

无线电

11

WUXIANDIAN

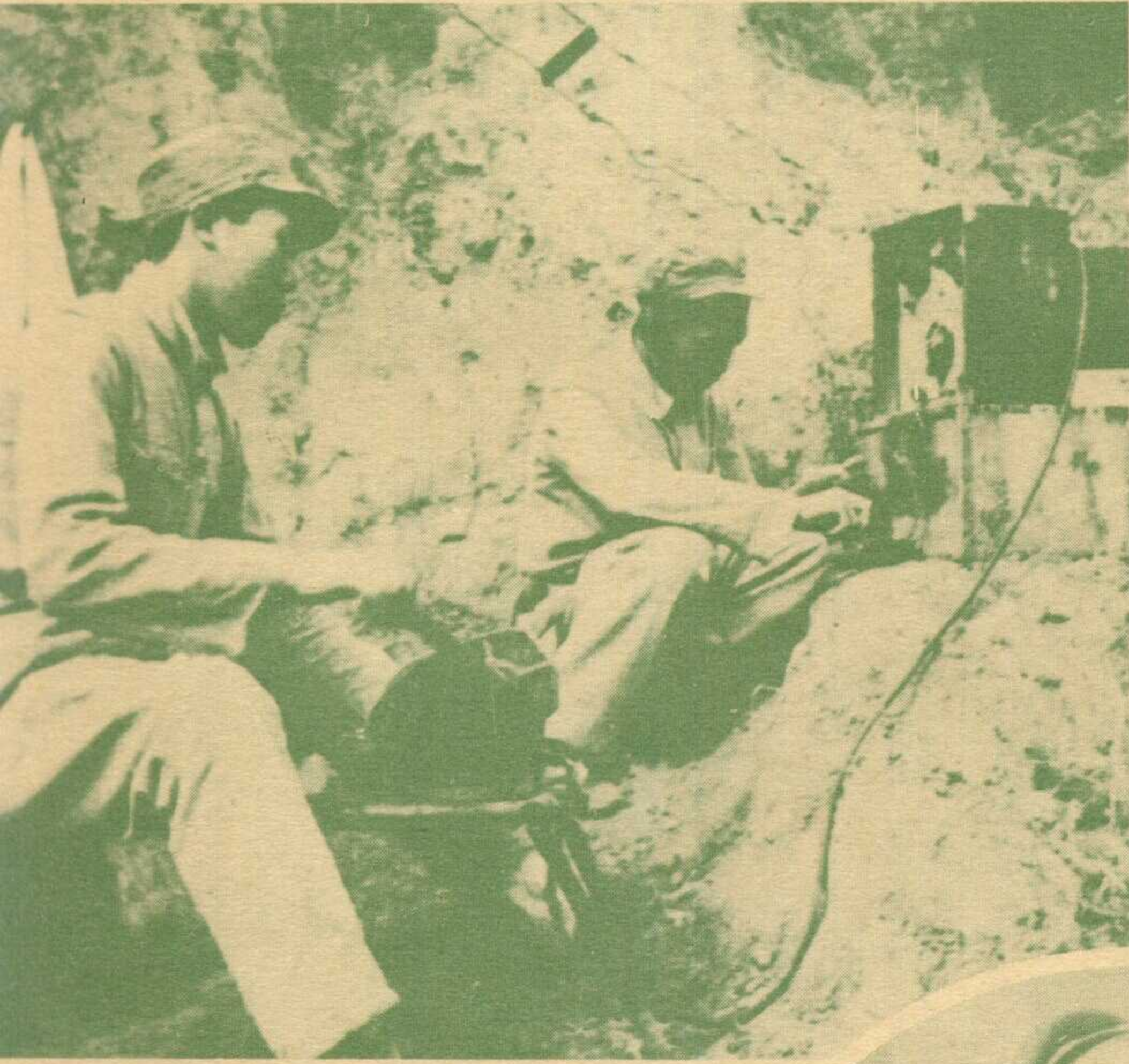
1965





学习人民通信兵艰苦奋斗的优良传统

(本页照片为中国人民解放军通信兵陈列馆供稿)

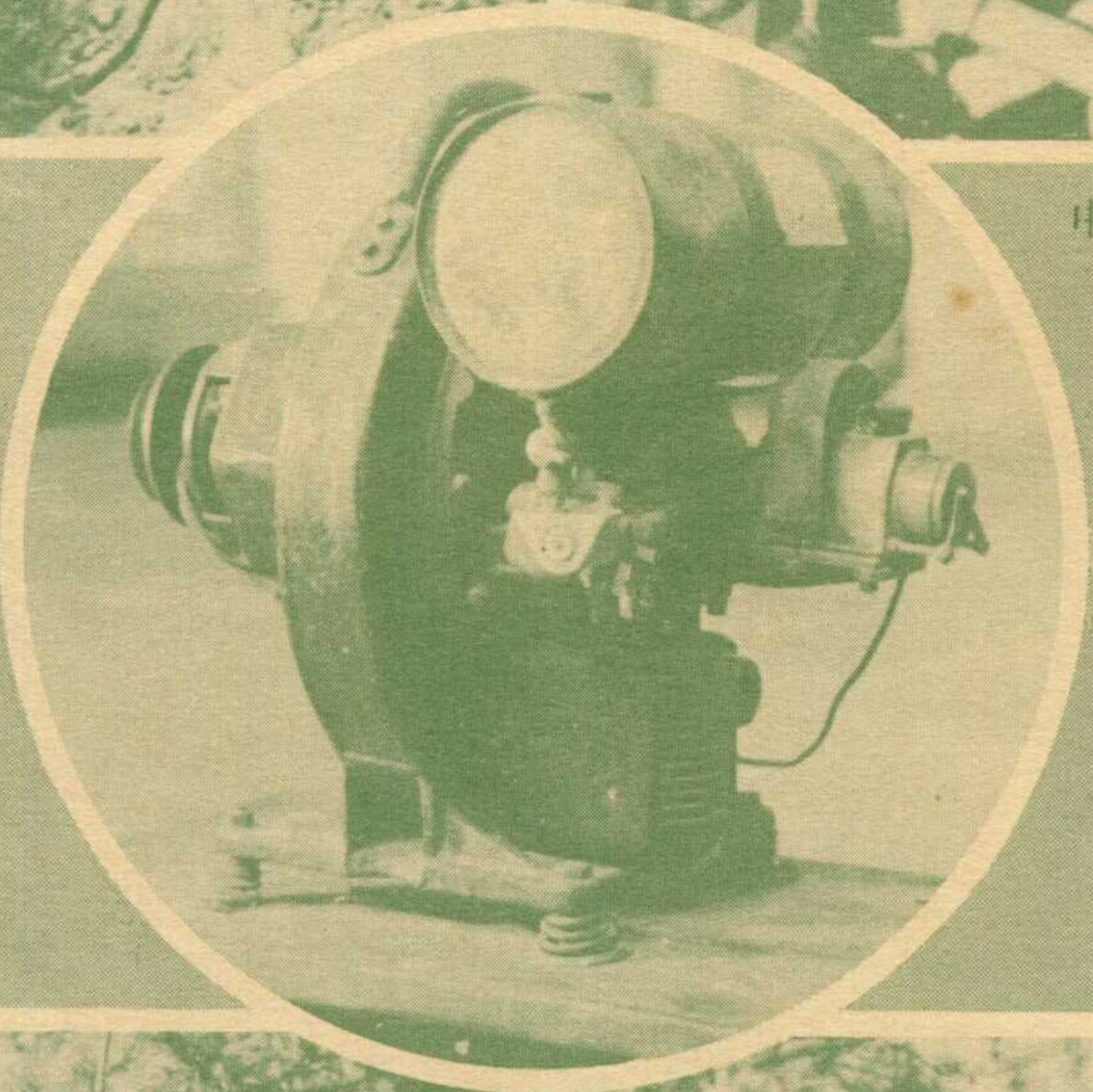


上右 抗日战争时期，新四军的报务员在艰苦的条件下进行无线电通报

上左 八路军一个电台的报务员在山沟里进行通报联络，传达命令。

下左 抗美援朝战争中在冰天雪地的前线坚持通信工作的志愿军无线电员。

下右 工作在抗美援朝战斗前线某指挥所的志愿军女报务员。



中 在史无前例的红军二万五千里长征中，红军通信兵在最艰苦的条件下，如爱惜生命似地保护通信设备，保证战斗指挥通信，有许多可歌可泣的事迹。这是红军电台使用过的一部电台用充电机。长征中，抬这部充电机的原有八个红军战士，有六位同志在饥饿严寒中光荣牺牲，活着的同志，仍坚持前进，历尽千辛万苦，把它安全无损地带到了陕北，使它在抗日战争、解放战争中一直为人民的革命事业而运转着。现在，这部充电机陈列在中国人民革命军事博物馆里。



无线电电子学在今天是一门正在飞跃发展的学科。在党的正确领导和毛泽东思想红旗的光辉照耀下，无线电电子学同其他科学技术学科一样，在我国也获得了很大的发展，在我国经济建设 and 国防建设中，起了很大的作用。党和国家对这门学科人材的培养，十分重视，除了加强专业学校的培训工作外，还广泛地开展了群众性的业余无线电活动。在国防体育协会，科学技术协会等有关团体的具体领导和组织推动下，各地无线电俱乐部、电子学会、少年宫、少年科学技术站、企业、工厂、学校等单位，向广大工农兵群众、学生广泛地宣传无线电电子学的知识，并组织了这门技术的学习。近年来，学习这门技术的人愈来愈多，出现了千千万万的业余无线电爱好者。这是我国无线电技术队伍的新血液，是生产和国防的后备力量。

国家开展群众业余无线电活动的目的是，普及无线电电子学知识，为建设现代工业、现代农业、现代国防和现代科学技术培养后备力量，特别是在毛主席人民战争思想的指导下，适应全民皆兵的需要，以培养大量的国防后备力量。开展群众业余无线电活动，也是为了提高群众的科学技术水平，以利于开展技术革新和技术革命活动。大多数的无线电爱好者，是深刻理解这个光荣任务的。他们树立了为革命、为保卫祖国和建设祖国而学习的决心。他们学习无线电技术，有的是为了能做一名国家的后备通信兵，有的是为准备做一个无线电通信、工业或科学研究的后备人员，有的是为了把电子技术直接运用到当前生产工作中去。他们利用自己的业余时间，在不脱离生产，不妨碍学业，不影响休息的条件下，参加一定的训练班、小组学习，或进行自学。他们以毛泽东思想作指导，积极钻研，勤学苦练，不畏艰苦，克服困难，以积极完成学习任务，掌握通信技术和电子技术的基础，并积极参加生产工作中的技术革新和技术革命活动。

事实证明，许多无线电爱好者们由于学习目的明确，态度端正，在学习上进步很快，效果十分显著，大都在不太长的时期内就能掌握无线电报务、机务和电子学的基础知识，达到一定的水平。许多青少年学生，通过业余学习无线电技术，不但成为国防和生产上的后备力量，而且还帮助了其他课程的学习。

近年来，在群众无线电活动中还涌现了大量的优秀人物。他们有的已经成为优秀的国防体育运动员、民兵通信兵、生产上和技术革新技术革命中的能手。例如在国防体育方面，黑龙江省的优秀女运动员李茹琴，由于树立了为革命、为祖国争光的思想，苦练收发报技术，在第二届全国运动会无线电收发报竞赛中打破了苏联选手曾经保持九年的女子手键字码发报国际最高成绩，荣获女子发报冠军。北京市十五岁的无线电运动员刘英杰，虽然参加运动还不久，由于懂得了“为革命而练”、“为国争光”，在第二届全国运动会中也以每分钟350字打破了女子机抄短码每分钟330字的全国纪录。在生产战线上，我们也看到不少的好事例。上海国光医疗器械厂的青年电工共产党员张根福，为了解决研究新产品中的困难，而勤奋学习无线电技术，刻苦钻研，终于制成了我国第一台电子血球计数仪。上海国棉五厂电工共产党员姚永达，为了改进生产而学习电子技术，积极参加纺织生产上的技术革新，根据生产需要运用电子技术，先后搞成了三十多项革新。像这样的事例，在各个战线上还有许多，他们给广大无线电爱好者树立了学习的榜样，这是值得加以赞扬的。

从这些优秀人物的身上我们可以看出这样一个共同的特点。那就是他们走又红又专的道路，以红带专，努力学习毛主席著作，不断提高阶级觉悟和思想认识，以毛泽东思想指导学习，明确了学习无线电技术也是为了革命。这是他们练就一身硬功夫的基础和出发点。因为他们把日常的技术学习同革命的远大目标联系起来，而在学习上也就有了真正强大的动力，不畏艰难，敢想敢干，破除迷信，敢于攀登科学技术上的高峰。因为有一个思想基础，他们就能真正掌握这门技术，全心全意为人民服务，为国家和人民做出贡献。相反地，也有些人，他们学习无线电技术的目的不明确，单纯从个人兴趣出发，追求新奇，为了“玩玩无线电”等，妨碍了自己的工作和学业，甚至损害集体利益。他们就不能真正学好这门技术，就是学了一点东西，也不能很好地为人民服务。这种学习无线电技术的态度是错误的。

我们认为，在广大的无线电爱好者中应该提倡为革命而学习的优良作风，学习国家乒乓球队那种“心怀祖国、放眼世界”的革命精神。让我们在伟大的毛泽东思想红旗光辉照耀下，为革命努力学习无线电电子技术，使我们能拥有大量的技术上过得硬的民兵通信兵和生产上的技术革新能手，为保卫祖国建设祖国，为迎接我国第三个五年计划和即将到来的生产建设高潮贡献自己的力量，同时也对全世界人民的革命事业做出贡献。



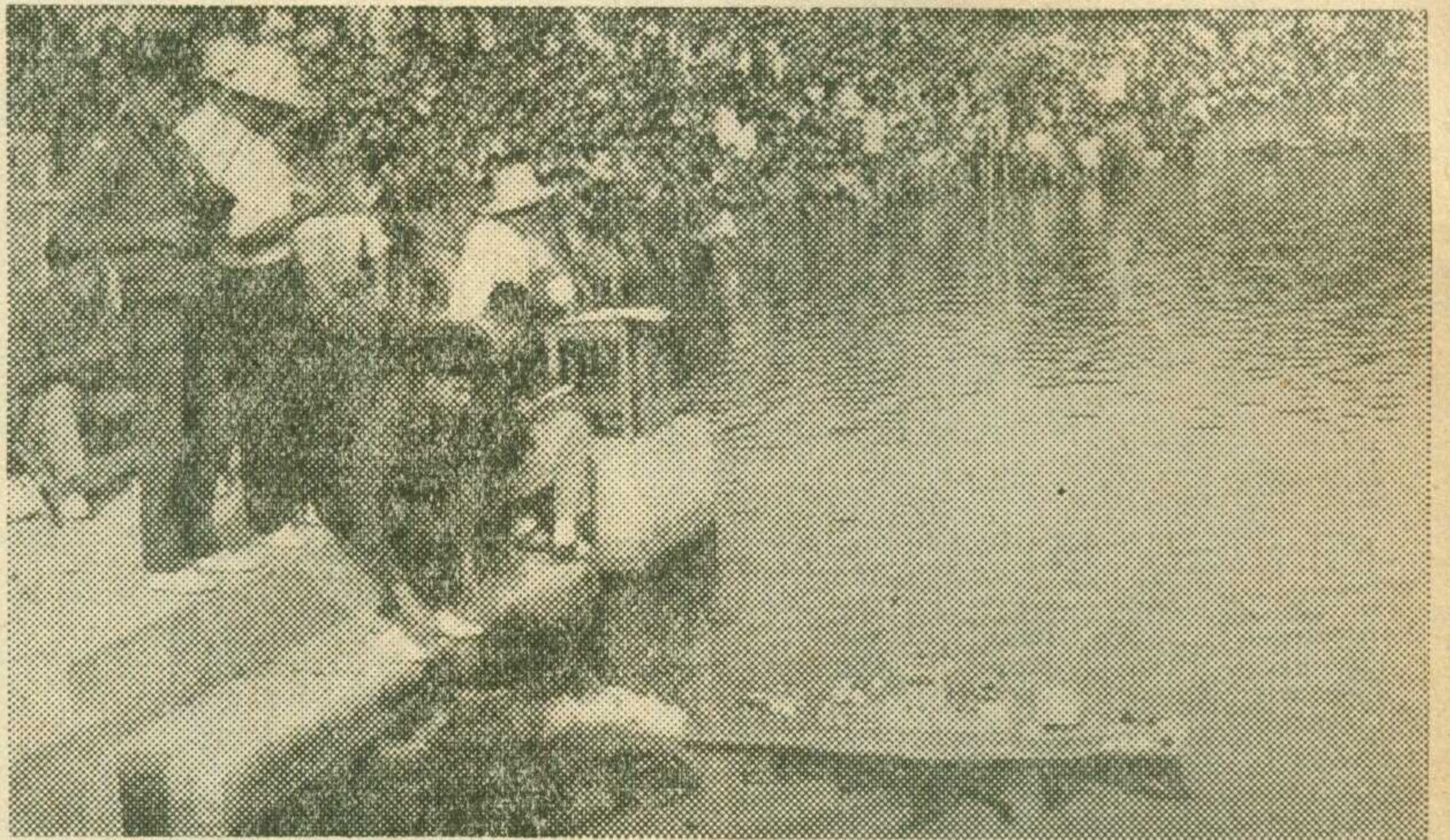
无线电操纵花样绕标 舰船模型竞赛

在第二届全国运动会航海模型竞赛中，无线电操纵花样绕标舰船模型竞赛是其中的项目之一。参加这项竞赛的有上海、广东、黑龙江等十四个省、市代表队的5艘民船、9艘军舰共14艘舰船模型。比赛内容包括三个方面：1. 外观——即按船模和收发信机设计的合理性和制作精致美观两方面评定得分，满分为10分；2. 航行——根据模型按规定的三个花样绕标图形航行绕标的情况及航行时间评定得分，满分为40分；3. 自选动作——每艘模型规定作5个以下的自选动作，按所作动作的意义及表演效果评定得分，满分为10分。一艘模型最高可得60分。比赛结果，黑龙江队获得57.06分，荣获这个项目的冠军，浙江、江苏、辽宁、湖南和上

海队依次获得第二至第六名。

我国无线电操纵舰船模型的活动，是在1958年开展的。但这个项目的比赛是从1963年才开始，这次是

第三次全国性竞赛。几年来由于党和国家的重视、关怀及各級体委的正确领导，这项活动得到了迅速的发展。在这次比赛中，无论是在无线电操纵设备或操纵技术方面，都较前两年有了很大的提高。操纵一般都灵活可靠。在按规定花样图形绕标航行过程中，极少出现错标现象。尤其是各种具有实际意义和表演精采的自选动作



竞赛场上无线电操纵的兵舰模型开始起航（谢杰民摄）

第二届全国运动会无线电收发报最高纪录和国际比赛 最高成绩 1964年全国纪录的比较

项目	男子				女子			
	历届国际比赛最高成绩	1964年全国纪录	第二届全运会最高纪录	最高纪录创造者	历届国际比赛最高成绩	1964年全国纪录	第二届全运会最高纪录	最高纪录创造者
机抄长码收报	244	290	310	閻丕栋	260	300	330	张锦华
机抄短码收报		330	360	韓浩野		330	365	齐凤、黄健夏、王正芳
机抄字码收报	266	280	290	韓浩野	251	275	290	齐凤
手抄长码收报	223	285		王兆清	228	260		黄纯庄
手抄短码收报		310		王兆清		280		李茹琴
手抄字码收报	220	245		王金武	205	235	245	刘光玉
自动键长码发报	131.4	239.8		韓浩野	108.6	173	217	齐凤
自动键短码发报		249.6	264	韓浩野		203	232.8	齐凤
自动键字码发报	162	209	225.4	梁佐才	143.4	176.8	208.6	齐凤
手键长码发报	94.8	108.8	115.6	邱天坚	95.8	102.2	108	李茹琴
手键短码发报		140	147.8	邱天坚		133.2	142.2	李茹琴
手键字码发报	152	155	159.8	邱天坚	149.6	141.6	152.2	李茹琴

雨露滋潤禾苗長

——十五岁無線电運動員刘英杰的成长

在寬敞而明亮的競賽場里，来自全国各地的無線电快速收发报优秀选手，正在进行短碼第八場收报比賽，这时的速度已高达每分钟350到360字，場內留下的運動員只有几个人了。肃靜的競賽場內，只听到有节奏的打字声。这时，你可看到年龄只有十五岁的北京市代表队刘英杰正在聚精会神地抄收。比賽結果，她以每分钟抄收350个字的优异成绩打破了330字的全国纪录。

1963年寒假刘英杰参加宣武区少年之家开办的無線电报务业余訓練班，在这里她初步懂得了这项活动在国防及經濟建設上的重要意义。此后，經常利用課余時間积极参加这项活动，这时她还是广安門小学五年級的学生。

为了迎接第二届全国运动会，在1964年9月刘英杰参加了北京市無線电俱樂部組織的业余集訓队。在訓練过程中，她是进步較快的一个。但是她在前进的道路上也走过一段曲折的路。当她的收发报成績正在不断上升的时候，驕傲情緒有所滋长，觉得自己差不多了。因此在訓練中就沒有过去刻苦，钻研精神不够。在这种情况下，党支部与队领导及时地对她进行了帮助，指出了这些问题的危害性及

改正的方法，引导她学习“为人民服务”、“紀念白求恩”等主席著作。通过主席著作的学习，她进一步明确了政治与技术的关系，个人与集体的关系，她拿张思德、白求恩、黃继光、雷鋒等等英雄形象来对照自己，主动地检查了自己的驕傲情緒，决心在今后的工作中坚决改正，以主席教导的“虚心使人进步，驕傲使人落后”这句话作为自己的座右銘。在领导的关怀教育下，她在訓練中以政治統率业务，在技术上刻苦钻研。

学习“愚公移山”一文后，她总结了自己的主客观条件，找出了自己在訓練中的主要矛盾。例如在收报中自己訊号概念較好，但是打字速度不够快，因而在收报中就影响提高速度。她想利用課余時間练习打字，但她的眼睛散光，晚上看不清字，怎么办呢？她想出了利用白天時間多打字，晚上的時間多抄报，这样，打字速度就由过去的三百一二提高到三百七八，因而适应了抄收高速的需要。收报水平又进了一步。又如，她的发报用力有一些問題，有劲使不上，她在教练的帮助下，加强腕部力量的訓練，另一方面又把拍发速度放慢，耐心地体会用力，这样，她在比賽中就能發揮出了最高的水平。在六月份国家



体委主办的十单位無線电收发报邀請賽中初試鋒芒，以每分钟抄收短碼335个字的成績打破了330字的全国纪录。这时领导上及时给她指出了努力的方向，帮她总结經驗，勉励她戒驕戒躁，“一分为二”地对待自己取得的成績。在领导与同志們的关怀下，她又重新学了“愚公移山”、“放下包袱，开动机器”等文章，使她进一步認識到练收发报也是“为革命而练”。在全运会賽前，她怀着敢于斗争、敢于胜利“一定要为国家爭取荣誉”的信心，又不断地突击自己的薄弱环节，终于取得了較好的成績。

竞赛结束后，她說：“我的成績的取得，主要是党和毛主席对我培养教育的結果，是主席著作给了我力量。今后我一定要听毛主席的話，讀毛主席的书，做毛主席的好战士，为祖国的社会主义建設貢獻自己的一生”。

(苗青)

吸引了广大群众，在比賽中，常常博得成千上万观众的齐声喝采。

每艘模型的自选动作各有特点，許多舰艇能进行火炮連发，发射各种导弹和深水炸弹，施放烟幕和水幕（防御核射綫用的）。黑龙江队的导弹快艇能够准确地发射对舰和对空导弹，还能自动装填并再次发射。广东队的护卫艇上装有一門“76”炮，可以操纵瞄准，并連发击中目标。这艘护卫艇发射的两級对空导弹高达300多

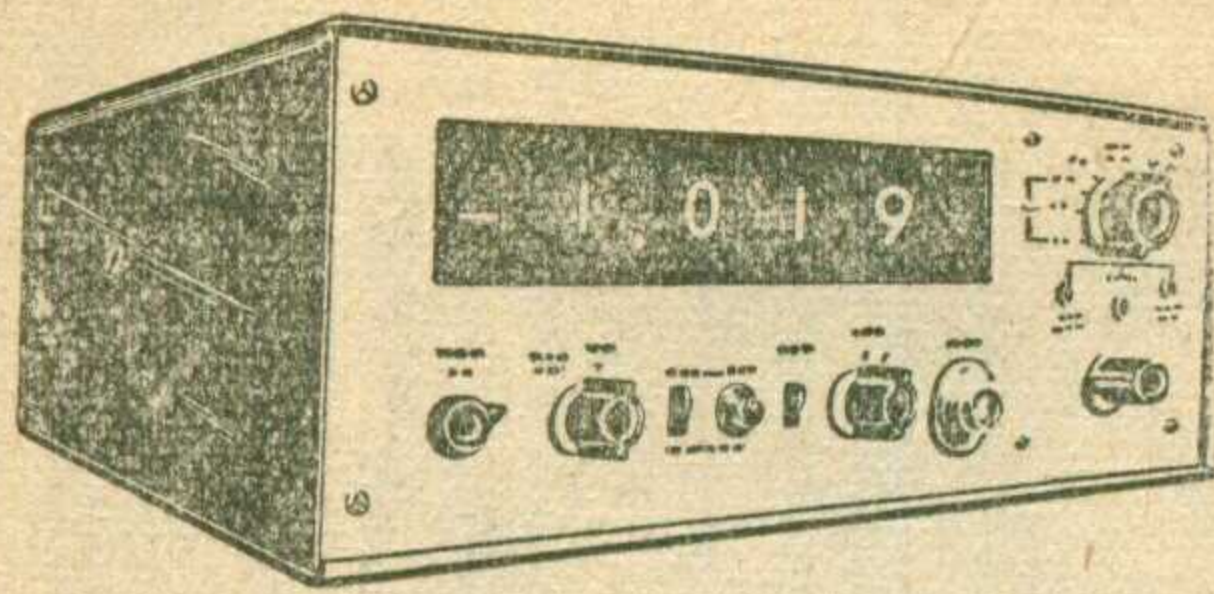
米。江苏队的护卫艇，还在假設的敌人潜艇上方投深水炸弹。

此外还有用于水上交通運輸、作业的各种船舶模型，可以用無線电操纵，来表演各种生产和工作过程。山东队的消防船模型能用無線电操纵表演整个水上救火过程。从发现火警开始，拉警报，投放气涨式救生筏，升起水塔噴水，到扑灭失火船上的熊熊烈火，最后还能拖回被救船只。上海队的捕鯨船，能用無線电操纵瞄准发

射捕鯨炮，还能放下一只仅有100多克的無線电操纵小艇。

这些小小的模型，作出了种种逼真的动作，真像有人在上面操作一样。所有操纵这些动作的收、发信机、控制系統都是運動員們自己研究制作出来的。

这次竞赛是航模运动技术水平的一次总检閱，也是交流經驗的好机会，将为这项运动的进一步发展起到很好的促进作用。(海模)



电子数字式仪表

陈 健

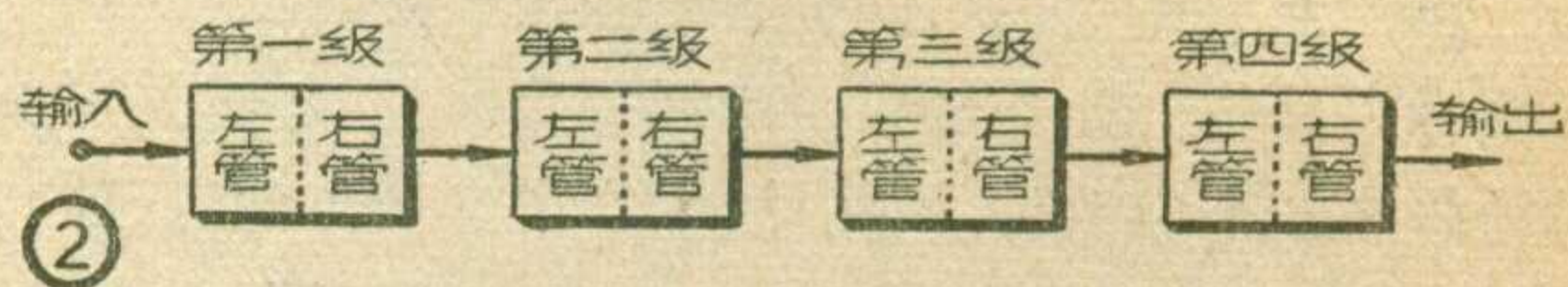
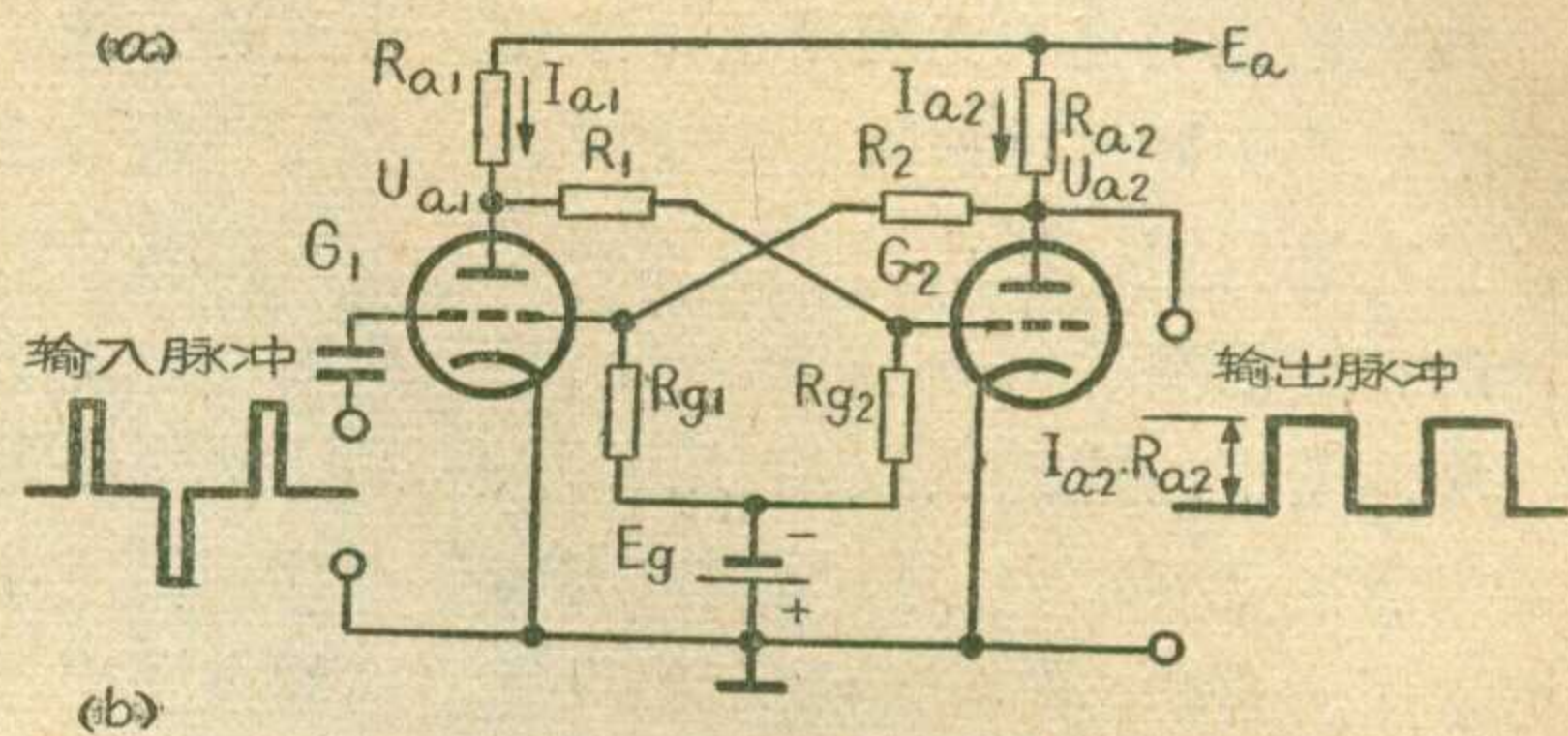
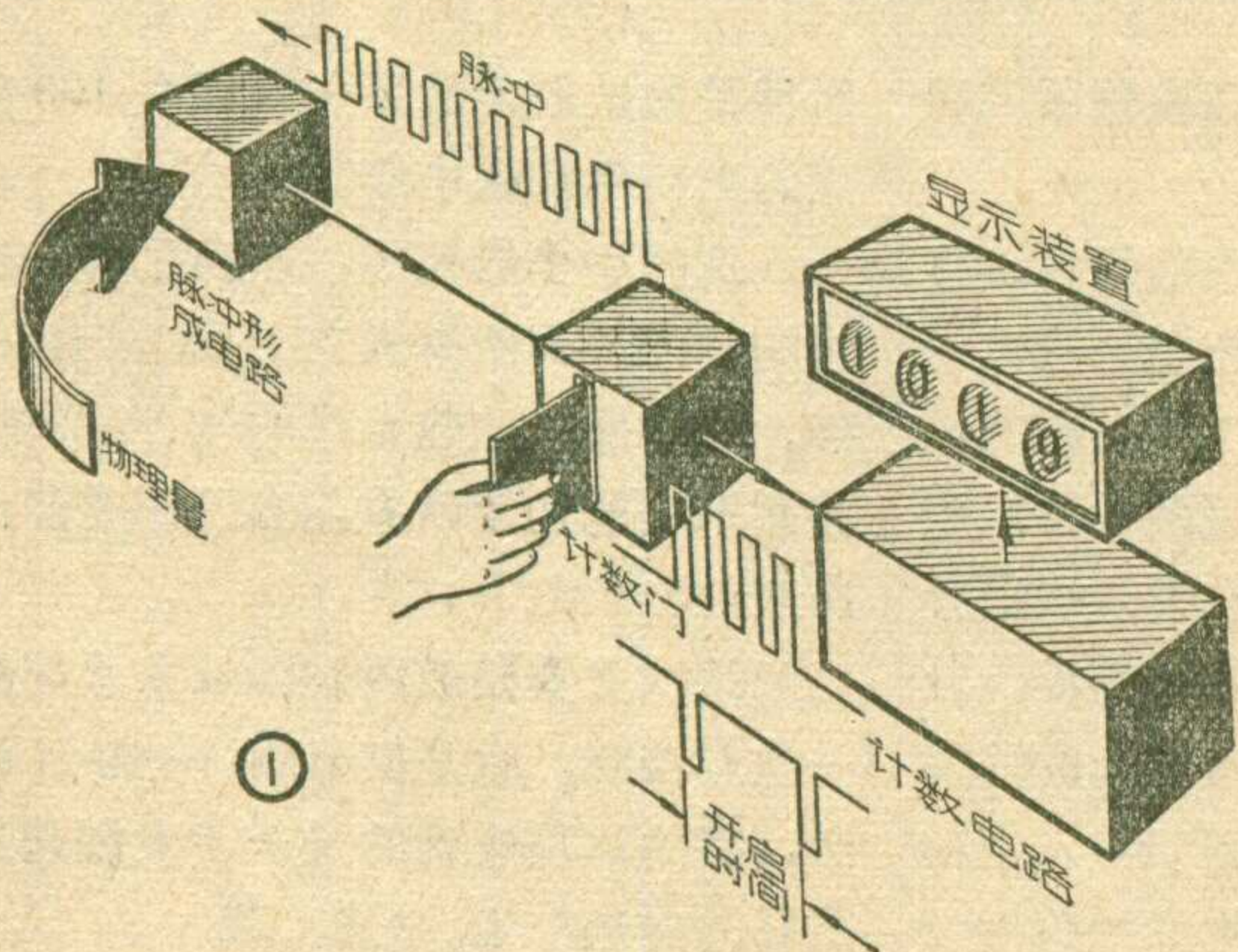
普通仪表多从刻度读取指示值。这种读数方法有许多不便之处，例如能读取的位数少（因而也不精确）、存在着主观误差（视差和估计误差等）、读取时间长，等等。随着科学技术的发展，这种读数方法在很多场合下，已不能适应需要，因而，越来越多地被直接以数字形式指示测量数值的电子数字式仪表代替。这种仪表能读取较多的位数（一般能读取5位到6位），又不存在主观误差，因而，除用于电测量外，还被广泛用在工业生产中，作非电量的测量。

数字式仪表主要由脉冲形成电路，计数门电路，计数电路等组成（见图1）。首先把待测物理量变换成具有相应重复频率的电脉冲信号，设法记下在一定时间内进入计数电路的电脉冲，最后在数字显示装置上读取电脉冲数。如电路配合适当，显示的电脉冲数就是待测物理量值。例如数字式电压计，电压的测量是以一锯齿波电压与待测电压比较。仪表中备有触发计数电路用的脉冲发生器。当锯齿波电压为零时，让触发脉冲进入计数电路的通路（计数门）就开启；当锯齿波电压升到待测电压时，计数门就关闭。如果脉冲发生器的重复频率与锯齿波的建立速率选择适当，在计数门通路时间内，进入计数电路的脉冲数直接与待测电压相对应，在显示装置上读出电压值。

计数电路

计数电路是数字式仪表的主要部分，多由双稳态电路组成，也有的由环形计数电路组成（见本刊1964年第3期“电子仪表的数字化”一文）。双稳定电路具有二进位特性，每给它输入两个脉冲，它就输出一个脉冲。下面我们以电子管双稳态电路（图2a）为例，来说明它是怎样将两个输入脉冲变成一个输出脉冲的。

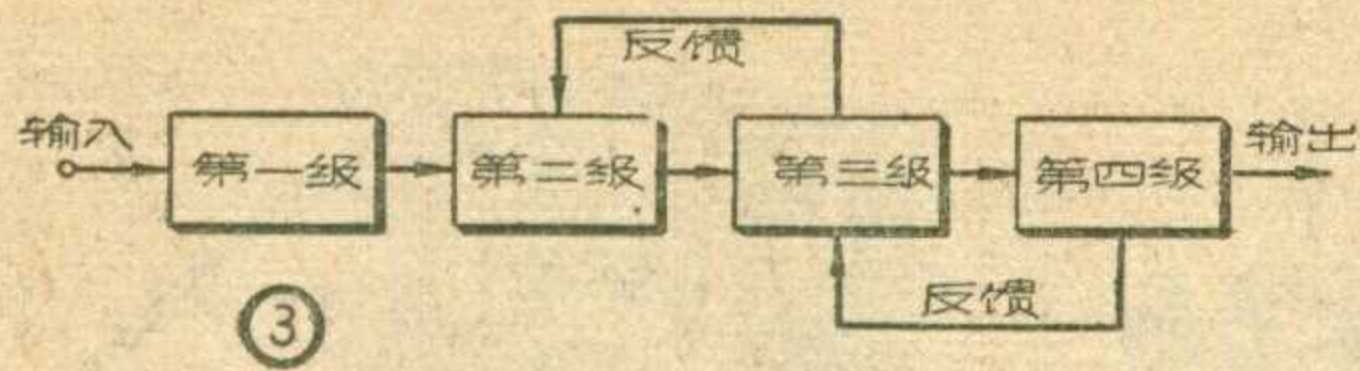
电路中的两个电子管，总有一个处于导电状态，一



个处于截止状态。现在假定 G_2 导电， G_1 截止。这时 G_1 的屏压 $U_{a1} = E_a$ ，而 G_2 的屏压 $U_{a2} = E_a - I_{a2}R_{a2}$ 。如果这时给电子管 G_1 的栅极输入一个幅度足够大的正脉冲，那么 G_1 就开始导电，屏压开始减小，因而使电子管 G_2 的栅压也减小、屏压升高。升高的屏压经由 $R_2 - R_{g1}$ 电阻加到电子管 G_1 的栅极上，促使 G_1 的屏压进一步下降，于是开始了所谓“雪崩”过程，使这个电路转到另一个状态，即电子管 G_1 导电， G_2 截止。这时 G_2 的屏压 $U_{a2} = E_a$ ，而 $U_{a1} = E_a - I_{a1}R_{a1}$ 。如果这时给 G_1 栅极加一负脉冲，则 G_1 便又截止， G_2 又开始导电，即电路又回到起始状态。

电子管 G_2 屏极电位的变化，就是所要输出的脉冲。由图2a可见，每输入正负两个脉冲， G_2 的屏极电位就变化两次：从低到高；再从高到低。这就构成了一个输出脉冲。如果把电路稍加变换，还可以实现每输入两个极性相同的脉冲，便有一个输出脉冲，这就是最基本的二进位的电路（请参阅本刊1962年第2期“双稳态触发电路”一文）。

在二进制中，通常采用0和1两个数码表示数目。我们可以假定双稳态电路处于 G_2 导电、 G_1 截止的状态时代表0；而 G_1 导电、 G_2 截止时代表1。没有脉冲输入时使电路处于0状态，当输入一个脉冲后，电路就翻转到1状态。如果再输入一个脉冲（第二个脉冲），该电路又回到0状态，同时输出一个进位脉冲。因此，如果将两个、三个、四个这样的双稳态电路级联起来，就可以得到4、8、16进位的计数电路。图2b是一个四级双稳态级联电路，其开关过程见表1。开始时我们使四级都为0（即都是左管截止，右管导电），输入第一个脉冲后，第一级的状态由0变到1，其他各级不变。输入第二个脉冲，第一级由1又回到0，同时输出一个脉冲到第二级，使第二级的状态由0变到1，一直到输入



第 16 个脉冲，第四级转换，输出一个进位脉冲，整个电路又回到起始状态。

表 1

脉 冲	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
第 4 级	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
第 3 级	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0
第 2 级	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
第 1 级	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0

图 2b 是一个 16 进制电路，但人们习惯上都采用 10 进制。为了将 16 进制变成 10 进制，可以在图 2b 中加入适当的负反馈。反馈方式有许多种，其一如图 3 所示。当第 3 级进入 1 状态时，反馈给第 2 级一个脉冲，使其变换状态从 0 到 1。当第 4 级进入 1 状态时反馈给第 3 级一个脉冲，使其变换状态从 0 到 1。它的开关过程见表 2。它和表 1 比较有些不同。当输入前 3 个脉冲时，这种电路的

表 2

脉 冲	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
第 4 级	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
第 3 级	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
第 2 级	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0
第 1 级	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0

记忆状态是一样的，当输入第 4 个脉冲时，如无反馈，电路状态应该是 0100，但

由于第 3 级处于 1 状态时给第 2 级一个反馈脉冲，使其从 0 变换到 1，从而，应该是 0110。这相当于表 1 的输入第 6 个脉冲时的情况(跳过了两个脉冲)。第 5 个脉冲输入时的状态是 0111，如输入一个脉冲(即输入第 6 个脉冲)，电路如无反馈，应进入 1000 状态，但由于第 4 级给第 3 级一个反馈脉冲，使电路进入 1100 状态，这相当于无反馈电路，输入了第 12 个脉冲时的状态，等于又跳过了 4 个脉冲，前后共跳过了 6 个脉冲。所以实际上只要有 10 个脉冲输入，就可使整个电路回复到 0000 状态，同时输出一个“进位脉冲”。以上就是对一个 16 进位电路，加上适当的反馈以后，变换成十进位电路的情形。

在数字式仪表中，每位读数都有一套十进位计数电路，因此读数位数越多，电路就越复杂。



数字显示装置

从上面的讨论可以看出，每输入一定数量的脉冲，计数器就表现出一种稳定的状态，这就相当于把脉冲数目贮存在电路中了。为了直接读取脉冲的数目，通过驱动电路选择数字显示装置的适当电极，把电路的状态用数字的形式显示出来。显示数目的装置有许多种，下面介绍一种读数较方便的装置——数

字指示管。

这是一种结构特殊的气体放电管，它有 10 个阴极和一个阳极，每个阴极的金属丝分别弯成 0、1、2……9 等数字的形状，阴极分别由各级触发电压控制。当驱动电路的触发电压加到阳极和选择的阴极时，在管内围绕这个阴极会因电离而发光，这样就指示出一位数字，有几位数，就亮几个灯(见图 4)。

电子数字式频率计

电子数字式仪表，现在已有许多种，这里只介绍一种比较简单的电子数字式仪表——数字式频率计。它的工作原理是这样的。首先将未知频率的待测信号加到脉冲形成电路中去，使对应于未知波形的一个周期产生一个脉冲，然后再将这些脉冲加到门电路，当门电路被起动的脉冲打开后，被测频率的脉冲就通过此“门”加到计数器中去计数。当门电路受停止脉冲的控制而关闭后，脉冲不能通过，计数器就停留在某一个数字上。如果起动和停止脉冲的时间间隔是 1 秒钟，则计数器指示的数字就是被测频率的数值。

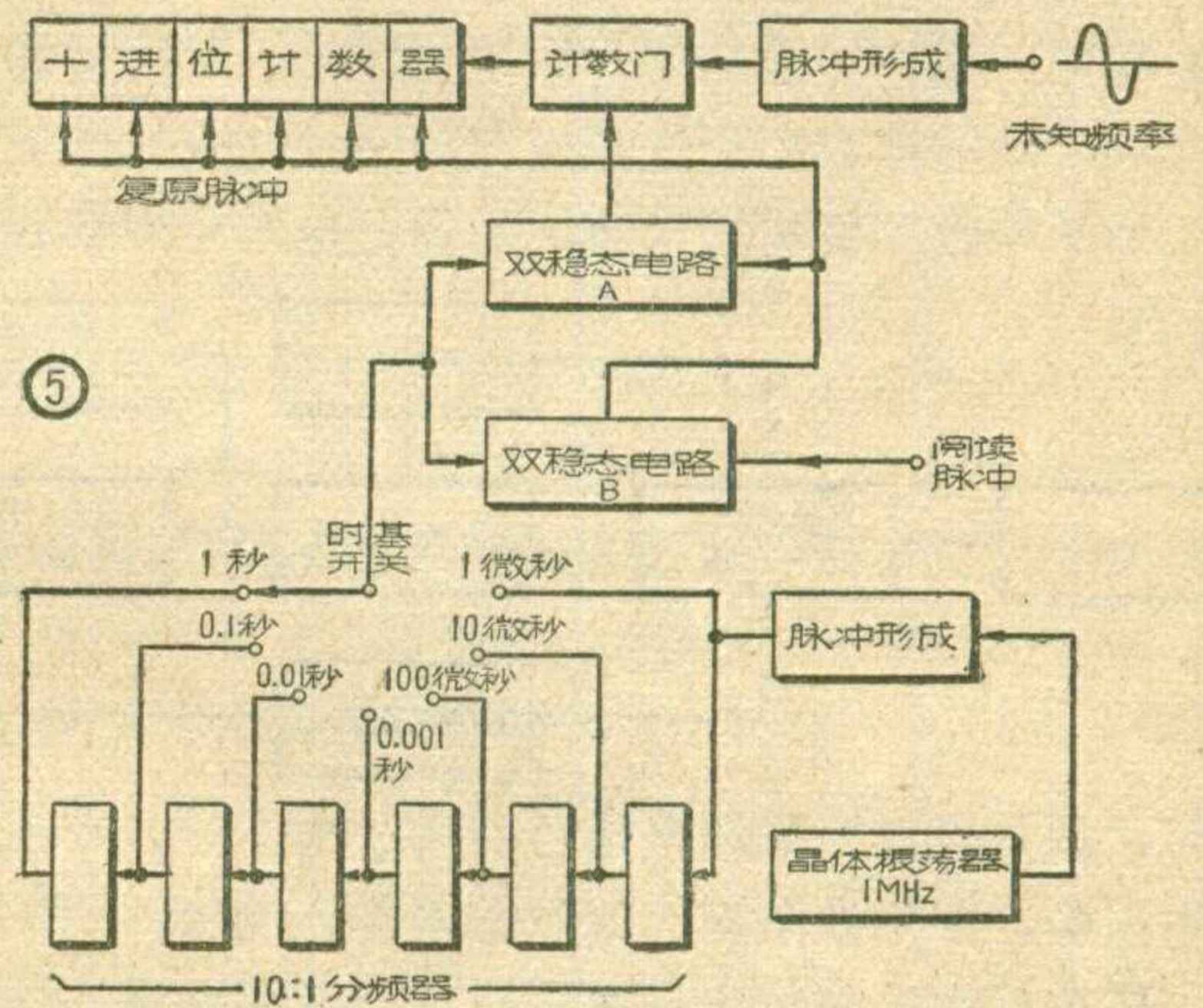
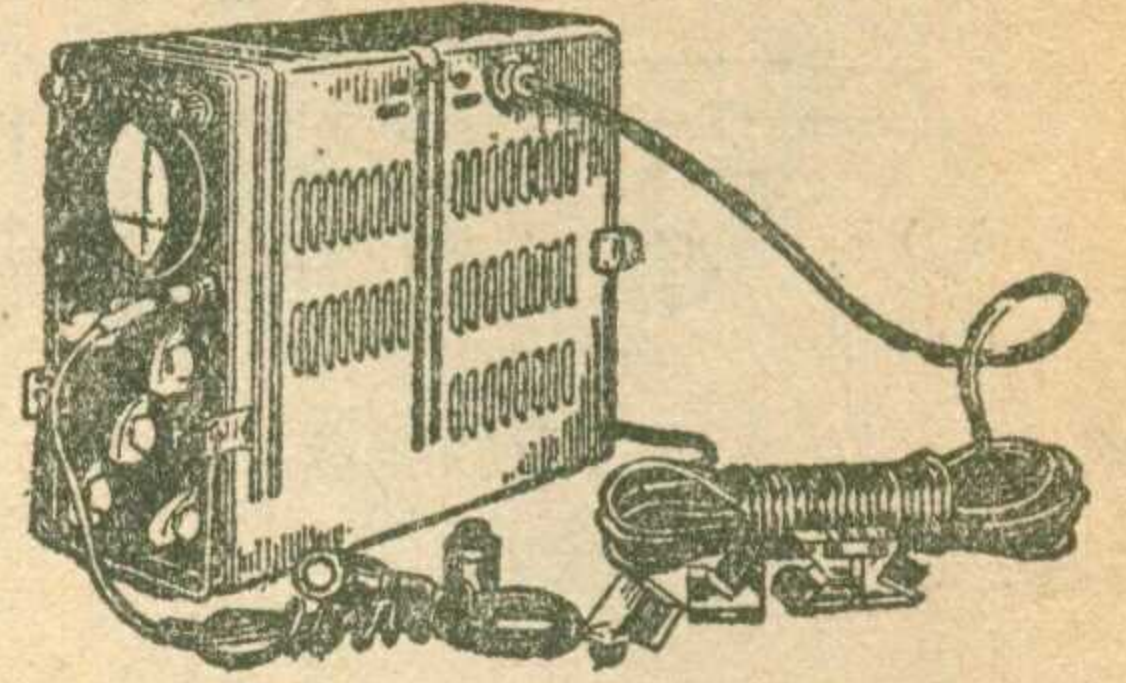


图 5 是一种频率仪的完整方框图。图中频率为 1 兆赫的晶体振荡器是主振器，其输出电压通过脉冲形成电路变成脉冲后加到级联的六个 10 比 1 分频器上，第一级分频器产生 10 微秒间隔的脉冲，第二级产生 100 微秒间隔的……，第六级产生 1 秒间隔的脉冲。这些脉冲称为时基脉冲，不同的时基代表不同的量程，通过时基开关来转换。在图示的开关位置，每秒钟有一个脉冲加到双稳态电路 A 和 B 的左管，使两者都保持在 0 状态(左管截止，右管导电)，进行测量时先加一阅读脉冲给双稳态电路 B 的右管，使它转到 1 的状态，随后它再得到 1 秒间隔的时基脉冲时，又转回到 0 状态，并从其右管输出一脉冲使计数器复原到初始状态，准备计数。这个输出脉冲同时加到双稳态电路 A，使 A 转换，打开计数门，这时由被测频率的信号变换成的脉冲就通过计数门加到计数器中去。过一秒后，时基又输出一个脉冲使 A 回到 0 状态，关闭计数门，从十进位计数器上就可以读出未知频率值。

超声波探伤仪是怎样工作的

十 斗

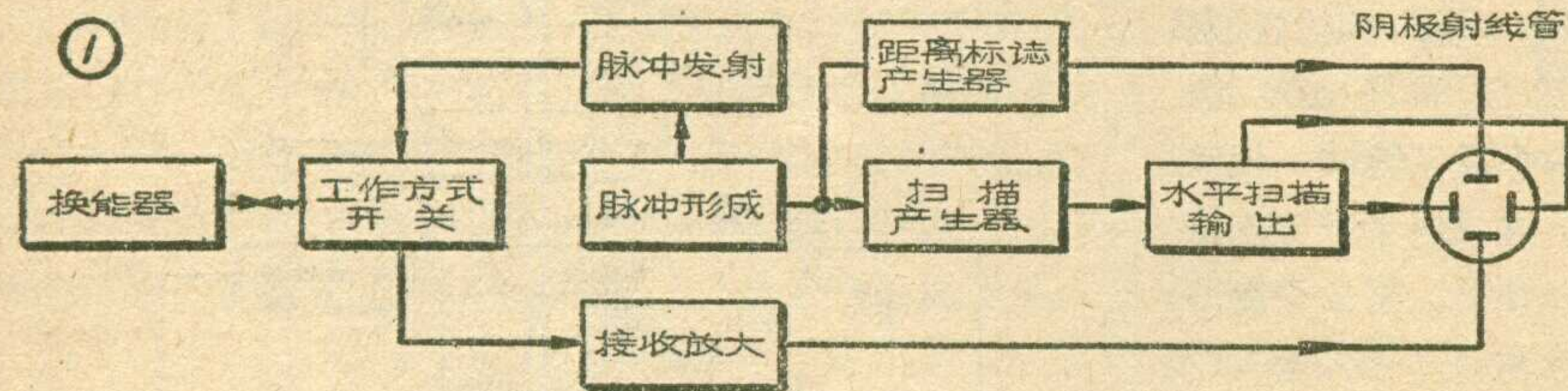


超声波探伤仪是利用超声波方法对固体介质的缺陷进行无损探测的设备。它能在不损坏试件的前提下，用来发现材料、半成品、零件中的伤痕、砂眼、裂缝等，并能确定它们的位置和距离。

超声波探伤仪，以一定方向向介质发出超声波脉冲信号。脉冲信号在介质里的传播过程中，碰到缺陷处时，一部分超声能量被反射回来，经接收放大，显示在阴极射线管荧光屏上。根据显示的图象来确定缺陷存在的深度位置和缺陷的大小。

采用超声波探伤是因为：它在介质中传播时，比声波能更集中地将能量向一个方向传播，频率越高，束射角越少；传播到两种介质的交界面时（例如材料的对壁与空气，或者缺陷处材料与空气的交界面），会产生反射、折射现象；超声波在均匀介质里传播时，其传播速度不变，因而，缺陷存在的深度距离与传播时间成比例关系。

为了接收和发射超声波，需要把电信号变换成超声

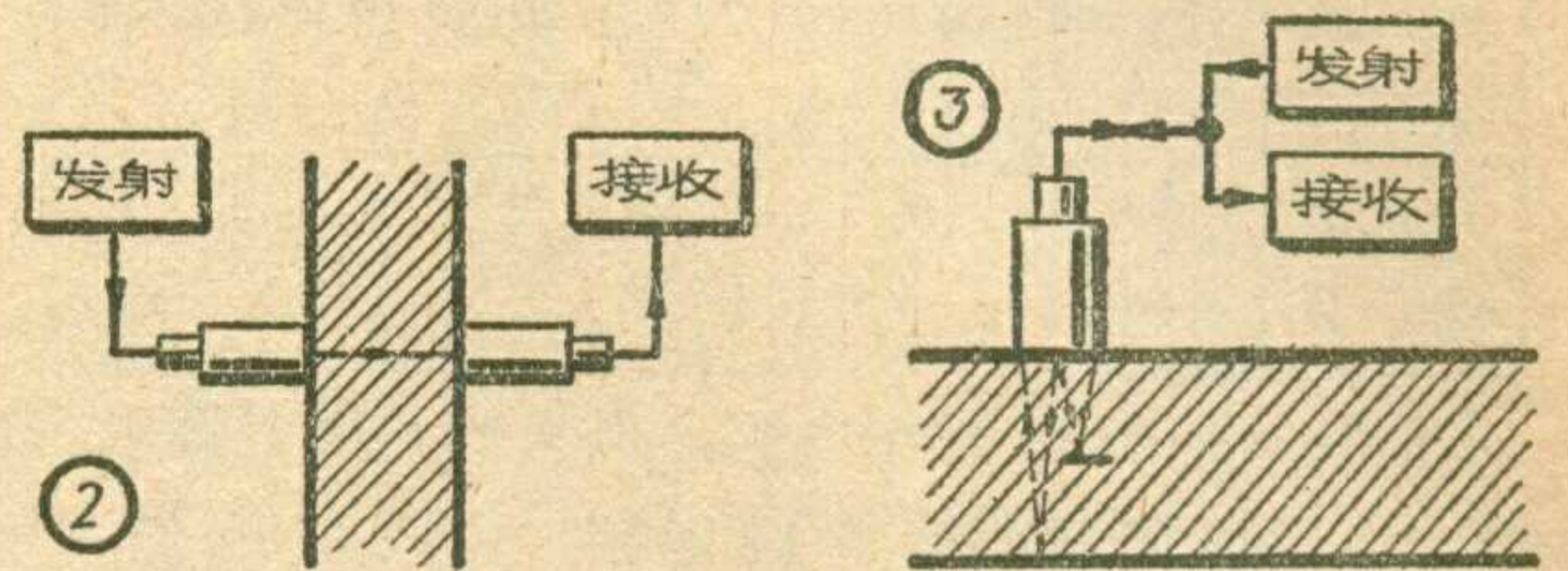


信号，以及反过来把超声信号变换成电信号。在超声波探伤仪中，多用钛酸钡、锆钛酸钡等压电晶体作换能器。压电晶体给它加上一电场后，会根据电场的强弱产生相应的伸缩效应，反之加上或除去加在它上面的压力时，会输出相应的电信号。

今以A型超声波探伤仪为例，说明各个基本电路的作用，其方框图见图1。

脉冲形成级是仪器的脉冲源，用来产生启动各个电路所需要的不同极性的触发脉冲。触发脉冲的重复频率对仪器的显示部分——阴极射线管的辉度有直接影响。如果重复频率较高，则每秒钟电子束在屏幕上的实照时间就多一些，尤其在电子束扫描速度较快时，重复频率就应该高一些，否则在屏幕上看到的影象就不清楚。各种探伤仪的脉冲重复频率，有的采用可变化的自振方式的，有的与市电电源同步，与电源频率一样。

脉冲发射级是用来供给换能器以电脉冲的，它大部分时间不工作，仅在脉冲形成级输出的触发脉冲触发的一刹那工作一下。脉冲发射级电路通常有两种工作方式。一种是利用周期充电电容器通过闸流管放电去激发换能器振动而产生超声波。另一种是用开关脉冲去控制发射



级的等幅振荡输出，被控制部分，可以是自激振荡的电子管，也可以是放大振荡信号的末级输出管。这两种方式中，前者的输出是减幅振荡，后者是等幅振荡，只是电路较复杂一些。

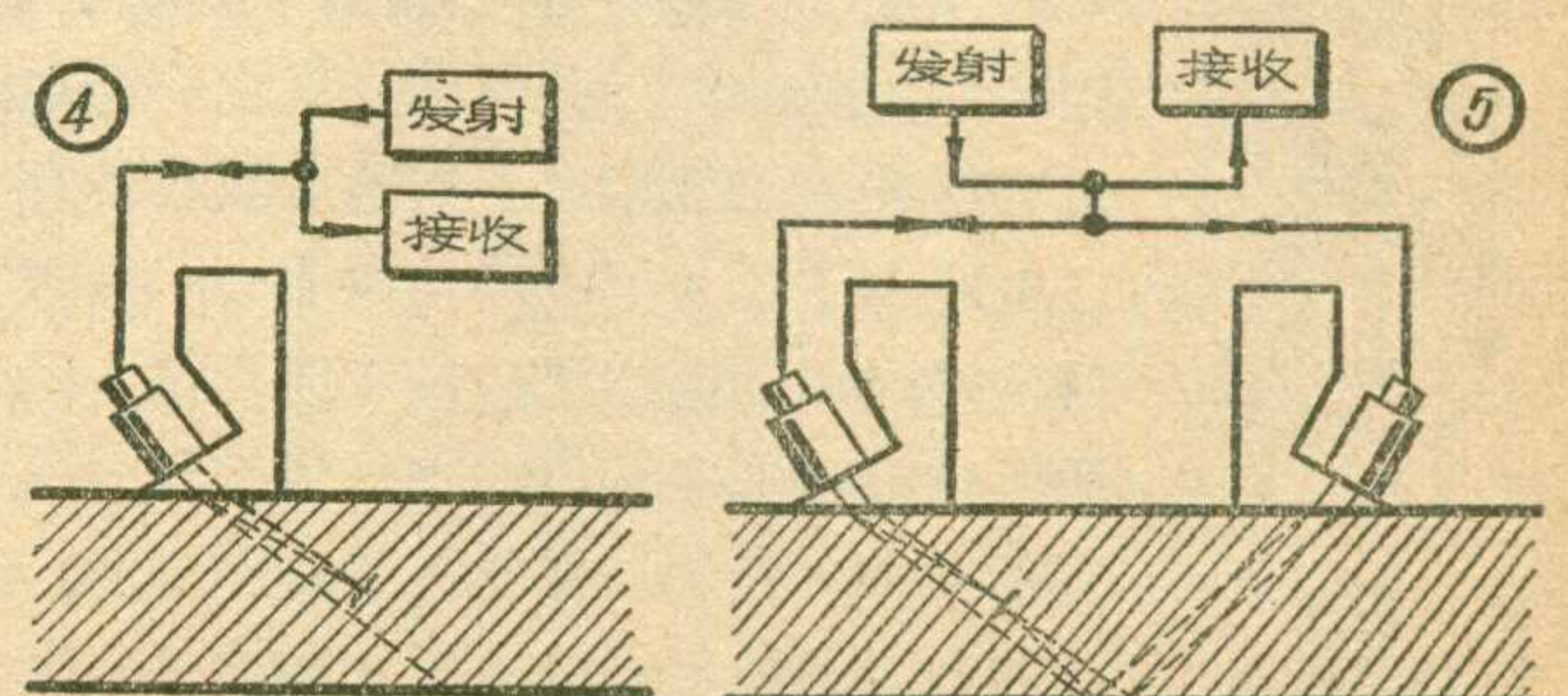
换能器的压电晶体有它自己固有的自然频率。探测较厚材料时，用频率较低的换能器，探测较薄材料时，用较高的频率。从探测缺陷的效果来看，频率低时，超声波在材料中的衰减较小，但不易发现小面积的缺陷。反之，频率高时，能易于探测出细小的缺陷，但缺点是

传播衰耗大，测量较厚材料时，就不适宜了。一般常用的频率是从几百千赫到5兆赫，甚至用到10兆赫。

换能器根据探测方式的要求，做成直探头或斜探头等

各种式样。直探头多用于一般测量，斜探头主要用于探测薄材、管道、曲轴、焊缝等的缺陷。根据探测要求，可把换能器接成用双探头形式的穿透法（如图2），或者接成用单探头（图3、4）或双探头（图5）的回波反射法。各种探测方式的变换是靠工作方式开关进行的。

扫描发生器是在阴极射线管屏幕上，显现扫描线用的。在超声波的传播过程中，扫描线与时间成线性关系，根据这一时间线来确定缺陷存在的深度距离。因此，在探测不同深度距离时，要用不同的扫描速度（材料越厚，扫描速度越慢）。扫描发生器的输出经水平扫描放大器放大后，加到阴极射线管的水平偏转板上，使

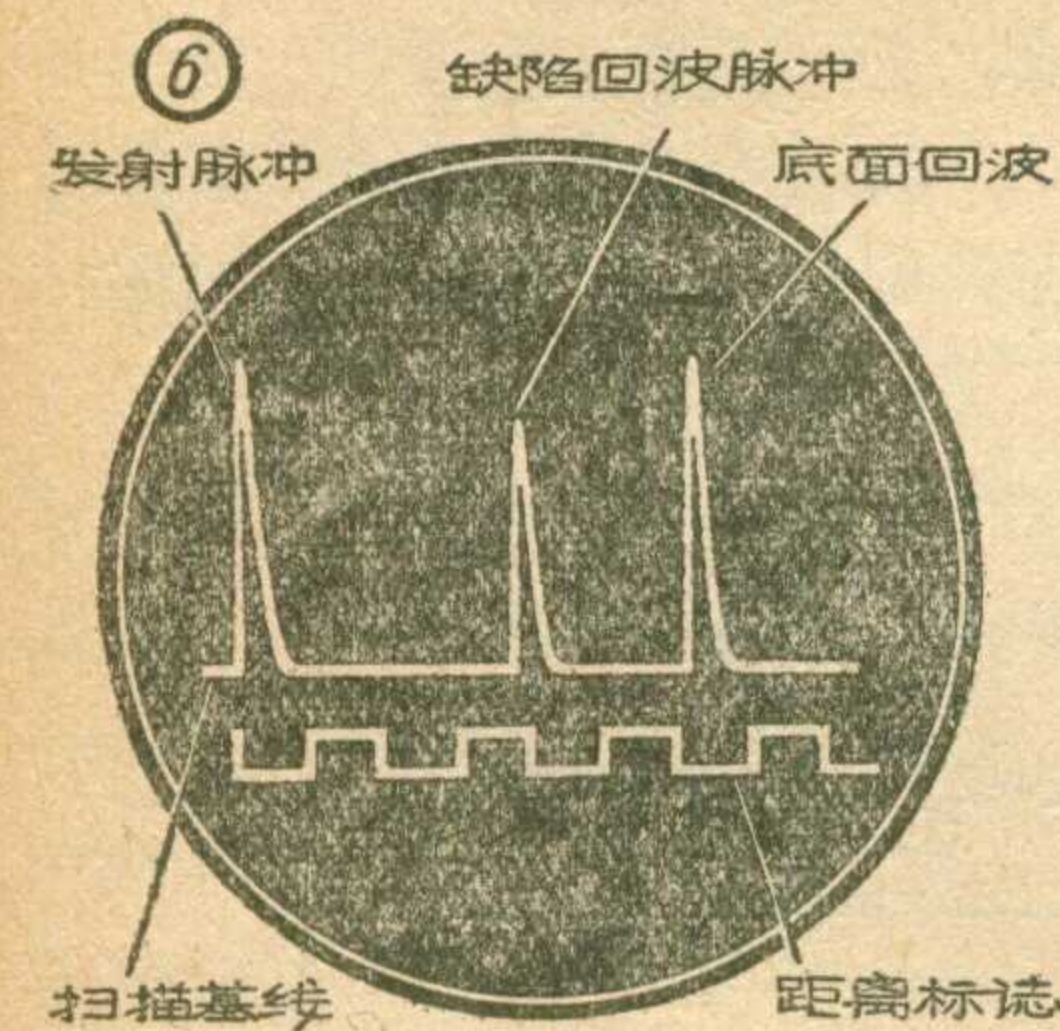


电子束在水平方向扫描。

为了更方便地讀出缺陷所在位置的距離，由距離标志产生器輸出距離标志脉冲，在屏幕上呈現与扫描綫同方向等間隔的距離标志。

从材料底面反射回来的、以及从缺陷处反射回来的微弱回波信号，經過接收放大电路放大并去除杂波后，加到阴极射綫管的垂直偏轉板上，将回波信号显示出来。有时，經放大后，让高频信号經過检波及視頻放大后，再添加到阴极射綫管偏轉板上去的。两者的差別是前者显示的是高频全信号，后者則是高频信号的包絡綫。

阴极射綫管是显现探测結果的部分。它把快速变化的发射及回波脉冲显示在屏幕上，达到最后观测的目的。A型显示方式的显示在屏幕上的图形見图6。屏幕上有水平扫描綫，从左至右扫描，发射脉冲出现在扫描綫的左端，被测物件的底面回波，根据距換能器接触面的远近，显示在扫描綫的右边。当被测物件有缺陷时，缺陷回波信号出现在两者之間，出现在扫描綫上的位置与缺陷所在深度成正比。与屏幕上显现的距離标志比較，能讀出缺陷所在处的深度距离。距離标志綫是等距离的重复波形，通常其間隔相当于材料的整数尺寸，例如1厘米、10厘米等。



近，显示在扫描綫的右边。当被测物件有缺陷时，缺陷回波信号出现在两者之間，出现在扫描綫上的位置与缺陷所在深度成正比。与屏幕上显现的距離标志比較，能讀出缺陷所在处的深度距离。距離标志綫

是等距离的重复波形，通常其間隔相当于材料的整数尺寸，例如1厘米、10厘米等。

在使用探伤仪时，应在換能器与被测件表面間塗上传声的耦合剂（如机油等），使超声能量絕大部分透入被测物件中去，对被测件表面也有一定的平整度和光洁度要求。

从发展趋势来看，超声波探伤仪的使用面越来越广。越来越多的工业品需要这种无损的、迅速的、經濟的探伤方法来发现潜在的缺陷。要求探伤仪有多样化的探头，以适应不同的用途，还要求发射脉冲有多种頻率变换，并能变换脉冲寬度，以适应各种不同材料，不同深度的探测。

《电子技术》征求1966年度订戶

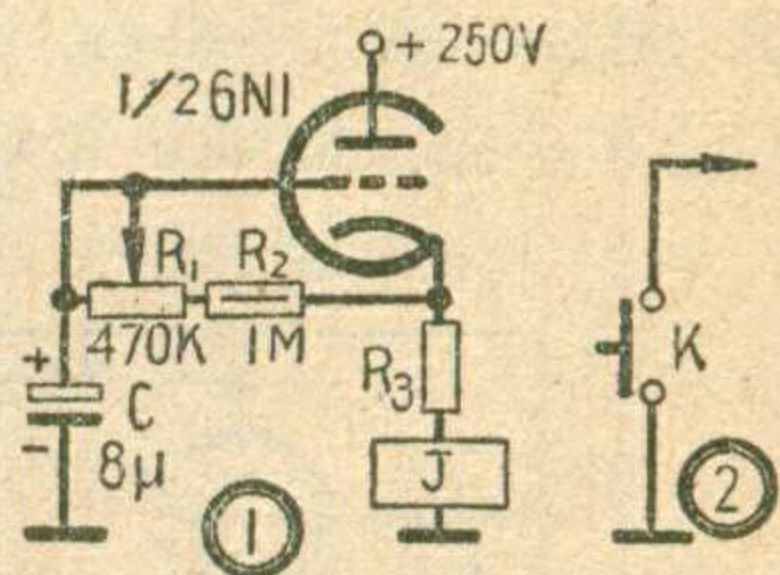
《电子技术》是上海市电子学会主办的中級綜合性技术刊物。它主要介紹国内外电子技术新知識和經驗，并設有“有問有答”栏专为讀者服务。欢迎讀者向当地邮局办理訂閱手續。如当地訂购不到，請函上海市报刊发行处或上海市北苏州路360号《电子技术》編輯室洽訂。

負反饋式电子 延迟继电器

蔣祖仁

电子延迟继电器是一种由电子电路构成的，具有延迟作用的电子继电器。本文所介紹的是利用深度負反饋原理而构成的一种电子延迟继电器。它的特点是：电路簡單，延迟時間长而精确，并能很簡便地用它来构成一些控制电路，如点焊時間控制器、自动定时器、等等。

图1是这种电子延迟继电器的原理电路。开始时电容器C上无电压，故电子管的栅极电位为零电位。由于有屏流，此屏流在阴极电阻上形成的压降，使电子管栅阴之間电位是負的，所以此时屏流很小，不足以使高灵敏继电器J动作。以后由于屏流逐渐通过R₁和R₂对电容器C充电，而使栅极电位升高，栅阴之間电位升高，屏流增大。但屏流的增加又导致栅阴之間电位的下降，所以实际上栅阴之間电位升高不多，屏流增加得也很少。这个过程即所謂負反饋过程。由于負反饋的緣故，使电子管的屏流增长得极慢，故使屏流达到能使高灵敏继电器吸动的時間就变得很长了，达到了长時間延迟吸动的目的。此电路的延迟時間主要由电容C和电阻R₁和R₂决定。通常用变更电阻值的方法来改变延迟時間。元件参数可用实验方法确定。在图1中，当C为8μf，R₁为1MΩ，R₂为470KΩ(可調)时，延迟時間大約为2~3分钟。如要增大延迟時間可再增大R₁和R₂的数值。电阻R₃的选择应根据高灵敏继电器的吸合和释放电流来确定，但原則是：继电器的释放电流应大于电子管的初始电流（电容器C短路时的R₃支路里的电流），继电器的吸动电流应稍小于电路达到动态平衡时的最大屏流。



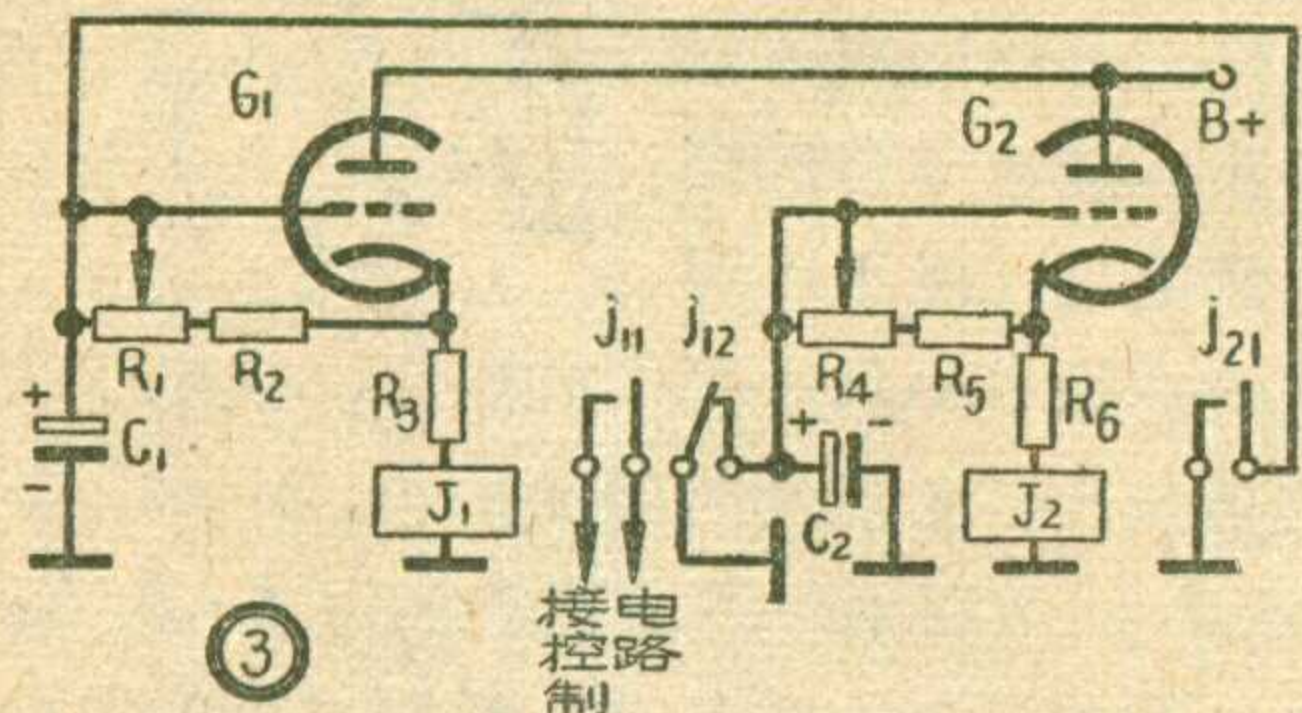
1. 点焊時間控制器

在点焊技术中，利用本电子延迟继电器就可以既簡便又精确地来控制点焊的时间。其电路仍如图1，只是在电容器C两端并接了一个按钮开关K，如图2所示。继电器J的接点j用作点焊机的电源开关。一旦按下按钮K时（注意：在按K时要一接即放），电容器C上的电荷即通过K迅速放电完毕，电路回到了初始状态，继电器J释放，j閉合，点焊机开始工作。回复K后，电路就开始延迟过程。經過一段固定的延迟時間后继电器

J 吸动, j 打开, 点焊机停止工作, 从而完成自动控制点焊时间的作用。

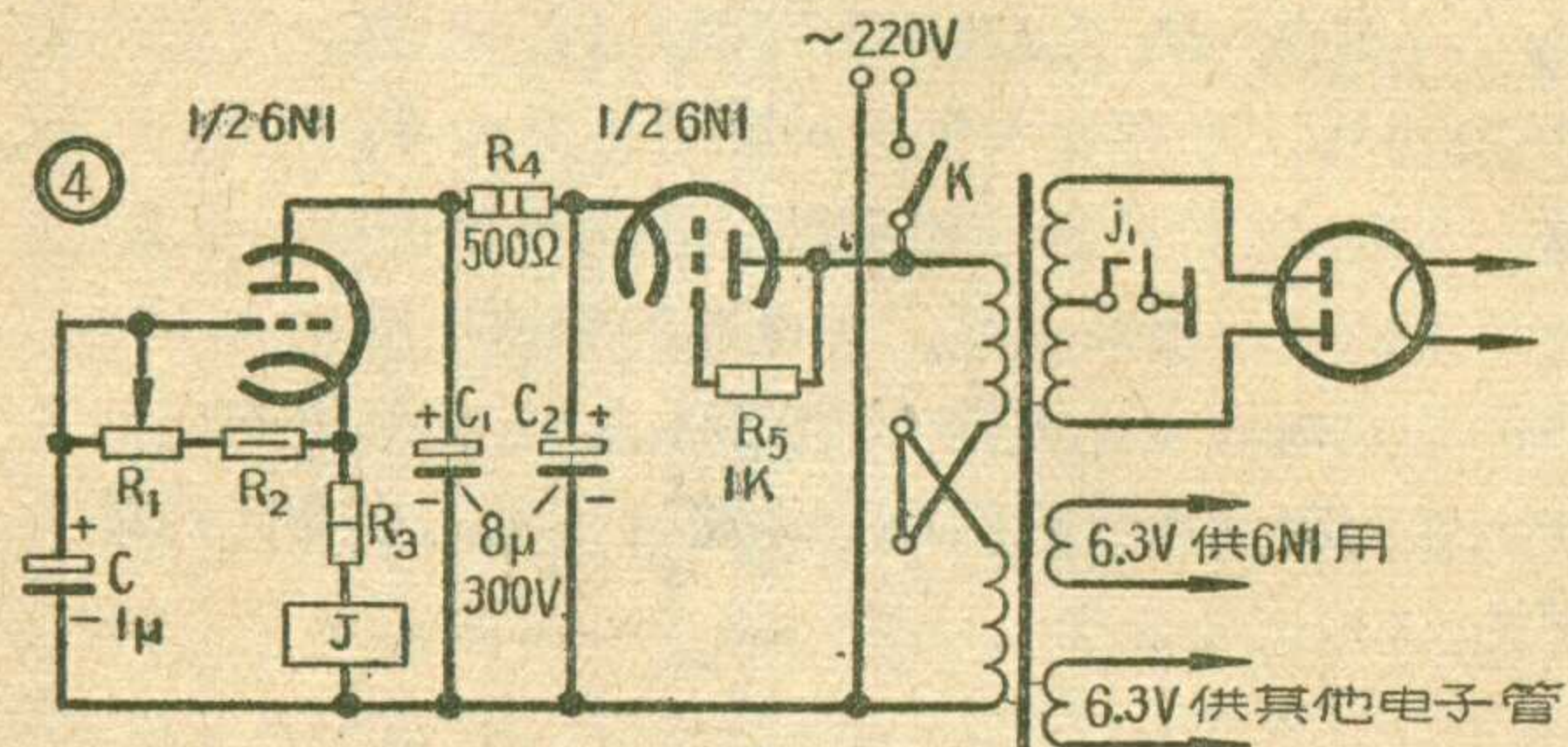
2. 自动定时器

在不少自动控制设备中, 常常需要有周期性的自动接通和断开的开关装置, 自动定时器就能起到这种周期性自动开关的作用。图3是一种自动定时器的原理电路。开始时, 电容器 C_1 逐渐被充上电荷, 屏流逐渐增大, 经过一段时间后 J_1 动作, j_{11} 闭合接通控制电路, 同时 j_{12} 被打开, 除掉并在电容器 C_2 上的短路线, 使电子管 G_2 的电路进行类似于 G_1 电路的延迟。过了一段时间后 J_2 吸动, j_{21} 闭合, 造成 C_1 的短路, 故使继电器 J_1 释放, j_{11} 打开, 开断控制电路。另外由于 J_1 的释放也使 j_{12} 闭合, 造成了电容 C_2 的短路又使 J_2 释放, j_{21} 打开, 整个电路又回到了起始状态, 形成了一个定时周期。



3. 使扩音机和一些高压电子设备加灯丝电源后再加高压电源。

在扩音机和一些大功率的电子设备中, 整流管通常是直热式的, 而其它电子管则是旁热式的, 所以当整流管已被加热而有高压输出时, 往往其它电子管还没被加热, 亦即无电子发射, 这使整流器处在空载状态, 滤波电容上的电压被充得很高, 很容易使其击穿, 严重时甚至将整流管烧毁。为了克服这一缺点, 在开机时需先开



灯丝后开高压。图4所示的电路是一种自动控制先加灯丝后加高压的装置。

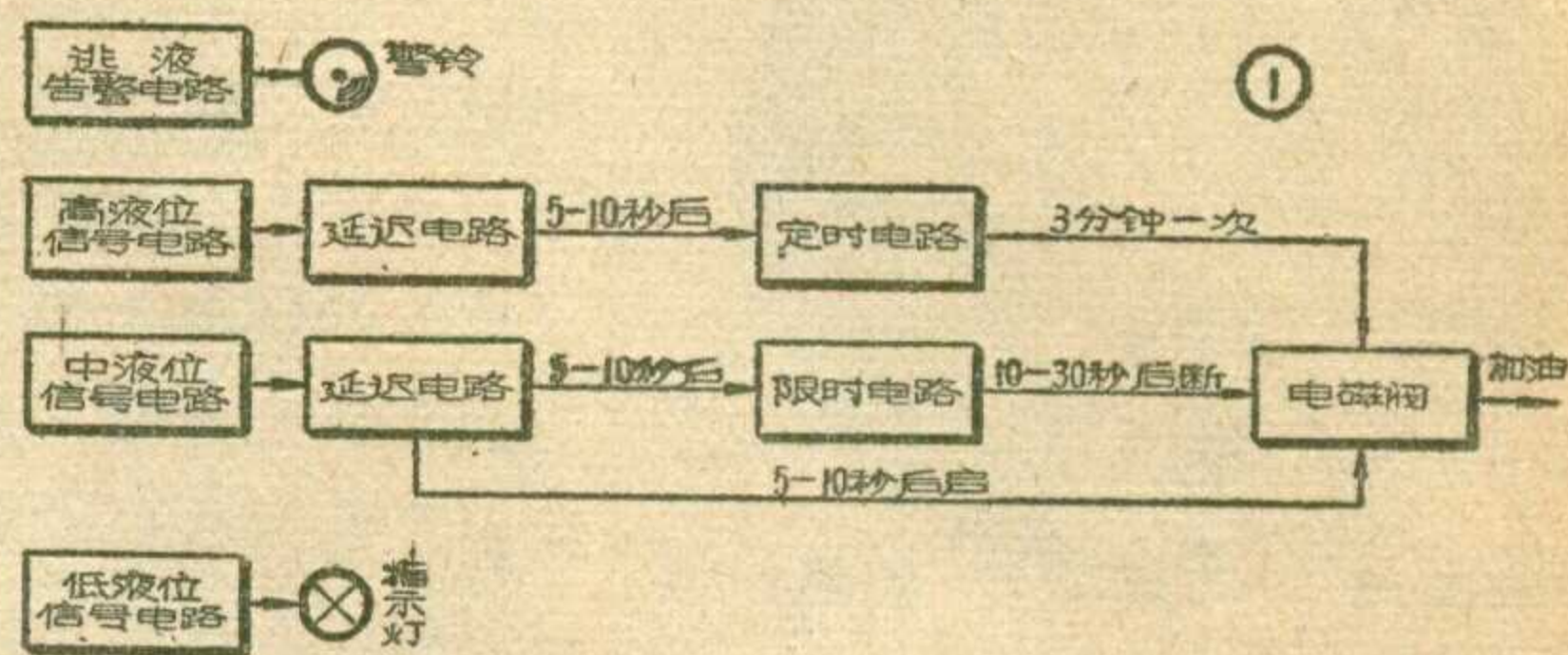
本装置电子延迟继电器电路的高压直接由交流 220V 经 6N1 $\frac{1}{2}$ 整流而得。为了避免底盘带电, 电子延迟继电器部份可不接底盘, 电容 C 和电解电容 C_1 和 C_2 希采用纸壳电解的。当合上电源开关 K 后各电子管灯丝电压即被加上了, 但由于继电器 J 的接点 j_1 是开断的, 所以无高压输出, 只有当电子延迟继电器正常工作并延迟后, 才有高压输出。

抗菌素在发酵过程中, 会产生大量泡沫, 遍及整个发酵缸。如不及时消除, 将会引起发酵液外溢和氧代谢衰减。当发酵激烈时, 两三分钟泡沫就会上升一次。因而, 工作人员要经常观察缸内液面情况, 若发现泡沫上升, 就加入一定量的油(消沫剂), 以减小泡沫张力使泡沫破裂而消除。油不能加得太多, 多了会影响氧的利用和菌种的代谢, 但又不能加得太少, 少了不能抑制泡沫上升。

我们根据生产上的需要, 制成了能自动加油消沫的设备, 经过一年多的使用证明, 不但能减轻工作人员的劳动强度, 也提高了操作的准确性, 同时对提高产量及节约用油也起了一定的作用, 更重要的是为发酵过程的集中控制创造了条件。现在把它的工作程序及原理, 简述如下。

自动加油器主要由液位信号电路、时间控制电路和执行机构——电磁阀组成。

当发酵缸内泡沫开始升起, 通过低液位信号电路的指示灯的变化, 告知液面开始升起(参看图1)。泡沫升

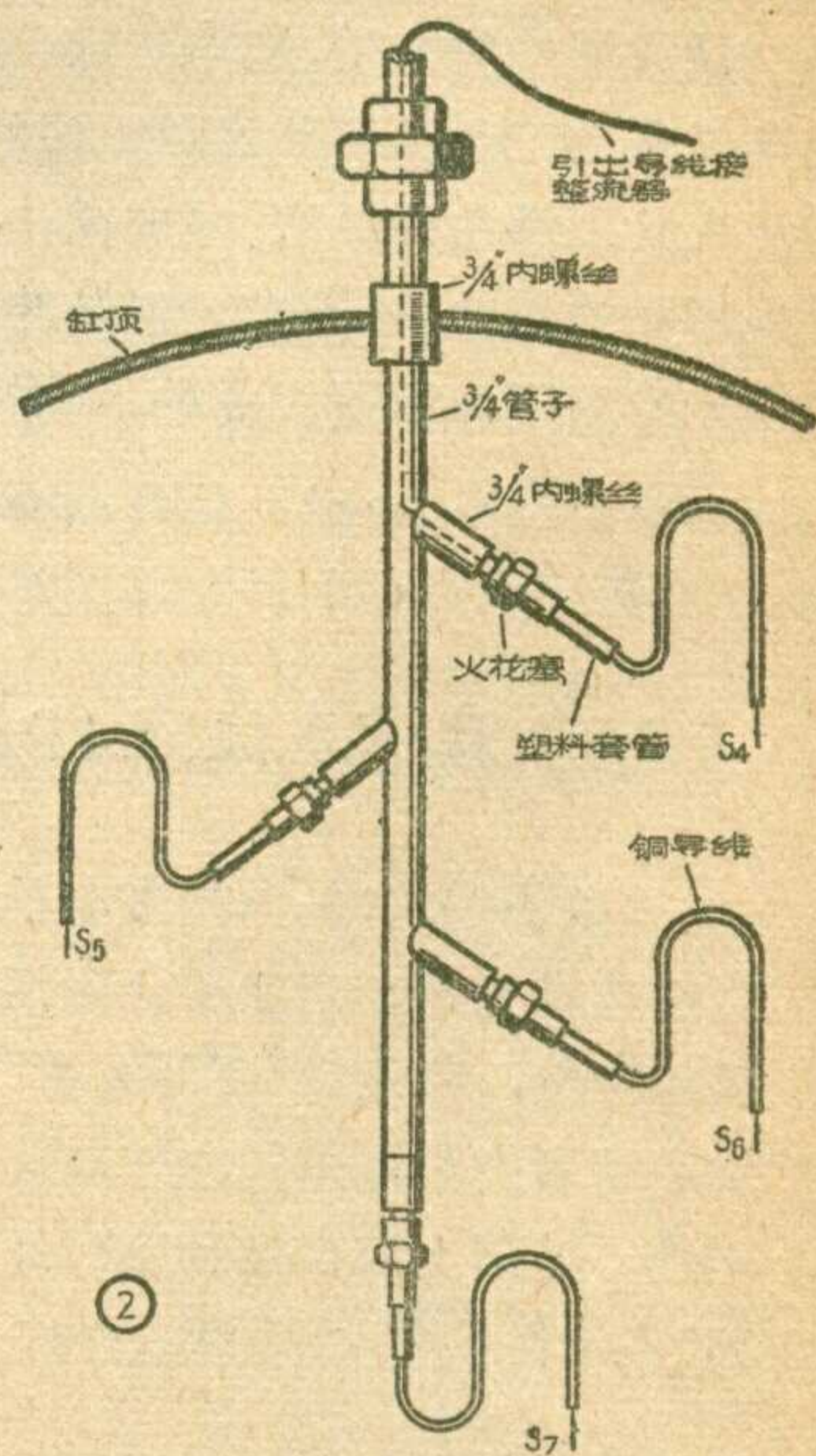


到一定程度时, 中液位信号电路工作, 驱动延迟电路, 待 5~10 秒钟后, 驱动电磁阀加油, 同时使限时电路工作, 又经 10~30 秒后, 断开电磁阀电路, 停止加油。

如果液面还继续上升, 高液位信号电路开始工作, 驱动延迟电路, 待 5~10 秒钟后, 驱动定时电路, 每 3 分钟加油一次。

如果因某种原因, 液面还继续上升, 泡沫溢出缸外时, 逃液告警电路就动作, 振铃告警, 工作人员可采取应急措施。

在介绍电路以前, 先介绍一下电极的结构(见图2)。在一根铁管上共装了 4 个电极, $S_4 \sim S_7$ 分别为, 逃液告警、高液位、中液位及低液位电极。根据液面的高低不同, 与液面接触的电极数目也不同。电极是用内燃机火花



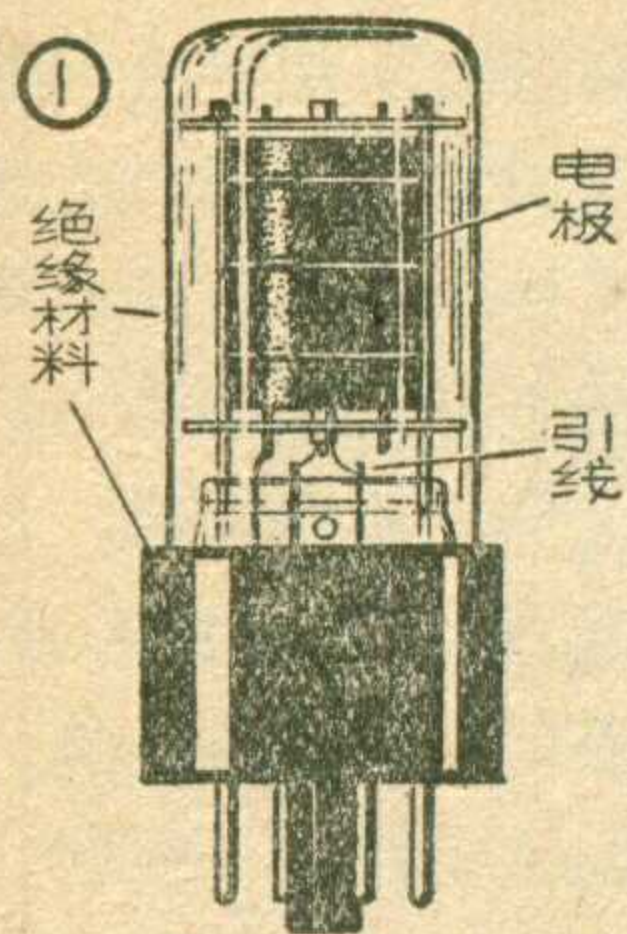
普通电子管为什么不能工作于超高频段

高 频

无线电工程自长波通信开始，经历中波波段，逐步进到短波波段。随着人们对无线电波性质认识的不断完善，无线电技术的不断发展，目前已进入到超短波段和微波段，并向更短的波段前进。无线电工程所以有如此成就，是和电子管的发展分不开的。但是普通结构的电子管一般只能工作于30兆赫以下的短波范围内。当继续提高工作频率时，一般电子管便显示出许多缺点，

如输出功率降低，工作不稳定，频率再高，普通电子管甚至就完全不能工作了。

普通电子管为什么不能工作于超高频波段呢？主要有以下几方面的原因。



一、极间电容、引线电感限制了电子管的工作频率

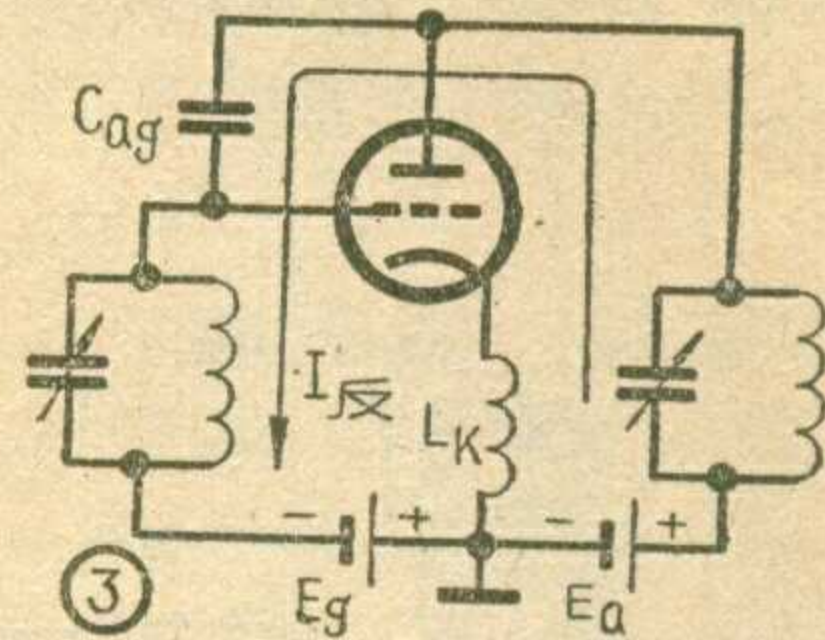
图1是一般电子管的外形，它的屏、栅、阴极(a, g, k)必须通过管内引线才能与外电路连接。这些引线有一定的电感量，称为“引线电感”；而各金属电极之间也有一定的电容量，称为“极间电容”。它们都处在电子管内，是电子管本身所具有的。因此，电子管的电路图应如图2所示。其中a', g', k'分别是管外的屏、栅、阴极引线端，C_{ag}, C_{ak}, C_{gk}代表相关的极间电容，L_a, L_g, L_k代表各电极引线的电感。尽管这些极间电容和引线电感都很小，在频率较低的时候，可以不去考虑。但是，当工作频率超过30兆赫时，它们的影响将趋于严重，电子管的工作情况将显著变坏。

在高频放大器里(图3)，电子管内屏栅极间电容C_{ag}和阴极引线电感L_k的影响最为突出。由于C_{ag}的存在，屏极回路输出的高频电流将有一部通过C_{ag}反馈到栅极的输入回路，在输入回路上产生电压降，当此反馈电压的相位合适而幅度足够大时，将会引起振荡。频率愈高，C_{ag}的容抗越低，反馈电流I_反也将越大，就更会产生振荡，结果使放大器无法工作。特别是用高跨导电子管的高频电压放大器或大功率放大器，更易产生这种现象。管内引线电感L_k的存在，就相当于在阴极上串了一个电感，有一定的电抗，当屏流通过L_k时，所产生的电压降对输入电压来说是反相的，于是就产生负反馈作用。这种负反馈作用将使电压放大器的增益降低，或使功率放大

器所需的激励功率增加，同样它的功率放大倍数也会减小。由于电感的电抗随频率的提高而加大，负反馈现象也将随频率的提高而更加严重。因此，电子管在较高频率下工作时，工作情况将大为恶化。

另外我们知道，电子管用作振荡器时，外部一般都

接有由LC所组成的振荡回路(图3也可看成是一种调频调栅式振荡器电路)，L、C数值的大小决定振荡器的振荡频率。L、C的数值愈小，振荡器所产生的振荡频率愈高。当L、C的数值小到等于零的极限情况，似乎



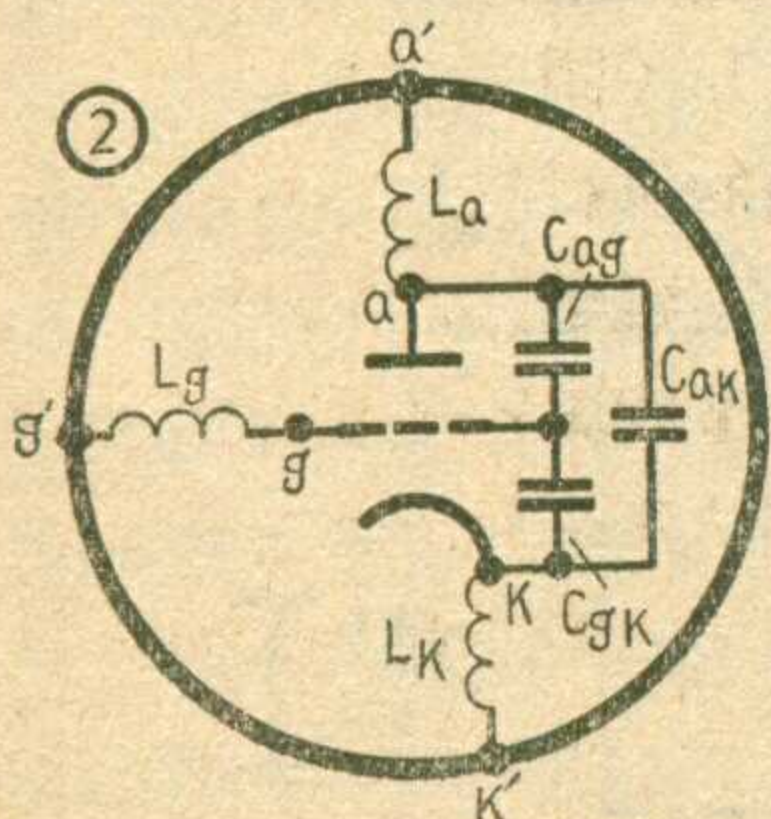
振荡频率可以高到无穷大了。可是由于电子管内有极间电容和引线电感的存在，即使在栅极和屏极不外接任何元件而将屏、栅、阴极都短路的情况下，也能形成一个振荡回路。我们试将图2中屏、栅、阴(a', g', k')三极短路后，就可明了。这三极直接短路后，就可得到如图4(a)所示的电路。此电路中的三个电感经过适当的阻抗变换后，即可等效为图4(b)。这样，电子管的屏栅、栅阴、屏阴之间都接有一个用极间电容和由引线电感变换后的电感所组成的振荡回路。通常，这种电路称为三回路振荡电路。由这些参量所决定的自激频率就是电子管的“极限频率”。如果在电子管外接入任何电感或电容，则因总的回路电感或电容量增加，其振荡频率只会下降，不会再比极限频率增高。因此，电子管只能在低于其极限频率下工作。

一般结构的电子管，它的电极尺寸较大，而且电极引线都集中在管底引出，这些金属导线之间也构成一定的电容量，故极间总的杂散电容量较大。另外电极引线也比较长。所以这类电子管的极限频率一般都在100兆赫以下。

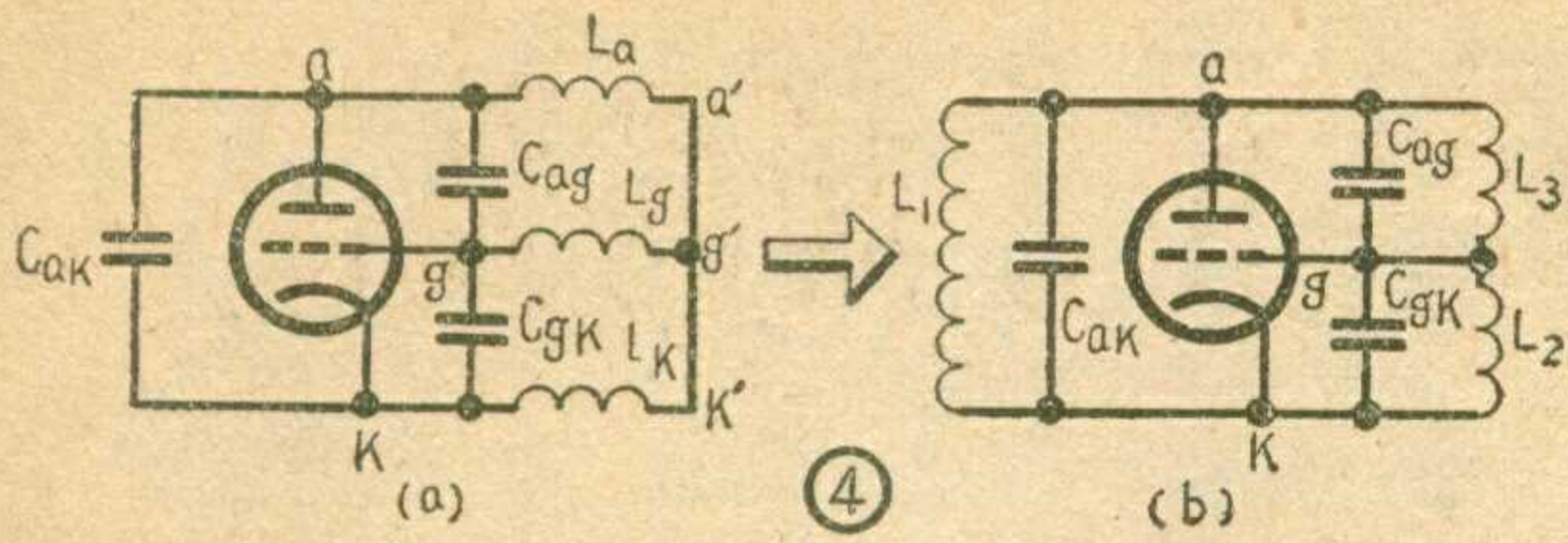
二、电子惯性的影响

在研究电子管内电子惯性的影响以前，让我们先看看电子管的性质和它的工作过程。

我们知道，普通电子管是依靠静电场控制电子运动进行放大或做其他工作的。然而，电子本身却不是电子管放大作用的能量源泉，它只起着把屏极电源的直流能量转换为高频能量的媒介作用。这转换过程是靠运动的电子来实现的。电子自阴极发射后，在电子管内的屏阴极间空间受直流电压E_a所建立的恒定电场作用，获得了动能并飞向屏极。但是，当电子经过栅极时，由于受

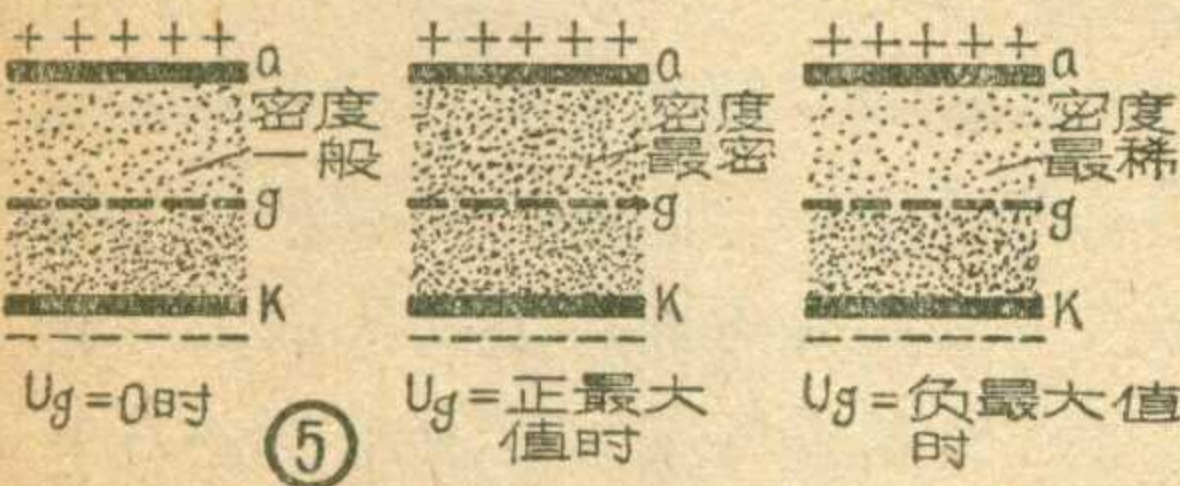


这种负反馈作用将使电压放大器的增益降低，或使功率放大



到外加于栅极上的高频电压 U_g 的影响，使得飞达屏极的电子数目依栅极高频电压的规律变化。当 U_g 为正半周时，栅极放过的电子数目增多，屏栅极间的电子密度增加，使达到屏极的电子数目增加，于是屏流上升。而当 U_g 为负半周时，情况则相反，至使屏流下降。当没有高频电压时 ($U_g=0$)，屏流为一恒定值，此时，电子所获得的动量全部打击到屏极上变为热能使屏极发热 (参阅图 5)。由于屏流的变化是因屏栅极间电子密度变化和到达屏极的电子数目多少而引起的，因此，这种过程称为电子的“密度调制”。并且，电子密度变化的规律取决于栅极电位的变化情况，因而，这类电子管称为“静电控制”的电子管。

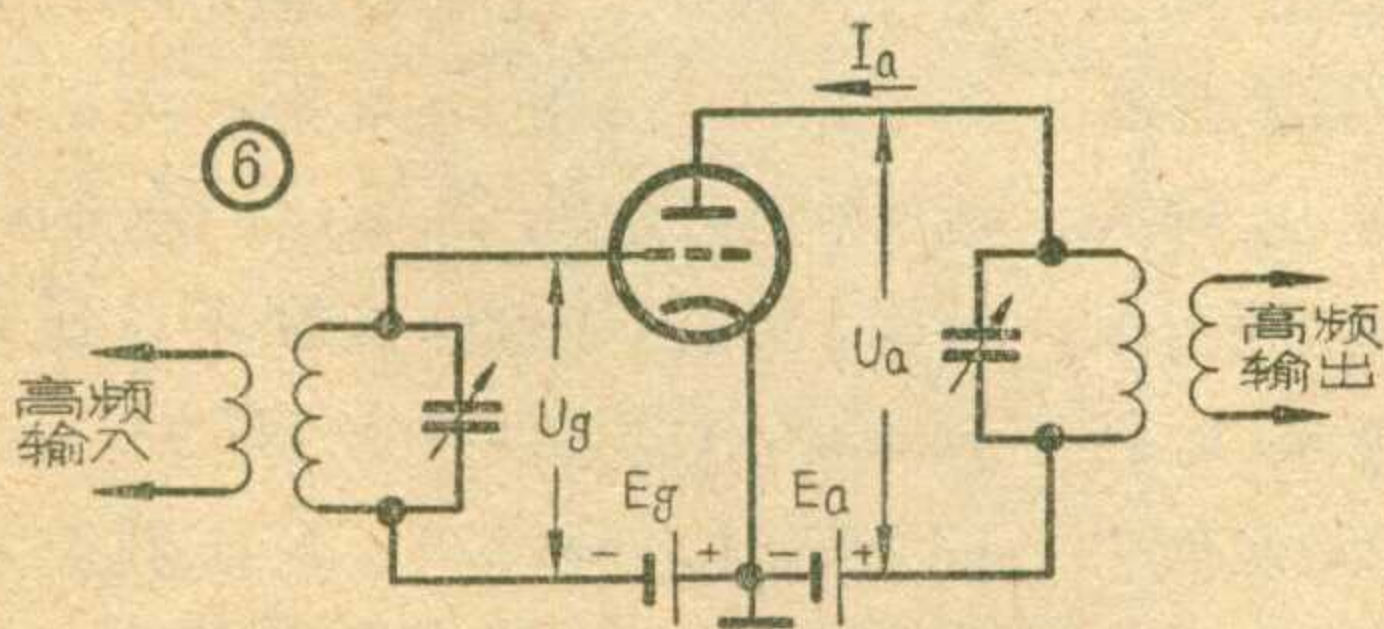
电子从屏极直流电源获得了动能，通过栅极的控制作用以密度变化的方式打上屏极，使屏极电流出现按高频电压 U_g 的规律变化的高频成分 I_a (参阅图 6)。此电流在屏极回路上产生高频电压降 U_a ，当栅极电位“上升”时 (相当于 U_g 为正半周)，屏流增加，使 U_a 增加。



由于屏极直流电压是不变的，结果电子管屏极与阴极之间的电位将因 U_a 的增加而“降低”。反之则使屏极

电位上升。这表明电子管放大器栅极与屏极上的高频电压是反相的。从屏极回路上得到放大的高频电压输出。

但是，电子有一定的质量，因而也有惯性。电子从阴极飞到屏极需要一定的时间，此时间称为电子的“渡越时间”。理论与实验证明，电子的渡越时间是与电子管的极间距离成正比，而与加于电极之间的电压的方根值成反比的。一般电子管的电子渡越时间约为 10^{-9} 秒。实验指出，只有加于电子管电极上的高频电压的周期比渡越时间大得多时，它才能较为满意地工作。当工作频率低于 100 兆赫 (即周期大于 10^{-8} 秒) 时，还可近似地认为电子是无惯性的。此时，电子能够在高频电压同一



极性 (例如正半周的某一瞬时) 下飞达屏极，如实地反映出栅极电位变化的情况。但是，当工作频率高于 1000 兆赫 (即周期小于 10^{-9} 秒) 时，情况将大不相同。例如，当电子在栅极高频电压正半周的某一瞬间离开阴极飞向屏极时，由于高频电压的变化速度很快，电子还没有飞越栅极，栅极电压已由正半周改变到负半周。这样，电子在栅阴空间将受到栅极为负阴极为正的反向电场作用，除部分电子能克服此反向电场的斥力继续飞向屏极外，将有部分电子被折返阴极，这个现象称为电子的返回效应。返回效应使得电子不能如数地飞达屏极，于是屏流电流就无法正确地反映栅极的变化情况。也就是说由于电子的惯性的影响，使电子管失去电子密度调制的正常放大作用。此时，屏流下降，并且被栅极推斥返回的电子将不断轰击阴极表面，使阴极表面热量增加。工作频率愈高，高频电压极性变化愈快，返回效应愈严重，甚至会使电子管的屏流停止。

三、高频损耗增加

影响普通电子管工作于超高频段的另一个原因是，各种损耗都将随着工作频率的提高而增加。如绝缘材料的介质损耗，电极金属材料的集肤效应所引起的金属损耗，电极接线由于工作频率提高后就接近于一个辐射电磁波的天线所引起的辐射损耗等，都随频率升高而增大。因此，普通电子管无法顺利地运用于超高频段。

针对普通电子管上述的一些缺点，人们设法在结构上加以改进。例如为了减小极间电容，尽量缩小电极尺寸，将电子管各电极的引线从管泡的不同的方向引出。为了减小电极引线电感，采用短而粗的金属引线，或改用圆盘形的电极。为了缩短电子渡越时间，尽量减小极间距离等等。从而出现了橡胶管、灯塔管、陶瓷管等一些超高频电子管。但是这些电子管都仍然是脱离不开静电控制的原理，管内有着一个阴极、栅极和屏极，只不过在电极结构方面加以改良罢了。它们的工作频率也只能达到 1000~5000 兆赫。要继续提高频率，就只好设法采用工作原理不同于静电控制电子管的超高频电子管如速调管、行波管、磁控管了。

(上接第 9 页)

开关里的水银离开接触点，形成断路。圆盘压住撑棒旋转，在圆盘上开有圆孔，当撑棒碰到圆孔时，撑棒一端自圆孔露出，弹簧拉下，使水银开关闭合电路。

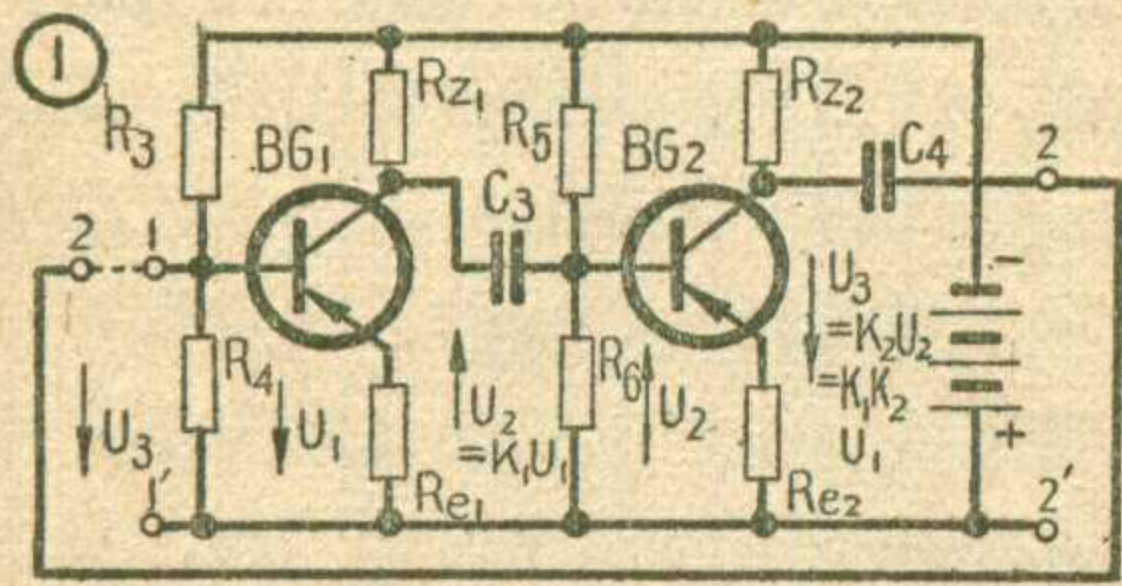
电磁阀 (见图 5) 是自动加油的执行机构。它除了要求具有高的严密度外，还要便于消毒无死角。

阀体是用两片法兰盘夹一块聚四氟乙烯膜片制成的。阀门是由重锤下压杠杆，阀芯压住阀座而关闭的。借电磁铁吸动，顶起重锤打开阀门。为了避免杂质进入阀门，可在阀门前装一滤油器。

半导体管 RC 振荡电路

葦 杭

在調整和測試收音机、电子仪器或放大器时，都需要送入一个标准测试信号。例如在調試收音机的高频部分时需要送入高频信号，频率范围通常在几百千赫到几十兆赫，一般是用电感和电容組成的所謂 LC 振荡电路来产生这样的信号。LC 振荡电路加上放大电路和电源构成一个高频信号发生器，就能輸出高频信号。此外 LC 振荡电路用在超外差式收音机中，也将产生我們所需要的本机振荡信号，用来和外来电台信号进行混频（參閱本刊 1965 年第 10 期“半导体管振荡电路”一文）。在調測收音机的低频部分时，就需要有低频的标准信号。由电阻和电容組成的所謂 RC 振荡电路就能产生低频信号，它的频率一般在 20 赫到 20 千赫之間。本篇将对半导体管 RC 振荡电路进行一些分析。



一、輸入輸出串接起来的二級阻容耦合放大器

图 1 示有两級共发射极阻容耦合放大器，輸入端 1—1' 上加有信号电压 U_1 ，放大器的輸出端 2—2' 上有被放大的輸出电压 U_3 。我們来分析一下 U_3 和 U_1 的关系。假定在某一时刻 U_1 的极性刚好使正偏压减小，由于这是共发射极电路，发射結是处在正向偏压情况，当 U_1 增加使正向偏压减小时， I_e 和 I_c 都减小，集电极电流 I_c 的减小使得負載 R_{z1} 上压降减小，而电源正极到 BG_1 管集电极之間的电压是电源电压与負載 R_{z1} 上电压之差，故 R_{z1} 上压降减小的結果

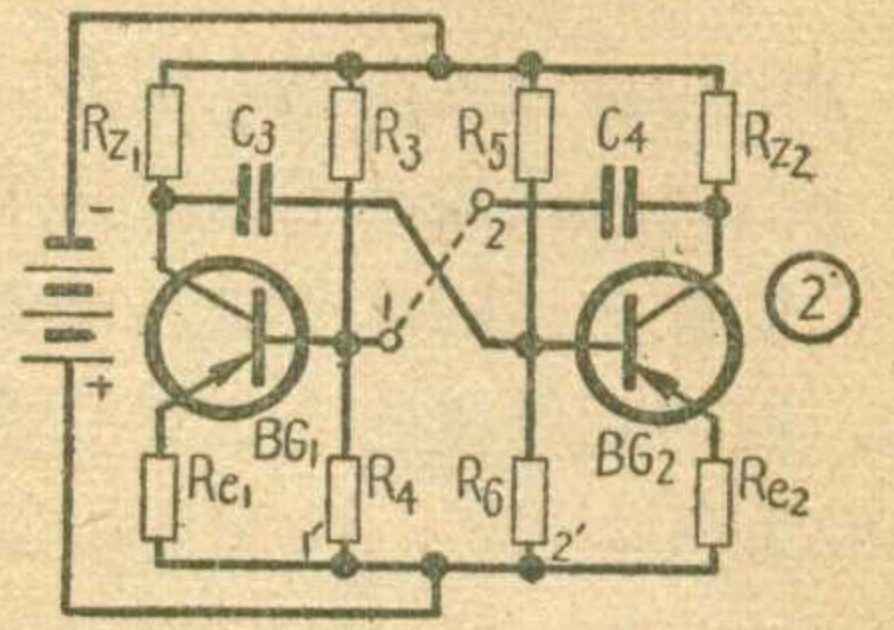
使得这个电压增大，从而使集电极电位对电源正极而言更負，这相当于在原集电极直流电压上加了一个負电压 U_2 这部分电压就是 BG_1 的輸出电压，它的极性与 U_1 相反（图中箭头表示由正到負），即“相位”相差 180° ；同样 U_3 要比 U_2 相位又差 180° 或時間上又落后了半个周期；因此 U_3 和 U_1 的相位共差 360° ，或時間上差了一个周期，結果和 U_1 同相。經過 BG_1 后 U_1 被放大了 K_1 倍； U_2 通过耦合电容 C_3 加到第二級放大器被放大了 K_2 倍，得出輸出电压 U_3 ，故：

$$U_3 = K_2 U_2; \text{ 但 } U_2 = K_1 U_1, \\ \therefore U_3 = K_2 U_2 = K_1 K_2 U_1 \\ = K U_1. (K = K_1 K_2)$$

式中 K 是二級放大器总的放大倍数。結果 U_3 的幅度比 U_1 大了 K 倍。

如果开始时在放大器輸入端加上电压 U_1 ，輸出端就得到电压 U_3 ，这时再把 2—2' 和 1—1' 连接起来， U_3 就加在輸入端了。由于 U_3 幅度比 U_1 大 K 倍，相位又和 U_1 相同，其結果就等于把 U_1 加大一样，故放大器还是能照常进行工作，只是輸出电压幅度更大而已，这时如把原来加入的輸入电压去掉，放大器工作并不停止，它可以从輸出端源源不絕地获得幅度足够大和相位相同的电压輸入，就不需要外加信号电压供給，而由放大器本身产生，这就变为所謂自激振荡器。

实际上在开始时完全用不着外加电压 U_1 ，因为电路元件中电子固有的热运动，輸入端总会有微小的各种频率的电压存在，其中某些频率电压就能作为原始的輸入电压 U_1 ，如上述过程，振荡自会产生。可是象这种振荡器产生的波形和频率是怎样的呢？这是个重要問題。原来上面討論时始終沒有涉及到耦合电路元件 $C_3 R_6$ 和 $C_4 R_4$ 的作用。阻容耦合放大电路在比較寬的一般频率范围内是几



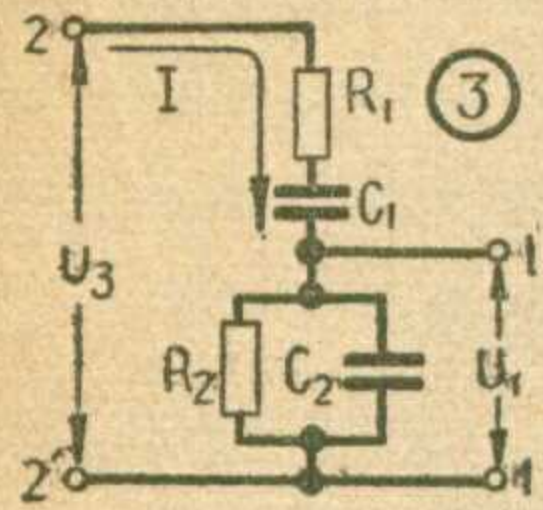
乎不产生相移和衰减很小的（參看本刊今年第 4 期本专栏），因而 U_3 在較寬的频率范围内比起 U_1 来幅度足够和相位相同，所以振荡器的振荡频率是很多的，故称多諧振荡器。既然它是由多种频率的正弦波所組成，当然不会再是正弦波了，而是类似于矩形波。我們把图 1 改画成图 2 的形式，可以很清楚地看出原来它就是常見的多諧振荡器的典型电路。

二、RC 相移电路

二級阻容耦合具有正反饋的放大器不能获得单一频率的正弦波；如果加上一个附加电路，使得只有一个频率通过这电路輸出，而且有比 U_1 足够大的幅度且和 U_1 同相，让其他频率受到很大衰减和相移，使它們相对 U_1 来讲幅度又不够且不同相就不能振荡，这样放大器就在这单一频率上振荡而产生正弦波了。

这个附加的电路就是 RC 相移电路如图 3，把这个 RC 电路的輸入端接在放大器輸出端 2—2' 上，因而加有电压 U_3 ；其輸出就接在放大器輸入端 1—1' 上而有电压 U_1 ，这时 U_3 和 U_1 就不会在很多频率上相位相同而且幅度也不变。下面就簡單分析一下原因。

設 U_3 的频率是可变的，由零开始逐渐增大。当 U_3 是直流电压（频率为零）时，这时 C_1 开路，全部电压降在 C_1 上，故 U_1 为零。当 U_3 的频率很低时， C_1, C_2 的容抗数值要比 R_1, R_2 大得多（容抗 $= 1/2\pi f C$ ， C 不变， f 数值小时，分母小，容抗数值大），串联支路 $R_1 C_1$ 阻抗很大，压降也大，



但并联支路 $R_2 C_2$ 因 C_2 容抗比 R_2 大得多，故主要决定于 R_2 ，而 R_2 比串联支路的阻抗小得多，因而 U_1 很小。

随着 U_3 的频率逐渐升高， C_1 、 C_2 的容抗逐渐减小， $R_1 C_1$ 上压降逐渐减小，故 U_1 渐增。再看 U_1 和 U_3 的相位关系：当频率很低很低时，由于 C_1 、 C_2 的容抗很大， R_1 比起 C_1 小得多可忽略， R_2 比 C_2 小得多，可认为 C_2 被 R_2 短路近于不存在，而 R_2 很小可忽略，因此整个电路可以看作近似只有电容器 C_1 存在。我们知道当一个电流对电容器充电时，开始一刹那电流最大，电容器因原先未充电，故开始时电压为零；以后电容器被充电，极板上电压逐渐升高而充电电流则逐渐减小，到最后电容器上电压达到最高数值，充电电流降到零。故电容上电压和流过电容器的电流数值变化是不一致的，即有所谓相位差；电流到最大时，电压为零。等到电流降到零时，电压才升到最高，故电流出现时间要比电压早上 $1/4$ 周期，即相位上超前了 90° 。对照图 3，当频率很低很低时， U_3 要比 I 落后了将近 90° 。但对于 U_1 ，因为 C_2 容抗很大，相对于 R_2 可认为开路，所有电流通过 R_2 ，因为电阻上任何时刻电压电流都是一起增减的，故 U_1 和 I 相位相同。因此 U_1 超前了 U_3 将近 90° 。

随着频率逐渐增高， U_1 数值也渐增已如上述。同时因 C_2 容抗逐渐降低， U_1 相位也渐渐落后于电流 I ，超前 U_3 的相角也就渐渐减小了。当频率增到某一数值 f_0 时，这时 U_3 落后于 I 的相角和 U_1 落后 I 的相角相等，亦即此时 U_1 和 U_3 同相，由于 C_1 容抗的减小，这时 U_1 的数值也达

到最大。这就是需要的振荡频率 f_0 。

当 U_3 频率超过 f_0 再升高时， C_1 、 C_2 的容抗更减小，使得相对于 R_1 、 R_2 来说要小得多，此时因容抗减小对串联 $R_1 C_1$ 支路上来说压降减小不多，但在并联 $R_2 C_2$ 上，因 C_2 的容抗变小，旁路作用显著，使得 U_1 随着频率增高而迅速降低。因为此时 R_1 、 R_2 数值远大于 C_1 、 C_2 电抗数值，故串联支路主要呈电阻性， U_3 落后于 I 的相角就愈来愈小；相反的，并联 $R_2 C_2$ 支路， C_2 容抗远小于 R_2 ，大部份电流通过 C_2 ， C_2 分路作用愈来愈大，使得 U_1 落后于 I 的相角也愈增加，故相对的 U_1 落后于 U_3 了，因为它落后于 I 的相角比 U_3 落后于 I 的相角还要大。

当频率很高很高时， C_1 、 C_2 可近似看作短路， U_1 被 C_2 短路故降到零，而相位上落后于 I 近 90° 了。此时整个电路近似只有电阻 R_1 ，故 U_3 和 I 同相，因而 U_1 落后于 U_3 近 90° ， U_3 的全部电压几乎全降在 R_1 上。

根据以上分析可知，只有在一个频率 f_0 时 RC 相移电路输出电压 U_1 和输入电压 U_3 同相位，此时输出电压 U_1 最大。把这种 RC 电路接在放大器上，如果不考虑耦合电路的相位移，那么只有在 f_0 上能产生振荡，也就是产生单一频率的振荡，放大器变成了 RC 振荡器。 f_0 叫做 RC 电路的准谐振频率，由 RC 电路的元件数值来决定，它等于

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}$$

如果 $R_1 = R_2 = R$ ， $C_1 = C_2 = C$ ，则

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$$

把图 2 和图 3 合并就得到一个完整的 RC 振荡器的电路如图 4。

三、还得加负反馈

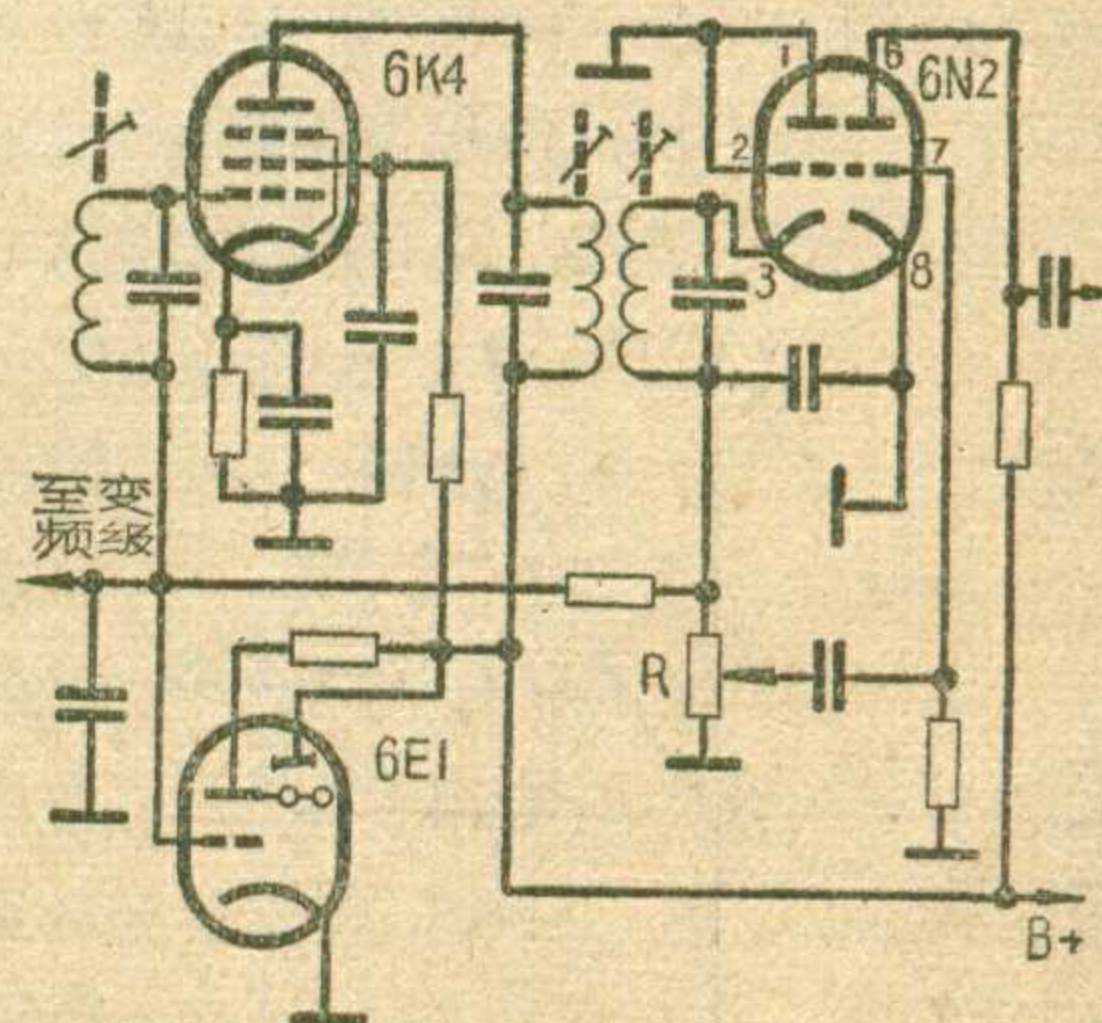
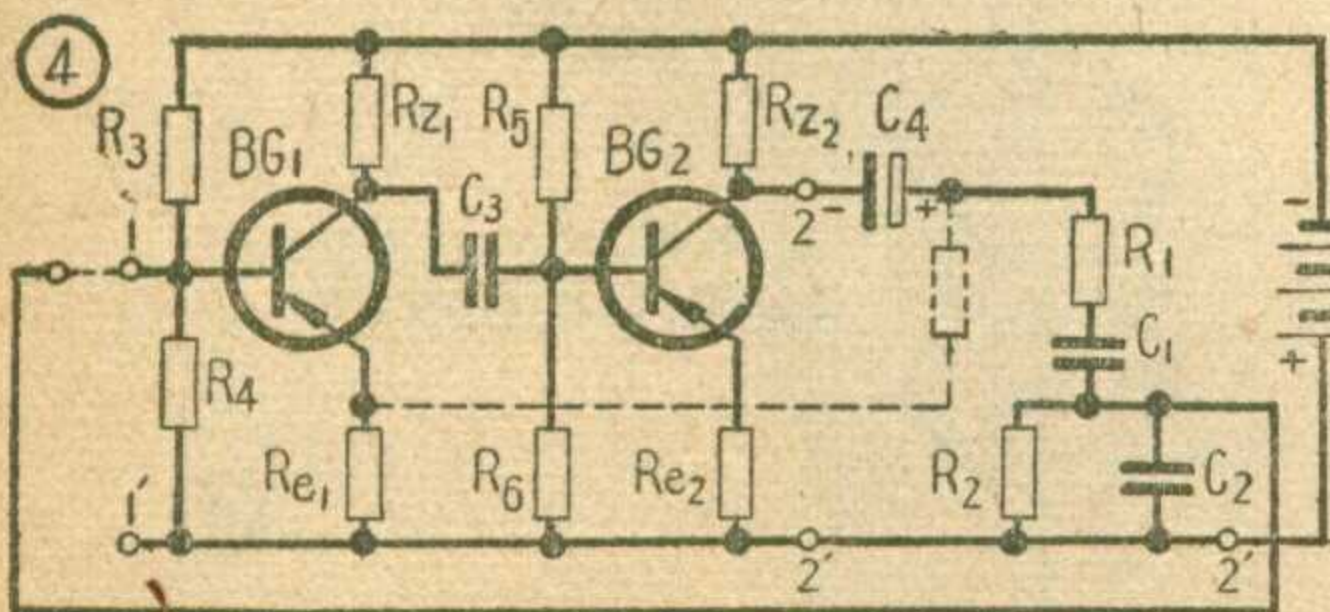
由于反馈回来的电压要比原来大得多，因为虽有 RC 反馈电路的衰减，但两级放大器放大倍数很大，因此振荡的振幅将不断增长，一直增长到半导体管输出

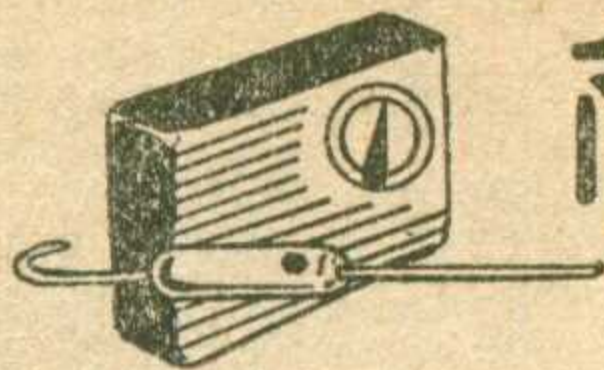
特性的非线性区域，这时放大倍数迅速降低，一直到反馈电压和输入电压相等，振荡才宣告稳定。振幅的不稳定和迅速增长，一方面是使波形严重失真，另一方面对管子可能过载，甚至会损坏管子，因而需要添加入负反馈，以限制放大器的放大倍数。

在图 4 中，虚线表示接有负反馈。实用电路中在 R_{e1} 处连接白炽灯泡以代替 R_{e1} ，虚线电阻采用电位器以调整反馈量。当输入增大时，通过灯泡的电流变大，灯泡电阻增高，电流负反馈作用加强，放大倍数减小，遂起稳定振幅的作用。



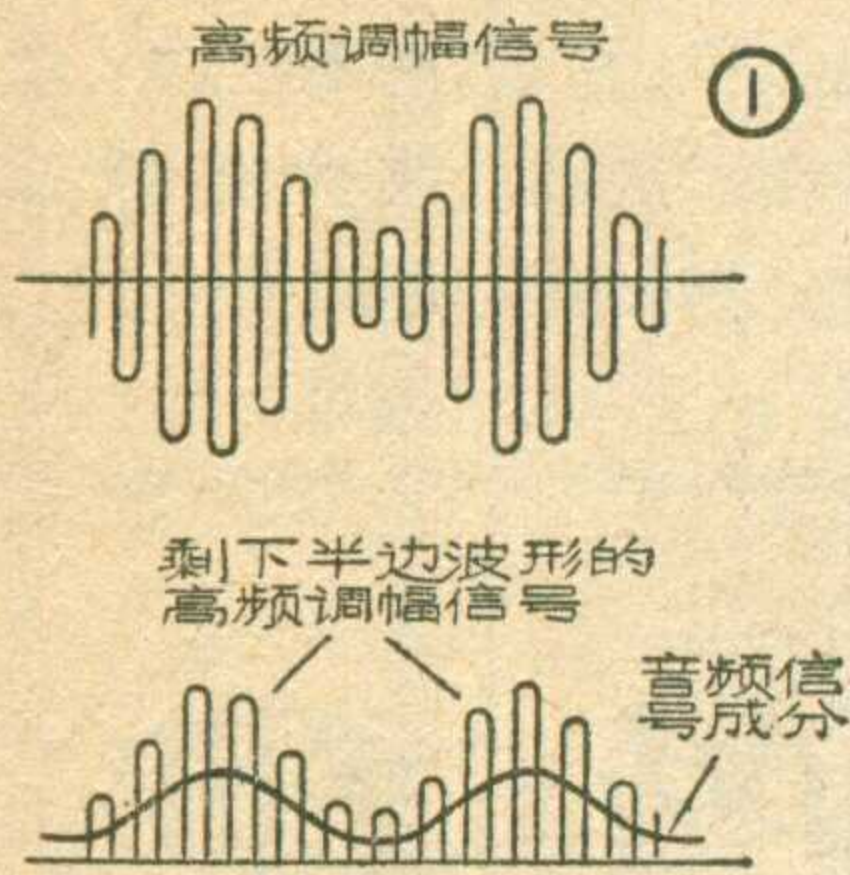
1. 电子管的灯丝常常在电源开启的瞬间烧断，是什么原因？（达）
2. 电子管收音机中的中频变压器，其初次级是两个调谐回路。它们是串联谐振呢，还是并联谐振？为什么采用这种谐振？（康）
3. 有人装制了一架带有调谐指示管的六灯机，指示管这部分的电路如下图。装好后发现当没有收到电台时，指示管的亮绿色部分张得很大；当收到电台时，亮绿色部分反而缩小，与正常的情况恰恰相反。想想看，毛病出在哪儿？（荣）





简单半导体收音机的 检波器

从收音机天线进来的高频调幅信号，它的幅度变化虽然和音频调制信号的形状一致，但必须将它的任一半边削去，剩下的半边波形的平均电压或电流中才有音频信号（见图1）。进行这种过程称为“检波”。

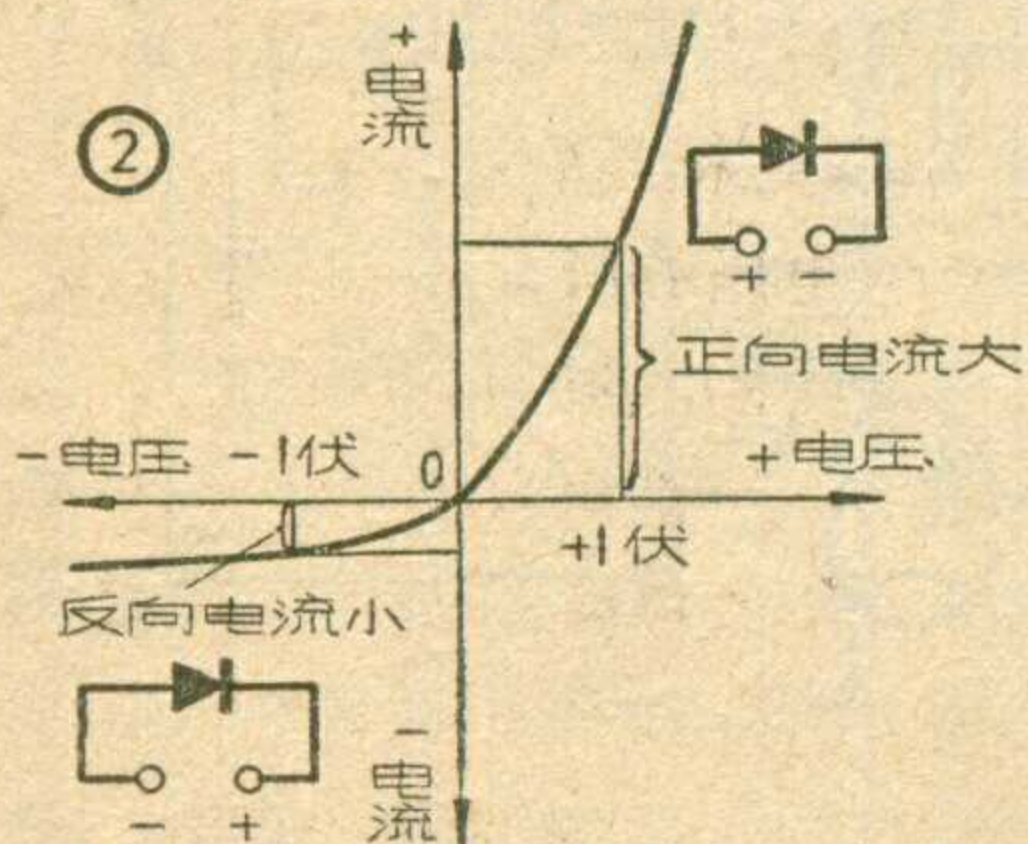


凡具有单方向导电的器件都可用作检波，如矿石、二极管电子管和半导体二极管等。在半导体收音机中普遍采用点接触式锗二极管作检波。用二极管检波可以承受较大的输入电压，检波时产生的信号失真小，但信号要受到衰减。在一些简单的收音机中也有采用半导体三极管的基极和发射极作二极管检波的，检波后得到的音频信号还可用这个三极管放大，但不能承受较大的输入电压，失真较大。

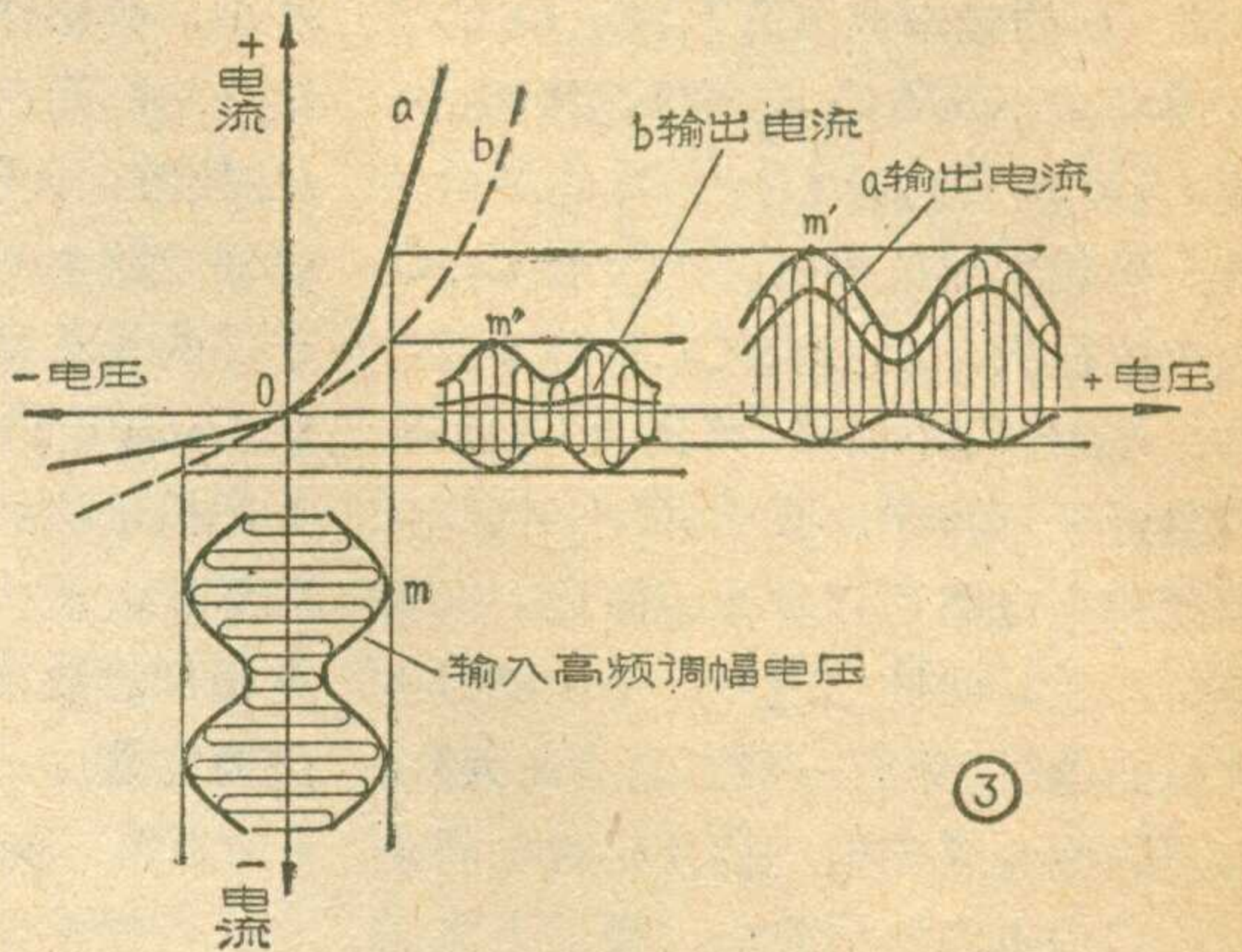
半导体二极管的检波特性

一般用电压电流特性，简称伏—安特性来表示检波管的工作性能，它表示当正、反方向的不同数值的电压加到检波管上时，通过检波管的电流的变化。图2就是这样的伏—安特性曲线。可以看出，例如同样加1伏电压，当正方向加到检波管上时可以得到很大的正向电流，但反方向加到检波管上时则反向电流很小。如上所述的检波工作就是以检波管的这种检波特性为基础的。

我们可以用伏—安特性曲线来分析对高频调幅信号进行检波的情况。图3上以实线和虚线分别画出两种伏—安特性曲线（图中的a、b）。借用负向电流轴做时间轴，将输入高频调幅电压画在这个轴上，通过图解方法就可以方便地画出检波管输出的电流的波形：例如，外加电压最大值为m点，根据曲线a和b，可以找出对应的m'点和m''点；同样方法可以得到与其它外加电压值对应的各点，最后画出两种输出电流波形。比较一下这两种波形便可知道：正向电流愈大、反向电流愈小以及曲线愈直（如特性a），检波效率高，失真小。反之，如特性b，则检波效率低，失真大。因为检波输出的音频信号是正向平均电流和反向平均电流之差，正向大，反向小，才能使有



曲线愈直（如特性a），检波效率高，失真小。反之，如特性b，则检波效率低，失真大。因为检波输出的音频信号是正向平均电流和反向平均电流之差，正向大，反向小，才能使有

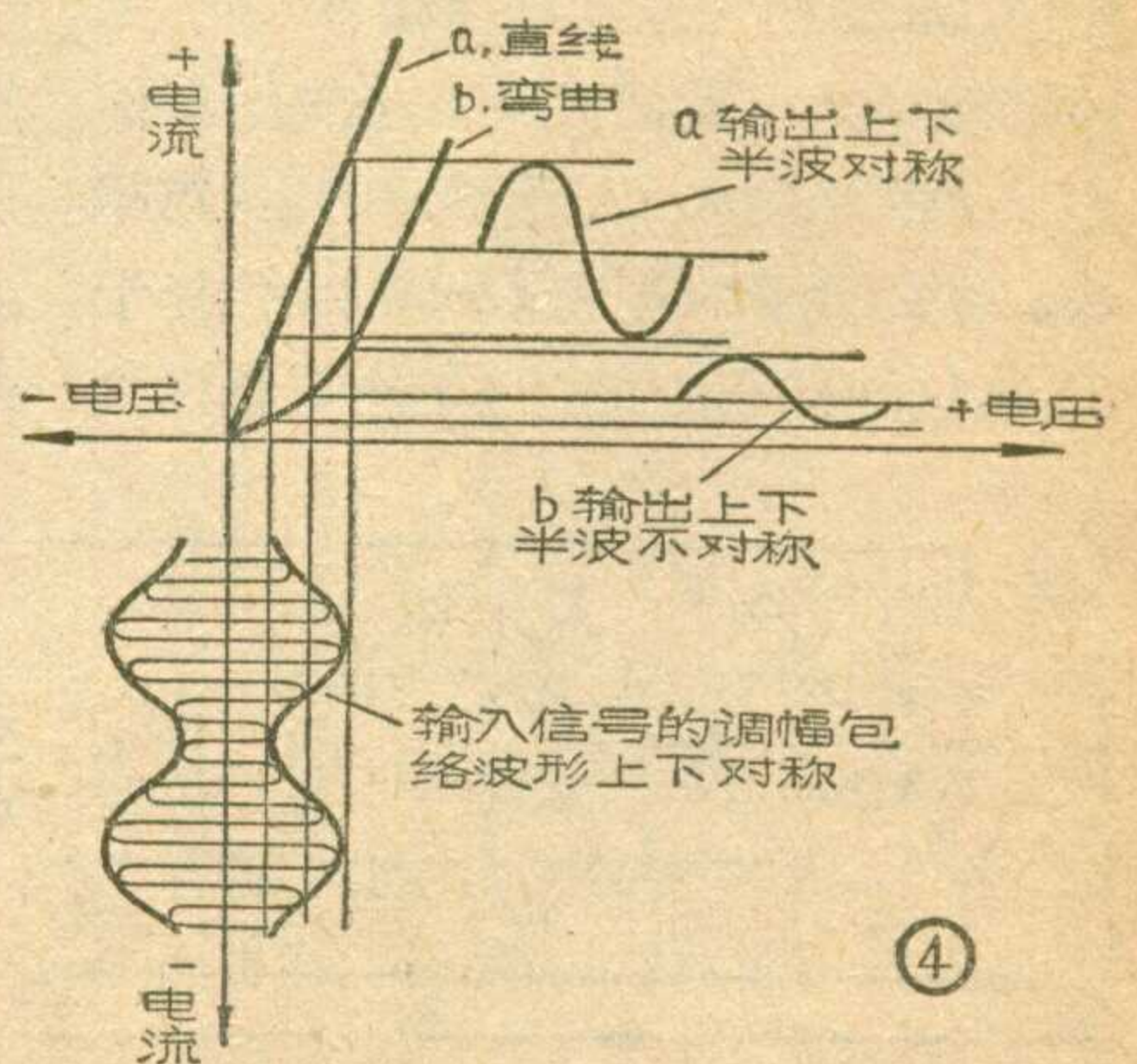


效的输出大。当曲线很弯曲时，输出的音频信号上半周和下半周大小不一样，就产生很大失真。见图4。

正向伏—安特性曲线中，从0逐渐升高的开始一小段内总是有些弯曲的，因此小信号输入的检波失真总是较大，要避免较严重的失真，输入电压一般应大于100~200毫伏，而当输入电压大于0.5~1伏以上时才开始直线性检波，失真很小。但后者的条件往往只在超外差式收音机中才能达到。管子较少的简易机中，检波以前常只有一级高放，甚至没有，输入信号是不大的，所以检波失真较大。

二极管的交流内阻随输入电压的大小而变，小信号时有几千至几十千欧以上，大信号时（0.5~1伏以上）约保持在几十至几百欧。因此，要使检波效率高，必须输入电压高。同时也要求负载电阻比检波管内阻大得多，这样才能使检波输出电压极大部分降落在负载上，很少消耗在内阻中。在电子管超外差式收音机中，检波器的输入电压常在1伏以上，检波负载电阻有500千欧左右，因此，检波效率很高，可达95%左右。（例如，载波电源输入1伏，调幅度为30%时，理想的音频输出应为0.3伏，此时效率为100%）

而在半导体收音机中，检波器的输入电压较小，并由于半导体管的输入阻抗很



低，检波器的负载只有几百欧到几千欧，检波效率常在50%以下。在简易半导体机中，由于检波器总处在输入信号小的不利条件下，检波效率还要低到30%以下。

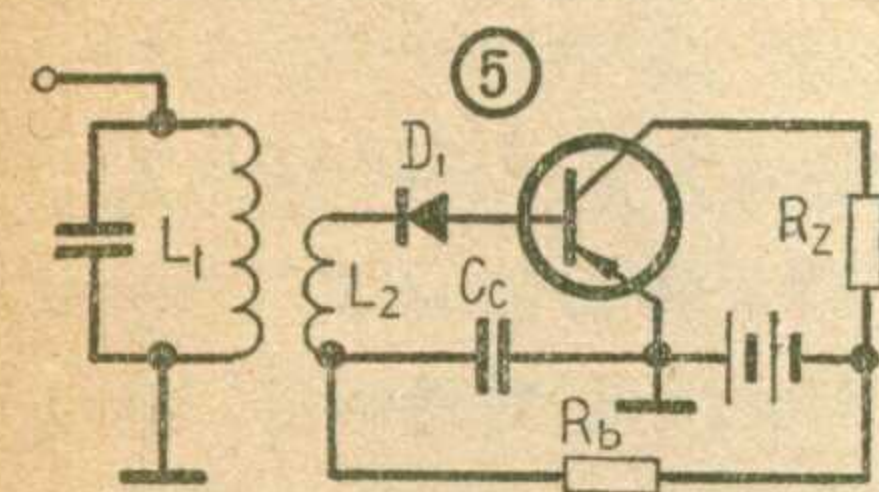
二极管检波器的输入阻抗随负载大小和输入电压的大小而定，在1伏以上的大信号输入时，检波器的输入阻抗约为直流负载的一半，当输入信号逐渐减小时，因二极管的内阻逐渐增大，故输入阻抗也逐渐增大，超外差半导体机中，检波器的直流负载常在5千欧左右，在简易机中，检波器的负载情况较复杂，且因输入信号较小，二极管内阻较大，故检波器的输入阻抗并不全由负载而定，计算基极线圈时大致可设定为1~3千欧。

常见的二极管有点触式和面结式二类，点触式的极间电容小，工作电流小，可用作高频电路的检波，面结式的极间电容大，工作电流大，只能用于低频整流。国产点触式检波管的型号和主要性能（可参看“无线电”1964年第7期的介绍），在选购时最好挑选正向电阻小于500欧，以及正反向电阻相差1千倍以上的。

二极管检波电路

二极管检波器根据它和低放级连接的方式不同，一般有下面几种电路。

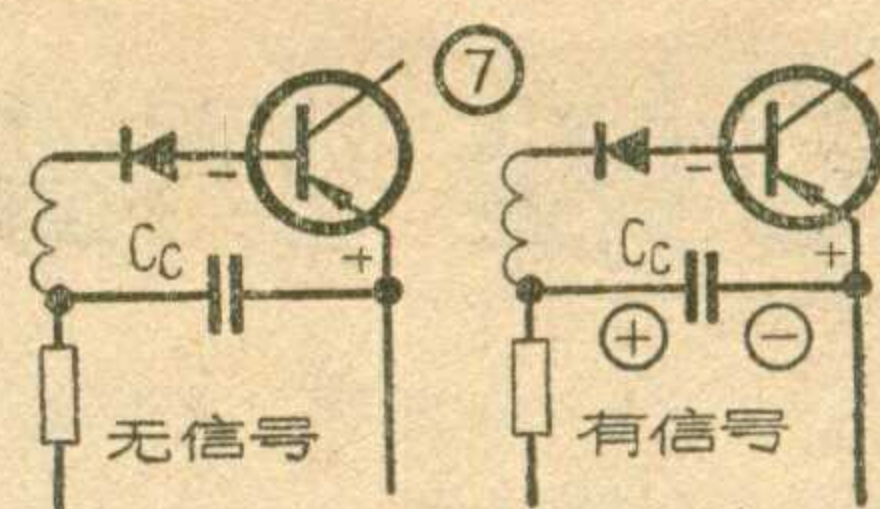
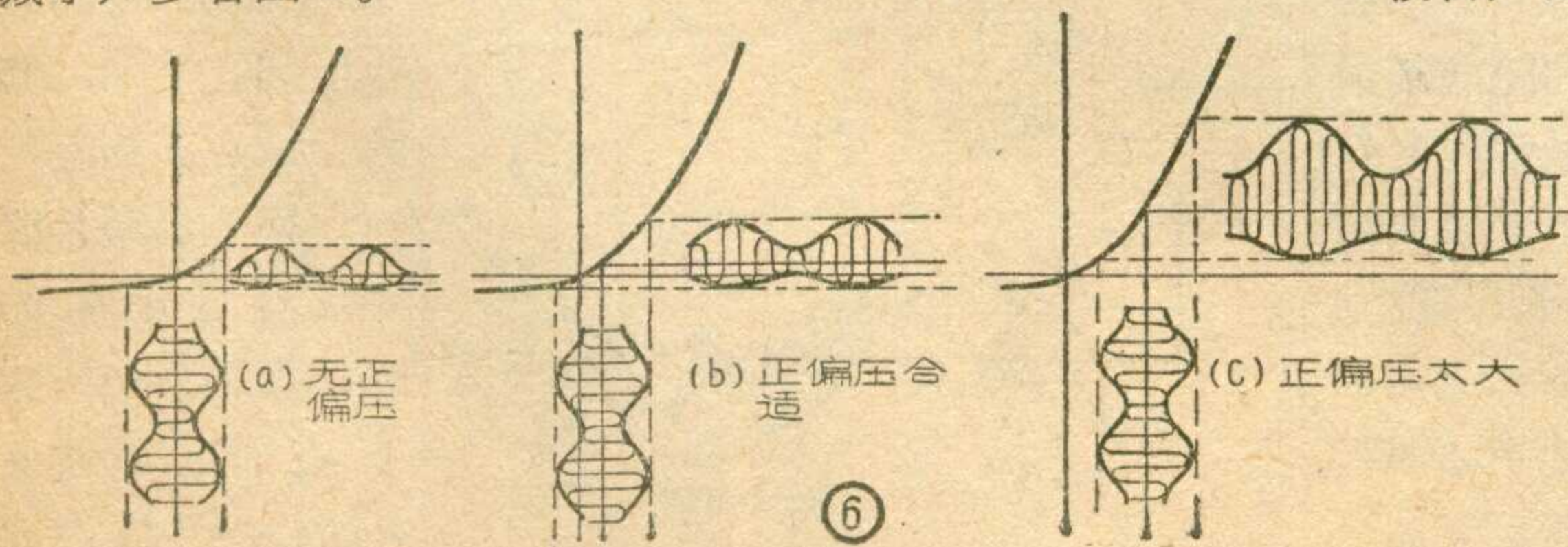
图5为直接耦合式电路。这时二极管直接和三极管相连接，当 L_2 的高频信号上端为负下端为正时，二极管导电，高频半波脉冲电流自 L_2 下端经电容 C_c ，通过三极管的发射极和基极，以及 D_1 回至 L_2 的上端。当



L_2 的上端为正下端为负时， D_1 不导电。流过三极管的只是单向脉冲电流。检波出来的音频信号，从集电极放大输出。电容器 C_c 既通过

高频电流，也通过音频电流，故电容量应足够大，使对音频信号阻抗很小，以免音频信号在 C_c 上降压太大，减小输出。一般 C_c 用3~10微法，耐压3~6伏的电解电容器较为合适，正负极不能接错。 R_b 是三极管的偏流电阻。

二极管的极性必须按图上的方向连接，这时三极管偏流也流经二极管，在二极管上使有0.1~0.2伏的正向偏压，这在简易机小信号检波的状态下，可以减小二极管内阻，提高检波效率。但这正向偏压不能过大（例如不能超过0.5伏以上），否则二极管的正向电阻虽很小，但负向电阻也减小，使平均的检波电流即音频输出反而减小，参看图6。



如果二极管接反，加上一个反向偏压，则对小信号就不能检波。且三极管的偏流也不正常。

这种直接耦合式检波电路的优点是增益较高，电路简单。缺点是检波信号的大小会影响三极管的偏流，使工作点不稳定。从图7可看出：当有信号时，在 C_c 上的直流充电电压是与偏流电压的方向相反的，使三极管的偏压被抵消了一部分，偏压减小，增益也减小。信号愈大，偏压就愈小，当信号很大时偏压的极性可能被反过来，使三极管不能正常工作。

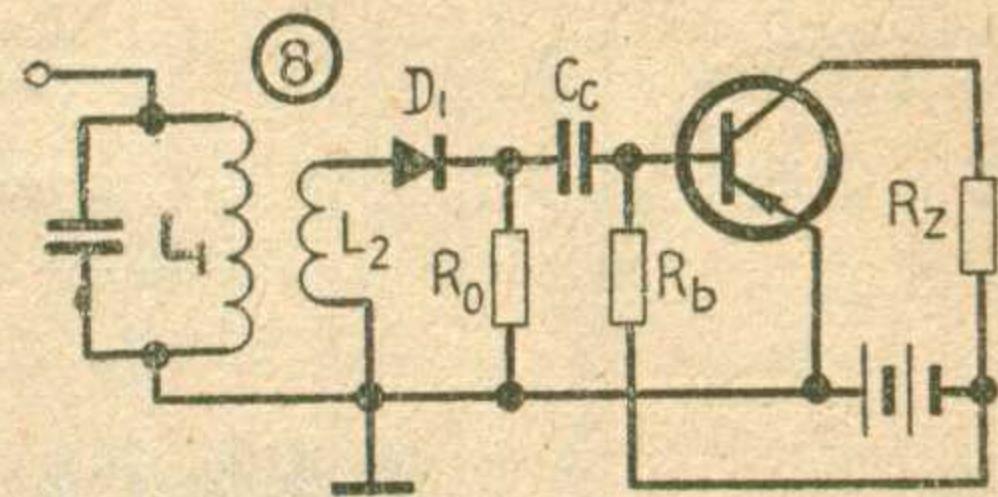
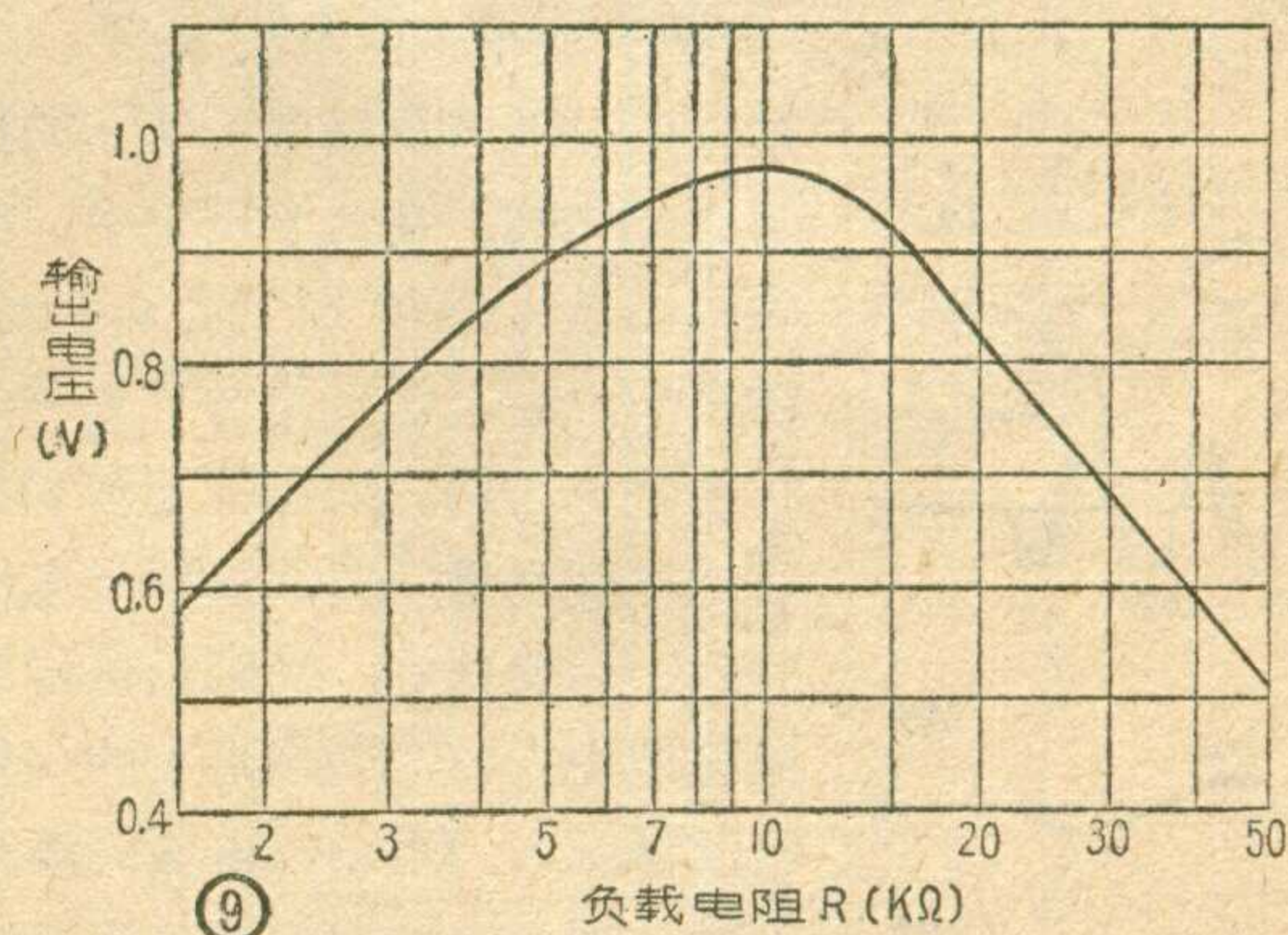
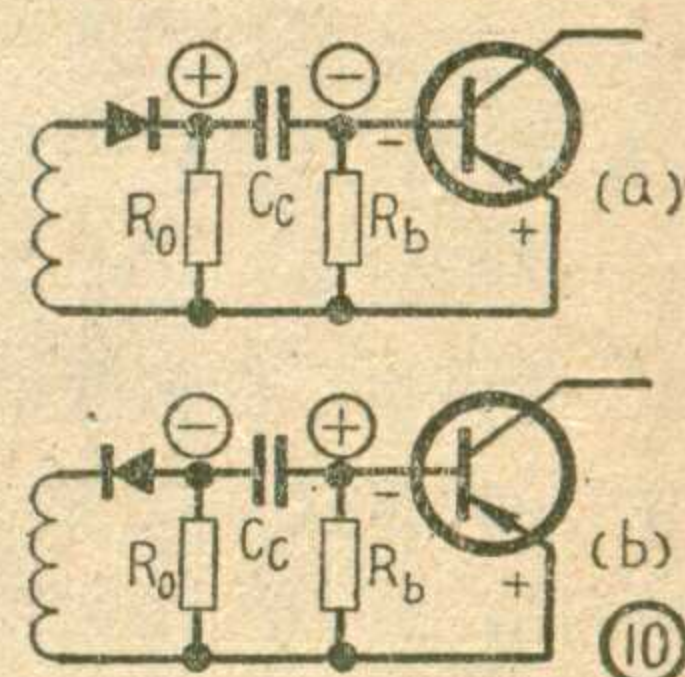


图8是电容耦合式的电路，二极管经 C_c 耦合到三极管， R_0 是二极管的直流负载，它的大小对检波输出



很有影响， R_0 太小时，将有较多的检波电流被 R_0 分流，使流入到三极管的电流减少； R_0 太大时，当有信号将 C_c 充电后，如接着进入小信号， C_c 来不及通过 R_0 放完电，则对二极管加上一个比信号大的反向电压，使它不能正常检波，使输出减小，且产生波形失真， R_0 的大小与检波输出的关系见图9。约在5~20千欧较为合适，一般常用10千欧。耦合电容 C_c 的大小和一般低频放大器的耦合电容一样，只要保证低音频率通过时不致衰减过大就行，通常也用3~10微法的电解电容器，正负极性也不能接错，正极应接在直流电位高的一端。这时三极管的偏流虽不通过二极管，但二极管的方向也最好



按图的方向连接，这样当有信号检波时，电容器 C_c 上充电电压的极性与三极管基极电压的极性是相同的，见图10a。如果二极管反接如图10b，则电容器上充电电压的极性与偏置电压的极性相反，会产生上述直耦式中谈过的缺点。

（下转第25页）

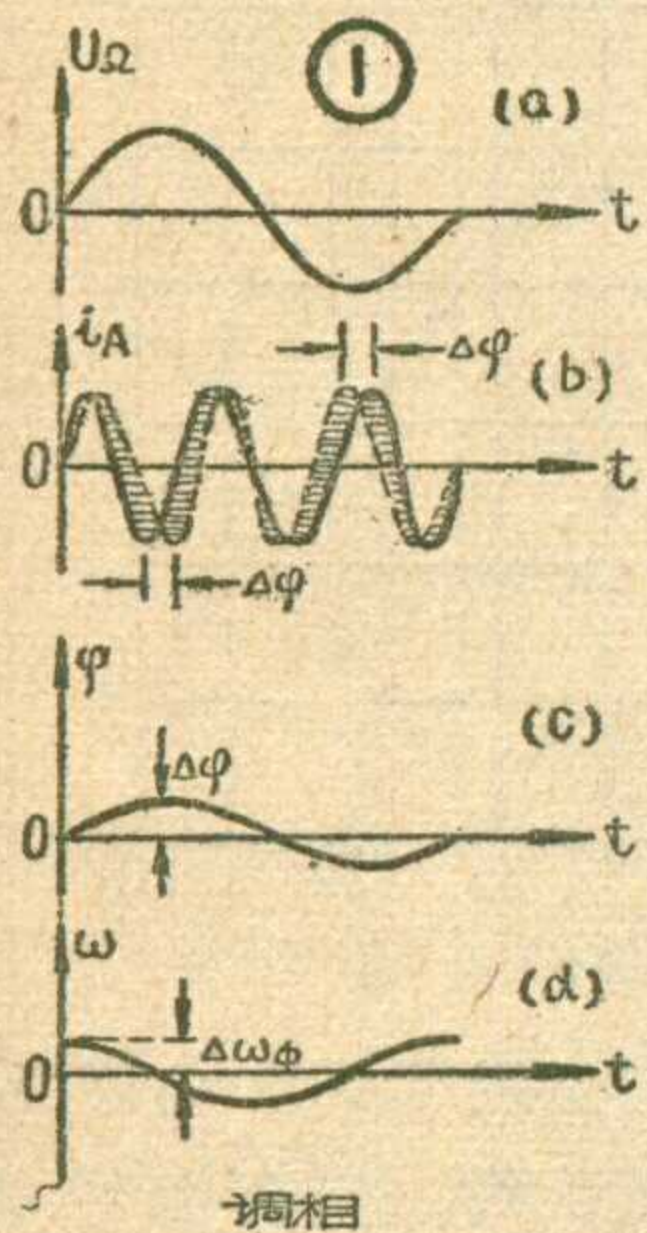
间接调频的方法

瑤 琪

間接調頻，就是先对高频振荡进行相位调制，然后再设法把調相振荡轉变为調頻振荡。怎样調相？又是怎样能由調相轉变为調頻呢？讓我們先来研究一下調相振荡的特点。

調相振荡的特点

图 1 中繪出了高频振荡相位被調制时的情况。图 1a 是用来調制高频振荡的音频信号电压 U_{Ω} 。图 1b 是高频振荡电流和被調相后的电流 i_a 波形。其中虛綫是未調制前的高频振荡电流，当它的相位受到音频信号調制后就得到如图 1b 中实綫所示的調相振荡电流波形。它的

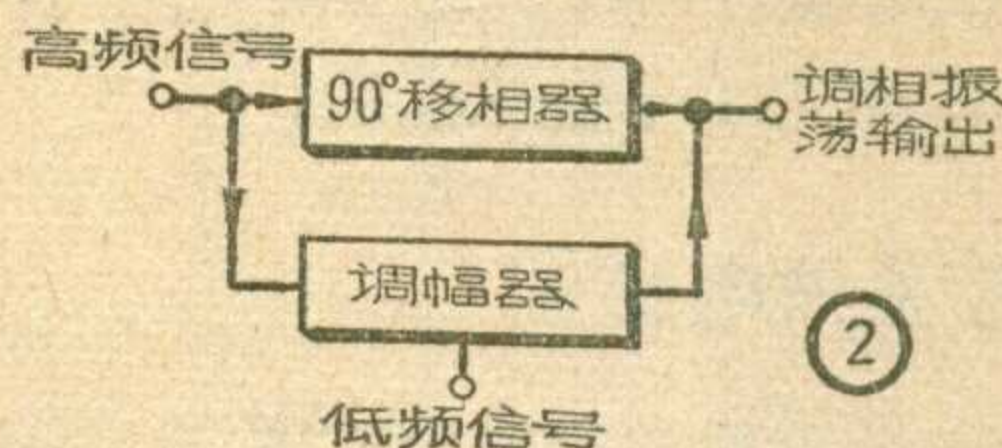


的相位是随着調制电压 U_{Ω} 的振幅而变化的。在这个例子中，当調制信号为正半周时， i_a 的相位超前，調制信号为負半周时， i_a 的相位滞后。而相位超前和滞后的程度也是随着調制信号电压的大小而变化的。当調制信号电压逐渐增大时，調相电流的相移也逐渐增大，当調制电压逐渐减小时，調相电流的相移也逐渐减小，当調制电压达到峰值时，調相电流的相移最大，称为“最大相移”，或“調制指数”，用 $\Delta\varphi$ 表示。图 1c 中繪出了調相时高频电流的相位 φ 随調制信号而变化的情况，可以看出，它是随調制电压成正比地变化的，調制电压的振幅愈大，最大相移也就越大。这点和調頻振荡的“頻偏”与調制电压振幅成正比是相似的。另外在上一期中介紹調頻振荡的特点时，曾經提到，振荡的頻率和相位是互相有联系的，頻率的变化，必然伴随着相位的变化。調頻振荡除了頻率变化外也有相位的变化。同样，調相振荡也存在着頻率的变化，如图 1d 所示。其頻率变化的最大值就是調相时的頻偏，图中用 $\Delta\omega_{\phi}$ 表示。由此可見，調相波和調頻波的性质是很相似的。它們所不同的是：当調制电压的振幅不变而頻率改变时，調頻振荡的“頻偏”不变，而調相振荡的頻偏 $\Delta\omega_{\phi}$ 却随調制頻率成正比地变化。这是因为，当調制电压的振幅不变但頻率升高时，調相振荡的相位 φ 变化率加快，結果使頻偏 $\Delta\omega_{\phi}$ 随調制頻率的上升而增大；反之，頻偏将减小。因此，利用調相振荡来传输时，就必须将设备的通頻带按最高調制頻率来考虑，这样，设备在一般調制頻率下工作时，頻带宽度不但沒有被充分利用，反而会增加干

扰杂音串入的机会。所以在实际应用中，調相振荡沒有被广泛地应用，通常都用調頻方式来传输。如果能够使調相振荡的頻偏不随調制信号的頻率而变化，就具有和調頻振荡相似的性质，即由調相轉变为調頻了。間接調頻法就是根据这个原理而实现的。

怎样調相

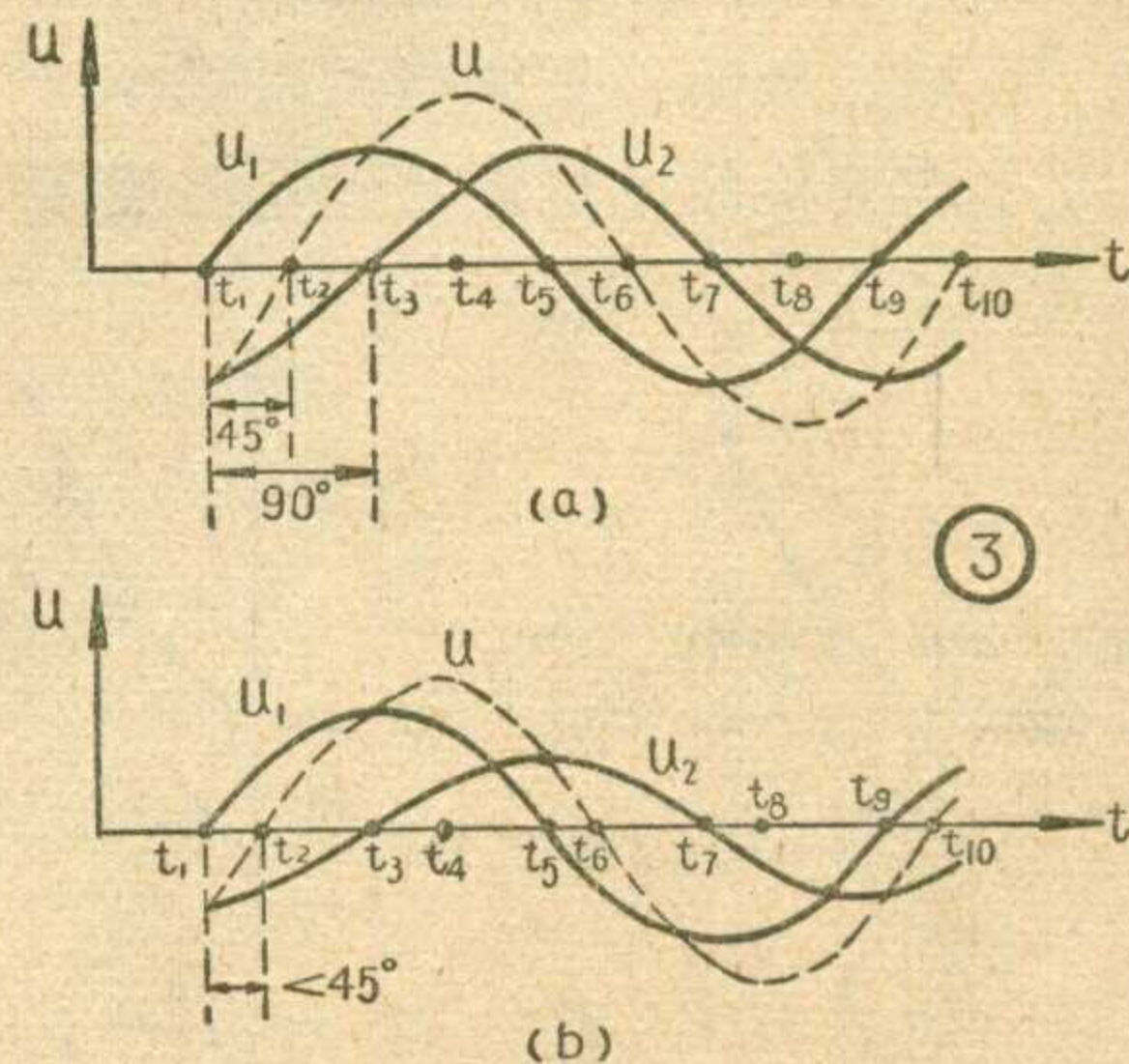
用已調幅的高频信号和一个經過固定移相的高频信号相加，就能够获得調相振荡。图 2 就是这种調相电路的方框图。高频信号是由频率比較稳定的晶体振荡器产生的，它被送到調幅器中被音频信号調幅，同时，又通过一个固定的 90° 移相器进行移相，移相后的高频信号与已調幅的信号直接相加，即可获得調相振荡输出。



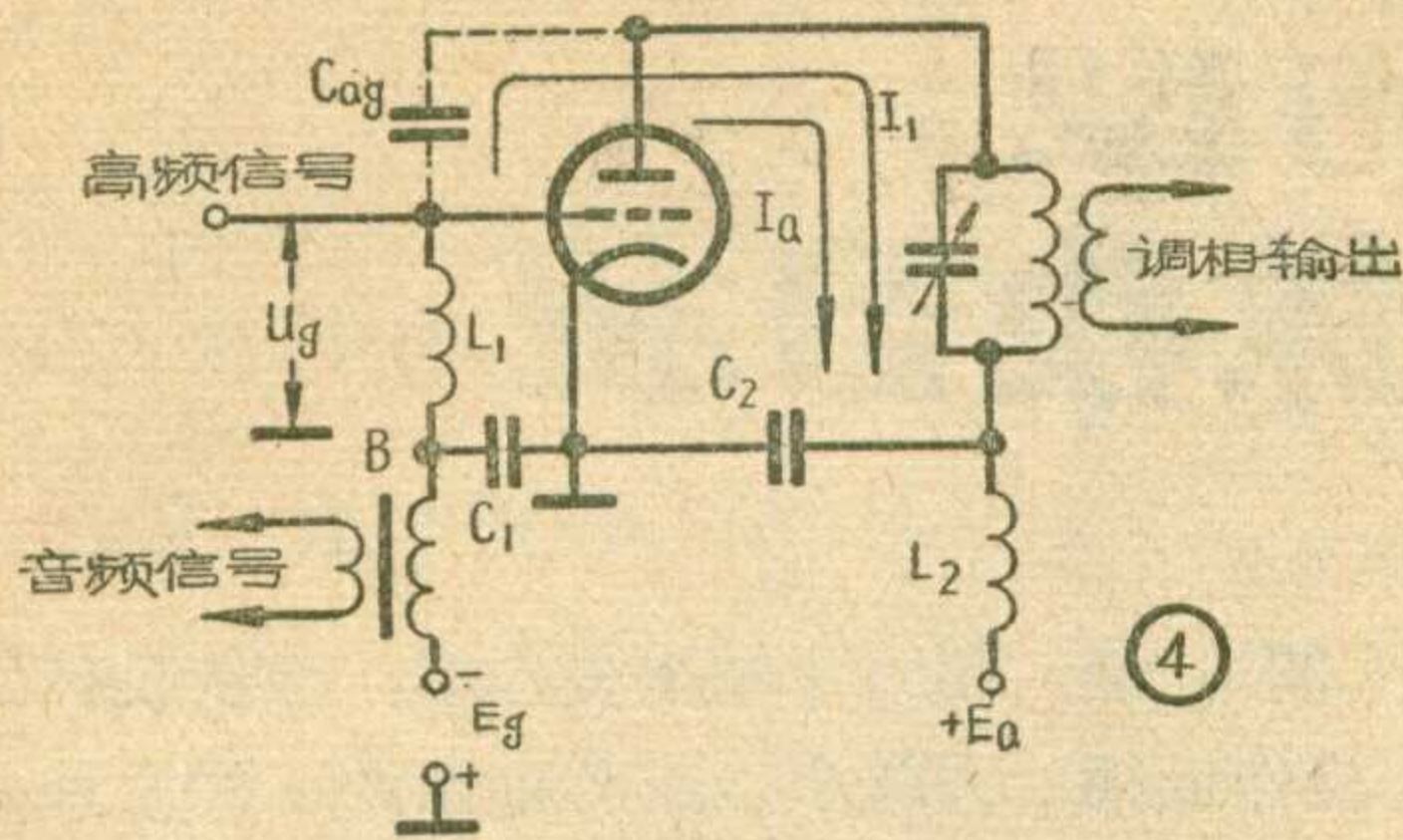
要了解調相的过程，讓我們先看看两个不同相位的高频振荡相加时的情况。图 3 (a) 繪出两个频率和幅度相同但相位相差 90° 的高频电压 u_1 和 u_2 ，以及它們直接相加后所得到的合成电压 u 。

这两个电压相加时的一些特殊点是，当时間为 t_1 、 t_5 、 t_9 的瞬刻，电压 u_1 为零，故合成电压 u 等于 u_2 的瞬时值。在 t_2 、 t_6 、 t_{10} 时， u_1 与 u_2 的瞬时值相等，但极性相反，所以 u 等于零。在 t_3 、 t_7 时， u_2 为零，則 u 等于 u_1 。在 t_4 、 t_8 时，合成电压最大， u 在 t_4 时为正最大值，而在 t_8 时为負最大值。其他時間的 u 值則根据 u_1 与 u_2 的瞬时值直接相加，其結果如图所示。

由图 3 (a) 可看出，当把两个相位相差 90° 的高频电压直接相加时，所得到的合成电压 u 的相位将落后于 u_1 45° 。并且， u 的幅度也比单独的 u_1 或 u_2 大。如果把 u_1 的幅度固定而将 u_2 减小，則合成电压的情况如图 3



(b) 所示。由图可見，电压 u_1 等于 u_2 而极性相反的点 t_2 、 t_6 、 t_{10} 将因 u_2 的减小而向左移动，其他合成点亦相应地往左移。于是合成电压落后于 u_1 的相位就小于 45° 。如果 u_1 固定，而改变 u_2 的大小时，合成

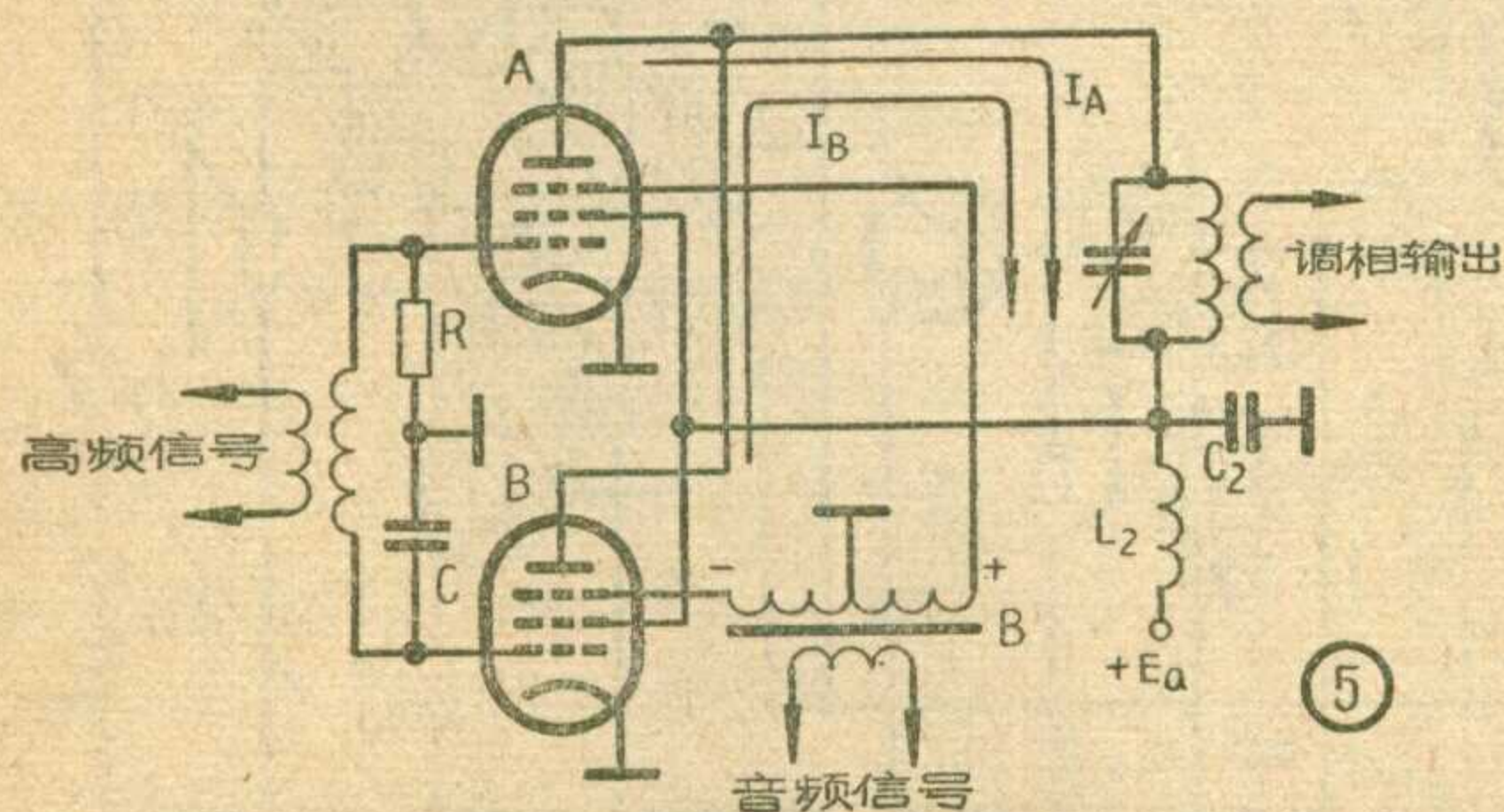


电压落后于 u_1 的相位亦将随之改变。因此，如果我们两个相位相差 90° 的高频电压中的一个进行幅度控制，就可获得相位变化的高频电压输出。

图4就是根据以上原理实现相位调制的电路。当电子管屏极回路调谐到和加在栅极上的高频电压的频率相同时，回路表现为纯电阻特性。屏极回路上包含有两个高频电流。一个是高频电压 U_g 经极间电容 C_{ag} 在屏极回路上产生的电流 I_1 ，由于 C_{ag} 较小，它的电抗较大，所以 I_1 的性质主要决定于 C_{ag} 而为容性电流，其相位超前于 $U_g 90^\circ$ 。因为屏极回路呈现为电阻性， I_1 在回路上的高频电压降与 I_1 同相而超前于 $U_g 90^\circ$ ，此电压相当于图3里的 u_1 。另一电流 I_a 是电子管受高频电压 U_g 激励而产生的高频电流，它与 U_g 同相。因此， I_a 在屏极回路上的电压降将与 U_g 同相而落后于 $u_1 90^\circ$ ，此电压相当于图3里的 u_2 。

由于采用了栅极调幅电路，电流 I_a 将随着从变压器 B 送到栅极上的音频电压变化，这样，屏极回路上由 I_a 所产生的高频电压 u_2 的幅度亦将随音频电压改变。而电流 I_1 在调幅过程中是不变的，故 u_1 的幅度并不改变。因此，在屏极回路上所得到的合成高频电压的相位将随着 u_2 幅度的变化而改变，也就是由幅度调制转变成为相位调制。

从图3(b)还可以看出，已调相的电压 u 除了相位变化外，它的幅度也是变化的。这种现象称为寄生调幅，在实用上必须设法消除。因此，采用图5所示的双管调相电路要比单管电路好些。在双管电路中，电子管 A 和 B 的屏极并联接到公共的谐振回路，选择栅极上的电阻 R 和电容 C 的值，使 C 的电抗与 R 的电阻相等，则加于电子管 A 和 B 栅极上的高频激励电压的相位相差 90° 。这样，屏极回路上两个电子管的电流 I_A 和 I_B 的



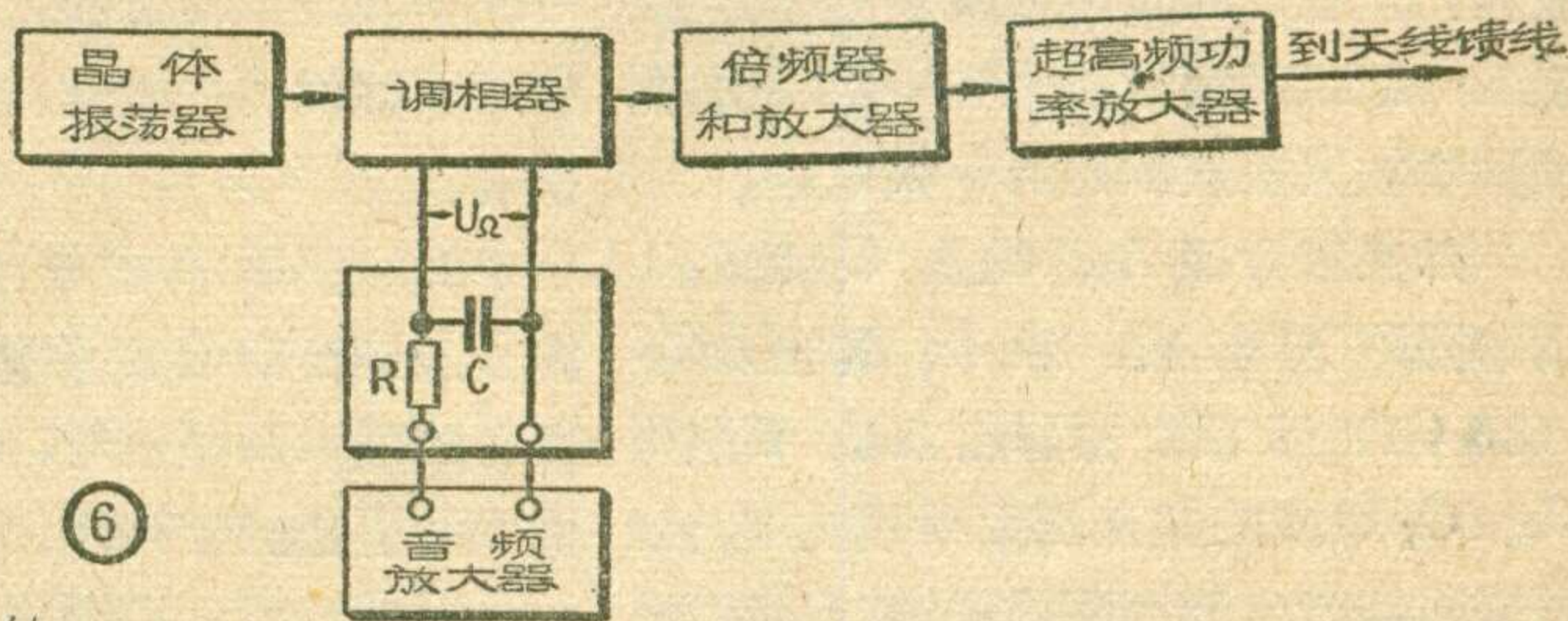
相位也相差 90° ，此两电流所产生的高频电压就相当于图3里的 u_1 和 u_2 。

电子管 A 和 B 采用了反相的抑制栅极调幅电路，音频电压经变压器 B 反相加于两管的抑制栅极。当音频电压使 A 管电流 I_A 增加时，则 B 管的电流 I_B 将减小，即回路上的高频电压 u_1 和 u_2 的大小随音频电压作相反方向的变化。于是合成电压的相位亦随之改变，适当地选择两管栅极高频激励电压的大小，这种调相电路的寄生调幅是不大的。

实验表明，上述第一种调相电路不可能产生大于 45° 的相位调制。而第二种电路由于电压 u_1 和 u_2 的大小同时变动，因而获得较大的相位变动，其最大相位移动为 $\pm 45^\circ$ 。但是在实用上由于相位调制角度过大时，将使信号产生很大的失真，因此，通常都调变在 $\pm 14^\circ$ 以内。

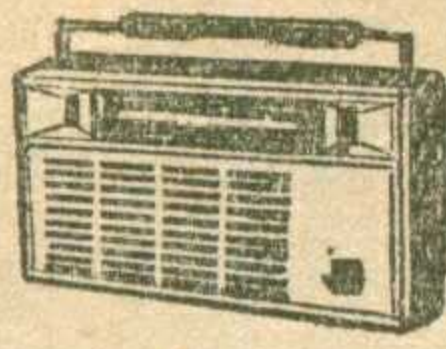
间接调频的发射机

间接调频发射机的原理方框图如图6所示。音频信号放大后经过图中所示的 RC 电路加到调相器上(图4、5中音频变压器的初级)。由于电容 C 的电抗随着频率



的增加而减小，而电阻 R 值是与频率无关的，所以当输入的音频信号电压的幅度不变而频率上升时，在 C 上输出到调相器的电压 U_Ω 将降低。根据图1可知，调相时的最大相移 $\Delta\varphi$ 是和调制电压的振幅成正比的。加了 RC 网络以后，调相的 $\Delta\varphi$ 将随音频频率的上升而减小，而其相应的频率偏移 $\Delta\omega_\phi$ 亦将随之下降，这就改变了调相时的频偏随调制频率增高而加大的特性。反之，当音频频率降低时，也同样能得到使调相频偏加大的效果。适当地选择元件，可以使得调相器输出的已调振荡的频偏与调制频率无关，这样，调相电路的输出就具有调频的性质了。所产生的调频信号再经过倍频、放大后，由天线发送出去。

直接调频的优点是线路简单，易于设计。但由于直接对高频振荡器进行频率调制，而某些影响频率的因素很多，因而中心频率稳定度较差。使用由调相转变为调频的间接调频法，就不需要用调制电压直接控制高频振荡器本身的振荡频率，而是控制振荡器输出以后的高频振荡的相位，然后再转变为调频，这就可以使用高稳定度的晶体振荡器，克服中心频率不稳定的缺点。在调频通信和广播发送设备中，频率稳定问题是很重要的，因此多采用由调相转变为调频的间接调频发射机。



宝石4B5型 五管半导体收音机

宝石牌 4B5 型便携超外差式五管半导体收音机，是上海无线电四厂的新产品。全机长 230 毫米、宽 160 毫米、厚 60 毫米。机箱上端装有活动伸缩提环，携带方便，适合城乡和旅行携带使用。本机发音宏亮，在 40 平方米室内各处都可清楚地收听广播。电源采用三节普通一号手电池，共 4.5 伏，如每天使用二、三小时，可用两个月左右。

一、电路工作原理

本机采用由一级变频、一级中频放大、一级二极管检波及自动增益控制，一级低频前置放大和一级乙类推挽功率放大组成的超外差式电路。

外来信号经 L_1 、 C_{1a} 、 C_3 组成的调谐回路选出后，经 L_2 耦至 BG_1 (3AG1) 基极；由 L_3 、 L_4 、 C_{1b} 、 C_6 、 C_7 组成的共基调发射极的本机振荡回路产生的振荡信号经 C_5 注入 BG_1 的发射极和外来信号混频。混频后得到的中频信号经过中频变压器 B_1 的选择及 BG_2 (3AG1) 管中频放大电路进行放大后，再经 B_2 选择送至二极管 D (2AP9) 完成检波。检波后的直流成分经 R_8 、 C_{11} 、 C_{12} 组成的 π 型滤波电路滤去残余高频后经 R_6 加到中放管基极，以控制它的基极电流大小作自动增益控制。检波后的音频信号以 R_9 为负载 (R_9 为带电

源开关的电位器兼作音量控制)，经 C_{13} 耦合到 BG_3 (3AX13) 基极作低频前置放大。放大后的音频信号再由输入变压器 B_3 来耦合到推挽输出级，由 BG_4 、 BG_5 两管进行乙类推挽功率放大。放大后的音频信号经 C_{15} 隔直电容器后直接以扬声器的音圈阻抗为负载完成功率输出。

二、电路特点

1. 中频放大级，采用五股绕线的中频变压器，具有较高的品质因数，本机中放增益达 35 分贝，因此虽只有一级中放，但增益接近一般二级中放，使整机的灵敏度、选择性均得到提高。

2. 检波后采用 π 型滤波电路，滤去加到自动增益控制的直流成分中带来的残余高频信号，防止了因高频反馈而引起的啸叫声。

3. 功率放大级采用了保真度较高的“无输出变压器的推挽放大电路”，直接以扬声器音圈阻抗为输出负载，这样不但节省了输出变压器，更主要的是消除了由于输出变压器而带来的增益损耗和非线性失真及频率失真，提高了音质；同时也避免了输出变压器与磁性天线、中频变压器等中、高频元件的寄生耦合，稳定了电路的工作，这种电路如用在袖珍式半导体收音机中更能发挥它的优点，因为少

用一个输出变压器，收音机体积可更为缩小。这种电路的工作原理同一般电子管电路中的串接放大器基本相似。两个输出管在信号的正负半周轮换地工作，以进行推挽放大。由于篇幅所限，这里将不详细分析它的工作过程。

三、性能指标

频率范围：535~1605 千赫。

中频频率：465 千赫。

灵敏度：在 600、1000、1500 千赫三点不低于 10 毫伏/米，实测一般为 2 毫伏/米。

选择性：±10 千赫不低于 12 分贝，实测达 20 分贝。

音量控制作用范围：60 分贝。

整机谐波失真系数：350~3000 赫时：

电压——不大于 10%；

声压——不大于 20%。

整机频率特性：350~3000 赫内的不均匀度：

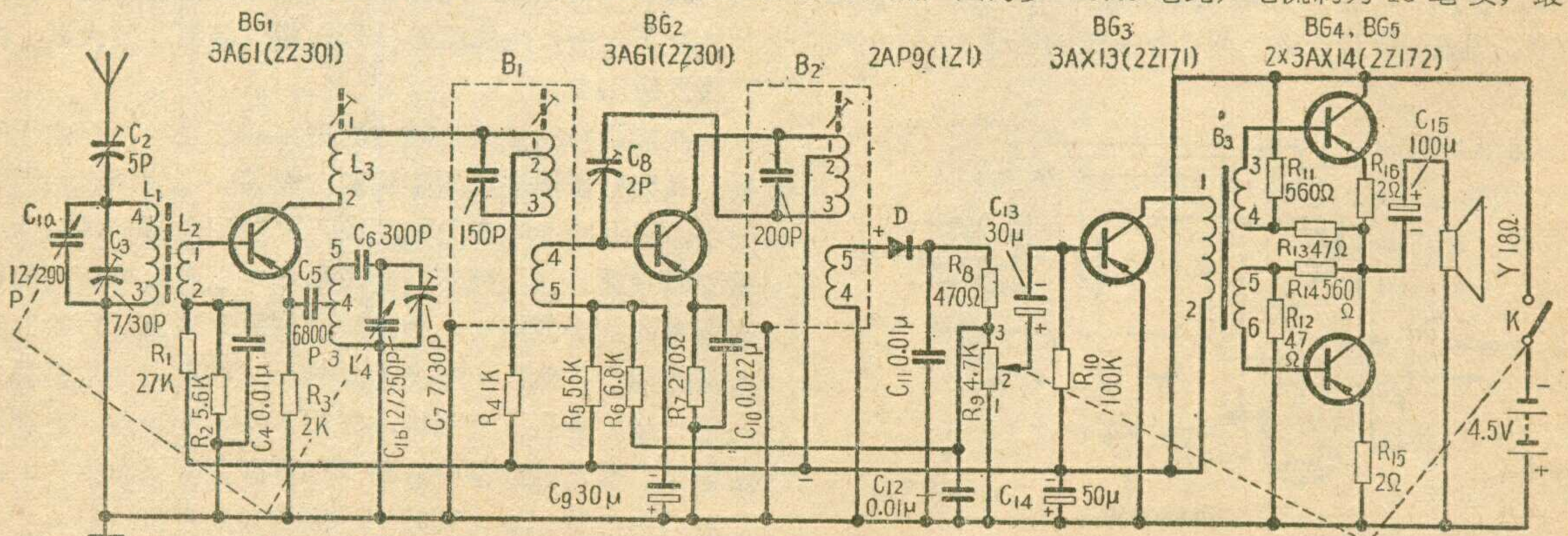
电压：不大于 10 分贝；

声压：不大于 18 分贝。

不失真输出功率：额定为 50 毫瓦；最大达 140 毫瓦。

平均声压：1.4 微巴；最大达 2.8 微巴。

电源消耗功率：无信号时不大于 67.5 毫瓦；电流约为 15 毫安；最大



信号时，不大于 225 毫瓦，电流约为 50 毫安。

电源电压：4.5 伏，电压降至 3 伏时仍能工作而不产生啸叫。

四、元件数据

1. 天綫綫圈：在长 40 毫米、直径为 13 毫米的塑料管上，以七股 0.06 毫米紗包綫順时針方向排繞 57 圈为 L_1 ，起始头为④，末端为③；距 L_1 1 毫米处以 0.15 毫米漆包綫同方向繞 5 圈为 L_2 ，末端为①，起始端为②。磁性瓷棒为 M4 型，长 140 毫米，直径为 10 毫米。

2. 振荡綫圈：在直径 4 毫米的塑料骨架上（中心有可調磁性瓷心），以 0.08 毫米漆包綫順时針方向分段乱繞 21 圈为 L_3 ，起始头为①，末端为②；在同一骨架上，以同方向同样綫分段乱繞 130 圈为 L_4 ，起始头为③，在第 3 圈处抽一头为④，末端为⑤。

3. 中頻变压器：骨架通用成品 202 型，第一級以五股直径为 0.06 毫米漆包綫乱繞 230 圈为初級，起始头为①，在第 46 圈处抽头为②，末端为③；在同一骨架上，以 0.12 毫米漆包綫乱繞 16 圈为次級，起始头为④，末端为⑤。第二級初、次級繞法与綫徑同第一級，初級为 200 圈，起始头为①，在第 62 圈处抽头为②，末端为③；次級为 36 圈，起始端为④，末端为⑤。

4. 輸入变压器：采用 EI 形硅鋼片。铁心截面为 7×8 毫米。初級以 0.09 毫米漆包綫順向乱繞 2210 圈，起始头为①，末端为②，电感量为 2.5 亨，直流电阻为 240 欧；次級为取得两个次級圈的平衡，以 0.1 毫米漆包綫，采用双綫平行乱繞 760 圈，起始二个头分别为③及⑤，末端二个头分别为④和⑥。

5. 揚声器：采用口径为 102 毫米的飞乐 401Bi 型 16 欧高阻揚声器。业余爱好者仿制时，也可采用两只 8 欧揚声器串連起来代替 16 欧使用；如用一只 8 欧揚声器，則必須将二只功率放大管的集电极电流作相应的减小。

五、装配与調試

装配：1. 整机全部元件除揚声器固装于塑料机壳上外，其余均安装在金属底板上，部分阻、容件还固定在接綫架上排列整齐，結構牢固（見本期封底）。2. 检波管及自动增益控制的滤波元件均安装在金属底板反面，防止与中、高频元件产生寄生耦合，保证整机工作稳定。3. 采用弦綫传动式調諧装置，选择电台方便，舒适。

調試：工厂生产时均采用高频的和音频的信号发生器、示波器、失真仪、电子管毫伏表等仪器，精心調試。

1. 各管集电极电流的調整：

变频管 BG_1 —調 R_1 阻值，电流調到 0.25~0.3 毫安，

中頻管 BG_2 —調 R_5 阻值，电流調到 0.8~1 毫安，

低放管 BG_3 —調 R_{10} 阻值，电流調到 2~2.5 毫安，

功放管 BG_4 与 BG_5 —調 R_{11} 及 R_{14} 阻值，电流分別調到 2.5~3 毫安。

2. 中頻頻率：将中頻信号由变频管基极注入，先調节中頻变压器 B_2 的磁心，增大輸出，再調 B_1 的磁心，反复調整，使輸出最大。

3. 頻率覆盖：頻率低端，将双連全部旋入，調节振荡綫圈的磁心使頻率調至 515~530 千赫；頻率高端将双連全部旋出，調节 C_7 容量，使頻率調到 1610~1660 千赫。

4. 調整同步：以 600、1000、1500 千赫三点作調整，先将收音机調諧于 600 千赫处，移动天綫綫圈在磁棒上的位置使輸出最大；再将收音机調諧于 1500 千赫处以調节 C_3 至輸出最大；然后再将收音机調諧于 1000 千赫处，測試同步，可将測試用磁棒及銅棒分別靠近天綫綫圈，这时收音机的輸出都应下降，证明同步已調好，如收音机輸出反而增大，則說明未同步，应再重复上述步驟調試，直到同步。

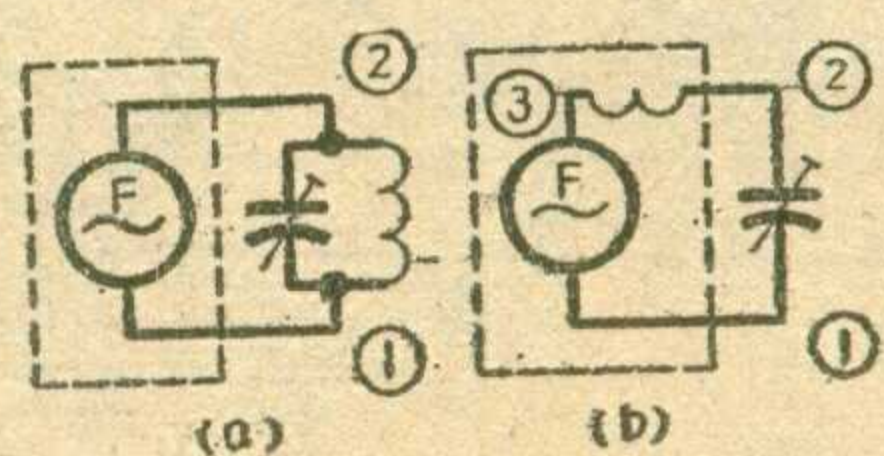
（朱永浩）

1. 电子管的灯絲，其电阻在冷却和烧热时阻值是不一样的，冷却时要比烧热时低很多，因而在接通电源的瞬间，通过灯絲的电流远較額定电流值大得多，所以电子管在这个时候最容易被烧坏。从这里我們可以得一个启示：經常把收音机的电源开一下又关一下，对电子管來說会是有害的。

2. 在超外差式收音机里，中頻变压器的初級是接到变频管或中放管的輸出端，次級接到下一級管的輸入端。把变频管或中放管当作交流发电机来看待，如图 (a) 的虛綫部分，可知变压器的初級是并联諧振，①、②端对諧振頻率的阻抗很大，但在綫圈支路中会产生很大的电流，比变频或中放

屏流大許多倍，从而增强了对次級綫圈的耦合能力。

把次級綫圈当作交流发电机的发电綫包来看待，如图 (b) 的虛綫部分，可知次級是串联諧振，①、③端对諧振頻率的阻抗很小。但在①、②端的电容上会产生高电压，直接送到下



一級电子管去。

3. 問題是检波級电子管的屏、阴极接綫搞顛倒了。如图接法，检波后在 R 上得到的电压降是上端为正、下端为負。經滤波后得到的自动增益控制电压是正电压。当无信号輸入时，自动增益控制无电压輸出，指示管因得到中放管阴极負偏压而张大。当收到信号时，自动增益控制輸出的正电压抵消了一部分中放管阴极負偏压，使总的負压减小，因而指示管亮綠色部分縮小。若收到信号很强时，前者的正电压有可能超过后者的負偏压，使各管控制极带正电，会严重影响到中放級与变频級的工作。所以，应当将图中检波管的 2、3 脚的接綫对調。

交流再生式三灯收音机

施宛愚

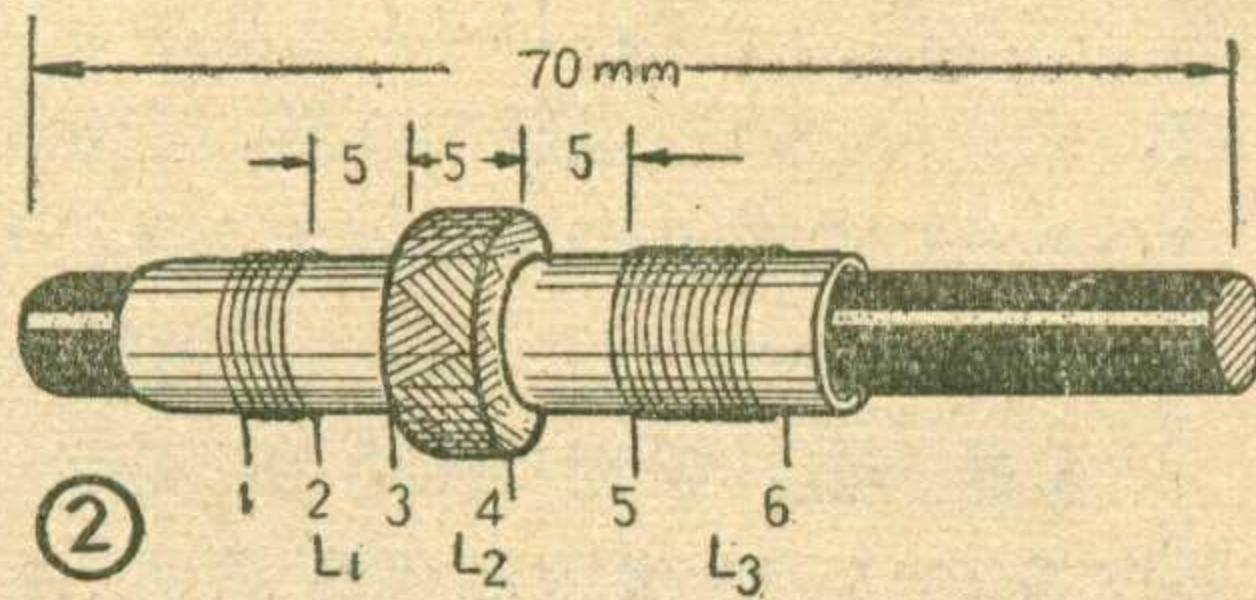
业余爱好者要想装配一架简单的交流收音机，以满足一般收听，再生式这种电路上仍然是很好的。这种程式的收音机不论在装配还是调整方面都比超外差式的简便得多。

这里介绍一架用三只小型电子管装成的再生式收音机。它的电气性能指标能够达到国家规定的四级收音机标准：灵敏度 500 微伏；近波道选择性（±10 千赫）15~20 分贝以上；输出功率大于 0.5 瓦；耗电量约 20 瓦。声音也还宏亮，普通家庭使用比较理想。

本机采用一只高 μ 双三极管 6N2，其中一个三极部分担任栅极检波和高频再生放大，同时还起音频电压放大作用；另一三极部分担任电压放大。一只中 μ 双三极管 6N1 并联使用，担任功率放大。一只全波整流管 6Z4 做全波整流。电原理图如图 1。

天线采用磁性天线或外接天线。磁棒采用 $\phi 10 \times 70$ 毫米或 $\phi 10 \times 100$ 毫米的。将各线圈绕在内径 $\phi 11$ 毫米、长 30 毫米的塑料管或纸管上，再套到磁棒上。由于采用磁性天线，比用空气心线圈或调感线圈要优越得多，从而改善了收音机的灵敏度与选择性。绕法、圈数及导线径见图 2 及附表。

为了防止再生电容器 C_4 带电，在再生电路中串接了一只 $500pF$ 电容器，它的电容量大小可在 $200 \sim 1000pF$ 之间选取，但在耐压方面要



可靠，一般可选 600 伏的，以防高电位端外露电人，或与地端短路烧毁机件。

音量控制是控制功率放大级的栅漏电阻，若控制电压放大级的栅漏电阻，如果电位器的质量稍次，调节时则会产生明显的磨擦噪声。

电子管 6N1 并联使用做功率放大级有许多优点：

1. 输出功率适中，约 0.5~1 瓦。配用口径 $\phi 130$ 毫米、标称功率 1 伏安的电动式扬声器很合适。

2. 两个三极部分并联后，其互导率为一个三极部分的两倍，达到 8.7 毫安/伏。我们知道互导率的大小是标志功率放大管的品质高低的重要指标之一。从而提高了本放大级的灵敏度。

3. 降低屏负载电阻到一个三极部分的一半。经过实验在使用一个三极部分作功率放大时，屏负载电阻以选用初级交流阻抗 11 千欧时，输出功率与非线性失真两者可以兼顾。因之，并联后可以直接用初级交流阻抗 5.5 千欧的配合输出管 6P1 用的输出变压器作负载，这种变压器是很普遍的。

附表

线圈	圈数	绕法	线径
L_1	10	密绕	$\phi 0.12mm$
L_2	56	蜂房(或乱绕)	$\phi 0.12mm$
L_3	20	密绕	$\phi 0.12mm$

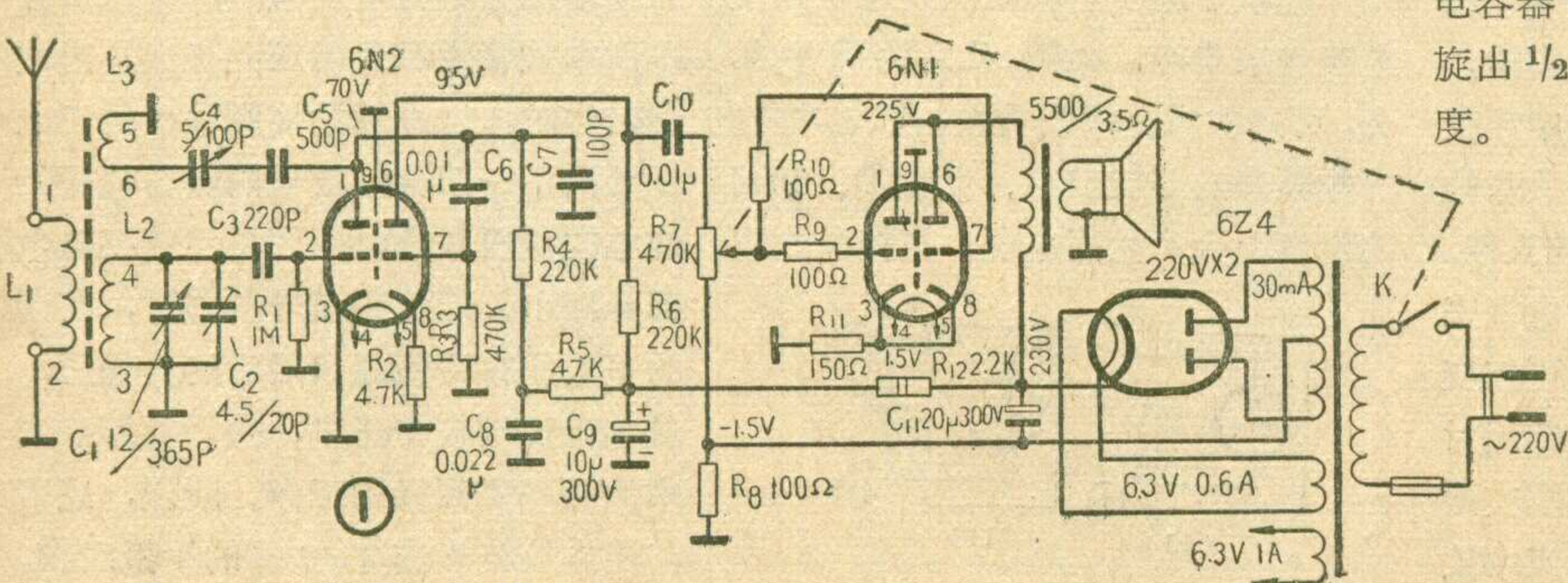
4. 耗电较省，本级耗电约 7 瓦，而 6P1 约为 12 瓦。

按照本电路装好的功率放大级栅偏压约 4.5 伏，其中自给偏压 2.5 伏，固定偏压 2 伏。由于本级采用电流负反馈电路，再加上电压放大级也采用电流负反馈电路，不但节省两只电解电容器，还使整机的非线性失真与频率失真都能得到改善。如果嫌高频过强，可在输出变压器的初级线圈上并联一只电容量 $0.001 \sim 0.006$ 微法或更大一些的电容器，可根据需要选择。

元件布局除注意磁性天线的位位置应该与金属件、扬声器磁体尽可能远离在 10 厘米以上，支架要用硬质塑料或有机玻璃、胶木板制作以外，其他无何特殊的要求，视个人的条件安排。当然要防止屏栅耦合，保证通地良好。

整机装成后，先插上电子管 6N2 与电子管 6N1，接通电源视其灯丝燃亮后，再插整流管 6Z4。然后，先将电位器开到音量最大位置，调整再生电容器，如不起再生，应检查是否再生圈 L_3 反接，如再生过强或不足，应适当地增或减 L_3 的圈数，以调谐电容器 C_1 全部旋出、再生电容器 C_4 旋出 $1/2$ 到 $1/3$ 时再生量达到临界为度。

然后调整频率范围，可用售品刻度盘在高、低两端找出两个电台播送的节目来进行。低频率端调整 L_2 的圈数及 L_2 在磁棒上的位置，大约以 L_2 的一端与磁棒的一端距离 20 毫米为宜。

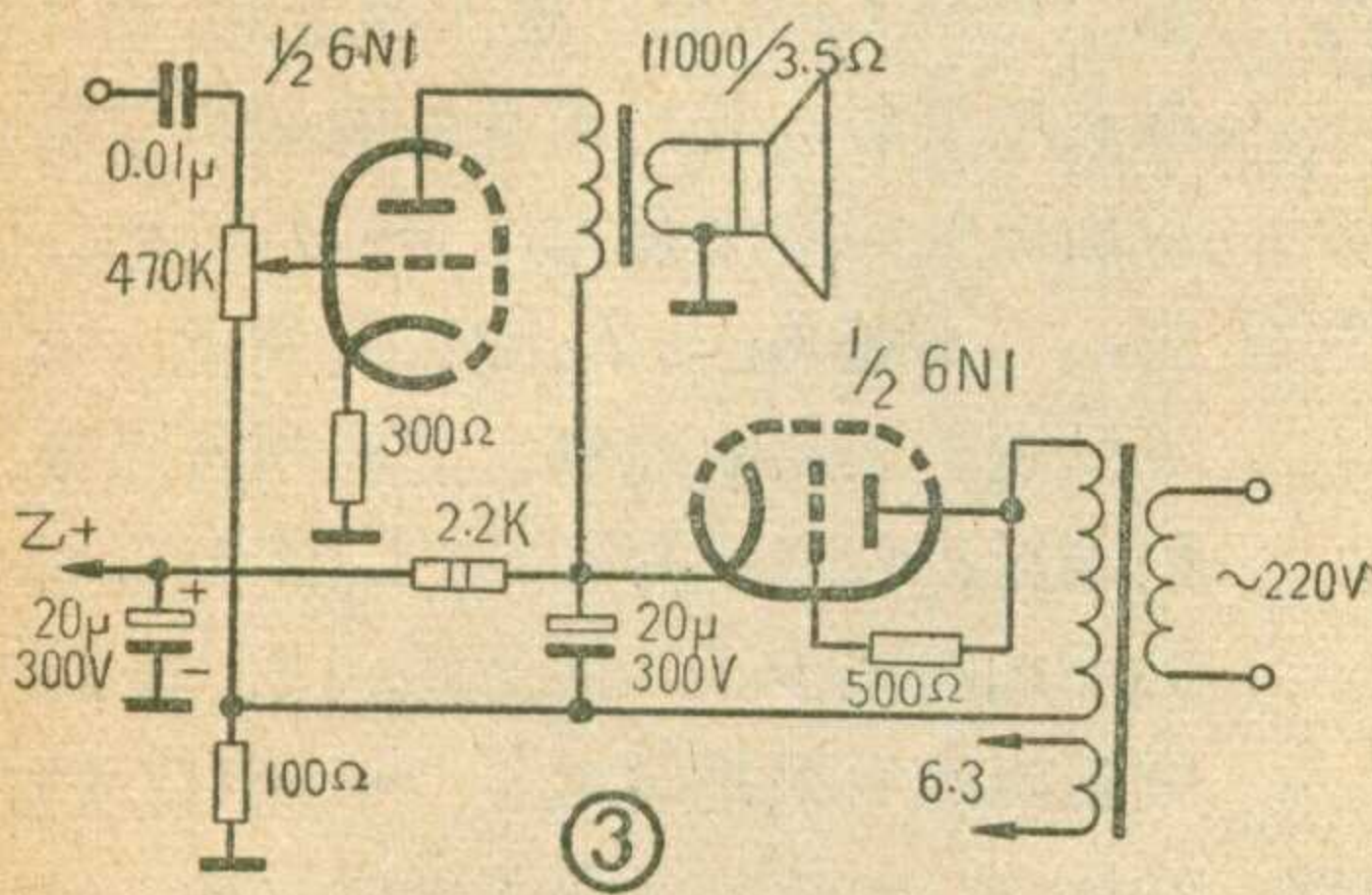


高频率端调整补偿电容器 C_2 。

由于在使用时不必接长天线及地线，同时电子管 6N2 的功率很小，所以调整再生时，对附近的接收机不会造成干扰。

此外，若将功率放大级与整流级改装成如图 3，即成为两灯机。

也可以用双二极管 6H2 作半波整流来代替 6Z4，这时耗电可以比 6Z4

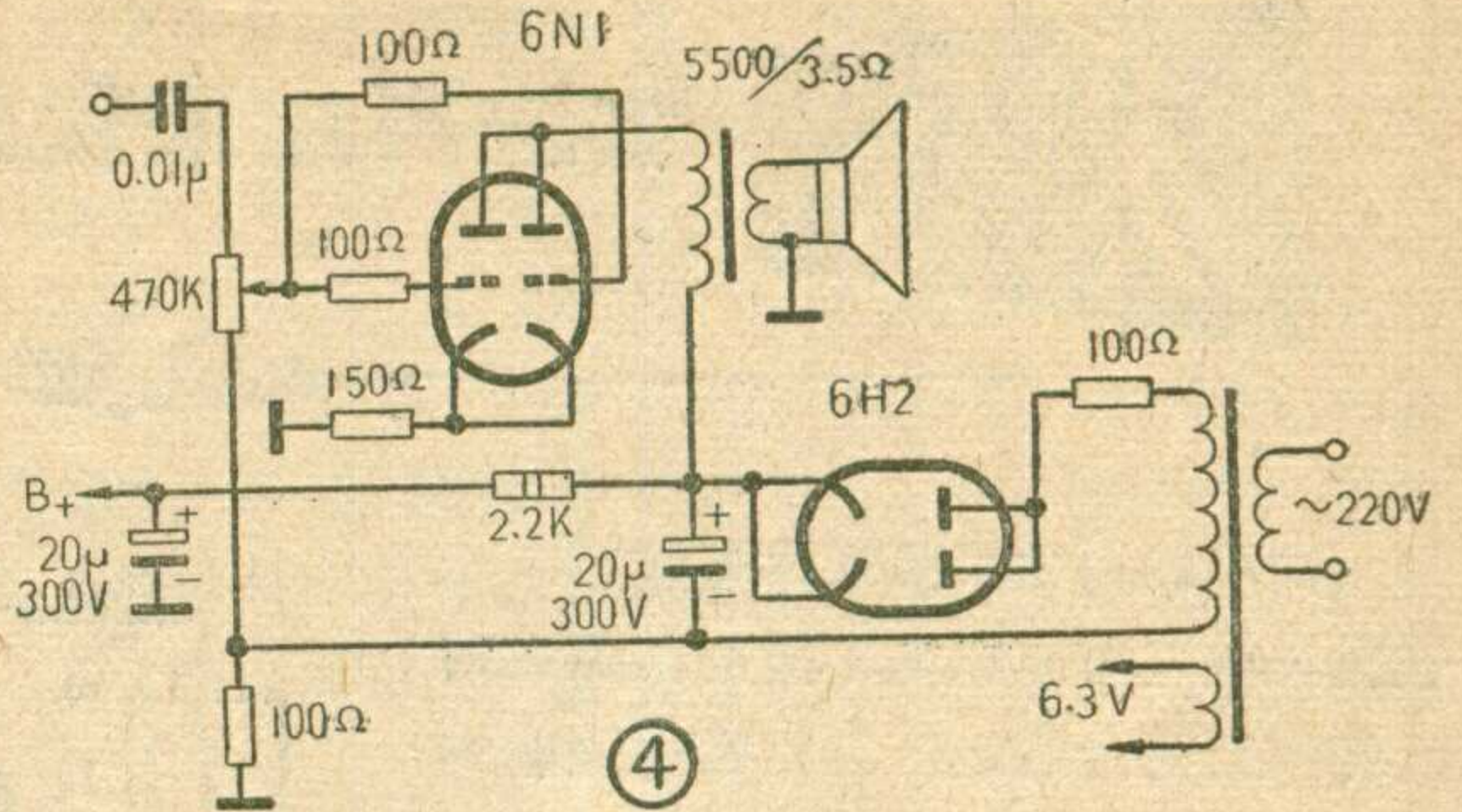


省 2 瓦多，但使用寿命不及 6Z4，只可作权宜措施，电路为图 4。

电源变压器可采用售品三灯全波(或半波)电源变压器。不宜直接以高压市电整流，以防人身触电事故。

自制可采用 D41 或 D42 号 EI28 型

硅钢片迭厚 32 毫米作铁心。用厚 0.5 毫米青壳绝缘纸作线圈架。先绕初级，再绕次级，顺序绕高压线圈、灯丝线圈。每层应加薄电话纸绝缘。初级与次级两线圈间并需用铝箔绕静电隔层通地(可用废电解电容器拆下的铝箔使用)。绕好后插入铁心加螺栓紧固后浸绝缘清漆或用地蜡热浸。



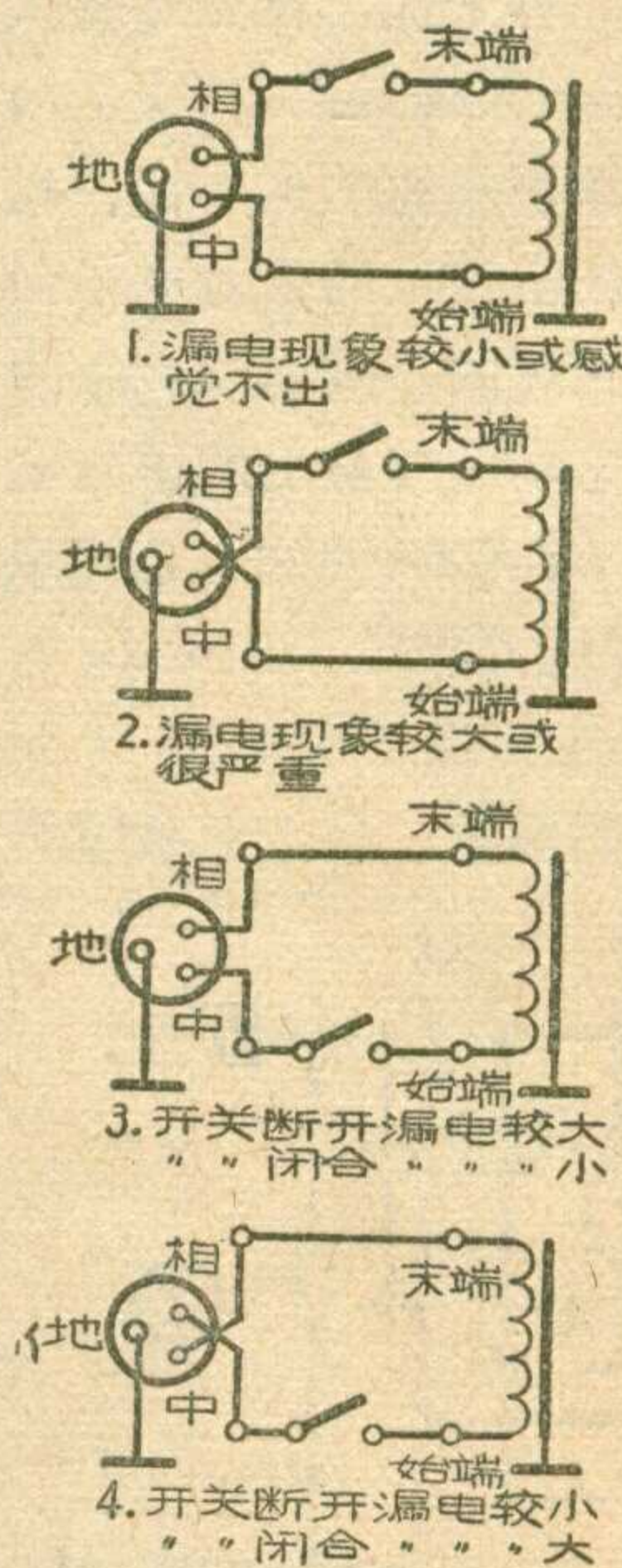
绕制数据为：初级线圈用 $\phi 0.2 \sim 0.23$ 毫米漆包线绕两个 555 圈，以备两线圈串联用在 220 伏电源，并联用在 110 伏电源。次级高压线圈用 $\phi 0.07 \sim 0.10$ 毫米漆包线绕 2540 圈，在 1270 圈处抽中心头。次级 6.3V 0.6A 线圈用 $\phi 0.49 \sim 0.51$ 毫米漆包线绕 37 圈。次级 6.3V 0.1A 线圈用 $\phi 0.62 \sim 0.64$ 毫米漆包线绕 37 圈。

机壳“漏电”现象的消除

大家知道，采用金属机壳或底板的交流收音机，如果是直接利用市电电压整流供给乙电的，机壳可能带电。但是有些交流供电的收音机或电子仪器，乙电是通过电源变压器整流后取得的，虽然交流电源并不直接和机壳相连，有时也会出现机壳漏电的现象。这时用电表测量电源变压器各线圈绕组和铁心之间的绝缘可能都是完好的，但用试电笔在机壳上测试时氖管发光，严重者手摸到机壳上还会有麻电的感觉。

这种漏电现象的产生，原因在于电源变压器线圈和铁心之间存在的分布电容。电源变压器的初级线圈一般是绕在各线圈的最里层的，它和铁心之间有一个很大的绝缘电阻，也有一个很大的分布电容，所以实际上它是一个复合阻抗。电源变压器通常都是直接安装在金属底板上的，如用金属机壳，底板和金属机壳也直接连通，它们之间几乎没有绝缘电阻。机器接

通电源后，本来无所谓漏电，只不过当人体接触机壳或用试电笔对机壳进行验电时，变压器铁心之上，也就是机壳之上积累的电荷，通过人体对大地形成放电回路而被人感觉出来。



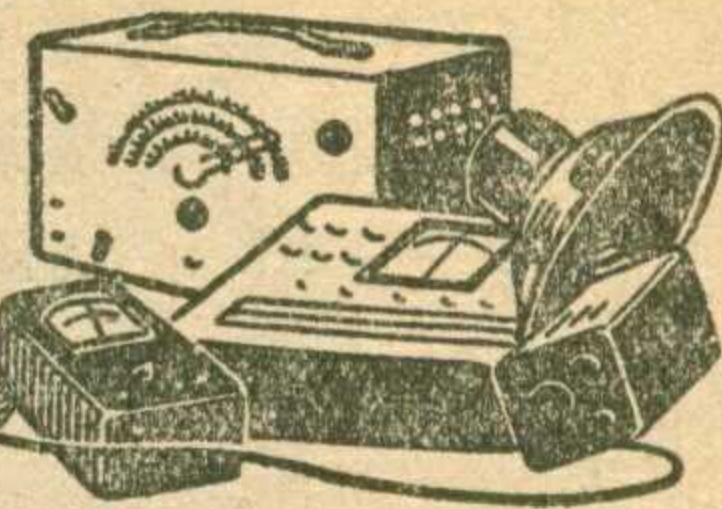
如果机壳事先即和地线相通，或是电源变压器铁心和底板间垫有绝缘物，那末这种现象也就不会出现了。

电源变压器初级线圈的里层和外层线圈与铁心之间存

在的阻抗大小也不同。初级线圈的最里层对铁心的绝缘电阻最小，分布电容最大，阻抗最小。它的最外层对铁心的绝缘电阻最大，分布电容最小，阻抗最大。所以变压器的初级和电源之间如果连接适当，这种漏电现象可以减到最少。附图是电源进线的四种接法，其中图 1 的接法可使漏电现象减到最低限度。由于火线经过电源开关，在开关断开时，火线与初级线圈断开，无漏电现象；在开关闭合时，火线仅经过初级线圈的最外层对机壳漏电，所以漏电无疑是最少的。图 2 的接法火线接在初级线圈的始端，不论开关是否闭合，机壳都有漏电现象。图 3 和图 4 的接法也不妥当，因为不论插头反正，都不能彻底解决漏电的问题。

如果采取图 1 的措施，漏电的现象依然很严重，那就可以断定变压器内部绝缘有问题。严重的只好将变压器重新绕制，这时应当特别重视对绝缘材料的选择、插硅钢片时避免损伤绝缘，以及完成后对耐压的试验等。变压器中初、次级间有屏蔽层的，使用时应当把它和机壳妥善连接起来。

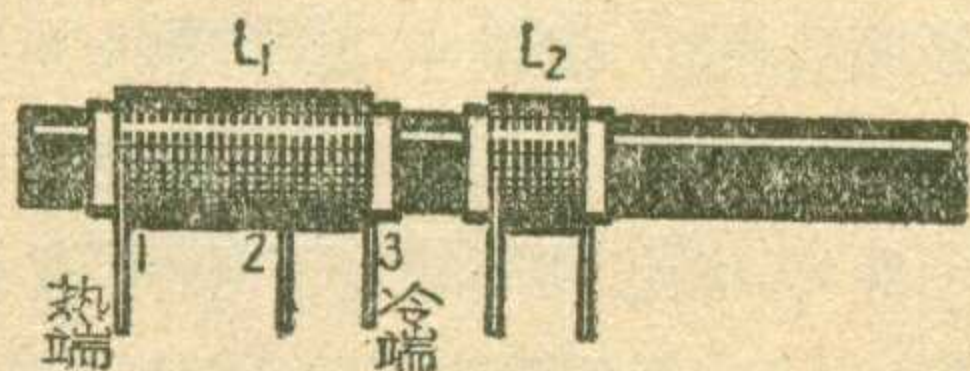
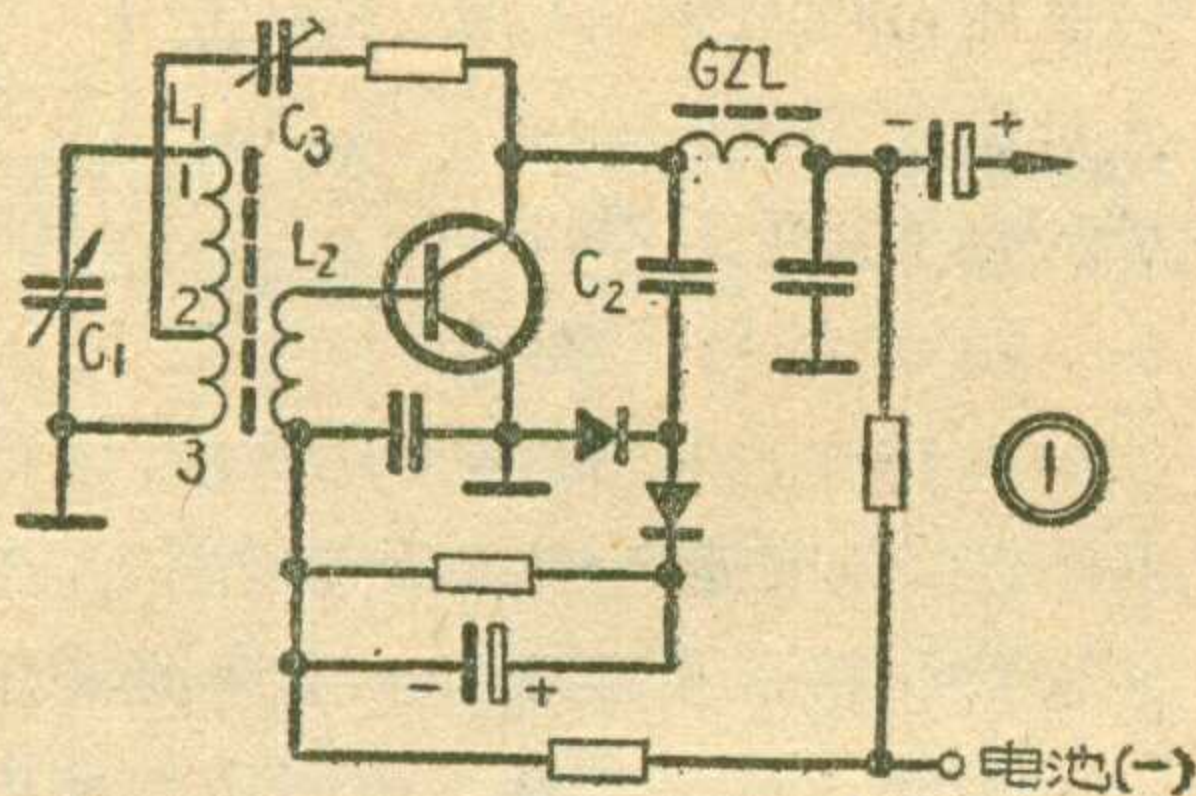
(崔 蟠)



简单的再生来复式半导体机，一般說灵敏度可以算是不錯的。但在附近有强力电台的地区，常常还会感到选择性不够好。这种强力电台干扰，借助于磁性天綫的方向性，可能大大减小。可是如果所想收听的弱电台恰巧和本地强电台位于同一方向的话，那就也无能为力了。有没有办法改善呢？下面是一项实验的情况。

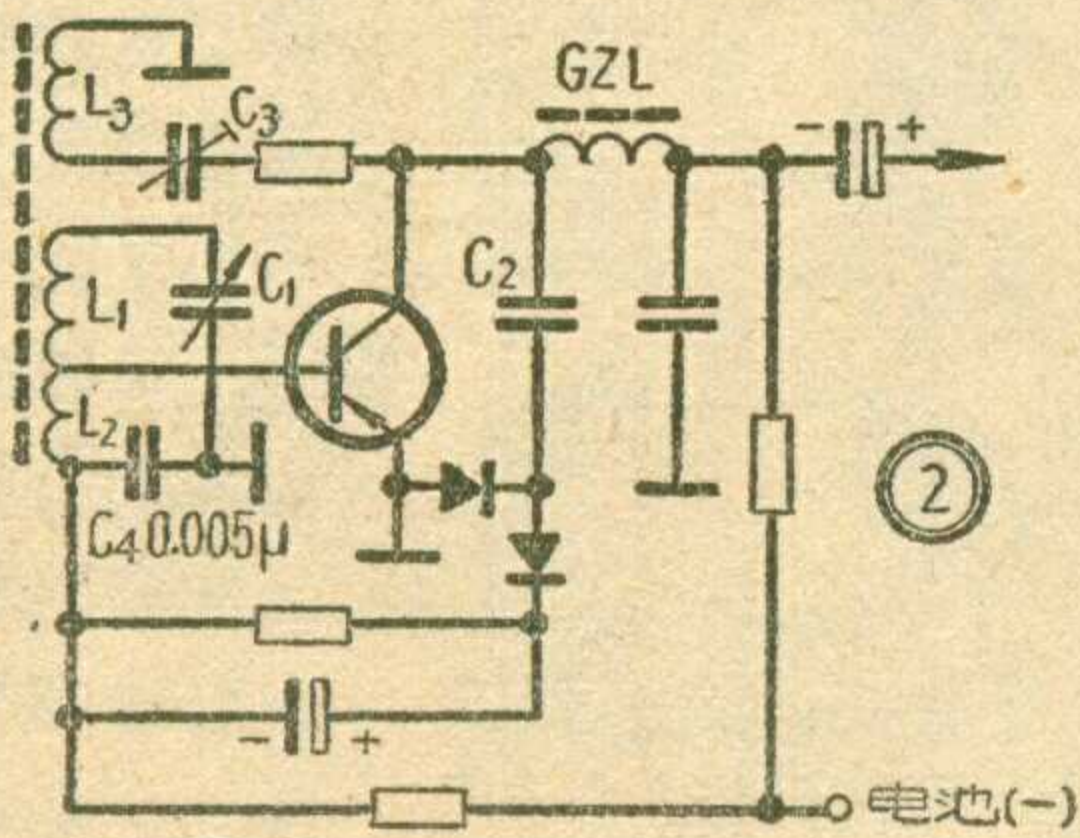
(一) 现象 图1是实验中所用再生来复式半导体机的高频部分线路图和各线圈在磁性瓷棒上的位置安排。再生作用是利用調諧回路线圈 L_1 上的抽头，通过再生电容器 C_3 接到高频管的集电极上。基极线圈 L_2 繞在一只可移动的短紙管上，便于調节与 L_1 的耦合程度。按說，再生作用能增加回路线圈的实效 Q 值，因而选择性和灵敏度是比较高的。可是实际使用时对功率较大电台的强烈干扰无法消除。一般說把 L_2 与 L_1 之间的距离拉开，可以增加选择性。可是实际試驗结果是：当 L_2 离远 L_1 时，对場强較弱的电台，选择性是变尖銳了些，可是这些台的信号强度也同时减弱了，而强信号台干扰仍布满全度盘，强度毫无减低。

(二) 找原因 这种情况究竟是怎样产生的呢？为了找出原因，試作逐段检查。首先拆开調諧回路中的 L_1 与 C_1 定片間的接綫，使回路失去作用，可是收音机里强信号台依然发声很强。这现象說明干扰不是通过調諧回路进入收音机的。于是又从后面开始找：試把高频阻流圈GZL短路一下，則强信号台干扰立即消失，說明干扰是在GZL以前窜入，并非从后面低放級进来的。再拆开从集电极送往二极管倍压检波器的耦合电容器 C_2 試試，干扰也不見了。这說明干扰还是經過了检波作用的。繼續向前检查，发现当把 L_2 的两端短路时，



干扰也消失了。由于 L_2 位在全綫路的最前方，因此可以判断干扰是由 L_2 进来的。因为 L_2 系繞在磁棒上，由于磁性瓷棒的导磁率 μ 比空气大許多倍，把 L_2 的有效面积扩大了，相当于一个面积比 L_2 实际面积大 μ 倍的环状天綫。虽然 L_2 沒有調諧电路，但是对当地的强力电台的磁場來說，足够产生严重的干扰。試将磁棒轉动到一定位置，干扰果然消失，这一点就得到了证明。

(三) 想办法 根据以上試驗，要消除或減輕这种干扰，首先必須減除 L_2 本身的环状天綫效果，其次是增加 L_2 对 C_1L_1 調諧电路的依附性。我們知道环状天綫所接收的信号电压强度是与圈数成正比的，减少 L_2 的圈数，就能减少它所直接检拾的信号电压。另外减低 L_1 与 L_2 間的互感可以提高选择性。减低互感除了加大 L_1 与 L_2 間的距离，还可以是不变距离而减少 L_1 或 L_2 的圈数。从上面試驗所



得看来，减少初、次級綫圈之間的耦合度效果并不好。因为两綫圈的距离远了， L_2 每圈上所感应到的調諧回路电压减少了，对所收信号的灵敏度减低。可是 L_2 是套在磁性棒上的，本身具有电流源，凭它本身的圈数可以感应出很强的本地强力电台的信号电压来，它不随 L_1 与 L_2 間距离变化，也不受調諧回路的控制。而我們所需要的調諧信号电压却因 L_1 、 L_2 間的距离的增加而减少了。因此加大 L_1 与 L_2 間距离的后果是增大了“干扰/信号”的比值，也就是增强了干扰程度。这时調諧回路有效 Q 值虽然增大了，但对整机的选择性无能为力。因为 L_2 与 L_1 虽有較松的耦合，它还通过磁性棒直接与空間磁場发生不变的耦合。针对这种缺陷，改进的办法是，加紧 L_2 与 L_1 間的耦合，但减少 L_2 的圈数，这同样也达到减小互感量的目的。加紧耦合的办法是把 L_2 迭繞在 L_1 的冷端上，紧貼着 L_1 ，使得 L_1 的諧振电流能較多地影响 L_2 ，增强信号电压。另外 L_2 的圈数减少以后，直接从天綫磁棒上感生的干扰电压也按比例地减少，这就降低了干扰的危害。这次把 L_2 由原来的7圈减少成4圈，結果情况完全改变了。把天綫磁棒放在强信号台信号最强的方向，将收音机調到起再生作用时，完全可以隔开信号較强的台而收听其他弱的信号。这表明所采取的改善措施是有效的，尤其对于装用的是放大系数較高的高频管时，如不采取上述措施，就难以收听清楚其他弱信号电台。

为了加强初、次級綫圈的耦合程度，也可以直接从調諧回路的 L_1 抽头来供給高频管的基极信号。由于可变电容器 C_1 的动片通机壳，不便加偏流，可采取图2的办法，加接一只0.005微法的电容器 C_4 来隔断直流电路。

(罗鵬搏)

談使用磁帶錄音機的幾個問題

磁帶錄音機的应用，在各方面日益广泛。使用录音机的方法，說来并不复杂，但是不正确地掌握运用，对录音质量会有影响。特别是对于非专业的使用者來說，多增加些这方面的知識，是有必要的。这里談談其中的几个問題。

(一) 保持机器清洁的重要性

任何机器設備都应当保持清洁，对磁帶錄音机來說，更应当重視。磁帶錄音机在放音过程中，由于磁头和磁帶不能紧密相接，高音頻部分会产生一定程度的損失，在放音时高頻率的聲音变坏。这种損失叫做間距損失，磁头和磁帶之間的距离越大，这种損失也越大。附表列举了当磁头磁帶間的距离是1微米（等于千分之一毫米）在不同帶速时各个高音頻频率的間距損失。一微米的間距是那样小，但是高音頻已有相当的損失。如果是两微米或更大的話，那末損失也将随着成倍地增加。

灰尘是加大間距損失的一个原因。磁头和磁帶如果沾染了灰尘，很容易使磁头和磁帶之間的距离加大，而增大高音頻損失。所以，保持录音机的清洁，是很重要的。

(二) 认清磁帶的两个面

磁帶有两个面，一面是磁粉塗层，另一面一般是醋酸纖維或其他塑料做成的帶基。使用磁帶时，应当使有磁粉塗层的一面和磁头相接触。如果磁帶面用反了，把帶基的一面和磁头相接触，这无形中造成磁头和磁帶的磁粉塗层之間的距离，增加了間距損失。有些磁帶印有商标和型号等，这些字都是印在磁帶的反面，也就是沒有塗磁粉的一面。如果磁帶上印有字，它的两个面是很容易分辨出来的。但是也有些磁帶沒有印字，这时就要靠观察磁帶两面的情况来分辨了。一般地說，磁帶有磁粉塗层的一面顏色較暗沒有光泽。遇到磁帶的两个面很难分辨时，可以用小刀在磁帶上刮几下。磁粉塗层是可以刮掉的，如果所刮的正好是磁粉塗层的一面，磁粉塗层会被刮掉，露出透明的帶基来。

附表

損失 (分貝)	頻率 (赫)	1000	5000	10000
标称帶速 (毫米/秒)				
380		0.14	0.71	1.43
190		0.29	1.43	2.86
95		0.57	2.86	5.71

磁帶用反了，帶基和磁头相接触，这时磁帶仍然可以录上声音，只是因为間距損失的关系，使高音頻受到損失变坏。用反了究竟对质量有多大影响，可以在录音机上把磁帶面反过来試試看，就会得出一个經驗体会。

在通常情况下，只要不把磁帶扭轉，磁帶面是不容易用反的。在使用新磁帶，或向别人借来的磁帶在你的机器上使用，磁帶的纏繞情况可能和你的录音机不同，这就有可能出現把磁帶面用反的情况，应当特別注意。

(三) 不要輕易拆动面板上的零件

录音机使用日久以后，磁头和磁头附近的导柱会受到磁帶的磨損，形成一道沟槽。这时对于这些零件，除非損坏到必須更換新零件时，最好不去拆动它。因为这些零件經過拆动以后，一般不易恢复到原来位置，結果磁帶在移动时不能完全落到沟槽里，可能使磁帶不能紧贴磁头，因而产生間距損失。

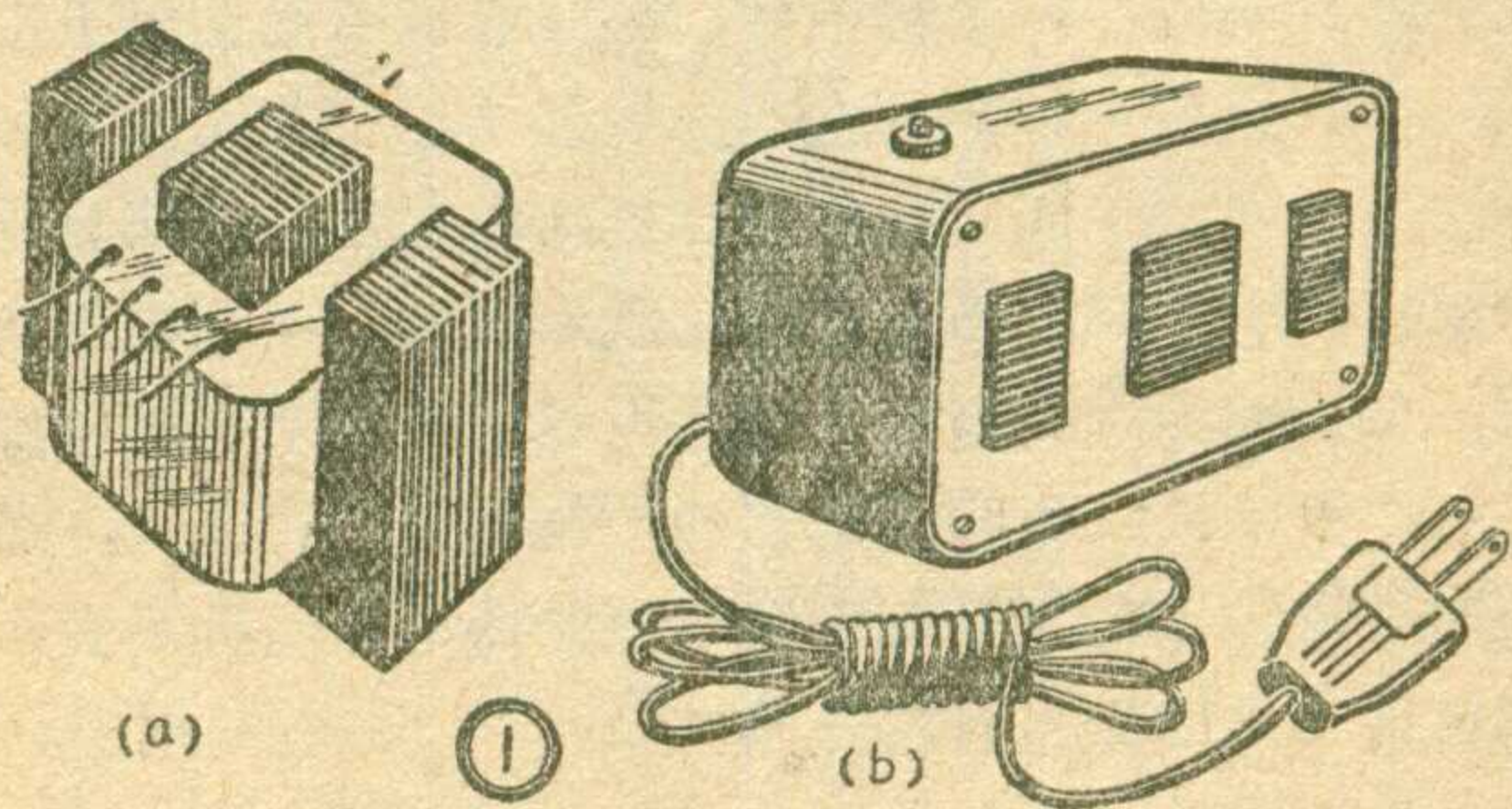
有些磁帶錄音机，磁头前面装有压帶垫。录音或放音时，压帶垫压在磁头上，使磁帶紧贴磁头。这种压帶垫有时因为弹簧松弛或其他毛病，失去了它的作用，不能紧压在磁头上，这样也会使磁头和磁帶的間距加大，增大損失。所以对于这些零件的工作状态，要經常注意。

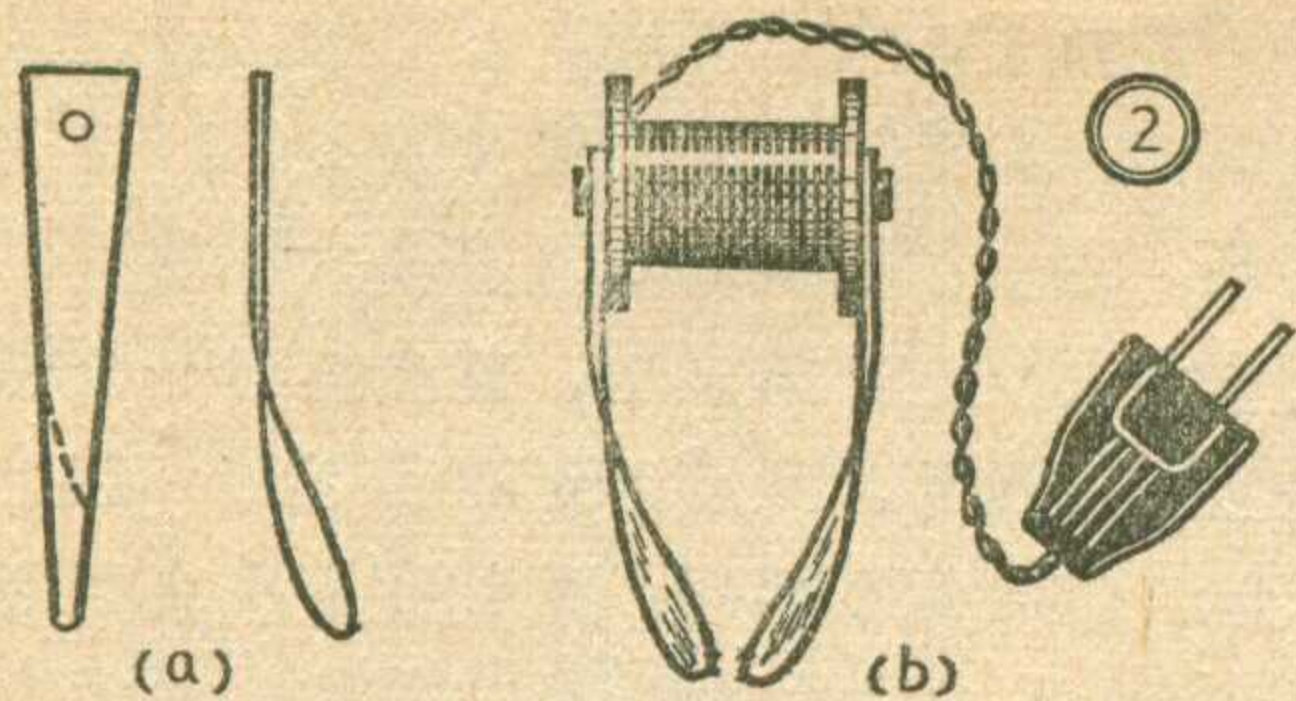
(四) 磁头和其他零件的消磁

磁头、导柱和其他和磁帶相接触的零件，容易带有微弱的磁性。这种磁性是噪声的来源，会使录音机的噪音电平大大增加，所以必須消除。消除这些磁性并不困难，只要我們有一只消磁器，就可以做到。

消磁器可以自制，用一般三灯或五灯收音机用的电源变压器铁心，只用它的E字形部分，叠厚20毫米左右，用直径0.38~0.55毫米(28~24号)漆包綫，繞两个1000圈的綫圈。用在220伏交流电源时把两个綫圈串联，用在110伏交流电源时把两个綫圈并联。为了使用方便，可以把它装在一个木匣里(图1)，并在木匣上装一个电源开关按钮。

在进行消磁时，先把消磁器拿开距离录音机一米左右，按下电源按钮接通电源，把消磁器慢慢移近录音机，在所有要进行消磁的地方都使消磁器走过，再慢慢移开，然后把电源按钮放开，使电源关掉。这样反复地进行三四次，就可以把零件带有的磁性消掉。





录音机磁头通常在它的外面罩有防止外界磁场干扰的隔离罩，这样带磁的磁头就需要把隔离罩取去，才能使它消磁。但是有些磁头的隔离罩是不能取下来的，这就就要用特制的磁头消磁器来消磁了。

磁头消磁器可以用一般收音机电源变压器铁心的 I 字形部分来制作，叠厚 20 毫米左右，如上用 0.38~0.55 毫米径漆包线绕两个 1000 圈的线圈，也是 220 伏的串联，110 伏时并联使用。再用厚度 1.5 毫米左右的薄铁板，做成两片长约 10~15 厘米左右的尖臂形，在较尖的一端约全长三分之一的地方扭转一个 90 度的方向。把两片铁板用小钉钉入绕有线圈的铁心钢片中，使它固定在铁心两端，这样就可以使用了（图 2）。使用时先把消磁器加电，然后移近要消磁的磁头或其他小零件，用消磁器的两个铁片尖端所形成的缝隙，对准要消磁的零件表面，上下左右地移动，使消磁器走过整个表面以后，再把消磁器拿开。

制作上述两种消磁器所用的铁心尺寸、叠厚厚度、线圈圈数等都不是严格的，可以有相当的出入。消磁器通过的电流较大，所以加电使用时间不能太长，最好不超过两分钟，否则容易把线圈烧掉。另外还要注意，在使用时消磁器不要和零件相碰接触，也不要使它吸住在一点不动。

（五）保持录音机的带速不变

录音机把声音录在磁带上，在需要时再把它重放出来。这种录、放过程有一个必要条件，要求录音和放音时的带速相同。因此保持录音机的带速不变，是很重要的。

录音机的带速，由主导轴的直径和它的转速决定。主导轴的转速决定于电动机（马达）的转速。因此，只要能够保证主导轴的直径和马达的转速是正确的，而且维持不变，那就可以保持录音机的带速不变。主导轴的直径，只有在录音机用久了以后，由于磨损才会产生较大的偏差。所以在新录音机时，最好能精密地量一下主导轴直径，以后主导轴的磨损，只要不超过 2%，可以认为带速是基本正确。一般录音机所用马达，大部分是异步马达。它的转速是受电源电压影响的。电源电压有变动，马达转速随着变动。由此可见，保持录音机电源电压的恒定不变，也是很重要的。在使用录音机时，最好使用交流稳压器或是调压器，来保持电源电压不变，这对保证录音质量是有好处的。

（耀 华）

在收音机的放大器中，由于存在不应有的正反馈而引起的振荡现象，称为寄生振荡或自激振荡，其表现特点是啸叫或增益陡增和通带严重不对称等。这种自激现象，半导体超外差机的中频放大器中最易发生。

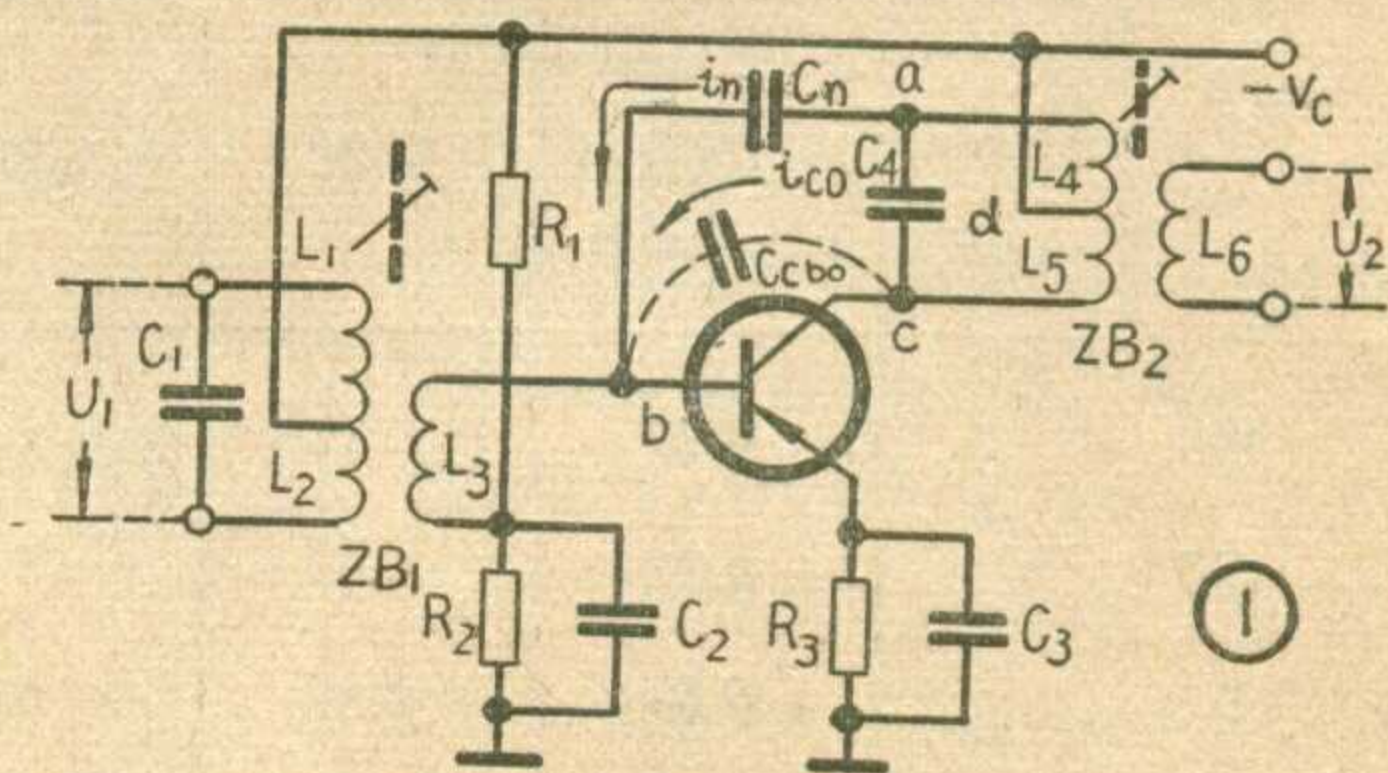
半导体机中放级易于产生寄生振荡的原因，主要由于半导体管是一种非单向性质的放大器件，本身存在内部反馈，当半导体管在中频（一般是 465 千赫）下运用时，引起自激的内部反馈主要决定于集电极和基极之间的极间电容 C_{cbo} 。常用的中放半导体管，其 C_{cbo} 约在 3~10 微微法之间。经过放大后的中频信号，通过这个电容会从管子的输出端反馈到其输入端。当频率为一定时，如电容 C_{cbo} 愈大，则反馈量亦愈大，也就愈容易产生中频自激振荡，结果使放大器的稳定性受到影响。当自激振荡出现时，放大级即产生增益陡增，选择性曲线严重不对称，整机失真增大等不正常现象。由于中放级是一个调谐放大级，它的输入端和输出端谐振于一个相同的频率（中频），因而这一级因内部反馈引起自激振荡的可能就更大。

消除中放寄生振荡的方法

欲消除半导体中放级的自激振荡，方法有多种，其中“中和”是比较合理易行的，目前在半导体超外差式收音机中广泛采用。所谓中和，即取一个相位与半导体管内部反馈相反的信号，通过外部反馈电路（即中和电路）回输至输入端，以抵消半导体管的内部反馈。如果内外两反馈量相等，则半导体管的反向电压传输系数 (h_{12}) 等于零，称为临界中和或完全中和。此时放大级具有工作稳定、功率增益大、选择性曲线对称和整机失真小等优点。

常见的中和电路如图 1 所示。图中 C_n 是中和电容器，由虚线绘出的电容器 C_{cbo} 是中频管集电极—基极电容。由图 1 可知，在有抽头（抽头点 d 对中频来说是接地的）的中频变压器 ZB_2 的两端 a 和 c 两点间的中频信号相位差 180° ，因而通过 C_n 和 C_{cbo} 分别反馈至半导体管输入端 b 点的中频信号电流 i_n 和 i_{co} 的相位正好相反。如果 $i_n = i_{co}$ ，则为临界中和，这时电路工作状态最佳。

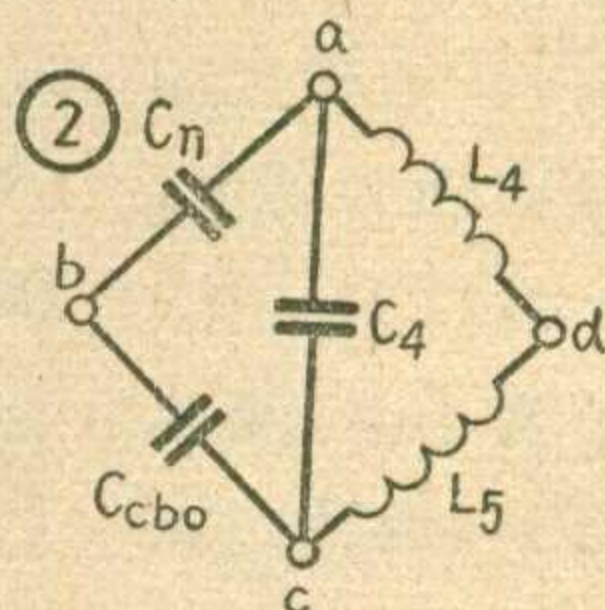
为了分析简便起见，图 1 电路的中和部分可以画成等效电路如图 2。等效电路中有关电阻的部分略去了。



消除半导体中频放大级的寄生振荡

布谷

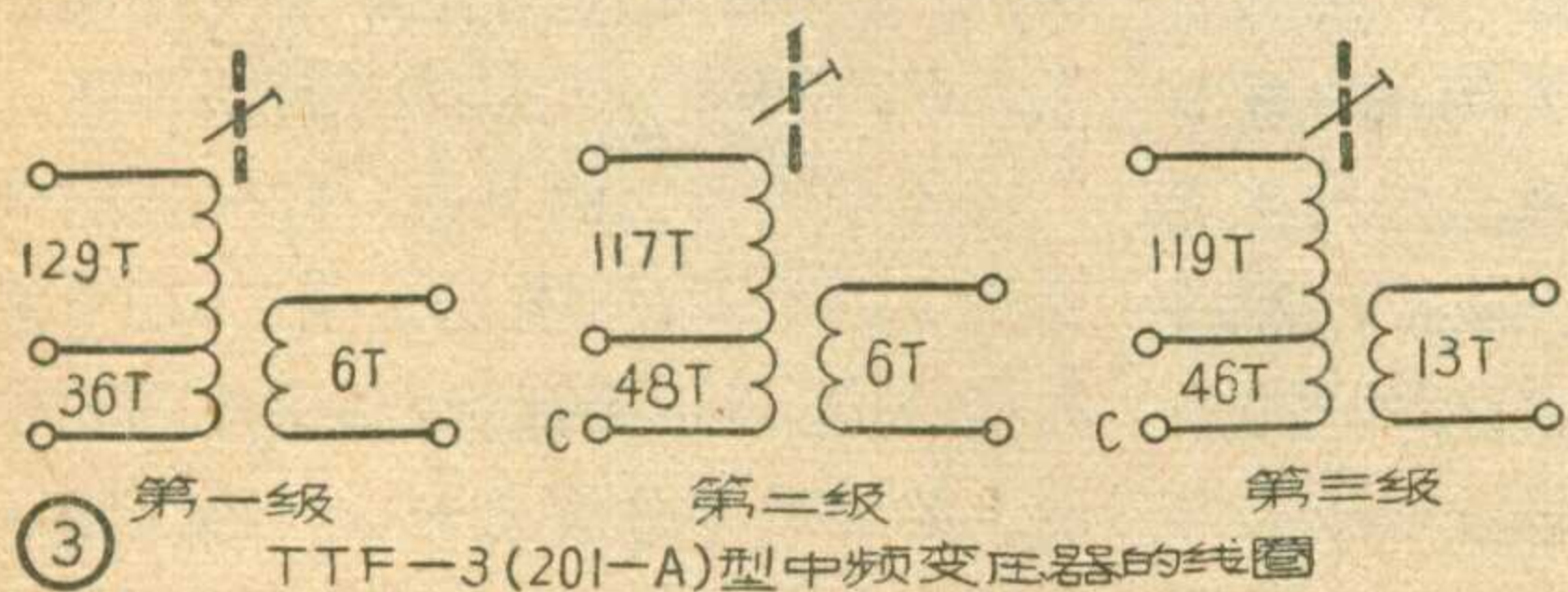
显而易见，这是一个交流电桥，当它近似平衡时（由于电阻部分被略去，而且又不是等臂电桥，故对中频频率来说，只能称为近似平衡）， $b-d$ 两端的中频反馈电流趋向于零。电桥近似平衡的条件是： $C_n = C_{cbo}/k$ 和 $N_4 = k/N_5$ 。这里 k 是一个常数，任意数值的 k 都可以用来



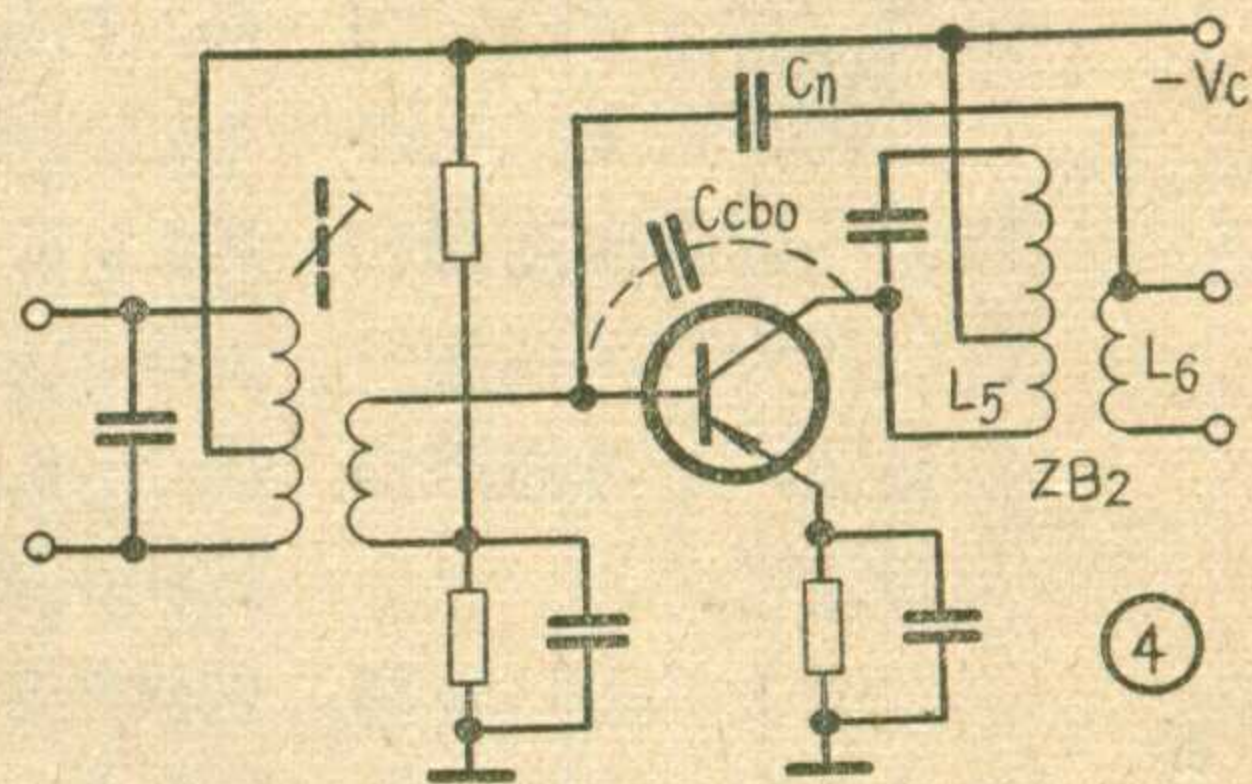
中和半导体管，这里由于 L_4 、 L_5 的圈数比 N_4/N_5 为既定（在考虑中频变压器通带和负载阻抗时已选定），故常数 $k = N_4/N_5 =$ 圈数比亦为已知。以市售 TTF-3 型中频变压器为例，其圈数比如图 3。又由于半导体管的 C_{cbo} 可在特性手册里查出或预先测知，故 $C_n = C_{cbo}/k$ 的值不难求出。例如照图 2 电路，求解中和电容器 C_n 的近似值，已知中频变压器 ZB_2 初级抽头点至两端的圈数比 $k = 2.5$ ，中频管的集电极-基极电容 $C_{cbo} = 5$ 微微法，根据上式，所以 $C_n \approx 5/2.5 = 2$ 微微法。

在实际应用中，中放半导体管的 C_{cbo} 约在 3~10 微微法之间，故而中和电容器 C_n 如在 1~5 微微法之间进行调整，即能获得近似临界中和。如此小容量的半可变电容器不易购得，业余爱好者可用两根绝缘的导线相互绞合代替。

图 4 电路是另一种常用的中和电路，作用原理和图 1 一样，但应用时应当注意：由 L_6 引出的外反馈信号的相位应当与半导体管内部反馈的信号相位相反，否则要对掉 L_6 的两个接头。采用此种中和电路时，中和电容器 C_n 的值可以取得比 C_{cbo} 的值略大一些，这是因为 $k = N_6/N_5 < 1$ 的关系。这里 N_6 是下一级中放管的基极线圈（也可能是第二检波器的输入线圈） L_6 的圈数， N_5 是中放管的负载线圈 L_5 的圈数。大家知道，共发射极电路的输入阻抗（或第二检波器的输入阻抗）比输出阻抗小许多倍，为使阻抗接近匹配，以获取足够大的功率增益，因而 L_6 的圈数 N_6 比 L_5 的圈数 N_5 少。



有些产品收音机，中放级采用了截止频率较高的高频管，电路不加任何中和，收音机也工作得很好。这是因为半导体管的截止频率 f_a 愈高，其集电极-基极电容 C_{cbo} 也愈小，说明半导体管内部反馈很小。对所欲放大的中频来说，如果管子的反向电压传输系数能够趋近于零，则放大级虽不增加任何稳定措施，也可能达到稳定的工作。

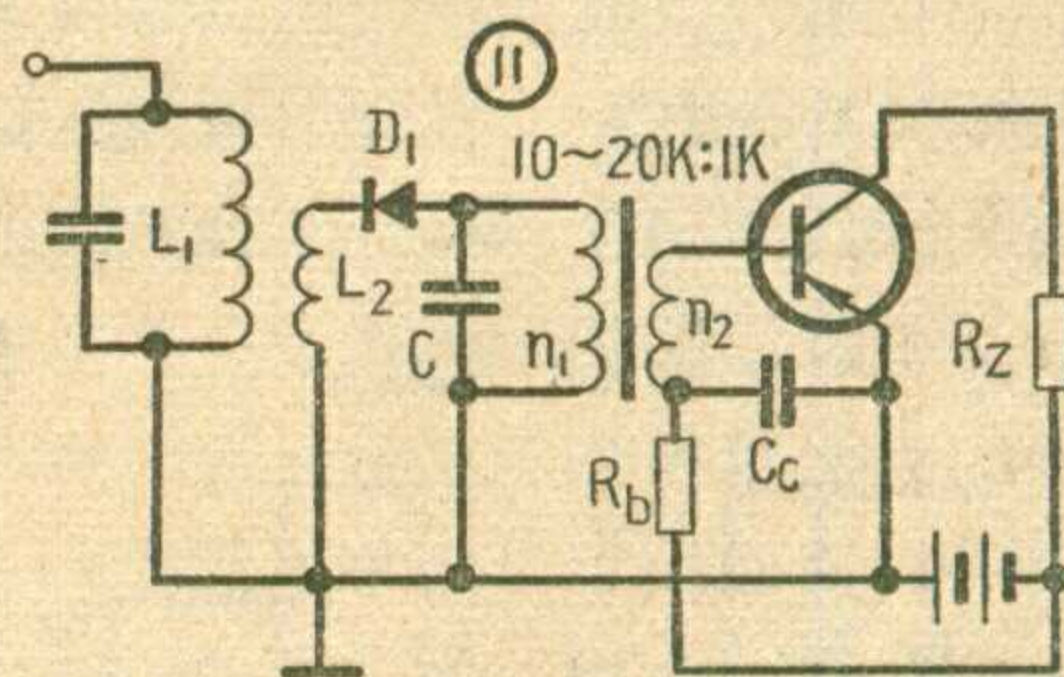


对中和的测量

为了得知中频放大器是否近似临界中和，可用一个简便方法测量。如图 1，在线圈 L_6 两端接入一个中频信号电压 U_2 约数十毫伏，再在线圈 L_1 、 L_2 两端接上一个高频毫伏表。调整 C_n ，当毫伏表指示最小，即 U_1 趋向于零，表示已近似临界中和。在实际应用中，中和电路还有其他条件影响，工作情况是复杂的，欲使中放级获得精确的临界中和，做起来比较困难。因此通常取中和电容器 C_n 比近似临界中和时略大一些，这样放大器就能稳定地工作。

（上接第 15 页）

图 11 是变压器耦合的电路。这时二极管和三极管完全分离，所以二极管的极性可以任意连接，并且三极管的工作点不受检波器的影响。由于使用了变压器，对音频负载的阻抗匹配比较好，检波失真也比较小。想像中 n_1 对 n_2 的圈数比愈大，即检波器的音频负载阻抗愈大，音频输出也愈大，但实际上线圈的内阻也相应增加。一般采用阻抗比为 10~20KΩ:1KΩ（或圈数比 3~4.5:1）较为合适。



C 为高频旁路电容，它的容量应对高频阻抗很小，但对音频的阻抗必须很大，否则高频频率就会被衰减，

一般在 0.001~0.005 微微法。 C_c 是音频旁路电容，和以前讨论过的一样，用 6~10 微微法即可。

上面三种电路中，直耦式因没有耦合电路的损耗，且加有正偏压，故效率高，输出大。

（秋吟）

半导体两管收音机

馮 报 本

用两个半导体三极管可以做成一级来复再生和一级低放的两管机。来复式电路因为一管兼作高频和低频放大，再多加一级低放，就可以用扬声器收音。

图1就是这种两管机电路。来复式检波部分，和以前介绍过的来复式电路相同。现在在它输出到耳机的端子上改接一个低频放大级的输入

变压器 B_1 ，变压比为 3:1，前一 C_6 是 BG_2 输入电路的隔（直）流电容器和音频的通路，要用较大的容量。音频信号被 BG_2 再度放大之后，在集电极电路输出，推动扬声器发声。 R_3 和 R_4 是固定 BG_2 工作点的偏置电阻。电容器 C_7 是用以防止电池快要用完时，电池内阻增大而发生的噪音。

扬声器是供半导体收音机用的低阻抗小型舌簧扬声器（线圈直流电阻 300 欧），它的灵敏度比较好，但音调较尖。如果要得到较好的音质，可以改用小型动圈式扬声器，并配合一个小型输出变压器 B_2 ，在图上 yy 处换接。采用音圈阻抗为 8 欧的扬声器可以有较高的灵敏度，扬声器的口径可按收音机盒子的容许容积选择，输出变压器应和扬声器的音圈阻抗相匹配，售品输出变压器上面一般都注有

的单管机大致相同，高频变压器 GB 的制作方法见本刊 1965 年第 9 期第 26 页。再生回输线圈 L_3 可以先不接上，单由高频变压器和磁棒的耦合来取得再生，工作可以较为稳定。调试时如果发现灵敏度不足，然后再在磁棒上加绕 2~6 圈作 L_3 ，就会有较强的再生。磁性天线的线圈都是用七股的丝包漆包线绕制， L_3 有一端空着不接。高频变压器的位置和再生有关，最好先放在离磁棒较远的地方，它们的磁心互相垂直。磁性天线不应靠近扬声器，以免受到磁化，减低效率。

输入变压器 B_1 也要远离扬声器和磁棒，在使用输出变压器 B_2 时它应和 B_1 互相垂直放置，以免引起感应。

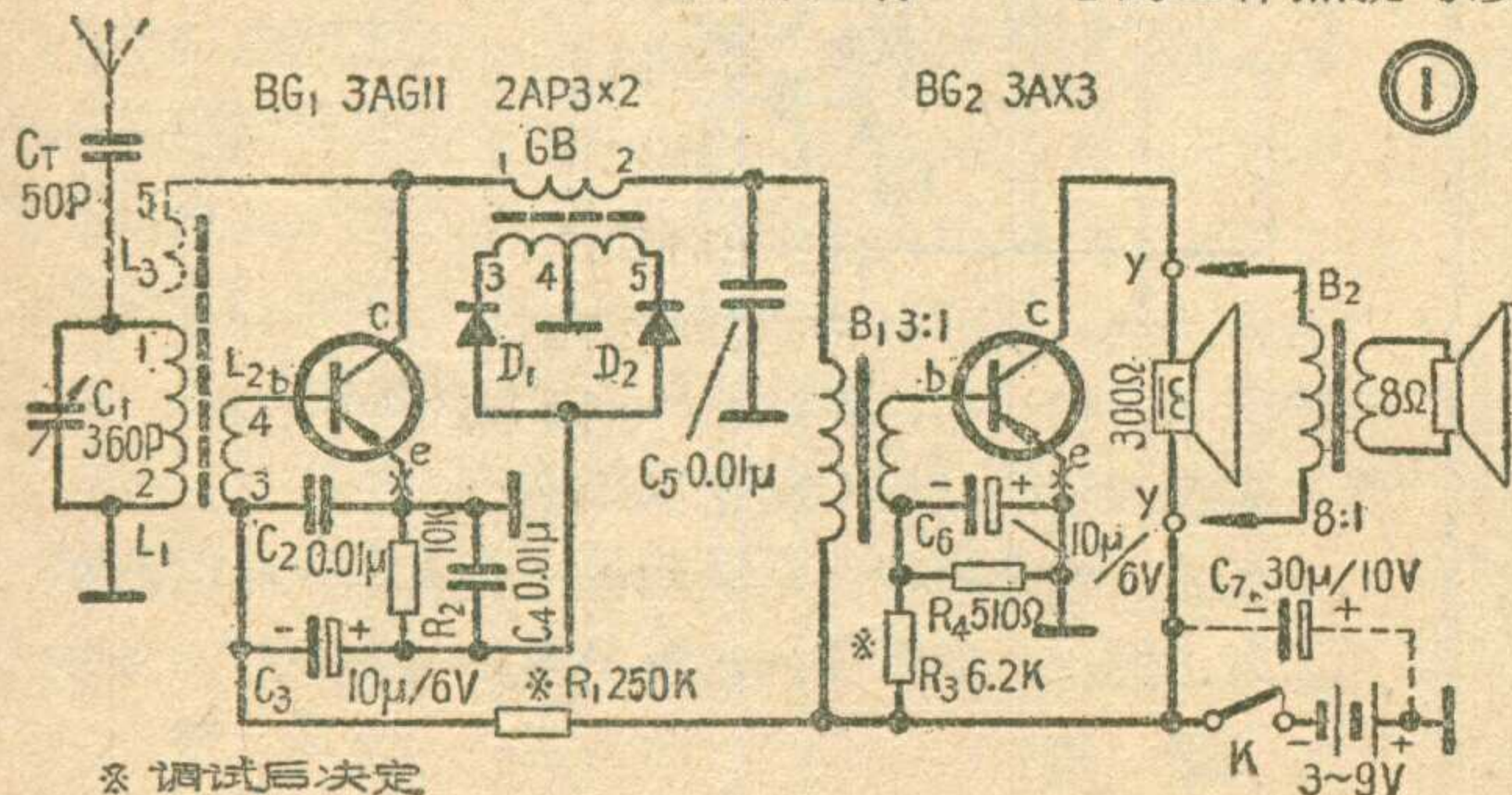
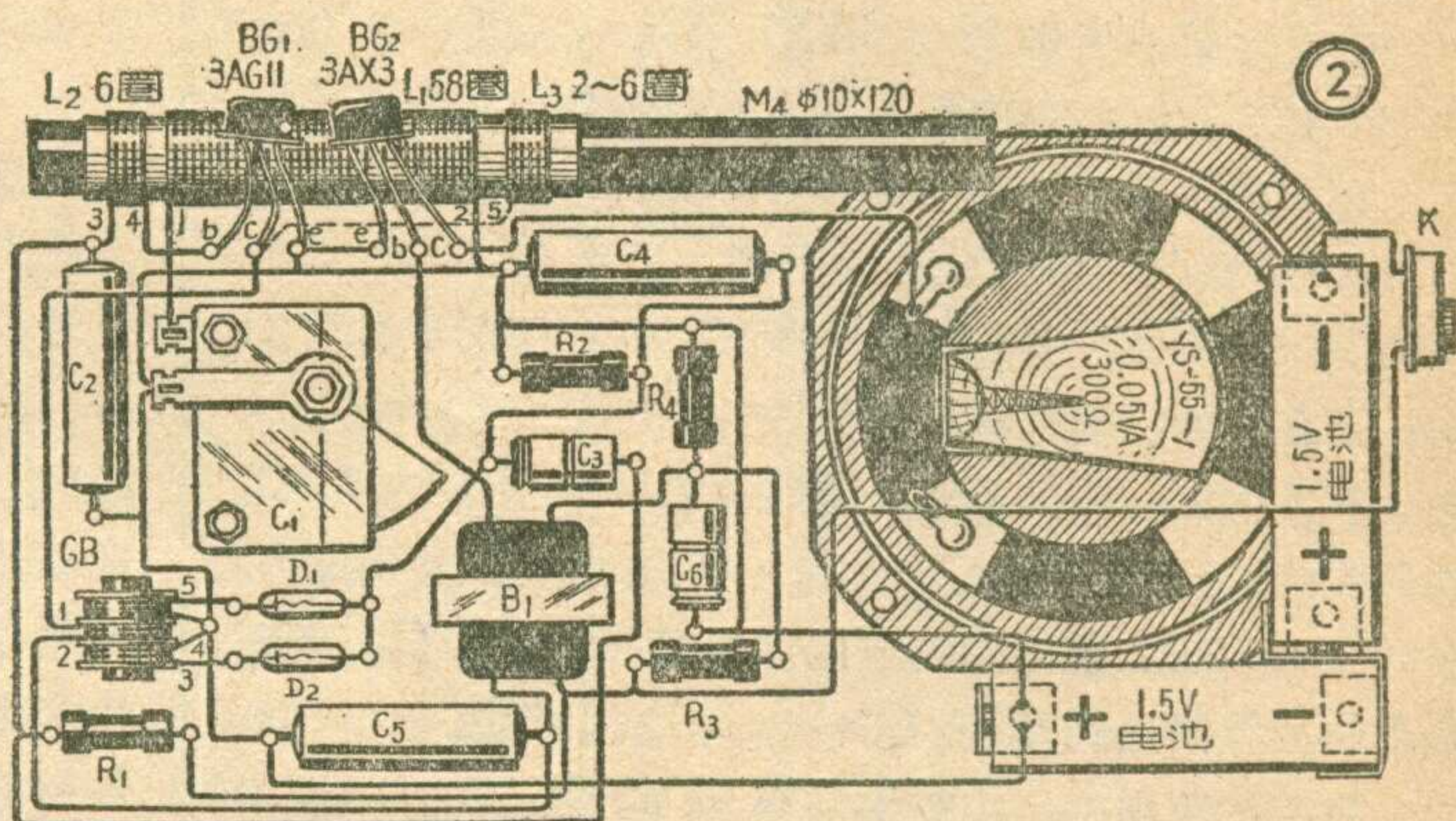
半导体三极管 BG_1 是用高频管 3AG11 (П401)，也可以用其它型号的高频管代换； BG_2 是低频管 3AX3 (П6B)，其它各种型号的低频管也可以代用。

装配时如果是用原有的单管机加装低放的，换用机壳之后，要是原来的零件没有更动， BG_1 的集电极电流就不需要再行调试，只要选择 R_3 ，调好 BG_2 的工作点就可以了。假如全部都是新装配的，

配合扬声器阻抗的欧姆数。

收音机的实体接线见图 2，装配方法和一般

级调试的方法比较简便，用一个 10~50 千欧的电位器代替 R_3 ，在图上有 \times 处接入一个 0~10 (或 50) 毫安的直流电流表，将电位器的阻值由大到小调整到电表的读数为 8~10 毫安左右，这个电流调得大，音量可以大些，但失真的程度也随着增加，可在最后试听时校正。这里测量的是发射极电流，因为它与集电极电流相差不多，在发射极测量较为方便。然后是换入相当阻值的电阻作 R_3 。检波级的调试是用 500 千欧的电位器代替 R_1 ，电表改接 BG_1 发射极的 \times 处，将电流调到 0.8 毫安左右后，确定 R_1 的阻值用电阻换上去。此后就是试行接收广播段内高



是新装配的，最好是先装低放级，调试好了 BG_2 的集电极电流后再装检波级，然后调整 BG_1 的集电极电流和再生状态。低放

端和低端的电台，可以稍为变动高频变压器的位置或角度来照顾两端的灵敏度和音量，如果高频端的灵敏度不足，还可试行掉换高频变压器的初级线圈 1、2 两端或是按上面说的加入再生线圈 L_3 ，但要注意它的绕制方向要和 L_1 相同，绕反了再生反而减弱。又如低端出现叫声或断续振荡，则是高频变压器次级的圈数太多了，应将 3、4 和 4、5 之间的两个线圈各减去数十圈再试，两段线圈减去的圈数应该相同。合适的再生是高端和低端电台的音量都能兼顾而又没有再生叫声。

在收听近地电台时，收音机用 3 伏电池已能工作，电池如增加到 6 伏或 9 伏，音量可以更大。但是改变电池电压后， R_1 和 R_3 的阻值就要重新调整。

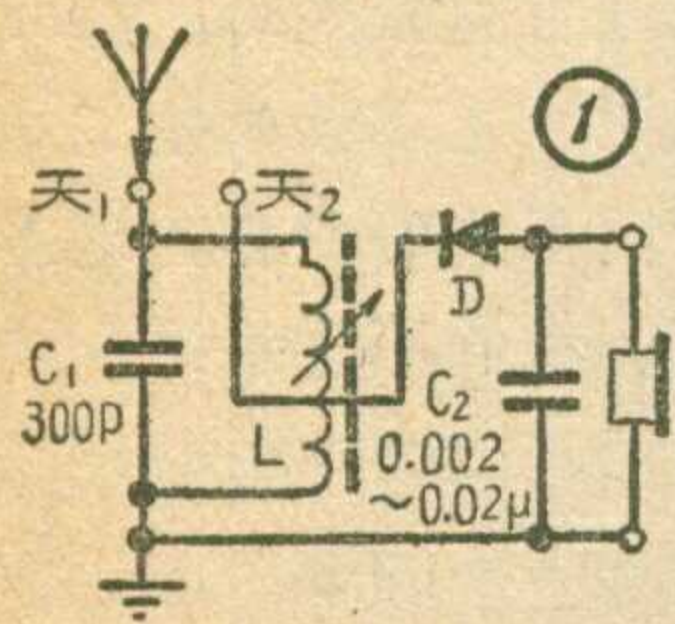
这个收音机的灵敏度和一般的单管机电路相同，但在近电台二、三十里内使用，可以不用天线，远地则要在图上的虚线部分接上一根普通天线，通过电容器 C_T 接在输入电路上。

使用磁棒調电台的矿石机

陈 康

常見的矿石（或半导体二极管）收音机都是用可变电容器来調諧电台的。实际上，不用可变电容器，使用調节磁棒的方法同样也可以达到調諧电台的目的。这样，就可以装成零件少、体积小和成本低的矿石机。

这种矿石机的电路如图 1 所示。諧調电路中 C_1 是采用固定电容器，电感綫圈 L 的电感量是可以通過磁棒来調諧的。



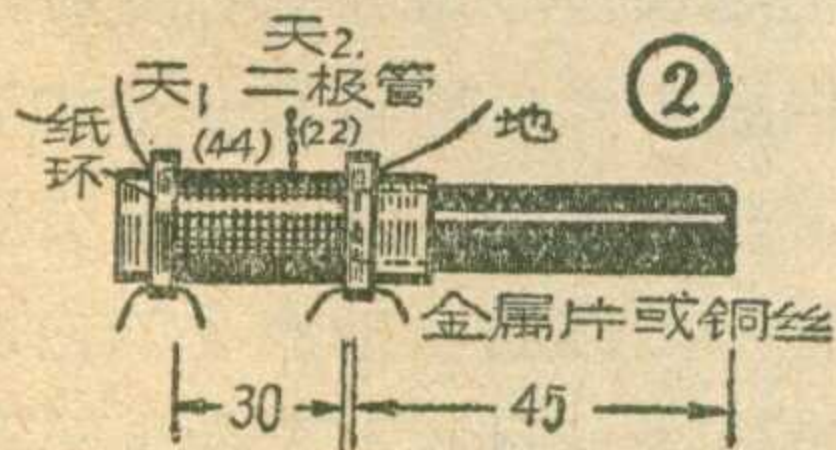
我們知道，調諧回路是由电容器和綫圈組成。它的頻率 f 是由电容器的

电容量 C 和綫圈的电感量 L 所决定的，其关系为：

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

在使用可变电容器时，电感量 L 保持不变，所以頻率 f 与电容量的平方根 \sqrt{C} 成反比。現在我們使用固定的电容器，而电感量 L 可以由磁棒在綫圈內的位置来改变，因此 f 与 \sqrt{L} 成反比，即要收听頻率低的电台时，电感量要大，这时磁棒应向綫圈內推，收听頻率高的电台时，电感量就要小，应该把磁棒向外抽出来。

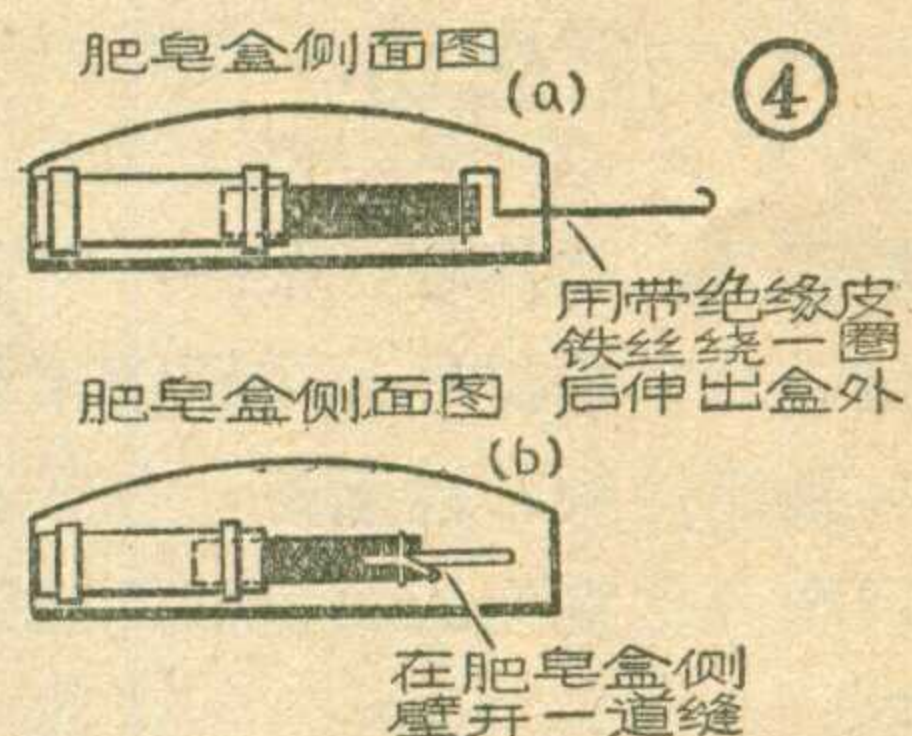
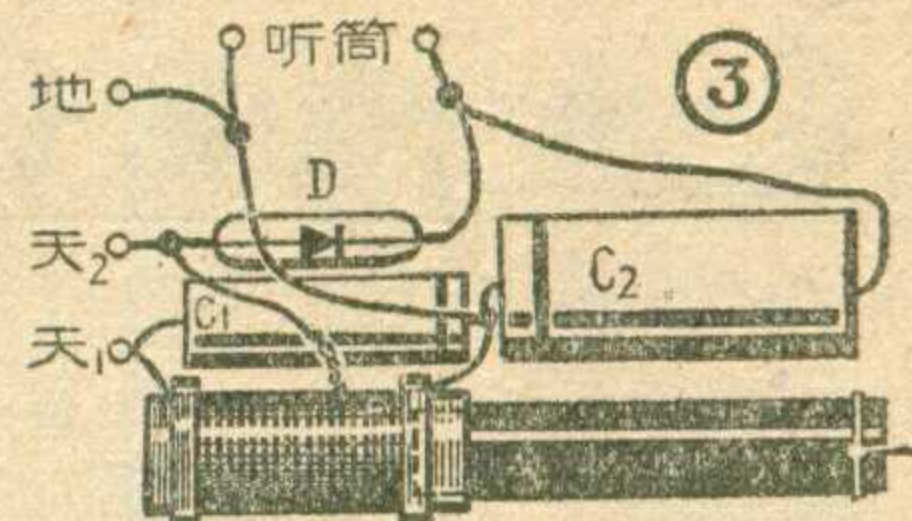
为了要覆盖中波段全部頻率，綫圈的圈数、綫徑大小、电容器的电容量和磁棒的长度要相互配合适当。这里磁棒是用 $\phi 10 \times 45$ 毫米的（規格要求不太严格），綫圈用 0.07×7 編織綫平繞 66 圈，在离地端第 22 圈处抽头（見图 2）。电容器 C_1 是 300 微微法，



可采用云母的或其它較优质电容。电容器 C_2 对調諧影响很小，可在 $0.002 \sim 0.02$ 微法間选择。半导体二极

管采用一般市售检波二极管就可以。用矿石效果要差一些。外接天綫接天₁ 时灵敏度較高，接天₂ 时选择性較好。

装置的方法很简单。但是因为磁棒要能在綫圈架內移动，同时为了减少磁漏，綫圈还应尽可能地貼近磁棒，因此建議按下面的办法来繞制綫圈：先在磁棒上衬好两层紙，然后用废照相底片括去药膜卷在衬紙的磁棒上用万能胶粘合做成綫圈架，使磁棒能在綫圈架中移动。繞綫前另准备好牛皮紙两条（約寬 3 毫米），以便卷成紙环压住綫头和綫尾（參閱图 2）。当每个紙环卷到厚度約 1 毫米时，在紙环中插入薄金属片（ 3×15 毫米）各一片，繼續卷紙环使厚度达到 2 毫米左



右，然后粘好。金属片是用来把綫圈固定在安装板上用的。

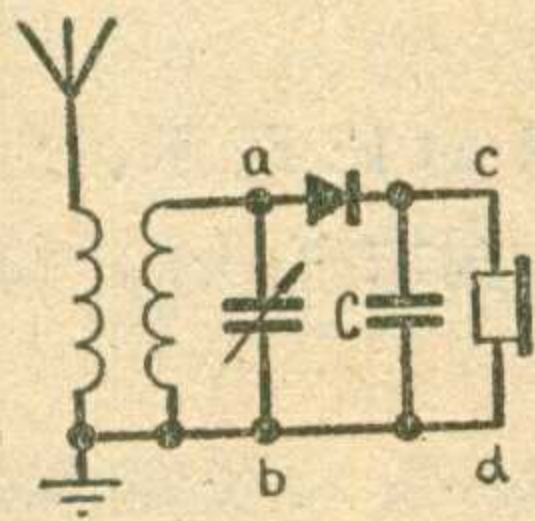
收音机可以装入塑料肥料盒內，具体布置如图 3 所示。磁棒的驱动可以用一根铁丝套上絕緣套管在磁棒的外端繞一圈，用鉗子鉗紧，在盒边上开一小孔，铁丝从小孔中穿出（图 4），牵动铁丝就可以調节电台了。

矿石机耳机两端为什么要接电容器

基 放

在一般矿石收音机綫路里，耳机两端都接有固定电容器 C （如图）。这个电容器究竟起什么作用呢？

根据矿石机的电路工作原理可知，諧振回路的 a, b 两端收到电台的高頻信号，这个信号必須通过矿石检波后，在耳机中才能听到广播声音。如果耳机两端 cd 間不接电容器，高頻信号就必须經過耳机才能加到矿石上去。耳机是由电感綫圈組成，对高頻有較大的阻抗，高頻信号經過耳机时要产生較大的电



压降，因此加到矿石上进行检波的高頻信号电压就小了。在 cd 間要是接有电容器的話，它对高頻信号的阻抗就很小，高頻信号經過电容 C 时产生的压降很小，使加在矿石两端的高頻信号相对地增大，結果检波出来的音頻信号也就相应地增大，自然听到的

声音也就增大了。

电容器 C 除了具有以上的作用外，还有使检波后的高頻电流旁路的作用。当高頻信号經過矿石检波以后，不仅出现了代表广播节目的音頻电流，还有一些沒有用处的其它电流，其中有的是比收听的音頻頻率高几倍的音頻“諧波”电流，有的是高頻电流。 cd 間接了电容器以后，它对音頻“諧波”电流的阻抗与耳机的阻抗相近，于是这些电流有一部分就从电容器旁路，而不流到耳机里去了，因此听起来声音就要“柔和”些。电容器对高頻电流的阻抗很小，高頻电流几乎全部为电容器所旁路。但是由于高頻电流頻率远远超过人耳所能听到的音頻上限頻率（两万赫）和耳机发声的最高頻率（一般为 $6 \sim 7$ 千赫），所以接不接电容器，人耳察觉不出来。

这个电容器的容量一般以 $0.001 \sim 0.05$ 微法較合适。

抄报中发生混码怎么办?

混码是指在抄收电报时,对某些符号相近的字的信号分辨不清,长期发生有规律性的错情而言。一般在提速过程中偶尔发生的错情,不能认为是混码。

业余爱好者在练习过程中,随着速度水平的提高,常常为产生混码现象而苦恼。其实这是不必要的。混码是快速收报中很容易出现的一种现象,特别是初学者,掌握训练方法不当时,更易产生。我国一些优秀的无线电快速收发报运动员几乎每个人都遇到过这个问题。

发生了混码,又要我们冷静对待,分析原因,对症下药,混码现象是可以克服的。一般常用的克服混码的方法有下列几种:

一、降低抄收速度: 即把速度降到能够听辨清楚、抄收有把握的速度上练习,以重新建立正确的信号概念,逐渐稳步提高。这时,必须要耐心地在低速多巩固一个时期,不急于求成,否则会继续产生混码,而前功尽弃。

二、采用特殊纸条: 根据自己混

码情况,可以把容易混的字编在一起,如12321;也可集中编一个字,

如77777 88888;或者单个练习,并加大间隔,如2233;还有的把互相混码的字舍弃其中的一个,或轮流舍弃,其他混编,待纠正了错误概念后,再将该字编入。总之编制特殊纸条时,要根据自己的情况。在同一次练习中,使用特殊纸条的时间不宜过长,每次抄收前听辨一下即可,坚持较长期的练习后,定会有效果。

三、采用听听抄方法: 即看着报底听辨信号和看着报底抄收。听、抄一段,感到信号清楚后,可抛弃报底自己抄一会,如果又感不清,再看着报底听抄一段,这样交替进行,使脑子里始终保持有一个正确的信号概念。练习中,逐步地、自然地减少看看抄的时间,直至克服了混码现象。

四、记中间、带两头: 如I、S、H相互间产生混码时,应多念其中的“S”,对这个符号有了深刻的印象后,与它相近的两个码,也就容易解决了。

对严重混码的字码,也可采取停止两三天练习,使不正确的信号概念在脑子里消失。当恢复练习时,速度由低到高稳步上升,重新树立正确的信号概念。

上述几种办法,只是在发生混码后帮助我们纠正信号概念用,所以毕

竟是被动的。关键在于我们要做好计划练习,不要急于求成。平时要养成稳抄习惯,一个速度一个速度地逐步上升,巩固一个,提高一个。但也不要畏缩不前,害怕混码,稍有错情,就误认为是混码,而造成思想紧张。如果发生了混码,只要采取积极主动的态度,消除思想障碍,再采用一定的措施,定会克服。

克服混码的过程,也是意志锻炼过程。往往有些人由于意志不坚、信心不强而打了败仗,采用一种方法才很短时间,即产生了急躁情绪,又换一种,效果也不大,再换一种,这样换来换去,不但没有克服混码,反而使信号概念更乱了,这时就产生了动摇,甚至影响了自己的事业心。这主要是思想不过硬。我们不管采用那种方法,一旦决定后,就要有信心地练下去,一定会得到丰硕的成果。

(秦在欣)

磁性天线的简单绕制法

爱好者在磁棒上绕制线圈时,往往对于线头没法固定。下面介绍一种简单的固定方法,如图所示。



取30厘米长的白线一条(丝线更好),对折起来,把要绕线圈的多股丝包绞合线的始头夹到白线的双头里。用拇指的指甲紧按在要绕线的地方,一圈紧靠一圈地绕下去,这条双折白线就压到线圈里了。如果是抽头式的,把抽头留好足够的长度后,夹到两条白线中间,将线系一个扣后再绕下去,一直绕完,把尾头也夹到白线中间系扣。然后,把余下的白线头剪下,就成了一只既美观而又牢固的磁性天线了。

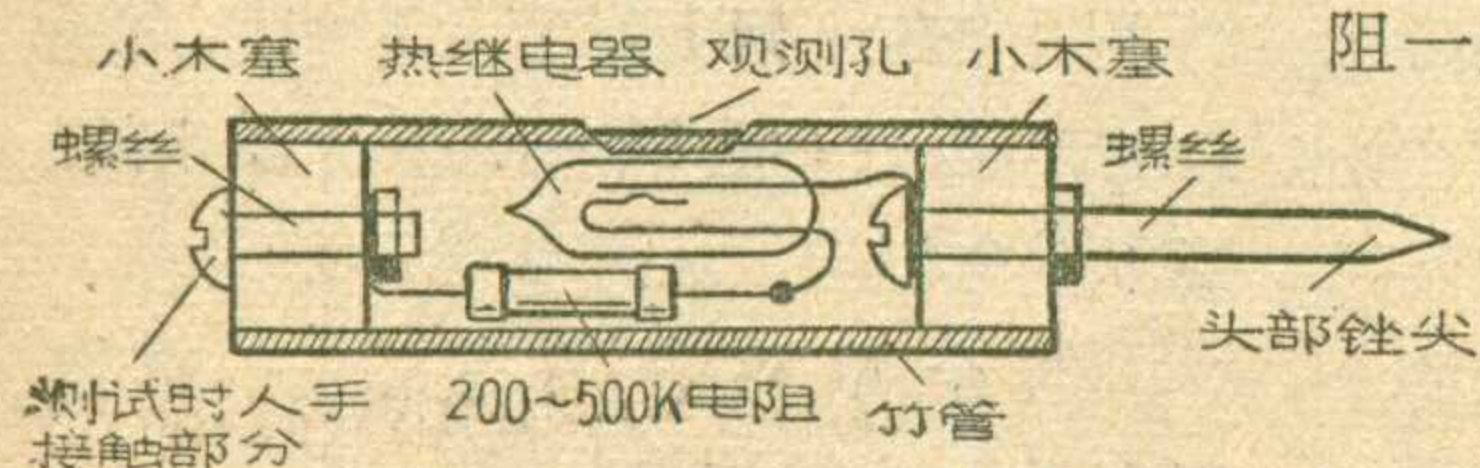
(张书元)

自制试电笔

试电笔是业余无线电爱好者时常用到的测试工具。利用日光灯的启动器(俗称“别火”)可以自制一支试电笔,花钱不多,效果很好。

制作时需用材料如下:

1. 日光灯启动器一只,将铝罩打开,把热继电器取下,代替氖管使用。



2. 内径约16毫米粗的竹管一段,截取70毫米长,并在管身中部挖一个椭圆形的观察孔。

3. 用木块修制厚约12毫米、直径等于竹管内径的小圆木塞两个,每个中间钻一个孔。

4. 50毫米长和15毫米长的M4螺丝带螺母各一套。

5. 200千欧~500千欧, $\frac{1}{2}$ 瓦电阻一只。

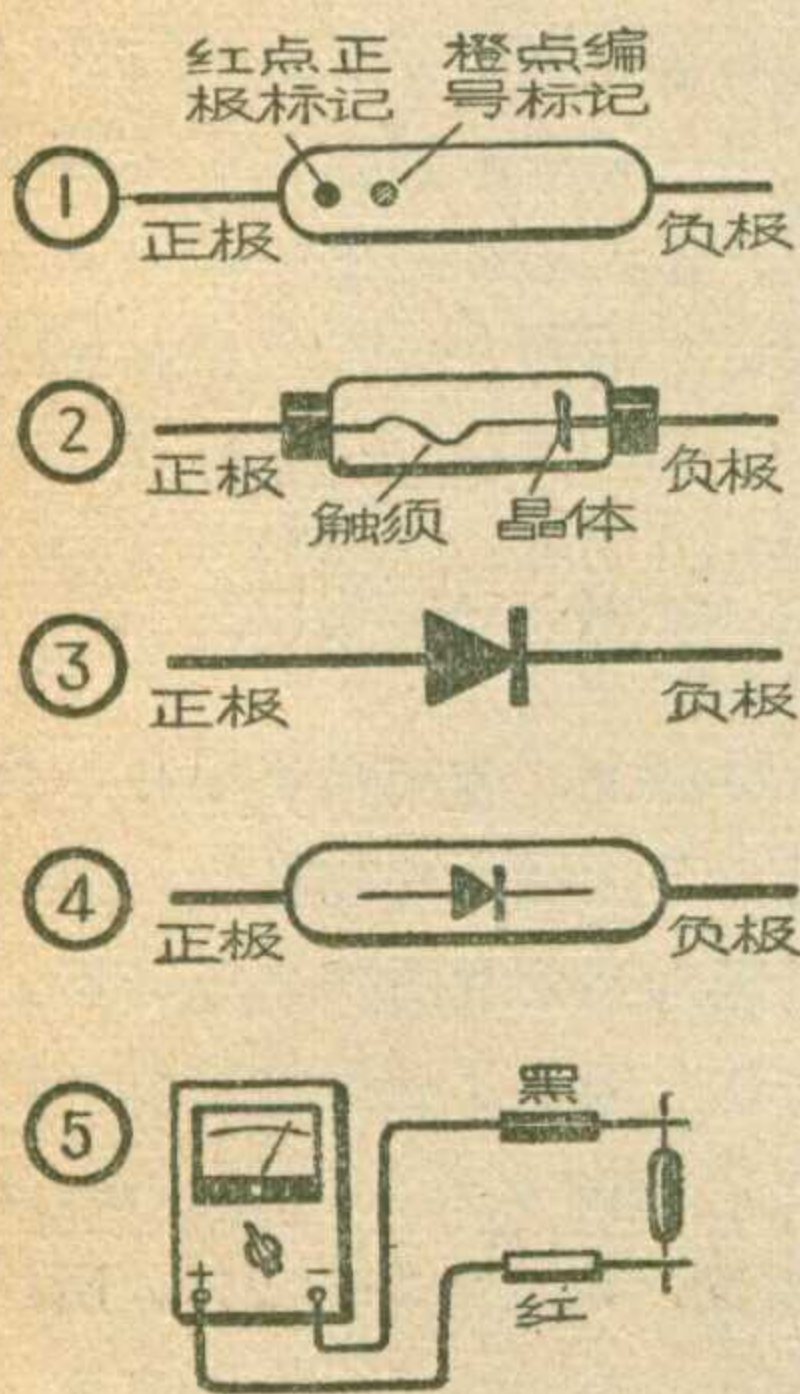
上述材料按图装好即可使用。装接时引线须用塑料管套好,以防短路。使用方法和一般试电笔一样。(胡丙书)

怎样识别半导体二极管的电极

石英

半导体二极管有正、负两个电极，在半导体收音机的电路里往往要求二极管要按照一定的极性连接。识别二极管的电极还是比较容易的，只要知道其中的一个，另一个也就知道了。市场上常见的国产半导体二极管大多用一个红点作正极的标记。如二极管 2AP2 (Д1—Б)、2AP3 (Д1—В)、2AP4 (Д1—Г) 的正极端都有一个红点标记。

在这些半导体二极管红点标记的内侧，还有一个色点，那是用来区别二极管编号的标记，这与它的极性无关。例如二极管 2AP3 的红点内侧还有一个橙色圆点(图 1)，这个橙色圆点就表示它在 2AP 这类二极管中排号第三。



也有少数国产半导体二极管是用红点作负极标记的。例如半导体二极管 2AP9 和 2AP10 就是这样。

有些半导体二极管的玻璃壳是无色透明的，我们就可以直接从内部结构上来区别它的正负极。如透过半导

体管 2AP22 (见图 2) 的玻璃壳，可以看到一根细而弯曲的触须，顶在一小块发亮的晶体上，那么，与触须相连的极就是正极，与晶体片相连的极就是负极。

半导体二极管在电路中的符号是一个箭头和一个小片。箭头的方向就可以分出正负极(图 3)。有的半导体二极管把这个符号直接印在它的外壳

或引线片上，如 Д1—Д(图 4)，因此识别起来就更为容易。

如果对半导体二极管的极性标记方法弄不清楚，或者色点和符号已经难以辨别时，可以用万用表来鉴别它的正负极。把万用表的开关拧到测电阻的高欧姆档(因为低欧姆档电流太大，可能烧毁二极管，通常都用 $\times 1000$ 的一档)。然后用表笔去测二极管的电阻(图 5)。如果测得的电阻是几百欧时，万用表负端的试笔(黑色试笔)所接的电极，就是二极管的正极(因为万用表负端是接表内电池的正极)。如果测得的电阻是几百千欧时，黑色试笔所接的电极，就是负极。

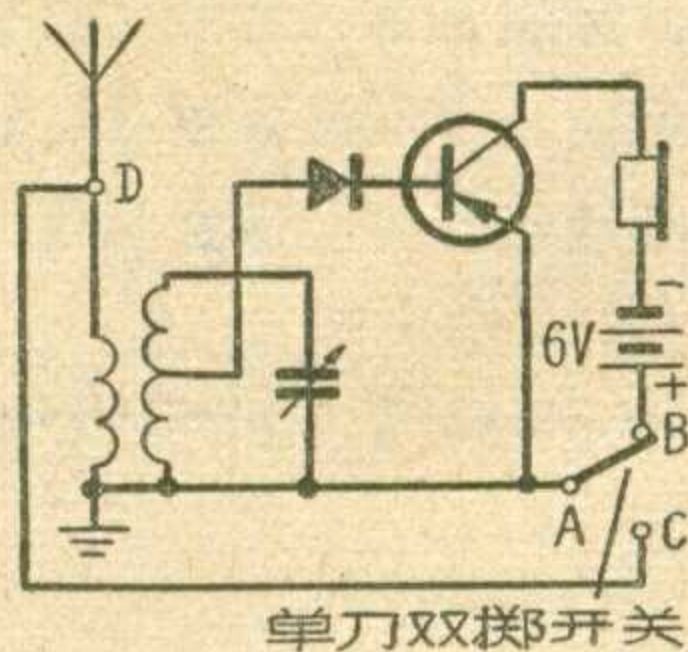
在郊区和农村用矿石机或简单的半导体管收音机听

电源开关兼作避雷器

线的收音机应当同时装有避雷器。

广播，需要装用良好的天线。在架设很高的天线上，经常是存在有一定的电压的。只是在一般情况下，天线上的电压非常低，人体触及它不会有什么感觉。但在刮风、下雪的天气里，天线上的电压也会升得很高，人体碰上会受到电击，特别是在雷雨天，天线很容易把雷电传引下来，使收音机、半导体管或使用收音机的人受到伤害。为了避免发生这些损害，所以装有天

一般农村中常用的简单半导体管收音机，不论它是单管或多管的，都可以利用它的电源开关做成为避雷器。只要将电源开关改用一只手扳式单刀双掷开关，如图示的接法，把开关的“刀”接地线(图中 A 点)，开关的一个“掷”接电池正极(图中 B 点)，这跟一般的接法是一样的。开关的另一个“掷”(图中 C 点)接到天线接线柱(图中 D 点)上。

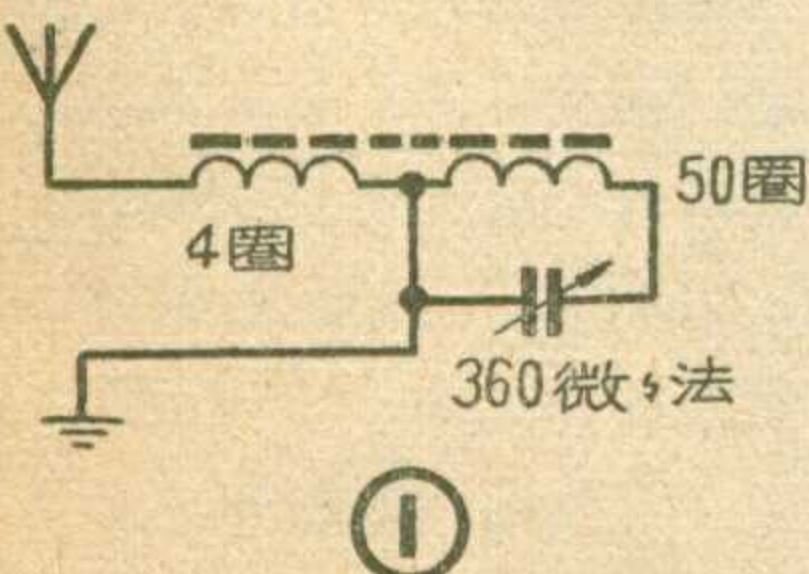


收听广播时，把开关扳向 B 点，电源就接通了，耳机或扬声器里就发出声音来。在雷雨天，把开关扳向 C 点，这样天线和地线就接在一起了，形成一个很安全的避雷器。就是在平时不收听广播时，把开关扳向 C 点，也能因刮风、下雪等天气引起天线上积累起来的电泄放掉。

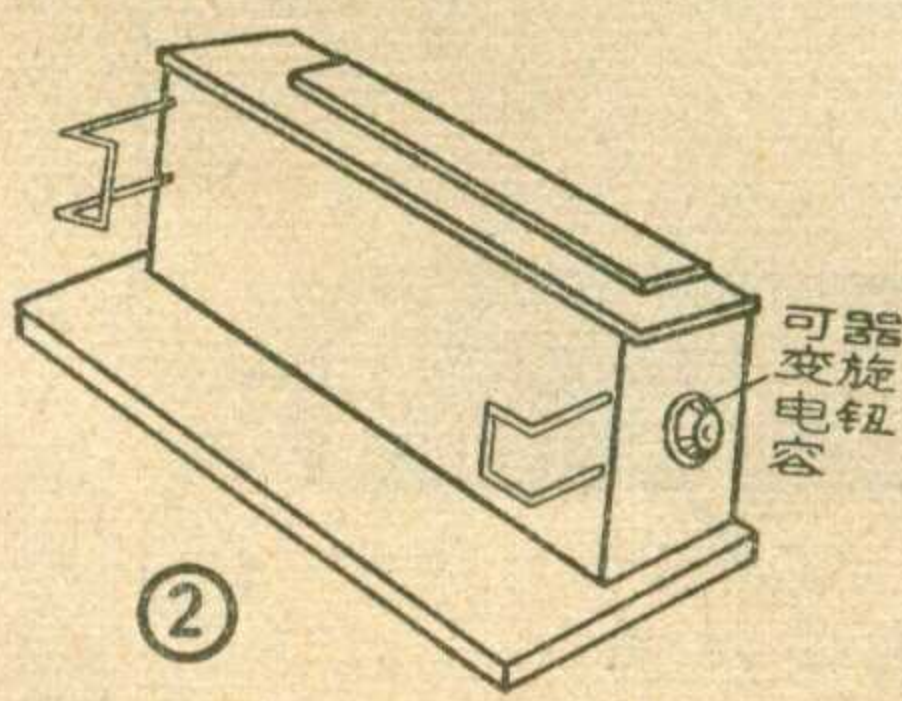
(田克勤)

提高半导体管收音机的收音效能

半导体管收音机一般都依靠机内的磁性天线收音，灵敏度受到一定限制。为了使半导体管收音机在这些地区也有很好的效果，可以利用一个机外的附加谐振回路和磁



性瓷棒(图 1)，可不变动机内电路，使收音效果大为提高。这是一个固定的案头座架(图 2)，日常收音



时，把收音机插放上去即可。

磁性瓷棒采用 M4 型 140 毫米长、直径 10 毫米磁棒。电容器采用 360 微微法单连可变电容器。线圈可以用 7 股 0.07 毫米直径丝包或漆包线绕制，两段圈数分别如图 1 所注。使用时，把收音机放在座架上，调一下架上的可变电容器，使声音最大就行。(周硕民)



冷焊技术

在焊接电子设备中的复杂的微型电路时，可以不再使用电烙铁，而用化学方法使两种需要焊接的金属分子直接结合起来。它利用镓(Ga)在室温下呈液体状态的特点。首先把两个需要焊接的金属连接点用电解法镀上金，然后在这两个镀金的金属连接点上涂上液体镓，并把它们直接连接在一起，这样在室温下经过几小时后，镓与金直接扩散组成合金，而镓化金的熔点高达 $400^{\circ}\sim 500^{\circ}\text{C}$ 。使用这种冷焊法焊接的强度与用电烙铁焊接的一样。

利用这种冷焊法不仅可以焊接微型元件的引线，还可以焊接组合电路及印刷电路。

(陆耀明編譯)

微波电纜

这是特种结构的同轴电纜，可以代替波导在5000兆赫频率下工作。这种电纜在5000兆赫时的衰减为10.0分贝/100呎，电压驻比波为1.2。

这种电纜由八层组成：(1)中心导体；(2)有孔隙的四氟乙烯带构成主要介质层；(3)无孔隙的四氟乙烯带的绕卷层；(4)螺旋状的镀银铜箔外导体；(5)镀银铜线编织的屏蔽层；(6)和(7)是两层尼龙绝缘层；(8)聚氨酯保护外皮。

这种电纜的主要特点是铜箔和编织屏蔽层的设计。编织层几乎100%地敷盖在铜箔上，使两者之间的接触电阻减少到最小。螺旋形间绕的铜箔对内导体有足够的屏蔽作用，同时又不影响电纜的可挠性。由于铜箔每圈之间有一定的间隔，在弯曲时不会因为铜箔每圈之间的短路，而使铜箔与编织层的接触电阻改变。又由于尼龙编织层的压力作用使铜箔和屏蔽层紧贴在中間介质层上，结果使电纜的电气特性极为稳定。

(泽仁編譯)

单电子枪彩色电视显像管

目前国外出现了一种单电子枪的彩色电视显像管。它使用了带状荧光屏幕。它的体积与同一屏幕尺寸的黑白显像管差不多。据报导，利用这种显像管可以把黑白电视接收机改装成彩色的，改装费用约为

彩色电视接收机的1/2。

使用单电子枪技术的关键是要求能够直接建起的脉冲技术。

(楊 訥編譯)

放射性同位素电源

国外新制成一种输出功率达30毫瓦的放射性同位素电源。据报导，如组成电源组，功率可达100瓦。电源里装有铯90，利用铯90在放射衰减过程中产生的热量，通过电源组内的碲化铯热电偶的作用，将热能转换成电源。它的使用寿命可达10年以上，并无须补充铯原料。这种电源适宜用在缺乏维护人员的边远地区。

(李元善編譯)

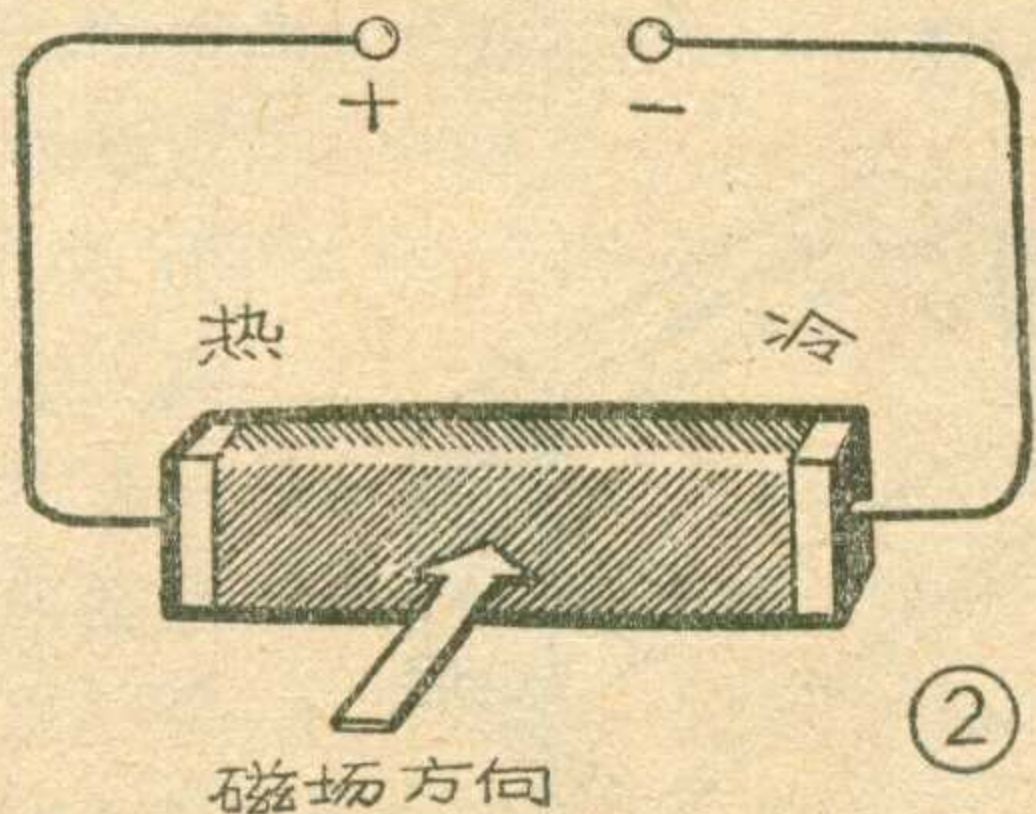
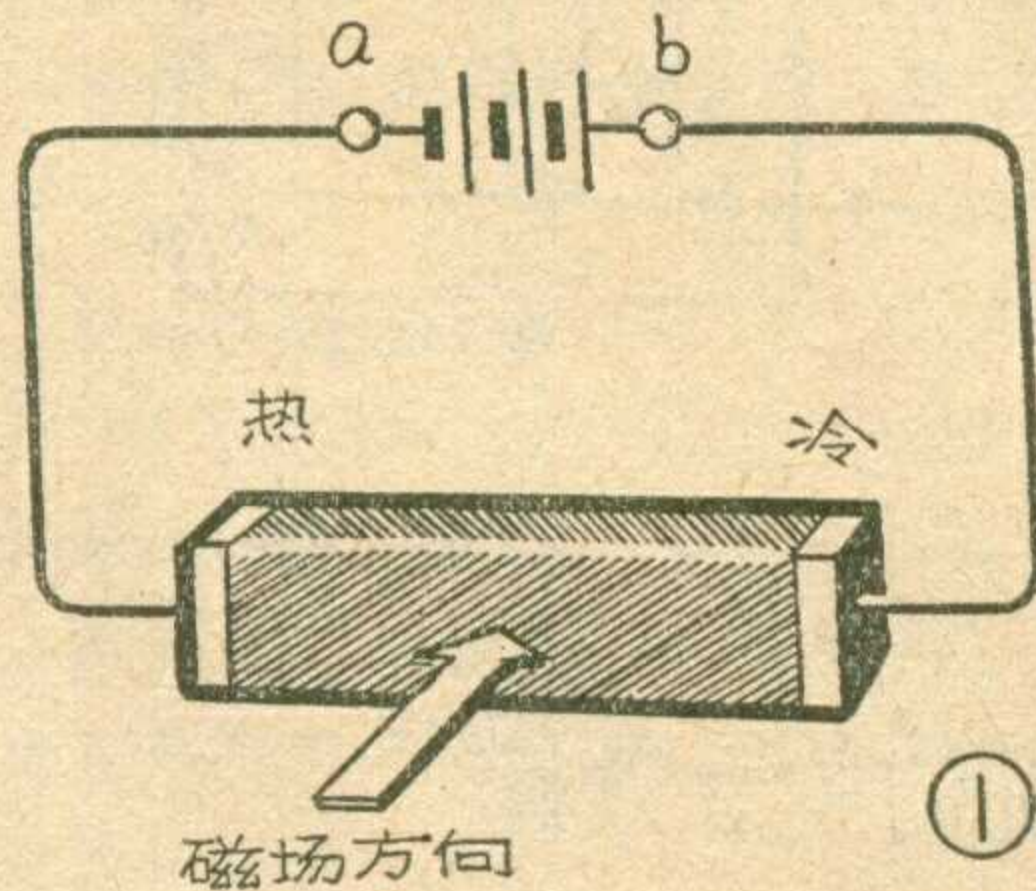
磁热电偶

磁热电偶与热电偶有相似的功能，所不同的，是工作时须施加磁场。

磁热电偶的原材料是所谓半金属——其电导率比导体小，比半导体大的物质——铋和铟的合金。

如图1所示，给一定比率的铋——铟合金棒通以电流，并施加磁场，在棒的两端就会出现温差现象。反之，如图2所示，给铋——铟合金棒施加磁场，并在它的一端加热，这样，在合金棒的两端就会产生电位差。

另外，磁热电偶也可以用来致冷。在铋或富铋合金里，电子比空穴的可动性大一些，使其具有N型半导体的性质。与之相反，铟或富铟的合金，具有P型半导体的性质。当电流流过N型物质时，电子就把动能和势能从负端带到正端。当



电流流过P型物质时，空穴把动能和势能带正端带到负端。这两种物质结合在一起时，就形成P-N结的热电偶致冷器。当两端通以电流时，N型物质里的电子和P型物质里的空穴将从P-N结处各自流回两端。这样，P-N结处的能量就被电子和空穴同时带走，产生致冷作用。在室温下，半金属热电偶的致冷作用尚不显著，但在低温并配合使用磁场时，致冷作用会大大提高，成为磁热电偶致冷器。

(尤伟亮編譯)

半导体录像“唱片”

这是一种录像设备，它的形状和唱片一样，直径为30厘米，转数是每分钟 $33\frac{1}{3}$ 转。把它放在电唱机的转盘上，通过拾像器把信号送至电视机时，就可以看到图象和听到伴音。

在一张“唱片”的两面，可以记录400幅图象和时间达40分钟的伴音。这种装置的主要部分是把慢扫描变换成快扫描的扫描变换器。它把从“唱片”拾取到的信号变换后，送入显示器。电子存储管一行一行地存储图象，当一幅图象完成时在屏幕上可以看到图象。每六秒钟给出一幅图象。预计这种设备可以用在教学、工业和军事训练等方面。

(泽仁編譯)

砷化镓微波振荡器

在砷化镓材料上，施加强电场时，会产生微波振荡，不过持续时间较短，只有几微秒。最近国外某研究所，在原材料的选择及散热方法上采取了一些措施后，已经做到能够产生4300兆赫的连续振荡，输出约为15.5毫瓦，电源效率为2%。所用元件为 $50\times 250\times 250$ 微米³的砷化镓片，加上3000伏/厘米的直流电场后，所产生的振荡频谱比较单纯，以4300兆赫为中心，约有10千赫的宽度。

(楊 訥編譯)

用超声波检查胎儿

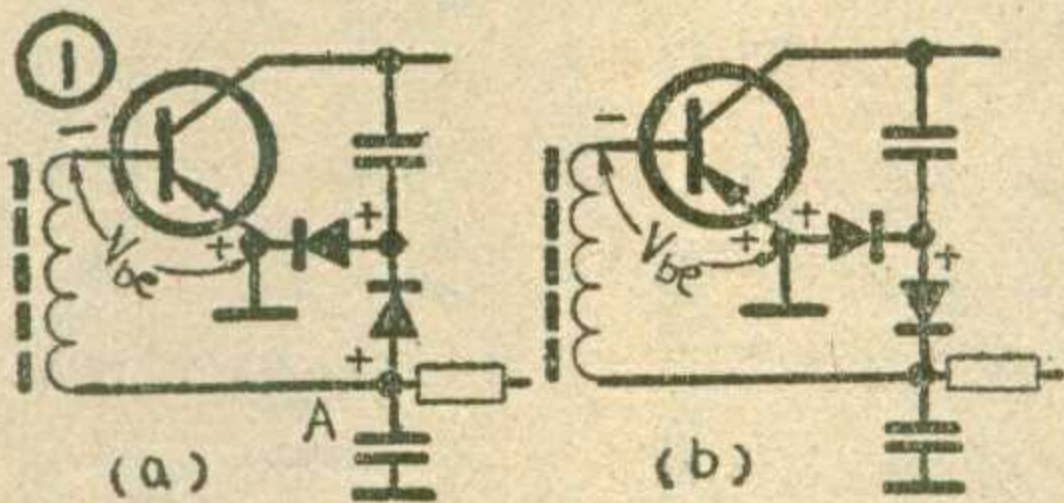
目前有人利用超声波水中听音器的原理制成了胎儿心脏测量器，它能听出十个星期的胎儿心脏瓣膜的开闭情况。它利用多普勒原理，使测量器发出超声波束，用音频调制的6兆赫信号在人体内传送。当这个超声波束遇到两种不同的肌肉组织的接触表面分界处时，部分信号会反射回来，并且频率不同。当波束对准胎儿心脏时，就可观察到心脏表面的运动。

(陆耀明編譯)

问与答

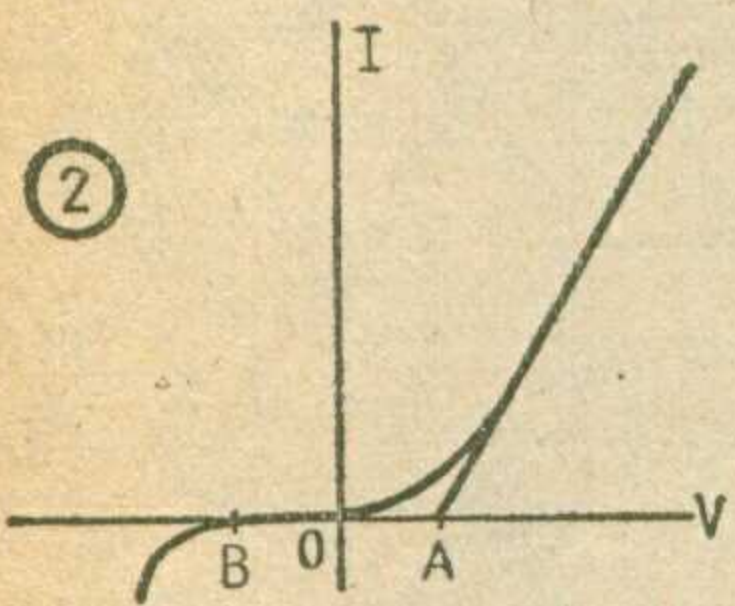
问：简易半导体收音机的倍压检波线路有如图1中(a)的接法，也有如(b)那样的接法，它们之间有什么不同？为什么？

答：这两种线路接法，总的说来，以(b)的一种接法较为合理。它们之间主要区别在于：在(a)



线路中，在二极管的两端加的是反向偏压；而在(b)的线路中，二极管两端加的却是正向偏压。这个偏压是由于半导体管在工作时必须建立一定的 V_{be} ，它的大小由偏流电阻来调整。 V_{be} 的极性是一定的，A点必须

为负极性，因此两种接法获得两种结果。



为负极性，因此两种接法获得两种结果。大家知道，一般二极管的特性曲线是如图2，在正向部分的开始段，特性曲线稍有弯曲，这对减小检波失真是不利的。为了克服这一点，稍稍加一点正偏压（如图中的OA），把二极管的工作点移到A点上来，对减小检波失真有些好处。图1(b)的电路检波失真比较小，就是这个缘故。而图1(a)的电路恰恰相反，二极管上加的是负偏压，意思就是说把它的工作点移到B点来了，这时当信号小于OB时，二极管根本不产生电流，只有信号大于OB时才能检波。因此在调幅度不大时失真影响不太严重。但在调幅度较大时失真就很严重了。如果三极管的 V_{be} 很大，那末小信号根本不检波，就不再工作。但图1(a)线路因检波器的导通角比较小，检波器输入阻抗比较高，对提高高频放大的增益有些好处。因此图1(a)的线路搞得合适，能提高一些灵敏度。

问：关于半导体收音机用的级间和输出变压器的规格，书刊上常常谈到它们的初级与次级圈数比，如3:1、5:1等，可是购买成品时变压器上标明的往往是欧姆值的比，如600Ω:8Ω，9000Ω:1000Ω等，问它们之间相互关系是怎样的？

答：这两种表示方法说明同一个问题。从变压器原理中知道，变压器的初、次级电压比与圈数比是成正比例的，而初、次级电流比与圈数比则成反比例。因此如以 V_1 、 I_1 、 n_1 代表初级电压、电流和圈数， V_2 、 I_2 、 n_2 代表次级电压、电流和圈数，则

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad (1)$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{n_1}{n_2} \quad (2)$$

因此(1) × (2)为

$$\frac{V_1 I_2}{V_2 I_1} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

即

$$\frac{V_1}{V_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 \frac{I_1}{I_2}$$

而 $\frac{V_1}{I_1} = Z_1$ (初级阻抗)； $\frac{V_2}{I_2} = Z_2$ (次级阻抗)，故

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 \quad (3)$$

就是说初级阻抗与次级阻抗之比等于圈数比的平方。

设有一个变压器标明阻抗比为600:8，那末根据上式(3)，其圈数比应为

$$\frac{n_1}{n_2} = \sqrt{\frac{600}{8}} = \sqrt{75} \approx 8.7$$

反过来，如果已知变压器的圈数比为3:1，那末其阻抗比必为9:1，就可以选用9000Ω:1000Ω，或4500Ω:500Ω那样的变压器。(以上范思源答)

问：接扬声器用的级间变压器无说明书，上面也无表示阻抗的数据，有的仅在次级有阻抗Ω数，而不知其初级阻抗等，请问在无复杂的测试仪器下，如何测量及算出它们初次级的阻抗数？

答：级间变压器初次级阻抗不知道，可用下法解决。先用万用表测量出线圈的直流电阻，阻值大的是初级，阻值小的是次级。从初级送入一个几十伏的交流电压进去（可用电灯电压经过变压器降低），分别量出初级及次级电压 u_1 和 u_2 （见图）。根据公式，电压比的平方等于阻抗比。知道了接在次级的扬声器阻抗，就可以算出初级阻抗了。例如，送入的 u_1 为22伏，量出 $u_2 = 2$ 伏，则电压比为 $\frac{22}{2} = \frac{11}{1}$ (11比1)，那末阻抗比为 $\left(\frac{11}{1}\right)^2 = \frac{121}{1}$ 。次级接4Ω扬声器，则初级阻抗 $Z_1 = 4 \times 121 = 484$ 。一般变压器不会有484Ω这样的零碎数，所以可知它是500Ω的了。

问：级间变压器上没有标志，如何能够知道它是多大瓦数的？同一个厂出品的级间变压器，其外表型式相同，仅略知它的瓦数不同，不知其初次级阻抗是否相同？有5瓦的扬声器，没有5瓦的变压器，只有10瓦的变压器，是否可以代用？

答：不明瓦数的级间变压器可以从外形大小与已知的相比较大致估计出来。不同瓦数的变压器，其内部阻抗可能是相同的，也可能是不同的，它与瓦数没有直接关系。用瓦数大一点的级间变压器代替小一点的，完全可以。瓦数小的变压器，用时略为超过一些（例如50%）也是可以的。(以上方锡答)

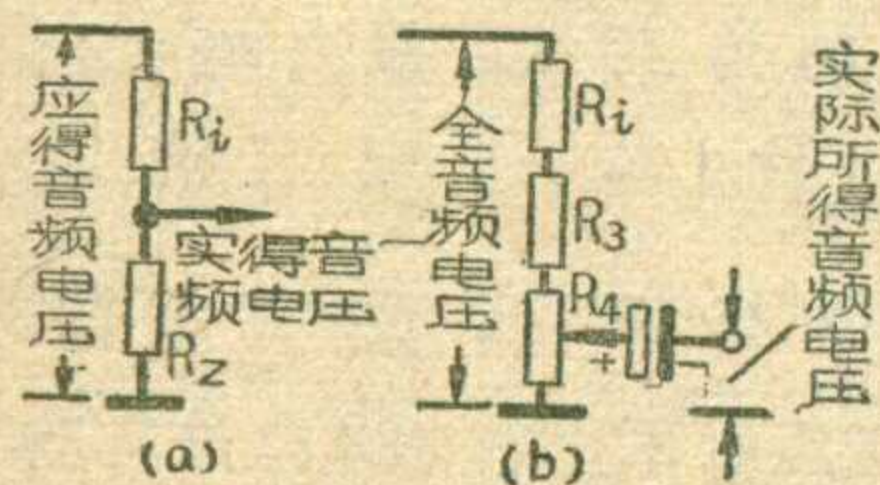
問：1963年第8期介紹的優質晶體管三管機，如裝成袖珍型式配用小型揚聲器，應採用何種規格較為合適？採用市售小型輸入與輸出變壓器，應當用何種匝數比的？

答：上述收音機原用8歐0.1瓦大型高靈敏度揚聲器，為的是配合較大的機箱，可以獲得較高的音量，並可以改善低頻音質。如裝成袖珍式採用小型揚聲器，也可能得到足夠的音量和滿意的效果。目前市售的小型揚聲器，如2吋的YD-0.1瓦， $2\frac{1}{2}$ 吋的YD-0.25瓦及飛樂牌的小型揚聲器，質量都很好，可按機箱尺寸和經濟條件選購，都可代用。

輸入變壓器選用得適當，不但能得到最大不失真輸出電壓和增益，而且還能使頻率特性改善及失真減小。本機所用的輸入變壓器，其匝數比經實驗以選在1.5:1或2:1時最為理想。一般利用推挽電路的功率輸出級，其輸入阻抗，也就是輸入變壓器次級的有效負載，約為2千歐，而初級阻抗約為5千歐左右。市售的輸入變壓器如北京第一無線電器材廠的BJX-2型或其他比數接近的小型輸入變壓器，均可代用。輸出變壓器應按所用揚聲器的音圈阻抗配用。一般揚聲器的音圈阻抗折合到變壓器的初級應為600歐左右，故如揚聲器阻抗為3.2歐的，可選購市售600Ω:3.2Ω的，如北京廠的BCX-2型或其他較接近的小型輸出變壓器代用。

問：上述收音機中所用音量控制電位器，是否可用市售超小型電位器代替，電路中具體元件有何改變？

答：本機原用的音量控制電位器是50千歐，它是檢波二極管的負載。經驗證明，檢波器的負載越大，檢波效率越高，失真越小。再生來復式和超外差式收音機對檢波器負載的要求不完全一樣。因為檢波器的內阻隨高頻電壓大小變化而不同，高頻電壓越高，檢波器內阻越小。在高頻電壓不足夠大的情況下，檢波器的內阻具



有一定阻值，故不能忽略不計。因為檢波器內阻 R_i 是與其負載 R_z 成串聯的，如圖 *a* 所示，檢波後實際得到的音頻

電壓是從 R_i 和 R_z 之間取得的分壓。若 R_z （即音量控制電位器）越大，則得到的音頻電壓越高，所以在這裡音量控制電位器用10千歐以上的阻值比較有利。在超外差式機中，由於檢波前的高頻電壓很高，檢波器內阻 R_i 實際上小得可以忽略不計，故在超外差電路中 R_z 可用5千歐左右的音量控制電位器。本機中如改用10千歐超小型電位器，電路元件可以不變，也可將原有 R_3 適當改小一些，以能得到合適的音量為準。 R_3 越大，檢波器負載越大，但電位器上分得音頻電壓越小，如圖 *b* 所示。故 R_3 不宜過大，也不宜過小，可取1千歐~4.7千歐左右。 R_3 的串入主要是提高檢波器負載的。

（以上詹正權答）



為革命而學習無線電技術.....	(1)
無線電操縱花樣繞標艦船模型競賽.....	海 模(2)
第二屆全國運動會無線電收發報最高紀錄.....	(2)
雨露滋潤禾苗長.....	苗 青(3)
電子數字式儀表.....	陳 健(4)
超聲波探傷儀是怎樣工作的.....	十 斗(6)
負反饋式電子延遲繼電器.....	蔣祖仁(7)
自動加油消沫器.....	保 健(8)
普通電子管為什麼不能工作於超高频段.....	高 頻(10)
* 半導體知識 *	
半導體管 RC 振蕩電路.....	葦 杭(12)
想想看.....	(13)
簡單半導體收音機的檢波器.....	秋 吟(14)
間接調頻的方法.....	瑤 琪(16)
寶石 4B5 型五管半導體收音機.....	朱永浩(18)
“想想看”答案.....	(19)
交流再生式三燈收音機.....	施宛愚(20)
機殼“漏電”現象的消除.....	崔 蟠(21)
* 實驗室 *	
改進再生來復式半導體機的選擇性.....	羅鵬搏(22)
談使用磁帶錄音機的几个問題.....	耀 華(23)
消除半導體中頻放大級的寄生振蕩.....	布 谷(24)
* 業餘初學者園地 *	
半導體兩管收音機.....	馮報本(26)
使用磁棒調電台的礦石機.....	陳 康(27)
礦石機耳機兩端為什麼要接電容器.....	基 放(27)
抄報中發生混碼怎麼辦？.....	秦在欣(28)
自制試電筆.....	胡丙書(28)
磁性天線的簡單繞制法.....	張書元(28)
怎樣識別半導體二極管的電極.....	石 英(29)
電源開關兼作避雷器.....	田克勤(29)
提高半導體收音機的收音效能.....	周碩民(29)
國外點滴.....	(30)
問與答.....	(31)
封面說明 民兵演習中的無線電通信兵在進行通信聯絡	

編輯、出版：人民郵電出版社
北京東四6條19號
印 刷：正文：北京新華印刷廠
 封面：京華膠印廠
總發行：郵電部北京郵局
訂購處：全國各地郵電局所

本期出版日期：1965年11月12日
本刊代號：2-75 每冊定價2角



第二届全国运动会上的 无线电操纵航空和 航海模型比赛

在第二届全国运动会上，举行了航空模型和航海模型比赛。二级无线电遥控模型飞机和无线电操纵花样绕标舰船模型分别是航空模型和航海模型中的竞赛项目之一。从这次竞赛可以看出，我国这两项运动的水平都有了很大的提高。无线电遥控设备正在向着半导体化的方向发展，在可靠性和抗干扰性能方面有所提高。在参加比赛的各省、市代表队中，原来先进的队更加前进了，后进的队也在急起直追，各个队的无线电遥控设备的性能和运动员的操纵技术水平都普遍地提高了，操纵模型飞机和舰船做各种花样航行动作，一般都能灵活可靠。它标志着我国航空模型和航海模型运动正在迅速地向前发展。

①陕西省代表队陶考德用无线电操纵的模型飞机特技飞行获得了比赛中第一名。
刘先修摄

②广东省代表队用无线电操纵的护卫艇模型正在准确地通过航标。
谢杰民摄

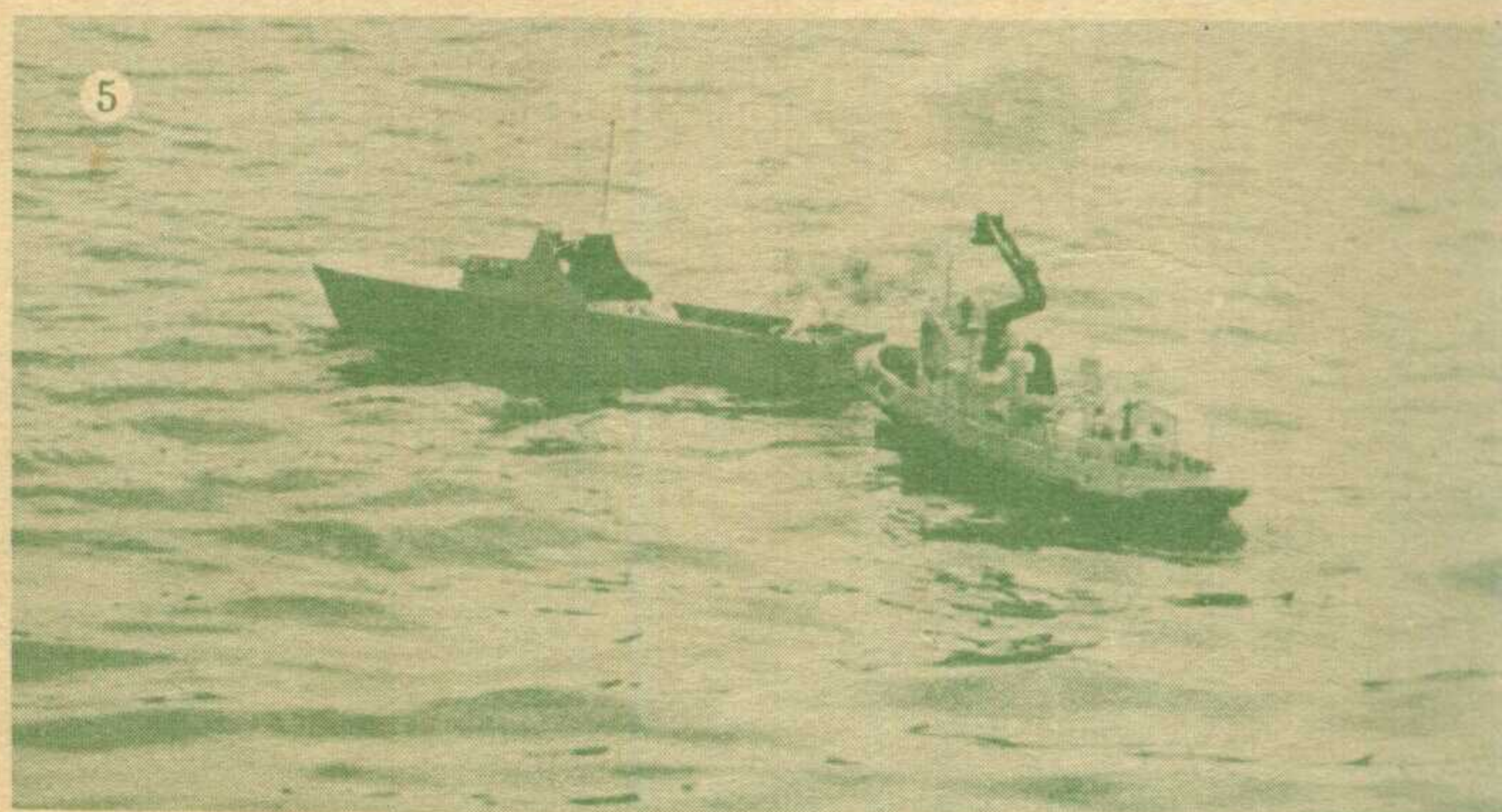
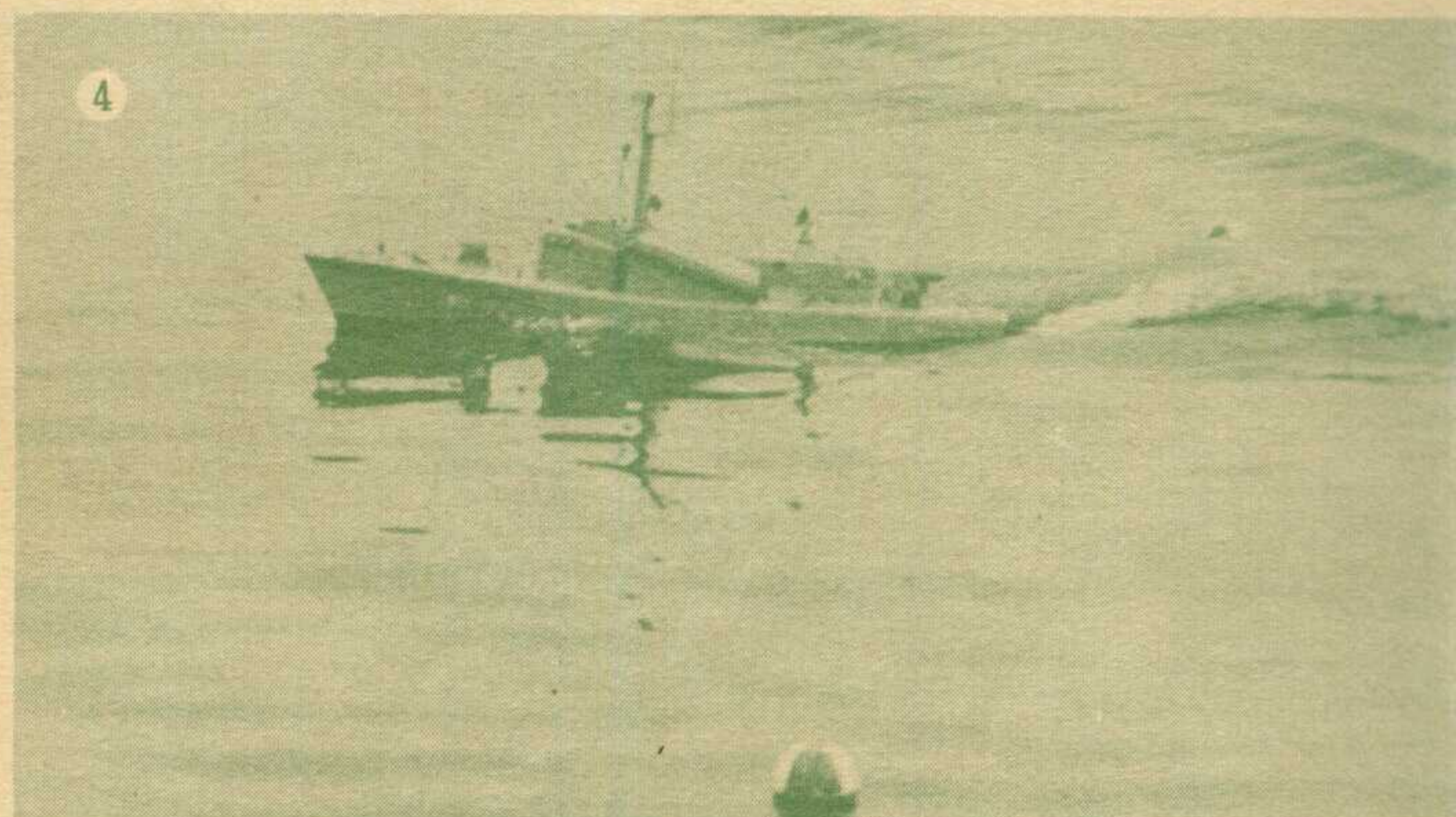
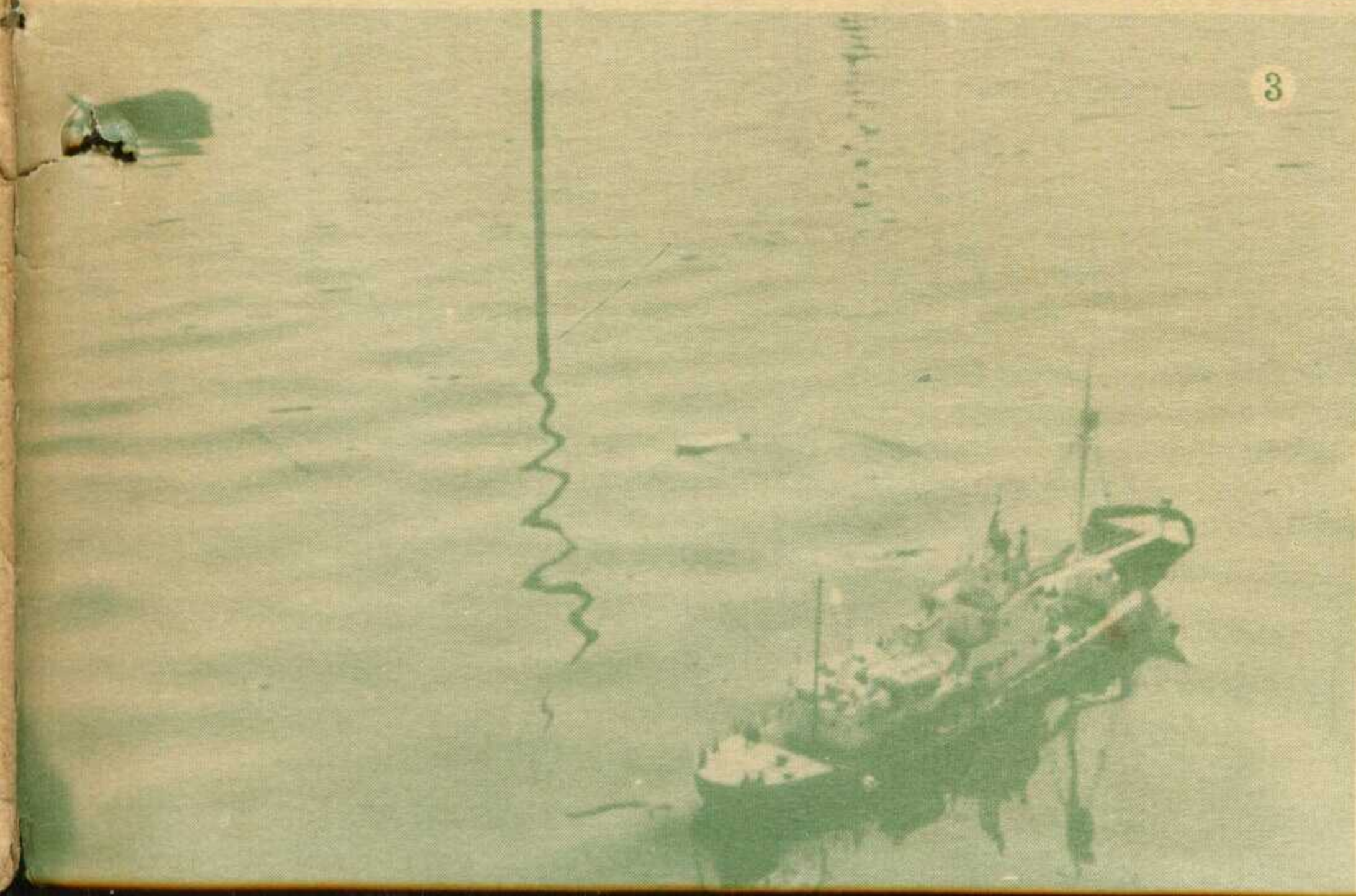
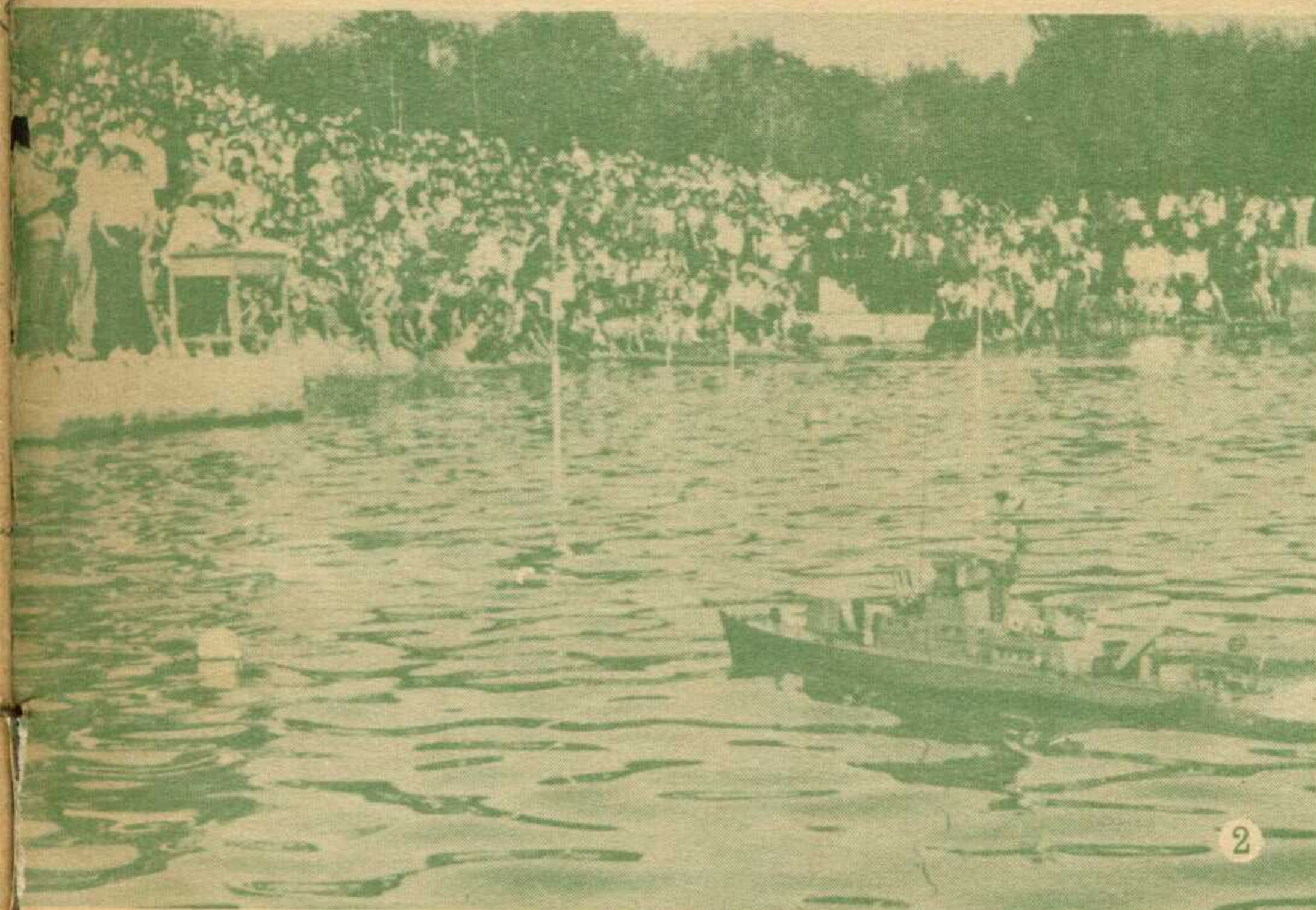
③上海市代表队的“元龙”号捕鲸船模型在打中了鲸鱼后，迅速放下小艇驶往渔区（小艇也由无线电操纵航行）。

④黑龙江省代表队无线电操纵的导弹艇模型在花样绕标航行比赛中获得了第一名的好成绩。

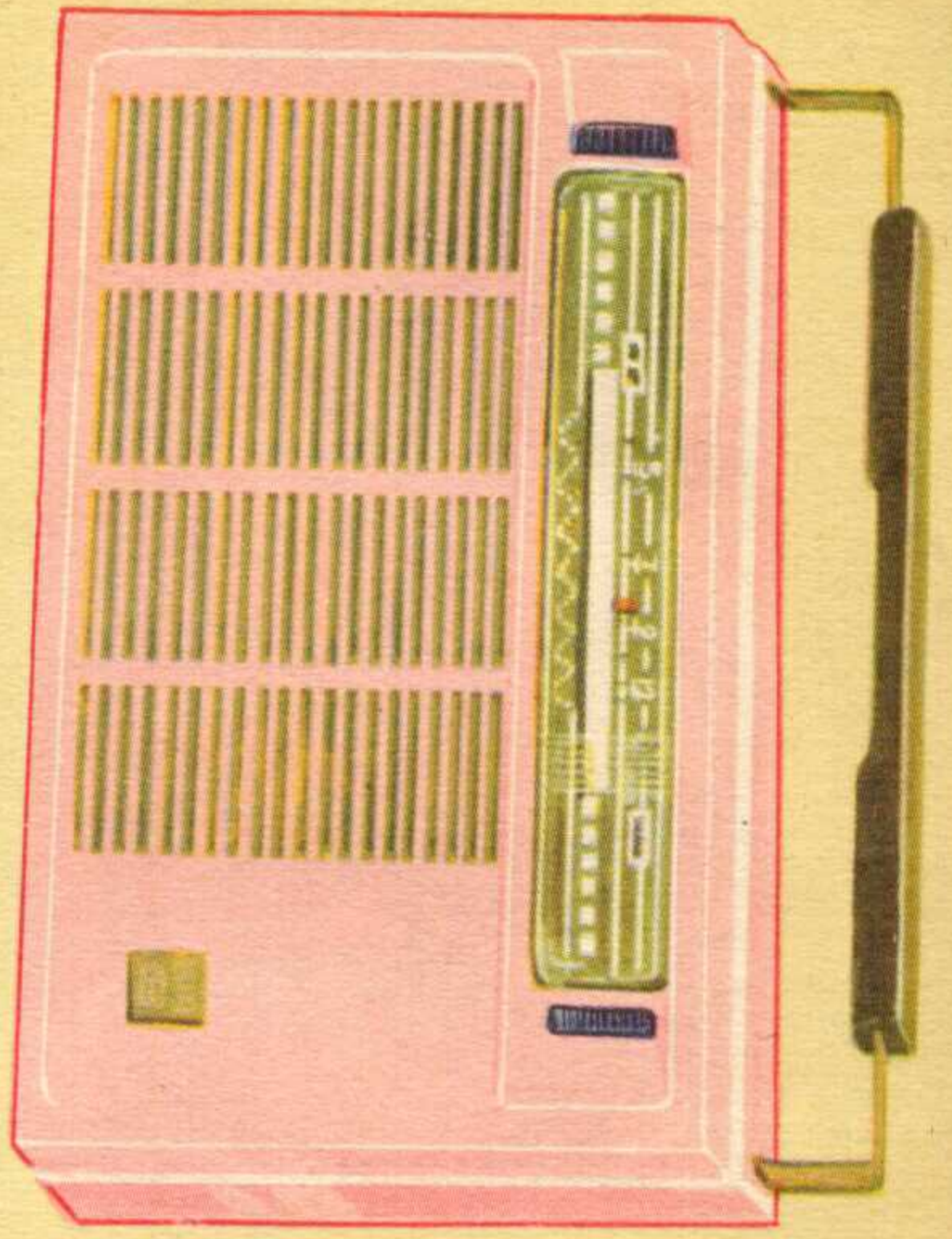
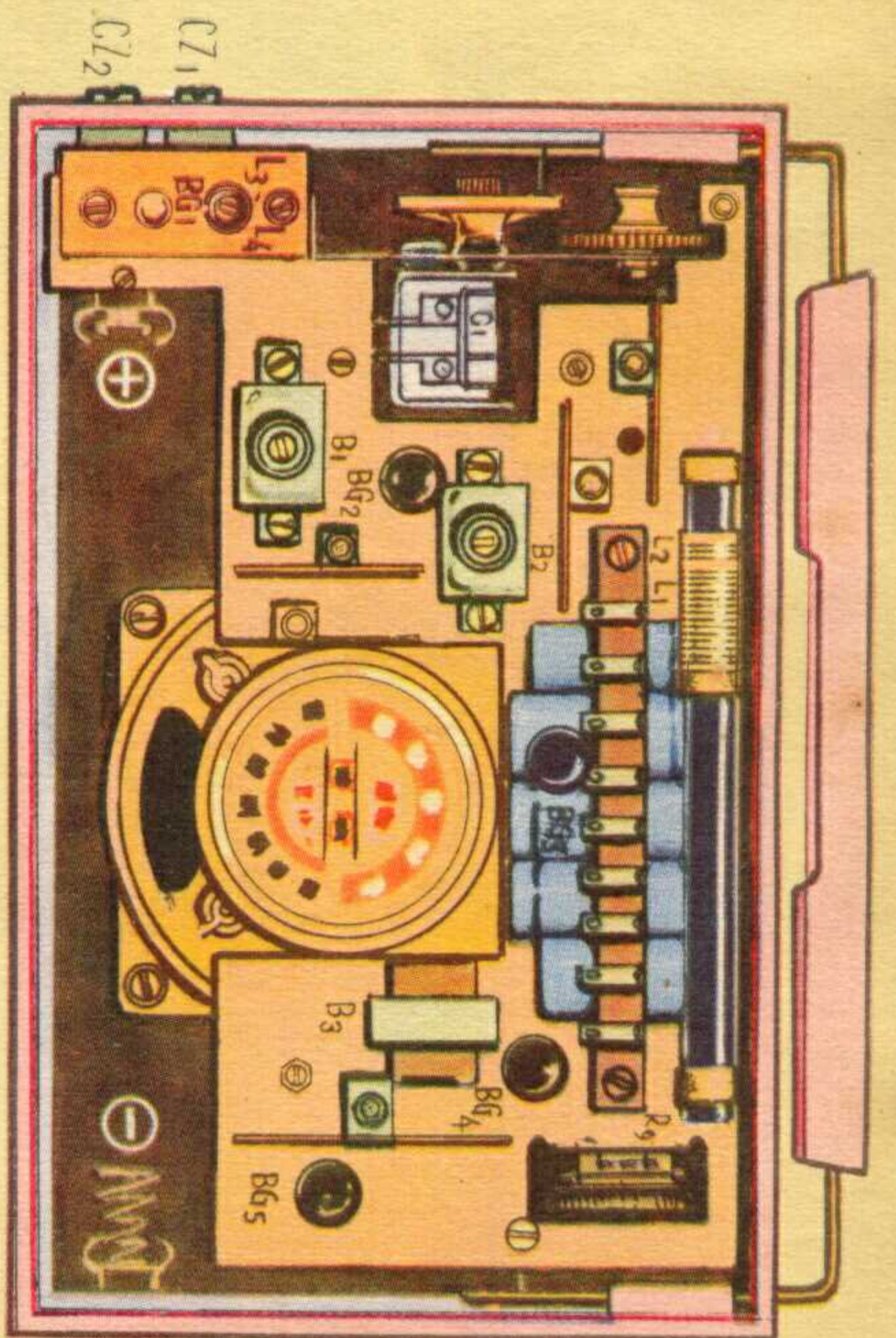
⑤这是山东省代表队的消防艇模型正在扑灭一艘着火船舶上的火灾。

⑥江苏省代表队的反潜护卫艇模型，准确地做了发射鱼雷、投放深水炸弹、放礼花等精彩的自选动作表演。

（照片除署名者外，均为本刊记者摄影）

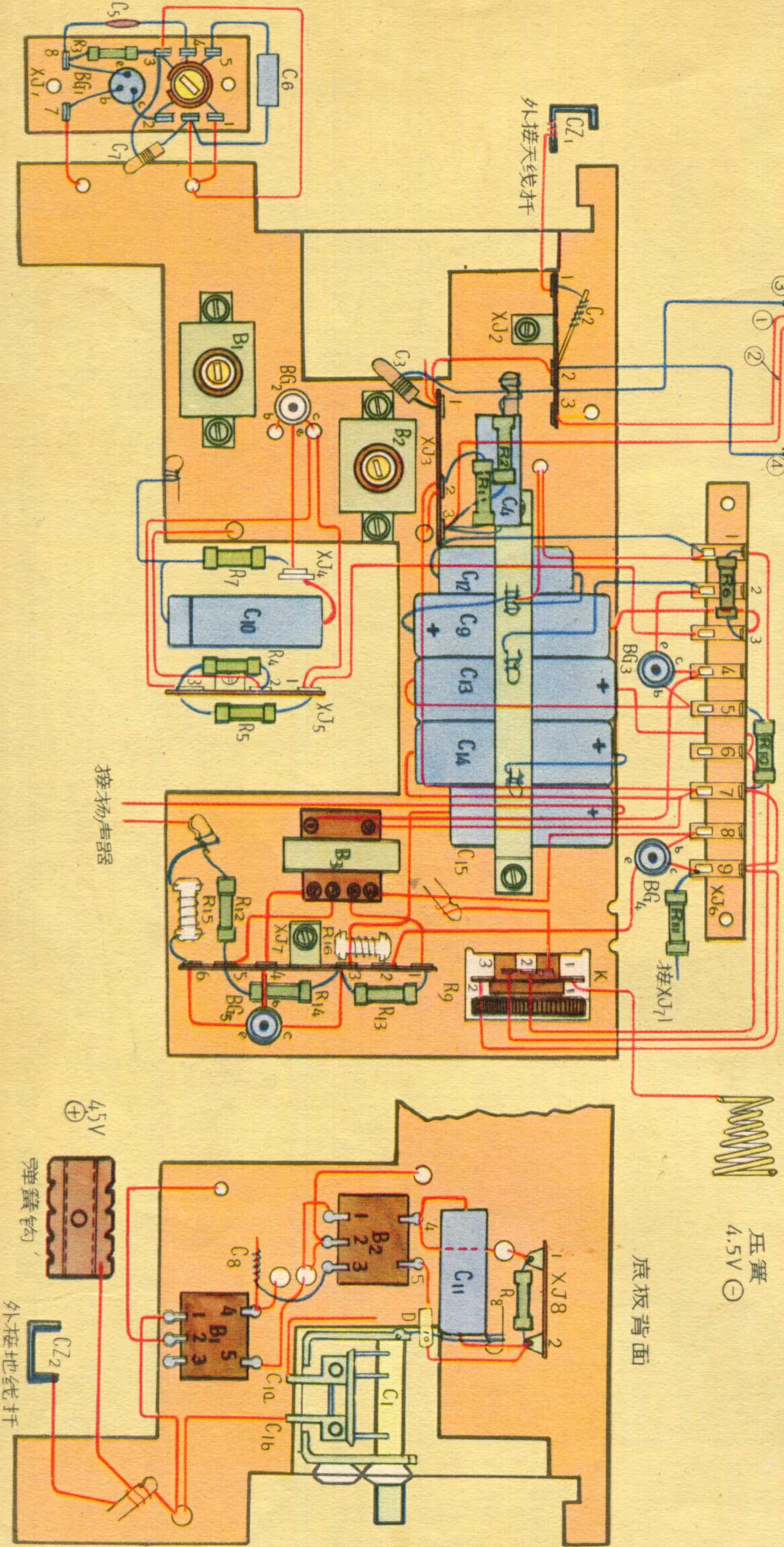


宝石4B5型半导体收音机



压簧 4.5V ⊖

底板背面



王柯梦