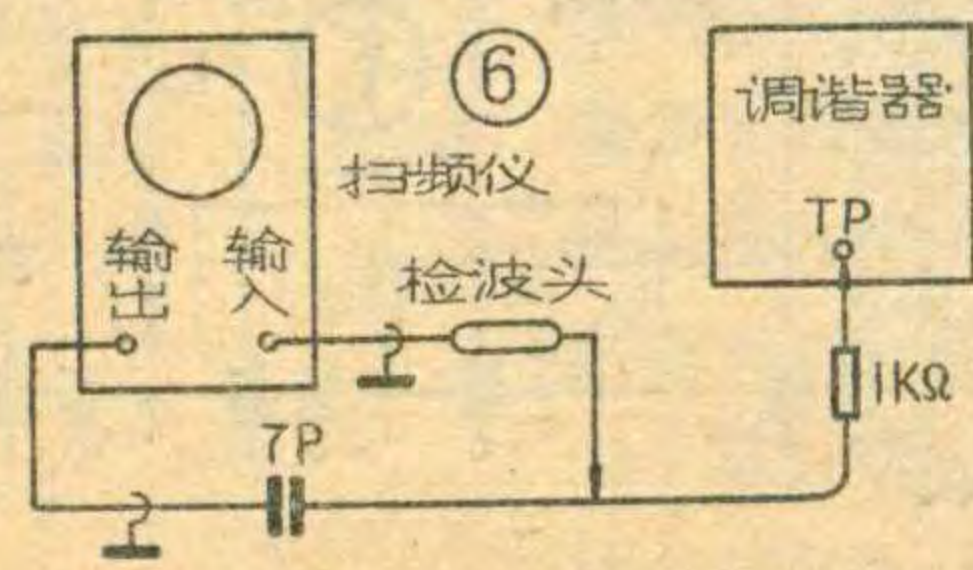
日本的松下TR-286E型电视机，是按西欧制式生产的，要求它能够接收我国的第五频道电视节目。由表(一)可以看出，只有该机的第四频道($61-68\text{MHz}$)与我国的第五频道($84-92\text{MHz}$)比较接近，所以用该机的第四频道改为我国的第五频道。采用扫频仪来测试调整。图(8)是该机的调谐器电路。

由图中可以看出，高放和混频之间，是电容耦合单调谐电路。需要改动的是输入电路的 $L_{\lambda 4}(L_5)$ 、高放输出电路的 $L_{\text{高}4}(L_{15})$ 、本机振荡电路的 $L_{\text{振}4}(L_{21})$ ，共三个线圈，经估算和调整确定： $L_{\lambda 4}$ 、 $L_{\text{高}4}$ 、 $L_{\text{振}4}$ 都由15匝改为10匝、调整后的高频特性如图(9)。

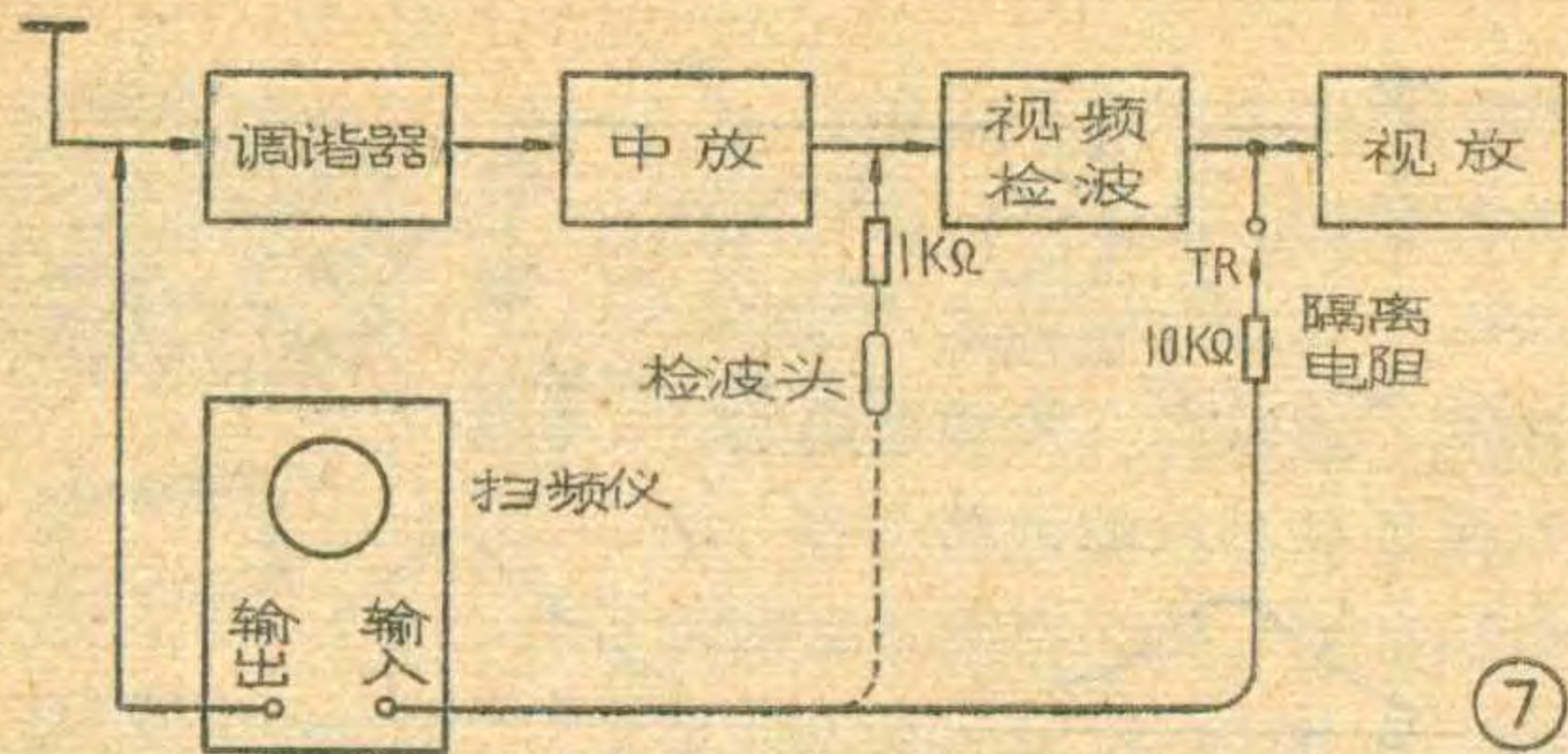
调整后的本振频率，应该是 85.25MHz 加上 38.9MHz 等于 124.15MHz 。并在 124.15MHz 处有 $\pm 1.5\text{MHz}$ 的微调范围。

②实际电路举例之二：

日本夏普12P-J6A型黑白电视机，是按日本制式生产的，要求它能接收我国的第二频道电视节目。从表(一)中可以看出：日本技术标准的VHF频段第一频道为 $90-96\text{MHz}$ ，频率最低。所以应该用该机的第一频道，改为我国的第二频道。该机调谐器的电路如图(10)。



图中FT101是滤波器，按照原设



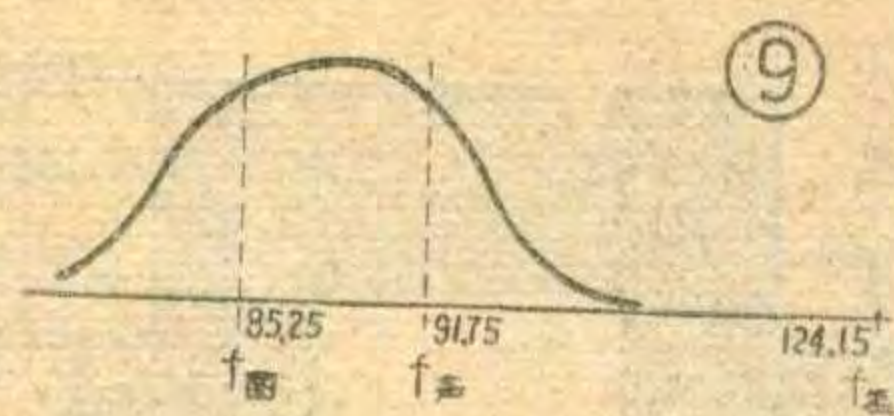
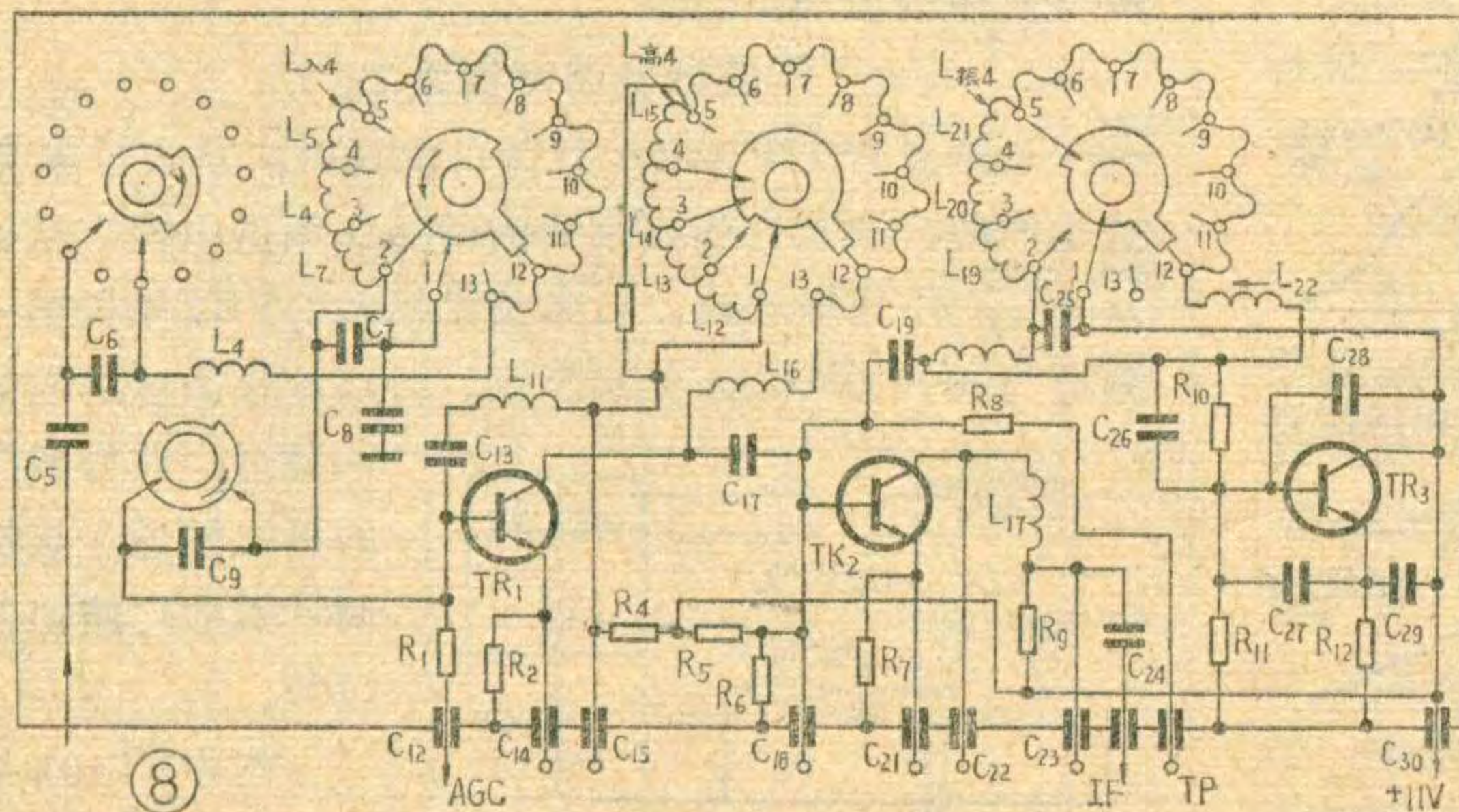
计, 90MHz以下的频率, 将要被它滤除。要接收我国的第二电视频道, 必须将该滤波器重新调整或从电路中拆除。然后, 增加各线圈的匝数, 将高放输入电路的 $L_{\lambda 1}$ 由 4 匝改为 15 匝、 $L_{\lambda 2}$ 由 4 匝改为 10 匝, 高放输出电路的 $L_{高1}$ 由 4 匝改为 15 匝、 $L_{高2}$ 由 4 匝改为 10 匝, 本机振荡电路的 $L_{振1}$ 由 9 匝改为 13 匝, 稍加调整即可。

如果原来的线圈不能用, 必须重新绕制时, 要注意使用和原线圈线径一样的漆包线, 绕成和原线圈直径相同的线圈, 稍有出入可以通过调整来解决。有时需要增加的圈数太多, 原来的位置容纳不下, 这时要根据具体情况采取措施。如果该机采用的是串联结构的线圈, 可以使用磁心来增加电感量, 减少线圈匝数。这时线圈的匝数与磁心质量和线圈直径有关, 可根据实际情况来决定。也可以用改变调谐电容的办法来解决, 但实际改机中很少使用。

2. 电子调谐器

电子调谐器在VHF频段, 由于频率覆盖的限制, 一般分成两个频段 (I、II)。又因各国电视频率分配不同, 所以各国电视机 VHF I、II 频段的频率覆盖范围也不一样, 见表(一)。如果要求某一进口电视机接收的我国电视频道信号, 不在该电视机的频率覆盖范围之内, 就需要对该机调谐器进行改动。

改频和测试的方法与机械式相同。但是要注意把控制电子调谐器的调谐电压和波段开关, 放在相应的位置上。例如把西欧制式的电视机, 改成能接收我国的第五频道电视节目, 应把频段开关放在 VHF I 频段

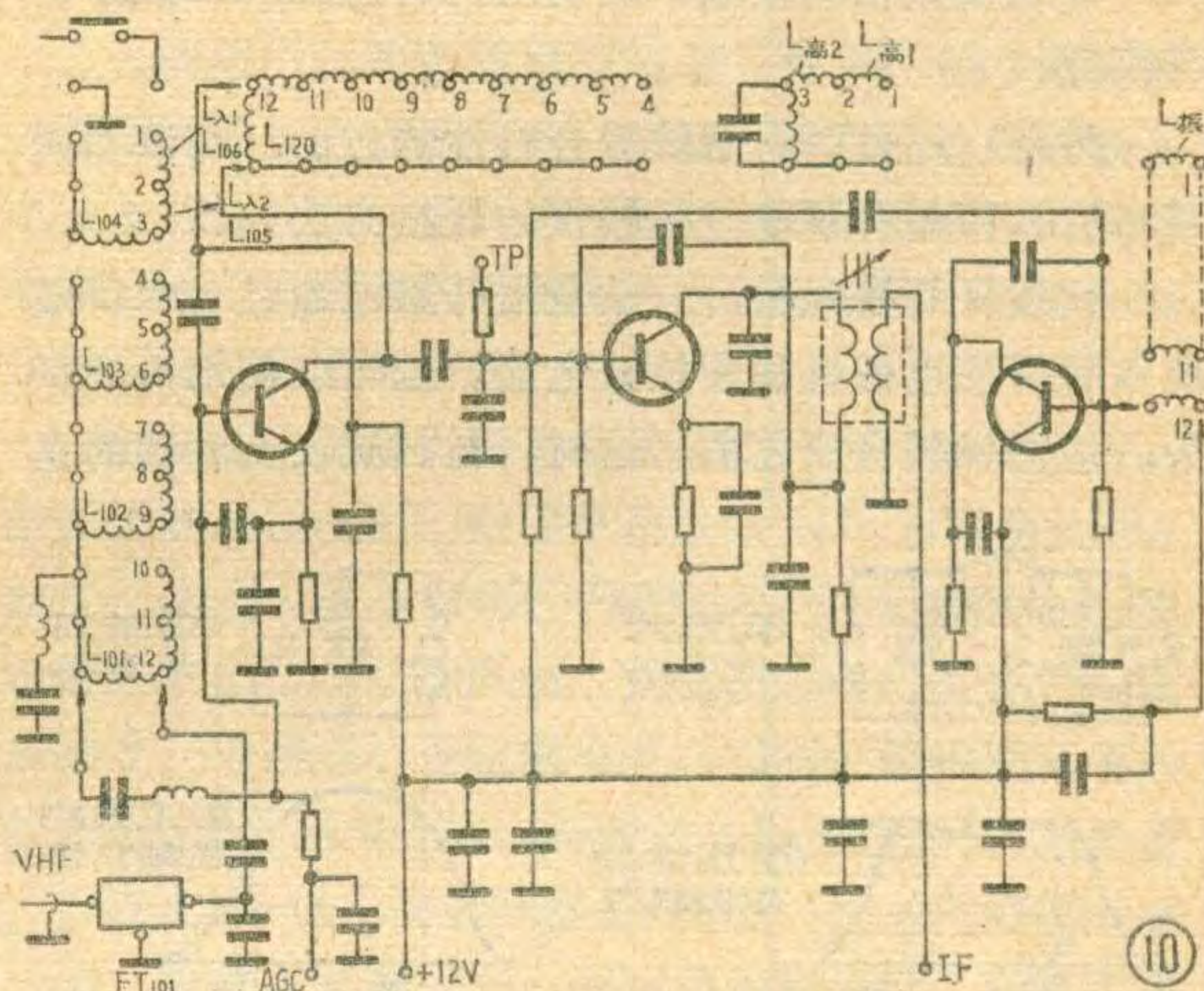


位置, 调谐电压放在接近最高端 (如 28 伏)。

然后再改变各有关调谐电路的电感线圈, 使高频特性符合我国电视频道的要求。

如果要求这类机器, 在同一频段内能接收两个或多个电视频道, 则还要注意频段内的统调。方法是: 有自动频率控制电路(AFC)的, 应首先把它断开, 待调整好以后再恢复, 免除它的影响。把调谐电压, 先置于接收我国第五频道的高电压位置, 调整振荡线圈使其振荡频率为第五频道的图象载频加上该机的图象中频之和。接着再把调谐电压调到较低位置(如 3V), 检查频段低端的高频特性和振荡频率。如果相差不多, 则认为合格。若相差较多, 可拨动电感线圈对低频端进行补偿。然后, 再放回到第五频道位置上, 调整补偿电容进行补偿, 使其在各频道都符合要求。一般情况下, 只改动少量线圈, 对原机的统调影响不大。

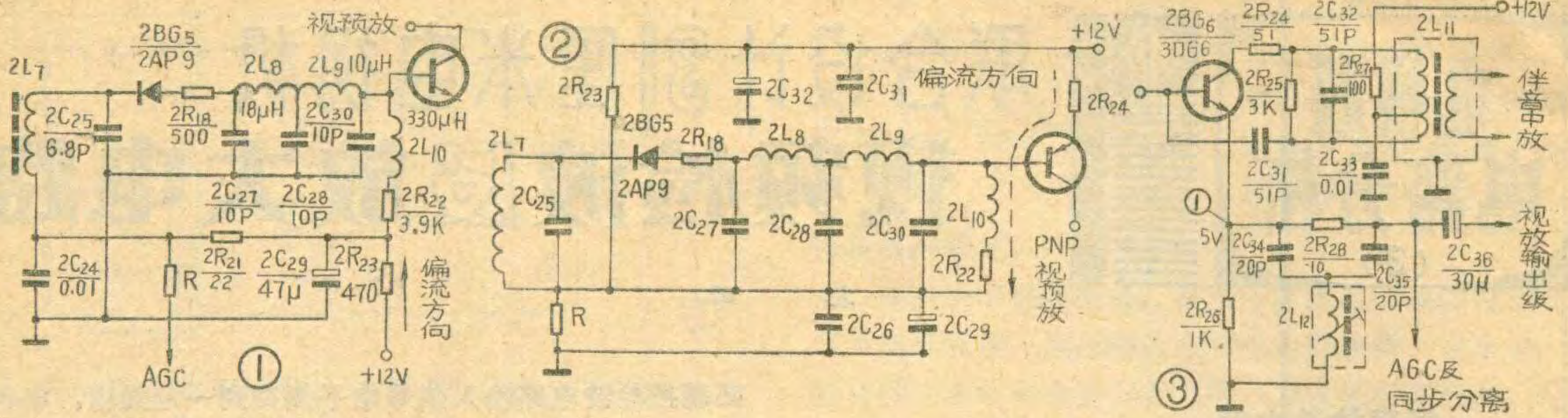
若需要改频的电视机, 其频率覆盖范围小于我国



同一频段的频率覆盖范围, 例如西欧制式的电视机, 由于它的VHF I频段的覆盖系数(即西欧VHF I频段最高频率与其最低频率之比) $68\text{MHz}/47\text{MHz}=1.44$ 小于我国的VHF I频段的覆盖系数 $92\text{MHz}/48.5=1.9$, 采用这种简单的方法改频, 就解决不了对频率覆盖的要求。

实际电路举例:

西德产根德5010型彩色电视机, 属于西欧制式, VHF I频段的频率覆盖范围是 47—68MHz, 要求改为接收我国的第五频道 (84—92MHz) 信号。该机VHF调谐器有关电路如图(11)。图中各



($2R_{22}$)、低通滤波电路($2L_8$ 、 $2L_9$ 、 $2C_{27}$ 、 $2C_{28}$ 、 $2C_{30}$)、正向偏置电路($2R_{21}$ 等)、负载高频补偿电感($2L_{10}$)以及防止高次谐波干扰的串联电阻($2R_{18}$)等组成。 $2C_{25}$ ($6.8P$)与 $2C_{24}$ (0.01μ)串联起来构成次级调谐回路的谐振电容,因为 $2C_{24}$ 的容量比 $2C_{25}$ 大得多,所以,实际上次级回路的谐振频率主要由 $2C_{25}$ 决定。

检波二极管应选用高频特性良好、检波效率较高的晶体二极管,如2AP9等。外表面应有黑色涂层,以减少光辐射对检波特性的影响。

检波二极管的接法,由视频放大电路的级数和显象管采用的激励方式来确定。在电视机中,检波之后通常采用一级视预放和一级视放。如果显象管采用阴极激励,则二极管应接成负向检波(即二极管的负极接输入信号),这样检波所得的正极性电视信号(即同步头向下,白色为高电平,黑色为低电平),经过一级视放倒相后(因视预放为射极跟随器,没有倒相作用),正好在阴极上加有负极性激励信号。如果显象管采用栅极激励,则需要把二极管接成正向检波(即二极管的正极接输入信号),这样检波所得的负极性电视信号,经一级视放倒相后,正好在栅极上加有正极性激励信号。但因栅极激励,需要较大的激励电压,故不常用。如果视放为两级,二极管的接法正好与上述两种情况相反。

低通滤波电路,主要是用来滤除残留中频信号及其高次谐波的。总的来说,要求低通滤波电路与检波负载配合起来,在视频频率范围内具有近似不变的输入阻抗,以避免检波负载随视频的变化而变化,造成某些频率峰起,某些频率凹陷。低通滤波电路一般采用双 π 型电路,它比单 π 型电路的滤波性能好。目的是为了阻止高次谐波进入后面的电路。在调整滤波电路时,对截止频率以外的衰减特性必须很好注意。如果调得不好,容易在屏幕上造成拉毛现象。

为了克服检波二极管伏安特性的弯曲所造成的失真,在检波二极管上加有一定的正偏置电压。正向偏置电压的加法与视预放采用NPN晶体管还是采用PNP晶体管有关,以采用PNP晶体管比较方便,此时,可直接利用检波负载上视预放偏流所产生的压降,作为检波管的正向偏置,如图2所示,不必再采用特

设的电路。如果视预放采用NPN型管子,则必须另加正向偏置电路。因为这时视预放的偏置电流,流经检波负载所产生的压降,其极性恰好与二极管正向偏置的要求相反。联合设计31厘米电视机的检波电路,其正向偏置电路的设置见图1。由图可见,+12伏经 $2R_{23}$ 、 $2R_{21}$ 、 R (为去AGC电路的模拟电阻),在 $2R_{21}$ 上产生约0.4伏的压降,此压降抵消视预放偏流在 $2R_{22}$ 上产生的压降后,还有0.3伏左右的电压,将此电压加到检波二极管两端,作为正向偏置。改变 $2R_{21}$ 的阻值,可改变偏置电压的大小,以便调整检波二极管的工作点。

另外,为了防止高次谐波的辐射,对视频检波器必须妥善地加以屏蔽,并在印刷电路板的排列上,尽可能地远离中放输入部分。

二.视预放

一般普及型黑白电视机的视频放大电路均由两级构成,第一级叫视预放,第二级叫视放输出级。视预放接在视频检波电路之后,为了提高输入阻抗,减小它对检波电路的影响,对视频图象信号来说,必须采用射极跟随电路。对第二伴音中频(6.5兆赫)来说,为了使其有一定的放大增益,必须采用共发射极放大电路。视预放的输出端连接着视放输出级、AGC电路及同步分离电路等,视预放采用射极跟随电路后,因为输出阻抗较低,可以减小各电路之间的相互串扰。

全国联合设计31厘米黑白电视机的视预放电路,如图3所示。由图可见,视预放发射极接有6.5兆赫的伴音中频吸收回路。它采用桥T型电路,以获得较高的衰减量,使第二伴音中频信号不致进入视放输出级和其他电路。在视预放的集电极接有6.5兆赫的第二伴音中频耦合变压器,从中滤出6.5兆赫的伴音信号,然后送往伴音中频放大电路。 $2C_{31}$ 为中和电容,以防止自激; $2R_{27}$ 、 $2C_{33}$ 为退耦电路,以防止杂散信号窜入;电阻 $2R_{24}$ 是为了解决静态幅频特性与动态幅频特性的不一致性而设置的,对于第二伴音中频信号来说,视预放输出是由高Q值的LC谐振电路组成,这种电路惰性较大,因此,造成了静态幅频特性与动态幅频特性的不一致,如图4所示。由于伴音

信号的频率是随着调制音频的速率变化而变化的，所以，在实际应用中，人们感兴趣的是动态幅频特性。在视预放集电极上串上 $2R_{24}$ 后，视预放的负载除 $2L_{11}$ 、 $2C_{23}$ 谐振回路外，还有 $2R_{24}$ 。大家知道，纯电阻是没有惰性的，因此加 $2R_{24}$ 后，可以相对减小 LC 谐振电路对幅频特性的影响。这样我们就有可能用扫频仪调出接近于实际的幅频特性来。此电阻不能选得太大，太大会影响该级作为伴音中放级的增益，一般选 200 欧以下为宜。

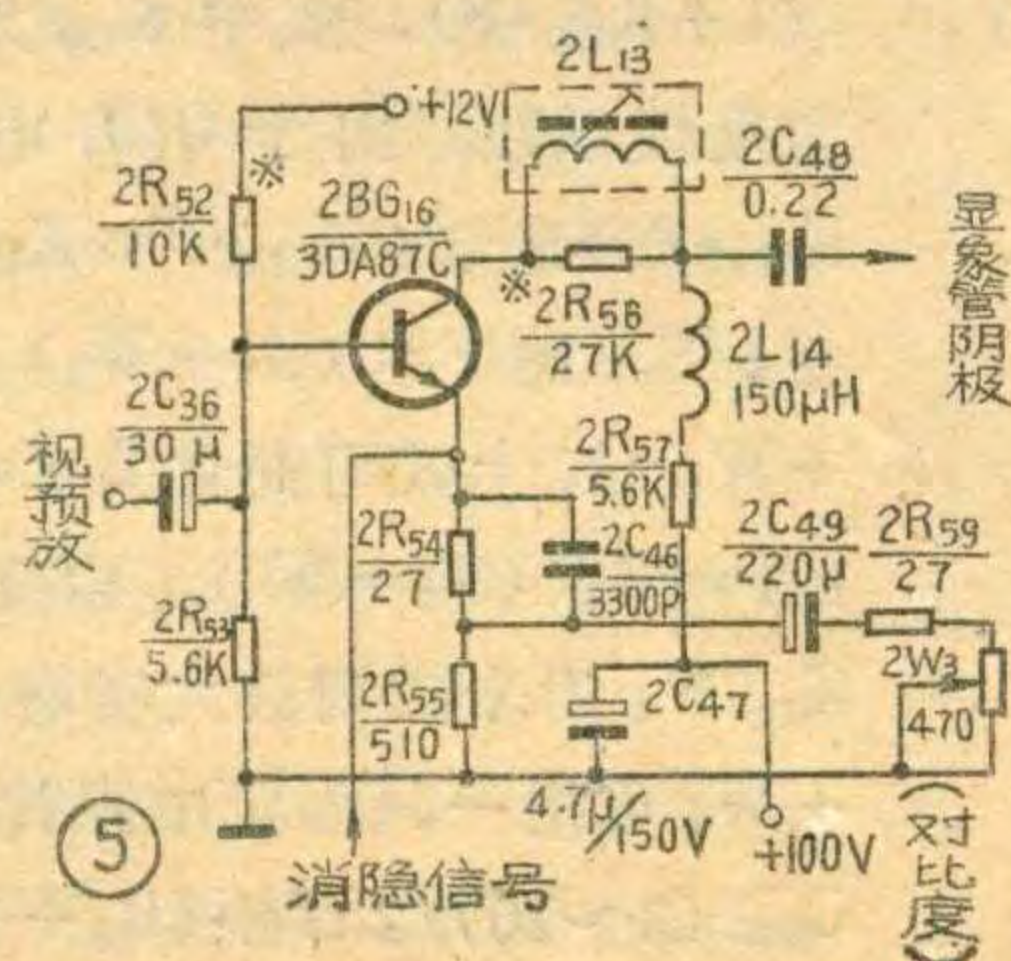
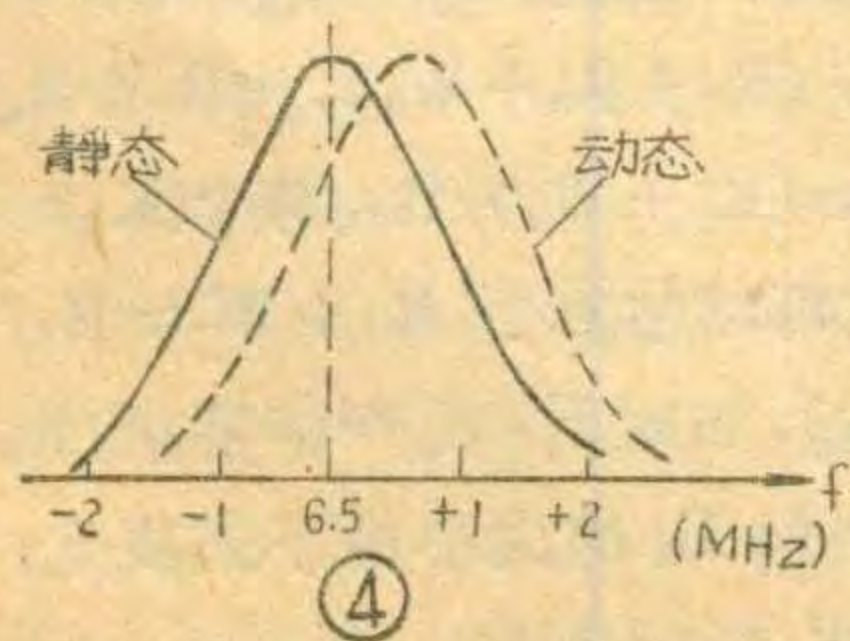
视预放在电视机中担负着多方面的工作，它工作状态是否正常对全机性能影响很大。由于视预放本身采用的是射极跟随器，所以，只要电路设计正确，一般不会发生大问题。但是视预放的发射极电压（约 5 伏）对其他电路是有影响的。例如 AGC 和消噪电路工作是否正常与这一点电压有关，因此，常常将视预放发射极电压作为重要的检测点，不仅要看视频输出电压是否正常，也要看直流电压是否正常。

三. 视放输出电路

视放输出电路将视预放送来的 $1V_{PP}$ 左右的视频信号放大到 $50\sim 80V_{PP}$ ，然后再对显象管的辉度进行调制。联合设计 31 厘米电视机的视放输出电路，如图 5 所示。在此电路中， $2C_{36}$ 为视频输入耦合电容； $2R_{52}$ 、 $2R_{53}$ 为直流偏置电阻。在视放管 $2BG_{15}$ 的发射极上，电阻 $2R_{54}$ 、 $2R_{55}$ ，电位器 $2W_3$ 以及电容 $2C_{46}$ 、 $2C_{49}$ 组成串并联电路，构成电流负反馈，以稳定工作点，同时也作为对比度控制电路。 $2W_3$ 为对比度调节电位器，它通过隔直流电容 $2C_{49}$ 与发射极电阻 $2R_{55}$ 并联。调节 $2W_3$ 虽然不影响末级视放管的直流工作点，但改变了发射极的交流电阻，从而改变了电流的反馈量。当 $2W_3$ 阻值变小时，交流反馈量减小，使末级视放管的增益增大，对比度也增大；当 $2W_3$ 阻值增大时，交流反馈量也增大，使末级视放管的增益降低，对比度也减小。 $2R_{59}$ 用来减小对比度的调节范围，也可以防止 $2W_3$ 起始电阻突跳所引起的对比度突变。

视放输出电路为共发射极放大电路，由于要求它提供较大的输出电压幅度，所以放大电路必须用高压（约 100 伏）供电。放大用的晶体管也必须是耐压大于 100 伏的高反压管，

如 3DA87B~E 等。

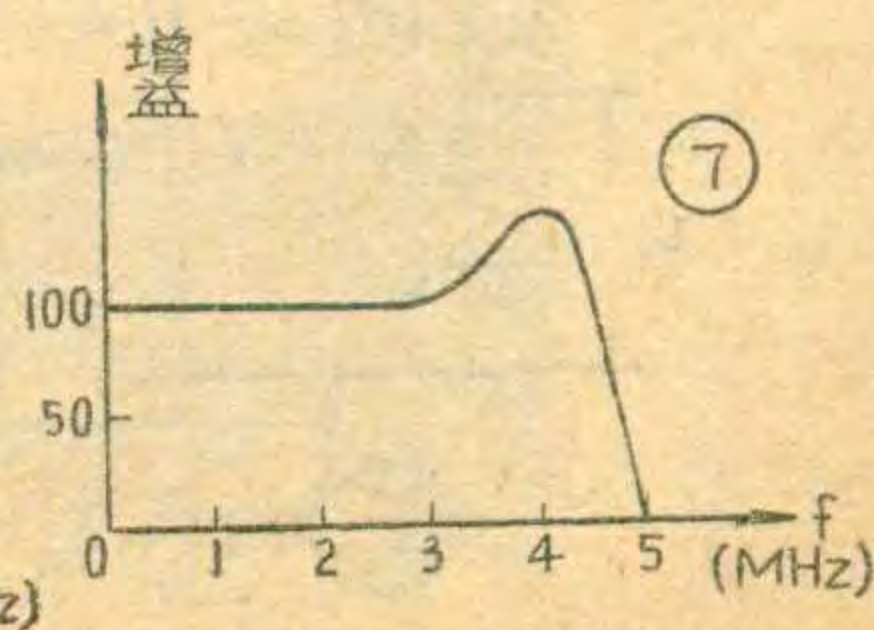
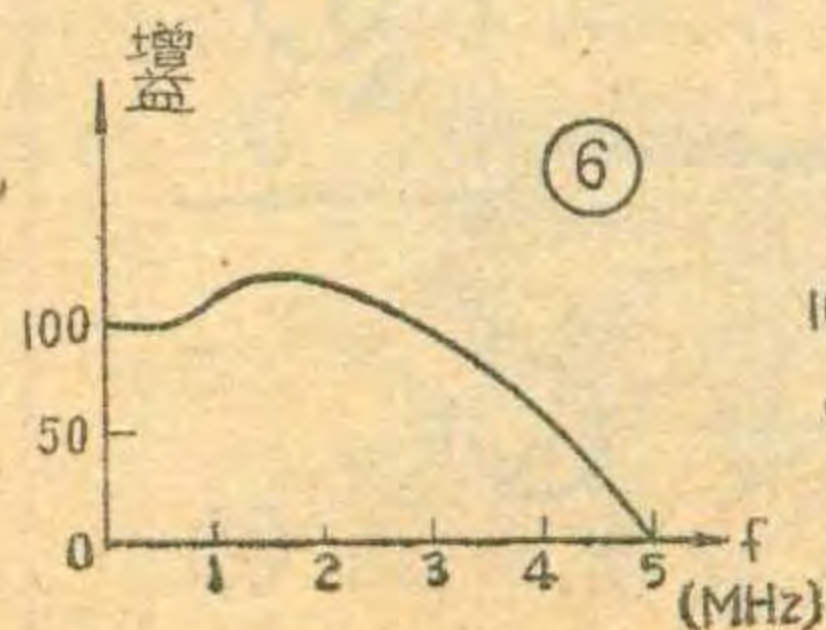


视放输出电路是一个宽频带放大器，要求其带宽至少要达到 4 兆赫以上。因此，必须采用各种补偿措施，以展宽频带。本电路采用了三项高频补偿措施：在集电极负载电路中，采用了并联补偿线圈 $2L_{14}$ 和串联补偿线圈 $2L_{13}$ ；在发射极电路中，采用了高频补偿电容 $2C_{46}$ ，以减小 $2W_3$ 在调节过程中，视频特性曲线的变动。关于它们的补偿原理，这里就不作介绍了，需要着重研究的问题是视放输出电路究竟怎样补偿才最合理。换句话说，补偿以后的视放幅频特性应具备什么样的形状，才能获得质量较好的图象。大家知道，电视机的图象通道是一个统一体，不能分割开来去研究各部分应具备什么样的特性。因此，在考虑视放输出级的补偿时，应与中放幅频特性、检波负载特性等联系起来统一考虑。前一篇文章已经谈到，中放幅频特性有平顶形和草垛形两种，而且知道平顶形曲线的相频特性不理想，如能用一个合适的视放特性曲线与它配合使用，仍能获得较好的图象。一般与平顶形曲线相配合的视放幅频特性曲线，如图 6 所示。这个曲线的特点是在 1~2 兆赫附近约有 2dB 左右的峰起，利用视放幅频特性曲线的这一畸变，来校正中放幅频特性中这一部分的相位失真。曲线峰起以后，就应逐渐下降，因为平顶形曲线有较宽的频带，不必再用视放特性曲线来提升高频，否则就有可能使高频过冲，产生振铃，破坏图象质量。

与草垛形中放幅频特性曲线相配合的视放幅频特性曲线，如图 7 所示。这个曲线的特点是在 4 兆赫以下基本上是平坦的。因为草垛形曲线的相频特性在通带内接近于线性，所以，没有必要再用视放特性曲线来补偿。但是，草垛形曲线的带宽较窄，高频分量有所损失，所以，高频部分需要用视放输出级的串联补偿，将高频部分提上去。

总而言之，通道的优劣最终要以图象质量来决定，既要照顾分辨率，也要照顾图象的过渡特性，即图象黑、白或白、黑转变中的边缘过程，好的图象质量边缘清晰，没有镶边，振铃、拖尾等现象。

另外，在末级视放的发射极上还加有行、场消隐信号，当行、场的逆程脉冲（正极性）来到时，使视放管截止，集电极处于高电位，将此电位送到显象管阴极，使射束截止，起到消隐的作用。



OCL电路的简易设计(续)

李应楷

四、激励级(BG₃)的计算:

1. 决定 BG₃ 的集电极电流 I_{c3}。BG₃ 是一个普通的甲类放大器。当 R₁₀ 较大时, 它的交流负载近似为 BG₄、BG₅ 的输入阻抗。为了使信号不失真, 可取 $I_{c3} \approx 3i_{b4max} = 3i_{b5max} = 3i_{c4max}/h_{fe4}$ 。

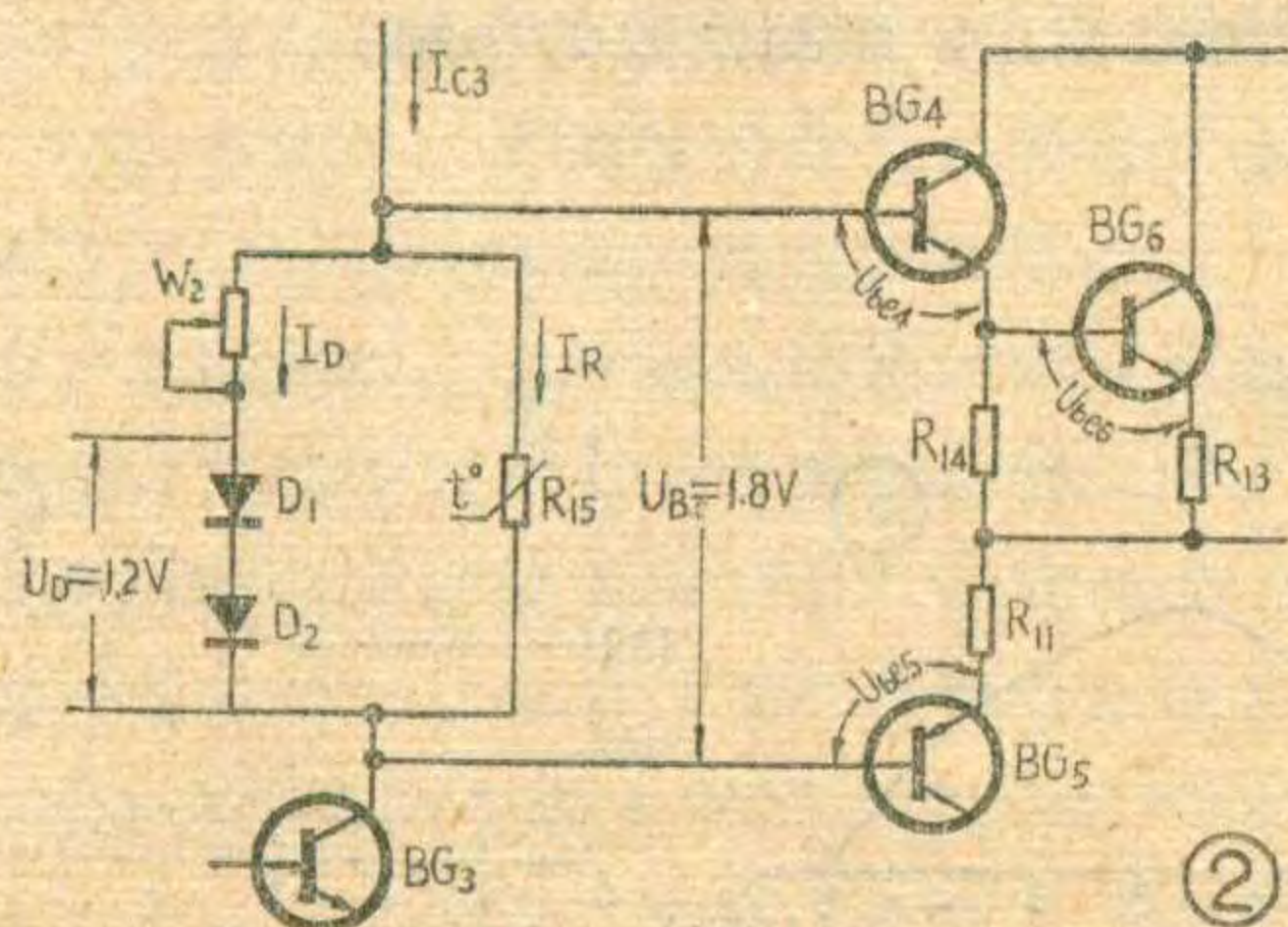
2. 决定 BG₃ 的集电极电阻。由于 BG₃ 集电极对地直流电压约为零伏, 所以 $R_{c3} \approx E_c/I_{c3}$ 。R_{c3} 由 R₉、R₁₀、W₂ 及 D₁、D₂ 的正向电阻共同组成。因 W₂ 及 D₁、D₂ 的正向电阻很小, 通常可认为 $R_{c3} \approx R_9 + R_{10}$ 。对交流信号来说, R₉ 与扬声器并联, 如果 R₉ 太小, 会消耗过多的输出功率。但 R₉ 也不能太大, 否则将使 BG₃ 有效负载变小, 影响 BG₃ 的电压增益。通常取 $\frac{1}{3}R_{c3} > R_9 > 20R_L$ 。确定 R₉ 后, 便可求出 $R_{10} \approx R_{c3} - R_9$ 。

3. 决定 R₁₅、W₂、D₁、D₂。由图 2 可见, R₁₅、W₂、D₁、D₂ 构成 BG₄、BG₅ 的基极偏置电路, 则 $U_B \approx U_{be4} + U_{be6} + U_{be5}$ 。硅管的 $U_{be} = 0.6 \sim 0.7$ 伏, 锗管的 $U_{be} = 0.2 \sim 0.3$ 伏。当互补管用硅管时, D₁、D₂ 也要用硅二极管; 如果互补管中有一只或两只为锗管, 则 D₁、D₂ 也要有一只或两只改用锗管。硅二极管的正向压降约 0.6 伏, 锗二极管的正向压降约 0.2 伏。由图 2 可见: $I_{c3} \approx I_D + I_R$ 。

为了能得到满意的补偿, I_D 与 I_R 需有合适的比例。我们实验的结果是: 要使 2CP 型二极管有较好的稳压效果, I_D 需在 3 毫安以上。但 I_D 也不能太大, 因为这会使 I_R 减小、R₁₅ 加大, 如果 R₁₅ 超过 1 千欧, 温度补偿便不够。I_{c3} 通常为 5~10 毫安, 较合适的比例是: I_D:I_R ≈ 2:1。

确定 I_D 与 I_R 后, 便可计算出 R₁₅ 和 W₂ 的使用值: $R_{15} = U_B/I_R$, $W_2 = (U_B - U_D)/I_D$ 。

4. 计算自举电容器 C₅。C₅ 在通频带内的容抗只有远小于 R₉, 才能保证 BG₄、BG₅ 对 BG₃ 的输出端来说处于共射组态。因此可取: $C_5 = (3 \sim 10)/2\pi f_{低} R_9$ 。



式中 $f_{低}$ 为放大器的低频下限频率。

5. 选择 BG₃。由于 BG₃ 的 c-e 结之间直流电压约为 E_c , 在最大输出时, 其集电极上叠加有峰值接近于 E_c 的信号电压。所以要求 $BV_{ceo} > 2E_c$; $P_{cm} \gg E_c \cdot I_{c3}$ 。

五、差动放大级(BG₁、BG₂)的计算:

1. 决定 BG₁、BG₂ 的集电极电流: BG₁、BG₂ 集电极电流的大小对放大器的失真影响不大, 一般可取 $I_{c1} = I_{c2} = 0.5 \sim 2$ 毫安。电流过大, 晶体管功耗加大; 电流过小, 又会降低放大器的开环增益。

2. 求发射极电阻 R_e: 由图 3 可知, $U_e = U_{be1} + I_{b1} \cdot R_2$, 其值很小, 计算 R_e 时可视 U_e 为零伏。所以 $R_e \approx E_c/I_e \approx E_c/(I_{c1} + I_{c2})$ 。R_e 由 R₈、R₃ 串联而成, R₈ 起退耦作用, 一般可取 $R_8 = (0.1 \sim 0.33)R_e$, $R_3 = R_e - R_8$ 。

3. 计算退耦电容 C₂: 可取 $C_2 \geq (3 \sim 10)/2\pi f_{低} R_8$ 。

4. 计算集电极电阻 R₄、R₅。 $R_4 = U_{bes}/(I_{c1} - I_{b3}) \approx U_{bes}/I_{c1}$ 。当 BG₃ 为硅管时, $U_{bes} = 0.6$ 伏。 $R_5 = R_4$ 。

5. 选择基极电阻 R₂、R₇: R₂ 的大小决定整个放大器的输入阻抗, 常在 15~47 千欧范围内选择。为了使 I_{c1} 与 I_{c2} 尽量接近, 可取 $R_7 = R_2$ 。但如想获得更强的直流负反馈, R₇ 也可小于 R₂。

6. 选择 BG₁、BG₂: 由于 BG₁ 或 BG₂ 的 U_{ce} 约等于 E_c , 所以其集电极功耗 $P_{c1} = P_{c2} \approx I_{c1} \cdot E_c$ 。

为了使差动放大器能稳定工作, BG₁、BG₂ 应选取 $P_{cm} \geq 5P_{c1}$ 、 $BV_{ceo} > 1.2E_c$ 。

BG₁、BG₂ 反向电流越小越好, 并按 U_{be} 、 h_{fe} 配对。从稳定性考虑, BG₁、BG₂ 用硅管比用锗管好。

六、其它元件的计算:

1. 负反馈电路: $(R_6 + W_1)$ 的数值由电路所要求的电压增益来决定。电压增益 $K_u = U_{出}/U_{入} = \sqrt{P_{omax} \cdot R_L}/U_{入}$ 。对于负反馈放大器来说, $K_u = K_{uo}/(1 + K_{uo} \cdot F)$, 式中 K_{uo} 为放大器的开环电压增益, F 为反馈系数。由于 OCL 电路有很深的负反馈, 即 $K_{uo} \cdot F \gg 1$, $1 + K_{uo} \cdot F \approx K_{uo} \cdot F$, 因此 $K_u \approx K_{uo}/K_{uo} \cdot F = 1/F$ 。而 $F = (R_6 + W_1)/(R_7 + R_6 + W_1)$, 当 $R_7 \gg R_6 + W_1$ 时, 上式可简化为 $F \approx (R_6 + W_1)/R_7$, 所以 $K_u \approx 1/F \approx R_7/(R_6 + W_1)$ 。由此可以估算出 $R_6 + W_1 \approx R_7/K_u$ 。W₁ 用来微调放大器增益, 如对 K_u 无严格要求, R₆ + W₁ 可用一只固定电阻代替。C₃ 的大小由下式决定: $C_3 \geq (3 \sim 10)/2\pi f_{低} \cdot (R_6 + W_1)$ 。

2. 输入电路的计算: R_1 的大小以不明显降低放大器的输入阻抗为前提, 一般选 $R_1 = (3 \sim 5)R_2$; $C_1 = (3 \sim 10) / 2\pi f_{\text{低}} \cdot R_2$ 。 C_1 最好不用电解电容, 如果选用, 应使耐压高一些。

3. R_{12} 、 C_7 、 C_4 、 C_8 的选取: 如果 R_{12} 、 C_7 要对负载阻抗作出完全补偿, 便应满足 $R_{12} = r_y$ 和 $L_y / C_7 = r_y^2$, 这里 r_y 和 L_y 分别是扬声器的电阻分量和电感分量。但这样一来, C_7 的容量将很大(几微法到几十微法), R_{12} 要消耗大量的信号功率, 扬声器也得不到高音信号。因此, 不能单根据补偿条件确定 R_{12} 和 C_7 , 还应照顾到不影响高音输出和少消耗有用信号功率。

为了使放大器在高频时仍有适当负载, 可取 $R_{12} \approx R_L$; 如果让 C_7 在通频带之外才起作用, 则 $C_7 = 1 / 2\pi f_{\text{高}} \cdot R_{12}$, 式中 $f_{\text{高}}$ 是放大器的高频上限频率。

C_4 、 C_8 可从 0~220 微微法范围选取, 其数值大小影响到晶体管的 f_T 和电路的反馈深度, 常通过实验来决定具体数值。在调试中如发现电路有自激振荡或高频响应差, 可增减 C_4 、 C_8 的容量。没有自激时可取消 C_4 。

4. 在放大器输出端加装保险丝 BX, 能对扬声器起保护作用, 保险丝容量可参考 $i_{c6\text{max}}$ 来选取。

另外, 在 $+E_c$ 和 $-E_c$ 处, 也可串入保险丝, 其容量可根据 $I_{c6\text{max}}$ (或 $I_{c7\text{max}}$) 来决定, 以保护整流器。

七、电源整流部分的计算: 这部分的设计方法与普通电源电路相同, 不再介绍。需要注意的是, 变压器的容量要富裕些, 漆包线的线径要取大些, 电流密度可用到 2 安/毫米² 以下。

计算举例

给定条件: $P_{o\text{max}} = 50$ 瓦, $R_L = 8$ 欧, 输入信号电压 1 伏, 频率响应 10 赫~100 千赫 ± 3 分贝, 末级输出管的 $h_{fe} = 50$ 。

一、决定电源电压: 取 $\eta = 0.7$,

则 $E_c = \frac{1}{\eta} \cdot \sqrt{2P_{o\text{max}} \cdot R_L} = \frac{1}{0.7} \cdot \sqrt{2 \times 50 \times 8} \approx 40$ 伏。(如果 $R_L = 4$ 欧, 可取 $\eta = 0.6$; $R_L = 16$ 欧时, 取 $\eta = 0.8$)

二、输出管部分计算:

1. $U_{ce6\text{max}} = U_{ce7\text{max}} \approx 2E_c = 2 \times 40 = 80$ 伏。

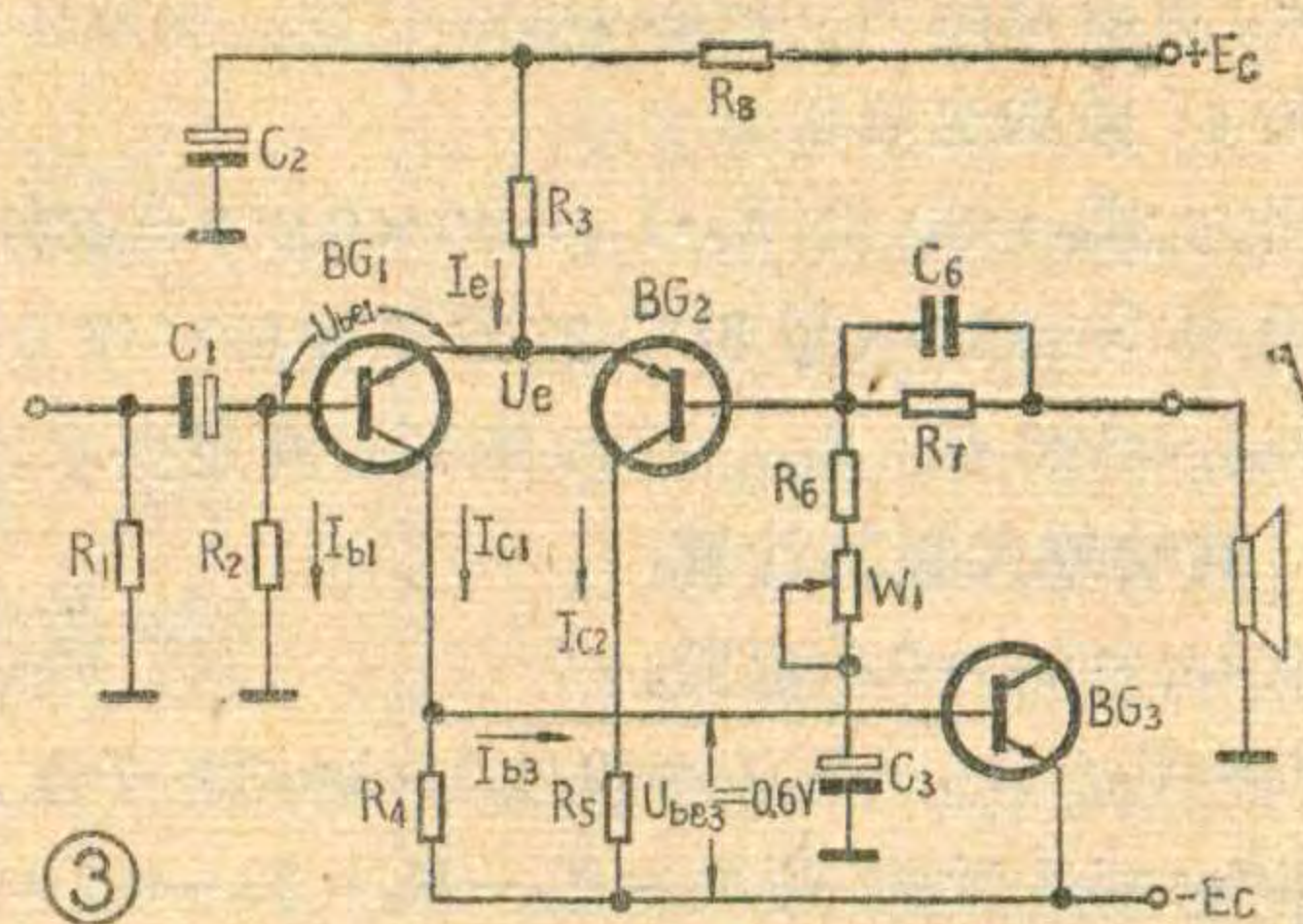
2. 取 $R_{13} = R_{16} \approx 0.06R_L = 0.06 \times 8 \approx 0.5$ 欧。

3. $i_{c6\text{max}} = i_{c7\text{max}} = E_c / (R_L + R_{13}) = 40 / (8 + 0.5) \approx 4.7$ 安; $I_{c6\text{max}} = I_{c7\text{max}} = i_{c6\text{max}} / \pi = 4.7 / 3.14 \approx 1.5$ 安。

4. 取 $I_0 = 20$ 毫安。

5. $P_{c6\text{max}} = P_{c7\text{max}} \approx 0.2 P_{o\text{max}} + E_c \cdot I_0 = 0.2 \times 50 + 40 \times 0.02 = 10.8$ 瓦。

6. 选 3DD 101 A (部标型号, 即 3DD 12 A) 作 BG_6 、 BG_7 , 该管的主要参数是: $BV_{ce0} \geq 100$ 伏 $> U_{ce6\text{max}}$;



$I_{cm} = 5$ 安 $> i_{c6\text{max}}$; 加散热片后的 $P_{cm} = 50$ 瓦 $> P_{c6\text{max}}$ 。能满足要求。

三、互补管部分的计算:

1. $R_{i6} = R_{i7} = h_{ie6} + (1 + h_{fe6})R_{13} = 10 + (1 + 50) \times 0.5 \approx 35$ 欧。

2. 取 $R_{14} = R_{17} = 6.3 R_{i6} = 6.3 \times 35 \approx 220$ 欧。

3. $R_{11} = R_{14} \cdot R_{i6} / (R_{14} + R_{i6}) = 220 \times 35 / (220 + 35) \approx 30$ 欧。

4. $i_{c4\text{max}} = i_{c5\text{max}} = 1.28 \times \frac{i_{c6\text{max}}}{h_{fe6}} = 1.28 \times \frac{4.7}{50} \approx$

0.12 安; $P_{c4\text{max}} = P_{c5\text{max}} = 1.3 \times \frac{P_{c6\text{max}}}{h_{fe6}} = 1.3 \times \frac{10.8}{50} \approx$

0.28 瓦; $U_{ce4\text{max}} = U_{ce5\text{max}} \approx 2E_c = 2 \times 40 = 80$ 伏。

5. 选 3DD 100 A (部标型号) 作 BG_4 , 选 3CA 1 D (上无 29 厂) 作 BG_5 , 都不需加散热器。它们的有关参数是: 3DD 100 A 的 $I_{cm} = 1.5$ 安, $P_c = 1$ 瓦, $BV_{ce0} \geq 100$ 伏; 3CA 1 D 的 $I_{cm} = 0.5$ 安, P_c 约 1 瓦, $BV_{ce0} \geq 100$ 伏。

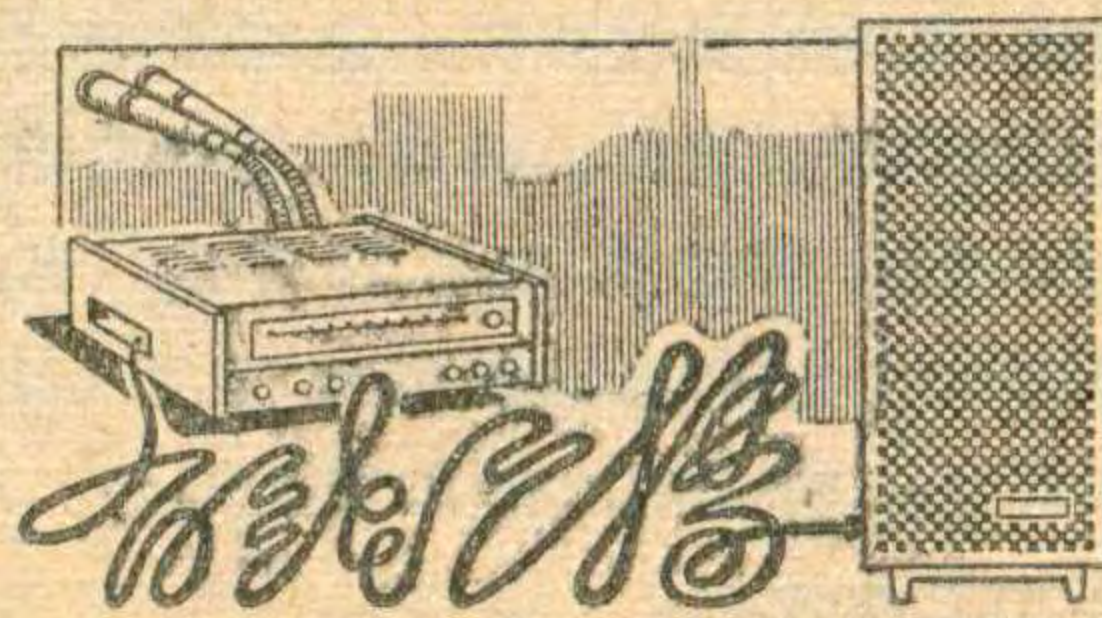
四、激励级的计算:

1. $I_{c3} \approx 3i_{c4\text{max}} / h_{fe4} \approx 3 \times 0.12 / 50 \approx 0.007$ 安。

2. $R_{c3} \approx E_c / I_{c3} = 40 / 0.007 \approx 5.7$ (千欧)。取 $R_9 = 1$ 千欧 (符合 $\frac{1}{3} R_{c3} > R_9 > 20 R_L$), 则 $R_{10} \approx R_{c3} - R_9 = 5.7 - 1 = 4.7$ 千欧。

3. 因为 $BG_4 \sim BG_6$ 都是硅管, 所以 $U_B \approx 3 \times 0.6 = 1.8$ 伏。 D_1 、 D_2 选用 2CP 10, $U_D = 2 \times 0.6 = 1.2$ 伏。取 $I_R = 2.5$ 毫安, $I_D = 4.5$ 毫安, 得: $R_{15} = U_B / I_R = 1.8 / 2.5 \times 10^{-3} = 720$ 欧; 可取标称值为 680 欧的热敏电阻。 $W_2 = (U_B - U_D) / I_D = (1.8 - 1.2) / 4.5 \times 10^{-3} = 133$ 欧, 可取标称值为 220 欧的电位器。

4. $C_8 = 6 \times \frac{1}{2\pi f_{\text{低}} \cdot R_9} = 6 \times \frac{1}{6.28 \times 10 \times 1000} \approx$



段 浩

100 微法。可取耐压为 50 伏的电解电容。如嫌体积太大，改用 47 微法也可以。

5. 因为 $2E_c = 80$ 伏， $E_c \cdot I_{c3} = 40 \times 0.007 = 0.28$ 瓦，所以选用 3DG 182 B (用 3DG 27 B 可代替) 作 BG_3 。它的 $BV_{ceo} \geq 100$ 伏， $P_{cm} = 700$ 毫瓦，满足要求。

五、差动放大级的计算：

1. 取 $I_{c1} = I_{c2} = 0.6$ 毫安。

2. $R_e \approx E_c / (I_{c1} + I_{c2}) = 40 / 1.2mA \approx 33$ 千欧。取 $R_8 = 0.19R_e = 6.2$ 千欧，得 $R_3 = R_e - R_8 = 33 - 6.2 = 26.8$ 千欧。可取标称值为 27 千欧。

3. $C_2 \geq (3 \sim 10) / 2\pi f_{低} \cdot R_8 = (3 \sim 10) / 6.28 \times 10 \times 6200 = (3 \sim 10) \times 2.5$ 微法。可取 $C_2 = 47$ 微法，耐压为 50 伏。

4. $R_4 = R_5 \approx U_{be3} / I_{c1} = 0.6 / 0.6 \times 10^{-3} \approx 1$ 千欧。

5. 取 $R_2 = 33$ 千欧， $R_7 = 15$ 千欧。

6. 因为 $5P_{c1} = 5P_{c2} = 5 \times I_{c1} \cdot E_c = 5 \times 0.6 \times 40 = 120$ 毫瓦； $1.2E_c = 1.2 \times 40 = 48$ 伏。所以可选 3CG 21 E (上无 29 厂产品) 作 BG_1 、 BG_2 。它的 $P_{cm} = 300$ 毫瓦， $BV_{ceo} \geq 70$ 伏，满足要求。

六、其它元件的计算：

1. 负反馈电路 $K_u = \sqrt{P_{omax} \cdot R_L} / U_\lambda = \sqrt{50 \times 8} / 1 = 20$ ； $R_6 + W_1 \approx R_7 / K_u = 15 \times 10^3 / 20 = 750$ 欧。可取 $R_6 = 470$ 欧，另外加 470 欧的一只电位器作 W_1 。或取 $R_6 = 750$ 欧， W_1 省去不用。 $C_3 \geq (3 \sim 10) / 2\pi f_{低} (R_6 + W_1) = (3 \sim 10) / 6.28 \times 10 \times 750 \approx (3 \sim 10) \times 22$ 微法。取 $C_3 = 100$ 微法，耐压 6.3 伏即可。

2. 输入电路取 $R_1 = 3R_2 = 100$ 千欧；

$C_1 = (3 \sim 10) \frac{1}{2\pi f_{低} \cdot R_2} = (3 \sim 10) \frac{1}{6.28 \times 10 \times 33 \times 10^3} \approx (3 \sim 10) \times 0.48$ 微法。取 $C_1 = 1.5$ 微法，可采用纸介电容器。

3. 取 $R_{12} \approx R_L = 10$ 欧； $C_7 = 1 / 2\pi f_{高} \cdot R_{12} = 1 / 6.28 \times 100 \times 10^3 \times 10 = 0.16$ 微法，可取 $C_7 = 0.15$ 微法。

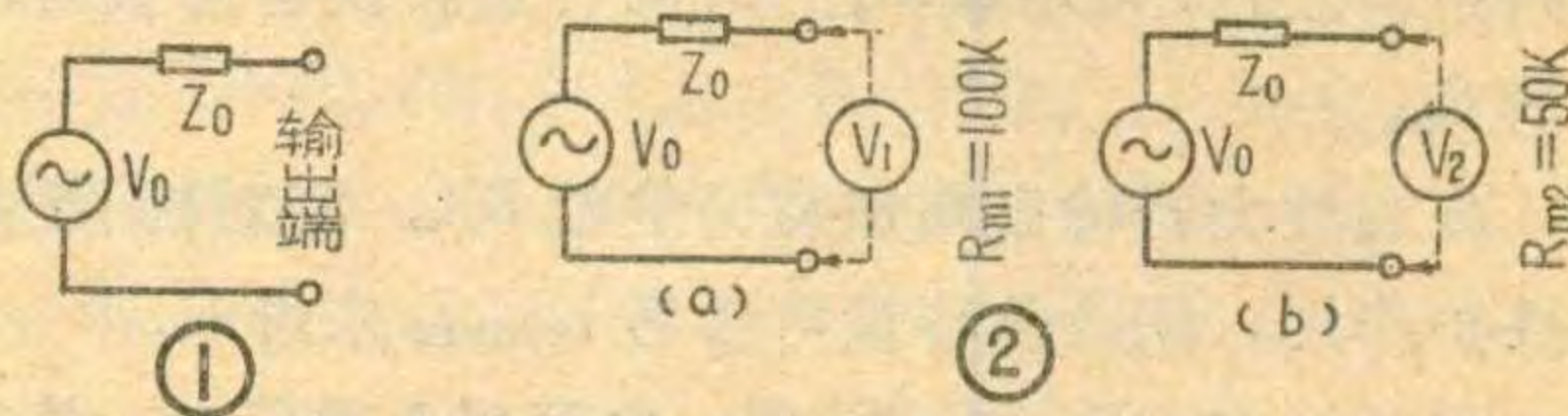
C_4 和 C_6 可暂取 1000 微微法，待调试时最后确定。

4. 取扬声器保险丝容量为 5 安，另外在 $+E_c$ 和 $-E_c$ 处串入 3 安保险丝。

上述计算结果经整理后已标在图 1 中。电路里除了 R_{13} 、 R_{16} 、 R_{12} 要用 3 瓦线绕电阻 (例如 RX 1 型) 外，其余一律可采用金属膜或碳膜电阻。

当因使用场合不同，要求电路有不同的输出功率时，可以参照上面的设计方法，适当改变供电电源电压和一些元件的数据即可。例如，只要把图 1 电路的 U_2 降为 17.5 伏，并把 R_3 改为 15 千欧， R_8 改为 2.7 千欧，就变成一个适合家庭使用的 15 瓦 ocL 放大器了。当然， P_{omax} 减少后，晶体管的型号、电容器的耐压也可作相应改变。

在调试电子线路时，经常要测量线路的空载电压和输出阻抗。用万用表可以很方便地直接测量交、直流电压和电阻，这是大家所共知的。但是，要想用万用表正确地测量电子线路的空载电压和输出阻抗，却不那么简单。例如，当线路的输出阻抗很高，万用表的内阻又较低的时候，如果你仍用万用表直接去测量空载电压，测试结果将非常不准确，测试值会远远低于实际值。那么，如果仅有万用表，没有其它仪器，能不能测量准确一些呢？下面我介绍一种办法，就能解决这个问题。



我们知道，一般工作在线性范围内的电子线路都可以看成是一个线性有源网路。从被测线路的输出端来看，它可以等效成图 1 的形式。图中 V_0 为线路输出端的空载电压； Z_0 为空载时线路输出端阻抗。根据上述分析，我们就可以用两个内阻不同的万用表的电压档，分别去测试输出端的电压，得 V_1 、 V_2 两个数值，然后稍加计算，就能求出较正确的空载电压 V_0 和输出阻抗 Z_0 。

例如：第一只万用表的内阻 R_{m1} 为 100 千欧，测得读数 $V_1 = 40$ 伏 (见图 2 a)；第二只万用表的内阻 R_{m2} 为 50 千欧，测得读数 $V_2 = 26.6$ 伏 (见图 2 b)。根据图 2 可列出下列方程：

$$\begin{cases} V_1 = \frac{R_{m1}}{R_{m1} + Z_0} \times V_0 = \frac{100000 \times V_0}{100000 + Z_0} = 40 \dots \dots (1), \\ V_2 = \frac{R_{m2}}{R_{m2} + Z_0} \times V_0 = \frac{50000 \times V_0}{50000 + Z_0} = 26.6 \dots \dots (2). \end{cases}$$

解上面方程即可求出 $V_0 \approx 80$ 伏；将 V_0 值代入 (1) 式或 (2) 式，就能马上求出 $Z_0 \approx 100$ 千欧。

如果线路的输出阻抗 Z_0 已知，则只需用一只万用表就能求出空载电压 V_0 值。计算公式为：

$$V_0 = V \left(1 + \frac{Z_0}{R_m} \right) \dots \dots (3)$$

式中 V 为万用表读数， R_m 为万用表内阻。

从 (3) 式可以看出，当 $R_m \gg Z_0$ 时， $\frac{Z_0}{R_m} \rightarrow 0$ ，万用表的读数 V 就等于 V_0 值。

一台质量差的盒式磁带录音机，往往会给使用者带来许多烦恼。如：

怎样检查盒式录音机质量？

声音很小，则该盒式磁带录音机的电机和机构较好。如果“沙沙……”声

较大，并伴有周期性的打击声或其他响声，则说明该机的机构不良。同样，可置于快进和倒带状态，分别倾听。快进和倒带时，由于运转速度快，响声比放音状态时大些是正常的。

重复以上步骤，只是把音量电位器旋到最大位置，试听这时扬声器发出来的噪声，应该是“沙……”声与“丝丝……”声的混合。这主要是电路噪声和电机火花干扰声。比较同型号机时以噪声小者为佳。

1. 操作性能。盒式磁带录音机或收录两用机，机构的运转状态是靠操作各功能按键和旋钮来改变的。检查时，首先要对各个功能按键和旋钮进行操作试验。操作它们时，如果手感舒适，机构动作轻快、准确、利索、则说明该机机构优良。反之，如果感觉摩擦力很大、操作吃力，机构动作拖泥带水，易造成强力冲击和振动，则说明该机机构质量差。

拿一个未用过的新盒式磁带，或者是经过彻底消过磁的较新盒式磁带，装进盒式机进行放音。倾听音量电位器在最大位置时扬声器发出来的噪声，并记忆噪声的大小。然后倒带，使磁带恢复到放音前的位置。用一短路插头插入外接传声器插孔或线路输入插孔（机内传声器同时被自动除去），使录音机呈录音工作状态。这时由于录音的输入信号均被短路，所以实际上录音机是工作在抹音状态。工作几分钟后，再倒带到原起始位置，进行放音，倾听扬声器发出来的噪声，并与一开始放音时的噪声大小相比较，如果噪声显著增大，则说明该机抹音效果不好。比较同型号机时，以抹后噪声小者为佳。

2. 带速稳定性。质量合格的普通盒式机，带速通常是稳定的，其变化误差不超过百分之三，这一变化引起的音质变化，一般人是不易听出来的。检查时，拿一个事先录有熟悉音乐的盒式磁带，装进待检查的盒式机中放音。注意倾听音乐旋律的变化，如果察觉不出与原录的音乐在旋律上有什么差别，则说明带速是合格的。然后，双手拿起该机，逐渐改变它的放置方式。如：从竖直方式变成倾斜的方式，再变到水平的方式。在变化中，注意倾听音乐声调的变化。如果无明显的音调变化，则说明该盒式机机构正常稳定。如果声音出现变调或明显的颤抖现象，则说明该机机械传动系统工作不良，以致磁带运转速度不稳定。注意，做这项检查时，要防止激烈地来回旋转和摇晃。否则质量合格的盒式机录放音也要出现声音变调和颤抖的现象。

5. 录放音效果。装好盒式磁带使录音机工作在录音状态。距录音机内接传声器半米左右唱一段歌或讲几句话。然后倒带重放，试听录得的声音。当放音音量、音调合适时，如觉得声音清楚，噪声小、“干净”，有真实感，能马上听出是谁的讲话声或歌声，则说明该机质量较好；如听起来感觉声音混浊、不清晰、噪声明显，则该机质量差。放所录磁带时，还可把音量开到最大，听此时音质变化。质量好的盒式机，扬声器输出功率可达数瓦，听起来声音很大，此时失真已较明显，但并不十分严重。

3. 机构运转的质量。将盒式磁带放入待查盒式磁带录音机的匣室，操作功能按键使其处于放音状态，运转若干分钟后，注意观察匣室窗口内卷带轮上磁带卷绕得是否整齐。同样，对录音、倒带、快进等状态均可进行这种观察。质量好的盒式机，其磁带卷绕得比较整齐，不出现上下参差不齐的现象。

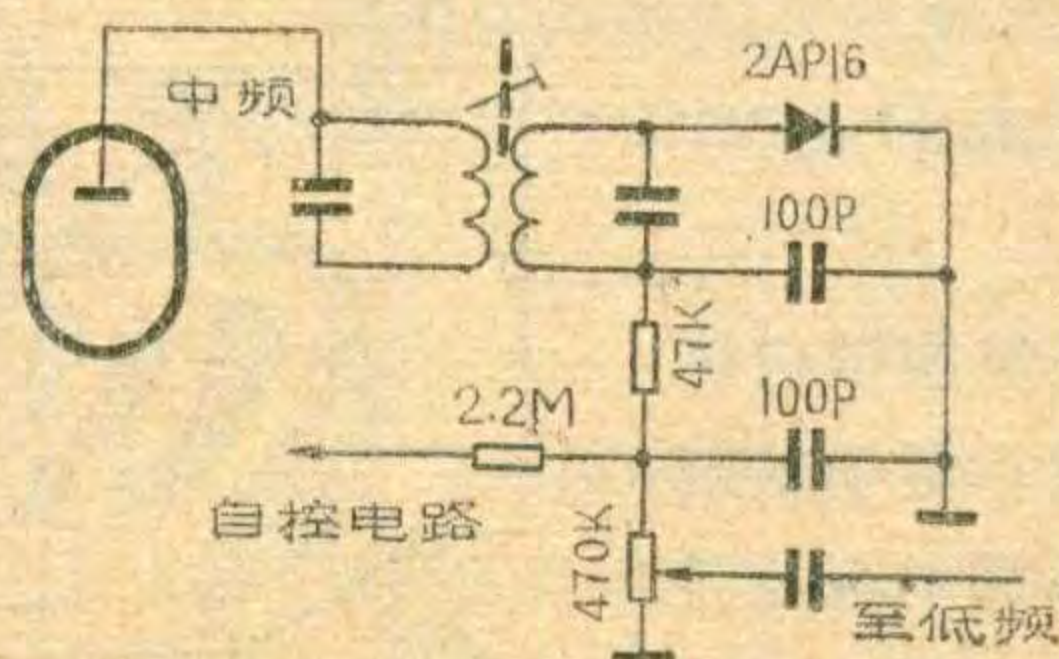
肖和祥

如果能有一个录有三千赫（或3150赫）信号的盒式抖动测试带，或者自己用高质量盒式机和磁带录制一盒具有三千赫左右单频信号的磁带，可用这种盒式磁带放进待查录音机中放音。同时注意听所放单频音的抖动情况，声音抖动得越小、越不明显，就说明该录音机的质量越好。反之录音机的质量就越差。

4. 盒式机噪声的分析。将录音机内盒式磁带取出，起动放音按键，把音量电位器旋到最小位置。然后耳朵靠近盒式机，倾听电机和机械部分运转所发出来的机械噪声。如果听到连续的“沙沙……”声，而且

用晶体管代替电子管检波

电子管收音机中的检波二极管坏了，可以用正向电流大、反向耐压高的晶体二极管代用。例如，2AP16和2AP17的检波效力约可达60%，接近于电子管的检波水平（电路如附图所示）。



如果用2AP9检波，则检波输出电压较低，在大信号时容易反向击穿。

（毛瑞年）

变容管电子调谐 (续)

伟 明

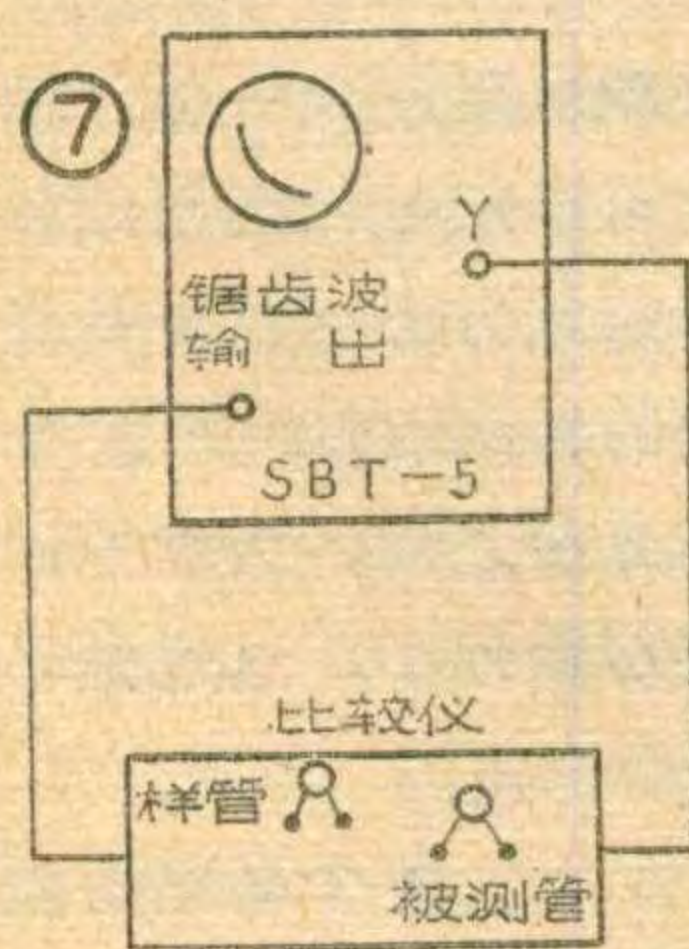
4. 配组: 实验表明, 要取得整个调谐范围的最佳跟踪, 必须使用相同特性的变容二极管, 少则二只一组, 多则 10 只一组(构成五个射频调谐回路, 采用背对背组态)。要求其容量误差不大于 0.4 微微法, 且 $C_d \sim V_d$ 特性曲线不得交叉。

5. 测量方法: 利用 Q 表按如下电路可对变容管之容量、变比和 Q 值进行测量, 再进行选配。具体方法是: 将图 6 电路接入 Q 表, 在未插管子时, 先测得 Q 表谐振时的电容 C_1 和 Q_1 。插入管子后, 测得 C_2 、 Q_2 。根据下面公式换算得变容管的容量和 Q 值为:

$$C_d = C_1 - C_2$$

$$Q_d = [Q_1 Q_2 / (Q_1 - Q_2)] \cdot (C_d / C_1)$$

测试应在不同的偏压 V_d 和不同的频率下进行。

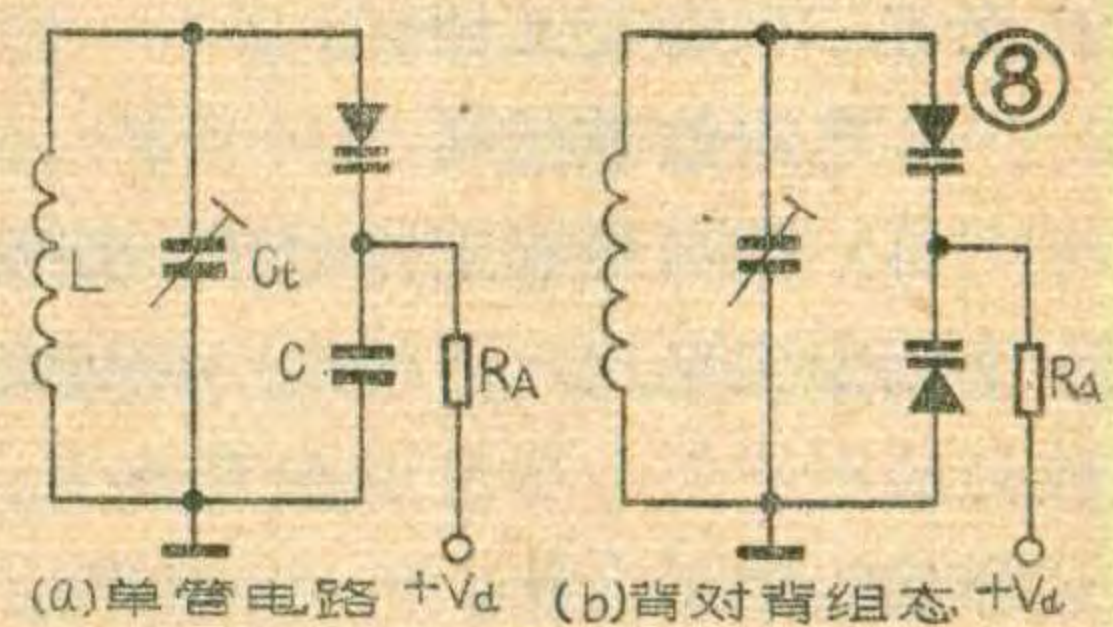


利用变容二极管特性比较仪和示波器可同时比较二只管子的特性, 进行配对(图 7)。从 SBT-5 示波器的锯齿波扫描电压输出端将一扫描电压加到比较仪的输入端, 此电压同时加到被测管和样管上, 使它们的电容分别连续发生变化, 容量的变化又变成电压的变

表 1 几种变容管的主要特性

		击穿电压 (V)	C_{-3V} (pf)	C_{-25V} (pf)	变比	Q 值 (-3V)
国	2CB14	30	20	3	5~7	250~300 (50MHz)
	303B	30	18~30	3~5	>6	
	2CC1	25	27	3.6		250 (5MHz)
内	DB300	30	18	6.8		110 (50MHz)
国	MV 3102	30	22	5.6	4.5	300
外	BA141	30	12	2.2	4.5	300

化, 一起加到示波器的 Y 轴上, 从而可直接从荧光屏上比较它们的电容变化曲线 $C_d \sim V_d$, 进行分选配对。两条曲线完全重合且不交叉的管子方可配为一组使用。

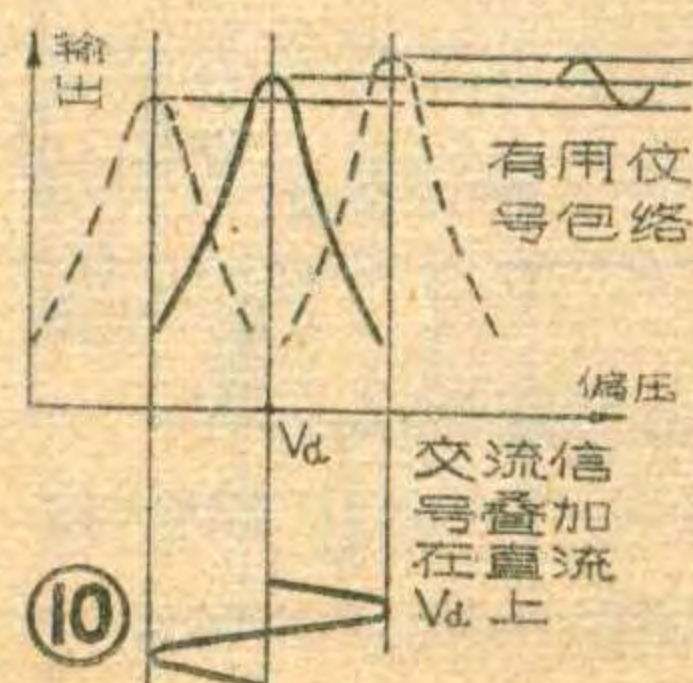
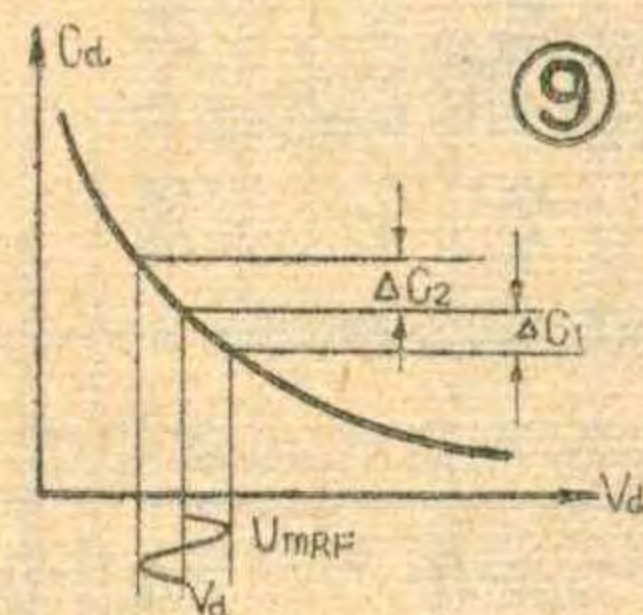


二、电子调谐电路

1. 电路特点: 在接收机高频调谐回路里, 变容二极管取代了可变电容器, 成为并联谐振电路的一个重要组成部分。常见的调谐电路如图 8。其中 L 为谐振回路电感线圈, C_t 为补偿电容; C 为隔直流电容, 对交流旁路; R_A 为串联电阻, 防止与别的回路及调谐电源交连耦合。

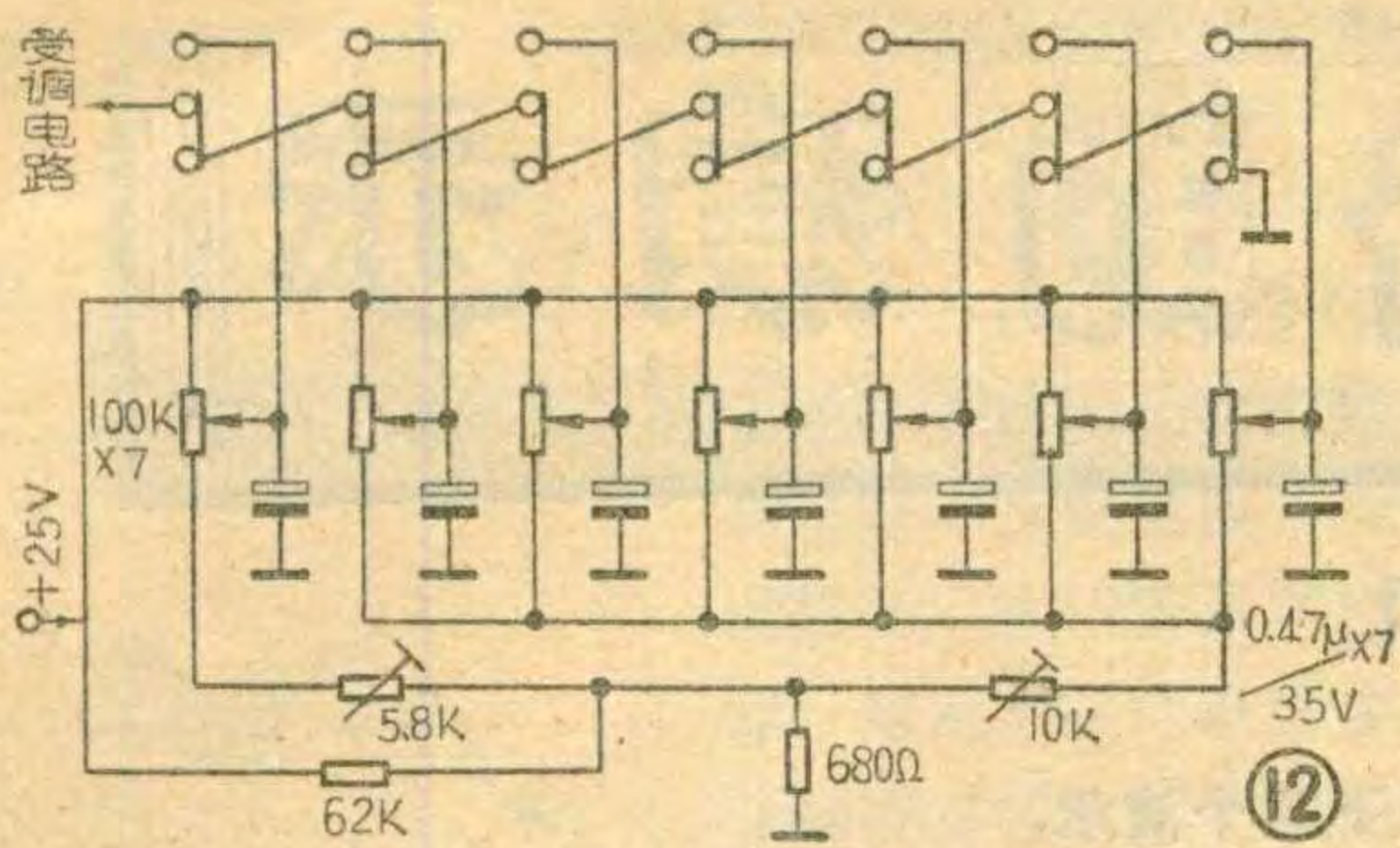
在设计上我们可以将变容二极管看作一个可变电容器来进行计算。这里就不详述了。但电子调谐电路还有如下的特点, 是可变电容器调谐电路所没有的。

(1) 失调现象: 对于图 8 (a) 的基本电路, 由于变容管 $C_d \sim V_d$ 特性曲线的非线性, 当它工作在较低的偏置电压时, 曲线的曲率较大, 见图 9。在这个偏压上叠加有高频交流信号 U_{mRF} , 在高频信号的正负半周里所引起的电容增量是不相等的, $\Delta C_1 \neq \Delta C_2$, 即产生一个净电容增量 $\Delta C = \Delta C_2 - \Delta C_1$ 。这种 $C_d \sim V_d$ 特性曲线的弯曲, 将使谐振回路的谐振容量增大, 谐振频率降低, 高频回路失谐, 引起斜率检



波, 从而使高频互调失真加大。在低压运用时尤其严重。

(2) 交叉调制: 当谐振回路两端出现一较大的交流信号(见图 10)时, 此交流信号就会叠加在变容二极管的直流偏压上。某一瞬间, 当偏压增大时, 变容管的容量减小, 使谐振回路的谐振频率变高, 谐振曲线右移。与此同时, 谐振回路的谐振阻抗变大(谐振阻抗 $R_{oe} = \omega^2 L^2 / r$, 回路电感 L 和损耗电阻 r 不变, C 变小, ω



欧)加到变容二极管D上。该二极管D则由+12伏电源经过两个10千欧电阻分压提供直流反向偏压。当本振频率产生偏差时,鉴频器就送来一个如上述直流电压(或正或负),加到变容二极管D上,使其容量发生变化,这一变化再通过一小耦合电容加到本振回路,调整其谐振频率,以准确接收信号。

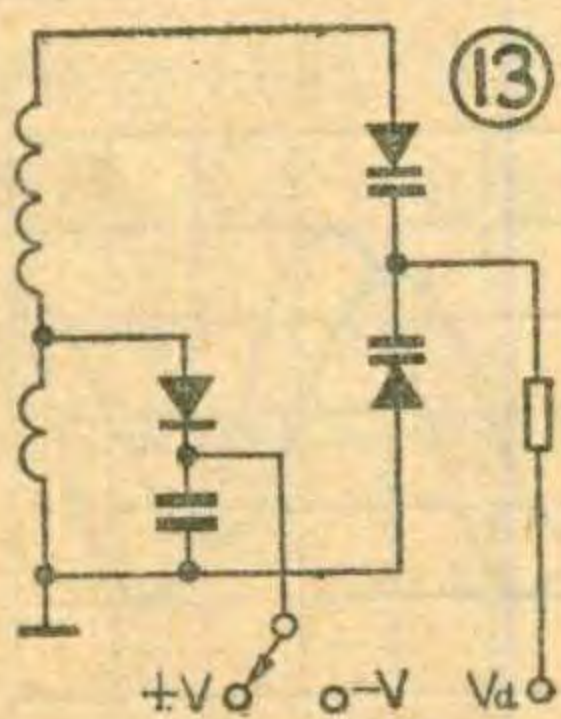
四、电子调谐国内外发展动向

电子调谐是一门新技术,具有很大的生命力,这一方面是由于它体积小、重量轻、可靠性高,另一方面是由于只要控制其直流电压,便可达到调谐的目的,比较简单、实用。发展趋势不外两方面:一方面是研究新的原材料,改进工艺,提高变容管的Q值,改善其线性,扩大变比,降低成本,在整机上充分利用管子性能,采用新颖电路程式,以期获得更好的接收效果;另一方面是改善外围设备,增添一些附属装置,因此近来由电子调谐派生出许多新的电路。

目前国内除彩色电视机上采用外,在民用接收机上用的仍较少,但实践表明完全是可能的。如无线话筒专用调频接收机,工作在155~167兆赫频率,就采用了五组背对背组态的国产变容二极管,获得了满意的结果,可见,用于调频收音机上也是很好的。

国外,西德和荷兰都很热衷于搞电子调谐,不少产品已陆续问世。日本近年来也开始生产电子调谐的高级调频调谐器。展望今后的发展趋势,电子调谐可引生出下列各种新技术、新设备。

1. 预选电台: 利用琴键开关或触摸式开关,可预先将几个常用频率以合适的直流电压预先调好,到使用时,按下琴键开关或摸一下触摸开关(图12),接收机迅即精确地接收到所需要的频率,无须微调,就能



满意地收听。这是可变电容器调谐难以做到的。而小微调电位器却可藏于机器的底部,任你选台。

2. 指触开关: 利用人体阻抗或感应电容,通过环形计数开关电路,为变容二极管提供不同的控制电压,从而达到选

台的目的。其特点在于操作方便及时,无机械触点,无磨损,可靠性高,易与遥控和节目预约等附属装置配合。

3. 扶手椅遥控选台: 采用声波或红外波进行控制,可对频道、频率、音量、音调、立体声平衡等进行遥控。由于控制的是直流电位,因此极适合与电子调谐电路相配用。

4. 电子波段转换: 当变容管的变比达不到要求(尤其是对中波调幅信号进行电子调谐)时,可采用频段开关二极管,将回路电感线圈短路一部分,即可扩展频段,改善频率刻度的线性,这种方式无触点,只需一外加电压即可(参看图13)。

5. 调幅(AM)电子调谐: 中波调幅波段频率低,波段覆盖系数较大,因此需要特殊的变容二极管,变比要大于20,容量达300微微法左右。国外有的厂家采取在一块硅片上作成性能完全相同的三只对管,然后将几块硅片一一对应并联起来,以满足中波大容量、大变比的要求。

6. 自动搜索调谐: 这是更进一步向自动化调谐迈出了一步。只要打开电源,对所接收的频段采用线性扫描,收到信号后,即停下数秒钟,请您鉴别是否爱听,若不需要将继续扫描过去,遇到您感兴趣的节目时,只要给予指令(摸一下触摸开关或按一下按钮开关),就能一直欣赏下去。扫描是连续进行的,扫到频段最高端后能立即迅速从头开始再扫。这种电子扫描将比旧式的马达和继电器系统要优越得多了,近闻荷兰和瑞士已有这种电子搜索调谐收音机问世了。

7. 无度盘数字显示或电光显示: 采用自动调谐后,再不必用马达来带动指针指示频率了。采用数字频率显示即可解决精密调谐的困难,方法是将调幅或调频振荡频率在一个电子计算机内计算,然后减去中频,得到的电波频率以光学方式显示出来,计算过程在一个固定时间里重复进行。

硅管收音机修理点滴

一些产品收音机,其变频管和中放管采用NPN型硅管,并在其基极偏置电路中加入两只晶体二极管和一只电阻组成的稳压装置,利用硅稳压管的正向导通性能来稳定基极电压,使整机具有良好的降压性能。这种收音机工作稳定,受温度影响小,但常常出现灵敏度降低的故障,而此时电源电压及各级静态工作点基本正常。

遇到上述故障,比较方便的办法是找一只硅二极管或坏了一个P-N结的硅三极管,串进上述两个稳压二极管的中间,故障就能消除。(鹿铭)

交流电路的演示

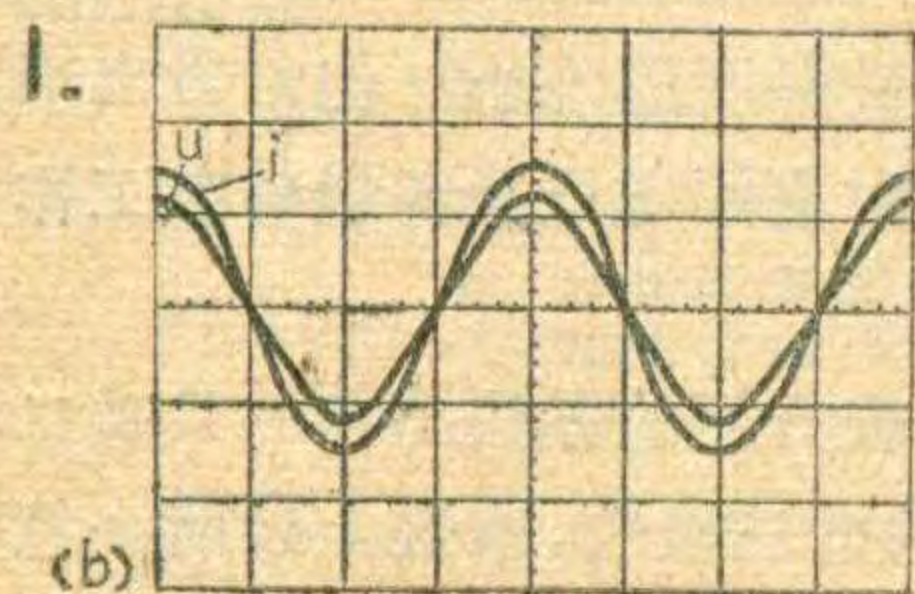
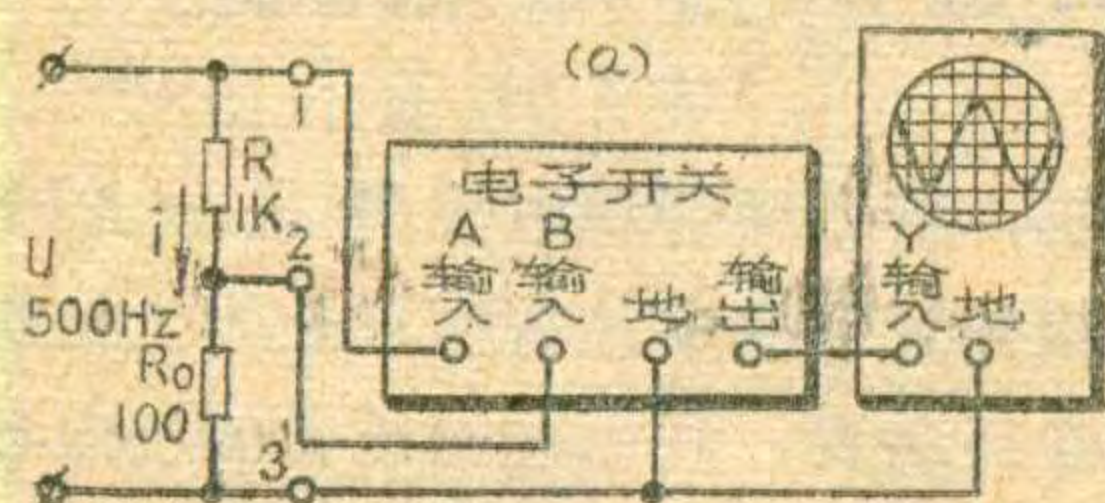
王兴乃

在中学物理教学中，交流电路部分是个难点。现在一般中学都配备了325—2型教学示波器、JDG—1型电子开关和JXY—1型教学信号源等教学设备，利用这些设备就能很好地进行交流电路部分的演示实验，以提高教学质量。下面就和老师们谈谈演示方法。

纯电阻电路

演示用的电路见图1(a)。u是500赫正弦交流电压，由教学信号源供给。电阻R和取样电阻R₀可用任何型号的电阻。从A路输入到电子开关的是纯电阻R+R₀两端的电压u，这就是说A路是用来观测电压的；从B路输入到电子开关的是电阻R₀两端的电压u₀，由于u₀与通过它的电流i成正比且两者同相位，所以用B路来观测电流。示波器面板上，“频率范围”旋钮置于“20K—50KHz”档，“Y轴耦合”开关扳在“AC”，“Y轴衰减”和“扫描范围”分别置于“1”和“100—1KHz”档，“Y轴增益”旋钮顺时针方向转到底，“同步”开关放在“内”。

演示时，接通电源，若各仪器工作正常后，再适当调节教学信号源的“音频增幅”旋钮（改变u的幅度），电子开关的“A增幅”、“B增幅”、“频率细调”、“相对位移”等旋钮，以及示波器的“微调/相位”旋钮，则在示波器上就出现图1(b)所示的波形。当旋动电子开关的“A增幅”旋钮时，幅度变化的波形为电压u的波形；当旋动“B增幅”旋钮时，幅度发生变化的是电流i的波形。从波形图上可以看出，流过电阻的交流电压与电阻上的交流电压同时达到最大值和最小值，变化规律一致，波形的初相角相同，所以得出，纯电阻上的交流电压与电流是同相位的。



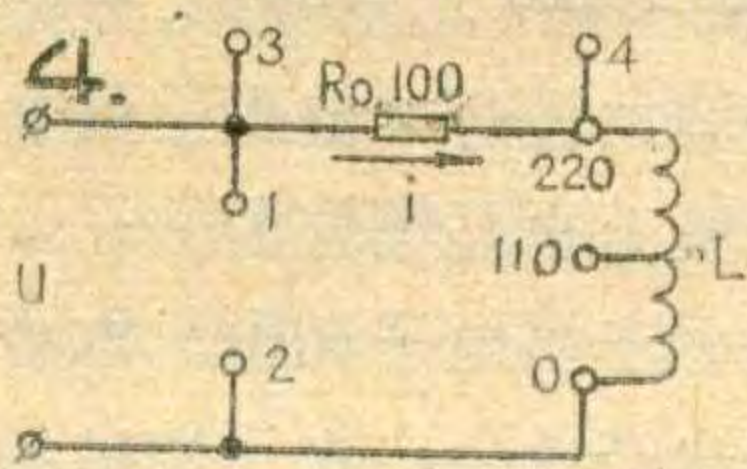
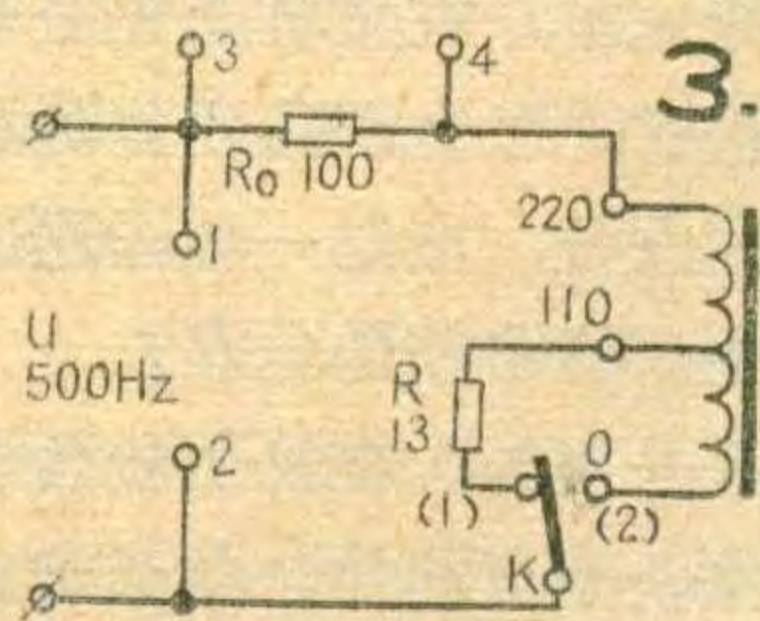
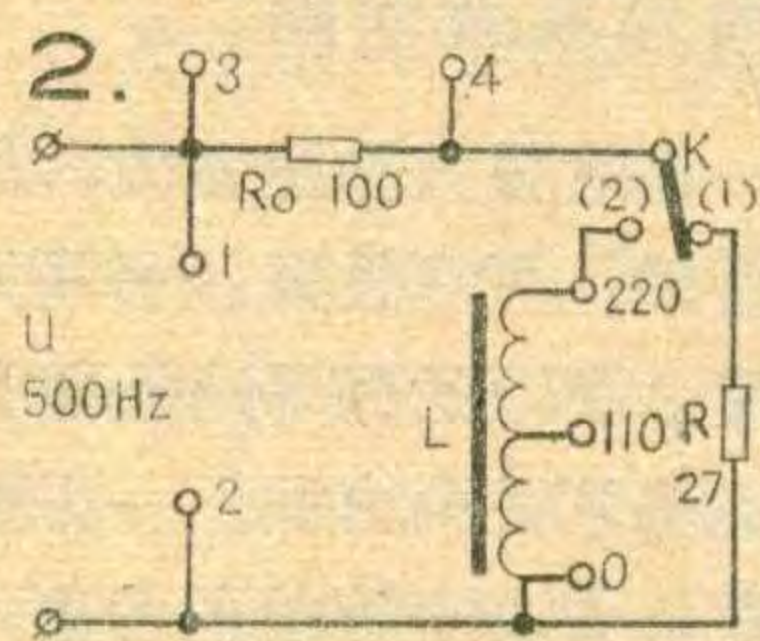
流过电阻的交流电压与电阻上的交流电压同时达到最大值和最小值，变化规律一致，波形的初相角相同，所以得出，纯电阻上的交流电压与电流是同相位的。

纯电感电路

这部分包括

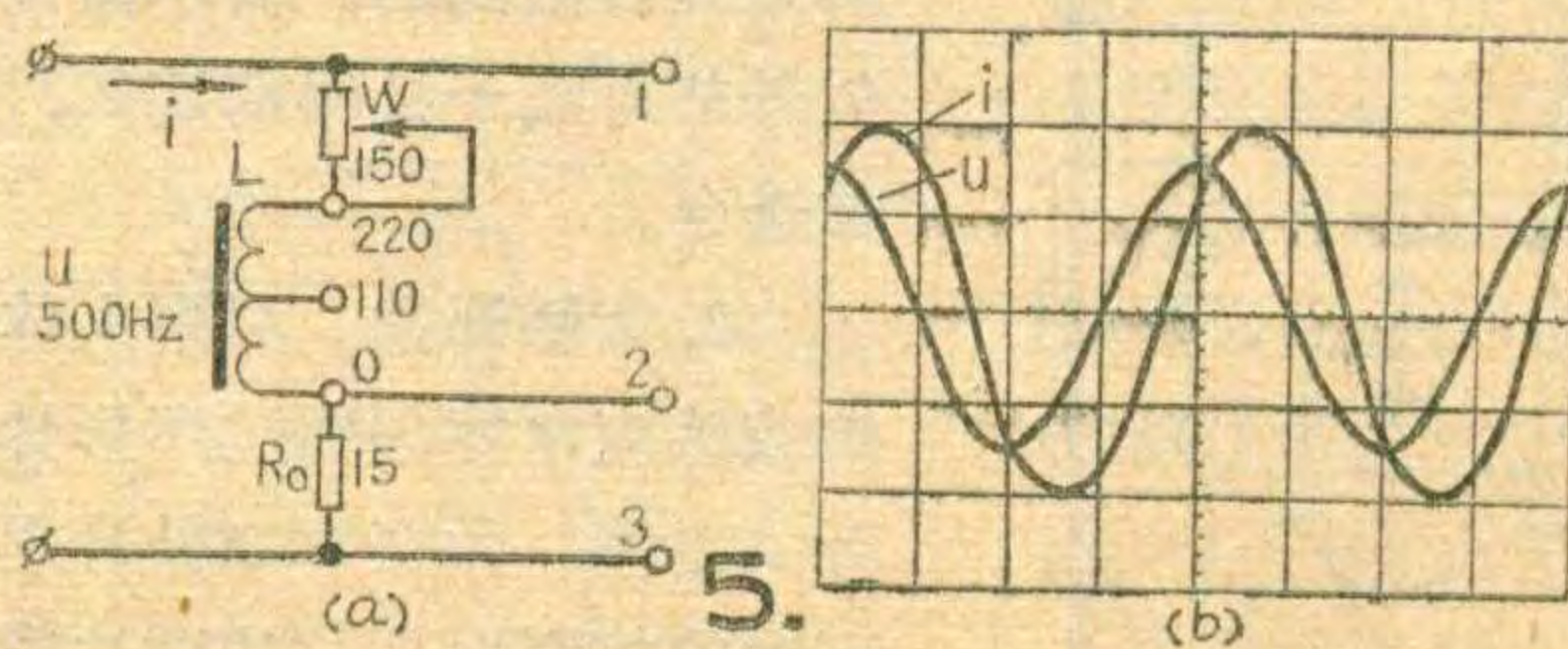
以下几个演示：

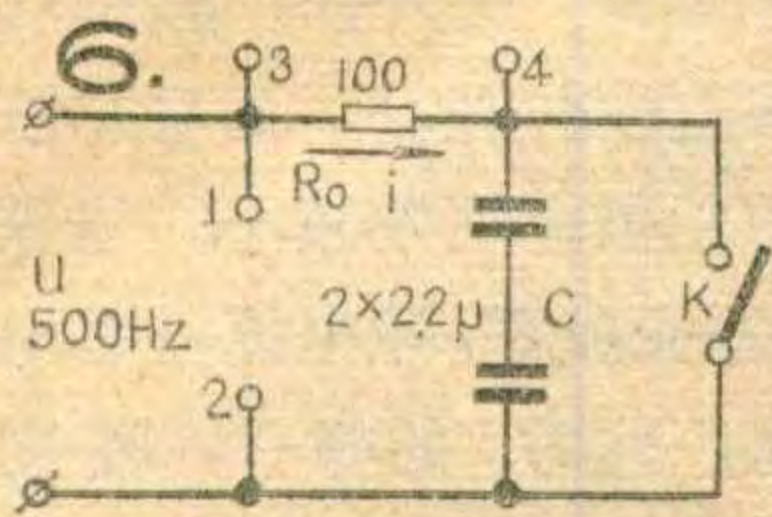
1. 电感器的感抗 演示电路如图2所示。电感器L是用教学可拆变压器的线圈I插入条形铁心来代替。线圈上标有“0—110V—220V”字样，它的直流电阻是0—13Ω—27Ω。由于L的直流电阻是27欧，为了抵消它的影响，在电路中加了电阻R，其阻值跟L的直流电阻相等，这样当开关K置于(1)或(2)时，即不接入或接入L时，电路里的直流电阻是不变的。



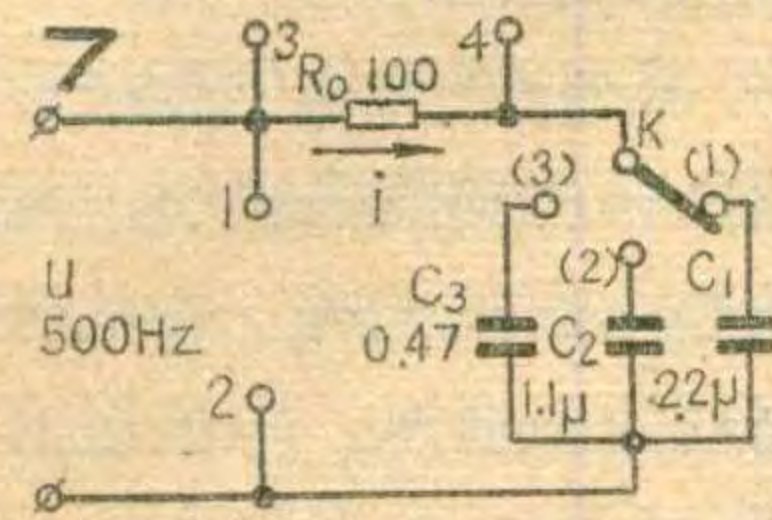
演示时，先将开关K置于位置(1)上。示波器的“Y轴衰减”、“扫描范围”分别置“1”和“100—1KHz”档，“Y轴增益”旋钮顺时针方向转到底，“Y输入”和“地”接线柱的导线接测试点“1”、“2”。调节信号源的“音频增幅”和示波器的“微调/相位”等有关旋钮，使示波器荧光屏上显出峰—峰幅度恰好为6厘米的稳定正弦波形，这表明电压u是150mV_{P-P}。然后把示波器的“Y输入”、“地”接线柱改接在测试点3、4上，荧光屏上显出峰—峰为4.8厘米的正弦波形，这表明取样电阻两端的电压为120mV_{P-P}，可算出通过电路的电流*i*=120mV_{P-P}/100=1.2mA_{P-P}。再将开关K扳到位置(2)上，接入电感器L，把示波器接到“1”、“2”端，再微调信号源的“音频增幅”旋钮，维持屏上的正弦波形峰—峰幅度仍为6厘米，即u的大小不变，然后再将示波器改接在“3”、“4”端，测得取样电阻两端电压

峰—峰为4.8厘米的正弦波形，这表明取样电阻两端的电压为120mV_{P-P}，可算出通过电路的电流*i*=120mV_{P-P}/100=1.2mA_{P-P}。再将开关K扳到位置(2)上，接入电感器L，把示波器接到“1”、“2”端，再微调信号源的“音频增幅”旋钮，维持屏上的正弦波形峰—峰幅度仍为6厘米，即u的大小不变，然后再将示波器改接在“3”、“4”端，测得取样电阻两端电压





波形峰—峰幅度为1.5厘米，电压为37.5mV_{P-P}，算出此时电路电流*i*为0.38mA_{P-P}。从这两次测量可以看出，在交流电压和电路的直流电阻不变的情况下，由于接入了电感器，电路中的电流强度显著地变小了，说明电感器（电感线圈）对交流电（交流信号）具有阻碍作用，这种“阻力”就称为感抗。



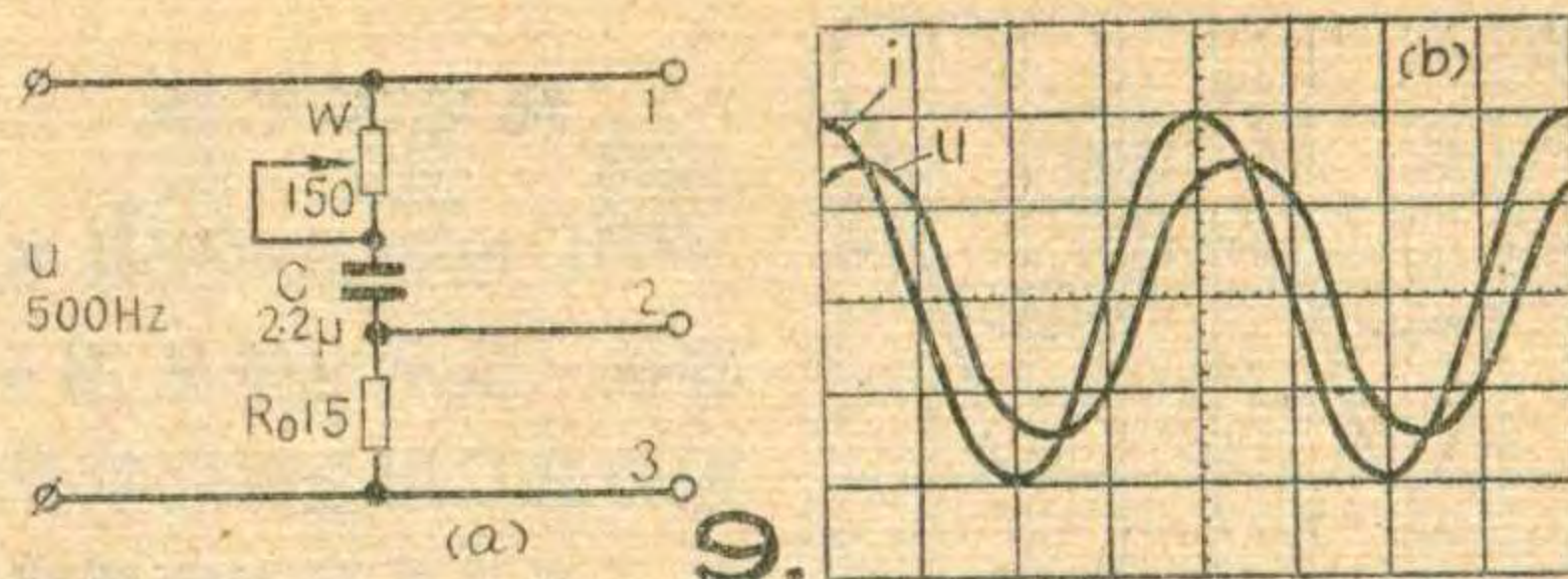
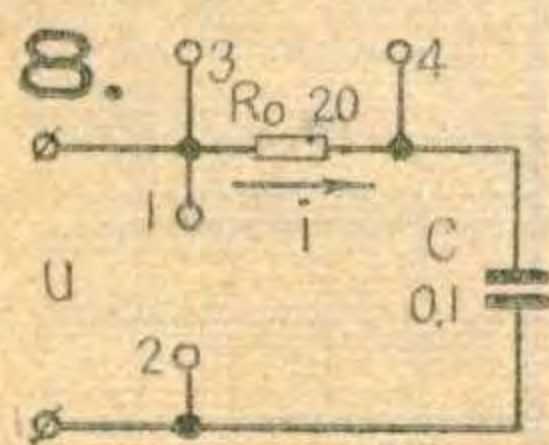
2. 感抗和自感系数的关系 演示电路见图3，*u*、*L*与上面介绍的相同。为了能改变电感线圈的圈数从而达到改变自感系数的目的，并保证电路的直流电阻不变，从线圈的中心抽头（110V）处引出导线，串以电阻*R*后，接于开关*K*上。当开关置位置（2）时，电感线圈的整个圈数都被利用，它的直流电阻约27欧；当开关置位置（1）时，电感线圈只有一半圈数被利用，但由于给它串接了电阻*R*，故这一路的直流电阻也约为27欧。

演示时，先将开关置位置（1）上。示波器的“Y轴衰减”、“扫描范围”分别置“1”和“100—1KHz”档，“Y轴增益”旋钮顺时针方向旋到底，“Y输入”、“地”接线柱导线分别接测试点“1”、“2”上，适当调节信号源和示波器的有关旋钮，使屏上显出电路两端*u*的波形峰—峰幅度恰为6厘米，这表明电路两端的电压是150mV_{P-P}。再把示波器的“Y输入”、“地”接线柱改接在测试点“3”、“4”上，此时屏上显出波形的峰—峰幅度约为3.6厘米，算出通过的电流是0.9mA_{P-P}。再将开关扳到位置（2）上，保持电路两端的电压*u*不变，使电感线圈的圈数增多，*L*增大，则屏上显出的波形峰—峰幅度显著变小，约为1.4厘米，表明此时通过电路的电流仅有0.35mA_{P-P}。因为电路中的直流电阻是一定的，所以电路中电流减小的原因是电路中的感抗随电感线圈的自感系数*L*的增加而增大的缘故。

此时如果把条形铁心从线圈中抽出（线圈的*L*减小），就会发现波形的幅度逐渐增大，当铁心完全抽出时，波形的峰—峰幅度可达4.2厘米，算出电路中的电流为1.05mA_{P-P}。电路其它条件未变，电流之所以增大，是由于电路中的感抗随电感线圈的自感系数*L*的减小而减小的缘故。

通过上面的演示，可以定性地说明电感器的感抗*X_L*正比于*L*。

3. 电感器的感抗和频率的关



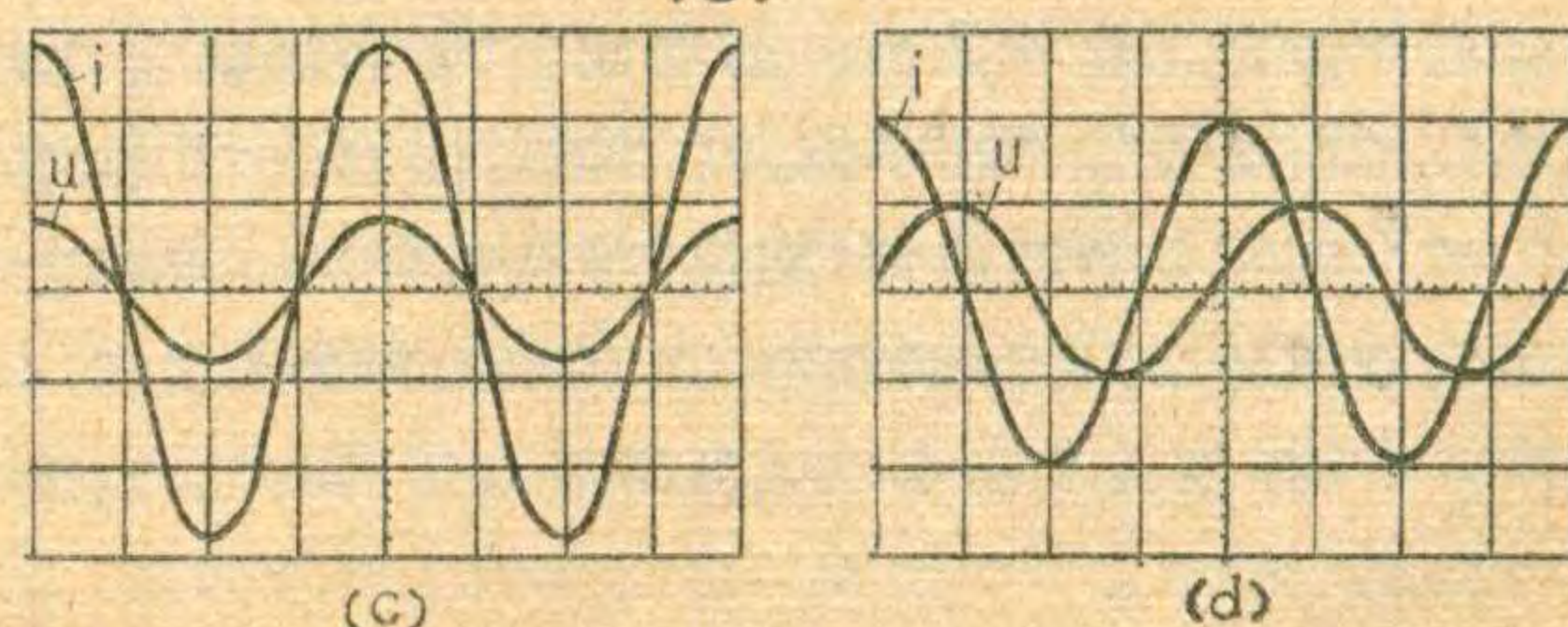
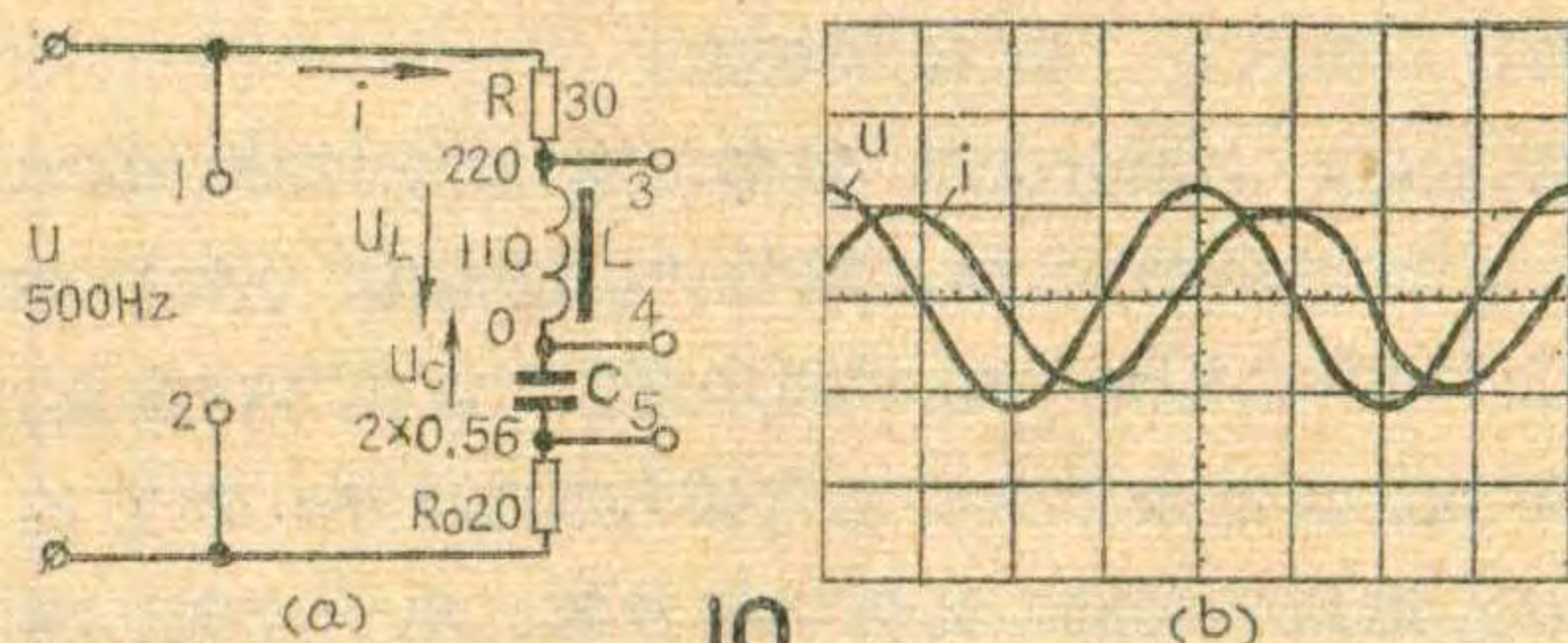
系 演示电路见图4。正弦交流电压*u*是由教学信号源供给。电感*L*是一个空心线圈，用可拆变压器线圈*I*代替。*u*的频率先用500Hz。

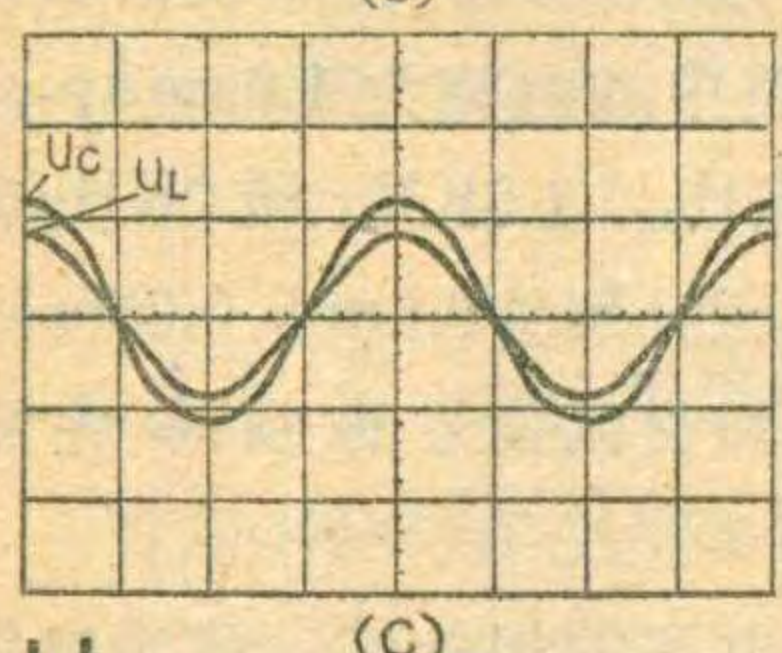
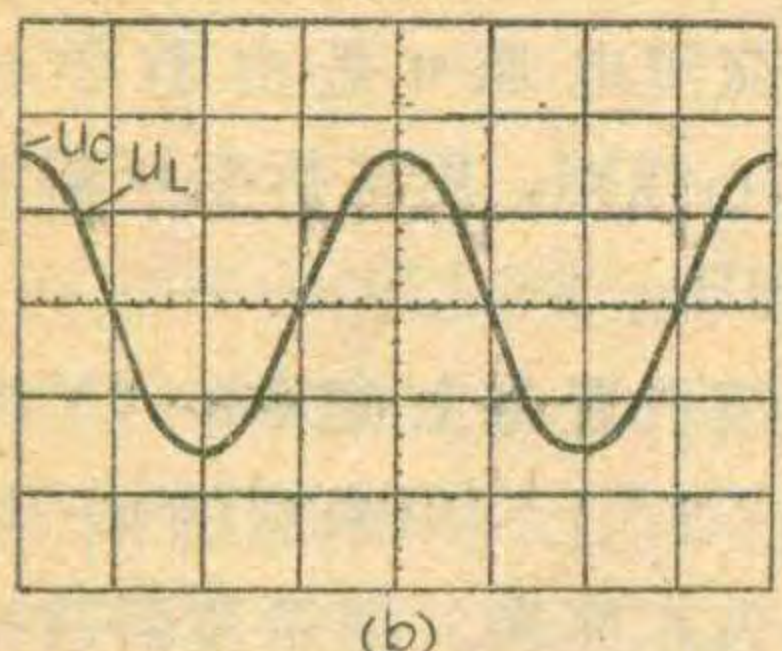
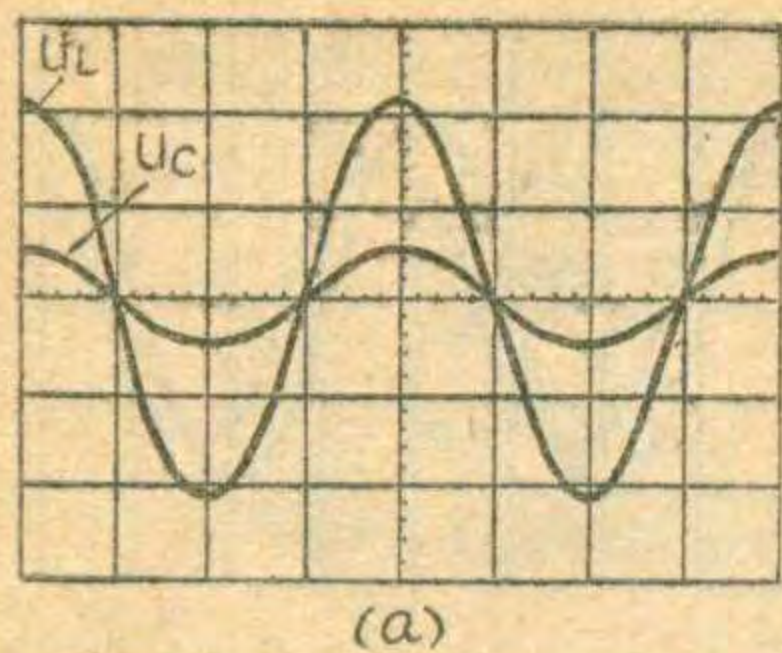
演示时，示波器上各旋钮位置与上述同，“Y输入”和“地”接到测试点“1”、“2”上，用来观测*u*，且调至屏上波形的峰—峰幅度为6厘米。把示波器改接在“3”、“4”点上，算出电路中的电流为1.05mA_{P-P}。然后依次改变*u*的频率为1KHz，1.5KHz和2KHz（*u*的幅值维持不变），测得的电流分别为0.6mA、0.28mA、0.15mA。这就说明感抗*X_L*和交流信号的频率成正比。

4. 纯电感电路中电流与电压的相位差 演示电路见图5(a)。电位器*W*作为改变电感线圈的直流电阻使用，其阻值为100Ω~220Ω，也可用滑动变阻器来代替。*L*用插入条形铁心的可拆变压器里的线圈*I*。

演示时，电子开关的“A输入”、“B输入”、“地”分别接于测试点“1”、“2”、“3”上，“频率范围”旋钮置于“20K—50KHz”档。示波器的“Y输入”、“地”分别接在电子开关的“输出”和“地”上，“Y轴衰减”、“扫描范围”分别扳在“1”和“100—1KHz”档，“Y轴增益”旋钮顺时针旋到底。将电位器*W*的阻值调至最大，再适当调节信号源、电子开关、示波器等有关旋钮，屏幕上出现图5(b)的波形，电压*u*与电流*i*的相位差大于零而小于90°。然后将*W*阻值逐渐减小，*u*与*i*的相位差增大；当*W*为零时，*u*与*i*之间的相位差接近90°。

从屏上波形的变化可以看出，电路越接近纯电感，电流在相位上滞后电压的角度越接近90°。





11.

纯电容电路

1. 电容器对交流电的容抗 演示电路见图6。电容器C用金属化纸介电容。开关K用于短路或接入电容，以便进行比较。具体演示方法与前面叙述的感抗同。

2. 容抗与电容量的关系 演示电路见图7，当开关K分别置于位置(1)、(2)、(3)时，电路中接入的电容减小，电路中的电流减小，说明容抗增加，容抗与容值成反比。具体的测试、调节方法与前面介绍的感抗与电感量的关系同。

3. 容抗和频率的关系 演示电路见图8，改变信号源的信号频率，发现容抗与信号源频率成反比。具体调节方法与上面介绍的感抗与频率关系的调节方法相同。

4. 纯电容电路中电流与电压的相位差 演示电路见图9(a)。当电位器W的阻值减小时，从屏幕上就会看出电路中电流*i*与电压*u*的相位差逐渐增大见图9(b)，当W变为零值时，它们之间的相位差增大到90°，具体调节步骤与纯电感电路中的电流与电压相位差的演示方法同。

电阻、电感、电容串联电路的阻抗

演示电路见图10(a)，L仍用可拆变压器的线圈I，C用金属化纸介电容器。电子开关的“A输入”、“B输入”、“地”分别接测试点“1”、“5”、“2”，用来观测总电压和总电流。再把电子开关的“输出”、“地”接在示波器的“Y输入”、“地”接线柱上。

演示时，电子开关的“频率范围”置于“20K—50KHz”档，示波器的“Y轴衰减”、“扫描范围”分别扳在“10”和“100—1KHz”档，“同步开关”放在“内”位置。把可拆变压器的条形铁心完全插入线圈I中，即它的感抗 X_L 达到最大值。在教学信号源、电子开关、示波器处于正常工作状态后，适当调节“音频增幅”、“A增幅”、“B增幅”、“频率细调”、“相对位移”、“Y轴增益”、“X轴增益”和“微调/相位”等有关旋钮，屏幕上即出现如图10(b)所示的波形，*u*的峰—峰幅度为2.4厘米，*i*的幅度为2厘米，电流滞后电压约80°。这表明电路呈电感性。

然后把条形铁心缓慢地从线圈I往外抽，感抗 X_L 减小，这时屏上总电压波形幅度变化很小，而电流波形的幅度却显著增大，两者的相位差逐渐减小。当铁心约抽出2/3时，*u*与*i*的相位差变成零，即电流与总电压同相位，且电流达到最大值，此时*i*的峰—峰幅度约为5.6厘米，见图10(c)，这时电路中 $X_L = X_C$ ，电路呈电阻性，这时电路达到了串联谐振。

再将铁心继续往外抽， X_L 减小，屏上总电压波形的幅度变化不大，而电流波形的幅度却明显减小，两者的相位差又逐渐增大。当铁心全部抽出时，总电压的幅值约为2厘米，电流幅值约为4厘米，电流超前电压约80°如图10(d)，此时 $X_L < X_C$ ，电路呈容性。

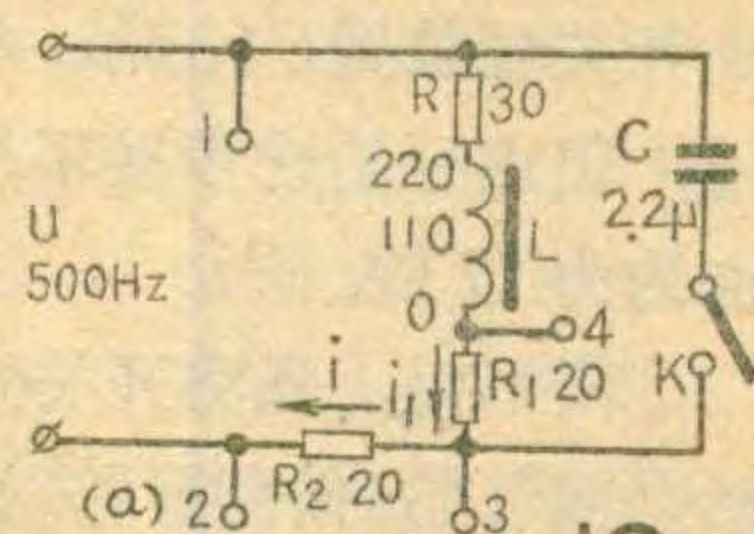
如果把电子开关的“A输入”、“地”和“B输入”改接在测试点“3”、“4”、“5”上，就可以用来观测电感两端的电压 u_L 和电容两端的电压 u_C 。当铁心全部插入线圈时($X_L > X_C$)，则屏上显出的波形如图11(a)，从图上可以看出 $u_L > u_C$ 。当铁心继续抽出直到 $X_L = X_C$ 时，屏上显出的波形如图11(b)， $u_C = u_L$ 。当铁心全部抽出($X_L < X_C$)时，屏上的波形如图11(c)，这时 $u_L < u_C$ 。

需要注意的是： u_L 与 u_C 是反相的，在发生串联谐振时，两者的大小相等，方向相反。但由于我们在这一实验里，把电子开关的“地”接到了L与C的连接点“4”上，即把这一点取作零电位参考点，因而造成其中之一(u_L 或 u_C)反相，故屏上显出的波形同相，在发生串联谐振时出现了相位相同的现象。在演示时，这一点必须加以说明。

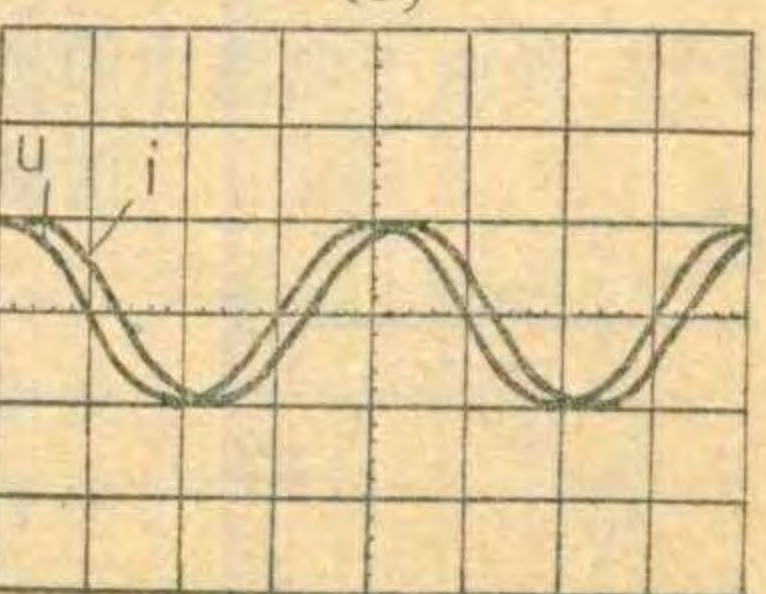
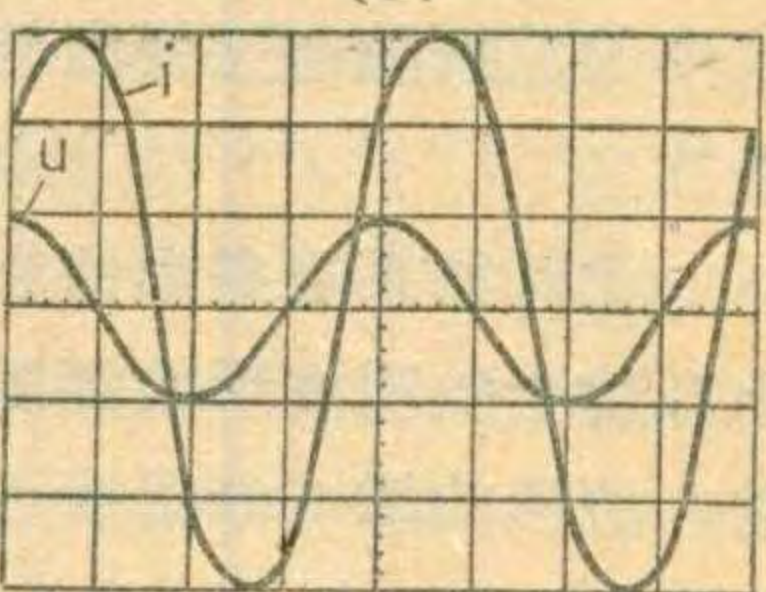
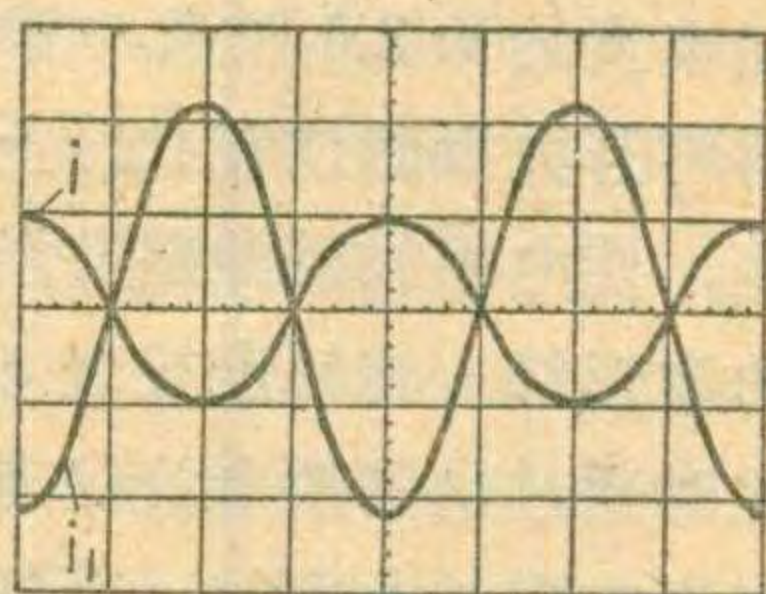
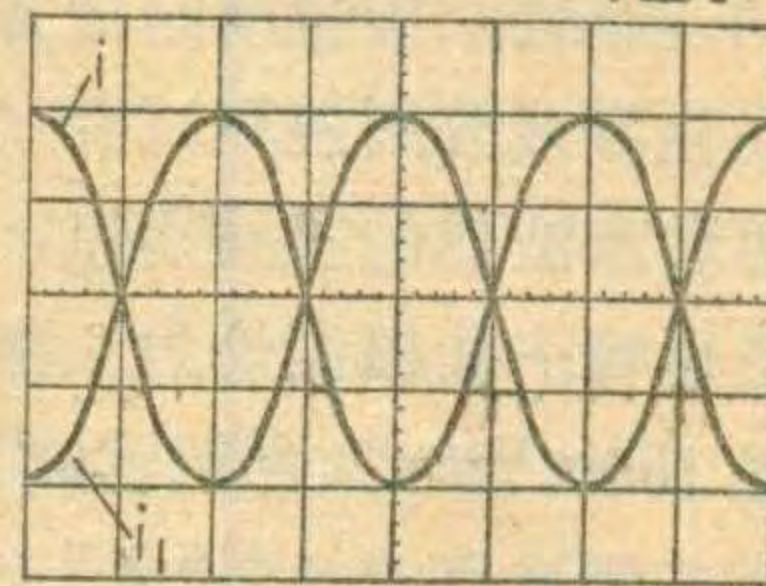
通过这个演示，就清楚地说明了R、L、C串联电路的阻抗特性，以及串联谐振的情况。

电阻、电感串联后和电容并联的电路

演示电路见图12(a)。电感L用可拆变压器线圈I。电子开关的“A输入”、“B输入”、“地”分别接测试点“2”、“4”、“3”上，



12.



几种陶瓷滤波器的性能参数

封三说明

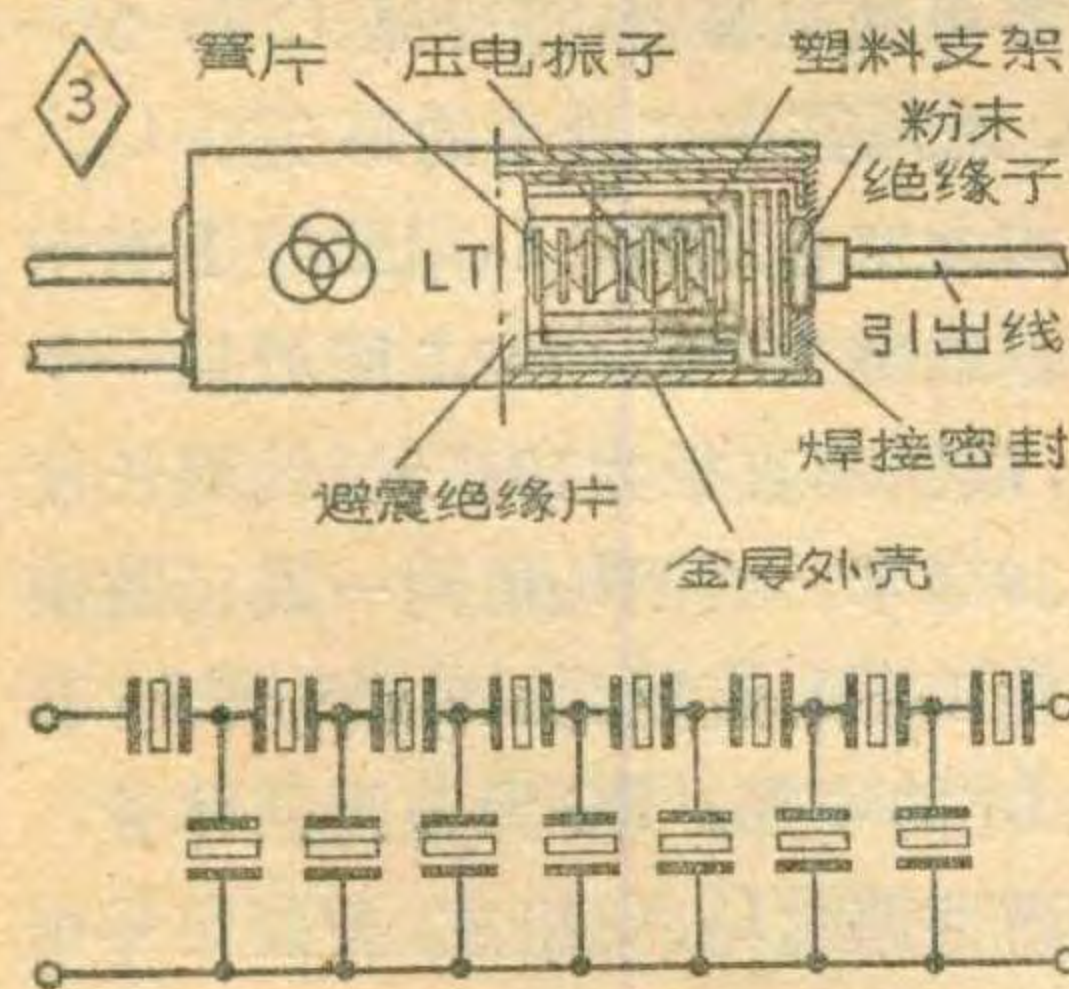
封三所列陶瓷滤波器为上海无线电一厂的产品。

陶瓷滤波器是由一个或多个压电陶瓷振子为主所组成的一种滤波器，与其他滤波器相比，有体积小、重量轻、成本低、稳定可靠等特点。

LTX1 陶瓷滤波器(包括 LTX1A 与 LTX1B)，它的旧型号为 2L465，它的结构示意图见图①，其中图 1(a) 为压电陶瓷振子的外形，图 1(b) 为等效电路图。LTX1 陶瓷滤波器是使用时在调幅晶体管收音机里，它在中放级晶体管发射极上代替旁路电容，如图 4 所示。

3L465 陶瓷滤波器使用在调幅晶体管收音机里，它能直接取代中放级的 1~2 只中频变压器。

LTB10.7 陶瓷滤波器的结构示意图见图 2，它使用在调频晶体管收音机中作中放选择性回路。



LT465H 多级组合型陶瓷滤波器的结构示意图见图 3。此滤波器具有频带宽、选择性高的特点，适用于中、高级调幅晶体管收音机中作集中选择性回路。

用于观测总电流 i 和支路中的电流 i_1 。再将它的“输出”、“地”接在示波器的“Y 输入”、“地”接线柱上。

演示时，电子开关的“频率范围”置于“20K—50 KHz”档。示波器的“Y 轴衰减”、“扫描范围”分别扳在“10”和“100—1KHz”档，“同步开关”放在“内”位置。在教学信号源、电子开关、示波器进入工作状态后，适当调节“音频增幅”、“A 增幅”、“B 增幅”、“频率微调”、“相对位移”、“Y 轴增益”、“X 轴增益”和“微调/相位”等有关旋钮，使之在示波器屏上显出图 12(b) 所示的波形，这表明此时总电流 i 和 R、L 支路的电流 i_1 大小相等。

值得注意的是，由于把电阻 R_1 与 R_2 的连接点“3”作为“0”电位参考点接到电子开关“地”上，所以测得的电压 u_{R_1} 与 u_{R_2} 相位相反，屏幕上出现的 i 与 i_1 波形也相位相反。

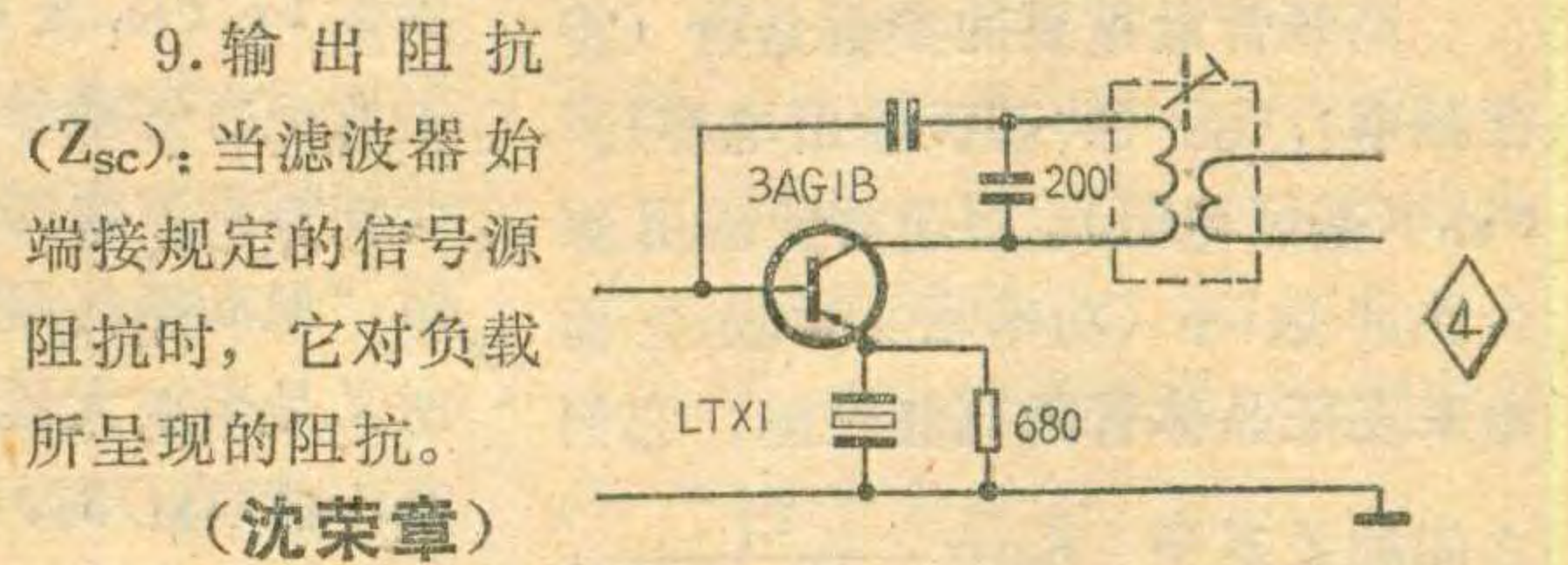
现将封三表格中的几项参数简述如下：

1. 最大输出频率 (f_M): 通带中衰耗最小点的频率。
2. 中心频率 (f_0): 在通带边界上相对衰耗达到规定值 (一般为 -3dB、-6dB) 的两个截止频率的几何平均值。实际上常用算术平均值已够准确。
3. 通带宽度 (Δf): 相对衰耗等于或小于规定值 (一般为 -3dB、-6dB) 的频率间隔。如曲线(六)所示。
4. 通带插入衰耗 (B): 滤波器接入传输系统中而产生的衰耗。
5. 通带波动 (ΔB): 在通带中最大衰耗与最小衰耗之差。
6. 阻带宽度 (Δf): 相对衰耗等于或小于规定值 (一般为 -40dB、-50 dB、-60dB) 的频率间隔。
7. 阻带防卫度 (B_z): 在规定的阻带内，最小相对衰耗。
8. 输入阻抗 (Z_{sr}): 当滤波器终端接有规定的负载阻抗时，它对信号源所呈现的阻抗。
9. 输出阻抗 (Z_{sc}): 当滤波器始端接规定的信号源阻抗时，它对负载所呈现的阻抗。

(沈荣章)

然后将合上开关 K，电容 C 并联在电路两端。这时将明显地看出总电流 i 波形的幅度由 4 厘米减小到 2 厘米；而 R、L、 R_1 支路中的电流 i_1 波形的幅度由 4 厘米增加到 4.4 厘米，如图 12(c) 所示。这样就能定性地说明，给电感性负载两端并上适当的电容后，总电流减小了，它比感性负载上的电流还要小。

再将电子开关的“A 输入”、“B 输入”、“地”分别接在测试点 1、3、2 上，用来分别观测外加总电压 u 和总电流 i 。适当调节上述有关旋钮，在示波器屏上就可以显出图 12(d) 所示的电流与电压波形。在相位上，电流比电压滞后约 60° 。然后合上开关 K 并联上电容 C，就会看到两者的相位差立即变小，见图 12(e)。这就定性地说明了给电感性负载两端并上适当的电容后，总电流与电压间的相位差减小了，也就是提高了功率因数。



怎样衡量高频管的质量

曾培基

许多读者对于如何判断低频管的质量比较熟悉，如要求管子的穿透电流小，反向击穿电压高，噪声系数小，放大系数 β 大，电流特性好等等，这样的低频管放大性能就比较好。然而高频管则不然，它的放大性能却不取决于它的 β 值，而是与管子的许多频率特性参数有关。究竟这些参数中哪几个参数对管子的放大性能起决定因素呢？下面我们来谈谈这个问题。

什么是高频优质

高频管最重要的参数是 f_T （特征频率）、 C_{ob} （共基极输出电容）、 r'_{bb} （基区电阻）。而通常我们用综合性参数 K_P （功率增益）较全面地来表征晶体管的高频性能。它们之间的关系是 $K_P = \frac{f_T}{8\pi r'_{bb} C_{ob} f^2}$ ，式中 f 是测试时的工作频率。如果我们令 $u = \frac{f_T}{8\pi r'_{bb} C_{ob}}$ ，那么 K_P 可简化为 $u \cdot 1/f^2$ ，这里的 u 叫做晶体管的高频优质。很显然 u 大 K_P 就大， u 小 K_P 也小。实际上高频优质 u 是晶体管的结构参数，我们知道 f_T 、 r'_{bb} 、 C_{ob} 都与晶体管的本身结构有关，这几个参数相互有联系。只有当 f_T 高，而 r'_{bb} 、 C_{ob} 小时 u 值才大，因而在实际选

用高频管时，不能片面追求 f_T 。

高频优质的计算

在晶体管手册中通常是不直接列出高频优质的数值，但一般都给出 f_T 、 r'_{bb} ，及 C_{ob} ，或者 K_P 。这样高频优质的数值可通过公式

$$u = \frac{f_T}{8\pi r'_{bb} C_{ob}} \text{ 和 } u = K_P \cdot f^2$$

来求得。例如3AG1B的 $f_T \geq 25\text{MHz}$ ， $r'_{bb} \leq 100\Omega$ ， $C_{ob} \leq 5\text{PF}$ ，代入上式：

$$u = \frac{f_T(\text{MHz})}{8\pi r'_{bb}(\Omega) C_{ob}(\text{PF})} \times 10^6 \\ = \frac{25 \times 10^6}{8 \times 3.14 \times 100 \times 5} \approx 2000$$

现在我们将各计算结果列表如下：

参数型号	$f_T(\text{MHz})$	$r'_{bb}(\Omega)$	$C_{ob}(\text{PF})$	u
3AG1B	≥ 25	≤ 100	≤ 5	≥ 2000
3AG1C	≥ 40	≤ 70	≤ 5	≥ 4550
3AG1D	≥ 50	≤ 70	≤ 5	≥ 5700
3AG1E	≥ 65	≤ 50	≤ 5	≥ 10350

由表可知3AG1B~E，高频优质是按从低到高排列的。

除了上述 u 值与常用频率特性参数 f_T 、 r'_{bb} 及 C_{ob} 有关外，晶体管手册中有些型号的高频管则采用另一种特别方便的频率特性参数，叫做“最高振荡频率” f_M ，它的物理意义是当放大器的工作频率升高到某一值(f_M)时，放大器已完全失去了放大作用，将这时的 $K_P=1$ 代入 $K_P \cdot f^2 = u$ 的式中，那么 $f_M = \sqrt{u}$ 。例如3AG11~14，其 f_M 分别等于30，60，120，120MHz。若换算为高频优质 u 则分别为900，3600，14400，14400。

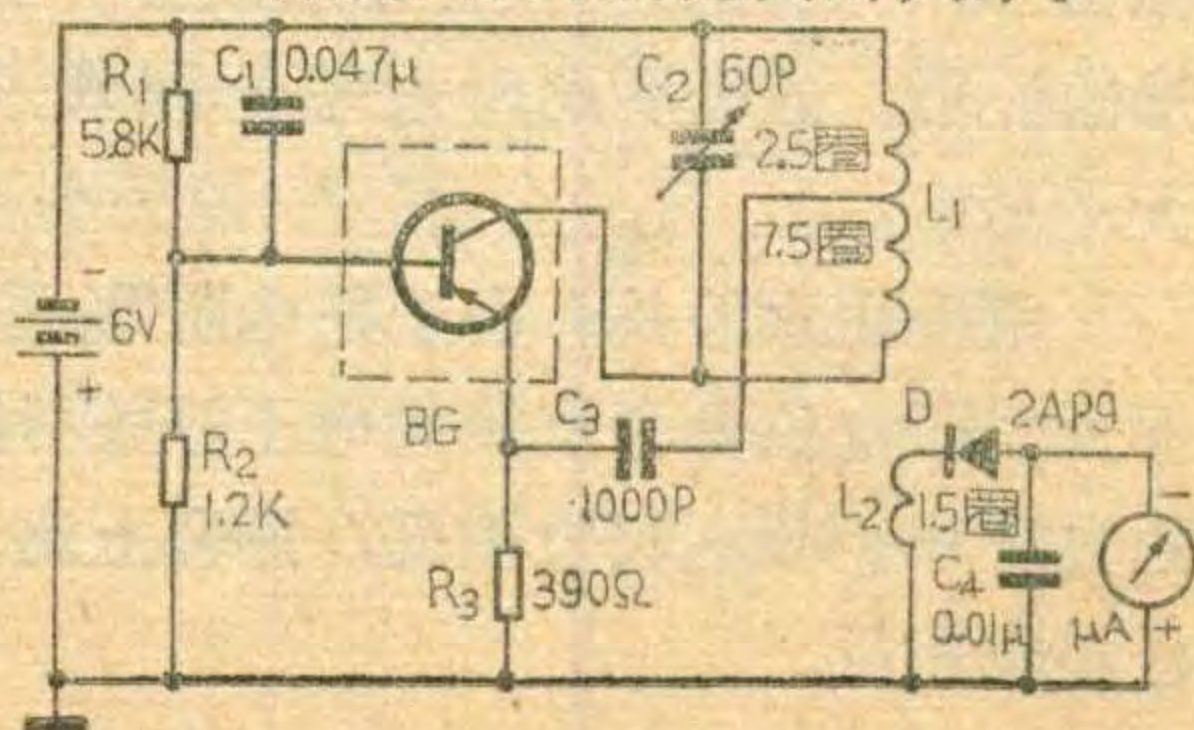
高频优质是一个在线路设计上有实用意义的综合参数，在计算线路增益时十分方便。例如某高频放大器的最高工作频率为1.6MHz，要求其功率增益大于24分贝，若选用3AG1B的高频管看看是否合用。现在我们可以根据上表中3AG1B的最低 u 值2000来计算，功率增益取分贝数， $K_P = 10 \lg \frac{u}{f^2} = 10 \lg \frac{2000}{(1.6)^2} \approx 29\text{dB}$ 。

由计算可知，工作频率在1.6MHz时，功率增益大于24分贝，选用3AG1B型号的高频管是合用的。应该指出，在实际的高频放大器中增益一般比计算值低，这是因为计算公式是放大器按理想条件下得出的，因此我们在计算时都应该留有一定的余量。

高频优质 u 的简单测量

在一般业余条件下测量 f_T 、 r'_{bb} 和 C_{ob} 是比较困难的，但是我们可以安装一个振荡器，测出管子的最高振荡频率 f_M ，这样就能相对地比较高频管的优劣。下图是一个振荡频率为26~52MHz的测量电路，它适用于测量锗高频小功率管。图中振荡器的电源用6伏干电池（工作电流为3毫安）。 C_2 是

差容可变电容器，型号是CBM-2C-60，采用其中容量小的那连。 L_1 、 L_2 均为空心线圈， L_1 用线径1毫米的铜线绕10圈，在2.5圈处抽一个头，线圈的直径为10毫米，线圈长度为30毫米。线圈 L_2 用同一线径的铜线绕1.5圈，直径为18毫米。将 L_2 套在 L_1 的中部。BG为被测晶体管，调谐回路由 L_1 、 C_2 组成，振荡信号由 L_2 输出，经二极管2AP9检波。微安表的量程是100微安，它可指示振荡信号的强弱和有无。我们可在可变电容器 C_2 转轴上装上一根指针，把 C_2 的容量范围(频率范围)刻在面板上，在没有条件的情况下，也可以在面板上只刻出反映频率高低的相应刻度，这样就可看电表的指示来确定停振频率的高低，使之能相对地判断晶体管高频优质的大小。



小明：老师，我对无线电制作活动很感兴趣，您能介绍我做点小实验吗？

老师：好！你就和大勇一起做几个“点亮小电灯”的实验吧！

小明：那我知道，把小灯泡和开关、电池串联起来，开关一接通灯泡就会亮起来。

老师：对！那是用开关控制了电灯中电流的通断。我们也可以把一只三极管当开关，用来控制电路的通断。你看，大勇同学刚做了一个小玩具（手指图1a那样的小盒），只要用手一摸这个盒子上的两个铜片，小电珠就会亮起来。

小明：咦！这两个铜片并没有接通啊，大勇，这是什么道理？

大勇：（指着图1b）这是我做的玩具的电路，手摸在铜片上时，铜片虽然没有接触，电流却能通过我们手指头的电阻从三极管里流过。

小明：手指头电阻挺大的，电压又低，这个电流一定很小吧？

大勇：对，只有20微安左右，可是它是流过三极管基极和发射极的。你们记得书上介绍的三极管工作的基本原理吗？

小明：啊，我懂了，书上说的三极管的基本工作原理是“通过三极管基极电流的微小变化能引起集电极电流的极大变化”。现在基极有了几十微安的电流，三极管集电极电流就很大，能使和它串联的小电珠发光。

老师：对，这就是三极管的放大作用。



有趣的小电灯

陈鹏飞

小明：那么为什么要用两只三极管这样连在一起呢？

老师：这是“复合管”的形式，这样一来三极管的放大能力可以大大增加。

大勇：我看过书上的计算公式，复合管的电流放大倍数等于两只管子放大倍数的乘积。这只小电珠要用100毫安电流通过就能发光的。普通手电筒电珠却要300毫安才行，不合用。

老师：你们计算一下现在这个复合管放大倍数是多少？

小明：那就用100毫安除以20微安，哟，得几千倍呢？

大勇：是的，我挑两只放大倍数是100左右的管子就行了。BG₁管可选用3DG6，BG₂管可选用3DG12。

小明：用别的型号的管子行吗？

大勇：BG₁管可用3DK2、3DK3代替，BG₂管可用3DK4、3DK8、3DK9等代替。

小明：老师，是不是只要在这两个铜片位置上随便连一个电阻，都能使灯泡正常发光。

大勇：（插话）那可不行。电阻太大了，三极管电流太小，电珠根本不亮，而有一次我不小心把两个铜片连在了一起，就等于接进去一个很小的电阻，只见灯光猛一闪，把三极管烧坏了。

老师：对，这是因为三极管基极电流太大的缘故，实验时要小心。不过小明的想法也有道理，要是我们在这个位置

接一个电阻值能改变的元件，那就能通过它来控制三极管的通断，使电珠亮或灭。这就是三极管的开关作用。

小明：用什么元件呢？

大勇：老师，书上说半导体材料的电阻大小会随光的照射而改变，这是它的光敏性。

老师：对呀，利用这种特性有关工厂生产“光电管”。我们做小实验时可用3AX型晶体管改制成光电管。具体制作方法是，找一个3AX型晶体管，用锉刀把管子外壳顶部锉掉，使光能照进去，如图2所示。用万用表电阻档一量就会发现只要一有光照到管子里，基极和集电极之间的电阻马上会变小，这就能当一支“光电管”用了。

小明：噢，把它接到这个电路里，不就成了一个自动控制的电灯了吗？用光一照，小电珠就亮，真有意思！

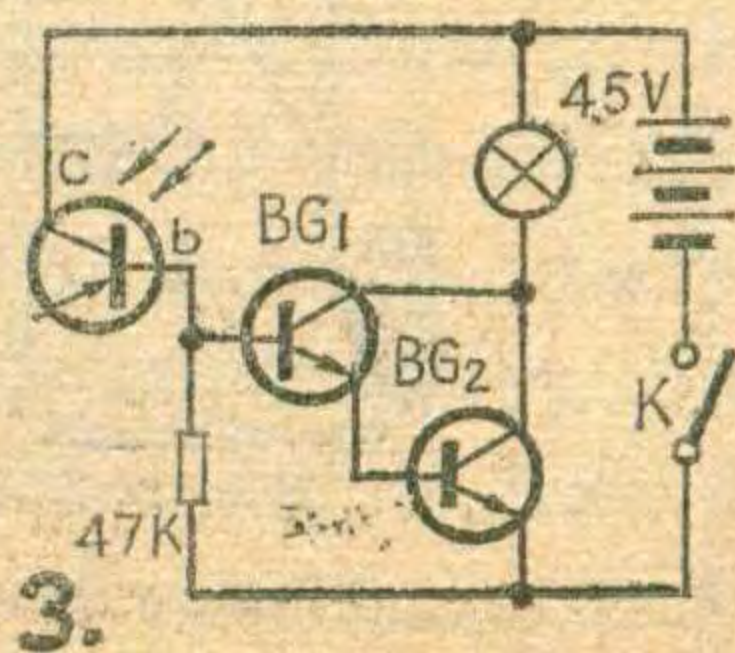
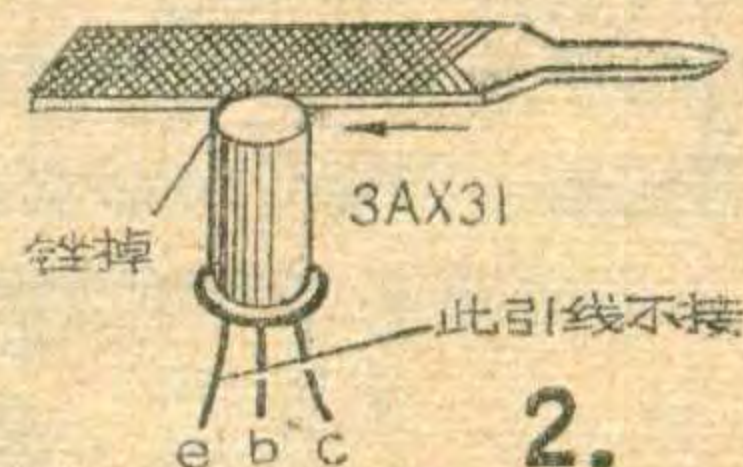
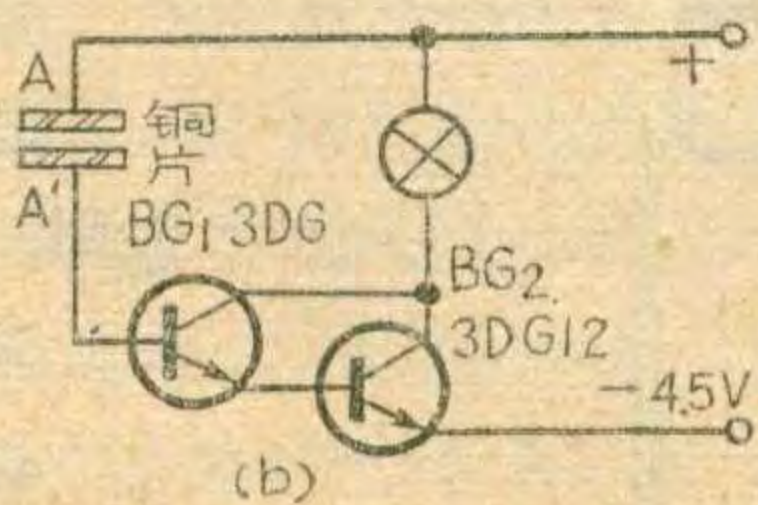
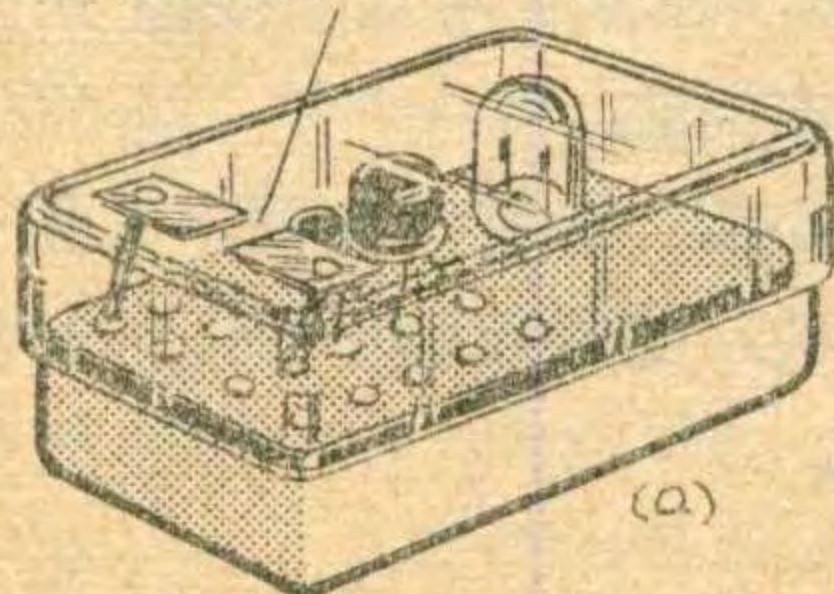
老师：小明的想法很好，不过还得实际试一试才行。你就回家做这个实验吧。

（一星期以后，小明拿着一个小盒来找老师）

小明：老师，实验做成了（指着图3），这是我的光控小实验电路。

老师：好极了，让我试试（把小盒

铜片间距离2mm





上期“想想看”答案

1. 小王自己绕制了一只晶体管收音机用的输入变压器，用万用表测量时，初、次级绕组直流电阻阻值符合要求。但把它换接到正常工作的收音机上时，收音机却没有声音了。为什么？

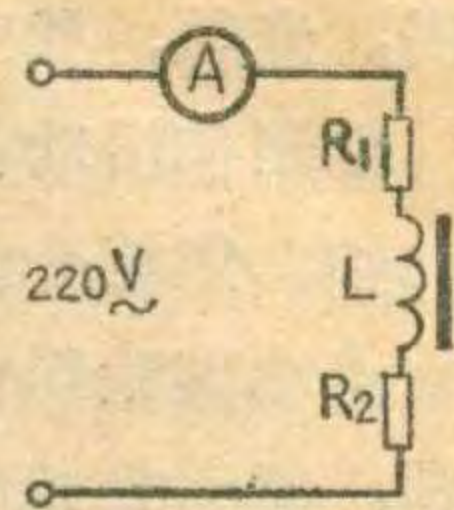
2. 小李装的收音机调整好偏流后，虽能收音但自动音量控制失常，他知道这是检波二极管的极性接反了。但当他把二极管倒过来接以后，收音机反而没声了。为什么？

1. 由于低阻圈的电感量大，圈数多，绕组分成很多层，所以它的分布电容大。这个分布电容对低频信号无大的影响，而对高频信号的影响却很大。当用低阻圈代替高阻圈时，由于分布电容的缘故，它对高频信号呈现的容抗小，高频信号很容易通过它，这样就起不到阻止高频信号通过的作用。所以不能用低阻圈代替高阻圈。

(王德源)

2. 小王这种计算方法不对。电源变压器在空载时，其初级可近似

地等效成如图所示的电路。其中 R_1 为初级绕组的直流电阻， R_2 代表变压器的铁



损耗电阻（包括磁滞损耗、涡流损耗等）。由于电感 L 是不消耗功率的，所以变压器的空载功耗主要是 R_1 、 R_2 上的功耗， $P_1 = I^2 R_1$ 为铜耗， $P_2 = I^2 R_2$ 为铁损耗。通常 R_1 、 R_2 的数值很小，总的空载功耗 $P = I^2 R_1 + I^2 R_2 \ll I \cdot U$ ，即总的空载功耗大大小于 6.6 瓦。所以在这个电路中，计算变压器的空载功耗时，不能用电流和电压值直接相乘。

(陈演平)

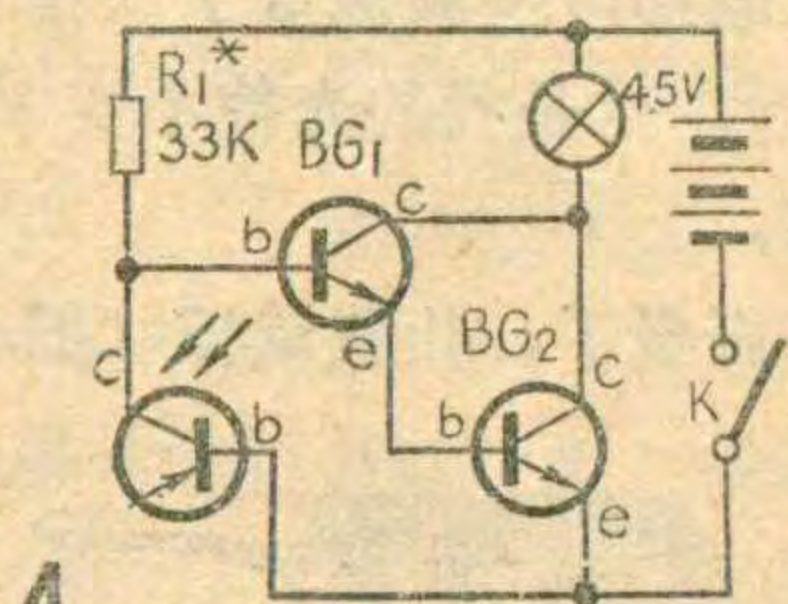
内的“光电管”放在太阳光下照，小电珠就发亮)，这个小实验你做成了。小明，你再想一想，如要想在没有光照到上面时小电珠发亮，而用光一照这个“光电管”，小电珠就不亮，你看怎么改动才好呢？

小明：啊，想出来了。我马上改一下电路，只要把“光电管”接到三极管的发射极和基极之间（手指图 4），它和上面这个电阻

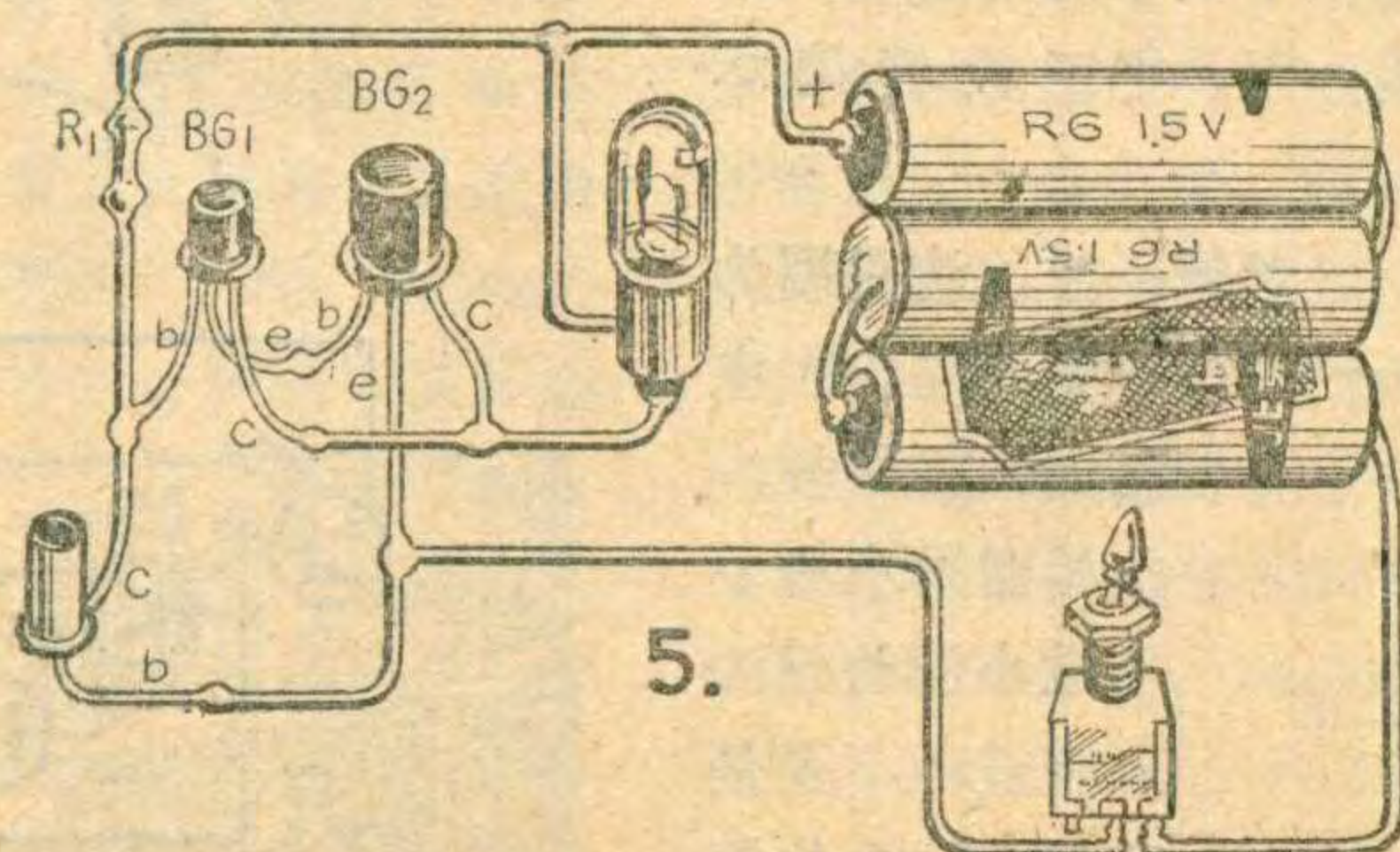
起分压作用，一有光照时，“光电管”的电阻减小，它上面的电压降也减小，三极管基极电压降低，基极电流变小，小电珠就不亮了。老师，您看对吗？

老师：对的。你是怎样调整 R_1 的阻值的？

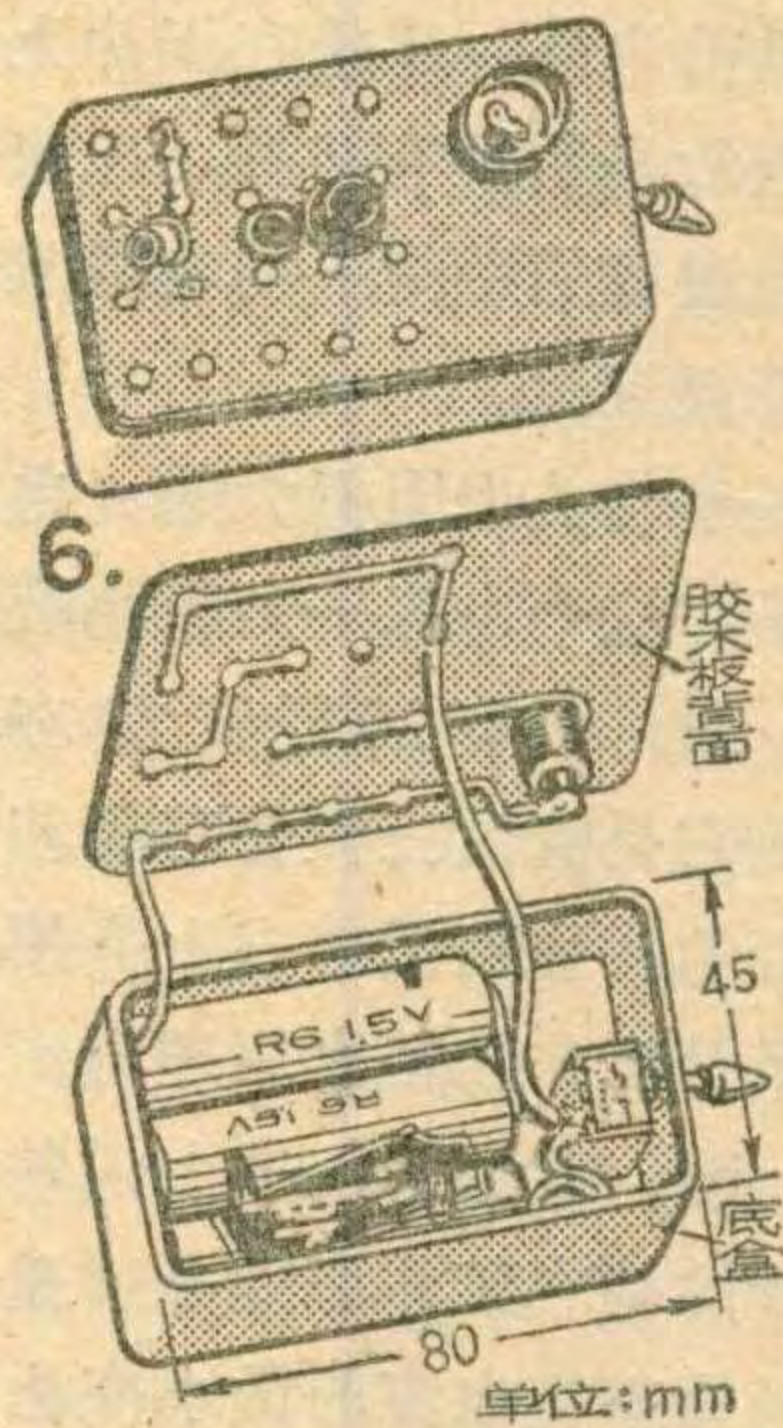
小明： R_1 的阻值可这样来调整：电路连接好后，接上电源，在光电管无光照射时，小电珠就应亮，如果电珠发光很暗，甚至不发光，这时可适当减小 R_1 阻值，直至小电珠发亮。 R_1 调整后，用手电筒的光或用太阳光直接照在光电管上，小电珠即熄灭，小实验就成功了。



4.

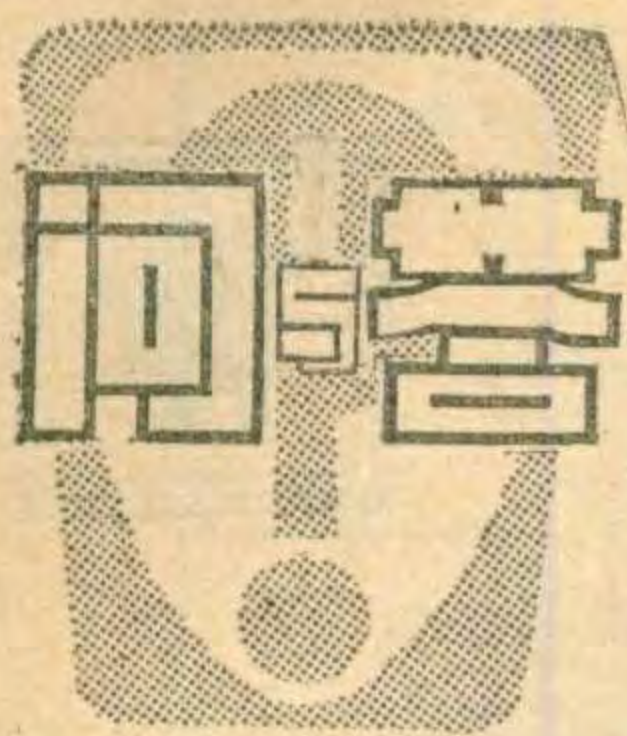


5.



我把有关的元器件安装在 75×40 的胶木板上。此板上已预先打好小孔，每孔上下、左右间隔均为 10 毫米，并铆上铆钉。我把胶木板与三节电池都装入刮脸刀盒内（手指图 6 a 那样小盒），在盒盖与盒底接缝处用胶布封住。

老师：小明，你肯动脑筋，又做了实验，这样就能学到不少知识。

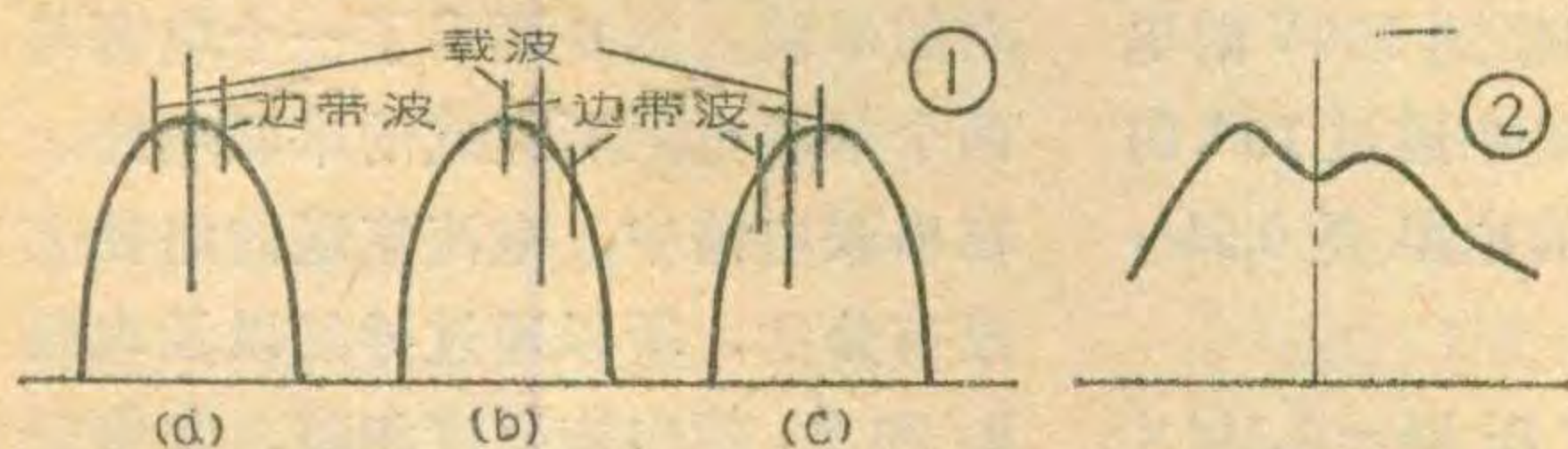


问：收音机调谐电台信号时，常出现两个靠近的高峰，声音大、尖而且难听，两个峰中间声音小、发闷但好听些。这是为什么？

答：这有许多原因。如果收音机中放通带太窄，则即使

中放本身没有双峰，在调台时也会感到有双峰现象，这叫“调谐双峰”。其原因参看图1。频率调正时(图1a)，AGC起作用，整机增益较低，两个边带波的高音部分由于通带窄而被衰减，故声音发闷，但因这时双边带平衡通过，检波出来的信号失真最小，所以声音好听些；当调偏时(图1b、c)，不论偏向哪一边，其中一个边带波位于通带部分，高音能通过，但载波已离开通带。边带波信号比载波小，AGC作用减弱，整机增益上升，边带波的高音有较大输出，所以声音大而尖。由于只有一个边带通过，另一个边带被衰减，所以失真增大，声音难听。

如果双调谐中周本身因耦合太紧而可能有双峰的话，在按输出最大调试中周时，实际上并不能调成双



峰，常常是偏调到其中一个峰上去(见图2)，使通带出现“歪边”现象(左歪或右歪)，于是通带变窄，在收台时出现“调谐双峰”，而且调谐双峰不对称。

如果中放级处在轻度自激或即将自激的不稳定状态，通带也会歪边而变窄。当偏调时，由于增益提高，不仅会产生调谐双峰，而且会产生嘘叫声。这种不稳定产生的歪边总是向左歪。当中和电容过大时，也会产生不稳定，通带向右歪。

要消除调谐双峰，应适当加宽通带(通带太宽选择性不好)消除中放不稳定以及把AGC特性尽量做圆滑一些。(文尚)

问：有一台凯歌牌404型晶体管电视机，使用一个时期后，行推动管3DG12B在开机一、二分钟后特别烫手，几十分钟后就烧毁，测量各级电压正常，不知故障在哪里？

答：行推动管3DG12B发烫的原因，可能是由于负载太重造成的。出现故障时，如测量各级电压均未见异常，应再测量其集电极电流，正常时，集电极电流小于100毫安，此时，用手摸晶体管的外壳，但并不感到烫手。如果测得集电极电流较大(在150~200毫安左右)，管耗增加很多，此时就会感到烫手，甚至时间一长，晶体管就烧毁了。造成行推动级负载太重

的常见故障有两种：一是行输出级晶体管3DD12A的发射极、基极特性经长期使用后变劣，其漏电流增加，使输入特性变成软击穿状态，需要注入的推动功率大大增加；另一种是行推动变压器的线圈中有部分匝间短路。可以先换一只行输出管试一下，如果故障依然存在，可再换用一只好的行推动变压器，这样就可确定故障所在了。(景冠桦)

问：录音机的带速为什么要选9.53厘米/秒或4.76厘米/秒？是否可任选一种带速(例如7厘米/秒)自录自放？

答：9.53厘米/秒和4.76厘米/秒是从英制 $3\frac{3}{4}$ 英寸/秒和 $1\frac{7}{8}$ 英寸/秒换算来的。为了能够使录音节目互换，要求各厂家生产的录音机的带速有一个统一的标准。由于厂史的原因和国际上的一些习惯，9.53厘米/秒和4.76厘米/秒已被公认为国际标准，为各国所采纳。

如果自己制作的录音机只考虑自录自放，不与国内、外市场上录音机录制的节目交换，则带速在一定范围内也可以自己选定。(上海录音器材厂)

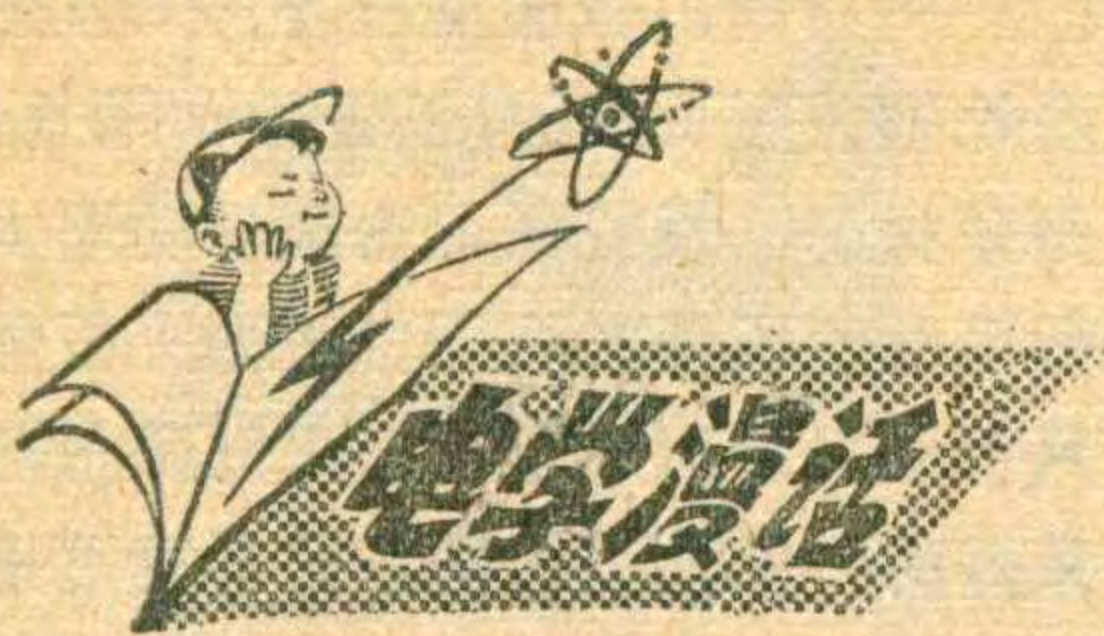
问：录音机的带速如9.53厘米/秒或4.76厘米/秒是怎样保持恒定的？

答：通常提到的录音机带速如9.53厘米/秒或4.76厘米/秒指的是额定带速。实际上录音机的带速总有一定的允许误差，普及型录音机的带速允许误差为±2%，即这种录音机在整个走带过程中，带速应保证在9.53厘米/秒或4.76厘米/秒的±2%范围内。所谓带速恒定实际上是指带速工作在允许的范围内。

一般录音机的拉带方式是用压带轮将磁带紧压在主轴上，依靠摩擦来传动，所以带速主要取决于主轴的直径和角速度，主轴的角速度又直接与驱动电机的转速有关，正常情况下此转速是恒定的。有的同志可能认为带速主要是由供、卷带电机的转速来决定，这是不对的。但实际上在一盘磁带的开头，当处于录音或放音状态时，收带盘一侧张力较大，供带盘一侧张力较小，所以此时的带速往往快一些；在一盘磁带的末尾，情况与前者相反，所以带速往往较慢。但都不应超过带速允许偏差范围。(上海录音器材厂)

问：当用万用表欧姆档测试晶体管集电极和发射极之间的电阻时，本来应该是高阻值的，但为什么用R×1K档测量某些3AX型管时，电阻却很小，好象通路了一样？

答：这种测法实际上检查的是穿透电流。某些3AX型管穿透电流较大，比如3AX31A的 $I_{CEO}=1000$ 微安(在 $V_{CE}=6$ 伏时)，而万用表R×1K档的满度电流仅几十微安到百余微安(因表而异， $I_m=E_o/R_o$)，比额定 I_{CEO} 还小，因此实测时测得阻值较小，好象通路了一样，这是正常的，不能说该管穿透电流不合格。测极间电阻以用R×100、R×10档为宜。(王永江)



欧

姆

定

律

张学志 颜超 宋东生编译

在导体的两端加上电压，就能产生电流，电流流过导体，又不可避免地会遇到电阻。那么，电压、电流和电阻这三个基本电学量之间究竟存在着什么关系呢？1827年德国科学家欧姆，经过大量的实验，解答了这个问题，总结出一个最基本的电路定律——欧姆定律。欧姆定律指出：当导体温度不变时，通过导体的电流与导体两端的电压成正比，与导体的电阻成反比。

用图1这样的简单电路为例：如果将电压为 E 伏特的电源，加在电阻为 R 欧姆的负载上，则电流为 I 安培。它们的关系是：

$$\text{电流}[A] = \frac{\text{电压}[V]}{\text{电阻}[\Omega]}, \text{即 } I = \frac{E}{R}$$

例如，在 5Ω 电阻的两端加 $10V$ 电压，那末流过电阻的电流就等于 $\frac{10V}{5\Omega} = 2A$ 。

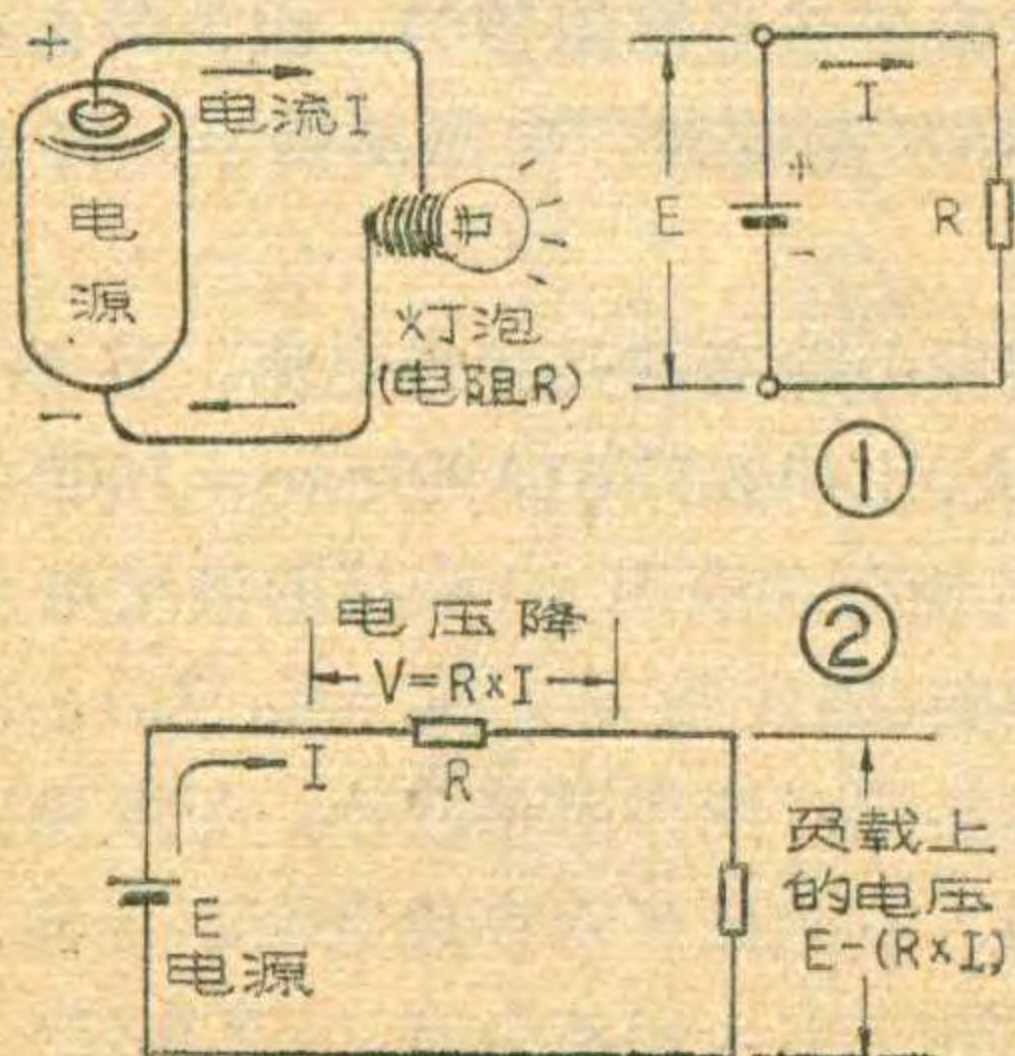
欧姆定律还可以写成下面的形式：

$$\text{电压}[V] = \text{电阻}[\Omega] \times \text{电流}[A]$$

以及
$$\text{电阻}[\Omega] = \frac{\text{电压}[V]}{\text{电流}[A]}$$

电阻上的电压降

大家知道，电路中的电流是依靠外加电压做原动力才能流动的。



为了让电流通过电阻，就得有一部分电压“损耗”在电阻上。我们把电流通过电阻时，降落在电阻两端的电压，叫做电压降。图2中电流 I 在电阻 R 上产生的电压降就是 $V = RI$ ，负载上实际得到的电压，只剩下 $E - RI$ 了。可以看出，只要电路中有电阻，就有电压降存在，电源电压就不能有效地全部加到负载上去。

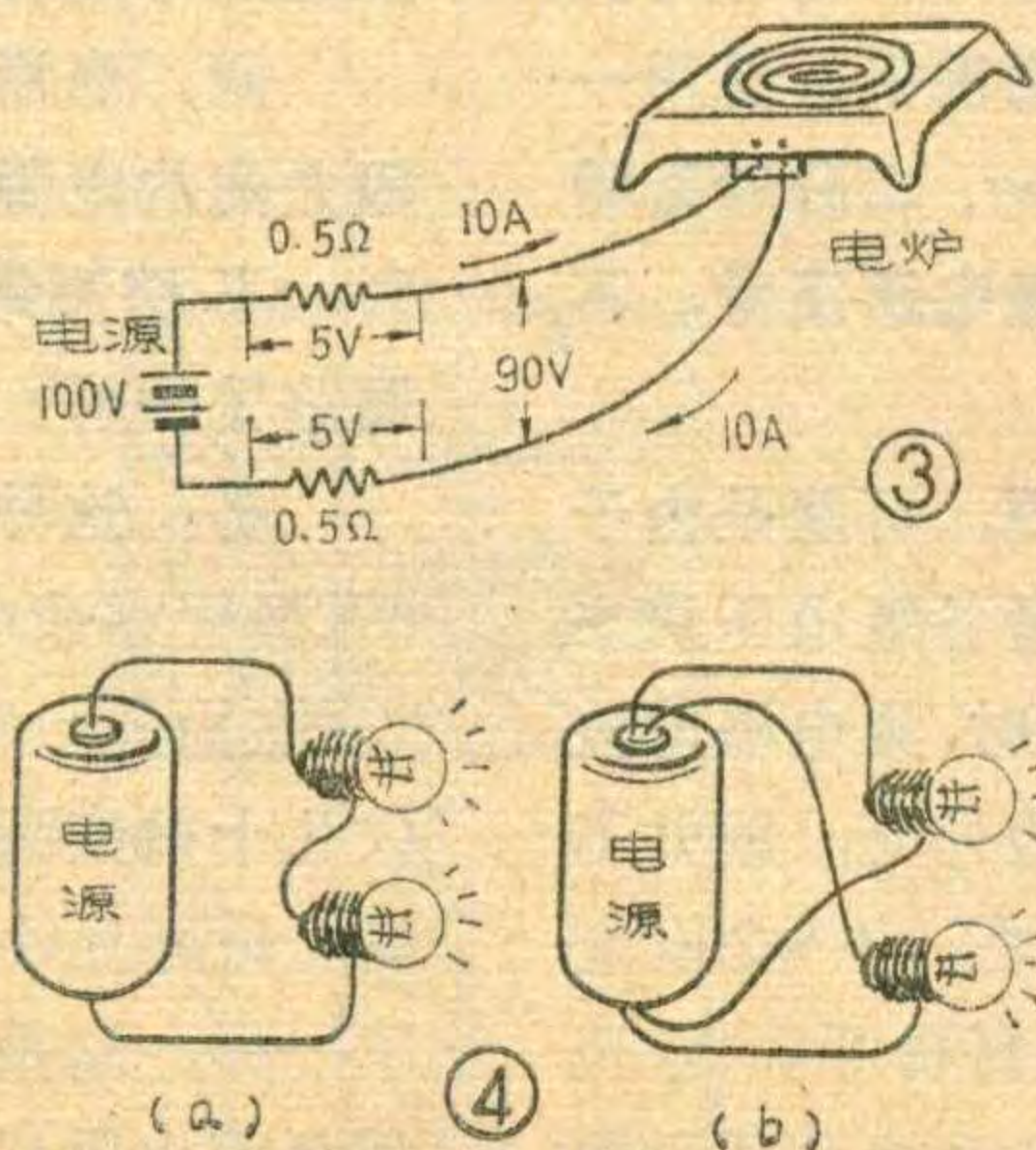
我们举个实际例子计算一下（图3）。把一只电炉接到 $100V$ 的电源上去，倘若电炉丝中通过 $10A$ 的电流，而每条引线的电阻是 0.5Ω ，则：

$$\text{一条引线的电压降} = 0.5\Omega \times 10A = 5V$$

因为往返有两条引线，所以加在电炉上的实际电压，要比电源电压低 $2 \times 5V = 10V$ 。

电阻的串联

下面，我们再来看稍许复杂些的情况。如图4所示，假定负载是两个灯泡，这两个灯泡有两种可能的连接方式。从电源向外看去，如

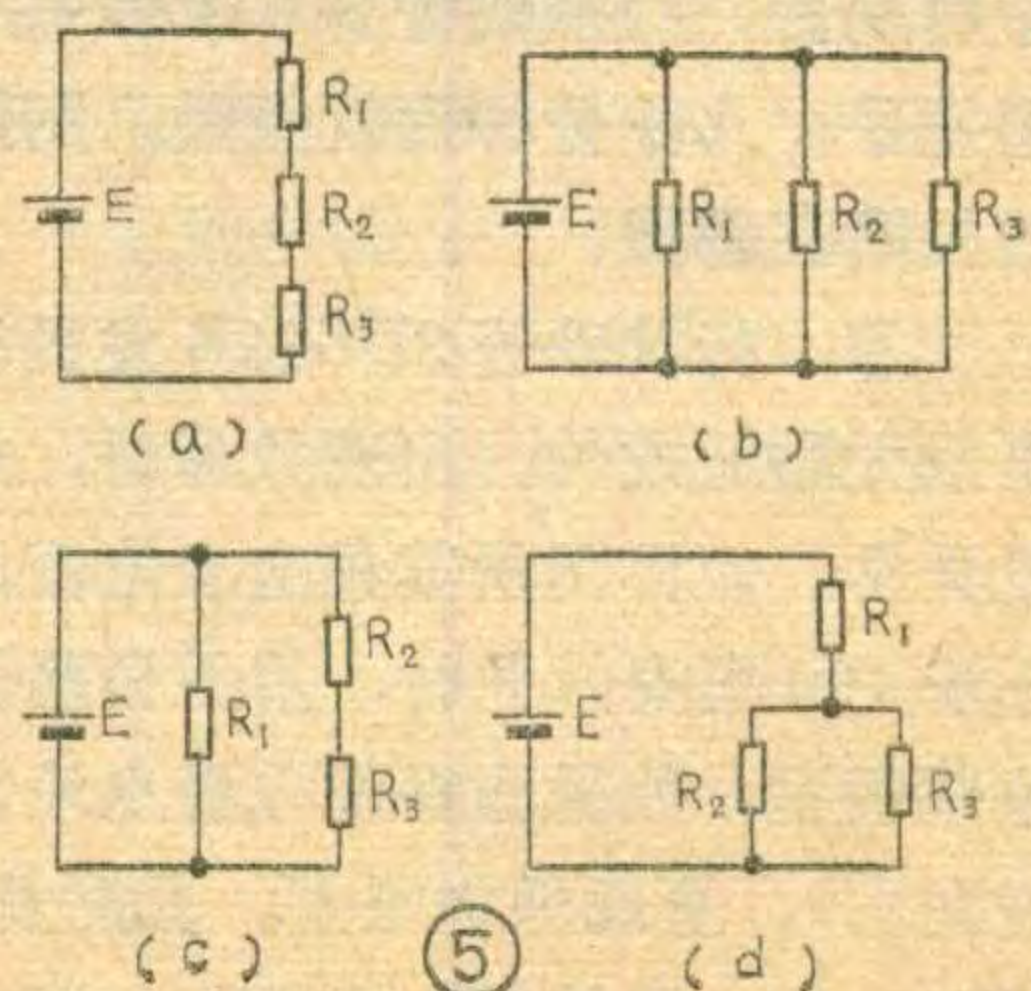


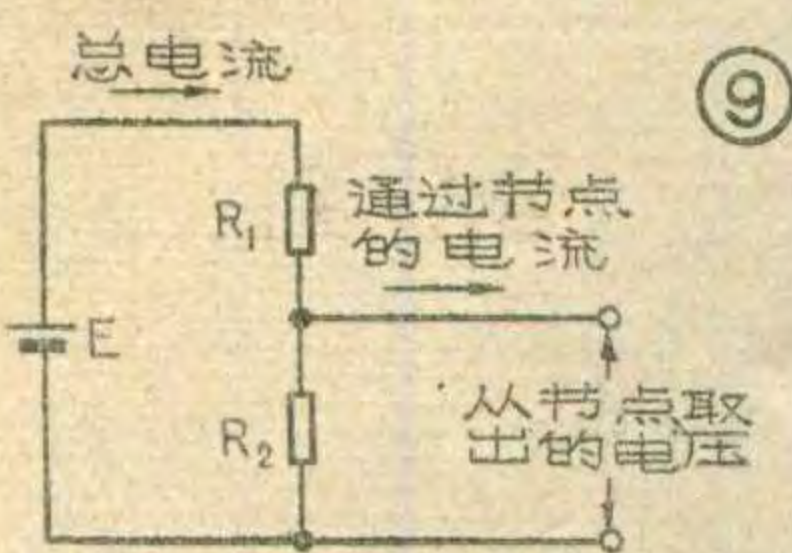
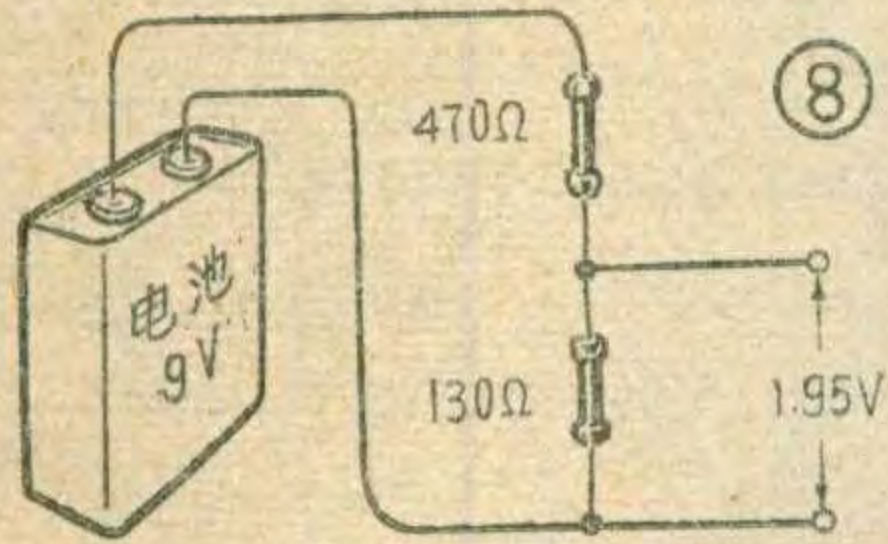
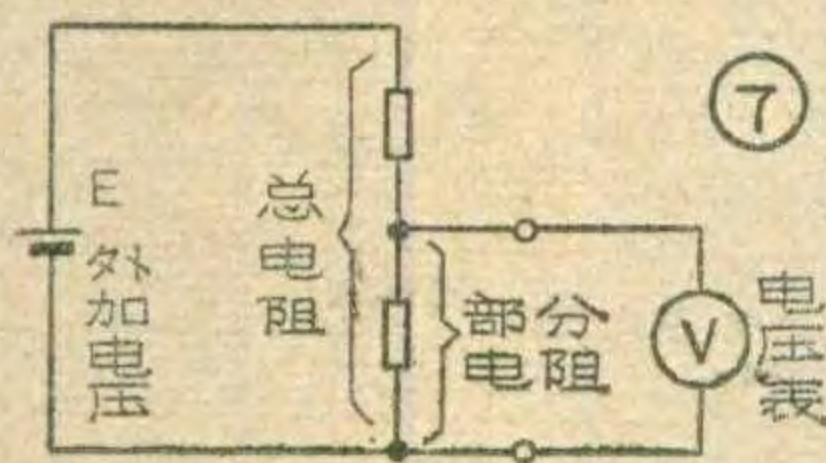
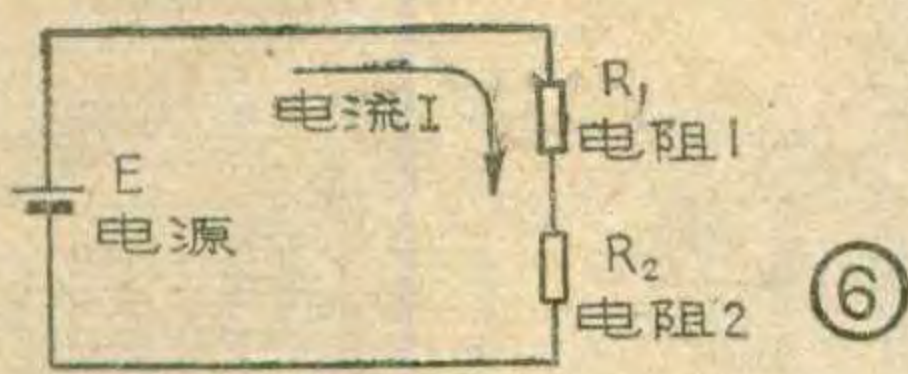
果将两个灯泡一个接一个地顺次连接起来，就叫做串联（图4a）；如果将两个灯泡的一端连在一起，另一端也连在一起，象图4b的样子，就叫做并联。

假如有三个电阻，就可能有图5所示的几种连接方式。图5a是一个电阻串联电路，图5b是电阻并联电路，图5c和d是串、并联的两种组合连接方式，叫电阻混联电路。在这一篇里，我们将先讲讲电阻的串联。图6画出了一个电源与两个串联电阻所组成的串联电路。在串联电路中，电流流通的路径上没有分岔，所以通过导线以及电阻 R_1 和 R_2 的电流强度相等，都等于 I 。电阻的串联不仅限于两个或三个电阻，串联电阻的数目可以是任意的。在一个电路里无论有多少个电阻串联，通过每个电阻的电流都一定是相同的。但是根据欧姆定律，在同一电源的作用下，串联的电阻愈多，电流也就愈小。可见，在电路中串联电阻实际上为电流的流通设置了重重障碍。

串联电阻的分压

在电子电路中，串联电阻有一





个重要的作用，就是构成一个简单的分压器。如图7所示，先把两个电阻串联起来，在串联电阻的两端加上一个电源电压 E ，然后将电压表跨接在其中任一个电阻的两端，量得的电压总要比电源电压低，这就是串联电阻的分压作用。所分出来的一部分电压与总电压（两个电阻上的电压之和）之比，叫做分压比。很容易证明，分压比也等于所取出电压的那部分电阻值与总电阻值之比。利用分压比，可以很方便地由总电压求出分电压。例如，在图8的电路中，将 470Ω 和 130Ω 两个电阻串联后接到 $9V$ 电池上去，求得 130Ω 电阻两端的电压为

$$9V \times \frac{130\Omega}{130\Omega + 470\Omega} = 1.95V$$

电压分配的比值 $\frac{1.95V}{9V}$ 与电阻分配的比值 $\frac{130\Omega}{600\Omega}$ 是相等的。这个比值就是分压比。

在实际应用中，常可利用串联电阻分压的原理，从一部分电阻上得到我们所需要的比较低的电压。

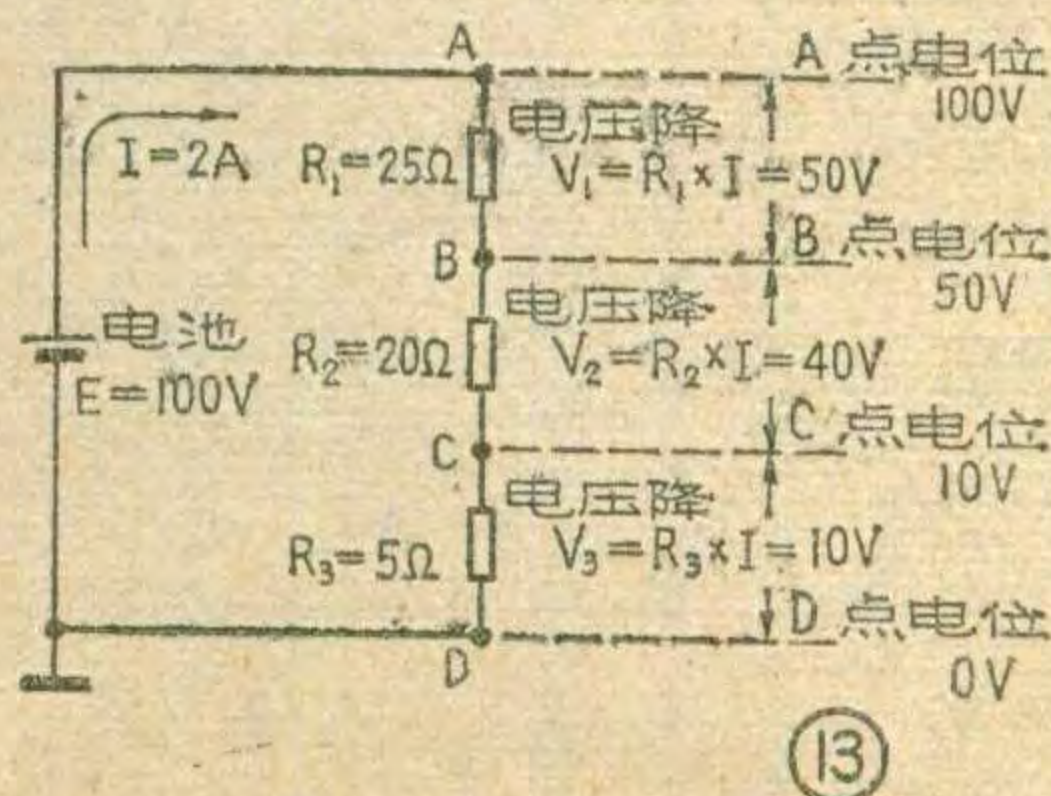
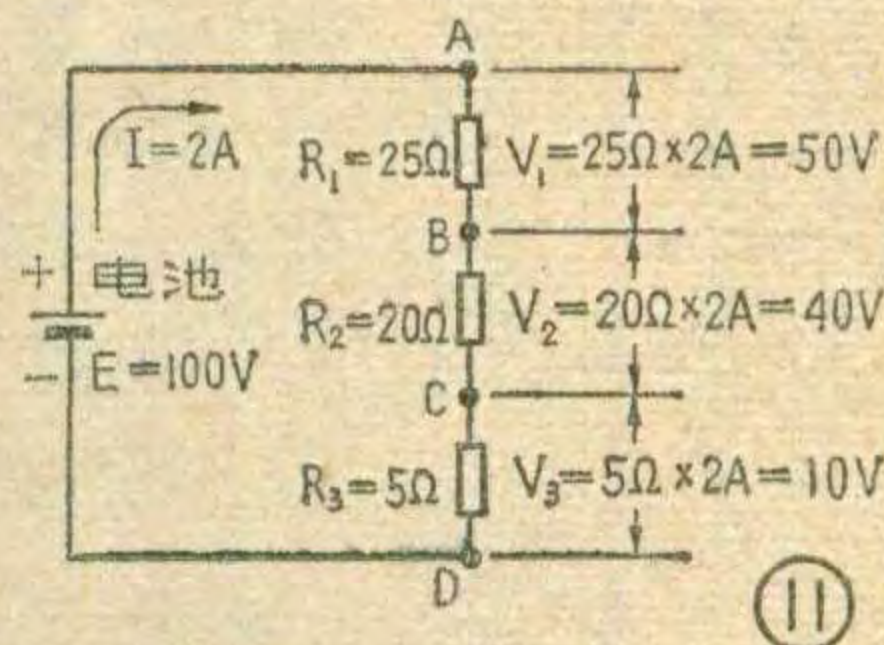
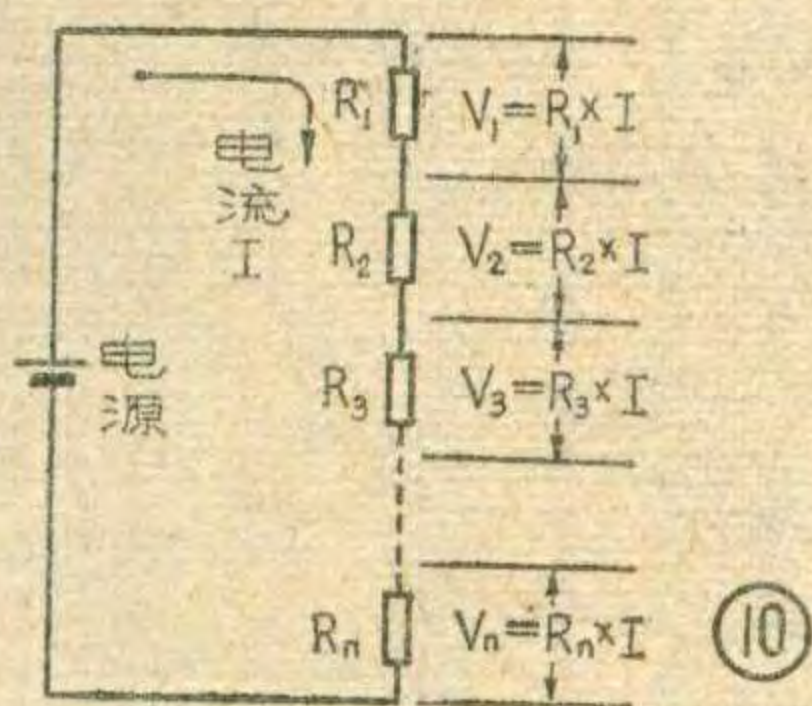
但是在这种分压器中，负载是与分压电阻并联的，有一部分电流要流入负载支路(图9)，只有当负载支路的电流很小时，分压效果才比较好。

在图6所示的两个电阻串联电路的基础上，如果把串联电阻增加到 n 个(见图10)，那么各个电阻上的电压将如何分配呢？下面我们利用欧姆定律来进一步回答这个问题。在图10的电路中，当接通电源后，就有电流 I 从各个电阻通过。因为电阻是串联起来的，流过它们的电流都等于 I 。根据欧姆定律，电流 I 在各个电阻上产生的电压降分别为 $V_1 = R_1 I$, $V_2 = R_2 I$, ... $V_n = R_n I$ 。

$$\text{因为总电阻 } R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

$$\begin{aligned} \text{总电压 } V &= IR \\ &= I(R_1 + R_2 + \dots + R_n) \\ &= IR_1 + IR_2 + \dots + IR_n \\ &= V_1 + V_2 + \dots + V_n \end{aligned}$$

以图11所示的三个串联电阻



R_1, R_2, R_3 为例。 $R_1 = 25\Omega$, $R_2 = 20\Omega$, $R_3 = 5\Omega$ 。把它们接在 $E = 100V$ 的电源上，流过电阻的电流为 $I = 2A$ 。可以求出各个电阻两端的电压。对于电阻 R_1

$$V_1 = 25\Omega \times 2A = 50V$$

也就是电源电压有 $50V$ 降落在电阻 R_1 上。同理，可以求得 R_2 上的电压降 $V_2 = 20\Omega \times 2A = 40V$, R_3 上的电压降 $V_3 = 5\Omega \times 2A = 10V$ 。把各个电阻上的电压降加起来， $V_1 + V_2 + V_3 = 100V$ ，刚好等于电源电压 $100V$ 。

在 n 个电阻串联时，可以利用分压比方便地算出各个电阻上的电压降，即

$$V_1 = E \frac{R_1}{R_1 + R_2 + \dots + R_n}$$

$$V_2 = E \frac{R_2}{R_1 + R_2 + \dots + R_n}$$

$$V_n = E \frac{R_n}{R_1 + R_2 + \dots + R_n}$$

电压降的方向

对于电阻本身来说，它的两端并没有正负之分。但是当有电流通过电阻时，就会产生电压降，从电位高的一端到电位低的一端的指向就是电压降的正方向(图12)。电压降的正方向是和通过电阻的电流的正方向相一致的，也就是由高电位至低电位的指向是顺着电流的方向。我们再举一个例子，见图13，图中电阻 R_1 的一端 A 点接电池正极，以地为参考点， A 点的电位就是 $+100V$ 。电流从 A 点流向 B 点，产生电压降 $R_1 \times I$ ，所以 B 点的电位低于 A 点， B 点的电位是 $E - R_1 I = 100V - (25\Omega \times 2A) = 50V$ 。同理， C 点的电位是 $E - R_1 I - R_2 I = 10V$ ， D 点的电位是 $E - R_1 I - R_2 I - R_3 I = 0V$ 。从另一方面来看，电阻 R_3 的 D 点接地，可见 D 点的电位的确为 $0V$ 。顺着电流的方向，电位从 A 点的 $100V$ 下降到 D 点的 $0V$ 。

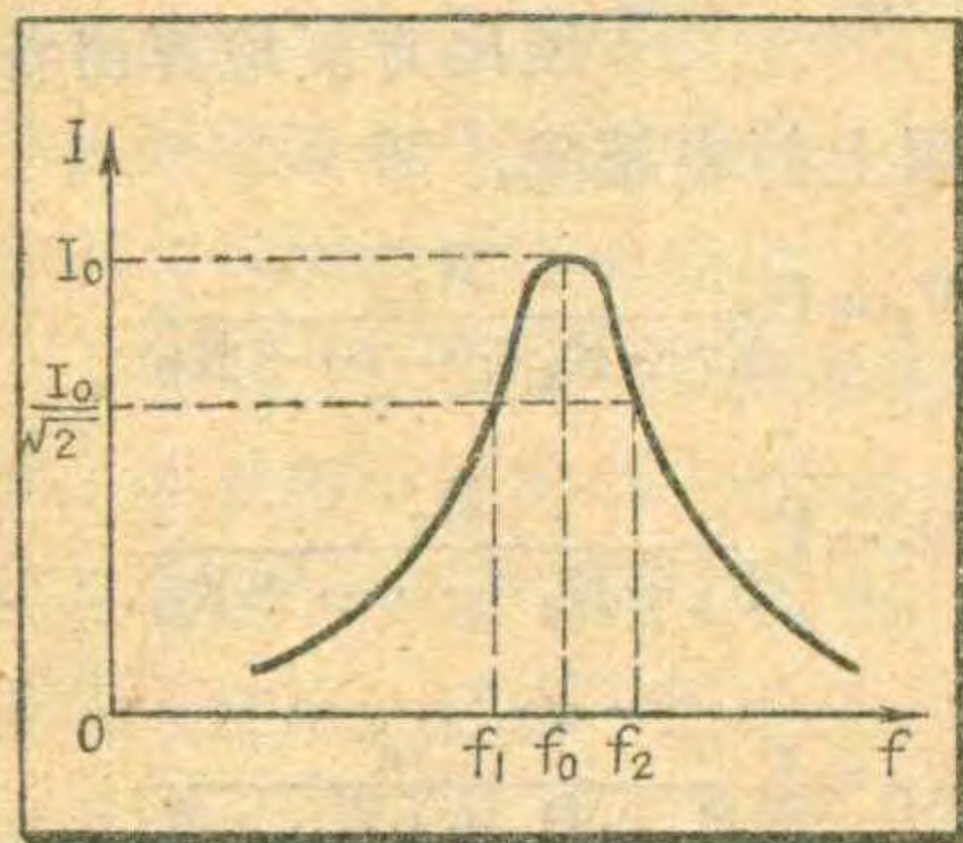
无线电

1979年第5期 (总第200期)

目 录



在收音机或通信接收机中有许多电感和电容组成的谐振回路，它们对各种信号频率的传输特性可用谐振曲线来描述。图1为串联谐振回路的谐振曲线。其中横坐标表示频率，纵坐标表示电流，此曲线反映了串联谐振回路中的电流随频率而变化的情况。当外加信号频率等于谐振回路的固有频率 f_0 时，回路中的电流最大，即回路能让 f_0 的信号顺利地通过；当信号频率



率偏离 f_0 时，回路中的电流就减小，即回路对偏离 f_0 的信号有一定的阻力。由此可见谐振回路对于不同频率的信号所起的传输作用是不相同的。

无线电信号常是多频信号，它占有有一定频率范围的频带。例如语言的频带宽度约为3千赫，音乐的频带宽度为10千赫。由于谐振回路对信号频带内各种频率的传输作用不相同，无线电信号通过谐振回路后会产生波形失真（与原来信号不一致）。为了让各信号频带都能通过回路，不致有较大的失真，我们要求谐振回路的谐振曲线具有一定的宽度。根据实践所知，流过耳机中的电流为 I_0 和 $\frac{1}{\sqrt{2}}I_0$ 时，人的耳朵听不出有什么区别。因此我们把谐振曲线上

$$\frac{I}{I_0} \geq \frac{1}{\sqrt{2}}$$

的那一段频率范围就定义为此回路的通频带。在这个频率范围内，其中任一频率的电流比谐振频率的电流所减小的数值都不超过 I_0 的30%

$$\left(\text{即 } I = \frac{1}{\sqrt{2}}I_0 = 0.707I_0\right)$$



通频带的两个边界频率分别为 f_1 及 f_2 。 f_1 称下边频， f_2 称上边频。通频带的宽度为： $f_2 - f_1 = 2\Delta f$

通频带是无线电收发信、广播设备等的重要技术参数。在设计收音机线路时，根据收音机种类、级别以及选择性的要求来确定通频带。

(傅吉康)

激光光纤通信

..... 邮电部武汉邮电科学研究院 黄定国 (1)

TTL 集成电路与非门电路(续)

..... 上海半导体器件十六厂 徐洽邦 (3)

TTL 与非门电路的简便测试方法

..... 梁 华 (6)

进口电视机改频

..... 中央广播事业局电视服务部 (8)

* 电视机电路分析 *

联合设计 31 厘米电视机——

视频检波及放大电路..... 北 田 (11)

* 有线广播 *

OCL 电路的简易设计(续)..... 李应楷 (14)

万用表测量线路空载电压和输出阻抗..... 段 浩 (16)

消除 V130 盒式录音机噪音..... 王增毅 (17)

怎样检查盒式录音机质量?..... 肖和祥 (18)

用晶体管代替电子管检波..... 毛瑞年 (18)

变容管电子调谐(续)..... 伟 明 (19)

硅管收音机修理点滴..... 鹿 铭 (21)

交流电路的演示..... 王兴乃 (22)

几种陶瓷滤波器的性能参数 (封三说明)..... 沈荣章 (25)

* 初学者园地 *

怎样衡量高频管的质量..... 曾培基 (26)

有趣的小电灯..... 陈鹏飞 (27)

* 电学漫话 *

欧姆定律..... 张学志、颜超、宋东生编译 (30)

通频带(名词浅释)..... 傅吉康 (32)

* 电子简讯 *

* 问与答 *

* 想想看 *

封面说明：光通信用光导纤维拉制

本刊记者

封底说明：激光光纤通信

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5月25日

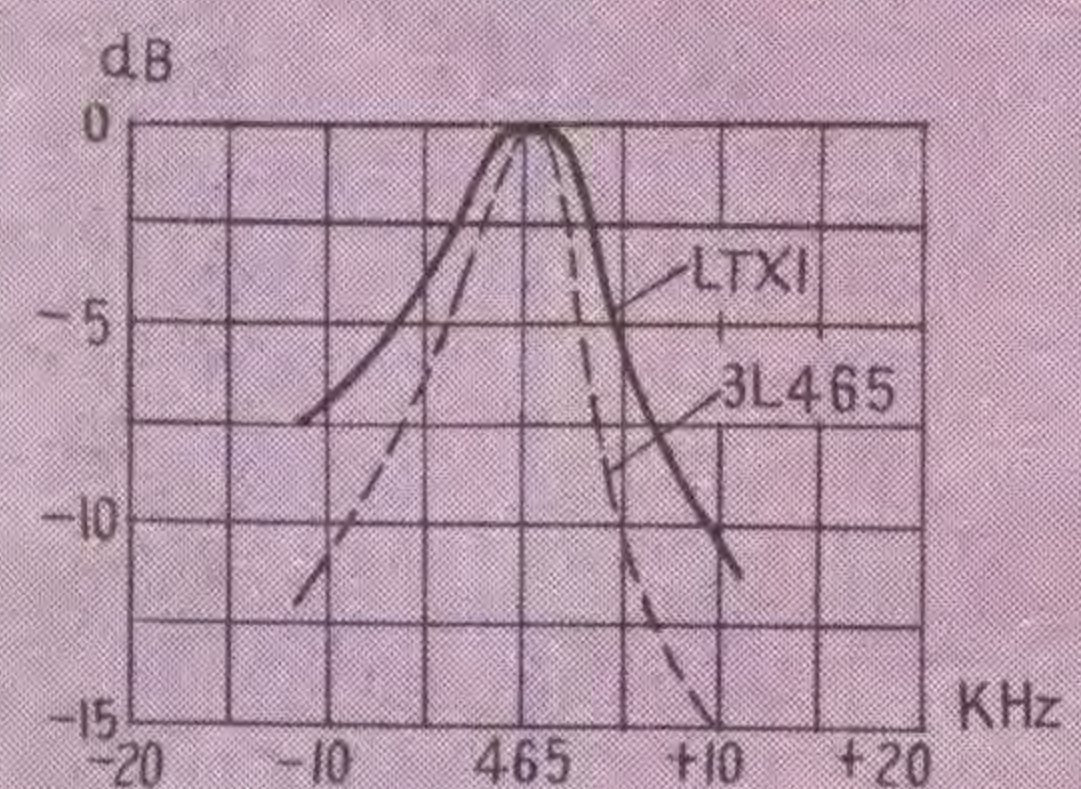
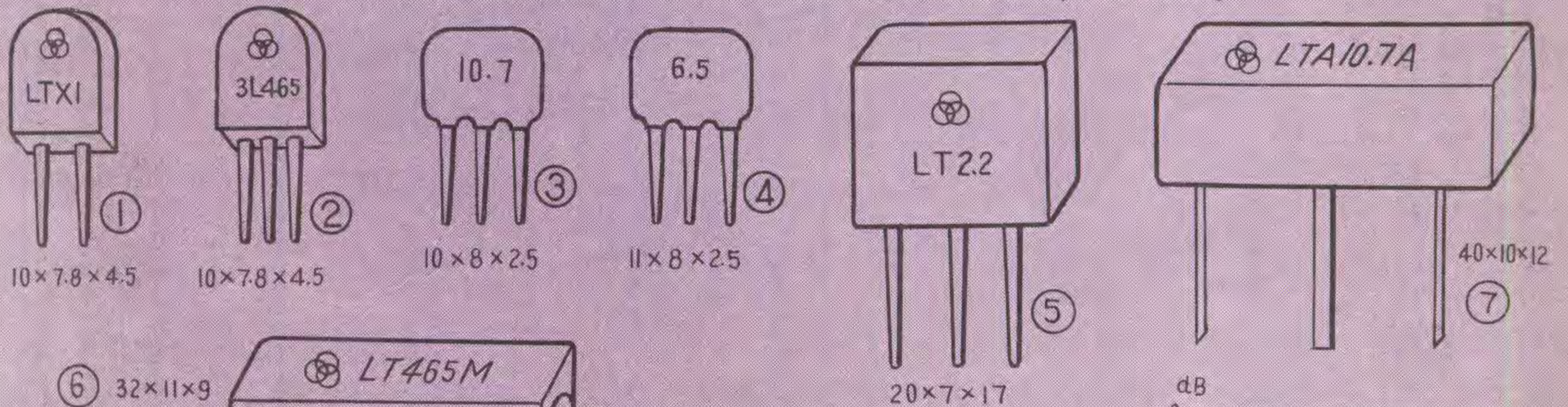
本刊代号：2-75

每册定价 0.17 元

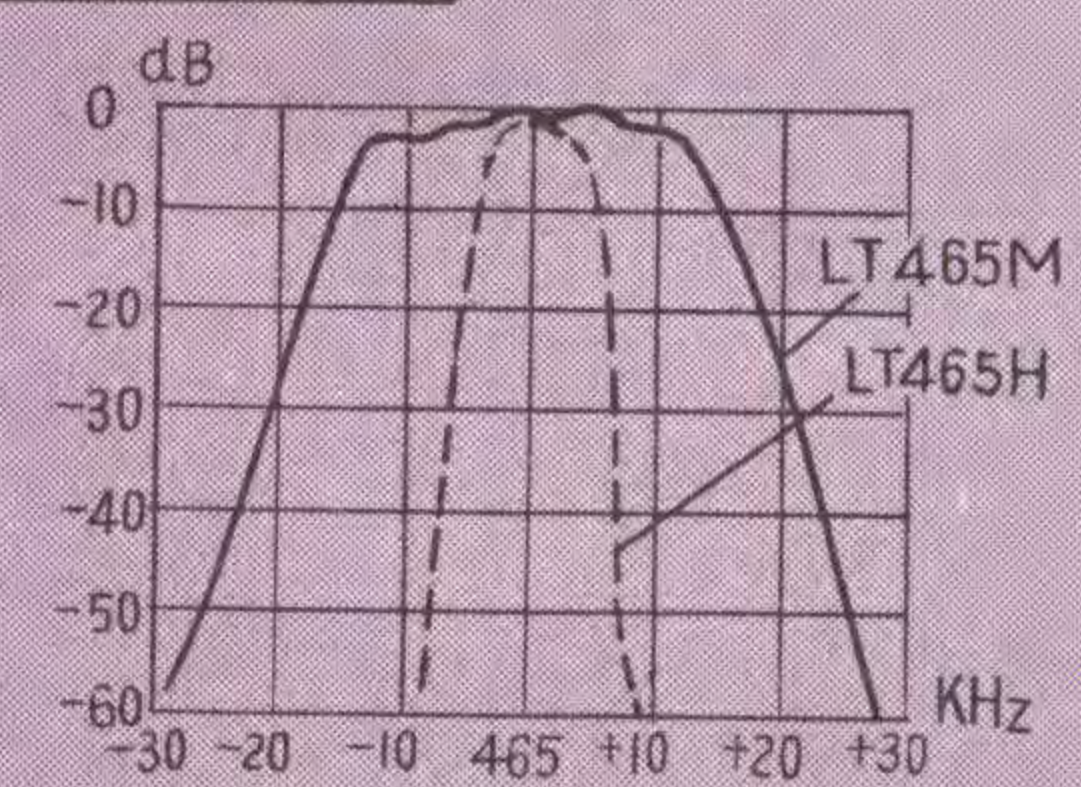
几种陶瓷滤波器的性能参数

性能参数	型号规格	晶体管收音机用陶瓷滤波器					电视机用陶瓷滤波器		无线电话用陶瓷滤波器			
		LTXIA	LTXIB	3L465	LT465H	LTB10.7	LT6.5A	LT6.5B	LT465M	LT2.2	LTA10.7A	LTA10.7B
最大输出频率 f_M (KHz)		465±1	465±2	465±15	—	—	—	—	—	—	—	—
中心频率 f_0 (KHz)		—	—	—	465±1	※	6.49MHz±40	6.42MHz±30	465±2	22MHz±2	10.7MHz±3	10.7MHz±3
通带宽度	Δf_{-3dB} (KHz)	≥7	≥6	≥4	—	≥240	≥260	≥260	—	30~35	—	40~50
	Δf_{-6dB} (KHz)	—	—	—	≥10	—	—	—	30~35	—	≥25	—
f_M 时的等效电阻 R_0 (Ω)		≤20	≤20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
通带插入损耗 B (dB)		—	—	≤6	≤6	≤8	≤8	≤8	≤6	≤8	≤8	≤8
通带波动 ΔB (dB)		≤0.5	≤0.5	—	—	≤1	≤2	≤2	≤2	≤2	≤1	≤1
选择性	$f_0 \pm 10$ KHz 时 (dB)	≥6	≥6	≥10	—	—	—	—	—	—	—	—
	$f_0 \pm 400$ KHz 时 (dB)	—	—	—	—	≥30	—	—	—	—	—	—
	$f_0 \pm 1$ MHz 时 (dB)	—	—	—	—	—	≥25	≥25	—	—	—	—
阻带宽度	Δf_{-20dB} (KHz)	—	—	—	—	≤650	≤1000	≤1000	—	—	—	—
	Δf_{-40dB} (KHz)	—	—	—	—	—	—	—	≤60	≤70	≤60	≤100
阻带防卫度 B_z (dB)		—	—	—	≥50	—	—	—	≥50	≥50	≥40	≥40
输入输出阻抗 Z (Ω)		—	—	2000/1000	1000	300	500	510	1000	1000	1000	1000
外形		图1	图1	图2	图6	图3	图4	图4	图6	图5	图7	图7

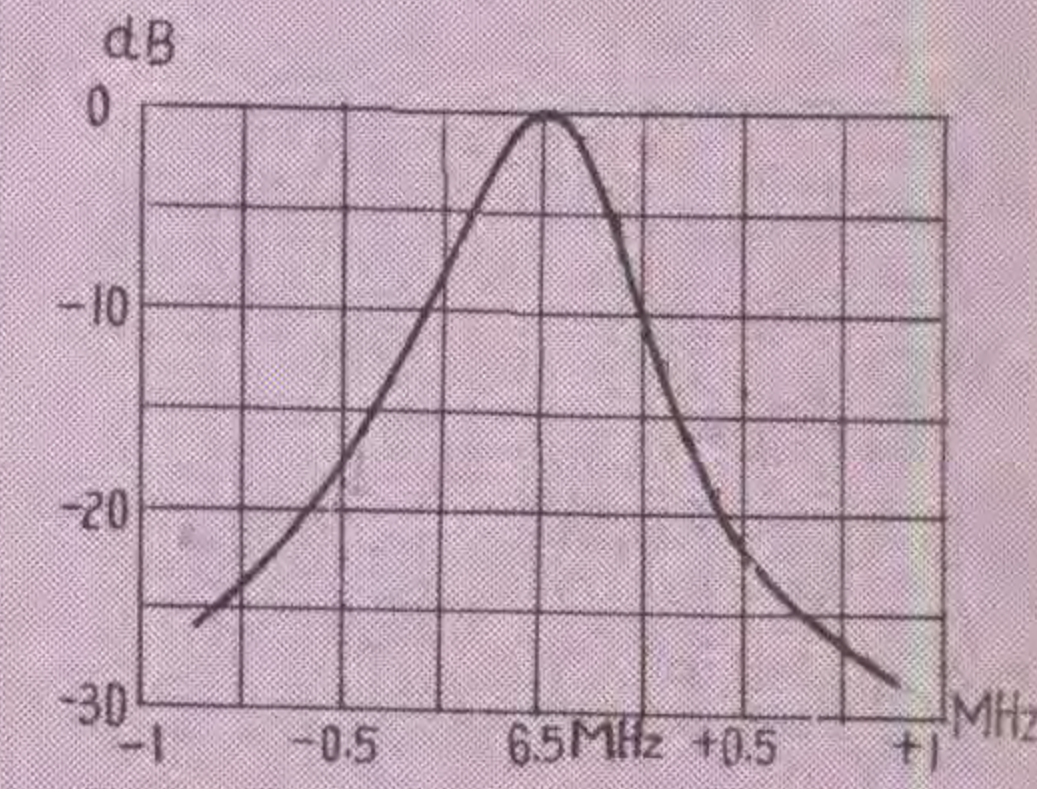
※中心频率在10.7 ± 0.1 (MHz) 范围内, 分成5档规格, 以色点区分。



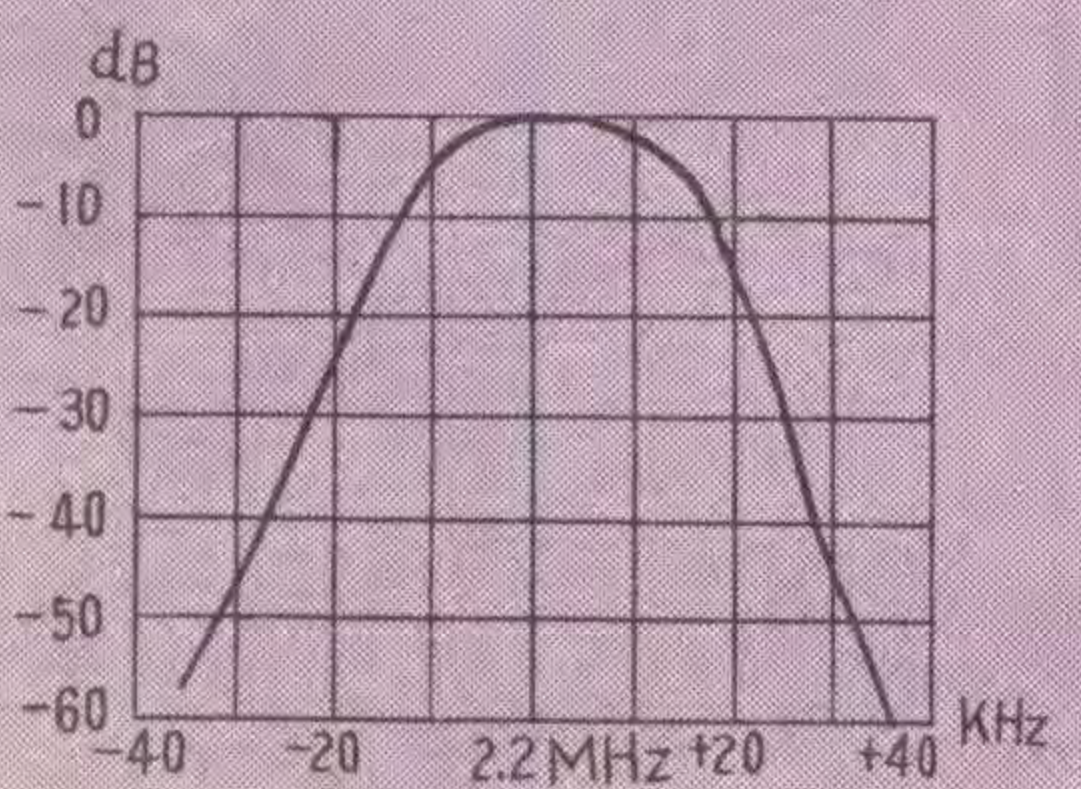
(一) LTXI, 3L465 衰减特性曲线



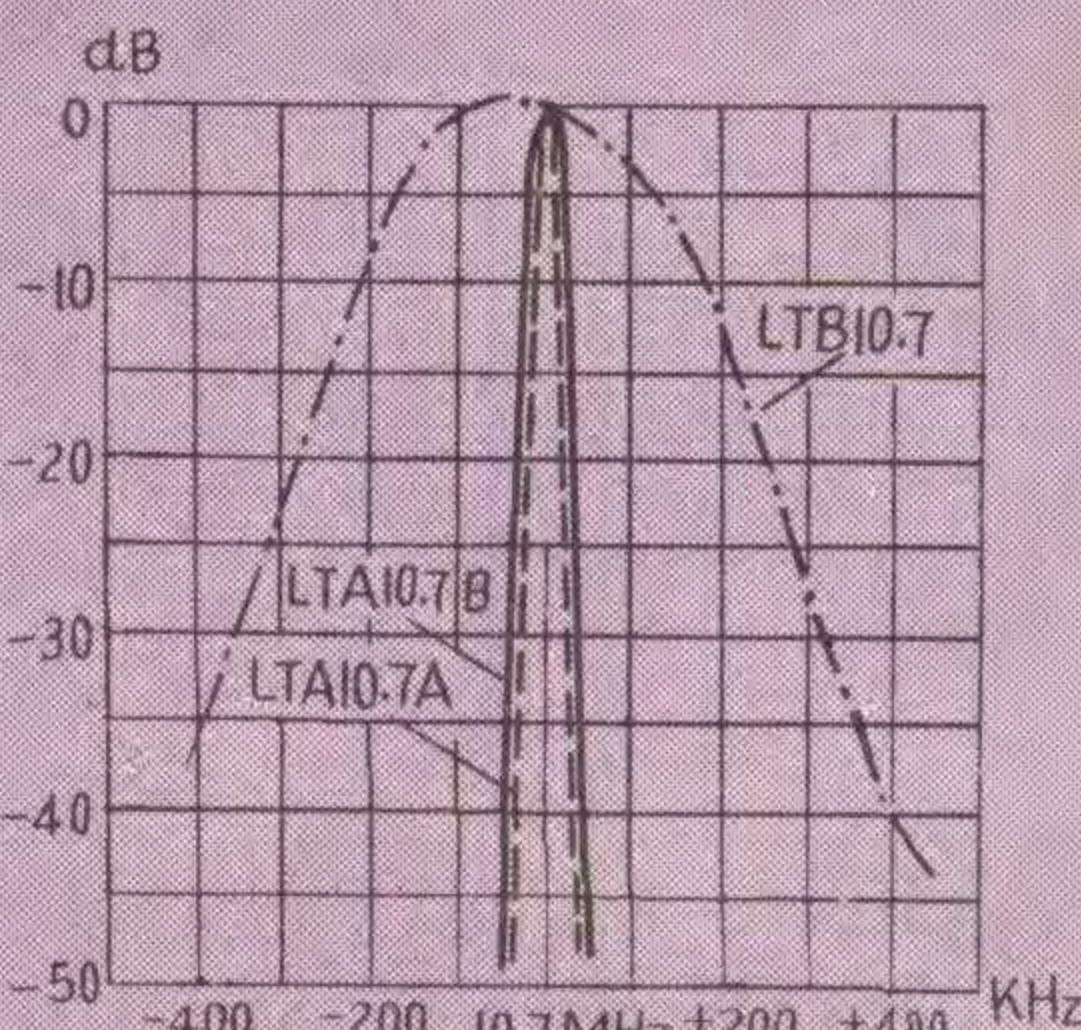
(二) LT465H, LT465M 衰减特性曲线



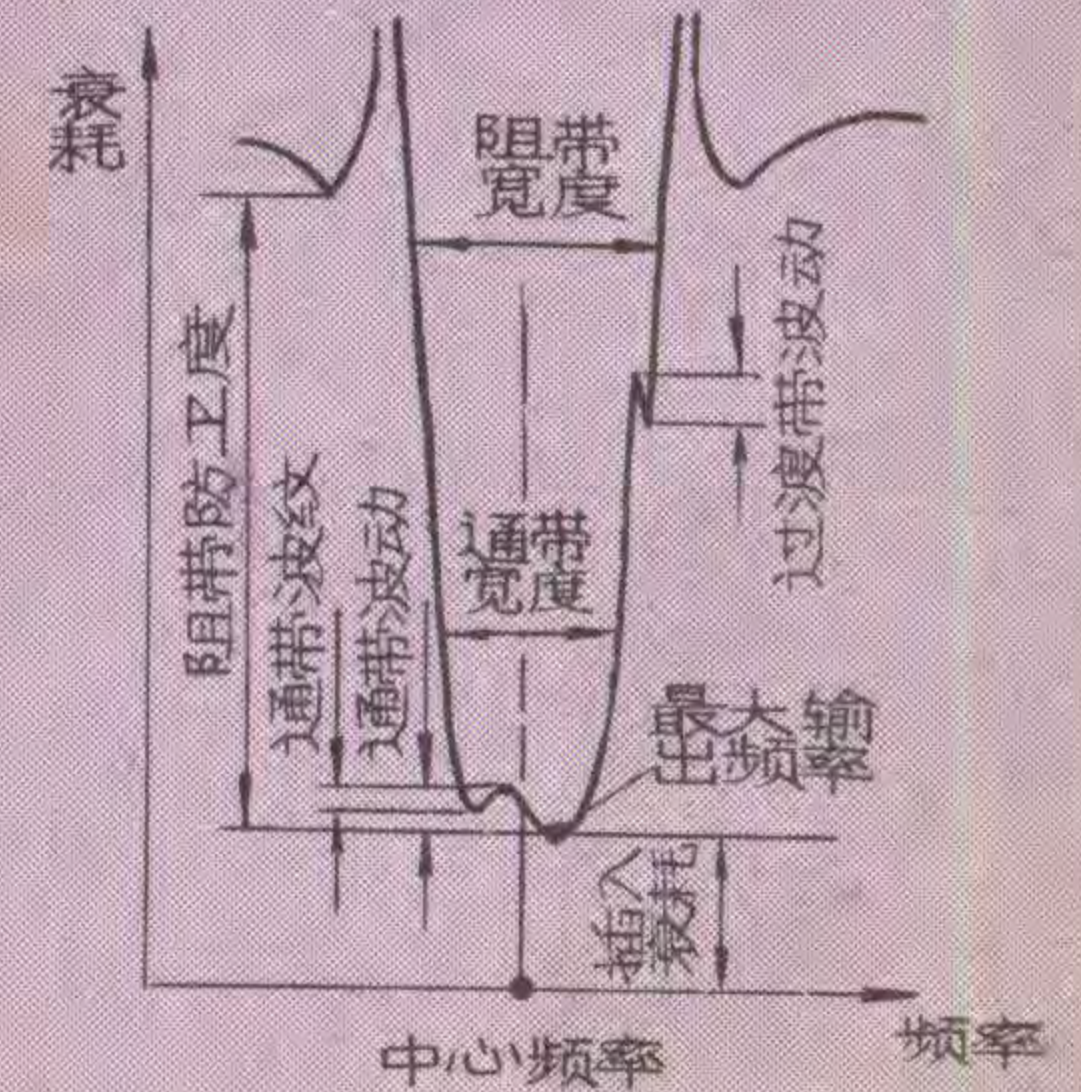
(三) LT6.5 衰减特性曲线



(四) LT2.2 衰减特性曲线

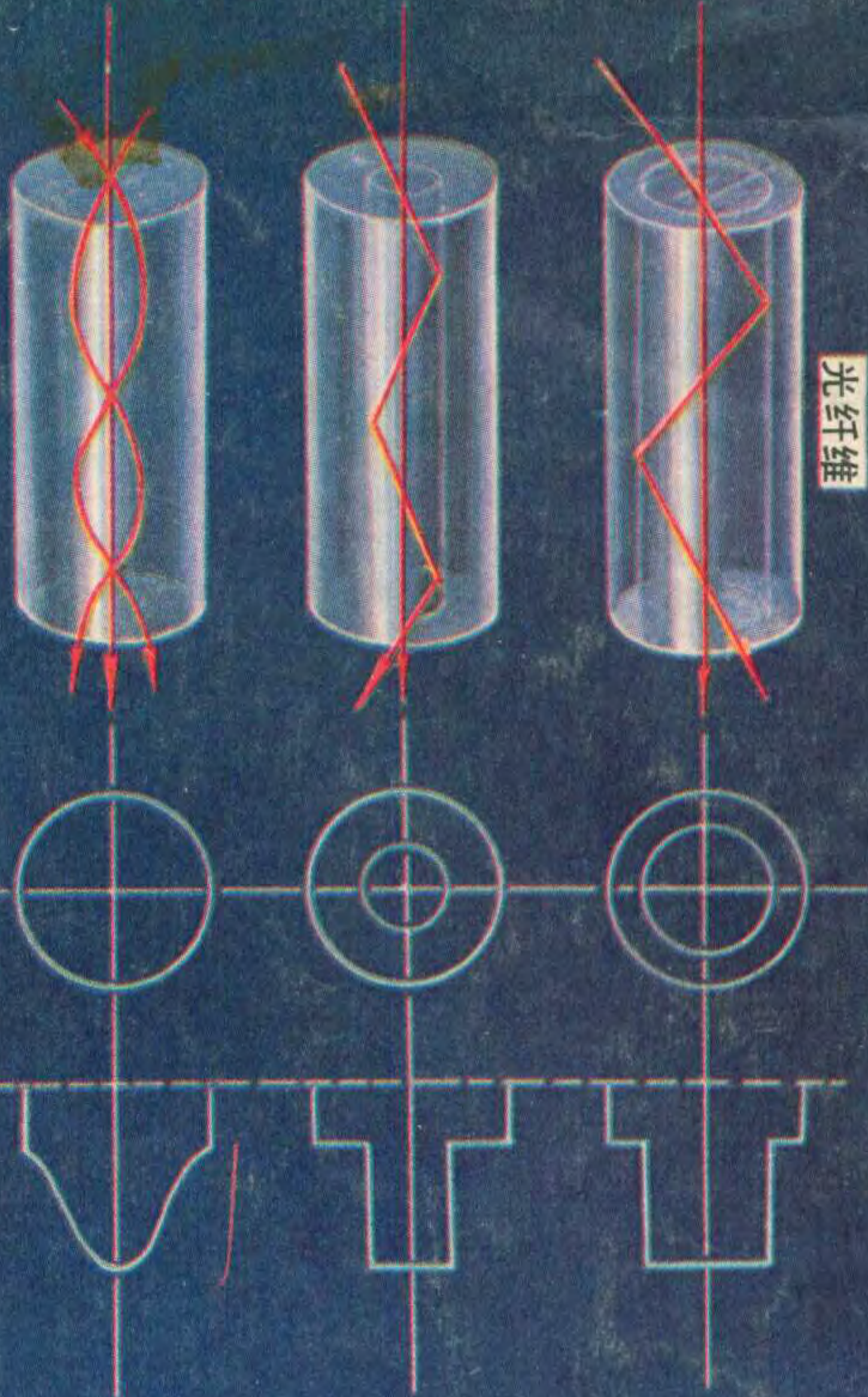


(五) LTB10.7, LTA10.7A, LTA10.7B 衰减特性曲线

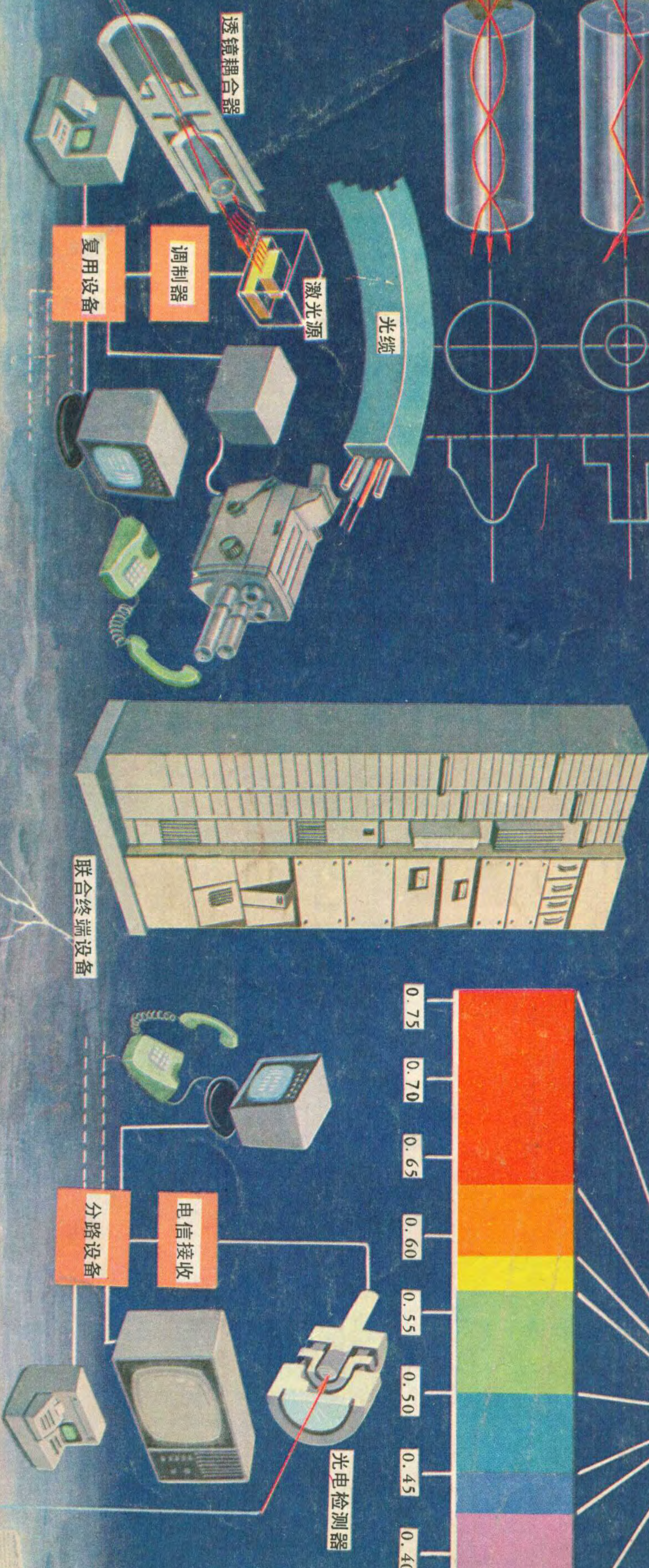
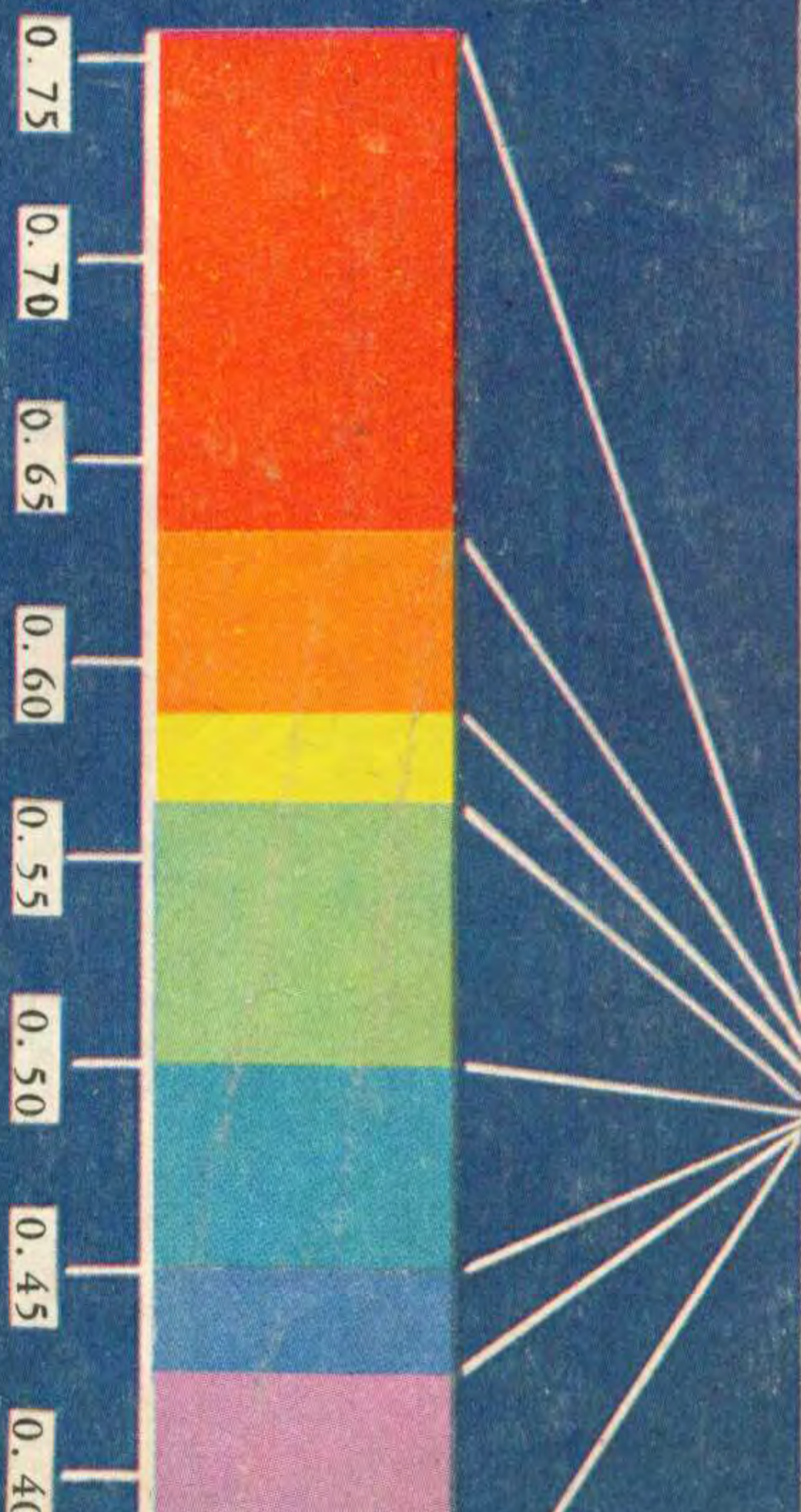


(六) 陶瓷滤波器衰减特性

截面 折射率分布



λ M	f HZ	长波	中波	短波	超短波	微波	毫米波	红外光	可见光	紫外光
1K	300K	3M	30M	300M	3G	30G	300G	3T	3P	30P
100	300M	3M	30M	300M	3G	30G	300G	3T	3P	30P
10	30M	30M	30M	300M	3G	30G	300G	3T	3P	30P
1	300M	300M	300M	300M	3G	30G	300G	3T	3P	30P
10c	3G	3G	3G	300M	3G	30G	300G	3T	3P	30P
1c	30G	30G	30G	300M	3G	30G	300G	3T	3P	30P
1m	300G	300G	300G	300M	3G	30G	300G	3T	3P	30P
100 μ	3T	3T	3T	300M	3G	30G	300G	3T	3P	30P
10 μ	30T	30T	30T	300M	3G	30G	300G	3T	3P	30P
1 μ	300T	300T	300T	300M	3G	30G	300G	3T	3P	30P
100n	3P	3P	3P	300M	3G	30G	300G	3T	3P	30P
10n	30P	30P	30P	300M	3G	30G	300G	3T	3P	30P



激光光纤通信 JIGUANG GUANGQIANWEI TONGXIN

