

无线电

WUXIANDIAN



1979

去年十一月广大青少年

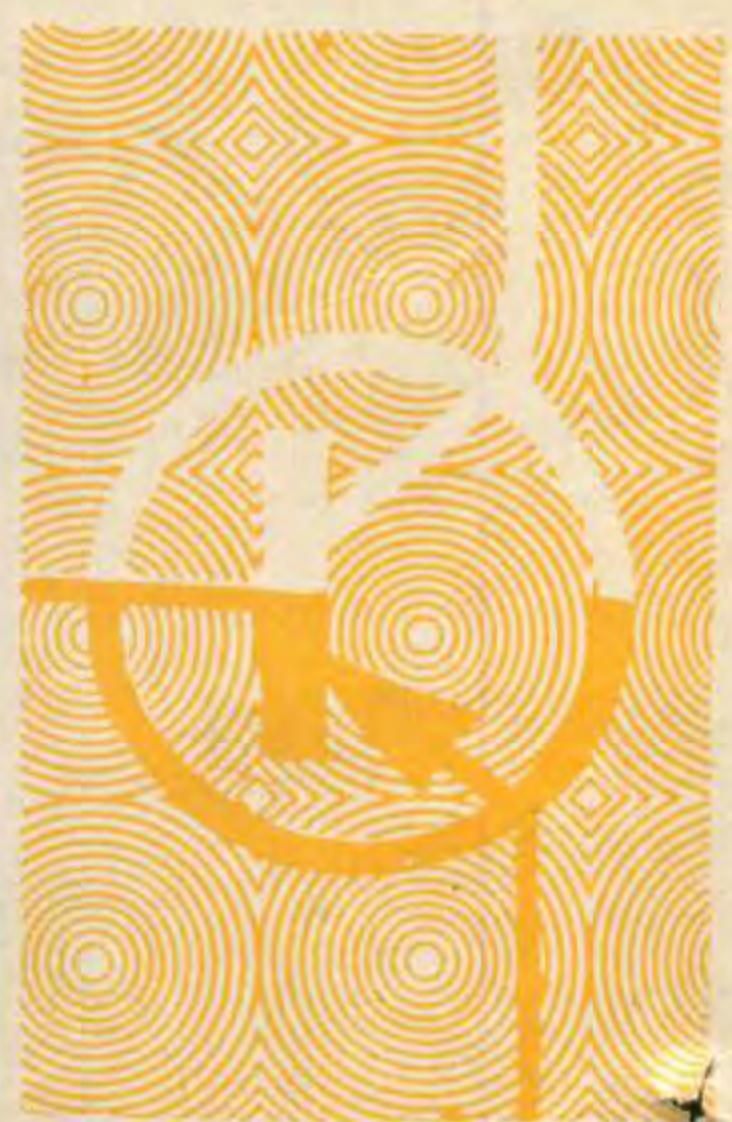
①



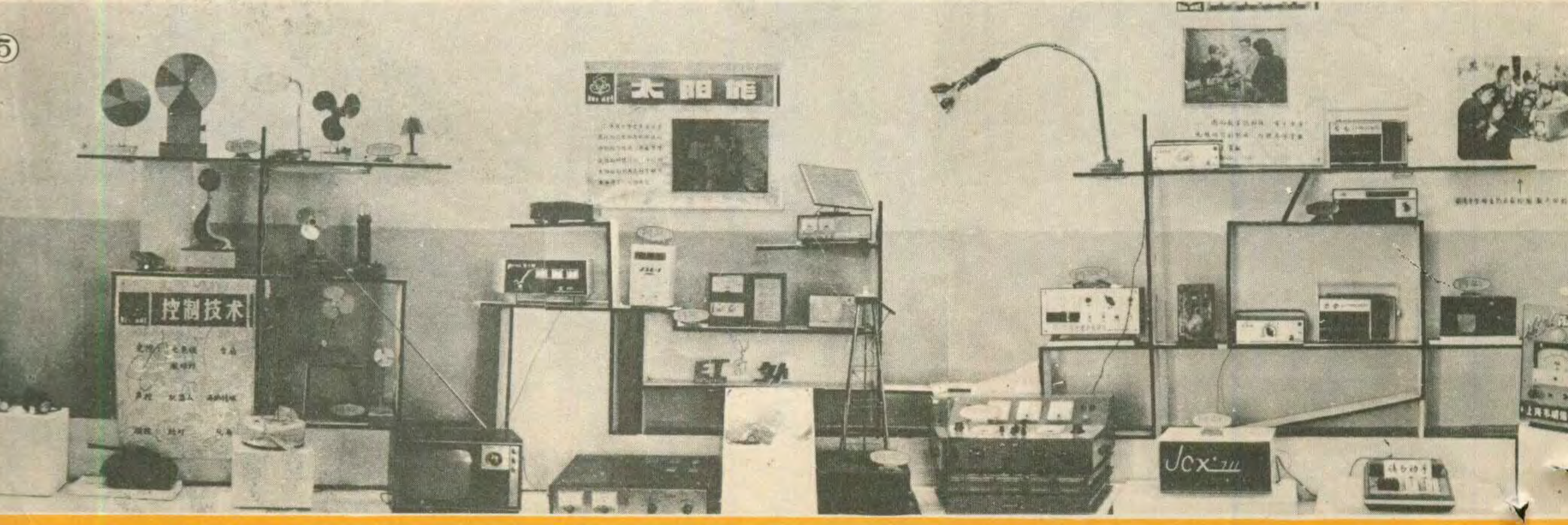
积极开展青少年科技制作活动

——上海市举办青少年科技作品展览

最近，上海市举办了青少年科技作品展览，展出的无线电电子技术作品有：电视机、收音机、录音机、无线电摇控、光控、声控及电子教学装置等三百多件。这些作品反映了全市广大青少年积极开展科技活动所取得的丰硕成果。



- ①电视机、收音机和电唱机。
 - ②无线电遥控汽车模型。
 - ③光电控制洗手装置。
 - ④电子拼音教具。
 - ⑤激光、红外、光控和声控技术。
- (袁永明报导、汤世梁摄影)



微型计算机

——计算机领域中的一支新秀



中国科学院计算所 何玉珍

七十年代初期，计算机领域中出现了一支新秀——微型计算机。这是一种大规模集成化的一代新型计算机。它的体积小，一般只有袖珍式半导体收音机那样大小，价格便宜，低档机每台只要几十美元，而且还在迅速下降，预计1980年低中档微型机每台价格可降至3~5美元。此外，它耗电省、可靠性高、灵活性强。功能方面，一台中等能力的微型机每秒能运算十万次以上，比世界上第一台计算机的运算能力提高了近二十倍。微型机的出现使电子计算机突破了价格、体积的限制，迅速推广到科学技术、工农业生产以及日常生活的各个领域中去，为促进和普及计算技术开创了一条崭新的道路。

微型计算机的核心——微处理机

介绍微型计算机之前，先谈谈微处理机。微处理机还不是微型计算机，它只是微型计算机的一个组成部分，不过它是核心部分。微处理机一般是由一片大规模集成电路构成的。最早的微处理机英特尔4004是在约4毫米见方的硅片上，该片含有约二千只晶体管，陶瓷封装后只有糖块那样大小（见图1），有16条引出腿，双列直插式。以后微处理机性能又不断提高，发展到在一块和上述微处理机大小差不多的硅片上集成了几万只晶体管，引出腿有的为40条，有的为64条不等。

微处理机在微型计算机中的功能和普通计算机的运算器与控制器相同，也可以说微处理机包括了微型计算机的运算器和控制器两部分。运算器完成微型计算机的算术运算（如加减法）和逻辑运算（如比较、判断）。控制器则是微型计算机协调工作的统一指挥部。它首先控制输入设备把解题程序和参加运算的数据送到存储器中，然后再由存储器把一条条指令和数据取出来，并对指令进行

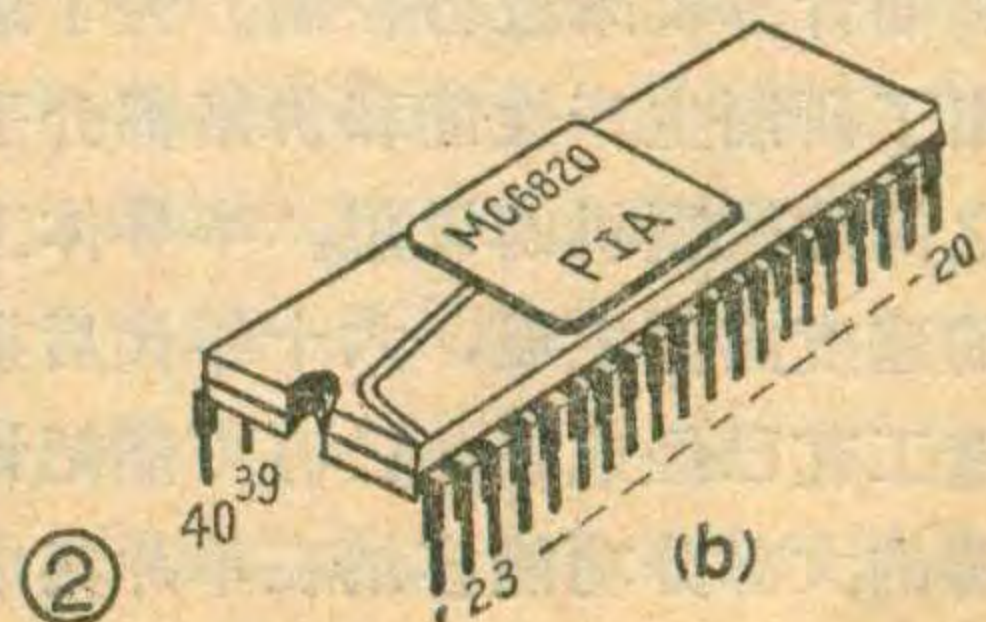
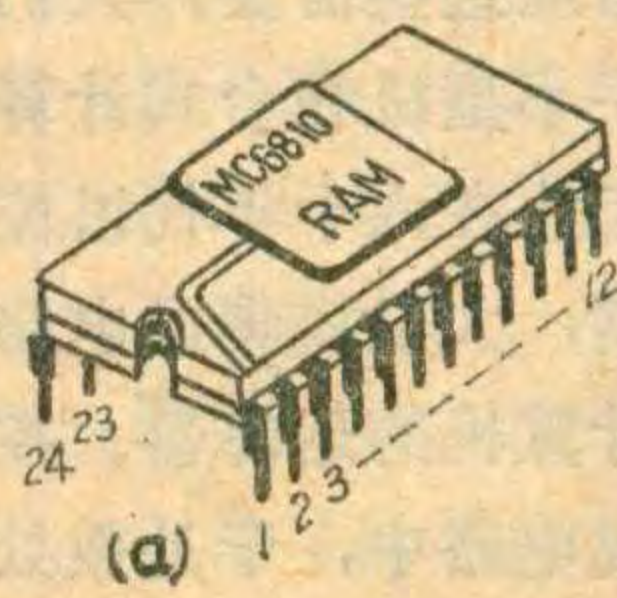
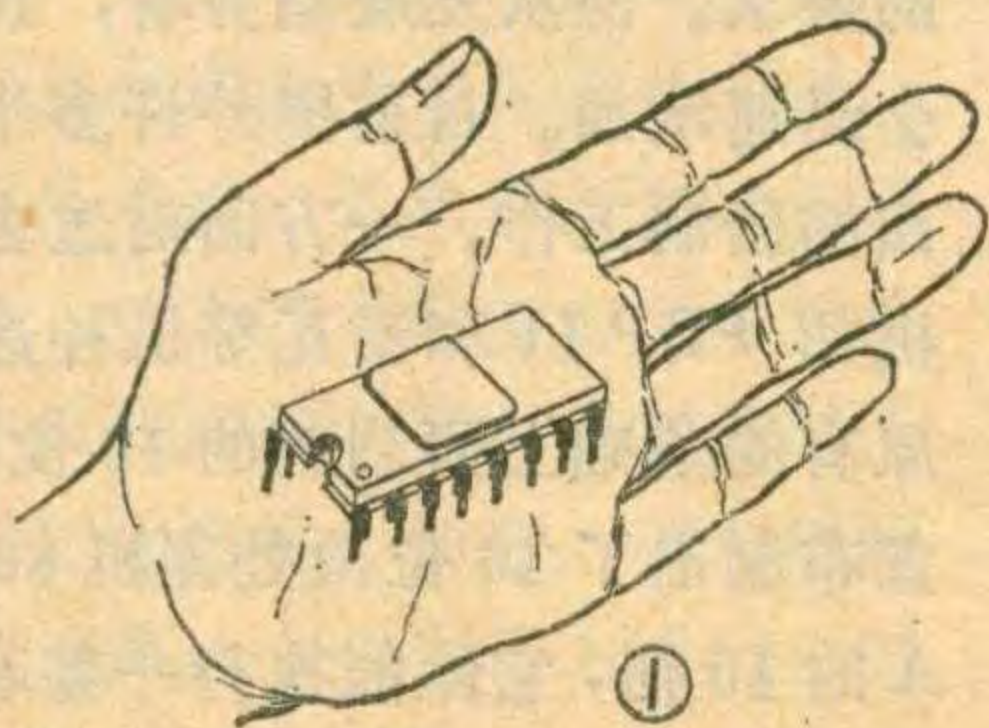
分析，决定运算器进行什么样的运算，运算的结果是否再送往存储器或是送往输出设备等等。总之控制器是对整个微型机起控制作用的，它既控制数据的流动、指令的执行，也控制全系统各部件之间相互协调地工作。由运算器和控制器构成的微处理机也叫中央处理部件，简称为CPU。

微型计算机和微型计算机系统

那么微型计算机都包括哪些部分呢？一般说来，一台微型计算机包括一片微处理机、多片存储器和输入输出接口。存储器片和输入输出接口片也是采用大规模集成电路制作的，封装后和微处理机大小差不多。图2a、b分别为存储器片和接口片外形图。

微型计算机的存储器是存放程序、数据和其它信息的记忆装置，按其功能分成两类，其一称只读存储器，简称为ROM；其二称随机存储器，简称为RAM。只读存储器一般存放固定不变的程序和数据。根据使用要求又具有三种形式，一是只读存储器中的内容由厂家在制造过程中做好，用户只能使用不能改变；二是用户可根据自己的使用要求，通过专门的写入装置，写进自己所编写的程序，称为可编程序的只读存储器，简称为PROM，但只能编写一次；三是可多次改写的只读存储器，简称为EPROM。随机存储器用于存放随时要进行运算的数据、程序和其它信息，它与只读存储器的不同之处是它的内容在计算机运算过程中既可以读出来，又可以随时写进去。

微型计算机工作时，必须配备各种输入输出设备，而这些设备通常处理的是机电信号，它们的处理速度与微处理机相比慢得多，所以两者之间要进行信号和速度的变换，这就是输入输出接口器件所要起的



作用。输入输出接口往往还用于串行数据和并行数据的变换。

以上几部分便构成一台完整的微型计算机。但是若使计算机真正投入工作，还必须配备成一套微型计算机系统。该系统包括微型计算机本身、控制面板(或称控制台)、输入输出设备(输入机、打印机、盒式磁带、软盘等)、电源及系统软件等几部分。图3表示出微处理器、微型计算机、微型计算机系统三者之间的区别及其相互关系。

控制面板用于对微型机进行中断或用于监视程序执行情况，但它并不是微型计算机系统不可缺少的部分，也有将微型计算机装入用户系统时不用控制面板的情况。系统软件是供用户使用的一组程序，它能使用户获得更多的功能和灵活方便的解题手段，所以它是微型计算机系统中非常重要、不可缺少的组成部分。

需要说明，这里所介绍的微型机和一般常见的袖珍式计算器不同。微型机的运算功能强，它既有算术运算，又有逻辑运算，适当配以外围设备和软件系统，则不但能进行数学计算，也能进行数据处理和实时控制。一般常见袖珍式计算器只能用按键输入数码和控制操作来完成一些算术运算，严格说来这种计算器不是计算机，只是计算机的一个旁系。

微型计算机的发展概况

微型计算机所以在七十年代初期产生并发展起来，是因为存在着产生它的客观需要和实现它的现实可能性。到了六十年代末，电子计算机已经有二十多年的历史，这期间计算机既向上发展了大型机和巨型机，又向下发展了小型机和台式计算器。小型机的价格便宜，功能也比较强，它的出现促使计算机的应用面日益广泛。但不少行业发现，小型机对他们来说还嫌太贵，而且其功能也远远超出需要，采用它则意味着有投资浪费。另一方面，在航空和空间技术中都迫切需要远比小型机体积小、重量轻、功耗低、可靠性高的计算机来进行控制。为了适应这些需要，人们提出了研制生产性能和价格都介乎小型机和台式计算器之间的微型机的设想。半导体工业在六十年代以惊人的速度向前发展，六十年代后期，大规模集成电路制造工艺已经成熟，已有可能把计算机的运算器、控制器的大部分功能容纳在单片集成电路中，于是微处理器就应运而生了。

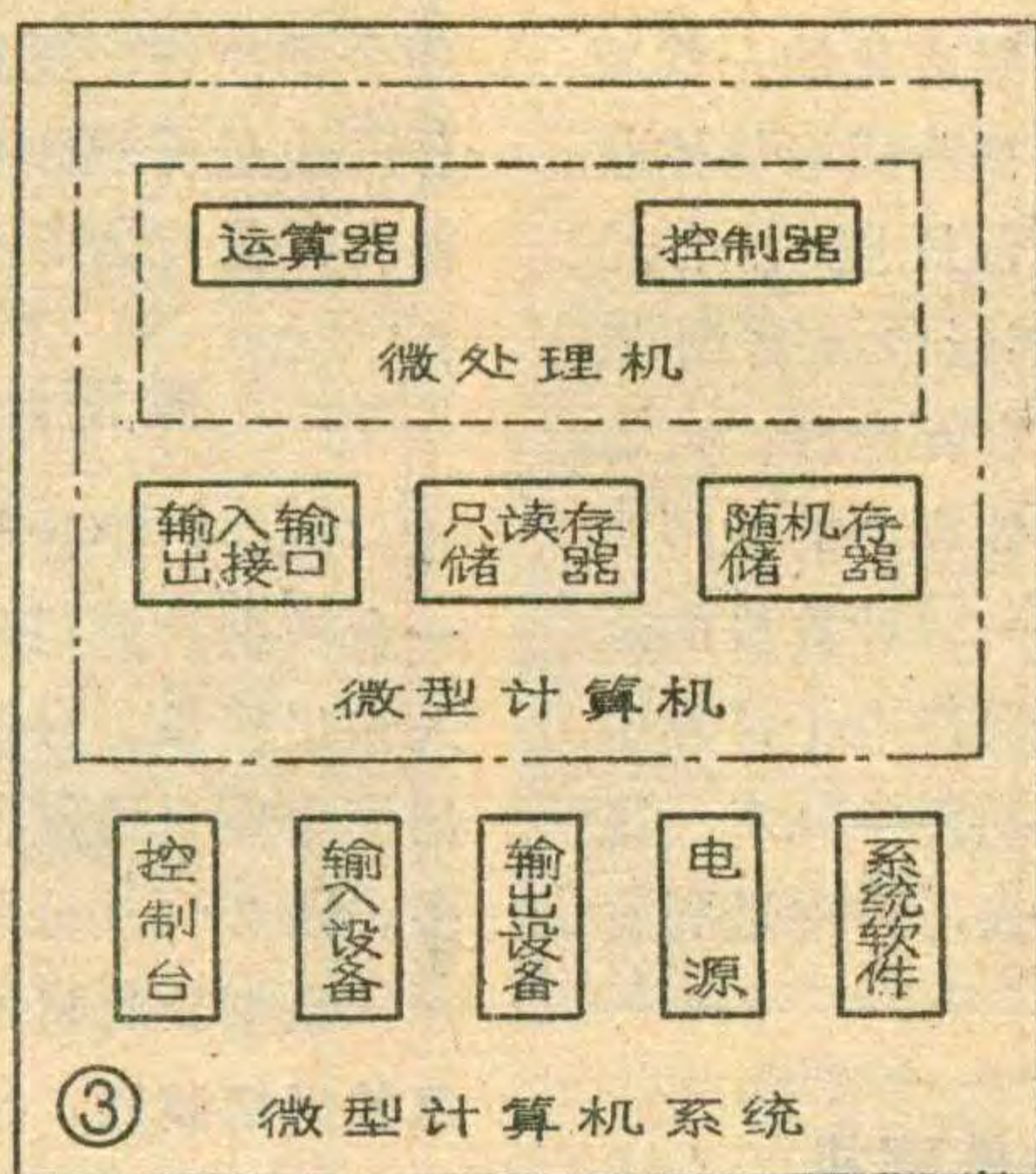
1971年美国一家半导体集成电路公司英特尔公司首先成功地做出了字长4位的微处理器——英特尔4004。这是第一台商用微处理器，它一出现就引起了人们极大的兴趣。不久，许多半导体厂家都先后投入了这一研制工作，于是微处理器犹如雨后春笋，迅速发展起来，差不多每两年就有一次重大进展，人们称为换代。1973年以前的产品，以英特尔8008为代表是第一代，它字长8位，指令种类48条，指令执行时间(加法)为12.5微秒，采用简单的PMOS工艺。

这类早期产品当时在设计上由于经验不足，又受到工艺水平的限制，所以指令少、功能弱、速度低，属于

低档产品。到了1975年，微处理器便进入了第二代，品种也发展到150多种。典型产品为英特尔8080A、美国莫托罗拉公司的M6800等。这类产品大部分采用比PMOS工艺集成度高、速度快的NMOS硅栅工艺，它们的处理速度几乎提高了一个数量级，指令丰富，与外界信息交换考虑也比较周到，字长也由4位、8位、12位发展到16位。但因为这类产品着眼于单片结构，因此它们的功能受到了一定限制。1975年以后又出现了多片结构的微处理器，即整个微处理器由若干片大规模

集成电路构成。它们几乎毫无例外地采用了比NMOS工艺速度更高的双极型工艺。起先采用的是低功耗的肖特基晶体管——晶体管逻辑(S-TTL)，为了获得更高的速度，又制成了发射极耦合逻辑(ECL)工艺的微处理器。为了不但在速度上，而且在功耗和集成度上与MOS型竞争，后来又引用了所谓集成注入逻辑(I²L)工艺，从而为双极型微处理器开辟了一条新路。总之品种日新月异，产量逐年剧增。据报导，1973年美国微处理器年产量为2万台，五年后的1978年年产量猛增至190万台。发展之快是很惊人的。

就产品数量和使用情况来看，目前仍以4位和8位微处理器占绝对优势。如M6800、英特尔8080A都是比较流行的8位微处理器。这是因为它们的软件比较成熟，用户使用很方便，功能也能满足广大用户的要求。但从发展趋势看，16位和32位微处理器将会迅速增加。目前国外许多半导体厂家都加强了这方面的研制工作。一方面对过去比较流行的16位小型机如PDP11和诺瓦等机种进行微型化；另一方面在原有的基础上研制新的16位机种，如1978年英特尔宣布制出了16位微处理器8086，其处理速度是8080A的10倍，它除能执行一整套8080A的指令系统外，还增加了一些新的指令。目前还研制出一些更高性能



应用的广阔天地

的微处理机，如莫托罗拉公司的 M 68000 和基罗克公司的 Z 8000 等机种，它们具备了只有中高档小型机才具备的性能，与小型计算机 PDP 11/45 处理能力相当。

微型计算机除核心部件微处理机外，存储器也占很重要的地位，就价格来说，存储器往往占整个微型机价格的60%以上。微型机的存储器目前基本上都是采用半导体存储器。近一两年，由于微处理技术进展很快，半导体器件发展重点正转向存储器。各厂家都在采用新技术，以求进一步缩短存取时间，增加存储容量即提高集成度。如日本已在6毫米见方的硅片上集成了15万只元件，为64K位（1K=1024位）MOS工艺RAM片，这可算是超大规模的先声。预计1981年将研制出256K位的RAM片，而1983年将研制出100万位的RAM片。此外电荷耦合器件存储器和磁泡存储器的发展也都很快，美日等国，有的已制成128K位电荷耦合器件存储器，有的制成92K位磁泡存储器，美国还搞出存储容量为1.024亿位的存储体系。

微型计算机除多片结构外，目前已有许多厂家进一步把微处理机、存储器、输入输出接口等做在一块硅片上，即一块大规模集成电路就构成一台完整的微型计算机，价格也很便宜，有的只要几美元。据国外报导，1977年初已有16种单片微型机在市场上出售，其中较有水平的是美国德克萨斯仪器公司的16位MOS工艺TMS 9940机。与此同时还出现了单板和多板式微型计算机，即把微处理机片、存储器及输入输出接口片安装在一块或多块印刷电路板上，组成完整的微型计算机，既可独立使用，也便于用户装配在仪器设备或数据处理系统中，还可以根据使用要求，适当扩充存储器和外部设备。

顺便说明一下，外部设备在微型机系统中所占费用比主机还大，如果这些外部设备不能小型低价，那么微型机的优点也就不突出了。所以各国在发展微型机的同时都在加紧研制小型化、价格尽量与微型机相适应的外部设备，如小型光电输入机、小型行式打印机、盒式磁带机和软磁盘等等。

目前有的国家正在进行用多个微处理机构成多机复合系统来达到大型机功能的研究工作，这是值得注意的动向。我国有些部门，虽然十分迫切需要超高速大型计算机，但在相当长的时期内所需数量并不多，对有限的几台超高速大型计算机，若采用传统的设计方法，则周期长、费用高，如果能同时考虑以微型机和小型机为基础，突破多机之间的联接与控制问题，用这种多机系统实现超高速大型机的功能，则可能收到又快又省的效果，因此这是一个很值得探讨的问题。

微型机的特点，使得它易于为各行各业所接受，目前它不但被应用在空间技术和武器系统里，而且在广大民用领域，如工农业生产自动控制、计算机本身、仪器仪表和各种测量装置，直至家庭电气用品方面，都迅速得到了推广普及。

工农业生产中的过程自动控制和单机自动控制，对计算机的性能要求不高，但所需数量很大，并且要求价廉，因此采用微型机控制是最合适的。微型机不但在功能上完全能满足这些设备的要求，方便灵活、通用性强，而且它的价格也便宜到这种程度：即使把它单纯地做为一个极其简单的控制装置使用也是合算的。目前微型机已广泛应用在汽车发动机、自动仓库、船舶、机械手、吊车以及交通信号控制和管理等方面。微型机体积小，可以很方便地装在机器的一角，起到一个“电脑”的作用。

随着计算机的迅速发展，越来越多的外部设备与大型计算机一起构成庞大的计算机系统，而每台外部设备都需要一套复杂的专用控制器与主机联通。如果用微型机做为通用控制器代替那些专用控制器，就能大大简化设备。用微型机控制的外部设备能够脱机独立工作，具有智能终端的性质，因此还能大大提高大中型计算机的效率。

微型机的出现对仪器仪表和各种测试装置的影响是非常深刻的。规模较小的仪器仪表和各种测试装置，若想采用小型计算机控制是不现实的，只有当微型机问世后，才真正有可能广泛地实现配有计算机的仪器仪表和测试系统。起初微型机在这些设备中只做为一个附加装置，对机器的运用、校准和维修等过程进行控制，后来发展到已经取代了这些机器中一部分原有的线路和部件，成为机器正常工作不可缺少的部分。这样一来，不仅使仪器仪表具有逻辑判断、数据处理能力，而且还大大简化了它们的线路和装配工艺，降低了成本，使它们迅速向小型化、数字化和自动化方向发展，从而促使它们换代。

计算机进入人们的日常生活领域，也是微型机出现以后的事情。微型机能帮助各类不同职业的人处理日常事务。例如，为教师出试题、评分和保存学生表现的记录；为医生记忆保留病历卡；为教练编出球员们最佳的阵容和最有效的作战计划。微型机还能做游戏（如下棋、猜数）和演奏歌曲等等。微型机也能成为家庭主妇的好助手，目前已把它应用在洗衣机、缝纫机、电子炉灶、电子表及许多高级消费品中。总之微型机将能在各方面大显身手，具有广阔的发展前景，它将给科学研究、国防建设、工农业生产以及人们的日常生活带来极其深刻的变化。

晶体管P—N结感温特性

应用于低温测量

戴希同

晶体管的P—N结对温度十分敏感，通常在晶体管放大电路的设计中需要千方百计地采取补偿措施来抵消温度引起的特性漂移。但晶体管特性随温度产生变异的这一性能却可以利用来作测温用。我们利用P—N结的感温特性制成温度传感器应用于低温测量，实验证明具有较好的灵敏度和稳定性。

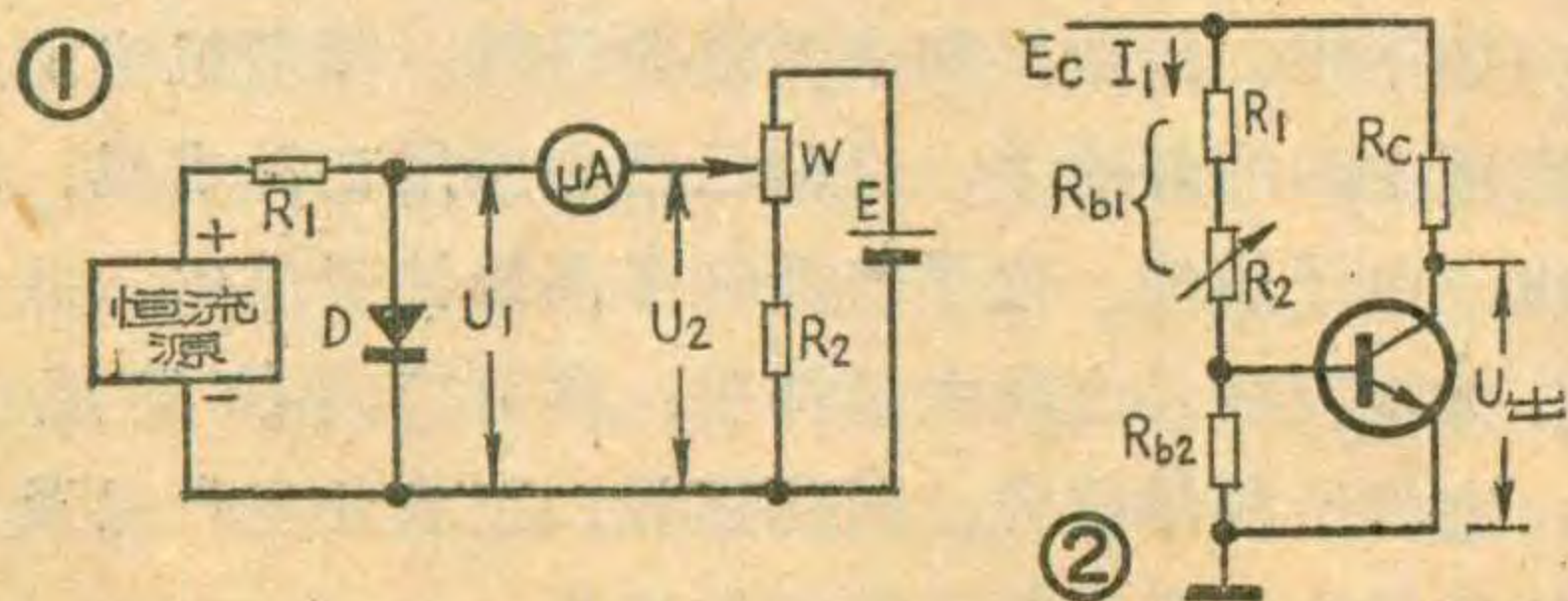
P—N结的正向压降有很规律的温度特性，在25°C时锗管约为0.25伏，硅管约为0.7伏（随管型不同有所差异）。温度每升高或降低1°C，结压降约减小或增大2~2.5毫伏。这一变化率很稳定，因此可以用测定二极管或三极管的P—N结正向压降的方法来测定温度。P—N结正向压降随温度变化的线性关系可以延续到-150~-200°C，因此在低温区有较宽的测量范围，可以应用在制冷、深冻技术等方面。由于晶体管的结温允许值硅管为150°C，锗管只有75°C左右，作为感温元件，它的测温上限值就不能超过结温允许值，使用时应注意到这一点。

P—N结测温电路的特点

硅或锗材料的二极管和硅三极管都可以用来作为感温元件，但锗三极管由于 I_{cbo} 较大，稳定性差，不宜使用。

用二极管测温的电路原理见图1。由恒流源供给的恒定电流流经测温锗二极管D，在二极管上产生的电压降 U_1 与W和 R_2 组成的分压器给定的基准电压 U_2 进行比较。如果被测温度上限为0°C，此时二极管D的正向压降实测为0.3伏(U_1)，调节电位器W使 U_2 同为0.3伏，微安表两端电位相等，没有电流通过，因此读数为零。如被测温度继续下降，二极管正向压降增大， U_1 上升，微安表即有读数，此读数按温度每下降1°C二极管正向压降增大2~2.5毫伏的变化率作线性增大，因此将对应的微安读数改作温度刻度即能读出被测温度。

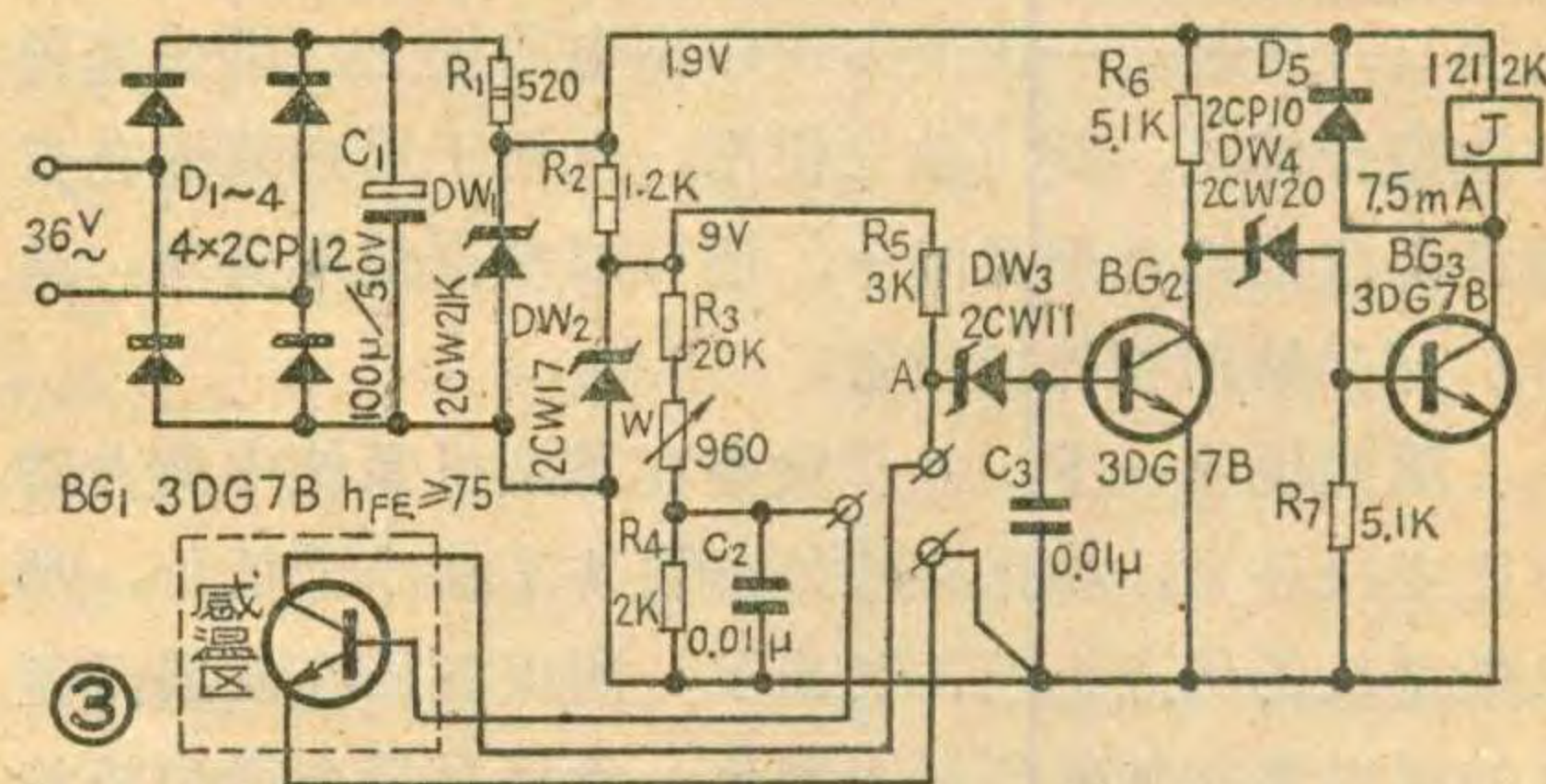
在一般测温和控制精度要求不高的场所，可利用



硅三极管作为感温并兼作放大元件，如图2所示。感温放大器的偏置方式与一般放大器略有不同，它没有发射极电阻，去除了电流负反馈稳定工作点的作用，突出了晶体管随温度变化而带来的工作点偏移。对硅三极管来说，由于 I_{cbo} 极小，而且通过分压器的电流又极大于基极电流，晶体管的基极电位基本上是恒定的，因此工作点的偏移主要是由射—基结压降随温度变化而引起的。射—基结压降的变化促使基极电流变化，从而在集电极输出端取得随温度而变化的输出电压 $U_{出}$ 。被测温度愈低，输出端电压愈高；温度愈高，输出端电压愈低。这类感温放大器的工作范围应选择在晶体管的线性区，否则输出端电压与温度变化的线性比例关系较差。在管型选择上应采用集电区厚度较薄，集电极串联内阻较低的硅外延平面管。

两个实例

图3是一种冷藏柜用控温继电器电路。置于冷藏柜内的晶体管 BG_1 兼有感温和放大双重作用，其外表连同管脚涂以牌号为6440的环氧酚醛绝缘漆，120°C温度烘烤5小时使漆膜固化（漆膜不宜过厚以免影响

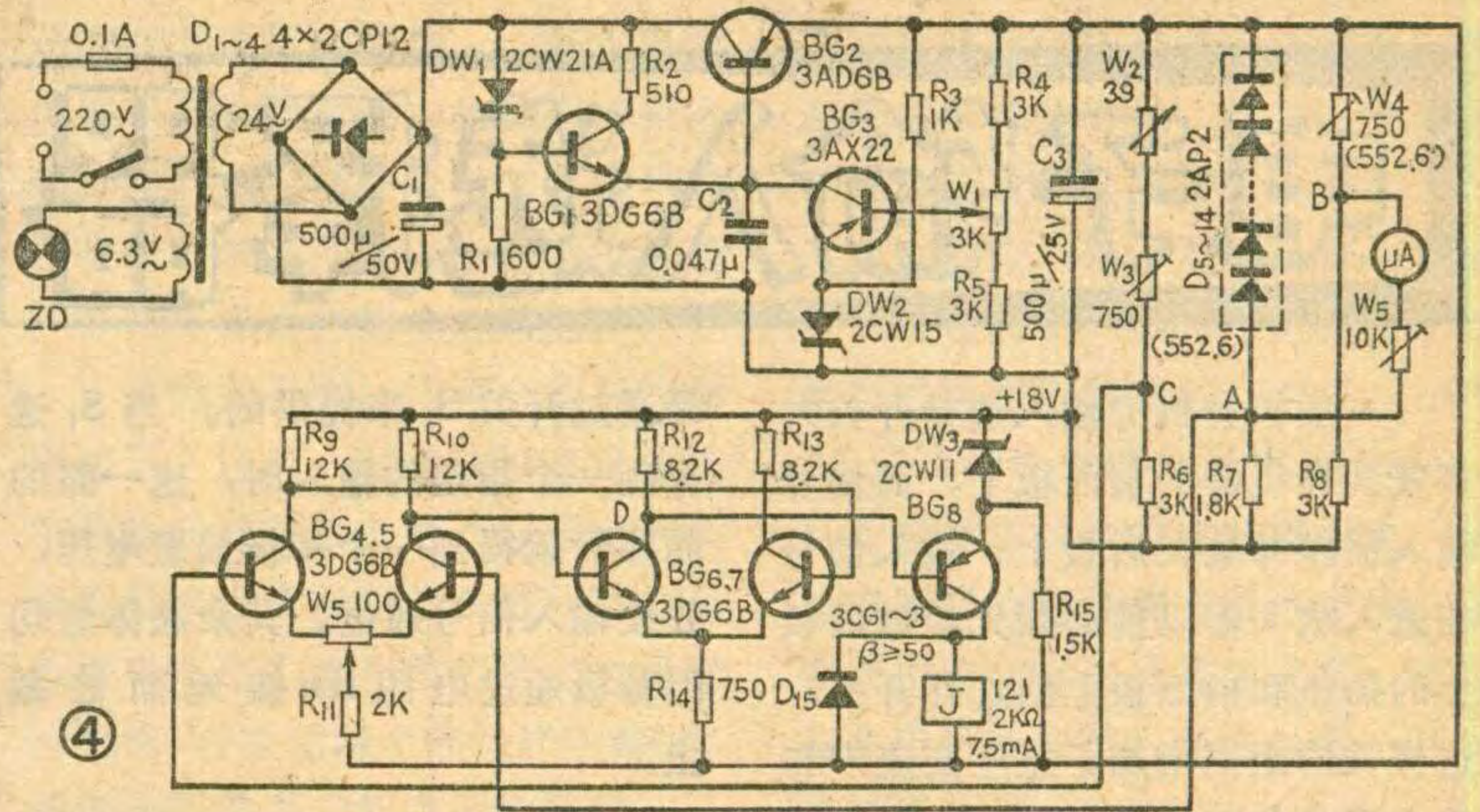


热传导)，形成防潮绝缘层，并用耐低温聚氯乙烯护套引出。在被控温度上升或下降时影响 BG_1 射—基极结压降减小或增大，集电极输出电压呈现下降或上升趋势。调节电位器W改变 BG_1 的基极电位，可以在不同温度时得到相同的集电极输出电压以驱动后级执行电路控制冷冻机的停开。因此W实际上就是控温继电器的调温旋钮，可调范围为+3°C~-15°C。使用时只需将调节旋钮置于某一温度刻度上，就能使冷藏柜内的温度受控于刻度标明的温度上下一定范围内。当柜内温度高于要求温度时， BG_1 射—基结压降较低，A点电压不足以击穿稳压管 DW_3 ， BG_2 截止、 BG_3 导通、继电器J吸合，其常开触点闭合，接通冷冻机电源控

制回路，使冷冻机运转。在冷冻机的制冷作用下，柜内温度逐渐下降， BG_1 射基结压降逐渐增大，集电极电压随之上升。等到柜内温度下降到要求温度时，A 点电压使稳压管 DW_3 击穿， BG_2 立即由截止转化为导通， BG_3 则由导通变为截止，继电器 J 断电，常开触点复位，切断冷冻机电源控制回路，机器停止运转。由于触发 BG_2 翻转的 A 点电压略高于使 BG_2 返回的电压，停机温度与重复开机温度之间有一差值约 $2^{\circ}\text{C}\sim 4^{\circ}\text{C}$ (即重复开机温度高于停机温度 $2^{\circ}\text{C}\sim 4^{\circ}\text{C}$)。这样可以避免冷冻机频繁启动，同时使柜内温度维持在要求温度范围以内。

这个电路中的晶体管 BG_1 应进行温度循环老化，即置于 120°C 高温中 8 小时 (前述 BG_1 的涂漆防潮工艺可在高温老化时同时进行)，然后转移到 -10°C 低温中 1 小时，再移到 120°C 高温中经 1 小时后取出，测定其参数合格并在 0°C 环境中 h_{FE} 值不低于 75 的方能使用。稳压管 DW_1 、 DW_2 和限流电阻 R_1 、 R_2 组装时应放置在通风良好的位置并与其它元件隔离。全部电阻都采用金属膜电阻。

图 4 所示的电路系用于液氮喷淋冷冻装置的温度测量和控制。测 (控) 温范围为 $0^{\circ}\text{C}\sim -50^{\circ}\text{C}$ 。它的传感元件是十个串联的锗二极管 2AP2，装置于一根薄壁紫铜管中，焊好引接线后，两端用自干环氧树脂漆密封。在 25°C 时实测其正向压降为 2.3 伏， 0°C 时为 2.8 伏。图 4 电路中 A 点电位即十个感温二极管的正向压降值。如测温的上限值为 0°C ，应调整电位器 W_4 将 B 点电位精确调节到感温二极管组在 0°C 时正向压降的相同数值。这时，A、B 两点电位相同，微安表中没有电流流过，表针指零。如被测温度下降到 -1°C ，A 点电位比 B 点电位高 20 毫伏，微安表针偏转。选择适当量程及内阻的微安表，将电流刻度改变为相应的温度刻度，即可直接读出被测温度。图 4 中的微安表内阻为 1



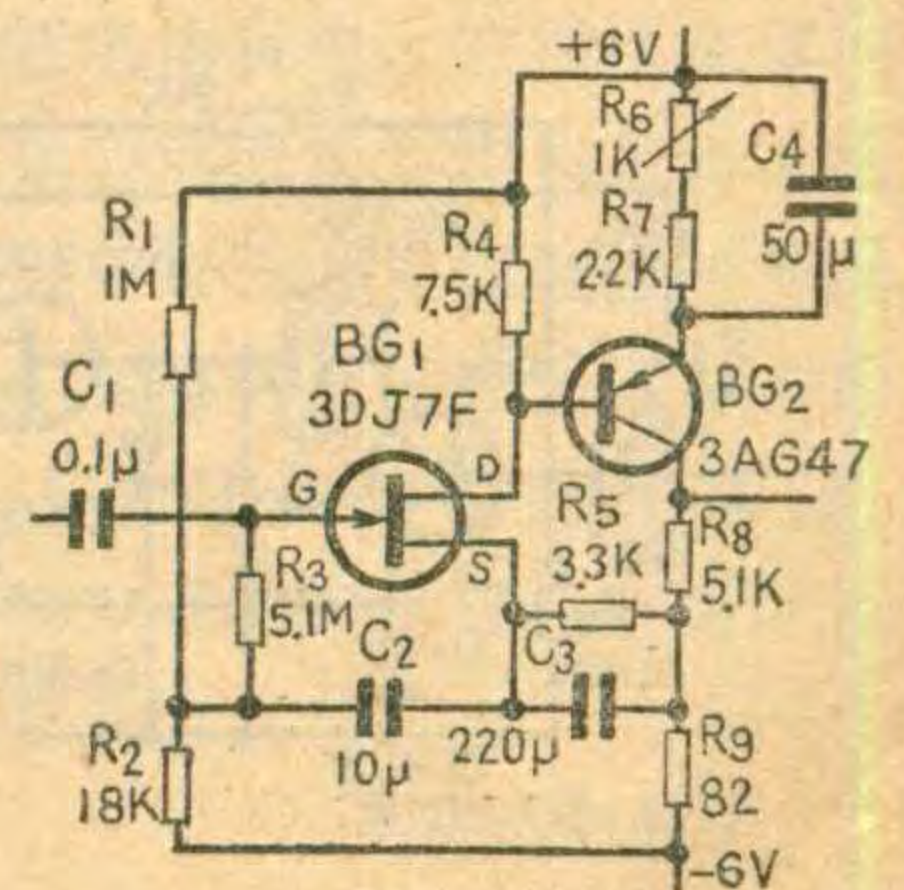
$K\Omega$ ，量程为 $100\mu\text{A}$ 。与它串联的电位器 W_5 调置于 $9K\Omega$ 。

由电位器 W_2 、 W_3 和 R_6 组成的另一组分压器，用以调节 C 点电位以确定控制温度范围的上限和下限值。本例上限值是 0°C ，因此将电位器精确调定于 552.6 欧 (此时电位器 W_2 应置于零电阻的位置)，使 C 点电位与感温二极管组 0°C 时的正向压降值相等，一经调准即予锁定。 W_2 是控温调节电位器，可在 $0\sim -50^{\circ}\text{C}$ 间任意调节以获得所需要的控制温度。例如要求液氮喷淋的冻结温度控制在 -20°C ，则应将 C 点电位通过调节电位器 W_2 使与 -20°C 时感温二极管组的正向压降值相等 (W_2 旋钮上附有相应的温度刻度，使用时可以直接置于所需要的控制温度上)。在液氮喷淋冷却前，由于感温二极管组处于常温中，因此 A 点电位低于 C 点电位。这一差值经两级差分放大器放大后反映于 D 点电位较低， R_{12} 上的压降较大， BG_8 因而处于导通状态，继电器动作，打开电磁阀放出液氮，吸取周围介质热量，温度迅速下降。感温二极管组正向压降随温度下降而增大，A 点电位上升，等到温度下降到要求温度时，A 点和 C 点电位相等，差分放大器无输出， BG_8 转为截止，继电器释放，电磁阀关闭，液氮停喷。这样随着温度上升或下降控制液氮喷或停，即可使喷淋室内的温度维持恒定。

高输入阻抗低噪声前置放大器

输入级采取自举的形式，可以提高输入阻抗。 R_6 是反馈电阻，可以改变放大器的增益。调节 R_6 可以使输出端直流电平为“0”。如果仔细地调节 BG_1 的栅压，使得场效应管的温度系数和 BG_2 的温度系数大小相

等、方向相反，则可保证输出零点不随温度而变化。该放大器的特性：输出动态范围 2.5V；电压增益 35dB；输入阻抗 $10M\Omega$ ；噪声电压 $0.54\mu\text{V}$ ($\Delta f=10000\text{Hz}\sim 200\text{Hz}$)。



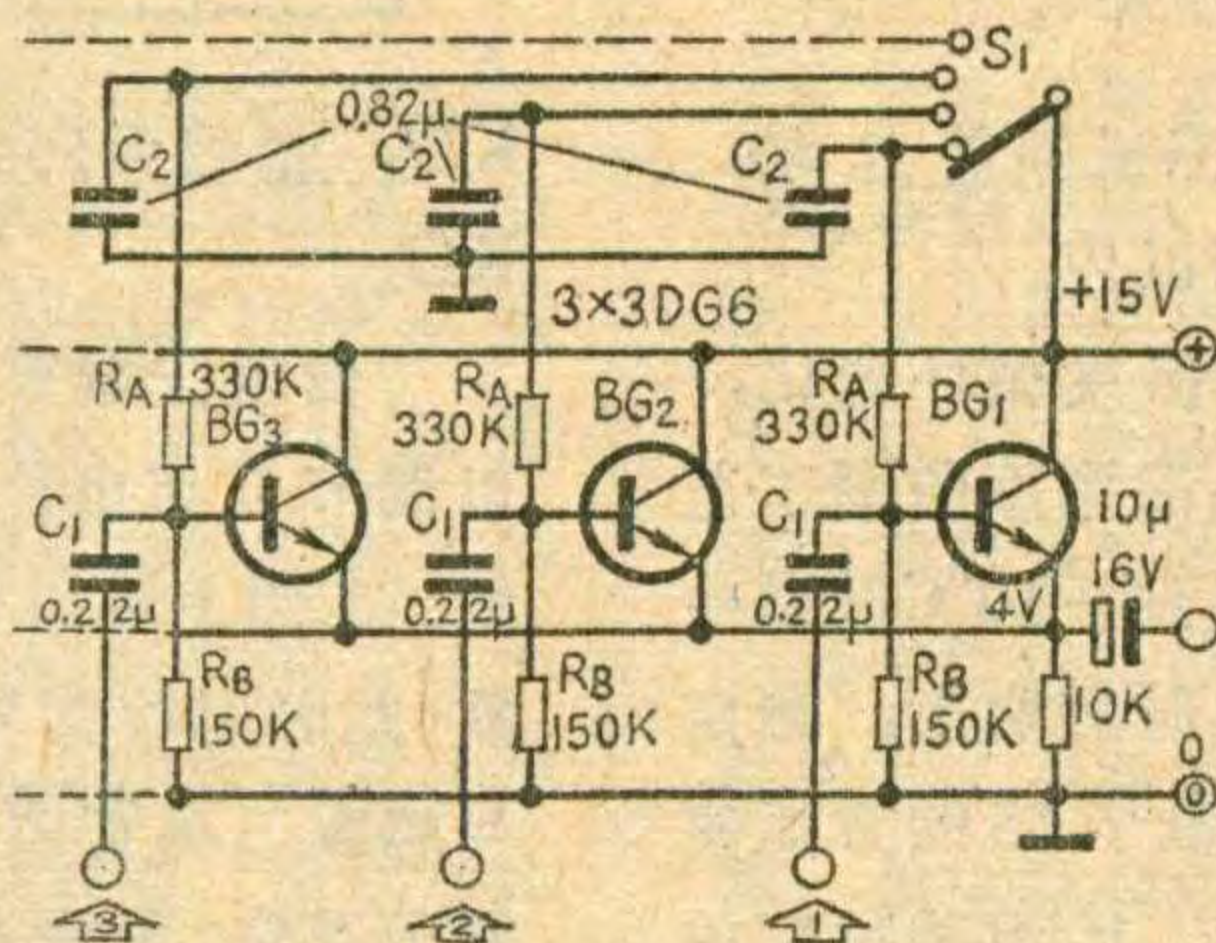
吕广平

电子输入选择器

一般扩音机的输入选择开关大多安装在机器的前面板上，而信号输入插座却装在后板上。输入信号在进入放大器以前必须先经过后板上的插座和前面板上的选择开关，这样长的距离增加了感应交流声和串音干扰的可能性。为避免这一点，我们可采用一种电子输入选择器，它可以放在输入插座附近，音频输入信号经过它直达放大器，而不再经过面板上的选择开关。

图中是电子选择器的一个通道，它有三路不同的输入信号，每一路输入信号送到一个射极跟随器，每个射极跟随器的基极偏置电压

是通过开关 S_1 来提供的。当 S_1 选择到一个指定的输入时，这一路的晶体管就得到一个基极偏置电压，并使输入信号通过。其余晶体管均因基极通过电阻 R_B 接地而被截止。



由于 S_1 仅对选择器电路提供一个直流偏置电压，所以 S_1 到输入选择器之间的导线长度就不需严格要求了。此外，每一个射极跟随器就是一个阻抗变换器，它的输入阻抗较高 ($100K\Omega$ 左右)，输出阻抗低 ($\leq 1K\Omega$)。这样，可使选择器电路的输出端和放大器输入端之间的导线长度也不受限制。电路中接入 C_2 的目的是使晶体管基极电压平滑缓慢地消失，而不至于在转动 S_1 时产生不必要的喀喀声。

如果要增加输入路数只需相应地增加射极跟随器。如需增加一个通道，就必须增加整个选择器电路。

选择器电路的最大输入电压为 $1V$ (有效值)，($3V$ 峰—峰值)，增益 = $1(0dB)$ 。

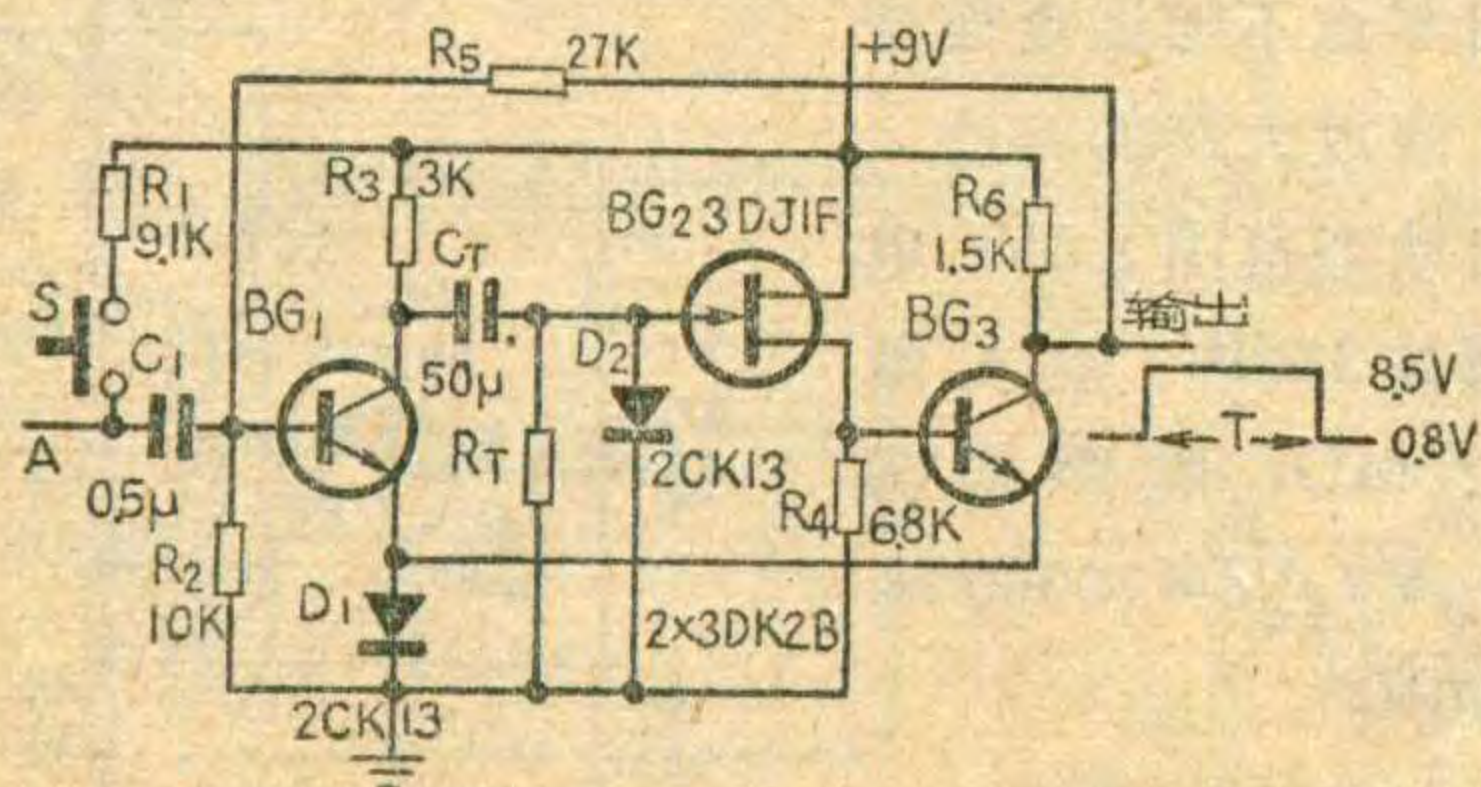
汤贵良编译

定时器

静态时 BG_1 截止， BG_2 、 BG_3 导通。

按下按钮开关 S ，产生一启动信号 (正脉冲) 加到 BG_1 的基极，使 BG_1 导通。随着 BG_1 导通，电容 C_T 经 BG_1 、 D_1 和 R_T 放电，放电电流在 R_T 上产生的电压降使 BG_2 和 BG_3 截止。随着 BG_3 截止， BG_3 集电极的电压升高，并通过 R_5 维持 BG_1 导通。只有当放电电流降低到使 BG_2 和 BG_3 恢复导通时， BG_1 也恢复截止，电路回到静态。

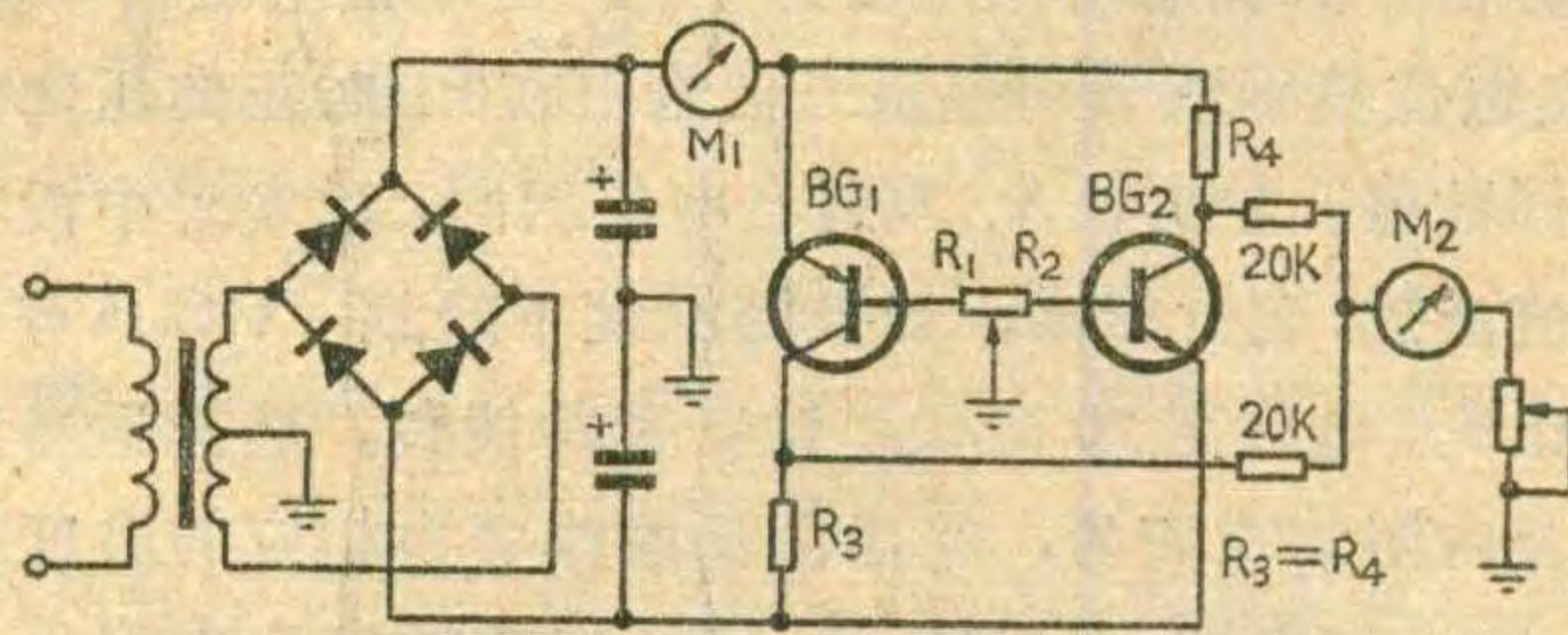
定时器的延时时间 T 取决于时间常数 $R_T C_T$ 。当 $R_T = 1M\Omega$ ， $C_T = 50\mu f$ 时，延时约为 2 分钟。电路中的 D_2 是为了提供 C_T 一低阻抗充电通道而设置的。如果在 A 端输入触发信号，则该电路将变成具有宽脉冲输出的单稳态电路。



吕广平

互补对的匹配

图示电路可用来精确地匹配功率互补对而不会有损坏管子的危险。用适当数值的 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 来限制集电极电流。调节 R_1 、 R_2 可以使流过晶体管的电



流相等，这时电表 M_2 指示为零，并有如下关系：

$$\frac{h_{FE1}}{h_{FE2}} = \frac{R_1}{R_2}$$

如果已知一晶体管的 h_{FE} ，本电路也可用来测量与其互补的晶体管的 h_{FE} ，当次级两个线圈的电压相等并采用精确的线性电位器时，这种测量方法具有足够的精度。

—民译





转换率达28%的 双层太阳电池

美国试制成一种新型太阳能电池装置，光电转换效率达28.5%。

这种太阳电池由两种材料组成，一种是镓铝砷，另一种是硅。两种材料之间有一块特制的滤光片。先用一面凹透镜把阳光聚焦在滤光片上，滤光片将阳光按波长分为两种，阳光中波长较长的部分照射在硅上，波长较短的照射在镓铝砷上。硅将11.1%的阳光转换成电能，镓铝砷则将17.4%的阳光转换成电能，加起来高达28.5%。

(李德镛译)

提高电子手表走时精度

为了提高电子手表的走时精度，目前国外正在研制各种新型石英晶体电子手表。可以说，电子手表每月5~10秒累计误差的时期已经过去，现在已达到每年只有5~10秒的累计误差水平。

过去的电子手表一般采用一个32千赫的石英晶体振荡器，而现在生产的手表则采用频率为4兆赫的石英晶体振荡器。另外也有为了提高计时精度采用两只石英晶体振荡器的。最近，日本精工舍手表厂生产的电子手表就采用了“双晶振”。在这种手表中，采用两个32千赫的石英晶体振荡器和一块CMOS集成电路，从而使电子手表的计时精度达到每年累计误差只有5~10秒。

温度波动会使晶振的振荡频率产生轻微的变化，从而产生计时误差，所以通常用一个温度补偿电容器来补偿温度的变化。

在具有两个晶振的电子手表中，一个晶振与通常的相同，作为

基本晶振；另一个则作为辅助晶振，用来检测温度的波动。CMOS集成电路用来检测这两个晶振振荡频率的差异，并用补偿法对时间信号进行校正，然后产生一个指示信号送往分频电路去控制步进马达。

如温度不变，则两个晶振的频率相同。这时，时间信号直接从基本晶振经过振荡电路、分频电路和驱动电路去直接驱动步进马达，而检测电路不发出补偿信号。如温度有变化，它会使两个晶振产生频差，辅助晶振就要进行有效的补偿。

生产厂家声称，这种新型的调节系统与常用的单晶振加温度补偿电容器的系统相比，能适应更大范围的温度变化并实现更高的计时精度。然而，目前CMOS集成电路心片的面积约为 3mm^2 ，为常用电路的两倍半，而且由于使用了双晶振，功耗也增加了一倍。这些缺点，预期在将来是可以改进的。

(木易、德镛译)

壁挂电视

美国的一个研究所在实验室实验成功一种象图片一样挂在墙上的电视机。它是在一块薄膜晶体管化场致发光板上进行实时电视显象。其厚度只有普通的窗玻璃那样。在1974年第一次实验时是用的1/8英寸厚的显示板作数字字母显示。现在的显示板利用场致发光的灰色色调显示能力，直接从录象磁带或电视广播中接收信号，能产生很好的对比度而且没有闪烁。这块显示板实际上是一块很大的集成电路，在边长为6英寸的正方形内有12000个发光象素。这些象素是点状磷光体，当电流通过它们时就会发光，就象电视机显象管的内壁一样。

(吴百谷译)

新型100法拉电解电容器

日本研制成一种新型的电解电容器，这种电容器的静电容量比普通电容器的大三千倍。

这种新型的电解电容器，沿用了在电容器中两个电极之间夹一层电解质的传统结构。但是，它利用碳电极使静电电容得以剧增。

这种碳，每一克都具有一万平方米的表面积，这就为正负离子的聚积提供充裕的场所。结果，1.6V DC最大静电容量可达100法拉。与普通微法拉级的电容器相比，新型电容器的容量要高出三千倍。过去要得到100法拉的容量，需要有几千只电容器，现在只要一只就可以了。

新型电容器的电极是带状的，两个电极之间夹了一层绝缘层，卷好后装在铝质外壳里。这种“双电荷层结构”再加上采用碳电极就使电容器的静电容量大为提高。

这种电容器可以方便地应用于电气用具、汽车、计算机、发电机和其它大型机器方面。此外，它还可以作为暂时存储大量电荷的分路储能器并可在瞬间断电时作为向各个设备供电的起动电源。

这种电容器的体积相当于一节五号电池。外型较大的一种电容器的直径为15毫米，高为60毫米；较小的一种直径为12.5毫米，高为35毫米。

(木易、德镛编译)

太阳电池供电的 电子计算器

便携式小型电子计算器，由于需要经常更换电池，这是件烦人的事。最近，国外制成一种免去更换电池麻烦的小型电子计算器。这种计算器是使用一块 $5.6\text{mm} \times 1.6\text{mm}$ 的太阳能电池供电，它可以在室内外可见光全部波长范围内工作。这种计算器具有一个8位数字的液晶显示器，运算时是用存储器、常用百分比、平方根和符号改变四种键，以混合和系列的方式进行。另外还设有电源通断开关。

(蒋泽仁译)



王敦诗

目前有些电视机选择电视节目时，既不需要用手揿按钮，也不用转动频道开关，只要用手指轻轻摸一下所选中的带有号码的触键(如图1)即可达到目的，同时指示灯亮。这就是触摸式节目预选器。它由触摸开关电路和电子调高频头结合组成。图1是可以预选四种电视节目的频道触摸开关电路示意图。它包括三个部分：

1. 触摸键。它是一个接受人体感应电压的传感器。由金属片做成，形状有多种。其作用是：将人体的静电感应电压传递给开关晶体管，使其动作，并推动以后各级开关电路的工作。

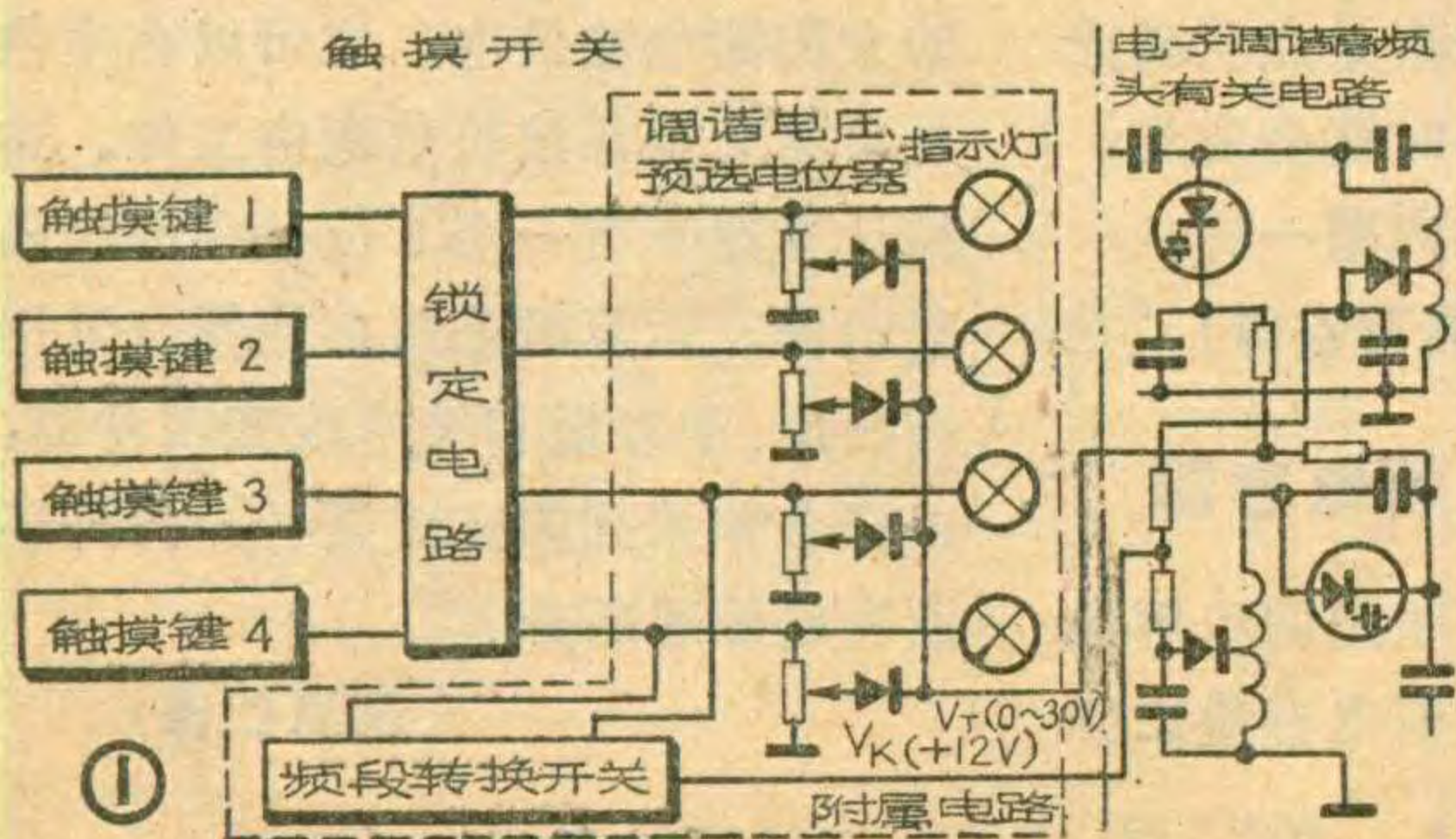
2. 锁定电路。为了预选多种电视节目，可设置多个预选电路。每次只有被选中的那一路给出调谐电压，接通指示灯电源。如果被选的频道是在VHF的高频段，还要接通频段转换开关。而且当手指离开触摸键以后，电路仍继续保持原状态，直到再有新的触摸指令为止。完成这一功能的电路叫作锁定电路。这里是由双稳态电路作锁定电路。

3. 附属电路。它包括：变容管调谐电压开关电路；指示灯电源开关电路和频段转换开关电路。

下面介绍两个适于业余制作的触摸预选开关电路。

分立元件开关

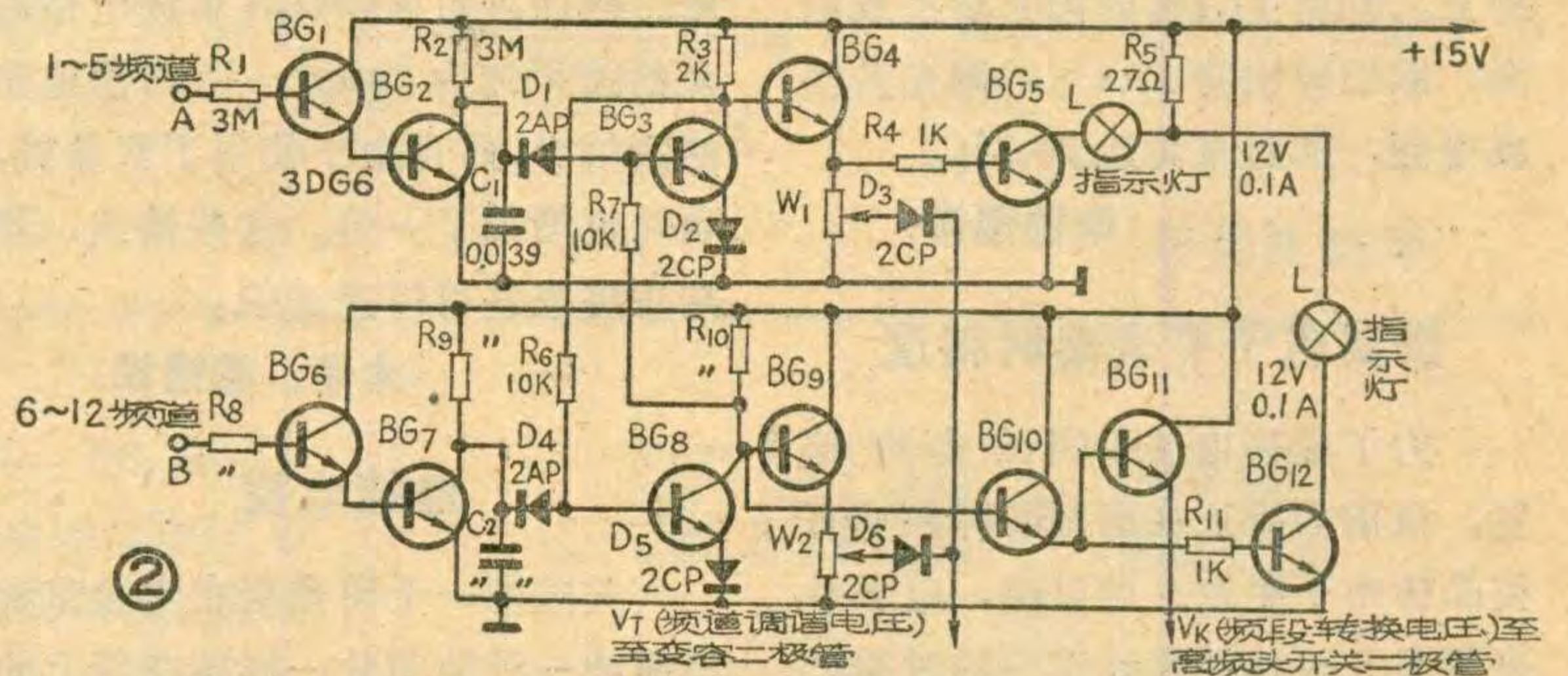
由分立元件组成的二路预选触摸开关电路如图



2。其中上半部分各晶体管组成低频段1~5频道的预选开关电路。下半部分各晶体管组成6~12频道的预选开关电路。图中晶体管BG₃和BG₈组成上、下两部分共用的锁定电路。

工作过程

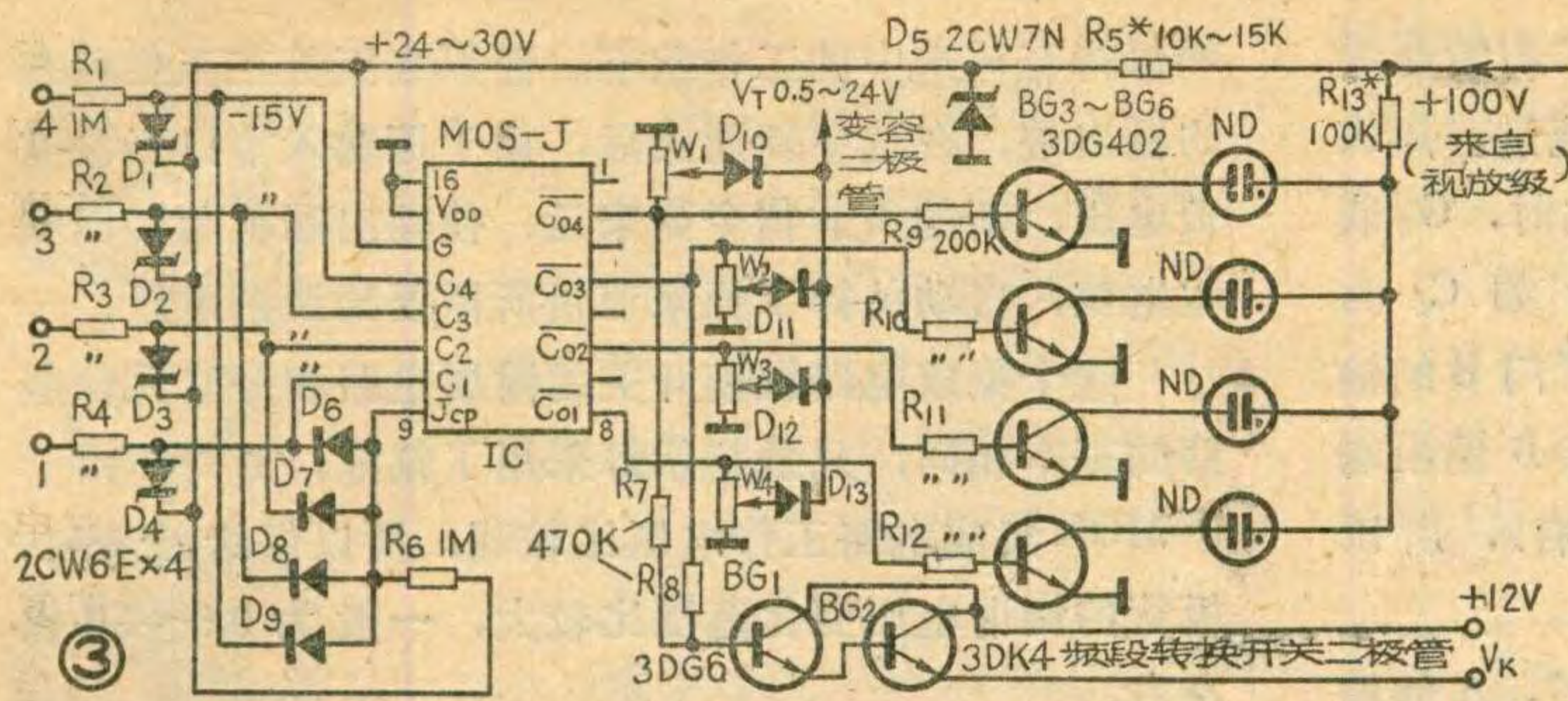
当用手指触摸A触键时，人体的感应电压通过电阻R₁加到晶体管BG₁基极，使由BG₁、BG₂组成的复合开关管饱和导通，BG₂管集电极电位接近于0(地电位)。因而二极管D₁负极对地电压也为0，D₁管也导通。D₁的正极与BG₃管的基极相连，又使BG₃管的基极电压近似为0，BG₃管处于截止状态。其集电极电压近似为电源电压(+15伏)。又因BG₄管的基极与BG₃管集电极相连，所以BG₄管饱和导通。因此通过BG₄发射极加到电位器W₁上的电压近似等于电源电压(+15伏左右)。该电压经电位器W₁的中心头传给变容管作调谐电压。同时，由BG₄管的发射极经电阻R₄，给控



制指示灯的开关管BG₅基极以正向偏置，使BG₅管饱和导通，指示灯亮。此时，便能收看到低频段的某一频道的电视节目。

另一方面，由于晶体管BG₃和BG₈组成的是双稳态电路(其原理请参阅有关文章)。所以BG₃管截止时，BG₈管由截止状态转变为饱和导通，其集电极电压趋于0，并使得接在它后面的各晶体管——BG₉~BG₁₂，也都处于截止状态。与此同时，又因BG₃管的基极是通过电阻R₇接到BG₈管的集电极上，所以，BG₈管的饱和导通，又使得当手指离开触摸键A以后，BG₃管基极仍处于反向偏置，继续保持其截止状态不变。只有当手指触摸B键时，电路才发生翻转，工作在高频段上。

当接收6~12频道的电视节目时，在电调谐高频头中，采用开关二极管导通后，把输入回路和本机振荡回路调谐线圈的一部分加以短路，使电感量减少，工作频率升高，实现调谐回路工作在高频道上的。因此还要给这两个开关二极管提供开关电压，在图2中是由BG₁₀和BG₁₁组成的复合管开关来担任。这里采用复合管的原因，是由于频段转换开关二极管的工作电



流要求比较大，一般两只开关二极管的工作电流就需要50~80mA；四只开关二极管就需要150mA左右。如果只用一只 $\beta=50$ 的晶体管，其基极电流 I_b 就有1~2mA。 I_b 太大会影响触摸开关的工作。为了使 I_b 尽量小，所以采用复合管。

元 器 件

晶体管 BG_5 和 BG_{12} 因需要通过0.1A的电流供给指示用，所以要选用中功率管，如3DG12、3DK4等。

为了使频段转换开关晶体管 BG_{11} 截止时，不致影响调谐回路线圈的Q值，应选用饱和压降小于1伏的晶体管。使其截止时，漏电流小于 $1\mu A$ 。其余各晶体管，只要 β 值在40以上的硅NPN型三极管均可。

在图2中除了 BG_5 、 BG_{11} 和 BG_{12} 采用3DK4以外，其它均采用3DG6管。

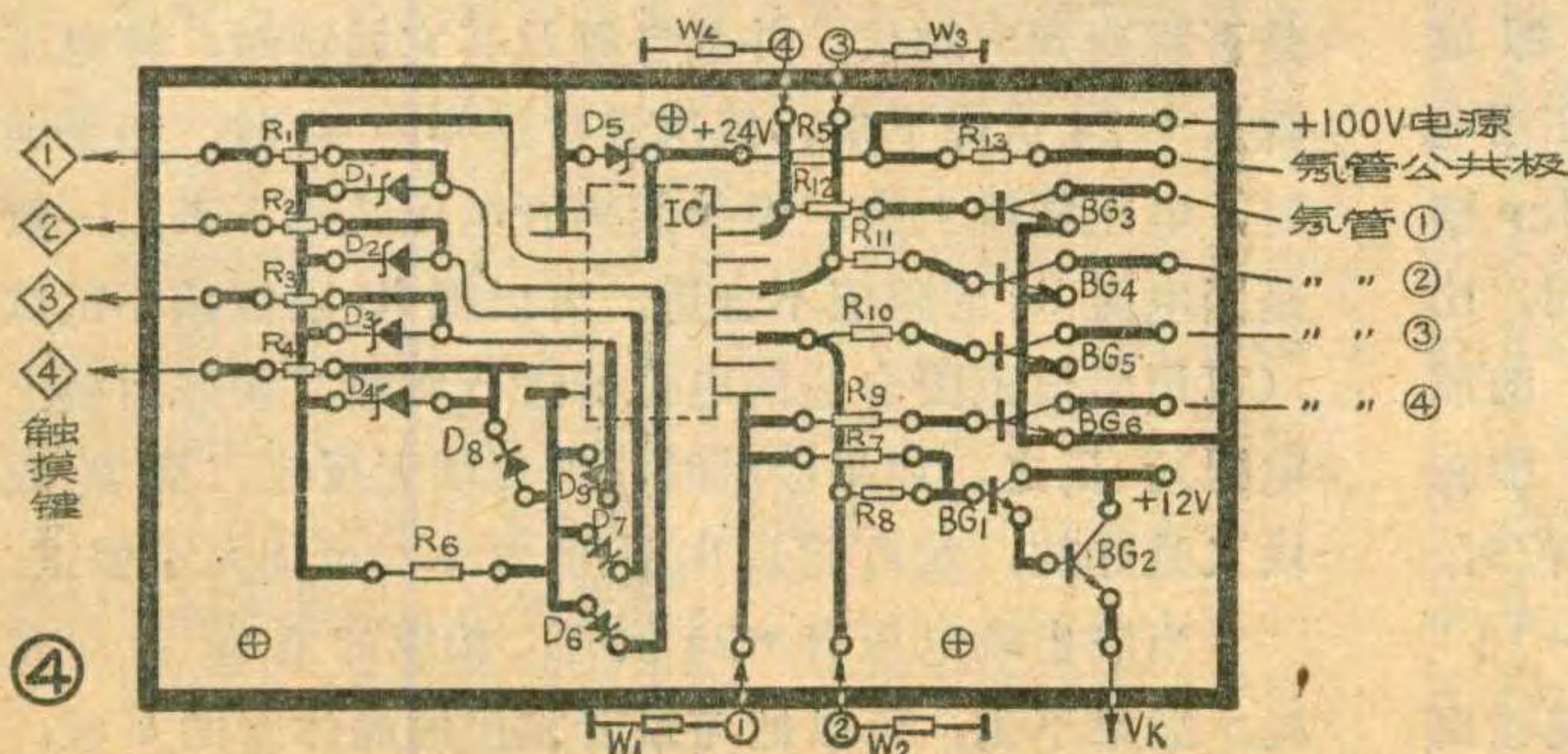
二极管除了 D_1 和 D_4 用2AP型管外，其它均用2CP型二极管。

选择电视节目用的 W_1 、 W_2 为小型20K~50K电位器。

调 试

只要元器件符合要求，焊接无误，该电路的调试很简单。

首先检查 BG_3 和 BG_8 组成的双稳态电路。用镊子把其中一只管子的基极对地短路，此管应为截止状态，另一只管子变为饱和导通。再用手指轮换接触A或B键，看其是否能来回翻转。用手触摸时，须注意身体其它部分不要碰到电路板的任何部位，以免身体的电位被箝位到低电位，使手指触摸时不起作用。



然后，调节电阻 R_4 和 R_{11} 的阻值，或者在指示灯上串联或并联电阻，使指示灯亮度一样。

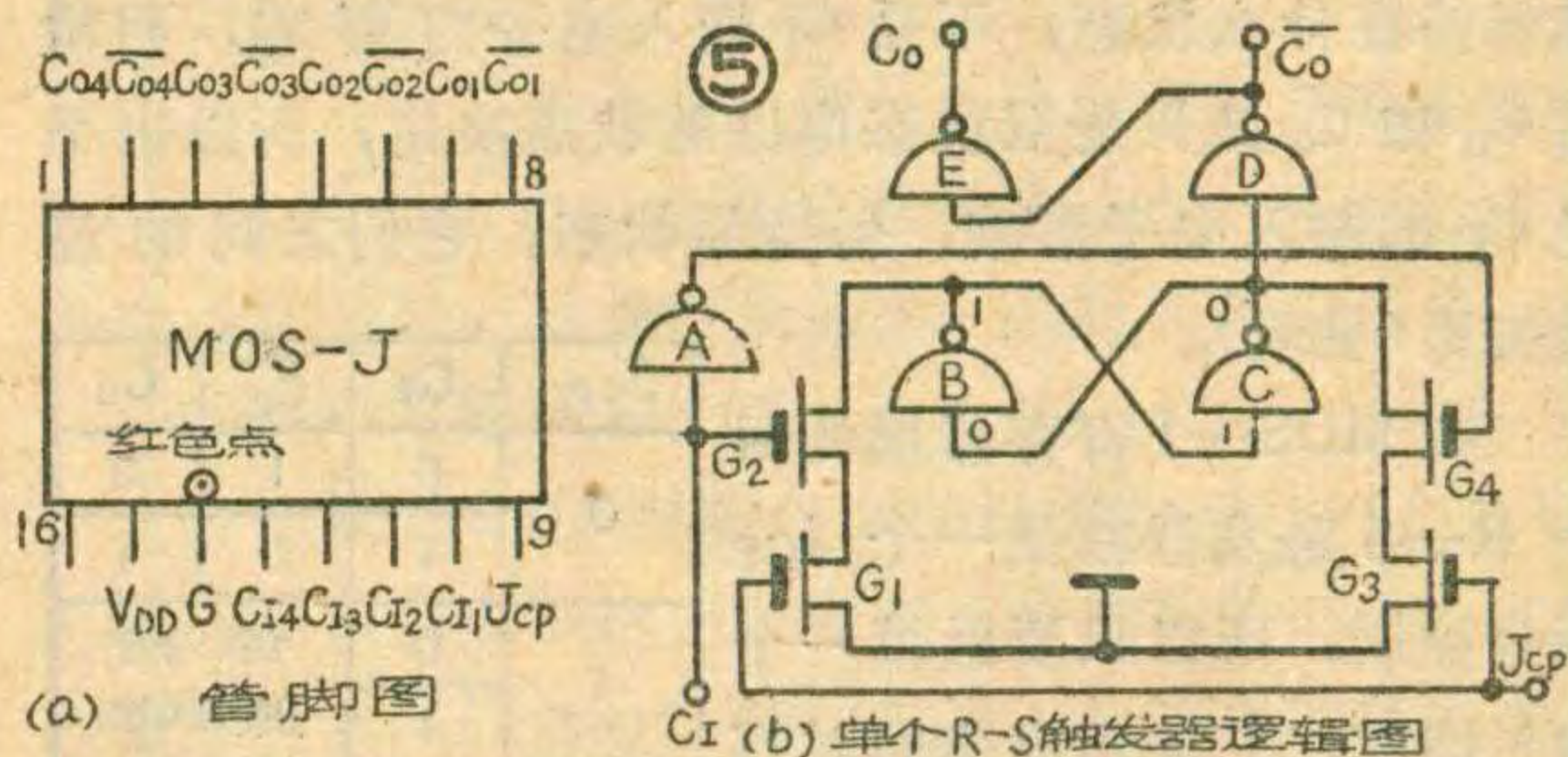
集成电路开关

为了增加节目预选的数量，并尽量少用元器件，笔者采用处理品数字集成电路——MOS-J型寄存器，装制了一个具有四个预选通路的节目预选器。电路图如图3。因为MOS-J寄存器可以把输入信号寄存起来，即输出可以根据需要保持输入状态，因此我们能利用它作触摸开关。

图3中1、2两个通路，预选1~5频道的节目；3、4两个通路还加有频段转换用开关，预选6~12频道电视节目。图4为1:1印刷电路板图。

工 作 原 理

在MOS(金属氧化物场效应晶体管)管里，氧化物



绝缘栅具有很高的输入阻抗($10^9\Omega$ 左右)，我们可利用它对静电比较敏感的特点，加上适当的保护电路，作成电路极为简单的触摸开关。

MOS-J寄存器，是由四个R-S触发器组成，其管脚图见图5a。单个的R-S触发器由5个“与非”门(都作反相器使用)和4个场效应管(作控制开关用)组成，见图5b。 C_1 为输入端； C_0 为输出端； \bar{C}_0 为反相输出端； J_{CP} 为寄存指令端。“与非”门作反相器的意思是输入和输出的相位相反。我们把高电平(0伏)叫作“1”，低电平(-12伏)叫作“0”。如反相器输入是“1”，输出就是“0”。在一个R-S触发器中有两个“与非”门(即反相器)B和C组成双稳态电路。下面先说明双稳态电路的工作过程(参看图5b)。

当B反相器下面输入端为“0”时，上面输出端就为“1”。B的输出与C反相器的输入相连接，所以C的输入也是“1”，而C的输出就是“0”。C的输出又与B的输入连接，它们又都为“0”，所以电路就处于一种稳定状态。反之就处于另一种稳定状态。

再来看四个场效应管($G_1\sim G_4$)组成的开关电路。它们受 J_{CP} 寄存指令控制。这里场

效应管是P沟道的，当其栅极为低电位“0”时管子导通。当栅极为“1”时，管子截止没有电流流过。所以当 J_{CP} 为“0”时， G_1 和 G_3 管能导通。但此时， G_2 或 G_4 是哪个导通，要看输入 C_I 的电平而定。如 C_I 为“0”， G_2 管子导通。双稳态电路中的“与非”门B的输出端和 G_2 是相连接的。由于 G_1 、 G_2 导通，B输出端的电平就近似为地电位（即高电平0伏左右），所以B的输出端为“1”。

再看A反相器的作用。当 C_I 输入为“0”，A的输出就为“1”。而A的输出与 G_4 的栅极相接。 G_4 栅极为“1”时不导通，使“与非”门C的输出端为“0”（即为电源的负电压），这正符合上面所分析过的一种稳定状态。D反相器的输入接C的输出，所以D的输出和C的输出相位相反。而E反相器的输出又和D的输出相位相反，达到了输出保持了输入状态目的。当 C_I 为高电平“1”时，所有的工作过程与上述相反。

当 J_{CP} 为“1”时， G_1 、 G_3 就截止，这时 G_2 、 G_4 也都截止。因此，双稳态电路原处在什么状态，电路就保持在什么状态，不受 C_I 输入电平的影响，而输出 C_O 和 \overline{C}_O 又只受双稳态电路的状态决定，所以也不受 C_I 的输入电平影响，保持原状态。它们之间的逻辑关系（见表）。

J_{CP}	C_I	\overline{C}_O	C_O
0	0	1	0
	1	0	1
1	0	保持原状态	
	1	保持原状态	

在MOS-J寄存器里的四个R-S触发器都受一个 J_{CP} 命令控制，所以只要触摸一个输入端时，它的负电位同时打开 J_{CP} 指令，未被触及的输入端都为“1”（高电位）。

在图3中，为了使手指离开输入触摸键后，输出保持被选中状态。对 J_{CP} 就有一个特殊要求。这是因为 J_{CP} 指令的负电位，来自手触时的感应电压。要避免当手离开触键，输入负电位下降时， J_{CP} 负电位也同时下降，输出 \overline{C}_O 又翻转回到未触摸以前的状态，就要求在手指离开触键之前，还是负电位时， J_{CP} 指令先关掉。这样，就能保持住输出端 \overline{C}_O 为被选中时的正电压。这里，我们是利用场效应管内存在的栅极固有的电容（它和普通三极管P-N结电容一样）实现了这个要求。虽然场效应管栅极固有电容量很小（约2P），但是因输入电阻很高，当手指离开触键后，被充电至负电位的栅极电容，通过稳压管对电源放电，需要一段时间。同样，在 J_{CP} 输入端也存在栅电容。我们在 J_{CP} 和电源之间接一电阻 R_5 ，使 J_{CP} 栅

端保持在被选中的工作状态。而原来正处在工作状态的输出端，在选中新通路后，由于原输入端已经没有负电压，新的 J_{CP} 指令到来后，使输出端就翻转回到地电位，自动关掉了原来节目所需要的调谐电压。

这个集成电路触摸开关的附属电路和分立元件电路的基本相同，只是指示灯采用了氖泡。另外，由于P-MOS集成电路工作电压比较高，所以供给变容二极管的调谐电压变化范围比较大，一般为0.5~30伏左右。

元件选择

在将MOS-J焊接到电路上之前，要进行挑选。首先选 J_{CP} 必须是好的，否则不能用。其次选四个输入 C_I 和输出 \overline{C}_O 也应都是好的。如果只有二、三个输入、输出端是好的，只可用于二、三个通路的预选器。

挑选时，可按图6搭一个实验电路。用直流电压表分别测量 \overline{C}_O 的四个输出端对地电压。通电后，先将 J_{CP} 接“0”，再把输入 C_I 接“0”时，测 \overline{C}_O 应为+24伏。 C_I 接“1”时， \overline{C}_O 应为地电压。然后再把 J_{CP} 接“1”。这时 C_I 接“0”或接“1”，输出 \overline{C}_O 都不应变化。

稳压管 $D_1 \sim D_4$ 为2CW6E，稳压值在-15伏左右。也可用多只稳压管串联使用。 D_5 采用2CW7N，稳压值在24~30伏左右。

氖管应选用80伏以下起辉的低压氖管。

晶体管 $BG_3 \sim BG_6$ 只要 β 值大于50；耐压在100伏左右的即可，如3DG403型管。

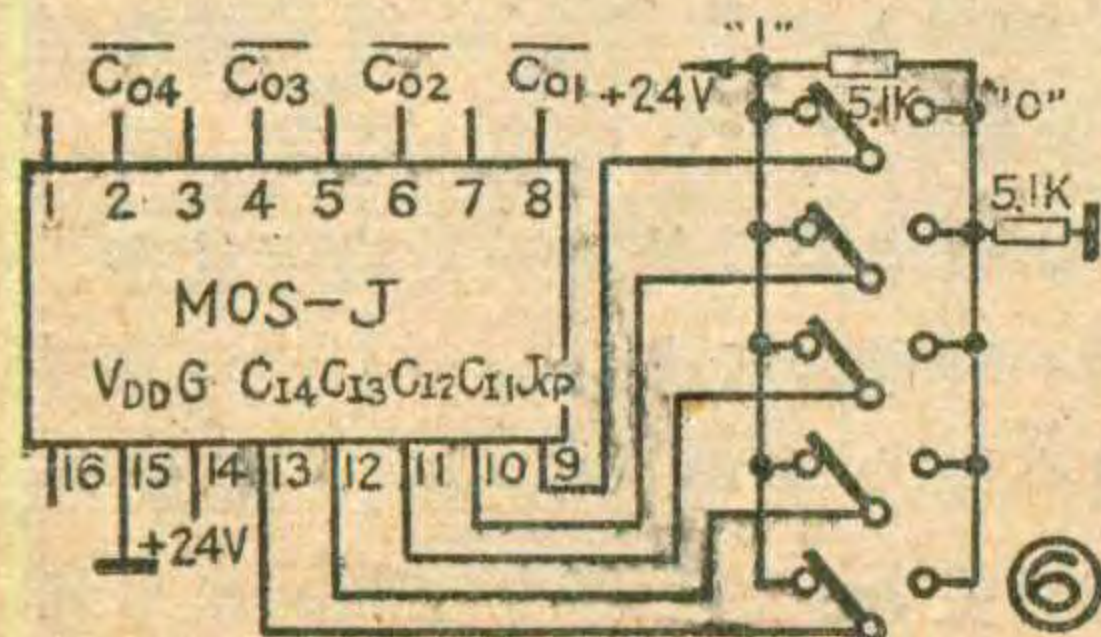
BG_1 、 BG_2 管为频段转换开关管。因集成电路输出电流小，而开关二极管要求电流比较大，所以采用复合管形式。其中 BG_1 为3DG6； BG_2 为3DK4，每只管 β 值应大于50。

$D_6 \sim D_{13}$ 均用2CP型二极管。 $W_1 \sim W_4$ 为200K电位器。

调试和注意事项

调试时，先调整电阻 R_5 的阻值，使加在稳压管 D_5 上的电压，应在24~30伏之间。然后，在地线上焊接一段短导线。用它去分别触及触摸键1、2、3、4。再在相应的输出端上，接一只电压表，看其电压是否跳变到+24伏。并且当触及其它触键时，该电压就从+24伏降下来。依次进行这样的实验。如果触时，电压能跳上去，但导线离开电压又掉下来，一般是因电阻 R_5 的阻值不合适。可以把 R_5 阻值减小试试（可用阻值范围合适的电位器进行调整，调好后换上电阻）。反之，如果接触时，输出端无反应，而集成块又是好的，就可能是 R_5 阻值太小，可加大阻值试。

当输出端电压有+24伏时，相应的氖管就应发亮。如果不亮，可以把与氖管相接的晶体管的C极，



电容放电时间，比触摸输入 C_I 的放电时间短。即在 C_I 还为负电位时， J_{CP} 已从“0”→“1”了。这样就使输出

进口电视机改频

·续·

中央广播事业局电视服务部

二、伴音中频

伴音中频的改频，习惯上称为“改伴音”。在进口电视机中，最常见的伴音中频频率有 4.5MHz（如日本）和 5.5 MHz（如西德）两种。一部进口电视机的伴音中频，究竟是多少，须查阅原电视机的说明书，原理图等有关资料，若无资料可查，则需用仪器进行测试确定。

下面就以这两种伴音中频为例介绍改频的方法。

1. 5.5 MHz 伴音中频的改动

5.5MHz 伴音中频和我国的伴音中频(6.5MHz)比较接近。可以用简单的方法进行改频。首先根据原理图和印刷电路板图，找出伴音中放的调谐回路和鉴频器调谐回路。去掉蜡封，根据磁心的结构，用合适的改锥进行调整。可在电视机接收到电视台的正常图象并最好是在作语言广播时进行。这样，容易辨别失真的大小，并在语言的间歇期间辨别杂音的大小。调整时，把音量电位器开大，一边听声音，一边把线圈的磁心慢慢地向外调。应先调伴音中放的调谐线圈，使声音最大，再调鉴频器线圈，使声音最大、不失真、杂音最小。调整要反复进行，并配合调整高频微调旋钮，使伴音和图象都比较好。

有的进口电视机，伴音中放和鉴频器的调谐线圈的频率可调范围较小，只靠调整线圈的磁心不能把调谐频率从 5.5MHz 移到 6.5MHz。这时，就需要改变调谐

用导线对地短路试试。若还不亮，就是氖管的起辉电压太高，需换用起辉电压低的氖管。如果用导线短路时，氖管亮，而不短路时氖管不亮。可能是晶体管饱和压降太大，使得加到氖管两端的电压不够大。这时，应换用饱和压降小的晶体管。

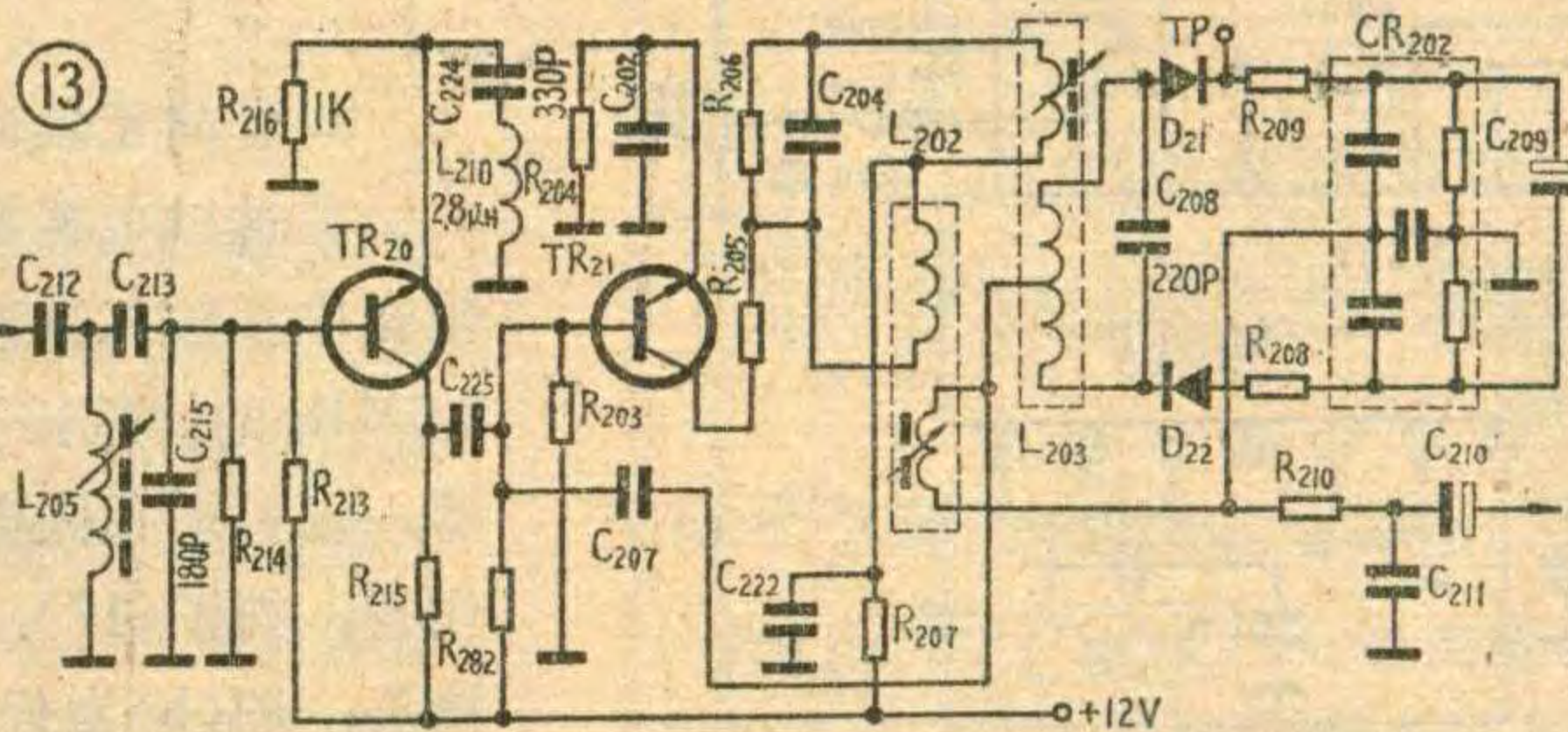
调整频段转换开关电压时，在开关管输出端和地之间，暂时接一只 1/2 W 的 200 Ω 电阻，调整完毕再把电阻去掉。当触及触键 3、4 时，在所接电阻两端有近 10~11 伏电压即可。如果电压太小，就是 BG₁ 管饱和压降太大，应换管试。

装制时，注意焊接要干净，不可用焊油膏助焊剂

回路的电容量或减少线圈的匝数。一般以更换电容比较方便，把原来的电容取下，换用一只比原来的电容量小三分之一的电容器，再调整线圈的磁心就可以了。

①实际电路举例之一

日本按照西欧制式生产的松下 TR-286E 型黑白电视机，其伴音中频为 5.5 MHz，伴音部分有关电路如图(13)。图中 C₂₁₃、C₂₁₅ 和 L₂₀₅ 是伴音中频调谐电路，

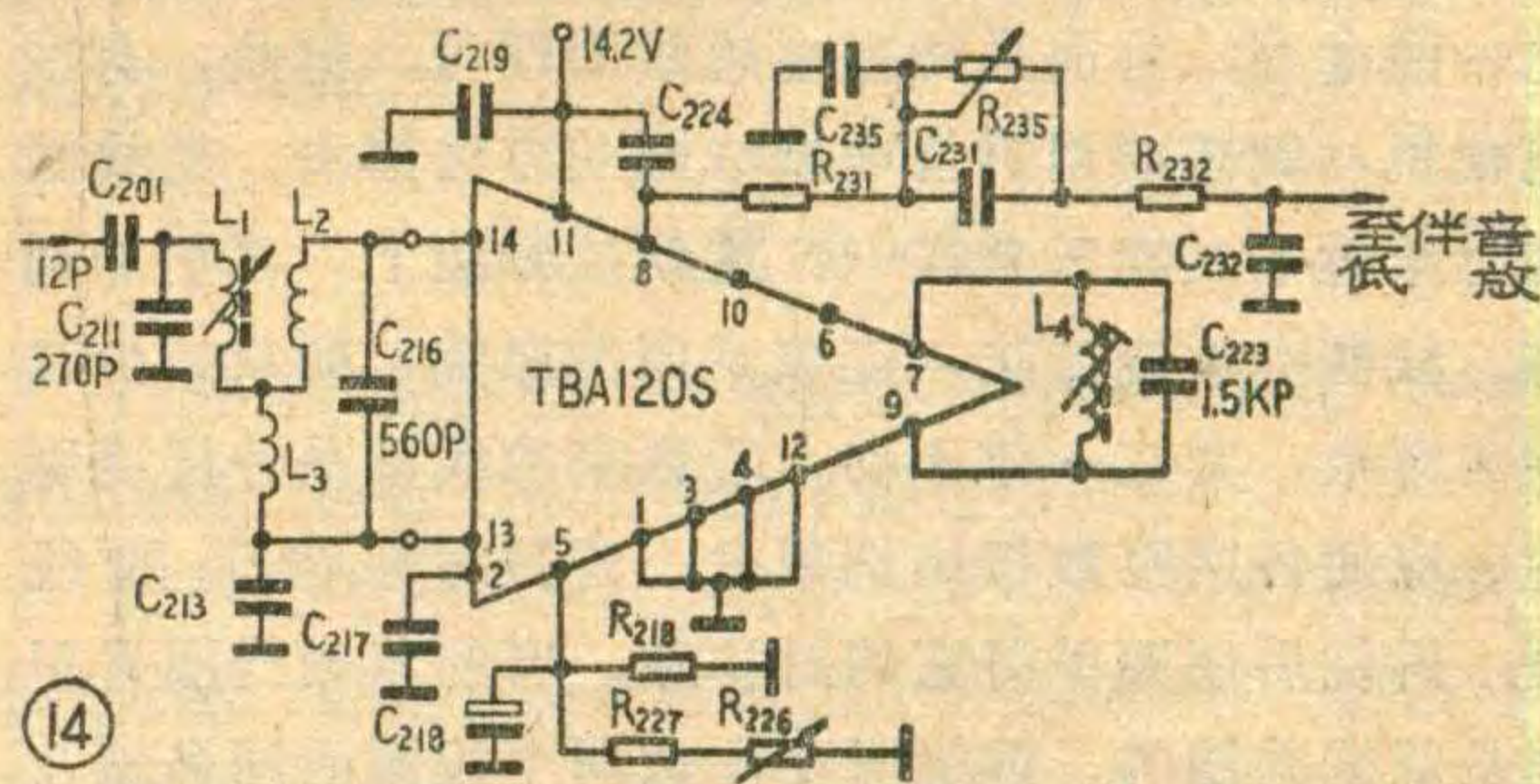


L₂₀₂、L₂₀₃、C₂₀₄ 和 C₂₀₈ 为鉴频器调谐电路。调整 L₂₀₅、L₂₀₂ 和 L₂₀₃ 就可以把回路谐振频率调到 6.5MHz 的频率上。图中 C₂₂₄ (330p) 和 L₂₁₀ (2.8μH) 在

5.5MHz 频率上形成串联谐振，使晶体管 TR₂₀ 在 5.5MHz 上负反馈最小，增益最大。由于电感线圈 L₂₁₀ 是不可调的，所以把电容 C₂₂₄ 改用 238p 的电容，又因该电路并联有 1KΩ 电阻，Q 值不太高，只要电容量误差不大，可不必调整，就可把串联谐振频率提高到 6.5 MHz 附近。如果希望调得准确一些，可以在调谐电容上再并联一只半可变电容器，进行微调。

②实际电路举例之二

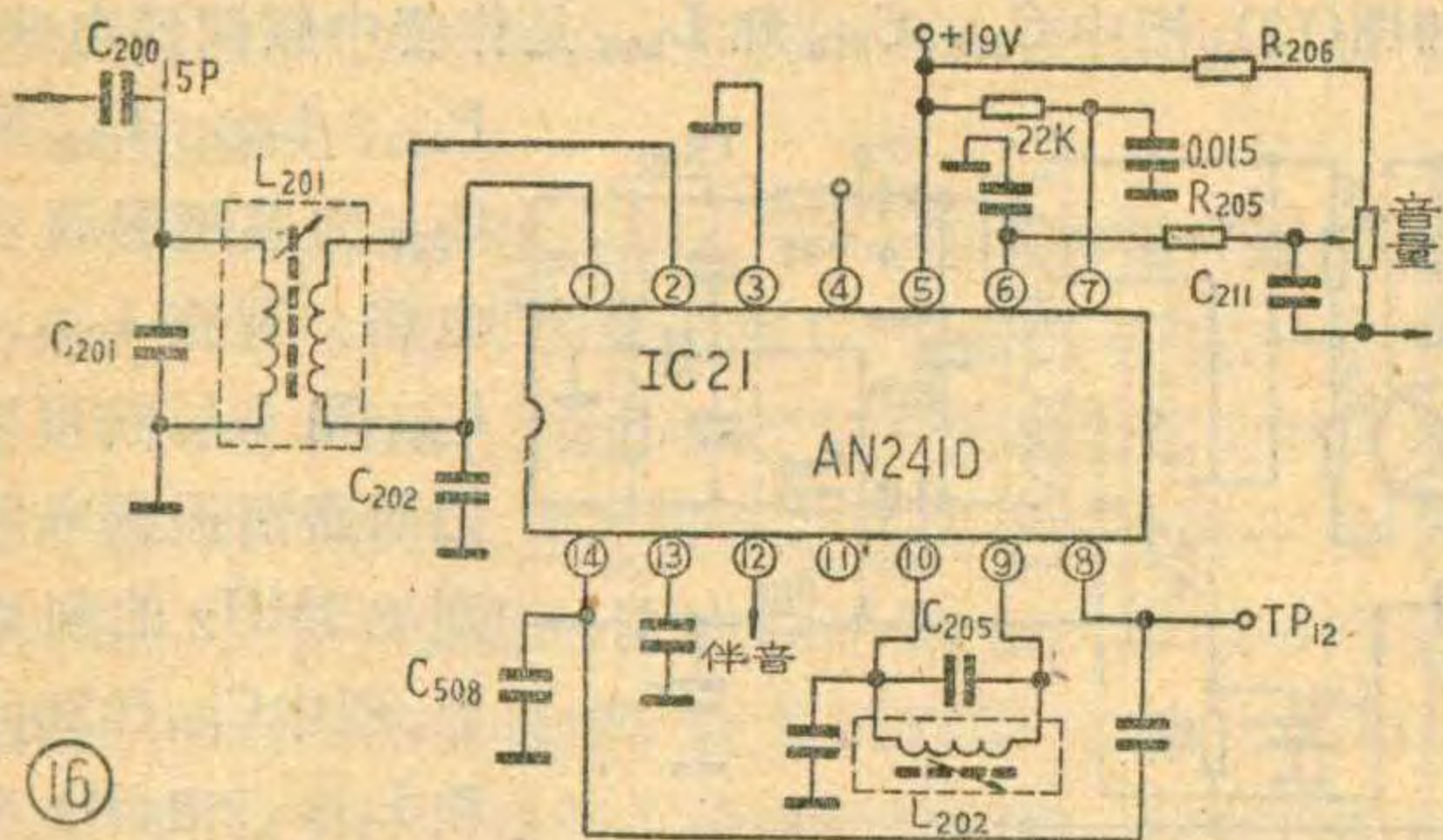
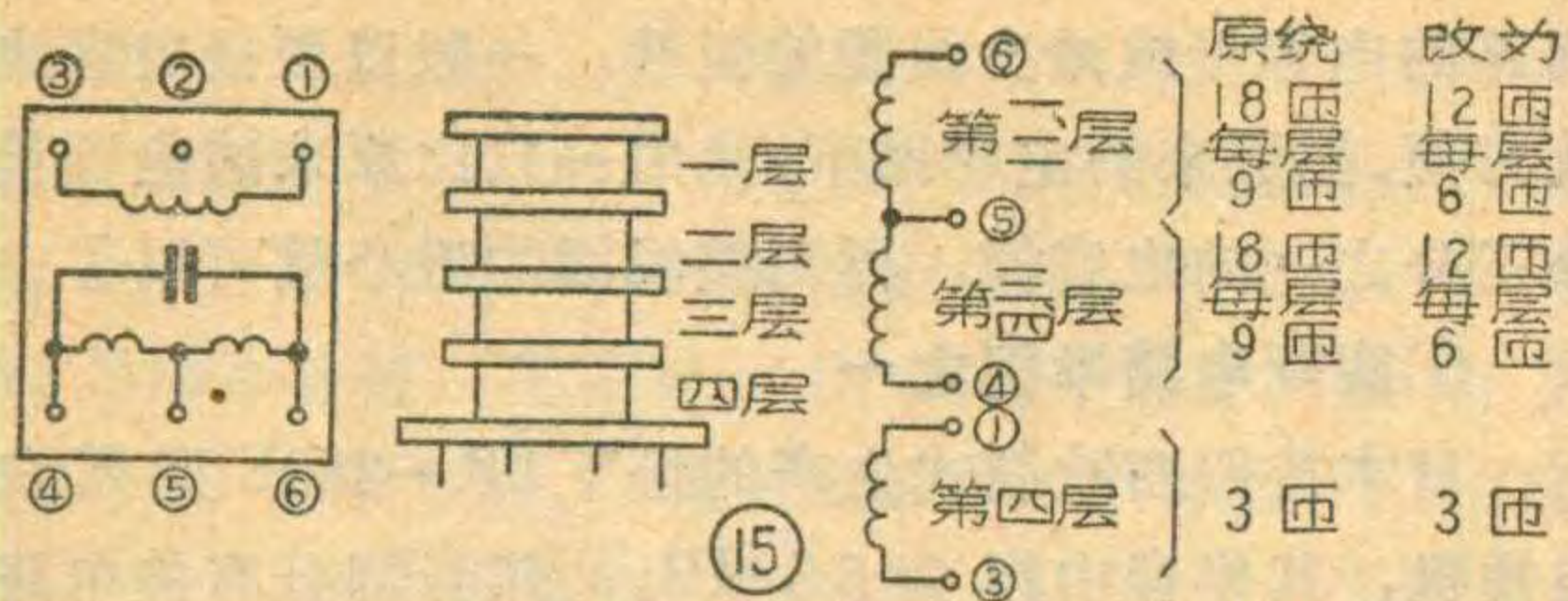
西德根德 5010 型彩色电视机的伴音中频为 5.5 MHz，图(14)是该机伴音中频部分的有关电路，它由一块集成元件(TBA120S)和电容、电感线圈等组成。图中 L₁、L₂、L₃、C₂₁₁、C₂₁₆ 组成伴音中频输入调谐



焊接 MOS 集成块。因为 MOS 块的输入阻抗很高，任何表面的污染都会引起电路不能工作。可用松香作助焊剂，焊完后用棉花蘸酒精，将集成电路的周围，尤其是输入端部分，擦干净。

焊接集成块时，所用的电烙铁不应有漏电，否则会损坏集成块。可用试电笔检查一下烙铁有无漏电，或者在焊接时，拔掉烙铁电源插头。

为了使电路简单，在此开关电路中，未加装优先导通哪一路的电路。因此，开启电视机后，可能会发生各指示灯都亮或都不亮等现象。但是这不会影响以后的正常选台。



回路， L_4 、 C_{223} 组成鉴频器调谐回路。改伴音就是改动这两个回路，使它们调谐于我国的伴音中频频率上。由于该机伴音中频调谐线圈采用的是印刷电路式线圈，调整范围小，所以用改变电容的方法改频。把 C_{211} 由270P改用180P、 C_{216} 由560P改用380P、 C_{223} 由1500P改用1000P代替，再稍加调整即可。

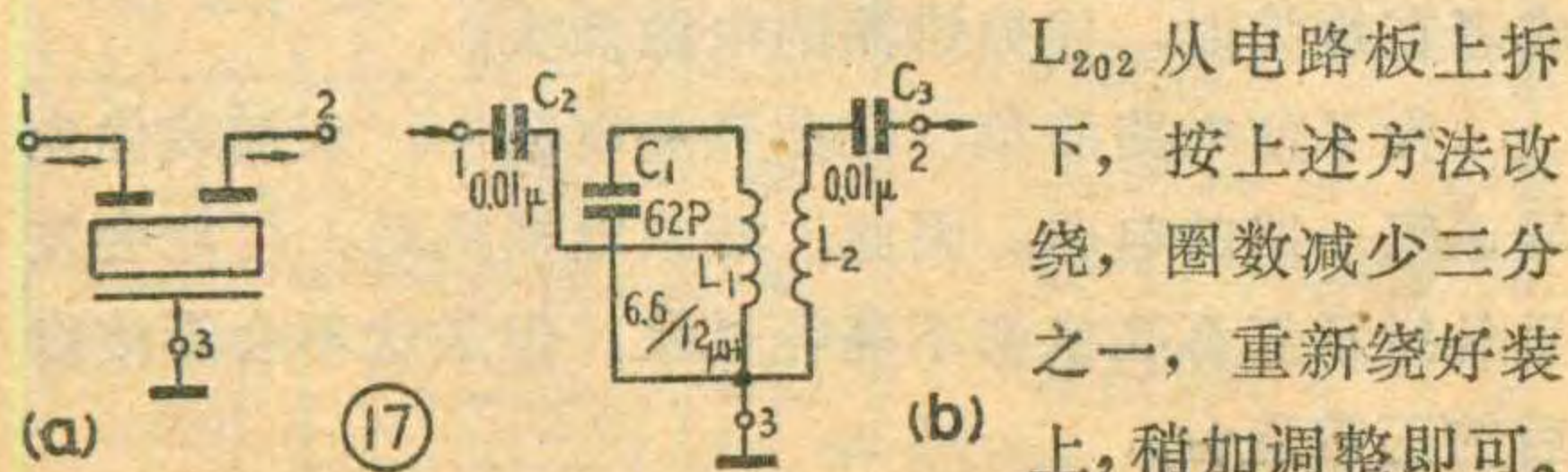
2. 4.5MHz伴音中频的改动

使用4.5MHz伴音中频的电视机，在一般情况下，只靠调整线圈的磁心是不能把频率移到6.5MHz上的，都需要改变调谐电路的线圈或电容。究竟是拆改线圈，还是更换电容，要视具体情况确定。更换电容的方法比较方便，即换用一只容量大约为原电容量二分之一的电容，再适当调整电感线圈即可。但是，有些电视机，则需要用拆绕电感线圈的方法解决。把线圈的匝数拆下大约三分之一，重新绕好装上，再稍加调整。线圈的拆绕方法，应该是原拆原绕。即只减少线圈的匝数，其它一律不动。若原来的线圈是分层绕制的，应使各层匝数按比例减少。若是对称绕制的线圈，拆绕后还要保持它的对称性。有的鉴频线圈采用的是双线并绕的，拆绕时要注意两个线圈的同名端及其联接方法，千万不能接错了。

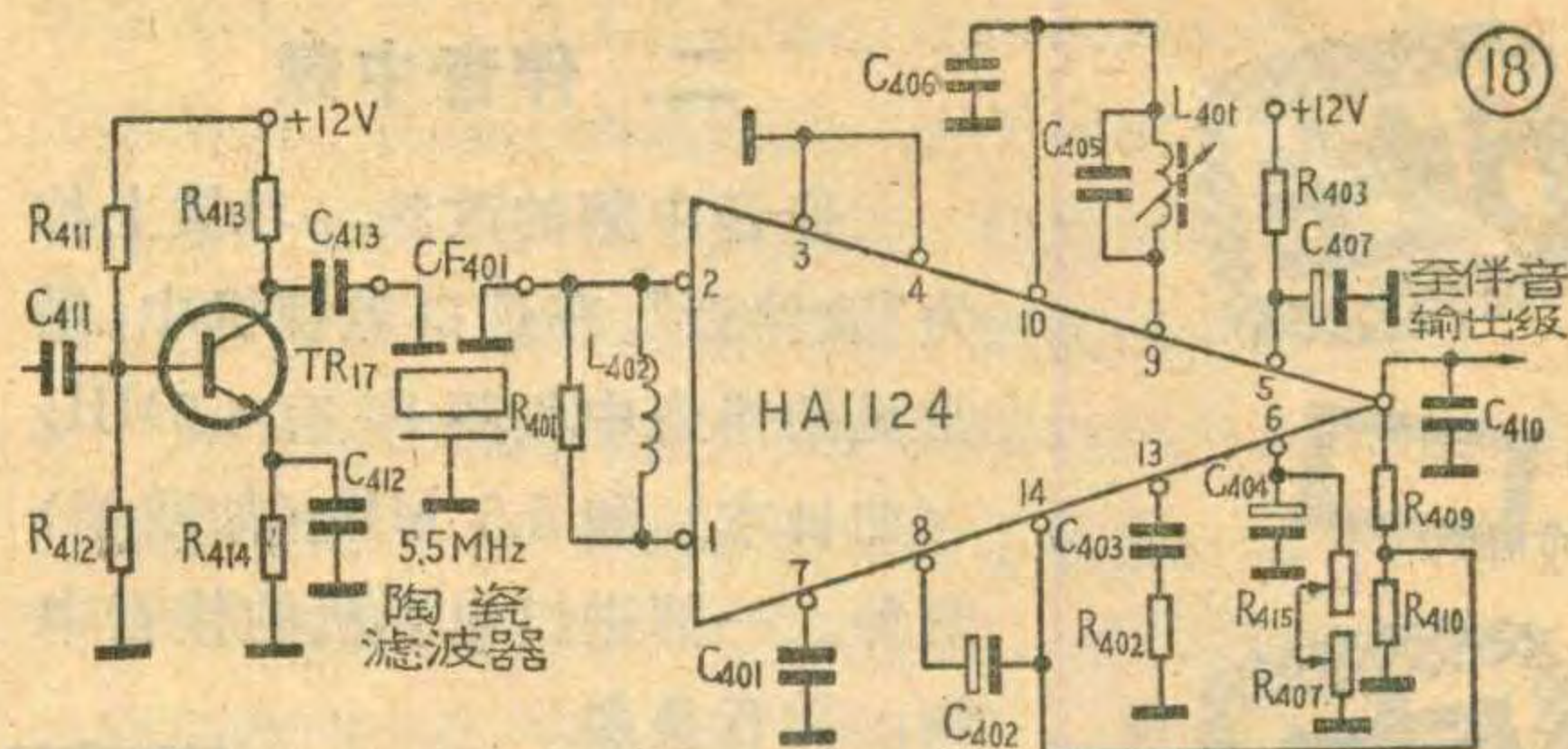
要做到上述要求，拆绕时，最好做书面记录。图(15)是某电视机鉴频器线圈的拆绕记录，供参考。

实际电路举例：

日本松下TR-123C型黑白电视机，伴音中频部分的有关电路如图(16)。图中 L_{201} 、 C_{201} 组成伴音中频调谐电路， L_{202} 、 C_{205} 组成鉴频器调谐电路。把线圈 L_{201} 、



L_{202} 从电路板上拆下，按上述方法改绕，圈数减少三分之一，重新绕好装上，稍加调整即可。



3. 有陶瓷滤波器的伴音电路的改频

在进口电视机中，经常会遇到具有陶瓷滤波器的伴音中频输入选频电路。如果原来的陶瓷滤波器不是6.5MHz的，就需要更换。若没有6.5MHz的陶瓷滤波器，也可用我国电视机常用的伴音中频线圈和电容器代替，如图(17)。图(a)为原电路用的陶瓷滤波器连接头；图(b)为代替电路及连接头。其中 C_2 、 C_3 是隔直流电容，一般用0.01μ的电容。 C_1 、 L_1 组成调谐回路，其中 C_1 用62P的电容， L_1 用6.6—12μH的可调电感。为使这个调谐回路通频带具有一定宽度，有时还要并联一只10—50KΩ的电阻。

实际电路举例：

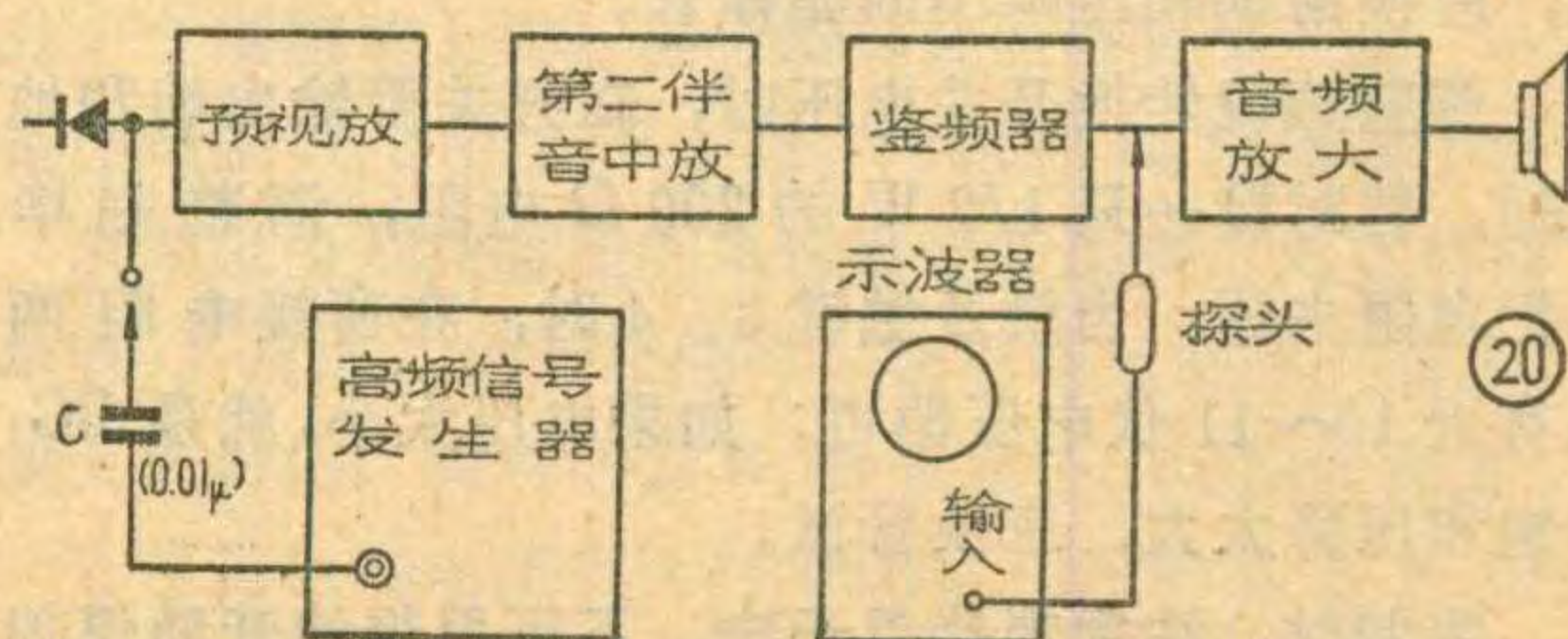
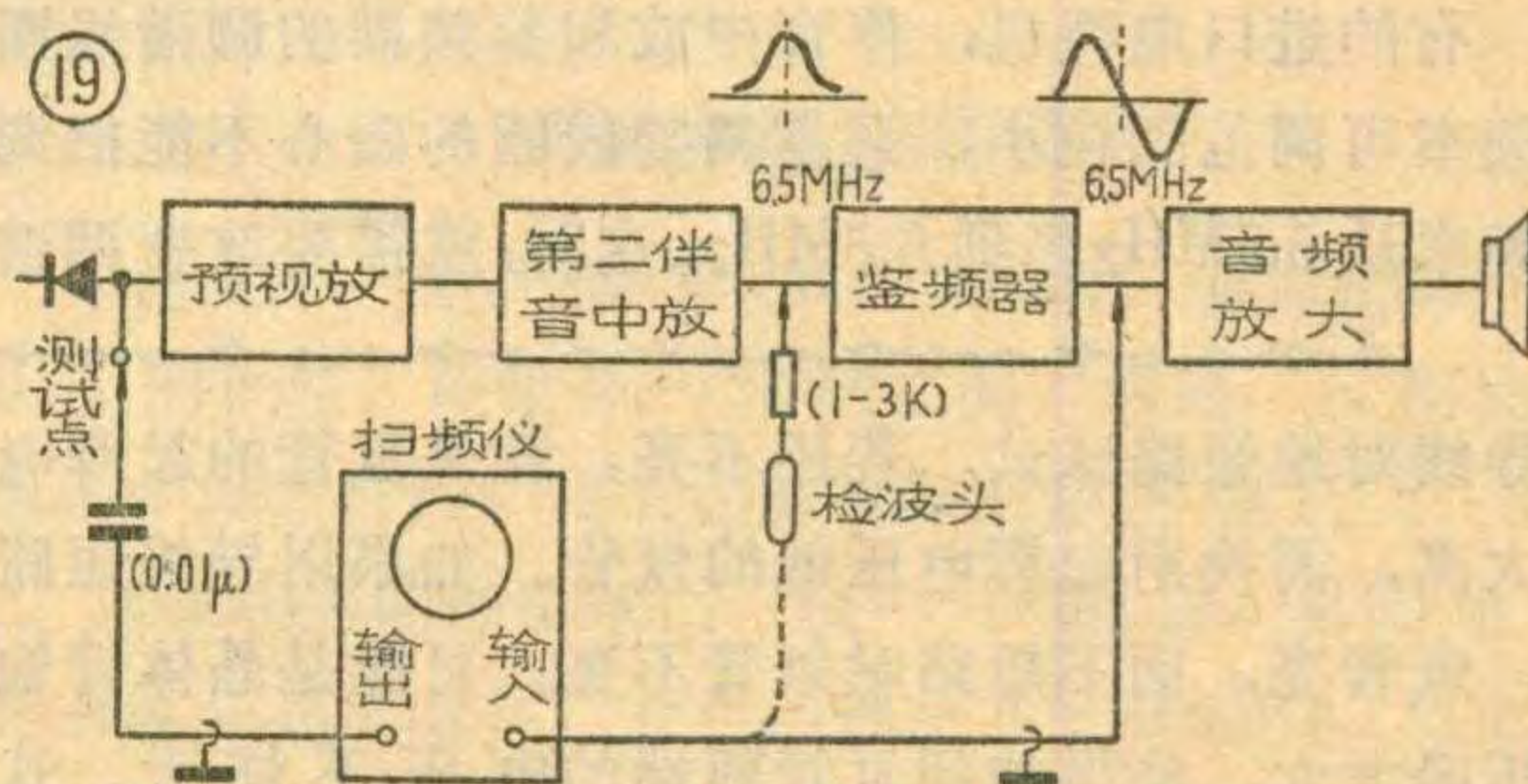
日本按西欧制式生产的日立CNP-865型彩色电视机，其伴音中频的输入选频电路，使用的是5.5MHz的陶瓷滤波器(CF₄₀₁)。该机伴音中频部分有关电路如图(18)。图中鉴频器调谐电路由 L_{401} 、 C_{405} (56P)组成。改伴音时，需要把陶瓷滤波器改换成6.5MHz的陶瓷滤波器，再调整 L_{401} ，使频率由5.5MHz移到6.5MHz。

4. 使用仪器的方法

上述改伴音时的调整方法，是根据电视广播信号进行的。有条件的，使用仪器比较准确：

①使用扫频仪

把扫频仪(如BT-5)输出(信号大小要适当)，



经隔离电容接到电视机视频检波器之后的测试点上，见图(19)。把扫频仪的输入经检波头接到鉴频器的输入端，调整伴音中频调谐回路线圈，使它在 6.5 MHz 输出最大。再把扫频仪检波头取下，改用开路电缆接到鉴频器的输出端上。调整鉴频器的初、次级线圈(或电容)，使鉴频特性曲线(S曲线)中心处于 6.5MHz 频率上，并上下对称，幅度最大(注意把扫频仪的箝位开关断开)。

②使用高频信号发生器和示波器

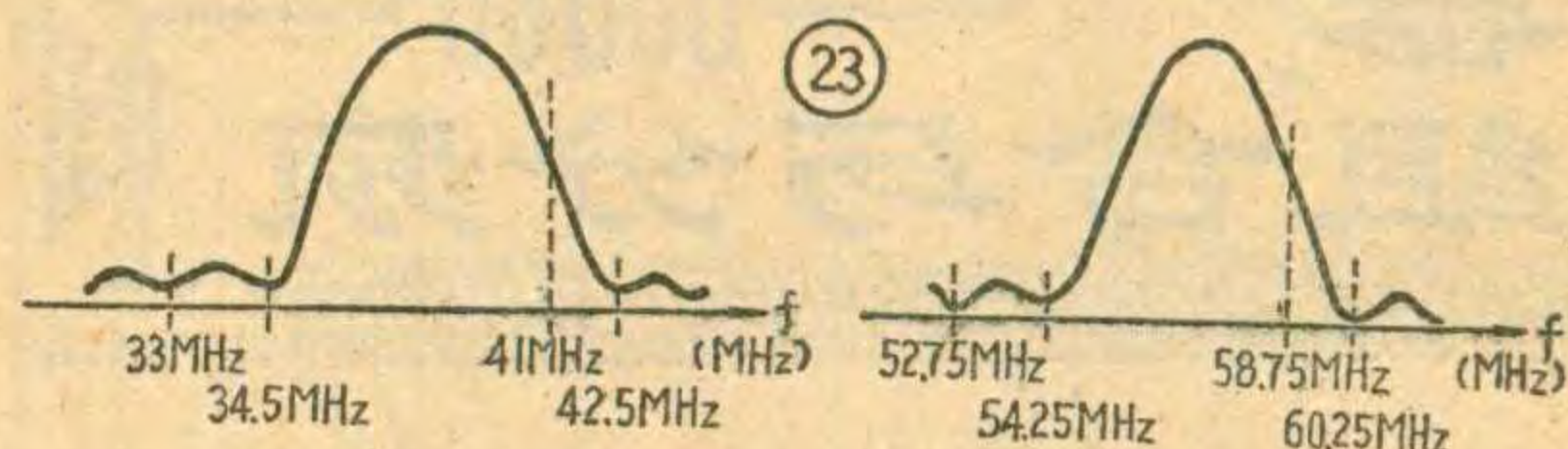
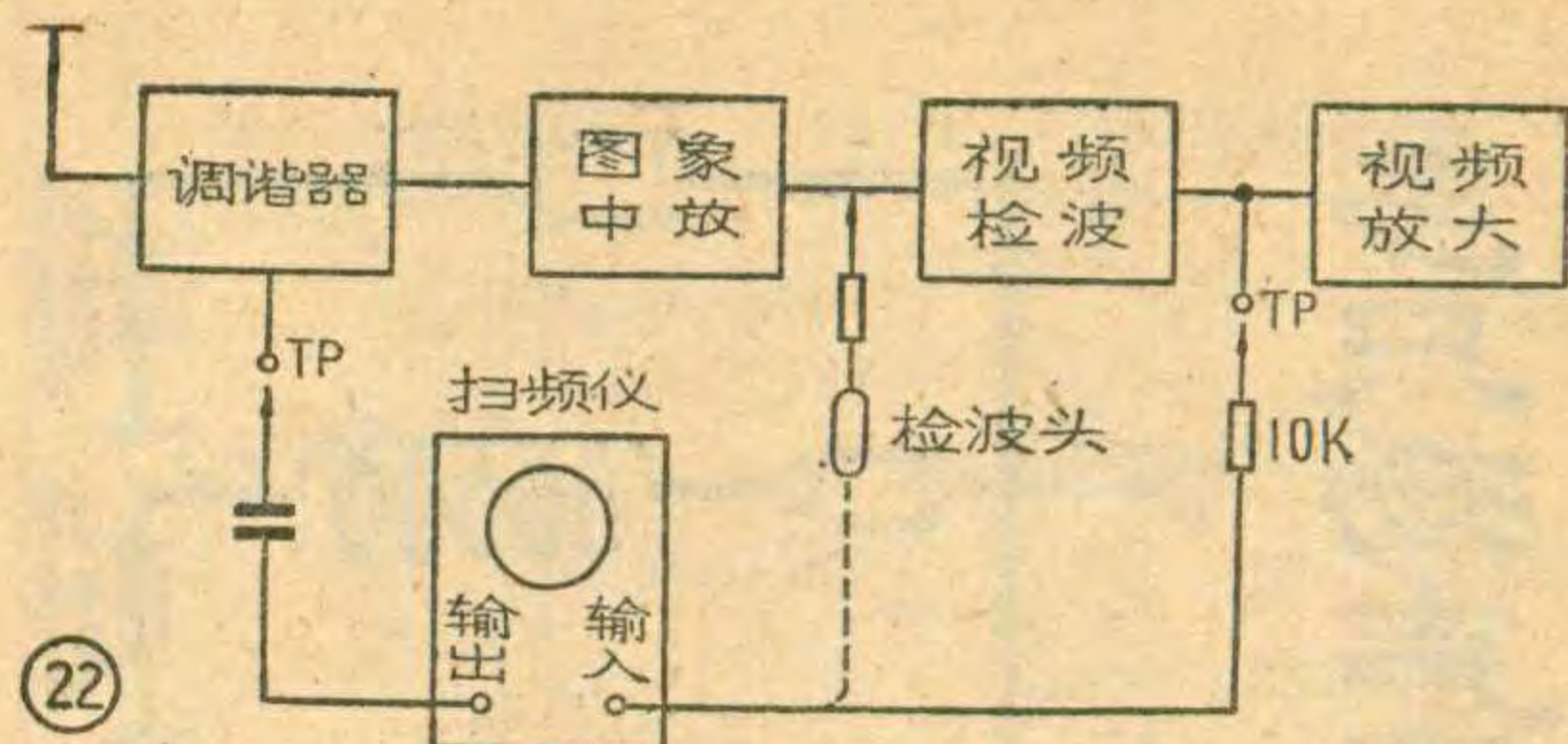
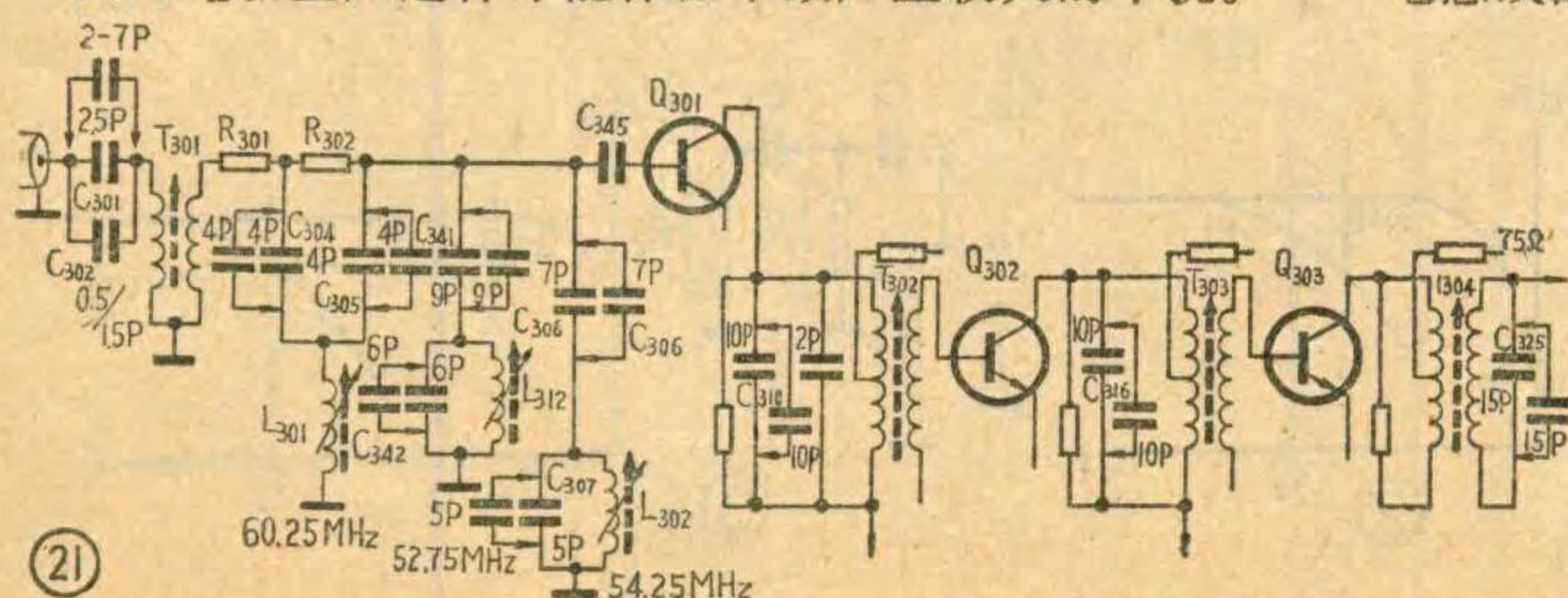
高频信号发生器、示波器与电视机的联接如图(20)所示。当高频信号发生器输出 1 KHz 调制的 6.5 MHz 调频信号时，调整伴音中放线圈，使示波器显示的正弦波最大。再使高频信号发生器输出 1 KHz 调制的 6.5 MHz 调幅信号，调整鉴频器线圈，使示波器显示的纹波最小。用上述两种信号反复调整就能得到较好的效果。这里须注意：在调整中，要使高频信号发生器输出的信号大小和示波器的衰减大小要适当。

有少数电视机，改伴音中频以后，可能音量小或杂音大。用仪器检查伴音中频的频率特性和鉴频器 S 曲线，又没有发现明显的问题，就可能是这类电视机图象中频带宽，比我国的图象中频带宽窄的原因。遇到这种情况，可以调整图象中频电路的伴音吸收回路线圈的磁心，增加电感量，展宽频带，降低吸收频率，可使伴音质量得到一定程度的改善。

三、图象中频

有少数进口电视机，它的图象中频频率较高，和我国较低的电视频道频率过于接近，甚至重叠，如果需要接收的电视节目，正是在这样的较低电视频道上，就需要更改这个电视机的图象中频频率，否则就不能正常接收。下面通过一个实例说明改频的方法。

例如日本索尼 TV-14 G 型电视机，该机图象中频部分的有关电路如图(21)。其图象中频为 58.75 MHz，恰好在我国的第二电视频道(56.5—64.5 MHz)频率范围之内。如果要求它能够接收我国第二电视频道的节目，就需要把它的图象中频频率改低。改后的图象中频频率，并不要求和我国规定的图象中频频率完全一样，可以改到任何一个比较合适的频率上。但是，要求至少要低于欲接收的电视信号图象载频频率的 8—10MHz 以上，这样才能保证不致产生较大的干扰。



(a) 改后的中频特性 (b) 改前的中频特性

我们知道，一个由 LC 组成的谐振电路，在电感一定的情况下，它的电容数值和谐振频率的平方成反比。因此，我们把有关调谐回路的电容量，都加大一倍，将会使谐振频率降低 30% 左右，即由原来的 58.75 MHz 降到 41 MHz 左右。图(21)中标明了需要改动的电容和数值。并接电容以后，再用扫频仪测试其中频特性，连接扫频仪的方法如图(22)。图(23)是中频特性曲线。调整有关调谐回路的电感线圈磁心，使中频特性更接近技术标准，使增益最大即可。

中频频率改低以后，其它原来接收正常的电视频道的本机振荡频率，也必须相应调低。这一点应予以注意。

采用改绕中频各有关调谐回路的电感线圈的方法，也可以达到改中频特性的目的。但是比较麻烦，一般不予采用。

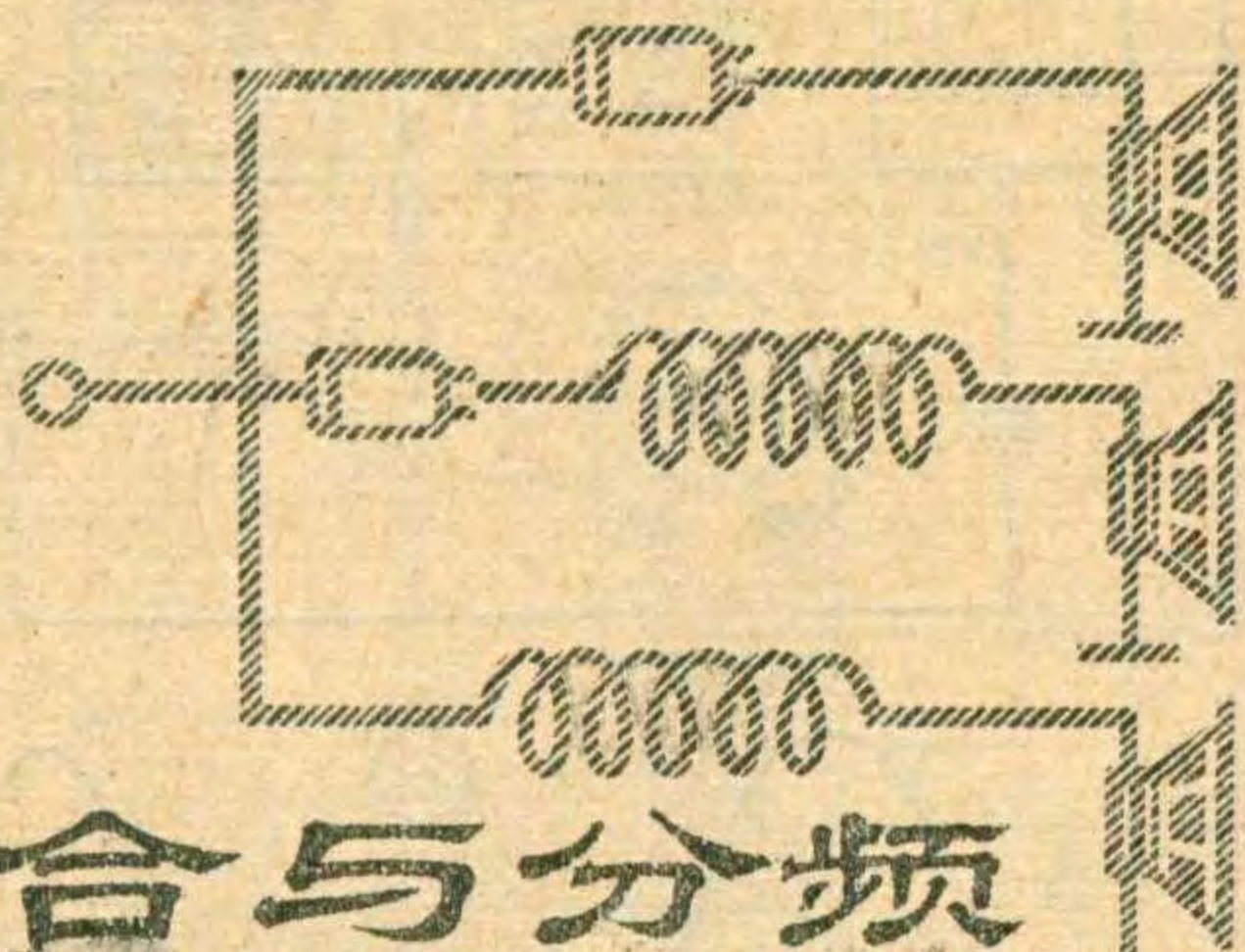
四、注意的问题

1. 进行改频以前，一定要掌握改频的方法，熟悉有关电路。准备工作不充分不要轻易动手。

2. 注意安全：①不少进口电视机，采用无电源变压器电路，底盘有时会带有 220 伏交流电压，容易发生触电事故。因此，对这类电视机进行改频(或检修)时，最好外接隔离电源变压器，以保证安全；②有的进口电视机，使用 110 伏交流电源。如果接到我国常用的 220 伏交流电源上，就会烧坏。因此，在给电视机接电前要认真了解情况；③有的进口电视机，电感线圈磁心调整孔，有不少是四棱形的，而且直径也各不相同。因此，要用形状和直径合适、上下均匀的专用棒调整，否则容易损坏磁心。

3. 有些进口电视机的 AGC 电路比较灵敏，测试这种机器的高频或中频频率特性时，应把 AGC 电路与高、中频电路断开。另外接入与原机额定电压相同的直流电压，再进行测试、调整。

多只扬声器组合与分频



文 尚

大扬声器低音虽好，但高音较差，因此，要想用一只大扬声器得到全部的放音范围是困难的。除了双纸盆扬声器（即大纸盆中套一个小纸盆）能发送到12千赫左右外，一般大扬声器高音都只能做到5~7千赫。橡皮边扬声器高音更差，一般低于5千赫。再加上高音的方向性较强，一般大扬声器装成的音箱又较靠近地面，不是正好对着听者的耳朵，所以高音就更加显得不足了。为了获得好的音质，下面介绍几种在业余条件下常用的方法。

增设辅助高音扬声器

用一只低音大扬声器作主扬声器，再配合上一只或几只高音扬声器作辅助，就能获得比较好的放音效果。高音扬声器应放置得离地面高一些，尽量接近人耳的水平线，也可以利用墙壁的反射作用，使高音更丰富。

一般说来，纸盆越小高音越容易做好，又由于声音中的高音功率较小，所以纸盆式的高音扬声器的直径大都在 $\phi 100$ 毫米以下。号角型的高音扬声器能承受较大的功率，效率也较高，半球体型高音扬声器高音散射性较好，可视具体情况选用。

高音扬声器最好采用专门的高音扬声器。目前我国市场上常见的小口径纸盆扬声器大都是作为收音机专用的窄带扬声器，高音一般只有3~4千赫，不能作为高音扬声器用。但在要求不高的情况下只作一些辅助性扬声器，也可勉强代用。在电路上，最简单的

联接方法是将高音扬声器串联一只电容器，切除低音，然后和大扬声器并联起来，如图1。因为高音扬声器能承受的功率通常比大扬声器小，如果平均分摊功率，高音扬声器就会过载，使得声音发“辟”或者损坏。实际上，声频中大部分的功率成分是分布在低音和中音偏低的一段频段里，所以高音扬声器串联了电容以后，将高音以下的声频阻止住，使高音扬声器只放高音，就可避免过载。还可以在高音扬声器前串联可变电阻以调整音量。放大器的总负载阻抗，仍近似为原有主扬声器的阻抗，这是因为在低音和中音时，电容器的阻抗比主扬声器的阻抗要高得多，高音支路的影响可以忽略。

高音扬声器不需要有严格的音箱，基本上可任意装置。所串联的电容的大小可用下式计算： $C=1/2\pi f_0 R_0$ 。式中 f_0 为开始切除的频率，称为截止频率，见图2； R_0 为高音扬声器在截止频率时的阻抗，可用商标纸上的标称阻抗近似代替。实际上，在低音时的阻抗要大于标称阻抗。

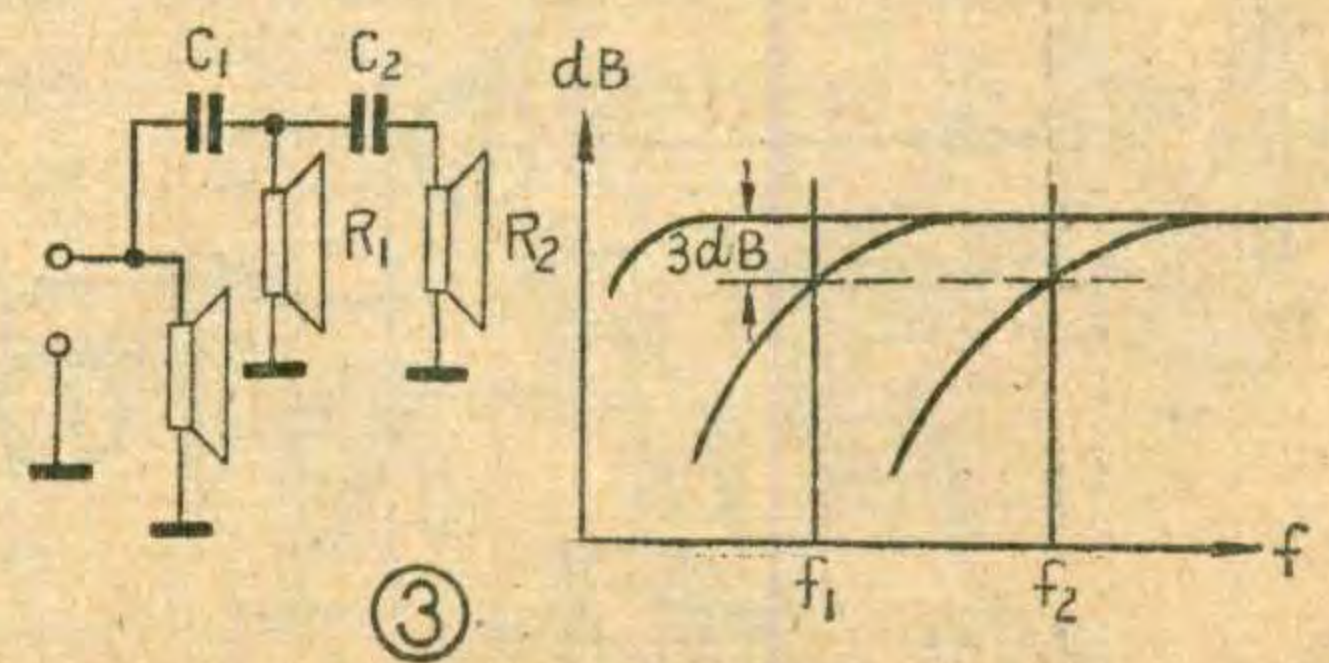
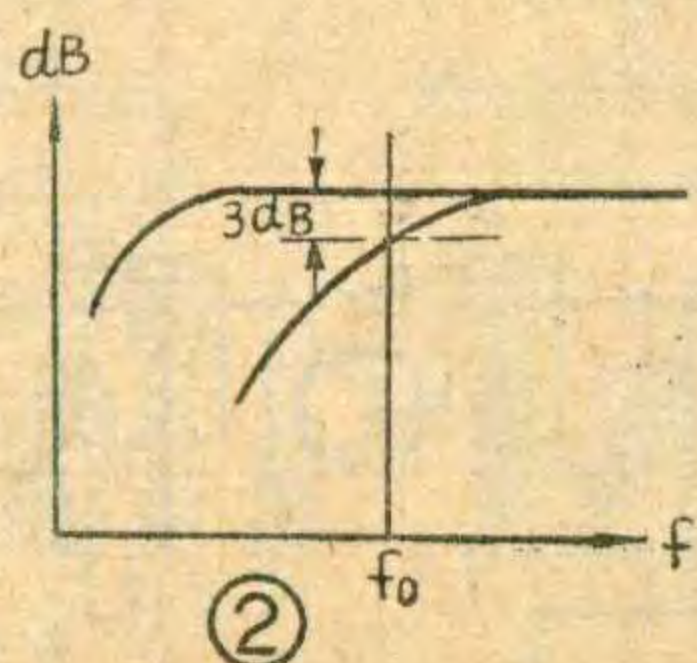
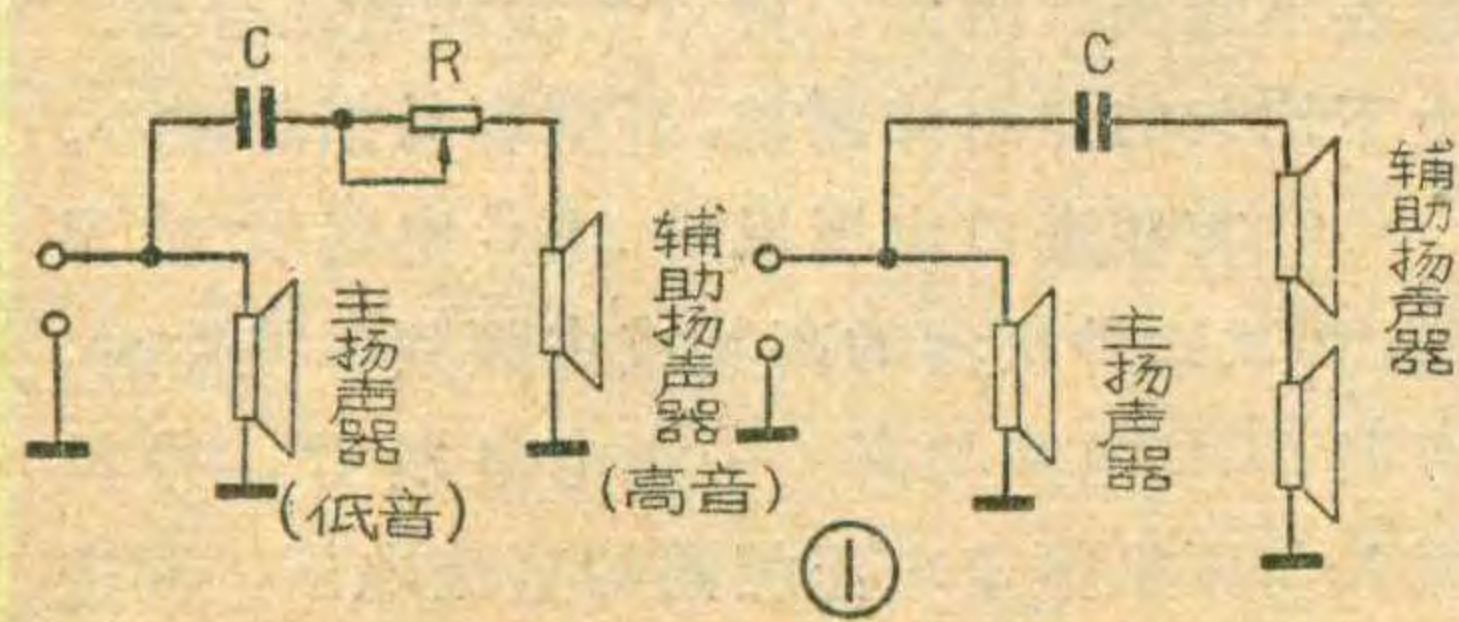
截止频率的选择要根据高音扬声器的情况而定。如果高音辅助扬声器能承受的功率小， f_0 应选高一些，例如4~5千赫左右；如果辅助扬声器直径较大，除高音外，还可以适当放送点中音， f_0 就选低一些，例如1~2千赫。最好由试听来最后决定电容C的大小，可把放大器的功率开到主扬声器比正常收听的声音稍大些的位置，调整C值，使辅助扬声器有适当的音量而且音质正常，没有发“辟”的声音就行了。电容器最好不用电解电容器，因为它的容量误差大，而且时间长了容易变值或失效，应该用金属膜电容、钽电容或普通纸介电容等。如果没有这些电容也只好用电解电容代替，这时应将电解电容正对正极或负对负极接起来，以消除极性，使容量稳定一些。可用两只电容量比所需值大一倍的电容串联起来当成一只电容器使用。

例如，采用两只8欧的辅助扬声器（见图1），截止频率为4千赫，电容器容量为

$$C = \frac{1}{2\pi \times 4 \times 10^3 \times (8 + 8)} \approx 2.5 \text{ 微法。}$$

可用两只5微法的电解电容同极对接后当做一只2.5微法的电容器使用。

对于不同直径和阻抗的多只辅助扬声器，可以采



用不同值的串接电容（如图3），图中 R_1 的直径大于 R_2 ，故截止频率 f_1 低于 f_2 ，计算调试方法和上面讲过的相同。

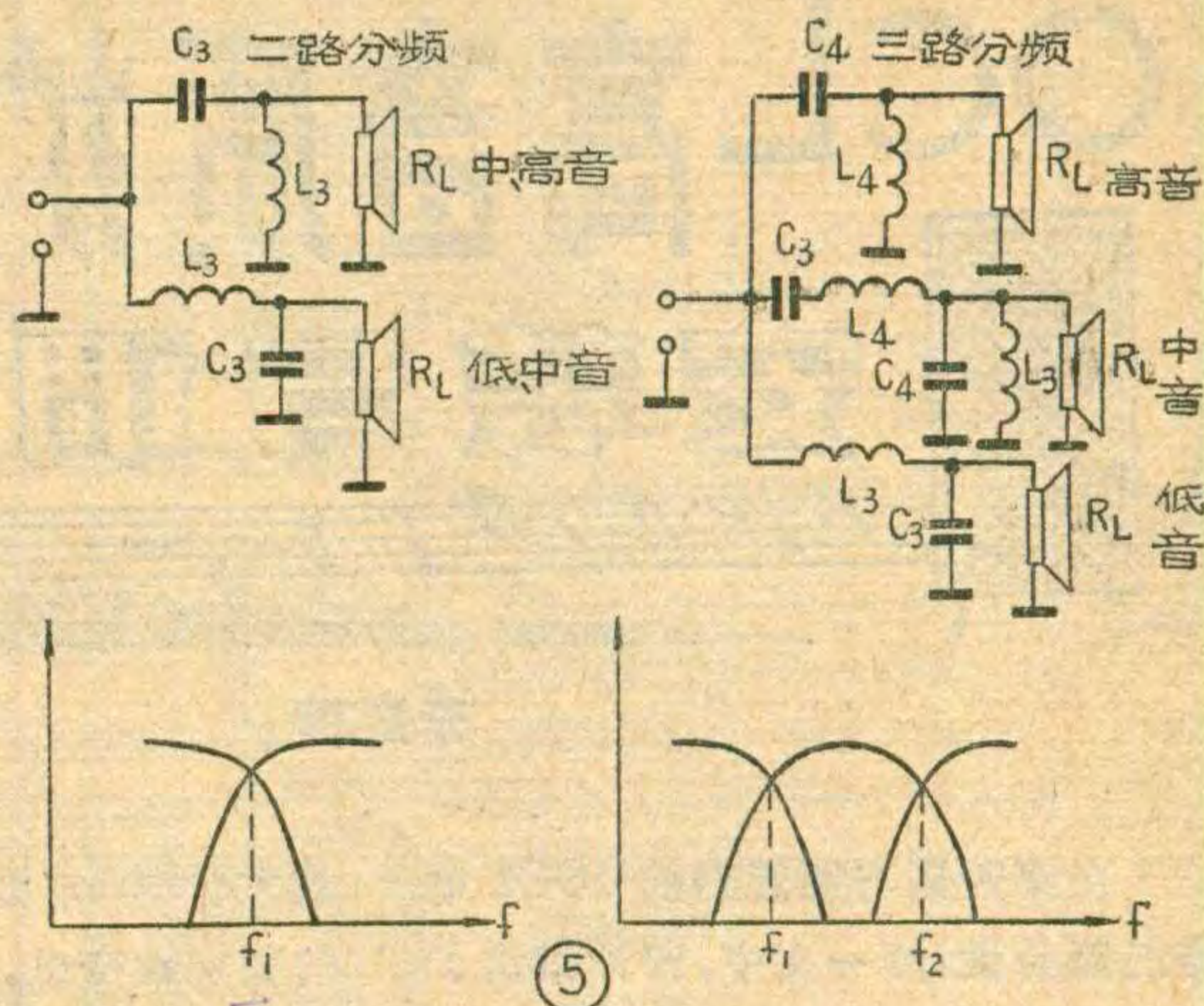
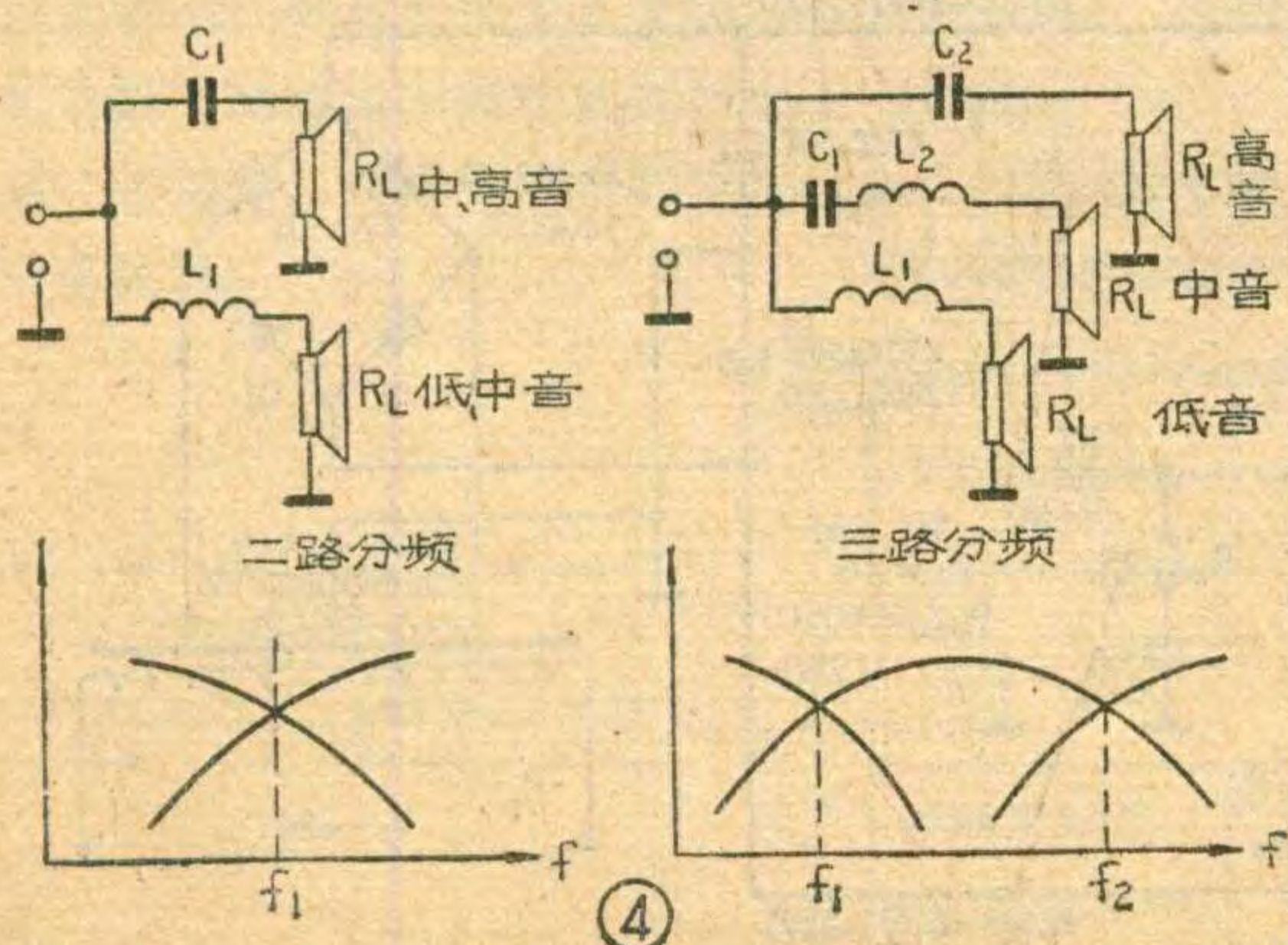
采用扬声器分频网络

多只扬声器比较讲究一点的用法是分频使用。即将整个放音范围分成二个或三个频段，由二只、三只或更多只的扬声器分别担任低音、中音和高音部分的放音，见图4。除了在高音扬声器前串联电容阻止低音进入外，还在低音扬声器前串了电感以阻止高音进入，在中音扬声器前则串了电感和电容以阻止高音和低音进入，使其只通过中音。图4中， $C_1=1/2\pi f_1 R_L$ ， $L_1=R_L/2\pi f_1$ ， $C_2=1/2\pi f_2 R_L$ ， $L_2=R_L/2\pi f_2$ 。

另一种较好些的分频器如图5。低音扬声器既串了电感阻止高音，还并联了电容进一步旁路高音，这样对高音的滤除作用就更好了。高音扬声器则串并了相反的元件，道理一样。中音扬声器多并联了一组电感电容，以加强对低音和高音的旁路。图5中， $C_3=1/\sqrt{2} \cdot 2\pi f_1 R_L$ ， $L_3=\sqrt{2} R_L/2\pi f_1$ ， $C_4=1/\sqrt{2} \cdot 2\pi f_2 R_L$ ， $L_4=\sqrt{2} \cdot R_L/2\pi f_2$ 。将图4和图5中的曲线相比较，可以看出后者的特性比前者陡峭。为了判别滤波特性的好坏，通常采用频率每变化一倍的过程中能衰减多少分贝来表示。图4那种每支路一个电抗元件的滤波特性是每倍频程衰减6分贝（或简称为6dB/oct），图5两个电抗元件的滤波特性是每倍频程衰减12分贝（即12dB/oct），还有三元件每倍频程衰减18分贝的，因较复杂不大常用。

不论高通、低通滤波器的哪一种衰减特性，在分频点（即 f_1 或 f_2 处）都从平坦特性开始下降3分贝，此时高、低两个频道各分得一半功率。

分频点可根据扬声器的条件来选择。如果是二路分频，而且高音扬声器直径比较大，可以兼放中音，则分频点的 f_0 可以选在中间，一般在500~1000赫范围内；如果高音扬声器的直径小，不能承受中音功率，那么 f_0 要选得高一些，例如选2~4千赫。当三路分



频时， f_1 约选在400~800赫范围内， f_2 约选在3.5~7千赫范围内，也是根据扬声器的情况而定。

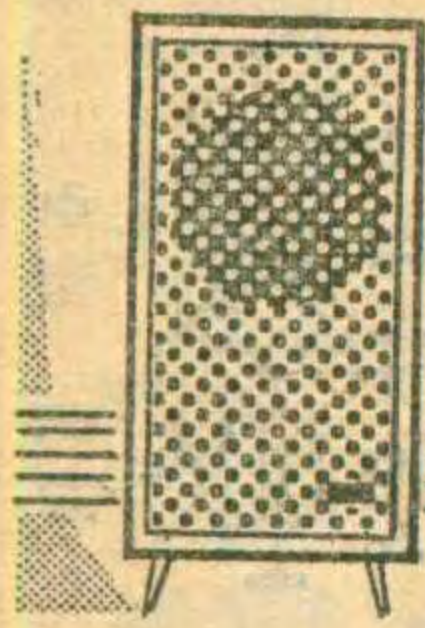
实行分频以后，使每只扬声器工作于较窄的频率范围，可以减少各频率之间的相互干扰。因为所放送的节目中总是同时混有高、低音成分，而扬声器的纸盆很难同时对各种声音都忠实地振动，特别是那些中高音的放音，常常被低音的大幅度纸盆振动所干扰，产生出一些原来声源所没有的新频率，使原来的声音变样，这叫做互调失真。当扬声器分频工作以后，因为放音范围窄了，高、低音之间的干扰也就大为减少，从而音质得到改善。

实行扬声器端分频的缺点是要多增添一些笨重昂贵的电感、电容元件，要损耗放大器一定的输出功率，并且降低阻尼因数。因为在低音和中音频道中，都有和扬声器串联的电感线圈，线圈中不免有直流电阻，在扬声器的低阻抗电路中，它必然要分去放大器一部分输出功率，减少扬声器所能得到的功率。此外，因为扬声器是一个电抗元件，当信号突然消失时，会产生反电动势，好象又加了一个新的信号一样，使扬声器继续动作而产生出原来没有的声音，造成失真。为了避免这种失真，除了在扬声器内部已经加了阻尼零件来防止这种效应外，在使用时，还必须要求信号源内阻很小，即放大器的输出阻抗要很小。这样，当加到扬声器上的信号瞬间消失后，反电动势就立刻被外电路短路而消失，纸盆就不再乱动了。这种由于源内阻大小而使扬声器在信号消失（下转第18页）



OCL 高音质扩音机

安装与调整



李应楷

在第四期与第五期的《OCL 电路的简易设计》一文中，曾详细讲了这种电路的业余设计方法，并给出了一个电路，本文就在那篇文章的基础上，进一步讲讲 OCL 扩音机的一般安装与调整经验。

晶体管的选用

在“设计方法”部分，曾经介绍了 OCL 电路各晶体管的选用原则，一般情况下，只要手头上的晶体管能满足这些要求，就可使用。为了使放大器能稳定工作，选管时应把余量取大些。当 P_{omax} 为 50 瓦时，图 1 中的 BG_4 采用大功率管 3DD100A 而不用中功率管 3DG27B 就是一例。

OCL 电路的开环增益较高， $K_u \approx 1/F$ ，因而对晶体管的电流放大系数无严格要求， h_{fe} 值从几十到几百都能使用。当然，如果功放管的放大系数过低，势必增加激励功率，就会导致激励级要用大功率管，反而不经济。另外，如果差动

放大管的 h_{fe} 太低，也会使放大器的稳定性变差。

由于 OCL 电路本身已具有很深的直流和交流负反馈，所以它和简单的电路比较，对晶体管的配对要求反而降低了。例如， BG_4 和 BG_5 、 BG_6 和 BG_7 的配对，实际上要求并不严格，这对于工厂组织大批生产和业余制作均很有利。我们曾把 h_{fe} 值相差一、二倍的晶体管配对试验过，试验结果是除了使电路的谐波失真略有增加外（仍不超过 1%），其余指标并无多大变化。但是晶体管的 BV_{ceo} 、 I_{cm} 、 P_{cm} 等极限参数必须满足要求，否则它力不能及，自然也就不能正常工作了。

安 装

OCL 电路的安装原则与普通功率放大器相同。图 2 是一种配用 CZJX—Y—11 型印刷板插座的插件式安装图，它适用于图 1 电路，可供参考。图 2 中把 W_1 和 W_2 安装在一个 L 型铝板上，然后再固定到

印刷板顶部。如果以固定电阻代替 W_1 和 W_2 ，该铝板也可省去。大功率管 BG_6 、 BG_7 和热敏电阻 R_{15} 应装在散热器上。另外，为了减少接线，把 R_{13} 、 R_{14} 、 R_{16} 、 R_{17} 也放到散热器上，或安装在 BG_6 、 BG_7 附近。

调 整

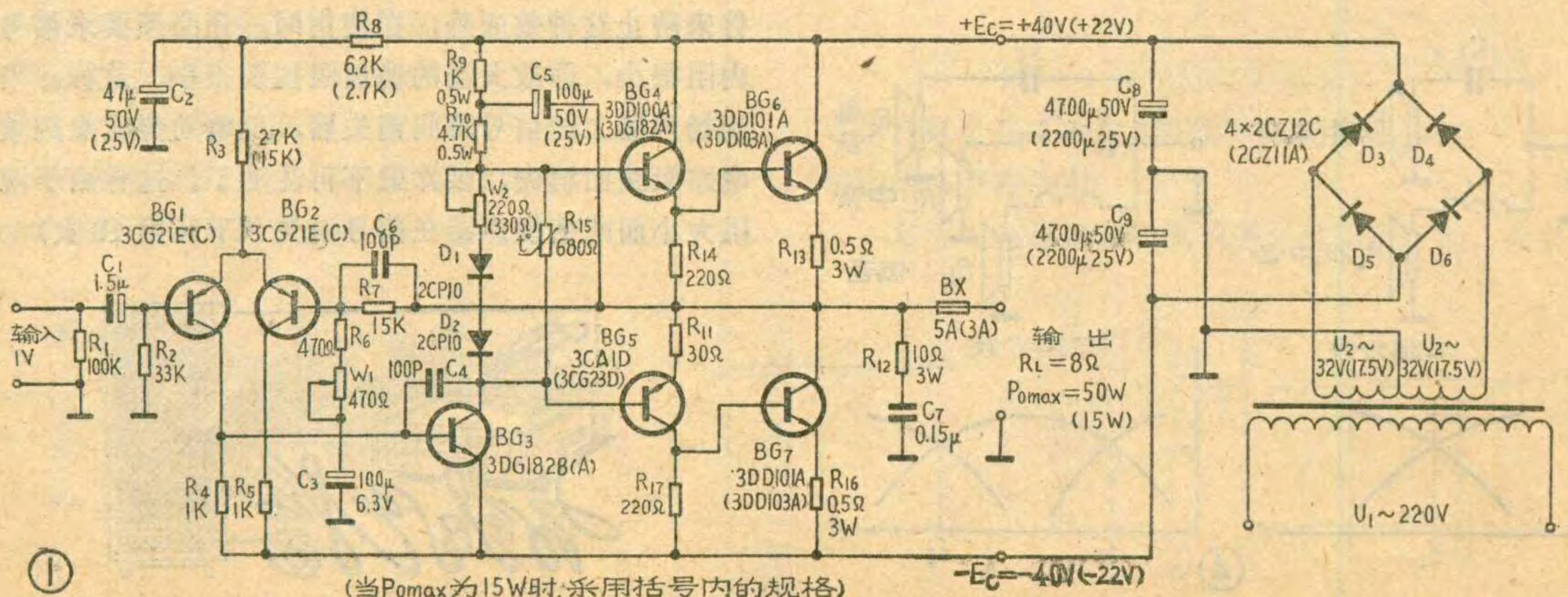
只要电路设计合理，元件质量合乎要求，OCL 电路的调整是比较简单的。以图 1 电路为例，调整前先在放大器输出端接上规定的负载电阻，然后通电，调整 W_2 ，使 BG_6 、 BG_7 的静态电流为 5~30 毫安（ P_{omax} 大的放大器，静态电流也应较大），再调整 W_1 或 R_6 ，使增益合适。在正常情况下，放大器经此调整后便可使用了。

如果利用低频信号发生器、失真度测量仪和示波器，还能把 OCL 电路的指标调整得更好。测试仪器的连线图见图 3，调试步骤如下：

1. 从信号发生器按额定电压往放大器输入 1 千赫的正弦波信号，观察放大器的输出电压和波形，调 W_1 使放大器输出额定功率 P_0 ，并且示波器上此时显示的波形不应有失真。

2. 增大输入信号电压，在波形不失真的前提下，放大器应保证有大于 P_{omax} 的功率输出。再继续增大输入电压，输出波形将对称地削顶。如果发现 P_{omax} 不够，多为 E_c 不足、 BG_6 和 BG_7 的 V_{ces} 太大所致。

3. 降低输入信号电压，令放

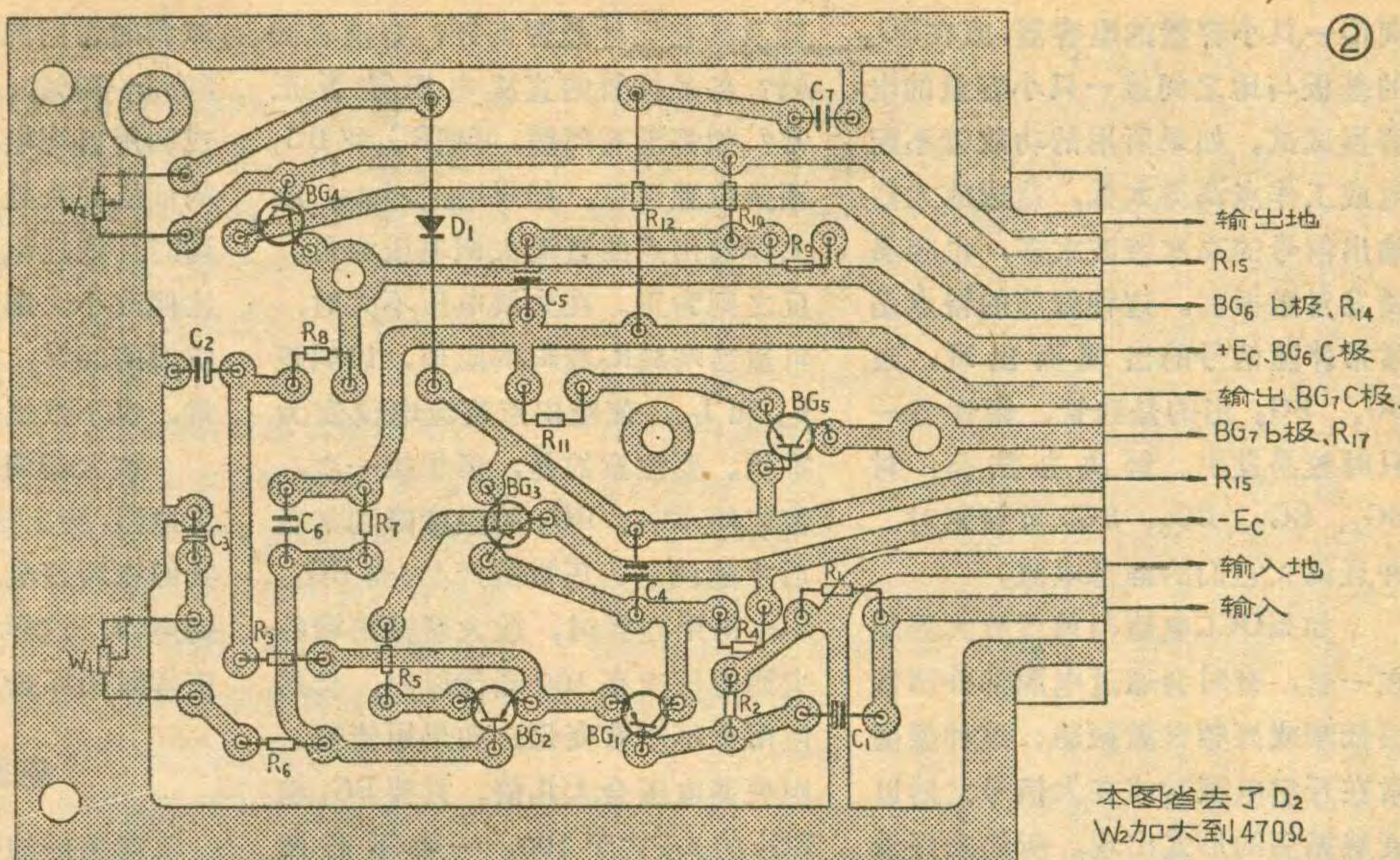


大器输出 $0.01P_0 \sim 0.1P_0$ 的小功率, 调节 W_2 , 从最小开始逐渐加大功放管的静态电流, 直到示波器所显示的波形刚好消除交越失真为止。如果功放部分全用硅管, 此时 BG_4 与 BG_5 基极间的电压为 $1.7 \sim 1.8$ 伏。

4. 测量放大器在输出 P_{omax} 、 P_0 和 $0.02P_0$ 时的谐波失真, 均应在 1% 以下。测试频率可选 50 赫、1000 赫、10 千赫。

5. 从信号发生器往放大器输入不同频率的正弦波信号, 测量放大器在额定输出功率时的频率响应是否符合设计要求。如低频下跌过多, 可增大 C_1 、 C_3 、 C_5 容量。如高频衰减较大, 则要减小 C_4 、 C_6 容量, 如果仍然无效, 就应换用 f_T 较高的大功率晶体管。

6. 有条件时, 还可把信号发生器的正弦波信号转换成方波信号, 其幅度以不使放大器过荷为度。在示波器上观察电路对 100 赫、1 千赫和 5 千赫方波的频率响应。正常时, 波形不应有明显的失真。好的 OCL 电路, 甚至对 20 赫以下、20 千赫以上的方波, 也有良好的响应。放大器的方波响应与放大器频响及稳定性有关。应注意宁可让高频方波的前沿不陡直也不要让其过冲太多或产生振荡, 否则会听到高音信号带有尾音。



本图省去了 D_2
 W_2 加大到 470Ω

经过上述的测试调整后, 如放大器的性能仍达不到要求, 可进行开环测试, 这样做使存在的问题更易于暴露。开环测试的方法是: 暂用导线把 $R_6 + W_1$ 短接, 取消放大器的交流负反馈, 然后从信号发生器往放大器输入一个比额定电压低得多 (仅 10 毫伏左右) 的正弦波信号, 再观察、比较输出波形, 以作出判断。下面讲讲常出现的一些毛病及调整方法:

1. 输出波形不对称: 可把 BG_6 、 BG_7 调换位置试试。如果调换后上下两半波形不对称情况与原来相反 (例如原来上半波形比下半波形高, 调换后下半波形比上半波形高), 则是大功率管不对称, 应予更换; 如果调换后不对称情况没有什么变化, 基本和原来一样, 则是激励信号不对称, 可调整 R_{11} 的阻值, 使之对称。

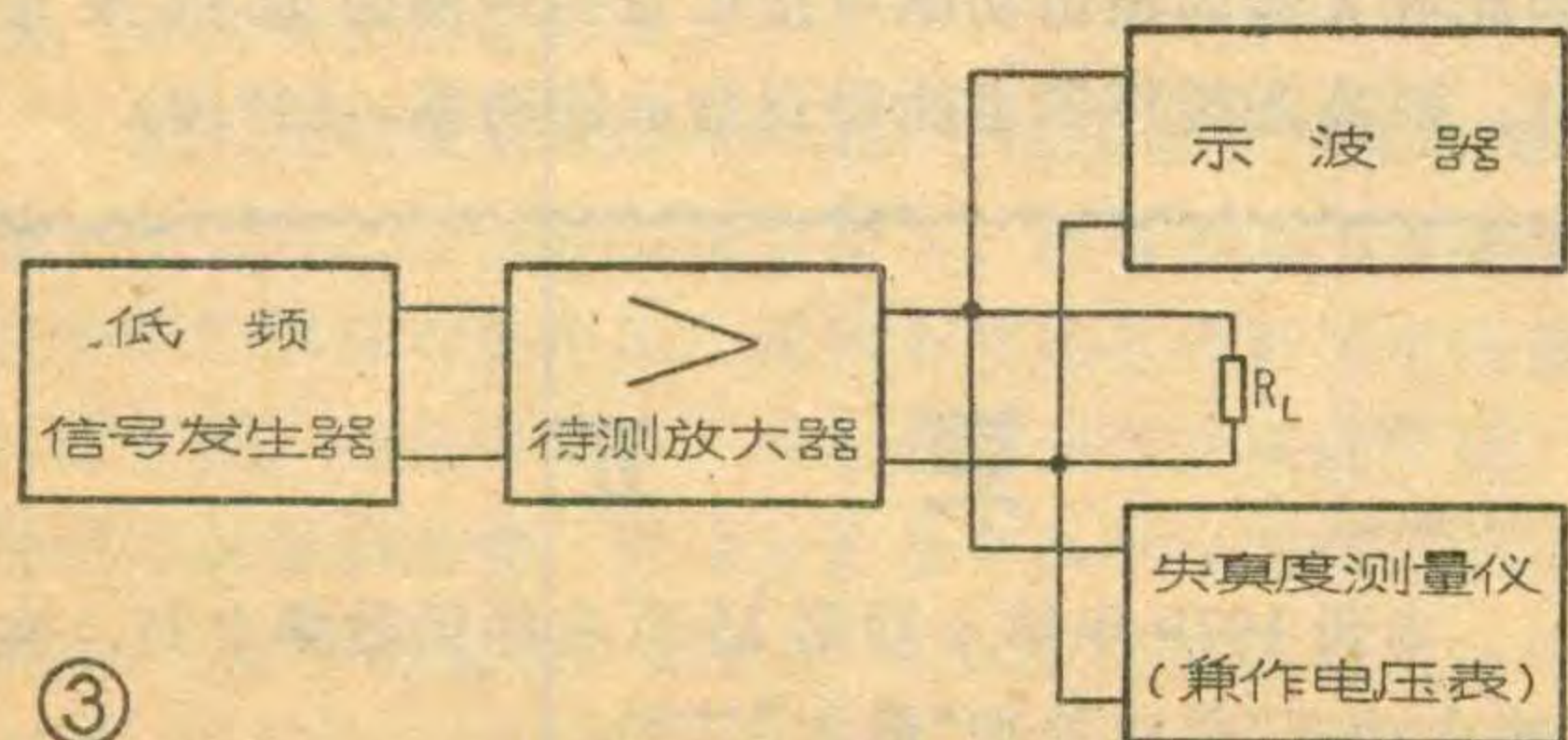
2. 小信号输出时波形良好, 大信号输出时有半边波顶变平: 这是 BG_3 的 I_{c3} 不合适。加大 R_4 、减少 R_{10} , 能使 I_{c3} 变大; 反之, I_{c3} 就变小。应该注意的是: 在改变 R_4 、 R_{10} 时, 不要使电路输出中点的直流电位偏离零伏。

4. 大信号输出时波形良好, 小信号输出时有严重的交越失真: 通常调大 W_2 就可消除。但是, BG_6 、 BG_7 的静态电流如需调到 50 毫安以上才能克服交越失真的话, 就说明 BG_6 、 BG_7 的小电流放大特性不好, 需要更换。

放大器在开环时的频响是会差一些的, 其调整方法与闭环时相同。采用开环调试, 能更容易地找到造成频响欠佳的元件。开环特性调好以后, 应把所加的短接导线拆除, 再按正常方法调试。

作为功率放大器的 OCL 电路, 其信噪比一般不成问题, 但装好以后如果发现噪音大, 则多是由下列原因所引起: ①电阻断裂, ②电解电容器接反、漏电或接触不良, ③晶体管变质, ④电源滤波电容器容量不足或失效, ⑤有假焊的地方。此外, 如果正、负电源不平衡, 或有半边失电, 输出中点电压将偏离零伏很多, 不纯净的直流电流流过扬声器, 会发出很响的交流声。此时应及早关掉电源, 把故障排除后再作调试。

有时, 电路会发生高频自激振荡, 当 BG_6 、 BG_7 用的是 3DA5 之类的高频大功率管时更易发生。这时可调整 C_4 、 C_6 、 C_7 的数值, 必要时可在 BG_6 、 BG_7 的集电极与基极之



③

间接一只小容量的电容器,或在BG₂的基极与地之间接一只小容量的电容器试试。如果所用的功放管不配对或工作点调得太低,造成放大器输出信号的高次谐波太多,也容易诱发自激振荡。这种振荡的特点是常常伴随信号的出现而出现,当BG₄、BG₅用的是硅管、锗管各一只时较易发生。解决办法是:对BG₄、BG₅、BG₆、BG₇重新配对,并且调大它们的静态电流。

如果OCL电路与前置放大器装在一起,有时会通过电源部分诱发出低频或高频自激振荡。这种振荡常在开启电源时或在大信号之后以衰减振荡的形式出现,听起来好象是信号之后附加了个长的“音尾”。其产生原因是电源变压器容量不足,放大器的强大电流变化使整流器输出电压不稳,并使该变化通过电源变压器调制于前置放大器电源之上,引起有害的寄生耦合。解决办法是加大电源变压器的铁心和所用漆包线的线径。有时,加大滤波电容器的容量和把前置放大器电源改为稳压供电也有效。

如果电路输出中点电位偏移零伏较大,应首先检查所用的晶体

管及其它元件是否良好?有没有接错?各晶体管的直流电压是否正常?如都没有问题,可把BG₁和BG₂调换位置试试。如果 $h_{fe1} > h_{fe2}$,放大器输出点的直流失调电压为负,反之则为正。在失调电压不大时,可适当增减R₂或R₄的阻值,以纠正I_{c1}和I_{c3},使输出点直流电位变为零伏。要注意的是,每焊接一次,都应使BG₁、BG₂的温度降到常温后才能调定。正常的产品,当BG₁、BG₂采用硅管时,放大器输出端的失调电压应在100毫伏以内,长期使用也不应有变化。如果用锗管,则失调电压会大几倍。只要BG₁和BG₂的 h_{fe} 大于100,一般不需调整就能达到上述要求。另外,如果选用的BG₁和BG₂的I_{cbo}或I_{ceo}不稳定,加上反向电压后,其值不断上升,则这类管子便无法使放大器稳定工作。因此,选管时必须把晶体管加上实际的工作电压(近似等于E_c)来检测反向电流。

如果初次安装时对装制和调试没有把握,在安装完以后,可先用较低的电压试调。在证明电路连接确实无误,并能正常工作后,再把电源电压升到额定值作正式调试。

试调时所用的低压,为额定电压的50%~70%,它可通过自耦变压器或利用自绕电源变压器在次级预加的低压抽头处得到。如果在低压试调时,能把R₃、R₈也按电压降低的比例改小,则试调电压还可降到额定值的30%,这样,即使电路不正常,也不致烧毁晶体管。

放大器调整好后,就可拆去负载电阻,接上扬声器试听和使用了。我们在调整电路时尽量以电阻代替扬声器,这样可防止电路接错或不正常时损坏扬声器。

电路的性能

调整好的OCL放大器,一般可达到以下指标:频响:15赫~50千赫±2分贝;谐波失真:在声频范围内小于1%;信噪比:80分贝以上。

如果选用的大功率晶体管 f_T 较高, h_{fe} -I_c特性也较好,电路设计时便可将通频带展阔。这样的OCL电路经仪器调整后,还能达到如下更高的指标:频响:10赫~100千赫±1分贝;谐波失真:0.1%左右。当输入20赫~20千赫的方波信号时,放大器均有良好的响应。

(上接第15页)

瞬间阻止其乱动的能力,可用阻尼因数DF来表示, $DF = Z_{扬}/Z_{内}$,Z_扬为扬声器阻抗,Z_内为放大器输出阻抗。DF越大,表示Z_内相对于Z_扬越小,阻尼作用越好。如果对音质要求较高,就需要有足够大的阻尼因数。低音扬声器纸盆动作幅度大,较之中、高音扬声器也就需要更大的阻尼因数。通常放大器均采用深度的电压负反馈来获得很小的输出阻抗,使阻尼因数达到十或几十。当加了分频网络以后,串联电感线圈的直流电阻就相当于加大了源内阻Z_内,这就必然要降低阻尼因数。对于滤波元件很多的分频网络,在分频点附近,因谐振阻抗很高,更容易失去外电路的阻尼作用,这是采用扬声器端分频网络带来的一个缺点。但是,因为扬声器内部的阻尼元件总是在起着较大的作用,而且实践证明扬声器端的分频网络对音质的确有改善,所以这种方法一直得到广泛应用。

加了分频器以后,放大器的负载阻抗在各频段时仍基本等于各频段所工作的扬声器的阻抗。以两路分

频为例,当在低音范围时,低音频道的滤波器处于通带,滤波元件本身的损耗很小,从滤波器输入端看进去的阻抗仍极接近于所终接的扬声器的阻抗。此时高音频道的滤波器处于阻带,输入阻抗很高,对低音频道的并联作用很小,可以忽略,故放大器好象只接一只低音扬声器;在低音时,高音频道的滤波器处于通带,低音频道的滤波器处于阻带,根据同样道理,放大器就象只接了一个高音扬声器。设低音和高音扬声器的阻抗都是8欧,则放大器从低端到高端在整个频段内仍然都是8欧负载。低音扬声器承受主要的功率,因此放大器的输出功率可按低音扬声器的阻抗来设计,而高音扬声器也能得到合适的功率。(待续)

更正

本刊1979年第4期第15页右栏倒数第2行,在“输出功率”前应补加“最大”二字。

浅谈变频、中放自激的检修

吴铁全

半导体收音机的变频级或中放级发生自激故障时，可能出现一种影响收听的啸叫声，甚至完全是啸叫声，收不到信号，也可能无啸叫声，但不能正常收听。产生自激的原因很多，这里仅就一些常见的故障谈谈检修体会。

检修自激故障要从现象入手。例如拿到一台有自激故障的收音机，首先要判断故障出在哪一级电路。如果喇叭里有啸叫声，在低放部分工作正常的情况下，一般说这种故障出现在本机振荡或一中放级较多，因为这两级如有不大的自激，自激振荡的干扰就会随电台信号被后面各级放大，在喇叭里听到明显的有用信号和干扰的差拍啸叫声。究竟故障在哪一级呢？我们可以打开收音机电源开关，从波段低端到高端拨动调谐旋钮，同时仔细观察收台情况。如果发现在低端自激较轻，而越往高端拨自激越严重，当拨到1300千赫以上就收不到电台信号，只有自激叫声，那么这种故障现象说明，自激是随调谐变化而变化的，是与变频级有关。

这多半是因为本机振荡过强所引起的。故障原因可能有：①变频管 I_c 太大；②如是硅管机，则是稳压二极管断路，使变频管偏压变高；③变频管 β 值太大；④本振线圈换过，与原机型号不一致，或虽是同型号但参数有出入不合用。另外还要注意是否有后换元件不符合原机要求的。

检查故障的办法是：检查基极稳压电路（指硅管机）的电压是否是1.4伏左右。其次检查变频管是否换过，如换过的，要焊下来测量一下是否完好，一般在4.5伏~6伏电源供电时， β 值选用50~70较为合宜。再测量一下变频管的静态电流，一般应在0.4~0.7毫安，太大就会引起自激。

经上述检查后未发现问题，可继续检查本振线圈，接脚是否对，型号是否符合要求。然后用万用表测量变频管发射极对地电压，正常值应比基极对地电压偏低或接近，如高出较多，并随着调谐而升高或降低，说明本机振荡过强。排除方法是在本振回路线圈初级并联1~3千欧电阻，或在50~100欧范围内选取一个合适的电阻与振荡耦合电容串联，使自激消除。

下面谈中放级自激故障。中放有两级，故障出在哪一级，如何判断呢？我们还是用试收电台信号方法判断。从低端到高端寻找电台，当收到强电台时自激啸叫消失，收音正常；到弱电台时自激就出现，可判定是一中放自激。这是因为一中放加了自动增益控制，当强信号来到时，从第二检波输出的自动增益控制电压高，送回一个较高的反向直流电压，使一中放增益下降，自激消失。而当弱信号来到时，送回的自动增益控制电压低，一中放增益基本不变，自激出现。

如果从波段低端向高端调谐找电台时整个波段内都有自激出现，不受频率高低影响，也不受电台信号强弱影响，从电路分析，这是二中放有自激，因为它不受信号调谐影响。

以上两种中放自激故障产生的原因有：①中放管偏压过高，下偏流电阻断路或变值；②中放管 β 值太大；③中和电容断路；④发射极对地短路；⑤硅管机基极稳压二极管断路；⑥中频变压器更换过，型号不合要求。

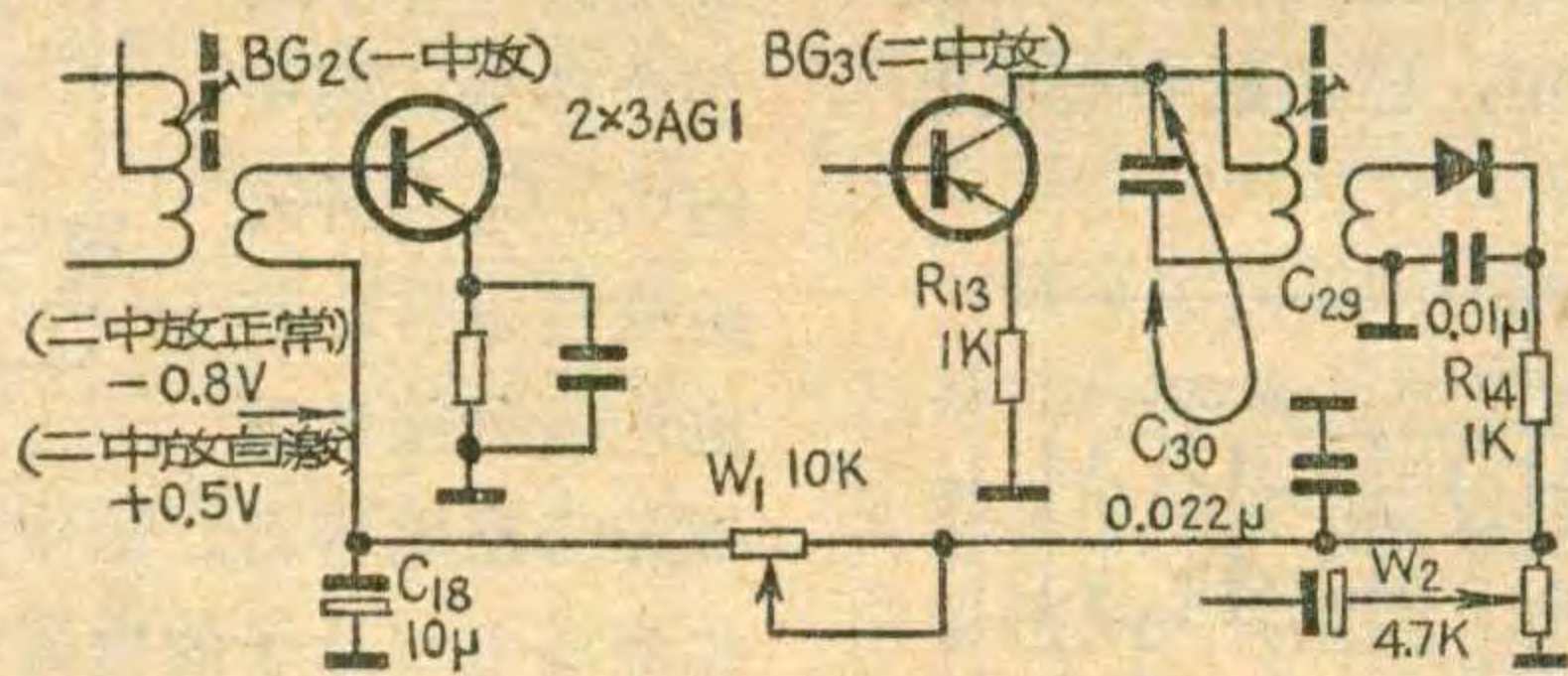
检修方法：仔细检查是否有后换的元件，如中周、晶体管等，其规格是否不符合要求，焊下来测量检查。经检查后在中频调好的情况下仍有自激，可在中周初级线圈1—3脚并联一只3~10千欧电阻试验。也可适当增加中和电容量；或将中频适当调偏一点。中周上并联电阻会使收音机选择性变差，尽量不用此法。

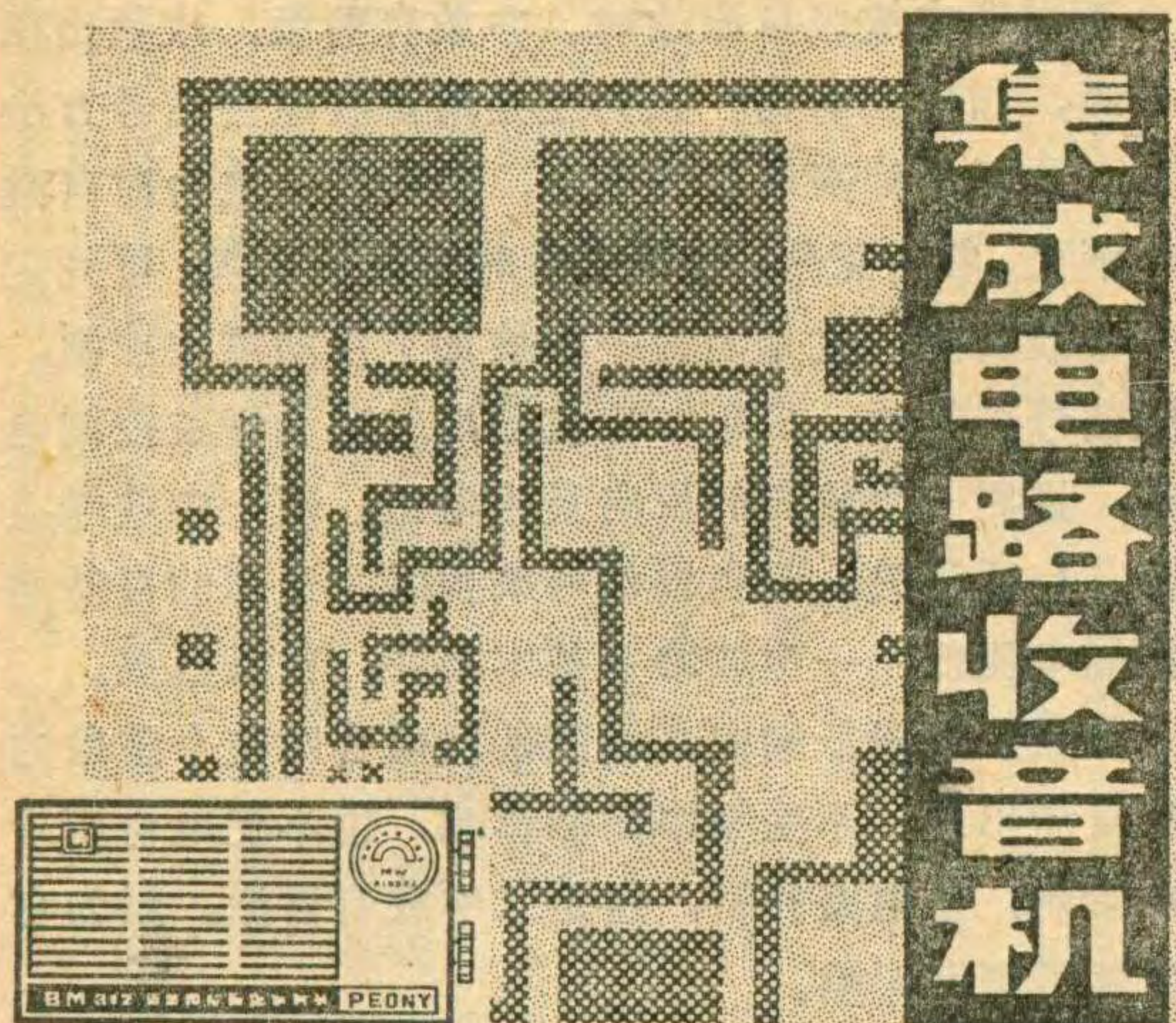
下面再谈谈喇叭里听不到啸叫声的中频自激故障。其故障表现是开机后能正常收听，听几十秒钟或

二、三分钟后突然无声，关掉电源再开又能恢复，然后又重复上述现象。另一种表现是开机唱一、二句或拨一下调谐钮就突然无声。这种故障要测量中放各极电压来检查判断。一中放基极电压

一般正常值是-0.8伏（见图），出现故障后会增高到+0.5伏（指锗管）或更高。显然就使一中放管进入截止状态不能工作。此时用测试信号注入二中放基极或用干扰法，喇叭里能听到声音，再注入一中放基极时则无声。从现象上看好象故障出在一中放，但这是假象，故障的根子还在二中放。这可从电路分析来说明。测量一中放正常值是-0.8伏，这一级有故障后，它的基极电压不可能出现+0.5伏，如是上偏流电阻断路，顶多出现零偏压。一中放基极电压这样高是由于二中放自激造成的。二中放自激后，其输出的自动增益控制电压也很高。这时一中放将不受电台信号强弱的影响，而是取决于二中放自激的强弱，在二中放严重自激时，一中放将被控截止，甚至在基极出现正电压。

（下转第21页）





俊 涛

早期简单矿石收音机发展成为电子管收音机时曾被称为电子技术中“天之骄子”的电子管，后来又被小小的晶体管所取代。今天，晶体管收音机几乎占领了过去电子管收音机的全部领域。随着集成电路的发展，晶体管也势必要被集成电路收音机所淘汰。

如果说从矿石机到电子管收音机和从电子管收音机发展为晶体管收音机，是收音机技术的二次飞跃，则集成电路收音机对晶体管收音机可称为一次技术革命。因为集成电路除了能充当过去收音机中的线性电路以外，还把数字电路带进了收音机。例如分离元件收音机中的频率刻度盘，几十年来都是大同小异的机械传动机构，而今天新型收音机中，已由数字集成电

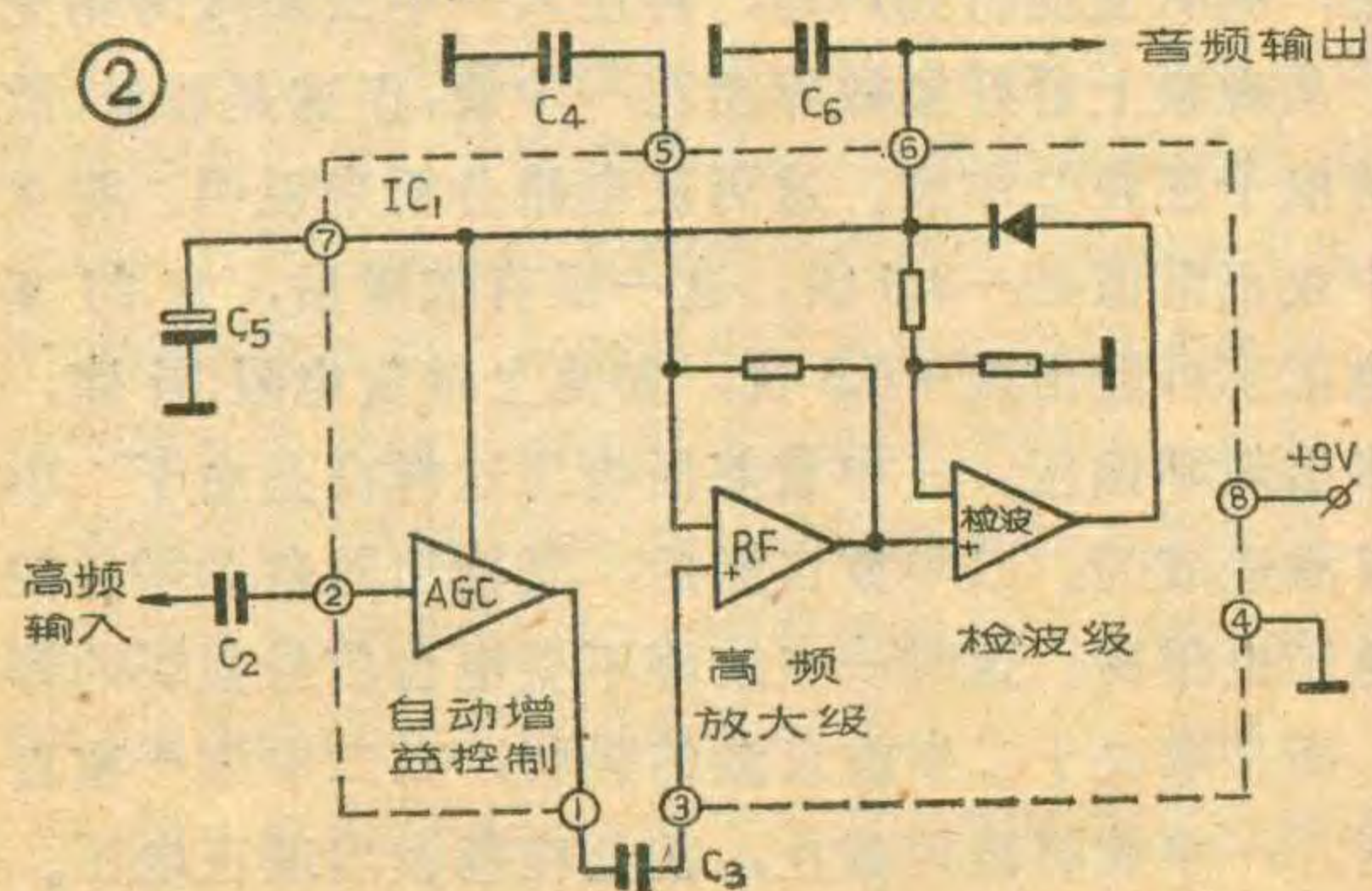
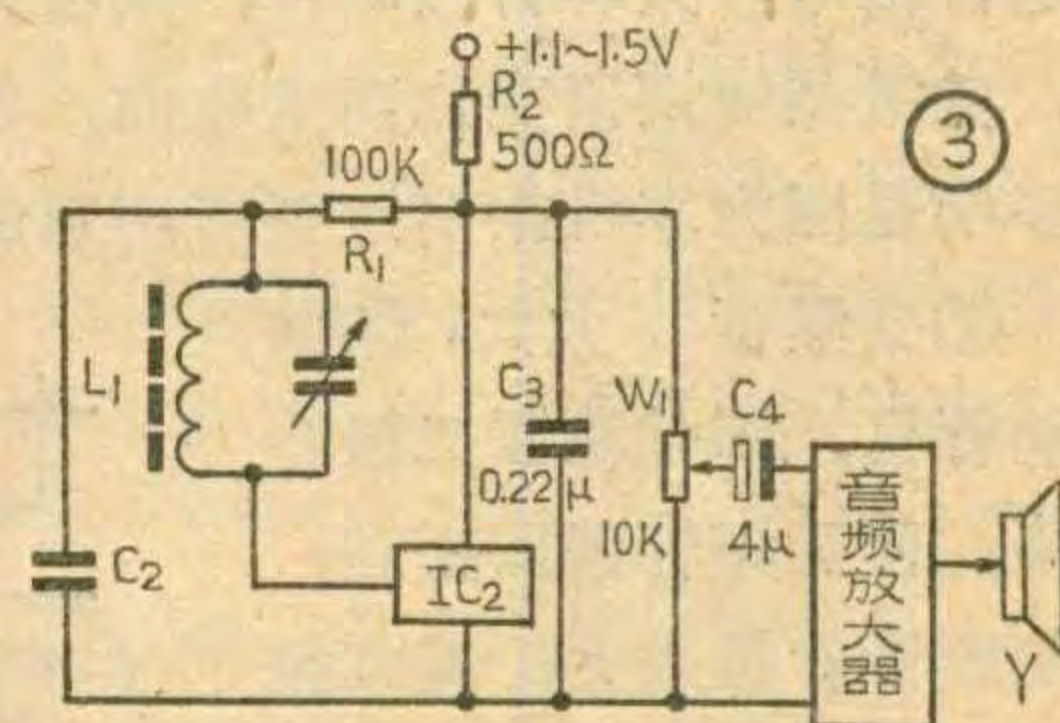
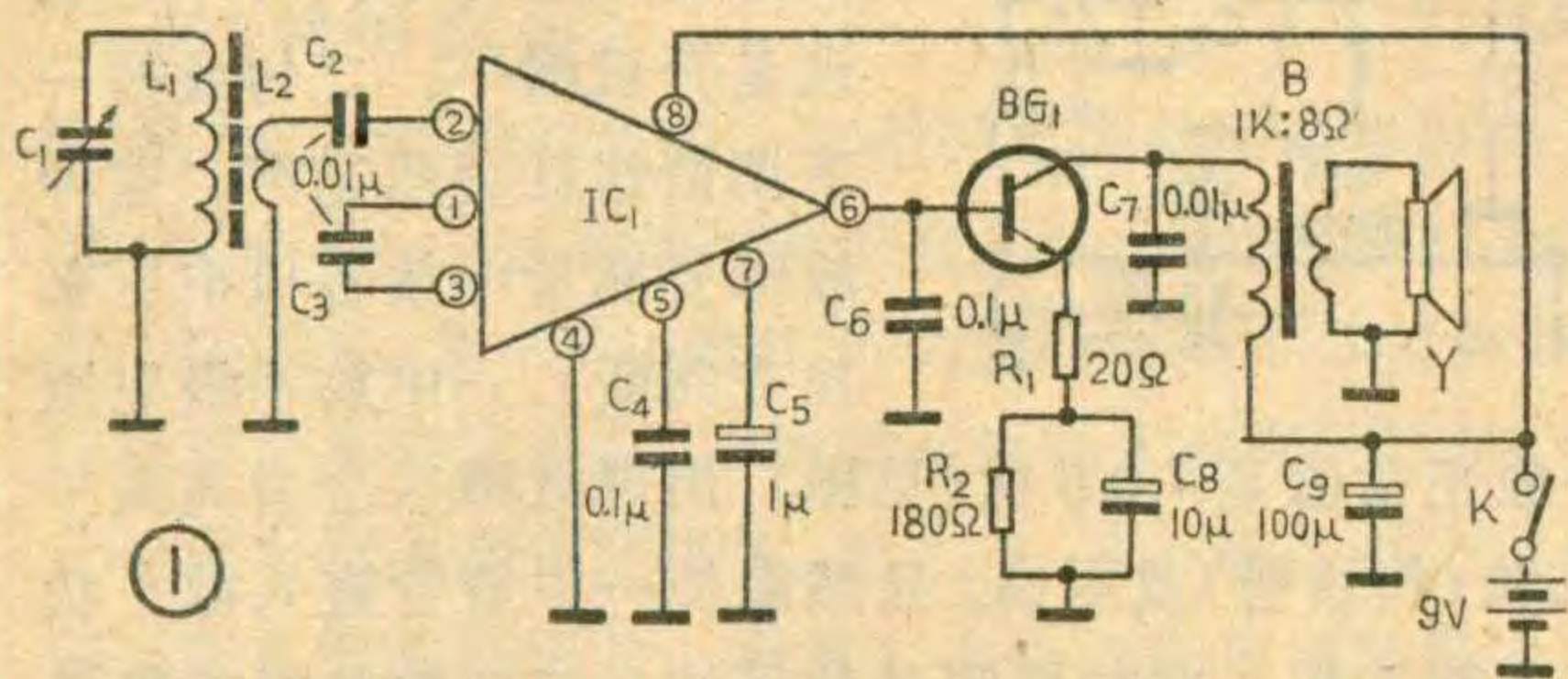
路组成的数字频率显示器所取代，从而全部取消了过去收音机度盘的机械传动部分，使频率的指示以百倍的精度高于传统的机械式频率度盘。集成电路进入收音机领域后，将会出现多种类型的收音机，如：集成电路数字时钟收音机、集成电路数字频率显示收音机、集成电路立体声收音机、集成电路扫描式收音机、集成电路收音——对讲二用机，以及集成电路收音——录音两用机也必将大量出现，将为收音机的发展带来革命性的变革。本文将对只具有收音一种功能的集成电路收音机作一些介绍，并以国外集成电路为例来说明。

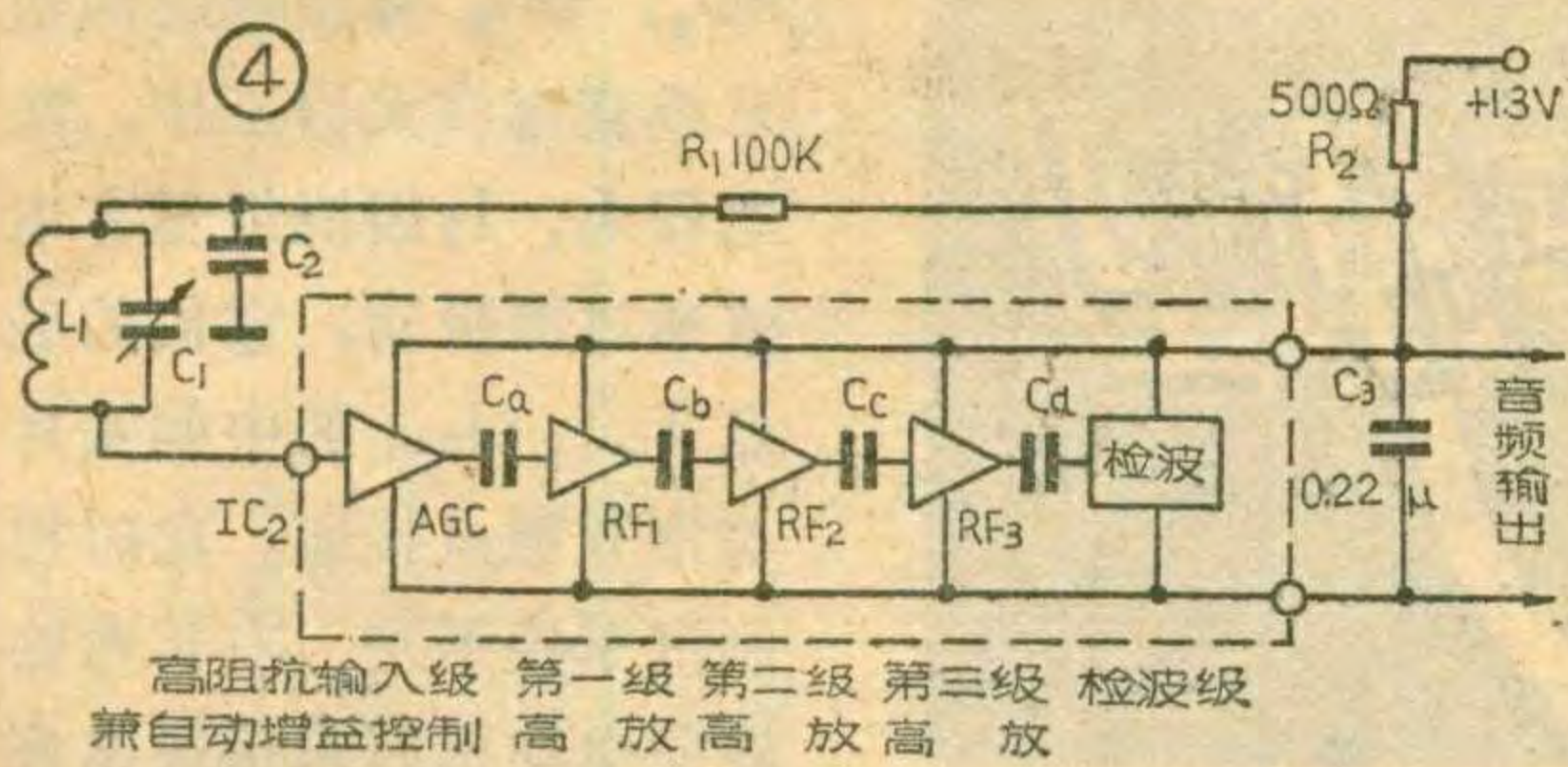
当你打开一台高放式集成电路收音机时，就会发现这台收音机的电路简单得令人难以相信。机中除了必不可少的喇叭、磁性天线和干电池外，只有一片手指盖大小的集成电路和一个晶体三极管，还有几个电阻、电容器。图1就是这种收音机的全部电路。

图1中的 L_1 和 C_1 组成了调谐回路。 L_2 是天线信号输入到集成电路 IC_1 的输入线圈， C_2 是交连电容。集成电路 IC_1 虽小，但其内部却包含有：放大兼自动增益控制电路、高频放大电路、检波电路等几部分。所以集成电路 IC_1 的第⑥端子输出的信号，就是经过高频放大和检波后的音频信号了。由 IC_1 输出的音频信号再经过一只功放晶体三极管 BG_1 ，就能推动扬声器 Y 放声了。

图2虚线中的部分，就是集成电路 IC_1 中的各个部分。图中的 C_2 、 C_3 是外接的交连电容，其他均为外接的退耦和旁路电容器。图中 IC_1 的常用型号是 LM 172，此集成电路片子的电流消耗为 1.9 毫安。图1电路的总消耗电流为 10 毫安。

图3是一个高输入阻抗集成电路收音机的电路图（低放部分省略）。选用高输入阻抗集成电路的优点是可以省去天线的次级线圈，而能使集成电路的输入端直接与天线调谐回路连接。图3中的集成电路 IC_2 的特点是各高放级的交连电容器均由集成片子来完成，而无需外接电容器。所以集成电路片子的引出线极少。使电路更为简化。图4是集成电路 IC_2 的内部构造。它由高阻抗输入级（可以保证 L_1 、 C_1 调谐回路的 Q 值）、三个高频放大级、一个检波级组成。图3中 R_2 是负载电阻，并与 R_1 、 C_2 组成控制 IC_2 高阻输入级的自动增益控制电路。集成电路 IC_2 的型号是 ZN 414，所需电源电压可在 1.1~1.5 伏之间选取，一般工作电压为 1.3 伏，其内部构造如图5，其中的一





个晶体三极管的构造如图6。

以上介绍的两种集成电路，IC₁是低阻输入式的；IC₂是高阻输入式的。这二种集成电路各有特色，前者输出功率较大，后者使用简单，但输出功率较小。

关于超外差式集成电路收音机，其电路根据集成化的程度不同，常见的可分以下三种。

第一种是按电路功能分级集成化，也就是各级均有专用的集成电路片子。例如变频级集成电路片子有μPC 30 C等；中放级集成电路片子有MC 1550、TA 7105 P等；低放级集成电路片子有TAA 611/B等。设计收音机时，只要选用不同功能的集成电路片子进行组合就行了。但是由于这种形式用的片子较多，所以是一种集成度较低的方式。

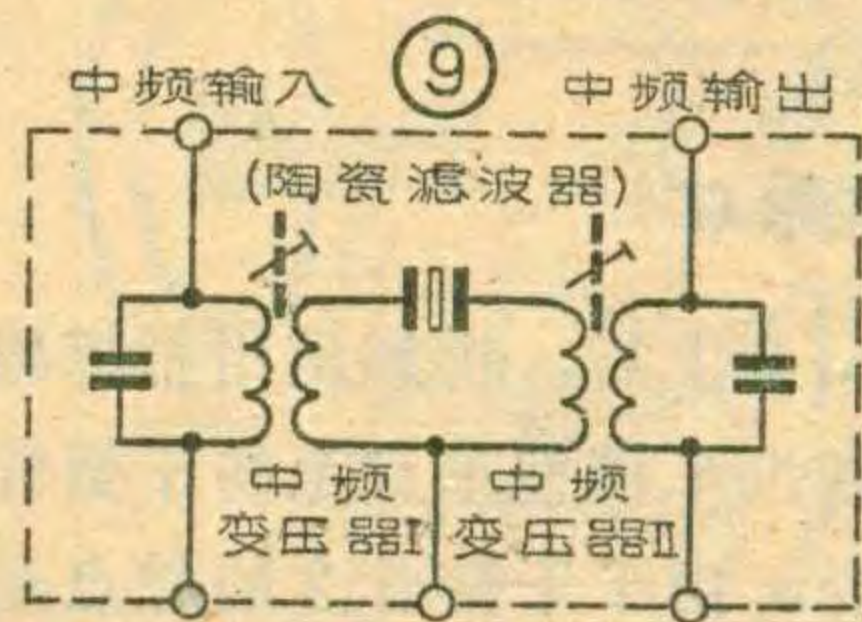
第二种是一种比前者集成度为高的方法。它是将混频与本振(或变频)、中放级(可以是多级)、检波级等合并制造在一片集成电路片子内，但功放前级单独由另一片集成电路来完成。这种从混频到检波的集成电路常用的型号有TBA 651等，而低放前级的集成电路型号有TAA 611/B等。

第三种是高度集成化的电路，即一个集成电路片子内包括了：混频、本振、中放(多级)、检波、低放等全部功能。这种类型常用的集成电路片子型号有TAD 100等。

但是，当前上述三种类型的集成电路收音机中有一个共同特点，就是功放级大多采用分离元件晶体三极管来担任，小至几十毫瓦，大至几十瓦输出功率的都是如此。

集成电路收音机所用的集成电路片子的特点之一是：尽量不用或少用电容器。由于集成电路制造工艺的限制，供收音机用的

集成电路片子的特点之一是：尽量不用或少用电容器。由于集成电路制造工艺的限制，供收音机用的集成电路，大部分是用电阻耦合的差分放大电路和复合管电路。以集成电路片子TBA 651为例，就是一个等效于17个NPN型晶体三极管和21个电阻的组合单元电路。所以在集成电路收音机中，必需应用电容器的地方，常采用外接的办法。例如MC 1550型中放集成电路片子内部没有电容器(见图7)，有关的电容器都接在外部(见图8)。



集成电路收音机的特点之二是不怕多用管子。在分离元件的收音机中，一台收音机所用管子(电子管或晶体管)

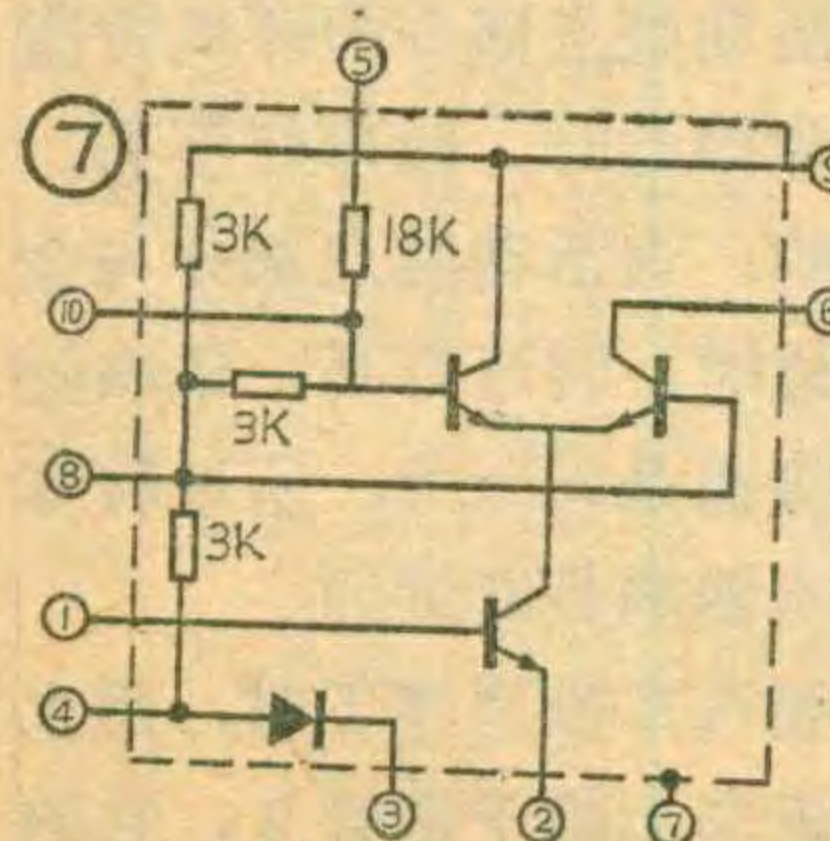
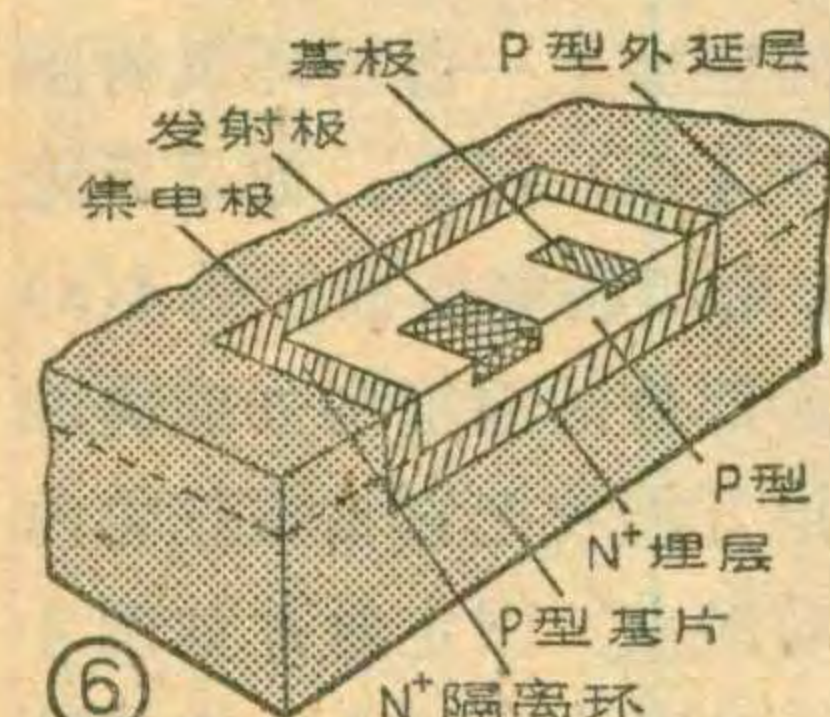
的数量常是衡量整机性能的间接标志。为了节省一只管子，电路设计人员常常费尽脑子想方设法，甚至不怕电路复杂而采用来复式电路等。集成电路收音机就完全不同了，与分离元件正相反，只要简化集成片子以外的电路，在集成电路片子内部多用一些管子是不太计较的。这是因为今天在一个几毫米见方的小硅片上加工出几千只三极管已非难事。

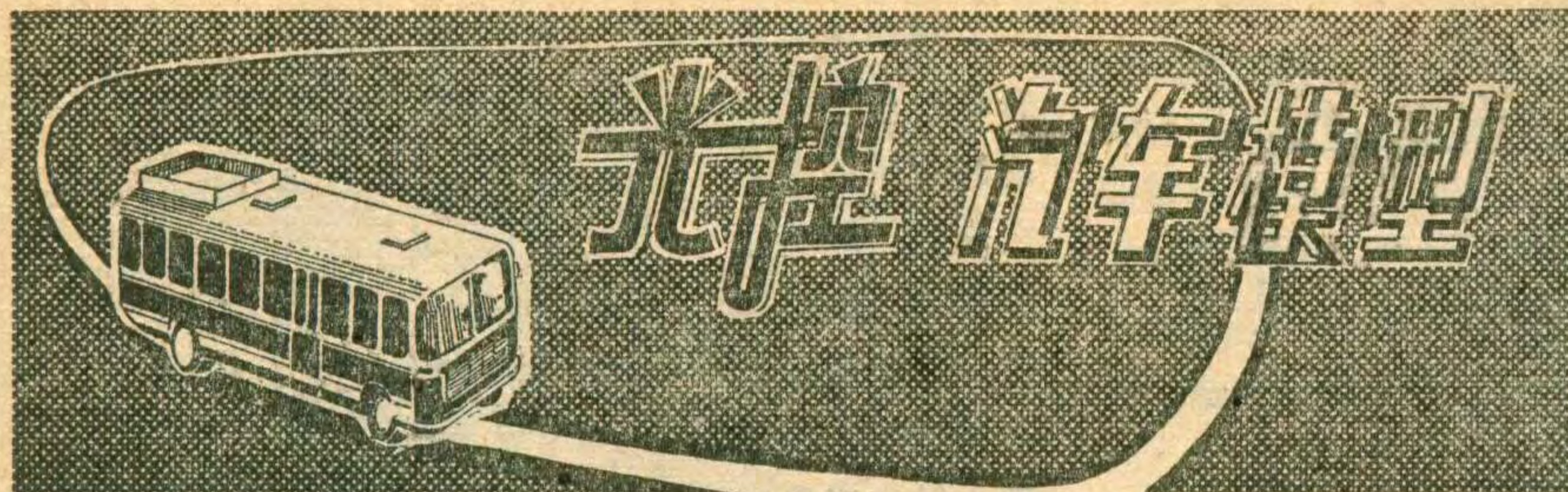
特点之三是对于电感元件的处理与电容器相似，也是以外接形式来连接的。对于中频变压器的处理，在集成度较高的收音机中，是采用集中高Q带通滤波器的方式实现的。图9就是收音机采用TAD 100型集成电路时的中频变压器组件图。

特点之四是功率放大级，多数采用NPN和PNP互补推挽电路。

(上接第19页)

电台信号进不来，而二中放自激是高频，所以喇叭里听不见声音。为了更准确地判断，可用一根线将第三中周初级1—3脚短路(如图)，再测一下中放基极电压是否恢复正常。如恢复到-0.8伏，就证明判断正确。排除故障方法如前所述。为什么开机后还能听一会儿，然后才出现故障，这是因为二中放管热稳定性差，刚开机时I_{ceo}小，还未出现自激，温度增加，I_{ceo}增大，自激出现就听不到广播了。





黄敏明 潘 健

展览会上，观众被展台上的汽车模型的精采表演吸引住了。当讲解员用指挥棒靠近汽车模型时，汽车就沿着黑色路面上的一条8毫米左右宽的白线自动前进，在白线的转弯处自动转弯，并亮转弯灯、鸣喇叭。当讲解员再用指挥棒靠近它时，便停止运行。很多人想了解它的动作原理和结构，下面我们就作一简单介绍。

工作原理

电路见图1。当开关 K_1 合上后，讲解员用指挥棒前端的永久磁铁靠近安装在汽车模型车身上的干簧管1时，该管的常开触点闭合，由于干簧管2的触点是接通的，所以继电器 J_3 绕组的电源电路(6伏电池)接通，绕组里有电流，它的触点 J_{3-1} 、 J_{3-2} 闭合接通。 J_{3-1} 触点闭合后，继电器 J_3 自保。 J_{3-2} 触点闭合后，动力电动机有了电源，电动机转动，它带动汽车模型沿直线向前运动。

在接通动力电机电源的同时，安装在汽车底部前方的小灯泡 ZD_3 、 ZD_4 也因有电源供电而发光。它们发出的光照射在白线上，并经白线反射。这反射光被安置在小灯泡后面的硅光电池接收，因硅光电池接在三极管 BG_1 、 BG_2 的基极，于是 BG_1 、 BG_2 导通。此时，由 BG_1 、 BG_3 、 BG_5 、 BG_7 和 BG_2 、 BG_4 、

BG_6 、 BG_8 等组成的两组三级直流放大器工作。继电器 J_1 、 J_2 因绕组里有电流通过而吸动，它们的触点 J_{1-1} 、 J_{2-1} 的中间簧片与常开触点接通。此时控制汽车模型左、右转弯的转向电动机因未接通电源不工作，动力电动机带动汽车模型仍沿原来直线轨迹运行。

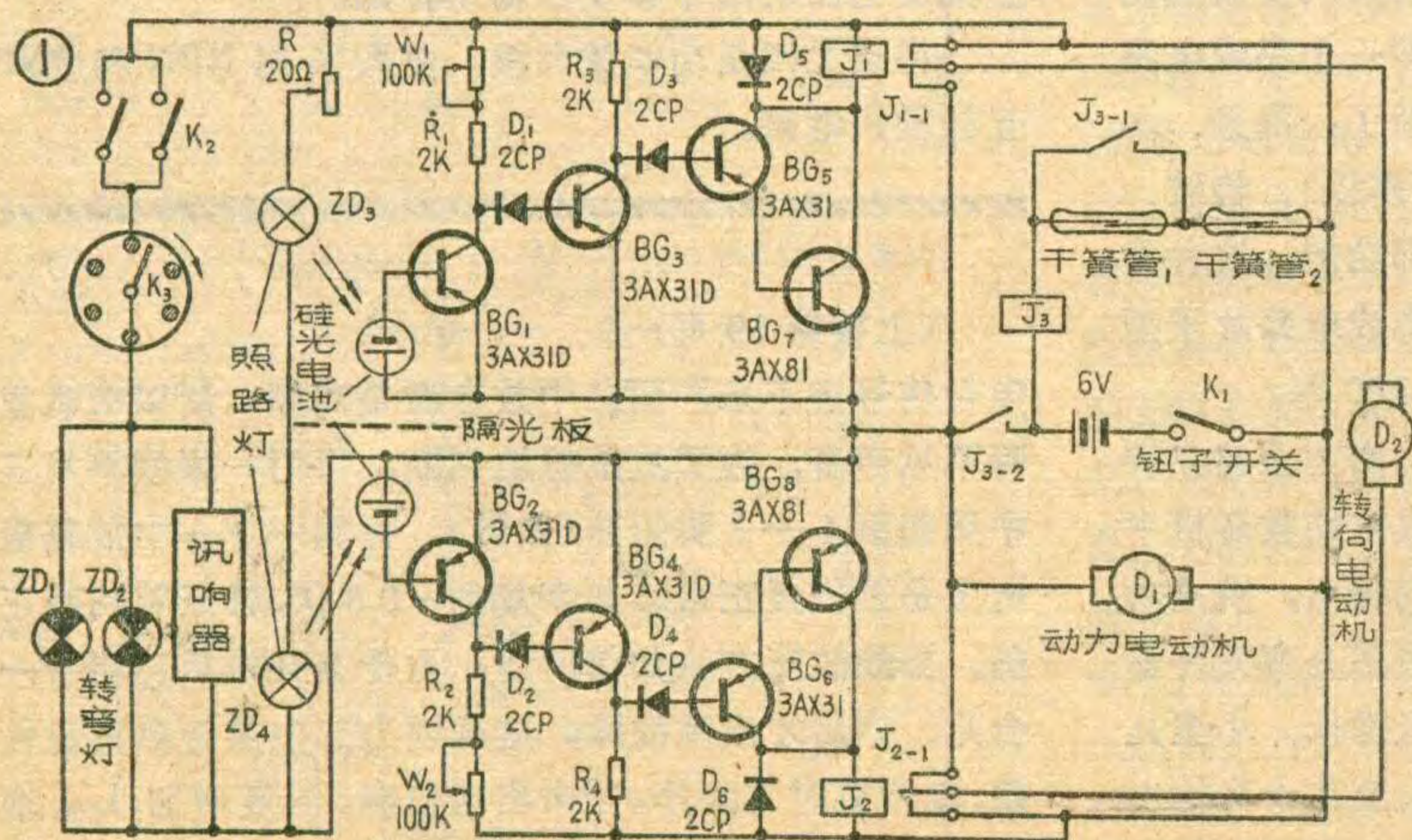
迹运行。

当汽车模型行驶到白线转弯处时如图2所示，若仍照原来路线直线前进，汽车底部左面的照路灯 ZD_4 就照在黑色路面上，无光反射，光电池不受光照， BG_2 的发射结电路无电流，于是 BG_2 、 BG_4 、 BG_6 、 BG_8 等组成的一组放大器不工作，继电器 J_2 释放， J_{2-1} 的中间簧片与常闭点接通，于是接通了转向电动机的电源电路，转向电动机转动，带动汽车前轮向右转动，迫使汽车回到白线上去，继续沿白线运动。同理，若汽车偏向白线右侧， ZD_3 照在黑色路面上， BG_1 、 BG_3 、 BG_5 、 BG_7 等组成的一组放大器不工作，继电器 J_1 释放，这时通过转向电动机的电流方向与上面介绍的相反，电动机反向转动，带动汽车前轮向左转，迫使汽车回到白线上去。由于有了转向电动机，所以汽车模型总是自动地沿着白线运动。

图1中的 K_2 是由两个触点组成的，其固定触点用青铜片制作见图3，共有两个，分别安置在靠近两个前轮的底板上，固定时应注意与底板的绝缘。活动触点用前轮支架代替。当汽车左、右转弯时，活动触点与固定触点接通，即相当于 K_2 接通，于是转弯灯 ZD_1 、 ZD_2 亮，讯响器响。

图1中的灯、响开关断续器如图4所示。在后轮的金属轮箍上，每隔一定的间距涂上一薄层环氧树脂作绝缘如图4(a)所示。如果后轮是胶制的，用印刷电路板按图4(a)形状把阴影部分的铜箔刮去或腐蚀掉，然后用万能胶把它粘在胶轮内侧作为活动触点。固定触片如图4(b)所示，安装在底板上。当后轮转动时，活动触点部分的环氧树脂与固定触片接触时，转弯灯不亮、讯响器不响；当活动触点部分与金属部分接通时，转弯灯亮，讯响器响。因为接通是间断的，所以转弯灯亮与讯响器响是断续的。

当需要汽车模型停下时，用永久磁铁靠近车上的干簧管2，它的



触点断开，继电器 J_3 释放， J_{3-2} 的触点断开电源电路，动力电动机断电，汽车停止运行。

元器件选择

在图 1 中，光电池可以用任何型号的。继电器 J_1 、 J_2 、 J_3 最好选用 JQX—4F 型高灵敏继电器。ZD₃、ZD₄ 我们选用的是直肠镜上用的灯泡，因为这种灯泡光线集中、散光小、体积小，也可以用其它灯泡试之。ZD₃、ZD₄ 上串接了一只 20 欧的可变电阻，用来调整灯泡的亮度。ZD₁、ZD₂ 用普通 6 伏小型指示灯的灯泡。干簧管 1 用 JAG—2 (H) 型，干簧管 2 用 JAG—2 (Z) 型。6 伏电源用 4 节大号电池，最好采用碱性高能电池。三极管选用噪声小、穿透电流小的管子。讯响器用的是成品。

电动机是用市售的 D—1 型玩具直流电动机改绕的。改绕的原因有两个：一个是原玩具电动机的电压为 1.5~3 伏，而本线路中电机电压需要 6 伏；另一个是本线路中对电动机的要求如电流、转速等也不同于原电动机。改绕时，先把电动机的转子的线包拆除，然后用线径为 0.12 毫米的漆包线每极绕上 350 圈即可。改绕后的线圈工作电流约为 90 毫安，转速为 2200 转/分。

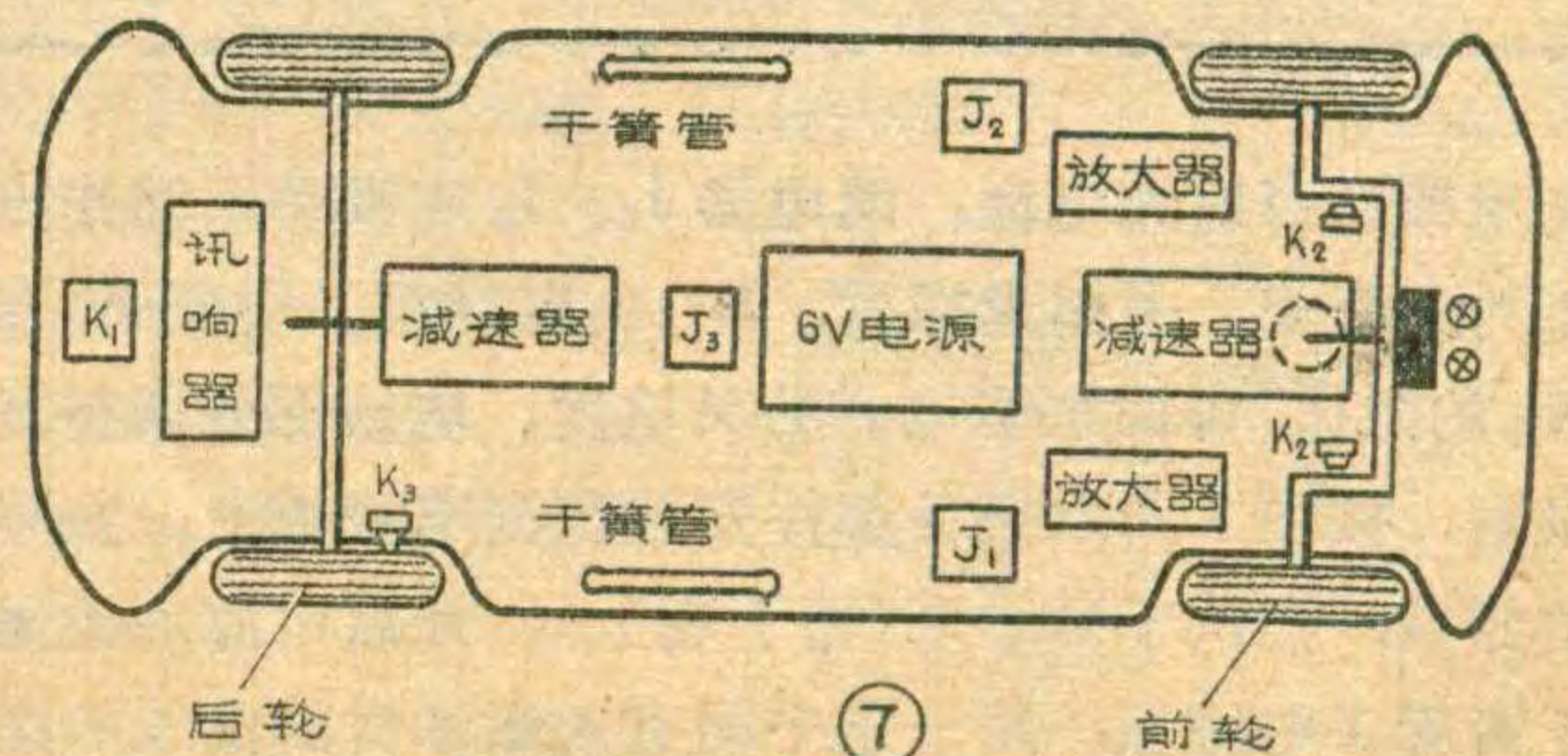
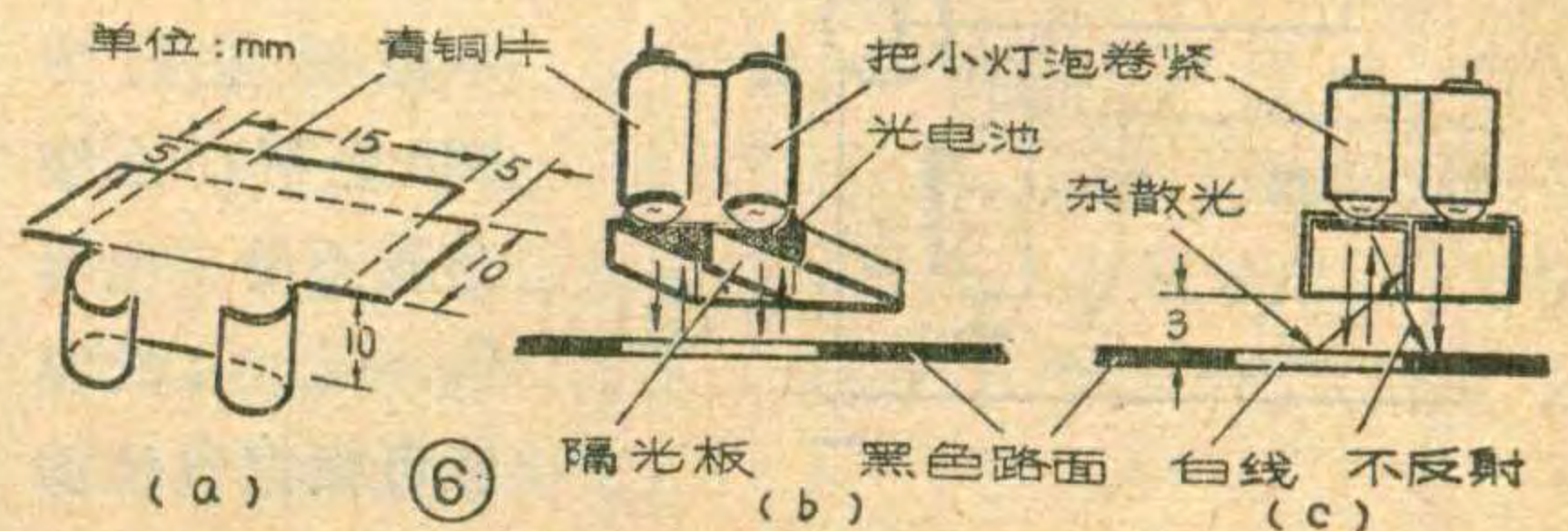
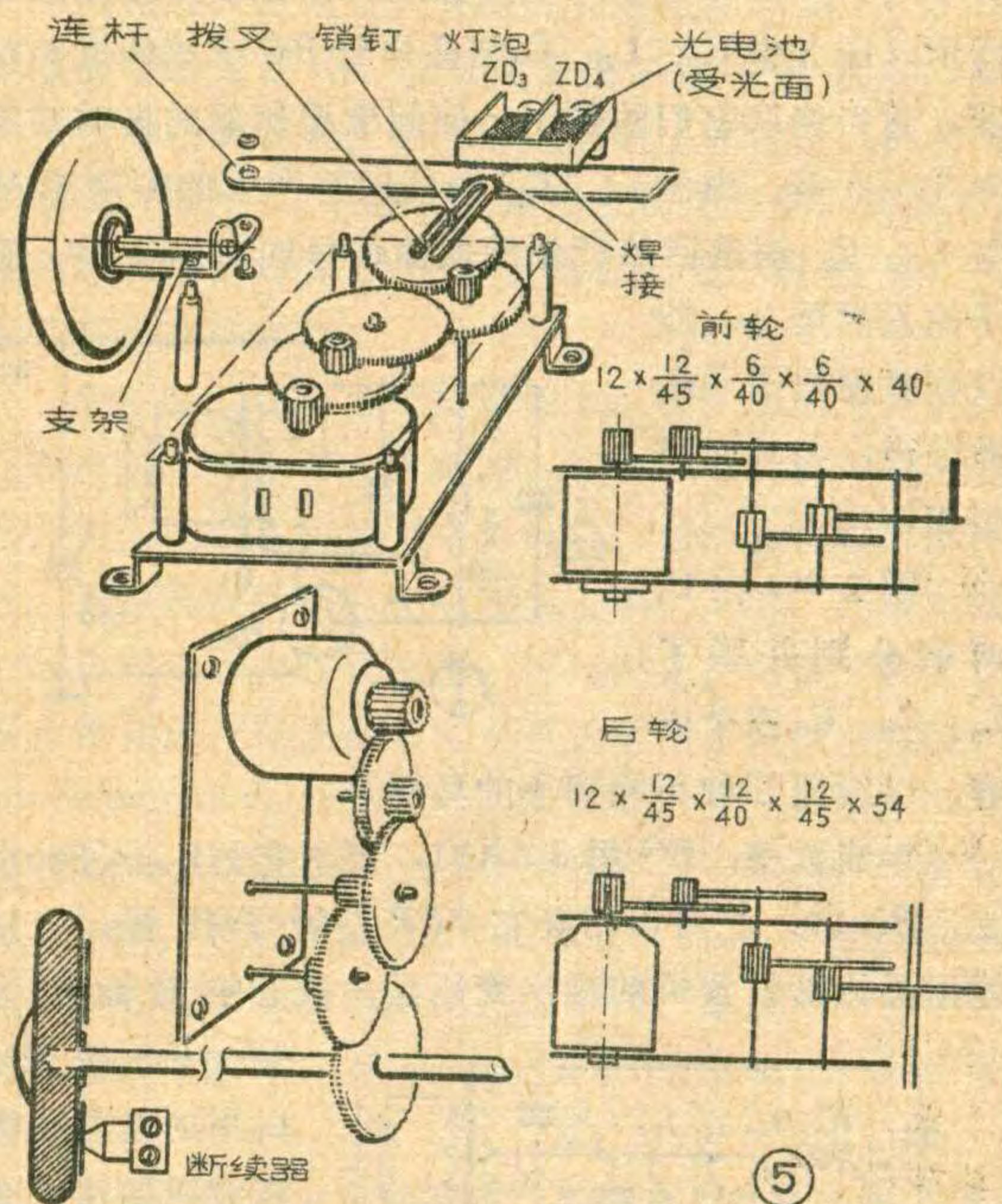
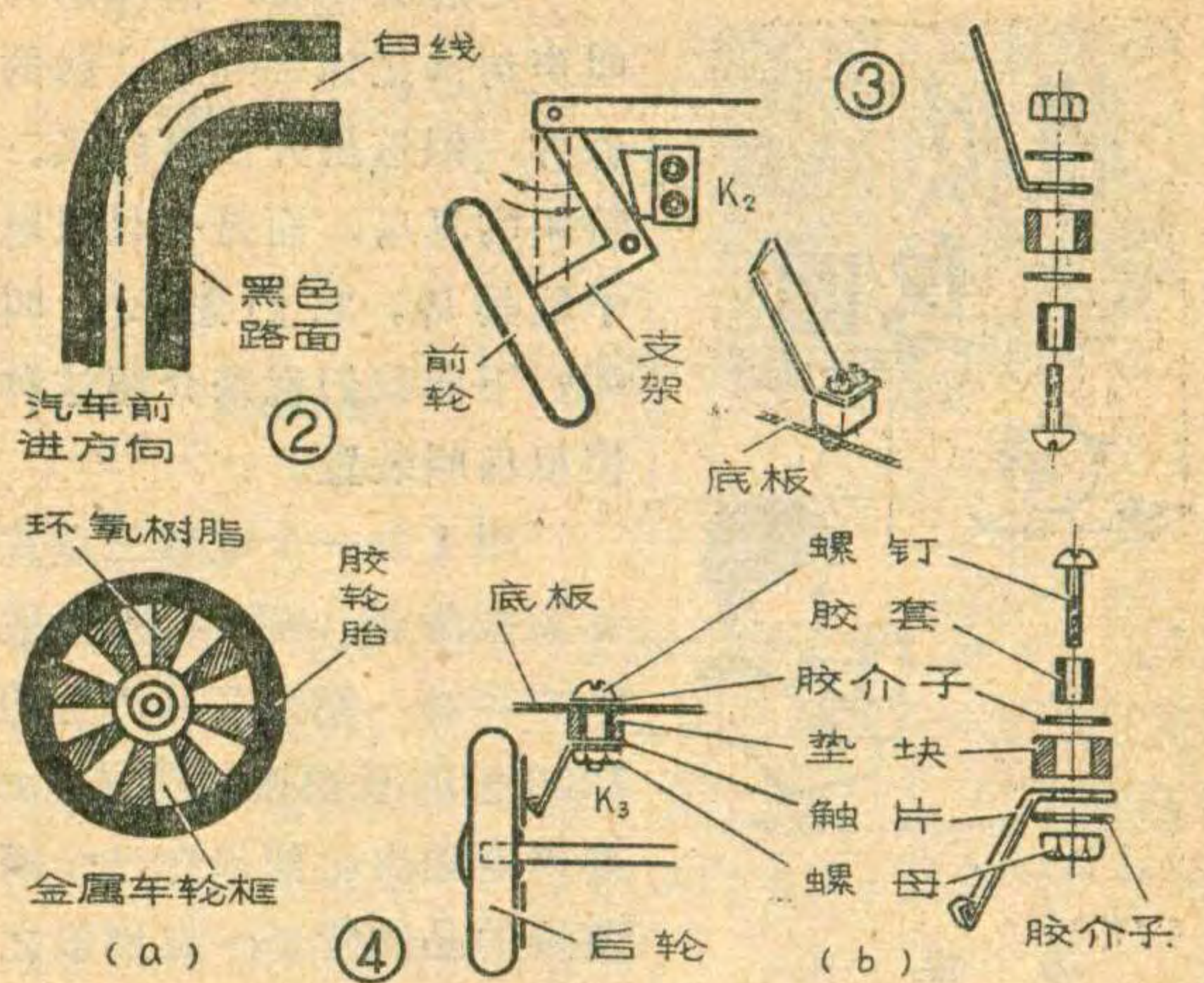
动力电动机与减速器的安装见图 5 (a)，动力电动机经减速器减速后，与汽车模型的后轮轴齿轮连接，右后轮与轮轴为静配合，左后轮与轮轴是滑动配合。转向电动机与减速器的安装见图 5 (b)，经减速器减速后，通过连杆带动前轮作左、右转向。这两个减速器可以用旧闹钟的齿轮或发条玩具上的齿轮组合而成。根据齿与齿轮之间的中心距及轴颈的大小来钻孔。搭配后，只要后轮每分钟能转动 12 转左右就可以。安装在后轮与前轮的两个减速器的速比要协调，相差太大时，整机调整时会产生前进与转弯的不同步，偏离白线。图中给出了前后轮减速器的参考齿数。

安装与调整

光控汽车模型装制成败的关键在于照路灯与硅光电池的安装与调整。照路灯 ZD₃、ZD₄ 及光电池要装在前轮的前方，并通过连杆与前轮连动，见图 5 (a)。硅光电池放在青铜片作的电池盒子里，用万能胶粘牢，光电池受光面朝路面，为了使两只灯的光不互相干扰，电池盒中间加了隔板，隔板也是用青铜片制的，它们的安装及光电池的受光情况见图 6。隔板的作用很重要，安装时隔光板的最下端离路面约 3 毫米左右，以免其它杂散光干扰。

汽车模型我们用的是客车模型（玩具汽车模型也可以），见报头图。

光控汽车模型的调整比较简单。焊接好元器件后，



模拟鸟叫



汤 诞 元

走进展览室，清脆的鸟叫声仿佛把你带到了广阔的森林，但这里并没有能飞、善叫的真鸟，而是一只只电子玩具鸟。它们怎么会叫呢？下面我们就来介绍这种模拟鸟叫装置。

图1是一个电感三点式音频振荡器，适当地选取 C_1 的容值，使振荡器产生约1200赫的音频振荡信号，由扬声器输出。如果在这个振荡器的晶体管基~发射极之间接入一个振荡回路如图2

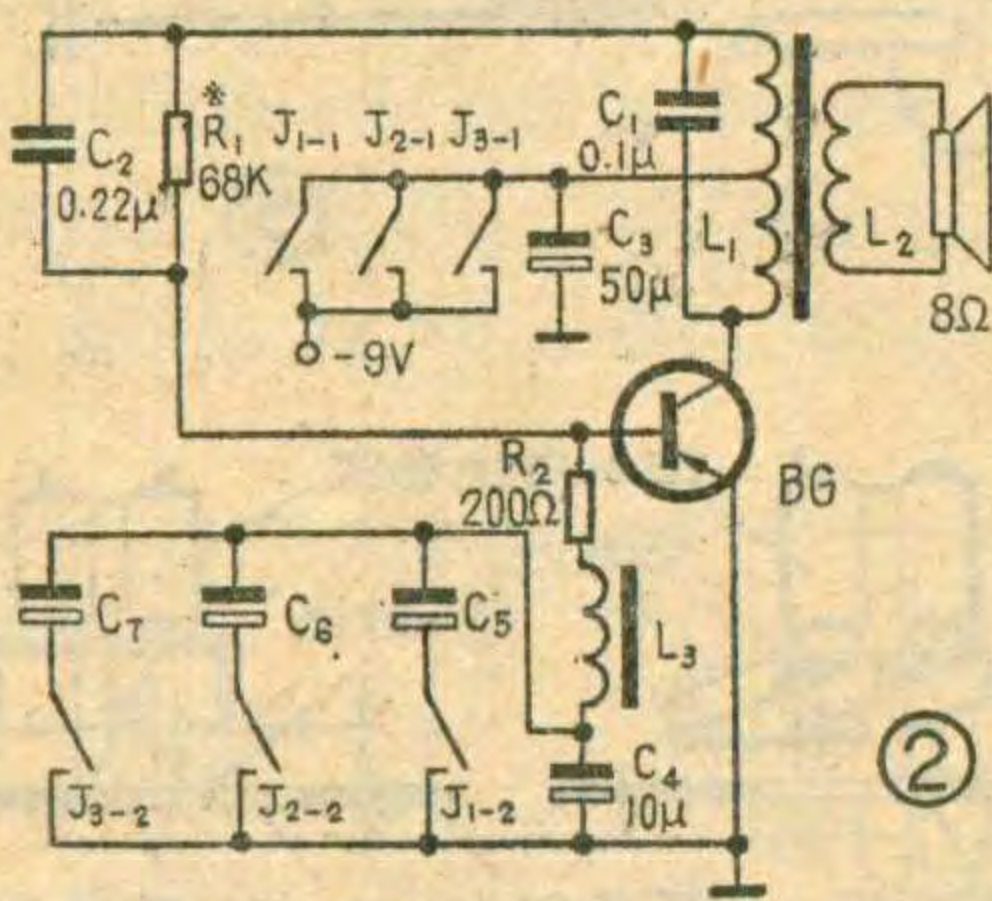
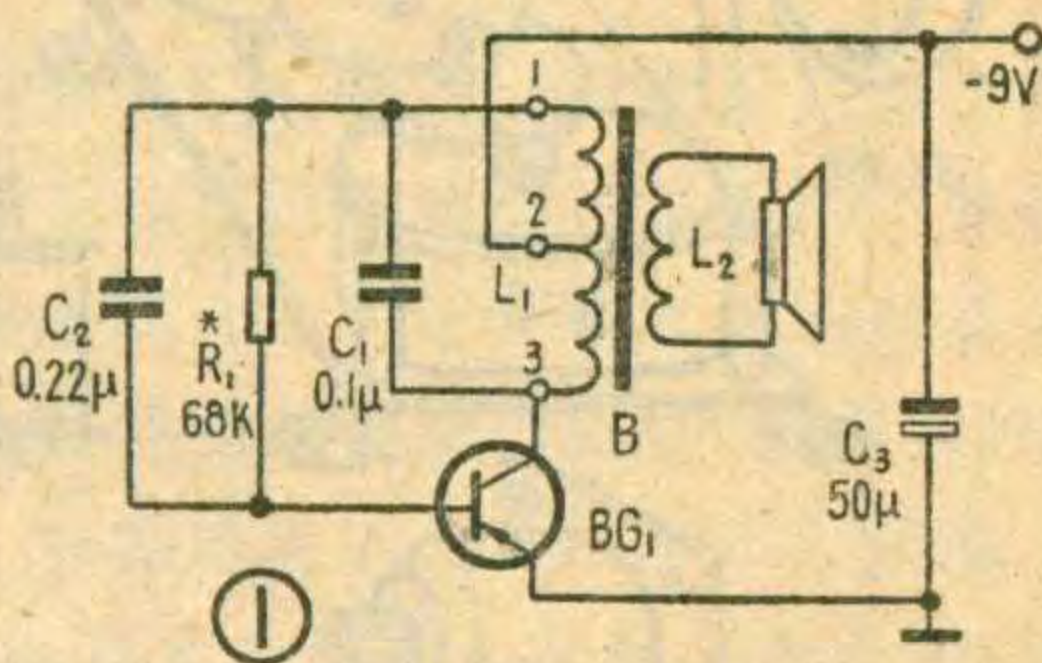
所示，图2中 R_2 、 L_3 、 C_4 与晶体管BG组成间歇振荡器，适当选取它们的数值，使间歇振荡器的振荡频率为3~5赫。由于 L_1 、 C_1 振荡回路产生的振荡信号与 L_3 、 C_4 振荡回路产生的振荡信号同时加在BG管子的发射结上，所以喇叭发出了“啾啾”声，与鸟叫声很相似。

图2中，在 C_4 两端分别并联了 C_5 、 C_6 、 C_7 三个电容，以给出三种不同频率的鸟叫声。

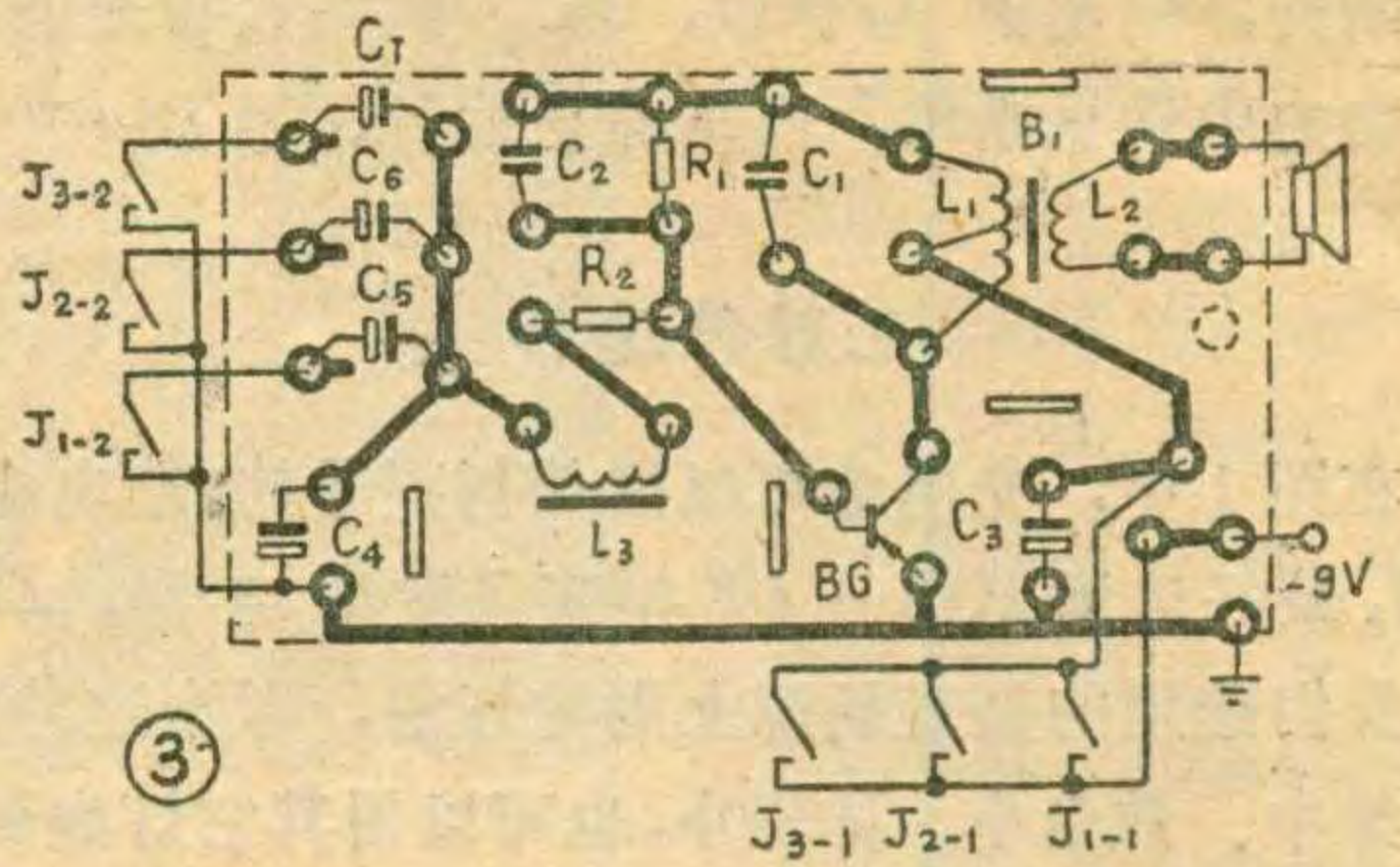
本装置中，BG用3AX31，要求它的 $I_{ce0} < 200$ 微安， $\beta > 30$ ，也可以用其它PNP型管子代替。变压器用晶体管收音机的输出变压器，铁心的截面积为

3.5×5.5 毫米²。

L_3 用的是晶体管收音机的输入变压器的初级线圈（电感量约为900毫亨），次级空着不用。电容 C_5 、 C_6 、 C_7 的容值可根据自己需要的鸟叫频率选取。 C_4 的容值在5~50微法之间选



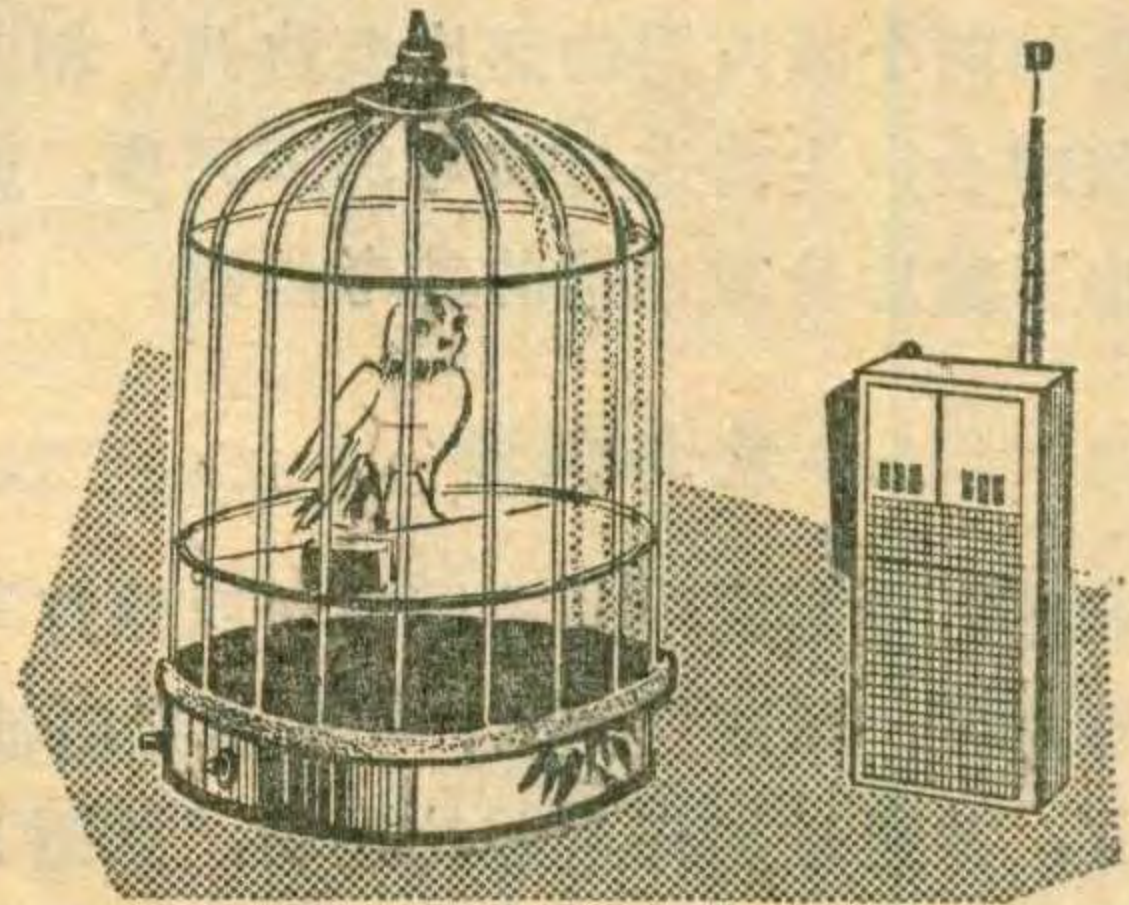
取。扬声器用2.5英寸的。图中三组继电器触点是用



的简易无线电遥控中的三通道继电器的常开触点，以便于通过遥控设备选择不同的鸟叫声。亦可以把它换成 3×2 的波段开关。

全部元器件焊在图3所示的印制板上(1:1)。调整时，先断开 C_4 和 L_3 （就相当于图1所示的电路），接通电源。调整 R_1 的阻值，使得BG管的集电极电流为8~10毫安。此时扬声器应有音频信号。然后改变 C_1 的容值，当 C_1 增大时，音频信号频率变低，反之， C_1 减小时，频率变高。接通 C_4 、 L_3 ，此时间歇振荡器应工作，扬声器发出悦耳的鸟叫声。若没有鸟叫声，可能是间歇振荡器不工作，应适当增大 C_4 的容量或 L_3 的电感量。值得注意的是，调整 R_1 时，也会影响到鸟叫频率。

鸟叫装置的放置位置可以任意选择。比如，鸟笼里放上一只玩具鸟，鸟叫装置可放在笼子底下，用遥控开关控制鸟叫及鸟叫的频率。也可以用光控、声控或磁控开关控制鸟叫。当用光控开关时，可把开关电路部分预先调整好，即让它在夜间不接通，当天亮到一定程度时，光控开关自动接通鸟叫装置电源，鸟叫装置工作，扬声器里便发出“啾啾”的鸟叫声。



先用微光照射光电池，继电器 J_1 、 J_2 应吸动，动作电流约30毫安。去掉光源后， J_1 、 J_2 应释放。改变 W_1 、 W_2 的阻值，可调整继电器的灵敏度。电路部分调整好以后，按图7所示把各部件安装在汽车底板上。整车装好后，把汽车翻过来（轮子朝上），开启电源，接通干簧管1的触点，用一条中间有8毫米宽的白线的黑

纸在照路灯的照射下左、右移动，车的前轮应能跟随纸上的白线条左、右移动，若车轮转动方向相反，可把接转向电动机的两根线对调一下即可。调整时应注意，周围环境的光线不要太强，特别是不要在有单方向的强光下调整。

调整好以后，再把汽车翻过来就可以表演了。

音响式晶体管水位计

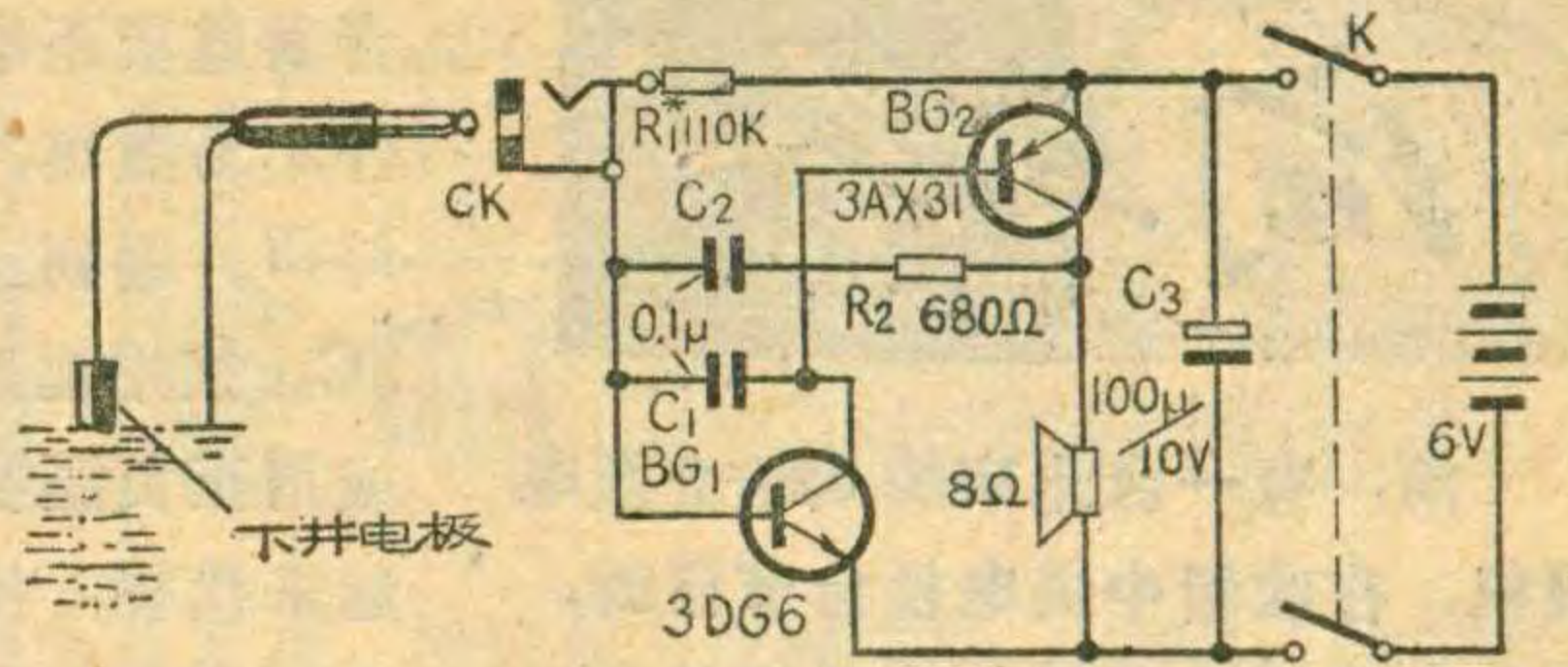
朱裕林

在水文地质勘测钻孔抽水试验时，需要对钻孔内的水位进行测量。我们试制了音响式晶体管水位计。

音响式晶体管水位计的线路见图。晶体管 BG_1 、 BG_2 接成直耦互补电路。当插头未插入插孔 CK 时，合上开关 K，各晶体管工作。 BG_2 输出的信号经 R_2 、 C_2 正反馈到 BG_1 的基极，形成振荡，输出一个音频振荡信号给喇叭，喇叭发出音频响声。当插头插入插孔 CK 时，由于插头上有两条引线，一条引线（外皮线）接地，另一条引线上接有下井电极，当下井电极未接触到钻孔内的水面时， BG_1 的偏置电路未接通，喇叭不响；当下井电极接触到钻孔内水面时， BG_1 的偏置电路通过 R_1 、插头心线、下井电极、水、地、插孔、 BG_1 的基极、发射极与电源接通，电路工作，喇叭发出音频响声。

线、下井电极、水、地、插孔、 BG_1 的基极、发射极与电源接通，电路工作，喇叭发出音频响声。

BG_1 可以用任何型号的 NPN 型硅管，如 3DG6、



3DK2 等， BG_2 用 PNP 型的任何锗管，如 3AX31、3AX22、3AX81 等； C_1 、 C_2 为小型瓷介电路， C_3 为电解电容；电源开关 K 用小型开关；CK 用小型插座（带插头）；电源用 4F22 积层电池。下井电极用直径为 8~10 毫米的铜棒或铁棒。

调试时，先用一只大阻值的电位器串联一只 10 千欧的电阻代替 R_1 ，旋动电位器，使 BG_1 起振，喇叭发出单音调音响， BG_1 的集电极工作电流调到 2~3 毫安。改变 C_2 的数值可以调整音调高低。调整后，整机耗电电流约为 40 毫安。整机安装、调整后，可以装在小塑料盒内。

使用时，先合上电源开关 K，喇叭即发出音响，说明电路工作正常。然后插入插头，喇叭的音响声随之停止。向钻孔内放下下井电极，当电极接触到水面时，线路再次接通，喇叭发出音响。此时，连接电极的导线长度即为水位深度。可以预先在电极导线上作好长度标志，以便测量时可直接看出水位深度数值。

上期“想想看”答案

1. 如果收音机无声不是由于换接输入变压器时焊接不好造成的，而输入变压器的各参数又都符合要求的话，那很可能是由于小王在焊接变压器时，把变压器的出线头接错引起的。因为输入变压器有中心抽头，通常用双线并绕，即用两根线同时绕，绕好后将一根线的头端与另一根线的尾端接好作为中心抽头。这样次级两个绕组输出的信号大小一样、相位相反，才能使推挽管一只工作时，另一只截止，推挽输出一个完整的信号。如果小王把输入变压器的两个次级绕组的头和头（或尾和尾相接）作为中心抽头，那么由于两个绕组上输出的信号相位相同，在这个半周内推挽管同时工作，在另半周两管同时截止，没有信号输出，收音机无声。

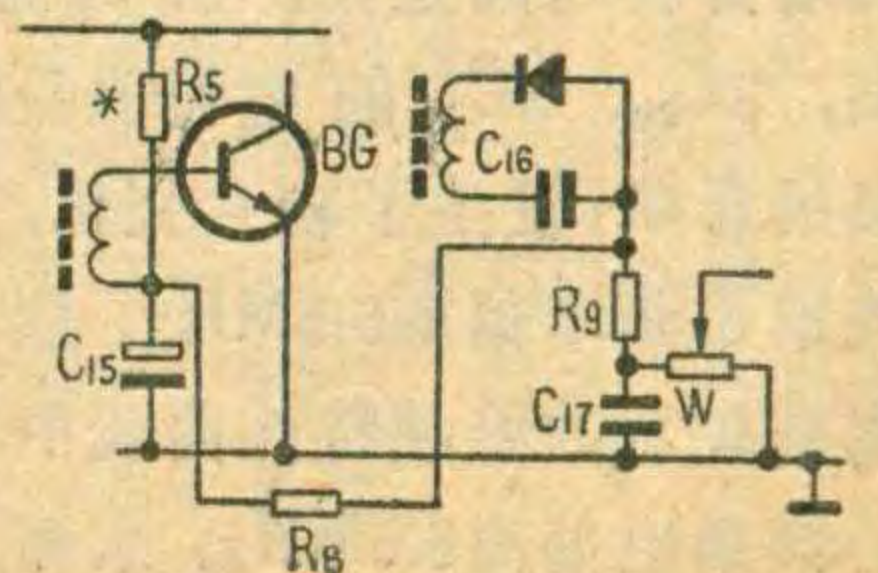
（朱锡仁）

2. 一般收音机的检波电路如图所示。自动音量控制电路和检波电路充当 BG 管的下偏流电阻。在检波管接法正确时，BG 管的下偏流电阻值是 R_8 和 R' 的串联值，其中 R' 是检波管的正向电阻 $R_{正}$ 和电阻 R_9 、

W 支路的并联值，一般 $R_{正}$ 为几百欧， R_9 和 W 串联为几千欧，所以 R' 一般为几百欧，而 R_8 一般为几千欧，串联后下偏值电阻仍为几千欧。适当调节 BG 管的上偏流电阻 R_5 ，使它的工作电流为 0.35~0.45 毫安。

当小李把检波管接反时，BG 的下偏流电阻是 R_8 和 R'' 的串联值。 R'' 是检波管的反向电阻 $R_{反}$ 和 R_9 、 W 支路的并联值，由于 $R_{反}$ 一般为几百千欧，所以 R'' 一般为几千欧，即 $R'' \gg R'$ ， R'' 与 R_8 的串联值为十几千欧，这比规定值大得多，必须增大 R_5 才能使 BG 获得适当的偏流，这时收音机虽然能收音，但自动音量控制却失常。

当小李把检波管接法纠正后，由于 R_5 值在上一调整中调得很大，而 BG 的下偏流电阻显著减小，迫使管子进入截止状态，收音机无声。正确的作法应是纠正检波管的接法后，重新调整 R_5 ，使 BG 管获得正常的偏流。（注：图中 C_{16} 和线圈相接之处应接地。）

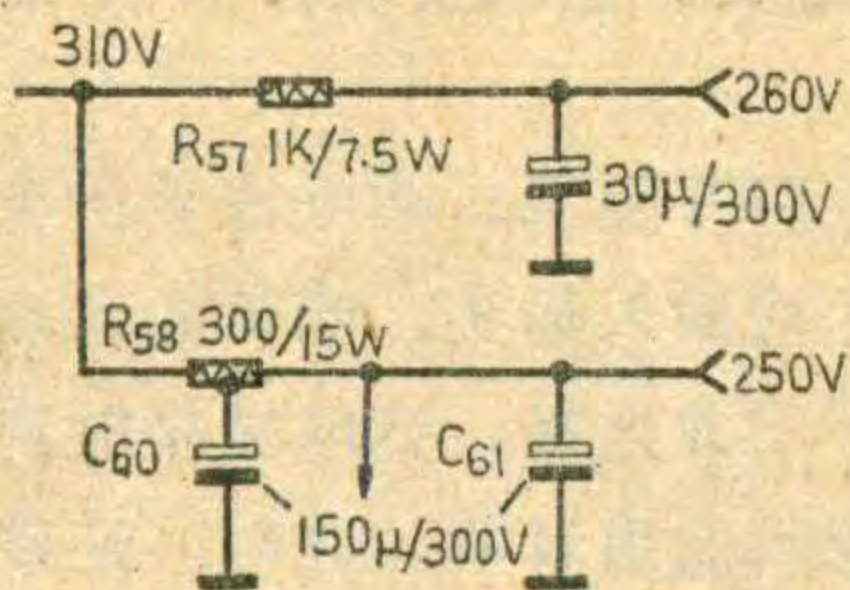


（朱锡仁）

问与答

问：有一台北京牌 825-2 型电视机，在收看中央电视台节目时，图象飘动较为严重，这是为什么？如何消除？

答：这是场同步信号和电源纹波电压不同步产生差拍引起的。我们可将电视机电源部分作如图所示的改动，即将原滤波电阻 R_{58} ，改成有中心抽头的电阻，把电解电容 C_{60} 改接到电阻的中心抽头上（这相当于增加了一级 RC 阻容滤波器），再把原来接滤波电容 C_{60} 的地



方，改接一个 30μ 的电解电容（这对伴音影响不大）。经过这样的改动，减小了电源的纹波电压，消除了图象的飘动现象，收到了良好的效果。

（张祖望）

问：按凯歌 4D4 型电视机线路自装一台电视机。每次开机后，图象伴音都很好。但过 20 分钟后，伴音开始失真，哼声严重，检查伴音部分晶体管等元件均好，何故？怎样解决？

答：这种故障多半是由伴音中周 $3B_7$ 、 $3B_8$ 的谐振电容 $3C_{26}$ 、 $3C_{31}$ 的温度系数太大引起的。因为刚开机时，机内温度较低，伴音中频电路谐振于 6.5MHz ，伴音良好。随着开机时间延长，机内温度增高， $3C_{26}$ 、 $3C_{31}$ 的电容值受温度增高的影响，发生了较大变化，使谐振频率偏离 6.5MHz ，造成鉴频器的鉴频特性曲线中心频率也偏离 6.5MHz ，从而

使伴音失真、产生哼声。另外，伴音通道板距电源部分太近，机内零件不易散热，也会引起伴音失真和哼声。遇到这种情况，可把 $3C_{26}$ 、 $3C_{31}$ 换用温度系数较小的电容，或用正负温度系数的两只电容并联起来代替，伴音通道板安装可远离电源部分，也可采取些散热措施，上述故障即可消除。（王德源）

问：内磁扬声器和外磁扬声器有何不同？使用时应注意哪些问题？

答：内磁扬声器和外磁扬声器的结构分别如图 1 和图 2 所示。可以看出：前者的永久磁铁是安装在磁系统中间的，它的周围被导磁体所封闭，所以叫“内磁”；后者（即图 2 外磁扬声器）的特点是永久磁体放在外边。

从性能、结构上来说，内磁式比较好，这是因为它漏磁小、体积小，影响其它元件的可能性少。外磁式扬声器因为磁体暴露在外面，漏磁较多，容易影响周围磁性元件的工作。例如在晶体管收音机中就可能使磁性天线、中频变压器及其它线圈的磁心磁化，从而改变了它们的性能。

尤其是在电视机中，如果安装不好，扬声器的漏磁会干扰显象管的偏转功能，以至图象产生失真。因此在电视机中如要使用外磁扬声器则应加上屏蔽罩，把扬声器磁系统整个罩起来。

既然内磁式比外磁式的优越，那么为什么还生产外磁式扬声器呢？这是因为内磁式的永久磁体不能太大，要求用较好的材料（例如铝镍钴合金），而这种材料往往较贵。外磁式永久磁体可以做得较大，它的磁通密度可小一些，所以可以采用较便宜的材料，例如钕铁氧体。相反，如果磁通密度一样，那么外磁式的磁体大，可以使磁性更



强些，从而提高扬声器的灵敏度。所以一般普及型的多用外磁式。

（衡）

问：怎样正确掌握 701 收录两用机的录音电平？

答：首先要掌握好输入电平的大小，701 录音机的输入端分话筒输入和线路输入两种，话筒输入端灵敏度较高，额定电压为 2 毫伏，如果输入信号过大，将造成前级削波失真。这个输入端主要供话筒录音或其它小于 50 毫伏信号的录音；线路输入的灵敏度为 200 毫伏，适宜于大信号录音或节目的转录。在正确掌握输入电平大小的前提下，还要合理调节录音电平，使流过录音磁头的信号电流为额定音频电流，这样才能保证录在磁带上的信号既不产生饱和失真，又具有较高的信噪比。701 录音机的额定音频电流为 65 毫安，可以通过机上电平表来观测。录音的时候，调节音量电位器，使电表指针在刻度中间位置摆动，此时放大器输出端的音频电压约 0.5 伏，就是正常的情况。如果电压过大或过小，就不能保证录音质量。

（许潜村）

问：“CONIC”公司 V130 型盒式录音机上有一个五芯插座，有什么用途？

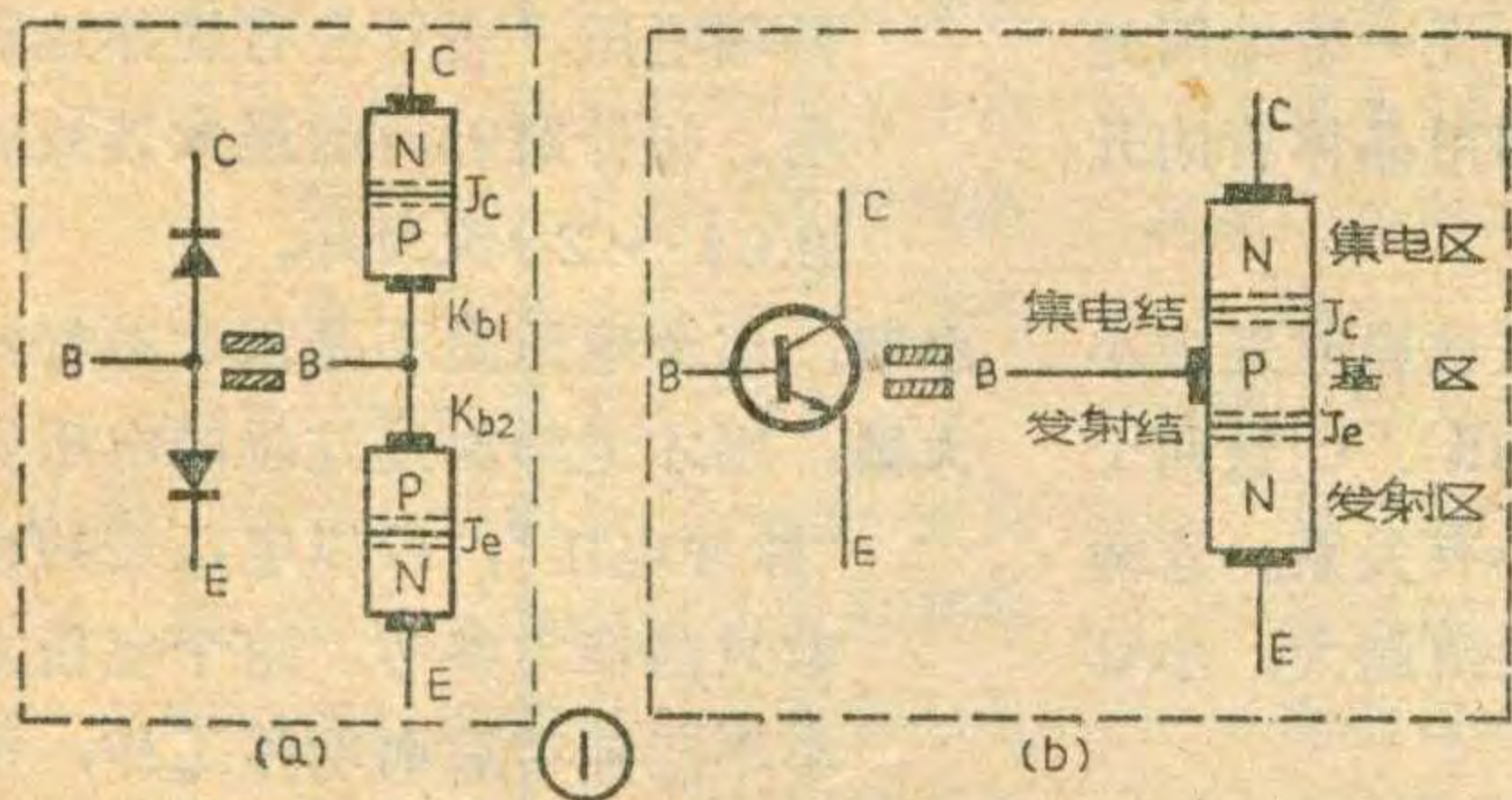
答：这种盒式录音机上装的五芯插座 (DIN JACK) 符合德国工业标准 (DIN) 的规定，欧洲各国大多使用这种插座。在这里作为录/放插座使用。从插座缺口起沿顺时针方向数，第 3 孔是接地点，第 1、2 孔是接在一起的，为放音信号的线路输出端，4、5 接在一起，为录音信号的线路输入端。利用此插座可与一般盒式磁带录音机（或调音台、电唱机、护音机）的线路输入或输出配接，进行线路录音或放音。使用时需用与该插座相应的五芯插头，插入后可自动使机内传声器开路，以保证在线路录音时不受机内传声器的干扰。（肖和祥）

两只二极管连接起来能代替一只三极管吗？



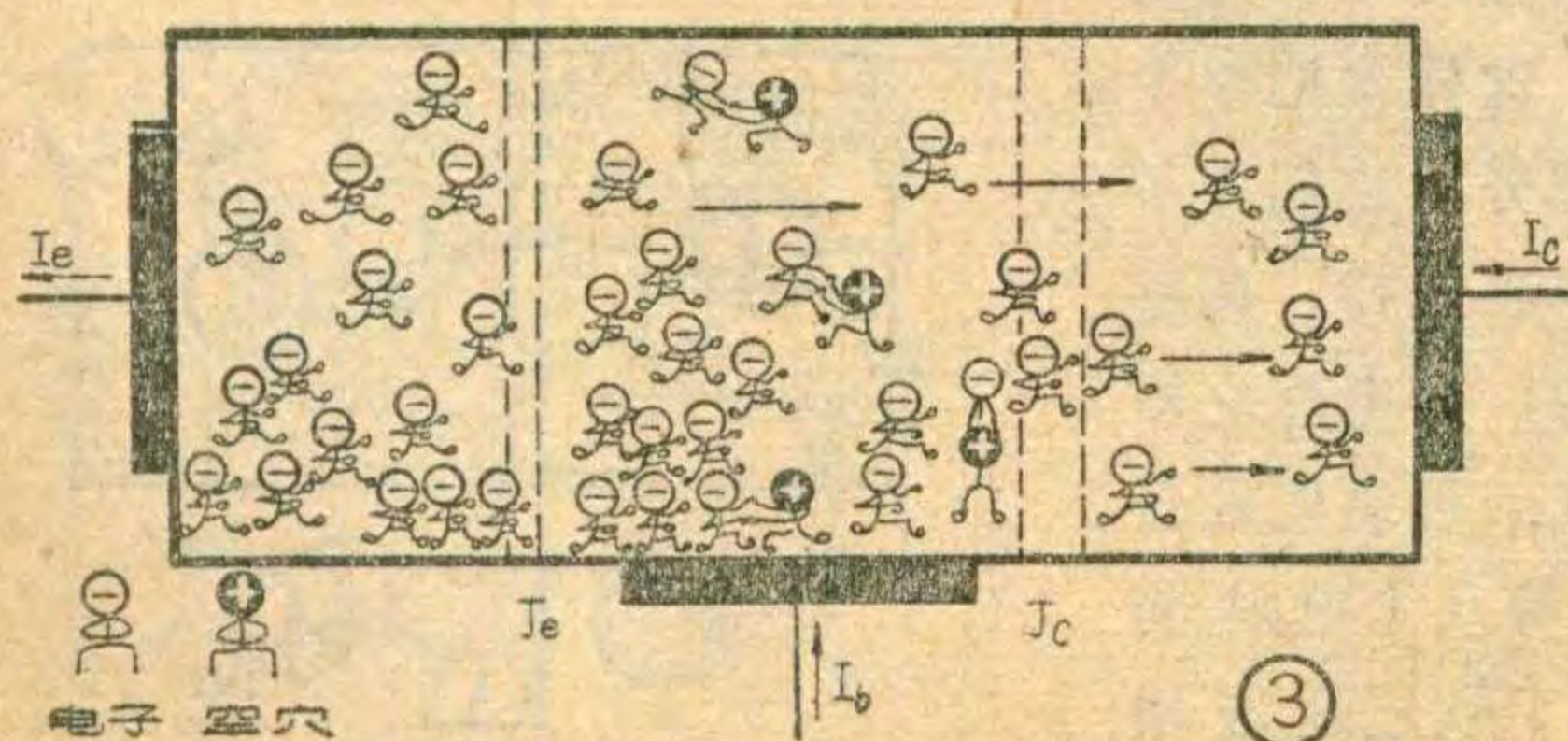
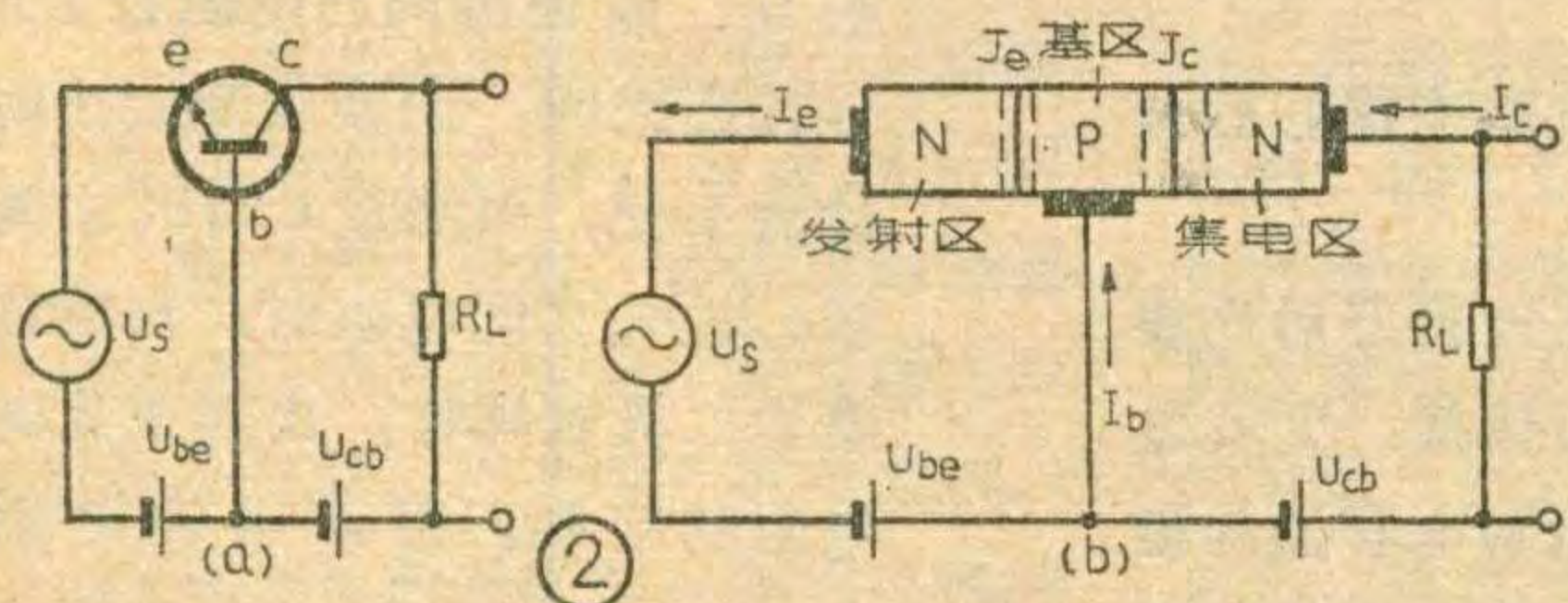
我们知道晶体二极管是由一个PN结构成的，晶体三极管是由两个PN结构成的。有些初学者可能会问：如果把两个二极管按图1(a)所示背对背地连接起来，能代替三极管吗？回答是不能代替。这是为什么呢？要讲清这个问题，必须先谈一下三极管的结构和了解一下管中电流是怎样流通的。

下面以NPN型的晶体三极管为例，它的结构见图



1(b)，它由两个PN结（发射结 J_e 、集电结 J_c ）组成。集电区、基区、发射区分别通过欧姆电极与外引线连接。

图2(a)是由NPN型三极管组成的放大电路的示意图。在外加电压 U_{be} 的作用下，发射结 J_e 处于正向偏置，发射区的电子就源源不断地越过发射结 J_e 而进入基区，这就是发射极电流 I_e （电子流动方向与电流方向正好相反）。我们用图3形象地来表示这一过程，图3中带“+”号的“小人”表示空穴；带“-”号的“小人”表示电子。在大量电子越过 J_e 后，P型的基区在靠近 J_e 一侧的电子浓度便大为增加，而基区本身却



因为是P型，所以电子浓度很低，这样 J_e 一侧高浓度的电子就要不断向低浓度的方向扩散，直至到达集电结 J_c 。此时 J_c 结在放大电路中由于集电极C接电源正极而处于反向偏置，所以电子一进入 J_c 结就被结内电场“扫入”集电区，这就构成了集电极电流 I_c 。然而从发射区来的电子并不是全部都能越过基区到达集电区的。这是因为基区是P型，在基区中有许多空穴（基区的多数载流子），所以当发射区来的电子流经过基区时，其中就有一部分会与这些空穴相遇而被复合掉（电子和空穴的结合叫“复合”），所谓基极电流 I_b 主要就是这复合电流，如图3所示。但是晶体三极管的基区很薄，仅仅几个微米，所以发射区的电子流经过基区时，只有很小一部分有机会和空穴复合掉，大部分还是到达了集电区。这样 I_c 比 I_b 大得多， $I_c \gg I_b$ 。所以基极电流有微小的变化能使集电极电流有较大的变化，这样就具有电流放大作用。很显然在晶体三极管中 I_e 、 I_c 、 I_b 是密切联系的，三者的关系是 $I_e = I_b + I_c$ 。

晶体三极管的电流放大倍数在共发射极连接时为 $\beta = \frac{I_c}{I_b}$ 。当 $I_c \gg I_b$ 时晶体三极管才有足够大的 β 。

现在我们可以回到开始所提的问题上来了，图1(b)所示的三极管其中两个PN结是做在一个整体上，而

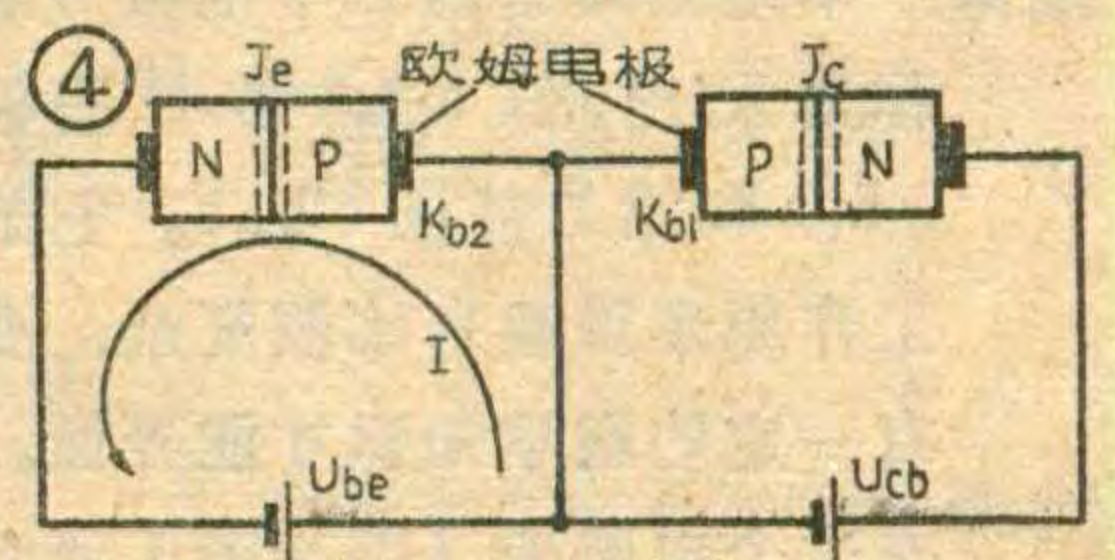


图1(a)所示的两个PN结是通过欧姆电极 K_{b1} 、 K_{b2} 分别与半导体接触后再用导线连接起来（欧姆电极、外引线都是金属或合金材料制成），这样相当于在一个三极管的基区中加了金属屏蔽层。这就破坏了晶体三极管的放大机构。当这样的“三极管”接上电源电压后（如图4所示），尽管 J_e 结处于正向偏置， J_c 结处于反向偏置，但是发射区的电子越过 J_e 到达P区后，在P区经复合变成空穴电流，在 K_{b2} 处又转换成金属导线中的电子电流，它直接经过欧姆电极和外引线回到电源 U_{be} 的正极，如图4中的电流 I 所示。这就是说，第一个二极管的电流对另一个二极管没有影响。两个二极管虽然用外引线连在一起，但在电路中它们仍然是相互独立，彼此无关的。因此，两只二极管背对背地连接起来不能代替一个三极管。

（陈锦）

闪闪的小灯

陈鹏飞

小明: 老师好, 大勇按照您给的电路(手指图1所示那个电路)做了一个小实验。你看, 大勇手中小盒内的小电珠, 它能自动一亮一灭, 闪闪地发光。

老师: 好极了。

大勇: 我在这个小实验中用了三只晶体管, 后面两只是用3DG6和3DG12晶体三极管连成的复合管。我把6V、0.1A的一只小电珠串联在它们集电极上。

三极管一导通小电珠就亮了。

小明: 这电路中BG₁的图形很特别, 这是个什么零件?

大勇: 图中的BG₁叫“单结晶体管”。这里用的管子型号是BT33。这种管子的管脚排列我都查出来画在图中了。

小明: 老师, 我对单结管的工作原理还不很清楚呢?

老师: 单结晶体管的三个电极分别称为发射极(e)、第一基极(b₁)和第二基极(b₂)。它的工作原理讲起来比较复杂, 要有一定的数学知识才能看懂。在这个电路中(手指图1所示电路), 单结晶体管能在与它的第一基极(b₁)相连的电阻R₃的两端产生一高一低有规律地变化的电压。我们常叫它“脉冲电压”。

大勇: 怪不得我把电压表直流10伏档接在R₃两端时, 电压表指针总是一跳一跳地摆动呢!

老师: 对, 测量R₃两端电压, 看到电压表表针跳动, 就说明这

个电路已经正常工作, 能产生脉冲电压了。这个脉冲电压能通过电容C₂传到BG₂三极管的基极上, 使BG₂的基极电压也随着一高一低的变化。

小明: 噢, 基极电压的高低, 决定了基极电流的强弱。因此两只三极管也随着一通一断地变化, 小电珠也一亮一暗地闪光了。原来它是利用晶体管的开关作用。

大勇: 老师, 我们在试验时发现小灯闪光的快慢和R₁、C₁这两个零件的数值大小有关系。这两个电阻、电容数值越大, 小灯闪得越慢。

老师: 对。R₁与C₁是和电源串联的。这叫阻容串联电路。这里电池通过电阻向电容充电。它们的数值越大, 充电时间也越长。小灯闪光快慢就是由充电时间长短决定的。我们要是把R₁换成一只100K的电位器或可变电阻, 就可以用来随意调节闪光的快慢了。不过要注意, 若是R₁和C₁的数值太小, 闪光间隔时间太短, 就会使眼睛分辨不出来。

小明: 大勇, 这个电路连接好后调整很复杂吧!

大勇: 不复杂。电路连接好后先要检查一下有没有错接, 尤其是晶体管管脚和电解电容器的极性不能接错。调整时可以先把电容C₂拆下来, 这样就把整个电路分成两个部分, 它们互不影响, 调整可单独进行。调整时, 先接通电源, 小电珠立即发光, 再调整R₄, 可预先准备20K、30K、50K等几个电阻, 将R₄的阻值从20千欧起逐渐增

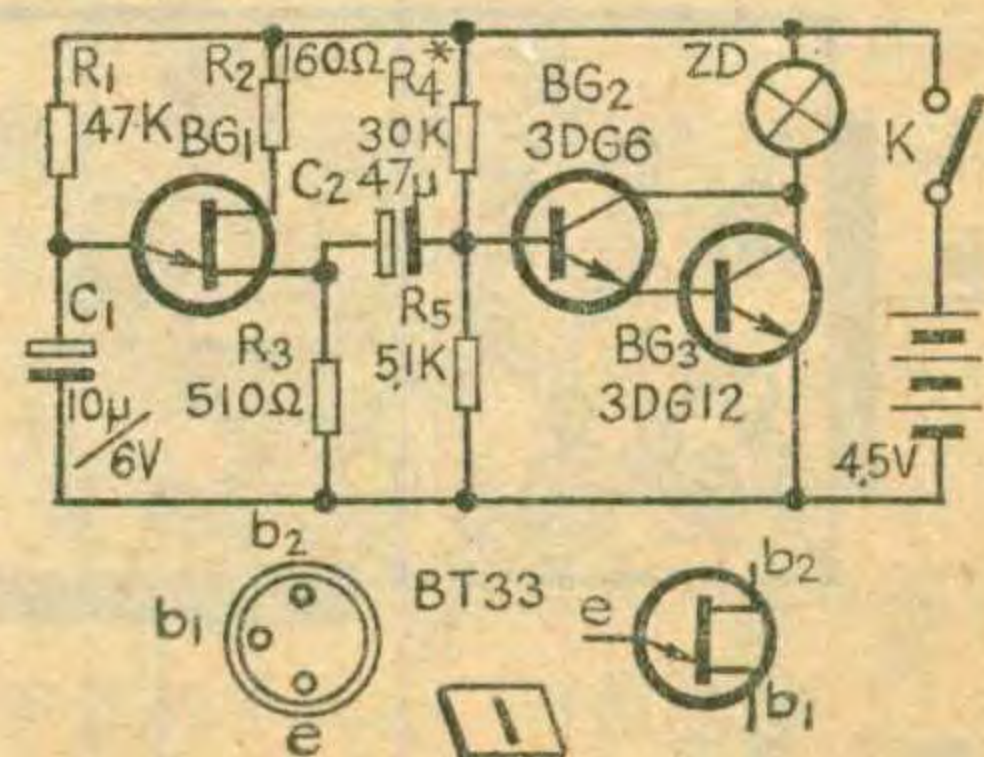
大, 这时灯光会随之减弱, 一直到小电珠中的电流不足以使小电珠发光, 也就是小电珠“将亮不亮”的状态, 即将这时的R₄阻值固定下来。R₄大致在几十千欧到一百千欧。然后调节单结晶体管的这部分电路, 用万用表的直流10伏档测量R₃电阻两端电压, 表针会有规律地跳动。指针跳起时的最大读数约在(1~2)伏为好。

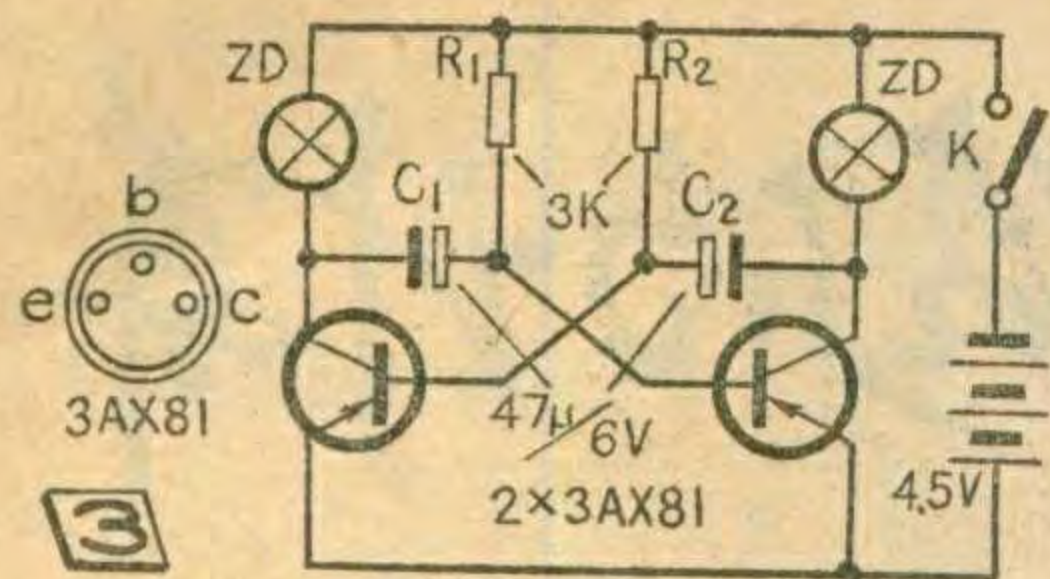
小明: 这个电压是不是越大越好?

大勇: 刚才老师说过这里的电压是“脉冲电压”, 所以电压表的读数只能作为参考。这个电压太小不能推动后面电路工作, 可是“脉冲电压”太强了, 也会使后面晶体管损坏的。调节这个电压的办法是改变R₃阻值。R₃越小, 脉冲电压也弱些。

小明: 如果R₃两端上没有电压怎么找出电路中的毛病呢?

大勇: 这个线路不复杂, 仔细查一下, 接线有否错误。若单结晶体管是处理品, 应该事先测一下好坏。我们可以用万用表的电阻档测量各管脚间的电阻。它们b₁、b₂两脚间的电阻在7K~10K之间, 调换表笔接法时读数不变。而测量e与b₁之间和e与b₂之间电阻时, 都应该象测二极管那样, 出现正反向电阻的差别。用万用表电阻





1 K 档测量正向电阻一般为几千欧，反向电阻极大，表针不动。

老师：单晶体管特性的测量比较复杂。但用万用表这样做简单的判断，也能大致确定管子的好坏。

大勇：两部分电路都调整好以后，再把C₂焊在电路上，把前后电路连起来。这时脉冲电压一出现，就通过C₂送到三极管的基极，小电珠就能亮一下，闪光的小灯就做成了。

小明：老师，我也做了一个小实验，您看（手指图2所示那样的小盒），这盒子上有两个小电珠，开关一接通，这两只电珠你亮我灭，我亮你灭，它们会轮流闪光，可有意思了。这是它的电路图（手指图3所示电

路）。

老师：这个电路叫“无稳态电路”，这里有两只三极管。这个三极管导通，那只三极管就截止，而那只管子导通时，这只管子又截止。两只三极管自动地轮流导通和截止关断，两只小电珠也就这样你亮我灭地轮流闪光看上去整个电路没有个稳定的时候，于是就得到了“无稳态电路”的名字。

大勇：这个电路对元器件有什么要求？

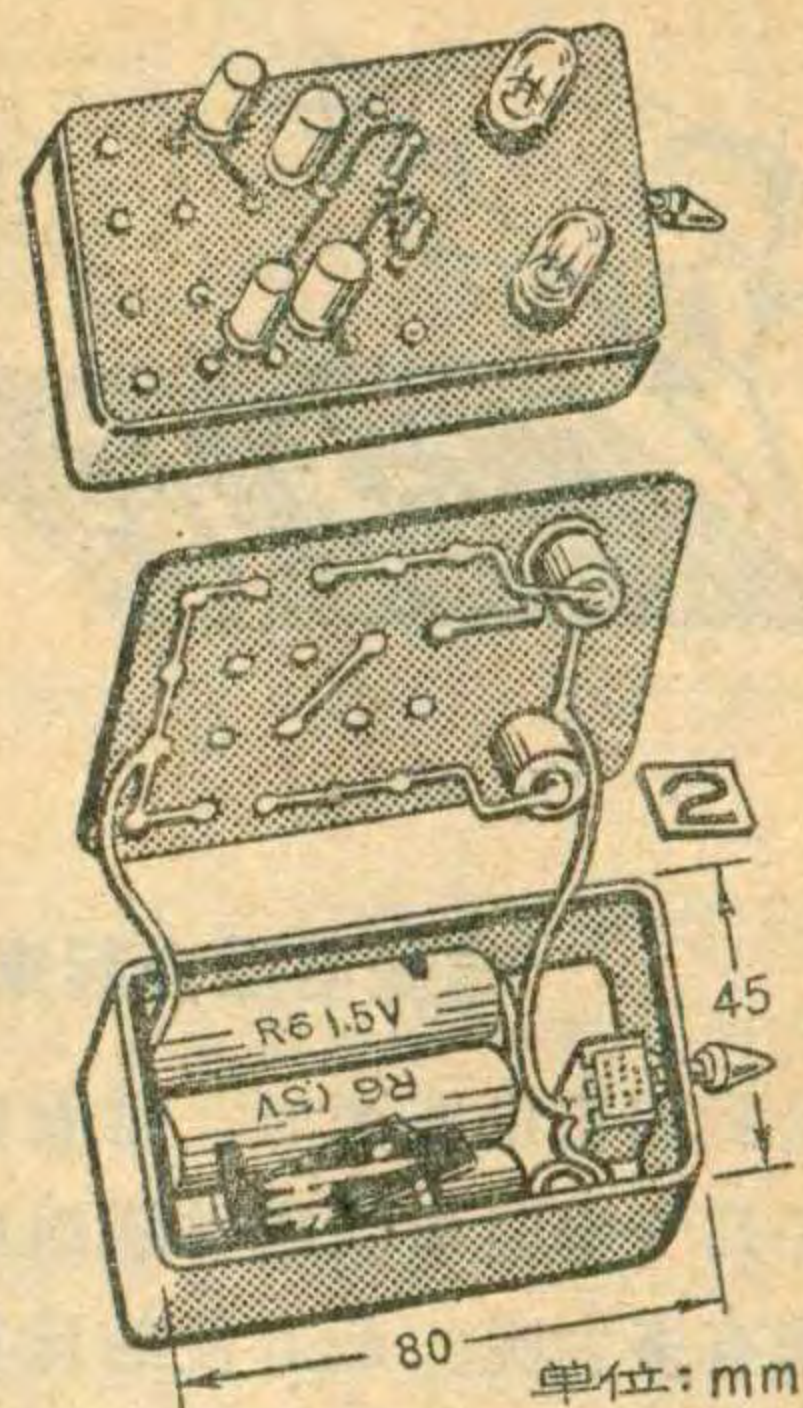
小明：这个电路中两只三极管的型号是一样的。这里用3AX81，用3AX31也可以。

大勇：小电珠闪光的快慢能调节吗？

小明：闪光的快慢是靠调整R、C这两个电阻电容的数值控制的。数值越大闪光越慢。但是电阻的数值改变不要太大，在2K~10K间最合适。

大勇：两只电阻与两只电容的数值一定要相等吗？

小明：也不一定。当两个电阻电容



值不相同，一只灯闪光很快，另一只灯却不慌不忙地闪动，可好玩了。

大勇：老师，我们两人做的实验用的胶木板和塑料盒还都是上次实验中用过的，电池、开关都不用动，只是把接线改一改就行了。

老师：好，这样既做到了节约，又能培养自己动手制作的能力。希望你们多动脑筋多实践，做出新的小实验来。

“使用低阻耳机的两管机”的补充

本刊今年第三期发表此文后，有些同志在仿制过程中遇到一些问题，针对这种问题，现再作一些补充说明，供大家参考。

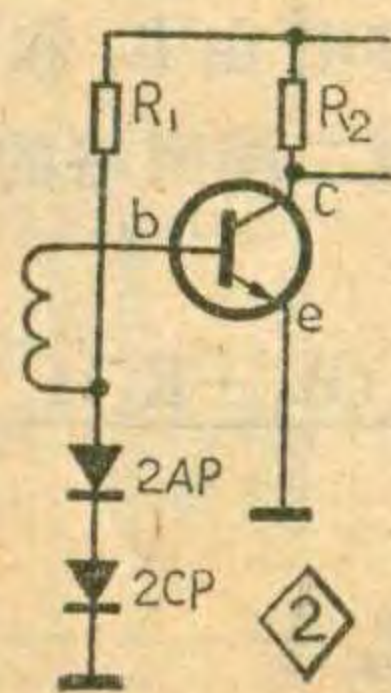
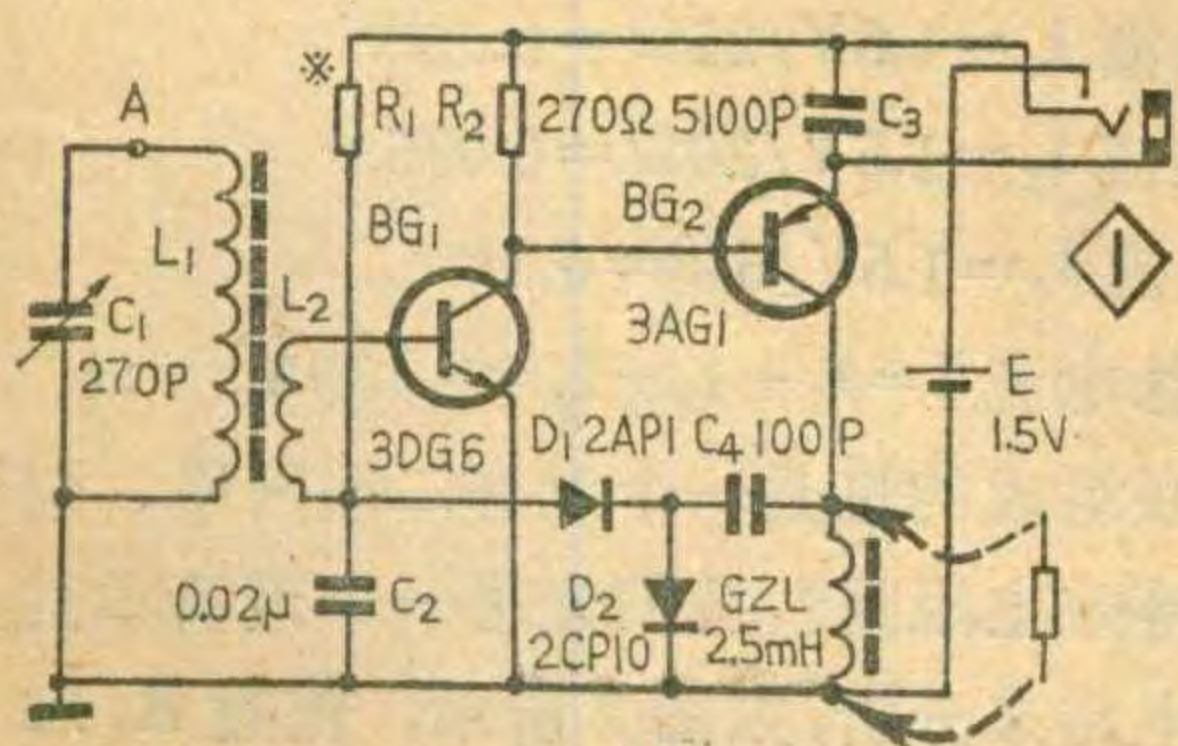
1. 本机具有两级高放，且都是共发射极放大电路，因此增益很高，容易产生自激。在调整时如果总电流已调到3毫安，而且输入回路没有问题，但这时耳机中无声，这往往是自激造成的。本机自激现

象可分为三种情况：轻微自激，现象是啸叫，在旋转可变电容时整个波段都有类似“鸟叫”的声音；中等自激，现象是有严重的“沙沙”声音；严重自激，这时的表现是完全无声。因此在第一次调整时，不妨可按原文中指出的那样，先在高频扼流圈两端并上一只100欧~470欧的电阻，然后再调整，等收到电台之后，再将这只电阻逐渐加大，使之既不产生自激又能清晰地收到广播。另外在安装时还要注意元件的引线，线圈、耳机插座的引线都要尽量短，否则也会造成严重自

激。

2. 有些读者在调整时碰到这种情况，即耳机中无声，用万用表测一下整机总电流发现电流极小，并且无论如何调整电位器，总电流也上不去，这是由于BG₁质量不好，eb结导通电压较高造成的。因为两只二极管串联之后是接在BG₁基极、发射极之间，如图2所示。如果两只二极管的导通电压小于三极管eb结导通电压，那么集电极电流将调不上去。遇到这种情况可将其中一只2AP型二极管换成2CK型或用硅高频三极管中的一个完好的PN结，即可解决。

（安玉璟）





简单直流电路的计算

张学志 颜超 宋东生 编译

这些电阻合起来有多大

当我们看电路图时，常看到一个电源所接的负载是由好几个电阻串联或并联组成的(图1)。这些电阻合起来有多大呢？最方便的计算方法，是假设这些电阻都封闭在一个盒子里，只引出两根线头。盒子里这部分只有电阻没有电源的电路称为“无源二端网络”(图2)，我们可以先不去管二端网络里的电阻有多少个，也不管它们是怎样联接起来的，只要测出网络两端的电压和流入网络的电流，用欧姆定律就能方便地计算出“总电阻”

$$R = \frac{E}{I}$$

或者也可以把电源断开，将欧姆表接在两根引出线上，直接测量出总电阻 R ，这个总电阻称为无源二端网络的等效电阻。任何一个无源二端网络，都可以用一个等效电阻 R 来代替它，下面就来谈谈怎样计算串联和并联电阻的等效电阻。

串联电阻的等效电阻

如果把两个电阻 R_1 和 R_2 串联起来，接到电压为 E 的电源上(图3)，则流过回路的电流 I 将分别在 R_1 和 R_2 两端产生电压降。根据欧姆定律

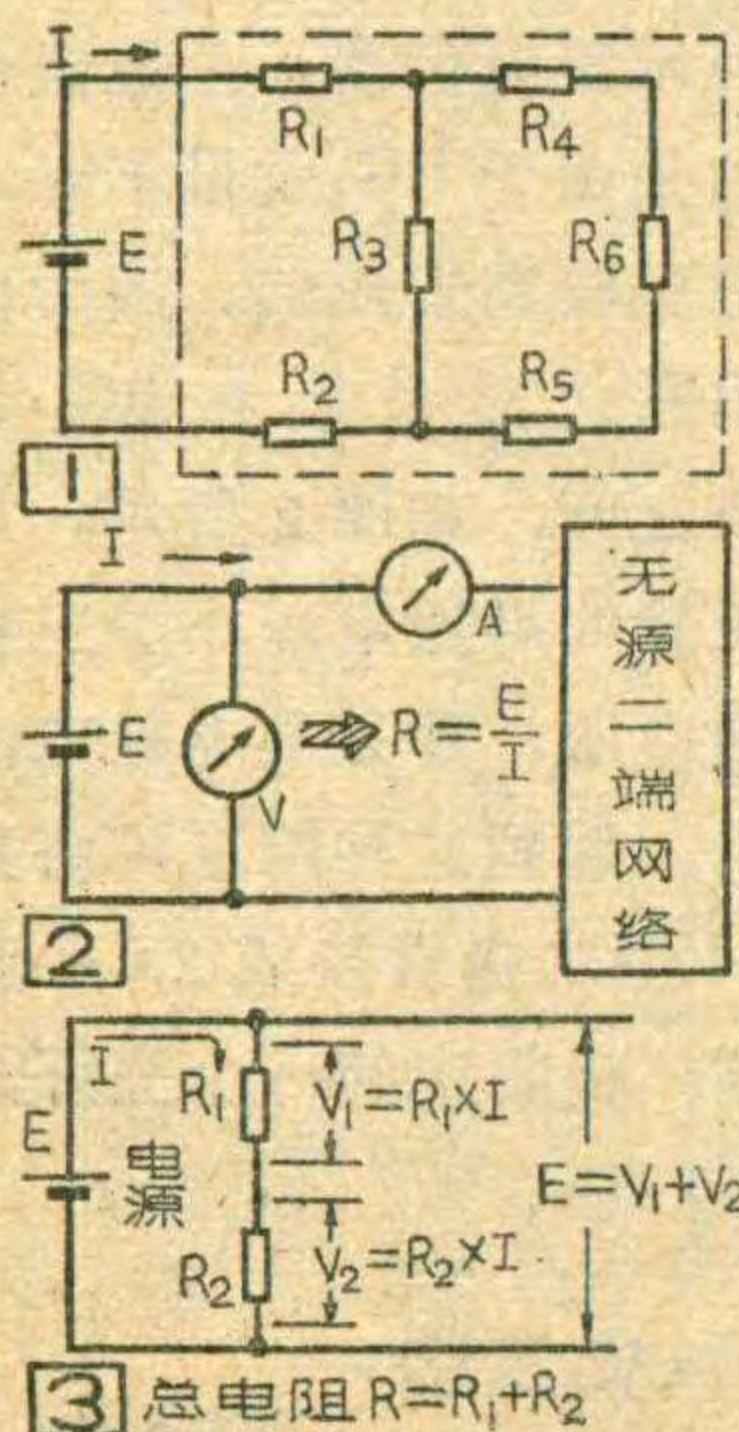
$$R_1 \text{ 上的电压降 } V_1 = R_1 I$$

$$R_2 \text{ 上的电压降 } V_2 = R_2 I$$

这两个电压降 V_1 和 V_2 是由电源电压 E 提供的， $E = (R_1 I) + (R_2 I) = (R_1 + R_2) I$ 。

如果我们想象自己是站在电源的地位向电路中看去，电源 E 所引起的电流是 I ，那么根据欧姆定律，就能算出由 R_1 和 R_2 组成的无源二端网络的等效电阻

$$R = \frac{E}{I} = \frac{(R_1 + R_2) I}{I} = R_1 + R_2$$



当串联电阻不止两个时，也可以用同样的方法来计算

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

这就是说，串联电阻的等效电阻，等于各个电阻的和。

我们用图4做例子，说明电阻串联电路的计算方法。这个电路一共有五个电阻串联， $R_1 = 100\Omega$ ， $R_2 = 20\Omega$ ， $R_3 = 50\Omega$ ， $R_4 = 80\Omega$ ， $R_5 = 200\Omega$ 。等效电阻 $R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = 450\Omega$ 。这就是说，图4虚线框内的无源二端网络，对电源 E 来说，可以等效为一个 450Ω 的电阻 R 。用欧姆定律可以算出流过回路的电流

$$I = E/R = 9V/450\Omega = 0.02A = 20mA$$

再来看电源电压在各个电阻上是怎样分配的：

$$R_1 \text{ 两端的电压 } = 100\Omega \times 0.02A = 2V$$

$$R_2 \text{ 两端的电压 } = 20\Omega \times 0.02A = 0.4V$$

$$R_3 \text{ 两端的电压 } = 50\Omega \times 0.02A = 1V$$

$$R_4 \text{ 两端的电压 } = 80\Omega \times 0.02A = 1.6V$$

$$R_5 \text{ 两端的电压 } = 200\Omega \times 0.02A = 4V$$

这些电压的总和等于电源电压：9V。它表明电阻串联电路的电源电压等于各电阻上电压降之和。

并联电阻的等效电阻

在电阻并联电路中(图5)，各个电阻两端的电压都相等，而从电源正极流出的电流，在各电阻支路会合的一点(称为节点)分开，流入各电阻支路。各支路的电流，又在另一个节点会合起来，返回电源的负极。显然，各并联支路电流的总和，就等于从电源送出的总电流，即

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

因为各个并联电阻的端电压都等于 E ，所以用支路电阻去除 E ，就能求出各支路上通过的电流。以图6为例，三个并联电阻分别为： $R_1 = 25\Omega$ ， $R_2 = 20\Omega$ ， $R_3 = 5\Omega$ ；电源电压 $E = 1.5V$ 。

$$\text{流过 } R_1 \text{ 的电流 } I_1 = 1.5V/25\Omega = 0.06A$$

$$\text{流过 } R_2 \text{ 的电流 } I_2 = 1.5V/20\Omega = 0.075A$$

$$\text{流过 } R_3 \text{ 的电流 } I_3 = 1.5V/5\Omega = 0.3A$$

$$\text{电源提供的总电流 } I = I_1 + I_2 + I_3 = 0.435A$$

几个电阻并联组成的也是一个无源二端网络。怎样求并联电阻的等效电阻呢？我们先用一个最简单的两个电阻并联的电路来分析，如图7所示，流过 R_1 和

R_2 的电流 I_1 和 I_2 分别为

$$I_1 = \frac{E}{R_1}, \quad I_2 = \frac{E}{R_2}$$

I_1 和 I_2 是由总电流 I 来供给的, 因此有

$$I = I_1 + I_2 = \frac{E}{R_1} + \frac{E}{R_2} = E \times \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

因无源二端网络的等效电阻为 $R = \frac{E}{I}$

将前面求得的总电流 I 代入上式, 便可得

$$R = \frac{E}{I} = \frac{E}{E \times \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

如果并联的电阻不止两个, 同样可求得等效电阻

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}}$$

这里, 我们再做两个例题, 熟悉一下电阻并联电路的计算方法。

图 8 是两个电阻并联的电路, $R_1 = 100\Omega$, $R_2 = 1K\Omega$, 等效电阻为

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{1}{\frac{1}{100\Omega} + \frac{1}{1000\Omega}} = 90.91\Omega$$

流过这两个电阻的电流分别是

$$I_1 = 1.5V / 100\Omega = 0.015A$$

$$I_2 = 1.5V / 1000\Omega = 0.0015A$$

从这个例子可以看出, 如果需要一个比原来电阻的阻值减少 10% 的电阻, 可以并联上一个比该电阻大 10 倍的电阻。在我们做实验时, 有时手头上没有阻值合适的电阻, 就可以用串联或并联的方法凑出所需要的阻值。

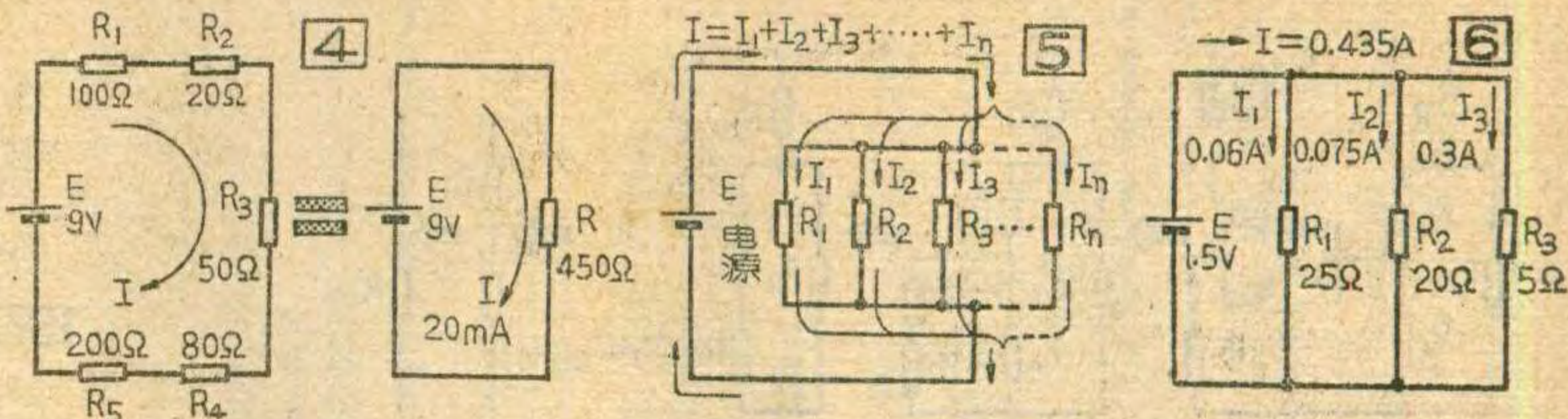
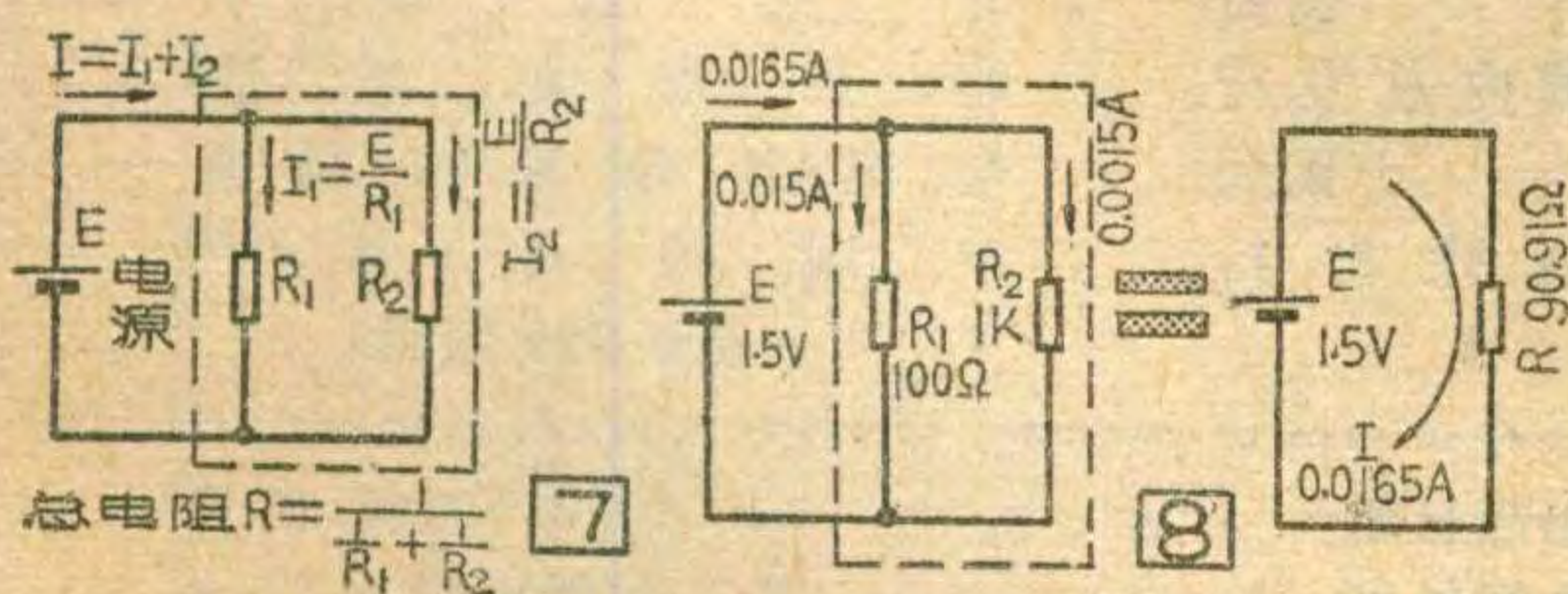
图 9 是三个电阻并联的电路。可以算出它的等效电阻

$$R = \frac{1}{\frac{1}{25} + \frac{1}{20} + \frac{1}{5}} \approx 3.45\Omega$$

可以看出, 并联电阻的等效电阻比各并联电阻中最小的电阻还要小。

混联电阻的等效电阻

实际的电阻混联电路, 可能相当复杂, 但只要将它们划分成许多基本的串、并联回路, 再用串、并联



电路的计算公式一步一步地进行计算, 最后就不难求出等效电阻来。

让我们分析一下图 10 所示的电阻混联电路。这里一共有 7 个电阻, 可以按下面的步骤求出它们的等效电阻。

(1) 电阻 R_5 和 R_6 是两个并联的电阻, 用符号“ \parallel ”表示并联, 可以求出 R_5 和 R_6 并联的等效电阻为

$$R_5 \parallel R_6 = \frac{1}{\frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6}}$$

(2) R_7 与 $R_5 \parallel R_6$ 是串联关系 (图 10b), 这条支路的总电阻为 $R_7 + (R_5 \parallel R_6)$, 再与 R_4 并联, 其等效电阻为

$$R_4 \parallel [R_7 + (R_5 \parallel R_6)] = \frac{1}{\frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_7 + \frac{1}{\frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6}}}}$$

(3) 由图 10c 可见, $R_4 \parallel [R_7 + (R_5 \parallel R_6)]$ 与 R_3 是串联关系, 然后再与 R_2 并联, 计算出它们的等效电阻, 就得到图 10d 的等效电路。

(4) 将图 10d 的串联电路再进行简化, 就能求出这 7 个混联电阻的等效电阻 R (图 10e)。

戴维南定理

如果有一个比较复杂的电路, 我们仅需要求出其中某一条支路的电流, 应用下面介绍的戴维南定理进行计算是比较方便的。

例如在图 11a 所示的电路中, 我们所要计算的只是流过电阻 R_L 上的电流, 就可以把 R_L 以外的电路用方框围起来, 接出两个引出端 a 和 b, 方框内包含着电源和电阻的这部分电路, 称为有源二端网络 (图 11b)。任何一个有源二端网络, 对外电路来说, 都可以等效为一个具有电势 E_0 和内阻 R_0 的电源, 称为等效电源。求 E_0 的方法是:

把支路 R_L 断开, 测量或计算出有源二端网络在开路时的端电压, 它在数值上等于 E_0 。 R_0 的求法是: 假设网络内所有的电源都短路, 就成了一个无源二

目 录

微型计算机

——计算机领域中一支新秀

- 中国科学院计算所……………何玉珍 (1)
晶体管P-N结感温特性应用于低温测量……………戴希同 (4)

* 电路选编 *

- 高输入阻抗低噪声前置放大器……………吕广平 (5)
电子输入选择器……………汤贵良编译 (6)
定时器……………吕广平 (6)
互补对的匹配……………一民译 (6)
简易触摸开关……………王敦诗 (8)
进口电视机改频(续) ……中央广播事业局电视服务部 (11)

* 有线广播 *

- 多只扬声器组合与分频……………文 尚 (14)
OCL 高音质扩音机安装与调整 ……李应楷 (16)
浅谈变频、中放自激的检修……………吴铁全 (19)
集成电路收音机……………俊 涛 (20)
光控汽车模型……………黄敏明 潘 健 (22)
模拟鸟叫……………汤诞元 (24)
音响式晶体管水位计……………朱裕林 (25)

* 初学者园地 *

- 两只二极管连接起来能代替一只三极管吗?
……………陈 锦 (27)
闪闪的小灯……………陈鹏飞 (28)
“使用低阻耳机的两管机”的补充……………安玉璟 (29)

* 电学漫话 *

- 简单直流电路的计算
……………张学志 颜 超 宋东生编译 (30)

* 电子简讯 *

* 问与答 *

* 想想看 *

封面说明: 北京市青少年积极准备参加全国青少年科技作品展览

本刊记者

封底说明: “看谁驾驶得好!”

——北京市一中师生为小朋友制作的无线电遥控拖拉机

本刊记者

编辑、出版: 人民邮电出版社
(北京东长安街27号)

印刷: 正文: 北京新华印刷厂

封面: 北京胶印厂

国内总发行: 北京市邮政局

订购处: 全国各地邮电局所

国外发行: 中国国际书店

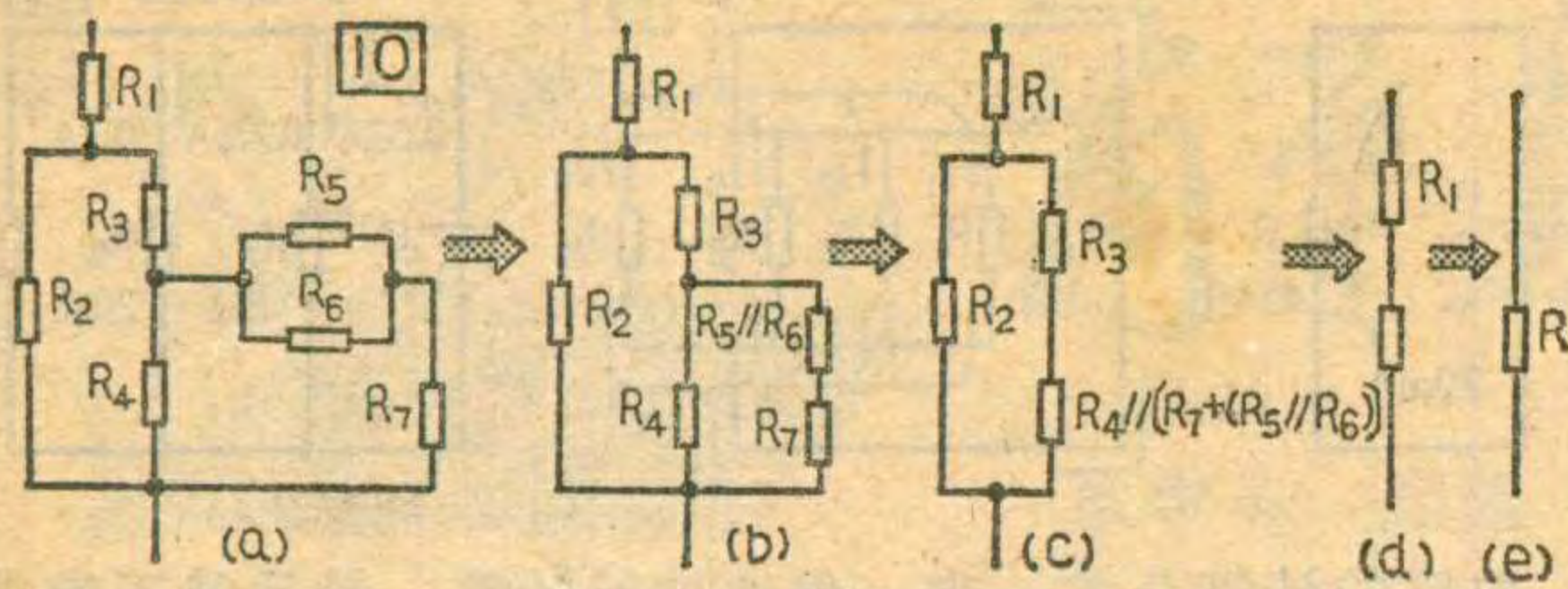
(北京399信箱)

出版日期:

1979年6月25日

本刊代号: 2-75

每册定价 0.17元



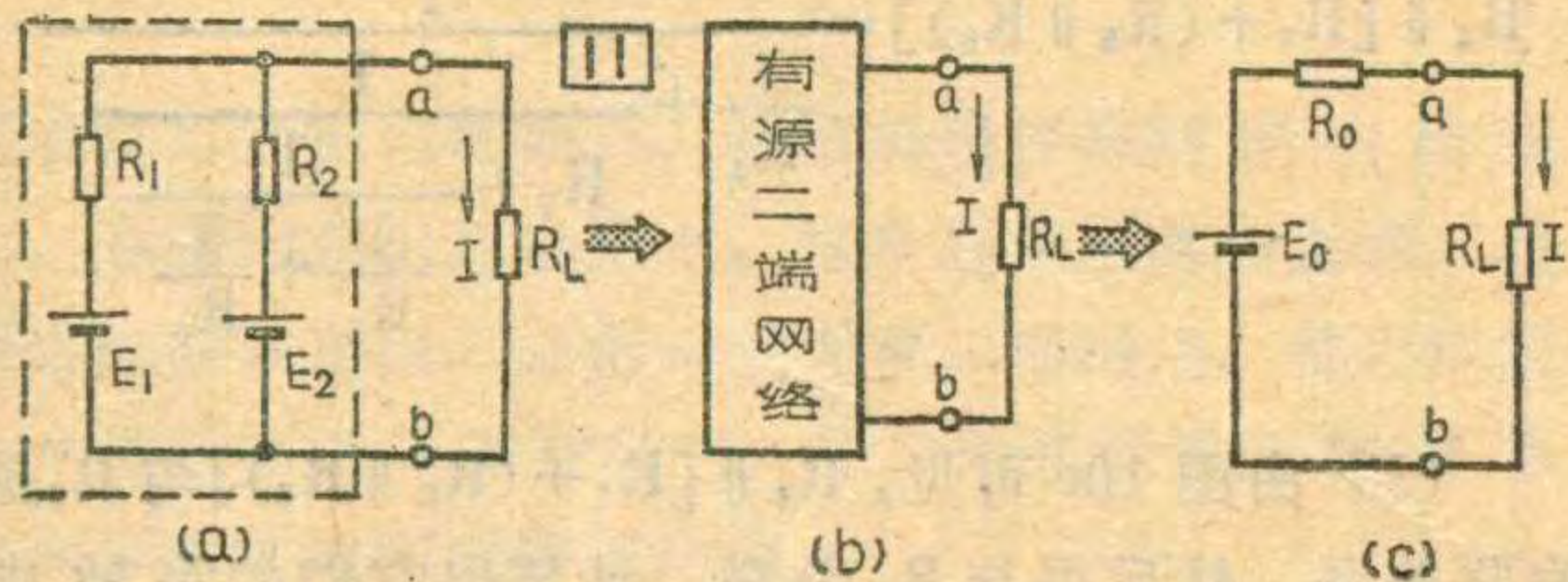
端网络, 然后用前面介绍过的电阻串、并联电路的计算方法, 算出网络的等效电阻就是 R_0 (图 11c)。流过电阻 R_L 的电流为

$$I = \frac{E_0}{R_0 + R_L}$$

以上就是戴维南定理, 也叫等效电源定理。

下面, 我们用戴维南定理来计算图 12 中 R_L 支路的电流 I , 计算步骤如下:

(1) 把支路 R_L 断开, 求出有源二端网络开路时的端电压值



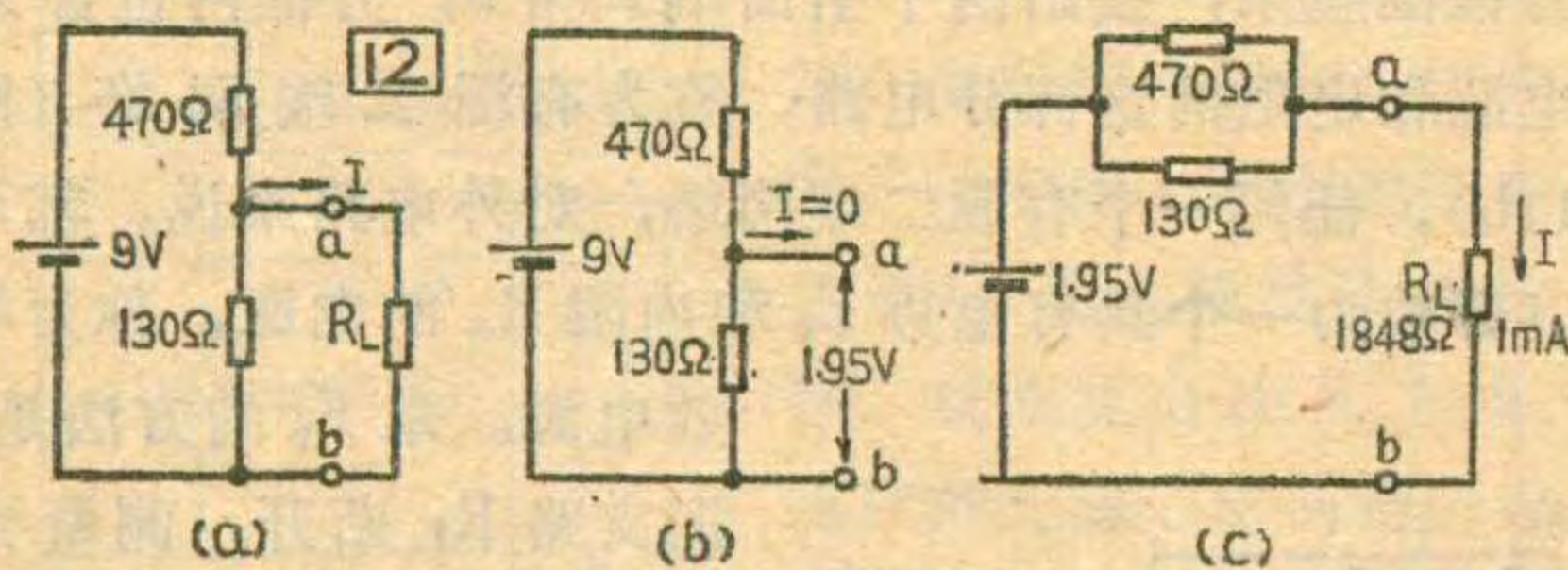
$$V_{ab} = 9V \times \frac{130\Omega}{470\Omega + 130\Omega} = 1.95V$$

$$E_0 = V_{ab} = 1.95V$$

(2) 假设有源二端网络内所有电源都短路, 求出内阻 $R_0 = 470\Omega \parallel 130\Omega = 102\Omega$ 。

(3) 计算流过 R_L 的电流, 已知 $R_L = 1848\Omega$

$$I = \frac{1.95V}{102\Omega + 1848\Omega} = 1mA$$



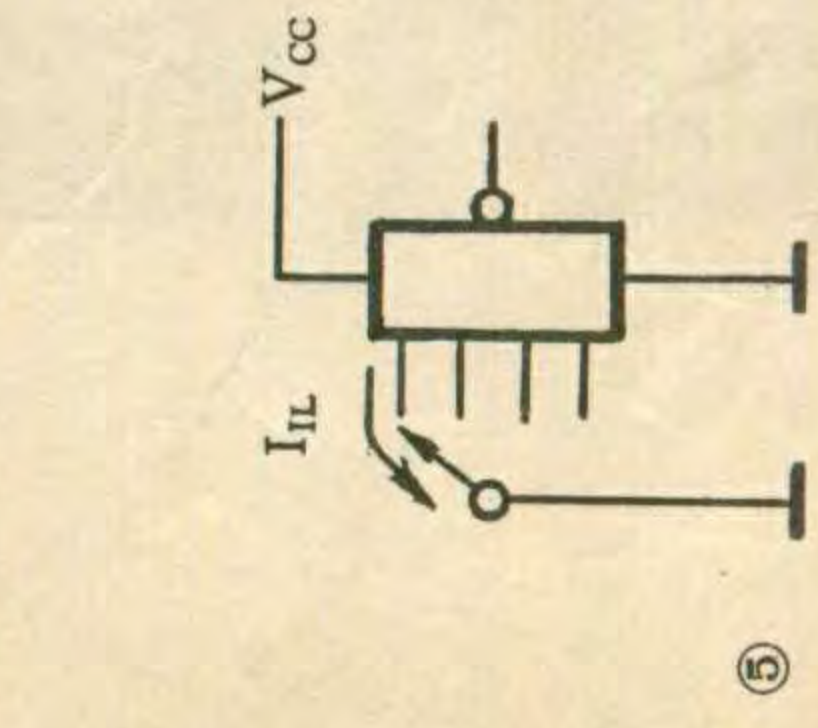
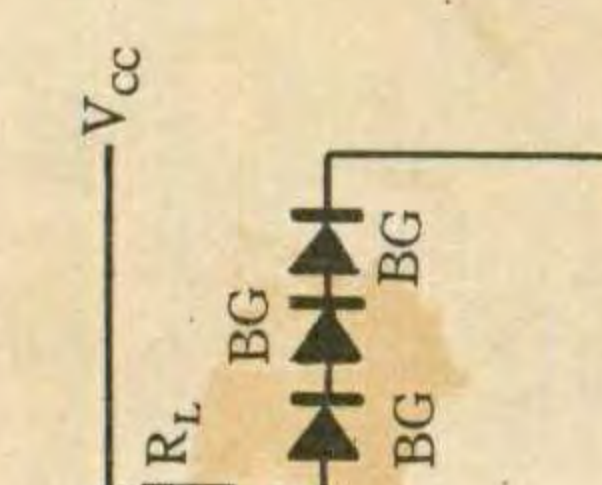
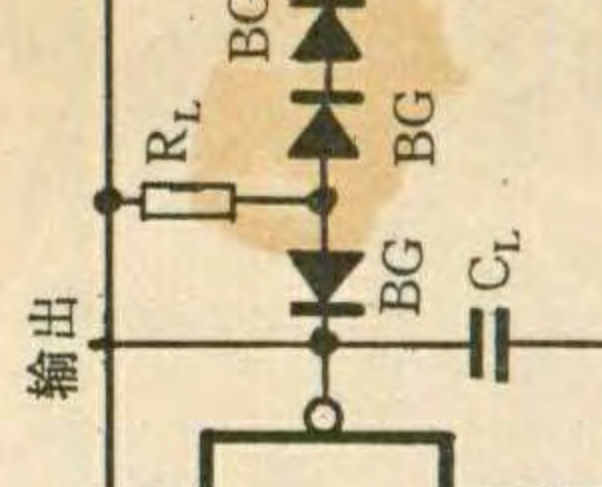
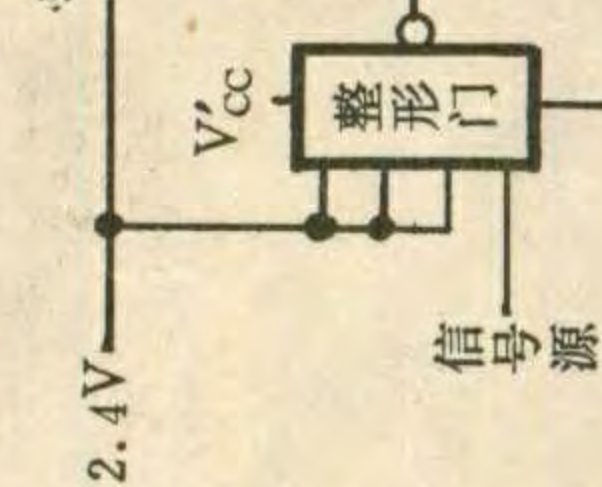
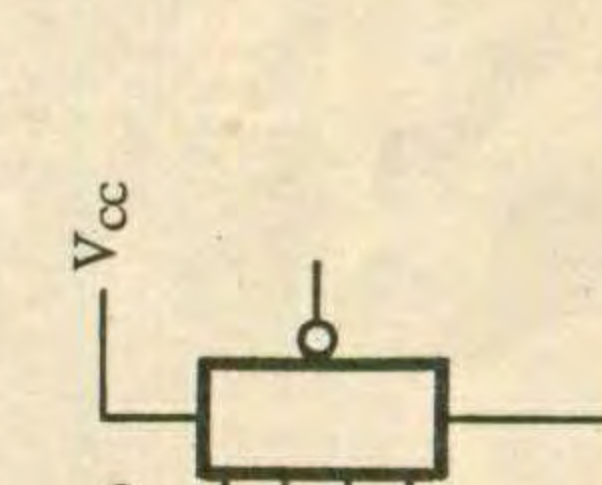
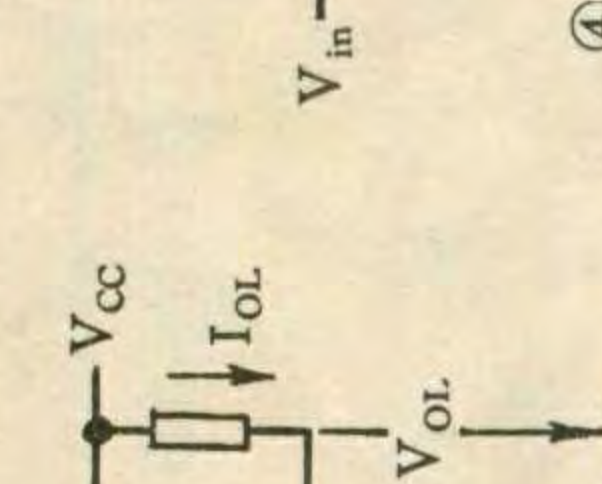
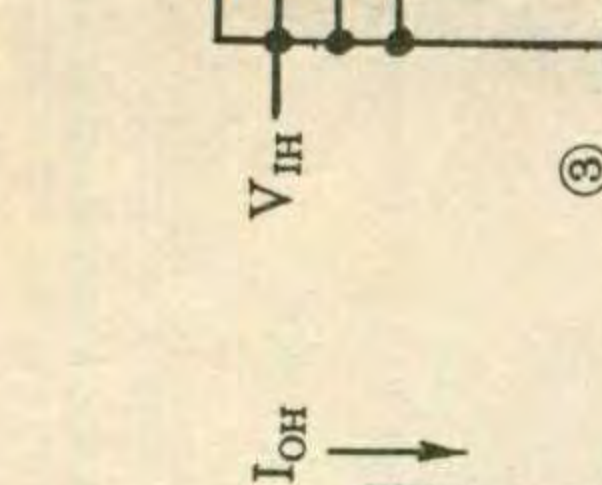
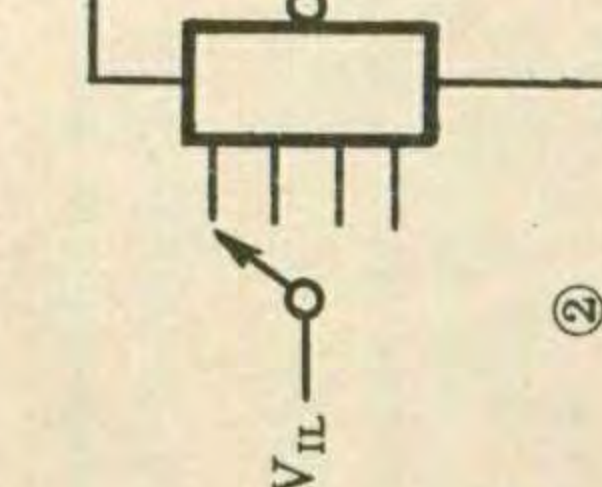
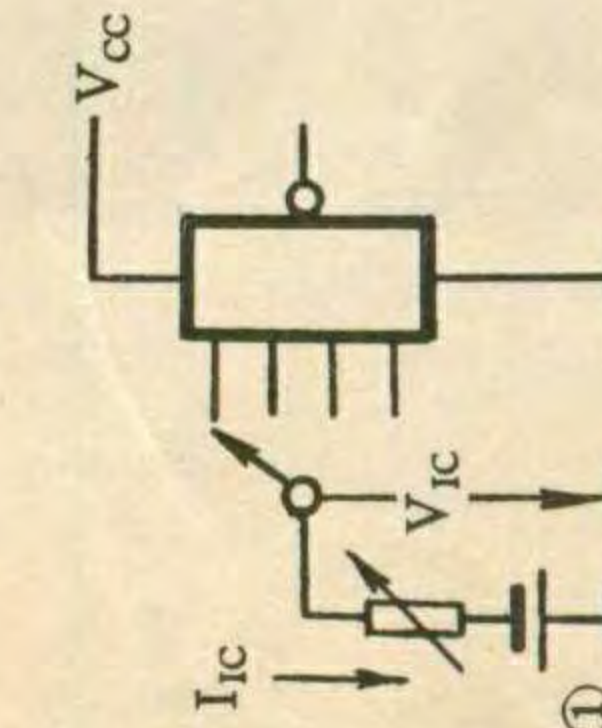
于是, 就可以算出接上负载 R_L 以后, a 、 b 两点间的电压

$$V'_{ab} = 1mA \times 1848\Omega = 1.848V$$

半导体集成电路TTL中、高速与非门电参数和测试方法

(测试温度: I类: -55°C~125°C, III类: -10°C~70°C, II类: -40°C~85°C, IV类: 25°C)

参数名称和符号	规范						单位	测试条件	测试方法	测试原理图
	中		高		速					
	T060A/T061A	T063A/T061B	T065A/T065B	T090A/T090B	T093A/T093B	T095A/T095B				
输入箝位电压 V_{IC}	≤ 1.5						V	$V_{CC} = 4.5V$, 被测输入端 $I_C = 12mA$; 其他输入端悬空, 输出端空载。	①	
高电平输出电压 V_{OH}	≥ 2.4						V	$V_{CC} = 4.5V$, 被测输入端 $V_{IL} = 0.8V$; 其他输入端悬空, $I_{OH} = 8 \cdot I_{IH}$ 。	②	
低电平输出电压 V_{OL}	≤ 0.4						V	$V_{CC} = 4.5V$, 输入端 $V_{IH} = 2V$, $I_{OL} = 8 \cdot I_{IL}$ 。	③	
最大输入电压时输入电流 I_I	≤ 1						mA	$V_{CC} = 5.5V$, 被测输入端 $V_{in} = 5.5V$; 其他输入端接地, 输出端空载。	④	
高电平输入电流 I_{IH}	≤ 50						μA	$V_{CC} = 5.5V$, 被测输入端 $V_{in} = 2.4V$; 其他输入端接地, 输出端空载。	⑤	
低电平输入电流 I_{IL}	≤ 1.6						mA	$V_{CC} = 5.5V$, 被测输入端接地; 其他输入端悬空, 输出端空载。	⑥	
输出短路电流 I_{OS}	20~80						mA	$V_{CC} = 5.5V$, 输入端接地, 输出端接地, 测试时间小于1秒。	⑦	
高电平输出时电源电流 I_{CCH}	≤ 3.5	≤ 7	≤ 14	≤ 5.5	≤ 11	≤ 22	mA	$V_{CC} = 5.5V$, 输入端接地, 输出端空载。	⑧	
低电平输出时电源电流 I_{CCL}	≤ 7	≤ 14	≤ 28	≤ 11	≤ 22	≤ 44	mA	$V_{CC} = 5.5V$, 输入端悬空, 输出端空载。	⑨	
扇出 N_o	≥ 8							同 V_{OH} 和 V_{OL} 。	②, ③	
平均传输延迟时间 t_{pd}	≤ 40	≤ 20	≤ 40	≤ 12	≤ 8	≤ 8	ns	$V_{CC} = 5V$, 被测输入端输入信号: $V_m = 3V, f = 2MHz$ (高速 10MHz)。 t_r, t_f 为 $10 \sim 15ns$ (高速 $6 \sim 8ns$), $t_w = 0.25 \mu s$ (高速 $50ns$); 其它输入端接 $2.4V, R_L = 300 \Omega$ (高速 270Ω), $C_L = 21pf$ (高速 $15pf$) BG 为 3DK3B (BC 短接), 测试温度: $25^\circ C$ 。	⑨	
输出波形上升时间 t_r^*	≤ 45	≤ 30	≤ 45	≤ 18	≤ 16	≤ 16				
输出波形下降时间 t_f^*										



附注: 1. 本表参数名称和符号待“集成电路文字符号标准”颁发后以部标为准。

2. 测 t_{pd} 时要求 $t_{pLH} \leq 2t_{pHL}$ 或者 $t_{pHL} \leq 2t_{pLH}$ 。

3. 凡由生产厂与用户协商的参数及其规范 (如输出漏电流 I_{OR} , 输出波形台阶 t_c 等) 本表未列入。

4. 有 * 标志的参数为参考参数。

5. TTL 中, 高速与非门中的集电极开路输出, 三态输出, 功率门本表均未列入。



WUXIANDIAN

无线电