

# 无线电



1978



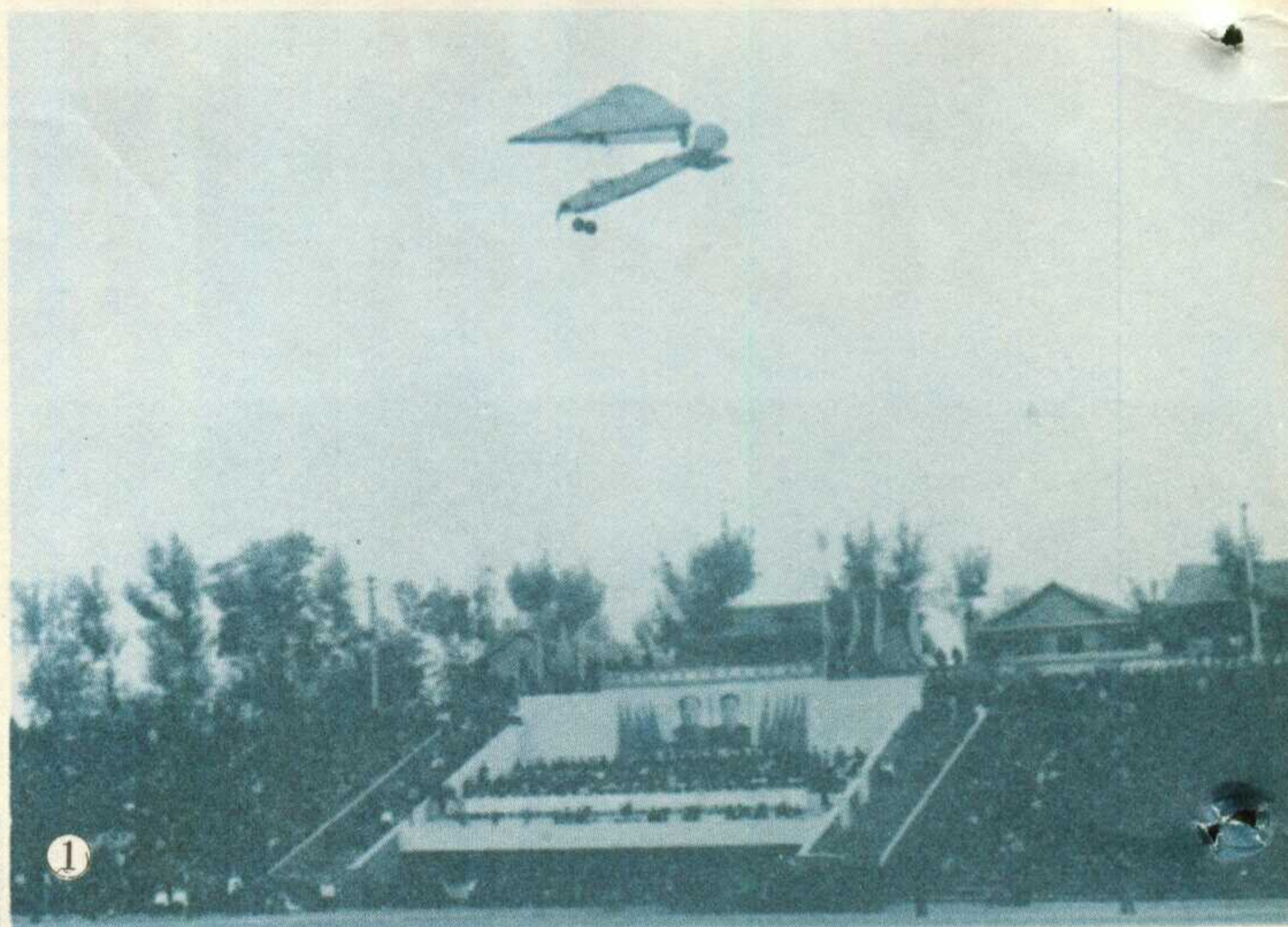
W U X I A N D I A N

# 积极开展无线电运动 为加速实现四个现代化培养人才

①一九七八年全国航空模型比赛大会在山西省太原市举行。图为北京航空学院的无线电操纵伞翼模型飞机进行飞行表演。

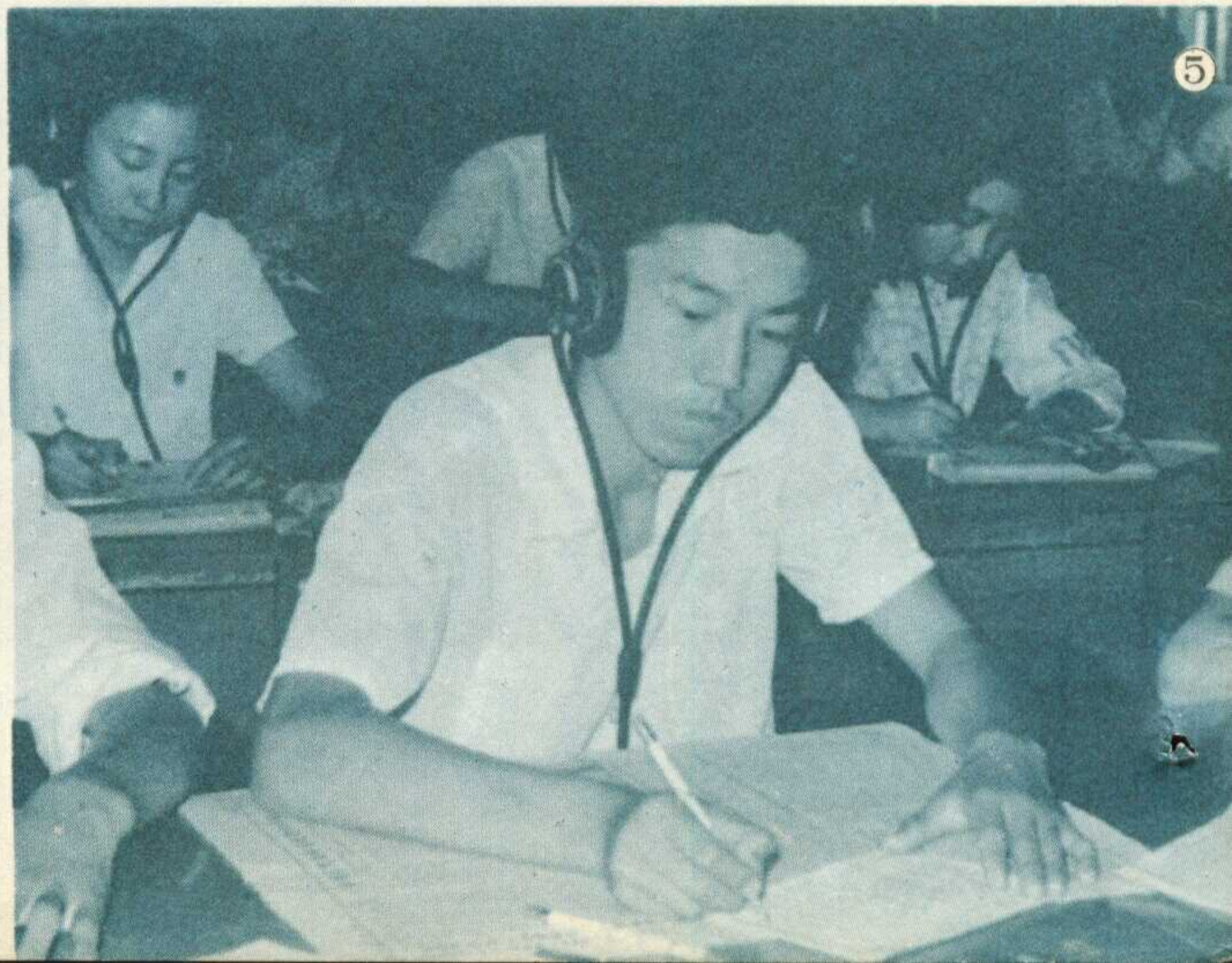
②一九七八年全国航海模型比赛大会在北京举行，有24个省、市、自治区的代表队参加比赛。上图是河南省代表队的无线电遥控导弹快艇在调机待发。下图是上海队的两艘无线电遥控快艇在做联合编队表演。

③最近，在河南省洛阳市举行了有全省七个市的代表队参加的无线电测向比赛。图为运动员正在比赛起点测定方位。



④最近，北京市举行了青少年无线电工程制作比赛，图为初中组进行四管机制作比赛的情景。

⑤在北京市举行的青少年无线电收发报比赛大会上，运动员们正在进行抄报比赛。





中央电化教育馆 杨名甲

工业生产使用各式各样的机床设备，实现机械化、自动化，人们已习以为常了。农业生产采用一系列农业机械来播种、灌溉、植保、收割、脱粒、加工……，人们也司空见惯了。可是，直到现在我国许多学校还是靠黑板、粉笔和老师的口来教学，真是名符其实的“讲课”。这种传统的教学方法不仅费时多、进度慢，而且学生对教学内容的理解也不深。这种落后的教学方式与目前先进的工农业生产相比，好象是十八世纪的手工业作坊。教学手段必须来一次革命，才能适应快速实现四个现代化的需要。在这场变革中，把电子技术应用于教学领域，实现教学设备现代化，即人们常说的电化教育是最引人瞩目的。

电化教育使形、声、光相结合，直观地体现客观形象，具有直观、形象、生动、感染力强的优点。它使学生理解深、记忆牢，加快学习进度。发展电化教育还能减轻老师的劳动强度，节约师资和教学仪器设备，提高教育质量。

### 什么是电化教育

电化教育在国外又称作视听教育，一般是指使用幻灯、投影、电影、录音、电视、录象和语言实验室等技术和设备，进行教学活动，近年来，又加上了电子计算机、广播和卫星通信技术，形成了一整套现代化教学手段。电化教育所用的器材主要包括光学投影器、电影放映机、录音设备、电唱机、电视设备和电子计算机等几类。

### 不用粉笔的“黑板”

在教室里上课，前面总是有一块黑板。需要书写的文字和图画都得由老师一笔一划地写下来，不仅占用时间多、老师劳动强度很大，而且粉笔灰飞扬，影响师生身体健康。

有了光学投影器教室的面貌大为改观。在清洁的讲台上，老师坐下来把字写在透明胶片上，通过光学投影器照到银幕上，于是色彩鲜艳、清晰明亮的图象就代替了过去的板书、板画和挂图等出现在银幕上。所以有人称它为“光学黑板”。这种透明胶片能随写随涂，可以一张一张地放映，也可采用长卷的形式，写完一部分后卷过去，象照相机胶卷一样方便。讲课的内容可以在课前预先绘制好，课堂上便直接放映。有

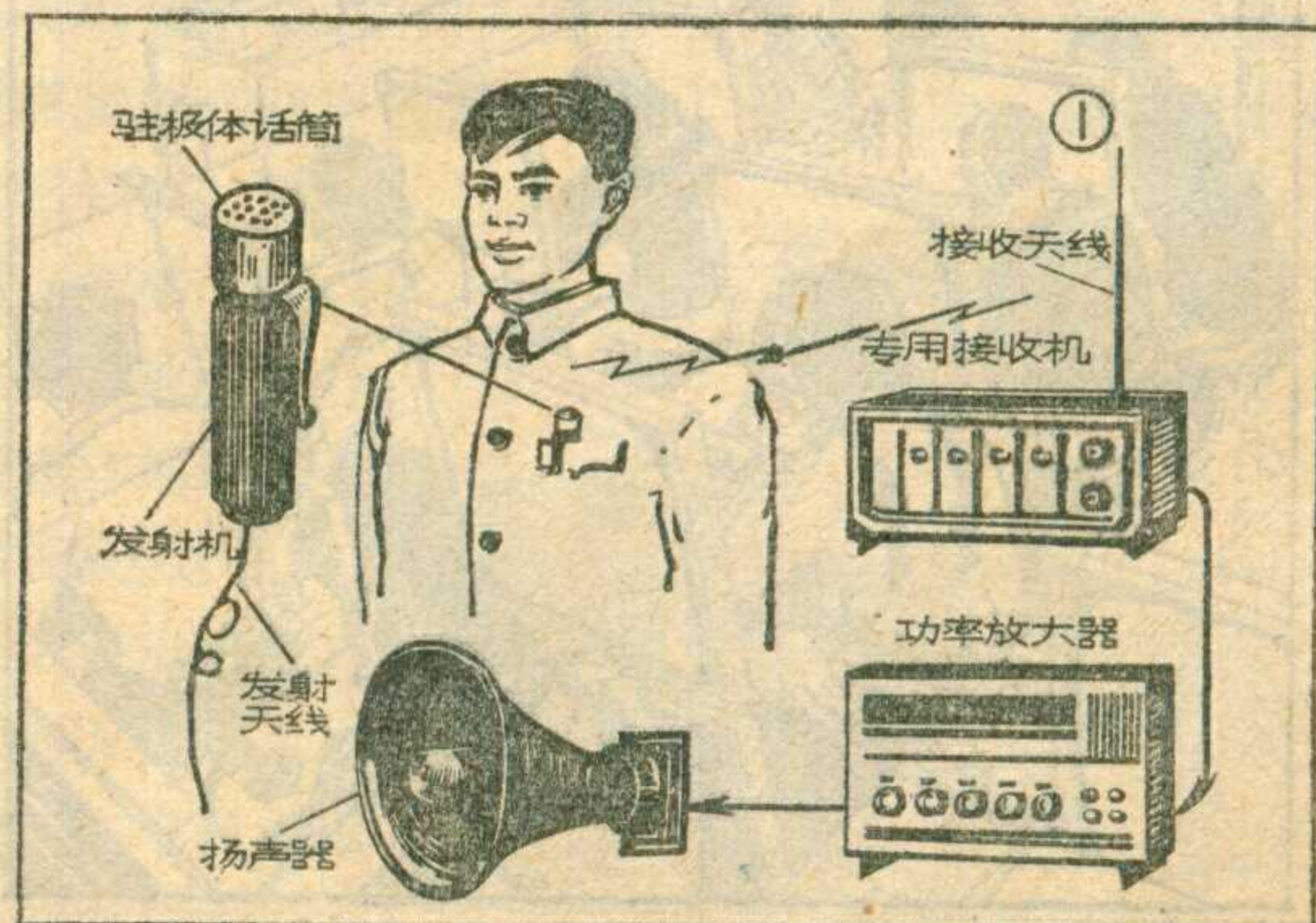
的内容还可由工厂印制成品，供各学校选购。

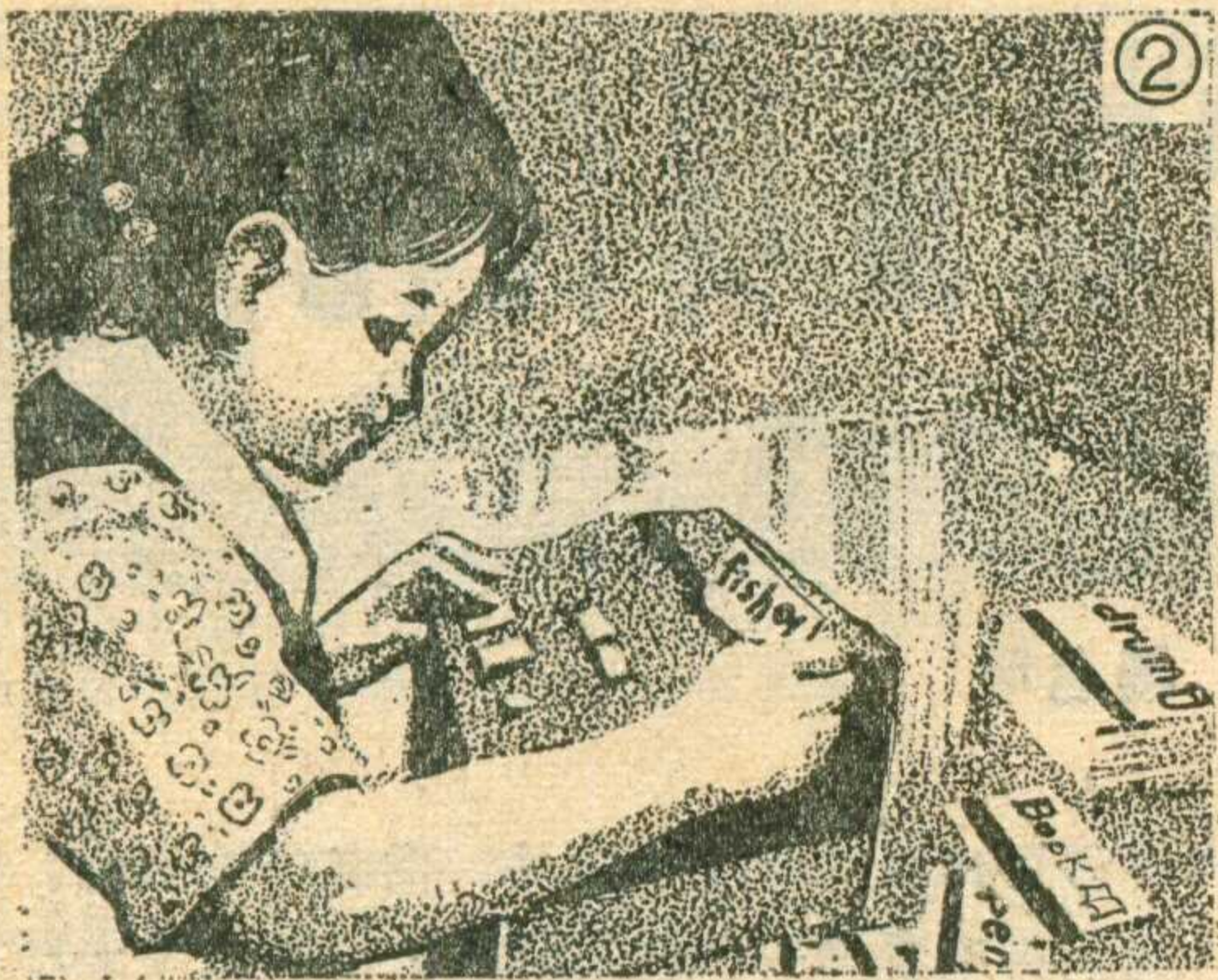
我们再来看另一种新式黑板。一位数学老师在教解析几何，她拿出一付“座标”往黑板上一放，座标粘在黑板上了，然后拿一只椭圆往黑板上一放又粘住了，最后又粘上了一条直线，而且三者的位置还可以随意移动。同学们都高兴极了。原来这里是使用了磁性黑板。板面是用铁板制成的，各种图形的背后粘有永磁材料，因此能吸在黑板上。

还有更新鲜的。这里有一块白色的“黑板”（其实这时应叫白板了），老师用一只形状如同牙膏的自来水色笔在上面又写又画。只见红黑蓝绿五彩缤纷，画面清楚并可随时擦去。这又是一种什么“黑板”呢？这是一种塑料面“黑板”，所用的笔是有机溶剂水色笔。这种白板在放映幻灯、电影时还可兼作银幕使用呢！

### 老师衣袋里的“小电台”

学校大教室里正在上大课。讲台上摆了许多演示仪器，前面还有实物模型。不用问，这堂物理课准保生动有趣。坐在后排的同学们有些着急了，他们发现讲台上没有装话筒，担心听不清。何况根据以往的经验，即使装了话筒，每当老师离开讲台去做实验或是写板书时，由于远离话筒，扩音效果不好，还是听不见。奇迹出现了。老师坐下来一开口：“同学们好！”清晰洪亮的声音由扬声器里发出，充满了整个大教室。同学们惊讶地探头看讲台，还是不见话筒。墙上的扬声器分明正在工作，老师把话筒放在哪里呢？讲课在继续进行，同学们又高兴地发现当老师离开讲台到黑板前边写边讲解时，声音还象刚才那样清晰；老师又



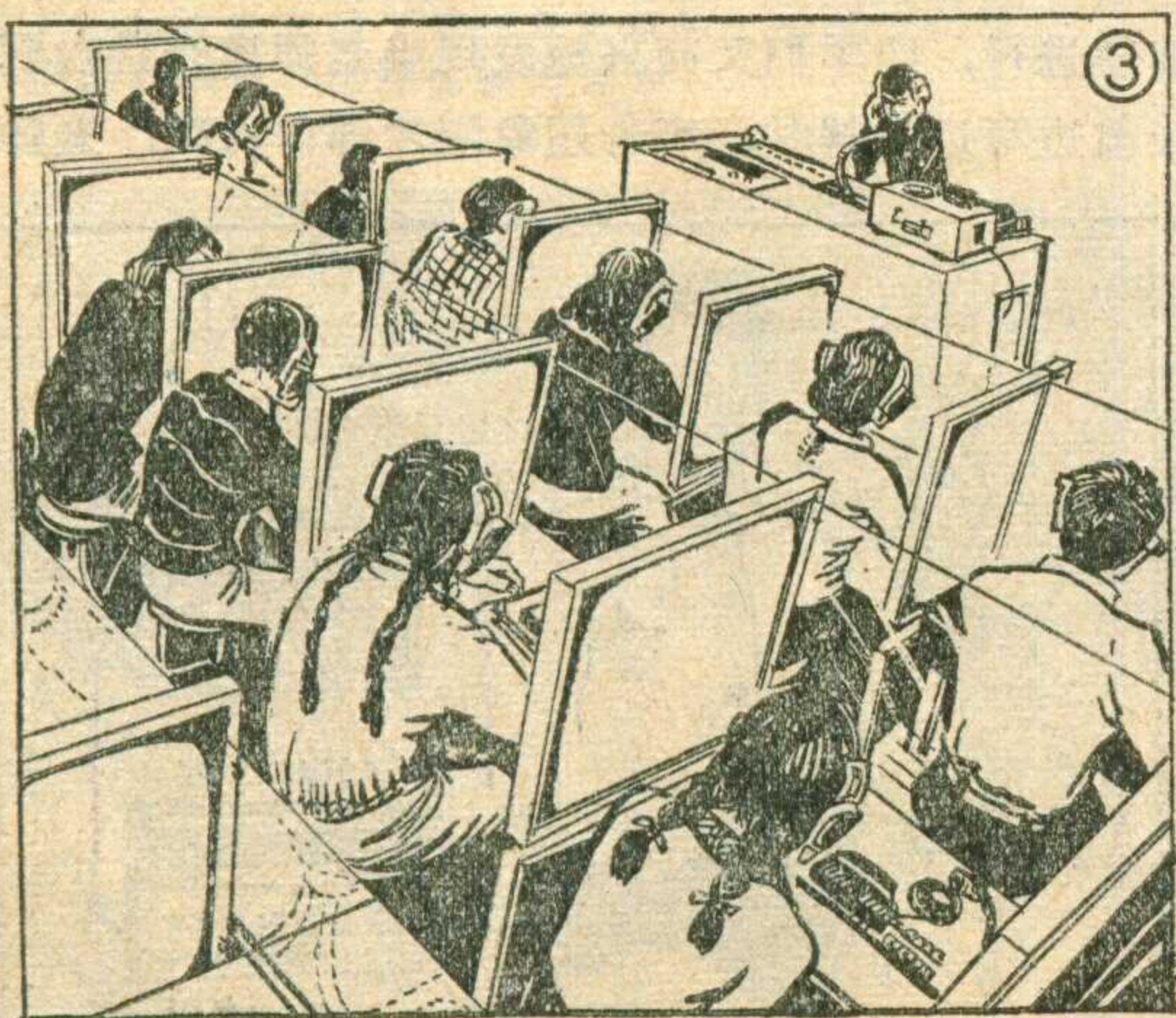


去做实验，边做边讲，声音还是那样洪亮。听课效果非常好。老师看出同学们这种惊喜的心情，就主动解释了这里面的秘密。原来，在老师的上衣口袋里，装有一只小巧的无线话筒（请参看图1）。这种无线话筒只有一支钢笔或打火机那么大，它是由驻极体电容话筒芯和一个小发射机线路板组成，并配有电源和天线。当老师讲话时，小发射机便把经过音频调制的无线电波送到空间，由放在后台的接收机接收，解调出音频信号送到教室（或礼堂）的扩音系统。它的作用距离一般在20~50米。就是这样一部小小的电台，保证大型教室里讲课能收到最完美的听课效果。

### 我的发音正确吗

小学生练习书法，经常要描红模仿本；舞蹈演员练功，也要经常对着镜子观察自己的舞姿，这些都是为了在模仿中能有对照的机会，以便纠正自己笔法上、动作上的错误。如果在语言学习的过程中也能这样做，那该多好啊！由于在教学中采用了录音设备，这种理想变为现实了。语言、音乐和其它我们需要的声音，都可以用磁带录音机记录下来，随时可以重放。

在学习外国语时，学生需要多次听示范读音，并在老师的指导下倾听自己的发音，进行比较以纠正自



己发音中的错误。这时，盒式磁带录音机可以助你一臂之力。它可以把录好的标准示范发音放给学生听，作听力练习。也可让学生跟着一句句地朗读，同时记录下他们的练习发音，让他们自己对照收听。这种具有跟读性能的教学用录音机，是双声道录音机，上轨记录了老师的示范音信号，下轨供记录学生的跟读信号。作跟读使用时，上轨放音下轨录音，这时候抹音只能抹去学生的跟读信号。这种盒式录音机体积小、重量轻，一盒录音磁带可以录放60或120分钟。

还有一种卡片录音机。在绘有图画和文字的长方形卡片下部贴有一条磁带，录好有关的读音，在特制的录音机上收听，可以使学生同时进行看图、听音、识字，容易记忆。在学外文或识字时，还可以跟着朗读，并把自己的声音记录在磁带上。它非常适合低年级学生或学令前儿童，也可供成年人学习外语或民族语言。图2就是学生在使用卡片录音机学习。

图3是利用录音设备装备的语言实验室。在这种教室里，讲台和每个课桌上都装有录音机、耳机、话筒组和相应的控制旋钮、指示灯等等，可供一个班的学生上外语课。在课堂上老师可以向全班播放一种或几种教学节目。学生可以跟着录音机播放的教材朗读，并能将自己的声音录下，反复播放予以比较。老师通过控制台可以监听每个同学的学习情况。老师与学生、学生与学生之间还可进行对话。

### 见面又不见面的“电视老师”

在一般学校里，每班约有三、四十个学生，顶多不超过六十个。可是，如今借助于校内闭路电视，一位老师可以同时给几百、甚至上千个学生讲课。

校内使用的闭路电视系统实际上是一个有线电视广播站，它与(声音)广播站相似，当然，前者要复杂的多。原有的(声音)广播站只能利用话筒、扩音机和喇叭传送声音，而闭路电视系统不仅能传送声音，而且能传送图象，所用的设备也多的多。图4是闭路电视系统的示意图。演播室内有几台摄像机，分别用来拍摄人物、实验、图片资料等教学节目。拍摄好的节目经控制台加工编辑后用电线送到各教室去。学生坐在教室里看电视(监视器)学习。一个有经验的老师上课，可让几十个班同时听课，而且都能看见老师及其板书和所作的演示实验。老师还可随时插播必要的幻灯片和电影片段等。使用这种现代化工具来听课，学生们兴致勃勃、精力集中、理解深刻、记忆牢固。

在学校闭路电视系统中，我们常常使用磁带录象机。现代的盒式磁带录象机体积不大，操作简便，能够把视频信号和音频信号同时记录在磁带上，随时予以重放，录放时间可达1—3小时。这样，我们可以说是同时掌握了时间和空间，毋庸置疑，它可以大大提高教学质量、扩大教学范围。

### 耐心细致的“机器老师”

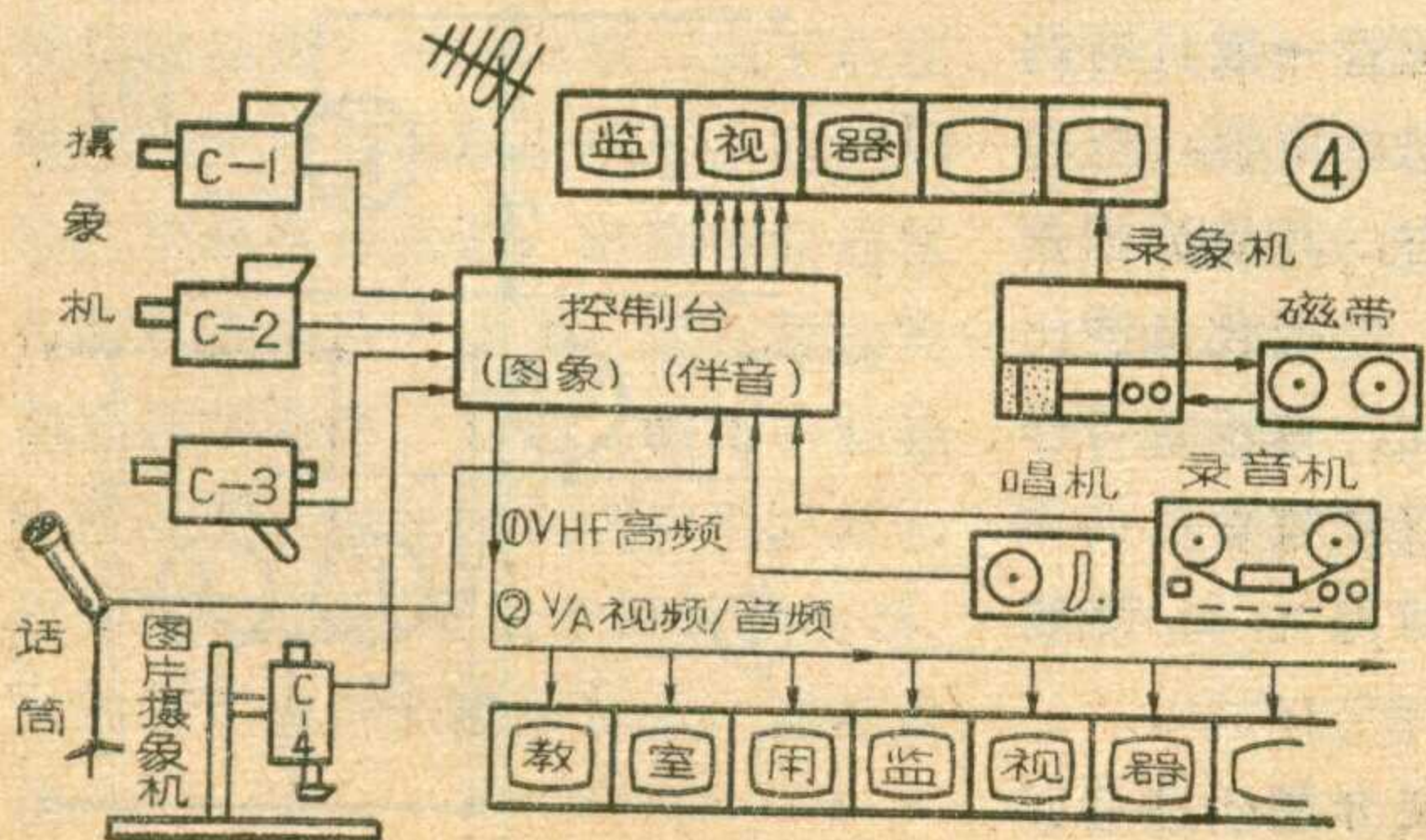
老师被人们称誉为“人类灵魂的工程师”，的确是当之无愧的。长江后浪推前浪，世上新人胜旧人。新生力量不断成长，这里凝结了多少老师的心血。年复一年，老师给同学们讲述各种科学知识，回答学生们提出的问题，大量批改学生的作业并对学生进行考核……。这里有许多重复劳动。那末，这一部分有规律的重复劳动能不能实现机械化、自动化呢？

图5上的这个小朋友在聚精会神地玩什么呢？原来孩子手里是一个小型简单的电子计算机。这是一种供小学生学习算术的计算器，它能给出加减乘除各种算题。学生利用机上的数字按键来回答：答对了，面板上显示出“正确”的字样，同时还会出现一个笑脸图案，并伴随有悦耳的声音；如果是答错了，计算器会显示出“错误”，并很不高兴地给出一个“苦脸”，伴随有令人讨厌的声音，但这时计算器仍把正确答案告诉学生。只有学会了这道题，计算器才继续给出下一道算题。孩子们非常喜欢它，手里抱着玩具一样的好伙伴——计算器，在游戏般操作的同时，学会和巩固了最基本的知识。这种学习计算器的构造并不复杂，主要部分是一块大规模集成电路，贮存有按算术加减乘除运算规则编制的题目和相应的答案。它可以按编好的程序，顺次给出题目；也可以根据需要通过难度调节旋钮来控制出现的最大数字和位数，以适应不同年龄孩子的水平。有的计算器还能统计得分成绩、计算所花的学习时间。这样，小小的电子计算机代替了老师的重复劳动，实现了部分教学自动化。

### 因材施教的“多能老师”

学生们在学校学习，虽然所学的内容一致，但接受的情况却各不相同，这是由他们原有基础、理解能力、思维方法等各方面的差异所造成的。理想的办法是实行单人个别教学，这样可以有针对性地教授和答疑。但是，哪里能配备这么多的老师？电子计算机使这个问题迎刃而解。把老师们掌握的各科知识，编成计算机语言，利用磁盘存储器存入电子计算机。于是，电子计算机就可以模仿老师去教学生了。

宽敞的教室里窗明几净，每个学生桌上放着一台小“电视机”，有屏幕、打字键盘和一些按钮。这就是



使用电子计算机上课的情景。实际上，学生们面前的设备都是电子计算机的终端机。电子计算机的教学能力是很惊人的，它能同时回答学习不同科目的许多学生提出的问题，也可以组织安排全班同学的学习活动，根据每个学生回答问题的水平来给出不同难度的后续题目。这位电子老师循循善诱、严格细致而又耐心，它因材施教最后还能评出每个学生的学习成绩。这样，成绩优秀的学生可以大踏步前进，成绩差的学生也能得到适当的辅导从而跟上队伍。

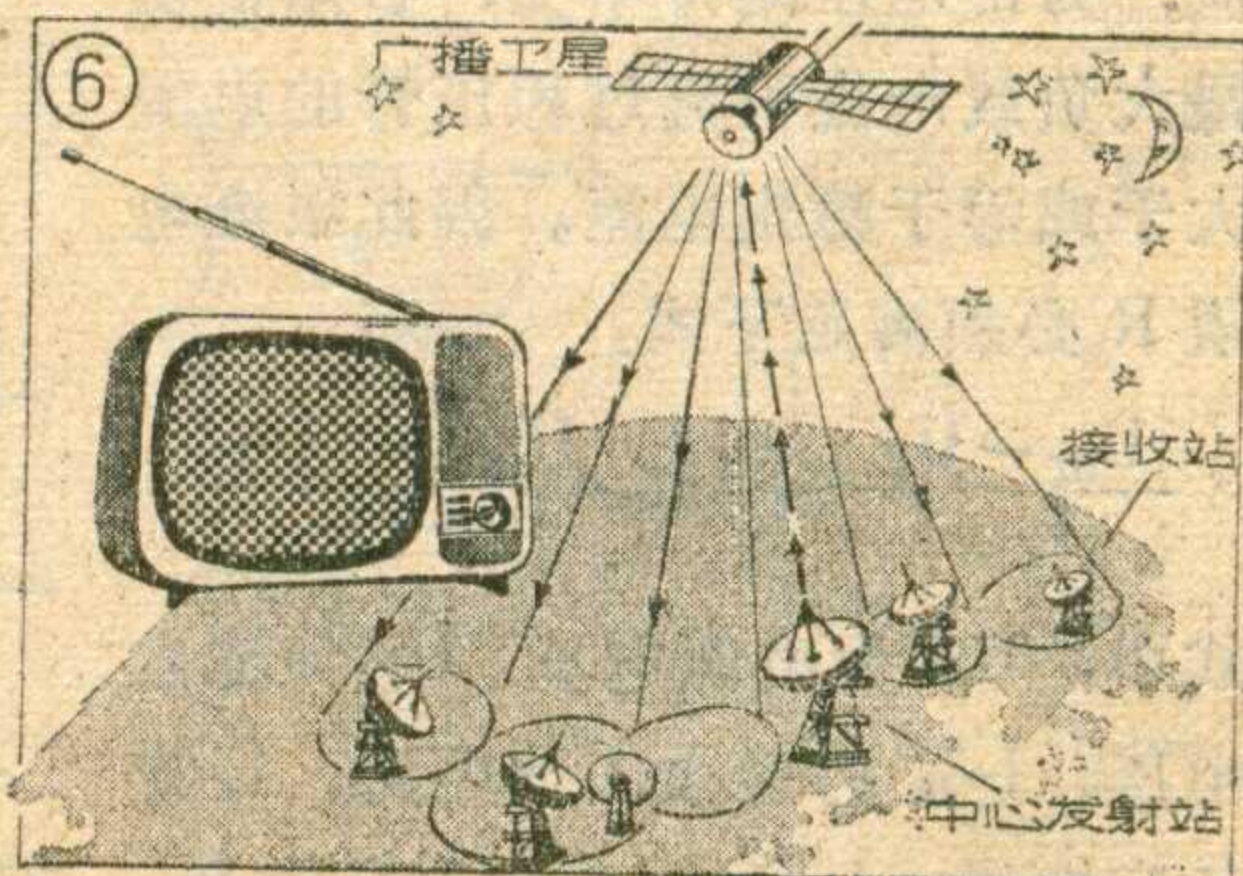
### 不用校舍的“空中大学”

电视广播刚刚兴办时，播出的节目多为新闻和文艺节目，随着电视技术的飞速发展，电视节目的内容也越来越丰富。目前，电视广播不仅大大丰富了人们的文化生活，而且也成为一种重要的教育手段。

电视广播可以把图象和声音送往全国各地，当然也可把课堂教学内容播送出去。我们可以挑选最优秀的老师在电视台讲课。讲课内容也可精心安排，穿插上各种实物和图片，实验过程也可看得非常清楚。教学节目预先用录象磁带录制下来，集思广益精细加工编辑，可以确保教学质量。象这样一人讲课全国收看，一所电视大学可以拥有几十万、几百万的学生，大大节省了师资和教学设备。这是多快好省地培养人材的最好途径。

目前中央电视台利用微波通信线路向全国许多省市传送电视教学节目，使全国能有更多的人参加电视大学学习。对于微波转送达不到的地区，将来我们要发射广播卫星，利用与地球相对位置固定的同步卫星来转播电视节目(如图6所示)。中央电视台将电视教学节目发射到空中转播台——广播卫星上，经过卫星转发回地面，地

面上能够看到卫星的地方都能建立地面站来接收。这样，生活在边远地区的人们，也能参加电视大学的学习了。



# 硅稳压管的应用

许慕中

提起硅稳压管，人们常常会联想到稳压电源。其实硅稳压管的应用远超过“稳压”这个范围，它可以在电路中起多种作用，大致归纳为恒压源、非线性电阻和可变电容三类，分别工作于图1所示的伏安特性的BC段、OC段和OB段。

稳压管大量地用作恒压源，图2是它的基本电路。

高于稳定电压的直流电源加在稳压管的串联电路上，从稳压管两端便得到电压基本恒定的直流电压。这是因为稳压管在较高的电压下被反向击穿，工作于伏安特性的BC段，其动态电阻很小，所以电流变化所引起的稳压管电压变化就很小，近似于一个恒压源。电路中要注意稳压管的极性，使管子工作于反向接法，即负极接电源正端，正极接电源负端，否则输出电压很低。此外，串联电阻是不可缺少的，它承受输入电压与输出电压之差，并限制稳压管的电流在允许的最大工作电流范围之内。当在稳压管上并联负载后电流被分流，为使电压维持不变，必须使在最大负载电流时流过稳压管的电流大于或等于稳定电流。因此限流电阻R必须满足下式：

$$\frac{U_{sr} - U_Z}{I_{ZM}} \leq R \leq \frac{U_{sr} - U_Z}{I_Z + I_{fZM}}$$

式中： $U_{sr}$ 为电源电压、 $U_Z$ 为稳定电压、 $I_{ZM}$ 为最大工作电流、 $I_Z$ 为稳定电流、 $I_{fZM}$ 为最大负载电流。

同时可得出稳压管允许输出的最大负载电流为： $I_{fZM} = I_{ZM} - I_Z$ ，因此稳压管一经选定，其允许输出的最大电流也就确定了。欲提高稳压管输出的负载能力，可增大 $I_{ZM}$ ，即选用耗散功率较大的稳压管，或者采用晶体管射极跟随器，如图3所示，此时最大负载电流为 $I_{fZM} = (1 + \beta) \cdot (I_{ZM} - I_Z)$ ，式中 $\beta$ 为晶体管共发射极静态放大倍数，由此可见负载能力提高了 $\beta$ 倍。还要注意，稳压管的稳压值受温度变化影响较大。例如，稳压值为8伏的2CW15管子，温度系数为 $+7 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ ，当环境温度升高 $40^{\circ}\text{C}$ 时，稳压值可以增加0.22伏，因此有时要考虑温度补偿。一般稳压值6伏以上的管子，温度系数为正；6伏以下的管子，温度系数为负；6伏左右的，温度系数接近于零。

稳压管在反向击穿前两端虽有电压，但仅有很小的反向漏电流，一般小于 $0.1 \sim 0.5$ 微安。如反向电压为1伏，电流为0.1微安，则静态电阻高达10兆欧，即相当于一个10兆欧的电阻。稳压管反向击穿后，电流明显增大，电压却增加甚微，静态电阻变小。如稳定电压为10伏，稳定电流为10毫安，则静态电阻为1千欧，即相当于一个1千欧的电阻。稳压管击穿前后其静态电阻有了很大的变化，也就是说，可以把稳压管看成是一个典型的非线性电阻。

稳压管具有一个P-N结，P-N结存在结电容，电容量随两端反向电压而变化，反向电压越大，结电容越小。稳压管反向击穿后结电容便不再变化。稳压管一般具有约 $2 \sim 5$ 百微微法的起始电容，电容变化范围在3倍左右，其品质因素要比一般二极管高，但变化范围比变容二极管小。因此，稳压管可作为变容二极管用于广播收音机的调谐电路或自动频率微调电路等场合。

下面，我们扼要介绍一些稳压

管的具体用途。

## 1. 用于并联型稳压电源

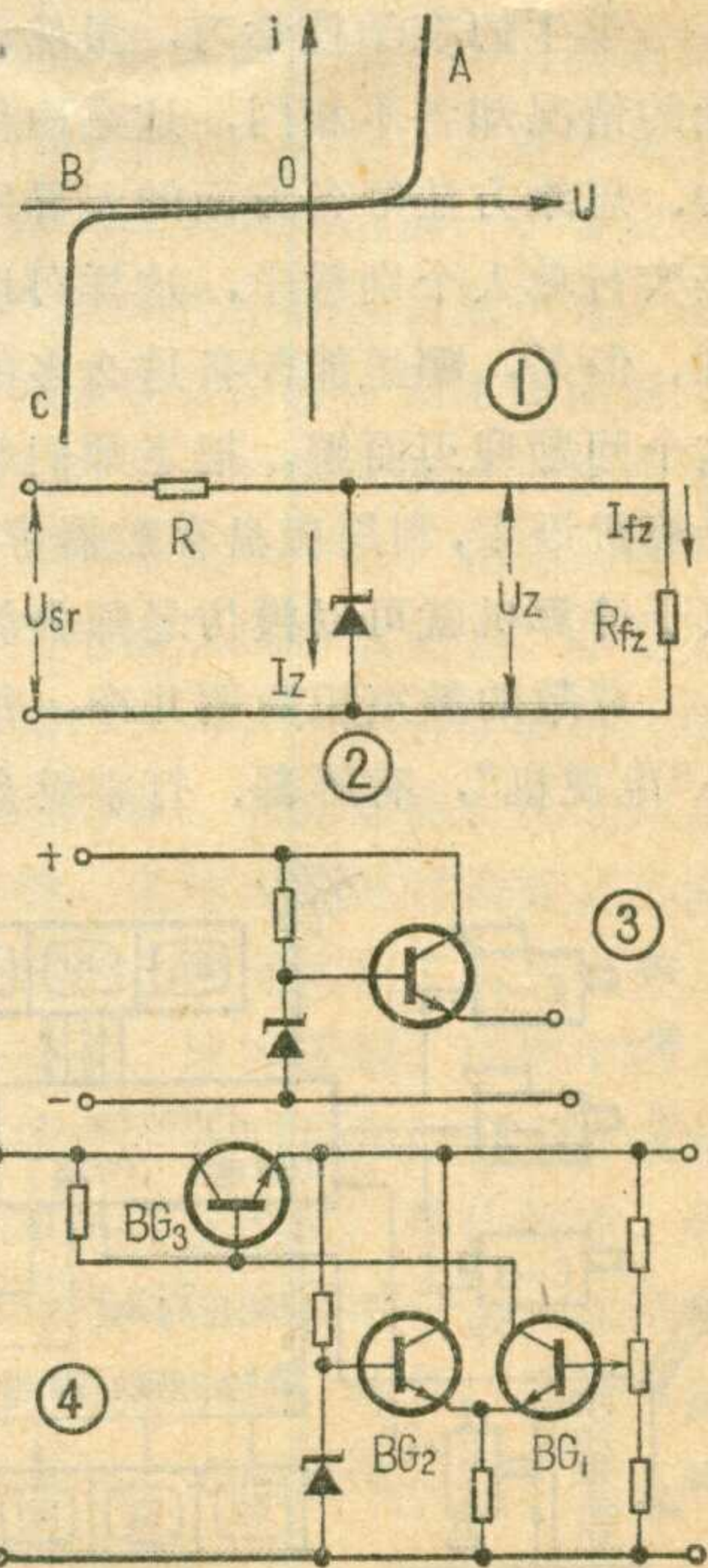
图2和图3所示的电路就是并联型稳压电源的基本电路，一般在负载电流较小、输出电压固定时采用。

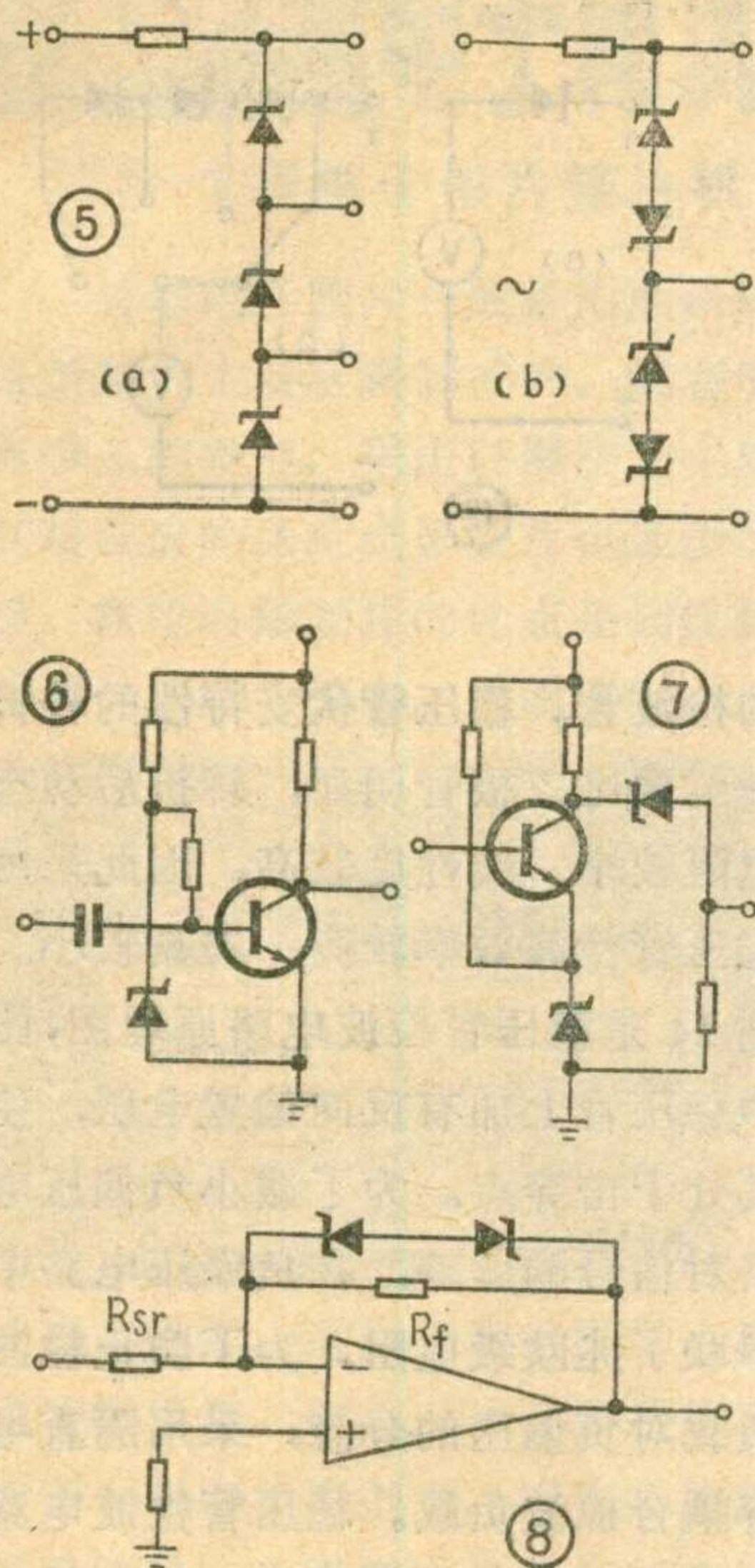
## 2. 用于串联型稳压电源

在负载电流很大或输出电压需要连续调节时，常采用串联型稳压电源。串联型稳压电源的基本电路见图4。图中硅稳压管作为恒压源，用作基准信号，它与来自输出电压的取样信号比较，由放大器 $BG_1$ 放大并通过调整管 $BG_2$ 使输出电压稳定。注意，恒压源是接在电压稳定的输出端而不是接在电压波动的输入端，这样可以提高基准信号的稳定性并减少纹波的影响，从而提高稳压性能。

## 3. 用作分压器

采用多个稳压管串联的恒压源，由各稳压管可取出不同的分压值，构成分压器（如图5a）。它与电阻分压器相比具有输出电压稳定的优点，由分压器分流所造成的功率损失也较小。图5b采用双向稳压管用作交流分压，这种稳压器常用于电压定标，这时应小心选择稳





压管。

#### 4. 用于晶体管直流偏置

晶体管放大器静态工作点的稳定，常常影响到放大器的工作性能。图6采用恒压源作为偏置电路的电源，可以减少电源电压变化对静态工作点的影响，使放大器在电源电压降低时仍保持较高的增益。稳定电压低于5伏的管子，具有负的电压温度系数，当温度升高时电压降低，基极电流减小，恰好用来补偿晶体管电流的增加，提高放大器静态工作点的温度稳定性。在多级放大器中，恒压源可以共用。

#### 5. 用于放大器退耦

退耦电路用来从电源上隔离放大器的前后级，防止后级（尤其是功率输出级）通过电源（由于存在电流内阻）对前级造成不应有的耦合，引起自激振荡。退耦电路通常为阻容低通滤波电路，恒压源也可用作退耦电路。如图2电路中的稳压管就兼有稳压和退耦作用，且与信号频率无关，适用于低频放大器。它的缺点是电压降低较多，功耗也较大。

#### 6. 用于放大器耦合

直接耦合放大器具有较高的增益，能放大频率极低的信号以至直流信号，但它前后级的直流电平较难配合，采用稳压管作级间耦合能合理解决这一问题。图7画出了多级直接耦合放大器的中间一级，其中有二个稳压管。一个稳压管串联于晶体管的发射极，用以提高射极电平，另一个串联于前级输出与后级输入之间，用来降低输出电平。选择合适的稳压管可以使输入输出电平相等，以满足前后级级联的要求。由于两个稳压管都工作于伏安特性的BC段，此时动态电阻很小，几乎可以无衰减地传递信号。

#### 7. 用于放大器限幅

把图2电路接在放大器输出端，便能限制输出电压的幅值。当输出电压小于稳压管击穿电压时，其静态电阻极大，不影响放大器的输出；当输出电压大于稳压管的击穿电压时，其静态电阻急剧减小，放大器输出被旁路，输出电压不超过稳压管的击穿电压。

运算放大器的限幅，可采用图8电路。稳压管并联在反馈电阻 $R_f$ 上。当输出电压较小时稳压管静态电阻极大，电压增益由 $R_f$ 与输入电阻 $R_{sr}$ 的比值决定；当输出电压大于稳压管的击穿电压时，其静态电阻减小使总的反馈电阻值大大减小，放大器电压增益相应降低，输出电压被限幅。

#### 8. 用于脉冲限幅

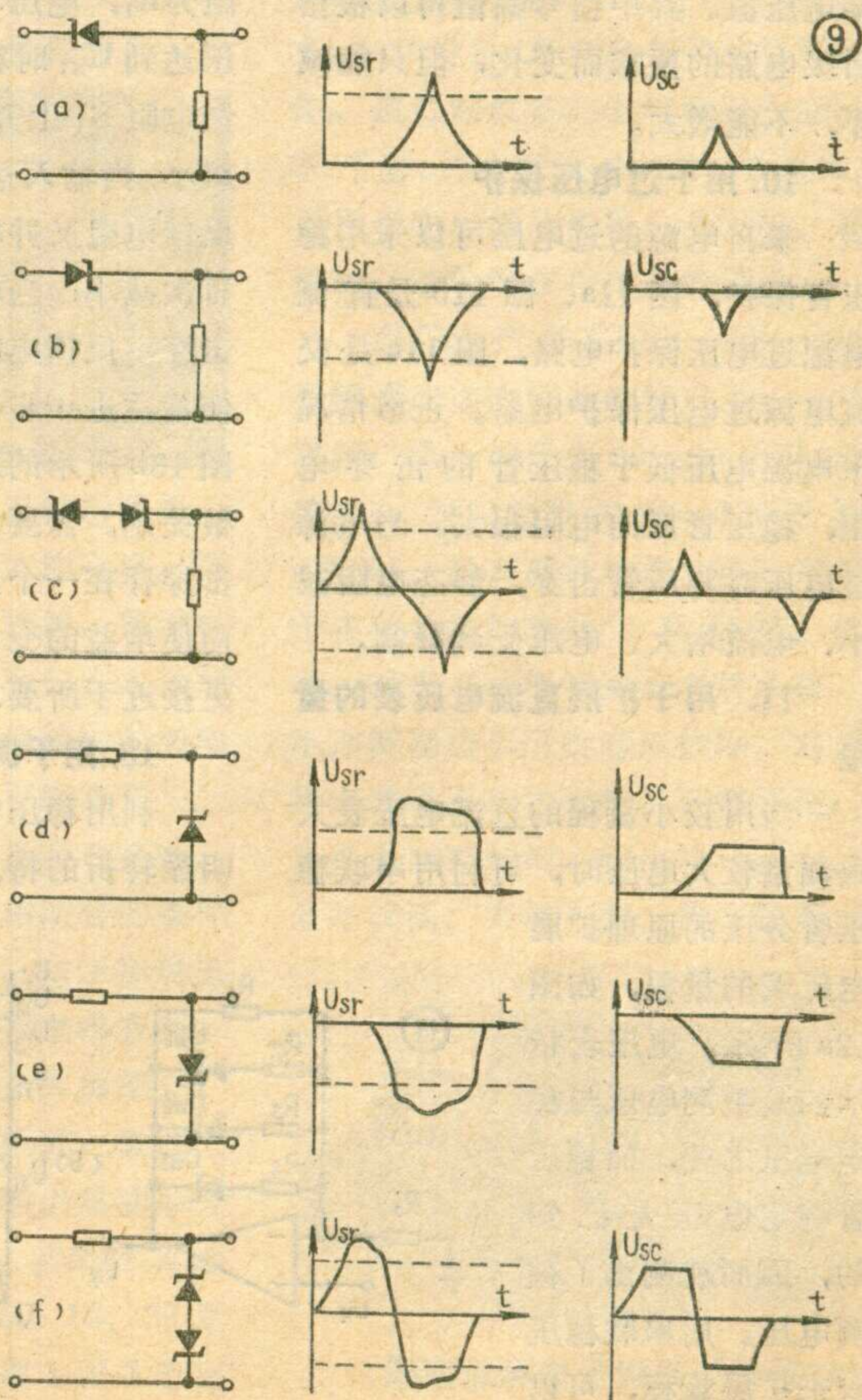
硅稳压管可用于脉冲限幅，其基

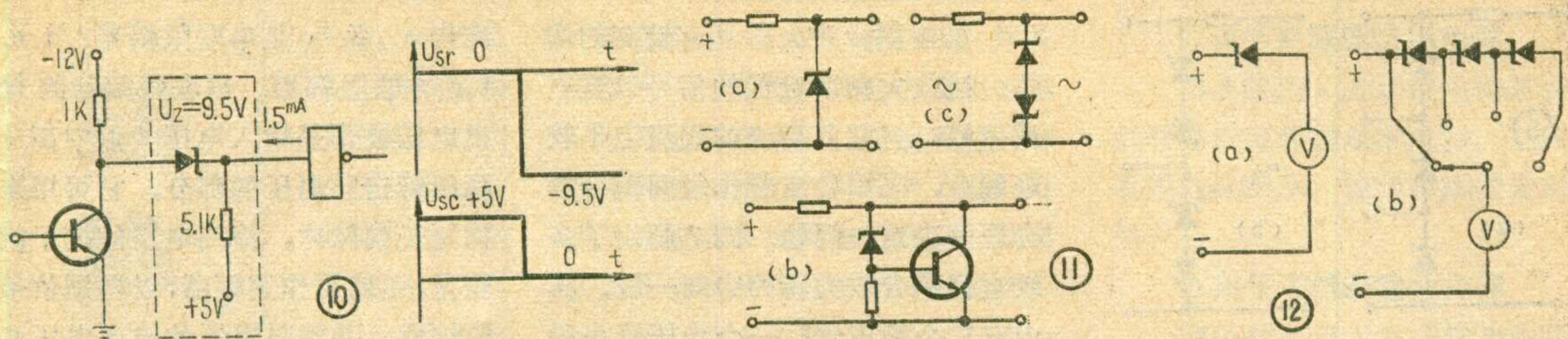
本电路和输入、输出波形见图9。

图中a、b、c是串联限幅器，d、e、f是并联限幅器。串联限幅器的输出电压波形是输入电压波形中高于稳压管击穿电压的部分，它可用来抑制干扰脉冲，提高电路的抗干扰能力，还能用作鉴幅器，以鉴别信号的幅值。并联限幅器的输出电压波形是输入波形中低于击穿电压的部分，它可用来整形和稳定输出波形的幅值，还能从输入的正弦波电压中形成近似的方波电压，或是从全波整流后的双半波中得到梯形波电压。这种梯形波电压广泛用于采用单晶体管的可控硅触发电路，作为同步电源。

#### 9. 用于电平转移

在数字逻辑电路中，由不同导电类型（P-N-P和N-P-N）的晶体管组成的分立元件电路和不同种类的数字集成电路，它们的信号电平往往具有不同的幅值和极性，





当它们相互连接时一般都需要加入一个电平转移电路。如果前级输出电平大于后级输入电平且极性相同，通常采用串联或并联限幅器。若前后级信号电平极性相反，则电平转移电路可以具有如图 10 所示的形式。图中虚线框内的稳压管和一个电阻组成电平转移电路，它把电信号电平从  $0 \sim -9.5$  伏转换成  $+5$  伏  $\sim 0$ ，从而可与 TTL 集成电路相连接。从波形图中可看出，通过电平转移电路后信号波形不变，但电平向上移动了一个稳压管的击穿电压值。其中信号幅值可以根据后级电路的要求而变化，但只能减小，不能增大。

### 10. 用于过电压保护

来自电源的过电压可以采用稳压管保护。图 11a、图 11b 是直流电源过电压保护电路，图 11c 是交流电源过电压保护电路。正常情况下电源电压低于稳压管的击穿电压，稳压管反向电阻很大。当电源过电压时稳压管击穿，静态电阻减小、电流增大、电压受到限制。

### 11. 用于扩展直流电压表的量程

当用较小量程的直流电压表大致测量较大电压时，可利用串联稳压管分压的原理扩展电压表的量程，如图 12a 所示。电压表指示的是被测电压与稳定电压之差，而稳压管稳定电压是已知的，因而就测出了被测电压。用串联稳压管来扩展量程，可以

保持原来的指示灵敏度，但不能用于低于稳定电压的测量。采用图 12b 所示电路，利用单刀多掷开关切换串联的稳压管数，则可弥补上述不足。

### 12. 用于函数发生器

在模拟装置中，常使用输出电压与输入电压成非线性函数关系的函数发生器。采用稳压管可组成图 13a 所示的函数发生器。选择适当的稳压管和电阻，使得当输入电压小于  $U_{x1}$  时输出电压较低，稳压管都呈高电阻，运算放大器的反馈电阻为  $R_1$ ，电压增益较大；当输入电压达到  $U_{x1}$  时稳压管  $D_{w1}$  击穿，反馈电阻  $R_1$  上并联了  $R_2$  支路使增益减小；当输入达到  $U_{x2}$  时  $D_{w2}$  击穿，反馈电阻又并联上  $R_3$  支路使增益再次减小；当输入达到  $U_{x3}$  时  $D_{w3}$  击穿，反馈电阻又并联上  $R_4$  支路使增益进一步减小，由此可以获得图 13b 所示的斜率渐降的非线性函数关系。需要指出，由于稳压管的击穿存在一个连续的转折过程，从而使增益的变化比较平滑，比折线更接近于所要求的曲线。

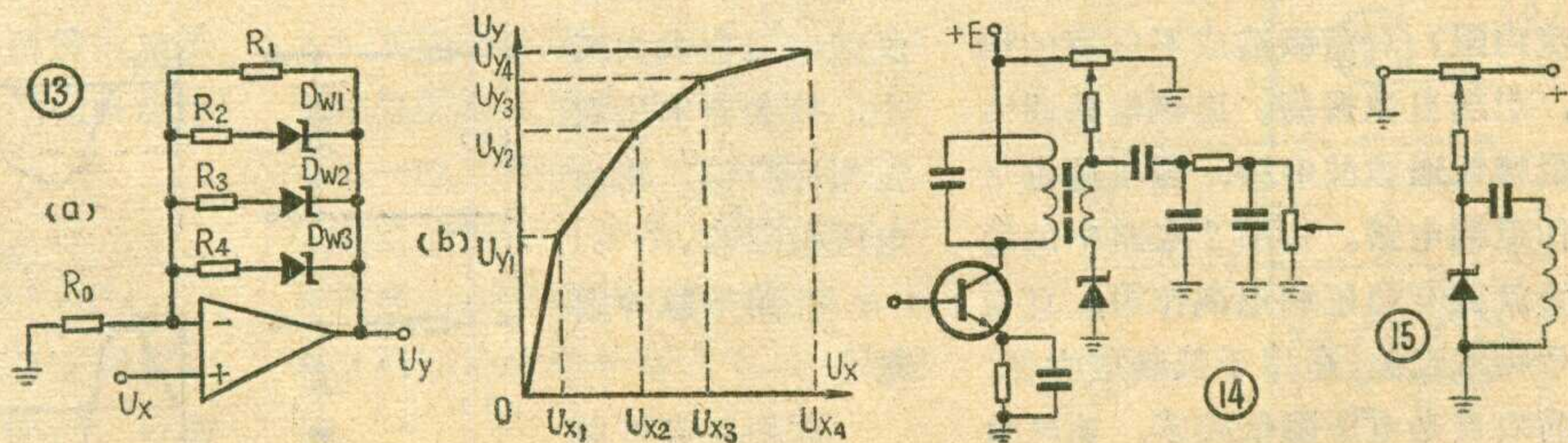
### 13. 用于调幅信号检波

利用稳压管反向伏安特性具有明显转折的特点可以作为调幅信号

的检波管。稳压管伏安特性的转折一般要比二极管明显，转折后动态电阻较小、线性度较高，因此采用稳压管检波效率较高、失真较小。图 14 是稳压管检波电路原理图，图中稳压管上加有反向偏置电压，使其处于击穿点。为了减小负偏压电路对信号的旁路，在负偏压电路中串联了兆欧级电阻。为了防止检波负载对负偏压的分流，采用隔直电容耦合检波负载。稳压管检波电路可用于超外差收音机中，但自动增益信号不易获得。

### 14. 用于调谐回路

利用硅稳压管具有可变结电容的特性可以构成频率可调的谐振回路，图 15 为其原理图。稳压管接有可调的负偏压，并通过隔直电容与电感线圈相连，组成谐振回路。改变稳压管的负偏压即改变结电容，可以改变电路的谐振频率（负偏压较小时，可能影响振荡幅值）。电容改变 3 倍，谐振频率变化  $\sqrt{3}$  倍。隔直电容必须比结电容大得多，以避免缩小调谐范围。在负偏压电路中必须串联高阻值电阻，或者串联电感线圈与几百千欧的电阻，以防止交流旁路或产生寄生振荡。

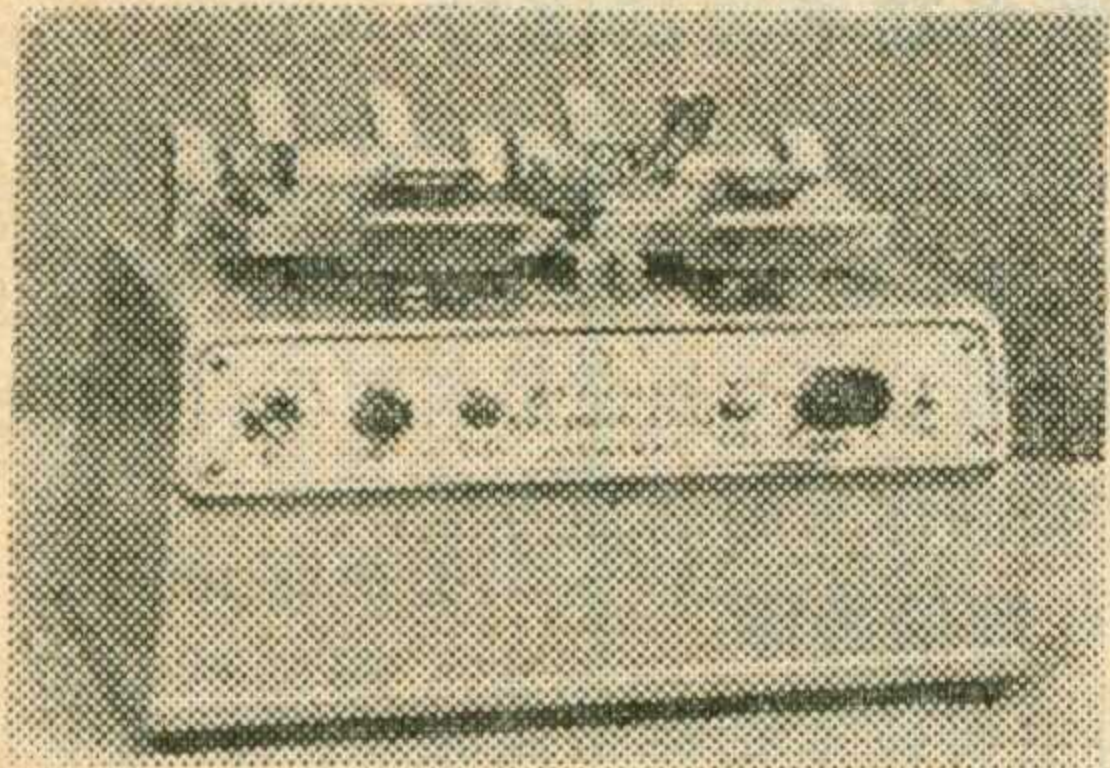




# 电子简讯

## DY—1 型电子影片接片机

普通电影胶片一般是用醋酸纤维素酯为主要材料制成的。随着电影事业的发展,采用以聚脂为主要材料制成的涤纶电影胶片也逐步增多。涤纶电影胶片的优点是韧性较强,抗拉能力较大,透明度好,尺



寸稳定性强,适用于高空摄影、染印法拷贝等。但是,由于涤纶片不溶于一般有机溶剂中,遇到断片就不易粘接。为了解决涤纶片断头结合问题,我厂和省电影公司共同研制了“电子影片接片机”。这是一种由电加热装置和自动定时控制线路组成的电子设备。接片时,片子上先涂好涤纶片胶水,再通过接片机定时加温粘合。它能接合 35mm 和 16mm 两种影片。能够接合涤纶片和普通醋酸片,时间控制范围约 3~24 秒。接片机体积小,造价低,操作方便,可以随身携带,与超声波接片机相比更适合基层放映单位使用。(浙江台州无线电厂)

## WH—771 型无线传声器

杭州无线电厂试制成功一套供教学用的无线传声器,也可供演员在舞台上使用。这套设备分为收、发两部分。发射部分由小型驻极体传声器和发射电路板组合在一个机壳内,机壳尺寸为 42×36×16mm,与一个小型打火机相似,用一根 0.5 米多股软拖线作发射天线。传声器由教师或演员随身携带。

接收机内装有 4 瓦功率放大器,使用时放在舞台下面或教室内。如作教学使用不必外接扩大

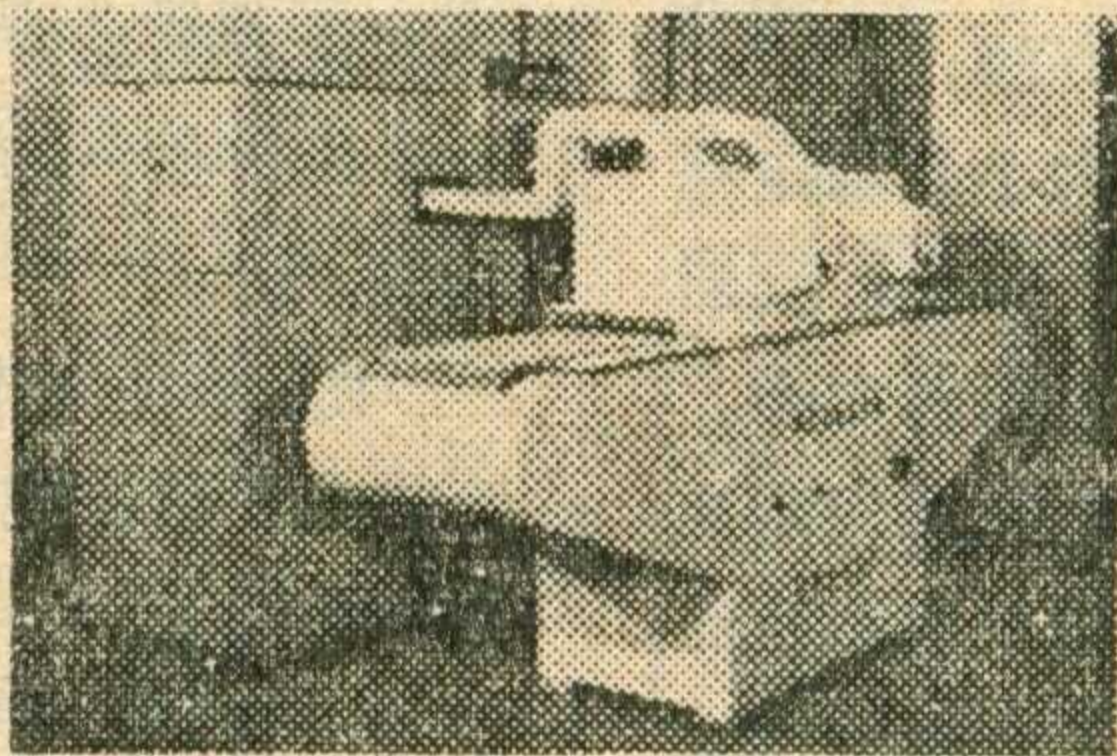
机,可直接与墙式扬声器箱配接,扬声器箱内由两只 4×6" 扬声器组成放音箱。一套接收机可配用两只放音箱。

本机主要是利用人讲话时发出的声压对超高频信号进行调制,通过发射天线传出,接收机将收到的超高频信号还原成音频信号,经机内 4 瓦放大器送入扬声器箱中进行放音。这套设备采用调频制,噪音较小,信噪比为 55 分贝,接收机低放部分还设有高、低音控制电路,音质较好。作语言传输的作用距离为 50~80 米,使用环境温度 -10°C~+40°C。(杭州无线电厂)

## 安瓿针剂微波灭菌机

“安瓿”(Ampule)一词是外来语,指装一次用量针药的小玻璃瓶。安瓿针剂微波灭菌机是将微波加热技术用于制药工业中,对水针剂进行灭菌的新型设备。

在制药工业中,通常采用高压蒸气锅灭菌法,让热量慢慢透入安



瓿内部,从升温到保温然后降温,一般要一、二个小时才能完成。微波灭菌法是利用微波能源,照射在微波加热器内连续运动的安瓿针剂上,针液急剧升温,使其中的细菌失去活性。灭菌时间可缩短到一、二分钟。微波加热还具有选择性,在热效应与生物效应相结合条件下,能更有效地灭菌。由于加热迅速,对保持针液的药效也很有利。

微波灭菌机由加热灭菌部分、供电系统和传动机构组成。微波工作频率为 2450 兆赫,输出总功率为 0~10 千瓦连续可调。安瓿针剂运用类型为 1、2、5、10、20 毫升五种。每小时可处理 1 万 5 千支

以上。实验证明,微波灭菌机,性能稳定、使用方便、有利于改善劳动条件,促进生产联动化。本机稍加改装也可用于中草药、西药片剂、原料等干燥和灭菌。微波灭菌机是我厂和兰州制药厂、省药品检验所以及敬东机器厂共同研制成功的。(虹光电子管厂技术科)

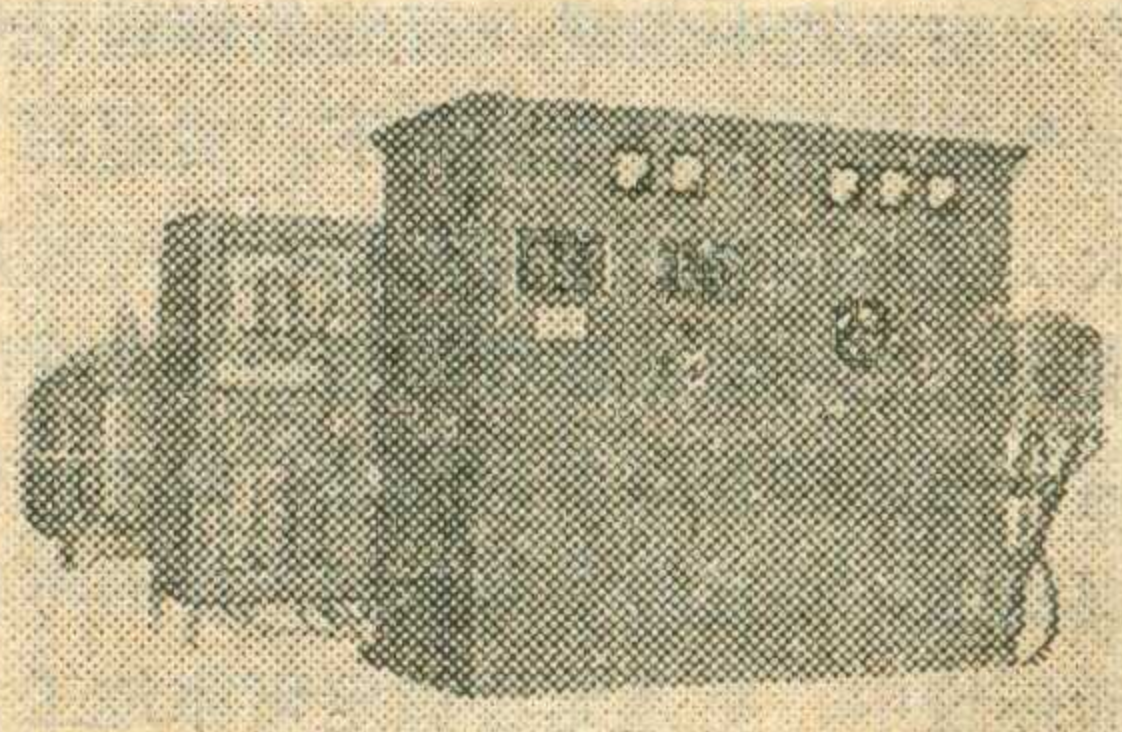
## CYP—100—C

### 超音频感应加热设备

“感应加热”,就是将工件放在通有交变电流的感应器内,利用工件内部由于电磁感应而产生的涡流,使工件迅速被加热,获得最好的淬硬层,是金属热处理工艺之一。

感应电流在工件内的分布由于趋肤效应而与电流频率有关。频率越高,感应电流就越集中在工件表层,工件被加热的深度就越浅。因此,电流频率是感应加热的重要参数。目前生产和用于热处理的感应加热设备按频率分类有:工频设备、中频设备、高频设备和超音频设备。超音频设备的电流频率为 30~36 千赫,淬火深度为 1.5~5 毫米。可用于中小模数齿轮、凸轮轴、花键轴、链轮等多种工件的淬火。

我厂生产的 CYP—100—C 超音频感应加热设备的特点是:一机双频,第一频段为 30~36 千赫(超音频),第二频段为 90~130 千赫(高频),具有两种加热功能,适用于各种金属的热处理和熔炼、熔焊、对焊等;能够适应各种负载,不需特制仿形可拆感应线圈;对无线电通讯不产生干扰,不需屏蔽;采用单回路结构,输出功率较大,效率较高、维修方便、成本较低。



(湖南株洲电子设备厂情报室)



蔡仁明 安永成

符合规定的技术指标，还要求在正常使用条件下保证稳定可靠。

由于晶体管的参数很多，要全面测试每只晶体管所有技术指标，必须具备一定的测量仪器，且比较麻烦。但是可测量一、两个主要直流参数来初步判断晶体管质量。不论是大功率管或小功率管、高频管或低频管、放大管或开关管，都可采用这种方法。

大家知道，晶体管反向截止电流的大小及稳定程度，是衡量晶体管质量重要的标准之一。因此，判断晶体管的质量好坏，首先要看反向截止电流的大小。因为，晶体管基极开路时的集电极—发射极反向截止电流  $I_{CEO}$ ，是发射极开路时集电极—基极反向截止电流  $I_{CBO}$  的  $(1 + h_{FE})$  倍，即  $I_{CEO} = (1 + h_{FE})I_{CBO}$  ( $h_{FE}$  为共发射极短路直流电流放大系数)。  $I_{CBO}$  大的晶体管  $I_{CEO}$  也大，这样的晶体管在使用过程中，不但噪声很大，而且输出阻抗及功率增益都比较低，不可能长期稳定可靠地工作；又因为晶体管的反向截止电流是集电极电流的组成部分，而且随温度的变化非常灵敏，这就使电流放大系数  $h_{FE}$  随温度变化而漂移，从而使晶体管的工作点无法稳定，不可能维持电视机正常工作。

在实践中发现，有的晶体管经过高温烘烤或在环境气候比较干燥的条件下，实测的  $I_{CBO}$  或  $I_{CEO}$  并不大，但经过潮热环境存放一段时间后，反向截止电流变大，这说明晶体管的制造工艺有问题，表面漏电严重，是晶体管致命的隐患。如将这样的晶体管装在电视机上，必定经不起长期工作的考验，尤其是在潮热的环境中，更是无法稳定可靠地工作。因此，一定要选择反向截止电流小且稳定的晶体管，这是对晶体管

晶体管是决定晶体管电视机质量好坏的重要元件。在制作或修理晶体管电视机的时候，必须根据工作稳定性、工作电压、工作频率、功率增益以及耗散功率等主要技术指标来合理选用晶体管。下面介绍一下电视机用晶体管的选择方法。

### 一、选用晶体管的基本要求

对于电视机用的晶体管，同其他元件一样，不但要求它符

稳定可靠性最基本的要求。

其次，晶体管的运用还受最大集电极耗散功率  $P_{CM}$ 、最高集电极反向击穿电压  $BV_{CBO}$  (或  $BV_{CEO}$ )、最大集电极电流  $I_{CM}$  及最高结温  $T_j$  的限制。晶体管只能在这些参数允许的极限范围内运用，超过这些极限，晶体管就会损坏或不能正常工作。所以，在选择晶体管时，各个管子的参数首先应符合规范表（详见封三附表）中极限参数的规定，至于其他参数可根据规范表的要求来选用。

### 二、高频小功率管的选择

电视机用高频小功率管包括：高放正向 AGC 管、中放正向 AGC 管、末级中放管、视放输出管、同步分离管、振荡管、混频管以及其他通用高频小功率管等。下面分别介绍这些晶体管的选择方法：

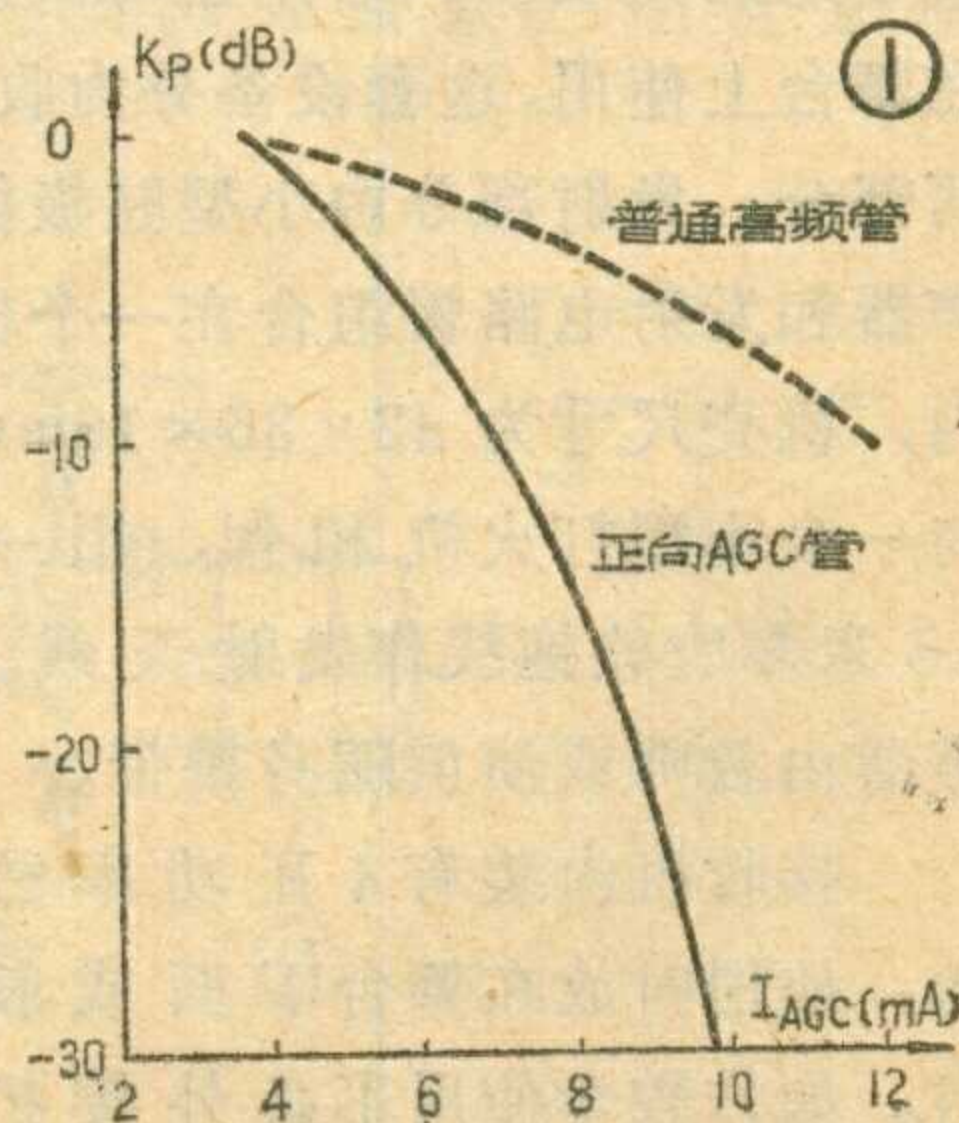
#### 1. 高放正向 AGC 管的选择：

电视机高频头的主要技术指标是高频噪声、功率增益、选择性及灵敏度。而与晶体管本身有关的是噪声系数、功率增益以及正向自动增益控制特性（简称正向 AGC 特性）。

1) 噪声系数  $N_F$  要小。电视机的通道部分是由多级放大器组成的。多级放大器的总噪声指标主要决定于前级放大器，因而对高放正向 AGC 管的噪声系数  $N_F$  有着特殊的要求。为了降低整机的总噪声，提高整机的有限噪声灵敏度，必须选择噪声系数尽可能小的晶体管作高频放大器。一般要求在  $200\text{MHz}$  时， $N_F \leq 4\text{dB}$ 。

2) 特征频率  $f_T$  要高、功率增益  $K_P$  要大。晶体管的共发射极电流放大系数  $\beta$  是随工作频率的增加而逐渐减小的。特征频率  $f_T$  就是在  $\beta = 1$  时的频率。因此，在晶体管工作时，其工作频率不能达到或接近  $f_T$ 。否则，在高频道工作时，增益太小，不能满足电视机性能的要求。大家知道，十二个频道电视机的高频放大级的频率范围为  $48 \sim 223\text{MHz}$ 。为了保证在高频道工作时，能够获得足够大的增益，并减少高、低频道之间的增益差，一般要求晶体管的  $f_T$  至少应为最高工作频率的 2.5 倍以上，即  $f_T$  应在  $500\text{MHz}$  以上。

晶体管的共发射极功率增益  $K_P$  与  $f_T$  成正比，而与基极电阻  $r_{bb'}$  和输出电容  $C_{ob}$  成反比。因此，要想获得高的功率增益  $K_P$ ，所选择的晶体管不但  $f_T$  要高，而

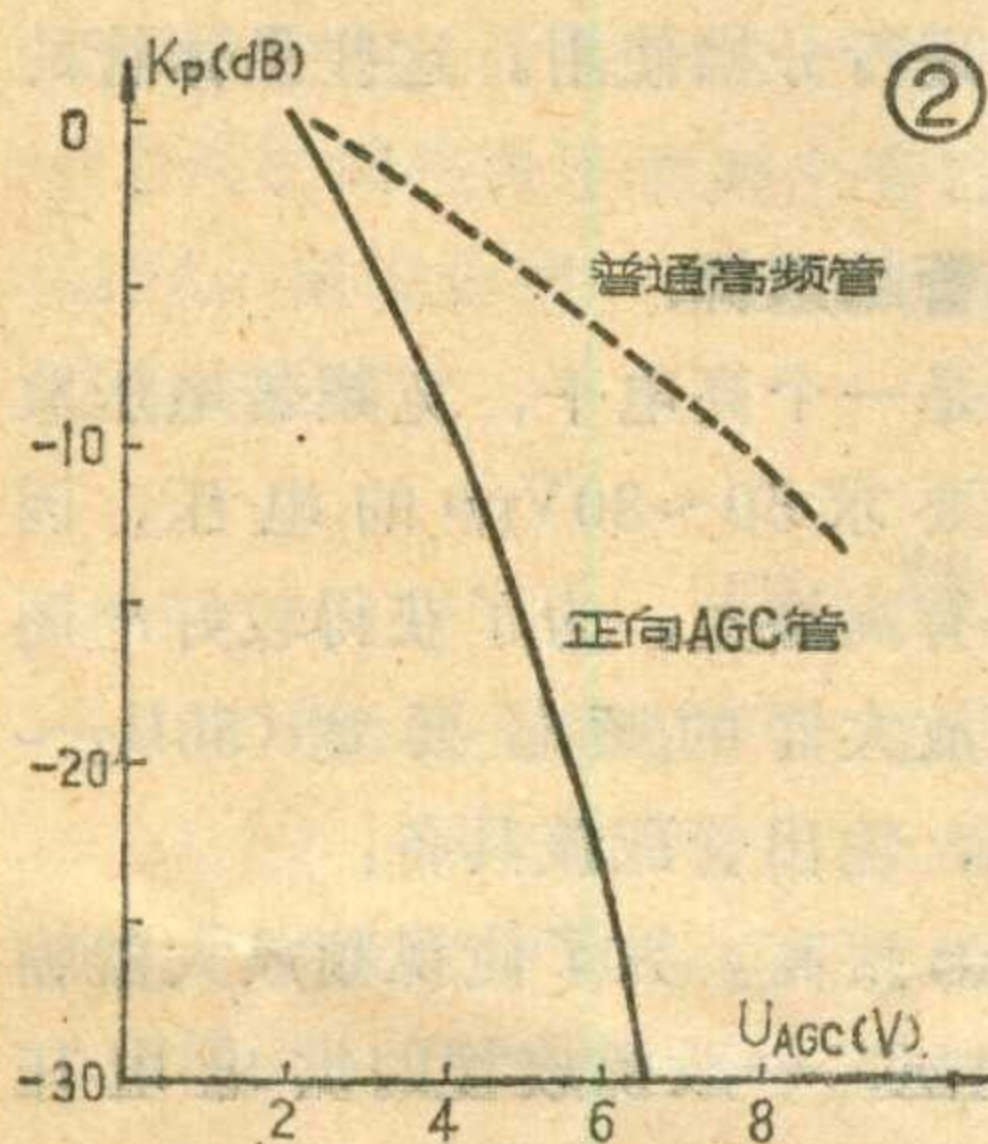


且  $r_{bb'}$  和  $C_{ob}$  要小。一般要求频率为 200MHz 时,  $K_P \geq 16\text{dB}$  (共发射极接法时测量)。

### 3) 对正向 AGC 特性的要求。

由于晶体管的动态范围较小, 过载能力较差, 必须有效的控制因外来强信号进入通道所引起功率增益的突然增大, 防止中放末级和视放输出级进入非线性工作区, 影响图象质量。所以, 高频放大器的增益必须能够自动调整, 要求晶体管具备较好的正向 AGC 特性。

所谓正向 AGC 特性, 是指晶体管的功率增益随着集电极电流增加(或基极电压增加)而下降的特性。图 1 和图 2 中的实线和虚线分别画出了专用正向 AGC 管及普通高频小功率管的控制特性, 图 1 为增益  $K_P$  随集电极电流的增加而减小的情况; 图 2 为增益  $K_P$  随基极电压增加而减小的情况。通过比较可以看出, 两种晶体管之间的最大差别, 就是专用正向 AGC 管的  $K_P$  随集电极电流(或基极电压)的增加而下降较快。通常把增益  $K_P$  开始下降时的  $I_{AGC}$  ( $V_{AGC}$ ) 称为起控电流(电压); 而把增益  $K_P$  下降到 30dB 时的电流(电压)称为终控电流(电压)。



起控电流小, 说明起控早, 但起控电流太小时, 增益  $K_P$  又往往达不到要求。终控电流也不能太大, 否则  $K_P$  的衰减速度太慢, 与普通高频管没有多大差别, 这样的管子不宜作正向 AGC 管。对正向 AGC

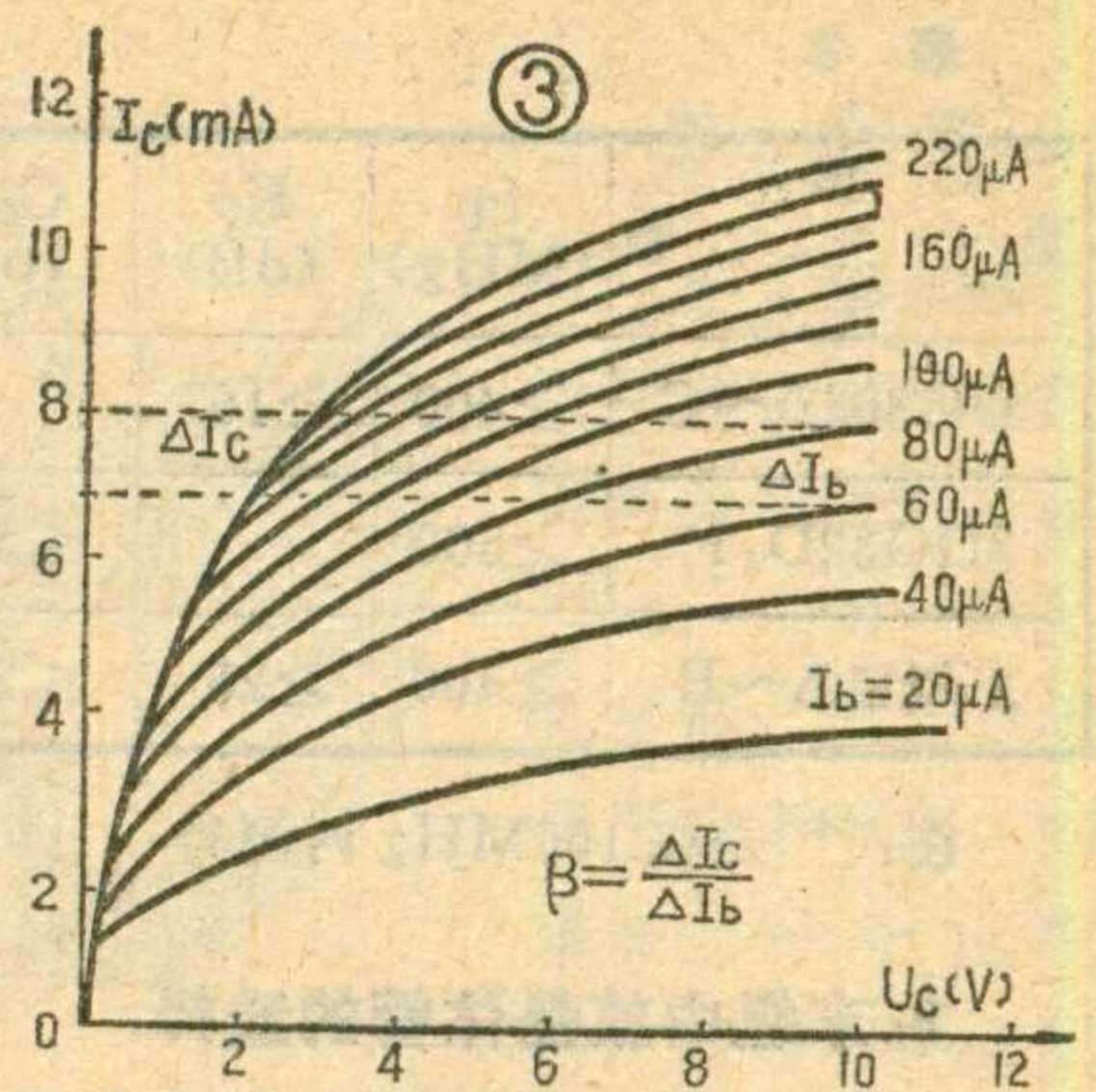
管, 一般要求由起控点到终控点的  $I_{AGC} = 2 \sim 10\text{mA}$  (或  $U_{AGC} = 1.5 \sim 6.5\text{V}$ )。常用高放正向 AGC 管的主要性能如表 1 所示。

要判断晶体管是否具备正向 AGC 特性, 最简单的方法, 是利用晶体管图示仪观察集电极输出特性曲线族。图 3 为正向 AGC 管共发射极的输出特性曲线。由图可见, 随着  $I_C$  的增大, 曲线族越来越密集, 这说明  $\beta (= \Delta I_C / \Delta I_B)$  随  $I_C$  的增加而减小。在一定的功率下,  $K_P$  又与  $\beta$  的平方成正比, 也就是说,  $K_P$  随着  $I_C$  的增加而迅速衰减。因此, 可根据曲线族的密集程度来确定晶体管的正向 AGC 特性。曲线族密集的程度越明显, 说明  $\beta$  下跌的速度越快,  $K_P$  随  $I_C$  的增加而衰减得更快, 这表示正向 AGC 特性越好。由此可见, 根据曲线族的密集程度来挑选正向 AGC 管, 既直观又迅速。用晶体管特性图示仪直接观察正向 AGC 管的输出特性时, 有时由于产生振荡而出现异常模糊现象, 这时用手按摩发射极引线便可消除, 这种晶

体管只要具备正向 AGC 特性, 仍然可以使用。

### 2. 图象中放正向 AGC 管的选择:

图象中放正向 AGC 管的选择要求与高放正向 AGC 管的要求, 除工作频率



较低(37MHz)以外, 其直流参数和交流参数的要求基本相同。由于工作频率较低, 又工作在中间级, 所以, 对  $f_T$ ,  $N_F$  和  $C_{ob}$  等的要求都可以适当放宽一些。在图象中放中, 分配给 AGC 被控级(即第一、二级中放)的增益各是 20dB 以上, 再考虑到耦合失配及传输损耗等, 图象中放被控 AGC 管的  $K_P$  至少应在 25dB 以上。根据上述要求, 选用 3DG79A、3DG80A、3DG84C 和 3DG56A 等比较理想。这些晶体管都是从专用的 AGC 管系列中分选出来的, 它们的特征频率  $f_T$  一般都在 400MHz 以上, 用它们作图象中放时,  $f_T$  可以不作特别检测。

常用的图象中放正向 AGC 管的主要性能如表 2 所示。

表 1

型 号	参 数	$N_F$ (dB)	$K_P$ (dB)	$f_T$ (MHz)	$I_{AGC}$ (mA)	$V_{AGC}$ (V)
3DG79B	$\leq 4$	$\geq 16$	$\geq 16$	$\geq 600$	2~10	1.5~6.5
3DG80B						
2G210A						
3DG56B						
3DG75						
3DG84D						

注: \* 是在 400MHz 时测得

表 2

型 号	参 数	$f_T$ (MHz)	$N_F$ (dB)	$K_P$ (dB)	$I_{AGC}$ (mA)	$V_{AGC}$ (V)
3DG79A	$\leq 4$	$\geq 600$	$\leq 4$	$\geq 25$	2~10	2.5~6.5
3DG80A						
3DG56A						
3DG84C						
2G210B						

注: \* 是在 200MHz 时测得

表 3

型 号	参 数	$f_T$ (MHz)	$K_P$ (dB)	$C_{ob}$ (p)	$I_{CM}$ (mA)	$PCM$ (mw)
DG304A~C		$\geq 400$	$\geq 16^*$		30	300
3DG32D, F		$\geq 500$		$\leq 3$	30	
2G211A~B		$\geq 400$	$\geq 25$	$\leq 2.5$	30	

注: \* 是在 100MHz 时测得

### 3. 末级中放晶体管的选择:

电视机图象中放的末级放大器, 是一种大信号甲类电压放大器, 被它放大的中频载频电压包络幅度可达  $6 \sim 8 V_{PP}$  (峰—峰值)。为了避免这种大信号使末级中放管进入非线性区而造成严重失真, 同时保证视频检波后获得  $1 V_{PP}$  以上的电压, 要求图象末级中放管的动态范围要大, 且线性要好。其具体要求是:

1)  $PCM \geq 300mW$ ,  $I_{CM} = 30mA$ , 以保证在大信号下仍有较好的输出特性。

2)  $K_P$  要大, 以便在大信号下仍能获得较高的增益。一般  $K_P$  在 30MHz 时应大于 25dB。

3)  $f_T$  应在 400MHz 以上, 以满足宽频带的要求。

常用的末级中放管有 DG304、2G211 等。当爱好者得不到上述专用的末级中放管时, 可以用 3DG4、3DG19、3DG32 及 3DG30 等代替, 代用时, 最好能满足  $U_C = 10V$ 、 $I_C = 10mA$  的条件。可用晶体管图示仪直接观察共发射极输出特性, 如果  $I_C = 10mA$  时, 曲线族之间的距离仍然比较均匀, 说明大电流特性是比较好的, 能承担大信号的放大, 使用效果也是较满意的。

常用的图象中放末级管的主要性能如表 3 所示。

### 4. 同步分离晶体管的选择:

作同步分离用的晶体管有 PNP 型和 NPN 型两种。究竟选用那种类型的晶体管, 要看具体情况而定。我们知道, 同步脉冲信号的分离是利用晶体管的开关特性, 使分离管只有在同步脉冲到来期间才导通。因此, 必须根据所输入的同步脉冲信号的正负极性来选用晶体管。如果输入的复合同步脉冲为负, 则应选择 PNP 型晶体管, 因为负脉冲可使 PNP 型管的基极获得负的触发电压, 使之导通。反之, 就应选择 NPN 型晶体管(目前电视机中采用较多的是 PNP 型)。对同步分离级的主要技术要求是分离灵敏度及频率特性。因此, 对同步分离晶体管相应的要求是:

1) 正向饱和压降  $V_{BES}$  及反向饱和压降  $V_{CES}$  都要小。 $V_{BES}$  小, 可使信号电压在分离管的输入端损失较小, 当输入的视频信号电压较弱时, 也能使行同步与场

同步脉冲分离出来;  $V_{CES}$  小, 又可使同步脉冲损耗减小, 这样有利于输出脉冲幅度的提高。所以, 选择  $V_{BES}$  和  $V_{CES}$  小的晶体管, 都有利于提高分离灵敏度。

2)  $f_T$  要高(或开关时间要快)。这样可以减小对脉冲的贮存时间, 保证分离出的同步脉冲有较陡峭的前沿。

3)  $C_{ob}$  要小。这样可以防止视频图象信号成份直接通过此电容耦合到输出端, 使分离的纯净度降低, 影响扫描电路的正常工作。

根据上述要求, 从提高同步分离灵敏度的角度来考虑, 锗管比硅管好, 这是因为锗管的  $V_{BES}(0.4 \sim 0.5V)$  比硅管的  $V_{BES}(0.8 \sim 0.9V)$  小的缘故。但是, 由于锗管的温度特性不如硅管好, 所以, 采用硅三极管作同步分离对提高热稳定性更有利。常用的同步分离管, 锗管有 3AK20、3AK11 等, 硅管有 3CG14、3CG15、3CG21 等。上述 PNP 型硅三极管, 也可用作场推动倒相管、行振荡管, 或代替低频管作前置低放等。因此, 这些晶体管可以作为通用管。根据各部分对晶体的不同要求进行分档使用。这些晶体管的主要性能如表 4 所示。

### 5. 视放输出级晶体管的选择:

晶体管视频放大器是一个高电平、宽频带电压放大器。由于显象管阴极要求  $50 \sim 80V_{PP}$  的电压, 因此, 要求视频放大器要有高增益。为了获得较好的图象分辨力, 还要求视频放大器的频带要宽 ( $50Hz \sim 6MHz$ )。根据这些要求, 输出管应该具备:

1) 反向耐压  $BV_{CEO}$  要高。为了使视频放大器输出  $50 \sim 80V_{PP}$  的峰值电压, 一般视放管的供电电压应大于 100V, 还要考虑到显象管内部极间产生的高压跳火时, 视放输出管有被击穿的可能。所以, 视放输出管的耐压  $BV_{CEO}$  至少应选在 150V 以上。

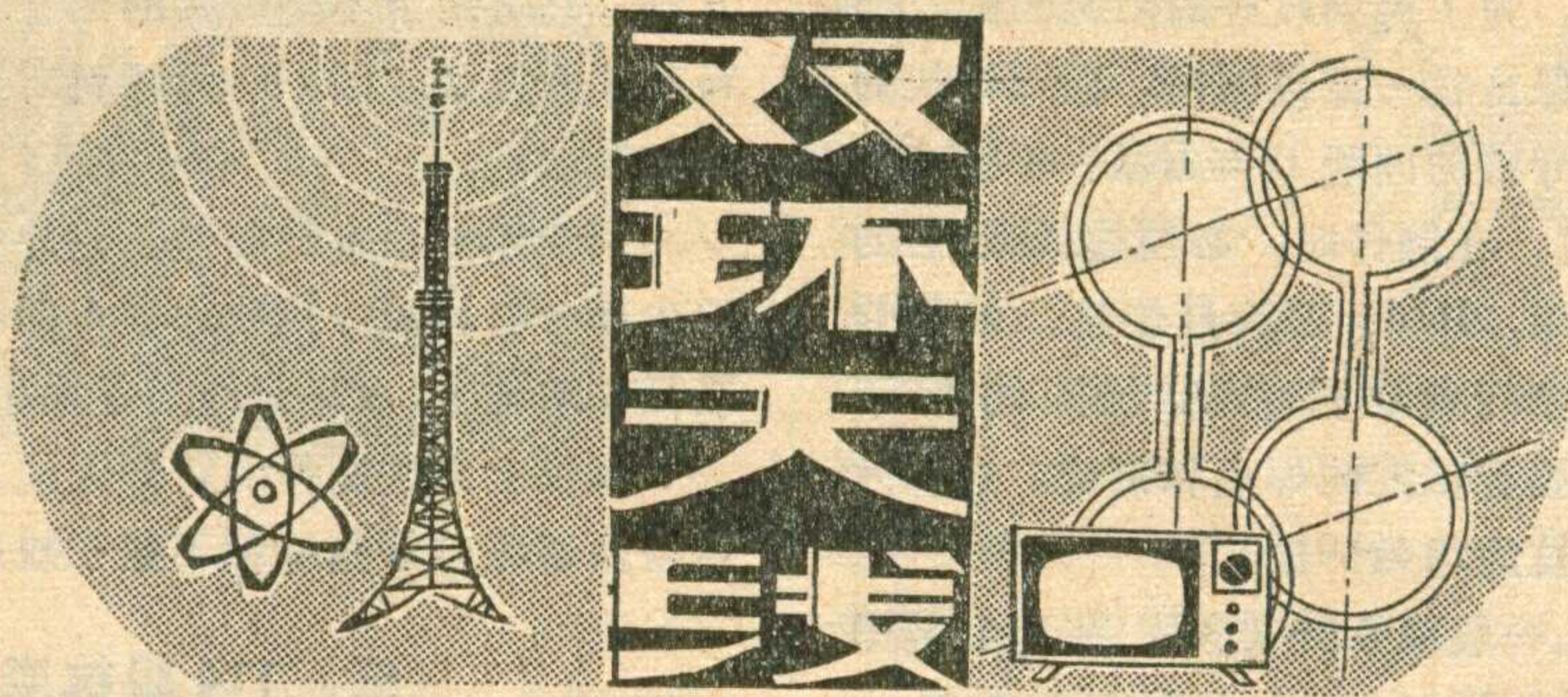
2) 特征频率  $f_T$  要高。为使视放输出级在高频工作时的增益不致下降, 影响图象清晰度, 除在电路上采取一些必要的补偿措施之外, 还要选择  $f_T \geq 50MHz$  的晶体管, 来保证高频增益。

(未完待续)

表 4

型 号	参 数	$V_{BES}$ (V)	$V_{CES}$ (V)	$f_T$ (MHz)	$C_{ob}$ (p)	$I_{CM}$ (mA)	$PCM$ (mw)
3AK20A~C		$\leq 0.5$	$0.3 \sim 0.4$	100~150	5~8		
3CG14A~D			$\leq 0.8$	50~200	$\leq 7$	20	150
3CG15A~D		$\leq 0.9$	$\leq 0.3$	600~900		50	300
3CG21A~G		$\leq 1$	$\leq 0.5$	$\geq 100$	$\leq 10$	50	300

双环天线作为电视台或电视差转机的发射天线已得到广泛应用。双环天线不但是一种良好的发射天线，而且也是一种性能良好的接收天线，尤其适用于电视6~12频道及超高频(UHF)各频道。



姚 珍 榕

## 二、制作

图1所示的双环天线在水平面内有两个最大的接收方向，一前一后呈8字形。所以单独使用效率不高。如果加上一个反射器，这时双环天线就只有一个最大接收方向，如图2所示。

图1(a)是一种双环天线的结构图，上下两个开口圆环的周长约为一个波长。中间用双导线连接起来，双导线的中央位置F、F'为双环天线的馈电点。圆环上的电流方向如图中箭头所示，都流向一个方向。因而，电流中垂直极化分量所辐射的电波相互抵消，只有水平极化分量起辐射作用。双环天线的辐射特性在理论上等效于由四个半波振子组成的叠层天线(即天线阵)，其中各半波振子的相互位置如图1(b)所示，上面两个等效振子之间的间隔及下面两个等效振子之间的间隔都是 $0.27\lambda$ 。电视天线一般要求水平极化，因此应将双环天线垂直放置。

## 一、特点

双环天线具有以下特点：

(1) 馈电简单。双环天线虽然在理论上相当于由几个半波振子组成的叠层天线，但是它的馈电点都已归结到一个地方，因此馈电较简便。

(2) 增益高。双环天线可以采用增加一组反射器或者增加一组引向器的方法来提高增益。也可以采用增加环数的方法(例如增加到四环、六环)，来提高增益。

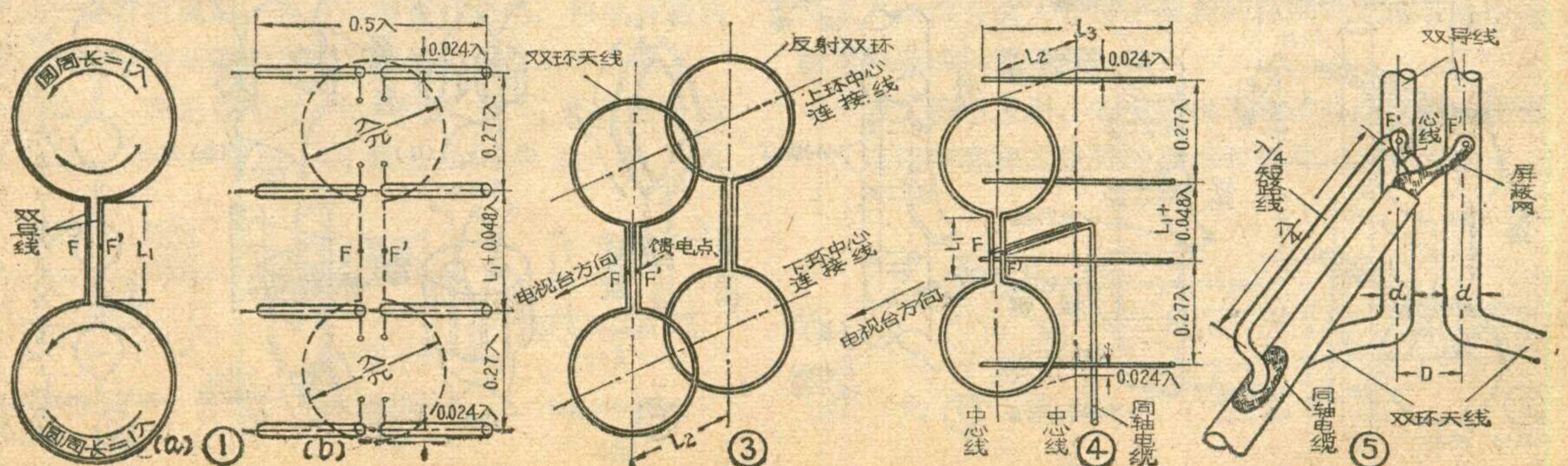
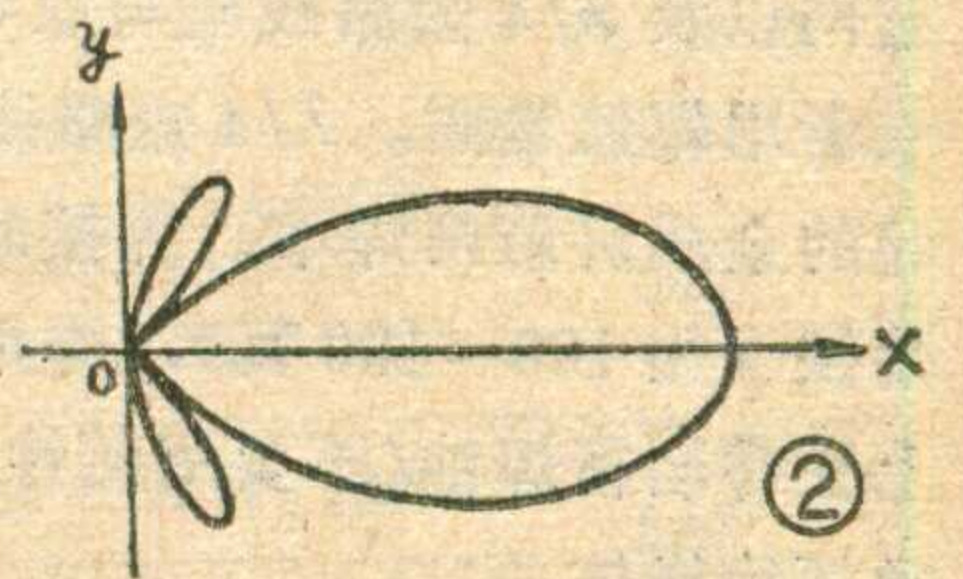
(3) 频带宽。大家知道，高增益的引向天线在使用过多的引向器时，通频带就要变窄，这时，天线增益与通频带的矛盾较为突出。而高增益的双环天线系统仍然容易获得足够宽的通频带。

双环天线的反射器可用金属板或金属网制作，但消耗金属材料多。我们做了两种轻型结构的反射器，一种是双环反射器，如图3所示；一种是无源振子反射器，如图4所示。它们的反射性能都接近于金属板或金属网，节约了大量金属材料。

用四根无源振子做反射器，为什么也能起到金属板或金属网反射器的作用呢？这是因为双环天线等效于由四根半波振子组成的叠层天线，若在它们的正后方相应的位置上设置四根无源反射振子，就能组成四套二元引向天线。图4画出了双环天线和反射振子的相互位置，其中 $L_2$ 是反射振子所在平面与双环天线所在平面之间的距离， $L_3$ 是反射振子的长度。 $L_2$ 的大小与反射振子的长度 $L_3$ 有关，根据实验结果，当 $L_3$ 取 $\lambda/2$ 时， $L_2$ 取 $1.1 \times \lambda/4$ 比较合适。

用双环做反射器时，反射双环的半径应比前面的双环天线的半径大3%~5%，反射双环与双环天线之间的距离 $L_2$ 也可取 $1.1 \times \lambda/4$ 。在安装时，还必须使上面两个环的中心连接线与下面两个环的中心连接线互相平行。

双环天线的上、下两个环是用双导线连接起来的。该双导线的特性阻抗的大小及双导线的长度 $L_1$



对天线性能影响很大。为了得到较好的阻抗匹配，要求双导线的特性阻抗保持在一定范围内，而双导线的特性阻抗又决定于双导线的间隔  $D$  与导线直径  $d$  的比值（见图 5）。因此，在制作时，必须选择最佳的  $D/d$  值，根据实验结果， $D/d=2$  为最佳值。在制作双导线时，还要尽量使间隔  $D$  和直径  $d$  保持均匀不变，不要弯曲，也不要粗大的焊点和接头。这样才能保证双导线特性阻抗的均匀一致。

双导线的长度  $L_1$  一般取  $0.3\sim 0.8\lambda$ ，在这个范围内， $L_1$  值越大，增益也越大，但  $L_1$  值也不要取得太大，否则增益增加不多，天线尺寸却变得很大，反而不方便。通常取  $0.3\sim 0.5\lambda$  就可以。当  $L_1$  超过一个波长时，增益反而会下降。

双环天线一般采用同轴电缆馈电比较方便。如同轴电缆 SYV—75—5—1 或 SYV—75—5—2 都可以用。同轴电缆的抗干扰能力比对称扁馈线好。但是，由于双环天线是平衡式输出，而同轴电缆是不平衡的，所以二者连接时需要有平衡—不平衡转换器。图 5 是其中一种连接方法，同轴电缆的心线和金属屏蔽网以及  $\lambda/4$  短路线应与双导线馈电点  $F$ 、 $F'$  焊牢，或者用螺丝紧固。 $\lambda/4$  短路线的另外一端应与同轴电缆的金属屏蔽网焊牢。焊接时应该用功率大一些的电烙铁（如 100~150 瓦），先用砂纸将焊处打磨净，涂上松香酒精焊油（不要用酸性焊油），焊接要快，以免烫伤绝缘体。

图 6 画出了八频道双环天线的实际尺寸和安装位置。虚线画出了反射振子的位置。双环与反射振子之间的相对高度，按图 1 (b) 来校准。其中所标各尺寸是以导体中心线为准。

双环天线及反射振子的材料采用  $\phi 8\sim\phi 15$  毫米的铝管、铜管或棒料。为方便起见，上下两个环及中间的双导线都用同一直径的整根材料。制作时，在环上或双导线上会出现一处或几处对接的地方。如果对接处安排在环上，对接处可以粗大一些；如果对接处安排在双导线上，则不能太粗大，否则会影响双导线的电性能。图 7 是在双导线中间位置进行对接的两种

方法，它适用于不能焊接的铝管和铝棒。图 (a) 为管料对接的方法；图 (b) 为棒料对接的方法。伸出的焊片是馈电点。

天线架可用木料制作，但外层要刷漆。紧贴双环的少部分材料最好用胶木板。四根无源反射振子可直接插在木柱上，双环天线用 4 块小压板固定在支架上。

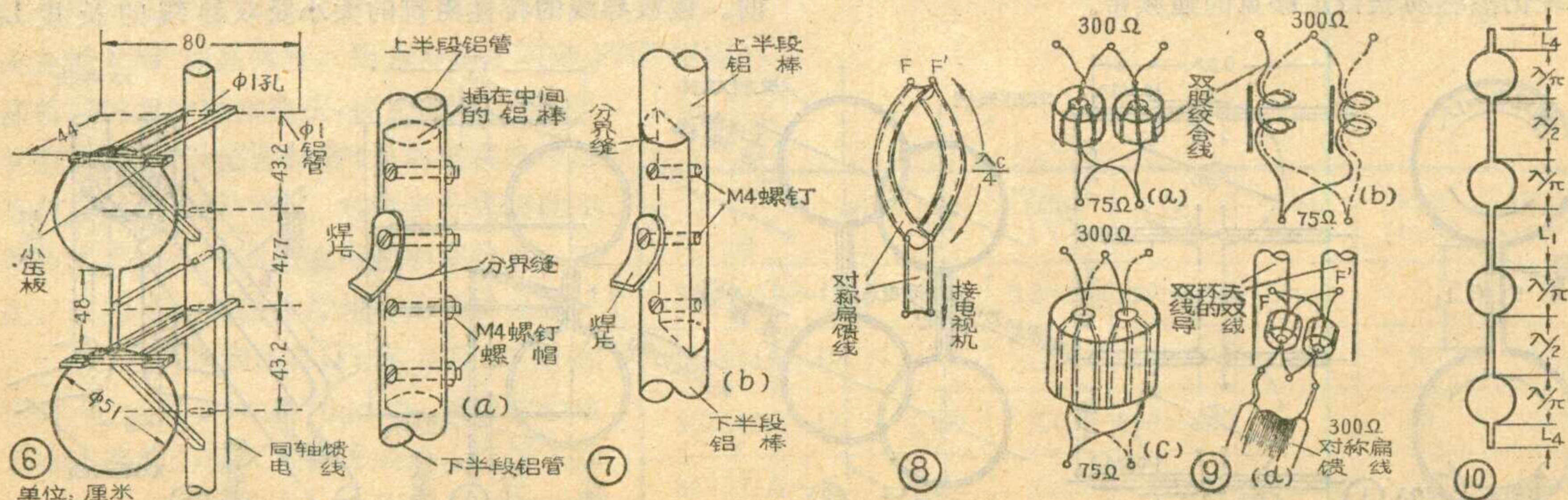
按以上方法制作的双环天线，经过实测比较，其增益及通频带等指标都不亚于双层五单元天线。

### 三、1:4 阻抗变换器

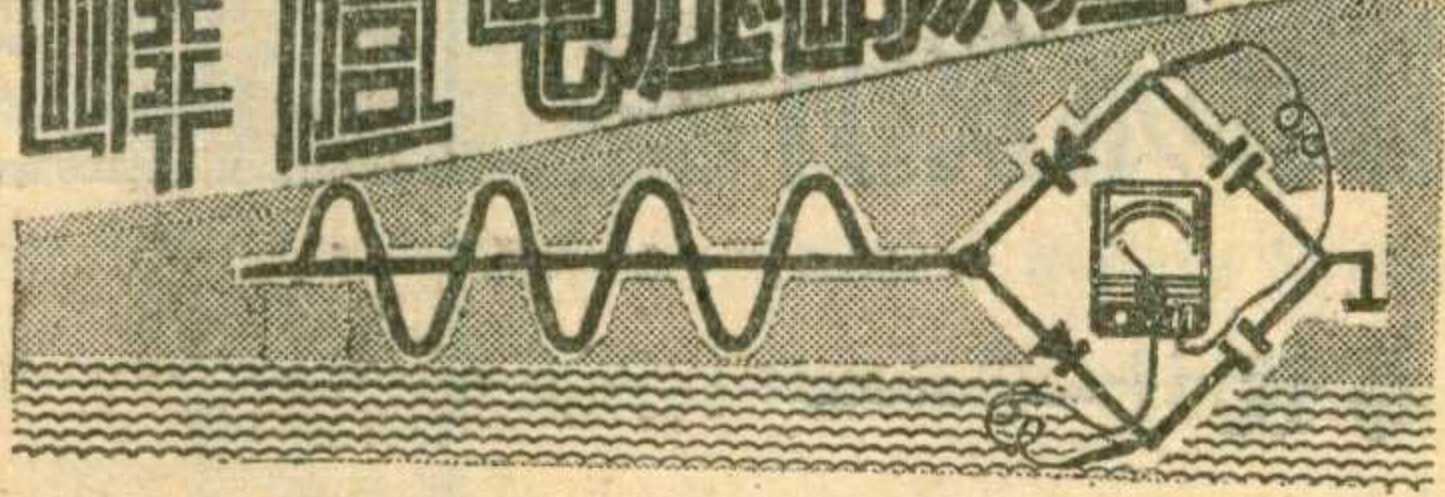
双环天线的特性阻抗接近于  $75\Omega$ ，用  $75\Omega$  的同轴电缆作馈线时，只需要接平衡—不平衡转换器。但是有的电视机只有  $300\Omega$  的平衡输入，而没有  $75\Omega$  的不平衡输入，或者手头只有  $300\Omega$  的对称扁馈线而没有  $75\Omega$  的同轴电缆，这时，就要采取 1:4 阻抗变换。

用对称扁馈线馈电时，可采用图 8 所示简单的 1:4 阻抗转换器。 $\lambda_c$  是馈线中波长，它是真空中波长的 0.84 倍， $F$ 、 $F'$  为双环天线的馈电点。这种转换器只能完成 1:4 的阻抗变换，不能作平衡—不平衡的转换。如有 NXO—20 或 NXO—60 等高频磁环，可按图 9 所示的方法，制作阻抗变换器，这种变换器既可进行阻抗变换，又可作平衡—不平衡的转换。图 9 (a)、(b) 是单孔磁环的制作方法和连接方式，磁环尺寸可采用外径、内径、高分别为  $7\times 4\times 3$  或  $10\times 6\times 5$  (毫米)。绕制时，先将两段直径为 0.22 毫米左右的漆包线绞合起来，然后在磁环上各绕 3 圈，绕完后将 8 个引出按图 9 (b) 接好，即上端为串联方式，下端为并联方式。如果采用双孔磁心，也可用漆包线仿照上述方法绞合绕制，也可用外径 1 毫米的塑料绝缘线按图 9 (c) 那样并绕。图 9 (d) 是阻抗变换器与双环天线和对称扁馈线的联接方法。在室外条件下，应将阻抗变换器先装在绝缘板上，然后再装入防雨的小盒内。

为了提高增益和方向性，还可采用四环、六环等双环天线。环数加多后，通频带要受到压缩，必须采取频率补偿措施，图 10 为电抗补偿的一种方式。



# 峰值电压的测量方法

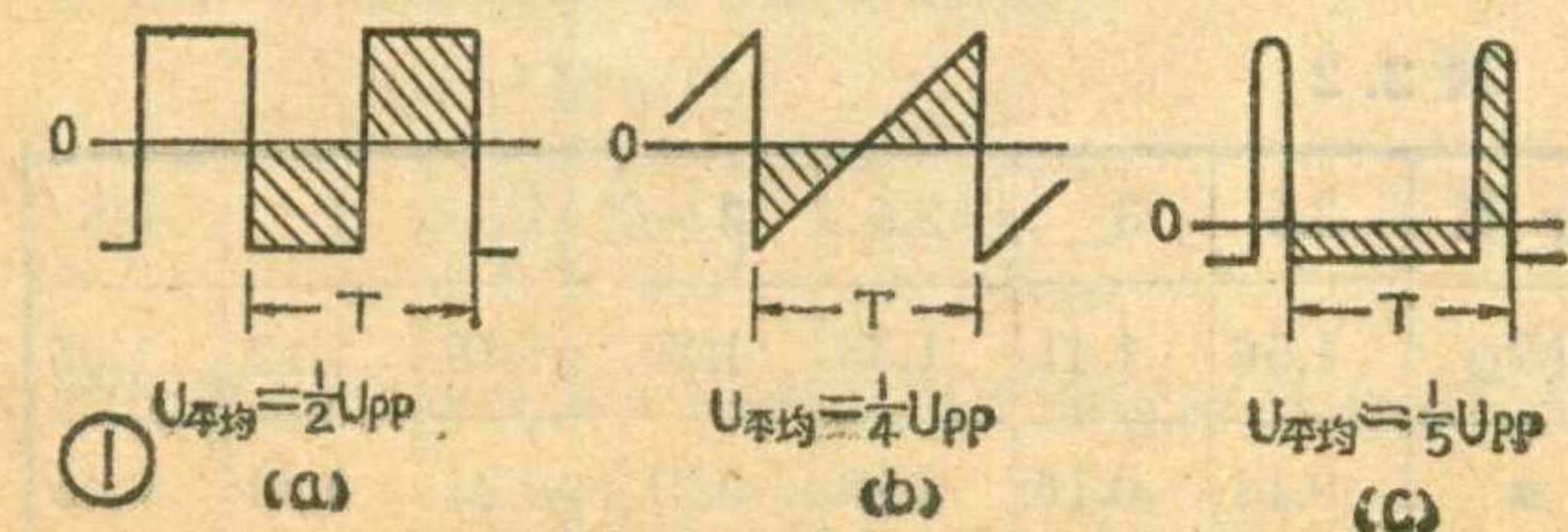


诗 卫

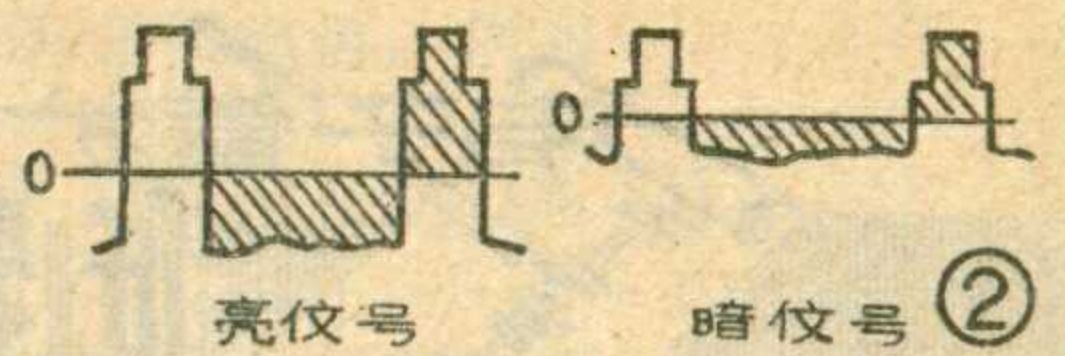
电视机的视频、同步分离和扫描等部分工作于脉冲状态，其输入、输出的电平都以峰—峰值来表示，通常用示波器来观察波形和测量幅度的大小。但是，在没有示波器的情况下，如何来测量峰—峰值呢？下面我们介绍两种用万用表的交流电压档来测量的方法。

一种是用交流电压档直接测量的方法：当所测量的部位同时存在有直流电位时，应在表笔上串接一个 $0.047\sim 0.1$ 微法的电容来隔去直流。大家知道，交流电压档所测示的数值为正弦波的有效值，用它来测量峰值电压时，电表所指示的数值并不等于被测波的峰—峰值。但是，有效值和峰值之间有一定的比例关系，而且随着波形的不同，比例关系也不同。从图1所示的几种波形可以看出，虽然它们的峰—峰值是相等的，但是测量的数值却不同，显然图a>图b>图c。这是由于各种波形(除了对称的波形外)，在失去直流成分后，就被箝定在某一电平上。但是，电表实际所指示的数值却是沿零电平两侧所包络面积的平均值。因此在测量中，必须按照所测波的形状来决定它们之间的比值，通常锯齿波可按 $U_{平均} = \frac{1}{4} \sim \frac{1}{5} U_{pp}$ 来取；行逆程脉冲可按 $U_{平均} = \frac{1}{5} U_{pp}$ 来取。对于视频信号来说，则可按图象内容来大致估计，图2是两种亮暗不同的视频信号，所以它们的平均值也不同，近似等于 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{5} U_{pp}$ 。可见，用交流电压档直接测量峰值电压误差较大，需要积累一定的经验，才能提高准确性。

再一种是用检波式峰值电压表的测量方法：这种测量方法的电路如图3所示，是由两只检波二极管和两个电容器及电压表组成。其测量原理是将所测信号经过二极管检波后，再对电容进行充电，使电容器两端达到信号的峰值电压来实现的。例如从A点输入一个正弦波，在正半周时， $D_1$ 导通，使 $C_1$ 充电至峰值电压 $U_1$ ；在负半周时， $D_1$ 截止， $D_2$ 导通，使 $C_2$ 反



向充电至峰值电压 $U_2$ 。由于电压表是联接在B、D两点，所以，电压表所指示的数值是 $U_1、U_2$ 之和。



只要 $C_1、C_2$ 的容量足够大，它们和电压表内阻组成的时间常数远远大于输入信号的周期，就可使 $C_1、C_2$ 两端的电压基本保持不变，使峰值检波的效率接近100%。为了提高测量的准确性，要求检波二极管的耐压要足够高、反向穿透电流要小、开关特性要好。可以选用硅整流二极管或者工作频率较高的硅开关管，如2CP和2CK等。同时，还要求电容器的耐压也足够高，漏电流要小。

对于实际测量的峰—峰值电压 $U_{pp}$ ，可按式求出：即 $U_{pp} = U + 0.02U + 2 \times 0.65$ ，由于有检波管、电容和电压表内阻等引起的损耗，峰值检波效率不可能达到100%，所以需要增加约2%的损耗量。同时也必须加上两个检波管的压降(硅管取0.65伏。锗管

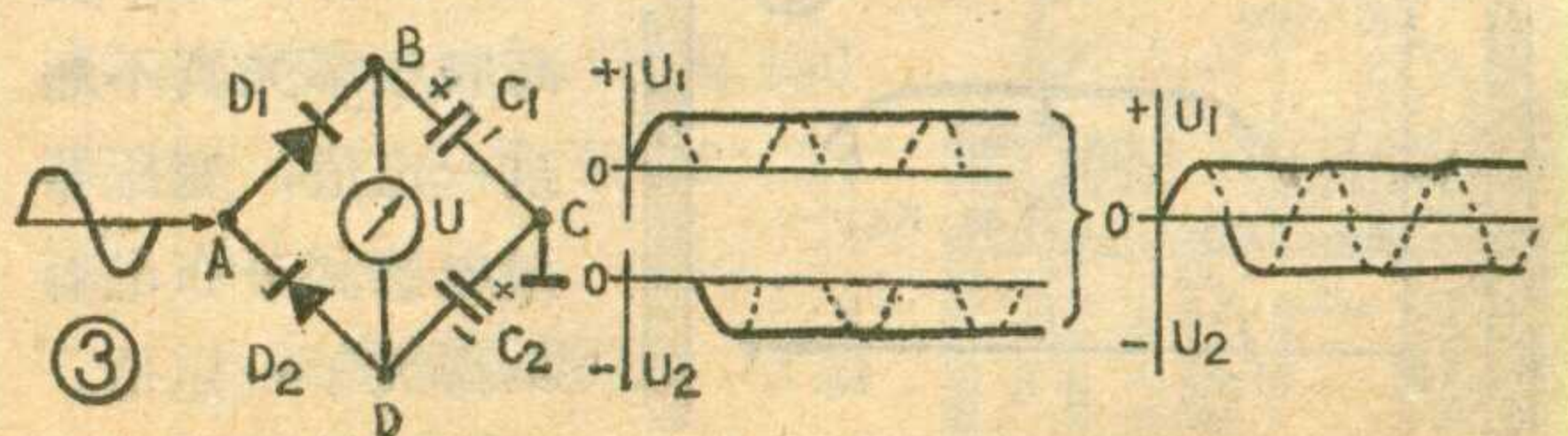
表

工作电压	频率	电容	检波管
$< 50 U_{pp}$	$< 1 KHz$	$10\mu/50V$	2CP
	$< 50 Hz$	$0.47/63V$	
	$< 50 MHz$	$1000P/160V$	
$< 500 U_{pp}$	$< 1 KHz$	$1\mu/500V$	2CP
	$< 50 KHz$	$0.022/500V$	
$> 500 U_{pp}$	$< 50 KHz$	$0.01/1000V$	2CP

取0.2伏，此时上式第三项应改乘0.2)。从实际测量的结果来看，只要电压表的误差较小，采用此种测量方法测量的准确性还是比较高的，通常误差在 $\pm 5\%$ 以内。

检波式峰值电压表可以用来测量电视机中场幅、行幅和视频电压，还可以用来观察伴音中放、通道的中频电压幅度。这种测量方法的原理与视频或高频电压表等仪器输入探头的原理一样，所不同的只是这种测量方法没有放大作用。量程的范围最低值取决于检波管导通的门限电压。

为了便于应用，表中列出了在不同频率和电压下，选用电容和二极管的数据和型号，供读者参考。



输出变压器的简易设计

李 龙

输出变压器是扩音机功率放大级和负载之间相互连接的重要部件，它的主要作用是使负载阻抗和功率放大管的最佳负载阻抗相匹配，以得到在允许的失真度情况下的最大输出功率。在这篇文章中，我们对推挽式功率放大电路所使用的输出变压器的设计作一简要介绍。

输出变压器属于非线性元件，在工作过程中会引起信号的失真，其中最主要的是频率失真和非线性失真。

**1. 频率失真：**一般放大器的理想频率响应曲线如图5所示。在曲线的中间部分，放大量基本保持不变，用  $K_0$  来表示；在曲线两端，即高频端和低频端，放大量显著下降。当频率  $f$  等于  $f_D$  或  $f_G$  时，放大量降低到额定值，我们用  $K_D$  和  $K_G$  代表对应于  $f_D$  和  $f_G$  的放大量。当  $f < f_D$  和  $f > f_G$  时，放大量降低到额定值以下。 $f_D$  称为低频截止频率， $f_G$  称为高频截止频率。

频率特性曲线中段的放大量  $K_0$ ，与截止频率时的放大量  $K_D$  或  $K_G$  之比，称为频率失真系数，用字母  $M$  来表示。即

$$\left. \begin{aligned} M_D &= K_0 / K_D \\ M_G &= K_0 / K_G \end{aligned} \right\} \dots\dots (2.1)$$

式中  $M_D$  称为低频频率失真系数； $M_G$  称为高频频率失真系数。

变压器的频率失真由线圈的电感和分布电容所引起的。在低频时，主要受初级线圈电感的影响，初级线圈电感量越大，失真越小；在高频时，主要受漏电感和分布电容的影响，漏电感和分布电容越小，失真越小。

为了使低频频率失真不超过一定值，初级线圈电感量不得小于一定值。这是设计输出变压器时应着重考虑的一个问题。

同样，为了使高频频率失真不超过一定值，变压器漏电感和分布电容不得大于一定值。通常情况下，设计

正确和绕制良好的音频输出变压器的漏电感和分布电容都是符合要求的。因此，在简易设计时可不加考虑。

**2. 非线性失真：**输出变压器的非线性失真主要是由于铁心材料磁化曲线的非直线性所引起的。它随着铁心中磁通密度的增加而加大，而随着信号频率的提高而减小。为了减小非线性失真，铁心中的实际磁通密度值不能象设计电源变压器那样取得很大。一般情况下不应超过 6000 高斯。质量较好的铁心（如  $D_{42} \sim D_{44}$ 、 $D_{310} \sim D_{340}$  等）或对非线性失真要求不严时，可取到 8000 高斯。

输出变压器的设计步骤

**1. 确定变压器初级最小电感量：**初级最小电感量可由下式算出：

$$L_1 = \frac{R_{aa}}{2\pi f_D \sqrt{M_D^2 - 1}} \text{ (亨利)} \dots\dots (2.2)$$

式中  $R_{aa}$  为推挽功率放大管屏至屏最佳负载阻抗，单位为欧姆，具体数值可参考表 2.1。 $f_D$  为低频截止频率，单位为赫兹。 $M_D$  为低频频率失真系数。

将公式 2.2 简化，可写成：

$$\begin{aligned} L_1 &= \frac{1}{2\pi \sqrt{M_D^2 - 1}} \cdot \frac{R_{aa}}{f_D} \\ &= \alpha \cdot \frac{R_{aa}}{f_D} \text{ (亨利)} \dots\dots (2.3) \end{aligned}$$

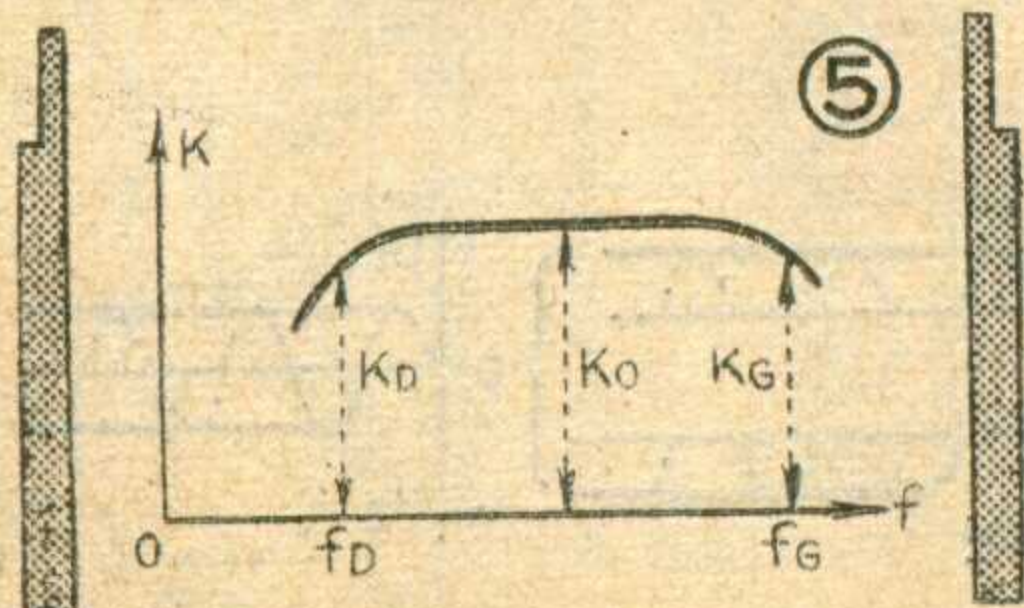
$$\text{式中 } \alpha = \frac{1}{2\pi \sqrt{M_D^2 - 1}}$$

通常情况下，频率失真系数用分贝表示，如果应用公式 (2.3) 计算，应加以换算，而不能将分贝值直接代入。换算关系可参考表 2.2。

质量要求较高的输出变压器， $M_D$  值应在 1.26 (即 2 分贝) 以下。一般要求的输出变压器， $M_D$  值可放宽到 1.50 (即 3.5 分贝) 以下。

表 2.2

分贝	3.5	3	2.5	2	1.5	1	0.5
$M_D$	1.50	1.41	1.33	1.26	1.19	1.12	1.06
$\alpha$	0.14	0.16	0.18	0.21	0.24	0.32	0.45





2. 确定铁心型号和规格: 输出变压器所需铁心最小截面积可由下式近似地求出:

$$S'_c = \frac{12.5}{\eta} \sqrt{\frac{P_{sc}}{f_D}} \quad (\text{厘米})^2 \dots\dots (2.4)$$

式中:  $P_{sc}$  为变压器的输出功率, 单位为瓦特;  $\eta$  为变压器的效率, 其数值的确定仍可参考表 1.1 (见本刊 1978 年第 8 期)。

公式 2.4 适用于一般硅钢片制成的铁心, 当使用质量很差的旧有铁心片时, 式中的系数可取 15 或更大一些。

根据计算所得铁心最小截面积  $S'_c$ , 可从变压器常用铁心片规格表中, 找到相应型号、规格的铁心, 便可查出实际铁心截面积  $S_c$ 。当然,  $S_c$  应大于或至少等于  $S'_c$ 。

3. 确定初级圈数: 当铁心片型号确定后, 磁路长度  $l_c$  便可从规格表中查出。这时, 初级圈数为:

$$N_1 = (400 \sim 500) \sqrt{\frac{L_1 \cdot l_c}{S_c}} \quad (\text{匝}) \dots\dots (2.5)$$

公式 2.5 中系数选取的原则是: 一般情况下取 400~450 左右; 当铁心片质量不好或窗口面积足够大时, 可选取 450~500 左右。

4. 检查最大磁通密度: 利用公式

$$B_M = \frac{10^5}{\sqrt{f_D}} \sqrt{\frac{P_{sc}}{S_c \cdot l_c}} \quad (\text{高斯}) \dots\dots (2.6)$$

可近似计算出铁心中最大磁通密度值。为了使非线性失真不超过允许值,  $B_M$  不应大于 6000~8000 高斯。

5. 确定圈数比, 计算次级圈数: 圈数比可利用下述公式进行计算:

$$n = \sqrt{\frac{R_{fz}}{\eta \cdot R_{aa}}} \quad \dots\dots (2.7)$$

式中  $R_{fz}$  为输出变压器负载阻抗。这时, 次级线圈圈数为:

$$N_2 = n \cdot N_1 \quad \dots\dots (2.8)$$

6. 确定各绕组导线直径和型号: 输出变压器初级绕组中通过的电流, 不但有功率放大管屏流中的直流成分, 同时还有音频信号电流的交流成分。

通过每半个初级绕组的直流成分的最大值为:

$$I_- = I_{am}/2 \quad \dots\dots (2.9)$$

通过初级绕组的交流电流成分为:

$$I_+ = \sqrt{\frac{P_{sc}}{\eta \cdot R_{aa}}} \quad \dots\dots (2.10)$$

所以, 通过初级绕组的总电流为:

$$I_1 = \sqrt{I_-^2 + I_+^2} = \sqrt{\left(\frac{I_{am}}{2}\right)^2 + \frac{P_{sc}}{\eta \cdot R_{aa}}} \quad \dots\dots (2.11)$$

在简易设计情况下, 一般可用下面近似公式进行计算

$$I_1 \doteq I_{am} \quad (\text{毫安}) \dots\dots (2.12)$$

次级绕组中只有音频电流, 所以

$$I_2 = \sqrt{\frac{P_{sc}}{R_{fz}}} \quad (\text{安培}) \dots\dots (2.13)$$

这时, 初、次级绕组导线直径分别为:

$$\left. \begin{aligned} d_1 &= 0.023\sqrt{I_1} = 0.023\sqrt{I_{am}} \\ d_2 &= 0.7\sqrt{I_2} = 0.7\sqrt[4]{\frac{P_{sc}}{R_{fz}}} \end{aligned} \right\} \quad (\text{毫米}) \dots\dots (2.14)$$

或

$$\left. \begin{aligned} d_1 &= 0.02\sqrt{I_1} = 0.02\sqrt{I_{am}} \\ d_2 &= 0.65\sqrt{I_2} = 0.65\sqrt[4]{\frac{P_{sc}}{R_{fz}}} \end{aligned} \right\} \quad (\text{毫米}) \dots\dots (2.15)$$

式中  $I_{am}$  为推挽放大管屏流最大值, 单位为毫安。

公式 2.14 适用于电流密度为 2.5 安/毫米<sup>2</sup> 的情况; 公式 2.15 适用于电流密度为 3 安/毫米<sup>2</sup> 的情况。根据计算结果, 可从漆包线规格表中选择适当型号、规格的导线。

7. 验算并列输出变压器绕制规格表: 可参照电源变压器简易设计的有关内容进行初步核算和最后验算。

### 设计举例

现在我们以 150 瓦 (参见美多 A-150 型) 扩音机输出变压器为例, 进行设计和计算。

从表 2.1 可知, 用四只 FU-7 电子管作甲乙<sub>2</sub> 类并联推挽放大, 当屏压为 600 伏, 帘栅压为 300 伏, 栅压为 -30 伏, 最大屏极电流为 400 毫安, 屏至屏最佳负载阻抗为 3330 欧姆时, 最大输出功率可达 150 瓦。

1. 确定初级最小电感量: 当频率失真在 80~8000 赫范围内不超过 ±2 分贝时, 根据公式 2.3 和表 2.2, 可求出初级最小电感量为:  $L_1 = \alpha \frac{R_{aa}}{f_D} = 0.21 \times \frac{3330}{80} \approx 8.74$  亨利

2. 确定铁心型号、规格: 从表 1.1 中查出, 当变压器功率为 150 瓦时, 效率  $\eta$  可取 0.85。这时铁心最小截面积为:  $S'_c = \frac{12.5}{\eta} \sqrt{\frac{P_{sc}}{f_D}} = \frac{12.5}{0.85} \times \sqrt{\frac{150}{80}} \approx 20$  厘米<sup>2</sup>。

查铁心规格表, 选取 GEIB 35×70 铁心, 则实际截面积为  $S_c = 22.3$  厘米<sup>2</sup>。经过计算我们还可以看到, 当低频截止频率  $f_D$  选为 100 赫时, 铁心可选取 35×60 型; 当  $f_D$  选为 150 赫时, 铁心可选取 35×52 型。

3. 确定初级圈数: 根据公式 2.3 可求得



表 2.1

工作状态	功率管	屏极电压 (V)	帘栅极电压 (V)	栅极电压 (V)	栅至栅推动电压峰值 (V)	最大屏极电流 (mA)	屏至屏负载阻抗 (Ω)	所需推动功率 (W)	非线性失真 (%)	最大输出功率 (W)
甲	2×6P1	250	250	-15	30	79	10,000	—	5	10.0
	2×6P3P	250	250	-16	32	140	5,000	—	2	14.5
		270	270	-17.5	35	155	5,000	—	2	17.5
		270	270	125Ω*	40	145	5,000	—	2	18.5
		270	270	-22.5	45	140	3,800	—	2	18.0
		360	270	-22.5	45	132	6,600	—	2	26.5
		400	300	-25	50	152	6,600	—	2	34.0
		360	270	250Ω*	57	100	9,000	—	4	24.5
		400	300	200Ω*	57	128	6,600	—	2	32.0
	乙 <sub>1</sub>	2×6P6P	250	250	-15△	30	79	10,000	—	5
285			285	-19△	38	92	8,000	—	3.5	14.0
类	2×6P14	275	255	—	10	58	7,000	—	2.2	6.0
		250	250	120Ω*	21	74	8,000	—	3.3	11.0
		300	300	120Ω*	28	92	8,000	—	4.0	17.0
		250+	—	270Ω*	23	43	10,000	—	2.5	3.4
		300+	—	270Ω*	28	52	10,000	—	2.5	5.2
甲	2×FU-7	400	300	-30	60	143	6,800	—	—	36.0
		500	300	-32	64	141	8,200	—	—	46.0
		530	340	-36	72	160	7,200	—	—	50.0
	2×FU-25	600	300	-34	68	139	10,000	—	—	56.0
		750#	300	-35	70	139	12,000	—	—	72.0
甲	2×6P3P	360	225	-18	52	142	6,000	0.14	2	31
		360	270	-22.5	72	205	3,800	0.27	2	47
乙 <sub>2</sub>	2×FU-7	750	300	-32	92	240	6,950	0.2	—	120
		600	300	-30	88	200	6,660	0.4	—	80
乙 <sub>2</sub>	2×FU-25	500	300	-29	86	230	4,660	0.6	—	75
		400	300	-25	80	240	3,800	0.35	—	55
类	4×FU-7	420	300	-25	80	480	1,900	0.7	—	120
		500	300	-29	86	460	2,330	1.2	—	130
		600	300	-30	88	400	3,330	0.8	—	150
乙	4×6P3P+	360	—	-25	72	410	1,900	0.54	2	94
		1,500	—	-16	280	400	8,200	7.0	—	370
乙	2×FU-5	1,250	—	0	235	400	6,700	6.0	—	300
		750	0	0	555	240	6,650	5.3	—	120
类	2×FU-7#	600	0	0	555	240	5,050	5.3	—	91
		500	0	0	555	240	4,000	5.3	—	72
备注	“*”号为自给栅负压阴极电阻值；“△”号为第一栅电路直流电阻不超过 100K 时所用的固定栅负压，100~500KΩ 时用自给栅负压；“+”号为三极接法，将帘栅极与屏极并联；“#”号为间歇使用；“#”号为第一栅经 20KΩ 电阻接至第二栅，信号从第二栅输入。									

$$N_1 = 450 \sqrt{\frac{L_1 \cdot l_c}{S_c}} = 450 \sqrt{\frac{8.74 \times 20}{22.3}} \approx 1260 \text{ 匝。}$$

$$B_M = \frac{10^5}{\sqrt{f_D}} \cdot \sqrt{\frac{P_{sc}}{S_c \cdot l_c}} = \frac{10^5}{\sqrt{80}} \cdot \sqrt{\frac{150}{22.3 \times 20}}$$

4. 检查最大磁通密度：根据公式 2.6 可知

≈ 6500 高斯，满足要求。

5. 确定圈数比, 计算次级圈数: 由于次级线圈为抽头式结构, 有0—监听—100—150—200—250欧姆等六个引出线头, 分别用0、1、2、3、4、5六个数字来标志(见图6), 在计算各抽头之间的圈数时, 就先分别求出各个圈数比的数值。根据公式2.7可得:

$$n_{02} = \sqrt{\frac{R_{fz02}}{\eta R_{aa}}} = \sqrt{\frac{100}{0.85 \times 3330}} \approx 0.19;$$

$$n_{03} = \sqrt{\frac{R_{fz03}}{\eta R_{aa}}} = \sqrt{\frac{150}{0.85 \times 3330}} \approx 0.23;$$

$$n_{04} = \sqrt{\frac{R_{fz04}}{\eta R_{aa}}} = \sqrt{\frac{200}{0.85 \times 3330}} \approx 0.27;$$

$$n_{05} = \sqrt{\frac{R_{fz05}}{\eta R_{aa}}} = \sqrt{\frac{250}{0.85 \times 3330}} \approx 0.30.$$

这时, 次级各抽头与“0”端之间的圈数分别为:  $N_{02} = n_{02} \cdot N_1 = 0.19 \times 1260 \approx 240$  匝;  $N_{03} = n_{03} \cdot N_1 = 0.23 \times 1260 \approx 290$  匝;  $N_{04} = n_{04} \cdot N_1 = 0.27 \times 1260 \approx 340$  匝;  $N_{05} = n_{05} \cdot N_1 = 0.30 \times 1260 \approx 378$  匝。监听引出线头从“0”端开始, 有2圈即可, 即  $N_{01} = 2$  匝。

6. 确定各绕组导线直径及型号: 为了减小漏电感和分布电容, 在绕制时, 把次级分成两个相同的绕组并联使用, 而将初级绕组夹在中间。因此, 每个次级绕组的输出功率应为总输出功率的一半。即  $P'_{sc} =$

$$\frac{P_{sc}}{2} = \frac{150}{2} = 75 \text{ 瓦。根据公式 2.14 可求得:}$$

$$d_1 = 0.0231 \sqrt{I_{am}} = 0.0231 \sqrt{400} \approx 0.46 \text{ 毫米;}$$

$$d_{02} = 0.7 \sqrt[4]{\frac{P'_{sc}}{R_{fz02}}} = 0.7 \sqrt[4]{\frac{75}{100}} \approx 0.65 \text{ 毫米;}$$

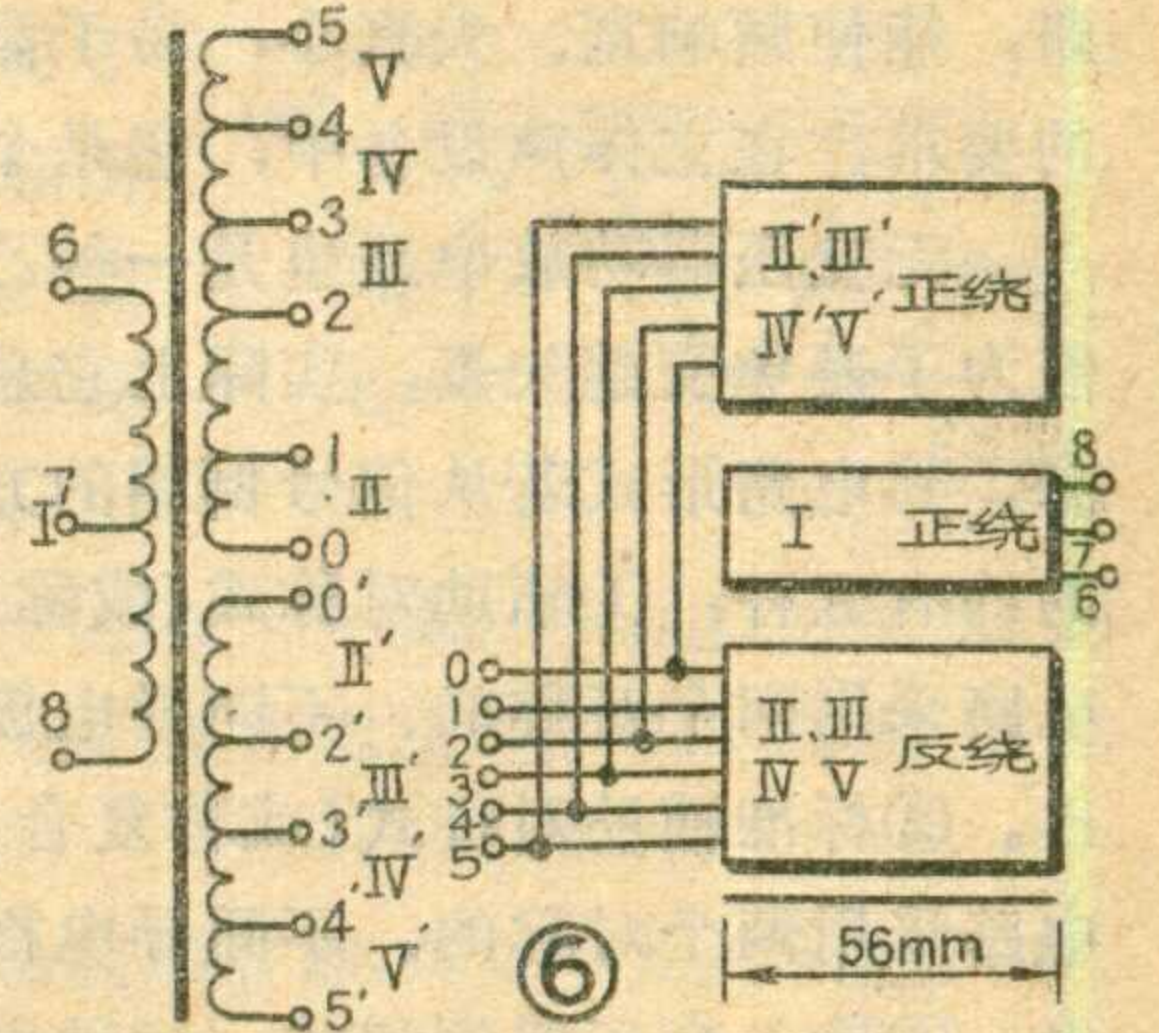
$$d_{03} = 0.7 \sqrt[4]{\frac{P'_{sc}}{R_{fz03}}} = 0.7 \sqrt[4]{\frac{75}{150}} \approx 0.59 \text{ 毫米;}$$

$$d_{04} = 0.7 \sqrt[4]{\frac{P'_{sc}}{R_{fz04}}} = 0.7 \sqrt[4]{\frac{75}{200}} \approx 0.55 \text{ 毫米;}$$

$$d_{05} = 0.7 \sqrt[4]{\frac{P'_{sc}}{R_{fz05}}} = 0.7 \sqrt[4]{\frac{75}{250}} \approx 0.52 \text{ 毫米。}$$

为了绕制方便, 次级除  $N_{02}$  绕组外, 其余各抽头之间的线圈都用同一种规格漆包线绕制。查高强度漆包线规格表(见本刊1976年第1、2期)可得:  $d_1 = 0.47$  毫米;  $d'_1 = 0.53$  毫米;  $S_1 = 0.17$  毫米<sup>2</sup>;  $d_{02} = 0.67$  毫米;  $d'_{02} = 0.75$  毫米;  $S_{02} = 0.35$  毫米<sup>2</sup>;  $d_{03} = 0.6$  毫米;  $d'_{03} = 0.67$  毫米;  $S_{03} = 0.28$  毫米<sup>2</sup>。

7. 验算并列出变压器绕制规格表: 线包排列结构图见图6。其它各项验算可参考第八、九期电源变压器简易设计有关内容进行。

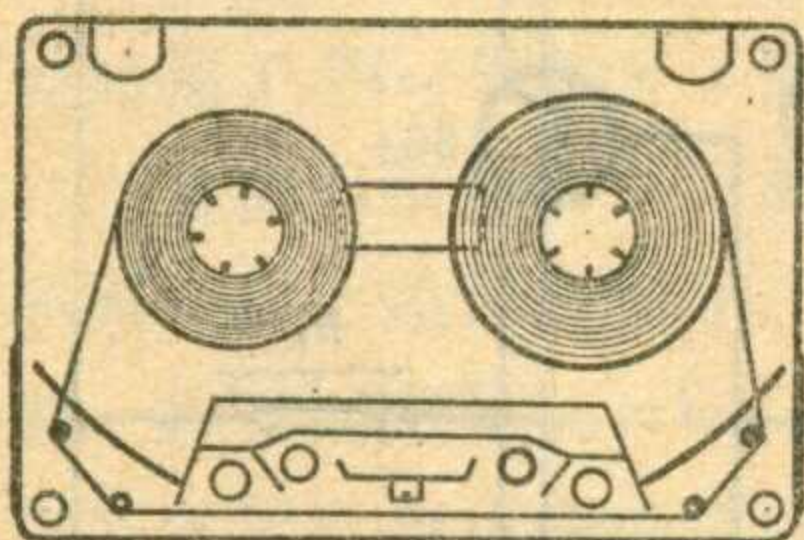


## 葵花牌录音机的小改进

针对葵花牌录音机机械上常出现的一些毛病, 我们对这种机器进行了几点小改进, 现介绍如下:

1. 传动部分。这种机器在出厂时, 为了便于商品库存, 机械部分都上防锈润滑脂。这种油脂有点发涩, 使用时最好把传动部分的油脂都擦掉, 改上机油(钟表油、缝纫机油也可以)但要注意千万不能上得太多, 以免机油到处乱流。

2. 磁带盒的改进。这里指的是上海牌盒式录音磁带。把磁带盒打开(见图1), 可以看到左右两角各有两个小圆柱, 它们是当磁带从一个轴绕到另一个轴的过程中, 用来改变磁带方向的。但是小圆柱与磁带之间的摩擦力较大, 经常使转速不稳。可用聚乙烯塑料(胶木和有机玻璃也可以)做两个空心小圆柱(空心圆柱高4.5毫米, 内径为2毫米, 外径为5毫米),

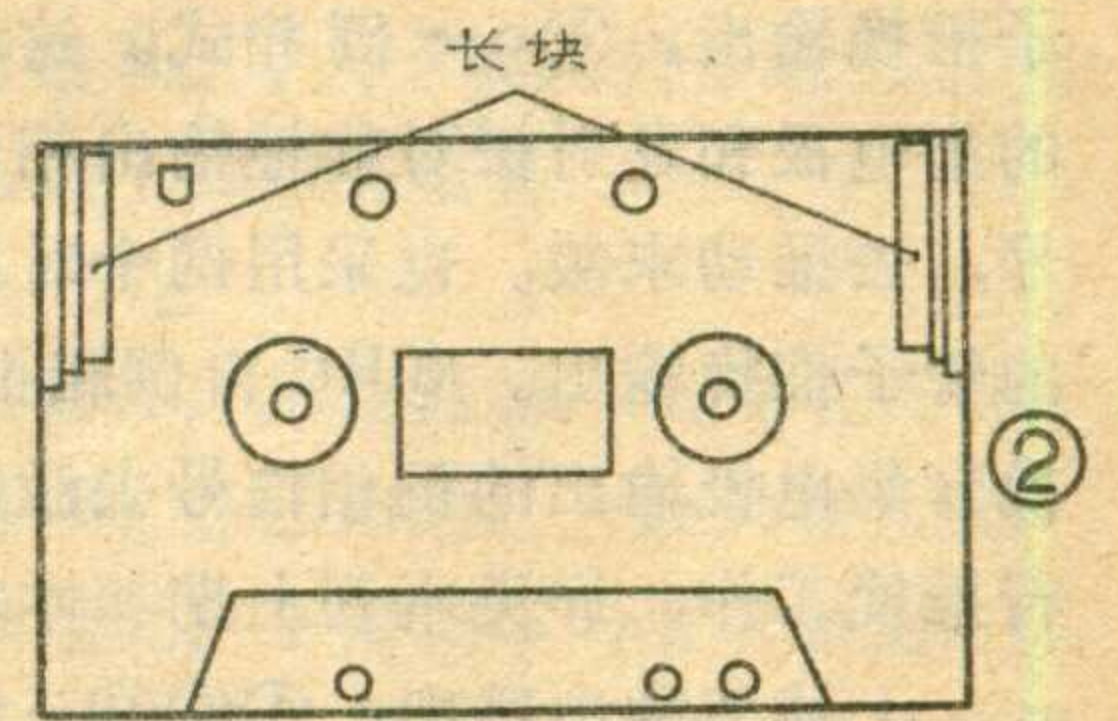


①

在左右两边的圆柱上每边套上一个, 起小滑轮的作用。小圆柱上可上一些蜡, 然后打光以增加润滑, 但注意千万不要上润滑油。

这项措施对60分钟磁带尤为必要。

3. 使用中应注意的事项。目前国内外出产的盒式磁带, 除荷兰“飞利浦”近期产品外, 大多数还不能保证磁带绕在同一个平面上, 这在葵花盒式录音机上尤为明显。磁带盘绕不整齐, 是磨擦力增大、转速不稳的重要原因。为解决这一问题, 飞利浦产品在磁带盒内加装了两片波纹薄膜, 以夹住磁带, 保证磁带平整。一般说来如果不平整部分超过三处, 或有一处太高(或太低), 就会影响转速。这时可将磁带全部绕到一头, 再重新转到你所需要的地方。有的葵花录音机在使用时磁带盒晃来晃去, 磁带的卷绕也就不会平整。最好在磁带盒两边空隙处粘贴两块有色的有机玻璃(见图2), 卡住磁带盒, 就可以防止晃动。



②

(袁哲民)

# OTL 电路的分析与设计

金 国 钧

在功放电路中，人们常称输出级和扬声器间不用输出变压器耦合的电路为“无输出变压器电路”，简称OTL电路(英语OTL为 Output Transformerless)。又称推动级和输出级间不用输入变压器耦合的电路为“无输入变压器电路”，简称ITL电路。这类无变压器功放电路甩掉了级间耦合用的变压器，改用直接耦合。这样，电路结构虽然复杂些，但便于加负反馈电路，能使频响宽、失真小，易于满足大功率和小型化的要求。在立体声设备中，它是个相当重要的部分。

无变压器功放电路也是一种乙类单端推挽电路，但为了避免交越失真，实际上它总是工作在甲乙类状态。其电路形式若从信号倒相的方式来分，目前见到的约有五种：①辅助对称式(或称互补对称式)。这种电路采用两个对称的、不同导电性的管子作推挽输出。②标准辅助对称式(或称复合互补对称式)。这种电路采用两个对称的、不同导电性的复合管推挽输出。③输入变压器倒相式。这种电路用输入变压器进行信号倒相，故可用两个对称的、相同导电性的管子推挽输出。④c-e倒相式。这种电路由推动级管子的集电极和发射极对称地输出相位相反的两半波信号，去推动末级。也采用两个对称的、相同导电性的管子推挽输出。⑤RC自倒相推挽式。利用一个推挽管集电极输出的倒相信号去激励另一个推挽管，进行推挽工作。详见本刊上期和本期的有关文章。

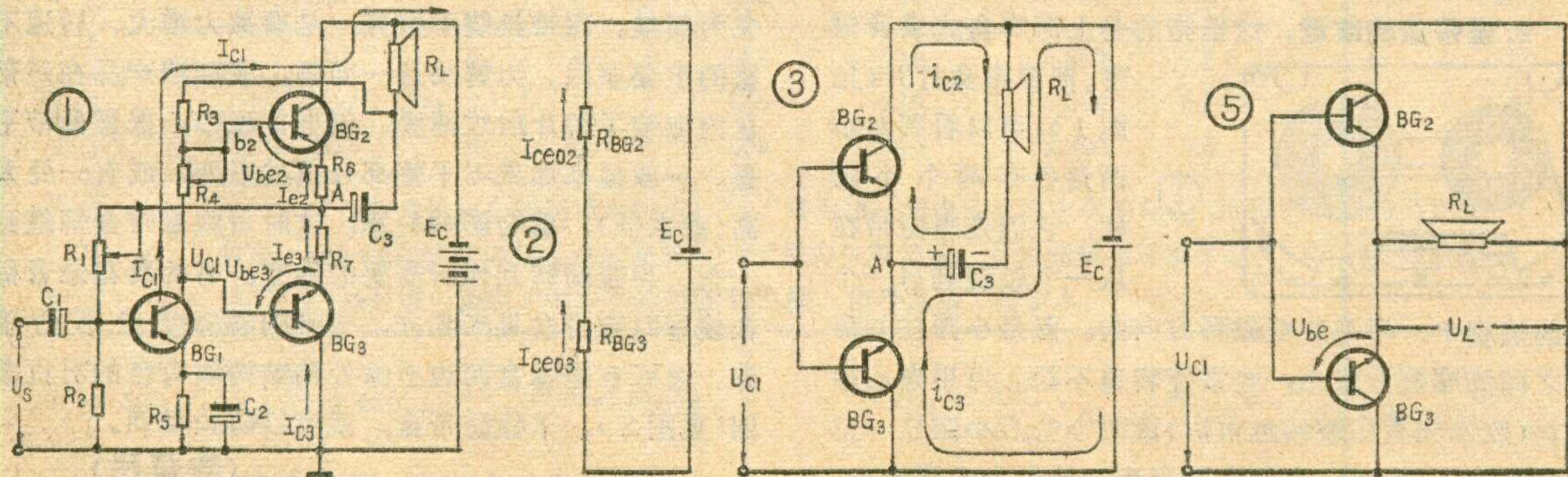
上述五种电路中，①②③三种是被广泛采用的，但①②两种优越性更大，用得更为普遍，本文将通过对典型电路的分析，介绍①②两种电路的工作原理和计算方法。

1. 工作过程和原理：图1所示为辅助对称式OTL

电路的典型电路。其中推挽管BG<sub>2</sub>、BG<sub>3</sub>为导电性不同，但性能、参数对称相等的中功率管或小功率管。它们可以用不同材料的管子，如PNP锗管(3AX、3AD型)和NPN硅管(3DG、3DK、3DA型)配用；但最好是用同一材料的管子，如将PNP硅管(3CG、3CK型)和NPN硅管配对使用，或将PNP锗管和NPN锗管(如3BX型)配用。后面将说明：只有用同一材料的管子组成推挽管，推挽两臂的对称性才能基本得到保证。推动管BG<sub>1</sub>可用锗PNP型小功率管，但就温度稳定性来说，最好还是用硅PNP型小功率管。

在静态(即无信号输入)时，耦合电容C<sub>1</sub>、C<sub>3</sub>和旁路电容C<sub>2</sub>都可看作开路。推挽管BG<sub>2</sub>、BG<sub>3</sub>工作在乙类，两管处于截止状态。仅有穿透电流I<sub>ceo</sub>通过。由于选管时β<sub>2</sub>=β<sub>3</sub>，故可认为此时I<sub>c3</sub>≈I<sub>e3</sub>=I<sub>ceo3</sub>=I<sub>c2</sub>≈I<sub>e2</sub>=I<sub>ceo2</sub>。故可将两管的c-e极比作两个大电阻，如图2所示，且R<sub>BG2</sub>=R<sub>BG3</sub>，发射极电阻R<sub>6</sub>=R<sub>7</sub>，其值很小可忽略。分压的结果，中点A的静态电位U<sub>A</sub>=½E<sub>c</sub>。BG<sub>2</sub>、BG<sub>3</sub>管的基极偏压靠BG<sub>1</sub>管的集电极电流I<sub>c1</sub>流经R<sub>4</sub>、R<sub>3</sub>、R<sub>L</sub>来建立，故R<sub>4</sub>、R<sub>3</sub>、R<sub>L</sub>不但是BG<sub>1</sub>管的集电极负载，也是BG<sub>2</sub>、BG<sub>3</sub>管的偏置电路。对BG<sub>3</sub>来说，R<sub>5</sub>和BG<sub>1</sub>的c-e极间电阻之和是其上偏置电阻；R<sub>4</sub>、R<sub>eb2</sub>和R<sub>6</sub>之和是其下偏置电阻。对BG<sub>2</sub>来说，R<sub>L</sub>和R<sub>3</sub>之和是它的上偏置电阻；R<sub>4</sub>、R<sub>eb3</sub>和R<sub>7</sub>是它的下偏电阻。

为了使信号不失真地放大，并有足够的功率推动输出管BG<sub>2</sub>、BG<sub>3</sub>，一般总是让推动管BG<sub>1</sub>工作在甲类。I<sub>c1</sub>可以调偏置电阻R<sub>1</sub>来确定。R<sub>1</sub>不接到电池负端，而是接到中点A，是为了取得电压负反馈，以稳定放大器的工作点，尤其是稳定中点电位U<sub>A</sub>。譬如，



若环境温度升高，引起锗管  $BG_2$  的  $I_{c2}$  增大，使 A 点对地负压减小。 $U_A$  经  $R_1$ 、 $R_2$  分压后，在  $R_2$  上的负压，即  $BG_1$  管基极的负偏压也相应减小，使  $I_{c1}$  减小， $I_{c1}$  在  $R_4$  上的压降  $I_{c1}R_4$  也减小， $BG_2$  基极偏压往正向提高，从而又使  $I_{c2}$  减小，将  $U_A$  拉了回来。这一反馈过程可表示为：

$$T^0 \uparrow \rightarrow I_{c2} \uparrow \rightarrow U_A \downarrow \rightarrow U_{b1} \downarrow \rightarrow I_{c1} \downarrow \\ \rightarrow I_{c1}R_4 \downarrow \rightarrow U_{b2} \downarrow \rightarrow I_{c2} \downarrow \rightarrow U_A \uparrow$$

由于这一电压负反馈作用，使  $U_A$  始终稳定在  $E_c/2$ 。这对放大器不失真功率的提高是很重要的。

$I_{c1}$  的大小确定之后，推挽管的静态工作状态就要调  $R_4$  来确定。譬如要让  $BG_2$ 、 $BG_3$  工作在甲乙类，即两管有一定的静态电流而且相等，即  $I_{e2} = I_{e3}$ ，可以调  $R_4$ ，使  $I_{c1}R_4 = U_{be3} + I_{e3}R_7 + U_{be2} + I_{e2}R_6$ 。为调整方便， $R_4$  通常采用电位器，即用一个固定电阻与一个电位器串联或并联。

$R_4$  的变动，可以改变推挽管的工作状态，但同时也会影响推动管的工作状态，因为  $R_4$  也是推动管集电极负载的一部分。为了减少  $R_4$  对  $BG_1$  管的影响，一般总是使  $R_4 \ll R_3$ ，使  $R_3$  成为  $BG_1$  管集电极负载的主要部分。

下面分析动态时的工作情况。

在动态时，图 1 中的电容  $C_1$ 、 $C_2$  都可看作交流短路。输入信号  $U_S$  就直接加到  $BG_1$  管的发射结 b-e 间，放大后从集电极对地间输出的信号电压  $U_{c1}$  就成了  $BG_2$ 、 $BG_3$  的输入信号。如果忽略  $R_6$ 、 $R_7$  推挽级的工作情况就可以用图 3 等效简图来说明。

当输入信号为负半周时，其波形如图 4(a)，经  $BG_1$  管放大、倒相后输出的  $U_{c1}$  为正半周，如图 4(b)。  $U_{c1}$  加到推挽级输入端，对  $BG_2$  来说，正半周的  $U_{c1}$  使它的发射结 b-e 上加反向偏置，故处于充分截止状态。与此同时， $BG_3$  的发射结却得到正向偏置而导通，有电流  $i_{c3} (\approx i_{e3})$  流经负载  $R_L$ ，并向电容  $C_3$  充电。只要输入信号幅度足够大，使  $BG_3$  饱和导通，其管压降  $U_{ce3}$  就仅为饱和压降  $U_{ces3}$ ，如图 4(c) 所示， $U_{ce3} = U_{ces3}$ ，而  $U_{ces3}$  较小，故中点 A 的交流电位就接近电池正端电位(0 电位)。此时截止的  $BG_2$  管承受了最大的反向电压  $E_c$ ，相当于电池电压  $E_c$  通过导通管  $BG_3$  全部加到了  $BG_2$  管的 c-e 间。

当输入信号为正半周时， $BG_1$  输出电压  $U_{c1}$  为负半周，与上述情况相反， $BG_3$  充分截止， $BG_2$  饱和导通，其管压降  $U_{ce2} = U_{ces2}$ ，这时中点 A 的交流电位偏到接近于电池负端电位(即  $-E_c$ )，如图 4(d)。截止了的  $BG_3$  管又承受了最大反向电压  $E_c$ 。有人可能会问：当  $BG_3$  截止时， $BG_2$  的供电通路被切断，它靠什么供电？靠的就是电容  $C_3$  在前半周时已充好的电压，当  $BG_3$  导通时，有电流  $i_{c3}$  向电容  $C_3$  充电，极性如图 3

所示。因此，当  $BG_2$  导通时，充电电压  $U_{c3}$  就经  $BG_2$  向负载  $R_L$  放电，形成  $i_{c2}$ ，电容  $C_3$  在这时就代替了电池供电。

由图 3 可见， $i_{c3}$  和  $i_{c2}$  以正反不同方向交替地流过  $R_L$ ，在  $R_L$  上就产生了交流电压  $U_L$ 。由图 4(c) 可知，当  $BG_3$  导通时， $U_{e3}$  在  $-E_c/2 \sim -U_{ces3}$  间变化，其波形和输入信号波形一致；而当  $BG_2$  导通时， $U_{e2}$  在  $-E_c/2 \sim -(E_c - U_{ces2})$  间变化，如图 4(d)。将图 4(c) 和图 4(d) 组合在一起，就成了图 4(e)，就可看出推挽级输出电压  $U_L$

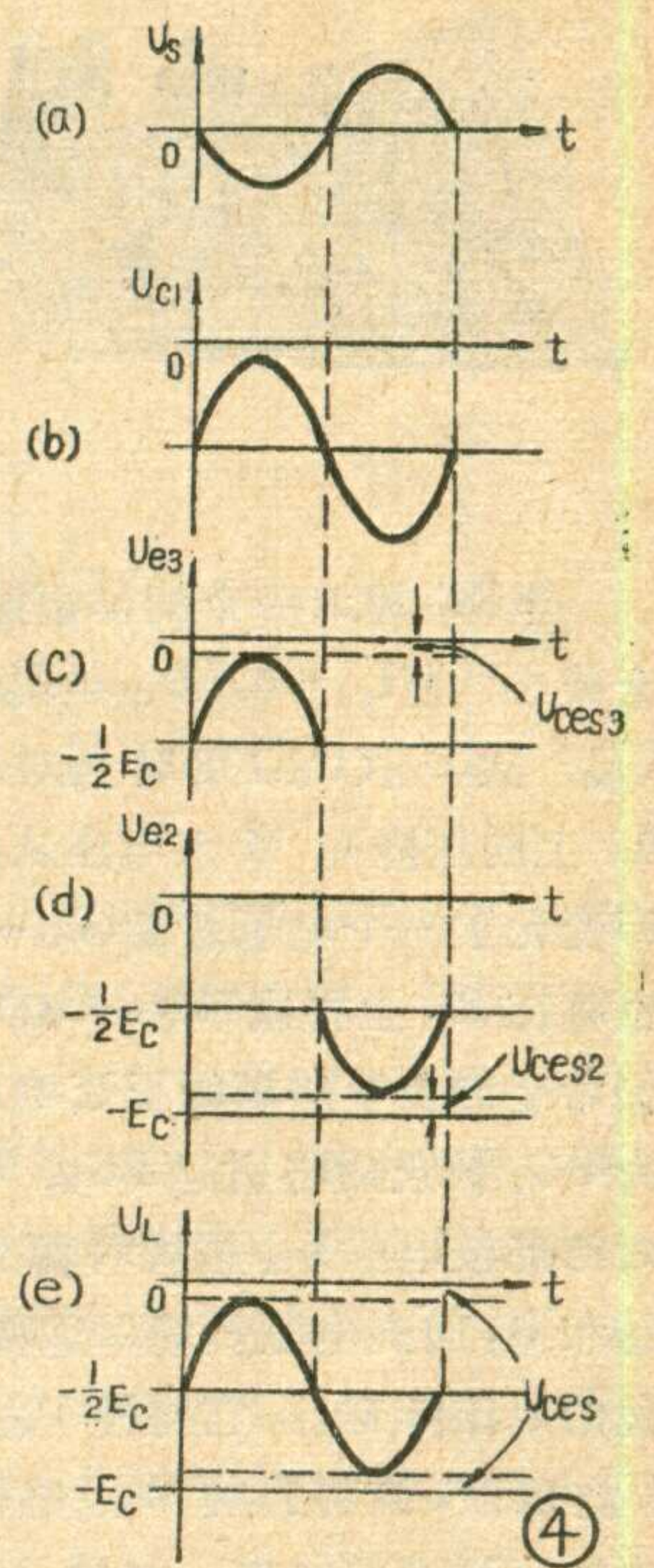
随输入电压  $U_{c1}$  在  $-U_{ces3} \sim -(E_c - U_{ces2})$  间变化，当  $U_{ces2} = U_{ces3} = U_{ces}$  时，输出电压  $U_L$  的最大振幅是  $E_c - 2U_{ces}$ 。

显然，要使输出波形对称，即  $i_{c2} = i_{c3}$  (等值反向)，必须保持电容  $C_3$  上的充电电压  $U_{c3} = E_c/2$ ，使电容  $C_3$  在放电过程中， $U_{c3}$  也不致下降过多。要做到这一点，就必须使放电时间常数  $R_L C_3$  大于输入信号最长周期的几倍才行。大致可按下式进行估算：

$$C_3 \geq 10^6 / 2\pi f_l R_L$$

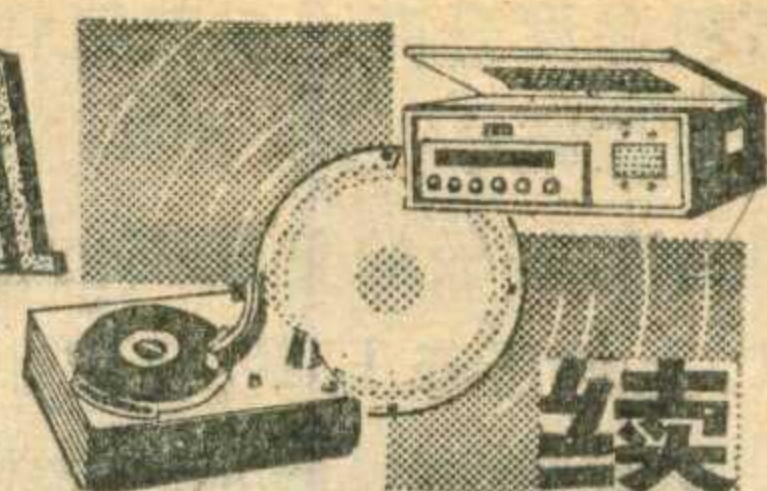
式中： $f_l$  为最低下限音频，单位为赫； $R_L$  单位为欧； $C_3$  单位为微法。其中  $R_L$  是已知的，一般只有几欧，所以放大器频响要求越宽，下限频率  $f_l$  要求越低， $C_3$  就要求越大。例如  $f_l = 20$  赫，而  $R_L = 8$  欧，则可算得  $C_3 \geq 1000$  微法。

图 3 中，若将  $C_3$  看作对交流短路，电池  $E_c$  看作内阻为零的理想电源，则又可等效成图 5 电路。信号电压  $U_{c1}$  先后从两推挽管的 b-c 极间加入，负载电压  $U_L$  则先后从两管的 e-c 间得到，集电极 c 就成了信号输入、输出的公共端点，因而可以认为互补电路实际上是两个推挽臂互相并联的共 c 电路，具有共 c 电路的一切特性，例如，从图 5 中可明显地看到，输出电压  $U_L$  和输入电压  $U_{c1}$  的关系为  $U_{c1} = U_{be} + U_L$ ，即  $U_L < U_{c1}$ ，对两管来说都是这样。换句话说，这种互补电路的电压增益总是小于 1 的(即  $K_v \leq 1$ )，但其电流增益还可以做到大于 1，因而还可以有功率增益。此外，电路也有输入阻抗高、输出阻抗低的特性，因而它能省却输入、输出变压器。(待续)



# 自倒相RC推挽电路扩音机

## —原理和制作—



续

田进勤

当 $BG_1$ 输入一个同样幅度的正半周信号时, $BG_1$ 完全截止,使 $I_{c1}=0$ , $U_{c1}=E_c$ 。因为忽略各管的 $U_{ces}$ 和 $U_{be}$ ,故 $U_{e2}(U_{b3})$ 及M点对地电压均增大到 $E_c$ (忽略 $R_0$ 上的压降)。M点电压从原来的 $U_M$ 上升到 $E_c$ ,即变化了一个电压数量 $(E_c-U_M)$ ,那么通过电容 $C_L$ ,也将在 $R_L$ 上得到 $(E_c-U_M)$ 的输出电压。这就是我们希望的负半周满幅正弦电压。但这是达不到的。因为 $BG_1$ 截止后将引起 $BG_2$ 、 $BG_3$ 充分导通。 $BG_2$ 导通时的基极电流 $I_{b2}$ 是从电源正端经 $R_4$ 、 $BG_2$ 的e-b结和 $R_3$ 回到电源负端,这将在 $R_3$ 上产生一个下正上负电压降 $U_{R3}$ ,它将使 $U_{c1} \neq E_c$ ,而是比 $E_c$ 低一个 $U_{R3}$ 的值,这将影响M点电压同样达不到 $E_c$ , $R_L$ 上也得不到满幅输出。结果,尽管输入信号以对称的两个半周激励 $BG_1$ ,但在 $R_L$ 上输出的信号却是不对称的,正半周是满幅,负半周欠幅,结果从示波器上看到负半周是短而肥胖的波形。

为了克服这一缺点,我们使用了由 $R_J$ 和 $C_J$ 组成的自举电路,如上篇图5中虚线所示。改后如图6。在无信号时,经 $BG_4$ 的e、c极、 $C_J$ 和 $R_J$ 给大电容 $C_J$ 上充好数值为 $(E_c-U_M)$ 的直流电压。当给 $BG_1$ 送入正半周信号时, $BG_1$ 截止, $U_{c1}$ 增加了某一数值 $\Delta U$ ,并通过 $BG_2$ 和 $BG_3$ 促使 $U_M$ 也增加了同一数值 $\Delta U$ 。因为大电容 $C_J$ 上的电压不能跃变,而a点(图6 $R_3$ 上端)电压 $U_a$ 是 $U_{CJ}$ 和M点电压之和,又 $U_{CJ}=E_c-U_M$ ,而M点电压增加为 $U_M+\Delta U$ ,故

$$U_a = E_c - U_M + U_M + \Delta U = E_c + \Delta U$$

这说明 $U_a$ 比电源电压 $E_c$ 还高出一个量 $\Delta U$ ,这就是所谓“自举作用”。这个自举起来的电压 $\Delta U$ 就足以抵消 $I_{b2}$ 流过 $R_3$ 时造成的电压降,于是使 $U_{c1}$ 能够接近 $E_c$ ,从而保证了输出负半周电压幅度不致减小,也能

输出完好的满幅正弦波。

$R_J$ 的作用是防止电源的低内阻引起 $C_J$ 快速放电而使自举失败。

可以看出,M点电压通过 $C_J$ 反馈到a点,并通过 $R_3$ 反馈到 $BG_2$ 基极时,是与基极信号电压同相位的,因此自举电路实际上是一个正反馈电路,它还可以提高放大器的增益,并且由于射极跟随器的增益小于1,故不会有自激的危险。

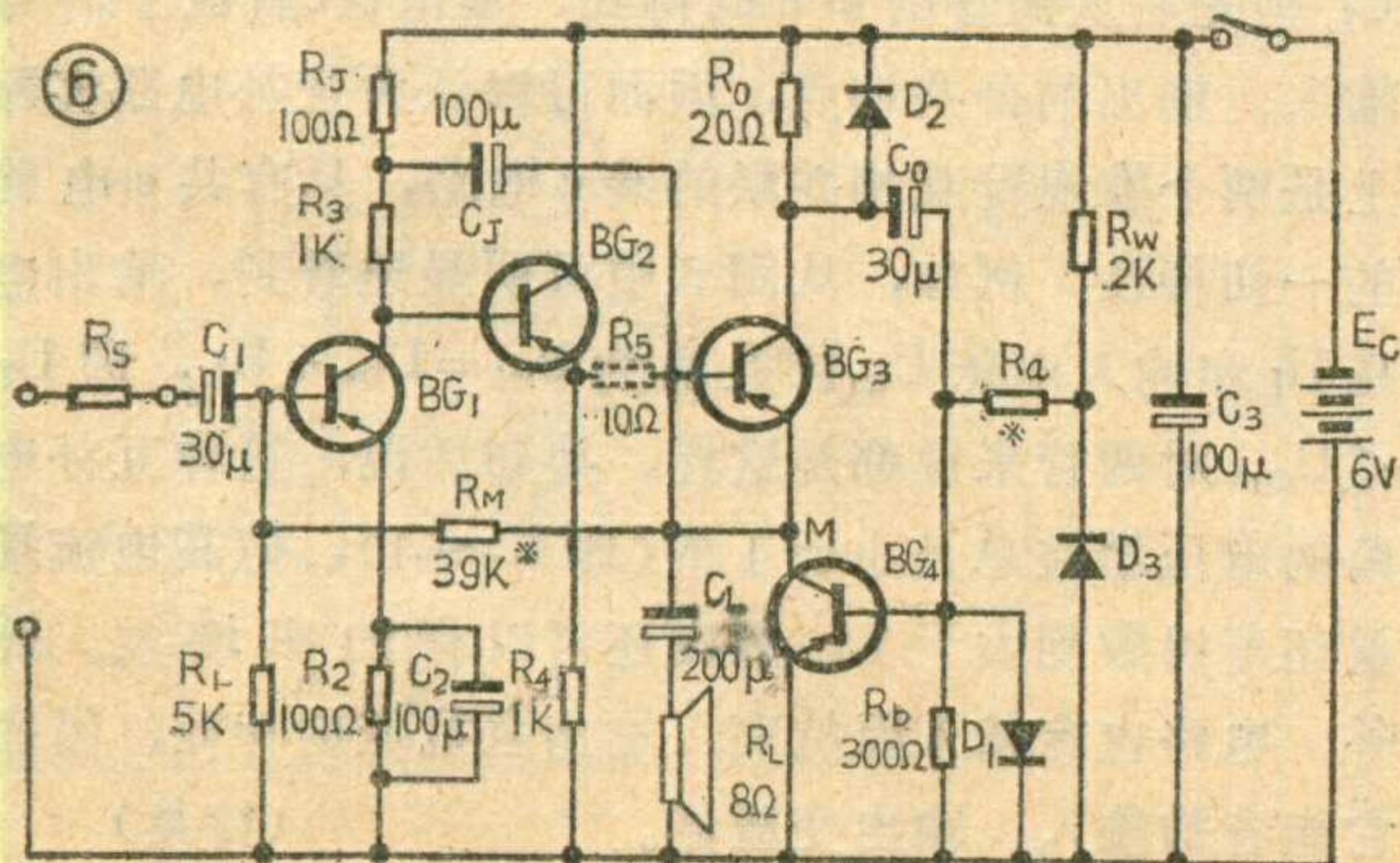
为了提高自倒相电路的效率和输出功率,要求尽量减小自倒相电阻 $R_0$ 上的损耗, $R_0$ 要小,但 $R_0$ 太小则不足以提供 $BG_4$ 必要的激励电压。为此我们在一般低电压小功率电路选用阻值较大的 $R_0$ ,如采用10~20欧,同时给它并联一个2CP型二极管,如图6所示。这样,当 $BG_3$ 得到正半周信号时, $I_{c3}$ 减小, $R_0$ 上的压降也减小, $D_2$ 不通, $R_0$ 上有一定的压降去激励 $BG_4$ ;当 $BG_3$ 得到负半周信号时, $I_{c3}$ 增大, $R_0$ 上的电压降也增大,到一定幅度时 $D_2$ 导通,其正向电阻和 $R_0$ 的并联总阻比 $R_0$ 要小,于是大部分功率输出到 $R_L$ 上,而使电路的效率和输出功率提高。

在用电池供电时,为了保证电池电压逐渐降低时电路工作性能稳定,需要采用稳压的偏置电路。

根据上面的讨论,可得出一个实用的自倒相RC推挽电路,如图6所示。图中各管全部使用3AX型晶体管。二极管 $D_1$ 起放电作用,用2AP型。 $D_2$ 是为提高功率和效率用的辅助二极管。 $D_3$ 是利用正向特性起稳压作用的二极管,它和限流电阻 $R_w$ 一起组成 $BG_4$ 的偏置稳压电路。 $D_2$ 和 $D_3$ 都用2CP型管。 $R_J$ 和 $C_J$ 组成自举电路。 $R_M$ 用来调整M点的电压。 $R_a$ 用来调整推挽级的静态电流。虚线所示的 $R_5$ 的作用,在后面叙述。

### 三、调整方法

自倒相推挽级的两只功放管虽然像普通OTL电路一样,也是串联供电的,但因为多了一只自倒相电阻 $R_0$ ,它上面要分去一部分电压,所以输出M点的直流电压 $U_M$ 就不能取电源电压的一半,即 $U_M \neq E_c/2$ ,而是根据 $R_0$ 的大小、扬声器 $R_L$ 的阻抗大小和推挽管的饱和压降来确定的。在使用锗管、扬声器阻抗为8欧时, $U_M$ 约为 $(0.42 \sim 0.45)E_c$ 。在电源电压用



得很高，例如 12~30 伏时，由于  $BG_4$  激励电压并不需要太多地增加，故  $R_0$  上压降（通过静流  $I_0$  控制）也没有增大很多，所以  $R_0$  上分配的电压在总电源电压中所占比例相对减小，分配给  $BG_3$  和  $BG_4$

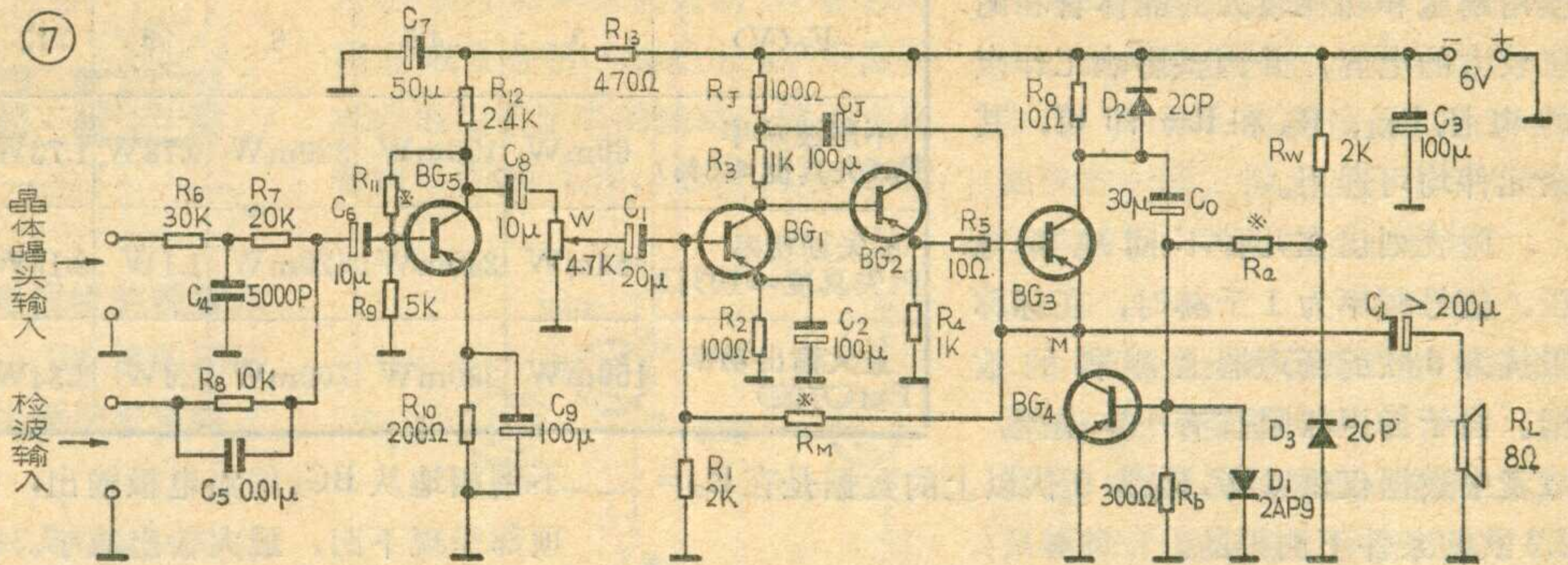
的电压就相对增大，此时  $U_M$  可以接近电源电压的一半，即  $U_M \approx E_c/2$ 。

在元器件质量完好的情况下，图 6 所示电路只要调整两个参数就可以工作。一个是输出 M 点的电压  $U_M$ ；一个是推挽级的静态工作电流  $I_{c3}$ ，即  $I_{c4}$ 。但据我们的实践，一般用不着单独测量推挽级的电流，只要在电源开关处测量总电流约为 8~15 毫安就合适了； $U_M$  接近 2.6~2.7 伏较合适。调整步骤如下：

1. 断开  $R_a$ ，接通电源，用 47 千欧电位器串一个 5~10 千欧电阻临时代替  $R_M$ ，调节电位器使  $U_M \approx 2.6$  伏。此时  $U_{c1} \approx 3$  伏； $U_{e2} \approx 2.8$  伏。

2. 用 5 千欧电位器串联一个 300 欧电阻代替  $R_a$ ，调 5 千欧电位器使总电流为 10~15 毫安。

3. 临时串接一个 5~10 千欧电阻  $R_s$  到电路输入端，通过它送入音频信号（例如 1 千赫）。由小到大逐渐增加信号幅度，同时用示波器观察  $R_L$  上输出的波形。若发现信号由小变大的过程中，输出信号不能连续增大，而在中途出现“平顶”，有时当输入信号继续增大时，平顶又自动消失，变为正弦波继续加大，这是由于  $BG_4$  的  $\beta$  太小，或  $BG_3$ 、 $BG_4$  的静流太小造成的。此时应稍稍减小 5 千欧电位器，以增加静流，就可消除。如仍不能消除，或静流很大时才能消除，则说明  $BG_4$  的  $\beta$  太小，应换  $\beta=50\sim 100$  的管子试验。然后继续加大输入信号，直到输出波形发生限幅（削顶），此时，如正、负半周的削顶不能同时发生，则应微调代替  $R_M$  的电位器，使同时发生。至此，电



路的工作状态已全部调好，可以将代换的两个电位器连同所串电阻焊下，分别测量各自的总阻，用等于总阻的两个固定电阻换上去。

4. 送入信号，重新测量输出功率、最大电流、静流和  $U_M$ 。一般情况下，最大正弦波功率可达 280~320 毫瓦；不失真功率（失真度为 10%）大于 400 毫瓦；最大饱和功率可达 500~700 毫瓦。最大电流约 110~130 毫安。静流约为 8~15 毫安。 $U_M=2.5\sim 2.7$  伏。

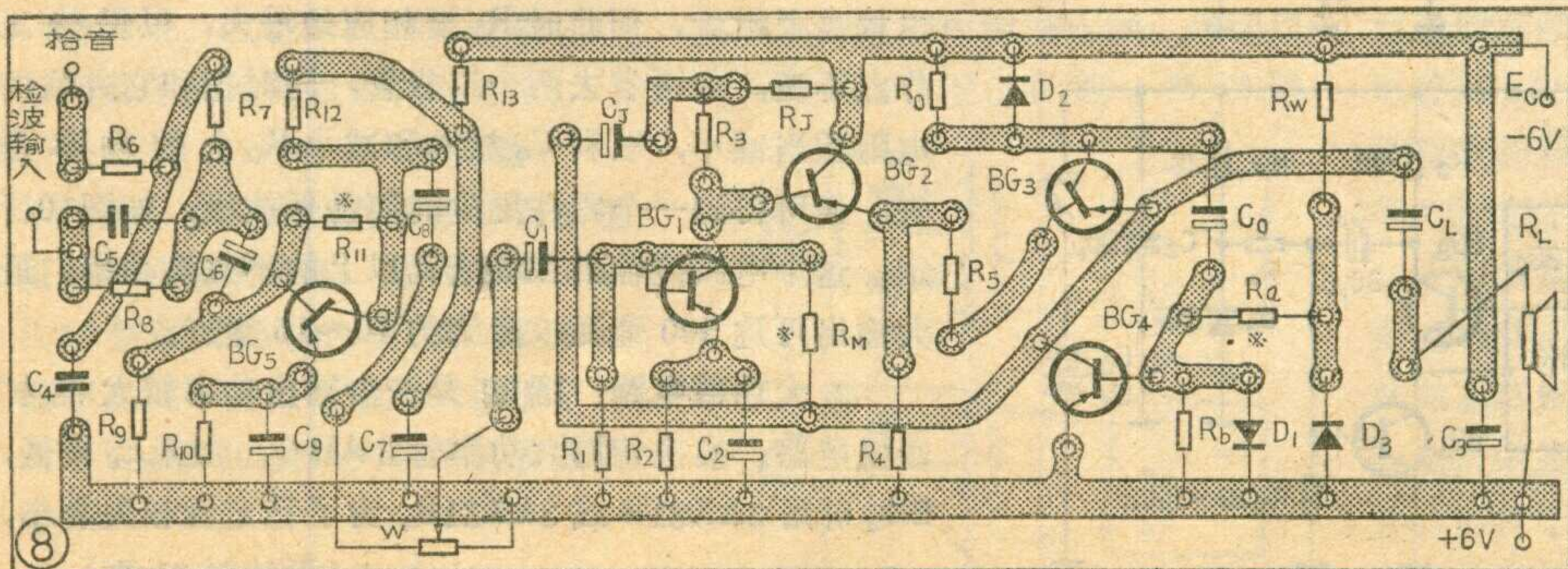
在业余条件下，不用示波器，用听声音和检查  $U_M$  电压变化的办法，也可以调整。这就是当输入信号连续增加时，听输出信号有无不连续增长的情况，按上述办法处理。另外，可以从  $U_M$  变化来约略估计两个半周的削波是否对称，即当信号增大时，如发现  $U_M$  增大，则说明负半周先削；反之则为正半周先削，可调节  $R_M$  使当信号增大时， $U_M$  基本不变即可。

在调试中临时加接  $R_s$  的目的是为了提高信号源内阻，以防止通过  $R_M$  的交流负反馈作用被信号源的低内阻所短路，而使输出波形变坏。实际使用时则不必加，因前级输出阻抗总是高的。

#### 四、主要电气性能和对元器件的要求

我们对这种电路在 3、4.5、6、9……到 27、30 伏电源的条件下进行了一系列的试验，结果表明：电源电压在 3~6 伏时，推挽管可以用 3AX31 一类小

功率管工作；9~18 伏时宜用中功率管 3AX62 等；15~30 伏时可用 3AD6 等大功率管。在 3~12 伏之内用电池供电时，都可使用图 6 所示的小功率典型电路。电压不同时，只需



换用耐压和功耗较大的晶体管和耐压较大的电容，并调整影响工作点的电阻  $R_M$ 、 $R_a$  和  $R_w$  即可，其余元件均可通用。

附表列出在几种不同电源电压、信号频率为 1 千赫时，在标称阻抗为 8 欧的扬声器上测得的数据。由于扬声器阻抗有一定误差，故表中数据仅供参考。 $E_c$  为 9 伏以上的数据是在  $R_o = 2:2$  欧的条件下测得的。

一般情况下，最大正弦波输出时的电源效率可以做到 45~65%。10% 失真时的效率可到 70% 左右。电频响不均匀度在 45 赫~20 千赫范围内小于 3 分贝。当使用 4 欧扬声器时，输出功率约为使用 8 欧扬声器时的 1.5 倍。电路达到不削波输出时，从  $BG_1$  基极对地实测得的信号电压约为 3~8 毫伏。

下面简单谈谈对元器件的要求。

除调整工作点的电阻外，其余电阻允许有较大的误差。大功率电路中的倒相电阻  $R_o$  要用 1~2 瓦的，其余均可用 1/8 瓦的。推挽管应选用集电极耗散功率参数  $P_c$  足够大的，可取  $P_c \geq P_o/2$ ；要求反向击穿电压  $BV_{ceo} \geq E_c$ 。 $BG_4$  的电流放大倍数  $\beta$  应取高些，例如大于 100，50 以上也可。 $BG_3$  的  $\beta$  值要求在 20 以上。 $BG_2$  管要求稍特殊，除要求  $\beta > 20$ ， $BV_{ceo} > E_c$  外，还希望用  $V_{ces}$  稍大些的。这是为了防止强信号时  $BG_3$  过饱和而提出的，否则当输入信号很大时， $BG_2$  充分导通，其内阻很小，将使  $BG_3$  的基极电位  $U_{b3}$  接近电源电压  $E_c$ ，而  $U_{c3}$  因有  $R_o$  存在不能接近  $E_c$ ，致使  $BG_3$  的 c-b 结加有正向偏置，其基极信号

$E_c$ (V)	3	4.5	6	9	12	18	24	30
不削波功率 $P_o$ (失真度 $\leq 3\%$ )	60mW	150mW	320mW	0.78W	1.73W	3.9W	6.5W	10W
不失真功率 $P$ (失真度 $\approx 10\%$ )	84mW	240mW	420mW	1.1W	2.15W	4.8W	8.6W	16W
最大输出功率 $P_M$ (方波)	150mW	280mW	700mW	1.4W	3.34W	7.5W	13W	20W

不倒相地从  $BG_3$  的集电极输出，使饱和输出时的方波顶部呈现下凹，最大输出减小。也可不管这一要求，仍采用  $V_{ces}$  较低的管子，但要人为地在  $BG_2$  集电极电路或  $BG_3$  基极电路串入一个 10~50 欧电阻，以限制  $BG_3$  的基极电流，防止  $BG_3$  过饱和(如图 6 虚线所示的  $R_5$ )。 $BG_1$  的  $\beta$  值大于 50 即可， $BV_{ceo} > E_c$ 。所有三极管的穿透电流  $I_{ceo}$  都应尽可能小。

## 五、应用电路举例

**1. 小功率电路：**作为便携式收音机或小型台式收音机的功放级，可以使用图 6 的典型电路。或者再增加一级前置级构成图 7 所示的低放电路，其灵敏度可达 1 毫伏，还有相当的增益余量，可以加些阻容元件来改善音质。本电路的印刷电路板是图 8。

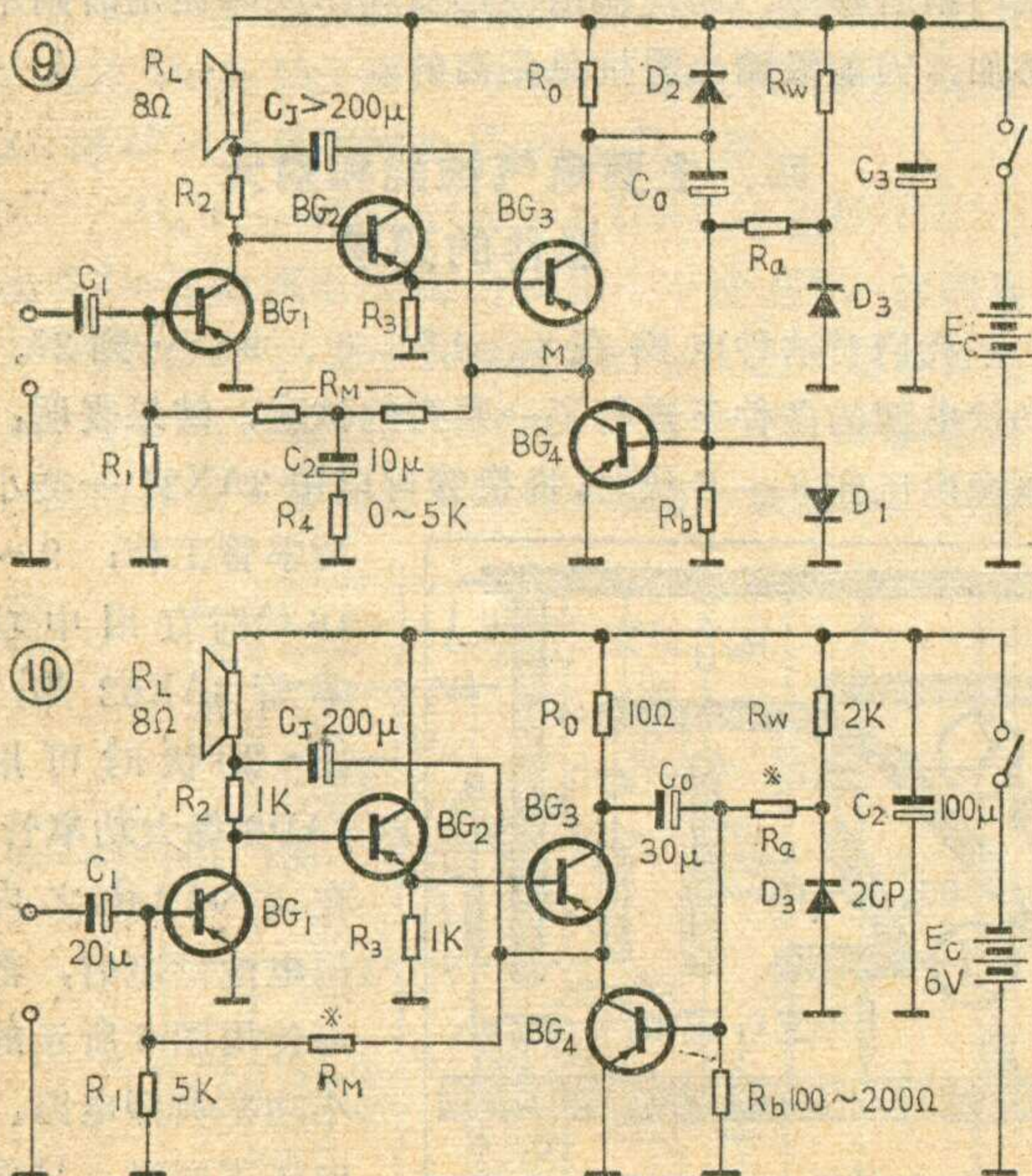
为了节省元件，还可用扬声器代替自举电阻  $R_J$ ，而用输出电容  $C_L$  代替自举电容  $C_J$ ，变成图 9 的电路。

在允许失真较大的简单收音机中，可以用两个电阻串联起来代替  $R_M$ ，并在串联点到地跨接一个 10 微法以上的电解电容，再串一个电阻。这就取消或减小了交流负反馈，从而使灵敏度大为提高。此时不用前置级也有够大的音量。在此电路中，当输入信号为负半周时， $BG_1$  导通， $BG_2$  和  $BG_3$  截止， $BG_4$  导通，电流通过  $BG_4$ 、 $C_J$  和  $R_L$  回到电源负端，给  $C_J$  充电，同时在  $R_L$  上输出正半周信号。输入为负半周时， $BG_1$  截止， $BG_2$  和  $BG_3$  导通， $BG_4$  截止，电容  $C_J$  通过  $BG_3$ 、 $R_o$  和  $R_{D2}$ 、 $R_L$  放电，在  $R_L$  上输出了负半周信号。图 9 的电路可以使用 3~6 伏电源。

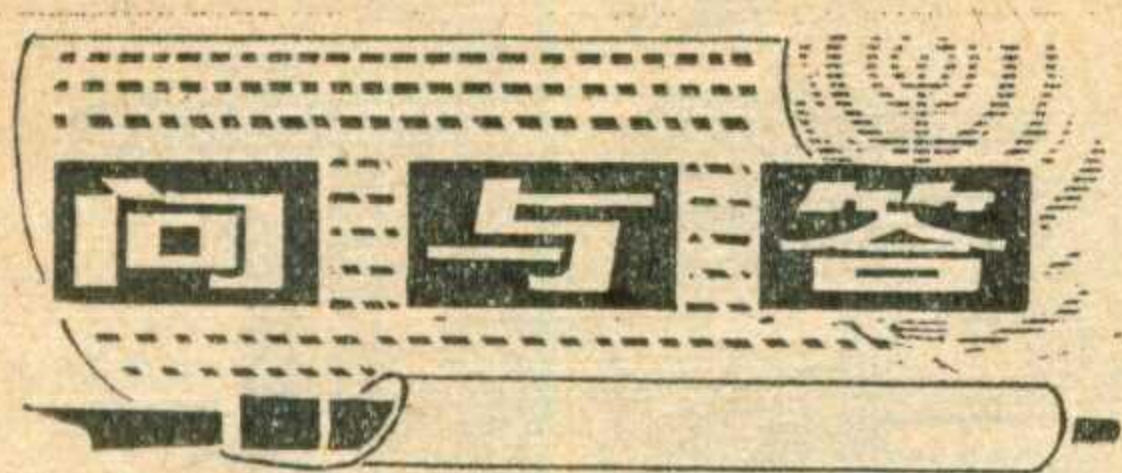
还可以用增加  $R_M$  的办法来减轻交、直流负反馈，以提高灵敏度，但此时  $R_1$  要相应地增大，以保持工作点不变。如再省去两个二极管，同时把和它并联的电阻适当减小，以利  $C_o$  放电和减小  $R_o$  上的功率损失，便可得到一个零件更少的简易低放级，如图 10 所示。这个电路能输出 200 毫瓦以上的不失真功率。最大输出可达 500 毫瓦，静流约 10~15 毫安。

**2. 大功率电路：**图 11 是一个输出功率较大的扩音机电路。推挽管用大功率管 3AD6。如果  $E_c$  较低， $BG_2$  可用 3AX81B 或 3AX31B。为了稳定性和失真小，

(下转第 31 页)

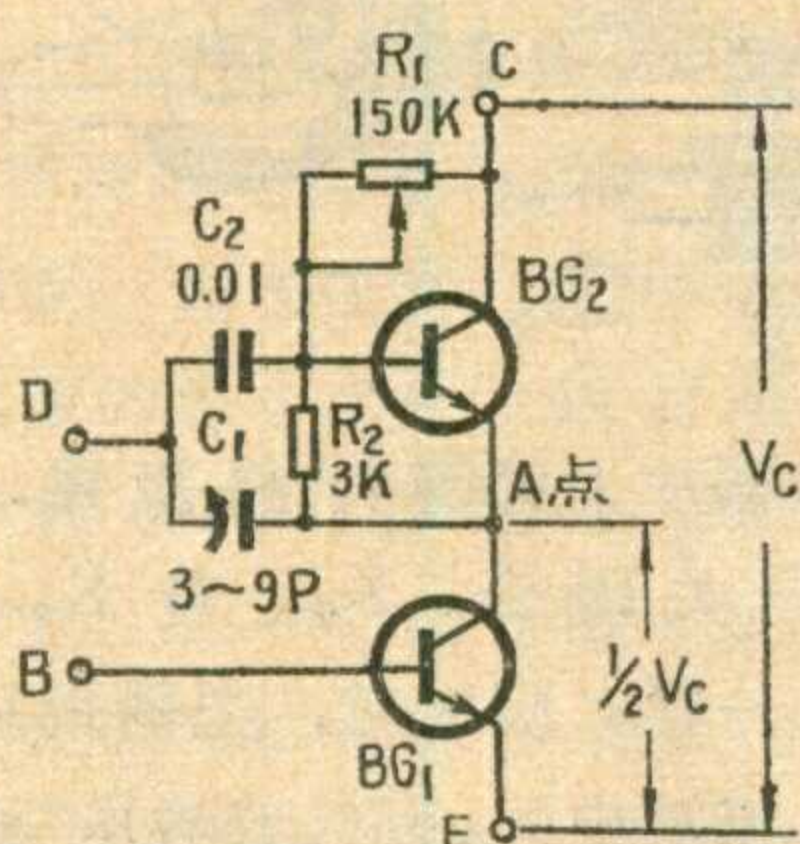






**问：**在晶体管电视机的视放末级，需要一只  $BV_{ceo} > 100$  伏的硅三极管，能不能想办法用低反压硅三极管代替？

**答：**可以用两只  $BV_{ceo} > 50$  伏的硅三极管，按照共集电极电路和共发射极电路串联的办法来代替（如图所示）。为了安装方便，可将



所用元件及管子装在一块胶木板上，从另一面引出 C、B、E 和地线 D 四根接线，直接焊到视放末级电路中去，原电路中的电阻、电容都不必更动。BG<sub>1</sub> 的基极为串联组件的基极；BG<sub>1</sub> 的发射极为串联组件的发射极；BG<sub>2</sub> 的集电极为串联组件的发射极。

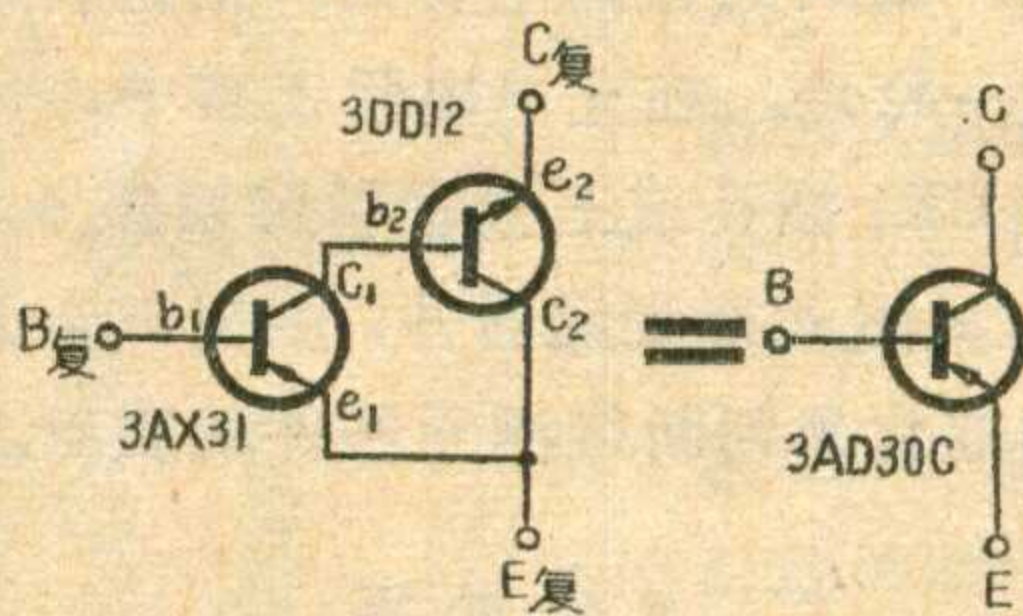
代用硅三极管，只要  $BV_{ceo} > 50$  伏， $\beta > 20$ ，截止频率  $f_T > 20$  MHz 的中功率 NPN 型晶体管均可选用。调试时，在串联组件未接入视放电路之前，将 150K 偏流电阻 R<sub>1</sub> 先调在中间值，接入电路后，再微调 R<sub>1</sub> 并用万用表直流电压档监测 A 点电压，使之等于 C 点电压的一半即可。收看节目时再微调 C<sub>1</sub>，以提高图象的清晰度和对比度。

(张祥霖)

**问：**有一台 23 厘米晶体管电视机的场扫描输出管，原采用  $BV_{ceo} \geq 50$  伏的大功率的锗管 3AD30C，能不能在不更改原线路的前提下，用  $BV_{ceo} \geq 50$  伏的大功率硅管来代替？

**答：**实践证明是可以的。用一

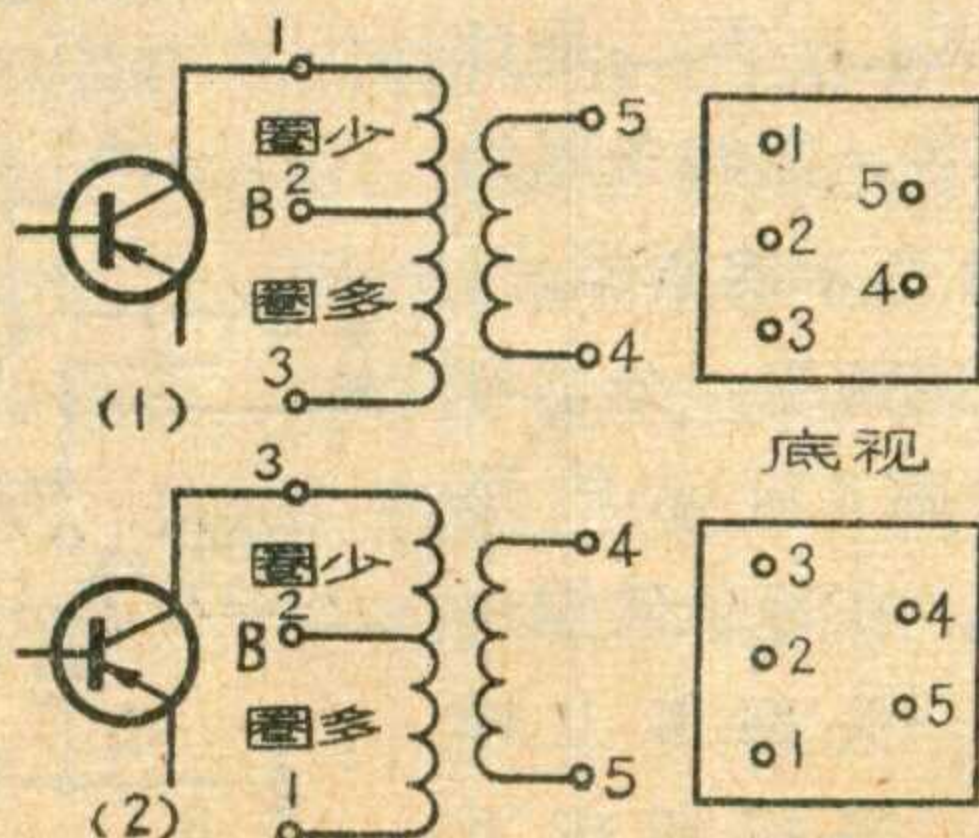
只 3AX31 和一只硅大功率管 3DD12 组成复合管，如图所示，不需要更改电视机原来的线路，就可直接替换 3AD30 工作。修理时只要拆



下损坏的 3AD30C，在原有散热片的安装孔上装上 3DD12 或 3DD15，然后按照图示接入一只 3AX31 即可。也可以采用 DD01、DD02 等其他型号的大功率硅管，效果与 3DD12 相同。如果采用 DD01 等其他类型的管子，则需要根据不同管子外型来改动散热片的安装孔，或者另做一块散热片。由于采用了复合管的接法， $\beta_{复} = \beta_1 \cdot \beta_2$  每管的  $\beta$  值都不需很大，所以，只要选用  $\beta$  值为 40~60 的 3AX31 与  $\beta$  值为 10~50 的 3DD12 (3DD15) 就可满意地工作。原电路换上复合管后，只需要调整一下场幅度与场线性电位器即可正常收看。(陈锡仪)

**问：**SZP 型中频变压器的初级，有的是 1~2 端圈数少（底视图）、2~3 端圈数多，有的是 1~2 端圈多、2~3 端圈数少，这是为什么？如何使用？

**答：**SZP 型中频变压器分旧标准和新标准两种。旧标准引出脚上的号码是反时针方向排列的（见图 1），后来新标准改为图 2 的形式（为了与旧的印刷电路板通用，也有的新标准的中频变压器，内部引出头的相对位置没有变）。所以同



型号的中频变压器有两种出腿标志。但是在使用时，不管是哪一种形式，电源和集电极多数是接在圈数少的一段，因为这样做不仅机器工作稳定，而且增益也够用。

(文尚)

**问：**有一部天津产的 500 瓦扩音机，它的前级交连电容器（0.05 微法）漏电引起失真，我换上了一只新纸介电容器，音质好听了，但出现了交流声，这是什么原因？

**答：**可能是电容器接反了，将纸介电容标有一道黑圈的外金属极一端接到了栅极，这样电容器外金属极感应到的杂散交流干扰信号就可能直接串到栅极，加之天津 500 瓦扩音机前级又装在电源整流层的上面，层间无金属板隔离，电容器外金属极就更容易受到电源 50 赫交变电磁场的干扰。

排除方法：①将交连电容器方向改变一下，使外层金属极接上一级电子管屏极，内层接下一级的栅极。这时电容器外金属极感应到的交流干扰信号，受到阻抗

$$Z_c = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 0.05 \times 10^{-6}} \approx 64 \text{ 千欧}$$

的衰减，就可以基本消除交流声；②将电容器外层裹一层锡箔屏蔽起来，并将锡箔接机壳，效果将更好。

(吴绪义)

**问：**手头上有一只 490 微微法空气双联，能否和 LT101S 及 LT104B 线圈配合，装制电子管收音机？

**答：**LT 型线圈，本来是为配合 365 微微法空气双联而设计的。原说明书线路图上，中波波段垫整电容用 470 微微法，如果改用 490 微微法的双联，垫整电容可改为 600 微微法。

因为是磁心线圈，调整时可以把磁心转出一点，改变电感量 L 使其与双联配合就可以了。还有一个办法，就是把双联动拆去两片或三片。拆片子时要小心，不能把要保留的片子弄歪或弄坏。(方锡)

# 用音调检测

# 元器件的小仪器

林永恩

我们仅用一只单结晶体管、一只晶体三极管、一只喇叭和几只电阻、电容组成了这台小仪器。通过喇叭有无声音或音调的变化，可以判断电路的通、断，阻值的大小，电容器的质量及极性，可控硅的质量，三极管的管脚 e、b、c。这个仪器还可以作音频信号源及电码练习器用。

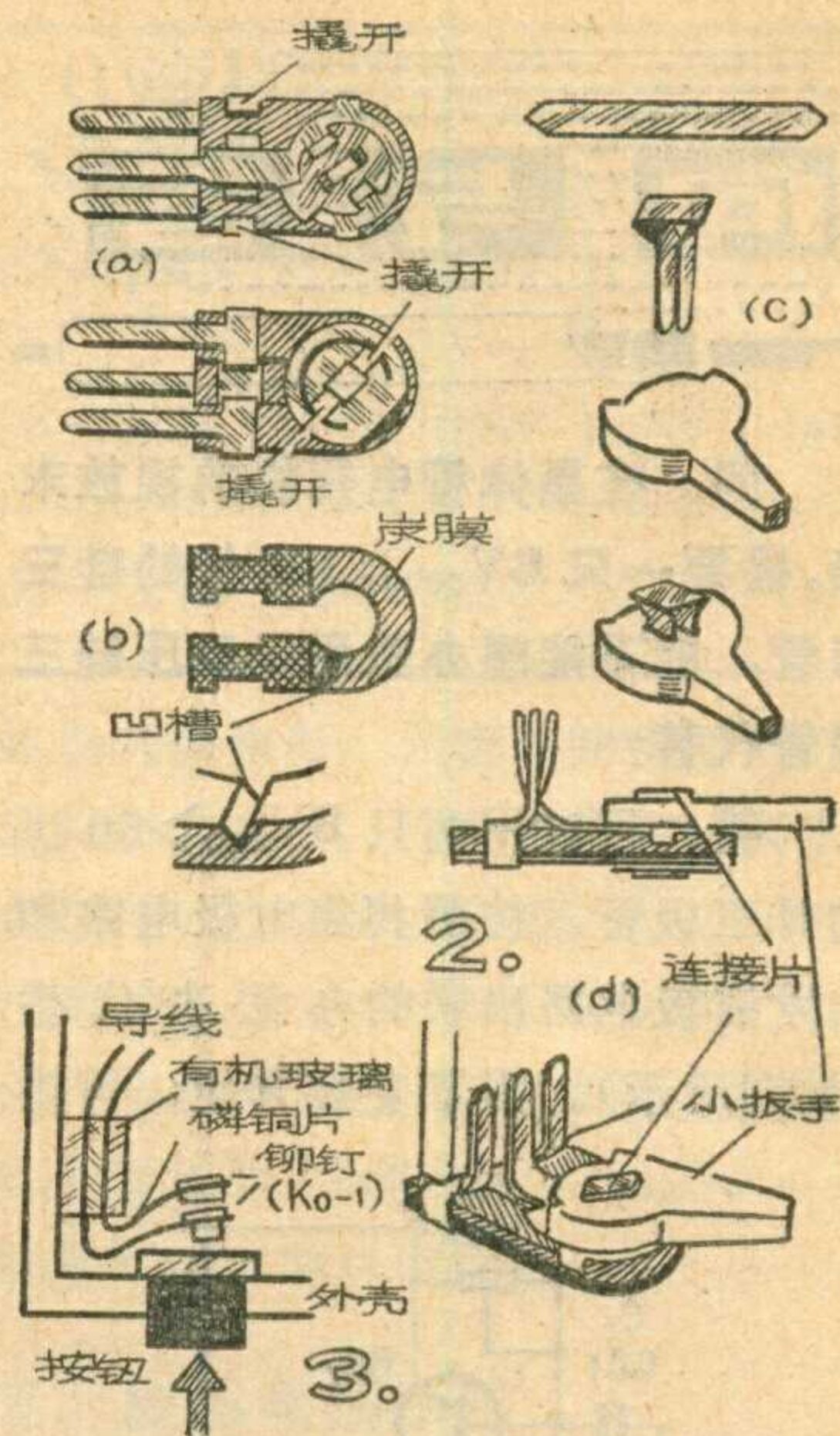
仪器的线路见图 1。BG<sub>1</sub> 为单结晶体管，利用单结晶体管的负阻特性组成自激振荡器。从图中可以看出，接上电源时，电源电压经电阻 R<sub>1</sub>、W 给电容器 C<sub>1</sub> 和 C<sub>1</sub>' 充电，当电容器上的电压充到 BG<sub>1</sub> 的峰值电压时，BG<sub>1</sub> 导通。BG<sub>1</sub> 导通后，电容器通过 R<sub>3</sub> 和 e-b<sub>1</sub> 结放电，随着放电，电容器上的电压降低，当电容器上的电压降到 BG<sub>1</sub> 的谷点电压时，BG<sub>1</sub> 截止，放电过程结束。这时电源又重新通过 R<sub>1</sub>、W 给电容充电。此过程周而复始，于是 BG<sub>1</sub> 的负载电阻 R<sub>3</sub> 上就有振荡信号输出。此振荡信号经 C<sub>2</sub> 耦合到



射极跟随器 BG<sub>2</sub> 的基极，经 BG<sub>2</sub> 进行电流放大，然后推动喇叭。从图中可以看出，当改变充电电阻的阻值时，振荡信号的频率就发生变化，喇叭的音调也变化。正是利用这一特点，在充电电阻支路中，通过 CK<sub>1</sub> 插孔或三极管管脚插座 e、b、c 接入待测元器件，由喇叭音调的变化来判断待测元器件的质量。

## 元件选择

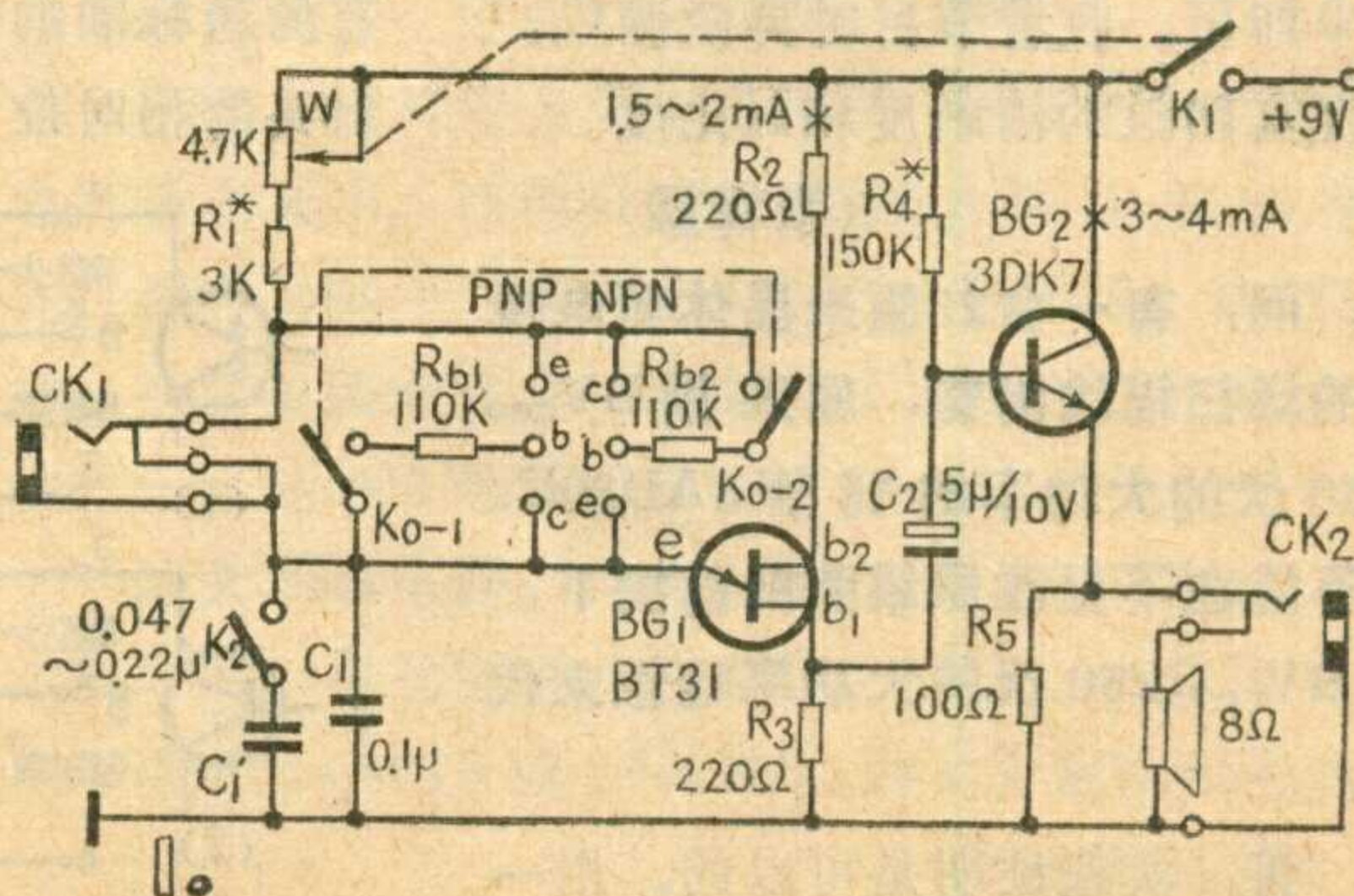
BG<sub>1</sub> 用 BT31~BT33 型单结晶体管，要求它的分压比  $\eta \geq 0.5$ ，发射极与第一基极间反向电压  $> 15$  伏。BG<sub>2</sub> 用 NPN 型低频或开关管，要求  $h_{FE} > 100$ 、 $BV_{CEO} > 10V$ 、 $I_{CM} > 30mA$ 、 $P_{CM} > 100mW$ ，本仪器用 3DK7。W 为收音机中的带开关电位器。喇叭用 2 英寸、8 欧的恒磁动圈喇叭。CK<sub>1</sub>、CK<sub>2</sub> 用市售的耳塞机插座(包括插头共两套)。三极管的 e、b、c 管脚座用市售成品。开关 K<sub>2</sub> 是用 470 欧或 680 欧的 WH7 型微调合成膜电位器改制的。这种电位器形状见图 2(a)，先用小刀把图中箭头所示部分撬开，电位器就被拆开了，找出其中涂有炭膜的电阻片如图 2(b)所示，把炭膜用锉刀全部锉净，并开一个凹槽。这样电位器的阻值为  $\infty$  了。再按原样把电位器装好即成为开关了。为了开关方便，用有机玻璃作个小扳手。先按图 2(c)把铜片弯成一个连接片，用烙铁烫热后插入图 2(d)所示的扳手中，并让小铜片的插入端与电位器的调整片固定在一起。此开关有两个端点，可根据需要的扳动方向选择端点。“ $\beta$ ”档按钮开关 K<sub>0-1</sub>、K<sub>0-2</sub> 是自制的。用四条厚约 0.2 毫米的磷铜片，分成两组，分别弯成图 3 所示的形状，在每条磷铜片的一头都铆上铆钉。当按钮按下

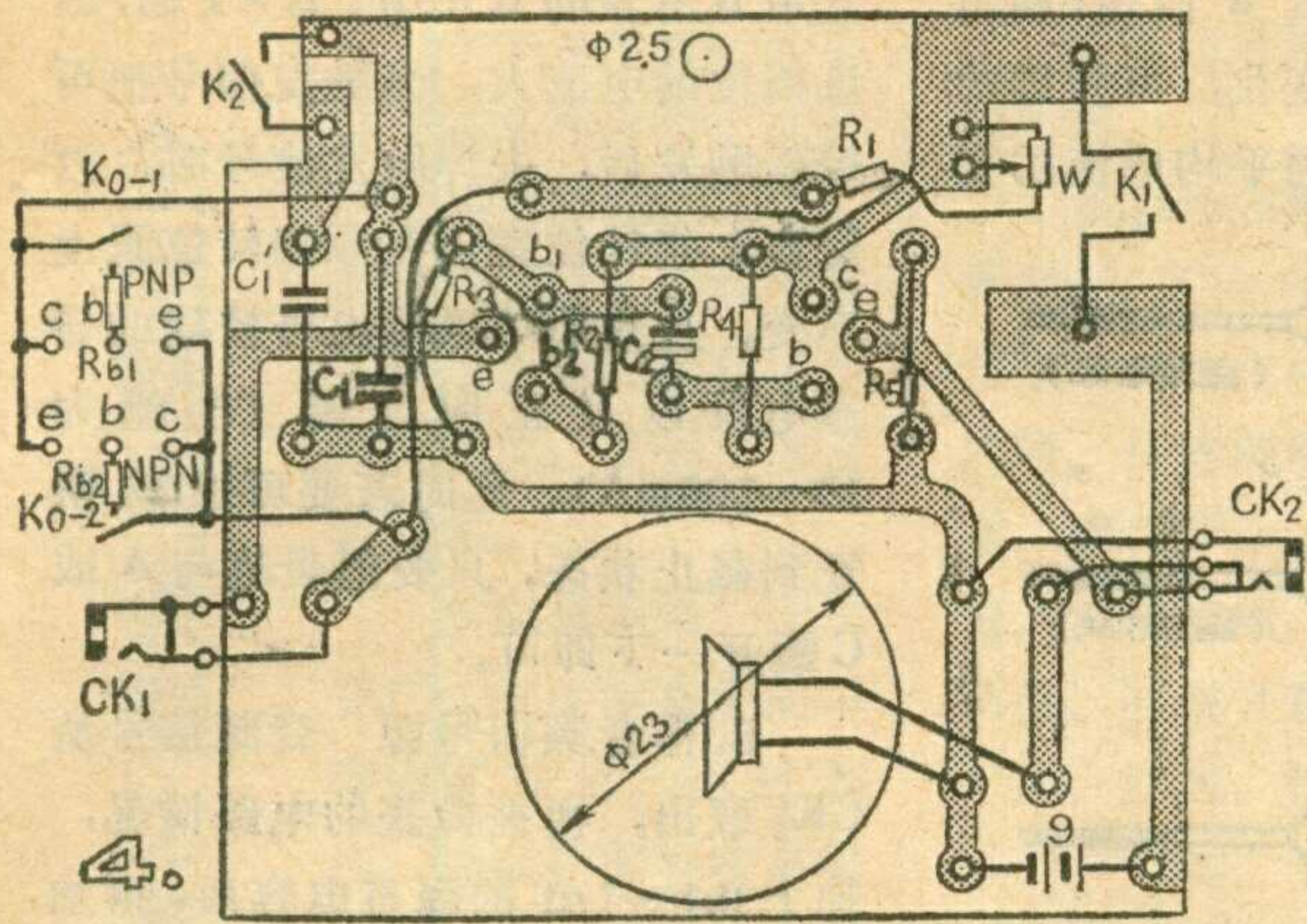


时，磷铜片上的铆钉相接触，相当于开关闭合。K<sub>0-2</sub> 与 K<sub>0-1</sub> 形状大小一样。固定时，把磷铜片夹在有机玻璃中间，有机玻璃用“502”胶互相粘上，并粘在外壳上。在四条铜片上焊上四条引线分别接到图 1 中 K<sub>0-1</sub>、K<sub>0-2</sub> 的位置上。按钮是用两块有机玻璃(方形或圆形都行)粘成的。刻度盘是用直径为 25 毫米的有机玻璃作的。上面刻有数字，数字从仪器面板上的窗口透露出来，以便能大概确定在某数字位置上所对应的频率。因考虑到仪器的体积小，所以采用 9 伏积层电池，整机耗电较小，一般不超过 8 毫安。

## 调整与安装

该仪器的线路印刷板见图 4 (尺寸大小为 1:1)。电路焊接以





后, 进行调试。先不接上电阻  $R_1$ , 在图 1 中  $BG_2$  的集电极电路“×”处接入 10 毫安的电流表。  $R_4$  用一只 100 千欧的电位器与 100 千欧的电阻串联。调电位器, 使  $BG_2$  的集电极电流约为 4 毫安。然后将电流表串接在  $BG_1$  的第 2 基极电路“×”处。用一只 10 千欧电位器与 3 千欧电阻串联代替  $R_1$  接入电路, 先把  $W$  旋到阻值最小, 再调 10 千欧电位器, 喇叭应有音频叫声, 逐渐降低该电位器的阻值, 使音频叫声音调变高(频率高), 直到喇叭突然不响为止(这是一个灵敏点), 再把电位器稍往回旋使音调适当(约 7~8K), 电路维持振荡。此时, 第二基极电流约为 1.5~2.5 毫安。然后关闭电源, 把调试时焊上的电位器、电阻焊下, 测量出阻值, 用相应的电阻接入电路。若调试中, 代替  $R_1$  的 10 千欧的电阻调到阻值最小时, 电路仍不出现上述的灵敏点, 可将 3 千欧电阻减为 2 千欧试之。工作点调整好以后, 调  $W$ , 喇叭中的音频叫声的音调应连续变化, 不能出现停振点, 否则应重新调整  $R_1$ 。

然后把开关  $K_2$  扳向断路状态, 用万用表的 10 伏电压档测量  $BG_1$  的发射极对地电压应有 4~6 伏, 调  $W$ , 使  $W$  在 0~4.7K 范围内变化时,  $BG_1$  的 e 极电压不变, 说明当  $K_2$  开路(振荡频率偏高)时,  $BG_1$  也未停振(当  $W$  调到阻值最小时, 音频频率约为 15KHz 以上,

在后盖上打两个  $\phi 2$  的小孔, 将耳机插座原接线片上的小孔扩成  $\phi 1.6$ , 再用 M2 丝锥套扣, 用螺钉把后盖固定在插座上。使用时, 红表笔接插头的心线。

### 使用

本仪器的用途很多, 下面我们只介绍几种通用的方法, 有些扩展用途大家可以自己去摸索。

1. 测量电路的通、断 先将仪器电源开关打开, 并将  $W$  调至任意位置, 喇叭有一音频叫声。把表笔所带的插头插入  $CK_1$ , 喇叭应无声。用两只表笔接所测电路, 若喇叭又有音频叫声, 说明电路是通的。若喇叭仍无声, 说明电路是断开的。

2. 测电阻 如图 6(a)所示, 若喇叭发生的音频叫声的音调高, 说明阻值小。阻值越大, 喇叭的音频叫声的音调越低, 当测量小阻值电阻时, 若音调很低, 说明该电阻已坏。可以通过与标准电阻音调比较的方法, 大致确定所测电阻的阻值。同理也可以用于测电位器的好坏。

3. 检查电容器 本仪器只能检查容量在 0.1 微法以上的电容器的质量。检查时, 先将表笔任意地接在电容器两端如图 6(b)所示, 喇叭有声音, 且音调由高到底并很快消失; 若把表笔对调试之, 音调变化仍同上, 说明所测的电容器是好的。

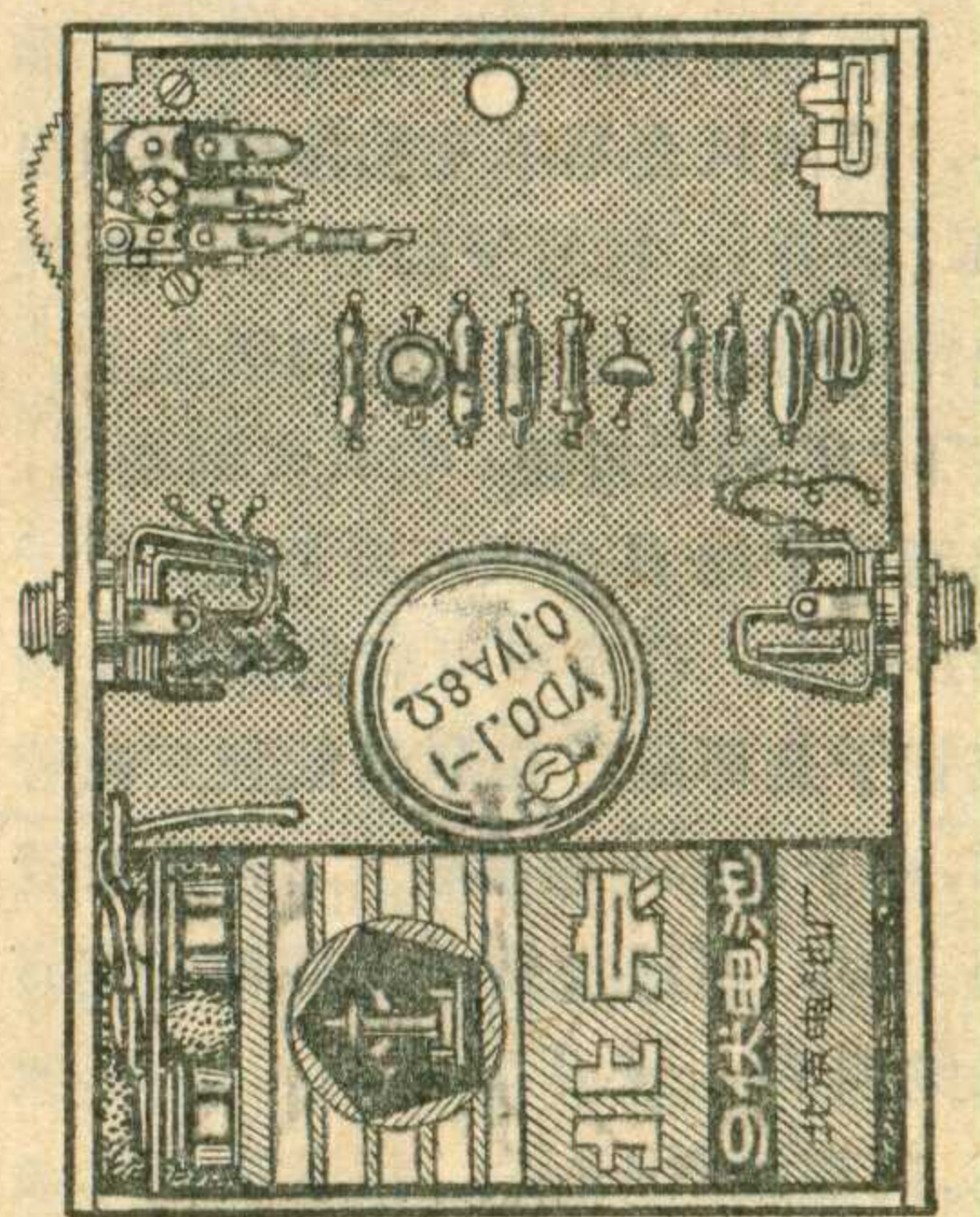
人耳不易听到声音)。如果当  $W$  调到某值后,  $BG_1$  的 e 极电压变为 0.5~2 伏, 则应加大  $R_1$ 。

整个仪器的安装见图 5。外壳尺寸为  $83 \times 61 \times 26$  毫米<sup>3</sup>; 是用有机玻璃制作的。固定后盖时,

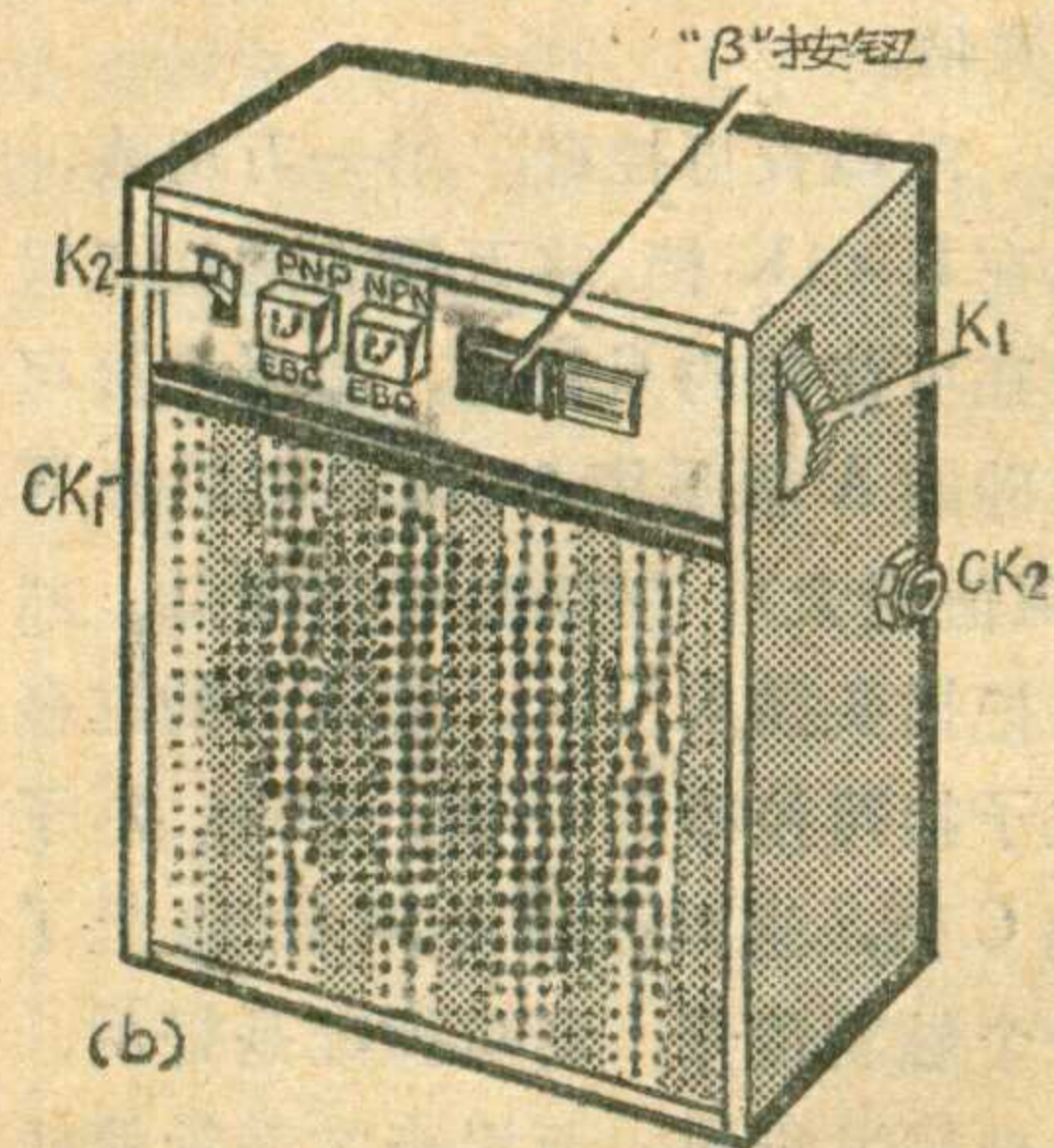
判断电解电容的极性时, 当负表笔接的是电容器的负极时如图 6(c), 喇叭中声音的音调由高到低很快消失。当负表笔接的是电容器的正极时如图 6(d), 音调由高变低, 音调变低后还有节拍声, 说明此电解电容漏电, 节拍频率越高, 漏电越大。如果电解电容反向漏电小, 不太好判别正、负极时, 可以把  $K_2$  拨向断开方向, 当正表笔接正极时, 音调由高变低, 间歇一下, 响一声; 当正表笔接负极时, 音调由高变低, 间歇一下响一下, 再间歇一下还能响一下, 反复几次可以判断出来。如果漏电很小, 用此方法就不易判断了。

4. 测电感元件 接线如图 6(e), 若喇叭有音频叫声, 说明线圈(或变压器绕组)是通的, 否则说明线圈有断路。

5. 判断二极管极性和质量 接线见图 7, 当负表笔接的是二极管的负极时, 喇叭就有音频叫声, 反



(a) 5.



(b)

之则没有。如果表笔正、反接二极管时，都有音频叫声，说明二极管击穿。如果表笔正、反接二极管时，都没声，说明管子已断路。

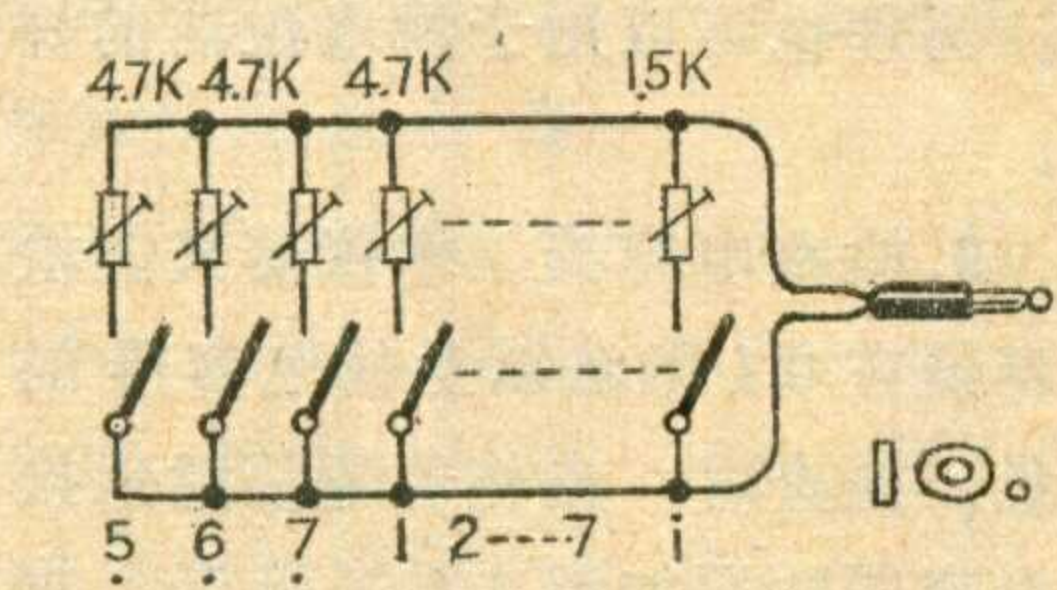
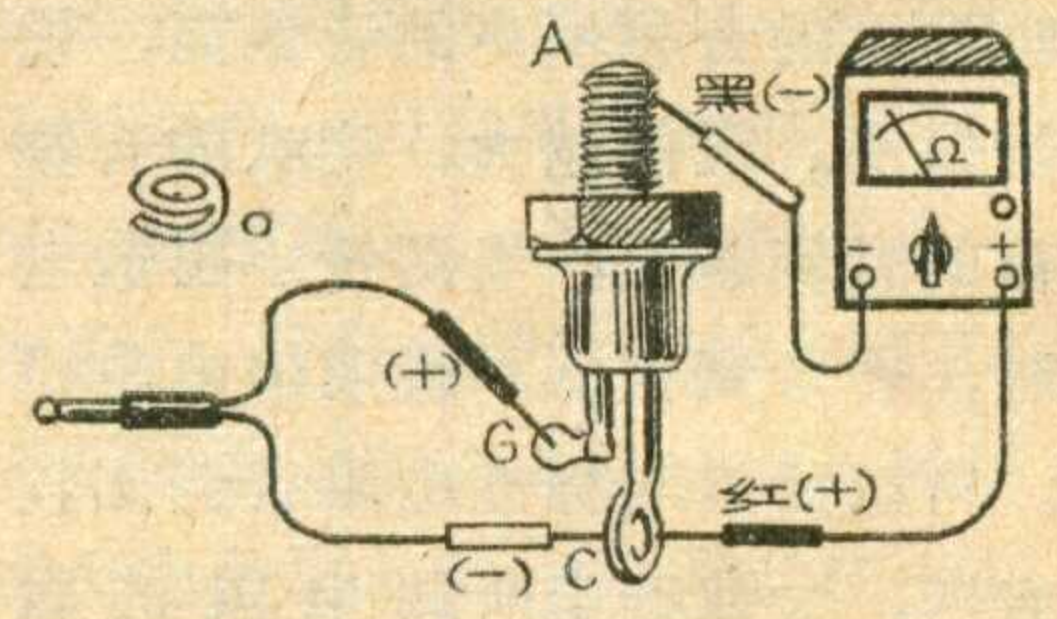
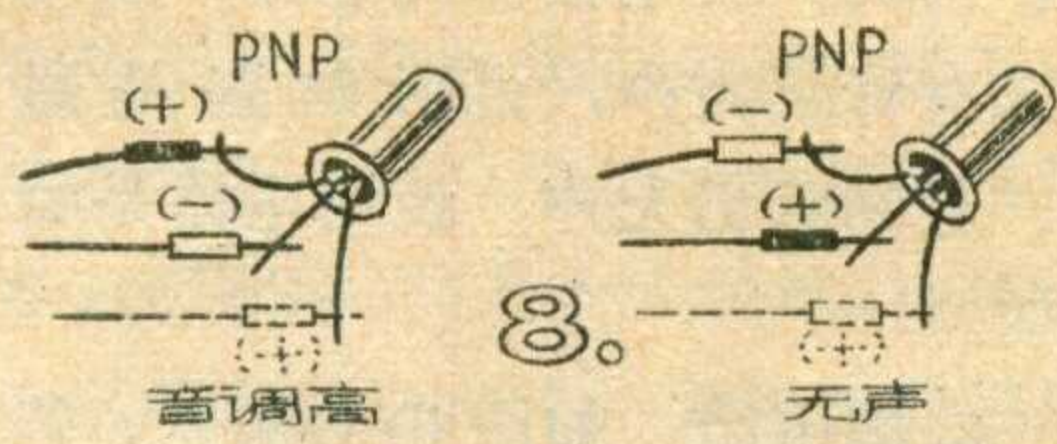
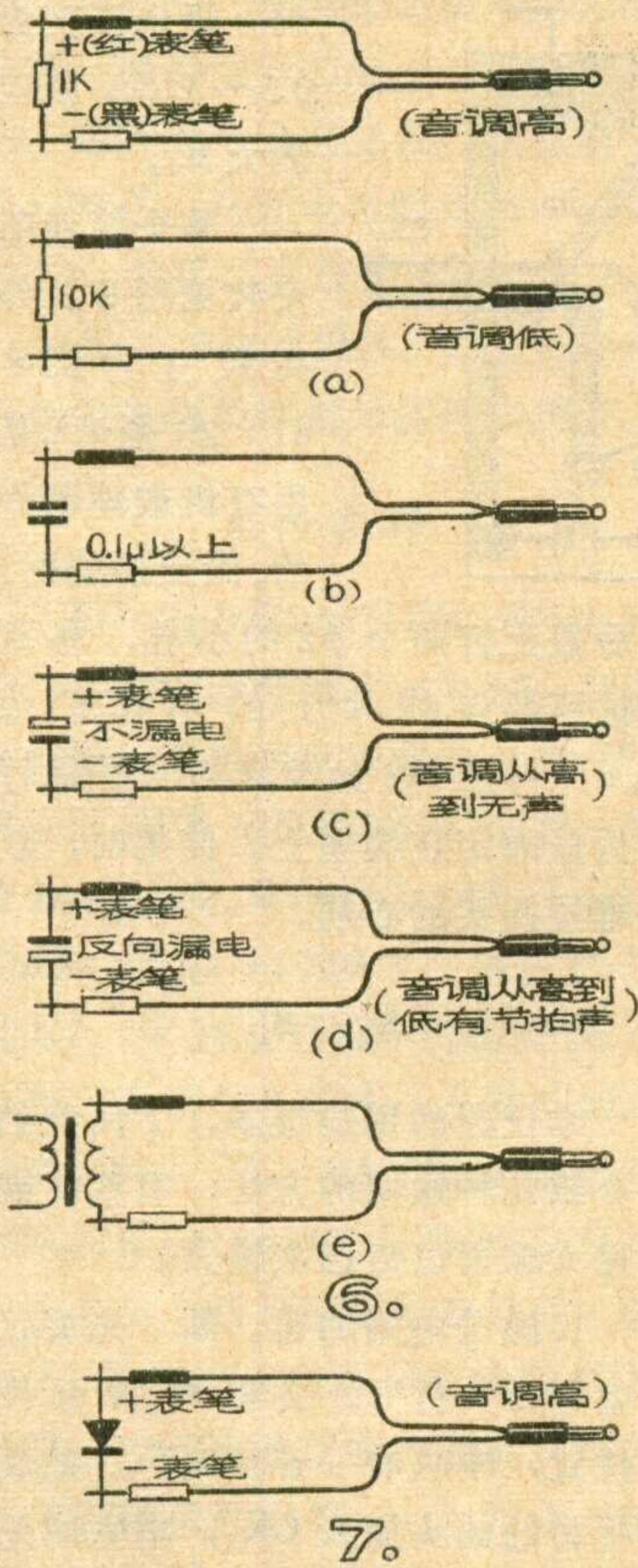
6. 测量晶体三极管 判断管脚时，若测的是PNP型管，按图8所示，用负表笔接任一管脚，用正表笔分别去触另外两个管脚，若喇叭音调均为高，则把正表笔接到刚才接负表笔的管脚上，用负表笔去接触另外两个管脚，喇叭若无声，说明现在负表笔接的是基极。基极找到后，用负表笔接基极，正表笔分别去接触另外两个极，喇叭音调偏高时正表笔接的是C极，音调偏低时正表笔接的是e极。判断NPN型管，大家可以自己试之。

判断 $I_{ce0}$ 时，以PNP型管为例，负表笔接C极、正表笔接e极，若喇叭音调偏低或出现节拍声，说明管子的 $I_{ce0}$ 较小，若喇叭无声， $I_{ce0}$ 就更小；若喇叭的音调变高，说明所测管的热稳定性差。

测 $h_{FE}$ 时，CK<sub>1</sub>上仍插上插头，但两只表笔不互相接触（相当CK<sub>1</sub>断开）。按管子的类型、极性把待测管插在面板上管脚插座上。按下“ $\beta$ ”测试按钮，喇叭音调越高，说明管子的 $\beta$ 值大；音调低，管子的 $\beta$ 值小；若无声可能是极性接错或管子是坏的。在测低频三极管时，由于 $I_{ce0}$ 一般都较大，当插在管座上时，可能没按 $\beta$ 按钮时，就有低频叫声，按 $\beta$ 按钮时，音调变高。同理测NPN管。此方法只能比较管子的 $\beta$ 高低，而不能测出它的 $\beta$ 数值。

7. 检查可控硅 用一万用表，选在R $\times$ 1K档。将万用表的红表笔接在可控硅的C极上，黑表笔接可控硅的A极见图9。调本仪器的W（阻值变大），使喇叭音调变低。然后把插头插入CK<sub>1</sub>，将插头的红色夹子接可控硅的G极，黑色夹子接C极，这时已给可控硅加上一个触发信号，若可控硅是好的，即被触发导通，万用表的表针偏转

到一位置。如果改变W阻值，相当于触发信号的频率变化，可控硅的导通次数在变，它的平均电流的变



化可从万用表上表针的摆动可以看出这种变化，从这里可以了解到可控硅的导通与关断特性。当去掉触发信号时，万用表指针仍指“ $\infty$ ”。

若用万用表的R $\times$ 10、R $\times$ 1档，因该档位的电流大，当触发信号把可控硅触发后，去掉触发信号时，万用表上指针位置仍在原偏转位置上不变，从这里可以看出可控硅的导通电阻以及正向压降（电流为10~100mA）。此时若要可控硅恢复到截止状态，只要把表笔与A或C断开一下即可。

8. 作音频信号源 音频信号从CK<sub>2</sub>取出，视被检查的电路情况，加上0.1~1 $\mu$ f的隔直电容后，再到所要检查的收音机上。

9. 作电码练习器 电键输出的信号经插头、CK<sub>1</sub>加到仪器上，从本仪器喇叭输出电码信号。若嫌机内喇叭小，可由CK<sub>2</sub>接入5英寸的喇叭，供练习使用。

另外，本仪器当K<sub>2</sub>接通时，音频范围为几百赫~10千赫，当K<sub>2</sub>断开时，频率变化范围为8~20千赫。该仪器还可以有些其它用途，比如，由CK<sub>1</sub>接入如图10的电路，就可以兼作简易的电子琴。

## 上期“想想看”答案

1. 接入二极管D后，由于二极管只能让一个方向的电流通过，所以测得电压 $U_{AB}$ 为半波整流的电压平均值， $U_{AB}=0.45 \times (8 - 0.7) \approx 3.3$ 伏（0.7伏为二极管上压降）。

接入电阻、电容后，当A<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>端是断路时，在半个周期内二极管导通，次级回路电流经电阻给电容充电；在另半周，由于二极管截止，次级回路无电流，电容通过本身的大的漏电阻和二极管反向电阻放电，放电电流很小，所以电容上的电压近似不变。这个充、放电过程不断重复，使得电容上的电压逐渐增高，当充电电压至电源电压峰值时，电路达到平衡。测得的电压就是这个峰值电压，约为 $8\sqrt{2} \approx 11$ 伏。

（胡宇明）

# 全国航海模型比赛在北京举行

今年8月份，在北京怀柔水库举行了1978年全国航海模型比赛，同时还进行了无线电遥控舰船模型表演和创作模型展览，受到了观众的好评。

航海模型是一项深受广大青少年喜爱的军事体育项目。通过制作、操纵控制各种航海模型，广大青少年不仅可以学习到电子技术和造船技术知识，还可以逐渐养成爱科学、学科学、用科学的好习惯。这样的军体活动为国防建设和生产建设培养了后备人才，对加速实现我国四个现代化有着重大的意义。

我国开展这项活动已有20多年的历史，1958年以来，我国先后举行过八次全国航海模型比赛。但由于受林彪、“四人帮”的干扰、破坏，这项活动停顿了一个时期。粉碎“四人帮”以后，在华主席、党中央的关怀下，这项活动又获得了新生。今年这次比赛是恢复活动后的第一次，有24个省、市、自治区参

加，比赛内容较多，比赛形式也比较新颖。

参加外观舰艇模型评比的有39艘模型，其中有护卫舰、巡洋舰、驱逐舰、直升飞机航空母舰、坦克登陆舰、扫雷舰等。这些模型尺寸准确、设备齐全、布置合理、工艺精细、粘结牢固、不变形、喷漆光洁明亮、装璜美观大方。评比结果，广东、江西、河南省创作的模型获得了一等奖。

参加舰船模型设计创作评比竞赛的作品有100多件，其中有纸制、纸木混合结构的各种舰船模型及各种简易电子程序控制和无线电遥控的模型，适合青少年制作。还有些作品结构巧妙、色彩鲜艳、形象逼真。广东省代表队余英伟设计创作的无线电遥控导弹艇只有一个通道，利用自制的数码配电盘控制，可以作出多种动作。

这次竞速艇模型比赛有2.5毫升空气桨和2.5、5、10毫升水中桨四种。2.5毫升空气桨竞速艇模型是我国第一次列为竞赛项目的。江西省运动员付炳炎以14秒6的成绩获得了该项比赛冠军。

无线电遥控舰船模型比赛分为两种，一种为无线电遥控“M”级帆船模型比赛，经过激烈争夺，广东队

的林诗亮、左乃培同志以优异成绩获得了冠军。他们制作的帆船模型重量轻、操纵性好，在风速小的情况下发挥了它的优越性。另一种为无线电遥控竞速艇模型比赛，上海队的吴振维、周学勤获得了该项冠军。

这两种模型是近几年国际竞赛活动中出现的新项目，我国第一次列为竞赛项目，从比赛中可以看出，无线电遥控技术有了进一步的发展，如福建队胡利群制作的无线电比例遥控设备操纵比较灵活、动作柔和。

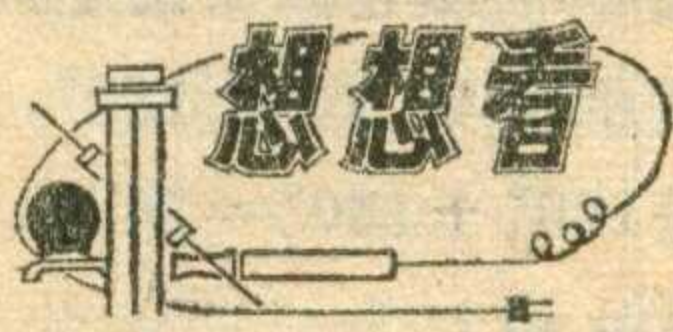
在这次航海模型比赛中，还有很多表演模型，这些模型有的可以用到国防建设上，有的可以用到生产建设上，有的可以用在科研上。参加表演模型表演的有北京、上海、天津、广东、湖北等省、市10个单位，实验模型有汽垫船、水翼艇，供研究用的有顶推船，水质测量船，声控潜水作业船，还有水上飞机、导弹快艇、扫雷艇等，都作了精彩的表演。

这次比赛展示了航海模型活动的广阔前景，为广泛开展群众性航海模型活动、提高各项运动技术水平打下了良好的基础。

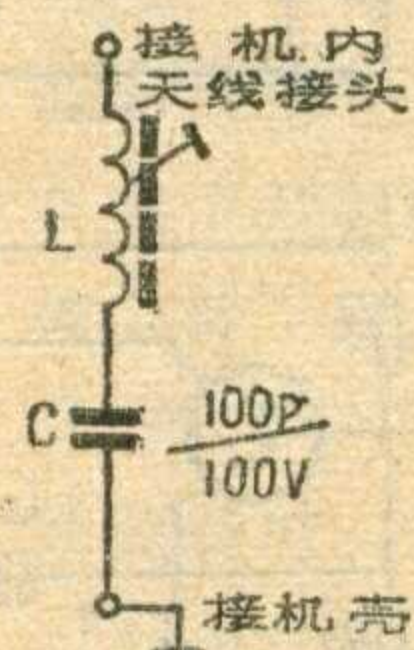
国家体委军事体育局  
航海处供稿

2. 由Q值的物理意义可知，它正比于谐振时振荡回路贮存能量与消耗能量之比。在图(1)中，电阻R和整个电感L并联，加到R上的电压等于加到电感上的电压。而在图2中，R和一部分电感并联，加到R上的电压也只是L上的一部分。所以图2中R上消耗的能量比图1中R上消耗的能量少，图2所示的振荡回路的Q值高。在收音机的中频放大器中，中频变压器线圈带有抽头，使得晶体管的输出阻抗仅和线圈的一部分并联，以免降低中频谐振回路的Q值。

(魏群)



700千赫广播电台干扰。为此给它加一如图示的700千赫信号陷波器。L用10×10半导体收音机的

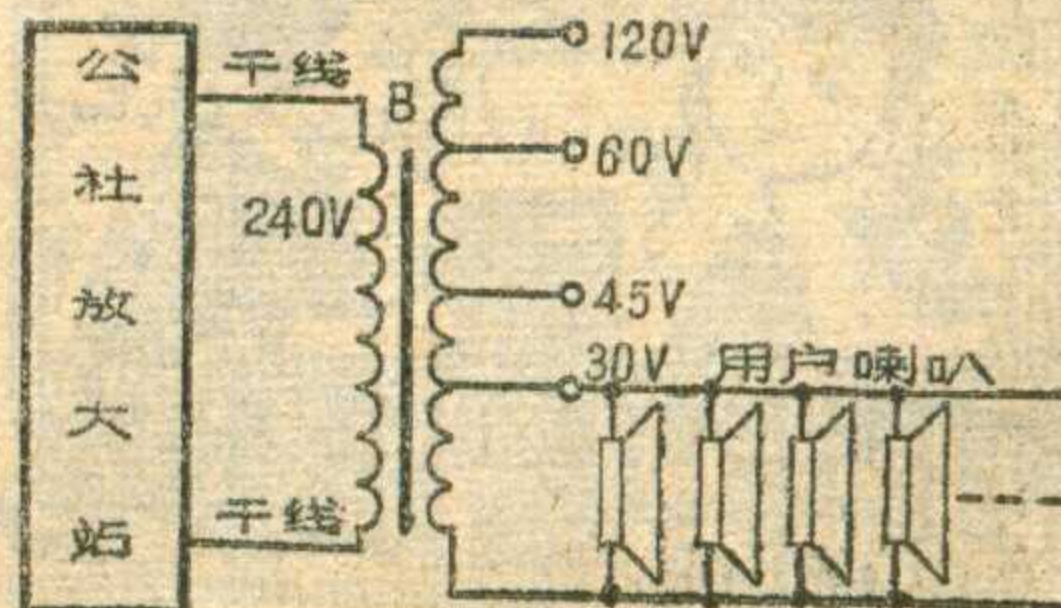


中频变压器的初级线圈，C为100P的云母电容器。使用时干扰消除了，但电容C却经常击穿，L有时也被烧坏。你能告诉我们这是什么原因吗？

1. 我们的电子管收音机，经常受到附近

700千赫广播电台干扰。为此给它加一如图示的700千赫信号陷波器。L用10×10半导体收音机的中频变压器的初级线圈，C为100P的云母电容器。使用时干扰消除了，但电容C却经常击穿，L有时也被

2. 某大队有400个舌簧喇叭，并联接在线路变压器B的次级30伏出线端，B的初级240伏进线端接公社放大站的双铁线干线如图示，公社与大队相距约10里，喇叭的声音大小可以。小王为了让喇叭更响，把它改接在120伏出线端，结果喇叭声音不但不大，反而比原来还小得多，你能告诉小王是什么原因吗？



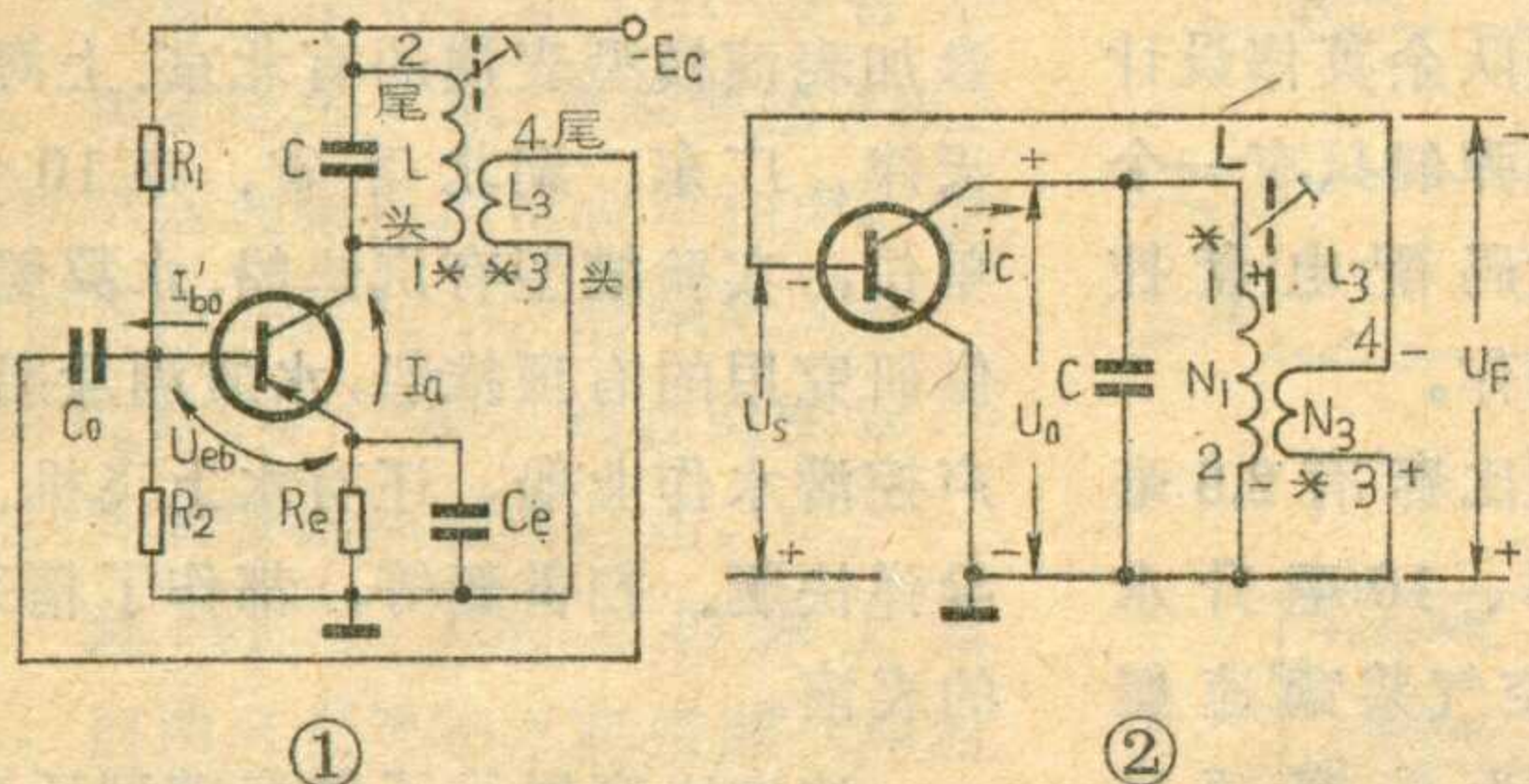
# 谈谈LC振荡电路

金方

LC振荡电路是一种正弦振荡器，在广播、通信、自动控制及遥控设备中都广泛地应用。LC电路的种类很多，但这里我们主要介绍变压器耦合振荡器和三点式振荡器。

## 一、从变压器耦合振荡器谈起

图1所示的是共发射极变压器耦合振荡器的典型电路，其中 $R_1$ 、



$R_2$  构成偏置电路。 $R_1$ 、 $R_2$  与发射极电阻  $R_e$  一起确定振荡管的直流工作点。LC 并联电路串在集电极与电源  $E_c$  之间，使集电极电流  $I_c$  有直流通路，并起到选频作用。线圈  $L_3$  作为线圈  $L$  的次级 ( $L_3$  与  $L$  是绕在同一磁心上)， $L_3$  将 LC 谐振回路的交流能量经  $C_0$  返送到管子基极。 $C_0$  在这里是防止基极直流电压被  $L_3$  短路，起隔直流作用。电容  $C_e$  使发射极高频接地，不致因  $R_e$  存在而产生交流负反馈。

为了便于讨论，可将  $C_0$ 、 $C_e$  看作交流短路，电源  $E_c$  看作内阻为



零的理想电源，即  $E_c$  负端就是交流地电位，于是可将图1典型电路画成图2所示的简单交流电路。可以设想在电源  $E_c$  接通的瞬间，电阻  $R_1$  和  $R_2$  给振荡管偏置电路一个小的起始偏流，即从零跳变到  $I_{b0}$ ，同时产生  $I_{c0}$ ，这种集电极电流的跳变给 LC 回路以能量，激起 LC 回路振荡。在振荡电流中包含着极多的频率成分，但只有当频率和 LC 回路本身的固有频率相同的那个电

流，才能在回路两端产生较高的电压。所以 LC 并联谐振回路具有很好的选频特性。这个被选出来的高频电流，通过  $L$  和  $L_3$  的耦合反馈到晶体管基极，如果  $L_3$  的绕法正确，可使反馈电压  $U_F$  恰好与集电极输出电压  $U_o$  的相位差为  $180^\circ$ ，同时由于反馈电压就是共发射极电路的输入电压，即  $U_F = U_s$ 。通过晶体管放大，负载 LC 回路在  $f = f_o = 1/2\pi\sqrt{LC}$  时阻抗为纯电阻，集电极输出电压与基极输入电压相位差为  $180^\circ$ ，则总的相位差  $180^\circ + 180^\circ = 360^\circ$ 。即反馈电压  $U_F$  经过放大后它与 LC 回路电压相位相同，满足正反馈条件。因此，这种起始振荡虽然微小，但是依靠电路正反馈的作用，却可助长振荡增长。这样经过正反馈→放大→再反馈→再放大的循环，信号便不断增大，振

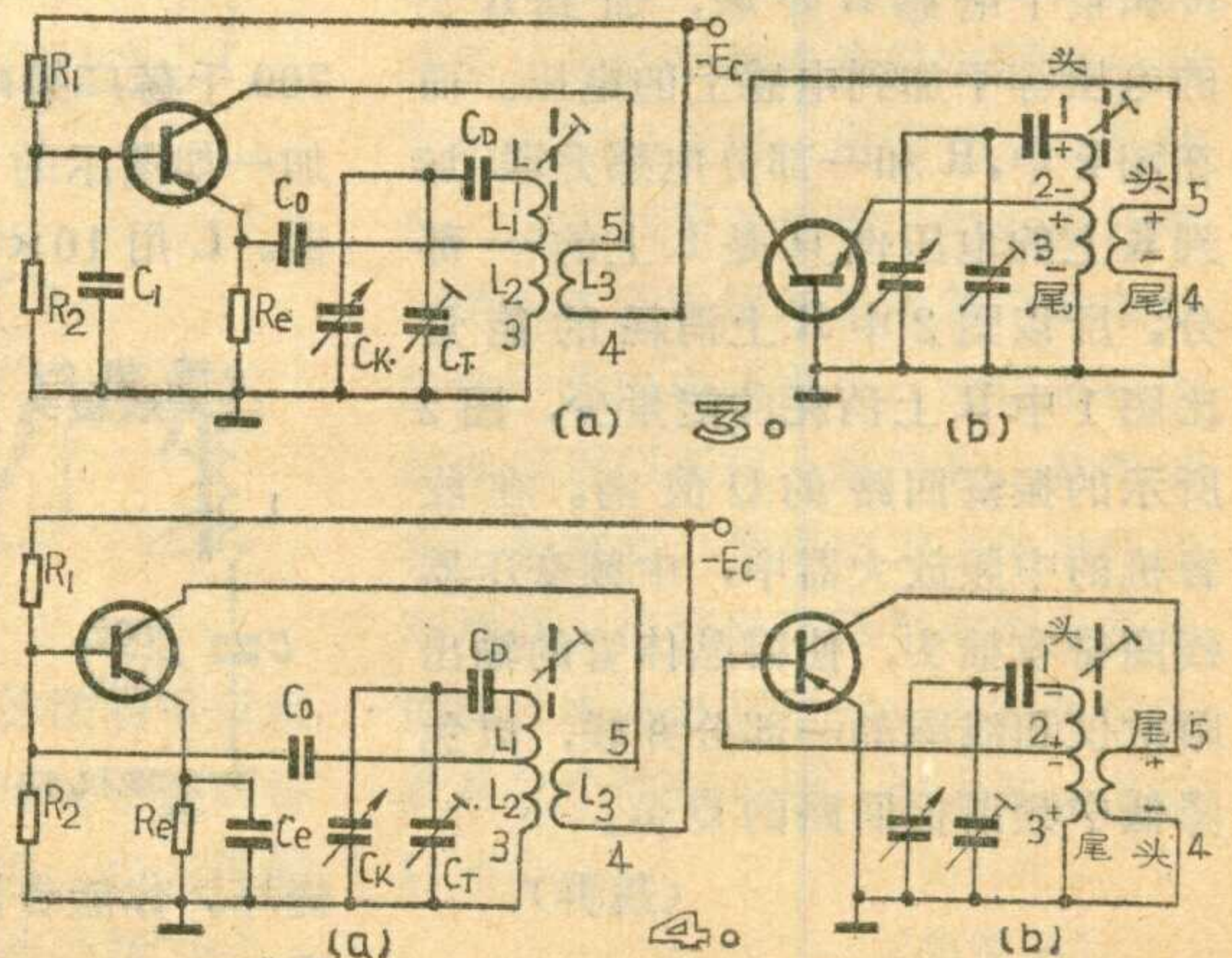
荡也就由小到大地逐渐加强起来了。

荡也就由小到大地逐渐加强起来了。

从以上讨论可知，产生振荡必须具备的两个基本条件：(一)相位条件：就是反馈必须是正反馈，即反馈信号与输入信号(电压或电流)要同相位，它们之间的相位差应为： $\varphi = 0$  或  $\varphi = n \cdot 360^\circ$  ( $n = 1, 2, \dots$ )。(二)振幅条件：正反馈电压必须足够大，即反馈信号  $U_F$  应该大于或等于输入信号  $U_F > U_s$ 。用  $\beta$  表示反馈系数， $\beta = U_F / U_o$ ，并用  $K$  表示无反馈时放大器的电压放大系数， $K = U_o / U_s$ ，那么反馈信号  $U_F = \beta U_o = \beta \cdot K \cdot U_s$ ，这样振幅条件可改写成  $K \cdot \beta \cdot U_s \geq U_s$  则  $K\beta \geq 1$ 。

振荡器起振后，振荡会不会无限制地增长下去呢？不会的，因为晶体管的特性曲线并不都是直线性的，由于正反馈信号不断增长时，必然会使管子的工作点进入非线性区域，于是放大器的放大倍数会随着信号增强而减小，从而使振荡的增长受到限制，最后获得稳定的等幅振荡。

变压器耦合振荡器在超外差式收音机里是经常用到的。图3、图



4 为常用的收音机本振电路。为了使本振频率有一定的复盖范围和统调，振荡回路内并入了可变电容器  $C_K$  和微调电容  $C_T$ ，还串入一个固定电容  $C_D$ 。图 3 a 电路中基极是输入回路与输出回路的公共端，又振荡回路接在基极与发射极之间，因此称此电路为共基调发电路。其中 LC 回路通过  $C_0$  耦合到发射极，基极则通过  $C_1$  交流接地，这样交流等效电路可画成如图 3 b 所示。此电路满足相位平衡条件。

图 4 a 所示电路叫共发调基电路，它的交流等效电路见图 4 b 所示。这种电路的输入电压相位与放大后输出电压相位正好相反，又 L 线圈 3 端与 5 端是同名端，因此图 4 a 电路仍然满足正反馈的条件，电路起振不成问题。

图 3、图 4 这两种电路的共同特点是它的振荡回路不是接在集电极和发射极之间，而是接在基极和发射极之间，而且初级线圈 L 均采用抽头线圈，这是为了减少晶体管输入端对 LC 谐振回路的影响，使电路易于起振。因为 LC 并联回路的谐振阻抗很高，一般在几十千欧以上，而晶体管电路的输入阻抗较低，一般只有几千欧，如果将 LC 并联回路直接跨到管子输入端 b-e 间，则由于低阻的输入阻抗并联到 LC 回路上，将使回路谐振阻抗大大降低，回路 Q 值大大下降，造成电路不易起振、振荡波形变差、振荡幅度减小。所以在晶体管振荡电路中，其 LC 并联回路总是采取抽头接入的，只将线圈 L 的一小部分  $L_2$  并接到管子输入端。

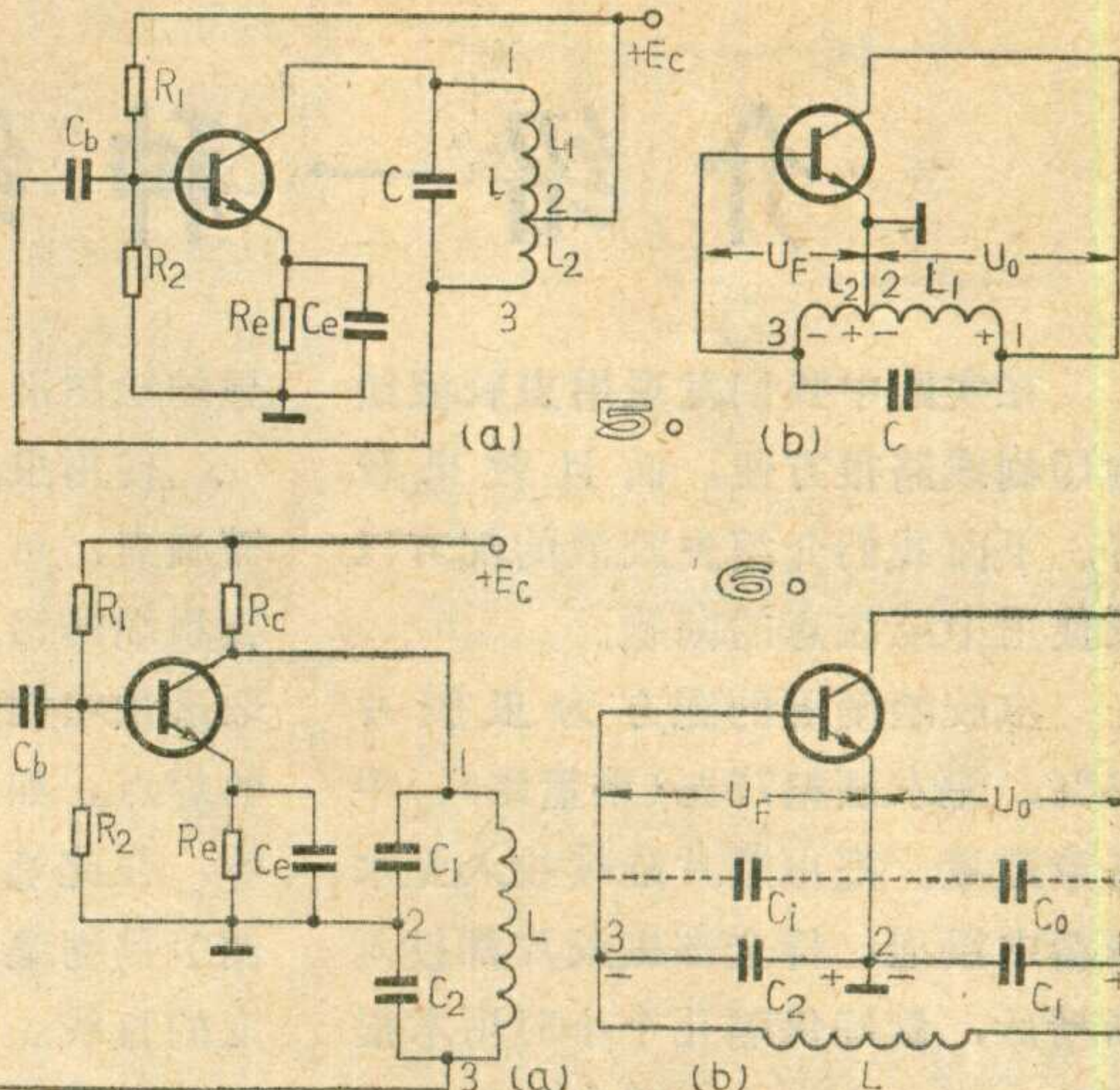
变压器耦合振荡器在通常情况下只要电路正确，元件没有损坏，特别是注意反馈线圈的极性不接错，电路是比较容易起振的。但此种电路的振荡频率较低，一般用在几十千赫~几兆赫范围内。若要求振荡频率更高，则多用三点式振荡回路。

## 二、三点式振荡器

三点式振荡器是指 LC 振荡回路引出的三个端点，就交流而言分别与晶体管的三个电极相连的电路。根据电路结构形式，三点式振荡器可分为电感三点式和电容三点式。

图 5 a 为电感三点式振荡器，

电感 L 采取抽头线圈。现来看看 LC 振荡回路的三个端点如何与晶体管的三个电极相连。LC 回路的 1 端直接与集电极相连。2 端接电源后相当于交流接地，在振荡频率上  $C_e$  可看作短路，因此晶体管发射极等于交流接地，那么 2 端就相当于接发射极。3 端与  $C_b$  相连，而  $C_b$  在振荡频率上也可看作短路，因此 3 端接基极。图 5 a 的交流等效电路见图 5 b。显然  $U_0$  为输出电压， $U_F$  为反馈电压。可假设某一瞬时回路振荡电压极性是 1 端为 +，3 端为 -。2~3 端电压是 1~3 端电压的一部分，所以 2 端为 +，3 端为 -。线圈  $L_2$  是反馈线圈，它将反馈电压  $U_F$  加到基极与发射极之间，使发射结加有反向偏置， $i_c$  将减小，相当于  $i_c$  以相反方向在线圈  $L_1$  内流动。对谐振频率而言，谐振回路阻抗为纯电阻，电流与电压同相，故反方向的  $i_c$  在  $L_1$  上产生的电压降也是 1 端为正，3 端为负。这与原来假设的回路振荡电压同相，使振荡加强，补偿了回路的能量损失，从而振荡能维持下去。此电路中反馈电压  $U_F$  的大小可以用抽头圈数的多少来控制的。理论和实践均证明当  $\frac{L_2}{L_1} = (\frac{1}{3} \sim \frac{1}{5})$  时，电路就能满足振幅条件  $K\beta \geq 1$ ，在  $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{5}$  的范围内，通过实验选一合适的值，可



保证振荡情况较好。此电路的振荡频率基本上取决于线圈总电感 ( $L_1 + L_2$ ) 和电容 C，在忽略晶体管参数对振荡频率的影响条件下，计算频率的公式可近似为

$$f \approx 1 / 2 \pi \sqrt{LC}$$

电感三点式振荡器结构简单，只要反馈线圈  $L_2$  选取合适，电路很易起振，振荡幅度也较大，其振荡频率一般可做到几十兆赫。如果将  $C_e$  换成可变电容器，则振荡频率就连续可调。由于  $U_F$  取自  $L_2$  两端， $L_2$  对高次谐波呈现较大阻抗，故不能将高次谐波短路掉，输出波形中含高次谐波就较多，因此波形较差。

图 6 a 为电容三点式振荡器，电感 L 不再抽头而是采用电容分压。由于此电路中电容  $C_e$  和  $C_b$  在振荡频率上可以看作短路，振荡回路的 3 端与基极相连。2 端接地（即与发射极相连），1 端直接与集电极相连。这样可画出交流等效电路图，如图 6 b 所示。与上述电感三端振荡电路的分析相似，此电路满足相位平衡条件，能产生振荡。至于反馈量的大小可控制比值  $C_1 / C_2$ 。振荡频率取决于总电容  $C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$  和电感 L，计算公式同前。这种电路亦易起振，且由于  $U_F$  取自  $C_2$  两端，而  $C_2$  对高次谐波阻抗很小，可将高次谐波短路掉，故

# 介绍一种线路板绘图液

在实践中我们发现用虫胶液绘制印刷线路很方便，而且效果较好。下面我们介绍虫胶液的配方以及使用中应注意的问题。

虫胶绘图液的配方为虫胶片25%，无水酒精75%（重量比），甲基紫适量。把虫胶片陆续投入无水酒精中浸泡，待全部虫胶片都投入酒精后，最好每隔几个小时用木棍搅动一下，3~4天后虫胶全部溶解，然后放入适量的甲基紫即可使用。

虫胶绘图液质地纯洁薄润，粘度低，色泽鲜艳醒目，有利于绘制各种复杂和要求高的线路。它干燥速度较快，在铜箔上的附着力强，成膜后质硬耐磨；并且仅溶于无水酒精，不溶于水、汽油、香蕉水等多种溶剂中，因此在三氯化铁溶液中加温腐蚀时不会脱落。由于具有这些性能，虫胶液成为一种较为理

想的绘图液。

使用虫胶液来绘制线路时，如需画点，可以根据点的大小，选适当粗细的铅丝，头部锉平打光，蘸取适量绘图液在线路板上点出圆润的焊点。如要画直线，可用鸭嘴笔，在此笔口上蘸上适量绘图液，调节鸭嘴笔唇口大小可绘出不同宽度的直线。比较粗的直线和大面积的多边形可先用鸭嘴笔构出轮廓，然后调粗鸭嘴笔唇口，将虫胶液绘满中间部分。同样，圆弧可用带鸭嘴笔的圆规绘制。文字、符号可用蘸水笔书写。用以上办法能毫不费力地画出宽度为0.2毫米的直线、圆弧，书写清晰的文字。

使用虫胶液时应注意，每次蘸取新液前要把绘图工具上的残液擦净。如果画错了，只要稍待片刻，等绘图液干后，用小改锥把错误部分铲除，再用小棒裹上细砂纸打磨

一下，就能重画。

虫胶绘图液不宜长期久存，一般密封保藏不能超过半年。超过期限，绘图液中的虫胶会与酒精化合成难以干燥的脂类而失效。如果手头没有虫胶片，配制绘图液也可用市售的虫胶液或钳工划线用的紫胶液加上甲基紫代替，不过要注意商店的配制日期，以防过期失效。

（乐美龙）

## 更正

1. 1978年第10期第28页右栏第26行中，5兆欧应改为5毫欧；同行10兆欧应改为10毫欧。

2. 1978年第7期第13页中栏第2行“负”极性，应改为“正”极性，同页图3中L210接+12伏，应改为接地。1978年第9期第12页中栏第3行“造成灯丝中毒”，应改为“造成阴极中毒”。

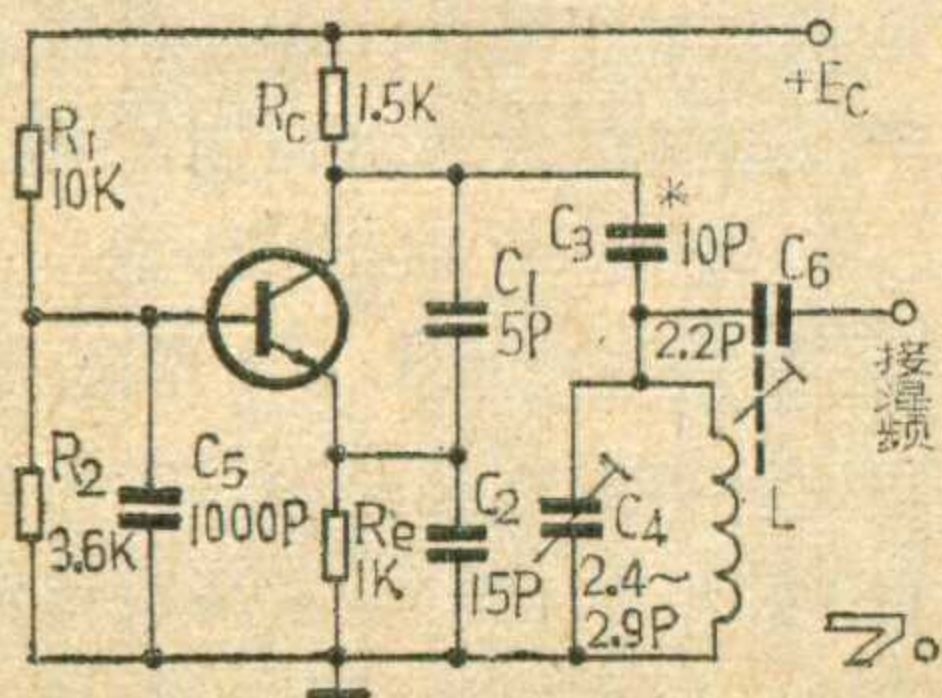
振荡输出波形中含高次谐波较少，从而输出波形较好。振荡频率一般可做到一百兆赫以上，但频率不易调节，因为电容量的改变会影响分压比 $C_1/C_2$ 的变化，影响到反馈量，也就影响到振荡器的起振条件，所以调节范围很小，不适宜用它来构成要求频率变化很宽的振荡器。

三点式振荡器一般用于较高频率的振荡，而且它们的振荡回路都直接与晶体管电极连接，因而晶体

管参数（譬如输入、输出电容等）对LC回路会有较大的影响，尤其电容三点式振荡器，工作频率更高，晶体管参数的影响就更大，为了减小这一影响，并使回路便于调节，实际常用改进型的三点式振荡电路。

在图6b等效电路中可以看到，晶体管输入电容 $C_i$ 和输出电容 $C_o$ 实际上是并联在回路电容 $C_2$ 和 $C_1$ 两端的，因此应算作回路电容的一部分，它会影响到振荡频率及反馈量的大小。振荡频率越高，要求 $C_1$ 、 $C_2$ 越小，相对 $C_o$ 、 $C_i$ 的影响就越大。显然，要减小 $C_o$ 、 $C_i$ 的并联作用，只有加大 $C_1$ 、 $C_2$ ，但从计算公式 $f=1/2\pi\sqrt{LC}$ 可知，在一定的振荡频率下， $C_1$ 、 $C_2$ 用得太大，要求电感L就很小，线

圈制作上又很难解决，怎么办？目前常用的有两种办法可以较好地解决这个矛盾，这就是所谓改进型的电容三点式电路或“克拉泼”电路。图7所示为常见的一种，与原始型图6a不同的是LC回路中串入了小电容 $C_3$ ，线圈L两端并联了小电容 $C_4$ 。在振荡频率已定的情况下， $C_1$ 、 $C_2$ 就可选得较大，这就使 $C_o$ 、 $C_i$ 的影响大为减小。又由于L并联了微调小电容，使频率的微调比较方便了。这种改进型电路常称为并联型电容三点式，还有一种是串联型电容三点式，与图7并联型不同的仅是L两端没有并联电容 $C_4$ ，频率微调则依靠调节L的磁心来达到，电视机高频头中的本振电路多用此种电路。





# 加了滤波电容后，为什么整流输出电压增高了？

图1是一个简单的半波整流电路，如果我们用电表来测量一下它的输出电压，就会发现一个有趣的问题。

假使变压器B的次级交流电压U为6伏，在不接滤波电容器C的情况下，用直流电压表测得的整流输出电压 $U_0$ 只有2.7伏；但是，当接上一个100微法的滤波电容以后，用同样的方法再去测量 $U_0$ 时，电表的指数却是8.4伏了。这是为什么呢？

如果我们来熟悉一下下面所要谈的一些电工知识，这个问题也就不难理解了。

平时我们所说的交流电压，只要不加以特别说明，一般都是指的正弦交流电压。因此，以后凡是提到交流电压，就是指的正弦交流电压。

交流电压的瞬时值(用符号 $u$ 表示)的大小和方向都是随时间而变化的。它的最大值叫做峰值或称振幅，有时干脆就叫做最大值(用符号 $U_m$ 表示)。我们日常所说的380伏或220伏电压，既不是瞬时值，也不是最大值，而是指的有效值(用符号 $U$ 表示)。那么有效值又是什么意思呢？它是这样规定的：一个交流电与一个直流电分别加到阻值相等的电阻上，如果在交流电的一个周期内，两者所消耗的电能相等，这时我们就把这个直流电的数值，叫做交流电的有效值。理论和实践都可以证明，对于正弦交流电来说，有效值与最大值之间的关系是：

$$U_m = \sqrt{2} U \approx 1.4U$$

现在我们再回头来讨论前面提出的问题。由于二极管的单向导电性，使得电路只有在变压器次级的上端为正半周时才导通，其输出电压波形是半个正弦波(如图2所示)，这就是通常所说的半波整流波形。这时我们用直流电压表测得的输出电压，是这个半波整流波形的平均值。那么平均值又是什么呢？顾名思义，就是把波形平均一下的数值。更具体一点说，就是把一个周期内的瞬时值加起来，再被周期去除。理论上可以计算出这种半波整流波形的平均值与最大值之间的关系是： $U_{平均} = U_m / \pi$ 。如果把最大值与有效值的关系代入此式，就可以得到平均值与有效值之间的关系：

$$U_{平均} = \sqrt{2} U / \pi$$
 即： $U_{平均} = 0.45U$

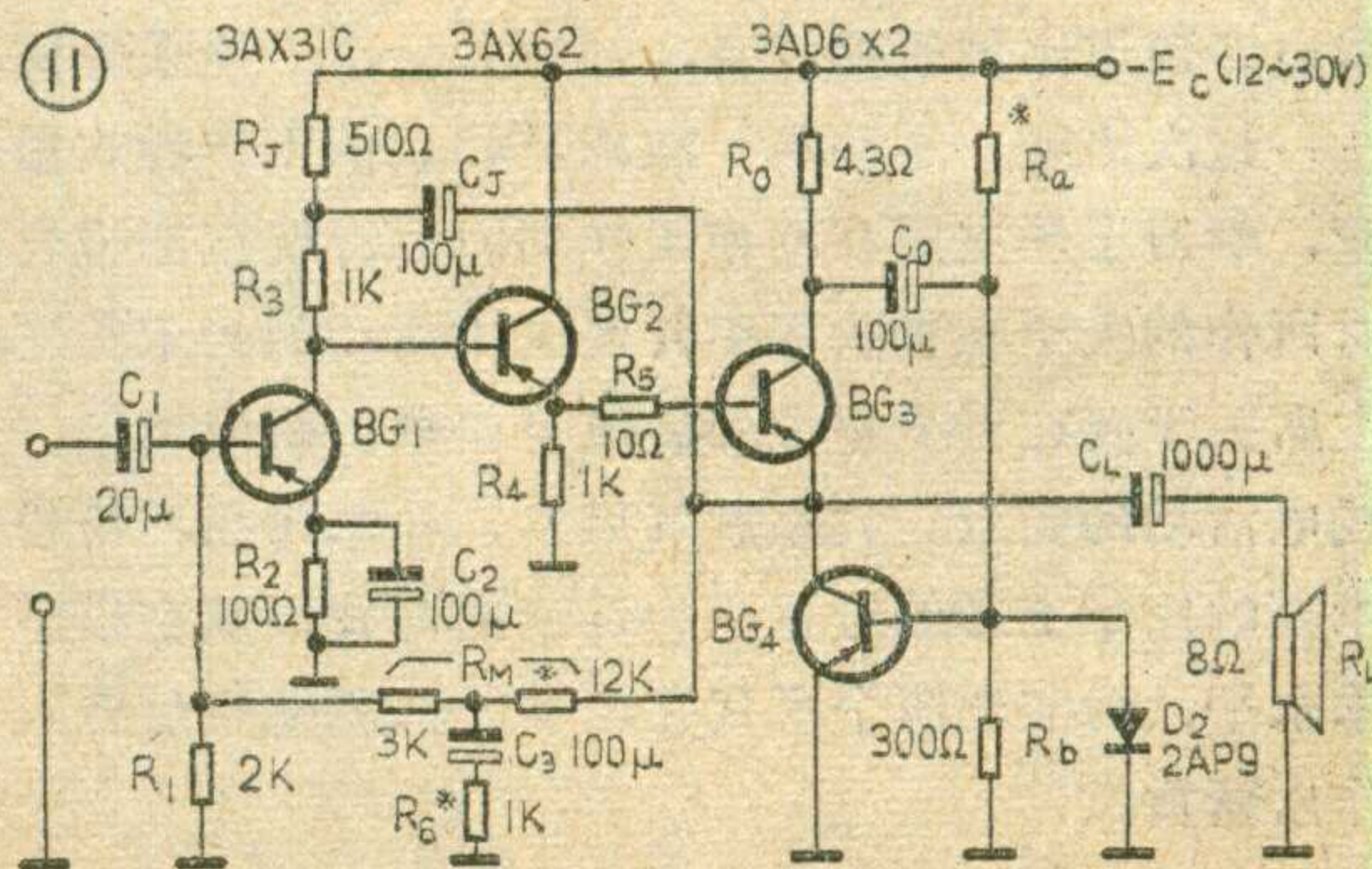
在前面的问题中，我们假定变压器次级电压为6伏，这是指的有效值，也就是： $U = 6$ 伏。这样就可用上式求出： $U_{平均} = 0.45 \times 6$ 伏 = 2.7伏。这与我们测得的结果是相同的。

当接上滤波电容器之后，情况就不同了，如图3所示，在正半周时，二极管导通，电源通过二极管的低电阻(正向电阻)向电容器迅速充电，很快达到电压的最大值 $U_m$ ；负半周时，二极管截止，电容器充上的电压通过负载电阻放电，对于我们所讨论这个问题来讲，负载电阻就是直流电压表的内阻，通常它的阻值是很大的。因此，电容器放电进行得很缓慢，电容器C上的电压，也就是整流器的输出电压，降低得很慢，如图3中的曲线 $u$ 。由于它放电很慢，刚刚放掉一点，下一个正半周又使电容器充电，因此只要电容器足够大电容器上的电压基本可以保持在 $U_m$ 的数值。于是，这时在整流器的输出端测得的直流电压，也即图3波形的平均值，它基本上等于或接近于输入交流电压的最大值。我们已经知道输入电压的有效值 $U = 6$ 伏，那么根据前面所讲的关系式就可以求出它的最大值： $U_m = 1.4 \times U = 1.4 \times 6$ 伏 = 8.4伏。这与我们实际测量的结果也完全一致。

(朱葛初)

(上接第22页)

$R_1$ 和 $R_M$ 用得较小，以增强交、直流负反馈。加前置级时，不可使用输出阻抗过低( $< 1$ 千欧)的前置级，否则将减弱交流负反馈，使失真增大。必须使用时，可串接一个1~10千欧电阻后送入信号，或增加一级共发射级。大功率管应装在散热片上。这种电路还可以用在小型电影扩音机，电视伴音功放级或电视帧扫描输出级等处。



# 全国航空模型比赛胜利结束

1978年全国航空模型比赛大会于9月22日在山西省太原市胜利闭幕。参加这次比赛的有28个省、市、自治区的194名运动员。参加比赛、创纪录和表演的模型飞机有400余架。这次比赛是粉碎“四人帮”后的第一次，也是建国以来规模最大、项目最多的一次。

1951年在伟大领袖和导师毛主席和敬爱的周总理的关怀下，在贺龙同志领导的国家体委主持推动下，成立了中央国防体育俱乐部，先后在北京和全国各地组织开展航模及各项无线电活动。从此这些活动蓬蓬勃勃地开展起来。广大青少年通过参加航空模型活动，了解了各种航空器的飞行原理与构造，学习了有关空气动力学、机械制图以及无线电遥控等方面的基本知识和技能。

这次全国航空模型飞机比赛共有五个项目。天津队的郭浩洲又以七轮满分获得了三级牵引模型滑翔机比赛的第一名。河南队的16岁运动员吕济发以九轮满分的的成绩获得三级橡筋模型飞机比赛的第一名。自由飞模型飞机起飞后，就象展开翅膀的雄鹰，在天空中翱翔。著名老将、四川队运动员罗四逐取得二级自由飞模型比赛的第一名。线操纵特技模型飞机，特别是无线电操纵特技模型飞机作出许多优美的特技动作，被称为“空中自由体操”。陕西队的刘唐时和内蒙队的朱传高、包新辉分别获得了这两个项目的第一名。

在创纪录的比赛中，内蒙队运动员孙士珠和梁蓉生分别以每小时231.95公里和227.85公里的速度打破了5毫升线操纵竞速模型飞机圆周速度竞赛的全国纪录。孙士珠还以每小时255.6公里的速度首创了10毫升线操纵竞速模型飞机的全国纪录。河南队的苏安中、南雍以2760米的飞行高度又一次超过他们自己创造的无线电遥控模型飞机的飞行高度的全国纪录。

另外应邀前来为大会表演的北京、上海、河南、内蒙等地的代表，带来了形式新颖的直升模型飞机、伞翼模型飞机，上海玩具八厂的同志带来了自制的无线电多通道比例遥控设备，都为大会作了精彩表演。

这次比赛，运动员、教练员和航模工作者欢聚一堂，学习了华主席在湖南工作期间观看航模汇报表演时所作的关于在青少年中开展航模活动的指示和邓副主席关于要在青少年中开展航空模型、航海模型、无线电活动的指示。大家意气风发、斗志昂扬，纷纷表示要响应华主席的号召，为迅速提高我国航空模型技术水平、为实现四个现代化培养、造就航空后备人材作出新贡献。

国家体委军事体育局航空处供稿

# 无线电

1978年第11期(总第194期)

## 目 录

### 电子技术与教学设备现代化

- .....中央电化教育馆 杨名甲 (1)
- 硅稳压管的应用.....许慕中 (4)
- 电视机用晶体管的选择.....蔡仁明 安永成 (8)
- 双环天线.....姚珍榕 (11)
- 峰值电压的测量方法.....诗 卫 (13)

### \* 有线广播 \*

### 电子管扩音机低频电感元件

- 的简易设计(2).....李 龙 (14)
- 葵花牌录音机的小改进.....袁哲民 (17)
- OTL电路的分析与设计.....金国钧 (18)
- 自倒相RC推挽电路扩音机(续).....田进勤 (20)

### \* 实验室 \*

### 用音调检测元器件的小仪器.....林永恩 (24)

### \* 初学者园地 \*

- 谈谈LC振荡电路.....金 方 (28)
- 介绍一种线路板绘图液.....乐美龙 (30)
- 加了滤波电容后，为什么整流输出电压增高了？.....朱蒿初 (31)

### 全国航海模型比赛在北京举行

- .....国家体委军事体育局航海处供稿 (27)

### 全国航空模型比赛胜利结束

- .....国家体委军事体育局航空处供稿 (32)

### \* 电子简讯 \* ..... (7)

### \* 问与答 \* ..... (23)

### \* 想想看 \* ..... (27)

封面说明：无线电测向运动员。

封底说明：在一九七八年全国航海模型比赛大会上，天津代表队作无线电遥控顶推船表演。

本刊摄影

封三说明：国产电视机一些常用晶体管主要特性(一)

蔡仁明 安永成

编辑、出版：人民邮电出版社  
(北京东长安街27号)

印刷：正文：北京新华印刷厂

封面：北京胶印厂

总发行：北京市邮政局

订购处：全国各地邮电局所

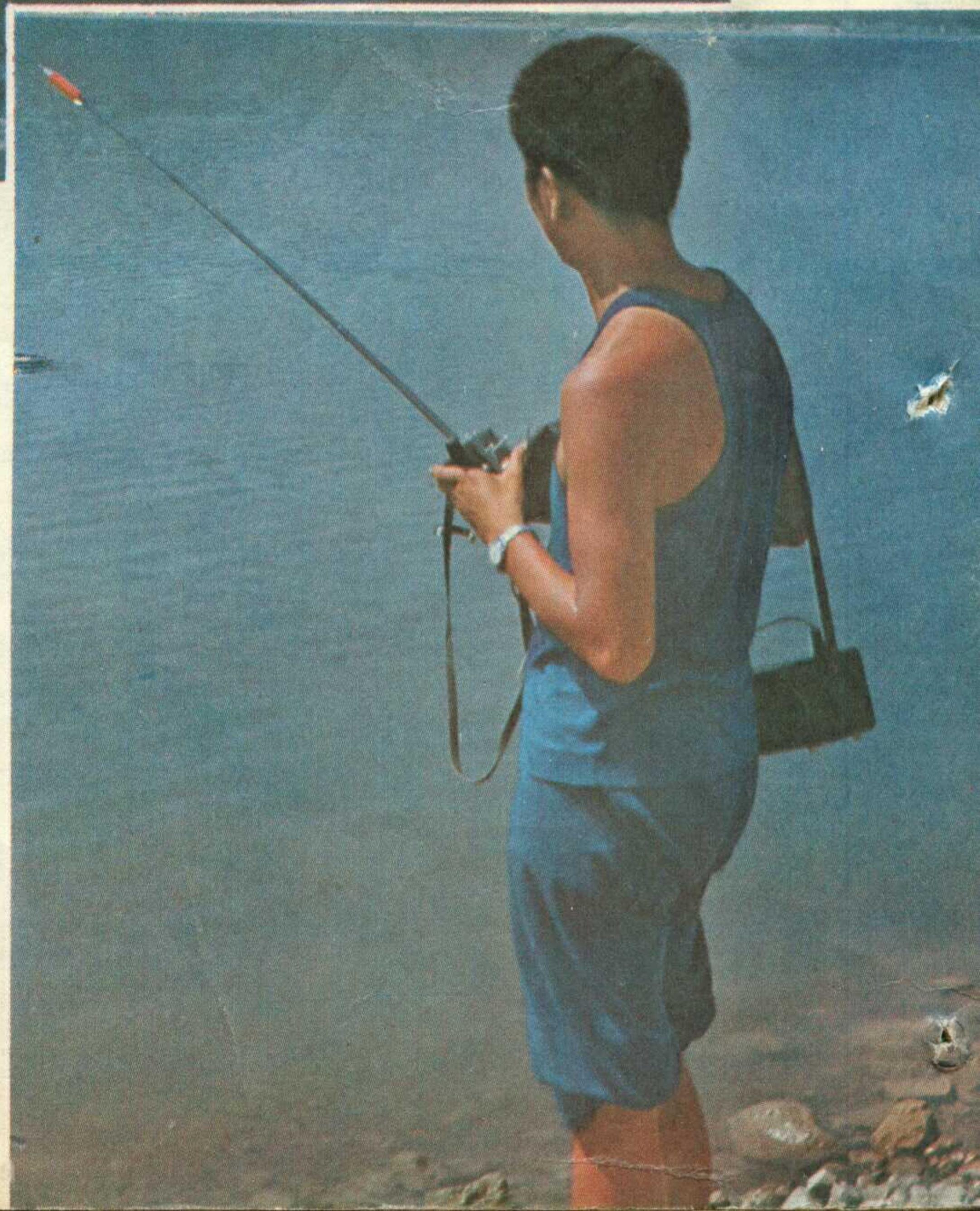
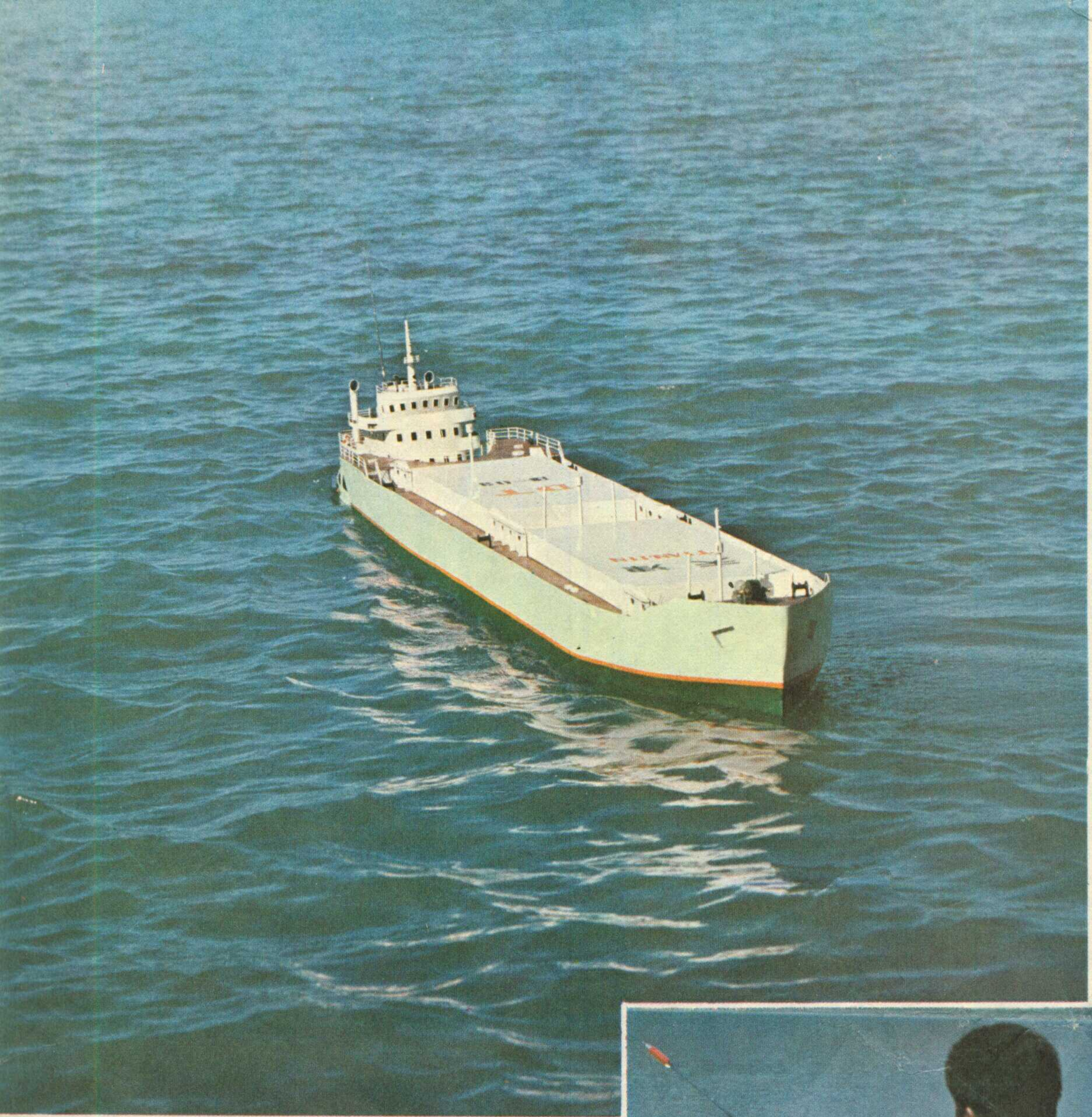
出版日期：1978年11月25日

本刊代号：2-75 每册定价0.17元

附表 国产电视机一些常用晶体管主要特性 (一)

型号	参数分类符号 及单位 主要用途	直流参数				交流参数					极限参数				电极位置图	可代用的型号
		$I_{CEO}$ $\mu A$	$V_{BES}$ V	$V_{CES}$ V	$h_{FE}$	$f_t$ MHz	$N_F$ dB	$K_P$ dB	$I_{AGC}, V_{AGC}$ mA, V	$C_{ob}$ Pf	$BV_{CEO}$ V	$BV_{EBO}$ V	$I_{cm}$ mA	$P_{cm}$ mW		
3DG84B	适用电视接收机作混频和高频头中作正向自动增益控制的高放级及图象中频放大	$<0.1$	$<1$	$>30$	$>600$	$<4$	$>16$	$<1$	$>20$	$>20$	15	100	200			
3DG84C							$>14$									
3DG84D							$>16$									
3DG80A							$>25$									
3DG80B							$>16$									
2G210A							$>17$									
2G210B							$>28$									
3DG30B	适用高频头中作振荡和混频	$<1$	$<1$	$>20$	$>600$	$<5$			$>10$		20	100				
3DG30C					$>600$	$<3$	$>20$									
3DG30D					$>1000$	$<6$	$>20$									
3CG14D	适用于高频放大同步分离帧推动及行振荡等	$<0.1$	$<0.9$	$<0.3$	$>200$				$<7$	$>20$	$>6$	20	150		3AK11 3AK20 3CG3 3CG21 3CG12 3CG13	
3CG15A					$>600$			$>15$	4	50	300					
3CG15B					$>700$											
3CG15C					$>800$											
3CG15D					$>900$											
3DG27D	适用视频输出放大	$<10$	$<1$	$>10$	$>80$				$<10$	$>150$	500	1000		3DG48C 3DG48G 3DA41C 3DA41G		
3DG27E				$>10$	$>80$	$>200$										
3DG27F				$>10$	$>80$	$>250$										
3DA93A				$>10$	$>80$	$>100$										
3DA93B				$>10$	$>80$	$>150$										
3DA93C				$<5$	$>20$	$>200$	100	1000								
3DA93D				$<5$	$>20$	$>250$	100	1000								
3DG83B				$<50$	$>20$	$>50$	$<6$	$>100$	100	1000						
3DG83C				$<10$	$>30$	$>150$	$>100$	1000								
3DG83D				$<10$	$>30$	$>220$	$>100$	1000								
3DG83E	$<10$	$>30$	$>220$	$>100$	1000											
型号	参数名称符号 及单位 主要用途	额定 工作电压 $V_R$ (KV)	额定 整流电流 $I_F$ (mA)	正向压降 $V_F$ (V)	最大反向 工作电压 $V_R$ (V)	最大正向 脉冲电流 $I_{FMP}$ (A)	最高 使用频率 $f_o$ (KHz)	反向漏电流 $I_R$ ( $\mu A$ )	反向 恢复时间 $t_{rr}$ ( $\mu S$ )							
2CLG12	适用于黑白彩色电视接收机作高压整流用	12	5	25	$>120$	5	$>200$	$<5$	$<1.2$							
2CLG15		15		30												
2CLG20		20		35												
2DGL3H		12	5	30												
2DGL3I		15		35												
2DGL3J		20		40												
2DGL3K		25		45												
2DGL3L		30		50												
2CLG5H		15		30												
2CLG5I		20	40													
2CLG5J		25	40													
2CLG5K		30	40													
2DGL15/0.005		15	5	30												
2DGL20/0.005		20		40												
2DGL25/0.005		25		50												
2DGL30/0.005	30	60														
2DGL50/0.005	50	100														
2AN1	适用于电视接收机行输出电路做升压及阻尼用			$<0.55$	$>120$	5										
2AN2				$<0.6$	$>140$	3										
2CN1				$<1$	$>1000$			$<1$								
2CN1A					$>400$	5		$<10$	$<2$							
2CN1B				$<0.7$	$>1000$											
2CN1C				$>1200$												
2CN2					$>400$	2.5										

注: 1.  $\bullet$  表示正向AGC的电压  $V_{AGC}$  值。 2. 3DG80A, 2G210B的  $K_P$  测试频率为30MHz。 3. 本刊已刊登过的管型未列入本表。



无线电