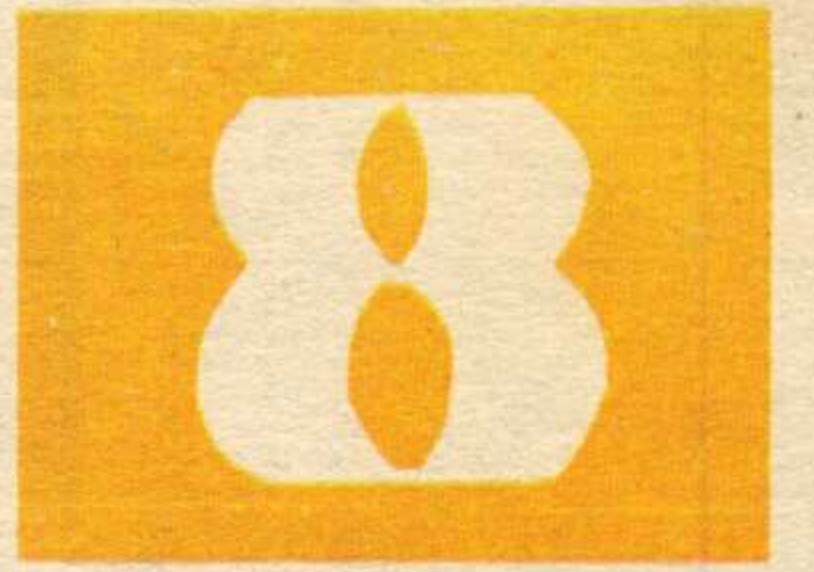


无线电

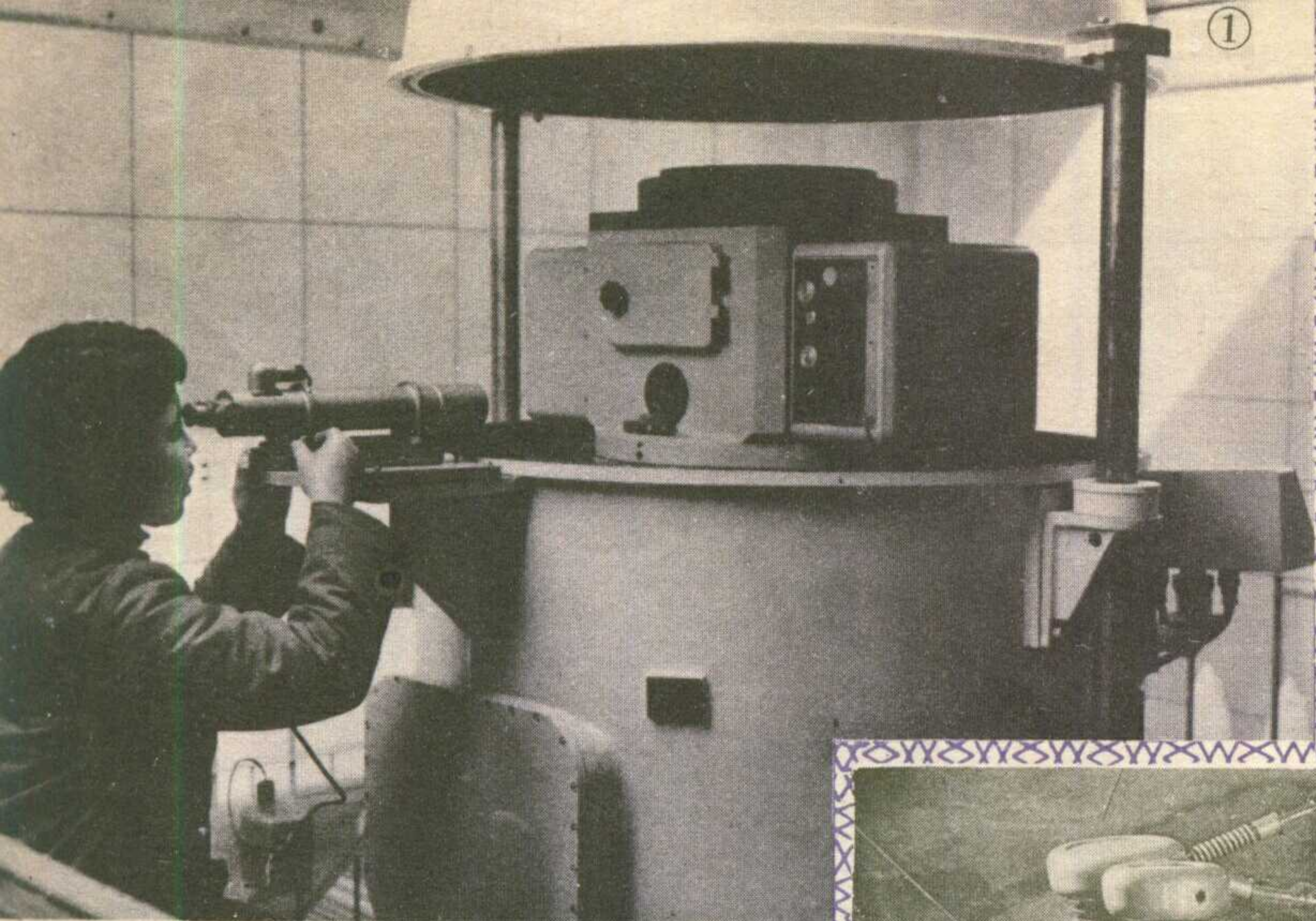


1978



W U X I A N D I A N

电子技术应用 新成就



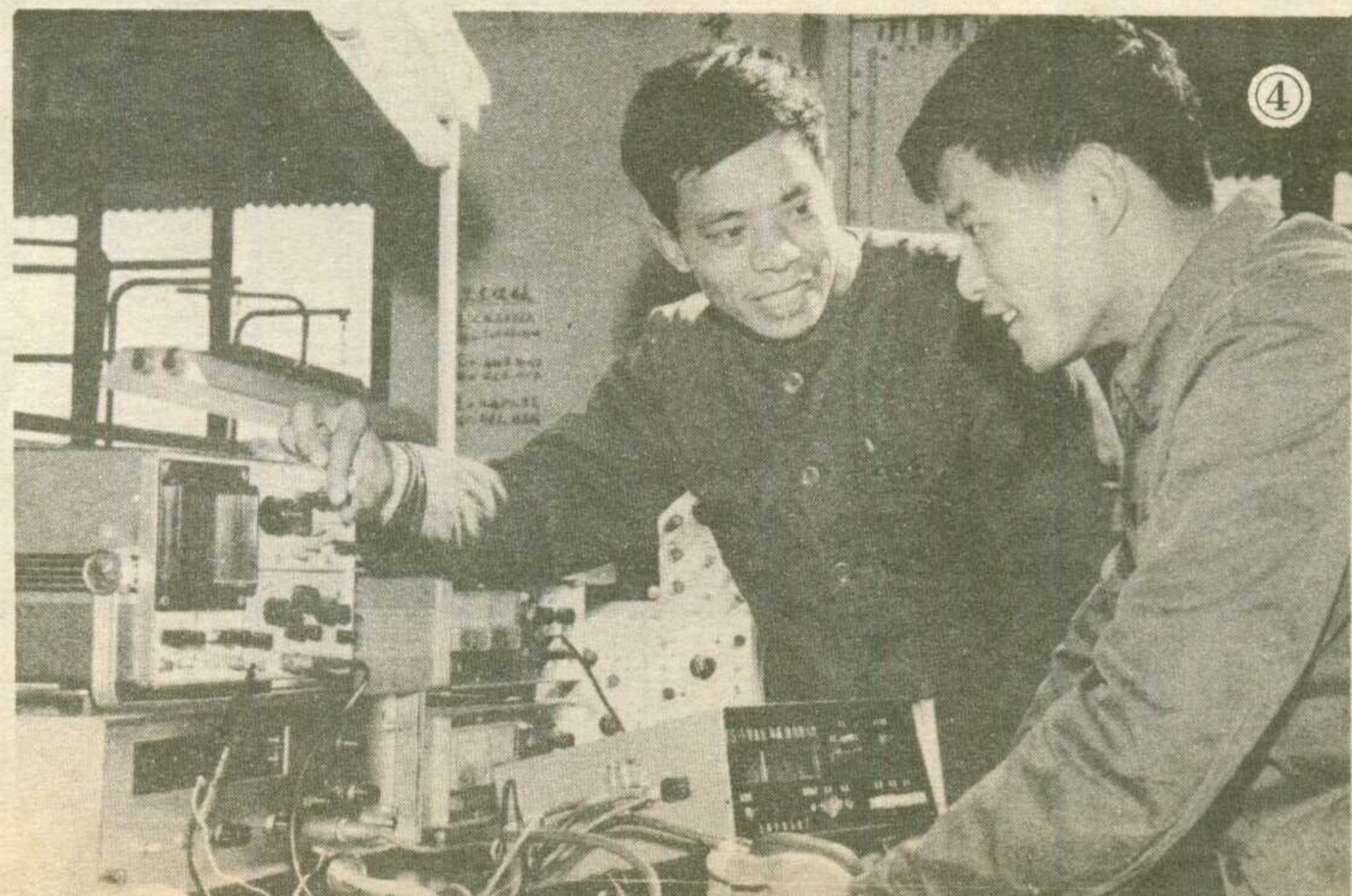
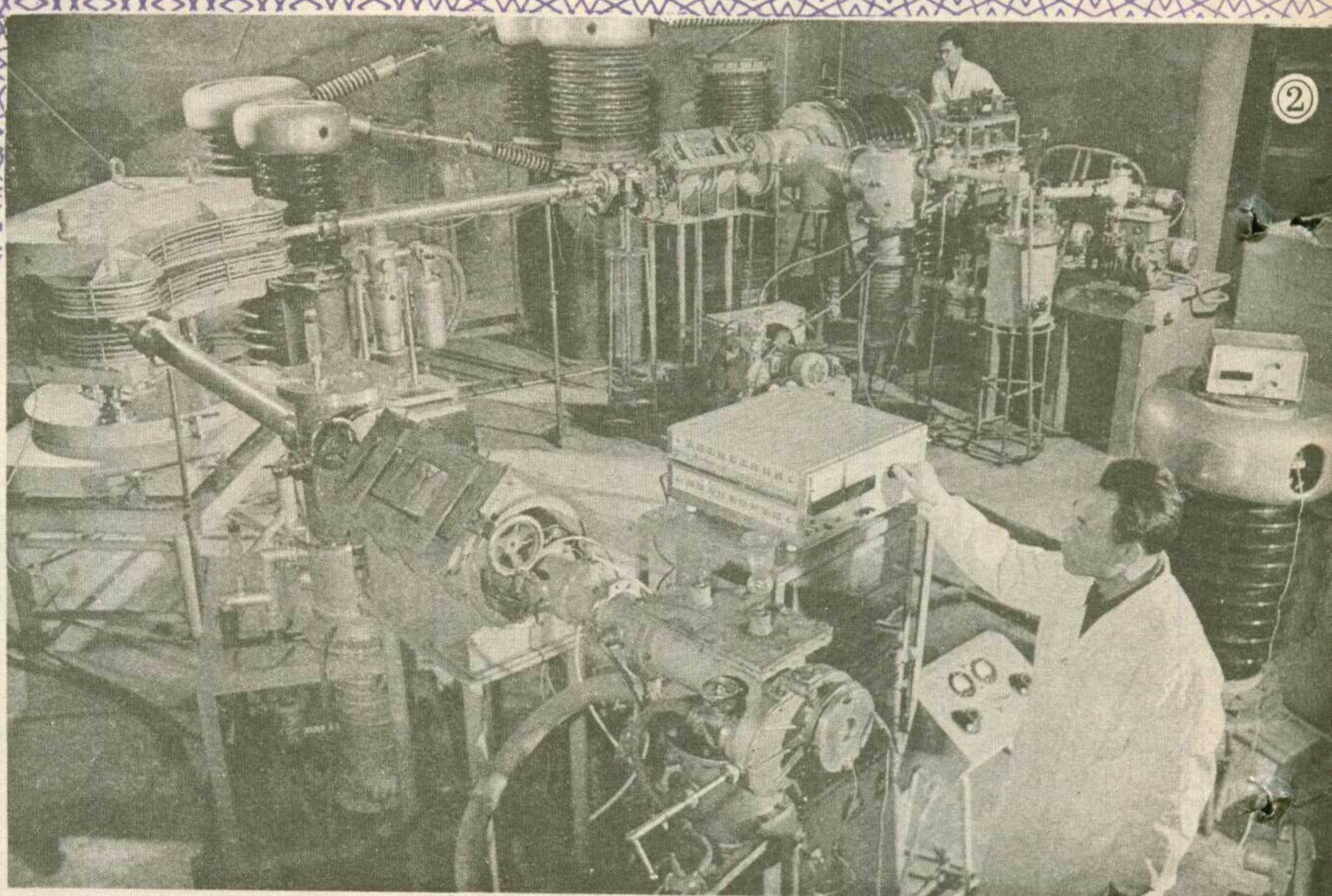
①南京天文仪器厂和有关单位协作，研制成功我国第一台真空摄影天顶筒，为天体测量工作提供了很好的手段。

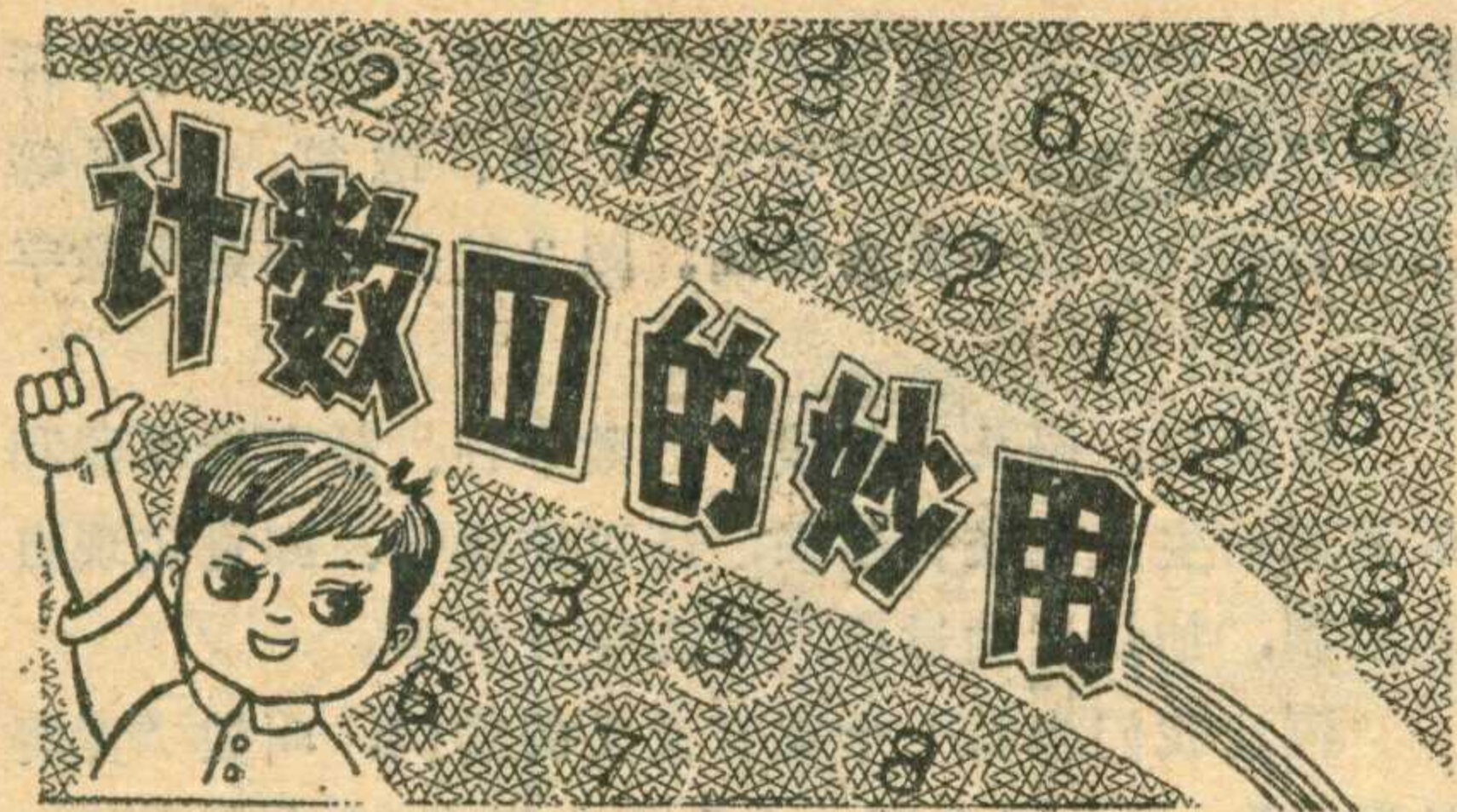
②北京师范大学研制成功我国第一台四十万电子伏特重离子注入机，为进一步发展大规模集成电路、集成光路等方面的研究工作增加了新设备。
(本刊摄影)

③上海天文台和上海市标准计量局等单位协作，研制成功氢原子钟。它可作为天文、导航、卫星跟踪和高精度守时等方面的时间频率标准。

④上海市普陀区甘泉五金厂，在协作单位支援下，试制成功电子自动报数的血压、体温、脉搏测试仪。

(除署名者外，均为新华社供稿)





凌肇元

集成电路计数器是一种电子通用部件。深川里的水流、峡谷里的风速、高速公路上的汽车速率、精密机床上的微小位移等物理量的自动测量，自动生产线上各个程序的时间、炼钢炉里变化着的温度、化学反应塔里的压力等物理量的自动控制；水文观测的参数、气象预报的数据、商店和邮局里数字秤显示的重量等物理量的运算和处理，都要用到计数器。象数字钟、数字秤、数字频率计、数字转速表等数字仪表，更是离不开计数器了。可以说，计数器既是一切数字测量仪表的基础，也是数控技术和计算技术的基本部件，它在自动测量、自动控制、自动运算中应用极为广泛。

计数器为什么有如此广泛的用途呢？这要从它所具有的基本特性谈起。

第一，计数器的一个基本功能是可以快速而精确地计数。这项功能有什么用处呢？我们知道，各种连续变化的物理量（或化学量、生物量），一般都可以通过传感器转变为相应变化的电量（电压或电流）。这种连续变化的电量叫做模拟量，再通过模—数转换装置，可以把模拟量转变为电脉冲，用电脉冲数目表示模拟量。这样，就把测量某一物理量的过程，变成了记数电脉冲的过程。由于记数器具有能快速而精确地计数的特点，它在测量仪表中便得到了广泛的应用。测量仪表数字化，已成为现代化测量仪表发展的一种趋势。

第二，在计数器与显示器之间接入译码器（见图1），则译码器对应于某个数字只有一个确定的输出。例如图1中当计数器记下数字56时，从个位译码器输出端6和十位译码器输出端5分别引出线来，接到“与门”，与门即输出一个对应于数字56的确定信号。利用这个特点，可以予置一个数字，当输出这个数字信号时，即可以输出一个确定信号去启动一个控制装置，实现数字控制。

第三，计数器有可逆特性，加法计数器每接收一个电脉冲，就从数字0的状态顺着0、1、2、……的次序变化到数字9的状态，减法计数器则每接收一个

电脉冲，就从数字9的状态顺着逆过程9、8、7、……的次序变化到数字0的状态。所以，可逆计数器既可以作加法计数，又可以作减法计数。如果再附上简单的辅助线路，经过适当的组合和变换，还可以做成十进制乘法器和除法器。因此，计数器可以方便地构成运算器，实现某些逻辑功能，提高自动控制效能。

第四，计数器的计数状态，既可寄存，又可用数字管显示，还可以远传，在几个地方同时显示一个数。例如用计数器测量雨量，下雨过程中雨量的大小直接用数字显示出来，读数直观、迅速、一目了然，用传输线将数字信号引入室内，还可实现遥测。

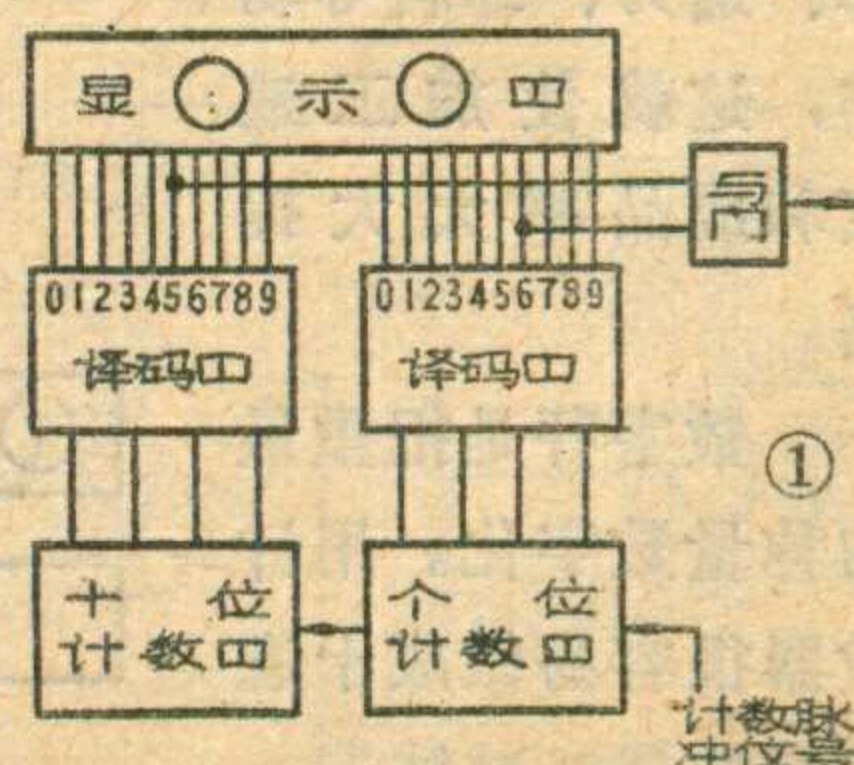
要说到计数器的妙用，那真是举不胜举。如果我们置身于数控世界，环顾四周，处处可以看到计数器在默默地工作着：只字不差地计数，认真负责地指挥。

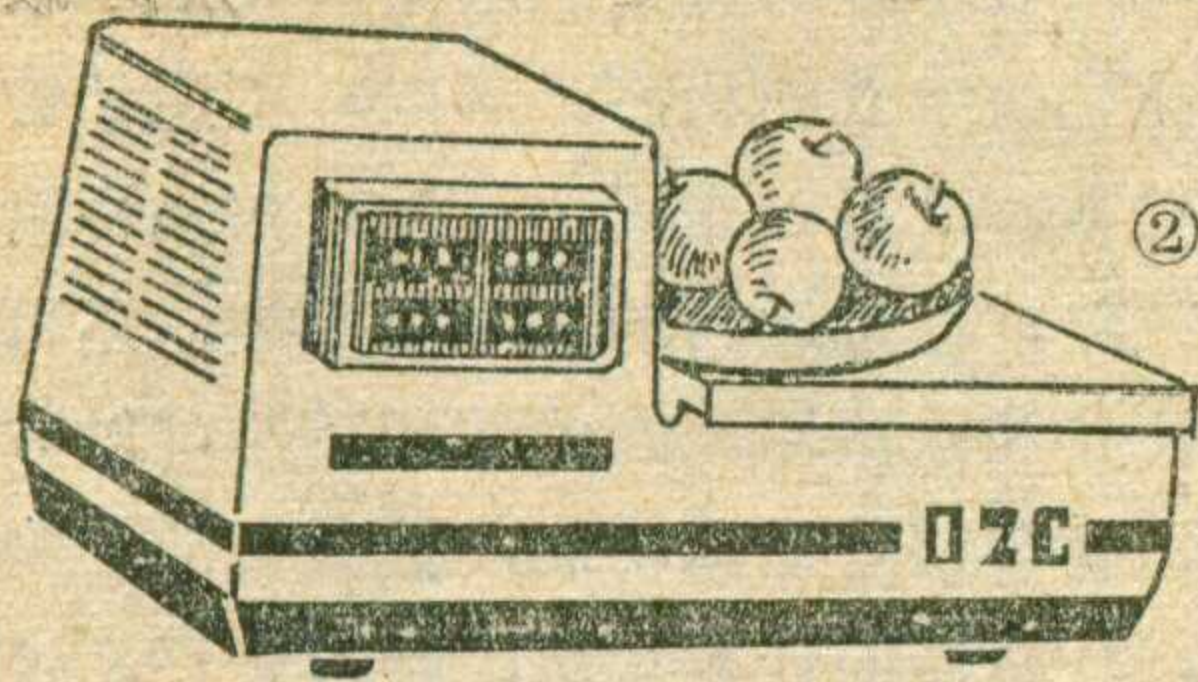
当我们来到水库，走进自动化操作室，看到一排又一排的显示数字在跳动：有的数字指示水位高低；有的数字指示水面宽度；有的数字指示水流量；有的是下雨时指示雨量用的；还有一排显示数字，旁边有许多只按键，显示的数字自动地忽而增大、忽而减小，这是水库闸门升降的远距离数控装置；……。在这里，计数器在大显身手哩。

水位高度、水面宽度以及降雨量等的变化，都是线度的增减。通过传感器实现每变化一厘米或一毫米就发出一个电脉冲信号，将这些脉冲信号输入计数器，就可以表示出水位、水宽、水压。它们的功用虽不同，基本道理都一样，其中用计数器实现计数显示也是一致的。

水库闸门高达十几米，按照人们予置的数字，在“水闸升降数控仪”的指挥下自动地上升、下降。它也是利用传感器来获得升降距离的信号，不过由于水库闸门时而上升时而下降，所以要用可逆计数器。予置的数字是可以根据实际需要控制的高度而变更的。例如我们可以用数字流量计来控制闸门的升高和下降。流量计一般是用涡轮作传感器，涡轮的转速随着流速的增大而增大，每转动一周发出一个电脉冲，由计数器记录下流速，再通过运算部分算出流量并显示出来。如果我们将数字流量计予置到某两个数字，一个是上限、一个是下限，当计数达到上限数字时，发出闸门下降的信号，到达下限数字时，发出闸门上升的信号，于是实现了用流量来自动控制闸门的升降。

新型汽车上也已安装上数字仪表，如数字汽车里程表、数字汽车





速率表、数字计时表等。车轮的转动经过齿轮变速，每行驶一百米使干簧继电器发出一个信号，数字里程表的计数器就计一个数。运用时基信号测出每分或每小时的里程数，就形成速率表。汽车上采用了这些数字仪表，可以迅速、直观地了解行程与车速。

基本计量的数字化，使时间、温度、位移、压力等基本物理量的显示和控制变得十分精确和灵活，这对提高科学实验和工程测量的质量非常有利。

用数字计时器代替停表，大大提高了计量精度。停表只能估计到 0.01 秒，而数字计时器可以精确到毫秒、微秒。数字钟是将石英晶体的振荡信号，经分频后输入计数器计数，用数字指示时间。采用集成电路，将类似数字钟原理的数字装置缩小放到表壳里，就成了数字手表。数字表自问世以来发展迅猛，预计到 1980 年世界上手表产量的一半将是数字式的。

通过数字计时器，予置一系列的时间，待达到某个予置时间，计数器就发出脉冲信号，推动某个执行机构工作，这就是时间程序控制的原理。例如学校里自动定时打铃；火车站上自动定时预报进站、检票；电化教学过程中各种幻灯、录音、电视的自动启闭等等，都是属于时间程序控制。另外，通过数字温度表、数字压力表，予置一系列的温度、压力，待达到某个予置的温度、压力时，计数器发出信号，推动某个执行机构工作，就可实现温度、压力的自动控制。

微小位移的数字化测量，可提高精密机床加工质量，并把精密加工自动化向前推进了一大步。利用光栅作传感器，可以把微米数量级的位移通过计数器用数字显示出来，而数字化的优点之一就是可以利用数字发出控制信号，这样，在加工过程中，可以同时进行公差监督和加工量测量，当测量结果达到预定要求时，就自动完成停车、退刀、卸料等动作，这就使加工速度和成品率大大提高。

数字秤是把重量的称量数字化。用计数器很容易做成十进制加法器、减法器、

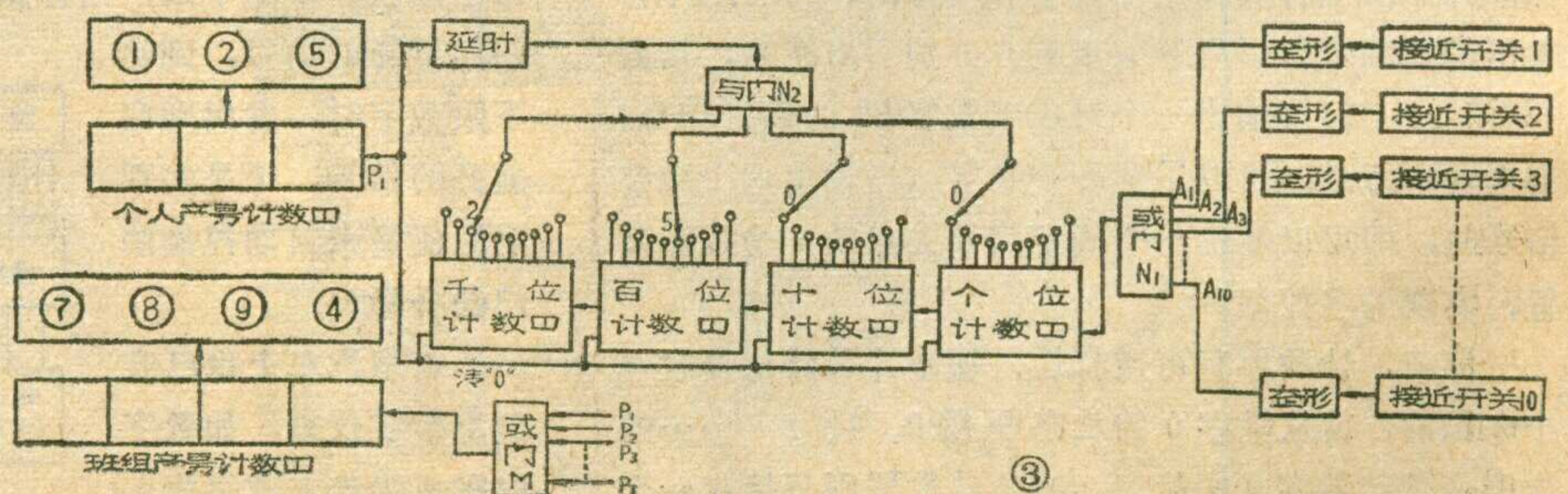
乘法器、除法器，结构很简单。这些计算器和数字秤配合使用，就使商店的售货、记帐、结算、开票等工作自动化，效率大为提高。图 2 就是一部商用数字秤。

在港口、码头、货栈，把数字秤、数字计算器和运输自动生产线结合起来，还可使运货、卸货实现自动控制，加快运输过程，提高统计效率。

再让我们来看一个很有意义的实例，叫做“竞赛计数器”。假设织布厂一个生产班组有 70 台织布机，每一个工人操作十台织布机，一个班组有七个工人。在开展班组之间、个人之间的社会主义劳动竞赛时，可以用集成电路计数器做成“产量计数器”，这样就能随时用具体的数字向大家显示车间里每个工人和整个班组完成的产量。通过这种竞赛计数器，促进你追我赶，大干社会主义，比一比哪个同志跑在前面，看一看哪个班组又创造了新纪录。

竞赛计数器的原理很简单。仍以上述有 70 台织布机的班组为例，在每台织布机上装一个接近开关或者干簧继电器作传感器，把与每个工人所管的十台织布机相对应的十个传感器编为一组，共七个组。假定织布机每编进 2500 根纬线恰好织出一米布。使每编进一根纬线传感器就发出一个信号，并把来自同一组的十个传感器发出的脉冲信号加到同一个“或门” N_1 （见图 3），将或门的输出端连到第一组计数器，而计数器已予置到 2500。这样，当十台织布机编进的纬线之和等于 2500 时，门 N_2 就发出一个予置计数信号，表示已织了一米布。这个计数信号一方面使第一组计数器清“0”，使它每织满一米布就回到零再从头开始计数，另一方面送到个人产量计数器里去计数，随时显示个人的产量。七个人共有七套这种装置，分别显示每个人的产量。如果再把七个人的产量脉冲输出端引到一个“或门” M ，把七个人的产量一起计入“班组产量计数器”，就显示出这个班组的产量。

车间里所有的几个班组都装上这样一套装置，就可以将每个人、每个班组的产量随时公布出来。如果再附加上一些线路，使得出现超产、创造新纪录时能够发出灯光和声响，那末，这场社会主义劳动竞赛就进行得更加生气勃勃，有声有色了。



三稳态触发器

三稳态触发器是一种应用很广的脉冲电路。例如，在数字程序控制机床中，可用三稳态触发器来控制三相步进电机的三相绕组轮流通电；在行轮换调频制的彩色电视中，用来作为 R(红)、G(绿)、B(蓝) 信号的选通脉冲发生器等等。本文介绍三稳态触发器的几个实验电路，可在课堂上进行演示，使学生加深对三稳态触发器工作过程的理解，也可供业余爱好者自己制作。

许国殷

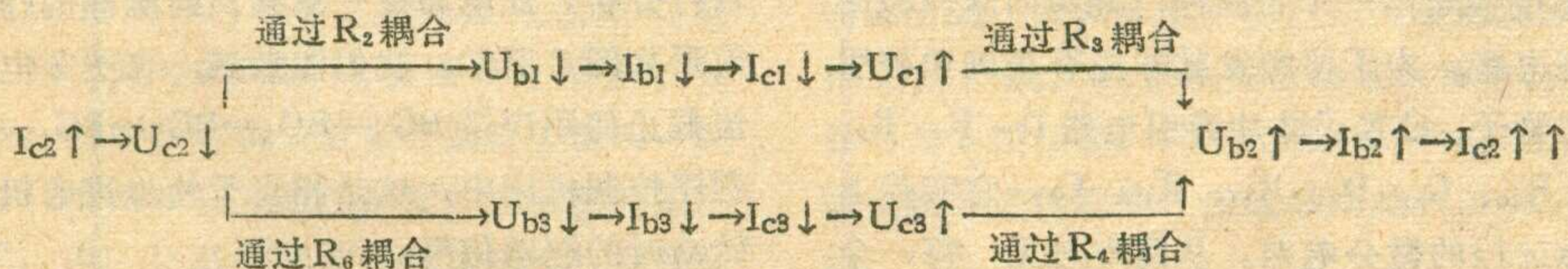
余两级的输入端，就能构成一个三稳态电路。如图 1 所示，BG₁ 的输出分别经 R₃、R₅ 耦合到 BG₂、BG₃，BG₂ 的输出经 R₂、R₆ 耦合到 BG₁、BG₃，BG₃ 的输出

经 R₁、R₄ 耦合到 BG₁、BG₂。发光二极管 LED₁~LED₃ 既作为每一级的集电极负载的一部分，也用来作为每一级的导通情况的显示。可以采用任一型号的正向压降在 1.5 伏左右的磷砷化镓发光二极管(如 2EF1)，要求三只管子的压降特性大致相同。

电源接通后，三个管子 BG₁~BG₃ 都争着要导通，但其发展是不平衡的，设 I_{c2} 增长得最快，则有如下的连锁反应发生：

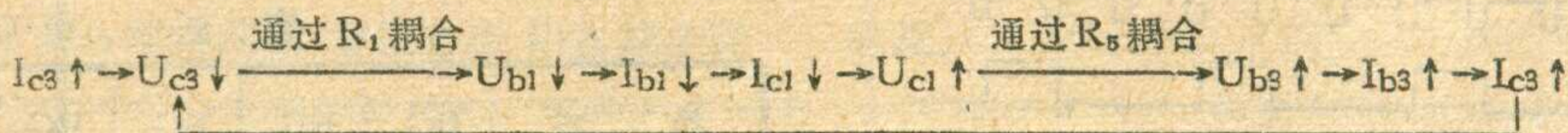
用反相器组成三稳态电路

取三级反相器，每一级的输出端用电阻耦合到其



这个正反馈连锁反应使 BG₂ 迅速达到饱和。而剩下的 BG₁、BG₃ 两管又互相竞争趋向饱和，但其发展也是

不平衡的，设 Ic₃ 增长得较快，则有如下连锁反应：



结果 BG₃ 也迅速达到饱和。BG₂、BG₃ 的饱和，使得它们的集电极电位 U_{c2}、U_{c3} 近似为零伏，通过电阻 R₁、R₂ 的耦合使 BG₁ 的基极电位 U_{b1} 也近似为零伏，因而 BG₁ 由于没有基极电流而截止。其实在 BG₂ 达到饱和后，剩下的 BG₁、BG₃ 就构成了一个平常的集-基耦合双稳态电路，所以演变的结果必然是 BG₁、BG₃ 有一管截止、另一管饱和。即 BG₂、BG₃ 的饱和保证了 BG₁ 的截止。而 BG₁ 的截止又使其集电极输出高电位 U_{c1}，通过 R₃、R₅ 的耦合给 BG₂、BG₃ 提供足够的基极驱动电流，保证了 BG₂、BG₃ 的饱和。所以 BG₁ 截止，BG₂、BG₃ 饱和是电路的一个稳态。此时发光二极管 LED₁ 熄灭，LED₂、

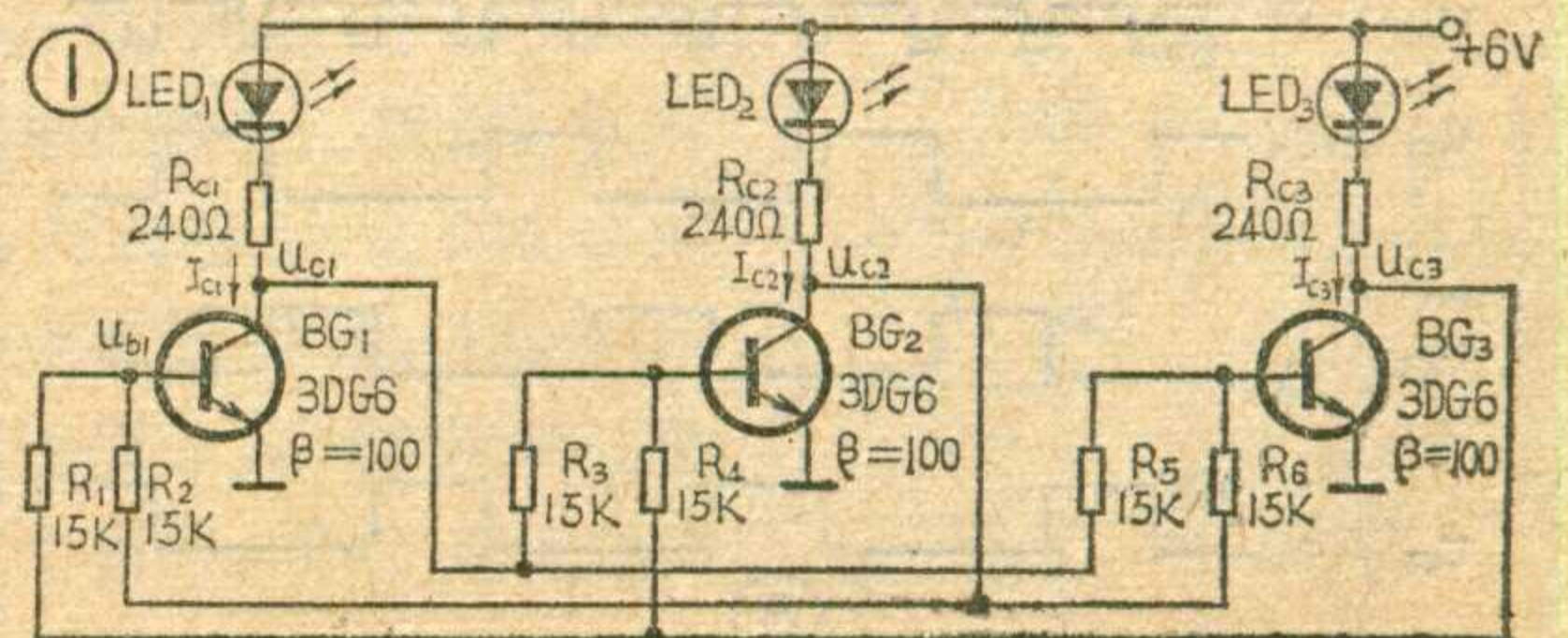
正在进行时，BG₁ 与 BG₃ 的电位竞争已经开始，这种电位的竞争势必最后达到两管分别饱和与截止，实际上整个过程的发展是非常迅速的，几乎是在同一瞬间就实现的。

当三级反相器的电路参数选择得完全对称时，电路还可以实现另外两个稳态，如附表 1 所列。所以图 1 的电路是一个三稳态电路。通过多次反复地接通和切断电源就可以观察到，电路究竟处于哪一个稳态是偶然的。但不论出现哪一个稳态，都是一管截止、二管饱和。这个电路会不会出现二管截止、一管饱和的那种稳态呢？理论和实践都证明这是不可能的。例如：设

表 1

稳态	BG ₁	BG ₂	BG ₃
I	截止	饱和	饱和
II	饱和	截止	饱和
III	饱和	饱和	截止

LED₃ 点亮。上述过程从分析来看，首先是 BG₂ 达到饱和，然后是 BG₃ 饱和，BG₁ 截止，应当看到，当 BG₂ 趋向饱和的过程

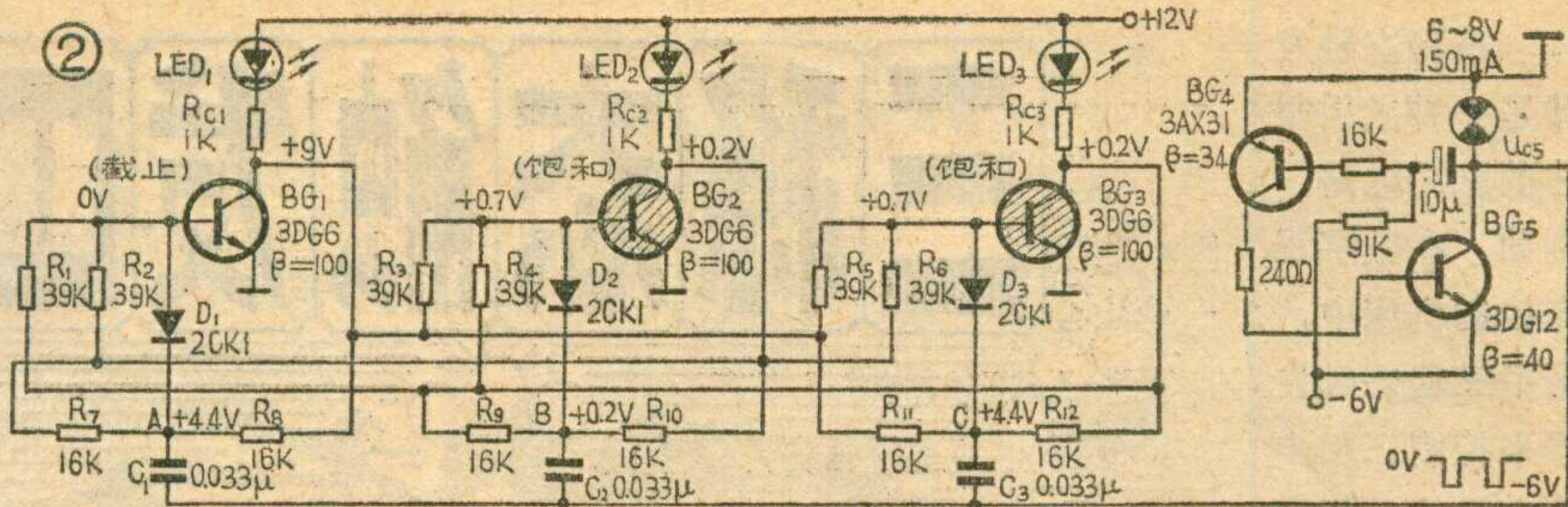


BG₁截止、BG₂饱和, 则BG₁的集电极输出高电位U_{c1}, 故BG₃必然在U_{c1}经由R₅耦合产生的基极电流驱动之下进入饱和, 而不可能是截止的。

三稳态电路的触发翻转

图1的电路可以用手动触发方式使其由一个稳态翻转到另一稳态。例如, 设电路原来处于稳态I (BG₁截止, BG₂、BG₃饱和), 只要用一根导线把BG₂的基射极短接一下, 则BG₂就由于没有基极电流而截止, 这时BG₁、BG₃由U_{c2}输出的高电位驱动而进入饱和, 所以电路翻转到稳态II (BG₂截止, BG₁、BG₃饱和)。若此后再把BG₃的基-射极短接一下, 则电路就翻转到稳态III (BG₃截止, BG₁、BG₂饱和)。

图2是用脉冲触发的三稳态电路。BG₄、BG₅组成一个带灯的互补管自激多谐振荡器, 灯泡每闪光一次便从BG₅集电极送出一个负脉冲, 此负向脉冲被用来触发三稳态电路。为了使触发脉冲能够正确地引向应该触发的管子, 设置了脉冲导引电路D₁、R₇、R₈、C₁、D₂、R₉、R₁₀、C₂、D₃、R₁₁、R₁₂、C₃, 它实际上是具有电位脉冲门的微分电路。从图中可见, 每一个反相器集电极输出控制着两个导引电路。反过来说, 每一个导引电路受两个管子输出电平的控制。本电路



的安排是只有当导引电路两端均为低电平时, 导引门开, 输入脉冲才能通过。设电路的起始状态是稳态I (图中用划有斜线表示饱和管, 未划斜线表示截止管), 则可测得BG₁~BG₃各管的集电极、基极及A、B、C各点的电位如图2所示。此时二极管D₁、D₃处于反向偏置, D₂则几乎处于零偏置, 故第一个负向脉冲的到来将使D₂导通而将负脉冲引向BG₂的基极, BG₂截止并通过R₂的耦合驱使BG₁翻转到饱和(BG₃仍继续维持饱和), 于是电路进入稳态II。同样可以得出, 第二个负向脉冲的到来将使电路进入稳态III, 读者可以自行分析。此电路在一系列负向脉冲的作用下的工作波形如图3所示。我们注意到, 在图2电路中各管轮流截止的顺序是BG₁→BG₂→BG₃→BG₁……。在数字程序控制机床中, 这是相当于使步进电机沿某一方向转动时的驱动信号。

如果要使管子轮流截止的顺序反过来 (BG₃→BG₂→BG₁→BG₃……), 那末只要改变一下脉冲导引电路的接线就行了, 如图4所示。仍设电路的起始状态为

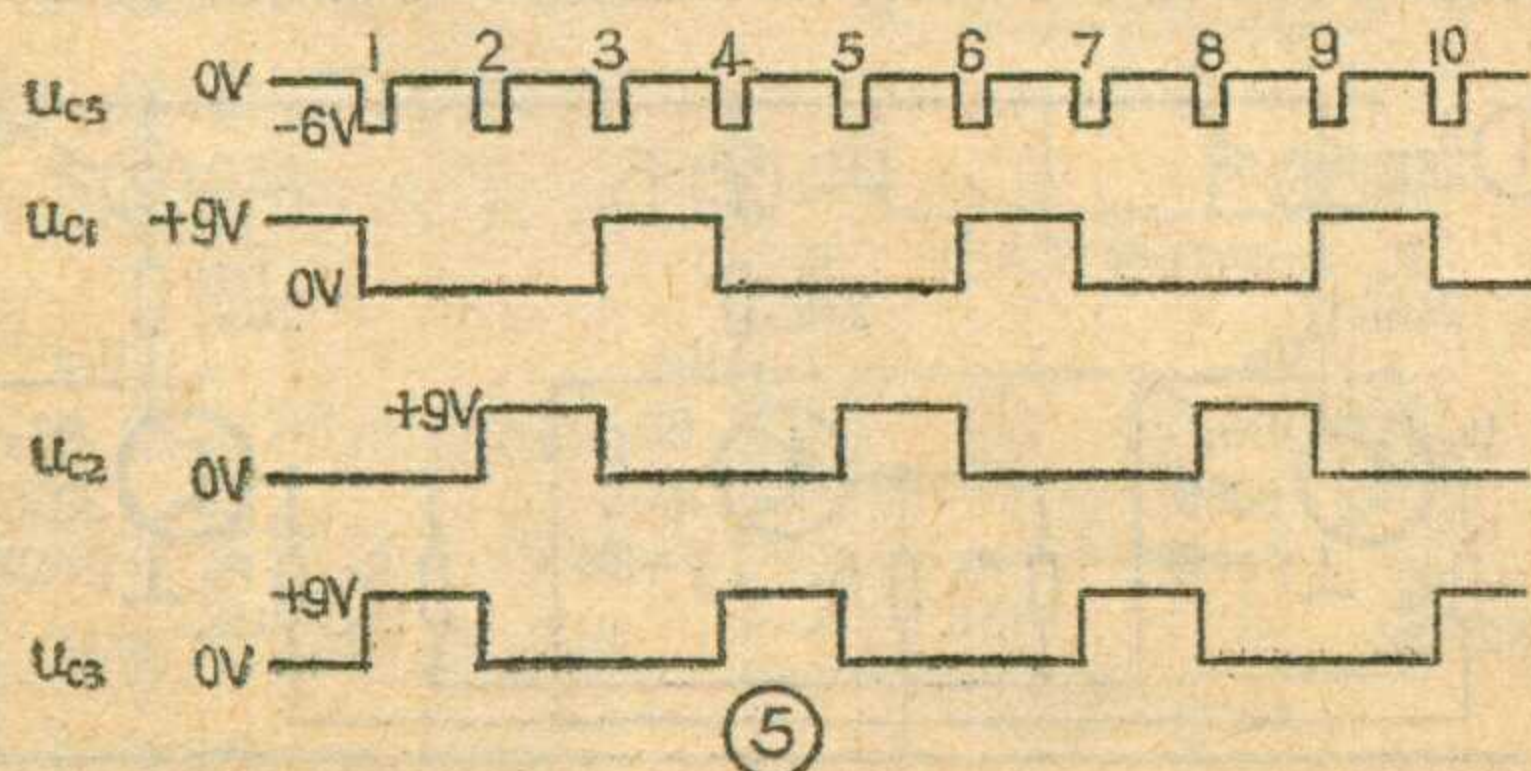
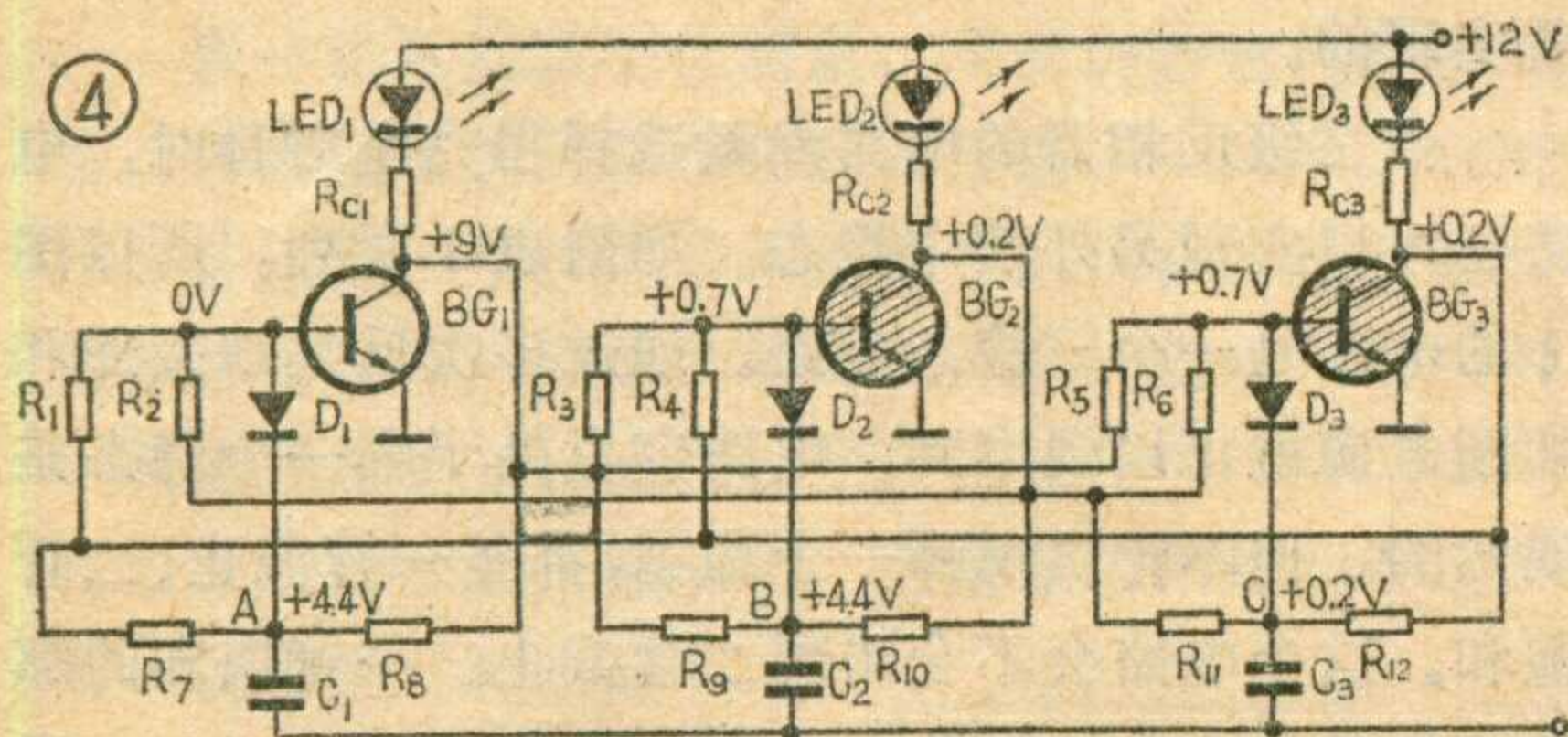
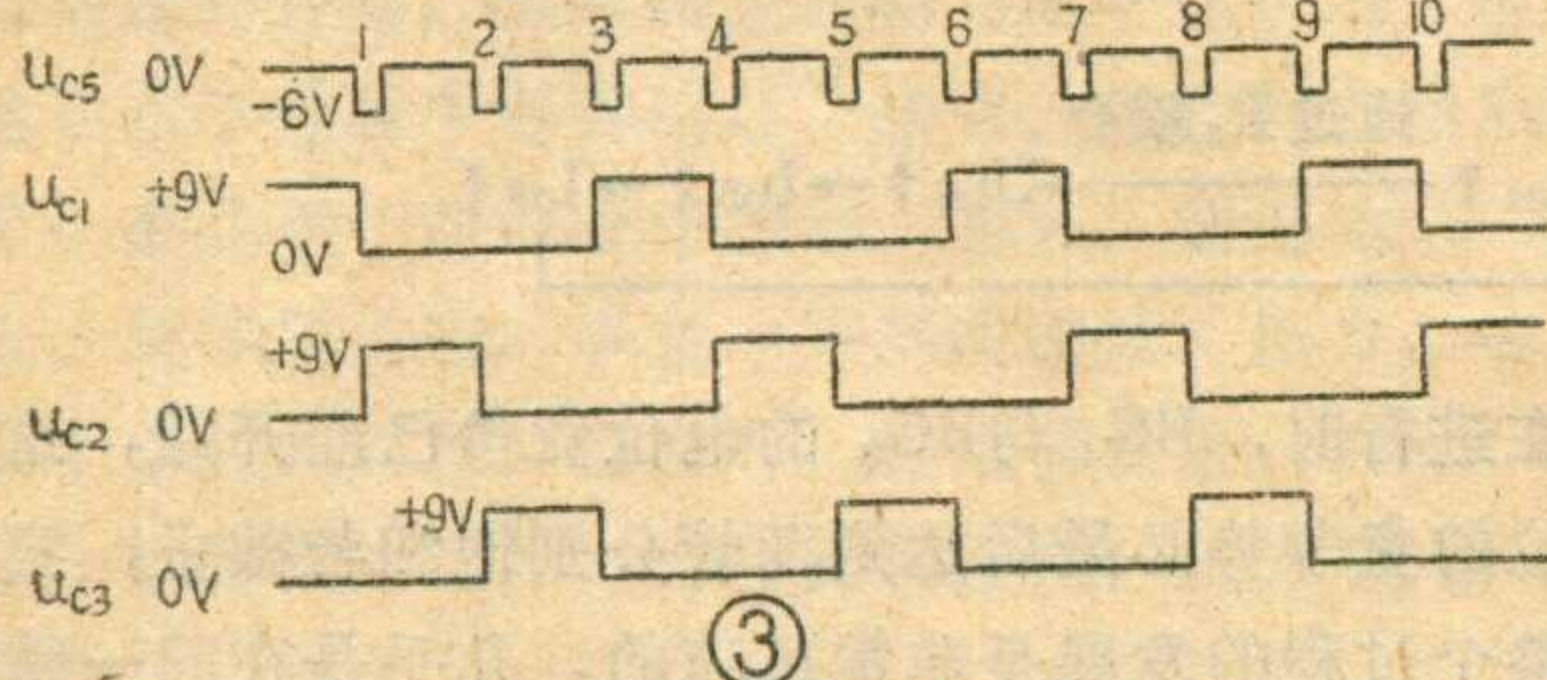
表 2

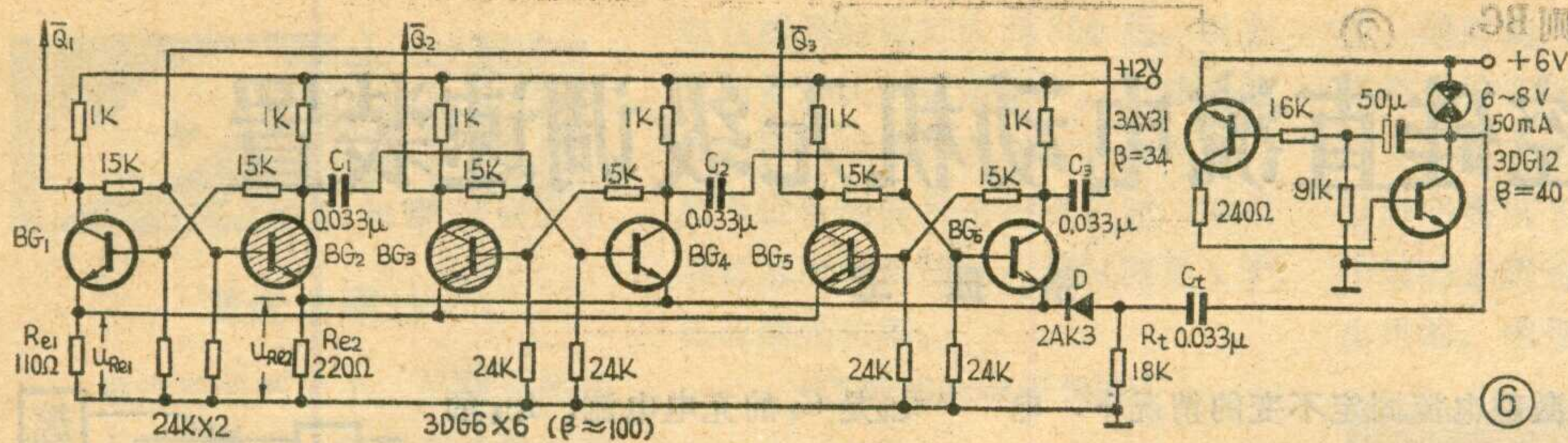
稳 态	BG ₁	BG ₂	BG ₃	BG ₄	BG ₅	BG ₆
I	截止	饱和	饱和	截止	饱和	截止
II	饱和	截止	截止	饱和	饱和	截止
III	饱和	截止	饱和	截止	截止	饱和

稳态I, 则由图中各点的电位数可见, 现在是D₁、D₂处于反向偏置, D₃处于零偏置了, 故第一个负向脉冲的到来将使D₃导通而将负脉冲引向BG₃, BG₃截止并通过R₁的耦合驱使BG₁翻转到饱和(BG₂仍继续维持饱和), 于是电路进入稳态III。第二个负脉冲将使电路翻转到稳态II, 请读者自己分析。此电路的工作波形如图5所示。在数控机床中这是相当于使步进电机反转的一种驱动信号。

用双稳态电路组成三稳态触发器

用三级双稳态电路可以组成一个三稳态触发器, 如图6所示。这里的双稳态电路是采用自给偏压式的, R_{e1}、R_{e2}为产生自给偏压的电阻, 三级双稳态电路的左管射极连在一起接到R_{e1}, 右管射极连在一起接到





退出饱和，且通过与BG₁联合构成的正反馈连锁反应将迅速地使BG₂翻转到截止、BG₁饱和。BG₂在由饱和转到截止时经电容C₁向BG₄基极送去一个正脉冲，于是第二级双稳受触发翻转到BG₄饱和、BG₃截止。BG₄由截止转到饱和时经C₂送出的是一个负脉冲，对原来截止的BG₆不起作用。因此，在右管射极公共线上输入第一个正触发脉冲将使电路由稳态I翻转到BG₃截止，BG₁、BG₅饱和，即稳态II。继续不断地输入正触发脉冲，就能使电路按稳态I→II→III→I的方式循环翻转。读者不难理解，如果要使电路按III→II→I→III的次序翻转，应该怎样连接各级了。

Re₂。由于我们对各电阻选取了合理的阻值并选取Re₂=2Re₁，使电路处于稳态时左、右管的射极电位总是趋近相等(我们这里实际测得为U_{Re1}=U_{Re2}=2伏)，这就要求有两个饱和管的射极电流流经Re₁，一个饱和管的射极电流流经Re₂。所以整个电路在达到稳态时只能有一级双稳处于右管饱和，其余两级双稳则处于左管饱和。因而得到附表2所列的三种情况，即图6的电路也是一个三稳态电路(图6中所绘为稳态I，即BG₁截止，BG₃、BG₅饱和的情况)。

三级双稳态电路之间经电容作成环形连接，即BG₂集电极经C₁接到BG₄基极，BG₄集电极经C₂接到BG₆基极，BG₆集电极则经C₃接回BG₂基极。这样连接好以后，只要在右管的射极公共线上输入一列正的触发脉冲(由图6右方的互补管多谐振荡器提供触发信号经C_t、R_t、D微分削波得到正脉冲)，电路就能够循环翻转。例如，设电路原来处于图6所示的稳态I，输入正的触发脉冲将使公共线上BG₂、BG₄、BG₆的射极电位升高，这对原来截止的BG₄、BG₆不起作用，但对饱和管BG₂却使其基-射极电压U_{be2}减小而

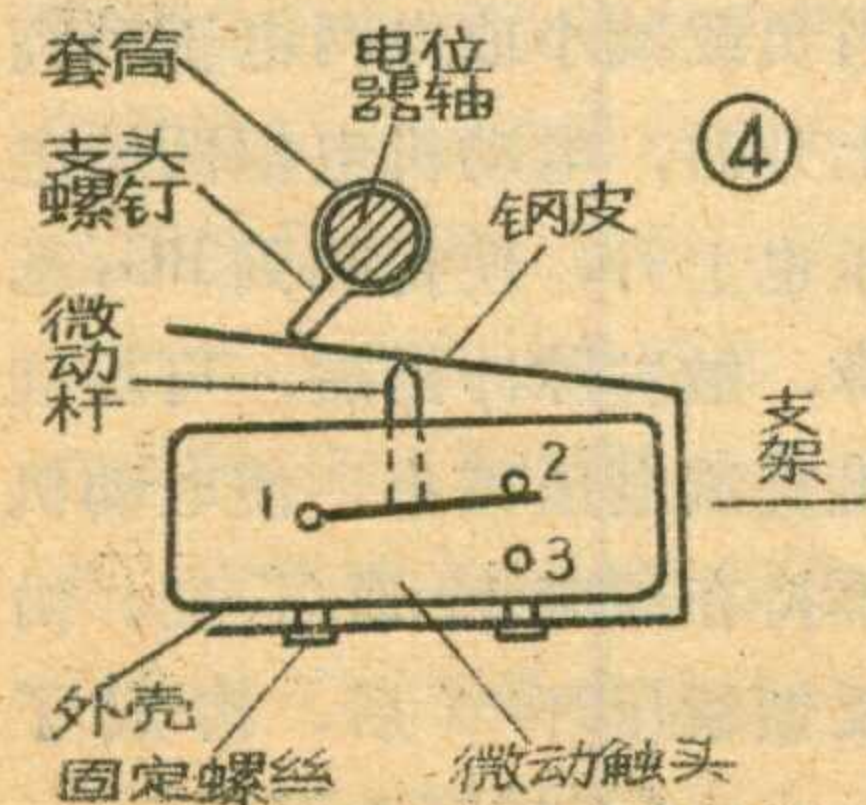
若取各级双稳态电路的左管集电极为三稳态电路的输出端，则图6电路在一系列正触发脉冲的作用下将从Q₁、Q₂、Q₃依次轮流地输出高电位，其工作波形与图3很相似，只不过那里是利用输入触发脉冲的负跳沿进行触发，而这里则是利用其正跳沿触发的。

实践表明，图6的三稳态电路在电源电压改用+9V或+6V时亦可以正常工作。所以在最简单的情况下，可以让三稳态电路与多谐振荡器合用一个+6V电源。

(上接第6页)

一个简单的闭环调节系统，提高了电路的稳定性和精度。

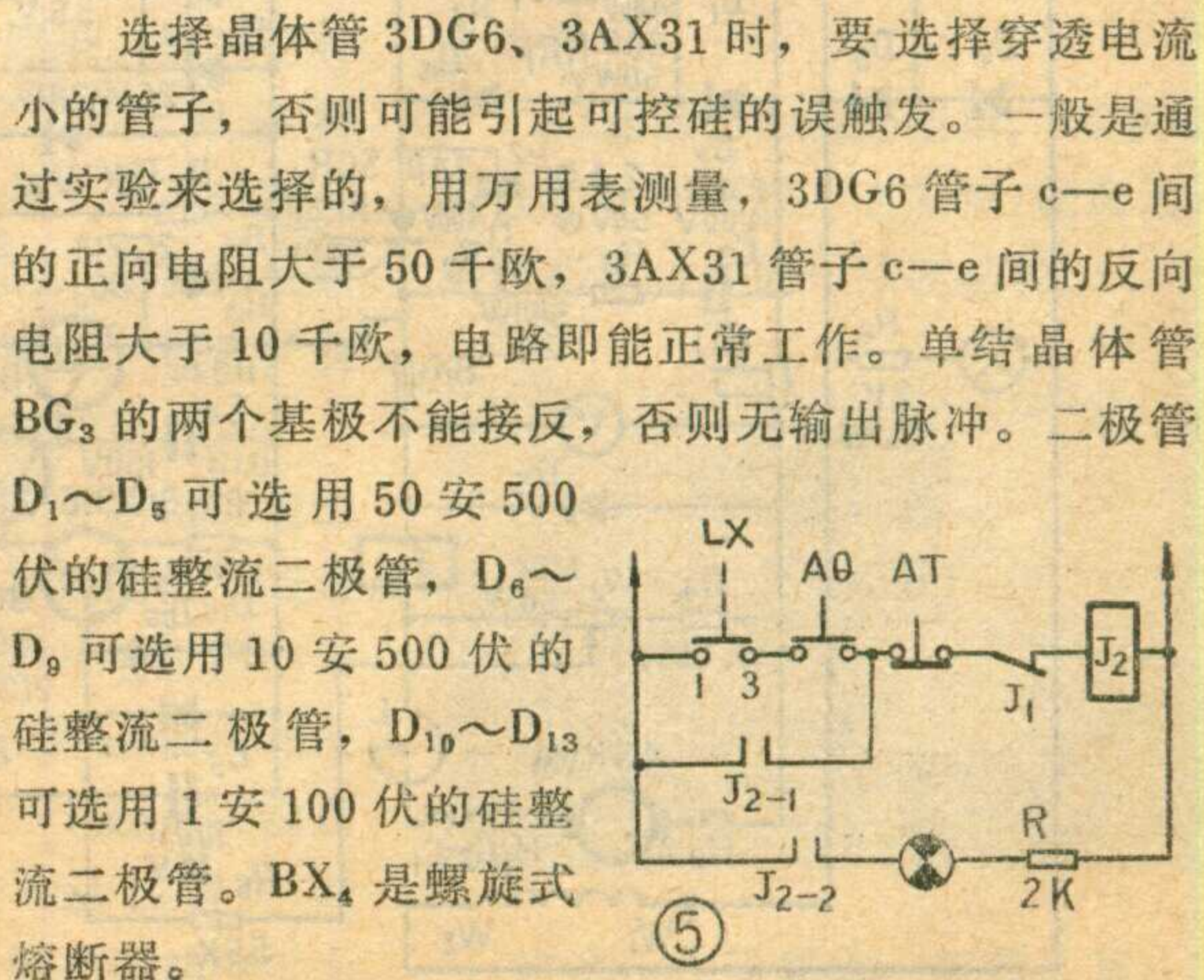
为了防止电动机全电压起动损坏管子，在调速电位器W₁上连锁了一只LX—5型微动开关，保证了只有当电位器调到零时，电动机才能启动。微动开关的结构如图4所示。微动开关的外壳上装有一个支架，支架上固定一块钢皮，使钢皮正好压住微动杆。在电位器W₁的轴上装一套筒，套筒上装一个支头螺钉，支头螺钉与电位器轴一齐转动。调整电位器的位置，使电位器调到零时支头螺钉正好能将微动开关上的钢皮压下，使微动开关触头1、3闭合。将微动开关的1、3触头串接在主回路交流接触器J₂(40安)的控制回路里，如图5所示。当电位器W₁不在零时，即使按下启动按钮AQ，J₂回



路也不通。当W₁在零时，微动开关LX的1、3触头闭合，按下AQ，J₂得电开始工作，此时转动电位器W₁，虽然1、3触头断开，但由于J₂-1触头的自锁作用，交流接触器仍继续工作。AT为停止按钮。

调试时，如发现转速调不上去，可以适当减小励磁电流，使转速上升。

选择晶体管3DG6、3AX31时，要选择穿透电流小的管子，否则可能引起可控硅的误触发。一般是通过实验来选择的，用万用表测量，3DG6管子c—e间的正向电阻大于50千欧，3AX31管子c—e间的反向电阻大于10千欧，电路即能正常工作。单结晶体管BG₃的两个基极不能接反，否则无输出脉冲。二极管D₁~D₅可选用50安500伏的硅整流二极管，D₆~D₉可选用10安500伏的硅整流二极管，D₁₀~D₁₃可选用1安100伏的硅整流二极管。BX₄是螺旋式熔断器。



可控硅直流电动机无级调速装置

张振玉

在直流电动机的励磁电流固定不变的情况下，电枢两端电压越高，则电机转速越快，电枢两端电压越低，则转速越慢。根据这个原理，我们可以设计一个全波可控整流电路，用它来改变电机电枢两端电压，从而达到直流电动机无级调速的目的。

图1就是一个4.5千伏安直流电动机的可控硅无级调速装置电路图。

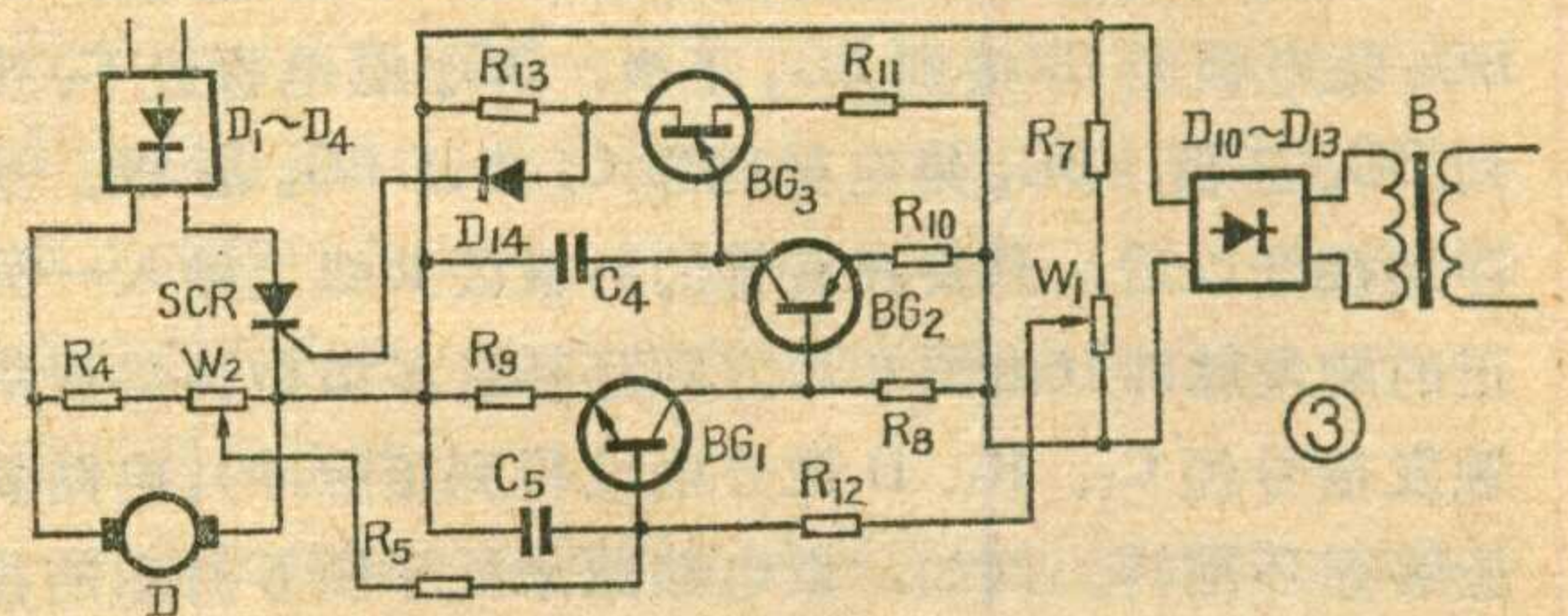
主电路由单相桥式整流电路 $D_1 \sim D_4$ 、可控硅SCR、直流电动机D(负载)组成。图2是主电路的示意图。我们可以通过改变可控硅的导通角，来改变电机电枢两端的电压。 R_2 、 C_2 并联在SCR上限制换向过电压。 R_1 、 C_1 和 R_3 、 C_3 为分别接在交、直流侧的过电压保护阻容吸收装置。快速熔断器 $BX_1 \sim BX_3$ (50安)、过流继电器 J_1 (25安)均起过流保护作用。 L 是滤波电抗器。 D_5 是续流二极管。

励磁电路由 $D_6 \sim D_9$ 构成单相桥式整流电路向电动机励磁线圈供电，保证励磁电路接通后，电枢电路才能工作，以防止电机失励造成飞车事故。

控制电路采用单晶体管弛张振荡器，其简化电路如图3所示。调节 W_1 的值就可以控制触发脉冲输出的时间。例如调整 W_1 使给定电压值升高，则 BG_1 基极电位升高趋向于导通， BG_1 导通后集电极电位下降使 BG_2 趋于导通。 BG_2 导通后集电极电流 I_{C2} 上升，而

I_{C2} 是 C_4 的充电电流， I_{C2} 的上升使 C_4 充电速度加快， C_4 两端达到单晶体管 BG_3 峰点电压 U_p 的时间提前，因此 BG_3 导通输出触发脉冲的时间也提前了，这时SCR导通角增大，输出电压也增大，使电机转速增加。如果调整 W_1 使给定电压降低，则导致 I_{C2} 降低，使 C_4 充电速度减慢， BG_3 输出触发脉冲的时间就滞后。这时，SCR导通角减小，使电机转速降低。

同步变压器B接在主回路的输入端，以保证触发电路与主电路同步。给定电压由 R_7 、 W_1 分压后取得，



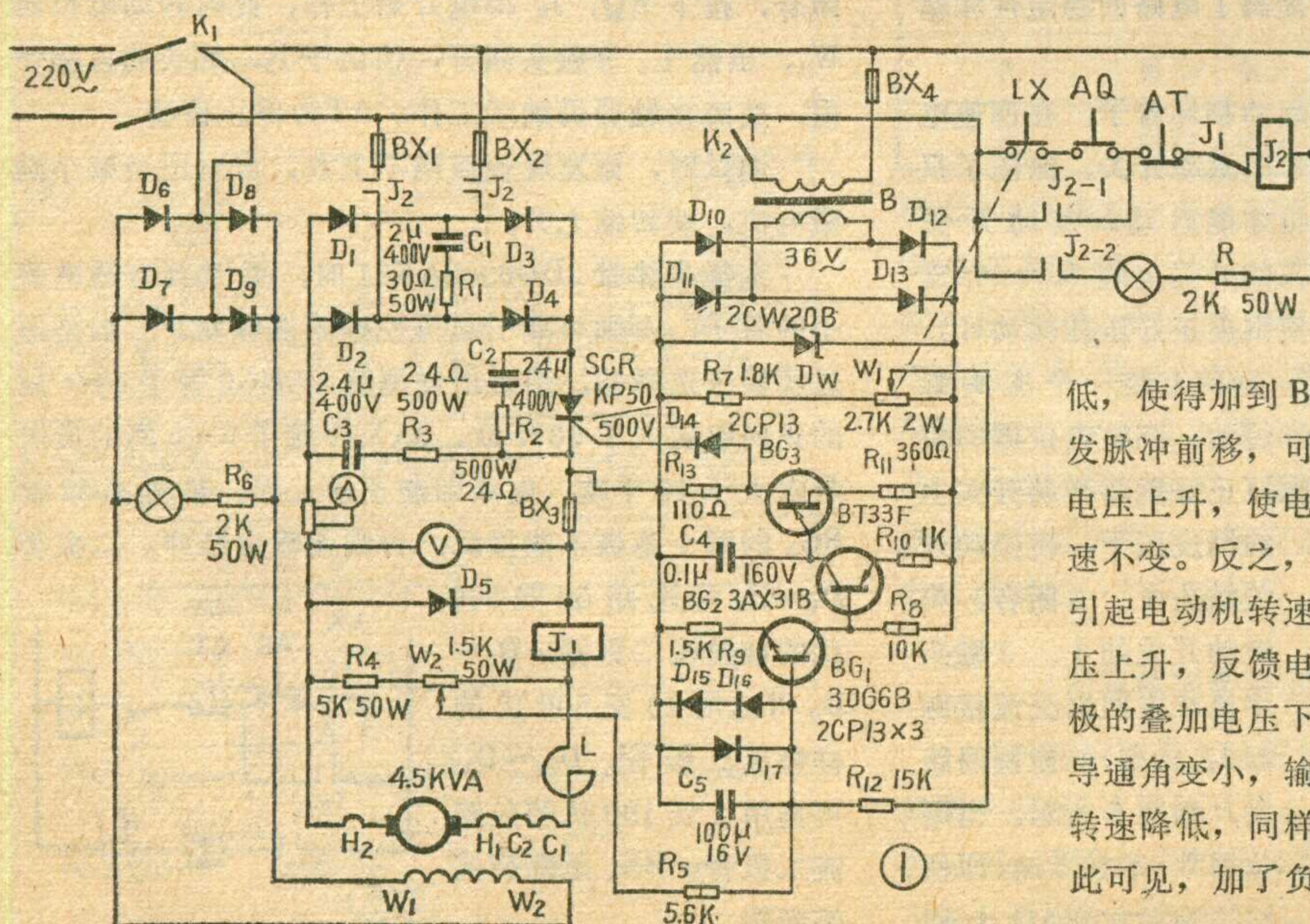
由于经稳压管 D_w 稳压，所以基本上不受电源电压波动的影响。二极管 D_{15} 、 D_{16} 、 D_{17} 为限幅二极管， C_5 为交流旁路电容，以增强电路的抗干扰能力。

本系统采用了负反馈自动稳压环节。 W_2 、 R_4 分压将整流输出的电压变化量取出一部分作为反馈信号输

送到 BG_1 的基极，与给定电压反向叠加，形成负反馈。电路整定后，给定电压是不变的。当负载增加或电网电压降低引起电动机转速下降时，电枢两端电压下降，反馈电压也降

低，使得加到 BG_1 基极的叠加电压上升，触发脉冲前移，可控硅导通角增加，输出直流电压上升，使电动机转速上升，维持原来转速不变。反之，当负载减小或电网电压升高引起电动机转速上升时，电动机电枢两端电压上升，反馈电压也上升，使得加到 BG_1 基极的叠加电压下降，触发脉冲滞后，可控硅导通角变小，输出直流电压减小，使电动机转速降低，同样维持在原来转速不变。由此可见，加了负反馈稳压环节后，构成了

(下转第5页)

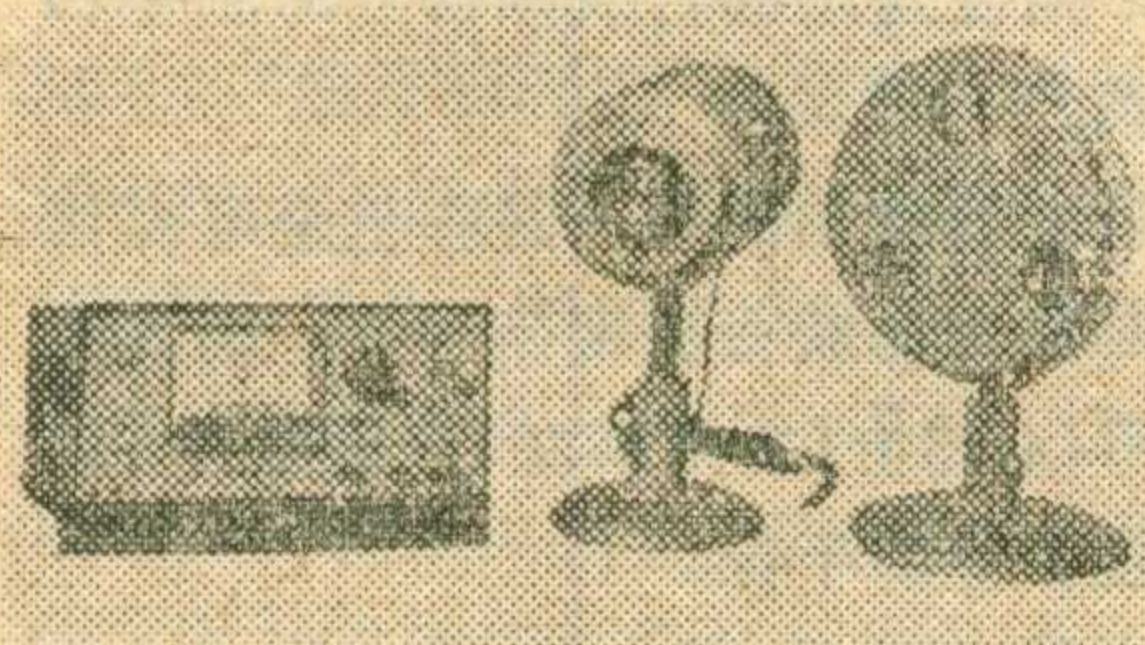




激光功率计

激光功率的大小，是激光器件的一个重要指标。怎样测量激光功率呢？激光本质上是一种电磁辐射，因此可根据电磁场辐射与物质相互作用的原理，把光能转变成其它形式的能量加以测定。

激光功率的测量方法普遍采用的是光电法和光热法，光电法是利用光电元件，如光电二极管、硅光电池、光电管、光电倍增管，做激光的接收器，将光能转变成电能，再由电子放大电路进行放大，以电



表显示。例如我厂生产的 GG 系列的以硅光电池作激光接收器的激光功率计，就是利用硅光电池的短路电流与入射光功率成正比的关系设计的。这种功率计灵敏度高、响应快，由于采用了线路补偿和硅光电池恒温措施，还具有性能稳定的优点。此外，备有辅助输出，能够与各类型自动记录仪配用。我厂 GG 系列激光功率计适合测量氦氖激光、氦镭激光、氩离子激光等小功率激光器。

采用光热法的激光功率计，它的接收部分用金属制成。在接收器表面上涂有高吸收率的物质，因此接收器能良好地吸收激光并转化为热能使粘在接收器后面的热电偶堆产生相应的温差电动势。测量这个电动势，即可测出激光功率，经过校准，可用功率指示器指出来。我厂生产的 YP 型激光功率计就属这种类型(见图片)，其量程为 0~30 瓦，

加衰减器后可扩大到 300 瓦。以上的测量方式只适用于中、小功率的激光器，对输出功率大的激光器，测量设备则需采用特殊装置，例如装置水冷却系统后，可以测量 1 千瓦的激光功率。

(江苏苏北电子仪器厂)

函数型台式电子计算机

我所实验工厂试制成功西湖 TS-163 型台式机。这种台式计算机除了可以进行四则运算、乘方、开方等基本运算以外，还可以进行三角、反三角、指数、对数、双曲线等初等函数的运算以及角度与弧度互换等运算。存有 π 、 $\lg e$ 等重要常数。还有五个中间数据寄存器，可随意存取运算过程中尚需处理的数，减少手工抄录，提高计算效率。

全机采用 mos 集成电路元件，以荧光数码管显示。字长十进制 16 位，串行运算，小数点定位。运算速度加减法平均 0.015 秒；乘除法平均 0.1 秒。功耗不大于 15 瓦。

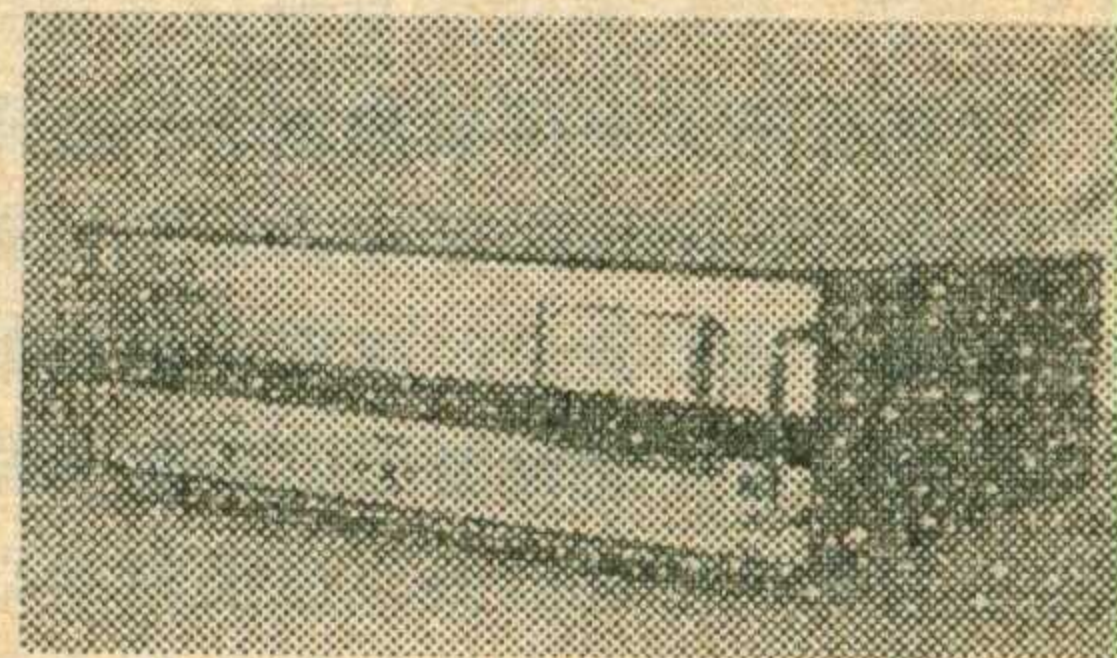
(杭州无线电研究所技术科)

YP-1 型移频器

在剧场、礼堂、体育场(馆)等公共场所扩音时，话筒音量如果稍开大些，由于声音反射形成正反馈，往往会产生使人讨厌的啸叫声。于是只得减小扩音系统的增益，压低扩音音量，但这样又限制了扩音系统的使用效果。针对这种情况，我们研制了 YP-1 型移频器，把它接在扩音系统中，经在一些体育馆、场和剧院、礼堂等处试用，它对抑制扩音啸叫，提高扩音音量，有较为显著的效果。

移频器是接在扩音系统的前级增音机与功率放大器之间，它可将增音机输出的音频信号电压的频率(在本机工作频率范围)，都增加一个同一数值(在 2~6 赫范围内可调本机出厂时调在 5 赫位置)，而工作电平不变。然后送到功率放大

器，通过扬声器放出声音。这样，在整个扩音系统中，扬声器发出的声音频率就比原来输入到话筒的声音频率高出 5 赫。这种频率变化所引起的音质的变化，人耳是感觉不出来的，但是却能使扩音系统的增



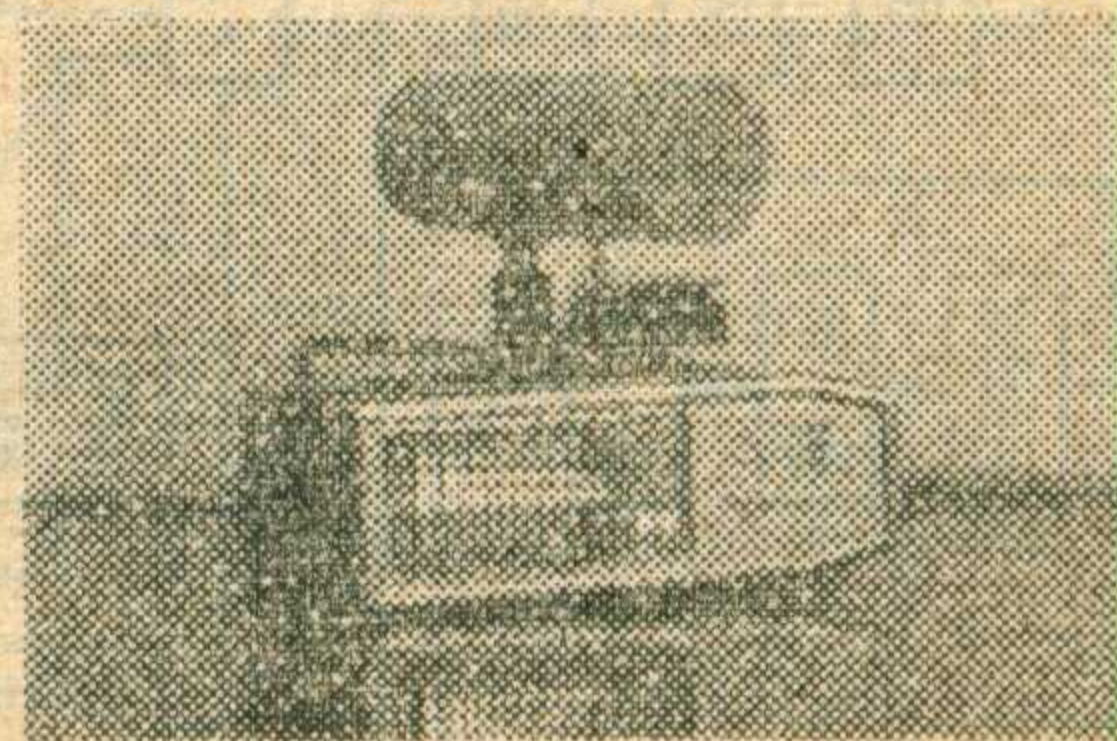
益提高，音量开大而不产生啸叫声。测试结果表明，加移频器后可使扩音音量提高 5 分贝左右。

(呼和浩特市广播设备厂技术科)

闪光灯光控引发器

摄影工作者在拍摄大场面照片时，使用单盏闪光灯亮度不够，而且单盏灯不能同时与镜头在垂直和水平方向平衡，影响拍摄效果。要使影象轮廓清晰，往往需要多盏闪光灯配合。但是使用多盏闪光灯时，不容易做到使它们同时闪光，针对这个问题，我厂试制生产一种闪光灯光控引发器，把同时使用的每盏闪光灯的同步插头，分别各插上一支光控引发器，对准主闪光灯，当主闪光灯闪光时，各引发器就能在 1/2000 秒内，同时接收到主闪光灯的光亮，经电子高速转换机构去触发所联接的闪光灯发亮，达到曝光效果。

引发器是由硅光电池，高速可控硅等元件组成，引发快、距离远，是摄影器材中的一项新品种。



(广东中山半导体一厂蔡凡弟)

彩色电视信号的解码

张家谋

上期介绍了单付载波正交平衡调制逐行倒相制(即PAL制)的编码原理。为了实现彩色电视广播与黑白电视广播的兼容,在彩色电视的发送端,将R、G、B三个信号通过编码器形成彩色全电视信号,再由彩色电视发射机发送出去。在接收端必须采取与发送端相反的过程,从彩色全电视信号中解出R、G、B信号来,这叫做解码。编码和解码是一对矛盾,解码是编码的逆过程。图1虚线框内示出了PAL制彩色电视接收机解码器的方框图,同时也画出了彩色电视机的其它组成部分。由图1可以看出,除了解码器与会聚电路之外,彩色电视接收机与黑白电视接收机的电路结构是相同的。随着自会聚式彩色显象管的出现,会聚电路也将被取消,这样解码器就成为彩色电视接收机的独特部分了。下面谈谈解码器的任务和基本原理。

一、解码器的任务

解码器的任务是从视频检波器输出的彩色全电视信号中解出R、G、B三个信号来。然后加到彩色显象管上,控制显象管显示彩色图象。具体来说,解码器应完成以下几步工作:

第一步,利用带通滤波放大电路,分出色度信号来。因为色度信号在全电视信号的6兆赫频带中,仅占据 4.43 ± 1.3 兆赫的频带宽度。所以,用一个通带为 $3.1 \sim 5.7$ 兆赫的带通滤波放大电路,便可以将色度信号从全电视信号中取出来。通常带通滤波放大电路

采用中心频率为4.43兆赫的双调谐放大器,双调谐回路能够很好地完成带通滤波器的任务。由于双调谐回路的频率特性两端比较陡,从而减小了亮度信号对色度信号的串扰。

第二步,利用延时分离的原理将相继两行的色度信号用相加或相减的办法平均起来,克服色调失真,并从中将已调色差信号u与v两个分量分离来。

第三步,利用同步检波器分别从已调色差信号u与v中检出两个色差信号B-Y与R-Y来。同步检波器所需要的付载频信号是由付载频再生器供给。付载频再生器的频率和相位,在彩色全电视信号中色同步信号的同步下,与发送端的付载频信号的频率和相位保持严格的关系。

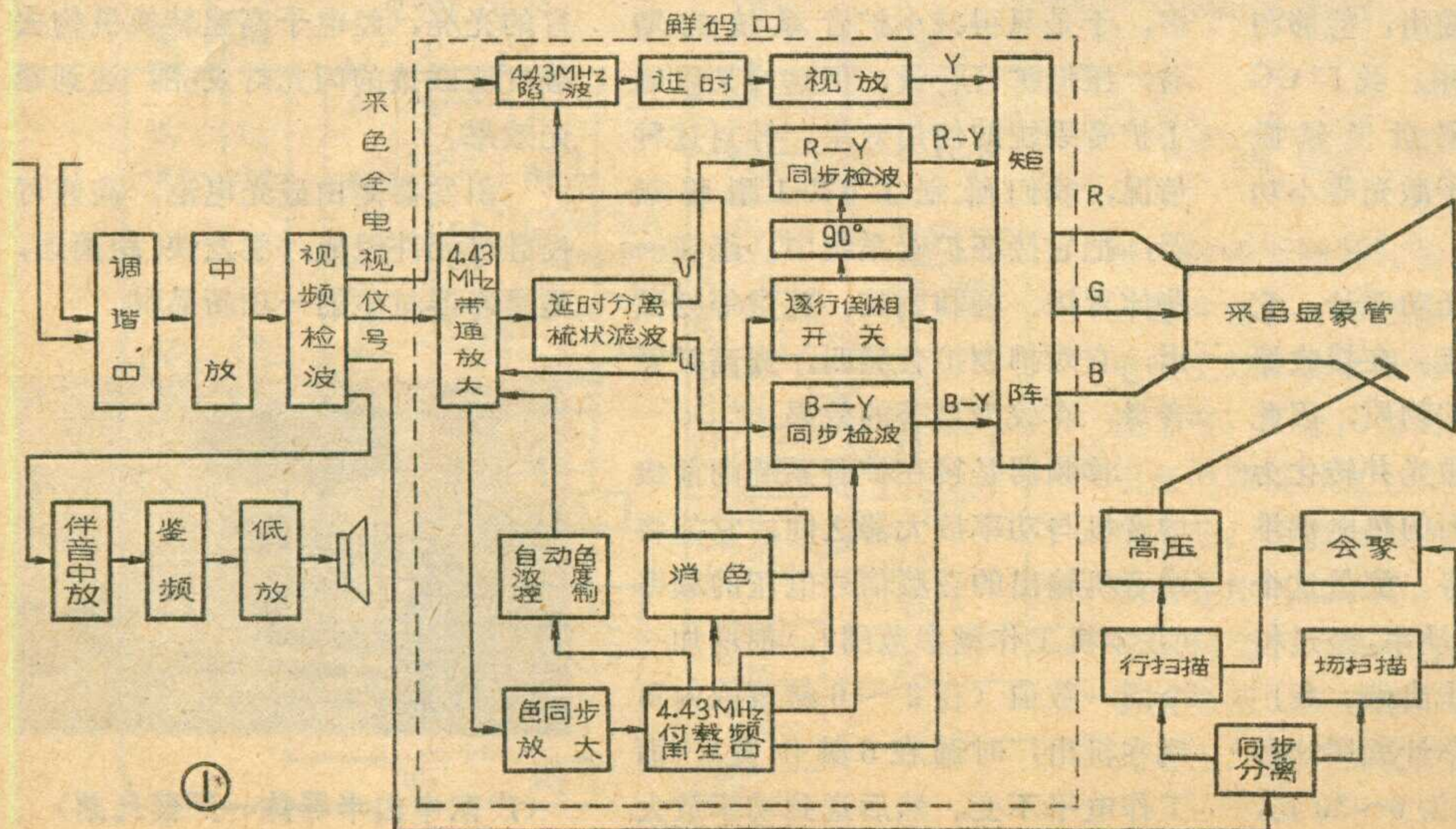
第四步,视频检波器输出的另一路彩色全电视信号,经陷波器、延时放大器获得亮度信号Y。陷波器的作用是将色度信号(4.43 ± 1.3 兆赫左右)滤除掉,以避免色度信号对亮度信号的干扰。

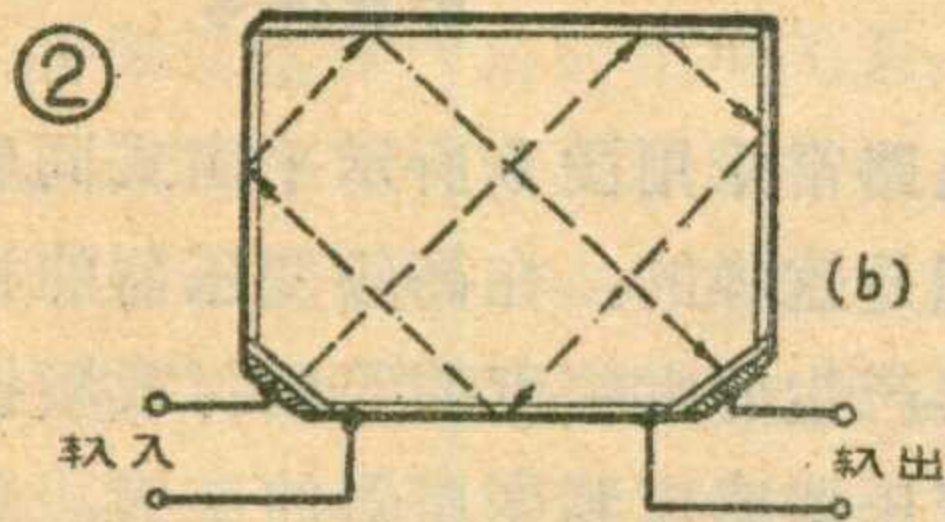
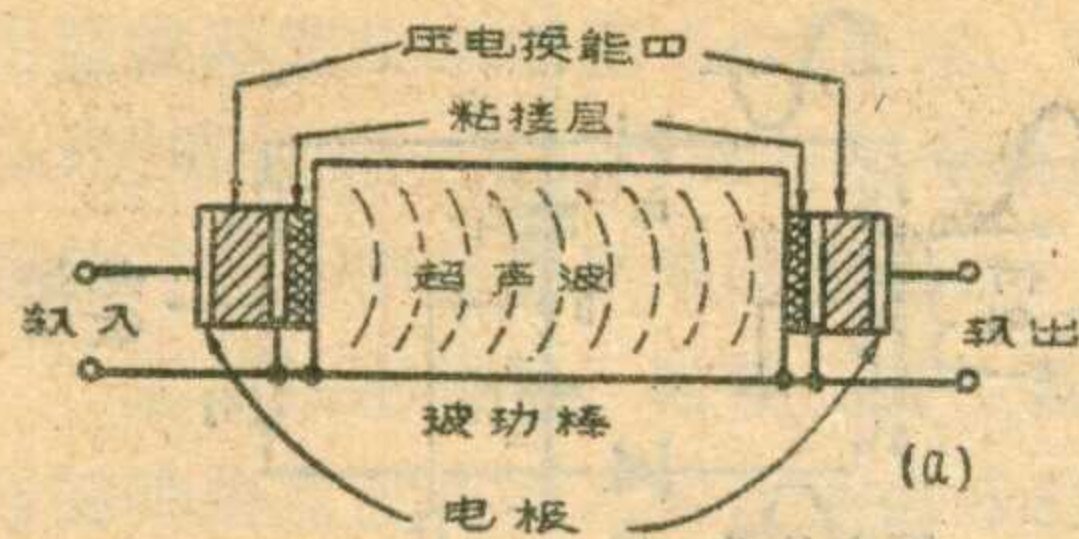
第五步,将已经得到的Y、R-Y、B-Y三个信号加到矩阵电路,解出R、G、B三个信号来,然后再加到彩色显象管上去,以便显示彩色图象。

下面我们分别介绍一下几个主要部分的基本原理。

二、延时分离——梳状滤波器

由上所述,延时分离的作用是将前后两行色度信号平均起来,并从中分离出u、v两个已调色差信号来。从编码原理中知道,为了减少色差信号传送过程中由于相位失真引起的色调失真,逐行倒相制采用一行传送+V信号,另一行传送-V信号的方法。这样在接收端,必须将相继两行信号平均起来,但两行信号在时间





上有先有后。怎样将前后两行进行电的平均呢？人们只好把前一行的信号延迟一行的时间，让前、后两行信号同时到达。这就好比两个人以同样的速度在不同的时间出发走路一样，只有让先走的人多绕一段路，才能与后走的人同时到达。在彩色电视机中，延时的方法是采用一种延时线，其延时的时间经过严格的计算为 63.943 微秒，接近于一行的时间（64 微秒）。由于延时的时间太长，不能用普通的电缆线，为此特制一种体积很小的“超声延时线”。大家知道，电磁波在空气中，1 微秒传播 300 米，所以在 64 微秒内要传播 $300 \text{ 米} \times 64 = 19200 \text{ 米}$ ，而声波在空气中，1 秒只传播 331 米，所以在 64 微秒内大约仅传播 2.1 厘米。“超声延时线”就是利用声波传播速度慢来实现延时的。又因为付载波的频率比声频高，所以叫做“超声”。它是一根两端有换能器的玻璃棒，如图 2 (a) 所示。换能器是一种压电晶体，当把已调付载波信号加到延时线输入端时，换能器将电能转换成机械能，即将已调付载波信号转换为超声波机械振动，这种振动波在玻璃棒中传播，到达另一端的时间正好为所要延迟的时间（约 64 微秒）。然后通过输出端的换能器把超声波振动重新转换成已调付载波信号，实现由机械能到电能的反转换。声波在玻璃中的传播速度是远低于电波的，在一行的时间中大约只走 18 厘米的距离。因此用很短的一段玻璃棒便可以将已调付载波信号延时 64 微秒。实际上在彩色电视机中，为了进一步减小超声延时线的体积，利用介质边界声波反射的原理，将延时线制成如图 2 (b) 所示的形式，这样超声波由输入到输出共反射五次就可实现延时约 64 微秒的目的。如图中虚线箭头所示。从超声延时线输出端得到的信号与未经延时的直达信号相加减就起到了将两行信号平均的作用。

延时分离器的方框图如图 3 (a) 所示，它由延时线、加法器、减法器三部分组成。由于延时分离器的幅频特性是梳齿形的，如图 3 (b) 所示，所以，又把它叫做梳状滤波器。只要超声延时线的延时时间选得正确，此电路的幅频特性的峰点和谷点都会按行频频率的倍数重复，而且相加电路输出的幅频特性的峰、谷点正好与相减电路输出的幅频特性谷、峰点相对应。这种特性正是我们所需要的。我们已经知道，在彩色电视信号的编码中，u、v 信号的频谱特性是准

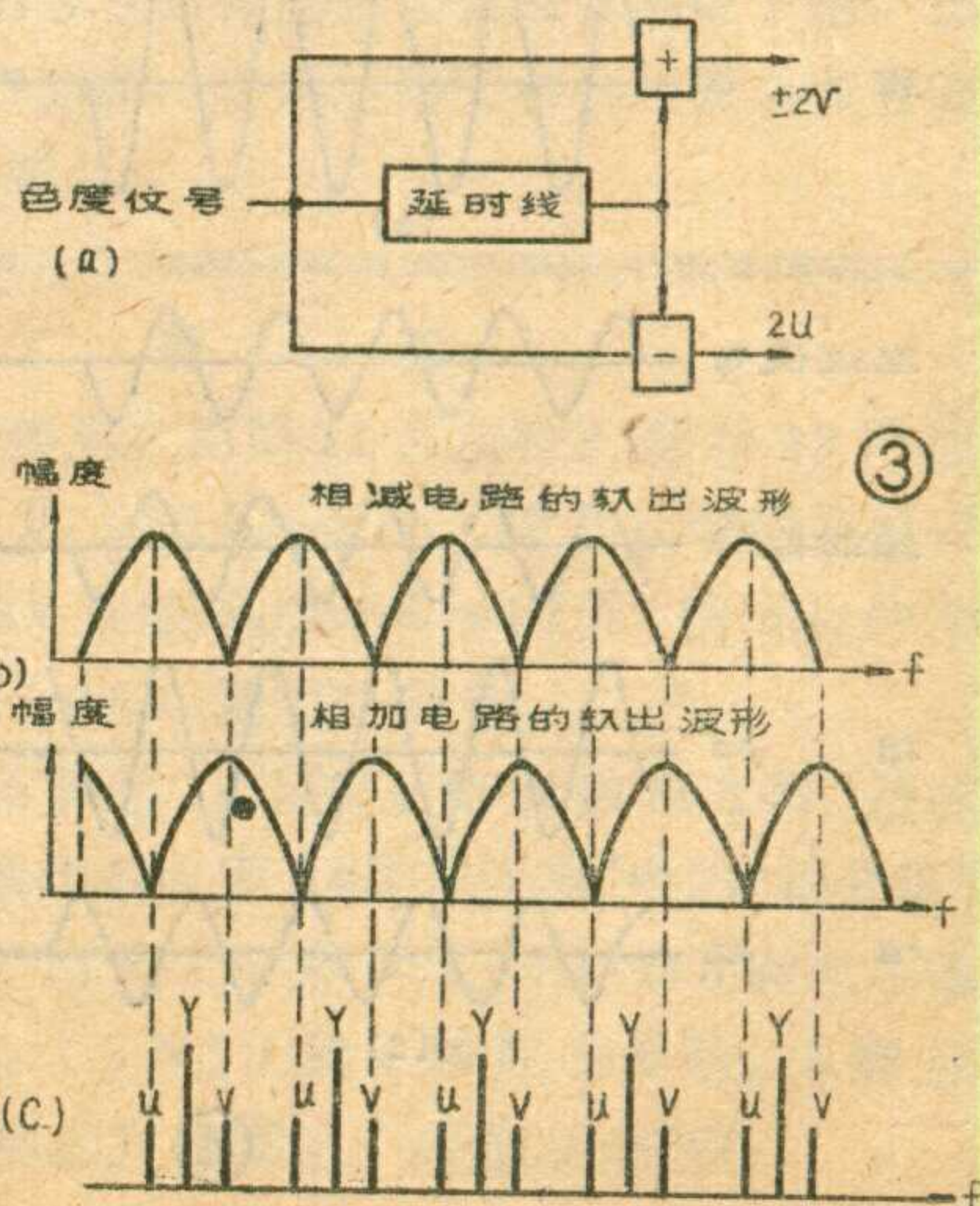
确地按行频的倍数重复并且交错开来的，如图 3 (c) 所示（图中每次谐波附近的能量均用一根线代表）。如果使相加电路的幅频特性的峰点都与 v 信号频谱的各次谐波相对应，而使其谷点正好与 u 信号频谱的各次谐波相对应，在相加电路中，v 信号就有输出，u 信号

的输出为零，这样就可将 v 信号单独分离出来。同理，减法电路就可将 u 信号单独分离出来。对于 Y 信号来说，各次谐波正好处在梳齿形曲线的峰谷点之间，大约有 3dB 的衰减。这样不仅比较彻底地分离开 u、v 信号，还使 Y 信号对它们的干扰减弱了 3dB，这对于减少各信号彼此间的干扰造成的彩色图象失真大有好处。

为什么延时分离器的幅频特性是梳齿形的，这里我们只作定性的解释。由上所述，延时线的延时时间是固定的（63.943 微秒），在这一段时间内，对于不同频率的信号来说，通过的信号周期数也不同。对于那些延时时间正好是信号周期整倍数的信号成分来说，如图 4 (a) 所示，在相加电路中，经延时后的信号与直达信号相当于同相位相加，输出信号最大，其幅度增加一倍（近似认为延时后振幅保持不变，实际情况是前后两行信号相差不多）。而在相减电路中，相当于两者同相位相减，输出信号为零。这种情况，分别相当于幅频特性的峰点和谷点。对于那些延时时间正好是信号周期整倍数再加半个周期的信号成份来说，如图 4 (b) 所示，在相加电路中，经延时后的信号与直达信号相当于反相位相加，互相抵消，输出信号为零。而在相减电路中，相当于两者反相位相减，输出信号最大，其幅度也是增加一倍。这种情况，分别相当于幅频特性的谷点和峰点。对于那些延时时间为非整数个周期的信号成分来说，相加与相减电路的输出信号分别有不同程度的增减，如图 4 (c) 所示，这种情况相当于幅频特性峰、谷点之间的部分，这种情况每隔一段频率又重复出现上述两种情况。若将直达信号与延时信号用矢

量来表示，则为矢量的和、差，如图 4 右侧所示。因此这种电路的幅频特性为梳齿形的。

在实践中，如果超声延时线的延时不准，会造成梳状



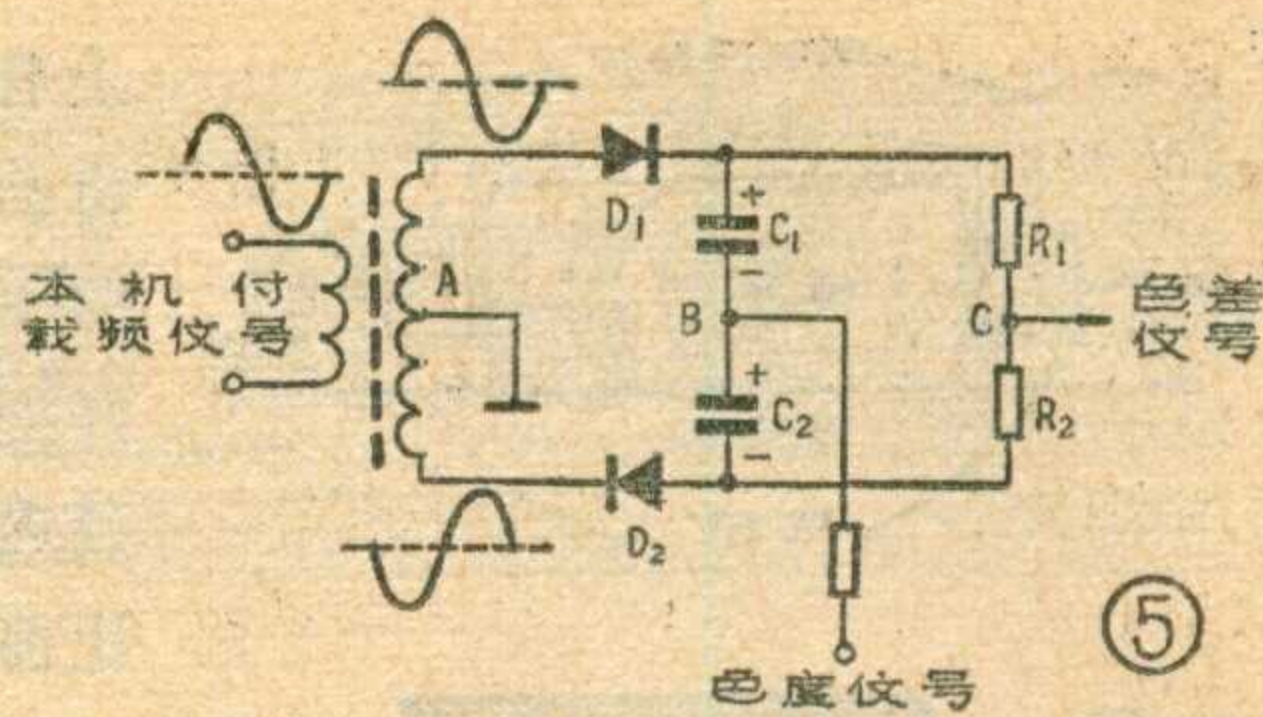
滤波器的峰、谷点与已调色差信号 u 或 v 的频谱对不齐，以致不能将两者分离干净，其结果是两者互相干扰，反应到彩色图象上，出现大面积或边缘轮廓部分的彩色失真。因此，对超声延时线的延时准确度要求比较高，并在实际电路中用与延时线相配合的 LC 并联谐振回路给予补偿调整。

三、同步检波的原理

由上所述，梳状滤波器只能起到将前后两个信号平均起来并分离出 u 与 v 两个信号的作用。但是，要将调制在付载频上的 R—Y 与 B—Y 两个色差信号检波出来，还要靠同步检波电路。下面介绍一下同步检波的原理。

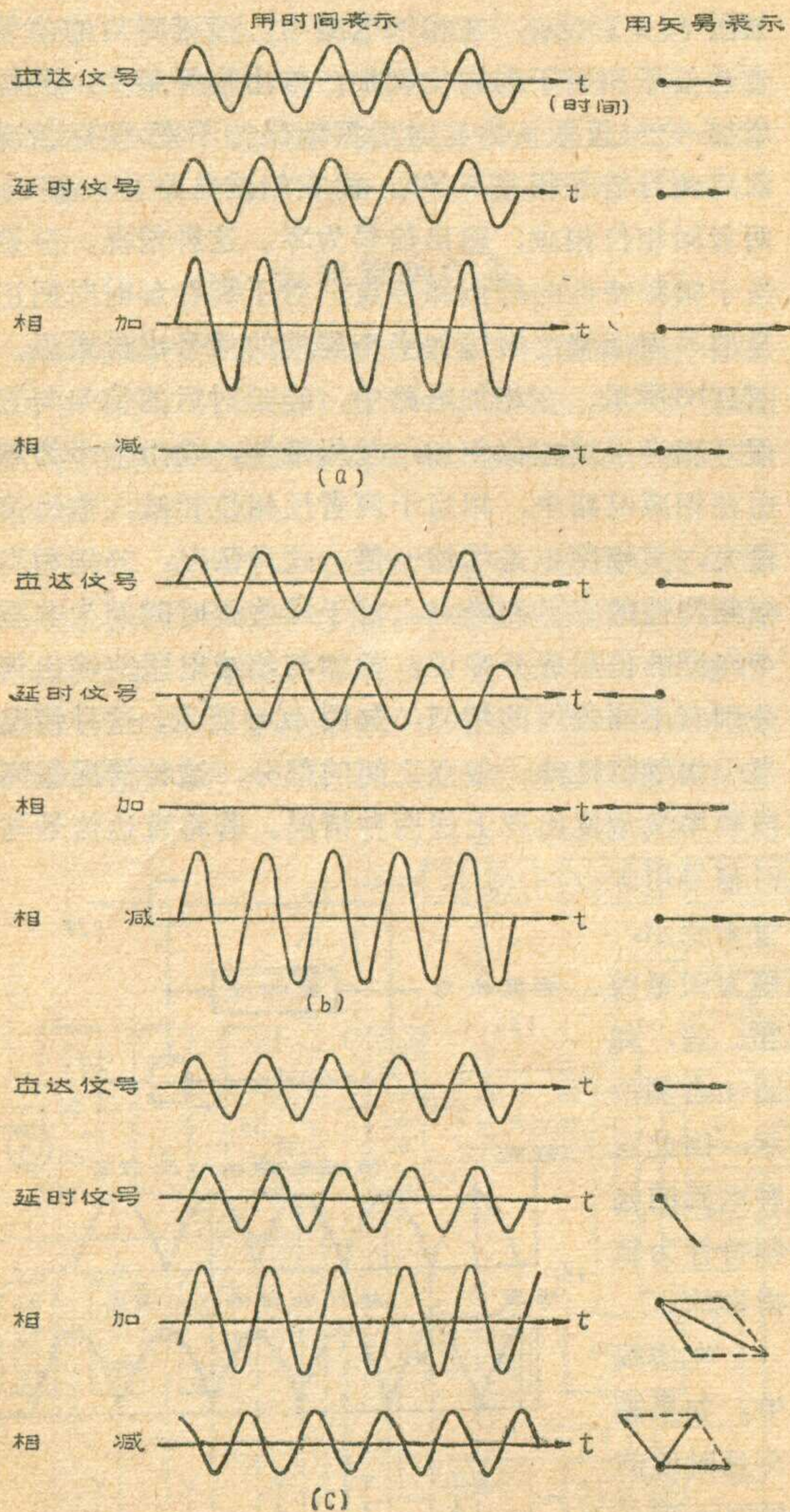
由于已调付载波信号(即色度信号)是被抑制掉付载频分量的，这样在接收端还应补上一个本机产生的付载频信号，才能进行一般的调幅检波。因此，原则上

同步检波器可以由一个普通调幅检波器加上一个与发送端严格同步的付载频信号



来组成。而实际的电路常采用图5所示平衡式同步检波器。它的工作原理是这样的：在高频变压器的初级上加有付载频再生器产生的大幅度的等幅付载频振荡信号，此信号经过变压器感应到变压器的次级，当付载频信号为正半周时，次级上端为正，下端为负。由于两个二极管是串接的，二极管导通并给 C_1 和 C_2 充电。因为充电时间常数很小，所以 C_1 和 C_2 的电压很快充电到峰值电压，而对于付载频信号的周期(228毫微秒)来说，放电时间常数 $R_1 \cdot C_1$ 和 $R_2 \cdot C_2$ 却相当大，因此， C_1 、 C_2 上的电压基本上保持变压器次级付载频信号的峰值电压。这就使得二极管 D_1 、 D_2 只有当每个周期的付载频信号的正峰值到来时，才导通一次，其它时间二极管均被 C_1 与 C_2 上所充的电压截止。从整个电路来看，上下是对称的，在此电路中包含有两个电桥，外边的一个由变压器的上下两个次级与 R_1 、 R_2 组成，这个电桥只有当两个二极管导通时才起平衡作用；里边的一个电桥由 C_1 、 C_2 与 R_1 、 R_2 组成，这个电桥总是平衡的。先看外边电桥的作用，每当二极管导通的一瞬间，外边电桥就瞬时平衡，这时C点电位等于A点电位，因A点接地，是零电位，所以C点电位也瞬时为零。同时由于里边电桥总是平衡的，B点电位也是零。

我们再来看在B点加上色度信号的情况。假设发送端的色差信号如图6(a)所示，已调付载波信号(色度信号)如图6(b)所示(图中只画了很少几周，实际上很多)。由于色度信号幅度很小，可以认为它不影响本机付载频信号所造成的两个二极管瞬时导通的情况，也就是说不影响外电桥的平衡状况。所以不论其他时间C点的情况如何，每当本机付载频信号(如图6(c)所示)的正峰值来到时，总是迫使C点瞬时变成零电位。而在其他时间，二极管不通，这样外边的电桥断开，只剩下里边的电桥起作用，因此使C点电位保持与B点电位相同或者说C点电位是随着B点电位变化的。也就是说在二极管导通时间之外的其它时间里，从C点输出的信号与加在B点的色度信号相同。由此可见，在本机付载频信号的作用下，每当二极管导通时，强迫C点成为零电位或者说强迫箝位到零，每当二极管不导通时则C点重复B点的信号，结果就得到了图6(d)的波形。可见由于箝位的作用造成了C点波形平均值的变化。将这个波形的平均值



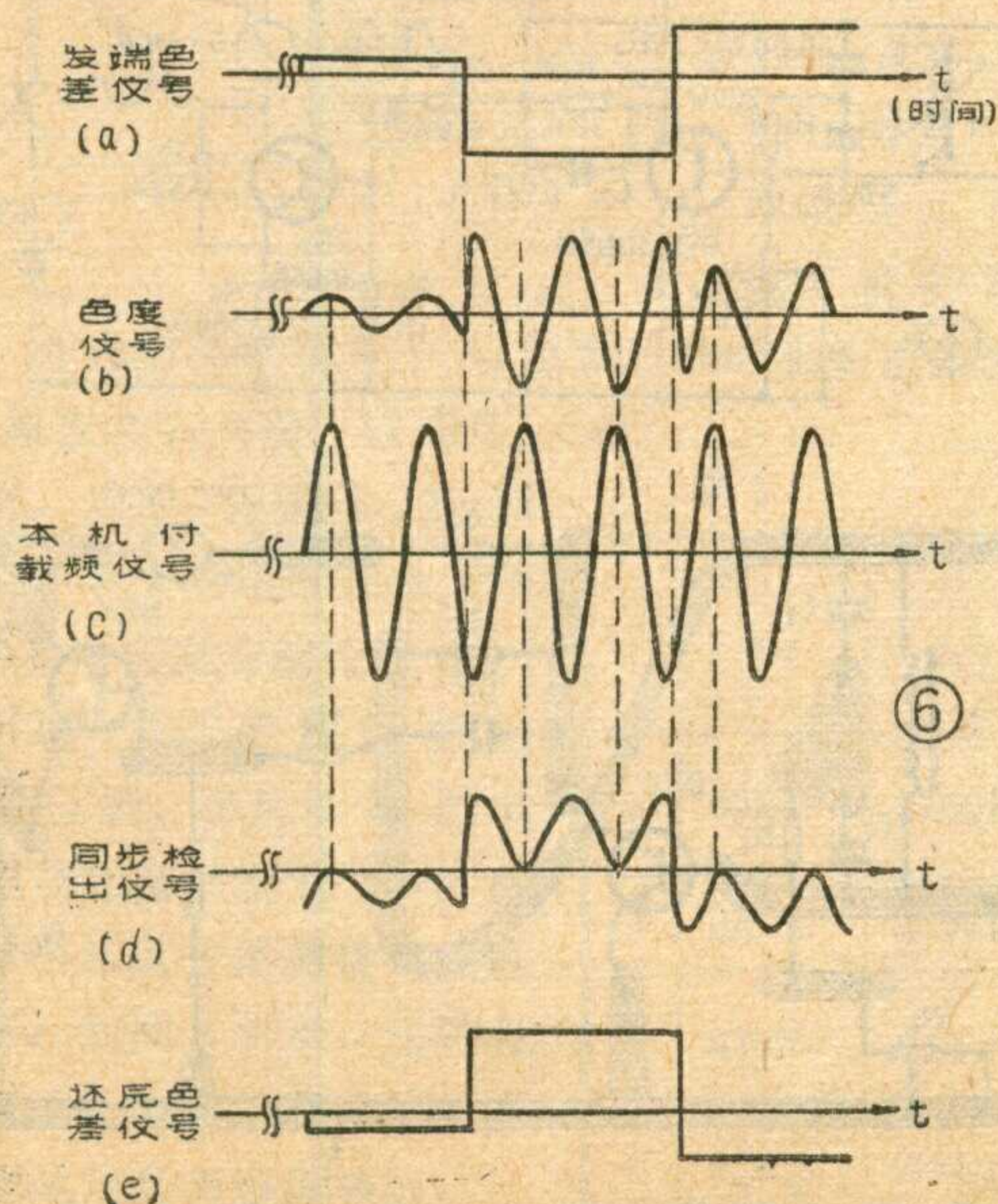
④

用滤波器滤出来如图 6 (e) 所示, 可见图 6 (e) 与图 6 (a) 的形状是一样的, 只是极性相反, 这经过一次倒相就可完全恢复到原来的形状。

应该指出的是: 付载频再生器所产生的付载频信号的峰值点应与输入的色度信号的峰值点一一对应, 才能取得上面的结果, 这就是叫做“同步检波”的原因。要保证这样严格的相位关系, 非采用锁相振荡器不可, 这将在下一篇文章中介绍。

这里还要说明一点, 如果本机付载频信号移相 90° , 从图 6 波形可以推断出箝位点正好出现在色度信号的零点上, 这样对于色度信号来说起不到移动平均值的作用, 结果检波输出的信号与输入的信号完全一样, 平均值为零, 检不出什么信号来。如果保持本机付载频信号的相位而将输入色度信号移相 90° , 结果也是一样的。在编码原理中已经谈过, 色度信号 u 与 v 两个分量正好差 90° , 因此对于 u 信号的同步检波器, 只能检出 $B-Y$ 信号来, 即使输入端有 v 信号加入, 也检不出来。同理, 对于 v 信号的同步检波器, 也只能检出 $R-Y$ 信号来, 而检不出 $B-Y$ 信号来。这样看来, 从同步检波的角度来说, 好象 u 与 v 信号用不着预先分离, 梳状滤波器是多余的。但是从平均两行信号的角度来说, 梳状滤波器还是必要的, 而且在实际中 u 与 v 信号不可能总保持准确的 90° 相位差, 这样预先将 u 与 v 分离开, 可以减小彼此间的干扰。也有一种简单的彩色电视机电路, 不用梳状滤波器, 也省掉了超声延时线, 这种电路相继两行信号的平均要靠彩色显象管荧光屏上相邻两行的空间平均作用来实现, 这样显示的彩色图象质量差一些, 但作为业余自制还是可行的。这种电视机叫做简单的 PAL 制接收机。

对于 v 信号的同步检波来说, 还要复杂一些, 因



为 v 信号本身是逐行倒相的, 所以, 供给同步检波器的本机付载频信号也需要逐行倒相才行。

四、用矩阵电路解出 R、G、B 三个信号

上面我们已经介绍了从两个同步检波器分别检出 $R-Y$ 与 $B-Y$ 两个色差信号的原理, 加上由视频检波器检出的并经过放大的 Y 信号, 有了这三个信号之后, 要获得 R 、 G 、 B 三个信号, 这就是矩阵电路的任务了。

大家知道, 在编码器中, 为了防止发射机产生过调制, 曾将色差信号压缩到 $U=0.493(B-Y)$, $V=0.877(R-Y)$ 。因此, 在一般接收机的矩阵变换电路之前, 通过相应选择色度通道的放大量来补偿这个损失, 也有在矩阵电路里进行补偿的。

要将 Y 、 $R-Y$ 、 $B-Y$ 三个信号变换成 R 、 G 、 B 三个信号, 首先要恢复色差信号 $G-Y$, 通常将 $R-Y$ 、 $B-Y$ 两个色差信号经放大后, 按 $0.51:0.19$ 的比例混合出 $G-Y$ 信号来。即: $G-Y = -0.51(R-Y) - 0.19(B-Y)$ 。这个公式利用 $Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B$ 很容易导出。得到 $G-Y$ 信号之后, 然后将 $R-Y$ 、 $G-Y$ 、 $B-Y$ 三个色差信号与亮度信号 Y 一起加到解码矩阵电路中去进行信号变换。解码矩阵电路的形式很多, 通常采用晶体三极管放大电路, 将 $R-Y$ 、 $G-Y$ 、 $B-Y$ 信号加到三个晶体管的基极, 将 $-Y$ 信号分别加到三个晶体管的发射极, 利用晶体管基极与发射极信号作用相反(即抵消作用)消去了 Y 信号, 最后从三只晶体管的集电极分别输出了经过放大的 R 、 G 、 B 信号。这样就完成了矩阵变换。这三个信号分别加到彩色显象管的三个阴极上去, 在彩色电视机的其他电路配合下, 就能显示出彩色图象来。

当用彩色电视机接收黑白电视广播时, 色差信号为零, 只有 Y 信号加到三个晶体管放大电路上去, 使 Y 信号在三个电路中得到相等的放大, 即 $R=G=B$ 。将这三个相等的信号去控制彩色显象管的电子枪, 正好合成一幅黑白图象, 于是达到了彩色与黑白兼容的目的。(未完待续)

更正

本刊 1978 年第 2 期第 11 页左栏正数第 19 行应改为“调整电阻 R_3 (7.5 K~15 K) 使 BG_1 管的发射极电压为 $1.2 \pm 0.3V$ 调整 R_6 (2.4 K~4.7 K) 使 BG_2 的发射极电压为 $4.5 \pm 0.5V$ 调整电阻 R_{14}”。

1978 年第 5 期第 14 页右下角倒数第 3 行“按照每公里提高天线增益大于 3 dB 来计算”中的“每公里”三个字应删去。14 页表 6 中 G_8 (6P1) 的 8 脚电压值应为 12 伏; G_{10} (6N1) 的 4 脚应为 0 伏, 5 脚应为 ~ 6.3 伏, 6 脚应为 40 伏, 7 脚应为 -10 伏。

简易线圈局部短路测试器

杜志仁

电视机的行输出变压器、偏转线圈或扫描电路中的其它电感线圈，有时会发生局部短路故障，如果没有专用仪器，仅靠万用表和直观检查，将很难作出正确的判断。我们参照国外资料中介绍的电路，采用国产元件试装了一种简易线圈局部短路测试器，可以很方便地检查这种故障。

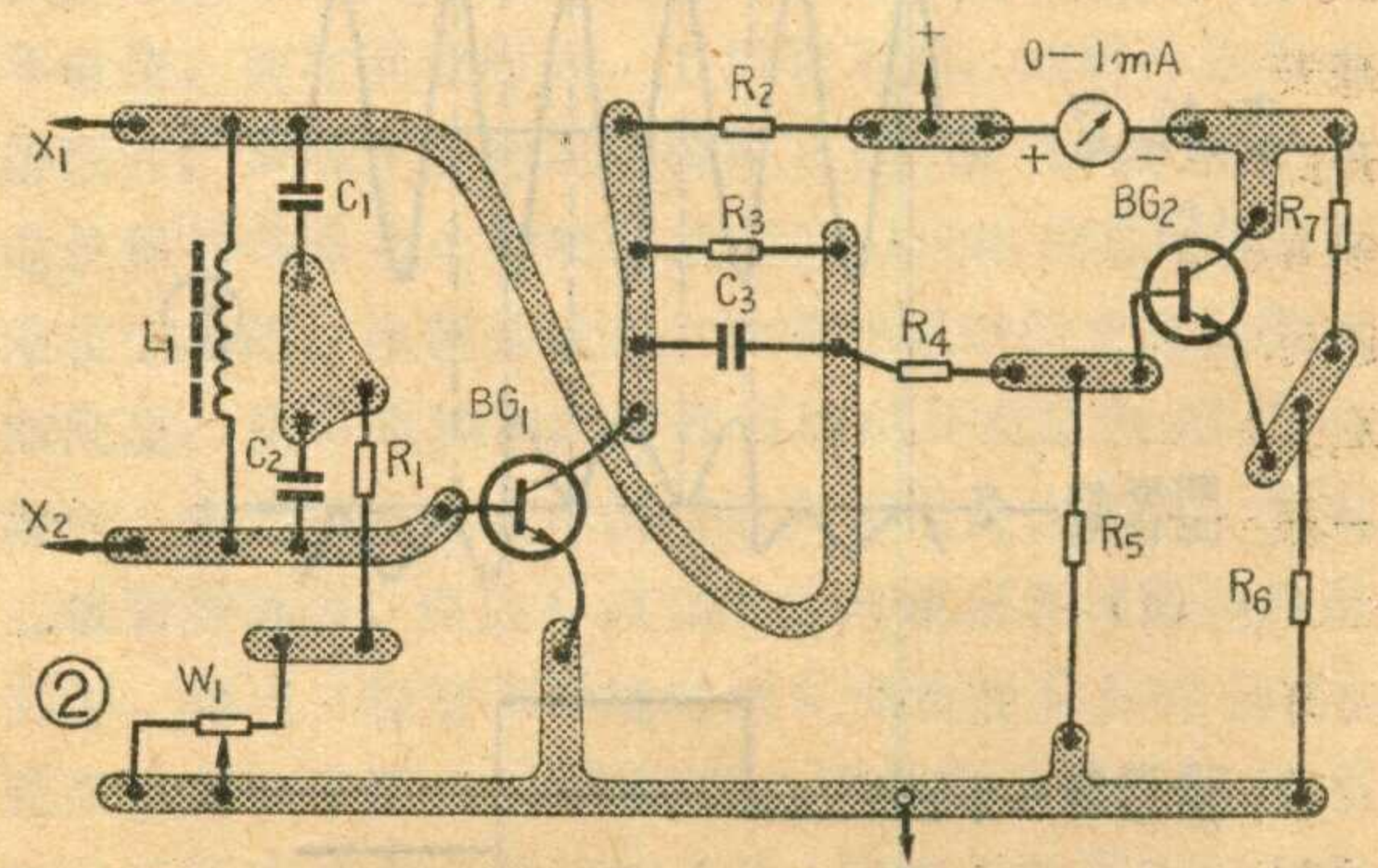
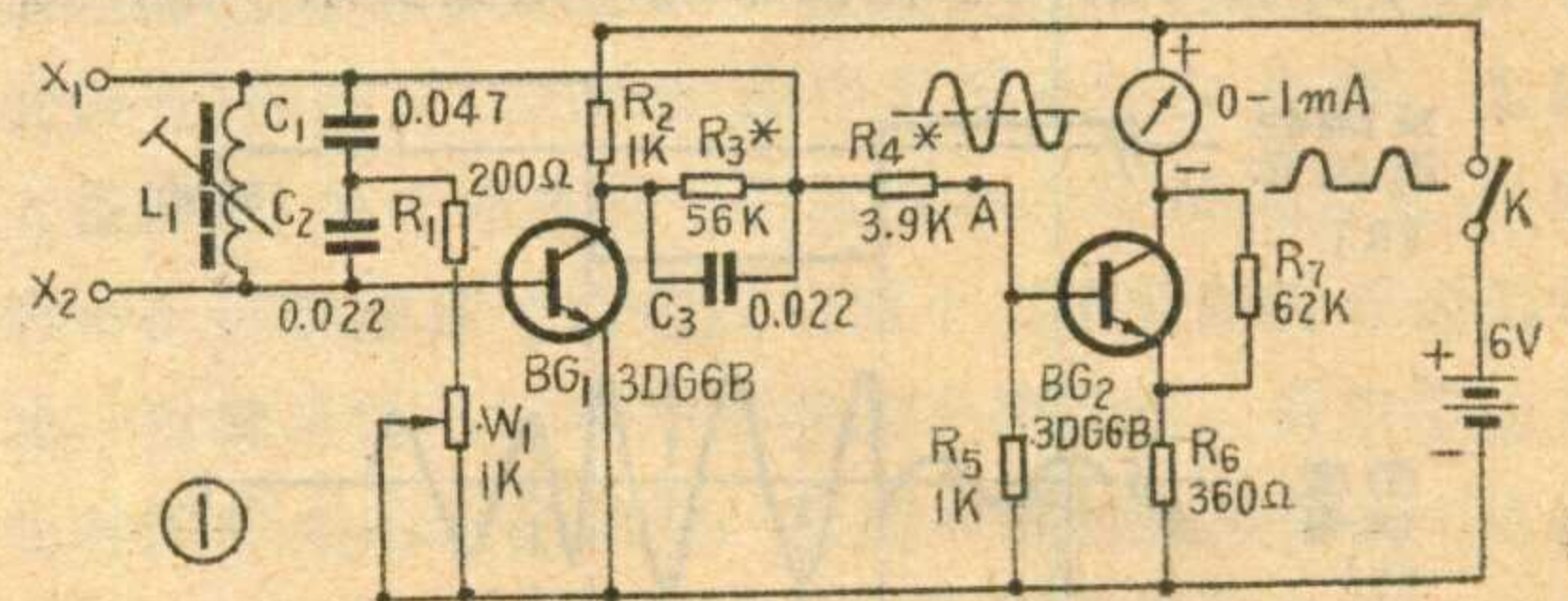
图1是测试器的电路图。BG₁与L₁、C₁、C₂等组成谐振在15千赫左右的电容三点式振荡器。BG₂与1毫安表头组成晶体管交流电压表，用来监测振荡器的输出信号。电位器W₁用来改变振荡器的工作状态，控制振荡器的起振和输出信号的大小。BG₂发射极的电阻R₆(360欧)用来限制BG₂的集电极电流，使它不超过1毫安。在测试器工作的情况下，如果表头指示为0.1毫安，则说明振荡器尚未起振，这时可调节电位器W₁，使它的阻值减小，当调至某一值时，毫安表的指针会突然上升到0.6毫安左右，即说明振荡器已经开始振荡。当被测线圈或变压器跨接到振荡回路X₁、X₂两端时，如果线圈或变压器是好的，毫安表的读数不变，因为好的线圈呈现高阻抗，把它接到振荡回路两端时，并不会影响振荡器的工作。如果线圈或变压器中存在局部短路故障，短路线圈所呈现的低阻抗就会使振荡回路的Q值变小，造成振荡减弱，甚至停振，毫安表的读数就会下降。

晶体管BG₁、BG₂可选用3DG6B类型的管子，为了使振荡器容易起振并保证晶体管交流电压表具有足够的灵敏度，管子的β值应大于或等于60，也可用β值足够大，漏流小的其他类型的晶体管。电容C₁、C₂选用损耗小的涤纶电容器(CLX—63V类型)，不宜采用纸介质电容。L₁可采用北京牌820型电视机中的调宽线圈(电感量在0.6~2.7毫亨)，也可以自己绕制，用直径0.1毫米的漆包线，在直径为11毫米、长度为12毫米的骨架上乱绕800圈。骨架可用牛皮纸或塑料薄膜自制。磁心可用直径为10毫米、长度为10~20毫米的中波天线磁棒，磁心位置在调试中决定。由电容三点式振荡器的原理可知，振荡频率 $f=1/2\pi\sqrt{L_1C}$ ，其中 $C=C_1C_2/(C_1+C_2)$ 为C₁与C₂的串联值。C₁、C₂既是谐振回路的电容，同时又是产生振荡的分压反馈元件，C₁、C₂的比值决定了反馈比，影响振荡器的振荡强度。所以，改变电容器C₁、C₂的大小及比值，也可以改变振荡器的振荡频率及输出信号的大小。虽然这

个测试器对振荡频率无严格的要求，但C₁和C₂的容量不宜小于3300微微法，否则被测线圈的分布电容会影响振荡器的工作。振荡回路的电感线圈L₁的适应范围也很宽，实验证明，采用四种不同的L₁、C₁、C₂组合所得到的振荡频率，测试器均可工作，结果见表1。

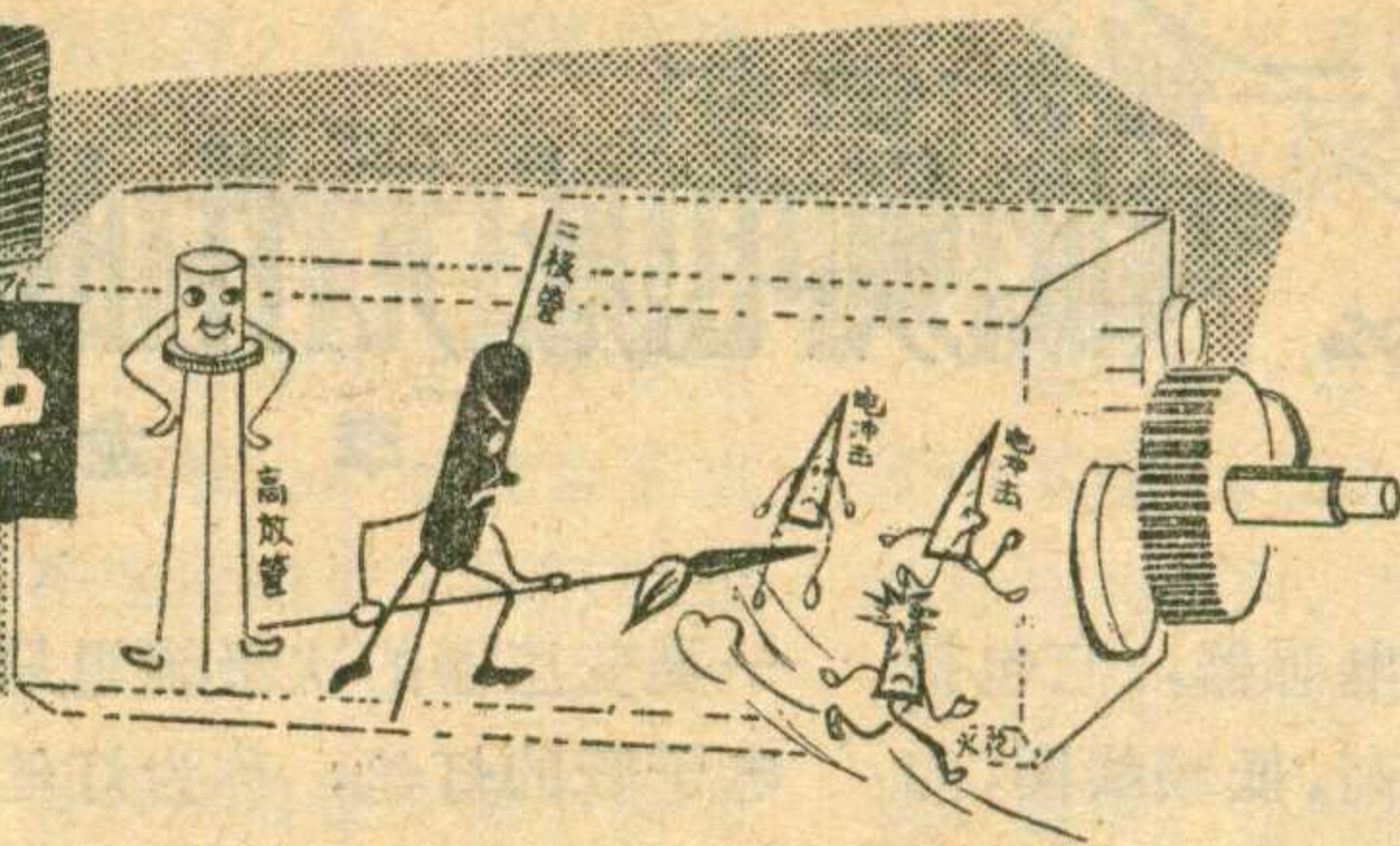
此测试器采用6伏电源，电流为2毫安左右，均可采用1/8瓦电阻。所有元器件除电位器W₁和1毫安表头外，均可安装在图2所示的印制板上。若有1毫安的微型表头和6伏叠层电池，测试器可作得很小，如没有微型表头，也可借用万用表中的1毫安档。

测试器的调整步骤如下：首先将接在BG₂集电极电路中的毫安表断开，把电位器W₁调在阻值最大的位置上，接通电源，调整BG₁的静态工作点。这时可适当调整R₃的阻值，使BG₁集电极电流I_{C1}为0.4~0.6毫安。然后再慢慢地转动电位器W₁，使其阻值逐渐减小，转至某一位置时，I_{C1}突然跳变到1~1.6毫安，说明振荡器起振。同时，可适当地调整L₁的磁心位置，使振荡器获得稳定的输出。如有示波器，可在图1中的A点测得如图所示的正弦波。第二步，接上BG₂集电极电路中的毫安表，调整BG₂的工作状态。在BG₁停振时，毫安表的读数为BG₂集电极电流I_{C2}，应为0.1毫安；在BG₁振荡时，毫安表的读数应为0.6毫安左右，这可通过调整电阻R₄及R₆的阻值来实现。当BG₁振荡



随着超高频低噪声晶体管的大量生产，晶体管高频头迅速发展起来。现在不仅晶体管电视机用晶体管高频头，而且大部分电子管电视机也都开始采用。

晶体管高频头 高放管的保护



蔡树庚

高频头输入回路的有效Q值选取的比较低，一般输入端还并联一只电容（联合设计高频头为5.1微微法）。这样，只要开关二极管反向结电容不太大（如几个微微法）时，它对输入回路的影响并不大。当很强的电冲击窜进高放输入回路时，电冲击电压克服了开关二极管两端的反向电压，使开关二极管导通，其端电压被牵制在0.6~0.7伏的导通电压上，从而保护了高放管的be结。

采用晶体管高频头的电视机，在收看电视节目或调机时，有时会发生图象、声音突然中断的故障。经检查是高放管损坏。发生这种故障的原因是一个很强的电冲击窜进了高频头高放部分，使高放管损坏。大部分是高放管的be结短路。

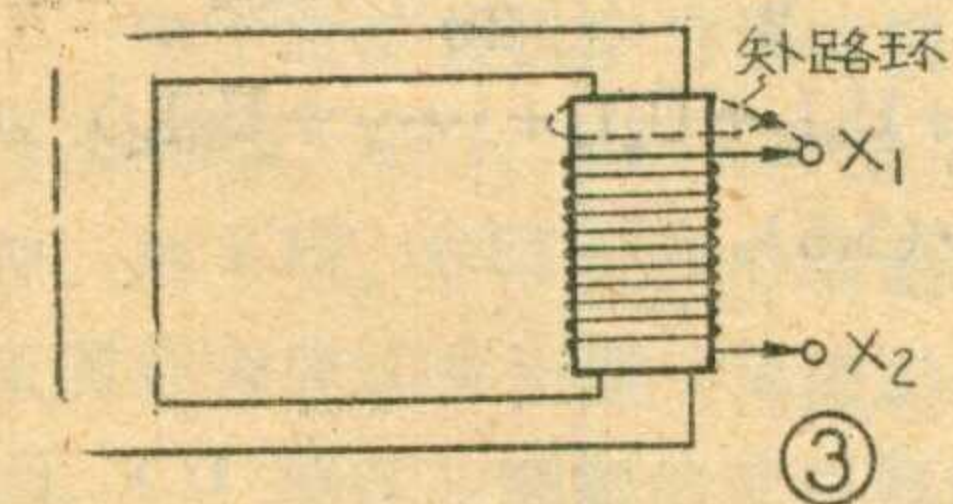
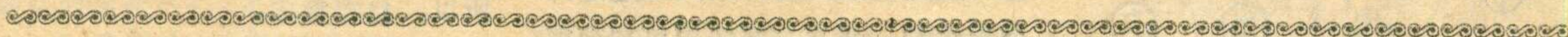
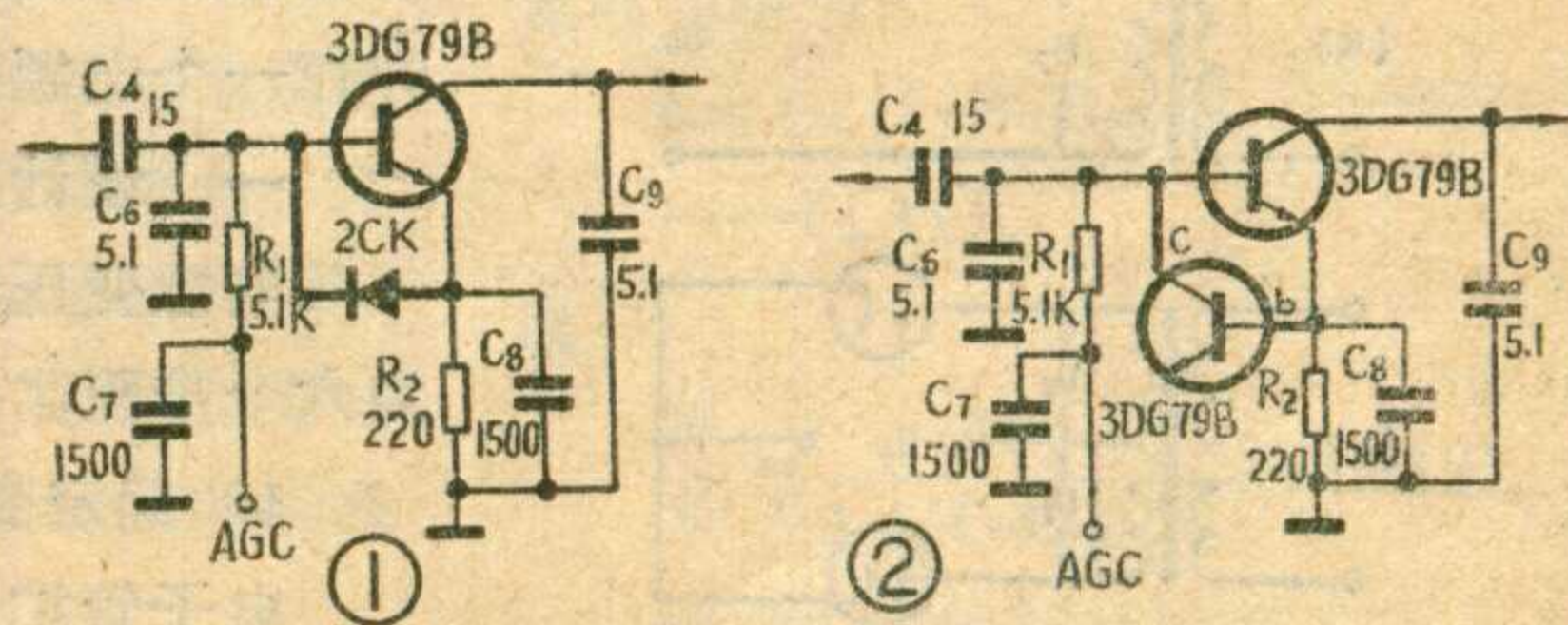
实验表明，对于显象管经常打火的电视机最容易发生这种故障，更换新的高放管后，往往还可能损坏，这就需要对高放管采取一定的保护措施。保护的办法很简单，对共发射极的高放电路来说，只要在高放管的b、e极上，反向并联一只开关二极管即可，连接方法如图1。对此二极管没有更高的要求。

这个开关二极管也可用损坏了一个结的高放管代替，如果高放管be结损坏，可用bc结来作保护二极管用，连接方法如图2所示。

实验证明，采取上述保护措施之后，在各种强电冲击的情况下，高放管都不致损坏。

实验证明，采取上述保护措施之后，在各种强电冲击的情况下，高放管都不致损坏。

在正常情况下，高放管处于导通状态时，b、e间有0.6~0.7伏的电压，这个电压使开关二极管处于截止状态。此时，开关二极管相当一个阻抗并联在高放管的b、e极上，阻抗的电阻部分为二极管的反向电阻，由于二极管截止阻值很大，阻抗的电容部分就是二极管的反向结电容。为了减少插入损耗从而减小噪声。



时，毫安表的读数如低于0.4毫安，可适当减小 R_4 及 R_6 的阻值，使 I_{C2} 增大。

调整好工作点后，就可校验测试器。

实验表明，经过调整后，只要接通电源，毫安表指针上升到0.6毫安左右，就表示测试器能正常工作，不必每次测试都去调节电位器 W_1 。使用时，将被测试线圈或变压器接到 X_1 、 X_2 两端，如果毫安表指针没有变化，说明线圈或变压器完好，如果表针从0.6毫安左右突然下跌到0.1毫安，则说明线圈或变压器有局部短路故障。

首先把测试端 X_1 、 X_2 短路，这时表头读数将从0.6毫安左右突然下跌到0.1毫安。然后，再将 X_1 、 X_2 端开路，表头的指针又会上升到0.6毫安左右的位置上。还可将一个好变压器接到 X_1 、 X_2 端，然后从 X_1 引出一根导线穿过变压器的窗口，再将其首尾相接作成短路环，如图3所示。这时表头的读数如有显著变化，说明测试器是相当灵敏的。

表1

	C_1	C_2	L_1 的 绕 制 数 据			振荡频率 (KHz)
			骨 架	线 径	圈 数	
1	3300P	4700P	MXO-2000-GU36×22 罐形磁心	φ0.31mm 漆包线	50圈	16
2	0.01μ	4700P	同上	同上	60圈	8
3	4700P	0.01μ	Y10×40 中波天线 磁棒	φ0.31mm 漆包线	600圈	15
4	4700P	0.01μ	同上	同上	1000圈	5



李 龙

电感元件又称电感器，它包括电子设备中的各种高、低频线圈，变压器，阻流圈等。本文主要讨论电子管扩音机中各种低频变压器（电源变压器、输出变压器、推动变压器等）和阻流圈的简易设计方法。这些电感元件的共同特点是：线圈中都带有铁心，而且都是在较低频率下工作。

电源变压器的简易设计

电子管扩音机所使用的电源变压器，从用途上大致可分为两类：

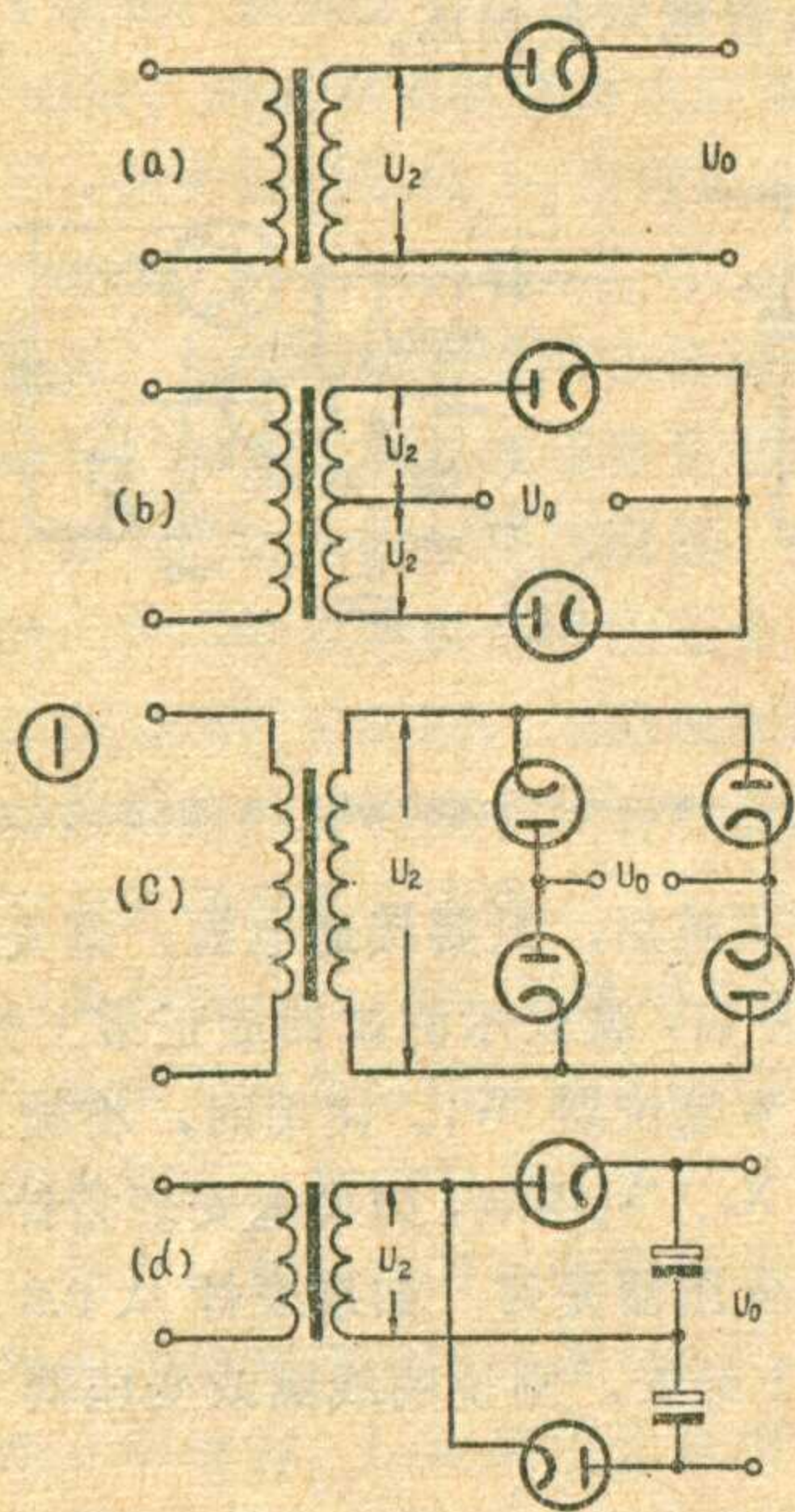


表 1.2

电路型式	基本电路	次级电压 U_2 (V)			次级电流 I_2 (A)			设计功率 P (VA)		
		电阻性	电感性	电容性	电阻性	电感性	电容性	电阻性	电感性	电容性
单相半波	见图 1(a)	$2.22U_0$	—	$(1.0 \sim 1.1)U_0$	$1.57I_0$	—	$(2 \sim 2.2)I_0$	$3.09U_0I_0$	—	$1.87U_0I_0$
单相全波	见图 1(b)	$1.11U_0$	$1.11U_0$	$(0.9 \sim 1.0)U_0$	$0.79I_0$	$0.71I_0$	$1.11I_0$	$1.48U_0I_0$	$1.34U_0I_0$	$1.71U_0I_0$
单相桥式	见图 1(c)	$1.11U_0$	$1.11U_0$	$(0.9 \sim 1.0)U_0$	$1.11I_0$	I_0	$1.41I_0$	$1.23U_0I_0$	$1.11U_0I_0$	$1.41U_0I_0$
单相倍压	见图 1(d)	—	—	$0.56U_0$	—	—	$2.82I_0$	—	—	$1.41U_0I_0$

注：电容性负载计算公式适用范围为 $\omega CR_{fz} \geq 10$ 或 $R_{fz}C > T$ 。

一类变压器的次级绕组只供点燃各电子管的灯丝，称为灯丝电源变压器，简称灯丝变压器；另一类变压器的次级绕组担负供给整流管所需的屏压，称为高压电源变压器，简称高压变压器。这类变压器的次级绕组中，不但有交流成分通过，而且还有直流成分通过。反映到变压器初级，有些变压器内（如半波整流）将产生非正弦电流，从而使变压器效率降低。在设计时，要考虑到这一特点。

通常情况下，50瓦以下的小型电子管扩音机，不单独设置灯丝变压器和高压变压器，而是把两者合并在一个电源变压器中。

一、设计方法

电源变压器的设计，大致可分为六个步骤：

1. 确定变压器的容量

电子管扩音机中的电源变压器，就其功率而言，最大不超过几个千伏安，基本上都使用单相交流电。因此，我们只介绍单相电源变压器的设计。

我们知道，变压器的效率为：

$$\eta = \frac{P_{II}}{P_I} \dots \dots \dots (1.1)$$

式中 P_{II} 为次级输出功率； P_I 为初级输入功率。当次级不只一个绕组时，输出功率为：

$$P_{II} = P_2 + P_3 + P_4 + \dots + P_n \dots (1.2)$$

这时初级输入功率为：

$$P_I = \frac{P_{II}}{\eta} = \frac{1}{\eta} (P_2 + P_3 + P_4 + \dots + P_n) \dots (1.3)$$

变压器的总容量（设计功率）为：

$$P = \frac{P_I + P_{II}}{2} \dots \dots \dots (1.4)$$

变压器效率与许多因素有关，现将效率与容量的大致关系列于表 1.1，供设计时参考。

① 灯丝变压器容量的计算：

若所设计的灯丝变压器各绕组电压分别为 $U_2, U_3, U_4, \dots, U_n$ ，电流分别为 $I_2, I_3, I_4, \dots, I_n$ ，则：

$$P_I = \frac{1}{\eta} (U_2 I_2 + U_3 I_3 + U_4 I_4 + \dots + U_n I_n)$$

所以，总容量为：

$$P = \frac{P_I + P_{II}}{2} = \frac{1 + \eta}{2\eta} (U_2 I_2 + U_3 I_3 + U_4 I_4 + \dots + U_n I_n) \dots \dots \dots (1.5)$$

表 1.1

容量 (VA)	<10	10~50	50~100	100~500	500~1K	1K~5K	5K~10K
效率 (%)	70~75	75~80	80~85	85~90	90~92	92~95	95~97

②高压变压器容量的计算:

根据选定的整流电路和滤波电路(或负载)的型式,就可以从表1.2中查出高压变压器的容量(设计功率)。

表1.2中 U_0 代表整流器输出端电压,它等于设备所需直流电压 U' 和阻流圈(或滤波电阻)上电压降 U'' 之和。一般情况下,可以认为阻流圈上电压降为 U' 的(5~10)%。所以,在计算时可取

$$U_0 = (1.05 \sim 1.1)U' \dots\dots (1.6)$$

同样,考虑到泄放电阻上通过的电流 I_0'' ,设计电流(即整流器输出电流) I_0 与设备所需直流电流 I_0' 的关系也可写成

$$I_0 = (1.05 \sim 1.1)I_0' \dots\dots (1.7)$$

由于半波整流和倍压整流(尤其是串联式倍压整流)脉动系数大,一般不采用阻流圈输入(即 Γ 型)滤波电路。而且,在大多数情况下,倍压整流输入端直接接至市电,不使用专用的高压变压器。

③同时具有高压绕组和灯丝绕组的电源变压器的容量,在设计时只需从表1.2中查出高压绕组的设计功率,然后再加上各灯丝绕组的设计功率即可。

2. 确定铁心的型号和规格

电子管扩音机中常用的铁心型号有 KEI、GEI、UI、CD 型等几种。用 KEI、GEI 型铁心绕制的变压器称为壳式变压器(见图2);用 UI、CD 型铁心绕制的变压器称为心式变压器。其中 KEI 型铁心为宽窗口式,具有重量最轻的特点。当绕组圈数较多或电压较高(相应的

绝缘材料层也较厚)时,应选用这种铁心;GEI 型为窄窗口式,具有最低价格的特点。一般情况下可采用这种铁心。当功率大于1千伏安时,可采用 UI 型铁心;有时为了减小体积,小型变压器也可采用 UI 和 CD 型铁心。

用 S'_c 表示所需铁心最小截面积, S_0 表示窗口面积。则在我们所讨论的范围内可以认为

$$S'_c \cdot S_0 = \frac{14400}{B_M} P \dots\dots (1.8)$$

式中 B_M 为铁心中最大磁通密度,单位为高斯(G_s)。如果假设 $S'_c = S_0$,

并令 $K = \sqrt{\frac{14400}{B_M}}$, 则

$$S'_c = K\sqrt{P} \dots\dots (1.9)$$

式中系数 K 可由表 1.3 选择。

铁心最大磁通密度值 B_M 的选取与铁心材料、变压器的容量等有关。表 1.4 可做计算时的参考。

旧铁心片可视其质量,适当选择 B_M 值。如果铁心片为黑色,弯曲数次不断裂,说明质量较次, B_M 值可取 6000~8000 高斯;质量好一些的铁心 B_M 值可取 8000~10000 高斯。

根据计算出的铁心最小截面积 S'_c 值和以上各方面的考虑,可从变压器常用标准铁心片规格表中,找到相应型号、规格的铁心,并可从表中查出实际铁心截面积 S_c 。当然, S_c 应大于或等于 S'_c 。

表 1.3

$B_M(G_s)$	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000	14000
K	1.5	1.4	1.3	1.25	1.2	1.15	1.1	1.05	1.0

表 1.4

容量(VA)	B_M	容量(VA)		
		<100	100~1K	1K~10K
硅钢片型号	(G_s)			
热轧硅钢片 $D_{42} \sim D_{44}$		8000~10000	10000~12000	12000~13000
冷轧硅钢片 $D_{310} \sim D_{340}$		10000~12000	12000~14000	14000~15000

如果铁心是旧有的,或叠厚不是标准系列,那么 S_c 可通过下式进行计算。

$$S_c = K_c \cdot l_0 \cdot B \dots\dots (1.10)$$

式中 K_c 称为铁心片占空系数,它与铁心片的材料、厚度、表面状态有关; l_0 代表铁心中心宽度; B 代表铁心叠厚。当铁心片厚度为 0.35 毫米,表面没有涂覆绝缘漆时,热轧硅钢板 $D_{42} \sim D_{44}$ 制成的铁心片, K_c 值为 0.91; 冷轧硅钢板 $D_{310} \sim D_{340}$ 制成的铁心片, K_c 值为 0.95。当表面涂有绝缘漆时, K_c 值应相应地降低 0.03~0.05。如果不知道铁心片的材料, K_c 值可选 0.85~0.9。当铁心片的厚度为 0.5 毫米时, K_c 值可相应增加 0.03 左右。

3. 确定初、次级各绕组圈数

当磁通密度以高斯为单位,铁心截面积以平方厘米为单位时,感应电动势为

$$E = 4.44f \cdot N \cdot B_M \cdot S_c \cdot 10^{-8} \text{ (伏)} \dots\dots (1.11)$$

或

$$\frac{N}{E} = \frac{10^8}{4.44f \cdot B_M \cdot S_c} \dots\dots (1.12)$$

式中 N/E 为线圈每伏圈数。

我国电源频率 f , 绝大多数都是 50 赫,代入上式,并令 $N_0 = N/E$, 则

$$N_0 = \frac{450000}{B_M \cdot S_c} \dots\dots (1.13)$$

由于线圈本身具有一定的直流

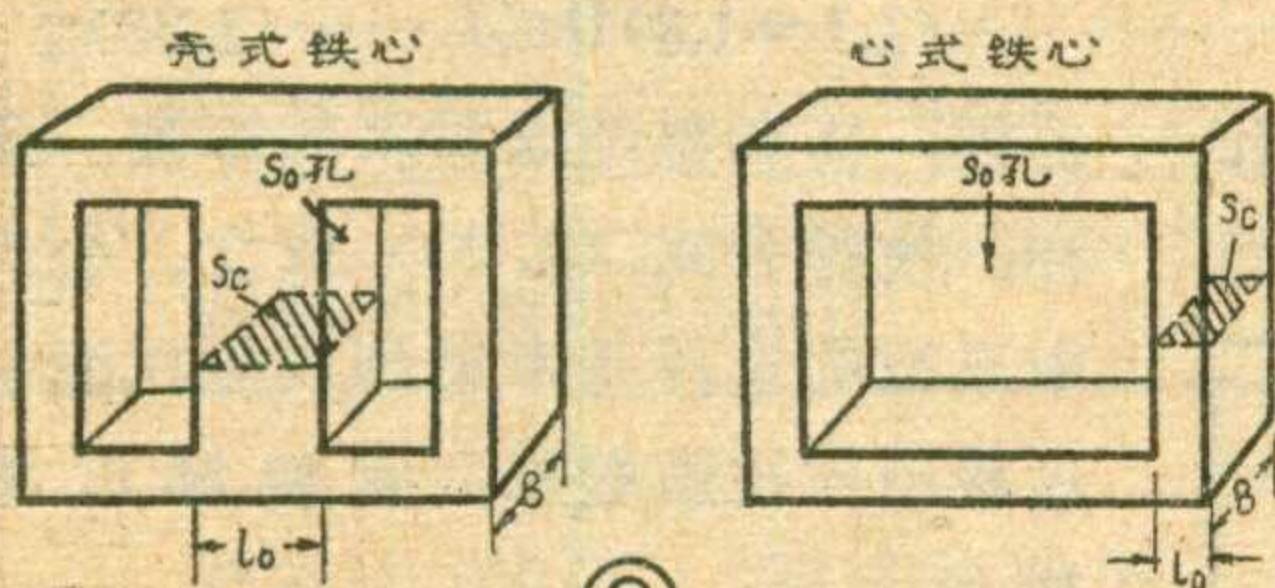


表 1.5

变压器容量 (VA)	<10	10~100	100~1K	1K~10K
ΔU	0.07~0.1	0.05~0.07	0.03~0.05	0.02~0.03



电阻，有电流通过时，会产生电压降。因此在计算各绕组圈数时，都附加一定的修正值。即

$$\left. \begin{aligned} N_1 &= (1 - \Delta U) U_1 N_0 \\ N_2 &= (1 + \Delta U) U_2 N_0 \\ N_3 &= (1 + \Delta U) U_3 N_0 \\ &\dots\dots\dots \\ N_n &= (1 + \Delta U) U_n N_0 \end{aligned} \right\} \dots\dots (1.14).$$

式中 ΔU 的选择可参照表 1.5。 N_1 代表初级线圈圈数， $N_2 \sim N_n$ 代表次级线圈圈数。

4. 确定各绕组导线直径和型号

当电流密度为 j 时，通过截面积为 S 的导线的电流强度为

$$I = S \cdot j = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2 \cdot j = \frac{\pi d^2}{4} \cdot j. \text{ 所以,}$$

当知道电流密度和通过导线的电流时，就可以求出所需导线的直径

$$d = \sqrt{\frac{4I}{\pi j}} \dots\dots (1.15).$$

电流密度的选择和变压器容量有关，有关数据可参考表 1.6。

根据表 1.6 数据，公式 (1.15) 可分别写成：

$$\left. \begin{aligned} d &= 0.81\sqrt{I} \\ &(\text{当 } j=2\text{A/mm}^2 \text{ 时}) \\ d &= 0.71\sqrt{I} \\ &(\text{当 } j=2.5\text{A/mm}^2 \text{ 时}) \\ d &= 0.65\sqrt{I} \\ &(\text{当 } j=3\text{A/mm}^2 \text{ 时}) \end{aligned} \right\} (1.16).$$

灯丝变压器的次级电流，可从电子管特性手册中查出；高压变压器次级电流可从表 1.2 中查出。而初级电流可通过下面近似公式来计算：

$$I_1 = (1.1 \sim 1.2) \frac{P}{U_1} \dots\dots (1.17).$$

式中系数的选取是考虑到变压器空载激磁电流的存在而附加的。

表 1.6

变压器容量(VA)	<10	10~100	100~1K	1K~5K	5K~10K
电流密度(A/mm ²)	4~3.5	3.5~3	3~2.5	2.5~2	2~1.8

表 1.7

导线直径 (mm)	0.06~0.1	0.1~0.2	0.2~0.51	0.51~0.8	0.8~1.0	1.0~1.62	1.62~2.44
绝缘材料厚度(mm)	0.01~0.03	0.03~0.05	0.05~0.06	0.06~0.08	0.08~0.12	0.12~0.15	0.15~0.17

使用公式 (1.15) 和 (1.16) 求出的导线直径，不包括绝缘层在内。利用求得的结果，便可从线规表中（见本刊 1975 年第 3、4 期）查出导线的标称直径 d 和带有绝缘层的漆包线外径 d' 。

在电子管扩音机中，电源变压器所使用的导线，基本上都是漆包线，电流较大的灯丝绕组有时也使用纤维包绝缘线。当绕组工作时对“地”电压（不是指绕组本身的电压）不大于 500 伏时，可使用 Q 型普通油性漆包线；当电压大于 500 伏时，应选用 QQ 型高强度聚乙烯醇缩醛漆包线，或采用 QZ 型高强度聚脂漆包线。

5. 进行初步验算

根据各绕组所选定的导线标称直径，从线规表中查出单根导线的截面积 S ，然后乘以圈数 N ，就可计算出导线所占的总截面积

$$S_M = S_1 N_1 + S_2 N_2 + S_3 N_3 + \dots\dots S_n N_n \dots\dots (1.18).$$

计算结果必须满足下式要求

$$\frac{S_M}{S_0} \leq K_M \dots\dots (1.19).$$

式中 $S_0 = l_1 \cdot h$ 为窗口面积， K_M 称为导线（窗口）占空系数，它可以从铁心片规格表中查出（本文表 1.11 中只列出了部分数据）。

计算结果如不满足公式 (1.19) 的要求，则需加大铁心截面积，重新计算各项数据，直到满足为止。

须注意的是，当设计绝缘材料较多的高压变压器时， S_M 与 S_0 的比值必须要小于 K_M 值的 10% 以上。否则，当线包绕好后，可能装不上铁心。

6. 列出变压器绕制规格表，作

最后验算。变压器绕制规格表包括的主要内容有：各线圈电压、圈数（总圈数及每层圈数）、层数、导线规格、绝缘材料的选择等内容。另外，应附有电原理图、绕组排列图。必要时，还应绘出引出线位置图、装配图等。填写时应注意：

①线包的长度并不等于窗口长度 h ，而是在线圈筒两端各留出 h 的 5% 左右不绕线。因此，线包长度应为

$$h' = 0.9h \dots\dots (1.20).$$

某一线圈每层可绕圈数

$$N' = \frac{h'}{d'} = 0.9 \frac{h}{d'} \dots\dots (1.21).$$

该线圈总层数为

$$L = \frac{N}{N'} \dots\dots (1.22).$$

当计算结果带有分数时，不论其是否大于 $\frac{1}{2}$ ，都在个位进一，而略去分数。

②各线圈层间绝缘一般使用电容器纸、电话纸、电缆纸、卷绕纸、浸渍纸等。有时也使用玻璃纸、描图纸、蜡纸、牛皮纸、道林纸等。绝缘材料厚度的选择，可参照表 1.7。

当层间电压超过 100 伏时，应适当加厚层间绝缘，或选择击穿电压高的绝缘材料。

各绕组间的绝缘需根据各绕组工作时对“地”电压（注意：不是绕组本身的电压）来选择。一般使用电缆纸、浸渍纸、牛皮纸、道林纸等，中间夹入黄漆绸（布）、聚脂薄膜、云母纸等。最后计算出线包总厚度 D ，必须满足：

$$(1.1 \sim 1.3) D \leq l_1 \dots\dots (1.23).$$

否则，需调整绝缘材料的厚度、品种，使得公式 (1.23) 成立。公式中系数的选择是考虑到线包在绕制过程中往往鼓起来，致使厚度增加。

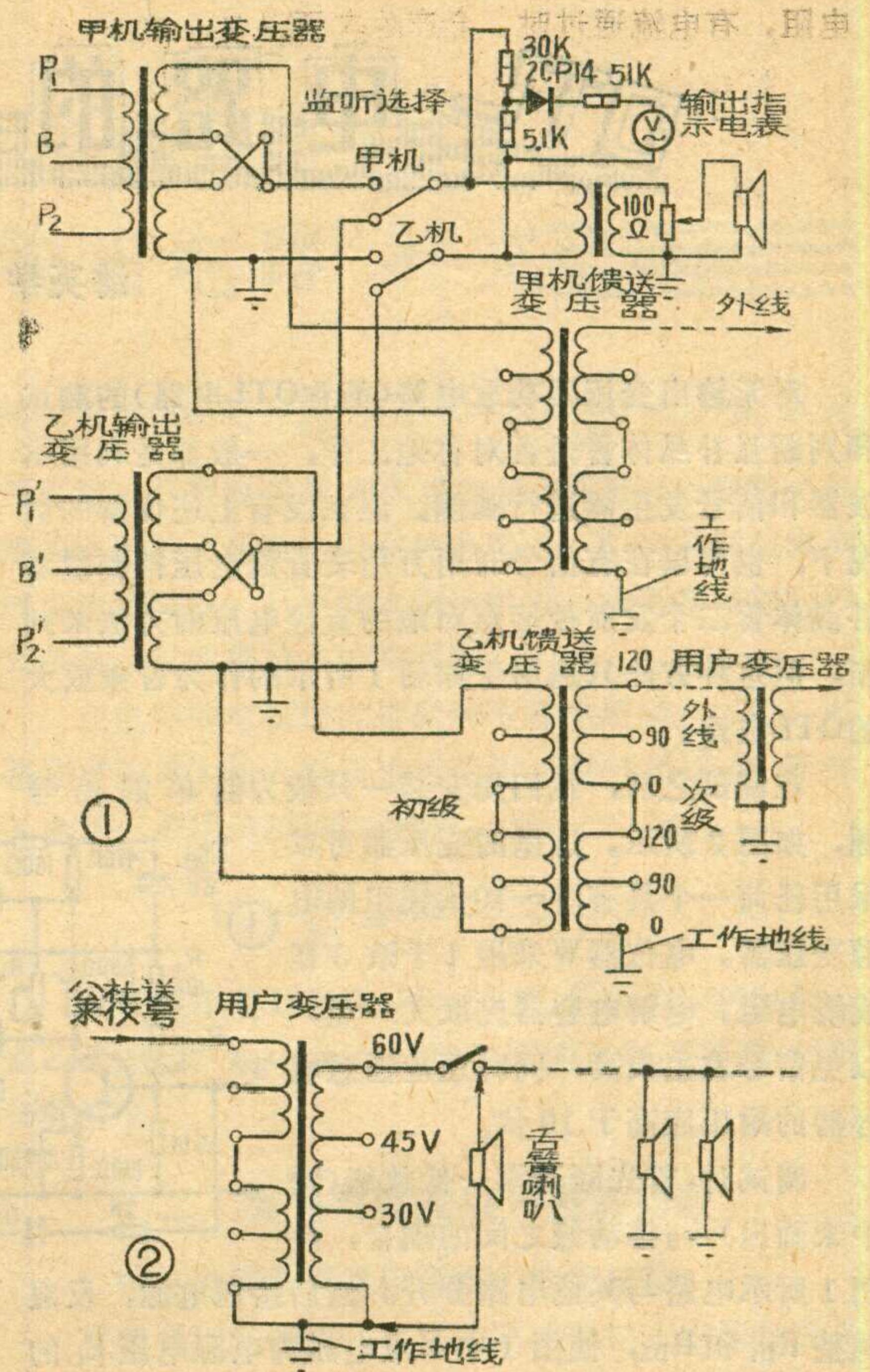
工作地线质量简易判断法

从公社广播放大站到大队之间的广播线路多采用单线传输，因此，机器工作地线和用户变压器地线质量的好坏直接影响广播设备的安全和广播的质量。下面介绍一种地线质量的粗略判断法，因为它简单、方便，所以对日常维护工作有帮助。

以GY2×275广播机为例，这种机器由两台275瓦扩音机组成，工作时共用一条工作地线和监听回路，如图1所示。在机器正常开机工作时，假设把甲、乙二台机器中的乙机关掉，而甲机继续播音，这时，把监听选择开关旋向乙机位置，开大监听音量，如果监听喇叭响声很大，或者输出指示电表表针摆动很大（例如超过15伏），说明工作地线质量不好，接地电阻太大；反之，如果监听喇叭声音很小，或输出指示电表表针基本不摆动或摆动很小，就说明工作地线质量较好。

上述判断方法的道理是：当甲机工作时，如果工作地线质量不好，在工作地线的接地电阻上就要产生一个音频电压降，在乙机馈送变压器次级、外线路负载构成的回路（注意此时乙机负载不能与馈送变压器断开）中就有一个音频电流，在乙机馈送变压器初级的感应电压的作用下，也将有一个音频电流通过导线传到乙机输出变压器次级，再从这个变压器次级中心抽头传到监听喇叭，从而使监听喇叭发出声音。喇叭中声音越大，表明地线质量越坏；喇叭中声音越小，地线质量越好。用输出指示表指示的原理也一样。

判断用户变压器地线质量的好坏可参考图2。在



正常播音时，把用户变压器次级负载与次级抽头之间断开，在负载线与地线之间串接一只舌簧喇叭，喇叭中如发音很大说明用户变压器地线质量不好；如果喇叭声音很小说明用户变压器地线质量好。其道理和前面所述也一样。
(广西藤县广播站 李明远)

表 1.8

管 名	4×FU-7	6P6P	6N2*	6N1*	6A2	6K4	6E2
屏 压 (V)	640+	250	<250	<250	<250	<250	<250
最大屏流 (A)	0.4	0.047	0.0023	0.0075	0.003	0.011	0.002
帘 栅 压 (V)	300	250			<100	<100	
最大帘栅流 (A)	0.024	0.007			0.007	0.0042	0.001 [△]

注：“*”为双三极管中单管值；“[△]”为荧光屏电流；“+”特性表为600伏，为保证足够的输出功率，屏压可提高5~10%，我们取640伏。

二、设计举例

现在以150瓦、250瓦两种类型扩音机高压变压器为例，进行设计。

1. 150瓦高压电源变压器

从常见的飞跃R-150型扩音

机的结构设计可知：末级功率输出使用四只FU-7作甲乙₂类并联推挽放大；一只6P6P作推动级；前级使用一只6N1、两只6N2作电压放大（兼检波）；收音部分使用一只6A2作变频，一只6K4作中放。

另外，用一只6E2作音量输出指示。电源部分使用两只EG1-0.3/8.5整流，供末级功放管屏压。用一只5Z2P作次高压整流，供给功放管帘栅压及其它各管屏压、帘
(下转第23页)

OTL电路的简易测试法

潘英学 冯雪晴

对无输出变压器功放电路(简称OTL电路)的测试和判断互补晶体管是否对称地工作,一般都是利用示波器和信号发生器进行观测。但在没有上述仪器的情况下,也可以在有信号时用万用表直流电压档测量互补晶体管二个发射极接点对地的直流电压的方法来判断。但这种方法只适用于如图1所示的作为音频放大的OTL电路。

在调试之前,我们先安装一只极为简单的信号源,如图2所示。这里的变压器可以采用任何一个具有5~10伏绕组的电源变压器。电位器W采用1千欧3瓦线绕电阻。电解电容器应取大一点,以免信号发生失真;同时还应注意电容器的耐压应高于10伏。

调试时,首先断开第一低放级(图中未画出)与推动级之间的耦合,使图1所示电路与其他电路分开。然后接通电源,反复调整 R_{b1} 和 R_{b2} ,使图1中E点电压为电源电压 E_c 的一半(此例中为-3伏),互补推挽输出级静态电流为4~8毫安。

上述静态工作点调整完毕后,即可进行动态测试。将图2所示信号源接入220伏、50~60赫交流电源。把W置于最低位置,将S与图1中B点接通,A点与D点接通,同时用万用表直流电压档测量E点电压,调W缓缓加大输入信号,使输出达到电路额定值(可用交流电压档测量扬声器两端电压,如图1的额定值为150毫瓦,相应的交流电压指示应为1.55伏)。在边加入信号的同时,边观察E点直流电压,如 $\frac{1}{2}E_c$ 不变,则说明此OTL电路是对称地进行放大的。

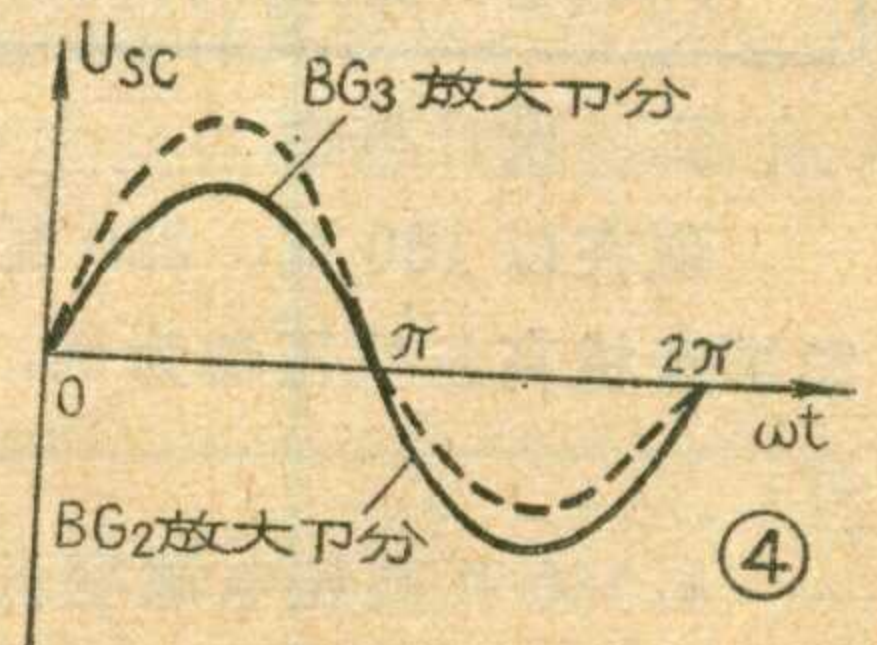
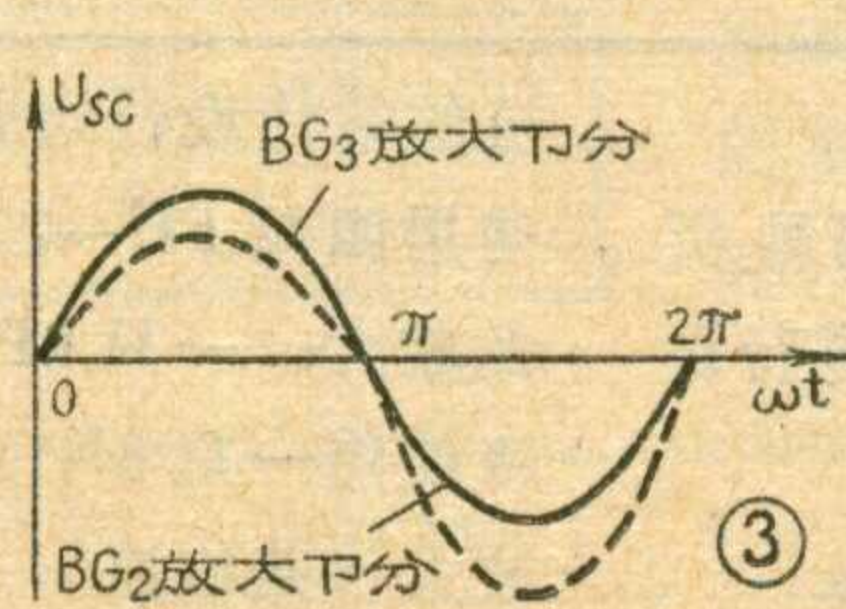
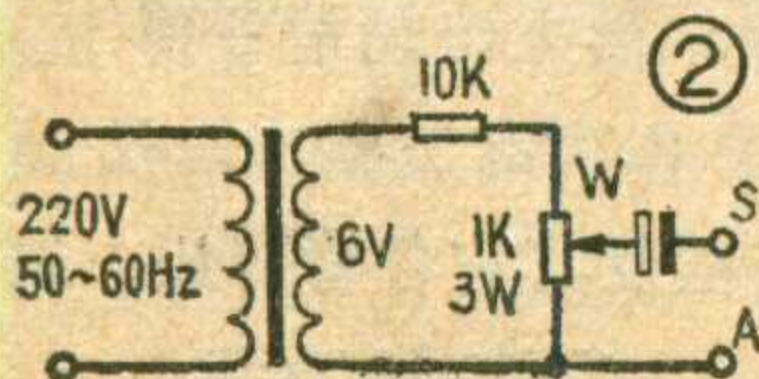
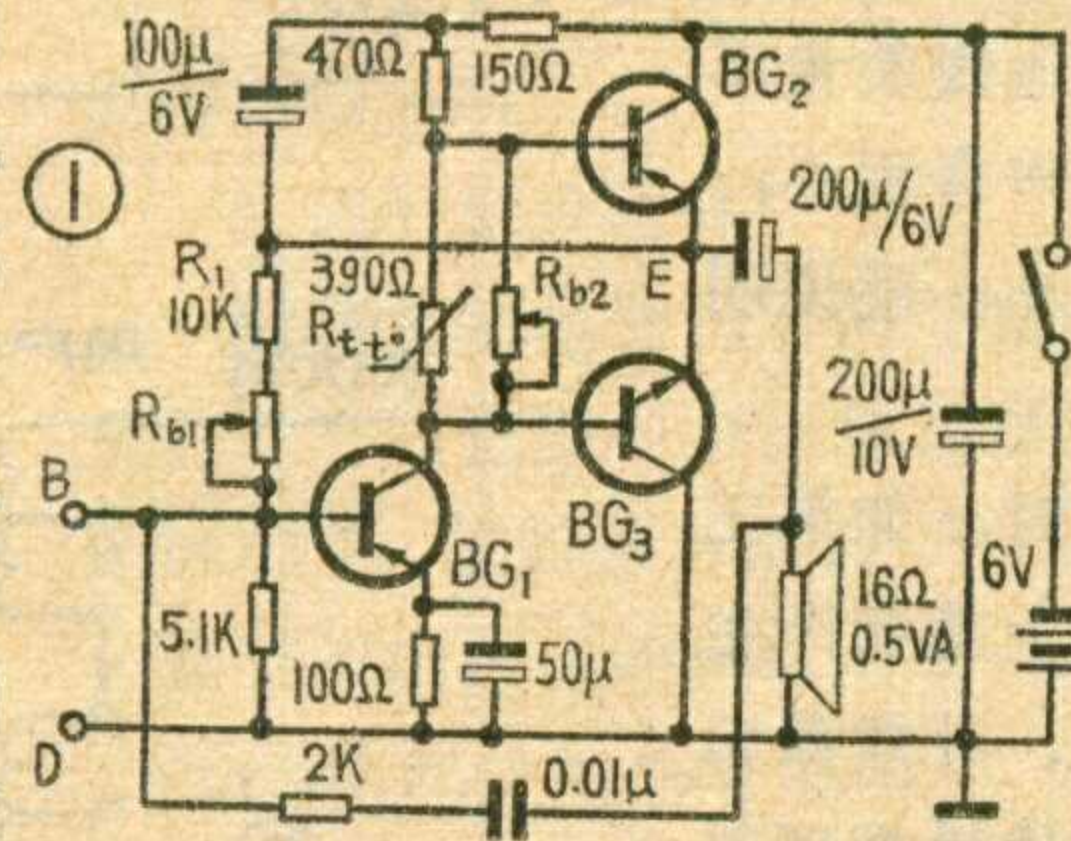
如果在缓缓加大信号后发现E点电压随信号的增大而逐渐偏移,例如E点电压由-3伏变为-3.2伏(注意,在观察时可暂停加大信号),此时说明 BG_3 的 β 小了,或者 BG_2 的 β 大了;更换一只晶体管,重调直流工作点,并重复前述步骤,直至达到要求。反之,加大输入信号后如果E点电位向着与上述相反的方向偏移,例如变为-2.8伏等,则是 BG_3 的 β 大了,或 BG_2 的 β 小了。

这种调整方法的原理是:因为我们采用交流50赫市电作信号,它是标准正弦

波信号,经过不失真放大后还是正弦波。我们知道:完整周期的正弦波的平均值等于零,而我们用万用表直流电压档测试E点电压,量得的是输出交流正弦信号若干个完整周期的平均值与直流电压 $\frac{1}{2}E_c$ 之和。如果OTL电路是对称地、不失真地进行放大,则输出端的交流信号是正、负半周对称的正弦波,如图3中实线所示,其平均值为零。此时E点量出的直流电压应保持 $\frac{1}{2}E_c$ 不变。

如果两个互补晶体管不对称,假定 BG_3 的 β 较小,对信号的放大量减小(根据OTL电路工作原理,图1输出信号的正半周是由 BG_3 放大,负半周是由 BG_2 放大),结果将如图3中正半周的虚线所示,或者如果 BG_2 的 β 较大,对信号的放大量比 BG_3 的大,则此时正负两个半周的平均值之和不再为零,而是一个负值,例如由原来的-3伏变为-3.2伏。相反,则E点电压向正的方向变化,如图4中虚线所示。

此外,还有一种情况,当输出信号逐渐加大时,E点电压并不立即变化。当输出信号随输入信号加大而增大到一定值(例如当扬声器两端电压达到1.2伏)以后,才开始随信号的加大而逐渐产生偏移。这是因为互补晶体管的集电极-发射极饱和压降 U_{CES} 不一致而造成的。如果 BG_3 的 U_{CES} 较大,则 BG_3 将比 BG_2 提前饱和,它所放大的正半周将产生“削峰”现象,见图5(a)。图中①、②虚线表示信号较小时的情况,此时正、负半周对称,E点电压为 $\frac{1}{2}E_c$ 不变;实线表示输入信号较大时,晶体管 BG_3 产生饱和的情况,此时E点电压向负的方向偏移。反之,如果 BG_2 的 U_{CES} 较大,则 BG_2 将比 BG_3 提前饱和,E点电压将向正值方向变化,如图5(b)所示。在上述情况下,应尽量更换一只 U_{CES} 较小的同型号管子,使两管对称,以提高不失真输出功率。



“适用多种电源电压的 无变压器功率输出电路”补充

1977年5、6合期刊登本文后，收到不少读者来信，询问有关电路原理、电路调整和零件代换等方面问题，现简要作如下补充说明。

一、有关电路原理的问题

1. 电路的最大输出功率怎样计算？如何选用合适的扬声器？

扬声器上得到的功率可以用下式计算：

$$P = \left(\frac{E_c - 2U_s}{2\sqrt{2}} \right)^2 / R_L = \frac{(E_c - 2U_s)^2}{8R_L}$$

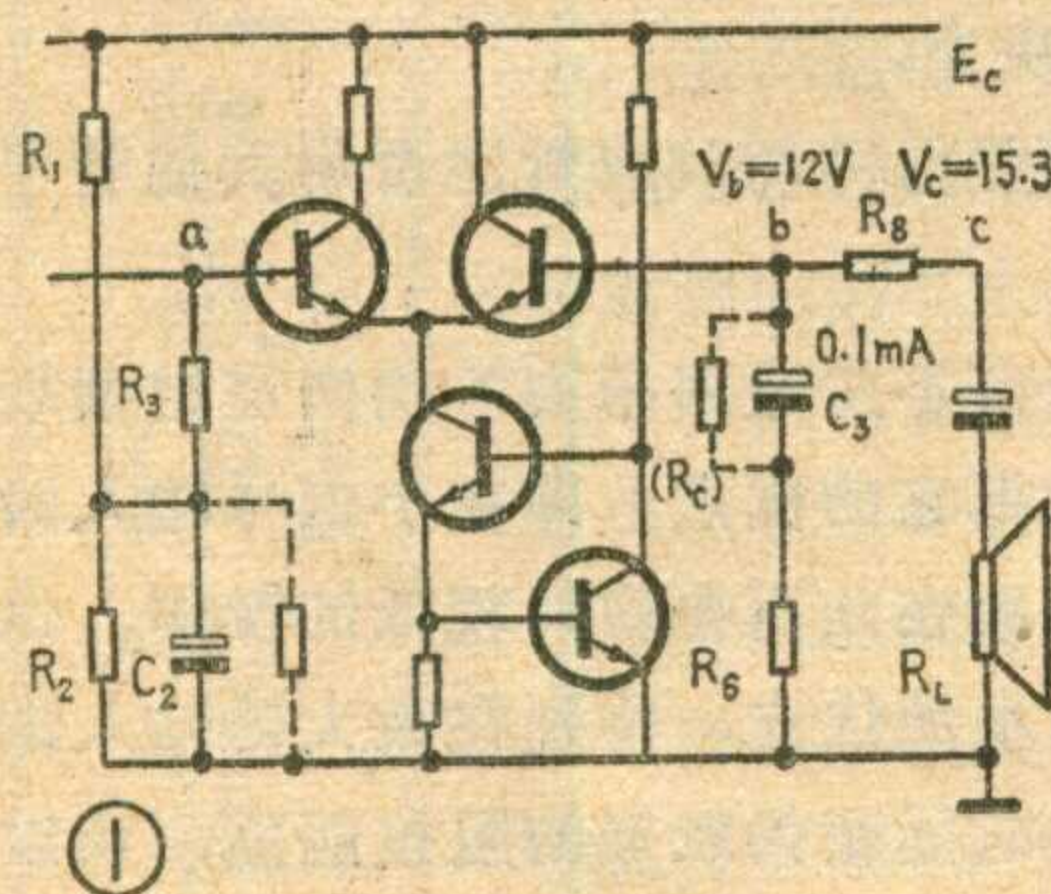
上式中 U_s 是晶体管的饱和压降； E_c 是电源电压； R_L 是扬声器阻抗； P 是最大输出功率。从上式可以看出电路的输出功率是同 E_c 的平方成正比，同 R_L 成反比。在一般情况下， $U_s \approx 1.5$ 伏，则上式可简化为

$$P = (E_c - 3)^2 / 8R_L$$

由于本电路可以适用多种电源电压，所以电路的最大输出功率是随 E_c 的不同值而变化的。读者可以根据自己所选用的 E_c 及 R_L 值应用上式算出输出功率。

在选用扬声器时，务使电路的最大输出功率小于或等于扬声器所能承受的最大功率，否则有损坏扬声器的可能。

2. 电路放大倍数如何估算？



根据负反馈原理：电路的电压放大倍数可用下式表示： $K = 1/F$ ， F 为电路的反馈系数。在本电路中 $F = R_6 / (R_5 + R_6) \approx R_6 / R_5 \approx 1/50$ (R_6 同 R_5)

相比可以忽略不计)。所以 $K = 1 / (1/50) = 50$ 倍。从这里可知，只要改变 R_5 和 R_6 的比值，就可以改变整个电路的电压放大倍数。但在此电路中， K 值是同失真度成正比，因此，只要放大倍数够用，就不要再加大放大倍数，以取得较小的失真度。

在电路的电压放大倍数和电源电压确定以后，电路要求的最大输入电压也可确定。我们用 U_{sr} 表示输入电压，用 U_{sc} 表示输出电压，则

$$U_{sr} = \frac{U_{sc}}{K} = \frac{(E_c - 2U_s) / 2\sqrt{2}}{K}$$

如 U_s 很小可以忽略， $K = 50$ 时， $U_{sr} = E_c / 100\sqrt{2}$ 。如 E_c 用24伏，则 $U_{sr} \approx 0.16$ 伏，即输入电压只需160毫伏就够了。

二、有关电路安装调整的问题

1. 中点电压失调是何原因？如何排除？

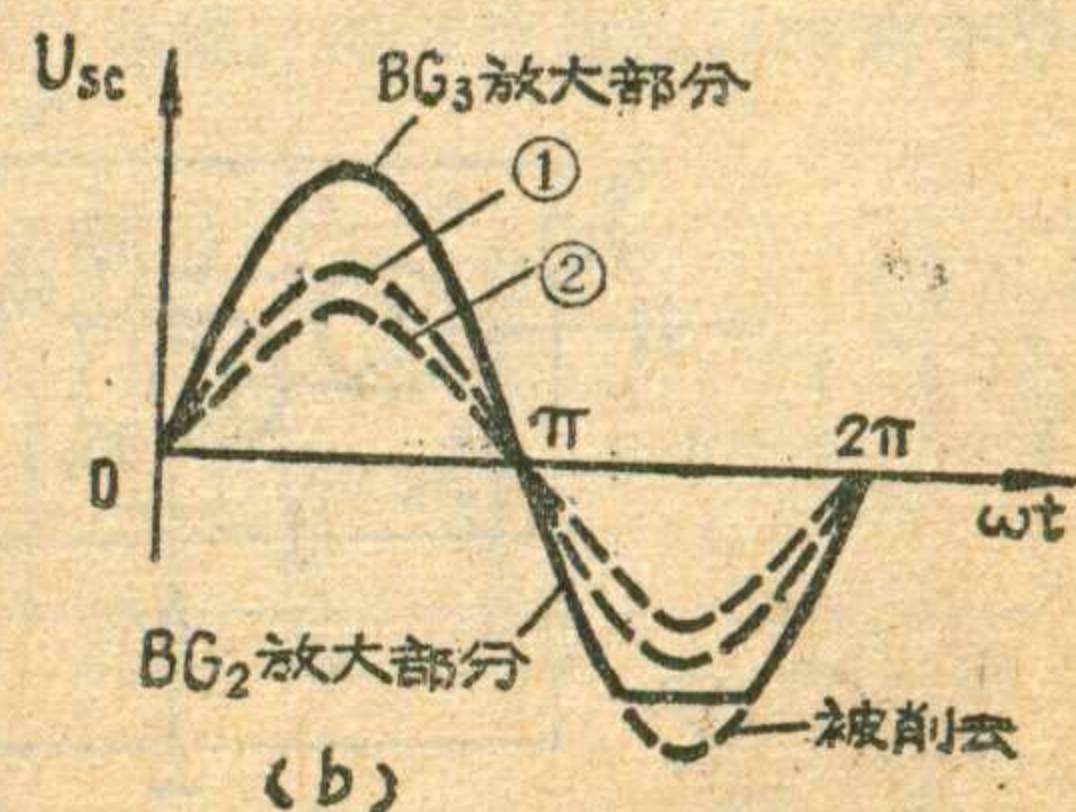
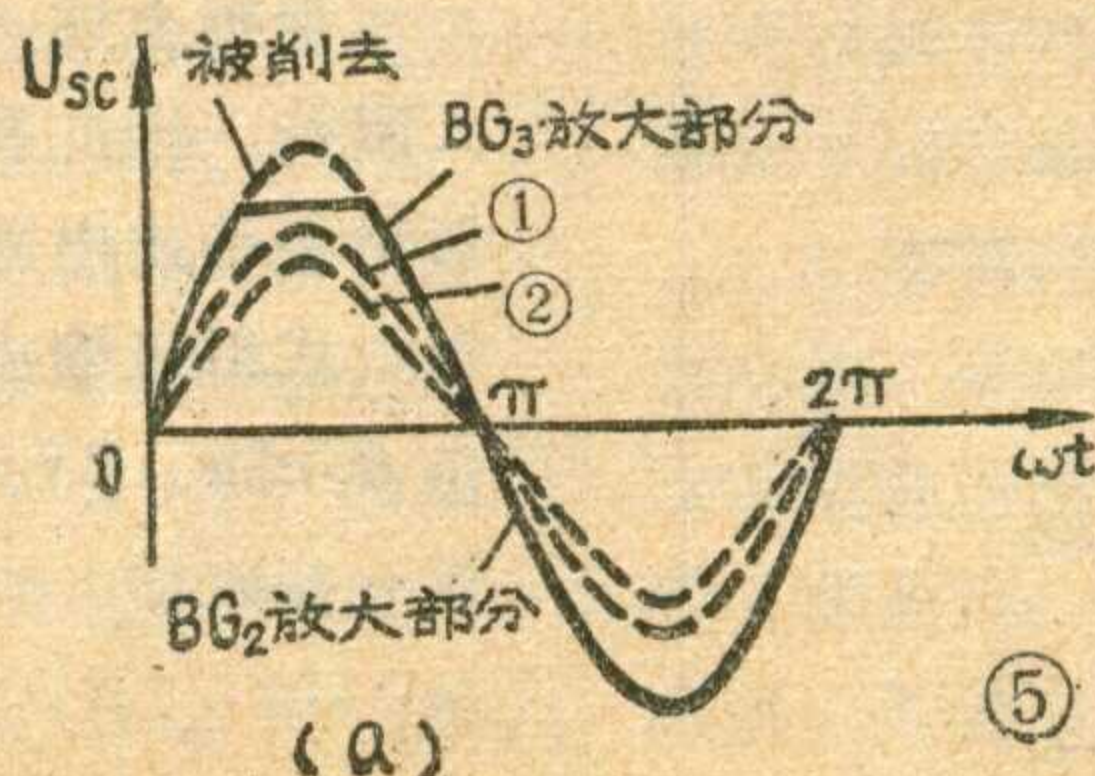
中点电压失调的几种可能原因和排除方法分述如下。

①电容 C_2 、 C_3 存在不同程度漏电而引起中点电压失调。我们先大致估算一下如 E_c 为24伏、电容漏电为0.1毫安时所产生的中点电压失调值。

如图1，当 C_2 不漏电而 C_3 漏电为0.1毫安， $E_c/2 = 12$ 伏，电容 C_3 可等效为一电阻 R_c 。这时0.1毫安的电流在电阻 R_8 上的电压降是3.3伏。因为 $U_a = U_b = 12$ 伏，所以 $U_c = 12 + 3.3 = 15.3$ 伏。造成中点电压较 $E_c/2$ 高出3.3伏。当 C_3 不漏电、 C_2 漏电为0.1毫安时，因 C_2 同样可等效为一电阻并联在 R_2 上，致使a点电位达不到 $E_c/2$ ，b点和c点电位也随之达不到 $E_c/2$ ，造成中点电位失调。当 C_2 、 C_3 均存在不同程度漏电时，则由于 C_3 漏电使中点电位上升，而 C_2 漏电使中点电位下降，当 E_c 为某

这种方法也适用于复合互补晶体管OTL电路。我们用以上方法调试了几部OTL机子，效果很好，基本上达到了线路设计要求。

电路图中各管型号为： BG_1 —3AX31； BG_2 —3AX81，3AX31； BG_3 —3BX3，3BX01，3DK4，3DG12，3DG27等。



一值时，可能会出现巧合，使中点电位恰好为 $E_c/2$ ，但随着电源电压的变化，中点电压马上会失去这种巧合产生失调。

消除这种中点失调的方法是尽可能挑选漏电较小的电容器。

②如果电路的 $BG_{8,9}$ 或 $BG_{10,11}$ 这两对管子中有一管的耐压值连 $E_c/2$ 也达不到时，因 $BG_{8,9}$ 或 $BG_{10,11}$ 串联两管的分压值不在 $E_c/2$ ，因此也会产生中点电压失调。排除方法只有调换不合要求的管子，以保证串联两管的分压在中点附近。

③串接在 BG_1 、 BG_2 基极的二电阻 R_3 、 R_2 的阻值相差较大，这时会产生中点电压在一定程度上的失调。因此安装前应测量 R_3 、 R_2 两电阻的阻值，要求相等。

④由于晶体管 BG_1 、 BG_2 的非对称性，以及晶体管 U_{eb} 结的电压 0.7 伏 (0.6~0.8 伏) 的离散性，也会造成中点电压略有偏差。一般讲，这种偏差是很小的 (可以忽略)，并能由电路自动平衡。如果一定要排除这种偏差的话，则可在小范围内调节 R_5 的大小来解决。但对由上述几种原因引起的中点电压失调则不能用此方法排除。

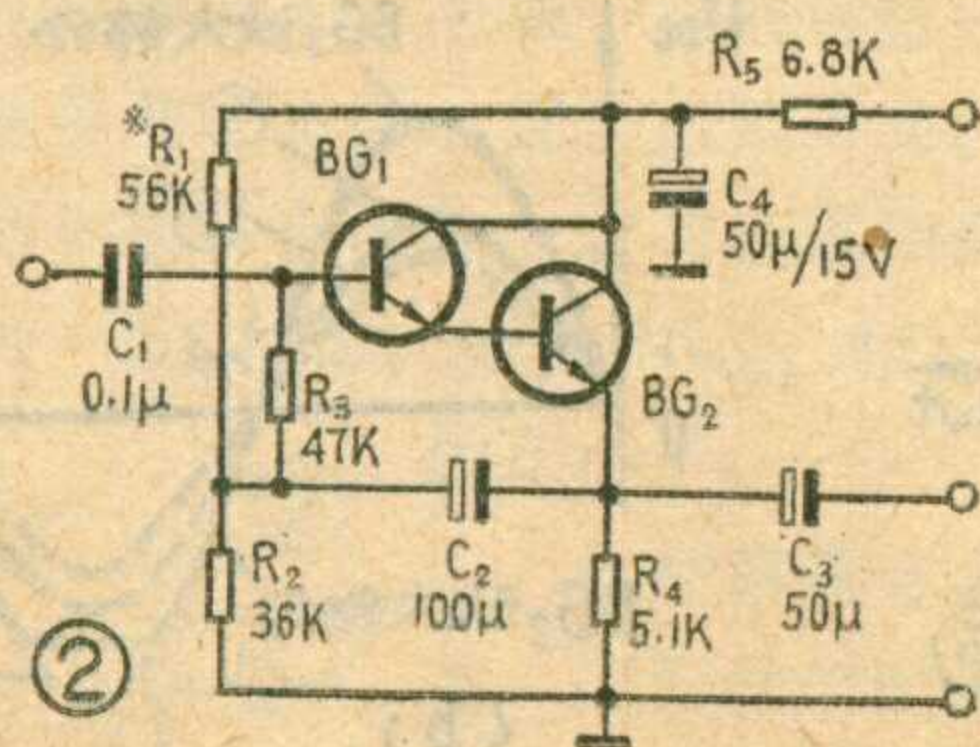
此外，如果读者对中点电压在 E_c 大幅度变化范围里都要求较严的话，则可将电路中的 R_1 、 R_2 改用 10 千欧，使流过 R_1 、 R_2 的电流较大，以排除由 BG_1 基极电流变化对分压点电压的影响，减少电路在 E_c 较小时引起的中点电压失调。

2. 怎样排除自激振荡?

由于本电路是一低频放大电路，电路中使用的晶体管大部为 3DG 类，而且 f_T 均在 100 兆赫左右的高频管，故有时会产生高频振荡。这时出现的现象是：①扬声器无声，静态电流很大，调不小；②电路产生间歇振荡，工作电流周期性变化。

排除方法：加大 C_4 (1977 年 5、6 合期 29 页) 至 200~300 微微法，或在 C_4 的回路里串接电阻，以抑制振荡，但 C_4 的值不宜过大，以免影响电路高频频响。

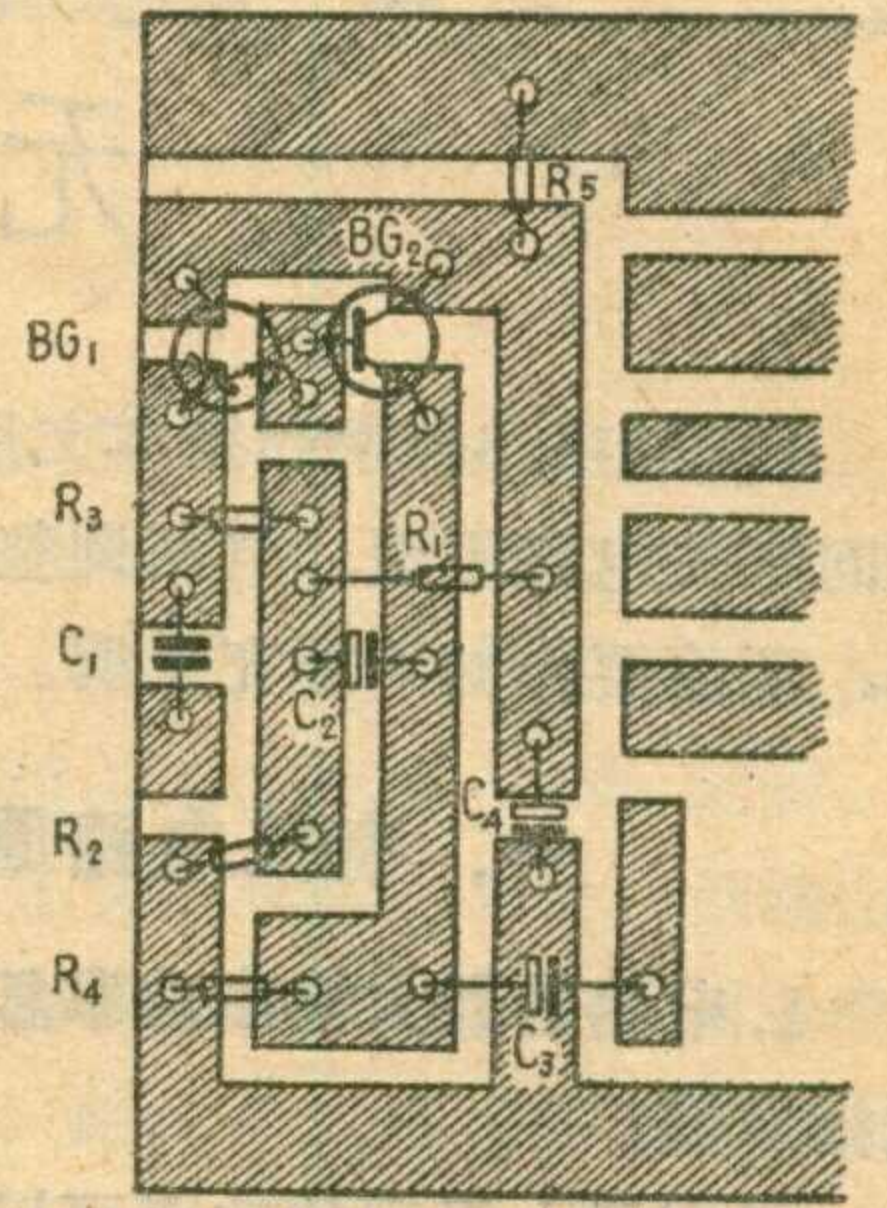
3. 原文提供的印刷电路图是供 OTL、OCL 及硅、锗大功率管通用的板子。安装时要按自己选用的电路形式和管子类别连接，不要接错，接好后还应核对一遍，确认无误后方可通电试验，以免损坏元件或引起故障。



三、关于零件的代换问题

1. BG_5 (1977 年 5、6 合期 29 页) 能否用 3AX81 代替?

这样代换时，由于 U_{be} 结电压为 0.2 伏左右，所以 BG_1 的负载电阻 R_4 就只能采用 200 欧左右。这势必大大降低 BG_1 的电压放大倍数，从而使整个电路的电压放大倍数也大大降低，失真度大幅度上升，故 BG_5 不宜采用 3AX 类 PNP 型锗管，而应用



③

3CG 类 PNP 型硅管。还必须考虑管子的功耗问题。由于 BG_5 管的工作电流在 5 毫安左右。故必须使代用管的功耗选得大于 $5E_c$ (毫瓦)。

2. BG_9 (1977 年 5、6 合期 29 页) 是否可用 3AX81 代替?

只要将 R_{11} 的阻值适当变动后， BG_9 管是可以同 BG_8 参数配对的 3AX81 代替的。电阻 R_{11} 的值必须适当减小。在 $BG_{10,11}$ 大功率管用 3DD 类硅管时，需将 R_{11} 调到使 BG_9 的 U_{ce} 为 1.6 伏左右。如大功率管用 3AD 类锗管时，则需将 U_{ce6} 调到 1.1 伏左右即可。不过用 3AX 类管子代替后，该电路的特殊优点，即温度补偿效果将欠佳。

3. 电路中使用的电阻，除 R_7 以外，均可使用 1/8 瓦。 R_7 的功率要求与所选用的 E_c 值有关。可按 $P_{R7} = E_c^2 / (5.1 \times 10^3)$ 计算决定。

4. 低频放大器前置级的场效应管能否用其他管子代换?

低放前置级近来有不少电路采用 N 型沟道结型场效应管，可以充分发挥它的优点，即在小信号输入时具有较高的阻抗 (一般在几百兆欧)、较低的噪声，以及受环境温度变化较小的优点，特别在放大器输入端连接高阻抗晶体唱头时能获得较好的阻抗匹配，所以采用它的电路日益增多。

根据上述，采用场效应管主要是要获得较高的输入阻抗，因此我们可用 3DG6 等高频小功率管，接成单管射极输出电路来代替，或用两只 3DG6 等管子组成复合式射极输出电路 (见图 2)。代用管的参数要求是 $\beta \geq 50$ 、 $BV_{CEO} \geq 15$ 伏。此时印刷电路板要按图 3 作一些改动。

(邱宏元 黄国昇 浩波)

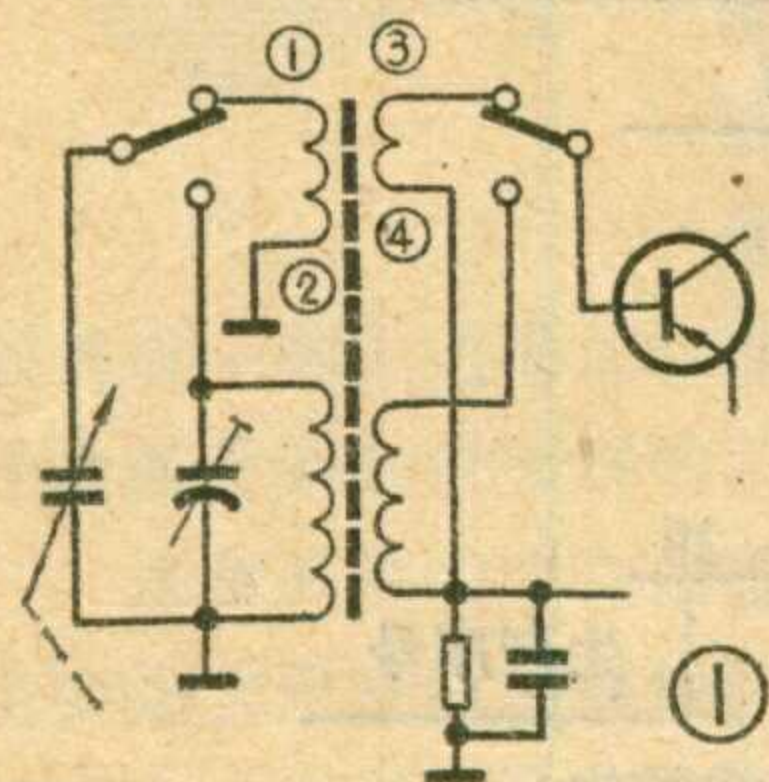
加装短波段改善收音效果

单波段晶体管收音机在远离广播电台的山区，由于层层叠叠的高山阻挡了电波的传播，所以收音很困难，尤其在白天效果更差。如果在这些收音机中按正规办法增设短波段，必须增添波段开关、振荡线圈、电容器等材料，而且要更改较多的印刷电路，这对于产品收音机来说，很难有比较多的空间来容纳这么多的新添零件，最近我们仅用一些旧漆包线和一个双刀双掷开关，为凯歌 4B5、红旗 5401、泰山 6101、井冈山 70-4、古田 701 等型收音机增设了简易的短波段后，收音效果大为改善。

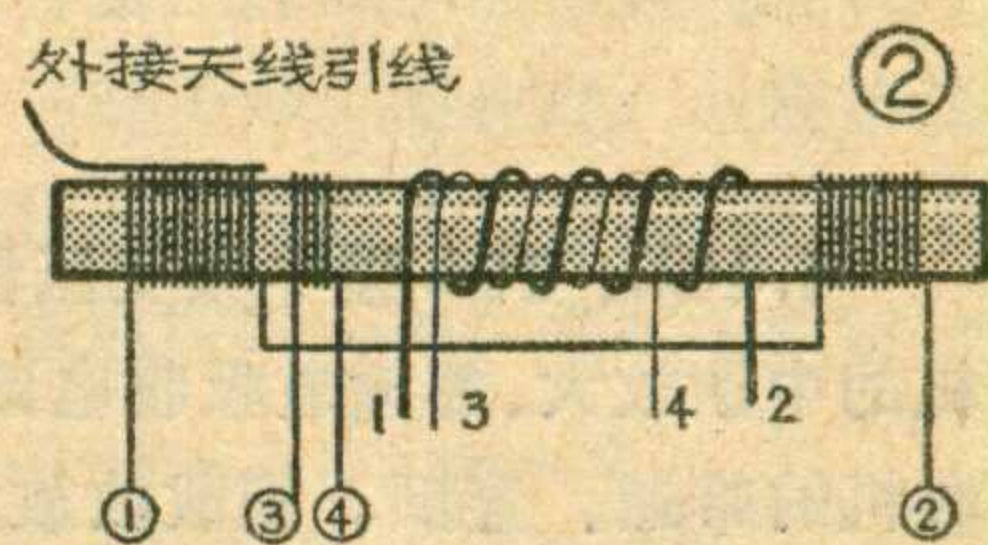
增设的短波段利用原机中波本机振荡的三次谐波进行变频，其频率为 3000~6210 千赫，可接收 2535~

5745 千赫信号，也就是增加了 2.54~5.75 兆赫的短波段。

现以古田 701 型七管机为例说明修改方法。增加一个小型双刀双掷开关，装于喇叭的左上方空余位置，把原中波输入线



圈的 1、3 端切断，并连接到波段开关的接点上，见图 1。该机的双连可变电容器为 $2 \times 7/270$ 微微法。可用 $\phi 0.8$ 毫米漆包线



在磁棒中段间绕 16 圈(参看图 2)，最后一圈的漆皮要刮光，以便在最后一圈的不同位置接出引线，以改变其电感量作微调用。这就是短波输入回路线圈①—②。再用直径 0.3 毫米的漆包线在该线圈的匝间夹绕 3 圈，即为次级线圈③—④。将初、次级线圈的四个引出头连接到波段开关的相应接点上。再找一根塑料线，用胶带把它贴在中波磁棒线圈上，一头引出，接外接天线，如图。

对于输入连电容为 290 微微法的收音机，如凯歌 4B5 型机，短波输入回路线圈只需绕 15 圈即可。

如果找不到小型波段开关，也可用一般的衣服揷钮等代替，以两片凸片作为波段开关的两个刀，以四片凹片作为两组接点，将它们固定在两片较厚的塑料膜上，再连上相应的接线即成，但使用时要麻烦一些。

余启真

改进凯歌 4B3 型收音机的电源

这种收音机是早期生产的袖珍式收音机，小巧轻便，声音宏亮，很适合旅行携带使用，但用一块 6F22 型 9 伏叠层电池作电源。这种电池容量小，很不耐用。我们改用两节 5 号电池(3 伏)作电源，效果很好。灵敏度和输出功率基本上和原来一样。而使用时间可延长 3 倍。由于电源电压降低，需要改动部分电路和重新调整原机各晶体管的工作电流，具体方法如下。

将变频级晶体管 (BG_1) 的发射极电阻阻值由 15 千欧改为 1.5 千欧，这一级很重要，改得不好会影响收音机的灵敏度，如灵敏度不合适可适当变动发射极电阻的阻值。其次，将第一中放管 (BG_2) 的去耦电阻由 6.8 千欧改为 510 欧；第二中放管 (BG_3) 的发射极电阻由 1 千欧改为 470 欧；将第一低放 (BG_4) 的发射极电阻由 1.5 千欧改为 100 欧。功放管 (BG_5 、 BG_6) 的发射极电阻由 5.6 欧改为 2 欧。改好

以后就可接上 3 伏电源，调整各级工作点：改变各级的偏流电阻，使 BG_1 、 BG_2 、 BG_3 、 BG_4 的集电极电流分别为 0.4、0.5、1、2 毫安；使 BG_5 、 BG_6 两管的集电极电流为 4 毫安。

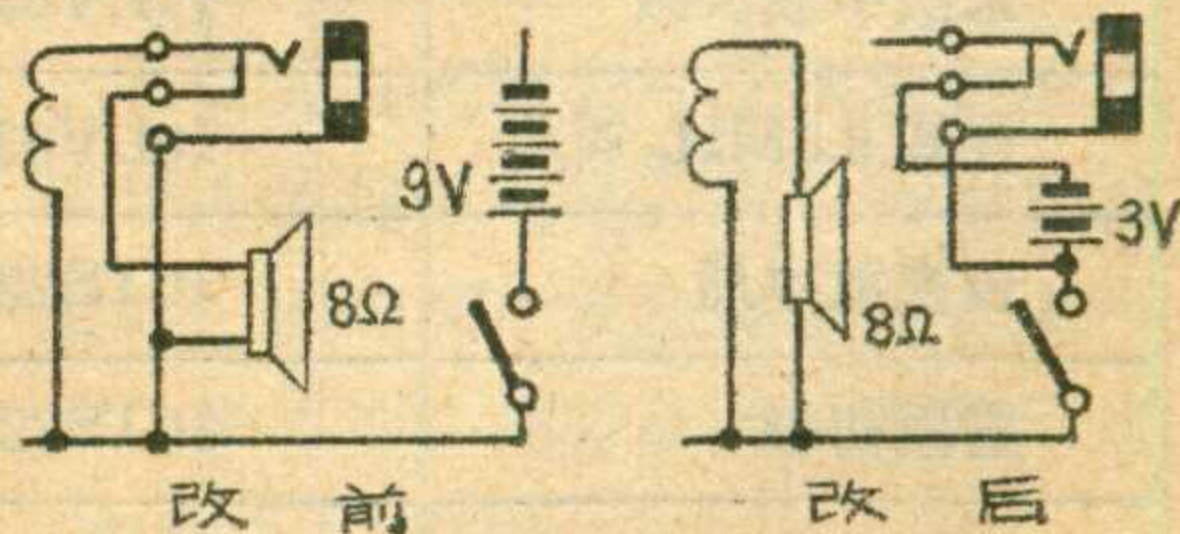
经过上述改动和调整，就可以试听了。为了在长期使用后，电压下降、电源内阻升高的情况下减少电压波动，保证前级的正常工作，可将电源滤波电容 30 微法改为 100 微法。

在改动过程中应注意以下几点：

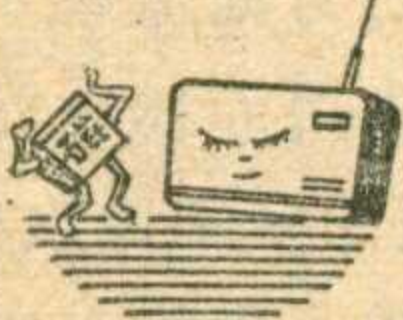
1. 本机的印刷电路板是反装的，拆装时要特别小心，不要用力拉，以免拖断连线。焊接时要用 25 瓦以下的电烙铁，以免损坏元件或造成线路间的连锡。

2. 拿掉 6F22 电池和电池按扣，原来安放电池的地方可以放下两节 5 号电池，只要用磷铜片做两个 5 号电池卡就行了。

3. 如要用外接电源，可将耳塞插座改接成外接电源插座，如附图。用两节 1 号电池作机外电源。



红燕



周振洪

我们自制的磁控电源开关如图所示。它是由触头、触头定片、触头动片（位于触头与衔铁之间）、衔铁、磁体、绝缘垫片、接线片等部分组成的。接线片的两条引出线接到灯泡电路中，用来控制灯泡电源的接通或断开。

如果把磁体装饰成一种工艺品放在收音机上当作电源开关是很美观的。

这种开关的工作原理很简单，主要是利用磁体的磁性。从图中可以看出，当把磁体移到衔铁的上方时，衔铁因受磁体吸引而向磁体靠拢，于是触头把触头动片与触头定

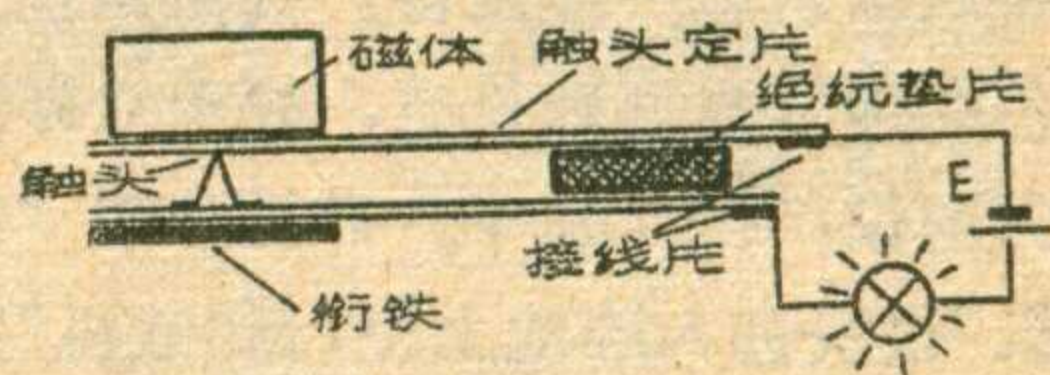
片接通，接通了灯泡电路的电源。当把磁体移走时，衔铁因失去磁体对它的吸引力恢复到原来位置，触头与触头定片分开，电路也断开。

制作时，触头用1毫米左右厚的黄铜片弯成“V”字型。触头定片用1毫米厚的铜片，触头动片用0.2毫米厚的有弹性的铜片，衔铁用0.4毫米厚的铁片，它们的形状与大小视在收音机或其它电路中安装位置而定。绝缘垫片可用3毫米左右厚的硬纸片、塑料片等代用。按图示把触头焊在触头动片上方，衔铁焊在触头动片下方，把触头定片与触头动片之间垫上绝缘垫片，并用棉线把它们捆在一起，再从定片、动片上各引出一导线。磁体可以用舌簧喇叭中的磁钢或其它磁性材料代替。

当把这个磁开关作为收音机电源开关时，用图钉或胶布把触头定片（靠近接线片的一端）固定在收音机顶板一端的下面，将收音机的电位器开关的接线焊下改接在磁控开关的引线上，并把音量电位器开至音量最大。使用时，把磁体移到这个开关上方，电路便接通，再调整

选台旋钮找到广播电台。如果收音机的磁棒也靠近机箱顶板，那么通过调整磁体与磁棒的距离和方位，还可以调整音量。

另外，磁控电源开关还可以制成两灯或三灯照明电路通断的双开关、三开关等。制作时，只需把几只磁控开关的定片用导线连接起来，接电源的一极，把照明灯的一



极连接起来接电源另一极，灯的另一极接各开关的动片。然后把这个开关装进一个预先制好的木盒或其它绝缘盒里，在盒的顶端标记上各衔铁的位置，当需要哪只灯亮时，只需把磁体移至该灯相对应的衔铁上方即可。关闭电源时，只要把磁体移开就可以了。



随风摆动，有时接触不好，也会产生杂声。

(黄懋广)

(上接第17页)

栅压；另一只5Z2P做负压整流，供给功放管所需的栅负压。

从电子管特性手册中可查出各电子管在额定工作状态下所需的工作数据，列于表1.8。

高压电源变压器次级应供给两只高压整流管和一只次高压整流管工作所需的电压和电流。

因为高压整流和次高压整流都采用全波整流电路，中心端都直接接地，因此两个次级绕组可合成一个，采用抽头的方法供出不同电压（如表1.9所示）。

(待续)



想想看

1. 小辉装收音机时缺少一只1/8瓦的电阻，他想用手中同样阻值的1瓦电阻代替，小军却告诉他说，1瓦电阻装上去要比1/8瓦的电阻费电，你看小军说得对吗？

2. 你能用一只灵敏检流计和四只十进位的电阻箱组成一台会作乘法、除法运算的简易“计算机”吗？

上期“想想看”答案

1. 对于6伏、50毫安的灯泡

来说，它的内阻约为120欧，当把它并联在 R_2 两端时，两者并联后的等效电阻 $R_{AB} \approx 60$ 欧。此时， $U_{AB} = 4$ 伏，而流过灯泡灯丝的电流 $I_{灯} = \frac{4}{60} \times \frac{1}{2} \approx 30$ 毫安。从计算结果可以看出，由于加在灯泡两端的电压比它的额定工作电压低及流过灯丝的电流比额定工作电流小，灯泡发出暗淡的红光。

(袁中和)

2. 刮大风对电磁波的传播没有什么影响，所以不会影响收音机的正常收音。但对于一些架设有室外天线的收音机来说，可能由于刮风时，地面灰沙飞起，撞击天线，摩擦产生静电，虽然这个电信号很弱，但若被收音机放大后，就有可能在喇叭里发出“喀嚓”“喀嚓”的杂声。同时，刮大风时，若天线架设不牢，

无线电遥控技术的应用

袁永明

在碧波万顷的东海之滨，一排排的高射炮严阵以待。突然两颗红色的信号弹划破长空，战士立即跑向炮位，投入战斗。只见一架“敌机”很快进入阵地上空，当“敌机”进入射程时，指挥员一声令下：“打！”高炮吐出道道火光，曳光弹流星般地飞向“敌机”的拖靶，只听得“轰”的一声，“敌机”的拖靶瞬间化为碎

片。“敌机”关掉发动机，平稳地着陆。原来这是一架用于对空射击训练的无人驾驶航模靶机。它之所以能象真飞机一样地飞行，就是由于在它上面装了无线电遥控设备，采用了无线电遥控技术。

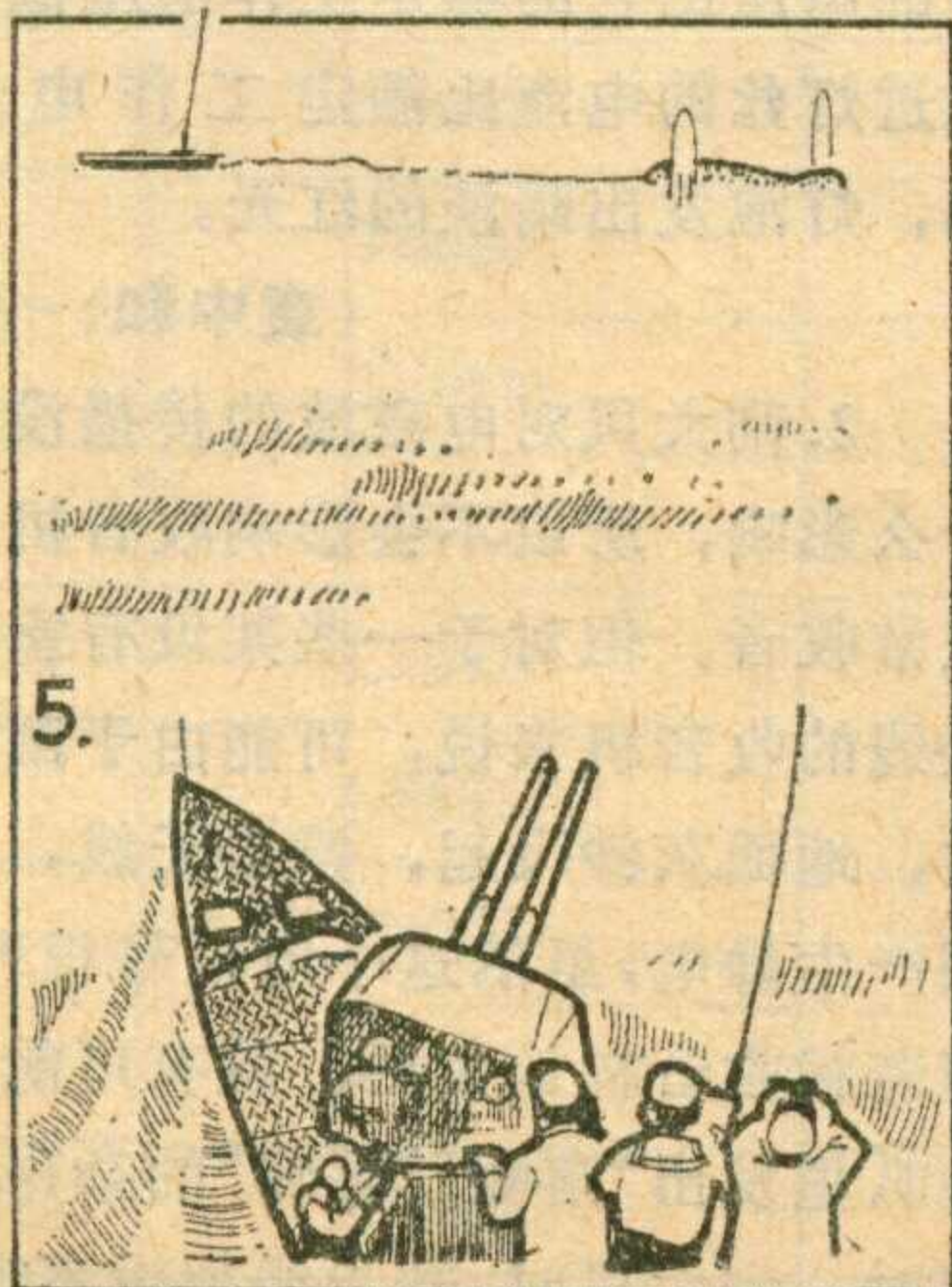
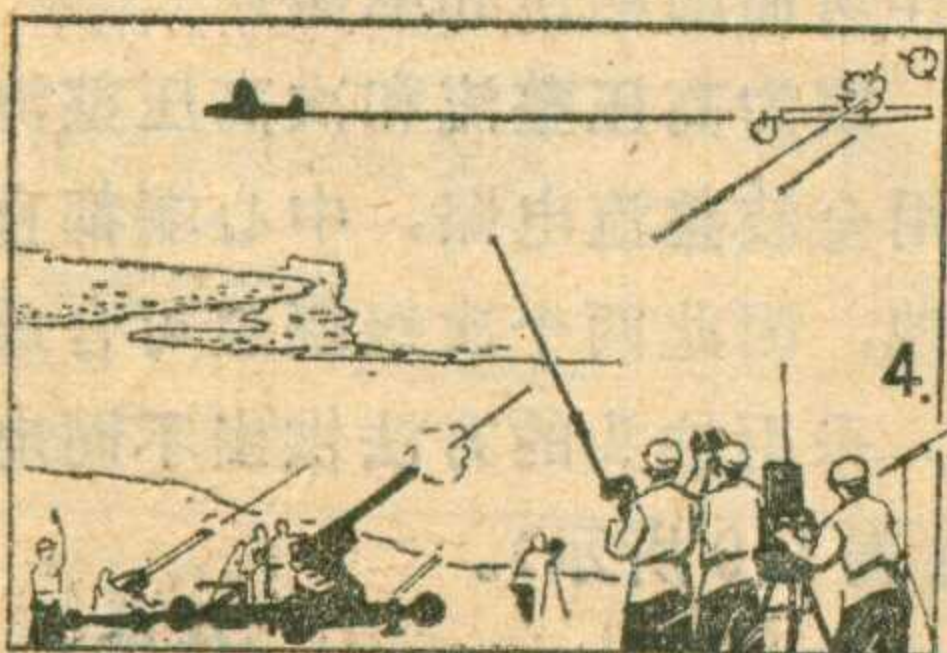
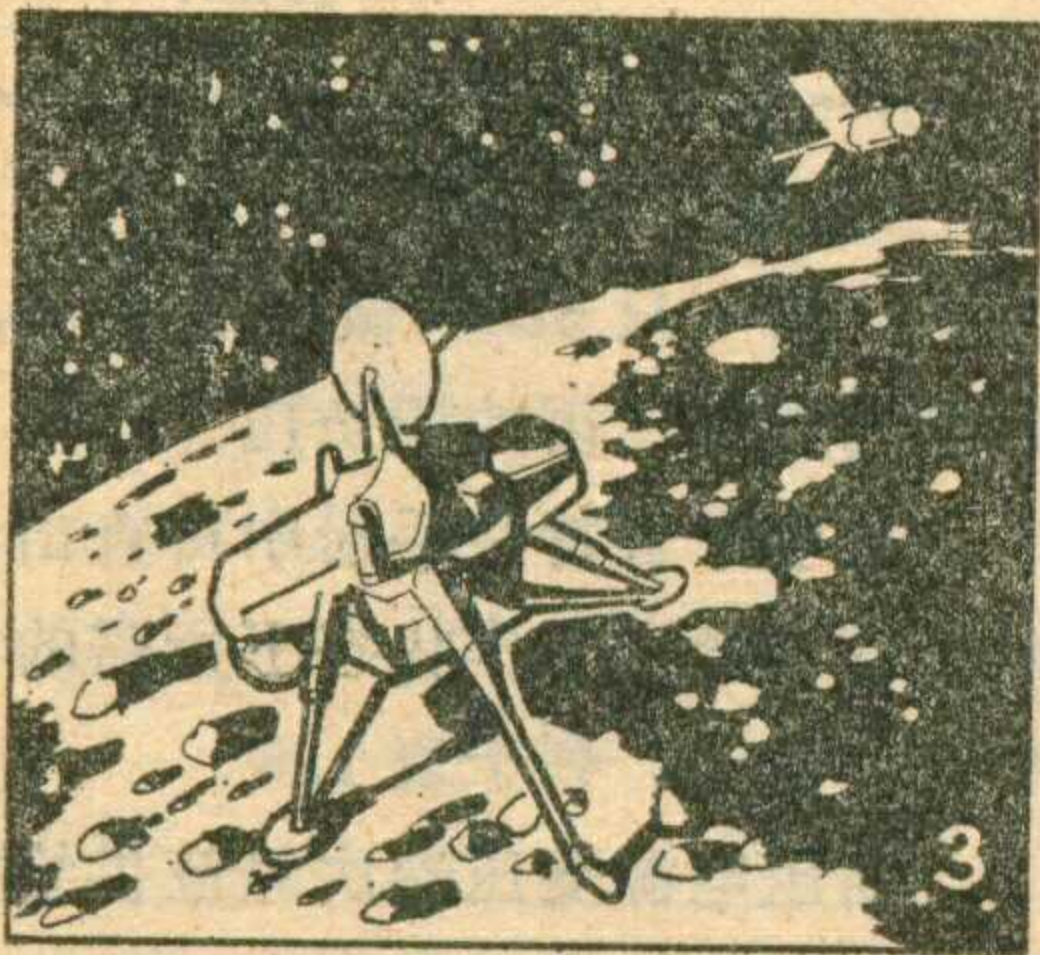
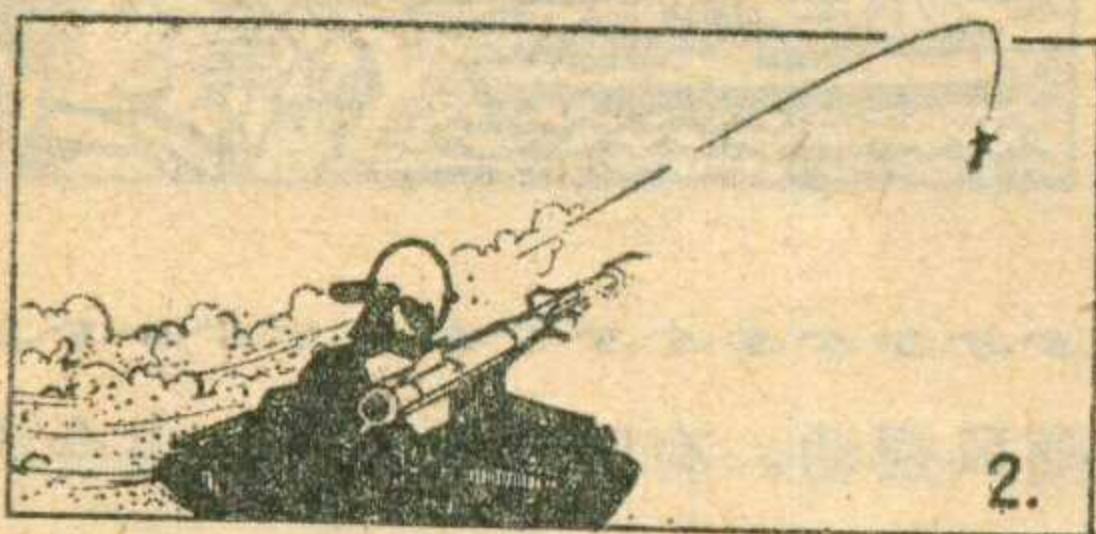
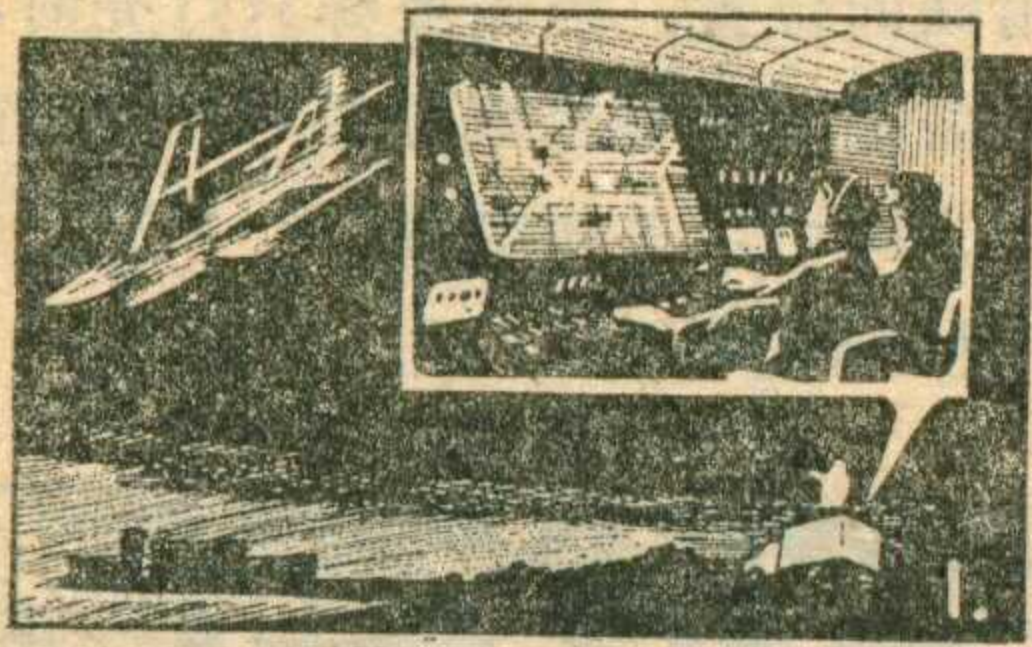
什么是遥控呢？遥控就是指对远距离的物体进行控制。如果控制指令是通过导线传输的，叫有线遥控；如果控制指令是通过无线电波发出的，就叫无线电遥控。无线电遥控是通过无线电遥控设备来实现的。例如上面谈到的航模靶机，它装有一套无线电接收设备，不断接收地面发射来的各种控制指令，并按这种指令驱动各执行机构，完成它的飞行任务。

无线电遥控技术是在无线电发明后发展起来的一门技术。早在1909年夏天，美国就有一架很大的模型飞机在无线电遥控设备发出的指令控制下，自地面起飞，在海面上作了若干飞行表演，然后安全地在机场降落。1917年英国人开始试验无人驾驶飞机。后来人们又进行了对重型轰炸机的无线电遥控试验。

到20年代末，对重型飞机进行无线电遥控试验，往返飞行已达1000公里以上。在同一时期，对无线电遥控船舰的研究也取得了很大进展。但是在无线电遥控试验的初期，就暴露了它本身的缺点——容易受干扰。比如，无线电遥控的飞机或军舰，不仅接受自己方面操纵人员的指挥，而且对他人用无线电发出的“命令”也同样毫无区别地执行，于是无线电干扰就成了无线电遥控技术迅速发展的障碍。随着人们对无线电遥控技术的不断地研究和探索，采取了一系列抗干扰的措施后，无线电遥控技术才逐步进入应用阶段。随着科学技术的发展，无线电遥控技术的应用越来越广泛。现在无论是在无人驾驶飞机、导弹、人造地球卫星、宇宙飞船等尖端科技领域中，还是在军事训练和工农业生产等方面都用到了无线电遥控技术。下面我们就简单地介绍一下无线电遥控技术的应用。

在空间技术和国防军事方面的应用

遥控飞机 由于航空侦察等特殊任务的需要，无人驾驶飞机得到了很快发展。无人驾驶飞机在飞行和执行任务时，通常由设在地面或母机上的指挥机构通过无线电进行遥控，并辅助以程序自动控制。由于机上无人，它可以完成一些特殊及危险任务，如高空拍照、电视传真、电子窃听、核爆炸取样等。近来又出现了一种带有激光照射器的无人驾驶飞机，它与有人驾驶的飞机配合作战时，先通过无线电遥控把无人驾驶飞机导引到攻击目标

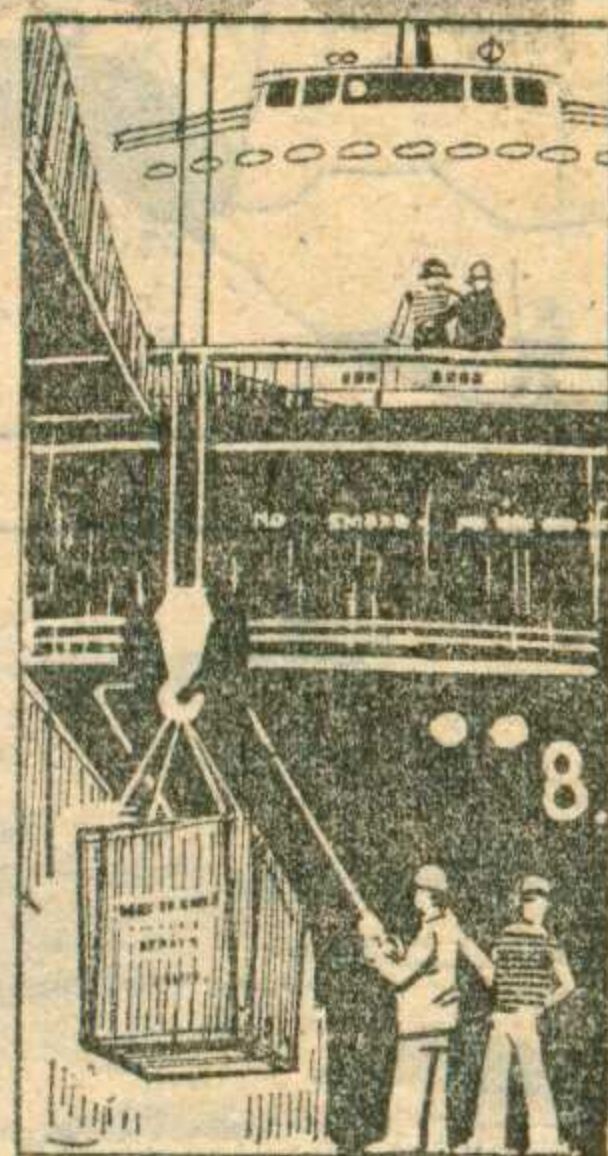
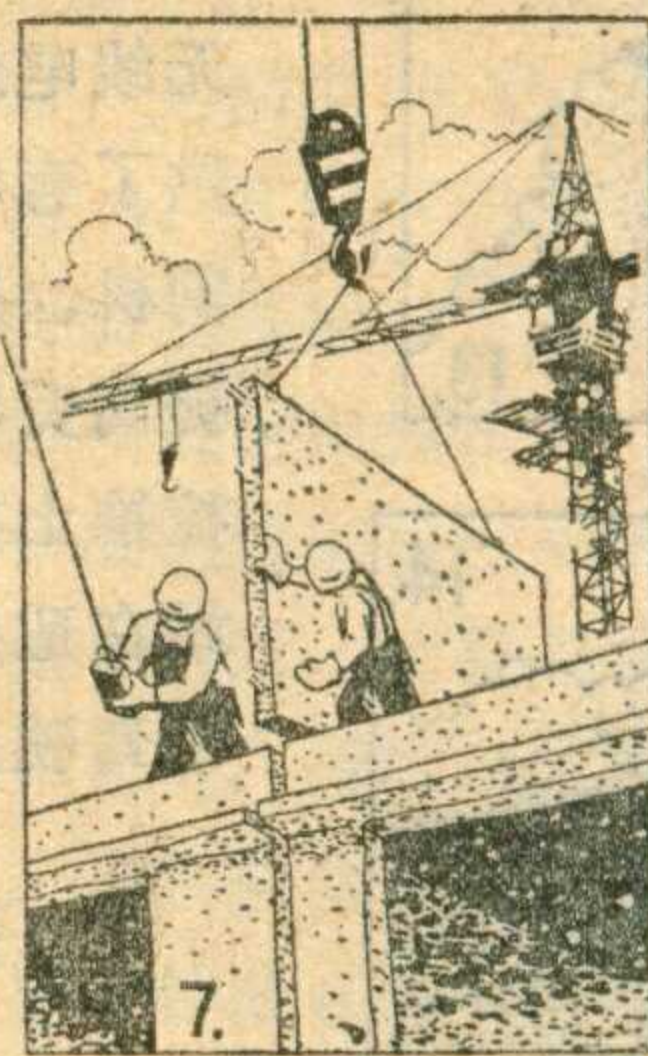
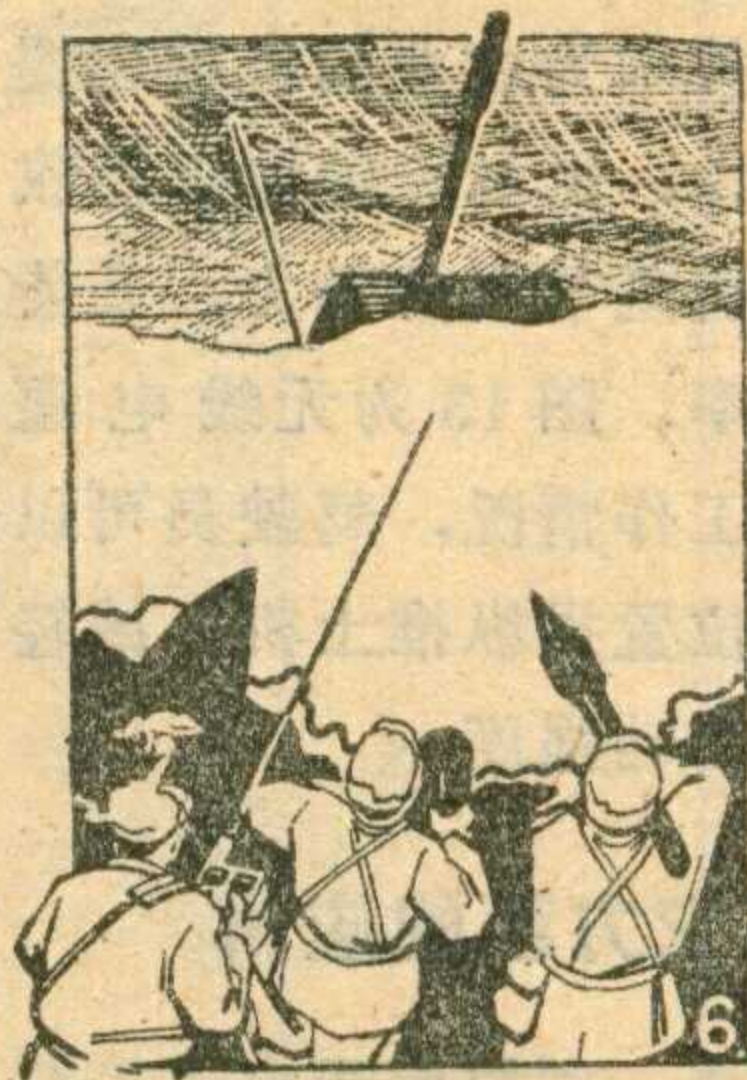


上空，在一定的高度上用激光照射目标，然后由有人驾驶的飞机在目标上空投下激光制导炸弹，攻击目标。另外，人们还进行一种用遥控飞机和敌方战斗机进行空战的试验，即在母机上携带一定数量的遥控飞机，执行任务时，当母机上的设备搜索到目标后，即将遥控飞机投放出去，并通过无线电遥控把它们引导至截击位置，向目标开炮或发射空对空导弹。在初阶段试验中，无人驾驶飞机竟然将有人驾驶飞机一举“击落”，如图1所示。

导弹的遥控 初期的导弹遥控设备在同一时间内只能控制一枚或几枚导弹去攻击同一个目标，一般叫单路遥控导引设备。随着导弹技术的发展，为了将同一空域中出现的数架敌机全部击落，研制了一种多路遥控系统，它只有一套无线电遥控设备，但却能同时控制若干枚导弹分别攻击各个目标，如图2所示。这种控制的特点是在地面上设有制导站，它根据测定的目标的运动参数和发射出去的导弹的运动参数不断地给导弹以无线电控制指令，使导弹能够准确地击中目标。导弹发展的后期，大都采用寻的制导、自主制导，也都用到了无线电遥控技术。

卫星、飞船的遥控 卫星、飞船的运载工具的控制，常常采用无线电遥控技术。它由地面雷达或无线电遥测设备测出运载工具的方位及速度参数，经过计算机计算比较，得出修正误差，将此误差指令发射出去，运载工具上的接收设备收到该指令后，经过控制系统修正轨道，以使其按预定轨道飞行。当运载工具收到地面发来的熄灭发动机指令时，就关闭发动机。如图3所示。

遥控航模靶机 无线电遥控航模靶机具有制造简单、使用方便、动作灵活、成本低等优点，特别适合进行小型、分散、就地的高炮对空射击训练。在进行打靶训练时，



地面操纵手根据打靶的要求，通过无线电遥控设备控制航模靶机的飞行轨迹和姿态，比如作水平、垂直飞行、转弯、爬升、俯冲、翻筋斗、横滚、倒飞等动作，它还可以发射模型火箭、施放拖靶和空投降落伞等，图4为无线电遥控航模靶机配合高炮部队进行打靶训练的情况。

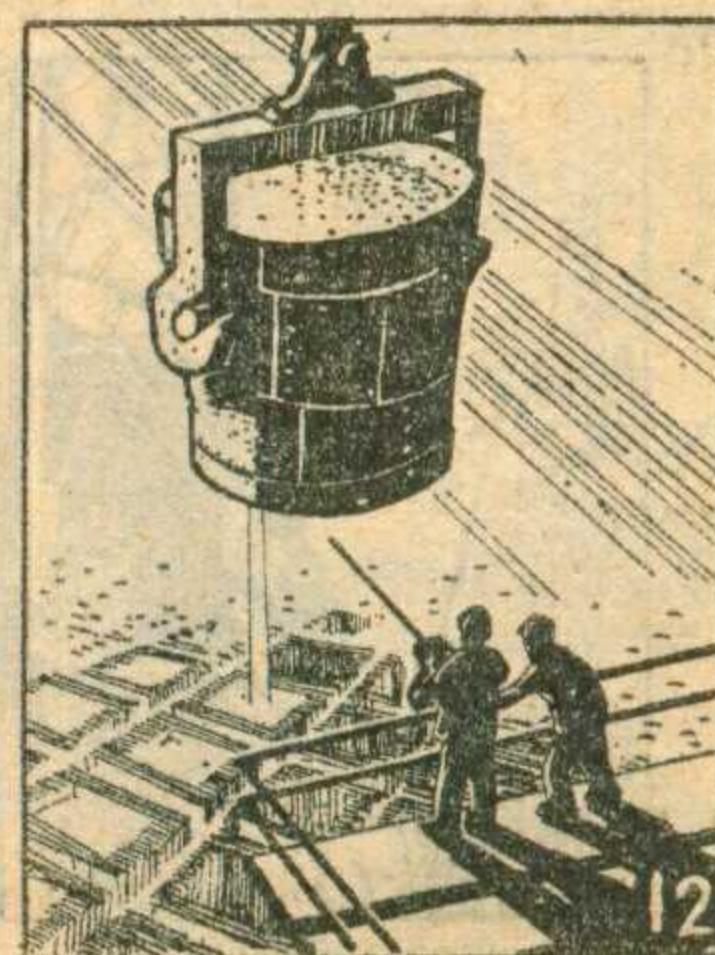
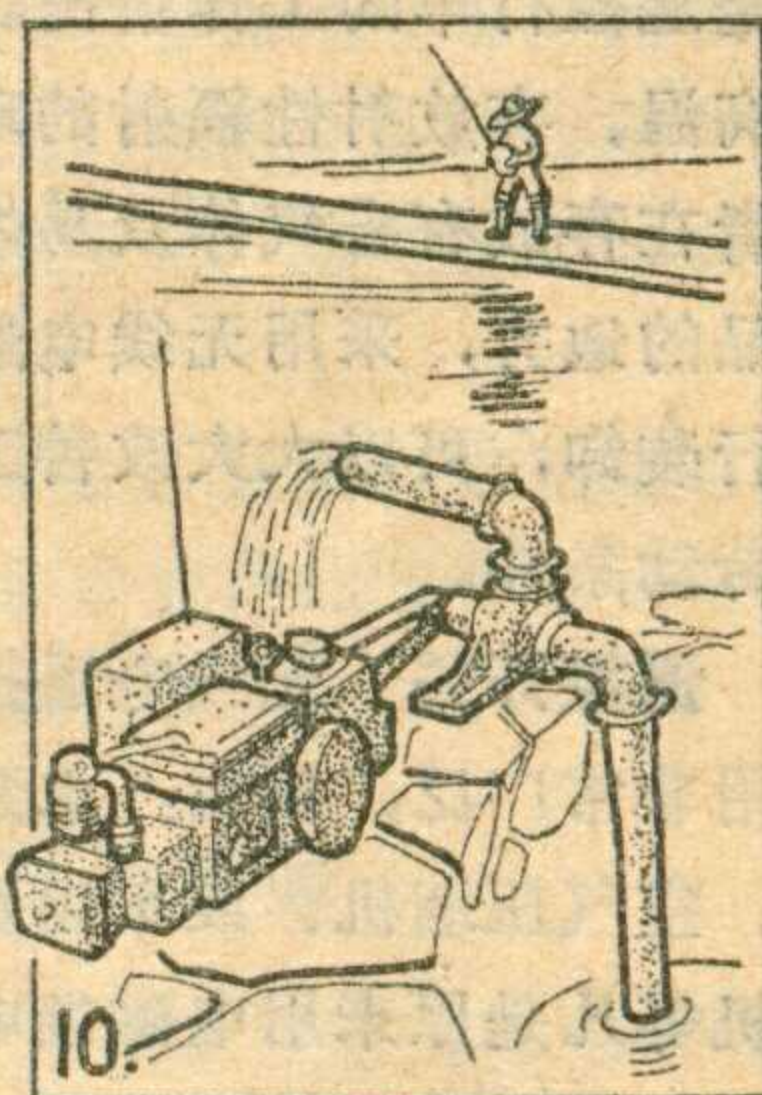
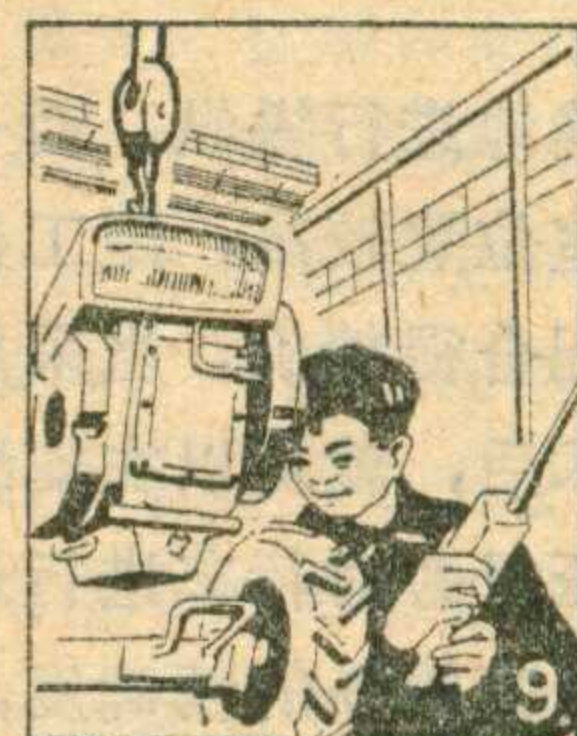
遥控靶船 无线电遥控靶船主要用于海军舰艇或海岸炮兵对海上目标进行实弹射击训练，其工作原理与无线电遥控航模靶机一样。图5为无线电遥控靶船配合海军进行打靶训练的情况。

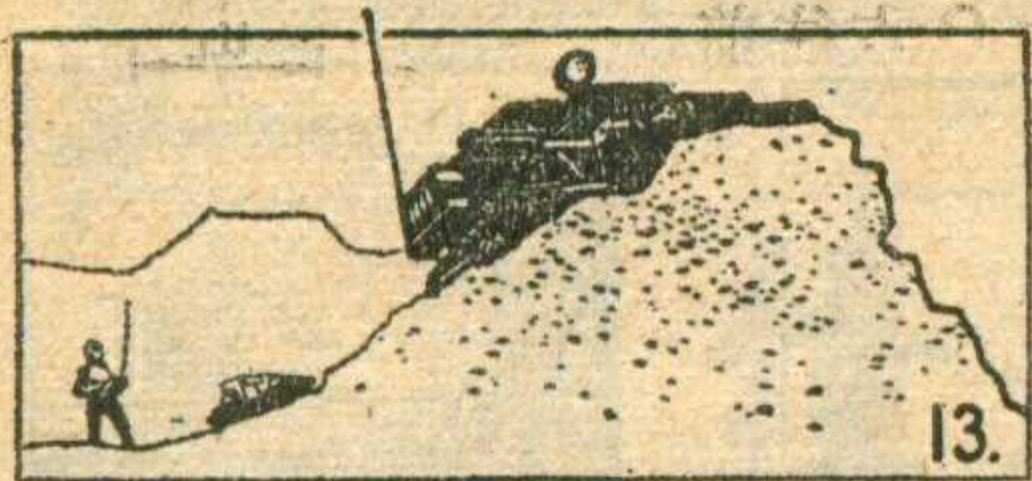
坦克靶 无线电遥控坦克靶主要用于反坦克武器进行实弹射击训练。图6为一坦克靶训练情况。

在工农业生产方面的应用

遥控塔式起重机 塔式起重机（简称塔吊）是建筑工地上常用的一种施工机械，司机在驾驶室进行操纵时，由于受工作环境、条件的限制，他的视野受到一定的限制。采用无线电遥控技术后，驾驶人员可以选择既靠近吊装地点又可清晰地看到塔吊工作全貌的位置，对塔吊进行远距离操纵如图7。同样，在港湾装卸区的起重机械上采用无线电遥控技术后，就可以克服因为船舱狭小驾驶员看不清船舱内部情况而造成的吊装困难，如图8。

遥控行车 在机械制造中，要求配合精密安装工作或配合大型锻压机的行车能够按装配需要或锻压





工艺要求精确地进行操纵。而一般的行车驾驶室位置较高，距工作台较远，很难配合得精确。当采用无线电遥控技术后，就可以在安装工位上或者锻压机旁对行车进行遥控操纵，大大提高操纵的精确度，图9是遥控行车的工作情况。此外，在高温、有放射性辐射的环境中，或者在存放有害气体及易燃、易爆物品的地方，采用无线电遥控技术进行装卸，可以大大改善工作人员的劳动条件。

遥控开关 无线电遥控开关的应用非常广泛，例如：水泵、卷扬机、空气压缩机、绞车以及各种电动机等凡是原来用电磁继电器或交流接触器作为开关的各种用电器都可以用无线电遥控开关代替。如图10表示的是无线电遥控水泵。图11是无线电遥控汽车库门的开、关。

遥控浇钢 无线电遥控滑动水口浇钢（如图12所示）具有结构简单、操作方便、运行安全可靠等优点，它可以大大减轻炼钢工人的劳动强度。

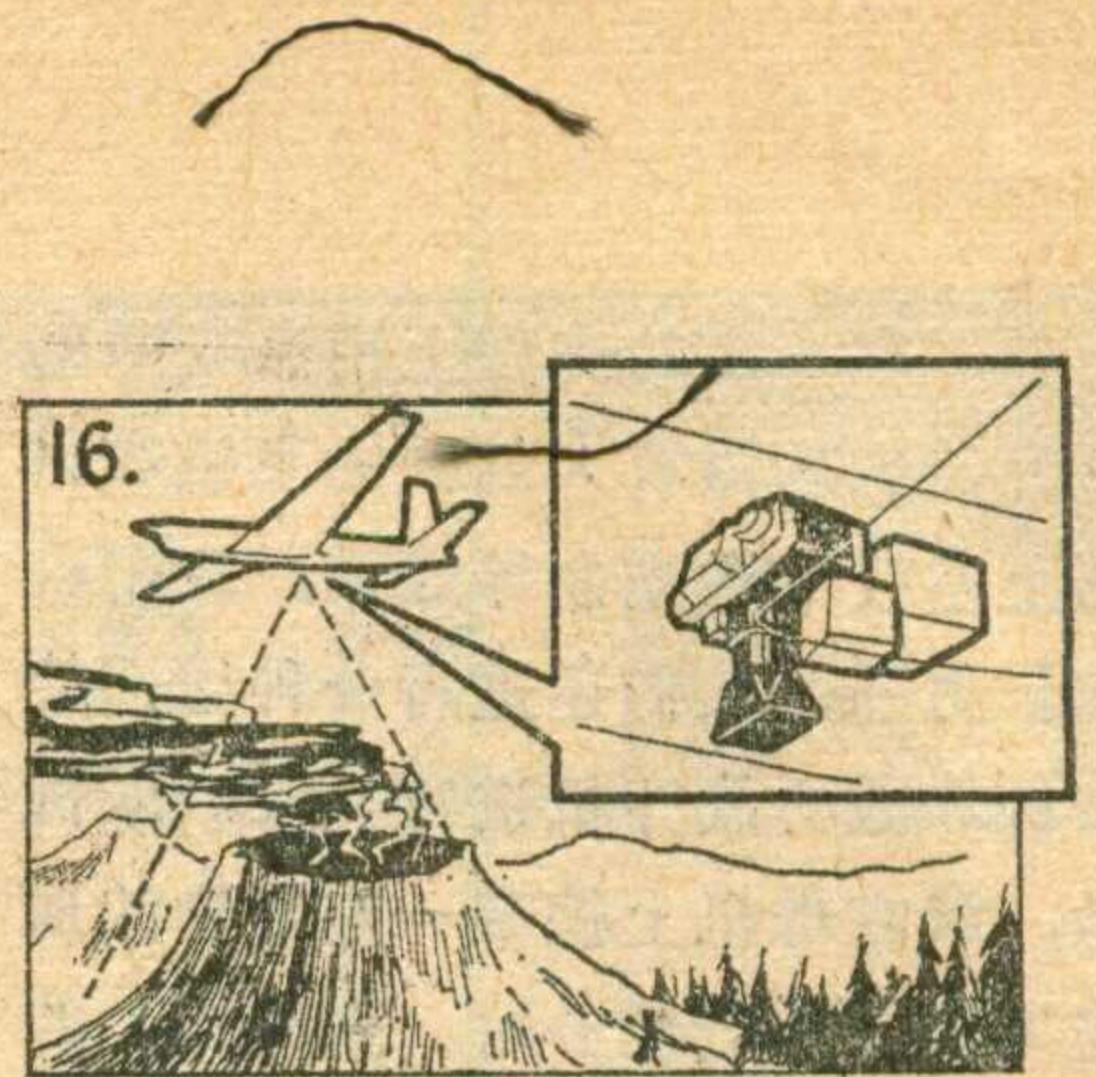
遥控推土机、收割机、拖拉机 无线电遥控技术为农业的机械化提供了有利条件，比如无线电遥控收割机、拖拉机既节省劳动力，又能提高劳动效率。图13为无线电遥控推土机的工作情况，驾驶员可以站在适当的位置操纵推土机，减轻了驾驶员的劳动强度。

在其它方面的应用

人工降雨 利用无线电遥控航模飞机携带碘化银等物品对空中冷云进行催化，就可以实现人工降雨如图14所示。另外，在物理探矿、航空地理测量、地形测绘、人工防雷、监测低空大气污染、喷洒农药以及山间架线（图15）等方面也都用到了无线电遥控技术。

航空摄影和特技摄影的遥控 在无线电遥控的航模飞机上装上摄影机，就可以把一些特殊场合（人们不便于去的地方）的景物、现象拍摄下来（如图16所示）供科学研究使用。另外，在拍摄野生动物的特写镜头时，利用无线电遥控设备可以在相当远的距离上控制摄影机摄影如图17，不惊动动物，特写效果真实。在照像馆里，摄影师也可以通过无线电遥控设备，在极自然的气氛中摄取镜头。还有，在电影的某些特技镜头中，用的是按真飞机、真军舰的比例缩成的无线电遥控飞机、军舰模型，它可以逼真地作各种特技表演，供拍摄电影用，如图18所示。

无线电台的遥控 无线广播电台往往需要设置在离开城市一定距

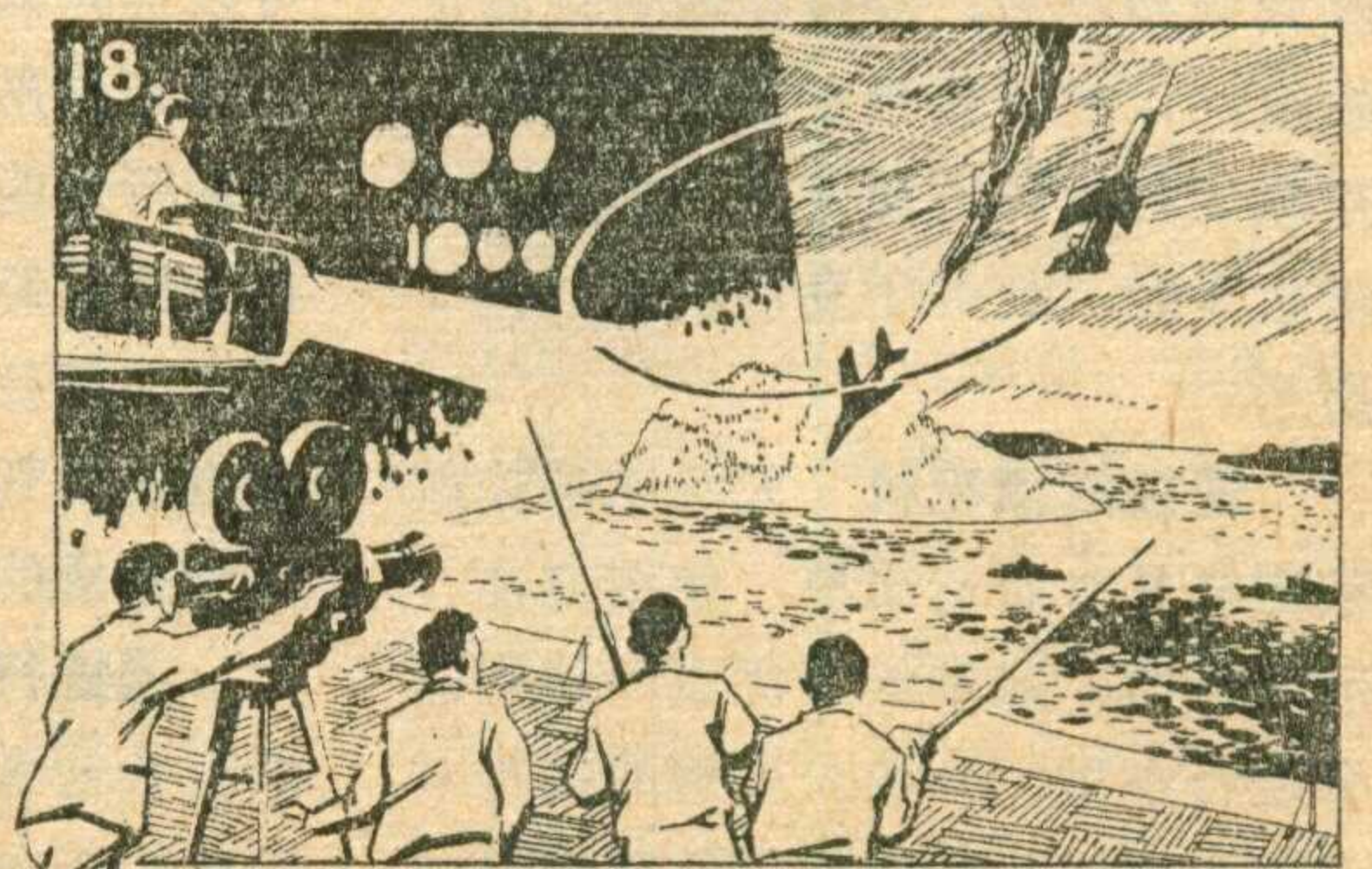
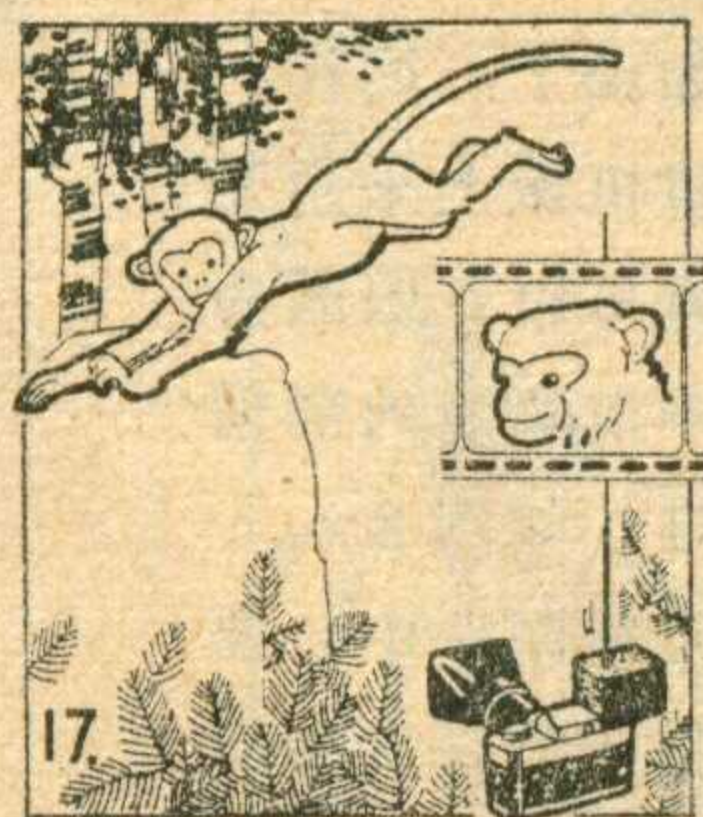
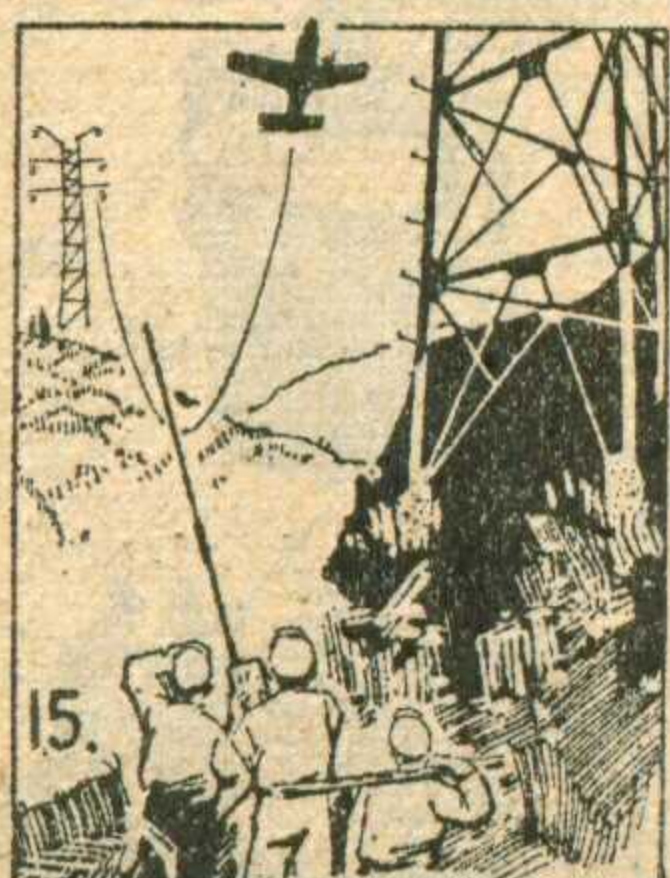


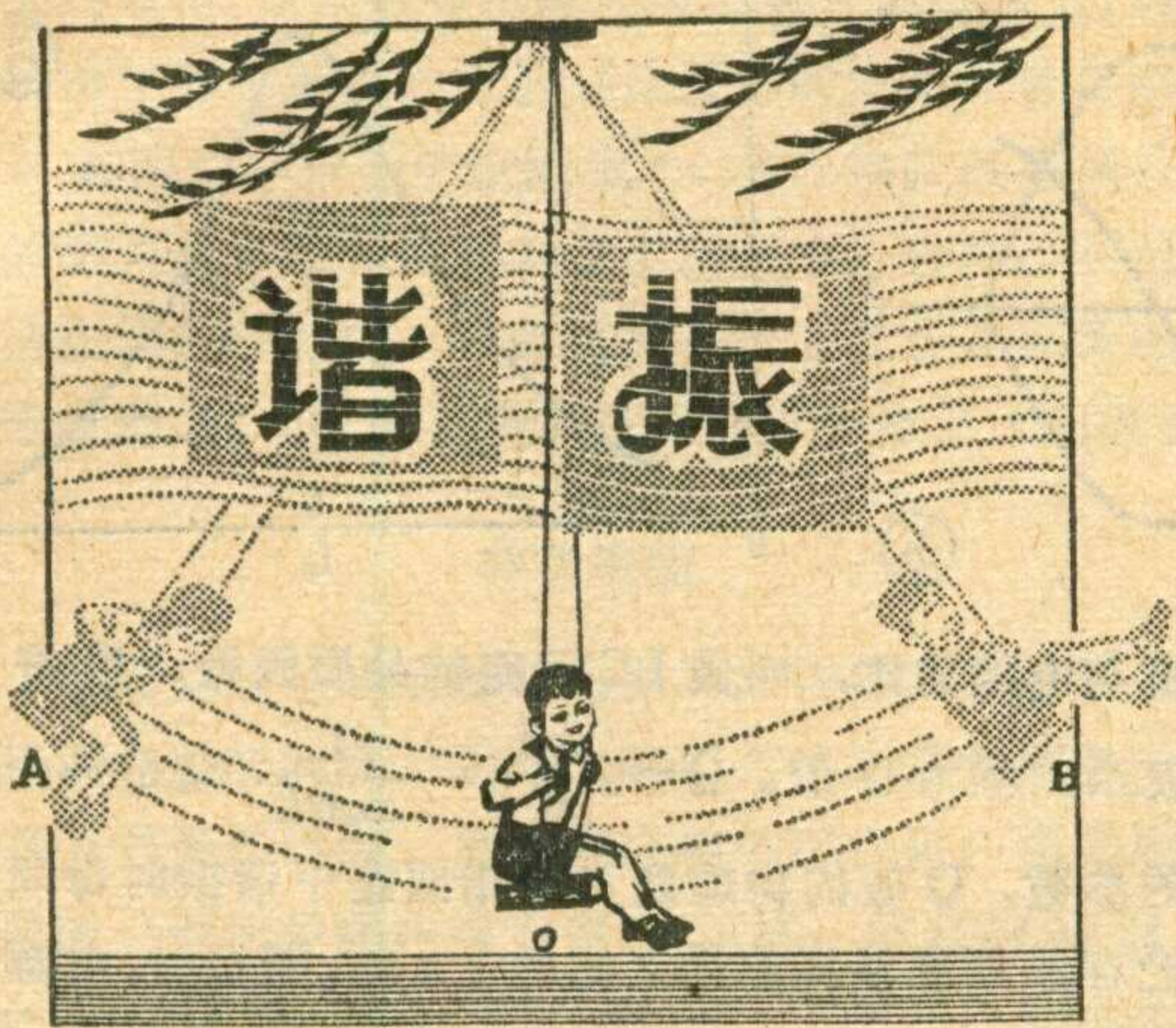
离的人为噪声较小的远郊，而广播电台的中心则设在市内比较有利，于是近来出现一种用无线电遥控设备控制的无线电台，这种遥控设备不仅能够打开或关闭远处的无线电台，而且还能够完成遥选天线、改变电台发射频率等方面的工作。

救火车的遥控 有一种专门用于高层建筑救火用的装有折射式放水塔的化学消防车，利用无线电遥控设备可使放水塔升高到17米，并通过无线电遥控能控制距放水塔顶端7、8米的部分折射进入高层建筑的窗内灭火。

上面仅列举了应用无线电遥控技术的一部分例子，而无线电遥控技术在石油、化工、通信、广播、电力工业、交通运输等部门的应用事例也很多，比如，在输油、输气管线的无人加压站、无人高山电台、无人高山雷达站、无人微波中继站等地方，也都不同程度地采用了无线电遥控技术，这里就不一一列举了。

总之，无线电遥控技术的应用范围很广。随着我国科学技术的发展，各种无线电遥控设备将会象雨后春笋般地发展起来，为实现四个现代化发挥愈来愈大的作用。





①

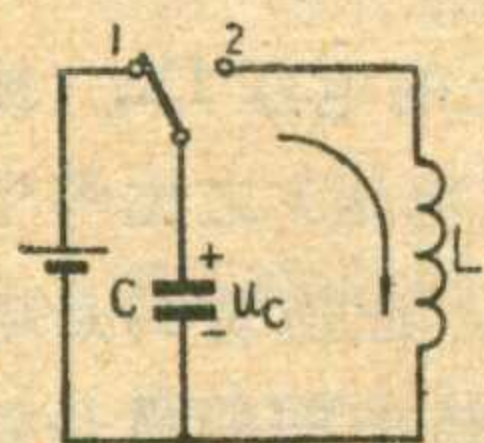
魏群

我们都知道，在收音机电路中有好几个由电感线圈和电容器组成的振荡回路。这些振荡回路有一个奇妙的特性——谐振。收音机的输入电路就是依靠振荡回路的谐振特性，从许多不同频率的无线电波中，选出我们所需要的那一个。谐振电路在电子技术中应用极广，下面，介绍一些有关谐振的知识。

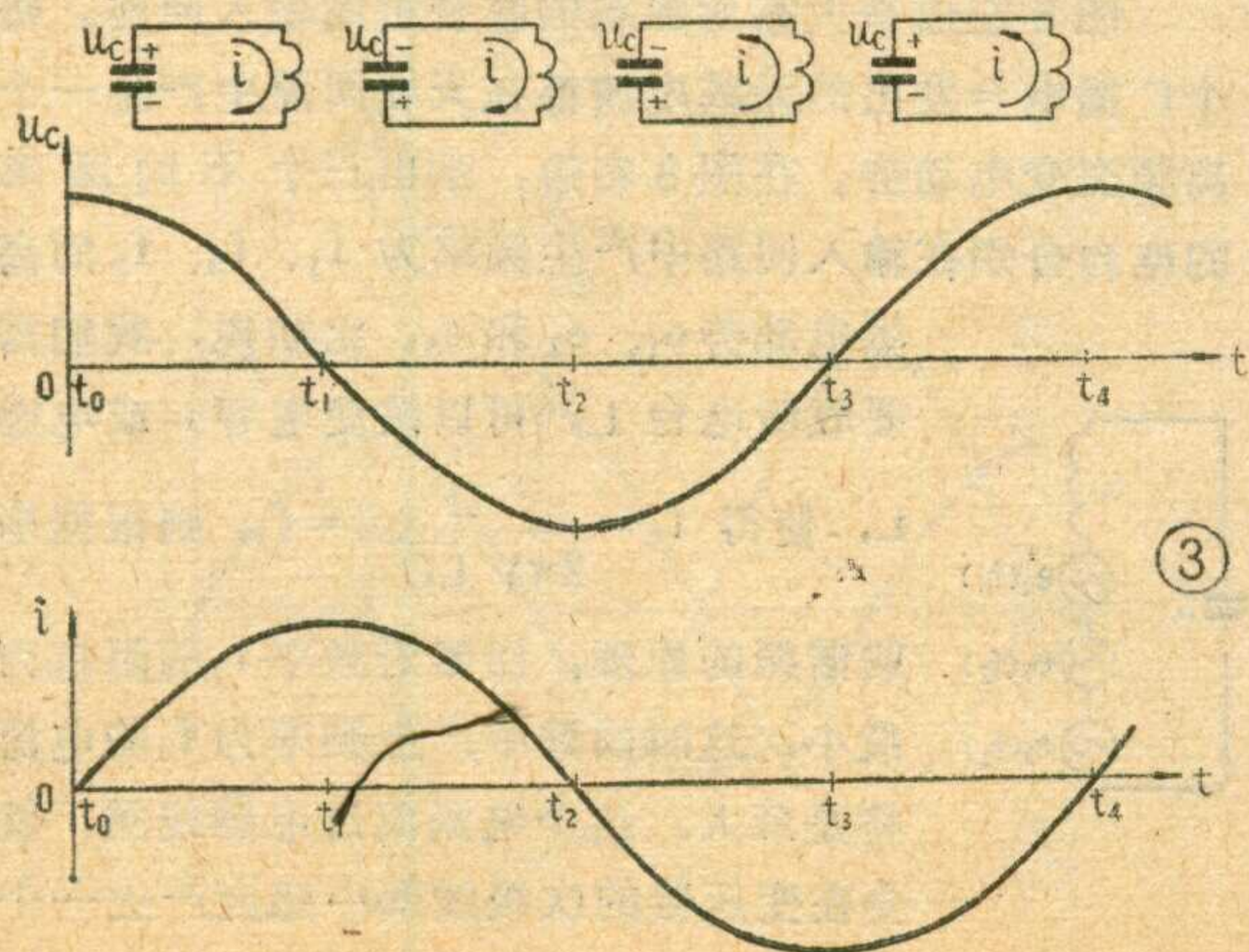
从自由振荡谈起

如果把一个小孩抱到秋千上，并用力推一下秋千座板，小孩就随着秋千来回摆动起来。这是什么原因呢？这可运用能量守恒与转化定律来分析。大人推一下秋千座板，使秋千离开平衡位置，外力对秋千以及小孩做了功，使它们获得重力势能。秋千在来回摆动过程中，能量是以动能和势能两种形式互相转换，使在

座板上的小孩随着秋千来回摆动。如图 1 所示，当小孩摆到两端（A 或 B 点）时，离地面位置最高，势能最大，摆动速度为零，动能最小。而当摆到中间位置（O 点）时，离地面位置最近，势能最小，摆动速度



②



③

最大，动能最大。由 O 点往前或后摆时，是动能向势能转换，而由 A、B 向中间摆时，是势能向动能转换。这种来回摆动，就叫做自由振荡。

一个由电感电容组成的电路，如图 2 所示，如果先将开关倒向位置 1，电池给电容器 C 充电，授给电容器以电能。然后将开关倒向位置 2，电容就会对电感放电，在回路中产生电流（见图 3），原来储藏在电容器中电场的能量开始变成电感线圈中磁场的能量，当电容器放电完毕，电能全部转化为磁能，这时电流 i 最大；接着回路电流开始减小，电感中产生的感生电动势对电容 C 充电，但现在电容上电压方向与原来相反，当能量又全部回到电容器中后，又开始对线圈 L 放电，可是现在电流的方向又与以前相反了，这样在回路中发生了电容器中的电能和电感线圈中的磁场能相互不断转换的物理过程。

在图 3 中画出了电容器上电压和回路中电流的波形，以及标出了每一段时间电容器上电压极性和回路中电流的流动方向。如果我们忽略了振荡回路中的所有损耗，振荡就能一直持续下去，这是理想的振荡过程。

这种外界能量一次授予后，任其自由互换而产生的振荡，称为自由振荡。自由振荡的频率——每秒振荡的周期数，称为固有振荡频率。

强迫振荡与谐振

在上述 LC 振荡回路中，由于存在着阻尼电阻（如电感 L 中的损耗电阻），每振荡一次都要损耗一定能量，因而振荡将不断减弱，这叫阻尼振荡。如果电感线圈和电容器组成的振荡回路和一个交流电源连接（如图 4 所示），电源不断向回路提供能量，回路中就会产生和外加电源频率相同的振荡电流，这就叫强迫振荡。强迫振荡与自由振荡的区别在于强迫振荡的频率决定于电源频率而自由振荡的频率决定于回路的参数。

在振荡回路中有所谓谐振现象。如果外加交流电源的频率和回路的固有频率相同时，回路中产生的电流最大，能最大限度地从电源吸取能量，而不会有能量返回电源，这就叫做谐振。

振荡回路的谐振，按信号源（能源）和电路元件的连接方式不同，可分为串联谐振和并联谐振。下面我们分别来谈谈这两种情况。



串联谐振

在图4中，电感L、电容C和电源e相串联。在这种串联电路中产生的谐振，就叫做串联谐振。它的电流、电压波形如图5所示。用实线画出电流i的波形，因为串联电路中电流处处相同，所以流过电感L、电容C和电阻R的电流是同一个电流。但是，三个元件L、C和R两端的电压可并不一致，电感两端的电压 u_L 超前于i 90°，如图5中虚线所示。而电容两端的电压 u_C 则落后于电流i 90°，如图5中点划线所示，电阻R两端的电压 u_R 与i同相。这样， u_L 和 u_C 的相位正好相反， u_L 为正时， u_C 正好为负。因此两个电压串在一起是互相对消的。我们知道，电感L两端的电压 $U_L = X_L I$ ，其中 $X_L = 2\pi f L$ ，是电感线圈的电抗，I是流过电感L的电流。电容C两端的电压 $U_C = X_C I$ ，其中 $X_C = \frac{1}{2\pi f C}$ ，是电容器的电抗。从上面 X_L 和 X_C 的表示式可看出，感抗 X_L 随频率的升高而升高，而容抗 X_C 随频率的升高而减小。在某一频率 f_0 ，满足 $2\pi f_0 L = \frac{1}{2\pi f_0 C}$ 时，感抗和容抗相等，电感两端的电压和电容两端的电压相等，互相对消，电路中从电源的连接点向回路看进去的阻抗等于电阻R，此时回路的总阻抗最小 $Z = R$ ，电流I最大 $I = \frac{U}{R}$ 。这种情况叫做串联谐振。可见，谐振的条件是 $X_L = X_C$ ，即 $2\pi f_0 L = \frac{1}{2\pi f_0 C}$ ，由这个式子可求得谐振频率 $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 这个频率也就是回路的固有振荡频率。

当外加电源频率f小于 f_0 时，则 X_C 大于 X_L ，回路呈现容性，其值为 $(X_C - X_L)$ ，回路的总阻抗为 $Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$ ，比R大，故电流减小。f比 f_0 低得越多，总阻抗Z也就越大，电流I也就越小。与此类似，外加电源频率f高于 f_0 时， X_L 比 X_C 大，此时回路呈现感性，其值为 $X_L - X_C$ ，回路总阻抗也比R大，电流也会减小，f高得越多，电流也就越小。在图6中，画出电流随频率而变化的曲线，这条曲线称为串联回路的谐振曲线。

为了说明谐振特性，常把回路在谐振时的感抗或

容抗与电阻的比，叫做LC回路的品质因数，用符号Q表示，称为Q值。 $Q = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{\omega_0 RC}$ ，这是一个重要的参数。Q值的物理意义是指回路中谐振时每周期内贮存能量和消耗能量之比的 2π 倍。谐振时，电源供给的能量恰好是补偿回路由于阻尼而耗失的能量，故回路中贮存能量不变。这样，我们可以很方便地用电感中贮存的能量最大值(此时电容中贮能为零)或是电容中贮存能量最大值(此时电感中贮能为零)来代替整个回路贮能总值。电感线圈贮能最大值为 $\frac{1}{2}LI^2$ ，回路一周消耗能量等于功率 $\frac{1}{2}I^2R$ 乘周期T，于是 $Q = \frac{2\pi \times \frac{1}{2}LI^2}{\frac{1}{2}I^2R \times T} = \frac{2\pi L}{RT}$ ，因为频率 f_0 是周期的倒数，上式可写成

$$Q = \frac{2\pi f_0 L}{R} = \frac{X_L}{R}$$

又因为谐振时 $X_L = X_C$ ，所以Q也可以写成 $\frac{X_C}{R} = \frac{1}{2\pi f_0 C R}$ 。Q值愈高，代表回路中贮存能量相对于消耗能量之比愈大。Q值用回路参数表示，可得

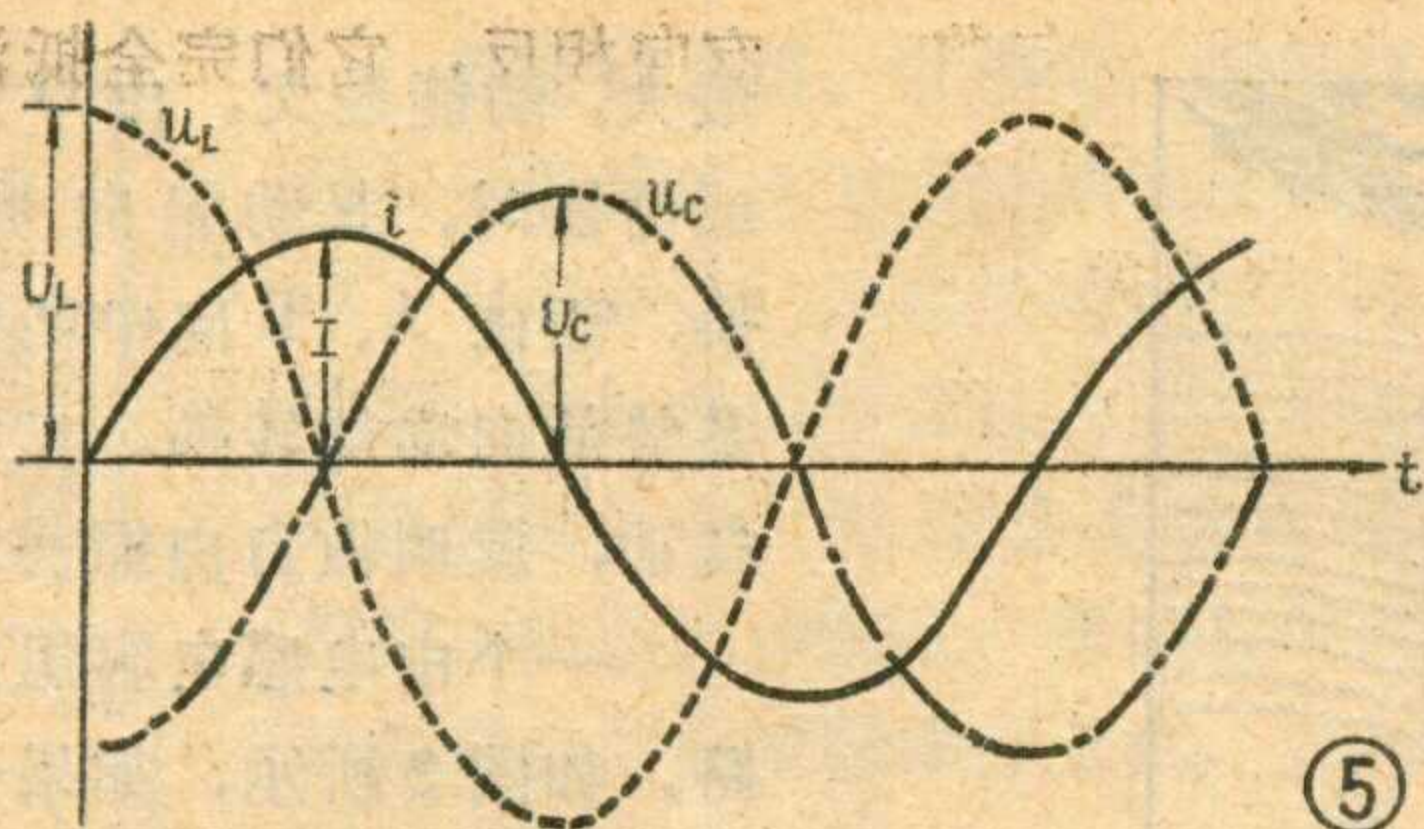
$$Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

从式中可以看出R越大，Q值越小，则谐振曲线较平坦；R比较小，Q值就较大，则谐振曲线较尖锐，如图7所示。

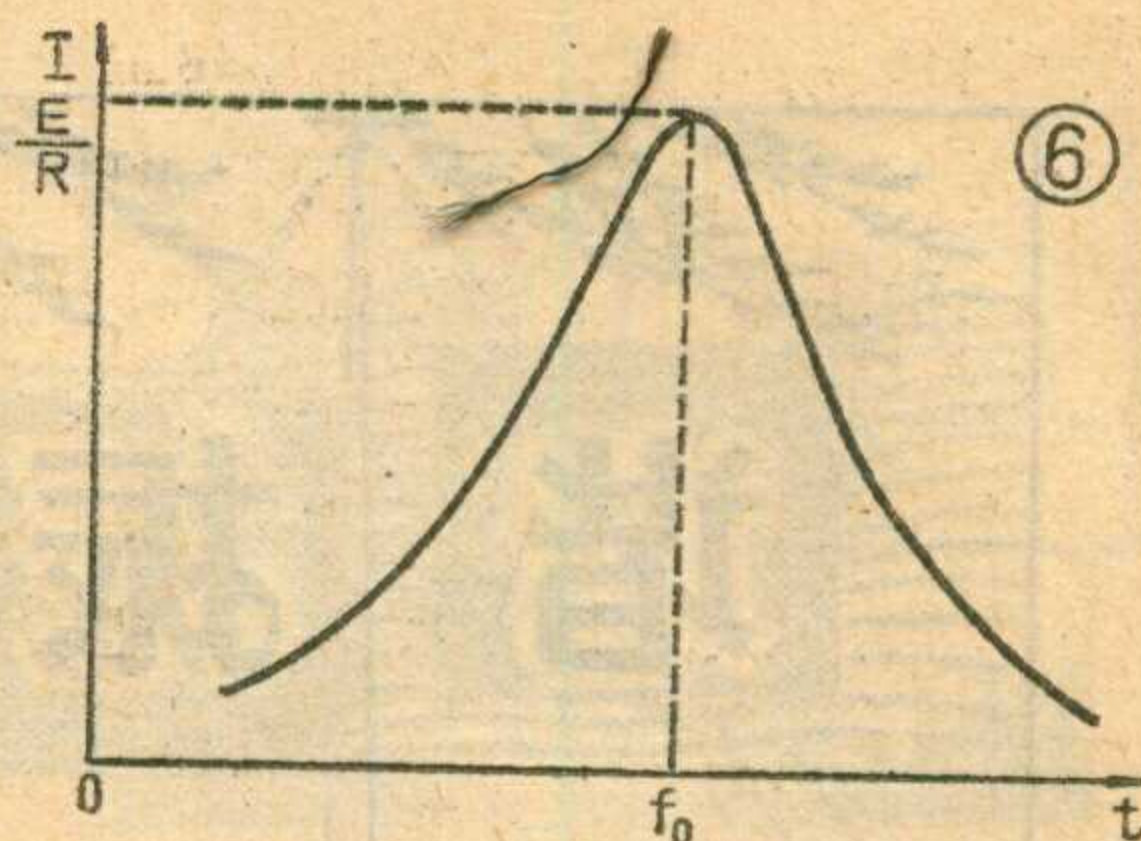
当发生谐振时，电路中电抗元件上的电压 IX_L (或 IX_C)与电阻上的电压IR(它等于电源电压)之比等于Q，这就好象把电源电压放大了Q倍。应注意的是电压放大并不意味着能量放大，因为电抗中的能量是外电源作用下逐步贮存起来的。

图8左边是大家所熟悉的收音机的输入回路。每个广播电台发出的无线电波都在天线回路中产生一个高频交变电动势。在图8右边，示出三个不同频率的电台分别在输入回路中产生频率为 f_1 、 f_2 、 f_3 的高频电动势 e_1 、 e_2 和 e_3 。比如说，我们需要收听电台1，可以改变电容c或电感L，使得 $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = f_1$ ，则根据串

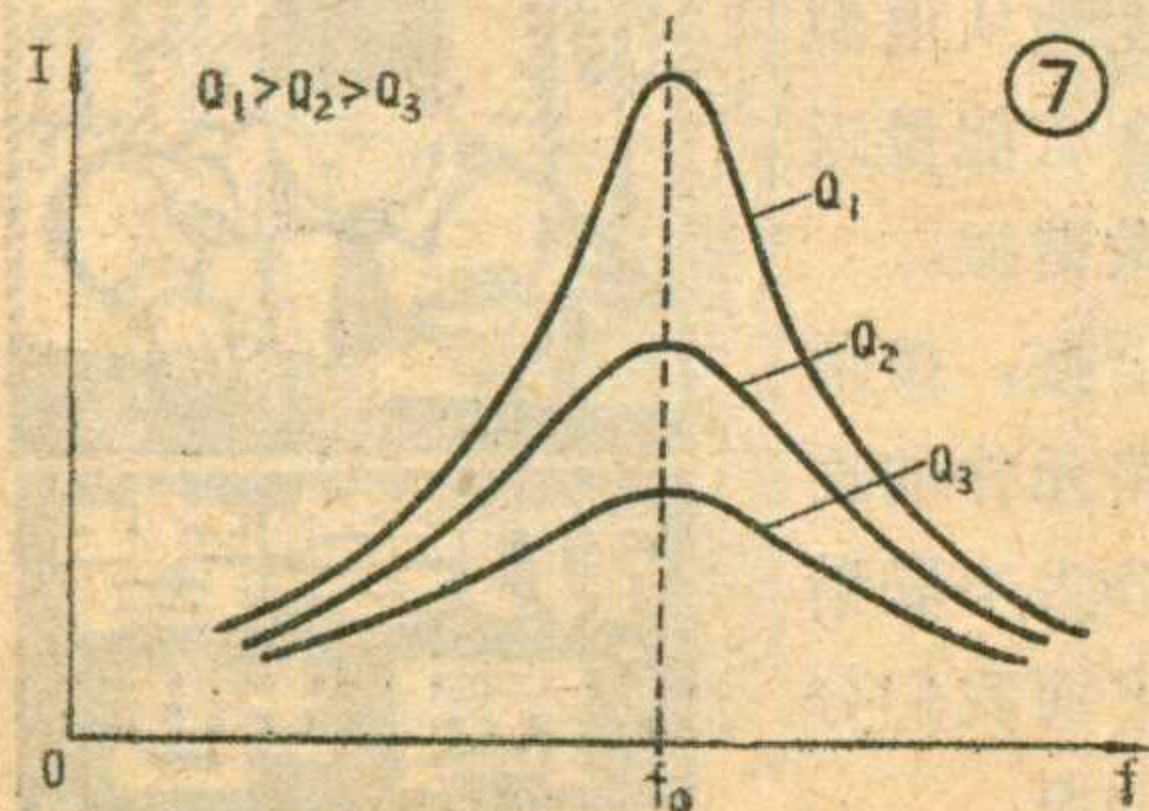
联谐振的原理，回路对频率 f_1 的阻抗为最小，这时回路中产生频率为 f_1 的电流将是最大。这个电流流过电感线圈，就会在变压器的次级线圈中感应产生一个



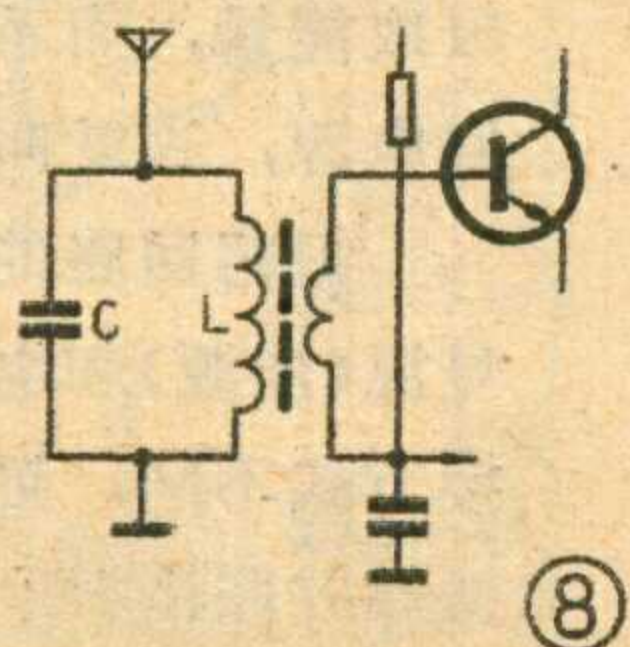
⑤



⑥



⑦



⑧

很大的电压,加到收音机输入级晶体管的基极上。与此同时对于其它频率的阻抗要比对 f_1 的阻抗大得多则 e_2 和 e_3 在回路中产生的电流很小,变压器次级线圈产生的频率为 f_2 和 f_3 的高频电压也就很小。这样,利用串联谐振的这种特性,回路就把电台1发出的无线电波挑选出来,收音机的扬声器里就能发出电台1的播音。

并联谐振

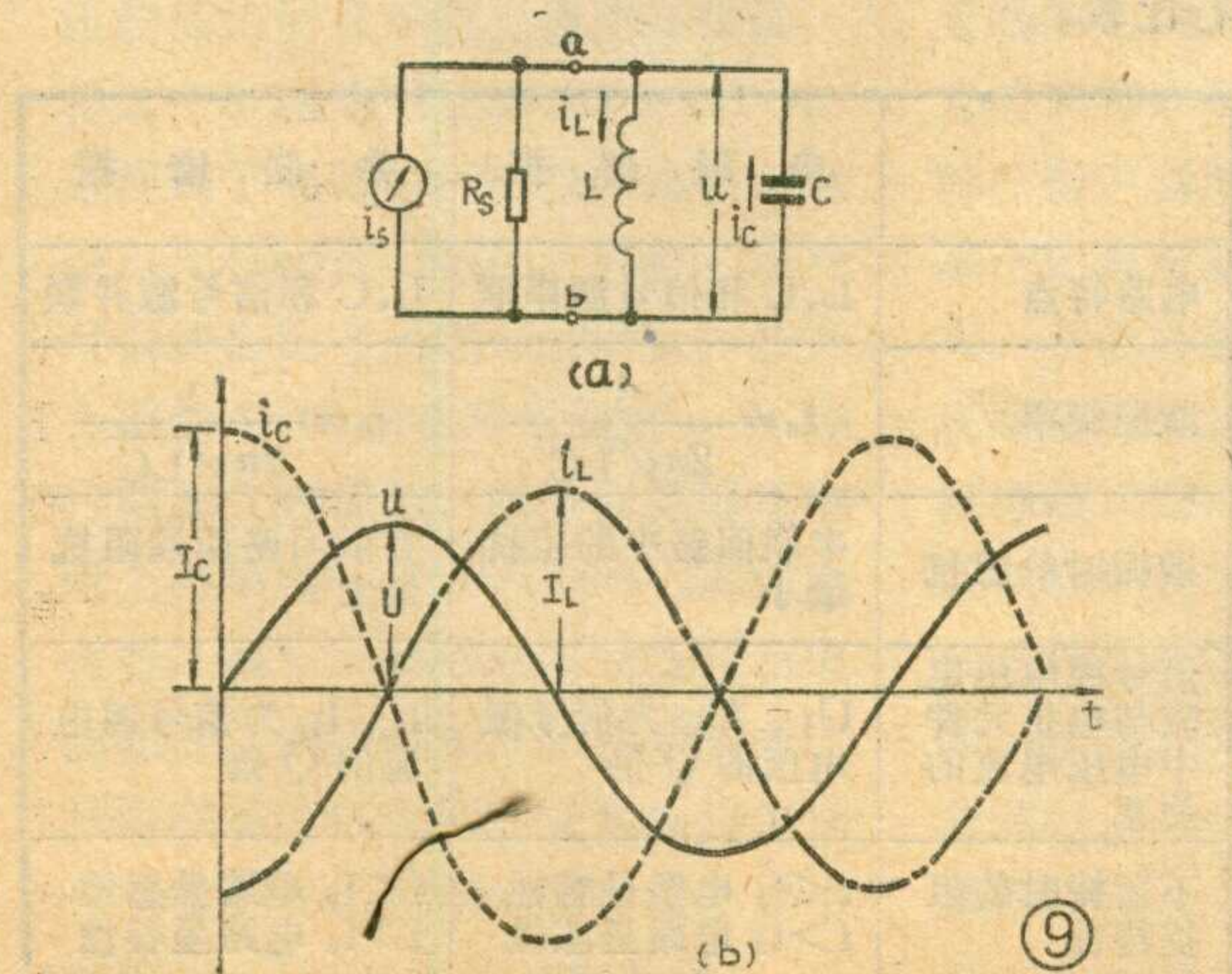
前面介绍串联谐振的电路时,我们没有特别提出信号源内阻的问题,实际上我们是认为信号源内阻近似等于零为条件的。要是考虑信号源内阻,它是和 R 串联的。设信号源内阻为 R_S ,这样,回路的品质因数就应是 $\frac{\omega L}{R_S + R}$ 。如果 R_S 相当大, Q 值就会相当小。 Q 小了谐振现象就不显著。为了解决这个问题,可以改用并联谐振回路,就是把电感、电容并联连接,再和信号源并联起来,如图9(a)所示。这里为了分析问题的方便,我们将信号源用一个恒流源 i_s 和内阻 R_S 相并联表示。所谓恒流源,就是指无论负载多大,它给出的电流是一个恒定值。此外,为了简化问题,我们先研究回路没有损耗的理想情况。

在图9(b)中,我们画出并联电路中的电流、电压的波形。这里电感 L 和电容 C 两端的电压是相同的, $u_L = u_C = u$ 。图中用实线表示电压 u 的波形。流过电感的电流 i_L 在相位上落后于电压 u 90°,流过电容 C 的电流 i_C 则超前于 u 90°。从图中我们看到,在任何时刻, i_L 和 i_C 的方向总是相反的。如果电流 i_L 是正的,由 a 端流向 b 端,那么 i_C 就是负的,由 b 端流向 a 端。由于 i_L 和 i_C 的方向恰好相反,因此,从外接电源向回路看去,它们有相互抵消的趋势。

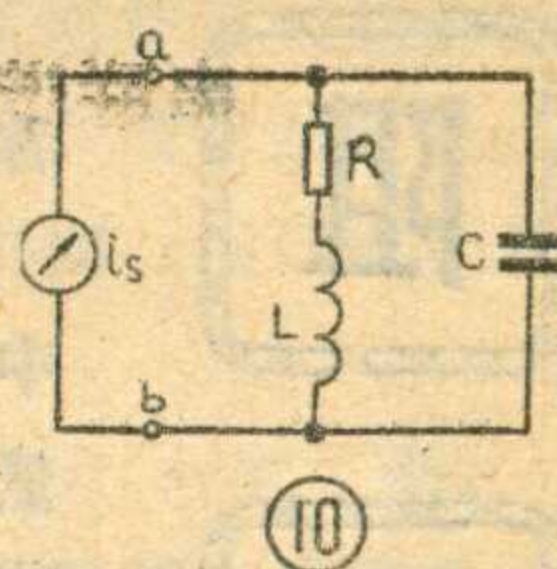
当外加电源的频率等于回路的固有振荡频率

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

时,就发生谐振。在 $f = f_0$ 时, $X_L = X_C$,因此 $I_L = \frac{U}{X_L}$ 和 $I_C = \frac{U}{X_C}$ 相等,也就是说 i_L 和 i_C 大小相等,



方向相反,它们完全抵消。实质上是电感、电容之间交换能量,信号源不向 X_L 和 X_C 提供能量,故从信号源向这两个电抗看去的阻抗为无限大。



对其他的频率,由于 X_L 和 X_C 不相等, i_L 和 i_C 不能完全抵消,这时信号源电流就有一部分要流入电感、电容,回路和信号源之间将发生能量交换。自然,回路的总阻抗将比谐振时小,频率偏离 f_0 愈多,阻抗减小也愈多。同样可画出类似于图6的谐振曲线,只不过应将纵坐标换成回路两端的总阻抗,即阻抗 Z 与频率 f 的关系曲线称为并联电路的谐振曲线。

然后我们研究回路中有损耗的情况,考虑线圈的铜损电阻 R ,可得到图10所示电路。为了简化,我们认为信号源内阻为无限大,把 R_S 视为开路。谐振时,仍然是电感和电容交换能量,信号源只提供电阻 R 所消耗的能量。由于电感支路中有电阻 R ,故谐振频率将稍有变化,当回路的 Q 值很高时,可以近似地认为谐振频率仍为 f_0 。谐振时回路两端电压达到最大值,但由于有了电阻 R 不是无限大了。经过计算, Z_{max} 其值为 $\frac{L}{CR}$ 。称作“谐振阻抗”。

对并联谐振回路, Q 值的定义仍然和串联谐振回路一样,其值也是 $Q = \frac{X_L}{R} = \frac{X_C}{R}$ 。

当电路发生并联谐振时回路两端的电压

$$U = I_s \frac{L}{CR}$$

$$I_C \approx I_L = \frac{U}{2\pi f_0 L} = \frac{I_s L / CR}{2\pi f_0 L} = Q I_s$$

可见,并联谐振时,回路中的电流是信号源电流 I_s 的 Q 倍。所以,并联振荡回路在谐振时,好象把信号源电流放大了 Q 倍。故有时称并联谐振为电流谐振,而称串联谐振为电压谐振。

顺便指出,在并联谐振回路中,恒流信号源的内阻 R_S 是与电抗元件并联的。当电阻 R_S 越大时,则流过 R_S 的电流越小,而进入回路的电流则相对地越大,即消耗的能量相对地越小,而贮存于回路中的能量相对地较大, Q 值也就越高,正好与串联谐振回路相反。

怎样使回路谐振特性显著

从前面的讨论我们看到,一个振荡回路的 Q 值越高,则当谐振时,回路电抗元件中的电流或其两端的电压比不谐振时增大得越多,即谐振特性越显著,选择信号的本领越强。所以我们要致力于提高回路 Q 值。

任何一个实际应用的振荡回路,都不免要和负载和信号源相连接。在前面讨论问题过程中,我们知道

阻

尼

称做阻尼。

在有电容和电感组成的振荡回路中，由于电容和电感彼此之间电磁能量交换而产生的振荡叫做 LC 电磁振荡。这种振荡在理想情况下，即振荡回路中没有损耗时，便产生等幅振荡（见图1a），这种现象叫做振荡回路中的自由振荡。可是由于实际回路中不可避免会有损耗存在，如电感线圈 L 中的铜阻、电容的漏电阻、介质损耗等，这些电阻统称为损耗电阻。因此，初始的电场或磁场的能量在回路中便会被损耗电阻逐渐变为热能等消耗掉。如果没有能量及时补充到振荡回路中去，振荡幅度将逐渐减小直至振幅趋于零。这种幅度递减的振荡叫做阻尼振荡（图1b）。在阻尼振荡中从初始态到停振仍需要一定的时间，如果希望缩短这段时间，使振荡较快地消失，则应设法增加它的能量消耗，这可以在回路里接进耗能元件。耗能元件可以是电阻或二极管，振荡回路中接有这种耗能元件后就可以阻碍振荡进行而很快停振，从而实现阻尼。这种耗能元件通常叫做阻尼电阻、阻尼二极管。

阻尼的应用是比较广的，除了在振荡电路中它能阻止自由振荡外，在谐振回路中加进阻尼电阻后可以减小回路 Q 值，从而增加频宽。因此在有些收音机和电视机中放电路的中频变压器上都并联上一个阻尼电阻。在电视机行输出电路中，及场偏转线圈上也都接有阻尼元件（二极管或电阻）。

对机械振动的阻碍也称阻尼。例如电表指针偏转时，由于惯性原因不能很快地停在平衡位置而出现摆动，为了克服这种摆动也装有阻尼装置。

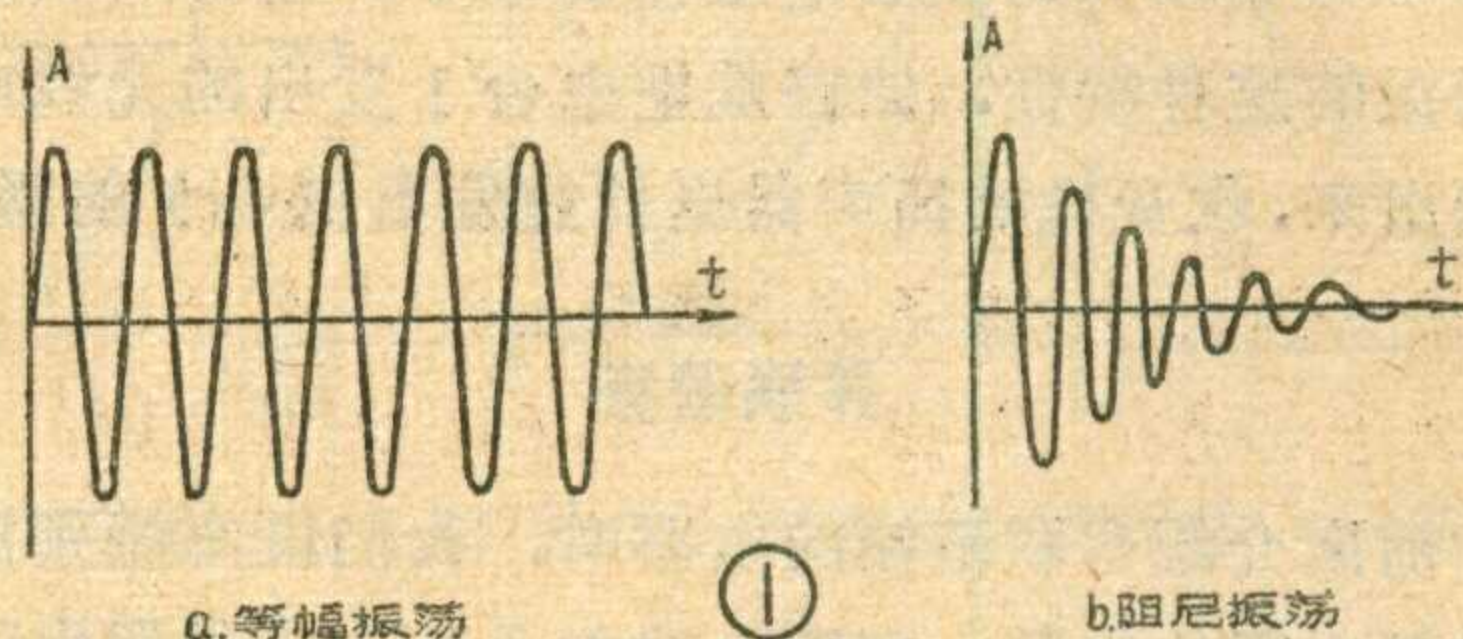
名词解释



当电阻与振荡回路的电抗元件串联时，流过它们的电流相同，电阻越小，消耗能量相对地越小，Q 值就越高。当电阻和振荡回路的电抗元件并联时，加到它们上面的电压相同，电阻越大，消耗能量相对地越小，Q 值就越高。所以当负载电阻较小时，为了获得较高的 Q 值，应将负载电阻和回路电抗元件串联；而当负载电阻较大时，应将负载电阻和回路电抗元件并联。根据同样的道理，当信号源内阻较小时，宜采用串联振荡回路，而当信号源内阻较大时，宜采用并联振荡回路。

晶体管是一个内阻大的电子器件，所以收音机中的高频放大器和中频放大器，都采用并联振荡回路作为负载，使回路能有高的 Q 值，以便使电路有较好的选择性。

另一方面，由于阻尼元件是消耗能量的，所以它肯定要降低设备的效率。例如在收音机或电视机中放电路的中频变压器中接入阻尼电阻后，其工作频带是



展宽了，但也减小了放大器的增益。所以加不加阻尼，阻尼要加多大，要根据具体情况来决定。（陆正权）

焊铝简法

我在实践中找到了用电烙铁、普通焊锡丝以及利用加工印刷线路板（玻璃纤维板）时锯下的白色粉末在铝制品上进行焊接的方法。现介绍如下：1、找75瓦以上的电烙铁一把，普通的焊锡丝一段，玻璃纤维板的粉末若干。2、把需焊接的地方刮干净，再将玻璃纤维板的粉末放一些在焊接面上（需焊接处）。3、在烙铁头上吃上较多的锡，然后用烙铁头在焊接面上用力摩擦，这时锡开始粘着在焊接面上，用烙铁头继续在焊接面上摩擦，但压力要逐渐减轻，这样在铝面上就牢固地附上一层锡，而松香和白色粉末的混合物都沉积在锡的四周，这时要趁热用布将它们擦去，否则冷却后这些混合物结成块状，清除起来较为麻烦。4、在上锡处便可按一般方法焊接了。

（俞斯作）

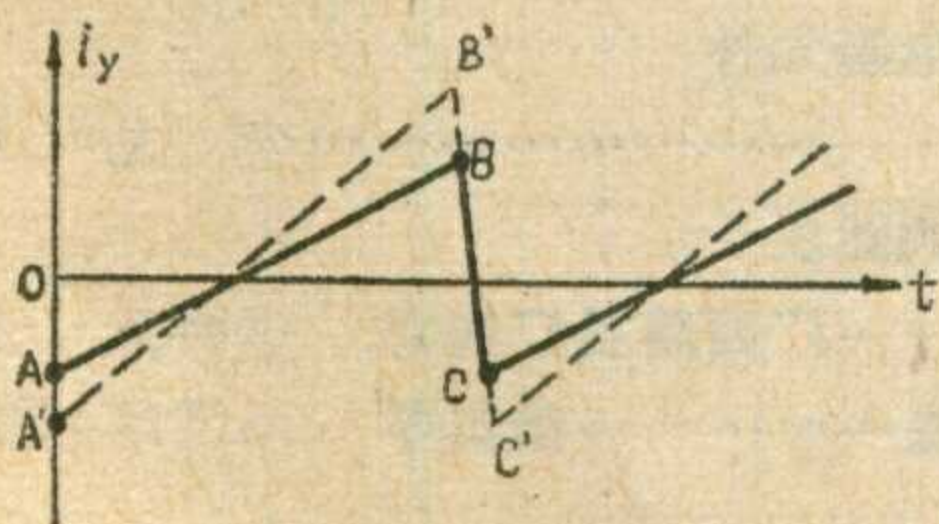
最后，我们将串联谐振和并联谐振的特点列表进行比较。

	串 联 谐 振	并 联 谐 振
电路特点	L、C 和信号源串联	L、C 和信号源并联
谐振频率	$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
谐振时的阻抗	串联回路中的阻抗最小	并联回路两端阻抗最大
信号源电压电流与电抗元件中电压电流的关系	U_L 、 U_C 为信号源电压的 Q 倍	I_C 、 I_L 为信号源电流的 Q 倍
不谐振时的阻抗特性	$f < f_0$ 电路呈容性 $f > f_0$ 电路呈感性	$f < f_0$ 电路呈感性 $f > f_0$ 电路呈容性

问与答

问：有一台类似北京牌 825 型线路的电视机，出现行幅过大，左右两边的部分图象不能在屏幕上显示出来，是什么原因？怎样解决？

答：这种现象是由于流过行偏转线圈中的锯齿形电流幅度太大造成的。理想的锯齿形电流，不但要保证扫描正程和逆程时间的准确性，而且要使锯齿电流的幅度正好满足水平光栅的宽度，如图中实线



所示。当锯齿电流幅度超过了正常值，如虚线所示，就会使电子束在同一时间内拉长了扫描的距离，使扫描光栅超过了显象管屏幕的水平尺寸，从而使图象重显率达不到规定的要求，影响了收看效果。

有的电视机本身附有调节水平幅度的辅助旋钮，可以根据需要进行调整。但在北京牌 825 型一类电视机中，没有另外加水平幅度调节装置。对这种电视机，可在行输出管 6P13 的帘栅降压电阻上，再接一个电位器来调整行锯齿电流的幅度。一般帘栅降压电阻为 18K，但有的电视机厂，为了满足在电源电压较低的情况下使光栅能够满屏，将这个电阻用得较小 (12~15K)，这样到了电网电压较高的地方，就会出现行幅过大现象。因此，用户可根据当地电网电压的情况，选择合适的 6P13 帘栅降压电阻，改善行幅太大的现象，最好在原降压电阻上再串接一个 2 瓦 10~15K 的电位器，调节电位器就可改变锯齿电流幅度，使图象重显率达到要求。只需在垂直线性调节旋钮旁边加钻一个安装孔，即可方便地装上这个电位器

(刘加仕)

问：有一台 23 厘米晶体管黑白电视机，在检修中发现行输出级工作正常，100 伏电压、9000 伏高压都正常，但是 400 伏加速电压却仅有 250~300 伏，检查 400 伏整流二极管和行输出变压器都没有问题，限流电阻阻值也未变大，不知是什么原因？

答：这是由于 400 伏电压的滤波电容容量减小造成的。在检修此类故障时，我们较多注意的是二极管击穿、电容短路、限流电阻变质等，但对于滤波电容容量减小往往容易忽视。为什么滤波电容容量减小，400 伏电压会减小呢？这是因为整流二极管后的滤波电容相当于半波整流电路的输出电容，它充有接近交流峰值的电压，一旦该电容容量减小，充电电压就会下降，从而使输出电压也减小。因此在检修中，如果发现行输出级及其它电压都正常，只有 400 伏电压不足，应注意检查滤波电容容量的不足问题。

(史殿玉)

问：用铜铁棒固定铜棒一端或固定铁棒一端去试验磁线天线是否统调，在不同的位置，或用大小形状不同的试棒去试时，其反应的灵敏度不一样，甚至输出指示有大小相反的现象，这是为什么？

答：在磁棒上靠近两端处 Q 值高，试验效果明显，靠近中间处 Q 值低，反应就不明显。有时，磁性天线的失调并不大，当性质符合需要的试棒逐渐靠近而补偿量尚不够时，扬声器输出会逐渐增大。到了某一距离正好补偿合适，输出最大。再继续靠近，由于补偿过分，反而会使输出下降。用大小不同的磁棒做试验，或在不同位置和距离做试验，都会发生欠补偿、正补偿和过补偿的现象，故会出现相反的输出指示。只有在完全统调或严重失调时，才会出现不论用什么样的试棒，或者从何种位置和距离去试验，总是输出减小或增大的现象，

而不会出现相反的指示 (如果指示表接在有 AGC 的中放管回路里，则指示增大表示失调，指示减小表示统调)。

(文尚)

问：能否把低频小功率三极管的发射极和集电极并为一个极，基极当另一个极而做为整流二极管使用？应注意哪些问题？

答：低频小功率三极管可以作同类型管功放级的电源整流二极管使用，但只应将集电极和基极接成二极管，不宜将发射极和集电极并连在一起，因为集电极和基极之间能耐受的反压比发射极和基极所能耐受的反压高得多，如果把发射极和集电极连在一起，不但不能加大整流电流，反而会把集电极与基极耐压高的性能失去，整个二极管的耐压只是发射极对基极的较低电压，很容易被击穿损坏。

将集电极和基极当做整流二极管使用后，反向电压不能超过 BV_{cbo} ，管耗不能超过 P_{cm} ，正向电流可大于 I_{cm} 。

(文尚)

问：有一部 L601 型录音机，开始录音很正常，到一盘胶卷快录完时，出现断续抹音不净的现象，这是为什么？

答：可能是录音机供带盘下面刹车盘上的一道绒阻尼圈有油或磨得太光滑，使阻尼减小，导致磁带运走时跳动，不能始终紧贴磁头。

在开始录音时，供带盘上尚有满盘或一定数量的磁带，此时依靠磁带本身的压力，还可弥补阻力的不足，所以磁带在前一半录音时，不会出现抹音不净的现象。在磁带后一半录音时，随着供带盘上磁带逐渐减少，供带盘压力逐渐减轻，其阻尼就满足不了拉紧磁带、使磁带紧贴抹音头的要求了，于是就会产生断续抹音不净的现象。解决办法是：在阻尼绒圈上涂抹些松香粉，故障即可消除。

(吴绪义)

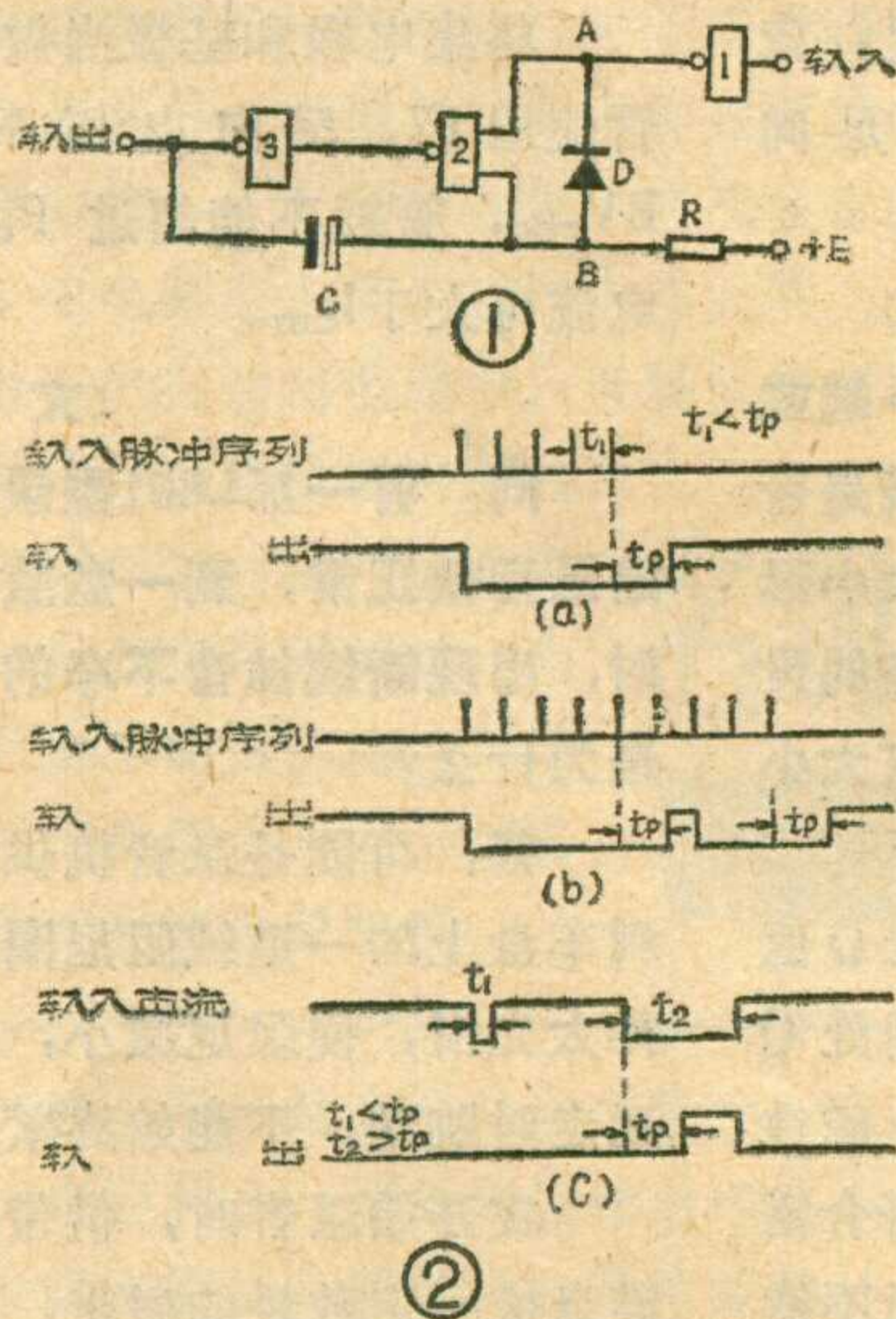
目 录

计数器的妙用.....	凌肇元 (1)
三稳态触发器.....	许国殷 (3)
可控硅直流电动机无级调速装置.....	张振玉 (6)
彩色电视信号的解码.....	张家谋 (8)
简易线圈局部短路测试器.....	杜忠仁 (12)
晶体管高频头高放管的保护.....	蔡树庚 (13)
* 农村有线广播 *	
电子管扩音机低频电感元件 的简易设计(1).....	李 龙 (14)
工作地线质量简易判断法	广西藤县广播站 李明远 (17)
OTL 电路的简易测试法.....	潘英学 冯雪晴 (18)
“适用多种电源电压的 无变压器功率输出电路”补充	邱宏元 黄国昇 浩 波 (19)
加装短波段改善收音效果.....	余启真 (21)
改进凯歌4B3型收音机的电源.....	红 蕊 (21)
国产电视机用10K、10A中频变压器简介 ——封三说明.....	上海无线电二十八厂 李晓云 (22)
* 实验室 *	
磁控电源开关.....	周振洪 (23)
无线电遥控技术的应用.....	袁永明 (24)
* 初学者园地 *	
谐振.....	魏 群 (27)
阻尼.....	陆正权 (30)
焊铝筒法.....	俞斯作 (30)
一种简单的脉冲检测电路.....	张太镒 (32)
* 电子简讯 *	(7)
* 想想看 *	(23)
* 问与答 *	(31)
封面说明: 激光通信机.....	本刊摄影
封底说明: 河北省遵化县建明公社西铺大队社员在 使用电子土壤养分测定仪对新开垦的土 地进行土壤分析.....	本刊摄影

一种简单的脉冲检测电路

图1的电路, 可用来监测脉冲序列的存在与否、检查连续脉冲序列中是否有短缺和检测直流控制电平较宽的脉动。

电路由三个TTL与非门组成一个可控制单稳态触发器, 在没有输入脉冲序列进来时, A点为高电平, B点亦为高电平, 所以门3输出高电平。输入序列脉冲后, 第一个脉冲的上跳使A点呈低电平, 门2输出高电平, 门3输出低电平(见图2a), D 通导, 电容C处于放电状态。第一个脉冲下跳时, A点呈高电平, D截止, +E通过R给电容C缓慢充电, B点电位慢慢上升, 在脉冲间隔时间(t_1)内, 只要使B点电位低于门2的开门电平, 门2输出就是高电平, 门3维持低电平输出。第二个脉冲的上跳使A点又呈低电平, 门3输出不变, D通导, 电容C经D很快放电。第二个脉冲下跳时, A点又呈高电平, D截止, +E重新给C充电, 依此循环。适当选择R与C的数值, 使电路的延迟时间 t_p 大于输入脉冲的 t_1 , 就可满足对序列脉冲的检测作用。



如果选择R、C的数值, 使 $t_1 < t_p < 2t_1$, 则当输入脉冲缺少一个时, C充电至使B点达到门2的开门电平, 门3输出立即转为高电平, 完成对连续脉冲序列短缺一个或几个脉冲的检查(见图2b)。图2c为对直流控制电平较宽的骚动检测波形图。

当输入脉冲序列完了时, 门3的输出要较输入滞后一段时间(t_p)方可复原, 这是此电路的不足, 但一般不影响监测效果。

当用 $C=1\mu f, R=20K\Omega, E=3.6V, D$ 为2AK型时, 可对工作频率2.4KHz, $50\mu s$ 宽的连续脉冲进行检测。

张太镒

编辑、出版: 人民邮电出版社
(北京东长安街27号)

印刷: 正文: 北京新华印刷厂
封面: 北京胶印厂

总发行: 北京市邮政局
订购处: 全国各地邮电局所

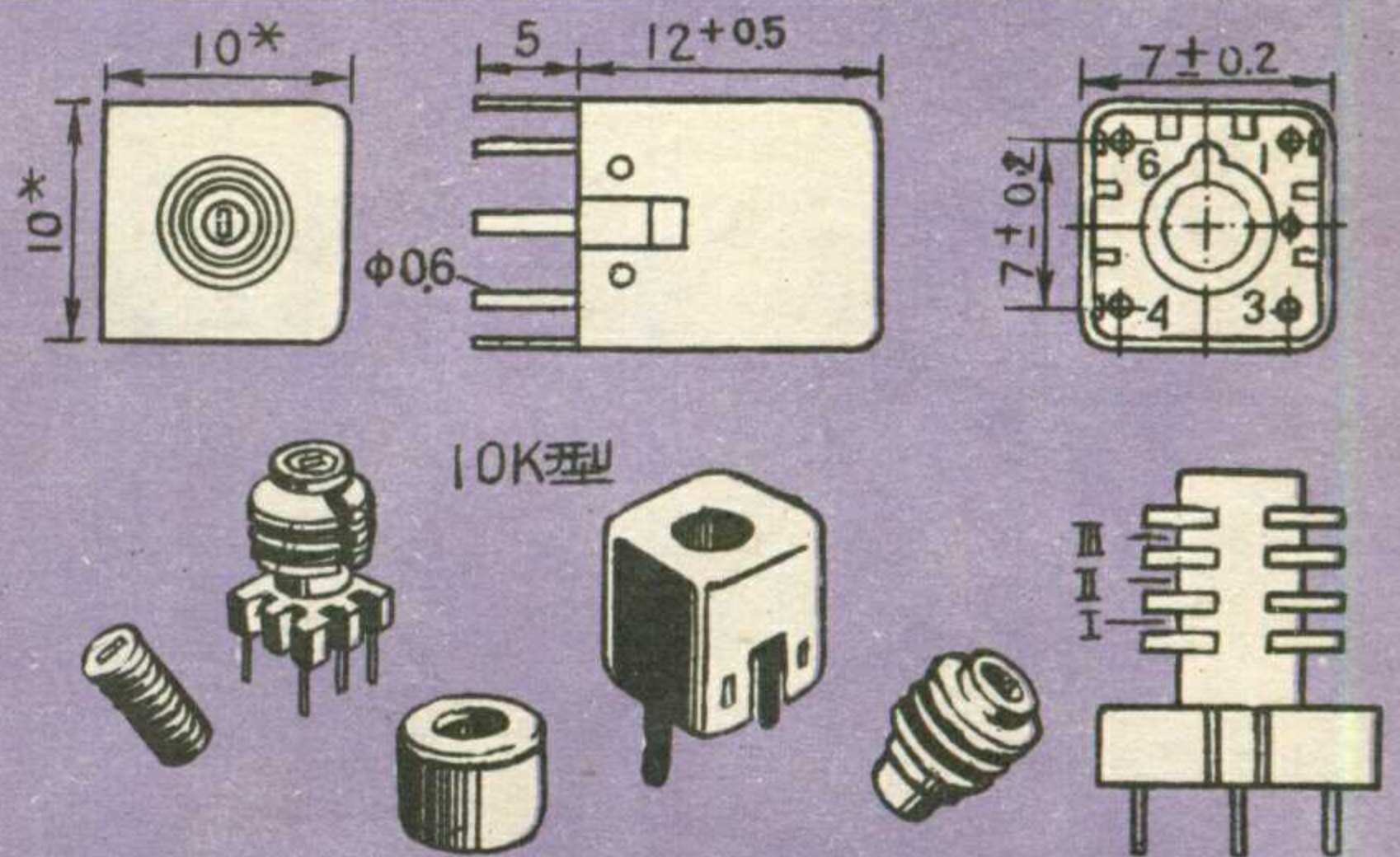
出版日期: 1978年8月25日
本刊代号: 2-75 每册定价0.17元

国产电视机用10K型和10A型中频变压器和线圈

型号	线径 (mm)	圈数及绕法									电感 L (μH) ±10%	测试 频率 MHz	接线 法
		⑥-④			③-②			②-①					
		I	II	III	I	II	III	I	II	III			
10LV335	QA φ0.15			8							1.2	7.95	图①
10LV335N	QA φ0.15			8							1.0	7.95	图①
10LV336	QA φ0.15			9							1.5	7.95	图①
10LV337	QA φ0.15			10							1.7	7.95	图①
10LV338	QA φ0.15			11							2.1	7.95	图①
10LV3310	QA φ0.15	4	5	5							2.6	7.95	图①
10LV3313	QA φ0.10	10	10	10							11.0	2.52	图①
10LV3350	QA φ0.15						1			5	0.75	25.2	图②
10LV3351	QA φ0.15						5			2	1.0	7.95	图②
10LV3352	QA φ0.15						3			5	1.2	7.95	图②
10TV315	QA φ0.15	2				5	1			4	1.45	7.95	图⑤
10TV317	QA φ0.15	3				5				2	1.0	7.95	图⑤
10TS324	QA φ0.15	3							③-① 4 4		0.95	7.95	图④
10TS325	QA φ0.10	11				9				110	5.4	7.95	图⑤
10TS326	QA φ0.10	2				6	6			6 6	8.6	7.95	图⑥

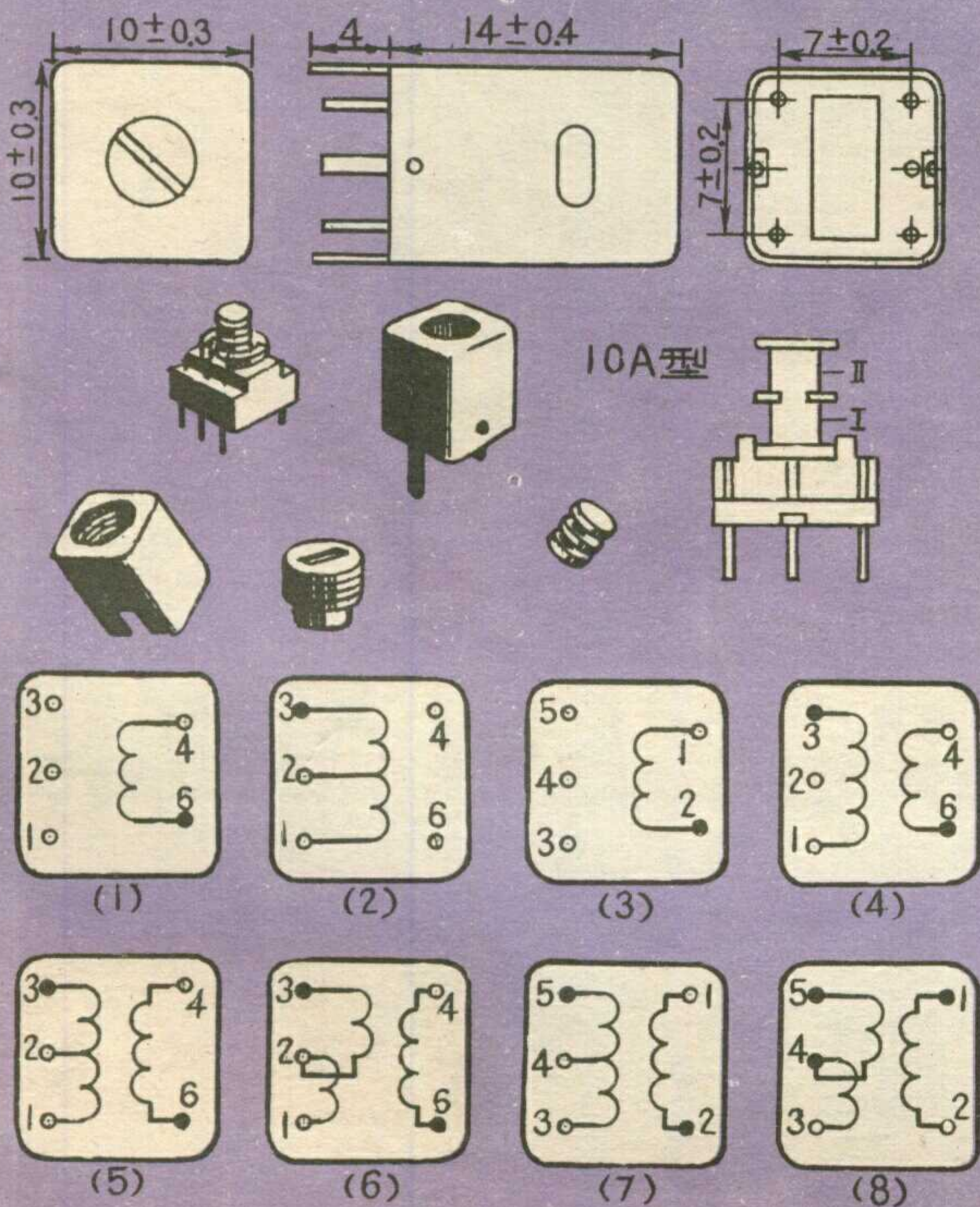
型号	线径 mm	圈数及绕法						电感 L (μH) ±10%	测试 频率 MHz	接线 法
		②-①		⑤-④		④-③				
		I	II	I	II	I	II			
10LV231	QAN φ0.08	6	7					2.7	7.95	图③
10LV233	QAN φ0.08	4	6					1.65	7.95	图③
10LV235	QAN φ0.08	13	14					11.0	2.52	图③
10TV216	QAN φ0.08	1	1	3		2	5	1.65	7.95	图⑦
10TV217	QAN φ0.08	1	1	4		2	6	2.30	7.95	图⑦
10TV218	QAN φ0.08	3	3	5	1		4	1.65	7.95	图⑦
10TS229	QAN φ0.08	1	1	7		7	13	11.0	2.52	图⑦
10TS2210	QAN φ0.08	1	1	9		5	13	11.0	2.52	图⑦
10TS2211	QAN φ0.08	4	5	9		5	13	11.0	2.52	图⑦
10TS2212	QAN φ0.08	1	1	2	7	2	7	6.0	7.95	图⑧

注: 1. 10LV335N 为无铜罩、无磁罩;
2. 10TS324 的初级无抽头。



配套组合举例

凯歌 4D7(9'') 4D8(12'')		凯歌 4D4(9'') 4D4A(9'') 飞跃 9DS4(9'')		飞跃 9D3(9'')		飞跃 12D1(12'')	
型号	数量	型号	数量	型号	数量	型号	数量
10LV336	4	10LV231	2~3	10LV335N	3	10LV335N	3
10LV338	1	10LV233	2	10LV335	1	10LV335	4
10LV3310	1	10LV235	1	10LV337	1	10LV3352	1
10LV3313	1	10TV216	1	10LV3351	1	10LV235	1
10LV3350	1	10TV217	1	10LV235	1	10TS229	1
10TV315	2	10TV218	1	10TV317	2	10TS2211	1
10TS324	2	10TS229	1	10TS229	1	10TS2212	1
10TS325	1	10TS2210	1	10TS2211	1		
10TS326	1	10TS2211	1	10TS2212	1		
		10TS2212	1				





无线电