

# 无线电

1974年

第7、8期







①训练场上开展革命大批判，誓把批林批孔斗争进行到底。

②开展官教兵、兵教官、兵教兵的群众练兵运动。

③报务员刻苦练习，努力提高通报速度。

④摩托通信兵按实战要求，苦练杀敌本领。（新华社供稿）

⑤通信战士进行架设电台的战备训练。

## 深入批林批孔 促进战备训练

在毛主席的革命路线指引下，英雄的中国人民解放军走过了四十七年的光辉战斗历程。

通信兵是人民军队的一个组成部分，在毛泽东思想哺育下，逐步成长壮大，在各个革命战争时期和保卫社会主义祖国、巩固无产阶级专政的斗争中，做出了自己的贡献。

在批林批孔运动中，通信兵广大指战员认真看书学习，深入批判林彪和孔孟之道，不断提高阶级斗争、路线斗争和继续革命的觉悟；牢记党的基本路线，坚决贯彻执行毛主席关于“提高警惕，保卫祖国”的伟大指示，从实战需要出发，严格训练，严格要求，苦练杀敌本领，战术技术水平不断获得新的成就。

广大通信兵战士，决心进一步深入批林批孔，为确保毛主席、党中央的指挥畅通无阻，随时准备歼灭入侵之敌，作出新贡献。

（图片除署名者外，均为通信兵政治部宣传部文化科供稿）





# 批林批孔步步深入 生产节节上升

——上海电珠五厂在批林批孔运动推动下，一年任务半年完成

上海电珠五厂传出了一个振奋人心的捷报：这个厂生产的九吋黑白电视显象管，一年计划在半年里完成啦！

这是一个何等令人鼓舞的喜讯啊！

是不是这个厂今年的生产指标特别低？不是。这个厂今年显象管生产任务要比去年计划将近翻两番，今年上半年完成的产量比去年全年实际完成的总数还增长了百分之二十九点二。

是不是这个厂只求产量忽视质量？不是。今年上半年与去年同期相比，一等品率提高百分之九点一，产品成本下降百分之六十。

是不是这个厂条件特别好？也不是。电珠五厂是一个只有一百九十名职工的弄堂小厂，原来生产小电珠和单次微型摄影闪光灯泡。在国内生产显象管的所有工厂中，就数电珠五厂最小，二十几间房屋，总共只有一千二百平方米；设备，大都是工人们自己动手搞起来的。在这样简陋的条件下，能够生产现代化的电视显象管，这事实本身就是一个奇迹！

今天，他们创造了一年任务半年完成的奇迹，做到了高产、优质、低消耗。这是什么力量鼓舞和推动了他们？是批林批孔运动。电珠五厂上半年的战斗历程，可以用一句话来概括，这就是：批林批孔步步深入，生产节节上升。

伟大领袖毛主席亲自发动和领导的批林批孔运动，在电珠五厂燃烧起熊熊的革命烈火。林彪效法孔老二鼓吹“克己复礼”，妄图复辟资本主义的滔天罪行，激起了全厂工人的无比愤慨。

“林彪一伙鼓吹孔孟之道，要复辟，要倒退，如果他们的反革命阴谋得逞，我们将会怎么样？”工人们都在思考着这个严峻的问题，各个班组在议论、在批判、在回忆对比，全厂迅速掀起了一个控诉旧社会，歌颂毛主席，歌颂共产党，歌颂社会主义，声讨林彪反革命罪行的高潮。大字报遍及全厂，大会一个接一个。开一次大会，要求发言的人排着长长的队伍，每个人都要用自己的亲身经历，对这个问题作出明确的回答。连一位年近五十、长期病假在家的女工，也赶到厂里参加大会，她向全厂工人控诉旧社会三座大山是怎样对她们这些当年只有十一二岁的童工敲骨吸髓，残酷剥削……

“我也是十二岁就做童工的……”厂党支部书记老吴想起旧社会的苦，内心再也平静不下来。她永远不会忘记那苦难的岁月，她每天给资本家生产套鞋，但是下雨、下雪，她，一个十二岁的女孩子，却赤着脚上工、下班。这位童工出身的党支部书记向全厂工人指出：“如果林彪一伙的反革命阴谋得逞，那就是倒退到旧社会。那是多么可怕的情景啊！我们怎么办？”

“怎么办？坚决斗争！当前，我们就是要把批林批孔的斗争进行到底！鼓足干劲，力争上游，把社会主义革命和建设搞好，巩固无产阶级专政！”这是全厂工人的回答。

批林批孔这场伟大的政治斗争和思想斗争，唤起了电珠五厂工人无比强烈的阶级责任感，汇成了一股巨大的物质力量。正是这种力量，激励着他们克服一切困难，推动着他们前进，前进！

那正是关键的二月。当时，厂里正在翻造厂房，生产场地一下子缩小了三分之一。在这种情况下，按常规，生产任务是可以适当减少的。但是，电珠五厂的工人宁愿自己多流几身汗，也不愿少生产一个电视显象管。他们就是以这种主人翁的高度责任感，解决了迎面扑来的一个又一个困难。

拣屏面小组的工人把只有几个平方米的小小地下室打扫干净，从地上搬到地下，坚持战斗；科室人员把办公室让出来，做生产车间；一米宽的一条走廊也用作生产场地。翻造房子，灰尘飞扬，影响产品质量。工人们主动提出：“白天造房子，晚上造管子！”日班改夜班，多少工人把个人困难抛在后面，不怕苦，不怕累，坚守岗位，忘我劳动。

一月份，这个小小的弄堂工厂突破了月产电视显象管一千只的大关。二月份，面临着客观上的重重困难，工人们以极大的社会主义积极性，迎战困难，产量又比一月份高。这一仗打得好，为完成上半年任务打下了良好的基础。

这时，党支部又引导大家把批林批孔与现实的阶级斗争和路线斗争紧密地联系起来，二批“克己复礼”，抓住林彪一伙恶毒攻击无产阶级文化大革命，反对社会主义新生事物的罪行，联系本厂发展的历史，进行深入批判。

电珠五厂能够生产电视显象管，完全是无产阶级



文化大革命的胜利成果。他们不会忘记当年试制显象管时五十多个战斗的日日夜夜。这些原来只能生产小小电珠的工人，对电子工业一窍不通，但是他们凭着对毛主席的无限热爱，凭着为大力传播马列主义、毛泽东思想作出贡献的一颗红心，不顾一些人的议论、讥笑和反对，坚持贯彻执行“独立自主、自力更生”的方针，冲破了重重障碍，在短短五十多天的时间里，就试制成功了第一只电视显象管，大长了工人阶级的志气！

“我们弄堂工厂生产显象管，也是个新生事物。我们就是要多做显象管，做好显象管，以实际行动来反击林彪一伙对文化大革命和新生事物的恶毒攻击。”

“多做显象管，做好显象管，首先要批林批孔。”

沉淀小组的工人以班组为战场，联系实际，正在狠揭猛批林彪一伙宣扬孔孟“生而知之”的反动谬论。这个小组有十四个人，其中十三个人是女同志，过去只做手电筒使用的小电珠，现在，他们想到党把这样重要的任务交给自己，如果做不好，就对不起人民，对不起党。因此，他们精神百倍，浑身是劲，不懂就学，反复实践，先后试验了一百多个数据，终于掌握了沉淀溶液的水温、室温、液温和原料配比等关系，使沉淀质量基本稳定。他们这些成绩的取得，就是对林彪一伙和孔孟宣扬的“生而知之”反动谬论的最有力的批判。

林彪一伙污蔑青年“一代不如一代”的谰言，激起了青年工人的无比愤慨。接管颈组青年工人陆红君就是怀着对林彪一伙的无比仇恨，把全部精力投入了战斗。就是这位进厂不久的小姑娘，破除迷信，解放思想，大胆创新，在老师傅的帮助下，根据本组生产特点，摸索出一套生产规律，使日产量从四十只提高到六十五只。电珠五厂的青年就是这样用自己的行动，雄辩地证明：我们的青年就是一代胜一代！

批林批孔推动了生产。进入五月，跃进的鼓声擂得更响。上海工交战线到处传来捷报，生产电视机的一些兄弟厂都在鼓干劲，争上游，跨大步。电视机要上去，首先要管子，他们对电珠五厂的同志说：“你们多生产一只显象管，我们就可以多装一架电视机，就为宣传马列主义、毛泽东思想多贡献一份力量。”这些感人肺腑的话触动了电珠五厂工人和干部的心。党支部不失时机，抓住前进与倒退的问题，第三次发动群众批判林彪鼓吹的“克己复礼”的反动纲领。

工人们说：“林彪要复辟资本主义，搞倒退，我们要搞社会主义，要前进，就要大干快上，大踏步前进，用最优异的成绩，反击林彪的‘国民经济停滞不前’的谬论！”

“大战五、六月，为工人阶级争添光彩！”口号喊得当当响，工人群众的干劲鼓得足足的。计划修改了

一次又一次。最后，工人们提出：“一年任务，半年完成！”

战斗目标一定，全厂动员起来。

工会提出：工人阶级挑重担，批林批孔当闯将，完成任务做模范！

妇女们冲锋陷阵要顶半边天！

共青团组织团员、青年学习列宁的《伟大的创举》，为发展电视工业添砖加瓦！

科室干部同工人并肩战斗；夜校教师也主动要求顶岗位；厂领导深入斗争第一线，那里最紧张，就出现在那里。

是的，在正确路线指引下，工人群众的智慧、力量，他们的主动性，他们的创造性，他们的责任心，是无法估计的，是想象不到的。

显象管沉淀时，要摆在规定的工作台上，一张工作台只能摆一百二十三只。现在，一年任务要半年完成，显象管就要增加，工作台没有扩大，往那里摆？工人们发扬自力更生的革命精神，自己动手解决这个问题。显象管在工作台上摆不下，他们就摆在凳子上，凳子上摆不下，就铺一层海绵摆在水泥地上。工作台不足，怎么能束缚住工人们建设社会主义的雄心壮志呢？！

显象管不合格就要返工，一返工要经过五、六道工序，前后要三天时间，还要浪费大量宝贵的材料。排气组的老工人陈鸿发是厂里有名的“不把显象管搞上去决不罢休”的人，他主动挑起担子，在兄弟组的配合下，采取了一项措施。现在，返工一次，只要三小时，还节约了原材料。没有工人老师傅这种主动性、责任心和丰富的实践经验，这样的问题一时解决得了吗？！

一天深夜，沉淀组的工人杨玲娣在操作时，为了抢救一个显象管的玻壳，手臂被玻璃割破了，急送医院治疗。从医院出来，她没有回家，又赶到厂里，她想的是自己一走，这一班的生产无人照顾，影响全局。可是，回到厂里一看，班里一位身体最瘦弱的陈师傅已经自告奋勇地把指挥的任务担当起来了。

这是一支多么有组织、有纪律，有着高度革命自觉性的队伍。有了这样一支队伍，就能无往而不胜。六月三十日上午，电珠五厂的工人实现了自己的战斗目标：一年计划，半年完成了！

七月一日，党支部正在考虑部署下一步的战斗时，排气组的组长给支部书记打来了一个电话：“我们生产任务‘吃不饱’，管子太少了。”这个电话，表达了今天电珠五厂全体工人的意愿：要继续革命，要继续前进，以批林批孔为动力，生产更多更好的电视显象管，为发展我国电视工业，夺取更大的胜利！

（《文汇报》通讯员、记者）

（原载1974年7月8日《文汇报》）



# 粮食温度巡回遥测器

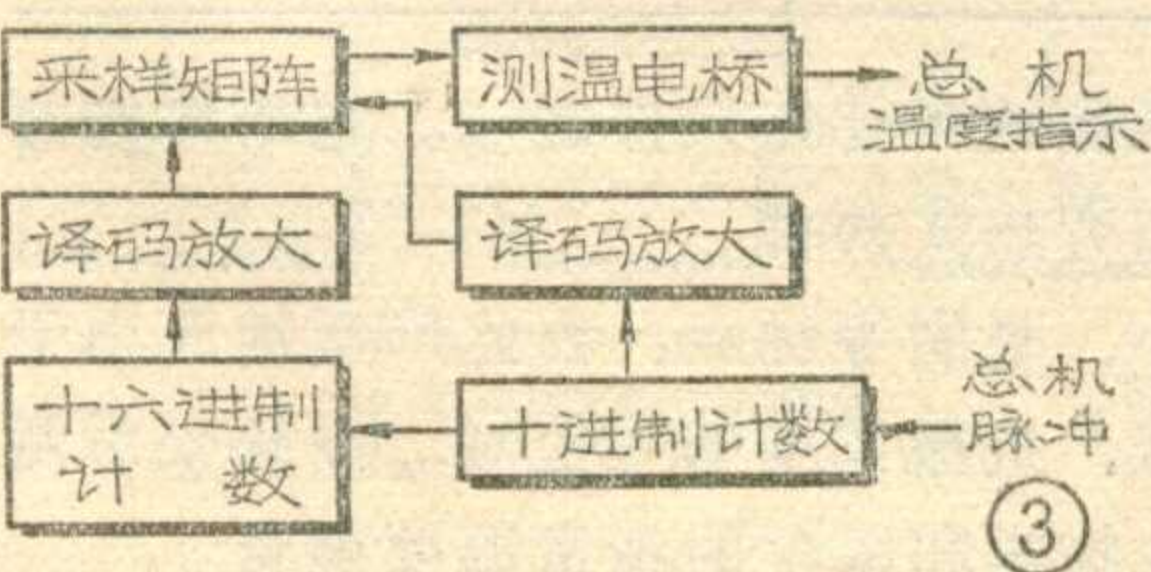
江苏宝应无线电元件二厂

为落实毛主席关于“备战、备荒、为人民”和“深挖洞、广积粮、不称霸”的指示，各地广泛开展了科学保粮。在粮食保管工作中，测量粮食温度变化是个重要措施。由于粮食保管量大，粮仓座落面积大，因此测温点既多又分散。如果采用普通分选开关转换测温点，工作量大，并且所有测点线集中到控制室，需要引入大量仓外导线，头绪繁多，易出差错，导线太长时还将带来导线电阻引起的测量误差。根据粮食保管工作需要，我厂在县粮食部门的协助下，制成XC-160粮食温度巡回遥测器，适用于远距离自动巡回遥测粮食温度。它分成总机和分机二部分，示意图见图1，在远离粮仓的控制室里装一台总机，一台总机可以控制十台装在被测温粮仓附近的分机，每台分机可测160点粮食温度。测量1600点的粮温并把它记录下来只需约二小时，大大提高了工作效率。

**总机工作原理** 总机方框图见图2。可选择任一

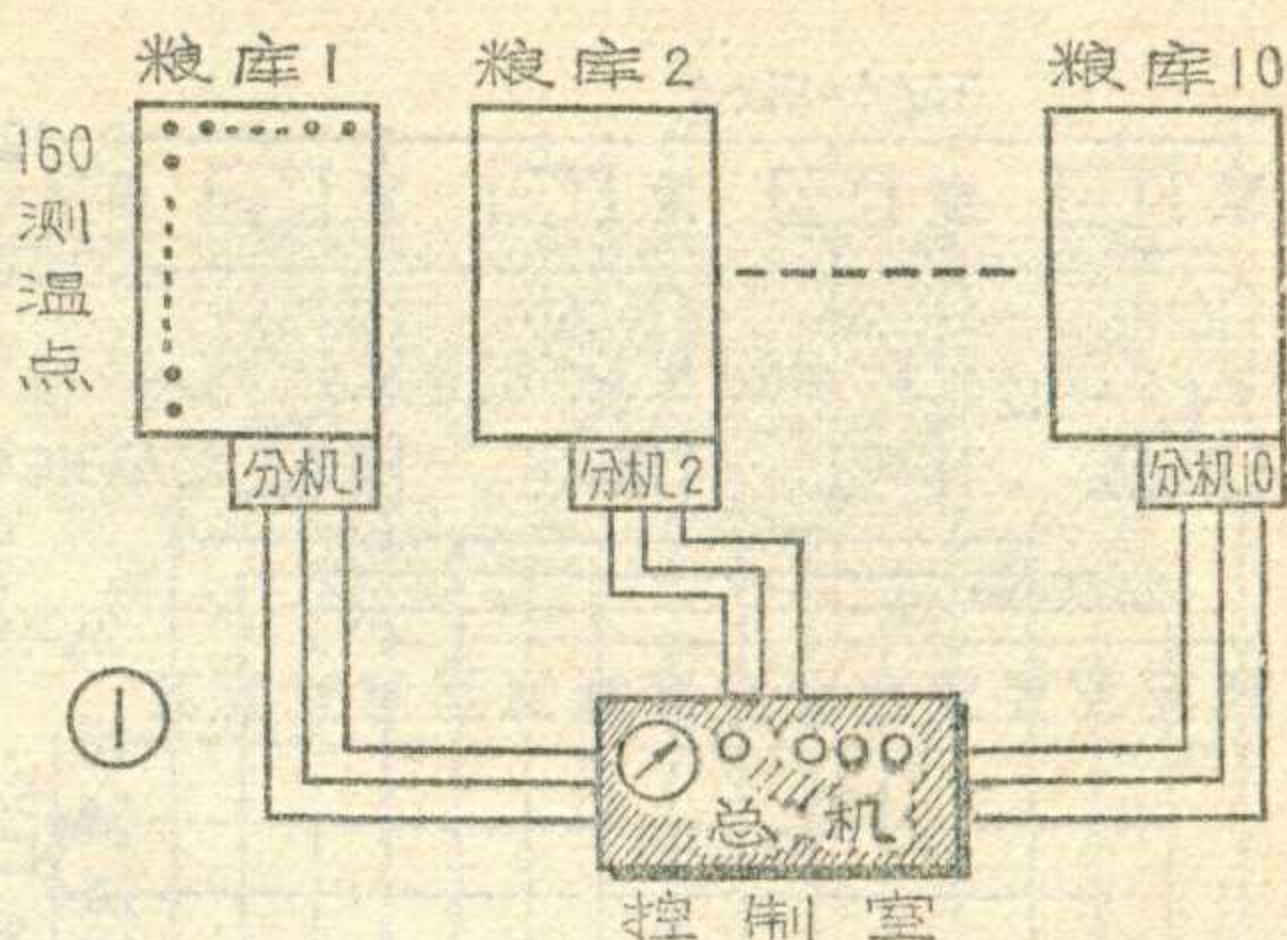
台分机通过三根导线遥控分机测温，并显示出所控分机机号和测点号码，同时指示出测点温度。用一多谐振荡器作脉冲发生器，发出连续脉冲，经计数、译码、显示出脉冲个数，同时经分机通道选择，控制分机接通相应测点，所以总机显示出的脉冲个数也就是测点号码。为了便利测量人员记录各点温度数值，脉冲发生器发出的脉冲宽度是可以调整的，脉冲时间间隔从 $\frac{1}{8}$ 秒~8秒连续可调。

分机选择采用手动分机选择按钮发出脉冲信号，经计数、译码、放大、吸合相应干簧继电器。利用干簧继电器的四对触点，分别接通(1)分机机号显示，(2)分机地线，(3)



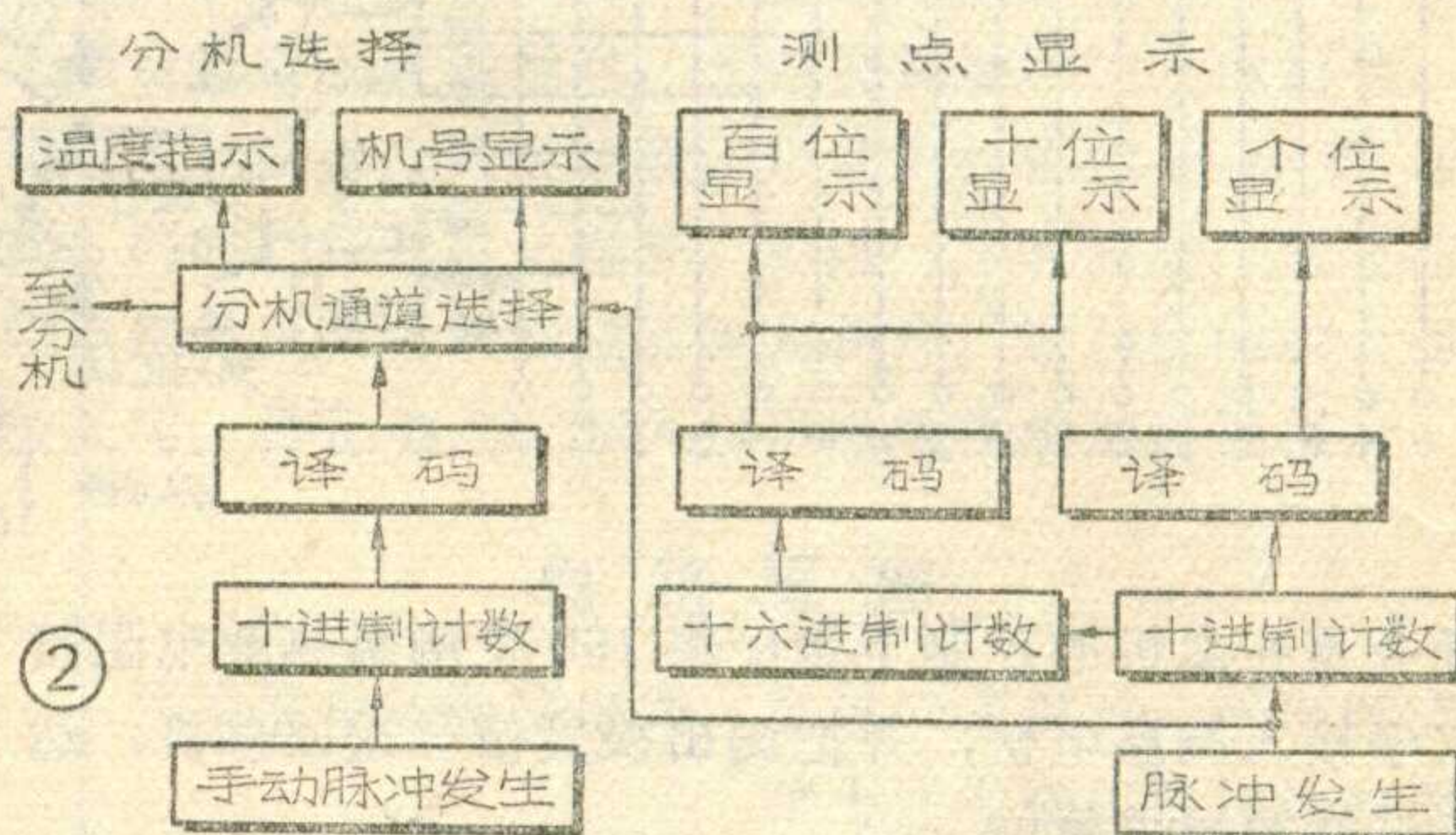
③

将总机脉冲发生器接通分机，(4)将分机测得的温度信号送回到总机温度指示。



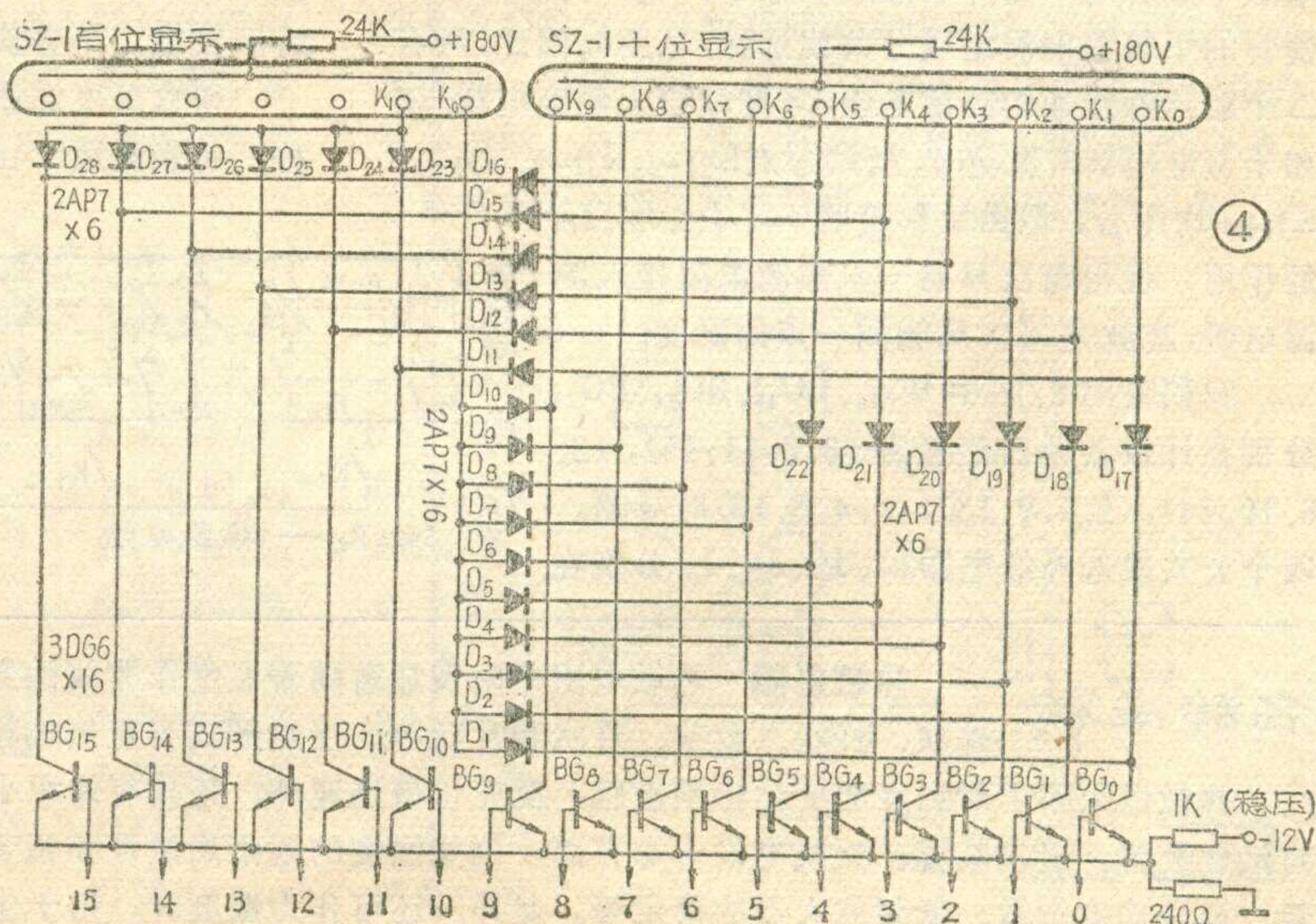
一般情况显示三位

数需要用三个二—十进制计数器，由于本机的测点数是160个，为了简化电路我们采用一个二—十进制计数器和一个二—十六进制计数器。这里存在一个十六进制计数器如何转换成二位十进制显示的问题，当译



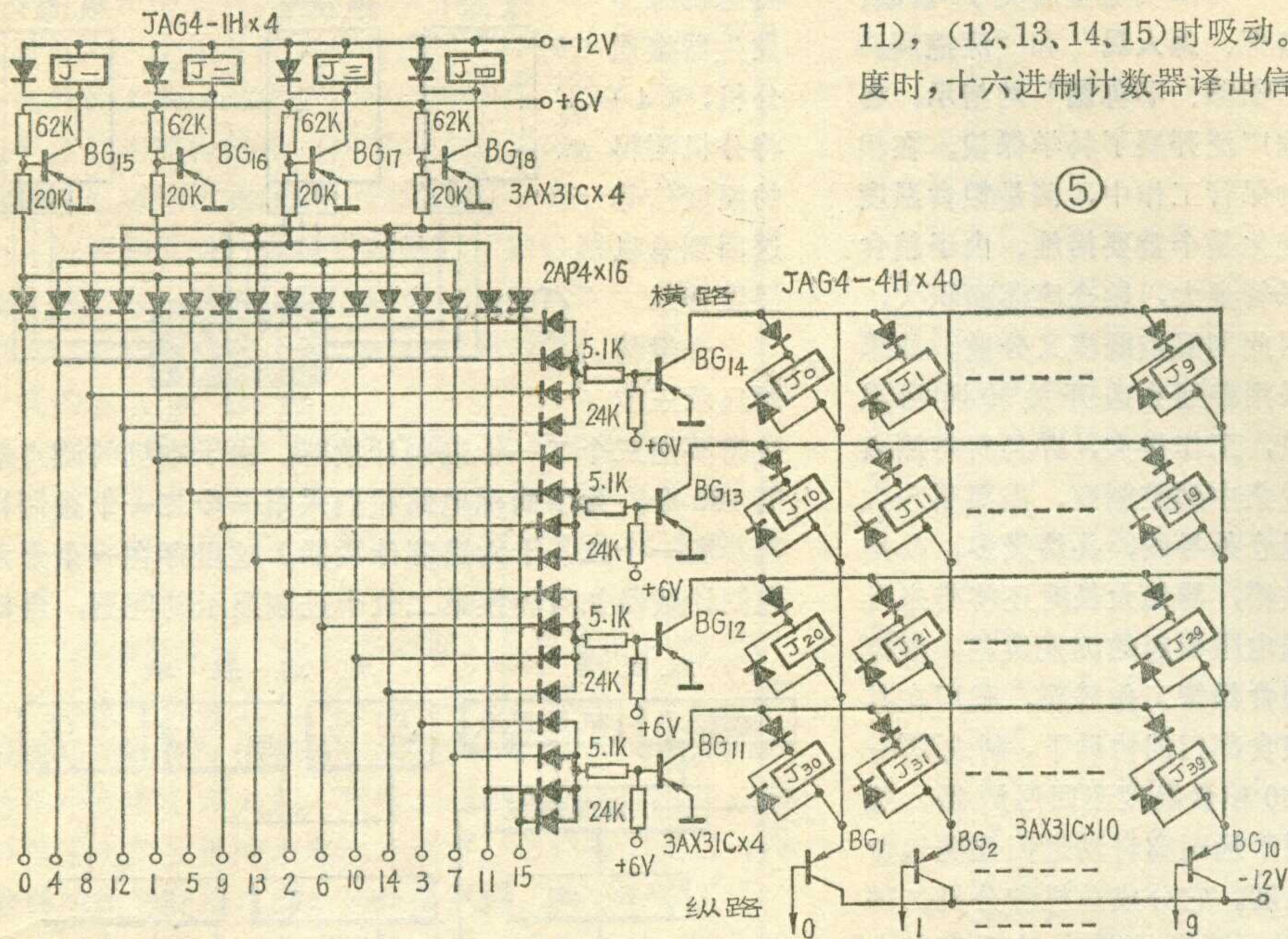
出信号为10~15时，要使百位数显示管显示“1”，十位数显示管显示“0”~“5”，就是每一对应状态要接通二只显示管。我们采用了二极管作为隔离来解决这问题，见图4。例如当十六进制计数器译出数码“13”时，三极管BG<sub>13</sub>导通，十位数“3”与百位数“1”分别经正向导通的D<sub>14</sub>、D<sub>26</sub>和BG<sub>13</sub>完成通路，显示出“1”“3”这两个数，而其它字码却因受到一个反向二极管的阻挡不会接通。

**分机工作原理** 分机方框图见图3。分机的主要



④



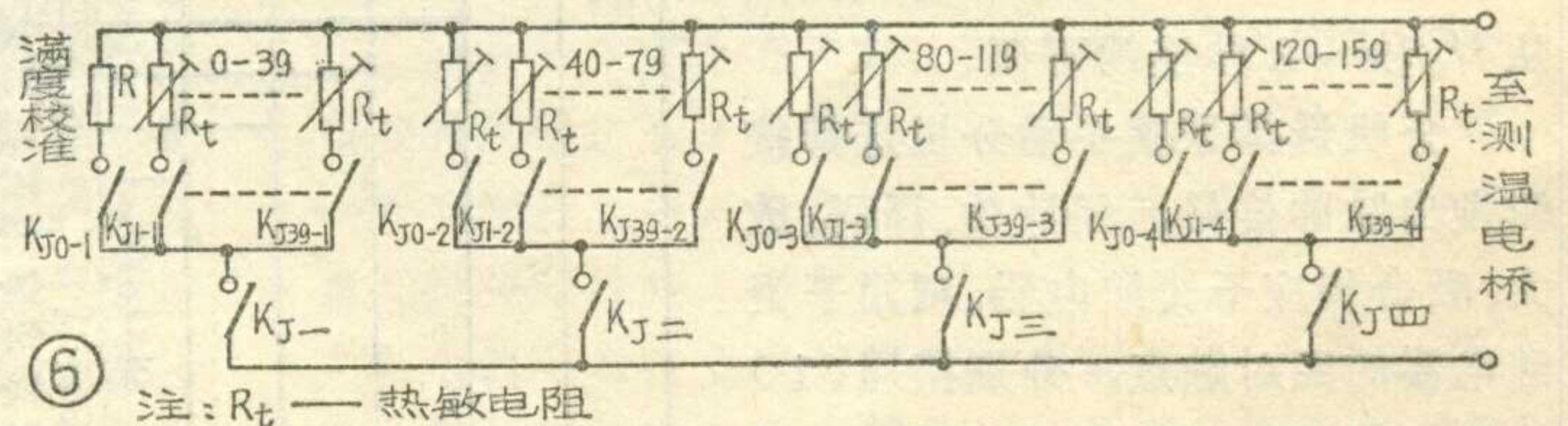


⑤

任务是在总机的控制下循序将 160 个测温热敏电阻按次序接入测温电桥，并把测出温度信号送回总机，达到巡回测温的目的。

分机内的计数器在总机脉冲控制下作同步计数，经译码、放大、带动干簧继电器采样矩阵。本机采用 40 个有 4 只干簧管的干簧继电器，组成 4×10 采样矩阵（图 5）。每个干簧继电器在一个巡测周期内吸动四次，由于任一干簧继电器吸动时 4 只干簧管可以把 4 个热敏电阻接入测温电桥，为了保证每次只测一点的温度，我们把每个继电器取一只干簧管作为一组，共分成四组，分别表示测点 0~39、40~79、80~119、120~159，每组干簧管的一端并联接成四根公共线，另用四个单簧管的干簧继电器组成公共线选择，见图 6。因此，只有二个触点都接通的热敏电阻，才能被接入测温电桥。例如干簧继电器 J<sub>1</sub> 吸动时，虽然触点 K<sub>J1-1</sub>、K<sub>J1-2</sub>、K<sub>J1-3</sub>、K<sub>J1-4</sub> 均闭合，但由于单簧管 J<sub>I</sub>、J<sub>II</sub>、J<sub>III</sub>、J<sub>IV</sub> 的作用，使得每次只有一只热敏电阻接入测温电桥，也就是每次只能测一点的温度。

我们看图 5：图中 BG<sub>11</sub>、BG<sub>12</sub>、BG<sub>13</sub>、BG<sub>14</sub> 分别在计数器译出信号为 (3, 7, 11, 15), (2, 6, 10, 14), (1, 5, 9, 13), (0, 4, 8, 12) 时导通。四个公共线选择继电器 J<sub>I</sub>、J<sub>II</sub>、J<sub>III</sub>、J<sub>IV</sub> 分别在



⑥

注：R<sub>t</sub> — 热敏电阻

计数器译出信号为 (0, 1, 2, 3), (4, 5, 6, 7), (8, 9, 10, 11), (12, 13, 14, 15) 时吸动。例如当测第 131 点的温度时，十六进制计数器译出信号“13”通过二极管或门使 BG<sub>18</sub> 导通，使公共线选择继电器 J<sub>IV</sub> 吸动，使 120~159 点有可能被接入测温电桥。同时十六进制计数器译出的信号“13”通过横路二极管或门，使 BG<sub>13</sub> 导通，纵路十进制计数器译出信号“1”使 BG<sub>2</sub> 导通，干簧继电器 J<sub>11</sub> 吸动，因此第 131 点被接入测温电桥。当测第 11 点时，虽然纵路还是 BG<sub>2</sub> 导通，横路译码信号“1”通过或门仍使 BG<sub>13</sub> 导通，J<sub>11</sub> 吸动，但译码信号“1”同时使 BG<sub>15</sub> 导通，使 J<sub>I</sub> 吸动，

由于公共选择线换了一根，虽然同样是 J<sub>11</sub> 吸动，现在却是第 11 点被接入测温电桥了。因此同样是 J<sub>11</sub> 吸动，由于公共线选择继电器 J<sub>I</sub>、J<sub>II</sub>、J<sub>III</sub>、J<sub>IV</sub> 的作用，可分别使 11、51、91、131 点被接入测温电桥。

由于总机与分机间连线较长，容易引进各种干扰，分别干扰总、分机的计数器而造成总、分机计数器不同步，使显示点与实测点不相符。考虑到干扰脉冲一般是幅度较大而宽度较窄，采用积分电路不能消除，我们采取了用干簧继电器隔离的方法。由于本机脉冲频率很低，总机发出的脉冲经干簧继电器转换后再送往分机，分机接收的脉冲信号也经干簧继电器转换后再送往计数器。由于干簧吸动时需一定动作时间，而干扰脉冲时间较短，不会使干簧继电器吸动而造成误计。

粮食温度巡回遥测器经粮食部门使用，效果较好，特别是适于在长期保管和密封保管的粮仓使用。

## 名辞浅释

**热敏电阻** 热敏电阻是阻值显著随着温度作非线性变化的半导体元件之一。它的结构有珠状、杆状、盘状、管状和片状等。受热形式有直热式和旁热式两种。

热敏电阻除了对温度的变化特别敏感，反应也极迅速外，还具有体积小、坚固等优点，因此广泛地应用于自动化装置、遥控装置、无线电设备等方面，例如温度的远距离测量和调节、机械系统的热控制、高频辐射测量、微波功率测量、低频放大器的稳定等。此外，还可作为温度计，用于生物学和医学的精密温度测量。



# 卷烟机组 加丝的程序控制

江苏宝应无线电元件二厂

利用风力输送烟丝，给卷烟机投料，是烟厂近年来逐步采用的一项新工艺。比起人工加丝来，节约了劳力，提高了劳动生产率，也改善了工作条件。但是如果给每台机器单独装上送丝系统，仍然存在设备庞大、投资多的严重缺点。因此需要把多台卷烟机编组，共用一个送丝系统。这就出现了一个控制加丝程序的问题。我厂试制成功采用晶体管脉冲技术的加丝程序控制器，目前已在全国卷烟行业中普遍推广使用。

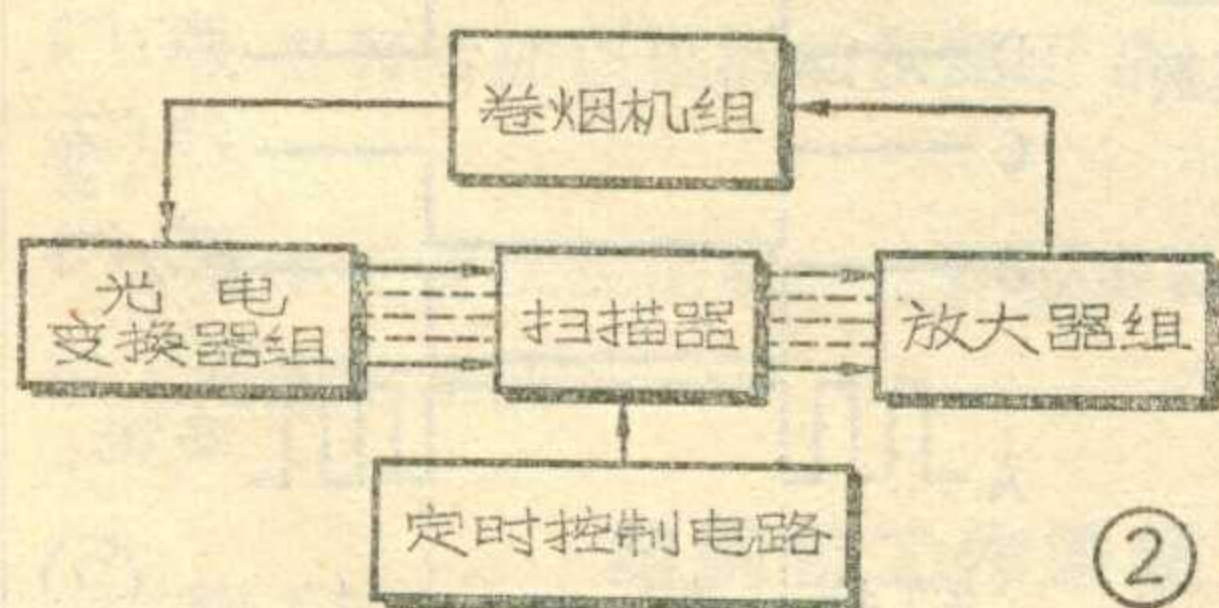
## 风力送丝的程序

为了弄清控制程序，先简单介绍一下风力送丝系统，如图①所示。烟丝由喂丝机出来，随气流进入管道，如某台卷烟机风门打开，烟丝就被吸入该机风斗中，一定时间后风门关上，烟丝由于重力落入卷烟机丝斗中。这种加丝方法显然要求：一、丝加满后不允许再加；丝太少时要及时补充，一台机也不准空车等丝。二、加丝时只能是一台机器加。如果两台以上机器的风门都打开，一来离喂丝机远的根本加不到丝，二来会降低管道中的风压。三、要对加丝的时间加以控制。因为风斗容积有限，丝满后会堵塞管道。这三点也正是控制器需要解决的主要问题。

怎样解决这三个方面的问题呢？基本思路是：

在卷烟机上装置光电变换器，控制料位高度，使卷烟机在加丝过程中，烟丝既不会漫出也不致太少。

采用各台机器依次顺序加丝，“少装快跑”的方法，每次只让一台机器加丝，加一定时间后，不论加满与否均换下一台。遇到某台机已加满时，该机风门则不打开。



②

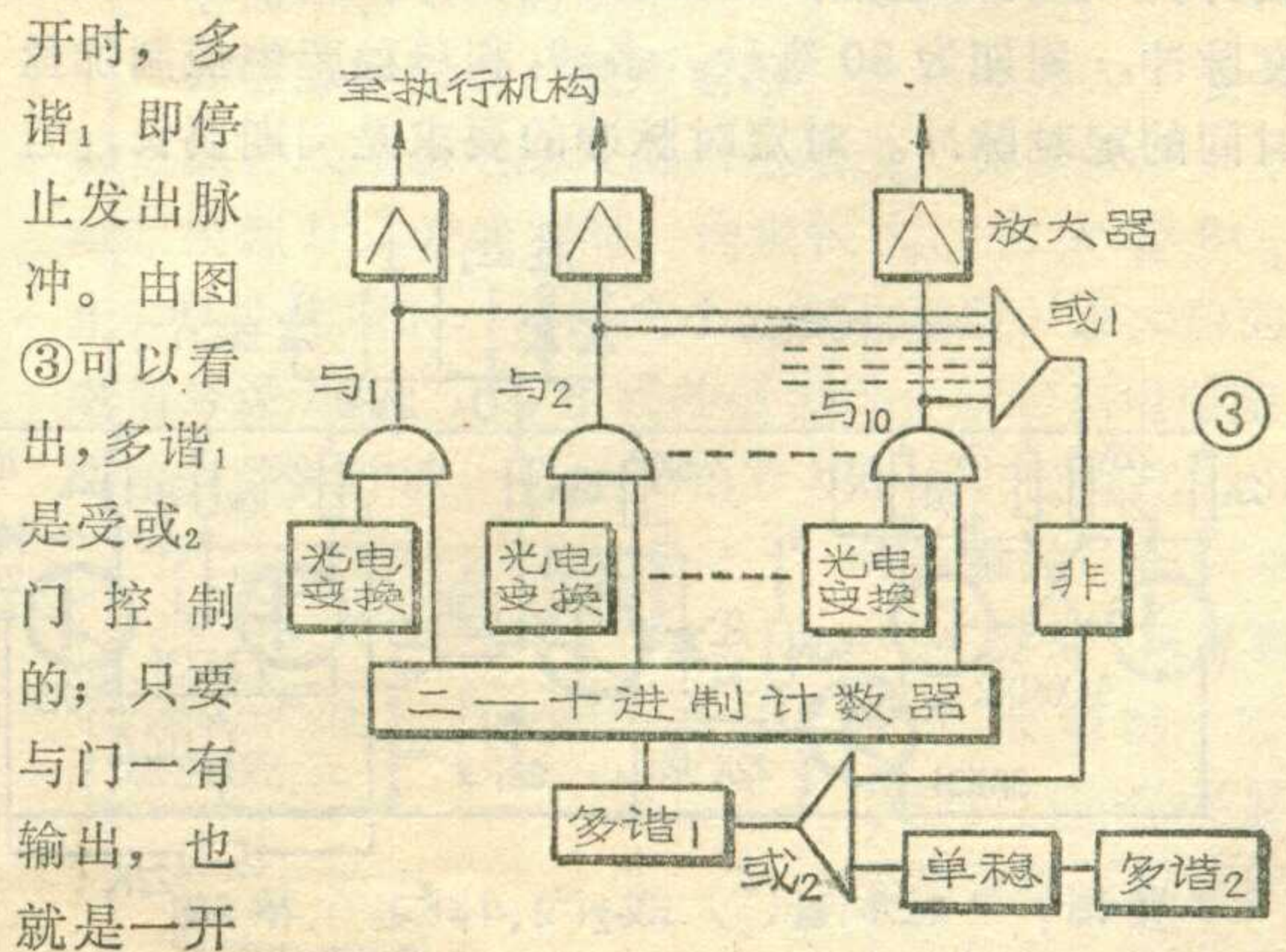
用简单电子线路实现时间控制。

图②画出了实现上述程序控制的示意方框图。扫描器迅速地依次“扫”过各台卷烟机（更确切地说，扫描器的状态不停地变化，与各台卷烟机相对应）。如果某台机需补充烟丝时，光电变换器产生光电信号，相应的一路放大器便接通，带动执行机构使该机加丝；同时扫描器停止循环。经过一定时间后，定时控制电路发出信号，扫描器恢复循环，这台机的放大器被关闭，停止加丝，转入以下卷烟机的加丝过程。

## 电路原理

采用简单的数字电路，经过一定组合，就可以实现上述卷烟机组加丝的程序控制。整个控制器逻辑方框图见图③。由一个二—十进制计数器做为图②中的扫描器（烟厂中通常以十台以内的卷烟机编为一组）。计数器表示由0到9十个数字的十组输出端分别接到十个与门，

每个与门的另一个输入端接光电变换器。显然，只有在光电变换器、计数器同时有信号时，与门才打开，使相应的一路放大器工作。计数器的翻转由多谐<sub>1</sub>产生的脉冲控制。与门只要一打开，计数器必须“停留”下来，直到这台机的加丝程序结束，为此必须做到当与门打开时，多谐<sub>1</sub>即停止发出脉冲。由图③可以看出，多谐<sub>1</sub>是受或<sub>2</sub>门控制的；只要与门一有输出，也就是一开



③



始加丝,或<sub>1</sub>门便打开,经非门倒相后使或<sub>2</sub>门关闭,多谐<sub>1</sub>因而停振,保证计数器不会向下一位翻转。一定时间后,多谐<sub>2</sub>及单稳发出定时脉冲,或<sub>2</sub>门又打开,使多谐<sub>1</sub>恢复工作,计数器移到下一位,再根据下一台卷烟机的光电变换器是否有光电信号,决定计数器的停止与继续翻转。这样就达到了程序控制的目的。

下面对各部分电路做一简单介绍。

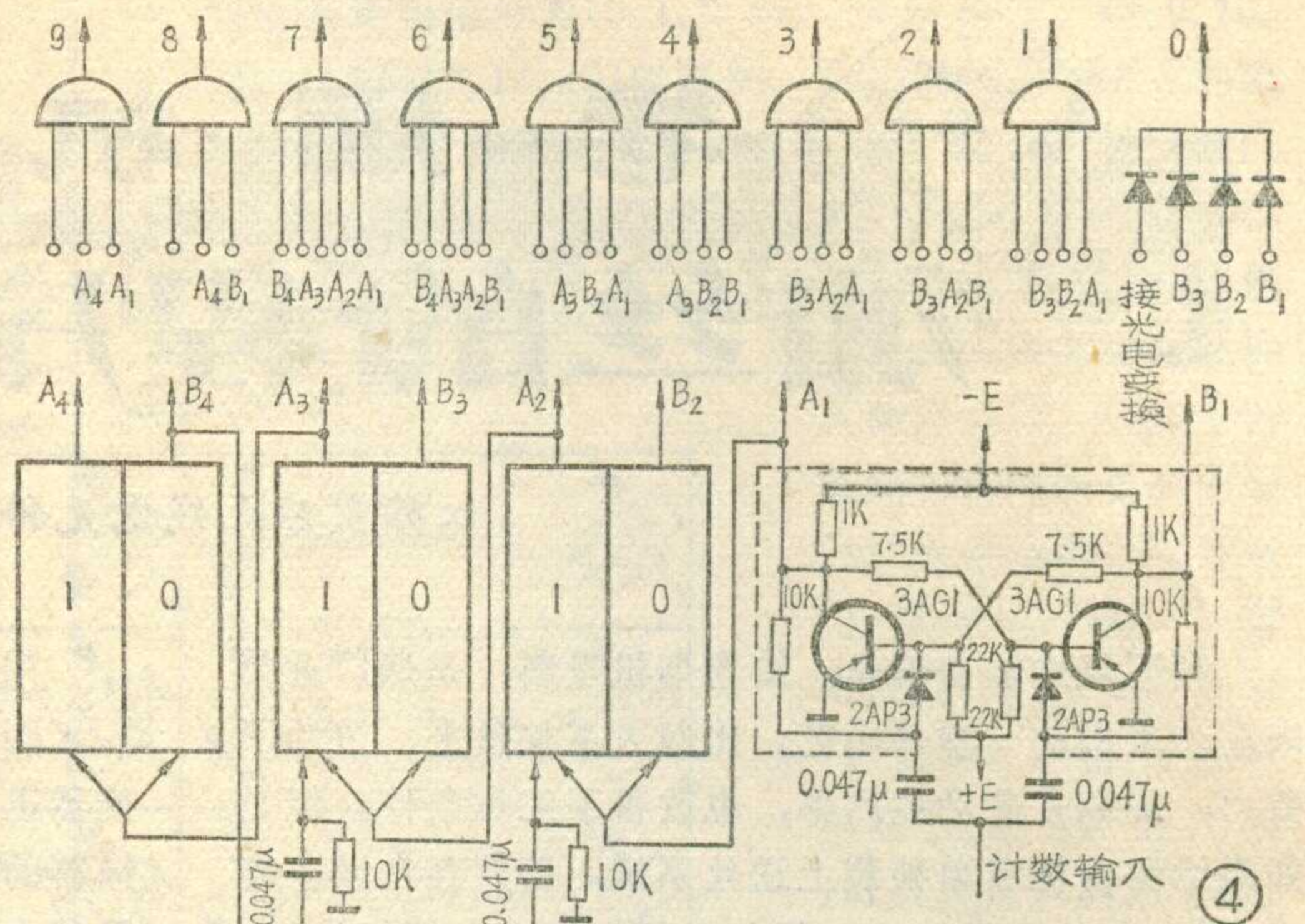
**计数器** 由四个双稳态触发器组成“2、4、2、1”编码的二——十进制计数电路,见图④。图⑤为这种计数方式的编码表。

电路状态	译码与门的组合
0	B <sub>3</sub> B <sub>2</sub> B <sub>1</sub>
1	B <sub>3</sub> B <sub>2</sub> A <sub>1</sub>
2	B <sub>3</sub> A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>
3	B <sub>3</sub> A <sub>2</sub> A <sub>1</sub>
4	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> B <sub>1</sub>
5	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> A <sub>1</sub>
6	B <sub>4</sub> A <sub>3</sub> A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>
7	B <sub>4</sub> A <sub>3</sub> A <sub>2</sub> A <sub>1</sub>
8	A <sub>4</sub> B <sub>1</sub>
9	A <sub>4</sub> A <sub>1</sub>

⑤

同时能够使 BG<sub>1</sub> 不受温度影响。C 是滤波电容,防止外部干扰进入。D<sub>2</sub> 的接入有两个作用:一是为 BG<sub>1</sub> 提供一条正反馈通路,使光电变换具有良好的开关特性。BG<sub>2</sub> 输出端负电位只要稍一升高,正反馈就导致 BG<sub>1</sub> 基极电流迅速加大, BG<sub>2</sub> 立即截止,从而避免光源被部分挡住时, BG<sub>2</sub> 工作在放大区的情况发生。第二个作用是光电变换器翻转后(即 BG<sub>1</sub> 饱和, BG<sub>2</sub> 截止), BG<sub>1</sub> 通过 D<sub>2</sub> 形成基极回路,即使光源被瞬间遮挡,电路还是被锁住。这样就防止了烟丝高度在光敏电阻附近波动时,加丝时间还没有完就停加,而进入下一台机的现象,保证了加丝质量。

**定时控制电路** 由多谐<sub>1</sub>、多谐<sub>2</sub>、单稳、或<sub>1</sub>门、或<sub>2</sub>门、非门等组成,见图⑦。多谐<sub>1</sub>产生计数器的触发脉冲,周期为 50 毫秒。多谐<sub>2</sub>和单稳产生控制加丝时间的定时脉冲。对定时脉冲的要求是周期要长,且



**光电变换器**

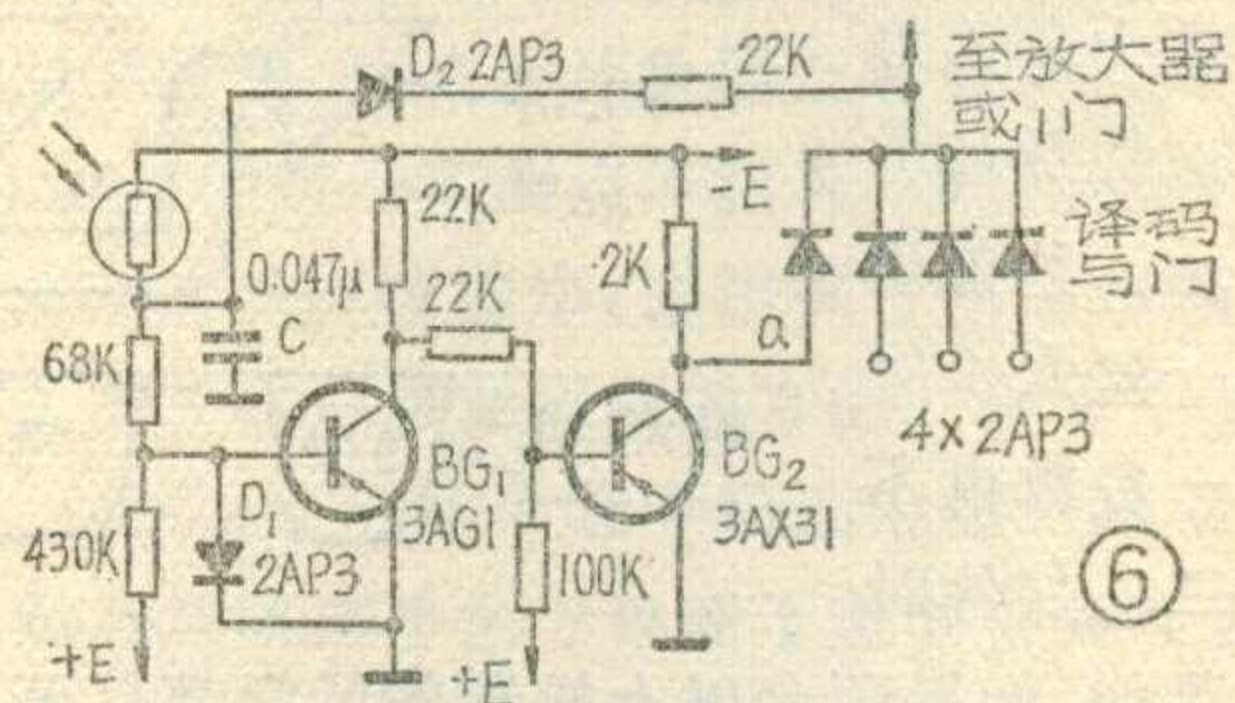
电路见图⑥。

光敏电阻受光照后, BG<sub>1</sub> 由截止变为饱和, BG<sub>2</sub> 则截止,使与门 a 端负电位升高,与门等待开放。当计数器翻转到这一位状态时,与门就打开,信号进入放大器。二极管 D<sub>1</sub> 的作用主要是把 BG<sub>1</sub> 的基极正偏压限制在 0.3 伏,大大提高了光电转换的灵敏度,同时能够使 BG<sub>1</sub> 不受温度影响。C 是滤波电容,防止外部干扰进入。D<sub>2</sub> 的接入有两个作用:一是为 BG<sub>1</sub> 提供一条正反馈通路,使光电变换具有良好的开关特性。BG<sub>2</sub> 输出端负电位只要稍一升高,正反馈就导致 BG<sub>1</sub> 基极电流迅速加大, BG<sub>2</sub> 立即截止,从而避免光源被部分挡住时, BG<sub>2</sub> 工作在放大区的情况发生。第二个作用是光电变换器翻转后(即 BG<sub>1</sub> 饱和, BG<sub>2</sub> 截止), BG<sub>1</sub> 通过 D<sub>2</sub> 形成基极回路,即使光源被瞬间遮挡,电路还是被锁住。这样就防止了烟丝高度在光敏电阻附近波动时,加丝时间还没有完就停加,而进入下一台机的现象,保证了加丝质量。

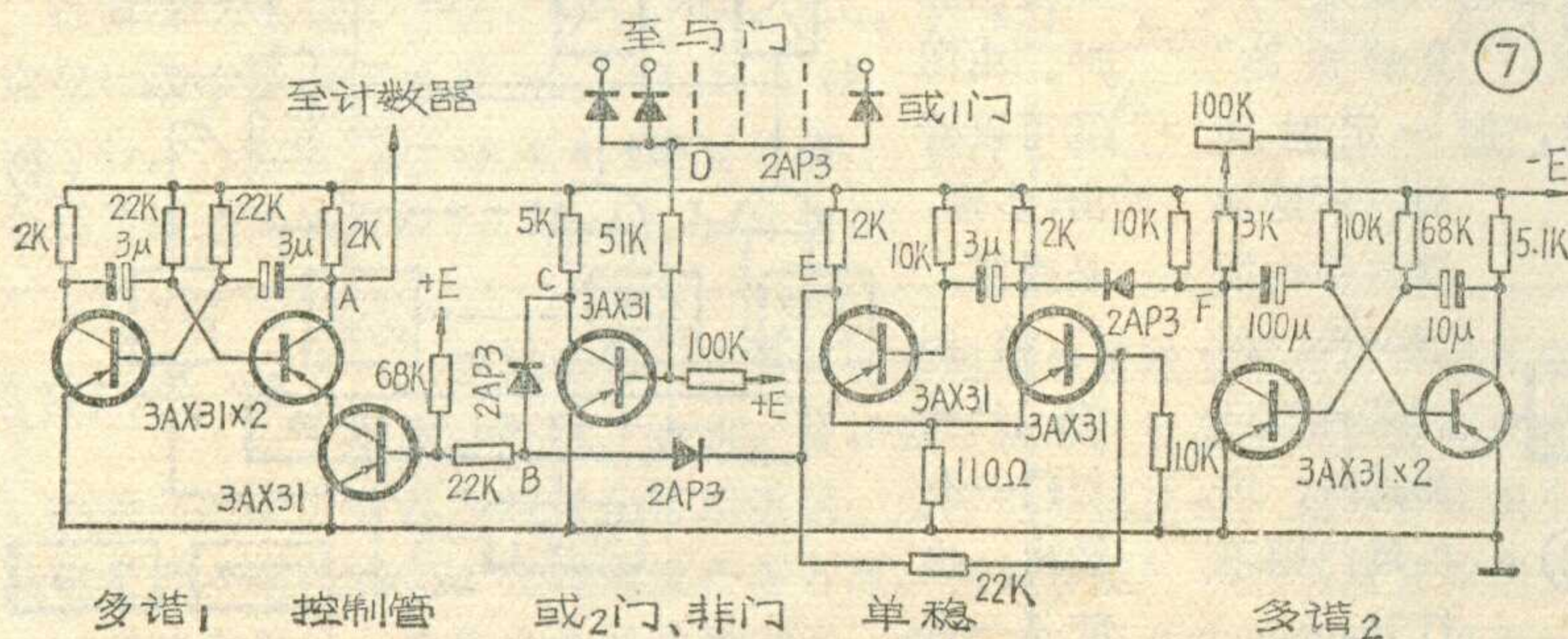
连续可调(最长为 10 秒),而宽度要窄(20 毫秒)。我们设计多谐<sub>2</sub>为不对称的多谐振荡器,短半周期为 0.5 秒,长半周期在 0.5 秒到 10 秒范围内连续可调。为使脉冲变窄,接一单稳态电路,其延时时间恰为我们要求的脉冲宽度。这样多谐<sub>2</sub>每完成一个周期,单稳就产生一个很窄的定时脉冲。整个定时控制过程可由图⑧所示的波形图说明: A 点是多谐<sub>1</sub>的输出波形,在扫描区间内为周期 50 毫秒的方波,触发计数器不停地翻转。这时因为尚未加丝,或<sub>1</sub>门关闭, D 点为低

电位(以负电压为高电位,下同),经非门后 C 点为高电位,或<sub>2</sub>门打开,使 B 点为高电位,

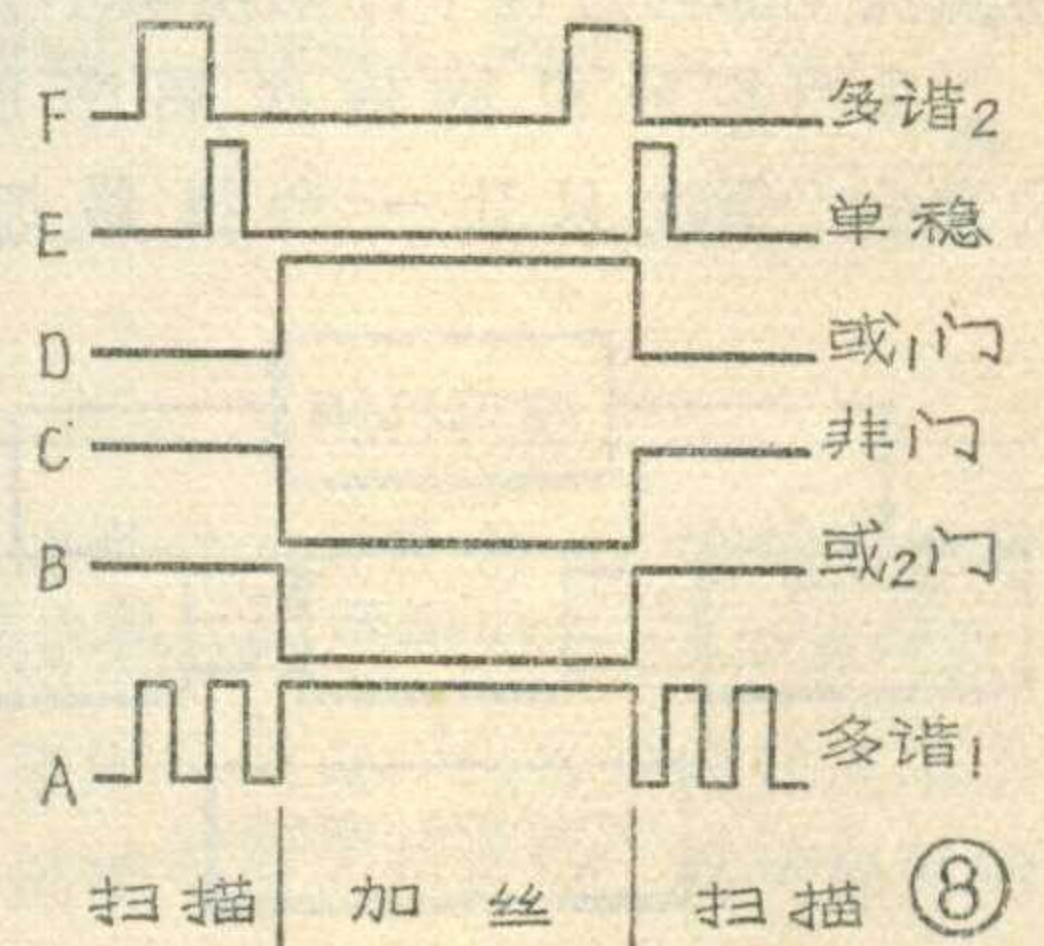
因而多谐<sub>1</sub>中的控制管是导通的,多谐<sub>1</sub>得以正常工作。在这段时间内单稳电路产生的脉冲不起作用。因为无论 E 点(单稳输出端)电位高低,或<sub>2</sub>门总是打开的,保证 B 点为高电位。当某台机一开始加丝,或<sub>1</sub>门打开了, D 点变为高电位, C 点则成了低电位。这时 E 点一般都是在低电位(因定时脉冲周期大大超过(下转第 9 页))



⑥



⑦



⑧



# DJ—III型 煤矿顶板安全报警器

太原无线电六厂  
开滦煤炭科学研究所

煤矿中采煤工作面顶板（指煤层上面的岩层）大面积垮落，通常称为“冒顶”。在万恶的旧社会，资本家唯利是图，矿井中生产条件十分恶劣，许多工人惨死于冒顶事故。解放以后，党对广大煤矿工人的安全高度重视，在毛主席的无产阶级革命路线指引下，广大煤矿工人对顶板的活动进行了大量的观察和研究，掌握了一定的顶板活动规律，曾经多次成功地预报了冒顶事故的发生，避免了损失。无产阶级文化大革命中，我们组织了工人、技术人员、干部和科研、生产、使用单位的两个三结合，以广大矿工同志在长期的生产实践中总结出来的顶板活动规律为依据，研制出DJ—III型煤矿顶板安全报警器。它适应于煤矿中缓倾斜煤层一次采全高的长壁工作面，能在工作面发生冒顶危险前，自动发出报警信号，从而避免造成人身事故。

采煤工作面顶板活动规律是这样的：在正常情况下，顶板受不同地质条件和采煤工艺的影响，以大约每小时零点几毫米到几毫米的速度向下移动。当顶板大面积所受压力增大时，下沉速度就显著增加，并维持一段时间才开始冒顶。我们把显著增加了的下沉速度叫做“危险速度”，记作 $V_t$ ；把它所维持的时间叫做“延迟时间”，记作 $t$ 。

根据上述规律设计的安全报警器，主要具有以下几个作用：

1. 顶板下沉速度超过 $V_t$ 值时，能发出灯光信号；在经过一定时间延迟后，发出声、光报警信号。本仪器 $V_t$ 值在每小时3毫米到每小时42毫米内可调，共分24档。在 $V_t$ 为每小时3毫米时最大延迟时间约500分钟，在 $V_t$ 为每小时42毫米时最大延迟时间约43分钟。
2. 顶板下沉速度超过 $V_t$ 很多时，可提前报警。
3. 报警后如顶板活动恢复正常，可自动停止报警。

井下工业试验证明，这种报警器性能良好，受到矿工同志的欢迎。

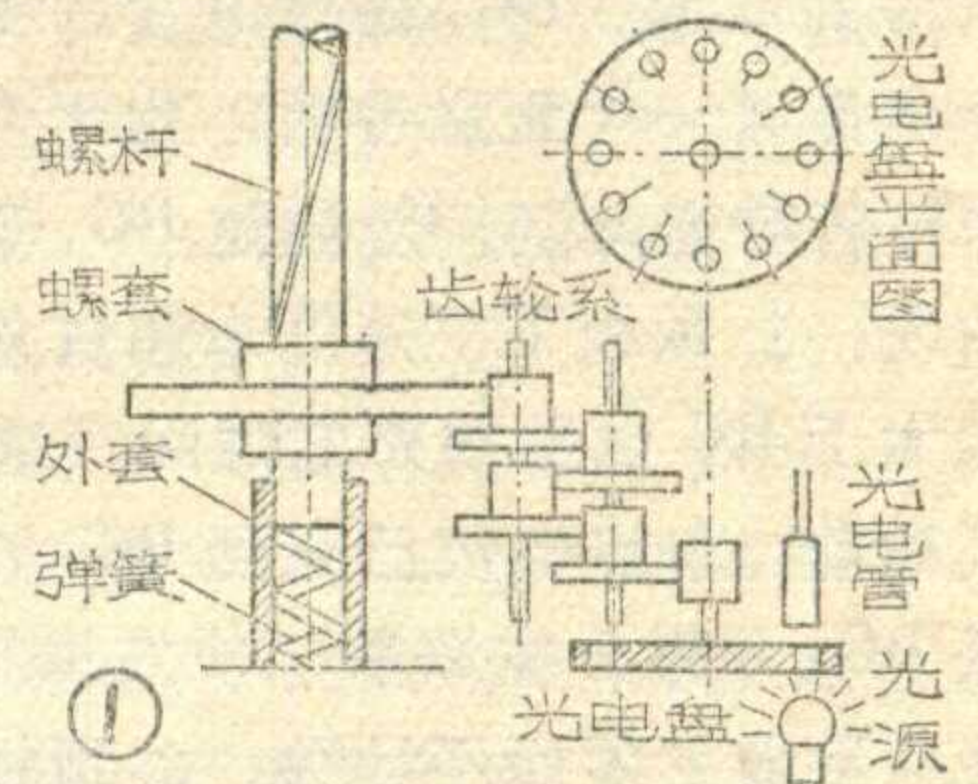
## 结构和工作原理

DJ—III型煤矿顶板安全报警器由支架及频率发

生器（简称支频器）和控制电路两部分构成。

### 一、支频器：

它的作用是将顶板下沉速度变成电信号，结构示意图见图①。在顶板下沉时，螺杆下移，但不旋转，与之啮合的螺套转动，通过五级齿轮变速，带动光电圆盘旋转。光电圆盘上有十二个小孔，每当小孔经过光源处透光时，光电二极管就受到光照。显然，光电信号的个数正比于顶板下沉量（每下沉一毫米，约发出十六个光电信号），信号频率则正比于下沉速度。这样便实现了下沉速度到电信号之间的转换。

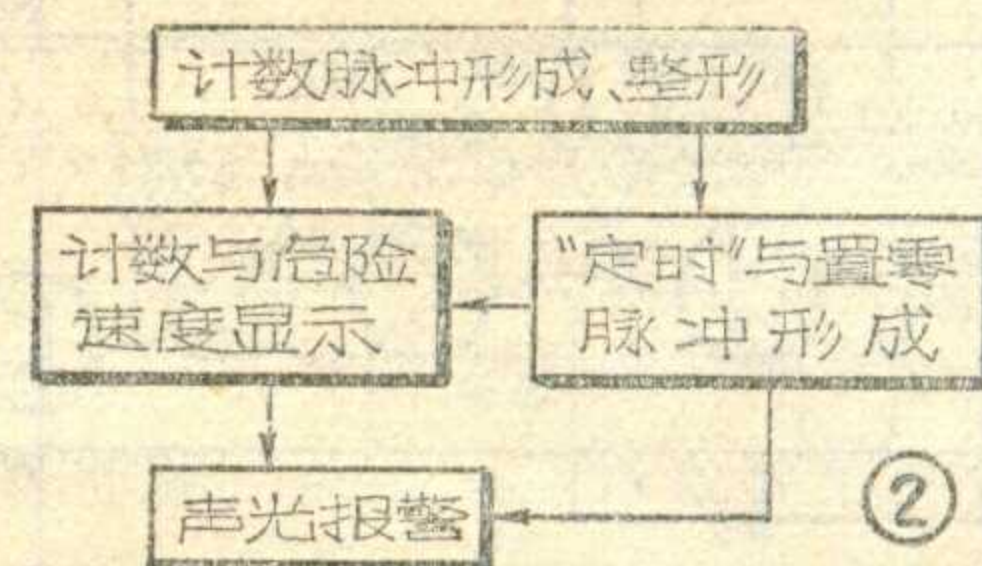


### 二、控制电路：

它的作用是当下沉速度超过危险速度 $V_t$ 时，对支频器来的光电信号计数，并根据不同延时要求发出报警信号，方框图见图②，除计数与危险速度显示电路、声光报警电路两部分外，还包括计数脉冲形成、整形电路及“定时”与置零脉冲形成电路。前者从光电信号得到用来计数触发的脉冲信号，后者起鉴别光电信号的作用，保证只有下沉速度超过 $V_t$ 时计数器才计数，而在正常情况下不计数。

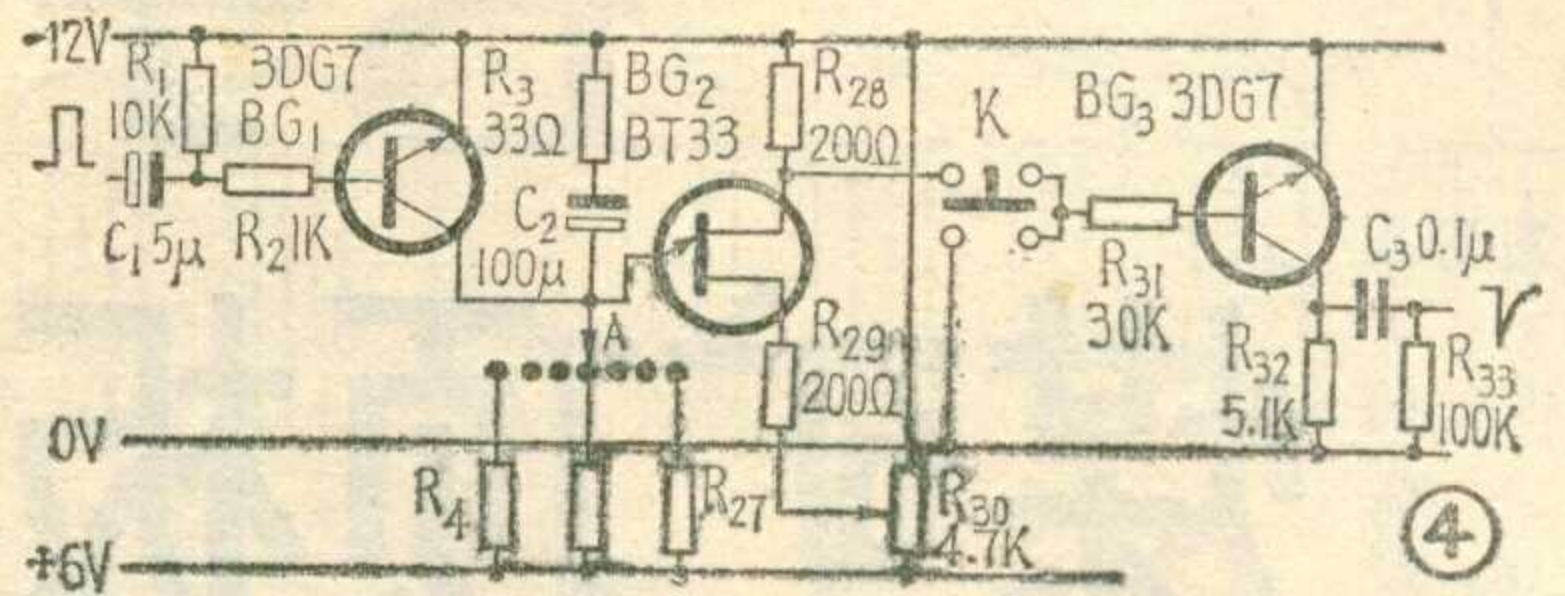
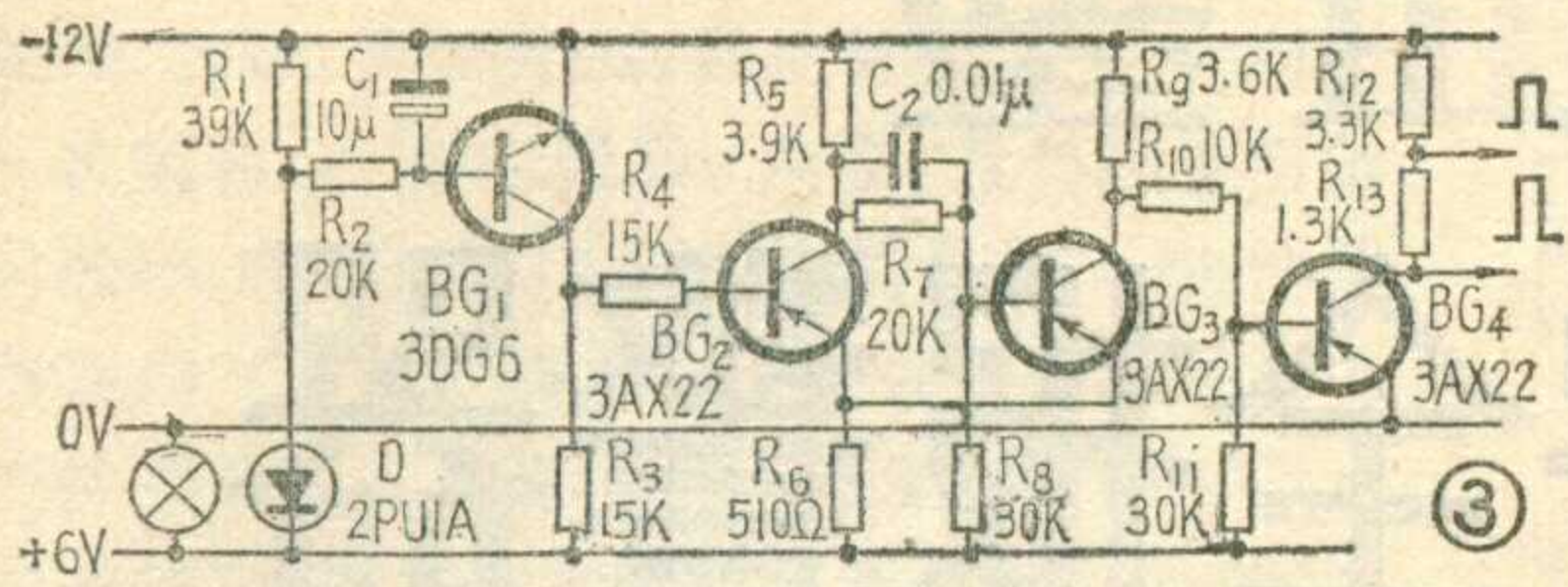
下面对各个电路的特点作一简单分析。

**计数脉冲形成、整形电路** 由光电输入、放大、射极耦合双稳态电路及反相器组成，如图③所示。光电二极管D未受光照时，内阻很大，放大管 $BG_1$ 截止。D受光照时，内阻变小， $BG_1$ 导通。放大后的光电信号经 $BG_2$ 、 $BG_3$ 组成的射极耦合双稳态电路整形形成整齐的脉冲波，再经反相器 $BG_4$ 后，便得到了用以计数触发的正脉冲。



**“定时”与置零脉冲形成电路** 所谓“定时”，指的是鉴别反映顶板下沉速度的光电信号，在下沉速





度为正常值的情况下，要产生一个置零脉冲使计数器置零而不计数。前已提及，光电信号的周期是反映下沉速度的，因此对光电信号的周期加以鉴别就行了。这儿采用了单晶体管构成的开关电路完成这个任务，见图④。其中单晶体管  $BG_2$  是否导通视 A 点电位而定。电源接通后，将通过电阻  $R_4 \sim R_{27}$  中的某个电阻对电容  $C_2$  充电，若 A 点电位能达到单晶体管峰点电压， $BG_2$  即导通。充电电阻  $R_4 \sim R_{27}$  的数值从 51 千欧到 576 千欧，与电容  $C_2$  配合，充电时间分别对应顶板下沉速度从每小时 42 毫米到每小时 3 毫米时光电信号的周期。 $BG_1$  是放电管。当自计数脉冲形成、整形电路来一个正脉冲时，由于  $C_1$  上的电压不能突变， $BG_1$  将导通，此时  $C_2$  通过  $BG_1$  放电。这时有两种可能情况：1. 顶板下沉速度未超过危险速度，光电信号周期大于 RC 电路的充电时间。这时在第二个计数脉冲到达前，A 点电位已充到  $BG_2$  峰点电压， $BG_2$  导通，经  $BG_3$  及微分电路后，便发出置零负脉冲到计数器，使计数器置零而不计数。2. 顶板下沉速度超过了危险速度，光电信号周期小于 RC 电路充电时间。这时情况不同了，A 点电位还没有充到  $BG_2$  峰点电压，第二个正脉冲已到来，使  $BG_1$  导通， $C_2$  放电，之后又重新充电、放电。这样 A 点电位始终达不到峰点电压，无法导通， $BG_3$  是截止的，不会产生置零脉冲，计数脉冲就可使计数器计数了。

K 是手动置零微动开关。按下 K 时， $BG_3$  由截止变饱和，发出置零脉冲。

**计数与危险速度显示电路** 由十个双稳态电路及两个反相器组成，见图⑤。这个电路的特点是：

一、第 1 组——第 8 组双稳态电路，构成一个八位二进制计数器，最多可计数

$$2^1 + 2^2 + \dots + 2^8 = 510 \text{ 个}$$

每组双稳态电路的输出同时接入报警电路，做为报警驱动与非门的输入（参阅下面介绍的声光报警电路）。

二、第 0 组双稳态电路由计数脉冲形成、整形电路产生的计数脉冲触发。它的输出一方面触发计数器，另一方面驱动以绿灯做负载的反相器。

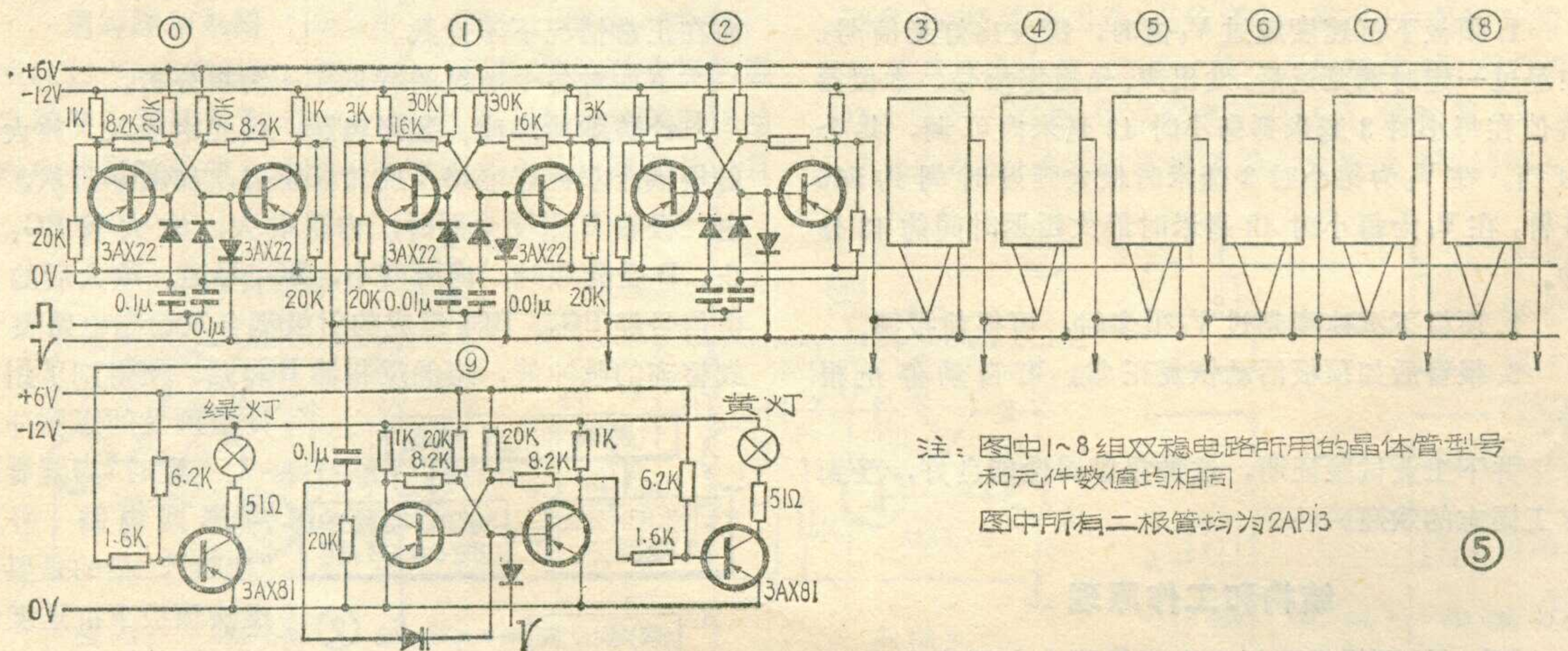
三、第 1 组双稳态电路还驱动第 9 组双稳态电路，然后经反相器带动黄灯负载。

由于电路的上述特点，它可完成以下几个任务：

一、顶板下沉速度未超过危险速度时，每一个计数脉冲均使第 0 组双稳态电路翻转，经反相器使绿灯亮一次。由于在第二个计数脉冲到来之前，“定时”与置零电路已发出置零脉冲，所以这时计数器不计数。

二、如果顶板下沉速度超过了危险速度，则第 0 组双稳态电路翻转后，便触发计数器工作。第二个计数脉冲使第 1 组双稳态电路翻转后，又触发第 9 组双稳态电路，经反相器使黄灯亮，警告顶板下沉速度已超过危险速度，提醒人们注意。只要顶板下沉速度超过危险速度，黄灯一直不灭。

三、计数器计数的过程，实际上是延时的过程。所计的数，反映顶板下沉速度超过危险速度后维持的时间。



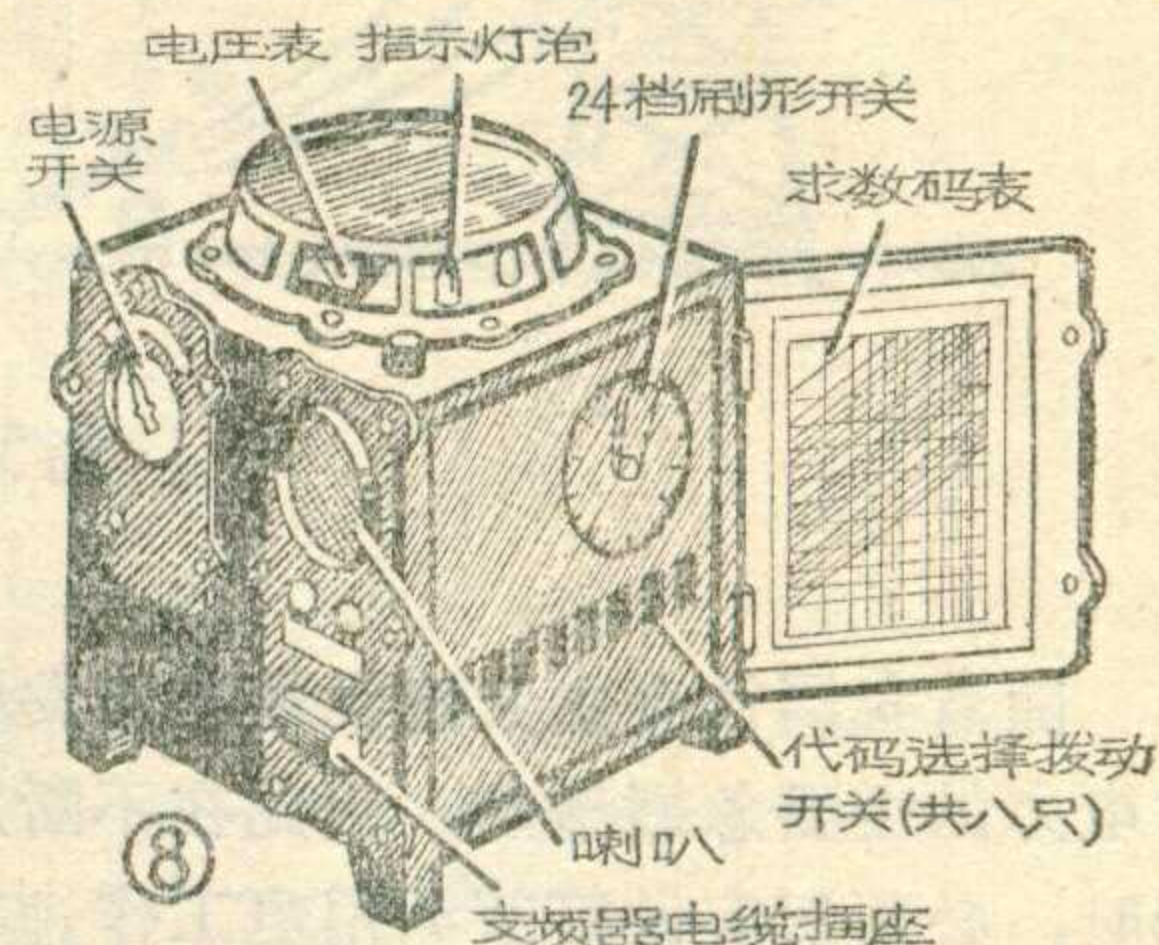
注：图中 1~8 组双稳电路所用的晶体管型号和元件数值均相同  
图中所有二极管均为 2AP13

⑤



## 使用方法

在一个回采工作面上使用顶板安全报警器，要先对该工作面的地质活动情况有所了解，做到“胸中有数”，结合煤层开



采与顶板管理、维护情况，确定危险速度 $V_t$ 和延迟时间 $t$ 。仪器工作时，将面板上（见图8）24档刷形开关的动接点拨到确定的危险速度值，再把代码选择拨动开关拨到适当的位置。决定拨动开关位置的方法如下：1. 根据确定的 $V_t$ 和 $t$ ，由“求数码表”找出相应的数码，2. 由“数码代码对照表”找出对应于这一数码的代码，即八个拨动开关的位置（求数码表和数码代码对照表均附在仪器内）。上述转换实际上是由危险速度和延迟时间二者共同决定计数器计多少数后开始报警，也就是把危险速度和延迟时间“翻译”成机器的工作语言。

例如，根据某工作面的地质情况和采掘工艺条件，确定危险速度为16毫米/小时，延迟时间为40分钟，即如果顶板以16毫米/小时的速度下沉，超过40分钟后就可能冒顶。我们由“求数码表”查出对应的数码是174（实际上是光电信号的个数），再由“数码代码对照表”找出对应的代码为01010111。这时我们只要将代码选择拨动开关中的第2、4、6、7、8五个开关合上，仪器就可正常工作了（即延时40分钟后报警）。支频器应放置在不易被人碰撞的地方。

近年来，不少煤矿组织“顶板测压小组”，对顶板活动情况进行了大量记录和研究。这一群众性科学实验活动，正是使用顶板安全报警器的坚实的群众基础。随着我们对顶板活动规律认识的不断深入，顶板安全报警器也一定会日臻完善，更好地为煤矿安全生产服务。

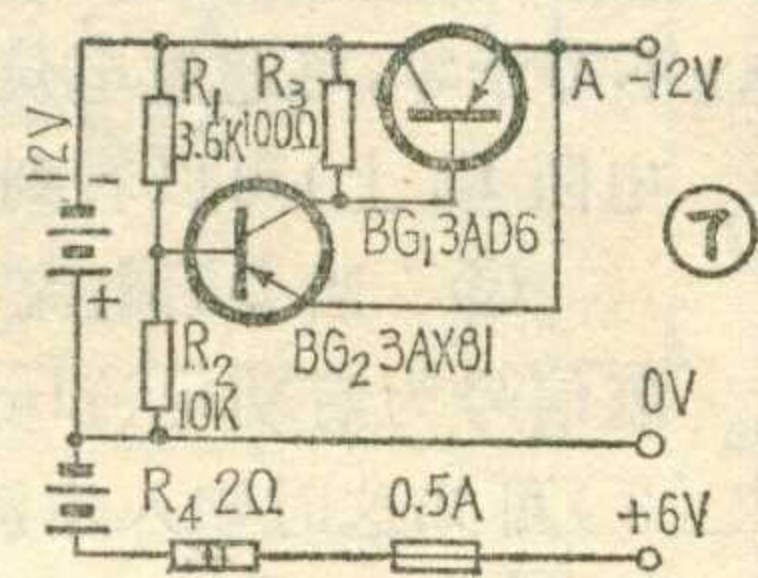
近一年来，不少煤矿组织“顶板测压小组”，对顶板活动情况进行了大量记录和研究。这一群众性科学实验活动，正是使用顶板安全报警器的坚实的群众基础。随着我们对顶板活动规律认识的不断深入，顶板安全报警器也一定会日臻完善，更好地为煤矿安全生产服务。

正是使用顶板安全报警器的坚实的群众基础。随着我们对顶板活动规律认识的不断深入，顶板安全报警器也一定会日臻完善，更好地为煤矿安全生产服务。

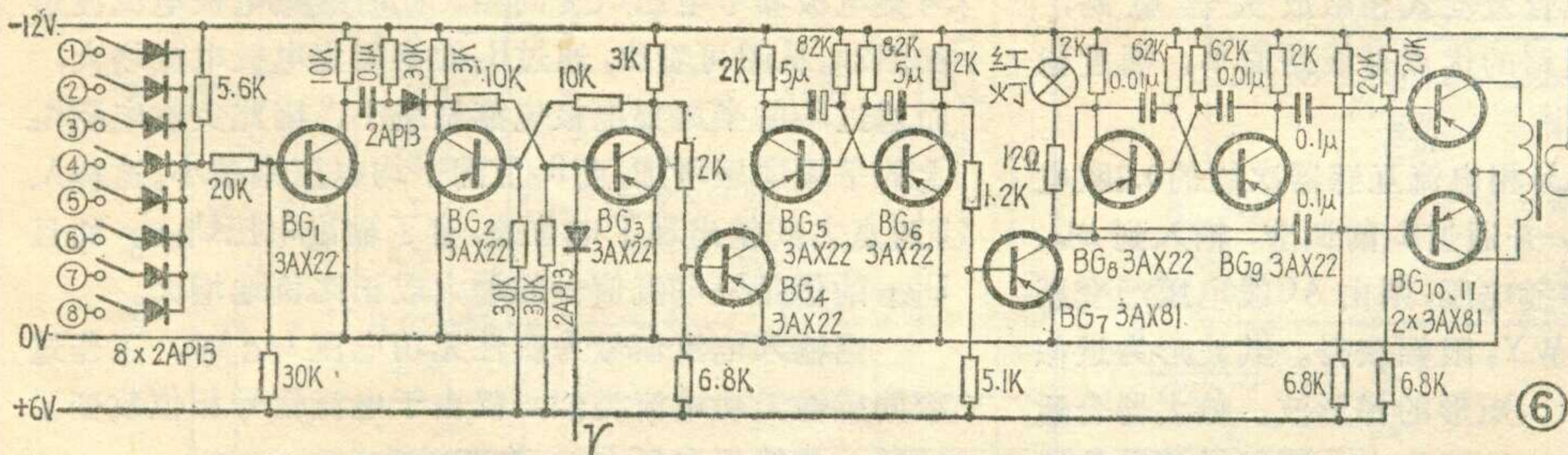
## 声光报警电路 见图⑥。

八只二极管（2AP13）和 $BG_1$ 构成与非门电路，输入端经“代码选择拨动开关”接计数器的八组双稳态电路。 $BG_2$ 、 $BG_3$ 构成报警双稳态电路。 $BG_4$ 、 $BG_5$ 、 $BG_6$ 构成可控多谐振荡器（振荡频率为1—2赫）。 $BG_8$ 、 $BG_9$ 为音频多谐振荡器（振荡频率1000赫）。 $BG_{10}$ 、 $BG_{11}$ 为推挽放大级。电路工作过程如下：根据由实际情况决定的预选延迟时间，适当选择“代码选择拨动开关”的接通与断开（共可组合成从2—510间任一偶数代码）。与非门仅当拨动开关接入的双稳态电路全部输出低电位时才有输出，这对应于不仅顶板下沉速度超过危险速度，而且也到了预选延迟时间。这时报警双稳态电路翻转， $BG_3$ 输出低电位，使可控多谐振荡器工作。在 $BG_6$ 截止的半周期内， $BG_7$ 导通，红灯点燃，这是光报警信号。同时音频多谐振荡器也产生音频振荡，经推挽放大后推动扬声器发出声报警信号。

控制电路的电源采用六只2XY—8型银锌蓄电池，其中四只接成负电源（-12伏），二只接成正电源（+6伏）。根据煤矿生产的特殊要求，电源通过安全火花型保护电路供电，见图⑦。



大家知道，如果电路发生短路，会产生可能引起瓦斯爆炸的火花，这在井下是不允许的。通过短路保护，能把短路火花的能量限制在安全范围内。由图⑦可见，在正常情况下，由于 $R_3$ 的作用， $BG_1$ 导通，A点电位近-12伏。当电路中发生-12伏与零伏短路的瞬间，A点电位立即由近-12伏变为零伏，导致 $BG_2$ 饱和导通，其集电极电位近零伏，而 $BG_2$ 集电极是和 $BG_1$ 基极相连的，使 $BG_1$ 立刻截止，自动将输出电流切断，从而保证了安全。若-12伏与+6伏短路时，同样可起到保护作用。



（上接第6页）脉冲宽度），所以B点电位也降为低电位，使多谐<sub>1</sub>控制管截止，多谐<sub>1</sub>停振，计数器便不会继续翻转了。直到多谐<sub>2</sub>完成一个周期后，单稳发出定时脉冲，使E点电位升高，经或<sub>2</sub>门后B点电位也升高，多谐<sub>1</sub>控制管重新导通，多谐<sub>1</sub>恢复工作，计数器才转入

下一位。这就是全部定时控制过程。

经使用实践证明，这种控制器和过去沿用的控制设备（机械转盘式或电子管步进继电器式）比较，具有可靠、灵敏、能自动调节加丝量等优点，提高了卷烟质量，为风力送丝新工艺的推广创造了良好条件。

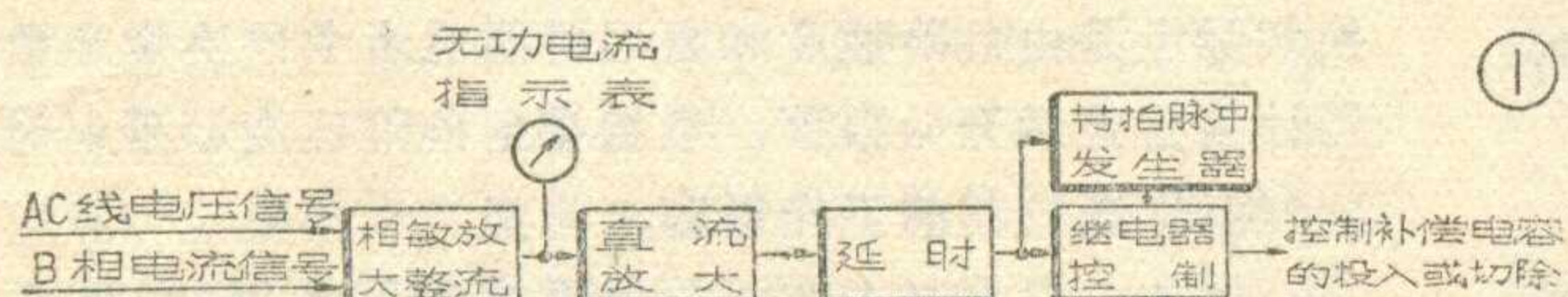




北京二里沟汽车制造厂 钟金元

随着我国社会主义建设的迅速发展，工农业生产对电力的需要急剧增加，因此在不断发展电力工业的同时，必须切实做好节约用电工作。在工厂节电措施中，利用电容来补偿用电负荷中的无功功率，减少电网无功功率的消耗，提高用户的功率因数，是一项重要的措施。我厂配电室制成的晶体管功率因数自动补偿装置，经实际运行观察，工作可靠，能将用电功率因数提高到95%以上。

周，二极管  $D_1$  导通， $D_2$  截止， $BG_1$  的集电极电流经左边的负载电阻  $R_5$  流过；在参考电压的负半周， $D_2$  导通， $D_1$  截止， $BG_1$  集电极电流将经右边的负载电阻  $R_6$  流过。由于正、负半周工作对称，电流一样，且  $R_5$  等于  $R_6$ ，故在左、右二边负载电阻  $R_5$ 、 $R_6$  上产生的平均电压相等，即 A、B 两点为等电位点，输出电压  $U_{AB}$  等于零。如果由于左右二边元件参数差异，造成  $U_{AB}$  不等于零，可通过电位器  $R_2$  调整到零。用示波器（从电阻  $R_4$  上）可以看到集电极电流的波形，见图2a。



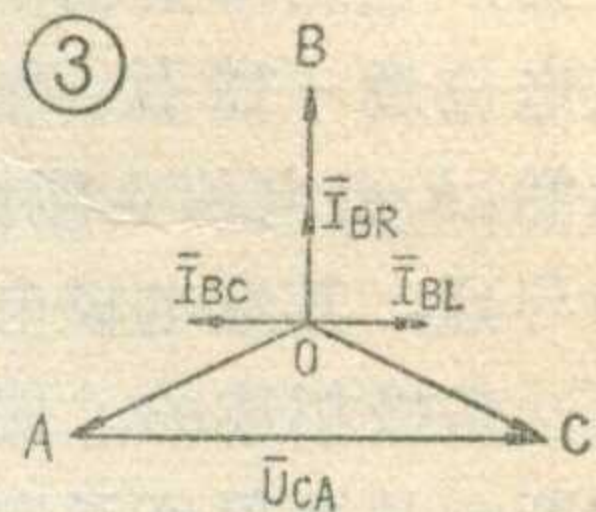
**工作原理** 自动补偿装置的电路图见图5。其方框图见图1。本装置主要由下列三部分组成：（1）测量部分：由相敏放大整流电路组成；（2）放大、延时部分：由射极跟随器和阻容延时电路组成；（3）执行部分：由节拍脉冲发生器和继电器等组成。

① 当 B 相电流与 B 相电压同相时，即输入电流信号为有功电流  $\bar{I}_{BR}$  时：从电流、电压矢量图（图3）可知这时输入电流信号  $\bar{I}_{BR}$  与集电极参考电压  $\bar{U}_{CA}$  有  $90^\circ$  的相位差。此时的集电极电流波形如图2b所示。可以看出，在左、右两边分别工作的半周内，集电极电流在  $1/4$  周受到正电流信号的作用而增大，而在另  $1/4$  周受负电流信号的作用而减小。但由于三极管工作在线性放大状态，增加和减少量相等，故通过负载电阻的平均电流值仍与电流信号为零时一样，因此输出电压  $U_{AB}$  仍等于零。

**（1）测量部分**

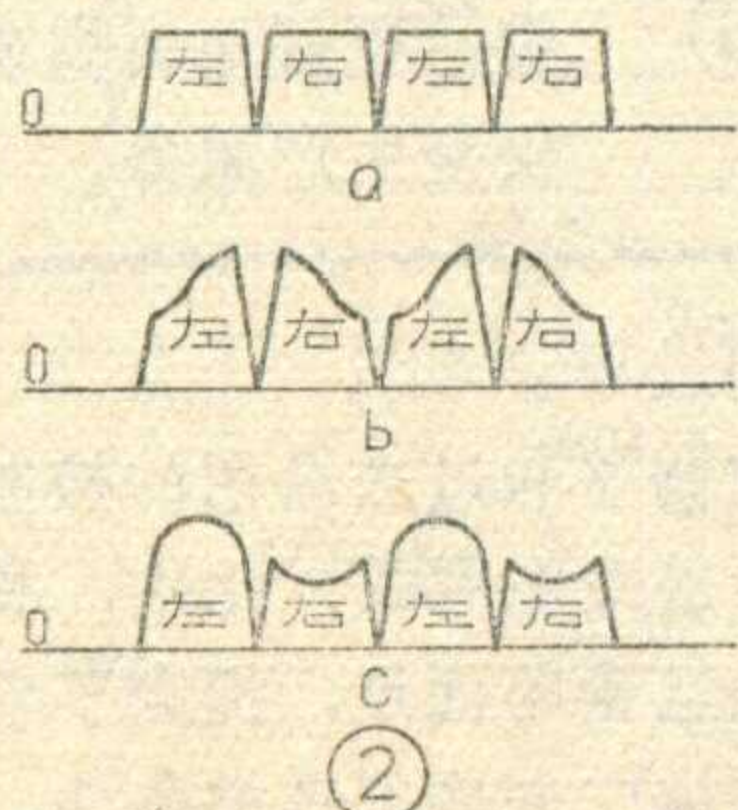
一般用电负荷电流中，包括有功和无功电流二个分量。为了对无功电流进行补偿，首先必须从负荷电流中将无功电流分量分解出来、测量出来，并以此作为信号去控制整个装置的工作。这就是测量部分要完成的任务。

② 当 B 相电流滞后于 B 相电压  $90^\circ$  时，即输入电流信号为感性无功电流  $\bar{I}_{BL}$  时：从图3可知，这时输入电流信号  $\bar{I}_{BL}$  与集电极参考电压  $\bar{U}_{CA}$  同相。此时的集电极电流波形如图2c。从图可看出，通过  $R_5$  的半周集电极电流增大，而通过  $R_6$  的半周集电极电流则减小，因此负载电阻  $R_5$  上的平均电压增加，而  $R_6$  上的平均电压则减小。这样 A、B 两点之间就出现了电位差，有了输出电压  $U_{AB}$ 。而且  $U_{AB}$  的值是随电流信号的增大成正比例地增大。



本装置采用的是单管差动式相敏放大器电路，（见图5）。采用单管线路的优点是线路简单，温度稳定性高，零点漂移小。

相敏放大器从接入 B 相电流互感器次级的 0.2 欧电阻上获得 B 相电流信号，并通过  $R_1$  的调节，输入到  $BG_1$  的基极。 $BG_1$  的集电极参考电压，则由 AC 线电压经变压器降压和稳压管  $WY_1$ 、 $WY_2$  限幅获得。其波形为近似矩形的梯形波。放大器合适的工作点，可通过调整偏流电阻  $R_3$  获得，使 A、B 两点对地电位分别为 -20 伏即可。



下面分四种情况分析相敏放大器的工作过程：

① 当输入电流信号为零时：在参考电压的正半

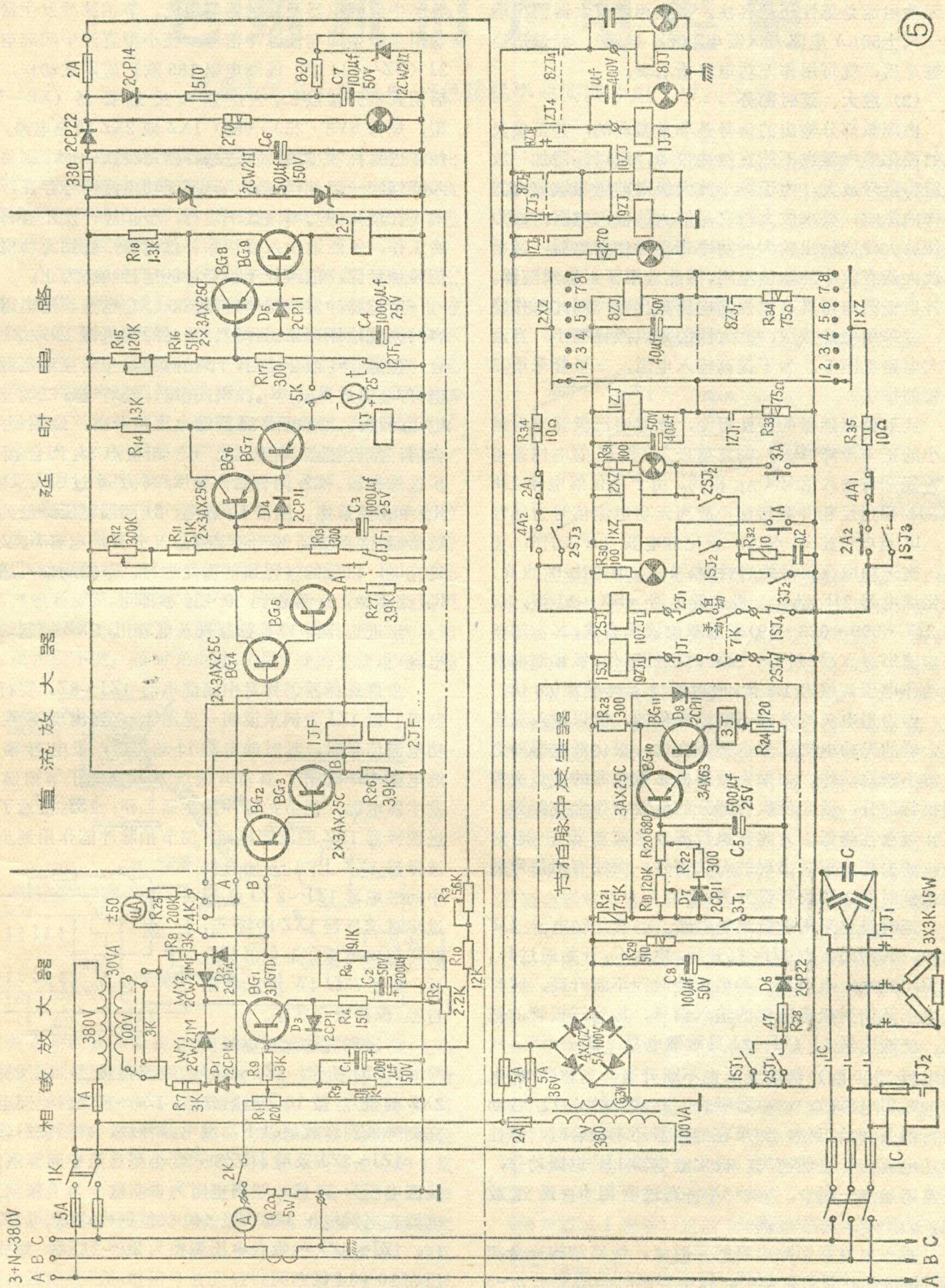
周，二极管  $D_1$  导通， $D_2$  截止， $BG_1$  的集电极电流经左边的负载电阻  $R_5$  流过；在参考电压的负半周， $D_2$  导通， $D_1$  截止， $BG_1$  集电极电流将经右边的负载电阻  $R_6$  流过。由于正、负半周工作对称，电流一样，且  $R_5$  等于  $R_6$ ，故在左、右二边负载电阻  $R_5$ 、 $R_6$  上产生的平均电压相等，即 A、B 两点为等电位点，输出电压  $U_{AB}$  等于零。如果由于左右二边元件参数差异，造成  $U_{AB}$  不等于零，可通过电位器  $R_2$  调整到零。用示波器（从电阻  $R_4$  上）可以看到集电极电流的波形，见图2a。

② 当 B 相电流与 B 相电压同相时，即输入电流信号为有功电流  $\bar{I}_{BR}$  时：从电流、电压矢量图（图3）可知这时输入电流信号  $\bar{I}_{BR}$  与集电极参考电压  $\bar{U}_{CA}$  有  $90^\circ$  的相位差。此时的集电极电流波形如图2b所示。可以看出，在左、右两边分别工作的半周内，集电极电流在  $1/4$  周受到正电流信号的作用而增大，而在另  $1/4$  周受负电流信号的作用而减小。但由于三极管工作在线性放大状态，增加和减少量相等，故通过负载电阻的平均电流值仍与电流信号为零时一样，因此输出电压  $U_{AB}$  仍等于零。

③ 当 B 相电流滞后于 B 相电压  $90^\circ$  时，即输入电流信号为感性无功电流  $\bar{I}_{BL}$  时：从图3可知，这时输入电流信号  $\bar{I}_{BL}$  与集电极参考电压  $\bar{U}_{CA}$  同相。此时的集电极电流波形如图2c。从图可看出，通过  $R_5$  的半周集电极电流增大，而通过  $R_6$  的半周集电极电流则减小，因此负载电阻  $R_5$  上的平均电压增加，而  $R_6$  上的平均电压则减小。这样 A、B 两点之间就出现了电位差，有了输出电压  $U_{AB}$ 。而且  $U_{AB}$  的值是随电流信号的增大成正比例地增大。

综上所述：将 AC 线电压信号和 B 相电流信号输





⑤



入相敏放大器后，它的输出电压的大小就能准确地反映负荷电流中无功电流的大小，而它的极性，则能反映无功电流是感性还是容性。接在相敏放大器输出端的一只 $\pm 50\mu\text{A}$ 电流表（需串 $200\text{K}$ 电阻），经过适当的整定后，就可用作无功电流指示表。

## (2) 放大、延时部分

由测量部分输出的信号是非常微弱的，甚至极灵敏的极化继电器也不能直接被带动，所以还需加一放大级将信号放大。为了减小放大级对前级相敏放大器工作的影响，要求放大级有足够大的输入电阻，而为了使放大器能输出较大的功率带动极化继电器，又希望放大器有较小的输出电阻，因此选用了射极跟随器。另外射极跟随器具有很强的电压负反馈，因此工作稳定，并采用差动接法，放大器的零点漂移极小。直流放大电路见图5。为了提高输入电阻，三极管采用复合管的接法。

从射极跟随器的特性可知，如忽略三极管发射结很小的正向压降 $U_{eb}$ ，则发射极 $A'$ 和 $B'$ 的电位差可认为完全与输入信号 $U_{AB}$ 相同。由于极化继电器1JF和2JF采用反相并联接法，故当无功电流信号为感性时， $B'$ 点电位比 $A'$ 点高，极化继电器1JF动作；相反，当无功电流信号为容性时， $A'$ 点电位比 $B'$ 点高，极化继电器2JF动作。极化继电器（HY—11型，规格2JY·309·026·19）采用双位置偏右式，其常闭接点作输出接点，控制下一级延时级的工作。极化继电器的动作电压调整为1.2伏，而返回电压调整为0.6伏。

因为用电负荷是在不断地变化的，所以输入直流放大器的无功电流信号也不断变化，极化继电器随之经常不断地动作。如果直接用极化继电器的接点去控制执行部分，就会使执行部分的电器动作十分频繁，工作可靠性降低。为此在执行部分之前加设一延时级，滤去那些短时出现的无功信号，而使有用信号能通过延时级加到执行部分去。

延时级也采用射极跟随电路。当极化继电器1JF动作，其常闭接点1JF<sub>1</sub>打开后，电容 $C_3$ 开始通过 $R_{11}$ 和 $R_{12}$ 充电，电容器二端电压随时间不断升高，同时此电压又作射极跟随器的输入信号，加到三极管的基极，使继电器1J（1J、2J灵敏继电器，JR—4型，线圈电阻1500欧）两端电压也不断升高，当达到继电器的吸引电压时，继电器吸合，其常开触点1J<sub>1</sub>启动执行部分开始工作。如果在继电器还未吸合时，感性无功电流信号突然消失，极化继电器1JF返回动作，其常闭触点一闭合，电容 $C_3$ 将通过电阻 $R_{13}$ 迅速放电，为下次延时作好准备。

投入电容和切除电容的延时级，线路结构完全相同，仅是延时要求有差别。投电容延时一般要求2~3分钟，切除电容要求1~1.5分钟。必须挑选漏电流小于 $100\mu\text{A}$ 的电解电容器作延时电容用。

## (三) 执行部分

执行部分主要由节拍脉冲发生器，步进选择器，各类中间继电器及接触器等组成。节拍脉冲发生器的功用是产生周期性脉冲信号，使小型直流中间继电器3J（DZ—144型，线圈电阻185欧）周期性动作，而后用其常开接点3J<sub>2</sub>去控制步进选择器（XB—<sup>50</sup>/<sub>4</sub>型，规格SV3·250·069）1XZ或2XZ线圈电路，驱使步进选择器步跳，步进选择器每跳跃一步，则将投入或切除一组补偿电容。只要无功电流信号存在，电网不在最高的功率因数下运行，节拍脉冲发生器将始终工作，不断地投入或切除补偿电容，直到无功电流信号被消除，电网处于最经济的运行状态为止。

节拍脉冲发生器电路见图5。它也是利用电阻电容的充放电原理来工作的。当延时继电器1J或2J吸合，接通1SJ或2SJ后，节拍脉冲发生器接通电源，电容 $C_5$ 通过 $R_{20}$ 、 $R_{19}$ 、 $R_{21}$ 充电，随着电容二端充电电压的增高，继电器3J两端电压也升高，最后达吸合值，常开接点3J<sub>1</sub>闭合，另一组接点3J<sub>2</sub>闭合接通步进选择器。3J<sub>1</sub>闭合后，使 $C_5$ 转为通过3J<sub>1</sub>、 $D_7$ 、 $R_{22}$ 和 $R_{20}$ 放电。随着 $C_5$ 放电，3J两端电压降低到释放值时3J释放，常开接点3J<sub>1</sub>又分开，电容 $C_5$ 又恢复充电，以后的过程如前重复进行。节拍周期可通过 $R_{19}$ 来调整，一般调到20~30秒即可。

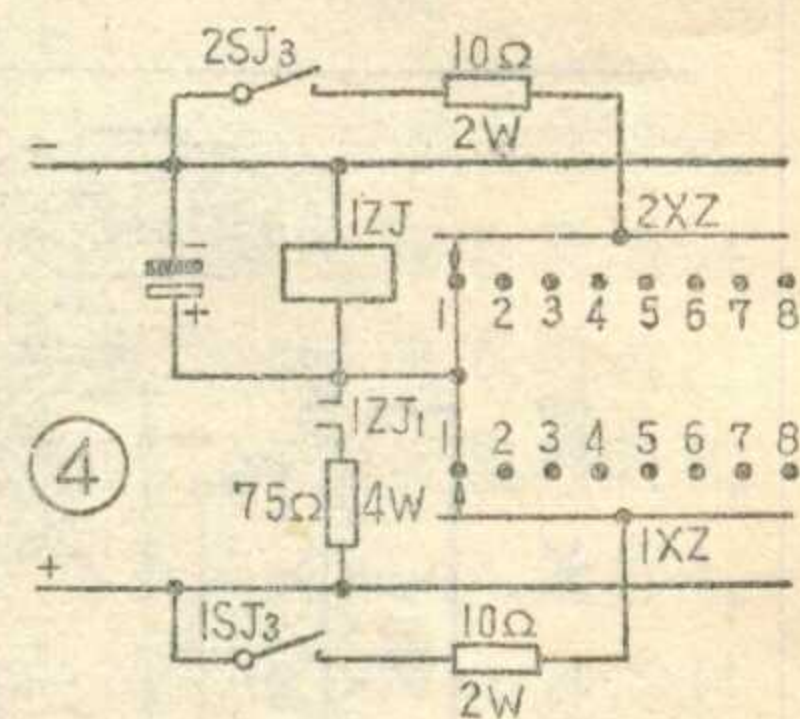
步进选择器1XZ控制投入电容用；2XZ控制切除电容用。

步进选择器怎样对中间继电器1ZJ~8ZJ实行控制呢？以1ZJ为例来说明（见图4），当出现感性无功电流信号时，延时继电器1J动作后，投电容辅助继电器1SJ动作，其常开接点1SJ<sub>1</sub>接通了节拍脉冲发生器电源，使节拍脉冲发生器工作；1SJ<sub>2</sub>接通了步进选择器1XZ的线圈电路，使节拍脉冲能作用到步进选择器1XZ上；1SJ<sub>3</sub>闭合使中间继电器1ZJ~8ZJ可通过步进选择器1XZ的接点，获得起动电压。继电器吸合后，通过 $75\Omega$  4W降压电阻自锁，保持吸合状态。

当出现容性无功电流信号时，2SJ动作，1ZJ~8ZJ的线圈将通过步进选择器2XZ的接点，被 $10\Omega$ 电阻分路，1ZJ~8ZJ的线圈电压立刻降低到释放值以下，继电器释放，自锁被解除。

1ZJ~8ZJ采用JJDZ3—33小型直流中间继电器，线圈电压为24伏，线圈电阻为180欧。为了保证继电器在电网电压320伏至440伏范围内均能可靠工作，1ZJ~8ZJ的吸合电压调整为20~21伏，释放电压在10~14伏之间。

考虑到1ZJ~8ZJ的接点容量较小，及控制补偿电容放电电阻的需要，再加一级1JJ~8JJ（下转第14页）





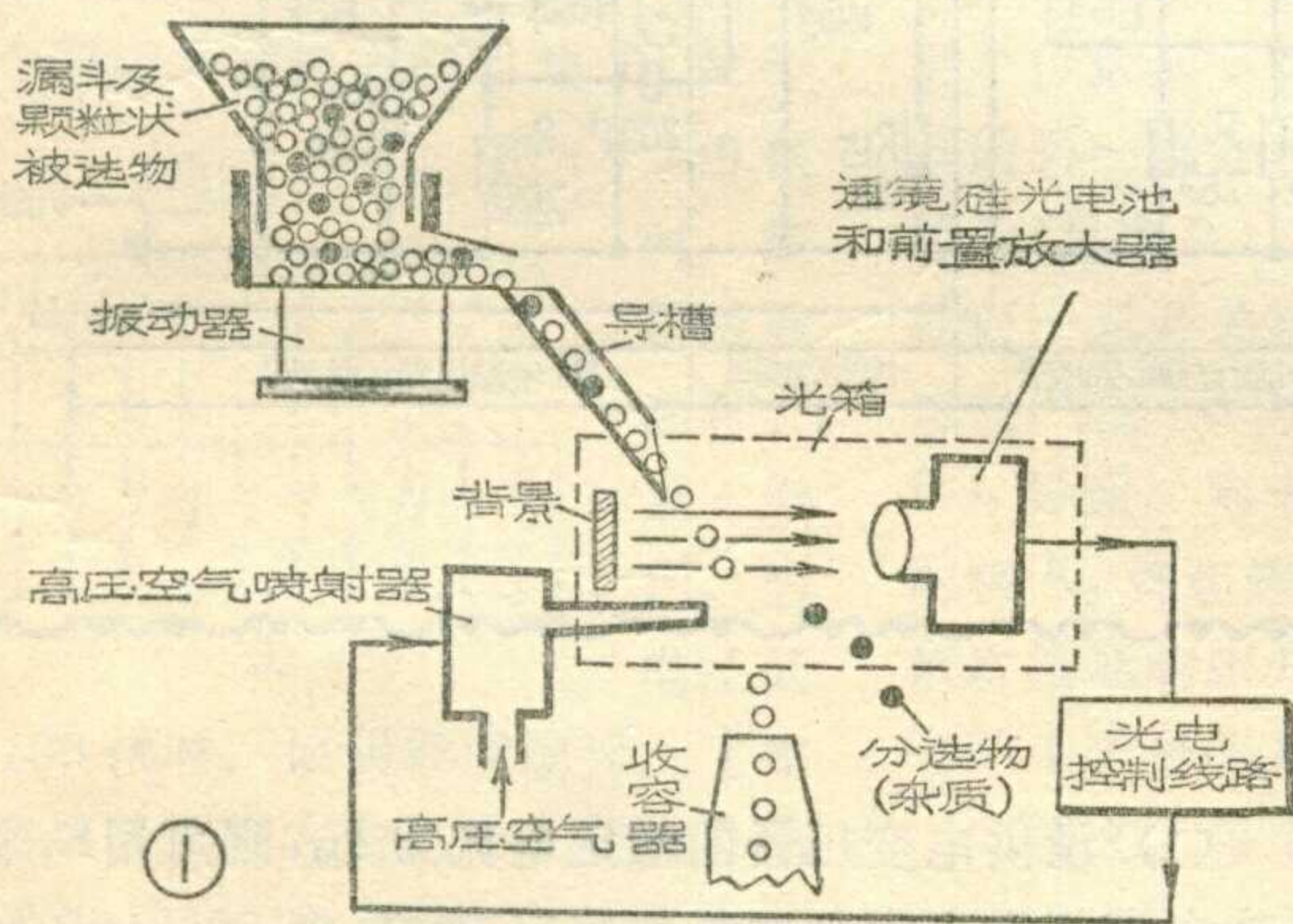
# 色选机的光电控制

清华大学电子系控01班色选机毕业实践小组工农兵学员

在毛主席的无产阶级教育路线指引下，我们走出校门，投身到社会的三大革命斗争中，和北京市粮食局有关部门的工人师傅、革命技术人员一起研制了色选机的光电控制电路。

在工农业生产中对产品的分类或筛选，除利用比重、体积、导电或导磁等物理特性外，光电色选也得到很大的重视和发展。色选机是利用不同物体具有不同的颜色，在一定的光照下具有不同的明暗差别，采用光电控制来达到筛选的目的。色选机是根据物体颜色分类，对物体的大小和轻重不受限制，因此它在工农业生产上的应用非常广泛。例如工业上用它选矿，农业上用它来选种或对农产品分类等等。

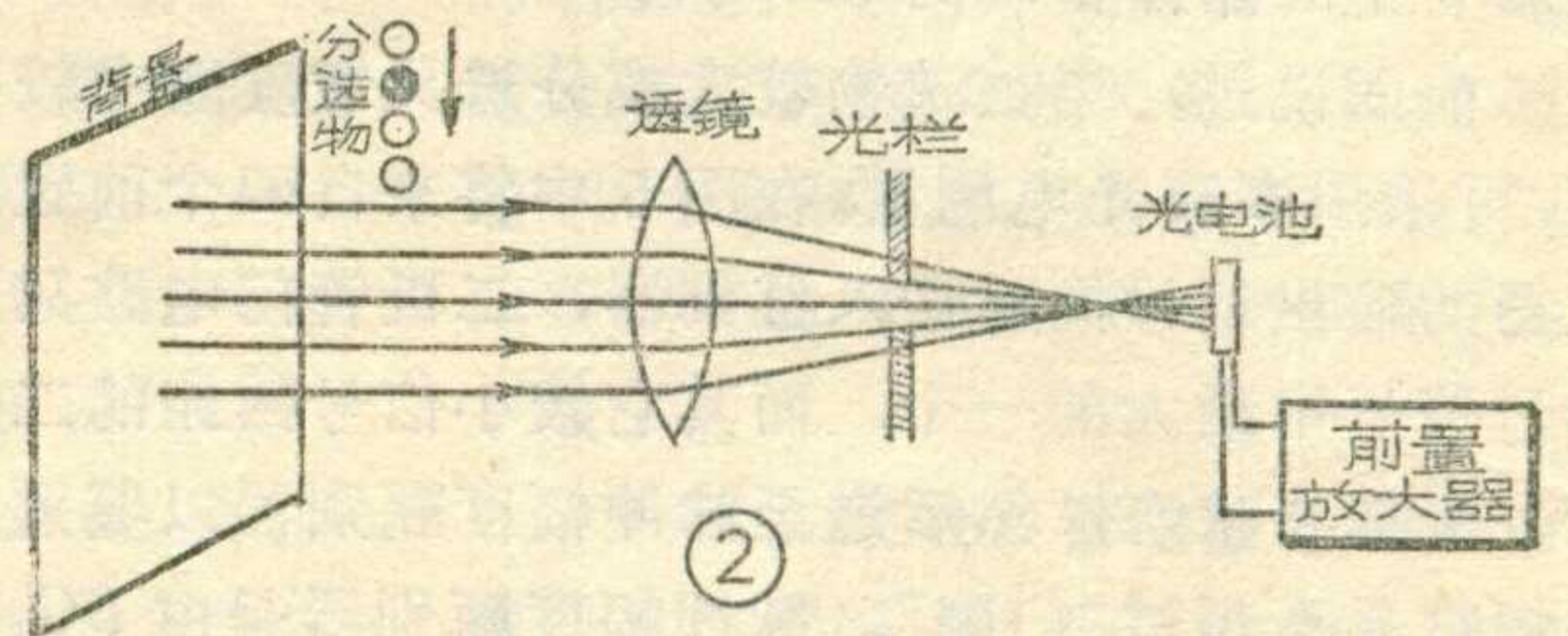
色选机的工作原理如图1所示。将被挑选的颗粒状物体放入漏斗中，电磁振动器控制被选物体经过导槽进入光箱的流量。光箱内部结构如图2，用不闪动的白色光源从四周均匀照明，背景的反光经透镜照射在光电池上。由于采用不闪动的光源，所以光电池的受光量不变，这时光电池产生不变的直流电压。经



过背景前的分选物若与背景的反光亮度相同，则光电池的受光量保持不变，光电池不会产生脉冲信号。背景是一组涂有深浅不同灰漆的铝板。适当地选择背景，使其与分选物中的“优品”亮度相同，当不同颜色的杂质或异色品经过背景时，照射在光电池上的光量发生变化，光电池将产生变化的电信号。当“优品”较暗时，除要求选用深灰色的背景外，还要适当地加大光栏，增加光通量，以保证有较高的分选能力。前置放大器将变化的电信号放大后送入控制电路，当信号超过一定的门限电压时，启动喷射器，用高压空气流将杂质吹到收容器以外，以达到分选的目的。

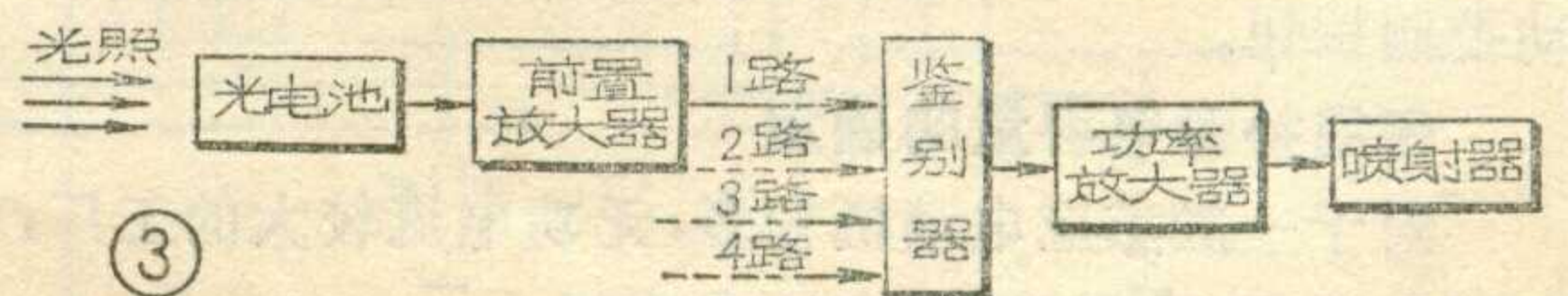
光电控制电路如图3，它是由前置放大器、鉴别器和推动喷射器的功率放大器所组成。当被选物的颗粒较大或要求提高分选精度时，可采用多路测量的方法，从两面或四面同时将放大后的光电信号送给鉴别器，如图3所示，当任何一路信号超过门限电压时，都能启动喷射器进行分选。

下面简单介绍前置放大器及鉴别器的电路。



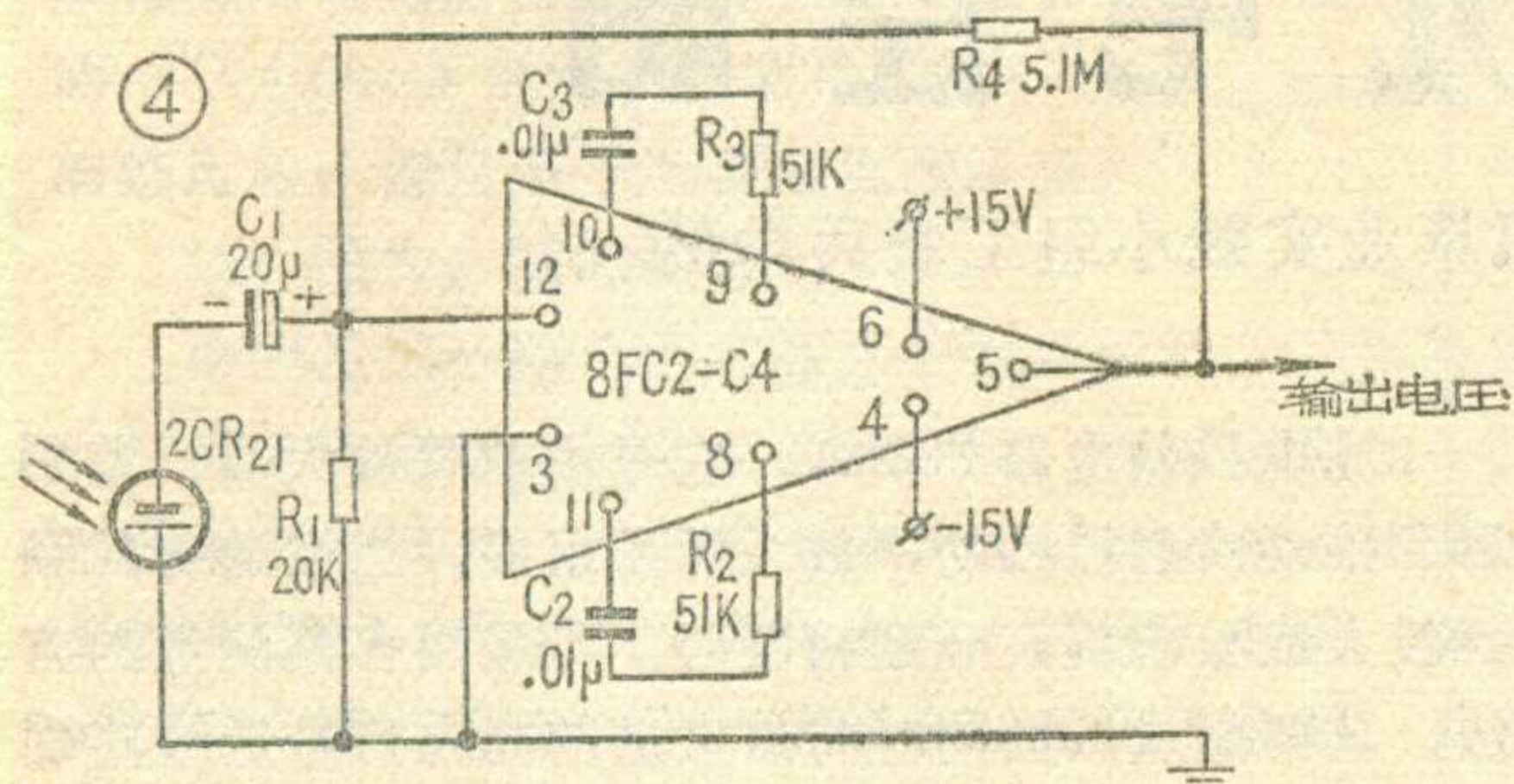
前置放大器需要将很微弱的光电脉冲信号（当要求分选精度很高时，信号电压的峰峰值只有几微伏）放大，因此放大器除要有一定的频率响应（一般通频带在10千赫左右即可）外，还要有较低的交流噪声。我们采用国产线性放大组件按图4接法，噪声电压的峰峰值一般不超过10微伏（指折合到放大器输入端的噪声电压，即输出噪声电压被放大器的放大倍数除）。图中 $C_1$ 起隔直流作用， $R_1$ 提供放大器前级的直流工作回路；为了减小噪声， $R_1$ 不可选择过大；反馈电阻 $R_4$ 用来确定放大器的交流放大倍数； $C_2R_2$ 、 $C_3R_3$ 是用来消除放大器的自激振荡， $R_2$ 、 $R_3$ 不可选得过小，否则会影响带宽。目前国内生产的组件放大器，如5G22、BG303、BG305等，都能满足上述要求。在色选机中除对放大器的噪声和通频带有一定的要求外，其放大倍数一般在几万到几十万倍，因此常采用多级放大。为减小干扰，前级最好与光电池组装在一起。

鉴别器是用来鉴别光电脉冲信号电压是否超过一定的门限，并把较窄的脉冲放大整形到一定的宽度和幅度。光电信号的宽度是由杂质颗粒的大小及经过光箱时的下降速度所决定的，当颗粒很小时信号脉冲很窄，为了启动喷嘴，必须将信号放大、整形到一定的宽度和幅度。当杂质的颗粒较大，其脉冲信号较宽（例如超过1毫秒），这时喷嘴吹气的时间就要长些才





能可靠地吹走杂质，因此鉴别器输出脉冲的宽度又必须随光电信号宽度的增加而增加。



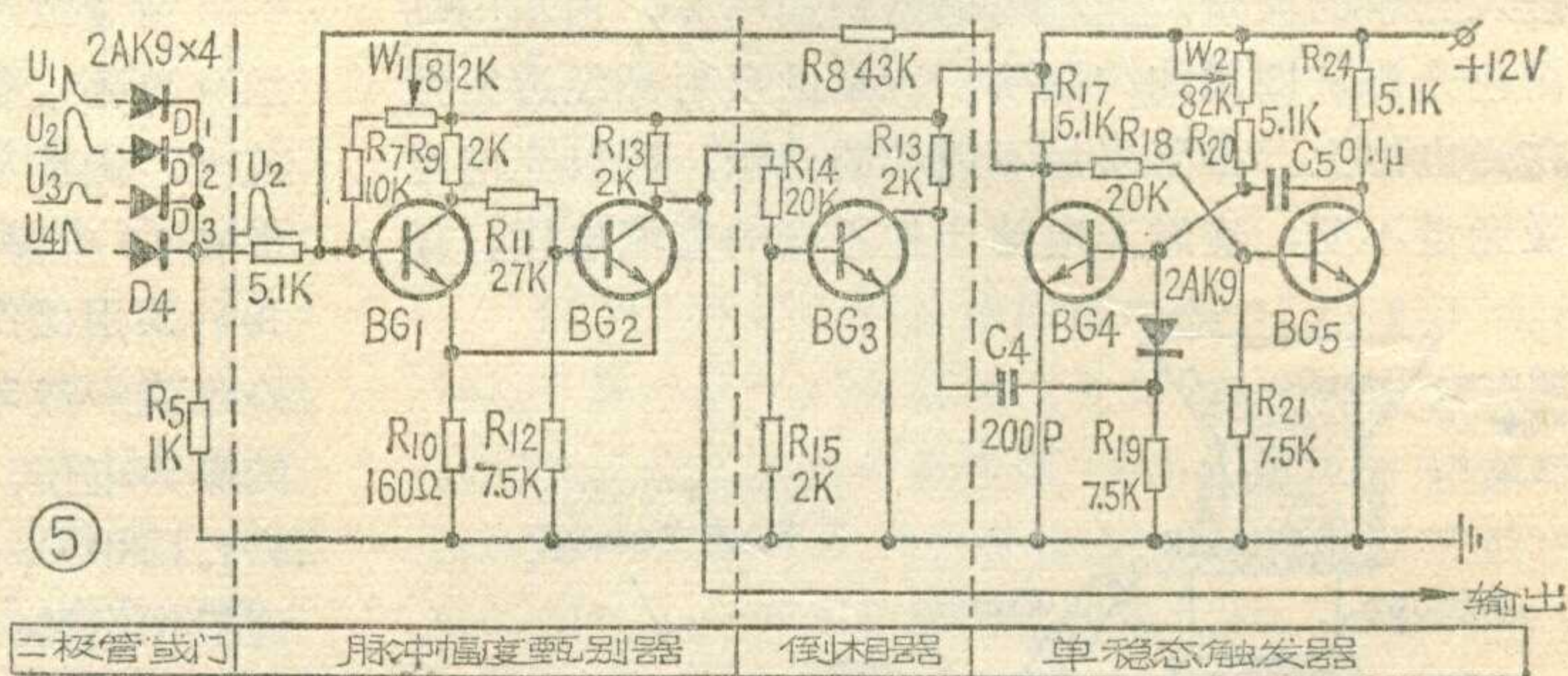
鉴别器是由二极管或门电路、脉冲幅度甄别器、倒相器和单稳态触发电路所组成，其电路如图 5 所示（图 5 中的晶体管均为 3DG6C）。

前面说过，当被选物较大或分选灵敏度要求较高时，可采用多路光电测量。在图 5 中将来自四个前置放大器的输出信号同时送入鉴别器，二极管门电路只能通过信号中最大的一个，而其它较小信号回路的二极管处于截止状态，然后送至脉冲幅度甄别器以鉴别脉冲幅度是否超过“门限”。脉冲幅度甄别器是由  $BG_1$ 、 $BG_2$  组成的射极耦合触发器， $BG_1$  经常处于截止状态， $BG_2$  处于导通状态，因此  $BG_2$  经常输出低电压（1 伏左右）。当输入信号  $U_2$  为正电压， $BG_1$  的基极电流在偏置电流（由  $R_7$ 、 $W_1$  决定）的基础上增加，当足以使  $BG_1$  开始导通、 $BG_2$  开始截止时，由于电路中有  $R_{10}$  所产生的电流正反馈作用， $BG_2$  将迅速截止，此时脉冲幅度甄别器输出为 12 伏电压。输入脉冲消失后，电路立即恢复到初始状态。我们可

以得到与输入脉冲的宽度大体相同、幅度为 12 伏的输出脉冲信号。当  $U_2$  较小时，则上述触发过程不会发生。触发门限电压可以调整  $W_1$  来改变。 $W_1$  的阻值减小，触发门限电压相应降低。当分选物中杂质颗粒较小，经放大整形后的脉冲信号过窄，不能可靠地启动喷嘴，我们在鉴别器中采用单稳触发器的反馈电路，保证了送给功率放大器的脉冲信号有一个最小的宽度，以便可靠地启动喷嘴。

当输入脉冲信号使幅度甄别器电路翻转，晶体管  $BG_2$  截止时，倒相器  $BG_3$  导通，通过微分电路  $C_4R_{19}$  触发单稳电路，使单稳电路翻转， $BG_4$  截止， $BG_5$  导通； $BG_4$  集电极输出的正电压经过  $R_8$  反馈给幅度甄别器。若输入脉冲  $U_2$  很窄，则鉴别器输出高电压的持续时间（即输出脉冲宽度）由单稳电路输出脉冲的宽度所决定。由于单稳态电路翻转状态的维持时间是由  $C_5$ 、 $W_2$  的大小决定，而与输入脉冲的宽窄无关，这样就保证了输出脉冲的最小宽度。在鉴别器电路中加入倒相器是因为单稳电路需要用负脉冲触发。

应用光电色选的原理，除了鉴别物体的颜色不同外，还可用以鉴别物体的透光度，分辨棉纱的粗细等等，在工农业生产中得到日益广泛的应用。



（上接第 12 页）

中间继电器，可选用 JZ7—44 型交流中间继电器，线圈电压交流 220 伏。1C~8C 可选用 CJ10—150 型交流接触器，额定电流 150 安。

辅助继电器 9ZJ 和 10ZJ 是为了防止 8 组补偿电容全部投入或全部切除后，无功电流信号依然存在，导致步进选择器长期不断动作而设置的。可选用 DZ—644 小型交流中间继电器，线圈电压为交流 36 伏。

执行部分的 7K 为自动、手动开关；1A~4A 为手动控制按钮。

#### 每组补偿电容量的确定

对于一般感应电动机较多，无功电流较大的工厂，据我们的经验可按下述方法来确定：

(1) 设供电变压器的额定电流为  $I_H$ ，则可用  $R_1$  将无功电流指示表满刻度量程整定为近似  $50\%I_H$ ，例如：560KVA 的供电变压器， $I_H$  为 810 安，则无功电流表整定为 400 安；

(2) 每组补偿电容量按  $5\%I_H$  来选择，例如 560KVA 的供电变压器，每组容量可取 40 安左右；

(3) 考虑到供电变压器本身有  $5\%I_H$  左右的空载电流，也需有  $5\%I_H$  左右的补偿电容量来补偿。此组电容可以固定接入。

本装置采用 8 组可控、1 组固定补偿电容，总容量达  $45\%I_H$  左右。对于一些无功电流特别大或较小的工厂，可按上述关系，成比例地增大或减小无功电流指示表的量程和每组补偿电容的容量。



# 晶体管

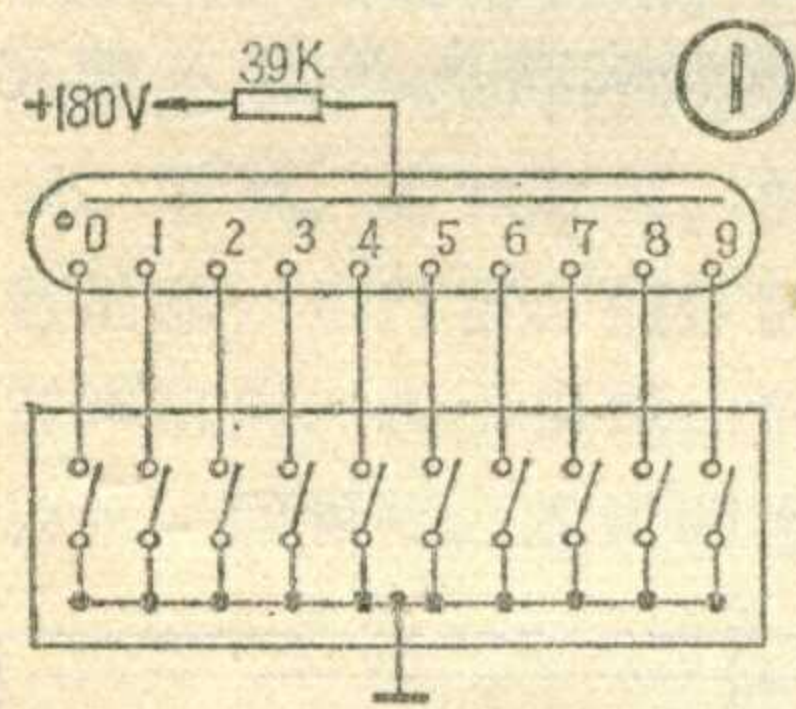
# 床位号码器



上海虹口区第二医院

在深入开展批林批孔的运动中，我院革命医务人员和工人同志，通过实践，制成了《晶体管床位号码器》。过去我院病房中使用的号码器（也称电铃）接线多，容易接触不良，影响治疗工作。现在采用了数字管和开关电路后，不但数字显示清楚，而且大大地减少了接线。例如，过去100只病床需要101根电线，100只小电珠，现在只需要20根线，3只数字管，再加上一些半导体元件就可以了。颇受病员和医务人员的欢迎，我们把该机的主要原理介绍如下：

**1. 个位数数字管的显示。**在晶体管床位号码器中选用了SZ-1型的数字管。当阳极经限流电阻(39K)接上+180伏电压时，任何一个阴极和阳极之间的电压大于



150伏时，该阴极就起辉。点燃后，当电压低于100伏时，该阴极就熄灭。工作电流约2毫安左右。十个阴极分别表示0~9的10个数字。为了便于说明问题，假设一个病房有10只病床，如果把10只病床上的开关分别控制数字管的10个阴极，那么，任何一个开关接通，都能点亮从0~9中相应的一个数字。由这个数字管显示出的数字，我们把它作为个位数(见图1)。但是这样只能取得一位数字，不能解决更多床位的显示问题。

**2. 十位数数字管的显示。**利用个位数数字管阴极通过开关不直接

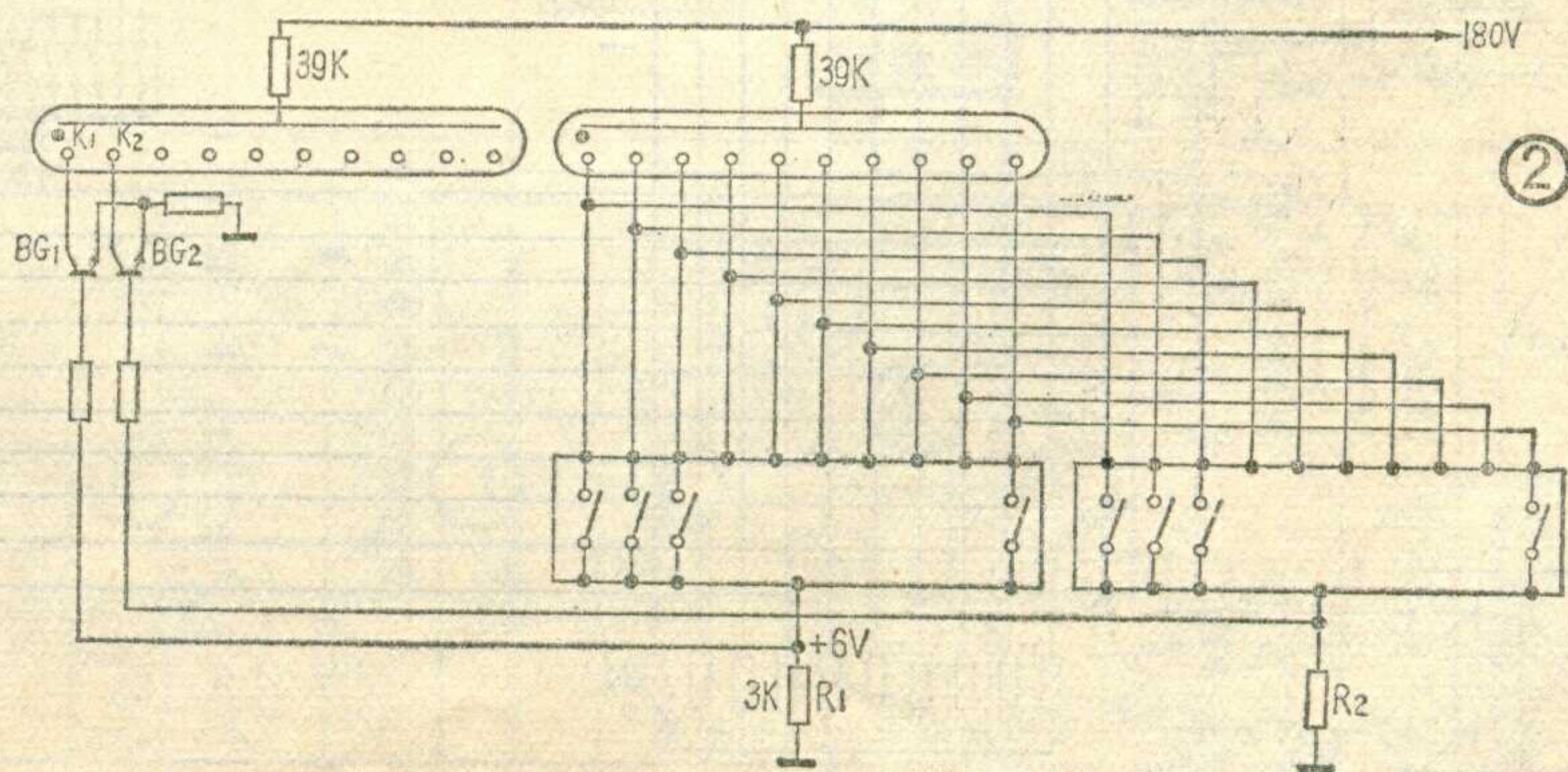
接地，而是串一只3K电阻接地(见图2)。当这10只病床上，任何一只开关接通时，电流通过阴极和接通的开关，经过电阻 $R_1$ 回路，此时，个位数数字管就起辉，并在 $R_1$ 上产生一个电压降，约为+6伏，把这+6伏电压接到一个高反压三极管 $BG_1$ 的基极。而 $BG_1$ 集电极接在另一个数字管的一个阴极 $K_1$ 上，发射极通过电阻接地， $BG_1$ 相当于一只开关，当基极加上正偏压时， $BG_1$ 导通，数字管的阴极 $K_1$ 就起辉显示出一个数字，我们把它当作十位数。例如阴极 $K_1$ 上显示出的是“1”字，那么就可以反映出“10”~“19”十个数字。

同样，第二个病房中的10只病床上，开关接线的一端，分别接到个位数数字管的阴极上，开关接线的另一端并联后再通过电阻 $R_2$ 接地(见图2)。这样第二个病房中任何一只开关接通时，电阻 $R_2$ 上也能产生+6伏电压去控制 $BG_2$ ，使 $BG_2$ 导通。则十位数数字管相应的阴极 $K_2$ 就起辉，显示出“2”字。依次接通病床开关就可得出“20”~“29”十个号码来。

总之，每10只病床开关接线

的一端，都分别接到个位数数字管的10个阴极上，开关接线的另一端并联后通过一个3K电阻接地。这样100只病床分别接到 $R_0$ 、 $R_1$ 、 $R_2$ …… $R_9$ 10只电阻(见图3)。无论那一个病床开关接通时，在相应的电阻上产生一个电压降，10个电阻分别控制10只开关管，十位数的10个数字就都能显示出来。因此我们可以得到从“00~99”的100个数字。

**3. 百位数数字管的显示和声音信号。**在医院中，病区的划分通常以百位数来表示的。如内科病区是101、102……199，外科则为201、202……299，所以床位号码应能反映出百位数字。另外反映出数字的同时还需要有声音信号以引起值班人员的注意。为此，在电阻 $R_0$ 、 $R_1$ …… $R_9$ 上，分别接上一个二极管 $DK_1$ ，二极管正极接到电阻上，负极都并联接到 $BG_{10}$ 和 $BG_{11}$ 的基极上，当病床开关接通时，无论在 $R_0$ 、 $R_1$ …… $R_9$ 那一个电阻上有+6伏电压，都会使相应的二极管处于正向导通。将电压加到控制百位数数字管的 $BG_{10}$ 的基极上，同时加到声音信号装置中 $BG_{11}$ (3DK4)的基极





上。这样个位数、十位数、百位数的3个数字管就一起点亮，同时由小喇叭发出声音信号。

**4. 病房的接线原理。**晶体管床位号码器与病房中开关的接线原理见图3。每个方块表示有十只病床的病房。把电阻  $R_0, R_1, \dots, R_9$  上分别连接到病房中去的接线，作为十位数信号线，就是“00、10、20……90”10根线。

每一根十位数信号线分别接到10只病床上，然后，将病床上开关的另一根线与其他床位号码中个位数相同的线并联起来，再接到个位数数字管相应的管脚上。

例如“300”~“309”的10只床，都由00这根线接到病床开关上去。……同样“390”~“399”床，都由90这根线接到病床开关上去。

再把“300”、“310”、“320”……“390”床上开关的另一根线并联起来，接到个位数数字管的第③脚上，即“0”字。（数字管管脚布置见图4）。

把“311”、“321”、……“391”床上开关的另一根线也并联起来，接到个位数数字管的⑬脚上，即“1”字。

以此类推，“319”、“329”……

“399”开关的另一根线并联后接到个位数数字管的第④脚，即“9”字。不论床位多少，其接线原理相同。

**5. 元件的选择和制作。**在晶体管床位号码器的电路中，控制十位数和百位数数字管的三极管（ $BG_0 \sim BG_{10}$ ），都要承受较高的电压，而且是长时间处于截止状态。如果稍有一些漏电流，马上就会点亮数字，或出现余辉。所以必须采用高反压管，一般选用2G012或3DG400系列的管子，放大倍数 $\beta$ 较低的高反压管也可以用。

在高反压管的集电极上串了一只稳压二极管2CW23C。在三极管处于截止时，它能帮助降掉一部分电压，减少三极管所受的电压。还有二只并联在十位数和百位数数字管阳极上的稳压管3W180，主要是稳定工作电压，保护数字管和高反压管。而个位数数字管是由病床上开关来截止的，一般不加保护电

路。

十位数和百位数数字管上的限流电阻阻值，可根据试验来决定。一般使数字管的工作电流限在1—2毫安范围内，使亮度适中。

路。

十位数和百位数数字管上的限流电阻阻值，可根据试验来决定。

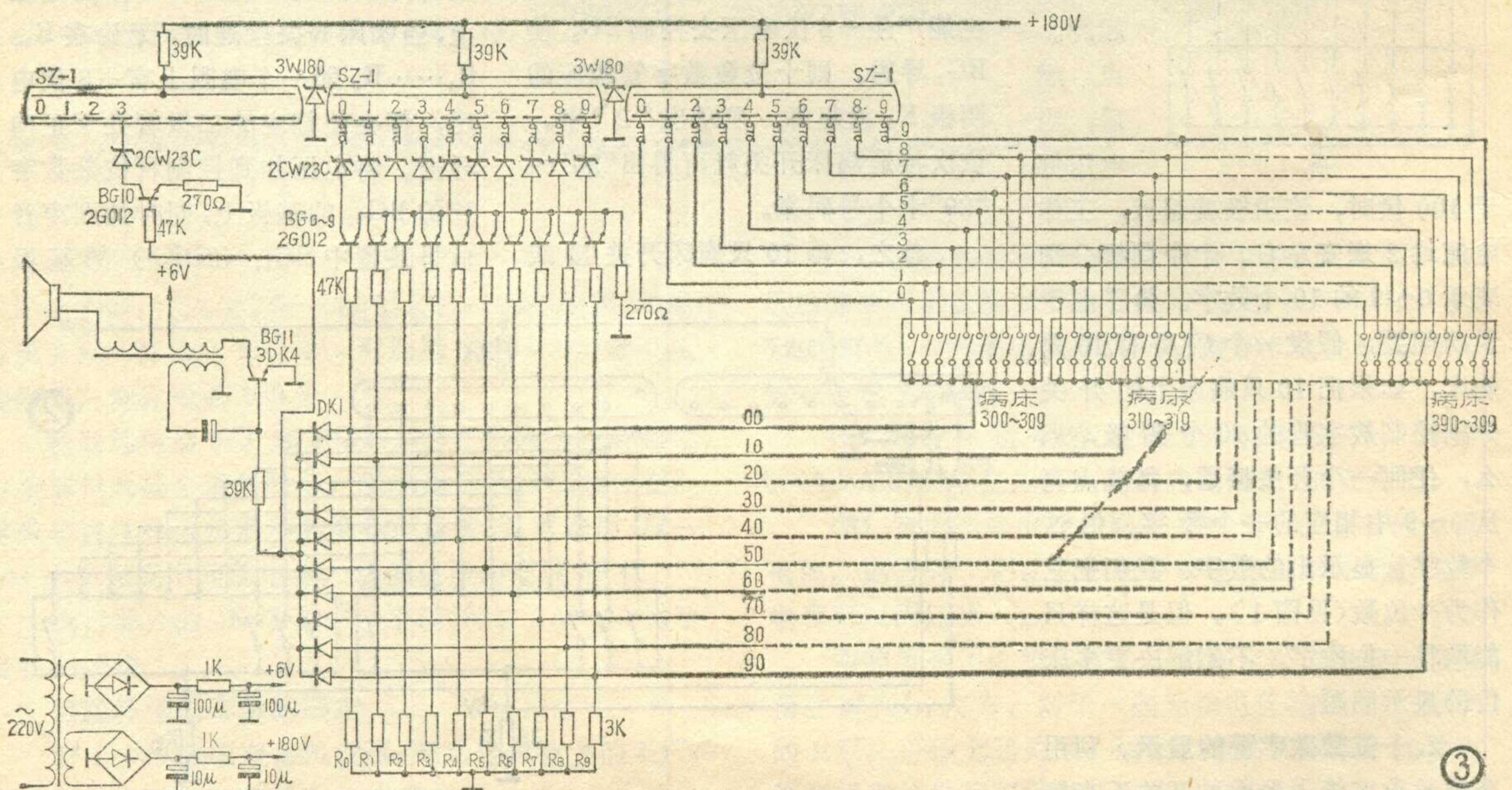
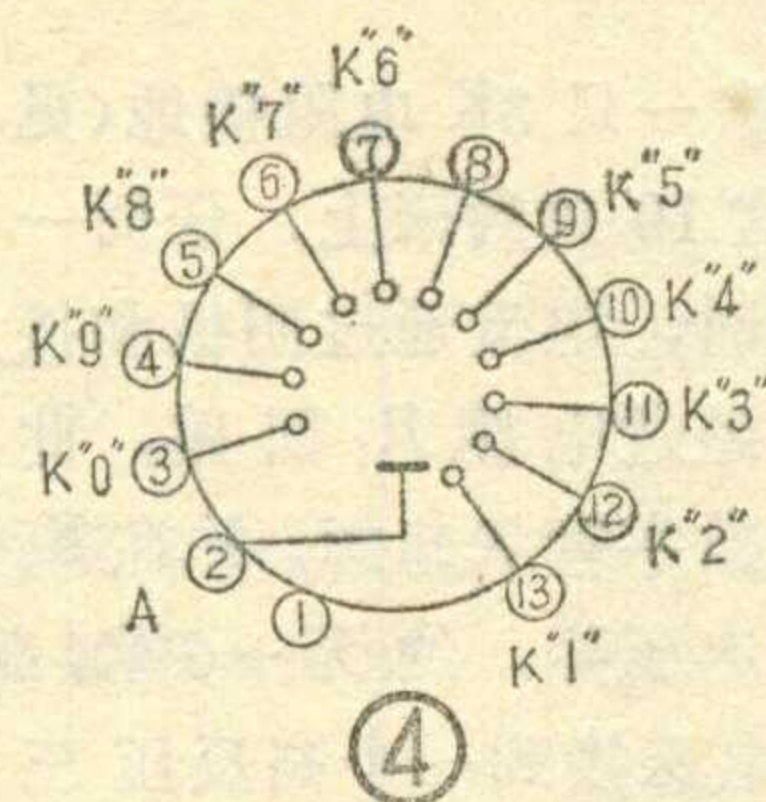
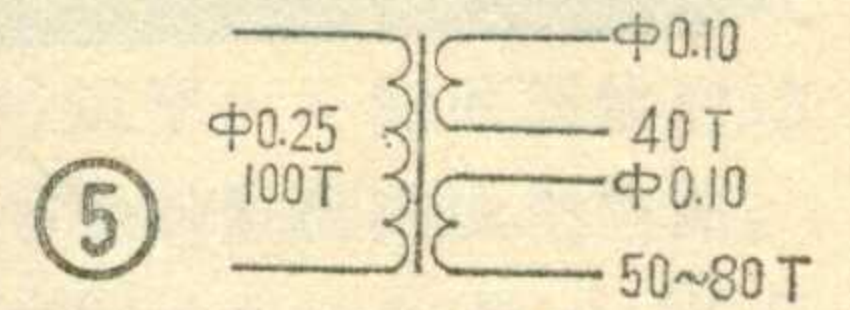
一般使数字管的工作电流限

在1—2毫安范围内，使亮度适中。

声音信号装置实际上是一个音频振荡电路。输出变压器的铁芯可采用半导体收音机的输出变压器的铁片。初级用 $\phi 0.25$ 漆包线绕100圈，反馈线圈用 $\phi 0.10$ 漆包线绕40圈，输出线圈也用 $\phi 0.10$ 漆包线绕50—80圈（见图5）。

该机在使用中也反映出一个缺点，就是两个以上的开关同时接通时，数字会重迭模糊，这种情况，可以加装推键来改善。就是把个位数和十位数数字管的阴极接线，分别通过2只十档推键的常闭触点，当数字有重迭模糊时，用推键使数字分别导通来分清楚。

晶体管床位号码器除了作病房电铃之用外，在工业上可以用作监视机器或设备的正常运转，这时声音信号装置要改成声音较大的电路。





# FB-1 型 闪电计数器

## ——识别冰雹云的简易仪器

北京西城电子仪器厂

冰雹灾害往往对农业生产和人民生活造成严重威胁或损失。无产阶级文化大革命以来，我国气象部门在冰雹的预报、消雹等方面都取得了新成绩。兰州高原大气物理研究所经过多年试验，初步设计出一种能预报冰雹的场效应管正负闪电计数器，经与我厂合作进一步改进，定型为 FB-1 型闪电计数器，为我国防雷事业提供了简易的观测仪器，适合广大农村气象哨、看天小组使用。

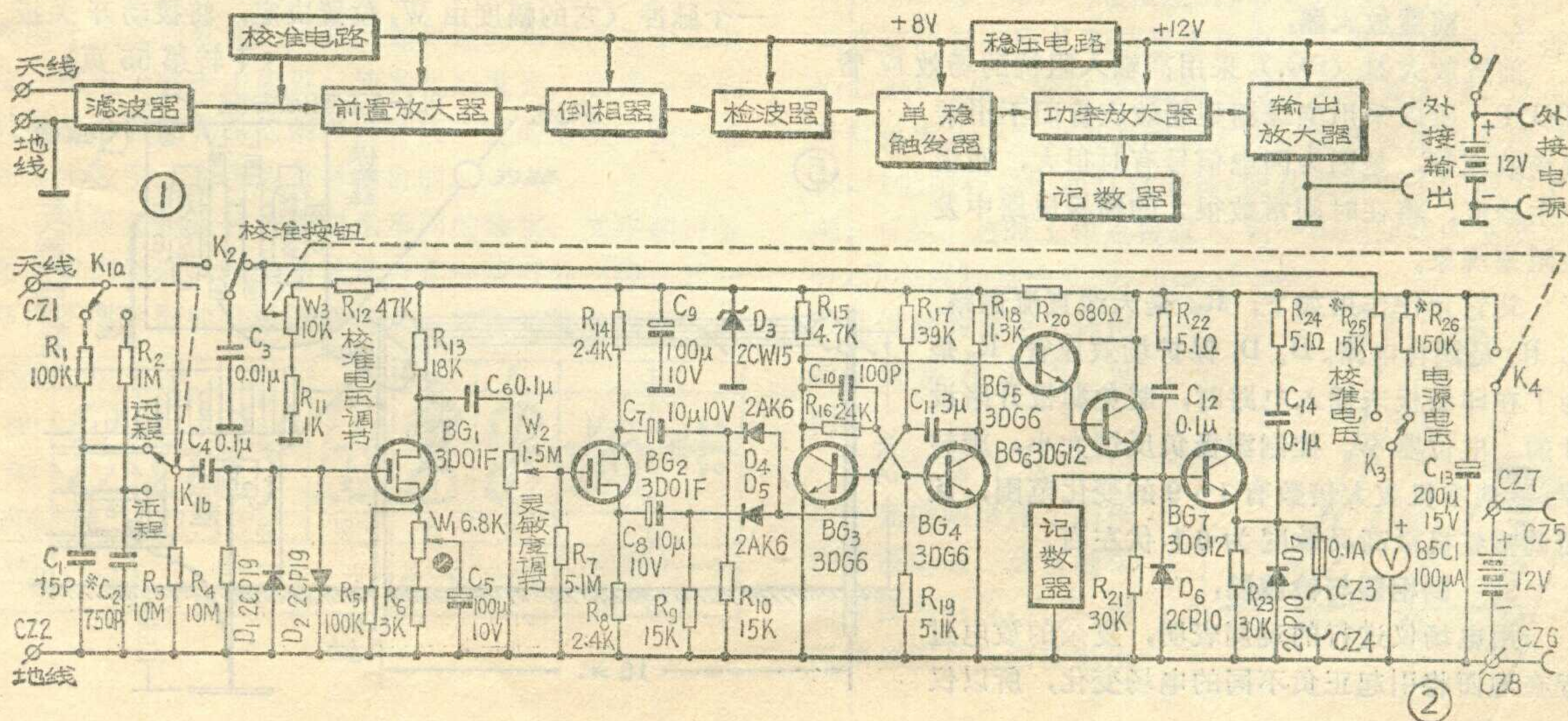
### 冰雹云与雷雨云的区别

为了准确地进行消雹作业，必须作出准确的冰雹预报，就是要把冰雹云和雷雨云区别开来，并且预报出降雹时间、地点、大小等。

在唯心论者看来，下冰雹是天的旨意，无法预知。但在唯物论者来说，世界上的任何事物都是能够认识的。实践出真知。在长期的防雷工作中，广大群众积累了丰富的识别冰雹云的经验，包括听雷声、看云、看风、看物象等。例如群众有这样的经验：下冰雹的云一定打雷，但打雷的云不一定下雹；冰雹云的雷声沉闷，很少出现炸雷，而且雷声不断，延续时间较长、间隔短。这说明冰雹云的闪电与雷雨云的闪电

不同。实践和理论分析证明，冰雹是从强对流云——积雨云中降落下来的。冰雹云在形成过程中，由于气流剧烈起伏运动，使水滴和冰晶带有大量电荷，在冰雹云中形成很强的电场，不仅云对地的放电强烈，而且云与云、云中的放电也很强烈。因此，冰雹云的闪电次数就比雷雨云多，而且各次闪电中的闪击一般也比雷雨云来得多。这种频繁和激烈的闪电放电现象，是区别冰雹云和雷雨云的依据。FB-1 型闪电计数器。正是通过测量闪电次数来预报冰雹的。

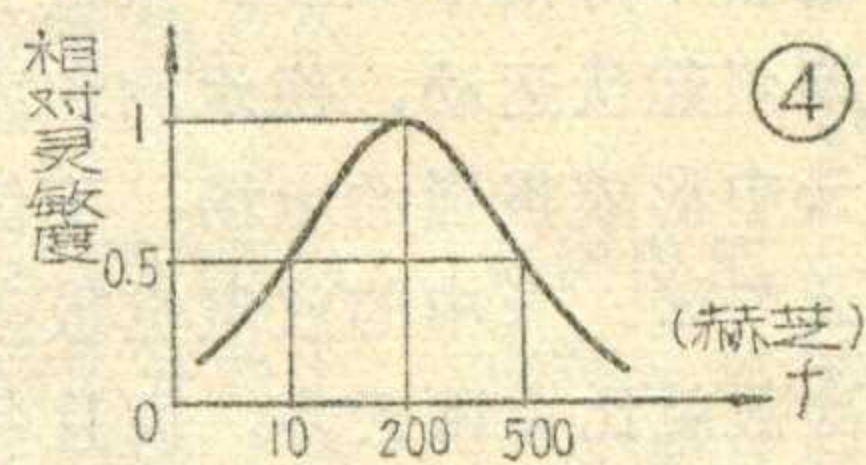
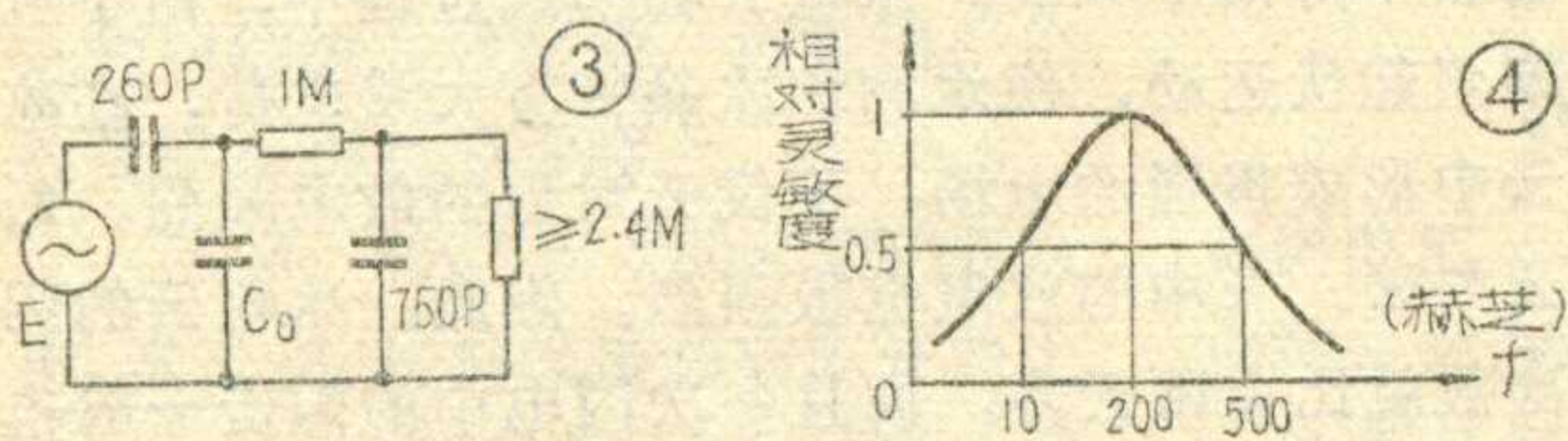
为了使预报正确地指导防雷点的作业，必须用近距离的冰雹闪电与雷雨闪电的差异来区别冰雹与雷雨，而尽可能地减少远处雷电的干扰。一个闪电中包含有多种频率的电信号，为实现上述要求提供了条件。事实上，我们可以认为闪电由三种成分构成：静电场——它的频率在一千赫以下，闪电能量主要集中在这一部分，而且是按距离的三次方衰减的。闪电电流的感应场——是按距离的二次方衰减的。电磁辐射场——是按距离的一次方衰减的，它的频率在二千赫以上。由此可见，为避免远处的雷电干扰，只要设法使仪器只接收到静电场，尽量不接收感应场和辐射场就行了。仪器如何达到这一要求呢？





## 仪器的结构及工作原理

FB-1型闪电计数器是一台闪电接收机。方框图及电路图分别如图①和图②所示。自天线引入的雷电信号，经滤波器滤掉高频成分后，进入前置放大器(BG<sub>1</sub>)放大，再经倒相器(BG<sub>2</sub>)倒相后送到检波器，检波信号触发单稳态触发器(BG<sub>3</sub>、BG<sub>4</sub>)翻转。单稳态触发器的输出信号，经输出级放大，带动电磁计数器走字。闪电次数多，走字也多。例如在甘肃地区试验结果，每五分钟所走的字数大于100时，即为冰雹云(不同地区的实验数据不同)。下面对仪器各部分的特点及工作原理作一简单介绍。



### 1. 天线与滤波器:

闪电计数器的天线，是用5根14米长的多股铜线相隔10公分并联而成的。架设高度为5米。它与地面形成约260微微法的电容。滤波器采用简单的阻容低通滤波器，有供近程和远程用的两组。当用“近程”档时，R<sub>2</sub>为1兆欧，C<sub>2</sub>为750微微法。由天线、滤波器和前置放大器输入阻抗(大于2.4兆欧)组成的整机输入电路，通频带约为10~500赫。其等效电路和频率特性见图③和图④。图③中的C<sub>0</sub>为天线分布电容。具有10~500赫通频带、0.5伏灵敏度的闪电计数器，即可监视40公里左右的闪电活动。

使用“远程”档时，滤波器改用R<sub>1</sub>(100千欧)、C<sub>1</sub>(75微微法)。这时仪器的上限频率升高为几千赫，闪电中的高频成分可进入仪器。这样可以接收约80~100公里远处的雷电活动，但不作为识别冰雹云用。

### 2. 前置放大器:

前置放大器(BG<sub>1</sub>)采用高输入阻抗的场效应管3D01F。所以采用绝缘栅型场效应管而不用结型场效应管，是因为闪电信号有时很大，栅极产生栅流，将在时间常数很大的栅极电路中发生阻塞现象。

其它元件作用如下：R<sub>3</sub>是天线直流通路。C<sub>4</sub>、R<sub>1</sub>是耦合电路。D<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>保护场效应管。R<sub>5</sub>是为了在印制板未插入电路时，避免源极开路设计的。电位器W<sub>1</sub>控制源极负反馈大小，旋转W<sub>1</sub>能使本机放大倍数有1~9的变化范围，从而调整整机最高灵敏度为0.1伏左右。

### 3. 倒相器与检波器:

用电场仪进行的观测表明，复杂的放电过程在地面将引起正负不同的电场变化，所以仪

器必须能接收正负的电场变化。倒相器正是为了全面地反映闪电引起的电场变化而设置的。

倒相器(BG<sub>2</sub>)同样采用了场效应管，以减少对前置放大级的影响。当正电场进入仪器时，BG<sub>2</sub>栅极为负信号，源极输出负信号，经二极管D<sub>5</sub>加至单稳态触发器中BG<sub>3</sub>的基极。相反，当负电场信号进入仪器时，BG<sub>2</sub>栅极为正信号，漏极输出负信号，二极管D<sub>4</sub>导通，负触发信号加至BG<sub>3</sub>基极，使其翻转。

在前置放大器与倒相器之间，由C<sub>6</sub>与W<sub>2</sub>耦合。W<sub>2</sub>为“灵敏度调节”电位器。旋动W<sub>2</sub>即改变了加至BG<sub>2</sub>栅极上信号的大小，从而改变了整机灵敏度。

### 4. 单稳态触发器与输出级:

单稳态触发器由BG<sub>3</sub>、BG<sub>4</sub>组成。输出级由BG<sub>5</sub>、BG<sub>6</sub>(功率放大器)、BG<sub>7</sub>(输出放大器)组成。BG<sub>5</sub>和BG<sub>6</sub>接成复合管，以减轻单稳态触发器的负荷。BG<sub>6</sub>直接带动电磁计数器。BG<sub>7</sub>射极接至外接输出插孔，为外接记录设备使用。

每当单稳态触发器在前级来的负脉冲触发下翻转一次时，BG<sub>5</sub>、BG<sub>6</sub>便导通一次，计数器记一个字。为了保证最高计数频率不低于每秒10次，单稳态触发器的翻转时间不宜过大，约为60毫秒左右。其翻转时间太短时，电磁计数器将不动作。

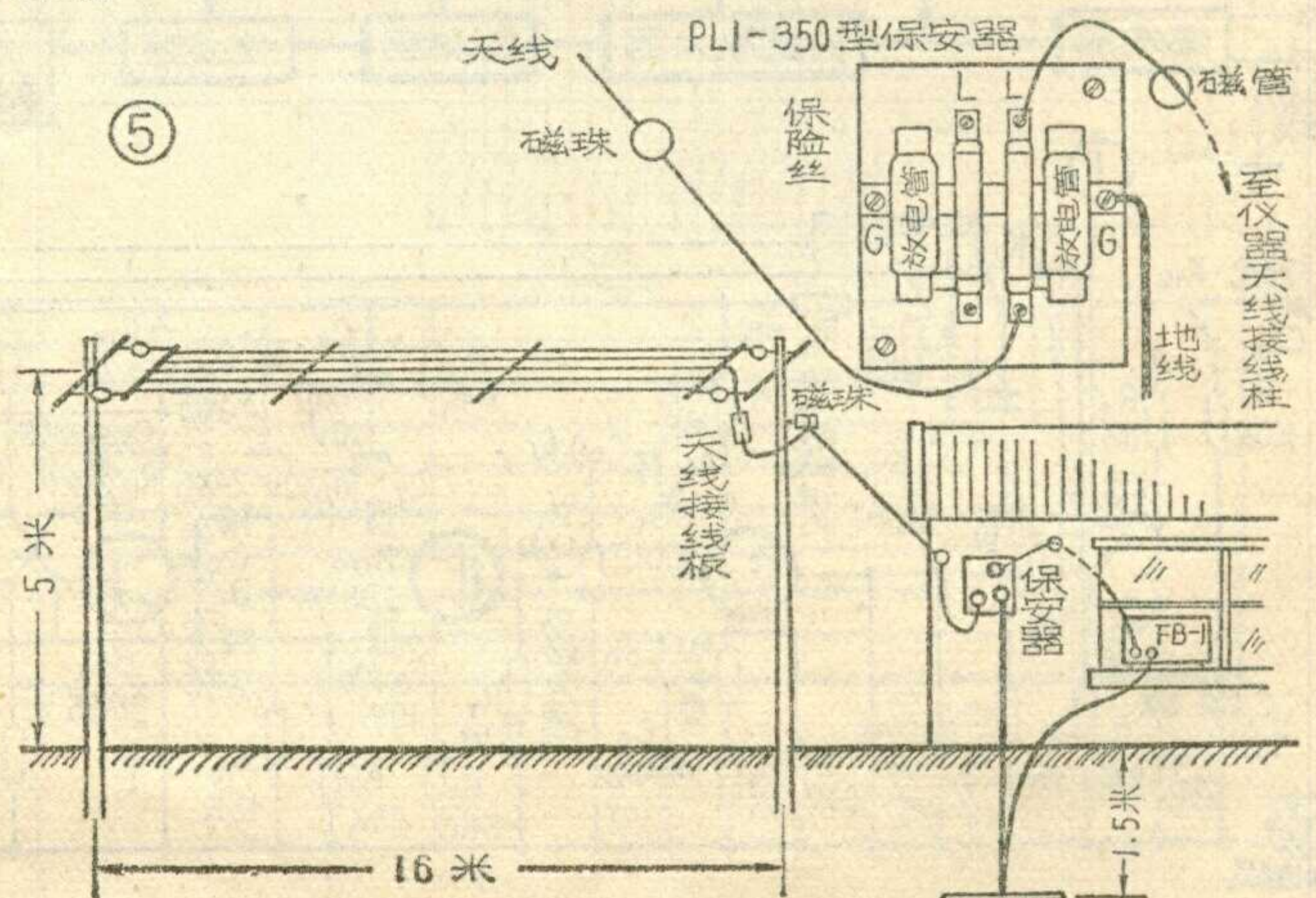
图②中，R<sub>22</sub>、C<sub>12</sub>、D<sub>6</sub>和R<sub>24</sub>、C<sub>14</sub>、D<sub>7</sub>是保护BG<sub>6</sub>和BG<sub>7</sub>用的。

### 5. 电源与校准电路:

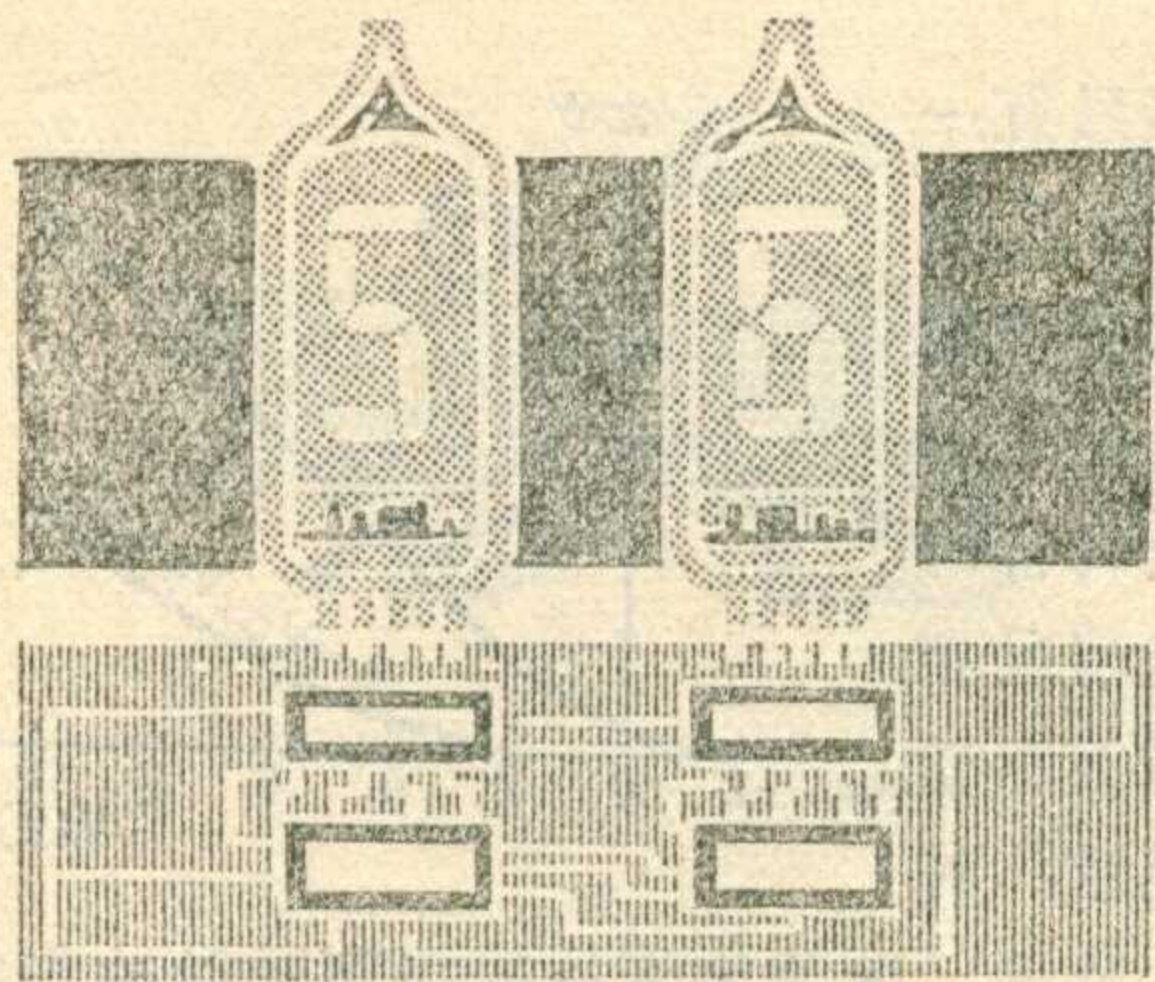
本仪器用8节1号电池供电。电池电压经稳压管D<sub>3</sub>稳压后，供给BG<sub>1</sub>~BG<sub>4</sub>使用，保证电源电压降至10伏时还能正常工作。电源电压由电压表指示。

校准电路由R<sub>12</sub>、电位器W<sub>3</sub>、R<sub>11</sub>、C<sub>3</sub>组成。它可以大致确定本机灵敏度，以便大体估计出本机测定距离。原理及校准方法如下：旋动“校准电压调节”电位器W<sub>3</sub>，电容C<sub>3</sub>上便得到不同的充电电压。当按下“校准按钮微动开关K<sub>2</sub>后，C<sub>3</sub>对输入电路放电，形成一个脉冲(它的幅度由W<sub>3</sub>位置决定，将拨动开关扳

(下转第55页)





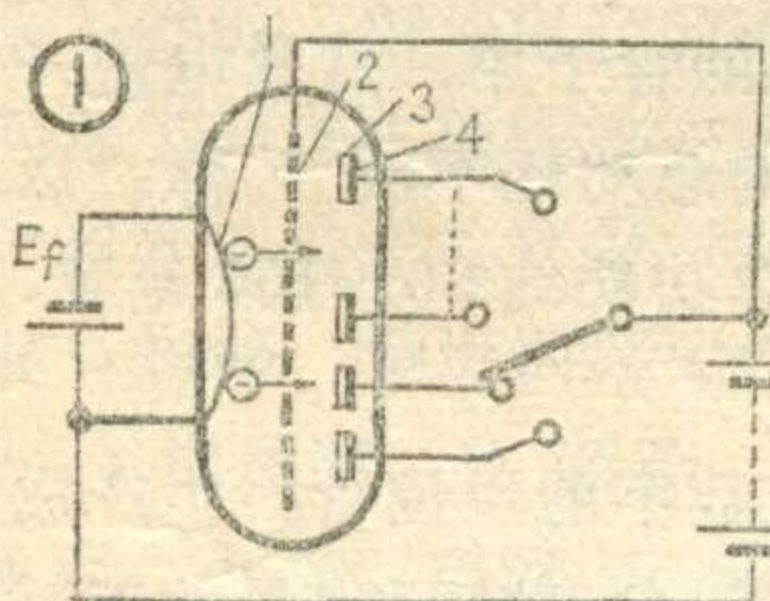


# 荧光数码管

葛世潮

在生产斗争和科学实验中,我们常跟数字打交道,例如多少长度、多少重量等等。过去,这些数量一般都用一些刻度尺来量度;比如用尺测量长度,用温度计测量温度等。但是这种测量方法,不仅测量精确度不高,而且读数慢、误差大。随着科学技术的发展,用数字和符号直接指示测量或计算结果的数字化技术已经得到广泛应用。数码管就是用来显示数字、文字或符号的器件。例如数字电压表、数字钟、台式电子计算机等都是用数码管把测量或计算结果直接用数码显示出来的。这样不仅精度高,而且读数方便准确。

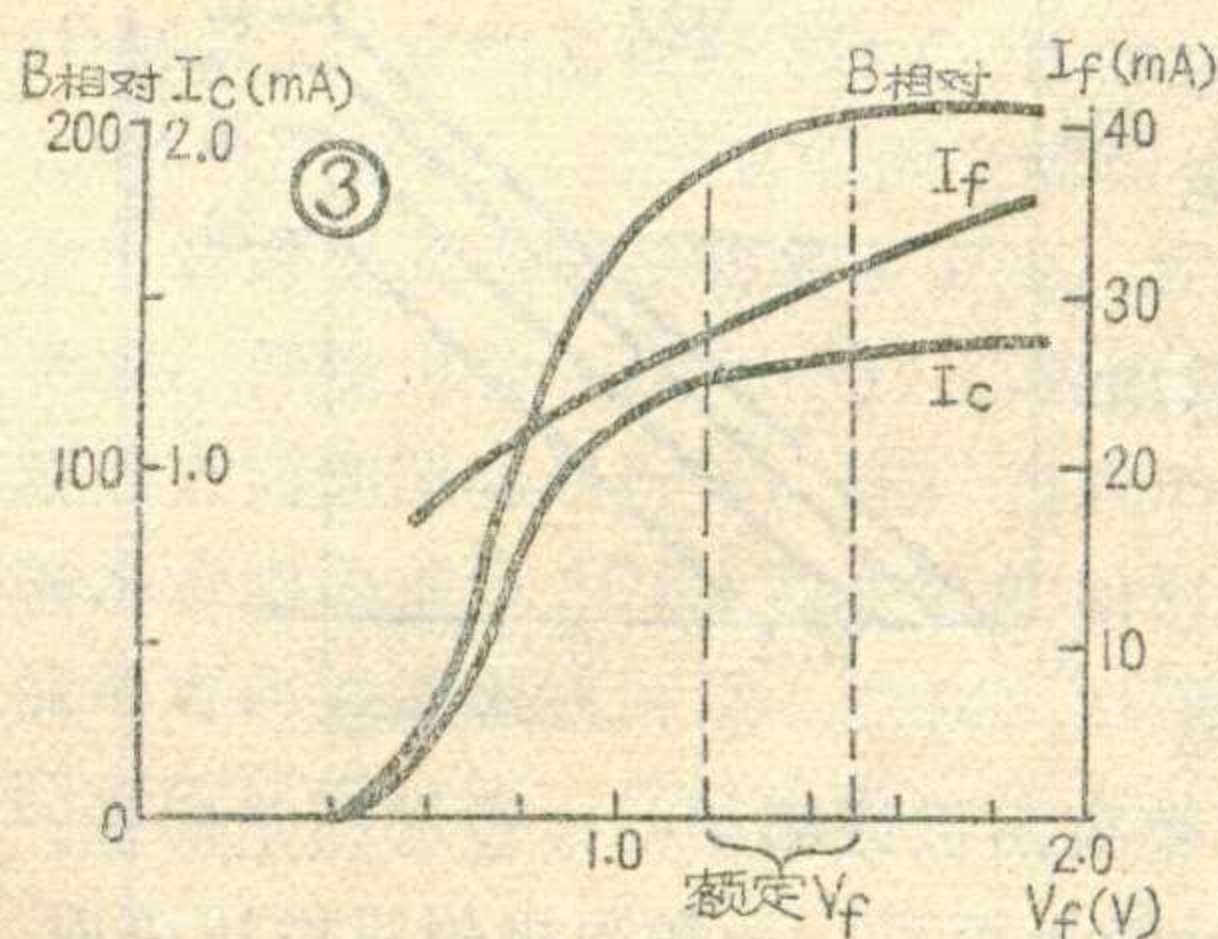
数码管的种类很多,除机械式的数字指示器以外,目前已在使用的和研究的有十多种。其中最常用的为冷阴极辉光放电管、发光二极管、荧光数码管等种。荧光数码管由于它具有工作电压低、驱动电流小、寿命长、显示清晰、发绿光宜于阅读、视角大、稳定可靠等优点,发展十分迅速。本文将简要地介绍荧光数码管的工作原理及其特性。



**荧光数码管的工作原理** 图1表示荧光数码管的工作原理,其中1为直热式灯丝,它由电源  $E_f$  加热而发射电子,所发射的电子受到处于正电位的栅极2加速而向阳极4运动。阳极面上涂有氧化锌发光层3,它能受电子激发而发光,因此,如果这时阳极也处于正电位,则电子将击中阳极,使发光层发光。这样,我们只要把涂有发光粉的阳极设计成一定的形状,就能达到显示数字、文字或符号的目的。

阳极怎样设计才能显示不同的数字、文字和符号呢?我们知道,数码的显示方式一般可分三种。其一是将不同字形的电极重叠起来,如辉光放电数码管、

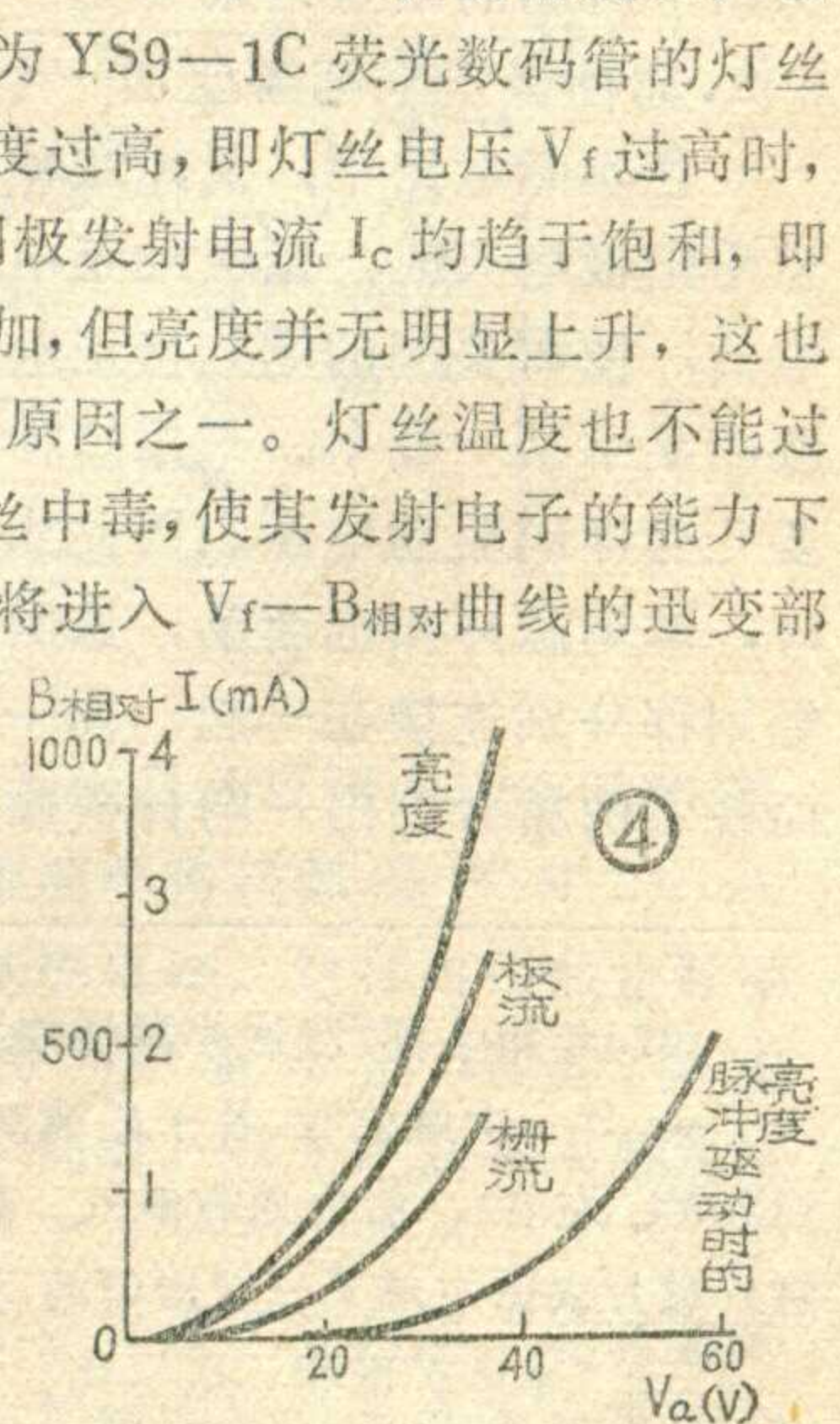
边缘反射等。第二种是点矩阵,它由许多规则或不规则排列的能发光的点组成,控制各发光点以显示不同的数码,如乒乓球赛时所用的场致发光记分牌。第三种是分段式,数码由若干段分立的笔划组成,控制各段的发光,以达到显示数码的目的。荧光数码管的显示方式采用第三种。这种分段式显示由于所有数码都在同一平面上,因而视角大、显示清晰。其显示图样的设计方案很多,现选一部分示于图2。显示某一数字、字母或符号时,我们只要点亮其中需要的几段即可。例如,当采用图2之C时,为显示“4”字,则点亮其2、3、4、5、7等五段即可。



**荧光数码管的特性** 作为电子源的灯丝,它是直热式氧化物阴极,可以用直流或交流供电,也可用方波或其他波形的电压。其工作温度约  $700^{\circ}\text{C}$ ,不宜过高或过低。如温度过高,灯丝明显发光,不仅影响读数,而且会加速阴极氧化物的蒸发,致使管子寿命缩短。图3为YS9-1C荧光数码管的灯丝特性,由图可见,当温度过高,即灯丝电压  $V_f$  过高时,荧光数码管亮度  $B$  和阴极发射电流  $I_c$  均趋于饱和,即  $V_f$  过高时,虽然耗电增加,但亮度并无明显上升,这也是灯丝电压不宜过高的原因之一。灯丝温度也不能过低,过低则容易引起灯丝中毒,使其发射电子的能力下降。而且,这时工作点将进入  $V_f$ - $B_{\text{相对}}$  曲线的突变部分,使亮度稳定性变差,因此灯丝的额定工作电压必须选择适当,见图3。

灯丝电压选定以后,亮度则决定于阳极和栅极电压。通常栅极和阳极等电位,板流、栅流和亮度都是阳极电压

波或其他波形的电压。其工作温度约  $700^{\circ}\text{C}$ ,不宜过高或过低。如温度过高,灯丝明显发光,不仅影响读数,而且会加速阴极氧化物的蒸发,致使管子寿命缩短。图3为YS9-1C荧光数码管的灯丝特性,由图可见,当温度过高,即灯丝电压  $V_f$  过高时,荧光数码管亮度  $B$  和阴极发射电流  $I_c$  均趋于饱和,即  $V_f$  过高时,虽然耗电增加,但亮度并无明显上升,这也是灯丝电压不宜过高的原因之一。灯丝温度也不能过低,过低则容易引起灯丝中毒,使其发射电子的能力下降。而且,这时工作点将进入  $V_f$ - $B_{\text{相对}}$  曲线的突变部分,使亮度稳定性变差,因此灯丝的额定工作电压必须选择适当,见图3。



代号	A	B	C	D	E	F	
图 形							
段 数	6	7	8	10	8	9	
显 示 内 容	0-9	0-9 及几个字母		0-9	0-9	C, KC, mc	+-÷

②



的幂函数(见图4)。一般管子的阳极和栅极额定工作电压为20至25伏,近年来已经有工作电压为12伏的产品。阳极和栅极电流的大小与管子大小有关,如YS9—1C,其阳极总电流约为1mA,而栅流仅约0.6mA。

阳极和栅极也可以用脉冲驱动。其亮度与脉冲幅度的关系见图4曲线。亮度也是脉冲宽度与脉冲占空系数的函数,当脉冲频率不变时,亮度与脉冲宽度成正比(见图5)。若脉冲宽度给定,则亮度随占空系数增大而上升(见图6)。显然,占空系数等于1就相当于直流。可见在脉冲驱动的情况下,为得到与直流20伏相同的亮度,若脉冲占空系数为0.1,则脉冲幅度约需50伏。

发光对脉冲电压的反应很快,发光的上升和下降时间均约为10微秒。

在上述讨论中,阳极和栅极同时都处于正电位,如果二者之一的电位等于或小于零,则电子就不会打到阳极上,因而发光将熄灭。可见要使发光熄灭有二种方法,一是让阳极电压等于或小于零,二是让栅极电压等于或小于零。为了使发光熄灭充分,以免似亮非亮的笔划引起数字误读,熄灭阳极或栅极的电位必须足够低。

从图7所示的测量结果可见,一般阳极熄灭电压可取0伏,而栅极熄灭则需要加一个小的负偏压,如-4伏。

在实际电路中,上述二种熄灭方法都可以应用。当用阳极熄灭时,栅极加正电压,控制阳极各笔划的电位,使需要亮的笔划接正电压,不需要亮的接零,就能显示某一数字。采用这种方法时,几位数字就需要几套译码驱动电路。因此当显示数字的位数较多时,常用脉冲扫描驱动,这时各数码管阳极相对应的笔划都分别连接在一起,由一套译码驱动电路驱动,而各管的栅极则由一与计数脉冲同步的脉冲扫描,因

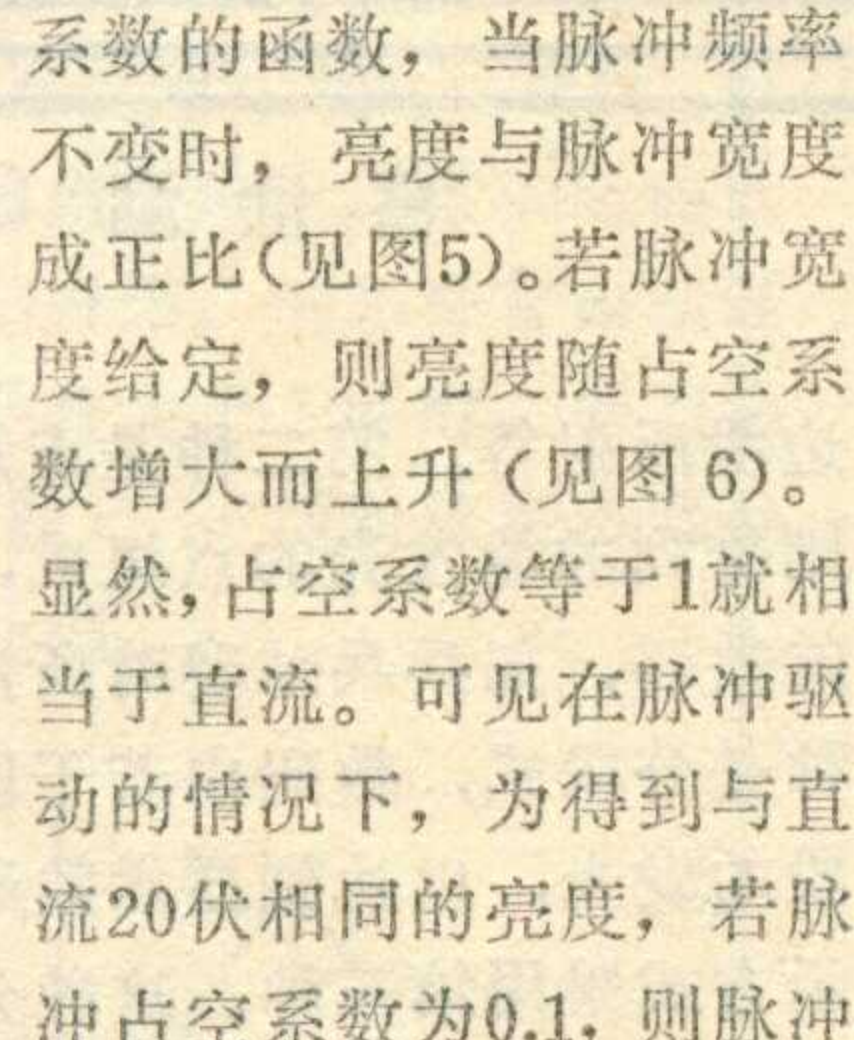
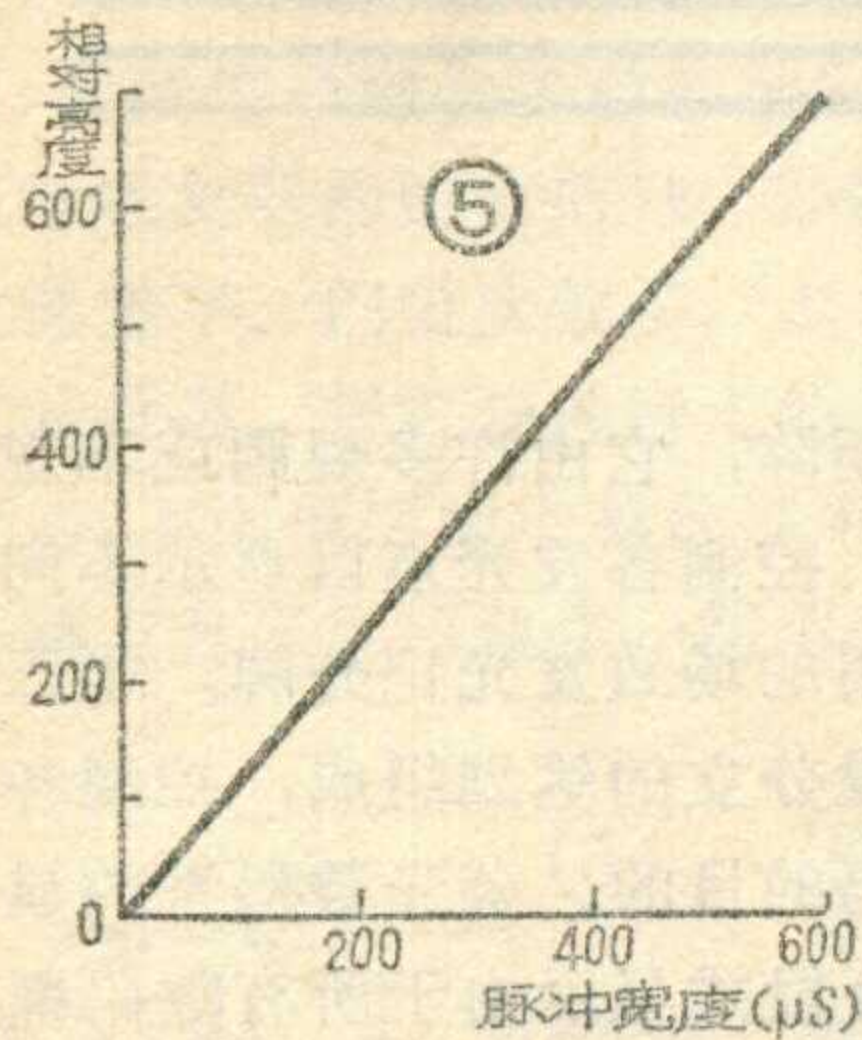
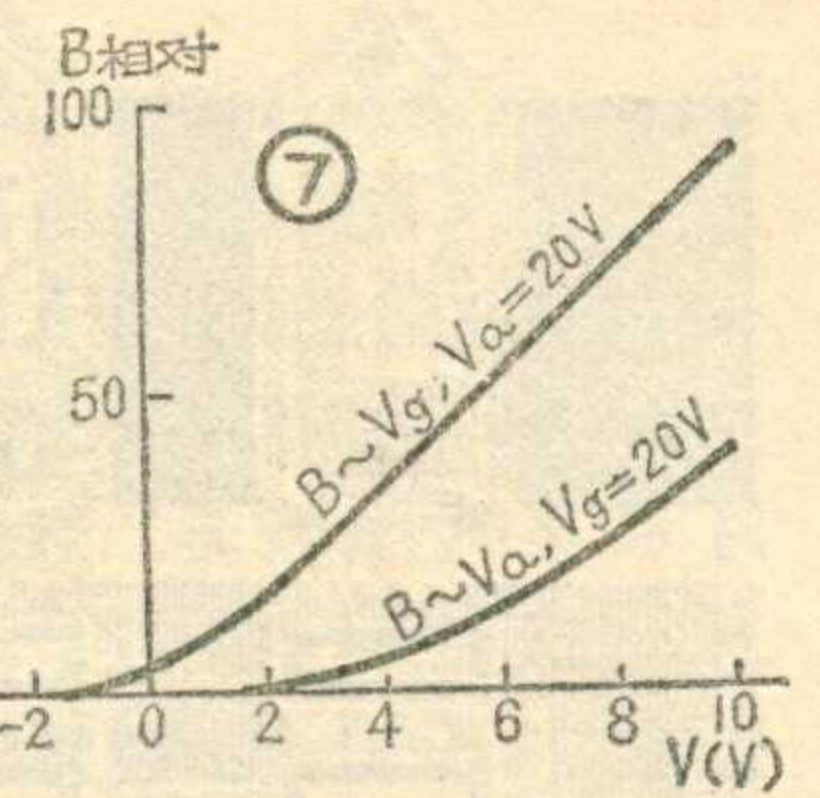
而在任一时刻都只有一只管的栅极加有正电位,其余管子的栅极都处于栅极熄灭电位。因此,虽然所有数码管的阳极各笔划电位情况相同,但只有加栅极驱动脉冲的管子有显示,其余管子都熄灭。这样,各数字管按栅极驱动脉冲扫描而顺次显示。由于扫描脉冲重复频率很高,因此我们所观察到的仍是稳定的显示。

此外,数码管的消耗功率对实际应用也十分重要,特别是当用在以电池作电源的仪器(如袖珍计算机)时。荧光数码管的消耗功率分二部分:一部分是灯丝功率,它不通过驱动电路;另一部分是经过驱动电路的阳极和栅极功耗。这二部分大致各占一半,如通常外径为9毫米的管子,总功耗约70毫瓦,后者约占30毫瓦。近年来已有总功耗约23毫瓦的产品。

**荧光数码管的发展动向** 随着生产和科学技术的发展,荧光数码管的性能还在不断提高。目前的发展动向大致可以归纳如下:

1. 低电压。原先一般管子的工作电压为20—25伏(直流),现趋于12伏以下。
2. 低功耗。初期的管子一般有二个栅极:一个加速栅和一个具有字形窗口的屏栅极,由于此二栅极皆处于和阳极相等的正电位,因而栅流很大。近年来已趋向只用一个加速栅,从而显著减小了功耗。此外灯丝电流也逐渐减小,在低功耗的管子中,灯丝电流一般在20毫安以下。于是管子的总功耗不断下降。以前外径为8或9毫米的管子,总功耗约50~100毫瓦,现正向20毫瓦以下发展。
3. 多位化。一只管子一位数字的单位管,生产成本高,装配焊头多,各管的高度、角度校正化费的工时多。而一只管子内有几位数字的多位管则可以大大减少焊头,简化装配。现已有6、8、10、12位等多种产品。
4. 外形。由于小型计算机的大量生产,管子外径原先以12、14毫米为主,现在已改为以8、9毫米为主。管子总高度也减到30毫米以下。

从以上讨论可以看到,荧光数码管不仅工作电压低、驱动电流小,宜于和MOS集成电路配合,而且稳定可靠,是一种性能良好的数码显示器件。



1974年第5期“浅谈半导体集成电路制作”的补充:

一、“一次氧化”:片子经清洗后送入高温炉的石英管内(1200°C左右),管内通有氧气。经过一段时间后(30~60分钟)硅片表面生成了一层薄薄的二氧化硅层。

二、“基区扩散和二次氧化”:这一步在实际生产中常分成预扩散和主扩散两步。首先将硅片推入940°C左右的预扩

炉石英管内,管内通有含硼氮气,硼分子通过基区“窗口”预淀积于硅片表面,但由于炉温较低,硼分子尚不能深入硅体内部,因此再将硅片推到1200°C左右的氧化炉石英管内,管内预先通有氧气,这样,在硅片表面生成一层氧化层的同时,预淀积于硅片表面的硼杂质又进一步深入扩散到硅片里,形成所需的PN结。而新生成的氧化层又掩蔽了基区“窗口”。



# 清华 741 型

# 彩色电视接收机

清华大学电子系无 0 班彩色电视机

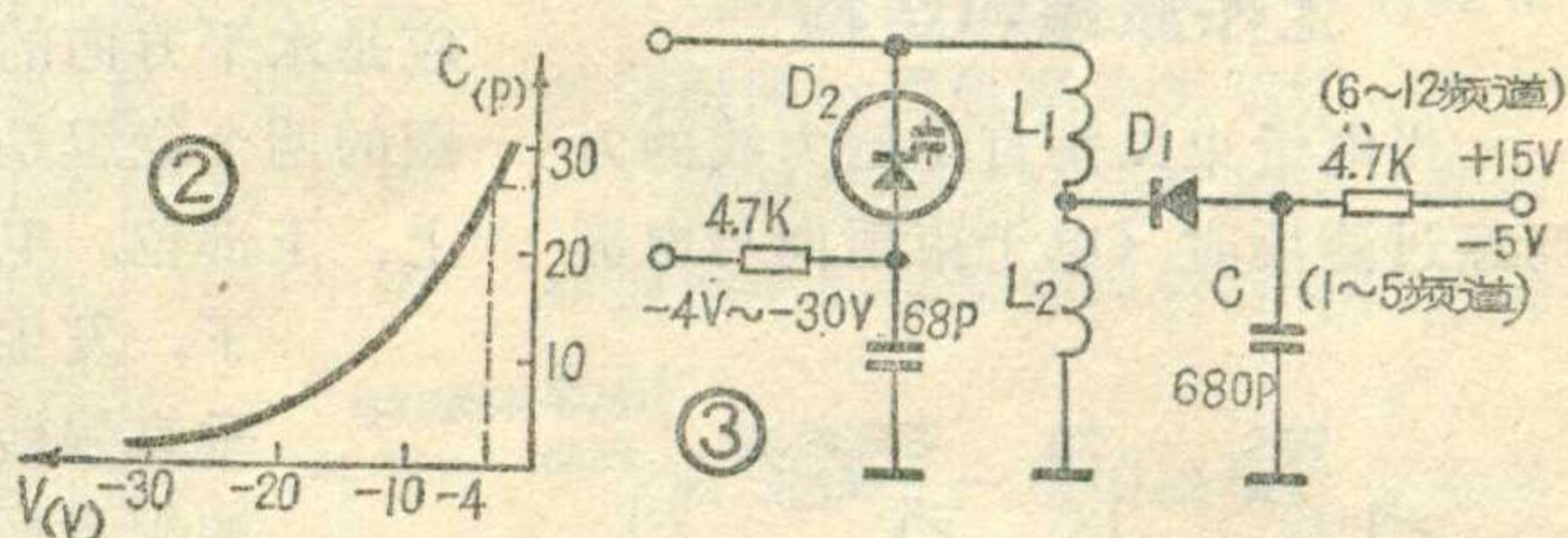
毕业实践小组工农兵学员

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，在教育革命大好形势的鼓舞下，我们毕业实践小组承担了研制三枪三束彩色电视接收机的任务。在研制过程中，我们牢记毛主席关于“独立自主、自力更生”的教导，怀着对林彪反党集团的革命义愤和为工农兵争气的豪情壮志，在校内外工人师傅和教师的支持和帮助下，仅用了四个多月的时间就完成了这一任务。

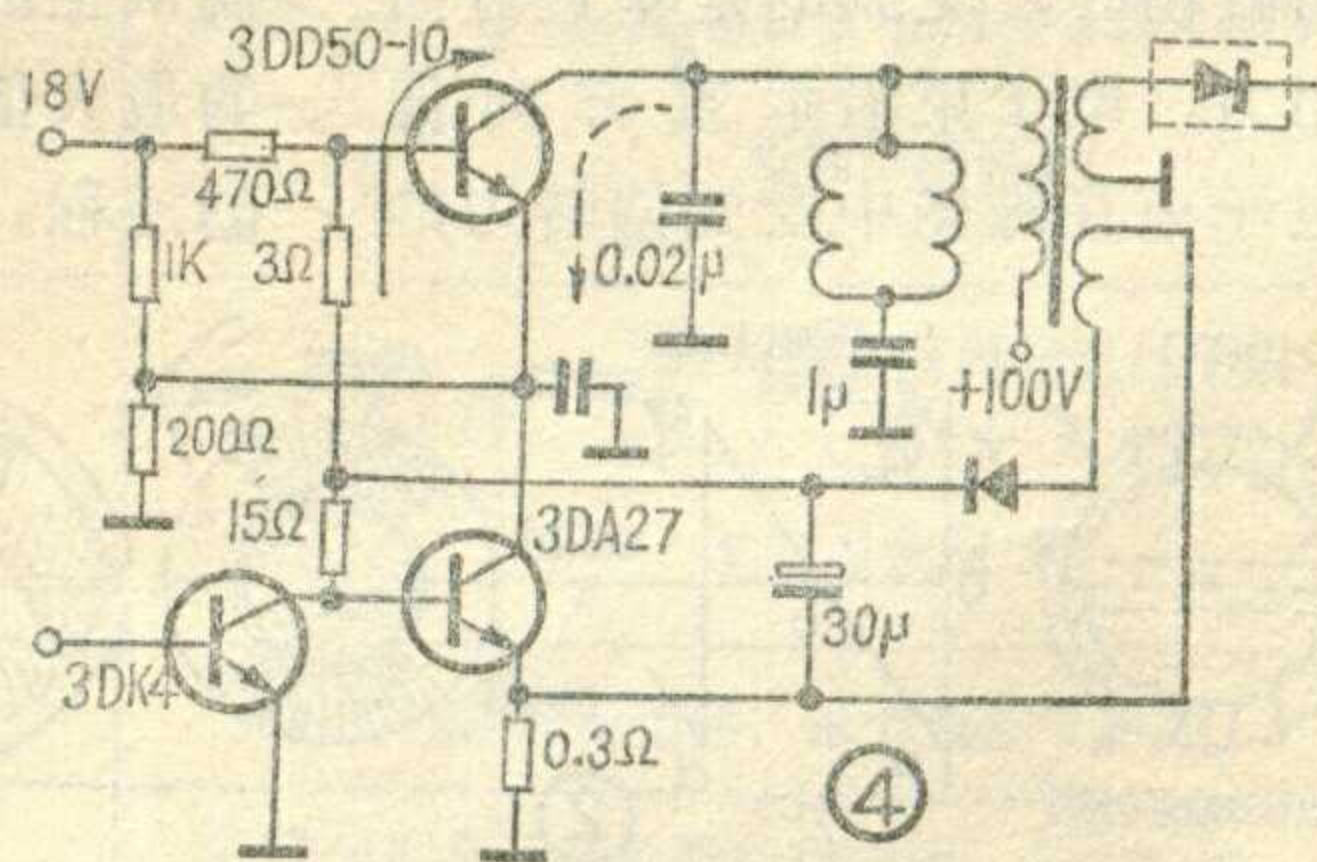
在彩色电视接收机中，除了高频调谐器、图像通道、伴音通道、亮度通道、扫描电路和电源等部分外，还包含了色通道和会聚校正等特殊部分，整机方框图示于图 1。

我们研制的高频调谐器是全部利用国产元件的电调谐高频头。它克服了目前使用的机械调谐高频头结构复杂、可靠性差等缺点。电调谐的原理是利用变容二极管的结电容随着反向偏压的变化而改变的特性(图 2)，把变容管作为电路的调谐元件。这样，只要改变加到变容管上的直流电压就能达到频道变换的目的。为了达到 12 个电视频道的覆盖，单靠变容二极管是不够的，因为电容的变化范围有一定限度，为此还利用了开关二极管改变回路电感的方法，原理电路示于图 3。当开关管  $D_1$  加 +15V 时， $D_1$  导通， $L_2$  被电容  $C$  短路，调谐回路中仅有  $L_1$  起作用。当  $D_1$  上加 -5V 电压时， $D_1$  断开，调谐回路的电感等于  $L_1$ 、 $L_2$ 。这样，开关二极管  $D_1$  与变容二极管  $D_2$  配合在一起，利用改变这两个二极管的偏压的方法就可以覆盖 1—12 电视频道。同时，由于是用直流电压控制调谐，还

易于实现电视机的节目预选，遥控等。在研制工作中，我们不迷信书本，不迷信洋人，分析国外资料吸取对我们有用的东西，同时结合我国实际情况进行大胆的创新，采用了共基电路放大，共发电路混频的线路，提高了高频头的增益。

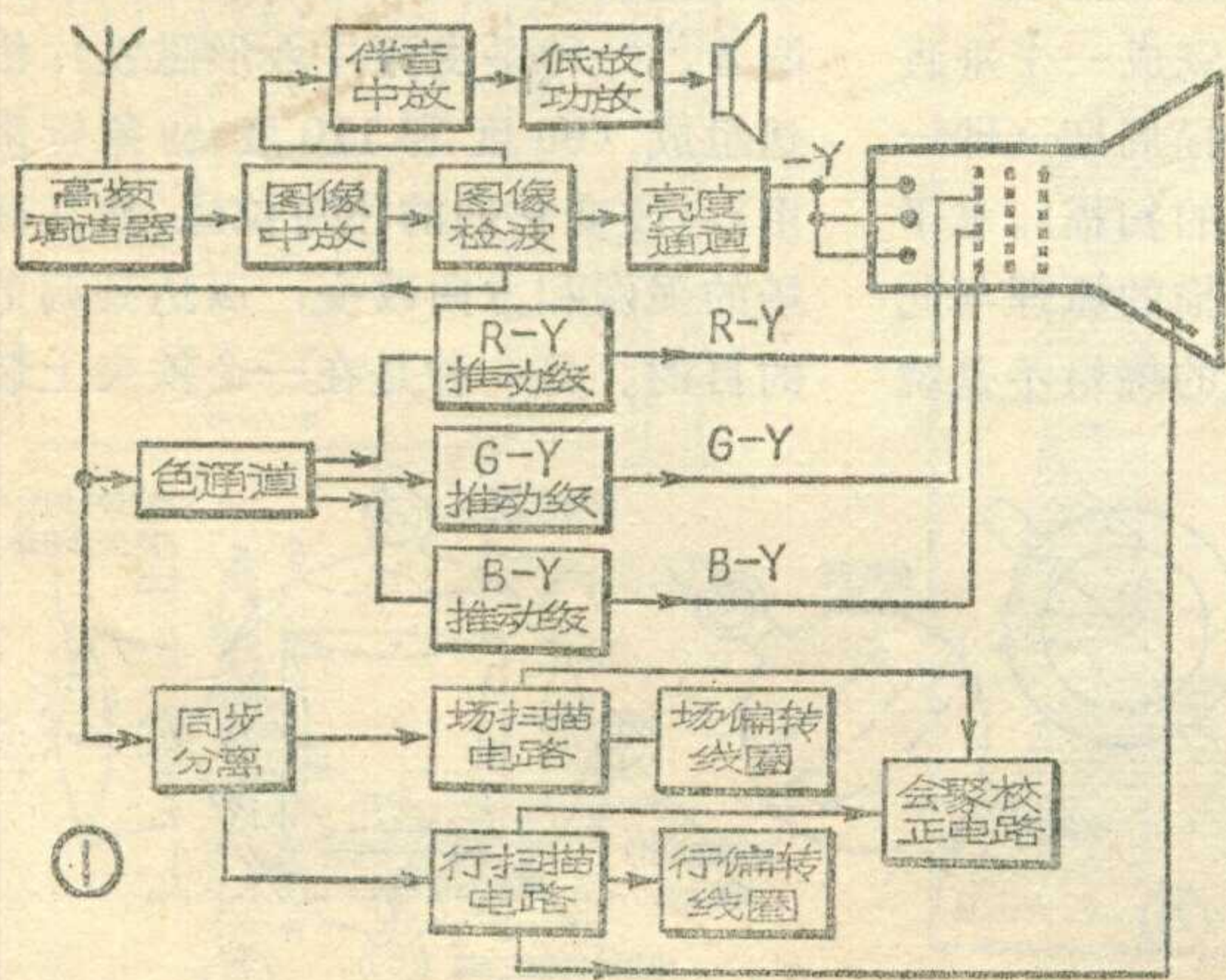


我们研制的行扫描电路中，将行输出级和高压产生合成一级，共用一只晶体管。电路如图 4。行输出管采用国产高反压 NPN 型晶体管 3DD50—10 (或 3DA58F)。它的基极经  $3\Omega$  小电阻、 $30\mu f$  大电容和  $0.3\Omega$  电阻接地，由于它们的交流阻抗很小，故此行输出管对交流而言是共基极接法。在行扫描正程的前半段，行输出管 3DD50—10 的集电结导通，扫描电流的方向如图实线所示；在行扫描正程的后半段，行输出管则因前级 3DK4 截止而处于饱和状态，扫描电流的方向如图虚线所示。这就在偏转线圈中形成由负到正的锯齿电流。这样电路的优点是：简化了电路，



节省了元件，特别是少用了一只高反压大功率晶体管，这从降低成本，减小电源功率消耗都是有利的。另外，行输出级采用了共基极电路，这样可用截止频率  $f_T$  较低的管子，也能充分利用管子的  $BV_{cbo}$  (集电极-基极反向击穿电压)，同时，这个电路不用激励变压器，简化了生产程序。

在研制过程中，我们还完成了应用集中滤波器的图像中频放大器，彩色信号解码器，具有自动亮度控制的视频放大器，(下转第 24 页)





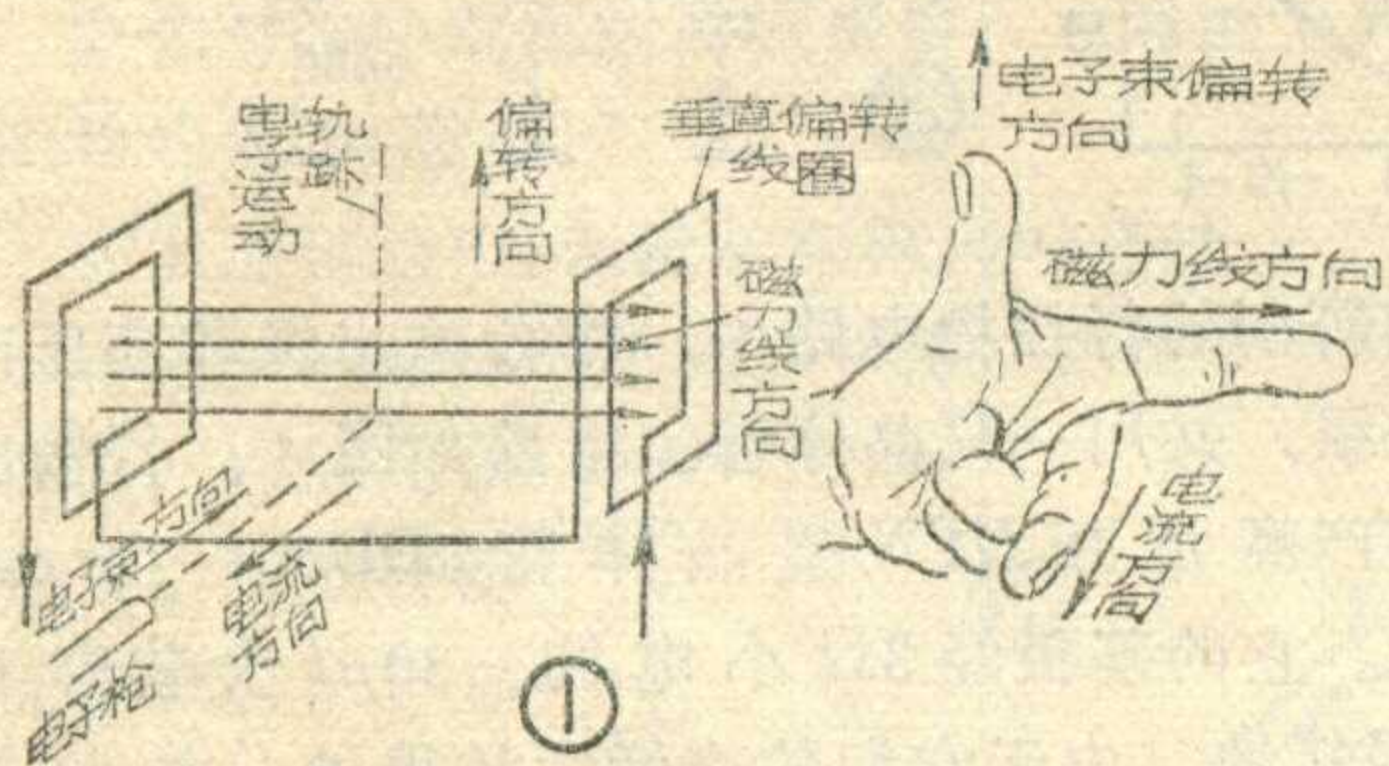
# 电视偏转系统

工人 宗承玮 技术员 束川保

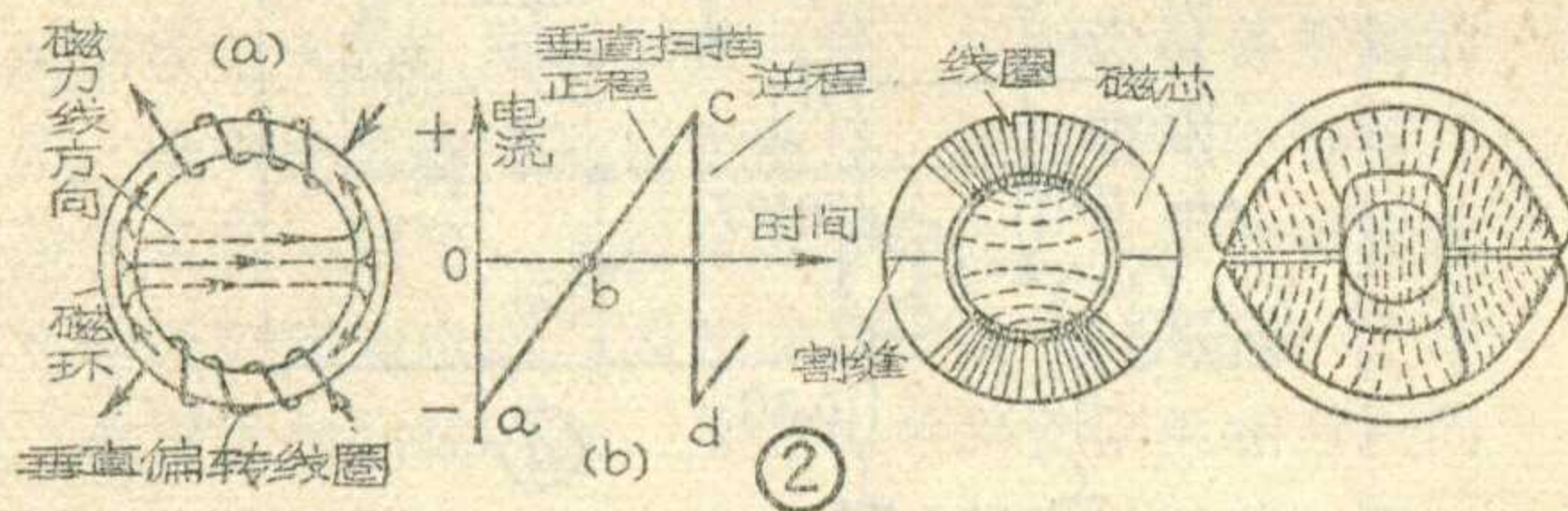
电视机中，偏转系统是关键性的组件之一，它的好坏直接影响图象的质量。现将它的工作原理、绕制方法介绍如下。

## 工作原理和结构

当电子束以垂直于磁力线的方向穿过磁场时（电子束射向与电流



方向相反)，其运动方向将发生偏转，偏转后的方向可按左手定则来确定，如图1。其结论是：电子束（电流）通过上下垂直方向的磁场时，受到水平方向的作用力，使电子束沿水平方向偏转；当通过水平方向的磁场时，受到的是垂直方向的作用力，电子束沿垂直方向偏转。电子束在磁场中受到偏转力的



大小与磁场强弱有关。磁场的强弱决定于线圈匝数和线圈中电流的安培数（即安匝数）。在同样电流情况下，导线集中的地方磁力线密度就大，磁场就强，对电子束偏转的作用就大。偏转线圈就是以此原理为基础的。电视机中偏转系统包括一组水平（行）偏转线圈和一组垂直（帧）偏转线圈，每组偏转线圈

都包含两个圈数相等、形状一样的相互串联或并联的绕组。对于偏转角为90度和110度显象管所用的垂直偏转线圈，其绕组是绕在铁氧磁环上，如图2，所产生的磁场应是水平方向的。因此垂直偏转线圈的两个绕组是放在显象管管颈的上、下部位。电子束在其磁场作用

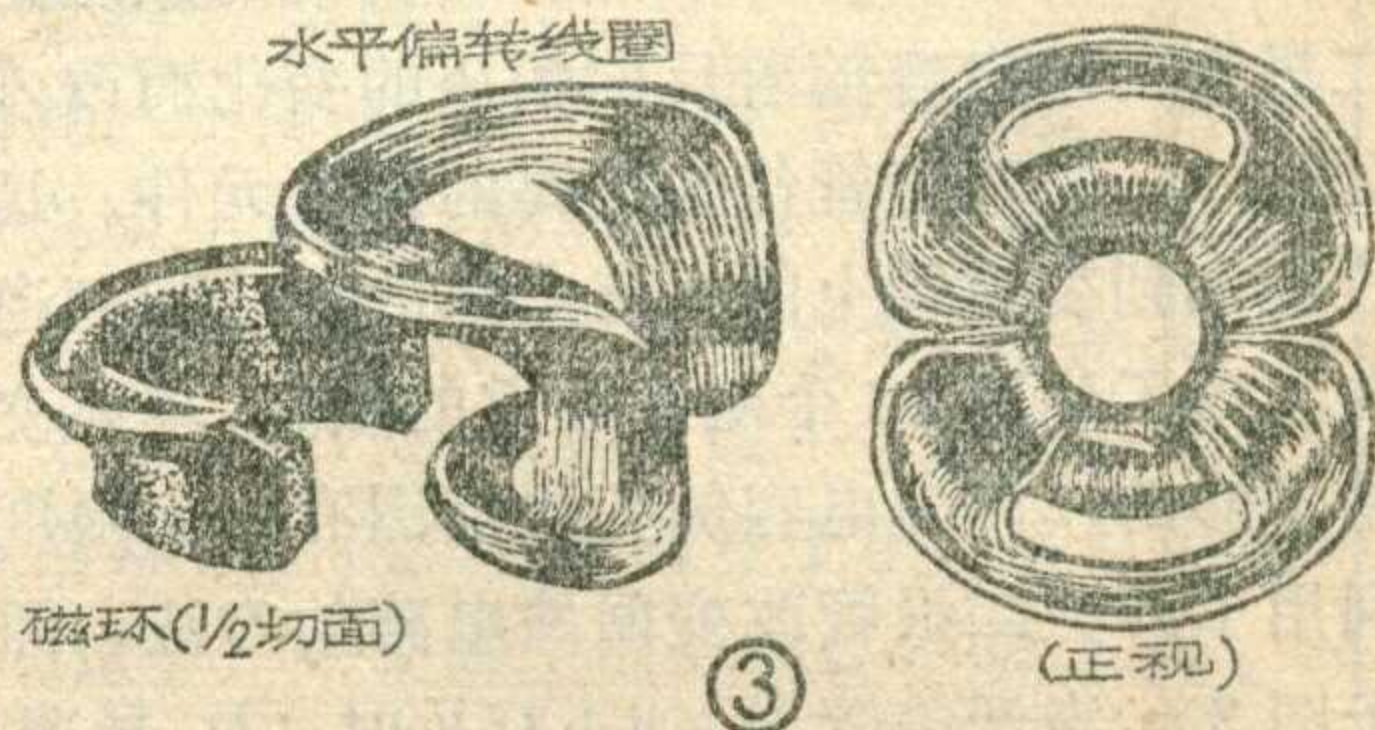
下，发生垂直方向的偏转。垂直偏转线圈流过的是50赫的锯齿形电流。在扫描正程的开始a点如图2(b)，电流是负的最大，此时电子束射在荧光屏的最上端，然后锯齿形电流逐渐增大至零即b点，电子束相应地由上向下移，偏转到荧光屏的中心。此后电流继续增大至最大值c点，则电子束由荧光屏的中心继续向下偏转到达荧光屏的最

下端，这时扫描正程结束。接着电流从正的最大值c点急速下跌至负的最大值d点，这相应于垂直扫描的逆程。此时电子束很快地由荧光屏的下端迅速地

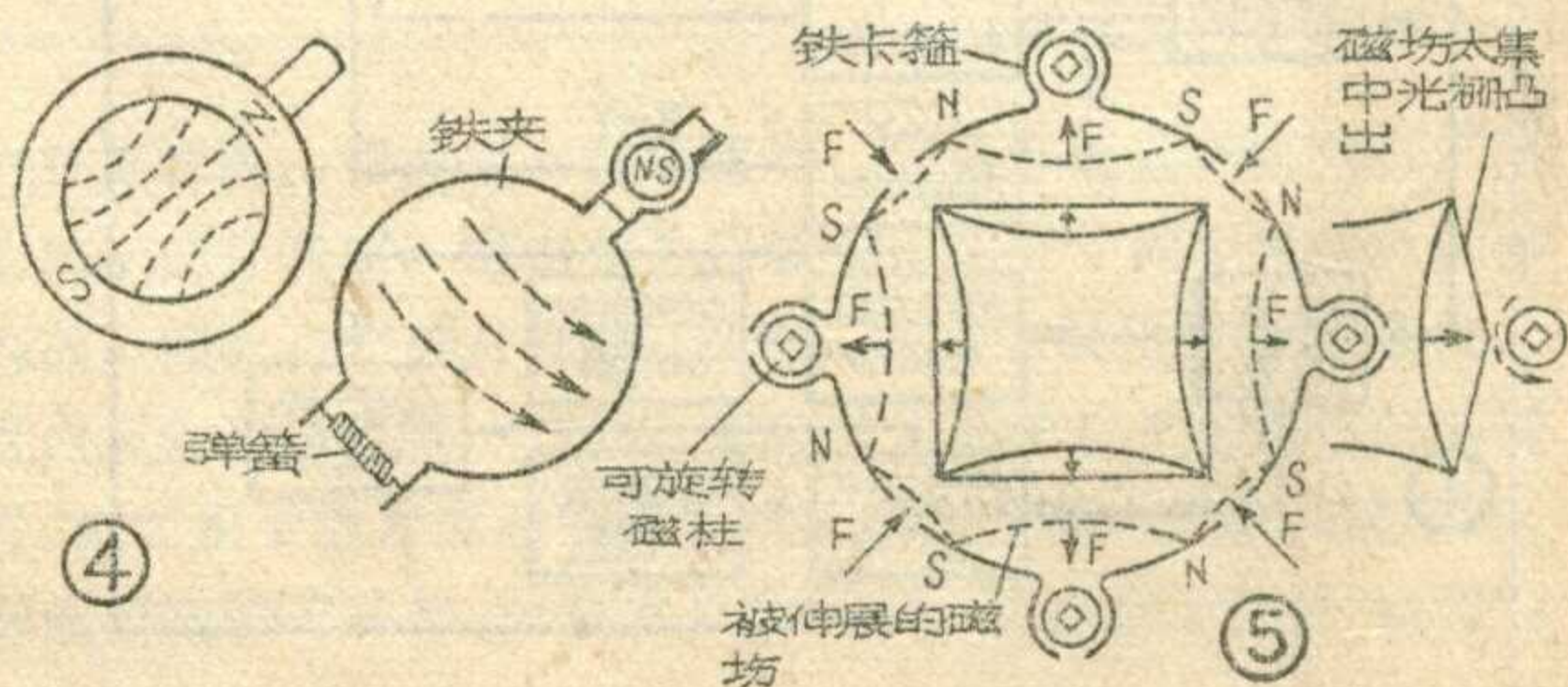
返回到上端，于是完成一个垂直扫描周期（即一场的扫描）。水平扫描的原理与此相同。水平偏转线圈的绕组不是绕在磁环上，而是做成马鞍形如图3，两只绕组装在显象管管颈的上、下部位，所产生的磁场方向是垂直于水平面的，使电子束作水平方向的偏转。

当水平偏转线圈通过频率为15625赫的锯齿形电流时，电子束就沿水平方向作往返的扫描运动。当水平和垂直偏转线圈同时各自通以相应的锯齿形电流时，电子束就从左至右，同时又从上到下作扫描运动，射到荧光屏上，使荧光物发光而成光栅。

一个完整的偏转系统除了偏转线圈和磁环外，还设有中心位置调节磁铁，它是用以调节光栅位置的。由于显象管电子枪在安装时的误差（电极间轴线不重合）和密封



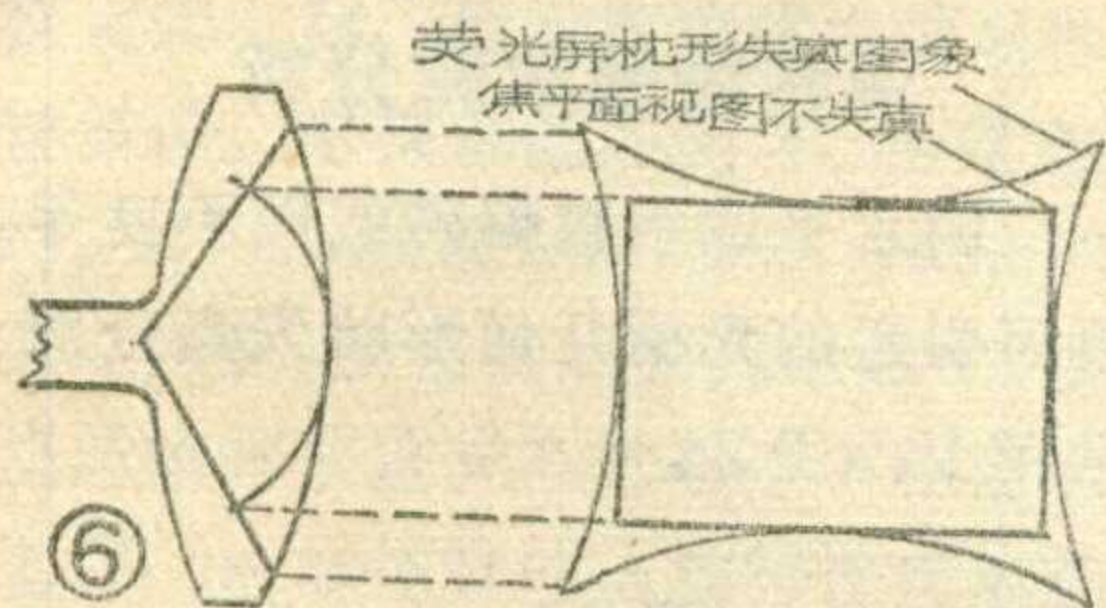
时产生的误差（电子枪与管颈的轴线不重合），而使扫描光栅中心与荧光屏的几何中心不重合，这就需要采用外加一固定磁场来纠正，使其中心相重合。中心位置调节磁铁装在偏转线圈的后面，有两种，如图4。一种是由两片环形磁铁片相迭组成（90度和110度显象管采用），改变它们的相对位置，使其磁场的强弱和方向改变，以达到调节的目的。另一种是在一个铁夹上装





一小磁柱，通过旋转小磁柱和铁夹来调节中心位置。

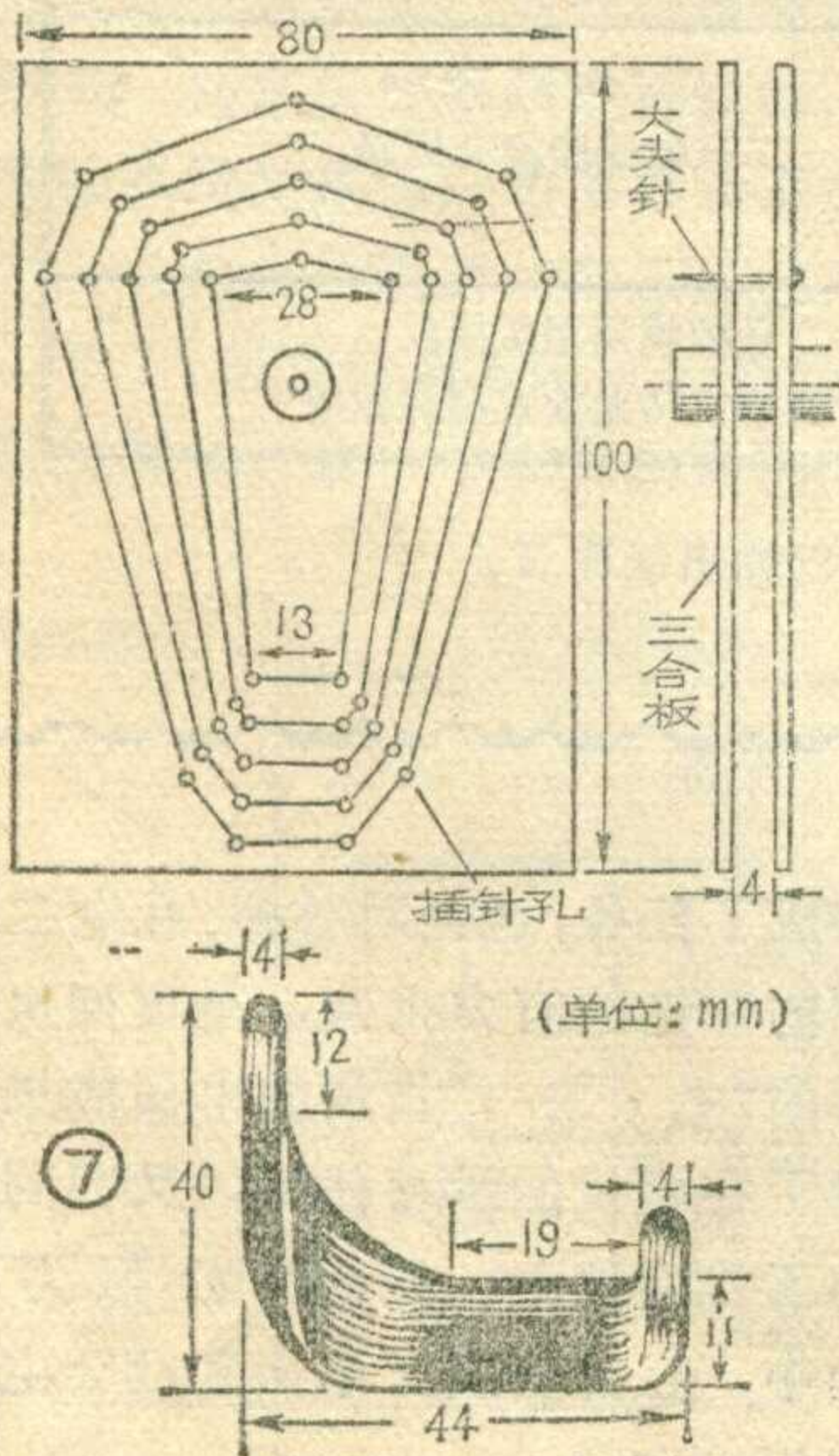
另外对于大偏转角度的显象管(如110度的)，为了校正枕形失真还设有校正“磁柱”，见图5。这是因为显象管在各个方向的角度是不同的，如110度显象管其垂直方向角度最小为85度，水平方向较大为102度，对角线方向角度最大为110度，偏转角愈大，焦平面的半



径愈短，投影到较平坦的荧光屏上的偏差也愈大。从图6可看出对角线方向的几何失真最大，水平方向次之，垂直方向最小，这种四角向外伸展，中间压缩的光栅几何失真称为枕形失真。当偏转线圈确定后，剩余部分失真就用外加的四个这种磁柱来校正，其作用原理示于图5。图中的铁卡箍不仅用于固定磁柱，还起导磁作用，使磁柱能以一个伸展得较为均匀的磁场来影响光栅。

### 设计时应注意的问题

为了获得良好的光栅，在设计



偏转线圈时应注意以下几个问题

1. 电子束的扫描应是匀速的，否则将使荧光屏上的图象亮度与原实际情况不同，清晰度和线性也不好。为此通过偏转线圈的电流必须是线性锯齿电流，这就要求所用漆包线的直径和绕的匝数要合适。

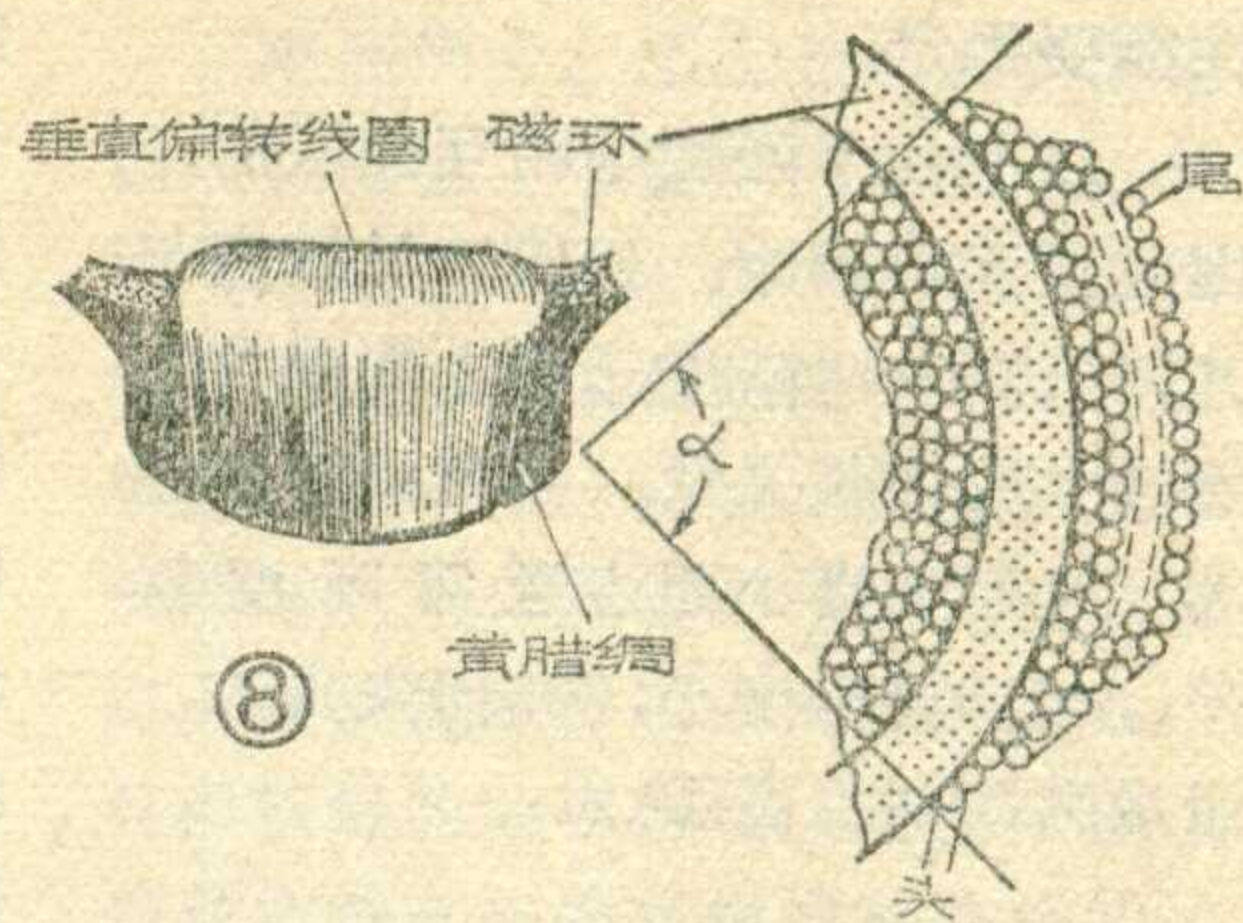
2. 偏转线圈产生的磁场应当均匀一致，以保证产生的光栅几何失真最小。因此，应注意：

①正确设计绕组的绕法和形状，需沿管颈轴线辐向按余弦分布的原则来绕制(说明见后)。此外，为了减少线圈两端边缘磁场不均匀，影响电子束的聚焦，往往把线圈两端向外翘起成马鞍形。

②每组两只线圈的匝数、外形和松紧等都要一致，绕组内部不应有短路。

③组装时，要保证两组线圈产生的磁场互相垂直。不然光栅会产生平行四边形失真。并注意线圈在管颈上前后的位置要合适，否则光栅不够满幅，有暗角。

3. 偏转灵敏度要高，也就是说



光栅能布满整个荧光屏。这就要求：

①把水平偏转线圈放在里面，使其紧贴管颈。

②用一只铁氧磁环，以减少外部磁阻，使磁场更为集中。

③显象管偏转角度越大，偏转线圈越向前紧贴显象管锥体的张开处。

4. 能承受一定的高压，而不被击穿，由于水平偏转线圈工作时两端有数千伏的脉冲电压，因此，应采用高绝缘强度的漆包线绕制，而且垂直偏转线圈与水平偏转线圈之间也应有好的绝缘，以免跳火、击穿。

5. 在一定的温度范围内，能稳定地工作，特别是铁氧磁环，其

水平(行)偏转线圈故障分析 (表1)

现象	原因
枕形失真	1. 窗口太小，两翼导线不集中 2. 基部过渡弧小
桶形失真	1. 窗口太大，两翼导线过于集中 2. 基部过渡弧大
光栅二半幅交错	二只行线圈相位接错，磁力线部分中和
行幅极小行输出电流剧增	行输出配合应是串联的行线圈，而实际接成并联的
行梯形	上面一只行线圈与光栅上部相对应，其造成光栅上部扫描线短的原因如下： ①电感量小 ②外形小(绕得紧) ③局部短路 ④圈数少 下面一只行线圈与光栅下部相对应，其造成光栅下部扫描线长的原因如下： ①电感量大 ②外形大(绕得松) ③圈数多



性能要稳定。

以上几个问题是相互关联的，因此要互相兼顾。如偏转灵敏度与几何失真及清晰度三者之间就存在着较大的依赖关系，偏转灵敏度越大，几何失真小而边缘清晰度就差；相反灵敏度小，几何失真大，而清晰度却提高了。

### 偏转线圈的绕制

对于90度和110度(或114度)偏转角的显象管所用行偏转线圈，都做成马鞍形状，须用胎具绕制，若无胎具，也可以按图7所示分层绕制，然后弯成马鞍形。方法是：按图所标尺寸，用两块三合板做夹板，其间隔为4毫米左右，在板上打好插针孔。然后在夹板间从内向外逐层插大头针做临时骨架绕制，并逐层分段将绕好的线圈绑扎好，使其固定不松脱，最后弯成马鞍形状。

垂直偏转线圈绕在喇叭状磁环上，绕制前先将铁淦氧磁环用电割法切成两半，否则装配时，水平偏转线圈无法装入。切割的方法是先在磁环被切处，划好铅笔线，用两只表笔串联一只100瓦以上的灯泡，接通220伏电源，再使两笔同时接触铅笔线上的一点，然后迅速均匀地沿铅笔线拉开两笔。由于铅笔粉末能导电并有一定电阻，使磁环因冷热不均匀而切开。磁环切开后，在要绕线的部位缠上绝缘黄蜡绸，就可绕线圈了。绕组成橄榄状(中间密集向两边扇形展开，即“余弦”分布)如图8。偏转线圈的绕制数据和要求如下：

1. 偏转角为90度，荧光屏对角

线尺寸为23厘米的显象管，用晶体管作扫描输出级的水平偏转线圈，用直径为0.31毫米自粘漆包线(或一般高强度线)2股并绕，每只绕组为80圈。若电源电压为12伏，则需4股并绕，每只绕40圈。若用电子管作扫描输出级的，可用单股线绕160圈。垂直偏转线圈，这两种电路均可用直径为0.23毫米漆包线共绕671圈，分11层绕在磁环上，从第1层到第11层相应的圈数为：81、77、73、69、65、61、57、53、49、45、41。线圈绕向相同。

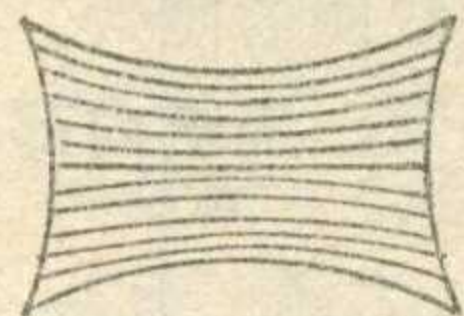
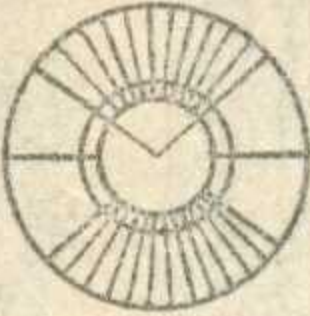
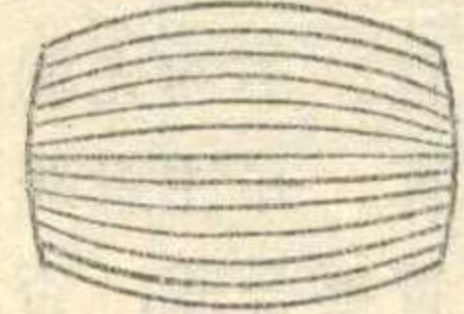
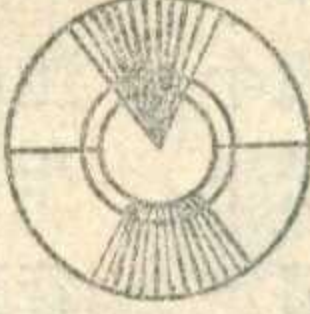
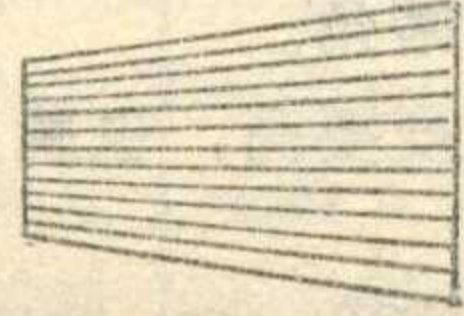
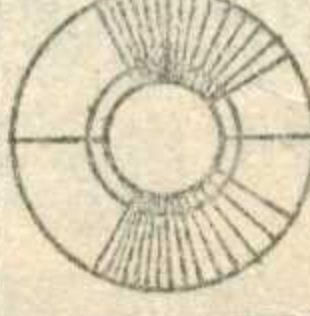

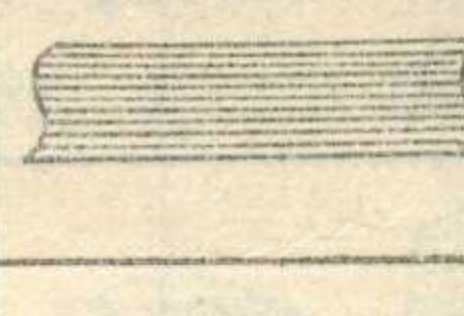
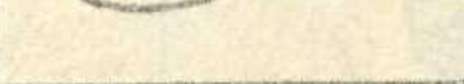
2. 对于偏转角为110(或114)度，对角线尺寸为47(或40)厘米

的显象管，用晶体管作扫描输出级的水平偏转线圈，用直径为0.35毫米自粘(一般高强度)漆包线，3股并绕，每只60圈。若用电子管作扫描输出级，可用单股线绕180圈。垂直偏转线圈也均用直径为0.27毫米高强度漆包线分8层绕，共绕630圈。第1层到第8层相应的圈数为：100、94、86、82、74、70、64、60。

### 偏转线圈故障分析

因水平或垂直偏转线圈不良等原因引起的光栅几何形状失真分别见表1、表2。

垂直(帧)偏转线圈故障分析 (表2)

现象	原因
 枕形失真	 线包摊的角度太大，中间导线不密集
 桶形失真	 线包摊的角度太小，中间导线过于密集
 帧梯形失真	 ①两只线圈同时偏向一边 ②磁环不圆
 行梯形伴有瞿叫声	下面一只帧线圈局部短路，可用欧姆表测出
 帧幅很小伴有瞿叫声	两只帧线圈都有短路
 无帧幅	两只帧线圈相位接反 磁场中和无垂直偏转作用

注：表1中第四项是对晶体管作行输出级而言。

(上接第21页)

帧扫描电路和会聚校正电路。

我们这些参加这一工作的工农兵学员，在入大学前绝大部分只有初中文化程度，而这一任务牵涉的技术知识面很广，有的内容是在三年学习期间没有碰到过的。但是我们牢记工人阶级和贫下中农的委托，以顽强的毅力和实事求是的科学精神，仅仅四个多月的

时间我们就较好地完成了任务，这是对林彪、孔老二的“唯上智与下愚不移”的谬论的有力批判，是贯彻执行伟大领袖毛主席光辉的“七·二一”指示的丰硕成果。现在，我们已经完成了在学校的学习任务，又回到生产实践中去，在新的工作岗位上，我们决心努力作战，在批林批孔运动中，在社会主义革命和社会主义建设事业中，贡献我们的力量。



# 简易电视机

## 高频通道

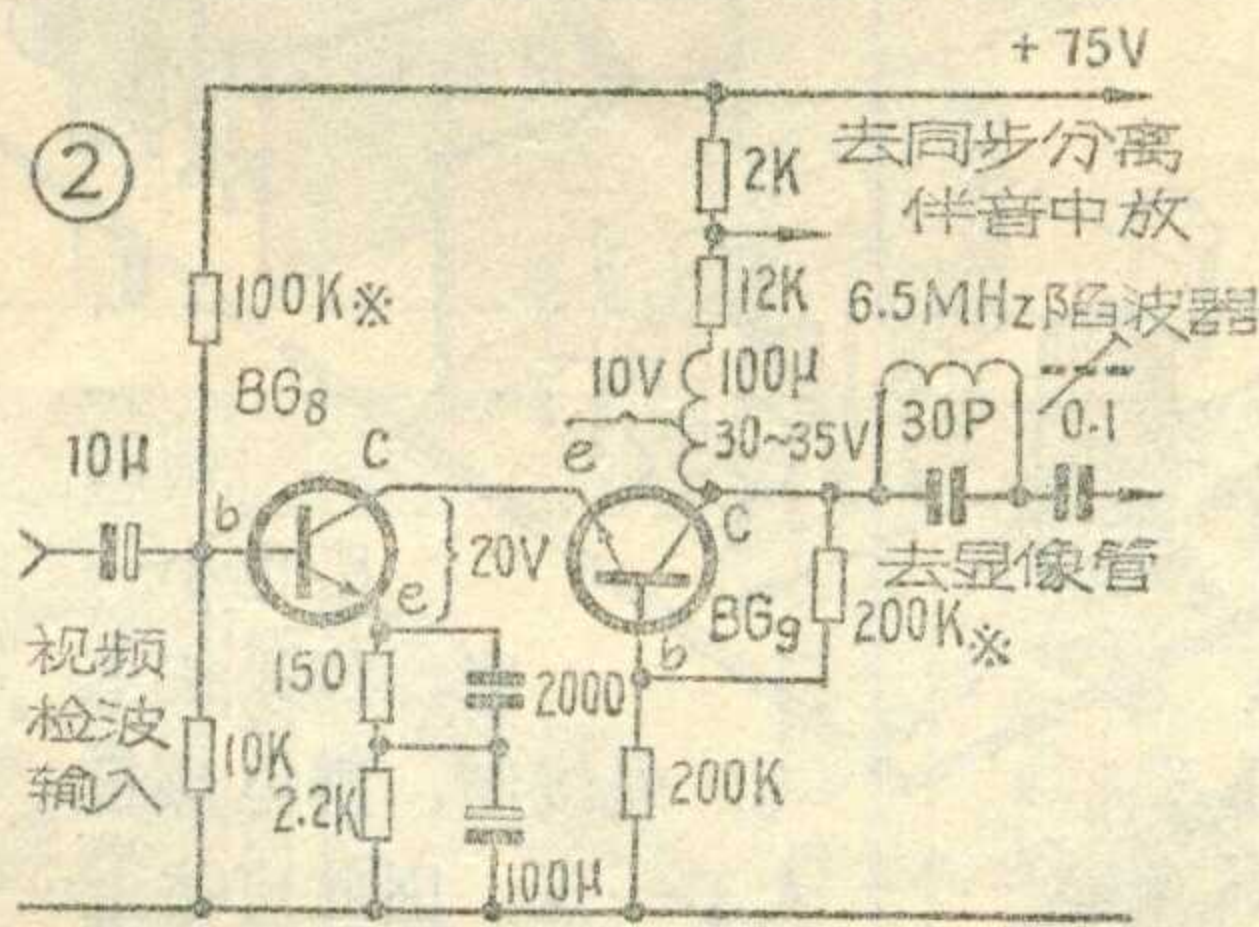
简易电视机，一般都采用直接放大式电路，用示波管或小型显像管显像。电视载波的频率是很高的。以第二频道为例，频率为56.5到64.5兆赫。在直接放大式电路中，要使晶体管在这样高的频率下稳定地工作，对晶体管的高频特性要求就很高。同时在这样高的频率下，由于晶体管极间电容的影响，放大器很容易产生自激振荡。为了消除自激，往往又不得不牺牲一些增益来换取放大的稳定。或者，在线路上采用中和的方法来消除极间电容的影响，但是在高频条件下要得到完全的中和比较困难。

晶体管在高频情况下所表现出来的种种特性，是由晶体管本身和线路结构的内部矛盾所决定的。我们知道晶体管有三种基本接法，每一种接法都由于其内部矛盾的运动形式的不同，而反映出不同的特性。如共发射极线路，它的放大倍数在三种线路中为最大，但是频率特性却很差；共基极线路频率特性好，它的输入阻抗很低，功率放大不如前者；共集电极线路，电压放大系数小于1，但它的输入阻抗很高，输出阻抗很低，是一个很好的阻抗变

换器。能不能采用两个以上的晶体管按不同的接法组合起来，互相取长补短呢？实践证明是可以的。例如共射与共射组合可以得到很大的增益( $\beta = \beta_1 \cdot \beta_2$ )。共集和共射组合可以得到很高的输入阻抗。本文介绍的高频通道，就采用了共射与共基接法组合的线路，它在高频放大方面的性能很好。

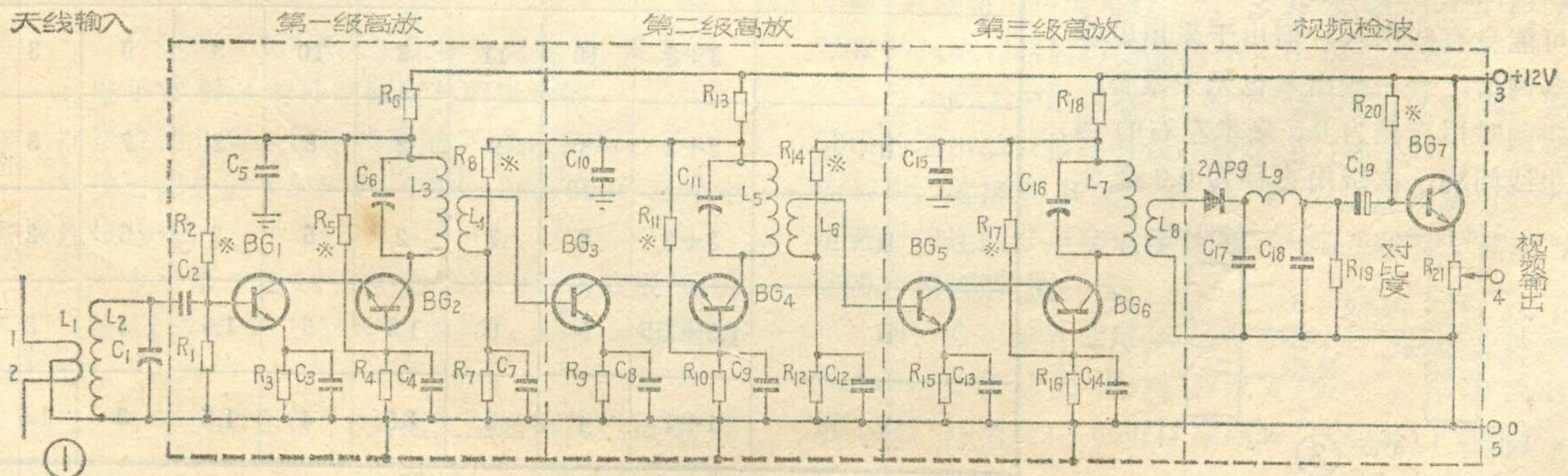
电路简介：图①是放大器的全图，其电阻、电容数值见表一，印刷线路板见附图。图中共有三级高频放大，每一级都是由两只晶体管组成。其中第一管子接成共发射极线路，第二管子接成共基极线路。这不但获得较大的放大倍数，且得较好的频率特性。更由于第二只晶体管是按共基极线路连接的，它的输入阻抗很小，于是使第一管子处于阻抗失配的情况下，由于失配消除了第一管子内部反馈的可能。同时第二只管子的基极是接地的，这样就好象在输出端和输入端之间插入了一块隔离板一样，有效地消除了自激的危险。因此共射共基线路即使不用中和也能获得稳定的最大单级增益，这是一般单只晶体管组成的线路所达不到的。

在装配此线路时，不一定做成三级放大。实践证明，在离电台五公里以内时，用两级共射共基放大，仅用室内对称振子天线，已有足够的对比度。用三级放大时，在离电台十到二十公里处，也有足够的灵敏度。我们曾用上述高频通道装成的电视机(显像管用23SX5B)，



表一

100 Ω	R <sub>3</sub> R <sub>6</sub> R <sub>15</sub> R <sub>8</sub> R <sub>13</sub> R <sub>18</sub>	2-7 P	C <sub>1</sub> C <sub>6</sub> C <sub>11</sub> C <sub>16</sub> 微调电容
2.7 K	R <sub>1</sub> R <sub>7</sub> R <sub>12</sub>	5.5 P	C <sub>2</sub> C <sub>17</sub> C <sub>18</sub>
3 K	R <sub>19</sub>	1000 P	C <sub>3</sub> C <sub>4</sub> C <sub>7</sub> C <sub>8</sub> C <sub>9</sub> C <sub>12</sub> C <sub>13</sub> C <sub>14</sub>
4.7 K	R <sub>4</sub> R <sub>10</sub> R <sub>16</sub>	3300 P	C <sub>5</sub> C <sub>10</sub> C <sub>15</sub>
10 K	R <sub>2</sub> R <sub>9</sub> R <sub>14</sub>	10 μF	C <sub>19</sub> 电解电容
20 K	R <sub>5</sub> R <sub>11</sub> R <sub>17</sub>		
100 K	R <sub>20</sub>		
1 K	R <sub>21</sub> 电位器		



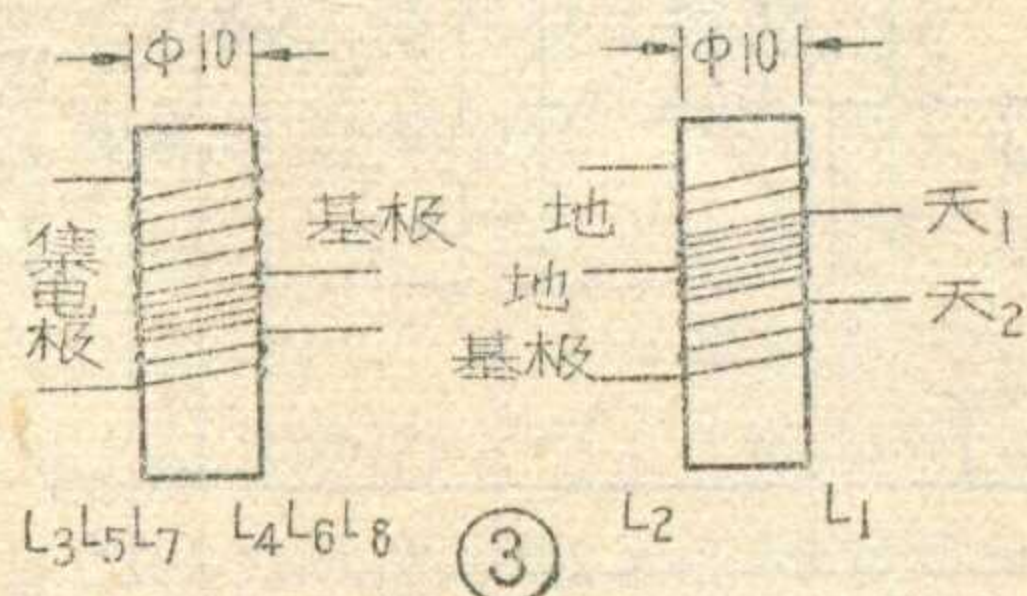


在离电台二十公里以外的接收条件很差的山沟里（电台方向有大山阻挡），用三单元天线接收，对比度仍然较好。因此高放究竟装几级，完全可以自行选择，只要图像清晰，对比度有一定的富裕就可以了。

图②是视频放大电路图，也采用共射共基组合线路。这样可以发挥这一组合线路的另一优点，即耐压倍增。从图②中可以看出，两只晶体管是处于串联状态，因此它的耐压提高到一只晶体管的两倍。这样使用普通的小功率管就可以作视频放大了，不必去找高反压的中功率管。这样的一级视频放大增益可以达到40分贝以上，因此完全可以用来推动显像管和示波管。

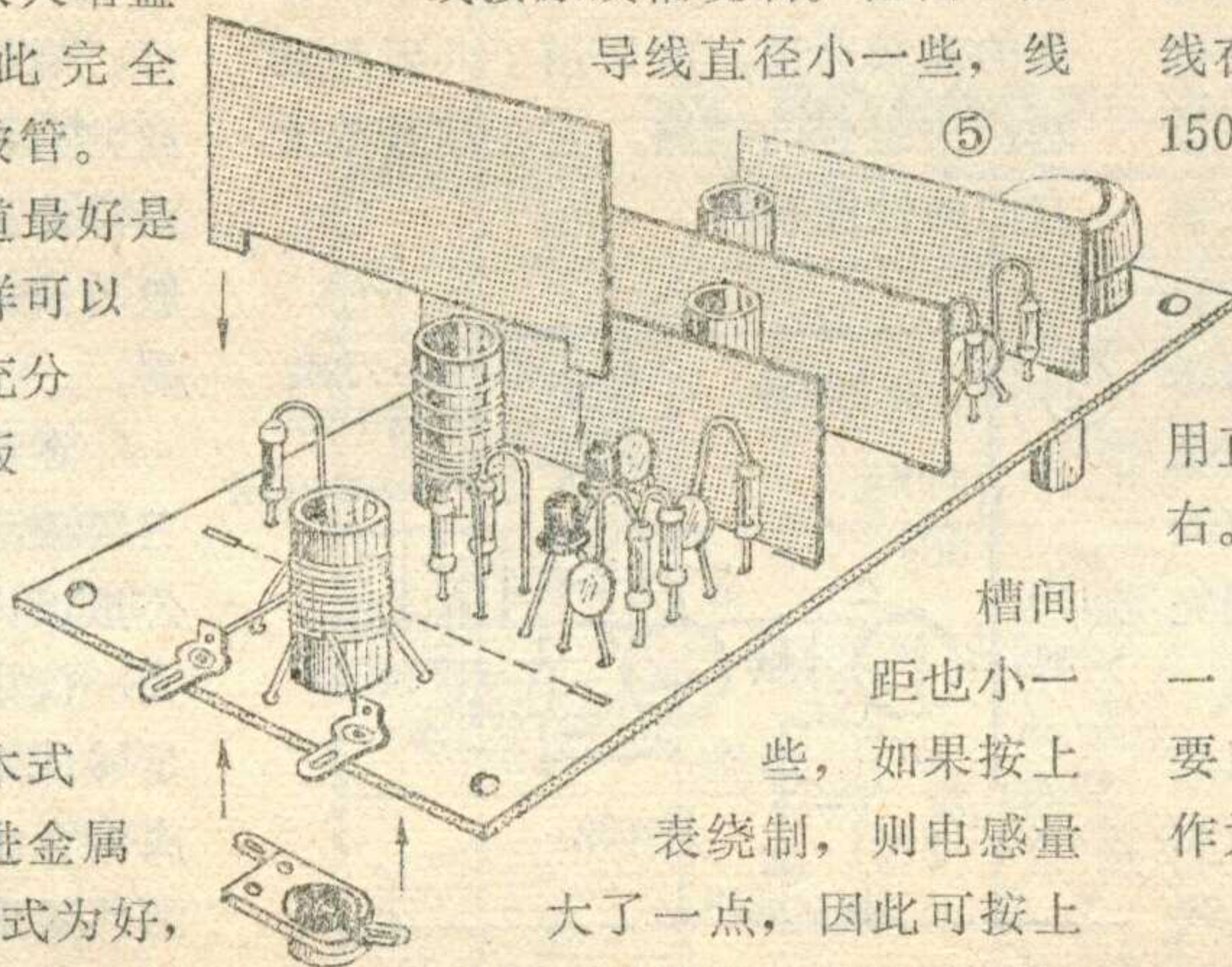
元件与安装：高频通道最好是安装在印刷电路板上，这样可以做到性能稳定，体积小，充分发挥晶体管的优点。线路板可以做成整体式的，也可以做成积木式的。整体式可以把隔离板（或屏蔽罩）直接焊在印刷基板上。积木式的可以把每一级放大器装进金属盒内。自制情况下，以积木式为好，这样可以把每一级装在一小块印刷板上，印刷电路板可以用边角料。同时这样装配，调试方便。图⑤提供了一个整体装配的实例。

高频线圈的绕制：参看图③绕制高频线圈的管架，可以用直径6~10毫米的有机玻璃管、瓷管或塑料管均可，视手头具体情况而定。如果是全部用直径10毫米的骨架，微调电容的容量在2—7微微法，则线圈的圈数可参考表二。实际作时，可能会有些出入，但由于采用电容器调谐，有一些出入也无关紧要。绕制时用直径为0.5毫米左右的漆包线间绕，次级用直径为0.2毫米



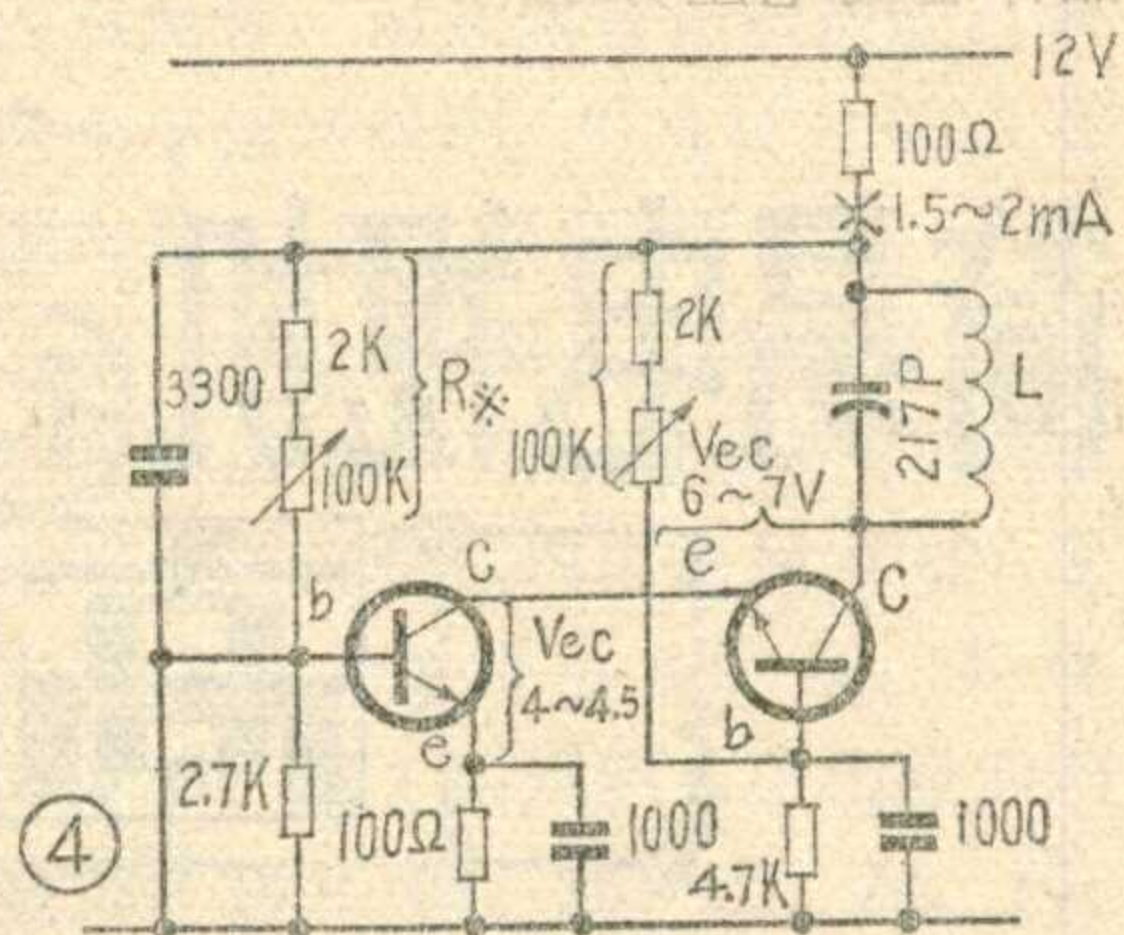
的漆包线绕在初级的圈间。

线圈骨架也可以用市面上出售的上海无线电廿八厂生产的长征牌LT型交流超外差式收音机的线圈改制。这种线圈有四个型号：即LT101S, LT102S, LT103S, LT104S。LT102S、LT103S、LT104S均可使用。每套有两只骨架，购两套就够了。改制的方法如下：如果是用在4、5频道，则可拆去原绕组，旋出磁心不要，用锉刀小心锉去绕线槽，然后按表2中所列数据绕制。如果是用在1、2、3频道，则用不着锉去线槽，可用拆下来的线按原线槽绕制。但由于其导线直径小一些，线



表二

线圈频道	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	L <sub>6</sub>	L <sub>7</sub>	L <sub>8</sub>
I	3+3	10	11	3	10	3	9	3
II	2+2	8	9	2	8	2	7	3
III	2+2	6	7	2	6	2	5	2
IV	1.5+1.5	5	6	1.5	5	1.5	4	2
V	1+1	4	5	1.5	4	1.5	3	1.5



检查和调试。

L<sub>9</sub>是用来滤除检波后残余高频载波信号的，用直径0.1毫米漆包线在1/8瓦1兆欧炭膜电阻上乱绕80~100圈左右。视放高频补偿用100微亨电感，用直径0.1毫米漆包线在100千欧1/4瓦炭膜电阻上绕150~200圈，分两段乱绕。串联在显像管通路上的6.5兆赫陷波器，可用外径8毫米的，半导体收音机用的本机振荡线圈塑料骨架，用直径0.15毫米漆包线绕35圈左右。磁心仍保留，作为陷波调谐用。

本线路对晶体管的要求不高，一般3DG6（2G200型）硅管，只要β(h<sub>fe</sub>)在80以上的，都可用作为高放管 and 视放管。

调整：共射共基线路的调整，比单只晶体管的要复杂一些。因为两只晶体管处于串联状态，每只晶体管的电压随着偏流不同而不同，而偏流又受到两只晶体管电压分配的影响。为使线路有较大的增益，一方面要保持静态工作电流达到一定的标准，另一方面也要保持两只



晶体管的电压分配合乎一定的比例。为此在调整时最好用两只万能表，一只用来串在集电极上检查电流，一只用来检查两管电压分配。同时在调整时，先用两只 100 千欧的电位器串上一只 2 千欧电阻见图④，临时接在两只偏流电阻的地方，第一步调整两只电位器，使电流为 1.5 毫安~2 毫安。第二步用另一只表的电压档分别测量两只管子的发射极和集电极之间的电压。最佳的置偏点，对于高放级来说应该是在上述电流之下，保证共基管的发射极和集电极 (E、C) 间的电压为共射管发射极和集电极 (E、C) 间电压的 1.5 倍到 2 倍 (即  $1.5V_{ec1} = V_{ec2}$ )。如共射管为 4 伏左右，共基管则应为 6 伏左右。如不合此分配比例，则应分别调节两只电位器直到既不影响总的偏流，而又能达到上述电

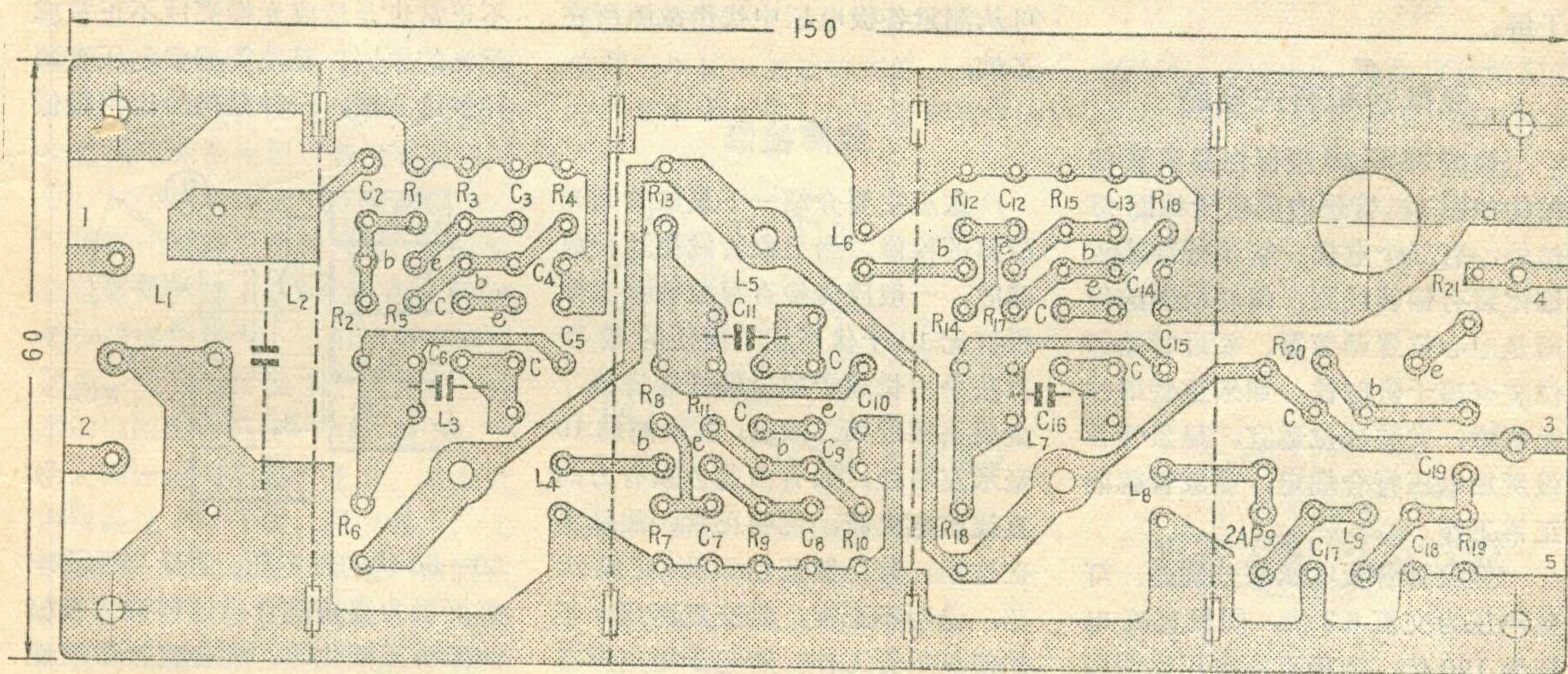
压分配比例为止。此时用万能表测量出两只代替偏流电阻的电位器的电阻数值，换上合适的电阻。然后再检查一遍电流和电压，只要出入不大就可以了。如果用一只万能表来调节，则需换来换去测量电流和电压，效果是一样的。视放级的偏流调节和上述方法一样。但因为负载电阻大，用不着检查电流，而仅需测量负载电阻上的电压降就可以了。至于电压分配，则由于视放级共基极管上接有很强的负反馈，偏流电阻是接在集电极上的，因此共基管的 E、C 极间电压，应为共射管 E、C 极间电压值的  $1/2$  (正好和高放级相反)，此时增益和动态范围都是最大的。例如工作电压为 75 伏左右时，共射管 E、C 电压为 20 伏，共基管为 10 伏左右是最佳值。此时增益可达 38~40 分贝以上。

高频谐振回路的调整，可以在电视台播送时进行，也可以做一具简单的信号发生器进行调节。要反复调节高频通道的各级调谐电容，直到屏幕上出现的图象清晰，伴音好听为止。

如果出现有图无声或有声无图情况，则说明高频通道带宽不够。在这里是靠各谐振回路的参差调谐来保证带宽的。四个调谐回路是这样安排的：第一和第四回路调谐于欲接收频道的中心频率上，第二、第三回路，一个调在图像载频，一个调在伴音载频。具体调法可在用上述方法基本调好的基础上，调第二回路使图像对比度最大，调第三回路使伴音最大最纯，调第一与第四回路于伴音与图象载频的中间，这时整个高频通道，可认为已经调好了。

(吴德麟)

附图



线路板 1:1

更正:

- 一、今年第 3 期“木工手压刨安全装置”图 1 中
  1. 电子管 6K4 的抑制栅应与阴极相接;
  2. 接收部分输入回路线圈的 F 端应接地;
  3. 发射部分的 4.5/20P, 100P, 300/600P 三个电容应连接起来。
- 二、今年第 6 期 22 页中栏第 23 行“功放级”改为“各”。第 12 页图 5 (乙)“R”应为“d”，文末“6N5”应为“6N11”。
- 三、今年第二期第 14 页原文左起第三栏正数第

十行“只需将……就可以了”，改为“将图①中 A 或 B 串接一只电容器后与图③的 A、B 两点相接。”

另外图①中电容器 C<sub>0</sub> 的正负极接法应对调。图②中的输出插口接线有误，应将插口原接 R<sub>6</sub> 一端的动簧片，改接于 B 点。将 C、B 两点连线断开。与定簧片相连的 C 点接电池负极，电池正极接于原来与动簧片相接的 R<sub>6</sub> 一端。

四、今年第 5 期第 26 页右倒 12 行“ $I_e E_e$ ”应改为“ $I_e R_e$ ”，右倒 10 行“ $R_c =$ ”应改为“ $E_c =$ ”；第 27 页右第 19 行“1(毫安) × 800 欧”应改为“1(毫安) × 700 欧”。



# 显象管电路检修经验

中央广播事业局北京服务部

电视机的质量主要决定于显象管重显图象的质量和伴音的好坏。显象管是电视机的重要器件。电视信号经过高频、中频、视频等各级电路的处理，加到显象管上，重显出电视发射台所发送的节目，如果前面各级电路工作正常，而显象管或其有关电路发生了故障，就会直接影响到接收的效果或看不到图象。为了判断显象管及其电路的工作是否正常，就必须对显象管及其电路的结构以及各极工作电压加以了解。

## 显象管和有关电路

我国 35SX2B 型黑白显象管的结构如图 1，管颈内部电子枪除灯丝外，有五个电极。管颈外部靠近锥体装有偏转线圈，偏转线圈的后面是中心位置调节器，靠近管基部位装有离子阱磁铁。如果这些部件无故障，安装部位适宜，显象管各极所加电压符合规定，显象管就能正常工作。

显象管各极电压应分别是：灯丝电压为交流 6.3 伏，阴极直流电压为 190 伏，栅极直流电压比阴极直流电压低 30—60 伏，加速极对地直流电压为 560 伏，聚焦极对地

直流电压为 0—560 伏，第二阳极直流高压为 12 千伏。

供给显象管各极电压的电路方框图如图 2，图 3 和图 4 是常见的显象管电路，灯丝由 6.3 伏电源供给，视频放大级供给显象管阴极视频信号，显象管的栅极电压从低压整流电源取出，垂直扫描级和水平扫描级分别供给显象管垂直和水平偏转线圈所需电压，高压整流管供给显象管第二阳极 12 千伏高压。

如果显象管电路发生故障，就可从测量各极电压中找出故障所在之处。

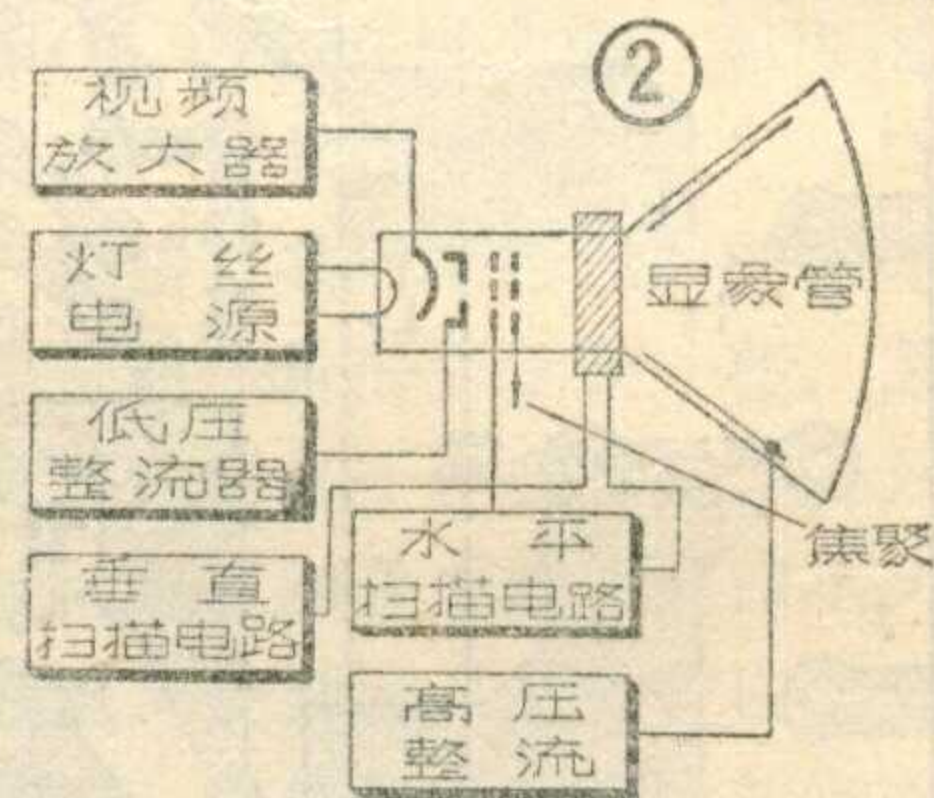
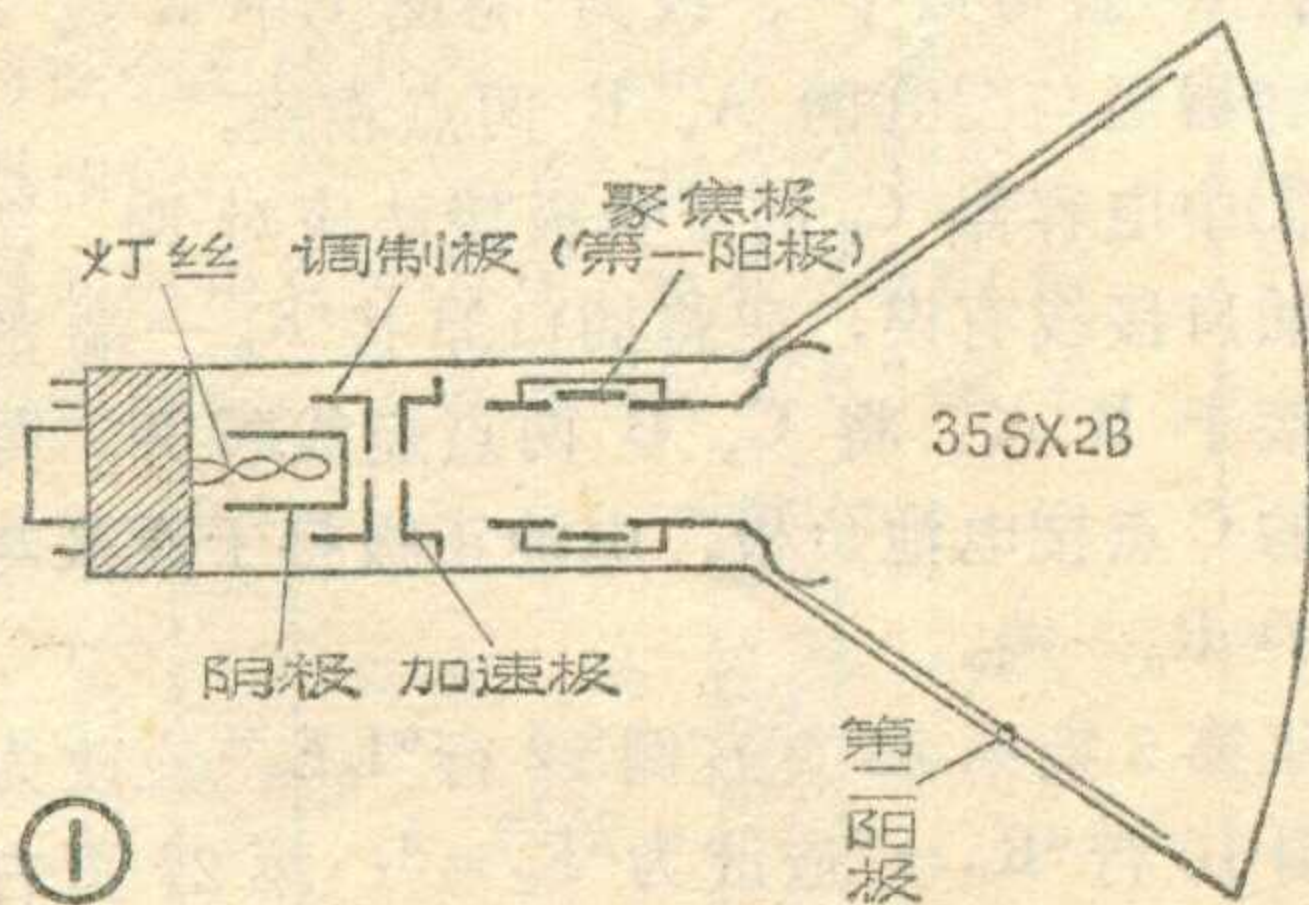
## 故障检修

这里主要介绍一下显象管无光故障的检修。当显象管发生这种故障时，一般应先检查显象管第二阳极有无 12 千伏高压。简便的检查方法是用长起子的金属杆接底板，金属头接近第二阳极，在距离约 10 毫米左右处，如有白蓝色强有力的直线放电火花，说明正常，故障不在这里。若是紫蓝色弧形放电火花，说明不正常，是交流高压，不能使显象管工作。若起子距离第二阳极很近，甚至接触上，都无放电火花，说明根本无高压。对高压不正常或无高压的现象，就要检查行输出变压器的次级绕组和高压整流管(1Z11)，因它们损坏都能造成无高压。高压整流管灯丝与屏极相碰，则产生交流高压。若行输出级工作不正常，也会使高压不正常或是无高压。所以还必须检查行输出管的各极电压，其中帘栅极电压，对高压的影响很大。一般

正常情况的帘栅极电压，应为 120 伏到 140 伏左右。电压过低或过高都不正常。

如果高压正常，而显象管无光栅，就要检查显象管加速极电压是否正常，因为加速极无电压，也会使显象管无光。加速极无电压，一般是加速极电阻或电路发生断路或短路造成的。另外离子阱磁铁没有调整好，也会使显象管发生无光的故障。

显象管的栅极电压和阴极电压不正常也是造成光栅亮度不正常或无光的原因。显象管栅极电压有两种供给方法：一种是供给比阴极低

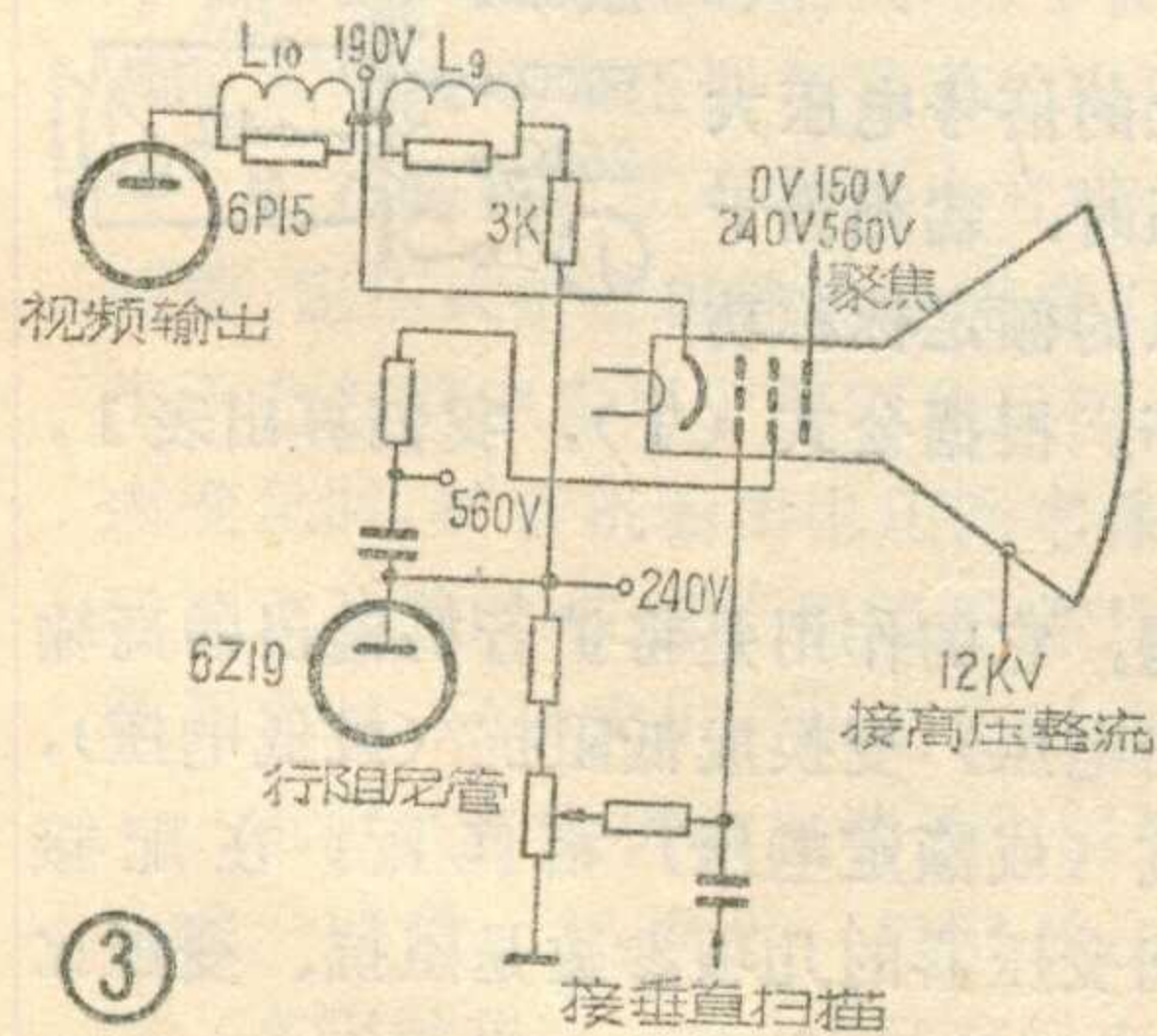


30—60 伏的正电压、阴极与视放末级屏极为直接耦合，这样视放级出故障屏压变化时，就会直接影响显象管的阴极电压，造成显象管光暗或无光。在这种电路中，显象管光栅亮度的调整，是用电位器改变栅极电压来实现。若无栅压，多为亮度电阻断或电位器坏；另一种是显象管栅极接地，栅压固定为零，显象管阴极经电容器与视放末级屏极耦合，阴极电压为正 30—60 伏，是从水平扫描输出级的提升电压中获得。这种电路是用改变阴极电压的大小来调整光栅的亮度。任何显象管电路，都要保持阴极为正，栅



极比阴极电位低 30—60 伏，否则就不能正常工作。有时显象管第二阳极 12 千伏高压和加速极电压 (560 伏) 同时没有，其故障是在水平扫描部分。显象管灯丝电压是用单独的灯丝绕组供给的，若无电压时，常见有灯丝引出线脱焊，绕组断或调频开关错开等造成。

若显象管各极电压都正常，无光，调离子阱磁铁也不起作用，就



要考虑显象管是否坏了。从外面观察电子枪内有紫红色气体，说明显象管漏气无法使用。若没有看出问题，就要用高内阻 (20 千欧以上) 三用表来测量显象管内阻，如图 5。显象管灯丝加上 6.3 伏电压，其他各极与电路断开，三用表正表笔接阴极，负表笔接栅极，这时表上指示的电阻值若在 10 千欧到 100 千欧之间，说明显象管正常。显象管内阻超过 100 千欧，阻值越大，光栅越暗，说明显象管衰老。内阻在 500 千欧以上就发不出光了。如果测量时无指示有三种可能：一是表

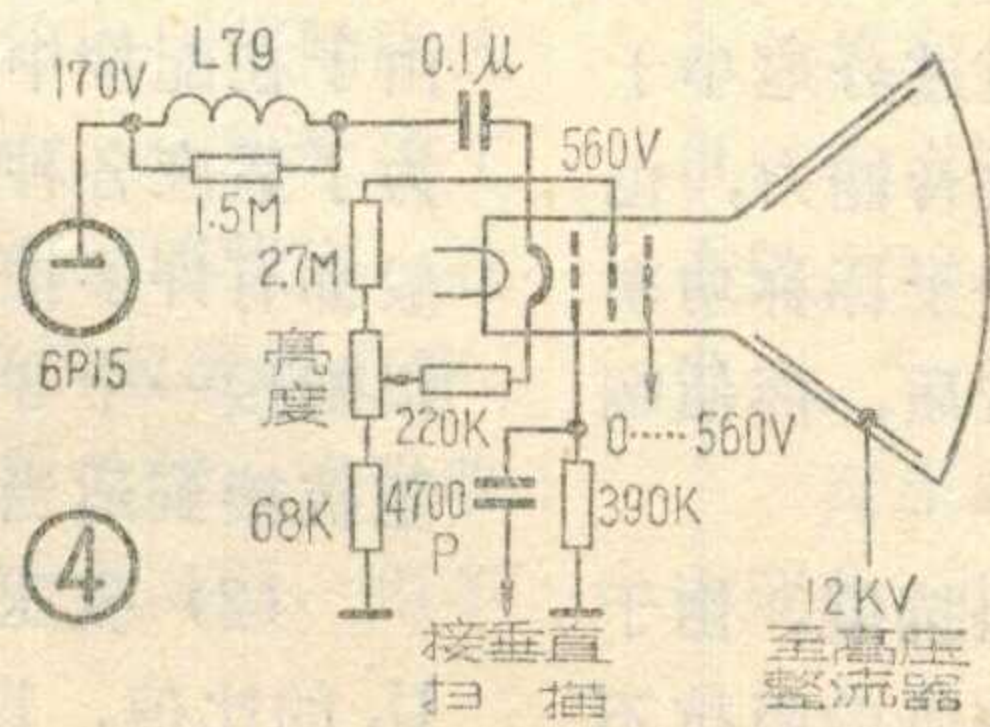
笔接错，二是显象管阴极断，三是显象管严重衰老。

对于显象管衰老，光栅暗，可以采取提高显象管灯丝电压的方法补救，以提高光栅亮度。但灯丝电压一般不宜提得过高，最大到 9 伏也就到顶了，再提高灯丝电压就会损坏灯丝，达不到补救目的。在一般使用中不要过高提高灯丝电压，以免减低显象管的寿命。

显象管有光栅不是最后目的，还要光栅在屏幕上不歪，没有黑边、黑角，扫描线都能清楚地分开，才算正常。如不正常，要进行必要的调整。

### 调整方法

若出现光栅倾斜或图象偏左、偏右，要先调垂直幅度和水平幅度调节钮，使光栅幅度缩小至不超出荧光屏前面的方框，左右旋转偏转线圈可以校正光栅的倾斜，光栅偏左或偏右不在中心，可以调整中心

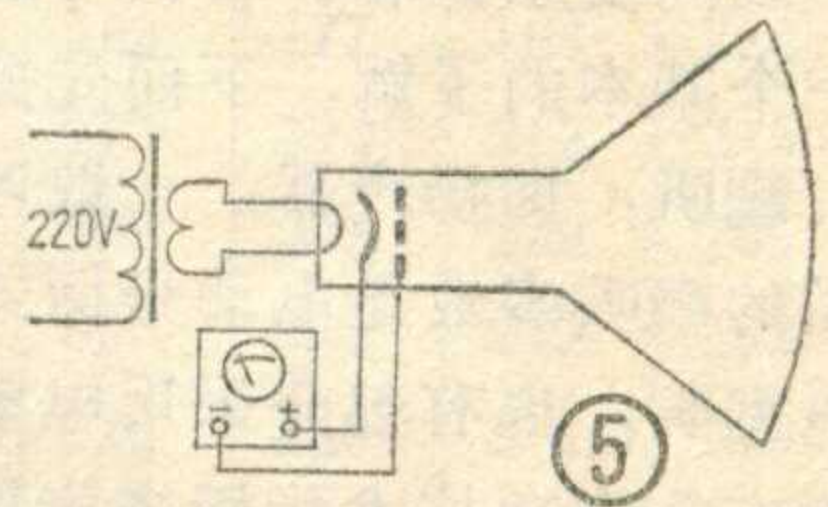


位置调节器，调到使光栅上下、左右都对称为好，再将光栅垂直、水平幅度放大到适宜的幅度。

若光栅出现暗角时，要先检查

一下偏转线圈是否靠紧显象管的锥体部分，如果有距离就会出现暗角，若偏转线圈已紧贴显象管锥体部分，可能是因离子阱磁铁没调好造成的暗角。调整离子阱磁铁，可以解决暗角，也可改善聚焦。调整要反复进行，直到效果最好为止。

若由于离子阱磁铁没调好而造成显象管无光，调整时，首先将垂直扫描输出管 (6P1) 拔下来 (这是为了使光栅集中)。亮度要开到最大，再调整离子阱磁铁，待屏幕出现一条亮线后，将亮度减小，将垂直扫描输出管复位，屏幕上会出现光栅，再调离子阱磁铁，使光栅最



亮为止。调整时，聚焦与光栅亮度不完全一致，亮度最亮，聚焦不一定好，聚焦好，亮度不一定够。这时，应在照顾屏幕中间大面积光栅聚焦清晰的情况下，使光栅亮度够用即可。



### GGL-1 型高频感应燃烧炉

为了适应冶金、机械等部门化验室快速分析钢铁和其它金属中碳和硫的含量的需要，株洲县无线电厂职工与兄弟单位协作，试制成功一种快速熔化钢铁和其它金属试样的电子设备——高频感应燃烧炉。它由电源、高频振荡和控制回路 (包括过电流保护、时间自动控制装置) 等部分组成。它与一般硅碳棒管式电阻

炉比较，具有速度快、耗电省、操作方便、分析正确等优点。

(湖南省革委会电子工业局供稿)

### QJ-1 型原棉水份测定仪

荆州地区农用电子仪器厂试制出一种原棉水份测定仪，它可以不打开棉包就能测定棉包中原棉的含水量。该仪器采用了半导体应变片、热敏电阻、差分对管等元件，体积较小，重量较轻，使用维护方便，稳定可靠，在电子技术为农业生产服务方面做出了贡献。

(湖北省革委会电子工业局供稿)





傅吉康

在安装有线广播中，必须根据扩音机的输出性能正确地配接喇叭，才能保证扩音机和喇叭正常工作，取得良好的播音质量，减少损坏，延长播音设备的使用寿命。

### 一、配接部件特性简介

为了掌握配接方法，我们必须先对阻抗匹配中的喇叭、线间变压器和扩音机等这些配接部件的有关特性有一个基本的了解，下面先分别介绍一下。

**1. 喇叭：**即扬声器，一般习惯叫喇叭。有线广播中采用的喇叭多数是电动号筒式高音喇叭、舌簧喇叭或压电喇叭，也有部分采用电动纸盆式喇叭。每一种喇叭都有许多项技术指标来衡量它的质量，其中标称功率和阻抗两项是配接喇叭时必须知道的。

标称功率是指喇叭在这一功率值下长期连续工作而不致损坏。使用时馈送给喇叭的最大功率不应大于标称功率，否则将使喇叭损坏；但也不能过分地小于标称功率，否则将不能充分发挥喇叭的播音能力，也是不经济的。一般总是保证喇叭能得到等于标称功率值的音频功率。有时，为了获得较好的音质，而使喇叭工作在标称功率的 $\frac{2}{3}$ 左右。

喇叭的阻抗是指对广播信号的交流阻抗值。由于阻抗和频率有关，对不同频率的信号，喇叭的阻抗不同。所以一般产品上标明的阻抗是在某一特定频率时的数值。通常电动式（号筒或纸盆）喇叭的阻抗为几欧到十几欧；舌簧喇叭和压电喇叭的阻抗为几千欧。

在阻抗匹配中，有时除要知道标称功率和阻抗之外，还希望知道喇叭的额定工作电压，这可以通过下式进行计算：

$$U = \sqrt{PZ} \quad (1)$$

式中：U 是喇叭的额定工作电压；P 是喇叭的标称功率；Z 是阻抗。如 YH25—1 型 25 瓦电动号筒式喇叭的标称功率为 25 瓦，阻抗为 16 欧，则按（1）式可

表 1：几种常用喇叭的额定工作电压

规格	标称功率 (W)	5	5	10	10	12.5	15	20	25
	阻抗 ( $\Omega$ )	4	8	8	16	8	16	16	16
	额定工作电压 (V)	4.47	6.33	8.94	12.7	10.0	15.5	17.9	20

算出它的额定工作电压为

$$U = \sqrt{PZ} = \sqrt{25 \times 16} = 20 \text{ 伏。}$$

当加到喇叭上的信号电压大于此额定工作电压时，就相当于输入功率超过喇叭的额定标称功率，喇叭就易损坏。根据公式（1），我们算出表 1，供参考。

**2. 线间变压器：**它的作用是将扩音机输出的高输出阻抗（或高输出电压）变换成低阻抗（或低电压），以便和喇叭的阻抗（或额定电压）相匹配。在配接中，常用到的线间变压器的几项参数是阻抗、变压比和额定功率。

（1）阻抗：阻抗值与线包的圈数有关，圈数越多，阻抗越高，例如图 1 所示线间变压器，其初级的圈数较次级的多得多，因此初级阻抗远大于次级阻抗。由于在配接中会遇到各种不同规格的扩音机和喇叭，为了适应各种不同阻抗的要求，变压器的初、次级一般都有许多抽头。例如图 1 中，次级的 8 欧抽头上可以配接一个 8 欧的喇叭，初级则可根据扩音机的输出阻抗接到适当的端子上。

（2）变压比 (n)：表示初级电压  $U_1$  和次级电压  $U_2$  的比值，即

$$n = U_1 / U_2 \quad (2)$$

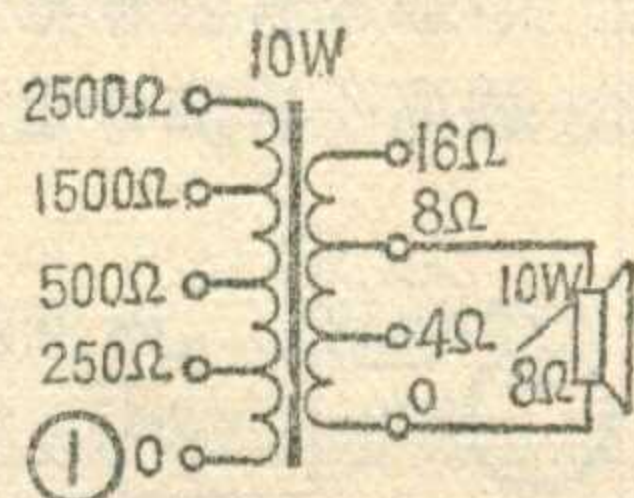
当初级接入一个交流电压  $U_1$  之后，就会在次级感应出一个电压  $U_2$ 。在匹配阻抗时，如要使扩音机输出的高电压变换成适合喇叭工作需要的低电压时，可以采用适当变压比的变压器来达到目的。由于变压器的线包的电压正比于线包的圈数，因此变压比也等于变压器的圈数比，即初级圈数  $N_1$  与次级圈数  $N_2$  之比：

$$n = N_1 / N_2 \quad (3)$$

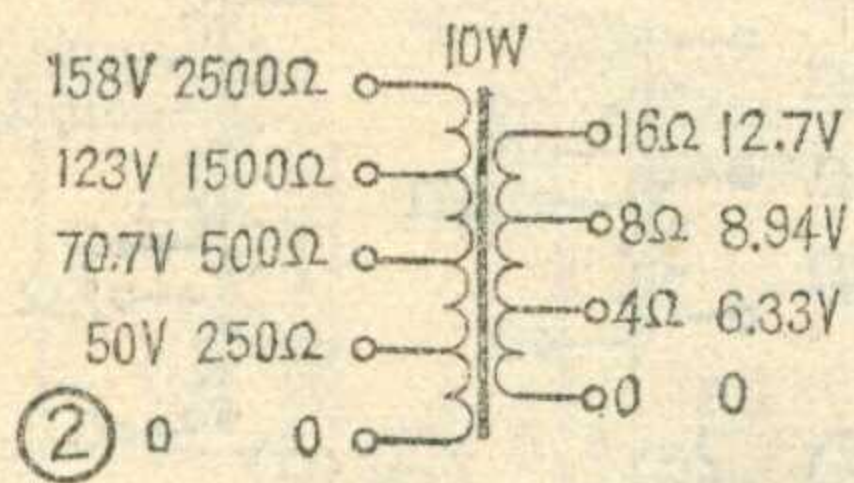
因为  $U_1 = \sqrt{P_1 Z_1}$  ( $P_1, Z_1$  为初级的功率和阻抗)； $U_2 = \sqrt{P_2 Z_2}$

( $P_2, Z_2$  为次级的功率和阻抗)，假定变压器的损耗很小，则  $P_1 = P_2$ ，所以

$$\begin{aligned} n &= U_1 / U_2 \\ &= \sqrt{Z_1} / \sqrt{Z_2} \\ &= N_1 / N_2 \quad (4) \end{aligned}$$







(3) 额定功率：标明线间变压器工作时允许输入的最大功率。如果超过允许的额定功率使用，就会使铁心发热，线包也因电流过大而发热，以致引起短路等故障直至烧坏。

用阻抗标志的线间变压器可以通过  $U = \sqrt{PZ}$  换算成以电压标志，例如图 1 变压器各端子的阻抗值通过换算可以用电压值标出，如图 2。反之，也可将所标电压换算成相应的阻抗。为了便于查用，表 2 列出了几种常用线间变压器各端子的电压与阻抗的对应值。

3. 扩音机：扩音机输出方式分为定压式和定阻式两种。定压式扩音机输出电压有 120 伏、240 伏等各种；由于在电路中应用了深度负反馈，当负载在一定范围内变化时，扩音机输出电压基本保持不变，因此负载很轻甚至开路时，扩音机仍能正常工作，不致损坏。但在过载严重时，定压式扩音机与定阻式扩音机一样会损坏。

定阻式扩音机输出端子用阻抗值标出，如 4 欧、8 欧、12 欧、16 欧等（低阻输出），100 欧、200 欧等（高阻输出）。由于它只有轻度负反馈或不采用负反馈，因此在配接时要求负载阻抗必须等于扩音机的输出阻抗，扩音机才能正常工作，负载不能变动，如果负载阻抗高于扩音机的输出阻抗（负载轻），则扩音机输出变压器初级阻抗升高，初级线包的电压将随阻抗的升高而升高。在负载阻抗高得不多时，还可勉强工作，如高得很多，甚至扩音机输出处于开路状态，这时输出变压器初级电压将升高很多，将线包绝缘击穿，使输出变压器损坏。因此，必须配接假负载，来吸收机器输出的多余功率。假负载可选用线绕电阻，但不

要用灯泡、电阻丝等材料，因为它们温度系数很大，当音频电流通过的时候，阻值会随温度而变化，使负载变化而影响扩音机工作。当负载阻抗低于扩音机的输出阻抗（负载重）时，输出变压器的初级阻抗亦随之减小，末级功放管屏流增大，屏耗提高，屏极发红，功放管将很快损坏或造成低效。

表 2：几种常用线间变压器的额定工作电压

额定功率 电压 阻抗	5 W 10 W 12.5 W 15 W 20 W 25 W						
	次级	4 Ω	4.47V	6.33V	7.07V	7.75V	8.94V
各 级	8 Ω	6.33	8.94	10.0	11.0	12.7	14.1
	12 Ω	7.75	11.0	12.3	13.4	15.5	17.3
	16 Ω	8.94	12.7	14.1	15.5	17.9	20
	250 Ω	35.4	50.0	55.9	61.2	70.7	79.1
端 子 的 阻 抗	500 Ω	50.0	70.7	79.1	86.6	100	112
	750 Ω	61.2	86.6	96.8	106	123	137
	1000 Ω	70.7	100	112	123	141	158
	1500 Ω	86.6	123	137	150	173	194
	2000 Ω	100	141	158	173	200	224
	2500 Ω	112	158	177	194	224	250
	3000 Ω	123	173	194	212	245	274
	3500 Ω	132	187	209	229	265	296
	4000 Ω	141	200	224	245	283	316
	5000 Ω	158	224	250	274	316	354
6000 Ω	173	245	274	300	346	387	

定压式扩音机在轻负载时，负载可以在一定范围内变化，机器都能正常工作，但是在过载情况下，和定

表 3：几种扩音机输出端子的阻抗与电压互换表

电压 (V) 功率	阻抗															
	2 Ω	4 Ω	8 Ω	12 Ω	16 Ω	24 Ω	32 Ω	48 Ω	60 Ω	100 Ω	125 Ω	150 Ω	200 Ω	250 Ω	500 Ω	
25 W	7.07	10.0	14.1	17.3	20.0	24.5	28.3	34.6	38.7	50.0	55.9	61.2	70.7	79.1	112	
40 W	8.94	12.7	17.9	21.9	25.3	31.0	35.8	43.8	49.0	63.3	70.7	77.5	89.4	100	141	
50 W	10.0	14.1	20.0	24.5	28.3	34.6	40.0	49.0	54.8	70.7	79.1	86.6	100	112	158	
60 W	11.0	15.5	21.9	26.8	31.0	38.0	43.8	53.7	60.0	77.5	86.6	94.9	110	123	173	
75 W	12.3	17.3	24.5	30.0	34.6	42.4	49.0	60.0	67.1	86.6	96.8	106	123	137	194	
80 W	12.7	17.9	25.3	31.0	35.8	43.8	50.6	62.0	69.3	89.4	100	110	127	141	200	
100 W	14.1	20.0	28.3	34.6	40.0	49.0	56.6	69.3	77.5	100	112	123	141	158	224	
150 W	17.3	24.5	34.6	42.4	49.0	60.2	69.3	84.9	94.9	123	137	150	173	194	274	
200 W	20.0	28.3	40.0	49.0	56.6	69.3	80.0	98.0	110	141	158	173	200	224	316	
250 W	22.4	31.6	44.7	54.8	63.3	77.5	89.4	110	123	158	177	194	224	250	354	
500 W	31.6	44.7	63.3	77.5	89.4	110	127	155	173	224	250	274	316	354	500	
1000 W	44.7	63.3	89.4	110	127	155	179	219	245	316	354	387	447	500	707	



阻式机器一样,也会造成末级功放管损坏和低效,因此过载也是绝对不允许的。造成过载的原因,一般是输出线路有短路或严重漏电,喇叭、线间变压器有短路,配接不恰当,或喇叭总功率超过扩音机额定功率等。

扩音机输出端子的阻抗值也可以换算为额定电压值,或进行相反换算,方法同前。这里将一些不同规格的扩音机输出端子的阻抗值和相对应的电压值列于表3,以备查用。

## 二、阻抗匹配要点

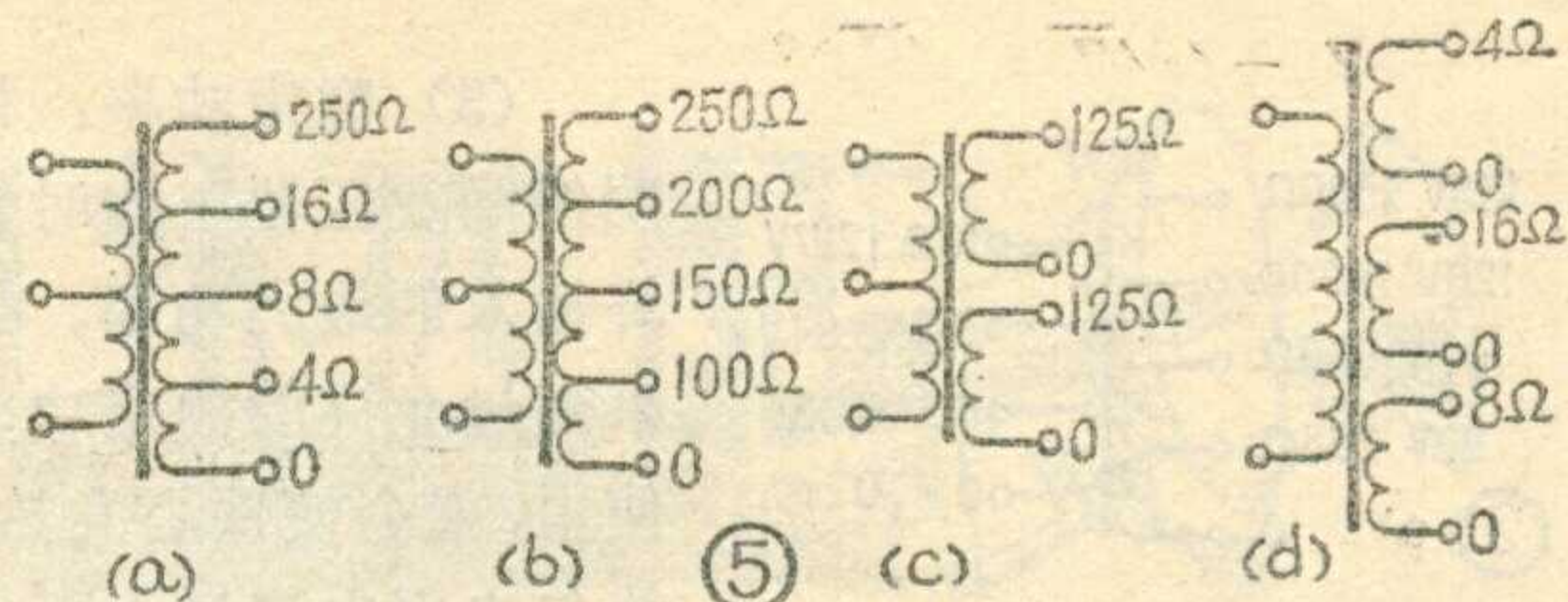
**1. 阻抗匹配条件:** 要做到正确的阻抗匹配,必须同时满足以下三个条件。

(1) **功率匹配:** 全部负载吸收的总功率,应等于扩音机输出的总功率;或比总功率小些,但不应小于扩音机额定输出功率的70%;也可稍大一些,但最大不应超过扩音机额定输出功率的110%。扩音机上一般总标明它的额定输出功率值,但这个数值是随着使用条件变化、机器的新旧程度不同、元件数值的变化、管子的衰老和市电电压的高低而变化的,因此我们在计算阻抗匹配之前最好先测量一下扩音机的实际输出功率,使设计符合实际情况。在采用线间变压器匹配阻抗时,它的功率容量要等于或大于喇叭的额定功率,以免发热损坏。

(2) **负载(喇叭、线间变压器或假负载)的总阻抗**应等于扩音机的输出阻抗,也可稍小或稍大一些,这样才能使扩音机输出额定功率给负载。

(3) **每个喇叭上分配到的功率**应等于或稍小于它的额定功率,不得大于它的额定功率。在扩音机负载过重或要求有较好的音质,以及嫌喇叭音量过大的情况下,可以考虑适当降低喇叭的输入功率。检查喇叭上所加功率是否合适,可以根据喇叭上所加工作电压来衡量。因为喇叭一经选定,其阻抗值就已确定,根据  $P=U^2/Z$ ,只要确定喇叭两端的电压就可确定输入功率了。

**2. 线包接法:** 阻抗匹配中采用有几个线包的变压器时,还必须掌握变压器的“理相”知识。例如在图3中,变压器次级有两组4欧线包,在作串联或并联运用时必须注意它们的相位不要接错,否则由于两线包产生的磁力线相反,互相抵消,将使初级电流激增以至烧毁变压器。两线包并联运用时,应将两线包的头与头相接,尾与尾相接,



如图3,这时输出电压不变,只是相当于加粗了线径,允许输出较大的功率而已。两线包的端电压相等才能并联。两线包串联时,可如图3所示将两线包头尾相接。

**3. 阻抗匹配方法:** 扩音机的阻抗匹配有两种方法,一是阻抗法,一是电压法。两种方法只是手段不同,结果是相同的。例如图4中,50瓦扩音机的8欧端子并联连接两只25瓦/16欧喇叭。两只喇叭并联的阻抗为8欧;总功率为50瓦,这样接,功率和阻抗都满足了条件,每个喇叭上得到25瓦功率,符合匹配条件,就达到了阻抗正确匹配。这可以用电压法来验证。利用表2和表3(或者根据公式  $U=\sqrt{PZ}$  计算)可查出50W扩音机8欧端子的输出电压为20伏,25瓦/16欧喇叭的额定电压也为20伏,因此电压和功率合适,可见是匹配正确。

但如只满足一个条件,例如图4中在50瓦机的16欧端子上只接一只25瓦/16欧喇叭,这时只满足了阻抗匹配的一个条件,功率不匹配,50瓦功率全部加到一个25瓦喇叭上,将使喇叭烧毁,所以没有达到正确匹配。

## 三、计算方法

**1. 阻抗法:** 由于扩音机末级的输出阻抗很高,而负载(电动式喇叭音圈阻抗)又很低,因此需要通过输出变压器进行阻抗变换。输出变压器初级阻抗的大小由末级电路形式和输出管的特性决定;次级因考虑不同需要有许多抽头或几个线包,以取得不同输出阻抗,如图5所示。任意两抽头之间的阻抗不能用简单的加减法来计算,例如图5(a)中,8欧和4欧两端子间的阻抗不等于8欧-4欧=4欧,而必须用下式计算:

$$Z_x = (\sqrt{Z_{高}} - \sqrt{Z_{低}})^2 \quad (5)$$

式中  $Z_{高}$ 、 $Z_{低}$  分别为不同端子的高、低阻抗值。因此上述8欧和4欧之间的阻抗应为

$$Z_x = (\sqrt{8} - \sqrt{4})^2 \approx 0.6 \text{ 欧。}$$

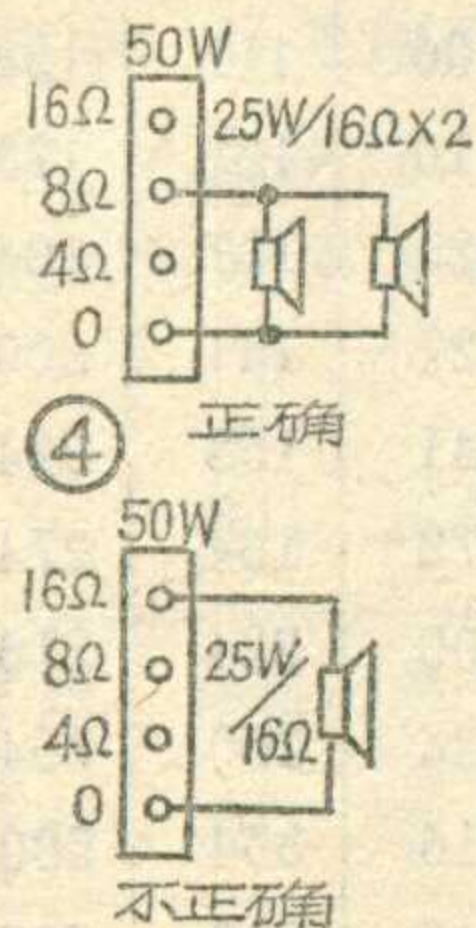
至于多线包输出变压器,在各线包电压值相等时,可以并联使用。并联后输出电压不变,而输出功率等于各线包功率之和,即

$$P_{并} = P_1 + P_2 + P_3 + \dots \quad (6)$$

并联后的阻抗可由下式计算:

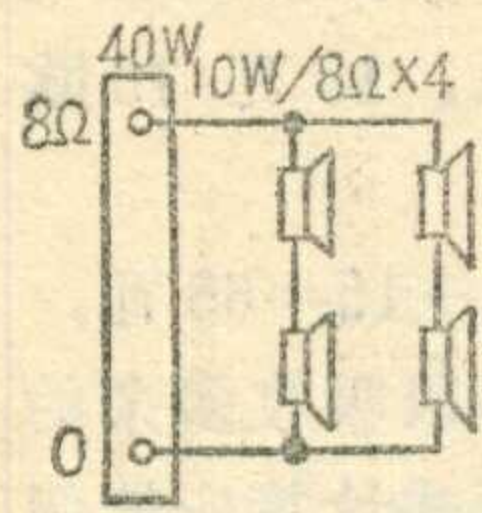
$$Z_{并} = U^2 / P_{并} \quad (7)$$

线包串联运用时,任意两线包串联后的电压值等于各线包电压值之和。串联后的总阻抗可用下式计算:

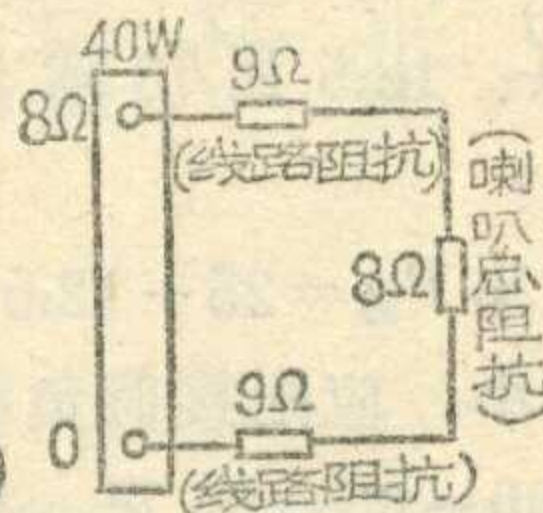




$$Z_y = (\sqrt{Z_1} + \sqrt{Z_2})^2 \quad (8)$$



⑥



式中  $Z_1$ 、 $Z_2$  为串联二线包的阻抗。

例如图 5 (c)

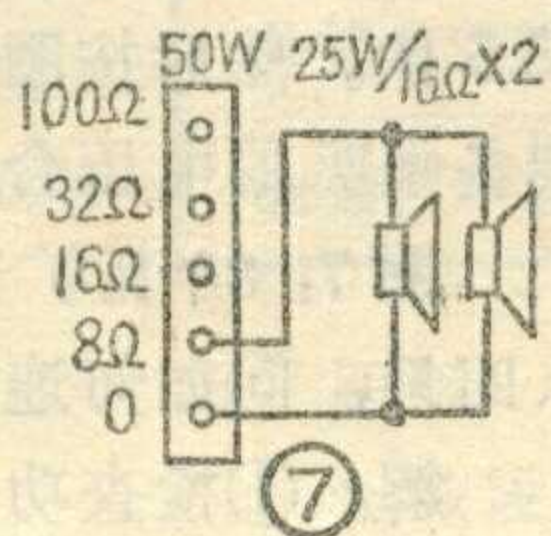
中,两个125欧线包的串联阻抗为

$$Z_y = (\sqrt{125} + \sqrt{125})^2 = 500 \text{ 欧}$$

当两个以上线包串联时,可先求出任两个线包的串联阻抗,再算这个串联阻抗与第三线包的串联阻抗,如此一个个串进去,直到全部线包计算进去为止。线包串联运用时,要求各线包的线径相同。

扩音机有低阻抗输出(100欧以下)和高阻抗输出(100欧以上)。在采用低阻抗输出时,需要考虑连接扩音机到喇叭的导线电阻。导线的电阻与导线长度成正比,与导线的直径平方成反比,还与导线材料有关,各种不同材料的导线,其电阻率不同,例如铜为0.0175,铝为0.029,铁为0.15。

现举一例:有一台40瓦扩音机,在8欧端子上按图6配接四只10瓦/8欧喇叭。虽然阻抗匹配的三个条件都满足,但由于喇叭和扩音机相距100米远,导线线径又较细(0.5毫米),经计算线路电阻有18欧,因此,实际负载阻抗为26欧,如图6。这就破坏了阻抗匹配,同时有70%左右的功率消耗在线路上。通常要求线路功率损耗应小于扩音机输出功率的10%,所以低阻输出端子一般只应用在50~100米的线路中。在线路较长时,宜采用高阻输出,以减少线路损耗。例如选用250欧端子,线路消耗将只占输出功率的7%左右。



在采用低阻抗输出时,我们常常将喇叭串联、并联或混联之后直接与扩音机输出端子相配接。按照前述阻抗匹配要求的三项条件,首先检查喇叭总功率是否等于扩音机的额定输出功率,如过大要减少喇叭;不足应配接假负载电阻。然后计算每只或每组喇叭应连接到扩音机的那个输出端子。计算公式如下:

$$Z_{机} = Z_{喇} P_{喇} / P_{机} \quad (9)$$

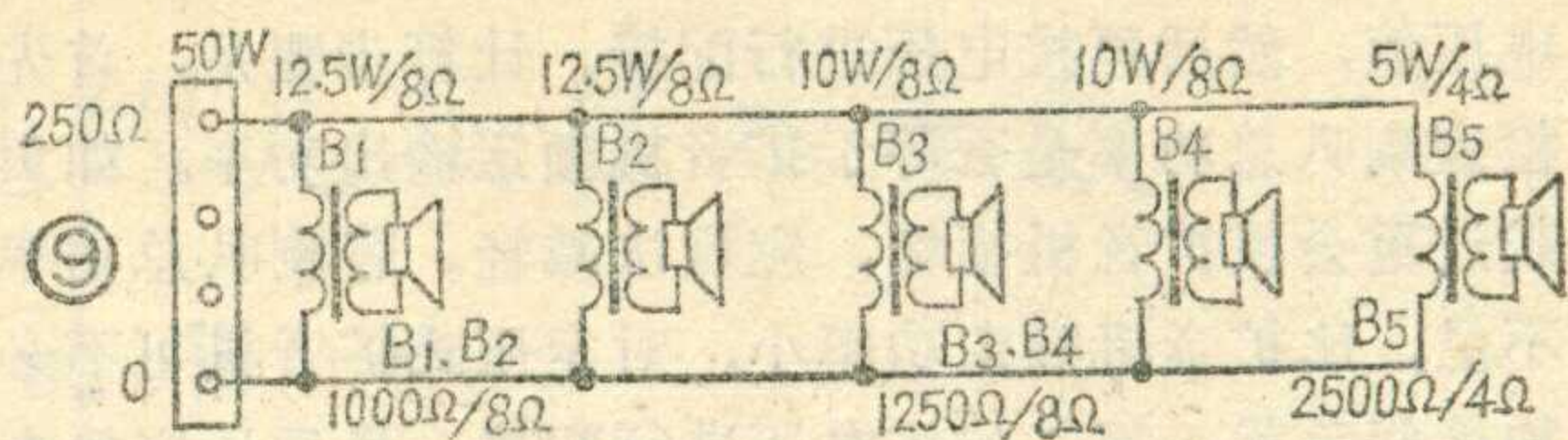
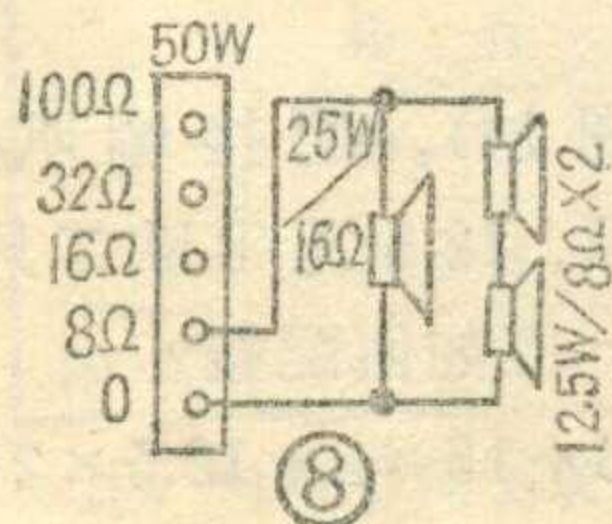
式中  $Z_{机}$  为应接扩音机输出端子的阻抗值;  $Z_{喇}$  为喇叭阻抗;  $P_{喇}$  为喇叭额定功率;  $P_{机}$  为扩音机额定功率。

例1: 50瓦扩音机一台(图7), 要接25瓦/16欧喇叭两只, 如何配接?

解: 两只喇叭总功率为50瓦, 等于扩音机额定功率, 满足条件一。计算应接端子阻抗

$$Z_{机} = 16 \times 25 / 50 = 8 \text{ 欧,}$$

可接在8欧端子上, 满足条件二。由于两喇叭阻抗相等, 各分配到25瓦功率, 不超过其



额定功率, 符合条件三。

有时计算后所得阻抗与扩音机输出阻抗不相符, 无合适的端子可接, 这时可以将喇叭适当地串、并联, 或计算各端子之间的阻抗值, 以寻求相配的阻值。

例2: 上例中, 如改接25瓦/16欧喇叭一只、12.5瓦/8欧喇叭二只, 应如何连接?

解: ①喇叭总功率 =  $25 + 12.5 \times 2 = 50$  瓦, 功率相符; ②计算应接端子: 由上例可知25瓦/16欧可接到8欧输出端子; 12.5瓦/8欧喇叭应接端子阻抗为  $Z_{机} = 8 \times 12.5 / 50 = 2$  欧。扩音机无2欧端子。可设想并联或串联使用, 并联后阻抗更低, 更不好配; 串联后两喇叭的功率和为25瓦, 总阻抗为16欧, 按(9)式计算  $Z_{机} = 16 \times 25 / 50 = 8$  欧, 故也可接到8欧端子, 如图8。③从图中可知, 并联两支路阻抗相等, 各分到25瓦功率, 对25瓦喇叭功率合适; 对两只12.5瓦喇叭, 因其阻抗相等, 各分到12.5瓦功率, 也合适, 故符合匹配条件三。

当采用扩音机高阻抗输出时, 要用线间变压器变换阻抗。喇叭选定后, 其阻抗确定, 线间变压器的次级阻抗也就确定, 不必计算; 其初级阻抗  $Z_{初}$  则需用下式计算:

$$Z_{初} = P_{机} Z_{机} / P_{喇} \quad (10)$$

式中:  $P_{机}$ 、 $Z_{机}$  分别为扩音机额定输出功率和输出阻抗;  $P_{喇}$  为喇叭的标称功率。

例3: 50瓦扩音机250欧端子要接12.5瓦/8欧喇叭二只、10瓦/8欧二只、5瓦/4欧一只, 应如何接?

解: ①喇叭总功率为  $P_{总} = 12.5 \times 2 + 10 \times 2 + 5 = 50$  瓦, 与扩音机输出功率相符。②各线间变压器的初级阻抗分别为:

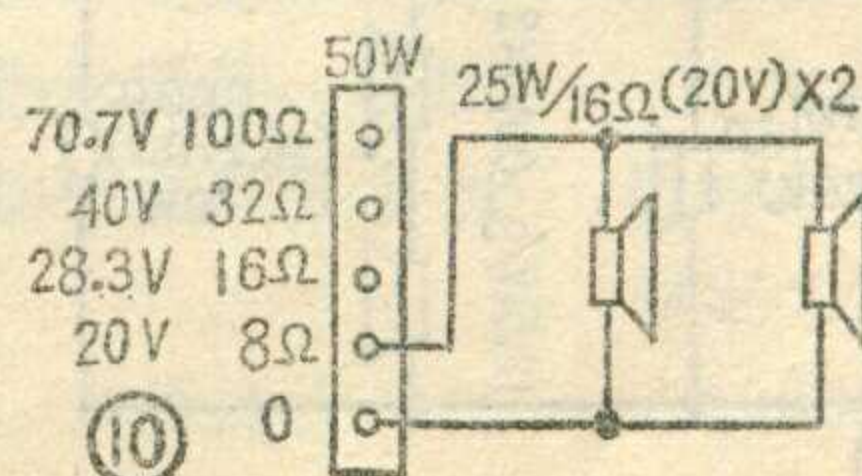
$$12.5 \text{ 瓦: } Z_{初1} = 50 \times 250 / 12.5 = 1000 \text{ 欧;}$$

$$10 \text{ 瓦: } Z_{初2} = 50 \times 250 / 10 = 1250 \text{ 欧;}$$

$$5 \text{ 瓦: } Z_{初3} = 50 \times 250 / 5 = 2500 \text{ 欧。}$$

按照计算结果, 将喇叭连接如图9。③从图中看出不同功率的喇叭用的线间变压器阻抗不同, 所以分配到的功率也是符合它们需要的。这就达到了正确的阻抗匹配。

2. 电压法: 采用电压法匹配阻抗比较方便。一般不易发生错误。对于用电压标志的扩音机, 线间变压器



器和喇叭可直接按电压配接。对用阻抗标志的也可用公式  $U = \sqrt{PZ}$  进行换算, 或查表1、表2、表3将阻抗换算成为



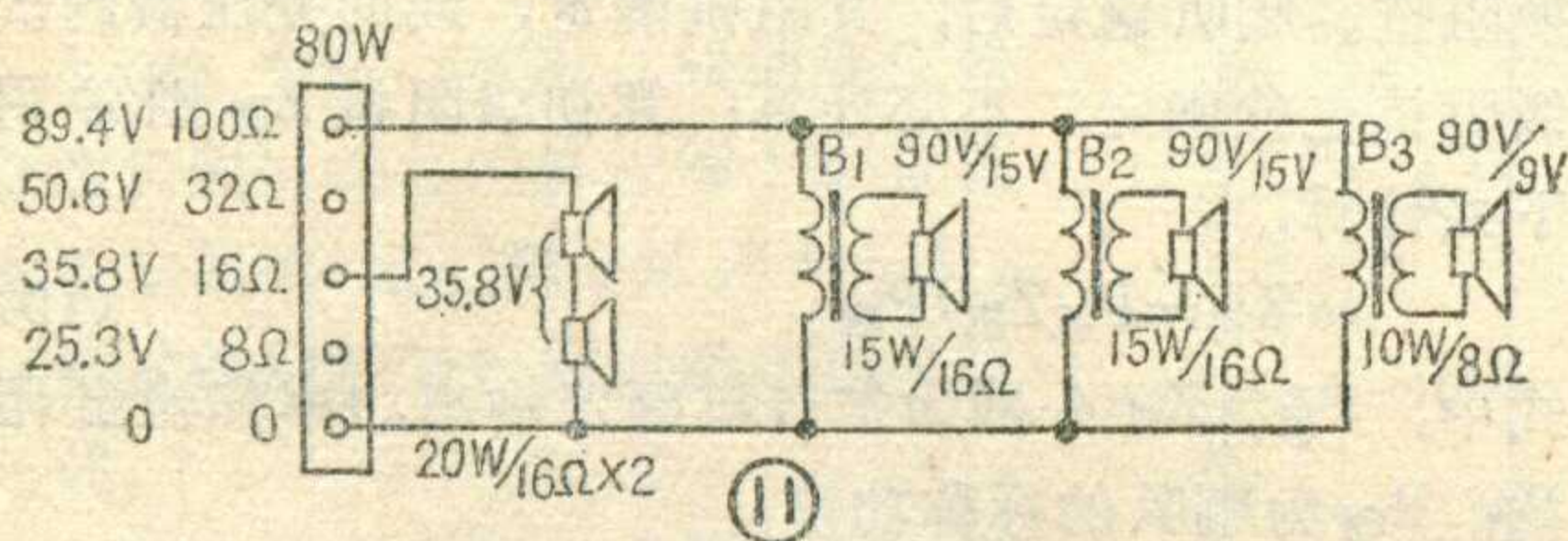
电压值，然后再按电压进行配接。计算步骤是：首先检查喇叭总功率是否等于扩音机额定输出功率。如负载过重会使扩音机损坏，应设法减轻。若喇叭总功率不足，比扩音机额定功率小，对定压式扩音机可不必加接假负载。第二步按电压进行配接。最后还应检查分配到每个喇叭上的功率是否超过其标称功率。

**例4：**用电压法计算前面例1。

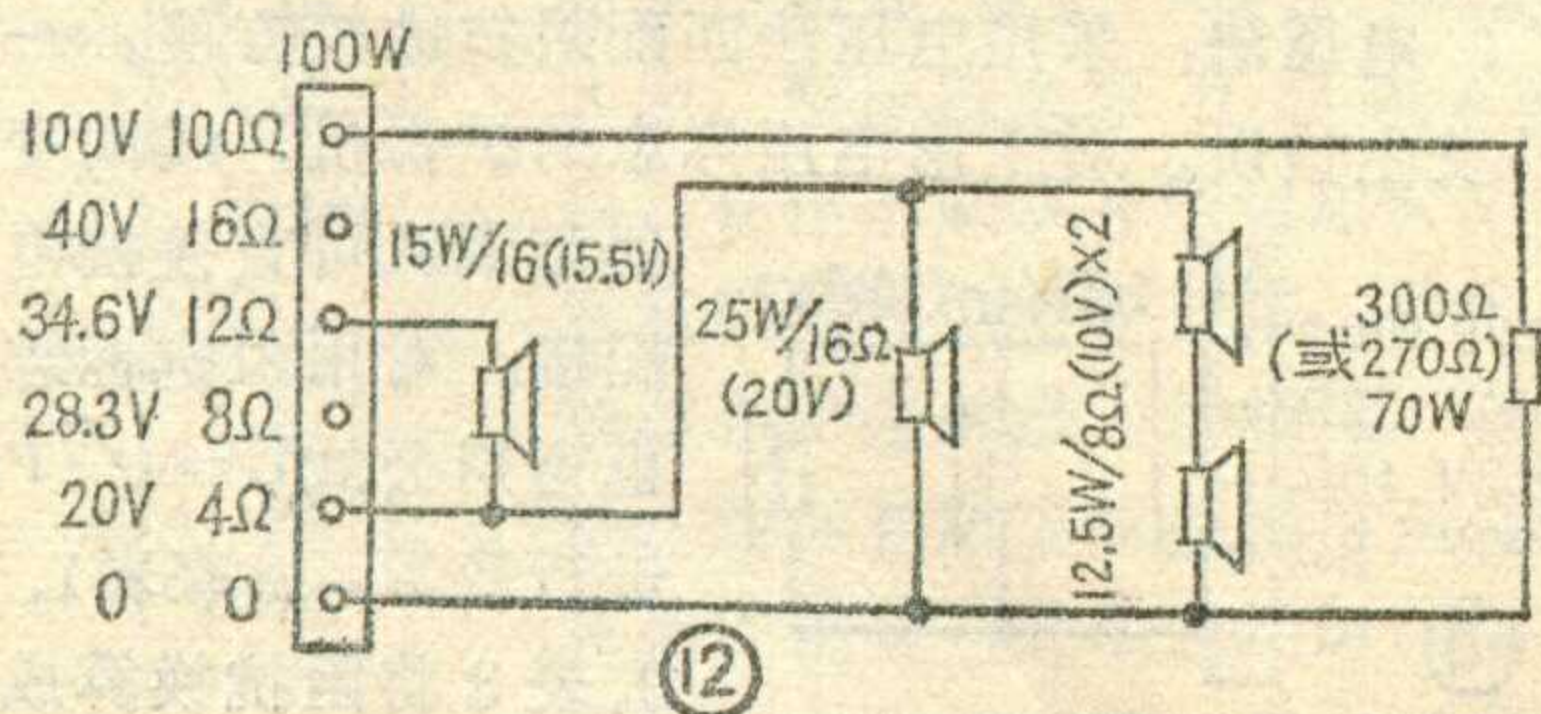
**解：**①功率相配，前面已计算过。②根据  $U = \sqrt{PZ}$  算出 25 瓦/16 欧喇叭需要的电压为  $U = \sqrt{25 \times 16} = 20$  伏；再算出扩音机各输出端子的相应电压数值如图 10。从计算结果可知，喇叭要求的电压为 20 伏，扩音机 8 欧输出端子的输出电压也是 20 伏，所以喇叭可以直接接到 20 伏（8 欧）端子上。其所得结果与阻抗法完全相同；还可看出 32 欧端子的输出电压为 40 伏，而两只 25 瓦/16 欧喇叭串联起来的工作电压也为 40 伏，所以也可以串联后接在 32 欧端子上。③由于电压合适，两喇叭阻抗相同，功率分配也合适。

**例5：**80 瓦扩音机一台(图 11)，要接 20 瓦/16 欧喇叭二只、15 瓦/16 欧二只、10 瓦/8 欧一只，应如何连接？

**解：**①喇叭总功率为  $20 \times 2 + 15 \times 2 + 10 = 80$  瓦，与扩音机匹配。②查表 3 得扩音机各输出端子电压值如图 11。查表 1 得 20 瓦、15 瓦、10 瓦各喇叭的工



作电压，分别为 17.9 伏、15.5 伏、8.94 伏。由此可知，扩音机的 35.8 伏端子输出电压刚好为 20 瓦喇叭工作电压 17.9 伏的两倍，因此可将两个 20 瓦喇叭串联后接到这个端子上。15 瓦、10 瓦喇叭没有合适的端子可接，可采用线间变压器来配接。15 瓦喇叭可选用初级 90 伏、次级 15 伏、功率  $\geq 15$  瓦的线间变压器。10 瓦喇叭可选用初级 90 伏、次级 9 伏、功率  $\geq 10$  瓦的线间变压器，接到电压相近的输出端子上，如图 11 所示。其初级电压和扩音机适当端子的电压相配，次级电压和喇叭额定电压相配。③由于根据喇叭的要求选用了合适的线间变压器，电压合适，所以各喇叭功率分配合适。



**例6：**100 瓦定阻式扩音机一台(图 12)。配接喇叭 25 瓦/16 欧一只、12.5 瓦/8 欧二只、15 瓦/16 欧一只，应如何连接？

**解：**①检查功率  $P_{总} = 25 + 12.5 \times 2 + 15 = 65$  瓦，比扩音机额定功率小，应配接假负载，以吸收多余的功率，其数值为  $100 - 65 = 35$  瓦。按下式计算应接假负载电阻的阻值：

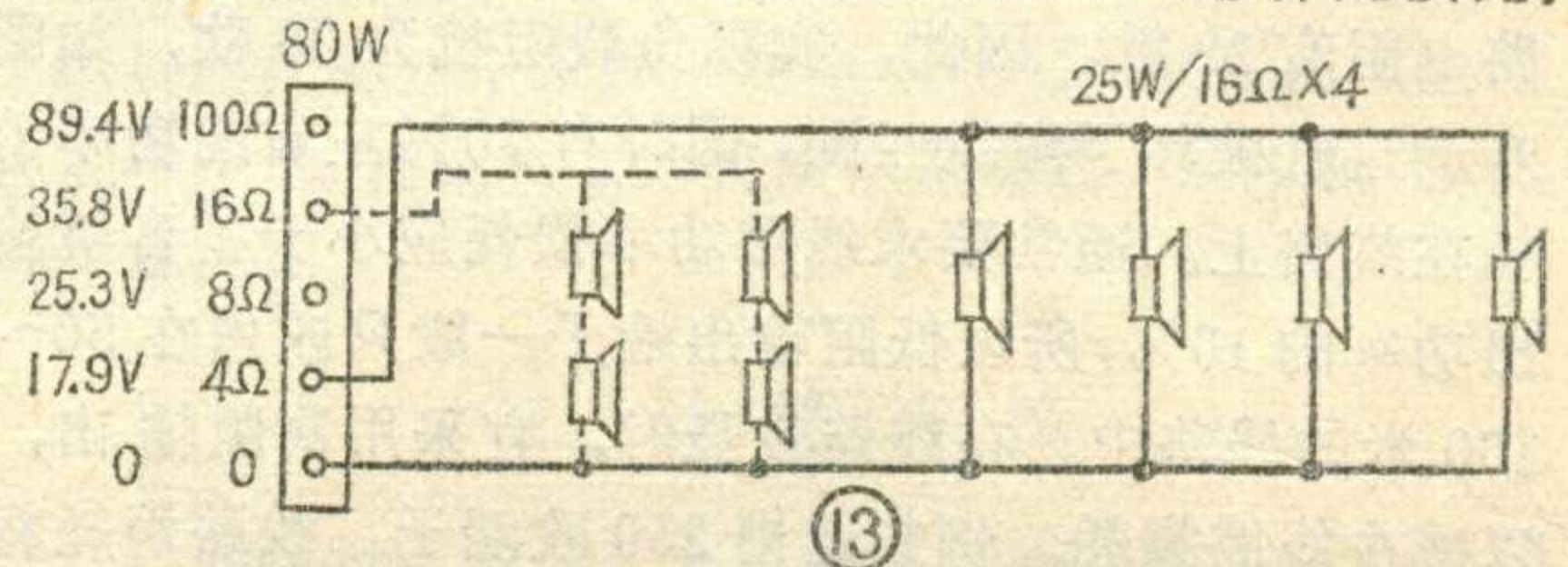
$$R_{假} = P_{机} Z_{机} / P_{假} \quad (11)$$

已知  $P_{机} = 100$  瓦， $P_{假} = 35$  瓦，选  $Z_{机}$  为 100 欧 ( $Z_{机}$  的选择一般是从便于购到合适的假负载电阻考虑的，可以选择扩音机输出阻抗较高的端子)。按上式求出  $R_{假} = 100 \times 100 / 35 = 286$  欧，取近似值可选用 270 欧或 300 欧，电阻的额定功率应选得比 35 瓦大一倍，即 70 瓦，以免烧坏。

②查表 3，得扩音机各端子的对应电压值如图 12 所标。再查表 1 可知 25 瓦/16 欧、12.5 瓦/8 欧、15 瓦/16 欧各喇叭的工作电压分别为 20 伏、10 伏、15.5 伏。然后按图 12 配接到合适的端子上。③由于加到各喇叭的电压合适，所以功率分配也合适。

**例7：**80 瓦扩音机一台，要求配接 25 瓦/16 欧喇叭四只，问如何连接？

**解：**①检查功率  $P_{总} = 25 \times 4 = 100$  瓦，可见超过了扩音机的功率容量，是不允许的，那么怎样配接呢？



我们知道，喇叭实际工作时，其输入功率和输入工作电压有关，电压高，输入功率大，反之则小。一只 25 瓦/16 欧的喇叭，输入电压为 20 伏时，消耗 25 瓦功率。如果减低输入电压，它消耗的功率亦随之减小。因此我们可以用降低喇叭工作电压的办法，使每只喇叭得到 20 瓦功率，这样总功率就符合需要了。

②计算喇叭工作电压。先计算喇叭要得到 20 瓦功率，其工作电压应加多大。查表 1 可知应为 17.9 伏。再查表 3 得出扩音机各端子的电压，如图 13 所示。可见扩音机 4 欧端子的输出电压为 17.9 伏，刚好适合使喇叭得到 20 瓦功率的需要，因此可如图所示连接喇叭。另外 35.8 伏为 17.9 伏的两倍，所以还可用另一种办法将两只喇叭串联后接到 16 欧端子上，如图中虚线接法。

**例8：**150 瓦扩音机一台(图 14)。配接喇叭：25 瓦/16 欧三只、15 瓦/16 欧二只、12.5 瓦/8 欧二只、10 瓦/8 欧一只、5 瓦/8 欧二只。应如何配接？

**解：**①检查功率  $P_{总} = 25 \times 3 + 15 \times 2 + 12.5 \times 2 + 10 + 5 \times 2 = 150$  瓦，功率合适。 (下转第 44 页)



# 国产半导体收音机的几项基本参数

## 封三说明

为了精确地鉴定、检验和评比半导体收音机的质量，必须对半导体收音机的各项技术性能指标用适当的单位数量加以规定，并且还要规定统一的测试方法，作为生产和验收等各个方面的共同依据。由于在不同的使用场合对半导体收音机的质量和性能特征有不同的要求，例如在城市使用同在农村或边远地区使用要求不同，作为一般家庭使用同供特殊部门（如外语、音乐院校团体等）使用，其要求也显然不同，所以有关的技术性能指标的规定必须全面考虑各种不同的需要而适当地划分等级和类别。

下面对国产半导体收音机的具体分类方法作一简要的介绍。

### 一、型式分类

半导体收音机按其体积大小分为台式、便携式、袖珍式和微型：5000 厘米<sup>3</sup> 以上为台式；700~5000 厘米<sup>3</sup> 为便携式；100~700 厘米<sup>3</sup> 为袖珍式；100 厘米<sup>3</sup> 以下为微型。

一级便携式可达 10000 厘米<sup>3</sup>。机箱体积不包括提把、旋钮、支脚等部分。

### 二、等级分类

半导体收音机按其不同的电声性能参数、波段数及附加装置是否具备，分为特级、一级、二级、三

表 1

波段 级别	中波	短波	调频
特级	必有	必有	必有
一级	必有	必有	必有(注)
二级	必有	必有	不一定
三级	必有	必有	—
	必有	—	必有
四级	必有	—	—

注：对有特殊要求的一级机可视具体情况而定。

级、四级。分别说明如下。

1. 波段要求：见表 1。

2. 电和声性能参数要求：半导体收音机的电、声参数包括频率范围、中频频率、灵敏度、选择性、假象抑制、中频抑制、自动增益控制、不失真功率、音量和音调控制器的调节范围、整机频率特征和谐波失真、平均声压、高频和音频机震抑制、电源消耗、电源降压稳定性和单信号啸叫等项目，这是评定半导体收音机质量水平并适当地划分级别的主要技术依据；通过划分参数等级，也便于确定设计指标，不断改进产品质量。

作为示例说明，封三表中列出了各级半导体收音机的频率范围、灵敏度、选择性、自动增益控制、不失真功率和整机频率特征等几项主要参数的指标要求。

3. 附加装置要求：半导体收音机的附加装置包括拾声器插口、外接耳机插口、外接扬声器插口、外接电源插口和调谐指示器等。各级半导体收音机对附加装置的要求如表 2 所示。

最后说明一点：半导体收音机的分类和参数指标是根据在一定时

期内科研、生产和使用等各方面的实际情况需要确定的。它是技术上的先进性、生产上的现实性、经济上的合理性以及客观实际需要等多方面因素的综合体现。因此，随着电子工业生产技术和人民物质文化生活水平的不断提高，有关技术性能指标也将随着不断提高，以满足各方面更高的要求。

封三表注：

1. 除现有规定外，特殊要求的产品可另作规定。

2. 微型机不劣于 5 毫伏/米 (S/N=20dB)、2.5 毫伏/米 (S/N=6dB)；四级袖珍式体积 250 厘米<sup>3</sup> 及以下，频率低于 600 千赫不劣于 3 毫伏/米 (S/N=20dB)、1.5 毫伏/米 (S/N=6dB)。

3. 特级落地式收音机的不失真功率另作规定。

4. 三级便携式如采用 5 号电池不失真功率按 100 毫瓦要求，平均声压按 1.2 微巴要求。

5. 当声压数据和电压数据有矛盾时，以声压数据为准。标准测量频率定义为 400 赫(台式、一级便携式)；或 1000 赫(便携式、袖珍式、微型)。

(顾孟洁编)

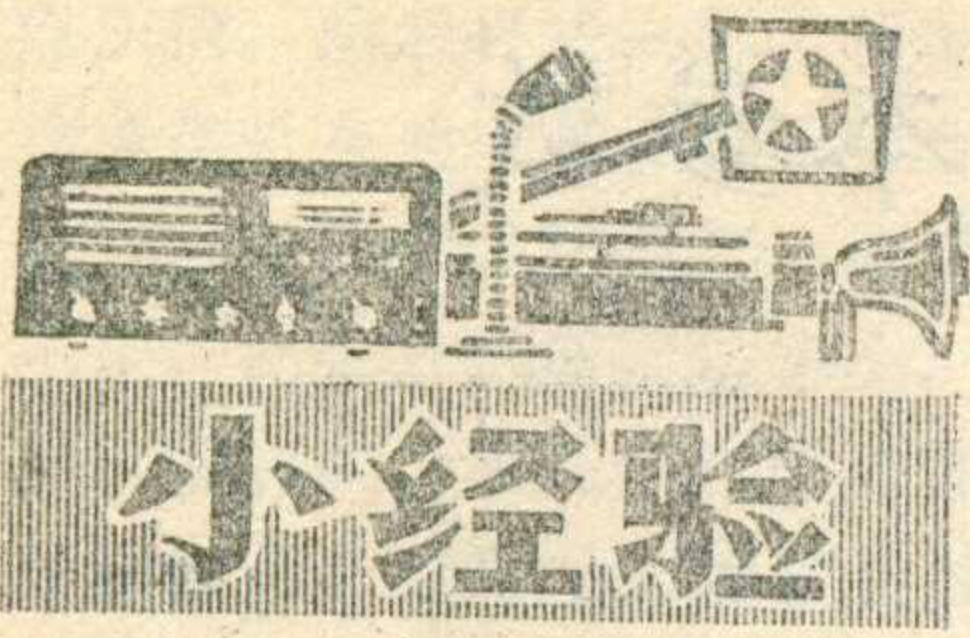
表 2

附加装置	级别	特级	一级	二级	三级	四级
拾声器插口	台式	必有	必有	必有	—	—
	便携式	—	必有	不一定	—	—
外接耳机插口	便携式、袖珍式、微型	—	—	不一定	不一定	不一定
外接扬声器插口	台式	必有	必有	必有	不一定	—
	便携式	—	—	不一定	不一定	—
外接电源插口		不一定				
调谐指示器		必有	必有	不一定	—	—



# 广播线路分段监视

广东省临高县人民广播站 雷力



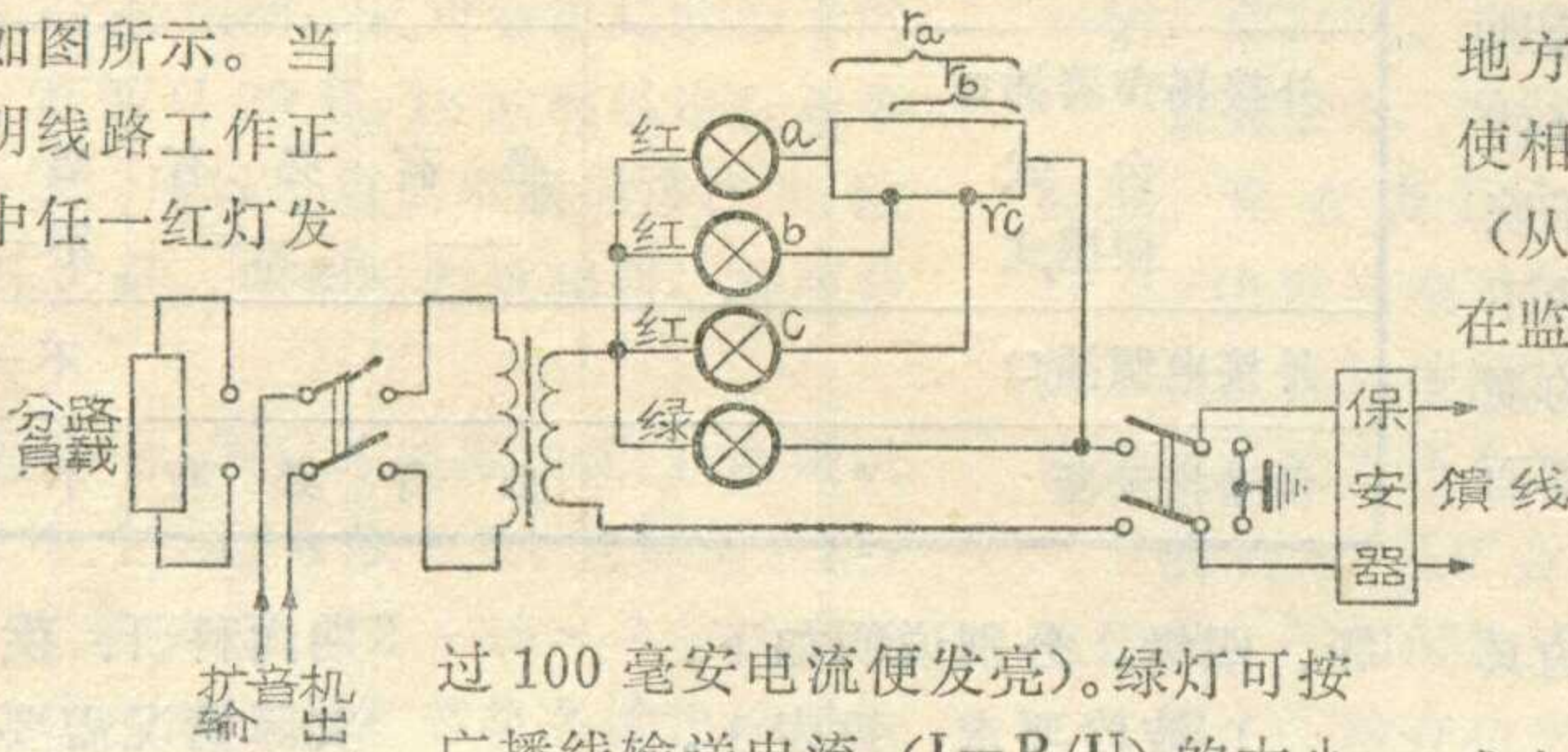
一条广播线路长十几公里甚至几十公里，一旦发生短路故障，究竟故障发生在何处，难以判断。采用一种红、绿灯分段监视装置，就能大致地指示出故障发生在离广播站多远的地方。对排除线路短路故障比较方便，迅速。

这种装置的线路如图所示。当绿灯亮度适中时，说明线路工作正常。如绿灯不亮而其中任一红灯发亮，说明线路有短路故障。如红、绿灯均不亮，不是有害电流烧掉全部灯泡，就是外线开路。下面进一步分析说明。

红灯 a 与电阻  $r_a$  串联，红灯 b 与  $r_b$  串联，红灯 c 与  $r_c$  串联。三个红灯分别串联电阻后再与绿灯并联。把外线从近到远划分为 A、B、C 三个指示段。当绿灯由于过载而烧毁，红灯 c 发亮，说明最远的 C 段线路中有短路故障发生。如在中间 B 段线路有短路，则除烧毁绿灯外，还会把红灯 c 烧毁，使红灯 b 发亮。若只有红灯 a 发亮，说明其余三个灯泡都已烧毁，外线短路故

障可能发生在附近的 A 段。

要使这种监视装置灵敏可靠地起到监视的作用，必须选用合适的红、绿灯和电阻  $r_a$ 、 $r_b$ 、 $r_c$ 。这里我们选用小电珠作红、绿灯。红灯用的小电珠额定电流越小越好，一般可用普通的 6.3 伏指示灯泡（通



过 100 毫安电流便发亮)。绿灯可按广播线输送电流 ( $I=P/U$ ) 的大小选用合适的小电珠(请参阅《农村有线广播》一书第 387 页)。如线路输送电流大于选用电珠所允许通过的电流，可用两个或三个不同的小电珠并联作分流用，调到电珠发微亮即可。但应注意，不能用可变电阻作分流用，否则绿灯烧毁，红灯也不会发亮报警，就起不到监视作用了。

设有一条  $\phi 2.6$  毫米双线回路的均匀线路，长 7.5 公里。按合理匹配，在送端应输入功率 40 瓦、电

压 180 伏，线路正常时其音频电流约 220 毫安。绿灯的电珠可选用 2.5 伏的手电筒用的小电珠(工作电流为 300~400 毫安)，红灯可用 6.3 伏 150 毫安的指示灯泡。把全线路平均划分为三个监视段(每段 2.5 公里)。要使得每个监视段内的任何地方的线路发生短路故障时，都能使相应的监视红灯发出红光至白光(从红灯的发亮度可以判断短路点在监视段内的大概位置)，必须给每个红灯串联上适当的分压电阻进行调节。分压电阻  $r$  的阻值可由下式确定：

$$r = \frac{U}{I} - Z$$

式中： $U$  是广播线馈送电压，伏； $I$  是线路短路时通过红灯的最大电流，安； $Z$  是短路段以前各段的总阻抗， $\phi 2.6$  毫米双线回路均匀传输线每公里在 1000 赫时的阻抗为 108.2 欧。

红灯 a 的分压电阻  $r_a$  应调到使线路在广播站附近 A 段内最近端发生短路(即  $0 \leq Z \leq 108.2 \times 2.5$ ) 时使 a 灯发白光而又不致烧毁(即  $I \leq 150$  毫安)；而且在 2.5 公里内任何地方

(下转第 44 页)

## 优选法寻找广播线路断路故障

江苏省仪征县马集公社知识青年 刘正生

1968 年我响应毛主席关于知识青年上山下乡的伟大号召，到农村插队落户。几年来，经过三大革命斗争的锻炼和贫下中农的教育，我们广大插队知识青年的阶级斗争和路线斗争觉悟都有了很大的提高。我们深深体会到毛主席关于“知识青年到农村去，接受贫下中农的再教育，很有必要”的伟大教导是千真万确的真理。几年的农村生活实

践证明，我的知识不是用不上，而是不够用。我们知识青年上山下乡取得的进步与成绩，是对林彪、孔老二的种种反动谬论的有力的批判。

农村的有线广播深受广大贫下中农欢迎。通过广播他们能够及时地收听到党中央和毛主席的声音，但有时往往因为线路出故障而影响他们收听。为了更好地为贫下中农

服务，我把学到的优选法的一点知识，用来维修广播线路，效果良好，现介绍出来供同志们参考。

我遇到的主要故障是出在广播线路中接头生锈引起接触不良以致断路。一次全生产队的喇叭都不响，而大队的喇叭是响的，这说明故障出在生产队到大队的这段线路内。这段广播线的长度约 500 米左右，多半是旧线，接头比较多，有



# 正确放置高音喇叭音膜的方法

江苏省太仓县人民广播站

高音喇叭音膜损坏以后，需要调换一只新的音膜。放置音膜的位置正确与否会直接影响到喇叭发音大小及音质好坏。音膜位置的严重偏离，甚至会造成音圈很快损坏。放置音膜时要求音膜的音圈应端正地放在喇叭头子的磁隙中，与内外壁都不碰。一般音圈与内外壁之间只有很小的空隙，随便简单地换一个音圈是达

不到上述要求的。怎样正确放置音膜呢？我们在实践中摸索了一种较好的放置音膜的方法：

1. 首先剪四条约阔0.5厘米、长10厘米的纸条，不宜太厚，要求牢一点，可用牛皮纸。然后离纸条一头约1厘米处折成直角（如图1）。

2. 把折成直角的1厘米的一头嵌进磁隙中。注意要把纸条放置在铁板有固定上盖的螺丝洞的一面上（如图2）。

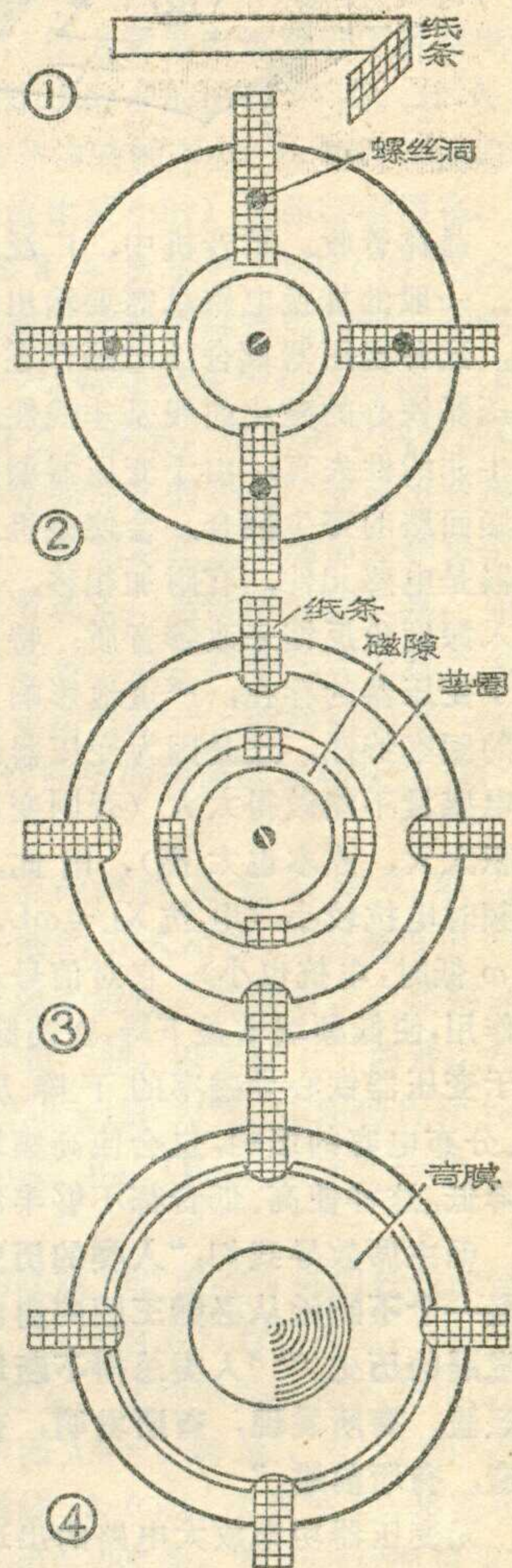
3. 在铁板上纸条之间的空隙处涂上胶水或浆糊，注意纸条上千万不能粘有胶水或浆糊。然后把音膜的垫圈放上去，贴住（如图3）。注意要使垫圈的内圆和磁隙在圆周各点上等距；并使垫圈外圆上的缺口或小圆洞对准纸条，以便最后穿过固定上盖的螺丝钉。

4. 在音膜的垫圈面上涂上胶水或浆糊，然后将音膜放进磁隙，并与垫圈粘住，如图4。在音膜放进磁隙时，音膜的两根引出线要分别放在二纸条的中间。

5. 待音膜的垫圈和音膜分别粘住后，小心拉出几根纸条，当心不要拉断。然后对好螺丝洞，用螺钉将上盖固定。在固定前，先把音膜的引出线从上盖的铆钉洞里引出，并焊住。如是用接线柱引出的，可预先在引线上适当位置焊上小铜片，使上盖盖上去以后，接线柱的底脚刚好与该铜片接触即可。

这种方法的特点是把音膜固定在喇叭头子的铁板上，在安装过程中，音膜在磁隙中没有移动，只是把垫在音膜的线圈与磁隙外壁之间的纸条拿掉，由于线圈与磁隙外壁四周都垫上纸条，所以除了线圈与

磁隙外壁不碰外，与磁隙内壁也能做到同样不碰。实践证明，这种放置方法正确度较高。



9处，没有明显断线现象。看来断路是由于接头处接触不良引起的。顺着线路逐一检查每一个接头当然可以查出故障，但是比较浪费时间。我试将优选法知识用来检查，较快地找到了故障地点。

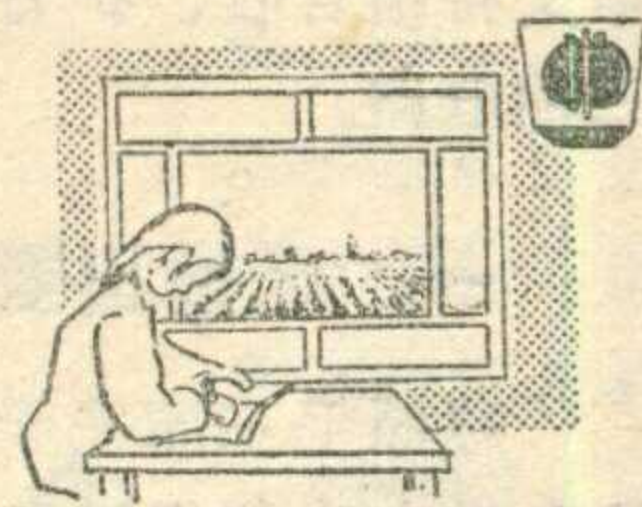
可以这样分析：在整个故障线路内，只要取其中间的一接头进行检查，便可知道接头处两边的导线是断的还是通的，也就是说，做了一次检查后，就能确定那一半电路是好的不必再查，那一半还要继续检查。这就是采用单因素优选法中

的对分法。

检查方法是：带一副耳机，顺着大队向生产队检查。为叙述方便，把线路接头编为1~9。第一次在第5号接头处查，耳机的一端接在接头处，另一端接地，耳机里面响，说明5号接头前边的线路是通的，可丢掉不管。第二次选择5~9号中间的7号接头处检查，发现耳机不响，说明6、7号接头中有断路。再检查6号接头，果然断路。检查三次，查出了故障，如顺次查要查六次。当然这个方法也可能查出不止一个

接头处的断路。查出断路处，应把接头的铁锈刮干净（刮到发亮为止），接好，包上黑胶布，以免再生锈。

在维修线路中，也曾发现塑料绝缘铝导线，由于多次折挠或拉得过紧，出现外面塑料皮完好而其中铝心线断路的情况。这种故障是比较难查的，因为外表看不出来。采用上述优选法检查，实践证明也是行之有效的。





# 无变压器功率放大电路

唐 远 炎

晶体管收、扩音机中，广泛采用推挽功率放大电路。一般的推挽电路总需要输出变压器和输入变压器，这种变压器耦合的电路存在一些缺点，如：由于变压器铁心的磁化曲线是非线性的，它会使放大电路产生非线性失真；由于变压器漏磁对电路输入回路、中频回路的寄生耦合，会使整机工作不稳定；由于变压器是电感元件，有附加相移，不能引入深度负反馈来改善音质；特别是由于变压器的存在，严重地影响了电路的频率特性，这是因为变压器绕组的电感量不能做得太大（否则变压器体积太大，成本也太高），因此，在低频时电抗较小（电抗  $X_L = \omega L$ ，频率  $\omega$  低时，电抗也小），它对信号起分流作用，使低频端增益下降，在高频时，由于变压器铁心导磁率的下降及漏感、分布电容的影响，也会使高频端增益降低。这样使高、低音都不够丰满。

毛主席教导我们：“人类的历史，就是一个不断地从必然王国向自由王国发展的历史。”“人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。”

无变压器功率放大电路的出现，就是不断总结经验的结果。无变压器电路（简称 OTL 电路）一般分成三大类：一类是无输出变压器电路，但有输入变压器作倒相用（或用晶体管倒相），因为功率放大电路中输出变压器的影响是主要矛盾，故去掉它；二是互补对称式电路，它是利用 PNP 型管和 NPN 型管导电特性相反，彼此互补对称，自动完成倒相作用，因此，既不用输出变压器，也不用输入变压器；第三类是复合互补对称式电路。

本文将结合收、扩音机中的一些具体电路详细分析这三种电路。

## 一、无输出变压器推挽功率放大电路

遵照毛主席关于“一切客观事物本来是互相联系的和具有内部规律的”教导，我们以《红旗 602》等型收

音机产品的电路为例，来分析图 1 (a) 原理电路和图 1 (e) 实用电路的相互联系和内部规律，从而得知实用电路是如何从原理电路演变而来的。

图 1 (a) 中省略了偏置电阻等未画， $BG_1$  和  $BG_2$  是同极性的两只晶体管（这里以 PNP 型管为例），变压器 B 用作倒相耦合，它的次级有两个独立的绕组  $W_1$  和  $W_2$ ，分别接在两只晶体管的基极和发射极之间。请注意，绕组  $W_1$  的同名端（有“·”号的一端，即同是起端或同是末端）接到  $BG_1$  管的基极，绕组  $W_2$  的同名端则接到  $BG_2$  管的发射极，所以，两个绕组的相位相反。若两管工作于乙类状态，无信号时两管的集电极电流为零，处于截止（实际上，为了避免交越失真，两管在无信号时不是完全截止，有一定的静态工作电流，工作在甲乙类）。当信号电压正半周时， $BG_1$  管的基极为负，发射极为正，发射结是正向偏压，而  $BG_2$  管的基极为正，发射极为负，其发射结加有反向偏压，因此， $BG_1$  管导通、 $BG_2$  管截止。 $BG_1$  管的集电极电流  $i_1$  随信号而变化， $i_1$  流过负载  $R_{fz}$ ，在它上面得到相应的正半周信号。当信号负半周时，则  $BG_1$  管截止、 $BG_2$  管导通，电流  $i_2$  流过  $R_{fz}$ ，在其上得到相应的负半周信号。这样，两管轮流工作，在负载  $R_{fz}$  上恰好两个半周正弦波拼起来合成一个完整的正弦波，得到了一个完整的信号。另一方面，两管都是半波输出，相当于整流，所以其中有直流成份。但从图 1a 可看出， $i_1$  和  $i_2$  流过负载时方向相反，由于电路对称，所以负载中的直流部分相互抵消了。

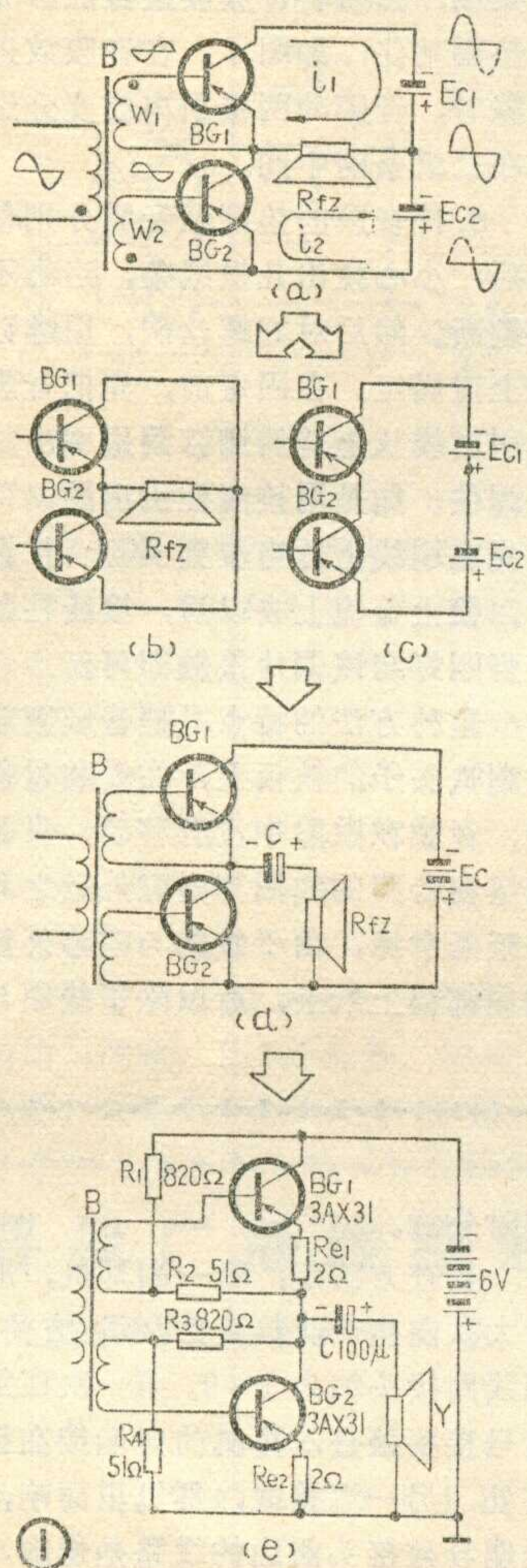
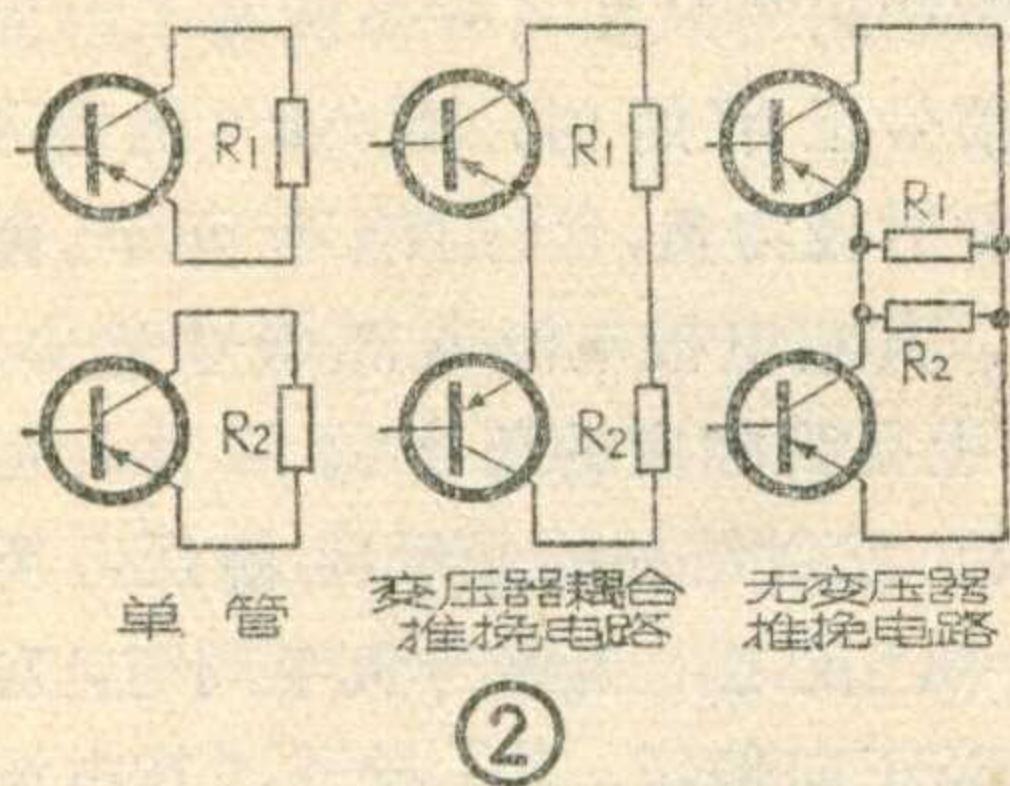


图 1 (b) 是交流简化电路，两管交流输出是并联的，所以这种电路的输出阻抗和一般变压器耦合推挽电路相比要小得多。由于输出阻抗较低，因此就不必使用输出变压器作阻抗变换了，可以直接将电路的输出端和较高阻抗的扬声器相连。关于输出阻抗大小的问题可以用图 2 来分析说明。如单管放大器的输出阻





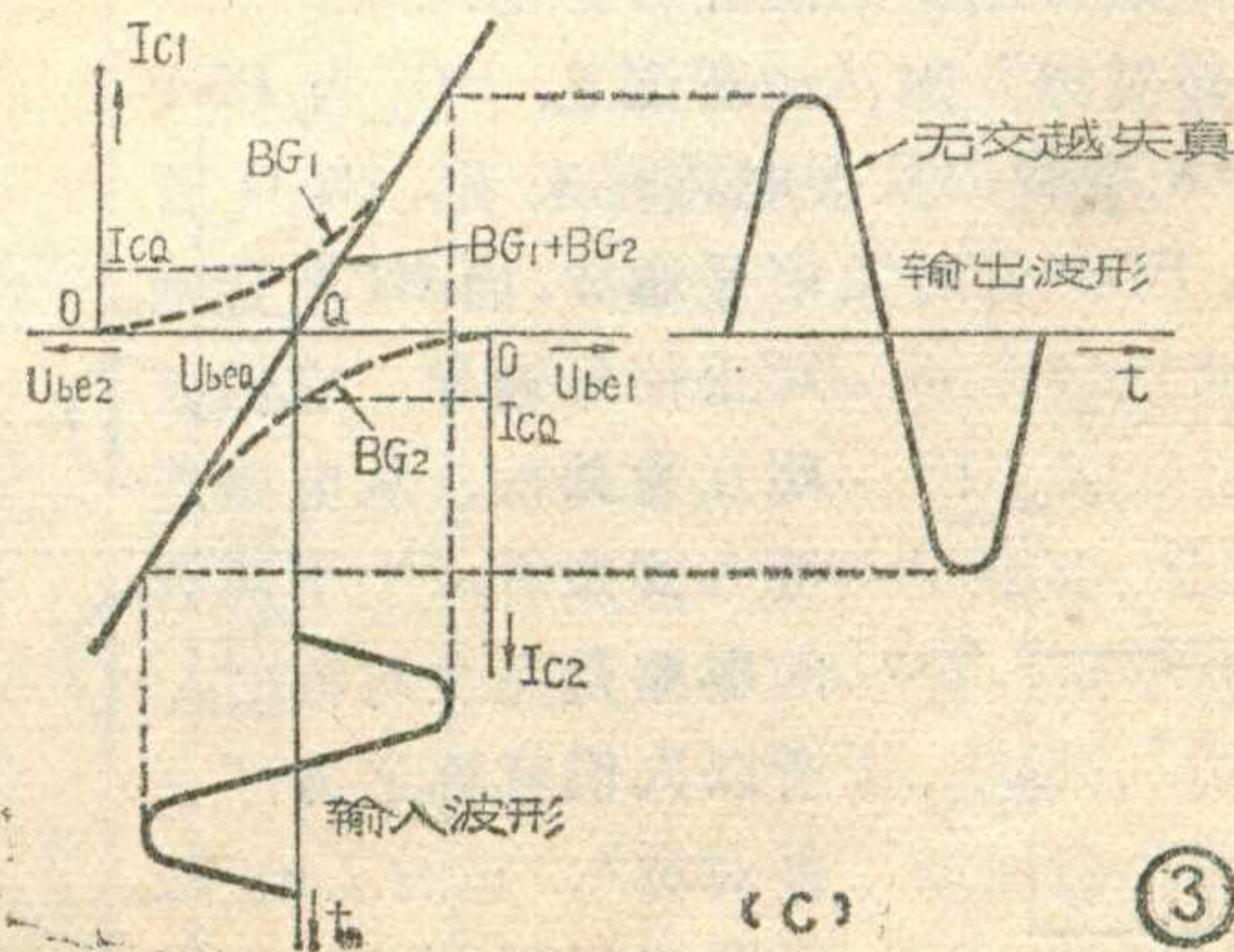
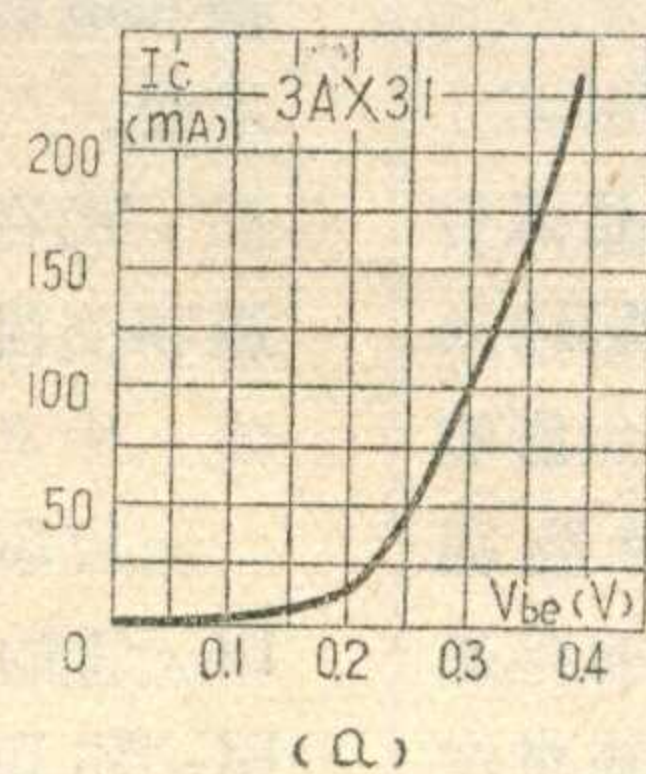
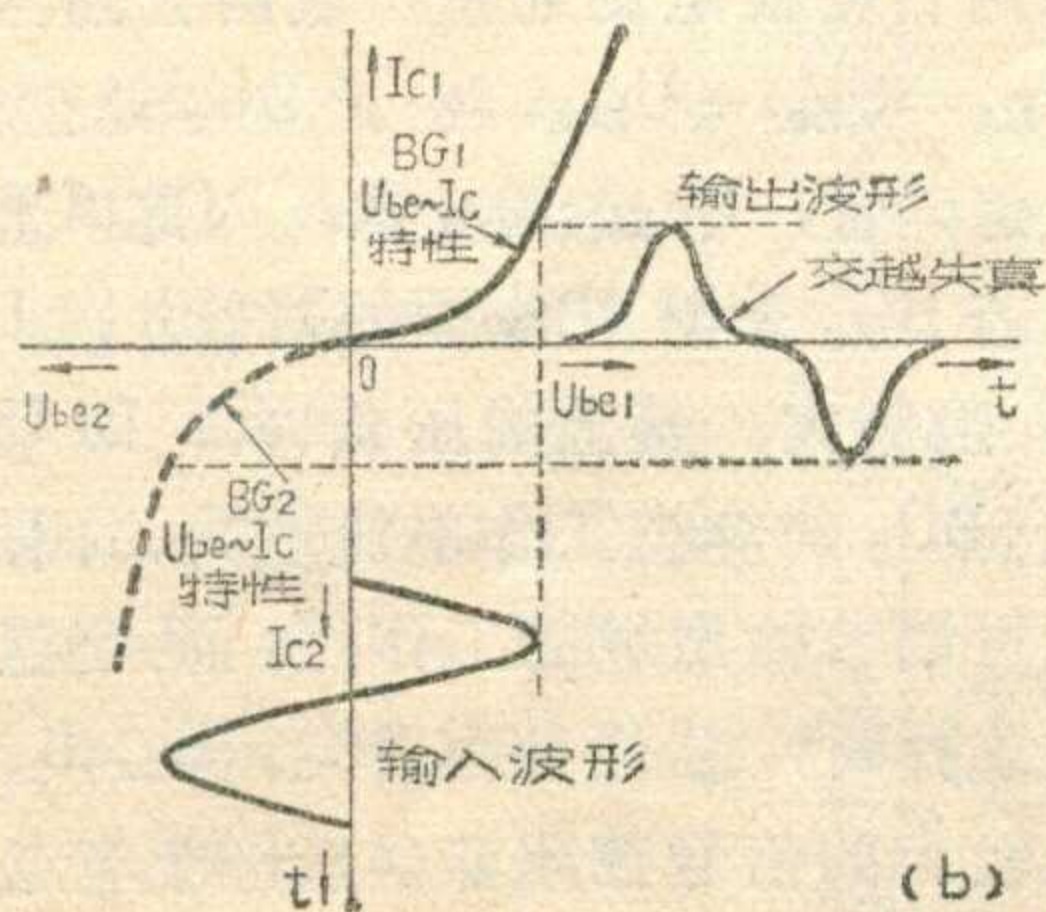
抗用  $R_1$  和  $R_2$  代表，变压器输出推挽电路的输出阻抗是串联的，等于  $R_1 + R_2$ ，两管对称时  $R_1 = R_2$ ，所以整个输出阻抗为每边输出阻抗的两倍，即  $2R_1$ 。

而无变压器推挽电路的交流输出是并联的， $R_1 \parallel R_2$ ，两管对称时为  $\frac{1}{2}R_1$ 。所以，无变压器电路的输出阻抗是变压器耦合电路的  $\frac{1}{4}$ 。

图 1 (c) 是直流简化电路，这时两管串联，两组电源  $E_{c1}$  和  $E_{c2}$  串联起来对两只串联的  $BG_1$ 、 $BG_2$  供电。所以我们可以把电源  $E_{c1}$  和  $E_{c2}$  加在一起，去掉中间抽头，采用一个电源  $E_c = E_{c1} + E_{c2}$  供电。这样，我们可以把图 1 (a) 改画成图 1 (d) 的样子， $BG_1$  和  $BG_2$  串联起来，它们从电源  $E_c$  各分到一半电压，即  $\frac{E_c}{2}$ 。为了防止直流电流流过负载  $R_{fz}$ ，可以加一个隔直流电容  $C$  把负载（这里是扬声器）和电源隔开。图 1 (d) 的样子就和实际电路图 1 (e) 相似了，再加上各管的偏置电阻、射极电阻等，就变成了实际电路。

图 1 (e) 中， $R_1$ 、 $R_2$  是  $BG_1$  管的偏置电阻， $\frac{E_c}{2}$  电压加到  $R_1 + R_2$  两端，从  $R_2$  上取得的电压降加到  $BG_1$  管的基极和发射极之间作为偏压； $R_3$ 、 $R_4$  是  $BG_2$  管的偏置电阻，加偏压方式同上； $R_{e1}$ 、 $R_{e2}$  分别是两管的射极电阻。由于  $R_{e1}$ 、 $R_{e2}$  的电流负反馈作用（晶体管电流增大时， $R_{e1}$ 、 $R_{e2}$  上电压降增大，抵消偏置电压，使管子电流降下来），可以稳定工作点并进一步改善音质； $C$  是隔直流电容，使直流电流不流过扬声器，以便实行单电池组供电， $C$  同时又是耦合电容，音频信号通过它送到扬声器。因此电容  $C$  要尽可能选大一些，最好是几百微法以上，一般 50~100 微法的电容也可使用，只不过低音差一些。扬声器要用阻抗较高的。为了保证在额定输出功率情况下，得到尽可能好的低频音响，一般 9 伏电源时，用 40 欧姆的扬声器；6 伏电源时用 25 欧姆的；4.5 伏电源时用 16 欧姆的。

若没有阻抗合适的扬声器，也可用一只 8 欧姆的代用，不过损耗大一点。有的收音机，如《红灯 2J8》是用两只 8 欧姆扬声器



串联使用的。

这种电路的静态工作电流一般应选在 2~8 毫安左右，使两管都工作在甲乙类状态，保证无信号时两管有一定的静态电流，使上管导电过渡到下管导电的交接班不脱节，以消除小信号的交越失真。什么叫“交越失真”呢？原来晶体管的  $U_{be} \sim I_c$  特性不是直线的，它的下部（在电流比较小时）弯曲得很厉害，非线性特别严重，这从图 3 (a) 所示的 3AX31 的  $U_{be} \sim I_c$  特性可以清楚地看出来。在分析推挽电路时，我们总是把两只管子的  $U_{be} \sim I_c$  特性画在一起，如图 3 (b)、(c)。若两管都工作在乙类状态，则会由于两管的  $U_{be} \sim I_c$  特性曲线下部的非线性区的影响，使输出波形呈现严重的非线性失真，特别是在正半周信号和负半周信号的交接处出现脱节现象，这就叫交越失真，如图 3 (b) 所示。为了避免这种失真，我们往往使管子工作在甲乙类，无信号时也给管子一定的起始电流  $I_{cq}$ ，使两管的  $U_{be} \sim I_c$  特性曲线的弯曲区域相互补偿，如图 3 (c)。

图 1 电路中工作点的调整是靠调整  $R_1$  和  $R_3$ 。 $BG_1$  和  $BG_2$  可选用一般的 3AX 型管，当然也可用 NPN 型硅管，但需注意电源的极性。选管时，应使两只管子的电流放大系数  $\beta$  值一致，以保证上下两管工作对称。 $\beta$  值的大小选在 50~150 为宜。电阻值应使  $R_1 = R_3$ ， $R_2 = R_4$ ， $R_{e1} = R_{e2}$ 。 $R_{e1}$  ( $R_{e2}$ ) 的大小一般只要几欧姆就可以了。

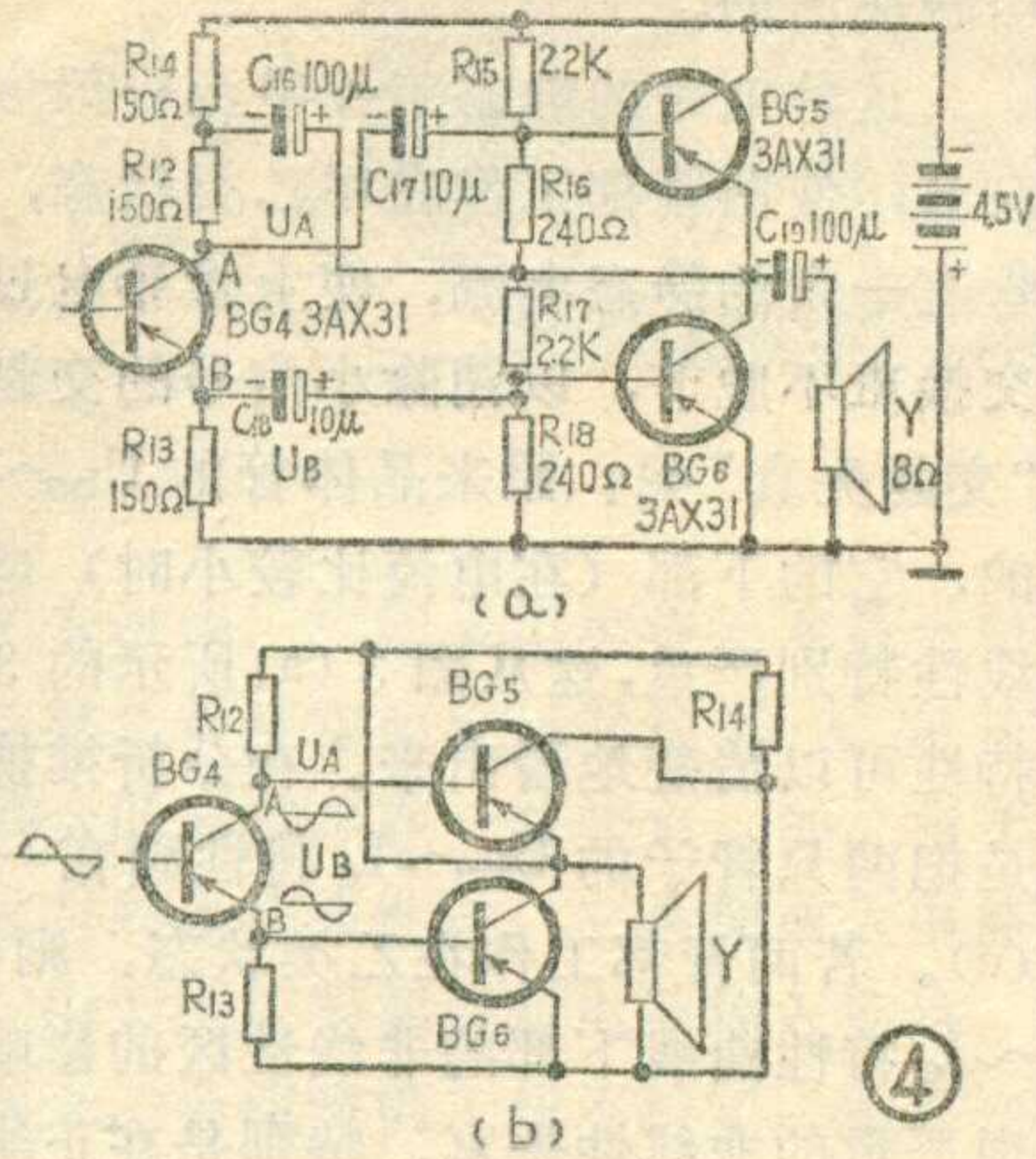
图 1 (e) 所示的红旗 602 型收音机功放级的额定输出功率为 50 毫瓦，最大输出为 200 毫瓦， $BG_1$ 、 $BG_2$  的静态电流为 2~7 毫安。这种电路的输入变压器自制数据如下：铁心截面  $4.5 \times 6$  毫米<sup>2</sup>，初级用  $\phi 0.06$  毫米漆包线绕 1380 圈，次级用  $\phi 0.08$  漆包线双线并绕 380+380 圈。自行设计时可按下述原则：初级电感量 2~3 亨，初、次级匝比（对一个次级绕组）在 3:1 左右。

这种无输出变压器功放电路有时也可以采用晶体管倒相，如图 4 (a) 所示《井冈山 70-4》型收音机的电路。倒相后的两路信号分别从  $BG_4$  的集电极和发射极输出。由于晶

体管的集电极输出电压  $U_A$  和发射极输出电压  $U_B$  正好是反相的，如  $R_{12} = R_{13}$ ，而  $I_c \approx I_e$ ，那么这两个信号电压的大小也是基本相等的。这一级的电压增



益很小，近似为1。图4(b)是这个电路的交流简化电路：电容 $C_{16}$ 、 $C_{17}$ 、 $C_{18}$ 、 $C_{19}$ 以及电池对于交流信号都视为短路； $R_{15}$ 、 $R_{16}$ 、 $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 是 $BG_5$ 、 $BG_6$ 的偏置电阻，对交流信号的分流作用很小，可以忽略不计，因此都省去不画。从交流简化电路可见， $BG_4$ 输出的两个反相信号 $U_A$ 、 $U_B$ 分别从电阻 $R_{12}$ 、 $R_{13}$ 上取出加在输出管 $BG_5$ 、 $BG_6$ 的基极和发射极之间， $BG_4$ 管代替了输入变压器的倒相作用。电容 $C_{16}$ 的作用是：由于 $C_{16}$ 对交流信号的短路作用，才能使 $BG_4$ 的集电极输出信号 $U_A$ 加到 $BG_5$ 管的基、射之间，构成共射电路。如果去掉 $C_{16}$ ，信号 $U_A$ 就加在 $BG_5$ 管的基、集之间了，使 $BG_5$ 变成共集电路。 $R_{14}$ 的作用是避免 $C_{16}$ 将 $BG_5$ 的集电极与发射极短路。

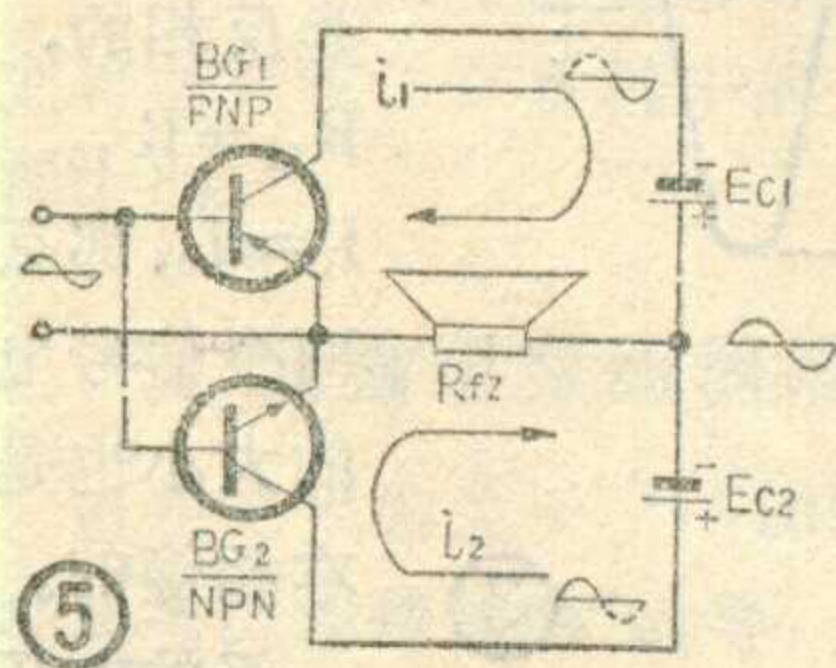


倒相级 $BG_4$ 的集电极电流取2~4毫安，输出级 $BG_5$ 、 $BG_6$ 的集电极电流取5~10毫安。

## 二、互补对称式推挽功率放大电路

前面讲的电路，是由两只导电特性相同的晶体管（都是PNP型或都是NPN型）构成，因此需用输入变压器或晶体管倒相级进行倒相。输入变压器会影响频率特性，音质还不够好；晶体管倒相级的增益很低，不能充分发挥管子的作用，且因极间电容的存在等原因，两臂信号也不会对称。为了克服这些缺点，人们采用了另一种更为进步的互补对称电路。

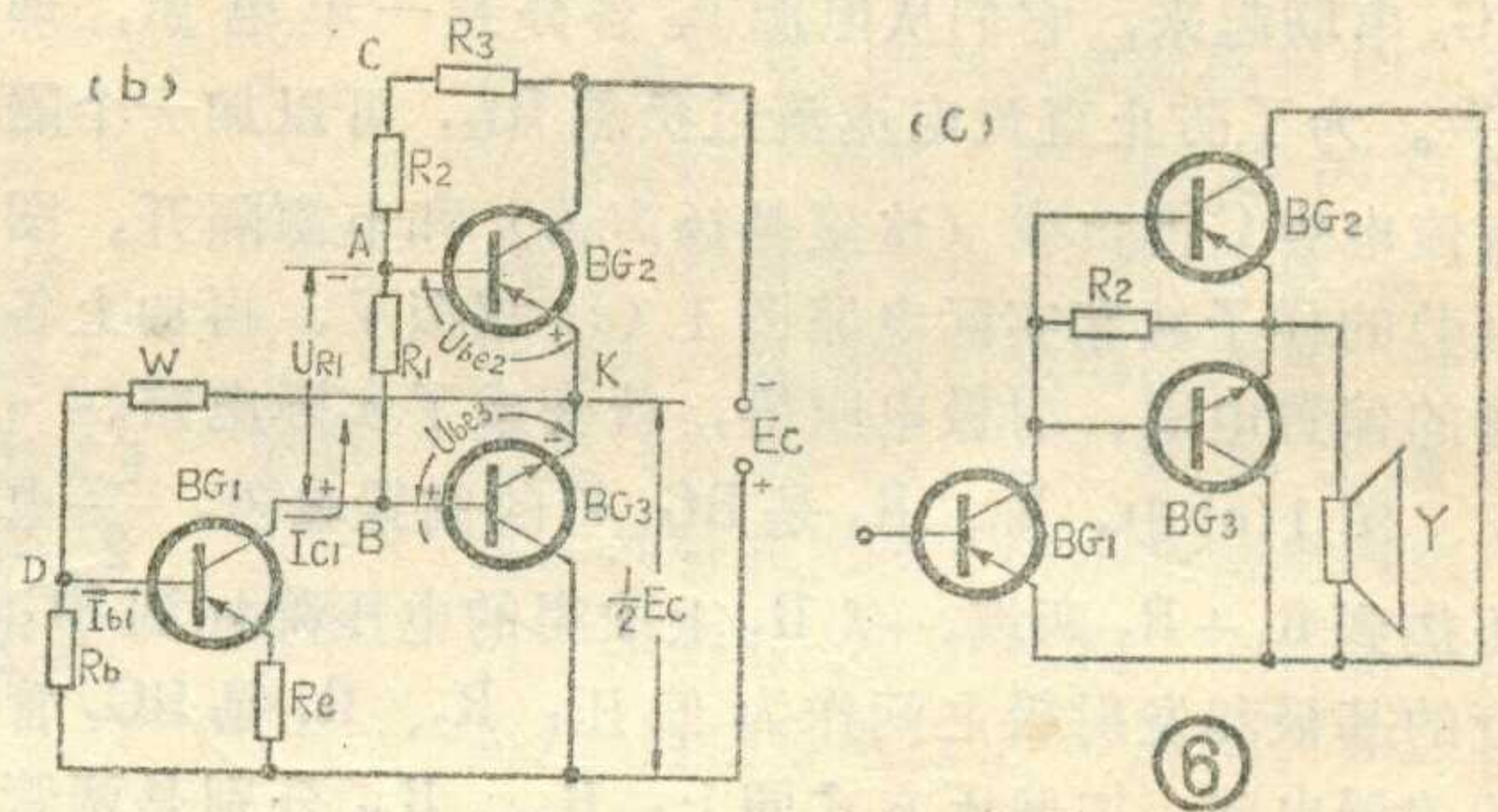
什么叫“互补对称”呢？请看图5。 $BG_1$ 为PNP型管， $BG_2$ 为NPN型管，从导电特性来看，两只管子是完全相反的，PNP管对负信号通导，而NPN管则



对正信号通导，它们彼此互为补偿。从电路连接方式来看，上下两管的电路是完全对称的，所以人们就称之为“互补对称”。它的工作原理同前面所讲电路相

似，不同之处是输入激励信号只要有一个就行了，而不需要倒相电路。当信号正半周时，对NPN的 $BG_2$ 管而言，基极为正、发射极为负，发射结有正向偏压，因此 $BG_2$ 管导通，其集电极电流 $i_2$ 随信号变化，流过负载 $R_{fz}$ ，在 $R_{fz}$ 上得到相应的正半周信号。但对PNP的 $BG_1$ 管来说，发射结加的是反向偏压，所以这个管子截止， $i_1=0$ 。反之，当信号负半周时，对PNP型的 $BG_1$ 管加的是正向偏压， $BG_1$ 导通，其电流 $i_1$ 随信号变化，而对NPN型的 $BG_2$ 管是负向偏压， $BG_2$ 截止， $i_2=0$ ，这时只有 $i_1$ 流过负载 $R_{fz}$ ，在其上得到相应的负半周信号。这样，两管轮流工作，结果在负载 $R_{fz}$ 上就可以得到一个完整的信号。由此可见，这种电路不需倒相级，而由互补对称的 $BG_1$ 、 $BG_2$ 两管本身自动完成倒相作用。所以也称它为“单端推挽电路”。

图6(a)是互补对称推挽电路的实际电路图。 $BG_2$ 、



$BG_3$ 为功率输出级， $BG_1$ 是激励级。图6(b)是这一电路的直流通路电路。各电容器对直流视为开路，故不画出。 $BG_2$ 、 $BG_3$ 串联起来由电池 $E_c$ 供电，各得电源电压的一半。图6(c)是简化交流通道电路。各电容器和电源视为短路。略去对交流信号关系不大的元件不画。

现在，我们就以上述基本原理为基础，按直流通道和交流通道进一步分析这种电路。

### (一) 电路各元件的作用

1.  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ ：从直流通路来看， $R_1+R_2+R_3$ 是 $BG_1$ 管的集电极电阻，其中 $R_1$ 上的电压降 $U_{R1}$ 决定了 $BG_2$ 和 $BG_3$ 的偏流大小，一般应使电流 $I_{c1}$ 在 $R_1$ 上的压降 $U_{R1}$ 正好等于 $BG_2$ 和 $BG_3$ 处于甲乙类工作状态下的两管基极电位之差，或两管基、射极间电压之和，即 $U_{R1}=U_{be3}+U_{be2}$ ，由于 $BG_2$ 是锗管， $U_{be2}\approx 0.2$ 伏； $BG_3$ 是硅管， $U_{be3}\approx 0.6$ 伏，因此 $U_{R1}=0.2+0.6=0.8$ 伏。若 $BG_3$ 采用3BX型的锗管，则 $U_{R1}=0.4$ 伏左右。若 $R_1$ 阻值大，其上的压降大，即 $U_{be2}+U_{be3}$ 大，故 $BG_2$ 、 $BG_3$ 的静态工作电流就大，因此，调节 $R_1$ 的大小就可调节输出级的工作点。从交流通道来看，电路参数选择时，总是使 $R_2\gg R_1$ 、 $R_2\gg R_3$ ，因此从 $BG_1$ 集电极输出的信号在图6(a)中的A点和B点幅度相等，在画交流通道电路时就忽略 $R_1$ 不画，用短路线



代替。又因电容  $C_1$  对低频信号的容抗很小,  $C_1$  可视为短路, 故可将  $R_2$  与  $R_3$  相接的一点 C 直接与 K 相接。由于  $R_2 \gg R_3$ ,  $R_3$  也可略掉不画。这样, 从图 6 (c) 简化交流通道电路可见,  $BG_1$  的集电极输出信号都是通过  $R_2$  加在  $BG_2$  管和  $BG_3$  管的基—射间, 即  $BG_2$  和  $BG_3$  均由内阻为  $R_2$  的信号源所激励。 $R_3$  的作用是避免  $C_1$  将  $BG_2$  的集电极与发射极短路。

2.  $W$ 、 $R_b$ 、 $R_e$ : 从直流通路可知,  $W$ 、 $R_b$ 、 $R_e$  组成  $BG_1$  管的偏置电路, 它和一般的偏置电路的区别在于偏置电阻  $W$  不是接在电源  $E_c$  的负端, 而是接在输出端 K, 这样就具有负反馈, 可以稳定工作点。例如, 由于某种原因, 使  $BG_1$  的集电极电流  $I_{c1}$  增加。设增加量为  $\Delta I_{c1} = 0.1$  毫安。这时, 电阻  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  上的电压降增大, 使 A 点和 B 点的电位  $U_A$  和  $U_B$  也跟着向正方向 (对电源负端而言) 增加, 其增加量分别为  $\Delta U_A = \Delta I_{c1}(R_2 + R_3) = 0.1 \times 1.15 = 0.115$  伏;  $\Delta U_B = \Delta I_{c1}(R_1 + R_2 + R_3) = 0.1 \times 1.35 = 0.135$  伏;  $R_1$  上的压降也会因  $I_{c1}$  的增加而增加, 其增加量为  $\Delta U_{R1} = \Delta I_{c1}R_1 = 0.1 \times 0.2 = 0.02$  伏, 它使  $U_{be3} + U_{be2}$  也增加了 0.02 伏。当两管都用锗管或都用硅管时, 每管的基射间电压各增加了  $\Delta U_{R1}/2$ , 即 0.01 伏。其结果使 K 点电位也向正方向增加了  $\Delta U_K = \Delta U_B - \Delta U_{be3} = 0.135 - 0.01 = 0.125$  伏 (或  $\Delta U_K = \Delta U_A + \Delta U_{be2} = 0.115 + 0.01 = 0.125$  伏)。这样,  $BG_1$  的基极电位  $U_D$  也相应地向正方向增加, 就减小了  $BG_1$  的正向偏压, 使  $BG_1$  的集电极电流  $I_{c1}$  下降, 其过程简单用下图表示:

$$I_{c1} \uparrow \rightarrow U_A (U_B) \uparrow \rightarrow U_K \uparrow \rightarrow U_D \uparrow \rightarrow I_{c1} \downarrow$$

从而自动稳定了工作点。

因此可以看出, 在调节  $W$  的阻值, 改变  $I_{c1}$  的大小时, 会使 K 点电位发生变化。下面谈电路的调整时, 要用到这一特点。

3. 电容器  $C_1$ : 电容  $C_1$  的作用很重要。由于  $C_1$  的接入, 使  $BG_2$ 、 $BG_3$  的工作状态发生了质的变化, 由原来的共集电极工作变成了共发射极工作。图 6 中, 如果不接  $C_1$ , 此时, 输入信号在负半周时,  $BG_2$  导通, 信号将从  $R_2$ 、 $R_3$  加到  $BG_2$  管的基—集之间; 输入信号正半周时,  $BG_3$  导通, 信号将通过  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  加在  $BG_3$  管的基—集之间。这就是说, 输入信号都是从基极与集电极加入的, 而输出信号都从集电极与发射极之间取出的。输入、输出的公共端是集电极, 所以为共集电极接法。接入  $C_1$  后, 由于  $C_1$  的容量很大, 对低频信号说, C、K 两点视为短路, 因此, 在  $BG_2$  工作期间, 信号是通过  $R_2$  加在该管的基—射之间; 而在  $BG_3$  工作期间, 信号通过  $R_1$ 、 $R_2$  加在该管的基—射之间。可见输入、输出的公共端是发射极。因此, 接入  $C_1$  以后, 电路就变为

共发射极状态工作。其增益比共集电极状态高得多, 一般可提高 10~15 分贝。

## (二) 调整方法及注意事项

毛主席教导我们: “每一事物的运动都和它的周围其他事物互相联系着和互相影响着。”这种电路也是这样的,  $BG_1$ 、 $BG_2$ 、 $BG_3$  是直接耦合, 前后级之间都存在着互相联系和影响。因此, 调整时, 它们之间互相牵连, 不能分级调整。

1. 调整  $BG_2$ 、 $BG_3$  上下两管的工作电压: 从前分析元件  $W$  的作用可以看出, 改变  $W$  的阻值大小, 可以改变  $BG_1$  的电流  $I_{c1}$ , 从而改变 B(A) 点电位  $U_B$  ( $U_A$ ), 使输出端 K 点电位  $U_K$  也随着变化。调整时, 就是靠调节  $W$  的大小来改变 K 点电位, 使上下两管的射、集之间的电压相等, 若采用 6 伏电源, 则上下两管射、集间电压均应为 3 伏。调整过程中, 可以用直流电压表测量 K 点对地电压, 应为 3 伏。若不是 3 伏, 则可调整  $W$  的大小。调整  $W$  时还直接影响激励级  $BG_1$  的静态工作电流  $I_{c1}$ , 一般  $I_{c1}$  在 1~5 毫安之间。

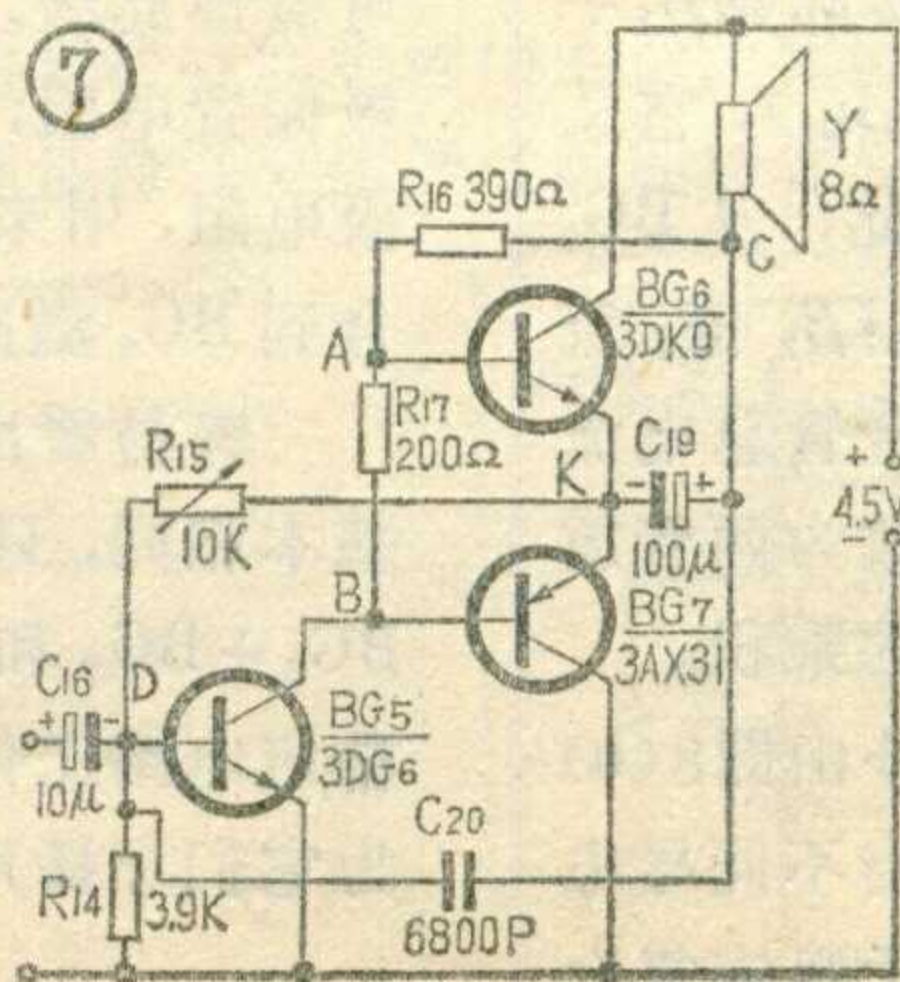
2. 调整  $BG_2$ 、 $BG_3$  的静态工作电流:  $BG_2$ 、 $BG_3$  的偏流是由  $R_1$  上的电压降来决定的。 $R_1$  越大, 在  $I_{c1}$  一定的情况下,  $R_1$  上的压降  $U_{R1}$  就大, 即  $U_{be2} + U_{be3}$  也大, 故  $BG_2$ 、 $BG_3$  的静态电流就大。为减小小信号时的交越失真,  $BG_2$ 、 $BG_3$  总是工作在甲乙类, 电流取 4~8 毫安。

综上所述, 改变  $W$  调 K 点电压; 改变  $R_1$  调静态电流。但这不是绝对的, 改变电路中每一个电阻值都会影响电压和电流。如也可改变  $R_2$  来调电压、电流等等, 我们一般都固定其它电阻, 只调  $W$  和  $R_1$ 。调整  $W$  和调整  $R_1$  也是互相影响的, 例如在改变  $W$  的大小时, 除了改变 K 点电位外, 还因  $I_{c1}$  的变化影响到  $R_1$  上的压降, 也就影响到  $BG_2$ 、 $BG_3$  的静态电流。同样, 在调  $R_1$  大小时, 不但改变了  $R_1$  上的压降, 同时也使 A、B 两点的电位同时变化, 从而使 K 点电位也有些变化, 但因  $R_2 \gg R_1$ , 故影响不太显著。通常是先调  $W$  使 K 点电位为  $1/2 E_c$ , 然后调  $R_1$  使  $BG_2$ 、 $BG_3$  静态电流为 4~8 毫安, 又回过头来调  $W$ , 反复调节数次才能满足要求。

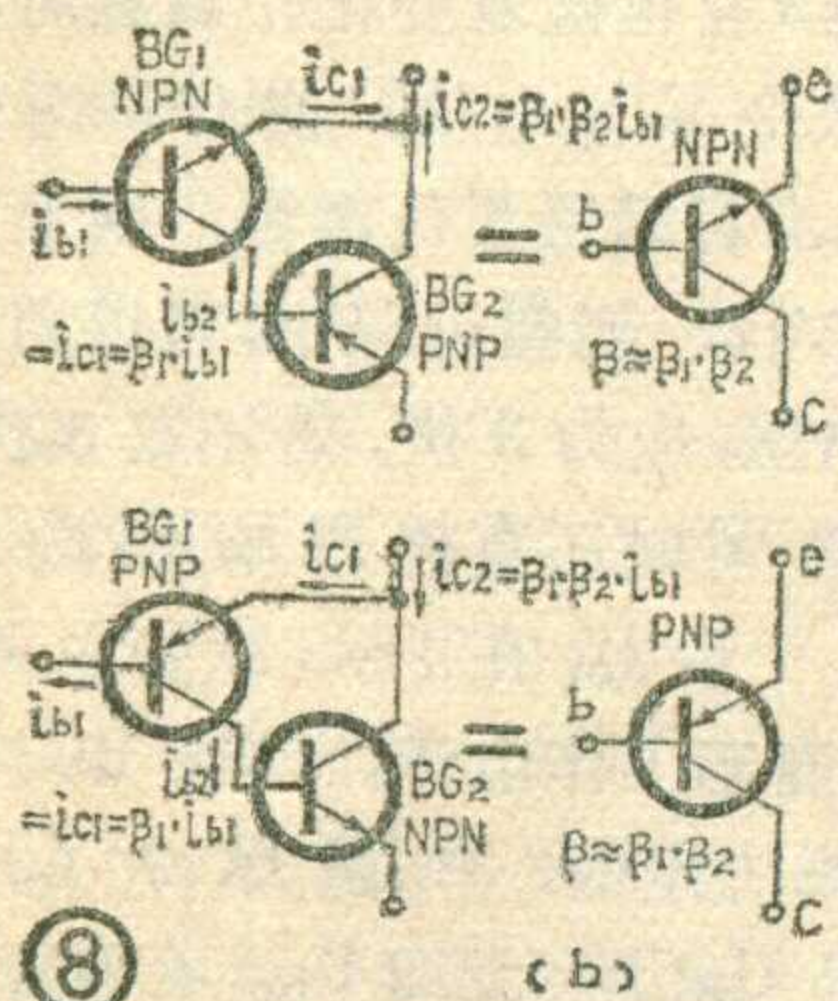
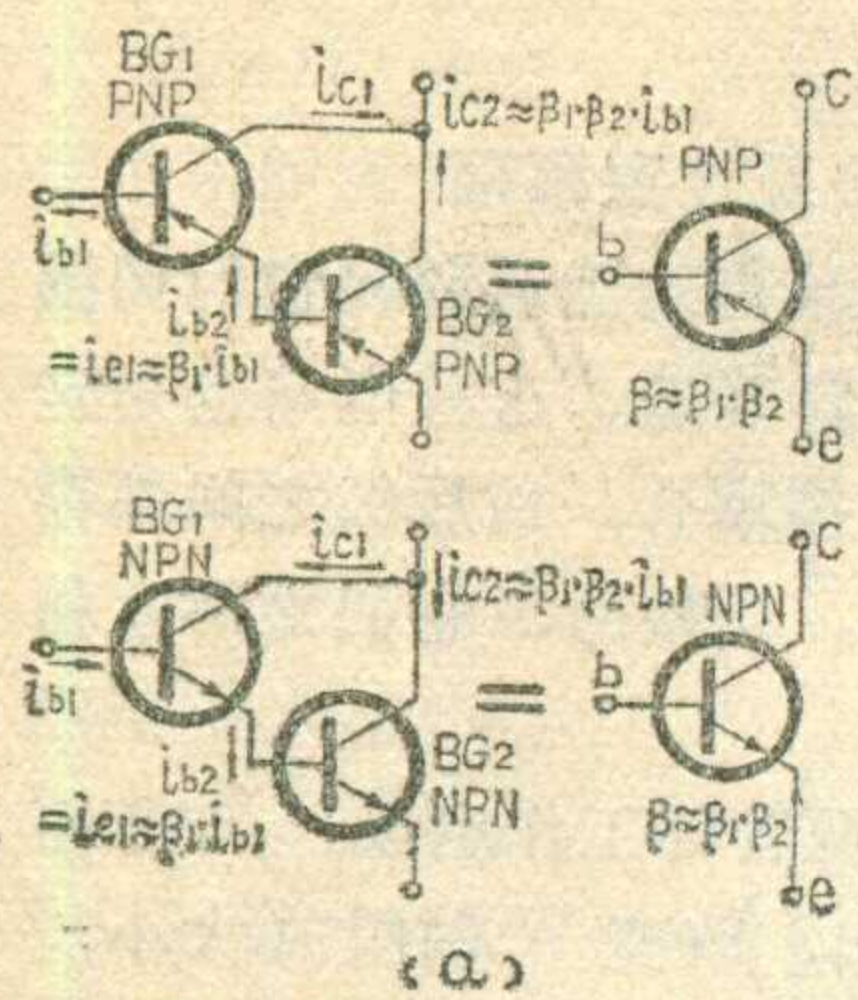
3. 调整时千万注意, 切不可断开  $R_1$ 。因为  $R_1$  一旦断开, A 点电位变得很负, B 点电位变得很正, 使  $BG_2$  和  $BG_3$  的电流变得很大而损坏。

4.  $BG_1$  的  $\beta$  值应选大一些, 应在 80 以上。 $BG_2$ 、 $BG_3$  的  $\beta$  值可选在 50~150 之间, 并要求相同, 即  $\beta_2 = \beta_3$ 。调整后, 若更换  $BG_1$  管, 要尽量选参数 (如  $\beta$ ) 相同的管子, 否则, 需重新调整。

5. 为了保证输出信号的失真度小, 应使  $BG_2$ 、 $BG_3$  工作对称, 在有信号输







入时，也应使两管的射、集间的电压相等。检查的办法是：若条件许可，可用示波器观察输出波形，在业余条件下，可用直流电压表测量 K 点电位，在有信号输入时，也应保持在  $1/2 E_c$ ，即 3 伏左右。

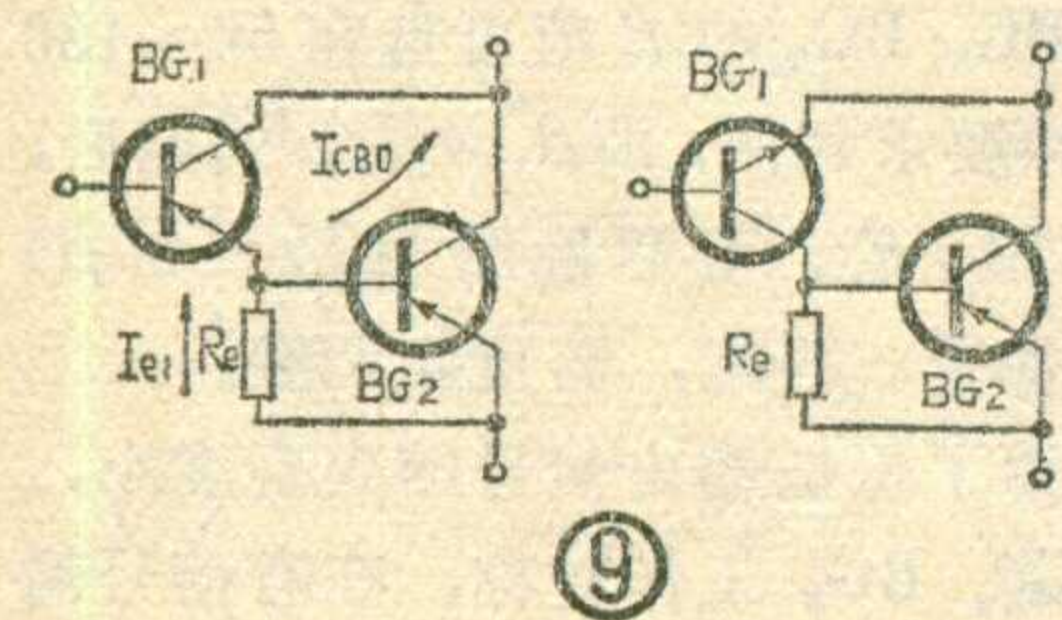
有的互补对称电路还省掉了图 6 中的  $R_3$  和  $C_1$ 。如寰球 711 型收音机，它的功放级电路如图 7，这里的电容  $C_{10}$  有三个作用：一是隔直流；二是耦合信号到扬声器；三是代替了图 6 电路中的电容  $C_1$ 。扬声器 Y 除了作为输出负载外，还代替了图 6 中的电阻  $R_3$ 。办法是把扬声器一端改接到  $E_c$  正端。这样，因扬声器的接入，虽无  $R_3$  也不致使  $BG_6$  的集电极与发射极短路。电容  $C_{20}$  是负反馈电容，用以改善电路特性，提高音质。这个电路的调整方法和图 6 电路相似，即调  $R_{15}$  及  $R_{17}$ 。

### 三、复合互补对称式推挽功率放大电路

在输出功率要求较大的时候，如晶体管扩音设备中，常采用复合互补对称电路。它是在图 6 电路的基础上加两只晶体管与输出管复合。在介绍这种电路之前，先讲一讲复合管的一般原理。

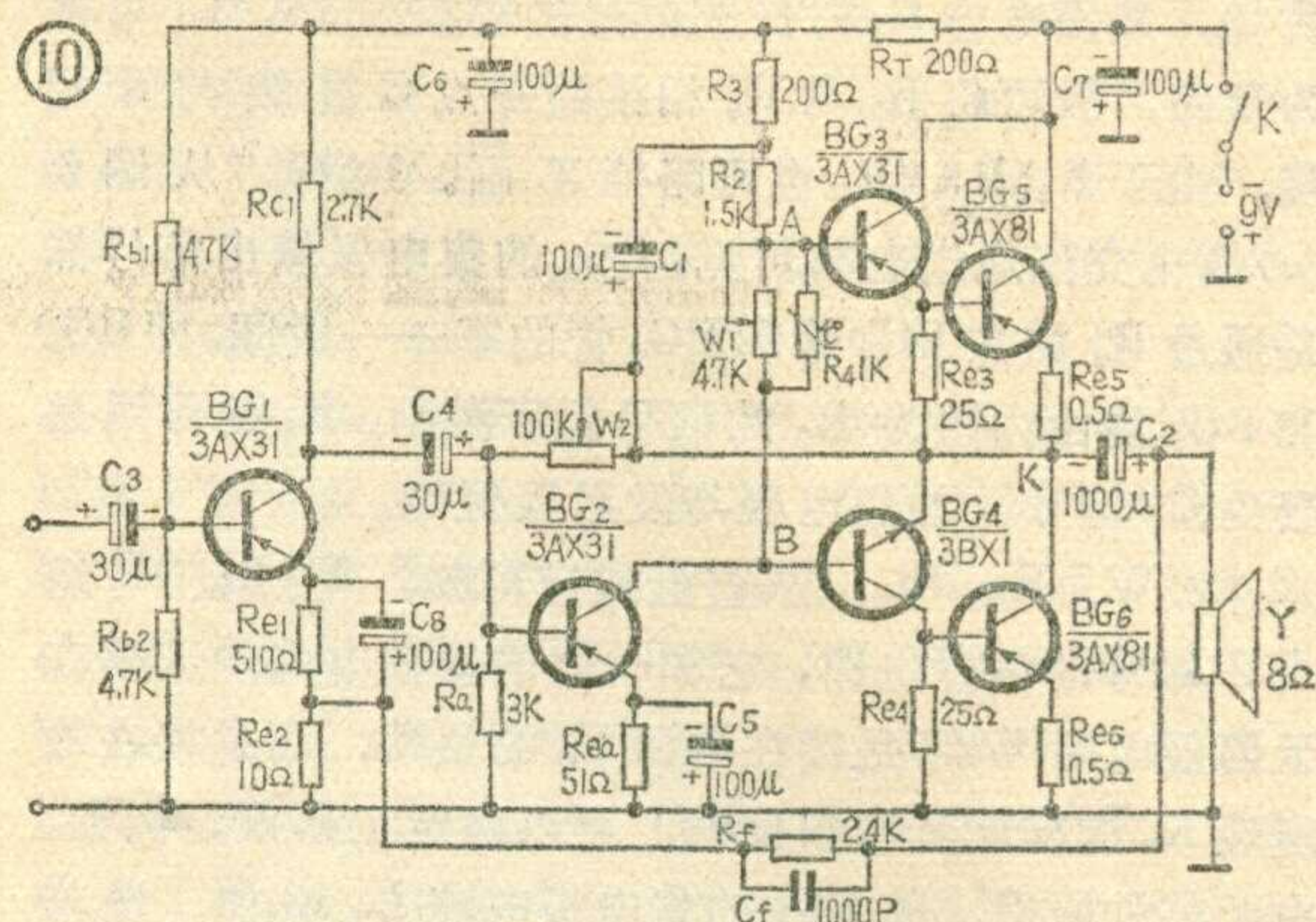
复合管是把两个（或两个以上）晶体管的适当电极直接连接起来成为一个管子使用。一般有两种连接方式：（1）是由两只导电特性一致（都是 PNP 或都是 NPN）的管子构成，如图 8 (a)；（2）是由导电特性不同的管子（NPN 和 PNP）构成，图 8 (b)。

由图 8 (a) 可知，复合管的电流放大系数  $\beta$  近似等于两只管子  $\beta$  值的乘积  $\beta \approx \beta_1 \cdot \beta_2$ 。这是因为  $BG_1$  管的基极信号电流  $i_{b1}$  经  $BG_1$  放大  $\beta_1$  倍（实际是  $\beta_1 + 1$ ）后成为  $BG_2$  的基极注入电流  $i_{b2}$  ( $i_{b2} \approx \beta_1 i_{b1}$ )，它又被  $BG_2$  再次放大  $\beta_2$  倍，得到  $\beta_2 \beta_1 i_{b1}$ ，因此，从  $BG_2$  的集电极所得到的信号电流  $i_{c2}$  是  $i_{b1}$  的  $\beta_1 \cdot \beta_2$  倍。所以，复合管总电流放大系数为两管放大系数的乘积。



另外由图 8 (b) 可知，当不同导电特性管子组成复合

管时，复合管的导电特性取决于第一只管子， $\beta$  值仍近似等于两管  $\beta$  值的乘积。



管时，复合管的导电特性取决于第一只管子， $\beta$  值仍近似等于两管  $\beta$  值的乘积。

在推挽功放电路中，为了减小小信号的交越失真，在静态时，必须使组成复合管的  $BG_1$  和  $BG_2$  都有一定静态电流。为此，在图 8 的基础上加接电阻  $R_e$ ，如图 9。 $R_e$  的作用是：（1）使  $BG_1$  有一定的静态电流；（2）靠  $I_{e1}$  在  $R_e$  上的压降  $I_{e1} R_e$  维持  $BG_2$  的静态电流；（3）加  $R_{e1}$  后还可防止在温度高时由于  $BG_2$  的漏电流  $I_{CBO}$  增大而使复合管失控而无放大作用。因为  $I_{CBO}$  的方向和  $I_{e1}$  相反。本来  $BG_2$  的基极由  $BG_1$  的发射极电流  $I_{e1}$  控制。当  $I_{CBO}$  增大时将使  $I_{e1}$  减小，使  $BG_1$  对  $BG_2$  的控制作用减弱。如果  $I_{CBO}$  增加过大，会完全抵消  $I_{e1}$  而使  $BG_2$  失控，在大功率输出时  $I_{CBO}$  大于  $I_{e1}$  是很可能的。现在加上  $R_e$  后使  $I_{CBO}$  被  $R_e$  分流一部分，从而减轻对  $I_{e1}$  的抵消作用。

加入  $R_e$  后，对信号电流也有分流作用。图 9 中， $BG_1$  射极（或集电极）输出的信号电流  $i_{e1}$  不能全部注入  $BG_2$  的基极，而有一部分从  $R_e$  分流了，降低了复合管的  $\beta$  值。 $R_e$  的数值一般在几十欧到几百欧。

明白了复合管的一般原理，现在来介绍一个复合互补对称推挽功率放大电路的实例，如图 10，它是一台高传真度收音机的低放级。

$BG_1$  是前置放大级。其发射极电阻  $R_{e2}$  上加有从输出端经反馈电阻  $R_f$  和反馈电容  $C_f$  引来的深度负反馈，用以提高音质，但使电路增益有所下降，为了弥补增益的不足，所以加有前置级。如要求输出功率小可省掉此级。这一级是阻容耦合电路， $R_{b1}$ 、 $R_{b2}$  是基极偏置电阻， $R_{c1}$  是集电极负载电阻， $R_{e1}$ 、 $R_{e2}$  是射极电阻，用来稳定此级的工作点。 $BG_1$  的输出经  $C_4$  耦合到  $BG_2$  激励级。

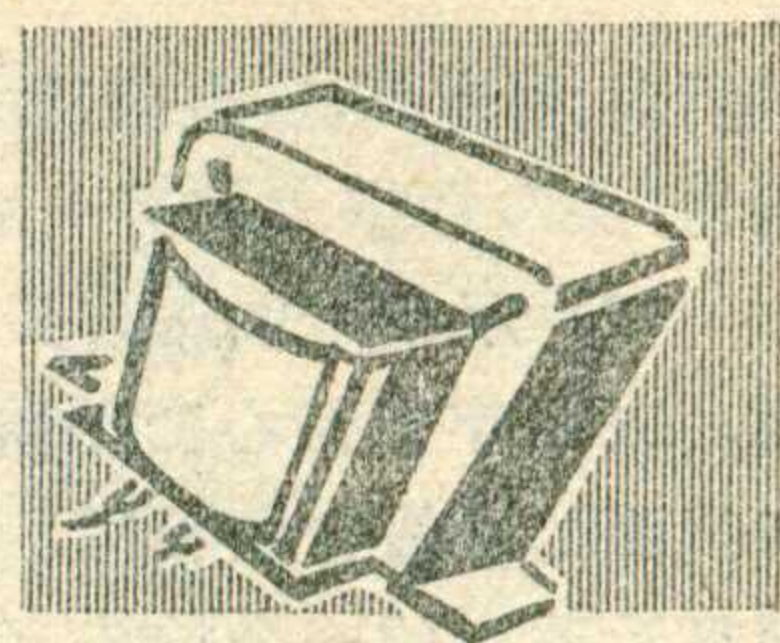
容易看出，这里从激励级以后的电路和图 6 电路基本相同，只不过图 6 中的  $BG_2$  和  $BG_3$  分别用复合管  $BG_3 + BG_5$  和复合管  $BG_4 + BG_6$  代替了。 $R_{e5}$ 、 $R_{e6}$  用来稳定电路工作，通常取  $0.5 \sim 1$  欧；阻值不宜过大，因为它们和扬声器串联，太大了会影响输出功率。在输

(下转第 51 页)



# 变压器的测试

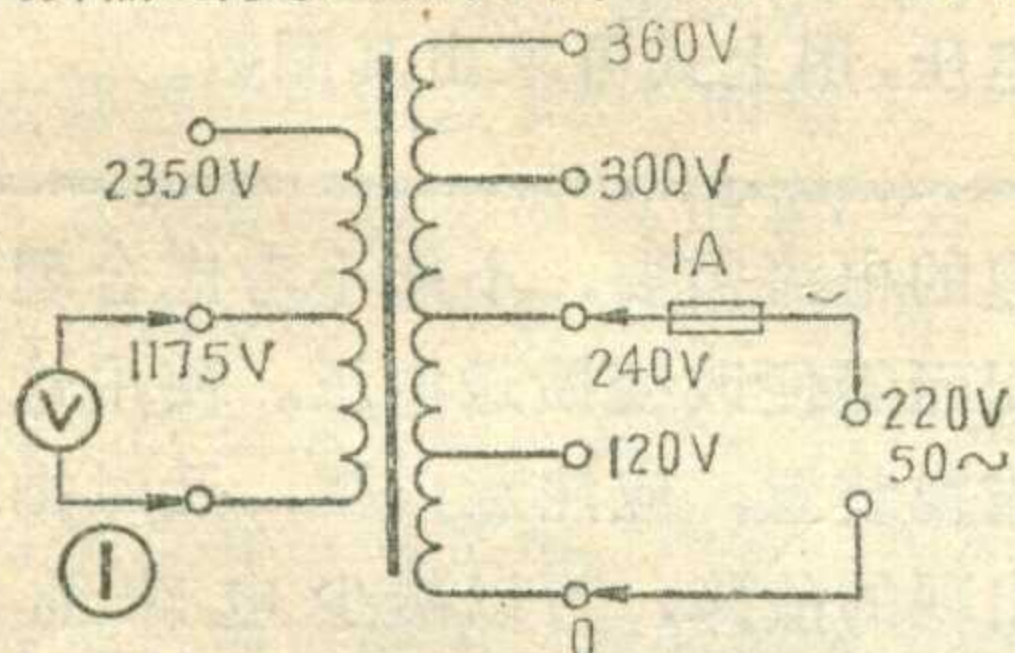
吉广有



## 一、主要故障的测试

**1. 线圈短路的测试:** 对15瓦以上的音频线路变压器、扩音机的输出变压器和电源变压器, 均可用50赫的市电进行检查。为了不致影响总电源, 须串接保险丝。测量检查方法有如下三种:

(1) 检查变压器各线圈和各抽头间的电压(或变压比)。这里以音频输出变压器为例(如图1), 将



220伏、50赫交流电源经过保险丝(0.5~1安)接于变压器次级0和240伏间(因与电源电压接近)。用万用表交流电压档或交流电压表分别量出各组线圈的电压和各抽头间的电压, 并记录。然后, 看实测电压是否符合原设计值, 就能发现故障处。例如测得某部分线圈的电压明显低于额定值(假定接电源一组无故障), 则该部分线圈有短路故障。按图1接法, 变压器初级线圈电压较高, 测量时应特别注意安全, 将线接好再开电源, 测量完毕应先关掉电源。

如果把电源电压从变压器初级线圈加入也可以, 这样操作比较安全, 但须将实测的各电压换算出变压比, 而后与原设计变压比相比较才能判断故障处, 因而费事一些。

(2) 观察发热等现象。如图1, 变压器接电源的一组线圈须加额定电压。如果变压器某组线圈严重短路,

线包和铁心温度将迅速升高, 甚至烧断保险丝。如是较轻的局部短路, 在空载加电源几分钟后, 线包和铁心总会有温升感觉(发热烫手)和出现焦味。此外, 也可采用在变压器初级串联一个灯泡(100瓦/220伏)的方法来检查。如果灯泡很亮, 说明变压器有局部短路故障。

(3) 检查空载损耗。这时, 在图1电源回路中要串接一只交流电流表。测量出变压器的空载电流 $I_0$ , 即可计算出空载的功率损耗为 $P_0 = UI_0$ ( $U$ 为实际所加的电源电压)。正常变压器的空载损耗主要是铁心的磁滞和涡流损耗, 其值很小。如实测这种损耗的数值为该变压器额定功率的5~15%, 且无明显温升感觉, 则说明变压器无短路故障。

此外, 对于扩音机输入变压器的检查, 因有工作电压低、功率小的特点, 故适合采用检查变压比的办法。从音频信号发生器送出1000赫电压, 测量各抽头电压, 检查变压比或阻抗比 $Z_1/Z_2 = (N_1/N_2)^2$ 是否符合设计数据, 以判断故障。

**2. 线圈断线的测试:** 用万用表分别测量变压器每个线圈和线圈的相邻两个抽头间是否通路的方法进行检查。如果某组不导通, 即有断线故障。

**3. 绝缘测试:** 各线圈之间以及线圈对铁心间绝缘的测量, 实际上也就是检查变压器各组线圈在较高

工作电压下的耐压及绝缘情况。测量一般音频或电源变压器, 须用500伏规格的兆欧表, 测量工作电压较高的变

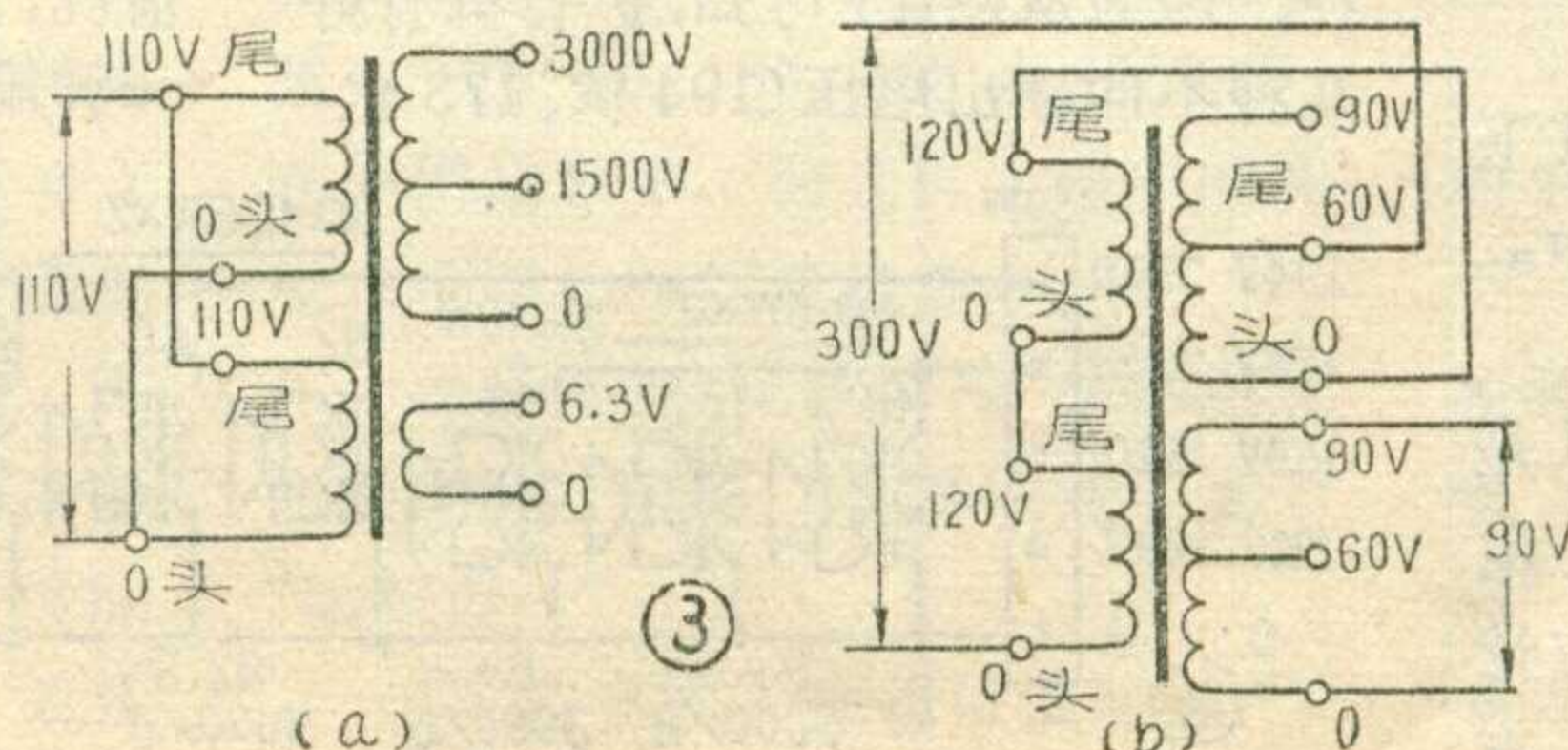
压器, 则应使用1000伏或更高规格的兆欧表。测量时, 兆欧表的两根表线分别接在被测的两个线圈上或者线圈与铁心上, 如图2所示。绝缘电阻要求在500兆欧以上。若被测变压器某两组线圈间或线圈对铁心间绝缘电阻太低, 则说明绝缘不良或有严重漏电故障。

利用万用表欧姆档可检查变压器线包是否严重漏电或碰铁心, 但不能测量变压器在较高工作电压下的绝缘电阻和跳火故障。

## 二、线圈相位的测量

一个具有多组线圈和多抽头的变压器, 当把某两组线圈做串联或并联使用时, 除考虑额定电压和电流容量外, 还须注意各线圈电压间的相位关系, 务必做到“正相”连接, 即当两个线圈串联时, 必须“头”、“尾”相连; 并联时, 必须分别将“头”与“头”、“尾”与“尾”相连, 如图3所示。图3a是电源变压器初级线圈并联; 图3b是线路变压器的串联接法。如果连错, 将会无电压输出, 甚至会烧坏变压器。识别变压器各线圈“头”、“尾”的方法有三:

(1) 观察接线端子标明的数字。每组线圈上写“0”的端子如果称“头”, 则写电压(或电阻)数值的另一端子就称为“尾”。对于有多个抽头的线圈, 如欲判断其中某两个抽头的“头”、

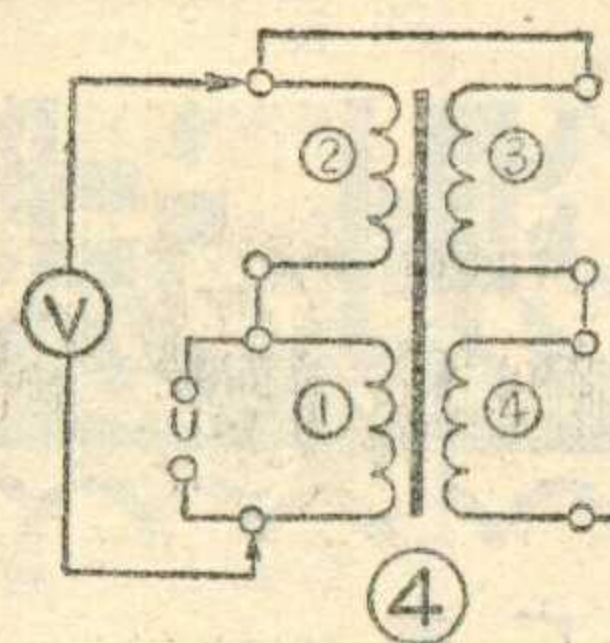




“尾”时，则电压(或电阻)数字小的一端为“头”，数字大的另一端为“尾”。

(2) 观察线圈两抽头的实际排列。以 E 字形铁心变压器为例，设各线圈的绕线方向相同，则每个线圈靠近铁心的一个抽头(起端)可称为“头”，离铁心较远的另一抽头(末端)则称为“尾”。

(3) 加电测量法。不使用上述方法检查的变压器，可采用加电测量法。先把各线圈串联起来(图4)，在其中一组加50赫或1000赫电压，其值应小于线圈额定电压，然后用万用表交流电压档依次测量每两个线圈的串联电压，如果测出的电压不增高，说明“反相”连接了，可将其中一组线圈的两头调换一下，改成“正相”连接；如果串联电压高于其中任何一个，说明是“正相”连接了。



如图依次测出①与②组、②与③组、③与④组的串联电压后，即可按照“正相”串联

是头尾相连的原理确定各组的头尾来。

这里要指出：所谓“头”与“尾”是为区别线圈电压相位而假定的。我们用加电测量方法确定的“头”(或“尾”)，不一定与前两法确定的相同，即可能把“头”认成“尾”，但这无关紧要，完全不影响对线圈的正确连接。

### 三、线圈圈数的测量

如要知道变压器的圈数，可采用电压测量法估算。先将被测变压

器铁心拆下，用细漆包线(使厚度小些)在原线包外层绕100圈后再插上铁心。然后，在原线圈上加入50赫或1000赫的适当电压(应低于额定值，一般不超过30伏)，用万用表交流电压档分别测量出原线圈电压  $U_1$  及新绕线圈的电压  $U_2$ 。

变压器的电压比等于其圈数比，即  $U_1/U_2 = N_1/N_2$

测出  $U_1$ 、 $U_2$  之值后，就可用上式算出原线圈圈数。

例1：某变压器上新绕100圈，当原线圈输入5伏交流电压时，在新绕线圈上量得电压为0.25伏，求原线圈圈数。

解：  $N_1 = N_2 \cdot U_1/U_2 = 100 \times 5/0.25 = 2000$  圈

同理，可分别测出其他线圈的电压，用上式可求出其圈数。

(上接第36页)

的线路发生短路时，红灯a都能相应地发出不同程度的亮光(即  $I \geq 100$  毫安)，必须将  $r_a$  选在下面范围内：

$$\frac{180}{0.15} \leq r_a \leq \frac{180}{0.1} - 108.2 \times 2.5$$

$$1200 \leq r_a \leq 1530$$

要使整个A指示段内发生短路时电珠都能相应地发亮， $r_a$  取其下限选定为1200欧。

红灯b的降压电阻  $r_b$ ，是控制红灯b在2.5公里到5公里范围内的线路发生短路时，能发出红光到白光(即  $100 \text{ 毫安} \leq I \leq 150 \text{ 毫安}$ )，若设计要求在2.5公里前的线路发生短路时，让音频电流把红灯b烧毁(即  $I \geq 150$  毫安)，则必须将  $r_b$  选在下列范围内：

$$\frac{180}{0.15} - 108.2 \times 2.5 \leq r_b \leq$$

$$\frac{180}{0.1} - 108.2 \times 5$$

$$929 \leq r_b \leq 1259$$

与红灯a的调节同理，也是取其下限， $r_b$  选用929欧。 $r_c$  的设计与  $r_a$ 、 $r_b$  相似，选定为659欧。

降压电阻的功率 ( $P = I^2 R$ ,  $I$  是外线短路时通过红灯的最大电流)，按  $r_a = 1200$  欧、 $I = 150$  毫安计算应该是27W。但实践证明只有

该数值的60%就可以了。因为音频电流的频率不是固定的，是时刻在变化的。其电热效率比直流电或其他固定频率的交流电都低。该线路的  $r_a$ 、 $r_b$ 、 $r_c$  可合用一个1.2千欧、15瓦的线绕可变电阻，从中取出合适的阻值作为  $r_b$ 、 $r_c$ 。

装置这种线路分段监视电路，应该在搞好合理匹配的前提下进行，不能让合理匹配服从于监视灯

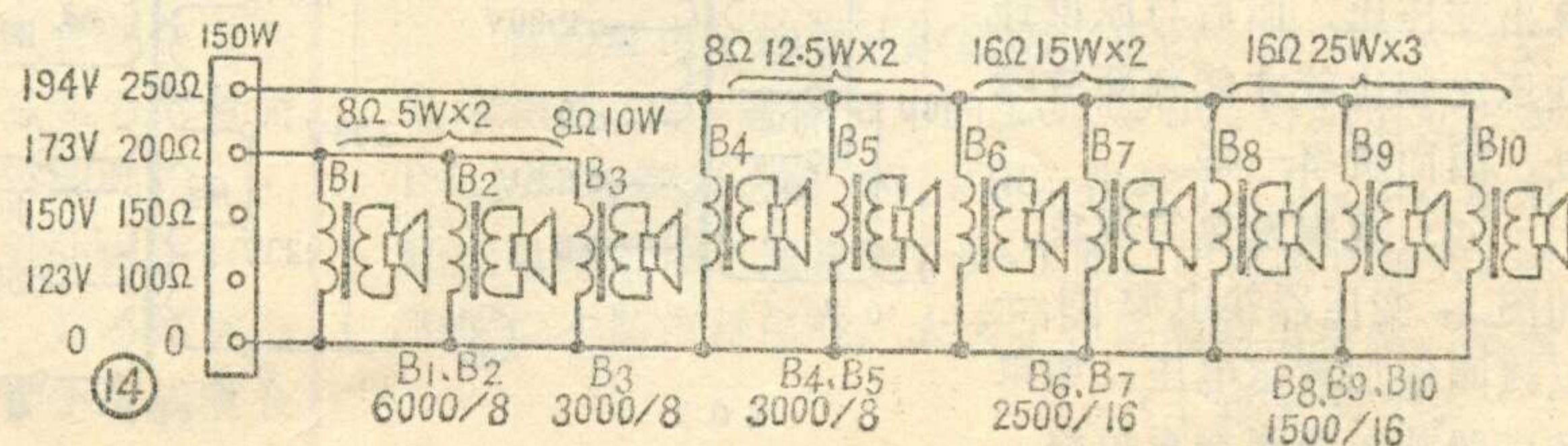
泡的电流需要，不能不考虑合理匹配而随便改变馈送电压。使用这种监视装置，应注意监视，及时排除出现的故障，可以减少电珠的消耗。这种装置还能灵敏准确地反映出线路负载量的变化，有助于观察线路负载情况；并可起到过载保险丝的作用，可以节省保险管。但应注意，采用这个装置，必须线路各处接点以及小电珠与插座接触可靠。

(上接第34页)

②查表1得知25瓦、15瓦、12.5瓦、10瓦、5瓦各种喇叭的工作电压分别为20伏、15.5伏、10伏、8.94伏、6.33伏。查表3得出扩音机各端子的电压值，如图14所示。

③查表2选线间变压器。这主要是选择变压器初级电压，使它与扩音机输出电压相等。从表2来看符合这一要求的变压器并不止一种，因为从图14可知，扩音机有好几种不同输出电压(194伏、173伏、

150伏、123伏)的端子可接。例如，适合15瓦/16欧喇叭需要的变压器可以有四种：其功率容量均应  $\geq 15$  瓦；其初、次级电压比分别为194伏/15.5伏、173伏/15.5伏、150伏/15.5伏、123伏/15.5伏；相应的阻抗比为2500欧/16欧、2000欧/16欧、1500欧/16欧、1000欧/16欧。其他几种喇叭也各有几种线间变压器可以选用，不再赘述。因此，可根据实际情况，灵活选用。图14仅是其中的一种配接方式。





# 通用示波器的使用方法

上海无线电廿一厂技术组

## 基本操作

在开始使用示波器前, 首先应检查装在后面(或侧面)的电源变换装置, 它的位置是否与供电电源电压相适应。这种变换实际上是改变电源变压器初级的两个绕组的连接方法, 220V 时串联使用, 在 110V 时改变成并联使用。在 110V 时, 示波器进线电流较 220V 时增大一倍, 其保险丝也必须换用 5A 的。然后接通电源, 开启开关。此时, 面板上的指示灯即应发亮, 机内并无冒烟及异常的亮光、声音, 预热 5 分钟后即可使用。此时面板上的控制旋钮应作如下的调节:

“Y 轴移位”与“X 轴移位”旋钮应置于旋转范围的中心位置; “辉度”旋钮顺时针方向逐渐旋转, 使荧光屏上有适宜的亮度; 再旋转“聚焦”旋钮, 使图象清晰; 并可配合调节“辅助聚焦”使得图象在荧光屏有效工作面的任何位置上都比较清晰且亮度适宜。这些调节也可以在输入被测信号后进行。

调节和使用中都应注意亮度适宜, 且光点不能停留在一点上, 以免烧坏示波管的屏幕。

示波器的“Y 轴输入”端设有一个“L<sub>16</sub>”型高频插座和一个接地插孔, 用导线将被测信号的“地”与示波器的接地插孔连接, 被测点与高频插座中心连接。在输入插座与 Y 轴前置放大级之间, 机内接有隔直流电容器, 其击穿电压为 250V, 因此, 输入电压的直流值加上交流电压峰值不能超过 250V, 否则, 可能使电容器击穿而损坏示波器。如要

测量高于 250V 的电压时, 必须使用外接衰减器。

为了减少示波器对被测电路的影响, 可使用探极。把探极的插头插入示波器的插座, 探极上的鳄鱼夹与被测信号的“地”连起来, 触针与被测点相接触。探极相当于一个衰减倍数为 10 的衰减器, 输入信号先经过这个衰减器衰减, 再加入到“Y 轴输入”插座。探极的最大输入电压不能超过 400V。

当被测信号足够大, 其峰峰值为 20V~100V 的一对推挽信号时, 也可将这两个信号用香蕉插头加在示波器后面的 Y<sub>1</sub>、Y<sub>2</sub> 插孔中, 不经过放大器而直接加到示波管垂直偏转板。这样还能使测试的频带范围超过 10MHz。

“Y 轴选择”一般应置于“1MΩ”位置。当仅需要与“75Ω”阻抗匹配(如测试特性阻抗为 75Ω 电缆)时, 才将其置于“75Ω”位置。

示波器的 Y 轴灵敏度不低于 25mV/cm, 表示峰峰值为 25mV 的信号, 在荧光屏上显示出 1cm 高度的图像, 8cm 则对应着 200mV 信号。加上微调的因素, 在荧光屏有效工作面高度为 8cm 范围内可以不失真的显示 660mV 的信号。超过 660mV 的输入信号必须利用“Y 轴衰减”开关的转换将其相应地衰减 3、10、30、100、300 或 1000 倍。在使用过程中, 荧光屏上图象的高度均不得长时间超过 8cm。

当需要把“比较信号”显示在荧光屏上时, 可将“Y 轴选择”置于“比较信号”。

“Y 轴增幅”旋钮可使经过“Y

轴衰减”衰减后的图象高度再作一定的调节, 起微调的作用。其调节范围不低于 3.3 倍, 因而能保证“Y 轴衰减”倍数的覆盖。

“X 轴选择”一般应置于“扫描”位置, 仅当要看李沙育图形等, 而要使波形随外接 X 轴信号而在水平方向移动时, 可在“X 轴输入”接线柱输入有关信号。根据信号的大小, 由“X 轴选择”开关上选用相应的衰减倍数。

“X 轴增幅”系控制 X 轴放大器的增益大小。当“X 轴输入”外接信号时, 依信号的大小, 适当调节“X 轴增幅”旋钮, 使其在荧光屏的图象能得到需要的幅度。

“扫描时间”与“扫描微调”的选择, 由被观测脉冲持续时间或重复频率的不同来决定。例如: 宽度为 50μs 重复频率为 5KHz 的矩形脉冲, 当“扫描时间”置于 10μs/cm 档级(“扫描微调”于校正)时, 荧光屏上呈现约 5cm 宽的单个矩形脉冲。又例如: 重复频率为 5KHz (周期为 200μs) 的矩形脉冲, 当“扫描时间”置于 100μs/cm 时, 荧光屏上就能看到 5 个周期的波形, 两个相邻脉冲之距离约为 2cm。因此, 由扫描时间与荧光屏上的距离, 可获得脉冲宽度及重复频率之近似值。

“扫描微调”可使扫描时间增大约 10 倍。

要能在荧光屏上得到一个稳定而清晰的波形, 必须调节“触发增幅”和“稳定调节”, 首先将“触发增幅”置于反时针到底位置, 慢慢地顺时针方向调节“稳定调节”, 使其



在荧光屏上得到一个扫描波形，因扫描波形未与信号同步，因此，不能使所显示的图形在荧光屏上停留，此时，继续顺时针方向旋转“稳定调节”让波形刚刚消失，扫描发生器的工作点已调节在临界状态，再顺时针调节“触发增幅”，加大同步电压，直至在荧光屏上得到一个稳定而清晰的图形。

“扫描扩展”在一般情况下，应置于校正位置。当需要仔细观察复杂波形中某一局部区域时，便将扫描扩展顺时针方向打开，于是在荧光屏上的波形约被扩展5倍。且能随“扫描扩展”旋钮的顺时针旋转，波形将由右向左移动，直到所需观察的部分出现在荧光屏的正中为止。

“触发选择”可选择触发信号的来源及极性，“内”触发信号取自Y轴放大器中的被测信号，还可按被测信号之正负极性选择内+或内-。“外”触发信号来自“触发输入”引入的信号，根据该信号的正、负极性，适当选择外+或外-。当被观测信号与电源频率有关，例如观测直流电源中所含有的纹波电压时，可使用“电源”触发。

当使用外界信号进行触发、同步时，可将不小于0.5V（峰峰值）的信号接至“触发输入”接线柱，使示波器的扫描被此信号同步。

“时标”用来测量信号的时间关系，可使波形被时标调辉，根据时标的点数及每点代表的时间而得到波形上段的时间。

“Z轴输入”用来使波形被外接信号调辉。

“扫描输出”通过接线柱输出之正向锯齿波，可供给外电路作线性时基或触发、比较之用。

“标尺亮度”是调节和改变荧光屏上座标刻度的亮度和不同色别的装置，调节标尺亮度可发出黄色或红色的亮光，供观测和拍摄波形用。

## 检 查

示波器在使用之前，必须进行

一次检查。开启电源后，面板上的控制旋钮应置于表中所示位置。

辉度、聚焦、辅助聚焦、X轴移位、Y轴移位、X轴增幅等控制器所处的位置，前面已有说明，这里不多介绍了。

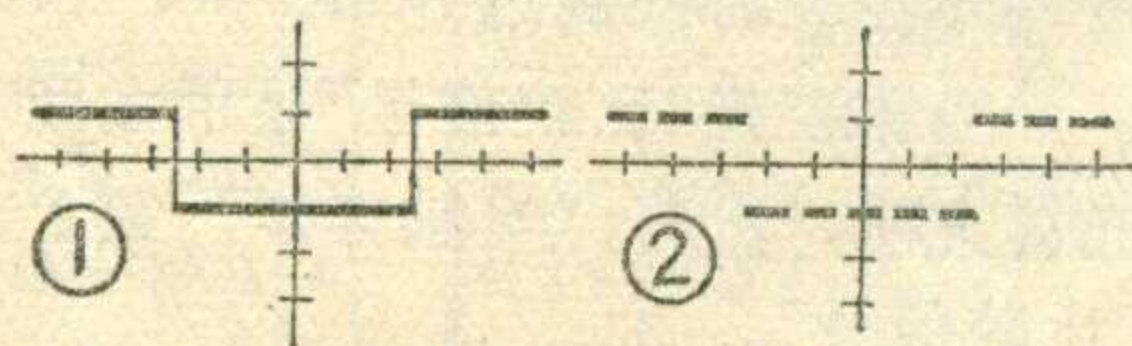
控制旋钮名称	所 处 位 置
Y 轴 选 择	比较信号
Y 轴 衰 减	1
Y 轴 增 幅	逆时针旋足
时 标	关
比 较 信 号	0.15
X 轴 选 择	扫描
扫 描 时 间	100 $\mu$ S
扫 描 微 调	校正
触 发 选 择	内+
扫 描 扩 展	校正
触 发 增 幅	逆时针旋足
稳 定 调 节	逆时针旋足

示波器控制旋钮置于上述工作位置后，仪器即处在待触发扫描状态。顺时针旋转“稳定调节”，使荧光屏上出现扫描线，再顺时针方向逐渐旋转使其刚刚停扫（此点称为待触发点），然后再顺时针调节“触发增幅”即可得到稳定的方波，如图1所示。

(1) 从波形的稳定来看，说明触发放大器工作是正常的。

Y轴输入的比较信号其频率是1KHz，又是较对称的方波，所以脉冲宽度应为500 $\mu$ S，从方波显示的宽度为5cm左右，可知此档级的扫描速度100 $\mu$ S/cm亦是正确的。

(2) 将“时标”置于100 $\mu$ S位置时，荧光屏上之波形立即改变如图2所示的波形。可证明方波宽度



为500 $\mu$ S。

(3) 将“扫描微调”旋钮逆时针方向逐渐旋转时，可看到波形在水平方向上逐渐压缩，直至使方波的宽度小至5mm以下，说明“扫描微调”作用是正常的。

(4) 此时，再将“扫描时间”置于10 $\mu$ S/cm时，可看到波形又突然拉宽，方波的宽度不超过5cm。

(5) 将“扫描微调”置于校正位置，“扫描时间”置于1000 $\mu$ S/cm位置时，宽度约为5mm。

顺时针旋转“扫描扩展”旋钮时，能拉开波形，宽度约可达2.5cm。

在进行上述各条的调节时，可能产生波形的不对称，则可重新调节“稳定调节”和“触发增幅”两旋钮。

通过上述的检查可说明10、100、1000 $\mu$ S/cm三档“扫描时间”及“扫描扩展”都是正常的。至于0.1及1 $\mu$ S/cm两档的检查要送入频率较高的信号后才能进行。

(6) 逐渐改变比较信号的输出幅度，由0.05~50V，同时应逐档改变Y轴衰减倍数，由1~1000时，可看到显示的波形幅度皆不小于2cm。说明各档比较信号的输出幅度及Y轴衰减倍数都是正确的。

## 测 量

(1) 波形幅度的测量：

将0.5V比较信号显示于荧光屏上，调节“Y轴增幅”使幅度为5cm，可得此时的灵敏度为0.1V/cm（峰峰值），然后，将“Y轴选择”置于“1M $\Omega$ ”，若被测波形显示的幅度为3.2cm则可知其幅度为：3.2cm  $\times$  0.1V/cm = 0.32V

若使用探极，则还应将测得的幅度乘以十倍。

(2) 时间的测量：

调节各旋钮，让显示的波形清晰后，再旋转“时标”旋钮至合适位置。每点时标代表的时间乘以点数，即可得被测波形上相应二点之

(下转第49页)



# 修理收音机的助手 信号寻迹器

北京市少年宫科技组

很多无线电爱好者，在检修收音机时，往往为了寻找故障、确定故障发生的部位，化费了很长时间。若修理经验不多，还容易烧坏管子、损坏元件。我们这里介绍的“信号寻迹器”，可以帮助无线电爱好者在检修收音机时，方便地发现和确定收音机发生故障的部位。

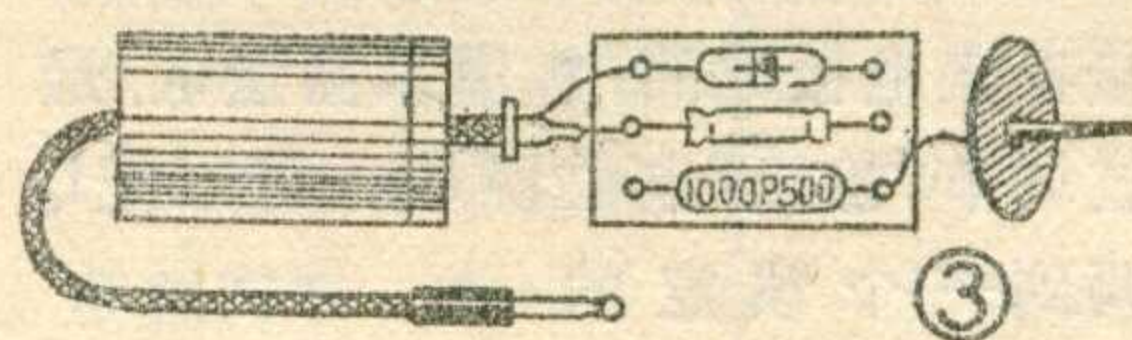
“信号寻迹器”是由一个扩音器和一个晶体二极管检波器组成的。

扩音器的电路如图1所示。可以按此图装或者用现成收音机上的扩音部分，这时只要把检波器插头插入收音机上的拾音器插孔即可。扩音器的作用是把经检波器检波后的音频信号进行放大，推动扬声器。

检波器电路如图2所示。当高频信号通过检波器时，它起检波作用；当音频信号通过检波器时，从检波器输出的音频信号产生了失真，但这种失真我们一般听不出

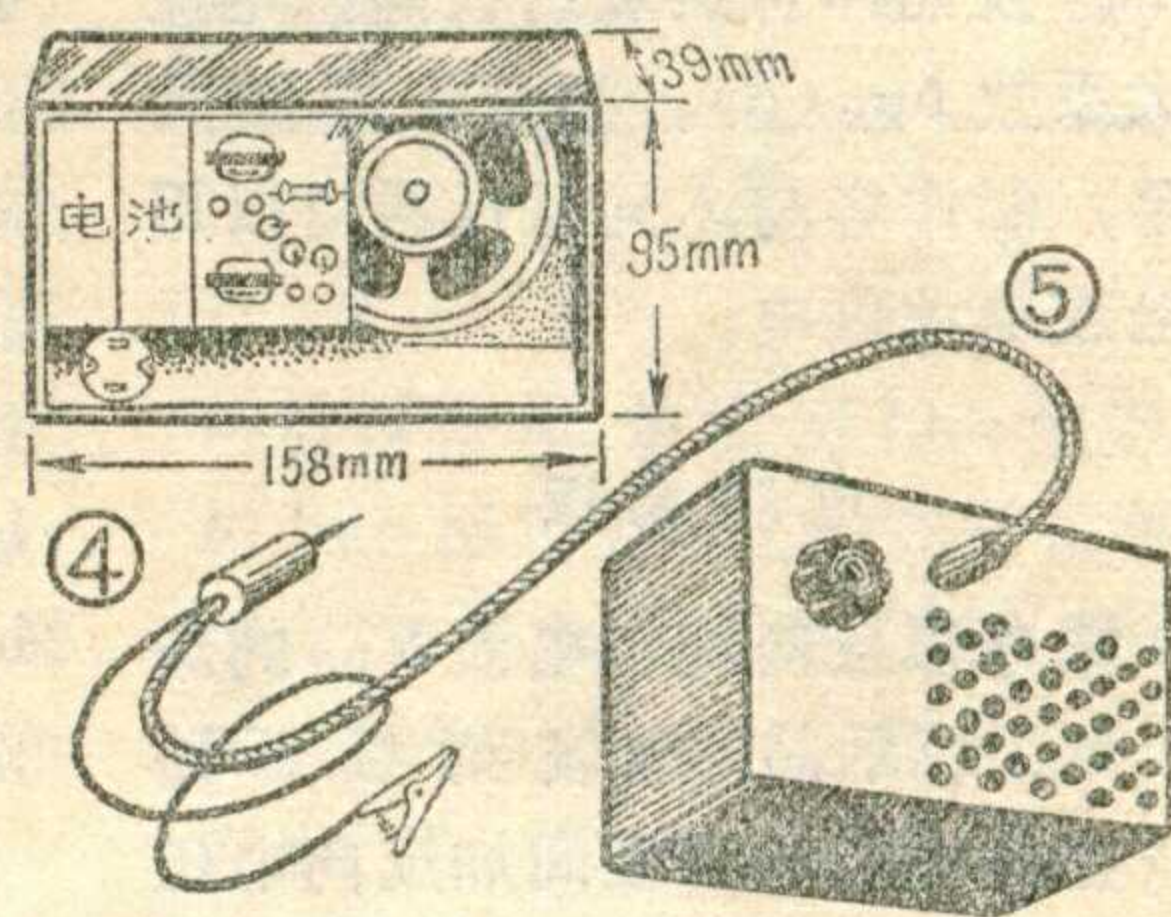
来，因此并不影响对收音机的检测。

安装检波器探头时，先把检波器元件焊接在一块15毫米×25毫米×1毫米的胶木板上， $R_6$ 是在调整后确定的，我们这个仪器选 $R_6$ 为9.1千欧。然后再把这块胶木板装在一个铝圆筒内屏蔽起来。这个铝圆筒我们是用废旧的铝壳电解电容器的外壳。先把电容器的封口慢慢撬开，挖出里面的东西，撬时要小心，不要弄坏上面的胶木圆片。胶木圆片中心的铝铆钉要用锉刀慢慢锉平，退出铝铆钉，换上一个内径2毫米的空心铆钉。再用一根长55毫米、直径2毫米的铜丝，一端焊牢在空心铆钉上，另一端



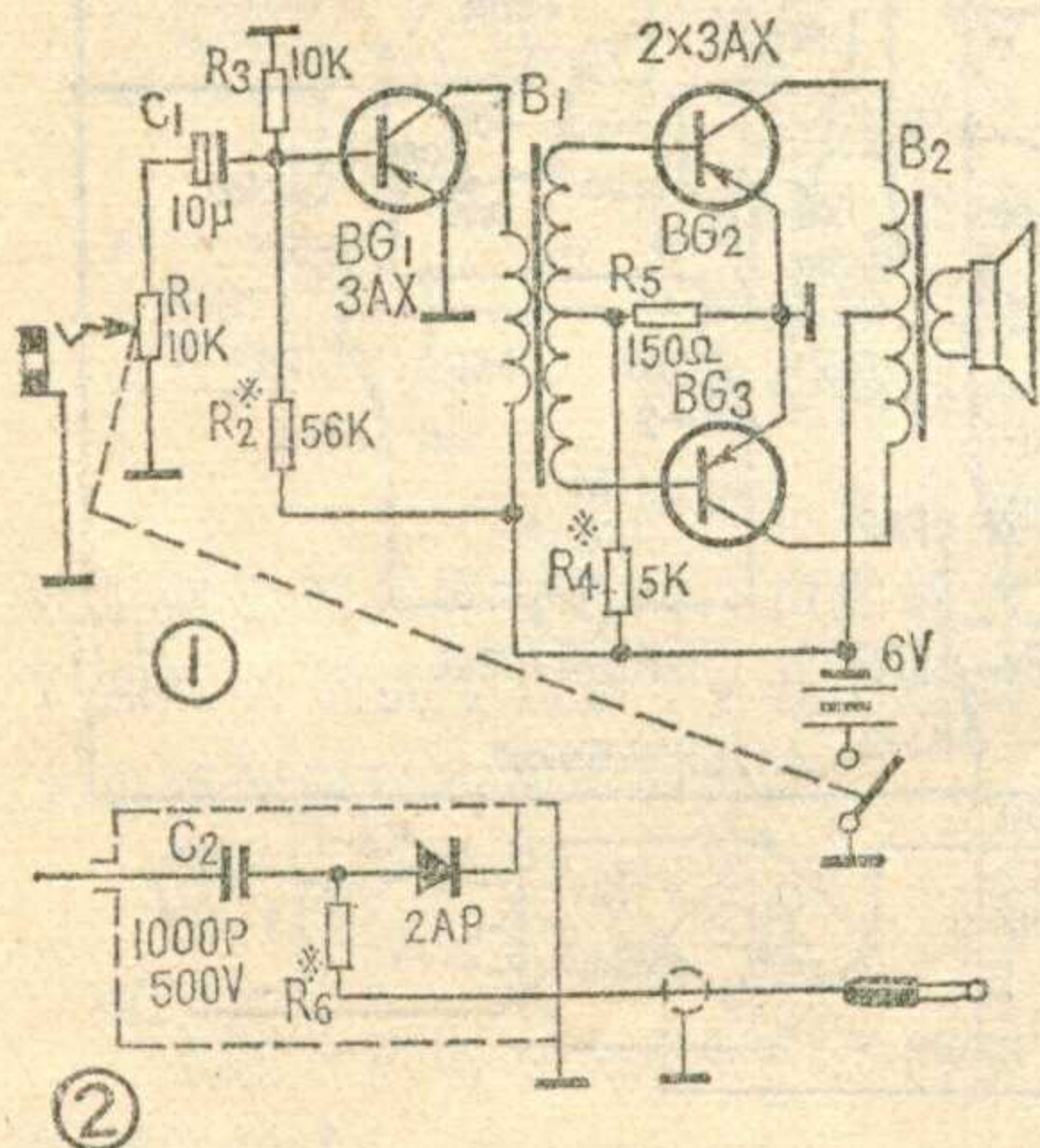
整个检波器的组装如图3所示。在把检波器装进铝壳之前，应先在壳内壁套上一层牛皮纸，以防检波器与铝壳短路。检波器装进后，再把胶木圆片盖上，铆好。为防止隔离线与铝壳间的松动，可在隔离线引出处绕上几圈铜丝，并用锡与隔离线焊牢。另外，在此处再焊上一根长约为450毫米的软线，软线的另一头接一个鳄鱼夹子，这样整个检波器探头就做好了。

扩音器电路元件先焊接在一块48毫米×60毫米×1.5毫米的胶木



板上。电位器 $R_1$ 用体积大一些的10千欧电位器为好。我们把扩大器部分装在一个158毫米×95毫米×39毫米的自制木盒里，元件装配如图4所示。图5是整个仪器的外形图。

使用时，先把鳄鱼夹子夹在有故障的收音机地线上，一般是电源的正极。然后打开收音机及信号寻迹器的电源，由前级逐级向后检查。先用触针去触收音机的晶体管的集电极，即晶体管的输出端，然后旋动调谐电容，如寻迹器发出了电台的播音，则说明这一级没有故障，如果触到哪一级没有电台播音，则说明该级发生了故障，查看这级的元件，并检查该级电路的焊接等情况，即可排除故障。



端用锉刀锉尖，做成触针。把检波器 $C_2$ 的输入端用一段软导线与触针的尾端焊接起来。在检波器的输出端接一根长约750毫米的金属隔离线，隔离线的心线接在电阻 $R_6$ 上。然后在铝壳底部中心处打一个直径约为3.5毫米的小眼，把检波器装入铝壳内，隔离线从铝壳底部的小眼引出，并在引出线的头上接上一个耳机插头。为了在使用时不至把检波器拉坏，要在离检波器约5毫米处的隔离线上绕几圈铜丝，用锡焊牢。

## 实验室



# 简易晶体管测试仪

冯继成

简易晶体管测试仪可以测量NPN型及PNP型小功率晶体管的集电极反向饱和电流  $I_{cbo}$ 、穿透电流  $I_{ceo}$  及晶体管共发射极静态电流放大系数  $h_{FE}(\beta)$ 。整个仪器结构简单，制作容易，同时仪器可以用市电或电池供电。

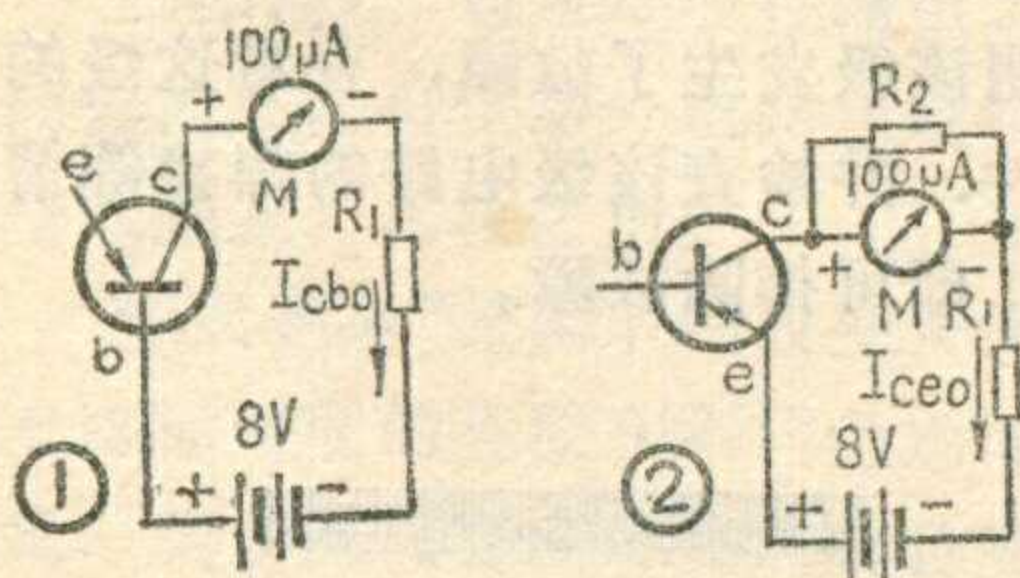
## 电路原理

**集电极反向饱和电流  $I_{cbo}$  的测量**  $I_{cbo}$  表示晶体管发射极开路时，在集电极和基极间加反向电压时所产生的电流。测量的原理线路见图1。图中  $R_1$  是限流电阻，取值100欧左右。

**穿透电流  $I_{ceo}$  的测量**  $I_{ceo}$  表示晶体管基极开路时，集电极与发射极之间的反向电流，也叫穿透电流。测量的原理线路见图2。 $I_{ceo}$  数值较  $I_{cbo}$  为大，所以必须在电表两端跨接分流电阻  $R_2$ ， $R_2$  可按下式计算：

$$R_2 = \frac{R_m}{\frac{I_n}{I_m} - 1}$$

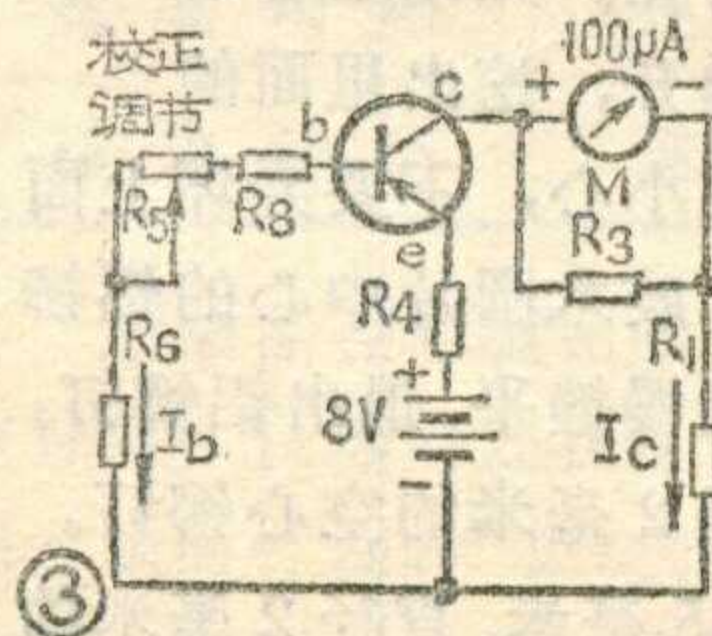
式中  $R_m$  为表头内阻； $I_m$  为电流表的量程； $I_n$  为扩展后的量程。在本



仪器中， $I_m$  为100微安， $R_m$  为763欧， $I_n$  为1毫安，所以  $R_2 \approx 85$  欧。

**共发射极直流放大系数  $h_{FE}$  的测量** 在静态状态下晶体管的集电

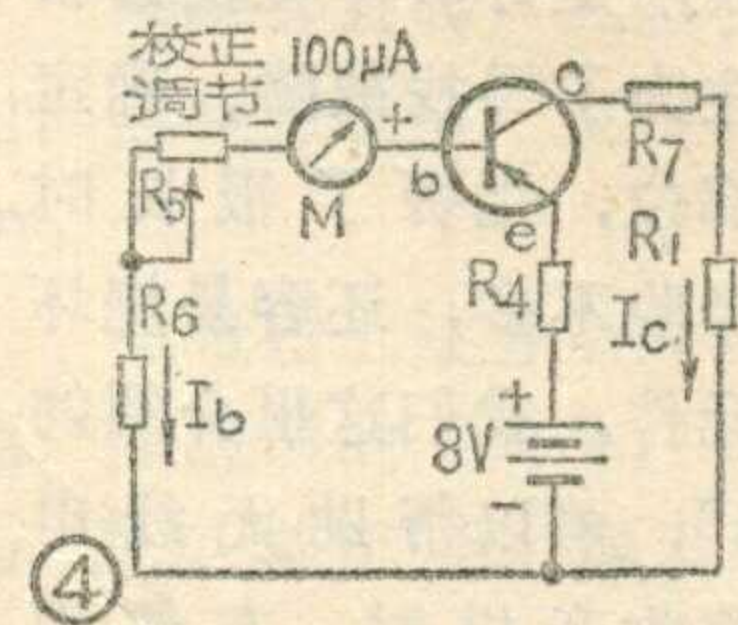
极直流电流  $I_c$  与基极直流电流  $I_b$  的比值称为共发射极直流电流放大系数，用公式  $h_{FE} = \frac{I_c}{I_b}$  来表示。从公式可以看出，在测量电路中只要固定  $I_b$  和  $I_c$  中的一个电流，通过对另一个电流的测量，就可以得到相应的  $h_{FE}$ 。我做的这个仪器，是采用固定  $I_c$  的方法，因此  $h_{FE}$  与  $I_b$  是反比关系，同时因为表盘上  $h_{FE}$  的刻度亦不均匀， $h_{FE}$  在100范围内，刻度间隔大，读数较准确，



这正是我们测试中所需要的部分。测量  $h_{FE}$  时分两步进行。首先使仪器处在“校正”位置，原理线路见图3。这时电流表是串接在集电极电路中，用来测量  $I_c$ 。通过调节“校正”电位器  $R_5$ ，可以把  $I_c$  调到一个预定的“校正”值上。根据一般晶体管的使用情况，我们选“校正”值  $I_c$  分别为2毫安、1毫安和500微安。因为  $I_c$  较  $I_m$  为大，所以在电流表两端跨接了分流电阻  $R_3 = 40$  欧。调节  $R_5$ ，使电流表指针满偏转时的读数为2毫安。同理调节  $R_5$ ，也可以使电流表指针偏转位置的读数为1毫安及

500微安。“校正”值一旦选定， $R_5$  就不再旋动。然后把仪器转换到测量  $h_{FE}$  位置，原理线路见图4。此时根据串接在基极电路中的电流表所测得的  $I_b$  值，就可算出  $h_{FE}$  的大小。

为了保证电流表转换后，基极和集电极的电路条件不变，在图3中，在晶体管的基极电路中串接了电阻  $R_6$ ，它等效于电流表的内阻  $R_m$ ；在图4中，在晶体



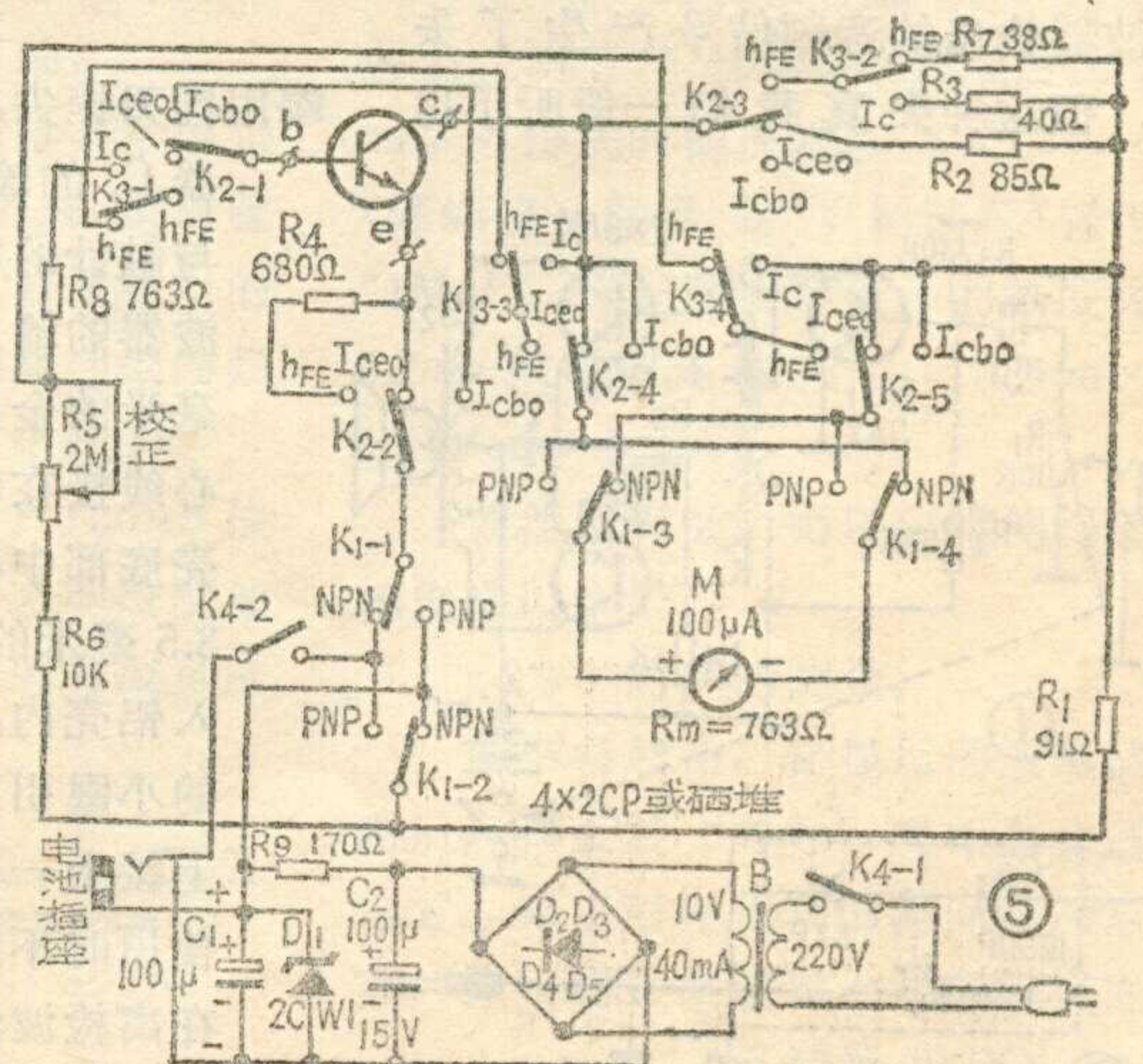
管的集电极电路中串接了电阻  $R_7$ ，它等效于  $R_m$  与  $R_3$  的并联

值，即  $R_7 \approx 38$  欧。

图5是整个仪器的电路图。开关  $K_3$  只有当  $K_2$  处于  $h_{FE}$  位置时，才能完成“校正”及  $h_{FE}$  的测量。电源采用桥式整流电路，输出电压为8伏，亦可以用6伏电池供电。

## 制作与使用

仪器中分流电阻  $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_7$  和  $R_8$  可以用电阻丝绕制。 $R_8$  也可以用碳膜电阻刮去些碳膜的方法改制。制作电阻时，最好用电桥来测试。其余的电阻均为  $\frac{1}{4}$  瓦碳膜电阻。开关  $K_1$ 、 $K_2$  分别用晶体管收





hFE	10	15	20	25	30	35	40	45	50
I <sub>b</sub> (μA)	100	66.6	50	40	33.3	28.8	25.5	22.2	20

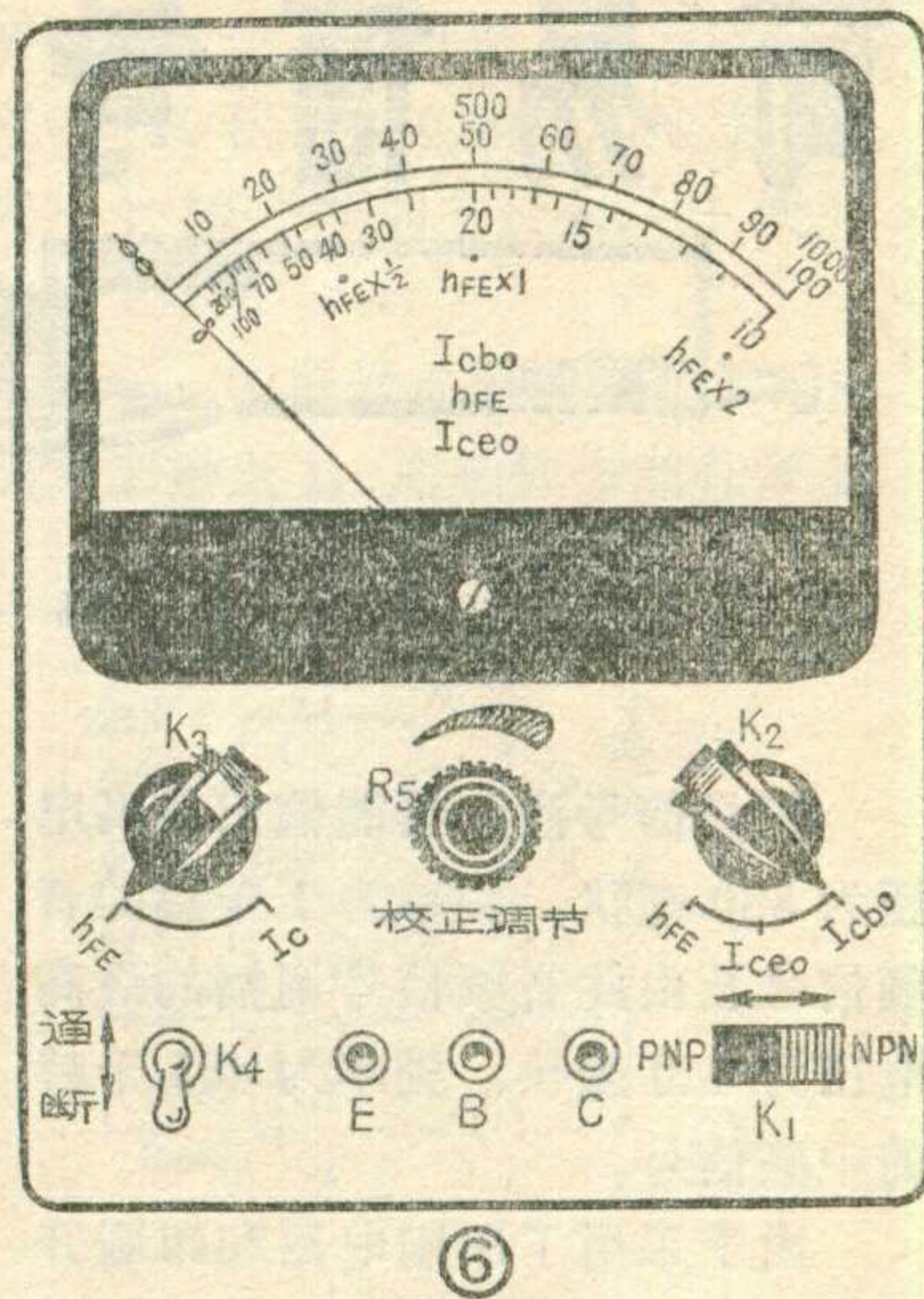
hFE	55	60	70	80	90	100	150	200	∞
I <sub>b</sub> (μA)	18.2	16.7	14.3	12.5	11.1	10	6.6	5	0

音机中的四刀二掷及六刀三掷波段开关。

仪器表盘的画法可参阅本刊74年第一期。为了简便起见，也可以利用表头原来的表盘，分别标出 I<sub>cbo</sub>、I<sub>ceo</sub>、hFE 的标尺刻度可自己绘制。首先固定 I<sub>c</sub> = 1 毫安，根据公式  $hFE = \frac{I_c}{I_b}$ ，给出 hFE 值，算出 I<sub>b</sub> 值，如上表。按着上表绘出 hFE 刻度线。若“校正”值为 2 毫安或 500 微安时，只要将 hFE 标尺刻度上的指针读数乘以 2 或  $\frac{1}{2}$  即可。为了便于记忆，在 hFE 标尺刻度下，分别用符号“· hFE × 2”、“· hFE × 1”和“· hFE ×  $\frac{1}{2}$ ”来表示三个“校正”值时指针所偏转的位置。

仪器的接线及元件排列无特殊要求，读者可自行安排。我做的这个仪器装在一个高为 19 厘米、宽为 16.8 厘米、厚为 9.5 厘米的三用表盒内，面板排列见图 6。

使用时，先将 NPN、PNP 开关 K<sub>1</sub> 放到正确位置上，插上晶体管，接通电源开关 K<sub>4</sub>，把开关 K<sub>2</sub> 放到测 I<sub>cbo</sub> 位置，从 I<sub>cbo</sub> 标尺刻度上读出指针读数即为 I<sub>cbo</sub> 值。然后把开关 K<sub>2</sub> 放到测 I<sub>ceo</sub> 位置，读出 I<sub>ceo</sub> 的值。测量 hFE 时先把 K<sub>2</sub> 放到测 hFE 位置，把开关 K<sub>3</sub> 放到 I<sub>c</sub> 位置（即“校正”位置），旋动“校正”调节电位器，根据所需，使指针停在 hFE × 2、hFE × 1、hFE ×  $\frac{1}{2}$  某一点上，



然后再将 K<sub>3</sub> 放到测 hFE 位置，读出 hFE 标尺刻度上的指针读数，并乘以“校正”点位置的系数，即为所测晶体管的 hFE 了。若在“校正”过程中，I<sub>c</sub> 不随电位器调节而变化，说明被测管已坏。

(上接第 46 页)

间的时间。

时标的点数要合适，太少时读数精度太低，太多时读数较困难。

### (3) 频率的测量:

通过时间测量的方法测出波形的周期，而周期的倒数即为频率。

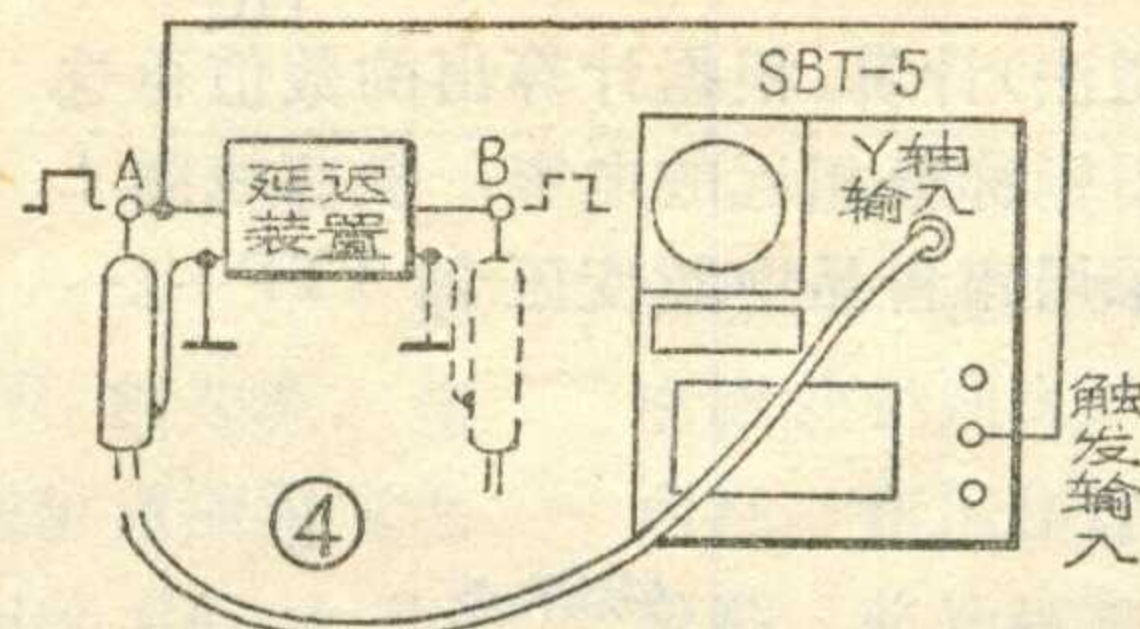
也可把未知频率的被测波形送到“Y 轴输入”端，把已知频率可调波形，送到“X 轴输入”端，调节已知波形的频率，使其在荧光屏上得到稳定的合成波形。此合成波形置于荧光屏中心时，由曲线与 Y 轴及 X 轴的交点数 N<sub>Y</sub> 及 N<sub>X</sub>，则求出被测波形的频率即为：

$$f = f(\text{已知}) \times \frac{N_Y}{N_X}$$

上述方法即为大家所熟悉的李沙育图形法。

利用李沙育图形来测量频率，是比较方便的，但当测量二个频率比相当大的信号时，图形将复杂而难以判断。如果采用分相比较法来测量，则是较为方便的。分相比较的连接方法如图 3 所示。

已知低频信号，通过 C 与 R 的移相网络，送入 Y 轴与 X 轴偏转系统，旋动移相调节器 R<sub>a</sub>，可使荧光屏上呈现的圆环形图形变为正



圆形或椭圆。被测的高频信号通过 R<sub>b</sub> 幅度的控制送入 X 轴偏转系统。

如果高低频率比较接近于简单整数比的时候，可在原来圆环图形上出现一串波形且移动不已；若完

全等于整数比时，环形波形将稳定不动，数一下波峰的数目（正半峰或负半峰），可得出高低频率的比值。

### (4) 延迟时间的测量:

测量延迟网络、延迟电缆、同轴电缆等延迟装置的延迟时间，可按图 4 所示的方法连接：

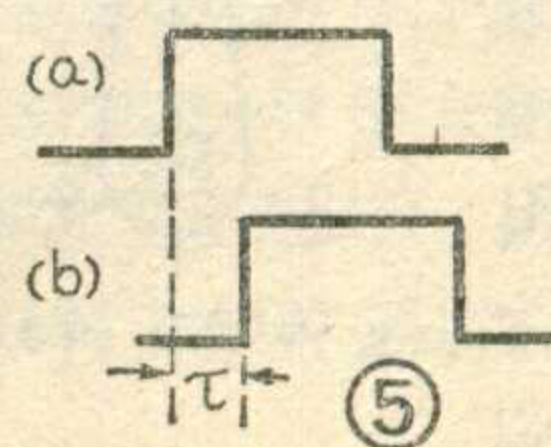
A 端是信号的输入端，B 端是信号的输出端，两信号的对应关系，如图 5 所示：

$\tau$ ——是被测延迟装置的延迟时间。

(a)——延迟前的波形。

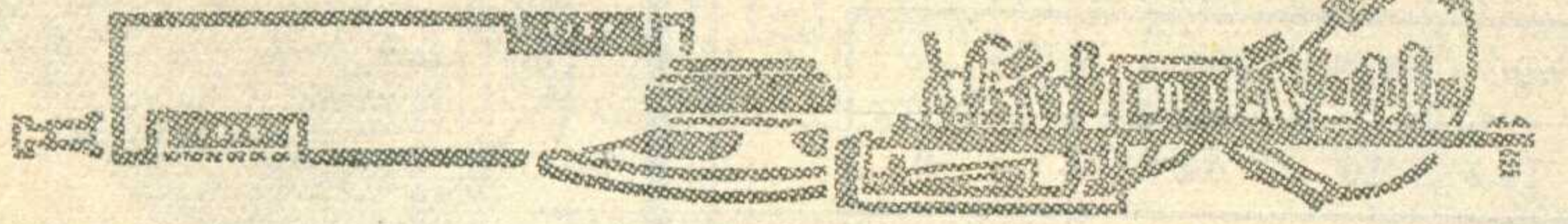
(b)——延迟后的波形。

测量时，示波器置于外触发状态。(a)与(b)两次测量之间，仪器的控制旋钮不能任意变动，尤其不能触动“触发增幅”与“稳定调节”二旋钮，以避免测量误差。





# 简易信号注入器



祁 一 明

简易信号注入器能输出最高电压为 380 毫伏、频率为 1 千赫的音频信号及由此音频信号调幅的最高电压为 440 毫伏、频率为 465 千赫的中频信号。

由于采用了印刷电路和印刷开关，整个仪器结构紧凑牢靠，而且用钢笔手电筒做外壳，壳内无连接导线，印刷板及电池装进或拿出都很方便。电源用 1.5 伏笔型电池。整个仪器体积小，便于外出检修

脉冲重复频率为 1000 赫。中频信号由此信号调制。电阻  $R_2$ 、 $R_3$  和  $R_4$  组成 BG 的偏置电路。串在发射极的负反馈电阻  $R_1$  起稳定振荡幅度的作用。电容  $C_3$  起旁路作用。 $R_5$ 、 $R_6$  为输出信号的固定衰减电阻，以避免仪器向被检测的收音机注入过强的信号，使收音机严重过载。

音频信号由 BG 的发射极经  $C_4$  接到信号选择开关  $K_2$  的接点 1 上；中频信号由 BG 的集电极经电容  $C_5$  接到选择开关  $K_2$  的接点 3 上。

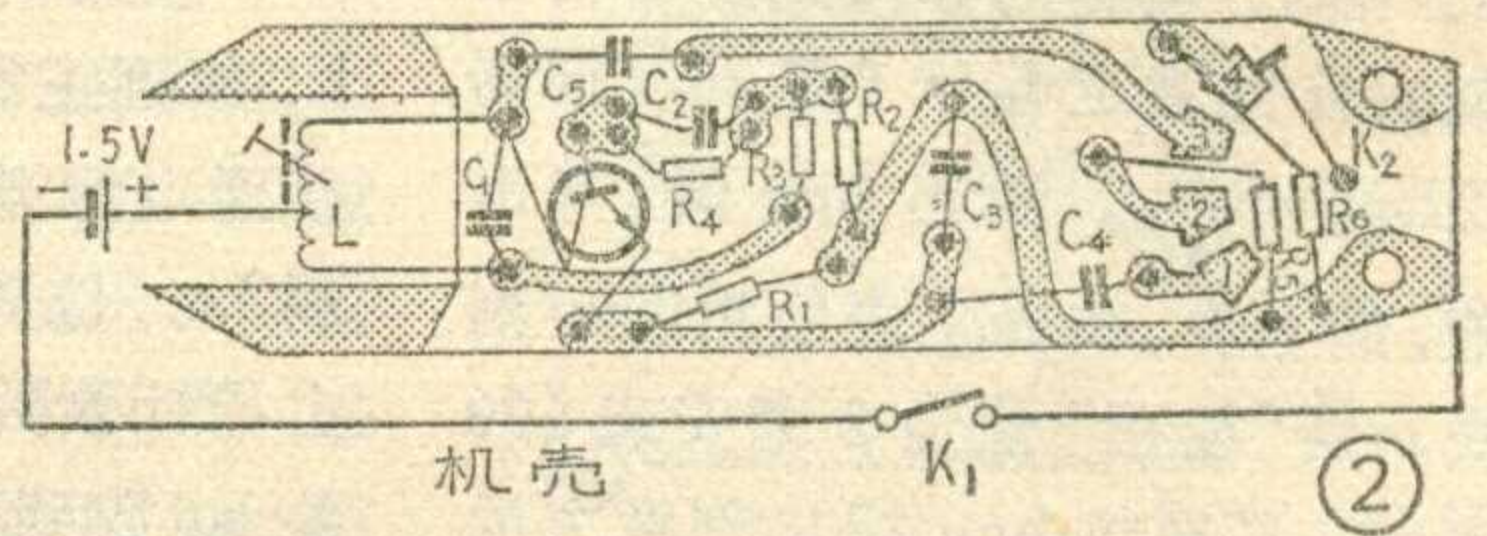
## 元件的选用

晶体管可用 3DG6A~6D 中任一型号。由于受壳体尺寸限制，必须用  $\frac{1}{8}$  瓦小型电阻。 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$  须在调试中确定其阻值后，选用标称值相近的电阻。电容  $C_1$ 、 $C_5$  选用超小型瓷管电容， $C_2$ 、 $C_3$ 、 $C_4$  选用圆片式瓷介电容。 $C_2$  是在  $R_4$  确定后，用公式  $C_2 = \frac{10^{12}}{fR_4}$  (微微法) 计算，根据计算出的数值再选用标称值相近的电容；振荡线圈 L 采用市售品中频变压器 TTF-2-1

1, 只用它的初级线圈。

## 制作与调试

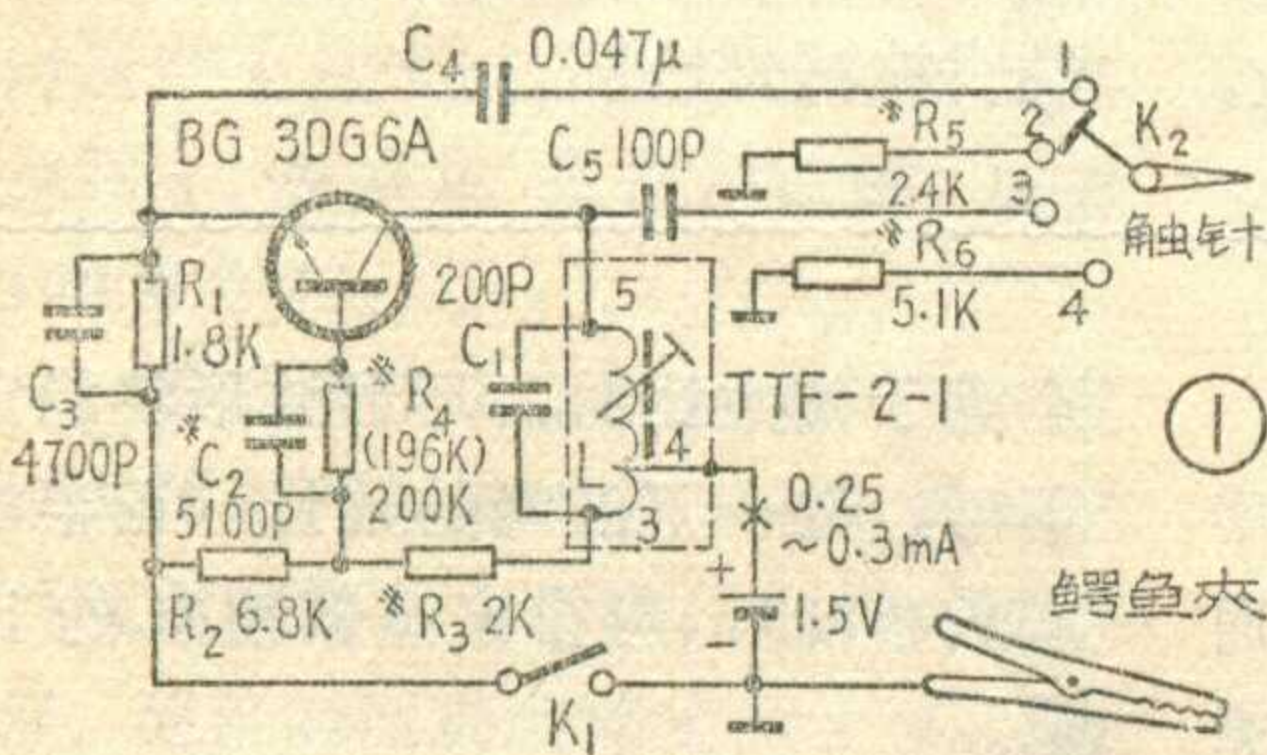
在完成印刷板的制作及钻孔后(印刷板见图 2, 此图与实物为 1:1), 在印刷板上铆两只铆钉, 作为固定电珠铜头和引入电源用。印刷开关  $K_2$  的电刷用厚约为 0.5 毫米的磷铜板制作, 形状大小如图 3a 所示。把它用直径为 1 毫米的细螺纹仪表螺栓固定在印刷板上, 固定时要求电刷转动灵活并与印刷接点接触良



机壳

②

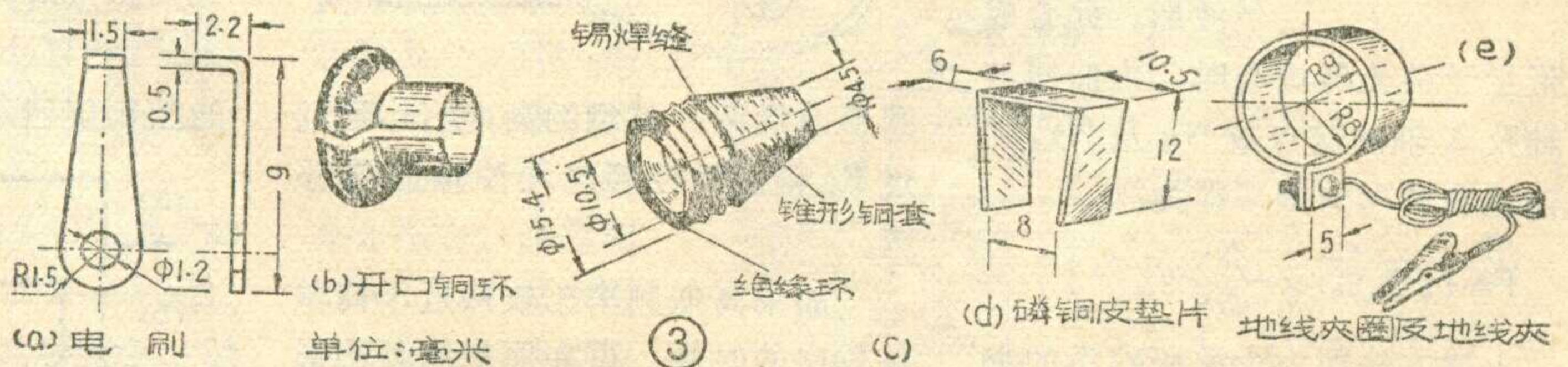
好。然后在仪表螺栓的头上焊一根缝毛线的针, 作为注入器的触针。再取一手电筒的废电珠铜头, 把里边的粘合剂清理干净, 并把圆头上的锡焊掉露出一小孔, 让触针穿过这个小孔并保持铜头与触针在同一轴心线上。这时再把铜头与两个铆钉用锡焊牢。并在铜头与触针之间要填满有机材料做绝缘子, 我们可以把塑料牙刷把弄成碎块放在坩锅中加热, 待塑料快成糊状时, 把它填在触针与铜头的空间, 并使填充的塑料高出螺旋铜头 1 厘米, 然后用锉刀锉光(见图 4)。铜头外面套一个形状如图 3b 所示的开口铜环(是笔型电筒上原有的)。图 4 中的锥形铜套和绝缘环是自制的。制作时, 先用一段圆木削成锥度约为  $51^\circ$  的圆锥体, 再用白铁皮或铜皮在圆木上卷成锥形套, 并把



时携带。

## 电路原理

信号注入器的电路见图 1。晶体管 3DG6A、振荡槽路  $LC_1$  组成共射极电感三点式振荡器, 振荡器的振荡频率为 465 千赫。由电阻  $R_4$ 、电容  $C_2$  组成的并联电路串接在基极电路中使振荡处于间歇工作状态。此间歇振荡脉冲的重复频率为  $f = \frac{1}{R_4 C_2}$ , 我们适当地选择  $R_4$ 、 $C_2$  值, 就可以使脉冲重复频率为所需要的音频。本仪器取  $R_4$  为 196 千欧,  $C_2$  为 5100 微微法, 所以



(a) 电刷

(b) 开口铜环

单位:毫米

③

(c)

(d) 磷铜皮垫片

地线夹圈及地线夹



接缝处用锡焊牢。再将笔型电筒塑料灯罩的螺纹环取下，清除干净上面的塑料并和锥形铜套焊在一起，见图 3c。然后在螺纹环内涂上一层有机塑料即为绝缘环。锥形铜套与机壳是螺纹连接，便于固定。

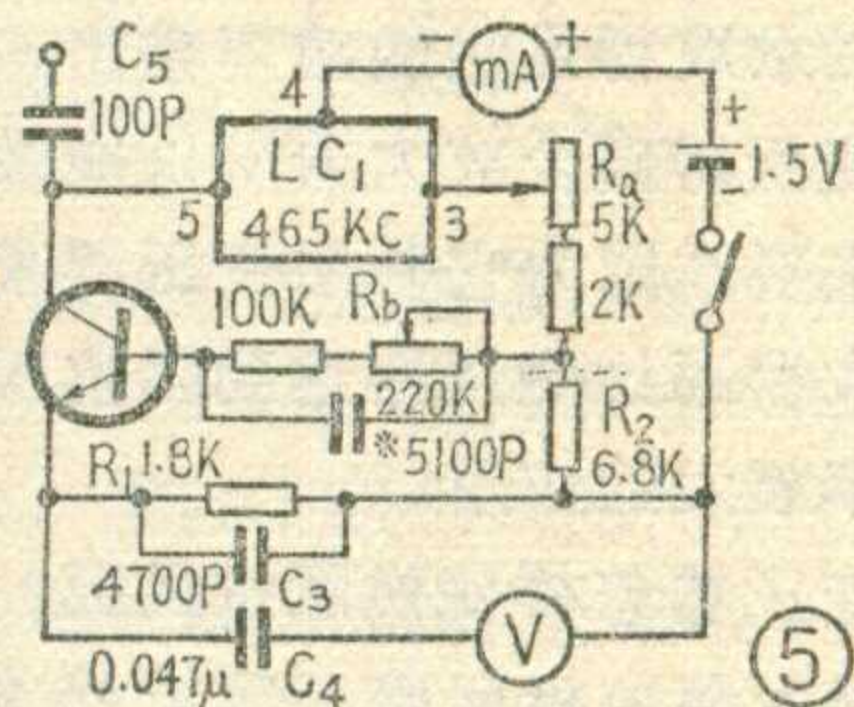
电路元件在装到印刷板上之前，先按图 5 电路进行调试，在电路处于最佳工作状态时，确定出阻容值，这样可避免在印刷板上返工重焊。调试时，先调节电位器  $R_a$  使 BG 的工作电流 0.25~0.3 毫安，这时真空管电压表可能没有指示，若用耳机代替电压表也听不到音频叫声，说明电路没起振，这时需要减小  $R_a$ ，增大  $R_b$  仍维持工作电流 0.25~0.3 毫安不变，于是电路产生了间歇振荡，电压表有指示，用耳机也能听到音频叫声，再反复调节

按图 5 在电容  $C_5$  上接一根 20 厘米长的短天线，并使它靠近一台刻度盘较准确的收音机，将收音机调到 930 千赫和 1395 千赫处，并调节简易信号注入器的中频变压器的磁心，使收音机发出 1000 赫叫声，直到调节到音频叫声最响为止，中频就算校准了。

中频校准后，把元件拆下焊在印刷板上，中周按图 4 所示的位置安装固定，焊接时动作要快，不要使外壳过热而烫坏尼龙架。线圈的抽头 4 应和中周外壳焊通，并在外壳上卡一磷铜垫片挡住磁心孔，以便接通电源正极，磷铜垫片的形状如图 3d 所示。为了防止中周外壳把电源短路以及固定磷铜垫片，在中周外壳上再包上两层透明胶带纸。

(2) 在收音机扬声器上接一个音频电压表，也可用万用表交流电压 0~10 伏档，在触针和地线间并接一个 10 千欧的电位器，并使电位器  $R=0$ 。

(3) 把信号选择开关  $K_2$  的电刷置于接点 1，用触针去触收音机

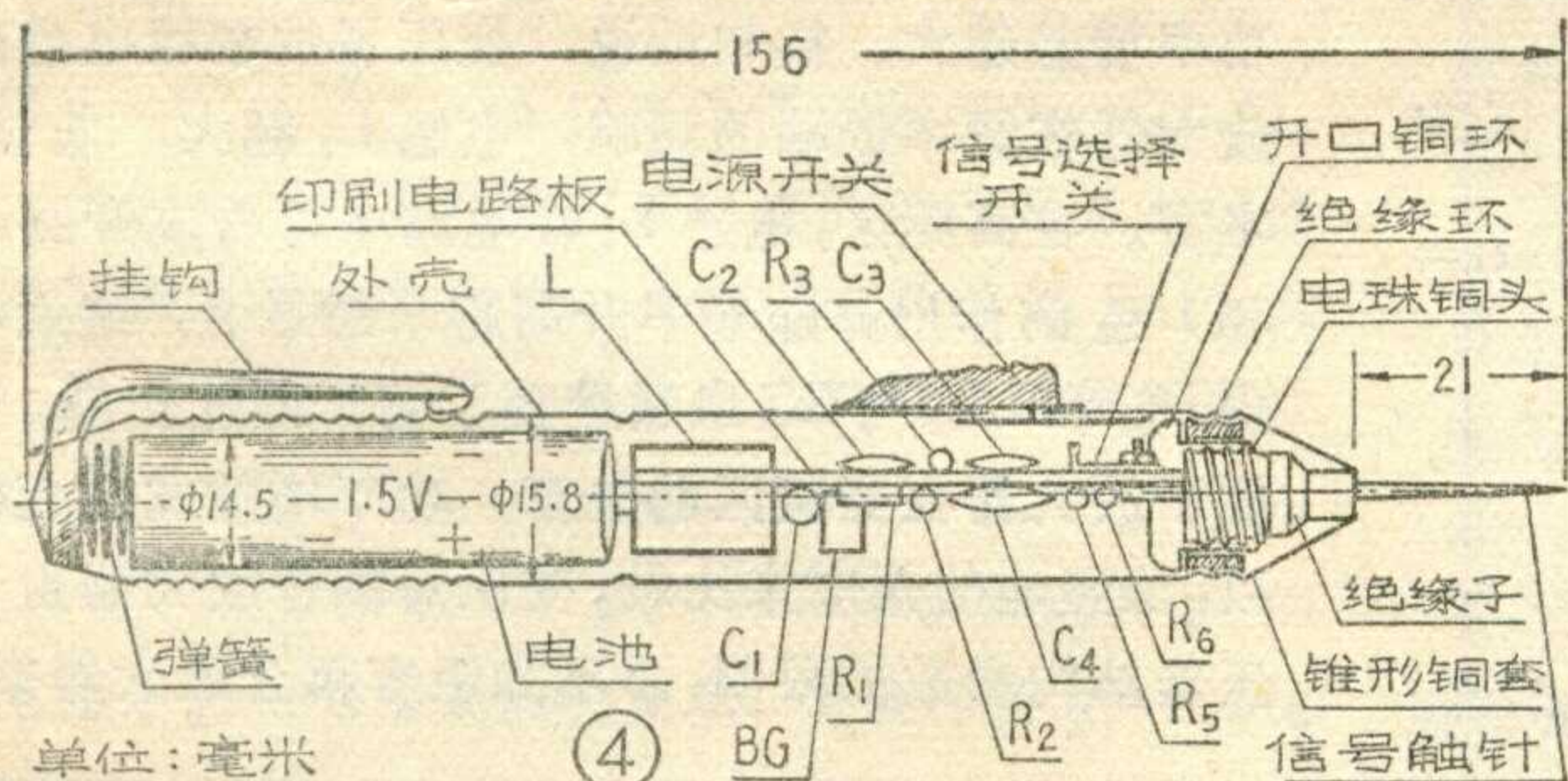


推动级的基极，注入 1000 赫音频信号，调节 10 千欧电位器使阻值逐渐增大，直到音频电压表的指示为收音机输出额定功率时的电压为止。这时电位器的阻值为  $R_5$ 。

(4) 把信号选择开关  $K_2$  的电刷置于接点 3，向收音机的中放级的基极注入中频信号，调节 10 千欧电位器，使音频电压表的指示同上，这时电位器的阻值为  $R_6$ 。

(5) 将中频信号注入变频级的基极，用上述方法测得电位器的阻值，与  $R_5$  值相近，为简化结构，就用一个电阻  $R_5$  作为公用衰减电阻。

根据测得的  $R_5$ 、 $R_6$  值，选择阻值接近的标称电阻，焊在印刷开关的接点 2、4 上。为了使仪器携带方便，触针应加一保护套，可用塑料眼药水瓶剪去瓶底再翻个边然后套在机壳上即可。



$R_a$ 、 $R_b$ ，使音频输出最大且不失真为止。测出  $R_2$ 、 $R_4$ ，算出  $C_2$ 。实验表明  $R_2$  只要不小于 2 千欧， $C_2$  在 1000 微微法~0.05 微法范围内取值，仪器都能输出一定强度的音频信号，只是频率不同而已。

为了确定衰减电阻  $R_5$ 、 $R_6$  的值，可将已装好的仪器配合一台晶体管超外差收音机，按下述步骤实验确定：

(1) 将仪器外壳装上地线夹（见图 3e），并和收音机地线接通。

（上接第 42 页）

出小功率时可以用不用。热敏电阻  $R_4$  和  $W_1$  相并联，相当于图 6 中的  $R_1$ ，由于热敏电阻  $R_4$  的阻值随温度上升而减小，因此温度上升时  $I_{c2}$  上升，引起  $U_{AB}$  上升，但由于  $R_4$  阻值减小使  $U_{AB}$  下降，结果获得热稳定的效果。

“事物都是一分为二的。”无变压器功率放大电路有许多优点，如省掉了变压器，消除了它引起的失真和损耗，频率特性好等等。但也有缺点：如由于电路的每个输出管只能利用电源电压的一半，和有变压器电

路相比，在同样电源电压下要得到同样的功率输出，电流就必须大一倍，于是要求功放管能流出大电流。而且，在工作过程中  $I_c$  变动很大，对电源要求也就较高。此外这种电路要求有较大的推动功率。特别是因为这种电路的输出功率直接受到负载阻抗大小的限制。输出功率  $P_o = \alpha E_c^2 / 8 (R_{fz} + R_e)$  ( $\alpha$  的数值由管子的型号等因素所决定，对于 3AD 型大功率管  $\alpha \approx 1$ ；对于 3AX81 型小功率管  $\alpha$  在 0.5 左右)。  $R_{fz}$  为负载阻抗，在高负载阻抗时，如农村有线广播网，电路的输出功率就提不高。



# 变压器耦合放大器

金国钧

用变压器作为级间耦合元件的多级放大器叫做变压器耦合放大器。它具有效率高、功率增益（即放大倍数）大的优点，因而多用于末前级低放和末级功放，以求取得足够的功率输出。

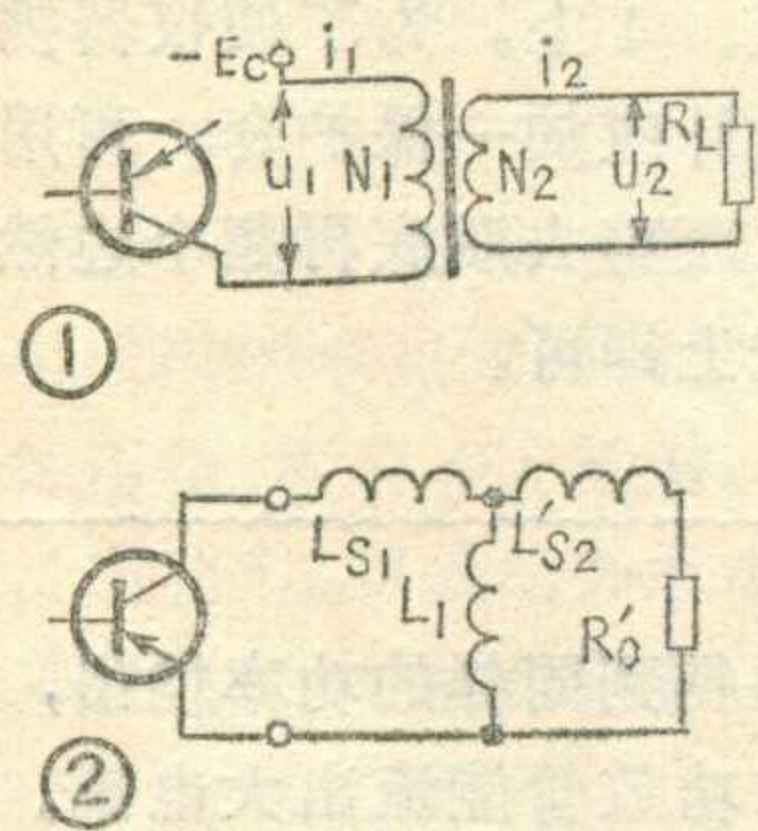
变压器耦合放大器所以能做到效率高、功率增益大，主要是因为它利用变压器来变换阻抗，使前后两级放大器通过变压器达到阻抗匹配。变压器本身并没有功率放大的作用。

变压器怎样变换阻抗的呢？如图1，将变压器的初级接入集电极回路，次级接负载  $R_L$ 。  $N_1$  和  $N_2$  分别表示初次级绕组的圈数。设圈数比  $n = N_1/N_2$ 。假定变压器无任何损耗，那末根据变压器原理，其初次级功率应该相等，即  $i_1 u_1 = i_2 u_2$ ，写成比例式为  $\frac{u_1}{u_2} = \frac{i_2}{i_1}$ ，而初次级的电压比又等于其绕组的圈数比，即  $\frac{u_1}{u_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{i_2}{i_1} = n$ ，从阻抗的角度来说，我们已知变压器次级的阻抗为  $R_L = \frac{u_2}{i_2}$ ，初级阻抗为  $R'_0 = \frac{u_1}{i_1}$ 。由于  $u_1/u_2 = n = i_2/i_1$ ，所以  $u_1 = nu_2$ ，  $i_1 = i_2/n$ ，代入  $R'_0 = u_1/i_1$  式中，就可得到

$$R'_0 = \frac{u_1}{i_1} = \frac{nu_2}{\frac{i_2}{n}} = n^2 \frac{u_2}{i_2} = n^2 R_L。$$

这个关系式说明，负载  $R_L$  经过变压器后折算到初级已提高了  $n^2$  倍，实现了阻抗变换。

再将这个关系式写成  $n = \sqrt{\frac{R'_0}{R_L}}$ ，就可根据前一级放大器的输出阻抗  $R'_0$  和后一级放大器的输入阻抗  $R_L$  来确定所需的变压器初次级绕组的圈数比  $n$ ，达到阻抗匹配的目的。实际上变压器不可能是无损耗的，初级功率不能百分之百地送到次级，所以我们将次级功率与初级功率之比叫做变压器的效率  $\eta_B = \frac{P_2}{P_1} = \frac{i_2 u_2}{i_1 u_1}$ ，相应



应在上述推导过程中都要计及  $\eta_B$ ，最后得到的

$$n = \sqrt{\frac{R'_0}{\eta_B R_L}}。$$

## 变压器耦合放大器的频响

由于变压器在制作中的工艺条件所限，变压器或多或少总有一些漏感。考虑这些因素后，变压器的等效电路可以画成图2。  $L_{S1}$  表示初级漏感，  $L'_{S2}$  表示

次级折合到初级的漏感。  $R'_0$  表示次级折合到初级的阻抗。

我们知道，在收音机中，经检波后送到低放级的音频信号，其频率范围是很宽的，低到几十赫，高到几千赫。在讨论放大器频响时，总是将频率划分为低、中、高三个区域来分析，例如将200赫~3千赫划为中频区，低于200赫和高于3千赫的分别划为低频区和高频区。对于变压器这样一个电感元件来说，它对不同频率的信号就要呈现不同的阻抗，通常叫做感抗  $Z_L = 2\pi fL$ ，  $f$  为信号频率。在图3等效电路中，漏感  $L_{S1}$  和  $L'_{S2}$  是很小的，在低频和中频区，它们的感抗  $2\pi fL_{S1}$  和  $2\pi fL'_{S2}$  也很小，可以忽略不计，相当于短路。所以在低、中频区，等于  $L_1$  和  $R'_0$  并联接到管子的输出端。电感  $L_1$  越大，感抗也越大，对  $R'_0$  的分流作用就越小，  $R'_0$  上得到的音频功率就越多，即功率增益越大。换句话说，变压器的初级电感决定了放大器在频率低端的频响，电感  $L_1$  越大，低音就越丰富。在高频区，电感  $L_1$  在电路中可看成开路，而  $L_{S1}$  和  $L'_{S2}$  的作用亦随频率升高越来越显著，这就相当于由  $L_{S1}$  和  $L'_{S2}$  与  $R'_0$  串联接到了管子的输出端，这就造成了放大器在高频区的失真，功率增益发生变化。所以，从频响的角度来比较，变压器耦合放大器由于受变压器结构参数的限制，总不如阻容耦合放大器来得好。

## 变压器耦合放大器的应用

图3为七管或八管超外差式收音机低放电路。第一级采用阻容耦合，末前级和末级功放采用变压器耦合。电路的总放大倍数约为200倍，即不失真输出功率大于100mw时（在  $8\Omega$  喇叭音圈两端测量音频电压  $\geq 0.9$  伏），就需要输入信号  $V_S \geq 4.5$  mV，这对一般超外差式收音机的检波级输出来说是不难做到的。一般的六管超外差收音机或三管、四管再生式收音机，其低放电路多半是将第一级取掉，而只用后两级。

第一级阻容耦合放大器是工作在小信号状态的。为了取得足够的电压增益，集电极负载电阻  $R_{C1} = 3.3K\Omega$ ，且在发射极电阻  $1K\Omega$  上串入  $100\Omega$  电阻，旁路电容器  $30\mu f$  却只并联在  $1K\Omega$  两端，使在动态工作情况下，发射极通过  $100\Omega$  接地，具有电流负反馈的作用，不仅提高了放大器的输入阻抗，还提高了放大器的温度稳定性。

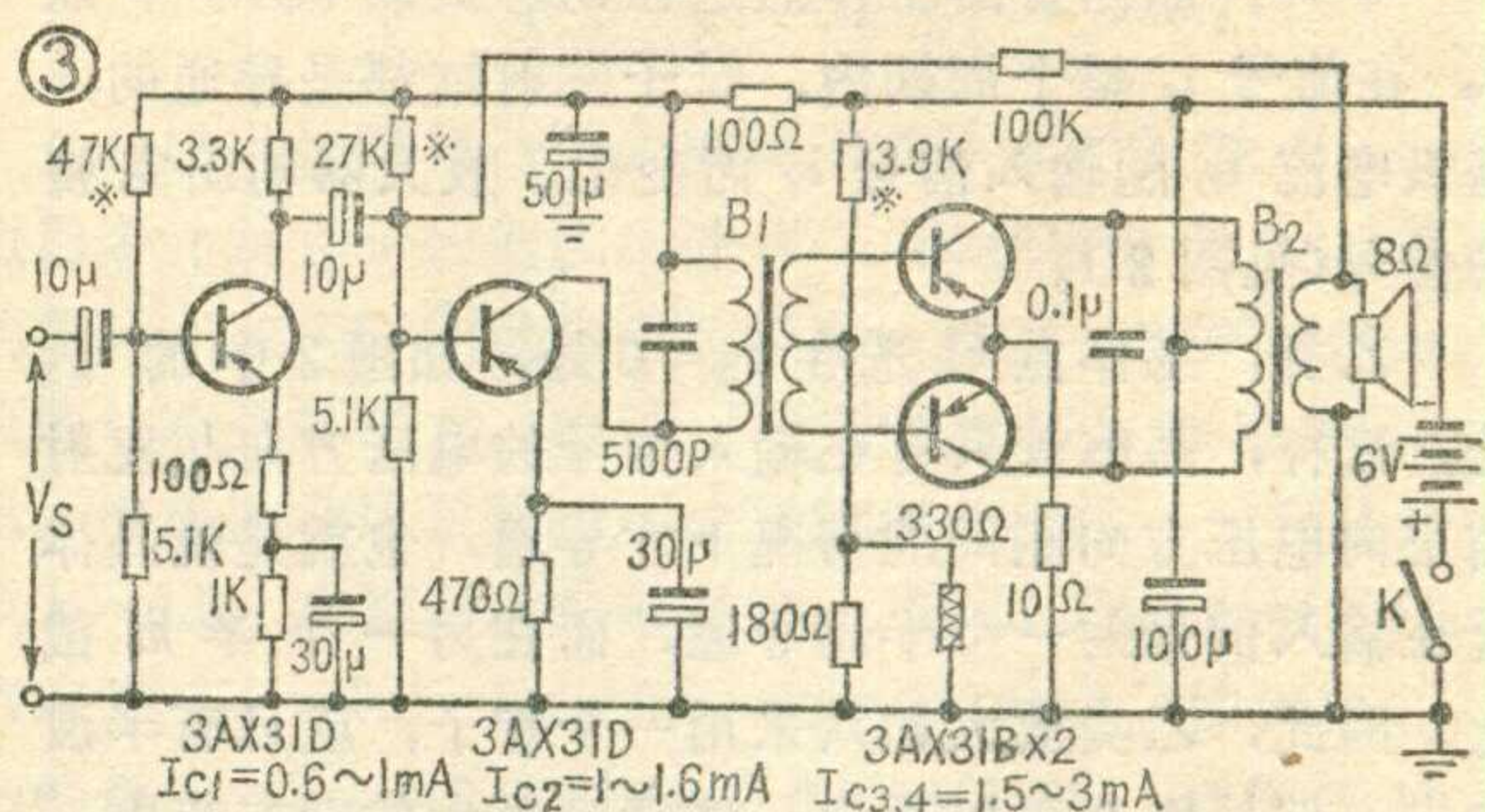
末前级与末级采用变压器耦合是为了取得足够的功率增益。其中  $B_1$  叫做输入变压器，  $B_2$  叫输出变压器。从放大器的效率来比较，这两级比第一级要高得



多，因为变压器初级的绕线电阻是很小的，直流压降几乎可以忽略不计。譬如末前级，在静态时，若调整上偏置电阻（有\*记号），使  $I_{C2}=1.3\text{mA}$ ，近似  $I_{E2}=I_{C2}$ ，则除了在发射极电阻  $470\Omega$  上降掉  $I_{E2}R_{E2}=1.3 \times 10^{-3} \times 470=0.6\text{V}$  外，加到管子 e—c 间的电压约为  $V_{ec} \doteq 6 - 0.6 = 5.4\text{V}$ ；而对第一级来说，在静态时，若取  $I_{C1}=0.8\text{mA}$ ，在  $R_{C1}$  上就要降掉  $I_{C1}R_{C1}=0.8 \times 3.3=2.64\text{V}$ ，再在  $R_{E1}$  上降掉约  $I_{E1}R_{E1}=0.8 \times 1.1=0.88\text{V}$ ，所以实际上的  $V_{ec}=6 - 2.64 - 0.88 \doteq 2.5\text{V}$ ，相比之下，电源  $E_C$  的利用率要低多了。提高放大器效率、降低电源消耗这一点，对要取得功率增益的放大器来说是相当重要的。因为要取得足够的功率增益，必须使管子有很大的动态电流，而这个电能是由电池  $E_C$  提供的，管子本身并不产生能量。譬如，收音机在收听时，其电池多半是消耗在功放级。

输入变压器  $B_1$  的圈数比  $n$  如何确定呢？我们可以从晶体管手册中查到：3AX31D 的输入阻抗为  $0.5 \sim 4\text{K}\Omega$ ，输出阻抗  $\geq 10\text{K}\Omega$ ，3AX31B 的输出功率比 3AX31D 大，但输入阻抗要小些。若功放管 3AX31B 的输入阻抗取  $0.5\text{K}\Omega$ ，末前级低放管的输出阻抗取  $10\text{K}\Omega$ ，则

可算得  $n = \sqrt{\frac{10}{0.5 \times 0.7}} \doteq 5.4$ （变压器的效率  $\eta_{B1}$  取 0.7）；另外，我们知道变压器的初级电感的确定是必须保证放大器低频率端的频响的，其电感值可用经验公式  $L_1 = \frac{R'_0}{4F_{\text{低}}}$  近似计算（ $F_{\text{低}}$  是放大器的最低工作频率），一般普级收音机取  $F_{\text{低}}=200$  赫，又已知  $R'_0=10\text{K}\Omega$ ，则  $L_1 = \frac{10 \times 10^3}{4 \times 200} = 12.5\text{H}$ （亨利）。要做到这样大的初级电感来满足低端频响的要求，还要保持  $n=5.4$  这



样大的圈数比来满足阻抗匹配的要求，这对于普通的小型铁心变压器来说，在体积、重量和成本等方面都是难以办到的。所以，实际上我们只能使放大器做到大致上的匹配，例如对一般收音机，总是取  $n=2 \sim 3$ 。而对高级收音机才取  $n=4 \sim 6$ ，使阻抗匹配接近最佳，并取  $F_{\text{低}}$  频率为 100 赫或更低些，这就要采用高导磁率的坡莫合金材料做变压器铁心，以减小变压器的体积、重量，当然成本是会高些。图 3 电路中，取  $n=3$ ，则从功放管输入阻抗（按输入变压器  $B_1$  次级的一半计算）折算到  $B_1$  初级的阻抗为  $R'_0=9 \times 0.5=4.5\text{K}\Omega$ ，初级电感  $L_1 = \frac{4.5 \times 10^3}{4 \times 200} = 5.5\text{H}$ ，这样的电感和圈数比对普通的小型变压器来说就不难制作了。虽然离晶体管 3AX31B 的输出阻抗  $10\text{K}\Omega$  的匹配要求相差尚远，只能做到大致上的匹配，但实际效果也还不错。因为变压器耦合放大器作为末前级，功率增益的要求仅仅是一个方面，在频率响应方面的考虑有时可能更为重要；而这样的匹配程度与阻容耦合放大器比较起来，其动态负载阻抗还是高很多。

## 功率放大器

在收音机或扩音机电路的末级，总是需要安排一级功率放大器，用以将前置低放送来的音频信号进行功率放大，以足够的功率输出去推动终端器件，例如喇叭等等。

末级功放与前置低放在本质上是没有什么差别的，它们都是利用晶体三极管的放大作用，将直流电源  $E_C$  的电流、电压转换成相应于随输入信号  $V_S$  变化的交变电流、电压。从能量转换的角度来看，它们都是交直流功率的换能器。所不同的仅仅是功率放大器工作在大信号输入状态，而前置低放工作在小信号状态，因而对放大器的考虑各有它们的侧重面。

功率放大器工作在大信号输入状态，管子的动态工作电流、电压都很大。为了充分地利用管子的放大性能，往往是让晶体管使用在极限状态，即集电极电

流会用到最大  $I_{cm}$ ，电压也用到最大  $U_{cm}$ ，所以集电极功耗也在最大值  $P_{cm}=I_{cm} \cdot U_{cm}$ 。从晶体管输出特性曲线上来看，

如图 2 所示，正好占用了由  $I_{cm}-U_{cm}-P_{cm}$  三条线所构成的那一块面积（即放大区 III），但无论如何不能超出这一极限运用范围，以免将管子烧毁。由于放大器工作的动态范围很大，工作点  $Q$  亦会大幅度变化，这就要考虑到放大器的失真。另外，对功率放大器来说，其直流电源的消耗功率很大，还必须考虑到放大器的效率  $\eta$ ，尤其是对使用干电池的半导体收音机来说，这一点就显得更为突出。以上就是功率放大器所要考虑的三个主要方面。

功率放大器的分类：从耦合的方式来看，有阻容耦合（即某些收音机或扩音机中已采用的无变压器功放电路）和常用的变压器耦合之分，这里介绍的是后者。从晶体管运用的工作状态来看，有甲类、乙类及甲乙类等等之分：



甲类：晶体管的工作点选在动态负载线的中点Q，在信号  $i_s$  整个周期内，管子发射结都是导通的，基极电流  $i_b$  随输入信号  $i_s$  而变化。放大器输出完整的信号(见图2)。

乙类：工作点Q选在  $I_b=0$  处，如图2中的  $Q_2$  处。这样，晶体管只有在输入信号的电压方向与发射结正向电压方向相同的情况下才导通，也就是说晶体管在输入信号的一个半周导通，而在另一个半周截止。因此，乙类放大如只采用一个管子，就只有半波输出，但从图2可以看出，能得到最大的动态范围。要得到不失真的全波输出，必须采用推挽电路。

甲乙类：工作点选在  $Q_2$  与 Q 之间，并且靠近  $Q_2$ ，这样在无信号输入时，也有一个较小的集电极电流，这个电流叫做集电极起始电流。因此，采用甲乙类放大工作状态时，输入信号的一个半周内将是大部分导通，小部分截止，在另一个半周大部分截止，小部分导通。甲乙类放大，在推挽电路中可以使两只管子轮流工作时更好地衔接，一般收音机推挽输出级都是采用甲乙类工作状态。

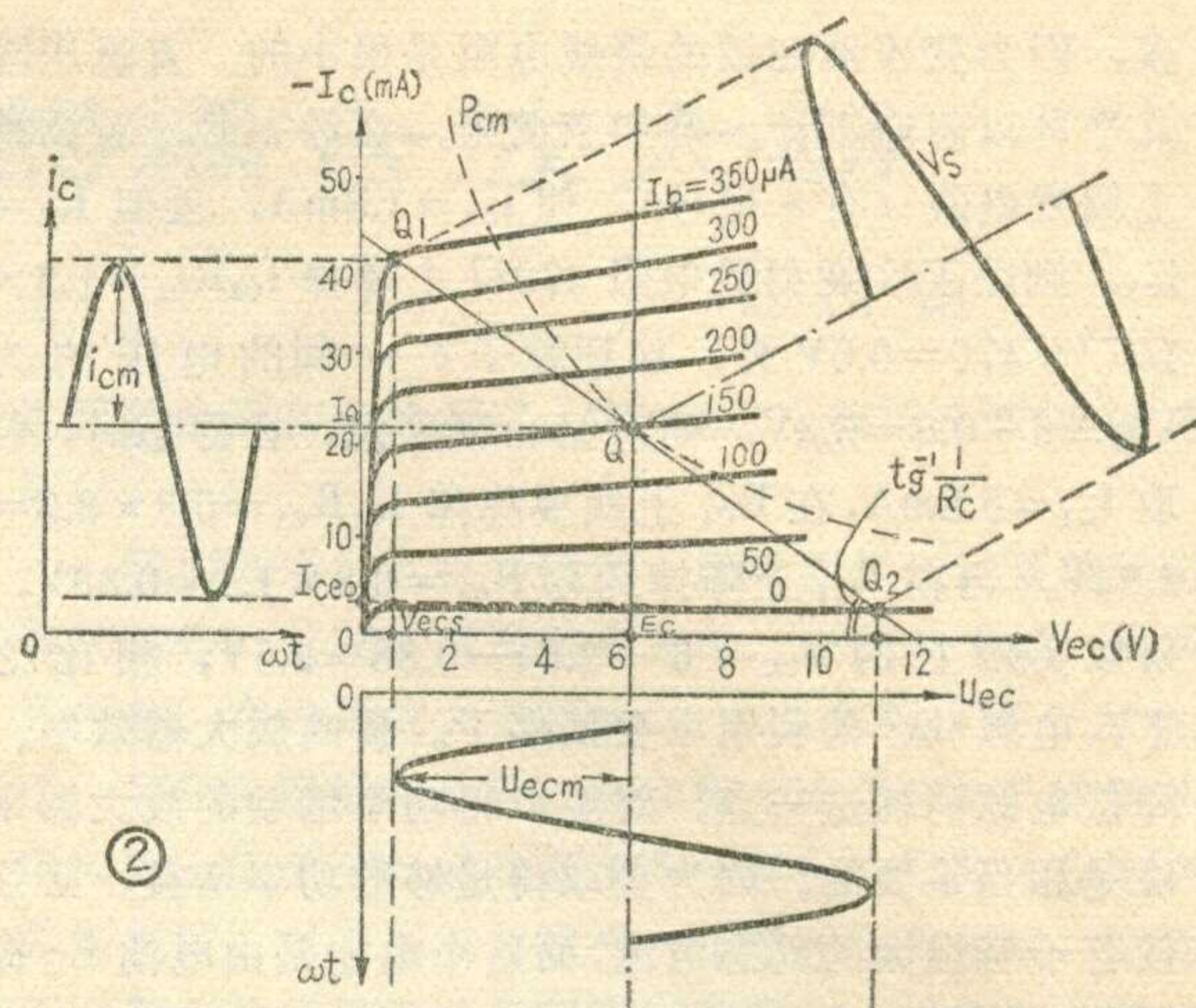
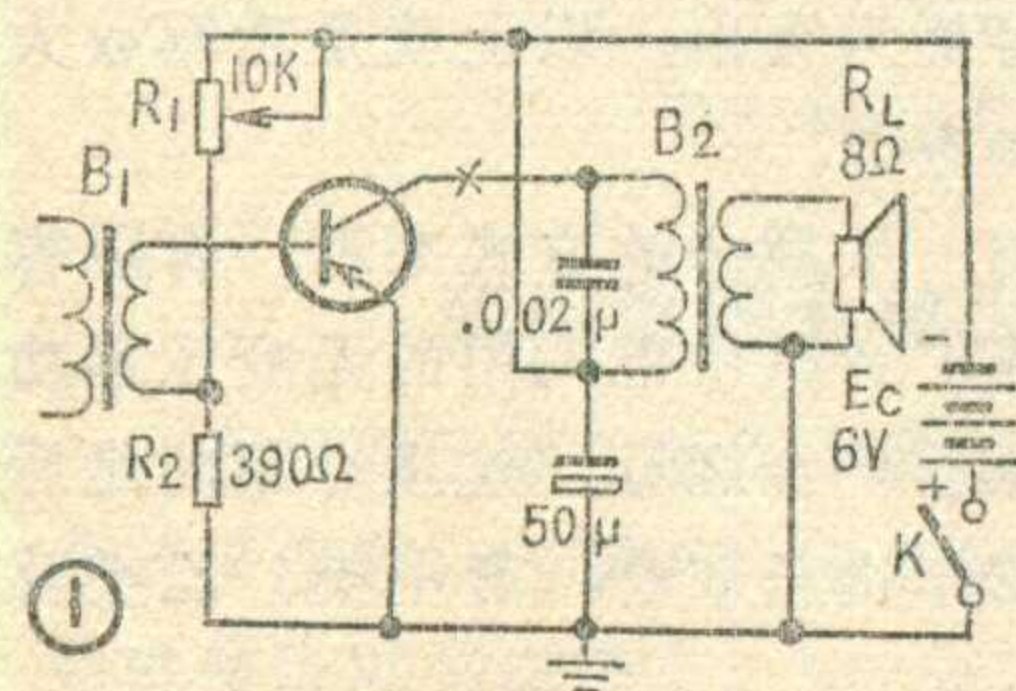
### 甲类功率放大器

图1是常用的甲类功放电路，一般在再生式二、三管收音机或超外差三、四管收音机中作为末级。信号由前置低放通过输入变压器  $B_1$  耦合到这一级，放大后的信号通过输出变压器  $B_2$  耦合给喇叭。图中晶体管发射极是直接通地的，有些收音机电路中为了改善其温度稳定性，往往在发射极上串一个阻值很小的电阻，例如串入  $5\Omega$  或  $10\Omega$  的电阻再接地，稍为加上了一点电流负反馈，对放大器的增益却降低不多。

在静态时：由于输出变压器  $B_2$  初级绕组的直流电阻很小，作为管子集电极的直流负载近似可以忽略，所以其静态负载线几乎是一条垂直于  $V_{ec}$  轴的直线，垂足  $V_{ec}=E_c$ ；工作点Q的确定取决于输出功率的要求，可以用调整偏置电阻  $R_1$  与  $R_2$  分压比的办法来控制偏流  $I_b$ ，从而定出Q点，如图2所示，静态时的集电极电流  $I_{c0}=I_Q$ ，集电极电压  $V_{ec}=E_c$ 。

在动态时：由于输出变压器  $B_2$  的阻抗变换作用，使晶体管输出阻抗与负载(喇叭)阻抗  $R_L$  之间得以匹配。若输出变压器的圈数比  $n=N_1/N_2$ ，则  $R_C'=n^2R_L$ ，由此可作出动态负载线是一条通过Q点、斜率为  $\theta=tg^{-1}\frac{1}{R_C'}$  的斜线，在输入信号  $V_s$  的作用下，Q点就沿动态负载线在  $Q_1-Q_2$  间移动，相应地在管子输出端就得到放大的信号，如图2。

为了使放大器的动态范围尽可能大，



以满足最大不失真功率输出，在设计输出变压器时，其圈数比  $n$  总是尽量要做到最佳匹配状态，即做到使  $R_C' = \frac{E_c}{I_Q} = n^2 R_L$ ，让动态负载线与  $V_{ec}$  轴的交点在  $V_{ec}=2E_c$  处，与  $I_c$  轴的交点在  $I_c=2I_Q$  处。这样，在信号  $V_s$  的作用下，集电极输出电压的最大动态范围就可近似从  $0-2E_c$  (忽略了晶体管饱和压降  $V_{ecs}$ )，而集电极输出电流的最大动态范围可近似从  $0-2I_Q$  (忽略了管子穿透电流  $I_{ceo}$ )；也就是说，集电极输出电压的峰值  $u_{ecm}$  可近似为  $u_{ecm} \doteq E_c$ ，而集电极输出电流的峰值  $i_{cm}$  可近似为  $i_{cm} \doteq I_Q$ ，最大不失真输出功率就可算出为

$$P_{\sim} = \frac{E_c}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_Q}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2} E_c I_Q \quad (\text{有效值} = \frac{1}{\sqrt{2}} \text{峰值})$$

电源供给集电极回路的直流功率为  $P_0 = E_c I_Q$ ，所以放大器的效率为：

$$\eta = \frac{\text{输出到负载的音频功率 } P_{\sim}}{\text{集电极回路的直流功耗 } P_0} = \frac{\frac{1}{2} E_c I_Q}{E_c I_Q} = \frac{1}{2}$$

这就说明：甲类功率放大器的效率充其量也只能达到50%；换句话说，放大器在动态工作时，由直流电源供给集电极回路的直流功率  $E_c I_Q$  只有一半转换成有用信号功率输出给负载，而另一半却白白地损耗在集电结了。在静态工作时，直流功率  $E_c I_Q$  就全部耗散在集电结，转换成热能，使晶体管发热。

甲类功放的实际效率还到不了50%，这是因为低频功率管的饱和压降  $V_{ecs}$  和穿透电流  $I_{ceo}$  并不等于零，还要消耗掉一些功率；另外输出变压器的效率  $\eta_{B_2}$  也做不到100%，所以甲类功放效率一般能做到45%就相当不容易了。如果要求增大输出功率，那就势必要提高工作点Q，其直流功耗将随  $I_Q$  上升而增加，实际效率将更低；由此可见，甲类功放只宜用于小功率输出，而且为了降低静态直流功耗，往往将Q点选得较低。

从图2还可看出，放大器的设计除了要考虑到效率和失真以外，还必须考虑到晶体管极限参数的运



用,其工作点  $Q$  一定要落在由最大集电极电流  $I_{cm}$ 、最大集电极电压  $BV_{ceo}$  和最大集电极功耗  $P_{cm}$  曲线所圈成的放大区内,不能超出,否则将使管子无法承受而烧毁(图2所选为3AX31B型低频小功率管的输出特性曲线,其  $P_{cm}=125\text{mw}$ ,  $I_{cm}=125\text{mA}$ ,  $BV_{ceo}=18\text{V}$ ,限于图幅的关系,  $I_{cm}$  和  $BV_{ceo}$  两点无法标出)。

### 甲类功放设计举例

要求——不失真输出功率  $P_{\sim} \geq 50\text{mw}$ ; 输出变压器效率  $\eta_{B_2}=80\%$ ; 喇叭音圈阻抗  $R_L=8\Omega$ ; 直流电源电压  $E_C=6\text{V}$ 。

1) 要保证负载  $R_L$  上得到  $P_{\sim} \geq 50\text{mw}$  的功率,而输出变压器效率  $\eta_{B_2}=80\%$ ,则晶体管输出端必须给出功率为  $P_C = \frac{50}{0.8} = 62.5\text{mw}$ ; 在静态时,晶体管集电极最大功耗应为输出功率的两倍,故最大集电极功耗应为  $P_{cm} \geq 2 \times 62.5 = 125\text{mw}$ 。查阅晶体管手册可知,低频小功率管3AX31已能满足这一要求。

2) 根据  $P_{cm}$  和  $E_C$ ,可求出晶体管静态工作点  $Q$ ,  $I_Q = \frac{P_{cm}}{E_C} = \frac{125\text{mw}}{6\text{V}} \doteq 21\text{mA}$ ; 由此可在3AX31型晶体管的输出特性上作出动态负载线,负载线与  $I_C$  轴的交点为  $I_C = 2I_Q = 42\text{mA}$ ,与  $V_{ec}$  轴的交点在  $V_{ec} = 2E_C = 12\text{V}$  处,见图2。根据动态工作情况来看,最大集电极电压一定要大于12伏才行,所以选3AX31B型为好。

3) 要满足最佳匹配状态,必须使  $R_C' = \frac{E_C}{I_Q} = \frac{6\text{V}}{21\text{mA}} \doteq 286\Omega$ ; 那末,输出变压器  $B_2$  的圈数比就极易算得为:

$$n = \frac{N_1}{N_2} = \sqrt{\frac{R_C'}{\eta_{B_2} R_L}} = \sqrt{\frac{286}{0.8 \times 8}} \doteq 6.7$$

4) 以上计算虽已考虑到输出变压器的效率  $\eta_{B_2}$ ,但仍未计及管子的饱和压降  $V_{ces}$  和穿透电流  $I_{ceo}$  等的损耗,在实际额定输出功率时,电流、电压的动态范围达不到那末大,所以在计算时还必须考虑到电流、电压的利用系数  $k$ ,才能较切合实际。一般总是取  $k=0.9$ ,在额定功率输出时,实际上输出电流的峰值应为  $i_{cm} = 0.9 \times I_Q = 0.9 \times 21 = 18.9\text{mA}$ ,输出电压的峰值为  $u_{ecm} = 0.9 \times E_C = 0.9 \times 6 = 5.4\text{V}$ ,则额定输出功率为  $P_{\sim} = \frac{18.9\text{mA} \times 5.4\text{V}}{2} = 50.03\text{mw}$ ,可以满足  $50\text{mw}$  的设计要求。

在图2中可以看出:动态负载线已与  $P_{cm}$  曲线相切于  $Q$  点,即直流工作点已运用在极限状态,因而对管子必须采取散热措施才能保证放大器可靠、稳定地工作(手册上表明,3AX31管加上面积为  $7 \times 7\text{cm}^2$  厚  $0.16\text{cm}$  的铝散热片,就能将集电极最大功耗  $P_{cm}$  提高到  $150\text{mw}$ )。

5) 电路设计如图1所示。由于上述的分析、计算是根据晶体管手册给出的典型曲线作出的,有些参数又是估算的,是否切合实际,还有待于实际调整测试来验证。如实际测试结果不能满足设计要求的话,还要另选管子反复计算。有一点还要提一下,即静态工作点的调整,一般总是在偏置电阻中先选定  $R_2$ ,然后再调整  $R_1$ ,使  $I_{co} = I_Q$  (可在管子集电极回路有“ $\times$ ”记号处串入电流表测量),为调整方便起见,  $R_1$  多用半可调电位器。

(金国钧)

(上接第18页)

至“校准电压”时,可测得此电压),使计数器动作。在给定校准电压后,不断按动  $K_2$ ,同时旋转“灵敏度调节”电位器  $W_2$ ,使计数器刚刚走字为止。这样就满足了一定灵敏度的要求。

### 使用方法和注意事项

1. 天线与地线的安装方法参阅图⑤。由于接收频率较低,天线较高较长,而且仪器的灵敏度又比较高,所以要特别注意高压线、电源线、广播线等的干扰。还要注意防雷击,避雷器必须正确安装。

2. 将拨动开关  $K_3$  扳在“电源电压”位置,顺时针旋动电位器  $W_3$  接通电源,观察电压表指示在12伏左右。

3. 将远近程开关  $K_1$  扳至“近程”位置,不接入天线,  $K_3$  扳至“校准电压”位置,旋动电位器  $W_3$ ,使电压表指示为给定的校准电压值。然后按上节末介绍校准电路时谈的方法校准灵敏度。如前所述,0.5伏

的灵敏度,近程观测距离为40公里,远程为100公里。

校好后,接上天线等待雷电信号的到来。仪器工作中不再旋动“灵敏度调节”电位器。

4. 当雷电活动进入100公里范围后,应立即将  $K_1$  扳至“近程”位置,并且每隔五分钟记一次走字数(即闪电次数)。每次读数后,应按下计数器归零按钮,使其归零,再重新积累下五分钟的闪电次数。若每五分钟走字数大于一定值时,即可判定是冰雹云。

由于我国地幅辽阔,气候情况很不同,区别冰雹云和雷雨云的闪电记录数据也不同,使用本仪器时应因地制宜,作出实验数据。

5. 一般冰雹云大约以每小时30公里的速度移动,从进入测试范围(40公里)至到达测试点上空需一小时左右。这就为消雹作业留出一定准备时间。但天线没有方向性,冰雹云可能不经过测试点,也不一定在本地下雹。这就需要组织群众联防,多台仪器同时使用,以努力做出正确的预报。



# 怎样

## 合理选用晶体管

成 诚

在开展无线电活动中，经常遇到如何选用晶体管的问题，这里，向读者介绍这方面的基本知识。

根据各种设备及电路的性能、要求不同，我们应该合理地选用晶体管。“大材小用”会造成浪费，但是使用不合要求的管子，会使整个设备的性能达不到要求，也是一个浪费。

在选择晶体管时，根据用途不同，一般应考虑下列几个主要因素：1. 频率；2. 集电极最大耗散功率；3. 电流放大系数；4. 最大反向击穿电压；5. 稳定性。

1. 晶体管的频率参数常见的有  $f_T$  (特征频率)、 $f_a$  (共基极截止频率) 和  $f_\beta$  (共发射极截止频率) 三种，晶体管手册中大都采用  $f_T$ 。我们应选取  $f_T$  比工作频率高两倍以上管子，即  $f_T \geq 3f$  ( $f$  为工作频率)。例如一般收音机的高放或变频可用 3AG1B—E, 3AG11—14, 3AG22—27, 3DG6A—D 等，中频可用 3AG21, 3AG71B, 3AG72 等。当然也可用  $f_T$  更高的。但是  $f_T$  高的一般价钱较贵些，况且频率高到一定程度之后，再高它的效果就不显著了，所以不要单纯选用频率太高的管子。

2. 至于输出功率，因同一管子由于电路不同它的输出功率也不同，故一般在晶体管特性表上没有标出，而只标出集电极最大耗散功率  $P_{CM}$ 。对于甲类功率放大电路，一般要选用  $P_{CM}$  大于最大输出功率两倍即  $P_{CM} \geq 3P_o$  ( $P_o$  为最大输出功

率)。对甲乙类推挽功率放大电路应选  $P_{CM} \geq (\frac{1}{3}P_o \sim \frac{1}{5}P_o)$ 。一般的前置放大级由于功率都很小，常见的低频管的  $P_{CM}$  都远大于这一值，故不考虑这参数。

3. 共发射极电流放大系数  $\beta$  常希望大一点，但是也并不是越大越好，一般可选用 40~100 之间。 $\beta$  太高了容易引起自激振荡。何况一般  $\beta$  太高的管子工作多不稳定，受温度的变化影响很大。

另外，对整个机器来说还应该考虑前后各级配套，综合利用。例如前级用  $\beta$  较高的管子，后级就可用  $\beta$  较低的管子。如后级用  $\beta$  较高的管子，那末前级就可用  $\beta$  较低的管子。

在一些对称电路(如推挽电路，差分电路等)中不但要考虑  $\beta$  的大小，还要照顾两臂电路中两管的对称性，即两管的  $\beta$  及  $I_{ceo}$  尽可能选用相同的，否则会出现失真的现象。

4. 最大反向击穿电压，在晶体管特性表中常给出有三种耐压值： $BV_{CBO}$ ,  $BV_{CEO}$ , 及  $BV_{EBO}$ 。但在一般低功率设备中如收音机、小功率放大器等，最主要的是  $BV_{CEO}$ ，也就是基极开路时，加于集电极与发射极之间的最大反向电压。在一些脉冲电路中，例如电视机的同步电路中还要考虑  $BV_{EBO}$  (集电极开路时加至基极与发射极之间的最高反向电压)。

所用管子的  $BV_{CEO}$  应选得大于电源电压，而用变压器等电感元件作负荷时要比所用电源电压大一倍以上，即  $BV_{CEO} \geq 2E_o$  ( $E_o$  为电源电压)。例如用 6 伏的电源，就要选用其  $BV_{CEO} \geq 12$  伏的管子。又

如简易电视机上的末级视放，一般电源电压用 70 伏左右，那末得选用  $BV_{CEO} \geq 140$  伏的管子。

5. 稳定性，影响晶体管稳定性的因素很多，但一般可根据  $I_{ceo}$  (穿透电流) 的大小和变化来大致判别。尤其是对温度的稳定性。一般稳定性好的管子，穿透电流都较小，且数值稳定。如果用万用表“电阻档” ( $R \times 100$  或  $R \times 1K$ ) 来判别穿透电流，稳定性好的管子电阻就大，且很少变化；如果表针逐渐向电阻小的方向移动，说明该管稳定性不好，表针移动大的管子就不能用。试验时可以用手捏住管壳，使管子温度上升，这样可以看得更清楚。

以上所说的是指一般电路(例如收音机及自动控制的常用电路)中所要考虑的问题，在高速开关电路中还要考虑开关时间，集电极饱和压降等，这里就不详细介绍了。

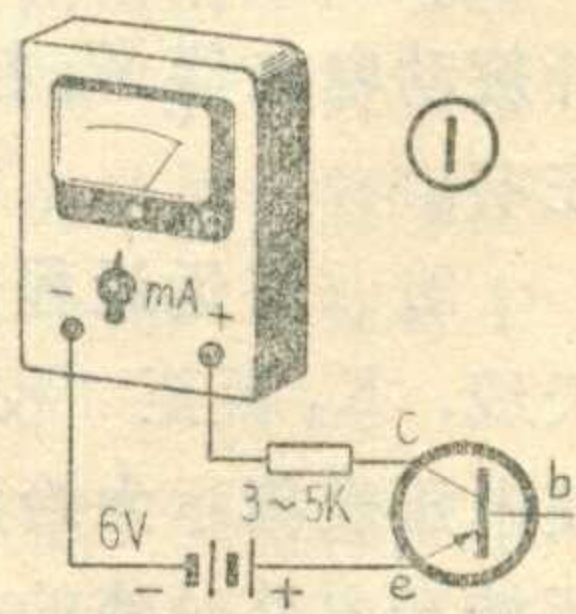
另外，要指出的一点是，一个管子不能同时用到最大集电极电流和最大允许电压，否则其消耗功率将超过其最大耗散功率  $P_{CM}$ 。

现在以一般超外差式收音机为例，谈谈晶体管的选用。

变频管及高放管，由于功率很小主要是考虑  $f_T$ ，如供电电压较高时(例如 12 伏以上)还要考虑耐压问题。如在 9 伏以下，一般高频管的耐压都足够了。一般广播收音机的接收频率是从 535 千赫——1.6 兆赫(中波)和 4—12 兆赫(短波)，故中波时可选  $f_T \geq 1.6 \times 3$  兆赫即  $f_T \geq 4.8$  兆赫；短波的可选  $f_T \geq 3 \times 12$  兆赫即  $f_T \geq 36$  兆赫。这样，中波混频管可用 3AG1B—3AG1E, 3AG11—3AG14, 3AG22—28, 3AG42—44。硅管可用 3DG6 等。短波的可用 3AG1D—3AG1E, 3AG12—3AG14, 3AG24,

3AG26—3AG28, 3AG42—3AG44 和 3DG6 等。

中放管要求工作于 465



初学者园地

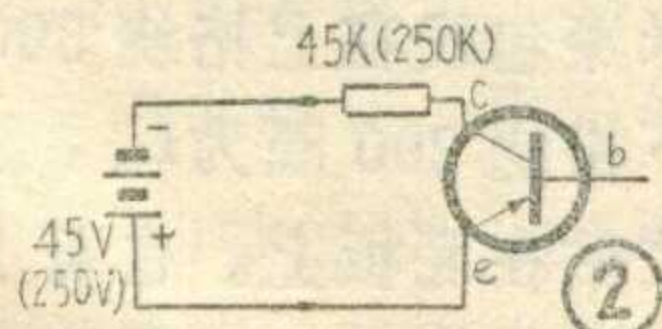


千赫，故可用 3AG1B、3AG21—23、3AG71B 及 3AG72 等。当然用于高放及混频的管子也可用于中放。

一般末前级由于频率低、功率小，故一般的低频管都能用。

末级功率放大要考虑的主要是集电极最大耗散功率和基极开路时集电极与发射极反向击穿电压  $BV_{CEO}$ 。一般晶体管收音机的最大额定输出功率在 50 毫瓦—100 毫瓦左右。如在 50 毫瓦左右的一般小功率低频管都可以用；输出功率稍大的可用 3AX1—5，3AX14，3AX31A—C，3AX71；输出功率 100 毫瓦以上的可用 3AX81A—C。

如果管壳上没有型号，可以用下述简便的方法大致测出管子的主要参数值。



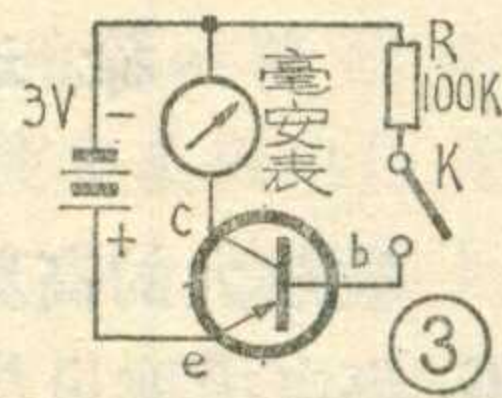
#### 穿透电

流  $I_{ceo}$  可以用图①的方法测出。R 为 3~5 千欧左右，作保护用，万用电表可放在 1~3mA 档。一般锗小功率低频管的  $I_{ceo}$  约在 1mA 以

下，高频管应在 0.5 mA 以下。 $I_{ceo}$  如不稳定则表示该管工作不稳定。

集电极—发射极反向击穿电压可用电压表在图②的 ec 两点测定。此电路中，要求选用内阻较高的电压表（如每伏 20K $\Omega$  的）。

另外图中限流电阻的大小还要与电源相配合，例如，电源为 45V 时，电阻为



45K；电源为 250V 时，则电阻用 250K。这样使流过发射极、集电极的电流约为 1mA。用图②的电路测出的电压值稍低于真正的  $BV_{CEO}$ ，因此在一般使用上不会出现问题。

至于  $\beta$  值的大致测量方法如下：如图③那样接好，毫安表可用万用电表的 3~5 毫安档。R 用 100K。先不按下按钮开关 K，晶体管无基极电流，这时毫安表中量出的是管子的  $I_{ceo}$ ，即穿透电流。然后按下 K，给晶体管一个基极电流，其值为  $\frac{E_C - V_{be}}{100K}$ ，对锗管来说  $V_{be}$  约为 0.2 伏，可略去不计，这时基

极电流为  $\frac{E_C}{100K}$ 。再记下这时的集电极电流  $I_C$ 。那么该管的  $\beta = \frac{I_C - I_{ceo}}{E_C/100}$ ，电流单位为 mA， $E_C$  单位为伏。如果是硅管，电源电压及表头极性要反过来，同时由于硅管的  $V_{be}$  较高，约为 0.7 伏左右，故不宜忽略。但其  $I_{ceo}$  极小可忽略，这时其  $\beta = \frac{I_C}{(E_C - 0.7)/100} = \frac{I_C}{E_C - 0.7} \times 100$ 。例如量一个锗管， $E_C$  为 3V，未按 K 时的集电极电流 ( $I_{ceo}$ ) 为 0.2mA；按下 K 后  $I_C = 3.2mA$ 。那么  $\beta = \frac{3.2 - 0.2}{3/100} = \frac{3}{3} \times 100 = 100$ 。测量某一 NPN 硅管，量得  $I_C$  等于 1.2 mA，则其  $\beta = \frac{1.2}{3 - 0.7} \times 100 = \frac{1.2}{2.3} \times 100 \approx 50$ 。

至于集电极最大耗散功率  $P_{CM}$  可以根据外形大小来大致判别。例如一般收音机中常用的小功率管 ( $P_{CM} = 100 \sim 500mw$ )，长柱形的直径约 4~6 毫米左右，中功率的如 3AX61~63，其直径约在 12 毫米左右，它的  $P_{CM}$  约为 500mw—1W 左右。一瓦以上的管子，其直径大多大于 15 毫米，如 3AD6 以上的管子。

(上接第 58 页)

采用了 NPN 型硅管，其接法与 PNP 型锗管不同，它的发射极应接电源负极，集电极接正极，否则会使管子损坏。 $D_1$  可使用废旧硅三极管的一个结，其接法是基极接  $L_2$  (3) 端，集电极接  $D_2$  的正极，接错了收音机不能正常工作。

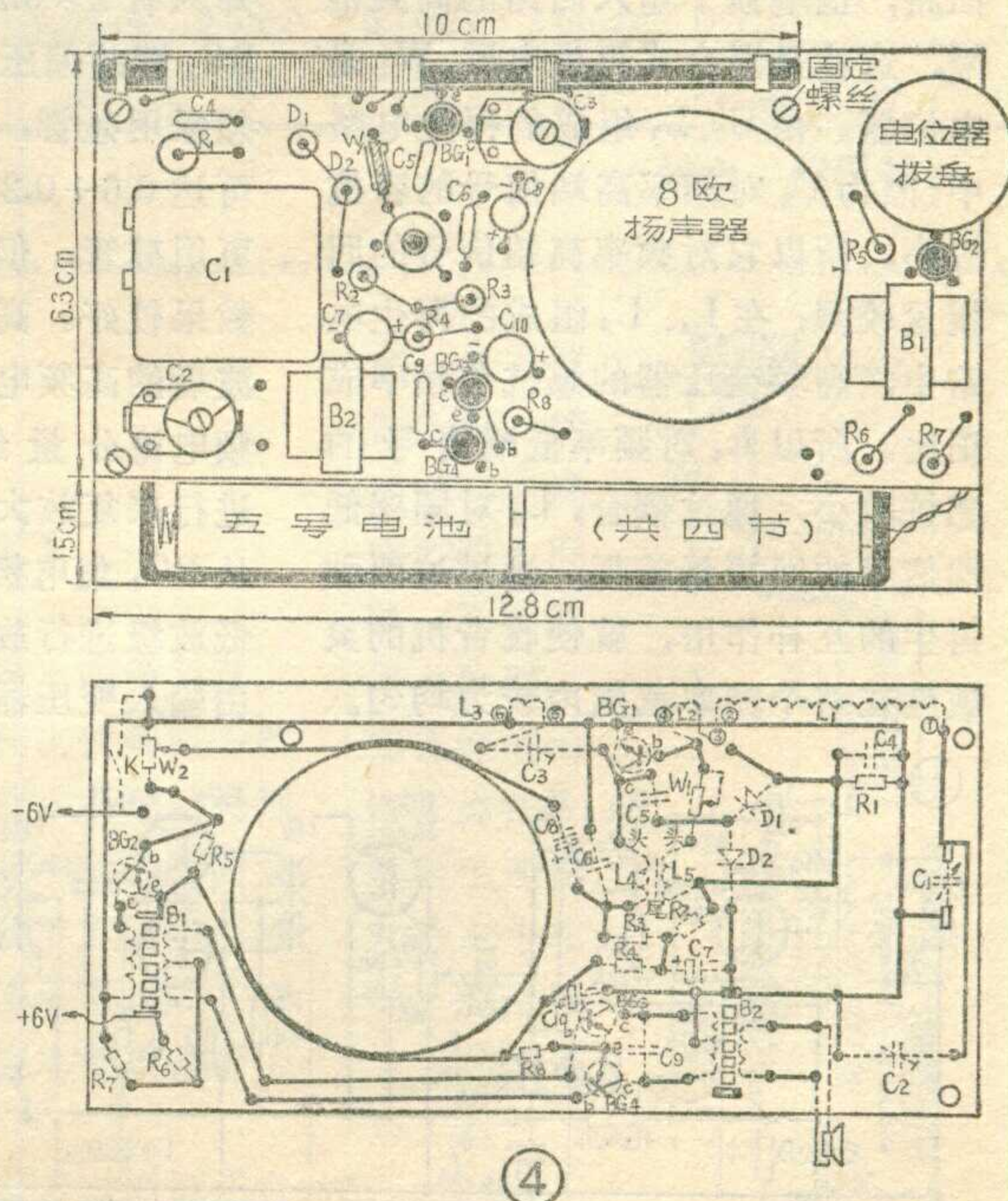
调试：经反复核对电路无误后，即可调试。断开两路再生，把 10 毫安电流表依次串接到各级集电极电路中，调各级三极管工作点，其中  $BG_1$  为 0.4~0.6 毫安； $BG_2$  为 1~2 毫安； $BG_3$  和  $BG_4$  为 2~6 毫安。

调完工作点，接着调再生，一般是在频率高端调  $C_3$ 、 $L_3$ ；在频率低端调  $L_5$ 、 $W_1$ 。具体步骤是：先把  $C_3$ 、 $L_3$  组成的再生接上，转动可变电容器，接收一频率高端的电台，调  $C_3$  的容量和  $L_3$  的位置，使其声音最响而不啸叫，如产生啸叫则是再生过强所致。增加  $C_3$  的容量或使  $L_3$

靠近  $L_2$  可增强再生，反之则减小再生。再把  $L_5$ 、 $W_1$  组成的再生接上，接收一频率低端的电台，改变磁心的位置和  $W_1$  的阻值，使其声音最响而不啸叫。磁心调出或减小  $W_1$  的阻值可增强再生，反之可减小再生。这两路再生在调节时是互相影响牵连的，因此要反复进行调试，使收音机的灵敏度在频率高低端尽可能均匀为止。

最后应该指出，由于硅管的偏置电压要求较高，故它受电源电压下降的影响也较大，最好  $R_2$  用一个半可变电位器代替，当电池电压下降太多

时可调整此电位器，使  $BG_1$  仍能满意地工作。





# 硅锗晶体管再生四管机

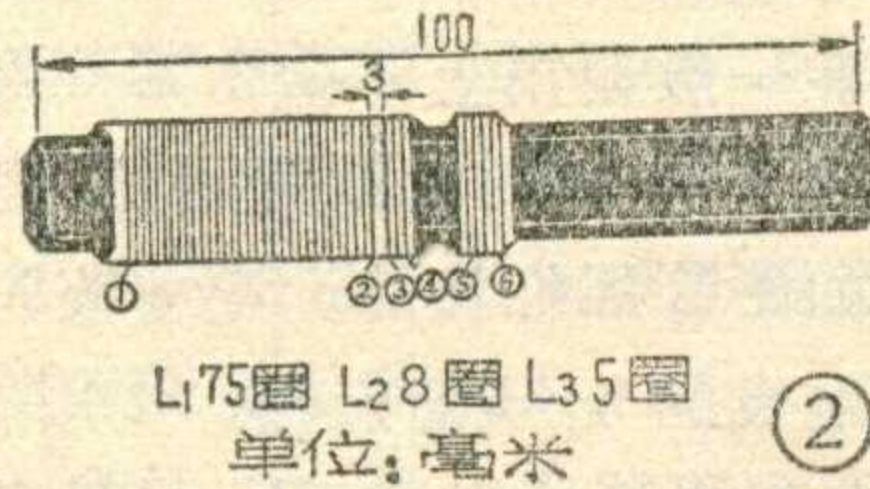
徐达林

本文介绍一架硅、锗晶体管混合四管机。本机在高放级采用了截止频率高、穿透电流小的硅高频三极管，使收音机的灵敏度和热稳定性相应提高。另外，在高放电路中采用了混合式再生电路，能使收音机的灵敏度在频率高低端比较均匀。

## 电路原理

如图①，经磁性天线接收并由  $L_1$ 、 $C_1$ 、 $C_2$  组成的调谐回路选出电台高频信号，通过  $L_1$  与  $L_2$  的耦合被送进高频三极管  $BG_1$  的基极进行放大。放大后的高频信号中一小部分经  $C_3$ 、 $L_3$ ，并通过  $L_3$ 、 $L_1$  的耦合被送回到输入回路，增强了输入回路的高频信号。同时还有一小部分经  $L_4$  并被  $C_6$  旁路，但其经过  $L_4$  时又耦合到  $L_5$  上，由  $L_5$ 、 $W_1$  回送到输入回路，也增强了输入回路的高频信号，这就是混合式再生电路。 $W_1$  是电位器。由  $C_3$ 、 $L_3$  组成的再生电路中，因为  $C_3$  对频率高端信号的容抗较小，所以它对频率高端信号的回授量较强；在  $L_4$ 、 $L_5$  组成的再生电路中，高频变压器的感抗与频率成正比，所以  $L_4$  对频率低端信号的感抗较小，通过耦合， $L_5$  对频率低端信号的回授量较强。通过这两种再生的互补作用，就使收音机的灵敏度在整个频率范围内较为均匀。

被放大的高频信号主要部分从  $BG_1$  集电极取出，通过  $C_5$  到二极管  $D_1$  和  $D_2$  进行检波。这个检波电路和锗管的简单再生机相似。只不过两个二极管的方向刚好和锗管再

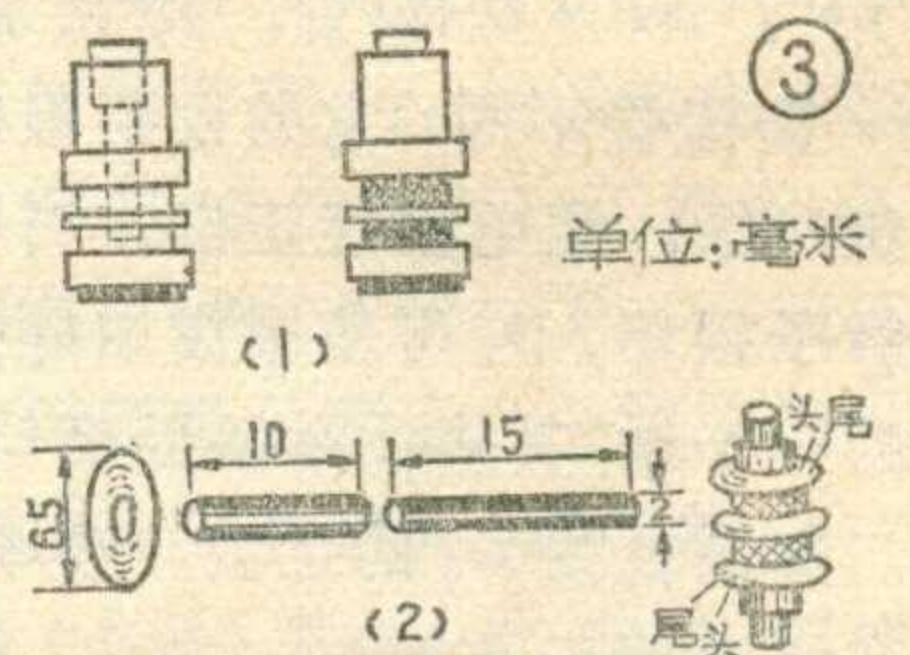


生机中的相反。这是因为硅管的基极偏置电压是正的，把二极管方向改变，可以使检波后所得直流电压的极性刚好和硅管的偏置电压相反，从而起到自动增益控制的作用。另外，由于硅管的结势垒电压较高，约为 0.6~0.7 伏左右，若检波二极管仍用两个锗管，其正向压降只有  $2 \times 0.2 = 0.4$  伏左右，这将使  $BG_1$  管的偏压加不上去。因而  $D_1$  必须采用硅管，这样  $D_1$ 、 $D_2$  上的降压可达  $0.6 + 0.2 = 0.8$  伏左右。 $D_2$  也可用硅管，但实验证明用锗二极管效果较好。高频信号经  $D_1$  和  $D_2$  检波后的高频电流分量被  $C_4$  旁路，音频电流分量经  $L_2$  被送到  $BG_1$  基极进行来复放大。放大后的音频信号从  $BG_1$  集电极取出经  $L_4$ 、 $C_8$  耦合到低放级进行放大。放大的音频信号由输入变压器耦合，再送至  $BG_3$  和  $BG_4$  进行乙类推挽功率放大。被放大的音频信号最后经输出变压器耦合送至扬声器发出声音。

## 元件制作与安装

磁性天线用长 100 毫米的扁磁棒，线圈均用  $\phi 0.07 \times 7$  股丝包线同向单层密绕，绕制圈数和安排见图②，接线按图示标号，接错则无再生作用。

高频变压器可用一只废的调磁心式中频变压器改绕。如图③—(1)，先将线框中原线拆除，用  $\phi 0.06$  毫米漆包线在上格绕 300 圈为  $L_4$ ，在下格绕 200 圈为  $L_5$ ，绕完后用万能胶粘在底板上。也可用  $\phi 2 \times 15$  毫米磁心绕制，如图③—(2)。用硬纸做一个线圈骨架，做法是先做一个纸管和三个圆垫圈，纸管内径以磁心能勉强移动为宜。圆垫圈套在纸管上，用胶水粘牢，以防绕线时线圈塌下来。胶水粘牢后即可绕制，数据同上。绕完后用蜡封好，并在

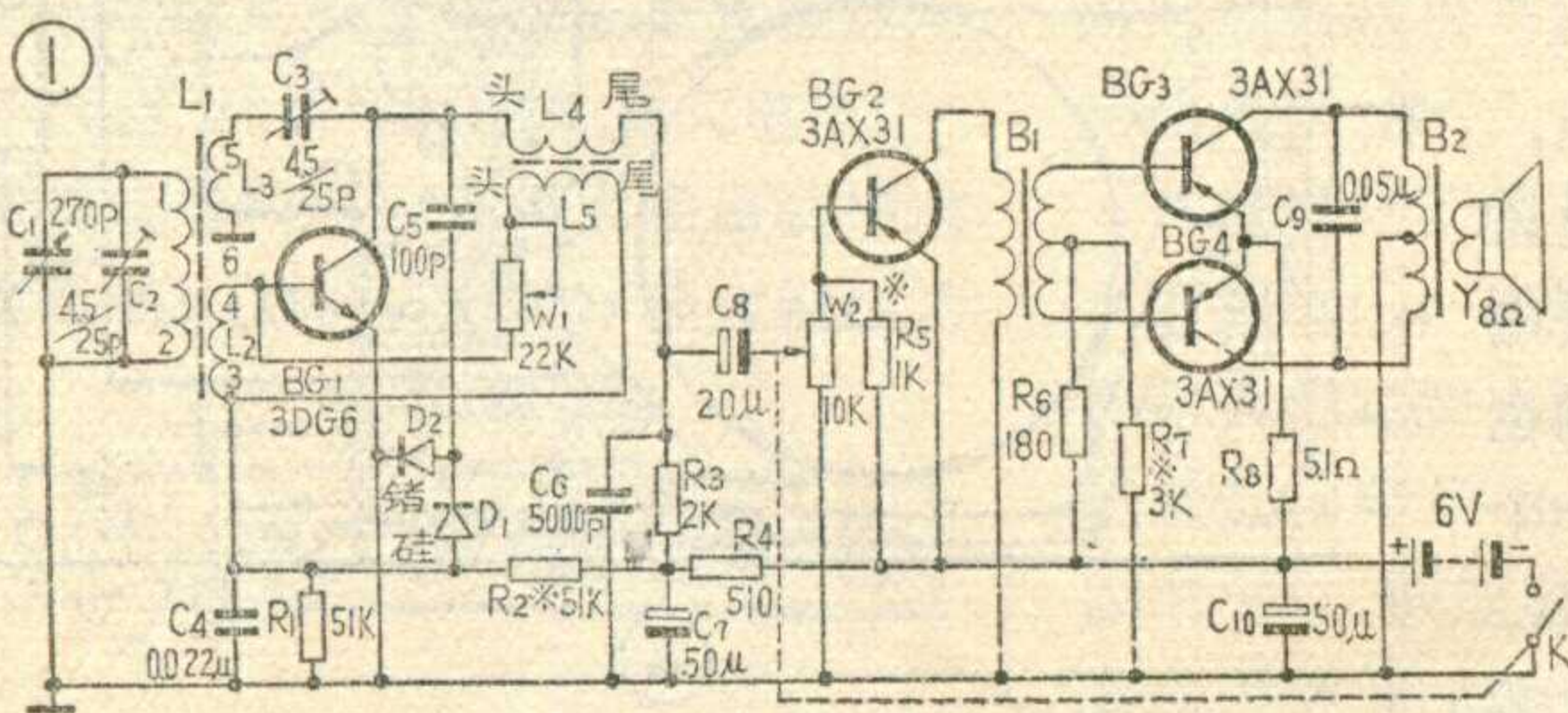


底板上钻一个眼，把纸管一端插进胶牢。接线可按图示标号。

$B_1$  和  $B_2$  采用一般市场出售的小型变压器。输入变压器以阻抗 3:1 为好，输出变压器只要和扬声器阻抗相匹配即可。

本机所有元件均装在  $40 \times 80 \times 130$  毫米的塑料机盒中，使用四节五号电池。元件焊在有铆钉的胶木板上，具体安排与布线见图④，反面接线可用裸铜线焊成仿印刷电路，美观牢固。

另外，在安装时，要特别注意  
(下转第 57 页)





# 不用电流表调整集电极电流

这里，我们向读者介绍一种不用电流表调整集电极电流的方法。见图①。虚线框内为测试装置，由1.5V电池两节，一个开关，一副耳机（或舌簧喇叭）和一个电阻R组成。

当晶体管BG的集电极电流 $I_C$ 流过电阻R时，在R两端产生电压 $U_R$ ，这个电压 $U_R = I_C \times R$ 。当 $U_R$ 与 $E_1$ 相等时，接通开关，耳机两端电压相等，没有电流通过，所以耳机无响声；如果 $U_R$ 与 $E_1$ 不相等，那么接通或切断开关的瞬间，有变化的电流通过耳机，耳机中就会有喀喀声。 $U_R$ 与 $E_1$ 相差越大，变化的电流越强，响声也越大。我们是利用 $I_C$ 调到 $\frac{E_1}{R}$ 的数值时，正好满足 $U_R = E_1$ 条件，使耳机无声来调整集电极电流的， $\frac{E_1}{R}$ 的数值就是收音机电路中规定的 $I_C$ 值。对应一个 $I_C$ 值，就有一个R值，在测试电路中把电阻R接好。使用时，只要调整偏流电阻 $R_{B1}$ ，使开关断续时

耳机无声，便可以调到规定的 $I_C$ 值了。

由于测试装置是串联在集电极电路里，集电极电压就要减少 $U_R$ 即 $E_1$ 伏。为了使集电极电压不受测试装置的影响，用一节电池 $E_2$ 补偿R上的电压降 $U_R$ 即 $E_1$ ，所以在选用电池时，要求 $E_2 = E_1$ 。

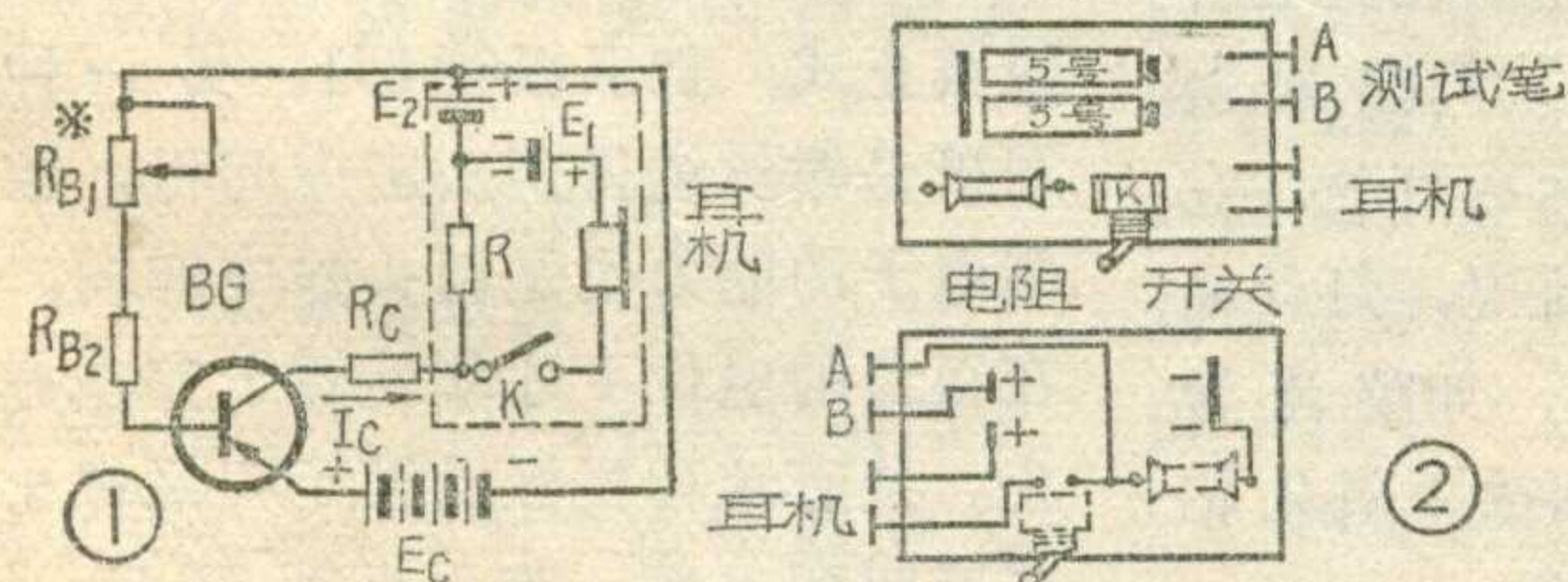
例如：已知 $E_1 = E_2 = 1.5V$ ，规定的晶体管集电极电流为已知，由公式 $R = E_1 / I_C$ ，求出R数值。然后，找一个和此数值相同的电阻，接到测试装置中R的位置上。在测量时，一面接通开关，另一面调整偏流电阻 $R_{B1}$ ，使耳机中的喀喀声没有或最小，这时就调到规定的集电极电流值了。调整时，注意开关K接通或断开应和调 $R_{B1}$ 同时进行，才能听清喀喀声大小的连续变化，找到声音最小点。另

外，如晶体管损坏或穿透电流太大也调不出声音最小点。

这里再举例说明。 $E_1 = E_2 = 1.5V$ ，规定 $I_C = 1mA$ ，算出 $R = E_1 / I_C = 1.5K$ ，将1.5K电阻接到测试电路R位置上，然后一面接通开关，一面调整偏流电阻，使耳机无声（或声音最小），这时集电极电流就近似1mA了。

上述测试装置很简单，所用的元件装在小盒内，把R接好，如图②。使用时把待测晶体管集电极电路断开后，测试笔A接 $R_C$ 的一端（见图1），测试笔B接电源 $E_C$ 的负极上，就可以测试了。R如用分线器或用 $300\Omega$ 电阻串联4.7K电位器代替，画上常用的刻度（用万用表校准），用起来更方便。

为了方便读者，现将再生来复四管机和超外差收音机规定的集电极电流的一般数值与对应的电阻R值，列于下表，供读者参考。



再生来复式四管机

$I_C$	BG <sub>1</sub> 1mA	BG <sub>2</sub> 2mA	BG <sub>3</sub> BG <sub>4</sub> } 3mA
R	1.5K	750 $\Omega$	500 $\Omega$ (510 $\Omega$ )

外差式六管机

$I_C$	BG <sub>1</sub> 0.5mA	BG <sub>2</sub> 0.5mA	BG <sub>3</sub> 0.7mA	BG <sub>4</sub> 2.5mA	BG <sub>5</sub> BG <sub>6</sub> } 4mA
R	3K	3K	2.2K	600 $\Omega$	375 $\Omega$ (360或390 $\Omega$ )

(战士 陈凤祥)

# 自制手摇钻

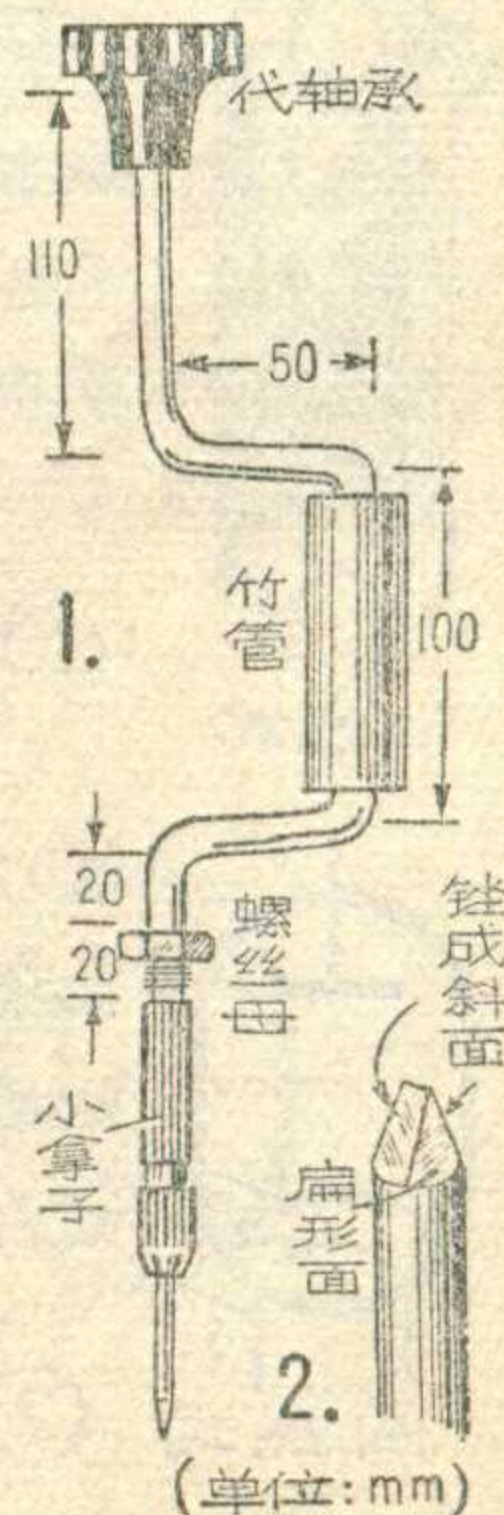
用直径6毫米、长400毫米左右的火筷子或铁条一根，弯成弓字形，尺寸如图1。然后把铁条的下端紧紧插入一个修钟表用的小拿子里，但应先把铁条下端锉成和小拿子内径相近，才好插紧。为防止小拿子被挤裂，可在小拿子外面箍上一个螺丝母。用一个带孔的金属铸件（只要孔比铁条稍粗一些的都可

用）套在弓字形铁条上端做轴承。然后找一根8厘米长比铁条粗一些的竹管劈成两半，套在手摇钻的摇臂处，并用胶布把两半竹管紧固成一个竹管，就成为使用方便的手摇钻了。它可以直接使用直径2.9毫米以下的钻头，在胶木板或铁板上打孔。

如果没有钻头也可以用钉子自

制。先去掉钉子帽，然后把钉尖锉成如图2形状，再经过淬火处理，即将锉好的钉子烧红，然后迅速投入冷水中冷却，就可以作为钻头使用了。

(沈征)



(单位: mm)



# 电子管简介 (一)

邓树臣

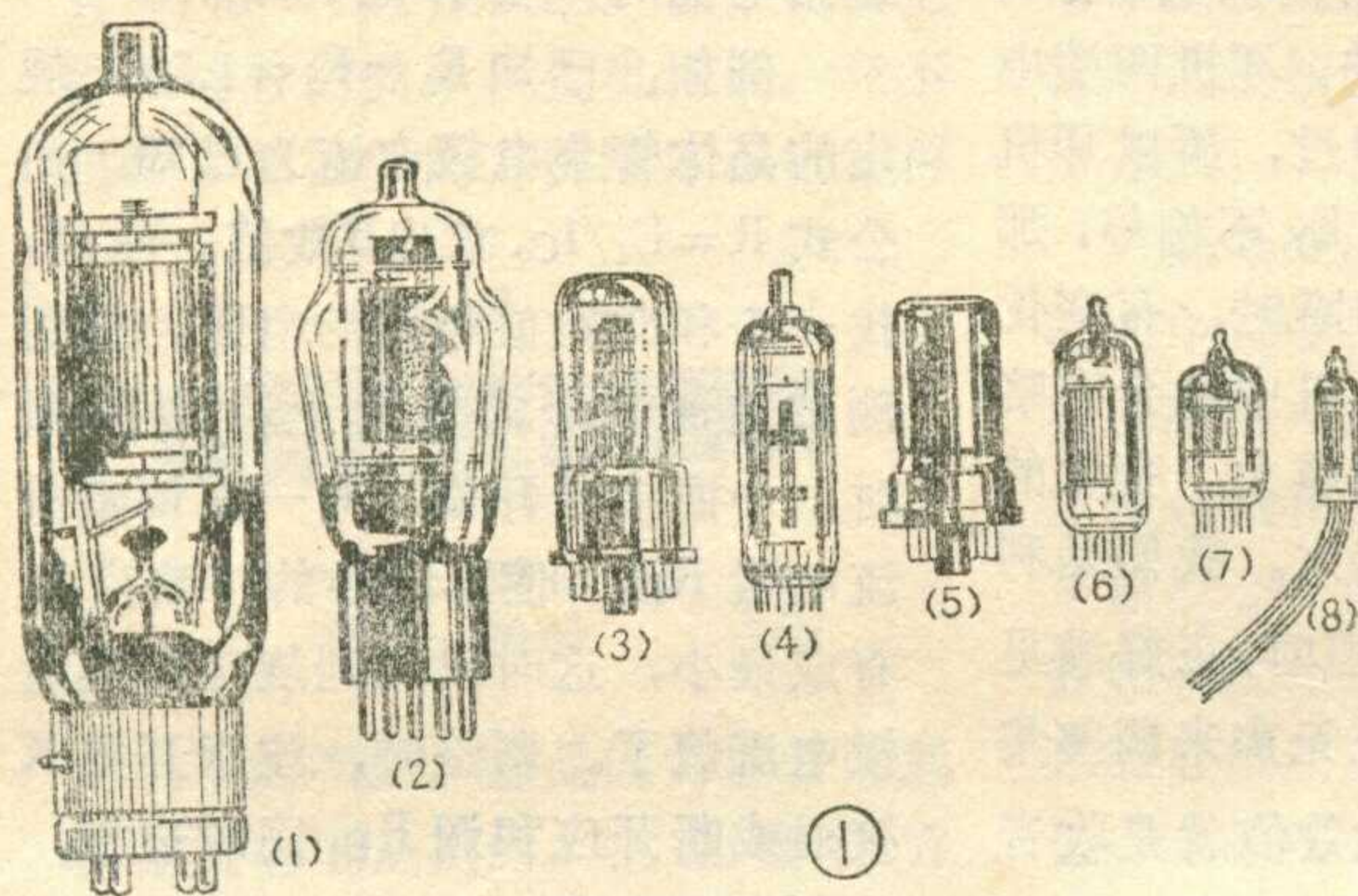
以前的无线电收信放大设备，大量使用电子管器件，来完成所需要的整流、检波、放大、变频等工作，被称为无线电设备的核心。本文就一般收信放大设备中的电子管作一浅近介绍。

一般电子管的外形很容易辨认，大都是用玻璃作外壳的玻璃管，也有用金属作外壳的金属管，见图①(5)。早期的玻璃管大都是葫芦形和圆柱形，见图①(1)(2)(3)，这种管子都有管基，管脚在管基上。近期的玻璃管是体积小的花生管和超小型管，它们的管脚就在管壳下面，见图①(4)(6)(7)(8)。超小型管的管脚多是做成软引线。有些管子管顶做成一个极（栅极或阳极）的引线，见图①(1)(2)(4)。

电子管是电子流的控制器件。因此，它的基本结构必然是有一个发射电子的电极，一个收集电子的电极和一个控制电子的电极。而且电子的运动应在没有稠密气体分子阻碍的真空环境里，这些电极就密封在构成真空的外壳里。

电子管里发射电子的电极叫阴

极。一般都使用热阴极，即用加热的灯丝使一种专用氧化物在一定温度下发射电子。热阴极分直热式和间热式两种。见图②(a)。直热式阴极灯丝本身就是阴极，它的热惯



性小，使用直流电，灯丝电压一般是1.2伏，如变频管1A2等。直热式若用交流电加热会使电子发射产生波动，影响使用（热惯性大的直热式也可使用交流电）。间热式阴极一般是圆筒状，里面放灯丝，它的热惯性大，使用交流电，灯丝电压一般是5伏、6.3伏，如整流管5Z2P、6Z4。灯丝表面涂上氧化铝绝缘层，以和阴极绝缘。

电子管里收集电子的电极叫阳极（也叫屏极、板极），通常做成围在阴极外面筒状或板状，见图③。阳极吸收电子要消耗功率发热，为了把热散掉，阳极多要经过黑化处理（热辐射能力强）。小功率的检波管阳极都不经黑化。

一个阴极和一个阳极装在真空的管壳里就可组成一个二极管，符号如图②(b)。二极管的两个电极外加一个电压，若阳极电位比阴极正，阴极发射的电子就被阳极吸引，构成电流，二极管是“通”的状态。反之，若阳极电位比阴极负，则电子被阳极拒斥，没有电流，二极管

是“断”的状态，见图(4)。利用二极管的这种“通”“断”状态就可以完成整流、检波等工作，不过用作整流的二极管的功率较大，不能和作检波用的二极管任意换用。

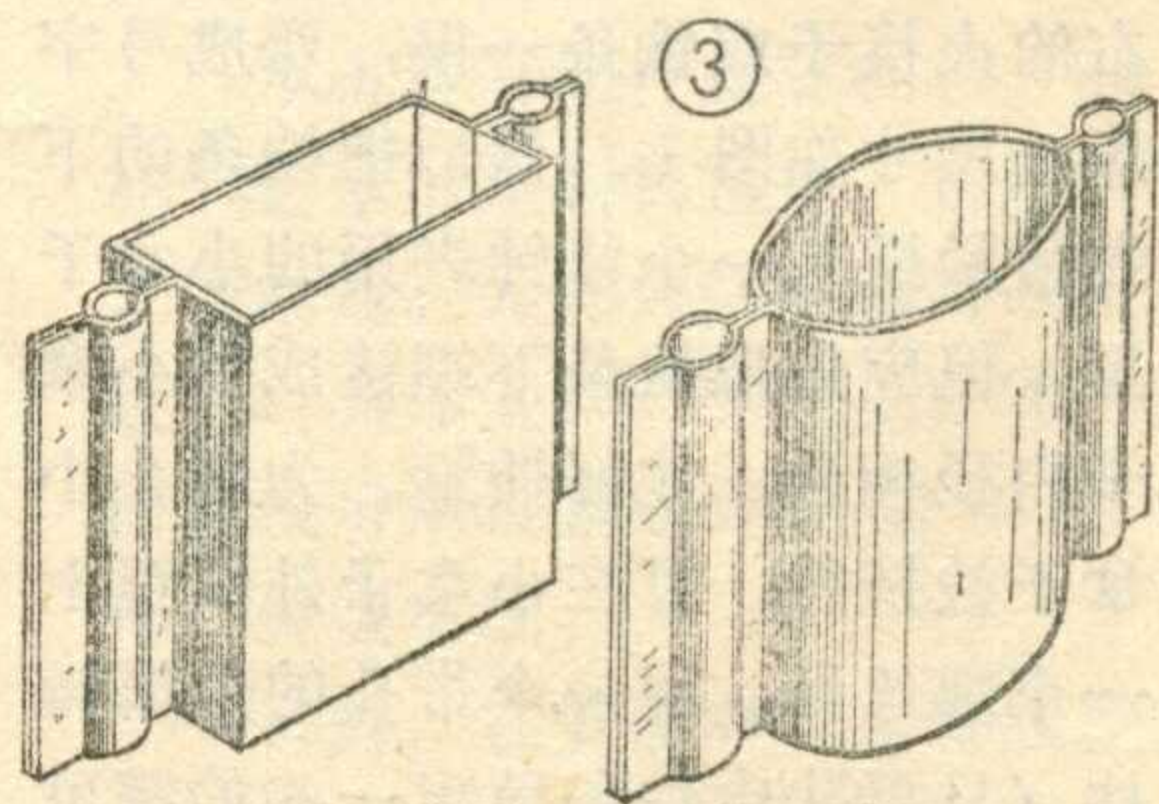
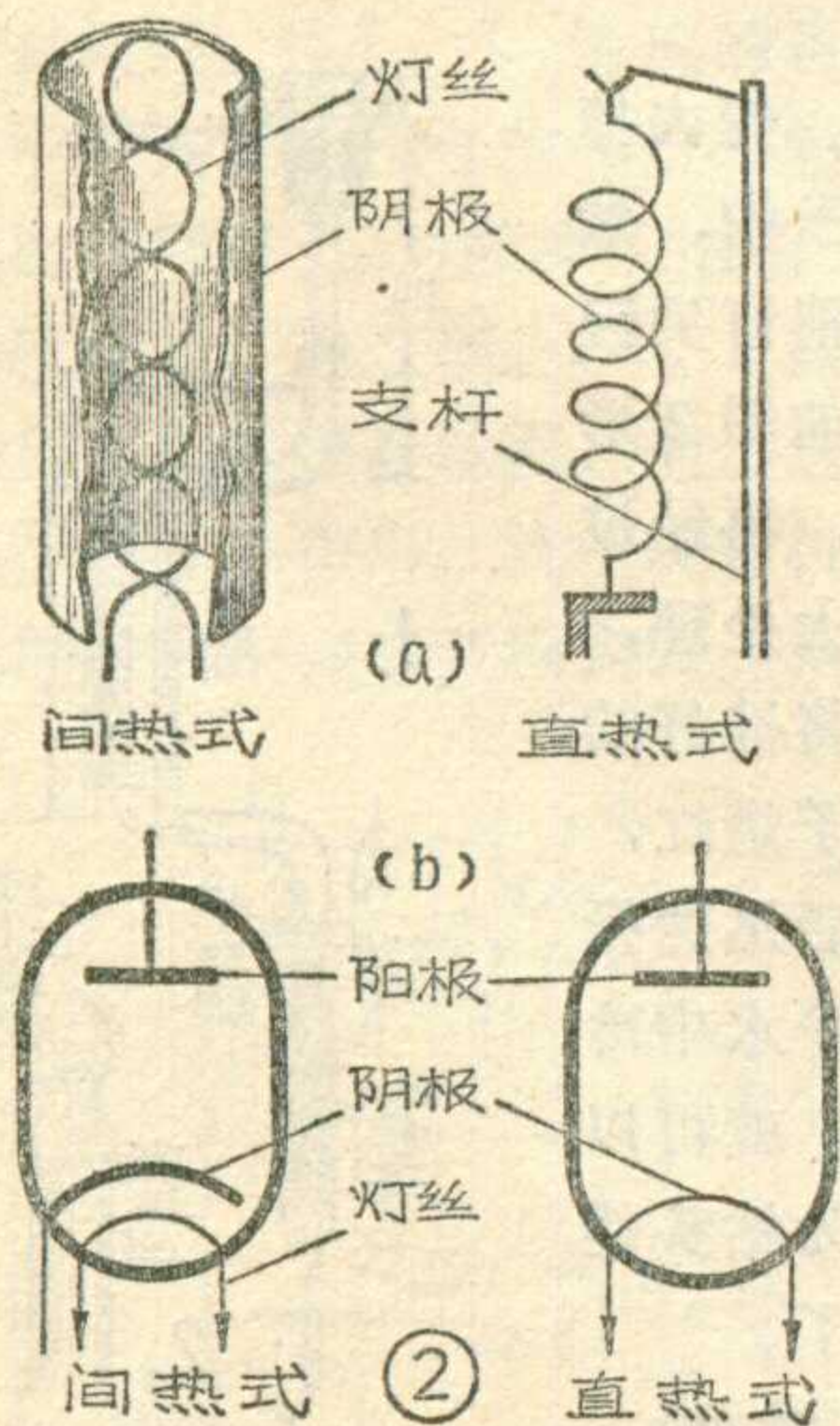
电子管里控制电子的电极叫栅极，它是处在阴极和阳极之间一个网状电极，见图⑤。电子可以从它的空隙中通过。栅极的作用和水闸控制水流的道理相似，栅极本身电位的变化，可以控制阴极发射的电子到达阳极的多少。栅极电位越负，

拒斥电子的能力越强，由阴极通过栅极的电子就越少，栅极电位负到一定程度，可以阻拦一切电子通过，阳极不能获得电子，这种状态叫作电子管的“截止”。

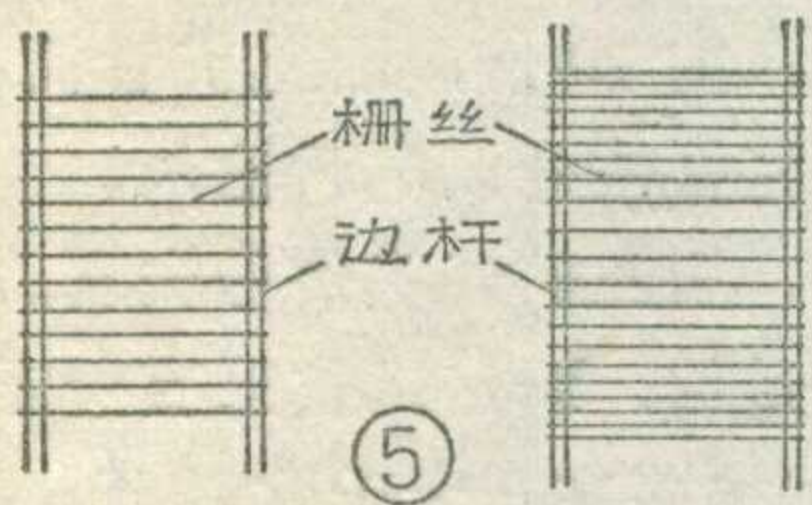
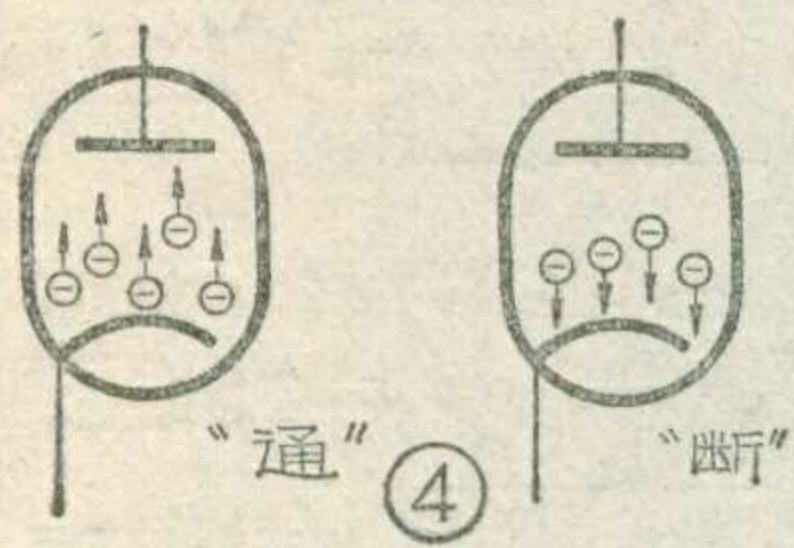
栅极的栅丝有两种绕法，如图⑤。

一种是栅丝距离是均匀的，它控制电子的能力按照电位的变化也较均匀，在不大的负电位下，就可使管子截止。装这种栅极的管子通常叫锐截止式，如五极管6J1。另一种栅极是栅丝绕得两头密中间稀，控制电子的能力也是两头强中间弱，在很负的电位下才能使管子完全截止。装有这种栅极的管子叫遥截止式或叫变 $\mu$ 管，如五极管6K4。

在二极管的阴极和阳极之间装上一个栅极，就组成了三极管。这个栅极通常在使用时加一定的负电压，以免过多的电子被它吸收（但也有极少量的高速电子打在栅极上，构成栅流）。在这个基础上，栅极再加一变化的信号如正弦波电







压，栅极的瞬时电位就有时负的的多些，有时负的少些，相应地阴极发射的电子就有时通过栅极的少些和多些，形成和栅极所加电压变化规律一样的电子流，被阳极吸收。这个电子流能量是由阳极电源（通称乙电或B电）供给的。可以在阳极回路中形成比在栅极上所加信号强多少倍的信号，这就是三极管的放大作用，见图⑥。就好像水闸不大的动作，就可以使被控制的强大水流有较大变化的道理一样。三极管的这个栅极一般叫控制栅极。

放大管的基本参数：

(1) **放大系数 $\mu$** ，意义是为了使阳极电流作同样变化所需的阳极电压变化数值与栅压变化数值之比。它表示栅压对阳极电流的影响比阳极电压对阳极电流的影响大多少倍。 $\mu$ 值大，管子的放大能力就大。

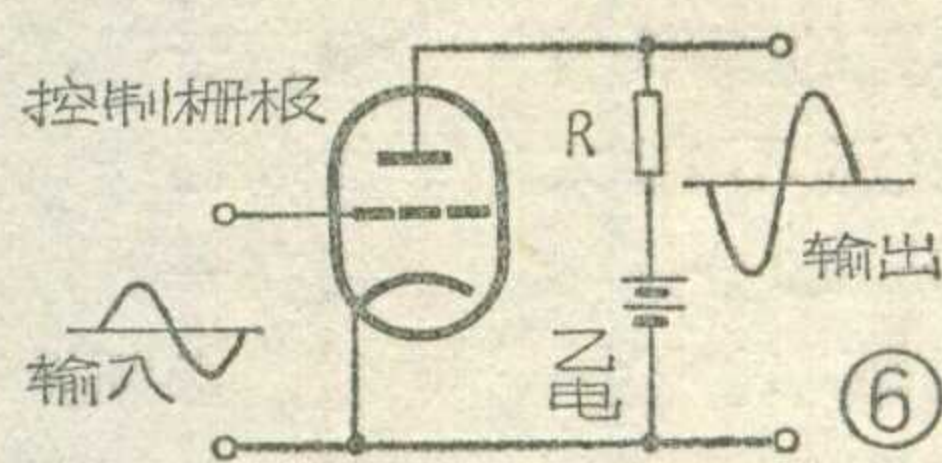
(2) **跨导S**，意义是在阳极电压固定的条件下，栅压变化单位电压时阳极电流能变动多少毫安。跨导的大小表示管子工作效率高低。跨导高的管子，栅极上加上很小的变动电压，就能引起阳极电流很大变化。跨导单位是毫安/伏。

(3) **内阻 $R_i$** ，意义是在其它各极电压固定时，阳极电压变化与相应的阳极电流的变化的比值，单位是千欧。

三极管里，栅极和阳极间再加

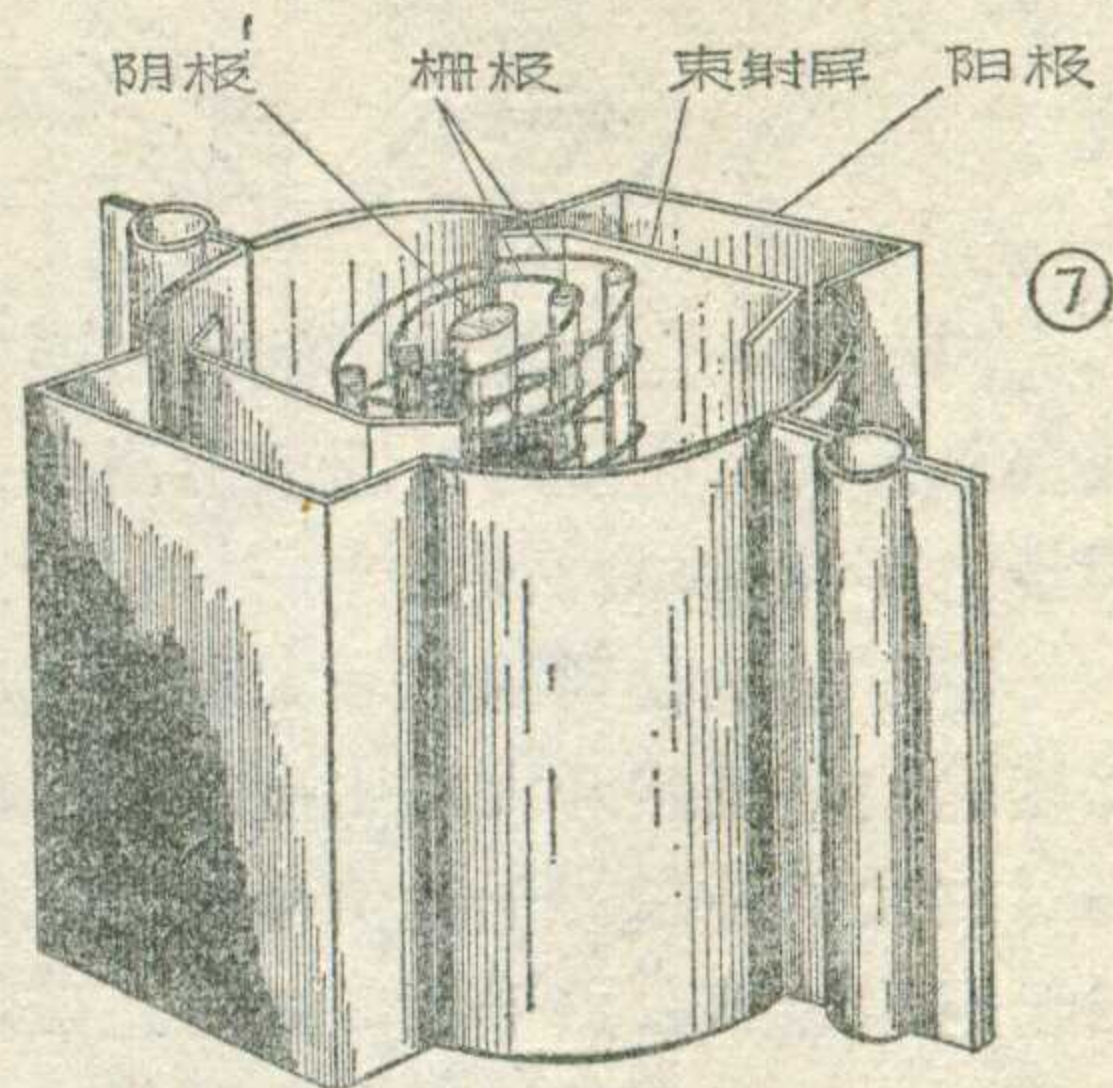
装一栅极（叫帘栅或第二栅），就构成四极管。这个帘栅极在使用时加一与阳极相同或略小的正电压，隔离了阳极与控制栅极，加大了阳极和阴极的距离，减弱了阳极对电子流的控制，相应地增强了控制栅对电子流的控制，即 $\mu$ 值增大， $R_i$ 增大。但经过控制栅的电子，由于被帘栅加速后打在阳极上，致使阳极可能被高能电子打出所谓二次电子，被帘栅吸收。严重时，二次电子大于从阴极过来的电子，出现阳极电压增高，电流反而下降的“负阻”现象，完全破坏了正常的工作。这个严重的缺点限制了四极管的使用。

为了克服四极管的缺点，在帘栅和阳极间再加一栅极（叫抑制栅或第三栅）构成五极管。抑制栅电



位和阴极相同，有效地抑制了二次电子现象，而且更增大了 $\mu$ 值和内阻 $R_i$ ，现在一般放大管和一些功率管都用五极管，如高频放大用的6J1。

四极管的另一种改进是把原来两个栅极的栅丝对齐（即栅极的空隙对齐），在阳极和帘栅间的两侧设置两个零电位（即与阴极等电位）的屏，叫束射屏。这两个措施使由阴极到达阳极的电子流集中在无束射屏的两侧，且在栅丝空隙中集成束状，这种密度大的束状电子流抑制了二次电子现象，也保证了足够

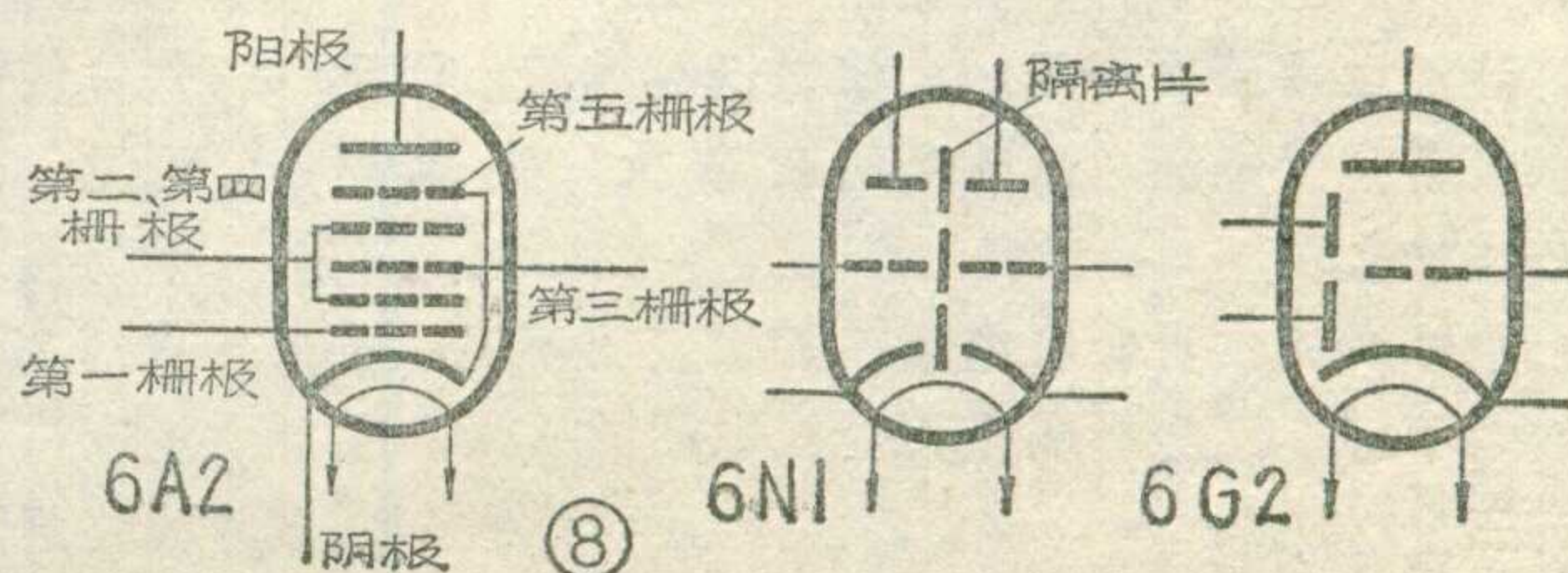


的阳极电流，使管子有一定功率输出，这就是平常用的束射四极管，如6P1，见图⑦。

多栅管中，还有七个电极的变频管，如6A2，见图(8)。它有两个控制栅（第一栅和第三栅），分别加入输入信号和本振信号，使电子流受这两个信号控制，以在阳极回路中用并联谐振回路取出这两个信号之差的“差频信号”。

为了使用方便，还常将两个或几个电子管管芯合装在一个管壳里，构成复合管。它们有的共用一个阴极，有的分用阴极，但都彼此独立，互不影响。有的彼此间还装有隔离片，使用时，隔离片接地，起到隔离作用防止相互干扰。复合管平常使用不少，如有对称参数的双三极管6N1，用作检波和低放的双二极三极管6G2，见图⑧。

最后谈谈电子管的使用。在使用一般收信放大管时，对有管基的管子要拿住管腰插入或拔出管座，对没有管基的花生管要垂直地插入或拔出管座，切不可左右晃动，否则管针处玻璃壳易裂碎。小型管的排气封口处，大都在管顶，使用时要小心保护，碰断或破裂都会造成管子漏气，不能使用。





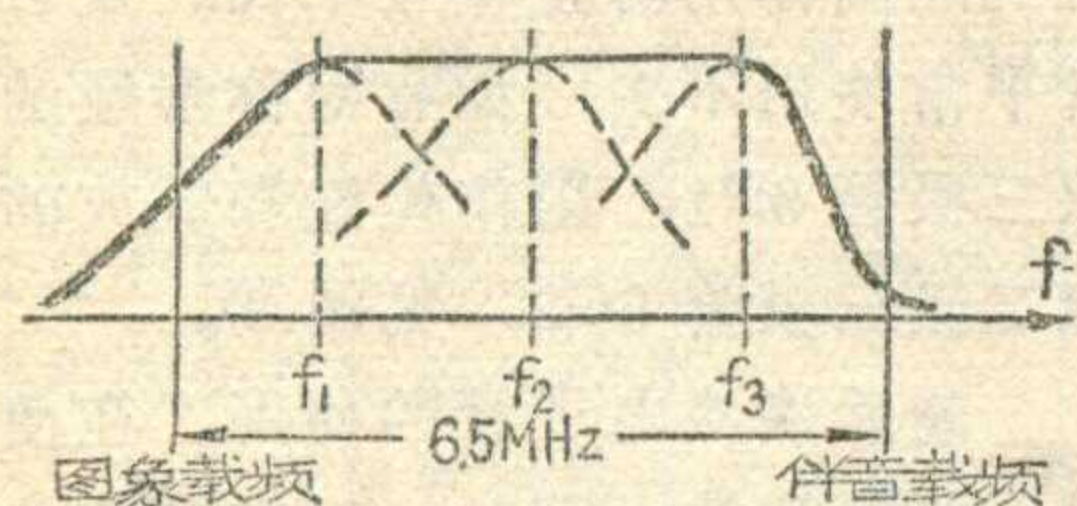
# 问与答

**问：有一台电视机，能收到图象和伴音，但图象较淡，开大对比度时，图象上出现很多黑白点干扰，同步也不稳定，为什么？**

**答：**这是收到的信号太弱造成。信号弱，图象对比度就差，虽然开大对比度能使图象信号增强，但却同时放大了外来的干扰信号，干扰信号会在图象上造成无规律的黑白点干扰，同时还破坏电视机扫描的同步稳定。遇到这种情况，先要检查电视机天线是否插接正确，对于电子管式电视机，信号弱时应插接在1:1的孔中，对于晶体管式电视机应将天线开关拨到“正常”位置，而不要放在“衰减”位置上。如果不解决问题，就应仔细选择天线的位置和方向，适当加高天线，必要时应换用增益较高的天线，如王字天线等。

**问：调整自制简易电视机时，不能同时调出图象与伴音，为什么？怎样解决？**

**答：**这是高放级参差调谐没有调好。电视广播要求的电视接收机频率特性如附图实线所示，图象载频与伴音载频相差6.5兆赫。为了实现这样宽的频率特性，要采用参差调谐的回路，回路的Q值还不能太高。一般至少采用三个调谐回路(即两级高放)分别参差调谐在三个频率上，来大致实现这样的频率特性。如图虚线所示。对北京黑白电视台来说，图象载频为57.75兆赫，伴音载频为64.25兆赫，这三个回路应调谐在约为58、60、63兆赫。



如果只采用一个调谐回路，或将回路都调谐在一个频率上，就很难实现要求的频率特性。即使采用很低的Q值达到了频带宽度，距离要求的曲线形状也相差太远，效果不会好。如果已经采用了三级参差调谐回路，那就要仔细调节三个回路，使三个参差频率适当。调谐于 $f_1$ 的回路用来调对比度，调谐于 $f_2$ 的回路用来调图象清晰度，调谐于 $f_3$ 的回路用来调伴音。

开始时，可适当在回路上并联电阻，降低Q值，待得到图象与伴音后再去掉，以提高增益与图象清晰度，并使伴音与图象互不干扰。(以上张家谋答)

**问：我们单位没有专用的会议电话终端机，而用扩音机来收听会议电话，但收听时杂音大，失真严重，不知为什么？**

**答：**用扩音机收听会议电话，如果使用不当，不但收听效果不好，还会影响全程会议电话的质量。主要原因有三个：

第一，输入电压过高，造成扩音机过载，引起严

重的信号失真。一般扩音机话筒输入电压只有2~3毫伏，拾音器输入电压约在100毫伏左右，

而会议电话输入则在1伏左右，这电压相当于话筒输入的500倍，拾音器输入的10倍，因此扩音机的拾音和话筒输入孔都不能直接做会议电话输入。

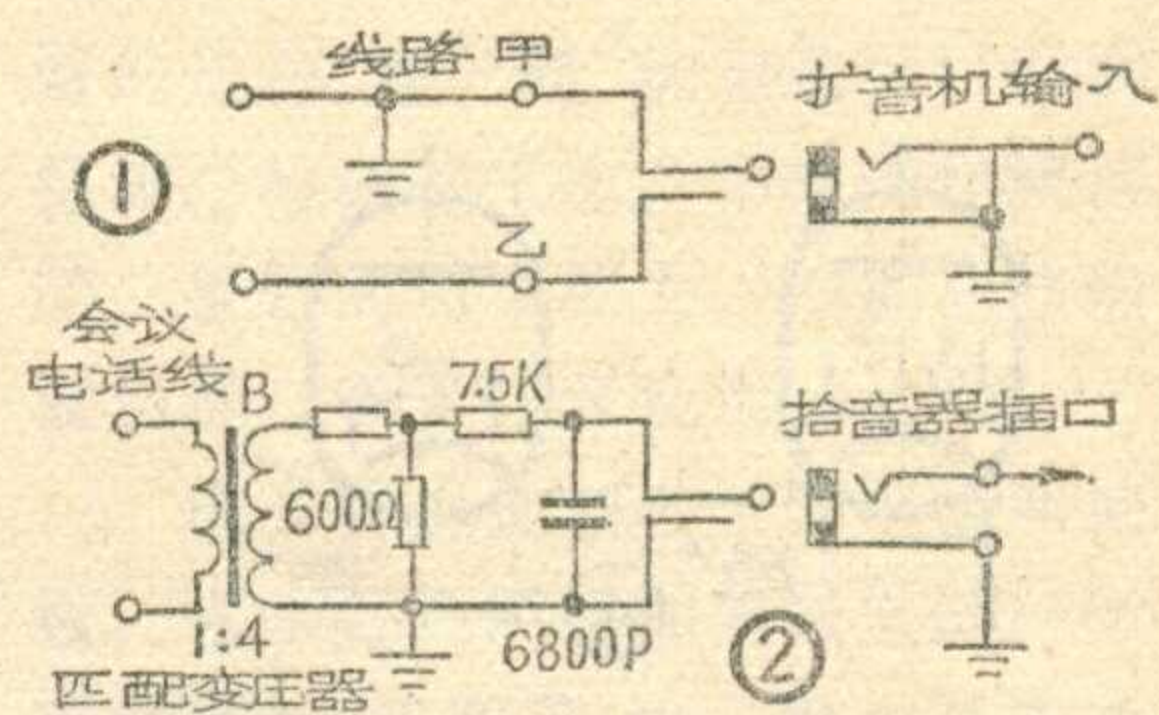
第二，阻抗不匹配，引起扩音机信号失真。会议电话是经过电话线路传送的，线路阻抗只有一千欧左右。话筒、拾音输入的阻抗多在几十千欧以上。所以，如把会议电话信号直接接入话筒和拾音的输入孔，由于阻抗不匹配，会造成严重失真。

第三，电话线路不好，出现串杂音，输入到扩音机造成很大的杂音。会议电话线路多是双线传输，扩音机又多是单端接地的。如果线路有接地障碍，例如甲线有接地障碍(见图一)，恰好接在插头的心线上，插入扩音机以后就会使甲线和乙线都出现了接地的现象。于是，造成了混线，使信号很弱，杂音很大。甲线和乙线调一调接头，把线路的接地和扩音机的接地接在一侧，就可以避免混线了。但这只是一种临时措施，必须及时排除线路障碍，以保证会议电话的质量。如果是“单线”线路，就更要注意一定要把外线接在插头芯线上。通常为了保持双线会议电话线路的平衡性，不能直接输入到扩音机里面去，需要用一只线路变压器加以隔离(可参看图2)。

**问：用扩音机收听会议电话时，采取哪些措施才能减小失真？**

**答：**1. 首先要排除线路障碍，提高线路质量，减少线路杂音。线路绝缘应该是好的，环路电阻应该基本符合计算值。如果线路本身质量不好，这就不能保证会议电话质量。

2. 进行阻抗匹配和衰减，使扩音机得到合理的阻抗匹配和信号电压(见图2)。在会议电话线上，要接上阻抗匹配变压器。如果低频特性不是要求很高，可以用半导体收音机的输入变压器来代替。变压器低阻抗方面接到外线上(即次级线圈把中间抽头空起来，两边接外线)。高阻抗方面作次级用。接一个T型衰耗器，在输入端再接一个6800P电容器以校正频率特性。这样使拾音器插孔保持100毫伏的输入电压。由此可见，会议电话信号最好由拾音器孔输入。如果要从话筒输入，还要增大T型衰耗器两臂7.5K的电阻，直到20K左右，才能降到它的接近的输入电压。在这里应该特别说明的是会议电话的信号强弱差别很大，线路距离、线路质量也不一致。因此，能不能收听好会议电话，涉及到许多客观因素。包括很多特殊条





件，这就需要对具体情况进行具体分析，采取针对性的措施加以解决。（以上王付英答）

**问：**我在修理一架交流六灯电子管收音机时，转动调谐旋钮，喇叭里发出哗哗的响声。我在各转动部分加了油，但没有解决问题。检查了双连电容器也没有短路碰片现象。这种响声，旋钮转得越重，声音越响，不知何故？

**答：**这种现象主要是由于高频部分的元件有松动或接地不良造成的。可用改锥柄轻轻敲击高频部分的各元件(收音机最好调到没信号的位置上)，当发现敲击到某元件这种杂音最大时，一般故障就在这个元件上。

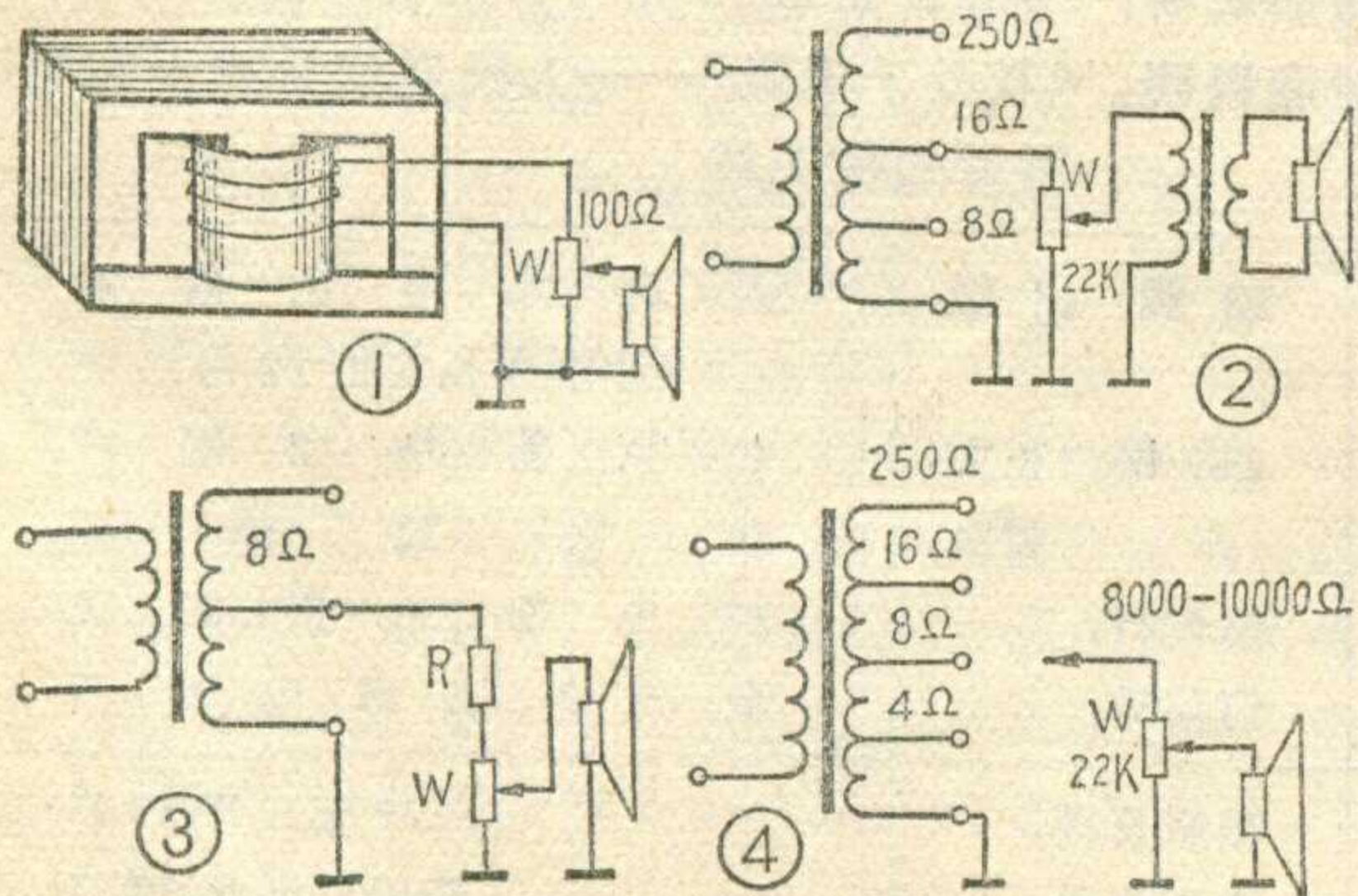
另外，如果中频变压器谐振曲线调得太尖也容易引起这种故障，这时可重调中周一试。

**问：**如何区分短波磁棒和中波磁棒？它们的性能有何差别？

**答：**一般可以从颜色上区分，中波磁棒呈黑色，是用锰锌铁氧体材料制成的；短波磁棒呈棕色或灰色，是用镍锌铁氧体材料制成的。中波磁棒导磁率较高，环导磁率 $\mu_0$ 为400高斯/奥斯特，这种磁棒型号称MX-400型，MX是汉语拼音字母，代表“锰锌”材料的意思，400即表示导磁率。短波磁棒导磁率较低， $\mu_0$ 有40和60高斯/奥斯特两种，型号为NX-40或NX-60，NX就是表示“镍锌”材料的意思，40和60也分别代表导磁率。但是中波磁棒的工作频率较低，而短波磁棒的工作频率较高，因此中波磁棒不能用于短波段。所谓“环导磁率”，就是将磁性材料做成一个圆环绕上线圈以后的电感量与同样线圈绕在同样外形尺寸非磁性材料上时的电感量之比。（以上沈长生答）

**问：**没有监听装置的扩音机如何加装监听喇叭？

**答：**根据不同机器及现有的材料可以采取下面几个方法：①100瓦以上的大机器，只要输出变压器窗口有余量，均可以用塑料导线在线包外面穿绕3~6圈引出，如图1。②用成品6P1或6V6输出变压器按图2接在50瓦左右机器的 $8\Omega$ 或 $16\Omega$ 的低阻输出端子上。③在低阻输出端子上用电阻分压的办法，如图3。例如25瓦机器从 $8\Omega$ 端子引出，电阻为 $72\Omega$ ，电位器为 $100\Omega$ 即可。以上三种方法所用喇叭均为



动圈式。喇叭两端分取的电压有1~2V就足够用了。总的说不要超过喇叭的额定功率，根据选用的喇叭功率而定。④用高阻舌簧喇叭（ $8000\sim 10000\Omega$ ）或压电陶瓷喇叭直接接在100W以下机器的低阻输出端子上，如图④。喇叭两端有15~30V的音频电压就足够用了，电位器用20千欧左右就行。（程谢答）

**问：**我安装了一台再生来复晶体管收音机，收听时发现本市电台在刻度盘上占的位置太宽，影响其他电台节目收听，不知什么原因？如何解决？

**答：**再生式电路的选择性，主要是由调谐回路的线圈有效Q值和再生量的大小所决定。因此，第一，需检查输入线圈初级的多股导线是否有断股（一般要采用 $\phi 0.07\times 7$ 以上的纱丝包线），线圈管要防止受潮。第二，次级线圈不能接反，可以改变接头试验。初次级线圈应保持3~5毫米间距。第三，磁棒质量低劣最容易降低线圈Q值，可换用质量好的磁棒试验。第四，加大再生电容量（以不啸叫为临界值）。第五，高频管基极偏压太高造成。第六，高频管 $\beta$ 值不宜过低，应在80~150之间。高扼圈需保持有3~5毫亨。

**问：**我安装了一台超外差晶体管收音机，杂音与噪声很大，用什么办法来判断杂音是哪一级产生的，或哪个元件产生的？

**答：**可以将电位器关小，如果噪声仍大，表明这是低频电路故障。一般可降低前置级偏流或在前置级换用质量较好的晶体管来解决。反之则是高频电路中产生的噪声，可以换 $\beta$ 值较小的变频管或降低该管偏流值试验。另外收音机在自激的情况下容易产生大量的噪声与杂音，这时应先排除自激故障。（以上毛瑞年答）

**问：**半导体收音机的中周，在没有高频振荡器的情况下，应该怎样来调整？

**答：**国产中周的谐振频率都设计在465千赫。一般中周的频率调节范围约 $\pm 20$ 千赫。在业余情况下，要把中周的频率精确地调在465千赫是很困难的，同时也是不必要的。实际上，只要收音机上所有的中周都调在同一频率上，即使这个频率和标称频率相差 $\pm 10$ 千赫，也并不会影响收音机的灵敏度和选择性。因此装配收音机时首先应按所用的中周配以规定容量的电容器，误差尽量小些。机器正常工作以后，先将第一中周的磁帽旋到可调范围的中间位置。再在中波的高端选择一个信号较弱的电台，作为调整信号。然后依次调节第二中周和第三中周的磁帽，使喇叭里的声音越来越大。每调好一个中周应微调一下双连，使声音最大，并随时关小音量。第三中周调完以后，再回到第一中周。如此反复二、三遍，务必使每个中周都调到峰点上。如果发现有一个中周磁帽拧到最上位置或最下位置仍没有找到峰点，就应该将第一中周往下或往上拧一些，再重复上述步骤，直到每一个中周都能调到峰点为止。（严毅答）



# 无线电

1974年第7、8期(总第142、143期)

## 目 录

- 批林批孔步步深入,生产节节上升.....(1)
- 粮食温度巡回遥测器.....江苏宝应无线电元件二厂(3)
- 卷烟机组加丝的程序控制.....江苏宝应无线电元件二厂(5)
- DJ-III型煤矿顶板安全报警器**  
.....太原无线电六厂  
开滦煤炭科学研究所(7)
- 功率因数自动补偿装置  
.....北京二里沟汽车制造厂钟金元(10)
- 色选机的光电控制.....清华大学电子系工农兵学员(13)
- 晶体管床位号码器.....上海虹口区第二医院(15)
- FB-1型闪电计数器.....北京西城电子仪器厂(17)
- 荧光数码管.....葛世潮(19)
- 清华741型彩色电视接收机  
.....清华大学电子系工农兵学员(21)
- 偏转系统.....工人宗承玮 技术员束川保(22)
- 简易电视机高频通道.....吴德麟(25)
- 显象管电路检修经验.....中央广播事业局北京服务部(28)
- \* 农村有线广播 \***
- 扩音机阻抗匹配.....傅吉康(30)
- 国产半导体收音机的几项基本参数(封三说明)  
.....顾孟洁(35)
- 广播线路分段监视.....广东临高县广播站雷力(36)
- 优选法寻找广播线路断路故障.....刘正生(36)
- 正确放置高音喇叭音膜的方法.....江苏太仓县广播站(37)
- 无变压器功率放大电路.....唐远炎(38)
- 变压器的测试.....吉广有(43)
- 通用示波器的使用方法.....上海无线电二十一厂技术组(45)
- \* 实验室 \***
- 修理收音机的助手——信号寻迹器  
.....北京市少年宫科技组(47)
- 简易晶体管测试仪.....冯继成(48)
- 简易信号注入器.....祁一明(50)
- \* 晶体管电路讲座 \***
- 变压器耦合放大器.....金国钧(52)
- 功率放大器.....金国钧(53)
- \* 初学者园地 \***
- 怎样合理选用晶体管.....成诚(56)
- 硅锗晶体管再生四管机.....徐达林(58)
- 不用电流表调整集电极电流.....战士 陈凤祥(59)
- 自制手摇钻.....沈征(59)
- 电子管简介(一).....邓树臣(60)
- \* 问与答 \***
- \* 读者来信 \***
- 引用毛主席语录必须严肃认真.....钱仲全(64)



## 引用毛主席语录

必须严肃认真

人民邮电出版社:

你社出版的1974年第1期《无线电》第一页上曾引用毛主席语录“一切结论产生于调查研究的末尾,而不是在它的先头。”这一句语录,毛主席是这样说的:“一切结论产生于调查情况的末尾,而不是在它的先头。”你社出版的文章中却把调查情况写成调查研究了。原来估计你们在第二期给予更正,但第三期出版也未见予更正。我认为今后应注意这样的事,对引用毛主席语录必须严肃认真,不能随便写错或用错。

此致

革命敬礼

钱仲全

**编者按:**钱仲全同志的意见是正确的。我们接到来信后,对复刊以来的各期进行了全面的检查,发现还有不少类似的差错。准确地引用伟大领袖毛主席语录,是一项极其严肃的政治工作,这些差错的发生是我们政治责任心不强的表现。我们决心加强学习,采取严格的措施防止类似差错发生。这里,我们感谢钱仲全同志对我们的帮助,并将本刊复刊以来这方面的差错更正如下:

1973年第1期第2页右第19行:“然而”之后的“,”应取消。

同上期第27页左倒14行:“不能”之后应加一“只”字。又同行中第一个“,”应改为“。”。

1974年第1期第1页左倒15行:“,”应改为“,”。

同上期第1页右第3行:第一个“的”字之后应加“主要”二字。

同上期第1页右倒11行:见读者来信。

1974年第5期第1页右倒5行:在“在一个不太长的历史时期内”之后应加“,”。右倒4行:在“现代化”之后应加一“的”字。

**封面说明:**为战备而练

**封底说明:**“我爱千里眼”——人民通信兵战士在架设微波通信天线

编辑、出版: 人民邮电出版社  
(北京东长安街27号)

印刷:正文: 北京新华印刷厂  
封面: 北京胶印厂

总发行: 邮电部北京邮局  
订购处: 全国各地邮电局所

出版日期: 1974年8月25日

本刊代号: 2-75

每册定价0.34元







