



无线电

WUXIANDIAN

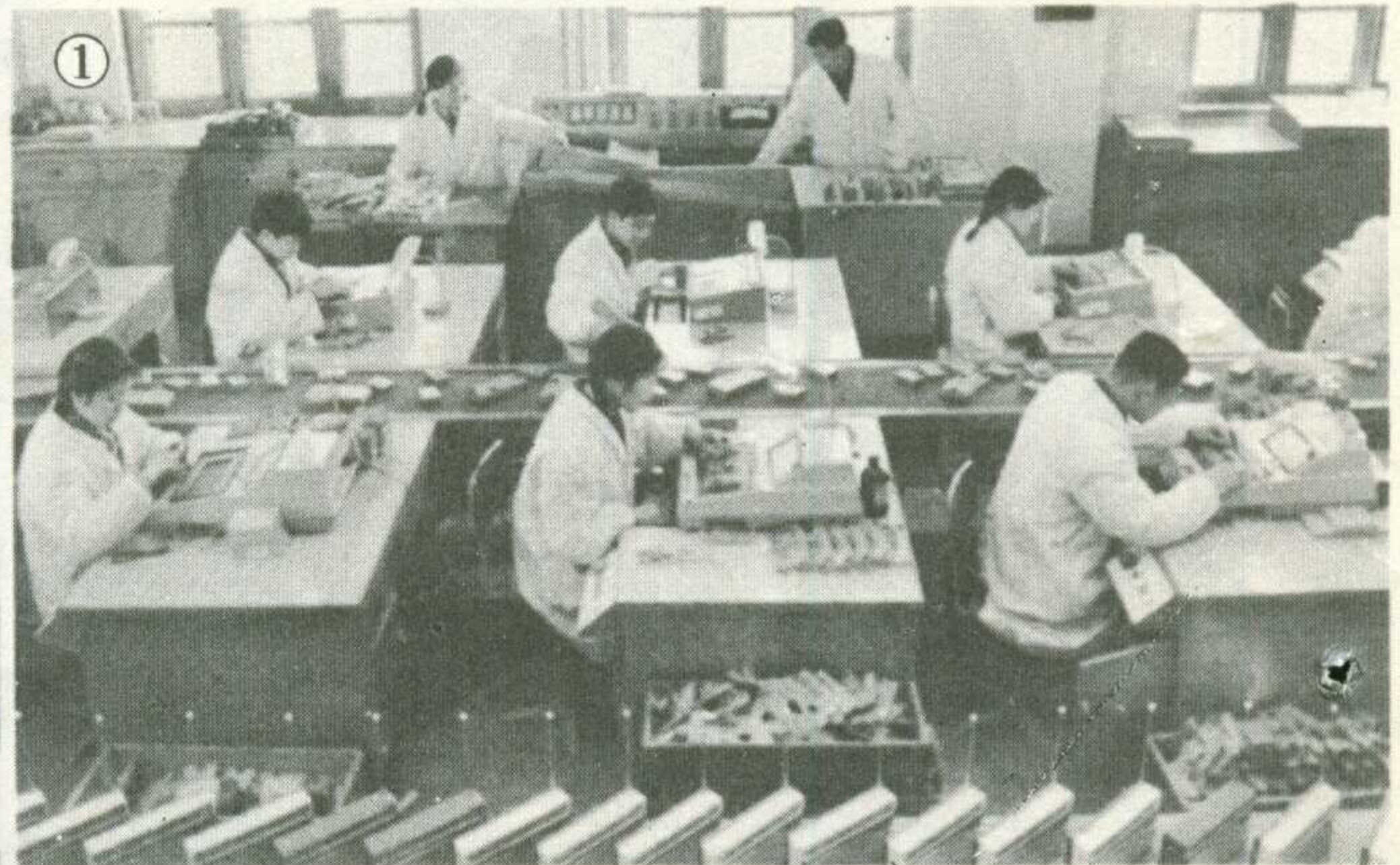
5.6
1977

电子工业战线参加全国工业学大庆会议的先进企业

1. 南京无线电厂是伟大的领袖和导师毛主席在一九五六年亲自视察过的工厂。二十多年来，这个厂时刻铭记毛主席的亲切关怀，坚持在斗争中学大庆，不断与刘少奇、林彪、“四人帮”的反革命修正主义路线斗，年年完成国家计划，1976年与1964年相比，工业总产值增长了二点二六倍，一个厂变成三个厂，还先后支援了全国一百多个新建无线电企业，输送领导干部和生产、技术、管理骨干三千七百多人，充分发挥了电子工业老厂的基地作用。

← 左：南京无线电厂四车间，大搞技术革新，为支援内地建厂做出了很大贡献。

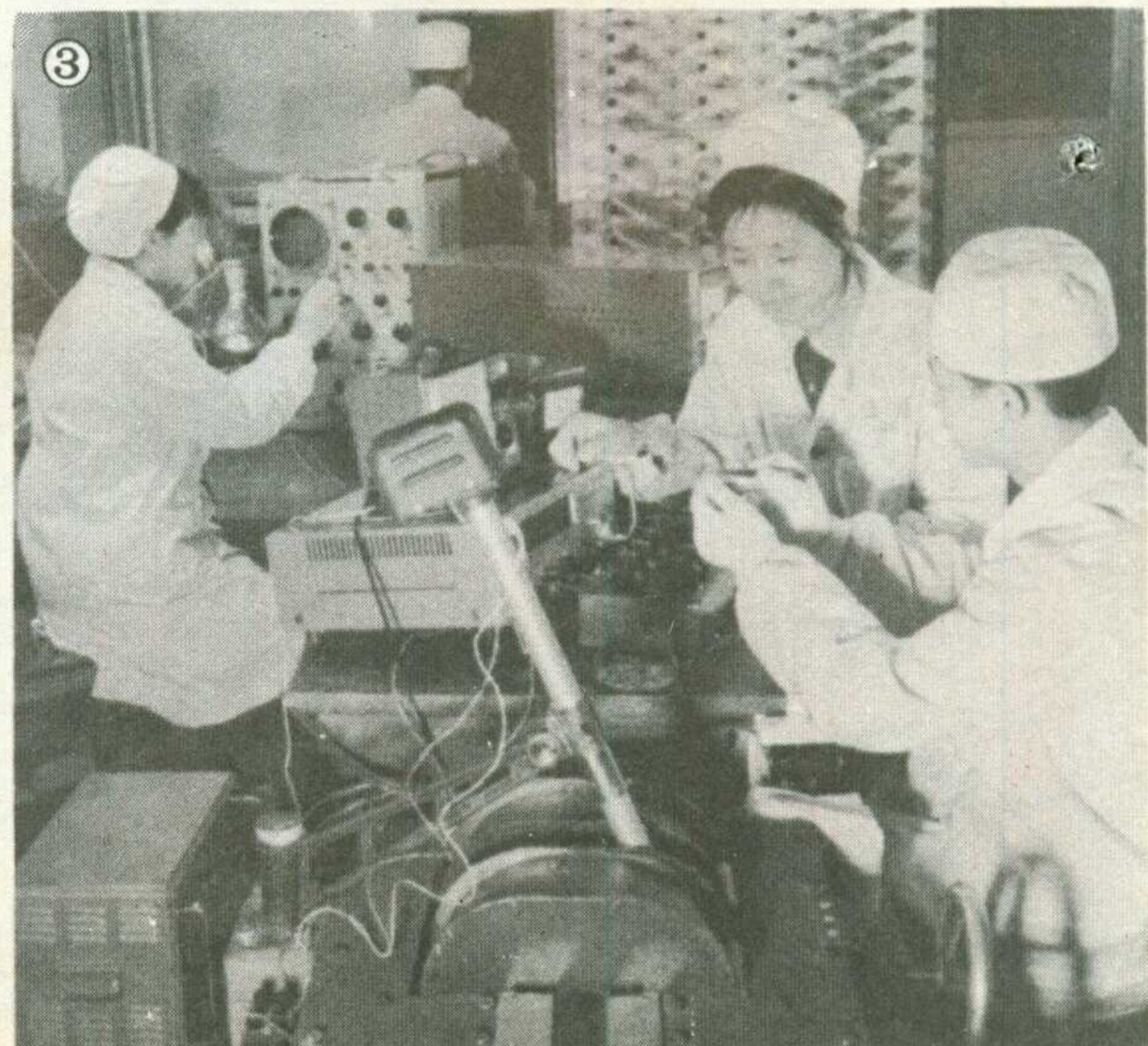
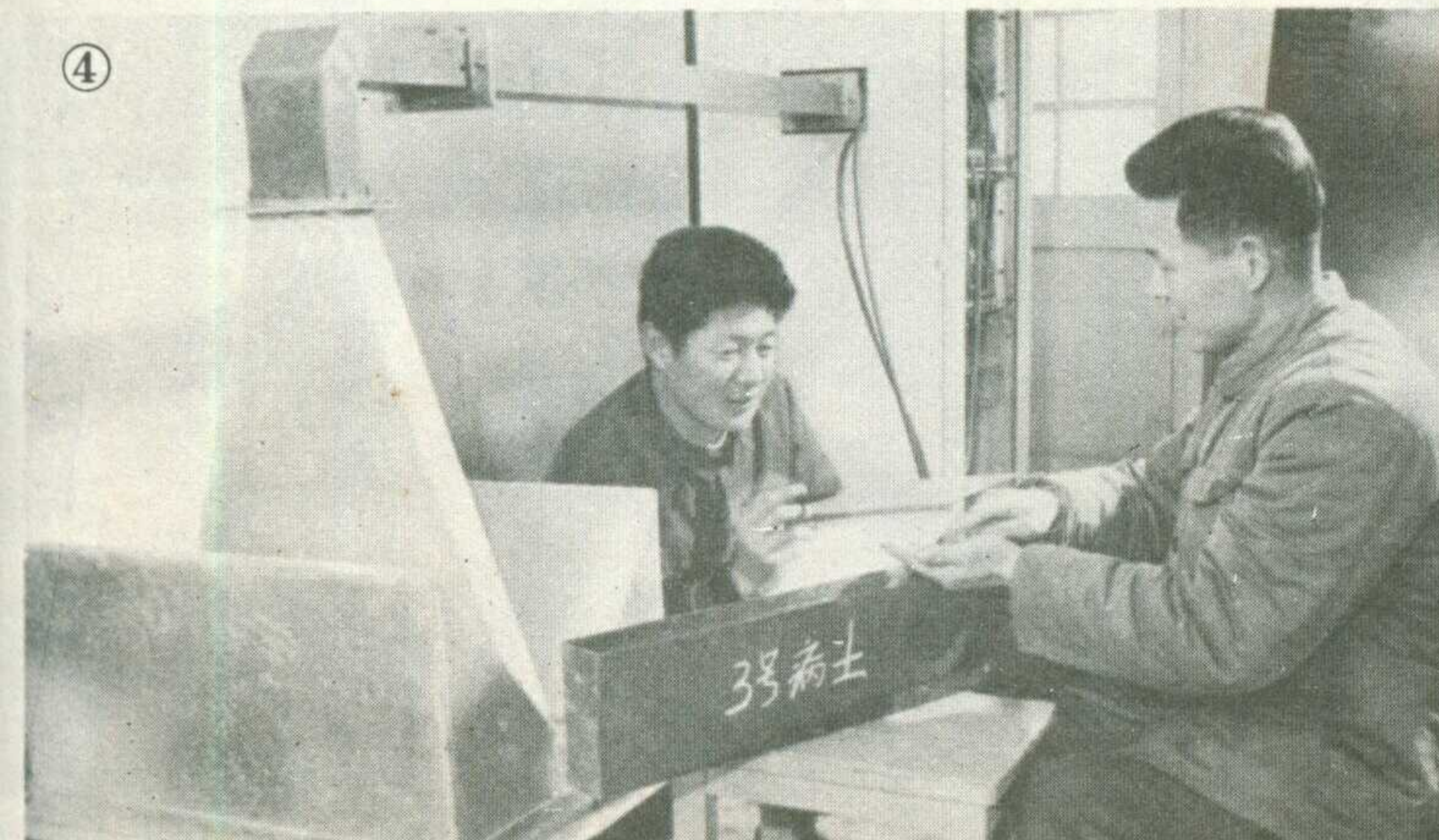
↓ 右：南京无线电厂十一车间，实现了半导体收音机总装半自动化。



2. 国营南丰机械厂，扎根内地山区闹革命，顶风战浪学大庆。这个厂建厂十一年多来，在党委领导下，广大职工学习大庆艰苦创业精神，以阶级斗争为纲，顶住了“四人帮”的干扰和破坏，没有一天停工停产，年年超额完成国家计划。图为这个厂“三结合”小组研制成的多功能电子矩阵式控打机。（左万昌摄影）

3. 哈尔滨市通江晶体管厂，学大庆精神，走大庆道路，从一个只有七名青年工人、一把钳子和一块万用表的塑料雨衣修理部，发展成为有二百多名职工，二百多台仪器设备的，能生产四十多个系列、四百多种型号的晶体管厂。厂小志气大，敢于攀高峰，这个厂生产的气敏、磁敏、力敏二极管，填补了国内空白。图为这个厂同大学开门办学相结合，试制成功磁敏二极管。

4. 江苏启东电子研究所，是由工人、农民、插队知识青年组成的一所社会主义新型研究所。在县委领导下，这个所坚持学习大庆工人阶级“有条件要上，没有条件创造条件也要上”的革命精神，急工农兵所急，想工农兵所想，三年多来先后研制成船闸自动控制设备、内对口机的超声波控制设备、太阳光谱自动分析记录仪、生物组织自动脱水机程序控制、地温仪等等项目，为支援工农业生产做出了很大贡献。图为这个所一个科研小组正在研制支援农业用的微波杀虫机。



工业学大庆

永远铭记毛主席的亲切关怀 南京无线电厂高举大庆红旗阔步前进

南京无线电厂是伟大的领袖和导师毛主席亲自视察过的工厂。一九五六年一月十一日，正当我国社会主义改造高潮在祖国大地蓬勃发展，社会主义到处都在胜利前进的时候，毛主席亲自来厂视察，给全厂职工以极大的鼓舞和无穷的力量。一九六四年春天，毛主席发出了**工业学大庆**的伟大号召，指出了一条我国工业发展的金光大道。南京无线电厂立即组织了工人、干部和技术人员代表，由党委书记带队奔赴大庆，学习取经，受到很大教育和鼓舞，感到办工业不学大庆不行，非走大庆道路不可。在党委领导下，全厂革命职工下定决心，厂举大庆旗，人学王进喜，坚持毛主席的革命路线，抓住阶级斗争这个纲，加速人的思想革命化，调动一切积极因素，一定要把工厂建成反修防修、巩固无产阶级专政、多快好省地发展社会主义经济的坚强阵地。全厂掀起了学大庆的群众运动热潮。

学大庆，抓根本。南京无线电厂开展学大庆群众运动以来，始终抓住两个阶级、两条道路和两条路线的斗争。全厂职工每年一月十一日，都要隆重集会，热烈庆祝，从毛主席的视察和关怀中不断吸取继续革命的力量，坚持在斗争中学大庆。刘少奇反大庆，林彪反大庆，王张江姚“四人帮”更是猖狂地反大庆，砍红旗。厂党委率领广大革命职工，紧跟毛主席的战略部署，坚持同刘少奇、林彪、“四人帮”的反革命修正主义路线斗，在斗争中把工业学大庆的红旗举得更高，不断巩固和发展抓革命、促生产的大好形势。去年在“四人帮”刮起反大庆的妖风时，厂里有少数几个人遥相呼应，胡说：“学大庆冲淡了运动，方向有问题”，扬言要对厂里学大庆先进单位和标兵一一批判。对这股歪风，全厂广大干部和群众进行了坚决抵制。他们大力表彰先进，广泛发动群众，及时交流经验，相互促进，更加快了学大庆步伐。那几个人自己不干活，

东游西逛，胡说：“你们到底为哪个生产？变修了还不是为修正主义生产。”工人群众针锋相对地痛斥说：“不干，半点马列主义也没有！只讲不干是假革命，象你们这样只吃不干，坐吃山空，社会主义的家业就要糟蹋光了。”尽管“四人帮”冷风刮得嗖嗖的，全厂广大职工却干得热呼呼的，把对毛主席、周总理和朱委员长的深切怀念，化为实际行动，拼命工作，义务加班，抢时间，打硬仗，攻缺料，突关键，抓齐套，保质量，全厂提前超额完成了1976年国家计划。南京无线电厂在大干社会主义中，还坚持把革命精神和科学态度结合起来，加强企业管理。尽管“四人帮”拿着“管卡压”的帽子到处扣，抓着“修正主义路线回潮”棍子遍地打，但是全厂广大职工坚持合理的规章制度，坚持八项经济技术指标的考核，坚持生产调度、质量分析，同无政府主义斗，保证全厂生产、试制工作正常进行。

同修正主义斗，同阶级敌人斗，斗出了一个革命、生产不断发展的大好形势，这个厂从1964年开展学大庆群众运动以来，年年完成国家计划。全厂革命职工，认真学习，坚决贯彻毛主席关于“好好地利用和发展沿海的工业老底子，可以使我们更有力量来发展和支持内地工业”的教导，全心全意想人民、为人民、顾大局，学习大庆人的共产主义风格，为改善电子工业布局多挑担子，为支援内地多做贡献。任务就是命令，就是战斗。工人同志们为了及时完成任务，一班不完连着干，三班并作两班干，假日不休坚持干，争分夺秒拼命干。解放以来，这个厂先后支援了全国一百一十多个新建无线电企业，输送了领导干部和生产、技术、管理干部三千七百多人，支援仪器设备一千三百八十多台。作好支援工作，同时又促进了本厂的干部队伍和技术力量的锻炼和迅速成长，促进了新技术的发展和新产品、新设备的研制。1976年我国首

次远洋科学调查中，南京无线电厂提供的自行设计、制造的远距离通信设备，在远离北京一万多公里的茫茫大海上，与北京通信联络畅通无阻，准确无误。同志们豪迈地说：“身在太平洋，心向红太阳，电波紧联北京城，浑身有劲添力量。”

本厂任务重，支援任务大，原有生产条件不适应，困难很大，怎么办？这个厂学习大庆人“困难越多越要干”的革命精神，不断大搞技术革新，坚决走“不搞等、靠、要，坚持干、闯、造”的路子。他们注意当前，着眼长远，全面规划，配套成龙，采取专业队伍与群众运动相结合的办法，小改小革人人动手干，一般项目车间内部自己搞，重点项目全厂组织大会战，把三结合拟方案、定设计、搞制造、保使用贯穿始终，不断改变生产条件，提高企业的综合生产能力。在革新、改造、挖潜的过程中，坚持自力更生闯新路。例如收音机装配，这个厂以前一直采用落后的手工插焊工艺。1973年，他们从这个群众迫切要求变革的环节入手，打了一场收音机总装技术改造的进攻仗。在试制收音机印刷线路板半自动装配机时，某国工业展览会上有这种产品，但不肯打开机器让人看，只肯给一张简单的说明书。厂内工人知道了以后说：“大庆人说得好，人就是要有一股气。洋人机器没啥了不起，事在人为，我们工厂是毛主席视察过的，一定要造出自己的‘争气机’，为毛主席争光！”同志们意气风发，斗志昂扬，苦干实干，很快就造出了具有我国特点的半自动装配机。大家又一鼓作气，在一年内建成了我国第一条收音机半自动装配、自动剪头、波峰焊接、综合测试生产线，在不增加厂房面积和人员的情况下，半导体收音机年产量增加了1.5倍，一个车间变成了两个半车间。广大职工深有感触地说：“自己烧的饭菜吃起来香，自己闯出来的路子走起来扎实。”从无产阶级文化大革命以来，全厂共实现技术革新四千五百九十多项，自制仪器占全厂仪器总数近一半，自制机床设备占全厂机床设备总数的三分之一。

“人民的需要就是我们的任务。”在这种思想指导下，近几年来，南京无线电厂广大职工学习大庆人为革命给自己加压力、多作贡献的精神，在电子技术的推广应用方面迈开了新的步子。有一次，南京市鼓楼医院为了抢救心脏病危急病人，要求这个厂在一个月内赶制出心脏复律起搏器。这是一次考验，是面向八亿人民认真负责，还是敷衍应付，能推则推？厂领导坚决贯彻毛主席“全心全意地为人民服务”的教导，把这项任务承担下来，立即组织力量突击，经过艰苦的连续奋战，很快就试制出来了，人们称赞它是心脏病人的“起死回生机”。又例如去年盛夏酷暑的时候，在突击抢装我国自制卫星通信地面站一项配套产品的战斗中，为了完成这项社会主义大协作的紧急任务，这个

厂的变压器车间不怕任务重、时间紧，领导带头，全车间职工日夜奋战，车间主任感冒发高烧，仍然带病坚持工作。有位同志身患脾切除、肠粘连等疾病，领导和同志们一再劝他休息，他说：“这项工程是毛主席亲自批准，周总理生前亲自抓的，我们拚死拚活也要把它搞上去。”他忍着病痛，坚持和大家一起战斗。就这样，广大干部和职工发扬了“一不怕苦，二不怕死”的革命精神，胜利完成了这项突击任务。几年来，南京无线电厂在推广电子技术应用方面，为石油工业、地质勘探、民航、气象、航运、邮电、广播、医疗、新闻、公安等部门研制和提供了三十多种产品。

这个厂在学大庆的群众运动中，在阶级斗争、生产斗争和科学实验三项革命运动中，还锻炼出了一支又红又专、敢于打硬仗的职工队伍。去年，在庆祝毛主席来厂视察二十周年的日子里，全厂评选出一批先进人物，树立了自觉限制资产阶级法权的老工人、把党的温暖送到群众心坎上的好党员、敢于攀登科学技术高峰的技术员、在群众中生根开花的好班长、继续革命立新功的复员军人、多年一尘不染的后勤战士、迎着困难上的青年女工、坚持“三面向”的管理人员等等全厂标兵。今年，在粉碎“四人帮”，欢庆胜利的凯歌中，这个厂又评选出五个学大庆先进车间，二十三个厂级先进班组，一百八十名先进生产者 and 十一名学大庆先进标兵，五个学大庆先进标兵班组。

在国际国内一派大好形势下，在全国人民热烈欢呼《毛泽东选集》第五卷正式出版发行的大喜日子里，我们的英明领袖华主席亲自主持召开了规模空前盛大的全国工业学大庆会议。大庆式企业南京无线电厂推选了代表，光荣地出席了这次会议。以华主席为首的党中央的亲切关怀，大庆的光辉榜样，极大地鼓舞了南京无线电厂全体职工。他们在厂党委领导下，乘全国工业学大庆会议的浩荡东风，坚决贯彻中共中央关于学习《毛泽东选集》第五卷的决定，掀起了学习毛泽东思想的新高潮，进一步深入揭批“四人帮”，把工业学大庆的群众运动推向新的阶段。全厂拧成一股劲，大打思想政治之仗、企业管理之仗、生产技术之仗，决心提前全面超额完成今年国家计划，大搞技术改造，建立三条新的生产线，努力实现产品通用化、零部件标准化、校试图示化、测试数字化、单机自动化、手工操作机械化、工艺流程合理化。象大庆人一样，南京无线电厂广大革命职工“胸中有掀不尽的波涛，脚下有攀不完的高峰”，他们坚决表示要高举毛主席的伟大旗帜，在华主席为首的党中央领导下，为实现二十世纪中国工人阶级和中国人民的历史使命——建成伟大的社会主义的现代化强国，奋勇前进。

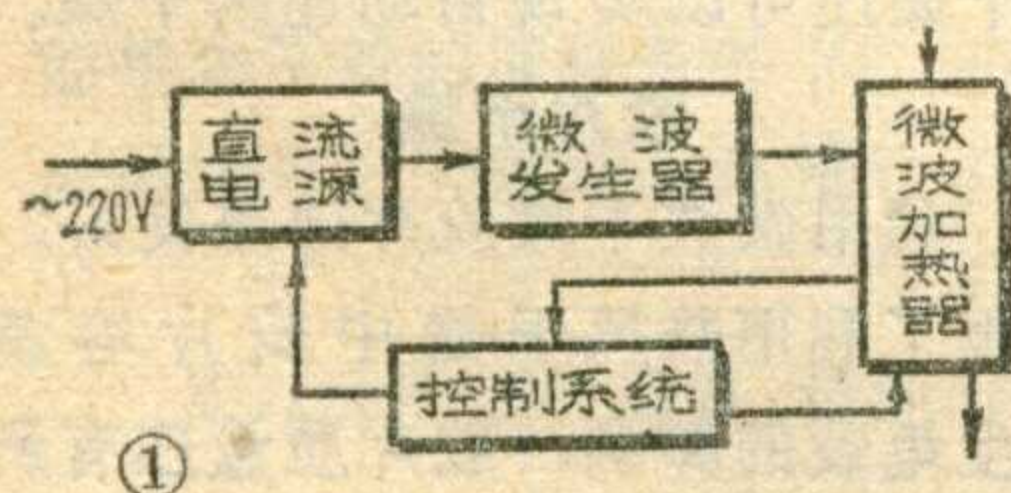
（本刊记者报道）



南京电子管厂微波应用试验站

微波与无线电波、红外线和可见光一样，都是电磁波，所不同的就是它们的频率不同。通常所谓的微波是指频率在 300 兆赫至 300 千兆赫之间的电磁波（即波长在 1 米至 1 毫米之间）。

在雷达、通信、导航等方面用微波来传递信息是大家所熟悉的，而把微波作为一种加热能源来加热物体（介质），读者可能有些陌生。微波加热是近十几年来才发展起来的一门新技术。在我国，自从文化大革命以来，在毛主席革命路线的指引下，开展了微波加热技术的研究和应用工作，已取得了显著的效果，并为大规模推广微波加热技术打下了基础。下面我们将分别向读者介绍什么叫微波加热，微波加热的原理，微波加热的优越性以及它的应用。



①

一、微波加热及其原理

所谓微波加热，就是通过一个微波发生器产生微波能，再把这个微波能用波导（一种传输线）输送到微波加热器中，加热器中的物料受到微波的照射后就发热。图（1）就是一典型的微波加热系统。

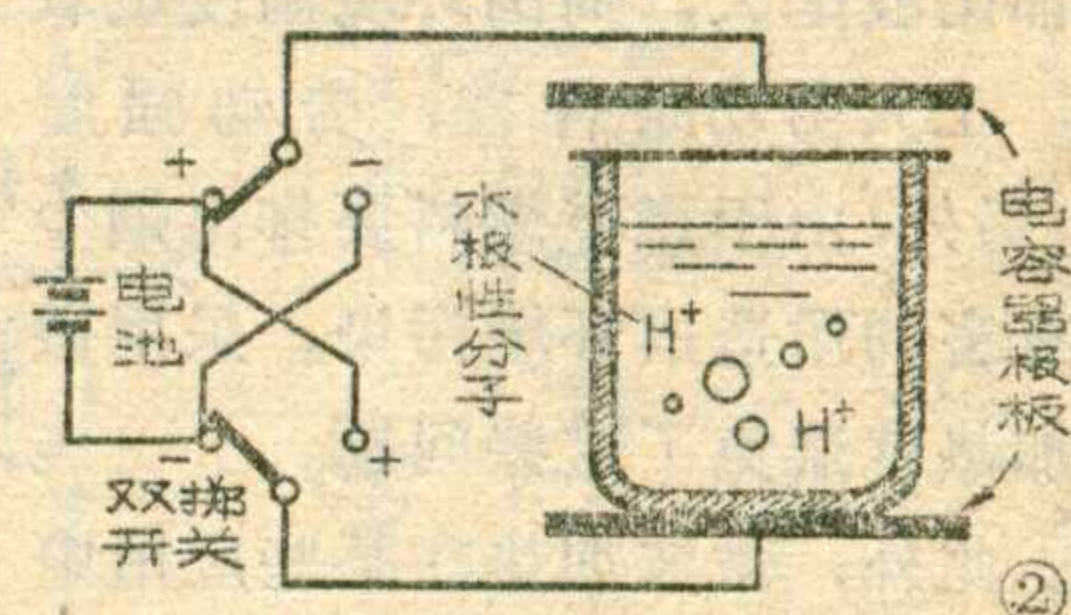
微波为什么能对被照射的物料加热呢？下面我们用一通俗的方法来解释一下。先看图（2）所示的装置，在电容器两极板间放一杯水，电容器与电池和转换开关连接。由于水分子是由两个氢（H）原子和一个氧（O）原子组成的，水分子中电

荷可分为正、负两种，在氢原子那一端带正电，在氧原子那一端带负电，使水分子呈“极性”。这种两端带异性电的分子称为“极性分子”。水分子即为极性分子。在通常的情况下，由于分子热运动，分子的排列是紊乱无规则的，而且在不断地迅速变化着，分子的极性互相抵消，因此水在宏观上不呈极性。如把图（2）中的开关合上，电容器就被充电，一个极板带正电，一个极板带负电，这时电容器的极板间就产生电场。杯中的水分子在这个外加电场的作用下，就沿着外电场的方向取向，即带正电的氢端趋向于电容器的负极板，而带负电的氧端趋向于电容器的正极板，从而使一部分分子按电场方向规则排列，这种整齐排列的极性分子带有外电场做功而转来的“位能”。如果我们把开关合向右方，则电容器极板上所产生的电场的方向就与前面相反，分子的排列也随之换了一个方向。如果我们迅速地来回扳动开关，即迅速不断地改变外电场的方向，水分子也就随之迅速地改变自己的取向而摆动不休，又因分子本身的热运动和相邻分子之间的相互作用，上述分子随外电场变化而摆动的规则受到干扰和阻碍，这就产生了类似于摩擦的效应，结果一部分能量转化为分子杂乱运动的能量，使分子运动加剧，水的温度升高而达到了加热的目的。

外加电场的变化频率越高，极性分子的摆动就越快，产生的热量也就越多；外电场越强，分子摆动的振幅就越大，产生的热量也就越多。如果电容器极板间放的不是水，而是别的东西，那么在同样的条

件下所产生的热量也就不同，这就是说物质被微波照射后所产生的热量的大小与物质的种类及其电特性有关。实验和理论都证明，在单位体积的介质内损耗的微波功率（也可以理解为单位时间内在单位体积的介质中所产生的热量） P_a 与电场强度 E 和频率 f 之间有下列关系： $P_a \propto \text{tg} \delta \cdot f \cdot E^2$ ，其中 $\text{tg} \delta$ 称为介质的“损耗角正切”，是表征介质吸收电磁能量本领的一个物理量。

另外，物体中的离子在外电场的作用下产生运动，它在运动的过程中与物体的分子发生碰撞，这种碰撞的结果，也导致物体生热。



②

二、微波加热的特点

1. 加热均匀快速：

一般的加热方法是先加热周围的环境，借热量的辐射或通过热空气的对流，使物体的表面先热，再通过物体的热传导传到内部。由于微波具有穿透到物体内部的本领（穿透的深度一般是在几毫米到几十厘米的范围内，随频率不同而不同），除极大的物体外，能使被加热的物体里外同时加热，不会出现“外焦里不熟”的夹生现象，大大缩短了加热时间。由于微波加热具有这个特点，所以在工农业生产中应用它就能大大提高劳动生产率，提高产品产量和质量。

2. 选择性加热：

前面我们谈到被加热物单位体

积内所产生的热量与被加热物的“损耗角正切 $\text{tg}\delta$ ”有关。 $\text{tg}\delta$ 越大，吸收微波能的能力也就越强，产生的热量也就越多。各种物质的 $\text{tg}\delta$ 在 0.001~0.5 的范围内，所以各种物质吸收微波的能力有很大差异，使得微波对各种物质的加热具有选择性。例如用微波干燥纸张，由于水能很快地吸收微波能，而干纸就差多了，所以在干燥的过程中，湿的部分吸收微波能多，干的部分吸收得少，这样就使纸张均匀干燥。

3. 控制及时:

一般的加热系统，如热风炉，需要相当长的时间才能改变炉温，而微波加热炉，可以在不到一秒钟的时间里将微波功率调到所需要的数值，得到适当的温度，便于自动化和连续生产。

4. 缩小加热设备体积，改善劳动条件:

一般工业上用的加热和干燥设备都比较庞大，周围环境温度也较高，工人劳动条件差，劳动强度大。另外，由于燃烧燃料要排出烟尘等有害物质造成环境污染。采用微波加热就避免了这些问题。

此外，微波加热在某些应用中还能产生一些有益的物理和化学作用，例如发酵、干燥、熔化和蛋白变性之类，有利于生产和提高产品质量。

三、微波加热的应用

由于微波加热具有上述独特的优点，所以它在国民经济的许多领域都得到广泛的应用。下面我们介绍目前国内微波加热应用的一些情况:

皮革干燥

图 3 是一台微波皮革干燥机。利用微波干燥皮革，大大提高了生产率。例如用 2 台 5 瓩微波干燥机，每张皮革的干燥时间由原来的 7 分 22 秒缩减到 27 秒。每班产量，羊皮由原来的 350 张提高到 1300 张，猪皮由原来的 300 张提高到 1200

张。劳动力从原来需要三班生产，每班 4 人共 12 个人操作，减少到单班生产，每班 5 人。厂房面积也节约了四分之三，由于采用了微波干燥，皮革的质量也有所提高。

中药的干燥和灭菌

在中药生产中，对原料、成品的干燥和灭菌过去是用蒸汽烘房进行的。由于蒸汽压力不稳定，热能穿透速度慢，烘房各部位温度不均等，因此存在干燥时间长，劳动强度大，干燥程度难以控制，灭菌效果差等缺点。采用 12~20 瓩微波干燥机干燥中药，干燥速度提高了 30~50 倍。原蒸汽烘房干燥水丸需 20 小时，蜜丸需 6 小时，而微波干燥，水丸只需 22 分钟，蜜丸只需 4.2 分钟。灭菌效果也好，含菌量降低至 1/35~1/60。同时，由于微波干燥时间短、温度低，丸药中易挥发的芳香性物质基本保留。

微波焙烟

卷烟在包装前需进行干燥，去除 1~3% 的水分。以前使用焙烟房热空气干燥，通常需要 4~8 小时。而使用微波干燥，在微波功率为 2 瓩时，去除水分 2.5%~3%，焙烟时间可缩短到 1 分钟。由于微波焙烟时间短，烟卷中的香料挥发少，因此烟味就更浓，烟丝的弹性增加；如果采用适当形式的微波加热

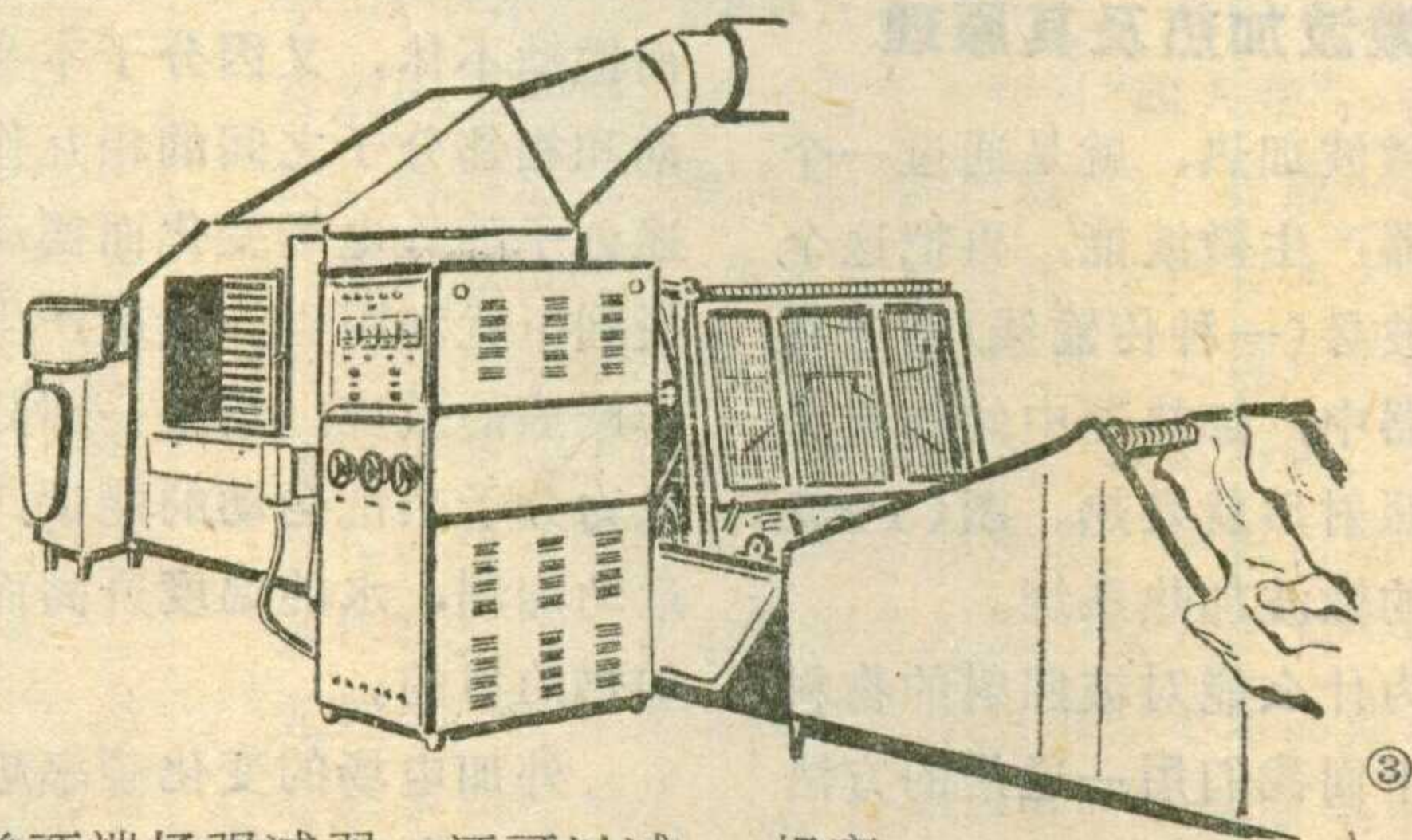
害虫，这样才能做到长期储藏而不变质。以前一般都是自然晒干或用火力烘干，并用化学熏蒸剂杀虫。自然干燥受到自然条件的限制，化学熏蒸剂使用时有一定危险，而且会造成一定程度的污染。采用微波不但能达到干燥的目的，而且杀虫效果显著。在微波场中，只需加热至 60°C 左右维持一分半至二分钟，虫子就可全部杀死，也避免了污染。例如一台 60 瓩微波粮棉干燥杀虫机，该设备是采用 3 只 CK611 磁控管作为微波源，其频率是 915 兆赫，输出功率为 20 瓩。杀虫干燥器是采用隧道式结构。此设备每小时可使含水量 18% 的粮食 8000 斤去水 2%，达到安全水分标准。

木材干燥

通常木材是长期堆放自然干燥，或用烘房加热以缩短时间。大量的木材露天堆放不但占用场地，而且由于虫蛀、腐朽，损耗很大。硬木的干燥往往需要几年。利用烘房干燥，耗费燃料及工时也较多。利用微波干燥一般几个小时即可全部干透。合层板生产中的单板用微波干燥还可以实现自动连续干燥。

胶片干燥

利用微波干燥胶片效果良好，克服了利用热风干燥中胶片容易产生龟裂的弊病，胶片质量还有所



器使烟卷两端场强减弱，还可以减少烟卷的松头现象。

粮棉杀虫干燥

粮食棉花在进仓库之前，必须去除粮食中的水分和杀灭粮食中的

提高。

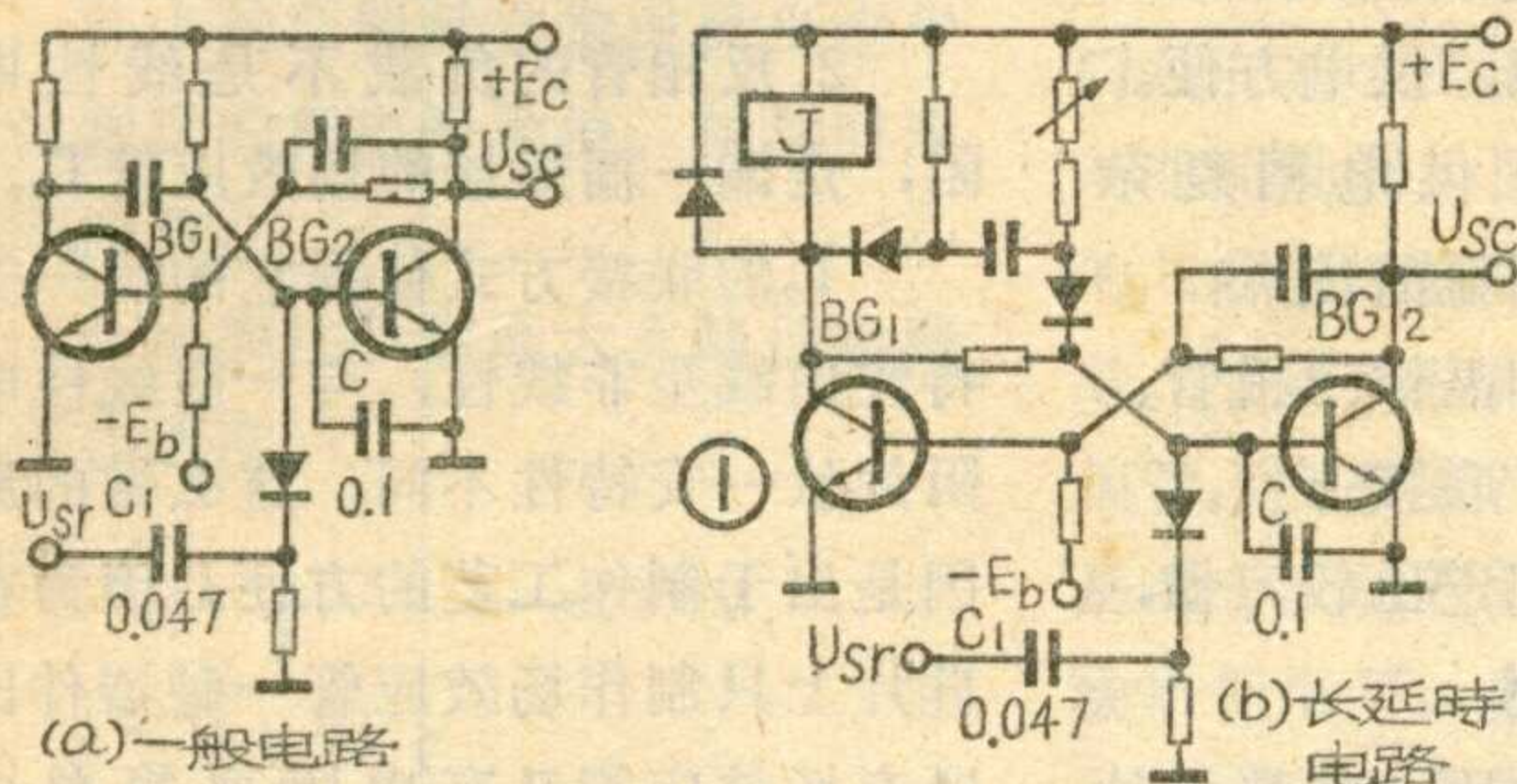
微波脱蜡和焙烧

在失蜡浇铸制造工艺中，作为模芯的石蜡在外壳成型后必须去除，即所谓脱蜡，为此要把模子用

提高单稳态电路抗干扰能力的一种简单方法

黄立人

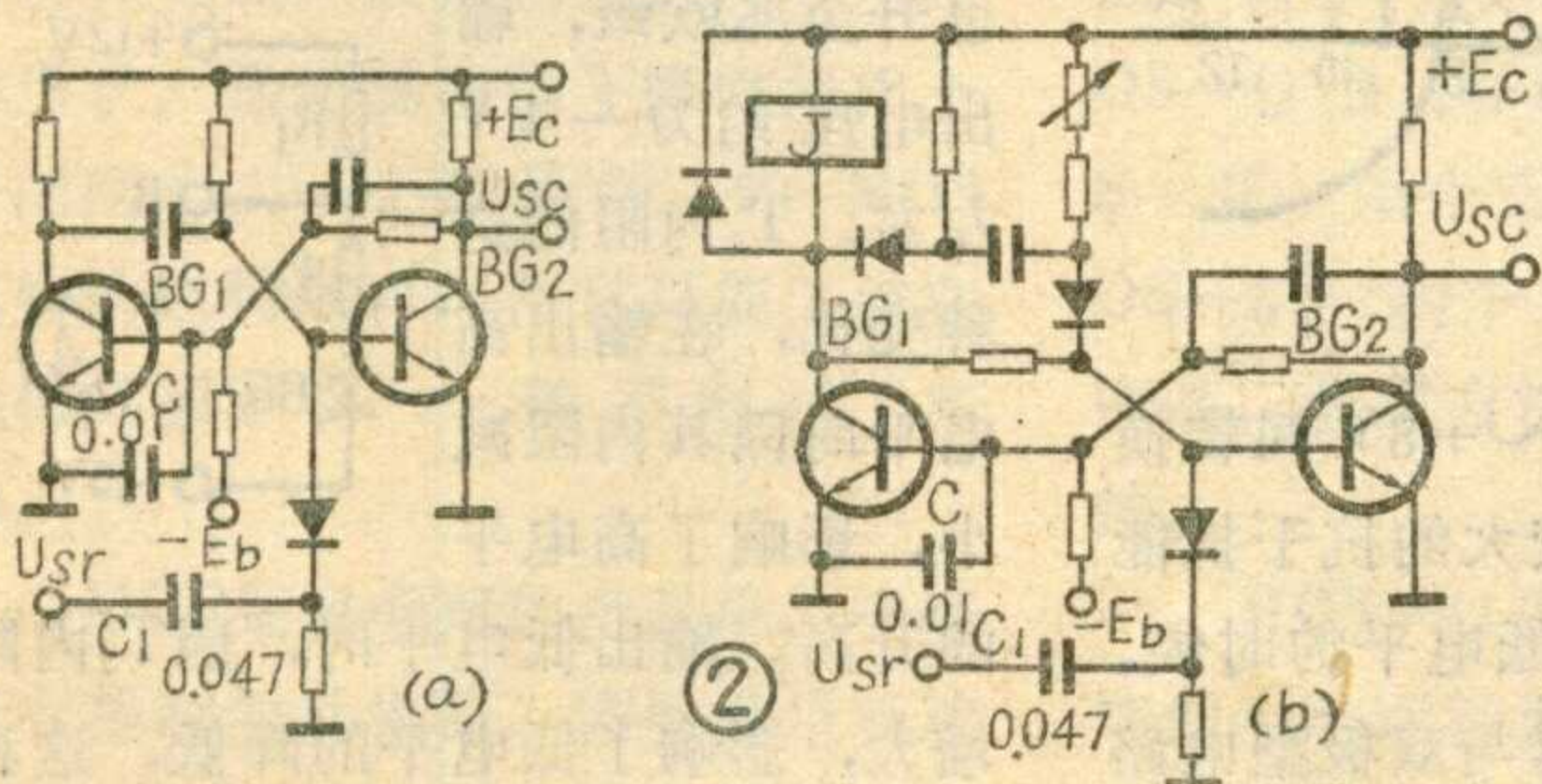
有些简单的时间程序控制装置中，采用图1所示的单稳态电路来完成每道工序的自动定时或延时的作用。



但在具体使用时，往往发现由于外界电器设备的干扰，如电机启动、继电器的吸合释放、闸刀开关的启闭等，都可能产生一个干扰信号，足以使电路受误触发而造成失控，影响整个工序的正常进行。

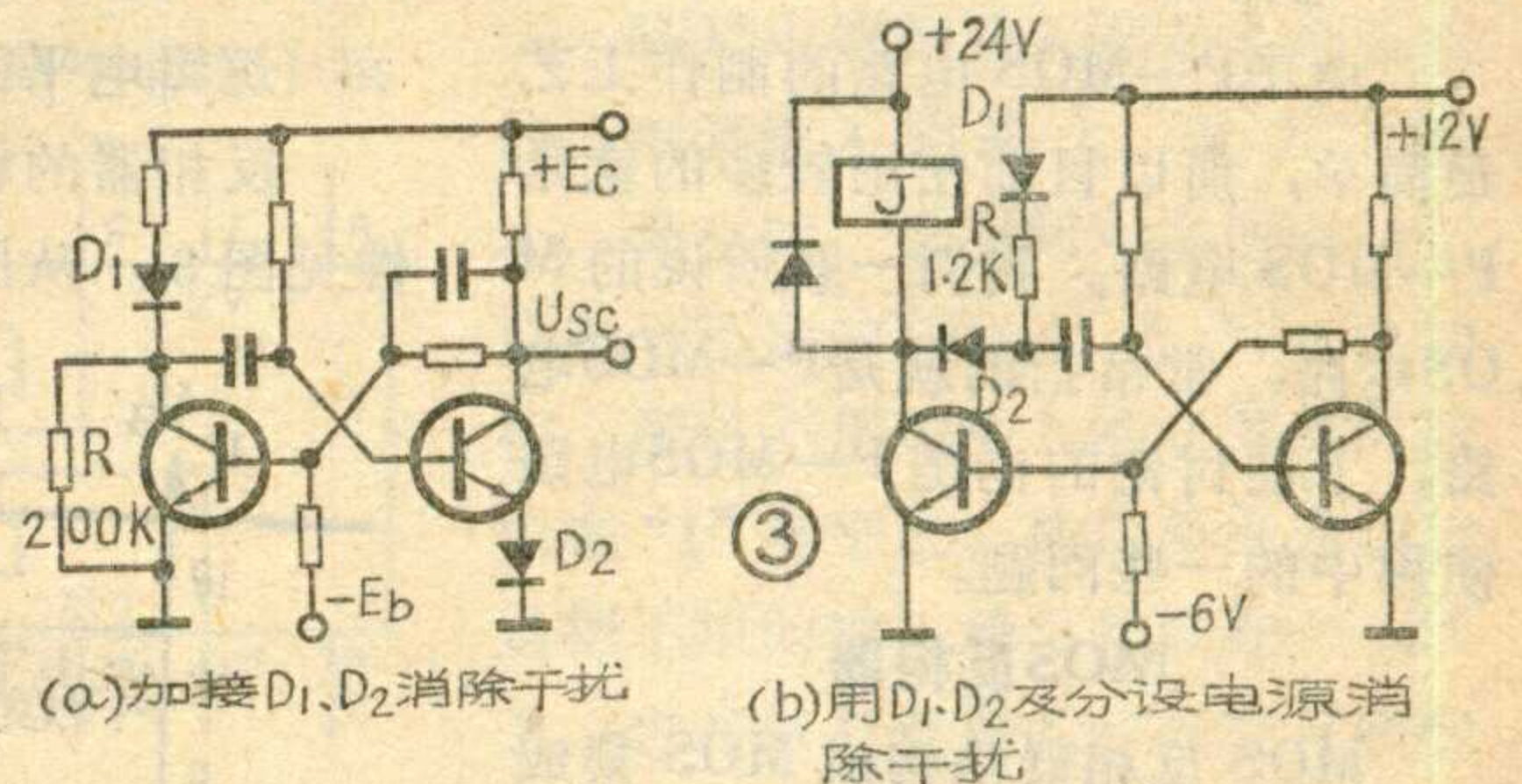
我们在实践中发现，采用图2这样的办法，把图1中接在常态导通管BG₂的b—e极之间的电容C改接到常态截止管BG₁那边去，可以增强电路的抗干扰能力。我们作了个比较，在图1的电路中，C采用0.1μf尚不能排除干扰的同样条件下，在图2的电路中仅用0.01μf的电容，一般就足以排除干扰信号所引起的误触发了。

BG₂是常态导通管，把电容C接在BG₂的b—e极间，



由于导通管的发射结电压很低(硅管约为0.6V，锗管约0.3V)，常态下电容C两端的电压仅为BG₂的b—e结电压。当输入端出现干扰脉冲时，只要它能使电容C稍稍放电到低于BG₂导通所需的阈值电压，BG₂就会截止，电路就会迅速翻转，整个电路就会出现误动作。

把电容C改接到BG₁的b—e极间，因BG₁是常态截止管，它的基极接有截止偏压，若要使BG₁翻转，必需使电容C两端的电荷放完并反向充电到BG₁导通所需要的阈值电压。所以当窄的干扰脉冲出现时，只要电容C由BG₁截止时的电位放电，然后再达到BG₁导通时的电位的时间，大于干扰脉冲的作用时间，电路就不易发生误翻转。



这样接法会使电路的触发灵敏度有所降低，但在简单时间程序控制电路中，关系不大。电容C的容量一般取0.01μf~0.1μf之间，可由实际调试决定，只是当C取值较大时，应适当加大触发电路中C₁的值。

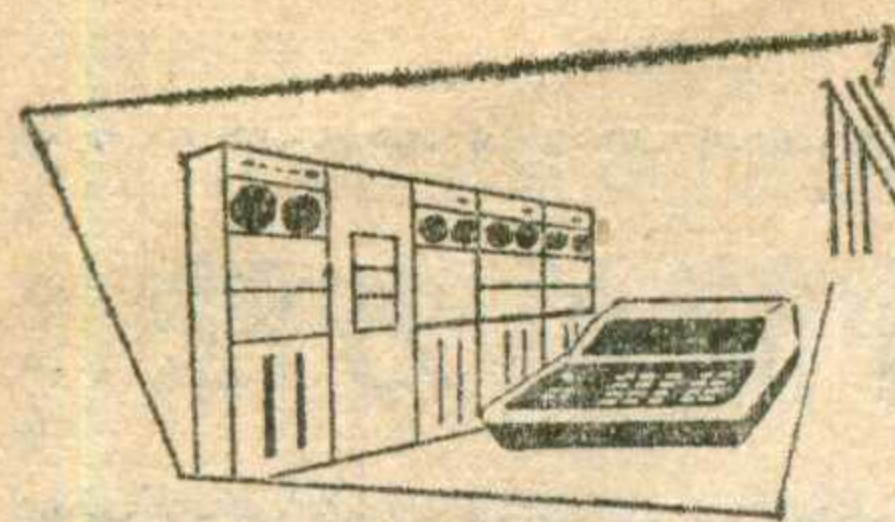
与图3所示的较为复杂的防干扰单稳态电路相比，我们在令电路延时脉冲宽度分别为零点几秒到几秒时观察，图2的接法对于外界干扰的抑制能力仍较强。

这种电路不宜用在脉冲波形要求严格，或需要高速状态工作的装置中。

热水或烘箱加热数十分钟，而采用微波加热只需几分钟。经脱蜡的模壳要经高温炉焙烧，用微波也可以进行连续流水线焙烧。采用微波脱蜡可增加模壳强度，提高铸件质量。强度提高了又可减少模壳层

数，降低成本，节约材料。微波加热技术在国民经济各个领域里已取得显著的成果，从事这方面工作的广大工人、干部及科技人员在鼓足干劲、力争上游、多快好省地建设社会主义总路线的鼓舞

下，发扬独立自主，自力更生的精神，大搞技术革新和技术革命，使微波加热技术在实现农业、工业、国防和科学技术现代化的伟大斗争中发挥应有的作用。



MOS 集成电路的使用

刘铁城

MOS集成电路是由场效应管组成的单极型集成电路。与双极型集成电路（以双极型晶体三极管为基础的集成电路）比较，具有制作工艺简单、易达到高集成度、功耗小、抗辐射能力强、成本低等优点，所以在许多领域中得到了广泛的应用。

MOS集成电路一般可分为三大类：由P沟道场效应管组成的集成电路（P-MOS）；由N沟道场效应管组成的集成电路（N-MOS）；由P沟道和N沟道场效应管构成的互补电路组成的集成电路，又叫互补MOS电路（C-MOS）。

由于P-MOS电路的制作工艺最简单，所以目前使用较多的就是P-MOS电路。我们一般所说的MOS电路，常常指的就是P-MOS电路，下面讨论的也是P-MOS电路使用中的一些问题。

MOS反相器

MOS反相器是构成MOS集成电路的基本单元，由两只P沟道增强型场效应管组成。图1a是它的电路，b是逻辑符号。其逻辑关系与双极型反相器相同。即：输入“1”电平，输出“0”电平；输入“0”电平，输出“1”电平。图中A是输入端，B是输出端。 T_1 是反相管，也叫驱动管， T_2 是负载管。 T_1 的特点是互导较大，约在 $100 \sim 200 \mu A/V$ 之间，开启电压较小，约为4V。 T_2 互导较小，约 $10 \mu A/V$ 左右，开启

电压较大，约 $5 \sim 6V$ 。

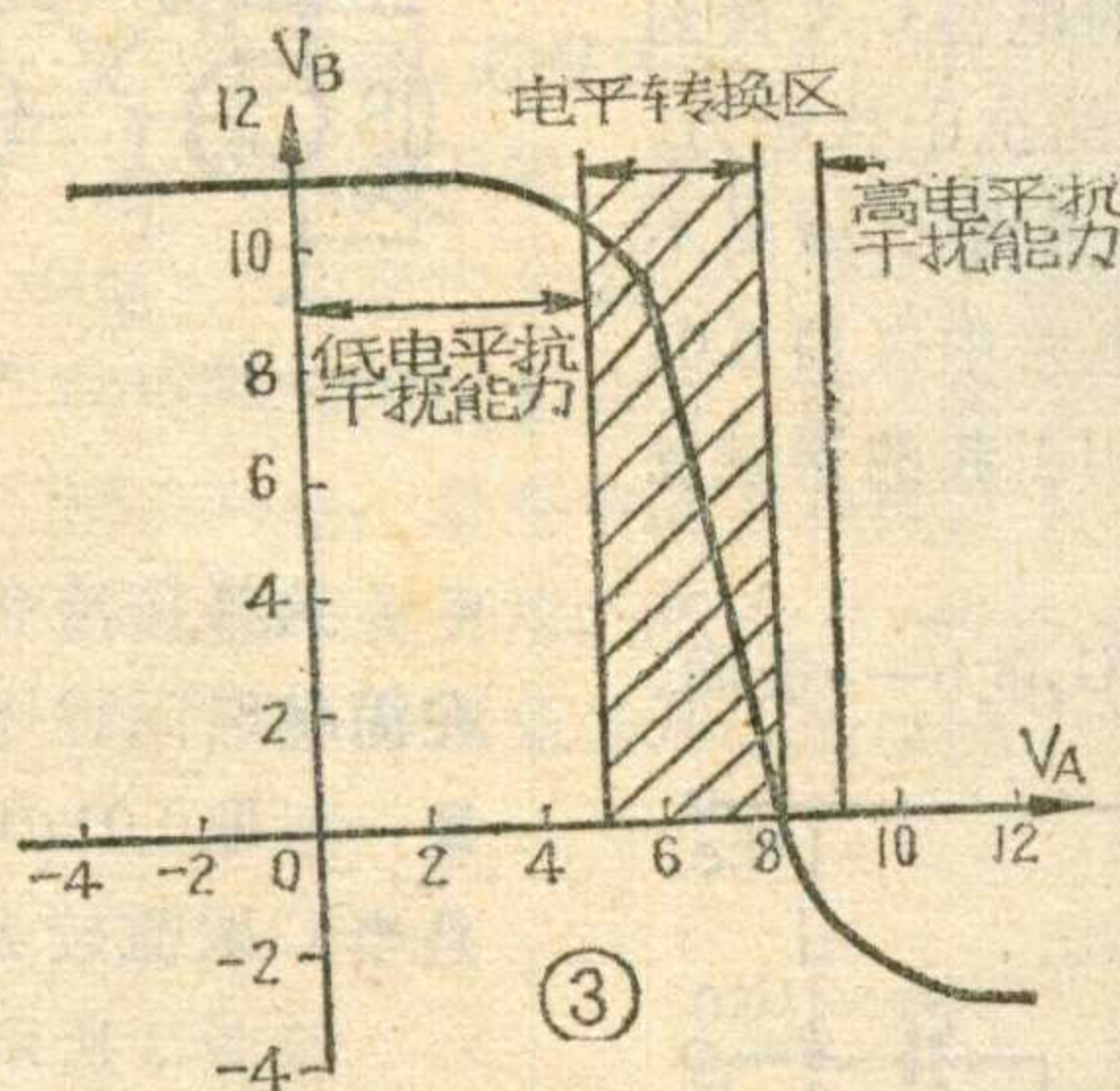
电源电压的选取有两种方法，第一种是 $+V_D=0V$ ， $-V_D=-22V$ ；第二种是 $+V_D=+12V$ ， $-V_D=-10V$ 。这两种方法各有特点，第一种只有一组电源，供电方便。第二种有两组电源，供电稍复杂些，但却有两个较明显的优点：

1. 与外电路，如晶体三极管、双极型集成电路等，联接方便。
2. 逻辑电平的规定比较习惯，线路设计、检查方便。

基于上述两种原因，线路设计中大部分采取第二种供电方式，如图2所示。

逻辑电平的规定见表1：

反相器的输入——输出电压特性见图3。从图3可看出输出电平



是在输入电压 $+6V \sim +8V$ 间转换的，这说明电路有较大的抗干扰能力，尤其是在输入为低电平的时候。

MOS电路反相器与双极型电路的反相器工作过程类似，但在使

中应注意下列几点：

1. 是电压控制器件。

由于场效应管输入阻抗极高，输入电流几乎等于零，所以它不象双极型电路那样需要电流控制。

2. 反相管的负载不是线性电阻，是漏一栅短接的场效应管 T_2 。

T_2 的联接方式使得它的伏—安特性曲线呈非线性，与一般线性电阻的伏—安特性不同，这么做的原因是出于制作工艺的方便。因为在硅片上只制作场效应管一种器件比既有场效应管又有电阻要简单多了。当电路输入“0”电平时，反相管栅压 V_{GS} 大于 T_1 的开启电压， T_1 导通， T_2 也处于导通状态，反相器输出电压 V_B 约在 $+9V$ 以上。其等效电路示于图4，其中 R_1 为 T_1 导通内阻，约为1.5千欧， R_2 是 T_2 的内阻，约在30千欧左右。BG的击穿电压等于 T_2 的开启电压，约等于6V。输入为“1”电平时， T_1 的 V_{GS} 小于开启电压， T_1 截止， T_2 的 V_{DS} 大大降低，因而 T_2 也接近截止状态。此时图4中的 R_1 增至10兆欧以上， R_2 也升至兆欧级，输出电压约为 $-4V$ 左右。 T_2 内阻的这种变化，在输出高电平时因其内阻减小，影响了高电平的升高。输出低电平时，因 T_2 内阻增大，影响了低电平的降低，这种情况使反相器的负载能力降低。

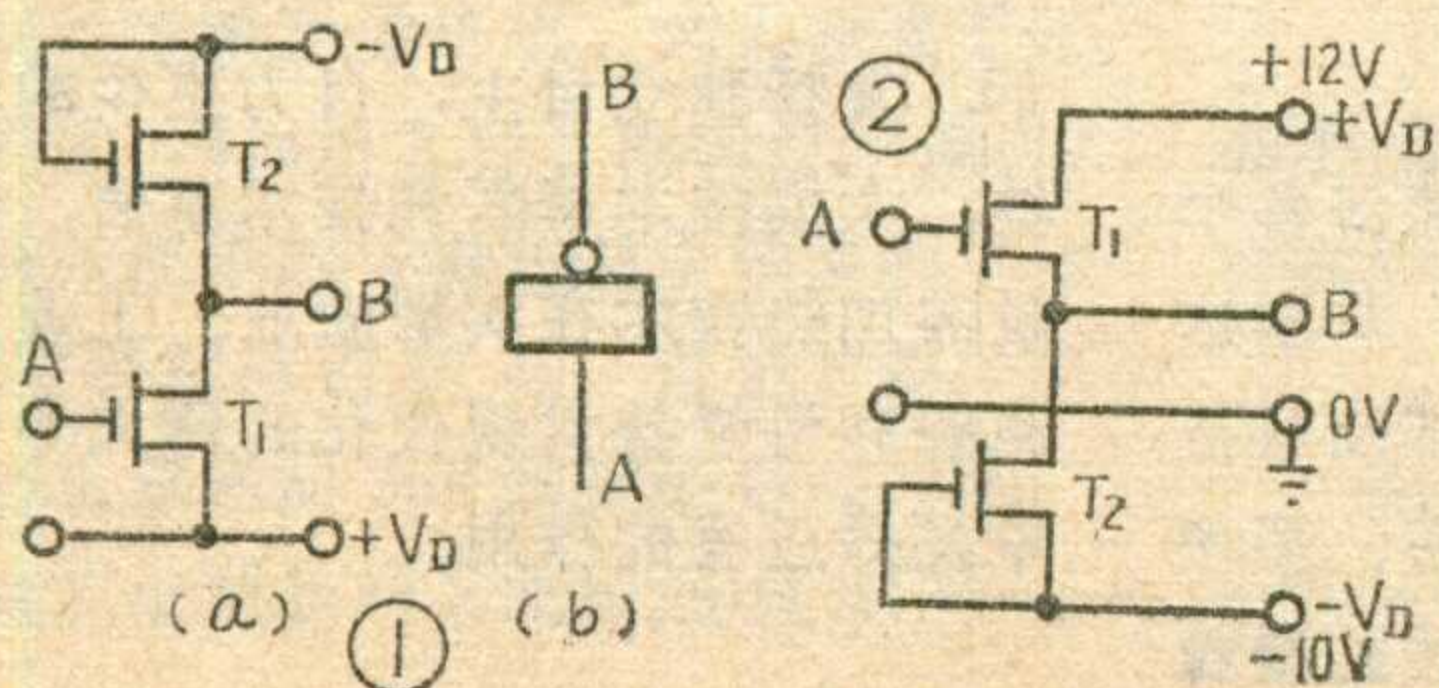
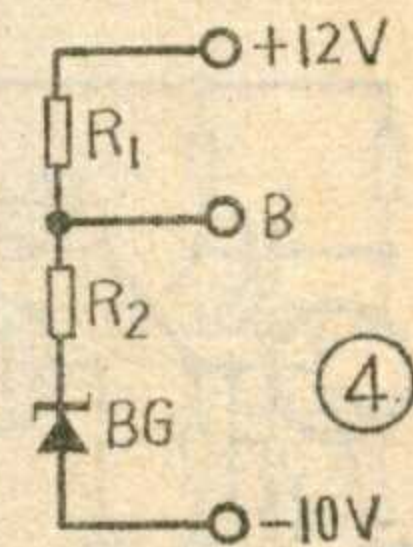


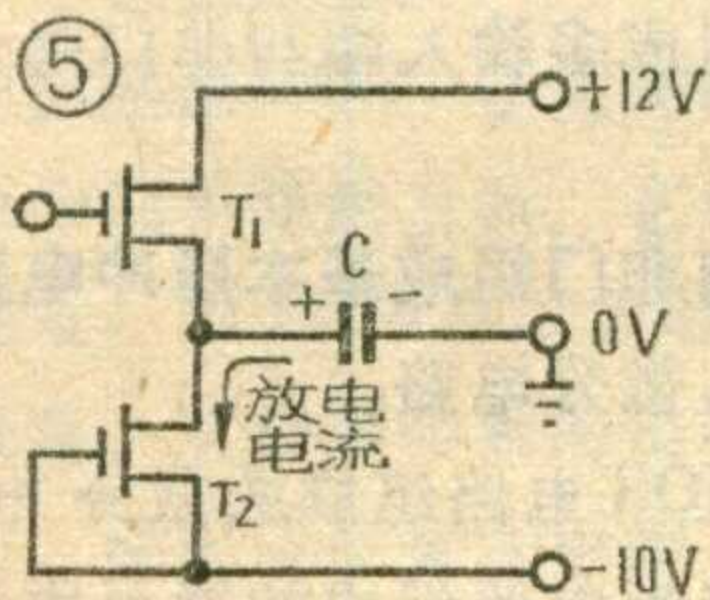
表1

供电方式		逻辑电平	
$+V_D$	$-V_D$	“1”电平	“0”电平
0V	-22V	$\geq -3V$	$\leq -12V$
+12V	-10V	$\geq +9V$	$\leq 0V$

3. 电流负载能力差。

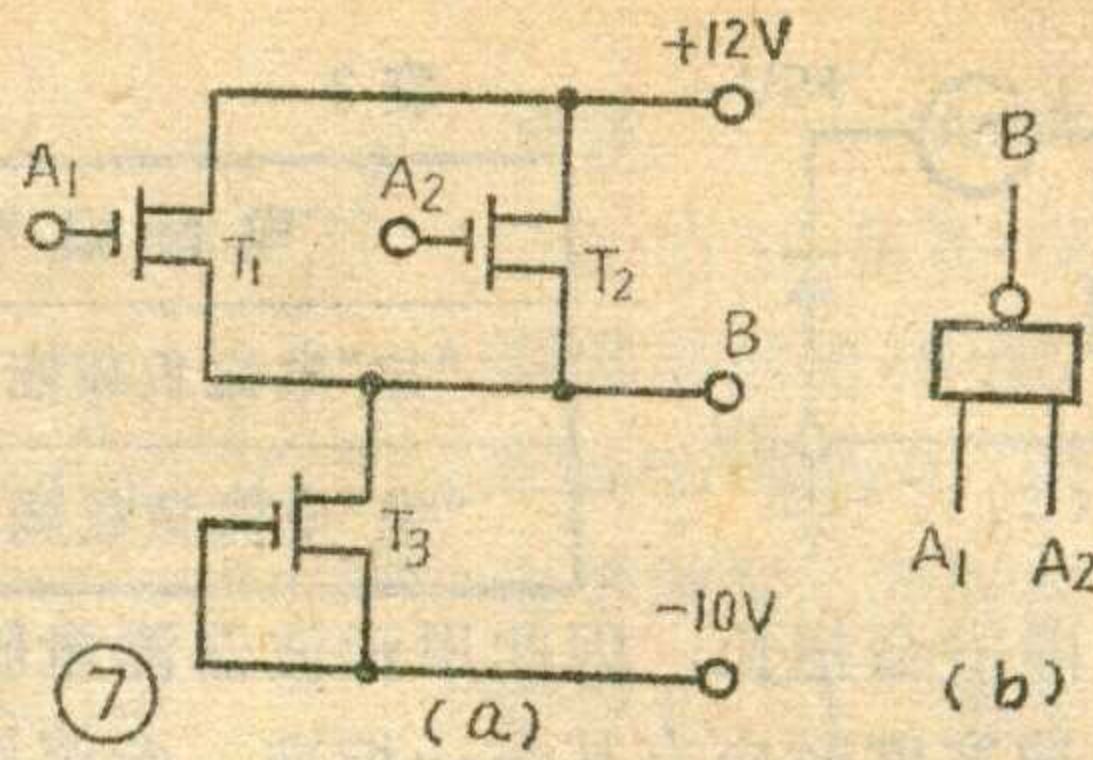
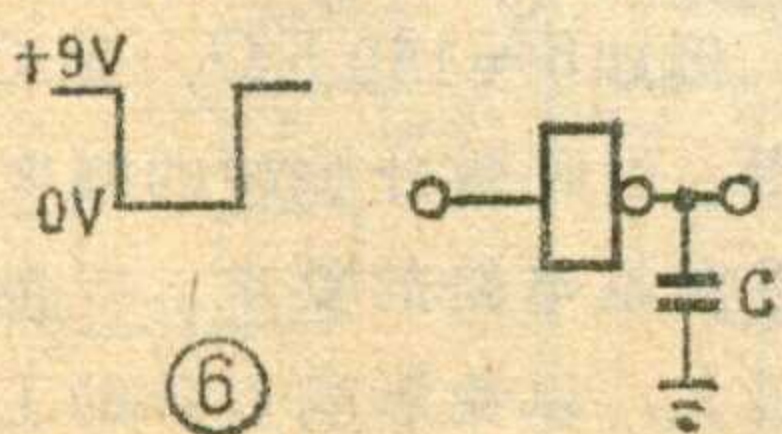
双极型电路有较大的电流负载能力，MOS电路的电流负载能力比较低。输出高电平时，“拉”电流负载能力（输出电流的能力）约在0.3~0.8mA之间。输出低电平时，“灌”电流负载能力（输入电流的能力）一般不超过100 μ A。“拉”电流与“灌”电流负载能力相差很大，这是因为输出低电平时 T_2 处于微开启状态，内阻很大，通过它的电流稍大， T_2 上的压降就会造成输出电平超过规定的低电平数值。使用时应特别注意。

4. 电容性负载能大大降低电路的工作速度。



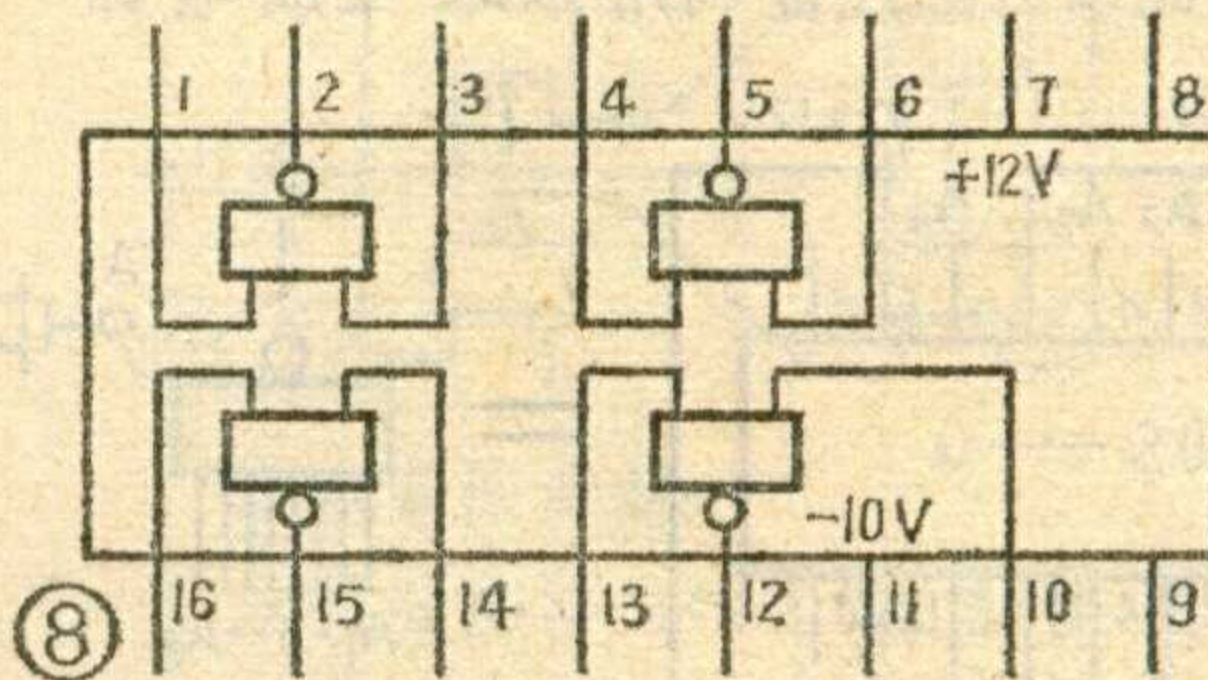
当输出端接有容抗性负载时，对输出脉冲的下降沿影响极大。从图5可明显看出，如输出端接有电容C，则当输出由高电平降至低电平时，因 T_2 的内阻较大，同时在电平的下降过程中又迅速增大，电容C的放电十分缓慢，大大延长了脉冲的下降时间，降低了工作速度。方脉冲通过反相器时，如输出端有容抗性负载，波形将变成图6所示的形状，输出脉冲的下降时间比上升时间约大一个数量级。P-MOS电路的这种缺点，使它只能工作在较低的频率下，一般不超过1兆赫。

MOS集成电路的产品中，一般没有单独的反相器，需要使用反相器时，往往都用“与非驱动器”来代替。



与非驱动器的使用

与非门是逻辑电路中应用最灵活的器件，它可以用来实现各种基本逻辑功能电路。MOS电路的与非门具有较大的驱动能力，所以又叫与非驱动器。图7a是一个两输入端的与非驱动器的电路，b是逻辑符号。它比反相器多了一个并联的反相管，工作特性与反相器相似，只是两个反相管 T_1 和 T_2 同时截止时才输出低电平。其逻辑关系见表2。目前各厂生产的MOS集成电路型号不统一，下面以清华大学电子工程系生产的为例来介绍，图8是MOS-Q接线图。在一块电路中有四个独



立的与非门，除电源线是共用的，四个与非门可各自独立使用。除MOS-Q型与非驱动器外，尚有MOS-3Q（四个三输入端与非门），MOS-5Q（两个五输入端与非门）等产品，使用方法与MOS-Q是一样的。

MOS-Q型与非驱动器在逻辑线路中与双极型与非门功能是相同的，但在具体使用中应注意下列几点：

1. 输入阻抗与箝位电阻：

同反相器一样，MOS-Q的输入阻抗是很高的，在产品说明书上一般规定为输入电阻大于1M Ω ，电容小

表2

A ₁	A ₂	B
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

于2Pf。实际测量其直流输入电阻在70 $^{\circ}$ C时都大于10M Ω ，输入高电平时漏电流均在1 μ A以下。使用中有时需要对输入端箝位，箝位电阻的选择应根据输入电阻的大小和线路的需要来决定。一般情况下都希望箝位电阻大一些，以免加重前级的负载，但是箝位电阻过大会影响输入端电平，一般以选取在51K Ω ~510K Ω 间较合适，输入端漏电流大的应选小一些，漏电流小于5 μ A的可选用510K Ω 的箝位电阻。

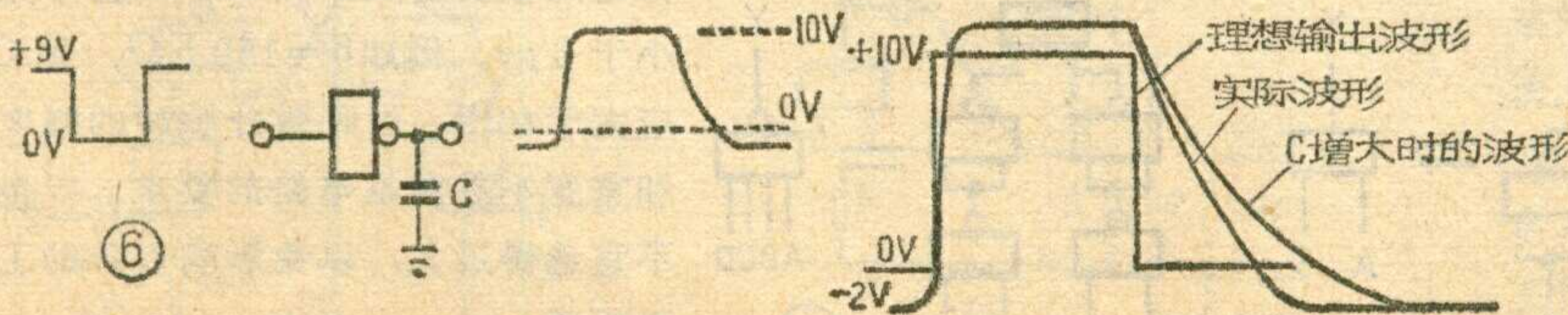
2. 不使用的输入端的处理：

MOS电路的输入端是不能悬空的，因其输入阻抗大，输入电容小，悬空时，受空间电场影响会造成电平不定的情况，易产生误动作，所以不用的输入端必须使其箝位在“1”电平上。最简单的方法就是把不用的输入端直接联在+12V上，也可以与使用的输入端并联使用。

3. 电流负载能力的简单测量：

采用图9的方法用万用表可以测出电路的电流负载能力，其中a是测量“灌”电流负载能力的方法，b、c是测量“拉”电流负载能力的方法。注意，要在MOS集成电路块加上电源电压后再按图9的联接方法测量。表3是几个MOS-Q型电路实际测量的结果。这种方法测出的结果，因电流表的内阻串接在电路中，测出的数值略小于电路的实际电流负载能力。

表3中可以看出，产品的参数离散度是较大的，因此先经过测量，使用时可根据不同的负载能力按线路的需要分配使用。



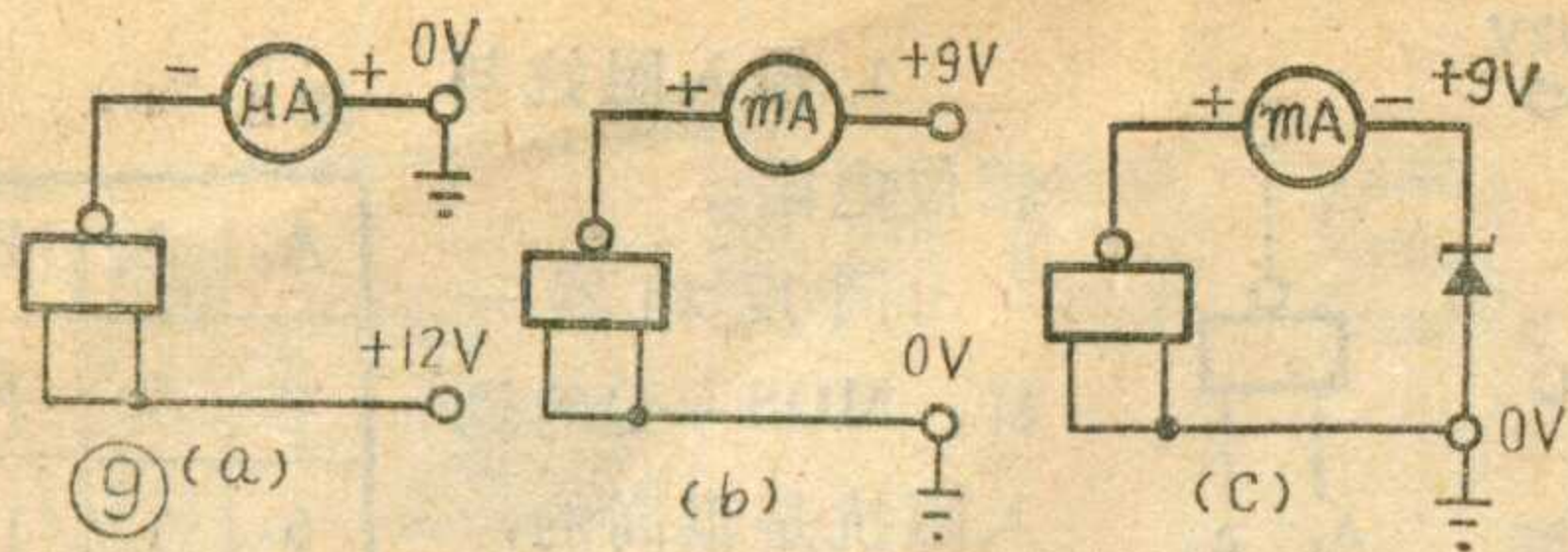


表 3

电路编号	1	2	3	4	5
“拉”电流负载能力 mA	0.8	0.6	0.75	1	0.85
“灌”电流负载能力 μA	64	43	57	90	72

4. 输出脉冲下降时间的估算:

输出脉冲由高电平降到低电平的时间主要由负载电容的容量决定, 同时也与电路的“灌”电流负载能力有关。下降时间可以用下式进行估算:

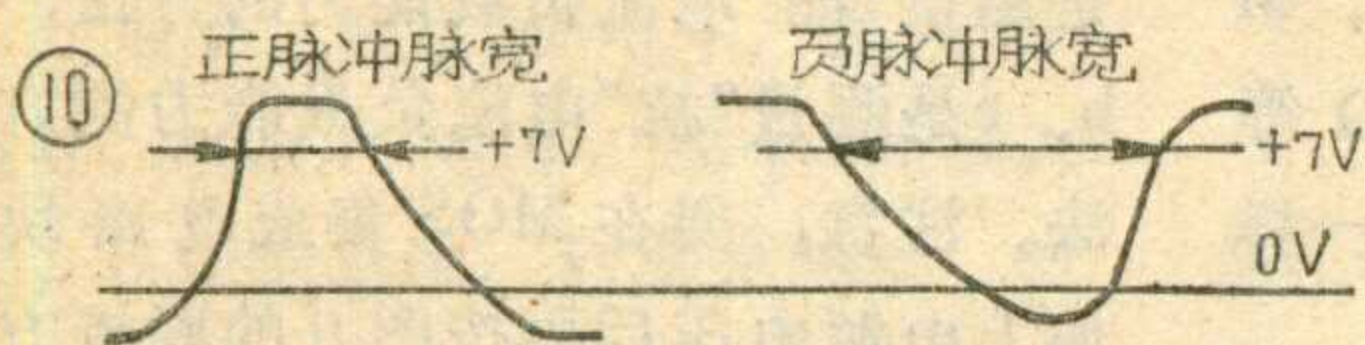
$$t_x = 3 \frac{C}{i}$$

式中: t_x : 下降时间 (由“1”电平降至“0”电平的时间), 以 μs 为单位; C : 负载电容容量, 以 Pf 为单位; i : “灌”电流负载能力, 采用图 9 测出的数据, 以 μA 为单位。

由式中可看出, 脉冲下降时间与负载电容容量成正比, 与电路的“灌”电流负载能力成反比。使用时, 对容抗性负载较重的部位应选择“灌”电流负载能力大的电路。

5. 扇出系数:

由于 MOS 电路输入阻抗大, 所以其扇出系数可以较大, 不像双极型集成电路那样有严格规定。但是因输入电容的存在, 当带动较多的 MOS 电路作负载时, 脉冲的下降沿将被拖长, 从而使工作速度降低。所以 MOS 电路的扇出系数应根据工作频率来考虑。



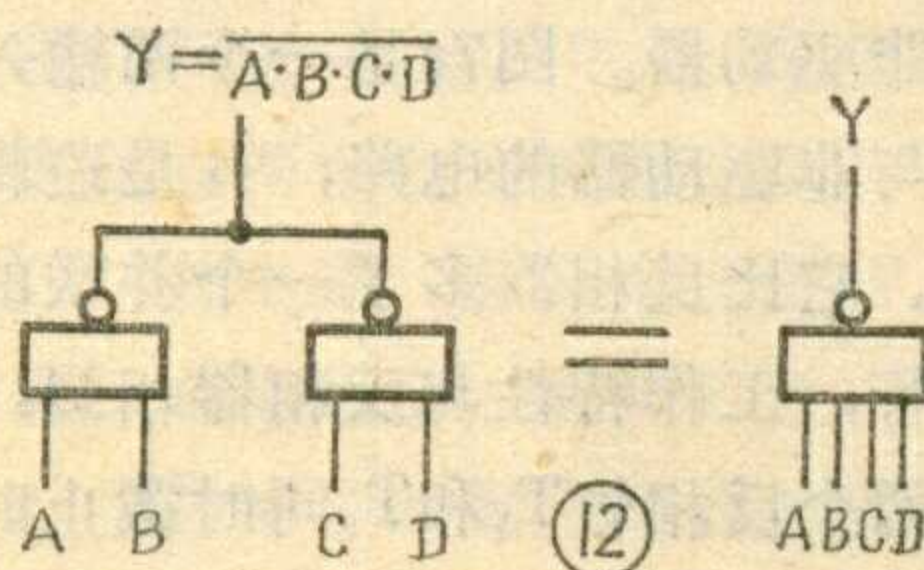
一般以不超过 5~10 为宜。

6. 脉冲宽度的测量:

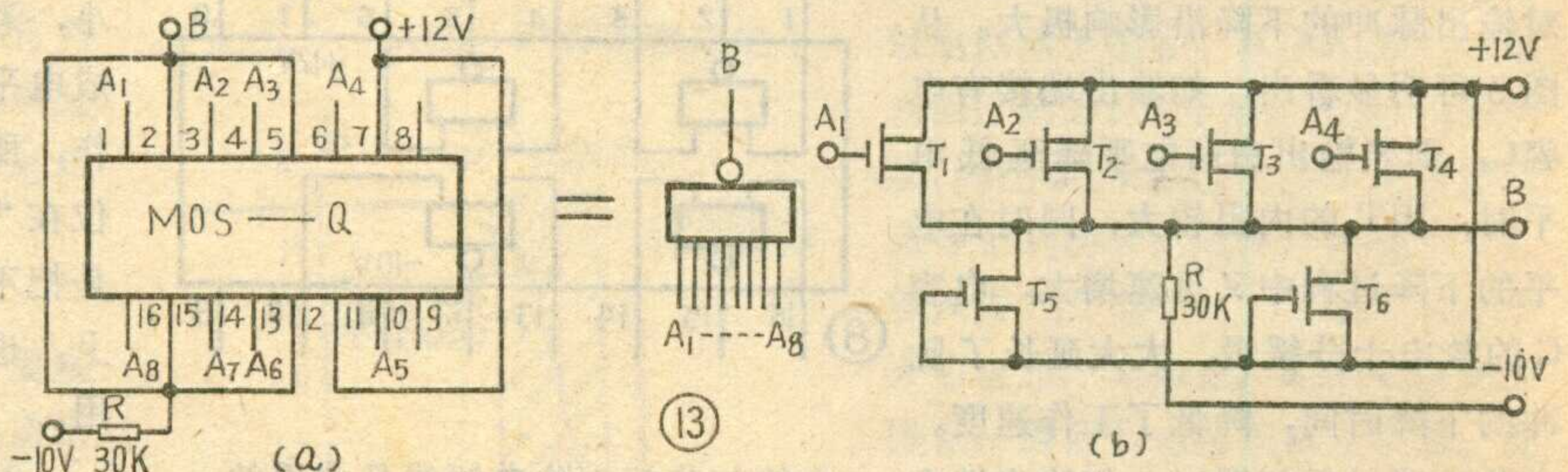
由于脉冲在线路中传递时其下

降沿会拖长, 因此用示波器测量脉冲宽度时应有其统一标准。参照图 3 可知, 脉冲通过电路时, 是在 +6V 至 +8V 之间进行转换的, 所以测量脉冲宽度时应以 +7V 时的宽度为准。

用与非门组成其它逻辑电路



用 MOS 电路与非门组成各种基本逻辑电路的方法与双极型集成电路使用的方法是一样的。图 11 是组成几种基本逻辑电路的例子。除此以外, 还能利用 MOS 集成电路



的特点, 比较简单地构成多输入端的与非门, 图 12 是其联接方法。这种方法因负载管的并联使用会造成输出高电平的降低, 使用时应挑选输出电平较高的电路并联使用, 而且不宜并联过多。

另一种组成多输入端与非门的方法见图 13, a 是联接方法, b 是电

路的简单说明。这种方法可以用一块 MOS-Q 型电路组成一个八输入端的与非门, 输出电平幅度、负载能力、工作速度不仅不会降低反而能略有提高。从图 13b 可以看出, 电路负载管 (T_5 、 T_6) 的漏、栅极没接 -10V, 却直接接到 +12V 上, 这样负载管的栅极对源极永远是正偏压, 负载管也就永远截止了, 负载管的功能由外加的负载电阻 R 代替了。这种方法没有图 12 电路的缺点, 组成多输入端与非门是十分方便的。

与非门组成基本脉冲电路

1. 微分电路:

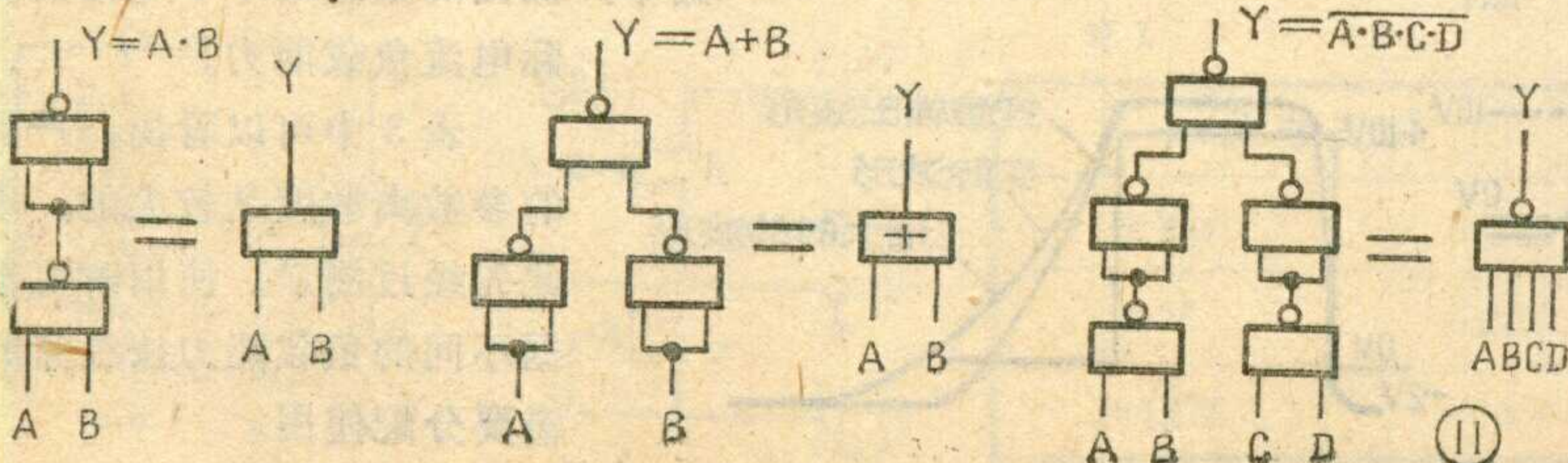
MOS 电路组成的微分电路虽与双极型电路组成的微分电路联接方式相同, 但考虑到 MOS 电路的特

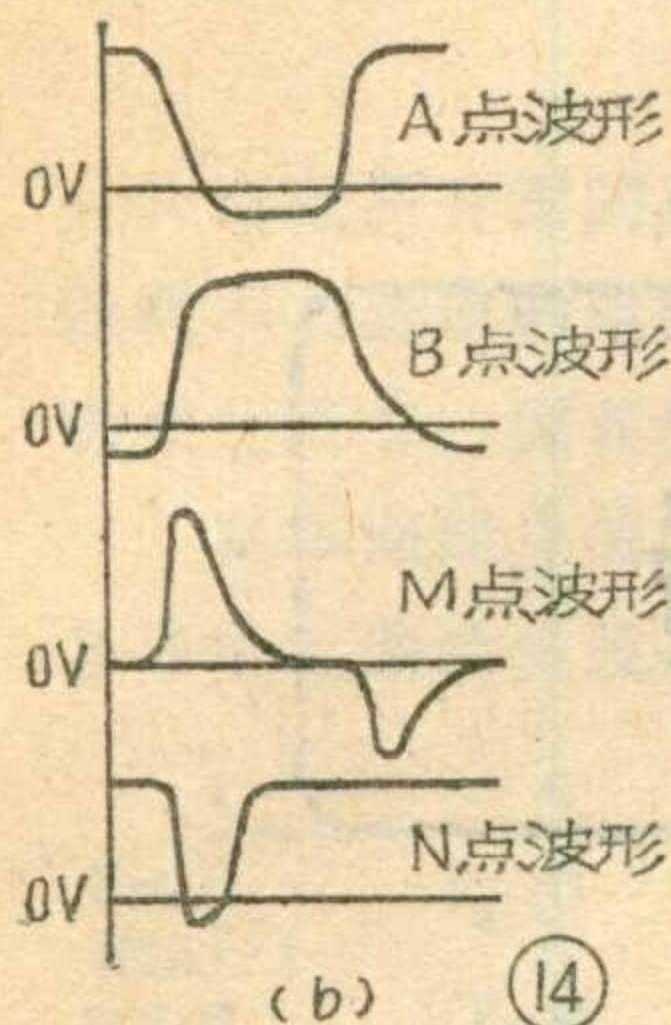
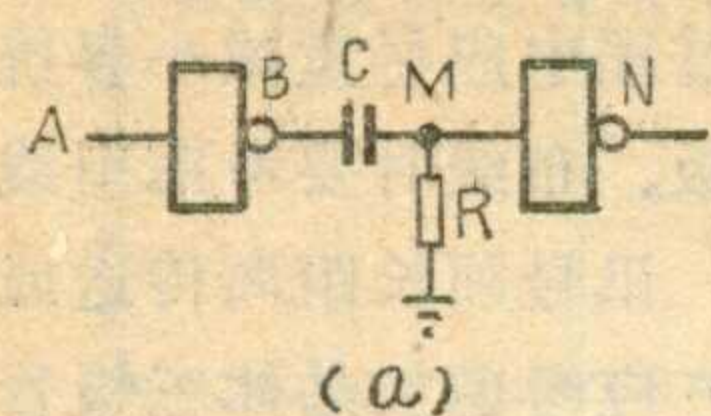
点, 应注意下列几个问题, 以图 14 的电路为例:

(一) 要利用输入脉冲的上升沿进行微分。下降沿因下降时间太长, 微分后幅度太小, 不宜采用。

(二) 接受微分脉冲的电路输入端要箝位在“0”电平上。可用 $100 K\Omega \sim 510 K\Omega$ 的电阻接在 0V 上。

(三) 微分电容容量的选取与箝位电阻数值有关, 其 $C \cdot R$ 值不应小于 $5 \mu s$ 。例如 $R = 150 K\Omega$, 则 C 应大于 $40 Pf$ 。否则微分脉冲的幅度和宽度不易满足电路的要求。 C 也不宜选得过大, 以免影响前级的工作速度。





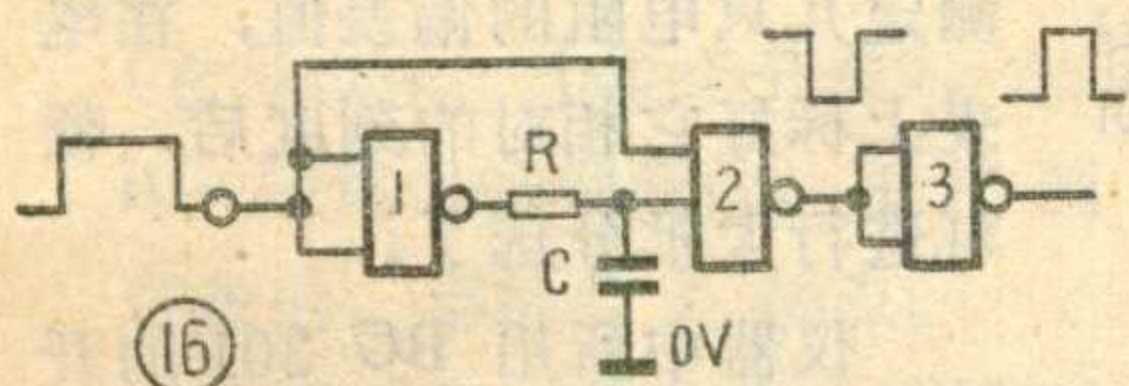
沿转换为上升沿,然后再微分。

2. 单稳触发器:

图15是由MOS—Q型与非门组成的微分型单稳触发器。它以负窄脉冲触发,图15中是以方脉冲前沿经微分、反相后得到的负窄脉冲触发的。输出脉冲宽度可按下式进行估算:

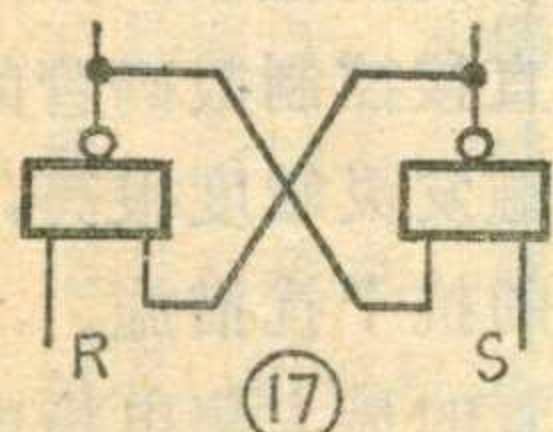
$$T \approx 0.3\tau = 0.3RC.$$

此式算出的结果偏差较大,对



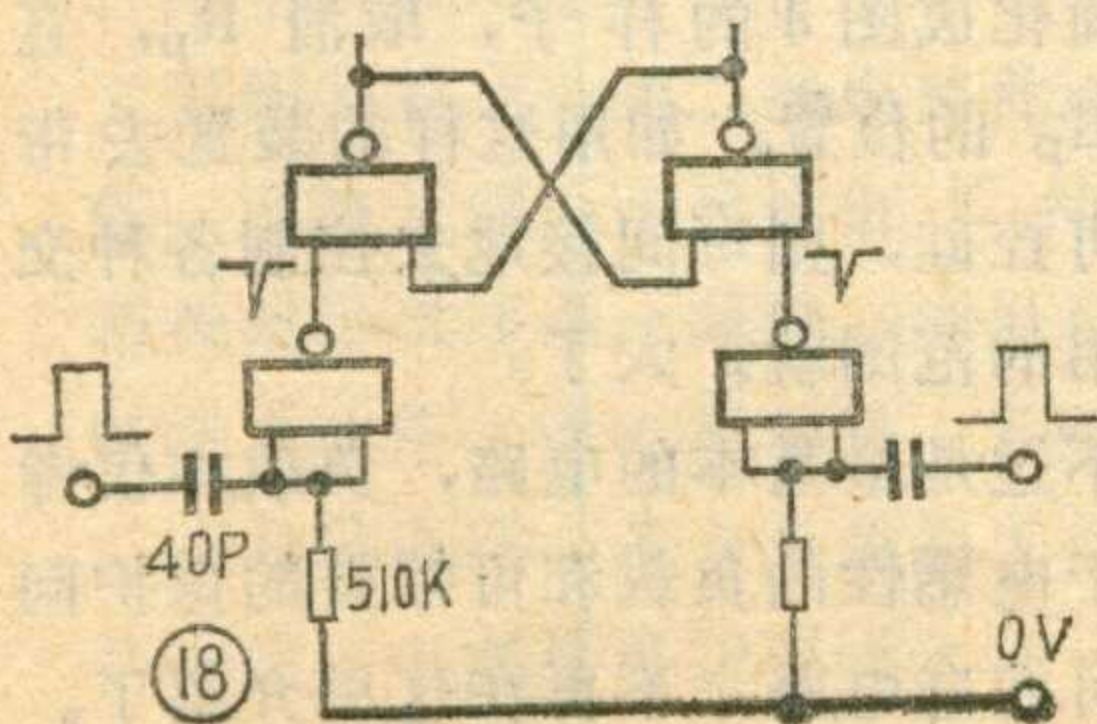
脉宽要求严格时,应当用示波器校准。

积分型单稳触发器如图16所示,它是以宽脉冲触发的。即输出脉冲宽度必须小于输入脉冲宽度电路才能正常工作。输出脉冲宽度取决于R、C的数值,并且受门1的



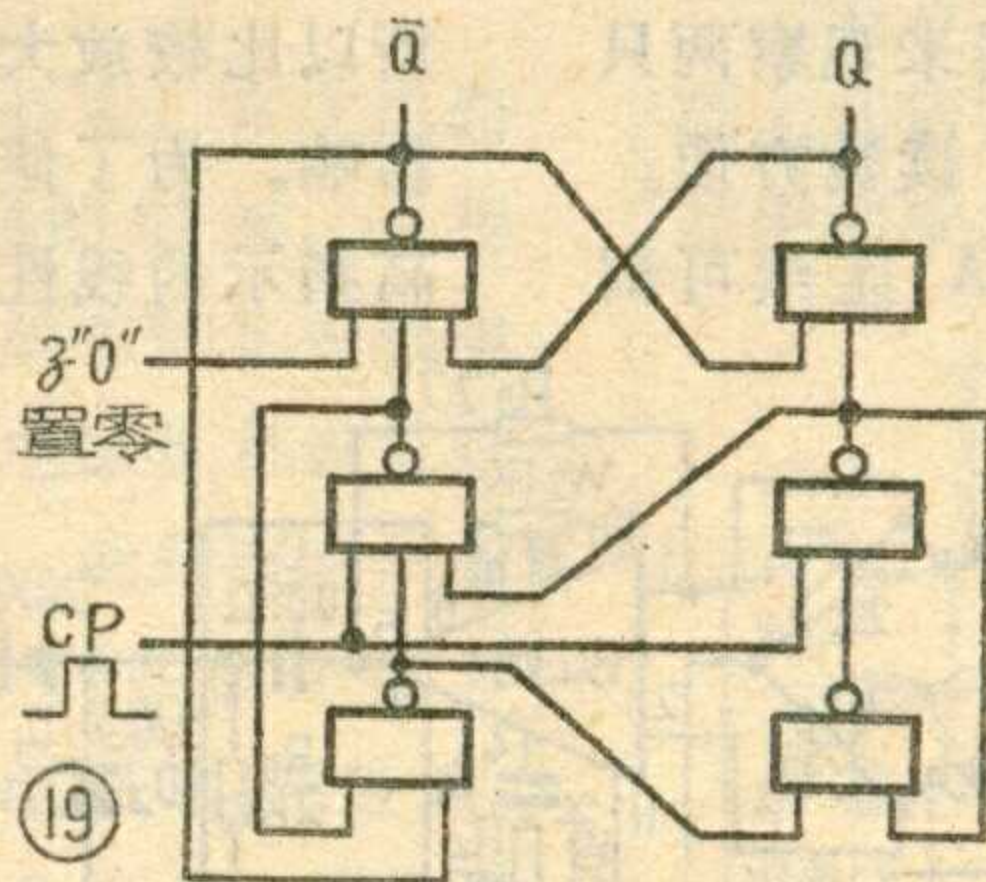
“灌”电流负载能力的影响。R的数值不应大于510KΩ。

3. 双稳触



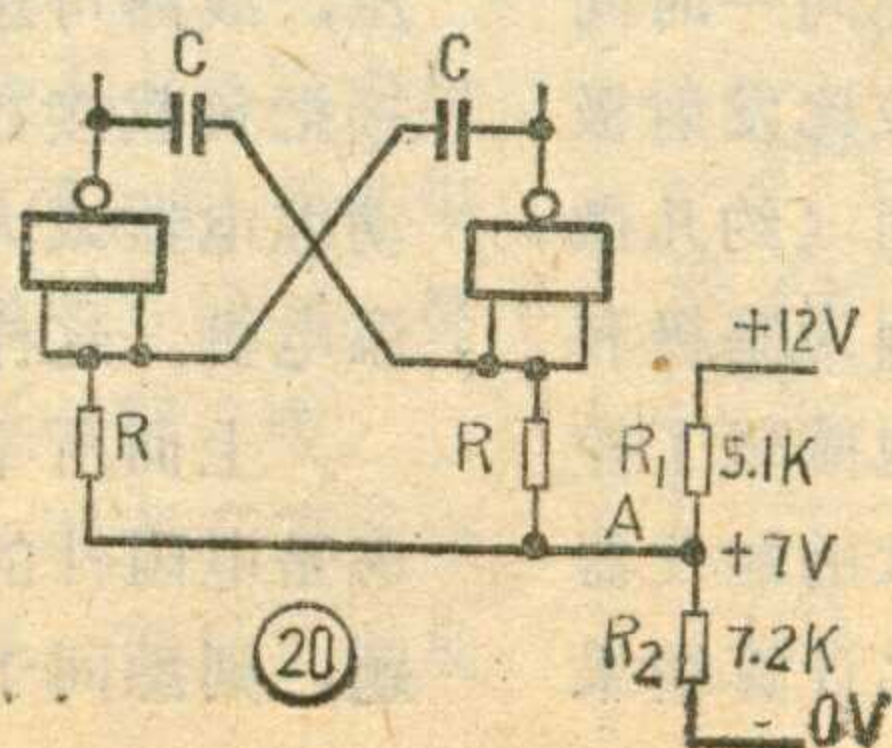
发器: 图17是R—S触发器的电路图。R端与S端应以“0”电平触发,平时应箝位在“1”电平上。如以微分脉冲触发,最好接成图18的电路,触发器将对应输入脉冲的前沿翻转。R—S触发器是一种置位—复位触发器,只能完成存储、记忆等功能,不能做计数器使用。

图19是由与非门联成的不对称维持阻塞触发器,这种触发器具有置位、计数、移位等功能。在MOS集成电路中有专用的维持阻塞触发器的产品,一般不用MOS—Q型与非门并接。



4. 多谐振荡器:

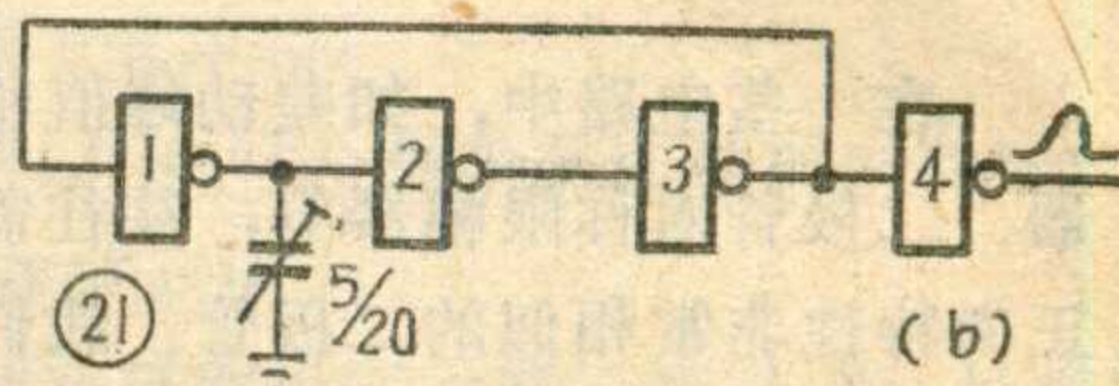
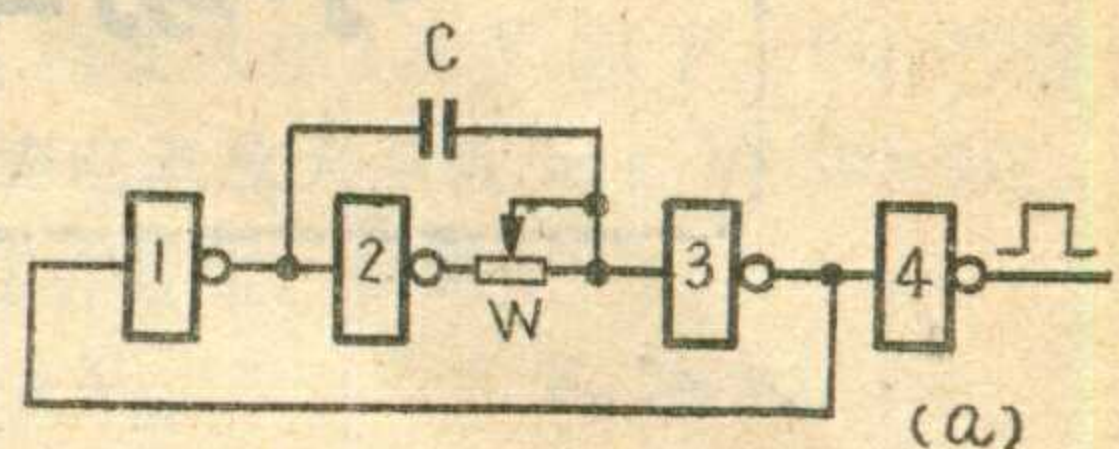
这类振荡器又叫无稳态触发器。图20是它的电路图。电路中A点电压调整在7~8V间电路就能可靠地起振,原因是当MOS电路与非门输入端电压在7~8V间时输出电平将呈现不稳定状态。参看图3可知,输入为7~8V间正是电路输入—输出特性曲线最陡的区域,加上电容C的交叉反馈,电路就很容易起振。振荡频率由R、C的乘积和MOS—Q的参数决定。一般R可选在200KΩ~510KΩ之间,C选取在20~1000Pf间。最高振荡



频率在200KC左右。振荡周期T约在0.5~0.8R·C之间。

5. 环形振荡器:

同双极型集成电路一样,MOS集成电路与非门也可以很方便地组成环形振荡器。图21就是环形振荡器的电路。图中,门3的输出连在门1的输入端上,讯号经过奇次(图中为三次)反相,反馈至输入



端,电路呈现不稳状态并产生振荡。振荡频率由讯号传输过程中的延迟时间来决定。图21a中,C可选择大于100Pf的电容,W用510KΩ以下的电位器,用以调节振荡频率。最高振荡频率能达到200千赫。图21b最高振荡频率可达1兆赫以上,但波形稍差。

MOS电路使用中的注意事项

1. 虽然MOS集成电路输入端有保护用稳压二极管,但是栅穿的可能性还是存在的。为避免栅穿,应注意下列几点:

(一)焊接用的电烙铁要接地线,最好用20瓦内热式烙铁。

(二)所有测试仪表,如脉冲讯号发生器、示波器、稳压电源等,都要良好接地。

(三)焊接用的工作台不要铺塑料板、橡皮垫等易带静电的物体,也不要塑料袋等包装电路。

(四)焊接时切勿过早拆开包装的铝箔,应拆开一块立即焊一块。

2. 由于MOS电路输入阻抗高,电路引出线间的轻微漏电也会造成工作失常。为保证绝缘良好应做到下列几点:

(一)焊接时不能使用焊油,最好用带松香的焊锡丝。

(二)焊接的电路板上要保持清洁、干燥。不能用出汗的手摸。

(三)MOS 电路多数采用扁平

封装,引出脚间距离很小,焊接时应十分小心,焊锡不要用得过多,

以免引出脚间短路。

3. MOS 电路电流负载能力低,容抗性负载对工作速度影响极大,

设计、安装过程中应尽量减小容抗性负载。排板、布线时要考虑引线电容的影响。讯号须长距离传送或负载较重时,应考虑加晶体三极管驱动级。

小功率二极管正向特性比较器

苗 则 允

在一些电路中,如差动峰值检波器、相敏检波器、二极管对称限幅器等,往往需要两只或两只以上正向特性非常相似的二极管。我们制作了“小功率二极管正向特性比较器”,比用超低频示波器来观察两只二极管正向特性曲线是否一致,效率高、读数方便。

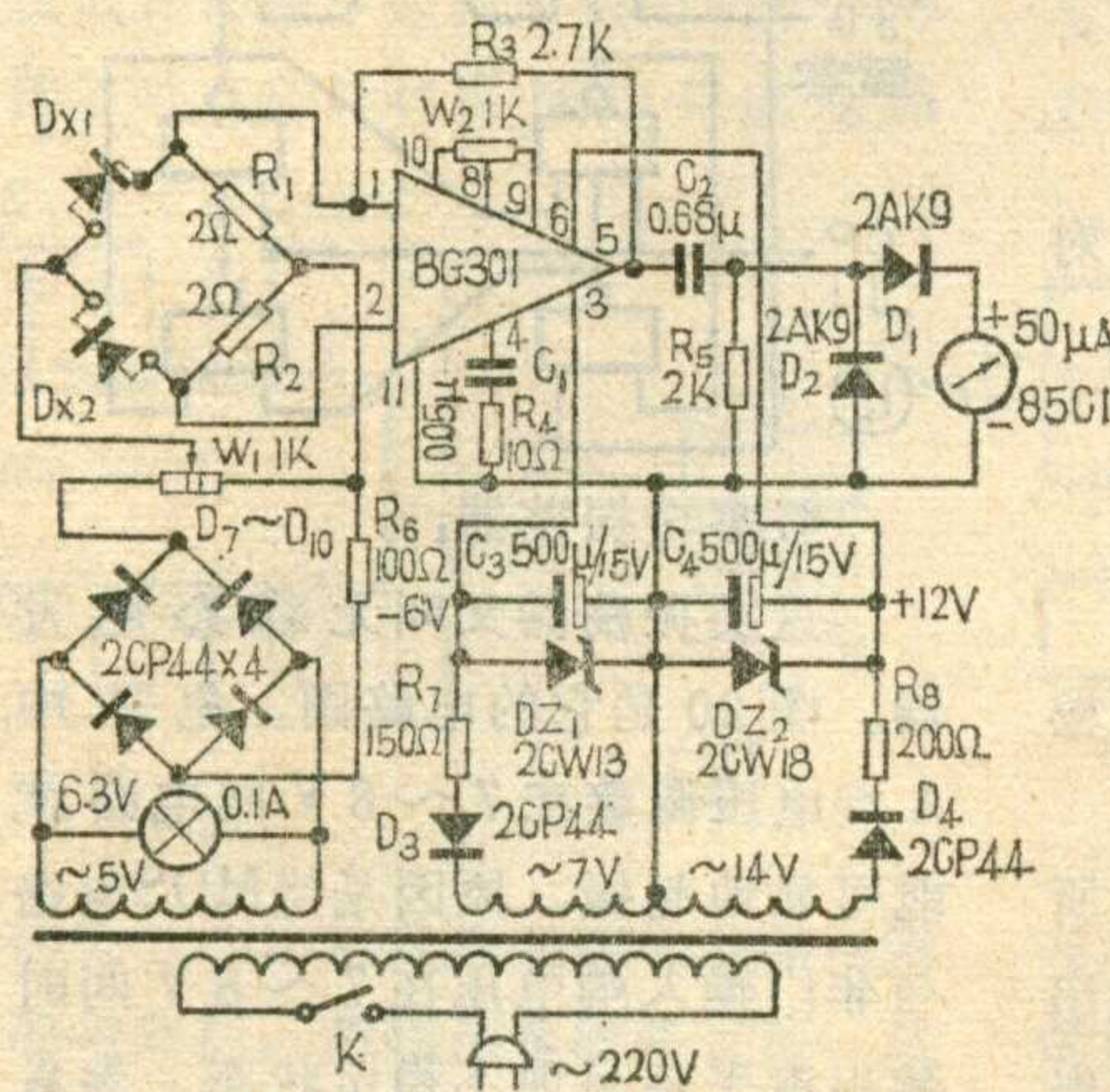
仪器性能如下:测试电流 0~20 mA 连续可调(每管 10 mA,因为我们使用二极管的工作电流较小,只有 5~7 mA 左右);分辨率 < 1 mV。

仪器采用平衡电桥原理,两只被测二极管 DX_1 、 DX_2 分别接在电桥的两个臂上,另外两臂上是两只标准电阻,如果两只二极管的正向电压不同,电桥就会失去平衡,有一差值输出,经比较放大器放大、全波倍压检波器检波后,从电表读出差值。电桥两端电压由一桥式整

流器供给,可使经过二极管的电流由零一直变化到给定最大值,只要两只二极管的正向特性曲线上有某一点不重合,电桥就会有输出。由于采用的是脉动直流,所以比较放大器做成交流放大器,消除了零点飘移的影响。为了使线路简单,采用了倍压检波,如要求提高指示的线性,可将其改成线性检波器。

另外,此仪器还可作为小阻值电阻(几十~几百欧)的阻值偏差分选用。事先用电桥测定几只电阻的偏差值,在电表上标好它相对的刻度后,便可进行大批分选了。

仪器中所用 BG 301 的开环增益 ≥ 2000 , R_1 、 R_2 用老化过的康铜丝绕制,用 80°C 处理 72 小时,室温放置 72 小时,两电阻一致性优于 1%。



上接第 11 页

1. 各主电路中负载的功率虽允许大小不一,但工作电压必须一致。

2. 可控硅在初导通的瞬间,不仅有主回路的电流,还有电容 C 的放电电流,都从这里通过,因此要选用电流较大的型号。

图 3 的控制电路也与图 1 稍有不同,在同一时间内,只有待触发那条电路中的那个基极电位比发射极高的三极管,并仅在加接集电极电压的瞬间(约几微秒),有集电极电流通过,其余的三极管都因为基极和射极处于同一电位而被截止着。这样,大大地减轻了控制开关 K 的负担,只要用一个负载能力不大的触发器就能胜任工作了。其中 $R_b \approx h_{FE} V_D / I_e$, 可取比计算结果

略小的值,使 I_e 大一些,有利于 SCR 的触发导通。

图 3 的线路,可应用于步进电动机的控制。如采用小功率快速开关元件,可用来作直接控制数码管的计数器。不过小功率快速开关元件触发灵敏度很高,对于电源和输出电路,应该有很好的抗干扰措施。

如果负载的工作电压低于三极管的最大集电极电压,线路可进一步简化成图 4 的样子,取消 R_D ,直接把负载接在原来 R_D 的位置。如用这样的装置去带动继电器或大功率可控硅,则可间接地去控制各种交流电机。这样,应用的范围就扩大了。

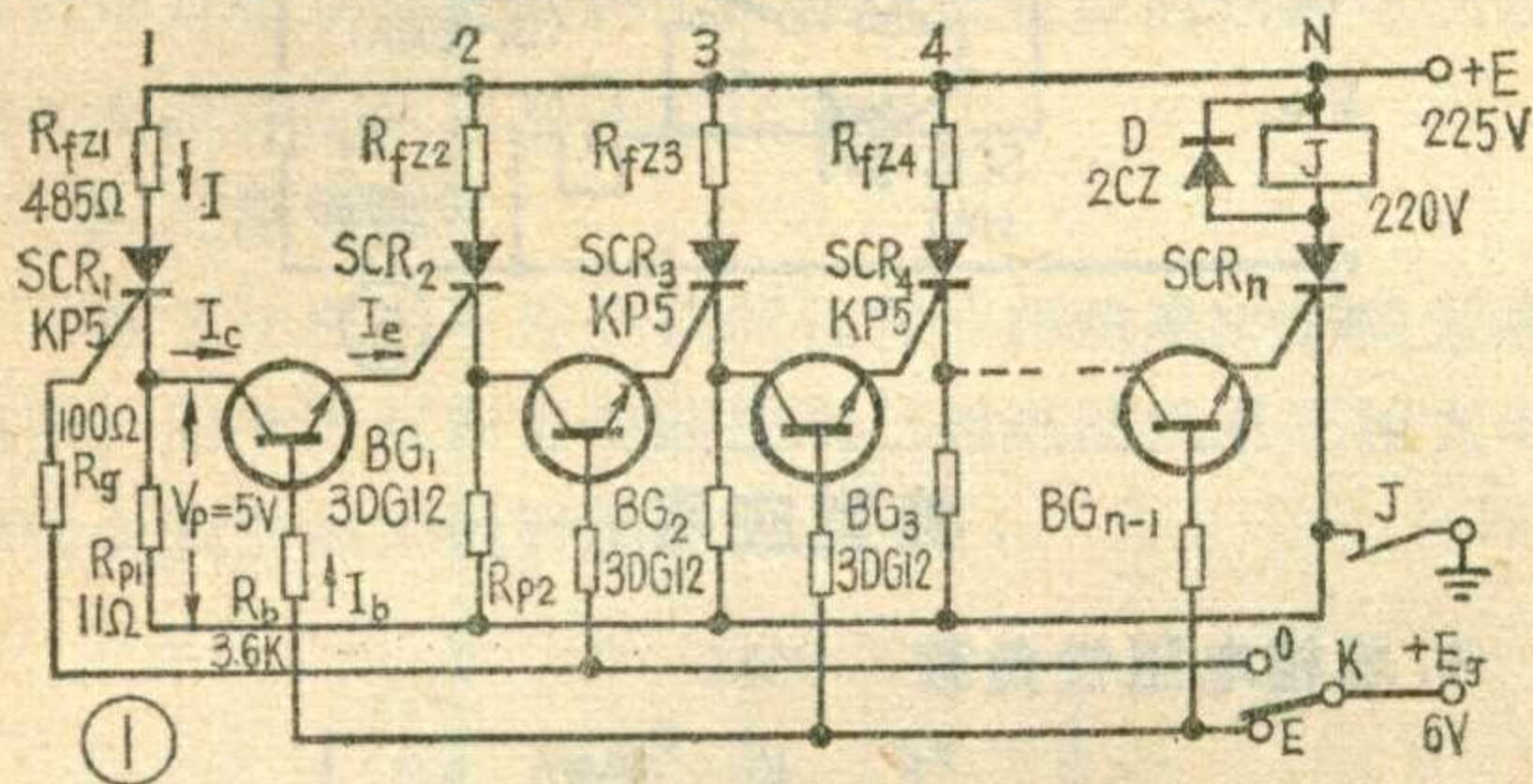
上面所举的,不过是最基本的电路,负载亦仅考虑是电阻性的,至于电感性的负载和可控硅的保护问题,则悉同于一般可控硅电路,不再在这里介绍了。

一种可控硅程序控制线路

朱 葛 初

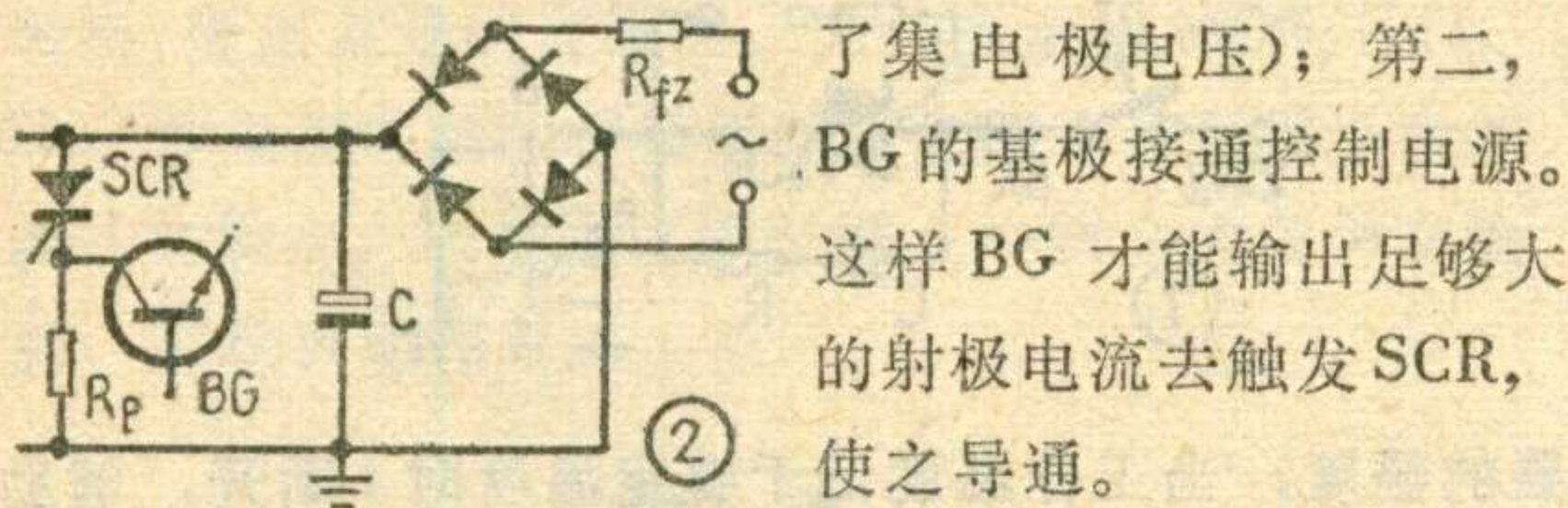
这里所介绍的可控硅程序控制线路，结构简单，能在不大稳定的电源下工作，或可应用于工农业生产的某些环节，因此提出来供大家参考。

基本路线见图1，图中以 R_{fz1} 、 R_{fz2} ……等表示各条主电路的负载， SCR_1 、 SCR_2 ……是根据负载要



求选用的可控硅，作为各条主电路的开关。在主电路里还插入一电阻 R_p ，在那条电路开通的时候，分得一电压 V_p ，作为右邻控制电路中的三极管的集电极电压。除 SCR_1 外，每个可控硅的控制电路里都设置这么一个三极管 BG ，它的射极电流 I_e ，就是被它所控制的 SCR 的触发电流。 BG 的基极，经控制开关 K （它可以是一个电子开关），去和控制电源 E_g 相连接。 BG 的编号是偶数的，都接到 K 的 0 接点，编号是奇数的，都接到 E 接点。

要开通一条电路，必须同时具备二个条件：第一，它前面的那条电路已经开通（等于给 BG 接上



了集电极电压)；第二， BG 的基极接通控制电源。这样 BG 才能输出足够大的射极电流去触发 SCR ，使之导通。
电路未开始工作时，各条主电路均未开通， K 掷至 E 接点，凡偶数编号的电路，因未具备第一个条件，所以不会被开通。开始工作后， K 动作起来，先掷至 0 接点，把控制电源加接于 SCR_1 的控制极， SCR_1 就被触发导通。而其它编号为奇数的电路，同样因未具备第一个条件，仍保持阻断状态。接着 K 又回到 E 接点，第二条电路此时已具备了上述二个条件，就被开通……这样借 K 的往复转接，把各条电路按编号次序逐一开通。到最后一条电路开通时，继电器 J 动作，把电源切断，各条电路同时被关断。

这种电路，各个负载的工作电压、功率不要求完全一致，电源尽可按不同负载分别设置。如果负载是

单相交流电器，可采取如图2的措施。可控硅也可以按负载不同要求各自选用不同的型号和级别。

为了便于设计、安装和检修，我们把控制电路统一起来。 SCR 的触发电流 I_g 一律选用 $15 \sim 25 \text{ mA}$ 的，触发电压 V_g 均要求在 1.5 V 以下。 BG 可统一用 $3DG12$ ，它们的电流放大系数 h_{FE} 取 $30 \sim 40$ 。

为了使电路工作稳定，要求：

$$V_D > 2 V_g, \quad E_g \geq V_D;$$

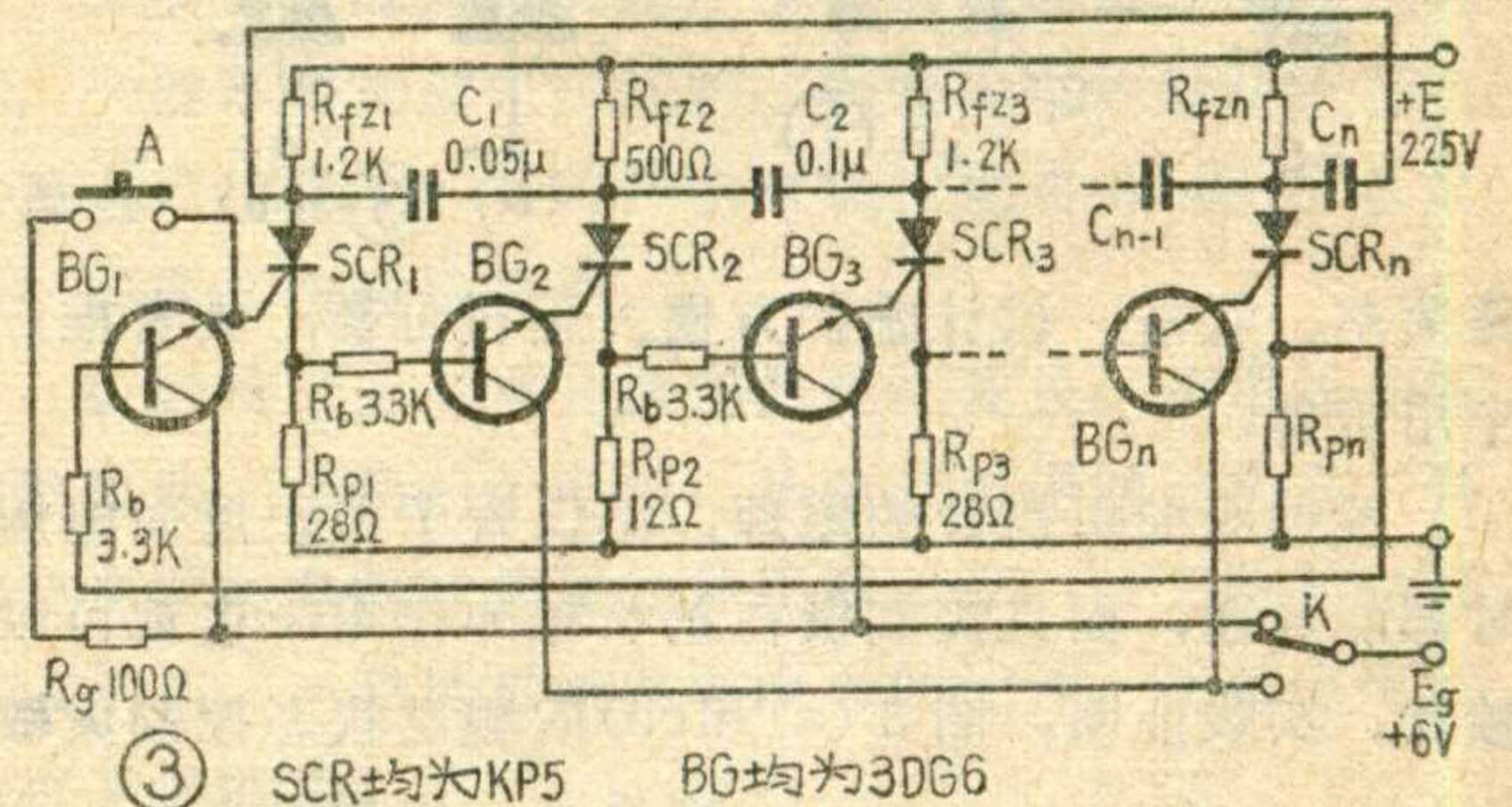
$$I_e \approx 1.5 I_g, \quad I_g \gg I_b.$$

R_p 和 R_b 可根据下式求得：

$$R_p = V_D / I_{fz} \quad (I_{fz} \text{ 指负载的额定电流})$$

$$R_b \approx h_{FE} E_g / I_e$$

因为半导体元件性能不大一致，所以 R_b 只须根据上式估计一下，采用数值相近的小型变阻器（即商品中的偏流电阻），在测试时加以调整即可。

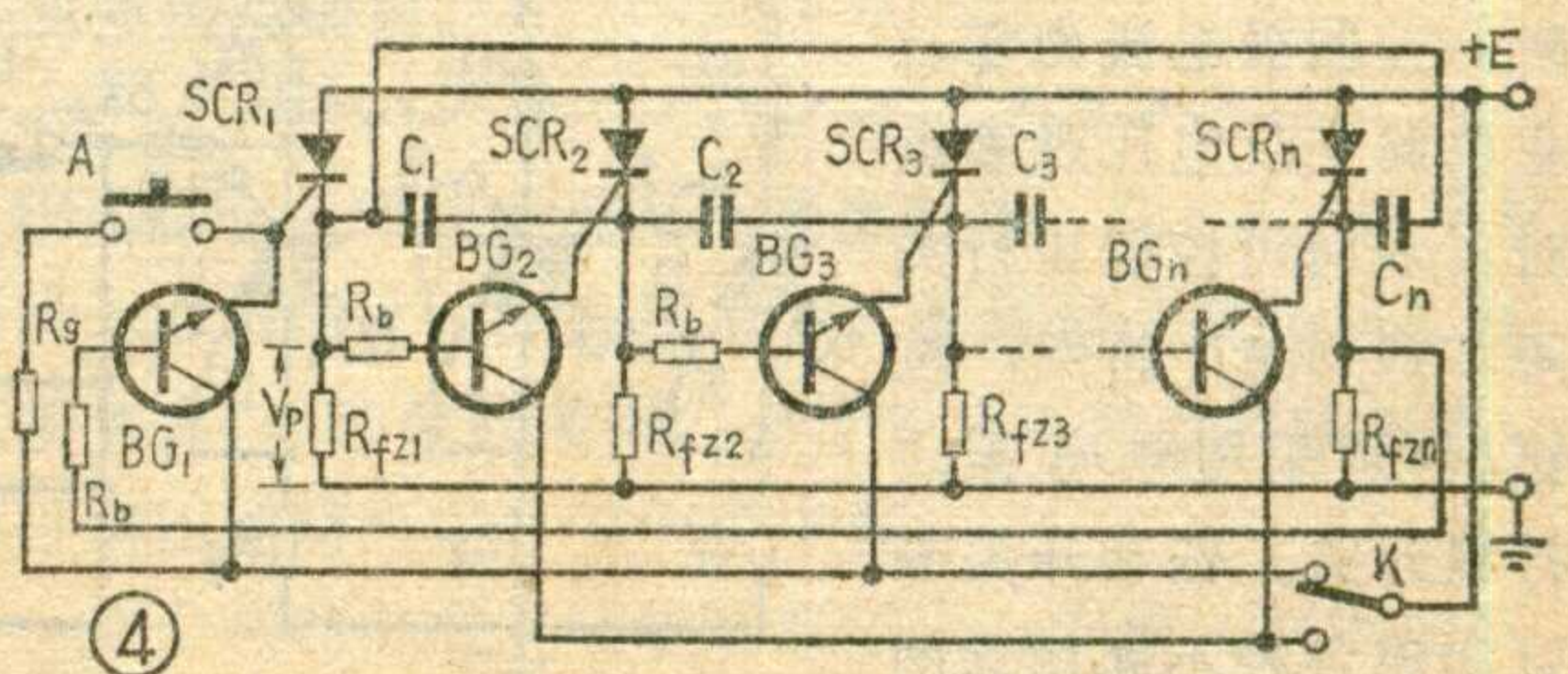


实践证明，这种控制线路控制数十条电路是不成问题的。

如果在开通后一条电路时必须将前面的电路关断，那么只需象图3那样，在前后二个可控硅的阳极间接一个电容器 C ，就能做到。这个电容的大小，应根据被关断的负载来决定： $C_n \geq 1.45 t_{断} / R_{fzn}$ 式中 $t_{断}$ 是可控硅的关断时间，对于 $KP5$ 等型号来说，为 25 微秒 。 C 所注下标 n 是电路编号数。

应该注意图3主电路的下列二个特点：

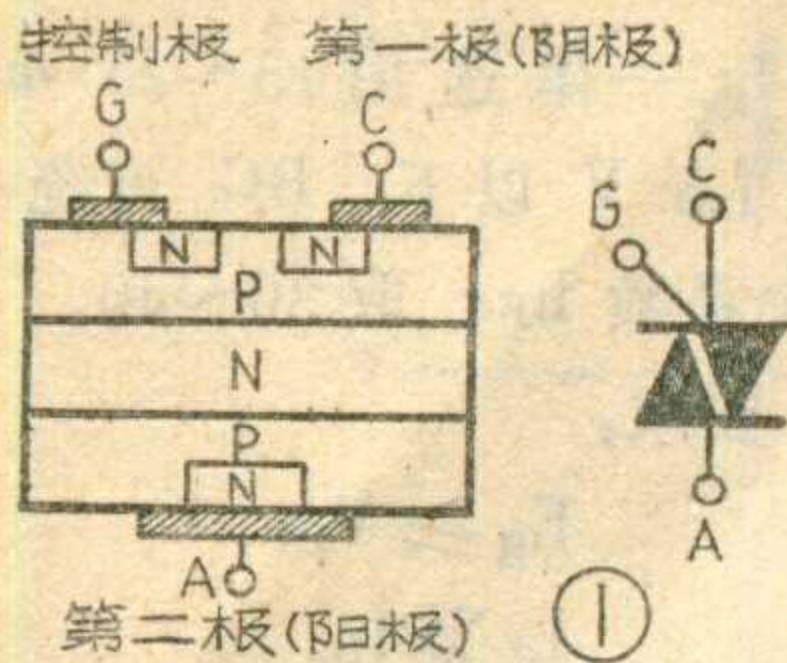
下转第10页



双向可控硅交流开关

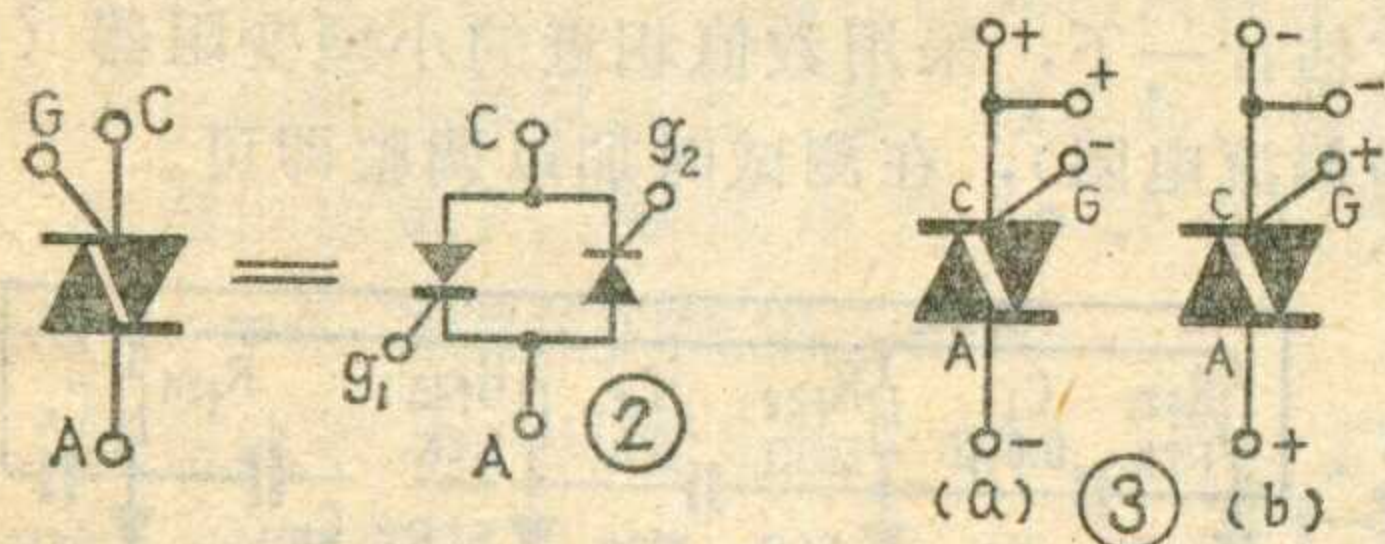
沈琦

双向可控硅是一种特殊的可控硅元件，它的外形和普通可控硅相似，管芯是由NPNPN五层半导体构成，引出三个电极，分别是第一极C、第二极A和控制极G，其内部结构和电路符号如图1所示。



双向可控硅的功用相当于两个普通可控硅反向并联，如图2所示。它工作在交流回路中时，无论正半周还是负半周电压均可作可控导通，从而能够方便地进行交流调压或作为交流无触点开关。由于它只有一个控制极，只需一套触发线路，这就使双向可控硅比普通可控硅反向并联线

路简单、经济、设计维护方便、运行可靠，具有推广应用价值。



根据双向可控硅的原理，不仅管子在正反向电压时都能导通，而且控制极在正负脉冲作用下也都可以触发。实践证明，图3(a)和(b)的触发状态控制灵敏度最高，应用最多。

图4是双向可控硅交流开关的基本线路。双向可控硅的控制极通过限流电阻R由交流电源获得触发信号。当按钮AN按下时，由于主电路和控制极触发信号用同一电源，所以主电路在双向可控硅加正反向电压的同时，控制极也有正反向的交流信号进行触发，以维持主电路的导通。当放开按钮AN时，控制极电流为零，主电路交流电压过零点时，双向可控硅自行关闭。根据这个特点，按钮AN可采用继电器、行程开关、微动开关等以实现各种不同用途的

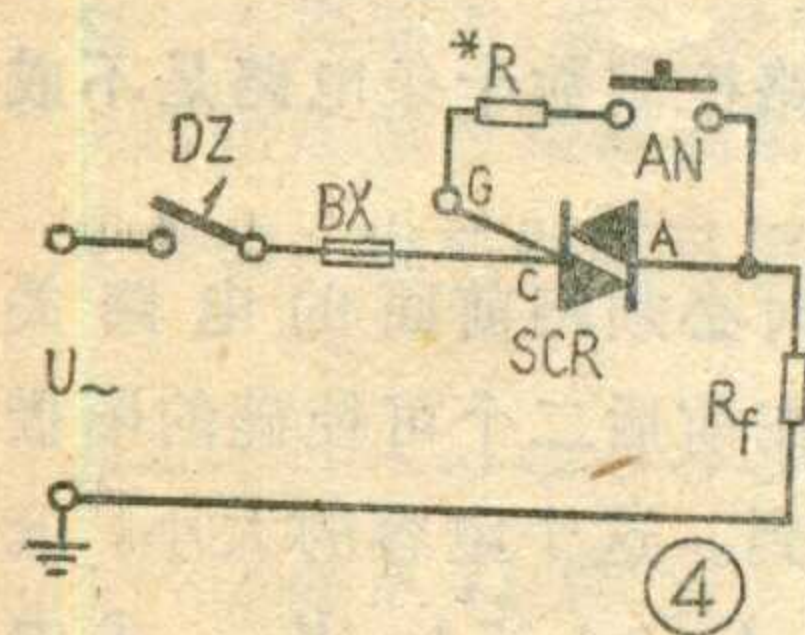
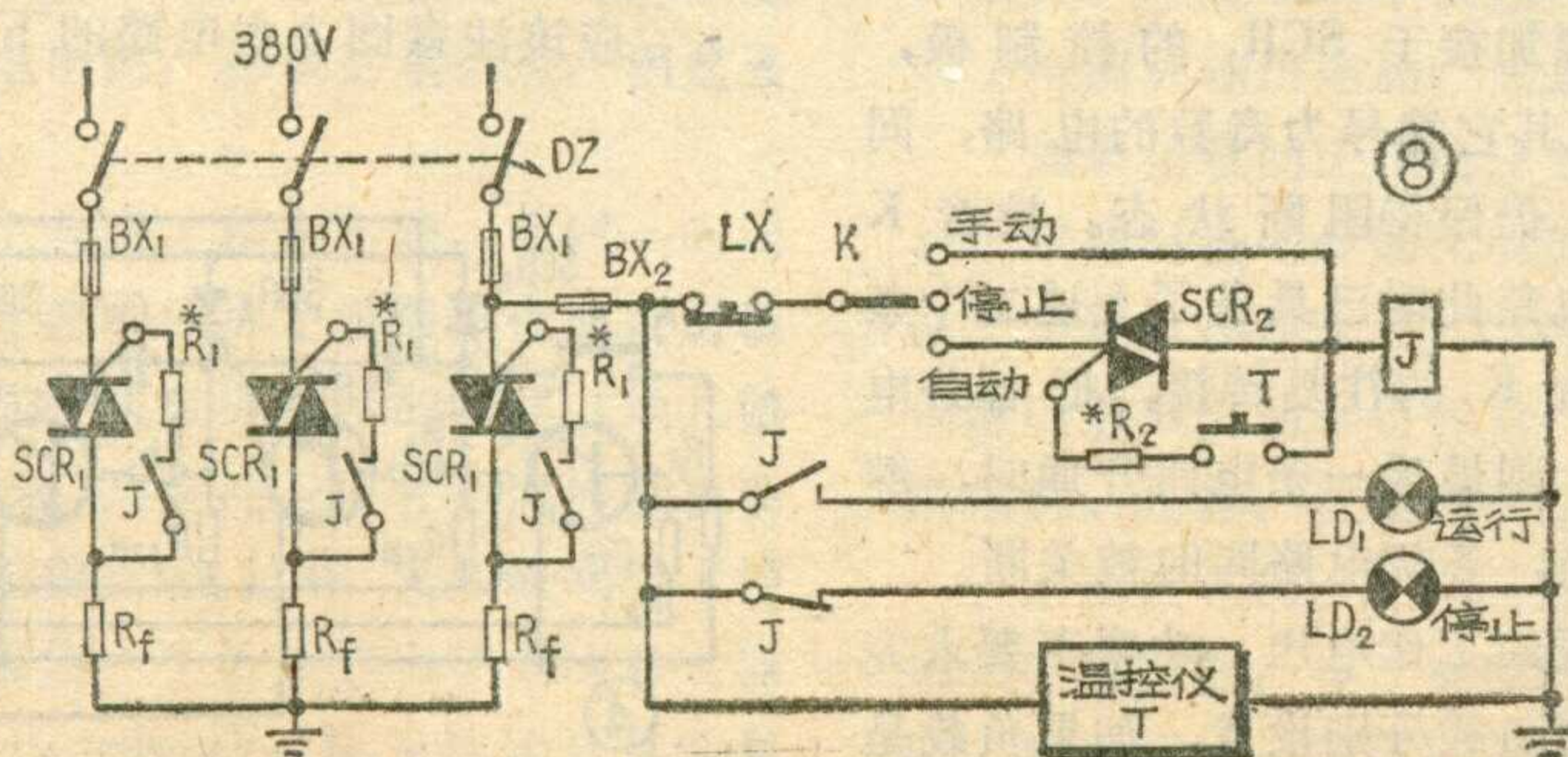


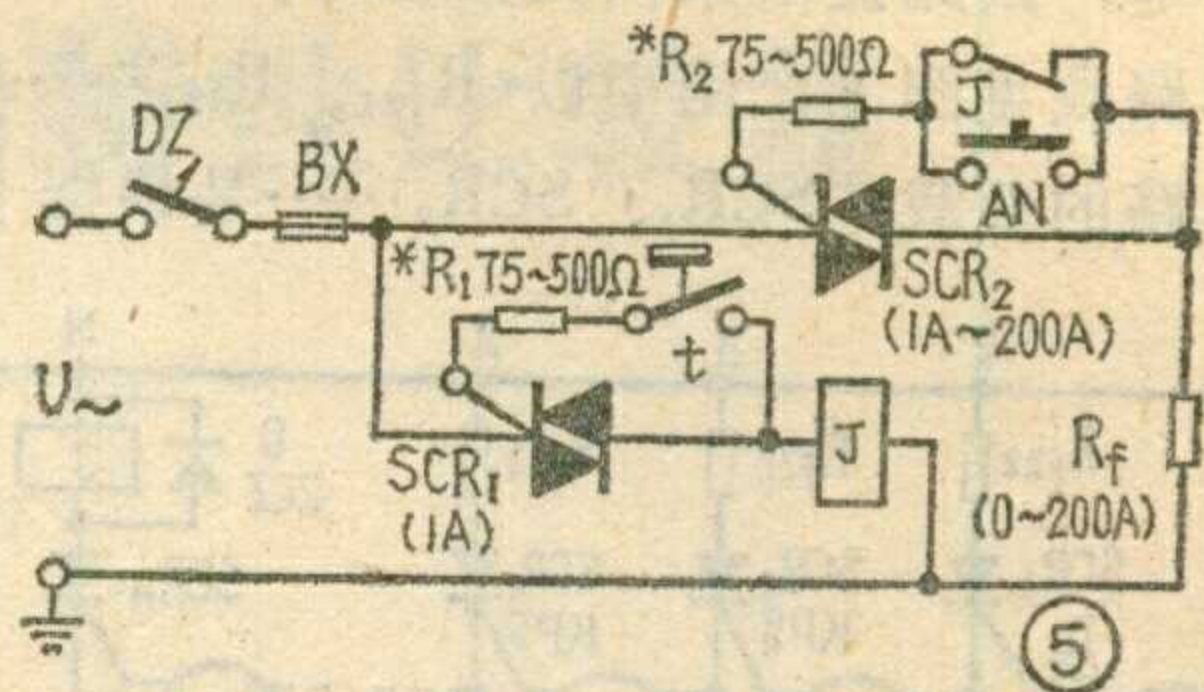
图5是双向可控硅交流开关应用于电阻性负载电路中的典型线路图。当t采用WYG型水银电接点温度计的触点时，可以进行300°C以下、精确度达±0.5°C~±2°C的恒温控制，可用于各种恒温箱、电热炉、烘箱、恒温设备等。将水银电接点温度计调节至所需

要的温度，当工作温度低于整定温度时t断开，辅助双相可控硅SCR₁截止，继电器J失电，其常闭触点接通SCR₂的控制极回路，使SCR₂触发导通，负载R_f正常工作。当工作温度高于整定温度时，t闭合，SCR₁

触发导通，常闭触点J打开，SCR₂截止，负载R_f断电停止工作。SCR₁是用来保护水银触点的，可采用1安培的小管子。J采用一般小型继电器均可。



自动控制。下面介绍双向可控硅无触点开关的几种典型应用线路和调试使用时应该注意的几个问题。



典型应用

1. 单相电阻性负载

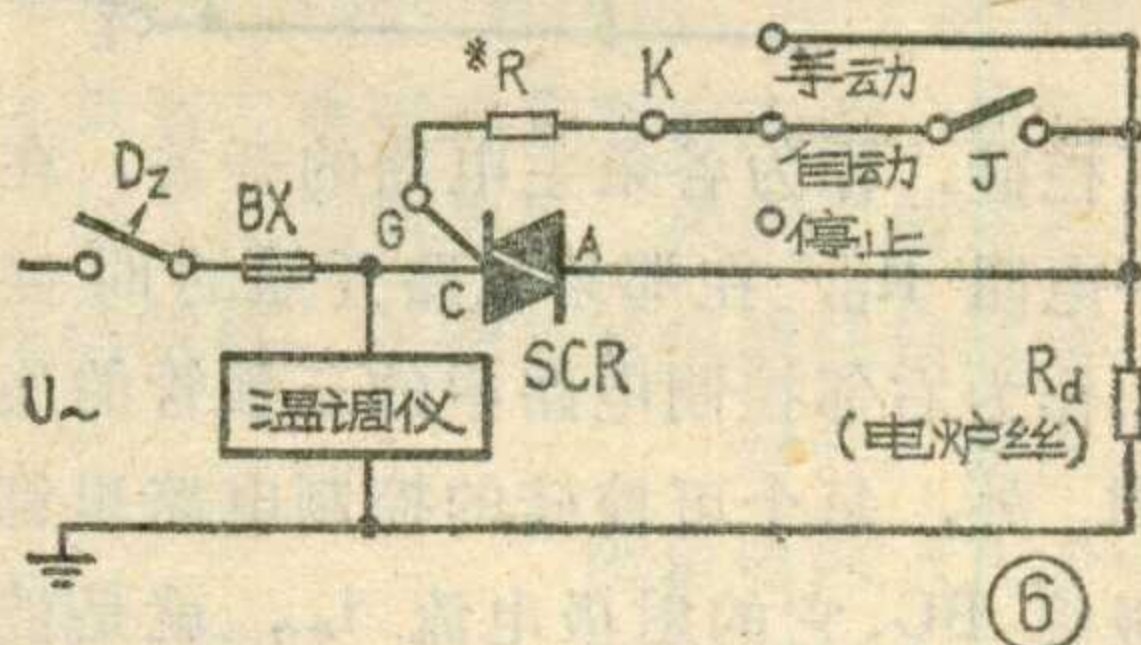
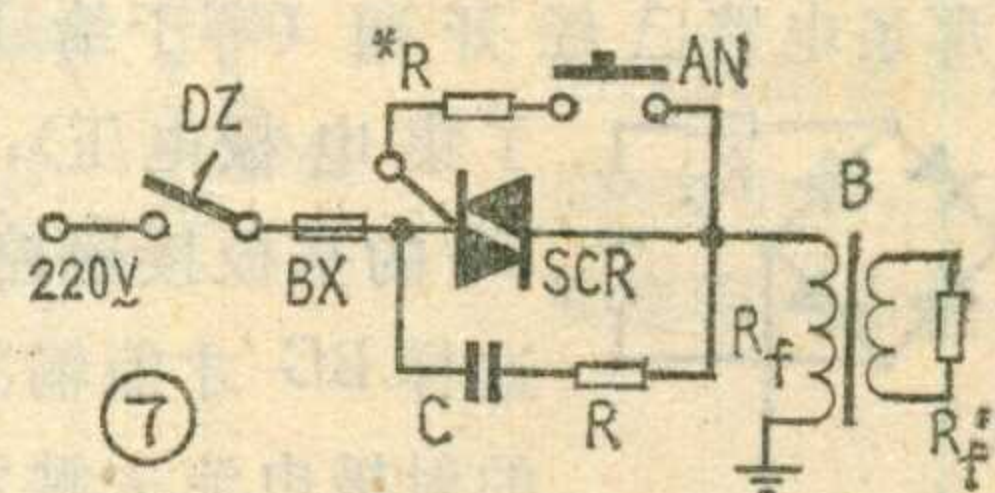


图7是双向可控硅交流开关应用于电阻性负载电路中的典型线路图。当t采用WYG型水银电接点温度计的触点时，可以进行300°C以下、精确度达±0.5°C~±2°C的恒温控制，可用于各种恒温箱、电热炉、烘箱、恒温设备等。将水银电接点温度计调节至所需



要的温度，当工作温度低于整定温度时t断开，辅助双相可控硅SCR₁截止，继电器J失电，其常闭触点接通SCR₂的控制极回路，使SCR₂触发导通，负载R_f正常工作。当工作温度高于整定温度时，t闭合，SCR₁

触发导通，常闭触点J打开，SCR₂截止，负载R_f断电停止工作。SCR₁是用来保护水银触点的，可采用1安培的小管子。J采用一般小型继电器均可。

如果我们用各类温度调节仪或电子电位差

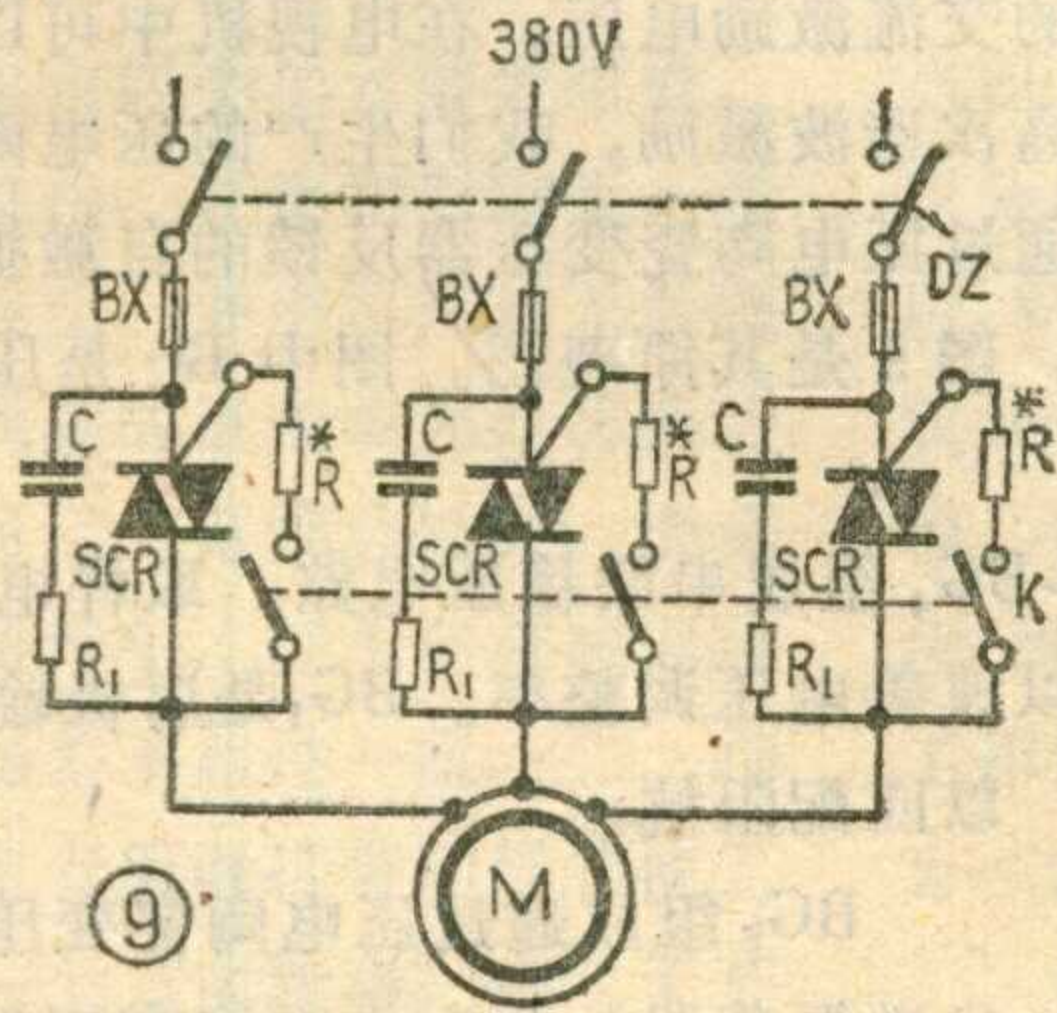
计来代替水银温度导电计，可以在 $0^{\circ}\text{C}\sim 1600^{\circ}\text{C}$ 范围内调节控制各类型单相热处理电炉(如图6所示)。

2. 单相电感性负载

图7是双向可控硅应用于电感性负载电路的典型线路。由于电感性负载在电源通、断的瞬间会产生自感电动势，电压上升率较大，容易造成可控硅元件的误导通和损坏，因此在使用大电感性负载时需在SCR旁并联RC吸收装置以限制电压上升率。该线路可用作各种变压器的初、次级断路器；交流弧焊机、点焊机、单相电动机的电源开关。将按钮AN引出装在电焊机等焊枪手柄或踏脚上，在焊机空载时切断电源以减小变压器空载损耗，节约用电。

3. 三相负载

图8是双向可控硅控制各种三相热电炉的典型线路图。图9是双向可控硅控制三相电动机及三相大电感性负载的典型线路图。



4. 功率放大

利用双向可控硅作为功率放大，能将集成电路的小功率输出放大去驱动大功率的执行元件，实现无电弧转换，提高系统的可靠性。图10所示是MOS、HTL、TTL三种集成电路的转换线路，它们都是利用小型继电器J的触点，去接通、断开图5~图9的各种交流开关，实现自动控制。

调 试

图11是单相使用的双向可控硅的调试线路图。用万用表交流档测 U_{AC} ，在控制极回路中串联一个固定电阻R和一个电位器W。合上DZ、AN，调节W使 U_{AC} 下降。一般电源电压为220伏时， U_{AC} 调到小于1~5伏即可。此时测出总电阻 R^* 的值 ($R^* = R_w + R$)，用

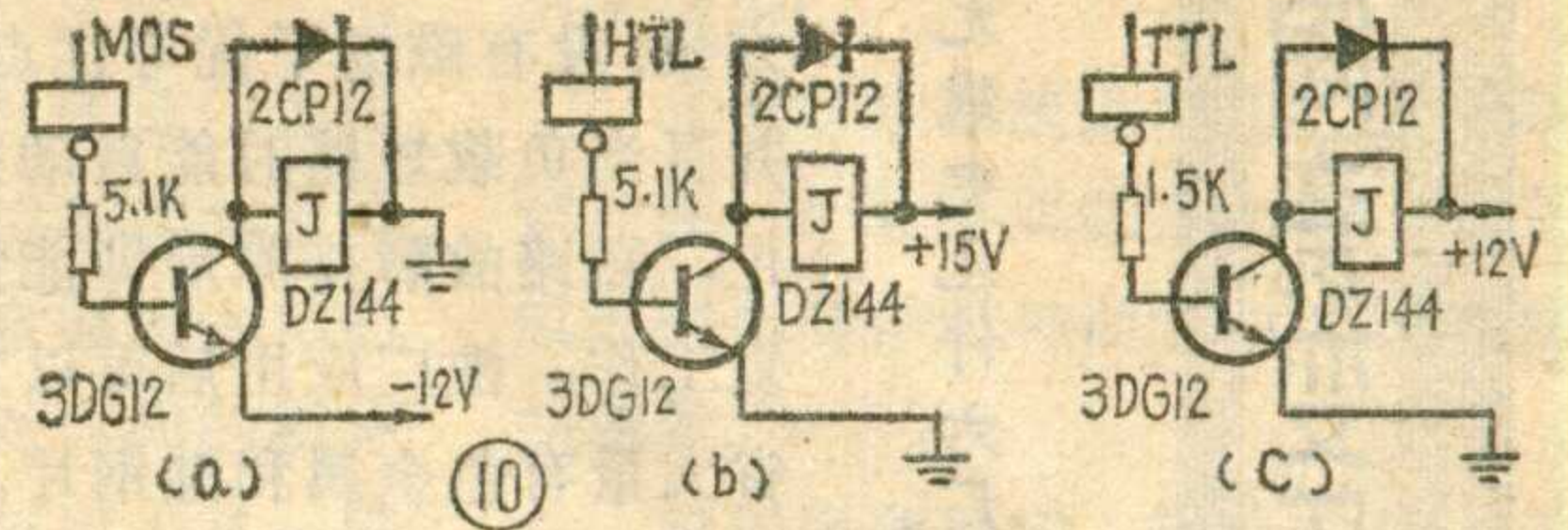
(上接第14页)

抵消反馈相移。B₂的调谐回路调谐在谐振频率附近。这样，线路的振荡频率可以自动跟踪瓷片的谐振频率，在瓷片的谐振频率产生小的飘移时，能保证高压输出的稳定。

D₆~D₉、C₃~C₁₀组成倍压整流输出，D₆~D₉采用

一固定电阻换上。R值一般在75欧~5千欧，功率小于2瓦。

对于电源是三相交流电的，可用上法调节各相的电阻 R^* ，使各相的 U_{AC} 值相同且都小于1~5伏。



使用及注意事项

1. 元件转折电压的选择：双向可控硅能承受过电压而不被损坏，因此不需加过大的安全系数，一般选双向可控硅的正、反向转折电压大于电网峰值电压即可。

2. 元件额定电流的选择：双向可控硅的额定电流是以有效值计算的，元件额定电流的选择只要大于最大负载电流有效值即可。

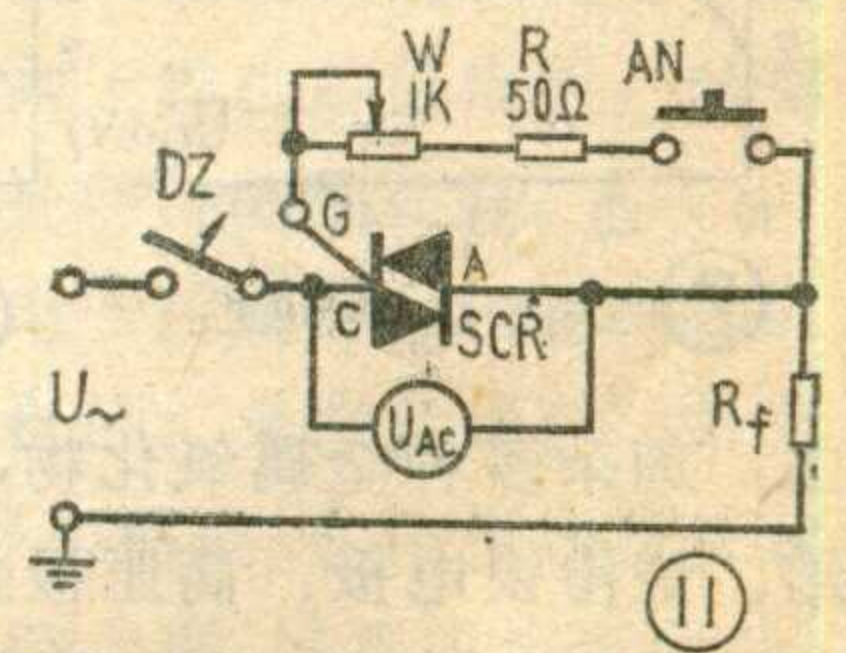
3. 关于过流过压问题：双向可控硅可以承受过电压，一般不需加过电压保护。但双向可控硅过流能力比普通可控硅小，要特别注意选择元件的额定电流值，并要加快速熔断器。

4. 触发电流：本文所述的交流开关，不用晶体管触发电路，仅用一个电阻，从负载取得触发信号，调整交连触发电阻就能使元件正常工作，对元件的选择要求不高。一般选择触发电流大的元件，能提高电路的抗干扰能力。

5. 电感性负载：电感性负载电路中存在自感电动势，容易产生过电压而使元件误导通，因此要选择转折电压较高的元件。

另外双向可控硅的电压上

升率比普通可控硅高，可以达到500伏/微秒。在大电感负载电路中可以在双向可控硅的A、C极间并联R—C吸收装置(如图7、图9所示)。一般R取100欧姆，C取0.1微法，就可把电压上升率限制在元件允许的使用范围内。



2 DLG6 千伏/0.1安型高压高频硅堆，C₃~C₁₀采用6千伏500微微法小型高压电容。高压部分全部装入有机玻璃盒，用硅橡胶灌封。由于瓷片本身是容性输出，所以倍压线路可以节省一个电容。

整个线路总效率可达30%以上，即输入交流功率17瓦，输出直流高压功率大于5瓦。

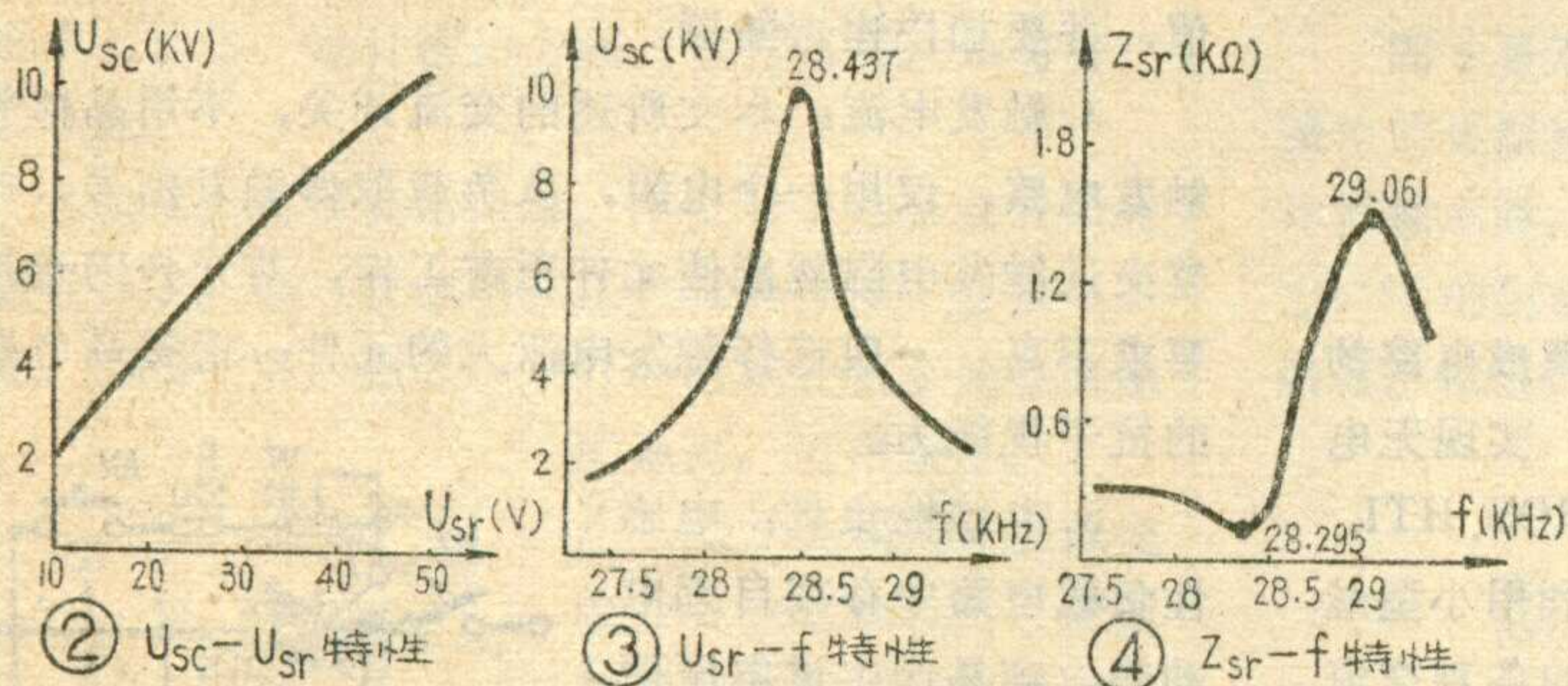
压电陶瓷变压器

北京无线电元件六厂实验室

压电陶瓷变压器是一种新型的高压变换器。与线绕变压器相比，它具有工作稳定可靠、体积小、重量轻、升压比高、结构简单、维修方便、没有磁场干扰等优点，并且当负载短路时能自动截止，短路故障排除后即能恢复工作，推广应用后可以节省大量有色金属和硅钢片。但是，压电陶瓷变压器必须在特定频率下工作，频带比较窄。因此它适用于低功率、小电流、直流高压的设备，如电视、雷达等显示设备，静电复印，静电除尘，以及小功率激光设备等等。

我厂三车间的工人、技术人员在清华大学化工系部分师生协作下试制成功了YCB-5A型压电陶瓷高压电源，其输出功率大于5瓦，输出电压高于10千伏，总负载电流大于500微安。经一年多使用表明，效果良好。

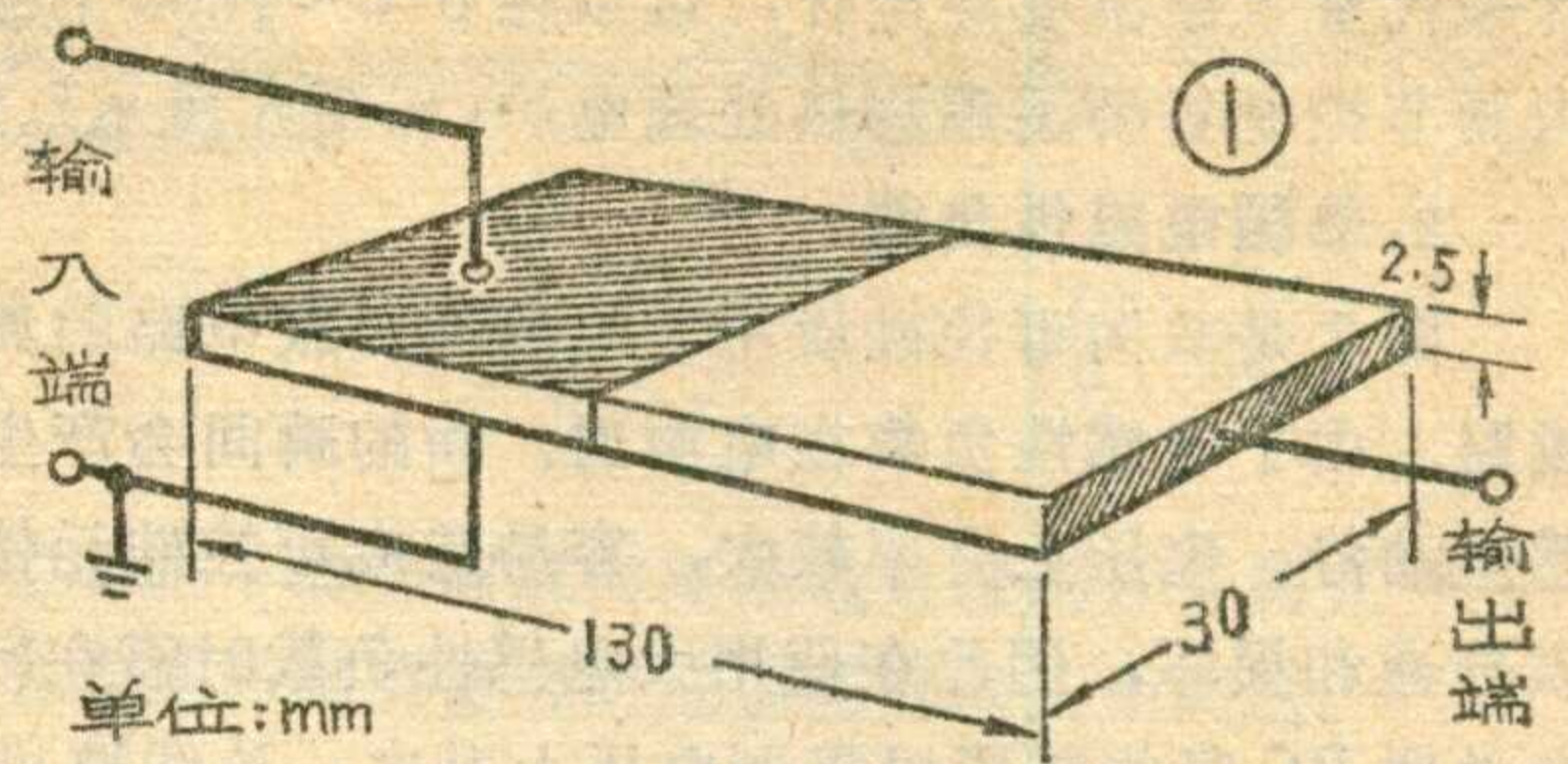
压电陶瓷变压器是以氧化铅、氧化锆、氧化钛为



主，加杂多种金属氧化物，经过干压成型、高温烧结、烧渗银电极、高压极化等工艺制成的。其结构和原理如图1所示。图中斜线部分表示银电极，上下两面对称。瓷片上的箭头表示极化方向。在其输入端加上几十伏的交流电压，通过逆压电效应（电能→机械能），瓷片产生沿长度方向的振动，再通过正压电效应（机械能→电能），在输出端获得几千伏的高压输出。

压电陶瓷变压器的输出电压——输入电压特性；输出电压——输入电压频率特性；输入阻抗——输入电压频率特性分别如图2、图3和图4所示。

压电陶瓷变压器的工作频率取决于压电陶瓷材料的声速和瓷片的长



度。瓷片长度等于 $\frac{1}{2}$ 波长的称为半波谐振频率，瓷片长度等于波长的称为全波谐振频率。我厂采用的是全波谐振频率，其振动节点在距瓷片两端 $\frac{1}{4}$ 处，应在此两点夹持。夹子用非金属材料制作，夹子与瓷片间衬垫截面为 2×2 毫米的硬橡胶条，引出线用软线绕成螺旋状焊接在银电极上。

为了使压电陶瓷变压器工作，必须有一个与它的谐振频率一致、与瓷片的输入阻抗相匹配，能够产生足够功率的交流激励电压。在电视机中可以利用行输出电压的高次谐波激励。我们生产的压电陶瓷高压电源，采用通过压电陶瓷变压器反馈的自激振荡器提供激励电压。图5是其原理图。图中BC是压电陶瓷变压器。

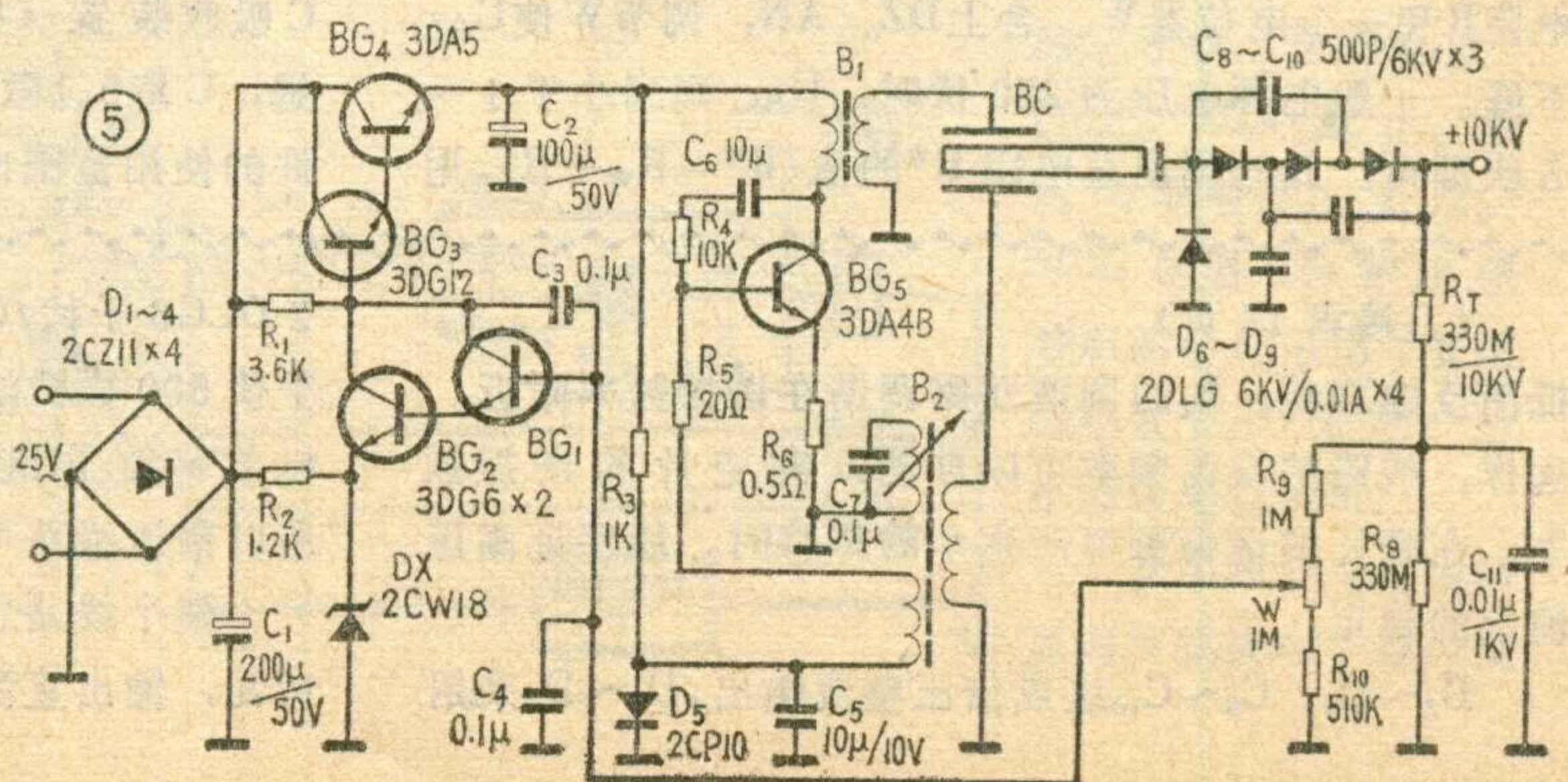
BG₁~BG₄组成串联稳压电路。取样电压取自高压输出，以改善电压调整率。BG₁是射极输出器，用以匹配阻抗。

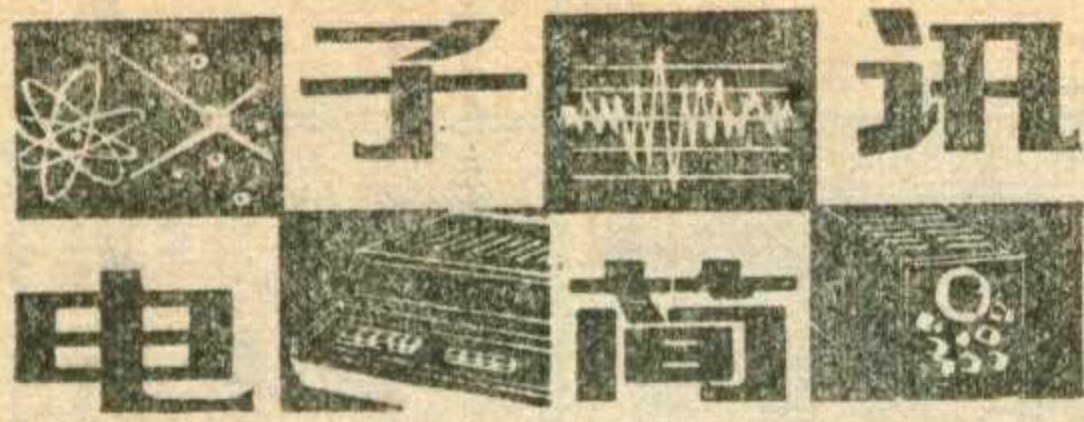
BG₅组成通过压电陶瓷变压器反馈的自激振荡器，产生供陶瓷变压器输入所需频率的振荡。从图4可看出，瓷片在谐振频率时阻抗最小，因此振荡频率为瓷片的谐振频率所控制（低于谐振频率100~200赫）。

为使电路获得高效率，BG₅工作在开关状态，输出波形近似方波。B₁采用两对E₆磁芯，初级用 $\phi 0.6$ 毫米漆包线绕22匝、次级用 $\phi 0.41$ 毫米漆包线绕80匝。B₂采用 $\phi 8$ 毫米磁芯，用 $\phi 0.21$ 毫米漆包线初级绕200匝，次级绕60匝、120匝。

C₆、R₄、B₂的调谐回路，向线路提供相位补偿以

(下转第13页)





电子控制半自动绕线机

这是我们从生产实践中试验成功的绕制线圈的专用设备。经使用证明，它对减轻工人劳动强度，消除视力疲劳，提高产品质量和生产效率，都有很好的效果。

这种绕线机采用光电转换数码计数，满圈时自动停车，每次同时可绕两个线圈；排线换向使用电子开关；绕线的拉力由拉力计控制，断线自动停车；电机部分采用可控硅无级调速，噪音小；专门绕制细微导线和圆形或矩形线圈。

绕线机由四个单元装置组成。

一. 绕线机构：直接利用电机一端轴来固定线胎，并用可控硅无级调速。所绕线圈的匝数由光电转换计数器数码显示，可预选匝数，绕满匝数时自动停车，停车前有减速装置，惯性误差不超过一匝。二. 排线机构：由专用电机带动蜗轮使无缝钢带按一个方向转动。由电子开关控制两个电磁铁吸放钢带换向，使排线支架在定位宽度内来回摆动。三. 放线装置：主要由拉力计的杠杆力矩与夹子拉力相平衡来控制导线的传动拉力，以保证绕线拉力的松紧度。遇导线中断时，拉力计中的触点接通，即可自动停车。四. 计数机构：由双稳态电路组成五位计数器，光电转换脉冲计数，有预选匝数定位旋钮和检查计数电路按钮。

绕线机可控硅无级调速 10~3000 转/分。可控拉力 2~20 克，可绕线径 0.02~0.05 毫米；可控拉力 2~40 克，可绕线径 0.02~0.1 毫米。排线宽度 1~30 毫米。

北京电表厂

在党中央“全党动员，大办农业，为普及大寨县而奋斗”的战斗号令鼓舞下，我厂与中国农林科学院原子能利用研究所经过两年来的

试制，共同搞出了供农、林、气象部门使用的积光仪、积温仪，并已提供昔阳大寨和遵化西铺大队作农业科学实验使用。

NYW—75 型积温仪

这是为农、林、气象部门工作需要而研制的一种新型温度测量仪器。它能自动记录昼夜温度变化的积累值，也就是温度对时间的积分值，简称“积温”。也可用于某一段温度范围“积温”计数，测定有效温度范围内（即作物最适宜生长的温度范围）的积温数。

仪器的基本原理是利用温度敏感元件，将温度转化成相应的电流，再利用积分电路对电流进行积分。当积分输出电压达到某一定值时，积分电容放电，计数器计一个数。然后，积分电容端电压返回到零，再重新开始第 2、第 3……第 n 个积分过程。这样就可用统计积分数字的方法，得出一天内温度的积累值。仪器工作范围是 0°C~50°C；线性误差为 $\leq 2\sim 3\%$ ；积温单位为度、日。

积温仪是适用于野外的多用途仪器，还可作半导体温度计，用于测量水温、土壤温度、粮囤温度等。

NYG—75 型积光仪

积光仪是为开展农、林、气象等方面的科学研究而设计的一种新型测量光量的仪器。它能自动累计和记录一天的光强与光照时数，并且能测量瞬时照度值，适用于农村科技实验网、科研部门，作为光能资源调查、光合作用以及作物生长规律研究的测光仪器。

仪器基本原理是：利用光电管，将光转换成相应电流，再利用积分电路对电流进行积分。当积分电容两端电压达到闸流管的触发电压时，闸流管导通，输出一个脉冲，计数器记一个数，积分电容通过闸流管和计数器放电，电容电压很快下降，闸流管熄灭，恢复到原来状态。以后不断循环重复上述过程。

这样只要记录下每日总计数，就能换算出每日总积光量。

照度系统是利用光电管将光转换成相应电流，并将电流输入给差动放大器，进行放大后由表头读出测量结果。

光照时数系统是利用光电三极管控制一个互补双稳态电路，来完成控制半导体时钟而进行光照时数的测量。

仪器轻便可携，操作简单，直流供电，每天只需晚上记录一次计数器上和半导体钟上的光照时数。

主要技术指标：

累计照度测量：800~170000

勒克斯误差 $\pm 5\%$ 以内；

照度测量：800~200000 勒克斯
误差 $\pm 5\%$ 以内；

光照时数测量：0~24 小时
误差 ≤ 2 分钟；

适应温度：-3°C~+45°C；

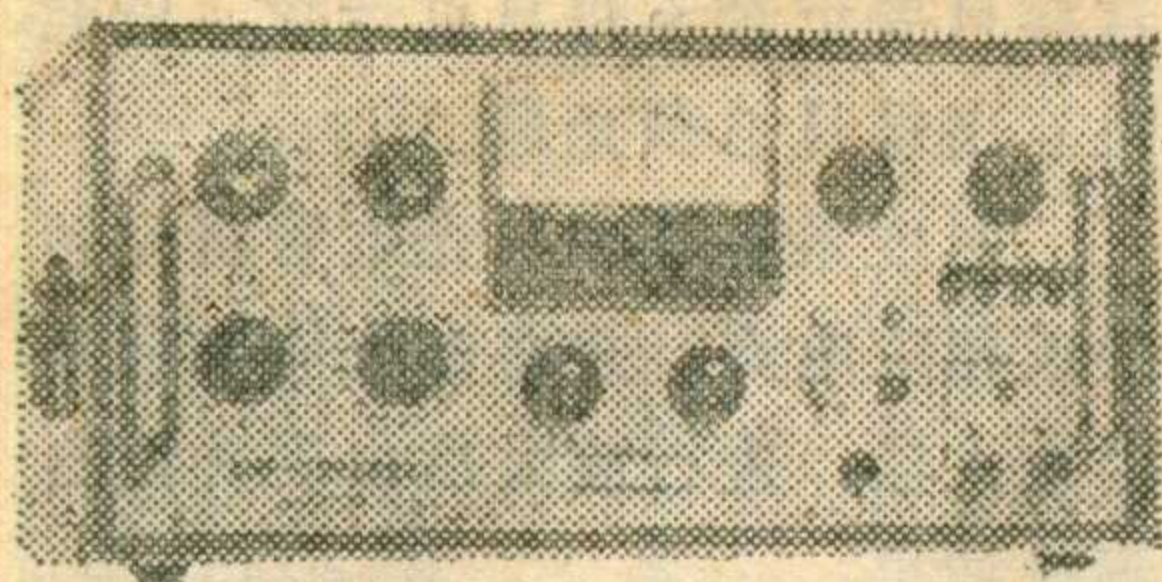
湿度： $< 85\%$ 。

北京市海淀区半导体仪器厂

ZK—2型织机电子控制器

北京丝绸厂广大职工，在以华主席为首的党中央领导下，大力开展技术革新，试制成功织机电子控制器，实现了织机单机自控。经运转和鉴定证明，效果良好。

织机电子控制器，包括断纬自停、断经自停、夹梭自停、起糙自停、附加停车通道、光电探纬及按钮化开关车等七项。当织机出现断纬、断经、夹梭、起糙等故障时，能够自动停车并有显示。这样，使各种疵点控制在较小的范围内，提高了机器效率，减轻了工人劳动强度而且节约了钢材，简化了机修。目前，该控制器的车速为 140 转/分，主要使用在 K251/110 丝织机上。可织平纹、斜纹、小花绉等。原料上可以使用人造丝、尼龙、涤纶、真丝、棉纱等。温度适应范围在 12°C~35°C、电压工作范围可长期在 180 伏~250 伏之间。耗电约为 80 瓦。



XMF-2 型电表校验仪

这是我所最近试制成功的一种交直流标准电压电流发生器，可用于校验一般万用电表及 1.5 级以下各类电磁式表头。仪器共有交直流电压电流输出项目 46 档，万用表中值电阻 20 档。校验项目及量程，均通过内部开关进行转换，并采用大型表头检测输出大小。仪器具有量程多、范围宽、刻度细、结构紧凑、使用方便等特点，适合于仪表修理检验部门使用。

校验仪可在周围气温 $+10^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 80% 以下的环境中工作。电源频率为 45~55 赫，输出范围：

直流电流：0-10 安共 17 档；
直流电压：0-1000 伏共 10 档；

交流电流：0-10 安共 10 档；

交流电压：0-1000 伏共 9 档。

标准中值电阻：10、12、24、36 欧姆

倍率： $\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 100$ 、 $\times 1000$

以上电压电流均连续可调，调节精度 $\leq 0.1\%$ 。

山东潍坊市电子研究所

电子分装机

襄樊市副食品公司试制成功并用于生产的襄江牌电子分装机，受到顾客的好评。

电子分装机用于分装茶叶、白砂糖、食盐等粉状或细小颗粒食品。它具有称量准、速度快、使用方便的特点。经过多次改进，目前制作的有 XDC-1 型和 3 型两种。

本机由库斗、电磁振动送料器、杠杆秤、退料放料口及线路控制等部分组成。线路控制部分有四组光电继电器，通过装在秤尾的光电管，控制振动下料、称足、超重。当超重时，可自动退出多余部分。XDC-3 型电子分装机的控制部分与机架分开，机架上有数码管显示称量。

主要技术指标：

1. 称量范围：XDC-1 型 1 市两~1 市斤；

XDC-3 型半市斤~10 市斤。

2. 称量精度：误差千分之二至五

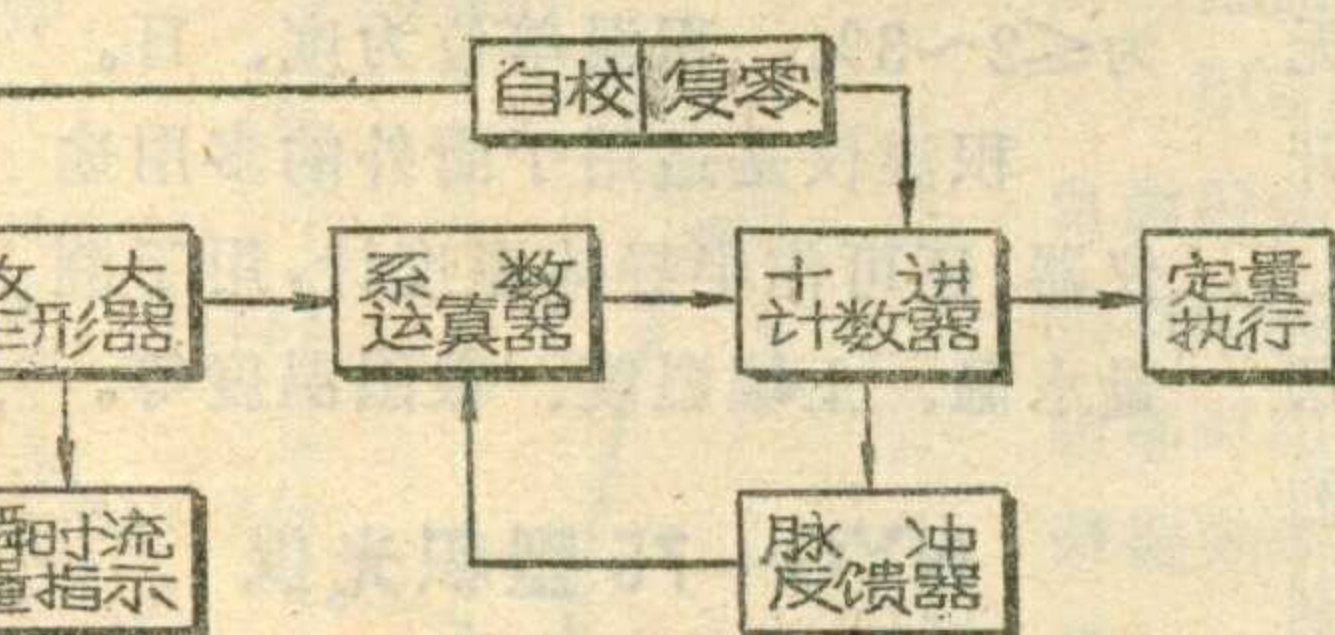
3. 工作电压：220 伏 $\pm 10\%$

4. 耗电：约 200 瓦

湖北襄樊市科技交流站

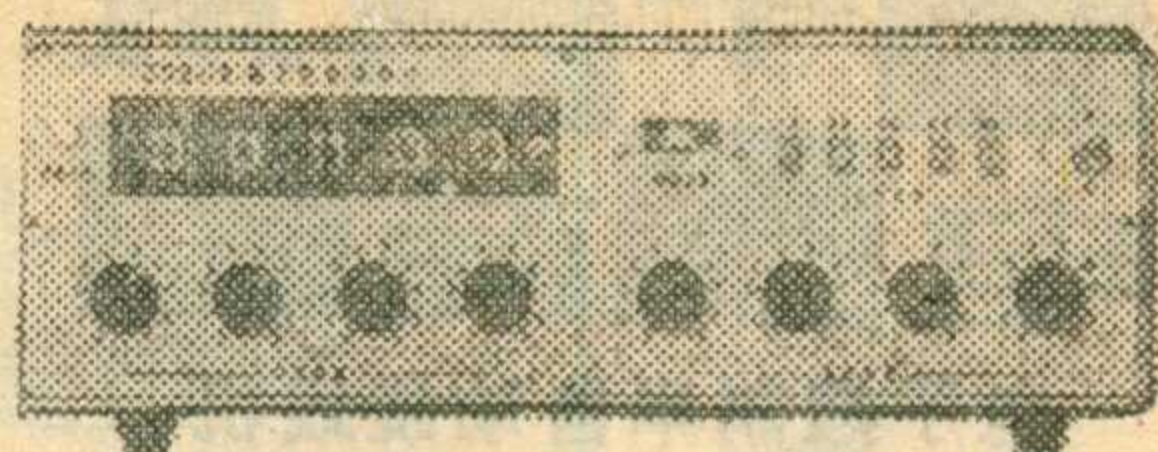
JDS-1 型电子流量计

这是一台全晶体管的、五位数码管显示的液体流量自动控制仪表，能对液体的重量或体积进行自动计量、灌装，从而代替了过去的



称量法和人工灌装法。

电子流量计是与各种蜗轮变送器配合使用的。仪表对蜗轮变送器在旋转中发出的电脉冲信号进行运算、计数和定量控制，达到对液体的计量和灌装。整机方框图如上。流量计最大显示值：9999.9 公斤；输入灵敏度：500 毫伏~5 伏；



消耗功率：不大于 45 瓦；

连续工作：八小时以上。

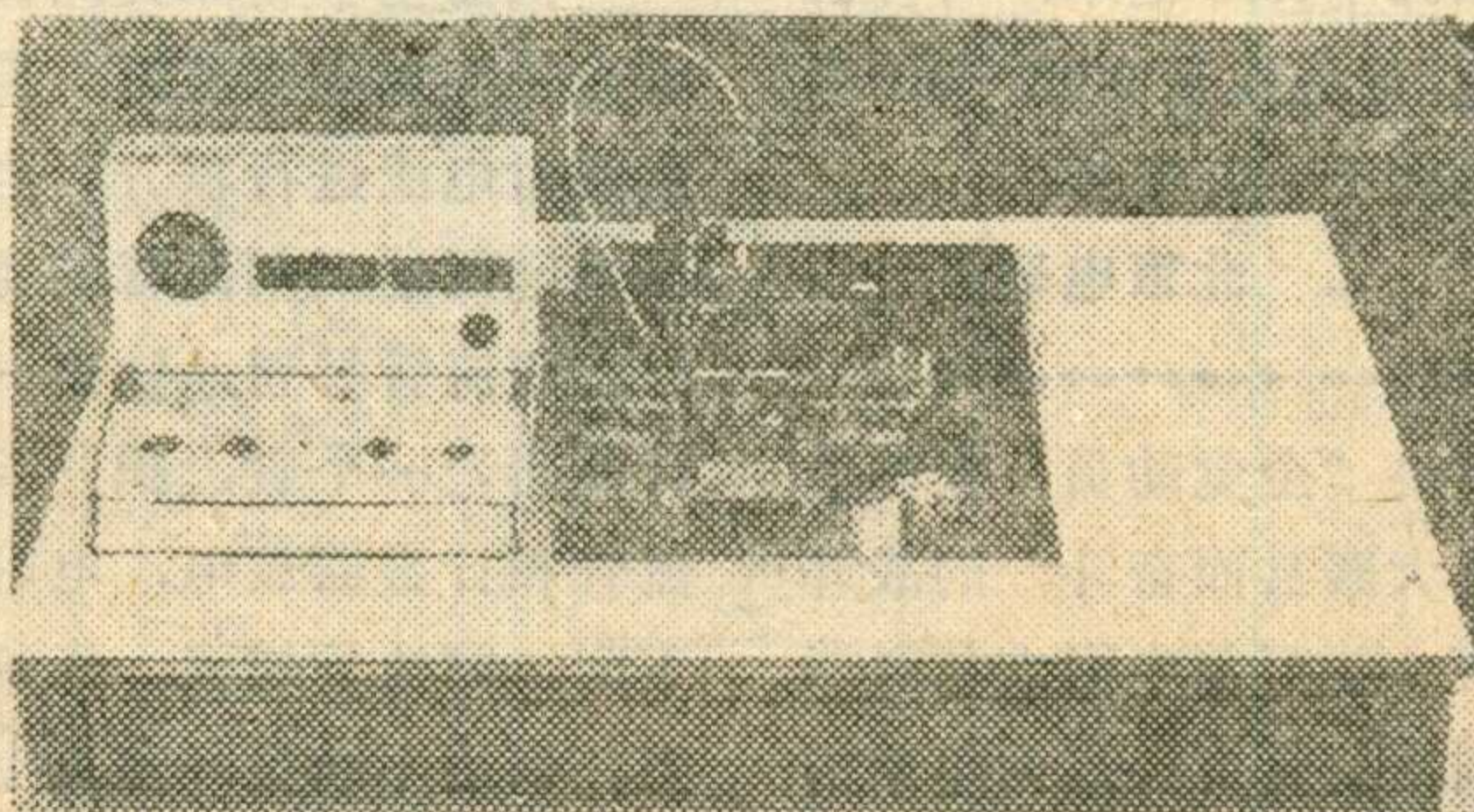
电子流量计经试用证明，精度高、性能可靠、使用简便、计量直观而且可以实行集中控制，远距离作业，节约人力，减少有毒、有腐蚀性液体对人体的危害。适用于炼油厂、油库、大小加油站以及化工部门等对各种液体的自动计量灌装和生产过程的流量的测定。

新疆无线电一厂仪表室

平行缝焊机

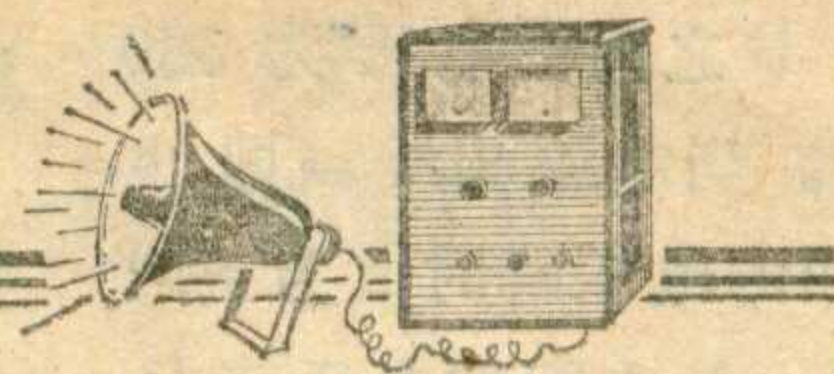
平行缝焊机可以用来封装 14、16、18、24、28 条引线的双列直插式和扁平式的陶瓷金属化管壳集成电路。封装不同类型产品，使用不同胎具，更换方便，适宜封装试验性多品种的集成电路，也可用于固定产品的批量生产。焊接电源采用可控硅交流调压控制，频率为 50 赫，每秒钟焊 100 个焊点。焊接时的机械运动，采用凸轮传动。使用平行缝焊机封装与使用金锡合金焊环封装相比，具有工艺简单、焊接强度高、对管芯热冲击小、外观较好，还可节约大量黄金。平行缝焊机封装的气密性 $< 10^{-7}$ 毫升·大气压/秒；封装时使用焊接电流 80~100 安培；电压 0.8~1.2 伏特；速度 10~15 毫米/秒。生产效率 2~3 只/分。

北京市半导体器件二厂二车间



简易台式2×400瓦

无电源变压器扩音机



上海电子管厂 冯崇勋

简易台式2×400瓦无电源变压器扩音机,是在275瓦无电源变压器扩音机的基础上,经过改进试制成功的一种新型扩音机。它虽然输出功率增大了,但体积、重量、成本并不增加,因此很适合在农村推广。

这种扩音机是成套有线广播机的一个功率放大部分,由两个机组组成,每个机组的额定输出功率是400瓦,总输出功率为800瓦。两个机组有独立的电源开关和音频输

电源供给装置三部分。各个元件在底板上的位置见图1。在扩音机的面板上装有开关、指示灯以及监听、监测电表等,使用简易,便于维修。

电性能参数

额定输入电平:0分贝±2分贝

额定输出功率:每一机组为400瓦

输入阻抗:每一机组为600欧,两组并联为300欧。

非线性失真:不大于4%(400赫)

频率响应:80赫~10000赫不大于3分贝。

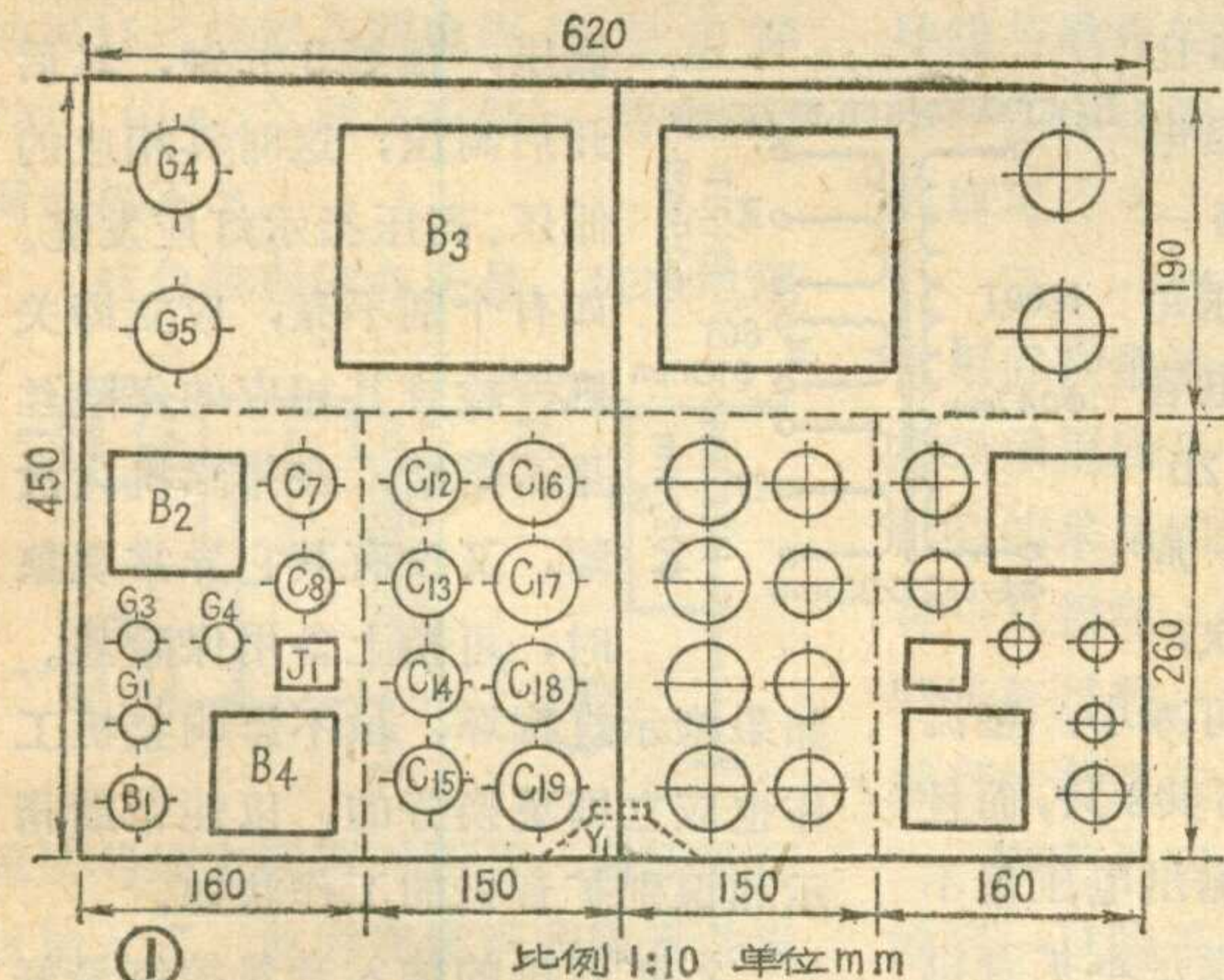
输出电压调整率:负载从满载至空载,400赫~4000赫输出电压变化不大于3分贝。

是:阳极电压300伏,第二栅电压300伏,阴极自偏电阻120欧,阳极电流72毫安,第二栅电流8毫安,负载阻抗8000欧,输出功率10瓦。

3.电压放大和倒相是由一只线路输入变压器和一只6N2电子管组成自动平衡式倒相电路,使6P14栅至栅输入信号达到15伏(有效值)左右,保证2×6P14输出10瓦的功率去激励FD-11。

4.负反馈是由末级功率放大级向前级施加分压式负反馈,以改善电性能,又可以防止自激振荡。

5.电源供给:如果仍采用本刊1976年第一、二期介绍单相倍压整流电路来获得1600伏高压,则倍压次数增多,储能电容的容量增大,电容和二极管的用量太多,而其负载特性很差。所以我们采用了另一种简单的倍压电路,叫做“两相一地倍压整流电路”。因为



线路工作原理

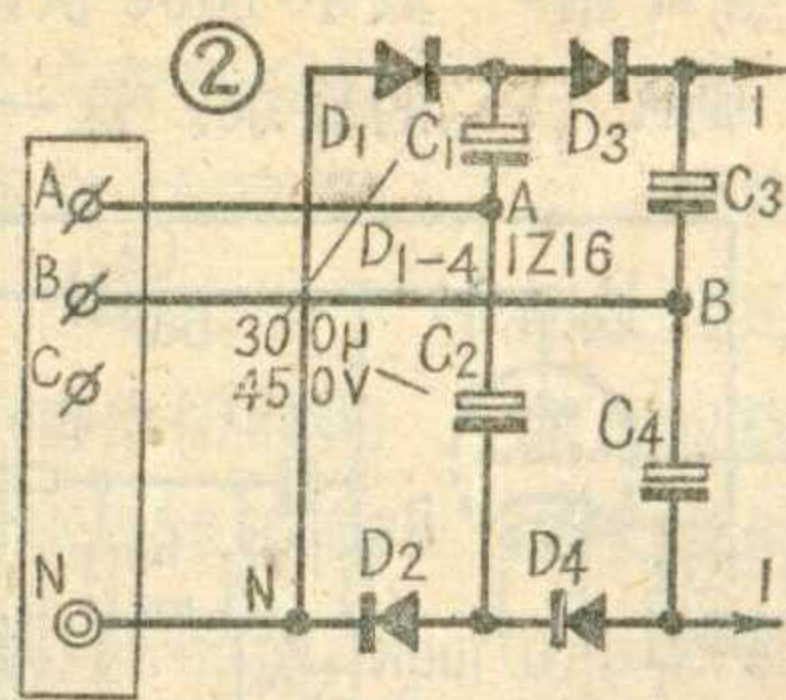
出线路,可同时或单独使用。

由于在电路上采用了很深的负反馈,因此电路工作状态几乎与负载无关,是一种定压输出扩音机,适用于线路负载多变的农村和工矿企业。

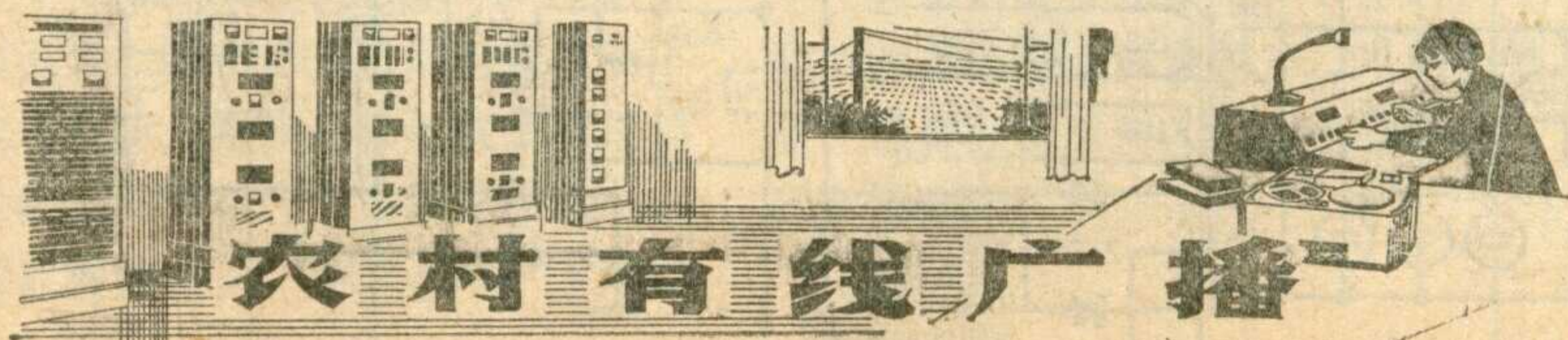
整机长470毫米、宽640毫米、高270毫米,重量为48公斤(与R150型150瓦电子管扩音机外形重量相当)。全部元器件安装在单层钢质底板上,分成左、右两半部分,每一部分为一个机组,每一个机组又分成输出装置、放大装置和

1.末级功率放大装置是由两只FD-11电子管作乙类推挽功率放大组成。其工作状态是:阳极电压1600伏,栅极偏压-18伏,栅极激励电压200伏(有效值,栅至栅),零信号时阳极电流80毫安,满信号时阳极电流420毫安,激励功率8瓦,阳极负载阻抗8200欧。

2.激励级是用二只6P14作甲乙₁类推挽功率放大,其工作状态

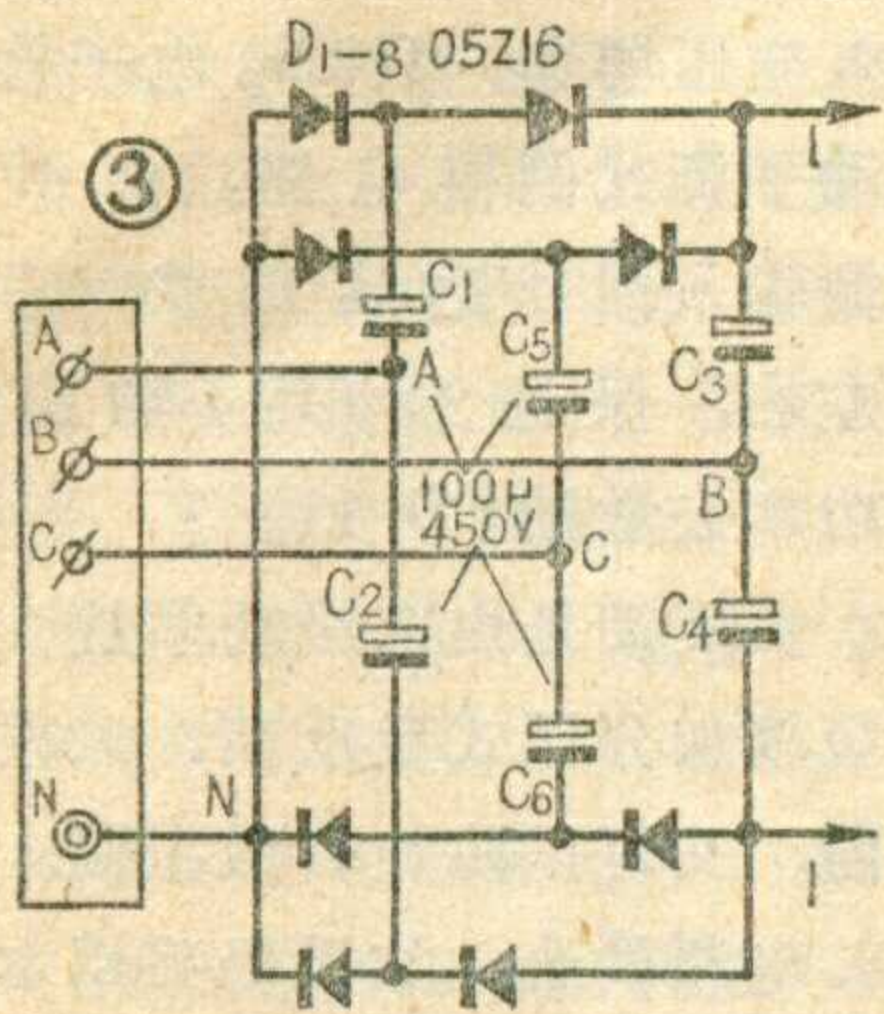


相线与地线之间的220伏交流电压作半波整流时产生直流电压300伏(理论计算值应为 $\sqrt{2} \times 220 = 311$ 伏),相与相之间的380伏交流电压作半波整流时产生500伏直流电压(理论计算值应是 $\sqrt{2} \times 380 = 537$ 伏),利用单相和二相作复合倍压整流,即第一次相与地之间作半波整流产生300伏,第2次相与相之间作倍压整流产生800伏(即300伏+500伏),则正向倍压的+800伏和负向倍压的-800伏迭加在一起,总共产生1600伏的高压,图2就是这种整流电路的原理图。图中N代表电源中线,A、B、C代表电源三根相线,A、N之间的电压为220伏(有效值),B、N之间也是220伏,



农村有线广播

两根相线 A、B 之间的电压为 380 伏（有效值）。当电源相线（即火线）对地之间的电压瞬时值为正时（正半周），A、N 之间的电压使 D_2 导通，对 C_2 充电至直流 300 伏左右，B、N 之间的电压使 D_2 、 D_4 导通，对 C_4 充电至 300 伏左右；当电源相线对中线之间的电压瞬时值为负时（负半周），A、N 之间的电压使 D_1 导通，对 C_1 充电至 300 伏左右，B、N 之间的电压使 D_1 、 D_3 导通，对 C_3 充电至 300 伏左右。

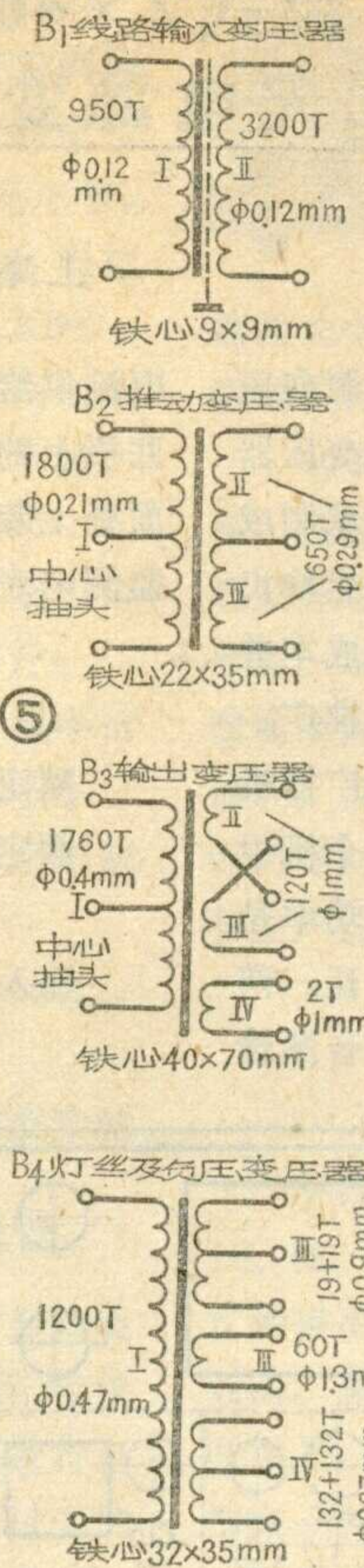


又因两根相线之间的电压为 380 伏，当 A 相对 B 相电压瞬时值为正时，A、B 之间的电压将与 C_1 上已充好的 300 伏直流电压顺向串联，使 D_3 导通，继续给 C_3 充电至 500 伏 + 300 伏 = 800 伏（500 伏电压近似为 380 伏交流电压的最大值，理论计算为 537 伏）；当 A 相对 B 相电压瞬时值为负时，则 A、

B 之间的相电压和 C_2 上的 300 伏直流电压顺向串联，使 D_4 导通，继续给 C_4 充电至 800 伏。 C_3 、 C_4 上的电压顺向串联，在 1、1' 两端就能得到 1600 伏直流高压了。图 2 电路因为仍需要容量较大、数量较多的储能电容，而且负载特性不够好，空载时输出 1700 伏，满载时则低于 1600 伏，达不到额定输出

功率 400 瓦。为此，我们又对上述电路进行了改进，改进后的电原理图如图 3。我们把这种电路叫做“双重二相一地倍压整流电路”，图 2 和图 3 比较，就类似将半波倍压电路改为全波倍压电路一样，前者电源交流电压每变化 360° （一周）电容充放电一次，后者 120° （ $\frac{1}{3}$ 周期）和 240° （ $\frac{2}{3}$ 周期）就轮流充放电一次，

因此储能电容的容量可减小，整流管只用小电流的 05Z16 共 8 只，而且负载达 450 毫安时，输出电压仍不低于 1600 伏，完全满足本扩音机的要求。这一部分的完整电路图请



见图 4。次高压 300 伏采用三相半波整流和大电容滤波，其波纹系数很小，大大减小了信号交流调幅度。

FD-11 的栅极负偏压要求极为稳定，不能随栅流而变化，本电路采用二只 2CW22E 硅稳压二极管串联作稳压装置，取得了满意的效果。

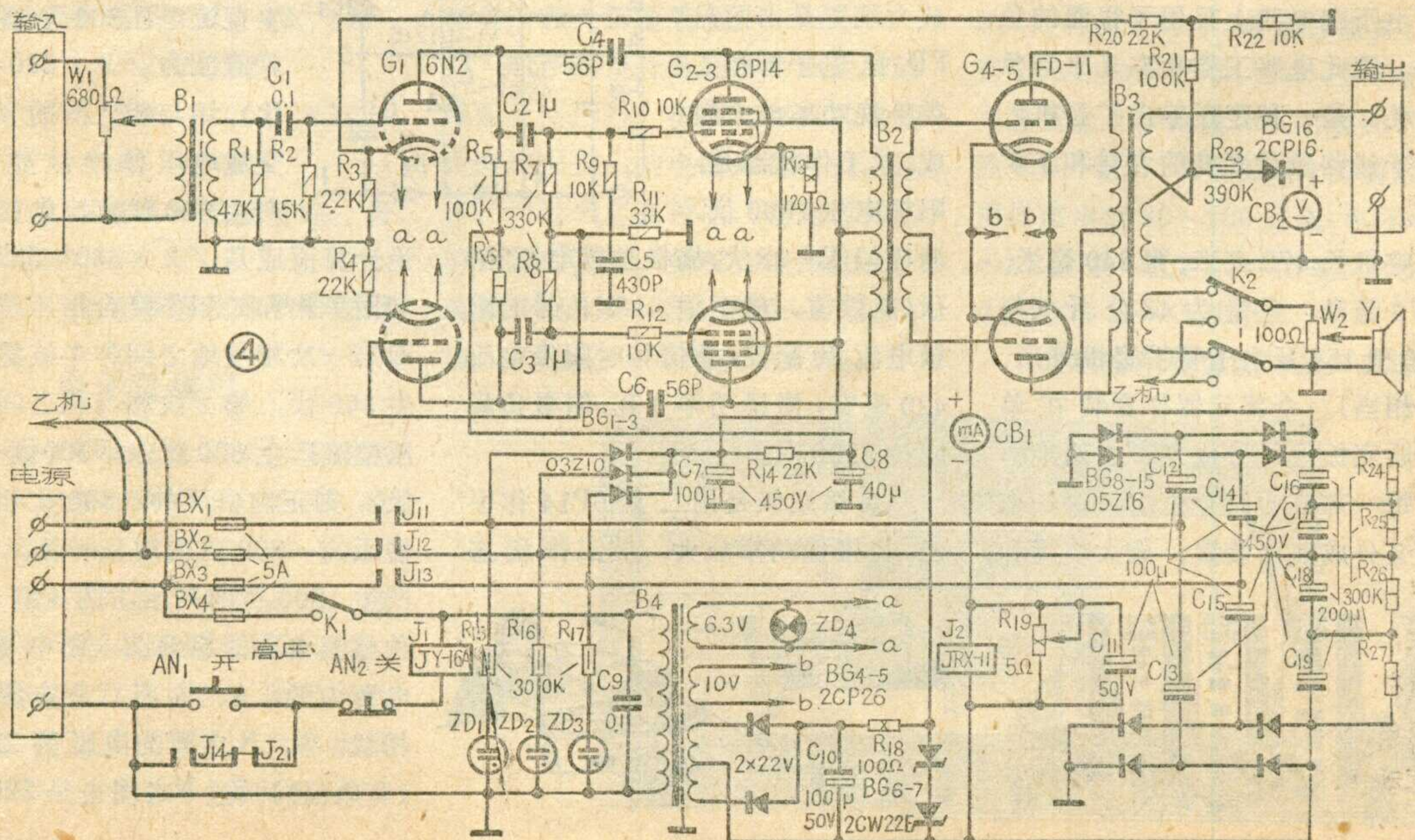
各变压器的制作数据见图 5。

使用和维修

1. 开机时必须先开启低压，预热 3 分钟，然后开启高压，这时其相应的低压、高压指示灯应发亮。如有个别不亮，应立即关机，检查其相应的保险丝是否熔断，在排除机内故障，又没有其它异常现象时，可换上备用保险丝。

如果指示灯损坏，虽不影响整机工作也应立即更换好的，以便帮助指示和识别扩音机的工作状态。

2. 扩音机的输入音量控制最好放在中间位置，使有一定的控制余



有线广播设备的应急使用

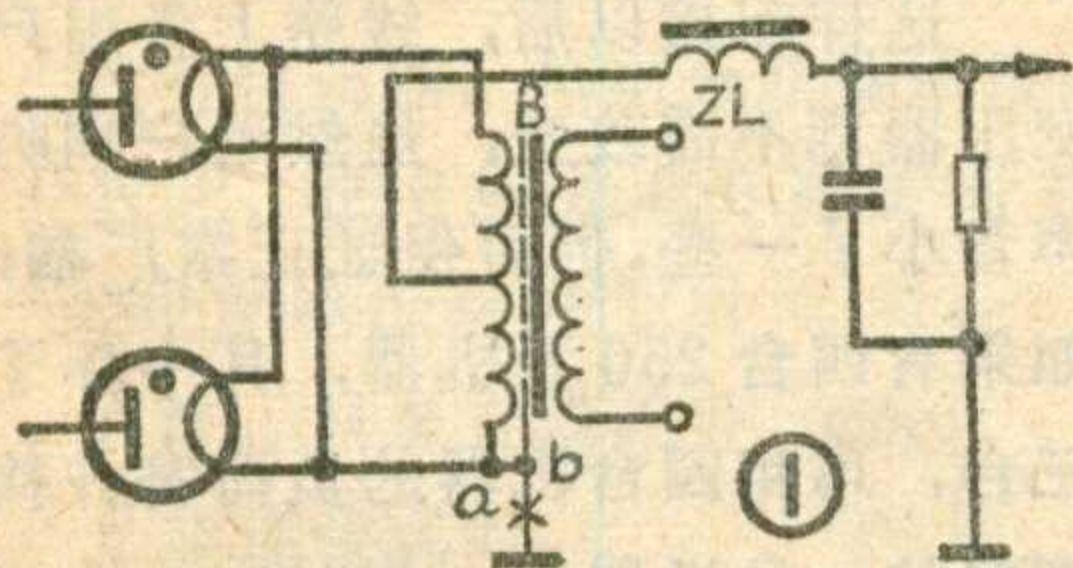
和应急修理

张家身

农村有线广播设备，在使用中有时会出现突然的故障，在检修时可能没有个别零件，或时间要求紧迫，不允许过长时间中断广播，因而不得不采取一些应急修理和应急使用方法，有些措施虽然不太合理，却有避免过长时间中断广播的实际意义。为此，我们把在实际工作中应用过的一些方法介绍给读者，供参考。

一、250瓦以上的扩音机，高压整流管采用单独的灯丝变压器，如果灯丝绕组与静电隔离层击穿（图1中a、b两点短路），将引起高压加不上。

应急修理的办法是：将静电隔



离层与地之间暂时断开，高压就可以加上了。此时交流声和噪音并没有明显增加。

当灯丝变压器的灯丝绕组与硅钢片之间击穿时，同样可使高压加不上，可在变压器和铁底板之间垫上一层橡皮或其它耐高压绝缘材料，使变压器和底板绝缘，即可继续使用。应该引起注意的是，此时铁心上带高压，使用时要注意安

量。工作时要经常观察音频输出电压和 $2 \times \text{FD-11}$ 阳极电流的关系，如果输出电压表的指针挥动很低或者还没有达到额定输出电压，而 $2 \times \text{FD-11}$ 阳极电流表的指示却变动很大，甚至将过荷继电器启动，这是负荷太重或是输出线路有局部短路现象。相反，如果输出电压表指针挥动很高，而 $2 \times \text{FD-11}$ 阳极

全。

二、图1中的大高压整流扼流圈(ZL)断线，高压无法输出。

可在原线圈中抽出一个头，接好继续使用，不需要另绕。有时即使少几层，对滤波效果影响也不太显著。具体作法是：用万用表的一根测试棒，接触线圈最外层引出线，另一根测试棒连上一根大头针，从线包的侧面，由最底的一层开始（或从最外一层开始），逐层刺穿最外一圈导线的漆皮，如果这层导线与最外层的引出线已相通，则小心钩出这圈导线，作为新的引出线即可。

三、一些中小型扩音机功放级常用并联推挽，如150瓦扩音机功放级采用四只FU-7，40瓦扩音机有的采用四只6L6P。如果其中有一只损坏，剩下的那半边的单个管子将过载，功放级工作将不平衡并产生严重失真。

应急处理办法是：将该推挽臂的另一只管子也拔掉，剩下两个推挽管工作，此时150瓦扩音机变为75瓦扩音机，输出额定功率75瓦。使用时应该注意，各输出端子的阻抗应为原来该端子输出阻抗的两倍。例如150瓦扩音机250欧输出端，当拔掉两只管子后，该端输出阻抗增加为 $2 \times 250 \text{ 欧} = 500 \text{ 欧}$ ，而该端的输出电压值并没有改变，其

电流表的指针却不变化，这是扩音机没有接通负载的现象。遇到这些现象都应该停机，然后调整负荷量或检查输送线路是否断线。

3.使用时可连续工作8小时，必要时可将机壳顶盖撑开，以助散热，但切忌将手伸入，以免碰触高压发生危险。

数值仍为 $U = \sqrt{PZ} = \sqrt{75 \times 500} = 194 \text{ 伏}$ 。因为输出端阻抗变化了，所以必须对扩音机的负载重新配接，或者将喇叭降低电压使用。例如，原来所有喇叭是按150瓦配接的，拔掉两只管后，应将负载喇叭所接电压降低到原来的0.7倍左右，以保证功放管工作正常，且扩音机能输出75瓦功率。电压的调整可在扩音机输出端进行，必要时可用线路变压器进行电压变换。

另外应指出：150瓦扩音机大多采用固定栅偏压，拔掉FU-7后电路不必改动。但有些扩音机采用阴极自给偏压，拔掉管子后，应将阴极电阻改为原来的两倍，如原来用125欧，可改成250欧。

四、管座接触不良，摇动电子管时，时有输出，时没有输出。

迅速修理的办法是：查清接触不好的那个管脚，在上面挂一层锡，把管脚加粗，插入后马上会见效，此法特别适于不好修的花生管座。

五、电子管的应急互换代用。

严格说来扩音机使用的电子管都是选定的，但在紧急的情况下，高 μ 的双三极管6N2，和中 μ 的双三极管6N1可直接互换使用；遥截止五极管6K4（常作中放），可与锐截止管6J1直接代用；束射功率管6P6P和6L6P可互换代用；

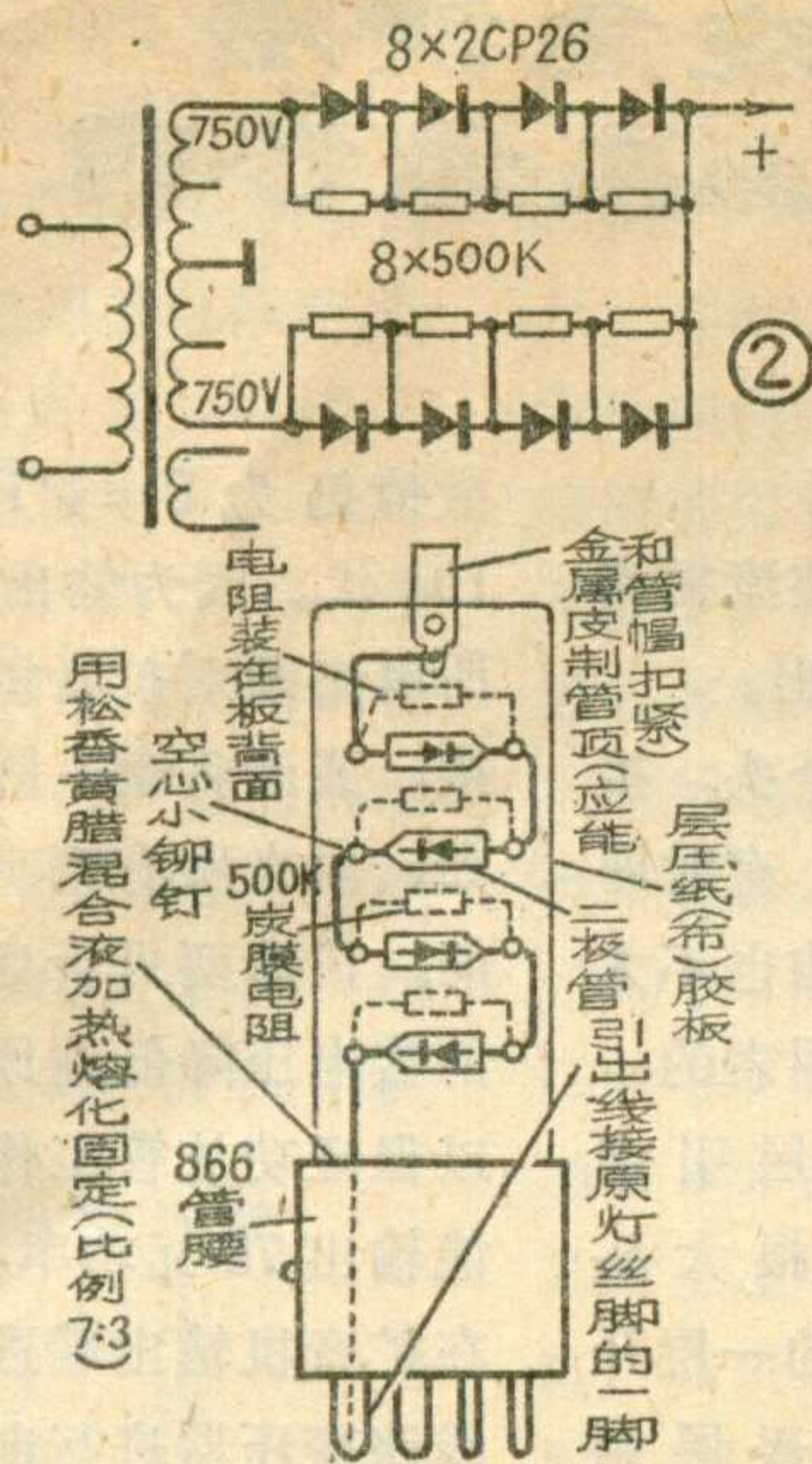
更正

① 1976年第12期第18页图12右半图引出线“P”上的接点应改画到“B+”引出线上。

② 1977年第1期第23页左栏第10行“B'点对A点”应改为“B点对A'点”；第11行“且B'点为正，A点为负”，应改为“且B点为负，A'点为正”。

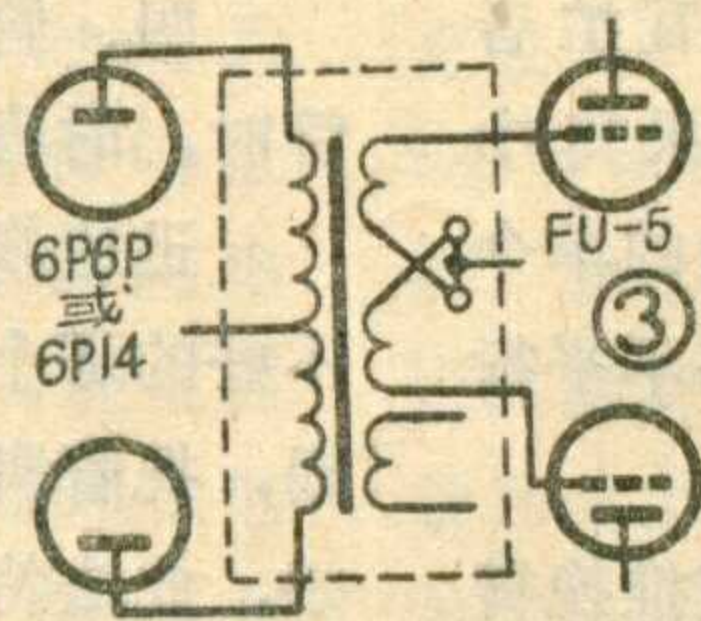
③ 1977年第2期第10页图2中的 $20 \mu\text{F}$ 电容器应改画为并接在522继电器两端。

整流管 5Z2P 和 5Z3P 可互换代用；6SN7 可与 6SL7 直接代用；6Ж8С 可与 6SK7 直接代用。当然在代用中存在一些矛盾，如各管子灯丝电流不一样，耐压不一样，放大能力有差别等，但在紧要时刻是可采用的。我县某公社有一台 40 瓦宇宙牌扩音机，原功放



级用四只 6L6P，换上了四只 6P6P，整流管原用两只 5Z3P，换上两只 5Z2P，经过较长时间使用效果还不错。还有一台 250 瓦扩音机，次高压整流管原来用 5Z3P，换上一只 5Z2P，经半年之久使用，效果也很好。经改动管座后可互换代用的管子就更多了，读者可找有关书籍参考。

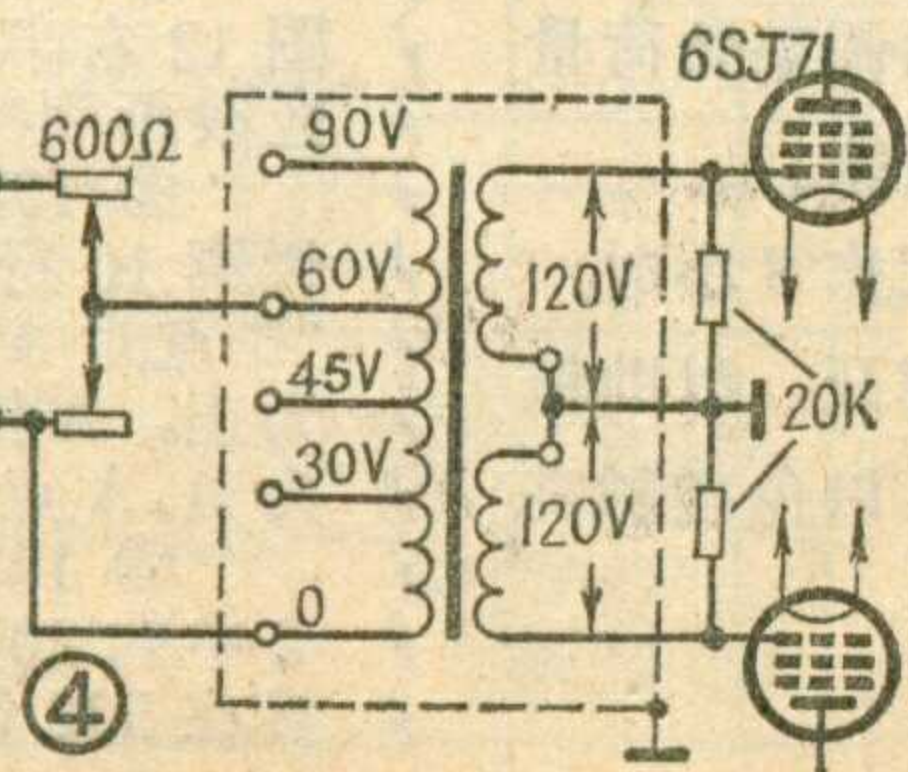
一些 150 瓦扩音机采用 866 汞气管整流，如果这只管子坏了又一时买不到，可用四只 2CP26 半导体



二极管串联代用，每只管子再并联一只 500 千欧左右的均压电阻(如图 2)，图 2a 为线路图，图 2b 为安装图，只是要注意这种管子不能和汞气管混合使用。使用半导体二极管整流，不需预热，开了低压马上就可开高压，这是一个优点。

六、变压器的代用。

250 瓦或 275 瓦扩音机的推动变压器损坏，可用五灯收音机电源变压器代用。原五灯变压器高压绕组接推动管屏极，220 伏进电源端接 805 (FU-5) 栅极(如图 3)，安装时要注意相位关系，否则会产生自激；TY-250 瓦扩音机输



入变压器损坏可用线路变压器代用，如图 4。线路变压器的功率可在 15 瓦~30 瓦间选择。TY 型扩音机输入变压器初级是 820 圈，次级是 3900 圈，有中心抽头，电压比为 1:4.7，用线路变压器代用时，应将初、次级反过来使用，升压比为 1:4，基本与原来符合。如果还感到信号推动不足，可将初级接 0~45 伏抽头。

如果 GY 型机架信号输入变压器损坏，代用的办法就较多了。这种变压器是 1:1 的，用 30 瓦线路变压器初级 120 伏两个绕组作为初、次级使用就行了，如图 5。该变压器安装最好加金属隔离壳，并将金属壳接地。

另外，用 25 瓦高音喇叭变压器，可代替收音机输出变压器。

七、前级增音机损坏时的应急处理办法：

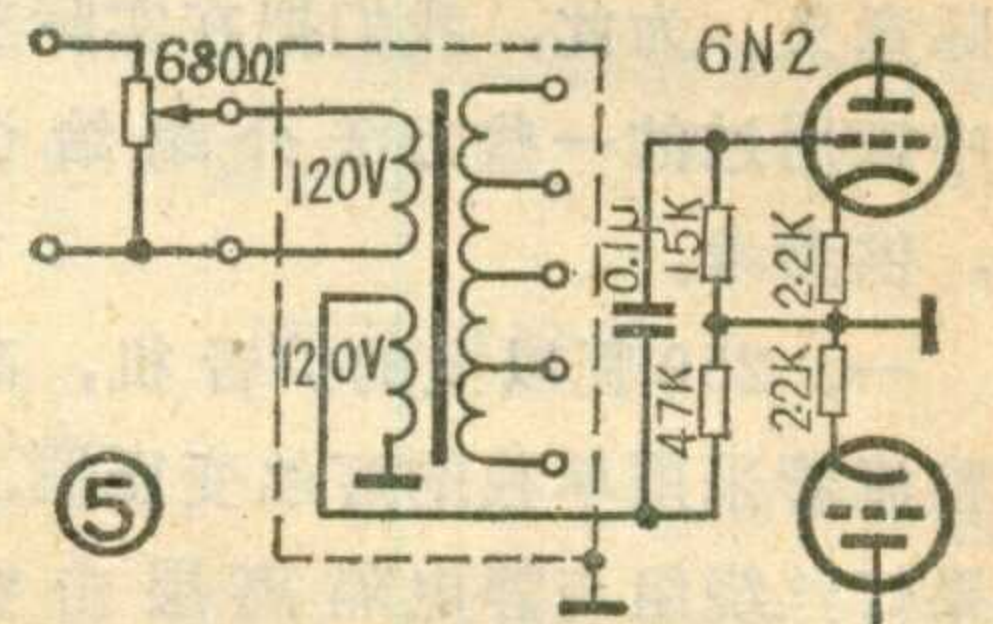
①用电子管五灯收音机代用。五灯收音机一般能输出 2~3 伏，完全可以推动扩音机。250 瓦以上的扩音机，输入灵敏度一般在 6~10dB，即 1.55 伏~2.45 伏。代用时不能将话筒直接插入收音机拾音插孔，需要先录音，然后将录音信号注入拾音器。

②用任一型号的小型扩音机，取出 3~4 伏的信号作为有线广播的前级使用。特别是农村中普遍使用的 701 型、葵花牌等晶体管三用唱机，它们的 8 欧或 16 欧输出端有 2~4 伏输出电压，接上假负载(应急时可用本机喇叭作假负载)，直接作前级增音机用，非常方便。

八、有线广播站某节机器发生故障后，该节机器的负荷

可与另一节好机器的负荷并联，用好的一节机器广播。这时应将输出电压降低使用。例如，250 瓦扩音机，输出端额定电压为 240 伏，输出阻抗为 230.5 欧，当负载阻抗由原来匹配状态下降一半时(两节机器负荷阻抗并联)，如果使机器仍输出 250 瓦功率，则输出端电压应下降为

$$U = \sqrt{PZ} = \sqrt{250 \cdot \frac{230.5}{2}} \approx 170 \text{ 伏。}$$



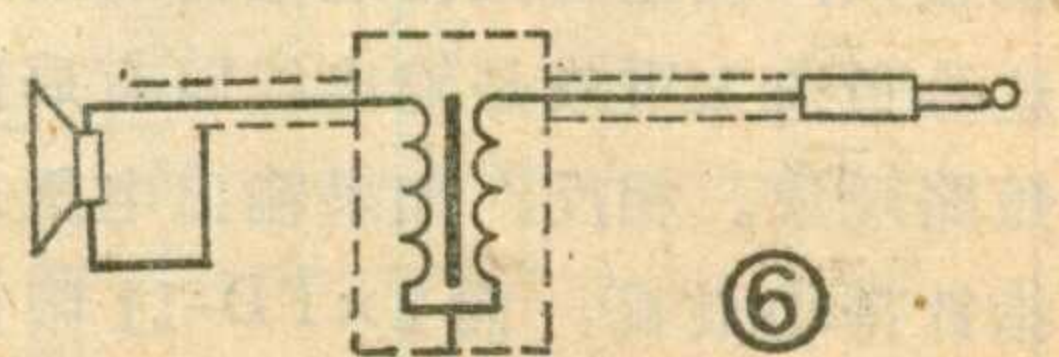
实际使用时，只要将输出电压降低到原来的 3/4，即由 240 伏降到 180 伏，就可以做为暂时配接运用了。

这样配接以后，线路上各用户变压器都不需改变，虽然用户喇叭声音小了一些，但可保证正常广播；如果有四台 250 瓦机器，其中坏了三台，可将四台机器的负荷都并接在好的一台机器上，此时应将输出电压降低一半，即由 240 伏降到 120 伏。

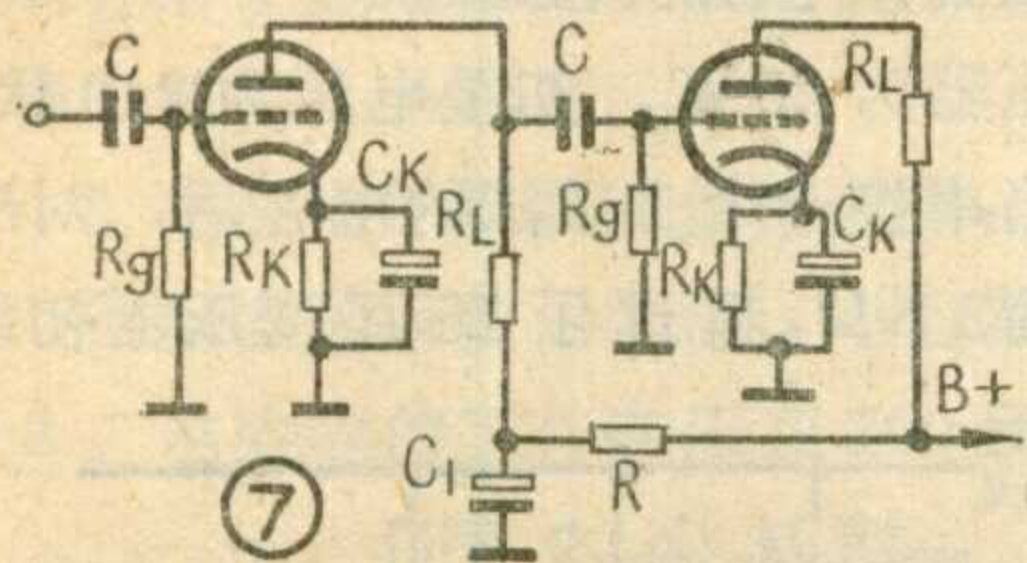
根据上述道理，应提出一个值得注意的问题，即在正常匹配时不得随意提高用户喇叭电压，因为全部喇叭电压提高一倍，扩音机所输出的功率就要增加到原来的四倍，如果扩音机没有那么大容量，就会引起严重过载。

九、话筒损坏可用动圈喇叭接上变压器代用。其代用方法见图 6，变压器采用 6P1 输出变压器，变压器低阻端接喇叭，高阻端接插头。如果用舌簧喇叭直接代用话筒也可以。

十、在应急修理中，如果元件



不全,元件的数值范围可以放宽,例如,在图7所示的阻容交连放大级中,交连电容可在 $6000\text{P}\sim 0.05\mu\text{F}$ 之间选择;栅漏电阻 R_g 可在 $250\text{K}\Omega\sim 1\text{M}\Omega$ 范围内选取;屏极负载电阻 R_L 可在 $50\text{K}\Omega\sim 250\text{K}\Omega$ 范围内选取;阴极电阻 R_K 可在 $1\text{K}\sim 3\text{K}\Omega$ 范围内选取;阴极旁路电容 C_K 可选用 $20\mu\text{F}\sim 100\mu\text{F}$ 的电解电



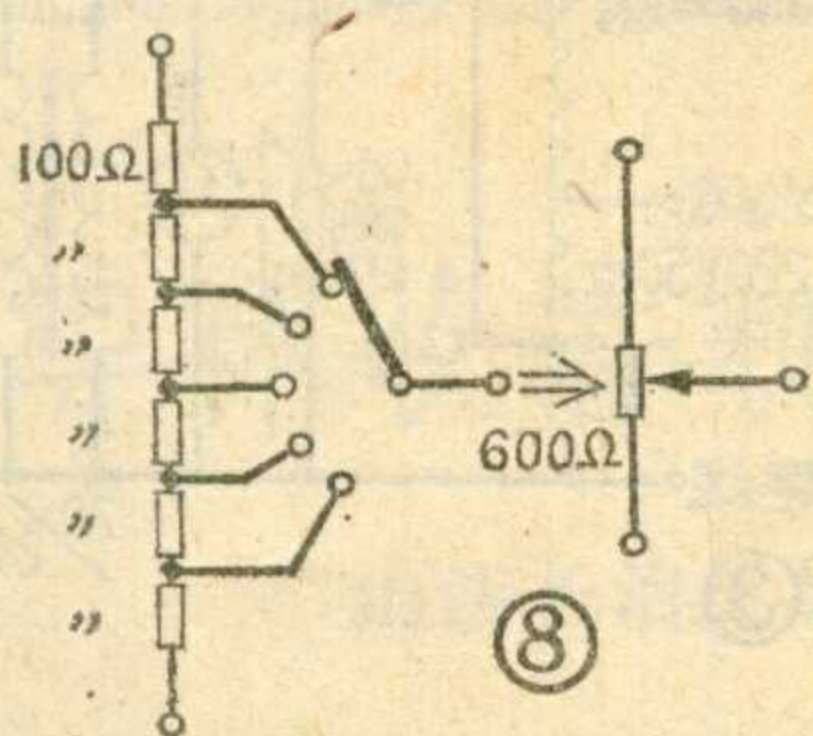
容;退交连电容 C_1 可选用 $8\mu\text{F}\sim 30\mu\text{F}$ 的电解电容,但耐压要足够。

一般作话筒、拾音器音量控制的电位器,常用 $470\text{K}\Omega$ 和 $500\text{K}\Omega$ 两种,在应急修理中可采用 $250\text{K}\Omega\sim 1\text{M}\Omega$ 的电位器。如果暂时没有电位器,可用分线器串接电阻代用,图8就是250瓦扩音机上600欧电位器的代用方法,只是音量调节是非连续式的。

十一、前置增音机输出变压器初级断线的应急修理。

此类故障多发生在电子管式的前级增音机。可把增音机的输出级临时改成阻容交连放大级,通过金属隔离线直接输入主机某个输入放大管的栅极。对于250瓦扩音机可按图9连线,图中主机部分有“×”号的地方应断开。临时新加上的负载电阻 R 可在 $2\text{K}\Omega\sim 20\text{K}\Omega$ 之间选择,额定功率要足够。例如,如果前级用6P1一类束射四极管做输出管, R 可用 $2\text{K}\Omega 10\text{W}$ 左右的线绕电阻。

总之, R 上的直流电压降应为该级直流供给电压的30%左右。经过这样处理后,一般不会有明显的失真,但是要注意调整信号电压,对



TY型机器而言,使其不要超过6SJ7的栅至栅额定电压(10~13伏)。

如果有线路变压器,可用它来代替前置级输出变压器,初、次级圈数比可按240伏比20伏到30伏来连线。

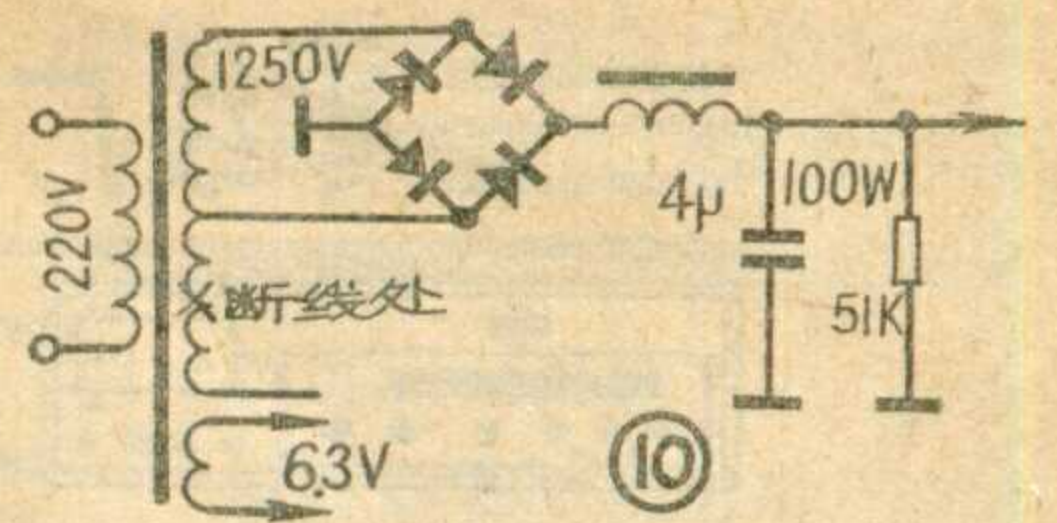
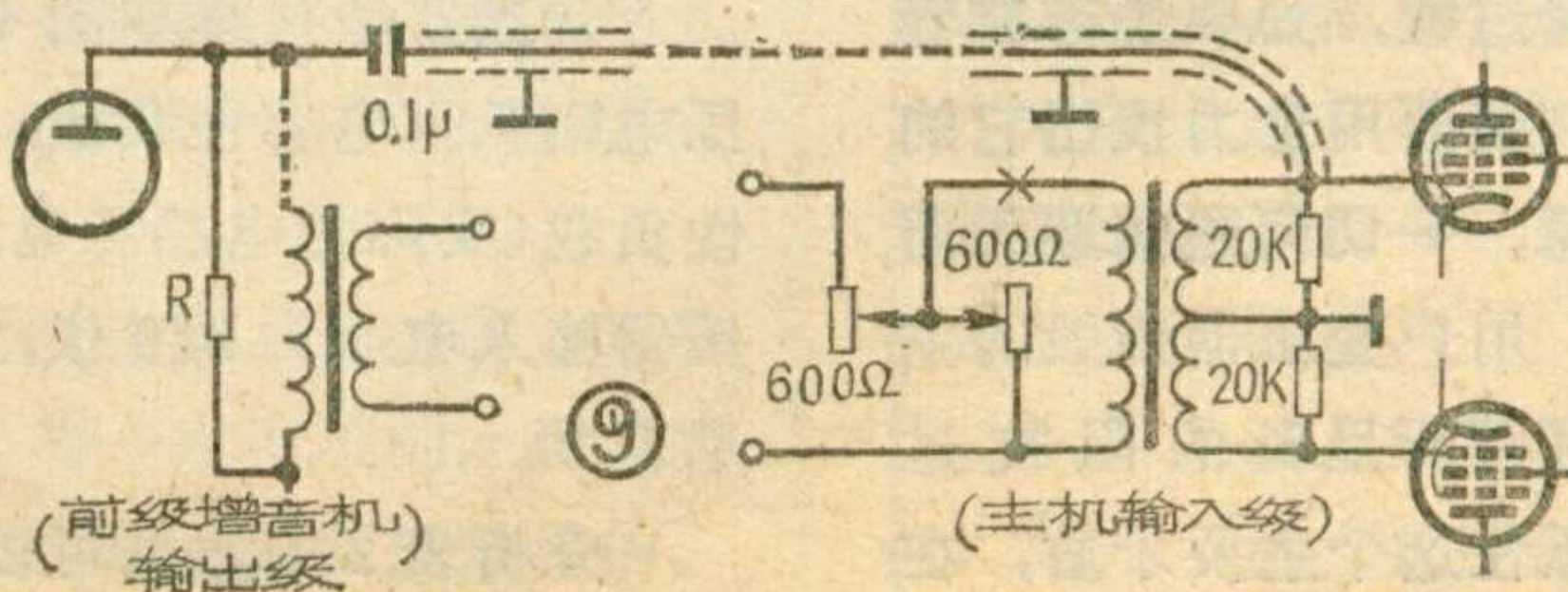
十二、扩音机高压变压器次级高压绕组的一半断线。

比较简单又可靠的处理办法,是将剩下的一半绕组改成桥式全波整流,这样做后还可以省掉灯丝变压器。连接线路见图10。图中整流元件可采用2DL型硅元件或“代866”晶体管二极管,也可以参照图2的办法自己制作。每只晶体元件的反向工作电压应在2500伏以上(指桥式全波整流),最大整流电流在300毫安以上。

十三、解决长话筒线问题。

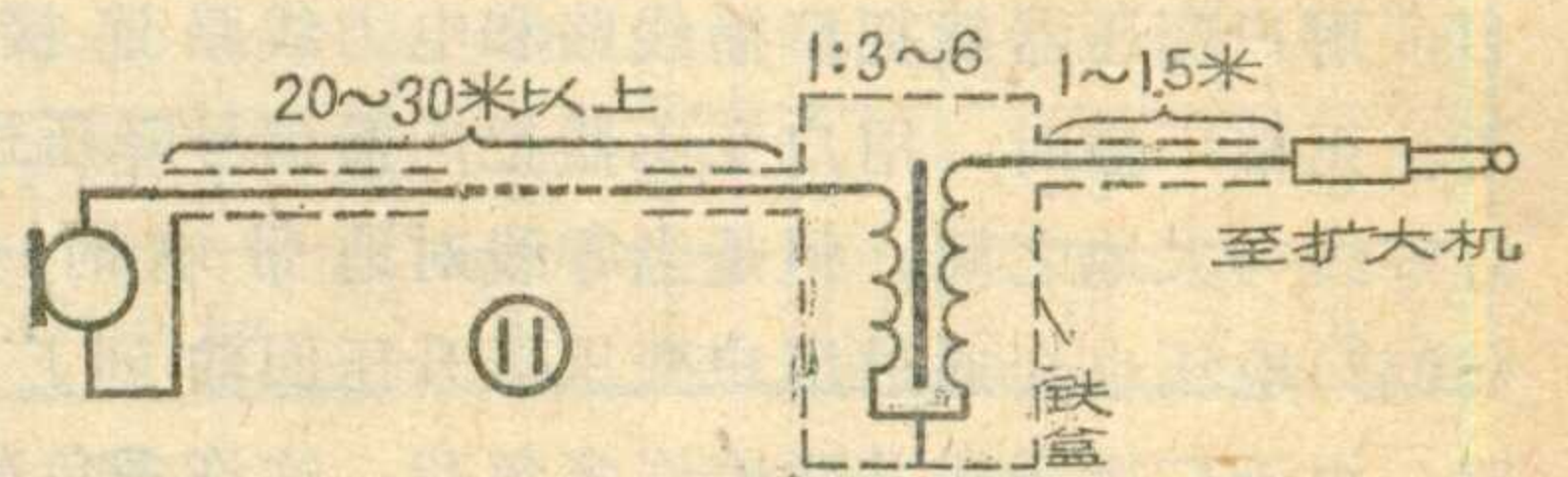
在某些会场扩音中,有时需要长达20米至30米或更长的话筒线,这时若仍用高阻抗话筒扩音,音调就会太低沉并且极易产生啸叫,必须采用600欧左右的低阻话筒,但这种话筒输出电压较低,如果配用普通扩音机,输入信号就太小了。解决办法是在扩音机附近加一个升压变压器,如图11。变压器应该用铁盒隔离起来,初、次级圈数比在1:(3~6)范围内选择。可以利用某些采用9伏或12伏电源电压的小功率晶体管收音机或三用机的推动变压器,有时用能接成30伏、240伏的线路变压器也很方便,只是体积稍大些。

十四、会场录音的应急措施



在会场扩音中,有时由于某种原因(例如突然损坏了一个话筒),只剩一个话筒在工作,而要求同时进行扩音和录音,如果使用的是L601录音机,可把话筒插入录音机话筒插口进行录音,而用联络线从录音机0.5伏输出端取出信号,输入到扩音机拾音插孔进行扩音。只要适当调整两机的音量和音调,就可同时录音和扩音。

十五、会场扩音加接临时地线



会场中的高阻抗话筒的引线若较长时,容易产生啸叫,可用直径为2毫米左右、长几十厘米的铁线,在湿地上插一条临时地线,连接到机壳上,一般就可以消除啸叫声。用这种方法对降低明显的交流声也有效果。如果在室内或剧场等地扩音,可将临时地线接自来水管、下水道管或暖气管上。

最后还应重复说明,以上所述应急措施和正规使用方法比较起来,它总是不太合理的,有些措施由于使用起来不安全,更不能长期使用。因此,应尽快修复机器,使机器在原设计的正常状态下工作。

更正

1. 1977年第4期第4页中栏下数第4行“MH.”应改为“MH₂”。

2. 1977年第4期第7页中栏上数第6行“无输出”应改为“有输出”;第7行“有输出”应改为“无输出”。

零线广播如何防止烧毁

用户变压器

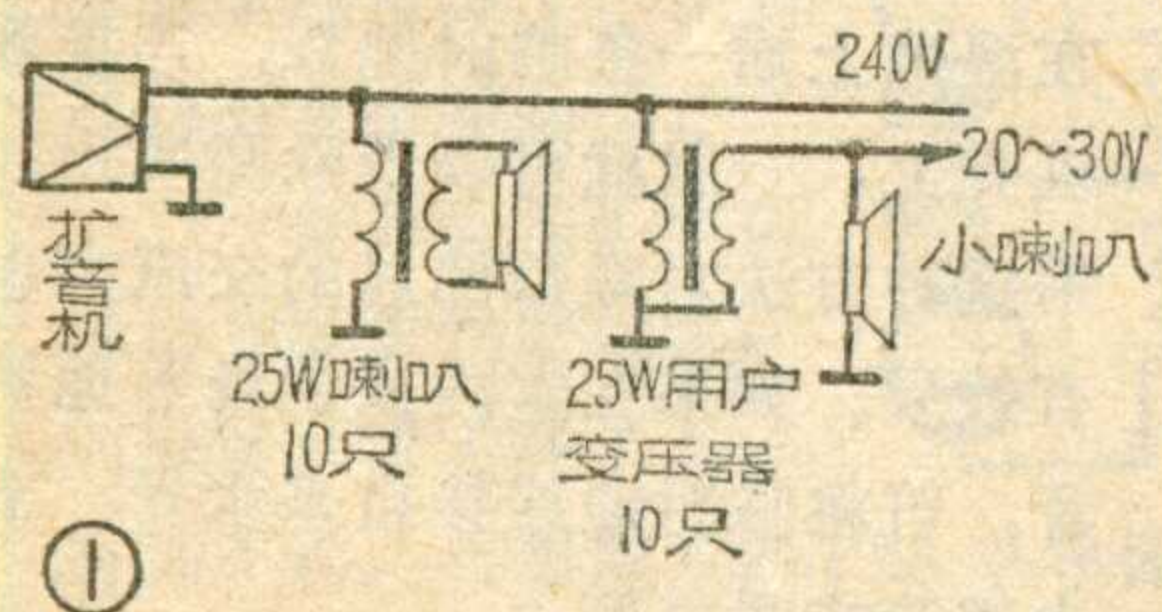
赵宝实



采用电灯零线传送有线广播，当发生火线接地等故障时，零线对地会带电（有关零线对地带电的原因及处理方法，请参考本刊1975年第11期）。实践证明，正确地使用接地电抗器，能使绝大部分故障时的工频电压不超过用户变压器的额定电压，但发生故障时用户变压器仍然严重发热，甚至烧毁，这是为什么呢？下面我们就谈谈用户变压器烧毁的原因及解决办法，和同志们共同讨论。

1. 用户变压器为什么会发热烧毁？

我们知道，由于采用电灯零线传送有线广播节目，用户变压器就把广播线路和电力线路连接起来了。正常广播时，用户变压器把广播信号降压送至电灯零线与大地之间。但是当零线对地带电时，工频（50赫）电压也会通过用户变压器升压回输到广播线路。由于广播干线并联着许多负荷，这许多负荷的并联总阻抗远小于一个用户变压器的额定阻抗。例如，一台500瓦的扩音机，在其馈线上接有10只25瓦线间变压器供10只25瓦高音喇叭，10只25瓦用户变压器供用户小喇叭（如图1）。如果某一个用户变压器所接零线对地带电，则该用户变压器相当一个



电源，对其它20个变压器（9个用户变压器、10个线间变压器和1个馈送变压器）供工频（50赫）电压。如果零线对地电压达到或超过用户变压器次级额定电压，因其初级并联着那么多的负载，在初级线圈中就会产生数倍于额定值的电流，使该用户变压器严重过荷，如果保护装置不能正确动作，用户变压器就要烧毁了。即使零线对地电压稍低于用户变压器次级额定电压，时间长了也会烧毁用户变压器。另外，由于变压器是个电感性元件，当频率降低到工频时，阻抗也变低，使变压器负载电流增大。

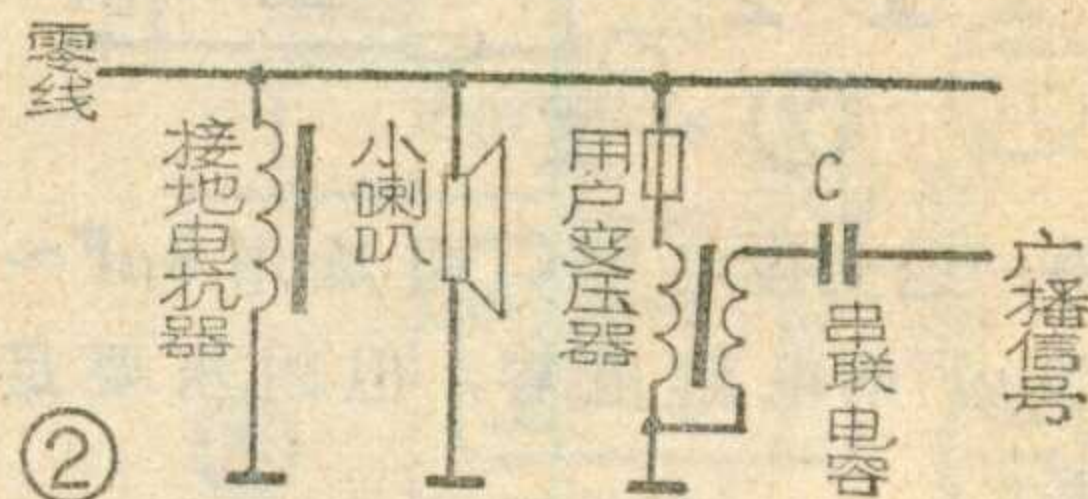
2. 怎样防止烧毁用户变压器？

毛主席教导我们：“研究任何过程，如果是存在着两个以上矛盾的复杂过程的话，就要用全力找出它的主要矛盾。捉住了这个主要矛盾，一切问题就迎刃而解了。”根据我们多次实验证明，用户变压器烧毁的主要原因是工频电流通过变压器线圈所呈现的阻抗过低，使电流猛增所造成。我们抓住这个主要矛盾，在

用户变压器初级（高压侧）串接一个合适的电容器，要求这个电容对工频电流有较大的阻抗，而又能让音频电流顺利通过，如图2所示，就能将工频电流限制在较小的范围内，而使音频电流顺利通过。

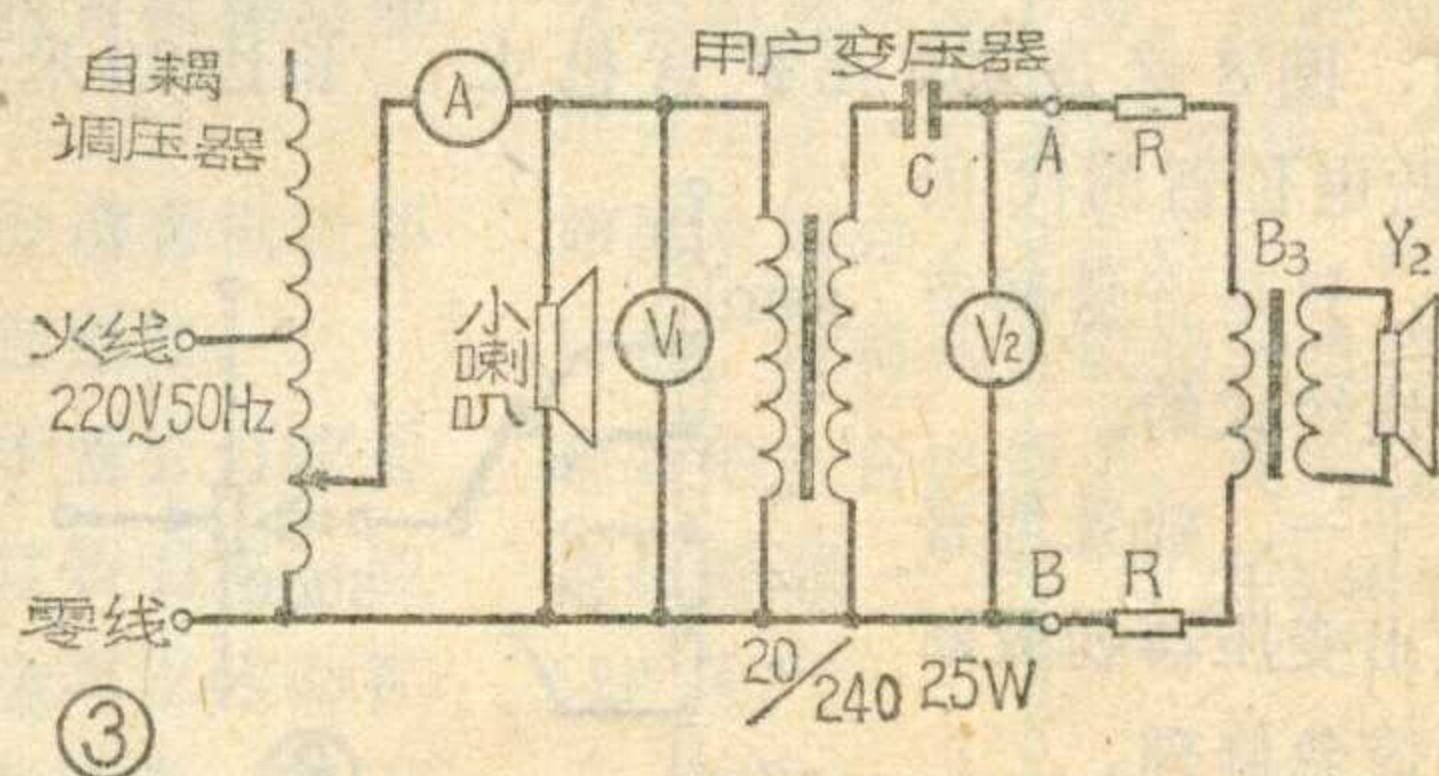
例如，用户变压器为25瓦，初级电压为240伏，次级电压为20伏，当串接一个1微法的电容后，对50赫工频电流的阻抗为3 KΩ，超过了25瓦变压器初级（240伏一端）的

额定阻抗（2.3 KΩ）。就会大大限制工频电流，即使零线对地电



压略超过用户变压器次级额定电压，也不至于烧毁用户变压器。

当然，串接电容以后会增加音频电压的损耗，不过对于有线广播仍可以满足要求。对于电感性电流，



因为在电容上的电压降与负载上的电压降相位相反，所以还会有升压作用。

图3是我们做的一个工频试验接线图。A、B为广播干线，R代表干线上的电阻，B₃及Y₂代表干线上所接的负荷，实验结果见表1。实验时广播干线所带全部负荷约500瓦。实验中未考虑用户变压器的接地电阻，因此电流比实际值要大，但是已经足够说明串联电容的保护作用。由实验结果可以看出，零线对地电压等于或略高于额定电压都可以得到充分地保护。

音频实验接线如图4。用6微法电容代表300只压电喇叭（电容性负载），用25瓦高音喇叭代表电感性负载（实际为电感和电阻的混合负载），固定用户变压器输入电压为240伏，测量其输出电压，测试结果见表2。

分析表2的数据可以看出，对于电感性负载，串

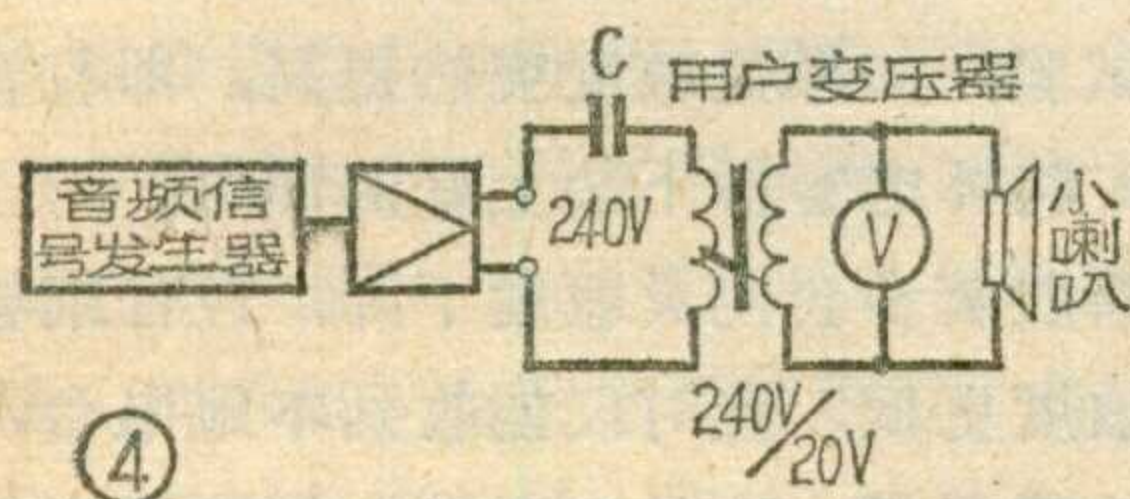
表 1

零线对地电压 U_1 (伏)	变压器低压侧电流 I (安)			回输到广播线的工频电压 (U_2)		
	C=0	C=1 μ	C=0.5 μ	C=0	C=1 μ	C=0.5 μ
10	4.2	0.37	0.15	37	125	120
20	7.5	0.42	0.27	72	233	218
25	9	1	0.61	84	285	275
30	10			100		

接电容后音频电压无损失；对于电容性负荷，音频电压损失约为 4~10%。

3. 电容器的选择及使用效果。

根据实验及使用情况，电容器容量的选择可参考表 3。电容器的工作电压在 200 伏~400 伏为宜。



串接适当的电容器以后，零线对地故障电压等于或略高于用户变压器额定电压

时，是可以保证不烧用户变压器的。用户变压器的次级电压一般选择在 20 伏~60 伏，只要正确使用接地电抗器，绝大部分故障时的电压都在此范围内。但是当故障电压超过用户变压器额定电压较多而使铁心饱和时，仍然会烧毁用户变压器，因此即使串接了电

容器，正确配置用户变压器的保险丝(主要是低压侧)仍很必要。当然串电容后保险丝烧断的次数将大大减少。

串接电容不仅对用户变压器有保护作用，还能减小工频电压对广播线的干扰。没有串电容时，零线对地电压经用户变压器升压后全部加到广播馈

线上，使接在馈线上的大喇叭产生较大的交流声；串接电容以后此电压大部分降到电容器上，因此大喇叭上的交流声将大大减小。

表 2

电 容 电 压 (V)	容性负荷		感性负荷	
	500 赫	1000 赫	500 赫	1000 赫
C=0	21	24	18.5	18.5
C=1 μ	20	23	19	18.5
C=0.5 μ	19	21.5	19	18.5

表 3

用户变压器容量(W)	12.5	25	50~60
电容器容量(μ f)	0.2~0.5	0.5~1	1~2

半导体收音机简易修理经验点滴

山西长治无线电厂 程宏基 高潞健

本文仅就半导体收音机几种常见故障在不用复杂仪器的情况下进行修理的点滴经验予以介绍，修理工具仅用万用表、电烙铁、钳子、镊子之类小工具。

一、修理前的几点基本认识

1. 产品收音机的大多数故障不是先天就有的，而是在使用中由于元件变质、损坏或使用不当而断线、短路造成的，这就要求我们在检修时不能盲目地怀疑一切，需要抓住主要矛盾。

2. 造成某种故障的原因可能不只一种，在判断故障发生在何处时常需用好元件做代换试验，但拆换元件容易造成损坏(如拆中周)，因此，应从比较便宜的可疑元件代换入手。

3. 没有复杂仪器(如信号发生器、示波器等)修理，要达到十分理想的结果是有一定困难的，但只要修理调整得法，小心谨慎，是可以达到较好效果的。

二、完全无声

完全无声的故障往往出在两个方面，一是供电不正常；二是放音部分出了问题。

1. 先检查供电情况。首先将电位器开关置于关断的位置，用万用表的 100 MA 档串接在开关上(如图中的 AB 点)，此时电表指示为整机静态电流，正常值应为 5~15 毫安。如果电流正常，此时可将开关打开，并将音量开足，如仍毫无声音(连沙沙声也没有)，大多是放音部分有问题，可焊开喇叭线分别测量喇叭音圈、输出变压器初、次级是否断线。

2. 按上述方法若测不出电流，说明电源进线部分有断路处，应检查电路中 A、B、C 各点(特别电源引线)是否断线。

3. 用上述方法如果测得电流过大，说明有短路处，可用下法大致判断短路出在何处，电流大于 100

毫安电表打针，短路必发生在退耦电阻 R_{15} 右方 C 点处与地短路；假如电流介于 40~100 毫安之间，短路则发生在 R_{15} 左边，检查时可循以下途径进行：(1) 检查 DE 段有关元件是否触碰，应将可能发生触碰短路的元件整理扶正。(2) 检查退耦电容 C_{17} 是否击穿。(3) 检查中周初级与外壳是否短路（在外壳接地时）。在检查过程中可能不易判断短路的确切部位，可于 DE 段某处将印刷线路暂时切断，分别检查两部分是否有与地短路情况，再参照上述三种可能性寻找短路位置。修复后将切断处焊上。

4. 经过以上检查如电流基本正常，无声故障再按以下步骤检查，第一步检查低放部分，首先用一手按住地线，另一手用电烙铁触及前置级 BG_4 的 b 极（或电位器的中心抽头，但需旋至最大），如发出响亮的“嘟嘟”的感应声，说明低放部分没有问题。用同样方法试验二极管负极处，也应有“嘟”声，只不过较前稍小些而已。如无“嘟嘟”声，应检查低放各级电流是否正常（推挽级电流不正常不会造成无声），晶体管损坏或电路部分断路、短路均可能影响某一级电流，造成无声，排除故障后再如前法试验“嘟嘟”声。

5. 第二步检查检波、中放与变频部分：

(1) 检波级可用万用表 $R \times 10$ 档正反向分别测二极管负极对地电阻，因二极管接在电路中，故二次测得阻值既应有大小不同，又不能有无阻值、短路现象，否则应拆下二极管检查是否损坏。

(2) 中放级或变频级造成无声的最大可能性是电流不正常，无电流失去放大作用，电流过大可能产生自激阻塞，这些均能造成无声。检查集电极电流可参照下法进行：以图中变频级为例，电流为零或过小，可能有以下几种原因：①集电极回路断路（如中周初级断线）。②发射极电阻 R_3 断路或变大。③基极线圈断线。④上偏流电阻 R_1 断路或变大。⑤下偏流电阻 R_2 变小或短路（如 C_3 击穿、漏电）。电流变大的原因与上述有关各条正好相反。此外晶体管损坏也可能造成电流不对。需要指出的是，电流的大小主要取决于直流通路中的有关电阻，切不可盲目拆换毫无关系的

元件。

(3) 本振停振及在白天本地电台不播音时也会无声，检查是否停振比较有效的方法是短路振荡线圈，观察发射极对地电压应较不短路时稍有下降。

三、灵敏度低

所谓灵敏度低，就是收台少，远台收不到。检查故障时应首先收到某一电台播音（最好是外地电台）从以下几方面入手：

1. 首先检查各级电流是否正常，各级电流正常是保证整机增益的前提。

2. 交连及旁路电容（如 C_3 、 C_{11} 、 C_{13} 、 C_{15} 、 C_{20} 、 C_{22} 等）失效或断腿是造成灵敏度下降的重要原因，这种故障易于发现，可用容量接近的好电容分别搭在可疑电容上并联试验，如果灵敏度突然提高，即收音时声音突然增大，将坏电容拆下装上好的即可。

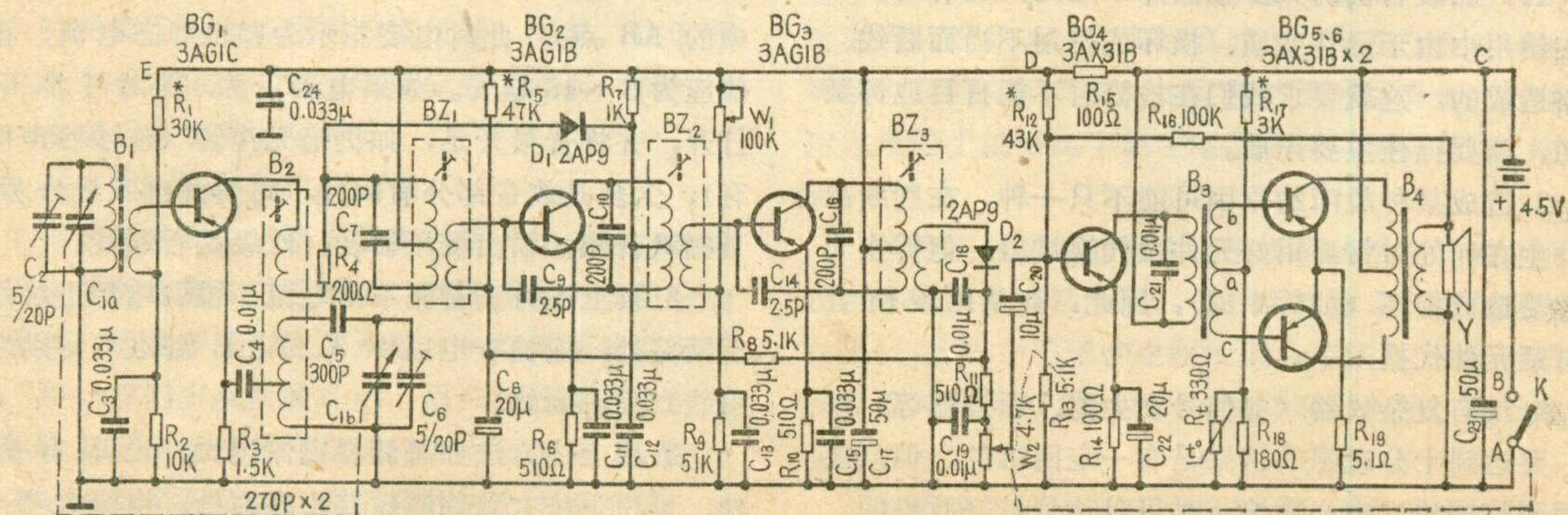
3. 天线线圈断股较多会使灵敏度下降，应仔细检查。完全断线灵敏度更低，此时仅能收到本地电台，在弱台处有微小的啸叫声，这是由于输入回路无谐振作用，频率相近的弱信号串入互相干扰所致。可用万用表 $R \times 1$ 档检查，比如中波天线线圈用 21 股纱包线其阻值约 1Ω 。

4. 在收到电台时试调中周是否起作用，若不起作用说明中周断线、短路或回路电容失效，可用万用表 $R \times 1$ 档检查中周线圈应有很小阻值，或者试换回路电容。排除故障后选准电台，仔细调整中周，达到输出最大。并换另一电台反复试调达到最佳。

5. 检查输入回路是否统调（跟踪）良好，必须按规定的统调方法统调至跟踪最佳状态。

6. 最后才应试换有关晶体管。一般可选用 β 值较高的晶体管进行试验。这样才不致无故损坏贵重元件。

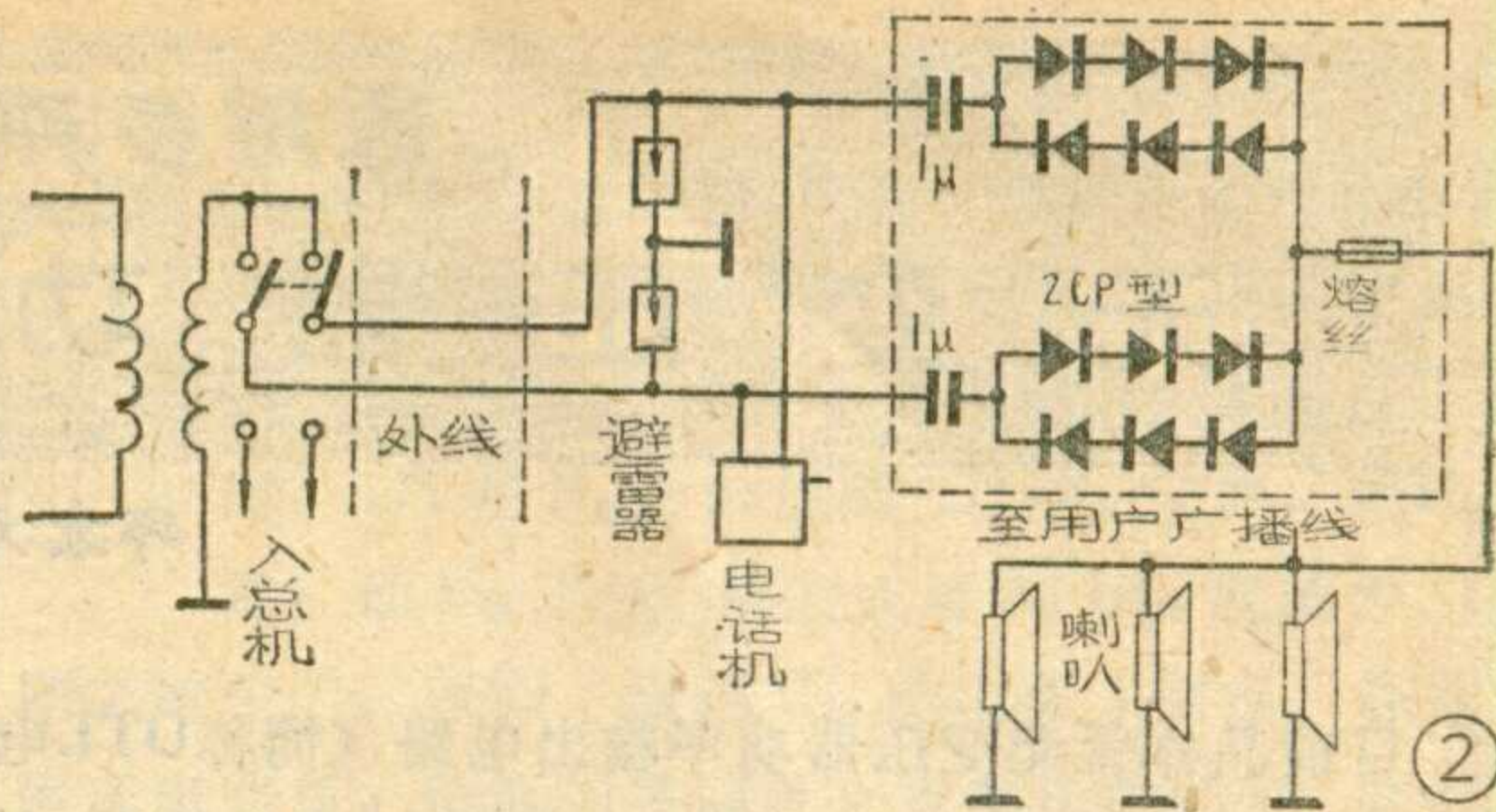
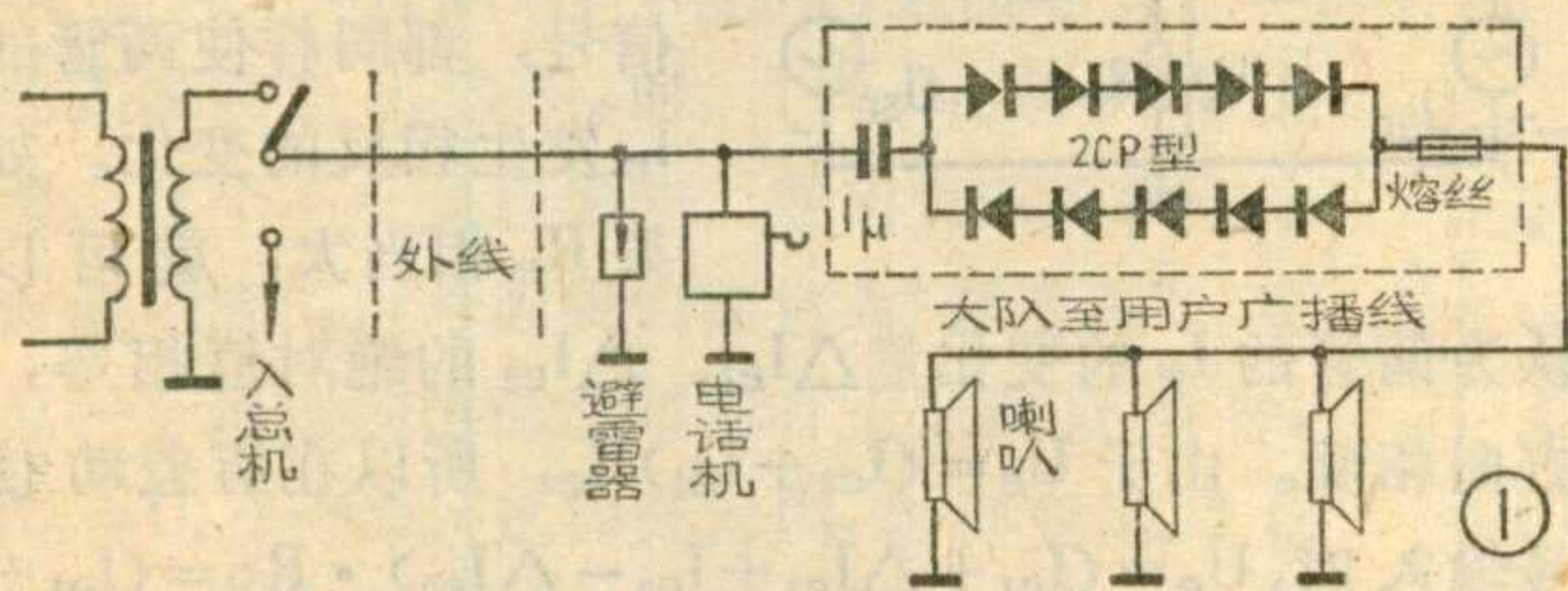
7. 有时收音机过分陈旧，由于晶体管、中周等主要元器件性能下降，更换一两个元件已无法有效提高整机灵敏度，可采取非常规修理方法予以补救，如将中放管、低放管的发射极对地直接短路，这样既提高



广播、电话信号分离器

我们公社到大队的广播和电话共用一条线路，在大队一端用刀闸控制广播与电话的转换，到广播时间将刀闸扳到广播位置，广播结束时将刀闸扳到电话位置上。但是常常因为广播时不能及时合闸，广播完了又没有及时接通电话，影响广播与电话的畅通。为了解决这一矛盾，我们试验成功广播、电话信号分离器，经使用证明，它具有结构简单、稳定可靠、造价低廉、易于推广等优点。

该分离器的原理如图1虚线框内部分所示，它由一个电容器和十个硅二极管组成，利用电容器的频率特性和二极管的伏安特性，将广播信号、电话信号以及振铃信号自动分开。打电话时，因电话信号电压仅在3伏以内，二极管不导通（每个硅二极管在0.6伏以上才导通），此时用户喇叭与电话线之间相当于开路，喇叭里不会有电话的声音。振铃信号虽电压较高，但因频率甚低，仅20赫左右，电容器对这样低的频率阻抗很大（大于5千欧），所以用户喇叭上的振铃电压也很小，而且由于喇叭和人的耳朵对这样低的频率都不敏感，在电话交换机使用手摇发电机振铃的条件下，能保证电话机正常振铃，而各用户喇叭里又听不到振铃的声音；广播时，因广播信号电压一般在30伏左右，其频率在100赫以上，远远大于振铃



信号频率，所以在电容上的压降不会很大，二极管也呈导通状态，几乎大部分电压降都加在用户喇叭上，喇叭就会发出宏亮的声音。电话机的振铃线圈虽然并接在线路上，由于铃有惯性，频率较高的广播信号不会使它产生响铃。根据我们试验，大于90伏的90赫信号电压，才能使电话铃发出微弱的响声，在广播时没有这样高的电压，所以振铃不会响。另外，由于振铃线圈电感量很大，对广播信号有很大的阻抗，其消耗功率很小，可以忽略不计。

对于双线电话，可采用图2所示电路。

在一条线路上并接几个电话机时，上述分离器也适用。

制作时，对所用零件要求不严格，我们全部采用处理品元件，效果很好。电容器可用耐压在50伏以上的纸介电容。二极管采用整流二极管，电流大小视大队喇叭多少而定。例如，大队有300只喇叭，可选用0.4安的二极管。实际上，由于喇叭存在接地电阻，流过每个喇叭的电流都小于额定电流，所以也可选用电流稍小的一些管子。由于使用的电压不高，对管子的耐压可不必考虑。为了防止由于过荷烧毁二极管，可配用适当的熔断管。

（河北省兴隆县三道河公社广播放大站）

了工作点，又可消除某些负回授，使整机增益提高。

四、啸叫

收听时在收到每一电台时都伴随着一种尖叫声，致使收音无法正常进行。这种啸叫故障绝大多数是检波前的增益过高引起自激造成的。可按如下步骤检查和排除故障。

1. 检查变频、中放各级电流是否过大。电流过大会造成自激。应恢复正常或稍低于正常值。

2. 如电流正常，可采用以下三种办法降低增益，消除啸叫：

（1）用低 β 值的晶体管代换变频和第二中放的晶体管。第一中放因有自动增益控制作用，代换效果不大。

（2）在第二中放管发射极串入一个30~100欧的

电阻，加强负回授，降低增益。

（3）在中频变压器的初级并联50千欧~150千欧的电阻，降低中周的Q值，使增益降低。这种方法会影响一些选择性，但不少情况下权衡利弊，还是一种可取的方法。

五、声音失真

声音严重失真一般人均可以听出来，只要听见声音变得很嘶哑并且好象声音憋住一样，大多是输出失真。先检查电池和喇叭。然后可将万用表（用100毫安档）串入总电路中，音量电位器开至最大，收到一个强电台播音，如果在放音最大时电流超不过30毫安，可能是单臂输出，有一管未正常工作。推挽输出正常时电流一般可达50毫安以上。

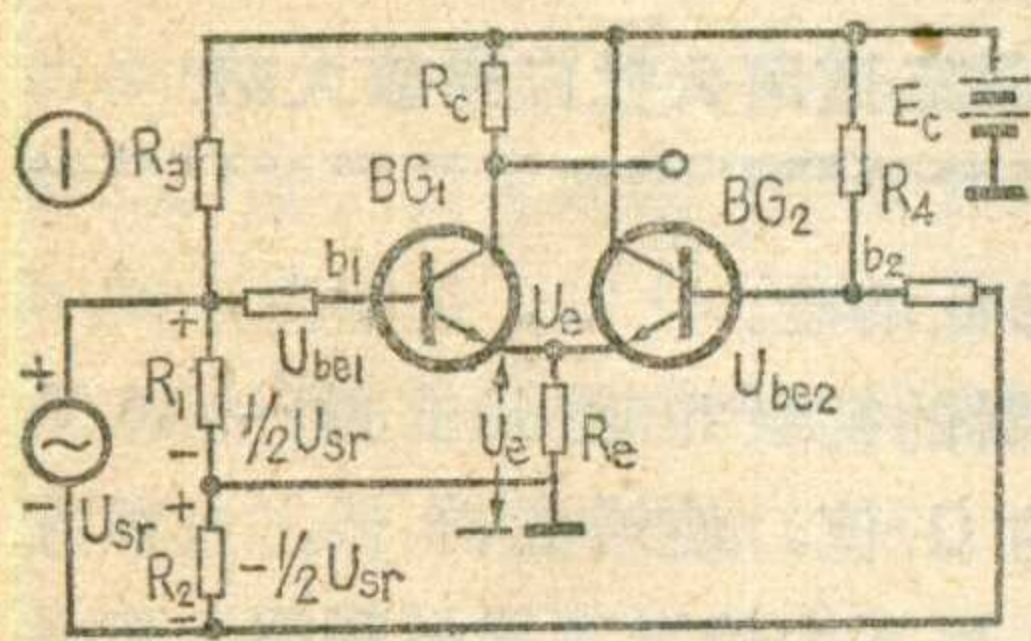
无变压器功率输出电路

邱宏元 黄国升

目前晶体管无变压器功率输出电路（简称OTL电路），很受工农兵的欢迎，而一架优质扩音机的放音效果的优劣，往往取决于在整机性能中占主要地位的主放大器，即末级功放电路是否理想。这里我们向大家推荐一个经过多次试验效果良好、能适用于10~45伏范围内各种不同电压的全硅管无变压器功率输出电路。

一、电路特点

1. 在元件耐压许可范围内，能够自动适应10~45伏内的各种不同的电源电压而无须调整电路的任一元件。
2. 电路对温度的变化具有较一般OTL电路敏感的自动补偿作用。
3. 由于全部采用硅元件，并加了较深的负反馈，使电路频响在20赫~200千赫为-1.5~-2分贝，失真小，工作稳定。
4. 电路安装调试方便，元件要求低。只要按所列元件表的要求，在少数几个元件的挑选上稍加注意就可省去一般OTL电路的调整手续，给缺少仪器调整的业余爱好者带来不少方便。
5. 电路稍加改动，就能成为一个无电容功率输出（简称OCL）电路。



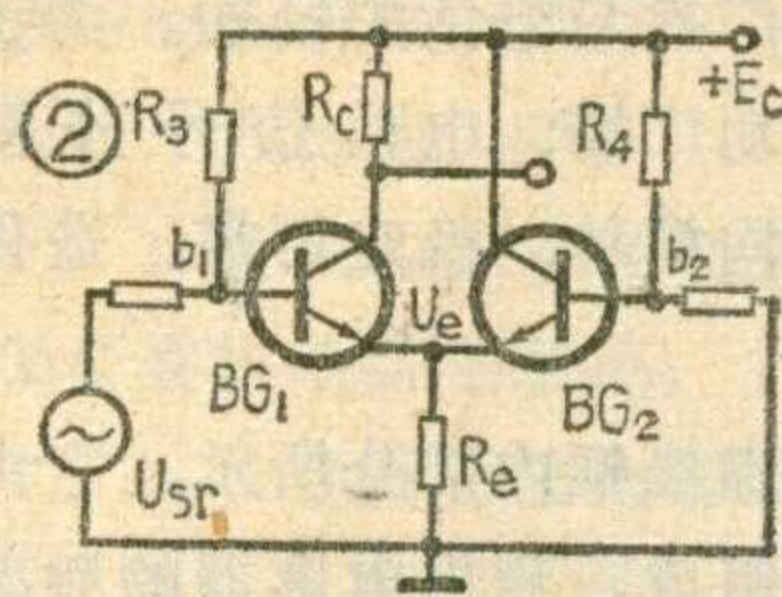
二、电路工作原理

1. 差动放大器:

图1就是一个差动放大器。 R_3 、 R_4 是BG₁、BG₂管的直流偏置电阻。 R_c 是负载电阻， R_e 是二管公用的发射极电阻。只要适当挑选 R_3 、 R_4 ，就可使二管正常工作在放大区。如果在差动放大器的二个输入端子间输入一个信号 U_{sr} （如图1），并由两个相等的电阻 R_1 、 R_2 分压，将分别使 b_1 、 b_2 得到 $1/2U_{sr}$ 。如果说 b_1 得到的是 $+1/2U_{sr}$ ，则 b_2 得到的是 $-1/2U_{sr}$ 。这种信号输入的方式叫做差动输入，就是说输入总信号是两管分别得到的输入信号之差：

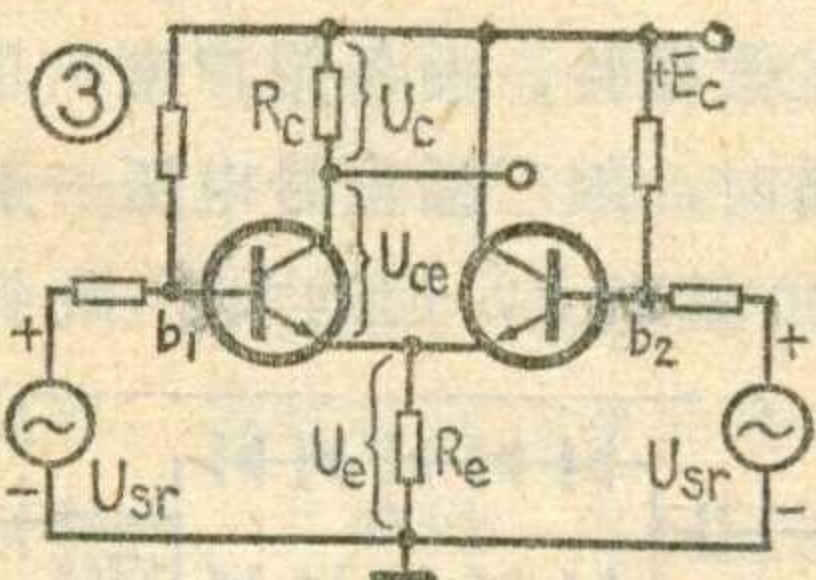
$$1/2U_{sr} - (-1/2U_{sr}) = U_{sr}$$

由于 b_1 、 b_2 得到的总是相位相反的信



号，现在设 b_1 的输入信号使 U_{be1} 增加了 ΔU_{be1} ，于是 $I_{b1} \uparrow \rightarrow I_{e1} \uparrow \rightarrow U_e \uparrow$ ；与此同时 b_2 的输入信号使 U_{be2} 减少了 ΔU_{be2} ，于是 $I_{b2} \downarrow \rightarrow I_{e2} \downarrow \rightarrow U_e \downarrow$ 。

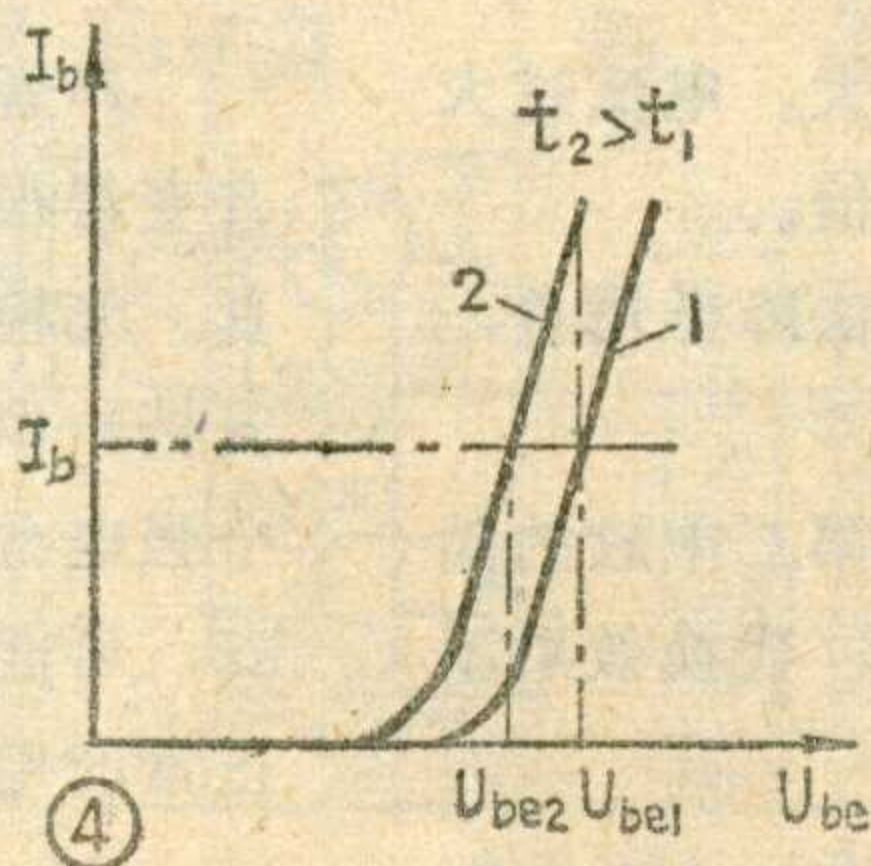
如果我们把 U_{sr} 只送入 b_1 端， b_2 无信号输入，如图2。当信号 U_{sr} 全部加在 b_1 端时，我们设该信号使 U_{be1} 增大，这时BG₁管的 $I_{b1} \uparrow \rightarrow I_{e1} \uparrow \rightarrow U_e \uparrow$ ，由于BG₂管基极电位已固定，所以 U_e 的增大只能使 U_{be2} 减小。这时BG₂管就产生了同BG₁管相反的变化： $I_{b2} \downarrow \rightarrow I_{e2} \downarrow$ 。如果电路参数对称， R_e 又很大，那么 I_{e1} 增加的量就等于 I_{e2} 减少的量，换句话说， U_{sr} 被 R_e 给BG₁、BG₂各分了一半，与图1的效果一样。



从上述可知，无论从 b_1 、 b_2 双管输入信号，还是从 b_1 单端输入信号，都同样使两管的 I_e 发生相反的变化。如果 R_e 相当大，就可以

认为两管的 I_e 的变化量 ΔI_{e1} 、 ΔI_{e2} 的绝对值相等，方向相反。由于 $U_e = (I_{e1} + I_{e2})R_e$ ，所以在有差动信号输入时， $U_e = (I_{e1} + \Delta I_{e1} + I_{e2} - \Delta I_{e2}) \cdot R_e = (I_{e1} + I_{e2}) \cdot R_e$ 。这就表明：当差动信号输入时， R_e 上的压降不变，因而 R_e 对差动信号无负反馈作用。

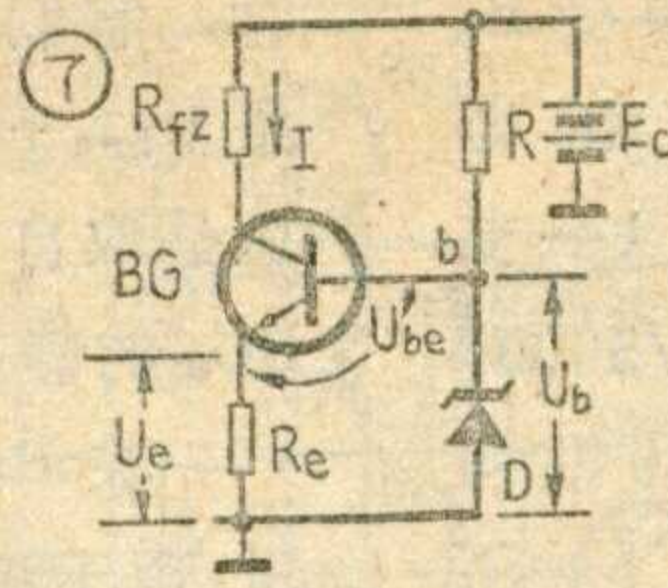
如果在 b_1 、 b_2 同时输入一个幅度相等、相位相同的信号（如图3）时，电路的工作情况将如何？由于输入同幅度、同相位的信号，这时将使 U_{be1} 、 U_{be2} 等量增加或减少。现设信号输入使 U_{be1} 、 U_{be2} 同时增加，那么 $I_{e1} \uparrow$ ， $I_{e2} \uparrow$ ， $U_e = (I_{e1} + \Delta I_{e1} + I_{e2} + \Delta I_{e2}) \cdot R_e$ 。如果电路参数对称， $\Delta I_{e1} = \Delta I_{e2}$ ， $I_{e1} = I_{e2}$ ，则 $U_e = 2(I_{e1} + \Delta I_{e1}) \cdot R_e$ 。这就是说 U_e 上升了 $2\Delta I_{e1} \cdot R_e$ 。 U_e 的这个增加量使加到两管b-e极的 U_{be1} 、 U_{be2} 同时减少了 $2\Delta I_{e1} \cdot R_e$ 。在 R_e 相当大的条件下， U_e 的增加量抵消了输入信号使 U_{be1} 、 U_{be2} 的增加量。可见 R_e 在同相位的信号输入时具有强烈的负反馈作用。这种负反馈作用可以有



效地补偿温度对管子的影响。

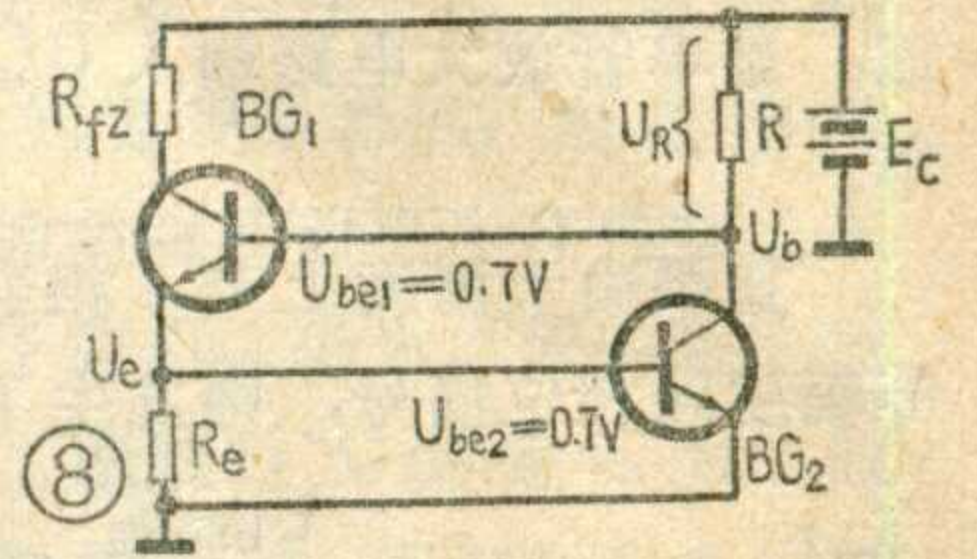
图4是晶体管的 $U_{be} \sim I_b$ 曲线,可以看出当温度上升(从 $t_1 \rightarrow t_2$)时,曲线移向纵轴,由曲线1变为曲线2, I_b 将随着增大。这种由于温度上升而引起两管的 I_{b1} 、 I_{b2} 的增加量和前述情况相当,等于在两管输入端加入同相等幅信号。因此,同样由于 R_e 的负反馈作用产生的 ΔU_e ,可以有效地抑制由于温升而增加的两管的 I_b ,使电路工作不受温度影响。

由上述可知, R_e 对电路的温漂有较强的抑制作用,但 R_e 必须相当大,而且我们总希望抑制作用能强些,这就要加大 R_e 。但在电源电压固定而又要保证晶体管正常工作的前提下, R_e 是不可能很大的,这从图3可看出, $E_c = U_e + U_{ce} + U_c$,如果 E_c 一定, R_e 大则 U_e 也大,这时 U_{ce} 就会减小, R_e 大到一定程度,就使 U_{ce} 降到不能维持三极管的正常工作。因此加大 R_e 是有一定限度的。怎样既能使晶体管正常工作而 R_e 又尽可能大呢?实践证明,运用晶体管恒流源电路,可以有效地解决这一矛盾。



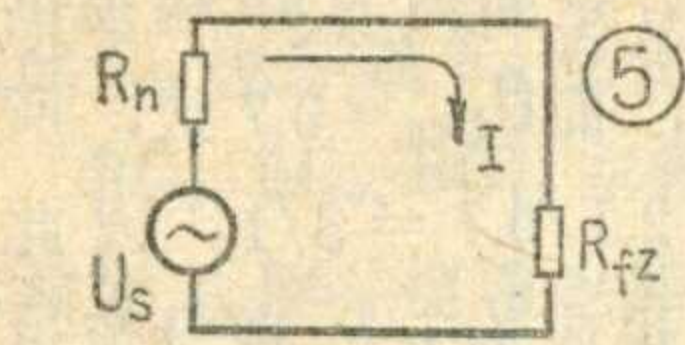
很理想的。图7就是一个恒流源电路。图中D是一个稳压二极管,R给D提供一个工作电流,使b点对地之间得到一恒定电压 U_b 。电路中 $U_b = U_e + U_{be}$ 。当由于某种原因使I上升了 ΔI 时, ΔI 在 R_e 上的压降 $\Delta I \cdot R_e$ 增加,即 U_e 增加,而 U_b 不变,从上式可知 U_{be} 就减少, I也随之减少了,保持了流经 R_{fz} 的电流 I 恒定。在这个恒流电路里,恒流的关键是b点电压的稳定,我们称 $D \cdot R$ 为恒压电路。稳压管D也可以用一个三极管代替,组成恒流源电路中的恒压部分,如图8。现在来讨论 U_b 怎样保持稳定。

设 U_b 上升了 ΔU_b , 就会发生如下过程: $U_b \uparrow \rightarrow U_{be1} \uparrow \rightarrow I_{b1} \uparrow \rightarrow I_{e1} \uparrow \rightarrow U_{Re} \uparrow \rightarrow U_{be2} \uparrow \rightarrow I_{b2} \uparrow \rightarrow I_{c2} \uparrow \rightarrow U_R \uparrow \rightarrow U_b \downarrow$, 结果使 U_b 稳定。可见只要 U_b 有一微小的

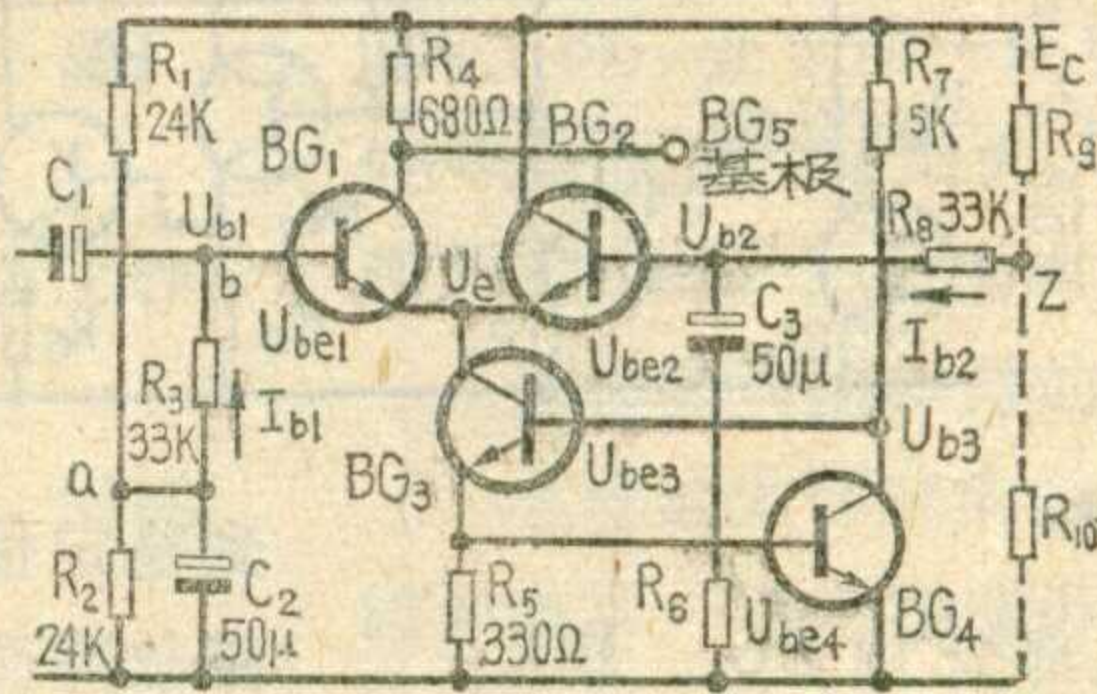
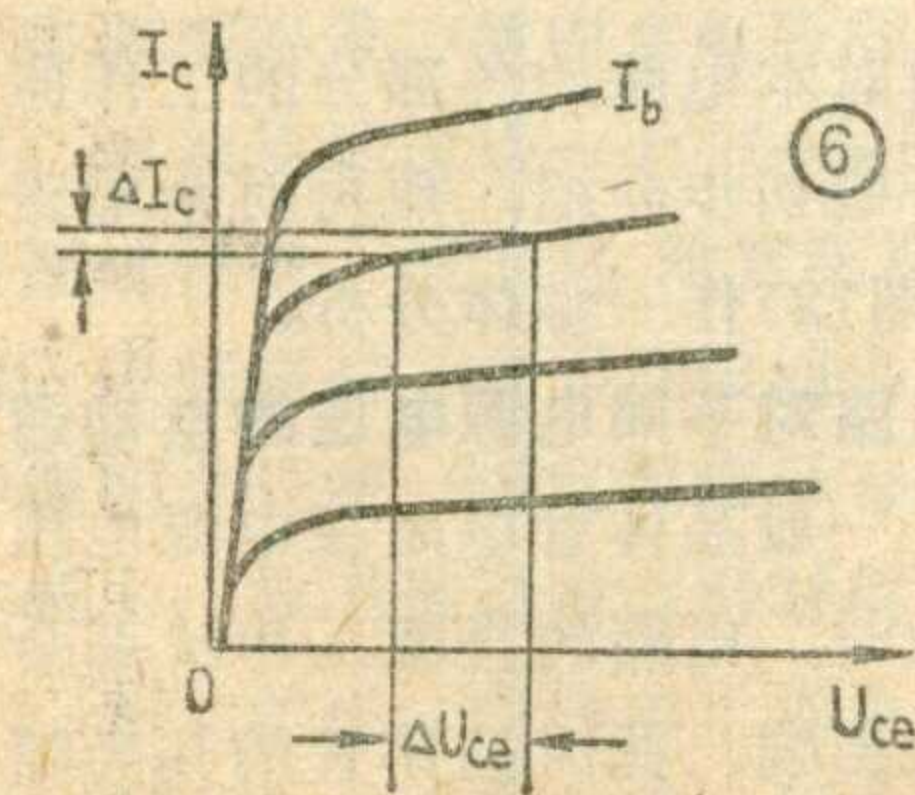


变化 ΔU_b , 就会产生一个很大的变化量 ΔI_{c2} , 这样 BG_2 的动态电阻 $R_n = \Delta U_b / \Delta I_{c2}$ 就可认为是较小的,所以当 E_c 变动较大时, U_b 点对地取得的分压是不会改变的。这个恒压源同样能保证恒流源 BG_1 的恒流工作。用三极管代替二极管,不仅效果较好,而且从下面分析可知 U_b 既要恒定又要稳定在1.4伏,挑选这种稳压值的稳压管不容易,而挑选一个 $BV_{ceo} > 3$ 伏、 β 在20左右的普通晶体三极管比较容易。

2. 晶体管恒流源电路: 什么叫恒流源呢? 如图5中 U_s 是一个信号源。 R_n 是这个信号源的内阻, R_{fz} 是负载电阻。流过 R_{fz} 的信号电流是: $I = U_s / (R_n + R_{fz})$ 。如果式中的 R_n 远大于 R_{fz} 的话, R_{fz} 就可忽略不计, $I = U_s / R_n$ 。此式表明当 $R_n \gg R_{fz}$ 时, I 同 R_{fz} 的大小无关。这个不受负载影响,能向负载提供一个恒值电流的信号源我们称它为“恒流源”。可见一个理想的恒流源要具有一个重要条件: $R_n = U_s / I = \infty$ 。这样无论 R_{fz} 怎样变化, I 总可以保持不变,但 $R_n = \infty$ 是不可能的,我们只能使 R_n 尽可能大到使 R_{fz} 可以忽略的程度,就可以认为这个信号源是恒流源了。



我们用一个三极管就可以组成 R_n 很大的恒流源。从图6可知,晶体三极管正常工作时, I_c 只同 I_b 有关(因 $I_c = \beta I_b$),一旦 I_b 有确定值, I_c 也就基本固定了。 U_{ce} 的变化不会对 I_c 有很大影响,我们在图中可直观地看出,尽管 U_{ce} 的变化量 ΔU_{ce} 很大,但 I_c 的变化量 ΔI_c 却很小。这说明晶体管的动态内阻 $\Delta U_{ce} / \Delta I_c$ 是一个很大的值,约几百千欧,但它的直流内阻 U_{ce} / I_c 却很小。所以用晶体三极管可以组成一个 R_n 很大的恒流源,用它来代替差动放大器中的 R_e 是



3. 恒流源差动放大器: 前面讨论差动放大器时曾要求在维持差动管正常工作的前提下 R_e 尽可能大,现在用晶体管恒流源来代替 R_e 就可达到这个目的,本文介绍的电路的输入部分就是这样一个恒流源差动放大器,如图9。

先分析这个电路的静态(即直流)工作情况。这时可以把对直流工作无影响的 C_1 、 C_2 、 C_3 都看成开路。图中虚线画的 R_9 、 R_{10} 是为了使 Z 点得到一模拟后面 BG_8 、 BG_9 的串联分压。 R_1 、 R_2 两个阻值相等的电阻把 E_c 分压,使 a 点电压为 $1/2 E_c$ 。由于流过 R_3 的 BG_1 基极电流 I_{b1} 很小,所以 I_{b1} 在 R_3 上的压降可以忽略。这样 b 点电压 $U_{b1} \approx U_a = 1/2 E_c$ 。电路 Z 点电压是由 BG_8 、 BG_9 串联分压决定,同样为 $1/2 E_c$ 。同样可忽略 I_{b2} 在 R_5 上的压降,认为 $U_{b2} \approx U_z$ 。于是 $U_{b1} = U_{b2} = 1/2 E_c$ 。通常 Z 点电压称为中点电压。

电路中我们使 BG_1 、 BG_2 的集电极电流为 1 毫安,因此恒流源供给 BG_1 、 BG_2 的电流应为 $I_{c1} + I_{c2} = 2$ 毫安 $= I_{c3}$ 。流过 R_5 的电流应为 2 毫安, R_5 上的压降就是 BG_4 的 U_{be4} , 为 0.7 伏,因此 $R_5 = 0.7 \text{ 伏} / 2 \text{ 毫安} \approx$

330 欧。由此可见 BG_1 、 BG_2 两管的工作电流均受 R_5 控制。 U_{b3} ，即 U_{ce4} 是 BG_3 、 BG_4 两管的 U_{be} 之和，即 $U_{b3} = U_{be3} + U_{be4} = 0.7 + 0.7 = 1.4$ 伏。 R_7 、 BG_4 这一支路的工作电流 $I_{c4} = (E_c - U_{b3}) / R_7 = (E_c - 1.4) / 5000$ 。 R_4 上的直流压降为 $U_{R4} = I_{c1} \cdot R_4 = 1 \text{ 毫安} \times 680 \text{ 欧} \approx 0.7$ 伏，这一电压将为后面 BG_5 提供直流偏压。

再来看看这部分电路的动态(即交流)工作情况。当电路输入端输入一信号 U_{sr} 时，设信号在正半周使 U_{be1} 增加，这时 $I_{b1} \uparrow$ ， $I_{c1} \uparrow$ ，由于 BG_3 是恒流源， $I_{c3} = I_{c1} + I_{c2}$ 这一值是不变的，所以 $I_{c1} \uparrow$ 就必然使 $I_{c2} \downarrow$ ，如前面对图 2 电路的分析一样，在 BG_1 输入端得到的是 $U_{sr}/2$ ，因此在负载 R_4 上得到的输出信号电压，是单管放大电路输入 U_{sr} 时所能输出的电压的一半。

如果由于温度上升，相当于在电路两端同时加上等幅度同相位信号，则发生下列过程：

$$I_{c1} \uparrow \rightarrow I_{c3} \uparrow \rightarrow U_{R5} \uparrow \xrightarrow{U_{b3} \text{ 不变}} U_{be3} \downarrow \rightarrow I_{b3} \downarrow \rightarrow I_{c3} \downarrow \rightarrow I_{c1} \downarrow$$

$$I_{c2} \uparrow \rightarrow I_{c3} \uparrow \rightarrow U_{R5} \uparrow \xrightarrow{U_{b3} \text{ 不变}} U_{be3} \downarrow \rightarrow I_{b3} \downarrow \rightarrow I_{c3} \downarrow \rightarrow I_{c2} \downarrow$$

可见由于恒流源的恒流作用，使得温度或其他使 I_{c1} 、 I_{c2} 同时增加或减少的因素对差动电路的影响减到最小程度。

电路中 C_1 是耦合电容。 C_2 用以滤去 $R_1 R_2$ 分压点上残留的电源中的交流分量。 R_3 既把 R_2 上分压得到的基极偏压加到 BG_1 基极，又使 C_2 同 BG_1 基极隔离，免得把有用的信号旁路掉。 R_3 一般取 BG_1 输入阻抗的十倍以上，就能使大部分信号加到 BG_1 ，不致被 $R_3 C_2$ 旁路。

R_6 、 R_8 、 C_3 是一负反馈网络，用以改善电路的失真和频响。

4. 电压、电流放大电路：这部分由 BG_5 、 BG_8 、 BG_9 、 BG_{10} 、 BG_{11} 组成，如图 10。

BG_5 作电压放大。它的偏置如前述是取自 I_{c1} 在 R_4 上的直流压降。 BG_7 是 BG_5 的一个负载，它也是一个恒流源。前面分析过， $U_{ce4} = 1.4$ 伏是恒定的，这样 $U_{R9} = U_{ce4} - U_{be7} = 1.4 - 0.7 = 0.7$ 伏也是恒定的，于是恒流源 BG_7 提供给 BG_5 的电流是恒定的；它的数值是： $I_{c5} = 0.7 / R_9 = 0.7 / 150 \approx 5$ 毫安。

BG_8 、 BG_9 、 BG_{10} 、 BG_{11} 是电流放大级，如图 11。我们先讨论一下电路中 ab 两点间应得到多少偏压。从图中可看出 ab 两端电压应是 $U_{be8} + U_{R12} + U_{be9}$ 。而 $U_{R12} = U_{be10}$ (R_{14} 很小，它上面压降忽略不计)。由于 BG_8 、 BG_9 、 BG_{10} 三管均为硅

管，它们的 U_{be} 都是 0.7 伏，所以 ab 两端提供的电压是 $U_{be8} + U_{be9} + U_{be10} = 0.7 \text{ 伏} \times 3 = 2.1$ 伏。 BG_{11} 的偏压是取自 I_{c9} 在 R_{13} 上的压降，也应为 0.7 伏。 BG_8 、 BG_9 的静态电流是 $U_{R13} / R_{13} = 0.7 / 220 \approx 3$ 毫安。

在 ab 点间接一个电阻就能够为 ab 间提供 2.1 伏电压，由于流过的电流为 5 毫安，所以电阻应采用 $2.1 / 5 \times 10^{-3} = 400$ 欧。但这样效果不好，采用 400 欧电阻后会使得 BG_8 、 BG_9 两管基极得到的信号电压在一定程度上不等，因为电阻对直流和交流都有压降。而用如图 11 的电路就可以避免这一缺点。通过简单的计算可知， BG_6 的动态电阻只有几十欧， BG_6 加上 R_{10} 、 R_{11} 组成的偏置电路的动态电阻也很小，比 400 欧小得多， BG_8 、 BG_9 两管基极电位就基本相等了。可知 BG_6 、 R_{10} 、 R_{11} 这一偏置电路实际上是又一个恒压电路。这个恒压源也可用几个二极管和一微调电阻串联电路的压降得到(利用二极管的正向压降)，但这时几个元件串联的动态电阻值就要大多了，所以效果也不好。这里对 BG_6 管的要求同对 BG_4 管的要求一样，是很低的。 BG_6 的 $BV_{ceo} > 3$ 伏， β 在 30 左右即可。

现在再来看看 BG_6 、 R_{10} 、 R_{11} 是如何为 ab 端提供 2.1 伏偏压的。由于 $U_{ce6} = 2.1$ 伏，而 $U_{be6} = 0.7$ 伏，所以

$U_{ce6} / U_{be6} = 2.1 / 0.7 = 3/1$ 。因此 $(R_{10} + R_{11}) / R_{11}$ 也应为 3/1。现设流过 BG_6 的电流 I_{c6} 为 3 毫安，流过 $R_{10} + R_{11}$ 支路的电流为 2 毫安，则 $R_{10} + R_{11} = 2.1 \text{ 伏} / 2 \text{ 毫安} \approx 1$ 千欧，为了同时满足上述两个条件，所以 R_{10} 取 680 欧， R_{11} 取 330 欧。考虑到 BG_6 的输入电阻的并联影响， R_{11} 宜用 390 欧左右。

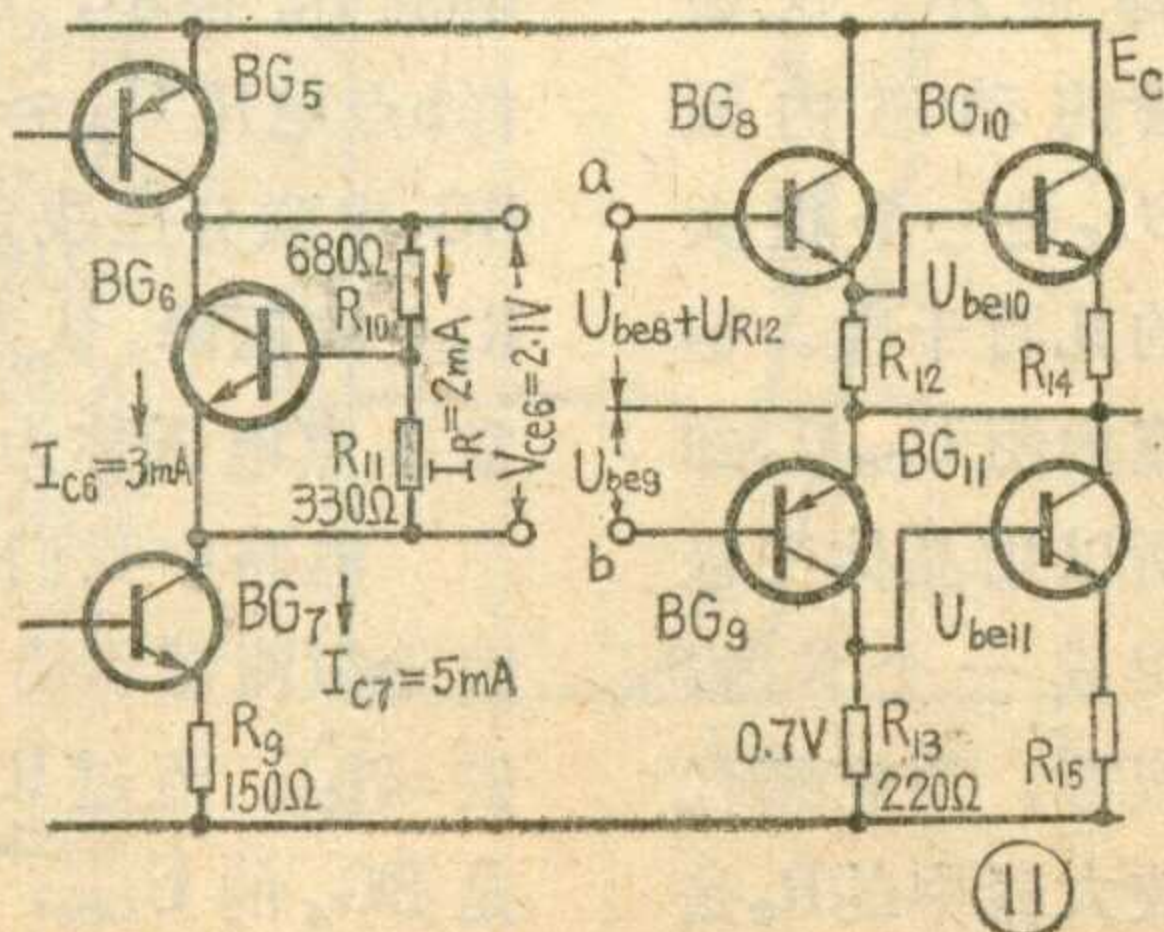
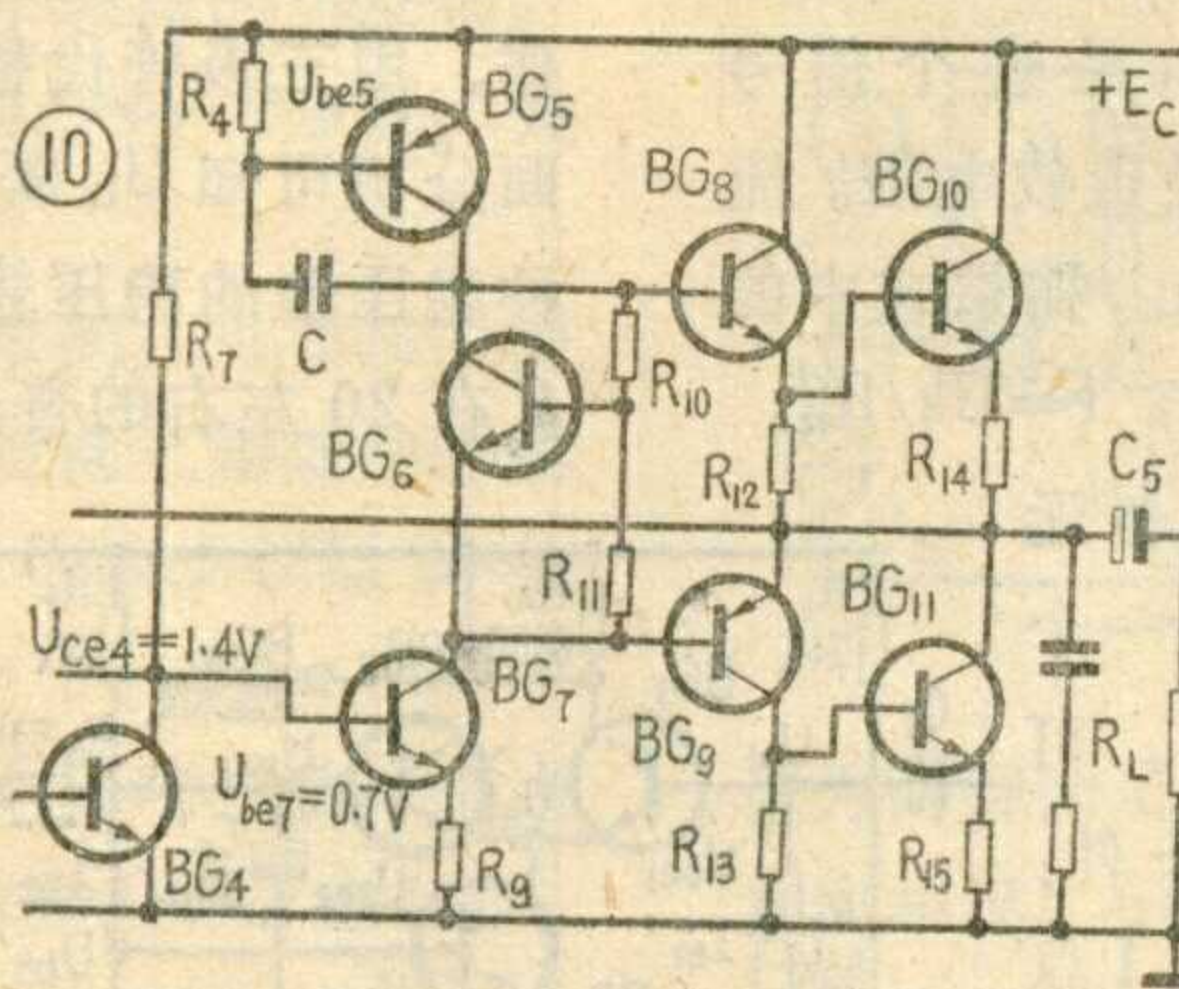
BG_6 除了用作偏置电路外，还起到稳定偏置的作用，当 BG_5 这一支路电流由于其他电路故障而大大增加时，由于 BG_6 是一恒压源， a 、 b 两点间的电压不会变动，从而保护后面末级四管的静态工作不致因 I_{c5} 增大而破坏。 BG_6 还有温度补偿作用，后面再讲。

电压电流放大电路的工作原理请参看本刊 1974 年 7、8 合期《无变压器功率放大电路》一文，这里从略。

三、全电路分析

上面对本电路的各部分的工作原理作了一些初步介绍，现再对全电路的特点(图 12)作一整体分析。

1. 电路对不同电源电压的自动适应特性：一般晶体管电路在电源电压发生变动时，电路的直流工作状态会受到很大影响，此时晶体管的 I_b 会随着电压的不同而发生增减，使电路不



能正常工作。从晶体管特性曲线可知,对 I_b 直接影响的是 U_{be} , 所以要能控制住 U_{be} , 不让它随电源电压而变动, 就能使电路在不同电源电压时都能正常工作。

本电路输入端的差动放大器 BG_1 、 BG_2 的直流工作电流是由 BG_3

恒流源提供的。 BG_3 的输出电流是否恒定取决于它的基极电压的恒定。 BG_3 的基极电压是由 BG_4 组成的恒压源提供的。从前面分析可知, BG_4 恒压源的动态电阻很小, 接上不同的电源电压 E_c 时, 在 BG_4 、 R_7 支路引起的 I_{c4} 较大幅度的变化是不会使 U_{ce4} 有所变化的。由于 U_{ce4} 恒定, U_{be3} 也恒定。由于 $I_{c3} = (U_{ce4} - U_{be3})/R_5$, 式中 U_{ce4} 、 U_{be3} 恒定, 所以 I_{c3} 也为一恒定值。从而 I_{c1} 在 R_4 上的电压降, 即 BG_5 的偏置电压 U_{be5} 也恒定, 不会随 E_c 而变化。

BG_4 这一恒压源还同时控制了 BG_7 这一恒流源, 因此 I_{c7} 也不随 E_c 变化而变化。

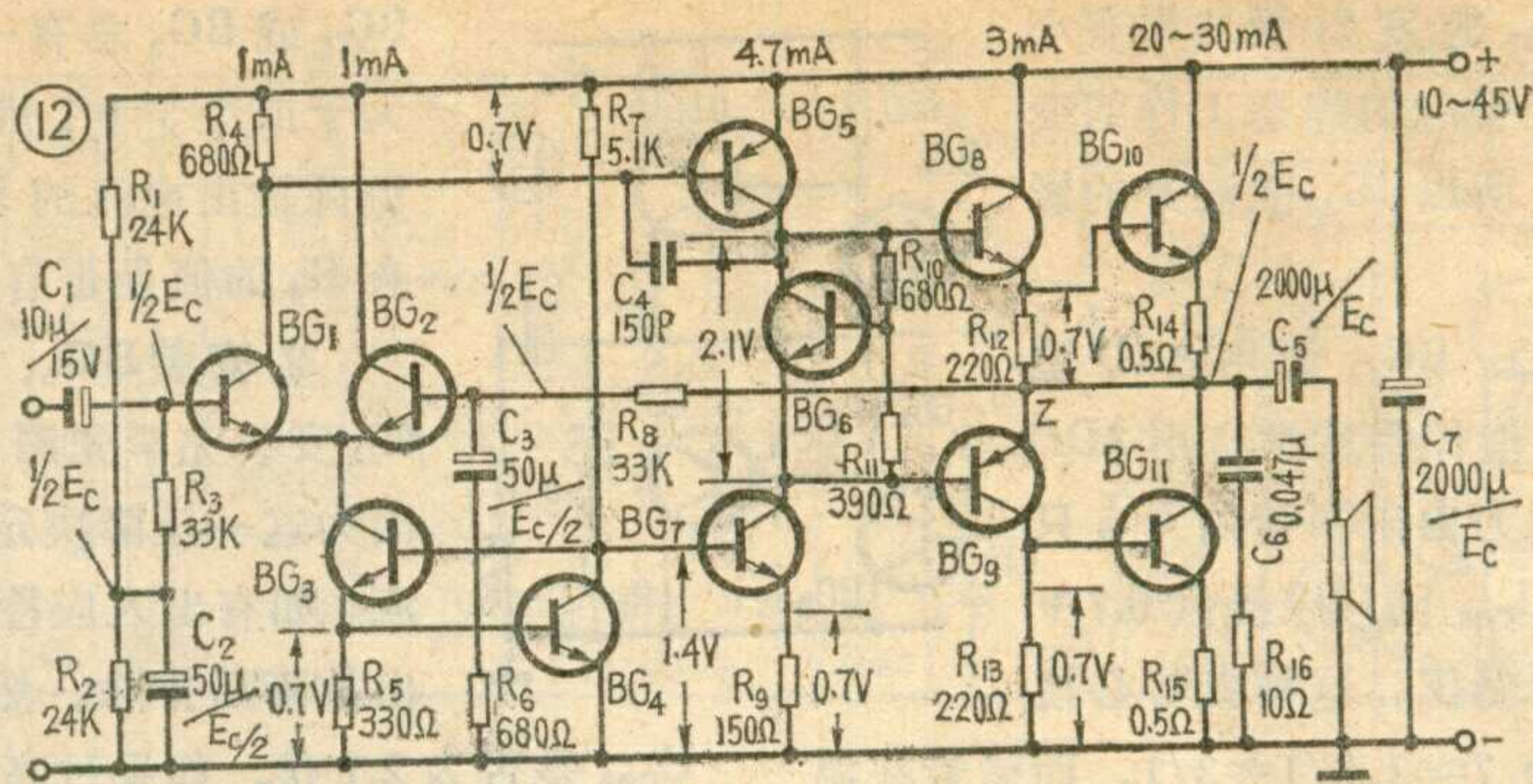
BG_8 、 BG_9 、 BG_{10} 三管受 BG_6 组成的偏置电路控制, 如前所述 BG_6 恒压电路的动态内阻很小, 流经 BG_6 的电流大小对它的恒压值没有影响, 所以 BG_6 偏置电路不会受 E_c 变动的影 响, BG_8 、 BG_9 、 BG_{10} 三管工作也能恒定。 BG_{11} 的偏压取自 R_{13} 上的压降, 只要 BG_6 的偏压不变, 流经 R_{13} 的电流也不变, R_{13} 上压降不变, BG_{11} 工作也能恒定。

从上述可知, 整个电路的各晶体管都能正常工作在 E_c 为 10 伏~45 伏这一范围内的任一电压。

本电路对电路 midpoint 电压发生的不对称变动, 同样能够自动调整。

现假定由于某种原因使串联分压点 Z 点电压上升, 使 U_{be2} 增加, 这一变化就立刻发生一系列的连锁反应: $U_z \uparrow \rightarrow U_{be2} \uparrow \rightarrow I_{e2} \uparrow \rightarrow U_{c3} \uparrow \rightarrow U_{be1} \downarrow \rightarrow I_{e1} \downarrow \rightarrow U_{R4} \downarrow \rightarrow U_{be5} \downarrow \rightarrow BG_5$ 内阻 $\uparrow \rightarrow BG_8$ 基极电位 $\downarrow \rightarrow BG_8$ 内阻 $\uparrow \rightarrow U_z \downarrow$ 。可以看到, 只要 midpoint 电压有一微小变化, 就会马上反送到差动放大器 BG_2 的输入端, 并同 BG_1 得到的 R_1 、 R_2 分压值比较后, 通过 R_4 向 BG_5 发出调整信号, 使 midpoint 电压同 R_1 、 R_2 分压点的电压相等。显而易见这是一个 100% 的直流负反馈过程。在反馈过程中, 由于 C_3 对直流视为开路, 所以没有任何分压或衰减, 全部反馈回去。但在交流情况下, C_3 不能视为开路, 对反馈信号有旁路作用, 使反馈量大大减少, 故不致影响电路对信号的放大倍数。

综上所述, 电路由于采用了恒流源和差动放大器的 100% 的直流负反馈, 使整个电路不但能自动适应



不同电源电压, 而且能自动调整电路 midpoint 电压为 $1/2 E_c$ 。

2. 电路的温度补偿特性: 温度变化主要对晶体管的 U_{be} 、 β 和 I_{cbo} 三个参数有影响。对硅管而言, 要保持 I_b 不变, 则温度每升高 $1^\circ C$, U_{be} 应

下降 2 毫伏(见图 4); 温度升高 $1^\circ C$ 时, β 增加 0.5% 左右; I_{cbo} 在温度变化时以指数曲线规律变化。 β 和 I_{cbo} 受温度的影响较小, 可忽略不计。温度变化对 U_{be} 的影响则较大, 从图 4 可直观地看到: 当温度从 t_1 变到 t_2 ($t_2 > t_1$) 时, 管子的曲线从曲线 1 移到曲线 2 的位置。如果这时供给管子的 U_{be} 仍为原值的话, 则相当于给管子增加了一个 2 毫伏/ $1^\circ C$ 的偏压值, 造成 I_b 大大增加, 所以要保持 I_b 不变, 所加偏置电压应减少 2 毫伏/ $1^\circ C$ 。

本电路的电压放大部分 BG_1 、 BG_2 、 BG_5 三管的直流工作状态由 BG_3 、 BG_7 控制, 因此这部分电路主要应解决 BG_3 、 BG_7 两管的温度补偿问题, 而在本电路中是能自行解决的。例如由于温度上升, 且恒压源 BG_4 的 U_{ce4} 不变的话, 就相当于在 BG_3 、 BG_7 的基极各多加了偏压(每升高 $1^\circ C$ 增高 2 毫伏)。这就使它们的 I_b 增大, 从而影响恒流源电流的恒定。但由于 BG_4 是和 BG_3 、 BG_7 处于同一环境中工作的, 环境温度上升也使 U_{be4} 增大, I_{c4} 增大, U_{R7} 增大, 从而使 U_{ce4} 减小, 加到 BG_3 、 BG_7 的偏压相应减小, 达到一定的补偿作用。

差动放大器本身的抗温特性已如前述。

电流放大部分的温度补偿是由 BG_6 承担的。我们先估算一下在温度升高 $1^\circ C$ 时, BG_8 、 BG_9 、 BG_{10} 的 U_{be} 共变化了多少。请看图 11, ab 端的偏压是 $BG_8 \sim BG_{10}$ 三管的 U_{be} 之和, 即 $0.7 \times 3 = 2.1$ 伏。所以当温度升高 $1^\circ C$ 时, 每管所需正常偏压都应同时下降 2 毫伏, 三管共减少 $3 \times 2 = 6$ 毫伏才合适, 即 ab 两点间所加的偏压比温升前应减少 6 毫伏, 才能保证管子正常工作。如果这时为 $BG_8 \sim BG_{10}$ 提供偏压的 BG_6 管的 U_{ce6} 仍为 2.1 伏的话, 就相当于在三管的偏压之和上增加了 6 毫伏。但实际情况并不是这样, 因为 BG_6 也受到温度影响, 它的 U_{be6} 也同时减少 2 毫伏。由于 $U_{ce6} = 3U_{be6}$, 所以 U_{ce6} 的减少量为 $2 \times 3 = 6$ 毫伏, 这就使得为 $BG_8 \sim BG_{10}$ 提供的偏压减少 6 毫伏, 保证了这三管在温升时静态工作不受影响。

这里 BG_6 的温度补偿对 BG_{11} 来说是不够理想的, 它只能通过补偿三管的偏压值来使 R_{13} 上的静态压降不随温升而上升, 但不能使 BG_{11} 所加偏压适合需要地

减少。然而 BG_{10} 、 BG_{11} 的发射极均串有小电阻，该电阻对由温升引起的静态工作的变化也有一定抑制作用，所以 BG_{11} 受温升的影响是不会太大的。

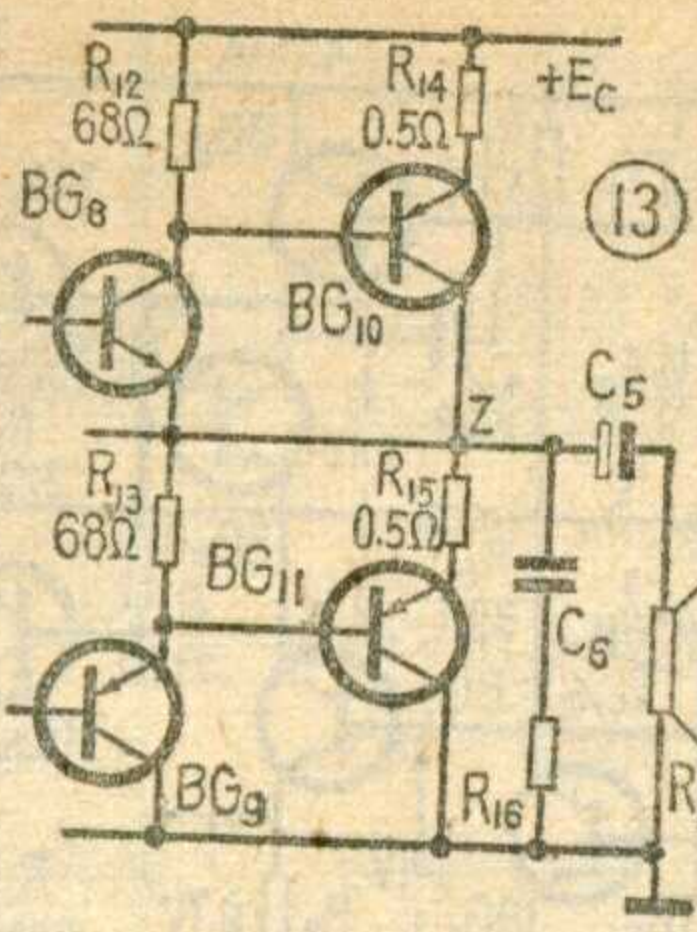
需要说明，如 BG_{10} 、 BG_{11} 管用 3AD 型锗管时， BG_6 的温度补偿作用就没有用 3DD 型硅管时那么理想，因为由于锗管的 U_{be} 只有 0.2 伏，所以 BG_6 的 U_{ce6} 也只应提供 $0.7 + 0.7 + 0.2 = 1.6$ 伏左右的偏压。这样就势必使 $(R_{10} + R_{11})/R_{11} = 1.6/0.7 \approx 2.3/1 \approx 3/1$ 。而锗管在温升时 U_{be} 的变化却同硅管基本相等，也是 2 毫伏/ $1^\circ C$ 。这时由于 $U_{ce}/U_{be} \approx 3/1$ ，就使 BG_6 的 U_{ce6} 肯定得不到 6 毫伏的变化量，而只有 4.6 毫伏左右。所以在用锗管时温度补偿效果要比硅管差。

3. 电路的频响特性： 电路全部采用硅管。管间全部直接耦合，只有在电路的输入端、反馈网络及同扬声器的耦合上用了隔直流电容器。这些电容器在一定程度上影响了电路的频响特性，但只要按电路数据安装，电路的频响还是较理想的，经测量在 20 赫~200 千赫内为 -1.5 分贝~-2 分贝左右。

四、安装与调试

由于各级间采用直流耦合，这给因元件挑选不当引起的故障排除带来一些不便。我们在安装过程中发现如把电路分成四部分，逐步安装、测试，就能方便地排除故障。

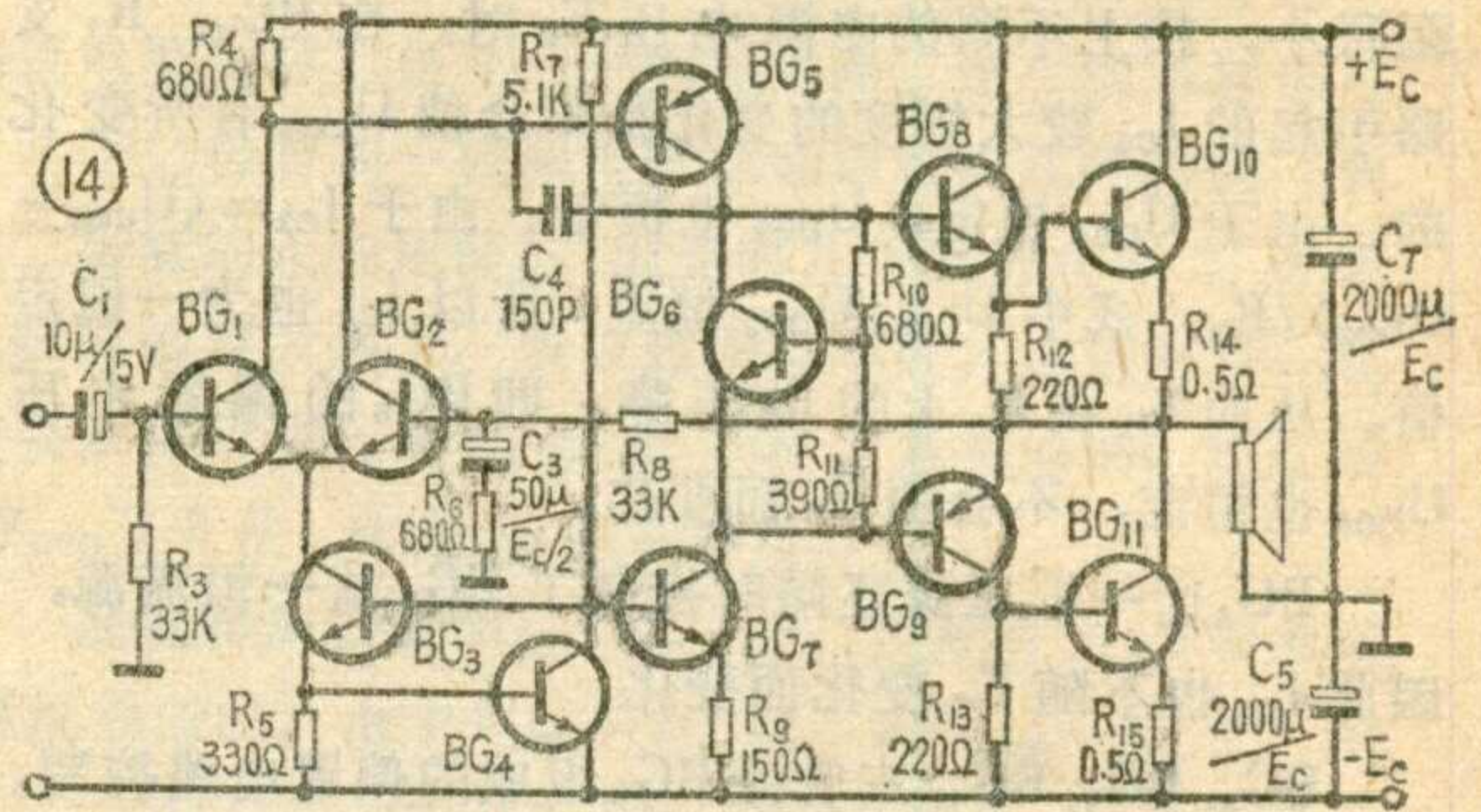
1. 安装输入级 $BG_1 \sim BG_4$ 、 $R_1 \sim R_8$ 、 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_7 ： 安装时需将 R_8 接 R_L 一头暂接 R_1 、 R_2 分压点，使 BG_2 取得直流偏压。安装完后即可通电测试 U_{ce4} 是否为 1.4 伏， U_{be4} 是否为 0.7 伏。如果这二电压正常，就说明恒流源工作正常。如 U_{ce4} 电压不符，则可分别测 U_{be3} 、 U_{be4} ，如有一个不是 0.7 伏，应检查 BG_4 管是否有 be 结击穿或开路。在测完 U_{ce4} 后，应测量 R_4 上压降是否为 0.7 伏，如压降为 0 或为 1.4 伏，就说明



BG_1 或 BG_2 总有一坏管存在。如果该电压大于或小于 0.7 伏的话，则需检查决定恒流源输出电流的 R_5 阻值是否有错，再检查 R_4 的值是否有错，即可查出故障所在。

2. 安装 BG_5 、 BG_6 、 BG_7 、 $R_9 \sim R_{11}$ 、 C_4 ： 安装完毕先测 R_9 上压降是否为 0.7 伏，因为这一压降决定了 BG_7 恒流源的输出电流。如有出入应检查 U_{be7} 的电压数值，找出故障后排除。然后测 U_{be6} 是否为 0.7 伏、

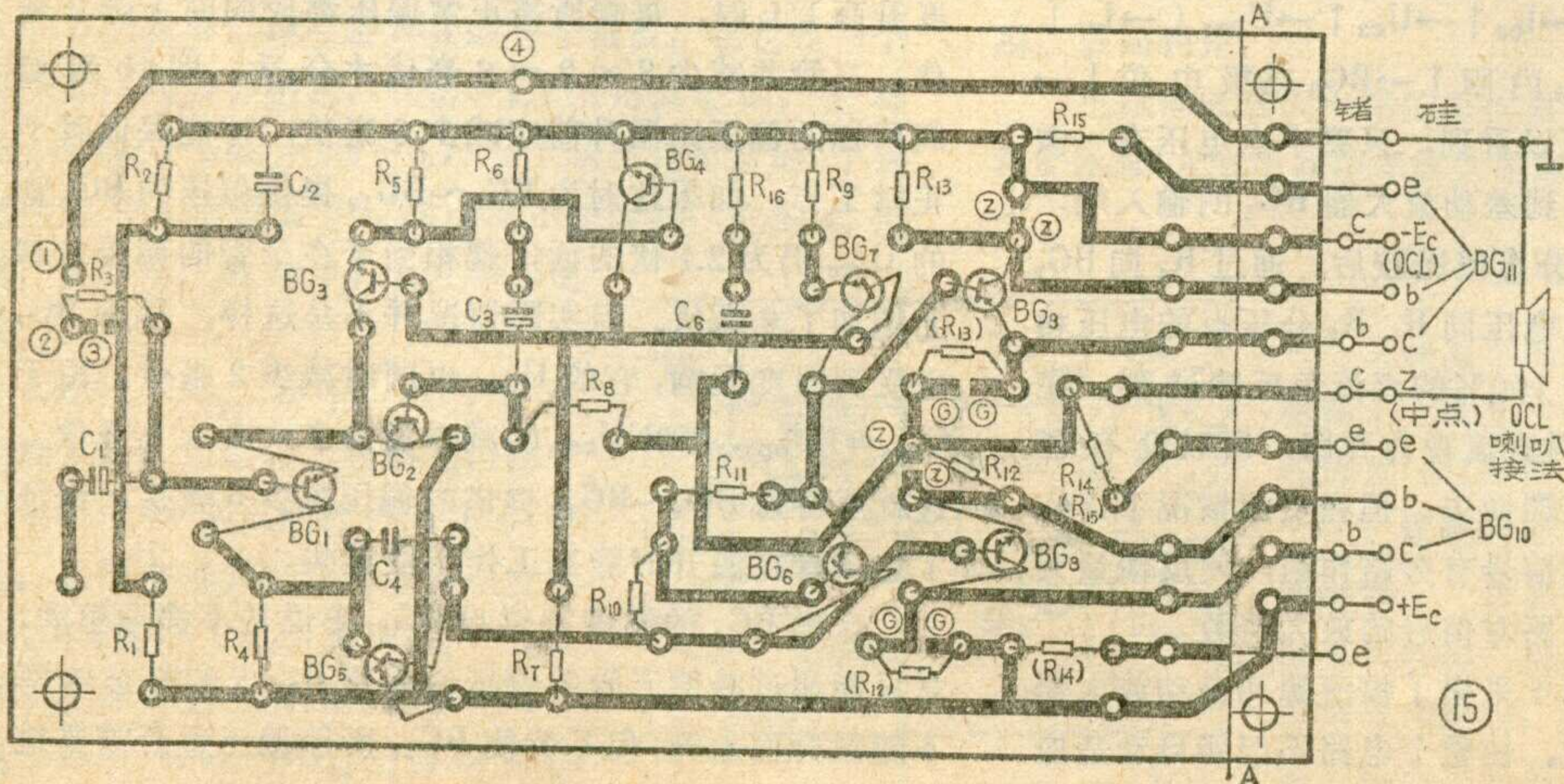
U_{ce6} 是否为 2.1 伏。如果过高，说明 BG_6 无电流流过或只流过很少电流，大部分电流均流过 R_{10} 、 R_{11} ，使其电压增加，应检 BG_6 是否有开路损坏现象。如该电压偏低或为零，说明电流全部被 BG_6 分流，或 BG_6 和



R_{10} 、 R_{11} 上均无电流或很小，应检查 BG_6 是否有开路或损坏和 R_{11} 是否损坏。这里尤其要注意，在后面几管焊上以前，应特别仔细检查 BG_6 、 R_{10} 、 R_{11} 的焊接是否可靠。在 U_{ce6} 和 U_{R9} 正常的情况下，方可开始第三部分的安装。

3. 安装 BG_8 、 BG_9 、 R_{12} 、 R_{13} ： 这时需将 R_8 焊回原处。检查 R_{12} 、 R_{13} 上的压降应为 0.7 伏。中点电压应为 $1/2 E_c$ 。一般只要前级 $BG_5 \sim BG_7$ 工作正常， BG_8 、 BG_9 参数正常的话，这部分不会有故障。

4. 装配 BG_{10} 、 BG_{11} 、 R_{14} 、 R_{15} 、 R_{16} 、 C_6 ： 这时在通电前应在 BG_{10} 集电极回路串接一电流表，通电测试其静态电流应在 20~30 毫安。如大于或小于该值，则



说明后面几管由于管子的离散性，使 U_{be} 不一定是 0.7 伏了，与计算值有差距。这时就需适当调整 R_{10} 与 R_{11} 的比值，一般可将 R_{11} 换成 1 千欧可变电阻，调整 R_{11} 的大小使 BG_{10} 、 BG_{11} 的静态电流调到 20~30 毫安。这里如将 R_{11} 阻值调大，则输出级电流下降，反之则增

加，所以在调整时将 R_{11} 开路也不会象一般OTL电路那样会导致以后几管烧毁。

全部电路组装完毕就可输入一信号试听了。本电路中 BG_{10} 、 BG_{11} 如改用 3AD

类锗管时，有关部分电路可改接成图 13。

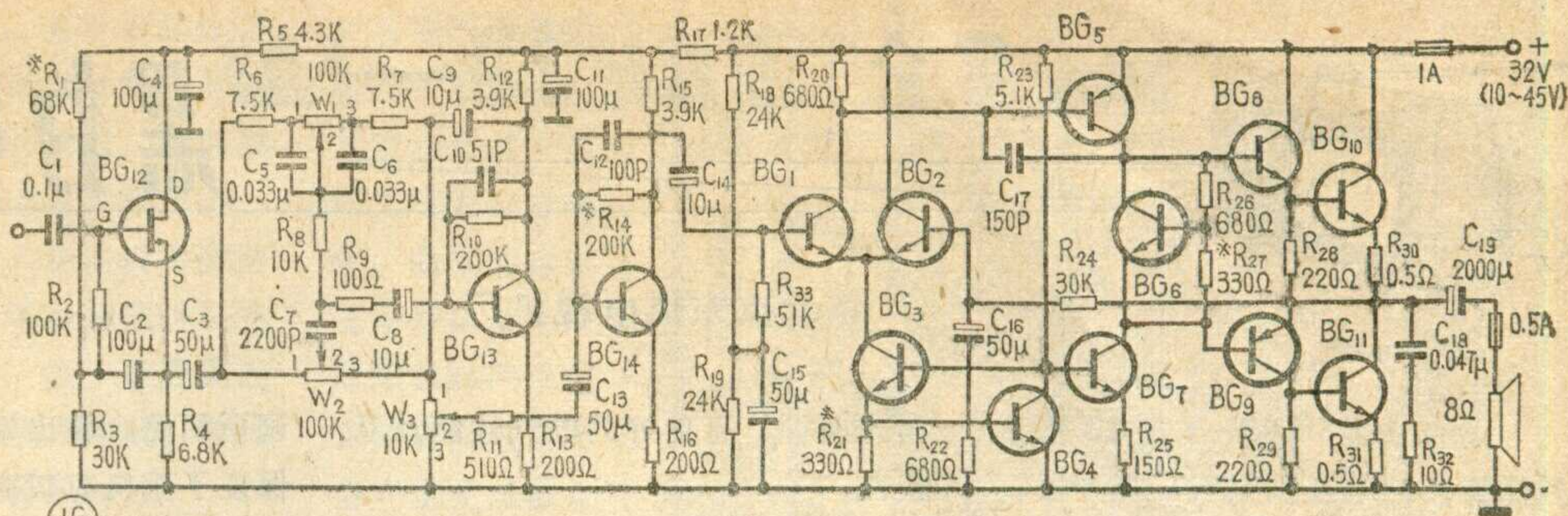
这种电路只要将其中几个接点改动，就可改成无电容输出电路（简称 OCL 电路）。这样就可进一步改善

低端频响，可做到 5~10 赫以下，但 20 赫以下的低频扬声器很难放出，人耳也难辨别，并且扬声器与电路直接耦合，直流电流直接通过扬声器，如果电路出故障使这一电流大到一定程度，就会损坏扬声器（为保险起见，可串一个 0.5 安保险丝管），所以 OCL 电路也是有

缺点的。这里也将 OCL 电路接线图画出（图 14），供试验参考。

图 15 是全电路的印刷电路图。 BG_{10} 、 BG_{11} 采用硅管时 GG 相连；用锗管时 ZZ 相连，可将 AA 线右端

割下，螺孔相应左移。括号内电阻是用锗管时的电阻编号。接 OTL 电路时，②③ 相连， $-E_c$ 端接地。接 OCL 电路时，①



(16)

②相连， $+E_c$ 、 $-E_c$ 为+、-电源输入端，Z(中)点接扬声器， R_6 接地端换接④。

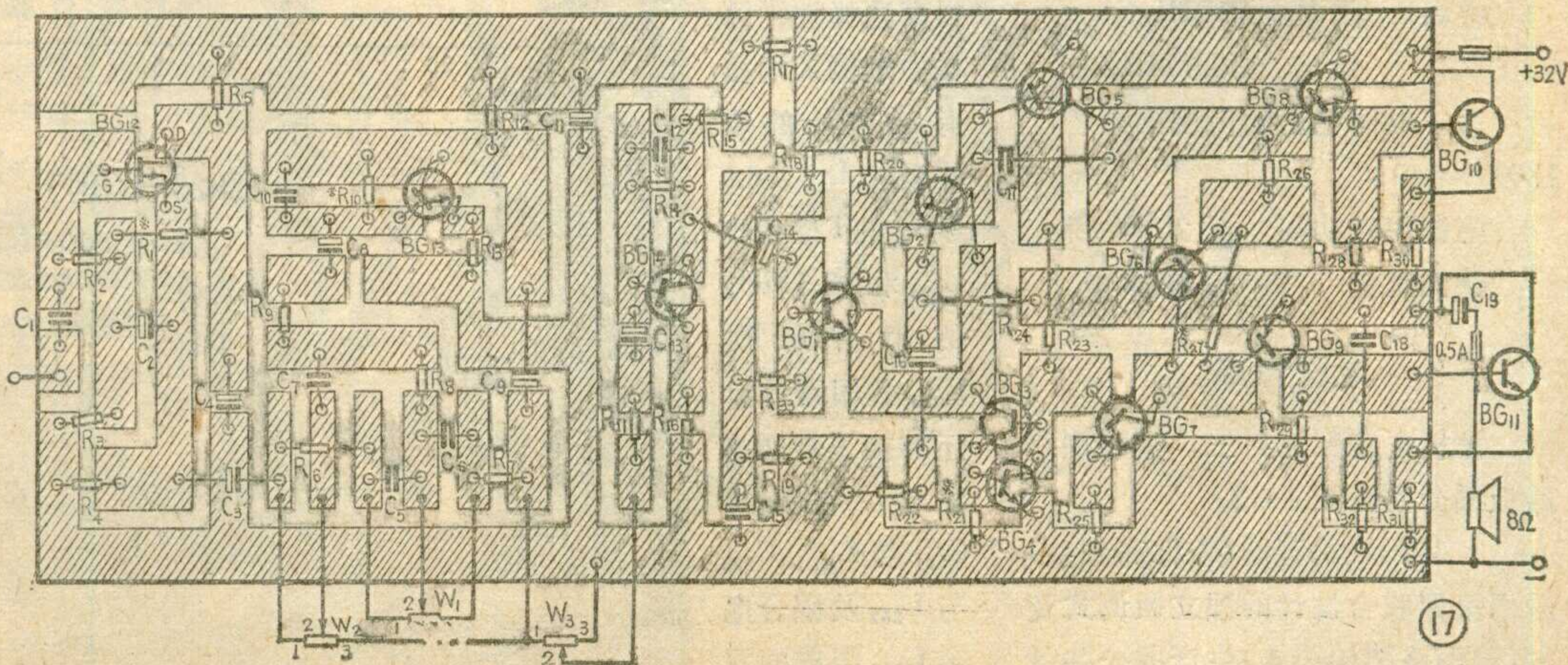
编注：为了帮助读者试装好上面介绍的电路，现将带音调控制前级的另一完整扩音电路及其印刷

附表：本电路所用晶体管的参考数据

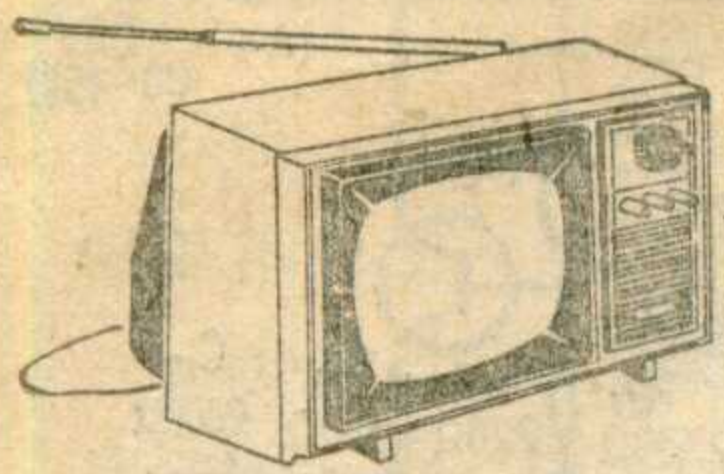
序号	型 号	β	BV_{ceo}	备 注
BG_1	3DG6; 3DG8; 3DG12	≥ 30	E_c	两管对称
BG_2	"	≥ 30	E_c	
BG_3	"	≥ 20	$> E_c/2$	
BG_4	"	≥ 20	$> 2V$	
BG_5	3CG 或 3CK	≥ 80	$> E_c$	$P_{cm} > E_c \cdot I_{c5} (I_{c5} = 5mA)$
BG_6	3DG6; 3DG8; 3DG12	≥ 30	$> 3V$	
BG_7	3DG12; 3DK4	≥ 20	$> E_c$	
BG_8	"	50~100	$> E_c$	$P_{cm} > E_c \cdot I_{c8,9}$ $V_{ces} < 1V/100mA$; 两管尽量对称
BG_9	3CG 或 3CK	50~100	$> E_c$	
BG_{10}	3DD	≥ 50	$> E_c$	$P_{cm} > E_c \cdot I_{10,11}$ $V_{ces} < 2V/3A$ 两管尽量对称
BG_{11}	3DD	≥ 50	$> E_c$	

级的另一完整扩音电路及其印刷电路介绍于后（见图 16、图 17）供大家参考。这种电路是由浩波同志提供的，其电路后面部分和上面介绍的电路基本一样，前面部分所用 BG_{12} 采用 3DJ6 型场效应管， BV_{ceo} 要求 20 伏，静态电流调到 1 毫安； BG_{13} 采用 3DG₆、

或 3DG8、3DG12， β 为 150， $BV_{ceo} > 15$ 伏，静态电流 1.5 毫安； BG_{14} 采用 3DG6、8、12， β 为 100， $BV_{ceo} > 15$ 伏，静态电流为 4 毫安。这种电路的印刷电路板自制比较方便，用刀刻去不需要的铜箔即成。



(17)



昆仑

BSH23-1

黑白电视机

北京东风电视机厂

昆仑牌 BSH 23—1 型 23 厘米晶体管黑白电视机系我厂新产品，在设计过程中贯彻平战结合，军民兼顾的原则，性能稳定可靠，图象清晰、逼真，耗电量小，使用维修较方便。

主要性能指标

图象尺寸 $140 \times 180(\text{mm})^2$

接收频道 12(VHF)

灵敏度: 图象 不劣于 $100 \mu\text{V}$

(75Ω)

伴音 不劣于 $50 \mu\text{V}$

(75Ω)

清晰度: 垂直 \geq (中心) 400

线

水平 \geq (中心) 350

线

灰度等级 ≥ 7 级

选择性 不劣于 20db

光栅(图象)几何失真 $< 3\%$

扫描非线性失真:

水平 $< 15\%$

垂直 $< 10\%$

伴音不失真功率

$> 400 \text{ mW}$

音频失真度 $< 4\%$

中频: 图象 37 MHz

伴音 30.5 MHz

适应电网电压的范围:

180V~240V

电源消耗功率 约 25 W

整机重量 约 6.5 Kg

电路特点

整机电路图见封三，其印刷线路板图分别见图 1—3。

1. 甚高频调谐器(俗称高频头)采用全国联合设计的独立微调式及本厂(电路图如图 4)生产的公共微

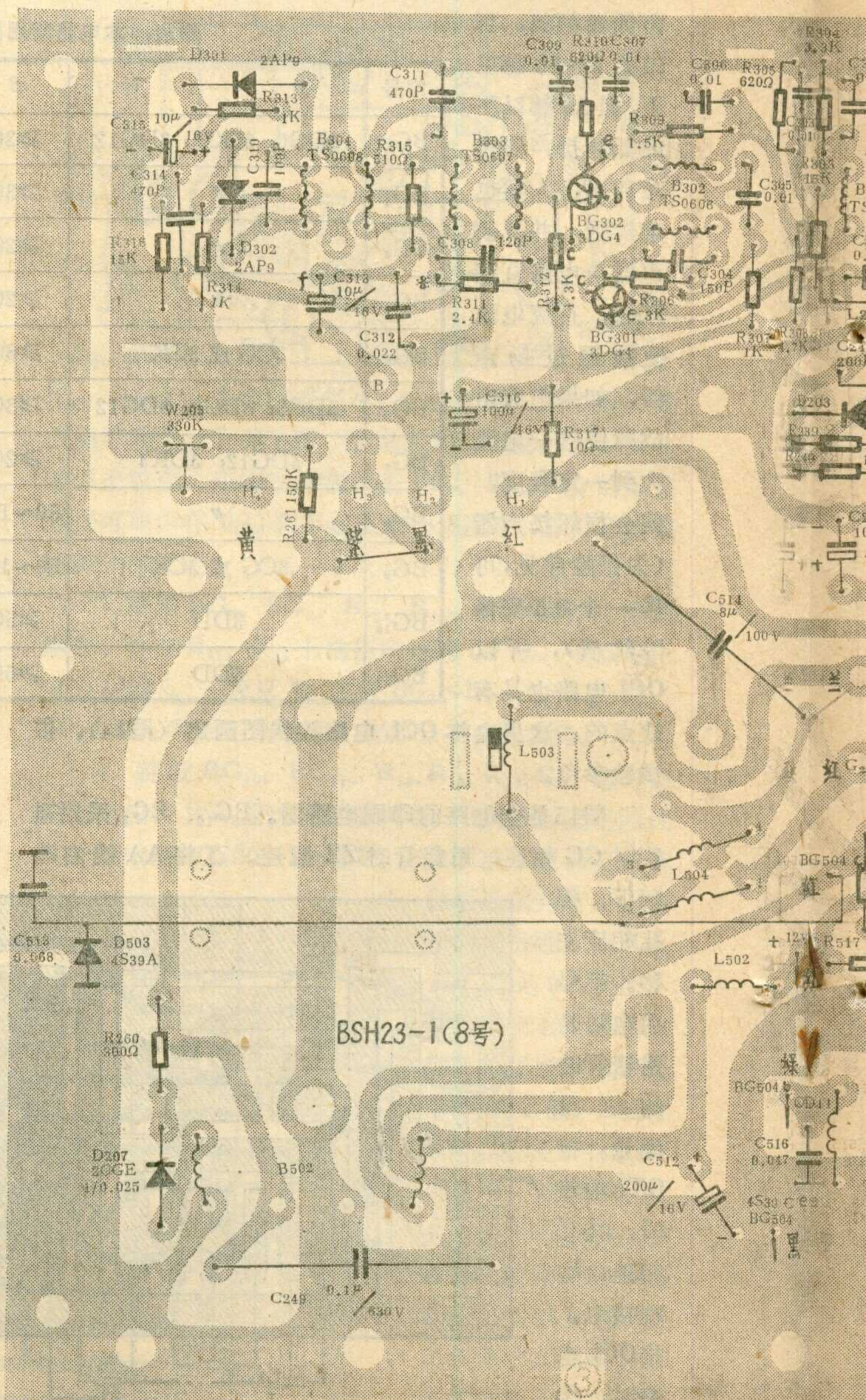
调式两种，有良好的电气性能及互换性。

2. 图象中放采用四级阻容耦合宽频带放大器，增益可达 70 dB 左右。

为了保证图象的质量，要尽量压低通带以外的无用信号和噪声干扰，这就要求整机有较高的选择性。这一指标主要决定于中频放大器，而阻容耦合宽频带中频放大器的选择性又主要决定于其输出双调谐耦合回路。由于它的次级回路 Q 值受到检波负载和预视放级低的输入阻抗的限制，因此使得双调谐回路的矩形系数不够理想。为了改善矩形系数，提高选择性，除在中放输入端接有 29 MHz 的串联吸收 L_{203} 、38.5 MHz 的 T 型吸收 L_{204} 和 30.5 MHz 的串并吸收 L_{205} 各回路外，还加接了带通滤波器，它是由 C_{201} 与 L_{201} 、 C_{203} 与 L_{202} 及耦合电容 C_{202} 组成的双

调谐回路。输出端的双调谐回路还保证了整机有较高的增益，调谐 L_{206} 、 L_{207} 使左峰在 32 MHz，右峰在 36 MHz。

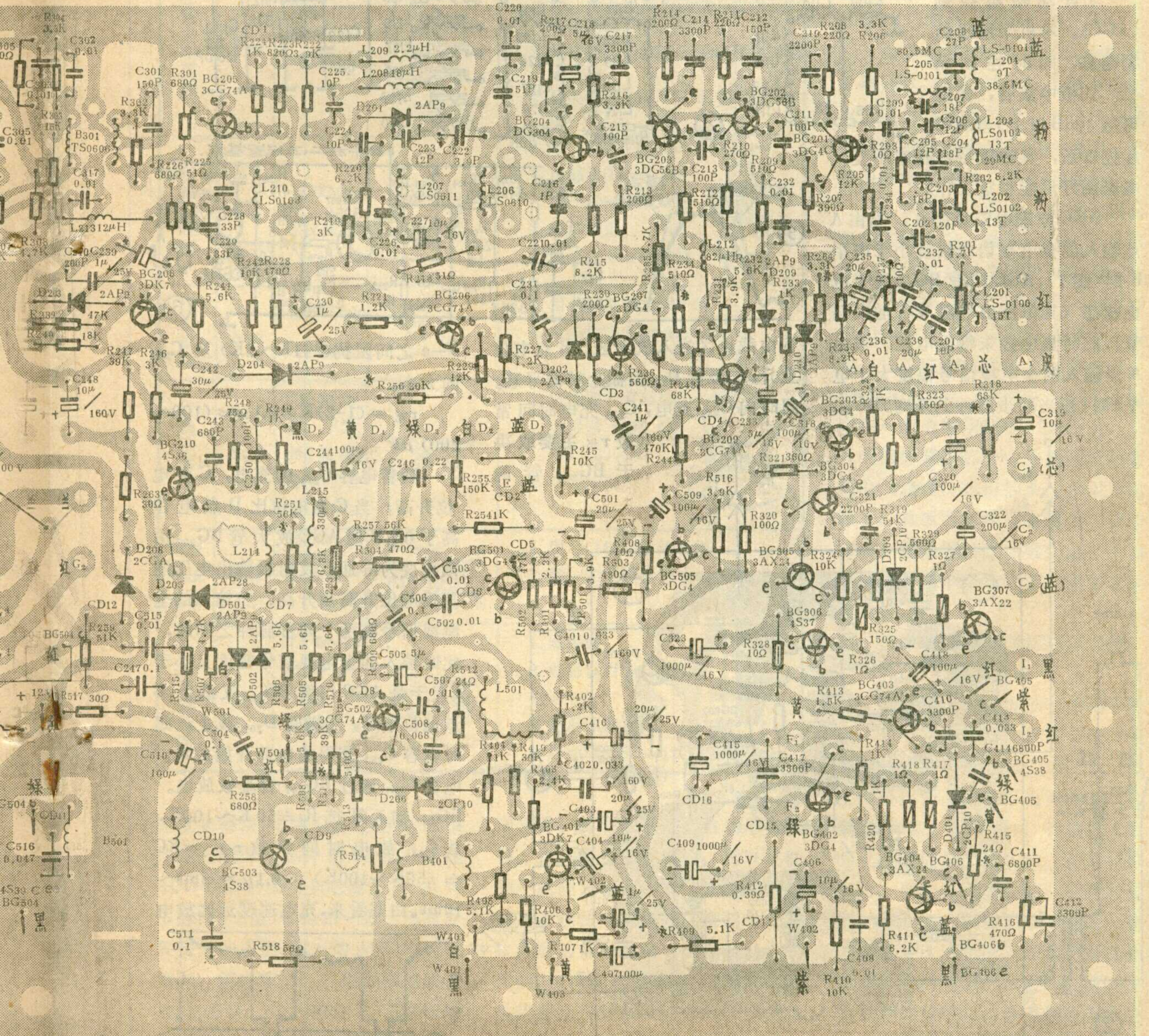
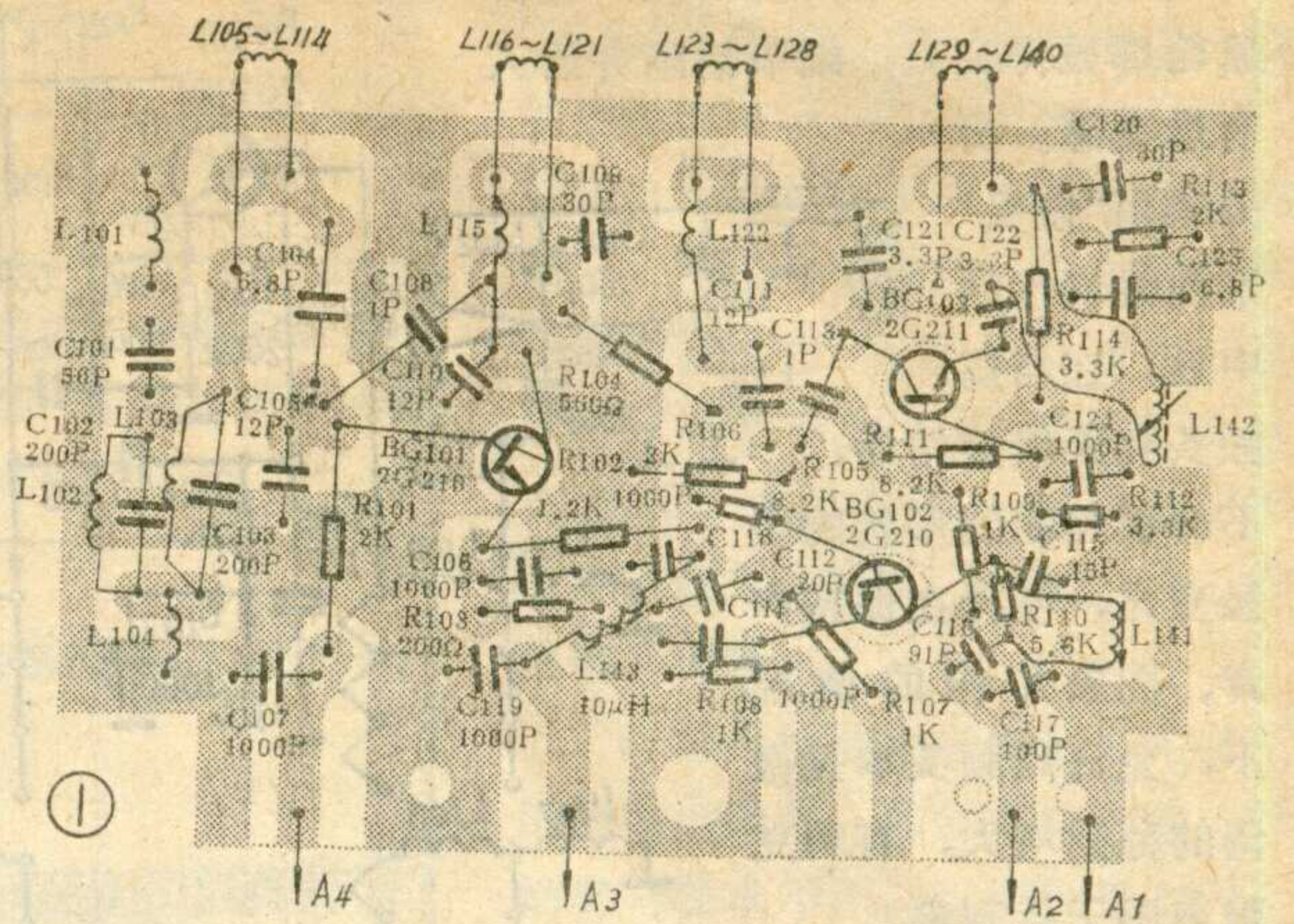
放大器中元、器件的更换，对



幅频特性影响不大，也不受晶体管温度特性等影响。因为电路的谐振回路比较集中，所以调试、修理都比较方便。与参差调谐放大器相比，阻容耦合宽频带放大器还具有调谐方便、在输入信号强弱变化时频率特性基本不受影响，便于做成集成电路等优点。缺点是：排板、布线设计较困难，容易自激。

3. 图象中放频率特性目前有“矩形”曲线和“馒头”形（亦称“草垛”形）曲线两种如图5。本机图象

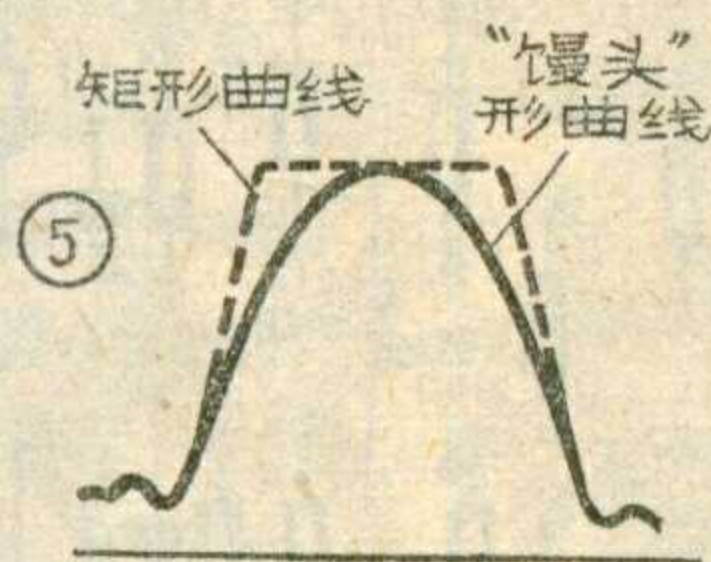
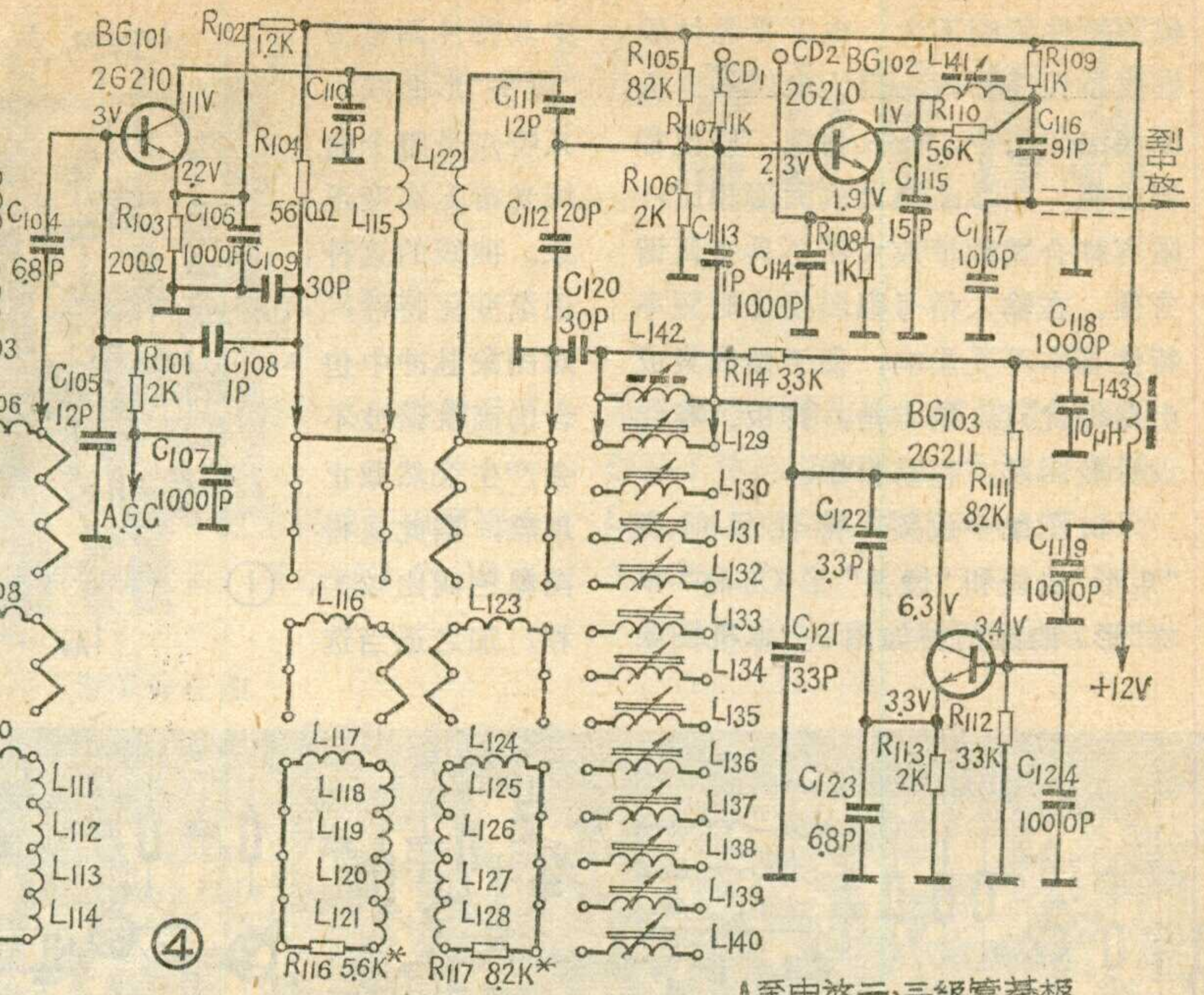
中放特性调整为“馒头”形曲线，其特点是整个曲线光滑无突变现象。曲线的这种逐渐变化特性，对图象脉冲中包含的高次谐波不会产生突然截止现象，因此显得图象色调比较柔和。加之适当选



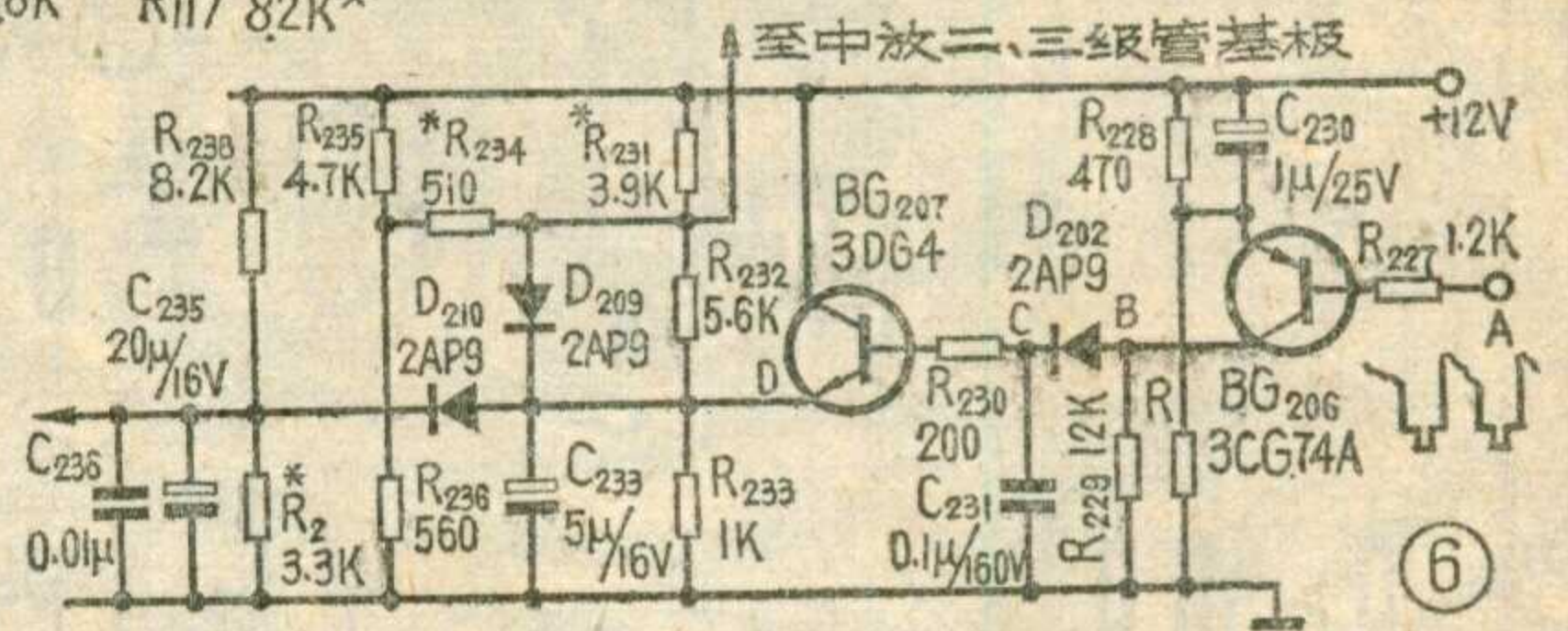
择图象载频在曲线上的位置，使图象轮廓显得突出，细节清晰并给人有透亮感。另外采用“馒头”形曲线特性的中放，在与高频头和天线连结后，不会引起曲线形状的明显变化，使得在保持声音、图象并佳的情况下，允许高频头本振微调的范围增大，有利克服声图干扰现象。

4.自动增益控制(AGC)。本机采用峰值型电路，同时控制第二、三极中放管，深度可达40dB以上。当AGC起控以后，其幅频特性基本不变，电路调好后能稳定工作。

AGC原理电路见图6，当由A点输入的全电视信号幅度小于电平E时(图7)，AGC门管BG₂₀₆处于截止状态(其深度由电阻R₂₂₁加以调节)，此时集电极未输出电压。当由A点输入的全电视信号幅度大于电平E时(即当同步脉冲到来时)BG₂₀₆



管由截止区进入放大区。B点电位上升，二极管D₂₀₂由截止转向导通。同时向C₂₃₁充电，C₂₃₁充电时间常数 $\tau_{充}$ 主要取决于BG₂₀₆管的



c-e之间阻抗(约1K~2K)及C₂₃₁的大小。

$$\tau_{充} = (1-2)K \times 0.1\mu \approx (100 \sim 200) \mu s$$

随着电容C₂₃₁的充电，C点电位升高，当C点电位比D点电位高于0.7V时AGC放大管BG₂₀₇由截止变为导通，发射极输出电压随基极电位升高而升高。当输入的全电视信号在两个同步脉冲之间时，此时输入的全电视信号幅度又小于E，于是AGC门管BG₂₀₆又截止，B点电位下降，二极管D₂₀₂截止，此时电容C₂₃₁充得的电荷开始放电。电容C₂₃₁通过BG₂₀₇管基极放电。BG₂₀₇输入阻抗R_i≈50K~100K，故C₂₃₁放电时间常数 $\tau_{放} = RC \approx (50K \sim 100K) \times 0.1\mu = 5ms \sim 10ms$ 。由此看来，充电速度远比放电

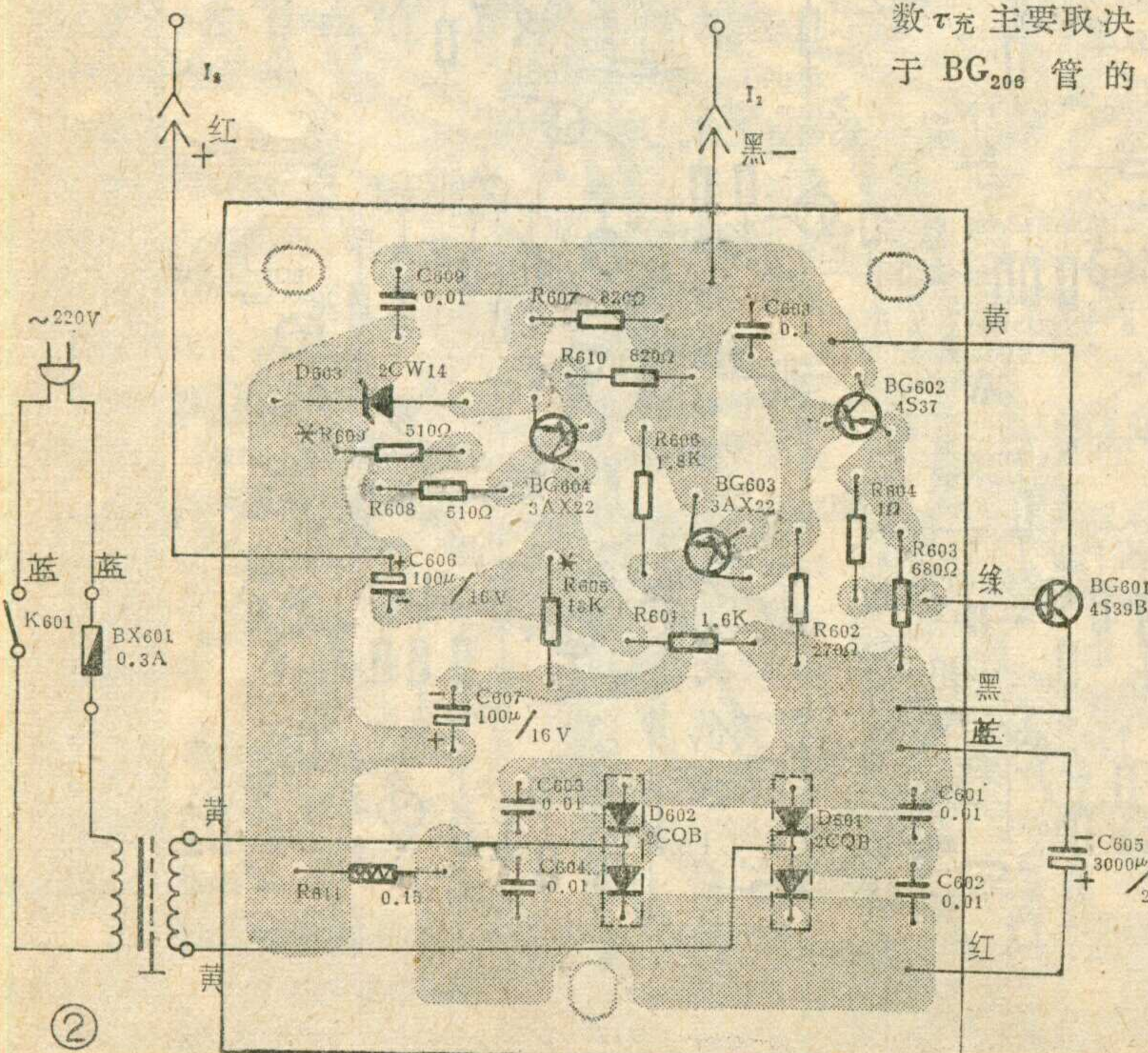
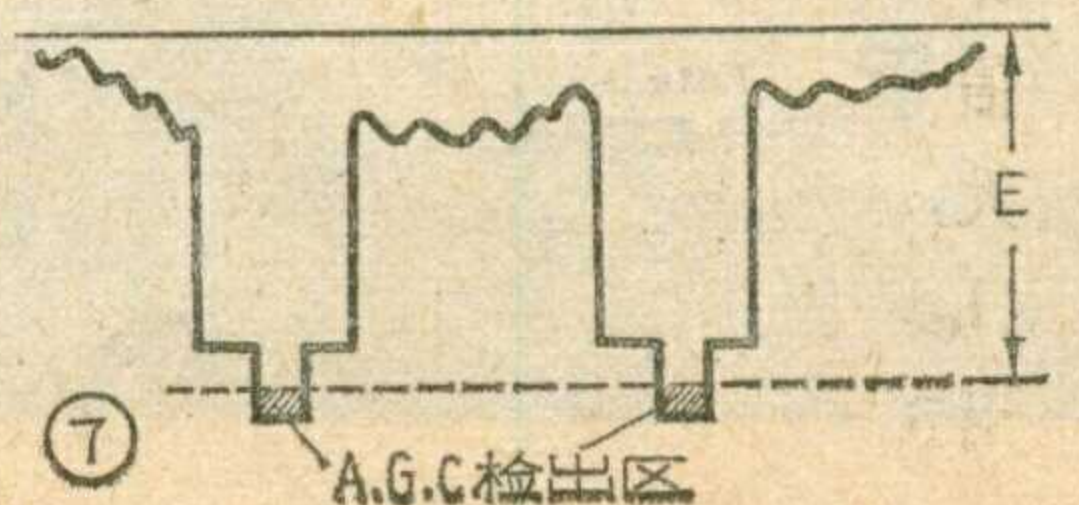


表 1

名称	编号	铁心或磁心	线圈参数	备 注
电源变压器	B ₅₀₁	国标19型 铁心叠厚 32mm		<ol style="list-style-type: none"> 1. 多层平绕, 层间不加绝缘层 2. 空载电压: ③—④端为 19 V 空载电流小于 40 mA
行推动变压器	B ₅₀₁	MXO— 2000 E ₇ 型磁心		<ol style="list-style-type: none"> 1. 多层平绕 2. ①—②端电感量为 4.5 mH~7.7 mH
行输出变压器	B ₅₀₂	MXO— 2000U 12 型磁心		<ol style="list-style-type: none"> 1. 初级平绕。次级蜂房绕每周 2 折, 绕成厚 6 mm 扁饼状。 2. 初、次级线圈为紧耦合次级绕在初级线圈外侧。 3. 绕好后进行烘干, 浸漆和用树脂封灌。 4. 抽头⑥取 400 V 中压, 高压达 8.4 KV 以上。
行振荡线圈	L ₅₀₁	镍锌 M ₈ 螺纹磁心		<ol style="list-style-type: none"> 1. 蜂房绕, 厚 10 mm 2. 电感量①—④ 4.0 mH ④—⑥ 0.5mH 3. 外形如图 4. 用 phi 0.1mm 纱包线
行扼流圈	L ₅₀₂	MXO-2000 E ₅ 磁心		<ol style="list-style-type: none"> 1. 用 QQ 型漆包线平绕 2. 电感量为 0.5~1.6 mH
行线性调节器	L ₅₀₃	I 型磁心 上、下为 600 高斯 圆形、方形 钕恒磁体。		<ol style="list-style-type: none"> 1. 转动圆钕恒磁体 电感量变化 (4 μH~29 μH) 2. 结构如图
场变 振压 荡器	B ₄₀₁	MXO~ 2000 E ₅ 磁心		<ol style="list-style-type: none"> 1. 用 QQ 型漆包线平绕。 2. ③—④电感量为 20 mH 以上。
视放 补偿 线圈	L ₂₁₄	NX 0~20 M ₄ × 10 螺纹 磁心		<ol style="list-style-type: none"> 1. 蜂房绕 2. 电感量为 140 μH Q ≥ 55 3. 外形如图 4. 用 phi 0.1mm 纱包线

速度来得快, 电容 C₂₃₁ 上的电压很快地充到 B 点脉冲的峰值。因此 AGC 输出电压与全电视信号的同步脉冲(峰值)包络相一致。随着外界信号的增强, 输出的 AGC 电压也增大, 使中放二、三级基极电流增加, I_c 增加。由于中放二、三两级均采用正向 AGC 管, I_c 增加, 增益必

定下降, 可有效地进行自动增益控制。该电路反应速度快, 所以抗低频干扰能力较好。如日光灯等低频脉冲干扰使电视信号受调制时, 其检波后的全电视信号的包络也受到调制, 该调制通过 AGC 电路自动调整使调制得到抑制。因此, 调制后的信号引起图象“黑条”、“滚条”、

“扭曲”等现象能被较好地克服。因加到峰值 AGC 电路的全电视信号, 是取自于经过抗干扰电路的全电视信号, 所以该电路有一定抗高频窄脉冲干扰能力。高放 AGC 采用延迟式, 只有在中放 AGC 控制饱和后高放 AGC 才起作用, 一般高放 AGC 比中放延迟 30dB, 以保证整机有足够的信噪比。

5. 场扫描输出电路采用无变压器的输出线路, 可省去扼流圈, 对输出管要求不严, 反压大于 12V, 上管 h_{FE} > 30, 下管 h_{FE} 为 15—30, 3 DA 1, DD02 等可代用。

6. 行扫描输出管 BG₅₀₄ 采用 3-DA99C、3DA95C 管, 具有不怕打火、不怕短路等特点。行扫描振荡器采用自举式电感三点振荡器, 其特点是电路简单, 工作可靠稳定。

7. 该机结构简单, 整机分机体及后盖两部分, 机体包括五个部件: 机壳(包括显象管及偏转线圈); 音窗(包括亮度、对比度、电源开关加音量三个电位器及扬声器); 电源(包括电源线路板、保险丝盒、电源变压器); 高频头; 其它电路均在一块电路印制板(总板)上, 总板与机体其它部分由插头和软线实现电气连接, 拔出插头, 总板即可卸下, 总板可在导轨上滑动, 便于维修。显象管吊装在机壳上。所有部件都可以单独地取下, 便于安装和维修。

整体结构参看(封四)示意图。

使用方法

电视机正面设有三个小调节旋钮, 其中左边为对比度调节钮, 用来调整图象黑白之间的层次。对比度调得过强, 就看不出图象的过渡色(如深灰、浅灰等), 容易使人眼感觉疲劳。对比度太弱, 图象显得灰暗, 层次分得不清楚。中间为亮度调节旋钮, 调节图象的亮度, 通过它与对比度钮配合调整可以得到比较满意的图象。右边为电源开关兼音量调节旋钮。电源开关为推拉式, 推入则关, 拉出为开。这种开

关能减少音量电位器的磨损。三个小钮上方是频道选择开关及频率微调旋钮。

采用公共微调式高频头的，面板度盘上方有两个小黑点，使用时，将频道开关拨至欲收电台，转动微调旋钮至图象、声音满意为止。采用独立微调式高频头的，面板度盘上方只有一个小黑点，使用时，将频道开关拨至欲收电台后，用手将微调旋钮轻轻按入，同时转动旋钮至图象、声音满意为止。

该机带有天线匹配器小盒，在

需用外接天线时，将 300Ω 天线馈线插入匹配器插孔内，同时将匹配器插到机后插孔内。

使用本机拉杆天线时，接收效果与机器所在方位、天线长度均有很大关系，一般在机器放好后天线位置仅需调整一次，以后每天收看时，天线放原位置即可。

机后有四个旋钮，最右端者为行同步钮，最左端者为场同步钮。中间两个旋钮一为场幅钮，调节上下幅度大小，一为场线性钮，调节上下线性程度，出厂前此两个电位

器已调好。一般不需再调节，仅在图象呈水平斜带状时，调行同步钮，图象上下翻滚时调场同步钮。如果第一次收看时天线及微调旋钮、亮度钮、对比度钮都调至合适位置，再使用时只需拉开电源开关就能正常收看。

线圈、变压器及主要器件参数

(一) 偏转线圈:

1. 帧偏转线圈

(1) 导线规格: QZ 或 QQ $\phi 0.31$

(2) 匝数: 2×324 圈

(3) 磁环: 采用北磁 MXO—

表 II

名称	编号	用途	绕组匝数			测试频率	Q值	电感量 (μH)	原理图	骨架	骨架结构及接线脚底视图			
			①—②	②—③	④—⑥									
带通滤波线圈	L ₂₀₁	与电容组成带通滤波器			15	7.95MHz	≥ 35	2 ± 0.2						
	L ₂₀₂				13	"	≥ 40	1.6 ± 0.16						
中放吸收回路线圈	L ₂₀₃	29MHz 吸收			13	"	"		A					
	L ₂₀₄	38.5MHz 吸收			9	"	0.9 ± 0.1							
	L ₂₀₅	30.5MHz 吸收			9	"	"							
图象中频变压器	L ₂₀₆	中放门框调谐回路	2	5		25.2MHz	≥ 65	0.65 ± 0.06		B				
	L ₂₀₇				9	"	≥ 70	0.85 ± 0.08						
伴音吸收回路线圈及中频变压器	L ₂₁₀	6.5MHz 吸收			35	2.52MHz	≥ 20	9 ± 0.9		A				
	B ₃₀₁	谐振于 6.5MHz	6	10	4	①—③端子	≥ 30	2.7 ± 0.3					B	
	B ₃₀₂		6	10	4	7.95MHz	"	"						
	B ₃₀₃	鉴频线圈	8	12	12		"	4.3 ± 0.5					B	
B ₃₀₄	11圈双线并绕		1			"	6.4							

注: ①线圈导线直径除 B₃₀₁ 至 B₃₀₄ 用 $\phi 0.14$ 线外其他均用 $\phi 0.2$ 的线。

②磁心均采用 NXO-20 型。

混合式扫描电路”故障检修

工人 林永恩

本刊在上期曾介绍过混合式扫描电路有关行幅度小等问题，现在谈谈调整扫描电路过程中有关故障的检修。当电路出现故障时，要针对故障发生的具体情况进行分析，找到故障产生的原因，而后进行检修。在排除故障时，首先需要注意以下几点：

1. 发现某元件损坏时（尤其是晶体管），不要马上更换，应经过分析，找到损坏原因，排除后再换上新元件。

2. 显象管是电视机最重要的部件，因此在出现故障后，应首先排除显象管有关电路的故障。必要时可先把显象管灯丝断开，然后再查找故障。

3. 电源是电视机的能量所在，而且晶体管电路和显象管灯丝对 12 伏电源的稳定性和可靠性要求较高，因此当电视机出现故障时，应先测量 12 伏电压值，如果不正常，应先排除电源部分故障。

4. 切忌 12 伏和 250 伏两路电源相碰，否则会烧毁晶体管或显象管灯丝。

5. 发现荧光屏上只剩一个亮点或一条垂直或水平亮线，应马上降低亮度再找故障，以免灼坏荧光屏。

6. 修理时欲换上元件，都应先用仪表检查正常后再用。尤其是阻尼二极管和晶体三极管的反向击穿电压要符合要求才成。

电源部分故障

1. 当 12 伏电源电压较高（如 16 伏左右），且调整电位器 W_3 不起作用时，应先断开电源负载查找故障原因。常见故障原因有：

① 晶体管 BG_{14} c—e 极间击穿或由于 I_{ceo} 随温度升高而变得很大，使整流器 16 伏电压未经调整直接加到稳压器输出端。

2000 喇叭形铁氧体磁心。

(4) 绕法：余弦分布式绕法，第一层 52 圈以后每层减少 4 圈，共计 9 层。

(5) 直流铜阻： $R=2.9\Omega \pm 5\%$

(6) 电感量： $L < 4.5mH$

(7) 帧包两端并联 100Ω 阻尼

电阻。

2. 行偏转线圈

(1) 马鞍形

(2) 导线规格： $QHN\phi 0.31$ (自粘性漆包线)

(3) 匝数： 2×39 匝 4 股并绕

(4) 直流铜阻： $R=0.25\Omega$

(5) 电感量： $L=80 \sim 87\mu H$

3. 中心位置调节片采用 2J63 永磁合金钢带制成。磁场强度 B 在 $50 \sim 150$ 高斯，两片要基本对称。

(二) 其它各变压器、线圈参数见表 I、II。

(三) 主要晶体管参数

代 号	管 型 号	用 途	技 术 要 求	代 用 管 型
BG ₂₀₁	3DG4	一 中 放	$f_T=200MHz$ $h_{FE}=80 \sim 100$	3DK7
BG ₂₀₂	2G210	二 中 放	$I_C=4 \sim 5mA$ $h_{FE} > 150$ $I_C=10mA$ $h_{FE} < 20$ $f_T > 400MHz$	3DG56
BG ₂₀₃	2G210	三 中 放	$I_C=4 \sim 5mA$ $h_{FE}=80 \sim 150$ $I_C=10mA$ $h_{FE} < 20$ $f_T > 400MHz$	3DG56
BG ₂₀₄	DG304	四 中 放	$h_{FE} > 60$ $r_{bb'} \leq 100$ $f_T \geq 600MHz$	2G211
BG ₂₁₀	4S36	视 放	$BV_{ceo} \geq 100V$ $h_{FE} \geq 30$	DZ21B
BG ₄₀₅	4S38	场 输 出	$BV_{ceo} > 12V$ $h_{FE} \geq 30$ $V_{ces} \leq 1.5V$	3DA1
BG ₄₀₆	4S38	场 输 出	$BV_{ceo} > 12V$ $h_{FE} \geq 15$ $V_{ces} \leq 1V$	3DA1
BG ₅₀₃	4S38	行 推 动	$BV_{ceo} \geq 30V$ $h_{FE} \geq 50$ $V_{ces} \leq 1.5V$	3DA1
BG ₅₀₄	4S39C	行 输 出	$I_C=20mA$ eb 短路 $BV_{ces} \geq 100V$ $I_C=3.5A$ $I_b=0.6A$ $V_{ces} \leq 1.5V$	3DA5

②晶体管 BG_{13} 或 BG_{15} c—e 极间击穿或 BG_{15} 发射结损坏, 使调整管 BG_{14} 没有调整电流流通。

③稳压管 DW 断路或虚焊或 R_{53} 开路。

④ R_{54} 与 W_8 虚焊, 使 BG_{15} 截止。

⑤250 伏电压或机内高电位点与 12 伏或低压元件相碰等。

2. 12 伏电压低, 且不可调的故障原因有:

①电网电压太低, 使经过整流后的电压低于 14 伏。

②整流管 2CP21 有一只坏或虚焊, 使桥式整流变成半波整流。

③ BG_{13} 发射结坏, 无电流流入 BG_{14} 基极。

④稳压管 DW 击穿或标准电压低于 6 伏较多。

⑤电容 C_{40} 、 C_{43} 漏电太大。

⑥负载中有的元件短路或帧输出管调整不当, 造成输出电流太大。

⑦电阻 R_{52} 阻值变大, 造成无控制电流。

⑧电阻 R_{55} 与电位器 W_8 虚焊, 使 BG_{15} 饱和等。

3. 250 伏电压太高, 原因有:

①电网电压高于 220 伏较多。

②行输出级等出故障, 使负荷变小。

③1K 5 W 电阻短路。

④电源变压器初级有局部短路等。

4. 250 伏电压太低, 原因有:

①整流二极管 2CP24 有一只坏或虚焊, 使桥式整流变成半波整流。

②1K 5 W 电阻阻值变大。

③电容 C_{38} 、 C_{39} 漏电或容量变小。

④电源负荷太重。可用万用表测量 1K 5 W 电阻两端的电压降, 若大于 50 伏, 说明负荷太重。

无光栅或光栅异常的故障

(一) 无光栅

当亮度电位器开大时, 荧光屏上无光栅, 除显象管本身的质量不好外, 常见的是显象管电路和行扫描部分的故障。

1. 属于显象管电路的故障有:

①显象管灯丝故障。测量显象管管座“3”、“4”脚应有 12 伏电压, 若有而灯丝不亮, 可能是显象管座没有插好或灯丝已断。

②检查 9 千伏高压是否正常。用 10 只 10 兆欧电阻串联起来, 再与万用表 100 μ A 档串联组成 1 万伏高压表。测量整流管 1Z1B 输出电压, 应在 9 千伏左右。若没有高压表, 也可以用放电方法检查 (电子管作输出管时), 用绝缘良好的长柄螺丝刀离地 1 厘米左右靠近 1Z1B 输出端, 如能拉出白紫色电弧, 说明高压在 8 千伏以上。若电弧是红紫色, 且离地 1 厘米

以上还能拉出电弧, 可能是 1Z1B 已坏, 高压未经整流直接输出。如果 1Z1B 内出现紫光, 说明 1Z1B 漏气, 此时测 500 伏提升电压只有 300 伏左右, 拔下高压帽, 提升电压又恢复正常。如果 1Z1B 反向耐压不够或阴、阳极相碰也会出现类似现象。若无高压可能是 1Z1B 灯丝或灯丝电阻断。另外高压包局部短路也会使高压不正常, 可用 100 毫安电流表串在行输出级与 +250 伏之间进行检查, 正常情况下, 电流在 40 毫安左右, 若电流达 60 毫安时, 可认为是短路。

③检查显象管第 6 脚有无 500 伏左右的高压。

调整 W_7 看显象管第 7 脚电压能否在 0~400 伏范围内变化, 同时测量升压电容 C_{21} 接输出变压器一端, 若只有 250 伏左右的电压, 可能是 C_{21} 坏或者阻尼管 D_3 坏, 也可能是行输出管坏或高、低压包局部短路。若提升电压在 500 伏左右, 且显象管第 7 脚电压也正常, 仍无光栅, 此时关断电源, 显象管有个亮点, 然后消失, 则说明 500 伏左右的高压没有加到显象管的加速极和聚焦极, 应检查显象管座是否插紧, 其引线是否有断。

④检查显象管 1、5 两脚间有无控制电压。

调整电位器 W_9 , 1、5 两脚间的控制电压应在 20~60 伏范围内变化。如果电压始终很高, 使电子束截止, 造成无光栅。出现这种故障可能是电阻 R_{48} 坏或电容 C_{38} 击穿, 使视放管正电压加到显象管阴极。

另外显象管本身质量有问题或衰老, 即使电路是正常的也会无光栅。

2. 行扫描部分的故障。

行振荡、行激励与行输出级有故障, 也会造成无光栅, 应检查 BG_3 ~ BG_6 及 DG_1 各极电压。

① BG_4 发射极无电压, 而第二基极 b_2 电压正常, 则可能是 BG_4 坏或 C_{18} 短路, 此时无振荡。判断行振荡器是否起振的方法是, 经一个 0.47 μ f 的隔直流电容, 用耳机或半导体收音机低放级监听, 有无 15625 赫的音频声。

②若 BG_4 “ b_2 ” 无电压, 而 BG_3 基极有电压, 可能是 BG_3 发射结坏。若 BG_3 基极无电压, 则可能是 R_{18} 、 W_1 、 R_{17} 、 D_1 、 R_{13} 、 R_{15} 这一供电电路有故障或 D_1 击断或接反等。当 C_{14} 漏电严重或击穿时, 也会使 BG_3 基极电压降低。

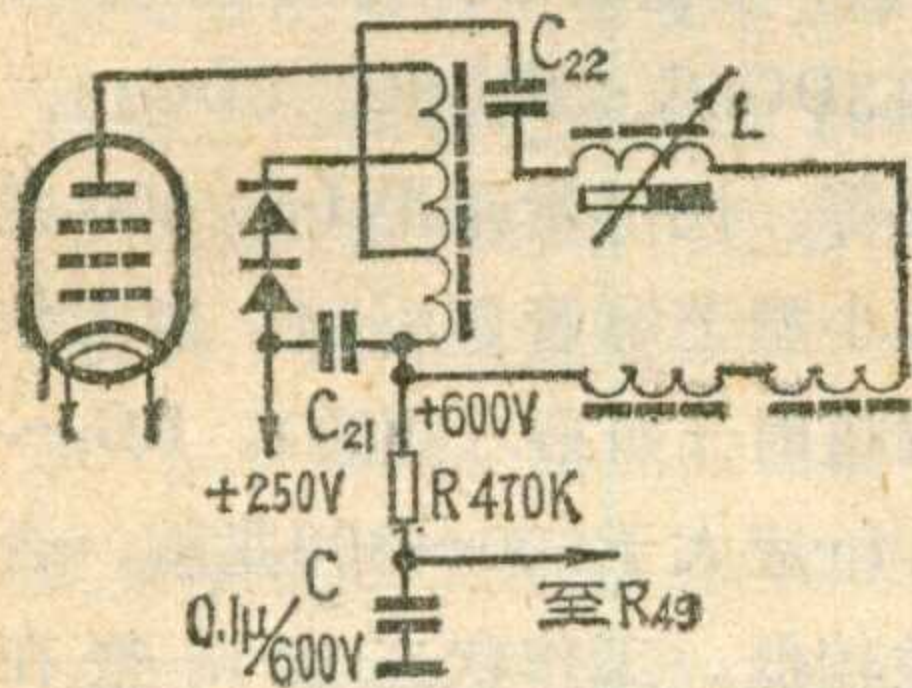
③ BG_5 、 BG_6 有一只管坏, 也会造成无光栅。正常时 BG_5 基极电压应比 BG_6 发射极电压低 2 伏左右。如果 BG_5 基极比 BG_6 发射极电压高, 可能是前级停振或 BG_5 损坏。 R_{28} 开路或虚焊使 +250 伏电压全部加在 BG_6 集电极上, 很容易击穿。用万用表交流电压档串接上一只 0.01 μ f 的电容测 BG_5 、 BG_6 集电极和 DG_1 栅极电压。如 BG_4 起振, 可根据信号电压的有无, 判断各管的好坏或 C_{18} 是否击穿。

④DG₁第“2”脚正常时电压为-15伏~-20伏左右。如果DG₁第“2”脚上不是负电压,反而是正电压,可能是电容C₁₈击穿或漏电。如果负栅压太高,可能是振荡频率太高或R₂₆开路。如果DG₁第“9”脚帘栅压太低,可能是C₂₀漏电、W₂损坏、输出变压器或D₃断路等。

⑤由于DG₁屏极是从管底引出的,当管座绝缘不好时,屏极上几千伏脉冲电压就会放电使管座部分碳化,也会造成无光栅。应用四氯化碳擦洗或换一只好管座。

(二)光栅异常

1.光栅太亮且不可控制。当光栅太亮,并且调亮度电位器W₈不起作用时,应尽快切断电源,查找故障原因。常见的故障有:①显象管管脚与管座接触不良或R₅₁和D₅₁断,使栅极成自由状态。②R₄₇开路使栅、阴电压同时为零。③显象管的阴、栅极相碰,使阴极电流不可控。检查方法:首先测量栅、阴极电压,看



是否同时为某一数值。若同时为某一值,再拔下显象管管座,测管座上栅、阴两脚的电压,如果与正常值一样,则说明栅阴碰极。

2.光栅聚焦不良。正常情况下,调W₇可以在屏幕上获得清晰的光栅。如果调W₇光栅始终聚焦不好,原因可能是:①显象管电气性能差。②W₇损坏。③提升电压太高(高于600伏)。如因提升电压太高造成聚焦不良,可用电阻分压法使“6”、“7”脚电压不超过400伏。如图所示。另外高压低于6千伏以下也会出现散焦。

3.光栅垂直幅度小其原因有:①帧振荡管BG₈分压比(η)太小。一般 $\eta > 0.5$ 时,BG₈输出的锯齿波电压幅度大于5伏,可以满足要求。但 η 太小,即使“b₂”极的电压在10伏以上,BG₈输出的锯齿波电压也达不到5伏。应换一只单结晶体管。②帧倒相管BG₁₀的 β 值太低,使推动电流太小,不能满足要求。一般BG₁₀管的 β 值应大于50。③电阻R₃₈阻值太大。为了使帧回扫时间符合要求,需要调整R₃₈。但R₃₈太大,会使锯齿波电压衰减较大,从而使帧幅变小。如果调W₅和R₃₄光栅幅度还不能满屏,应适当加大C₂₇,减小R₃₈,使回扫时间与帧幅都满足要求。

(待续)

(上接第43页)

频、本频道伴音载频、邻近高频道图象载频进行吸收。使输入回路具有较好的邻近频道选择性和伴音抑制比。吸收回路集中在输入端是为了改善交叉调制现象。由于晶体管特性曲线的线性范围有限,当输入信号较大时,就会进入非线性工作区如图5所示,这样就会产生检波作用。检波后产生的低频信号如果在输入端再去调制输入信号,会使输出信号波形严重失真,这就是所谓交叉调制现象。如果再调制信号是邻近频道干扰信号,在图象上会出现现象条纹状影带。如果再调制信号是本频道低频成分或场同步信号,就会使场同步破坏或伴音产生“蜂音”。为了减小各种交叉调制现象,应抑制掉邻近频道信号的干扰和适当减小伴音载频的幅度。另外第三级图象中频放大器的输入信号幅度比较大,这一级最容易产生交叉调制,故一般采用增大BG₃管集电极电流(即将R₁₄阻值减小,提高管子工作电压)的方法,以扩大动

态范围,从而减小交叉调制现象。④三级图象中频放大器的调谐回路分别调谐于31兆、28.5兆、32.5兆三个频率上,构成参差调谐图象中频放大器。⑤第一图象中频放大器采用键控式正向自动增益控制电路。BG₁管的偏置由R₃₅、R₃₇分压决定,调节R₃₅的大小可改变BG₁的偏置。一般对于正向控制,在静态时,取I_c=5毫安左右。

图象中频放大器的BG₁、BG₂晶体管选用 $f_T \geq 600$ 兆赫,BV_{ceo}≥12伏,噪声系数较小的管子。如2G910、2G911、3DG11、3DG18等。BG₁管最好选用具有正向A、G、C特性的晶体管,如2G210、DG204等。BG₂选用 $f_T \geq 300$ 兆赫、P_{cm}≥200毫瓦的管子,如3DG8C、2G211等。以上晶体管的 β 值在30~150均可。BG₃选用PNP开关管,如3AK20、3AK11等。BG₇可用任何型号的PNP小功率管,要求I_{ceo}≤100μA。BG₆、BG₇的 β 值以30~80为宜。二极管D₄、D₅可用2AP1~7、2AP9~10等检波二极

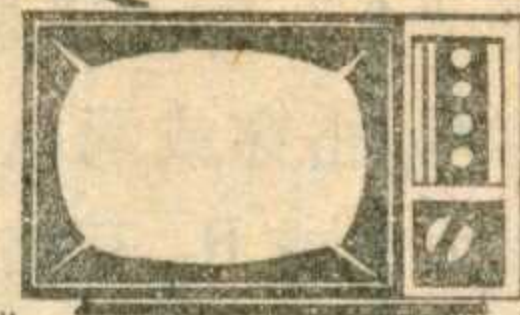
管。

超外差式图象通道的视频检波器与视频放大器的电路结构与直放式的基本相同,所不同的是视频放大级少了一级视预放和一级视放电路。这是因为超外差式电路有足够的增益,经视频检波级后一般都能输出1Vpp的全电视信号,故采用一级预视放和一级视放其增益已满足了要求。视放级晶体管的选用同直放式电路,其中末级晶体管的 β 值要大于50。

图4所示电路各线圈的绕制及数据见表3。图6为印制电路板图。其中视频检波级最好加屏蔽罩,以防止检波产生的中频信号高次谐波辐射出来,进入中放或高放级引起干扰和自激。屏蔽罩用0.2~0.3毫米厚的铜片或铁皮制成,高约15毫米左右,并要与印制电路板的接地铜泊焊牢。印制板装接也可用插入式。同步I输出的信号供电子管同步分离级用的。同步II处输出的信号经R₄₃(虚线所示)供使用NPN型晶体管作同步分离级用的。

黑白电视机的装制与调整

七、图象通道部分



工人 王德浚

(一) 直放式图象通道

图1所示线路是一种直放式电视机图象通道。它包括输入回路、高频放大、视频检波、视频放大等电路。23厘米以上的电视机均可使用。灵敏度可达0.5mV，在离电视发射台8~10公里的范围内，用机上鞭状天线或简易室内天线可获得较满意的电视图象。

输入回路

线路中由 L_1 、 C_2 等组成变压器耦合调谐式输入回路。输入回路的阻抗为平衡式300欧，输入端任何一端对地的阻抗均为75欧。可采用300欧平行馈线输入，也可用75欧的鞭状天线直接输入。天线系统与输入回路的匹配，由 L_1 初、次级以一定匝数比构成变压器来实现。输入回路与晶体管的匹配是通过 C_3 与其输入电容分压来实现。实际制作时，为了达到阻抗匹配，提高回路的 Q_0 值，减小信号损耗，要求 L_1 初级绕组应在次级绕组中间。象双线并绕形状一样。线圈用 $\phi 0.44 \sim 0.8$ 毫米漆包线直接脱胎绕制。避免使用各种套管以减小高频损耗，引线不要弯成直角状，也不宜太长。各频道线圈的数据与绕制见表1。

高频放大器

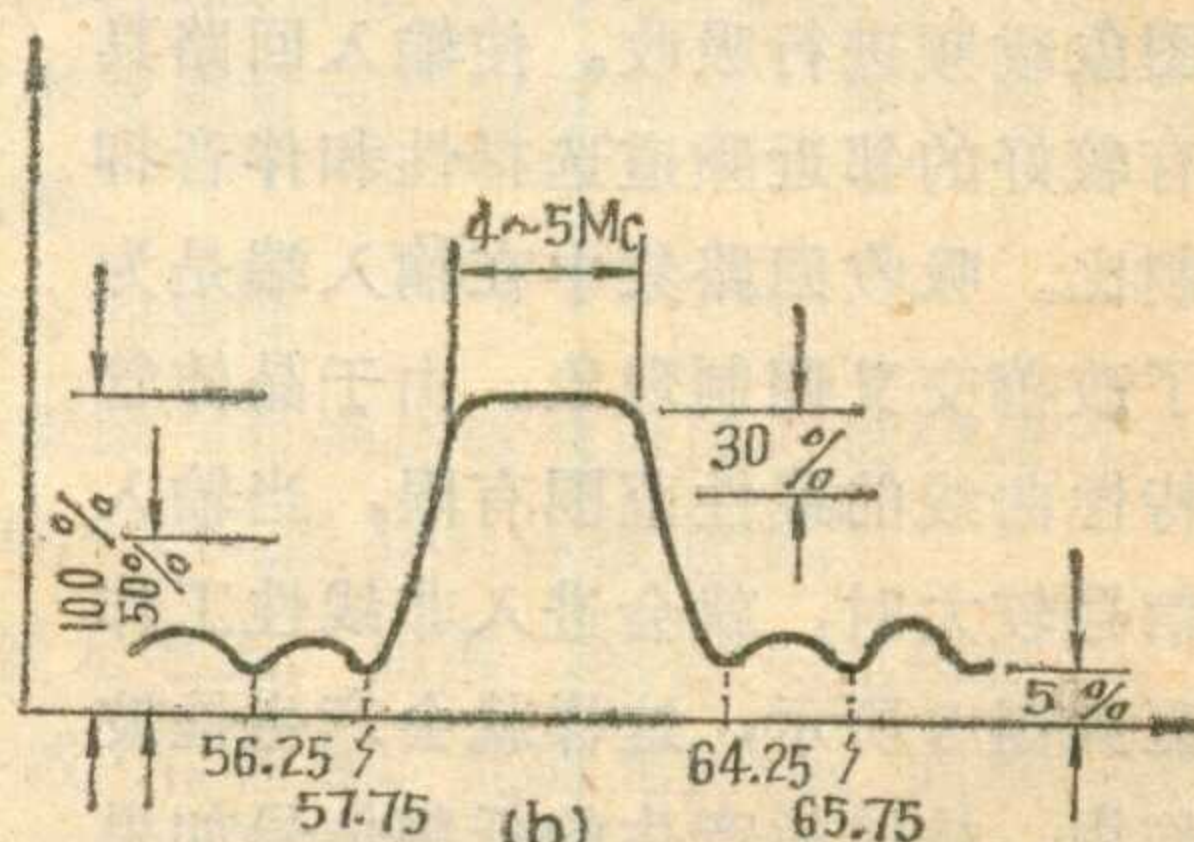
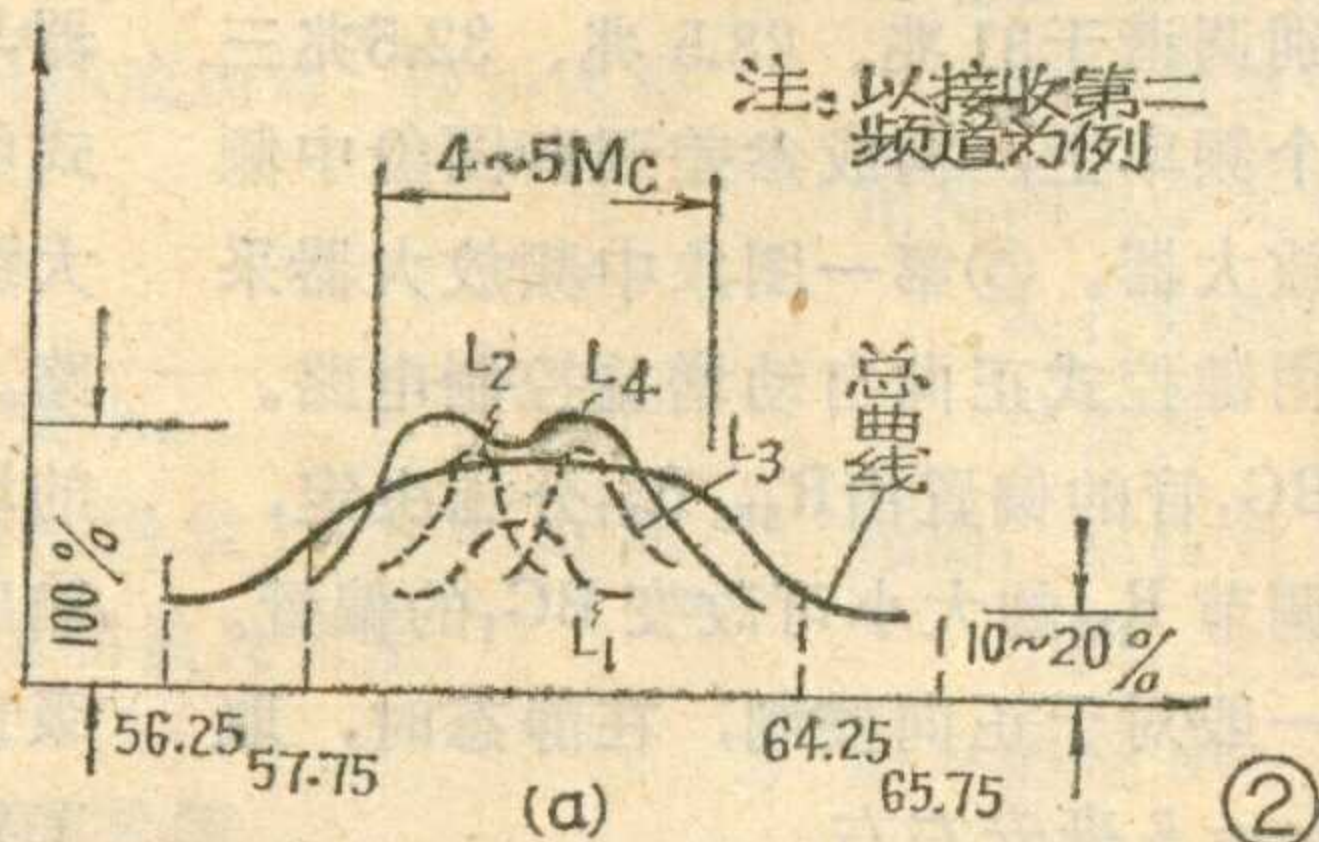
该线路采用三级共射极高频放

大器。采用三级高放的目的是在满足一定频带宽度的情况下，尽量提高检波前的增益，以提高信噪比，减小检波失真。实践与计算都表明，三级共射放大器在带宽为4~5兆赫时，一般增益为40~46dB（即电压放大倍数为100~200倍），如果要求加到视频检波器上的高频电压不小于100毫伏，那么电视机的灵敏度也只有1mV~0.5mV，因为两级高放的增益仅有25~30dB（25倍左右），灵敏度为4mV左右，为了保证图象的清晰度不能用压缩频带的方法来提高增益。因此通常采用三级高放再加上高增益的视频放大级才能得到较好的接收质量。第三级采用双调谐回路形式，可获得

ZL₄、C₂₀、ZL₃、C₁₄、ZL₂、C₈、ZL₁、C₁以及C₂₅、C₂₁组成多级 π 型去耦电路，防止各放大器通过电源回路产生自激。C₄、C₁₀、C₁₆为中和电容，用来中和晶体管高频运用时的内部反馈，以保证获得较高增益和消除自激。BG₁~BG₃应选用 $f_T \geq 300$ 兆赫， β 值为50~100的高频管，如3DG6C、3DG8C、3DG14、3DG11等。应尽量采用 $f_T > 300$ 兆赫的超小型芝麻管3DG14。当工作在高频道时（如第八频道），BG₁~BG₃的 f_T 应大于600~800兆赫，否则增益较低。工作状态应调整在 $I_C = 2 \sim 4$ 毫安较为有利。

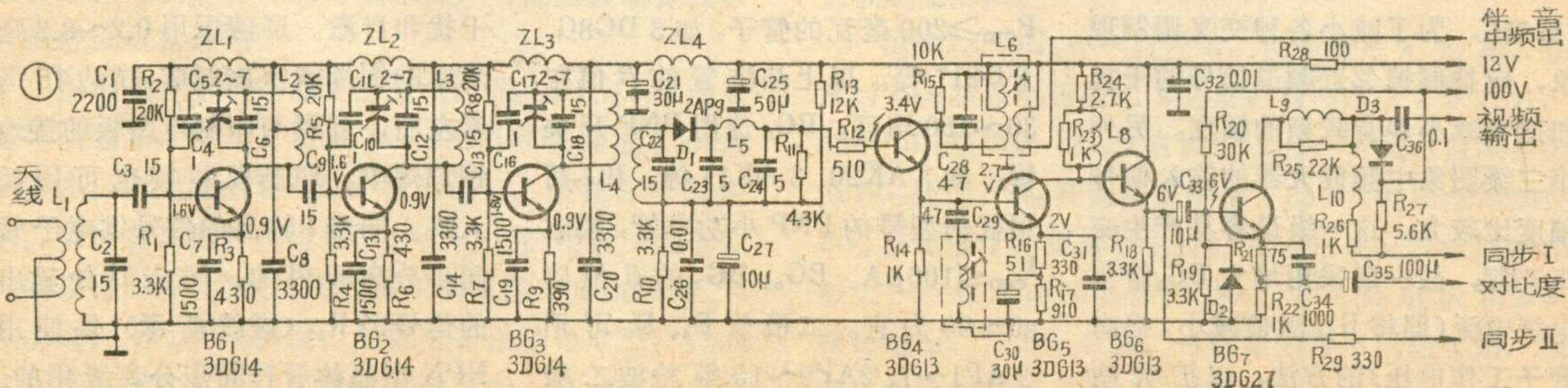
视频检波器

视频检波器由D₁、C₂₃、R₁₁、



双峰谐振曲线，与前二级参差调谐放大器配合，获得较好的总通带曲线，如图2所示。三级高频放大器的直流偏置均用分压式电流负反馈偏置电路。电路中 L_2 、 L_3 及 L_4 初级绕组均采用中间抽头方式，以使晶体管输出阻抗与调谐回路匹配。

C₂₆等组成。D₁通过R₁₀、R₁₂、R₁₃加以一定的正偏置，降低检波器的起始工作电平，从而提高检波效率，减小失真。C₂₃、L₅、C₂₄组成 π 型低通滤波器，用来滤除残余高频信号。检波器除完成视频检波任务外，还起混频作用，使伴音载频与



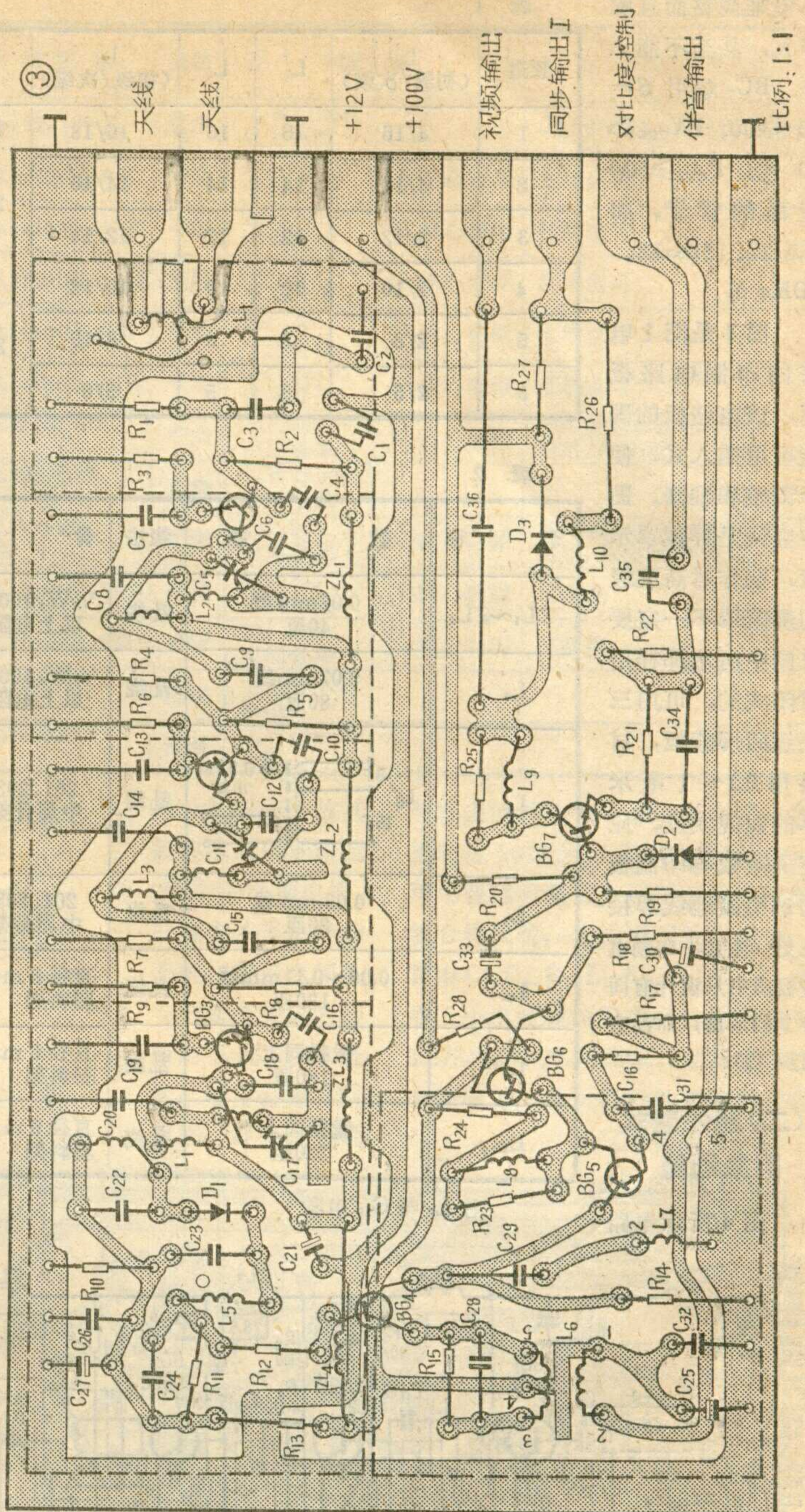
图象载频差拍产生 6.5 兆赫的伴音中频信号。检波管 D_1 应选用正向电阻小、反向电阻大、工作频率高的二极管，可用 2AP9、2AP10 或 2AK1~2AK4 等。对于同一型号的二极管，如果工作频率基本相同，应首先选用正向电阻小的（反向电阻大于 50K 即可），这样可提高检波效率。

视频放大器

本电路视频放大由 BG_4 、 BG_5 、 BG_6 、 BG_7 四级组成。其中 BG_4 、 BG_6 为射极跟随器，电压增益接近于 1，起阻抗变换作用。因为从采用三级高放的最高灵敏度考虑，加于检波器上的高频电压应为 100 毫伏，经检波可得到 50 毫伏左右的视频电压。为了推动显象管工作，一般要求 $30V_{pp} \sim 50V_{pp}$ 以上的调制电压，这就要求视频放大器应有 55~60dB (600~1000) 的增益。显然用单级放大器作带宽 4~5 兆赫的视频放大是无法满足要求的，故通常用两级共射极放大电路。为了使检波器能在较高的负载阻抗下工作，避免共射极电路的视频放大器低输入阻抗对它的影响，因此检波器与视频放大器之间接入一级射极跟随器 (BG_4)。同样，为了使第一级视频放大器获得良好的通频带特性，避免第二级视频放大器低输入阻抗对第一级负载影响，它们之间也接入一级射极跟随器 (BG_6)。从检波器到 BG_6 全部采用直接耦合方式，以减小低频耦合失真，并可简化电路节省元件。 L_8 与晶体管的结电容、分布电容等组成并联谐振回路，谐振于 3~5 兆赫，以进行频率补偿。使通频带曲线有一小峰突起，得到较好的频率特性。但是 Q 值不能太大，否则将造成过补偿，反而使电路产生衰减振荡，叠加进视频信号中，图象就会产生多层起伏镶边现象。为降低 Q 值并联上电阻 R_{23} 。 L_9 、 R_{25} 组成串联补偿电路， L_{10} 与分布电容组成并联补偿电路，其作用与 L_8 、 R_{23} 一样。 $L_5 \sim L_{10}$ 线圈的数

据和绕制如表 2 所示。 D_2 用来防止负脉冲将 BG_7 发射结击穿，可用硅三极管的 e b 极代替。 D_3 的作用是防止显象管内电极放电将 BG_7 集电极击穿。 D_3 用耐压大于 60 伏，开关特性较好的二极管，如 2AP5~2AP7、2CK2~2CK6、2AK10、2AK1E 等。图 1 中对于同步信号的取得可在两个地方，同步 I 是在视放末级

取出负极性（正方向）大幅值的视频同步信号，供电子管同步分离电路用；同步 II 在第二视预放射极上经 R_{29} 取出正极性（负方向）小幅值的视频同步信号，供 PNP 型管作正向同步分离电路时用。 $BG_4 \sim BG_6$ 可用 $f_T \geq 50$ 兆赫， $\beta = 30 \sim 100$ 的硅小功率管。在选超小型管时，应特别注意 $I_{ceo} \leq 5 \sim 10$ 微安，否则电路



不但难调整而且噪声大，甚至不能工作。BG₇ 选用 $\beta=30\sim 100$ 、 $BV_{ceo}\geq 80$ 伏、 $P_{cm}\geq 500$ 毫瓦的管子，如 3DG27、3DG12、3DK4 等。

图 3 是图 1 电路的印制电路板图，该电路板的固装可用插入式，便于调整和维修。图中虚线是屏蔽罩示意，制作时高放级的屏蔽罩不一定要象图中所示那样用封闭式的，可用三块级间屏蔽板，材料用 0.1~1 毫米厚的铜或铁皮，应使屏蔽板与印制板的铜箔接地线焊接良好（注意：印制电路板图中只设计有同步 I 的取出，而没有同步 II）。

(二) 超外差式 图象通道

图 4 所示电路

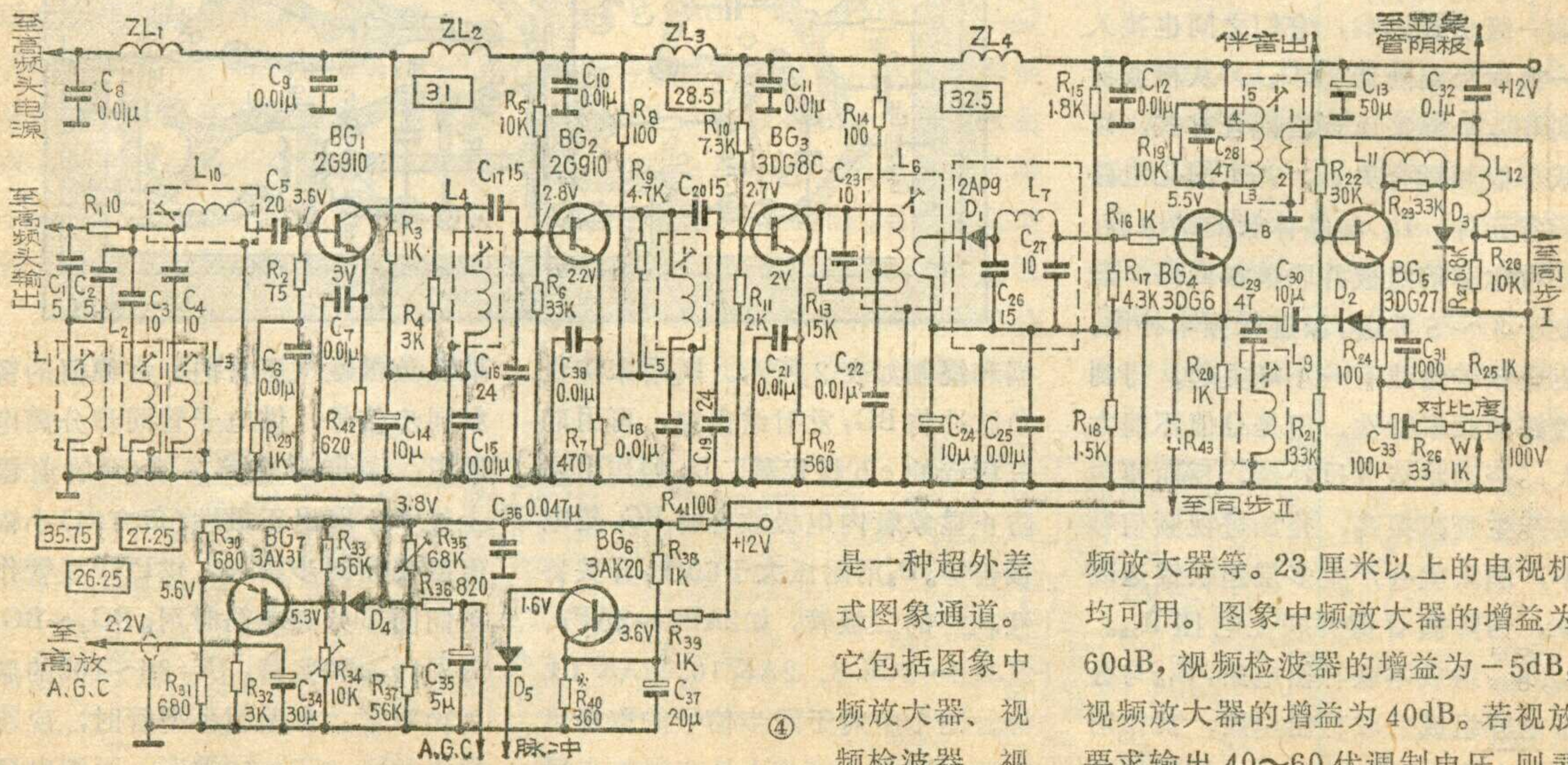
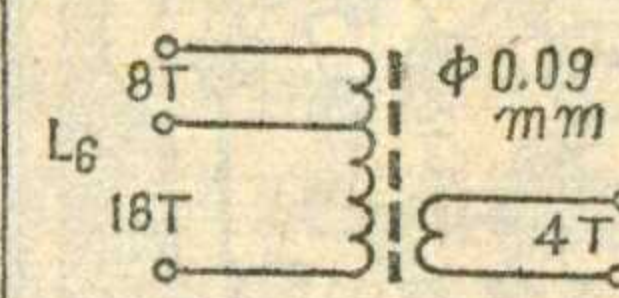


表 1

频道	L ₁ (初级/次级)	L ₂	L ₃	L ₄ (初级/次级)	备 注
1	4/16	16	16	16/18	1. 在 8 频道时，图 1 中 C ₈ 、C ₁₂ 、C ₁₈ 均不用，C ₂ 、C ₂₂ 改用 4.7P。 2. 各线圈均用 $\phi 0.44\sim\phi 0.8$ mm 漆包线绕成直径 6mm 空心线圈，线匝间距 0.5~1.5mm，L ₄ 两绕组距离需调试决定，一般在 1~3mm 之间。 3. L ₁ 初级中心抽头，L ₂ 、L ₃ 及 L ₄ 的初级亦是中心抽头。
2	4/14	14	14	14/16	
3	3/12	12	12	12/14	
4	2/10	10	10	10/12	
5	2/8	8	8	8/10	
8	2/5	5	5	5/6	

表 2

名 称	数 据	绕法	骨 架	磁 心	备 注
ZL ₁ ~ZL ₄	0.07mm 线 40 匝	乱绕	1/8W, 100K 以上电阻		用 $\phi 0.06\sim 0.1$ mm 的漆包线均可用
L ₅	0.07mm 线 80 匝	乱绕	1/8W, 100K 以上电阻		用 $\phi 0.06\sim 0.1$ mm 的漆包线均可用
L ₆		乱绕	201、203 中周骨架	N ₂ 高频 磁心磁帽	用 $\phi 0.06\sim 0.1$ mm 的漆包线均可用
L ₇	0.09mm 线 26 匝	乱绕	201、203 中周骨架	N ₂ 高频 磁心磁帽	用 $\phi 0.06\sim 0.1$ mm 的漆包线均可用
L ₈	0.09~0.11mm 线 180 匝	乱绕	直径 6 mm 塑料架		可用 6 mm 左右的炭质电阻作骨架
L ₉	线径同上 180 匝	乱绕	直径 6 mm 塑料架		可用 6 mm 左右的炭质电阻作骨架
L ₁₀	线径同上 220 匝	乱绕	直径 6 mm 塑料架		可用 6 mm 左右的炭质电阻作骨架

注 L₇ 与 C₂₈ 串联

是一种超外差式图象通道。它包括图象中频放大器、视频检波器、视

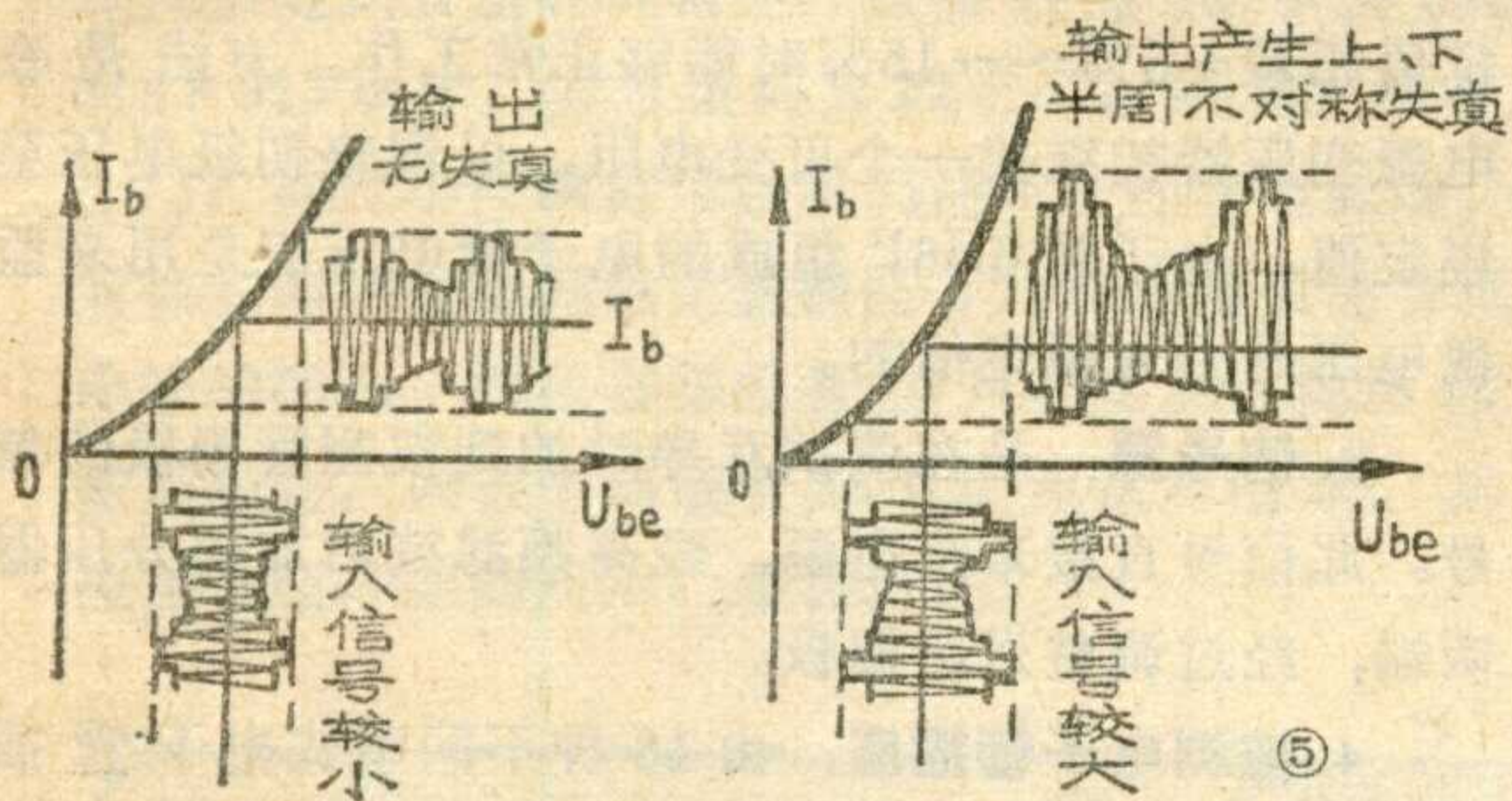
频放大器等。23 厘米以上的电视机均可用。图象中频放大器的增益为 60dB，视频检波器的增益为 -5dB，视频放大器的增益为 40dB。若视放要求输出 40~60 伏调制电压，则灵

敏度可达 $40\mu V$ 。用简易半波振子或折合振子天线，可在30公里的范围内获得比较满意的图象。

图象中频放大器由 BG_1 、 BG_2 、 BG_3 等组成三级参差调谐共发射极放大器。其特点是：①由 L_{10} 、 C_5 及晶体管 BG_1 的输入电容组成的输入回路，与高频头混频器输出回路 B_2 等联合构成双调谐耦合电路。它具有双峰谐振曲线。②由于高频头与图象中频放大

表 3

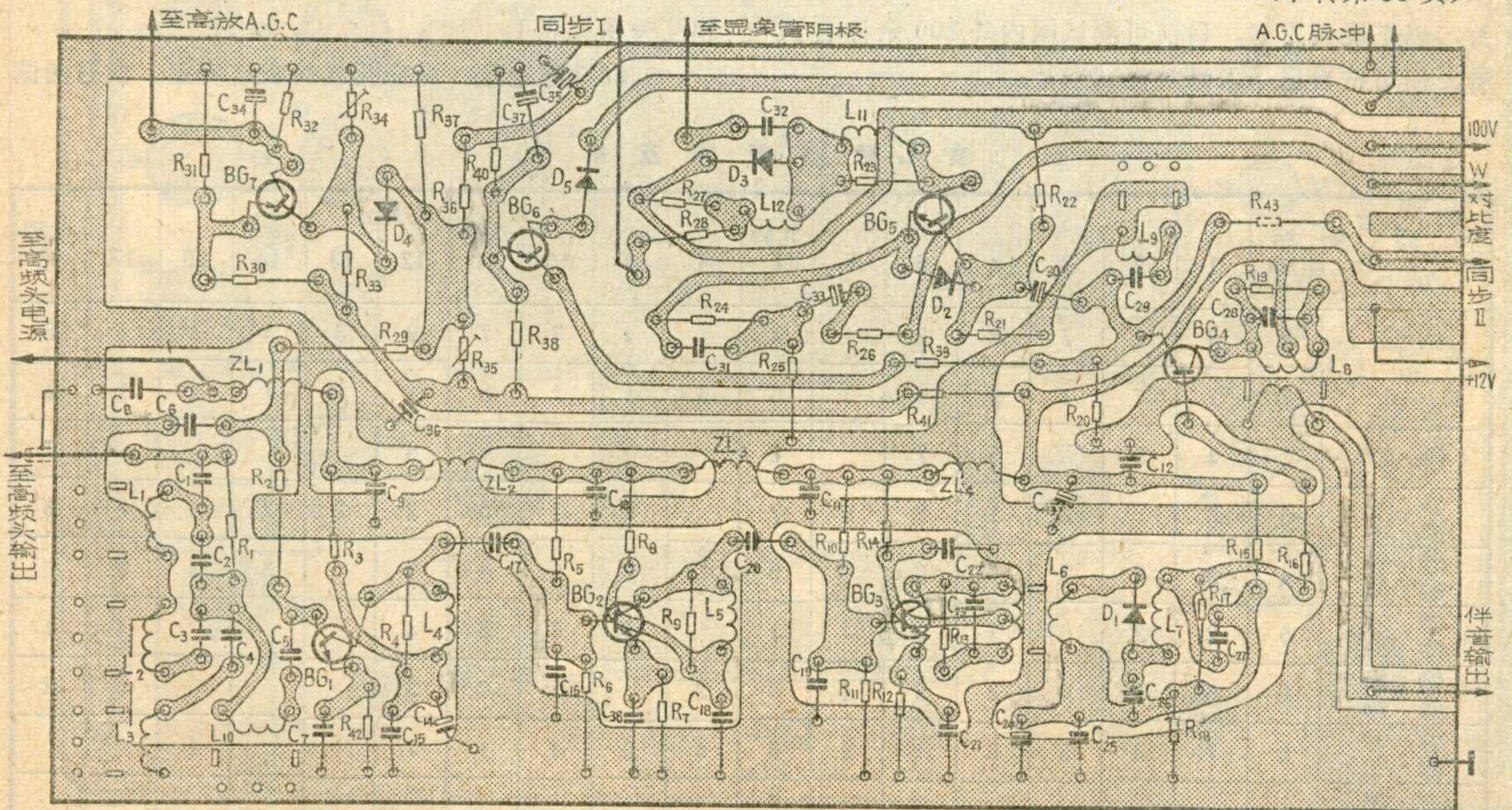
名称	线径和匝数	绕法	骨架	磁心	备注
$ZL_1 \sim ZL_n$	$\phi 0.07mm$ 线, 100 匝	乱绕	$\frac{1}{8}W, 100K$ 以上电阻		$\phi 0.06 \sim 0.1mm$ 线均可用
L_1	$\phi 0.08 \sim 0.1mm$ 线, 9 匝	平绕	201, 203 中周骨架	N_2 磁心磁帽	乱绕也可
L_2	$\phi 0.08 \sim 0.1mm$ 线, 11 匝	平绕	201, 203 中周骨架	N_2 磁心磁帽	乱绕也可
L_3	$\phi 0.08 \sim 0.1mm$ 线, 12 匝	平绕	201, 203 中周骨架	N_2 磁心磁帽	乱绕也可
L_4	$\phi 0.08 \sim 0.1mm$ 线, 9 匝	平绕	201, 203 中周骨架	N_2 磁心磁帽	乱绕也可
L_5	$\phi 0.08 \sim 0.1mm$ 线, 11 匝	平绕	201, 203 中周骨架	N_2 磁心磁帽	乱绕也可
L_6	$\phi 0.08 \sim 0.1mm$ 线 $^{2/7}$, 6 匝	平绕	201, 203 中周骨架	N_2 磁心磁帽	初级匝数多的接集电极回路, 总 9 匝
L_7	$\phi 0.07 \sim 0.09mm$ 线, 135 匝	乱绕	$\frac{1}{8}W, 100K$ 以上电阻		
L_8	$\phi 0.08 \sim 0.1mm$ 线, $^{8/13}$, 4 匝	平绕	201, 203 中周骨架	N_2 磁心磁帽	初级匝数多的接集电极回路, 总 26 匝, 可乱绕
L_9	$\phi 0.08 \sim 0.1mm$ 线, 27 匝	平绕	201, 203 中周骨架	N_2 磁心磁帽	可乱绕
L_{10}	$\phi 0.08 \sim 0.1mm$ 线, 8 匝	平绕	201, 203 中周骨架	N_2 磁心磁帽	可乱绕
L_{11}	$\phi 0.08 \sim 0.1mm$ 线, 180 匝	乱绕	$\frac{1}{8}W, 100K$ 电阻		
L_{12}	$\phi 0.08 \sim 0.1mm$ 线, 220 匝	乱绕	$\frac{1}{8}W, 100K$ 电阻		



器分开安装，故其间连线要用低阻抗 (75Ω) 的同轴电缆，以减少外来信号的干扰。如果高频头与图象中频放大器距离不超过 50 毫米，可用普通导线代替，并且在导线

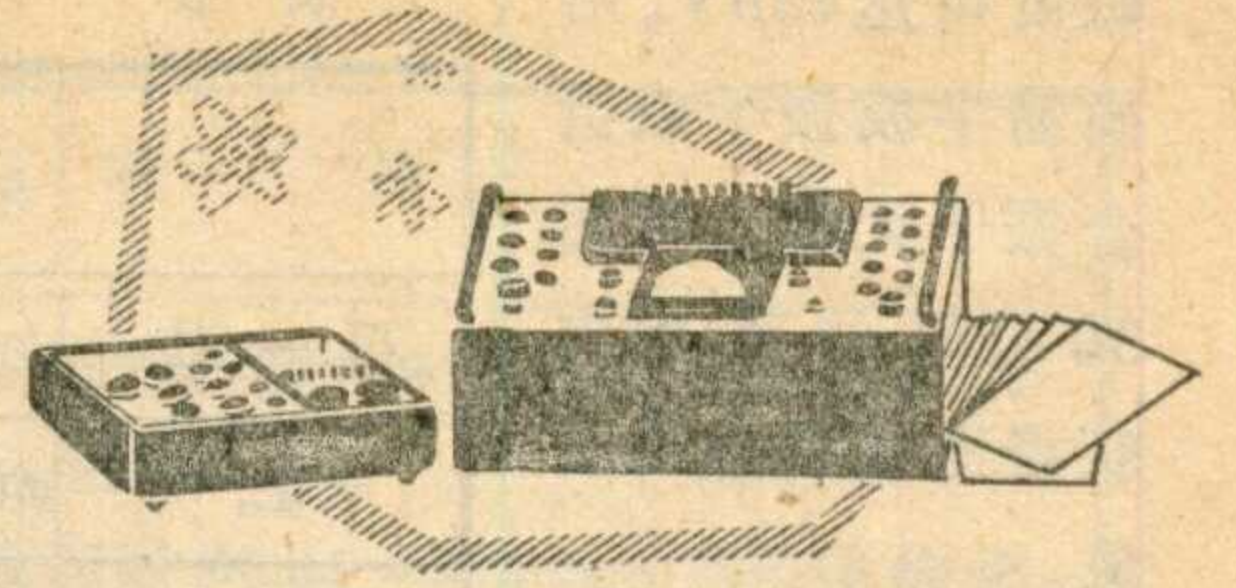
与地之间并上一个 15p 的电容器。如果超过 50 毫米，在 200 毫米以内，可用普通较粗的金属屏蔽线或双股绞合线代替，实践表明效果尚可。③由 C_1 、 C_2 、 R_1 、 L_1 、 C_3 、 L_2 、 C_4 、 L_3 组成三个串联吸收回路，分别谐振于 35.75 兆赫、27.75 兆赫、26.25 兆赫三个频率上，以对邻近低频道伴音载

(下转第 39 页)



GS-5A型

电子管测试仪的使用

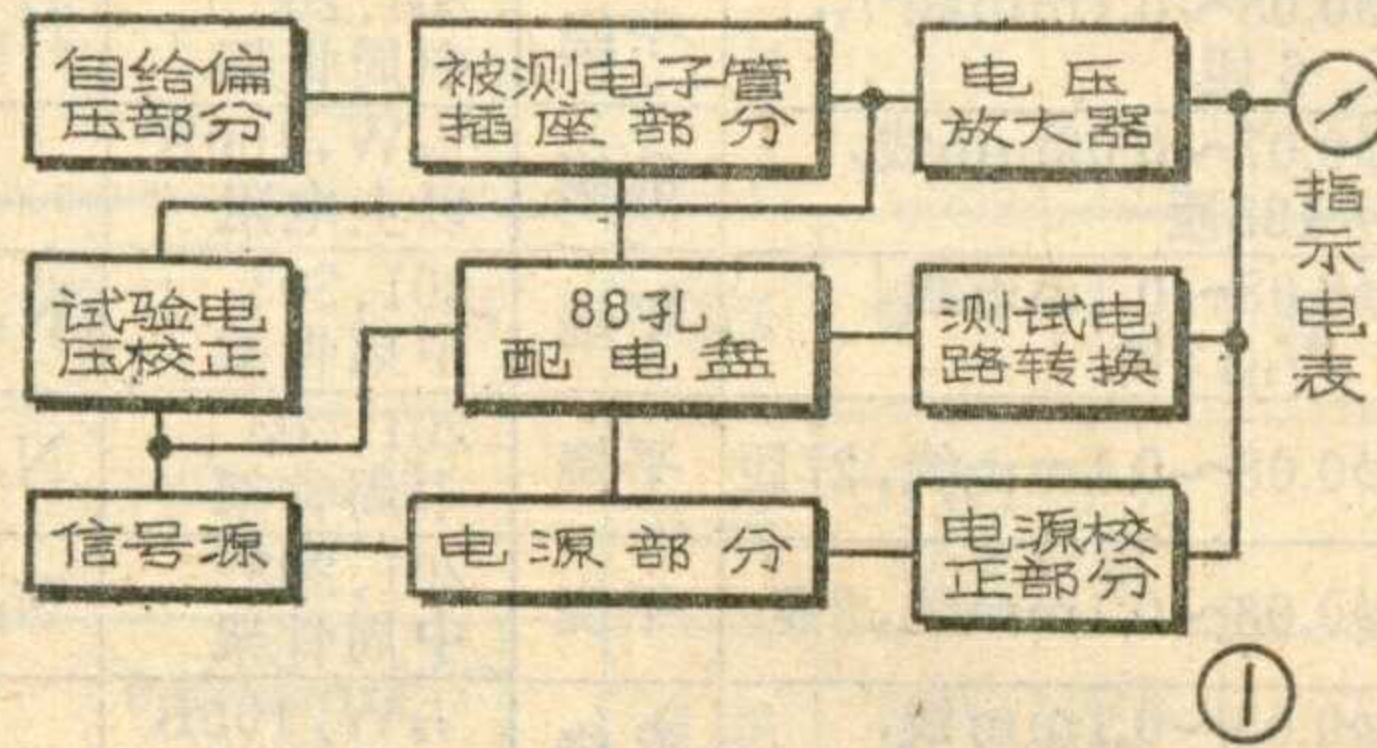


上海无线电仪器厂 饶芳魁

一、概述

GS-5A型电子管测试仪可以用来测量小功率收信放大管的主要静态参数：板流与跨导；测量管内真空度、阴极放射电流等参数，以及检查小电珠的好坏，还可粗略地检测电子管杂音的大小。适合科研单位、实验室、有

关电子工厂、有线广播站、无线电修理部和无线电商店等场合广泛使用。GS-5A电子管测试仪是便携式电子仪器，体积小、结构紧凑。被测管的灯丝电压由电源变压器直接供给。板极、第二栅极电压由整流器整流输出，经过分压后分别供给。栅极偏压均用自给偏压。控制栅信号的频率与供电电源频率相同。上述电源均由88孔配电盘来控制。此配电盘代替了一般的转换开关，是本仪器的中枢控制机构。将各被测管专用的测试卡片放在配电盘上，并在规定的一些空孔内插入插棒，就构成了各种测试电路和配电系统。这种结构可延长仪器使用寿命，并可不断增加新的测试卡片，以扩展其用途。目前可测试国内外200余种电子管，还可按自己要求添加测试卡片。



二、工作原理简述

本仪器由以下几部分组成，其方框图见图1。现将各部分的工作原理简要叙述如下。

1. **自给偏压**：主要是一个可在0~11100欧范围内选择相隔10欧的任一阻值的电阻箱。根据测试卡片规定的位置插入插棒，

被测电子管便获得所需的栅极偏压。

2. **电源校正**：其作用是保证仪器在电源电压与额定值相差+5%~-15%时能够正常工作。方法是在电源变压器初级接一个可变电阻，以调整初级电压至规定值。电子管6H6P组成的电子管电压表是用来监视电压是否为规定值的。

3. **信号源**：是在测试互导时加到被测管栅极的信号。此信号直接来自电源，经高频滤波后加到分压器两端，经过调整送给栅极。

4. **被测电子管插座**：由18种不同型式电子管插座所组成，分布在面板两边。它们之间都是并联的，相互关系见表1。

5. **88孔配电盘**：是插孔式的联结装置。根据测试

表 1: 管座管脚互换表

管脚号	标15	1	2	3	4	5	6	九脚7	8	9	10	八脚11	12	13	14	16	17	七脚18
u_1	2	8	1	7	8	8	1	4	1	4	3	7	9	3	4	3	7	3
	7	1	7	1	2	4	3	5	5	1	1	8	1	1	1	1	1	4
(40) (62)	1	4	5		5	7		8				6	8					7
(23) (34) (45) (56)	3	6		2	1	2	5	7		5	2	5	2	2	2		2	5
(24) (35) (46) (57)	4	3	6	3	4	6		9	3 510Ω	2	6	4	5		3	2	3	6
(25) (36) (47) (58)	5	2	2	6	7	5		1		3	5	3	4				4	1
(26) (37) (48) (59)	6	5	3	4	3	3	4	6	2		7	2	3				6	2
(27) (38) (49) (60)	8	7	4	5	6	1	2	3	4	6	4	1	7			4		
(50) (61)								2 300Ω					6 100Ω					

卡片插入插棒，被测电子管各极就能获得必须的电压，并使指示电表获得相应的刻度。88孔配电盘的作用见表2。

表1及表2的用法后面有举例说明。

6. **电源**：由整流管5Z3P和分压器等组成整流器。整流器最大输出为300伏，经过分压电阻供给被测电子管所需的板极电压和第二栅极电压。

7. **电压放大器**：用来测量被测管板极负载上交流电压的电子管电压表的前置部分。由电子管6N9P及50赫负反馈双T选择网络等组成的二级电压放大器。

8. **测试电压校准**：即电子管电压表灵敏度校准。由灵敏度电位器控制，校准时测试电压直接输入电子管电压表，调整电压表灵敏度指示在满度即可。

9. **指示电表**：由桥式整流电路和分流电阻等组成。这部分和电压放大器组合成为电子管电压表，通常称为“跨导计”。被测管各参数均由指示电表读出。

三、仪器结构

本仪器的整体全部固定在面板（图2）下面，并装入手提式有盖的机箱中，仪器外形尺寸为503×313×213毫米，其重量约为22公斤。机箱右侧有一小门，拧开小门螺钉可以看到测试卡片和电源线。在面板左部装有被测电子管插座8只及连接被测管顶部电极的插孔。面板右部装有10只插座及连接顶部电极用插孔。面板中部装有88孔配电盘和电表。其他控制旋钮等如图所示，不再赘述。

取下面板封口螺钉，可把整机从机箱中取出。取出后可以看到左部装有扼流圈、直流分压电阻等。右部装有电源变压器；中部装有电容器、电位器、电子管、桥式整流电路、50赫选频负反馈网络，分流电阻组、被测管自偏压电阻等。

GS-5A测试仪除主体部分外，还有一部分测试工作附件，放在备件附件箱内。

四、使用方法

1. **使用前注意事项**：仪器工作时应放于水平位置。通电之前面板上所有开关应放在下列位置：“电源”放在“断”；“测试转换”放在“短路”；“极间短路”放在“1”；“电源校正”和“灵敏度校正”都放在最左端；“电源频率”放在“50赫”。

2. 准备步骤：

(1) 取出与被测电子管型号相同的测试卡片，并置于88孔插孔配电盘上，用插棒插入卡片所规定的所有孔内。

(2) 将被测管插入测试卡上规定的管座中。测试有管帽的电子管，必须先将管帽夹套上后再插管子，以免触电危险。管帽夹在附件箱内。

(3) 插上电源，开启电源开关，接通电源后应预热10~15分钟。

(4) 按下电源按钮，调节“电源校正”电位器使电表指针位于标准线上（即指满度）。测试各项参数时应反复校准电源指示在校准线上。否则将有测量误

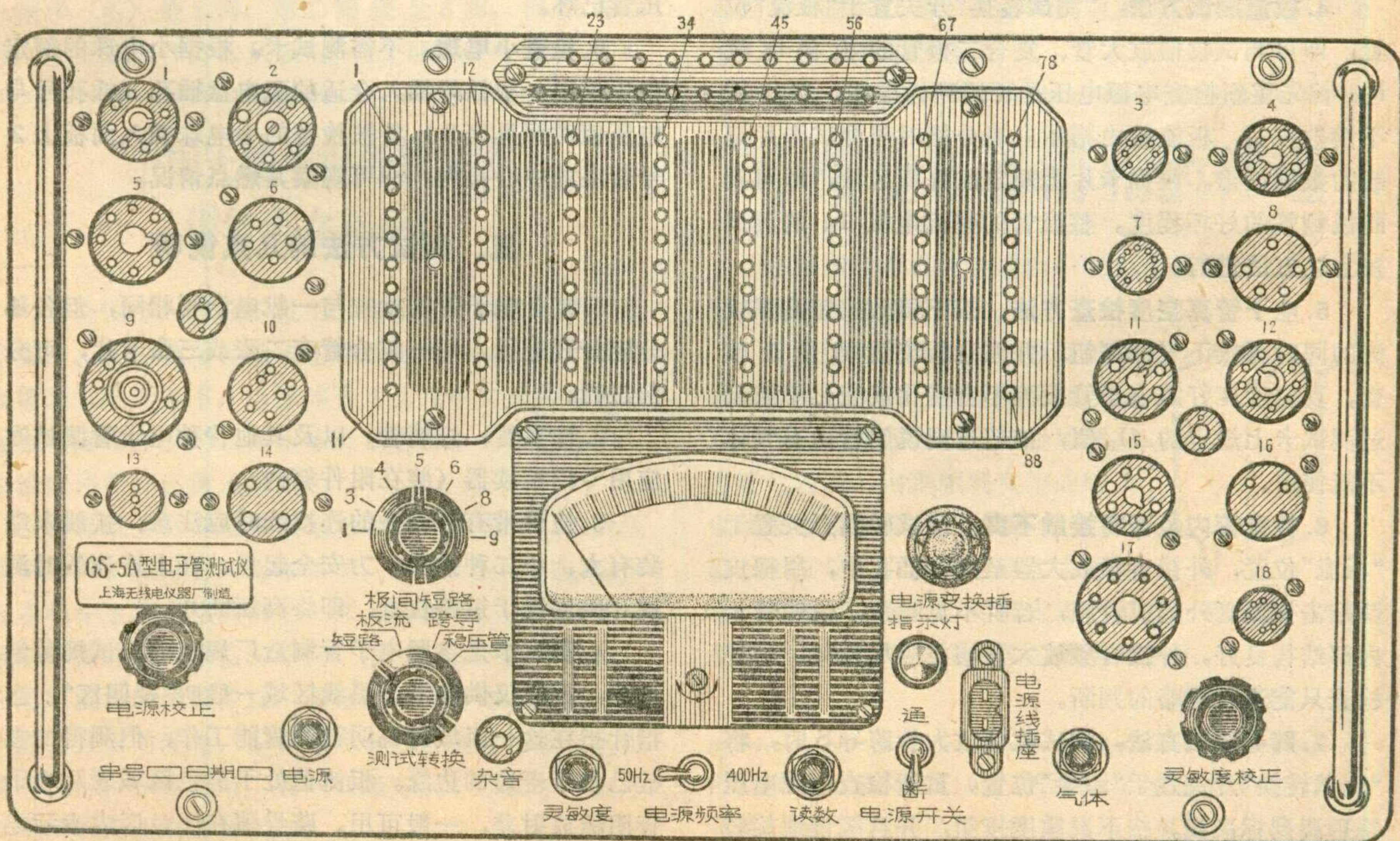


表 2: 配电盘各孔作用示意图

U _a ① 300V	U _{g2} ⑫ 300V	g ₂ ⑬	A⑭	g ₁ ⑮	K⑯	整⑰⑱-4 整⑲⑳-10-2
U _a ② 275V	U _{g2} ⑬ 275V	g ₂ ⑭	A⑮	g ₁ ⑯	K⑰	RK⑱9K 整⑲250 V
U _a ③ 250V	U _{g2} ⑭ 250V	g ₂ ⑮	A⑯	g ₁ ⑰	K⑱	U _f ⑲35 V 整⑳135 V
U _a ④ 200V	U _{g2} ⑮ 200V	g ₂ ⑯	A⑰	g ₁ ⑱	K⑱	RK⑲1K U _f ⑳接地
U _a ⑤ 150V	U _{g2} ⑯ 150V	g ₂ ⑰	A⑱	g ₁ ⑱	K⑲	RK⑲500 Ω U _f ⑳50 V
U _a ⑥ 125V	U _{g2} ⑰ 125V	I _a ⑲ 150mA	A⑳插孔	g ₁ ⑳插孔	K⑳插孔	RK⑲200Ω U _f ⑳12.6 V
U _a ⑦ 100V	U _{g2} ⑰ 100V	I _a ⑲ 75mA	A⑳	ΔI _a ⑲51K	K⑲	RK⑲200Ω U _f ⑳6.3 V
U _a ⑧ 75V	U _{g2} ⑰ 75V	I _a ⑲ 30mA	S⑳ ^{0.02V} _{200.2}	ΔI _a ⑲390K	U _g ⑲1V	RK⑲100Ω U _f ⑳5.2 V
U _a ⑨ 50V	U _{g2} ⑰ 50V	I _a ⑲ 15mA	S⑳ ^{0.04V} _{200.2}	稳定度⑳ 8K RK=0㉑接地		RK⑲ 50Ω U _f ⑳4 V
U _a ⑩ 25V	短㉑⑳中心刀	I _a ⑲ 7.5mA	S㉑ ^{0.1V} _{600.2}	稳定度㉑ 6K ㉒RK≠0		RK⑲ 20Ω U _f ⑳2.2 V
U _a ⑪ 10V	短㉒㉑接地	I _a ⑲ 3mA	S㉒333.3Ω	稳定度㉒625Ω RK⑲10Ω		RK⑲20Ω U _f ⑳1.2 V

差，测大电流管子更应如此。

3. 短路、断路检查法: 上述各准备步骤结束之后，就可检查被测管在灯丝加热状态下的短路、断路情况。将测试转换开关放在“短路”位置。顺次将“极间短路”开关置于卡片上注明的短路开关位置，如放在卡片注明的任一位置时电表有指示，则说明被测管相应两电极间有漏电或短路。漏电大小看电表指示而定，一般在15分格以下属于漏电，15分格以上就算严重漏电和短路。漏电管子能否使用要看具体条件而定。一般轻微漏电可继续使用，但不适宜用在增益很高的前置放大级或桥式直流放大器电路。如果极间短路开关位于卡片未注明的任一位置时电表没有指示，则该被测管极间必定断路。这种管子不能使用。

4. 板流测试方法: “测试转换”开关置于“板流”位置，即可测试收信放大管、复合二极管的板极电流 I_a。首先重新检查电源电压是否调到标准线，然后按下读数按钮，板流数由指示电表分格对照测试卡片记载的数据读出。根据卡片上规定的好坏区域，即可判断被测管的好坏程度。整流管的整流电流 I_B 的测试按上述方法进行。

5. 电子管真空度检查方法: 按下读数按钮测试板流的同时再按下气体按钮，并注意板流读数是否改变。真空度良好的电子管板流不会变化或变化不应超过测试卡片上规定的 ΔI_a 值，如超过则说明管内有气体不能使用。

6. 检查管内是否有接触不良: 测试转换开关置于“板流”位置，外接音频放大器至杂音插孔中，用橡皮锤敲击被测管外壳或管座，若听不见噪声，说明管子内部结构良好。外接音频放大器增益应尽量高。这种检查只能进行粗略的判断。

7. 跨导测试方法: 测试收信放大管跨导 S 时，将“测试转换”开关置于“跨导”位置。重新检查电源电压是否调到标准线。按下灵敏度按钮，并且缓慢地旋转灵敏度校正旋钮，使电表指针位于标准线上。然后按

读数按钮，跨导数由指示电表分格对照测试卡片记载的 量程 读出。根据卡片规定的好坏区域判断被测管跨导的大小。变频振荡跨导 S_r 可用同法测试。

8. 充气稳压管的检查方法: 检查稳压管的稳定电压和电压稳定度 ΔU 时，测试转换开关应置于“稳压管”位置。按下读数按钮，稳定电压值由指示电表分格对照测试卡片记载的电压量程读出。根据卡片上规定的好坏区域即可判断被测管的好坏程度。检查电压稳定度应继续按下读数按钮，并从配电盘上取出在卡片上注明有稳定度检查箭头指示的插棒，注意电表指示的变化。若稳压管良好，稳定电压不会变化或者变化不会超过测试卡片上规定的 ΔU 值。反之当拔出插棒时稳压管不发光，电表不指示或 ΔU 很大，则说明稳压管已坏。

9. 检查小电珠: 不需测试卡。根据小电珠的额定电压值用一根插棒插入合适的配电盘插孔（插孔号与电压值对照见表 3），将被检查的小电珠插入面板上 2 号管座的中心孔内。即可观察其燃点情况。

五、测试方法的几点说明

1. 复合电子管的检查与一般电子管相同，但各部分应分开进行。每一复合管有二张或三张卡片，可分别进行。

2. 橡胶管、灯塔管，以及其他特种电子管测试时应用专门接续器（装在附件箱内）。

3. 使用带有管帽夹的连接线时应注意：接线末端装有大、小二种插头。为安全起见，在上述连线时测试开关应置于短路位置，即将高压断开。

4. 测试卡是参照电子管制造厂规定的测试规范制作的，读数仅供参考。黑线区域一般叫“疑问区”，当指针指在这一区域时说明被测管能工作，但测得的参数已位于寿命的边缘。板流值处于黑色区域表示电子管阴极放射差，一般可用。跨导值在黑色区内表示电子管已老化，但尚能工作一段时间，重要的设备不宜

用。

5. 在测试时有时会碰到：测试板流时读数比平时小，按下气体按钮指针偏离较大，测试跨导时读数不稳。这些现象是由于寄生振荡引起的。消除方法是将一个100~500微微法的电容器依次接到每一管脚和机壳之间。如果接在某一管脚时上述现象消失，证明振荡已消除。

表 3:

小电珠额定电压 (伏)	1.2	2.25	4.05	5.25	6.3	12.6	30	35
配电盘插孔号	88	87	86	85	84	83	82	69

配电盘和各部分只要适当联结，就能组成各种测试电路和配电系统，可以检查许多电子管。因此除本仪器附有的卡片外，还可自行设计添补测试卡片。下面以 6 J1 电子管 (184 号测试卡) 为例，说明测试卡制作方法。

六、自制测试卡片举例

从产品说明书、电子管手册或电子管生产厂所给技术条件可知：6 J1 的灯丝电压为 6.3 伏；板极电压为 120 伏；第二栅极电压为 120 伏；阴极电路自给栅偏压电阻为 200 欧；板极电流合格范围为 7.35 ± 2.35 毫安；跨导合格范围为 5.2^{+1.2}_{-1.3} 毫安/伏。从管座图可知：6 J1 的灯丝是 3、4 二脚，从前面表 1 可看出 6 J1 适合用 № 18 管号 (如灯丝脚不能和 18 种管号中任一种对上，那必须自制附加连接装置转换管脚后对上。连接装置可参考备件箱中的连接装置成品制作)。

6J1 管的阴极是 2 脚，从表 1、表 2 可看出 № 18 管号的 2 脚是阴极 K，必须选用 59 号孔。6J1 管的第一栅极 (g₁) 是 1 脚，第二栅极是 6 脚，板极是 5 脚，用上述同样方法从表 1、表 2 可知应分别选用 47

24、34 几号孔。

6 J1 的板极电压要求为 120 伏。从表 2 可知应选 6 号孔，得到 125 伏电压。第二栅极电压为 120 伏，应选 17 号孔；灯丝电压为 6.3 伏，可选用 81、84 号孔。阴极自给偏压电阻为 200 欧，可选用 65、66、68、70、71、72、74、75、76 号孔，将插棒插入这些孔，就将不需要的电阻短路，从而得到自偏电阻 (R_K) 220 欧。板极电流为 7.35 ± 2.35 毫安，可选用 31 号孔，以得到满刻度为 15 毫安的电表量程。跨导为 5.2^{+1.2}_{-1.3} 毫安/伏，选用 42、44 号孔，选取合适的输入信号和板极负载电阻，就可以得到满度为 7.5 毫安/伏的跨导 (S) 读数量程。

6J1 的阴极是 2、7 脚，对照各管座管脚互换表可看出 № 18 管号 2、7 就是 № 15 标准管座 1、6 脚。所以选用 21 号孔可以测出 1、6 脚短路，而短路开关位置 3、4、5、8、9 不短路，即电表没有指示。

GS-5A 是对原产品 GS-5 型改进后的产品，由于测试范围和测试方法不同，因此他们的测试卡片不能通用。

在制作卡片时，有些管子所加的板压、栅压、自偏电阻数值和管子说明书、规范表所列数据有出入，是因为考虑到仪器的误差和其他原因。一般用户如要求不严可以不必这样做。

全国无线电报务教练员 训练班在京举行

在全国深入开展揭批王、张、江、姚“四人帮”反党集团、贯彻英明领袖华主席提出的“抓纲治国”战略决策的大好形势下，国家体委于五月中旬至六月下旬将在北京举办全国报务教练员训练班。全国各省、市、自治区体委都已派人参加。

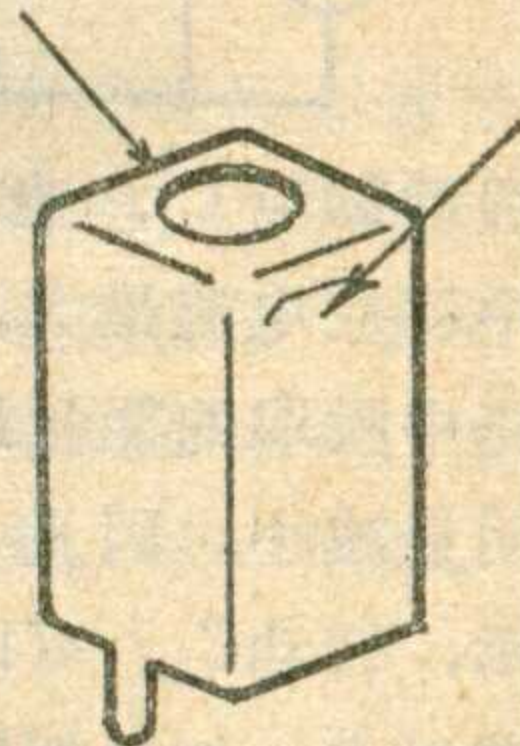
训练班要更高地举起毛主席的伟大旗帜，以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，学习《毛泽东选集》第五卷和华主席的重要讲话，深入揭批“四人帮”及其在国家体委的那个亲信的罪行，把“四人帮”揭深批透，把思想政治路线搞清楚，在这基础上总结和交换无线电活动方面的经验，研究无线电报务训练标准和组织编写教材、训练大纲，统一训练方法，以及学习报务改革后的无线电通报规则。

通过这次训练班，将进一步明确开展业余无线电

中频变压器滑扣的修理

在修理收音机时会遇到中频变压器滑扣的现象。现介绍应急修理的方法。

可用两把小改锥从中频变压器金属罩的任意两个相对侧面加以适当的压力 (见附图)，迫使金属罩受力略微内陷，内部塑料支架的螺口也就变成扁圆形，这时磁帽就可以上下旋动了。修理时应注意所加的压力不要过大，以免造成磁帽不能上下调整；同时要小心不要损坏中频变压器周围的零件。



(周祚超)

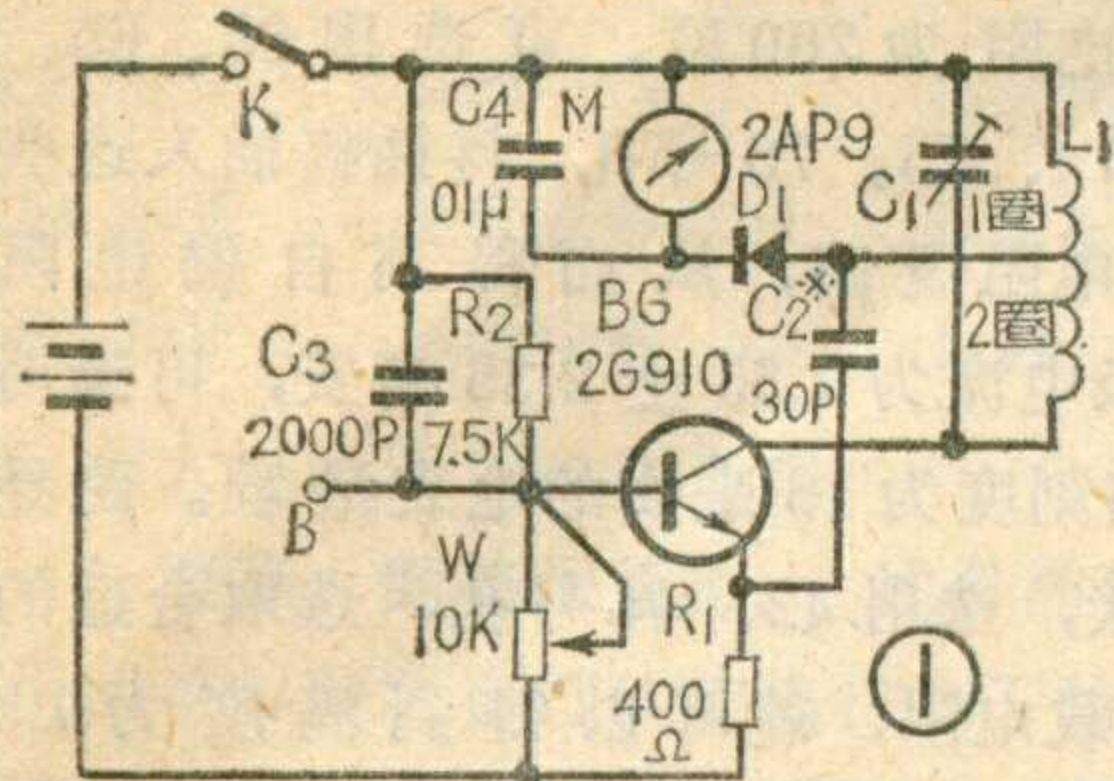
报务活动的意义和目的，推动全国各地无线电运动的开展，为国防和国民经济建设培养出更多的后备人材。

(本刊通讯员)

LC 回路振荡频率简易测试器

奚天敬

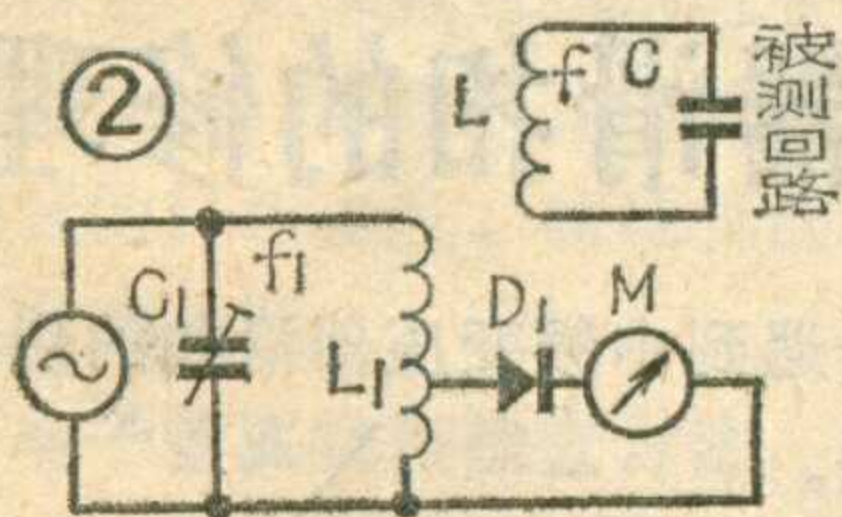
LC 回路的振荡频率可以根据公式计算出来，也可以实际测试出来。我们这里介绍一种 LC 回路振荡频率的测试器，它线路简单，使



用方便，测试误差约在 1% 左右。

测试器(线路见图 1)由一个简单的电感三点式高频振荡器、整流二极管、电流表 M 等组成。测试时分以下两种情况：

1. 被测 LC 回路中没有电流流过，如图 2 中的 LC 被测回路。此时高频振荡器应置于起振状态，简化电路见图 2，高频振荡电流的大小可以从表 M 中看出。调节 C_1 ，当 L_1C_1 回路振荡频率 $f_1 \approx f$ 时 (f 为被测 LC 回路振荡频率)，将 L_1 靠近 L ，电流表的指示没什么大的变化，

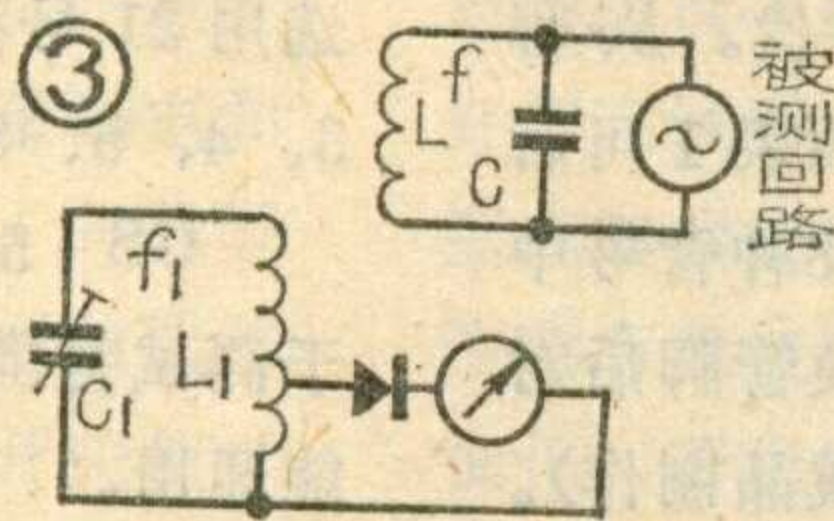


继续调节 C_1 ，当 $f_1 = f$ 时，LC 回路中感应电流最大，相当于从 L_1C_1 回路中吸取的能量最大，电流表指示明显减小。因此，根据电流表指示，转动 C_1 ，可以找到被测回路的谐振点。如果把 L_1C_1 回路在不同 C_1 值时的谐振频率刻记在连接 C_1 的转盘上，那么所测 LC 回路的振荡频率 f 也就可以直接读出来了。

2. 被测 LC 回路中有电流通过时如图 3 中的被测回路 LC。此时测试器的高频振荡器应置于停振状态(可调节 W)，简化电路如图 3 所

示。由于测试器的高频振荡器停振，电流表的指示为零。当 $f_1 \approx f$ 时，将 L_1 靠近 L ，电表指示无大的变化。调节 C_1 ，使 $f_1 = f$ ，由于 L_1C_1 回路振荡频率与 LC 回路振荡频率相同，所以此时 L_1C_1 回路中感应电流增大，电流表指示最大，由于 f_1 是已知的，所以 f 也就测试出来了。

应指出的是，由于 L_1C_1 与 LC 两个回路的耦合有互感存在，测得的振荡频率与实际振荡频率有些误差，为此，在测试时 L_1 与 L 不要靠得太近，应处于松耦合，这样互感的影响就将大大减弱。在第 2 种工作



情况，由于 BG 仍有放大作用，测试的灵敏度较高些。

图 1 介绍的元器件数据仅适用于 50~120 兆赫范围。BG 要用截止频率较高的硅三极管如 2G910、2G210、3DK7、3DG6、3DG15 等，要求管子的截止频率 $f_T \geq 3f_1$ (f_1 指 L_1C_1 回路最高工作频率)。 C_1 最好采用空气可变电容器，最大容量为 30~50 微微法，它大些频率刻度较密，若小些虽然刻度可拉开些，但频率范围小。 L_1 用线径为 1 毫米的漆包线在直径为 10 毫米的圆木上绕 3 圈后脱胎而成，抽头位置在 1 圈左右，这样频率范围大约是 50~120 兆赫范围内。线圈外面最好用线扎紧，以便提高仪器的频率稳定度。电流表最好用一个灵敏度为 200 微安左右的小型微安表，如没有条件也可以用万用表的电流档(量程在 50~500 微安左右)代用。

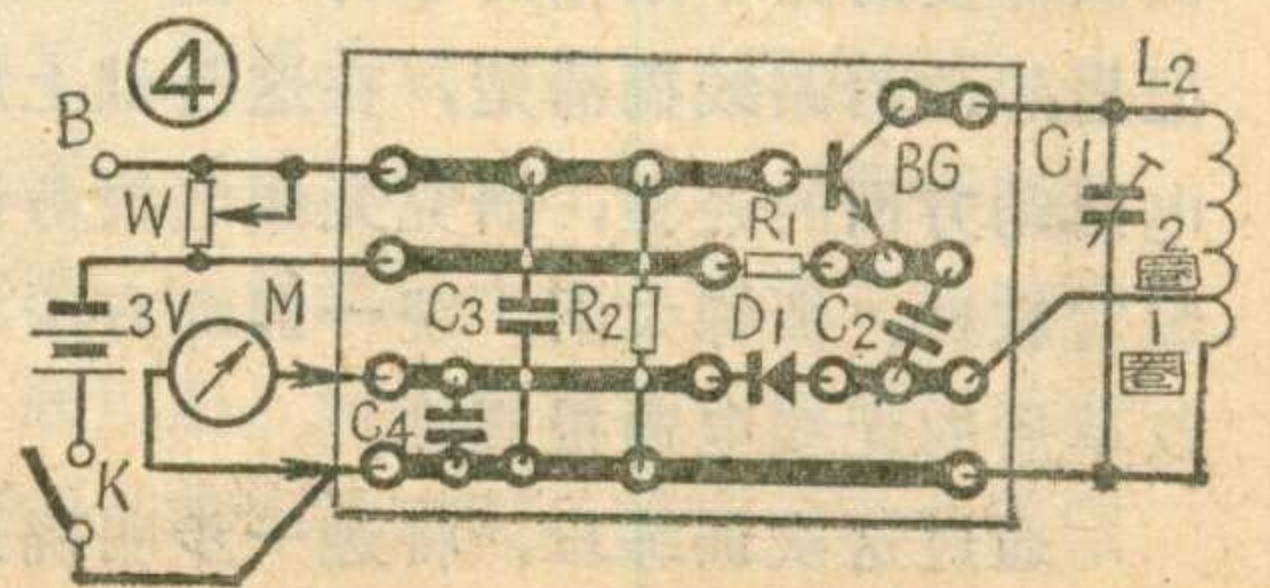
调整时，改变电位器 W (10 千欧)，它能使 BG 工作电流在 0~3

毫安范围内变化，它能控制 BG 的振荡强弱和停振。调整中如发现仪器接近 LC 被测回路时，电流表反应不灵敏，则可改变抽头位置试一下。若在 BG 起振时，发现低频端和高端振荡强弱相差太大，则可改变 C_2 来调整。使用中 BG 的振荡强弱应反复调试后逐步掌握。

C_1 刻度盘上的 f_1 值刻度准确与否，直接影响到测试器的精度。我在校准时是用的 XFG-12 高频振荡器，将它的输出电缆线的输出端靠近 L_1 ，一般离 L_1 在 10~20 毫米即可进行校准。这时自制测试仪相当于图 3 工作状态，在标准高频信号发生器上取一个标准振荡频率，然后转动 C_1 ，通过电流表指示找出相应的振荡频率位置记下刻度，以此类推，旋动 C_1 一刻出相应频率刻度。若用 XG-25 简易晶体管高频信号发生器来校准， L_1 最好直接靠近信号发生器的振荡线圈。若没有标准信号发生器也可以用已知频率的回路(电视机高频头中各频道的振荡回路)来定出几个常用点。

本测试器用 3 伏电源，一方面为了省电和减小体积，另一方面当电源电压变化时，引起的晶体管结电容变化也小，这样可以作到图 2、图 3 两种工作状态时 C_1 盘上的 f_1 刻度几乎是完全相同的。若从 B 端加一低频信号就成为高频信号发生器了。印刷板见图 4。

若要测试 50~120 兆赫频率以外的 LC 回路，应适当改变图 1 线路中的元器件数值。

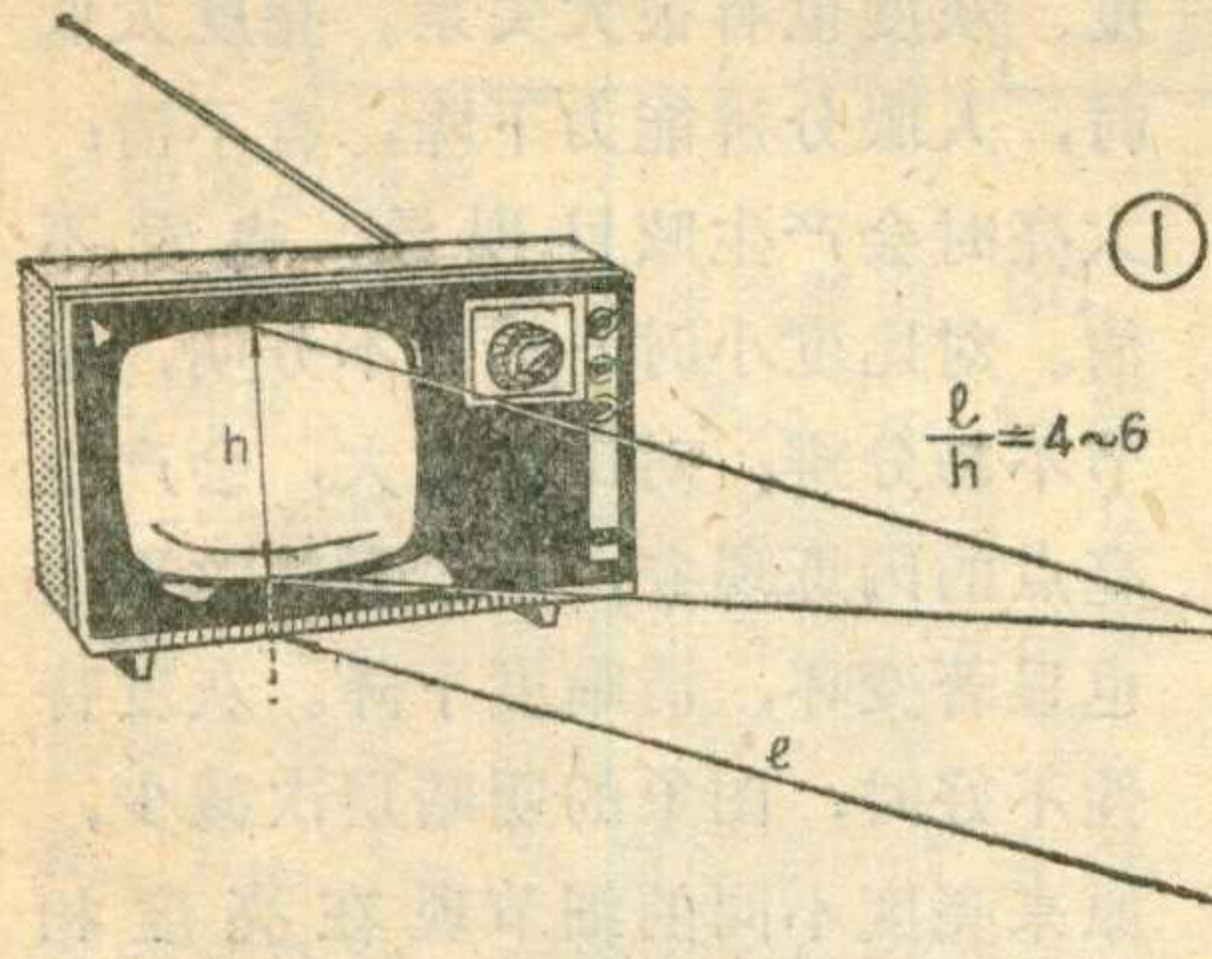


谈谈电视机的清晰度

电视机
使用常识

张家谋

有的同志看了23厘米(9吋)荧光屏电视机的图象后,说是图象太小了,不清楚,猜想大尺寸荧光屏电视机的图象一定会清楚些;可是有的同志看了大荧光屏电视机的图象后,也说不够清楚,这是怎么回事呢?其实,按国产电视机的标准规定,图象中心部分的清晰度应不



低于450线,边角部分应不低于300线,符合这一标准的电视机,不论荧光屏尺寸的大小,图象的清晰度都应差不多,这样的清晰度对人眼来说已能相当满意了。为什么还有不清楚的感觉呢?下面我们谈谈与电视图象清晰度有关的问题:

合理的观看距离

观看者与荧光屏之间的观看距离是依荧光屏尺寸大小而定的,一般应为荧光屏高度的4~6倍(见图1)。这一原则是根据人眼在观察景物时,在视角15度范围内能不费力地看清楚景物并通过不同的人观看图象大量统计计算出来的结果。超过15度视角范围,虽然能看得见,但需不时地转动眼睛,时间长了就比较费力。按着这个原则,对于23厘米荧光屏的电视机,合理的观看距离应是0.7米左右,而对47厘米荧光屏的电视机,合理的观看

距离应是1.5~2米。在这样的观看距离上,观看23厘米、47厘米的电视机的清晰度基本上一样,而且看起来最省力。若观看距离太近,会感到图象不清楚,并能看出光栅结构,缺乏真实感;若距离太远,当然看不清楚,并有图象太小的感觉。这么说,大尺寸荧光屏电视机还有什么优点呢?其实,大尺寸荧光屏电视机的优点不在于图象清晰度,而在于图象较大时,艺术效果、真实感较好,就象大银幕电影比小银幕电影效果要好一些一样。同时,在实用中,荧光屏大的电视机由于容许的观看距离远了,自然容纳的观众多些;而且对于视力不好的人,图象大些容易看得清楚,这也是很自然的事,但这并不是图象清晰度增加了。一般来说,大荧光屏电视机适合集体单位使用,家庭用的电视机,尺寸小些也够了。

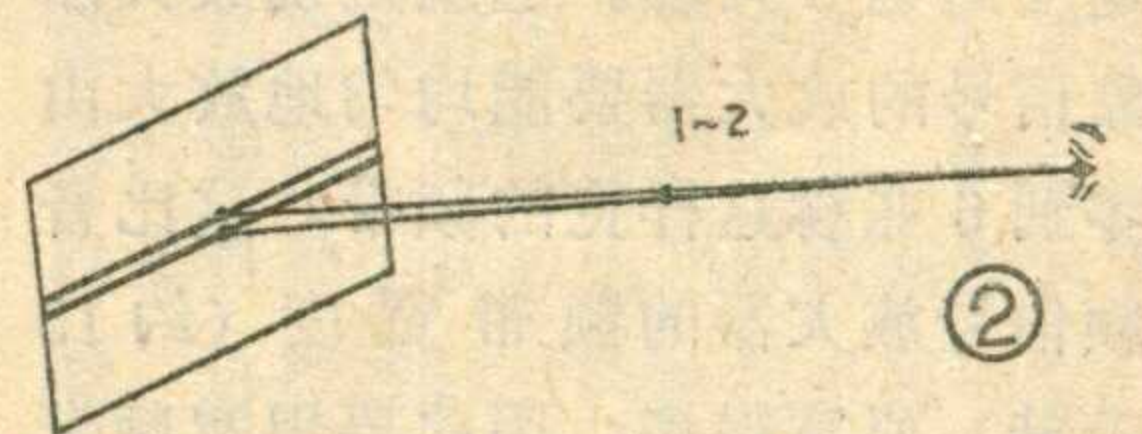
人眼的分辨能力与电视图象清晰度

电视图象的清晰度是怎样决定的呢?因为电视图象是供人观看的,所以电视图象的清晰度取决于人眼观察图象细节的分辨能力。如果有两个黑点相距很近,虽然它们之间还有白色部分存在,但当这两个黑点与我们眼睛有一定距离时,眼睛就分辨不清是两个黑点而看成一个黑点。这说明人眼分辨景物细节有一定限度,叫作人眼的分辨能力。人眼的分辨能力就用这两个黑点在刚能分辨时,人眼所张的视角来衡量,见图2。经过对许多人大

量统计平均的结果,这个视角一般为1~2分,对于运动景物上细节分辨能力还要下降。前面已谈到,人眼观察图象最适宜的视角是15度,按每度60分计算,相当于900分,若取人眼的分辨能力为2分,那么在15度的范围内,人眼就能分辨450个黑点,也就是450根线条,因此,电视图象中心部分清晰度有450线就够了。当然这是一个一般的要求。如果人们集中注意力、努力观察图象中某一局部细节的话,这时人眼的分辨力会提高些,就会感到图象不够清楚,但这并不属于一般观看电视的情况。

我国的广播电视标准规定一帧图象扫描625行,是考虑了很多因素后决定的,其中最主要的一个因素就是图象清晰度。一般扫描行数与能分辨的线数并不相等,平均取分辨线数为扫描行数的0.7倍,这是因为被摄景物上的细节并不总能与电视摄像管中的扫描行对准的缘故,所以扫描625行正好能分辨450线。

若要进一步提高清晰度即增加分辨的线数,只能增加扫描行数,但这会带来很多不利的因素,其中最主要的是电视信号频带太宽,造成电视机的电路复杂,成本提高。



电视信号频带宽度与扫描行数的关系

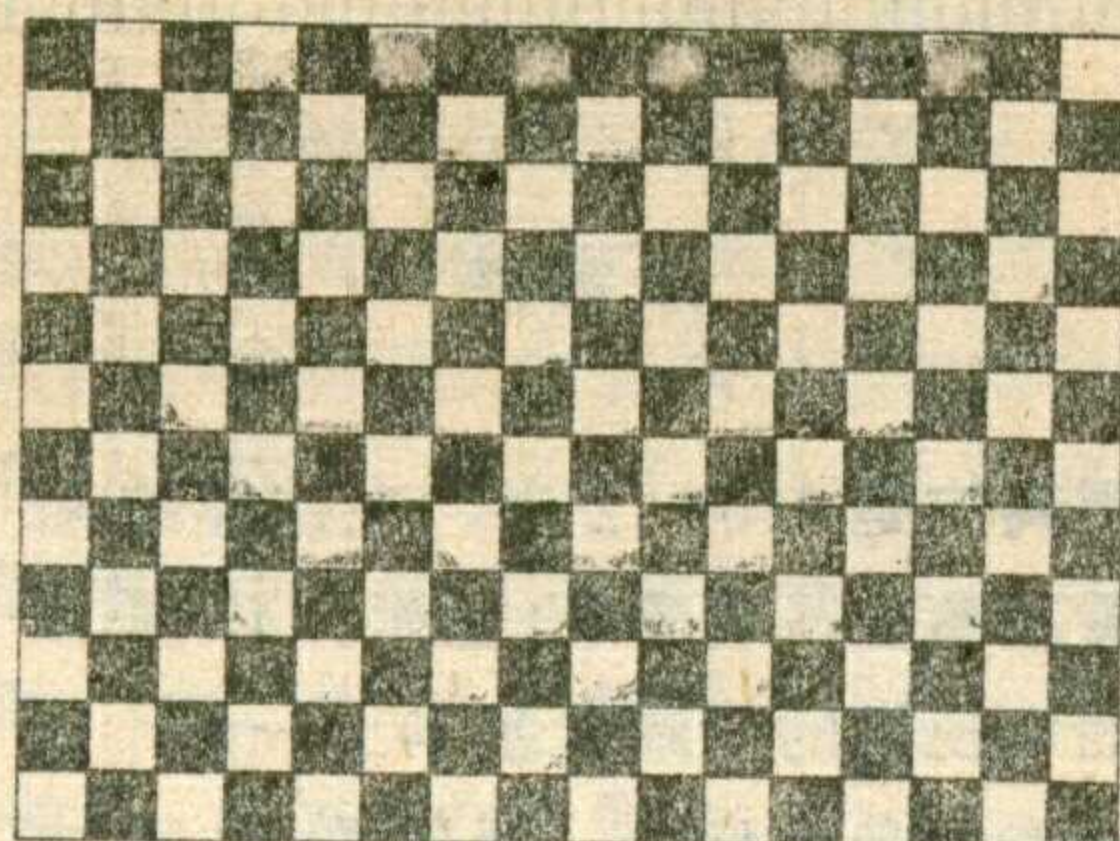
我们知道,电视图象是分成一个个小象点(象素),靠电子射线的

扫描来传送的。一帧图象中分的象点越多，图象就越清楚。而象点越多，图象信号的变化就越快，也就是图象信号的频率越高。

设有一个图象是由很小的黑白相间的方格组成的，见图3。其中每个方格都代表一个象点。在所有的可能的图象中，这个图象的信号频率是最高的。因为从每一个象点扫描到相邻象点时，信号都要从黑到白，或从白到黑急剧变化一次，每扫过两个象点就是信号的一个周期。我们来求这个图象的最高频率。将这个图象分成 Z 行，由于图象的长宽比为 $4:3$ ，所以每行分成 $Z \cdot 4/3$ 格，这也就是每行的象点数。这样，整个图象的象点数为 $4/3 \cdot Z \cdot Z = 4/3 \cdot Z^2$ 。设每秒传送 f 帧图象，则每秒传送的象点数为 $4/3 \cdot Z^2 \cdot f$ 。而每传送两个象点是一个信号周期，所以图象的信号频率为 $1/2 \times 4/3 \cdot Z^2 \cdot f$ 赫，即 $0.667fZ^2$ 赫。考虑到回扫期间不传送象点以及人眼主观感觉等因素，要打一个折扣，一般认为视频信号的最高频率为 $0.6fZ^2$ 赫，对于视频信号的最低频率，它应该反映电视图象中变化最慢的成分，而电视图象中变化最慢的是图象的平均亮度，它可能在相当长的时间内变化不大，所以说电视图象信号的最低频率接近于零。这样一来，电视图象信号的最高频率也就是视频信号的频带宽度为 $0 \sim 0.6fZ^2$ 赫。

我国的广播电视标准规定每秒传25帧(50场)完整的画面，每帧画面包括625行，即 $f=25, Z=625$ ，代入上式算出电视图象信号的频带宽度约达6兆赫。也就是说放大图象信号的放大器要能均匀地放大由零到6兆赫这样宽的频带，这比音频信号放大器的频带宽度(约15千赫)要宽得多，因此要用宽频带放大器，称为视频放大器。从前述的公式可以看出，电视信号的频带宽度与行数的平方成正比，若为增加图象清晰度而增加扫描行数，则频

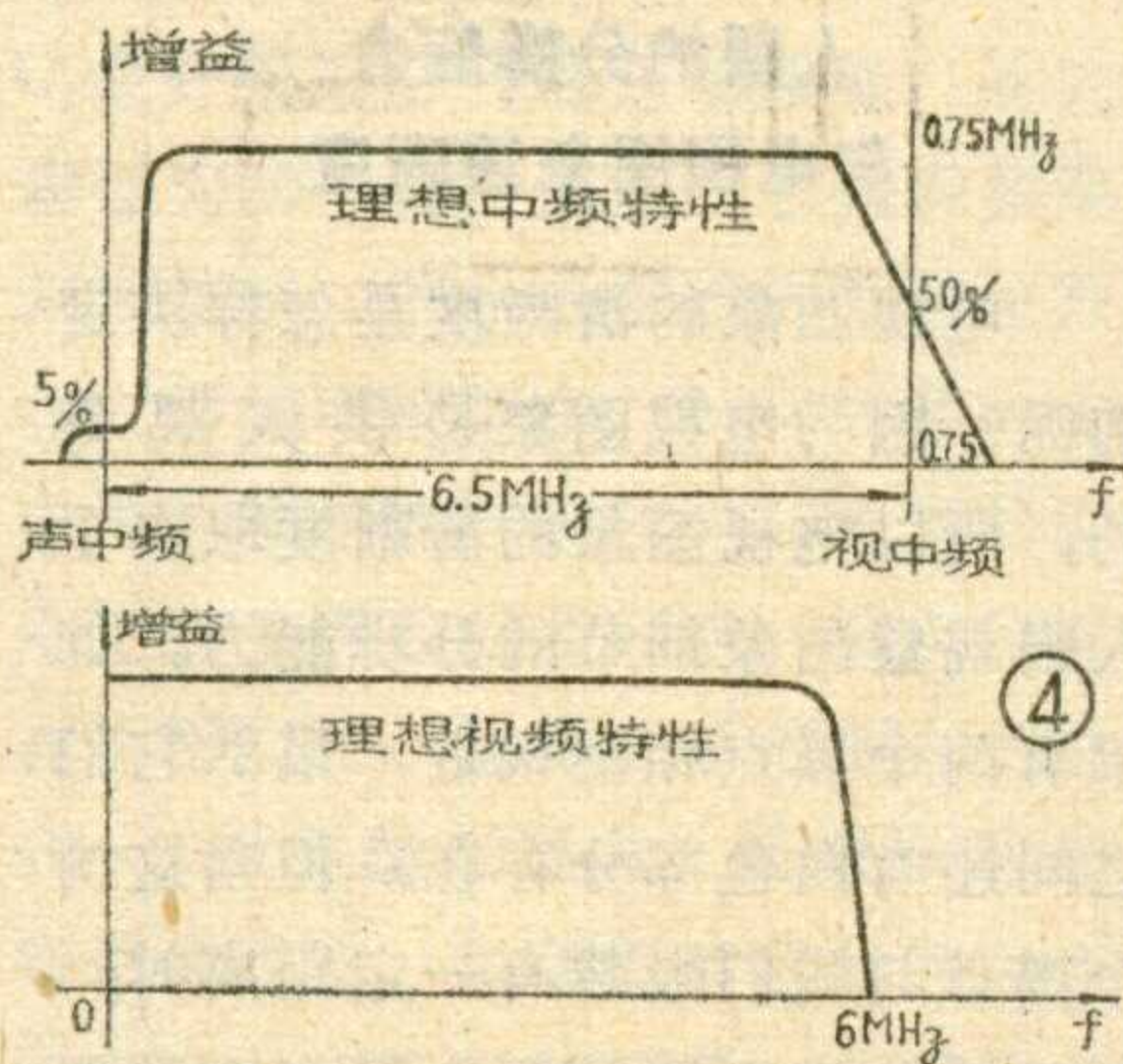
带宽度增加得很快。例如取1000行，很容易算出频带宽度是15兆，这样宽频带放大器作起来很不容易，所以不能用增加扫描行数的办



③

法来提高电视图象的清晰度。我国目前625行的广播电视制度已为传送足够清楚的电视图象提供了条件，要进一步提高电视机的清晰度主要是保证电视机的高放、中放和视放的频率特性，确保频带宽度为6兆赫的电视信号得到均匀放大，在保证显象管质量的条件下，荧光屏上的图象就能相当清楚，而不管荧光屏尺寸是大还是小。

电视广播用的电视测试图(101测试卡)中的楔形线簇可以很方便地帮助我们判断电视机的清晰度，这在以前的文章中已有介绍，这里要说明的是只有楔形线簇中的线条黑白分明时，此处的线数才算清晰度真正达到的数字，以这样的标准来衡量目前的一部分电视机的清晰度确有进一步提高的必要。



④

影响电视图象清晰度的其它因素

电视机中显象管里电子射线聚焦质量对清晰度影响很大。聚焦好，在荧光屏上形成的光点小，扫描出来的电视图象自然清晰。在设

计制造显象管的电子枪时，这是一项很重要的指标。目前电视机的聚焦旋钮多置于机内(一次调好后不常调动)。调整时要兼顾图象中心和边角的清晰度，并注意不能将扫描线调得过细，特别是对大尺寸荧光屏的电视机，否则会使人在合适的观看距离上看出图象的光栅结构，降低图象的真实感。另外要显出的图象细节黑白分明、清晰度高，这不仅要求电子射线的聚焦好，而且荧光屏、荧光粉的质量和加工工艺都要有所保证。一只质量好的显象管应能满足图象清晰度、对比度、亮度、灰度等各方面的要求。

电视图象清晰度与亮度、对比度、灰度也有很大关系。亮度太低时，人眼分辨能力下降，看不清；太亮时会产生眩目现象，也看不清。对比度小时，黑白不分明，细节不易分辨；对比度太大，会产生亮点的闪烁现象，电子射线的聚焦也显著变坏，清晰度下降。灰度特性不好时，图象的明暗层次减少，原来亮度不同的细节现在亮度相同，细节不能分辨了；若灰度特性好，黑白层次丰富，使人感到图象真实、清楚。

还有一个正确使用调整的问题，就是电视机本机振荡的频率必须调准，可通过调整频率微调旋钮来达到，以使图象信号的全部频带尽可能都通过电视机的各级放大器到达显象管，得到清晰的图象。这就对各级有一定的要求，中放级的频率特性见图4。若本机振荡频率调得不准，变频后的中频信号不能恰好通过中放而损失掉一部分边缘的频谱，而这部分往往是代表图象细节的高频成分，造成清晰度下降。正确的调整方法是将频率微调旋钮调到刚好出现伴音干扰图象的前一点，此点应是图象最清楚的一点、伴音也正好合适。因为当本振频率偏高时，伴音中频偏高进入图象中频范围，伴音信号幅度超过5%就出现伴音干扰图象，表现为

紧急报警器

张路增 黄力之

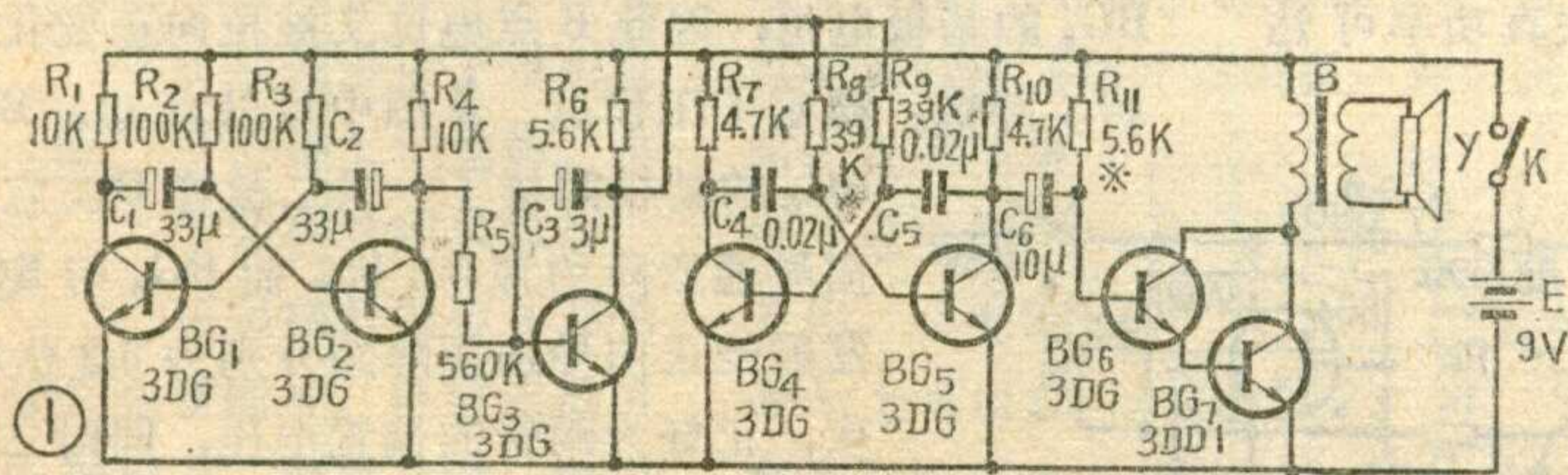
在生产、生活中应用的紧急报警器种类很多。我们试制的这种紧急报警器线路简单，能发出救护车、消防车那样的变调笛声，放在救护车的模型上，可以得到一种逼真

的演示效果。降低，两管都处于截止状态，振荡器停止工作。所以由BG₁、BG₂自激多谐振荡器产生的振荡信号来控制BG₄、BG₅振荡器的工作，达到变音调振荡信号输出的目的。改变

功率管，获得大的功率增益。

通过实验证明，晶体管BG₁~BG₆可用任何型号的小功率NPN型硅管，如3DK、3DG系列等， β 在30~150范围内。按线路焊好基本上不用调整。BG₇用3DA54、3DA1、3DK10等，不必加散热器， $\beta > 12$ 就可以，如果BG₇的 β 较低，可适当地提高BG₆的 β 值。变压器用晶体管收音机上的小型输出变压器，也可以自制。扬声器用2吋~4吋的均可。电源用6伏~12伏。

印刷板见图2，实际尺寸是7×5(厘米)²。为了便于安装和散热，把BG₇平放在印刷板上，在印刷板上打两个 $\phi 3.5$ 毫米的孔固定，两孔间距离视管子而定，焊好管脚。线路装好后认真检查无错焊、虚焊后可以通电。为了控制警笛声的大小，可以适当调整复合管的偏置电阻R₁₁。

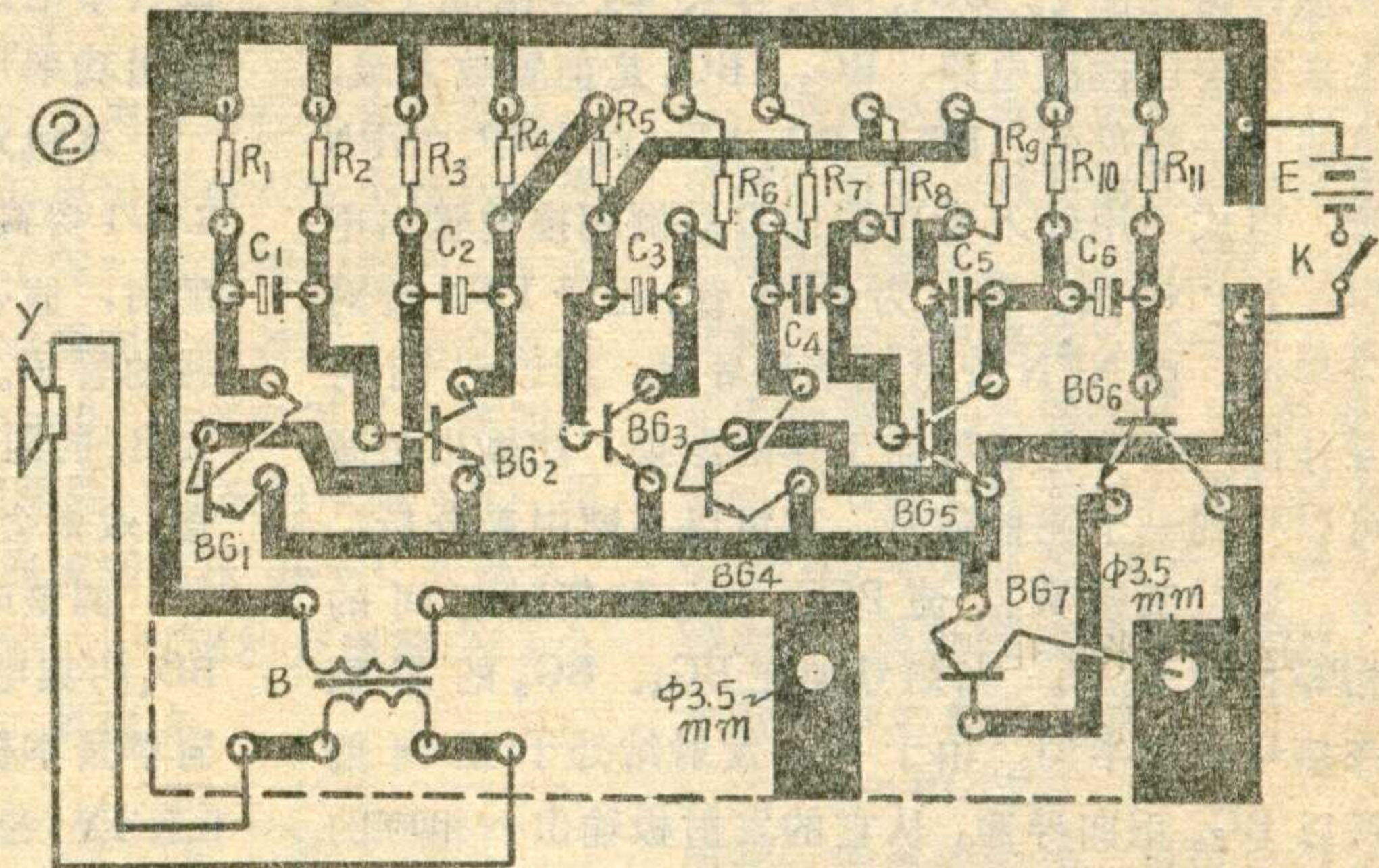


真的演示效果。

图1是它的原理线路图。BG₁、BG₂和R₁、R₂、R₃、R₄、C₁、C₂组成一个典型的自激多谐振荡器，从电阻、电容数值可以看出，它的振荡频率较低。BG₄、BG₅和R₇、R₈、R₉、R₁₀、C₄、C₅组成另一个自激多谐振荡器，它的振荡频率较前一个振荡器高得多，调整电阻、电容数值，使其频率在音频范围之内。BG₃是倒相器。当BG₁处于截止时，BG₂导通、BG₃截止，此时BG₃的集电极电位较高，所以BG₄、BG₅处于工作状态，产生振荡信号。当BG₁处于导通时，BG₂截止、BG₃导通，由于BG₃的集电极电位降低，所以BG₄、BG₅的基极电位

R₁、R₂或C₁、C₂，可以改变多谐振荡器的频率，使音调变高或变低。

BG₆等组成音频放大电路，这里由BG₆、BG₇组成一只复合管，以降低对管子的要求，代替一只大



随着伴音的强弱，图象上出现无规则的、乱动的水平黑白条。如果这时再调频率微调旋钮，稍稍降低本振频率使伴音中频正好处在5%的频率特性部分。这样伴音中频调准后，相应的图象中频也就准确了，整个图象中频频谱恰好都通过中放，得到最清楚的图象。

另外，使用中有的同志喜欢在全暗的室内看电视，认为这样图象最清楚，确实如此。但这时由于发亮的荧光屏与周围全暗的环境，对

比度太强烈，时间长了眼睛容易疲劳，因此还是在电视机侧面安置较弱的灯光为好。

还有一点需指出，由于一般的黑白电视机视频放大器都是交流耦合的，又没有箝位电路来恢复电视图象信号的平均分量，因此在传送黑背景的图象时，例如电影中的夜景，会变成灰背景，从而降低了图象的灰度和对比度，也就降低了图象的清晰度。这只能在出现夜景图象时，及时调整亮度旋钮，降低图

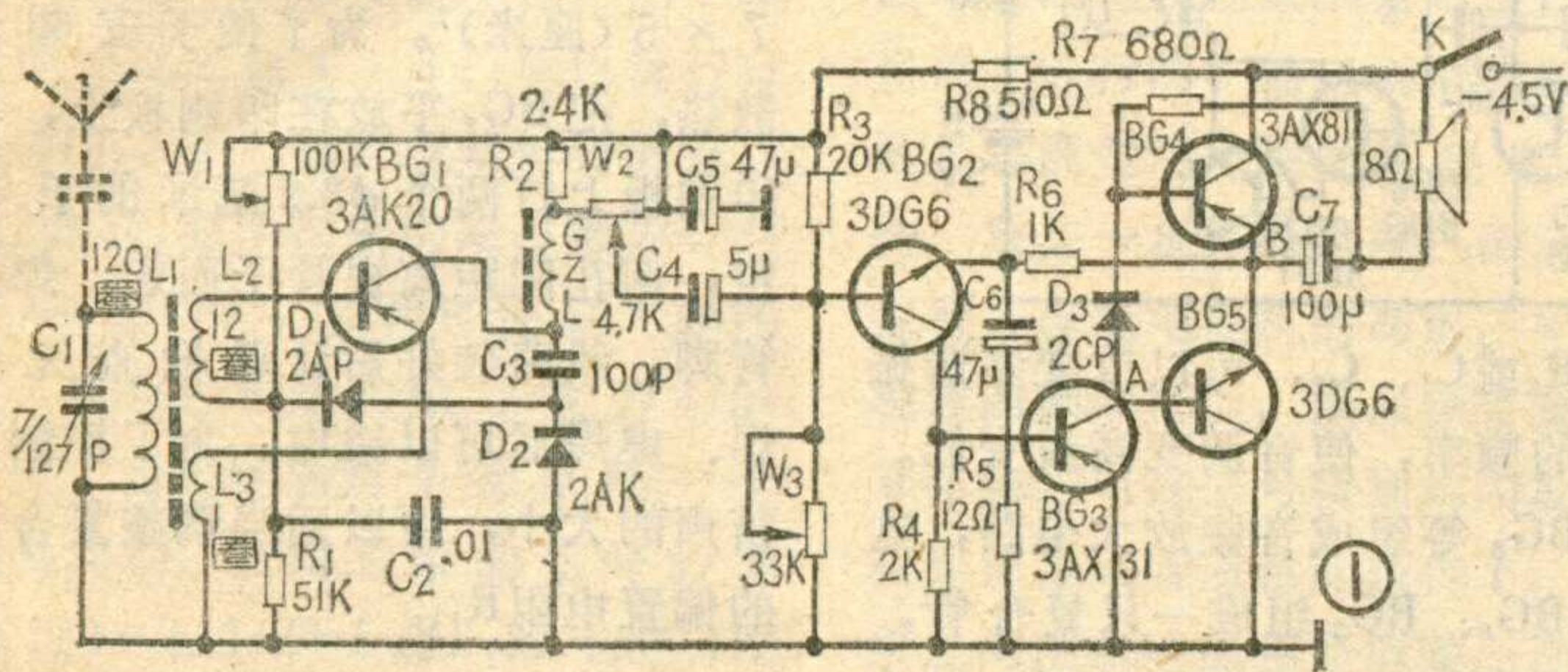
象亮度来补救。

电视图象质量指标并非图象清晰度一项，还有亮度、对比度、灰度、几何失真等，甚至传送电视信号的强度、电磁波的反射、折射，以及各种干扰等也都影响图象的质量。这些指标有机地连系在一起，广播电视的标准中都有明确规定，这就涉及到电视机的生产制造、正确使用调整、发射电视信号的条件等，只有在各个环节中实现规定的要求，才能得到完好的图象。

简易无变压器五管机

上海第51中学遥控车间

我们学校在开展学生科技活动时，为了使同学们了解无输出变压器功放电路，自己设计了这种无变压器五管机，其特点是线路简单、调整方便，适合同学们学习安装。电源电压用4.5伏时，不失真功率可达150毫瓦左右。



原理线路见图1。BG₁、D₁、D₂、L₃等组成了高放再生来复倍压检波电路，BG₂、BG₃是前置放大级，这些电路都是常见的。BG₄、BG₅是一对PNP、NPN晶体管，组成不用输入变压器而自动倒相推挽输出电路。BG₄为PNP管，BG₅为NPN管。由于PNP管对负信号导通，而NPN管对正信号导通，所以它们可以相互补偿，两管轮流导通工作的结果，在输出负载上就可以得到一个完整信号。这可以从图中来分析，静态时，通过调整W₃，使BG₄、BG₅的集射之间的电压相等且为E_c/2。当信号加在BG₄、BG₅的基极时，在信号的正半周，由于BG₅发射结处于正向偏置，所以BG₅正向导通，从它的发射极输出一相应的正半周信号加在喇叭上。此时BG₄因处于反向偏置而截止。同理，在信号的负半周，由于BG₄处于正向偏置而导通，输出一相应的负半周信号加在喇叭上，所以喇叭在一周内得到的是完整的被放大的信号。由此可见，BG₄、BG₅的互补作用完成了自动倒相的作用，省掉了输入变压器。

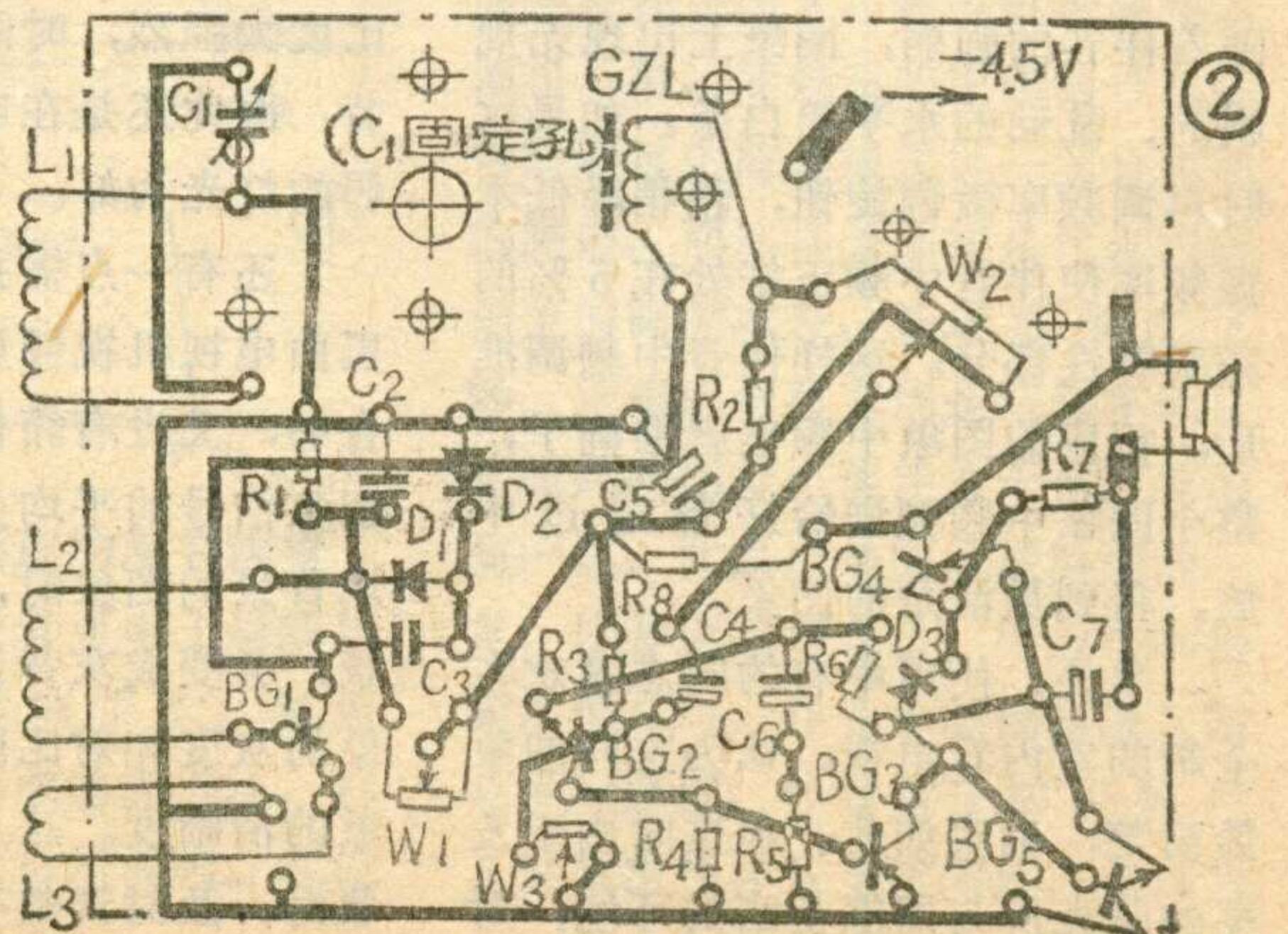
线路中为了稳定BG₄、BG₅的工作点，把BG₂的发射极电阻R₆接到BG₄、BG₅的发射极上即采用发射极负反馈法。R₆不是直接接到电源的一端，而是接到晶体管BG₄、BG₅的发射极公共点B，因此，假若由于某种原因使B点电位向负变化，则BG₂的发射极电位也向负变化，使BG₂的V_{be2}↑，因而使I_{c2}↑，引起R₄上的压降加大，从而使BG₃的V_{bes}↑，I_{c3}↑，

结果V_{ce3}↓，使BG₃的集电极电位升高（向正变化），也就是使BG₅的基极电位升高（向正变化），另一方面，B点的电位等于A点电位加V_{bes}，差不多等于BG₅的基极电位，因此B点电位又被拉向正变化，得到了补偿，稳定了工作点。从图中可以看出，BG₄、BG₅的基极间接了一只二极管D₃，它的正向导通压降约为0.8伏，而BG₄与BG₅的发射结正向导通压降约分别为0.2伏和0.6伏，正好为两管的偏置电压，同时二极管D₃还具有温度补偿作用。

线路中R₅、R₆等构成负反馈电路，R₅越大，负反馈越强，音质好，但增益降低。电容C₆为隔直电容，若要使收音机低频响应好，容量可增加。电阻R₇与C₇组成自举电路，提高了BG₄、BG₅的输入阻抗，使不失真输出功率可以增加。

本机对元器件无特殊要求，BG₁可以用3AK20、3AG1等高频小功率管，β要求不高。BG₄、BG₅要配对，假若用NPN型的硅管，要求选饱和压降小一些的管子。BG₃的β要求选得大一些，这有利于加大R₅的阻值而进一步改善音质。假若用3BX、3AX错管，效果会更好，但D₃应改用2AP型二极管。

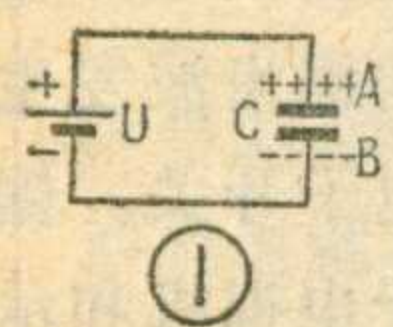
调整时，先调W₃使V_B = -1/2 E_c，然后调W₁使BG₁的集电极工作电流大约为1毫安左右。调整比较简单是本机的一个主要优点。整机静态电流约为6~8毫安，音量最大时工作电流约为60~40毫安。整机印刷板线路见图2。



电容器在电路中的作用

宋东生

当我们把电容器接在直流电源上(见图1),与电源正极相连的极板A上的自由电子就要被电源正极吸引过去, A板由于缺少了电子而带上正电荷; 电源负极将把自由电子排斥到与它相连的极板B上, 使



B极板多余了自由电子而带上负电荷。由于两极板距离很近, 正负电荷就会互相吸引, 即使把电源断开, 电荷依然可以保存在极板上, 也就是说, 电容器储存了电荷。实验证明, 电容器储存的电荷量 Q 与两极板间的电压 U 成正比。不同的电容器在加上相同的电压时, 储存的电荷量也不相等。为了衡量一个电容器储存电荷的能力, 我们把在单位电压作用下, 每一极板所能储存的电荷量, 叫做该电容器的电容量, 用字母 C 表示, 即

$$C = \frac{Q}{U}$$

电容量的基本单位是法拉, 简称法, 用字母 F 表示。如果电容器两极板间加上1伏电压, 能使每一极板储存1库仑的电荷, 该电容器的电容量就等于1法拉。一般使用的电容器, 容量都比法拉小得多, 因此常用微法(μF)和微微法(PF)来计量。法拉、微法和微微法之间的换算关系为

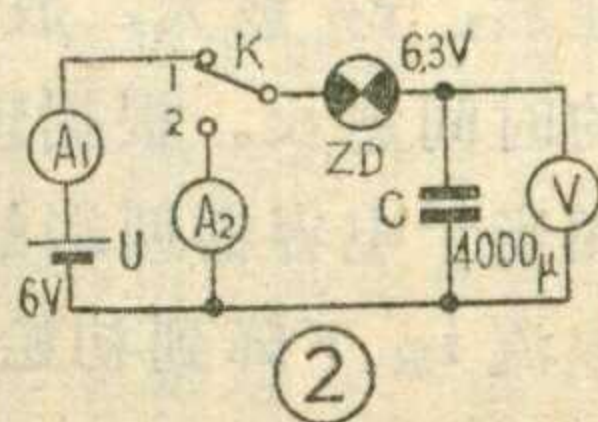
1 法拉 = 1,000,000 微法 = 10^6 微法
1 微法 = 1,000,000 微微法 = 10^6 微微法。

电容器的充电

充电与放电是电容器在各种电子电路中的最基本的运动形式。电容器在外加电压作用下, 极板上积累电荷的过程, 叫做电容器的充

电。

为了对电容器的充电过程有一个直观的印象, 我们先来做一个简单的实验。将一个未充电的电容器 C 接入图2的电路中, 当开关 K 合向1点时, 电容器就被电源充电, 可以看到灯泡 ZD 开始很亮, 然后变暗, 说明电路中充电电流在变化。从电流表 A_1 上可以观



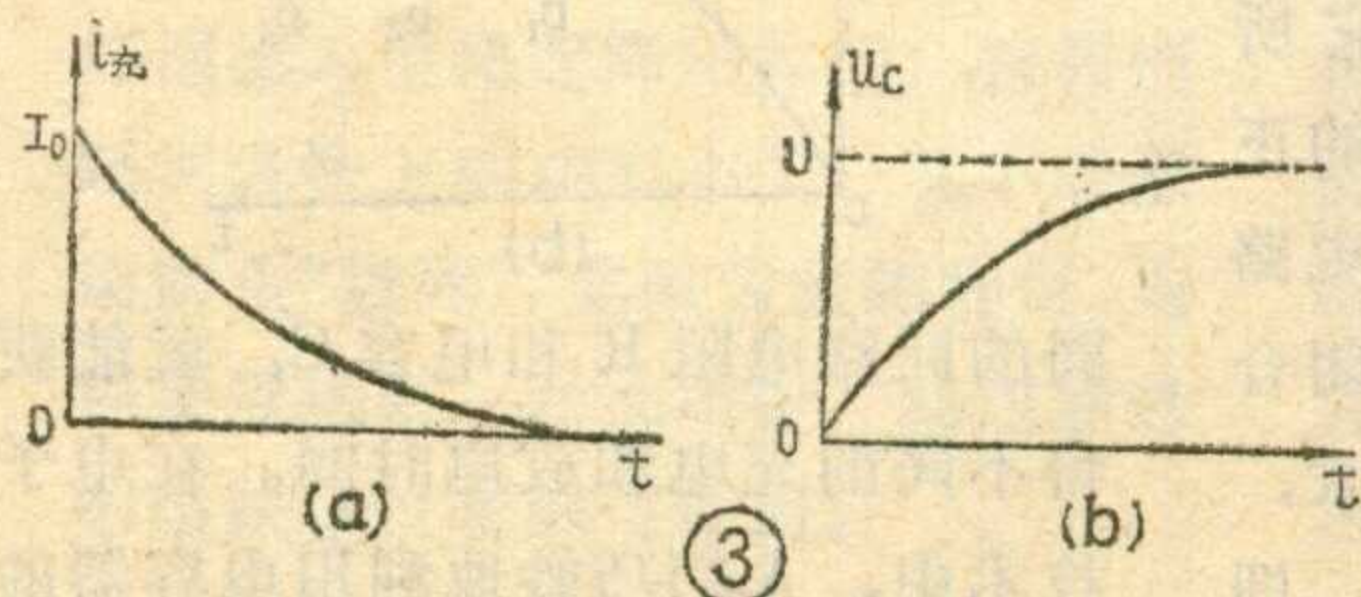
察到充电电流 $i_{充}$ 在逐渐减小, 从电压表 V 上可以看到电容器两端电压 u_c 在逐渐上升, 经过一定时间之后, 灯泡不亮了, 电流表的指针回到零位, 电压表指示出电容器两端电压等于电源电压, 即

$$u_c = U$$

为什么电容器在充电过程中, 电路中的电流会由大变小最后就没有电流了呢? 这是因为当开关 K 扳向1点的瞬间, 电容器上还没有电荷, 即 $u_c = 0$, 电源电压 U 全部加在灯泡 ZD 两端(灯泡的电阻为 R), 此时小灯泡两端电压 $u_R = U$ 为最大, 因此, 流过小灯泡的充电电流 $i_{充}$ 也为最大, 其值为

$$i_{充} = I_0 = \frac{u_R}{R} = \frac{U}{R}$$

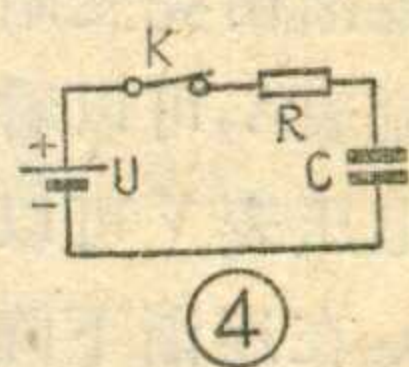
称为起始充电电流。充电开始后,



电容器极板上电荷不断积累, 电容器两端电压 u_c 也就随着不断升高, 这时小灯泡两端电压将为 $u_R = U - u_c$, 显然 u_R 在不断减小, 充电电流也逐渐下降。电流的减小, 意味

着电容器极板上电荷增长的速率在减小, 因而电压 u_c 增加得愈来愈慢。最后, 当 u_c 上升到等于电源电压 U 时, 由于它们的方向相反, 达到了动态平衡, 电容器极板上的电荷量不再变动, $i_{充} = 0$, 小灯泡也就不亮了。充电电流 $i_{充}$ 和电容器两端电压 u_c 随时间变化的曲线, 分别如图3(a)和(b)所示。

以上实验表明, 有电阻和电容组成的电路(又称 RC 电路)中, 电容器的充电是需要经历一定的时间的, 这段时间有多长呢? 图4绘出了 RC 充电电路。显然, 如果电容 C 一定, 电阻 R 愈大, 充电电流就会愈小, 充电需要的时间也就愈长; 如果电阻 R 一



定, 则充电电流的最大值 I_0 一定, 电容 C 愈大, 电容器充满电所需要的电荷也愈多, 充电所需的时间也愈长。所以电容量 C 和电阻 R 是决定电容器充电快慢的两个主要因素, 与电源电压无关。我们把电容 C (法拉)与电阻 R (欧姆)的乘积, 称为 RC 充电回路的时间常数, 用希腊字母 τ 表示, 即

$$\tau_{充} = RC(\text{秒})$$

因此, 充电的快慢, 可以用时间常数 $\tau_{充}$ 来衡量, $\tau_{充}$ 愈大, 表示充电愈慢, u_c 达到终止值所需的时间也就愈长。根据理论分析, 电容器从充电开始, 经过 $\tau_{充} = RC$ (秒)这么长的时间, u_c 正好上升到终止值 U 的63%, 充电电流

衰减到初始值 I_0 的37%。表一给出了电容器两端电压 u_c 及充电电流 $i_{充}$ 随时间变化的情况。

由表一可见, 当 $t = 5\tau_{充}$ 时, 电容器上电压已充到接近电源电

表一

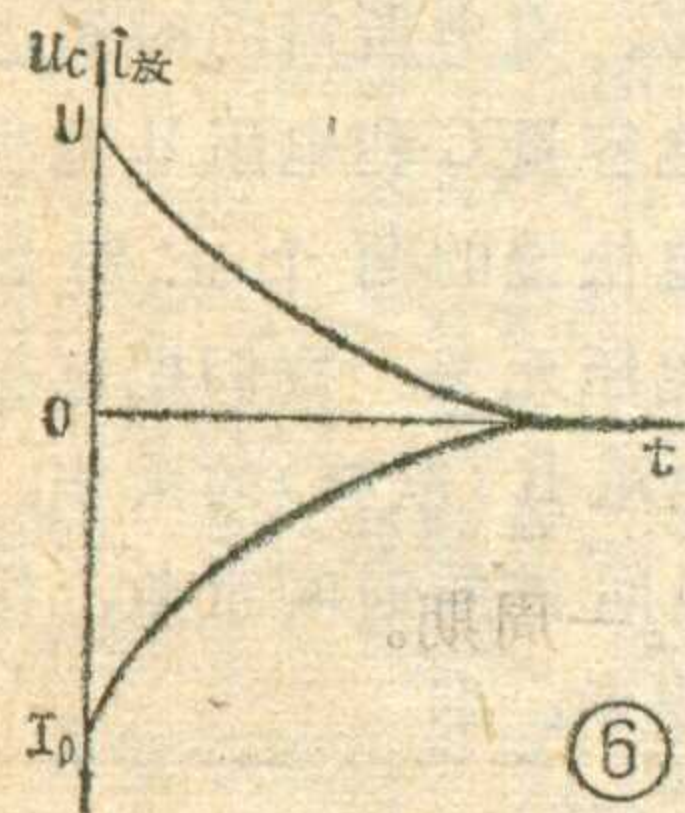
时间t	0	$\tau_{充}$	$2\tau_{充}$	$3\tau_{充}$	$4\tau_{充}$	$5\tau_{充}$
u_c	0	0.63U	0.864U	0.95U	0.982U	0.993U
$i_{充}$	I_0	$0.37I_0$	$0.136I_0$	$0.05I_0$	$0.0183I_0$	$0.0067I_0$

压U，而充电电流已经很小了，我们就认为充电过程经历 $5\tau_{充}$ 的时间就能基本结束了。举例来说，图2的电路中，电容器的电容量C为 $4000\mu F$ ，小灯泡ZD的电阻R为 60Ω ，则从开关K闭合瞬间到电容器充电完毕，大致需要 $t=5\tau_{充}=5 \times 60 \times 4000 \times 10^{-6} = 1.2$ 秒。

电容器的放电

为了了解放电过程，我们接着做图2的实验。当电容器C充好电后，我们把开关K扳向2点，可以看到小灯泡开始很亮，

逐渐由亮变暗，最后不亮了。从电流表 A_2 可以看见电流由大变小，从电压表V可以看见电容器两端电压 u_c 在逐渐下降，过一段时间之后，电压表及电流表的指针都回到零位，放电过程即告结束。



电容器放电过程的实质是什么呢？图5是RC放电电路。电容器充好电后， $u_c = U$ ，把

电容器与电阻接成闭合回路瞬间，电容器就如同一个电源一样，在电压 u_c 的推动下，自由电子从它所在的负极板移出，流向带正电的正极板，与正电荷不断中和，在电路中就形成了放电电流。开关K闭合瞬间，电容器上的电压 u_c 最大，电路中的放电电流 $i_{放}$ 也最大，即

$$i_{放} = \frac{u_c}{R} = \frac{U}{R}$$

随着电容器极板上电荷的减少， u_c 逐渐下降，放电电流 $i_{放}$ 也逐渐减小，直到电容器两极板上的电荷全

部中和， $u_c = 0$ ，电路中没有电压，电流也就等于零了。

电容器放电过程中电流 $i_{放}$ 和电压 u_c 的变化情况，可用图6的曲线表示，由图中可以看到，放电时电流方向与充电时正好相反。电容器放电的快慢，同样由回路的电阻R和电容C的大小决定，R与C的乘积叫RC放电回路的时间常数，即

$$\tau_{放} = RC(\text{秒})$$

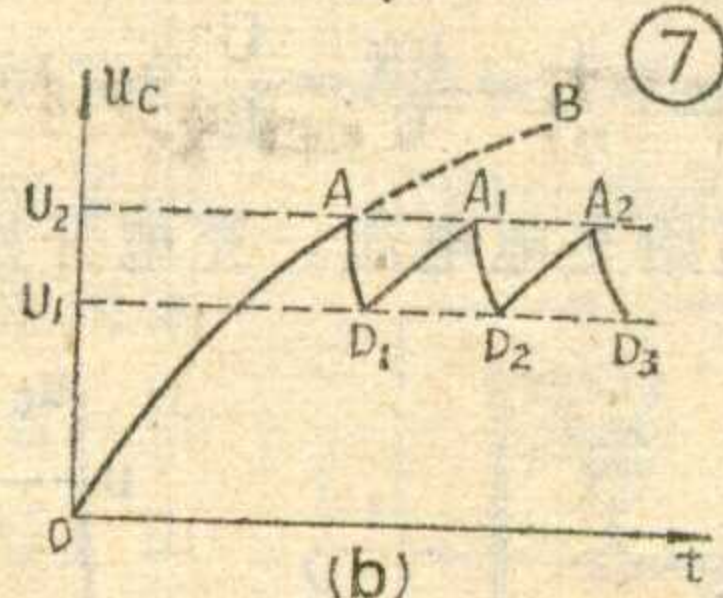
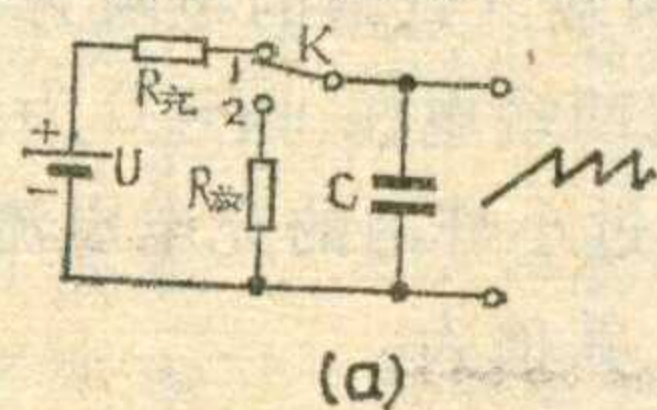
显然， $\tau_{放}$ 愈大，放电过程所经历的时间愈长。根据理论分析， $\tau_{放}$ 相当于电容器两端的电压 u_c 和放电电流 $i_{放}$ 下降到初始值的37%所经过的时间。表二给出了 u_c 及 $\tau_{放}$ 随时间变化的情况。

表二

时间t	0	τ	2τ	3τ	4τ	5τ
u_c	U	0.37U	0.136U	0.05U	0.0183U	0.0067U
$i_{放}$	$I_0 = \frac{U}{R}$	$0.37I_0$	$0.136I_0$	$0.05I_0$	$0.0183I_0$	$0.0067I_0$

由表二可见，电容器自放电开始，经过大约 $5\tau_{放}$ 的时间，就可认为放电过程基本结束了。

综上所述，电容器的充电和放电都需要经历一定的时间，选择不



同的回路电阻R和电容C，就能获得不同的充电和放电时间。在电子技术中，人们巧妙地利用电容器的充放电，组成定时电路、锯齿波产生电路、微分电路和积分电路等等。

图7(a)是一个利用电容器的充电和放电来产生锯齿波电压的原理电路。开始时，开关K与1点接通，

电源经很大的电阻 $R_{充}$ 向电容器缓慢充电，电容器两端的电压 u_c 按图7(b)的曲线OB增长，当 u_c 达到A点时(一般取曲线起始接近于直线的部分)， $u_c = U_2$ ，迅速把开关K扳向2点，此时电容器充电时积累的电荷便经很小的电阻 $R_{放}$ 放电， AD_1 为放电曲线，放电时 u_c 很快下降，当 u_c 下降到 U_1 时，又把开关K扳向1点，电容器又按 D_1A_1 的曲线充电，当充到 $u_c = U_2$ 时，又使其放电。以后如此周期性重复，便可在电容器两端得到锯齿波电压输出。必须指出，实际的锯齿波发生器中开关K采用的是电子开关。锯齿波电压被广泛应用于电视机和示波器等电子设备的扫描电路中。

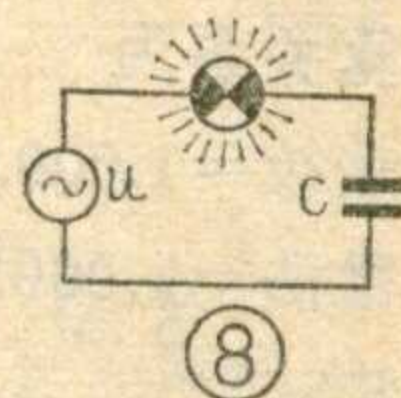
电容器在交流电路中的作用

上面已经谈到，电容器与小灯泡串联后接在直流电源上时，只是在电容器充电或放电的过渡

过程中，即 u_c 变化的过程中，电路里才会出现电流，小灯泡才发光，当 u_c 稳定不变时，电路中就没有电流，小灯泡也不亮，这就意味着电容器能起“隔直流”的作用。

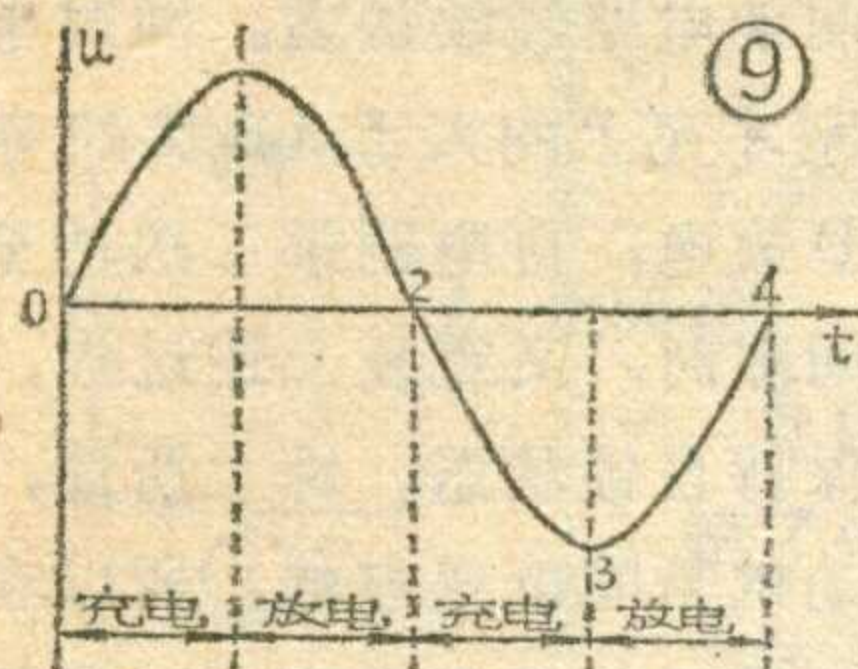
如果将电容器与小灯泡串联后接在交流电路中，如图8所示，则会看到小灯泡持续发光，电流表指示着电路中有连续的交流电流，人们习惯地说，电容器可以通过交流电，这又是怎么回事呢？

大家知道，交流电的大小和方向总是不断变化的，图9是正弦交流电压的波形图。我们把正弦波电



压的一个周期分成四段进行分析。在0—1段，电压从零值向最大值增长，电容器上积累的电荷也不断增多，这时电容器处于充电状态，电路中流过充电电流。1—2段，电压从最大值向零值下降，电容器上积

累的电荷也不断减少，这时电容器处于放电状态，电路中流过放电电流。当电压的极性反向时（图9中的2—3和3—4段）电容器就反方向充电和放电，电路里流过反方向的充电和放电电流。显而易见，



由于交流电压每时每刻都在变化，电容器也就每

时每刻都处于充电或放电状态，电路里也就相应地产生充电和放电电流，串联在电路中的小灯泡也就能持续发光了。

从以上分析可知，在带有电容器的交流电路中，电流不是真的能够通过电容器，而是由于电压的变化，引起电容器不停地充电和放电，才使电路中产生了电流。因此，图10所示的电容电路中的电流大小与电容器的电容量C和电压变化速率成正比，在实际计算中常用到以下的公式 $I = 2\pi fCU$

式中：电压U与电流I都是交流电的有效值， $2\pi = 6.28$ 是个常数，f是交流电的频率，C是电容量。上式可以写成大家熟悉的欧姆定律的形式

$$I = \frac{U}{\frac{1}{2\pi fC}} = \frac{U}{X_C}$$

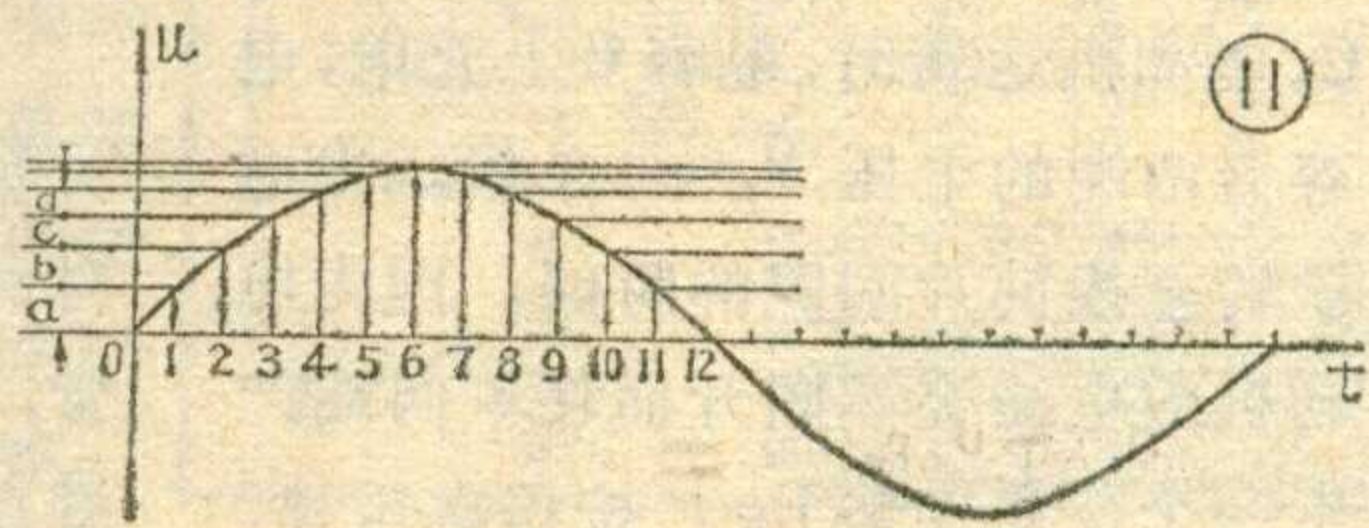
式中 $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$ 叫做交流电路的容抗，单位是欧姆。容抗大小与电容量C和频率f成反比。

在带有电容的交流电路中，当电压一定时，容抗愈大，电流愈小，反之容抗愈小，电流愈大，因此容抗 X_C 是交流电路中的一种特殊阻力，这概念在分析电路时很重要。

为了进一步研究电容交流电路中电压与电流之间的相位关系，让我们更仔细地分析交流电压在一个周期时间内变化的情况。图11把交流电压的正弦曲线分为许多细小的相等的时间段。在0—1的时间内，电压的变化量等于a。在1—2的时间内，电压的变化量等于b。在2—3的时间内电压的变化量为c，余可类推。可以看出，电压从零值向最大值变化时，电压的变化速率——单位时间电压的变化量——是愈来愈小的，直至达到最大值时电压的变化速率趋近于零。

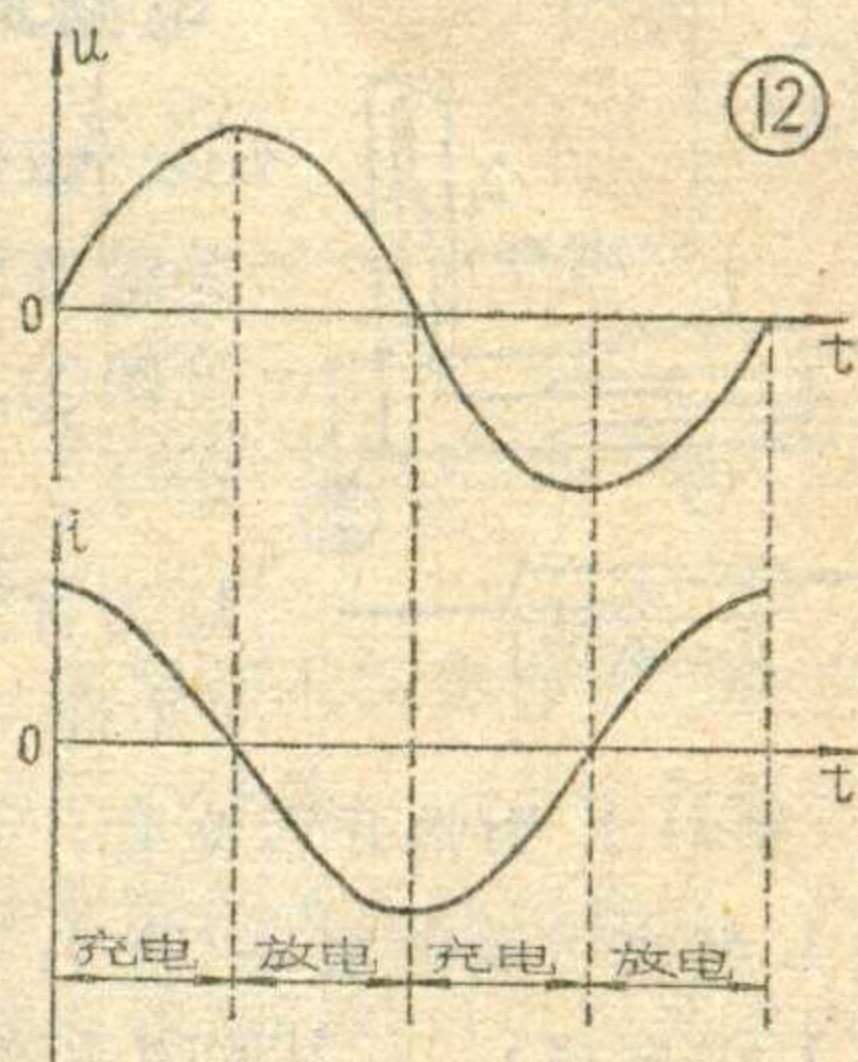
图10所示的电容电路中的电流大小与电容器的电容量C和电压变化速率成正比，在实际计算中常用到以下的公式 $I = 2\pi fCU$

图11把交流电压的正弦曲线分为许多细小的相等的时间段。在0—1的时间内，电压的变化量等于a。在1—2的时间内，电压的变化量等于b。在2—3的时间内电压的变化量为c，余可类推。可以看出，电压从零值向最大值变化时，电压的变化速率——单位时间电压的变化量——是愈来愈小的，直至达到最大值时电压的变化速率趋近于零。



电压继续由最大值向零值变化时，电压的变化速率则是愈来愈大的，到接近零值时，电压变化速率最大，在负半周内的变化情况与此相似。

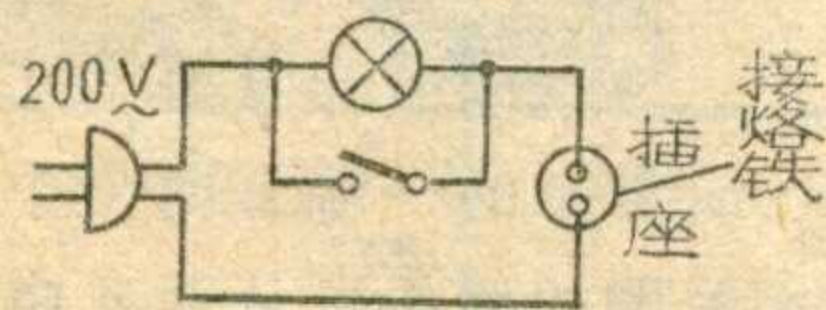
观察一周期中电压的变化情况可知，电压变化速率最快是在它接近零值时，而在到达最大值瞬间，电压变化速率等于零。当电路中电容量C一定时，由于电流的大小与电压的变化速率成正比，所以电压变化到零时，电流正好为最大值，电压变化到最大值时，电流却变到



零，如图12所示。从图12还可以看到，电容器充电时，电压与电流方向相同；电容器放电时，电压与电流方向相反。显然，在接有电容器的交流电路中，电压和电流的变化步调是不一致的，从到达最大值的先后可以看出，电流超前电压四分之一周期，也就是说它们的相位差是四分之一周期。

用二极管节制电流预热电烙铁

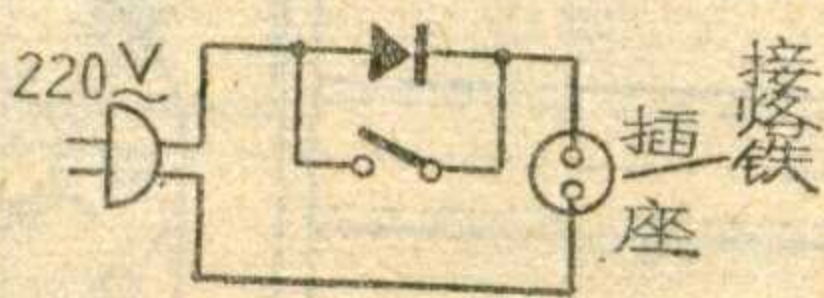
内热式电烙铁功率虽小热量较大，焊接时很好用。但在调测整机时，由于焊接的地方并不很多，烙铁长期间烧着不用，很易“烧死”，烙铁头损耗也快。为了解决这个问题，过去常用白炽灯泡来降压。如图1所示，在不焊接时开关断开，



①

灯泡接入电路起降压作用，这样消耗在烙铁上的功率小了，就不会把烙铁头“烧死”，此时为预热待用。当需要焊接时，开关闭合，经过预热的烙铁拿过来就可使用。

使用灯泡降压有些缺点，不但灯泡要消耗电能，而且灯泡体积较



②

大，容易碰破。我们用普通的硅二极管代替灯泡，如图2所示，图中二极管要求选用最高反向工作电压在300伏以上的。如电烙铁是25瓦的，要选用最大整流电流100毫安的整流管（如2CP16等）。使用45瓦~75瓦的电烙铁，应选用最大整流电流为300毫安的二极管（如2CP23）。用硅二极管代替灯泡有几个好处：1. 二极管体积较小可直接装在开关上；2. 硅二极管耗电极少；3. 串入二极管后，平均电流减弱，用它预热烙铁，温度适当。

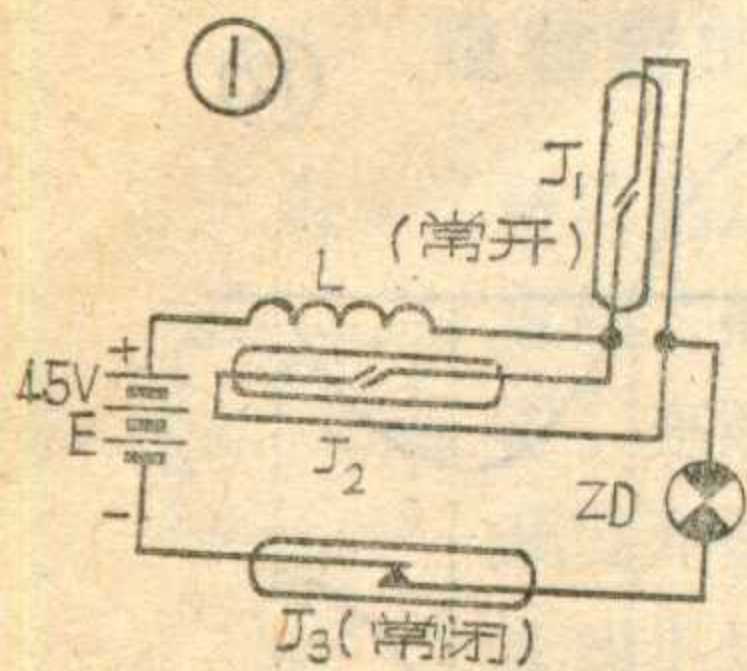
(王永江)

磁 控 开 关

上海第 59 中学电子工场

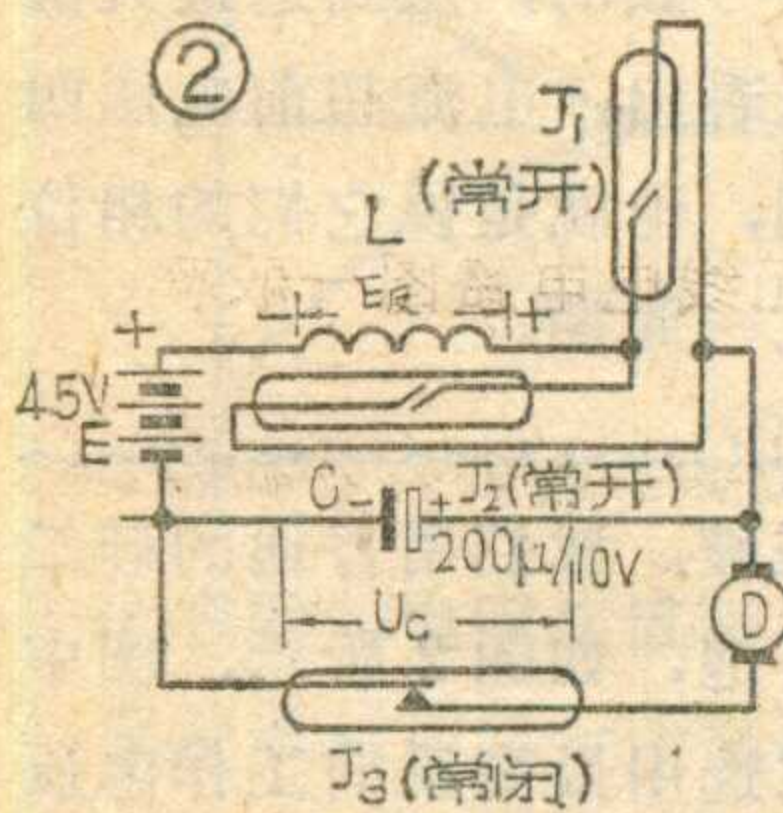
本文介绍一种磁控开关。所谓磁控开关实质上是利用磁铁来控制的自锁线路。这种磁控开关可作为电化教具或展览会中自动指示的电气开关之用，也可用它制成磁控玩具。

电路原理



磁控开关的电路图见图①。图中 J_1 、 J_2 、 J_3 为舌簧管（又叫干簧管），其中 J_1 为常开舌簧管， J_2 与线包 L 组成舌簧继电器（将 J_2 塞进线包 L 中即成）， J_3 为常闭舌簧管。

当磁铁靠近 J_1 时，它的常开触点因被磁铁磁化而吸合，电流由电源 E 流经 $L \rightarrow J_1 \rightarrow ZD \rightarrow J_3$ 再回至电源 E 构成回路，电灯 ZD 点亮。在此同时由于电流在 L 中形成一个磁场，使安置在此



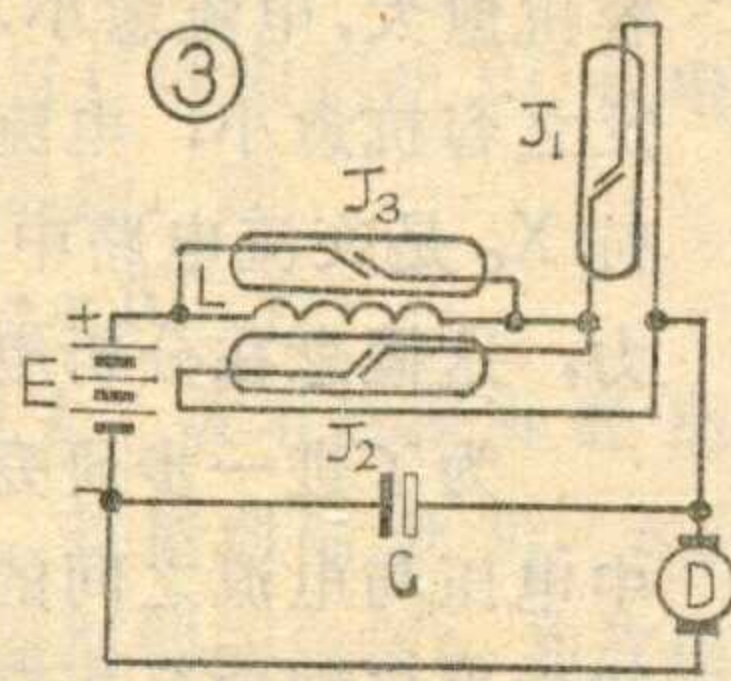
磁场中的舌簧管 J_2 也被磁化而吸合，这时即使移去磁铁， J_1 虽

释放，但 J_2 已吸合，电流由 $E \rightarrow L \rightarrow J_2 \rightarrow ZD \rightarrow J_3 \rightarrow E$ 构成回路，所以电灯 ZD 仍然亮着，即电路被锁住。

如果将磁铁靠近 J_3 ，它的常闭触点被磁化而释放，电路切断，电灯即熄灭。此时，即使移去磁铁， J_3 的常闭触点虽已恢复原来的闭合状态，但由于 L 中已无电流， J_2 释放，电路仍然断开，电灯不亮。综上所述，用磁铁触发 J_1 一次，

电路接通，触发 J_3 一次，电路切断，从而达到控制开关的目的。

图 1 中如果在电灯 ZD 的位置换上直流电动机 D，粗看起来好象能用同样的道理使电动机起动或停转，但事实并不如此。当换



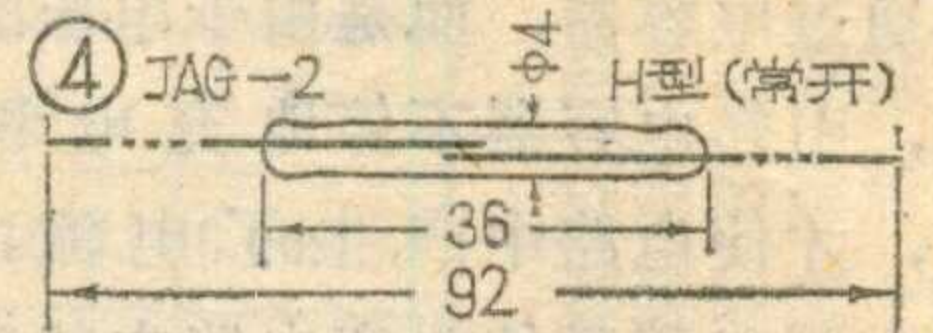
上电动机时，电路就锁不住了。原因何在呢？这是因为电动机的两个换向片之间有一个小小的间隙，当电刷由一片换向片转到另一换向片的时候，电路一度中断，电刷还可以依靠惯性转过间隙。但在此断路的瞬间，L 中因无电流而使 J_2 释放，所以电路就无法自锁了。为了解决这个问题，可改成图 2 的接法，此图与图 1 相比除了把 ZD 换成电动机 D 之外，还多加了一只电解电容器 C。

电动机运转时，电容 C 上充电，电容器两端的电压 $V_c \approx 4.5$ 伏。当电刷转至换向片间隙的瞬间，因为电动机的电路突然断开而使 L 两端产生一个反电动势 $E_{反}$ 。按楞次定律，这个反电动势的极性应如图 2 所示，即在此瞬间 $E_{反}$ 叠加在电源 E 上，它们的总电压 $E + E_{反} > U_c$ ，所以 $E + E_{反}$ 就要向电容器 C 充电，其充电回路为 $E_{反}^+ \rightarrow J_2 \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow E_{反}^-$ 。

结果在充电电流的作用下维持 J_2 仍旧吸合。当此充电电流还未结束时，电动机的电刷已越过换向

片间隙而使电路继续接通。同时电容 C 上刚才充上的大于 4.5 伏的电压通过 D 放电，待电刷第二次转至换向片间隙时，又重复上述过程，使电路保持自锁状态。综上所述，由于电动机是间歇通电的，所以在电动机两端必须接上电容 C，依靠电容 C 的充放电来维持电路的自锁。

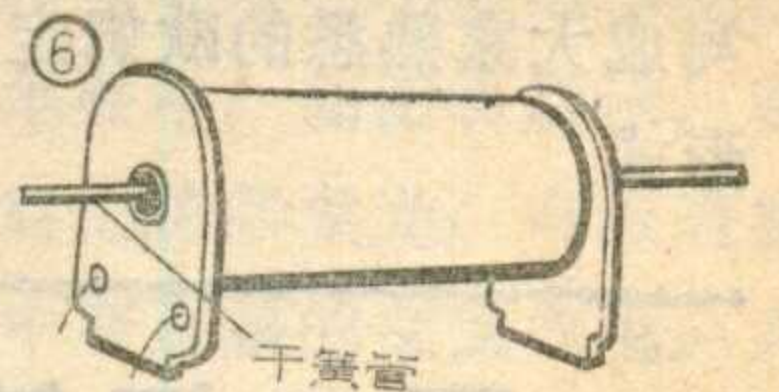
有时找不到常闭舌簧管，也可用常开舌簧管代替 J_3 ，此时可将线路改成图 3 所示。当磁铁靠近常开舌簧管 J_3 时，它的常开触点吸合，



将线圈 L 短路， J_2 释放，电动机 D 停转。

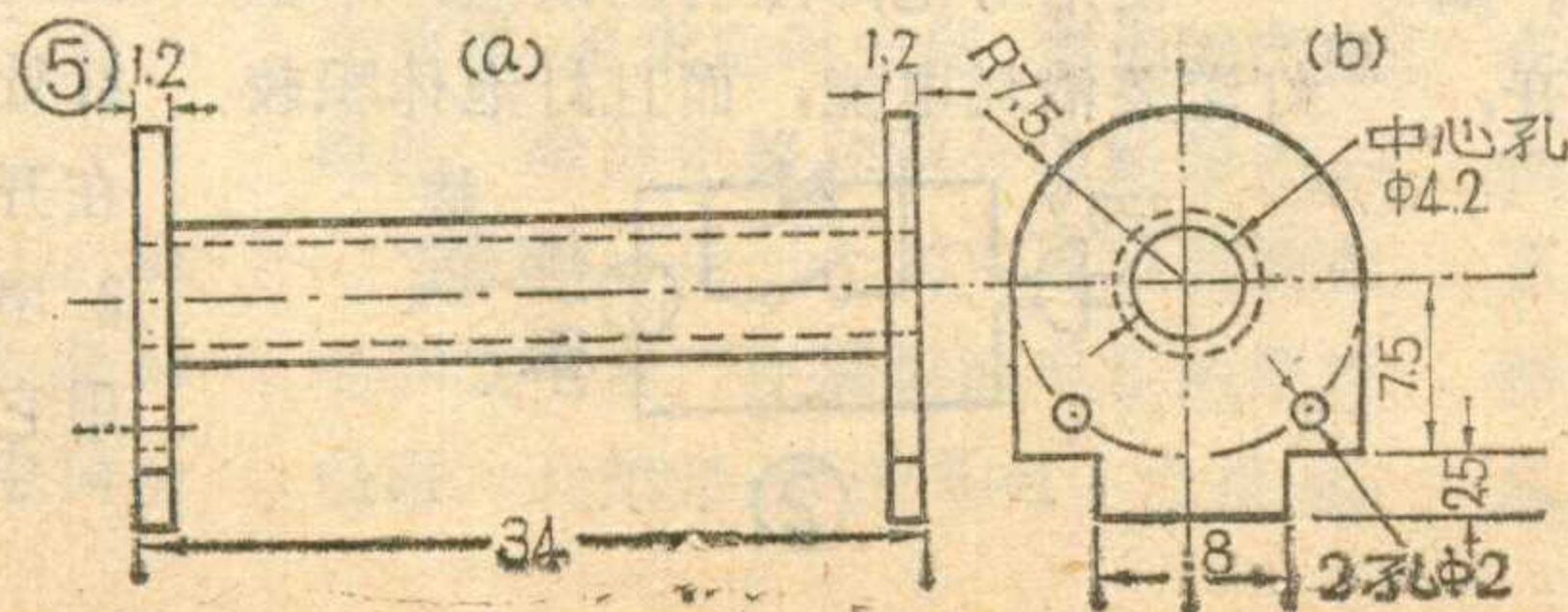
元件选择

舌簧管的外壳是玻璃的，因此可看见内部触点接触情况。如果平时两个触点不接触，就是常开舌簧管，如两触点平时接触，就是常闭舌簧管。



本文介绍的磁控开关选用 JAG—2 型舌簧管，在 JAG—2 型中又可分 H 型、Z 型等几种，其中 H 型是常开舌簧管，它的外形尺寸见图 4，这种舌簧管直径为 4 毫米，长度为 92 毫米。电路图 中的 J_2 就选用这种舌簧管，它正好能放入内径为 4.2 毫米的 L 线圈骨架内（见图 6）。

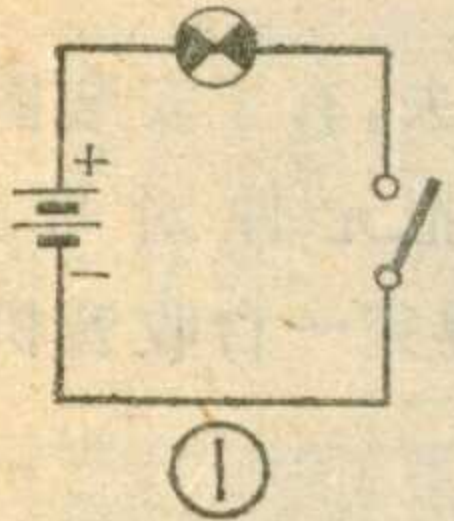
线圈 L 的骨架尺寸见图 5，骨架的一端有两个小孔，线圈的两头可从两孔中穿出来。线圈 L 用 QZ0.49mm 漆



谈谈电路图

同 辉

初学无线电的同志从无线电书刊上看到一些电路图，这些图有什么用途，起什么作用，下面来谈谈这个问题。



一、电路图说明了什么

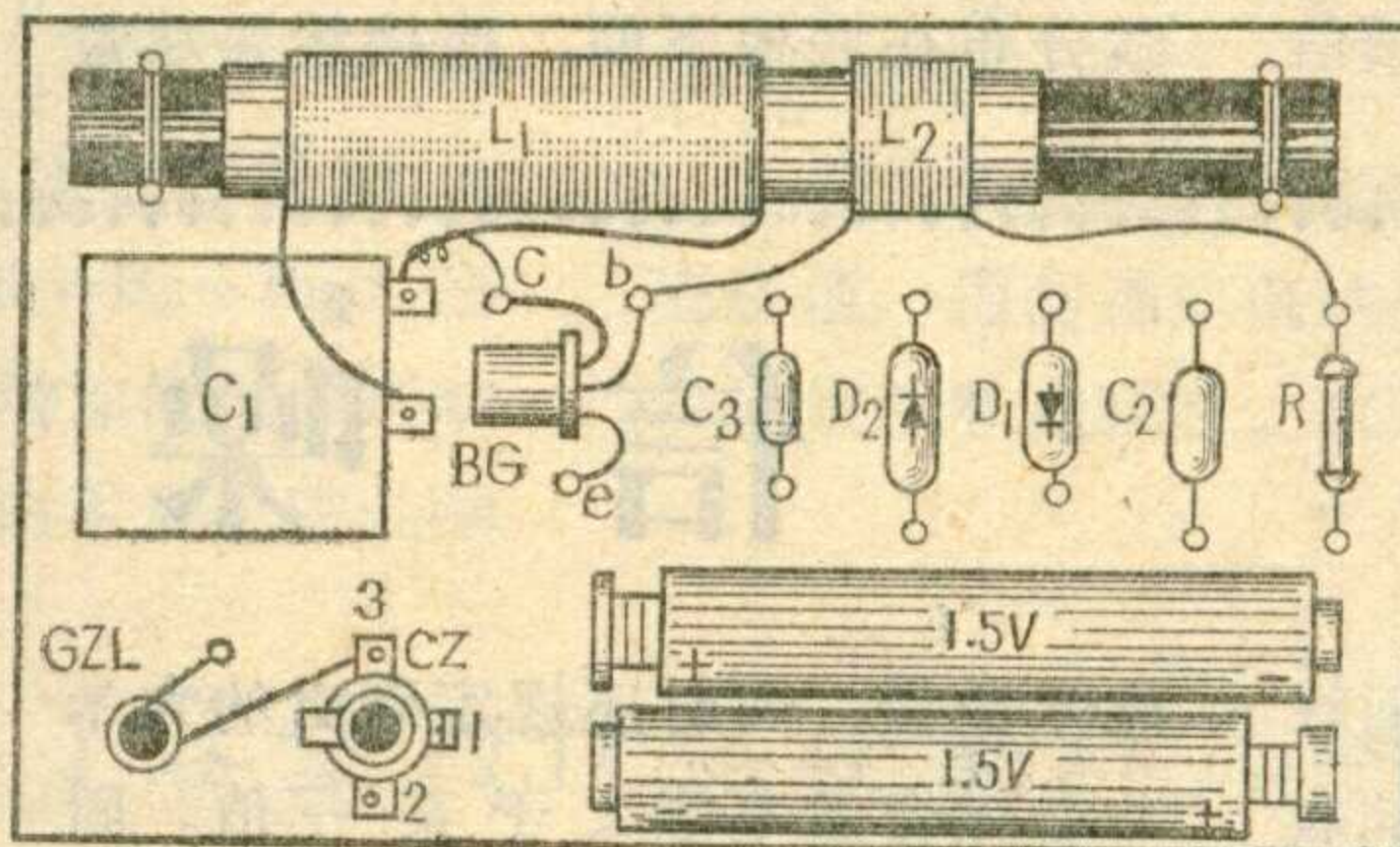
大家都用过手电筒，当我们按下按键开关的时候，小灯泡就亮了，这是什么道理呢？我们把手电筒的电路画出来再分析一下。图①画了一些符号，它们代表小灯泡、电池和按键。用连接线代表电筒外壳的导体，把小灯泡、电池和按键连接起来。这就是一个手电筒的电路图。当我们按下按键时，电路便接通，电流从电池正极流出经过小灯泡，回到负极，小灯泡就发亮；放开按键，电路中断，电路内没有电流流动，小灯泡就不亮了。图①说明了手电筒的工作原理，表明了电筒的安装接线方法。这就是电路图的用途。由于它表示了电路的来龙去脉，说明了电流的流动情况，所以我们叫它为“电路图”或者叫电路原理图。按照这个电路原理，不仅可以做成手电筒，

还可以做成其他形式的灯具，如台灯等。

从图①我们看到小灯泡、电池、按键开关等仅仅是一些符号，用这样的符号画起来比起画实物要简便得多，避免了一些与电路无关的东西，既简单明了，又便于记忆。特别是在无线电技术中，记住元件的符号和一些典型的电路，便于学习，同时给工作带来方便。无线电元件在电路图中用什么样的符号表示，有关部门有统一的规定。

二、为什么要电路图

当我们打开一台半导体收音机



的后盖，就会看到各种各样的元件竖立在底板上，如果你想了解它的构造、性能和有什么特点，仅仅从实物的分布排列上是很难看出来

的。但借助于电路图，就可以一目了然。

电路图不仅告诉我们整机电路的构造和性能，而且还告诉我们各个元件的型号规格和数值，我们在组装收音机时就可以根据电路原理图去选择所需要的元件。对于一台电路复杂又不熟悉的收音机，在修理或组装时也要借助于电路图。所以初学者在学习无线电时，要先学会看无线电电路图。

三、电路图的种类

无线电电路图一般有电路

包线密绕 300 匝。

电动机 D 可用一般玩具马达，

其工作电压在 3 伏~4.5 伏之间，工作电流为 350~500 毫安左右。

的教鞭头上装上一小块磁铁，当教鞭指向要讲解的部位时（内装有磁控开关装置），该部位上象征性的小电珠自动点燃或电动机自动旋转，效果甚好。

利用磁控开关还可制成磁控玩具，如狮子戏球（见题头）。当我们手拿“球”（装有小磁铁）靠近“狮子”头部，玩具狮子就起舞，起舞后即使移去“球”，狮子仍能继续动作；当把“球”靠近“狮子”尾部，玩具狮子就停止活动。

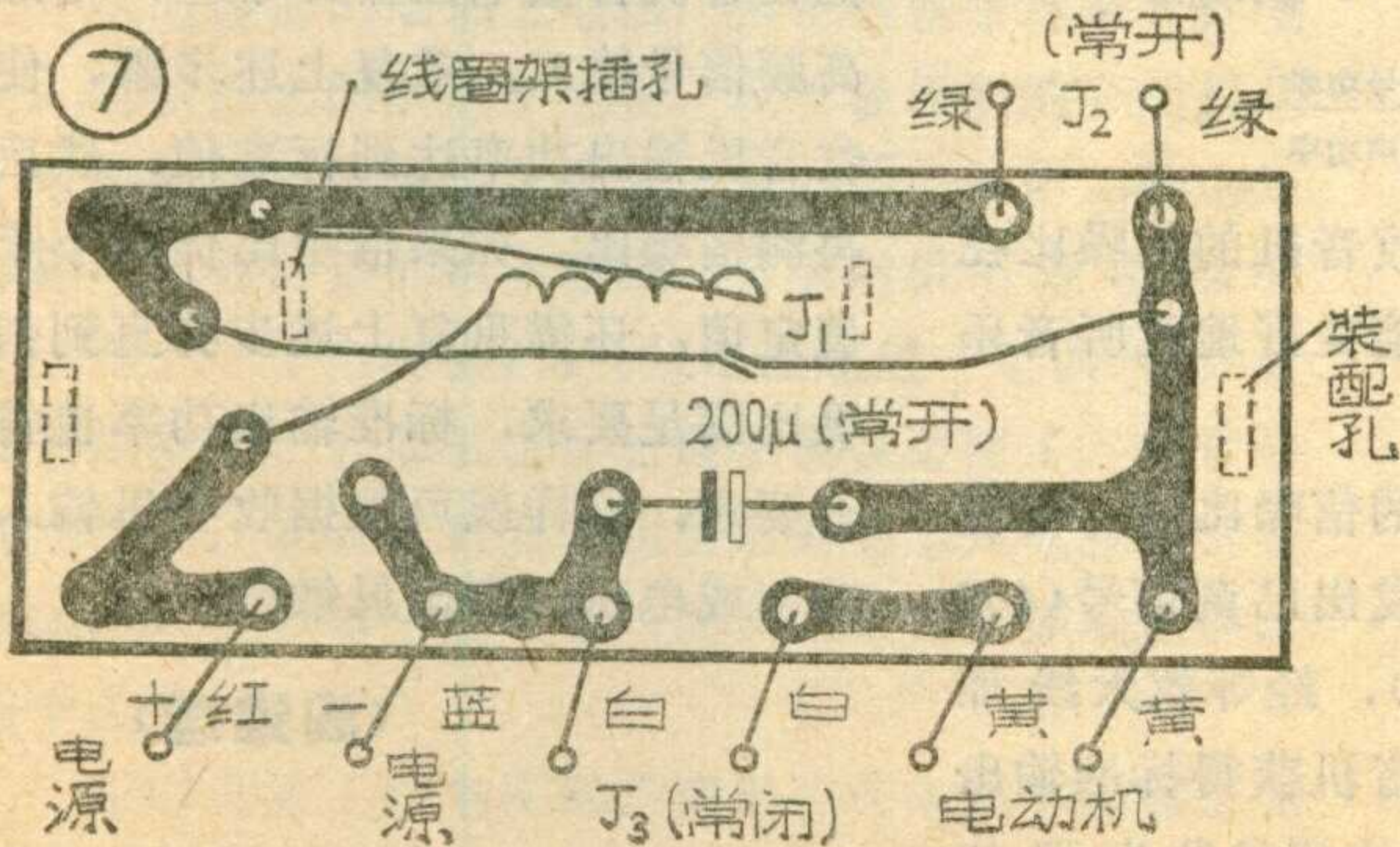


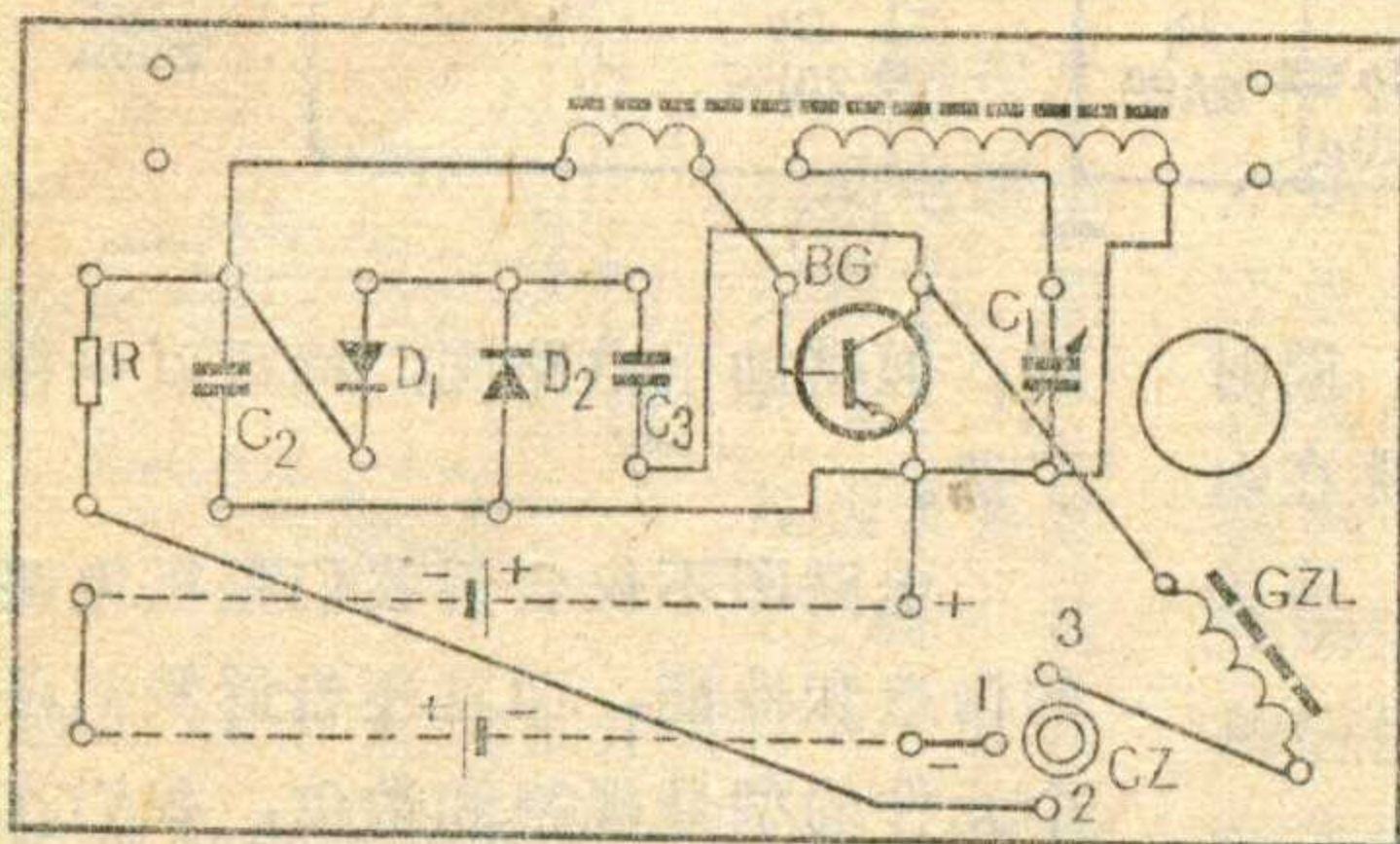
图 2 电路对应的印刷线路板见图 7（比例 1:1）。把 J_2 插入线圈 L 的骨架内就可装在印刷线路板中间虚线所示位置。

磁控开关的用处很多，例如在教师讲课时用

原理图、安装图和方框图三种。

(一) 电路原理图

电路原理图表明电路的工作原理，在这种图上，用符号来表示各种无线电元件，它画出了各个元件和电路的连接情况，在各个元件旁边还注明它的规格型号和数值。例如图②中，线圈 L_1 和可变电容器 C_1 组成调谐电路，可以选择电台。通过磁性天线 L_1 和 L_2 把选到的电台信号交连到三极管 BG_1 进行放大，然后经二极管 D_1 、 D_2 倍压检波，再送回三极管进行音频放大（叫来复放大）再送到耳机，就可以听到



④

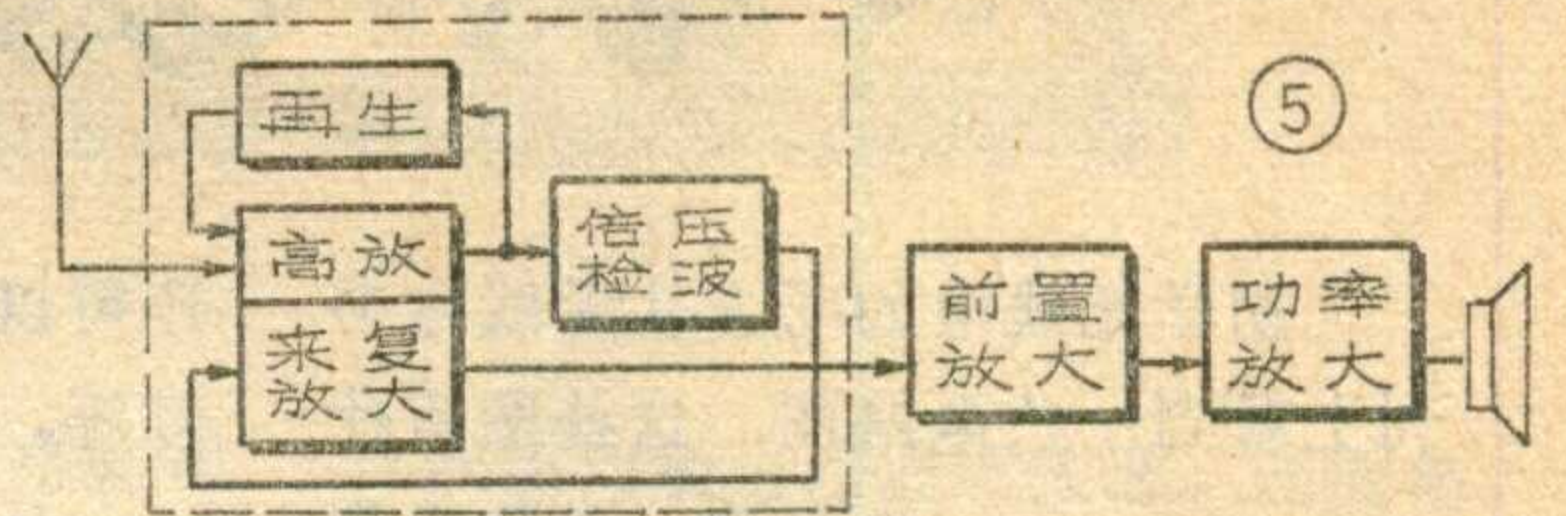
电台播音。为了提高灵敏度和选择性，把三极管输出的一部分高频信

号通过电感耦合送回三极管的输入端再进行一次放大，这叫再生电路。我们有了这种原理图，就可以研究电路的来龙去脉，也就是电流怎样在元件和导线里流动，从而能分析整机的工作原理。

(二) 安装图

安装图也就是布线图，如果用实体表示的又叫实体图，按照图②原理图画成实体图如图③所示。如果元件是用符号表示，但是按照实体的大小来确定元件的位置和方向，并且画出它们之间的连线，从底板的下面看，就是一幅布线图。如图④，通常把元件放在底板上面，元件排列要整齐，分布要均匀合适，同时要考虑操作方便。例如收音机里选台的可变电容器放在右手一边，控制音量的电位器放在左手一边。元件排列还要注意防止干扰。例如高频扼流圈不能太靠近磁性天线。接线分布在底板下面，连接线要尽量

短、粗、直。如果是印刷电路板，还要避免连接线交叉。可以利用元件本



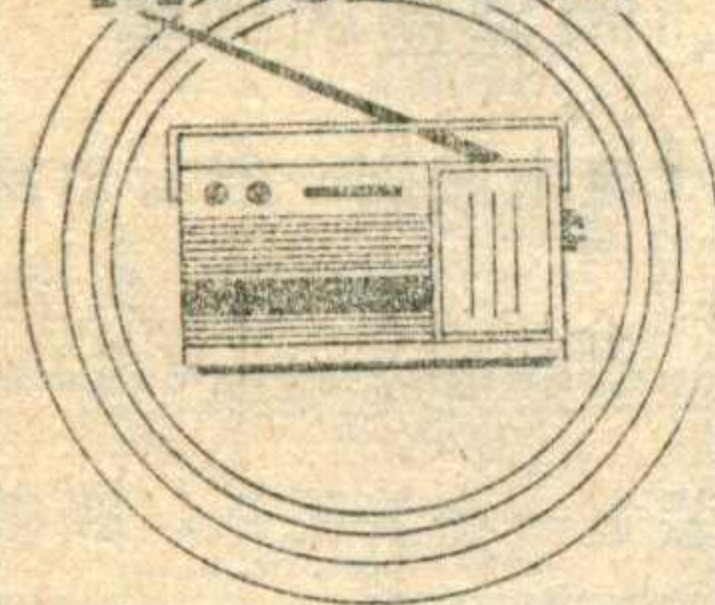
⑤

身的引出线跨接过去。有了安装图，我们就能很方便地把元件对号入座，很容易就可以焊完一台收音机。

(三) 方框图

方框图仅仅表示整个机器的大致结构，包括了哪些部分，每一部分用一个方框表示，有文字或符号说明，各方框之间用线条连起来，表示各部分之间的关系，方框图只能说明机器的轮廓以及类型，看不出电路的具体连接方法，也看不出元件的型号数值。例如四管机是在单管机的基础上增加了一级前置音频放大，一级功率放大，使输出增大到能推动喇叭发出声音来。用方框图表示如图⑤。虚线框内是单管机部分的方框图。

名词浅释



任何性能优异的收音机和收音机，都会有不同程度的噪声输出。

噪声是有害的，应力求其减小。测试收音机和收音机的灵敏度时，不仅规定有一定的输出功率，还规定有一定的信噪比，即信号功率（电压）与噪声功率（电压）相差的分贝数。若无信噪比要求，收音机和收音机的灵敏度也将是不确切的，因噪声也可充当音频功率输出。打个比喻说，一台碾米机，碾出的大米中含有少量的谷糠，因此在碾米机的质量指标中，不仅规定每小时

信 噪 比

碾米数量，同时还规定碾出的大米中谷糠含量不能大于某一值。同理，在测试收音机灵敏度时，必须规定一定的信噪比。

信噪比（N）用分贝表示的公式： $N_{dB} = 10 \lg \frac{P_{\text{信号功率}}}{P_{\text{噪声功率}}}$ 或者

$$N_{dB} = 20 \lg \frac{U_{\text{信号功率}}}{U_{\text{噪声功率}}}$$

实验证明，收音机的信噪比在20分贝以上，就能良好地收听音乐节目。

测试收音机的信噪比时，可使高频信号发生器发出已调信号（400 Hz，调制度30%），经等效天线加至输入端，使收音机获得标准输出功率 P_0 。然后去掉信号发生器的

调制（只送载频），测得此时收音机的噪声输出功率 P_1 。该收音机标准输出功率下的信噪比即为

$$10 \lg \frac{P_0 - P_1}{P_1} (\text{dB})$$

如果信噪比小于规定值，就应把收音机音量电位器开小些，增加高频信号输入，重复上述步骤，使收音机输出功率达到标准值，然后再测信噪比。如果信噪比仍然小于规定值，还需重复上述步骤直到信噪比满足要求，标准输出功率也符合要求，这样就可根据收音机输入功率或电压，测出灵敏度。

（阎维理）

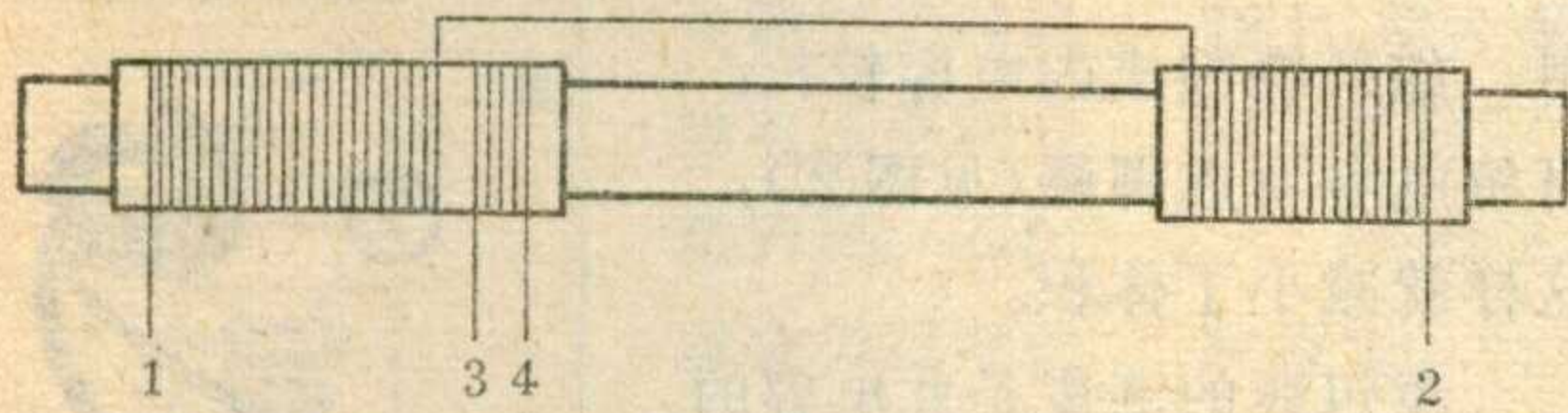


为什么有些晶体管收音机的天线线圈分绕在磁棒的两端?

有些晶体管收音机所用的磁棒较长，而天线线圈分绕在磁棒的两端，如图所示，为什么要这样绕制？下面来谈谈这个问题。

一、为了提高天线线圈的品质因数。

我们在设计天线线圈时，都希望得到较高的品质因数—Q值。空心线圈的品质因数 Q_0 通常用下式来



表示： $Q_0 = \frac{2\pi f L_0}{R_0}$ 。式中 L_0 为线圈的电感， R_0 为线圈的直流电阻加高频电阻， f 为接收频率。

这个公式表明，若 L_0 一定， R_0 越大， Q_0 越低；若 L_0 、 R_0 同时变化，那就根据具体数字经过计算才能得出结论。

我们知道磁棒具有高导磁率的特性，因此当磁棒插入线圈后，线圈的电感量 L 是空心线圈电感量 L_0 的 μ_{app} 倍（ μ_{app} 称表观磁导率），即带磁棒的线圈的电感 $L = \mu_{app} L_0$ ，这时 $Q = \frac{2\pi f L}{R} = \frac{2\pi f \mu_{app} L_0}{(R_0 + R_{磁})}$ ，式中的 $R_{磁}$ 是由于插入磁棒后引起的损耗。从式中可以看出分子增加了 μ_{app} 倍，分母也增加了（ $R = R_0 + R_{磁}$ ），所以插入磁棒后Q值的变化量要看分母增加的部分影响大还是分子增加的部分影响大而定。由于分子中是乘

法关系，而分母中是加法关系，所以一般Q值是增大的。

磁棒上各点的 μ_{app} 以及损耗大小都是不一样的，因此线圈的Q值与它在磁棒上位置有密切关系。从实验结果表明，线圈愈趋向磁棒的中心，Q值反而减小；当线圈靠近磁棒端部，Q值反而增加。例如Y10×200的磁棒在离端部20~30毫米的两处Q值最大。所以一般都把线圈位置设计在磁棒的端部。

二、使线圈的电感量有足够的调整量

从实验结果证明，线圈在较长的磁棒中部移动时电感量变化很小，而线圈在磁棒端部附近移动时电感量的变化十分显著。在调整收音机时，频率低端点的统调是通过改变天线线圈电感量来实现的，因此在使用较长的磁棒时，线圈绕在端部附近，能够给收音机调整工作带来方便。

三、至于线圈采用分成两部分来绕制然后串联起来的方法，除为了利用磁棒两端的高Q特性外，同时也是为了提高感应电动势。我们知道天线线圈上感应电动势大小是与线圈圈数成正比的。从实验结果可知，为了达到同一电感量，线圈分绕两端的总圈数要比绕在一端时多一些，显然分绕的线圈的感应电动势要大一些。

综上所述，线圈分绕在磁棒两端不外乎是为了提高Q值，提高感应电动势，归根到底还是为了提高整机灵敏度和选择性。此外调整时也可方便一些。

（生 编）

电容器上标了容量为什么还要标上耐压值?

电容器的种类虽然很多，但它们的基本结构是很简单的。两块金属薄片迭在一起中间被绝缘物质隔开，就构成了电容器。这两块金属薄片叫极板，中间的绝缘物质叫介质。

当电容器两端加上电压，两极板就带等量异性电荷，两极板之间形成了电场。位于极板间的介质受到了电场作用会出现极化现象。电容器两端所加的电压越高，电容器里的电场越强，介质的极化现象越明显。对于一个电容器，当所加电压超过一定值时，介质就会被击穿。介质被击穿后两极板就短路了，电容器就损坏了。此时电容器两端所加的电压为电容器的击穿电压。显然每个电容器只能在低于其击穿电压的状态下工作。

额定直流工作电压就是该电容在电路中能够长期可靠地工作而不致被击穿所能承受的最大直流工作电

压（又称耐压）。它与电容器结构、介质材料和介质的厚度有关。一般说来对于结构、介质相同，容量相等的电容器，耐压值越高，体积也越大。

为了使电容器在电路中能长期安全可靠地工作，我们在选用电容器时除了要注意容量大小，还必须考虑耐压这个参数。

一般在电容器的外壳上除了标注容量、容量误差范围外，都标注了耐压值。例如小型电解电容器外壳上写着“6 V 30 μ F”，某一瓷介电容器上写着“100—II 2 KV”，这个6 V及2 KV就是该种电容器的耐压值。

有些体积较小的电容量在外壳上不便于标注耐压值，但在它的包装盒上都写有电容器的容量、耐压等数值。另外我们还可以根据电容型号和规格查有关的电子元件手册来了解耐压的大小，以便做到正确选用电容器。

（庄恒产 曹祖佑）

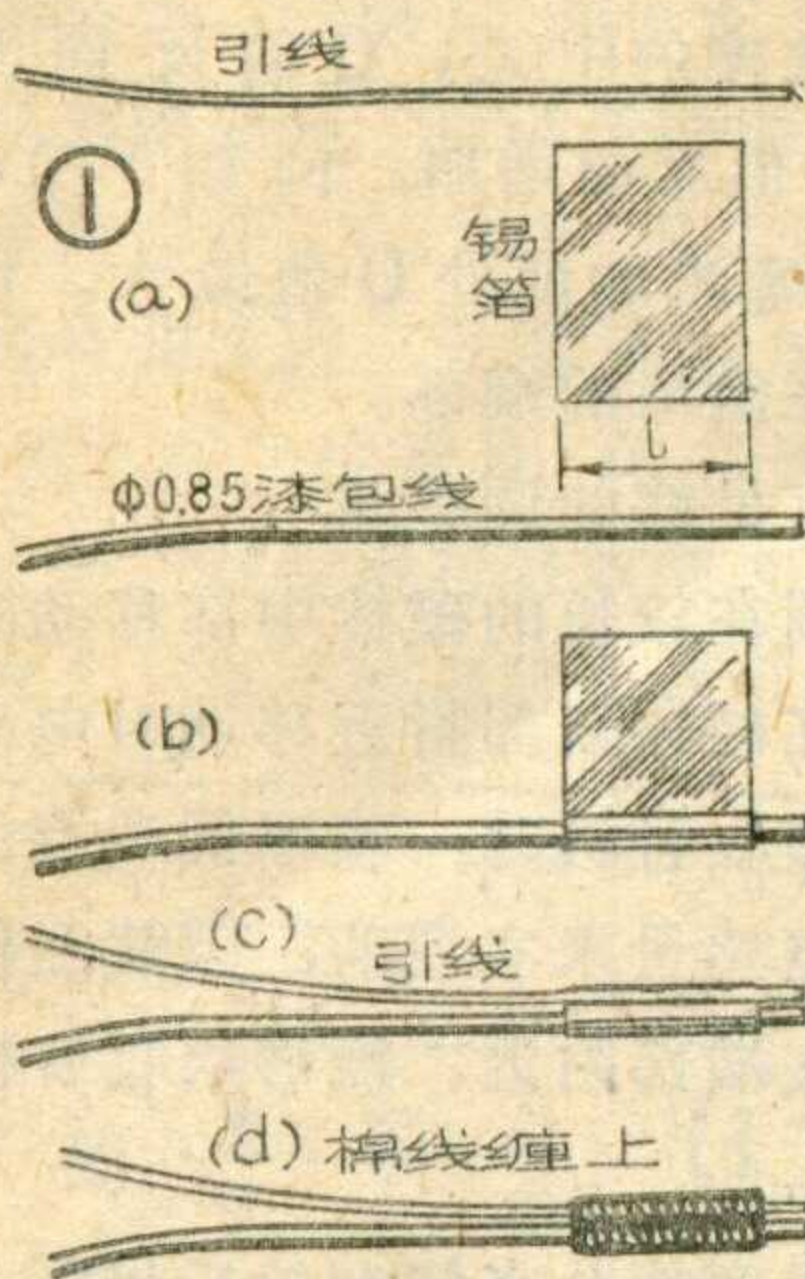
再谈小容量电容器的制作

二、绕制。

把长方形的
锡纸卷绕在
漆包线上（见

作小电容的方法，这里我们介绍用漆包线、锡纸等制作几个微微法至几十微微法小容量电容的方法。

一、准备材料。



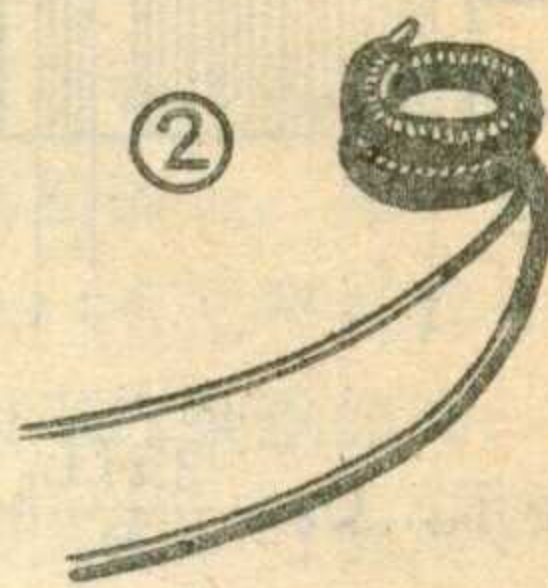
①找直径为0.85毫米的高强度漆包线一段（长度约45~50毫米）。②找些锡纸（香烟的包装锡纸即可），将它裁成长方形（见图1(a)），长方形的宽度为 t ，所制电容器的容量由锡纸的宽度 t 决定而与锡纸的长度无关（长度取大于25毫米即可）。经我们实验， t 取5毫米、10毫米、15毫米、20毫米、25毫米时，可分别得到附表所示容量。

③找直径为0.4毫米左右、长度为45~50毫米裸铜线一根，作为电容内锡纸的引线。④找棉线若干。

图1(b))，卷绕得越紧越好。待锡纸卷绕完后，把裸铜线放在它的上面（见图1(c)），然后用棉线紧紧地缠上。为了防潮，可涂二、三次漆。待漆干透后即可使

锡纸宽度 l (毫米)	5	10	15	20	25
电容量 p (微微法)	11	22	33	44	55

用。如果绕制成的电容较长，可将电容弯成圆圈（见图②），这样就减小了体积。



漆包线的漆皮是此电容的绝缘介质，因此在绕制时应注意不要损坏漆皮，不然会影响耐压和绝缘。

如用其他规格的漆包线作为绕制电容的材料，可根据上述方法进行试验，记录锡纸的宽度 l 以及对应的容量，并列成表格，这样就能找出其规律来。

(张路增)

自制调整高频头的测试棒

自制一台超外差式晶体管电视机，在调整高频头时，通常采用拉伸或压缩线圈的办法来调整线圈的电感量。在调整时，如果事先心中无数，线圈经一拉一缩几次反复，就会变形，同时也不易调到最佳状态。我自制了一个简易测试棒，有了这个工具的协助，调整高频头中各线圈时既方便又迅速。

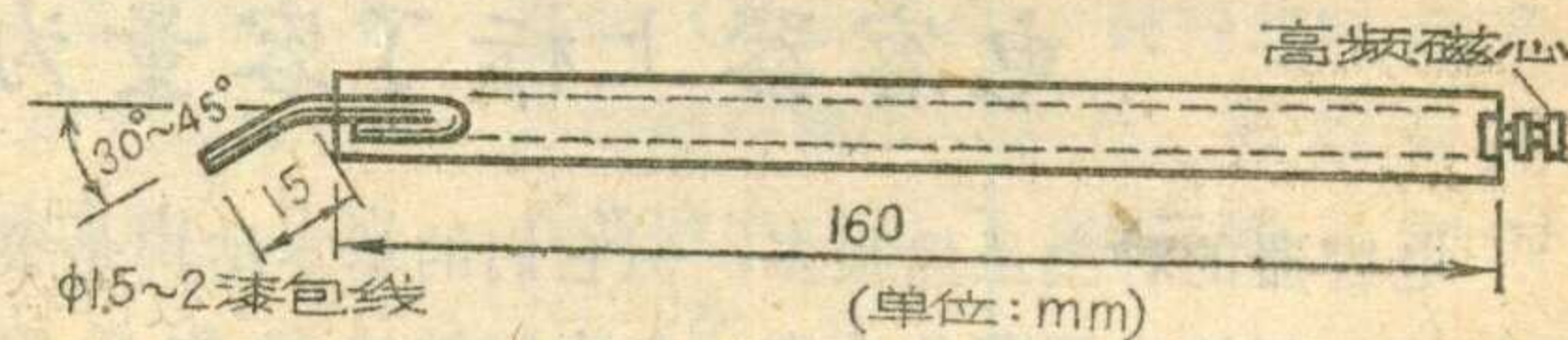
测试棒的构造见附图。取一段16厘米长、内径约在3.5~4毫米的硬质塑料管或尼龙管。在管的一头插入一段直径1.5~2毫米的漆包线（或铜线），在管的另一头装入一小段直径约3毫米的高频磁心，并用万能胶或松香粘牢。高频磁心可用电视机中频变压器磁心，也可用收音机短波本振线圈的磁心。

由于电视机高频头中线圈较多，而且排列得较挤，测试棒的漆包线那一头应弯折成 $30^\circ \sim 45^\circ$ （见附图），这样便于调整时将其插入线圈中试验。

下面我们以本刊七四年第九期上刊登的“混合式9吋电视机制作”一文中高频头的调试为例，介绍利用测试棒进行调试的具体方法。

在该高频头中，需要调整的线圈有好几个（见原电路图）：本振线圈 L_4 ；高放输入线圈 L_{1A} 、 L_{1B} ；高放负载线圈 L_2 和混频输入线圈 L_3 。在这些线圈中，最起关键作用的是本振线圈 L_4 。因此应先调整该线圈。

在中放通道，高频头各直流工作点正常之后，接上合适的天线，调整本振微调电容 C_{12} ，这时应能捕捉到微弱的信号（很弱的伴音或很淡的影象条纹）。然



后，用测试棒的漆包线那头和高频磁心那头分别插入或靠近本振线圈 L_4 ，若漆包线那头插入线圈时，信号有所增强，则说明该线圈中电感量太大，应将线圈的圈间距离拉大一些；若用高频磁心靠近线圈时，信号有所增强，则说明线圈电感量太小，应将线圈的圈间距离压缩一些。然后将微调电容 C_{12} 调到中间位置，反复用调整棒靠近试验，直至两头靠近时，信号均减弱为止。

用类似方法继续调整 L_{1A} 、 L_{1B} 、 L_2 、 L_3 等线圈，使对比度最强，伴音最好为止。高频头线圈初步调整正常之后，再调整混频输出线圈 B_1 以及中放通道各调谐线圈，使图象质量进一步提高，然后，还要反复调高频头各线圈，直至最满意为止。

(林在荣)

用氖管作电压指示

张季澍

在电网电压不稳地区，晚上收看电视时往往由于电网电压降低而不能正常收看。采用自耦升降变压器调压，应有电压指示才保险，否则由于外界负载变化时电源电压可能突然升高，不注意会损坏电视机。这里介绍一种用电笔中氖管作电压指示的简单方法。

法。

我们知道，氖管的起辉电压一般为55~60伏，我们用的氖管为55伏起辉，低于50伏时熄灭。用它作电压指示可以作到±5伏的灵敏度，满足一般电视机对电网电压波动的要求。

线路见图。调整时，输入端接在电网电源上，合上电源开关 K_1 。用一交流电压表接在输出端，调整波段开关 K_2 ，使输出端电压表指示

为220伏，此时再调节电位器 W_1 ，使氖管1刚刚处于起辉， W_1 就不动了；然后调整波段开关 K_2 使输出电压为230伏，调节 W_2 至使氖管2刚刚起辉为止，调整过程就算结束。

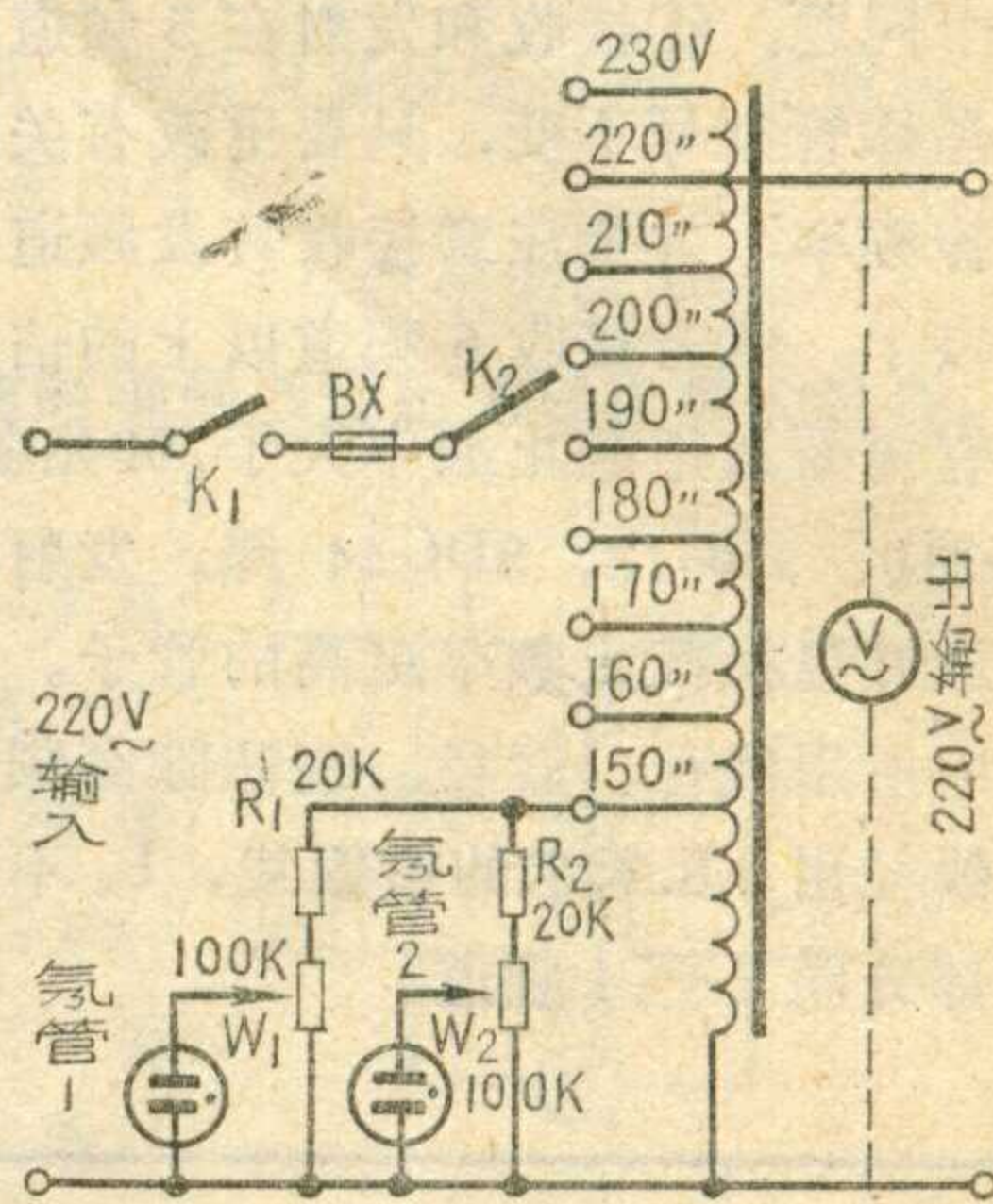
图中 R_1 、 R_2 为限流电阻；以防 W_1 、 W_2 调到头时，因电路中电流过大烧坏氖管和自耦变压器，阻值可在20~50千欧范围内选取。 W_1 、 W_2 的阻值可在100~500千欧间选取。氖管两端带电，要用塑料套管套上，防止触电。氖管可以装自耦变压器面板上方容易看见的地方。

使用前，为了安全起见，应作一次检查。方法是先不接电视机，接通自耦变压器电源，调整开关 K_2 ，使调整 W_1 、 W_2 后两个氖管都应当能起辉，这说明氖管是好的。

使用时，先把开关 K_2 置于220伏，电视机电源接线接在自耦变压器的输出端，合上开关 K_1 后，若两个氖管都不亮，说明输出电压低于220伏。调整波段开关 K_2 ，提高输出电压至氖管1起辉，此时输出电压为220伏，于是可以打开电视机的电源开关，进行收看。若在使用中发现氖管2也起辉了，说明输出电压已升到230伏，应立刻调整波段开关 K_2 降低输出电压，至使氖管2熄灭、氖管1仍起辉为止。若

在使用中氖管1、氖管2都熄灭了，说明电网电压降低，拨动开关 K_2 ，使氖管1处于起辉状态。这样通过调整波段开关 K_2 ，可以保证变压器输出电压始终为220±5伏。

图中 K_2 各点电压数值，是当自耦变压器输出为220伏时，电网实际的电压值。调 K_2 时应注意方向：向低电压数值旋动，输出电压升高；向高电压数值旋动，输出电

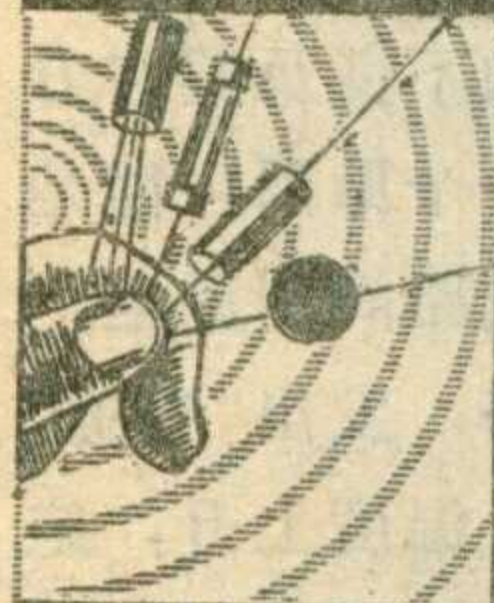


压降低。

氖管1同时又起到电源指示灯的作用，特别是在看电视时，若用一般指示灯则太亮影响收看，而氖管放电的光虽弱但又能看清，所以很适用。

这种方法不仅适用于电视机，也适合于收音机、扩大机。

想想看



1. 把一只阻抗为8欧的低阻动圈扬声器和一只高阻抗线圈串联，能代替高阻抗扬声器吗？

2. 能用五根0.1毫米的漆包线代替一根0.5毫米的漆包线用吗？

系数，根据计算公式，与 C_1C_2 的乘积有关，由于 $C_1C_2=C_2C_1$ ，所以 C_1C_2 的数值给定以后，它们交换位置并不影响滤波效果。

在实际电路中，也有取 C_1 大于 C_2 的，这时 C_2 往往不只一个，而是由几只电容器组成，其中有的还在电路中兼作交流信号旁路用。也有取 C_2 大于 C_1 的，目的在减小滤波器的输出阻抗。 (孙心若)

2. 电容是可以通过交流的，但它对交流也有一定的阻力，我们把这种阻力称为容抗 X_c 。容抗的大小与交流电的频率和电容器的容量大小有关， $X_c = \frac{1}{2\pi fC}$ 。在本线路中，

$X_c = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 50 \times 4 \times 10^{-6}} \approx 796$ 欧；100瓦、220伏灯泡的电阻 $R = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2}{100} = 484$ 欧。串联后的总阻抗 $Z = \sqrt{R^2 + X_c^2} = \sqrt{484^2 + 796^2} \approx 932$ 欧，回路电流 $I = \frac{U}{Z} = \frac{220}{932} \approx 0.236$ 安，灯泡所得功率只为 $I^2 \times R \approx 27$ 瓦，所以显得很暗。

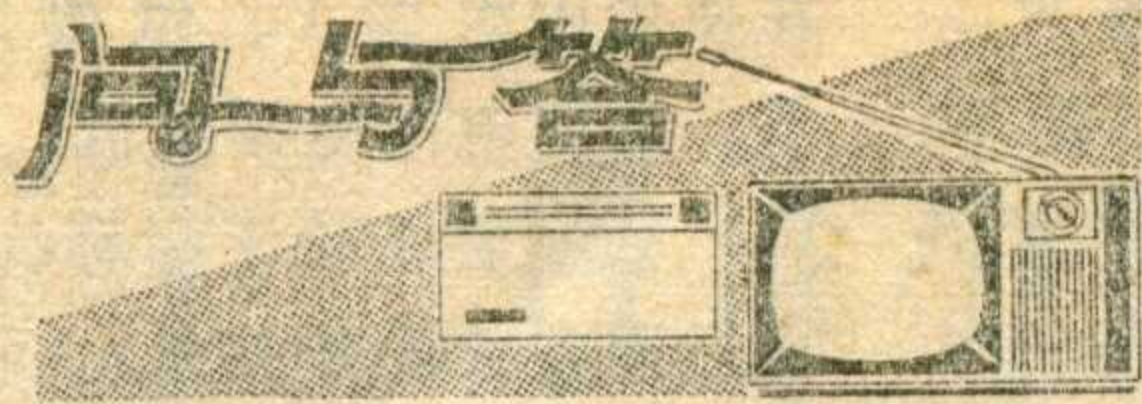
(林德利)

更正：

今年第3期第25页中栏第3行 U_c^2 应改为 U_c ；第12行2.5千欧应为265欧；同页右栏倒数第3行R应改为C。

上期想想看答案

1. 一般为了简化设计计算，在 π 形RC滤波器中常令 $C_1=C_2$ 。滤波效果，常用平滑系数来表示，平滑系数大，滤波效果就愈好。平滑



问：本刊介绍的“小型晶体管电视差转机”是2频道转发4频道的，若转发别的频道，元件数值应有哪些变动？

答：我们目前实践的除了2转4频道外，还有4转2、5转3、9转4、10转4频道四种。这里应考虑两个问题：①接收和发射在5频道以下时，本机中所用晶体管型号不变，只要更改有关槽路的线圈和有关本振频率，并注意接收转发频道至少要间隔一个频道以上。②若接收6频道以上的信号，接收单元的晶体管需要选用截止频率大于700兆赫的管子如CG710、2G910、3DG18、3DG44等。发射单元的末级和末前级最好也换截止频率更高的管子。有关参数见下表。表中所用线径、管径、绕法除高频道外均相同，高频道线径用0.8毫米的镀银线， L_4 不用磁心和骨架。中频部分同2—4频道。

频道转发	线圈	接收单元					发射单元						
		L_1	L_2	L_3	L_4	一本振	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	二本振	
4—2	初级	2×2	5	5	$4 \frac{1}{2}$	126.5 MHz	7	7	7	7	5	101 MHz	
	次级	5							2				
	对地抽头		$2 \frac{1}{2}$	2			$2 \frac{1}{2}$	$3 \frac{1}{2}$					
5—3	初级	2×2	4	4	$3 \frac{1}{2}$	134.5 MHz	6	6	6	6	$4 \frac{2}{3}$	115 MHz	
	次级	4							2				
	对地抽头		2	2			2	3					
9—4	初级	1×1	$2 \frac{1}{2}$	$2 \frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	241.5 MHz	发射单元不变						126.5 MHz
	次级	2											
	对地抽头		1	1									
10—4	初级	1×1	2	2	$\frac{2}{3}$	249.5 MHz	发射单元不变						126.5 MHz
	次级	$1 \frac{1}{2}$											
	对地抽头		1	1									

(福建红波机电厂答)

问：为什么国产电视机的图象与伴音中频有的采用37兆赫与30.5兆赫，有的则采用34.25兆赫与27.75兆赫？

答：过去生产的电视机图象与伴音中频均采用34.25兆赫与27.75兆赫，这时图象中频的二次谐波为 $34.25 \times 2 = 68.5$ 兆赫，正好包括在电视广播的第3频道范围内(第3频道的频率范围为64.5~72.5兆赫)。当电视机接收第3频道的电视节目时，很容易受到图象中频二次谐波的干扰，破坏图象，影响收看。而电视机中，由于视频检波二极管的非线性，图象中频的二次谐波干扰是不可避免的。解决这一问题一般是将视频检波部分加以屏蔽或者尽可能不让二次谐波落到接收信号的频带内。

采用37兆赫作为图象中频(相应的伴音中频应为30.5兆赫)，它的二次谐波74兆赫就落在规定的电视频道频率范围之外，就不易干扰电视机的正常接收。

另一方面采用37兆的图象中频也有缺点，此时第一频道的本振频率为86.75兆，正好落在第五频道范围内，第六频道的本振频率为205.25兆赫，正好落在第十频道范围内，因此如果有的电视机在接收第五或第十频道节目，同时其附近又有另外的电视机在接收第一或第六频道节目时，那么前者就有可能受到后者本振辐射的干扰。比较而言，电视机的中频以选37兆与30.5兆较为合理。

(张家谋答)

问：自装一半导体收音机，线路连接无误，试听时，刚开始声音和总电流基本正常，工作一段时间后，出现“喀嚓”声，并逐渐变强。这时测总电流约200~300毫安，检查各级集电极电流正常，元器件均好，什么原因？

答：出现“喀嚓”声的原因很多，如高频旁路电容有活断处、管子接触不良及其它方面的原因，但不可忽视的另一个原因可能是焊油用多后容易引起印刷板线路间的漏电，造成某一部分发生间断性短路，发出“喀嚓”声，并且随着漏电流的增加，温度上升，绝缘性能变差，“喀嚓”声变强。这时可用短路法找出“喀嚓”声发生在哪一级，然后用酒精棉球擦洗与该级有关的相关焊接点，以消除“喀嚓”声。

(宁成功、程保忠答)

问：电视机高压整流二极管1Z11能用普通磁管座吗？1Z11冒兰光是正常现象吗？

答：可以用普通磁管座。一般1Z11中稍稍有点蓝光是正常的，电流越大蓝光越大。

但如果在电流不大时仍有蓝光,说明管子有漏气现象。

(刘瑞堂答)

问: 给晶体管收音机作了一个电容降压稳压电源, 试装时将稳压部分断开后接上 220 交流电压, 用交流电压表量其输出电压竟有 200 左右, 这能接收收音机吗?

答: 我们知道, 电容降压稳压电源中, 降压电容的电容量

$$C = \frac{I}{2\pi f U} = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 50 \times 200} \approx 151 \mu\text{F}$$

不难看出, 电容量 C 的大小和负载电流有很大关系。在一般情况下, 当 C 一定时, 电流越小, 其上压降也就越小。当断开它后面稳压部分时, 等于没有负载接上, 用电压表测量时电压表内阻就成了负载, 由于表的内阻很大, 所以电流很小, C 上压降很小, 因此输出的电压很高。若是这种情况, 接上稳压、负载后, 再测其输出电压基本上与设计的输出电压相吻合。

(冯 答)

问: 有一熊猫牌 B802-1 型晶体管收音机使用一段时间后, 发现当波段开关置于短波 2 时, 有时声音大, 有时声音小甚至无声, 怎么办?

答: 这多半是由于波段开关接触不良引起的。因为它使用的是推动式波段开关, 开关的接触簧片是直接插焊到印刷电路板上的。修理时, 首先把机心从机壳内取出, 然后把波段开关上的四个紧固螺钉拧下, 取下盖板, 这样就可以把带有印刷电路的滑动接触片从一端抽出来, 用布蘸汽油擦洗印刷板电路和固定接触簧片, 然后用改锥把固定接触簧片向里拨一下使其恢复弹性, 再依次将滑动片从一端插入并安装上即可。

(司业兴答)

问: 用万用表测量电阻时, 指针在什么范围内测试较准?

答: 从万用表的表盘上可以看出, 欧姆档刻度是不均匀的, 指针偏转角与被测电阻的关系是

$$\alpha = \frac{R}{R+r} \cdot n$$

式中 α 为指针偏转角, R 为中心阻值, r 为所测电阻, n 为指针满偏转时的角度 (多为 90°)。在进行刻度时是以中心阻值为准 (指针偏转 45° 、正中位置), 然后向两边逐点刻度的。在高阻端 (100R 以上), 由于每一刻度线间的阻值间隔大, 测试时, 在这一段若把指针看偏一个很小角度, 也会造成读数的很大误差。在低阻端, 由于被测电阻小, 万用表的内阻影响就显得突出, 也会降低测试的准确度。因此, 用万用表测电阻时, 指针应在中心位置附近 (大约为 $0.1R \sim 10R$ 范围) 较为准确, 若指针偏离中心位置太大, 应换挡。

(梦华答)

问: 有的收音机, 直流电压、电流都正常, 就是

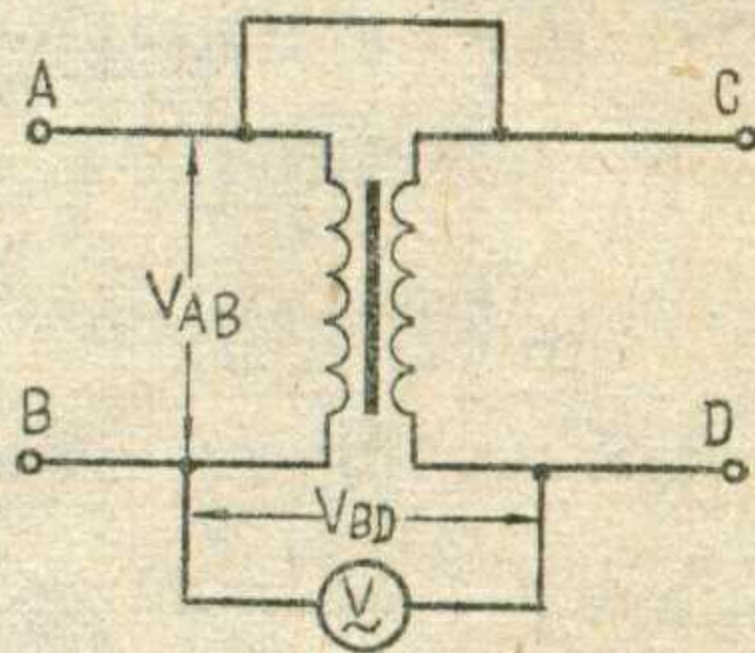
音量小, 用手摸磁棒天线时, 音量变大, 什么原因?

答: 用手摸天线线圈等于把人体对地这个分布电容并联接入天线回路, 所以收音机声音变大, 这也是正常的。但如果收音机声音很小, 那可能是收音机本身有问题, 比如天线线圈、输入回路线圈中有断股现象。由于有断股, 线圈上的感应电压减小, 使收音机的灵敏度降低, 声音变小。也可能是输入回路微调电容器坏了或开路, 使输入回路处于失谐状态, 输入信号没达到最大值, 所以声音小, 当手摸线圈时, 可能使回路达到谐振状态, 声音变大。另外, 可能是输入回路统调不好。也有可能是自制收音机时, 高放级、变频级的 f_T 过低引起声音小。

(吾守尔斯拉木答)

问: 在使用中有时需知道变压器初次级的极性, 怎样判别?

答: 我们介绍一个简单的方法, 线路如图。先在变压器的初级 AB 端加一交流电压, 并测出 U_{AB} , 然后在 A 端与次级一端 (比如 C 端) 间连一导线,

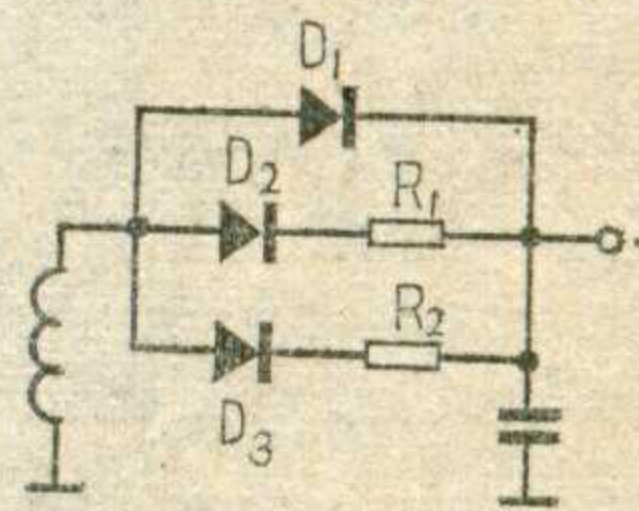


再用交流电压表测出 U_{BD} 值, 若 $U_{BD} > U_{AB}$, 则 B 与 C 两端同极性; 若 $U_{BD} < U_{AB}$, 则 A 与 C 两端是同极性的。

(阎和成答)

问: 整流二极管 2CP11 整流电流只有 100 毫安, 现在设备上需要 300 毫安的整流电流, 能否将 3 只 2CP11 并联使用?

答: 可将 2CP11 并联使用, 但须注意由于 2CP11 参数不一致, 2CP11 各支路负载将产生不均匀现象。为此, 应在负载电流较大的 2CP11 支路中, 串入一个阻值适当的小电阻, 以达到各 2CP11 支路均匀分流的作用如图。



(民希答)

问: 怎样判断天线线圈初级匝间是否短路?

答: 天线线圈初级匝间有短路, 会使收音机灵敏度降低、声音变小。根据这个特点, 用一只几欧到几十欧的电阻 R (或万用表 1~10 毫安档代替) 并接在线圈的两端进行试听, 如果声音没有什么变化, 则说明线圈短路; 如果声音显著减小或收不到声音, 则说明故障不在初级线圈, 应检查其它部位。

(易衍智答)

更正: 1. 今年第二期第 32 页左栏第 6 行“瓦”应改为“安”。

2. 今年第四期第 24 页中栏倒数第 8 行“R₇”和 25 页右栏倒数第 1 行“R₇”均应改为“R₆”; 24 页右栏倒数第 13 行“R₁₀”应改为“R₉”。

无线电

1977年第5、6期(总第176、177期)

目 录

永远铭记毛主席的亲切关怀

- 南京无线电厂高举大庆红旗阔步前进 (1)
- 微波加热及其应用 南京电子管厂微波应用试验站 (3)
- 提高单稳态电路抗干扰能力的一种简单方法
..... 黄立人 (5)
- MOS 集成电路的使用 刘铁城 (6)
- 小功率二极管正向特性比较器 苗则允 (10)
- 一种可控硅程序控制线路 朱蔼初 (11)
- 双向可控硅交流开关 沈 琦 (12)
- 压电陶瓷变压器 北京无线电元件六厂实验室 (14)

★农村有线广播★

- 简易台式 2 × 400 瓦无电源变压器扩音机
..... 上海电子管厂冯崇勋 (17)
- 有线广播设备的应急使用和应急修理 张家身 (19)
- 零线广播如何防止烧毁用户变压器 赵宝实 (22)
- 广播、电话信号分离器
..... 河北省兴隆县三道河公社广播放大站 (25)
- 半导体收音机简易修理经验点滴
..... 山西长治无线电厂 程宏基 高潞健 (23)
- 适用多种电源电压的无变压器功率输出电路
..... 邱宏元 黄国升 (26)
- 昆仑牌 BSH 23—1 型黑白电视机
..... 北京东风电视机厂 (32)
- “9 吋电视机混合式扫描电路”故障检修
..... 工人 林永恩 (37)
- 黑白电视机的装制与调整
七、图象通道部分 工人 王德浚 (40)

重要更正

本刊上期有一部分的第二页下数第二行“编辑出版委员会”误印为“编编出版委员会”，请注意更正。

GS-5A 型电子管测试仪的使用

- 上海无线电仪器厂 饶芳魁 (44)
- 全国无线电报务教练员训练班在京举行 (47)

★初学者园地★

- 中频变压器滑扣的修理 周祚超 (47)
- LC 回路振荡频率简易测试器 奚天敬 (48)
- 谈谈电视机的清晰度 张家谋 (49)
- 紧急报警器 张路增 黄力之 (51)
- 简易无变压器五管机 上海第 51 中学遥控车间 (52)
- 电容器在电路中的作用 宋东生 (53)
- 用二极管节制电流预热电烙铁 王永江 (55)
- 磁控开关 上海第 59 中学电子工场 (56)
- 谈谈电路图 同 辉 (57)
- 信噪比 阎维理 (58)
- 为什么有些晶体管收音机的天线线圈分绕在
磁棒的两端? 生 编 (59)
- 电容器上标了容量为什么还要标上耐压值?
..... 庄恒产 曹祖佑 (59)
- 再谈小容量电容器的制作 张路增 (60)
- 自制调整高频头的测试棒 林在荣 (60)
- 用氖管作电压指示 张季澍 (61)
- ★问与答★ (62)
- ★想想看★ (61)
- ★电子简讯★ (15)

封面说明: 在深入开展工业学大庆的群众运动中, 江苏省电子工业局组织了建设卫星通信地面接收站的大协作、大会战, 胜利地完成了我国第一台卫星通信地面接收站的试制任务。图为地面接收站的天线设备。

编辑、出版: 人民邮电出版社
(北京东长安街 27 号)

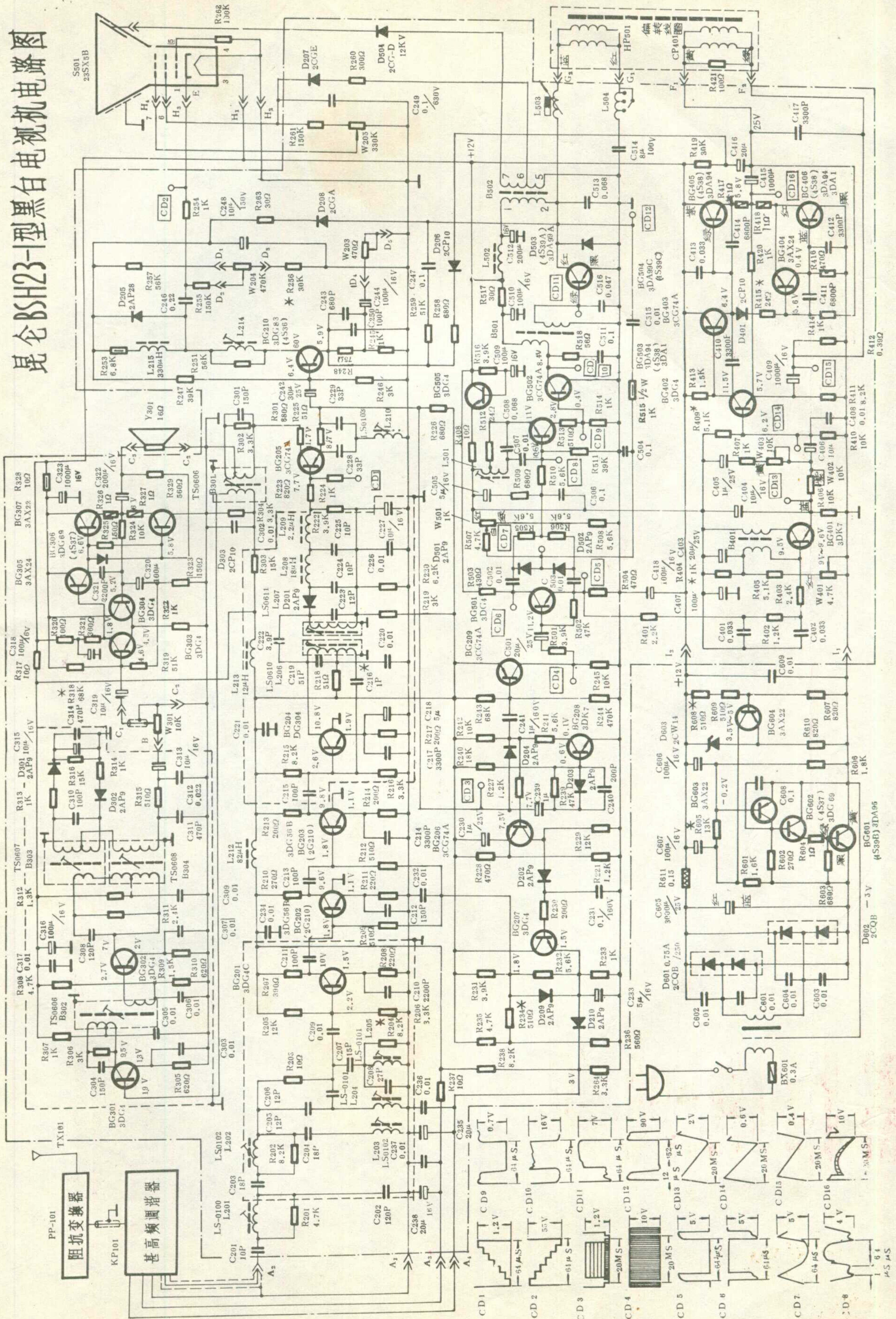
印刷: 正文: 北京新华印刷厂
封面: 北京胶印厂

总发行: 北京市邮政局

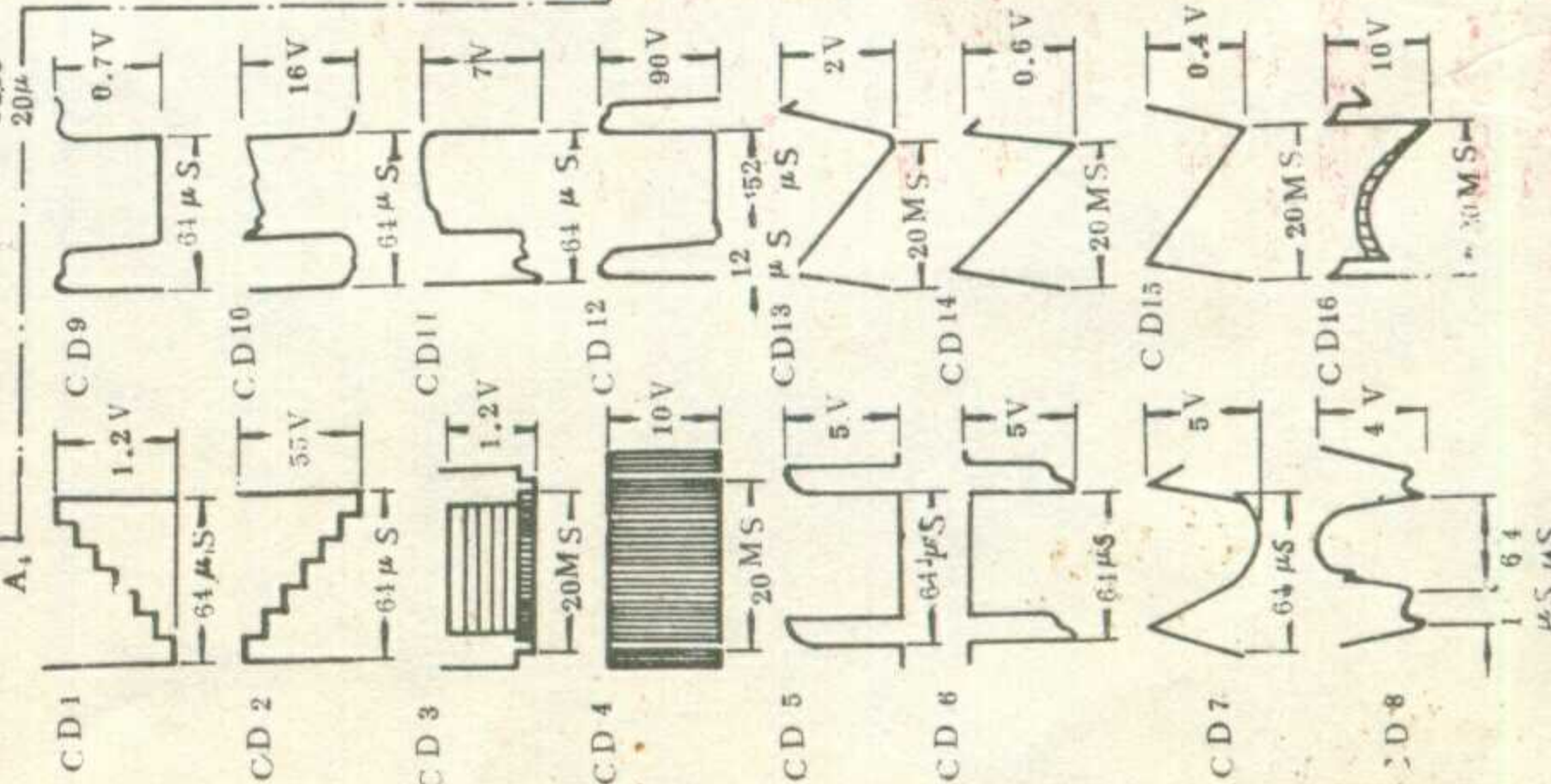
订购处: 全国各地邮电局所

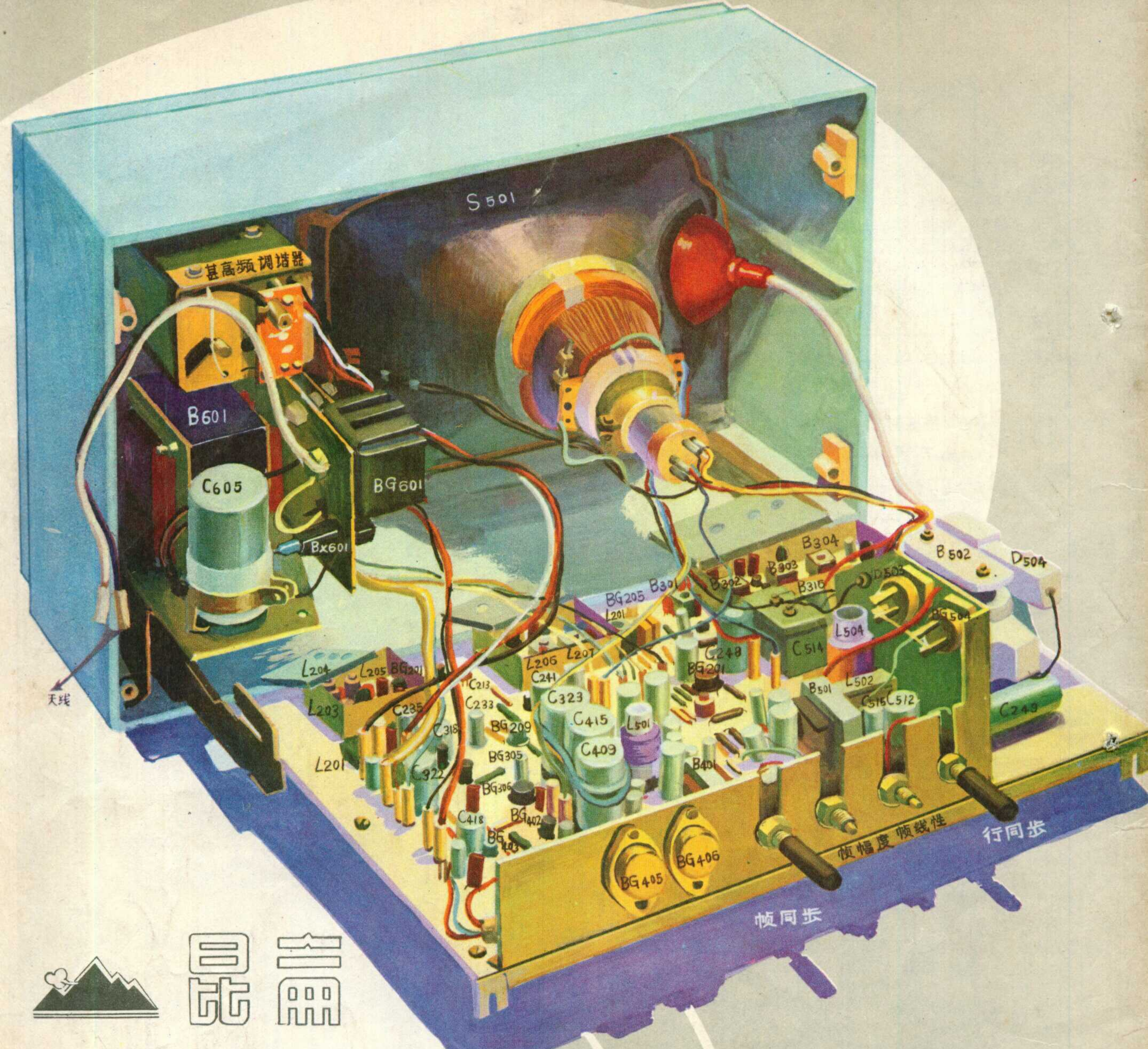
出版日期: 1977年6月25日
本刊代号: 2—75 每册定价 0.34 元

昆仑 BSH23-1 型黑白电视机电路图



PP-101
KP101
阻抗变换器
甚高频调谐器





BSH23-1型

黑白电视机

