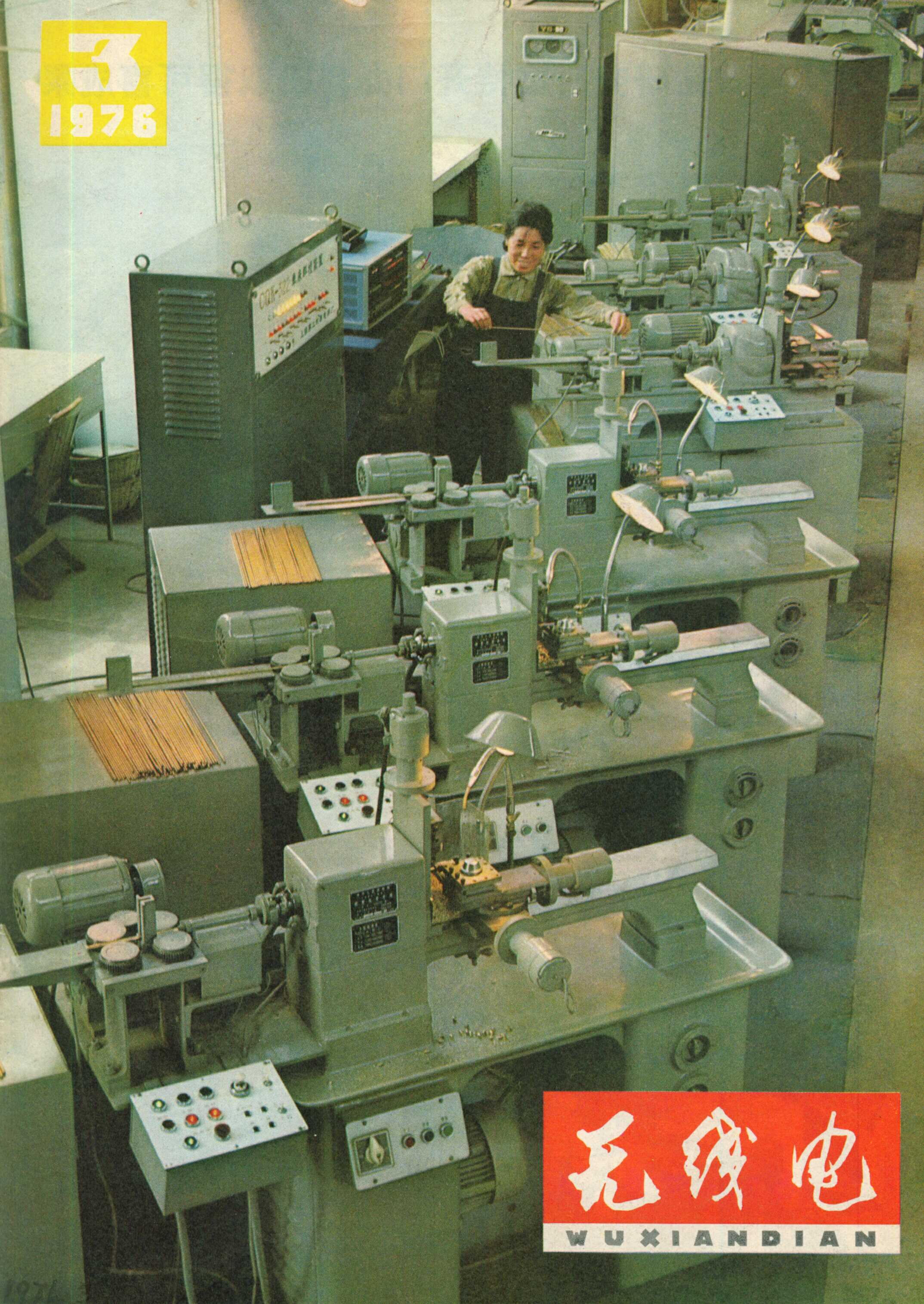


3
1976



无线电

WUXIANDIAN

上海硅酸盐研究所坚持开门办科研取得可喜成果

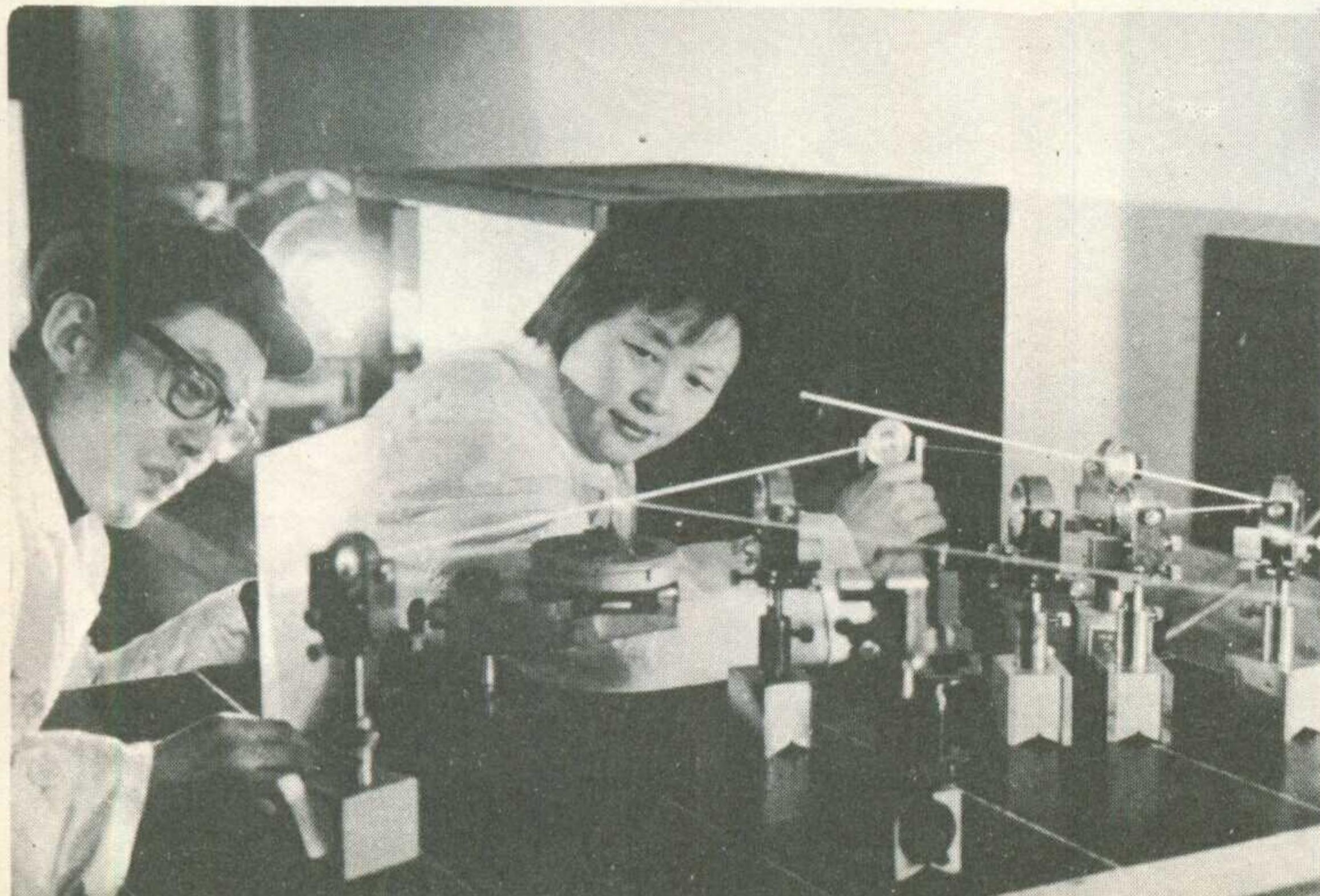
中国科学院上海硅酸盐研究所的工人、干部和科研人员在批林批孔运动中，总结了自无产阶级文化大革命以来，实行开门还是关门办科研的正反两方面的经验教训，进一步提高了贯彻执行毛主席革命路线的自觉性。一九七四年下半年起，研究所的科研人员在党委领导下，走与工农相结合的道路，与几十个工厂等单位挂钩，促进了科研工作的蓬勃开展。

硅酸盐研究所开门办科研取得丰硕成果的事实，有力地批驳了科技界右倾翻案风的奇谈怪论。（新华社供稿）



（上）科研人员与上海立新无线电元件厂工人相结合，研制成功的压电陶瓷材料，已由工厂加工成各种形态的元件，在工业生产、国防建设部门中广泛应用。

（下）上海硅酸盐研究所实行开门办科研，与工人相结合，在有关工厂的协助下，研制成功了硫砷玻璃光存储材料和玻璃电存储材料及器件，为我国玻璃半导体材料的研究工作作出了新的贡献。图为科研人员在进行硫砷薄膜激光全息存储试验。



（上）玻璃半导体小组的干部、科研人员认真学习无产阶级专政理论，以阶级斗争为纲，联系研究所的实际，批判那种反对开门办科研的奇谈怪论。



（下）科研人员到江苏省苏州电容器厂水晶车间，和工人一起，把在实验室里进行的有关水晶生产的科研结果，拿到生产实践中去检验，对理论研究和实际生产都有所提高、发展。

毛主席语录

什么“三项指示为纲”，安定团结不是不要阶级斗争，阶级斗争是纲，其余都是目。

翻案不得人心。

社会主义革命革到自己头上了，合作化时党内就有人反对，批资产阶级法权他们有反感。搞社会主义革命，不知道资产阶级在哪里，就在共产党内，党内走资本主义道路的当权派。走资派还在走。

翻案不得人心

《人民日报》1976年3月10日社论

在毛主席为首的党中央领导下，一个反击右倾翻案风的伟大斗争正在全国胜利发展。

伟大领袖毛主席最近指出：“翻案不得人心。”毛主席的话，充分表达了广大革命人民反对复辟倒退、坚持继续革命的强烈愿望，揭露了党内不肯改悔的走资派逆历史潮流而动的反动本质，鼓舞着全党全军全国人民更加积极地投入反击右倾翻案风的斗争。

这场斗争是资产阶级挑起来的。去年夏季前后，社会上刮起了一股右倾翻案风。刮这股风的人，反对以阶级斗争为纲，篡改党的基本路线，否定无产阶级教育革命、文艺革命，否定科技领域的社会主义革命，否定老、中、青三结合，否定各条战线的社会主义新生事物，否定无产阶级文化大革命，翻文化大革命的案，算文化大革命的账。他们的翻案活动，是有理论、有纲领、有组织的。他们的矛头对着伟大领袖毛主席，对着毛主席的革命路线，对着广大革命群众。不回击这股右倾翻案风，岂不是容忍修正主义泛滥，资本主义复辟吗？

从清华大学开始的革命大辩论，给右倾翻案风以迎头痛击，大得人心，赢得了全国各族广大人民热烈的支持和拥护。广大革命群众、革命干部，认真学习清华大学的经验，在党的领导下，批判“三项指示为纲”，使刮翻案风的党内走资派完全陷入孤立的境地。事实证明：工农兵、革命干部和革命知识分子，即占人口总数百分之九十五以上的人民大众，是要革命的，是拥护社会主义的。他们不喜欢搞修正主义的大人物压他们。走社会主义道路是他们的根本要求，无产阶级文化大革命代表了他们的根本利益，他们要求巩固和发展文化大革命的胜利成果，限制资产阶级法权，把社会主义革命推向前进。搞修正主义，翻文化大革命的案，人民群众是决不答应的。

毛主席最近指出：“社会主义革命革到自己头上了，合作化时党内就有人反对，批资产阶级法权他们有反感。搞社会主义革命，不知道资产阶级在哪里，就在共产党内，党内走资本主义道路的当权派。走资派还在走。”毛主席这个极其深刻的马克思列宁主义的分析，总结了我国二十多年来社会主义革命的历史经验，捍卫和发展

了马克思列宁主义，是我们反修防修强大的思想武器，是无产阶级专政下继续革命强大的思想武器。毛主席在这里明确指出，走资派就是社会主义革命时期党内的资产阶级。从合作化到批资产阶级法权，社会主义革命每前进一步，都要受到党内资产阶级的抵抗。由于社会主义社会还存在阶级、阶级矛盾和阶级斗争，还存在产生资本主义和资产阶级的土壤和条件，总会在党内出现走资派，出现新的资产阶级的代表，“走资派还在走”的现象将长期存在。煽起右倾翻案风的那个人，就是在文化大革命前追随刘少奇搞修正主义、对抗历次社会主义革命运动、在文化大革命中被批判过而不肯改悔的走资派。他口头上说什么“永不翻案”，一旦重新工作，旧病复发，又继续走资本主义道路了。这种人，从来也不是马克思主义者，而是毛主席曾经指出的思想至今还停止在民主革命阶段的资产阶级民主派。正同《水浒》中的宋江虽在农民起义队伍中却代表地主阶级一样，走资派名为“共产党员”，实际上代表党内外的新旧资产阶级。我们要记住，整个社会主义历史阶段的主要矛盾是无产阶级同资产阶级的矛盾，主要危险是修正主义，革命的对象是资产阶级，重点是党内走资本主义道路的当权派。

毛主席亲自发动和领导的反击右倾翻案风的斗争，关系到我们党和国家的前途和命运。历史上每一个大的社会变革以后，总会有人象孔老二那样跳出来搞翻案，搞复辟。进行无产阶级文化大革命这样一场伟大革命，也必然会出现翻案派。这次翻案和反翻案、复辟和反复辟的斗争，是毛主席的无产阶级革命路线和刘少奇、林彪反革命的修正主义路线斗争的继续和深入，是无产阶级文化大革命的继续和深入。这样的斗争，今后还会继续下去。对这一点，我们一定要保持清醒的头脑。

反击右倾翻案风的斗争，在各级党委领导下进行。不搞串连，不搞战斗队。要认真学习无产阶级专政的理论，学习毛主席七届二中全会以来关于阶级、阶级矛盾和阶级斗争的一系列论述，学习毛主席关于无产阶级文化大革命和反击右倾翻案风的一系列重要指示，认清社会主义革命的性质、对象、任务和前途。领导干部要站在运动的前列，带头学，带头揭，带头批，带头反击右倾翻案风。要相信群众，依靠群众，放手发动群众，牢牢掌握斗争的大方向，团结起来，集中批判那个不肯改悔的走资派的修正主义路线。广大革命群众和革命干部，都要记住毛主席关于“**扩大教育面，缩小打击面**”，“**惩前毖后，治病救人**”这些教导。对少数执行了错误路线的领导干部，要帮助他们转变立场，欢迎他们改正错误。要坚持“**抓革命，促生产，促工作，促战备**”的方针，把各项工作包括工农业生产都搞得更好，警惕阶级敌人的捣乱，警惕有人用破坏生产来破坏革命。要通过反击右倾翻案风的斗争，进一步促进安定团结，巩固和发展文化大革命和批林批孔运动的伟大成果。

让我们在毛主席为首的党中央领导下，以阶级斗争为纲，把反击右倾翻案风的斗争进行到底！

集成电路计数器

天津市四十二中学
凌肇元

一. 计数器的基本原理

在毛主席关于“教育要革命”的伟大指示指引下，我校革命师生批判了无产阶级文化大革命前的修正主义教育路线，办起了校办工厂，使它成为教学、生产、科研三结合的基地。在校办工厂中，教师和同学一起参加劳动，参加试制，向工人师傅学习，向生产实际学习，既锻炼了思想，又增长了才干。

在校办工厂中，我们学集成电路，用集成电路，并且将集成电路做成计数器，批量生产数字计时器，计数插件板等数字仪表，在教育为无产阶级政治服务，为工农兵服务，与生产劳动相结合方面，取得了可喜的成果。

本文是根据我们的实践经验整理出来的，力图从理论和实际的结合上讲明集成电路计数器的基本原理以及在实际运用中遇到和解决的具体问题。

* * *

生产实践中变化着的各种物理量，可以通过光电、声电、热电、压电、磁电等效应，转换成电脉冲信号，输入计数器。计数器则通过电路元件本身固有的特殊功能，组成不同的电路状态来表示不同的“数”，将输入的脉冲信号，按“数”的关系，一一接收下来，进行传送、运算，并且通过数字管显示出来。所以，计数器的基本思想就是把电路不同的稳定状态跟“数”对应起来，用状态的有规律的变化表示“数”的规律性变化。

一提起数，我们就会想到日常生活中习惯使用的十进位计数制，一般数字仪表、小型程控装置、台式计算机和数控计数器的数字管都按十进制显示。但是，在电子技术中很难找到这样一种基本单元电路，它具有十个不同的状态，用来代表十个数。而有两个不同稳定状态的电路，则很容易找到，如双稳态触发器就具有两个稳定的状态。其实，具有两个不同状态的事物的相互转化是极为普遍的，如电灯的亮和暗，电路的通和断，脉冲的有和无，晶体管的导通和截止等等，这反映了普遍的对立统一规律。因此，通常就将十进制的数“编”成数字装置容易接受的二进制的数，经数字装置运算后，再把二进制的数“翻译”成人们所习惯的十进制。在数字技术中，用符号“0”和“1”表示上述两种对立的状态，譬如，把输出低电位记为“0”，输出高电位记为“1”。我们把它们叫做“代

码”。显然，代码只是一种符号，它们不同于十进制数字运算中的0、1、2、3…。

电路的不同状态跟数是怎样的对应关系呢？也就是说用怎样的代码组合来表示一个个的数呢？这项工作，叫做“编码”，编码的方案可以有很多种。

把计数电路所算出的二进制结果，“翻译”成十进制数，叫做“译码”，由门电路构成的“译码器”肩负着这项任务。

译码以后的十进制数，再通过显示电路和数字管显示出来。

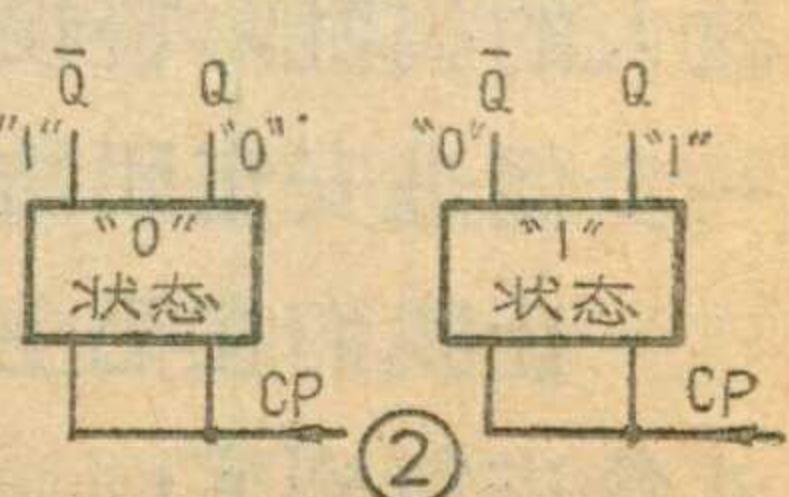
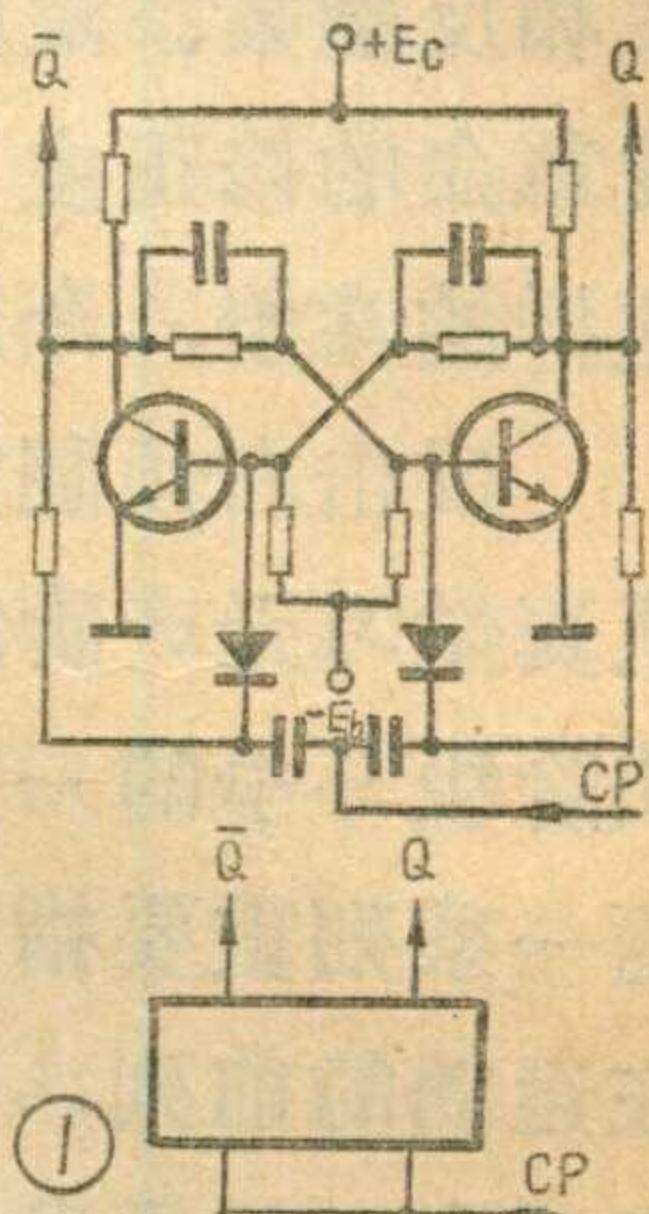
所以，一般说来，计数器包括按一定编码要求的计数电路，把二进制结果译成十进制的译码器和把十进制数表示出来的显示器这三个基本部分。

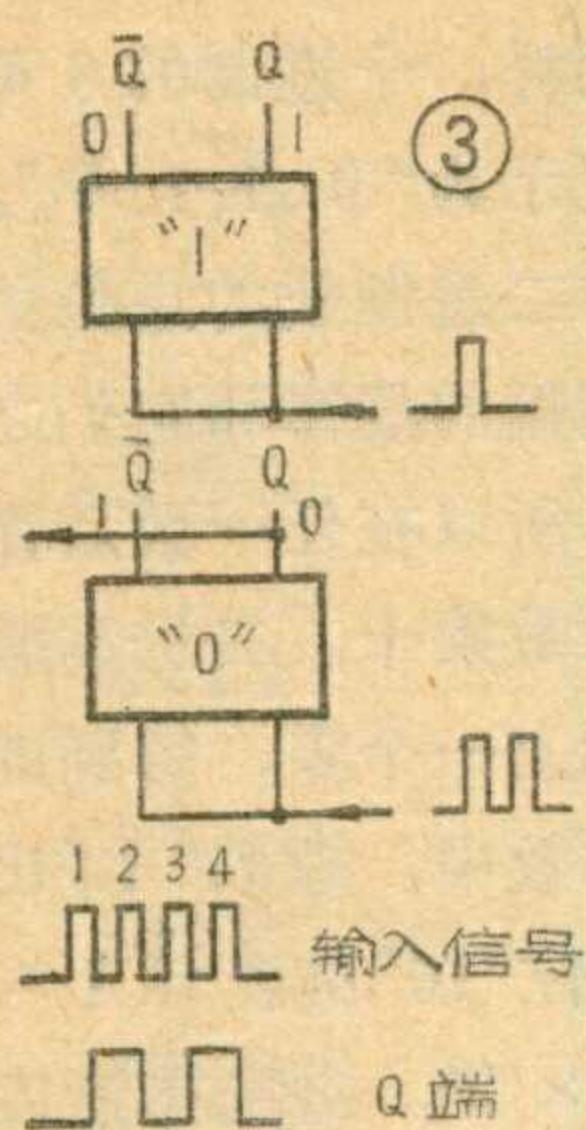
我们从计数电路的基本单元双稳态触发器着手分析。双稳态触发器的原理在“无线电”74年第5期中已作过介绍，这里仅就它作为计数触发器单元，概括一下它的特点：

(1) 双稳态触发器有两个输出端 Q 和 \bar{Q} (见图1)，这两个输出端的电位高低总是相反的。因为双稳态电路一管的截止促使另一管饱和，而一管的饱和又保证了另一管的截止。二者既对立，又互相依存，共同存在于触发器这个统一体中。这种状态是有条件的、相对的、可变动的，在外界触发信号作用下，互换成另一种状态。利用它的这种特性，双稳态触发器可作为计数电路中的“记忆”元件。

(2) Q 为“1”、 \bar{Q} 为“0”的状态，和 Q 为“0”、 \bar{Q} 为“1”的状态，都是相对稳定状态，所以叫双稳态。整个双稳态触发器的状态，规定以右边输出端 Q 为准， Q 端为“1”，称触发器的状态为“1”； Q 为“0”，称触发器的状态为“0”(见图2)。

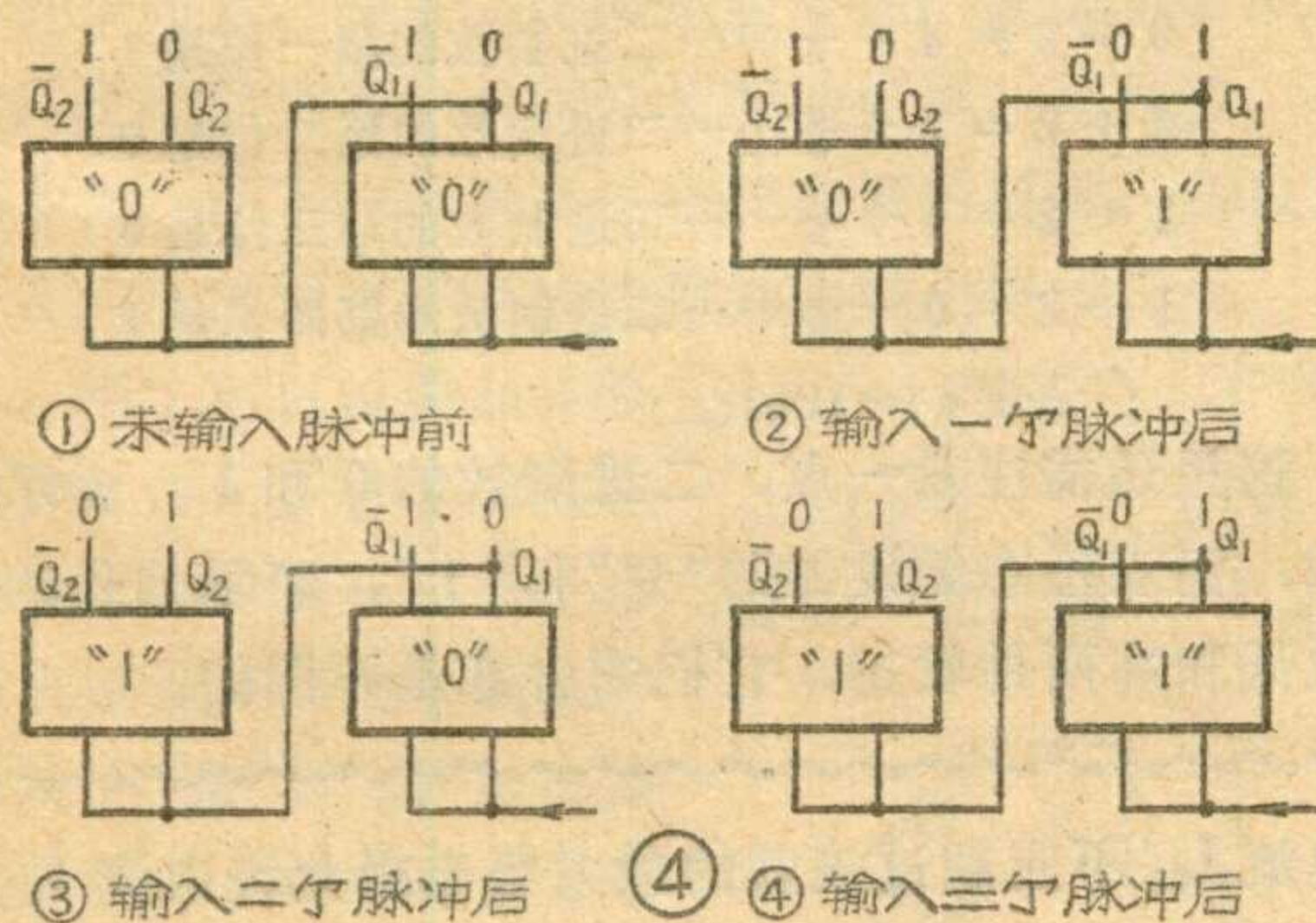
(3) 从 CP 端每输入一个触发脉冲信号，两个输出端 Q 和 \bar{Q} 就互换一下状态，





叫触发翻转(触发器的初步概念即由此而来)。每输入两个脉冲, Q 和 \bar{Q} 都回复到原先的状态,但经历了一次变换,即输出一个脉冲信号,这个信号,叫进位信号。所以,双稳态触发器每输入二个触发信号,就输出一个脉冲信号,即进一位(见图3)。从物理意义上来说,对输入信号作了二分频,因而双稳态电路可作“二分频($\div 2$)电路”。

(4) 双稳态触发器,服从“逢二进一”的二进制规律。就是说每遇到本位是1,又要加1时,便使本位变0,同时向前面进位,使前一位加1,即 $1+1=10$ 。为了说明进位问题,我们将两级双稳态触发器连接起来,如图4。没有输入脉冲信号前的状态为“0 0”;输入一个脉冲后,第一级双稳态触发器 C_1 翻转,电路状态为“0 1”;第二个脉冲输入后, C_1 翻回为“0”态,并向第二级触发器 C_2 进位,电路状态为“10”;第三个脉冲输入后, C_1 又翻转为“1”,电路状态为“11”。



如果再输入第四个脉冲, C_1 又翻为“0”,并向 C_2 进位,使 C_2 也翻转为“0”,电路回复到原先的“0 0”,但 C_2 的输出端 Q_2 向更高位输出一个脉冲。可见,两级双稳态触发器构成的电路,有四个稳态“0 0”、“01”、“10”、“11”,能表示0、1、2、3四个数。这就是双稳态触发器构成计数电路的基本原理。

(5) 如果采用负脉冲信号触发,那就是指在每当触发脉冲由“1”变“0”(下降沿)时,双稳态触发器才翻转,所以当 Q 端由“1”变“0”时,才输出给下一级

进位信号,而当 Q 端处于由“0”变“1”的上升沿时,只是作准备,而不输出信号。需用正脉冲信号触发的双稳态触发器,其情况正与此相反。

(6) 使双稳态触发器的状态变为“0”的输入端,叫置“0”输入端(图5),使双稳态触发器的状态变为“1”的输入

端,叫置“1”输入端。从图中看出, Q 输出端那一边是置“1”输入端, \bar{Q} 输出端那一边是置“0”输入端。

从上述双稳态触发器的基本特性知道,两级双稳态能记忆和反映4个数,如果我们要记录更多的脉冲数,就可以把多个双稳态电路逐级连起来。每级双稳态为一个码,级数越多,码的位数越多,通过编码可记录的数也越多,如三级双稳态,有三个码,有 $2^3=8$ 个不同的状态;四级双稳态,有四个码,有 $2^4=16$ 个不同的状态。

输入脉冲的个数和四级双稳态电路的状态两者之间的关系,如表1中左边二列所示,它反映了十进制数和二进制数之间的对应关系。按表1左边二列所示的方式来计数,就是二进制计数法。

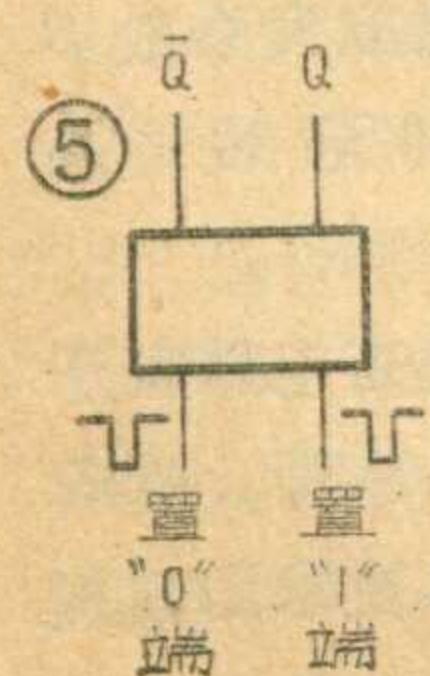
用二进制代码表示十进制数的方法,通常称为“二—十进制”代码。从表1可以看出,一位十进制数

表1.

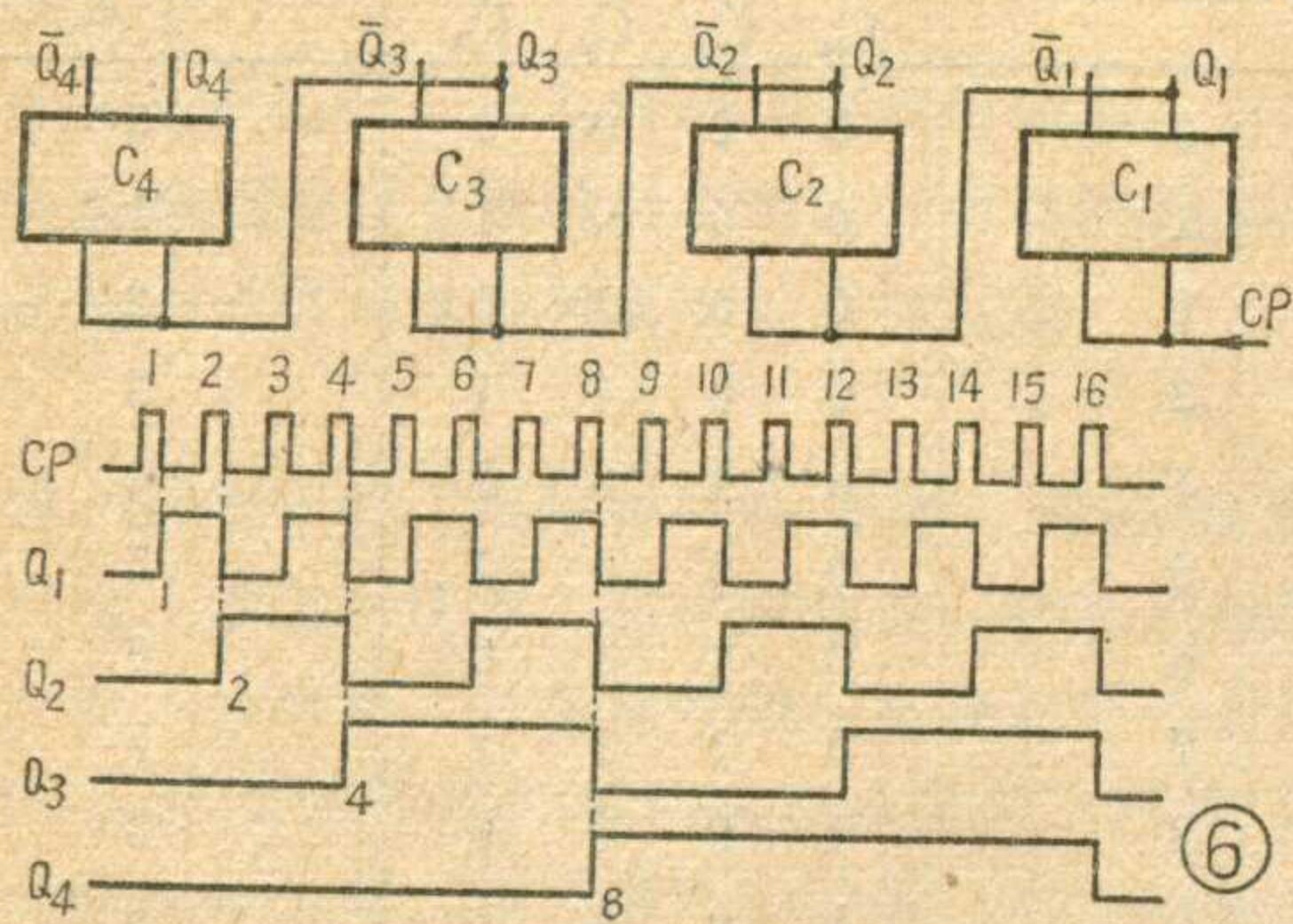
输入脉冲个数 (计数次序)	电 路 状 态 (二进制数码)				“8·4·2·1”代码 十进制数
	C_4	C_3	C_2	C_1	
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1
2	0	0	1	0	2
3	0	0	1	1	3
4	0	1	0	0	4
5	0	1	0	1	5
6	0	1	1	0	6
7	0	1	1	1	7
8	1	0	0	0	8
9	1	0	0	1	9
10	1	0	1	0	
11	1	0	1	1	
12	1	1	0	0	
13	1	1	0	1	
14	1	1	1	0	
15	1	1	1	1	

要用四位二进制数来表示,或者说,一只十进位数字管上的0~9十个数(指十进制计数器中的一位),必须由四级双稳态触发器组成。但四位二进制数可代表十六种状态,用来表示十种状态时还需要去掉六种状态,去掉哪六种状态?以及哪一种状态代表十进位的哪个数?这由编码方案来决定。

“8·4·2·1”代码是最常用的一种编码方案,它用十六个状态中的前十个状态来代表十进制里的十个数,舍去后面的六个状态(见表1右边的一列)。8·4·2·1是什么意思呢?让我们结合实际回答这个问题,观察一下图6,图中表示的是四级双稳态各级输出波形图,从图中看出,第一级双稳态触发器的第一次翻转(由“0”→“1”)是在第1个输入脉冲的下降沿,



第二级双稳态的第一次翻转是在第2个输入脉冲的下降沿，第三级双稳态的第一次翻转是在第4个输入脉冲的下降沿，第四级双稳态的第一次翻转是在第8个输入脉冲的下降沿。结合表1来看，二进制第一位(C_1)为1(“0001”), 表示十进制数为1, 二进制第二位(C_2)为1(“0010”), 表示十进制数为2, 二进制第三位(C_3)为1(“0100”), 表示十进制数为4, 二进制第四位(C_4)为1(“1000”), 表示十进制数为8。取表1中前十个数表示十进制的0—9, 这样的编码方案, 叫“8、4、2、1”代码(此外还有“2、4、2、1”码等多种)。可见, “8”就是第四位触发器在十进制数8时开始翻转; “4”就是第三位触发器在十进制数4时开始翻转; “2”就是第二位触发器在十进制数2时开始翻转; “1”就是第一位触发器在十进制数1时开始翻转。因此, 根据代码, 可以立即得出十进制数与二进制数间的关系。譬如“0111”这个数码相当于十进制数的 $0+4+2+1=7$ 。又如“1001”这个数码, 相当于



(上接第8页)

样, 输出电压 V_{sc} 的波形就象图8那样, 这时晶体管就不能起到很好的开关作用了。因此, 在要求开关速度很高的场合, 要选用开关晶体管。

脉冲电路中晶体管的选择

脉冲电路中晶体管是作为开关元件运用的, 所以对晶体管的选择与放大电路有所不同, 一般应考虑以下要求:

(1) 电路的工作频率 一般使管子的特征频率 f_T 大于电路工作频率的10倍左右。如果电路工作频率高于 10MHz , 则必须选用高速开关管, ($f_T > 100\text{MHz}$), 如3DK3、3DK2、3AK21、3AK15等; 假使工作频率在 1MHz 左右, 则用中频开关管或高频放大管 ($f_T \geq 10\text{MHz}$), 如3AK7、3AK8、3AG11等; 若工作在 100kHz 左右, 则可选用低频管 ($f_T \geq 1\text{MHz}$), 如3AX72、3AX4等。

(2) 负载电流 晶体管工作于饱和状态时的集电

十进制数的 $8+0+0+1=9$ 。同样, 十进制的6可写成 $0+4+2+0$, 在二进制中表示为“0、1、1、0”。

只要我们比较一下十进制数与二进制数的进位关系, 就可以明显的看出它们各自遵循的规律和它们之间的关系。十进制数是逢十进一, 所以在任一数后面加上一个零, 得到的数将是原来的数乘十。二进制数是逢二进一, 所以在任一数后面加上一个零, 得到的数是原来的数乘2。所以, 二进制数中, 数码“1”出现在第一位是 1×2^0 , 出现在第二位“10”就表示 1×2^1 , 出现在第三位“100”就表示 1×2^2 , 出现在第四位“1000”就表示 $1 \times 2^3 \dots \dots$, 出现在n位“ $\overbrace{10 \dots \dots 0}^{n-1 \text{ 个}}$

就表示 $1 \times 2^{n-1}$ 。这里也表明了二进制数转换成十进制数的方法, 如:

$$\begin{aligned} 110101 &= (1 \times 2^5) + (1 \times 2^4) + (0 \times 2^3) + (1 \times 2^2) + (0 \times 2^1) + (1 \times 2^0) \\ &= 32 + 16 + 4 + 1 \\ &= 53 (+) \end{aligned}$$

至于十进制数转换成二进制数, 可用“除二取余法”, 即将十进制数除以2, 一直到商数等于0为止, 取其余数。例如把十进制数9化为二进制数:

$$\begin{aligned} 9 \div 2 &= 4 + \frac{1}{2} \dots \dots \text{二进制数的第一位是 } 1 \\ 4 \div 2 &= 2 + \frac{0}{2} \dots \dots \text{二进制数的第二位是 } 0 \\ 2 \div 2 &= 1 + \frac{0}{2} \dots \dots \text{二进制数的第三位是 } 0 \\ 1 \div 2 &= 0 + \frac{1}{2} \dots \dots \text{二进制数的第四位是 } 1 \\ \therefore 9 (+) &= 1001(\text{二}) \end{aligned}$$

这里还需注意一点, 二进制数的0和1, 表示的是数, 而双稳态触发器的“0”和“1”, 表示的是输出电位低和高两种状态, 它们的含意是不同的。

极电流 I_{cs} 不应超过该管的最大集电极允许电流 I_{cM} 。但当 $I_c = I_{cM}$ 时, 晶体管电流放大系数已下降到正常值的三分之一, 所以一般取 $I_{cs} = (\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2})I_{cM}$ 。

(3) 电源电压 晶体管工作于截止状态时, 电源电压全部加在晶体管的c、e极之间, 为保证管子的安全, 通常要求晶体管的集电极—发射极反向击穿电压 BV_{ceo} 大于电源电压的两倍。

(4) 温度稳定性 晶体管的集电极—发射极反向截止电流 I_{ceo} 与温度有密切关系, 温度每升高 10°C , I_{ceo} 增大一倍。常温时, 硅管的 I_{ceo} 小于1微安, 而锗管的 I_{ceo} 通常大于几十微安。所以在对温度稳定性要求较高的脉冲电路最好选用硅管。又由于电流放大系数 β 大的管子, I_{ceo} 也大, 故宜选择 β 值在30至80的晶体管。

为了减小晶体管的平均耗散功率, 提高电路抗干扰能力, 尽量选择饱和压降 V_{ces} 较小的晶体管。选管时还要考虑勤俭节约的原则, 在满足技术要求的前提下, 尽量选择价格较低, 通用性较大的管子。

晶体管的开关特性

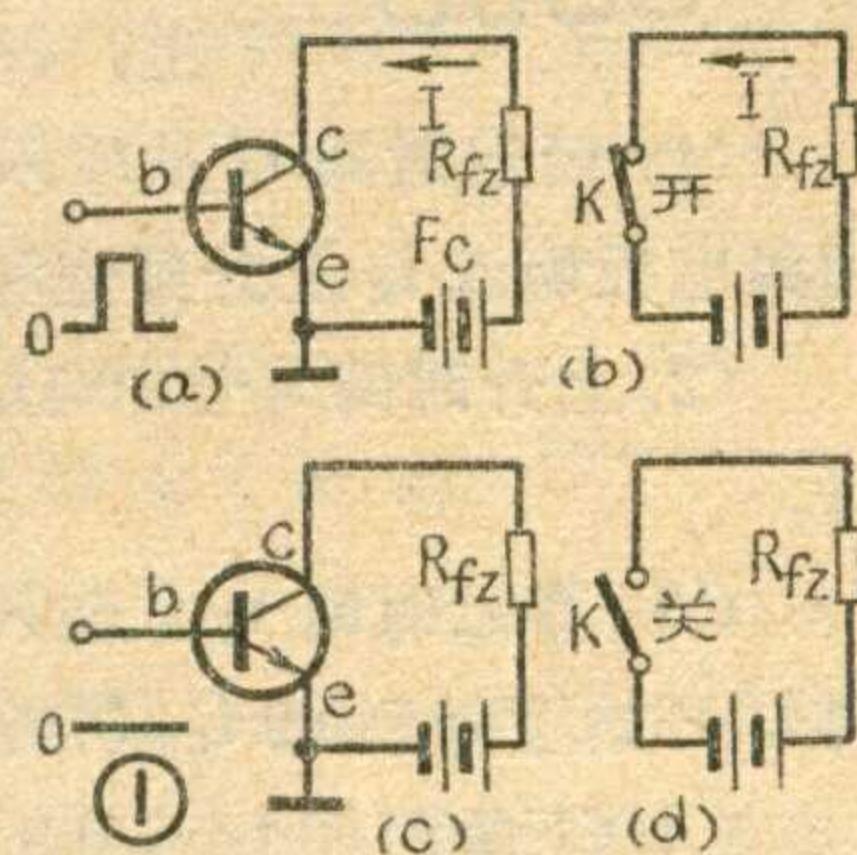
宋东生

随着我国工农业生产和科学技术的飞速发展，脉冲技术在国民经济各个领域中的应用日益广泛，一些现代化的电子设备，如电子数字计算机、数控机床、数字化仪表和电视接收机的主要部件，无非是各种各样的开关电路。电路里的开关元件主要是由晶体管来担任的。近几年来，由于半导体集成电路的发展和应用，使开关电路在高速度、微小型化、低功耗和高可靠性方面出现了新的飞跃。因此，深入了解晶体管的开关特性是学习和掌握脉冲技术的重要环节。

利用晶体管作开关元件

脉冲电路对开关元件的基本要求是：在电路“接通”时，阻抗尽量小，接近于短路，电路“断开”时，阻抗尽量大，接近于开路；开关的转换速度要快；驱动功率小，即动作灵敏度高等。机械开关和继电器，动作慢，驱动功率大，已不能适应高速脉冲电路的要求，所以近年来人们广泛地采用晶体管作为无触点电子开关。

图1可以说明晶体管的开关作用。管子的集电极c和发射极e相当于普通机械开关的两个触点，开关的“通”与“断”是由加在基极b上的脉冲信号来控制的。图1所示NPN型晶体管电路中，当输入正脉冲时，晶体管导通，集电极电流很大，c、e之间的电阻很小，晶体管相当于一个接通的开关，如图1(b)所示。当输入负脉冲时，晶体管截止，集电极电流近似等于零(只有极小的反向漏电流)，c、e之间的电阻很大，相当于一个断开的开关，如图1(d)所示。晶体管开关是由电脉冲信号来控制的，所以开关的速度极快，可由每秒钟数千次到几百万次，这是晶体管开关最重要的特点。这种开关只需利用很小的基极电流 I_b ，就能控制很大的集电极电流 I_c 实现通和断，在使用中没有机械磨损，所以寿命长、工作可靠。必须指出，晶体管不是一个理想的开关，当晶体管处于截止状态时，集电极和发射极之间总会流过很小的反向漏电流，开关两端的电阻不是无限大，一般约为数十兆欧到数百兆欧。当晶体管处于充分导通(即饱和)状态时，集电极和发射极之间存在着一定的饱和压降，开



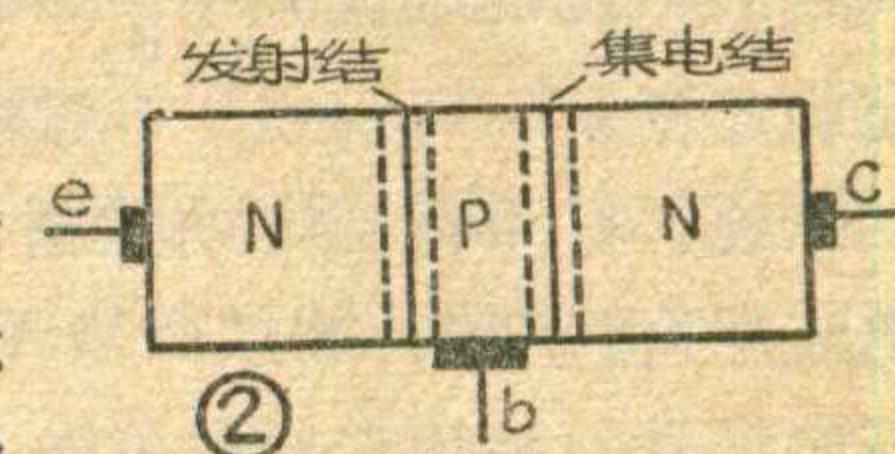
关两端的电阻不等于零，一般约为几欧到几十欧。此外，晶体管开关由一种工作状态转换到另一种工作状态所需时间不是零，总要经历很短的开关时间。

晶体管作开关应用时，管子的工作状态与放大电路是不同的。大多数脉冲电路中晶体管都是工作于截止与饱和两种工作状态。

晶体管的三种工作状态

为了深入了解晶体管开关工作状态的特点，我们先从放大工作状态谈起。

我们知道，晶体管是具有N-P-N或P-N-P三个导电区和两个PN结的半导体器件，如图2所示。在放大电路中，晶体管的发射结外加正向电压(称为正向偏置)，集电结外加

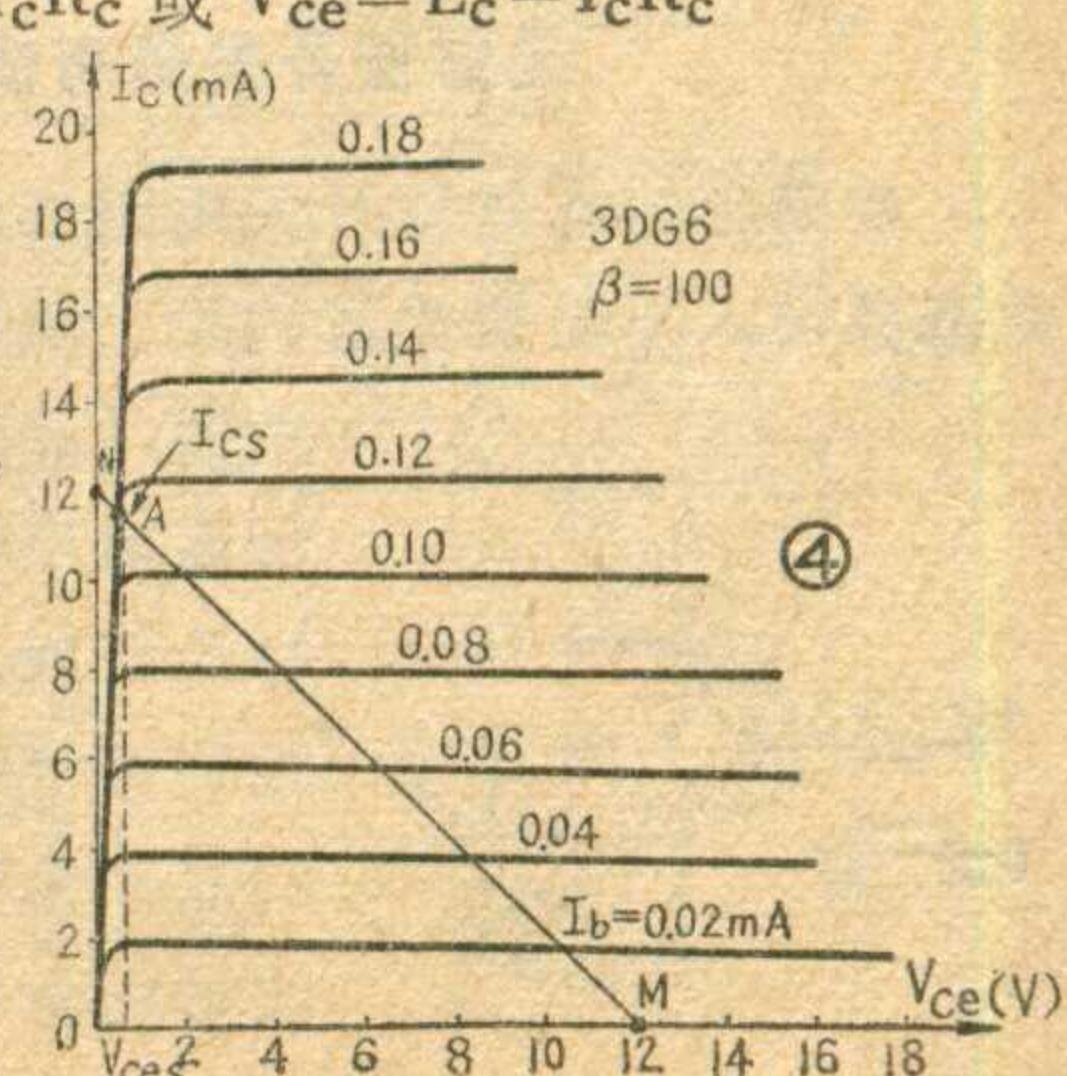
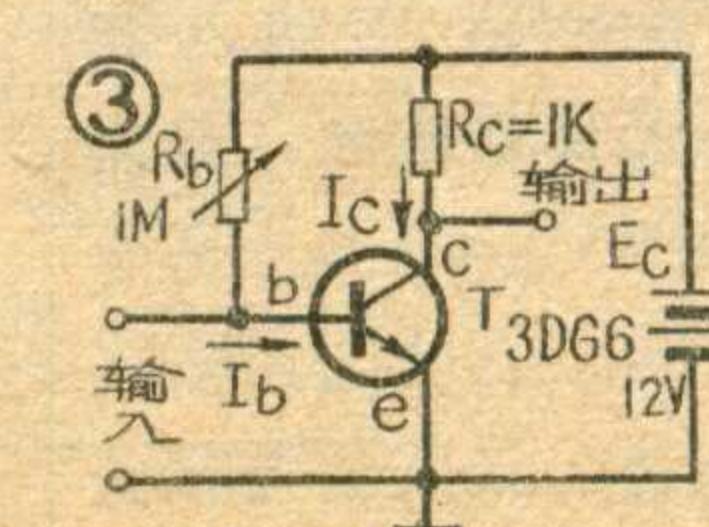


反向电压(称为反向偏置)，电子源源不断地从发射区注入到基区，在基区中继续扩散，除少数电子在扩散过程中与基区的空穴复合，形成很小的基极电流外，绝大部分电子迅速到达集电结的边缘，被集电结的强大电场拉入集电区，形成很大的集电极电流。这时，晶体管好比一个电流分配器，各极电流基本上保持一定的比例关系，即 $i_c = \beta i_b$ ， β 是晶体管的电流放大系数，基极电流 i_b 变化时，引起集电极电流 i_c 成比例地变化， i_b 对 i_c 有控制作用，这是晶体管工作于放大状态的重要特征。

图3是一个最简单的晶体管放大电路，图4是晶体管3DG6的输出特性曲线。从放大电路的基本知识可以知道，在电源电压给定以后，放大器的工作状态(工作点)即由负载电阻 R_c 和所提供的基极偏流 I_b 来确定。直线MN称为负载线，放大器的工作点即位于负载线上。当我们由大到小缓慢调节偏流电阻 R_b ，使基极电流 $I_b > 0$ ，就产生了集电极电流 I_c ，我们说晶体管导通了。继续增大基极电流 I_b ，则集电极电流跟着成比例增加，这就是晶体管的电流放大。从图3中可以看出，电源电压 E_c 分别降落在集电极电阻 R_c 和晶体管上，可以写成

$$E_c = V_{ce} + I_c R_c \text{ 或 } V_{ce} = E_c - I_c R_c$$

式中 V_{ce} 叫管压降，当 E_c 和 R_c 确定后， V_{ce} 的大小完全由 I_c 决定，即 I_c 越大 V_{ce}



越小，相当于 c、e 两极之间的电阻越小。负载线 MN 就是体现 V_{ce} 对 I_c 这种依附关系的。当基极开路或给发射结外加反向电压使 $V_{be} \leq 0$ 时，基极注入电流 $I_b = 0$ ，集电极电流 $I_c = 0$ ， $V_{ce} = E_c = 12v$ ，晶体管工作于 M 点，处于截止状态。晶体管截止时，发射结和集电结均为反向偏置。当基极注入电流 I_b 增大时， I_c 相应地增大， V_{ce} 却相应地减小。当 I_b 增加到一定数值（图 4 中 $I_b = 0.12$ 毫安）后，再继续增加 I_b ， I_c 不再增加，而晶体管的集电极与发射极之间的电压 V_{ce} 变得很小，这时晶体管失去了放大能力，这种现象叫饱和。晶体管工作在饱和状态时，发射结和集电结都处在正向偏置，此时电流 $I_c \approx \frac{E_c}{R_c}$ ，即集电极电流完全由外电路的参数 E_c 、 R_c 决定，不再服从 $I_c = \beta I_b$ 这一规律，也就是说， I_c 不再受 I_b 的控制了。饱和状态下的集电极电流用 I_{cs} 表示，管压降用 V_{ces} 表示，称为饱和压降。不同型号的晶体管饱和压降 V_{ces} 也不同，硅平面开关管为 $0.2 \sim 0.3$ 伏。为了使晶体管工作于饱和状态，关键在于基极电流足够大，使晶体管达到饱和时所需要的最小基极电流，称为临界饱和基极电流，用 I_{bs} 表示。

在一般脉冲电路里，晶体管绝大部分时间，不是工作在饱和区，就是工作在截止区，只是在饱和、截止两种工作状态转换瞬间经过放大区。在实际工作中，为了简化脉冲电路的分析与计算，通常把饱和管的 e、b、c 三个极看成一点（即把很小的饱和压降看作零），而把截止管的 e、b、c 三个极看成开路（即忽略很小的反向漏电流），晶体管开关电路就可以等效为简单的直流电路，这个概念在今后会经常用到。

如上所述，晶体管两个 PN 结的电压数值不同，工作状态就不同。我们在调试电路时，常常根据两个结的电压数值，方便地判断管子的工作状态。下面给出常温下(25°C)，硅 NPN 管和锗 PNP 管在不同状态下的结电压的典型数据：

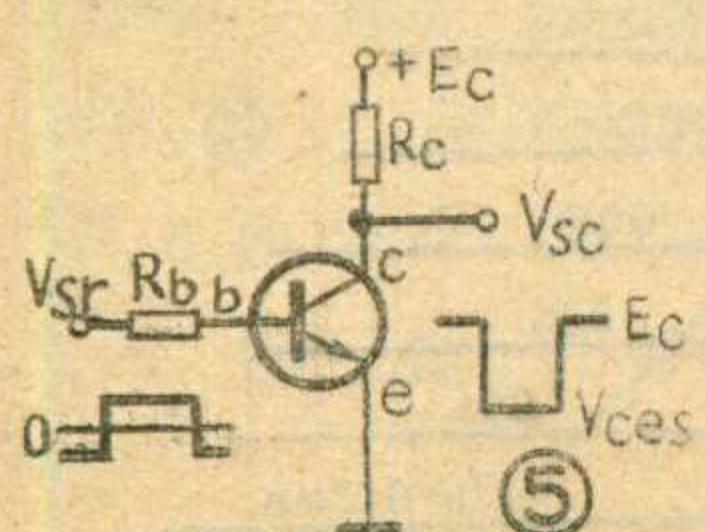
硅 NPN 管的 V_{be} : 0.5 伏时开始导通，管子处于放大状态，0.7 伏时饱和。

锗 PNP 管的 V_{be} : 0.1 伏时开始导通，0.2 伏时处于放大状态，0.3 伏时饱和。

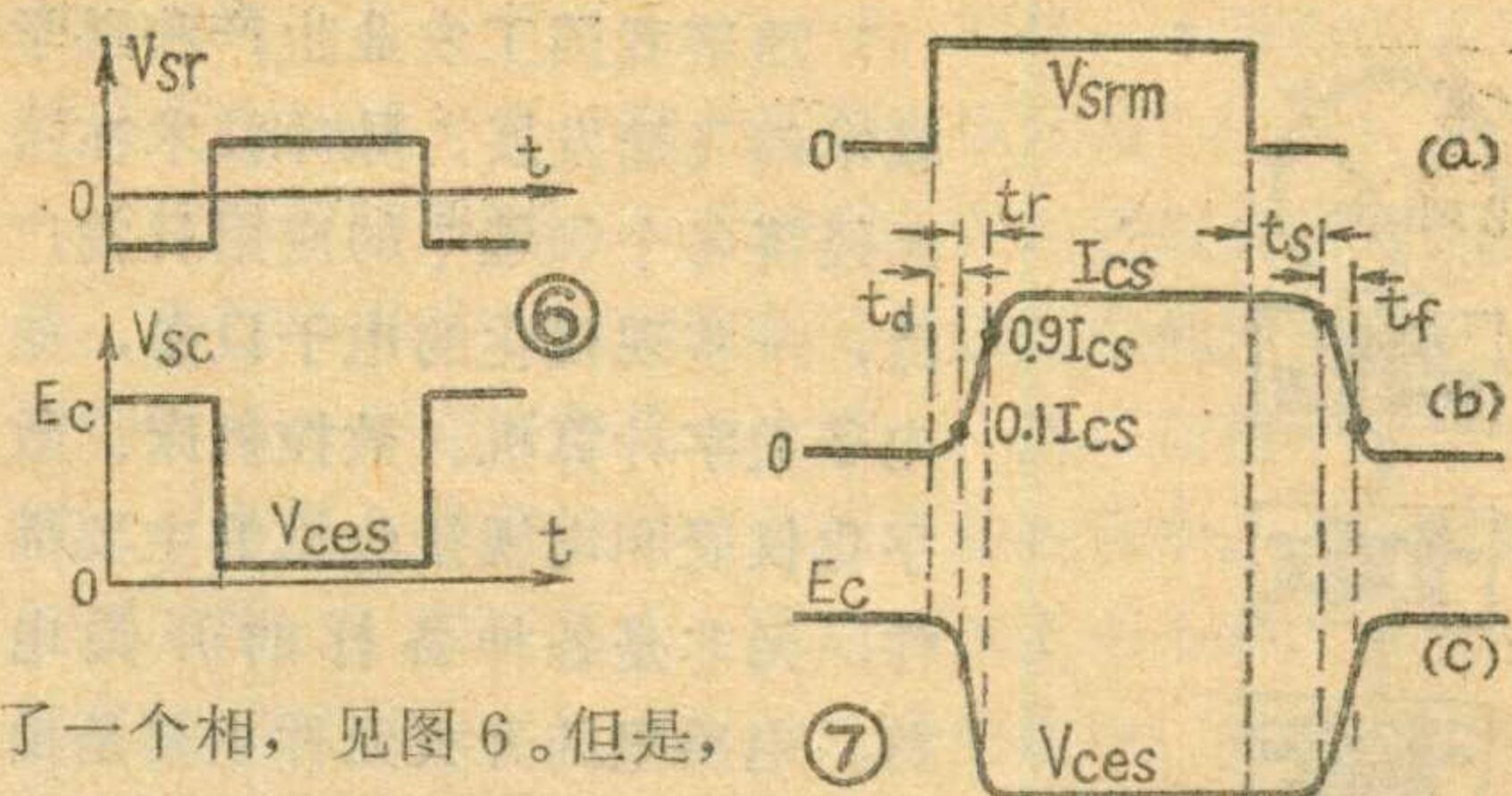
饱和压降 V_{ces} : 硅管约 0.3 伏，锗管约 0.1 伏。

晶体管开关是有惯性的

最简单的晶体管开关电路如图 5 所示。在晶体管的基极输入不断变化着的正、负脉冲。当输入脉冲为负时，晶体管截止，输出端得到高电平 $V_{sc} \approx E_c$ ；当输入脉冲为正时，晶体管饱和，输出端得到低电平 $V_{sc} = V_{ces}$ 。理想的晶体管开关，其输入和输出波形完全相仿，只是放大和倒



负时，晶体管截止，输出端得到高电平 $V_{sc} \approx E_c$ ；当输入脉冲为正时，晶体管饱和，输出端得到低电平 $V_{sc} = V_{ces}$ 。理想的晶体管开关，其输入和输出波形完全相仿，只是放大和倒



了一个相，见图 6。但是，实际从示波器观测到的结果并非如此，而是象图 7 那样。图 7 (a) 是输入脉冲 V_{sr} 的波形，图 7 (b) 是集电极电流 i_c 的波形，图 7 (c) 是输出脉冲 V_{sc} 的波形。

从图 7 可以看到，当输入脉冲由负跳变到正时，输出脉冲不是立即由高电平 E_c 跳变到低电平 V_{ces} ，要延迟一段时间才开始减小，然后逐渐下降到低电平 V_{ces} 。当输入脉冲由正跳变到零时，输出脉冲也不能立即由低电平 V_{ces} 跳变到高电平 E_c ，要拖延一段时间才开始增大，然后逐渐上升到高电平 E_c ，这说明晶体管开关是有惯性的。

在开关电路中，输出脉冲相对于输入脉冲在时间上的延迟和缓慢变化，主要是由于晶体管的集电极电流 i_c 的延迟和缓慢变化引起的。为了反映这一变化，引进一些标志晶体管开关性能的时间参数，标在图 7 上，即

(1) 延迟时间 t_d 从输入脉冲由负跳变到正开始，到集电极电流 i_c 上升到饱和值 I_{cs} 的 $\frac{1}{10}$ 所需的时间。

(2) 上升时间 t_r 从 $0.1 I_{cs}$ 上升到 $0.9 I_{cs}$ 所需的时间。

(3) 存贮时间 t_s 从输入脉冲由正跳变到负开始，到 i_c 开始下降到 $0.9 I_{cs}$ 所需的时间。

(4) 下降时间 t_f 从 $0.9 I_{cs}$ 下降到 $0.1 I_{cs}$ 所经历的时间。

以上四个时间总称为晶体管的开关时间。为了研究方便，通常把延迟时间 t_d 与上升时间 t_r 合并起来，叫开通时间 $t_{开}$ ，即 $t_{开} = t_d + t_r$ ；把存贮时间 t_s 与下降时间 t_f 合并起来，叫关闭时间 $t_{关}$ ，即 $t_{关} = t_s + t_f$ 。

晶体管的开关速度是由晶体管的制造工艺及内部结构所决定的。开关晶体管的开关时间参数 $t_{开}$ 与 $t_{关}$ 通常在 10^{-7} 和 10^{-9} 秒之间，这相对于一般的继电器的动作时间在 10^{-1} 和 10^{-3} 秒之间要高好几个数量级了，所以在一般的工业控制中，由于控制对象的运动一般是很缓慢的，所以往往可以不考虑 $t_{开}$ 和 $t_{关}$ ，而认为开关是瞬时完成的。但在高速脉冲电路中，如果输入脉冲的持续时间和开关时间相近，甚至更小，那末，当输出电压尚未下降完结，第二次脉冲的上升又开始了，这

(下转第 6 页)

不用可控硅交流开关的电路

施鹏志 李瑞华 曹殿生



我们三结合技术革新小组对不用触发电路的可控硅交流开关进行了研究试验。并经过长期运行实践，证明这种开关运行可靠，线路简单，制造容易，不用调试。这种开关在我矿已大量应用。现将这一电路简介如下：

基本结构

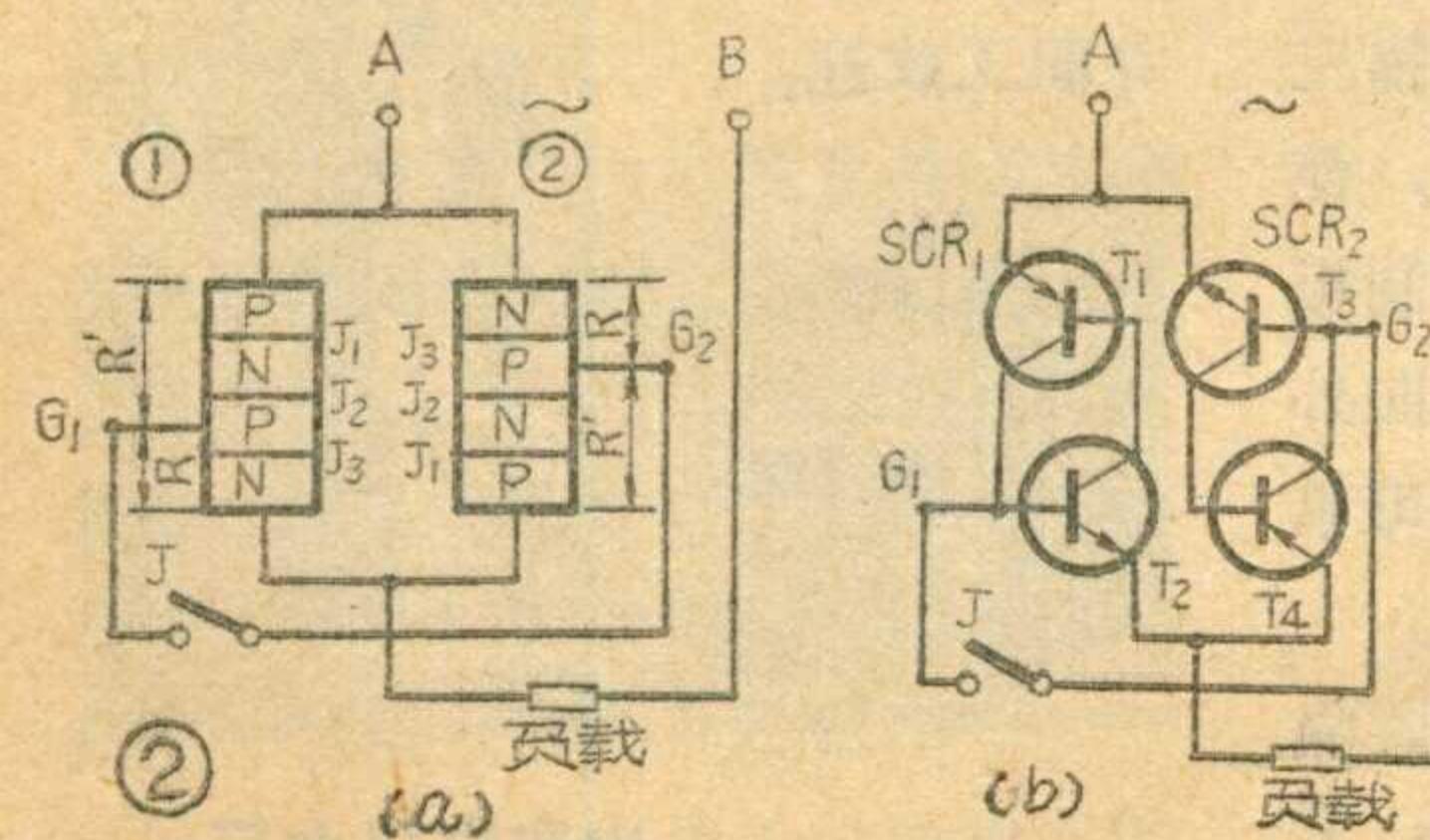
用3CT可控硅反向并联连接如图一所示。将两个控制极通过接点J连接起来，当接点J闭合时线路通路，接点J断开时线路断路。

工作原理

分析不用触发电路的可控硅交流开关的工作原理，首先要了解元件结构形式，图二(a)为PN结构图，图二(b)是把可控硅看作两个复合三极管时的结构图。先看图二(a)，当交流电正半周时，可控硅元件①处于正向电压、②处于反向电压，负半周则反之。以正半周瞬态分析，元

件①有一正向漏电流，元件②有一反向漏电流，并分别产生电压降。依据可控硅工作原理，此时元件①阻挡层 J_1 、 J_3 电阻小， J_2 电阻大；元件②阻挡层 J_2 电阻小， J_1 、 J_3 电阻大。实测得知 R' 大于R，又因正反向漏电流相差不大，而 R' 大于R，根据电位差道理可知 G_2 点电位高于 G_1 点，当 G_1 与 G_2 连通时元件①导通，负半周元件②导通。完成正弦波交流电的输送。元件①、②的关断是由于正弦波电压过零自动完成的。

再用图二(b)结构图来讨论，当交流电正半周时，可控硅 SCR_1 受正向电压， SCR_2 受反向电压。此时晶体管 T_3 的反向漏电流由A端(+) $\rightarrow T_3$ 发射极 $\rightarrow T_3$ 基极 $\rightarrow G_2 \rightarrow G_1 \rightarrow T_2$ 基极 $\rightarrow T_2$ 发射极 $\rightarrow B$ 端(-)。晶体管 T_2 有基极电流，于是三极管 T_2 导通，其集电极电流



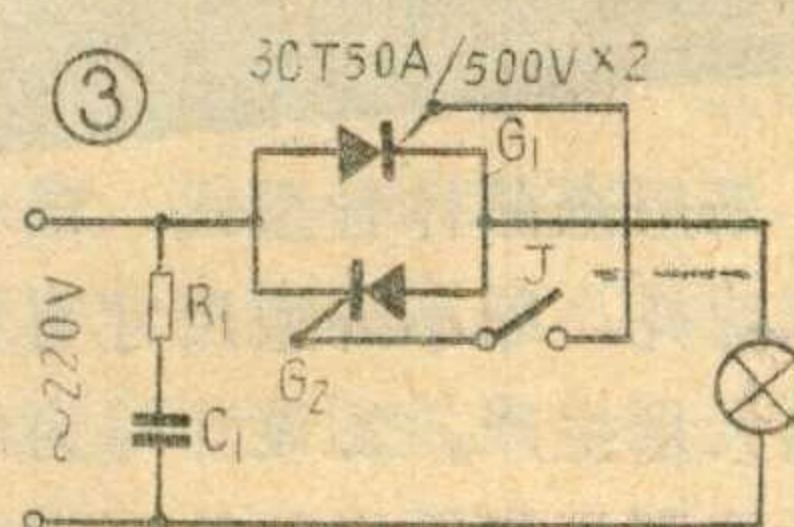
给 T_1 基极电路提供导通条件，晶体管 T_1 导通。而 T_1 的集电极电流又提供给 T_2 基极一电流，这正是一个正反馈过程，如此循环，使 SCR_1 导通。当交流电

另一半周时，即A端为(-)，B端为(+)时，晶体管 T_2 的反向漏电流经由B端(+) \rightarrow 晶体管 T_2 基极 $\rightarrow G_1 \rightarrow G_2 \rightarrow T_3$ 基极 $\rightarrow T_3$ 发射极 $\rightarrow A$ 端(-)，同上所述进行正反馈，使可控硅 SCR_2 导通。 SCR_1 与 SCR_2 交替导通，完成正弦波交流电的输送。 SCR_1 与 SCR_2 的关断也是靠正弦波电压过零自动完成的。

综上所述，开关的工作原理是由于漏电流造成控制极电压，两个反向并联的可控硅互为提供触发电压而工作的。

应用实例

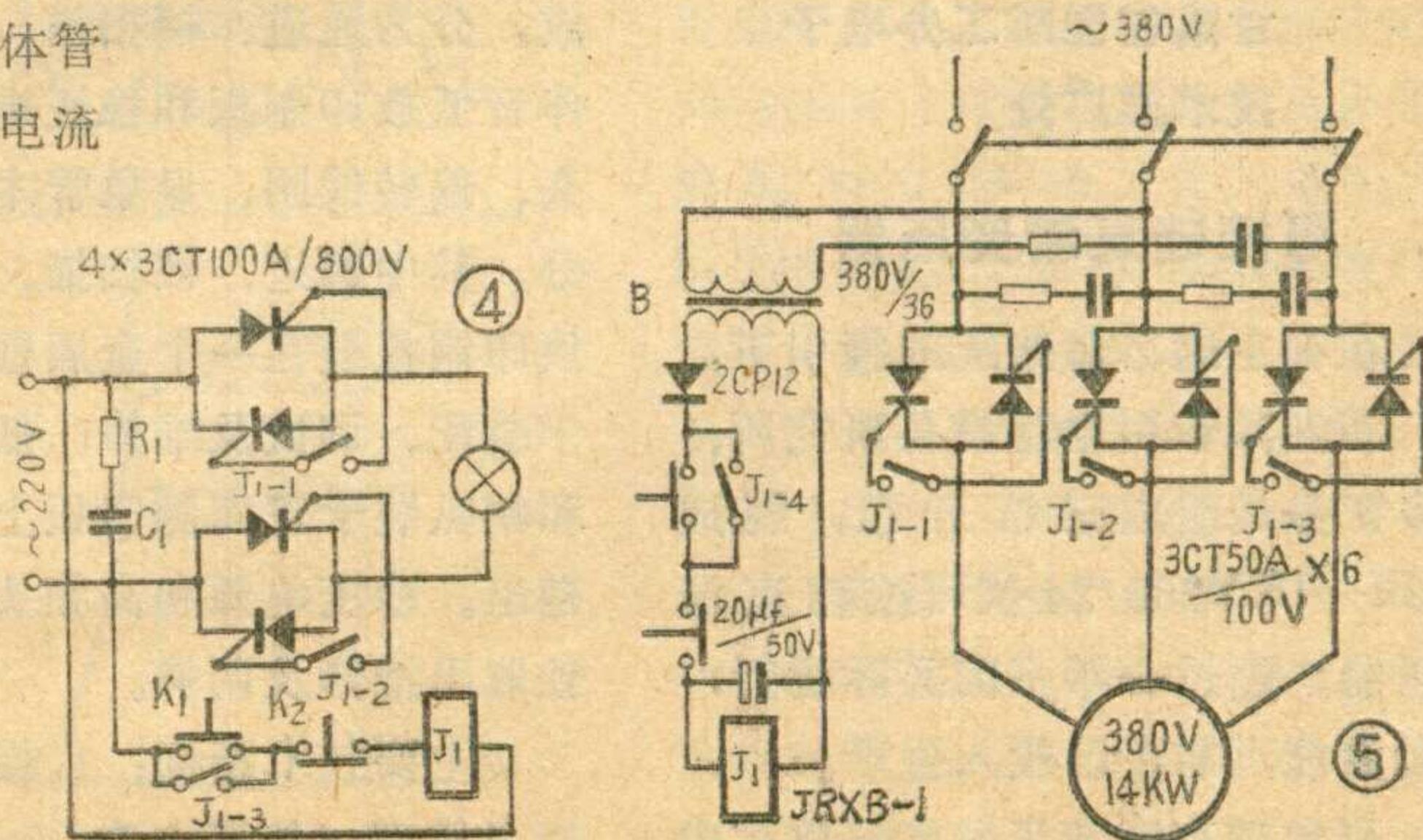
图三所示电路，为控制照明用开关，采用控制一相的方法。照明电压220伏，总负荷30安培。采用两只3CT50A/500V可控硅反向并联，控制极 G_1 、 G_2 通过接点J连接。当J闭合时，可控硅交流开关通路，负载有电，J断开则断电。也可采用图四电路控制二相。



图五所示电路为控制三相开关，是由6个3CT可控硅组成的做车床电源用的开关。

应注意的几个问题

1. 可控硅元件电压、电流及阻容保护的选择基本上同一般应用相同。阻容保护只在电源侧加装，可控硅两端不装。2. 要选用触发功率小，开通与关断时间短的可控硅。3. 反向并联连接的两个可控硅尽量选择特性一样的。4. 组装完成后，用示波器检验输出波形是否和电源波形一样。5. 采用轧制铜板或铝板制作散热器提高散热效果，不必加装强迫风冷装置。6. 为区分开关合、断状态，在外壳上安装红、绿指示灯。



电子简讯

防雹用闪电计数器

在毛主席革命路线指引下，中国科学院兰州高原大气物理所的同志，深入农村调查、实践，在总结广大群众长期防雹经验和现场观测基础上，在兰州红卫机器厂等单位协助下，研制成功晶体管闪电计数器。

闪电计数器是用来识别冰雹云的观测仪器。冰雹云在形成过程中带有大量电荷，因此冰雹云的闪电次数和每次闪电中的多重闪击要比雷雨云多。闪电计数器就是记录一定时间内（如五分钟）的闪电和闪击次数，利用这一数值来判断是冰雹云还是雷雨云。如在甘肃平凉地区，五分钟内当闪电计数大于100次时，表明在观测范围内有冰雹。计数越多，冰雹越强。

闪电计数器的观测范围为40公里，一般可在一小时前预报。仪器由天、地线、滤波器、计数器、校准信号器等组成，并附有五分钟自动报时装置。在实验改进中还增加了自动复零、自动报警，可使仪器平时自动监视天气变化，当冰雹云进入观察范围，仪器即可发出警报。为了满足收集气象资料的需要，还试制一种自动记录式闪电计数器。

闪电计数器结构简单、成本低、使用方便，是农业、气象等部门进行防雹、消雹作业较好的观测仪器，受到广大工农兵的欢迎。

甘肃省国防工办电子
技术推广处

可控硅直流变压器

在毛主席革命路线的指引下，我厂和湘潭牵引电器设备研究所、萍乡矿务局组成三结合组，制成QYBI—IKY250/24伏可控硅直流变压器。经过一年多的实际运行，证明性能可靠，已投入生产。

可控硅直流变压器能够将矿山

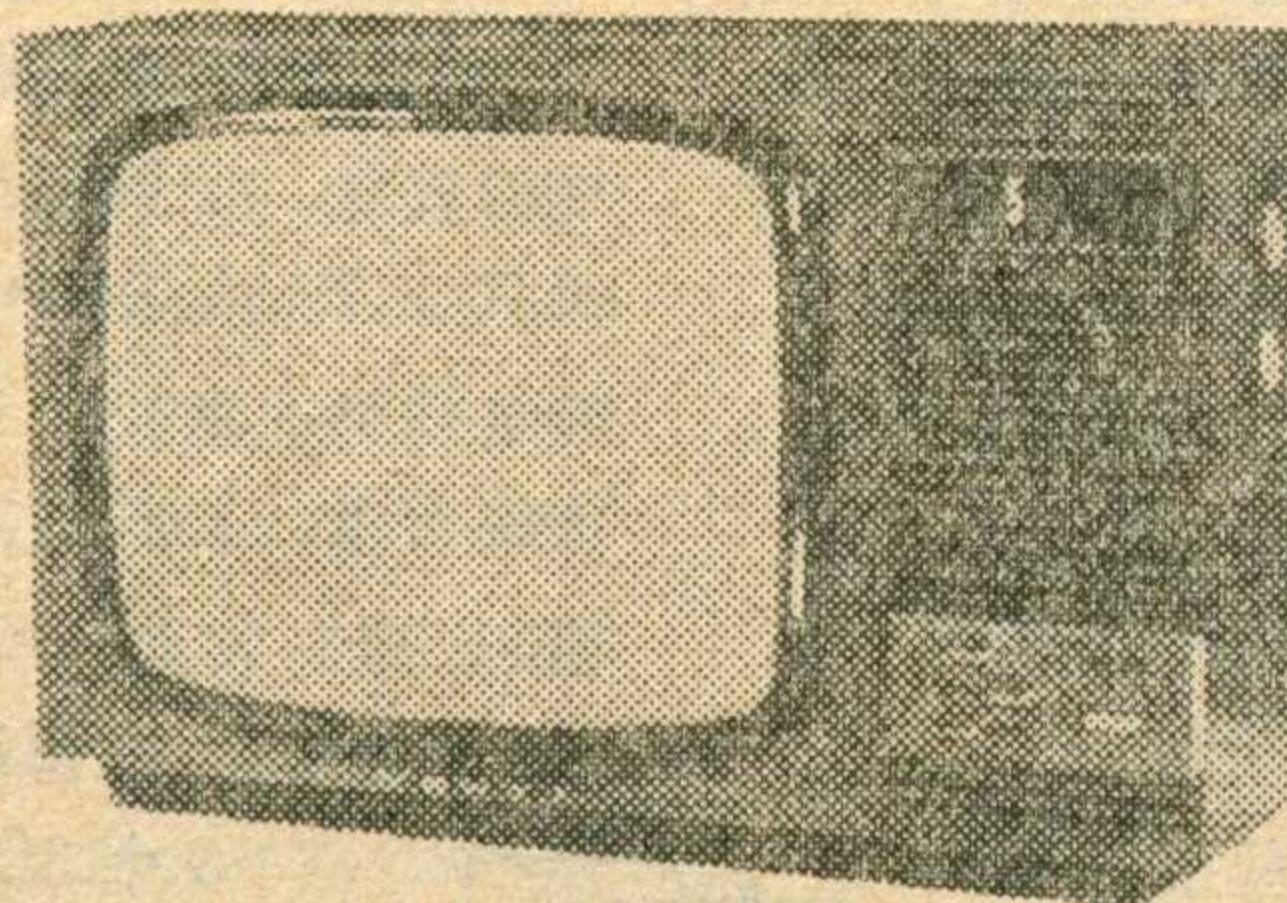
通用的250伏直流电压降至24伏，作为架线式矿用电力机车的照明及电喇叭电源用。因为输出直流电压24伏，通用性强。可控硅直流变压器本身具有自动稳压的性能，当电网电压在170—300伏范围内变化时，输出电压可保持在24伏 $\pm 5\%$ 。

可控硅直流变压器还可用作载波电话、脉冲调速机车控制以及其它测试仪器的电源。

湖南湘潭市河西可控硅厂

全晶体管40厘米 黑白电视机

上海无线电三十二厂制成友谊牌JD16—1全晶体管40厘米黑白电视机。特点如下：



1. 采用全晶体管型式，减小整机电源功耗，缩小外型尺寸有利于流水线大量生产。2. 设计时为考虑整机，特别是行输出管的可靠性及电容等元件容易选择、配套，采用32伏直流供电。3. 显象管采取壳体防爆措施并凸出于壳正面，能保证安全，而且亮度透过率高，整机厚度薄（为162毫米）。4. 用数字指示灯显示相应的使用频道，并作电源指示。5. 整机按功能块形式组成，分为通道、帧扫描、行扫描、伴音低放印制板和稳压电源、高频头、偏转线圈、显象管壳等九部分。其中通道、帧扫描、行扫描三块印制板装在一个金属框架上，便于装配、调试及维修；低放印制板和喇叭装于正面侧门板上，可向外翻出。稳压电源和高频头等均可单独取出维修及调换。

主要技术指标：1. 接收有限噪声灵敏度（信噪比为30分贝）不

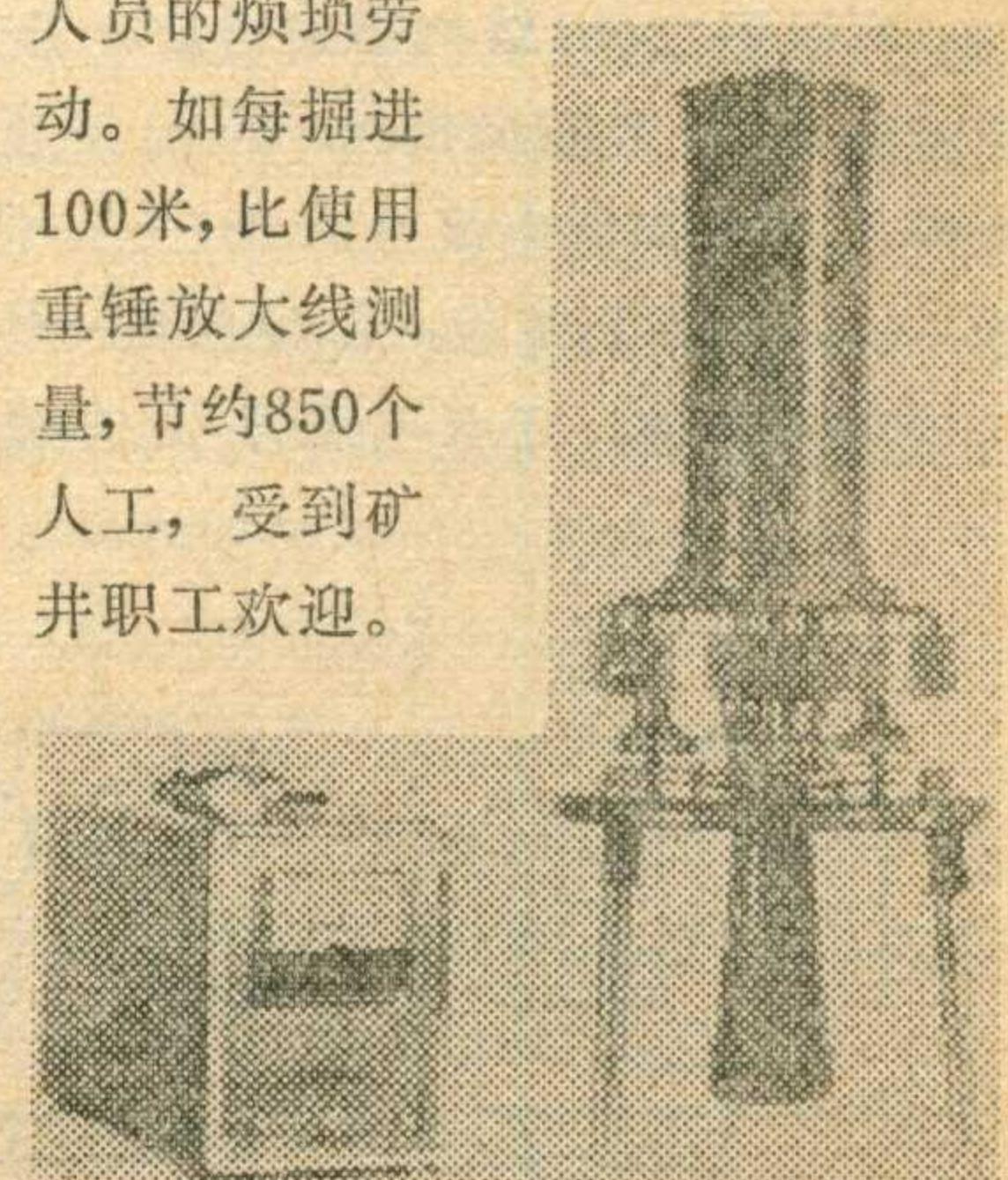
劣于400微伏/300欧；2. 选择性（与图象载波相比）对—1.5兆赫到—3兆赫的衰减不小于15分贝，对+8兆赫以上的衰减不小于20分贝；3. 亮度鉴别等级：大于6级；4. 图象清晰度：在中央水平方向的线数不少于350线，在中央垂直方向的线数不少于450线；5. 伴音输出功率：不小于0.5伏安；6. 电源消耗功率：约70伏安。

竖直激光指向仪

我厂广大职工在有关单位协助下，制成HN-A型竖直激光指向仪。它是利用激光具有单色性强，方向性好等特点，作矿井竖井施工中的中线，代替钢丝重锤放大线。也可作为工程建设中测量垂直方向使用。

指向仪的原理是利用氦氖激光管发出的红色光束，经过发射望远镜减小激光管发出光束的发散角，调整光束与水平面垂直，得到合适的铅垂光束，利用这条光束作为准直线进行施工。指向仪由激光发射、电源、调整三部分组成。仪器的有效射程不小于500米。光斑500米处直径小于30毫米；垂直精度 $0.5/10^4$ 、水准器精度 $0.03/10^3$ ；望远镜倍率15倍；水平旋转范围360°。

经在矿井施工中使用证明，采用指向仪进行竖井掘进测量，简单、方便、节省人力，解除测量人员的繁琐劳动。如每掘进100米，比使用重锤放大线测量，节约850个人工，受到矿井职工欢迎。



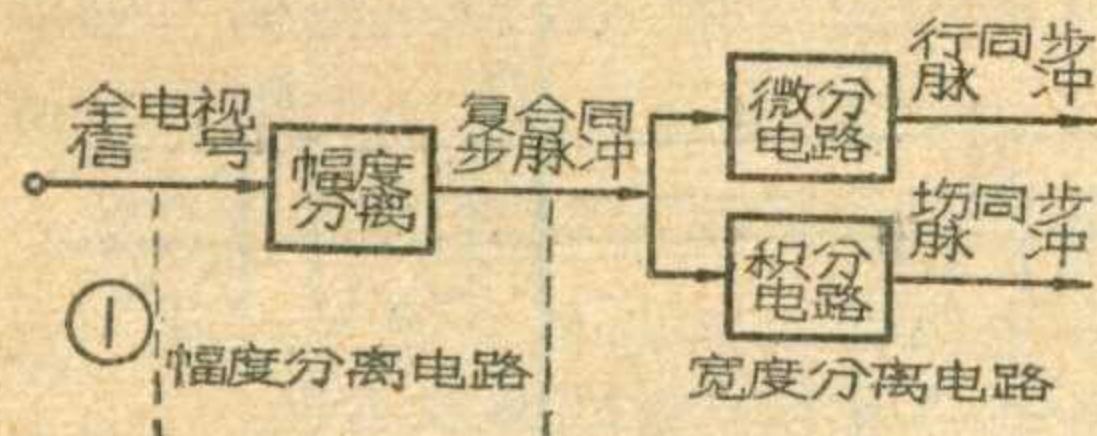
山东电讯七厂



同步分离电路

电视接收技术讲座编写组

为了使电视接收机荧光屏上重现稳定、完整的图象，就必须在电视信号传输的过程中，使摄像管和显象管的电子束的扫描保持严格的步调一致，当摄像管中电子束顺序扫描到图象上的某点时，显象管中的电子束也应正好扫描到完全对应的那一点上；或者说，收、发两端的电子束必须同频率、同相位地进行扫描，这种情况就称为“同步”。



同步分离电路的组成和要求

为使摄像管和显象管中电子束的扫描严格同步，要给收、发两端的扫描系统加入专门的同步脉冲，包括行（水平）同步脉冲和场（垂直）同步脉冲。它们分别在行、场扫描正程结束时加入，以使摄像管和显象管的电子束同时回扫，开始进行下一行，下一场的扫描。因此，行同步脉冲的重复频率等于行扫描的频率（即15625赫），场同步脉冲的重复频率等于场扫描的频率（即50赫）。行、场同步脉冲的宽度也不同，其中行同步脉冲宽度为4.7微秒，而场同步脉冲的宽度为160微秒。行、场同步脉冲的合成称为复合同步脉冲。

同步脉冲是由电视发送端的同步机产生的。它一方面控制电视摄像机的扫描，另一方面和图象信号、复合消隐脉冲混合形成全电视信号发送出去，以控制电视接收机中的扫描，使收发两端的扫描同步。

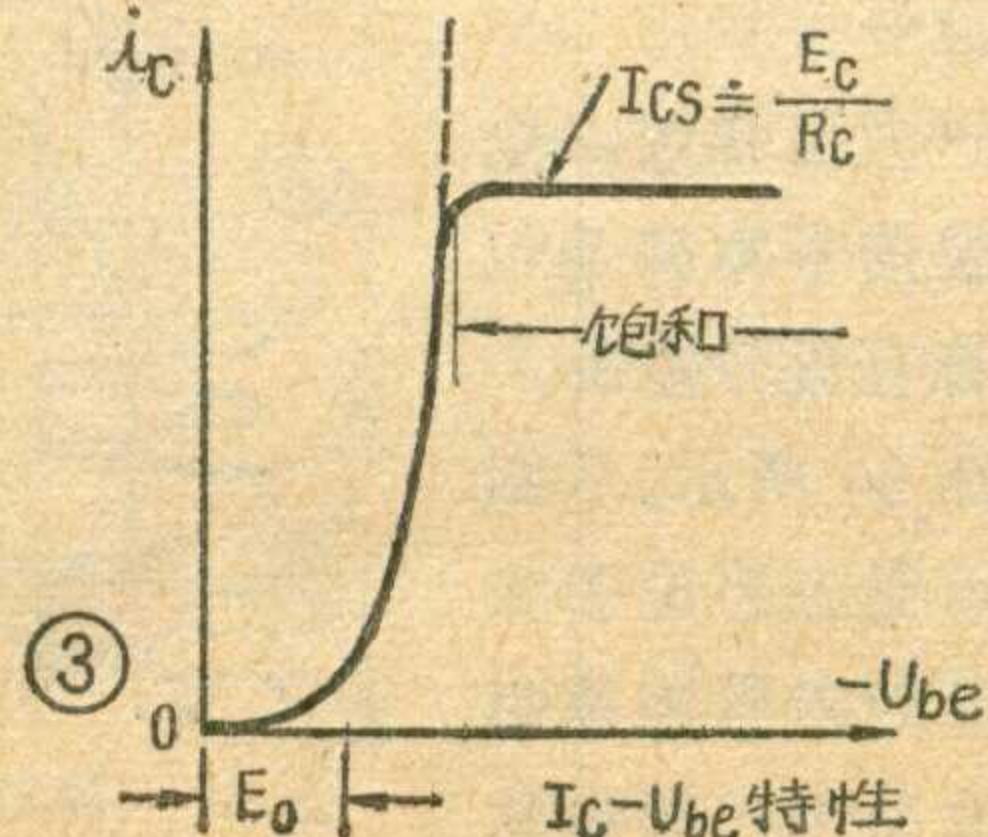
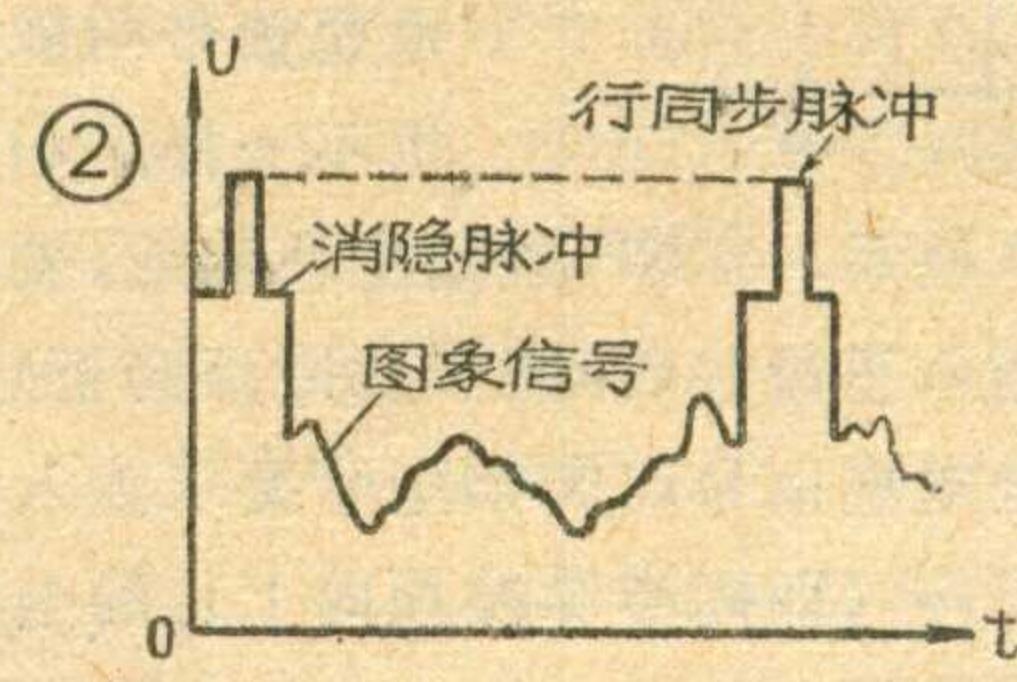
因此，在电视接收机中要有同

步分离电路，它的任务是把混在全电视信号中的复合同步脉冲信号拿出来，然后再把行同步与场同步脉冲分开，分别送到行、场扫描系统中去，控制电子束的水平和垂直扫描。一般同步分离电路主要由幅度分离和宽度分离两部分组成，如图1。

毛主席教导我们：“分析的方法就是辩证的方法。所谓分析，就是分析事物的矛盾。”通过对负极性的全电视信号波形的分析，我们知道，复合同步脉冲是叠加在消隐脉冲之上，复合同步脉冲的电平比图象信号的电平高，如图2。因此，可根据这个特点，利用切割（即限幅）放大电路来切除图象信号，把复合同步脉冲分离出来，这就是幅度分离。在复合同步脉冲中，行与场同步脉冲的宽度是不同的，根据这个特点，采用微分电路、积分电路把行、场同步脉冲分开，这就是宽度分离或称频率分离。

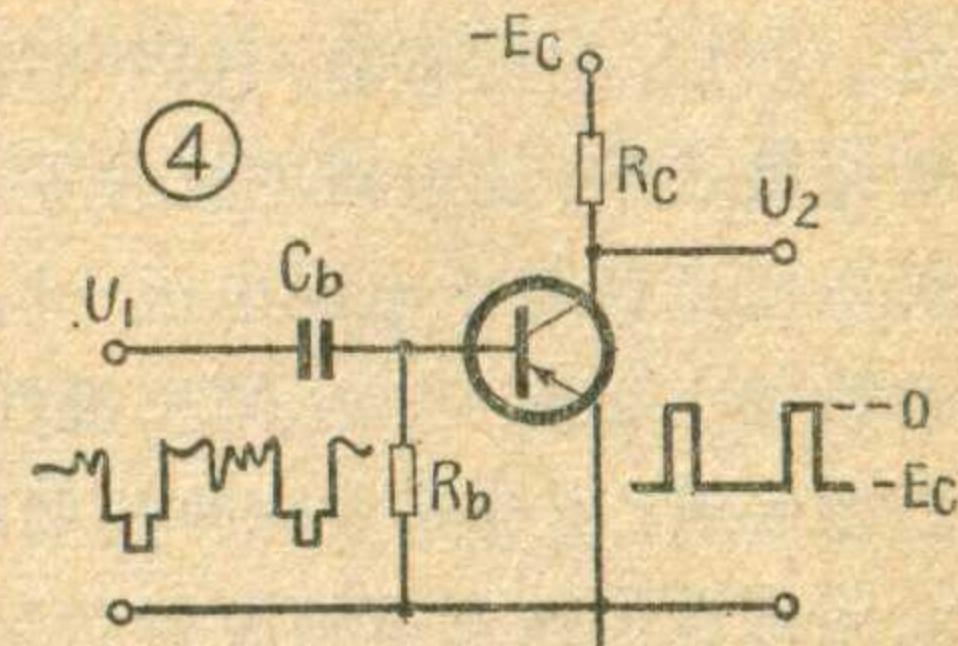
对同步分离电路有以下几点要求

1. 分离性能要好，要有一定的



抗干扰能力，不受干扰脉冲、50赫低频交流和图象信号等影响，即分离出来的同步脉冲不能混有干扰和图象信号的成分。

2. 分离出的同步脉冲，其幅度和极性应符合行、场扫描电路的要

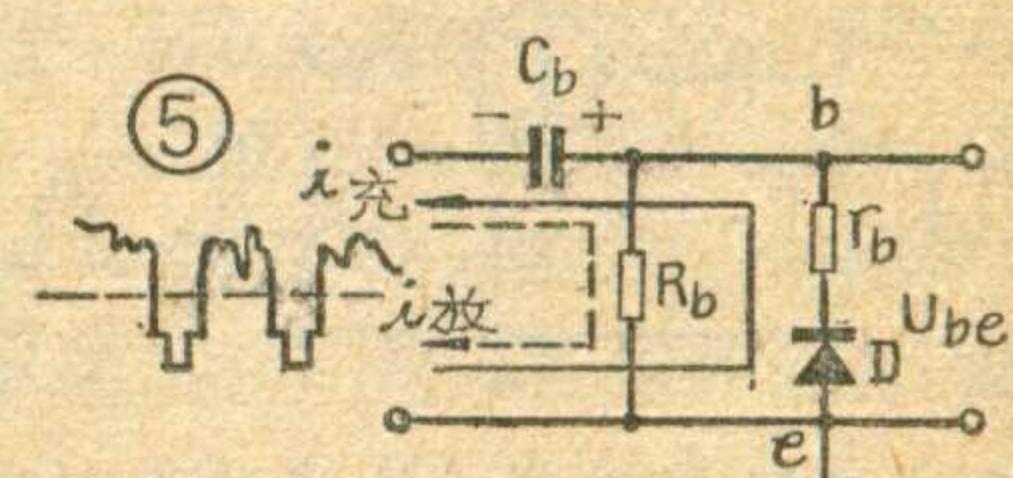


求，对同步脉冲的波形，一般希望前沿要陡，相位没有延迟，脉冲宽度不变。行、场同步脉冲之间不应互相影响同步。

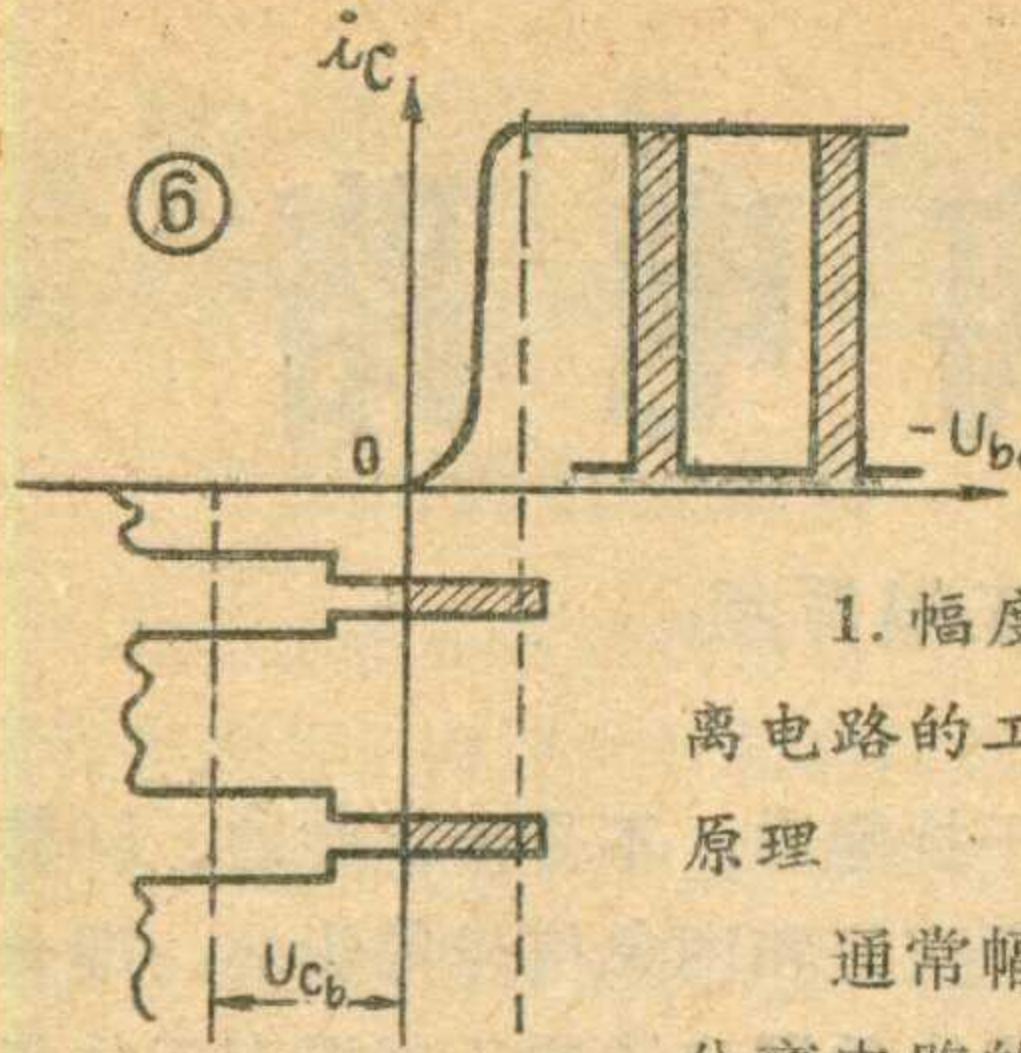
3. 要有一定的输出幅度（5—10伏），而且当输入全电视信号的幅度在0.5~1伏范围内变化时，应保证能正常地分离出行、场同步脉冲。

幅度分离电路

大家知道，如果晶体管的基极不加正向偏置电压，晶体管的集电



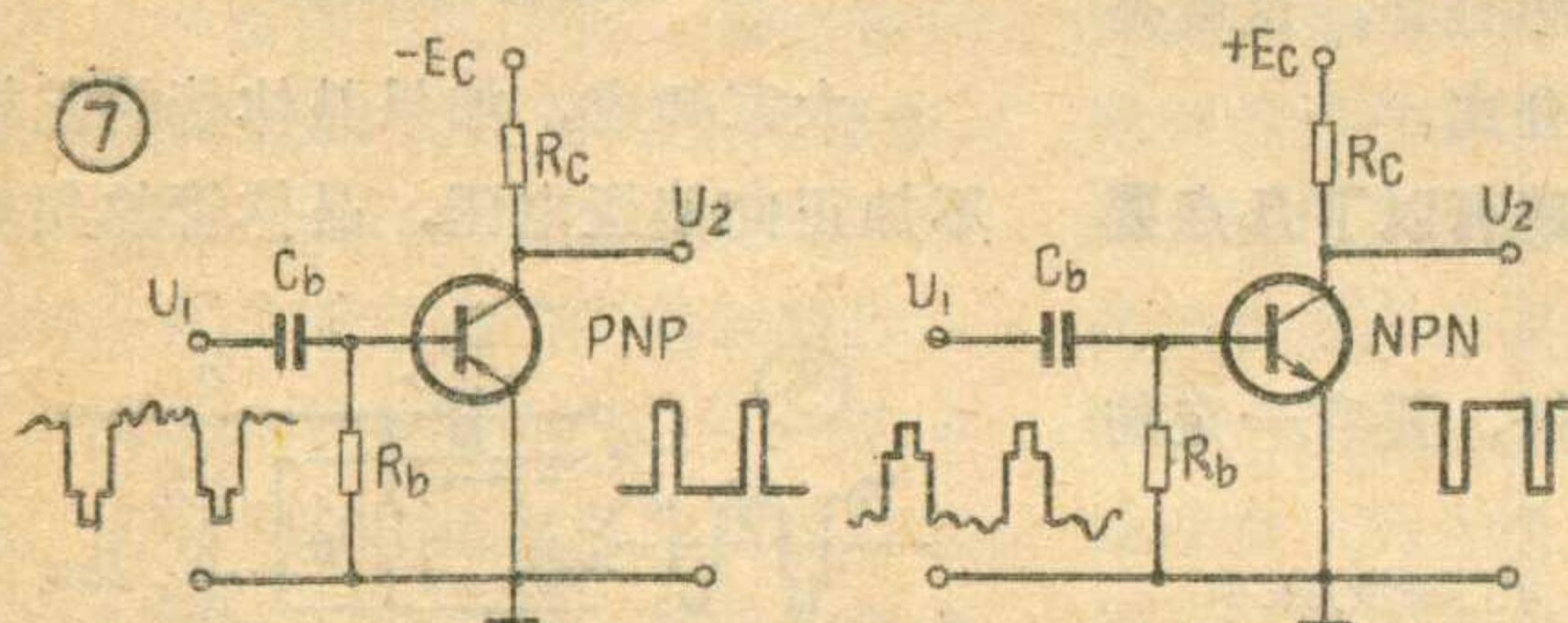
极电流几乎为零。当加上很小的正向电压时（对锗管，发射结正向压降E₀为-0.2~-0.3伏；对硅管，E₀为0.6~0.7伏），就有较大的集电极电流。可见使它截止的偏置很小，并且，它的饱和特性比较陡削，如图3所示。当输入信号小于E₀，就处于截止状态，而稍大于E₀就达到饱和状态。因此，利用晶体管的这种截止、饱和特性作为幅度分离，切割出同步脉冲是很合适的。



1. 幅度分离电路的工作原理

通常幅度分离电路的基本形式如图 4 所示，它和阻容耦合放大器很相似，表面上的差别在于基极不加偏置，或加一很小的正向偏置。所以，在没有输入信号时，晶体管是截止的，集电极电流为零，集电极电压近似等于电源电压 $-E_c$ 。当基极加上如图中所示的正极性全电视信号时，在有同步脉冲的期间，负向同步脉冲使晶体管发射结呈现正向电压，因而产生基极电流 i_b ，它对电容 C_b 充电，其充电方向如图 5 等效电路中的实线所示。这时集电极电流通过负载电阻 R_c 产生压降。如果适当选择 E_c 和 R_c 的数值，同时加在基极的全电视信号有足够的幅度，那么就可使晶体管在同步脉冲作用下进入饱和状态。这时，集电极电压由 $-E_c$ 跳变到近似

时，等于在输入端加上一个正跳变电压，如由同步脉冲顶端跳到消隐电平或图象信号电平。由于电容 C_b 上的电压不能突变，因此这一正跳变电压全部加到晶体管的基极和发射极之间，使管子处于反向偏置而截止。这时集电极电压又由零降到 $-E_c$ 电平，输出了一个宽度与输入同步脉冲相一致而极性相反并被放大的同步脉冲。管子截止后，电容 C_b 沿图 5 中虚线所示的方向放电。如使放电回路的时间常数 $(R_b C_b)$ 远大于充电回路的时间常数 $(r_b C_b)$ ，放电速度比充电速度就慢得很多， C_b 上的电压则下降不大，直到下一个比图象信号电平高的脉冲到来之前，管子保持截止状态。这样图象信号部分就被截止，只有当超过 C_b 两端电压的同步脉冲到来时，才能使管子再次导通。因而集电极只输出同步脉冲，而无图象信号，如图 6。如同放大器利用偏置大小，把全电视信号中的图象信号切除，而只放大了同步脉冲一样。因此，这种幅度分离电路又称“同步切割放大器”。

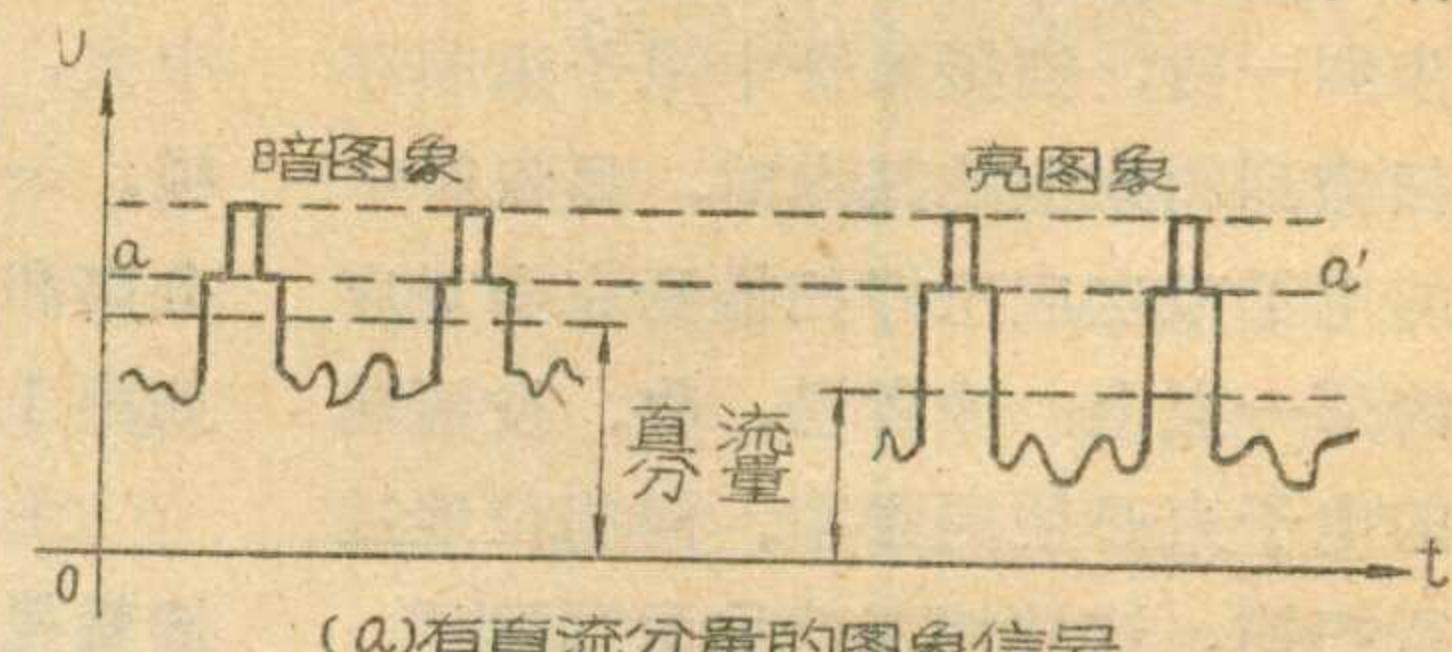


为零（实际上等于晶体管的饱和压降 U_{ces} ，只有零点几伏）。当管子工作在饱和状态，输入信号就失去了对集电极电流的控制作用，而集电极电流近似等于一定值 $I_{cs} \approx E_c / R_c$ 保持不变，如图 3。因而输出脉冲幅度被限制在一近似为零的电平上。由于晶体管在饱和状态下，它的输入阻抗 r_b 很小（一般为几十欧），所以这时 i_b 对 C_b 的充电电流很大， C_b 很快地被充到接近于同步脉冲的峰值。当输入同步脉冲结束

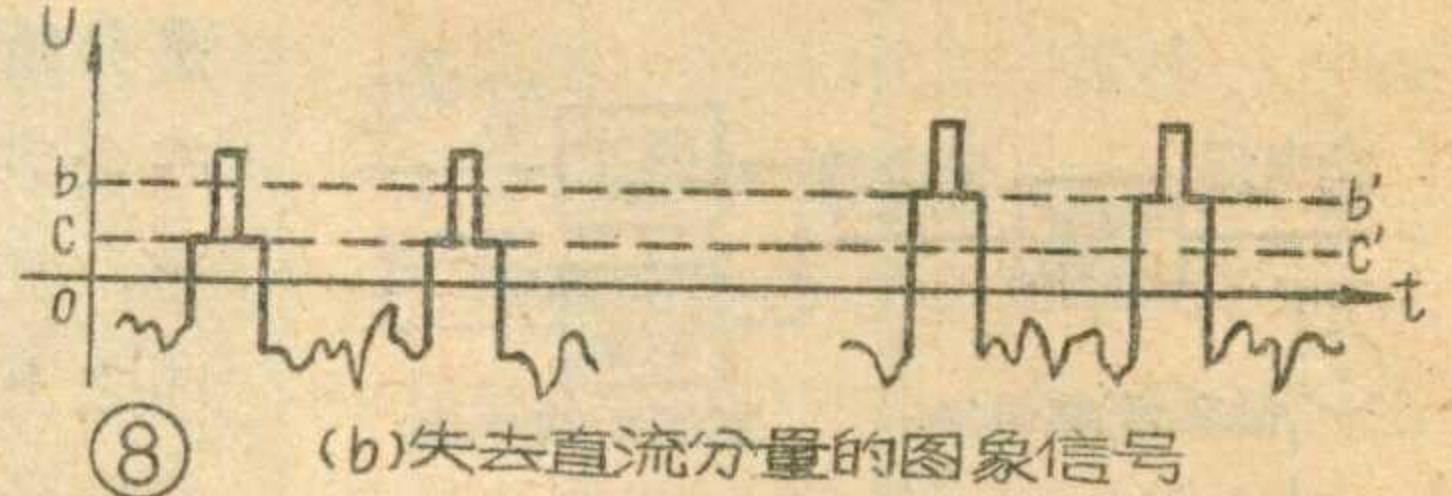
幅度分离电路所采用的晶体管类型不同时，它要求输入的全电视信号的极性也不一样。如图 7 所示，PNP型幅度分离管，要求输入正极性（即同步脉冲顶向下）的全电视信号；NPN型管要求输入负极性（即同步脉冲顶向上）的全电视信号。

大家知道，全电视信号本来是包含有直流分量的，如图 8a 所示。从图中可见，不论图象信号的内容怎样明暗地变化，同步脉

冲的电平总是相同的，也就是说同步脉冲顶端是对齐的。这时利用幅度分离电路沿 aa' 线，很容易地把同步脉冲切割出来。但是全电视信号经过视频放大器中的隔直流电容后，便失去了直流分量，使得明、暗不同的图象信号上的同步脉冲顶端不再处于同一电平上了，如图 8b 所示。这就不能正确地进行切割。如果沿 bb' 线进行切割，就可能使对暗信号的同步脉冲切割不足或丢失。若



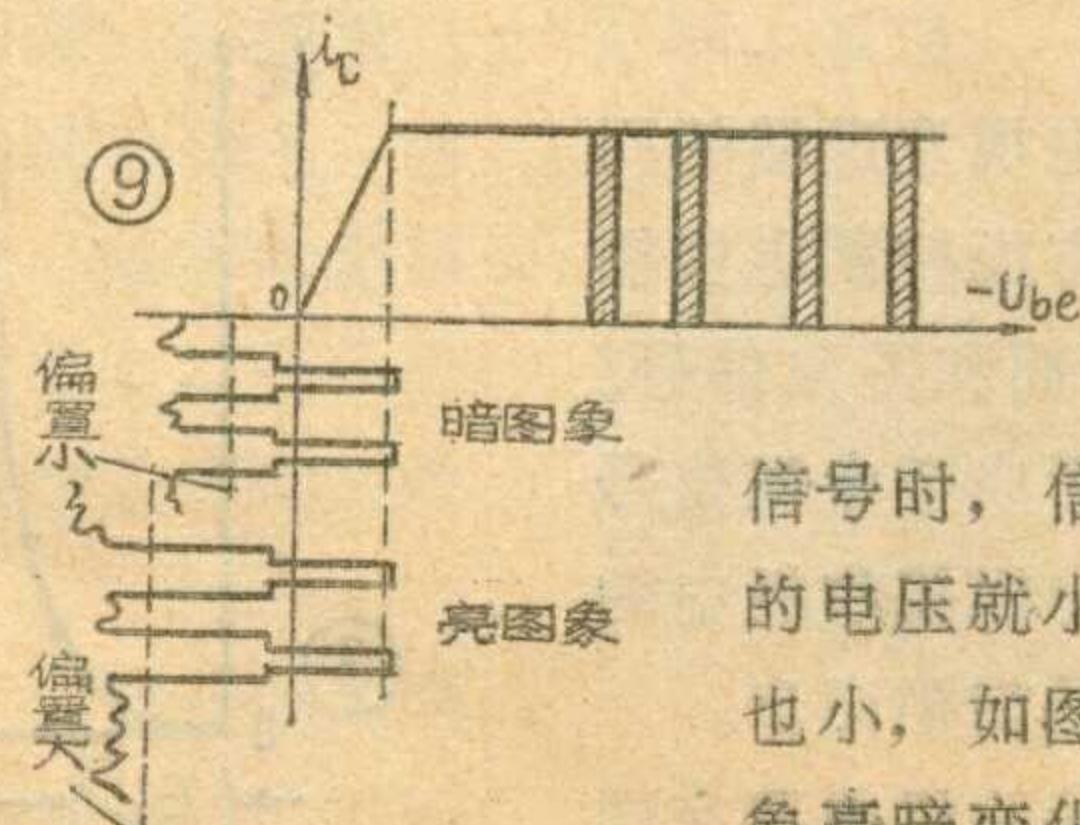
(a) 有直流分量的图象信号

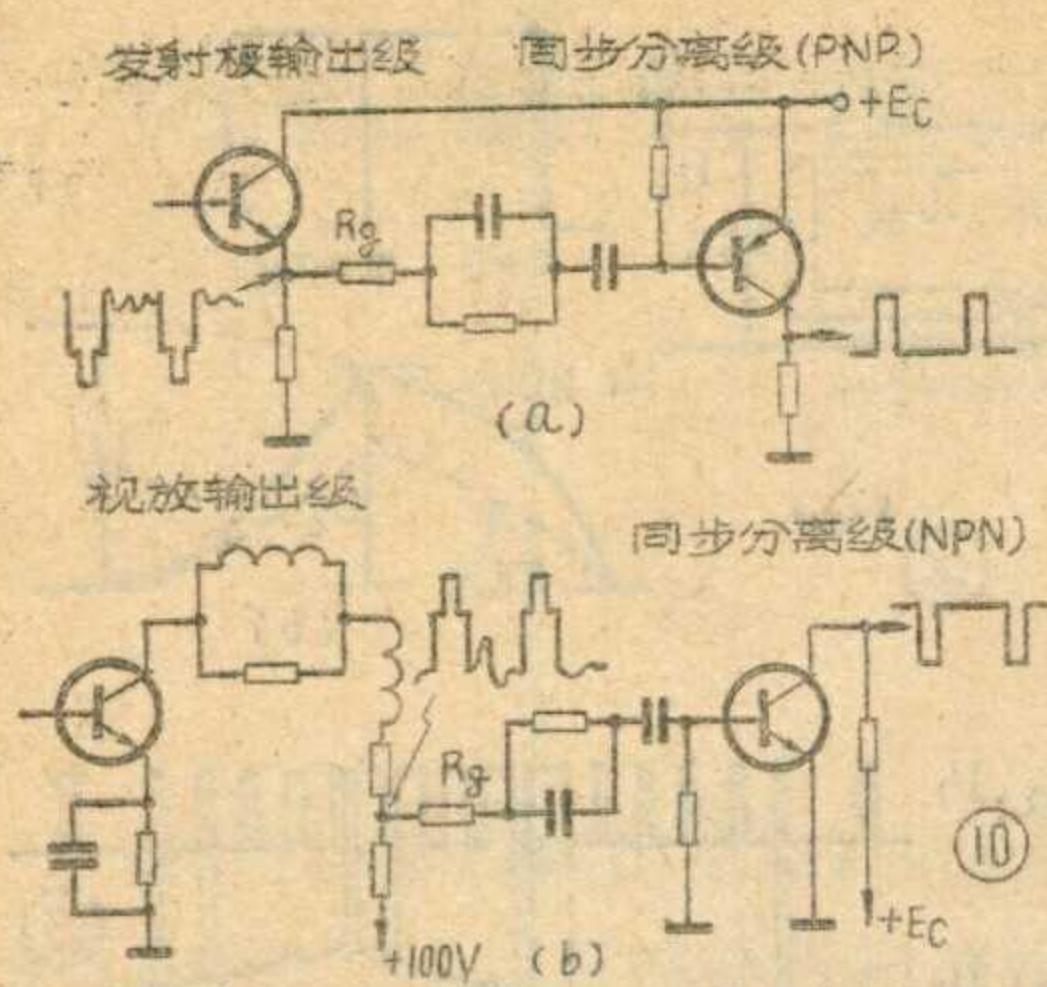


(b) 失去直流分量的图象信号

将切割电平调整到 cc' 线上，对暗信号的同步脉冲切割合适了，但对亮信号的同步脉冲，则可能误切出图象信号，影响分离效果。同时，失去直流分量，也影响了图的底色和对比度的变化。因此，在分离以前，必须首先恢复直流分量，即把同步脉冲的顶端重新对齐，也就是把同步脉冲的顶端锁定在某一固定的电位上。

恢复直流分量的任务，是由幅度分离电路本身完成的，它的基极电路就具有使同步脉冲顶端对齐的锁位作用，如图 6。在幅度分离过程中， C_b 上充的电压形成了管子基极的反向偏置。在亮图象信号时，因信号幅度大，加到管子基极的负极性脉冲大，使 C_b 上充的电压也大，基极的反向偏置也就大。反之，在暗信号时，信号幅度小， C_b 上充的电压就小，基极的反向偏置也小，如图 9。这样，不论图象亮暗变化如何，同步脉冲顶





端都箝定在基极某一导通电压上，同步脉冲自动地对齐，达到了恢复直流电平的目的。

从图9可见，为了不使图象信号被切割出来，同步脉冲的幅度必须大于基极导通电压，使图象信号都在这个基极导通电压以下，这就要求输入的全电视信号要有足够大的峰一峰值。例如：锗管发射结正向压降 E_0 为0.2~0.3伏左右，因而同步脉冲部分应略大于这个数值。因同步脉冲占全电视信号峰一峰值的1/4，所以输入的全电视信号峰一峰值大于1伏才好；硅管发射结正向压降 E_0 大于0.6伏，因此全电视信号峰一峰值也要相应加大。有时很不方便，所以晶体管电视机中大多选用锗管作幅度分离管。但是锗管的热稳定性较差，所以也有采用硅管作幅度分离管；一般要加一个很小的正向偏置来抵消发射结正向压降 E_0 ，以提高分离灵敏度。

为了使幅度分离电路能可靠地把同步脉冲顶端箝定在某一固定的基极导通电压上，应使 C_b 充电回路的阻抗要小。同时为了较好地推动分离电路，一般多由视放低输出

阻抗的射极跟随器，取出全电视信号，供给同步分离。如要由视放输出级取出，则应在其负载上，采用电阻分压输出的方式，以降低信号源内阻，如图10。由于分离级导通时的输入阻抗很低，为了使它不影响视放级的正常工作，通常在分离管的基极串联一个电阻 R_g 进行隔离， R_g 的阻值不能太大，约几百欧，以免降低分离性能。

2. 抗干扰电路

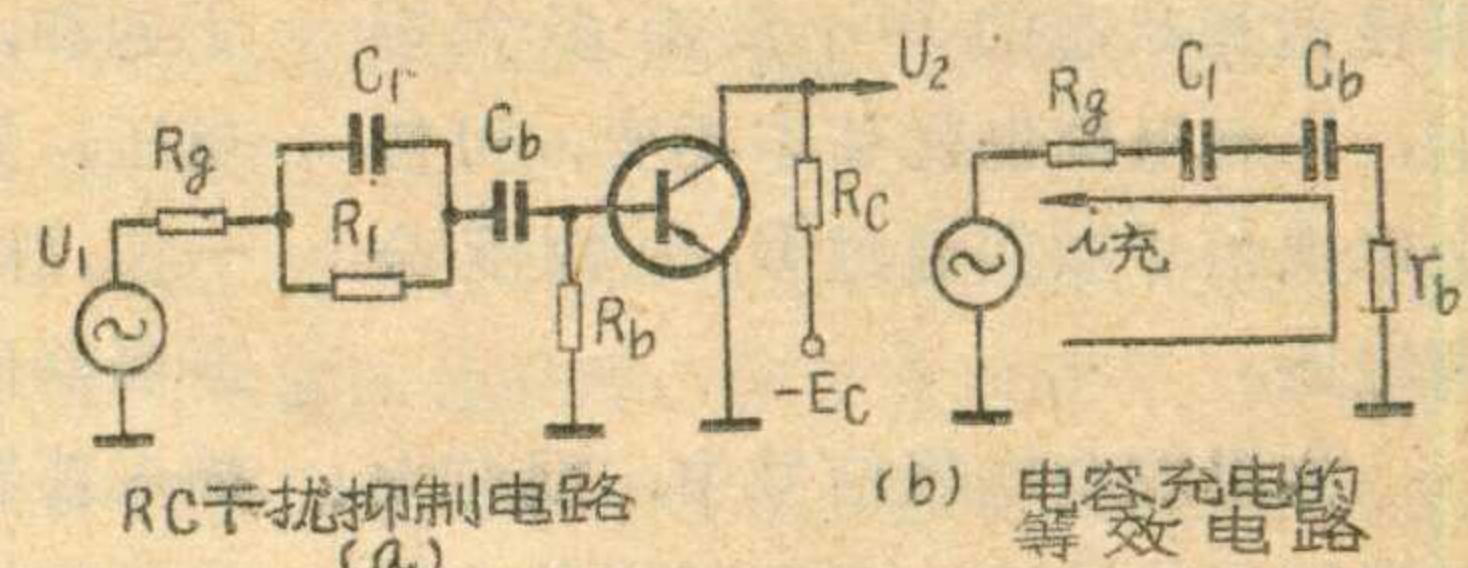
毛主席教导我们：“世界上的事情是复杂的，是由各方面的因素决定的。”接收到的电视图象是否稳定，取决于多方面的因素。当电视信号中混杂有大幅度、窄脉冲干扰时如图11(a)，若无抗干扰电路，就会被分离出来。一般因这种干扰脉冲持续时间短，对场同步影响不大。但对行同步会产生很大影响，往往破坏了正常的水平扫描，而造成图象的错乱。这类干扰脉冲，除直接影响本行的扫描外，还影响后面几行同步脉冲的分离，这就是：当大的干扰脉冲到来时，同步分离管充分导通，电容 C_b 大量充电而产生较大的电压，在干扰脉冲过后 C_b 缓慢放电，使分离管反向偏置，较长时间

处于截止，以致后面的几个行同步脉冲，未能使管子导通而分离不出来，如图11(b)。要使 C_b 放电到使同步分离管达正常偏置值，需要一段时间。在这段时间内，幅度分离

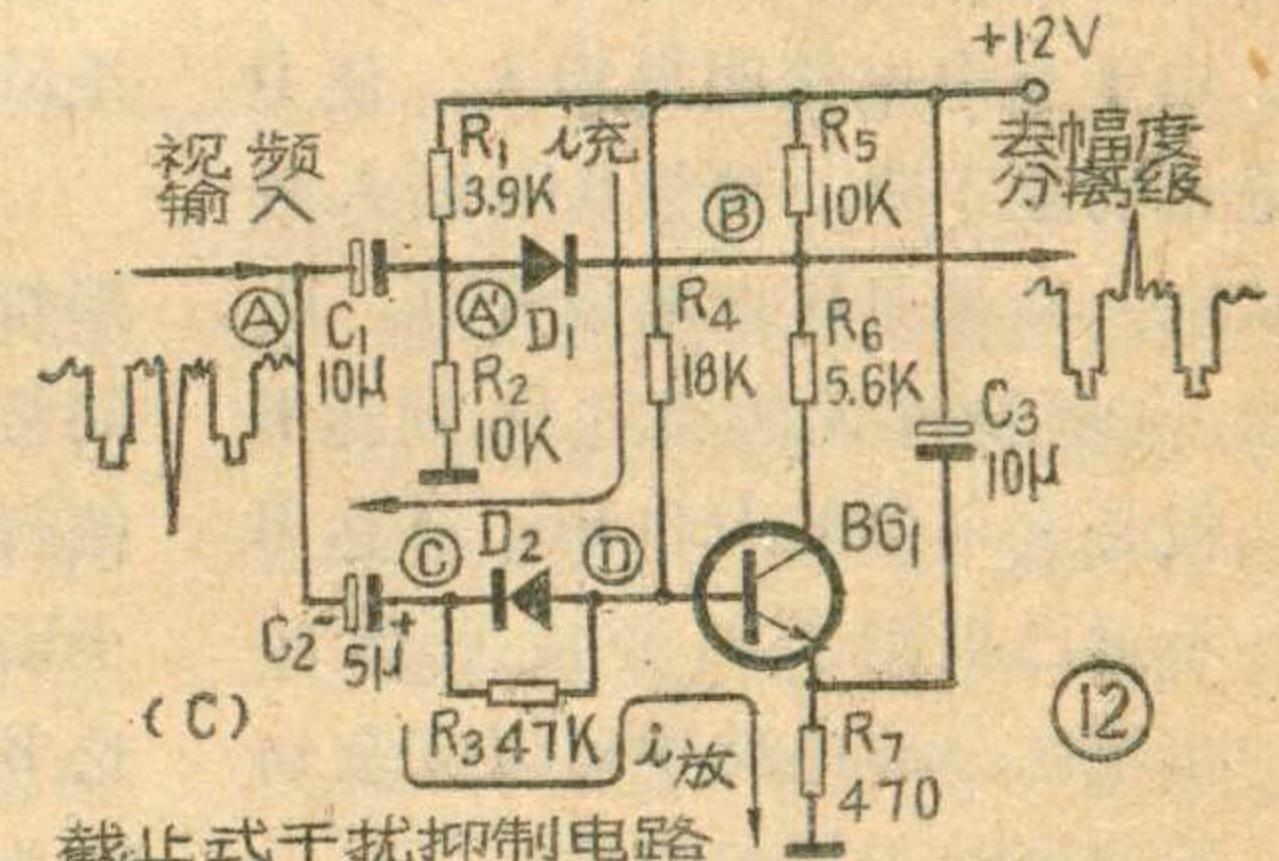
遭到破坏，行同步脉冲将失落若干个，引起该部分图象的错乱。所以实际的幅度分离级中大多有抗干扰电路。

常见的简单、有效的干扰抑制电路如图12(a)。它

是在同步分离级输入端串入一个时间常数较小的 $R_1 C_1$ 并联的电路。当大的干扰脉冲到来时， C_1 和 C_b 通过如图12(b)所示的等效电路充电，由于 C_1 比 C_b 容量小很多，所以充电电压主要降落在小电容 C_1 两端，而较大容量的电容 C_b 两端的电压同原来相比变化不大。干扰过去后， C_1 通过 R_1 很快放电，在下一个同步脉冲到来之前，电路已恢复到正常状态。因而不至于出现同步脉冲的失落现象。但是这种干扰抑制电路，把干扰脉冲和同步脉冲一起分离出来，如图11(c)所示，它只是削弱了干扰，并不能完全消除干



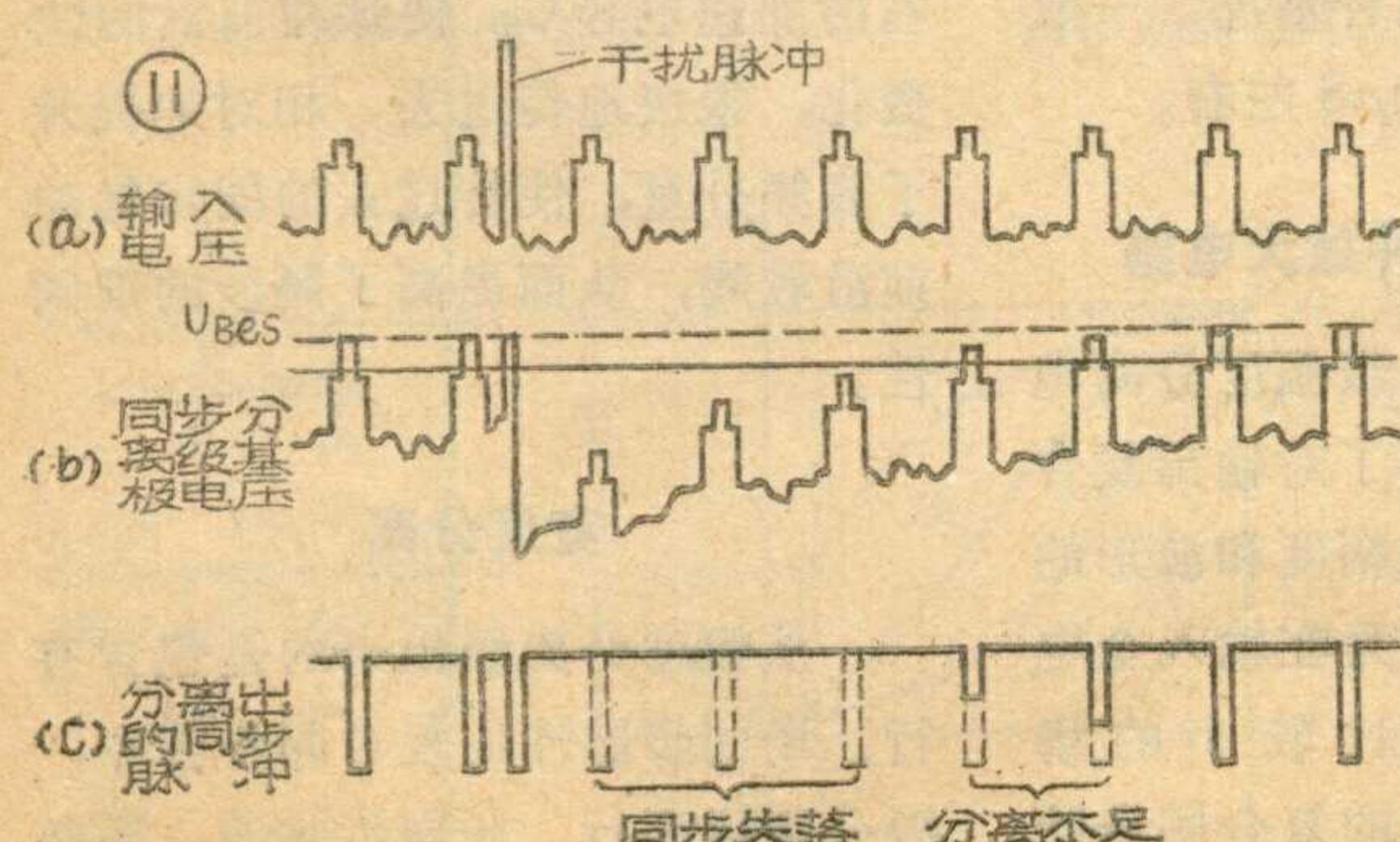
(a) RC干扰抑制电路 (b) 串容充电的等效电路



扰。因此，在有些电视机中，还采用其他形式的抗干扰电路。图12(c)为截止式抗干扰实际电路。

从图12(c)中可以看出，信号由A到B有两条通路：一条是从A经 D_1 到B；另一条是由A经C经D再经 BG_1 到B。在正常情况下， D_1 导通，让全电视信号顺利通过，下面一条通路不起作用。当有大幅度干扰脉冲时，下面的一条通路起作用；使B点电位提高， D_1 截止，阻止干扰脉冲通过，所以称为截止式抗干扰电路。

这个电路在静态时，+12伏电源经 R_4 给 BG_1 加上较大的正偏置，使 BG_1 处于深度饱和状态，较大的集电极电流在 R_5 上产生较大的直流压降，使B点电位低于A'点电



位, D_1 处于充分导通状态。

当全电视信号输入 A 点, 负跳变到同步脉冲部分时, A 点电位降低到比 D 点电位还低, D_2 导通, +12 伏电源经 R_4 、 D_2 对 C_2 很快充电。当同步脉冲过后, 信号正向跳变, 使 A 点电位升高, C_2 放电。由于这时 D_2 截止, 因而 C_2 经 R_3 和 BG_1 的输入电阻 r_b 缓慢放电。由于充放电时间常数不同, 充放电速度也不同, 使 C_2 两端保持一个接近同步脉冲峰值的电压。只有当超过这个电压值的同步脉冲到来时, 才使 D_2 导通, D 点电位略变负, 相当于基极输入一个微小的负脉冲。这对处于深度饱和状态的 BG_1 没有多大影响, B 点电位也就基本不变, 可使全电视信号顺利通过 D_1 去幅度分离电路。

如果在全电视信号中, 混有大幅度的干扰脉冲, 在有干扰脉冲期间, 由于充电电流明显增大, 使 D 点电位明显下降, 可使 BG_1 转入截止状态。结果是 B 点电位升高, D_1 截止, 干扰脉冲无法通过 D_1 到达 B 点。但是它可以经 D 和 BG_1 到达 B 点, 不过已被倒了相变成正脉冲了, 在幅度分离电路中可以完全切除, 达到消除干扰的目的。

3. 元件的选择

设计制作一个幅度分离电路, 重要的是选择晶体管和确定元件的参数。

幅度分离用的晶体管, 除了管子的极性要和输入信号的极性相配

合以及具有一定的 β 值(如大于 30~50) 以外, 还要求该管的特征频率 f_T 大于 5 兆赫, 以保证同步脉冲有比较陡的前沿。另外要求管子的 BV_{EBO} 应大于最大输入信号的峰值(如大于 3 伏), 否则易被击穿。再是 I_{CBO} 、 V_{CES} 要小, 以提高脉冲的幅度和稳定性, 通常如锗管 $I_{CBO} < 5 \mu A$, $V_{CES} \leq 0.3$ 伏左右, 常用的管子有 3AK11、3AK20、3AG72、3AG19、3DG6、3DG8 和 3CG14、3CG74 等等。

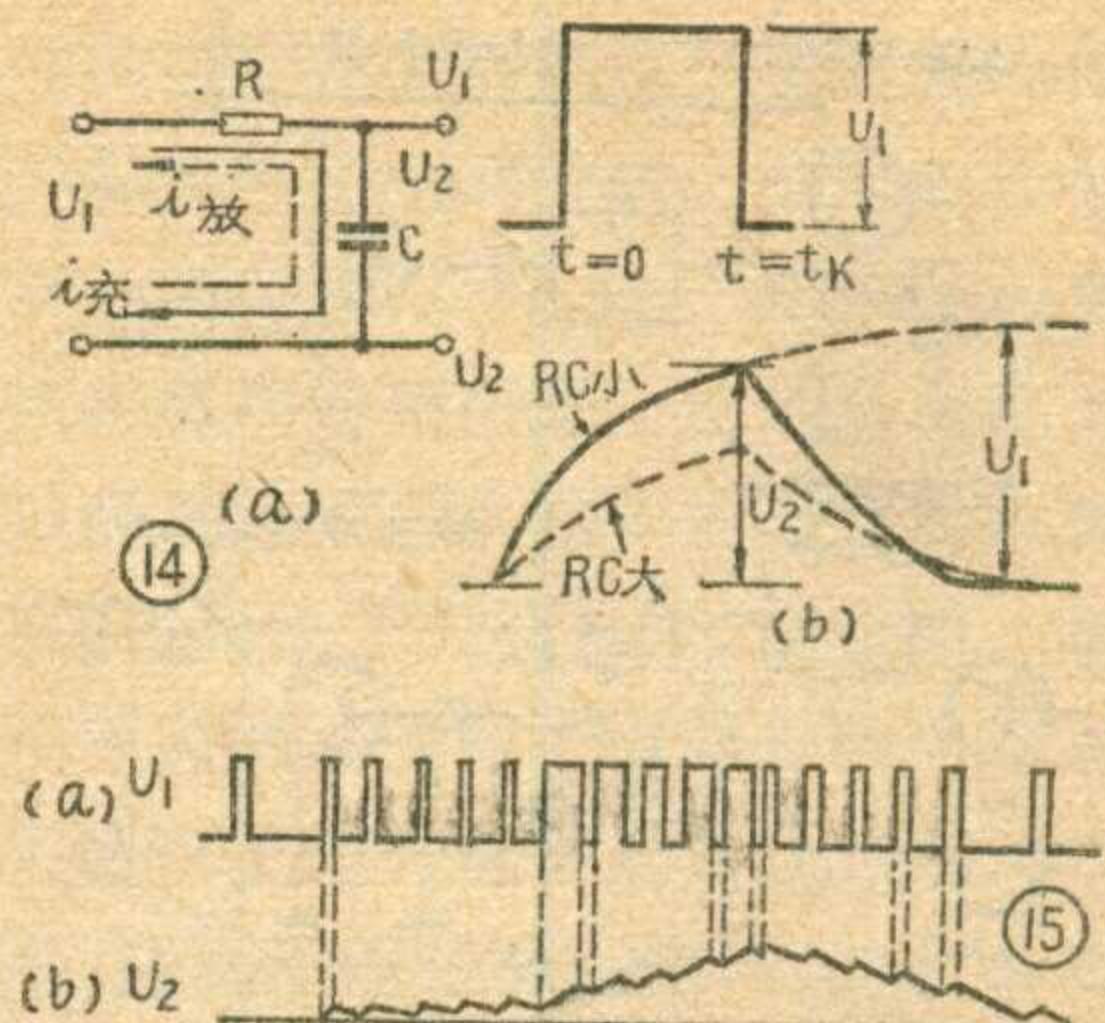
集电极电阻 R_c 的选择主要由输入信号幅度和输出脉冲前沿的上升时间要求来决定。为了使管子易于饱和, 以降低被切割的最小输入电压, 则希望 R_c 大一些, 但 R_c 大一些, 脉冲前沿变坏, 这会影响扫描振荡器同步开始点的准确性, 则扫描振荡器周期的变动范围增大, 因此稳定性也差, 一般 R_c 取在 5~20 千欧之间。

为了使分离出来的同步脉冲波形符合要求, 在选择 $R_b C_b$ 放电时间常数时, 应考虑不能取得太大而使行同步脉冲失落, 也不能选得太小而使图象信号被切割出来, 通常选 $R_b C_b > 10mS$, R_b 为几十千欧, C_b 为几微法。准确的时间常数是在实际的调整中来确定。

干扰抑制电路的时间常数 $C_1 R_1$ 应选小一些, 如取 0.2~0.5 倍的行周期, 约 $12\sim 30 \mu S$ 。这使窄干扰脉冲对 C_1 所充电荷, 能很快放掉, 但在较宽干扰脉冲作用下, C_b 上充电电压将随着增大, 会使后面几个脉冲没有输出, 为了兼顾这两种情况, 一般 $C_1 R_1$ 选 $100 \mu S$ 左右。

同步脉冲放大电路

有时一级幅度分离电路, 满足不了对输出复合同步脉冲的幅度和波形的要求。特别是在输入全电视信号幅度比较小的场合, 分离出的复合同步脉

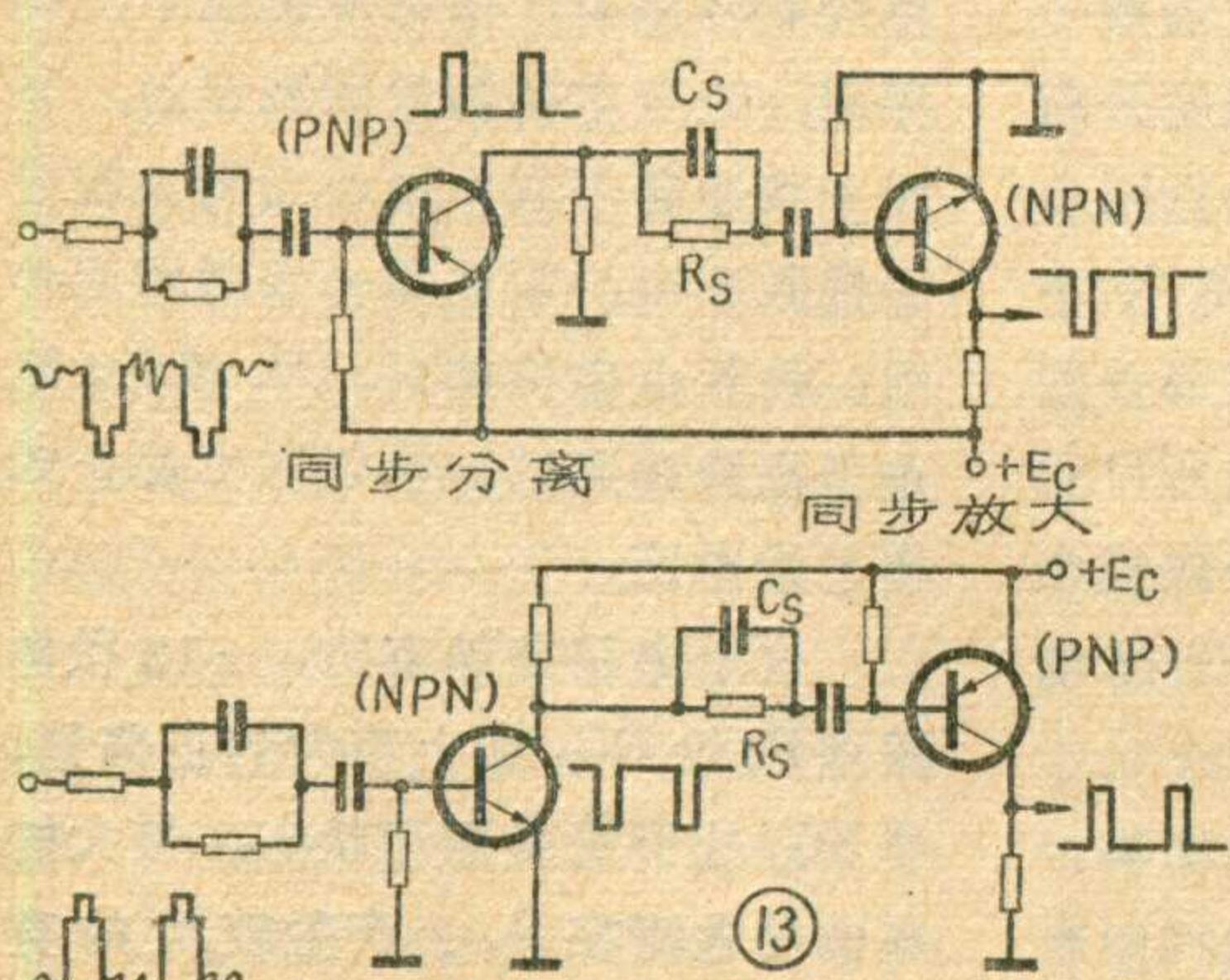


冲, 常混有消隐和图象信号。所以, 一般对它再进行一次切割和放大, 以获得所需的输出幅度和波形。这就是同步脉冲放大电路的任务。

同步放大电路和幅度分离电路一样, 要根据输入脉冲的极性来选择晶体管的类型。一般采用的同步放大电路大多这样工作, 仅当同步脉冲到来时, 管子才导通, 其余时间一直截止着。常见的同步放大和幅度分离电路的组合方式如图 13。幅度分离级输出的脉冲极性与输入信号中的脉冲极性是相反的。因此, 对同步放大级来说, 它所用的管子类型, 必须与幅度分离管的类型相反。例如, 幅度分离管用 PNP 型晶体管, 则同步放大管就应用 NPN 型晶体管。如将幅度分离输出的电压直接加到同步放大电路的输入端, 会使输入信号的幅度过大, 所以通常还串联一阻值约几千欧的电阻 R_s 加以限制, 不使基极电流过大, 然后再耦合到放大管的基极。由于放大级输入电容影响高频分量下降, 会使输入的同步脉冲的前沿变坏, 而影响同步的准确性。可在电阻 R_s 上并联一个 100 微微法左右的加速电容 C_s , 使脉冲前沿的快变化, 很快地传过去。相对地提升了高频分量, 使传过去的同步脉冲前沿较陡, 从而提高了同步的准确性。

宽度分离

从幅度分离级出来的是包含有行、场同步脉冲的复合同步脉冲, 要分别得到行、场同步脉冲, 还必



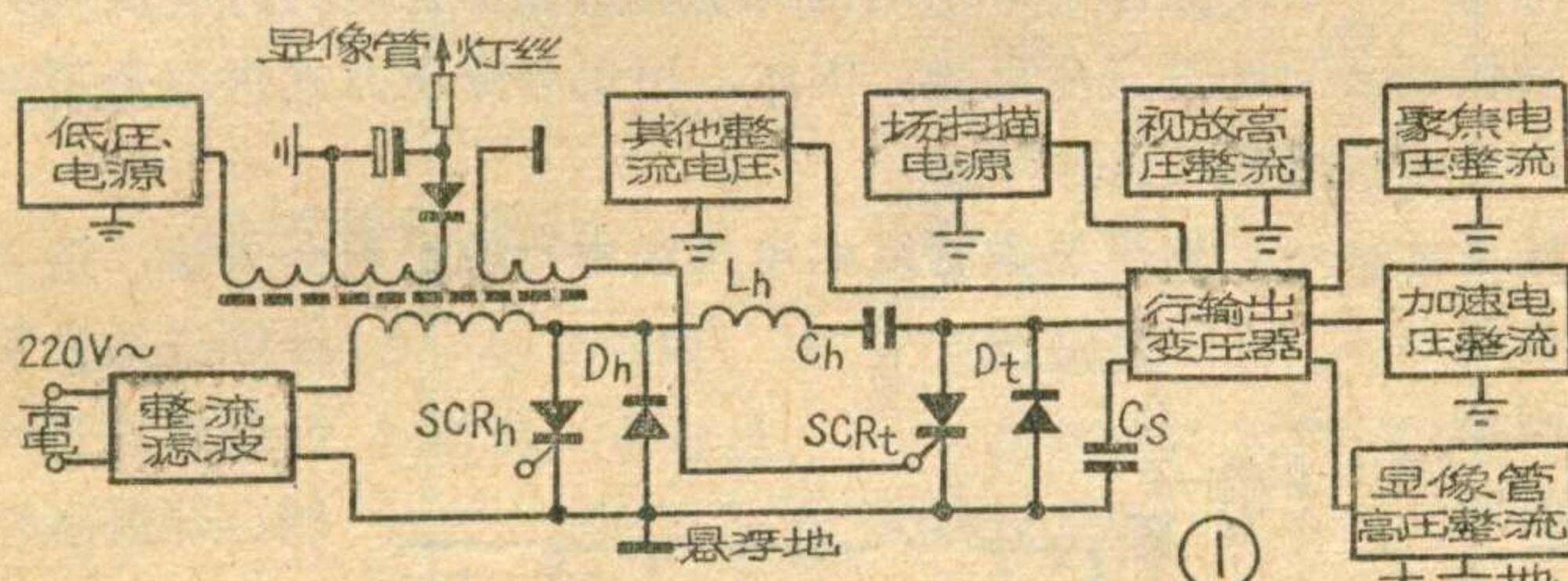
可控硅行输出电路

在无电源变压器电视机中的应用

青工

在《可控硅行输出电路》一文中已经分析（见本刊1976年第1、2期），可控硅行扫描输出电路的行反峰电压远比晶体管行输出电路低，只有电源电压的2倍左右。因此可控硅行输出电路的电源，可以采用远比晶体管行输出电路高的直流电压。

另外，可控硅行输出电路有专门的高压稳定电路，因此不需要经过稳压的直流电源供电。



须利用它们宽度的不同，采用微分和积分电路把它们分开。

RC微分和积分电路的原理，在本刊1975年第9期上已有介绍，这里结合对同步脉冲的处理再作些说明。

1. 积分电路

最简单的积分电路，如图14a。它实际上是一个低通滤波器，只要RC时间常数选得比行同步脉冲宽度大几倍，就能滤除行同步脉冲，而分离出场同步脉冲。如在输入端加上一个矩形脉冲，当t=0时，电压由零跳变到U₁，电流沿图中实线所示方向，通过R对C充电，C上电压U₂随时间增加，按公式：

$$U_2 = U_1 \left\{ 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right\}$$

以指数规律上升（式中e^{-t/RC}为指数函数，e≈2.718）。当t=t_k时，矩形脉冲结束，U₁跳变为零，输入端相当于短路，电容C两端电压U₂使放电电流沿图中虚线方向流动，U₂随放电时间的增长按指数下降为零，波形如图14b。分析上式和从波形上可看出：(1)U₂的幅度和时间t_k成正变化，即t_k越长，幅度越大；(2)RC越大，U₂上升越慢，幅度越小，但曲线比较平直。因此，当复合同步脉冲通过积分电路后，场同步脉冲的幅度比行同步脉冲的幅度就要大多了。

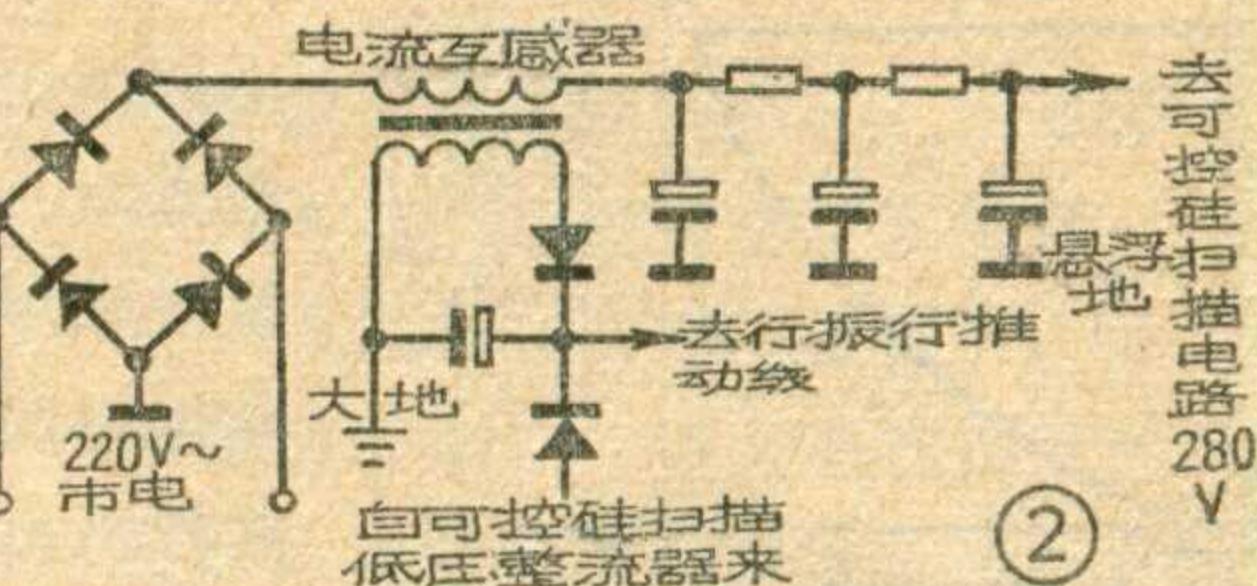
如以U_v和U_H分

别表示输出的场和行脉冲的幅度，从分离出场同步脉冲的要求来说，U_v/U_H越大越好。而通过分析和实践表明：RC越大，U_v/U_H也越大，这对

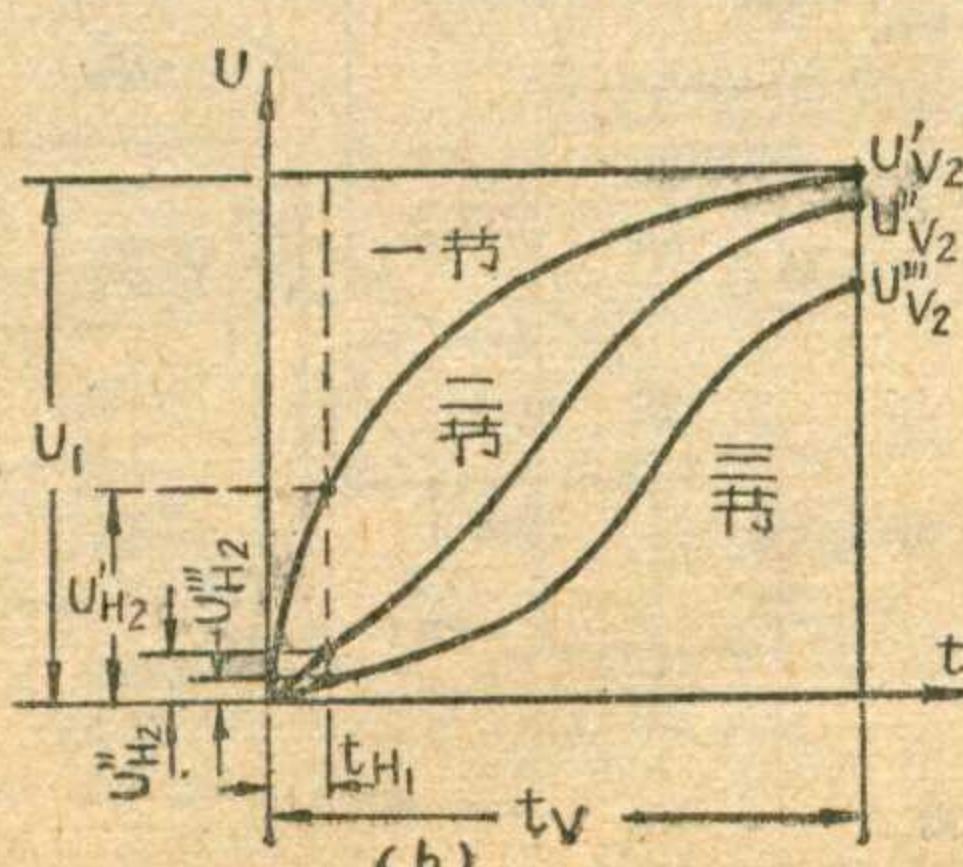
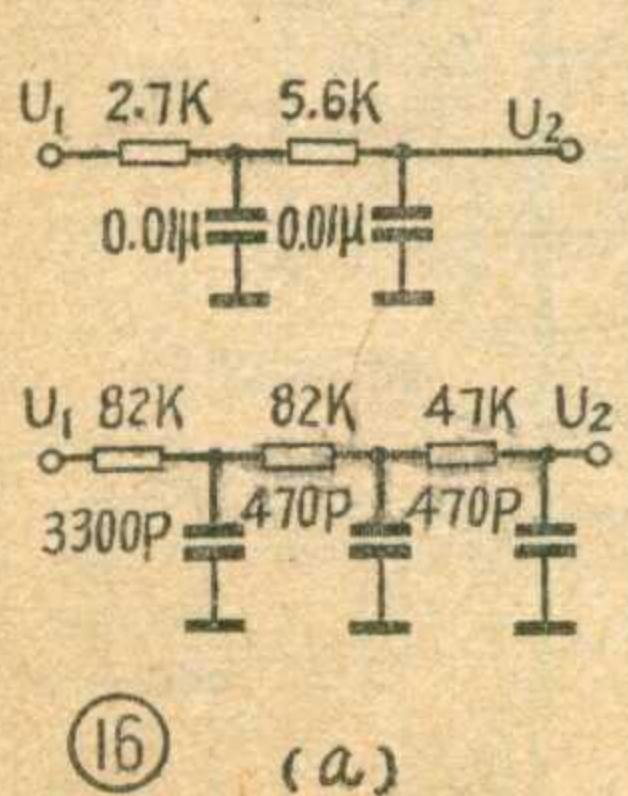
采用可控硅行输出电路的电视机，就可以利用这两个特点革除电源变压器。

即用220伏交流市电经整流后得到（约280伏）直流电压，直接供给行输出电路。国外有些电视机就是这样革除电源变压器的，但是底板都带电，很不安全。

为了使底板不带电，可将行输出电路和280伏整流电源的地悬浮，即与大地隔开。而电视机所需要接地的直流电源，全部由高频可控硅



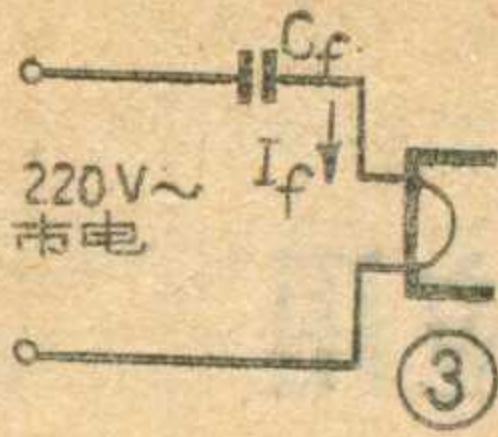
(2)



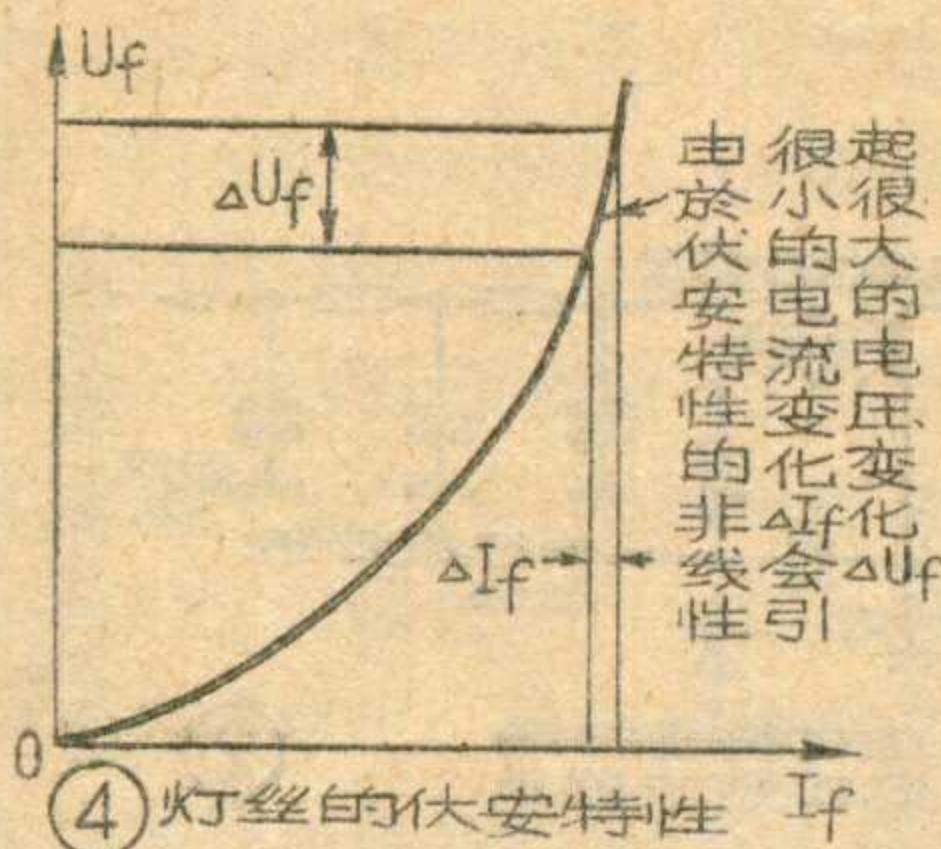
抑制行同步脉冲有利。但如RC太大，会增加场同步脉冲前沿的上升时间，这不但减小了输出脉冲的幅度，并会使场同步不稳。解决这一矛盾的最好办法，是采用多节积分电路。图16a为晶体管和电子管电视机用的两节和三节积分电路实例。行、场同步脉冲经过不同节数的积分电路时，输出电压U₂与时间的关系如图16b。从图中可见，随积分电路节数的增加，输出的行同步脉冲幅度急剧下降，场同步脉冲幅度也略有降低。但是，抑制行同步脉冲的性能比单节的好得多。从中还可看出，输出的场同步脉冲前沿，起始上升虽比较缓慢，但随后却上升较快。因此，只要利用前沿中间段来进行同步就容易满足要求。

一般要求U_v/U_H的比值应在30~100范围内，为了获得必要的场同步幅度和减小行同步的输出，通常每节积分时间常数选为约30~100微秒。在实际电路中，一般多采用两节积分电路。

(待续)



行输出电路，通过储能变压器和行输出变压器供给。由于可控硅允许流过较大的电流，所以这样做是完全可行的。图 1 是用可控硅行输出电路革除电源变压器的原理方框图。



为了实现由行输出电路供给整机接地的供电方案，还需要解决行触发脉冲形成电路的起动供电问题。因为可控硅行输出电路的工作有赖于行触发脉冲形成电路的电源电压需等到行输出级正常工作后才能建立，因此必然存在起动供电的问题。

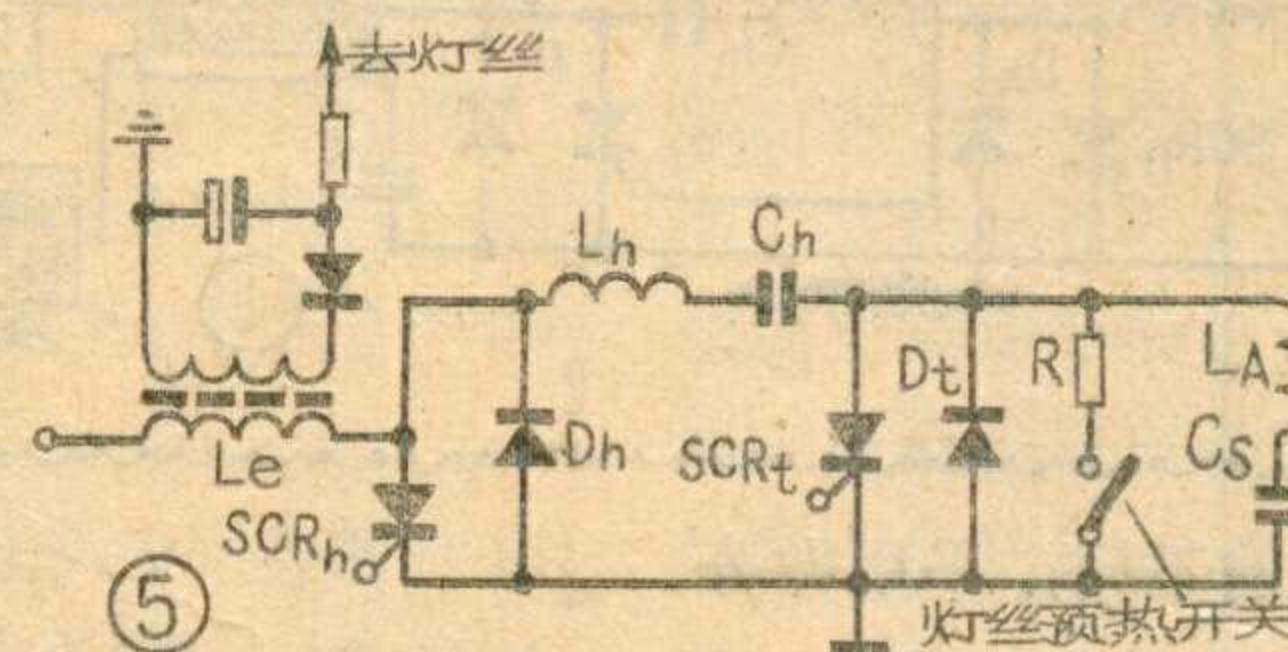
一种解决方法是将行触发脉冲形成电路与行输出级一起悬浮，用市电直接整流得到的 280 伏直流电压降压供给。但这种方法很不方便，因为由接地的图象检波级来的视频信号，需经过变压器才能加到悬浮的行同步分离级，而行同步分离级输出的复合同步脉冲，又必须经过变压器才能加到接地的场扫描级。这样做势必使电路复杂化。

为了解决起动供电的问题，这里采取了在电源滤波回路中串入一电流互感器。利用滤波回路中的脉动电流，在电流互感器的次级绕组建立一接地的交流电压，经整流后供给行触发脉冲形成级如图 2。此电流互感器采用 E 型铁氧体磁心（一般用 E₇ 即可达到要求，或用一般晶体管收音机上用的小型输出变压器铁心即可）。

显象管的灯丝供电不宜采用图 3 所示的，用市电经电容降压供电方式。因为：(1) 这种供电方式的灯丝电压的稳定性不能满足要求。我们知道，灯丝电阻是非线性的。图 4 是灯丝的典型伏安特性。用电容降

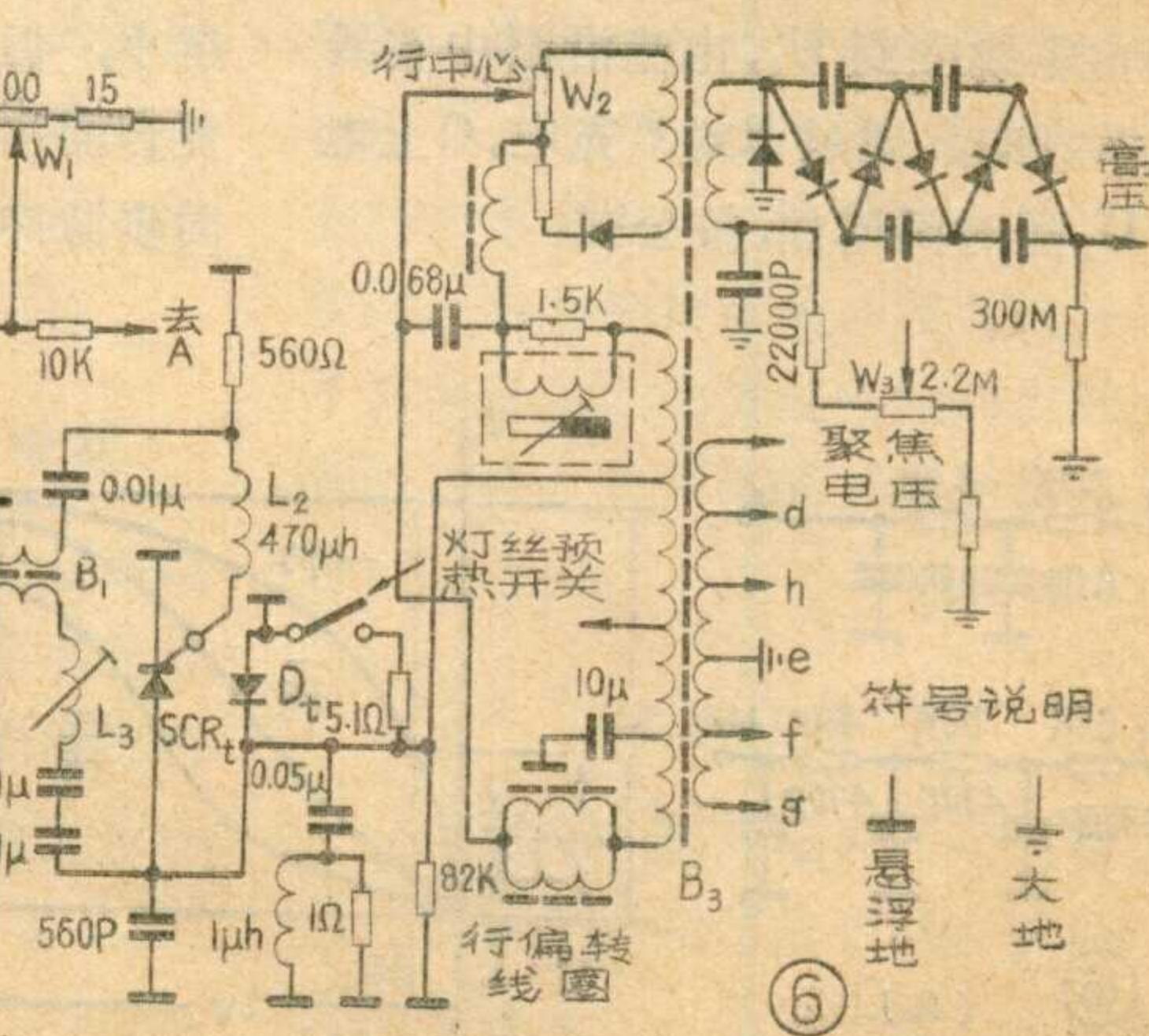
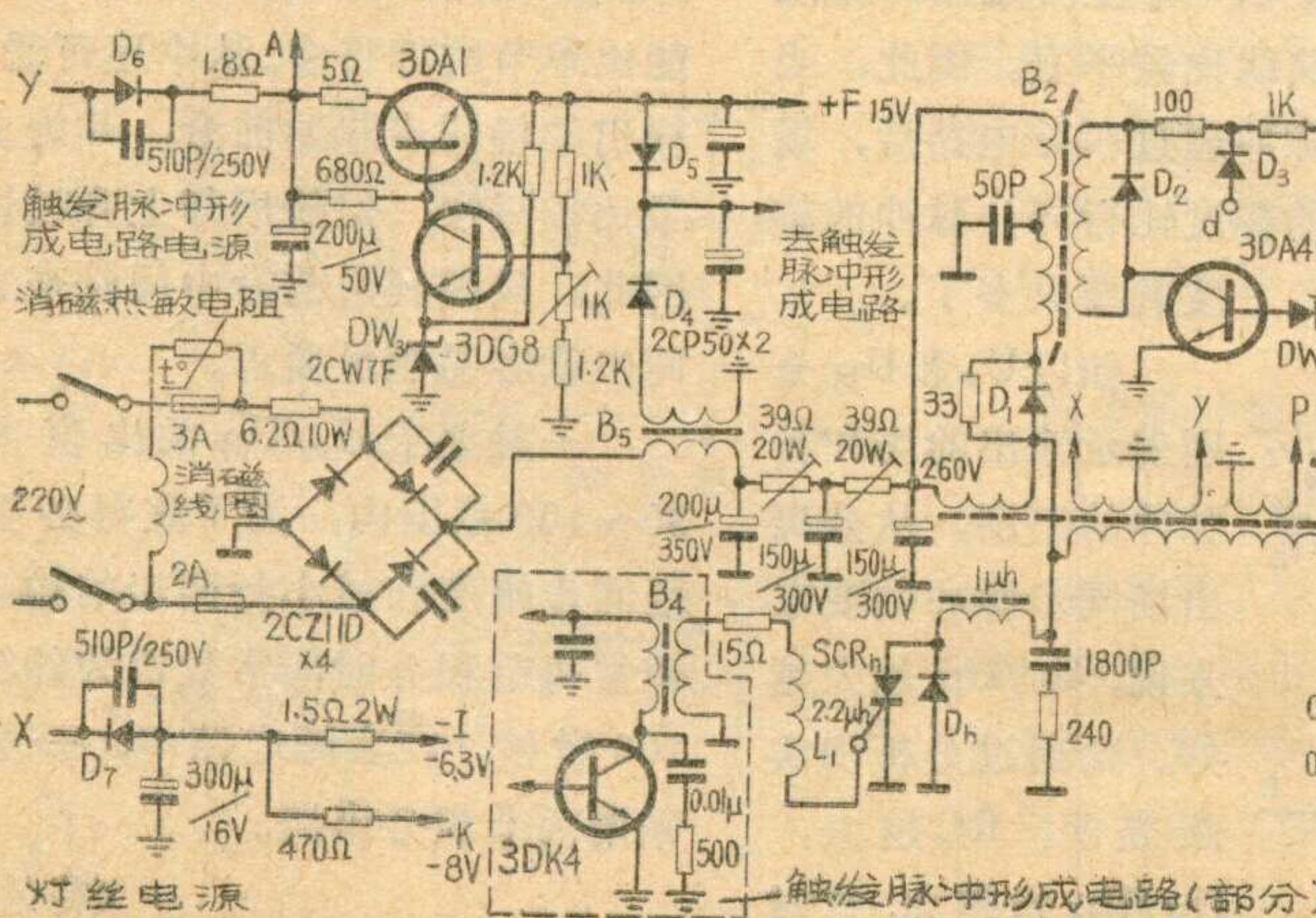
压方式供电，流过灯丝的电流是由市电电压和降压电容的容量决定的。如果市电电压有 10% 的波动，采用这种方式供电时，流过灯丝的电流也将有 10% 的波动。从图 4 所示的灯丝伏安特性可以看出，这时灯丝电压的波动将比市电电压波动大许多（用灯丝变压器供电时，灯丝电压波动量等于市电电压波动量）；(2) 这种供电方式不安全。因为一般所用降压电容容量均较大，要用油浸纸介或电解的电容。如果降压电容击穿，灯丝即将烧毁。这在显象管灯丝供电中是绝对不允许的；(3) 如采用这种供电方式，灯丝不能接大地。我们知道，显象管阴极及其他各电极均由接地的电压供给，如果灯丝供电悬浮，则有可能在灯丝与阴极间，造成高的电位差，并超过其允许值。这也是不允许的。显象管又是电视机中的贵重器件，其灯丝供电必须绝对安全可靠。因此，用电容降压方式供电是不能胜任的。

如果显象管灯丝电压也由行输出电路供给，还必



须解决显象管的灯丝预热问题。即要求灯丝电压要比其它电压先加到显象管上。而采用可控硅行

输出电路，对这一任务也比较容易解决。如图 5，即在扫描可控硅两端加一预热开关，当预热开关闭合时，可换向可控硅工作，而扫描回路则由于被小电阻 R 短路，不能工作，因此行输出变压器无行反峰，显象管除加了灯丝电压外，其余各电极均未加上电压，显象管处于预热状态。当预热开关打开时，扫描回路开始工作，显象管各极均加上电压，进入正常工作状态。实践证明这种方法是可行的。图 6 是可控硅行扫描电路及其电源部分实例。





磁带录音机的 故障及修理

工人 裴国生

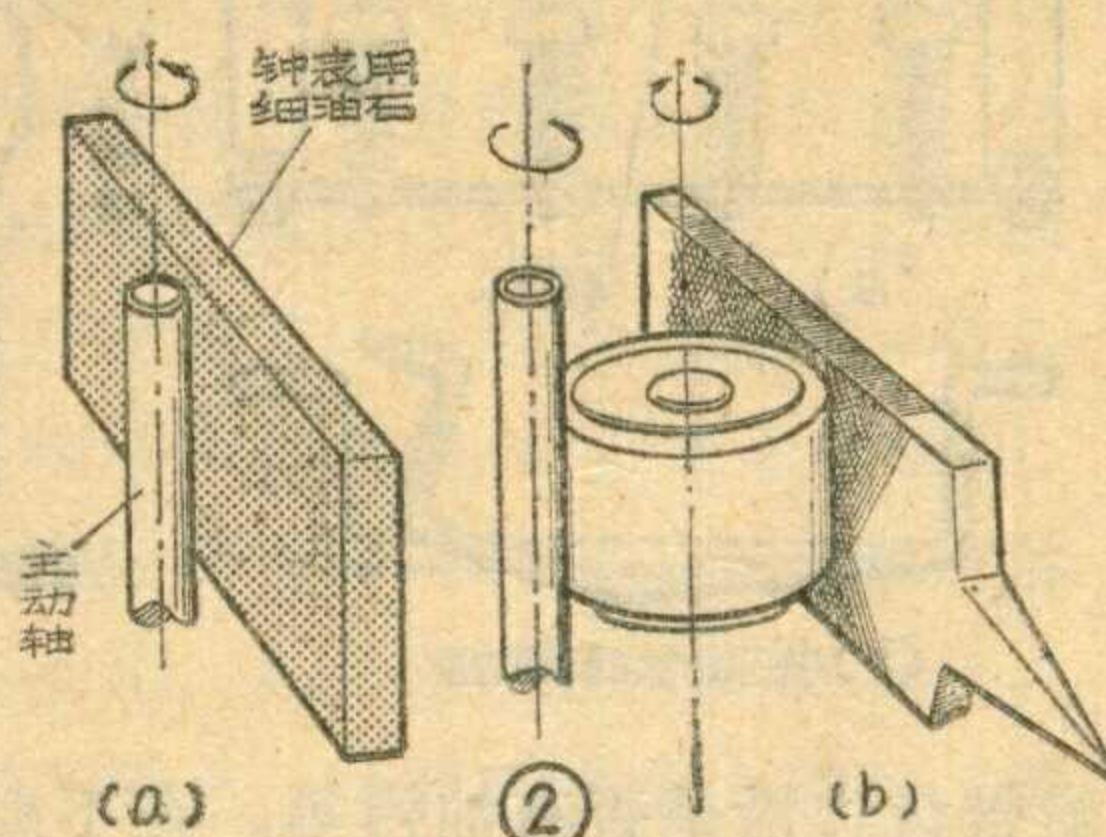
L 601 型磁带录音机是目前各广播站、工厂、机关等单位使用较普遍的一种录音设备。搞好维护工作，保证录音机正常运转，才能使它在三大革命运动中充分发挥作用。为便于进行维护工作，下面将讲这种录音机的常见故障及其修理方法。

机械传动部分

机械传动部分包括电动机、惰性轮、主动轴、供带盘、卷带盘、倒带控制机构。如图 1 所示。

1. 电动机的故障：

L 601 型磁带录音机使用了一只异步感应电动机做磁带运转的动力。变换电动机定子线圈的接头，便可以得到两种速度。这种电动机常见的故障是：启动有死点（即有时不转）、运转无力、变速系统失灵或空转时有响声。其原因是：①电机的转子油污太多，被阻塞住，当接通电源时便可能产生不转或空转无力等现象。也有的录音机因为长期不加油，使用又较频繁，使得电机转动时产生很大响声。遇到上述两种情况，可先加一点稀机油，再接通电源，检查电机空转情况，看看上述故障是否减轻。如果上述情况有好转，可动手



拆下电机，将转子取下，用汽油彻底清洗，然后添加新机油，装好再通电运转一会，如无问题才可重新装在录音机上。②变速开关的接点接触不良，或有油污，也会造成不能启动、运转无力和有响声，有时只有一个速度甚至发热。如遇这种情况，可用汽油清洗变速开关。也有的是由于变速开关的接点打火，使绝缘损坏，炭化后短路。如炭化面不大，可用小刀刮掉，并在接点周围涂上绝缘漆。

2. 走带部分的故障：

当录音机在录、放音时，磁带应以极平稳的速度通过磁头，否则将失调很大。其原因是由于多次录、放音，时间久了磁带将主动轴与其它导轮磨损，或压带皮轮经油沾污后变形，或是主轴与压带皮轮有污物，使皮轮与主轴接合不好引起失调。

对于主动轴的轻度磨损，可用磨钟表摆尖的一种细油石平贴主动轴，开动电机使主轴旋转进行磨光。注意用力要均匀（如图 2 a）。压带皮轮可用板锉磨光（如图 2 b）。如果皮轮软化则需要换新的。

当录、放音时，如果磁带从供带盘拖出的张力忽紧忽松，使声音走调。可检查供带盘下阻尼毡垫的磨擦情况以及刹车皮头是否有蹭供带盘边沿的毛病。当卷带盘下动轮

传动橡皮绳伸长变形时，使磁带卷绕的不好，也能造成声音失调。

与惰轮联动的扁橡皮带，日久会磨损或伸长，当电动机在变换速度时，扁橡皮带易脱落，这时应更换扁橡皮带。

3. 倒带、快速卷带与制动部分的故障

这一部分常出现的故障较多。如：不能倒带、倒带时磁带不能卷完、快速卷带无力、制动不良等。其原因可能是：

①倒带传动皮轮有油污或变形。

②倒带橡皮圈有油或日久磨细拉长，引起打滑。

③为使磁带能够卷到一定紧度，在倒带时卷带盘同时给出一个相反的转力。

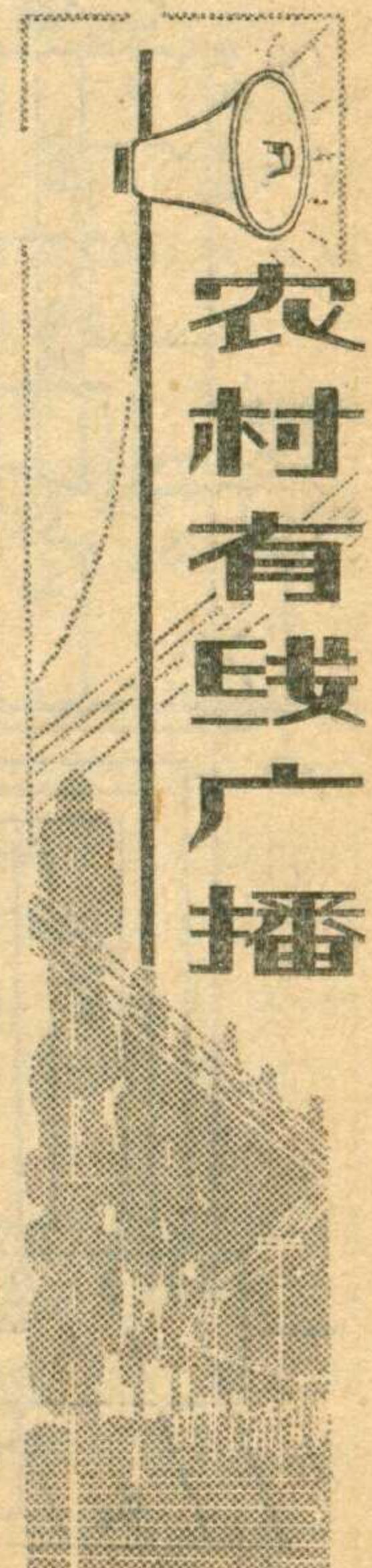
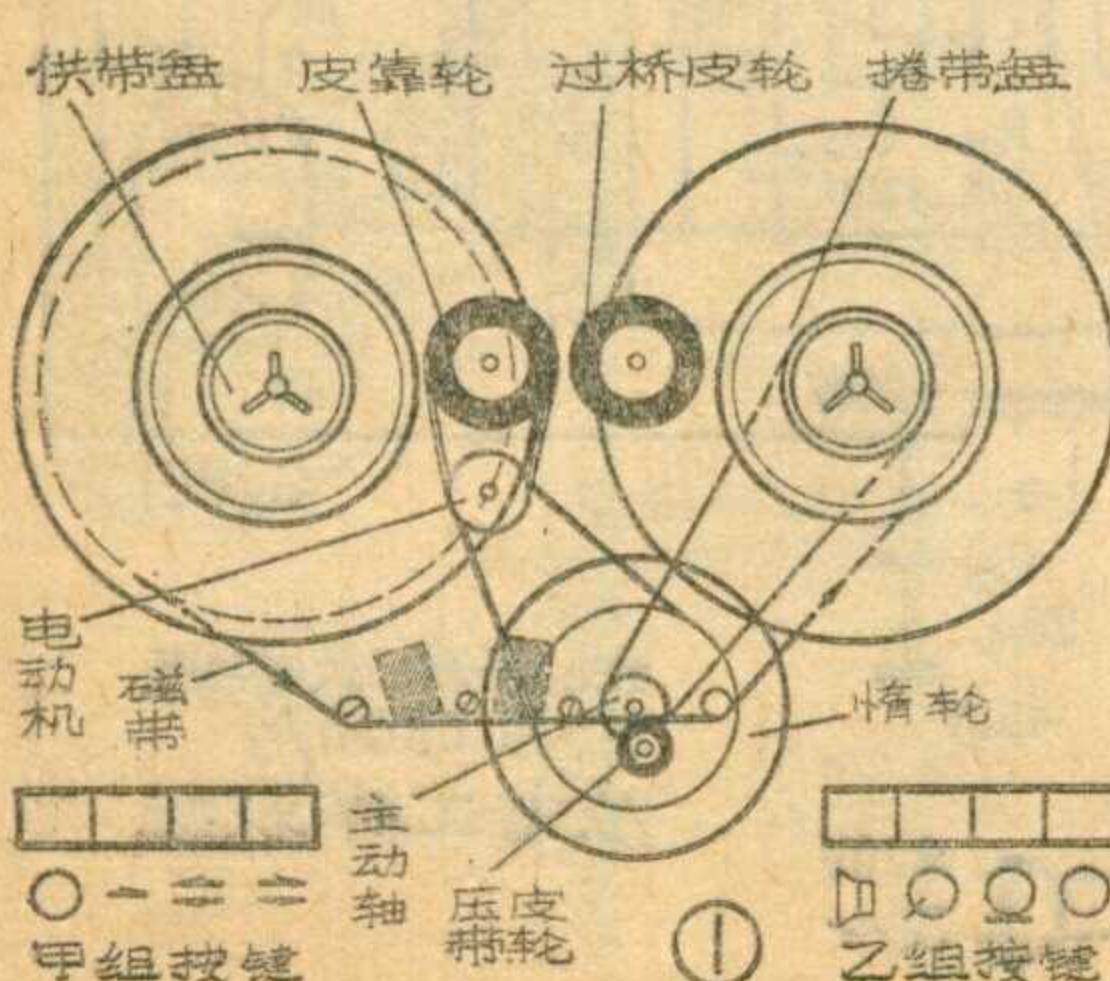
如果这一相反的转力太大，就会造成倒带时不能卷完的故障。

④过桥皮轮有油污或变形，造成磁带不能快速卷带。

⑤供带盘下阻尼太大，使磁带快速不能卷完。

⑥供带盘下阻尼太小，使磁带张力不足，造成抹音不良。

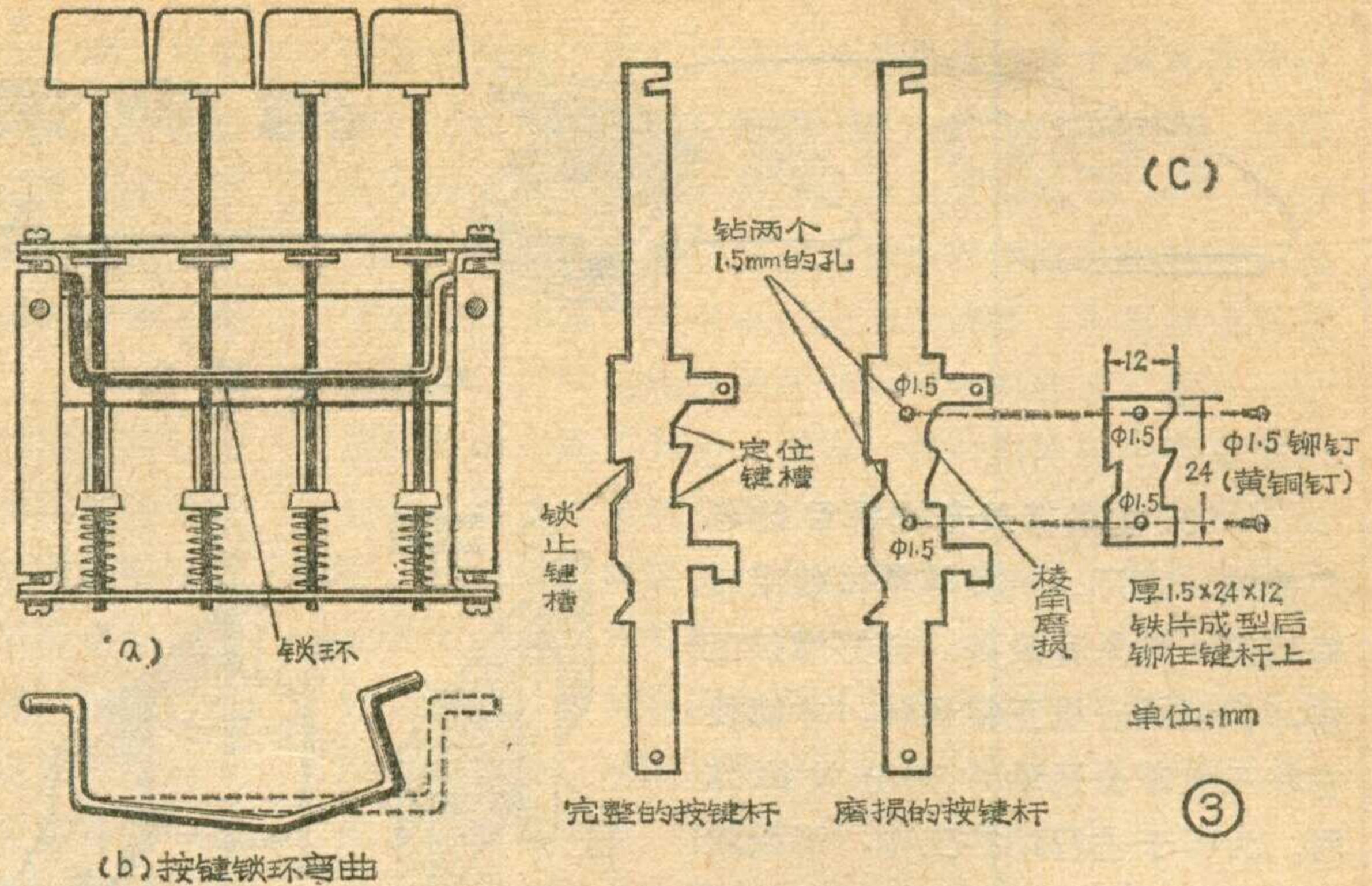
录音机的橡胶轮及橡胶



农
村
有
线
广
播

件较多，最怕加油过多。由于轮轴的转动，使油液甩出，如不及时清除就会造成橡胶件的损坏。对于橡胶件的油污，可用四氯化碳或酒精擦净，然后涂上一点粉笔沫。卷带盘与供带盘阻尼的大小可用滑石粉与松香沫来调整。如阻尼太大，可在毡垫上加一点滑石粉；如阻尼太小，可加一点松香沫。如果毡垫磨损的已经很薄了，就需要剪一块新的衬好。倒带与快速卷带无力，是倒顺控制机构的拉簧松紧度不合适，可以用调整拉簧的松紧度来解决，但注意千万不要将拉簧剪下一段或拉的很紧。因为倒、顺两个拉簧有一定的力距比，往往碰到不少机器，是因为将拉簧剪短或拉长，造成了机器倒顺困难。

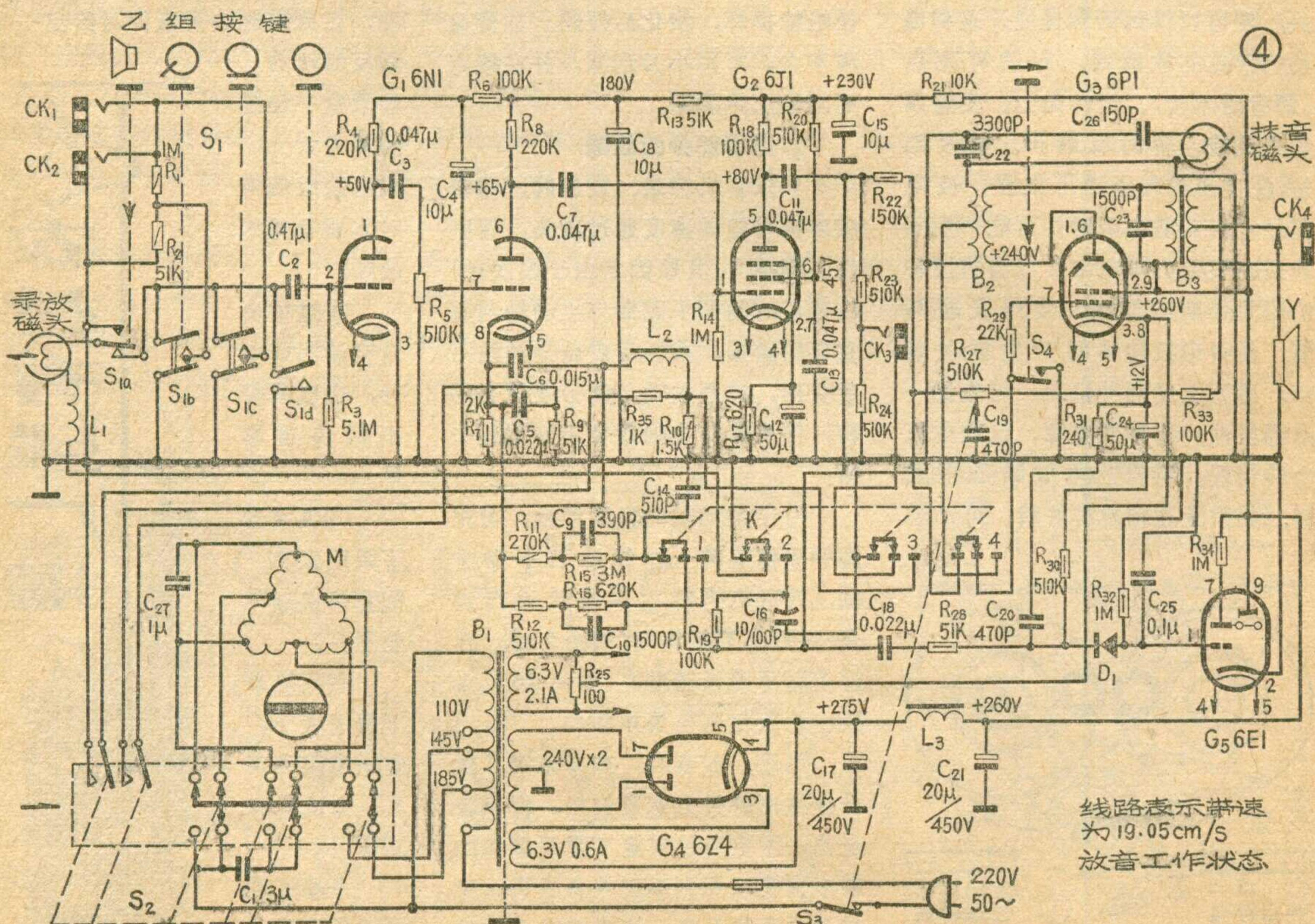
制动机构常见的故障是：当磁带盘快速前进与导带时，如果制动机构失灵，将刹不住车，造成磁带外溢、绞乱或拉断。可检查刹车皮头的松紧度、刹车皮头是否软化变形、安装位置是否正确、供带盘与



卷带盘边沿是否有油污等。在不影响转速的情况下，要求制动装置能够迅速地将快速旋转的磁带盘刹住即可。

L 601 录音机采用按键式的控制机构，如图 3 a 所示，它有一套联锁装置，当需要按下录音或放音按键时，必须先按一下“停止”按键，否则录、放按键将按不下去。这部分常出现的故障是按键按下后锁不

住。原因是使用者不了解它的操作过程，按键钮时用力过大，以至使联锁环弯曲变形(图 3 b)，或使按键槽沟磨损(图 3 c)。处理的办法是：如键槽轻度磨损，可用细三角锉将其键槽锉出棱角；键槽磨损严重的可换新键杆。如果配不到新键杆可照图 3 c 的办法用 1.5 毫米厚的铁片裁成 24×12 毫米的一小块，用细三角锉锉出新的键槽，然后铆在



键杆上，使用效果一样。

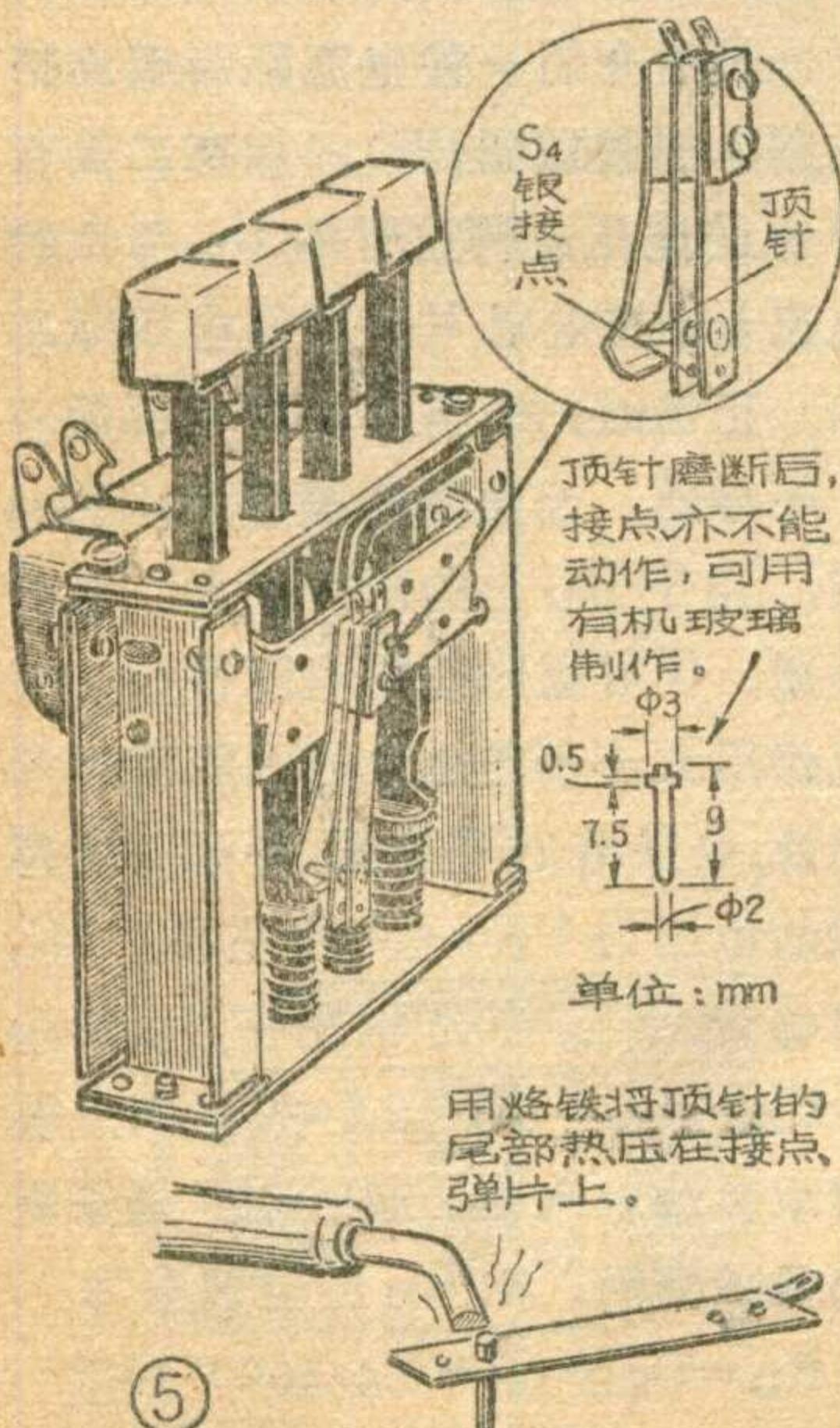
放大电路部分

L 601型磁带录音机的放大器是电子管式的，为了减少电子管的数目，录音及放音公用一组放大器（如图 4）。其中通过转换开关分别对录音与放音进行频率校正。

这一部分常见的故障有：放音无声、音量小、声音闷、串音、有交流声、不能录音、录音失真、不能抹音、抹音不净等。

1. 放音时的故障：

①放音无声。应先检查一下电子管的灯丝是否都亮，扬声器是否完好（值得注意的是纸盆引线易断），电平指示管 6 E 1 是否发光。如果以上都没有问题，但仍无放音输出，问题就可能是出在录放转换开关或录放音按钮上。有的是 S₄ 接点上的塑料顶针磨断（如图 5），当放音按键按下时，磁头未接通或录放转换开关接触不良。控制放大器的录放转换按键也有一套联锁装置，是为了避免放音时误按录音按键而把磁带上原有的音迹抹掉的。这一组按键有时也出现按下后锁不住的现象。输出变压器损坏或电容器 C₂₃ 击穿也会使输出无声，应修复或更换。

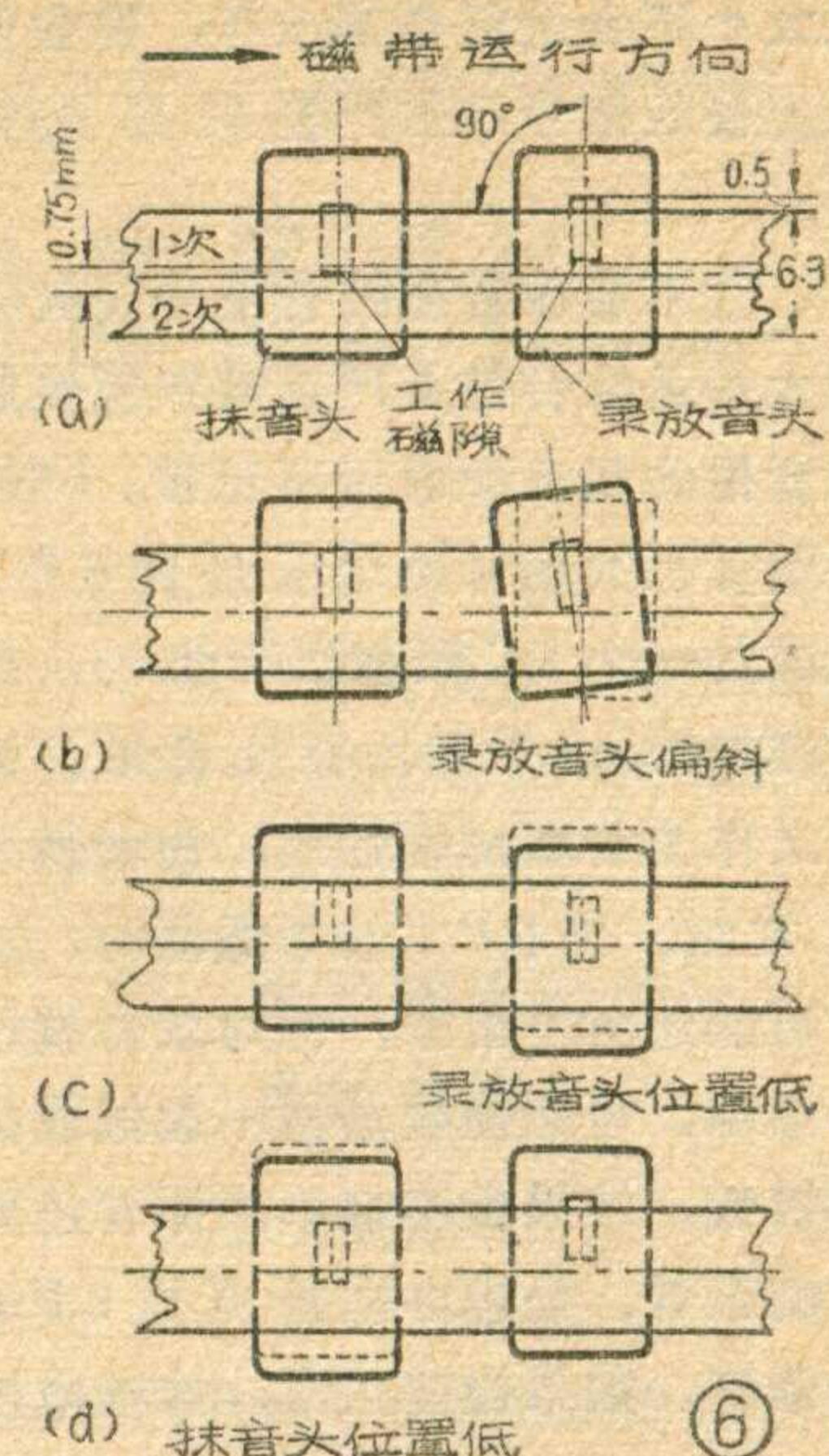


②放音声音小。可先把音量电位器旋到 $\frac{1}{2}$ 的位置，用手触一下磁头上的接线点，如果扬声器发出很大的“咕、咕”叫声，证明放大器没有问题，可能是磁带上的录音信号太小或磁带不是紧贴磁头工作面前进、磁头磨损、磁头工作面受磁粉沾污等。修理办法是调整磁头前压带簧，使磁带紧贴磁头工作面。磁头磨损严重的应更换。磁头工作面上有磁粉的，可用酒精擦净。磁头工作面如有划伤，会造成磁粉堆积，使磁隙闭合，可将磁头拆下，用油石磨光。如果用手触磁头接线点，响声很小，则应检查放大器的工作状态（用万用表测试各级电压）。

③放音音闷。造成音闷的原因多数是磁头位置放的不正，这时磁头工作面磁隙不是准确的垂直于磁带的运行方向（见图 6 b）。因为录音头与放音头的倾斜角会引起很大的输出损失，频率越高，损失越大，于是就产生了音闷现象。磁带运行速度越慢，音闷现象越严重。

L 601 型录音机的磁头是录、放合用的，其磁头稍有倾斜问题不大，但要是与别的录音机互换磁带放音时，磁头的垂直度就成为重要问题了。磁头调整的办法是：用在较标准的录音机上所录的一段 7000 赫左右的磁带来进行放音，调整录音机磁头罩上的三只定位螺丝，观察电平指示管 6 E 1，使它的发光区夹角最大。如果出现串音干扰，说明录放磁头罩上的三只定位螺丝旋进太多，使磁头位置过低，造成两路音迹相互串扰，如图 6 c。为了达到较好的录音效果，应按 L 601 录音机原来的技术要求，正确调整磁头的位置，如图 6 a 所示。

④放音时有交流声。L 601 型录音机的放大器前级屏蔽比较好，磁头隔离罩又是用坡莫合金冲压的，另外在磁头回路还串有平衡扼流圈 L₁，一般情况下不会有交流声。当放音时出现交流声时，可能是前级电子管阴极漏电或平衡扼流圈 L₁ 的



位置改变。也有可能是交流声平衡电位器失调或烧毁，滤波电容器 C₁₇、C₂₁ 失效，磁头引线开路等。检修时可利用电平指示管 6 E 1 来调整平衡扼流圈或平衡电位器的位置，更换前级电子管 6 N 1 或滤波电容，使电平指示管 6 E 1 发光区的夹角最小为止。

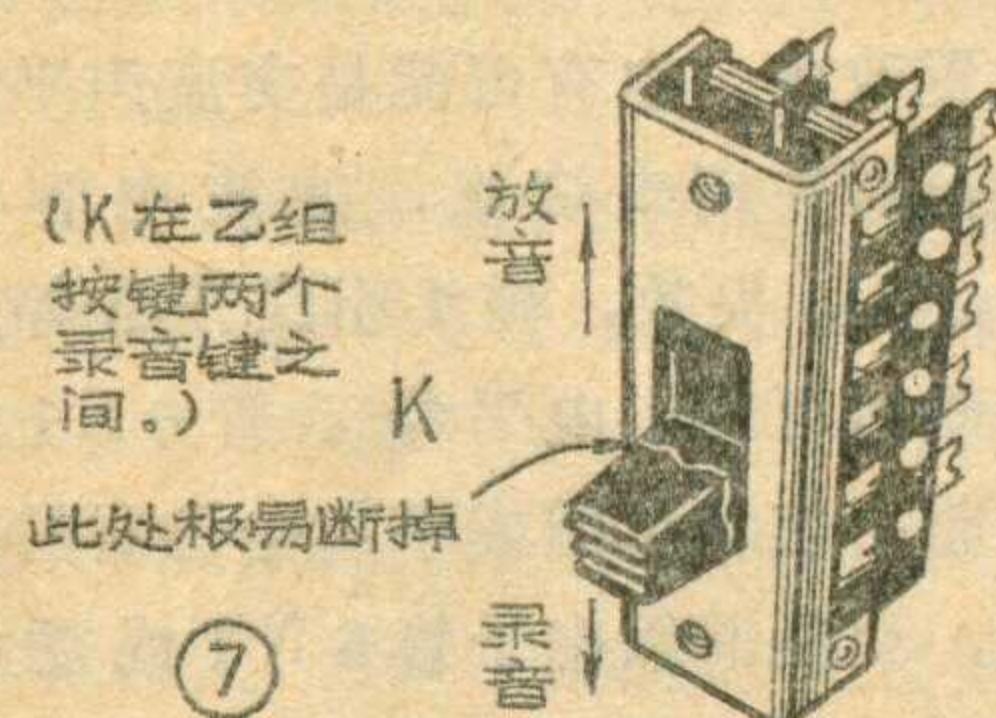
2. 录音时的故障：

①不能录音。当放音正常而不能录音时，应观察一下电平指示管 6 E 1 中有无闪动。若无闪动，应查看插头与插孔处是否有输入信号。再查录放转换开关 K，有时录音按键虽已按下，但里面的转换开关却没有接通或转换开关上这一组接点接触不良。其录放转换开关 K（在乙组按键上）是一组 4 × 2 的小型波段开关，见图 7，大多数机器出现此故障是波段开关的拨动钮折断，这时应换新波段开关，最好不要采用粘合断处的方法；若电平指示管 6 E 1 有闪动，则是转换接点 S_{1a} 有问题，可用细砂纸擦一擦。

②失真。所录上去的音频信号失真，一般是与偏磁电压有关。L 601 录音机所配用的磁带是一种含有钴、铁成分的磁性较强的录音带，所加偏磁电压在 120 伏左右。这个电

压大小不合适或根本没有，就会使录上去的信号产生严重失真及音小。

③不能抹音或抹音不净。其原因大多是抹音磁头严重磨损或供给抹音用的超音频电压不正常。L601型录音机的超音频电压是由6P1组成的一个LC振荡器产生的，振荡频率约45千赫，在放音时，该管又作为音频功率输出，由转换开关控制。当6P1效率低落时，放音可能还听不出来，但对录音就很有影响，可能使振荡器不起振或振荡极低，结果是不但不能抹音还要影响录音。处理办法是更换6P1电子管。如果振荡正常，抹音电压



也合适(约120—130伏)，可检查抹音头是否损坏。也有的机器抹音不净同前面所提到的供带盘下阻尼太小、磁带张力不足、磁带不是紧贴抹音头前进等有关。另外，抹音头的磁隙高低不合适，或磁隙中粘有磁粉等都不能很好地抹音，可以适当地调整一下。

3. 录音机电平指示的故障

常出现的故障是6E1的板极电阻R₃₄损坏，使6E1不能指示；6E1使用时间长了发光暗淡或损坏；也有的机器在录音时，尽管音量电位器旋到最小，没有任何录音信号，6E1指示管发光区的夹角也不能合拢。这可能是晶体二极管D₁反向漏电较大的原故。有时因放大器线路中有高频自激，偏磁电压调的过高，也不能使6E1发光区的夹角合拢。可以借助于6E1的显示进行修理。

4. 整流部分是一般的电子管整流电路。这一部分出现故障的机会不多，本文就不多讲了。

206型等电唱机，使用一段时期后机内橡胶磨擦轮较易磨损，于是橡胶轮和唱盘之间的磨擦力减小，运转速度偏慢而且不均匀，播放的节目就会走调。

我们用自行车上的旧内胎(选择内胎无接补处)，横切一圆橡皮圈(比橡胶轮的磨擦面宽些，窄了易滑掉)，裹在橡胶轮外沿上，经试验效果很好，转速比较正常。因橡胶轮磨损程度不同，若裹上橡皮圈后，磨擦力太大，可拆下橡胶轮在细砂纸上轻轻磨掉些(磨皮圈)，注意不要损坏圆度。橡皮圈裹得合适，一般运转时不会脱落，如再磨损时，可以更换皮圈，这样可以大大延长橡胶轮的使用寿命。为使橡皮圈裹得牢靠，也可在轮子上涂少许万能胶再裹上。

(倪鸿加)

常用国产半导体整流二极管的特性

封三说明

封三所列整流二极管除2CZ21A~F、2CZ20A~F可用于黑白、彩色电视或其他无线电设备中作100千赫以下的整流元件外，其余整流管可用在3千赫以下的无线电设备、电子仪器中作整流用。

表中各项参数的意义如下：

1. 额定正向整流电流(平均值)：在规定的使用条件下，在电阻性负载的正弦波半波整流电路中允许连续通过半导体整流二极管的最大工作电流。

2. 最高反向工作电压(峰值)：等于或小于半导体整流二极管的击穿电压的2/3。“击穿电压”是指整流二极管的反向特性为硬特性时，其反向伏安特性曲线急剧弯曲点的电

压值；如产品为软特性时，则是指给定的反向漏电流下的电压值。

3. 正向电压降(半波平均值)：是指额定整流电流下的正向电压降。

4. 反向漏电流(平均值)：半导体整流二极管在正弦半波最高反向工作电压下的漏电流。

上海无线电十七厂
技术组资料室

补正：上期43页图2曲径式助声箱的尺寸(厘米)补充如下：

A=17.8; B=43.9; C=35.5;
D=29.2; E=7.6; F=24.1; G=6.3;
H=I=12.7。斜板角度约45°。

唱机橡胶轮磨损应急修理

(上接第24页)

原状，在输出端接一个假负载，将负载电阻由大减小至短路，测量输出总电流应不超过允许值，否则还要加大R₂。图13是印刷电路板。

最后介绍一种电流限制型保护电路，如图12(24页)。加在二极管D上的电压是调整管的U_{be}与负载电流I_{FZ}在电阻R_D上的电压降之和。正常时，二极管上的电压低，D不导通。当负载电流增大到I_M时，由于R_D上的压降加大，使D导通。D导通时正向电阻很小，分流作用大，不使过大的电流流过调整管。D采用2CP型管，导通时D两端的电压为U_D=0.6伏左右。BG₁用锗管，U_{be}=0.2伏左右，则U_{RD}=U_D-U_{be}=0.6-0.2=0.4伏。若要求负载电流I_{FZ}超过400毫安就起保护作用，则R_D的阻值应为R_D=U_{RD}/I_M=0.4/400×10⁻³=1欧。

半导体收音机

输入输出变压器的简易设计

徐士佐

在半导体收音机的低频放大部,采用变压器作为级间耦合,使前后级的阻抗能得到适当的匹配,可以做到功率增益大、效率高,而且工作点容易调整。因此,在低放电路中,采用变压器耦合,容易达到预期的效果。小型变压
器业余自制也很简便。现将小型输入、输出变压器的简易设计方法介绍于下。

一、小型变压器的特点

半导体收音机用的输入变压器和输出变压器,由于它所传输的功率较小,体积就可以做到小型化,有时还受到它在整机内所占空间的限制,须按预先选定的铁心尺寸计算变压器的各项数据。为使制作方便,一般输入、输出变压器均采用相同的铁心尺寸。这样绕线骨架、铁心片和固定夹等均可通用。

由于工作电压很低,只有3~9伏,所以绕线时层间不必垫绝缘纸。输入变压器的次级线圈和输出变压器的初级线圈(见图1中的B₁和B₂),都有二组相同的线圈。为了使得上、下半边的直流电阻对称,都采取双线并绕的工艺。现在半导体收音机的功率放大级都采用了乙类推挽输出电路。由于耗电省、效率高,所以已成为普遍采用的电路。

二、铁心尺寸系列

半导体收音机中的输入、输出变压器常用XE型小型铁心

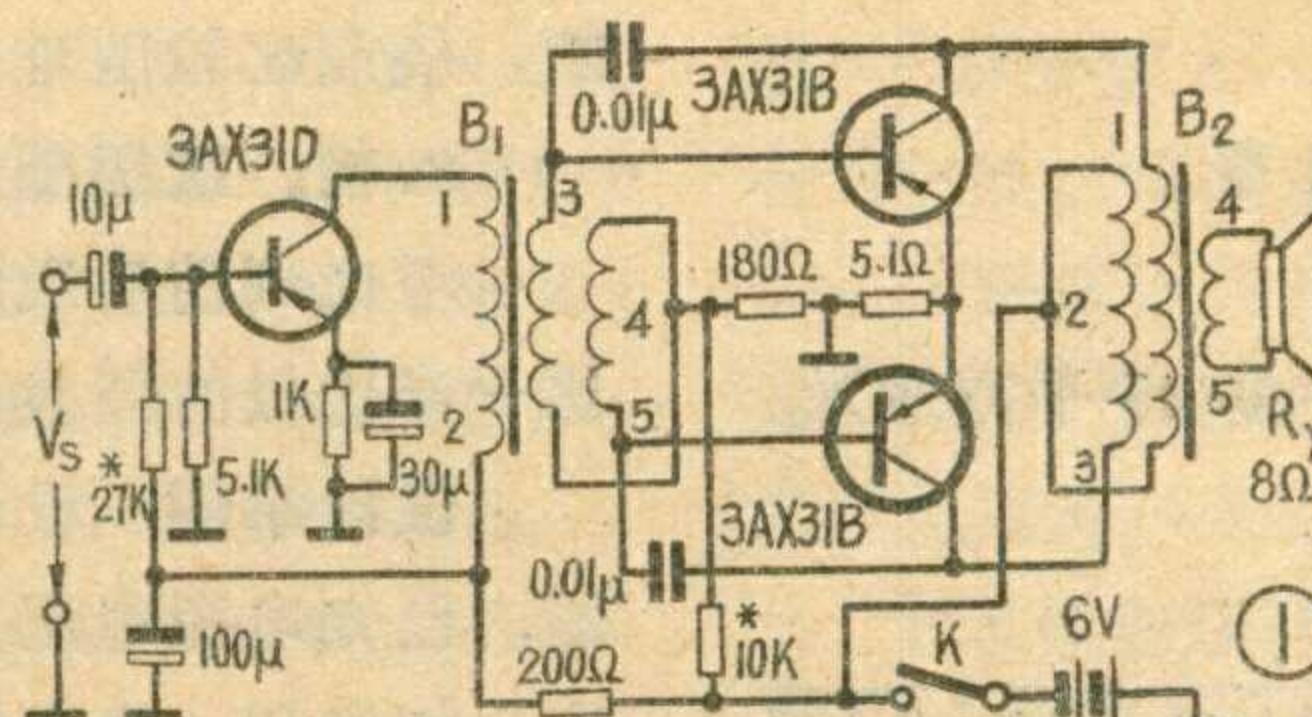
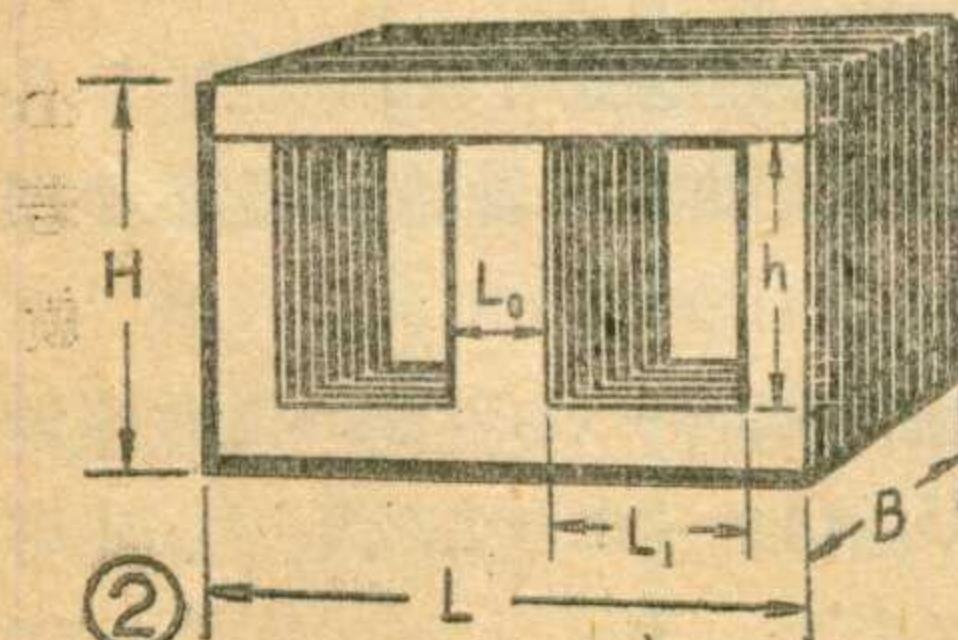


表 1

铁心片型号 $L_0 \times B$	尺 寸 mm					磁路 长度 l_c cm	截面积 S_c cm ²
	L_0	L_1	L	H	h		
XE4×4	5	4	18	14	10	3.63	0.146
							0.182
							0.23
							0.291
XE5×5	6.3	5	22	17.5	12.5	4.49	0.228
							0.287
							0.364
							0.455
XE6×6.3	8	6	26	21	15	5.34	0.342
							0.437
							0.546
							0.683
XE8×8	10	8	34	28	20	7.06	0.58
							0.728
							0.91
							1.16

片,其尺寸系列见表1所示,材料为D42号0.35毫米厚的硅钢片,导磁率 μ 约为1000。

三、推挽输出变压器设计方法

确定有关参数:

1. 额定输出功率 P_o :

2. 初级阻抗 Z_{cc} : 根据电源电压及额定输出功率在图3曲线上求得。绘制图3曲线时,由于考虑到晶体管集电极饱和压降 V_{CES} 和电池使用时间一长内阻增加,电压降低等因素,所以采用下列两个公式绘制:

初级电流

$$I_1 = \frac{1.1P_o}{(U_c - V_{CES})\eta_T\eta}$$

初级阻抗

$$Z_{cc} = \frac{2(U_c - V_{CES})}{I_1}$$

式中: U_c —电源电压; V_{CES} —晶体管集电极饱和压降; P_o —收音机额定输出功率; η_T —变压器效率, 0.7~0.8; η —晶体管乙类放大效率, 0.65~0.75;

在绘制图3曲线时, V_{CES} 取0.5; η_T 取0.7; η 取0.71。

次级阻抗 R_y : 即扬声器的音圈阻抗。

3. 初级线圈电流 I_1 : 可按下列简式计算 $I_1 = P_o / 0.5U_c$

4. 最低工作频率 f : 台式机为200赫; 便携式机为300赫; 袖珍式机为500赫。

设计举例: 设计一个额定输出功率 P_o 为200毫瓦的推挽输出变压器。已知电源电压 U_c 为6伏; 次级阻抗 R_y 为8欧; 最低工作频率 f 为300赫。

设计步序:

1. 初、次级线圈电流:

$$I_1 = P_o / 0.5 U_c = 0.2 / 0.5 \times 6 = 0.067 \text{ 安};$$

$$I_2 = \sqrt{P_o / P_y} = \sqrt{0.2 / 8} = 0.158 \text{ 安}.$$

2. 按图 3 曲线求得初级阻抗 Z_{cc} 为 140 欧。

3. 圈数比为

$$n = \sqrt{Z_{cc} \eta_T / R_y} = \sqrt{140 \times 0.7 / 8} = 3.5$$

输出功率小于 1 瓦的变压器，效率 η_T 均可按 0.7 计算。

4. 初级线圈电感量

$$L_1 = Z_{cc} / 4f = 140 / 4 \times 300 = 0.11 \text{ 亨}.$$

5. 选择铁心尺寸

心柱截面积 $S_c = \sqrt{P_o} = \sqrt{0.2} = 0.45 \text{ 平方厘米}.$
按表 1 选择 XE 6×8 型小型铁心。

6. 初、次级线圈匝数

$N_1 = 300 \sqrt{L_1 l_c / S_c} = 300 \sqrt{0.11 \times 5.34 / 0.437} = 350 \text{ 匝}.$ 初级用双线并绕 2×175 匝，然后串联连接并引出中心头及两端线头。式中 l_c 为磁路长度。

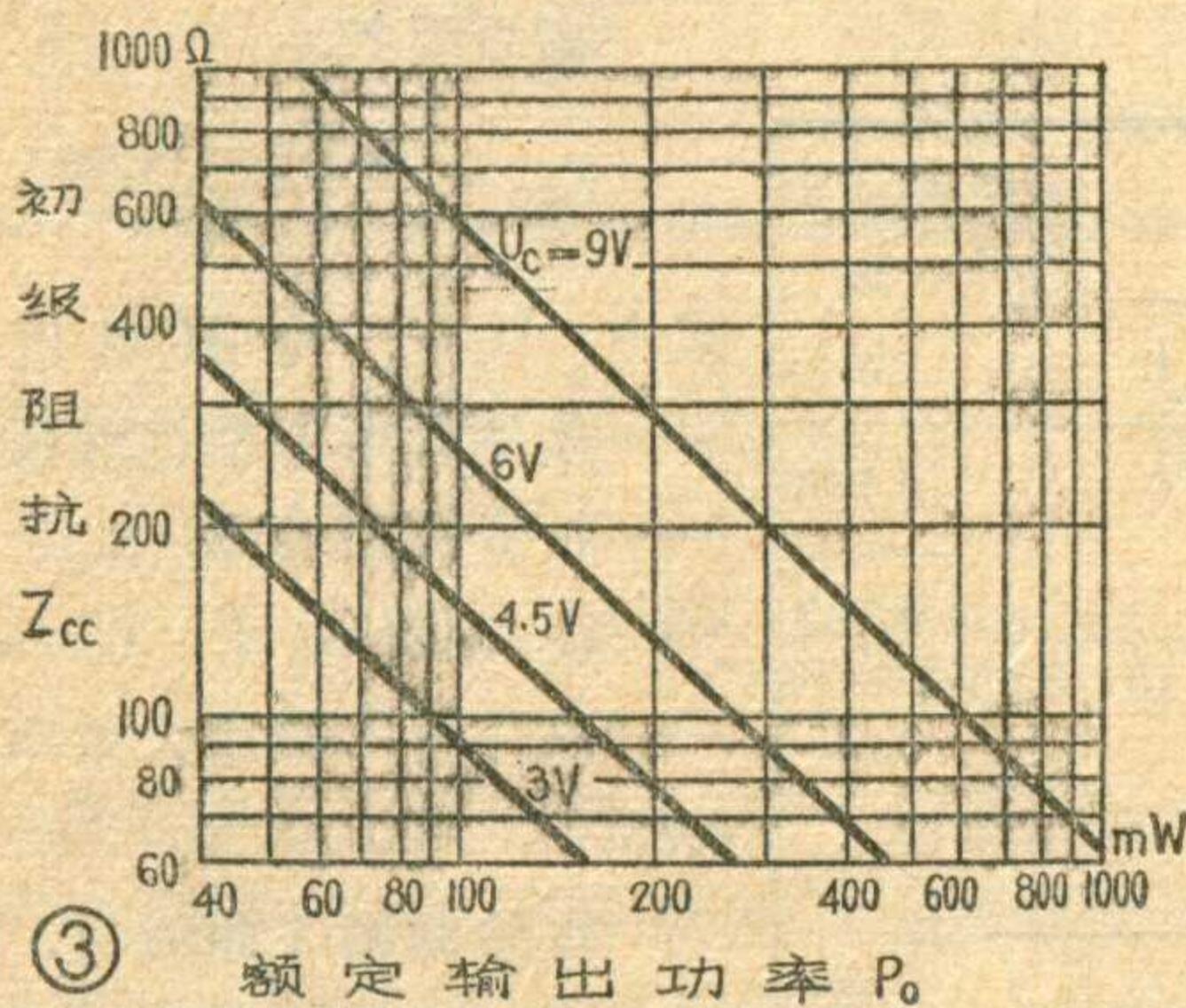
$$N_2 = N_1 / n = 350 / 3.5 = 100 \text{ 匝}.$$

7. 导线直径

$$d_1 = 0.8 \sqrt{I_1} = 0.8 \sqrt{0.067} = 0.21 \text{ 毫米};$$

$$d_2 = 0.8 \sqrt{I_2} = 0.8 \sqrt{0.158} = 0.31 \text{ 毫米}.$$

四、输入变压器设计方法



确定有关参数：

1. 初级阻抗 Z_c : 根据电源电压 U_c 和集电极电流 I_c 确定变压器的初级阻抗

$$Z_c = U_c / I_c$$

2. 初、次级线圈的电流

因推动级的电流非常小，只有几毫安，所以选择导线可用 $\phi 0.07 \sim \phi 0.1$ 毫米漆包线，如导线太细容易断，绕制比较困难。

3. 初、次级圈数比

考虑到前后级阻抗匹配和失真度要小，一般初级比一半次级的圈数比 $n = 2 : 1 \sim 3 : 1$ 。

设计举例：设计一个如图 1 电路中的输入变压器，已知电源电压为 6 伏，初级线圈电流 I_1 为 2 毫安，初级和一半次级的圈数比 $n = 2.5 : 1$ ，最低工作频率为 300 赫。

设计步序：

1. 初级线圈阻抗

$$Z_c = U_c / I_c = 6 / 0.002 = 3000 \text{ 欧}.$$

2. 初级线圈电感量

$$L_1 = Z_c / 4f = 3000 / 4 \times 300 = 2.5 \text{ 亨}$$

3. 选择铁心尺寸

为了制作方便，一般都选择与输出变压器相同的铁心，即 XE6×8，D42—0.35 铁心片。

4. 初、次级线圈匝数

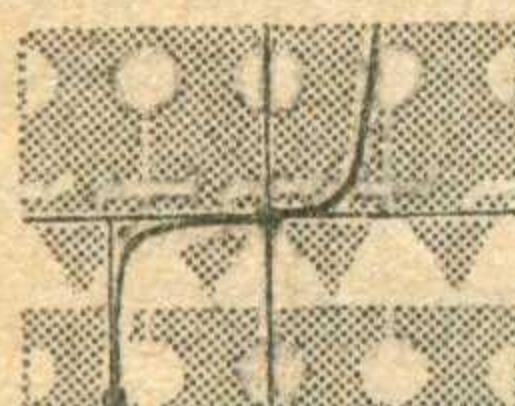
$$N_1 = 300 \sqrt{L_1 l_c / S_c} = 300 \sqrt{2.5 \times 5.34 / 0.437} = 1650 \text{ 匝}$$

$$N_2 / 2 = N_1 / n = 1650 / 2.5 = 660 \text{ 匝}$$

次级用双线并绕 2×660 匝，然后串联连接，引出中心头和两端线头。

5. 导线可用 $\phi 0.1$ 毫米漆包线绕制。

上述输入、输出变压器的铁心片都应一片交插。装配时应将铁片插紧，E 片与横条的接缝要敲平，这样可使电感量较大，从而改善低频频率响应。



半导体收、扩音机 稳压电源的简易设计(续)

唐远炎

元件的估算和选择：调整管 BG 由流过管子的集电极最大允许电流 I_{CM} 、集一射极反向击穿电压 BV_{CEO} 和管子的集电极最大允许耗散功率 P_{CM} 来选取。一般小功率半导体收、扩音机的电源电压都很低，选取调整管时可以不考虑 BV_{CEO} 。这里 $I_{CM} \geq I_{sc} = 80$ 毫安。为了保证 BG 起调整作用，必须使它工作在良好的线性区，因此 BG 管的集、射间电压 U_{ce} 一般要求至少

大于 2 伏。本例中 $U_A = 1.2 E_2 = 1.2 \times 8 = 9.6$ 伏。

电阻 R_1 对一般收、扩音机电源可在几欧到十几欧内选取。这里取 $R_1 = 10$ 欧，如稳压管稳定电流为 10 毫安，则 U_c 为

$$U_c = U_A - R_1 (I_w + I_{sc}) = 9.6 - (10 \times 90 \times 10^{-3}) = 8.7 \text{ 伏}, \text{ 因此 } U_{ce} = U_c - U_e = 8.7 - 6 = 2.7 \text{ 伏}, \text{ 从而可算出管子的功耗 } P_{CM} \text{ 为}$$

$$P_{CM} = I_{CM} \cdot U_{ce} = 80 \times 10^{-3}$$

$\times 2.7 = 216$ 毫瓦。

我们根据 $I_{CM} \geq 80$ 毫安、

$P_{CM} \geq 216$ 毫瓦来选取调整管

BG。查手册，一般大、中功率管和部分小功率管均能使用，如 3AX41、3AX61~63、3AD 型各种管、3AA 型各种管、开关管 3AK32、3AK33~33A、B、3AK34A~C、3AK51~56、61~66 等均可用作调整管。本例中，我们选用 3AX81 作调整管，虽然 3AX81 的 $P_{CM}=200$ 毫瓦，比要求的 216 毫瓦小，但装上散热片使用是可以胜任的。图 8 是自制散热片的方法，用金属皮（铝、铜、铁均可）包紧管壳，金属皮用螺丝钉固定在面积较大的印刷板地线铜箔或金属支架上，达到散热的目的。

调整管 BG 的放大系数 β 值越大越好，一般要求 $\beta > 50$ 。

稳压管 D_w ：由输出电压 U_{sc} 的大小来选择稳压管的型号。输出电压 $U_{sc} = U_w - U_{be}$ ，其中 U_{be} 对锗管取 0.2 伏左右，对于硅管取 0.6 伏左右，我们选用 3AX81 锗管， $U_{be}=0.2$ 伏。 $U_{sc}=6$ 伏，所以 $U_w=U_{sc}+U_{be}=6+0.2=6.2$ 伏。

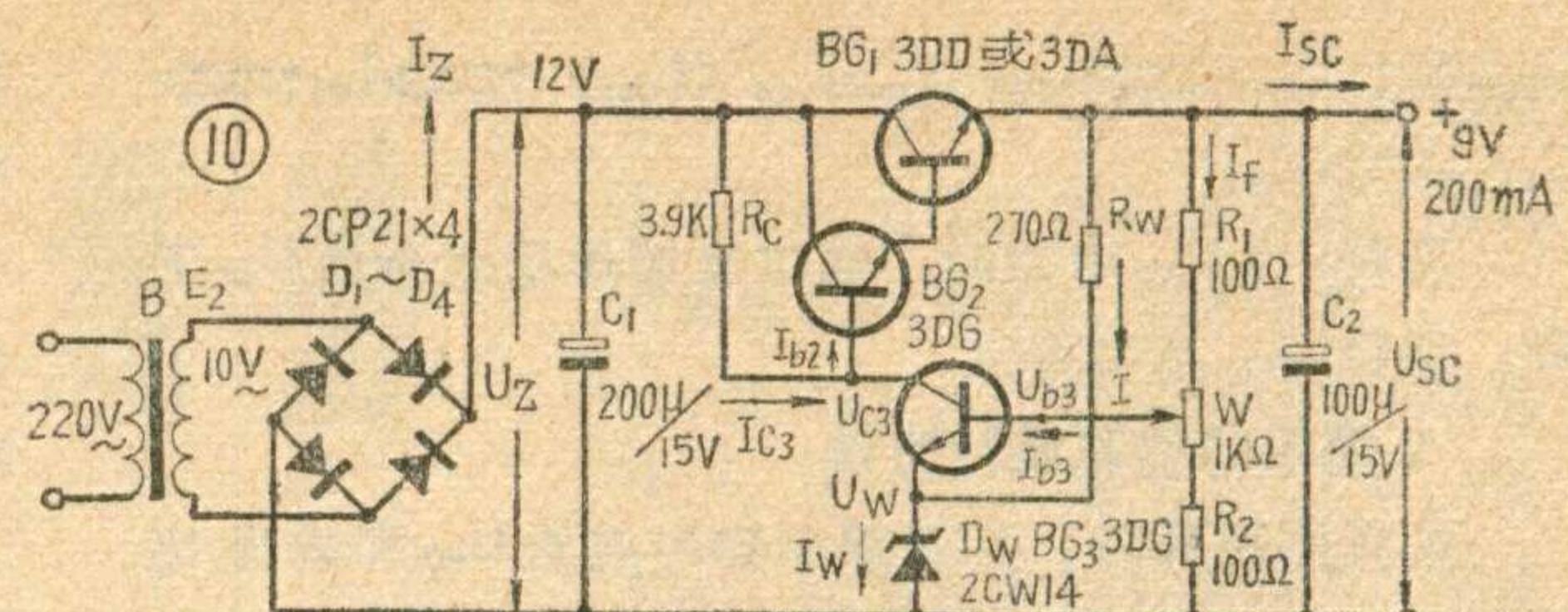
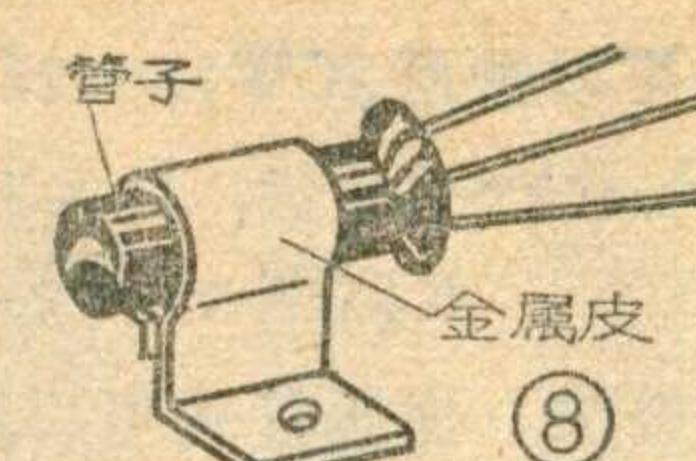
查附表，2CW13、2CW14、2CW7C~7D、2CW21B~C、2CW22B~C 等管的稳定电压值都在 5~7.5 伏之间，可按图 4 所示测试方法选择 U_w 在 6.2 伏左右的管子。如果找不到刚好在 6.2 伏的管子，可选用稍高或稍低的管子，就让电源工作在所稳到的电压即可。此外，也可用两只 2CW10 或 2CW11 串联使用；或用 3DG 型硅管的 b、e 极代替稳压管 D_w ，如图 7(b)。

限流电阻 R_2 ：从附表可知，2CW13、2CW14 之类的管子的工作电流在 10 毫安左右，所以，从图 7(a) 可算出：

$$R_2 = (U_c - U_w) / I_w$$

$$= (8.7 - 6.2) / (10 \times 10^{-3})$$

$$= 250 \Omega$$



“放大”部分放大，再送到“调整管”的基极，调整调整管的电压，就能达到稳定输出电压的目的。

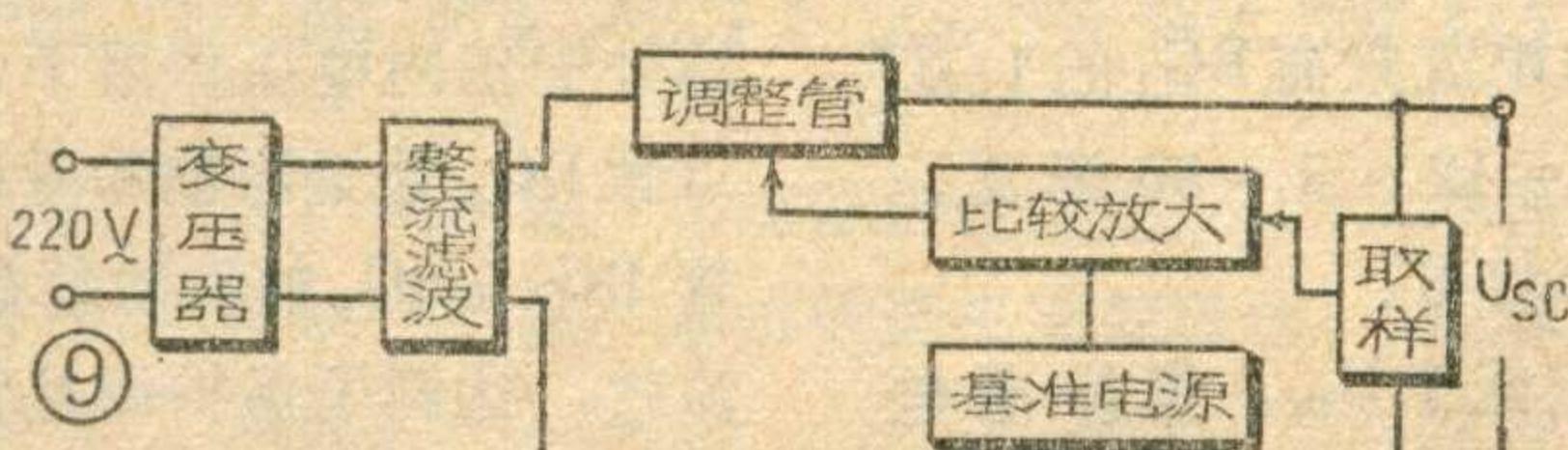
下面结合具体实例介绍电路工作原理和计算方法。图 10 是输出电压 9 伏、电流 200 毫安供硅管收、扩音机用的一个稳压电源。

1. 工作原理及元件作用

调整管：由 $BG_1 + BG_2$ 复合管构成。这是因为流过调整管的电流基本上等于输出的负载电流 I_{FZ} ， I_{FZ} 较大（200 毫安），就要求调整管有足够的基极推动电流，如调整管的 $\beta=20$ ，则要求推动电流有 10 毫安 ($I_b=I_c/\beta=200/20=10$ 毫安)。为了减小推动电流，一般采用两只或两只以上的晶体管组成复合管作调整管用，因复合管的总 β 很大， $\beta \approx \beta_1 \cdot \beta_2$ ，如 $\beta_1=\beta_2=20$ ，则 $\beta \approx 400$ 。 BG_2 的基极推动电流很小，只有 0.5 毫安 ($I_{b2}=I_{FZ}/\beta_1\beta_2=200/400=0.5$ 毫安)。因此，采用复合管后，很小的 I_{b2} 就可以控制很大的电流 I_{c1} （即 I_{FZ} ）。

比较放大大部分由 BG_3 担任， R_C 是其集电极电阻，调整管所需的控制信号由 BG_3 的集电极直接加到 BG_2 的基极。

D_w 和 R_w 组成硅稳压管稳压电路，它除了使 BG_3 得到合适的工作点外，更重要的是提供一个基准电源。



取样部分由分压器 R_1 、
 W 、 R_2 组成，从电位器 W 中心抽头处取得信号电压加到 BG_3 去比较放大，改变电位器中心抽头的位置，可以调节输出电压的大小。

稳压过程是：如果由于电网电压降低或负载电流增大而使输出电压 U_{sc} 降低，则通过取样部分，即 R_1 、 W 、 R_2 组成的分压器使比较放大器 BG_3 的基极电压 U_{b3} 下降。由于 BG_3 发射极接有一个基准电压 U_w ，即 D_w 的稳定电压，因 $U_{b3}=U_{b3}-U_w$ ，所以 BG_3 的 U_{b3} 也减小，使 I_{b3} 减小， I_{c3} 相应减小， I_{c3} 在电阻 R_C 上的压降 $I_{c3} \cdot R_C$ 也减小， BG_3 的集电极电位 U_{c3} 上升，也就是 BG_2 的基极电位 U_{b2} 上升，所以 I_{b2} 增加，导致 I_{c2} 、 I_{c1} 增加， BG_1 管压降 U_{ce1} 减小，从而使输出电压 U_{sc} 恢复到原来数值附近。这个稳压过程可简化为：

这种电路的稳压性能在很大程度上决定于稳压管 D_w 的性能，当所用稳压管较差时，脉动和动态内阻都有所增加，这时可在稳压管两端并接上 100 微法电容，可以显著降低脉动，如图 7(a) 中 C_3 （见上期 49 页）。

三、带放大环节的稳压电源

前述串联型简易稳压电源，其性能还不够好，输出电压是固定的，不能任意调节；如果再加上放大环节，则可以大大改善稳压性能。图 9 是带放大环节的稳压电源的方框图，它由变压器等六个部分组成。当输出电压 U_{sc} 变化时，通过“取样”部分取出信号与“基准电源”比较，比较后得到的误差信号经过“比较

$$U_{sc} \downarrow \Rightarrow U_{bs} \downarrow \Rightarrow I_{c3} \downarrow \Rightarrow U_{cs} (U_{b2}) \uparrow \Rightarrow I_{c1} \uparrow \Rightarrow \\ U_{ce1} \downarrow \Rightarrow U_{sc}$$

同样,当 U_{sc} 增加时,通过反馈作用也会使 U_{sc} 下降,保持 U_{sc} 基本稳定。

2. 简单的估算设计方法:

整流滤波部分:首先根据输出电压 U_{sc} 和输出电流 I_{sc} 的数据确定整流滤波部分的输出电压 U_z 和电流 I_z ,再按整流滤波电路的估算设计方法确定变压器数据,以及整流滤波电路的元件参数。

U_z ——为了保证调整管工作在放大区,需要有一定的管压降 U_{ce1} ,一般 $U_{ce1}=3\sim8$ 伏,从图可知 $U_z=U_{sc}+U_{ce1}$ 。这里 $U_{sc}=9$ 伏, U_{ce1} 取 3 伏,则 $U_z=9+3=12$ 伏。

I_z ——应大于稳压电源的最大负载电流 I_{sc} ,这里 $I_{sc}=200$ 毫安,则 I_z 取 240 毫安左右。

根据整流滤波电源的简易估算方法(参看本刊 1975 年 5 期),可以知道变压器次级的交流输出电压有效值应为 $E_2=10$ 伏。

调整管部分:调整管采用两只晶体管构成的复合管,每只管子的 β 值应在 20 以上。

BG_1 的选择主要考虑集、射极间反向击穿电压 BV_{CEO} 、集电极最大允许电流 I_{CM} 、集电极最大损耗功率 P_{CM} 。这里 $BV_{CEO}=\sqrt{2}E_2-U_{sc}=14-9=5$ 伏, $I_{CM}=240$ 毫安, $P_{CM}=U_{ce} \cdot I_c=3 \times 240=720$ 毫瓦。按照这三个条件选取 BG_1 ,查晶体管手册,凡是 3DD 型及 3DA 型各型硅管均可,若用小功率的 3DG12 加上散热片也可使用。

BG_2 的选择方法和 BG_1 相似, BV_{CEO} 的数值和 BG_1 的一样(5 伏),流过 BG_2 的电流只有 BG_1 的 $1/\beta_1$ ($240/20=12$ 毫安),功耗 $P_{CM}=12 \times 3=36$ 毫瓦。采用一般的 3DG 型、3DK 型硅管均可。

基准部分:选择基准电压应低于 U_{sc} ,但基准电压 U_w 也不能太低,否则将使稳定性降低(U_w 愈高,则稳定性愈高)。这里 $U_{sc}=9$ 伏,从附表中(见上期)可以选用 2CW14($U_w=6\sim7.5$ 伏, $I_w=10$ 毫安),电阻 R_w 为

$$R_w=(U_{sc}-U_w)/I \approx (U_{sc}-U_w)/I_w \\ = [9-(6\sim7.5)]/10=150\sim300 \text{ 欧}$$

也可以选用 2CW10~2CW13 型稳压管。若采用 2CW10 ($U_w=2\sim3.5$ 伏, $I_w=10$ 毫安),则

$R_w=[9-(2\sim3.5)]/10=550\sim700 \text{ 欧}$;余类推。稳压管也可以用 3DG 型管的 b、e 极代用,也可以用几只 2CP 型二极管串起来代用。

放大部分:放大管可用 3DG 型各管, BG_3 应工作在放大区, β 值尽可能选大一些,最好大于 50。这一级的电流可取 $I_{c3}=0.5\sim1$ 毫安。负载电阻 R_c 可按下式估算

$$R_c=(U_z-U_{sc})/I_{c3}=[U_z-(U_{sc}+U_{be1}+U_{be2})]/I_{c3} \approx \\ \approx (U_z-U_{sc})/I_{c3}=(12-9)/(0.5\sim1)=3\sim6 \text{ 千欧}。 \\ \text{取 } R_c=3.9 \text{ 千欧。}$$

取样部分:分压器的总阻值 R_1+W+R_2 应使流过分压器的电流 $I_f \gg I_{b3}$ 。 $I_{b3}=I_{c3}/\beta_3=1/50=0.02$ 毫安。一般 I_f 应为 I_{b3} 的数十倍以上, I_f 过小会影响分压器的分压关系, I_f 过大会增加分压电阻上的不必要的功耗。这里取 $I_f=5\sim10$ 毫安,则

$$R_1+W+R_2=U_{sc}/I_f=9/(5\sim10)=900 \text{ 欧} \sim 1.8 \text{ 千欧}。$$

取 $R_1+W+R_2=1.2$ 千欧。为了调节方便,取 $W=1$ 千欧, $R_1=R_2=100$ 欧。 C_2 用以改善稳压性能,例如减小电源纹波,减小负载电流突变对稳压电源的影响。

四、具有保护电路的稳压电源

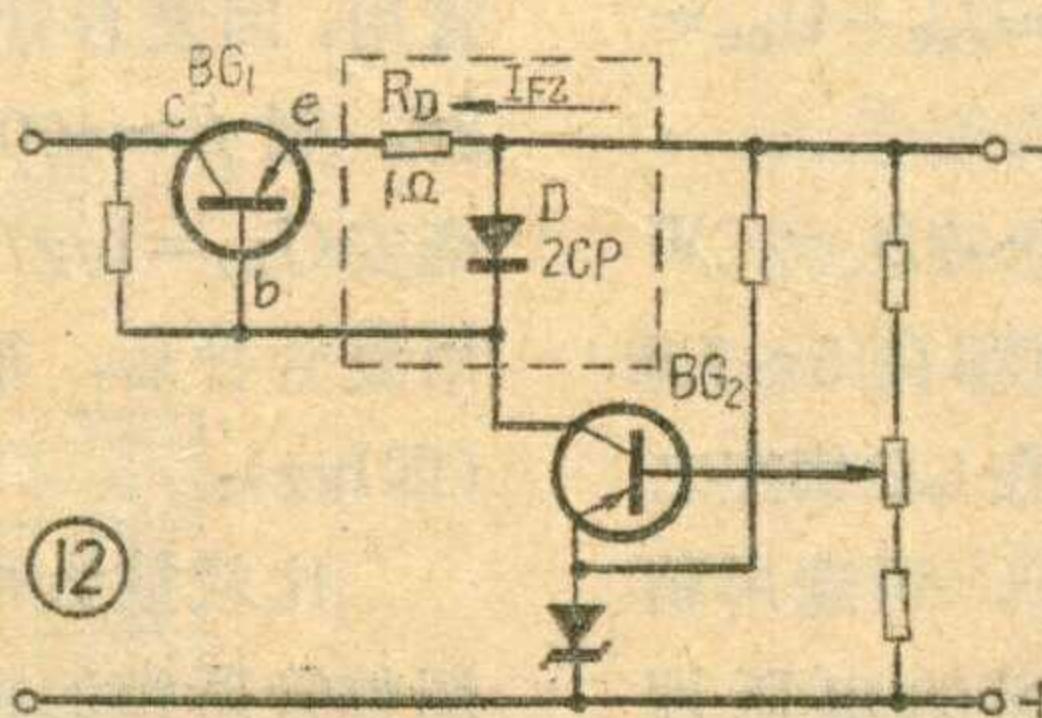
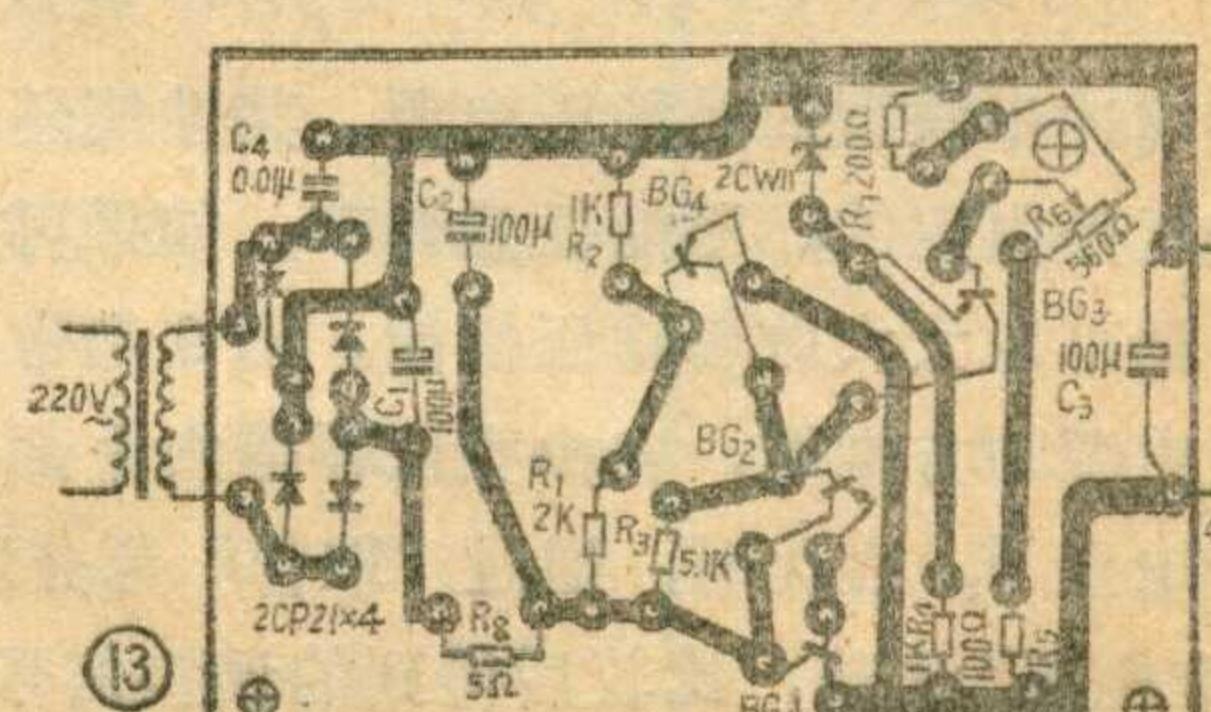
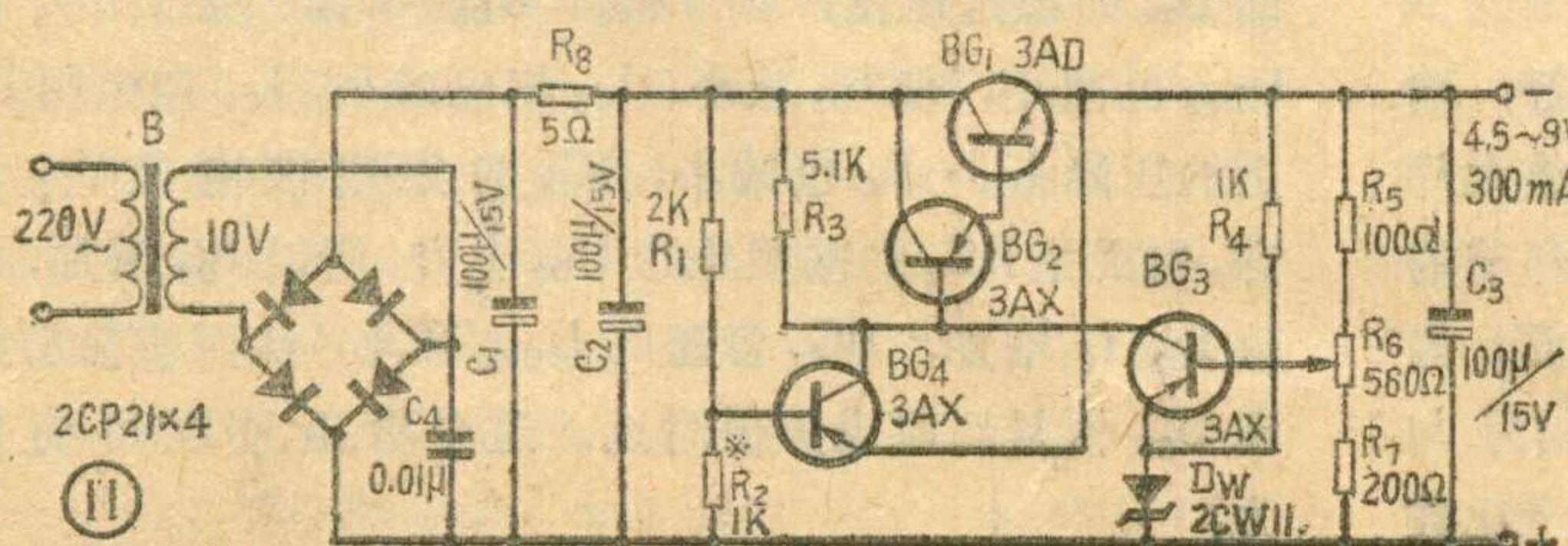


图 11 是用锗管装的加保护电路的稳压电源。 BG_4 和 R_1 、 R_2 组成短路保护电路。当稳压器正常工作时, BG_4 的发射极电位比基极电位低, BG_4 处于截止状态, 对稳压器的工作无影响;而当负载短路时, BG_4 的发射极与正电位相接, BG_4 的发射结处于正向电压作用下,使 BG_4 的集电极电流很大,以致 BG_4 处于深饱和导电状态, $U_{ce4}=0$ 。此时调整管 BG_1+BG_2 的发射结被 BG_4 所短路而只有少量电流流过,达到了保护调整管的作用,而且避免了稳压电源因过电流而损坏。

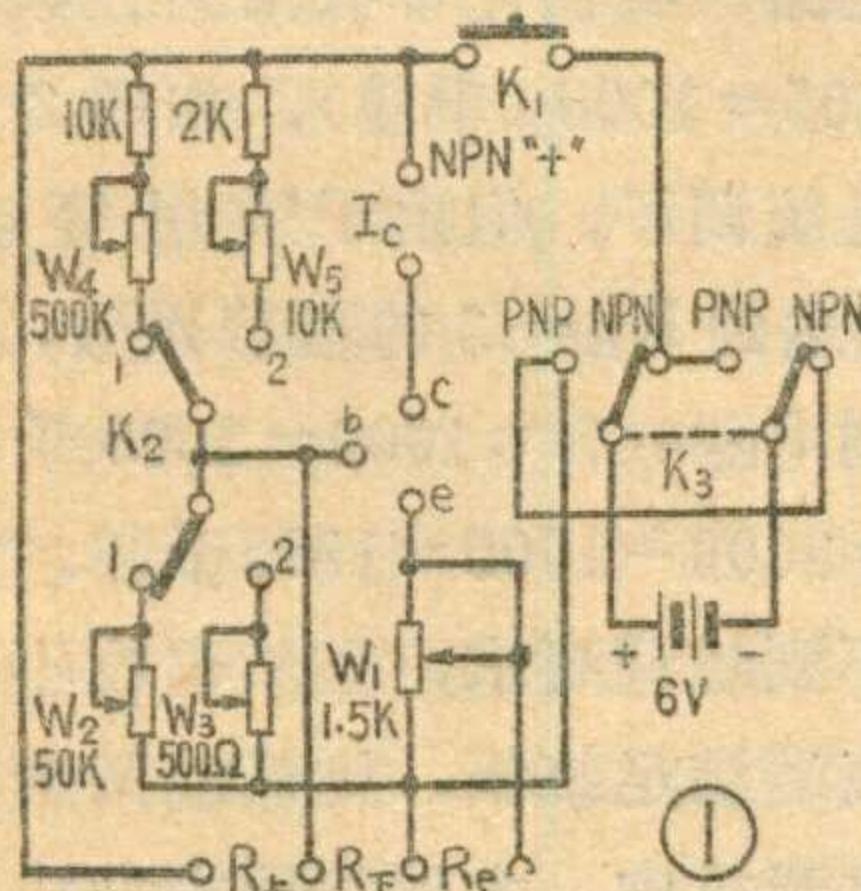
BG_4 可选用一般的 3AX 型管, R_1 取 2 千欧, R_2 由调整确定。可将 BG_4 的发射极连线从输出端断开,改接到正端(相当于负载短路时 BG_4 所处的状态),调整 R_2 使 U_{ce4} 在 0.1 伏以下,然后将 BG_4 的发射极连线接回

(下转第 20 页)



晶体管偏流预调器

我们向初学者介绍一个晶体管偏流预调器，它只要配上一只普通万用电表，就能预测收音机电路或其他电路中一般小功率高、低频管的偏流电阻值。它的线路如图①所示。由于收音机电路中都是调节上偏流电阻，因此本预调器也是调节上偏流电阻。



图①中 K₂ 和 K₃ 都是双刀双掷开关。K₁ 是按钮开关，它可用弹性铜片自制。“R”插孔和“I_c”插孔均可用香蕉插孔。预调器的面板排列见图②。预调偏流电阻的步骤如

下：

1. 根据晶体管极性将开关 K₃ 拨到相应位置(图中所示为 NPN 位置)。

2. 将万用表的 R 档量程选择开关放在合适的位置，并把表棒接入“R_e”插孔中，调整 W₁，使表针指到电路中所需的发射极电阻值。

3. 根据具体电路选择 K₂ 的位置。例如，来复再生式收音机电路中高放级、前置低放级的管子上，下偏流电阻阻值较大，可分别用 W₄ 和 W₂ 来调节，这时 K₂ 应放在“1”位置，而推挽输出级管子上、下偏流电阻阻值较小，可分别用 W₅ 和 W₃ 来调节，这时 K₂ 应放在“2”位置。

4. 将万用表表棒移入“R_b”插孔中，如 K₂ 放在“1”位置，应调节 W₂ (如 K₂ 放在“2”位置，应调节 W₃)，使下偏流电阻达到电路要求的数值。

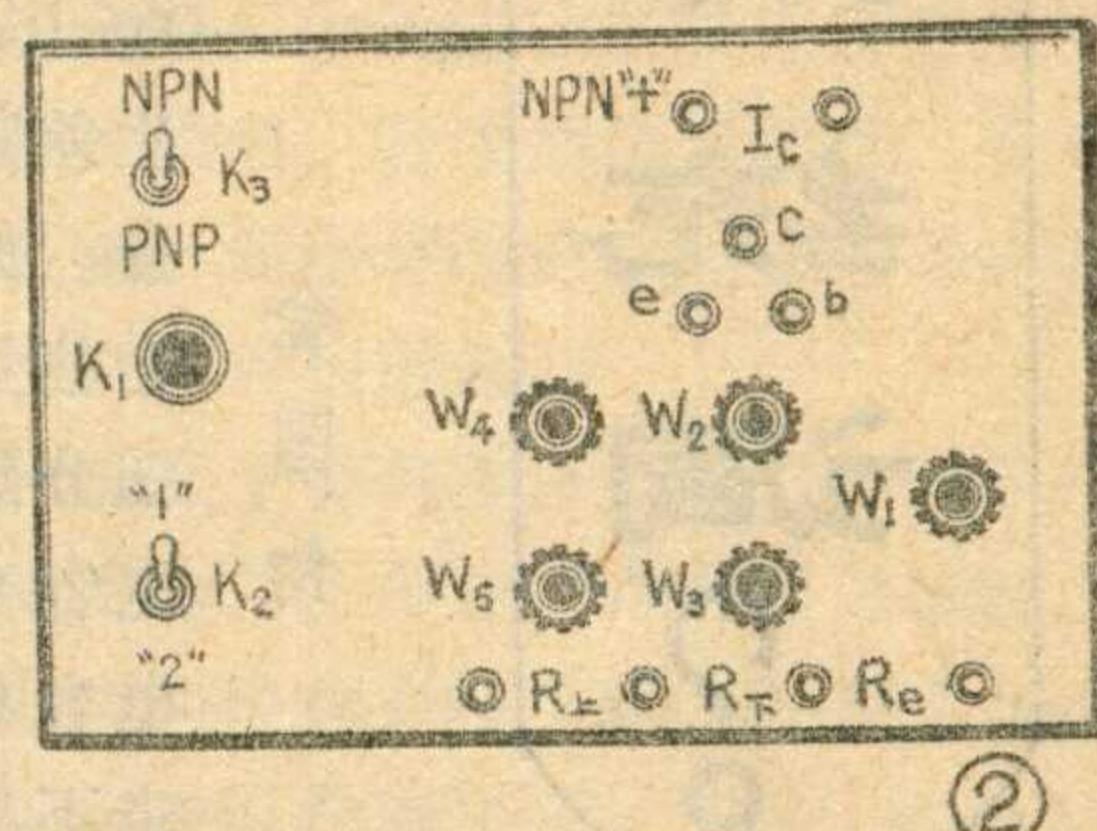
5. 将万用表拨在“mA”档，并

接入“I_c”插孔，由于 PNP 同 NPN 型管子的电流方向正好相反，接入时要按面板所示，不要接错。

6. 插入晶体管，一手按下按钮“K₁”，另一手调整电位器 W₄ (或 W₅)，使电流表指示电路中所要求的集电极电流数值。

7. 取下晶体管，再将万用表量程选择开关放在“R”档，从“R_e”插孔中测出的阻值即为该晶体管的偏流电阻值。

本预调器装置时，各电位器应接成顺时针旋转时阻值减小。测试



时，在按下按钮 K₁ 之前，应使上偏流电位器 W₄、W₅ 处于阻值最大位置(即逆时针旋转到底)，以免晶体管 β 特别大或电极接错时损坏电表及管子。

(工人 王良)



电子管内为什么有时会出现辉光？

收音机、扩音机内的电子管，在工作时有时会出现辉光。产生这种现象的原因有以下几种。

电子管漏气，管内真空度降低了，气体增多了。当电子管工作时，从阴极发射的电子受屏极电场吸引而高速奔向屏极，在这个过程中，与气体分子相撞，使气体分子电离，产生放电，出现粉红色辉光。如果漏气严重，会出现紫红色辉光。

电子管内电极、管壁等在高温过载情况下，有时会放出气体，因

而产生电离，出现青白色辉光，如果放气严重，会出现蓝色或蓝绿色辉光。

有些交流收音机或扩音机电源部分的滤波电容器严重漏电或负载短路，使工作电流或电压超过整流管能承受的一定数值时，整流管阴极的氧化物涂层会发生严重的溅散，发出跳动的蓝红光，这是不正常现象。

有些电子管，如大电流功率放大管，阳极内表面或管壁受电子轰击，可能出现蓝光，并随信号的强弱而闪动，一般这种现象不影响正常工作。

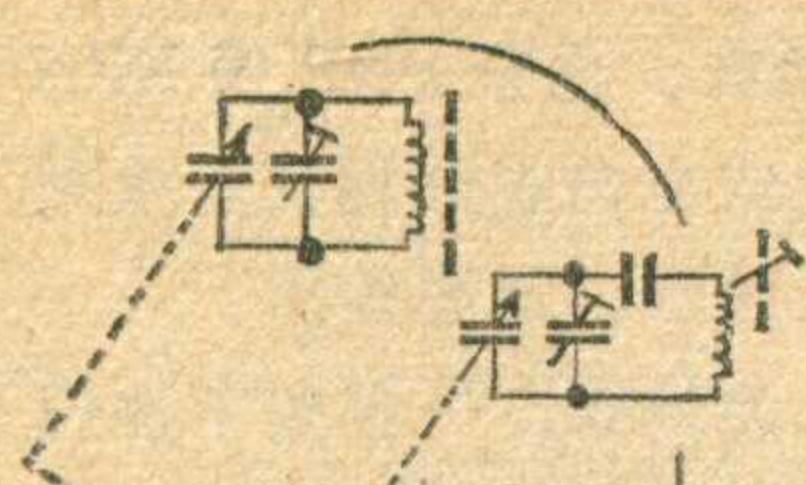
漏气的电子管很快就会损坏，

不能使用。在放气和其它情况下出现辉光，一般不会影响正常工作，这种电子管仍可使用。

有些管子本身就是利用管内气体电离而工作的，这种管子叫离子管，如汞气整流管 EG1-1.25/10 等等。离子管正常工作时会发出辉光，如汞气管工作时发淡紫色光。

(工人 邹振熊)





如何做好统调？

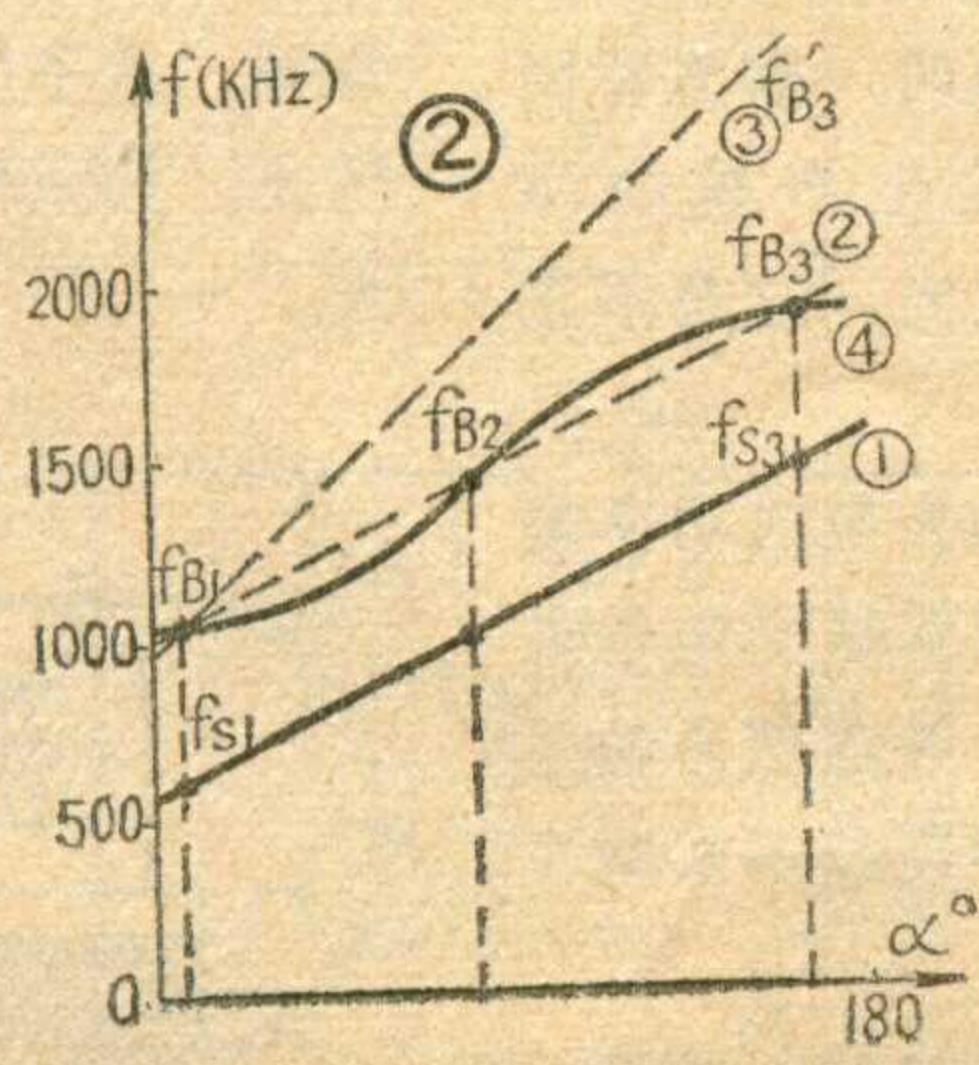
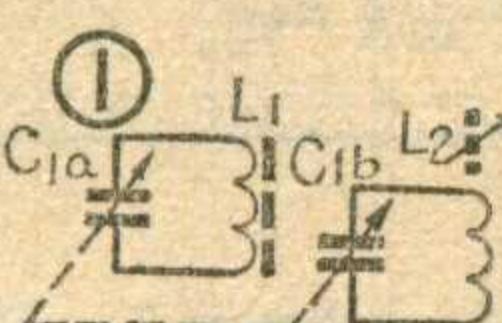
金国钧

超外差式收音机中，变频级的输入回路，由可变电容器 C_{1a} 与输入线圈 L_1 组成，如图 1 所示。转动 C_{1a} ，改变其容量大小，可使输入回路调谐在所需收听的电台频率 f_S 上。本振回路是由可变电容器 C_{1b} 与振荡线圈 L_2 组成（见图 1），且调谐在比信号频率 f_S 高一个中频（465 千赫）的频率 f_B 上。混频的结果，产生差频 $f_B - f_S = 465$ 千赫。如果每收听一个电台信号，都要用两个旋钮分别控制输入回路的电容 C_{1a} 和本振回路的电容 C_{1b} ，就很麻烦了，也不易调整，因而总是将 C_{1a} 和 C_{1b} 这两个可变电容器做成同轴可调的，在电路图上将这两个电容器的符号用虚线连结起来，表示这两个电容器是用一个旋钮同时调节的双连可变电容器。这个方法叫做“统一调谐”，简称“统调”，以前也有叫做“同调”的。

统调的目的是要使本机振荡频率在整个波段覆盖内，都比信号频率高出一个中频 465 千赫。显然这是超外差式收音机所特有的问题，

再生、来复式收音机就不存在这个问题，因为没有变频，电台的选择仅靠输入回路的单连可变电容器进行调谐。

在前面“输入回路”一讲中，已经介绍过覆盖系数的定义，譬如中波段，接收信号频率的覆盖范围为 535~1605 千赫，其覆盖系数为： $K_S = f_{\text{低}} / f_{\text{高}} = 1605 / 535 = 3$ 。输入回路要在这么宽的频率覆盖内调谐于任一信号频率，是靠改变电容器 C_{1a} 的角度容量来达到的，即当电容器转动角度 $\alpha = 0^\circ$ 时， $C_{1a} = C_{1a\text{max}}$ ，容量最大，这时回路谐振于频率低端 $f_{S1} = 535$ 千赫，而当电容器转

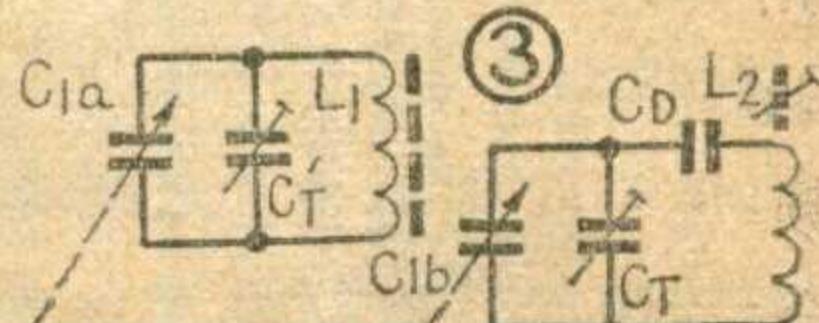


到 $\alpha = 180^\circ$ 时， $C_{1a} = C_{1a\text{min}}$ ，容量最小，回路谐振于频率高端 $f_{S3} = 1605$ 千赫。图 2 中，斜线①表示了电容器 C_{1a} 的转角 α 与频率 f_S 的关系。在理想情况下，要做到整个波段覆盖内都能统调，即随着本振回路电容 C_{1b} 的转角 α 由 $0 \sim 180^\circ$ 变化，本振频率的变化应如虚线②所示。虚线②与斜线①平行，且任意点的间距均为 465 千赫，即不论双连转到那个角度，两个频率之差都是 465 千赫。这样，本振频率的覆盖系数 $K_B = (1605 + 465) / (535 + 465) = 2070 / 1000 = 2.07$ ，即 $K_B \neq K_S$ 。两个覆盖系数不相等。如果在图 1 电路中采用角度容量相同的等容双连，本振回路又不采取任何措施来压缩覆盖系数 K_B ，就无法做到统调。譬如，若采用的等容双连能满足输入回路覆盖系数 $K_S = 3$ 的要求，按照图 1 电路，我们让本振回路在频率低端谐振于 $f_{B1} = 535 + 465 = 1000$ （千赫），如图 2 中虚线③，这时频率低端是统调了，但由于采用等容双连， C_{1b} 与 C_{1a} 一样，也达到 $K_B = 3$ 的覆盖系数，因而本振频率的高端将达到 $f'_{B3} = 3 \times 1000 = 3000$ 千赫，高端的差频 $f'_{B3} - f_{S3} = 3000 - 1605 = 1395$ 千赫，大大超过了 465 千赫，达不到统调要求，当然也收不到电台信号了；反之，若高端满足统调，则低端又会满足不了。怎么办？目前收音机中，大致有两种办法来解决这个矛盾。

1. 差容法：差容法是指图 1 电路中所用的双连可变电容器是差容式的。这种差容双连，用于本振回路的这一连 C_{1b} ，在任何角度的容量都应比输入回路连 C_{1a} 的容量要小一个数量（实际上只能保证几个主要的角度上有这种容量差），使本振频率比信号频率在几个主要的角度上正好高出一个中频，且当 C_{1a} 满足 $K_S = 3$ 时， C_{1b} 满足 $K_B = 2.07$ 的要求。

这种差容式双连可变电容器，可以做成 C_{1b} 与 C_{1a} 始终保持一个角度差的，譬如，当 C_{1a} 全部旋入时 ($\alpha = 0^\circ$)， C_{1b} 还旋出有一适当的角度；也可以将 C_{1a} 和 C_{1b} 这两连的动、定片片形或动、定片片距做成不一样的。做法不一，其目的都是为了保证有一定的角度容量差。目前收音机中常用的差容双连有：薄膜的如 6~90/8~200 微微法、3.5~60/3~127 微微法等；空气的如 7~124/10~290 微微法、12~250/12~290 微微法等。

差容法可节省一些电路元件，压缩收音机体积，但要让一个差容双连同时满足不同覆盖系数的几个波段的要求，如除了满足中波段外，还要满足 4~12 兆赫的短波段，就很难办到，因为中波段的 $K_{B\text{中}} = 2.07$ ，而短波段 $K_{B\text{短}} = 12.465 / 4.465 \approx 2.8$ ，两者相差太大，结构上无法做到。因而这种方法局限性较大，



大多用于单一波段的收音机中。

2. 附加电容法：这种方法如图3所示。采用等容双连可变电容器，即 $C_{1a}=C_{1b}$ ，例如常见的有：薄膜介质的如 $2 \times (7/270)$ 微微法；空气介质的如 $2 \times (12/365)$ 微微法。在本振回路中串入一个垫整电容器 C_D ，还分别在本振回路和输入回路并联上一个补偿电容 C_T 和 $C_{T'}$ 。只要适当地改变电容 C_D 和电感 L_2 ，就可以满足不同覆盖系数的各个波段的要求，因而这是多波段收音机中常用的办法。下面谈谈 C_D 和 C_T 的作用。

垫整电容器 C_D 的容量一般用得较大，譬如在中波段 $C_D=280\sim300$ 微微法，因而串入 C_D ，对频率高端是影响不大的，因为 C_{1b} 随着旋出角度越大，其容量越来越小，如 $2 \times (7/270)$ 微微法的双连，在频率高端 $\alpha=180^\circ$ 时， C_{1b} 的容量最小，只有 C_{1b} 最小 = 7 微微法，这样小的电容与电容量大得多的 C_D 串联后，串联总电容几乎仍等于 C_{1b} 最小，所以高端谐振频率取决于 C_{1b} 的最小容量， C_D 的作用几乎可以忽略。但是，当 C_{1b} 的转角 α 越来越小时， C_D 的作用就越来越显著，在频率低端 $\alpha=0^\circ$ 时， C_{1b} 的容量最大，为 270 微微微法，与容量相近的 C_D 串联的结果，几乎使回路的并联电容值减半，相应地就使本振频率提高了。

补偿电容器 C_T 一般均采用小容量的微调电容器，如 $5/25$ 微微微法的瓷介质微调电容器，它的作用恰恰与 C_D 相反。当双连旋入时，它对于容量较大的振荡连电容，其并联作用很小，因而对低端频率影响不大；而当双连旋出时，双连 C_{1b} 越来越小， C_T 的并联作用就越来越显著，在频率高端，若 $C_T=15$ 微微微法（正好调到 $5/25$ 微微微法的中间值），它将是 C_{1b} 最小的容量的两倍多，使本振回路的并联电容值大大增加，将本振频率拉了下来。

只要我们适当地调整 C_D 和 C_T ，频率低端由 C_D 往上抬，频率高端由 C_T 往下拉，就可以得到像图2中曲线④那样的“S”形本振频率曲线。这条“S”形本振频率曲线，除了保证频率高、低端 f_{B_3} 、 f_{B_1} 这两点能准确统调外，中间还有 f_{B_2} 点能得到准确统调，其余频率点虽不能准确统调，但也相差不多。从图2中可以看出，它比起虚线③那条本振曲线来是大为改善了。这就是通常所谓的“三点统调”。

理论上已证明，如图2中虚线②那样，要想在整个波段的所有频率点上，都得到准确统调，是不可能的。而能做到三点统调从效果上说还是比较理想的。

对于覆盖系数较小的短波波段，有时在本振回路内并不串入 C_D ，而只并联以 C_T 。这样，在频率低端用改变电感 L_2 来保证统调；在频率高端则用并联的 C_T 将本振频率拉下来，使频率高端也能准确统调。本振频率曲线呈“弓”形，由于覆盖较小，其曲线的“弓”形不会太弯，即中间所有频率虽不能统调，也相差不是太

多，这就是所谓“两点统调”，其效果也是不错的。

上述分析说明，只有较好地实现统调，使本振信号在整个波段覆盖内能够准确地跟踪外来信号（即 f_B 比 f_S 高一个中频），才能使混频后产生的差频 f_B-f_S 较准确地等于 465 千赫中频，从而被后面两级调谐在 465 千赫的中频放大器放大时能得到最大的增益。因此，统调好坏，对收音机的灵敏度、选择性影响极大。

如何作好统调呢？

统调是调整收音机的最后一道工序。在进行统调以前，首先应将收音机各级放大器的直流工作点调好。有关中放级直流工作点及中和电容的调整，已在“中放”一讲中介绍过，这里从略。下面简单谈谈在业余条件下作好统调的几个步骤及调整方法。

1. 中放级怎样调通？ 中放级在超外差收音机中提供了将近一半的整机增益。若中放级增益低，就直接影响收音机的灵敏度，而中放级若严重失谐于中频的话，收音机就无法正常听到电台。

在没有仪器的情况下要调整好中放级，可用左手的拇指和食指拿住螺丝刀，中指按在螺丝刀铁杆上，然后用螺刀不断轻轻地碰收音机天线，这相当于将人体感应电压加到了收音机的输入端，喇叭中会发出“咯、咯……”声。再用右手拿另一把胶木或竹片等非金属做成的螺丝刀，按 BZ_3 、 BZ_2 、 BZ_1 的顺序，反复调节中频变压器的磁帽，使喇叭中声音最大为止。由于市场所售的中频变压器都是设计在统一的中频 465 千赫上的，只要按它的要求并联上回路电容，调到声音最响点，也就是它的谐振点，此时回路谐振阻抗最高，中频放大器增益最大，因而根据声音大小来判断，其谐振频率离 465 千赫不会太远的。为什么调中周要从后面往前面逐级调整呢？这是因为第二中放的增益总是比第一中放要高，先调二中放，即调中周 BZ_3 ，可初步得到较高的增益，便于听清声音大小。在开始调整时，音量电位器可开得大些。在反复细调时音量要关小些，以便听准声音大小。

如果能有一台频率调整准确的产品收音机，调整就会方便得多。先将该收音机机壳打开，用一根软接线将两台收音机的地线连通；再用一根软接线一头接在正规收音机检波二极管 D 的正端（即第三个中周 BZ_3 的次级不接地的一端），另一头甩出，放到被调收音机磁性天线附近。这时将两台收音机同时打开，用正规收音机收听本地强电台，则从线 A 耦合输出的就是中频调幅信号。调节被调收音机的各级中周，使收听到同一电台的声音最响为止。这样，被调收音机的两级中放也就基本上调谐于中频上了。

调中频时，应将双连电容器完全旋入，避免电台信号窜入被调收音机，造成调整差错。

2. 频率覆盖如何确定？ 两级中放调通以后，收音

机就有了足够的增益。这时转动双连电容器，至少能收听到某一近地强电台，但收音机的频率刻度盘不一定与电台频率对得上，所以还应对一下频率刻度。

收音机的频率刻度盘是按波段内所接收的信号频率刻的，要使收音机能按频率刻度盘所指频率收听电台，需要调整本振的频率覆盖。通常叫做“拉覆盖”。譬如，中波段，当双连全部旋入和旋出时，双连所连结的拉线指针系统应使频率指针分别指到刻度盘频率低端和高端的边线上，频率范围约 525~1640 千赫。在没有信号发生器的情况下，怎样使本振频率比刻度盘频率（即信号频率）高一个中频呢？也就是说收音机的频率覆盖怎样确定？我们可以利用高端和低端附近的本地电台来调整。例如，可将频率指针调到 640 千赫（双连此时旋出约 45° 角），这时输入回路尚未调整，并不谐振在 640 千赫，但由于该台（中央人民广播电台第一套节目）信号很强，仍能通过输入回路进来，所以仍可听到该台信号，这时可用胶木或其他非金属螺丝刀调节中波振荡线圈的磁心，使收听到的电台信号最响，毫无疑问，本振频率已被调到 $640 + 465 = 1105$ 千赫上了，因为只有这样，混频后产生的差频（465 千赫）才能得到中放级以最大增益进行放大，声音才最响。

同样，频率高端也可选择一个本地电台，例如 1840 千赫的北京人民广播电台第四套节目，相应地双连旋出角度约 170°，这时要调节本振回路的补偿电容 C_T ，使电台信号最强。这样反复几次调节，就可保证中波段的频率覆盖为 535~1605 千赫。短波段的频率覆盖也可照样进行。

3. 统调：收音机拉完覆盖后，频率刻度基本上对上了，但是灵敏度还不很高，声音也不很响，因为尚未完成统调步骤。

统调在理论上来说，是本振信号去跟踪外来信号，但是本振回路在拉覆盖时已调好了，不能再动。

因而统调实际上只是最后使输入回路能较好地调谐在信号频率上就行了。前面已提到过，最好的情况也只能在波段覆盖内的三个频率点上实现统调。为保证整个波段内灵敏度的均匀性，通常是在频率高、低端各选一点，中间再选一点，使输入回路调谐在这三个频率点上。例如中波段，一般选 600、1000、1500 千赫三个频率。但在业余条件下，没有信号发生器，也只好适当选择本地电台进行统调。例如频率低端可选 640 千赫中央人民广播电台，当收音机调到这一电台信号后，可移动套在磁性天线棒上的输入线圈的位置，使听到的电台信号最强。这表示输入回路已调谐于 640 千赫。频率高端，在北京地区，仍可收听 1480 千赫北京人民广播电台，然后调节输入回路的补偿电容 C_T' ，也使收到的电台信号最响为止。那么，中间那一点怎么办？这是电路设计时已保证了的，只要按收音机线路要求，在本振回路内串入数值符合要求的垫整电容 C_D ，就可保证中间点基本上统调在 1000 千赫附近。

在统调时，若发现输入线圈移到磁棒中心时声音才最响，则是线圈圈数太少了。应适当增加几圈；若发现线圈移出磁棒声音才最响，则说明圈数太多了，应拆掉几圈。线圈在磁棒上最合适的位置是在磁棒长度的 $\frac{1}{2} \sim \frac{3}{4}$ 处，可使频率低端统调到最佳状态。

统调是否正确？可用铜、铁棒检查一下。先将收音机调到统调点上，例如上述的 640 千赫，然后拿铜棒（或铜制品）、铁棒（或铁制品）分别靠近磁性天线，若声音都有减小，表示统调良好；若声音反而增大，则仍需反复统调到最佳。

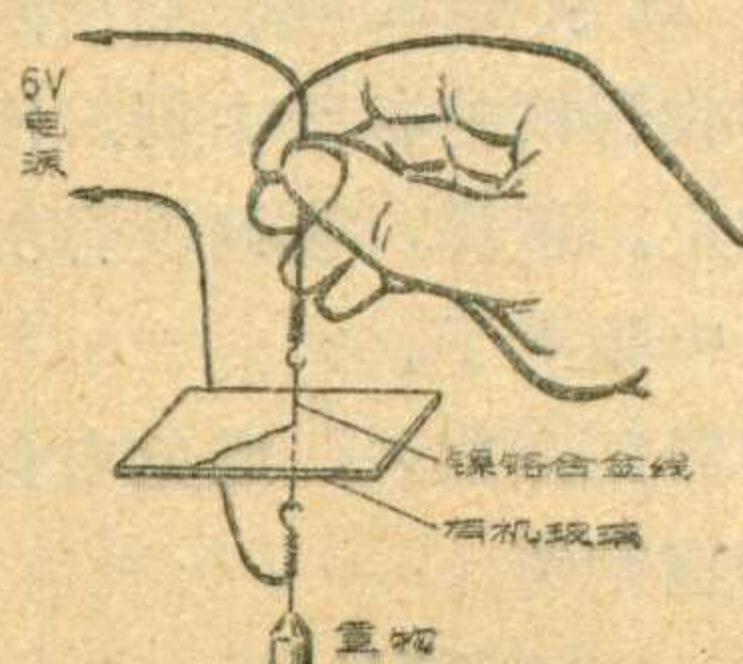
统调完毕，收音机的调整工作也就全部结束。为避免在携带、搬动时各可调元件松动，往往在中周、振荡线圈的磁帽和磁性天线的线圈上，稍用蜂蜡封固。微调电容器就不必用蜡封，否则弄不好使蜡流到里面，反而引起电容损耗加大，增益下降。

切割有机玻璃简法

用直径不大于 0.5 毫米的镍铬高阻合金线，几公分长即行，接上 6~15 伏的交流或直流电源，一端系

一重物，另一端用手提着，如附图所示。切割时，用合金线对准有机玻璃上预先画好的图形，使合金线沿图形轨迹移动，象用钢丝锯一样，切割出需要的形状。

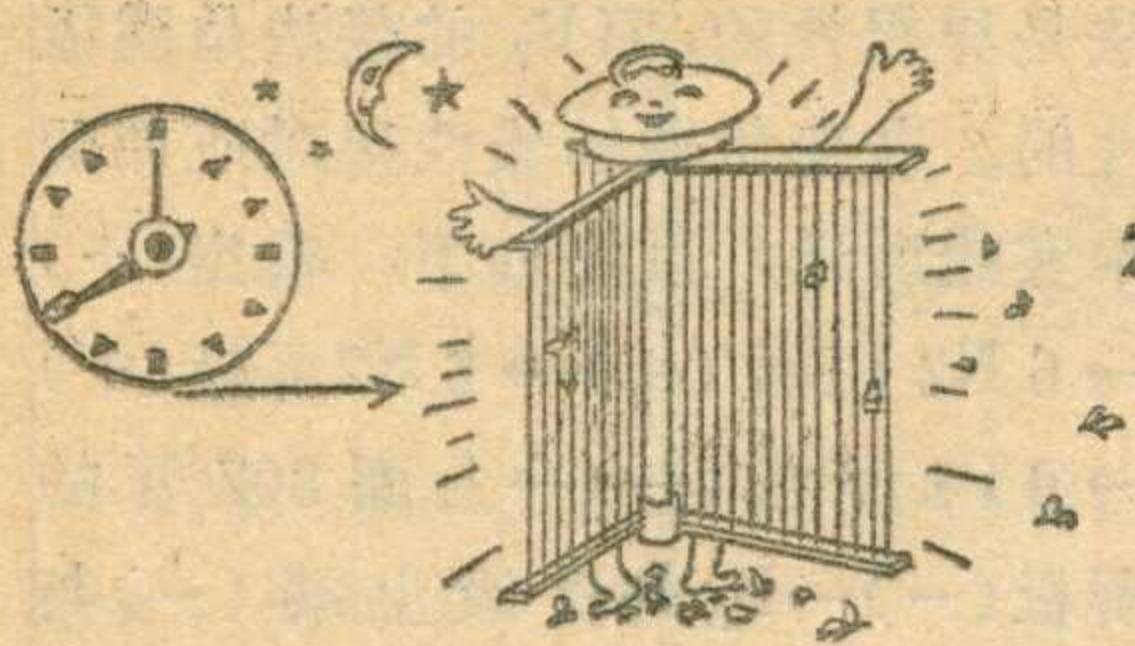
（陈年鸿）



修理密封双连的小经验

晶体管收音机的密封双连，由于它的动片轴与引出簧片之间来回摩擦，容易产生接触不良障碍，使高频信号回路接地不好，降低灵敏度，产生沙沙声，甚至使收音时断时续。有一种简单检修办法：双连背壳上有四个螺丝孔，拧下其中一只孔里的螺帽，然后用大小合适的一小块软木，轻轻塞入后盖板与背壳之间的空隙内，再拧上螺帽。软木不宜太大，只要稍用力就能塞入即行。这样，引出簧片与动片轴加紧了接触，上述障碍就可修复。

（郭佛印）

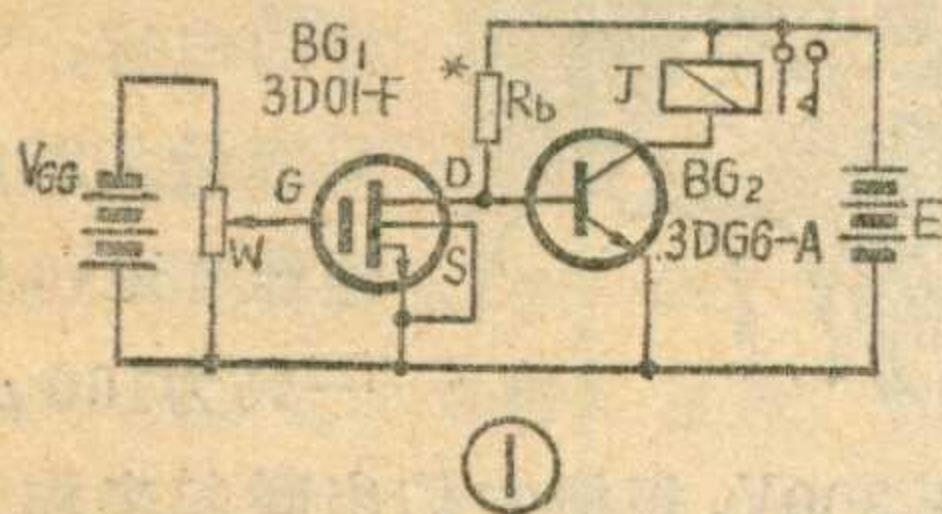


黑光灯的延时控制装置



下乡知识青年 王建模

用小型蓄电瓶供电的黑光灯，有很多优点，如不用架设电线、便于改变黑光灯的放置地点等。但缺点是成本较贵。遵照毛主席关于“要节约闹革命”的教导，我们在公社党委、大队党支部的领导下，进行了一些改革。我们到田里仔细观察害虫的活动情况，发现在我们这



①

里夏秋之季的前半夜害虫活动频繁，后半夜，它们的活动就大为减少。根据这一特点，我们经过反复实验，终于制成了黑光灯的延时控制装置，由它控制的黑光灯可以在后半夜自动地定时关闭，于是延长了黑光灯管及蓄电瓶的使用寿命。

这个延时控制装置安装方便，大家可根据当地害虫活动规律选取不同的控制时间。它是由控制电路和延时电路两部分组成的。

一、控制电路

图1是控制电路的电原理图。

BG_1 是场效应管（参考本刊1974年第2期《绝缘栅场效应晶体管》和1975年第7期《结型场效应管及其应用》）， BG_2 是晶体三极管， R_b 为 BG_1 的漏极负载电阻，也是 BG_2 的偏置电阻，继电器J的线圈串联在 BG_2 的集电极电路中。 V_{GG} 是 BG_1 的控制电压，它应大于场效应管的夹断电压（即截止电压） U_P 。当电位器W的滑动触点滑至最上端时， BG_1 处于夹断状态，使漏极D的电流很小，接近于零，这时可以把 BG_1 的漏极与源极S之间看成断路，

此时调节 R_b 可以改变 BG_2 的基极电流 I_{b2} ，从而得到一个放大的集电极电流 I_{c2} ，当集电极电流大于继电器的吸动电流时，继电器动作。若此时再改变W的滑动触点滑至最下端，那么 BG_1 的栅极G和源极S之间的控制电压逐渐减少，当这个电压小于 U_P 后，漏极电流逐渐增加。这个电流的方向与 BG_2 原来的 I_{b2} 方向相反，使 I_{b2} 减少， I_{c2} 也随之减少，当 BG_2 的集电极电流 I_{c2} 减到小于继电器的吸动电流时，继电器立即释放，这时的控制电压我们记作 $U_{放}$ 。

从上面介绍的情况可以看出，只要改变 BG_1 的控制电压，就能使继电器J吸合或释放。当控制电压大于 BG_1 的夹断电压时，继电器吸合，其接点把黑光灯的电源接通，黑光灯开始工作。经过预定的时间后，控制电压自动降到 $U_{放}$ ，于是继电器释放，从而切断黑光灯电源，达到自动关闭的目的。

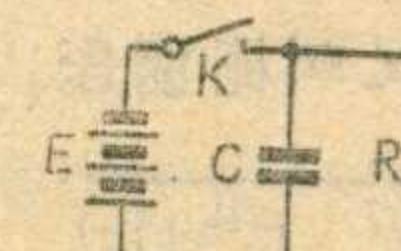
控制电压怎样在预定时间后能自动降至 $U_{放}$ 呢？这是由RC延时电路来完成的。

二、RC延时电路

RC延时电路见图2，是由R、C并联组成的。它是利用电容C充电后，再通过电阻R放电并需要一定时间才能把电放完的原理来达到延时的。从图2可以看到，当开关K闭合时，电源E对电容C充电，当电源内阻很小而电阻R数值很大时，充电很快就完成了，充电后电容C的电压近于电源电压值E。此后将开关K断开，电容将通过电阻R放电。放电时电容器上的电压将下降，下降的速度与电阻R和电容

量C有关。R、C越大，放电就越慢，电容器上电压下降得也就越慢。如果R、C的数值已定，那么电容放电时，电压下降到某一数值所需的时间则与电容器原来所充电压有关。原来充的电压越高，则所需时间越长。因此，适当选择R、C的数值和充电电压，就可以确定放电时电压下降到某一数值所需的时间。设充电电压为E，放电电压下降到 $U_{放}$ ，电阻为R（兆欧）、电容为C（微法）则时间t（秒）可按下式求出： $t = R C \ln \frac{E}{U_{放}}$ 。为了防

止 BG_1 的栅极绝缘层被击穿，电容器的充电电压不宜过高，用黑光灯

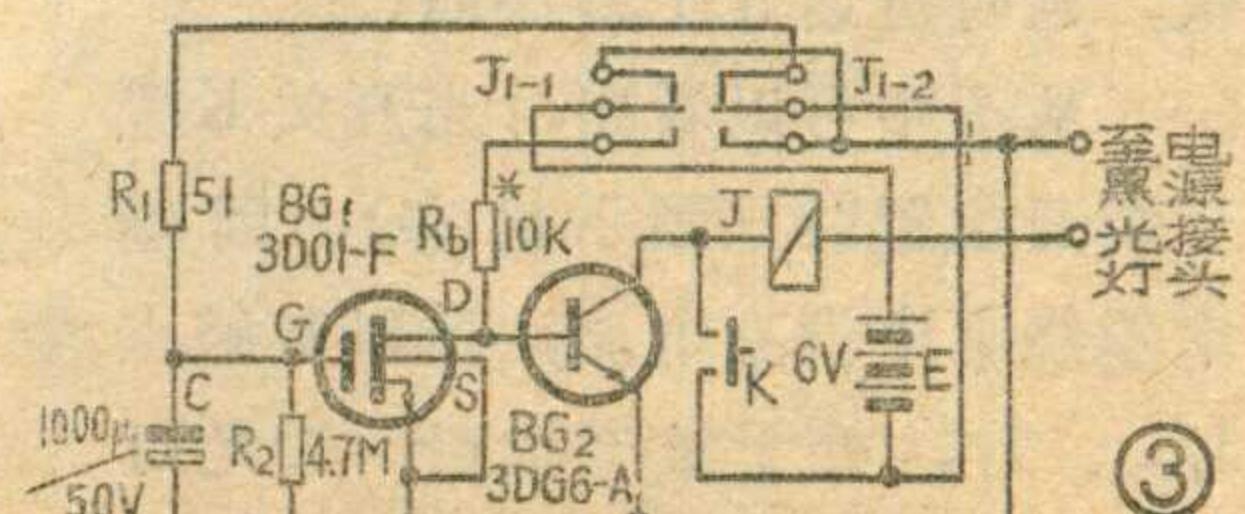


的电源6伏或12伏。 $U_{放}$ 不宜过小，否则控制电压不可靠，有时还会造成继电器不释放。在这种情况下，要得到较长的延时，只有选用高阻值的R和容量大、漏电小的电容C。由于黑光灯需延时5—6小时，即18000—21600秒，一般选用几兆欧的电阻R和1000—2000微法的电解电容器C。

上面分别介绍了控制部分与延时部分的工作原理，把它们综合起来就变成如图3所示的实际延时控制电路。

三、实际使用的电路

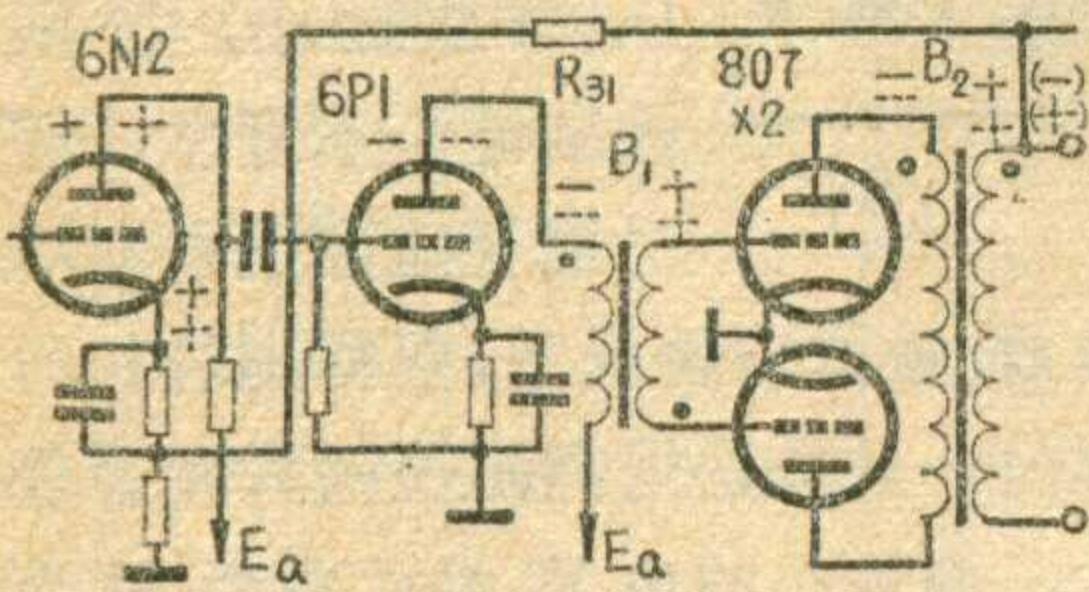
实际电路如图3。其中 BG_1 为



上期《櫻痴看》答案

1. 先谈谈 R_{a1} 、 R_{K1} 数值变化的影响。 R_{a1} 是屏极的负载电阻。这个电阻愈大，在它上面产生的电压降也愈大，因此电压输出也愈大。另一方面，屏极直流电压也是通过 R_{a1} 加到屏极上去的，所以 R_{a1} 愈大，如果电源电压不变，则屏极上直流电压也就愈低。为了保证输出最大的交流电压，又要保证屏极有足够的直流电压，因此 R_{a1} 不能过大过小，一般在 50K~500K 范围内取值。 R_{a1} 阻值变化，影响输出电压，并改变了屏压，影响电子管的工作状态。一般 R_{a1} 的容许变动范围，对三极管而言，要求不大于 12.5%；对五极管而言，要求不大于 2.75%。可见，对五极管屏极负载电阻的稳定性要求很高。

R_{K_1} 是阴极电阻。当屏极直流电流流过 R_{K_1} 时，在 R_{K_1} 上产生直流电压降，其极性是接阴极一端为正，另一端为负。负端通过 R_{g_1} 与栅极相连，因此， R_{K_1} 又叫栅偏压



3D01-F 绝缘栅N型沟道(耗尽型)场效应管，夹断电压<5伏；电容C实测为1400微法、漏电电阻大于30兆欧；放电电阻 R_2 为4.7兆欧；继电器用JRX-11F小型直流继电器，绕组电阻为145欧、吸动电流约35毫安、释放电流为10毫安；K为启动按钮开关；E为6伏蓄电池。

在试验过程中, $U_{放}$ 定为 0.38 伏, 延时可达 5 个多小时。

从图中可以看出，当开关 K 置于断开位置时（图示状态），因继电器绕组中没有电流，所以其触点 J_1-1 、 J_1-2 处于常闭状态，黑光灯因加不上电源而无法启辉，电源 E

电阻， R_{K_1} 阻值变化，直接影响栅偏压，会改变电子管的工作状态，容易造成放大失真。应当测量栅偏压值，如偏离正常值，应更换 R_{K_1} 。

C_{K_1} 是 R_{K_1} 的旁路电容器, C_{K_1} 如断路, 那么放大了的交流成分就要通过 R_{K_1} , 在 R_{K_1} 上产生交流电压, 这个电压又加到栅极上, 由于极性与原来的输入电压相反, 所以叫负反馈。负反馈会降低放大量, 但对放大特性有所改善, 因此有些放大器中把放大倍数设计高一些, 不用这个电容器, 有意利用负反馈来改善放大性能。 C_{K_1} 短路的影响较大, 这时 R_{K_1} 随着被短路, 栅偏压为零, 严重破坏了电子管工作状态。

R_{g1} 一般叫栅漏电阻，其作用是在栅、阴极之间形成一个直流通路，以泄放栅极上吸附的电子，如果 R_{g1} 断路，就会影响电子管内部的电场分布，改变电子管特性，因此 R_{g1} 断路后，可能发生间歇振荡，发出马达噪音。另外， R_{g1} 断路，自给栅偏压加不上，电子管工作状态改变，会产生严重失真。 R_{g1} 短路，相当于输入短路，无交流信号输出。

2. 这种现象多发生在有负反馈的扩大机电路中，如左图。在输出端接有 R_{31} 引至 6 N2 的阴极形成了负反馈，它要求输入变压器 B_1 的接

通过电阻 R_1 对电容 C 充电，使 BG_1 、 BG_2 均处于“截止”状态。当开关 K 按下时，电源 E 的电压全部加在继电器绕组上，绕组里约流过 40 毫安的电流，于是继电器吸合，断开常闭触点而接通常开触点，同时断开了给电容器 C 的充电回路，电源 E 通过电阻 R_b 给 BG_2 一定的基极电流，此时 BG_2 的集电极电流约有 25 毫安，它已大于继电器的释放电流，所以此时再断开开关 K，继电器仍能保持在吸合状态。由于断开了充电回路，所以 C 向电阻 R_2 放电，由于开始时 C 上的电压较高，所以控制 BG_1 仍处于

法是异极性的，而 B_2 的接法是同极性的。若变压器的极性接对应如图中实线所示，过程如下：输出(+) → 6 N2 阴极(+) → 6 N2 屏极(+) → 6 P1 屏极(−) → 上面 807 管的屏极(−) → B_2 的次级上端(−)与原来(+)是有抵消作用的，所以为负反馈。若输出变压器极性接反了，则如图中虚线所示，就形成了正反馈，这样就会造成扩大机啸叫，不能正常工作。当把变压器的两根引线对调后就好了。

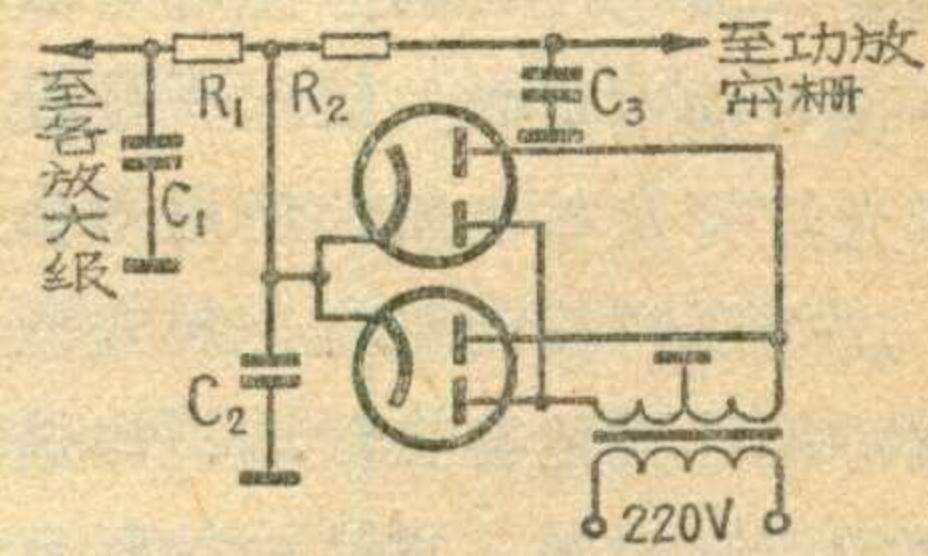
(清华大学农村分校农电专业)



1. 手头上
有两只质量良
好的电容，一
只容量为 20μ 、
耐压 450V，另
一只为 100μ 、

耐压 300V, 想把它们串联起来作为一只耐压 600 伏的电容用行吗?

2. 某交流扩大机电源部分线路如图示,由于使用日久, C_1 、 C_2 、 C_3 容量变小,这对扩大机工作有什么影响?



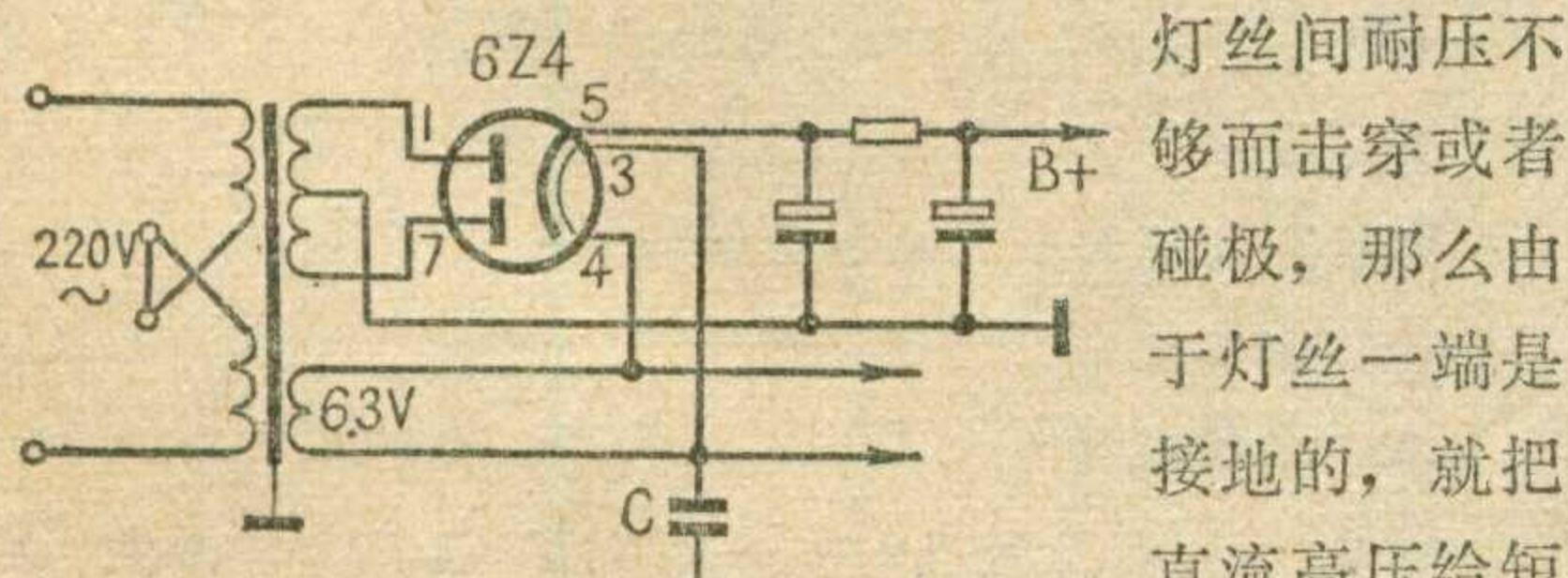
夹断（“截止”）状态，但经过一预定的延时时间后（5或6小时），电容器上的电压降至为 $U_{放}$ 时，这时漏极电流增加，于是 I_{b2} 减小，至使 I_{C2} 减小使继电器释放，断开了黑光灯电源。

在图3中，电容放电电阻除了 R_2 以外，还有电容器C的漏电电阻及 BG_1 的栅一源之间的输入电阻。在计算延时时间时，本应考虑这些因素，但由于用的是场效应管，输入阻抗很高（在几千兆欧以上），所以可以不予考虑，至于电容器的漏电电阻，只要其漏电电流很小，也可以忽略。

问答

问：我的交流收音机中的整流二极管 6Z4 经常烧坏，为什么？

答：整流管 6Z4 经常烧的原因很多。通常滤波电解电容器击穿了，就会把 6Z4 烧坏。在更换这个电容时，应注意耐压值一定要满足要求。在各管共用一个电源变压器灯丝绕组的情况下，为了减弱交流声，通常把灯丝线圈的一端接地。如果 6Z4 管的阴极与

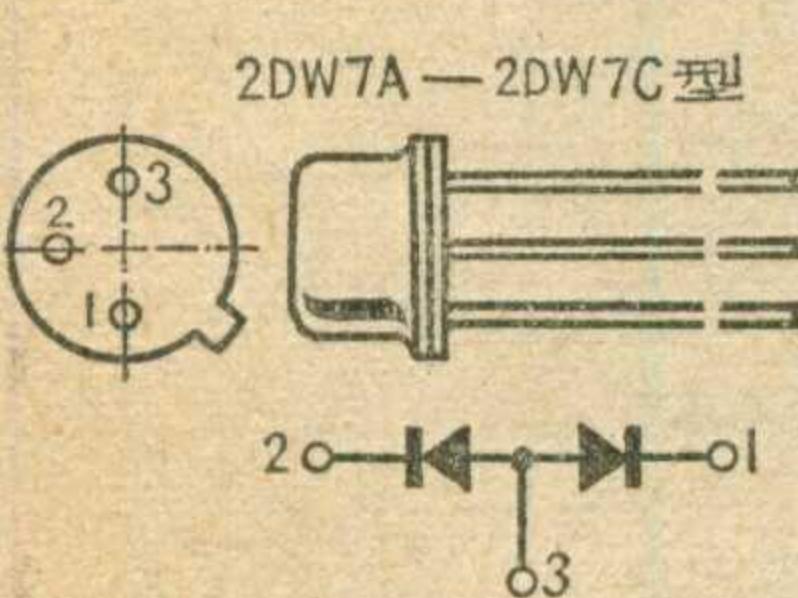


灯丝间耐压不够而击穿或者碰极，那么由于灯丝一端是接地的，就把直流高压给短路了，造成 6Z4 烧坏。为了防止这个故障，可以将原来灯丝线圈接地的一端改为通过一个容量为 0.01—0.02 微法的小电容 C 接地，如图示。如果有两个灯丝绕组，则只要将 6Z4 的灯丝绕组一端接地改为通过电容接地即可。

(贾万金答)

问：稳压管一般只有两只管脚，而 2DW7A—2DW7C 稳压二极管却有三只管脚，怎么使用？

答：2DW7A—2DW7C 是由两个背靠背的二极管串联连接而成，它的结构、管子外形、管脚标号见图示。通常使用时，只用 1、2 两脚，3 脚空着不用。这种稳压管中的两个串接二极管温度系数一正一负，因此可以相互补偿，适合在温度稳定性要求高的



设备中使用。引出三脚主要是便于测量、分析，同时若其中有一个二极管损坏，利用 3 脚还可以把一个二极管作为普通稳压管用。

(念来答)

问：差容式双连可变电容器，片数多的一组容量就大吗？

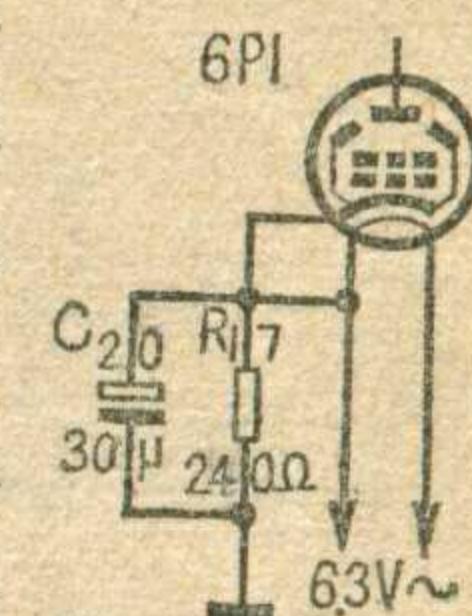
答：不完全是这样。我们知道差容式双连有空气介质与固体介质两种，其中固体介质的称为小型密封可变电容器。对于空气介质的双连来说，一般是片数多的容量小，而片数少的一组容量大，因为虽然片数少，但由于片间的距离变小，所以容量仍比片数多的那组大，如常用的“复旦”双连，动片为 11 片的一组最大容量为 250PF，而 9 片的一组最大容量却为 290PF。对于小型密封可变电容器，因为片间是固体介质，且介质厚度相等，所以片数多的容量大，片数少的容量也小，如 CBG—2C—60（外形尺寸为 17.5×17.5mm²），

动片为 4 片的一组最大容量为 60PF，动片为 7 片的一组最大容量为 127PF。

(小群答)

问：某电子管收音机的功率管 6P1 的灯丝为什么和阴极相连（如图示）？

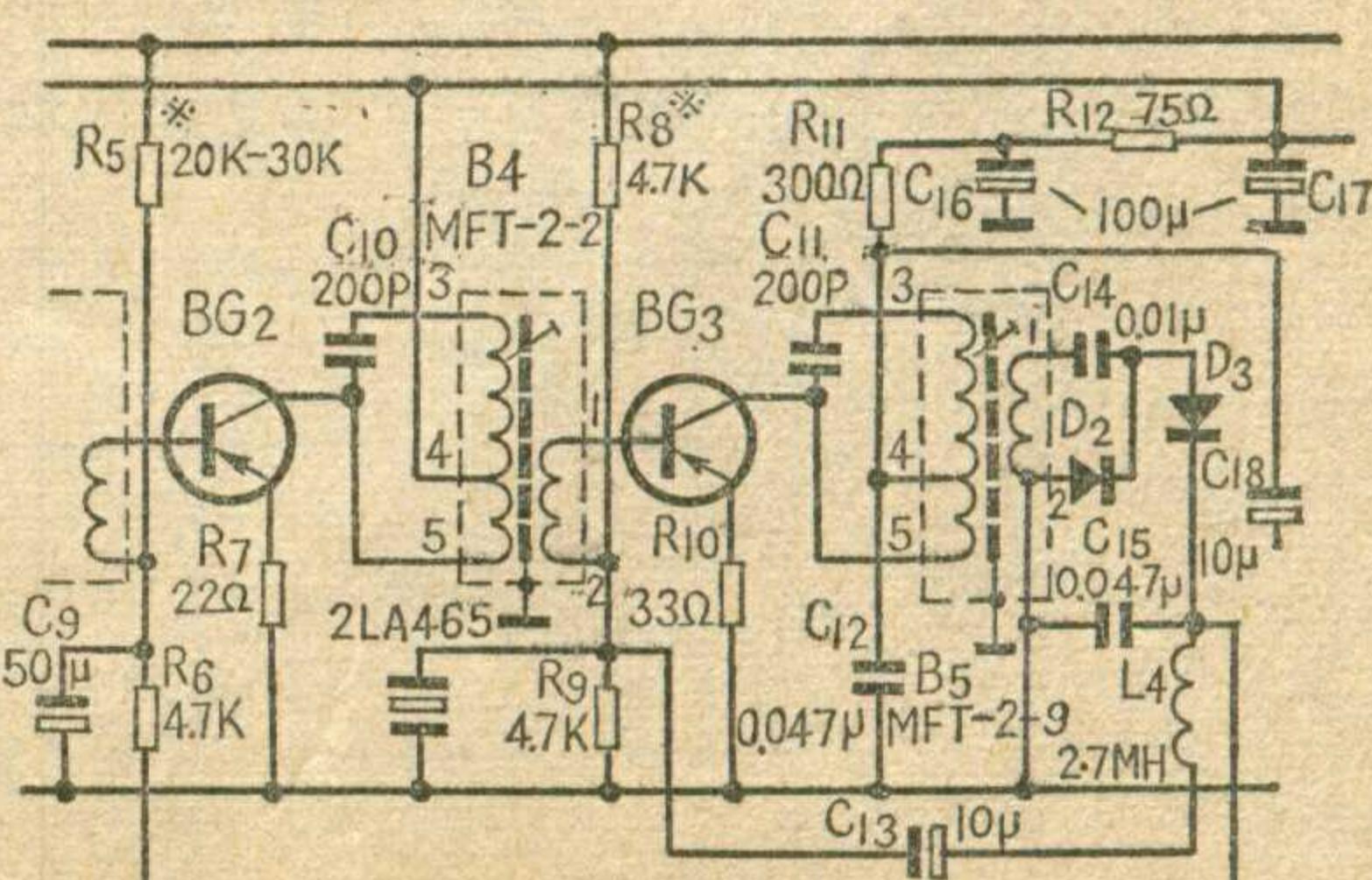
答：旁热式电子管的灯丝工作一个时期后会伸缩变形，它上面涂的绝缘物就会产生裂缝，于是阴极对灯丝发射电子，使阴极与灯丝间有了一定程度的交连。在一般的收音机中，电子管的阴极直接接地或通过一个旁路电容接地，可以减弱这种交连。但有的收音机在前面低放级电子管的阴极上接有无电容旁路的电阻，在这电阻上就有灯丝电子放射产生的交流压降，经各级放大使收音机产生交流杂音。为了减弱这种杂音，采用了如图接法，把 6P1 的灯丝和阴极相连。这时灯丝对地就有一个正电压，即 R₁₇ 上的直流栅偏压。由于 6P1 对前级各管而言处于正电位，这样就可以大大减弱阴极吸收从灯丝发射出来的电子的能力，从而减弱交流声。采用这种灯丝加正电压的方法，要选在栅偏压最大的一级，并且其偏压电阻要有旁路电容器，另外灯丝线圈不另接地。(花维国答)



问：有一部昆仑 7015 A 晶体管收音机，收听时音量变小，并且每当调谐到一个电台时先出现一阵较大的“喀”声，过后声音又小了。测量各级工作电流、电压正常。不知何故？

答：这可能是由于检波电路扼流圈开路造成的。从图可以看出，当 L₄ 开路时，检波后的低频信号加不到第二中放去进行放大，故不能正常收到电台。但在调谐到某电台瞬间，自动增益控制电压尚未建立，第一级中放处于高增益状态，因而加到第三中放的信号较大，BG₃ 进行大信号三极管检波，检波后的信号经 C₁₈ 加至低放，所以此时音量较大。但与此同时 D₂、D₃ 对高频信号进行检波，检波后的直流成分经 R₈ 对 C₉ 充电，使 BG₂ 的基极电压迅速上升，增益下降，于是加到第三中放的信号变弱，第三中放管的大信号检波已不复存在，所以声音又变得很轻。

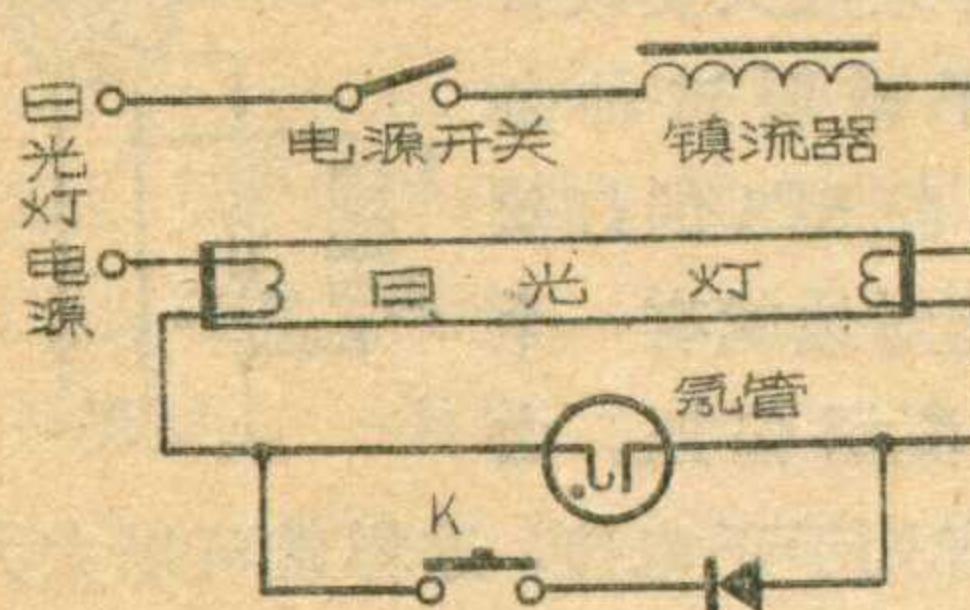
(高峰倩答)



日光灯启辉的改进

在温度较低或者电压较低的情况下，日光灯往往不能启辉。如果采用下图所示电路，则因低温、低压而不能启辉的问题可得到解决。

从图可以看出，按下开关K后，接入二极管，交流电经整流后供给日光灯灯丝。由于交流电经过整流，近似于直流电，镇流器对它的阻抗减小，因而电流增大，这样灯丝预热就能较充分。另一方面，当开关K断开时，镇流器产生的瞬时自感电动势也较大。开关K可用电铃开关，也可用拉线开关。开灯后如



日光灯不启辉，可按下开关K，一般使K合上1~4秒即可断开，日光灯即启辉。

经试验，以20瓦日光灯为例，在20°C

时，110伏即能启辉，在-10°C时，150伏就能启辉。在220伏情况下，则很低的温度一般都能启辉。

二极管可选用能耐300伏反向电压和0.6安工作电流的硅整流二极管，如2CP3、2CP4、2CP6等。

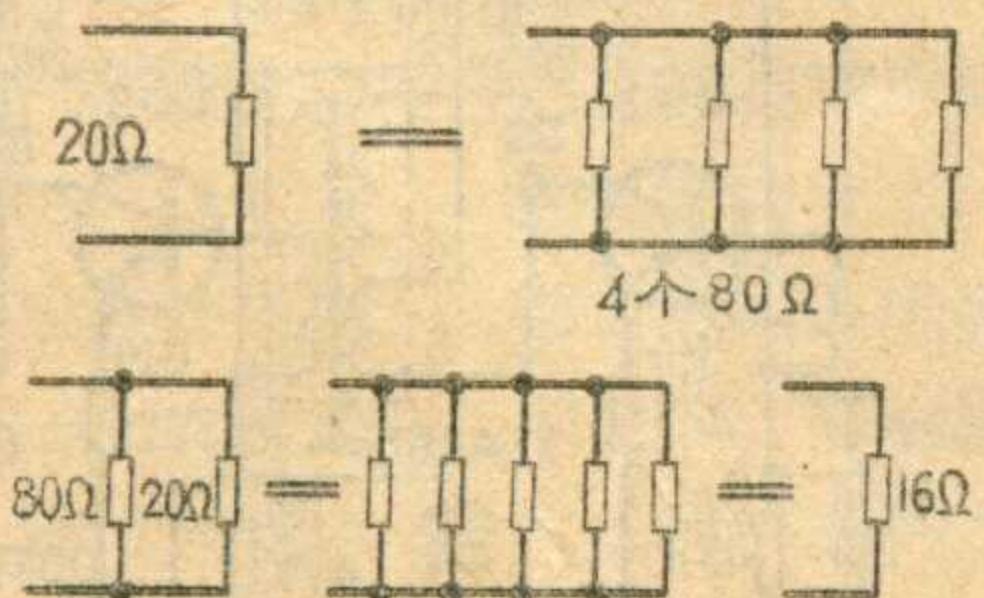
(工农兵学员 明辉)

并联电阻值的 简易计算法

几个不同阻值电阻并联后阻值为多少？一般要用公式来计算，很不方便。下面我们介绍一个简单的计算方法。例如 80Ω 和 20Ω 两个电阻并联，我们可以这样理解：把 20Ω 看成4个 80Ω 电阻并联而成，即 $\frac{80}{20} = 4$ ，再加上原来那个 80Ω 电阻，一共是5个 80Ω 电阻并在一起，这时总电阻就是 $\frac{80}{5} = 16$ （见附图）。由此我们总结出一个并联电阻简单计算法：用大电阻除以小电阻，商加一，再去除大电阻。比如上述的例子： $\frac{80}{20} = 4$ ， $4 + 1 = 5$ ， $80 \div 5 = 16$ ，这就是结果。写在一起，就成为 $R = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdots R_n}{R_1 + R_2 + \cdots + R_n}$ ，这就是并联电阻公式。

如果有好几个电阻并联，则可以用最大的一个分别除以其余的，把商加在一起再加一，然后再去除最大的电阻，比如 300Ω 、 100Ω 、 50Ω 、 200Ω 四个并联，则有：

$$\begin{aligned} & \text{100}\Omega, 50\Omega, 200\Omega \text{ 四个并联, 则有: } \frac{300}{100} = 3, \frac{300}{50} = 6, \frac{300}{200} = 1.5 \\ & = 3 + 6 + 1.5 + 1 = 11.5, \frac{300}{11.5} \approx 26.1\Omega. \end{aligned}$$



(竖草)

无线电

1976年第3期(总第162期)

目录

- 翻案不得人心 《人民日报》社论 (2)
集成电路计数器(一) 天津市四十二中学 凌肇元 (4)
晶体管的开关特性 宋东生 (7)
不用触发电路的可控硅交流开关 施鹏志 李瑞华 曹殿生 (9)
同步分离电路 电视接收技术讲座编写组 (11)
可控硅行输出电路在无电源变压器 青 工 (15)
电视机中的应用 *农村有线广播*
L601型磁带录音机的故障及修理 工人 裴国生 (17)
唱机橡胶轮磨损应急修理 倪鸿加 (20)
常用国产半导体整流二极管的特性(封三说明) 上海无线电十七厂技术组资料室 (20)
半导体收音机输入输出变压器的简易设计 徐士佐 (21)
半导体收、扩音机稳压电源的简易设计(续) 唐远炎 (22)
初学者园地
晶体管偏流预调器 工人 王 良 (25)
电子管内为什么有时会出现辉光? 工人 邹振熊 (25)
如何作好统调? 金国钧 (26)
切割有机玻璃简法 陈年鸿 (28)
修理密封双连的小经验 郭佛印 (28)
黑光灯的延时控制装置 下乡知识青年 王建模 (29)
想想看
问与答
电子简讯
封面说明: 上海第二机床电器厂, 在有关科研部门协作下, 制成了仪表车床群控装置, 可控制六台加工不同零件的机床, 提高生产率五倍以上。
封底说明: 上海制花厂工人、技术人员大搞技术革新, 用一台简易群控装置控制全车间二十余台注塑机。这是群控注塑车间一角。

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

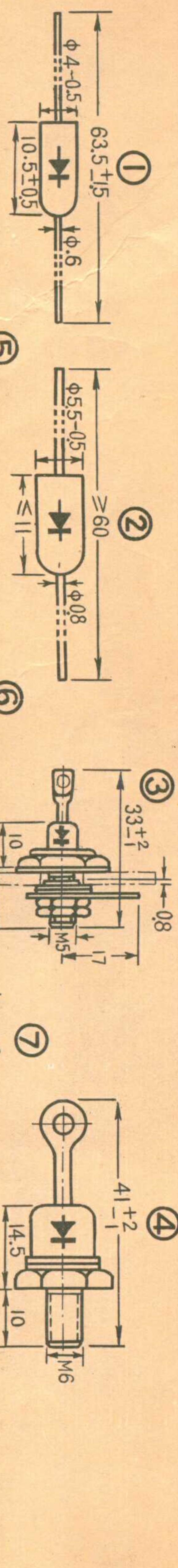
总发行: 邮电部北京邮局

订购处: 全国各地邮电局所

出版日期: 1976年3月25日
本刊代号: 2-75 每册定价0.17元

常用国产半导体整流二极管的特性

型 号	电性参数				封装 外形图号	型 号	电性参数				封装 外形图号	型 号	电性参数				封装 外形图号
	额定正向 整流电流	最高反向 峰值电压	正 向 电 压 降	反 向 漏 电 流			额定正向 整流电流	最高反向 峰值电压	正 向 电 压 降	反 向 漏 电 流			额定正向 整流电流	最高反向 峰值电压	正 向 电 压 降	反 向 漏 电 流	
2CP10		25 V						50 V					2DP3A		200 V		
2CP11		50 V						100V					2DP3B		400 V		
2CP12		100V						200V					2DP3C		600 V		
2CP13		150V						300V					2DP3D		800 V		
2CP14		200V						400V					2DP3E		1000V		
2CP15	100mA	250V	≤ 1 V	≤ 5μA				500V					2DP3F		1200V	≤ 1 V	≤ 5μA
2CP16		300V						600V					2DP3G		1400V	1600V	
2CP17		350V						700V					2DP3H		1800V		
2CP18		400V											2DP3I				
2CP19		500V											2DP3J		2000V		
2CP20		600V															
2CP20A		800V															
2CP21A		50 V						50 V					2DP4A		200 V		
2CP21		100V						100V					2DP4B		400 V		
2CP22		200V						200V					2DP4C		600 V		
2CP23	300mA	300V	≤ 1 V	≤ 5μA				300V					2DP4D		800 V		
2CP24		400V						400V					2DP4E		1000V		
2CP25		500V						500V					2DP4F		1200V		
2CP26		600V						600V					2DP4G		1400V		
2CP21G		800V						700V					2DP4H		1600V		
2CP1A		50 V						800V					2DP4I		1800V		
2CP1		100V											2DP4J		2000V		
2CP2		200V															
2CP3	500mA	300V	≤ 1 V	≤ 5μA									2CZ21A		200V		
2CP4		400V											2CZ21B		400V		
2CP5		500V											2CZ21C		600 V		
2CP1E		600V											2CZ21D		800 V		
2CP1G		800V											2CZ21E		1000V		
2CZ11K		50 V											2CZ21F		1200V		
2CZ11A		100V															
2CZ11B		200V											2DP5A		200 V		
2CZ11C	1000mA	300V	≤ 1 V	≤ 5μA									2DP5B		400 V		
2CZ11D		400V											2DP5C		600 V		
2CZ11E		500V											2DP5D		800 V		
2CZ11F		600V											2DP5E		1000V		
2CZ11H		800V											2DP5F		1200V		
2CZ20A		200V											2DP5G		1400V		
2CZ20B		400V											2DP5H		1600V		
2CZ20C	1000mA	600V	≤ 1 V	≤ 10μA									2DP5I		1800V		
2CZ20D		800V											2DP5J		2000V		
2CZ20E		1000V															
2CZ20F		1200V															



单位: mm

毛泽东

自力更生

更

生

0

C

T

再

