

无线电

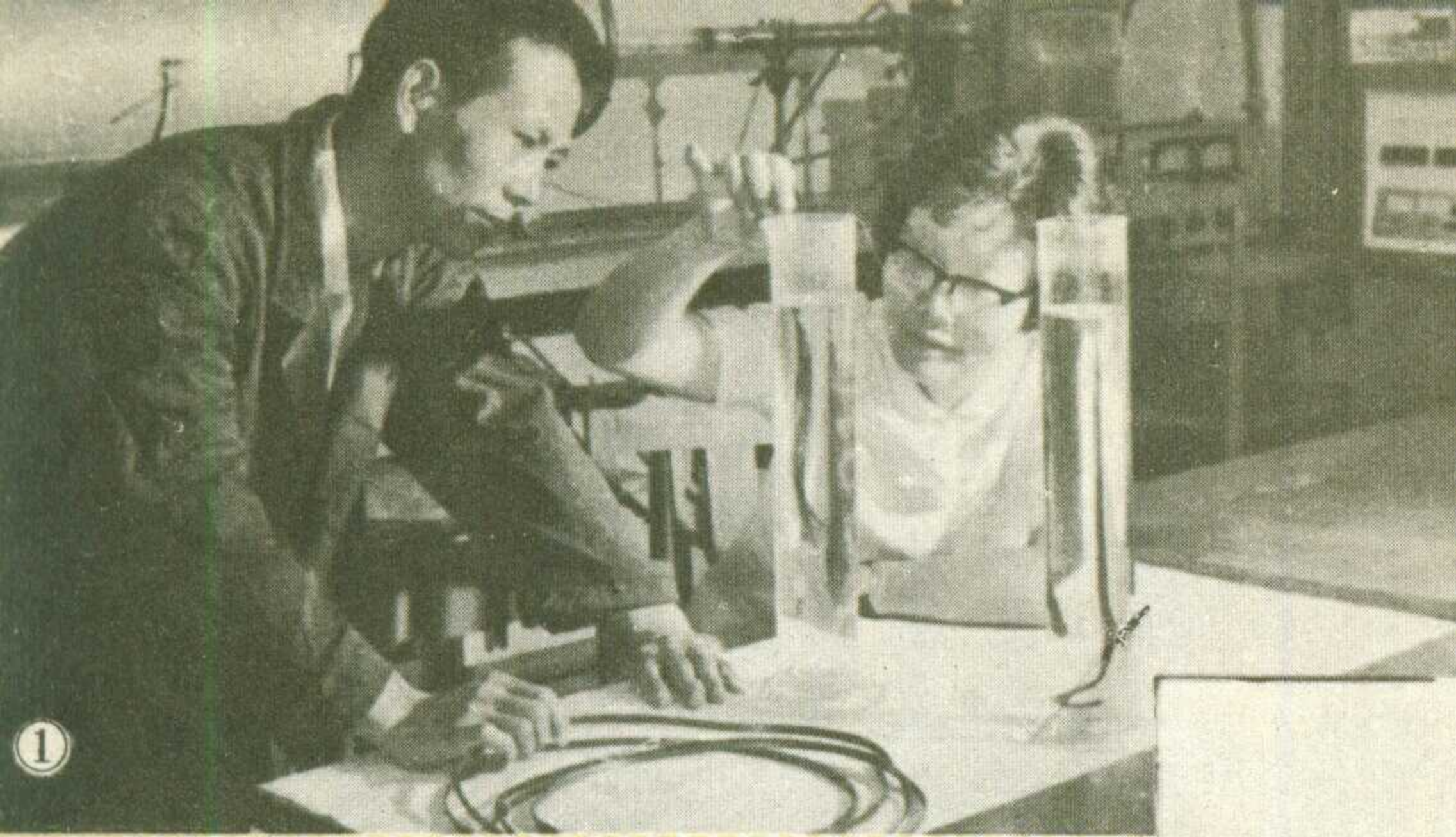
10

1978

舟

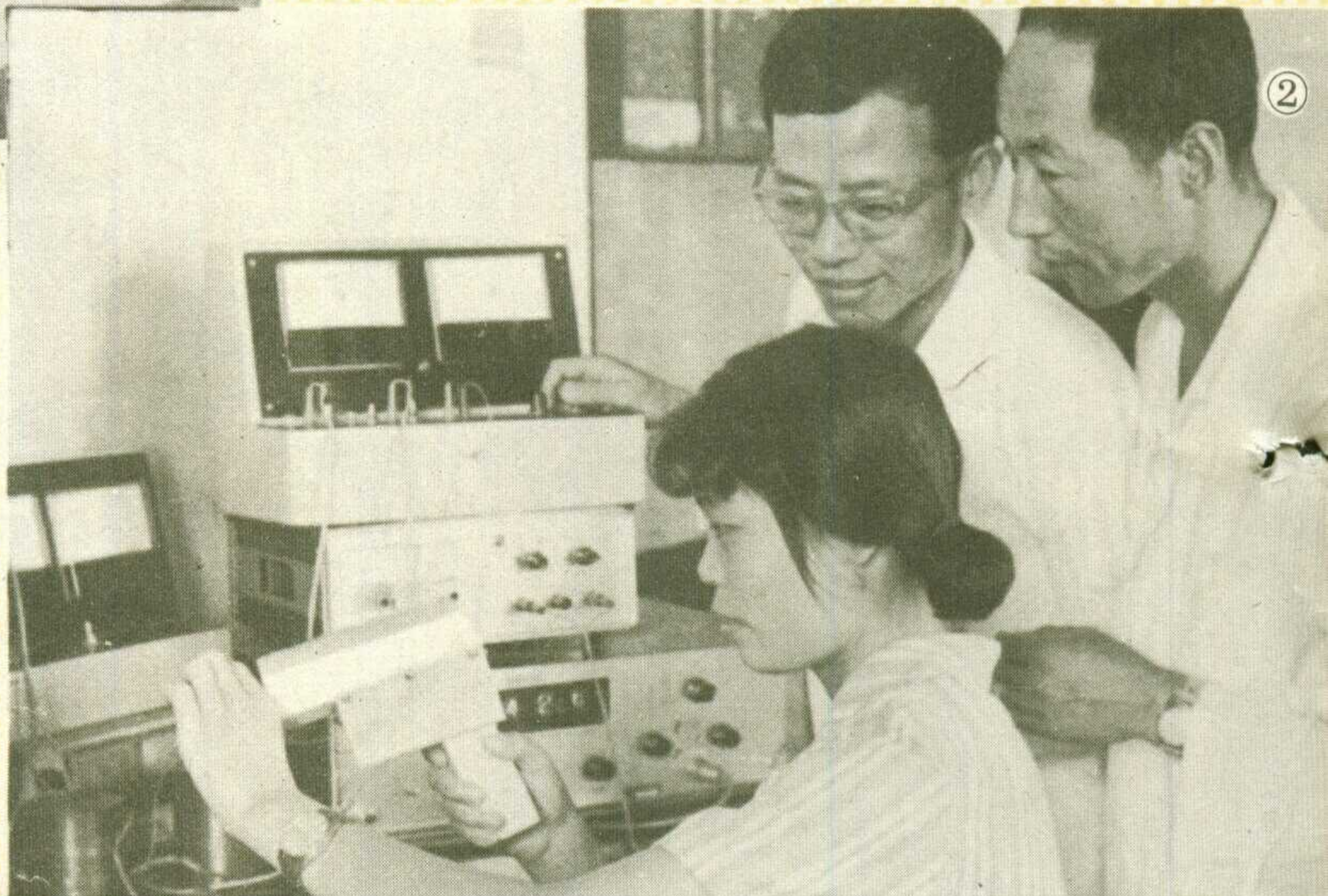


W U X I A N D I A N



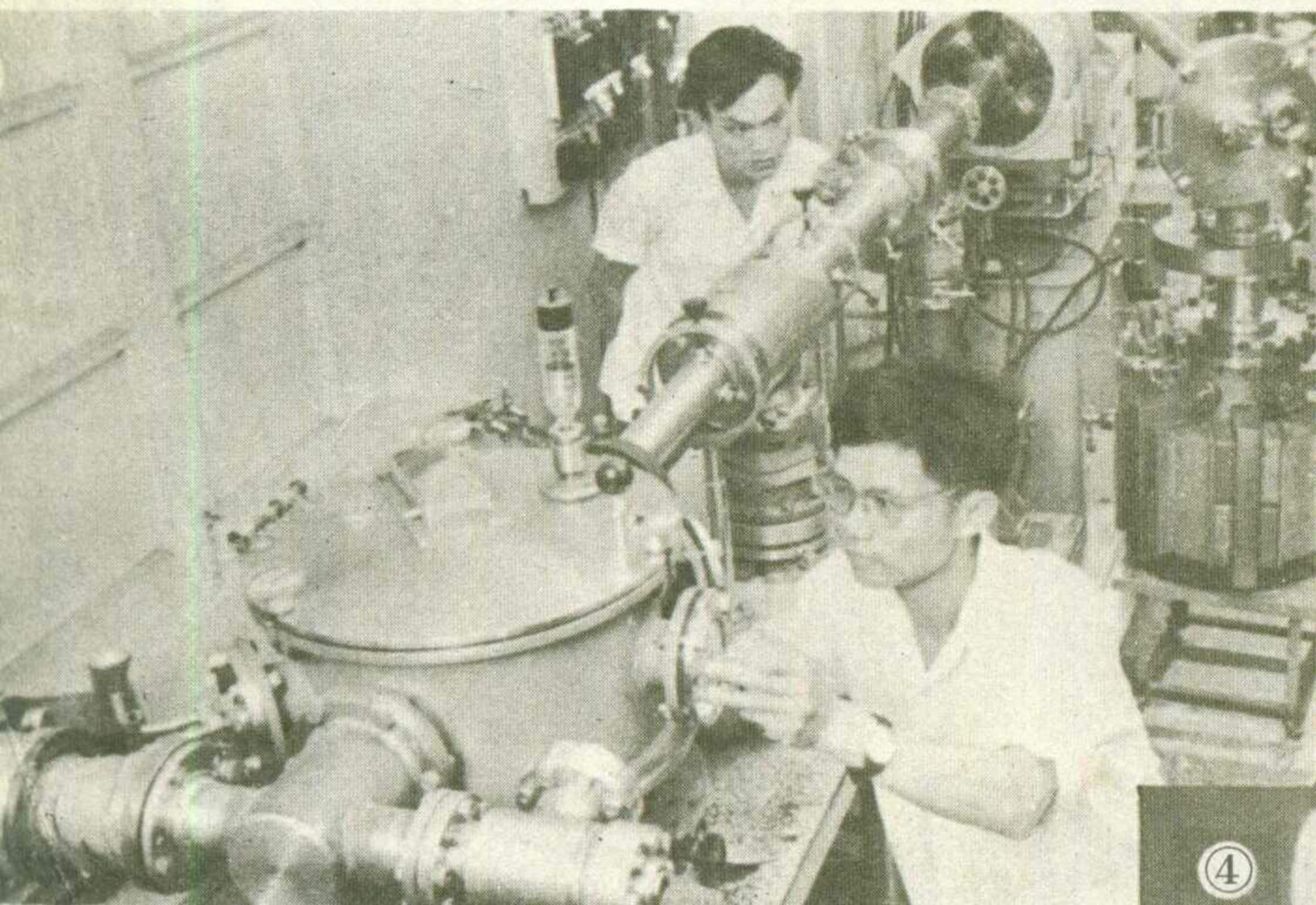
1. 超导电缆。这种在我国首次研制成功的超导电缆，在摄氏零下二百六十多度的极低温条件下电阻等于零，可作为制造基本粒子加速器和超导电机的材料。

2. 最近，科研人员研制成功一种砷化镓—镓铝砷双异质结高亮度发光二极管。把发光二极管和光导纤维配合起来，就形成光通信的光源。这种发光二极管的研制成功，为发展我国的光通信技术创造了有利条件。



科 研 战 线 新 捷 报

上 海 冶 金 研 究 所 科 研 结 硕 果



3. 科研人员利用离子注入机，探索到一种用背散射测试进行半导体表面分析的新工艺，这对进一步提高半导体器件的质量有重要意义。

4. 科研人员、工人和干部苦战半年，研制成功两种大规模集成电路，为尽快赶上国际先进水平作出了新贡献。这是科研人员在净化室的扩散炉旁进行大规模集成电路的热扩散处理。



(新华社供稿)

李启虎

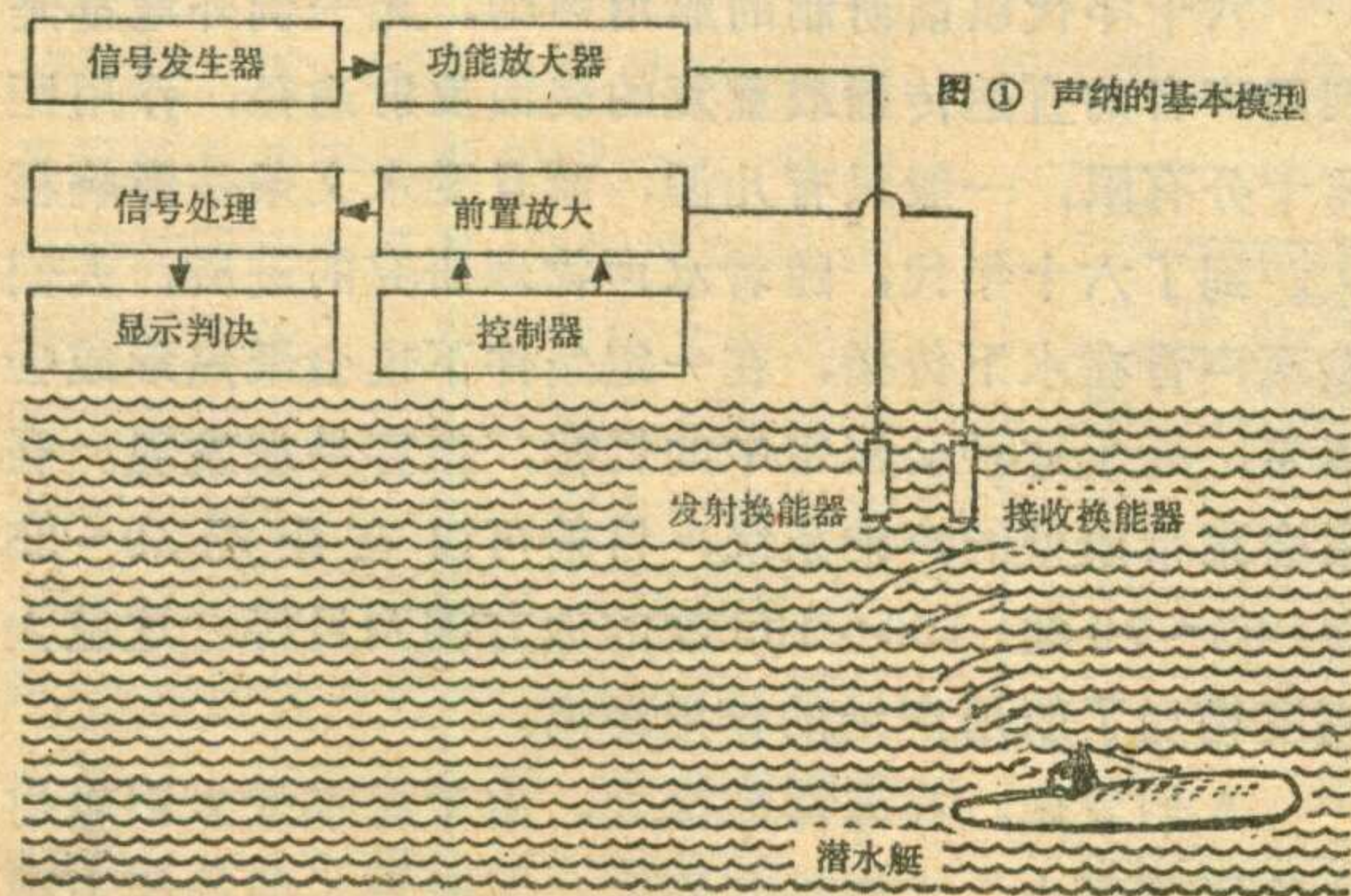
声纳(Sonar)一词是第二次世界大战期间起用的,它是由“声音”、“导航”和“测距”三个英文单词的字头组成的。声纳相当于水下雷达,不过它不是利用电磁波而是利用水下声波来判断海洋中物体的存在、位置及类型,或进行水下通信。

一、声纳的构成

人们自然要问,为什么不用电磁波而要用声波来作水下探测的工具呢?这是因为海水是电的良导体,电能在海水中能很快地以热的形式耗散掉,所以在同样的频率下,电磁波的衰减比声波要快得多,传播距离也短得多。因此几十年来尽管很多国家都在研究非声学的水下探测方法(如磁探测、红外线探测),但就目前来讲,声波仍是水下探测和通信的主要手段。

二次世界大战后,随着水声物理学和无线电技术的飞速发展,声纳技术进步很快,声纳的种类越来越多,功能越来越完善。图1是一个基本的声纳系统方框图,它有两种工作方式。一种叫主动声纳,电信号经功率放大后由放在水下的发射换能器将电能转换成声能发射出去,当它碰到一个目标时就会产生反射信号(或称回声),反射信号被接收换能器接收并转换成电信号,由接收机进行处理,提取所需的信息并显示出来。另一种叫被动声纳,目标被发现是由于目标本身所辐射出的噪声,例如舰艇螺旋桨的噪声。

水下电声换能器是声纳系统的关键器件之一,它把电能转换成水中声能,或是反过来把水下声能转换成电能,其功能与雷达天线相似,要求一定的方向性与灵敏度。电声换能器常用的有动圈式、静电式、磁致伸缩式、压电式等类型。为了提高效率往往把很多换能器在水下排成某种特定的阵式,这种技术称为布



阵,它是声纳理论中的一个重要课题。

二、反潜战争的哨兵

声纳技术初显身手是在军事上,在这一方面声纳的应用是极为广泛的。

扫雷舰上的探雷器是一种主动声纳。在扫雷过程中,扫雷器在水下不断用声波扫描,当声波碰到水雷时就产生反射,由探雷器检测出来并测定其位置(见图2)。目前,国外探测沉底雷的作用距离大约为300~500公尺。

声制导鱼雷是一种装了被动声纳的攻击型武器。一般在鱼雷的头部装有接收换能器,这些换能器沿鱼雷头布成一个阵,鱼雷内部装有一部小型的信号接收机。当携有鱼雷的舰艇发现敌方目标时,就发射鱼雷,这时装在鱼雷上的被动声纳开始工作,它根据敌方目标噪声传来的方向,不断自动调节本身的航向,跟踪并击中目标(参看图4)。

声纳技术在第二次世界大战后获得迅速发展,是出于反潜战争的需要。潜水艇具有良好的潜航性能,它能潜入水下几十至几百米,潜伏几昼夜,对海上船只进行神出鬼没的攻击,因此曾一度震慑海上。二次大战期间德国法西斯就曾利用潜艇在公海上对各国的商船、邮船进行惨绝人寰的袭击。而目前发展的核动力潜艇在水下能潜伏几个月,潜航能力可绕地球几圈,所能造成的威胁更大。面对这种状况,世界各国都加紧研究对策。这也就加速了声纳技术的发展。

声纳也可按其使用范围分为岸用声纳、船用声纳和飞机用声纳三类。岸用声纳是在水下布设固定的接收器和发射器,如同水下哨兵。许多这样的声纳就构成了水下固定的反潜预警网,换能器所接收到的信号



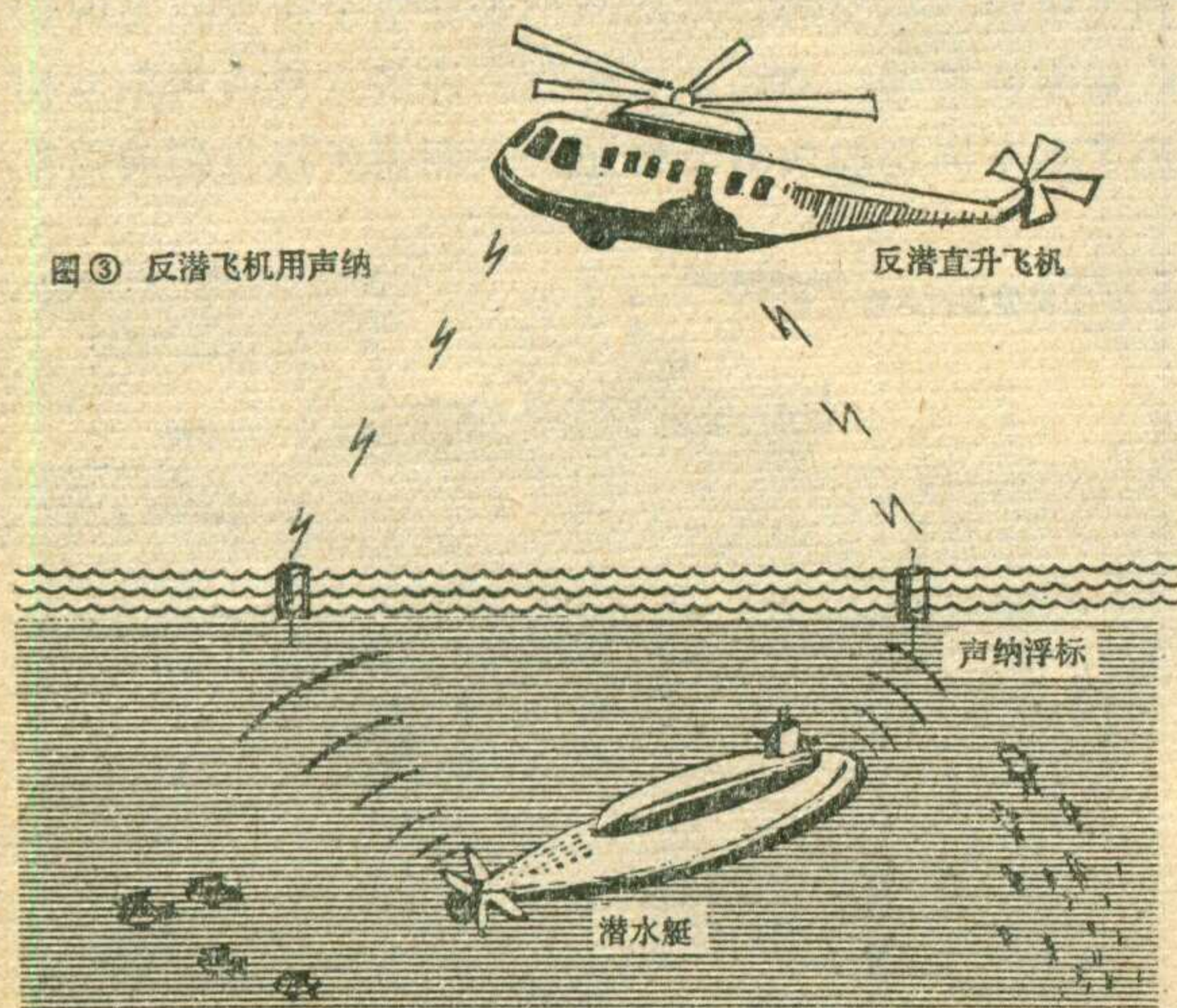
通过海底电缆送到岸上的数据处理中心。一旦敌方潜艇接近，预警网就会迅速发出警报。例如美国的恺撒—索苏斯系统是一种设在美国东西海岸的被动式防潜预警系统，1952年建成，目前已发展到第五代，其有效作用距离大约为80浬（1浬=1.85公里）。船用声纳一般装在船体的下面或者镶嵌在船体上，也有拖曳于船尾的。其用途为探测目标、通讯、识别和射击指挥。飞机上用的声纳有吊放式、拖曳式和无线电声纳浮标几种类型。由于飞机的机动性很大，所以，以军舰或陆地为基地的反潜直升飞机应用很广。图3是反潜直升飞机利用无线电声纳浮标探测潜艇的示意图。直升飞机在它搜索的海区投放若干个浮标，浮标上的换能器立即开始接收水下的各种噪声，并用这些噪声调制高频信号后发射出去。飞机上收到信号后，由小型计算机根据多个浮标所发的信号进行分析判断、确定水下是否有目标及其准确位置。一般浮标的头部装有染料，入水后在水面形成鲜明的色彩，便于飞机上的工作人员观测。美国研制的P—3C反潜飞机最多能携带87个声纳浮标，工作时由计算机控制能同时监视31个声纳浮标。岸用、船用、飞机用三类声纳组成了水下——水面——空中的立体防御系统，由此可见声纳在现代海战中的地位是何等重要。

三、开发海洋的助手

浩瀚无垠的海洋象是一只巨大的聚宝盆。随着科学技术的发展，人们日益重视对海洋资源的探索、研究和开发，许多国家都投入了巨额资金。在这场向海洋进军的战斗中，声纳也是人们的得力助手之一。

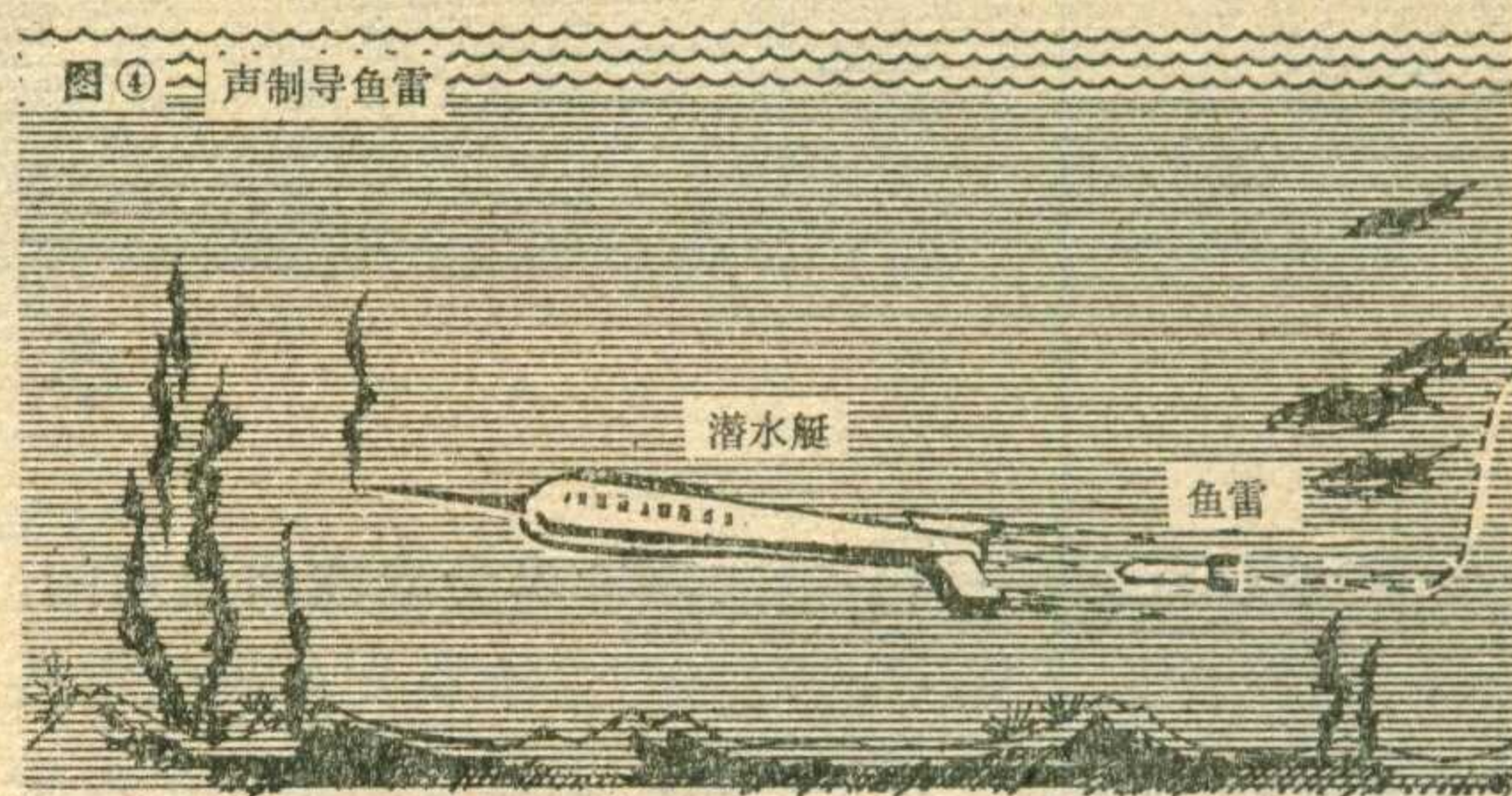
渔业上用的渔探仪就是一种主动声纳，用它探测鱼群可以大大提高劳动生产率，有的渔探仪还带有彩色显示系统，可以帮助渔民在不同的深度捕获鱼群。

开发海底资源及航海都需要了解海底地貌情况，尤其是沿海大陆架的详细地貌材料，而这项任务的完



图③ 反潜飞机用声纳

反潜直升飞机



图④ 声制导鱼雷

成，同样要借助于声纳仪器。最初的地貌仪实际上是一种近程侧扫声纳，作用距离约为1000米，最大水深为200米左右。六十年代之后，侧扫声纳发展很快，现在已能用于深海，最大斜距可达20公里左右。另外，人们利用回声探测仪已经准确地测知海洋最深处的太平洋马里亚纳海沟的最大深度为11022米。

利用声纳回声定位原理设计制造的声学波浪仪、声学验潮仪、声速计、声学海流计等，在海洋水文物理学研究方面应用极为广泛。

有些国家在港口和主要航道上布设应答声纳，大型的油轮和商船装上了导航声纳就可以和应答声纳进行联络，由后者给船只导航，保证巨轮安全进出港口和靠离码头。

此外，海底石油和天然气的开发也要利用声纳。在水下钻探石油，如果油井暂时不开采，就要将油井在水下封好。这时可以安放一个小型声纳，称为释放器，这样，当下一次再来寻找这口井时，只要在水面发一个声信号，释放器收到此信号后就会自动弹起，指示出油井的精确位置。还有一种遥控声纳可布放在钻井、油泵附近，以防止破坏和海上掠夺。

四、任重道远

声纳技术的理论基础是水声物理学、信号处理理论、换能器及换能器材料的理论等。要想使声纳技术为人类作出更大贡献，就必须开展深入的理论研究。在这方面，人们已作了不少工作，取得了一些成绩，也还有许多重大课题尚待解决。

六十年代以前研制的船用声纳，无一例外地都是利用声音的直达传播或重复的表面反射途径，作用距离十分有限，一般只有几浬，而且受水文条件影响极大。到了六十年代，随着水声物理研究的进展，人们发现声音在水下传播，在一定条件下也会聚焦形成会聚带，处于这种会聚带中的目标，很容易被发现。利用会聚带模型的声纳系统，目前可以在距船30~35浬、65~70浬、100~105浬的地方测到目标，这就大幅度增加了船用声纳的作用距离。

人们发现，在海洋的深处，由于海水受太阳辐射热的影响很小，水温终年不变，同时海水的静压力随

着深度的增加越来越大，声速也随之而增加，于是在海洋深处会出现一个稳定的深海声道。把声源放在声道轴上，声音转播的损失非常小，几公斤的炸药在声道轴上爆炸，可在数千海里接收到爆炸波。利用这一点可协助飞机或潜艇发出失事报告。舰艇或飞机失事时，自动弹出一个约一公斤重的信号弹，信号弹沉到深海声道轴处自动爆炸，这样沿岸的预警声纳系统就可以记录下爆炸信号并计算出大体正确的出事地点。

日新月异地发展着的无线电技术也不断地改变声纳的面貌。二次大战期间，主动声纳发射和接收的都是一个窄波束，这种被人们称为“探照灯式声纳”对目标的搜索率极低。到了二次大战末，由于应用了电子扫描技术就出现了扫描声纳，它可以连续提供 360° 范围内的距离和方位信息。六十年代后，声纳技术又开始利用电子计算机技术，发展了数字多波束声纳，这种声纳在用被动方式工作时也可以实现 360° 的全景观察。目前，国外正在积极研究将自适应信号处理技术应用到声纳中去。这样的声纳本身就是一部专用电子计算机，它可以根据环境噪声的变化自动调整自身系统，以便最大限度地抑制干扰和最有效地检测信号。

随着对信号检测理论的深入研究，出现了多种信号形式的主动声纳，它们的分辨能力和作用距离都有大幅度提高。例如在水下有些信号（如短脉冲信号）会产生很大的干扰背景，影响信号的检测，而随机信

号产生的干扰背景却“干净”一点，因此人们就创造了一种编码信号，它的频谱很接近于随机信号，叫作伪随机信号。主动声纳如果发射这种伪随机信号，再利用脉冲压缩技术就可以提高检测能力。

水声学中一个颇有希望的新分支是非线性声学。非线性声学是用来描述大振幅波的声学理论。大振幅波在介质中传播时，声速不仅与介质本身的特性有关，而且随声压的增加而变大。两个高频、大振幅波由于相互间的非线性作用，可以产生一个频率较低的差频波。这个差频波具有频率低、指向性高、换能器尺寸小等优点。利用非线性声波相互作用原理制成的声纳系统换能器尺寸小，抗干扰能力强，分辨力强，为提高水下探测能力开辟了一条新的途径。目前，非线性声学刚刚进入实用阶段，例如七十年代初问世的参量阵测深仪，还是非线性声学应用的头一个产物。它具有强大的生命力但也还存在许多问题，尤其是它的转换效率很低，妨碍了它的广泛应用。要想使非线性声学技术日臻完善，还要作大量的工作。

目前，苏修美帝正在争霸全球，海洋是他们争夺的重点场所之一。我们伟大的祖国海岸线长、岛屿多、海洋资源丰富。声纳是我们保卫祖国的重要军事电子设备，也是我们开发海洋资源、建设祖国的有用工具。我们一定要尽快发展我国的声纳技术，努力赶上世界先进水平。

一种简易实用的步进电机

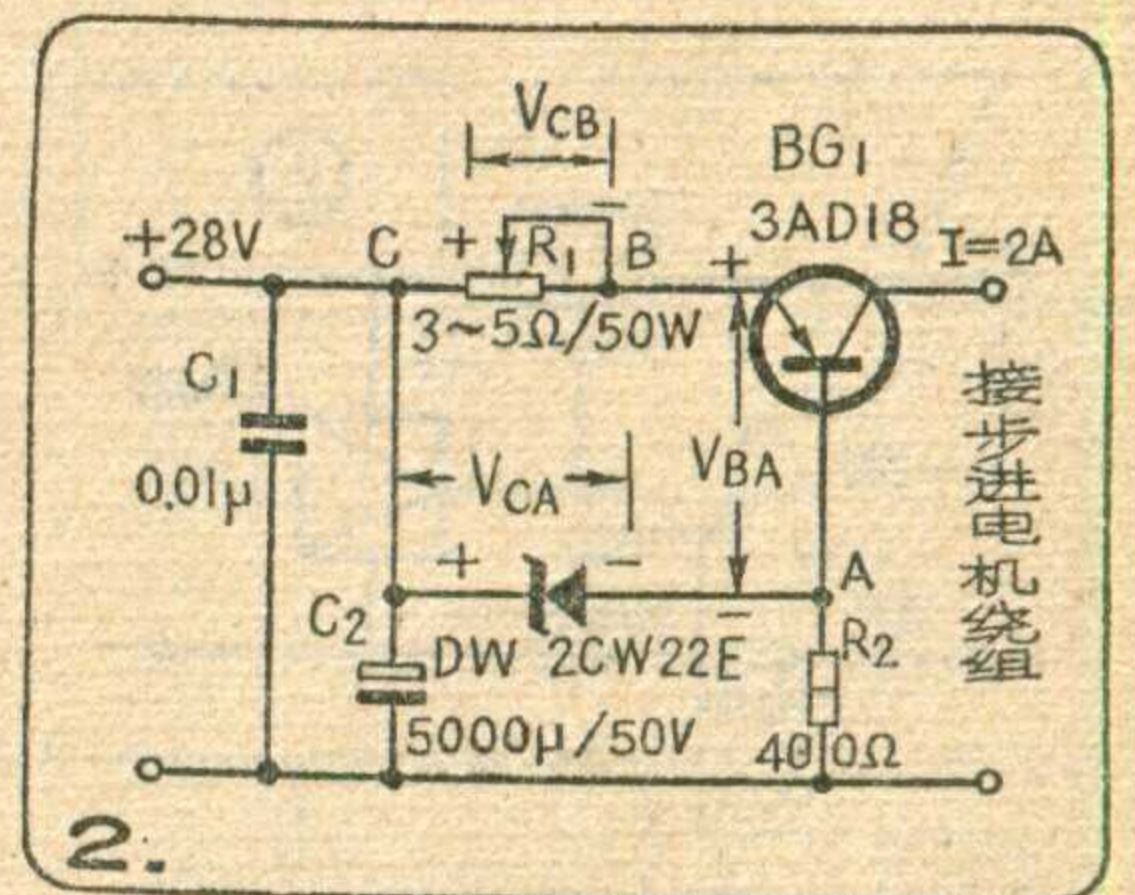
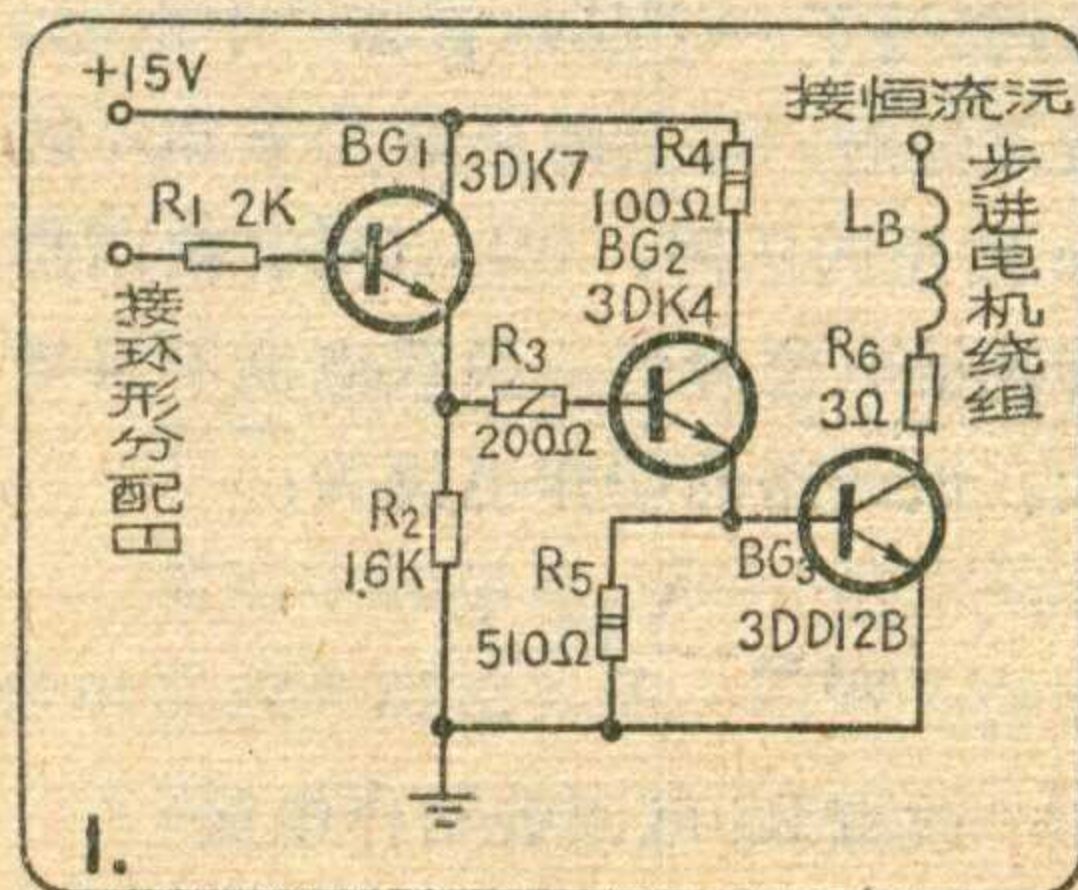
驱动电路

我们采用一种恒流电源供电的步进电机驱动电路，对北京微电机厂生产的 SB4—4B—1000 型和 70BFP—4.5A 型电机进行了试验，实践表明对改善输出力矩—频率特性效果良好，性能稳定可靠。

实际应用的驱动电路如图 1 所示。图中 BG₁、BG₂ 为射极跟随器前置放大级，BG₃ 为驱动级采用高反压大功率硅管 3DD12B。驱动级通过限流电阻 R₆ 与步进电机的线圈相连接。驱动级由图 2 所示的恒流源供电。图 2 中 BG₁ 为电流调整管，选用 3AD18。输出恒定电流的大小可通过调整 R₁ 的阻值达到，R₂ 是稳压管 DW 的限流电阻，同时也是 BG₁ 的基极电阻。电流调整管的基极与发射极之间的电压 V_{BA} 为

稳压管 DW 两端的电压降 V_{CA} 与发射极电阻 R₁ 两端的压降 V_{CB} 之差，即： $V_{BA} = V_{CA} - V_{CB}$ 。由于稳压管两端的电压 V_{CA} 可视为固定不变的，所以电压 V_{BA} 的大小取决于 V_{CB} 值。当步进电机由于工作频率的降低致使负载电流 I₀ 增大时，此时流经电阻 R₁ 的电流也随之增大，这时 R₁ 两端的电压降

V_{CB} 也就增大，所以 V_{BA} 值减小，从而导致调整管的输出电流减小。反之，当步进电机的工作频率增高致使负载电流 I₀ 减小时，此时流经 R₁ 的电流值也减小，使 V_{CB} 减小，V_{BA} 值增大，输出电流增大。由于电路的自动调节作用，保持了输出电流值 I₀ 恒定。



对于 SB4—4B—1000 型四相步进电机，每台电机需用四组驱动电路和一个恒流源。这种驱动电路比常用的高低压驱动电路简单。

(马立仁)

串联型晶体管稳压电源 的过流保护

屠衡 论

串联型晶体管稳压电源，是一种被普遍采用的直流稳压电源。这种电源的调整管和负载是串联的，所以随着负载电流的增加，调整管的电流也增加。如果没有保护措施，使用中稍一过载，便会造成调整管的损坏。若借用普通的保险丝作过流保护，事实上并不保险，因为保险丝的熔断时间较长，往往会在保险丝还没来得及熔断时，调整管已烧坏。一般必须采用快速熔断器，每保护一次，就需更换新的快速熔断器。下面介绍一些采用电子线路的过流保护措施，这样，就可以反复使用，而不需更换任何东西。

图1是串联型晶体管稳压电源主要部分的方框简图。其中调整管部分，可以是一个晶体管，也可以

是复合管，也可以是多个晶体管并联后再复合，管型可以是PNP型，也可以是NPN型；取样、比较放大器部分，可以是单管放大器，也可以是差分放大器，或者是集成运算放大器等等。这些部分在实际应用中千变万化。为了突出重点，在下面的介绍中，除对过流保护部分绘出具体线路外，对上述这些部分只画出方框。

图2是一个过流保护线路。在稳压电源正常工作的情况下，BG₁的基极电位低于发射极电位，BG₁处于截止状态。当负载电流增大到使R₀上的压降大于BG₁的be结正向压降和二极管D的正向压降之和时，BG₁投入工作，使调整管的基极电位降低，从而限制了输出电流，使调整管处于保护状态，免受过流损坏。

过流保护线路的动作电流（即稳压电源的最大输出电流）由下式给出：

$$I_{0M} = \frac{V_{be1} + V_D}{R_0}$$

R₀为线绕电阻，可通过改变R₀来改变动作电流。图中数据为一实例：12V、1A稳压电源的过流保护，动作电流为1.2A。

图3是更简单的过流保护线路，仅用了一个晶体管和一个电阻。当过流时，R₀上的压降大于BG₁的be结正向压降，BG₁工作，使调整管基极电位降低，负载电流不再增大。该线路的动作电流为：

$$I_{0M} = \frac{V_{be1}}{R_0}$$

改变R₀可调整动作电流。

图4是在采用集电极输出型式

的稳压电源中，过流保护线路的接法。其动作电流为：

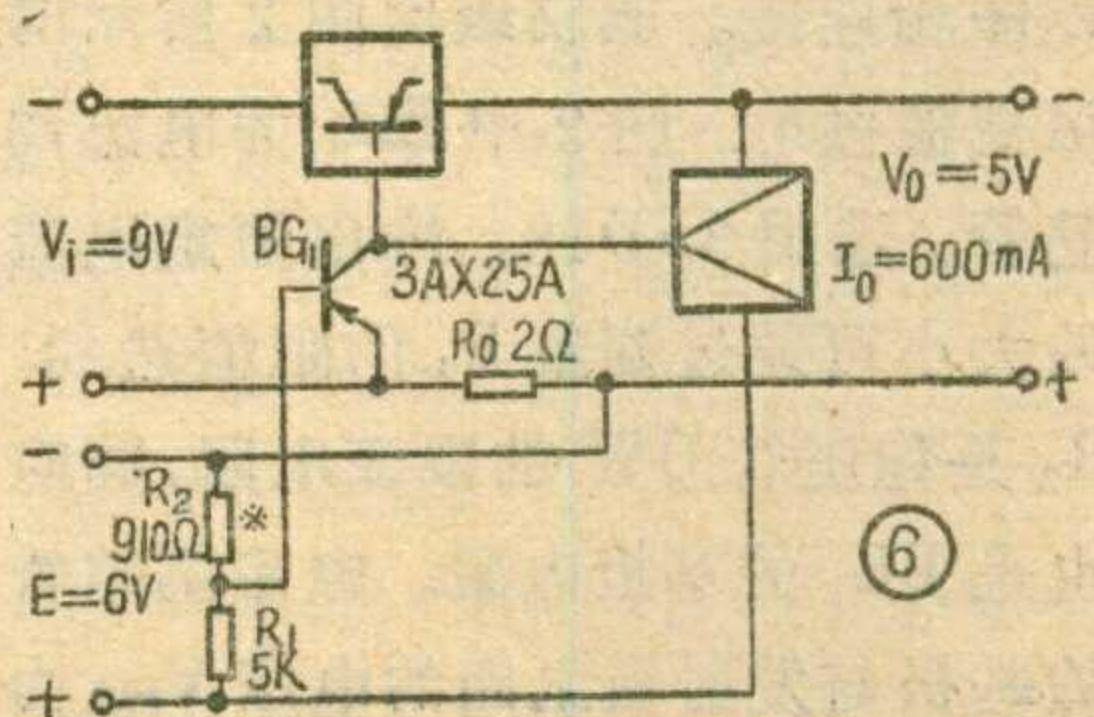
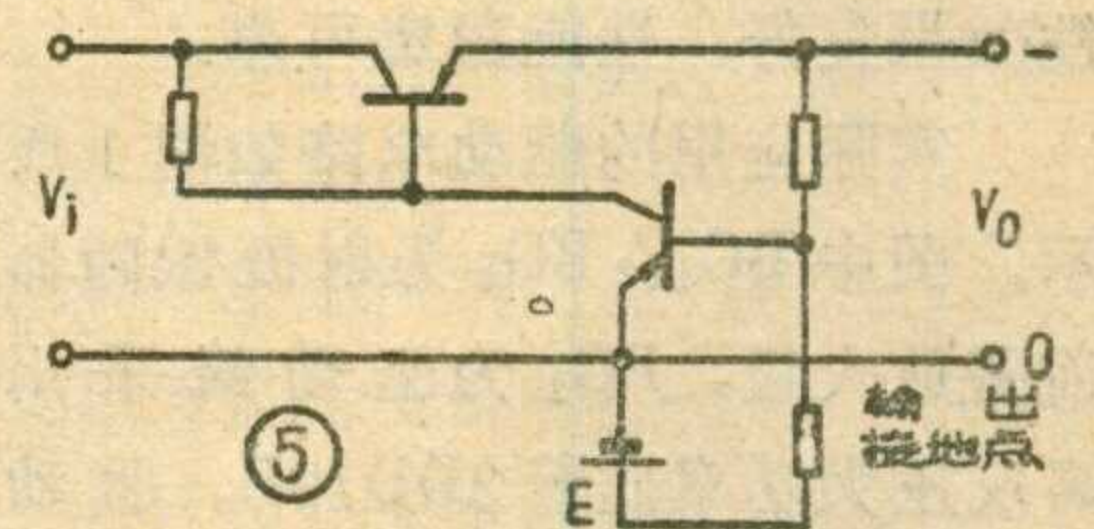
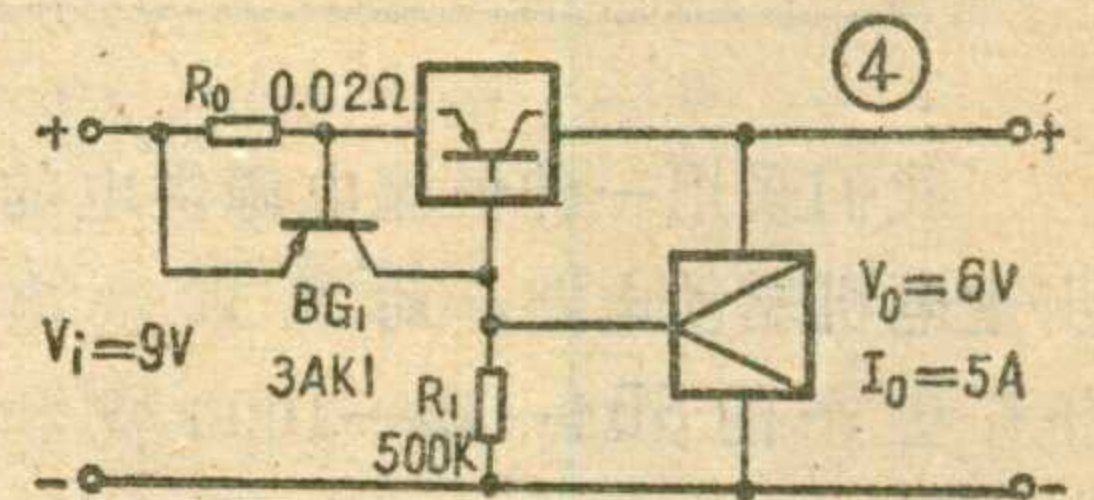
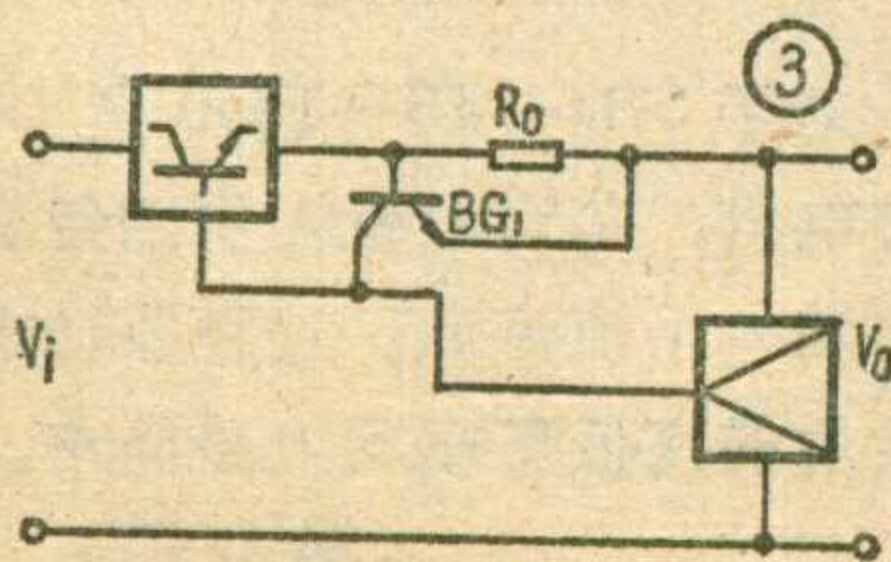
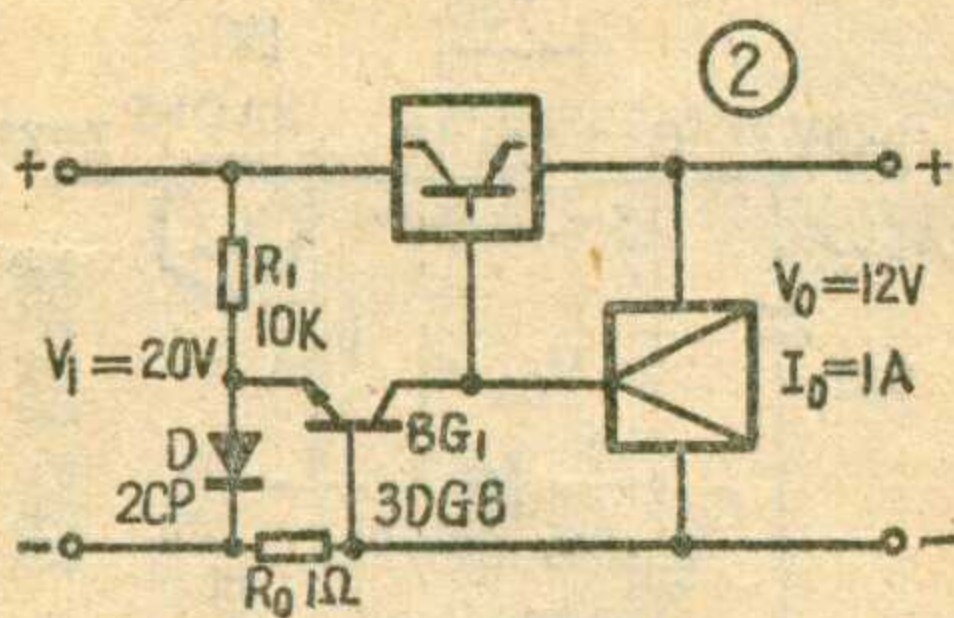
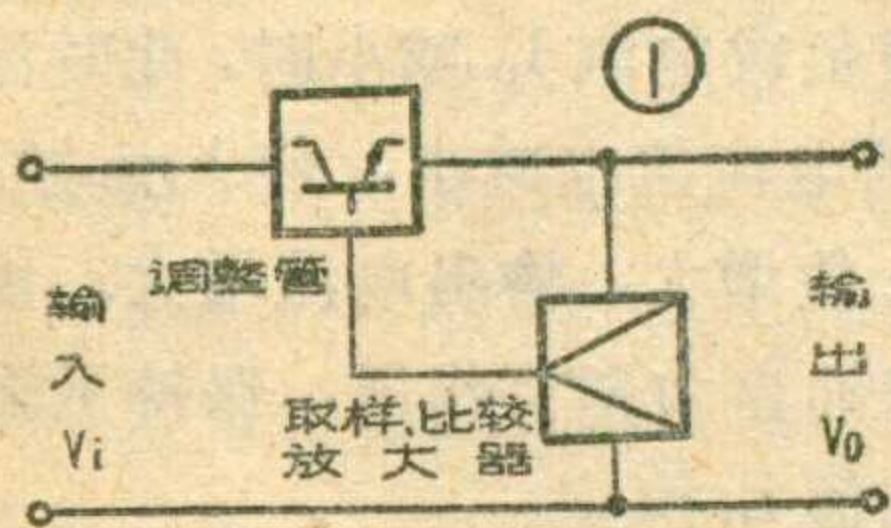
$$I_{0M} = \frac{V_{be1}}{R_0}$$

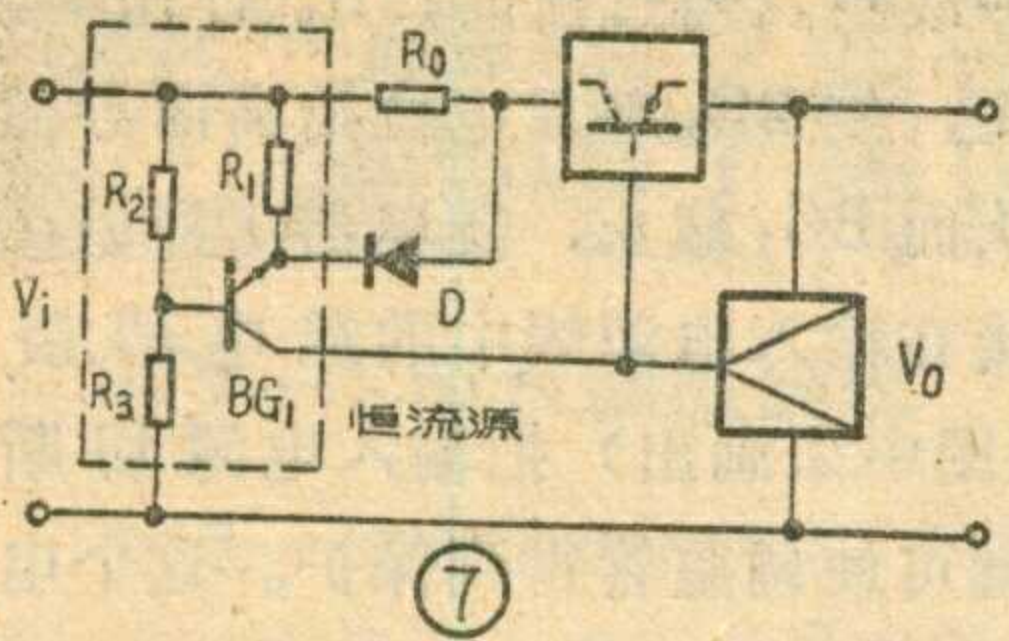
这个表达式与图3的表达式完全一样。在这个电路中，当输出短路时，其输出电流我们记为I_{0s}，则：

$$I_{0s} \doteq \frac{V_i \cdot \beta}{R_1}$$

β为调整管的电流放大倍数。图中数据为一实例：6V、5A集电极输出型稳压电源的过流保护，动作电流为10A。

在某些稳压电源中，为了获得低于5V的低电压输出，往往采用在输出接地点以下加一辅助基准电源E的方法，见图5。对这种稳压电源，我们可以采取图6的过流保



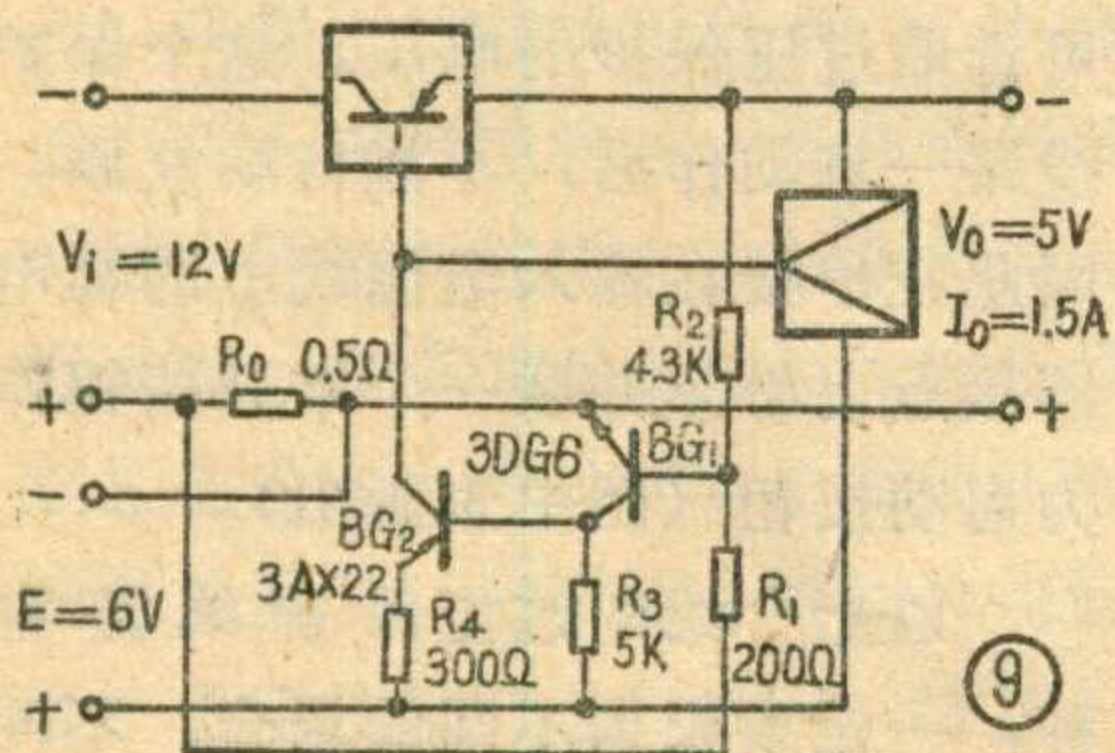
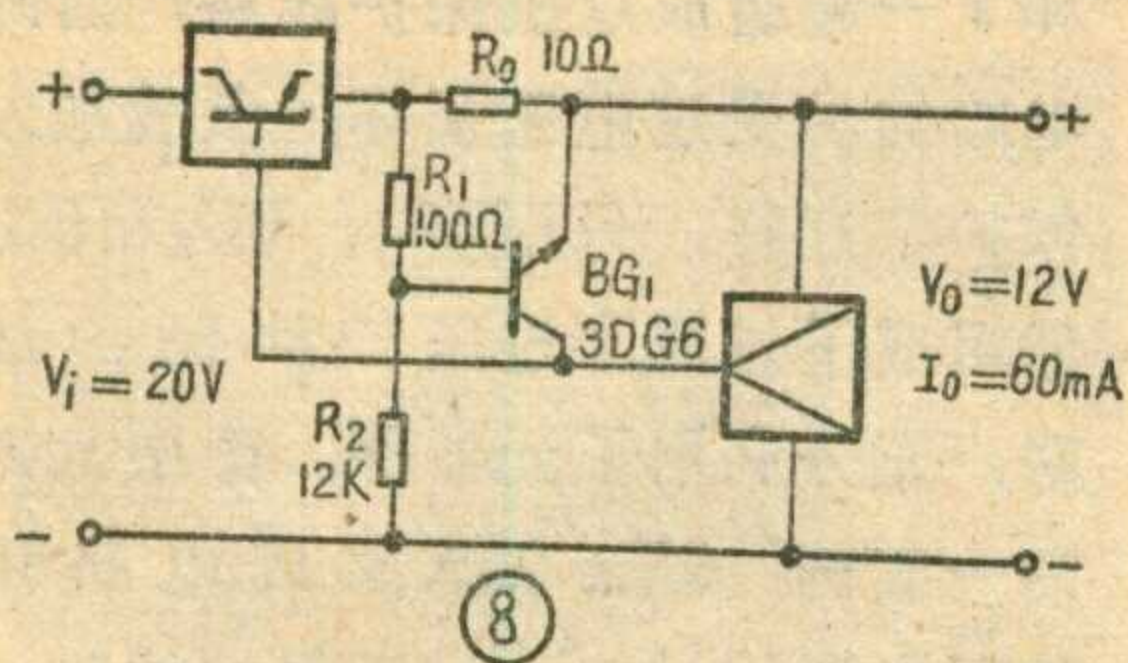


使D正向偏置而导通，过流的电流有一部分要通过D流入R₁，迫使BG₁的集电极电流减少，使调整管的偏置电流变小，从而限制了稳压电源的输出电流，达到保护的目。该线路的动作电流为：

$$I_{0M} = \frac{V_{R1} + V_D}{R_0}$$

V_{R1}为R₁上的压降。改变R₀可以选取不同的动作电流值。

在上面几个线路中，过流保护后，稳压电源的输出电流基本上为定值，与输出端的情况（例如输出端短路）无关。下面的线路中，过流保护线路工作后，稳压电源的输出电流不再是定值，而是与输出端的情况有关。



护线路。一旦过流，R₀上的压降，使BG₁发射极的电位高于基极电位，过流保护线路便起作用。BG₁投入工作的条件是：

$$I_{0M} \cdot R_0 = E \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} + V_{be1}$$

因此动作电流为：

$$I_{0M} = \frac{ER_2 + V_{be1}(R_1 + R_2)}{R_0(R_1 + R_2)}$$

图中数据为一实例：5V、600mA稳压电源的过流保护，动作电流稍大于600mA，改变R₂可改变动作电流。

在有的稳压电源中，为了提高稳压精度，利用一个恒流源来取代调整管的偏流电阻（这个电阻同时也作为比较放大器的负载电阻）。在这种情况下，可以很简单地加上一个线绕电阻R₀和一个二极管D来担当过流保护的角色，见图7。稳压电源正常工作时，二极管D反偏，不影响恒流源BG₁发挥正常功能。当过流时，R₀上压降增大，致

图8中，我们可以写出过流保护线路动作的条件：

$$I_{0M} \cdot R_0 = (V_0 + I_{0M} \cdot R_0) \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} + V_{be1}$$

经整理后可得：

$$I_{0M} = \frac{(R_1 + R_2)V_{be1} + R_1 V_0}{R_2 R_0}$$

可以看到，在这个表达式里I_{0M}与V₀有关。当输出短路时，即V₀=0，我们把此时的输出电流记为I_{0s}，则：

$$I_{0s} = \frac{(R_1 + R_2)V_{be1}}{R_2 R_0} = \frac{V_{be1}}{R_0}$$

（当R₂ >> R₁）

图中数据为一实例：12V、60mA稳压电源的过流保护，动作电流为60mA，调节R₁可改变动作电流。

在低电压输出的稳压电源中，我们可以利用辅助基准电源E组成过流保护线路，如图9。这个线路的动作条件与图8完全一样，其动作电流也为：

$$I_{0M} = \frac{(R_1 + R_2)V_{be1} + R_1 V_0}{R_2 R_0}$$

在这个线路里，BG₂是作为一级电流放大而加入的。图中数据为一实例：5V、1.5A稳压电源的过流保护，动作电流为1.5A。

对于使用恒流源的稳压电源，可以采用图10的过流保护线路。这个电路的动作条件是：

$$I_{0M} \cdot R_0 = \left[\frac{V_0(R_6 + R_7)}{R_5 + R_6 + R_7} - V_{be2} \right] \cdot \frac{R_2}{R_3} - V_{be1} + V_D$$

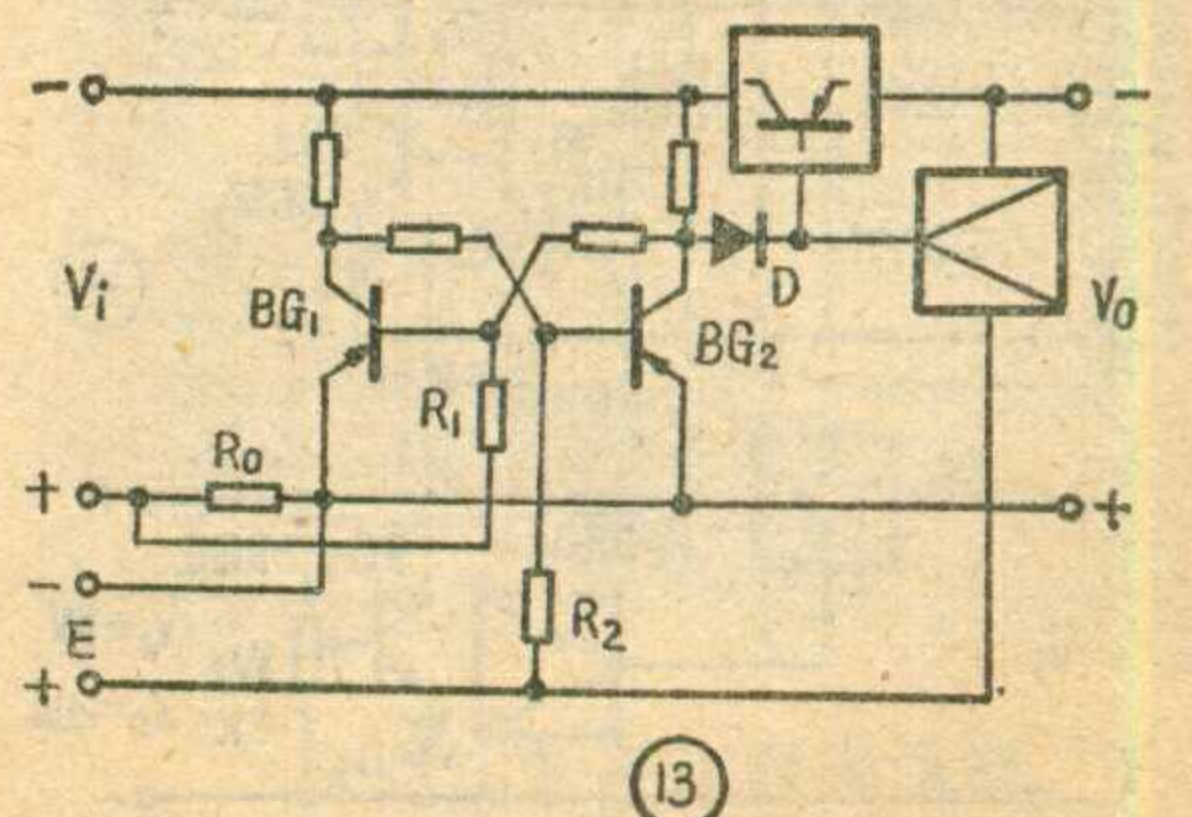
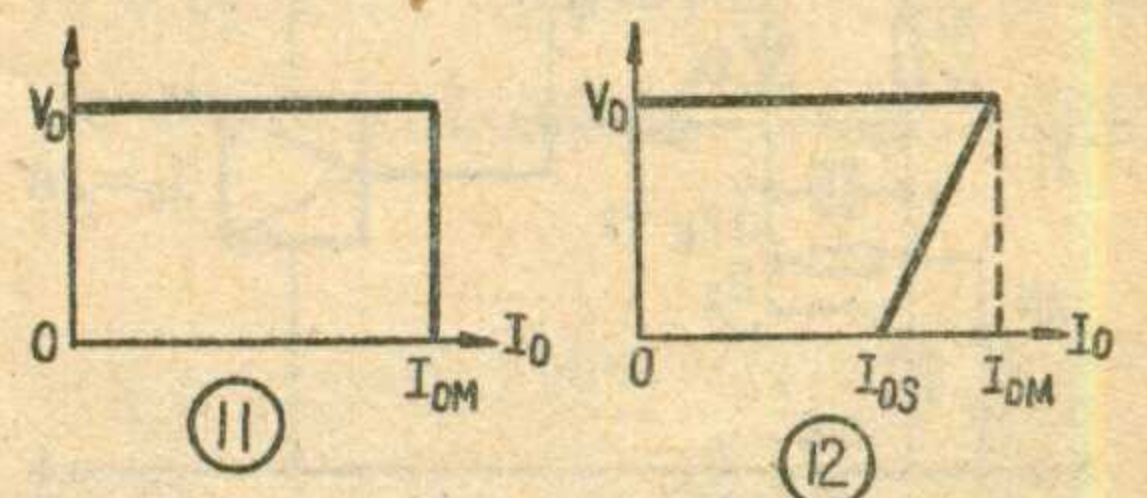
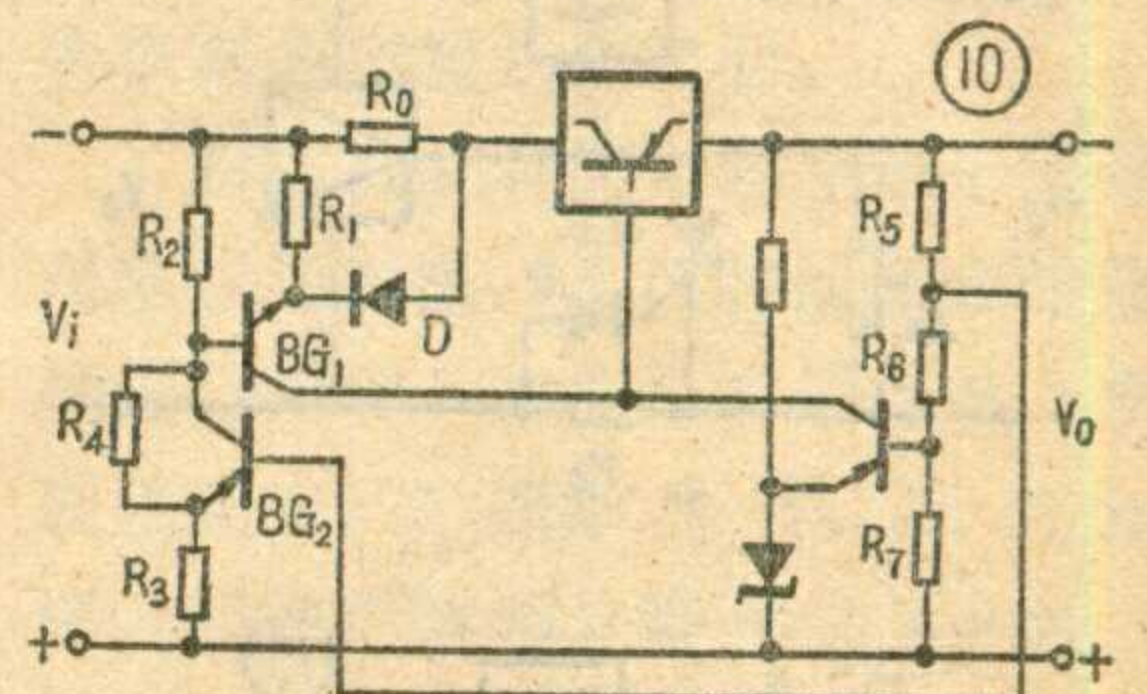
当输出短路时：

$$I_{0s} = \frac{V_i \frac{R_2}{R_2 + R_3 + R_4} - V_{be1} + V_D}{R_0}$$

在这个线路中，BG₂也是一个恒流源，向R₂供给恒流来建立BG₁的基极电位。R₄的加入是为了在开电源时作为启动用的。若没有R₄，开电源时，因为V₀尚未建立，BG₂就不能供出电流，则BG₁也就不能供出电流，调整管就不能工作，电源也就启动不起来。

以上各种类型的过流保护线路从根本上来讲，只有二种类型。一种称为电流限制型（如图2、3、4、6、7）；另一种为电流截止型（如图8、9、10）。

电流限制型的过流保护线路，一旦工作后，输出电流便基本上保



持恒定, 为 I_{0M} , 而不管其电源负载情况如何。其输出特性曲线如图 11。我们知道, 调整管的功耗: $P_c = I_o (V_i - V_o)$, 当过流保护时: $P_{过流} = I_{0M} (V_i - V_o')$, V_o' 为过流时的输出电压: $V_o' = I_{0M} \cdot R_L$, R_L 为电源负载。当输出短路时, $R_L = 0$, $V_o' = 0$, $P_{过流}$ 最大: $P_{过流max} = I_{0M} \cdot V_i$, 因此, 在电流限制型的过流保护线路设计中, 必须考虑使调整管的最大功耗有以下关系:

$$P_c > I_{0M} \cdot V_i$$

这样才能保证所设计的过流保护线路在任何过流情况下, 都能安全可靠地保护调整管。

电流截止型的过流保护线路工作后, 输出电流却根据电源负载的不同, 从动作电流下降到某一个较小的值。其输出特性曲线如图 12。当外电路短路时, 电源的输出电流最小 (即 I_{os})。这时调整管的功耗为 $P_{短路} = I_{os} \cdot V_i$, 把它与电流限制型作比较, 显然电流截止型过流保护线路可使短路时调整管功耗大大

降低。这样, 在选用调整管时就可以更经济。

在这里, 我们说的电流截止型, 实际上调整管并没有真正截止。因为若要调整管截止, 也即要使 $I_{os} \rightarrow 0$, 则 R_o 就要选得很大, 即 $R_o \rightarrow \infty$ 才行。但是 R_o 选得过大, 会影响电源的稳定度, 所以一般 R_o 选零点几欧或者几欧。电源输出电流大的, 可以选小一些; 输出电流小的, 可以选大一些。这要与电源的稳定度等指标一起来统筹考虑。

要真正使电源在过流保护后不输出电流, 可以采用双稳态线路、可控硅线路或者使用继电器。这些过流保护线路可以更有效地保护调整管。但是, 这些线路在外电路过流故障排除后一般都不能自动恢复, 必须人为地启动一下才能使电源重新工作。

图 13 为用双稳态的过流保护线路。BG₁ 和 BG₂ 组成不对称双稳 (只要适当选择 R₁ 和 R₂ 即可实现), 电源正常工作时, BG₁ 导通, BG₂ 截止, D 反偏, 过流保护线路与其它部分由 D 隔离。过流时, R₀ 上压降增大, 使 BG₁ 基极电位提高, 由导通变为截止, 进而使 BG₂ 导通, 通过 D, 使调整管基极电位抬高而截止, 保护了调整管。当过流故障排除后, 需重新开启一下电源总开关, 才能使电源正常工作。

图 14 为应用可控硅的过流保护线路。当过流时, R₀ 上的压降大于可控硅控制极的触发电压, 可控硅导通, 使调整管基极电位下降, 调整管截止, 起到保护作用。动作电流:

$$I_{0M} = \frac{V_G + V_D}{R_o}$$

V_G 为可控硅控制极触发电压。过流故障排除后, 按一下按钮, 才能使可控硅截止, 稳压源复原, 重新工作。图 15 为一实例, C 是抗干扰用的, 调节 W 可改变动作电流, SCR 选用小功率可控硅。

图 16 是使用继电器的过流保

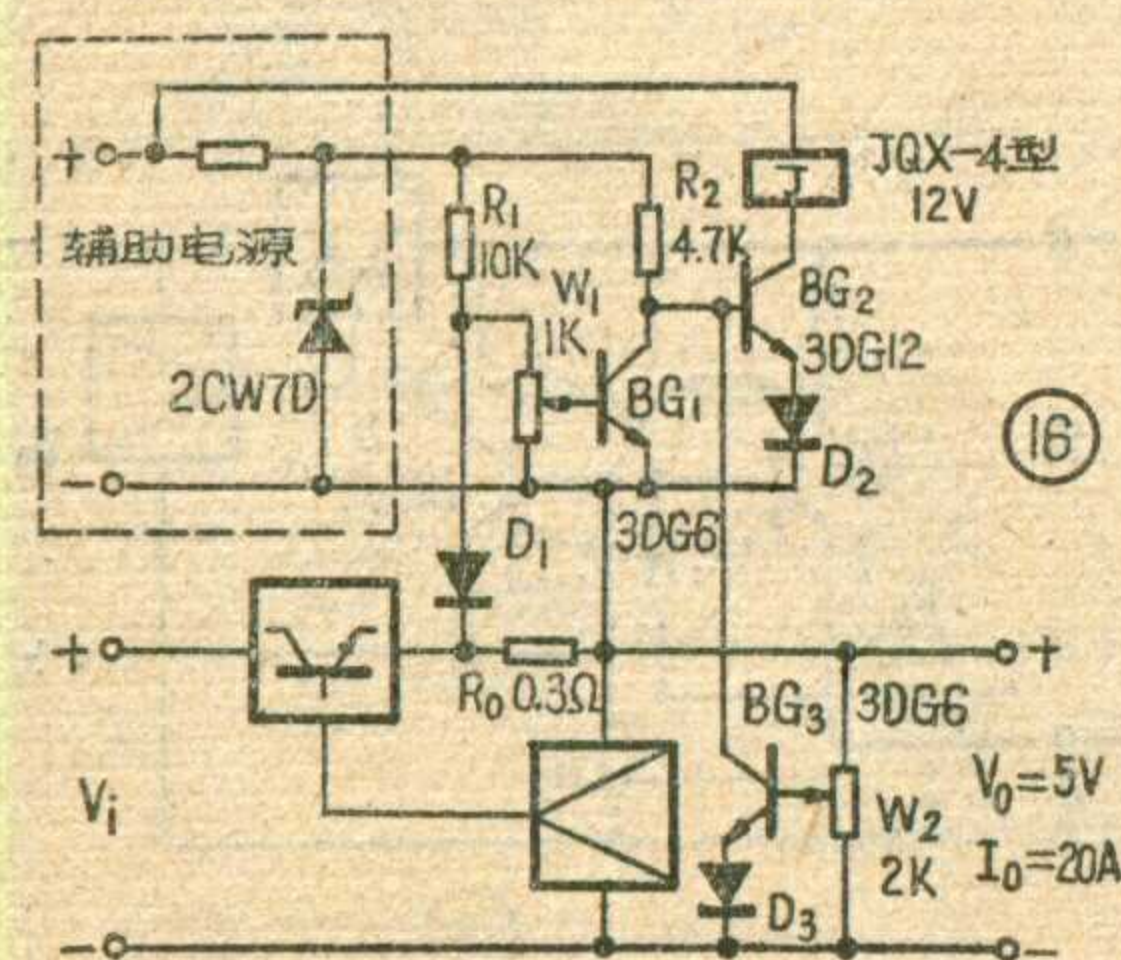
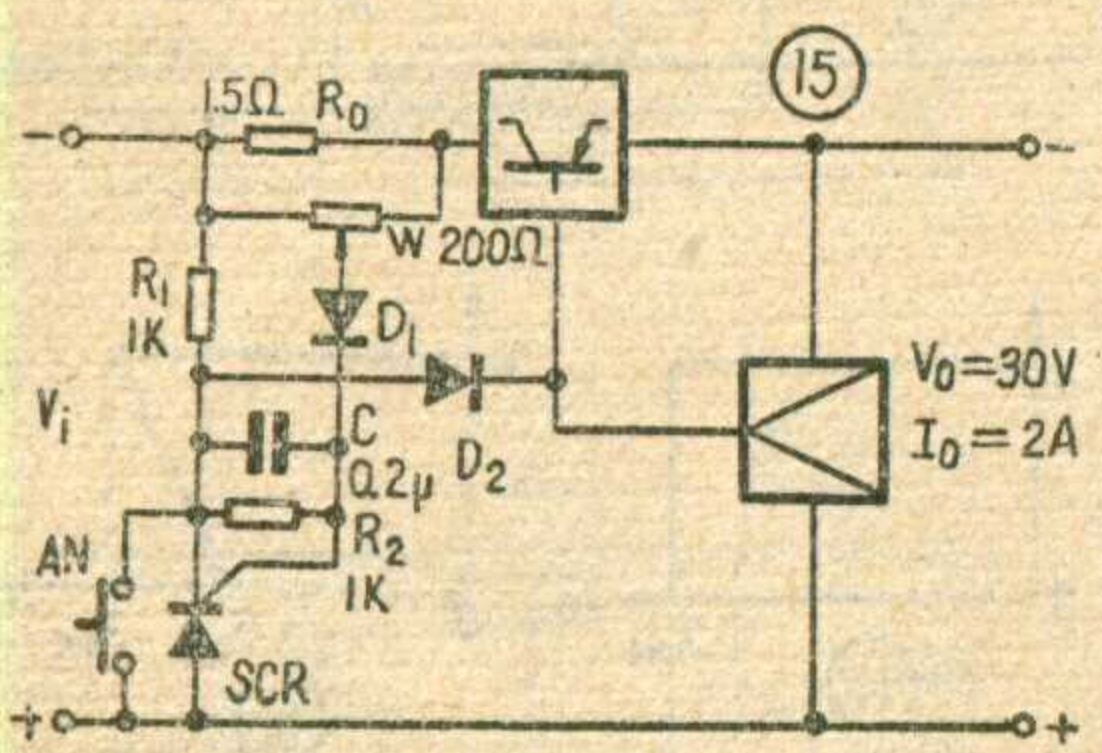
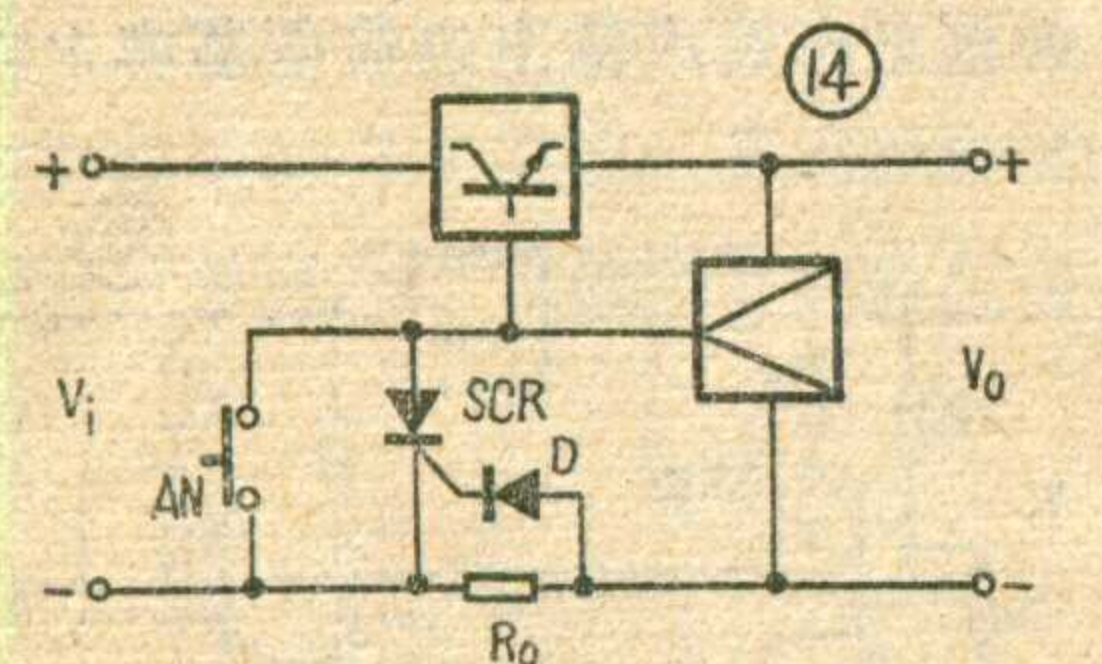
护线路。当过流时, R₀ 上压降增大, 使 BG₁ 基极电位抬高而导通, 从而 BG₂ 截止, 继电器 J 释放, 串接在输入电源线中的继电器接点 (图中未画出) 把输入电源切断, 就可使调整管得到保护。这个电路再增加一个三极管 BG₃, 一个二极管 D₃ 和一个电位器 W₂, 可以与 BG₂ 和 J 一起组成过压保护线路, 对外电路的易受过电压损坏的负载加以保护。这样, 只用 BG₁、BG₂ 和 BG₃ 就组成了过流、过压二种保护线路, 充分利用了元器件。图中数据为一实例: 5V、20A 集成电路用稳压电源的过流、过压保护线路。调节 W₁ 可改变动作电流, 调节 W₂ 可选取过压保护的电压。这个保护线路一旦动作后, 不能自动复原, 因此在串接在输入电源线上的继电器接点上必须并联一个常开按钮作为启动按钮 (图中未画出)。

以上介绍的过流保护线路种种, 一定要根据不同的场合, 不同的要求, 灵活、巧妙地加以运用, 才能做到既经济又安全可靠。

《海洋》杂志 征订启事

为适应广大读者学习海洋科学知识的需要, 海洋出版社明年 1 月正式出版《海洋》杂志。

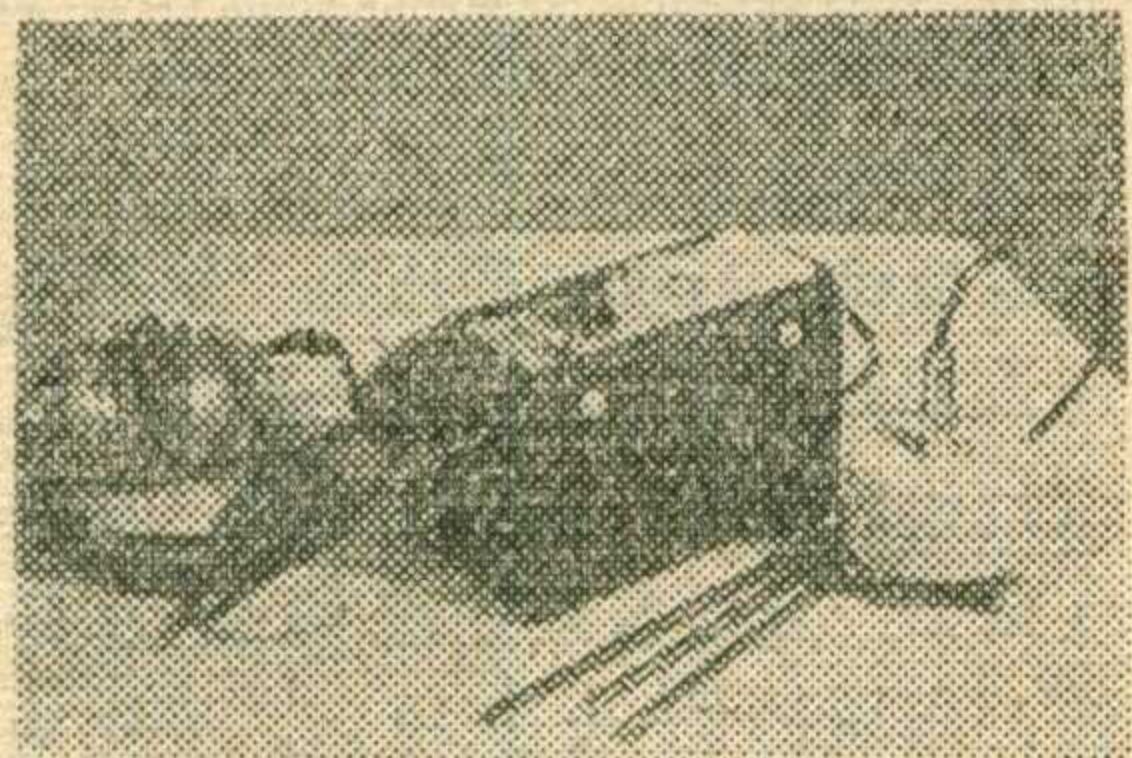
《海洋》杂志的主要内容是: 介绍海洋水文、气象, 海洋物理、化学, 海洋地质、地貌, 海洋生物, 海洋资源及其开发利用, 海洋科学考察及环境保护, 海军军事技术和装备, 以及海洋历史、地理、航海、潜水、海洋医学等方面的科学知识; 宣传海洋战线先进人物、事迹和经验。力求通俗易懂, 图文并茂, 适合广大工农兵和青少年阅读。每月出版一期, 每期定价 0.20 元。欢迎读者前往当地邮局订阅。



电子简讯

SJY—1型水漏检测仪

这是一种应用电子技术，在地面上直接查找埋入地下自来水管道的漏水部位的仪器。主要由换能器、接收机、耳机组成。换能器（即探



头)采用锆钛酸铅压电陶瓷片制成。工人进行检测时，将换能器放在埋有管道的地面上，如果管道有漏水时，微弱的漏水声经大地传导至放在地面上的换能器，促使压电陶瓷片振动，把声信号转换为电信号，再经接收机进行放大、滤波、整流等，一路送入耳机，一路送入仪器表头。根据表头的指示和分辨耳机内的漏水声，就可以准确地判定出管道的漏水部位。

水漏检测仪体积小，结构简单，操作方便，灵敏度较高，一般可用于埋设深度小于2.5米，管内水压不小于2公斤/厘米²的供水管道。使用水漏仪检测管道，对于减轻工人劳动强度，减少自来水流失，实行查漏手段现代化具有一定意义。这是哈尔滨无线电六厂、船舶工程学院、自来水公司、城建研究所和旅大自来水公司等单位共同协作的可喜成果，经有关单位使用，反映较好。

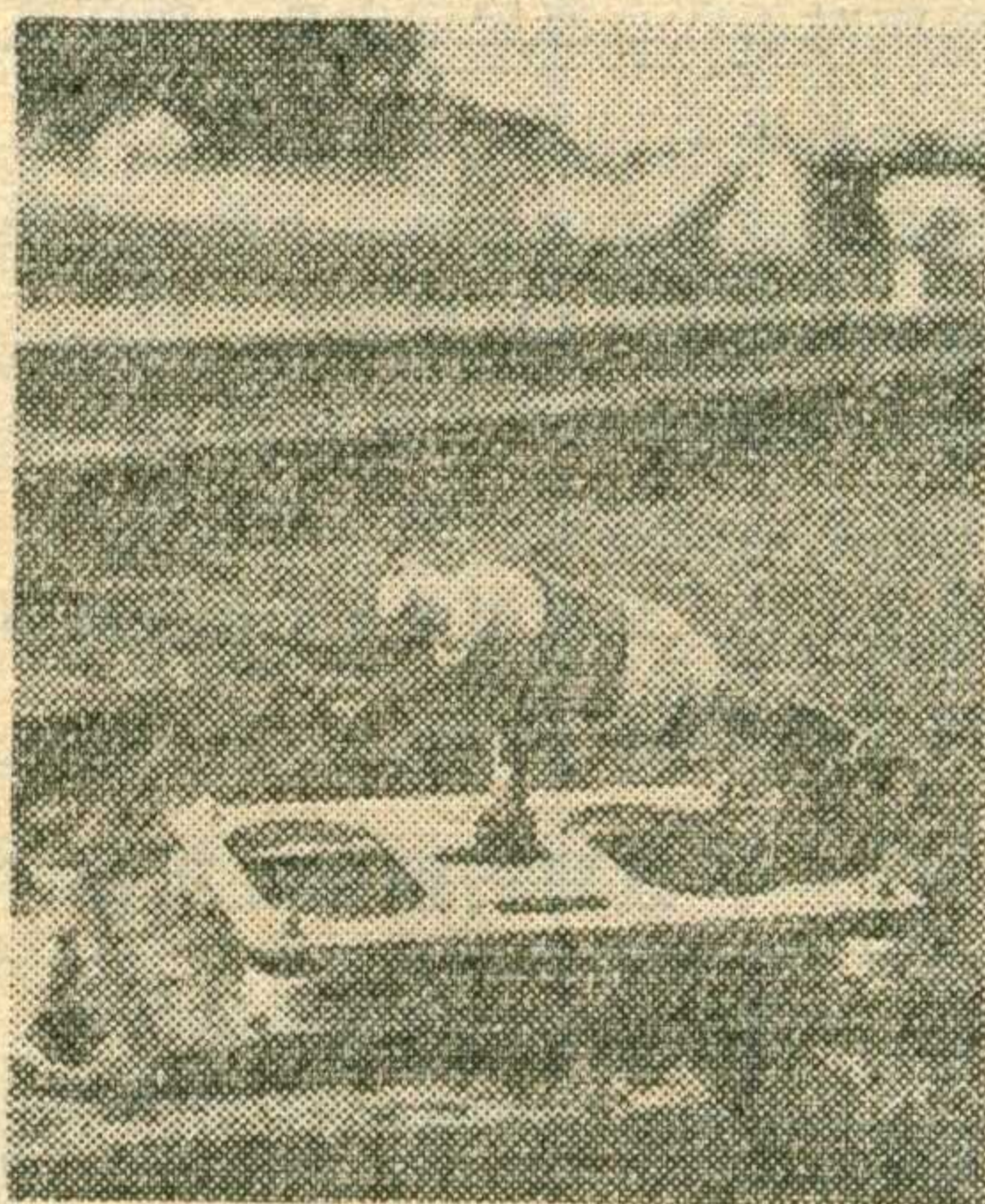
(黑龙江哈尔滨无线电六厂)

HTQ红外线热轴探测仪

这是红外技术在铁路运行安全检测方面的一项应用。列车在行驶途中，车轴往往与轴瓦等部件发生不正常摩擦而过热，即成热轴。如果任其发展下去，则轴外的轴箱因

温度升高而发红，轴箱外的油污会随着燃烧起来，使车轴因轴温升高变软而造成切轴事故。我们知道，在自然界，任何物体，只要温度高于绝对零度(-273°C)，都会向周围辐射红外线，温度越高，辐射就越强。列车轴箱是一个红外辐射体，利用红外探测仪把轴箱表面辐射的一部分红外线接收下来，再转换成电信号，通过观察电信号的变化，就可以判断车辆热轴情况，及时作出预报。

我厂生产的HTQ—1型红外线热轴探测仪由探头、控制仪、载波发送仪和轴温接收记录仪构成。探头包括光学系统和红外探测器，它安装在紧靠路轨的固定位置，一般装在列车到站前的地区。当列车第一个车轮进入探测器的作用范围



时，探测器就开始对轴箱进行扫描，接收到轴箱辐射的红外线并把它转换成电信号，经过控制仪、载波发送仪传输到列检值班室的接收记录仪，绘制出列车轴箱的温度曲线，值班人员即可判断轴箱发热情况和热轴位置，及时通知现场。

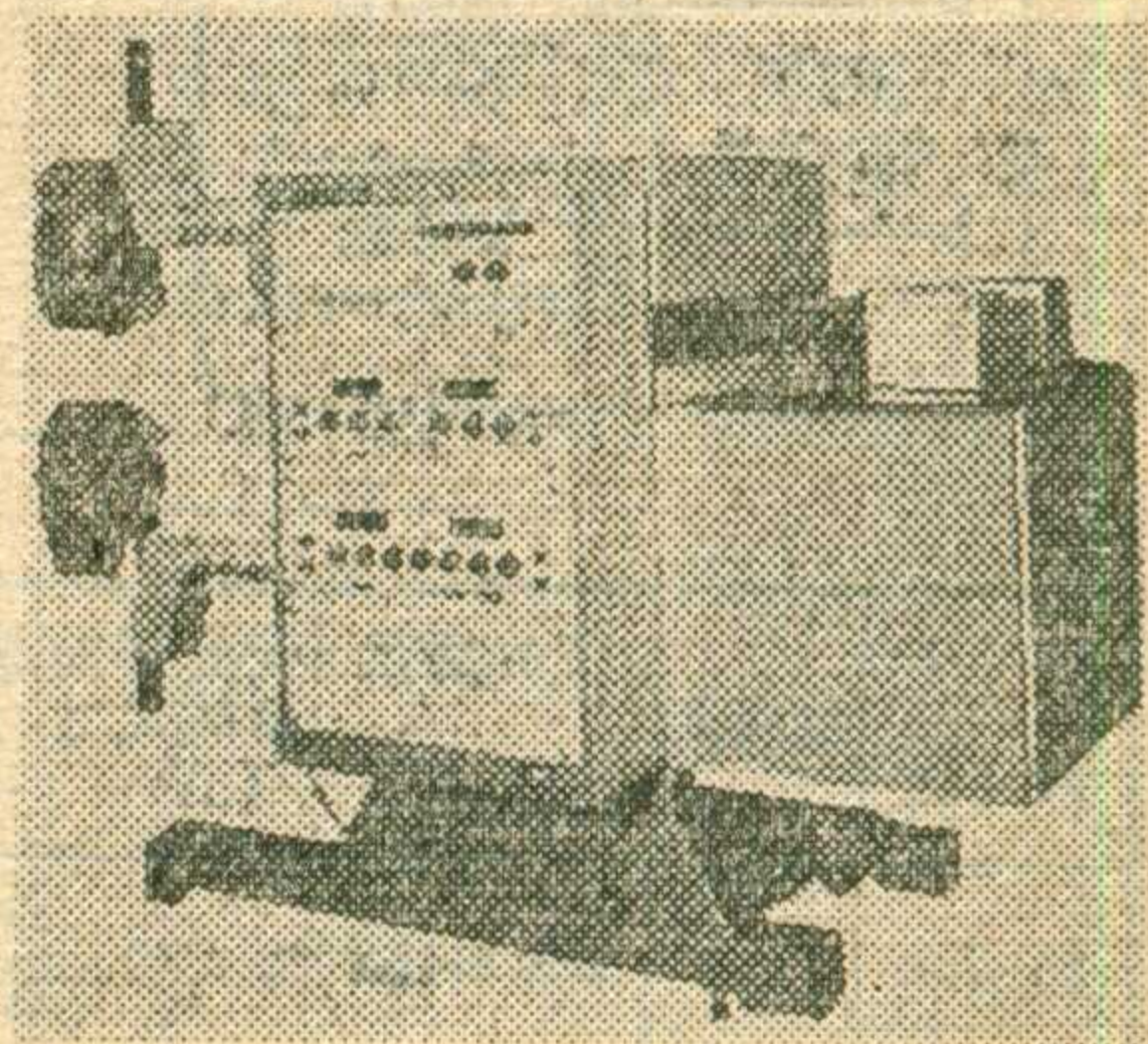
红外线热轴探测仪检测列车速度范围为每小时5~70公里，并设有列车到达自动报警，离开检测点自动关机装置。采用这种探测仪，可以减少燃轴事故，保证铁路运输安全，减轻工人劳动强度，提高运输效率。(黑龙江牡丹江无线电厂 杨泽田)

STS—1型双探头彩色扫描机

这是牡丹江电子仪器厂与哈尔滨医科大学共同研制成功的一种能够早期诊断癌症的同位素医用电子仪器。用来诊断人体内部脏器(如肝、肾、肺、胃、脑、甲状腺等)是否患有肿瘤、癌等占位性病变或某些功能性变化。检查前，将放射性同位素标记在药物上，以口服或注射法引入人体，然后用扫描机从体外进行逐点扫描，探测人体内同位素发出的γ射线，观察同位素药物在脏器内分布情况。由于各种脏器对药物的选择性吸收差异，正常组织与病变组织的吸收差异，血液循环对药物吸收的影响等，扫描分布图不同，医生根据扫描图形即可做出相应的判断。如属占位性病变还能判明它的大小、部位，便于进行手术或作其它治疗。

扫描机具有双探头、双通道、双彩色打印头，可作六彩和九彩两种打印。在一般临床扫描中可以同时得到两张相对体位的或两张完全相同的彩色扫描图，有助于增加诊断依据和缩短扫描时间。

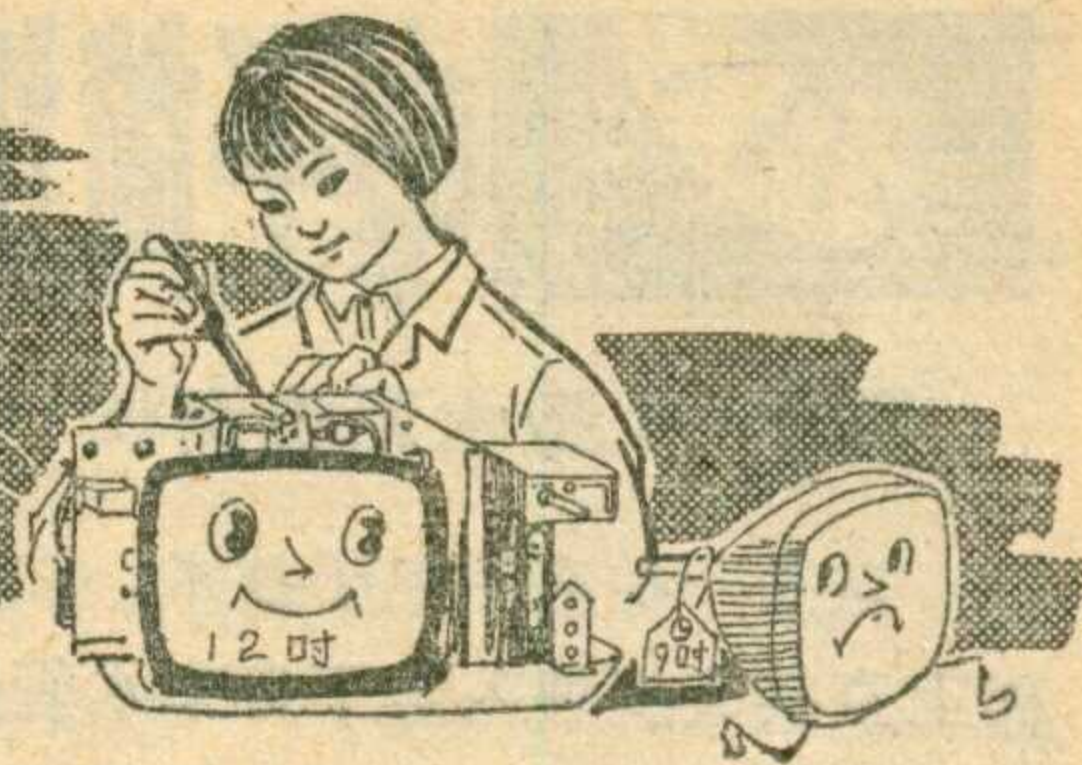
扫描机配有固定程序的小型专用电子计算机，可以将探测到的数据进行处理。如作平滑运算时(数据处理方式)图形整齐，层次分明。扫描机线源分辨率为8mm;配有六种不同的准直器供临床应用时选择，还备有光电编码开关，可供盒式磁带机记录扫描图形等。



(黑龙江牡丹江电子仪器厂)

改装23厘米电视机的 几点体会

北京电视机厂 张明



近年来,我国大量生产了23厘米电视机,这种电视机体积小、耗电少,适合一般家庭使用。但23厘米电视机的屏幕较小,收看效果受到限制。因此,大家希望探索一条在23厘米电视机的基础上,只更换个别元器件就能改装成31厘米电视机的途径。经过实验证明,这种设想是可行的。现将我们初步实验的情况和体会介绍如下:

表1列出了23厘米与31厘米显象管的技术指标。从表1可以看出,31厘米显象管与23厘米显象管在电性能指标方面除第二阳极电压和加速极电压不同外,其它指标都基本一致。31厘米显象管第二阳极电压为9500伏至12000伏,加速极电压为120伏;23厘米显象管第二阳极电压为8200伏至9500伏,加速极电压为400伏。因此,将23厘米电视机改装成31厘米电视机时,除了要更换显象管和机壳以外,在电路上只要将第二阳极电压由9000伏提升到12000伏左右;加速极电压从400伏用电阻分压的方法取出120伏即可,至于电路形

式、结构位置、偏转功率、电源输出等完全适应31厘米电视机,不必作任何改动。

有的同志会问,从23厘米显象管与31厘米显象管的第二阳极电压来看,两者有一个衔接电压9500伏,在此电压作用下,31厘米电视机是否能正常工作呢?实验证明在此衔接电压下工作会出现两个问题:(1)由于高压偏低,使图象尺寸变大,这样发射台发送的图象在接收时不能全部显示出来,使图象重显率小于90%;(2)由于高压偏低,使图象的分辨率下降,在屏幕中央要下降100线左右。所以,将23厘米电视机改装为31厘米电视机时,必须提高第二阳极电压。经过实验,将高压由9千伏提高到12千伏有四种方案。

第二阳极高压通常是利用行输出变压器将行逆程反峰电压提升后,用二极管整流获得。早期生产的23厘米电视机,行输出变压器一般不采用自举升压式电路,而是用低电压(12伏)供电,高变比输出,如图1所示。此变压器初级绕组为40匝,次级绕组为2840匝,变比为71。初级绕组的电感量大约为600~700微亨,近似等于行偏转线圈的7倍左右。初、次级绕组紧配合后,组装在 U_{12} 的磁心上。对于这种变压器如何进行改造呢?可以通过增加次级匝数的办法来提高高压值。但是必须满足下列两个条件才行。(1)在结构上,要求绕组在 U_{12} 磁心中应当有可增加匝数的空间;(2)在电性能上,要求原变压器的磁心没有工作到磁性材料的饱和区域。经过实验,测得此磁心材料的 $B\sim H$ 曲线,如图2所示,可见,脉冲磁滞回线没有进入磁性材料的饱和区。实践证明,上述两个条件都是满足的。改变后的变压器数据如图3所示。

在改绕变压器的过程中,要因

一、改绕行输出变压器

大家知道,在电视机电路中,

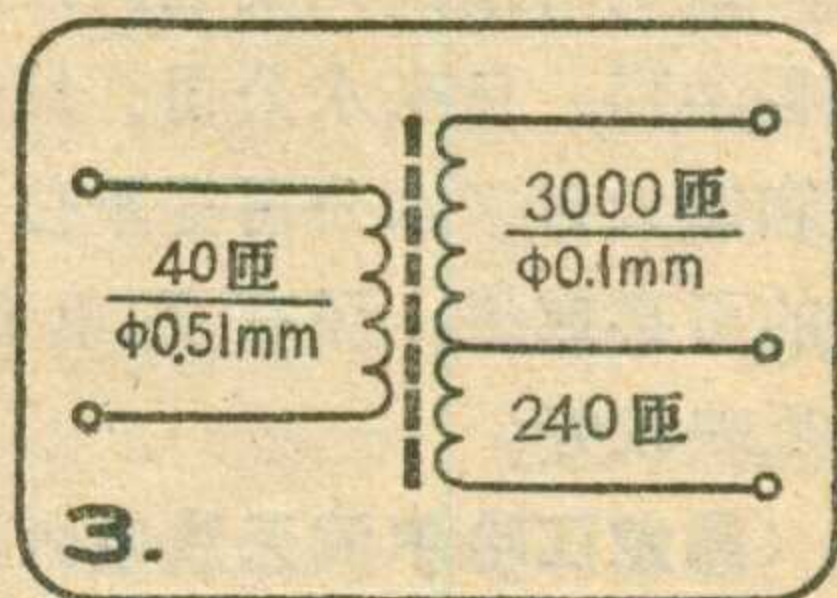
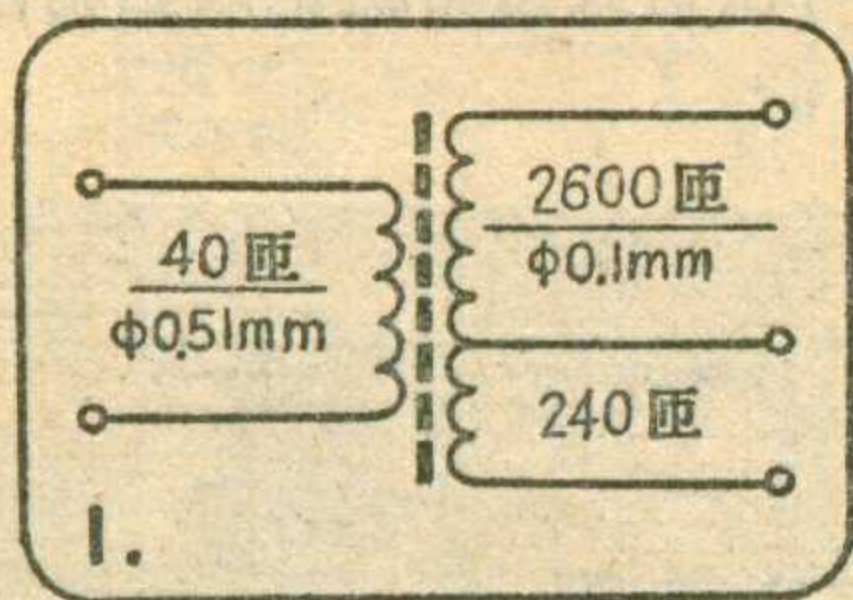
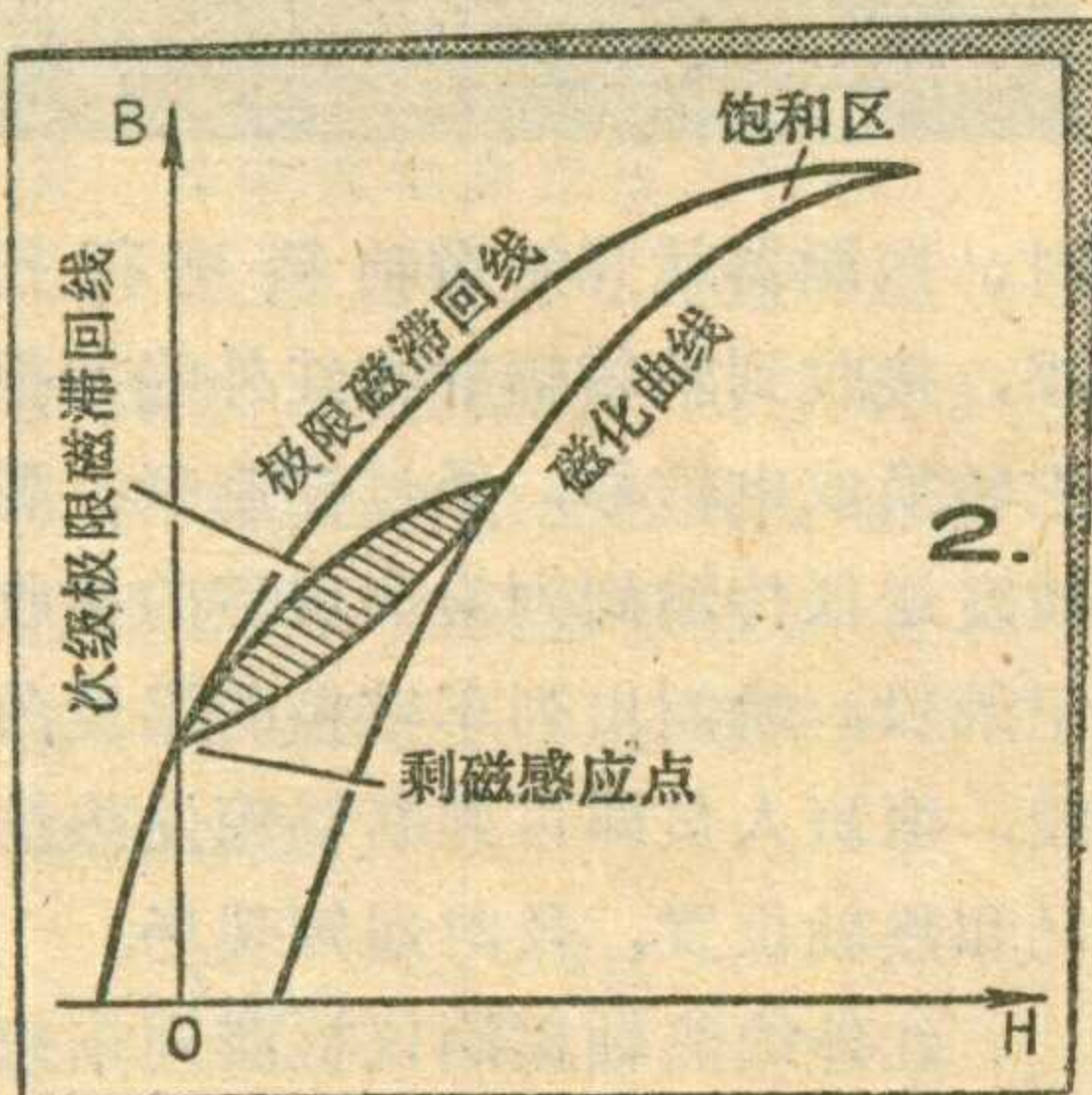
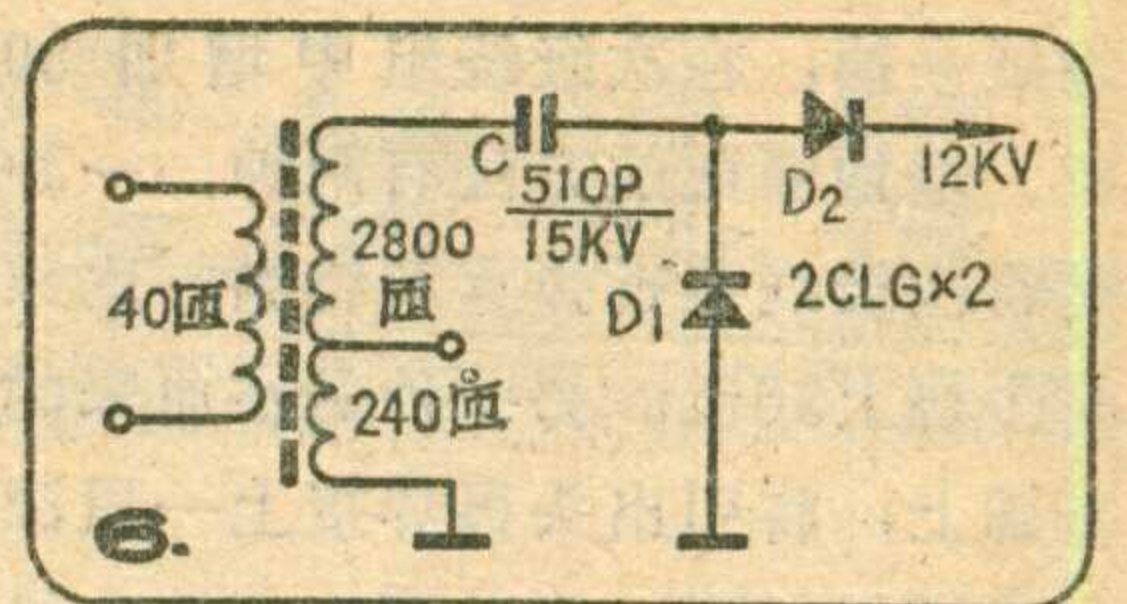
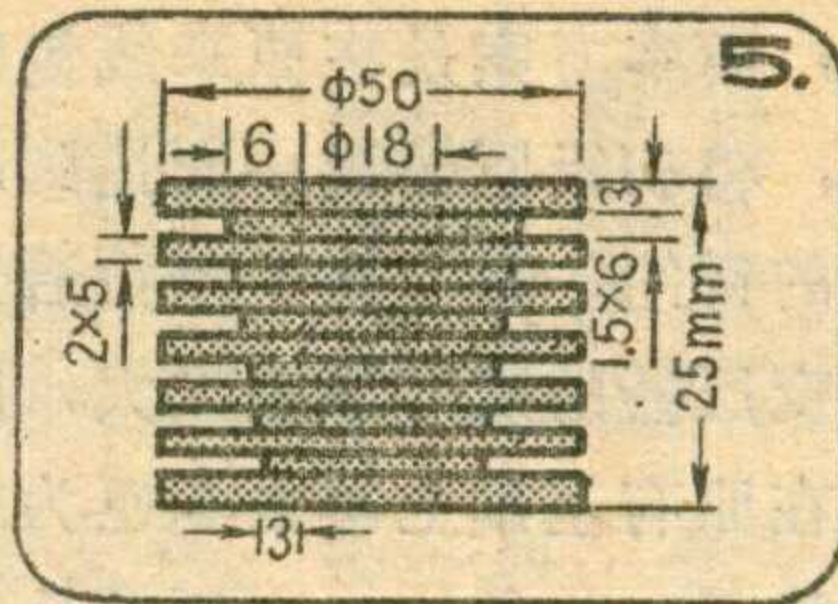
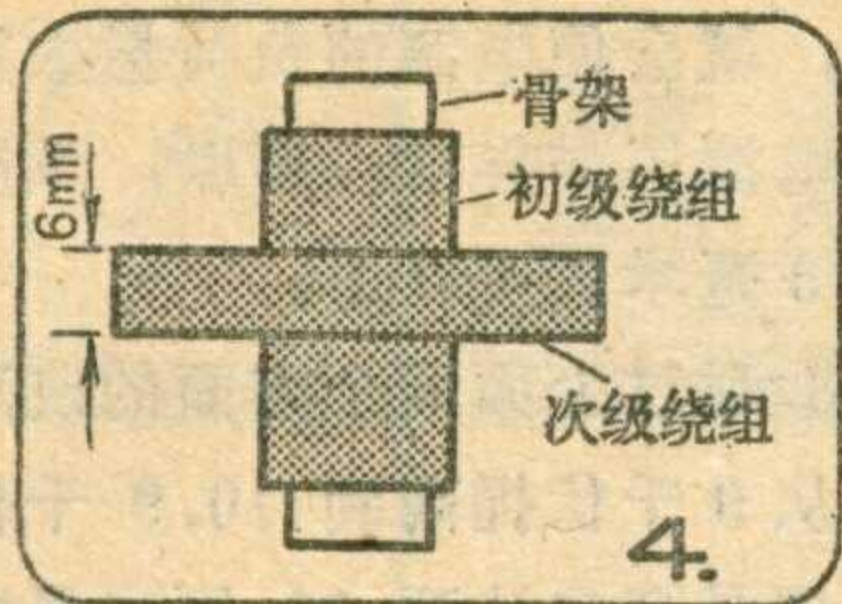


表1

管子种类	偏转角	荧光屏尺寸(mm)	荧光屏对角线尺寸(mm)	最大管径(mm)	灯丝电压(v)	灯丝电流(mA)	加速电压(v)	聚焦电压(v)	第二阳极电压(v)	截止电压(v)	调制量(v)	典型工作电流(μA)
23厘米	90°	200×158	230	20.9	12	85	400	0~400	8200~9500	-20~-60	19	50
31厘米	90°	262×210	310	20.9	12	85	120	0~400	9500~12000	-30~-70	19	50



地制宜，用平绕、蜂房绕、分槽逐段绕都可行。而平绕和蜂房绕时，绕组的宽度不可大于6毫米，见图4，否则将影响“三次调谐”，增大振铃比（即行输出变压器中，行反峰电压的基波与次级漏感和分布电容产生的谐波之比），这样不仅影响了行输出管的安全，还使屏幕上出现垂直黑白条。分槽逐段绕制时，需要有一个高压包骨架，见图5。现以平绕法为例，介绍一下绕制方法和注意事项：先用绝缘纸做一个绕制初级线圈的骨架，内径为 $\phi 13$ 毫米，厚为1毫米，高度为25毫米；然后在此骨架上用 $\phi 0.51$ 毫米的漆包线分两层绕制，每层为20匝。如果采用的是键控AGC电路，在绕制初级线圈之前，先用 $\phi 0.21$ 毫米的漆包线绕7匝后，用绝缘材料绝缘后再绕初级线圈。初级线圈绕好后，要用绝缘材料绝缘。然后在初级线包的中间开始绕次级线圈，用 $\phi 0.1$ 毫米的漆包线，每层绕60匝，共绕54层，每层之间都要用绝缘材料包好，在240匝时抽一个头作为中压使用。绕制好以后，可用环氧树脂灌封好即可使用。

行输出变压器改绕以后，会增加高压损耗，通过实验得知，这时电源输出的电流从1.1安增加到1.3安，这个增量对于23厘米电视机的稳压电源还是可行的，因为没有超过各元器件的极限值。这一方案的缺点是要重新绕制行输出变压器，工艺比较复杂，但是可行的。尤其是对用1Z11电子管作高压整流的电视机，此方案比较理想。

二、将高压整流电路改为倍压整流

采用这种方案对23厘米电视

机的电路形式、结构位置和元器件都不用改动，只要在高压整流部分增加一个高压电容和一个高压整流硅堆即可，如图6所示。当行输出变压器次级输出的脉冲电压为零电平以下的部分时，二极管 D_1 导通，并对电容C充电，充电电压为脉冲电压零电平以下的电压值；当次级输出的脉冲电压为峰值时，二极管 D_1 截止、 D_2 导通，这时加到显象管第二阳极的电压，不但有零电平以上的脉冲峰值电压，而且还叠加有电容器C两端零电平以下的部分，因此加到显象管第二阳极上的电压为脉冲电压的峰峰值，并经过显象管第二阳极与石墨层形成的电容滤波获得直流电压，此电压可达11.5千伏左右。

这种方案在改装工艺方面比第一种方案简单，尤其是对原来就用硅堆整流的电视机来说，更为方便。只要在原来安装硅堆的支架或套筒上并排安装两支硅堆，用高压电容连接两支硅堆即可。用此种方案改装为31厘米的电视机后，同样也会增加高压损耗，电源供电电流要增加100毫安左右，但依然在23厘米电视机稳压电源的控制范围内。

三、改绕电源变压器

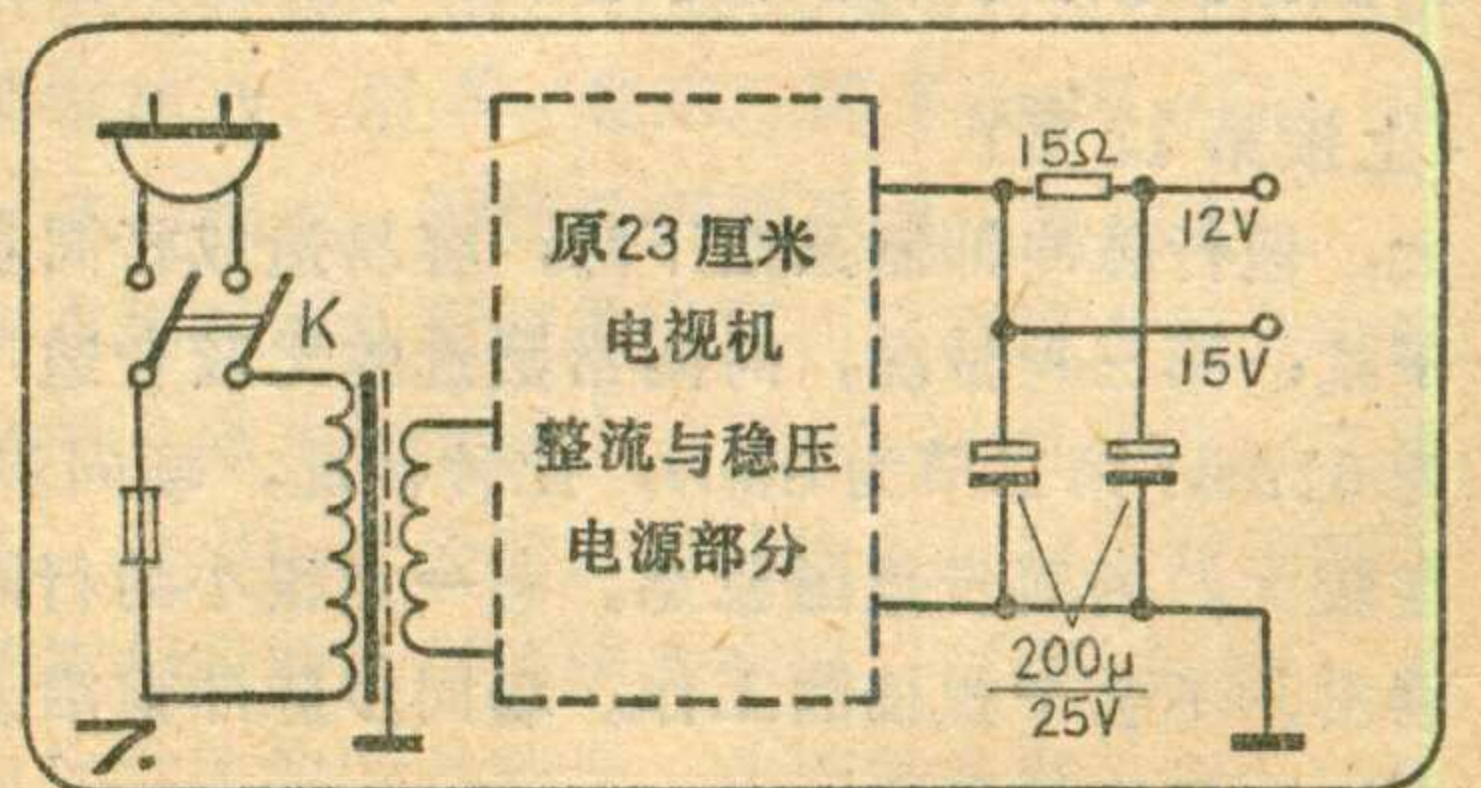
通过改绕电源变压器，将稳压电源改成两组输出，如图7所示：

一组为15伏，供给行、场输出电路和伴音低放电路；一组为12伏，供给高频头、中放电路、AGC电路、AFC电路、伴音中放电路和显象管灯丝电路等。行输出电路加上15伏电压后，会使行逆程时的

反峰电压提高，由于 $U_{CP} \approx E_C [\pi/2 (T_H/T_r - 1) + 1]$ （其中 U_{CP} 为行反峰电压； E_C 为电源电压； T_H 为行扫描周期； T_r 为逆程时间），经计算行反峰电压约为电源电压的7.8倍左右。当电源电压改为15伏时，行反峰电压可达120伏左右。这就要求行输出管的反向击穿电压 BV_{ceo} 要大于120伏才行，否则容易击穿损坏。当采用的是一种具有软击穿特性的晶体管时，如3DA99C，可不考虑这个问题，因为此管的实际耐压大于晶体管手册中的标称值。行反峰电压增大以后，行输出变压器次级输出的脉冲电压也升高，通过整流，将高压由9千伏提升到11.5千伏。从实验得知，当电源电压升高1伏时，高压近似升高800伏。

另外，将电源电压从12伏提高到15伏还有以下优点：①场输出级用15伏电源供电后，可以加大场输出管的动态范围，提高偏转功率；②伴音低放电路用15伏电源后，可以增大伴音输出功率，若有条件更换一个大的扬声器，可提高收听效果；③改造后的12伏电压是由分压电路产生的，用此电压给显象管灯丝供电，在开机的瞬间，由于分压电阻的缓冲作用，不会使灯丝瞬时过载而影响使用寿命。

改造电源变压器的具体办法如下：从电视机上取下电源变压器后去掉铁心，然后将变压器绕组的绝

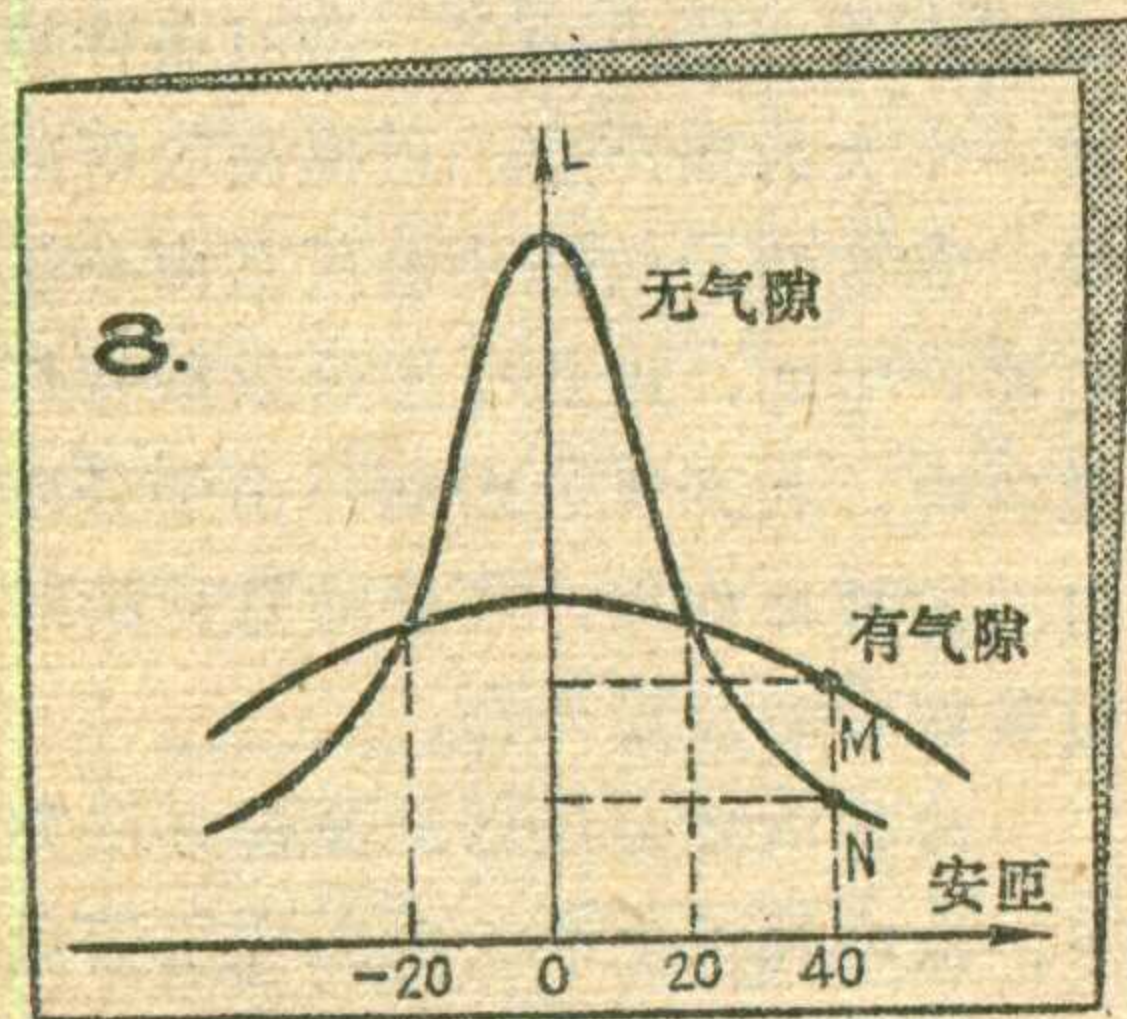


缘纸去掉，在次级绕组中增加 30 匝。增加圈数的方法有两种，一种是将次级线包拆掉重新绕制，比原来多绕上 30 匝；另一种是在原来的基础上，将引出头再焊接上一段漆包线增加 30 匝，但是要将焊接头绝缘处理好。线包绕好后，再将铁心插入线包内，重新装入电视机中。这种方案适用于行输出变压器为自举升压式电路，而高压整流为 1Z11 的电视机。这样可以不用改动行输出级就能够达到提升高压的目的。

四、改绕行输出变压器和调整稳压器输出电压相结合

这种方案是利用小改小革挖掘 23 厘米电视机潜力的方法，达到提高高压的目的。通常从三处着手：其一，减少初级匝数，改变行输出变压器的变比；其二，加大行输出变压器 U_{12} 磁心的气隙；其三，调整稳压电源中的取样电阻或增加电源变压器次级匝数来提高电源电压。下面分别来介绍：

1. 由行输出变压器的工作原理可知，通过改变行输出变压器的变压比可以提高高压输出，但是，第一方案要对高压包重新绕制，这是比较麻烦的，在条件好的地方是可



行的，而本方案是在原来线包的基础上，将初级匝数减小而达到改变变比的目的。可是减少匝数后又不应对变压器的效率影响太大，因此通常在原有基础上减去 5 匝为好。其方法是：将行输出变压器从电视机上取下来去掉磁心，用小刀切开初级绕组引出来的支架，看准初级绕组的出线端，用力一拉，取出 5 匝后切去多余的漆包线，重新组装好，装入电视机。实践证明，将初级线包由 40 匝改为 35 匝后，高压可增加 1000 伏左右。此时，行输出变压器初级绕组的电感量从 600 多微亨降到 500 多微亨，仍然在行偏转线圈的电感量的 5~10 倍的范围内，所以对效率影响不很大。

2. 利用垫纸片的方法，将 U_{12} 磁心的气隙加大。这样加大了磁心的磁阻，从而使绕组的电感量也加大，以提高行反峰电压。大家知道，行输出变压器为脉冲变压器，当直流磁化电流（1 安左右）通过变压器的初级绕组（约 40 匝）时，在直流磁化电流的作用下，有气隙与无气隙的电感量是不同的，如图 8 所示。从图可以看出，M 点的电感量大于 N 点的电感量。当线圈的电感量加大时，线圈中产生的感应电动势也随之加大，因此提高了行反峰电压，从而使第二阳极电压也升高。但是，气隙加大多少才算合适呢？因为气隙加大后，磁阻也加大，这样使高压损耗也随着增加，所以，气隙增量是受到高压损耗的限制的。当气隙增加到 0.3 毫米时，高压可增加 900~1000 伏，但高压损耗增加了 150 毫安。如果气隙再

增加，就会使电源的负荷量太重，造成电源工作异常。所以，气隙增加 0.3 毫米就可以了。

3. 通过上面两个方面的改革，高压从 9 千伏提高到 10.9 千伏左右，但是还未达到 31 厘米显象管的技术指标。从第三方案中可以看出，当电源电压升高 1 伏时，高压可增加 800 伏，因此，还需将电源电压从 12 伏提高到 13 伏。提高电源电压的方法有两个：一种是增加电源变压器次级绕组的匝数，但是应小于第三方案中的 30 匝，一般增加 10 匝就可以了。增加的方法也不拆动铁心，可直接在次级抽头接上一段漆包线，在绕组与铁心之间的缝隙中穿绕 10 匝，用绝缘纸包好即可。另一种是改变稳压电源中取样电阻的分压比，使电源输出电压提高 1 伏。在电网电压较低的地方，这种方法不适用，因为会减弱稳压效果。

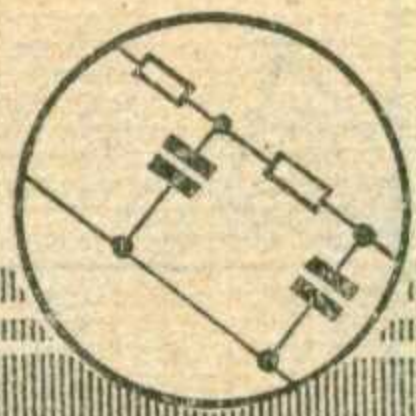
通过上述三个方面的改革，使高压从 9 千伏提升到 11.5 千伏左右，达到了 31 厘米显象管的要求。但是这也会出现一些新问题：如行输出偏转电流增大，即从原来的 4 安增加到 5.4 安；行反峰电压从 90 伏增大到 100 伏；行输出级的损耗增加 300 毫安，可是并没有超过 23 厘米电视机中器件的极限值，所以是可行的，如果有条件适当增大行输出管和电源调整管散热器的尺寸，效果会更好些。

以上是我们在实践中的一些体会，几种方案各有利弊，可以因机制宜选择较妥当的改动方案，或综合采用。

（上接第 12 页）

大，但行脉冲抑制系数下降，容易造成行同步脉冲的干扰；第三种情况，时间常数选的比较合适，第一节为 $62\mu s$ ，第二节为 $39\mu s$ ，此种情况，场同步脉冲幅度较大，场同步范围较宽。有一点很小的行同步脉冲输出，不会干扰场的工作。场同步脉冲前沿上升时间较短，场频较稳定。

在采用两节积分电路时，一般第一节的时间常数应选大一点，尤其是 R_1 应取大一点，这样可以提高积分电路的输入阻抗，减小对幅度分离放大器的影响。从第二节起，就按低通滤波器来考虑，为了减小场同步脉冲的衰减，应把 R_2 取得小一些，把 C_2 取得大一些。



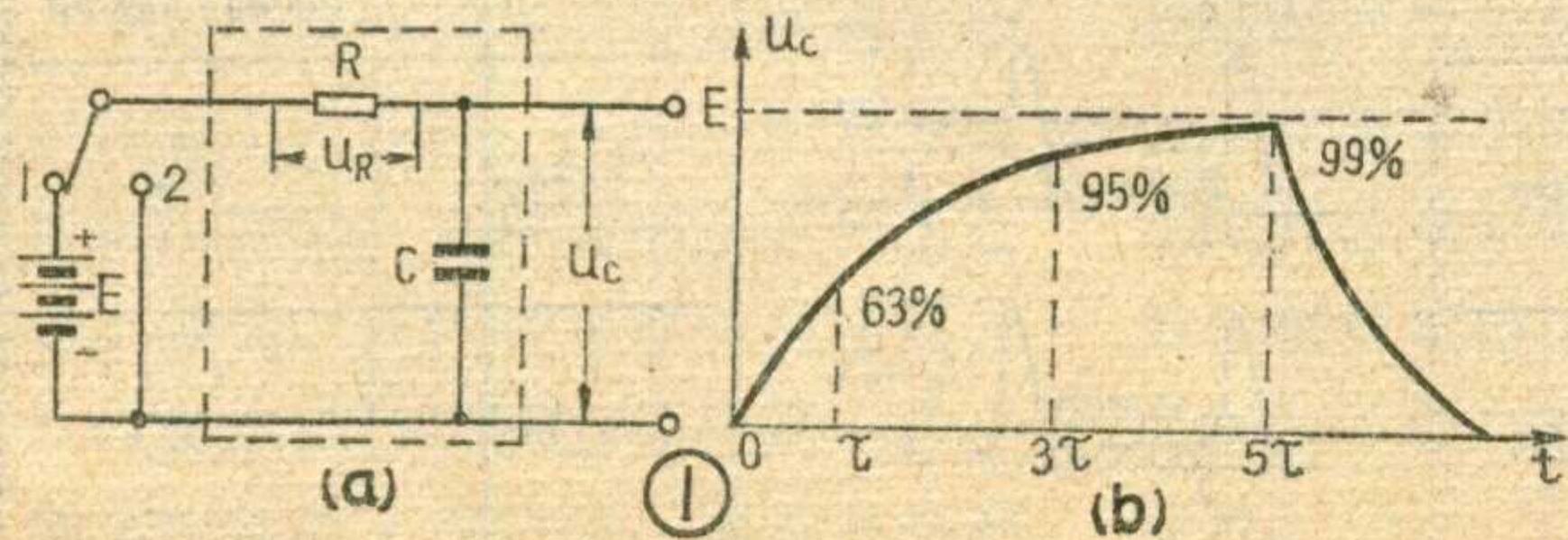
场积分电路 R·C 的选择

童良骅、姜永周、李平新

在电视场扫描电路中，场积分电路主要有两个作用，一个是利用场、行同步信号的频率高低和脉冲宽度的不同而把场同步信号从复合同步信号中分离出来，这叫做频率分离；另一个是供给场振荡器一个较理想的同步脉冲，使场振荡频率与发射台发送的场同步信号同步。要完成这两个任务，必须适当选择场积分电路的时间常数。可是时间常数怎样选择才算“适当”呢？下面结合我们的实践谈一点看法，供参考。

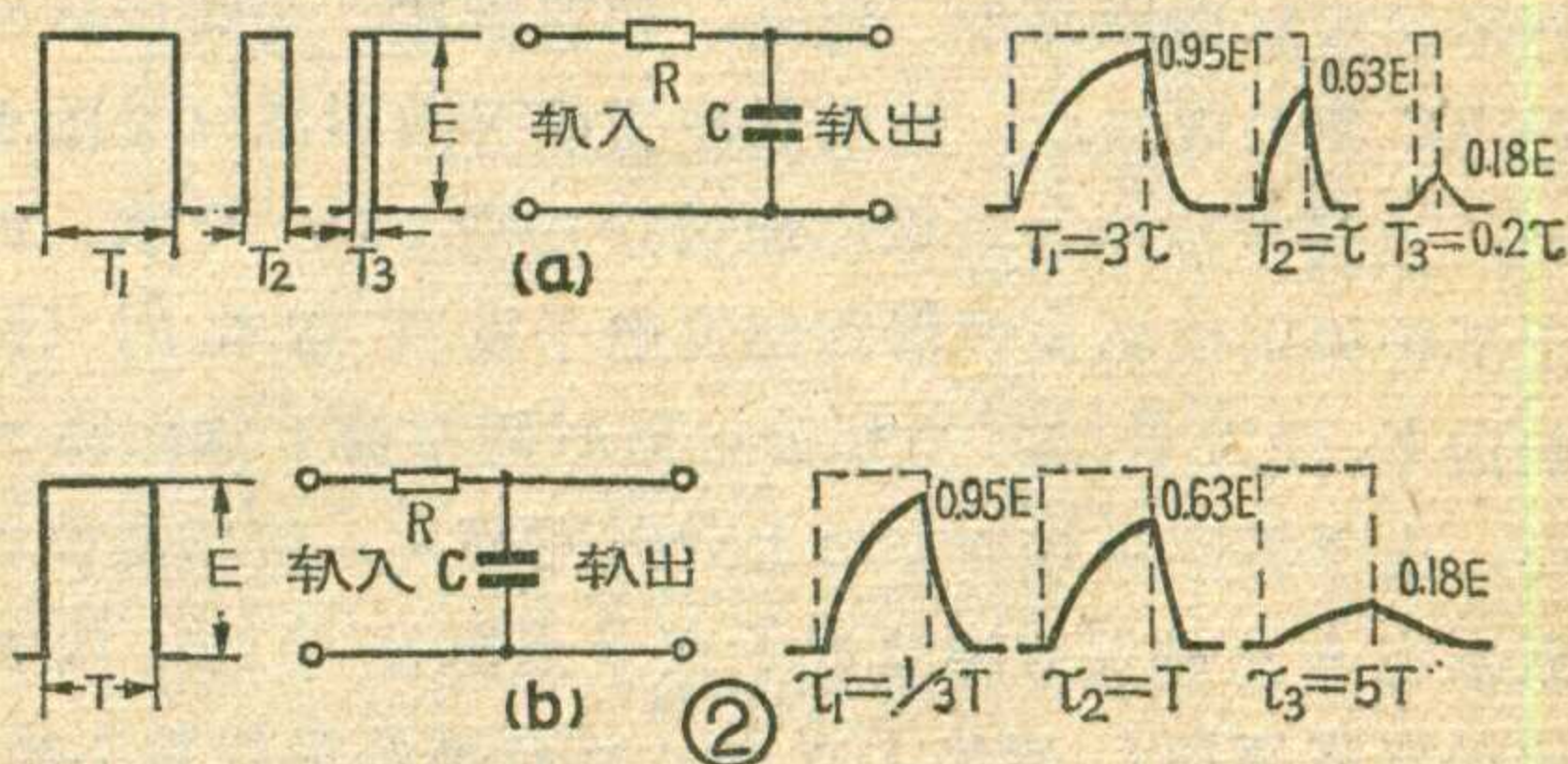
图 1 (a) 虚线框内是最简单的 RC 积分电路，在 RC 积分电路的输入端，接一个直流电源 E，当开关 K 扳到“1”时，由于电容 C 两端的电压不能突变， $u_c = 0$ ，此时 E 全部降在电阻 R 上，即 $u_R = E$ 。同时，E 通过 R 开始给 C 充电，此时充电电流最大， $I_{充} = E/R$ 。随后，电容 C 两端的电压按指数规律上升，随着 u_c 上升，充电电流 $I_{充} = (E - u_c)/R$ 逐渐减小， u_c 上升的速度也越来越慢。当开关扳到“2”时，电容 C 又通过 R 放电，放电电流 $I_{放} = u_c/R$ ，电容 C 上的电压波形如图 1 (b) 所示。可见，电容 C 的充放电速度与 R 和 C 的数值有关，通常将 R 和 C 的乘积叫做时间常数，一般用 τ 表示，即 $\tau = R \cdot C$ ，R 和 C 的单位取欧姆和法拉时， τ 的单位是秒。显然， τ 越大，充电时间越长， u_c 上升的也越慢。另外 u_c 上升的幅度与开关合上的时间长短有关，开关合上的时间越长， u_c 上升的幅度越大（输出电压也越大），反之，开关合上的时间越短， u_c 上升的幅度也就越小（输出的电压也越小）。这种情况与 RC 积分电路输入端加上矩形脉冲的情况相类似，输入的矩形脉冲宽度宽，相当于开关合上的时间长，输入脉冲宽度窄，相当于开关合上的时间短。

从上述 RC 积分电路工作的过程可知，当不同宽度的矩形脉冲通过积分电路时，有如下基本特性：第一，对于一个 R·C 数值一定的积分电路来说，输出脉冲幅度的大小是随着输入脉冲的宽度不同而不同，输入脉冲宽度越宽，输出脉冲幅度就越大；相



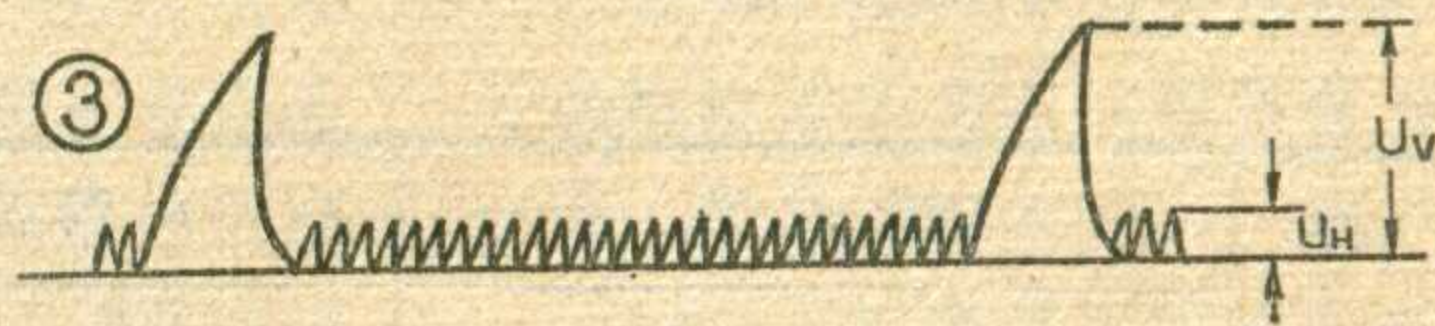
反，输入脉冲宽度越窄，输出的脉冲幅度也越小，如图 2 (a) 所示。第二，对于幅度一定、宽度相同的脉冲来说，输出脉冲的幅度随时间常数 τ 的大小而变化，时间常数 τ 越大，输出脉冲的幅度越小；时间常数 τ 越小，输出脉冲幅度越大，如图 2 (b) 所示。

大家知道，我国电视标准规定，场频为 50Hz，行频为 15625Hz；场同步脉冲宽度为 160 微秒，行同步脉冲宽度为 4.7 微秒。行、场同步脉冲经幅度分离



后，其幅度是相同的，但是它们的脉冲宽度是不同的。因此，只要适当地选择积分电路的时间常数，根据上述特性，就可将场同步信号从复合同步信号中分离出来。针对场积分电路的两个任务，选择时间常数时，通常应考虑以下几点：

1. 应使场扫描频率受行同步信号的干扰尽量减小，这就要求积分电路对行同步脉冲的输出应尽量降低。因此，时间常数 τ 应选择大一些。并应在 $4.7\mu s \ll \tau < 160\mu s$ 的范围内选取，使行同步脉冲通过 RC 积分电路时，刚开始充电，马上就开始了放电，其幅度受到充分的抑制。如果用 U_V 和 U_H 分别表示输出的场和行脉冲的幅度，如图 3 所示，从尽量减小行脉



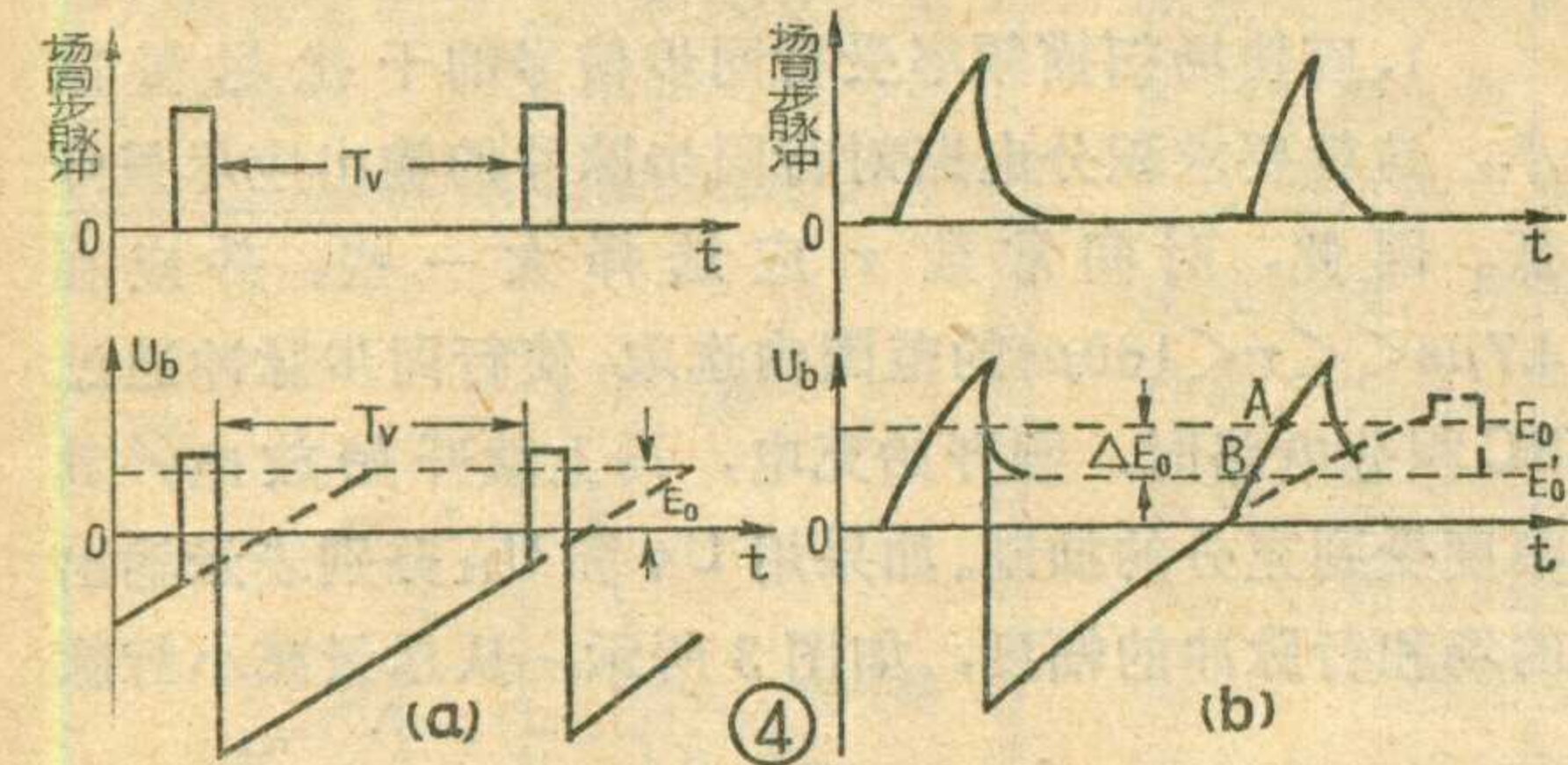
冲干扰的作用考虑， U_V/U_H 越大越好， U_V/U_H 叫做行脉冲抑制系数，用 K_H 表示，即 $K_H = U_V/U_H$ 。时间常数 τ 选的越大，行脉冲抑制系数也就越大。

2. 要求场同步范围应足够宽。这就要求积分电路输出的场同步脉冲幅度要大。因此，时间常数 τ 又应选小一点。由 RC 积分电路的特性二可知，对于幅度一定、宽度相同的场同步脉冲来说，时间常数 τ 越小，输出的脉冲幅度就越大。在场振荡器一定的情况

下，场同步范围基本上决定于输送给场振荡器的同步脉冲幅度。

3. 尽可能保证场振荡频率的稳定性和隔行扫描的准确性。从这一点出发，又要求积分电路的时间常数应尽量小。积分电路时间常数小一些为什么场振荡频率就稳定呢？大家知道，场振荡器是受外来场同步脉冲同步的。在电视机中，场振荡级一般多采用间歇振荡器，现以晶体管间歇振荡器为例，来看一看场同步脉冲对场频的影响。晶体管场振荡器基极有一个触发电平，当场同步脉冲为理想的矩形脉冲时，场振荡器基极电压的波形如图4(a)所示。在同步脉冲(积分电路的输出脉冲)未加上时，场振荡器作自由振荡，其基极电压波形按照图中虚线所示的趋势放电达到触发电平时，管子才导通；在同步脉冲加上时，提前使基极电压达到触发电平，管子提前导通，使场振荡周期被外来同步脉冲所同步。但是，如前所述，场同步脉冲经RC积分电路后，输出脉冲变成三角形波(见图1b)，这样振荡器的基极电压波形如图4(b)所示。由于某种原因使场振荡器的触发电平发生变化时(例如由 E_0 变为 E_0')，当积分电路时间常数 τ 选的较大时，由于场同步脉冲前沿上升时间增大，使场振荡器原来在A点触发导通变成了在B点触发导通，从而使场振荡周期 T_V 变化了 ΔT_V 。这样就造成场频不稳，严重时会使场发生抖动甚至破坏隔行扫描的准确性。

另外在调整场频时，会使振荡器的自由振荡周期发生变化，由于场同步脉冲前沿上升时间的存在，如图5所示，也会造成在A点或B点的不同触发，同样会使场振荡周期发生变化，严重时也会造成场抖动



或隔行扫描被破坏等不良现象。根据以上两点分析，为了减小场同步脉冲前沿的上升时间，以免造成误触发，所以时间常数 τ 应选小一些。

上述三种情况对时间常数 τ 的要求是矛盾的，因此在选择场积分电路的时间常数时，要互相兼顾。首先应保证有足够大的行脉冲抑制系数，以减小行脉冲对场同步的干扰，所以时间常数 τ 应适当选大一点。在保证行脉冲抑制系数足够大的前提下，时间常数 τ 可适当减小一点，以便缩短场同步脉冲前沿的上升时间，减小误触发。为了更好的兼顾，通常采用二节或三节积分电路，目前晶体管电视机的场积分电路，多采用二节积分电路。图6为一节、二节、三节积分电路的输出电压波形，从图可以看出，二节或三节积分电路输出电压的波形起始段上升非常缓慢，这一特性恰好使持续时间较短的行同步脉冲得到相当大的抑制，从而大大提高行脉冲抑制系数。经过一小段缓慢上升之后，就开始以较快的速度上升，曲线中间段上升的斜率比单节积分电路小不了多少，因此，只要利用中间段来进行同步，还是较理想的。

我厂在设计生产海燕牌12JD-A电视机时，对于如何选择场积分电路时间常数的问题曾作了多次实验，结果见表1(表中输出波形是在断开场振荡器的情况下观测的)。第一种情况，时间常数选的较大，第一节为 $136\mu s$ ，第二节为 $112\mu s$ ，虽然行脉冲抑制系数大，行脉冲得到充分抑制，但场同步脉冲幅度比较小，并且前沿上升时间长，容易引起场频不稳；第二种情况，时间常数选的较小，虽然场脉冲幅度较

(下接第10页)

表1:

实验次数	第一节			第二节			输出波形	同步范围	行脉冲抑制系数
	R_1	C_1	τ_1	R_2	C_2	τ_2			
1	6.2K	0.022 μ	136 μs	5.1K	0.022 μ	112 μs		15Hz	很大几乎看不到行脉冲
2	6.2K	4700P	29 μs	3.9K	4700P	18 μs		21Hz	7:1
3	6.2K	0.01 μ	62 μs	3.9K	0.01 μ	39 μs		21Hz	20:1

电子管场振荡器 的应急修理

电子管电视机的场振荡电路，多采用变压器耦合的间歇振荡器。在检修工作中，我们经常遇到振荡变压器因线包霉断而损坏，由于没有更换条件和重绕条件，可把间歇振荡电路改为屏栅耦合的多谐振荡电路，效果较好。现以上海牌104型电视机为例，具体介绍一下改动的情况，如图中粗实线所示。

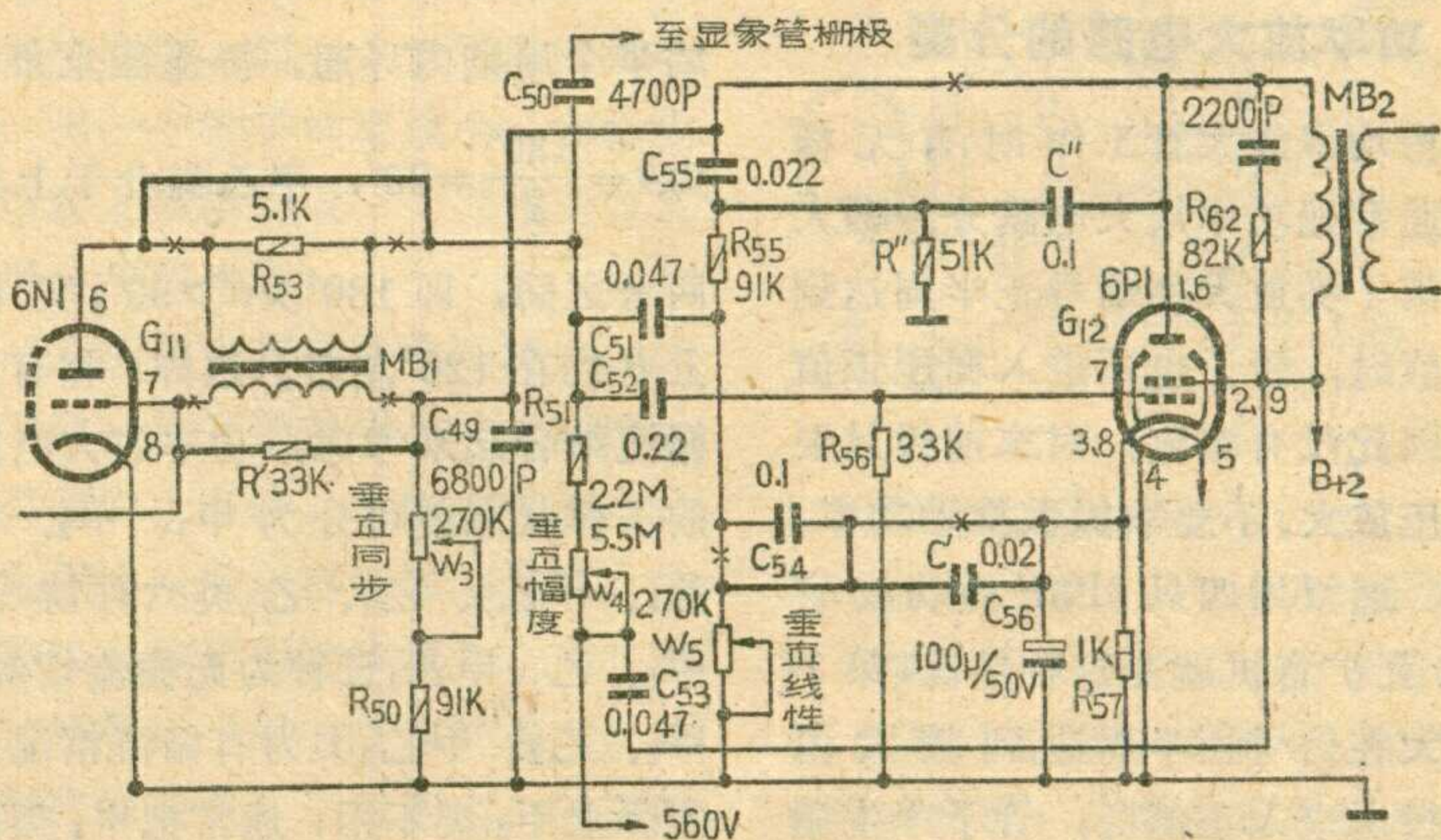
图中增加的 R' (33K) 为隔离电阻。振荡频率主要由 W_3 、 R_{50} 、 C_{49} 来决定，为获得50赫的场频， R_{50} 由原来的560K改为91K， C_{49} 由原来的 0.01μ 改为6800P。电路改动后， C_{55} 、 C_{52} 就成为多谐振荡器中屏极到栅极间的两个耦合电容，并将 R_{55} 的阻值由原来的27K改为91K。图中新增加了 R'' (51K)、 C'' (0.1μ)、 C' (0.02μ) 三个元件，目的是为了与 C_{54} 、 W_5 等组成一个由输出管屏极

到栅极的复杂反馈网络，将6P1屏极的输出脉冲电压积分后，再与栅极的控制电压叠加，从而改善垂直线性。

经过以上改动，如果屏幕上出现上下两幅相同的图象，说明振荡频率太低，可进一步减少 R_{50} 的阻值或 C_{49} 的容量。如果屏幕上出现上下两半部重叠的图象，说明振荡频率太高，则可增大 R_{50} 的阻值或 C_{49} 的容量。上述两种情况，也可

以同时增减 R_{50} 的阻值和 C_{49} 的容量。如果出现垂直线性不良，调节垂直线性、垂直幅度等旋钮，仍无法获得良好的线性，则可改变 R_{55} 的阻值。一般来说，如果图象上部压缩、下部伸长，可减小 R_{55} 的阻值；如果上部伸长、下部压缩，可增加 R_{55} 的阻值。适当变更 C' 的容量，对改善垂直线性也有一定的作用。要注意的是，在改变上述元件进行调整时，应把调节垂直线性的电位器 W_5 置于中间位置上。

(梁肇滔)



使用高压硅堆的 一点体会

付文娟

高压硅整流堆具有整流效率高、耗电少、体积小、机械性能好、寿命长等一系列优点，目前已被广泛应用于工业生产、科学研究、医疗等各个领域。随着电视工业的发展，硅堆在电视机中的应用也日益普遍。下面谈一点在电视机中使用高压硅堆的体会。

1. 在电视机中硅堆是在高频脉冲状态下工作的，因此，应选用高频高压硅堆。这种硅堆除了要求正向压降低、反向击穿电压足够高、反向漏电流小以外，还应具有合乎要求的脉冲工作特性，即具有短的

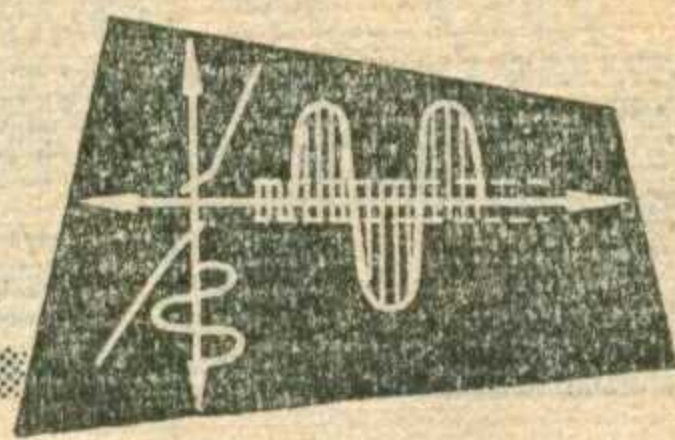
反向恢复时间。如果将工频电源使用的低频硅堆用于电视机上，硅堆的整流效率要大大降低，高频损耗将引起硅堆严重发热，造成早期损坏。

2. 在电视机中，由于硅堆周围的环境温度较高（经试验夏天温度可达 $50\sim 60^{\circ}\text{C}$ 以上），随着使用温度的升高，硅堆的反向恢复时间将增大，从而引起高频损耗增加，这样就造成了硅堆的不稳定性。也就是说，随着温度升高，硅堆输出的直流高压将降低，同时，反向漏电流也将随温度升高而增大，从而使硅堆的反向功率损耗增加。为了不使硅堆因产生热循环而损坏，必须对使用最高电压有一定的限制才行。考虑到硅堆长期使用的可靠性，在单相整流电路中，整流得到的直流高压应不超过硅堆额定电压的60%左右。

硅堆的热损坏现象一般是这样的：电视机开机工作一段时间后，光栅逐渐消失，这时立即关机，发现硅堆很烫。待硅堆冷却后再开机，又出现光栅，但过一段时间光栅又消失。出现一次光栅消失现象之后，这个硅堆在相同条件下的工作持续时间将会越来越短。这种损坏现象是由于功率损耗过大引起的热损坏，它与一般电压击穿现象不同。待硅堆冷却后用兆欧表测量其反向电阻，仍然是很大的。

3. 为了提高高压硅堆在电视机上使用的可靠性，安装时应注意尽量远离发热元件，并注意电视机的通风散热问题。同时，硅堆要水平放置，因为竖直放置会使其功率容量减小。此外，还要避免使硅堆对地有过大的分布电容，否则将造成很大的容性电流，使硅堆发烫以致损坏。

功率放大电路的分类与特点



方 锡

本文以电子管电路为例，谈谈功率放大电路的分类与特点，并且具体讲讲从电路上如何识别功率放大器属于哪一类，使用当中应注意什么问题等。这些道理对于晶体管放大电路也是适用的。

功率放大电路的分类

按功率放大管工作时有无栅流，通常把功率放大电路分为两大类：第1类放大在信号正半周达到最大值时，管子也不进入栅压正值区，因此没有栅流，对末前级只要求电压放大，不要求提供推动功率。例如，通常用四只6P3P做功放管的40瓦扩音机就是这种情况；第2类放大在信号正半周达到较大值时，栅压进入正值区，管子产生栅流，末前级提供所需的推动功率。也就是说，第2类放大需要有推动级。例如，用两只FU-5做功放管的扩音机就是这种情况。

在分析电子管的工作状态时，往往利用屏流截止角的概念来说明。什么叫屏流截止角？我们通常把正弦波的一个周期视为 360° ，而把电子管屏流在信号电压一周内流通时间的一半，叫做屏流截止角。这个参数通常用 θ 来表示，它是指屏流从最大值到最小值之间的电角

度。按照屏流截止角这个概念，功率放大电路的工作状态又可分为甲类、乙类和介于它们之间的甲乙类三种。甲类放大在信号的整个周期内管子均导通，屏流截止角为 $\theta = \frac{360^\circ}{2} = 180^\circ$ ；乙类放大只在信号的半个周期内导通，屏流截止角则为 $\theta = \frac{180^\circ}{2} = 90^\circ$ ；甲乙类介于上述两者之间，即 $180^\circ > \theta > 90^\circ$ ，实际上 θ 约在 120° 左右。这样，和有无栅流结合起来考虑，功率放大电路的工作状态就可分为甲₁、甲₂、甲乙₁、甲乙₂、乙₁、乙₂类六种情况。甲₁、乙₁、甲乙₁三种为无栅流情况，甲₂、乙₂、甲乙₂类为有栅流情况。实际上甲₂类不用，通常把甲₁类简称为甲类。乙₁类用的也不多，如果不加说明，乙类就是指的乙₂类。

1. 甲类放大

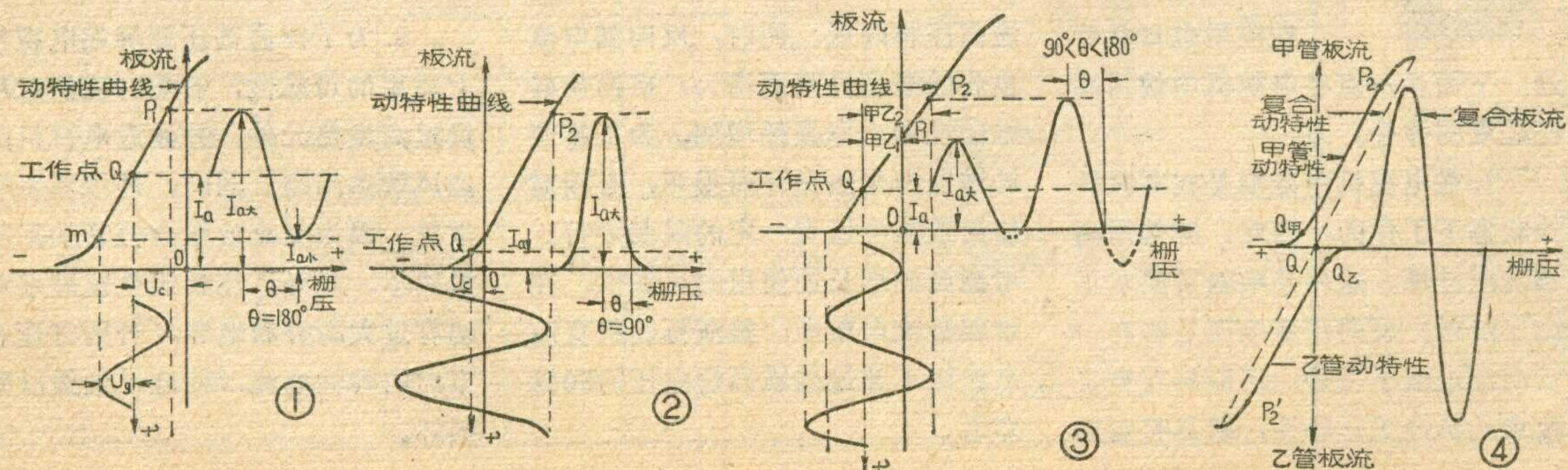
甲类放大的说明见图1。它的工作点Q配置在电子管动态特性曲线直线部分的中间。Q点的位置由栅压 $-u_c$ 决定。当送一个正弦波电压到功放管栅极上时，栅极信号电压在 $-u_c$ 的基础上在负栅压区变化，不超过零值不进入正栅区。在输入正弦波信号的整个周期内，电子管的屏极回路均有屏流流通。屏

流的波形和栅极信号电压波形完全一样。因此，这一类放大可以采用单边放大电路，也可以采用推挽放大电路。零信号时屏流为 I_a （如图1）， I_a 较大。信号最大时屏流达到P₁点，但不超过动态特性曲线上的弯曲部分。信号最小时屏流下降到m点，但不超过特性曲线下部的弯曲部分。在波形无失真时，平均屏流 I_0 与 I_a 相等。

甲类放大有几个特点：①对同一型号的管子来说，采用这种电路时输出功率较小。②屏路效率低，这是因为零信号时电流 I_a 较大。从理论上说屏路效率 η_a 可达到50%，但实际上三极管甲类放大只有(20~25)%，束射管甲类放大也只达到40%。③失真较小。④因为没有栅流，末前级只需要电压放大。⑤因为平均直流电流 I_0 变化较小，所以采用阴极自给负偏压。⑥对整流电源电压的稳定度没有什么特殊要求。⑦屏流截止角为 180° 。图5和图6是电子管收音机中常用的甲类单边功率放大电路，可以看出，这些电路是符合以上几个特点的。

2. 乙类放大

乙类放大的说明见图2和图4。它的工作点配置在动态特性曲线直线部分的下端，选择在近似屏



流截止处。零信号时的电流 I_a 很小。管子的工作点 Q 也是由 $-u_c$ 决定。有些管子有一个一定的 $-u_c$ 值，也有些管子可以使 $-u_c=0$ 伏。例如 FU-5 常用两种工作状态：一种 $u_c=-16$ 伏，另一种 $-u_c=0$ 伏。当送一个正弦波信号至栅极上时，只在信号正半周有屏流流通，截止角 θ 为 90° 或比 90° 略大一点（如图 2）。在信号负半周屏流截止。可见，这种电路如果只用一个管子工作，失真很大的。一定要用两个管子接成推挽电路。这样甲管放大正半波，乙管放大信号的负半波，输出电流在输出变压器内就会拼合为一个完整的正弦波。图 2 是一个管子的工作情况。如果把图 2 绘成一式两分的图，颠倒一下拼合起来，就可以得到图 4 那样的复合动态特性图。由图 4 可看到，上半边甲管动态特性曲线有点弯，下半边乙管也一样，但是它们的复合动态特性反而更接近直线，这样失真就减小了。甲管的直流工作点是 $Q_{甲}$ ，乙管是 $Q_{乙}$ ，而合成交流工作点 Q 却经过坐标的原点。

由图 2 可看到，零信号时屏流 I_a 很小，因此乙类放大器屏路效率较高，理论上可达 78.5%，实际上只能达到 (50~65)%。信号最大时屏流达到 P_2 点，但不进入弯曲部分。信号最小时屏流差不多下降到零点，平均电流 I_0 远大于零信号时的电流 I_a 。因为直流电流变化很大，所以对整流电路要求较高。

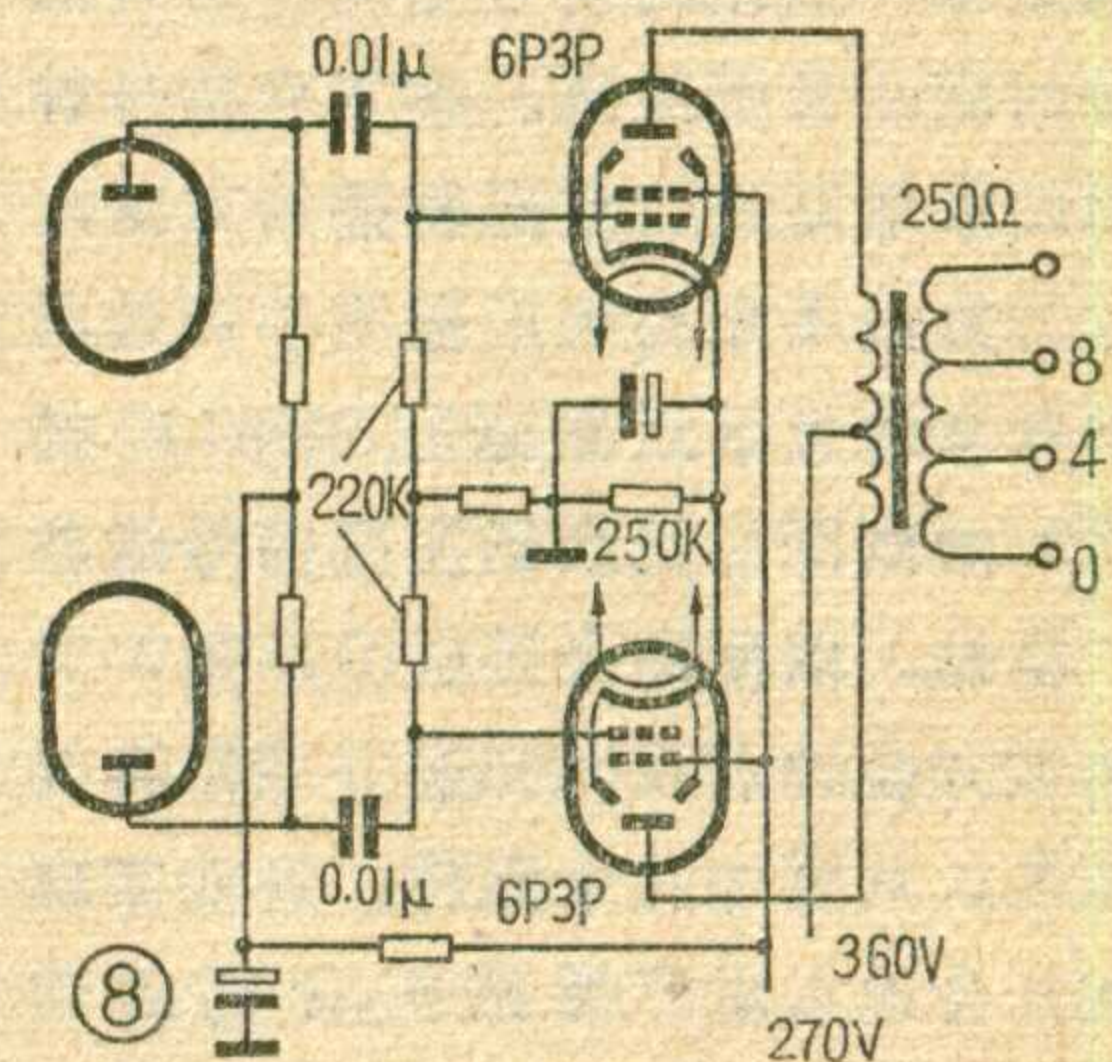
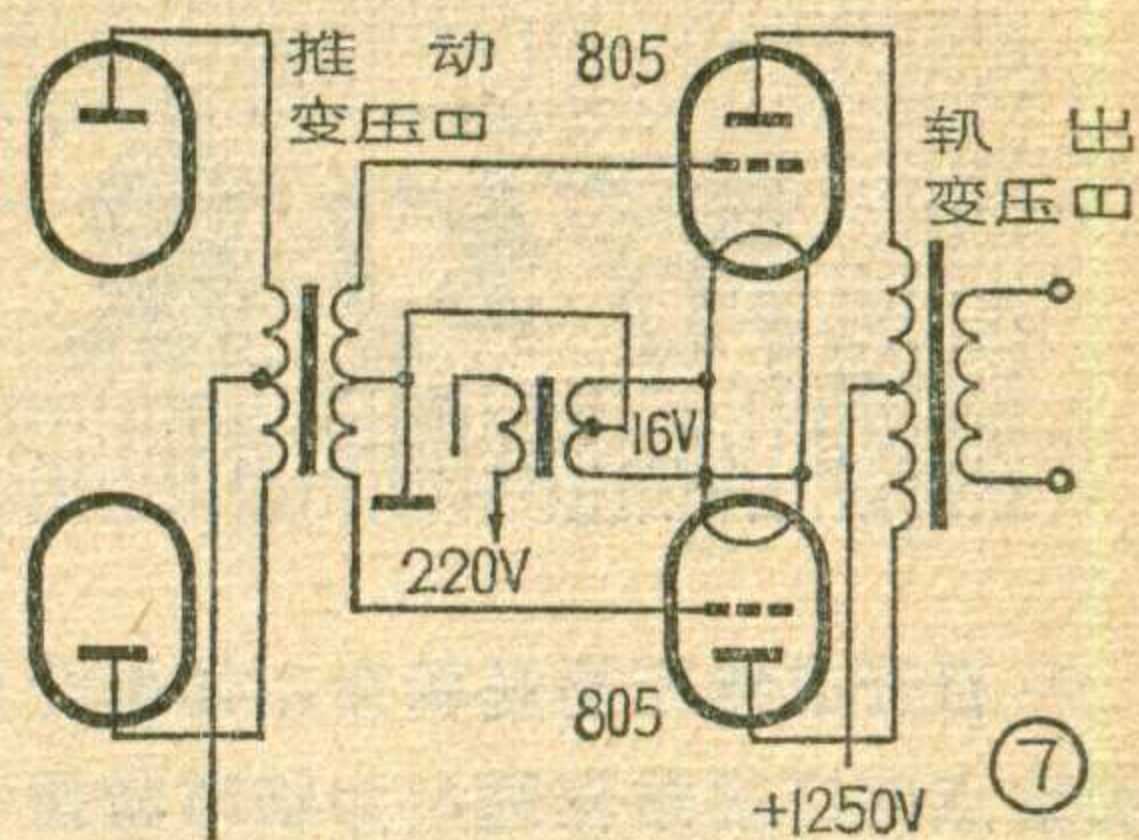
由图 2 还可看到，乙类工作状态采用的 $-u_c$ 较小，甚至可以取零值。当信号为正半周时，栅极电压进入正值区，栅流较大，因此末前

级也应该是一个功率放大级（功率较小），它给末级的栅路提供所需要的功率。末前级的内阻应该很小，常采用变压器耦合方式。在信号负半周，一个管子屏流截止了，但另一个管子开始工作，形成所谓的推挽工作。图 7 是广播站常用的 300 瓦扩音机乙类功率放大部分电路图。从图中可看出，两个管子的直流电流流过输出变压器初级时，方向是相反的，如果整流电源滤波不很好，有一点交流声，在变压器上就能相互抵消。对于两个管子的信号电流来说，流经输出变压器时方向是相同的，即一个管子电流增大时，另一个管子电流减小，在输出变压器上就能合成一个完整的电流波形（见图 4）。

乙类放大有下列几个特点：①对于同一种管子来说，输出功率较甲类放大大得多。②因为零信号电流 I_a 很小，所以屏路效率较高。③末前级必须采用功率放大，而且推动功率要比手册上规定的稍大。推动级内阻要低，失真要小。④采用固定栅负压（包括零伏）。因为平均直流屏流 I_0 变化很大，故不能采用自给偏压。⑤整流电路的电压稳定度要好。⑥整流电路波纹系数可容许稍大一点。⑦屏流截止角约为 90° ，必须用两管做推挽工作。⑧乙₂ 类放大实际上只能采用三极管，或者把束射管和五极管接成三极管使用。

3. 甲乙类放大

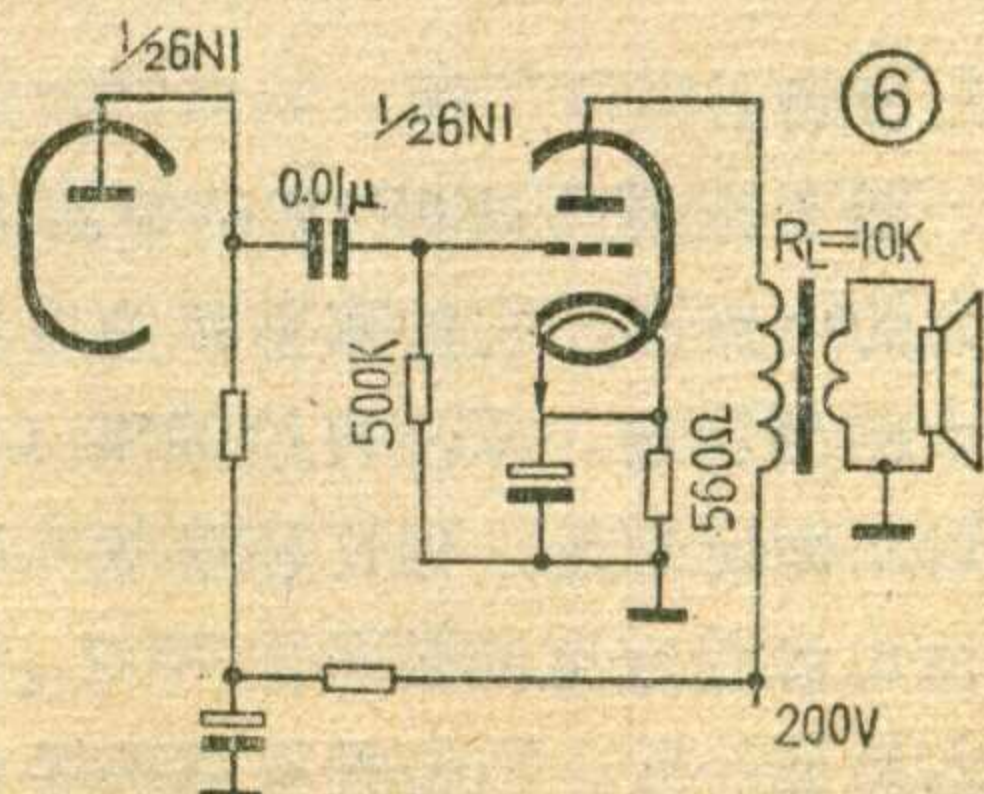
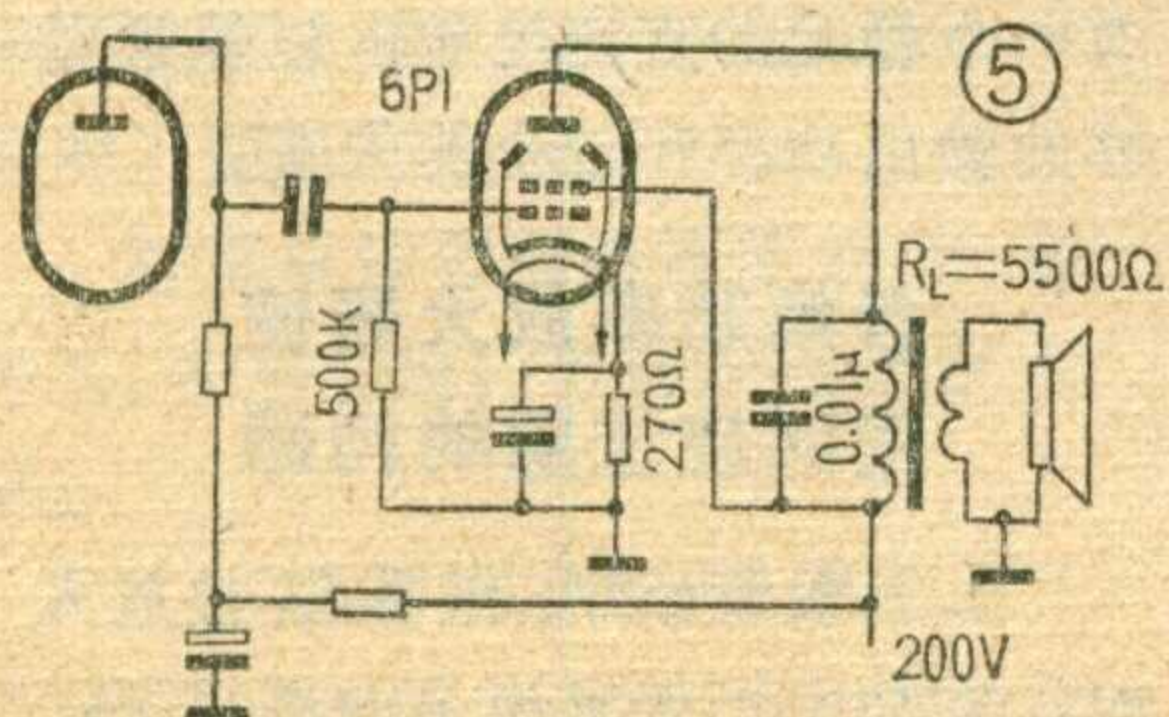
甲乙类放大又分为甲乙₁ 和甲乙₂ 两种。前者接近甲₁ 类，后者接近乙₂ 类。甲乙类放大的说明如图 3，工作点 Q 仍由 $-u_c$ 确定。甲乙



类的屏流流通角 θ 小于 180° ，大于 90° ，实际上在 $120^\circ \sim 130^\circ$ 范围内。图 3 中，第一个正弦波信号幅值较小，不超过零栅压，是甲乙₁ 类放大。它没有栅流，末前级可采用电压放大。如果照第二个信号幅值较大的情况设计，则已经超过零栅压，进入正栅压区，此时已产生栅流，工作状态就变为甲乙₂ 类。甲乙₂ 类的末前级应采用功率放大。

甲乙₁ 类的一切特点都接近甲类，电路要求也相同，只是甲乙₁ 输出功率略高、效率略高。例如，同样是 6P3P 管，做甲₁ 类推挽放大时屏路效率约为 50%，而做甲乙₁ 类推挽放大时效率会超过 60%。

甲乙₂ 类的一切特点都接近乙类，输出功率比甲乙₁ 类大得多，电路要求和乙类相同，效率也差不多。对于同一种类型电路来说，表面看来束射管好象比三极管效率高许多，实际上束射管帘栅极也要损

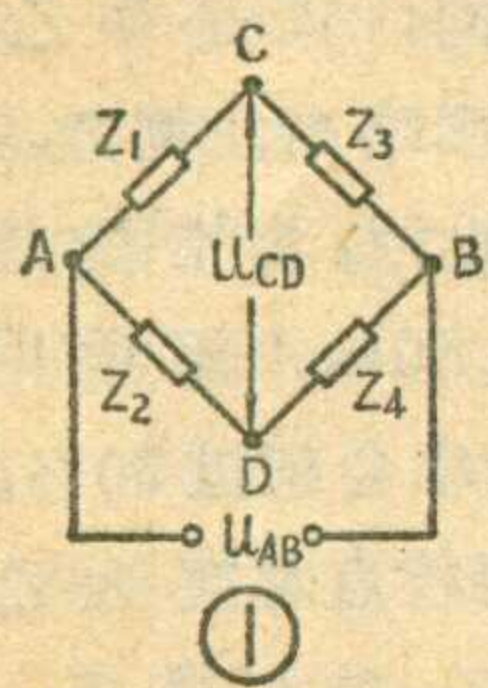


用幻象电路进行实况转播

召开有线广播现场会，如果开会地点距广播站较远，为临时转播大会实况，往往要架设一路从开会地点至广播站的信号专线。这样既浪费时间，又不经济。本文介绍一种用幻象电路进行实况转播的方法，这种方法不需另架广播线，而是利用开会地点附近原来已有的广播线，做到既能把会场实况信号送往广播站，以便向全县(社)广播，又能在开会地点及时知道并控制转播效果。只要加几个元件，还能实现在开会地点对广播站扩音机的遥控。

线路原理

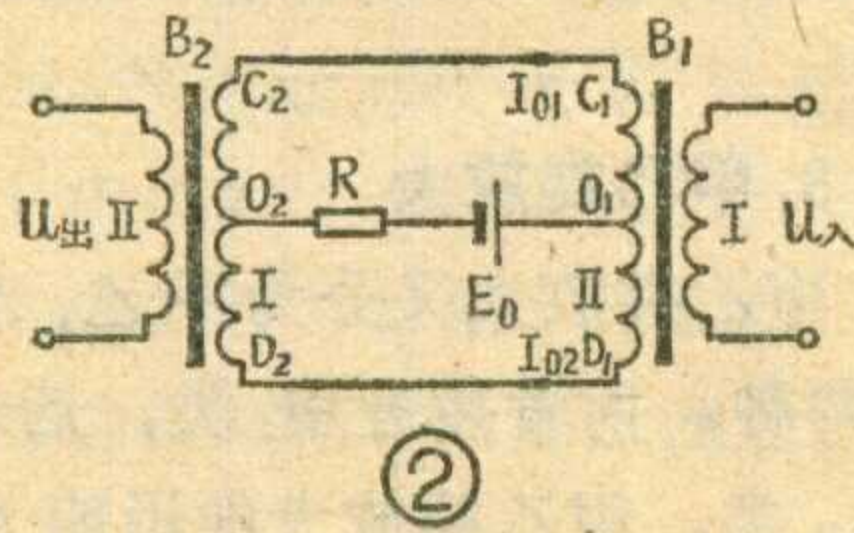
什么叫幻象电路呢？让我们先来看看图1，它是一个普通的电桥电路，它的特点是当 $Z_1=Z_2, Z_3=Z_4$ 时，电桥达到平衡。这时如果从 A、B 两端输入一个信号电压 U_{AB} ，C、D 两端将无信号输出，即 $U_{CD}=0$ 。反之，若从 C、D 两端输入一个交流信号电压，A、B 两端的输出电压 $U_{AB}=0$ 。可以想像，如果在



AB和CD 两端分别输入信号电压 U_{AB} 和 U_{CD} ，在电桥平衡的条件下，两路信号将互不影响，即 U_{AB} 不会在 C、

D 两端出现， U_{CD} 也不会出现在 A、B 两端出现。

根据上述道理，可用两个变压器代替图1中的 Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 ，从而连接成图2的形式。变压器 B_1 和 B_2 具有这样的性质：绕组 O_1C_1 和 O_1D_1 以及 O_2C_2 和 O_2D_2 不仅匝数相同，绕线粗细一样，而且在铁心上的位置也对称，因此阻抗 $Z_{O_1C_1}=Z_{O_1D_1}, Z_{O_2C_2}=Z_{O_2D_2}$ ，显然图2电桥此时是平衡的。如果在变压器 B_1 的绕组 I 上加一个交流信号电压 U_{λ} ， O_1O_2 两点之间就不会有电压出现，只是在变压器 B_2 的绕组 II 上能获得一个输出电压 $U_{出}$ 。图2中，直流电压 E_0 所产生的电流，从 E_0 正极出发，在 O_1 点分成 I_{O_1} 和 I_{O_2} 两路，分别经 B_1, B_2 的线圈 $O_1C_1, O_2C_2, O_1D_1, O_2D_2$ ，然后共同经过 R 回到电源 E_0 负极。因为电路是对称的，所以 $I_{O_1}=I_{O_2}$ ，而且 I_{O_1} 和 I_{O_2} 在变压器 B_1 和 B_2 中形成的磁通大小相等、方向相反，合磁通为零。所以 E_0 对交流信号 U_{λ} 的传输没有影响。如果用一个交流信号源 U_0 代替 E_0 ，或者



E_0 和 U_0 串联起来同时存在，也不会对 U_{λ} 的传输有影响。我们称具有这种特点的电路为幻象电路。通过对图2的分析可以看出，这种电路可互不影响地传输三个信号。

我们知道，如果想用附近的广播线进行实况转播，起码要在线路上同时传输两种音频信号，即从现场送往广播站的音频信号和经过广播站放大后送向全县(社)的音频信号。显然，有一部分音频信号须返回现场，做为操作人员的监视信号。此外，如果进行远距离遥控，还要至少传输两种信号：一是指令信号，使远方(例如广播站)被控制的设备按指令要求动作；二是回答信号，使操作人员了解被控设备执行指令的情况。

图3为用幻象电路进行实况转播的典型电路。 B_1, B_2 为具有中心抽头的变压器。若广播机输出变压器次级具有两个对称绕组，可直接用它来代替 B_1 。工作过程简述如下：转播开始前，先接通现场扩音机电源 E_A ，此时 E_A 也对广播站广播机发出指令信号，即直流电流从 E_A 正极出发，经 B_4, B_2 、广播线路、 B_1, B_3, J_1 、大地、指示灯回到 E_A 负极。因为指示灯串联于该回路中，只要指示灯发光，就说明上述回路没有断路故障，直流继电器 J_1 就会动作。因此可以说，

耗功率，所以它的效率比三极管高不了多少。

乙类放大只能采用三极管。甲乙₂类可以用三极管，也可以用束射管和五极管。前者失真小些，后者效率高些。中小功率的末级一般采用束射管，大功率功放末级一般

用三极管。

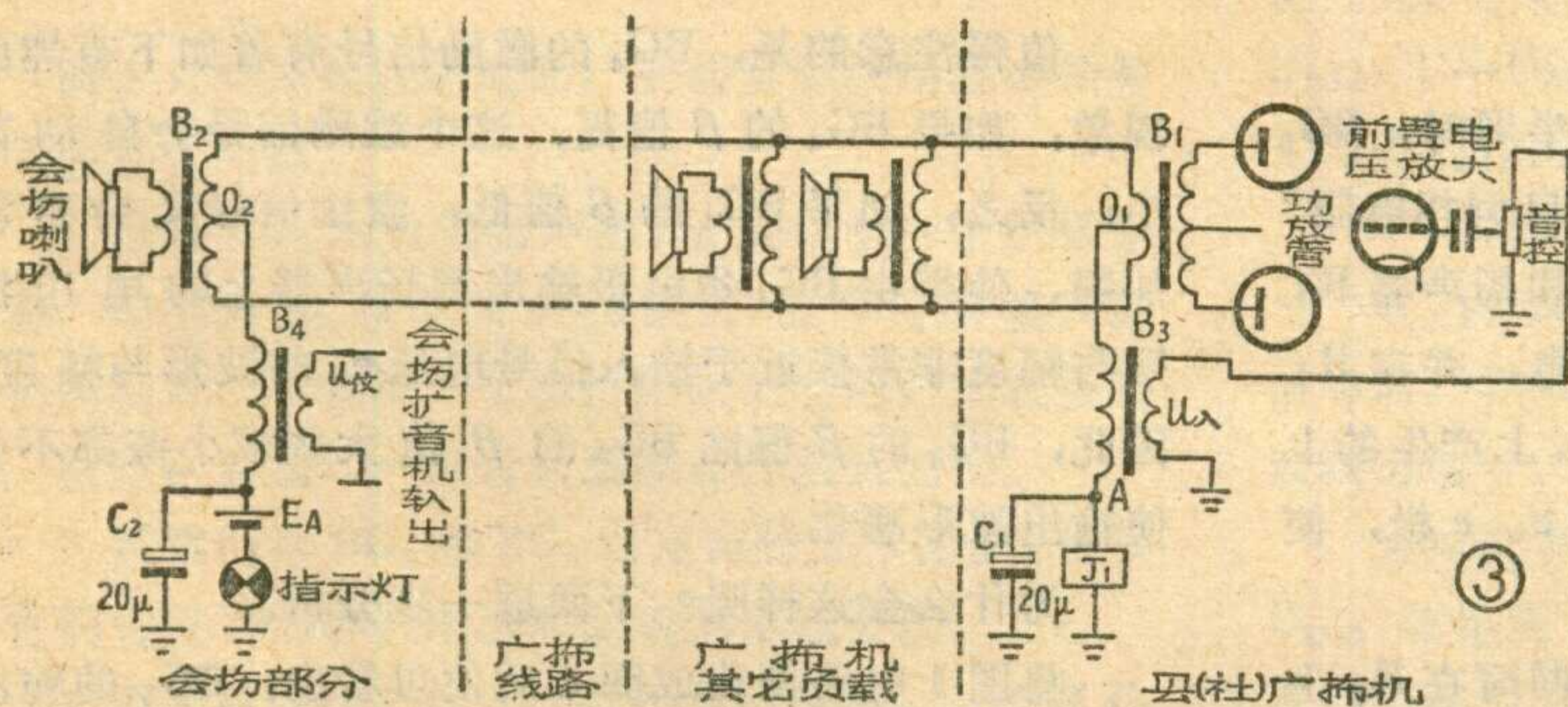
图8是用两只6P3P做甲乙₁类放大的电路图，它的末前级为电压放大的倒相级。采用自给偏压(也可以用固定偏压，但比较麻烦)。对整流电源稳定度的要求比甲乙₂类和乙类低一些。但帘栅电路仍希望

有一个稳定的直流电源，以保证足够的输出功率和较小的失真。

各类功率放大器使用时应注意的问题

1. 三极管做甲₁和甲乙₁类放大时，在功率不要求用足的情况下，

指示灯发光就是 J_1 执行指令后所做的回答信号。 J_1 动作后,通过起动系统,广播机接通低压电源开始预热,经一定时间后又自动接通高压电源。这时操作人员可根据现场转播地点喇叭中是否有噪声(或送入一个试验信号)来判断广播站广播机是否已进入工作状态。待一切反应正常后,可把现场扩音机输出的音频信号从变压器 B_4 的初级送入, B_4 次级便感应出信号电压。从图 3 可知,该电压一端经 C_2 接地,另一端接在 B_2 的中心抽头 O_2 上,通过一个平衡电桥网路,经 B_3 、 C_1 入地。根据前面所分析的幻象电路的原理可知,信号在传输过程中和广播机输出的信号是互不影响的。又因为 C_1 对现场来的音频信号旁路,使其不通过继电器 J_1 ,所以音频信号电压只降落在变压器 B_3 上,并在 B_3 次级感应出电压 U_λ , U_λ 即可做为广播机的信号输入电压。广播机的输出电压的一部分通过广播线又送回到现场的喇叭上,使喇叭发出声音,操作人员便可以根据喇叭的声音情况,适当调整送往广播站的信号的大小。实况转播完毕,可切断现场扩音机的电源,



实际负荷比额定负荷轻些是可以允许的,而且失真小。

2. 五极管和束射管用在甲₁和甲乙₁类放大时,最好配接额定负载。

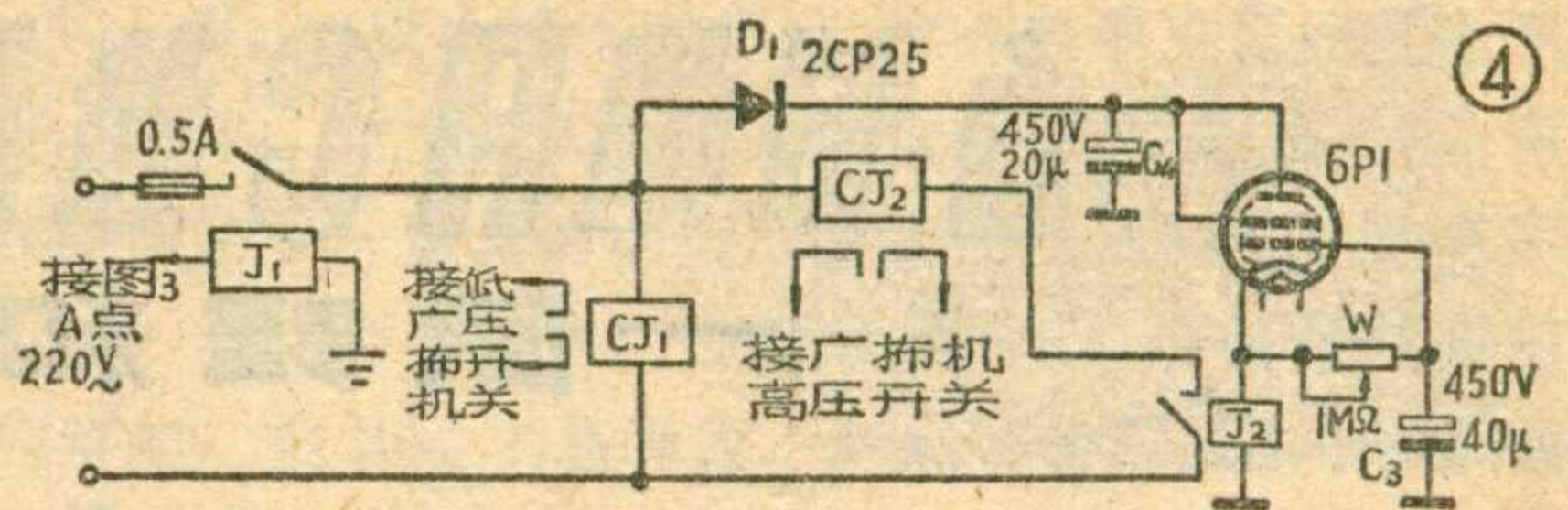
3. 不管用什么管子,只要是工作在甲₁类和甲乙₁类,当外部负载

县(或社)广播站内的直流继电器的常开接点因无电流通过而恢复常开状态,广播机也就停止工作。

图 4 是广播站内广播机的起动电路。图中 CJ_1 、 CJ_2 为交流接触器(也可用磁力起动器),它的常开接点分别与广播机的低压开关及高压开关并联。 J_1 、 J_2 为直流继电器。 D_1 为整流二极管。 $6P1$ 、 W 、 C_3 和 J_2 构成电流负反馈延时电路,调整 W 的数值,可以改变 J_2 的动作时间。图 4 电路的延时可调范围为 0~10 分钟。起动过程大致如下:当实况转播地点发出指令信号(即 E_A 输出的直流信号)后, J_1 的常开接点闭合,交流接触器 CJ_1 因有交流电流通过而动作,常开接点闭合,广播机接通低压开始预热。另外,交流电压经 D_1 整流、 C_4 滤波后向 $6P1$ 提供屏压,在选定的时间内 J_2 动作, CJ_2 也动作从而接通广播机高压电源。

元件数值的选择

直流电源 E_A 可取自现场扩音



机的低压整流部分(如果晶体管扩音机使用干电池做电源, E_A 可直接取自干电池),取值高低应考虑直流继电器 J_1 的灵敏度及广播线路的长短和质量。 J_1 灵敏度越高,线路越短、线路质量越好, E_A 可取偏低一些;反之则应取高一点。

继电器和交流接触器的额定电压应和电源电压一致。其负荷电流应大于或等于被控广播机的工作电流。若 CJ_1 、 CJ_2 使用磁力起动器,当机器发生过流现象时,还可以自动断开电路起到保护作用。

变压器 B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 可以根据实际情况灵活选择。广播机输出变压器次级如果有中心抽头,就可用该变压器代替 B_1 、 B_2 选用初级有中心抽头、功率也合适的线间变压器; B_3 、 B_4 可用 $6P1$ 输出变压器代替。

使用中还应注意以下几点:

①幻象电路只能用在双线传输线路中,要求两根传输线的性能对称,对地绝缘良好。

②变压器 B_1 、 B_2 的绕组 O_1C_1 和 O_1D_1 与 O_2C_2 和 O_2D_2 要尽量对称,否则容易引起信号的相互干扰。

③采用一次切断低压电源的办法使广播机停止工作,这样可使操作简化。

(郑浩、魏华)

过载或短路时,除了对输出功率和失真有影响外,一般不会损坏管子。

4. 不管采用什么管子,只要是甲乙₂类和乙₂类放大,都不允许过载和输出端短路,因为前面有推动功率,会损坏管子。

过载可从两方面来理解,①外

接负载阻抗低于额定负载阻抗,致使功放管板耗超过规定值。②外接负载阻抗和额定负载阻抗相等,但由于音量控制开得过大,平均板耗超过规定值。因此凡是第 2 类放大,都应该有一个规定的板流值,值机时才能心中有数。

自倒相RC推挽电路扩音机

—原理和制作—

田 进 勤

目前流行的无变压器推挽电路(OTL)中,以互补对称电路性能较好,但它必须使用两只导电类型不同的晶体管(PNP和NPN)配对作推挽管,而且希望两只管子的材料相同、 β 值和其他参数相近才能较好地工作,否则输出功率和失真度等指标都要受到影响。

本文介绍的自倒相RC推挽电路,是由推挽级自身完成倒相的无变压器推挽电路。它的主要优点是:①两只推挽管可以使用同极性,即都是PNP或都是NPN型的管子;②两管的 β 值不必相等,仍能输出较好的波形;③调整简单,整个功放电路只有两处调试,且调整时互不牵连。

一、工作原理

两只推挽管 BG_3 、 BG_4 象普通OTL电路一样,是用串联方式供电的,且有一定的静态电流。

为了实现推挽工作,必须给两管以相位相反的信号。本电路中,我们把激励信号 e_s 只加到 BG_3 的基极(见图1)与地之间。 BG_4 所需的反相激励信号则是从 BG_3 集电极负载 R_0 上取出(经过 BG_3 倒相成为反相信号),一端经 C_0 送到 BG_4 基极,另一端通过电源加到 BG_4 发射极(电源对交流信号阻力很小等于直通)。因为倒相工作是由推挽级自身完成的,故称为“自倒相”。

1. 电路工作过程:当图1中 e_s 为正半周时, BG_3 导通,电流从电源 E_c 正极出发,经过“自倒相电阻” R_0 、 BG_3 的c、e极、输出耦合电容 C_L 和扬声器 R_L 回到电源负极(地端)。此电流对 C_L 充电,并在 R_L 上输出了正半周信号。与此同时,在 R_0 上产生的上正下负的倒相电压如前所述加到 BG_4 的b、e极,使它截止。

当 e_s 为负半周时, BG_3 趋向截止,同时在 R_0 上输出对地为正的倒相信号,通过 C_0 去激励 BG_4 ,使它导通。此时 C_L 上原来充好的电荷便通过 BG_4 按信

号波形的变化规律对 R_L 放电,结果在扬声器上输出负半周信号。由于 C_L 的容量很大,象一个恒压电池一样,在它放电的半波周期内,其上的电压不会有明显的降低,所以不太影响负半周输出时的供电能力。这样就完成了接近乙类的推挽工作。

这里应指出: BG_3 截止时,从 R_0 上提供给 BG_4 的激励信号是由推挽级的静态电流 I_0 在 R_0 上的压降提供的,为了保证 BG_4 能被充分激励,这个电压降必须大于或等于 BG_4 充分导通所需的基极电压。增大 R_0 或提高 I_0 ,或者选择 β 值较高的管子担任 BG_4 (需要的激励电压相对可小些),都能达到上述要求,但增大 R_0 会使电路效率减低,因为 R_0 上要消耗一部分输出功率,而提高 I_0 也会增加无信号和小信号时的功率损耗,故通常总是以选用高 β 的 BG_4 来满足上述要求。

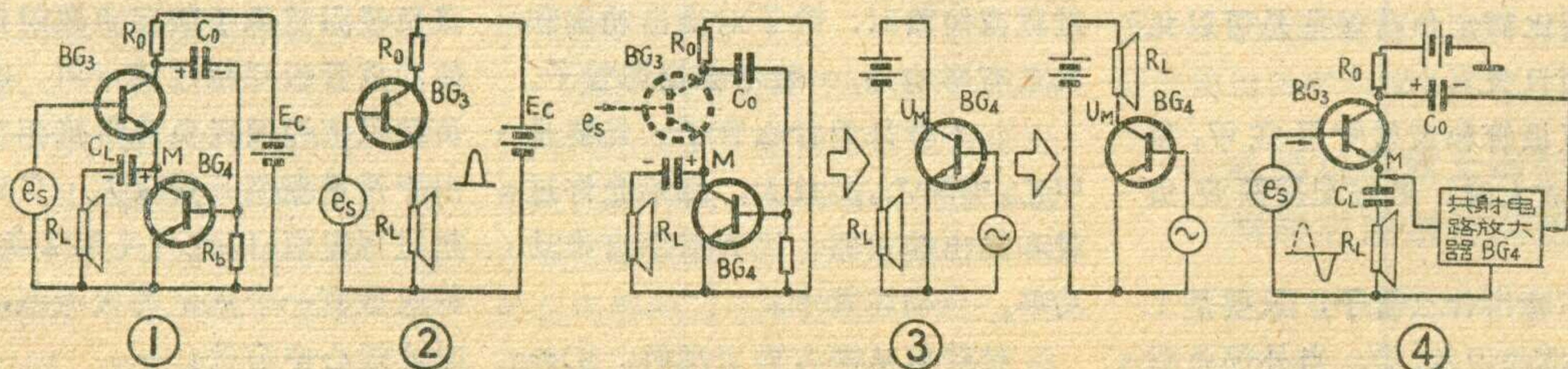
2. 推挽两管的 β 值可以相差较大:在输入信号为正半周时,主要由 BG_3 工作, BG_4 基本截止,等效电路如图2所示。 BG_3 成为一个射极跟随器,其输出电压能正确地重复输入电压的波形与幅度,故在正半周期间能在 R_L 上输出失真很小的波形。

在信号的负半周期间, BG_3 趋于截止,主要由 BG_4 工作。等效电路如图3所示。 BG_4 按共发射极电路工作。

值得注意的是, BG_4 的激励信号有着如下有趣的现象:如果 BG_4 的 β 值高,这个激励信号会自动减小;反之,如果 BG_4 的 β 值低,激励信号又会自动加强,使得由 BG_4 集电极输出到扬声器上的电压波形与幅度非常接近于输入信号电压 e_s 的波形与幅度。因此, BG_4 的 β 值比 BG_3 的 β 值大些或小些都不会使输出波形恶化。

为什么会这样呢?下面进一步分析。

将图1电路简化成图4后便可看出: BG_3 的输出电压大小取决于实际加在 BG_3 基极和发射极之间的信号大小,而这个信号又取决于 BG_3 发射极与地之间的



电压，即 M 点与地之间的电压，而它恰好是 BG_4 输出给 R_L 的电压。

这样一来，如果由于 BG_4 的 β 值小而使 M 点对地电压小于信号电压 e_s 时，则 BG_3 的 b、e 极实际输入信号电压就会增大，于是经过 BG_3 放大后从 R_0 上输出的倒相电压，即 BG_4 的激励电压也相应增大，从而使 BG_4 的输出电压增大起来。反之，如 BG_4 的 β 值大，使 BG_4 的输出电压有大于输入信号 e_s 的趋势时，则 BG_3 的发射极 M 点电位就将高于基极电位的趋势，从而使实际加在 BG_3 的 b、e 极的信号减小。 R_0 上的输出电压将减小， BG_4 的输出电压也相应减小。

结果，在信号的负半周期间，不论 BG_4 的 β 值如何，它的输出电压总是自动增加或减小到与 BG_3 基极对地的信号电压接近相等。如果不是这样，则加在 BG_3 的 b、e 极间的实际信号电压就将增加或减小，从而调整 BG_3 集电极输出的倒相电压大小，重新激励 BG_4 ，直到输出信号恰能跟踪外来信号为止。总之，在两管 β 值不相等的情况下，正负半周均能输出不失真的信号。曾用 β 为 20 和 200 的两管在本电路作推挽试验，效果良好。

由于 BG_3 管担任着供给 BG_4 所需倒相激励信号的任务，所以它在信号的负半周期间也不能完全截止，仍要完成一个较小的功率放大作用。不过这个功率很小，故实际上也可把 BG_3 看成只是在正半周导通，负半周截止。这样，自倒相电路就是一个工作在接近乙类的推挽功率放大电路。

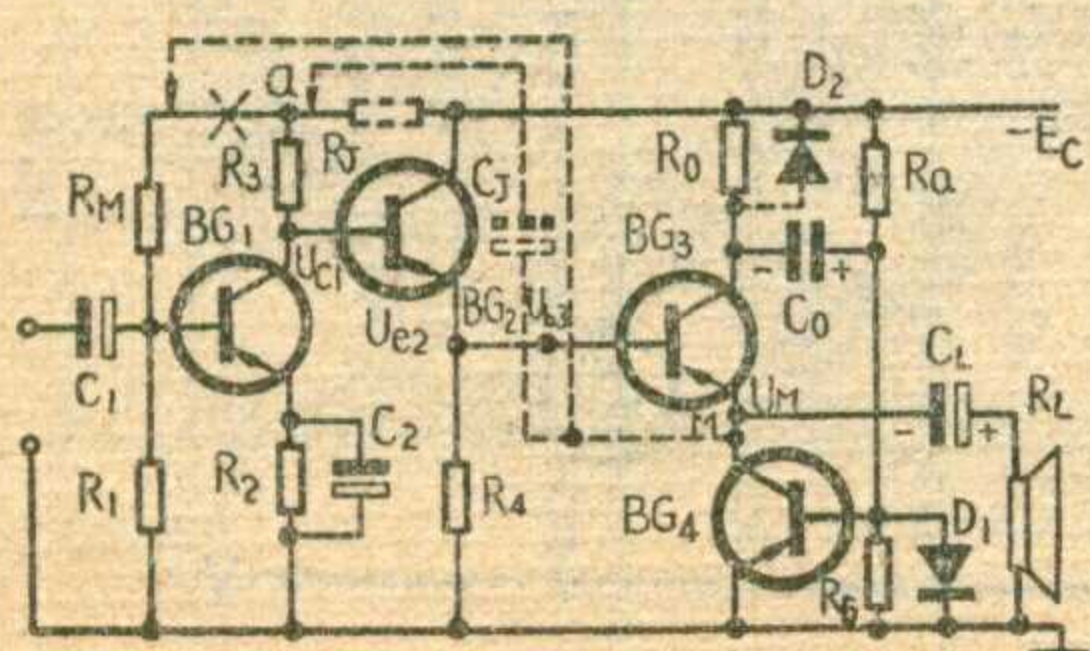
二、实际电路

图 1 只是原理性的电路，要能实际使用还必须解决下面几个问题。

1. 尽管 BG_3 对负载扬声器 R_L 来说是一个射极跟随器，但因为 R_L 很小（4~8 欧），故 BG_3 的输入阻抗仍然较低，不宜用一个输出阻抗高的电路来直接激励，因此需要加入一级射极跟随器作阻抗变换。

2. 需要供给 BG_3 和 BG_4 以适当的工作偏压，以保证它们有适当的静态电流和正确的电压分配。

3. 因为推挽管工作于接近乙类的状态，故电容 C_0 被单向充电。每当 BG_3 截止、 BG_4 导通时，电源电流就通过 R_0 、 C_0 、 BG_4 的 b、e 结到地，向 C_0 充电，其极性在图 1 中为左正右负。当 BG_3 导通、 BG_4 截止



时， C_0 只能通过 BG_3 、 C_L 、 R_L 和 R_b 放电。因为 R_b 大于 BG_4 的 b-e 结正向电阻

(R_0 、 R_L 比较小可不考虑)，故放电速度低于充电速度。结果，放大器工作了几个信号周期之后， C_0 两端便积蓄了一定量的电荷，如不设法及时将这些电荷放掉，便成为 BG_4 的附加基极反偏压，有使 BG_4 阻塞的可能，使 BG_4 不易导通，影响了负半周的正常输出。因此必须给 C_0 设置放电回路。

根据这些要求，设计出一个实用的 RC 推挽电路，如图 5 所示。由于 NPN 硅管的饱和压降较大，不利于输出较大的功率，故在图 5 中改用了锗 PNP 管，其饱和压降较小，可以给出更大的输出功率，而电路的其他性能与用 NPN 管时完全一样。此时电源极性和电流方向都应与图 1 相反。

图 5 中， BG_3 、 BG_4 组成自倒相推挽输出级。 R_a 、 R_b 是调整推挽级静态电流的上、下偏置电阻。二极管 D_1 是为了放掉 C_0 上所充的多余电荷而用的。 BG_2 接成射极跟随器，目的以它的低输出阻抗和 BG_3 的低输入阻抗配接；而以它的高输入阻抗和接成甲类放大器 BG_1 的高输出阻抗配接。

R_M 和 R_1 是 BG_1 的上、下偏置电阻。为了简化电路和改善低频响应，级间使用了直接耦合。这样只要用 R_M 调好了 BG_1 的集电极电压 U_{c1} ，则 BG_2 的发射极电压 U_{e2} （也就是 BG_3 的基极电压 U_{b3} ）和输出点 M 的对地电压 $U_M (=U_{c1} - U_{be2} - U_{be3})$ 也就同时确定了。

为了改善直流工作点的稳定性，我们把 R_M 接 $-E_c$ 的一端改接到输出点 M，用 M 点对地的电压 U_M 作为 BG_1 的偏置电源（见图 5 虚线所示）。这样，如果由于某种原因 U_M 上升（变得更负），则 BG_1 的偏流增大，引起了如下过程： $U_{c1} \downarrow \rightarrow U_{b2} \downarrow \rightarrow U_{e2}$ （即 U_{b3} ） $\downarrow \rightarrow U_M \downarrow$ 。将 U_M 拉了回来，起到了稳定直流工作点的作用，反之亦然。

下面再谈谈大信号工作时的失真和效率问题。

我们先来看看当 BG_1 送入一个适当大的不失真信号时，在 R_L 上能否得到正负半波满幅对称的正弦波输出信号。

为讨论方便起见，我们忽略所有各管的饱和压降 U_{ces} 、结电压 U_{be} 和 BG_1 发射极电阻上的压降 U_{R2} ，这样就可认为 BG_1 的集电极电位和 M 点电位接近相等。

当 BG_1 输入端送入负半周信号时，假定其大小恰能使 BG_1 完全导通，并在其集电极输出一个最大不切顶的正弦信号。这时 $U_{c1} \rightarrow 0$ ， BG_2 、 BG_3 相继截止，结果使 U_{c3} 上升（更负），因为 C_0 对交流可视为短路，故 U_{be4} 也相应更负，使 BG_4 充分导通，结果 M 点电压从 $-U_M$ 值变化到 0，这一变化使负载 R_L 上得到一个幅值为 U_M 的正半周不失真电压。这个电压充分地使用了 BG_4 的直流工作电压 $U_{ce4} (=U_M)$ ，所以是一个满幅不切顶的正弦输出电压。（待续）

OCL 高传真扩音机制作续

盛 惠 泉

三、元件的选用

整机的性能好坏与所用元件的质量有关，但过高的要求将造成困难与浪费，必须合理选择。首先应从可靠性出发，晶体管与电解电容器的耐压都应高于实际工作电压，并要有一定的余量为好。BG₈、₉、₁₀、₁₁工作在甲乙类状态。一对复合管相互交替工作，当BG₈、₁₀导通时，BG₉、₁₁截止。对瞬间来讲，导通管子的C、E两端电压降为零；而截止的管子则承受全部电源电压。BG₇虽然工作在甲类，由于BG₈、₁₁导通时，它的C、E两端电压也接近于电源电压。因此，这些管子的耐压都要大于电源电压。其次，要考虑它们的电性能。这里主要矛盾是功率管的选用。锗功率管的 f_β 较低，如常用的3AD6为4千赫，而3AD30仅2千赫。当他们分别工作在10千赫、5千赫以上时，就会出现增益下降、失真和管耗剧增现象。为此，本机选用硅功率管3DD12A，以保证高频段的频响。但硅功率管的饱和压降 V_{CES} 较锗管大，易造成输出功率不足和低端频响差的弊病。然而这可用提高电源电压和加深负反馈的方法来弥补。

BG₈、₉、₁₀、₁₁四管是在大信号状态下工作，因此应选用大电流时 V_{CES} 小的晶体管，如3DD12之类管子，以保证功率输出。倒相级可选用3DG12或3CK3。BG₁₀、₁₁的 h_{FE} 取40左右，以减轻倒相级的负载。BG₇的 h_{FE} 取大些为佳，因BG₇~₁₁的电压增益主要由它决定，一般应大于100。BG₅、₆应在0.5毫安时配对， h_{FE} 越高， V_{BE} 、 I_{CEO} 和 h_{FE} 的对称性越好，则零点电位越稳定。BG₃、₄应尽可能选取其饱和漏源电流 I_{DSS} 大些的，这对动态范围大时有益。BG₁的噪声对整机的信噪比起决定性作用，以选用低噪声管为佳。否则可选用小电流工作情况下 h_{FE} 高的晶体管。所以BG₁工作在数十微安的目的，就是为了

降低整机的噪声。整流二极管D₄~D₇，应选反向耐压大于电源电压、正向电流大于等于1安且压降小的整流管。

晶体管的输入阻抗较低，级间耦合电容器的电容量一般选择在3~10微法之内，而场效应管的输入阻抗较高，可取0.1微法左右。滤波电容器C₂₅、C₂₆取2000微法即可，当然大一些更好，耐压应不小于25伏。其他滤波电容器可在50~100微法之间选用，一般要求并不十分严格。

四、要重视安装工艺

良好的电性能需要有精心的安装和调整工艺来保证。对本机来说，要注意以下几点：

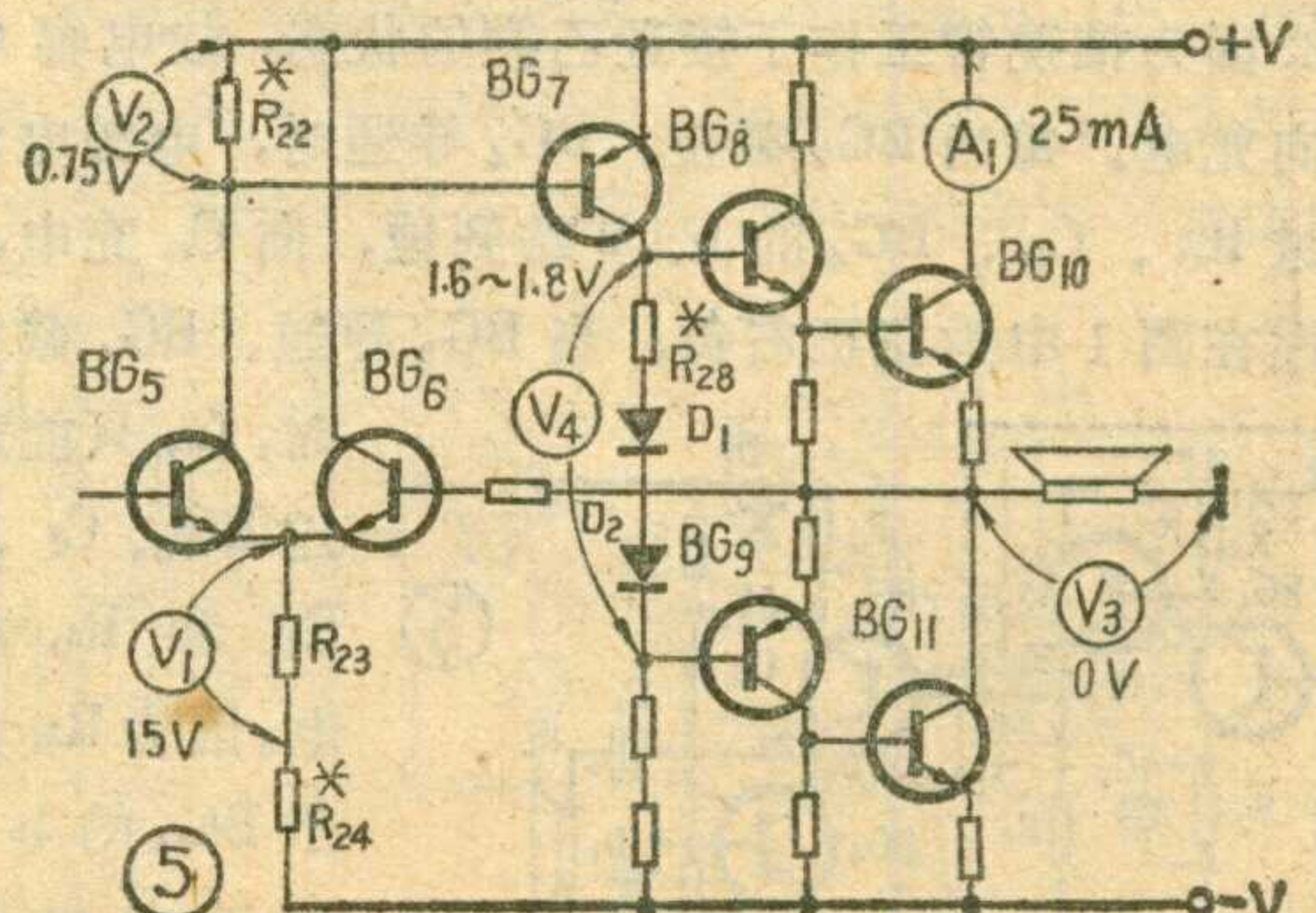
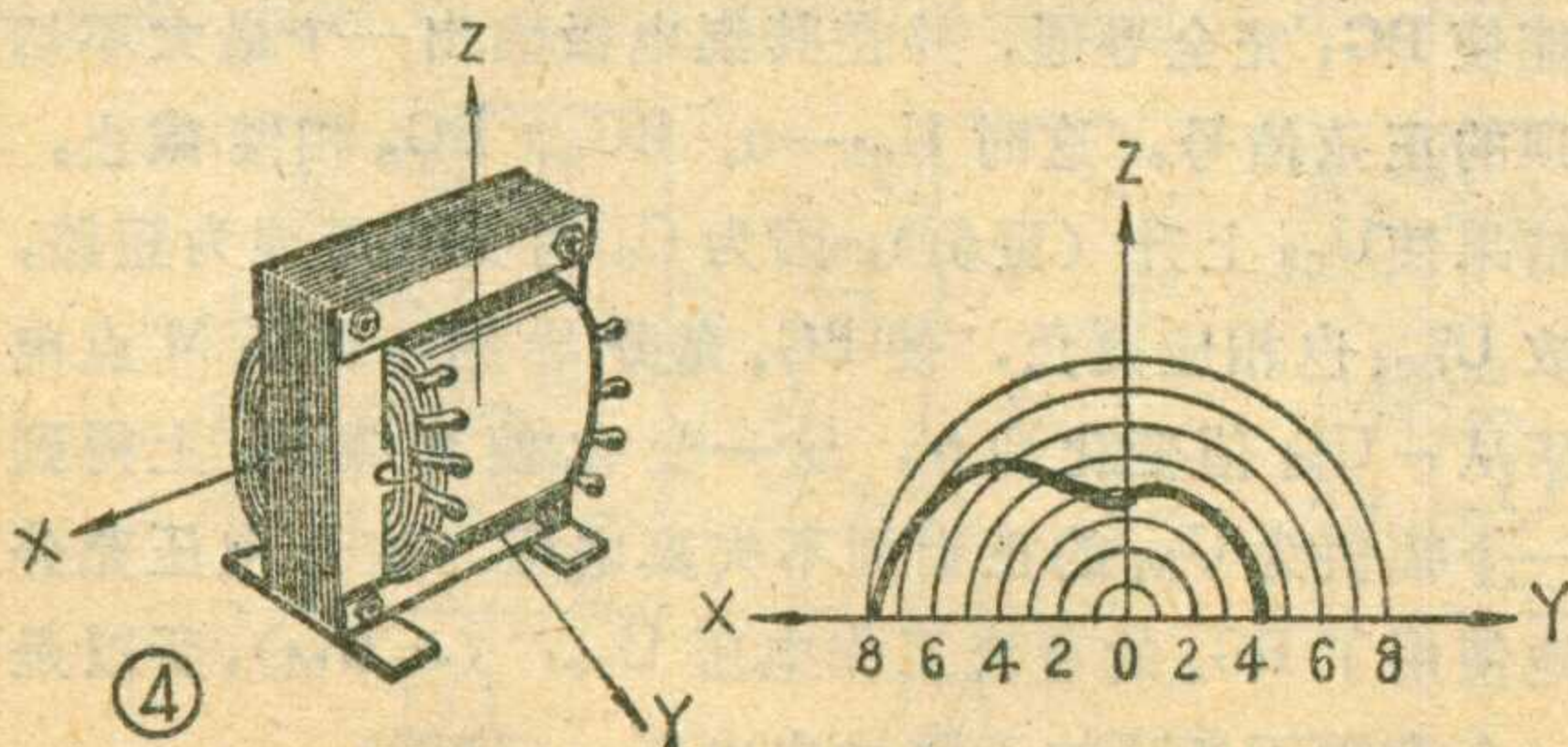
1. 大功率管要求散热良好，管壳温度应限制在50°C以下为宜，否则应加大散热板面积或采取其他措施。

2. 信号输入电路的接线必须用金属屏蔽线，并要求尽可能短，以免感染交流声等杂音，破坏音响效果。

3. 为了避免交流哼声的感应，电源接线要求短粗，电源变压器位置要安放得当，否则由于漏磁的影响也将引起交流哼声。图4画出了电源变压器在几个不同方向的磁通分布情况，即X方向的磁漏最大，而Z与Y方向较小，所以印刷电路板应装在Z的方向为佳。此外，电源变压器应远离放大器的输入端。

4. 必须重视选择变压器次级线圈中心抽头接地点的位置。接地点选得不妥，将使信噪比变差，噪音增大。正确的接法是以滤波电容器C₂₅、C₂₆相交的一点作为接地点，将变压器次级中心头、扬声器的接地端和印刷板的接地端都集中在此点。

在安装工艺上采取上述妥善的措施后，当本机输



入端开路、音量电位器开到最响位置，并将低音电位器提升量调到最大时，在距扬声器一米左右的地方应听不到明显的交流哼声。

五、调试方法

在妥善安装和正确接线以后，就可进行调试。为了安全起见，最好装好一个部分就调一个部分，可按下面的次序进行：

1. 电源部分调整：把交流 220 伏电源接入电源变压器初级，空载时次级应有 ±25 伏；当负载电流为 0.8 安时，次级应有 ±19 伏的输出。如果该电压在 ±16~22 伏之间，主放大器能正常工作；偏高会影响主放大器的安全运用；过低则会造成输出功率不足，必须查明原因并排除故障。

空载时变压器发热，应查初、次级有无短路现象，屏蔽层是否短路，以及次级的中心抽头是否接错（双线并绕应首尾相接）。

如果空载电压正常而满载时电压跌落很大，这可能是变压器次级线圈内阻过大，或整流二极管饱和压降过大，以及滤波电容器不良等原因造成的。反之，如满载时电压过高，则应检查变压器的初级圈数是否不足或次级圈数过多。

2. 主放大器的调整：第一步调整差动放大器的电流。事先检查 C_{18} 的极性连接是否正确，否则会由于 C_{18} 的漏电流造成主放大器的零电位不稳。把 R_{25} 接扬声器的一端焊下来临时接地，使 BG_5 和 BG_6 的工作状态相似。利用差动级的发射极总电流由 R_{23} 、 R_{24} 所决定的特性，调整 R_{24} ，使总射极电流为 1 毫安，即在 R_{23} 两端电压降为 15 伏（图 5 中 V_1 ）。此时 R_{22} 两端的

压降如为 0.75 伏（ V_2 ），则说明 BG_5 、 BG_6 两管的集电极电流都为 0.5 毫安，意味着完全平衡。反之，

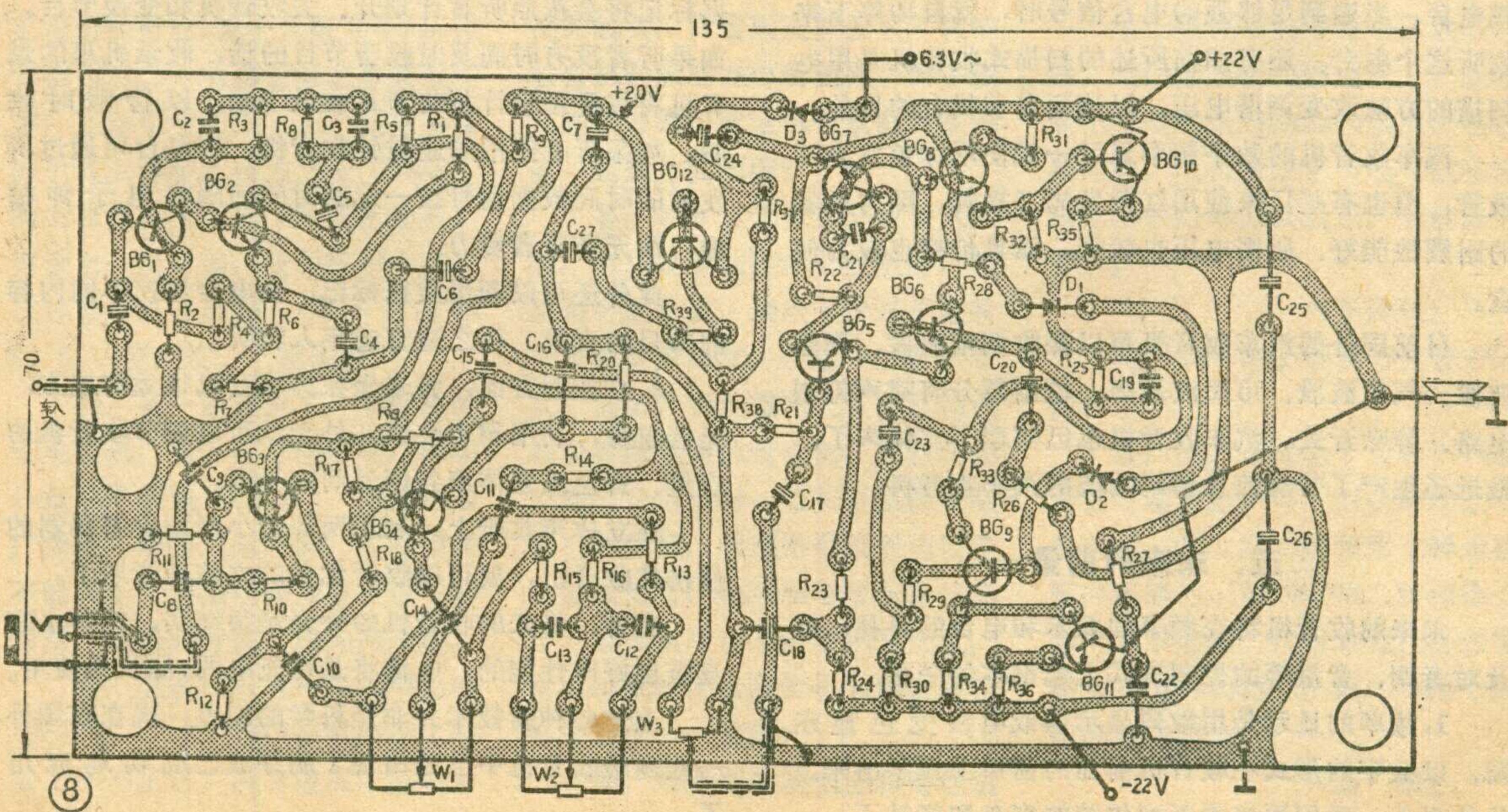
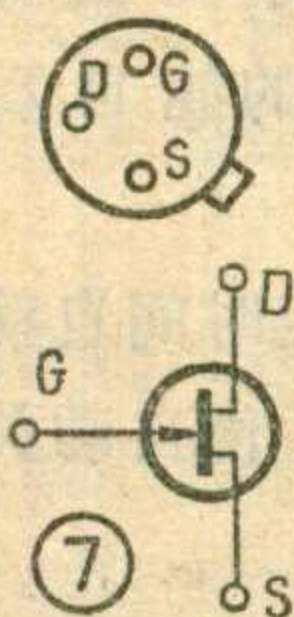
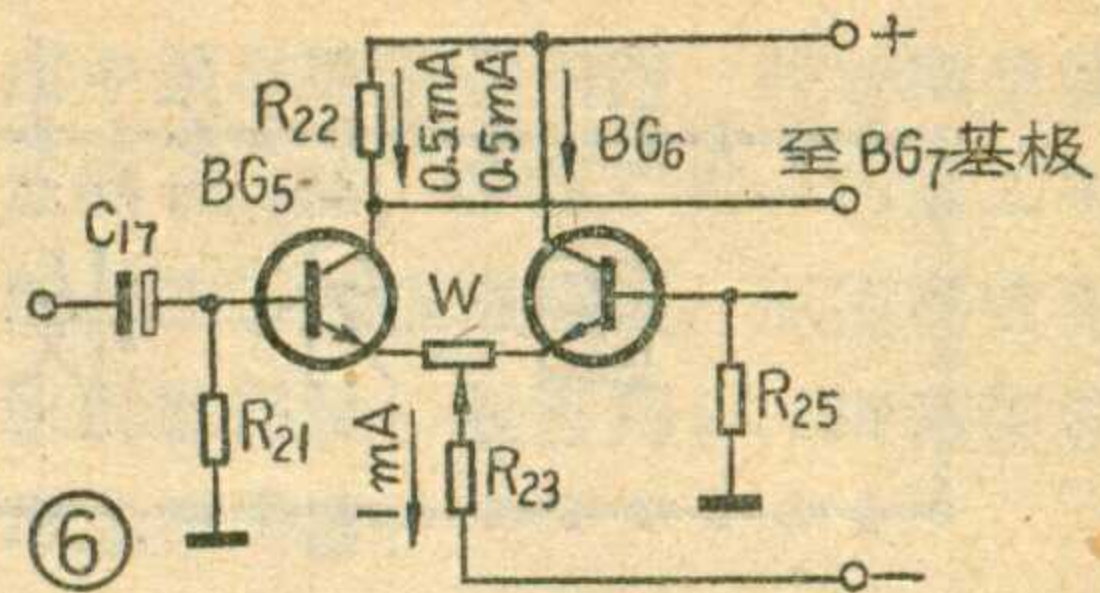
则是由于 BG_5 、 BG_6 的特性不对称所致。若相差不大，可按图 6 那样，在射极间接入 100 欧电位器 W 进行调整。若再不能平衡的话， BG_5 、 BG_6 应重新配对。

第二步是将 R_{25} 复原，在扬声器两端的电位应为 0 伏。若偏正则可减小 R_{22} 的阻值；偏负则加大 R_{22} 的阻值。总之 R_{22} 是决定 A 点电位的。

第三步是调整 R_{28} 的阻值，使静态电流为 25 毫安左右。阻值增加，电流增加。

在调整主放大器前，为了避免意外损失，可用导线把 R_{28} 、 D_1 、 D_2 短路，即 BG_8 、 BG_9 的基极相连，使之截止；或者将大功率管与印刷电路板脱开，以防止大电流流过功率管而造成损坏。此外，为了扬声器的安全，在调主放大器时可用功率相近、阻值相同的电阻来代替，待调整完毕再接入扬声器，或者就在输出端与扬声器之间固定串接一个 2 安左右的保险丝，以免扬声器烧坏。

3. 前置级电源调整：前置级电源的输入端电压在 25~32 伏之间属正常，经 BG_{12} 滤波后应为 20 伏。这可用调整 R_{33} 的阻值大小的方法来解决，阻值加大则电压升高。若有 16~17 伏的稳压管代替 R_{33} ，则前级电源电压更加稳定。（下转第 32 页）



国外收音机发展动态(续)

北 雁

在结构革新方面,时钟收音机和汽车收音机是走在最前列的。这两种收音机结合了很多最新技术,可以说体现了结构革命的方向。

有些国家的时钟收音机已经完全取消了传动部分,而由集成电路来代替。时钟收音机的电子读出系统除了使用发光二极管外,还使用气体放电管、荧光管和液晶显示,可以显示秒、分、时、日、月和频率。时钟收音机的时钟部分为电子钟,没有机械噪声,计时精度可达到1/10秒。在停电后有的能自动发出警报。

此外,还有一些时钟收音机还能按预定时间自动打开收音机收听预选节目,听到一定时间后便自动关闭。

汽车收音机要求能抗震和抗火花干扰,能在温差较大的环境里良好地工作。为了确保交通安全,汽车收音机的自动化程度很高,能自动调谐或用按钮选台,汽车熄火后自动关机。因此,有些国家把汽车收音机也称为“自动收音机”。

所谓“自动调谐”就是用微型电动机带动汽车收音机的调谐电感器或电调谐收音机中的调谐电位器来寻找电台。当遇到足够强的电台信号时,就自动停下来收听这个电台。还有如前所述的扫描式收音机是用电扫描的方法改变调谐电压,以达到自动找台的目的。

汽车收音机的数字频率显示一般使用绿色发光二极管,但也有些厂家使用红色发光二极管,因为后者的耐震性能好、所需电压也较低,而且价格也较为便宜。

目前国外的汽车收音机可以接收调幅波段、调频波段、气象波段、市民波段等。控制部分有啸声抑制电路、静噪开关。汽车收音机也已实现了立体声了。最近还生产了带有信息解码功能的汽车收音机。

五、未来的前景

未来的收音机将在频率的显示和电台的寻找,以及对音调、音量等的控制方式上起根本的变化。

1. 频率的显示是用数码显示器或电致变色显示器,以数字的形式在收音机前面的窗口上显示出来。从外观上,我们再也看不到传统的度盘和指针了。

电致变色是一种新式的宽视角的反射式无源器件。它的材料可以是液体的,也可以是半液体或固体的。它的机理是一种电控化学反应,它兼备光存储和电存储两种功能。它在暗淡的环境下有良好的对比度和易读性。在强环境光下会呈现出易于观察的混合色彩。它在外观、温度范围及抗震性能上都比液晶好,在恒定工作时,功耗比发光二极管小,因此它将是与液晶和发光二极管竞争的劲旅。

2. 要在纷乱复杂的广播信号中一、二秒钟内就能迅速准确地找到电台,将来的收音机将采用如下三种方法:

①利用预调按钮或带有记忆功能的预调按钮来选台。

②将一种预调频率卡插入收音机,可以迅速地选择到当地各电台的节目。

③由电台发射带有电子节目标记的广播信号,这种标记可以标志出节目的频道和种类。将来的收音机将装有附加装置,听者可根据不同标志迅速找到要收听的节目。这样有很多优越性,例如夜间收听节目,听者可预先将编好的收听计划输入,电台所发射的数据标记将会按照听者计划开、关收音机和变换节目。如果听者没有时间及时收听节目的话,收录机里的录音机将按照预定计划将节目收录下来,以待暇时收听。如果听者使用的是时钟收音机,则电台可通过所发射的时间数据信号按一定的时间间隔将电子钟校准,而无需听者费力。

此外还可以利用数据标记,由电台遥控不同内容的节目的音量,使之适宜老年人收听。

3. 在控制方面,将来坐在离收音机很远的地方,无需起身,利用超声波或红外光就可以调节收音机的音量、音色或立体声各声道间的平衡。

在立体声收听上,利用两部带小型廉价解码器的便携式收音机,就可以收听优美的立体声音乐了。

此外,将来的收音机的外壳是很结实、能防水和具有良好声性能的。电池将是可充电的,能长久使用。

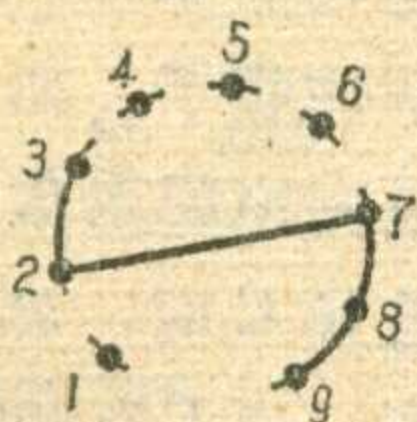
上述各种新技术并非科学的幻象,现在在国外一些高级收音机中已经出现了萌芽或已成功地应用了。



问：有一台40厘米的电视机，行阻尼二极管 6Z18 坏了，一时找不到，用什么管子来代替？

答：我们用 6Z19 代替，效果很好。只是电路要作简单的改动，就可使 6Z18、6Z19 两种型号的管子通用。改动电路的方法见图（底视图）。6Z18 的屏极管脚是 3、8、9；灯丝管脚是 4、5；阴极是管帽。

6Z19 的屏极管脚是 2、7；灯丝管脚也是 4、5；阴极也是管帽。所以，灯丝可以不动，只把 6Z18 管座的管脚 2、3、7、8、9 连在一起就行了。这样插上 6Z19 就可以工作。如果将来想换 6Z18，电路也不需要再改动，两种管子可以互相通用。如果没有 6Z19，也可以用反压大于 6000 伏，电流大于 200 毫安的硅整流堆代替，如 2DL 型、2CL 型、2DG 型均可。将这种硅整流堆改成直插式的，方法是将正端引线剪短，找一只废 6Z18 阴极管帽或用二号电池正极上的铜帽代替，在管帽中间打个孔，戴在剪短的引线上焊牢。将另一端（负端）的引线也剪短，约 1.5 厘米左右，再涂上一层焊锡，使引线硬一点，这样就可以直接插入 6Z18 管座的 3、8、9 管脚处。（杨进录）



问：有一台星火 71—9 型晶体管电视机，当电视台停播时，出现一条水平亮线（或亮带）；当电视台广播时，场幅又能满屏，可是图象不能同步，调整场同步旋钮也不起作用，这是为什么？应如何修理？

答：电视机只有一条水平亮线（或亮带），说明场扫描电路不工作或工作不正常。而有电视广播信号

时，光栅又能满屏，这说明场振荡电路在场同步信号到来时，还是可以起振的。这种受电视台广播信号控制的电路故障，多发生在场振荡级的偏置电路中。由于该机的场振荡级是采用共发射极、集一基耦合的间歇振荡器，它是通过改变电位器 W_{104} 和 R_{309} 相串联的偏置电阻来调节场频的。所以，当偏置电路中的 R_{309} 、 R_{308} 和 W_{104} 中有一个环节断路或接触不良都会使场振荡管 BG302 无偏流而停振或场幅变小。当有电视广播信号时，由于有同步信号输送给场振荡管的基极，这就相当于给 BG302 加了一个脉冲偏流，所以光栅又能满屏了。又因为这种同步电流是脉冲式的，被同步信号启动的场振荡器很不稳定，所以图象不能同步。

根据我们修理的经验，这种故障多数是因为 R_{309} 接触不良所致。 R_{309} 是一个 6.8K 的半可变电阻，时间长了，其触点容易被氧化而造成接触不良，这就容易产生上述故障。只要用汽油将 R_{309} 擦干净或者换新的，故障即可排除。

（王本轩）

问：有的收音机在收听时声音不大，若用手摸磁性天线线圈或外接天线头，声音则突然变大；有的收音机在收听时声音较大，用手摸上述地方时对收音机也没有什么影响，这是什么原因？

答：收音机调谐不好或年久失修，特别是中放管增益较低时，如果用手摸天线，相当于提高了接收天线的有效高度，使输入信号增大，输出声音也就增大了。已调试好的灵敏度高的收音机，在收听较强的电台信号时，自动音量控制电路已起作用，即使用手摸天线以增大接收信号，在自动增益电路控制下，输出信号也不会有明显变化，所以也就听不出收音机的声音有什么变化了。（文尚）

问：可否用中周电感和电容组

成中频串联谐振回路，代替陶瓷滤波器 2L465，并联于第一和第二中放管的发射极电阻上，以提高收音机的选择性？能否用 2L465 作短波增益提升器？

答：电感电容串联回路和二端陶瓷滤波器 2L465 的作用是相似的，原则上可以互换使用。陶瓷滤波器的 Q 值比 LC 回路的 Q 值高，选择性好，但谐振频率不能微调。因此，用 2L465 作短波提升器时，中放级的中周应以所用的 2L465 的实际谐振频率为标准调到一致，才会有效果。LC 中频回路并联在中放管发射极电阻上时，若发射极电阻较小，则作用不大。此时应并联在基极的下偏流电阻上（去掉下偏流电阻上的旁路电容器），效果才会显著。（文尚）

问：有的电唱机放唱时噪音很大，是什么原因？如何克服？

答：对于机械稳速电机来说，如果噪音串入放唱电路，原因可能是：①电机消耗电流太大。修理好电机，噪音就会消除。②有的电机虽然工作电流正常，滤波电阻也没有短路，但放唱时噪音仍然很大，可将滤波电阻后的滤波电容加大到 200 微法，就会使噪音降低。

电子稳速唱机噪音串入放唱电路，其故障多出在稳速板上，或者是由于放唱电路的 2200 微微法电容器断线，电机的正极引线与放唱分压电阻短路等原因造成。对症修好即可。

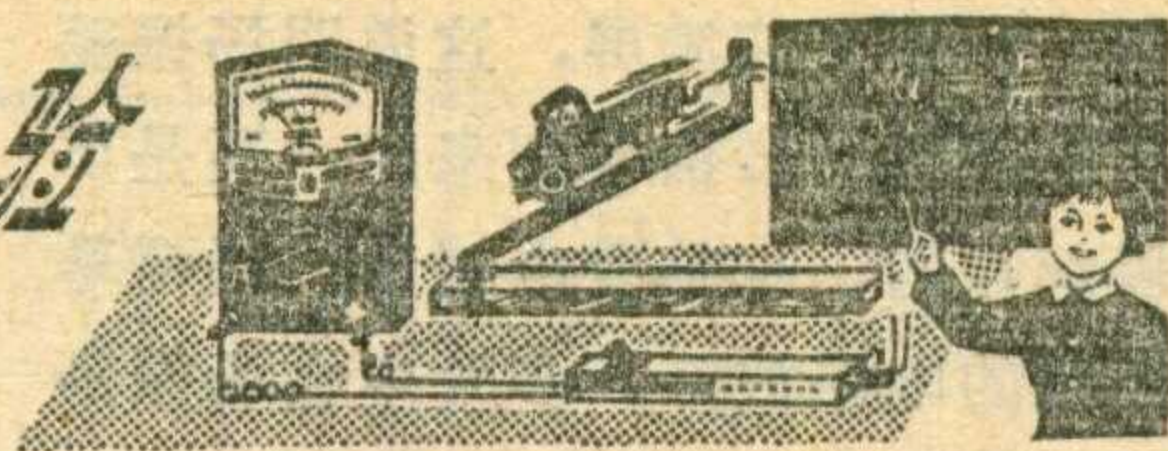
（于传仁）

问：6K7 电子管能否代替 6K4 使用？

答：国产 6K7 电子管和 6K4 电子管性能完全一样，但在结构上有些不同，6K4 第二脚和第七脚是在管内连通的，而 6K7 第二脚和第七脚内部不连通。代用时可在机内管座上用塑料线把 6K7 第二和第七脚焊接起来即可。

（魏 荣）

匀加速运动实验 计时装置



李振华

在中学物理课教学中，常常通过一个简单的实验来讲解牛顿第二定律。实验时，在一个光滑的斜面上放一辆小车，小车就会沿着斜面向下作匀加速运动。斜面的倾斜角越大，小车受的下滑力也越大，它通过斜面所用的时间就越少，说明它的加速度增大；假若在小车上加上砝码来增加小车的质量，同时减小斜面倾斜角维持小车的小滑力不变，那么小车的质量越大，通过斜面所用的时间就越长，说明小车的加速度减小。这就论证了牛顿第二定律即：物体运动的加速度跟作用在它上面的力成正比，跟物体的质量成反比。

实验时，由于小车是在1米长的斜面上运动，下滑时间很短，难于观察。为了便于同学的观察和记录小车的下滑时间，我们用一台大型电流计作指示，配合简单的电路，作了一套演示用的计时装置。它在测定小车下滑时间时，能精确地分辨出0.05秒以上的时间，指针稳定地显示时间大于10秒。

计时原理

大家知道，在图1所示的RC充电电路中，电容两端的电压与时间不成线性关系，而是成指数规律变化的。如果我们将R改成一种可变电阻，电容器充电的充电电流保持不变，那么，电容器的充电电压为：

$$U_C = \frac{Q}{C} = \frac{I_{充} \cdot t}{C}$$

U_C 与时间就变成线性关系。由此得到：

$$t = \frac{C}{I_{充}} \cdot U_C = K \cdot U_C$$

式中 $K = C/I_{充}$ 。

因此，通过测量电容两端的电压就可以来测量小车下滑的时间了。

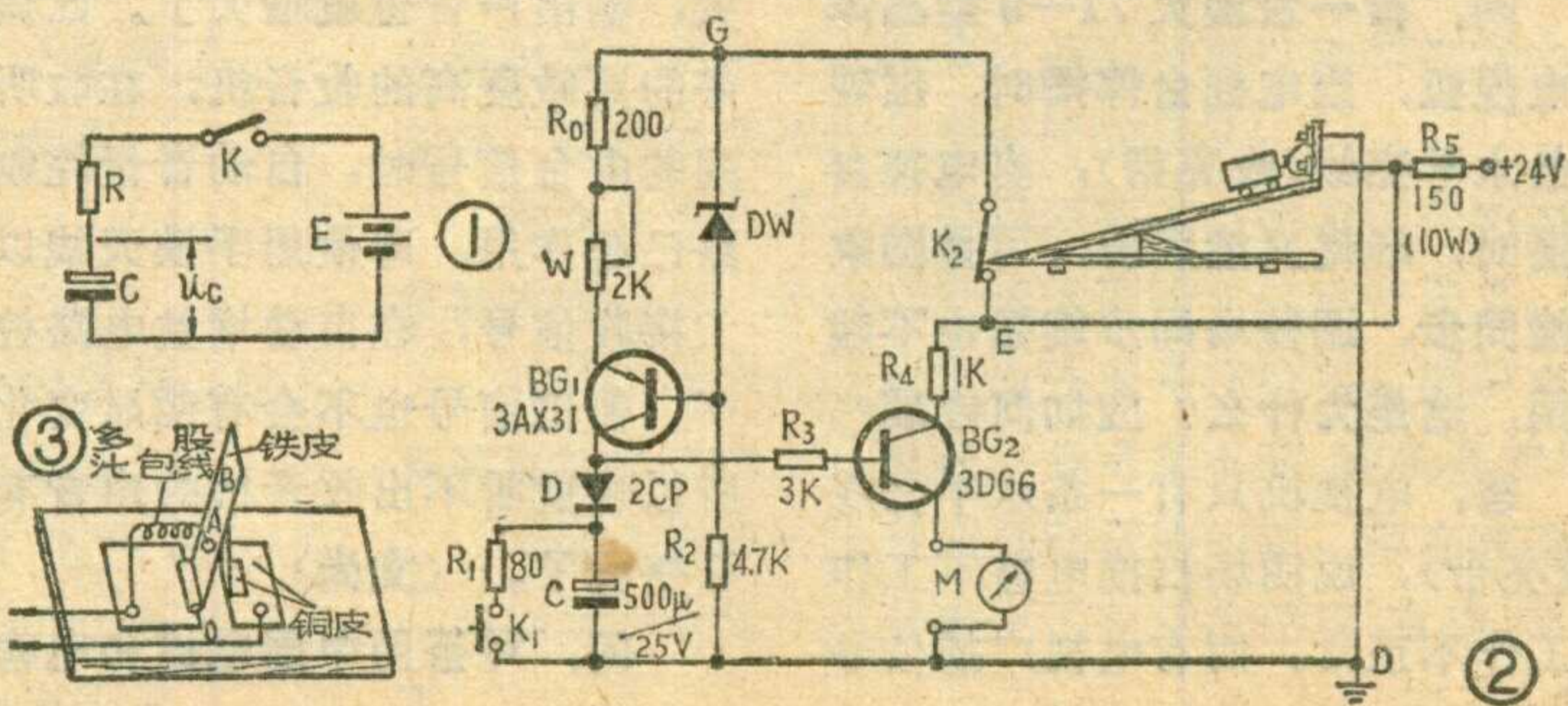
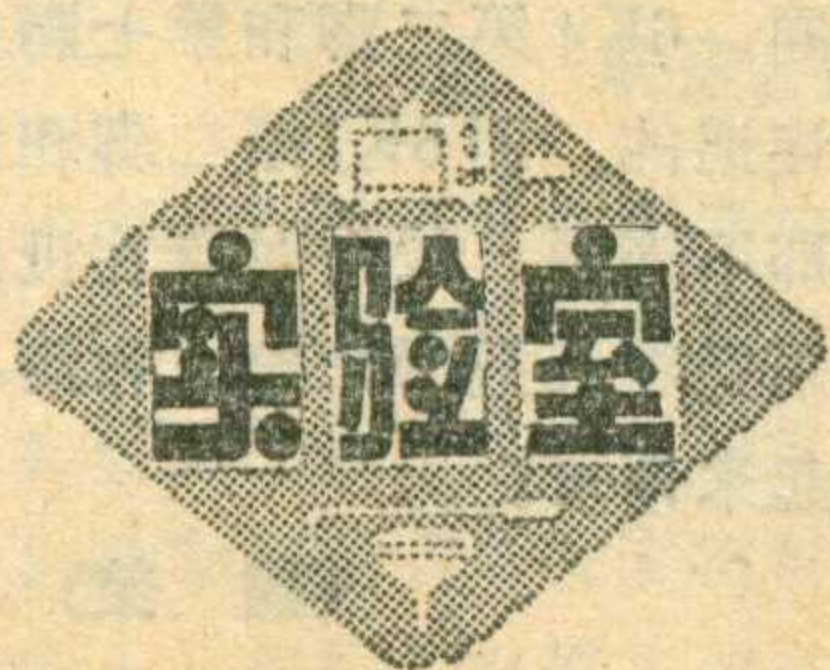
图2是根据这一原理制作的计时装置。其中 R_0 、 W 、 BG_1 、 DW 等组成恒流源，调整 W 可以改变恒流电流的大小。 BG_2 等是一只射极跟随器，由于它的输入阻抗高，大大减小了电压表内阻对电容 C 的充电电流的分流作用。

电路的工作过程是这样的，当接通开关 K_2 以后，把拉住小车不让小车下滑的短路线接好，此时，24伏电源由于被短路线短路， BG_1 、 BG_2 均不工作，电压表上指示为0。剪断短路线小车下滑。 BG_1 、 BG_2 开始工作，恒流源向电容 C 充电， C 上电压随时间线性增加，电压表指针偏转。当小车沿着斜面下滑到终端时，撞击开关 K_2 ， K_2 处于断开状态， BG_1 、 BG_2 不工作，电容 C 的充电过程中止，电压表指针便停在一个位置上，显示读数。由于电

压表指示的电压值与小车下滑时间成正比，把电压刻度换成时间刻度，表上的读数就是小车沿着斜面下滑的时间。改变斜面的倾斜角和小车的质量，电压表上指示的时间也不同。由于电流比较大，所以易于观察。 K_1 为复零开关，当 K_1 合上时，电容 C 迅速放电，电压表指针回到零位。

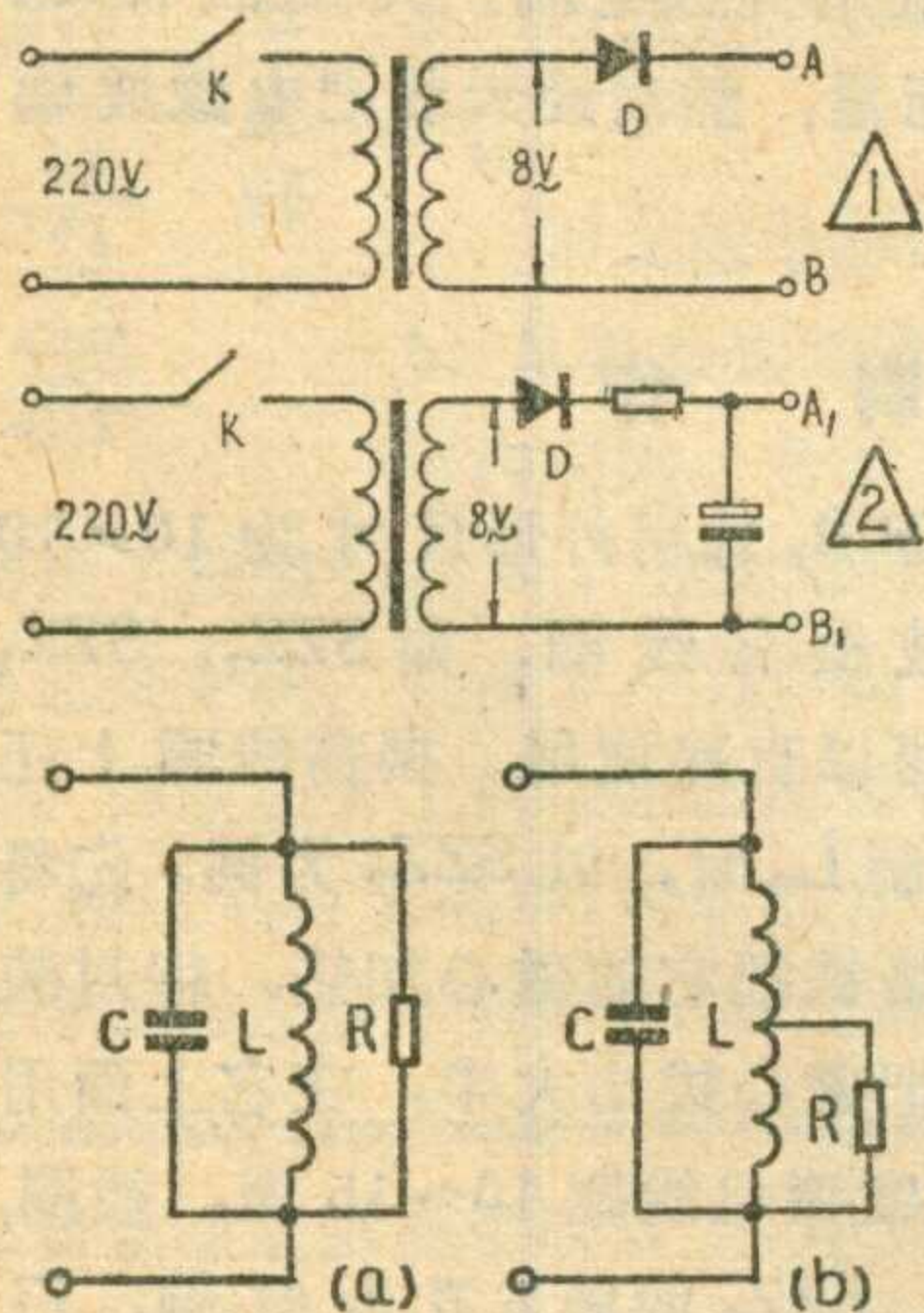
元件选择与制作

BG_1 选用 $\beta > 20$ 、 $I_{ceo} < 100$ 微安、 $BV_{ceo} > 30$ 伏的管子； BG_2 的 $\beta > 100$ 、 $BV_{ceo} > 30$ 伏， $I_c < 100$ 毫安；稳压管 DW 可选用稳压值在5~8伏的管子，如 $2DW7$ ；二极管 D 的反向电阻阻值要大，可用 $2CP6$ 等；选择 C 时，容量尽量大，漏电要小。当 $C > 500$ 微法、25伏时，指针稳定指示时间读数约为10秒； C 取定后，可根据公式 $R = \frac{5.8 \times t}{C \times U}$ 求得充电电阻，式中， $5.8 = U_{DW} - U_{eb1} = 6 - 0.2$ (伏)， t 为时间刻度的最大值 (秒)， U 为所用的电压表的量程数。比如，若 $t = 2$ 秒，使用10伏档电压表显示， $U = 10$ 伏， C 取500微法，代入公式，求得充电电阻约为2.2千欧。图2中的 R_0 、 W 就是充电电阻； R_0 为电源短路时的限流电阻，用10瓦左右的线绕电阻。其它电阻用1/8瓦的。开关 K_2 的结构见图3，它是由一块铁皮和铜皮作的，当二者接触时，接通电路；当受到小车撞击时，铁皮与铜皮脱离接触，电路断开。开关 K_1 为复零开关，自制时，用两小块磷铜片分别固定在一块高绝缘的玻璃





1. 小李作半波整流实验的电路见图1, 合上开关时, 测得变压器次级绕组交流电压为8伏; 接入二极管D后, 测得直流电压 $U_{AB}=3.3$ 伏; 接上电阻、电容以后如图2所示



示, 测得直流电压 $U_{A_1B_1}$ 约为11伏, 他感到奇怪, 你能解释这种现象吗?

2. 图a、b所示的两个振荡电路, 哪一个振荡回路的Q值高些?

上期“想想看”答案

1. 在这个电路中, 当K接通或断开时, LC回路中的电流的频率是不相同的。当K闭合时, 信号加到LC回路, LC回路处于强制振荡状态, 所以LC回路电流的频率为 f_1 , 即35兆赫。如果此时将开关K断开, 那么由于LC回路已从信号源得到了能量, 这个能量在回路的L、C两个元件上转换, 一会儿电容C充电, 能量转到C上, 一会儿电容C又通过L放电, 能量又转到L上, 这种能量转换的周期完全取决于LC的时间常数。因此, LC回路处于自由振荡状态, 这个振荡电流的频率就是LC回路的固有谐振 f_0 , 为

30兆赫。

(王德源)

2. 在分析下面电路图时, 假设小灯泡直接并联在电源两端如图1中的第3只灯泡(从左向右排列)或者小灯泡与电阻R并联后再并联在电源两端如图1中的第1只灯泡电路, 我们都认为小灯泡处于“亮”的状态。若小灯泡与电阻串联后再接在电源两端, 如图1中的第2灯泡电路, 我们认为小灯泡处于“次亮”状态。若象图1中第4只灯泡被短路了, 则灯泡处于“不亮”状态。根据这些原则, 电路中各灯泡的状态如下表。

图号 灯泡	1	2	3	4	5	6	7	8
1	亮	不	次	不	亮	次	不	次
2	次	亮	不	不	次	亮	次	不
3	亮	不	次	亮	不	次	不	不
4	不	次	亮	亮	亮	不	亮	次

(张开逊)

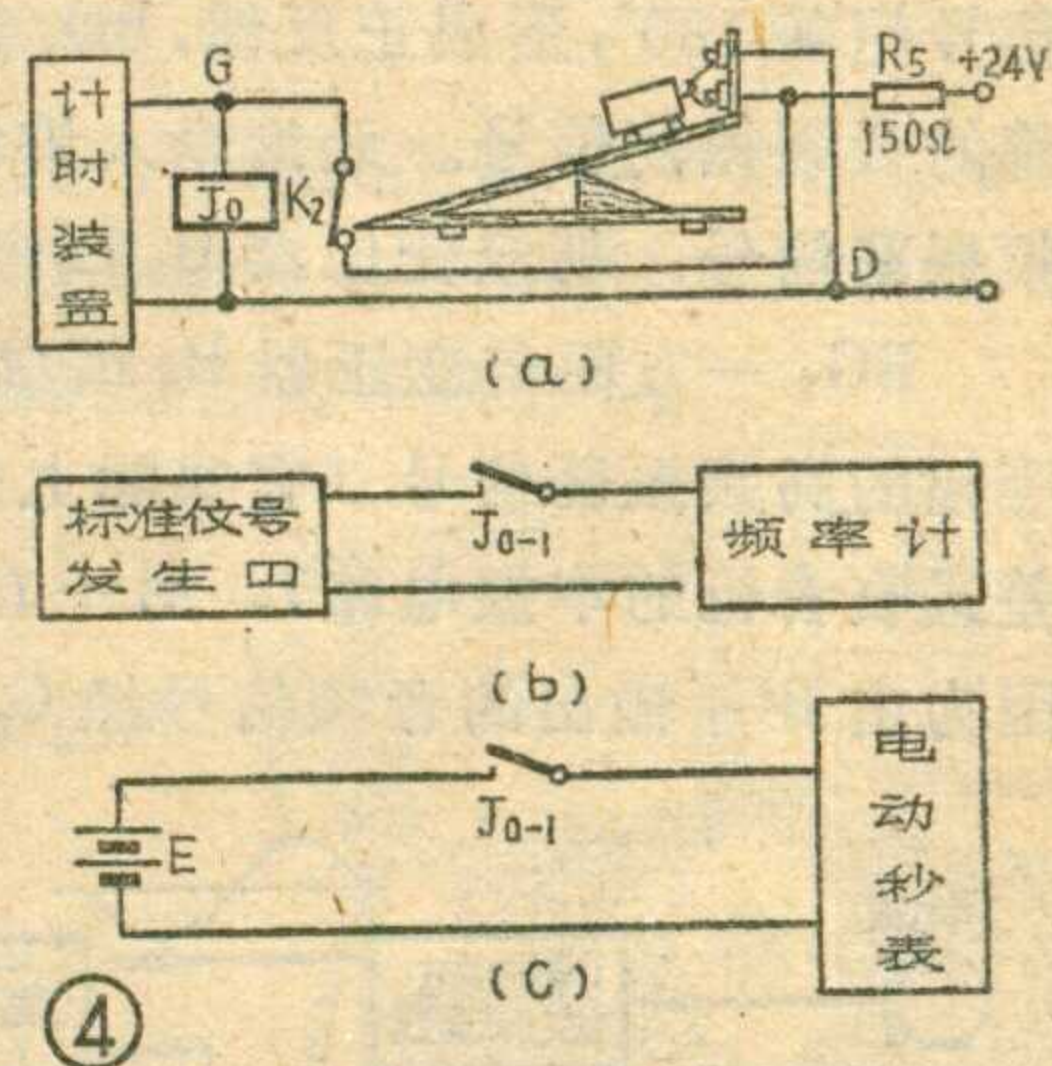
纤维板上即可。表盘上最好另画一张时间表, 时间表的刻度要均匀, 根据需要可以刻出0~2秒或0~10秒的时间表。

校准

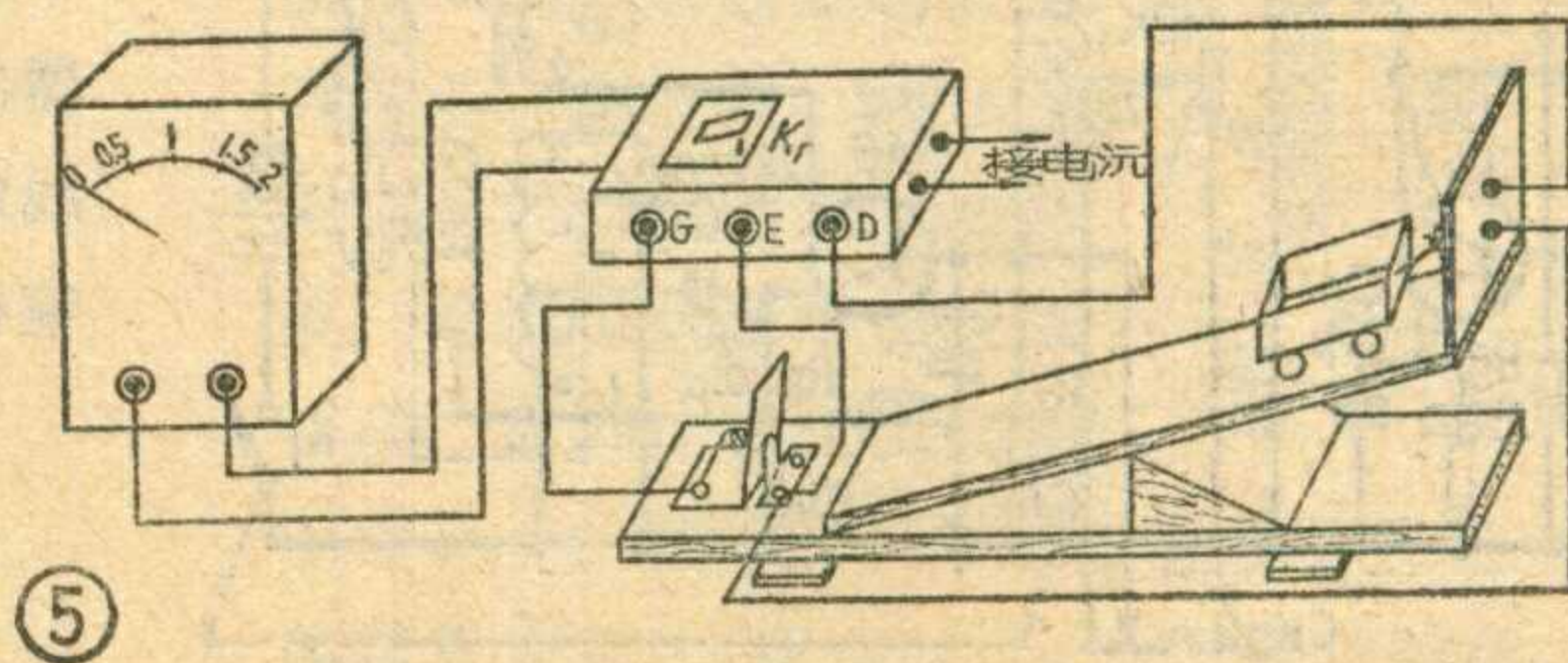
安装后, 检查电路无误可通电调整, 一般管子都能正常工作。校准时, 若量程大于10秒, 可以用手动开关和跑表相比较来校准时间表。我们用的表量程选用2秒, 为使刻度准确, 用高灵敏继电器开关和标准仪器来校准, 线路见图4(a)。在计时电路的G、D间并接一只内阻 ≥ 1 千欧的高灵敏继电器如JRX-11C。当小车被拉住时, 继电器绕组无电流不动作。把短路线剪断后, 计时电路工作, 继电器动作, 二者是同时工作的, 继电器的触点 J_{0-1} 接通图4(b)中的电路, 它们与计时装置也是同步的。这时标准1千赫频率信号经过 J_{0-1} 送入

到频率计计数。调整斜面的倾斜角, 让小车滑到斜面底端时, 频率计计数正好为2000, 这说明小车下滑时间就是2秒, 若此时表盘上指针读数小于2秒, 则调整W使阻值减小; 若指针读数大于2秒, 则调大W阻值。保持斜面的倾斜角不变, 反复实验几次即可校准。表盘满刻度校准后, 使用均匀刻度的面板时, 其余刻度可不用校准。也可以用电动秒表校准, 见图4(c), 使小车下滑时间刚好在秒表指示为2秒。

调整校准后, 将电阻 (R_0+W) 改用固定电阻代替, 以防因振动而



变值影响精度。使用中倾斜角可变。把计时装置装在一木盒内, 从它的外壳上引出G、E、D各点引线, 以及接电压表、电源的引线, 整个仪器连接见图5。



教学演示用的两管发射机

孙 心 若

为了配合教学，我们制作了两管发射机。它能把老师的讲话声音发送出去，发射出去的信号被放置在附近的收音机所接收，还原出老师的讲话声音。由于演示效果明显，能够帮助同学们更好地了解无线电广播过程。

工作原理

发射机的方框图见图1。它是由音频放大器、高频振荡器、调制器及发射天线等部分组成的。人的讲话声音经过传声器送到音频放大器进行放大，放大后的音频信号调制在载频信号上，已调信号由发射天线发射出去。

发射机的具体线路见图2。BG₁等组成音频放大器。当从CK₁插孔插入话筒时，人们对着话筒讲话，音频信号经C₄耦合至BG₁的基极进行放大。当不插话筒时，音频信号从BG₁输出后，经C₁、C₂、C₃、R₁、R₂和BG₁的输入电阻组成的三节移相网络加到BG₁的基极。由于经过移相，基极输入信号比集电极输出信号超前180°，形成正反馈，BG₁起振，输出约1000赫的音频振荡信号。无论是人讲话的声音信号还是音频振荡信号，都经变压器B₁耦合到BG₂的基极。

BG₂一方面与变压器B₂组成高频振荡器，输出一等幅的高频振荡信号（它实际上是我们所熟悉的超外差式收音机的本振电路）。另一方面它还起调制作用。因为由BG₁输出的音频信号经C₆耦合到BG₂的基极

(C₇对音频信号呈现高容抗而不会将信号对地短路)，而高频振荡信号加在BG₂的发射极，这两种信号电流都通过BG₂的发射结，由于发射结(PN结)的非线性而产生调制作用，所以在BG₂的集电极得到一个幅度随音频信号变化的高频电流。天线线圈L₃吸收LC回路中的振荡能量，然后经天线把电磁波辐射出去。

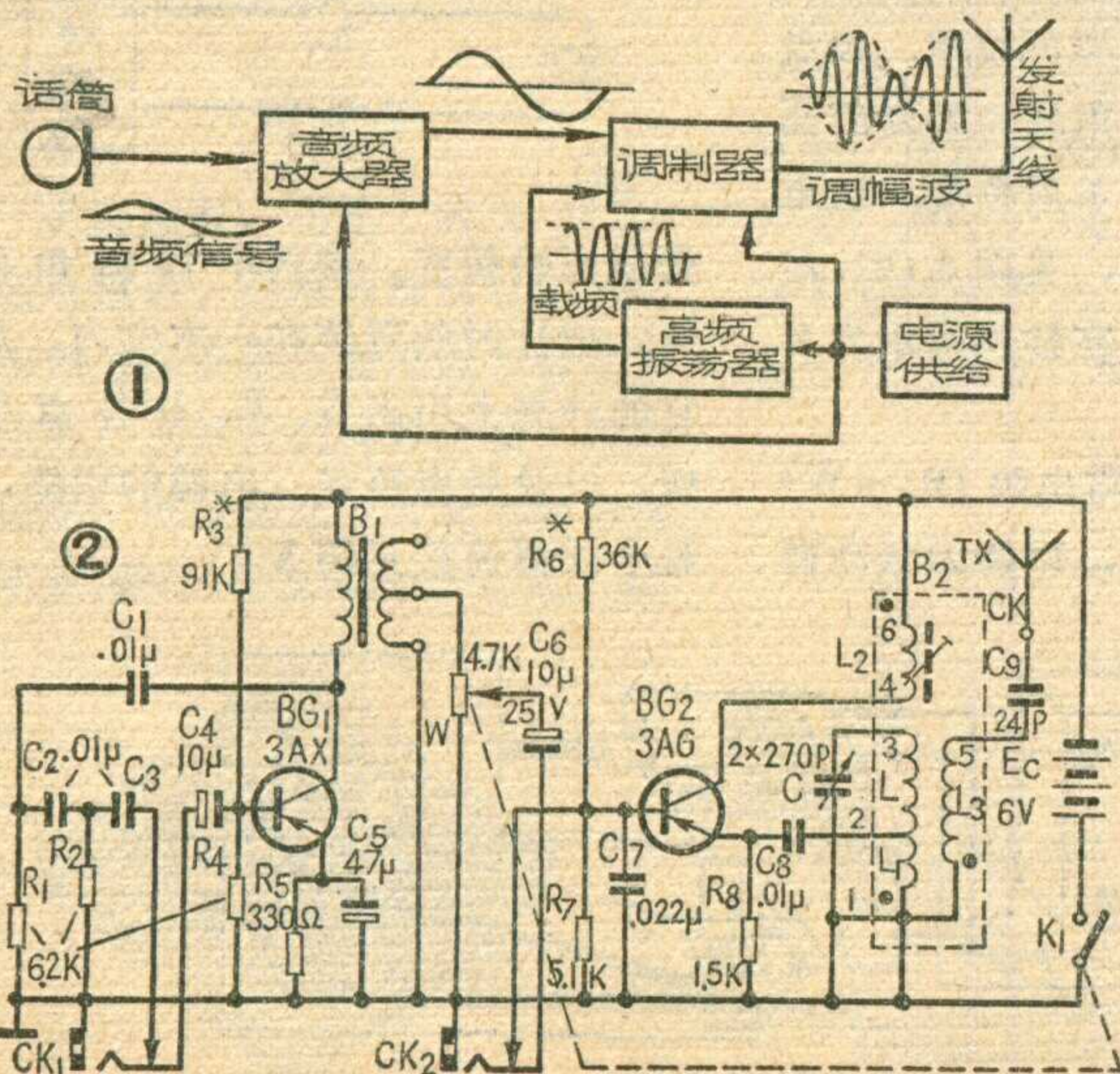
制 作

本机中，振荡线圈B₂选用外形尺寸为10×10×10毫米³的收音机中波振荡线圈，如SZZ₁、SZZ₂、105E、BGX—4等都可以直接使用。振荡线圈上还要加绕一个绕组L₃。绕制L₃时，以SZZ₂为例，先将它的屏蔽罩去掉，用电烙铁把它的磁心加热，待封装蜡溶化时，立即用镊子把磁心拔出大半，在它上面用线径为0.08毫米的高强度漆包线绕10~15圈，线圈的始端焊在引出脚1上，SZZ₂的第5孔为空脚，用一铜丝插在第5孔上，将L₃的末端焊在铜丝上。这样作的好处是减弱了由于天线长度变化对振荡回路的影响，使载频振荡稳定。如不改制，可将C₉直接焊在双连定片上，以增加天线的辐射场强。如果高频振荡频率选择为465千赫，可以省去双连电容，而用一只720微微法的云母电容代替。如果用一只140微微法的电容代替，载频频率约为1000千赫。B₁选用晶体管收音机用的输入变压器如307等，圈数比为3:1，次级线圈只用一半。晶体管BG₁和BG₂分别选用一般常用的低频和高频管，BG₁的β值宜选高些。CK₁、CK₂用2.5毫米的小型双心插座。天线用长约0.5米、直径为1~1.5毫米的铜丝，并把它焊在插头上。电路中的阻容元件在选用上无特殊要求。该仪器的电源为6伏积层电池。

整机焊在一块6×7厘米²的电路板上，印制电路板图见图3(1:1)。印制板和6伏积层电池都装在一个塑料烟盒里。安装时，盒壁上开一个圆孔，双连电容器的旋柄轴从洞孔伸出来，轴上安装上刻度圆盘。天线的插座固定在烟盒的盖上，通过焊片与C₉相连。整机见图5。

调 试

BG₁、BG₂的集电极电流I_{C1}、I_{C2}的大小对输出波



『单线』双向声光信号器

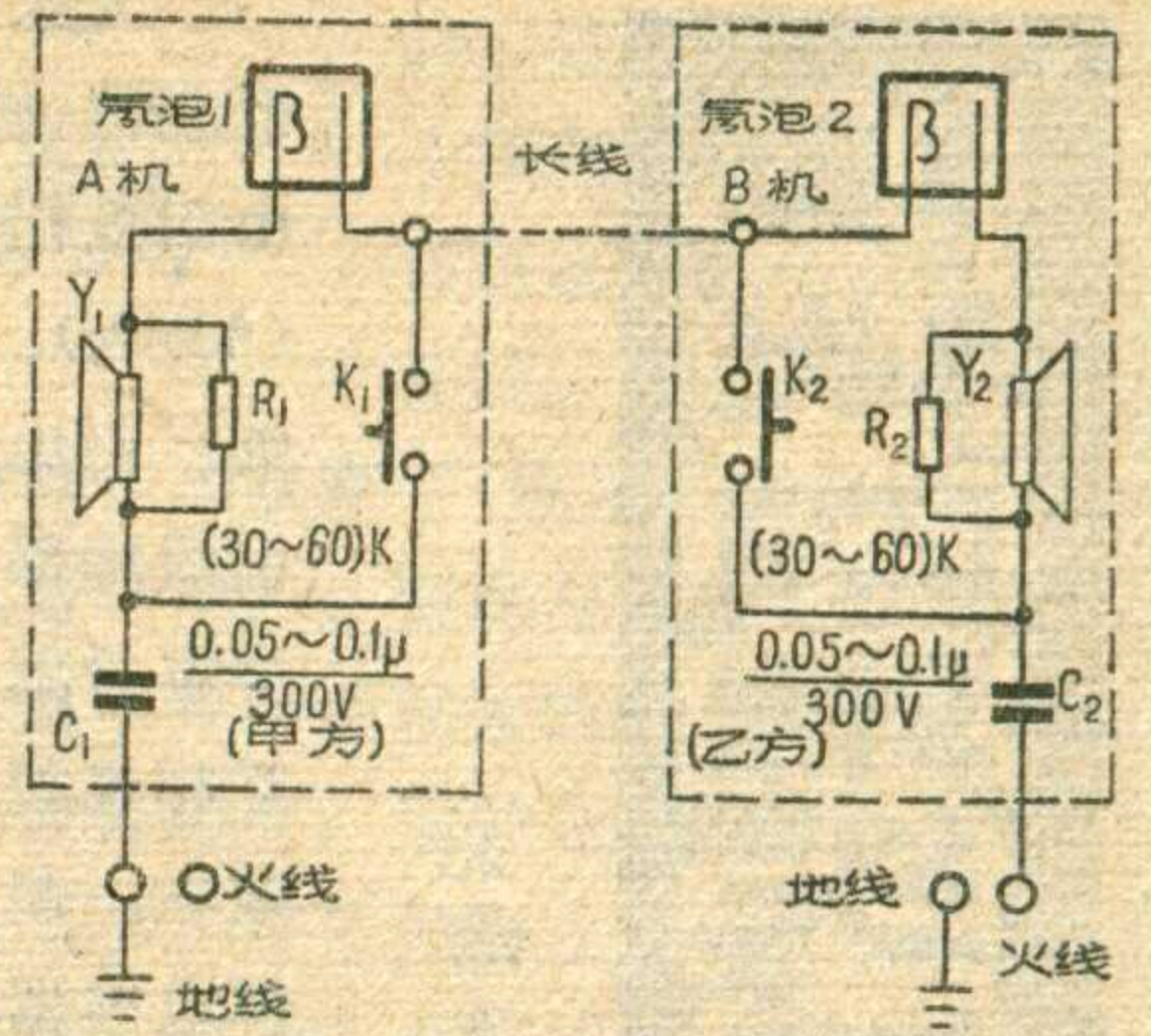
王本轩

在一些单位中，由于工作需要，甲、乙双方要互相发出联系信号，比如，在使用电梯运货物时，当甲方装好货物后，就发出联系信号通知乙方，等乙方给甲方一个回答信号后，甲方工人启动电梯，将货物运到乙方。乙方收到货物后给甲方发一信号，通知甲方再次启动电梯，使它返回到原处。联系的方法很多，我们这里给大家介绍一种用声、光显示作为联系信号的方法。声、光信号由声光信号器给出，把声光信号器分别安装在甲、乙两处，并用一导线将它们连接起来。

声光信号器的具体电路见图1。A、B机分别安置在甲、乙处，A、B机结构相同。当甲方给乙方发信号时，只需按下按钮开关 K_1 ，这时 220 伏市电经地线、 C_1 、 K_1 、外连接导线、氖泡 2、 Y_2 、 C_2 回到 220 伏市电的火线端。因氖泡 2 上的电压已超过它的起辉电压，氖泡 2 亮，喇叭 Y_2 有交流声，说明乙方已收到甲方信号。同理，乙方发信号给甲方时，A 机的喇叭也响、氖泡 1 也亮。

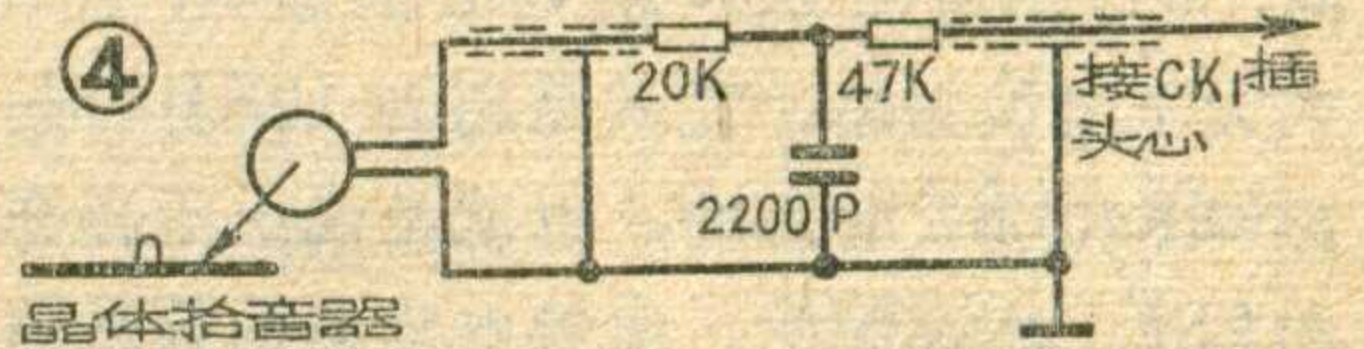
图中，氖泡 1、氖泡 2 的起辉电压大于等于 130 伏，可用两只起辉电压为 60~80 伏的氖泡串联起来代替。 Y_1 、 Y_2 用泡沫压电扬声器，若用高阻舌簧扬声器代用时，可将 R_1 、 R_2 省去。 C_1 、 C_2 用纸介金属膜电容或纸介油浸电容，它们的容量大小决定着氖泡的亮度和喇叭的音量，可在 0.05~0.1 μ F 之间选取，耐压大于 300 伏。开关 K_1 、 K_2 为按钮式开关也可以用 CAN-1 单刀按钮开关。

安装时，若将 C_1 的一端接入市电 220 伏的地线，则 C_2 的一端应接市电的火线端，若 C_1 接市电的火线端，则 C_2 应接市电的地端，但不可都装在地线或火线端。若不知地线或火线时，可先将 C_1 、 C_2 随意插入本方的电源插座上，如果按 K_1 或 K_2 时，对方没有声光信号，只要将其中一方的插头反接即可。



形和振荡的强弱影响较大，经实验取 I_{C1} 为 0.7~0.8 毫安、 I_{C2} 为 0.5~0.6 毫安时，效果较好。调整时，先将高阻耳机接在 CK_2 上，听到“嘟嘟”叫声，说明音频振荡器已起振，再调整 BG_1 的上偏流电阻（用电位器代替 R_3 ），此时音频振荡器的频率发生高→低→高的变化，调整到频率的最低点、音质听起来柔和和纯钝时，偏流电阻为最佳值。也可以在调偏流电阻 R_3 时，用万用表量得 BG_1 的集电极交流电压在 3.5 伏左右即可（测量时，万用表上应串接一只 0.1 微法以

上的电容，以隔断直流电压）。 I_{C2}

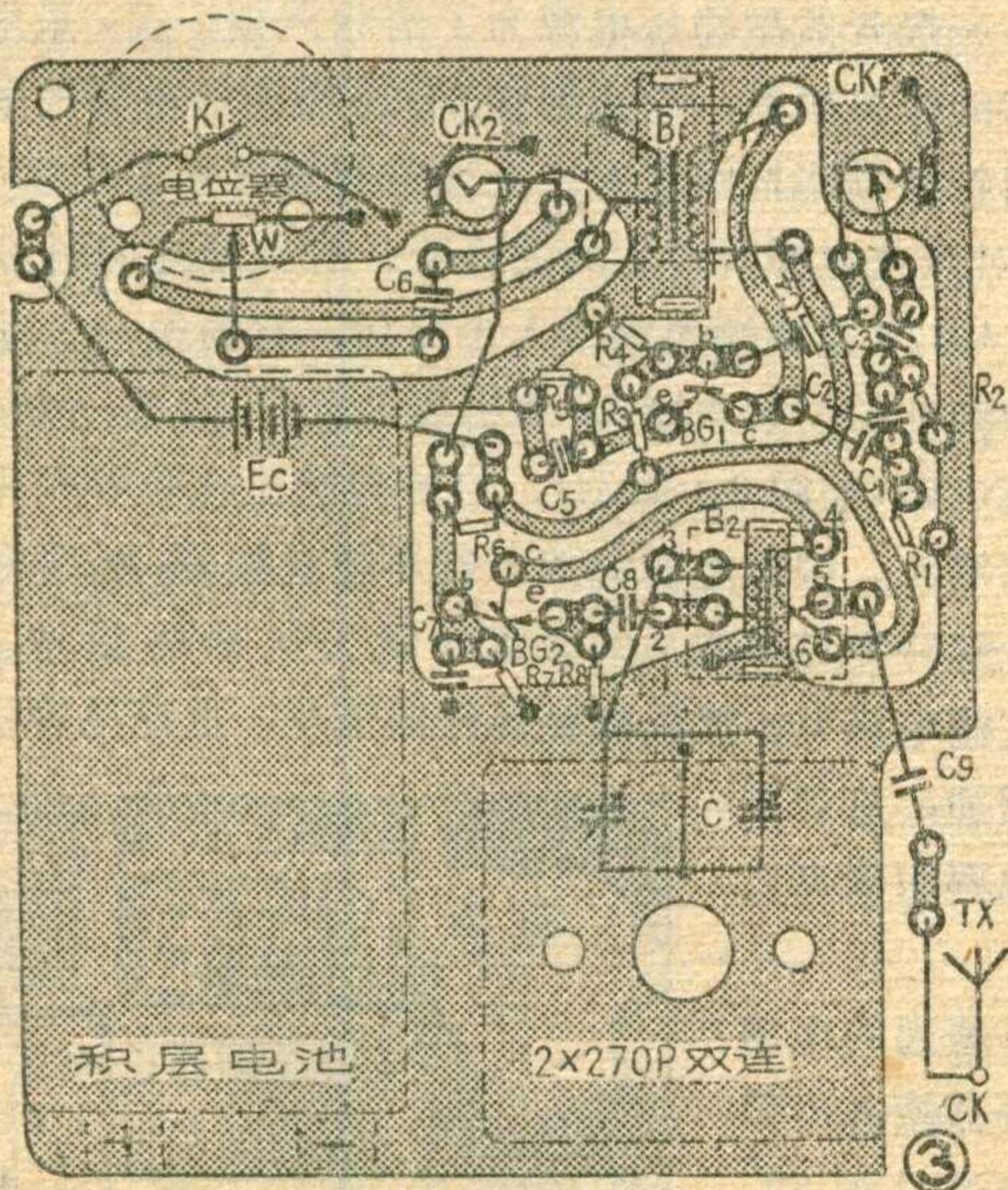
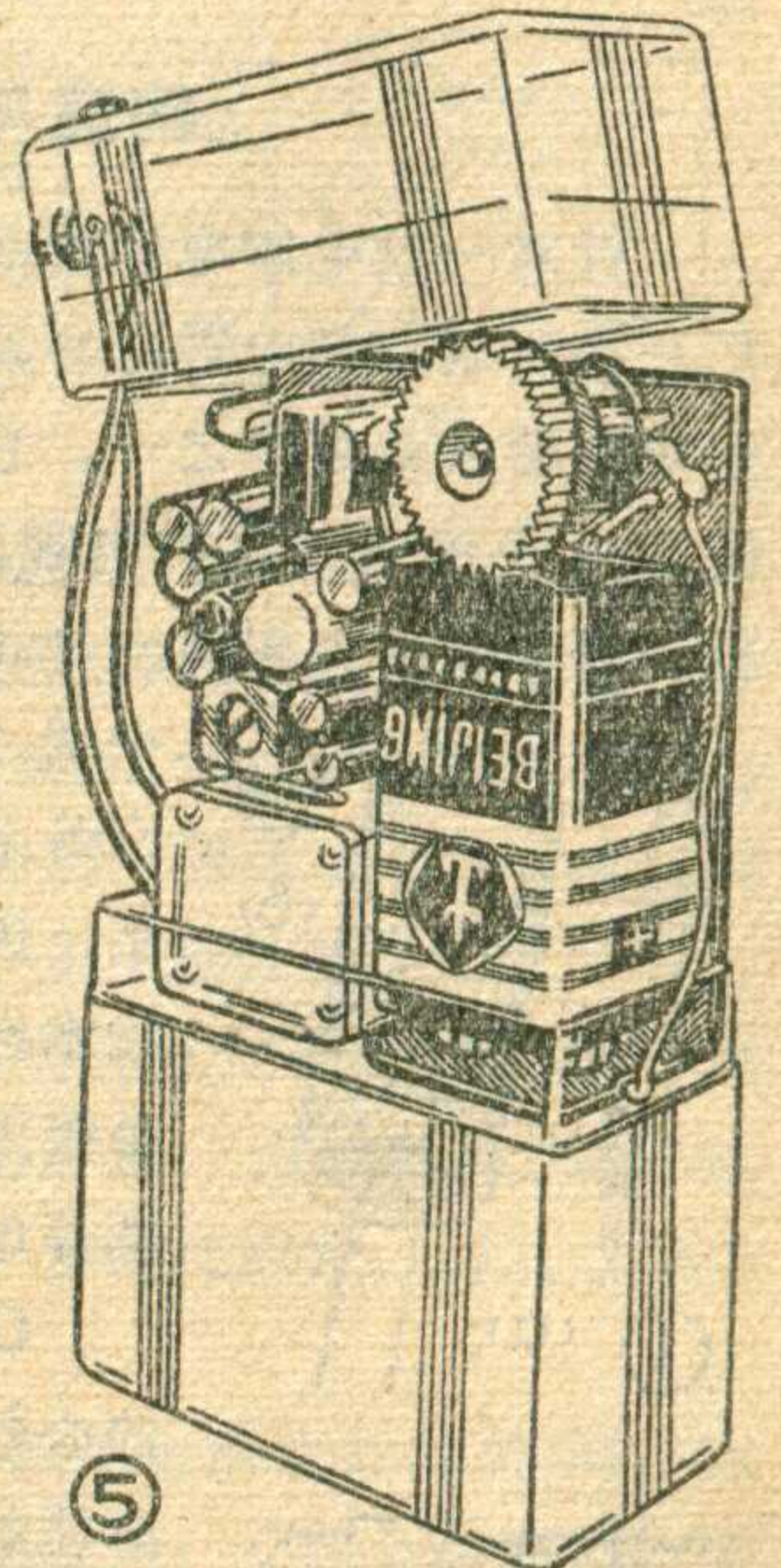


宜调得小些，使调幅波的调幅度深些。通常把电位器 W 调至一半时，就可以获得调幅度为 100% 的调幅波，收音机应在 2 米之内收到清晰的音频信号。

演 示

讲话时话筒插头插入 CK_1 。

播送唱片时，如果用动铁式拾音器，可以直接接入 CK_1 ；如用晶体拾音器需加均衡网络，以改善音质。有的直流两速唱机如 CD-1 型，机内已加了均衡网络如图 4，可直接接入 CK_1 。若收到的讲话声音弱、杂音强，大多是距离远或收到的是二次谐波。前者可适当增加天线长度，后者应重新调到基频频率上。使用中， W 的位置要放置适中，阻值过小，将降低信噪比；阻值过大，则形成过调制，引起失真。



四端头铝电解电容器

北京市无线电元件十厂 宋永祥

大家对图 1 所示的电解电容器是比较熟悉的，它是由阳极铝箔、介质氧化膜 (Al_2O_3)、工作电解液、衬垫纸、引出箔片和两个端头或引线等部分组成。而这些部分本身就存在电阻，再加上互相连接造成的接触电阻串联在一起加大了电阻值。电解电容器的这些组成部分本身又存在电感，尤其铝电解电容器是采用卷绕方法制成心包的，所以在高频时电感的影响就显著起来。对电解电容器内存在的这些电阻部分和电感部分用等效串联电阻 (ESR) 和等效串联电感 (ESL) 来表示。这样一般的铝电解电容器可用图 2 的等效电路来表示。一个由电容、电阻和电感组成的串联

电路必然有一个谐振频率，当工作频率低于谐振频率时，可以不考虑 ESR 和 ESL 的影响；当工作频率接近或大于谐振频率，尤其是超过 10KHz 时，就必须考虑 ESR 和 ESL 的影响，也就是说由于存在较大的 ESR 和 ESL，在高频时，电解电容器的损耗值随工作频率增加而急剧上升，而电容量随工作频率升高而急剧下降，电容性的元件变成了电感性的元件。因此普通的铝电解电容器在高频电路中使用，滤波效果很差。

构造与特点

针对一般电解电容器高频特性差的缺点，有关工厂正在研制高频电解电容器，而 CD28 型四端头铝电解电容器就是其中之一。它的外形及电路中的符号见图 3 a、b 所示。此种电容器在外壳两端各有一个盖板，每个盖板上引出一个正极和一个负极，合计有四个端头。这种电容的特点是 ESR 和 ESL 都很小，尤其是 ESL 小，因此高频特性好。在同一个技术标准条件下，它能工作的频带范围宽，适用于高频滤波、去耦等电路。

CD28 型四端头电解电容器的心包也是将铝箔和饱和工作电解质的衬垫纸相叠卷绕而成，但由于工艺上采取了下列一些措施，使它的 ESR 和 ESL 值大大

降低：①采用多箔片并联连接，如 4 所示。在制造时，卷绕好第一个极板箔片接着卷第二个、第三个极板箔片。这样就相当于把一个大电容由多个小电容并联组成。②采用能耐高温而电阻率较低的工作电解质。③引出片在极板(铝箔)的中间位置(见图 5 所示)，并且正、负极

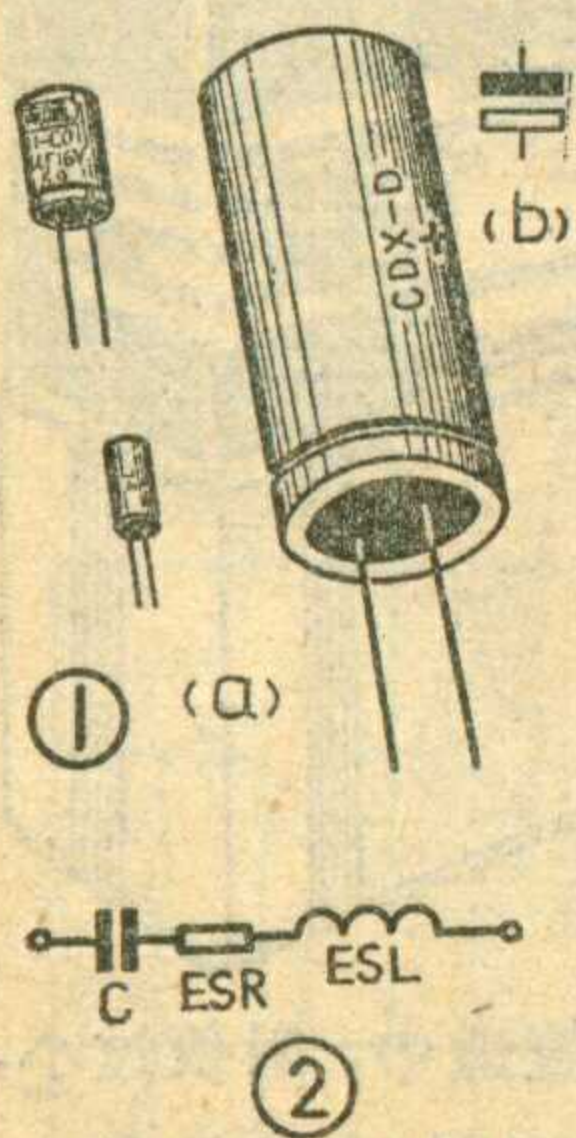
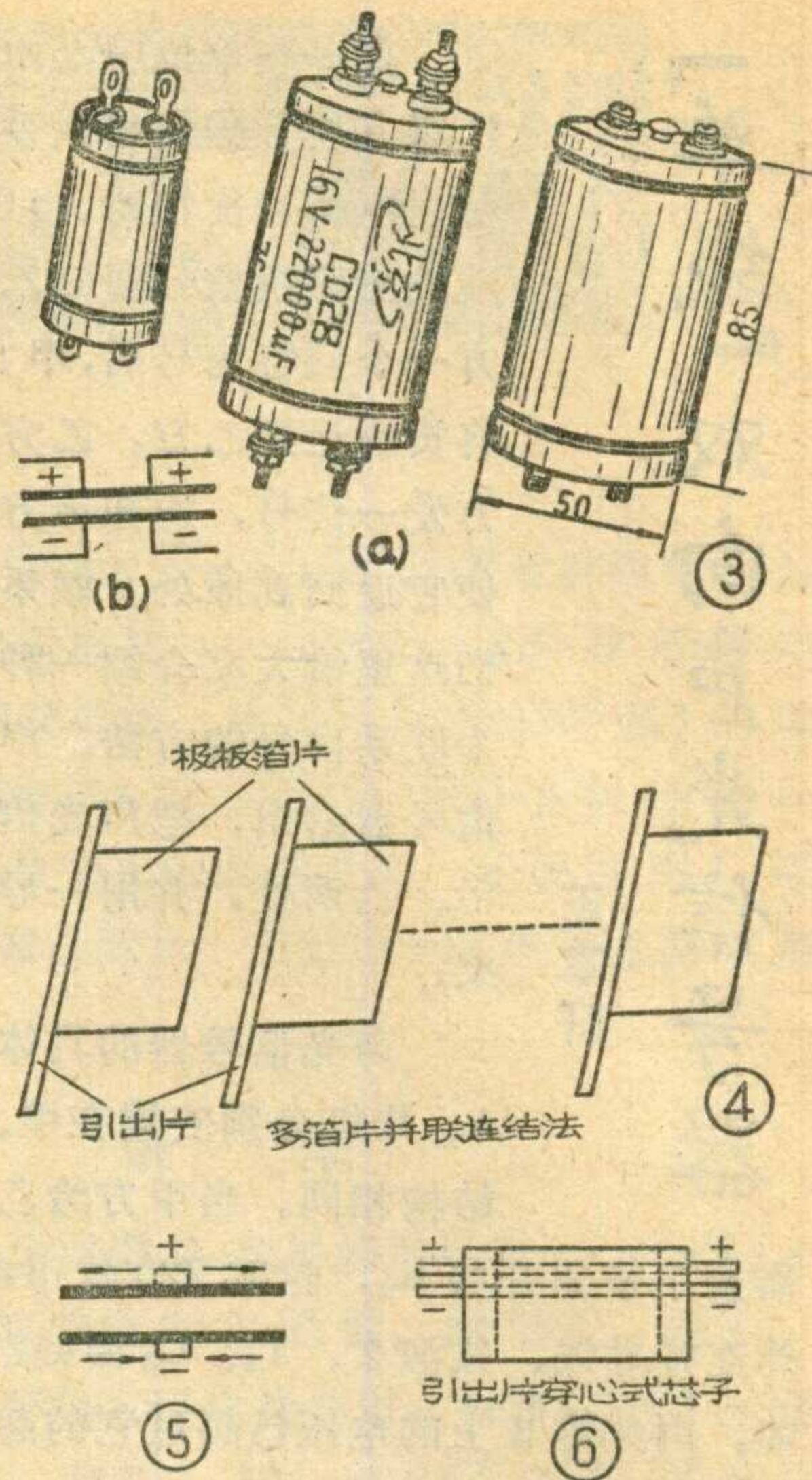
引出片相对应构成穿心式的心子(见图 6 所示)。这样使四端电容上流入和流出的电流方向正好相反，大大抵消了电流所产生的影响。

CD28 型四端电容具有良好的阻抗频率特性，它在 1 千赫~30 千赫的频率范围内，其等效阻抗小于 5 兆欧，如以 10 兆欧阻抗作为使用的标准，则 CD28 型四端电容最高工作频率能达到 1 兆赫。

CD28 型四端电容器的主要用途是作为开关调整型直流稳压电源的滤波器的主要元件，如图 7 所示，其中开关电源的频率为 20 千赫， C_1 的作用是阻止高频噪声反馈到电源线上。 C_2 的作用为 20 千赫的滤波电容。一般开关型稳压电源为了消除声频干扰，采用 20 千赫的开关频率，它正好在 CD28 型四端电容的最佳使用特性频率范围之内。上述的四端电容工作频带较宽，对开关电源所产生的尖峰噪音有良好的抑制作用。

CD28 型四端电容接入电路后，它的每一个引出头与箔片的引线电感 L_1 和引线电阻 R_1 组成一个高频滤波电路(如图 8 a 所示)，它的衰减将随着频率提高而增大。因此电源端的干扰不能直接耦合到负载端，这样经过滤波后的交流分量 ΔI_L 必然很小。由于直流电流 I_{DC} 流经电容器内部箔片，造成电容器损耗增加，这是四端电容的缺点之一。

普通的电解电容器接入电路的情况见图 8 b，



中频波道衰减

在超外差调幅收音机的质量指标中，有一项指标叫“中频波道衰减”，也称为“中频波道

选择性”、“中频抗拒比”或“中频抑制”。它是指超外差收音机对外来中频信号的抑制能力，如果抑制能力大，则这项指标就高。

上述的外来中频信号，主要是指一些专用电台所发射的其频率正好在调幅收音机的中频(465 千赫)附近的信号。只要这些专用电台一工作，信号就会窜入收音机内，使整个中波段到处都有“的的达达”的电报声，造成了干扰。我们把这种干扰叫做中频干扰。与别的干扰相比，中频干扰的特点是几乎中波段满波段都有，不易躲开，因此危害也大些。

外来的中频信号为什么能窜入收音机呢？原来超外差收音机的变频级除了能变频以外，也能放大中频信号。因此外来的中频信号能比较顺利地通过变频级，至于变频以后各级对中频信号更是通行无阻的，这是不难理解



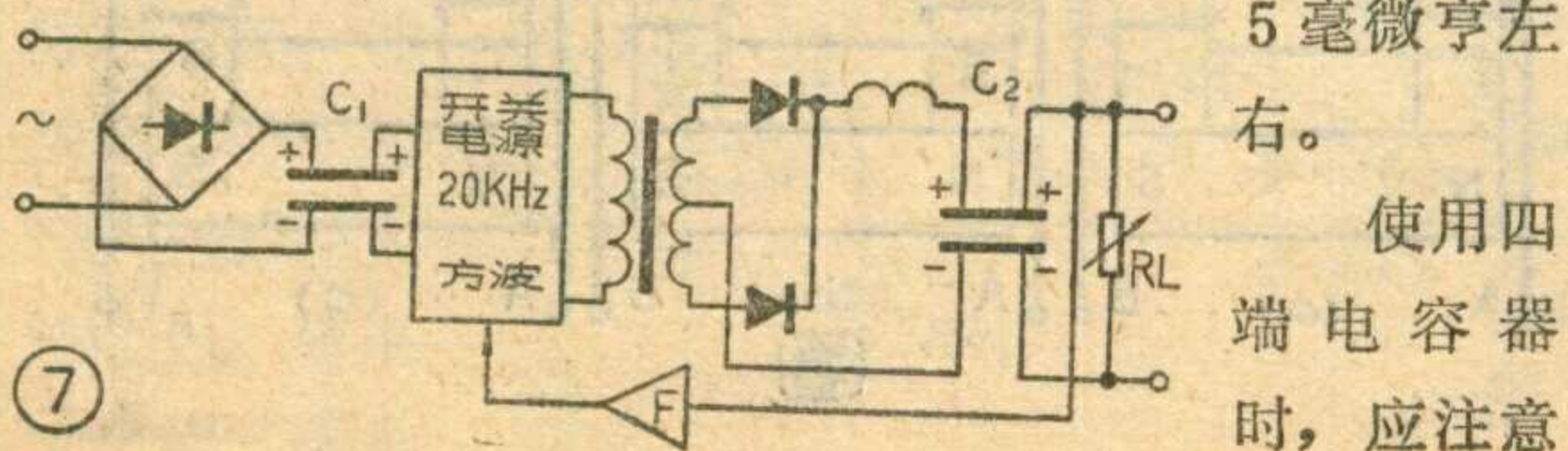
由于 ESL 和 ESR 是电源端和负载端的公共部分，在高频时 ESL 和 ESR 值较大，电源输出的交流分量 I_{AC} 以及高频干扰将直接耦合到负载，这样负载端的交流分量 ΔI_L 是相当大的。这种普通电解电容器不能抑制开关型电源的尖峰噪音。

主要参数与使用注意事项

CD28 型四端头铝电解电容器的主要参数如下：

- ① 额定直流工作电压 6.3~160V
- ② 标称容量范围 220~10000 μ F (还可增大)
- ③ 环境温度 $-25^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$
- ④ 最高工作温度 $-25^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$
- ⑤ 允许通过最大直流 10A
- ⑥ 50Hz 允许交流电压峰值 $(3\sim6)\%U_{\text{额}}$ (随电压容量而异)
- ⑦ 电容器谐振频率 $f_0 \geq 1\text{MHz}$
- ⑧ 外形尺寸 $\phi 30 \times 50 \sim \phi 50 \times 116$ 共六种

四端电容器的电感尚不能直接测量，经计算约在 5 毫微亨左右。



的。这样说来，是不是中频信号就不受阻碍的通过收音机各级呢？不是的。我们知道收音机

的输入回路总是调谐于接收频率(称接收主信号)，输入回路对中频来说是失谐的。因此与接收主信号相比中频信号在输入回路中要受到较大的衰减。当收音机工作在短波段或中波高端时，这种衰减作用要比工作中波低端时明显得多。这是因为收音机接收频率越高其输入回路谐振频率离 465 千赫越远。综上所述外来中频信号经过输入回路将受到一定衰减，但仍能进入变频级，造成中频干扰。

超外差收音机的中频波道衰减通常是以收音机接收中频波道的失谐灵敏度 E_2 与接收主信号的灵敏度 E_1 之比的分贝值来表示：

$$20\lg \frac{E_2}{E_1} (\text{dB})$$

一般收音机的这项参数都在 20 分贝左右。测试这项参数时，只需在收音机的中波最低频率处测试一点就行了，因为那里是收音机中频衰减最薄弱的地方。

(晓峻)

下列几点：

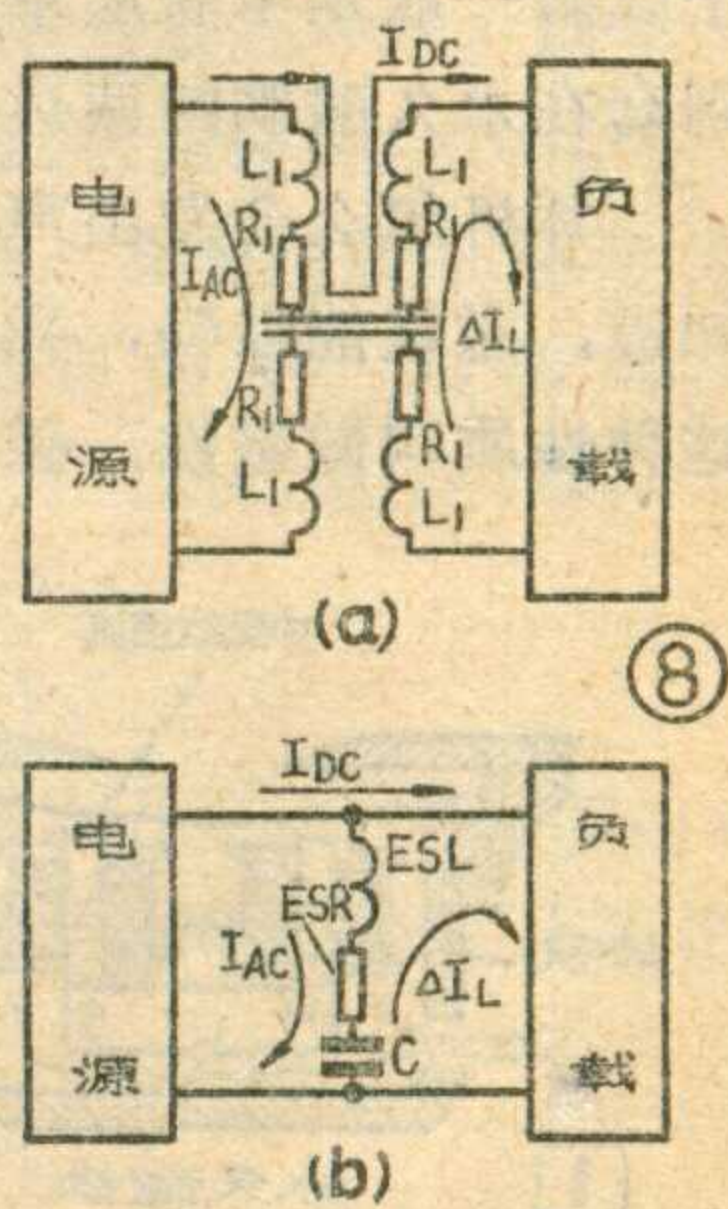
一. 四端电容任意同一极性的两端不能同时接到地线上，否则会使低电感设计失效。

二. 由于采用穿心式四端头结构，所以直流经过电容器。只要环境温度和通过的直流电流及纹波电流不超过规定值，则电容器的发热是正常的。否则易造成产品提前失效。

三. 由于四端头电容采取了低 ESR 和低 ESL 的设计，所以即使只使用其两端(即与普通铝电解电容器一样使用法)，仍能在较高频率($\leq 100\text{KHz}$)下工作。此时由于直流电不经过电容器，消除了直流发热，所以电容器能在 $-25^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ 环境温度下正常工作。

四. 如果要求通过的直流电流大于 10A，则可选用多个容量相同的四端电容并联，这样不仅提高了通过的电流值，而且还能进一步降低阻抗，滤波效果会更加显著。

五. 其他注意事项与一般铝电解电容器相同。比如注意极性不要接反；不要过压；交流分量峰值不要过大，更不能出现反向电压；不能用于纯交流电路等等。



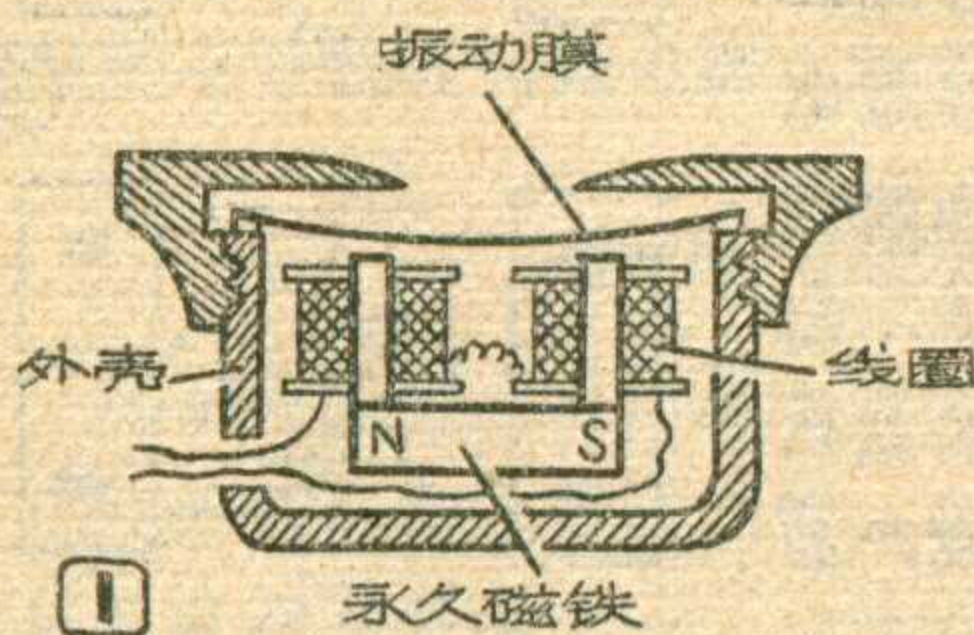
耳机是怎样发声的？

朱霭初
梁竹方

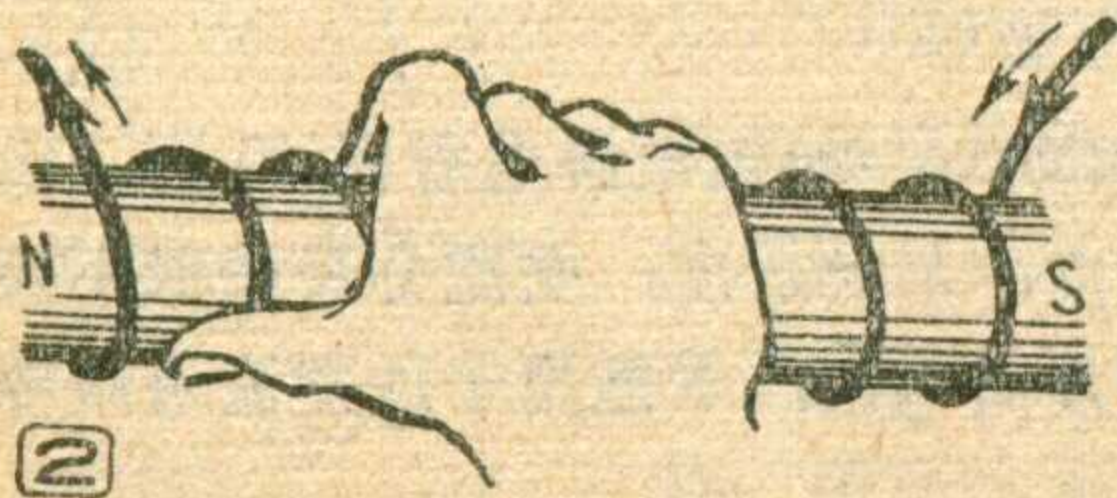
耳机，又叫听筒，它是一种能把音频电流变成声音的器件。常用耳机的结构如图1所示，它是由永久磁铁、线圈、振动膜（具有弹性的软铁片或硅钢片）等部分组成。振动膜受永久磁铁的吸力将它吸附在耳机

外壳的边缘上，并且向内微微弯曲，膜片之外，有一个塑料护盖，用罗纹固定在外壳上。耳机中的两个线圈一般是串联起来的，它们分别套在永久磁铁的两边。

耳机怎么会发出声音呢？大家知道，磁铁能吸铁，我们把磁铁的这种性质叫做磁性，磁性越强，吸



铁的力量就越大。在一个磁铁上，磁性最强的地方叫磁极，每一个磁铁都有两个磁极，一个叫北极（用符号N表示），另一个叫南极（用符号S表示）。条形磁铁和马蹄形磁铁的磁极都在它们的两个端部。可见条形磁铁和马蹄形磁铁吸铁力量



最大的地方在它们的两端。

假使我们采用一种方法，把磁铁的磁性加强，那么它的磁极吸引铁的力量就会加大；相反，如果把磁铁的磁性减弱，磁极吸铁的力量也就会相应地减小，这是容易想象得到的。

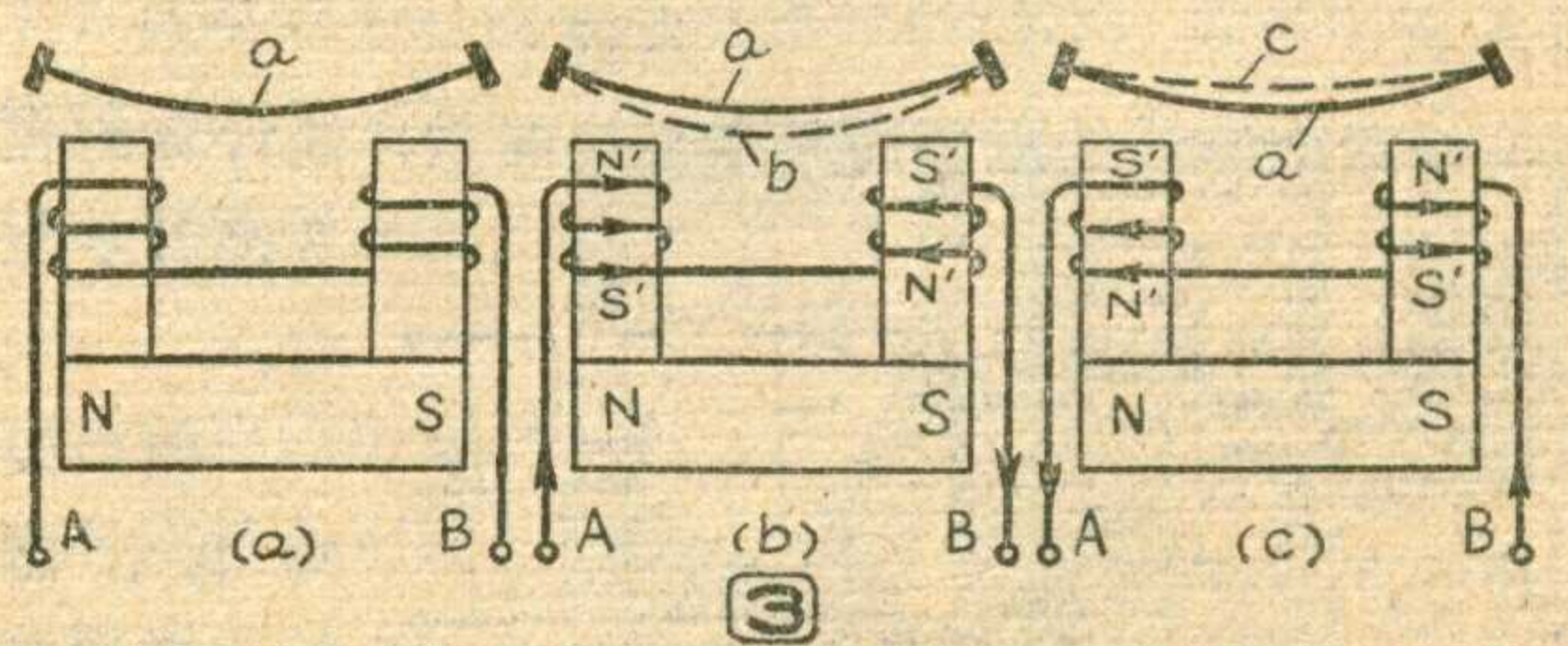
磁铁有永久磁铁和电磁铁两种，永久磁铁的磁性可以保持较长的时间而不致消失。电磁铁，是在软铁材料或其他铁磁材料上绕着线圈而形成的。当线圈里有电流通过时，铁心被磁化而显出磁性，电流被切断时，铁心的磁性也就消失，这种通电才显磁性的磁铁叫做电磁铁。电磁铁同样也有N和S两个磁极，具体哪边是N极哪边是S极，可根据右手定则来判断，它的方法是：用右手握着线圈，将大拇指伸直（见图2），如果以四指的指向表示电流的方向，那么拇指所指的就是电磁铁的北极。至于电磁铁磁性的强弱，则与流过线圈的电流大小以及线圈匝数等参数有关。对同一种铁心来说，电流大，匝数多，则磁性强；电流小，匝数少，磁性就弱。

前面说过，耳机中的线圈是分别套在永久磁铁的两边，也就是套在它的两极上，当有音频电流通过时，线圈就以永久磁铁为铁心形成小小的电磁铁，而且它的极性随着音频电流正反交替地变化着。

由于在无信号时，振动膜因受永久磁铁的吸引而呈现轻微的弯曲状（见图3(a)中的弧线a），因此它具有一定的弹力。当线圈中有音频电流通过时，情况就不同了。假定音频电流一瞬间从A端流入，B端流出，根据右手定则，这时两个线圈所形成的电磁铁的极性与永久磁铁的极性恰巧相同（见图3(b)），这样就使永久磁铁的磁性加强，磁极的吸

力加大，振动膜就被吸引得更加向内弯曲（见图3(b)中的弧线b）。当音频电流的方向改变时，即从B端流入，A端流出，两个电磁铁的极性与永久磁铁的极性也就相反，这样，就削弱了永久磁铁的磁性，使吸力减小，于是振动膜在其本身弹力的作用下，弹回一些（见图3(c)中的弧线c）。因此，在线圈中有音频电流通过时，耳机的振动膜就会随着电流的变化而作同样规律的机械振动，音频电流经过一个周期，振动膜也振动一次，振动膜的振动推动了它前面的空气，使空气也随着一疏一密地波动起来，这种波动的空气传播到我们的耳边，就会使我们听到与音频电流频率相同的声音。

也许有的初学者要问，耳机中不加永久磁铁，而只靠电磁铁的吸引，不也可以使振动膜振动起来吗？对于这个问题，我们可以这样想：如果耳机中不加永久磁铁，当线圈中没有电流时，振动膜由于没受到吸引力，也就不呈弯曲状的变形，因而不存在弹力。当线圈中通过电流时，不论电流方向如何，电磁铁对振动膜都有吸引力，这样在音频电流的一个周期内，不论在正半周或负半周，振动膜都被吸引一次，也就是说，在信号电流的一个周期内，振动膜振动了两次。这样一来，耳机发出声音的频率也就等于信号频率的两倍，于是产生了严重的失真。因此，要使耳机正常工作，永久磁铁是必不可少的零件。



从电路图中的“⊥”符号谈起

宋 东 生

在电路图上，我们经常可以看到许多如图 3 (a) 所示的符号，这就是大家常说的“接地”或“地”。如图 ①所示的单管机电路中就有四个这样的符号。在焊接电路时，要把标有这种“接地”符号的各点用导线连接起来；如果是金属底板，通常是把各“接地”点直接焊接在底板上；如果是印刷电路板，则由铜箔把各接地点连在一起。虽然我们把它叫做“接地”，但很多电子设备的“地”并没有真正和大地连接，那么为什么把图 3 (a) 所示符号叫做“接地”呢？它又有什么实际意义呢？

为了说明这个问题，需要先谈谈电位和电位差。大家知道，水是从高处向低处流的。也就是说，水是从高水位处流向低水位处。这说明有了水位差，水才能流动。同样，在电路中要产生电流也必须有电位差，电流也是从高电位流向低电位的。电位差表明电路中两点之间电位的高低差别，习惯上也称为两点之间的电压。

电路中各点的电位有高有低，要对它们进行测量和比较，就要有一个作比较的基准点，就好比一个烟囱高 40 米，是以地平面为基准点，从地面算起的，否则无法说明高低。同一地平面上其它建筑物的高低也是以地平面为计算基准，这样就可以比较各建筑物的高低。

为了确定电路中各点电位的高低，同样需要选择一个公共的参考点，并规定为零电位，这个公共参考点也就是俗说的接地点。接地点（零电位点）确定以后，再去测量或计算电路中某一点对接地点之间的电压，就是该点的电位。这样，电路中各点的电位就有了确定的数值。电路中任意两点间的电压值，就是这两点的电位之差。显然，选择不同的零电位点，则各点电位也将不同，但两点间的电压却不会改变。

在电工和电子技术中，我们确认大地的电位为零电位，这是对所有电力和电子设备而言的。凡用地线与大地可靠连接便叫接地，例如电力系统的保护接地，收音机的地线接地等等，这是真正的接地。在一些要求高的电

位”真正成为零电位，通常把这种接地叫做“通地气”，常常用图 3 (c) 所示符号表示。然而在许多电子设备中所谓的“接地”并不一定真与大地相连，它的“零电位”并不接大地，只是习惯上把电路中的“零电位”叫做“接地”或“地”。实际上，这时的“零电位”与大地相比，并不一定是真正的零电位，它在电路中所起的作用只是作为电位比较的基准——参考电位罢了。这个“接地”通常用图 3 (a) 所示符号表示。

在分析电路时，原则上可以选择电路中的任一点做为参考电位，即“零电位”，如选择得当可以给计算、分析和测试带来很多方便。

在电子电路中，电源、信号输入和信号输出的公共端总是连在一起的，因此我们就用它作为“零电位”。图 2 是一个用 NPN 型晶体管组成的共发射极放大电路。在调试或检修的过程中，为了判断晶体管的工作是否正常，需要测量各极间的电压和电流（如 U_{be} 、 U_{ce} 和 I_c 等）。在使用电子仪器进行测量时，仪表的接地端一般都要求和放大器的地线连接在一起，以免引入干扰使工作情况不正常。因此在测量 U_{ce} 和 U_{be} 时，不是把表笔跨接在 c—e 两端，而是应该分别量测 c、b 和 e 对地的电位，它们分别为 V_b 、 V_c 和 V_e 。然后可以很方便地算出相关两点之间的电压，即：

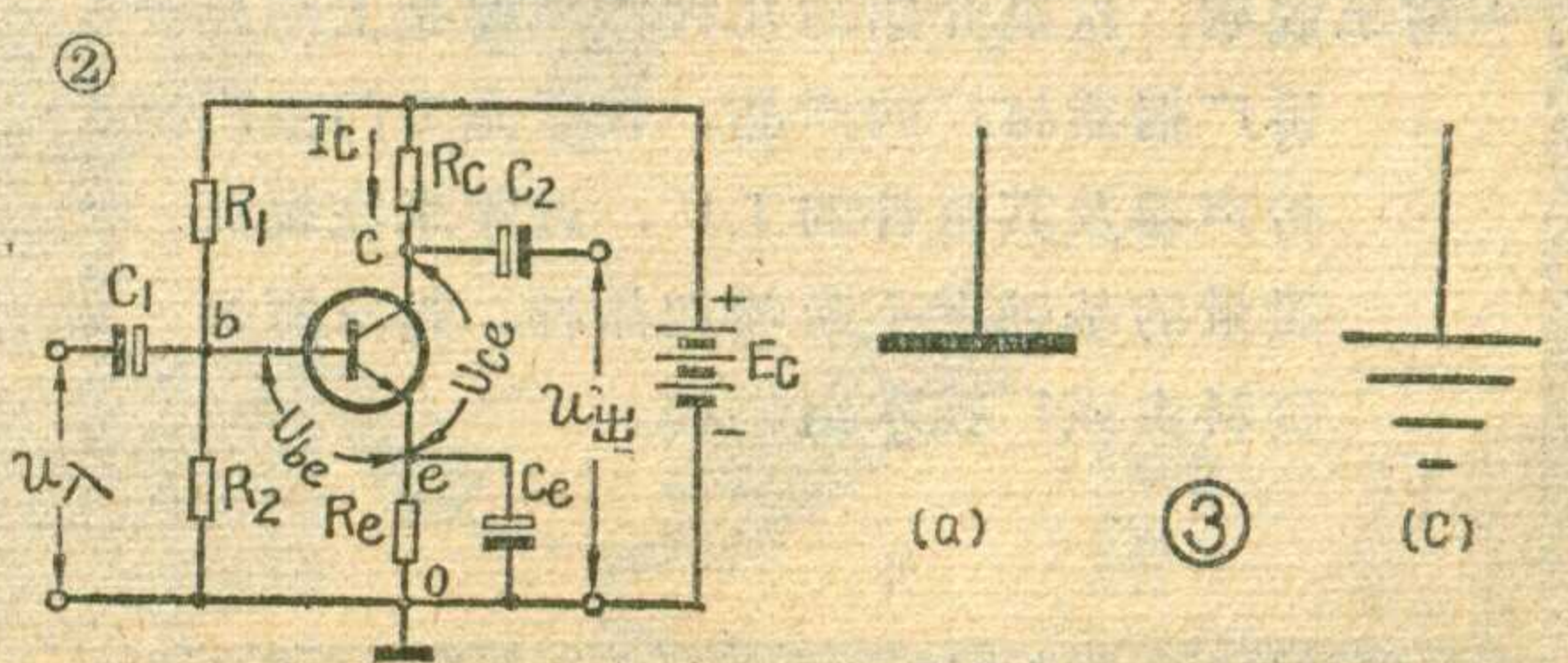
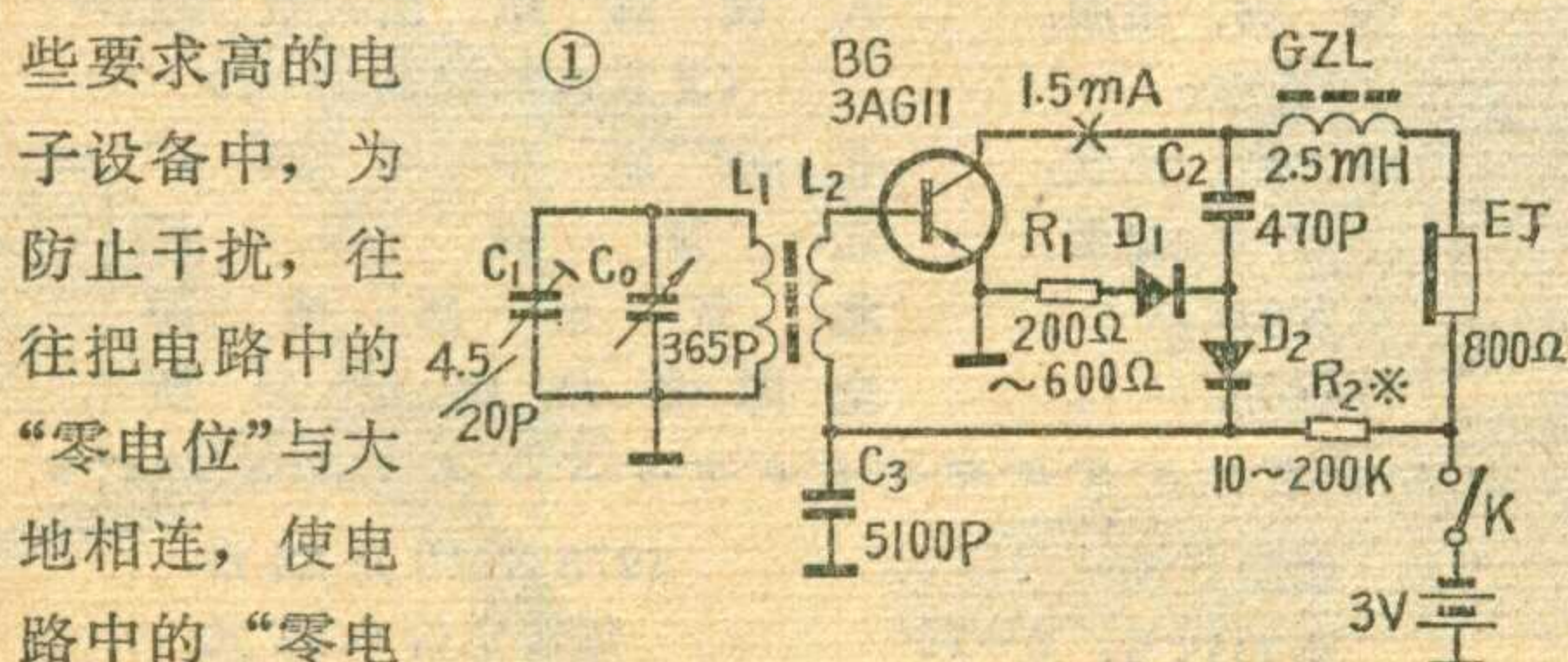
$$U_{be} = V_b - V_e$$

$$U_{ce} = V_c - V_e$$

测量集电极电流 I_c ，也可以不必断开电路，而是测出 c 点对“地”的电位 V_c ，然后应用欧姆定律便可算出 I_c ，即：

$$I_c = \frac{E_c - V_c}{R_c}$$

在上述电路中，由于发射极是输入和输出信号的公共端，同时根据 NPN 型管偏置电路所要求的极性，发射极直接或经反馈电阻 R_e 接在电源的负极上，所以应取电源负极作为“接地”端。对于 PNP 型管组成的放大器来说，由于管子的偏置极性相反，所以应取电源正端为“接地”端。



无线电

1978年第10期(总第193期)

目 录

水下侦察兵——声纳.....	李启虎 (1)
一种简易实用的步进电机驱动电路.....	马立仁 (3)
串联型晶体管稳压电源的过流保护.....	屠蘅沧 (4)
改装23厘米电视机的几点体会	
.....	北京电视机厂张明 (8)
场积分电路R·C的选择.....	童良骅、姜永周、李平新 (11)
电子管场振荡器的应急修理.....	梁肇滔 (13)
使用高压硅堆的一点体会.....	付文娟 (13)
* 有线广播 *	
功率放大电路的分类与特点.....	方锡 (14)
用幻象电路进行实况转播.....	郑浩、魏华 (16)
自倒相RC推挽电路扩音机	
——原理和制作.....	田进勤 (18)
OCL高传真扩音机制作(续).....	盛惠泉 (20)
国外收音机发展动态(续).....	北雁 (22)
* 实验室 *	
匀加速运动实验计时装置.....	李振华 (24)
教学演示用的两管发射机.....	孙心若 (26)
“单线”双向声光信号器.....	王本轩 (27)
* 初学者园地 *	
谈谈四端头铝电解电容器	
.....	北京市无线电元件十厂 宋永祥 (28)
中频波道衰减.....	晓峻 (29)
耳机是怎样发声的.....	朱冀初、梁竹方 (30)
从电路图中的“L”符号谈起.....	宋东生 (31)
* 电子简讯 *	
* 问与答 *	
* 想想看 *	

封面说明: 青岛仪器仪表研究所研制成功我国第一台进行海洋环境监测的海洋水文气象遥测浮标站。它能自动遥测风向、风速,气温、气压,表层、深层水温及流速流向等项目。(本刊摄影)

封底说明: 青岛港务局职工发扬自力更生、艰苦奋斗的革命精神,利用旧设备建成一座港口雷达导航台。它能在大雾弥漫的条件下,保证安全、迅速、准确地引领船舶进出港口。(本刊摄影)

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10月25日
本刊代号: 2-75 每册定价 0.17元

(上接第21页)

此刻,可接上音调控制器进行试听,若场效应管性能良好,音调控制器一般不必调整。场效应管分成MOS型与结型两种,前者输入阻抗高但易损坏,这里采用结型,其引出脚与其他晶体管不同,见图7,不要焊错,以免造成故障。印刷电路板见图8。

刚合上电源开关时,正常的情况下,扬声器会发出“嗡”的一声,随后应即消失,寂然无声。这是滤波电容器 C_{25} 、 C_{26} 充电及主放大器的A点电压自动平衡的反映,不用担心扬声器会损坏。但如发生自激,应检查 C_{21} 是否良好。

此时,将电唱机信号从拾音插孔输入,扬声器应放出悦耳的音乐。如果音量欠大,可减小 R_{26} 的阻值。若嫌低音不足可加大 C_9 与 C_{10} 的容量,其大小可由实验决定,但应兼顾高音。 C_{22} 和 R_{27} 构成高频段相位校正电路,一般情况下不用调整。

4. 前置放大器的调整: R_4 用来调整 $BG_{1、2}$ 的工作点。 R_2 调整灵敏度,阻值减小,放大量提高,灵敏度增加。 R_3 、 R_8 和 C_2 、 C_3 构成频率校正网络,应根据信号源的频率特性进行调整,使特性曲线平坦,或符合一定的要求。一般也无需调整。如发生自激现象,可分别在 BG_1 或 BG_2 的C、B极间并一个51~100微微法的电容器;或者在 R_8 、 C_3 并联电路与 C_5 之间串入一个适当的电阻,其阻值大小由实验决定。

本机最大不失真输出功率为18瓦,失真度为0.8%。各晶体管的实测电压数值列在附表供参考。动态电压值是在最大不失真输出功率时测试的。

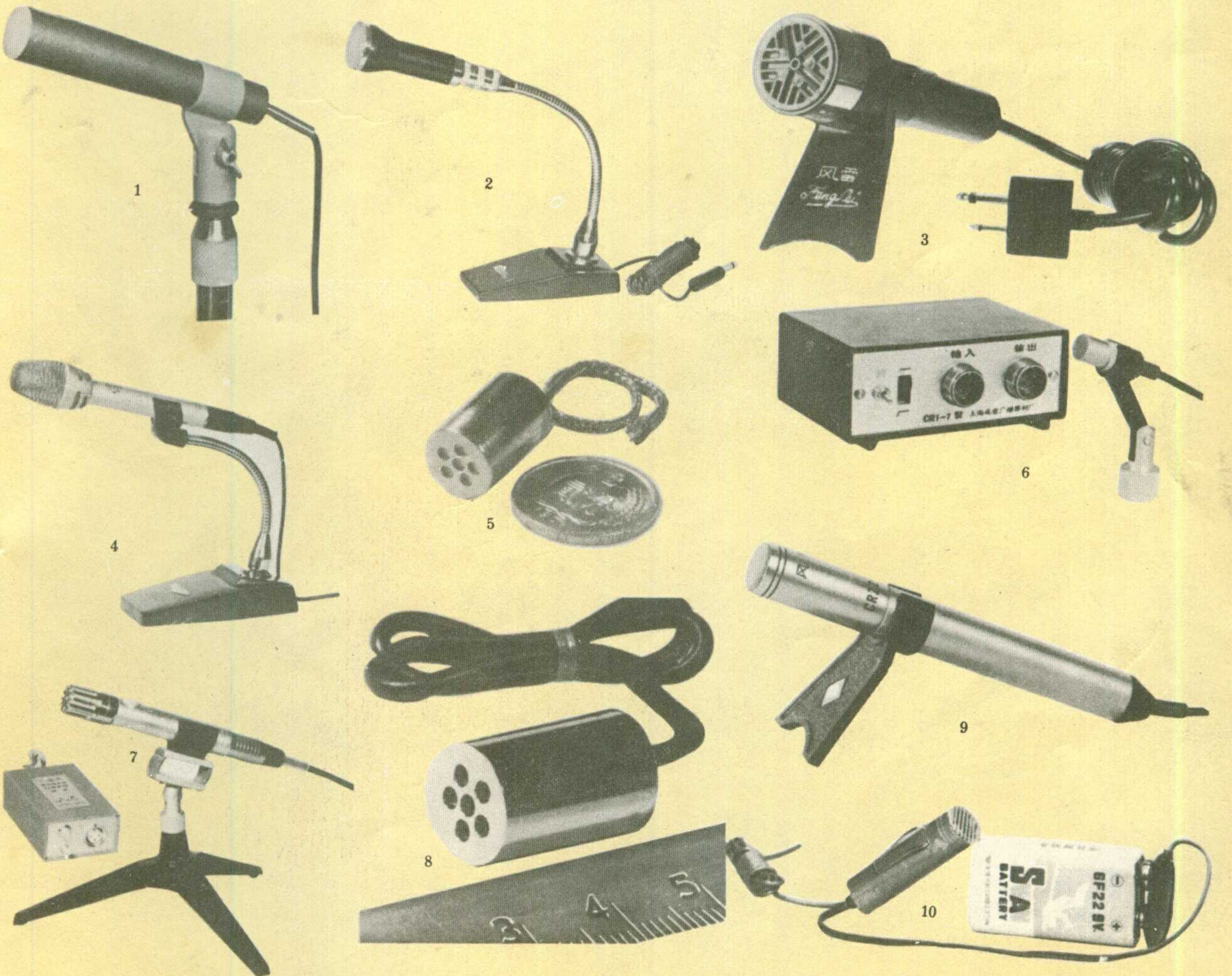
	BG ₁ (c)	BG ₂ (c)	BG ₃ (S)	BG ₄ (D)	BG ₁₂ (c; e)	BG _{7~11} (c)
静态(V)	2.4	6	10	12	31; 23	22
动态(V)	2.25	3.8	8	8	24; 16	19

更正: 第7期14页图1中 C_{16} 应改画为普通非电解电容器;同期16页右栏9行倒数第3字“次”应改为“初”;同期18页分栏线上右栏末行第三字“义”应改为“仁”,目录第10行第7字也改为“仁”。

封三说明: 这里介绍的几种传声器是上海风雷广播器材厂的产品。该厂是专门生产传声器及其附件的工厂,近年来在提高质量的基础上不断增加品种。封三所列资料由该厂技术组供稿。

几种国产传声器的特性

产品名称	示图	主要技术指标							
		频率响应范围	灵敏度(1000Hz空载)	输出阻抗	指向特性	电噪声	使用范围		
69-1型动圈式传声器	1	300~5000Hz (≤15dB)	≥0.8mV/μbar	20KΩ±20%	无向	—————	一般会议语言		
CSD-2型动圈式传声器	2	200~5000Hz (≤15dB)	≥1mV/μbar	20KΩ±20%	无向	—————	一般会议语言		
CDX-4型袖珍式动圈传声器	3	200~8000Hz (±15dB)	≥0.25mV/μbar	200Ω±20%	无向	—————	和盒式录音机配套;也适用于其它录音设备和电声设备上。		
CSD-10型单方向动圈式传声器	4	100~10000Hz (≤15dB)	>0.1mV/μbar (200Ω) >1mV/μbar (20KΩ)	200Ω±20% 20KΩ	单向 心型≥10dB (300~3000Hz)	—————	语言、音乐扩音和录音		
CSC-5型微型电容传声器	5	20~10000Hz (≤6dB)	≥0.6mV/μbar	1KΩ	无向	≤3μV (A计权网络)	通讯、医用听诊器、工业电视及各种电声测量设备		
CR1-7型广播用微型电容传声器	6	20~15000Hz (≤8dB)	≥1mV/μbar	600Ω±20%	无向	≤5μV (A计权网络)	剧团乐队舞台录音和扩声;也可用于各种电声测量设备。		
CR1-8型广播用单方向电容传声器	7	40~16000Hz (≤8dB)	≥0.8mV/μbar	200Ω±20% (平衡)	单向 心型≥15dB (300~5000Hz)	≤5μV(A计权网络) ≤20μV(C计权网络)	电台、电影、录音和剧场会堂扩声		
CRZ2-9型微型驻极体电容传声器	8	50~10000Hz (≤10dB)	≥0.5mV/μbar	1KΩ	无向	≤3μV (A计权网络)	作为内接传声器和盒式录音机配套;也可作为电声换能器和其它设备配套。		
CRZ2-11型驻极体电容传声器	9	50~10000Hz (≤10dB)	≥0.6mV/μbar	1KΩ	无向	<5μV (A计权网络)	录音、剧场会堂扩声和有线通讯等		
CSW-6型微型无线电传声器	10	发射频率	调制形式	传声器	频飘特性	频率响应范围	最大频偏	发射距离	使用范围
		102MHz, 104MHz, 105.5MHz, 108MHz, 112MHz, 114MHz, 116MHz, 118MHz	直接调频式(FM)	Φ10mm 电容传声器	≤±300KHz (-10°C~+45°C)	50~12000Hz (4000~7000Hz) 提升8~13dB	≤±100KHz (120dB声压级)	约150米(野外)	





无线电