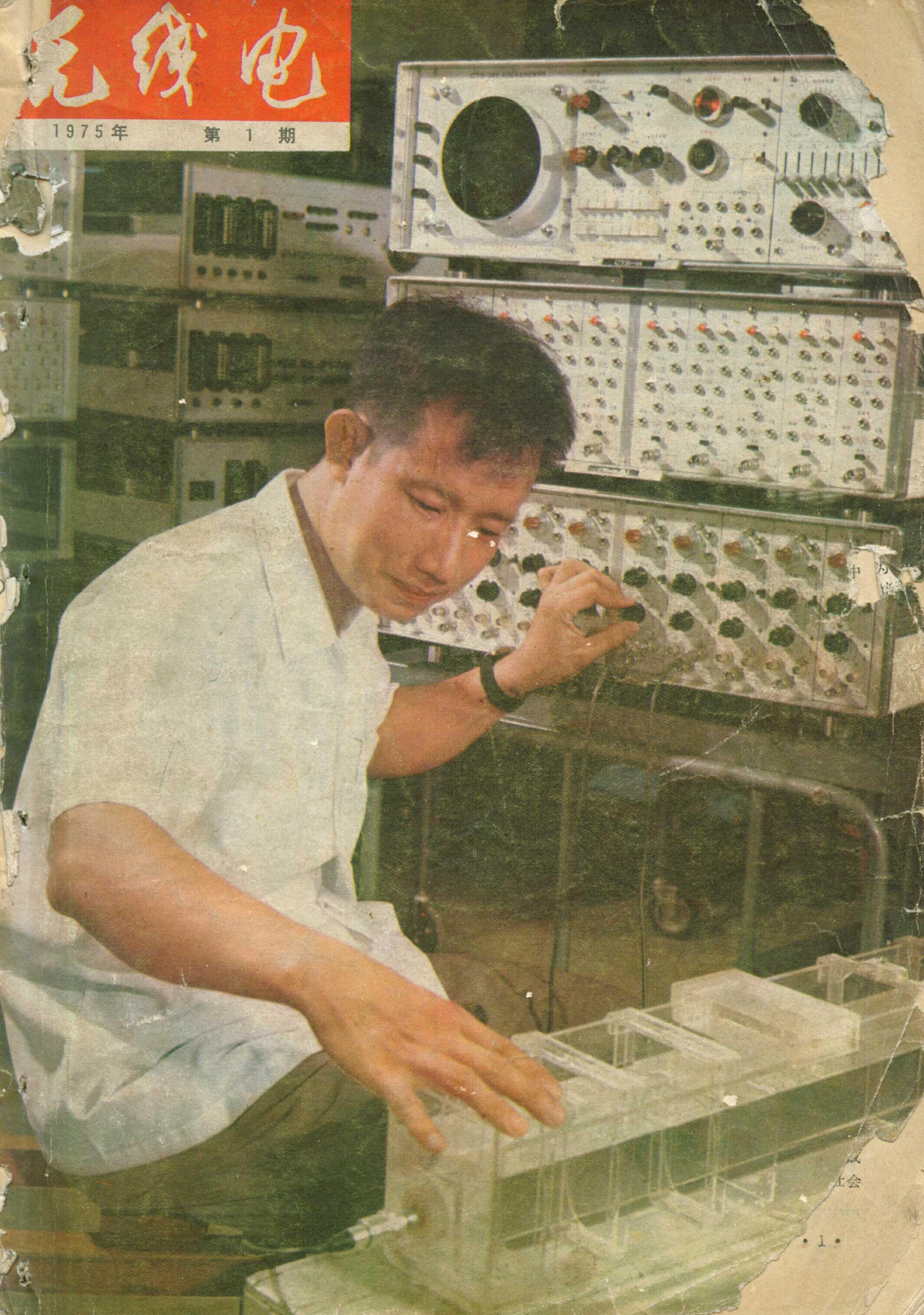
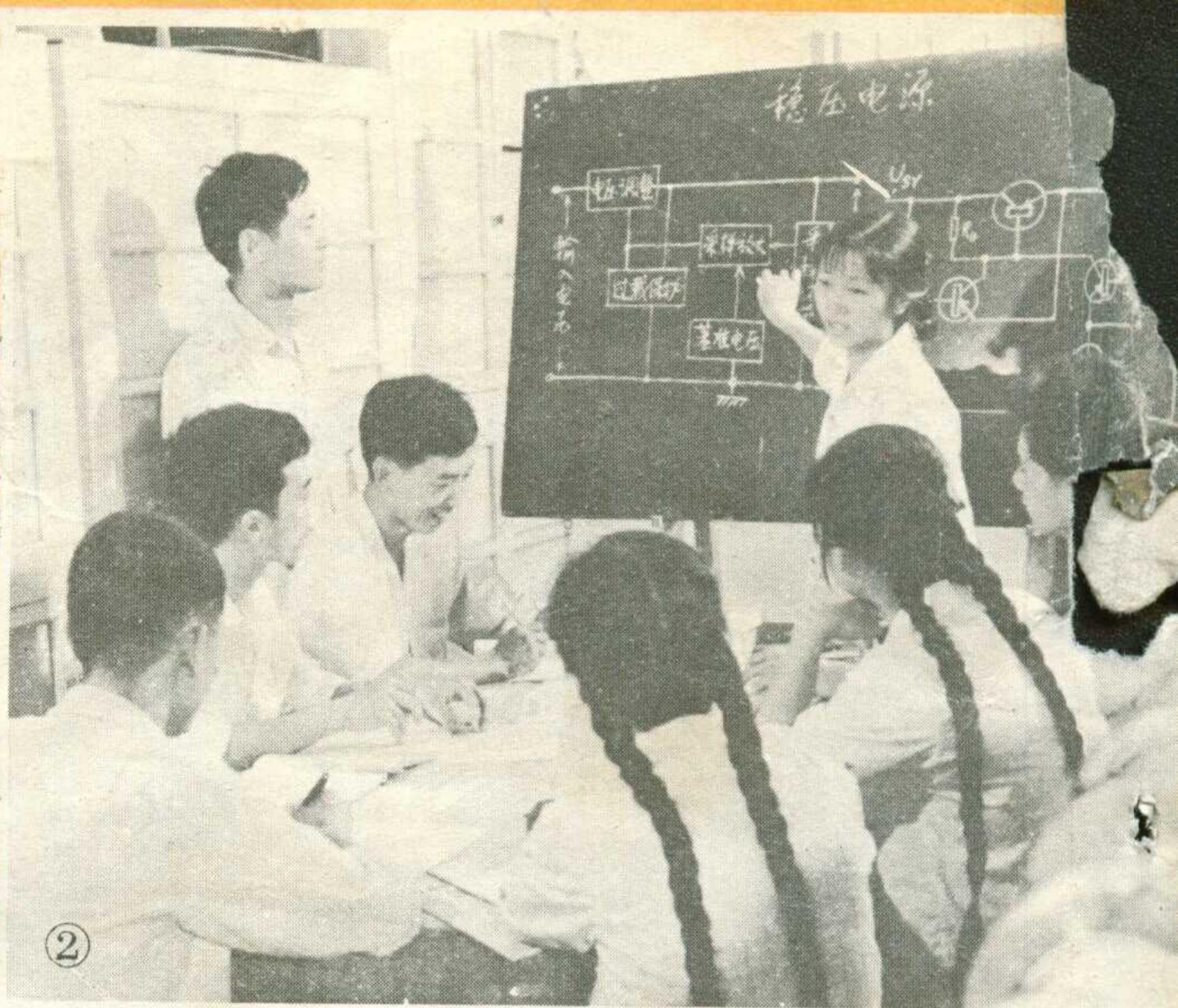
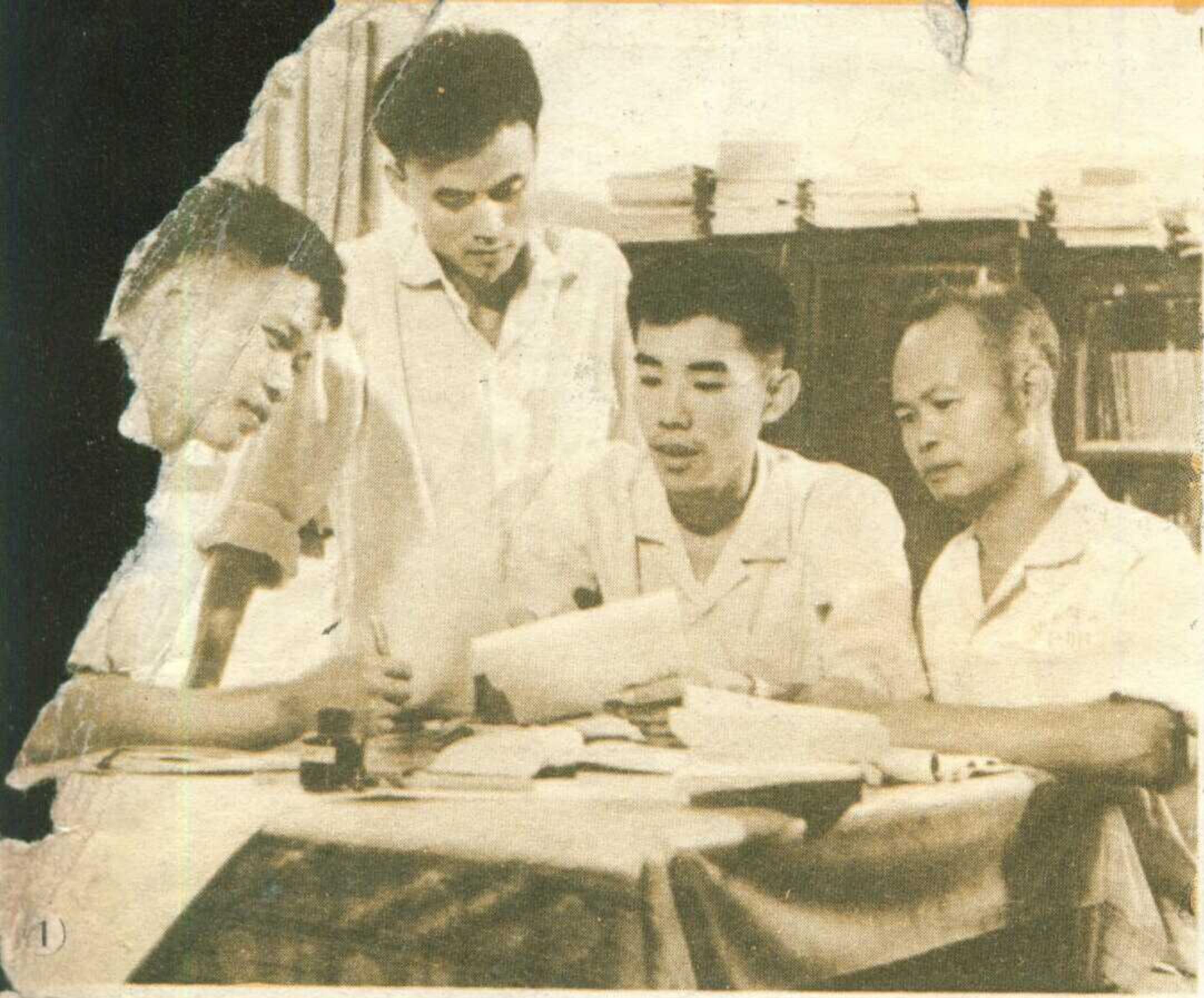


无线电

1975年 第1期





坚持从工人中培养技术人员

广东省汕头超声波电子仪器厂，多年来认真贯彻毛主席关于“要无产阶级政治挂帅，走上海机床厂从工人中培养技术人员的道路”的伟大指示，使企业的技术面貌大大改观，不仅国家试制成功许多新产品，而且提高了科学理论水平，培养了大批工人技术人员。

①在批林批孔运动中，切实加强思想建设，用马列主义、毛泽东思想不断提高工人技术人员的路线斗争觉悟，工人理论队伍不断壮大。

②结合新产品的研制和生产实际，举办各种类型的技术学习班和讲座。

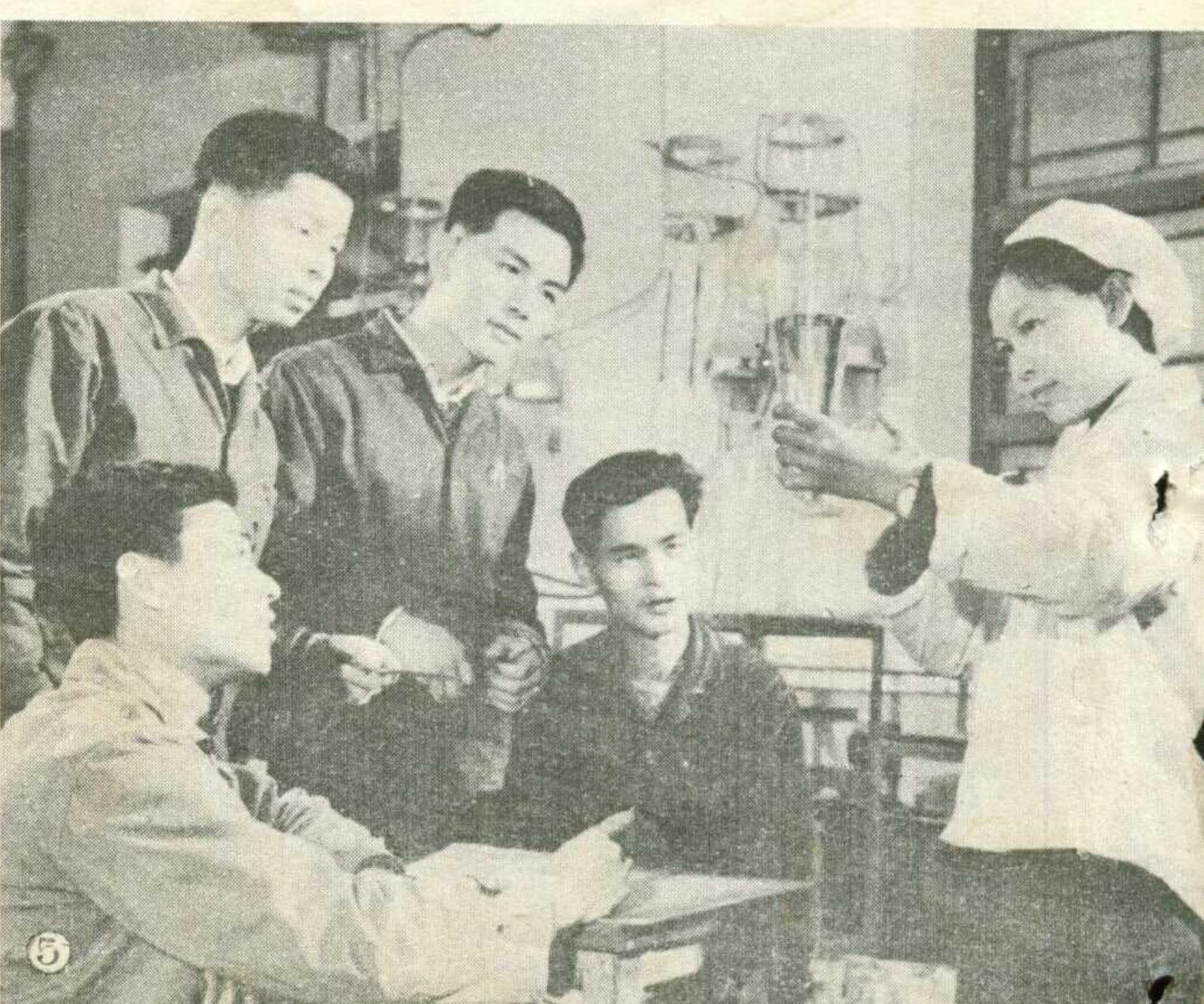
③大胆把一些优秀工人安排到技术岗位上去，在老

工人技术员帮助下使他们迅速成长。

④坚持抓好“三结合”。图为老工人在车间三结合小组会上提出改革工艺的建议。

⑤新老工人技术人员试制成功了管罩的“氢处理”设备。

李振麟 黄利展 摄影



热烈欢庆四届人大胜利召开

认真学习四届人大文件 努力贯彻四届人大精神

北京第二无线电器材厂

“四届人大放光彩，革命激情满胸怀”。盼望已久的四届人大胜利召开的喜讯，使我厂广大职工心情无比激动。连日来，全厂职工认真学习四届人大文件，工人们激动地说：“四届人大是在我国社会主义革命和社会主义建设取得辉煌成就，特别是无产阶级文化大革命取得伟大胜利，批林批孔运动取得很大成绩，国内外一片大好形势下召开的。这次大会的召开是毛主席革命路线的伟大胜利。”同志们说：“这次大会充分体现了我国各族人民的大团结，反映了我们伟大的社会主义祖国欣欣向荣的兴旺气象，是一次团结的大会，胜利的大会。”同志们回顾解放后二十多年来两个阶级、两条道路、两条路线的斗争，特别是通过无产阶级文化大革命，深刻体会到党的基本路线是我们党和国家的生命线，是指引全国人民胜利前进的灯塔。新宪法以党的基本路线为指导思想，反映了全国人民的共同心愿，真是太好啦！老工人在学习新宪法时联系自己旧社会的苦难经历，心潮澎湃。机动科老工人吴秀珍同志含着热泪说：“我们妇女代表当了副总理，这是党和毛主席对我们妇女的最大信任。回想起旧社会，我们劳动人民，特别是我们妇女，不要说管理国家大事，就连做人的权利都没有，现在新宪法不但规定我们工人阶级是领导阶级，而且规定妇女和男子享受一样的权利。真是新旧社会两重天啊！”

在学习周总理《政府工作报告》的过程中，全厂职工更是豪情满怀，干劲倍增。回顾过去，真是“辉煌成就无限好，全靠党的好领导”；展望未来，对以毛主席为首的党中央提出的社会主义建设的宏伟目标，充满了必胜的信心。 $\frac{1}{8}$ 瓦电阻生产车间的同志们十分感慨地说，我厂1964年就着手建设 $\frac{1}{8}$ 瓦电阻生产自动线，但由于刘少奇修正主义路线的干扰，到1967年才月产几万只；经过无产阶级文化大革命，我们批判了修正主义办企业路线，贯彻了鞍钢宪法，开展了技术革新

和技术革命的群众运动，到1973年月产达到400多只，六年中产量提高了一百倍。随着批林批孔运动的开展，工人们狠批林彪和孔老二宣扬的“上智下愚”等反动谬论，大搞技术革命，大挖设备潜力，使月产量一再增加，1974年月产量达到550万只。这充分说明社会主义革命是社会主义生产力发展的强大动力。群众中蕴藏着极大的社会主义积极性。广大职工深深体会到，为了实现在本世纪内把我国建设成为社会主义的现代化强国的宏伟目标，我们无线电工人肩负着重大的责任，我们必须拿出革命战争时期的那么一股劲，那么一股革命热情，那么一种拚命精神，把革命工作做到底。

我厂全体干部和职工一致表示要坚决执行新宪法，勇敢捍卫新宪法，热烈拥护《政府工作报告》，在以毛主席为首的党中央的领导下，努力实现四届人大提出的各项战斗任务，决心沿着马克思主义、列宁主义、毛泽东思想指引的道路前进，争取社会主义革命和社会主义建设的新胜利。首先，要继续普及、深入、持久地开展批林批孔运动，刻苦攻读马列著作和毛主席著作，遵循古为今用的原则，研究儒法斗争和整个阶级斗争的历史经验，继续深入批判林彪的修正主义路线，批判孔孟之道，在斗争中进一步抓好工人理论队伍的建设。加强党的一元化领导，坚持贯彻“鞍钢宪法”，深入开展工业学大庆的群众运动。要坚持走“革新、改造、挖潜”的路子，实行小改小革人人动手搞，中改中革车间为主搞，大改大革全厂组织搞；做到班班有革新，条条生产线有革新。革命加拚命，大干社会主义，今年要努力实现厂党委提出的“学大庆、抓路线，争上游、促大变，各项工作齐跃进，实现产值再翻番”的战斗目标，努力完成和超额完成1975年生产计划，为在本世纪内把我国建设成为社会主义的现代化强国的宏伟目标而努力奋斗。

新宪法句句说到我们工人心坎上

北京电子管厂工人 齐太旺

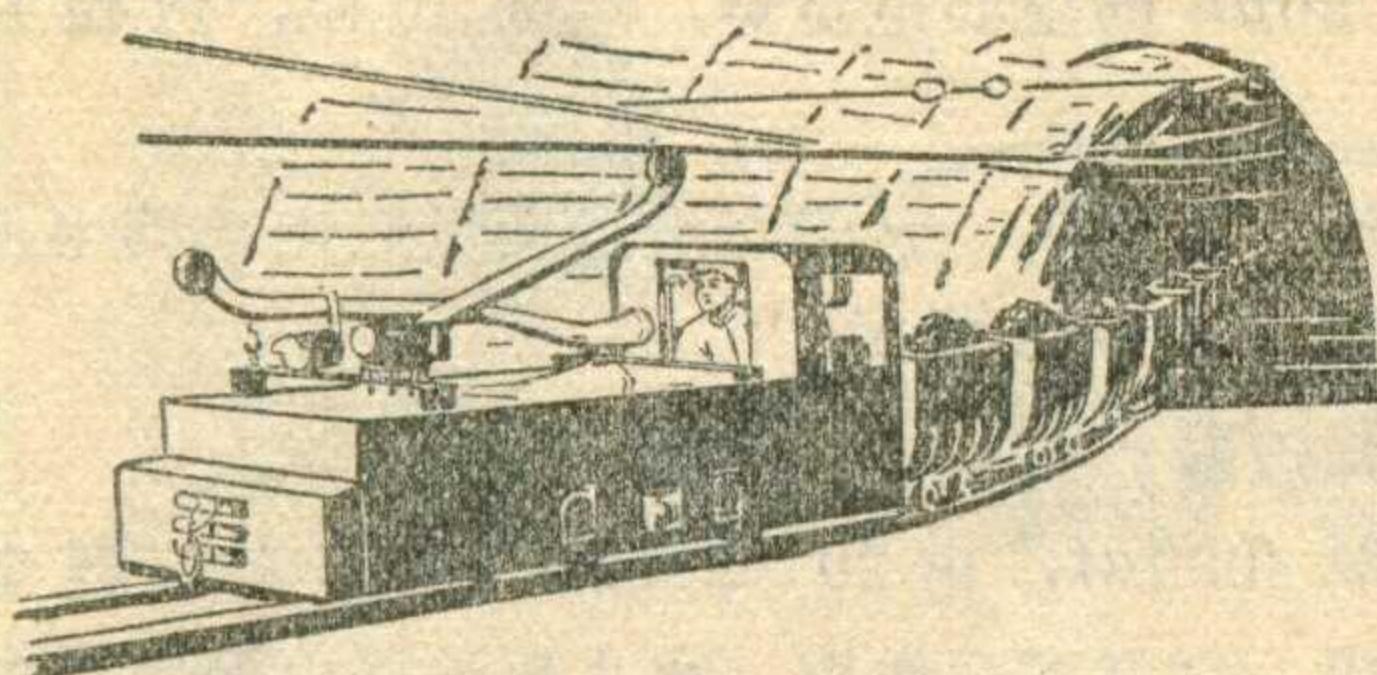
第四届全国人民代表大会胜利召开了。这是我国人民政治生活中的一件大喜事，是我国人民在党和毛主席领导下粉碎刘少奇、林彪两个资产阶级司令部的胜利成果。我和车间里的工人同志们怀着无比激动的心情，一次又一次地认真学习四届人大文件，热烈欢呼毛主席革命路线的伟大胜利！

这次大会通过的新宪法，是反修防修、巩固无产阶级专政的根本大法，句句讲到我们工人的心坎上了。“思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。”把党的基本路线写进根本大法，反映了我们工人阶级和全国人民的共同心愿。伟大领袖毛主席把马克思主义、列宁主义的普遍真理同中国革命的具体实践相结合，为我们制定了一条整个社会主义历史阶段的基本路线，指出在无产阶级夺取政权后，仍然存在着两个阶级、两条道路、两条路线的激烈斗争，无产阶级必须继续革命。这条基本路线，是毛主席对马列主义的发展，是无产阶级专政下继续革命伟大学说的集中体现，是我们党和国家的生命线。

是坚持党的基本路线，还是改变党的基本路线，是我们同刘少奇、林彪的斗争的焦点。刘少奇、林彪一伙散布“阶级斗争熄灭论”、“唯生产力论”，叫嚷“克己复礼”，都是妄图改变党的基本路线，实现他们复辟资本主义的迷梦，让我们劳动人民重新回到旧社会受二茬罪、吃二遍苦。提起万恶的旧社会，我有说不尽的仇和恨。解放前，我父亲给地主当长工，吃的是猪狗食，干的是牛马活；一年干到头，背压弯了，汗流尽了，还是两手空空，连一家人都养活不起，最后被逼得去上吊。那年头，寒冬腊月，我们全家五口人，只有一条破被子盖。我还不到十岁，也不得不顶风冒雪去讨饭。旧社会真是地主资本家的天堂，劳苦大众的地狱呵！我们能让地主资本家重新骑到我们头上作威作福吗？坚决不能！学习新宪法，我深深认识到，粉碎了刘少奇、林彪两个资产阶级司令部，并不意味着阶级斗争的结束；原有的反革命分子肃清了，还会出现新的反革命分子。我们要坚决执行、勇敢捍卫新宪法，

首先就是要坚决执行、勇敢捍卫党的基本路线，要继续把批林批孔运动普及、深入、持久地开展下去，肃清林彪、孔老二复辟倒退的反动思想的流毒，用马克思主义占领整个上层建筑领域，不断地巩固和加强无产阶级专政，保证红色江山千秋万代永不变色。

新宪法规定：“中华人民共和国是工人阶级领导的以工农联盟为基础的无产阶级专政的社会主义国家”，明确地肯定了工人阶级在国家中的领导地位。第四届全国人民代表大会的代表中，工农兵占了百分之七十二。还有几位工人、农民担任了国务院副总理、人大常委会副委员长等国家领导职务。谁能想到在旧社会被地主、资本家骂成“臭苦力”、“泥腿子”的穷苦人，今天竟然能直接参予管理国家大事呢？再拿我自己来说，是毛主席和共产党把我从苦海中解放出来，把我从一个不懂事的苦孩子，培养成共产党员。二十多年来，虽然我只按照共产党员的要求为人民做了一些工作，但党和人民却给了我很高的荣誉。一九七三年八月，我出席了党的第十次全国代表大会，幸福地见到了伟大领袖毛主席。这些都充分地说明，只有在无产阶级专政的社会主义制度下，劳动人民才能真正当家做主人。学习新宪法，新旧社会两对照，越比越知社会主义制度好，越学越知社会主义宪法好，也更体会到我们工人阶级历史使命的重大。我一定要响应四届人大的号召，坚决完成四届人大提出的各项战斗任务，决不辜负党和毛主席对我们工人阶级的信任和期望。我是一个管子工，负责厂里的管道维修工作。我要谦虚谨慎，戒骄戒躁，认真攻读马列著作和毛主席著作，积极投入批林批孔斗争，不断提高路线觉悟。我要和同志们一道，以大庆“铁人”为榜样，革命加拼命，拼命干革命，把管道维修由过去的“以修为主”变为“以防为主，服务上门，当好后勤，大搞技术革新，保证各种动力管道畅通，满足生产的需要，为尽快实现我厂“生产翻一番，一厂变两厂”的规划，为多快好省地发展我国电子工业做出新的贡献。



矿井架线电机车脉冲调速

北京矿务局王平村矿

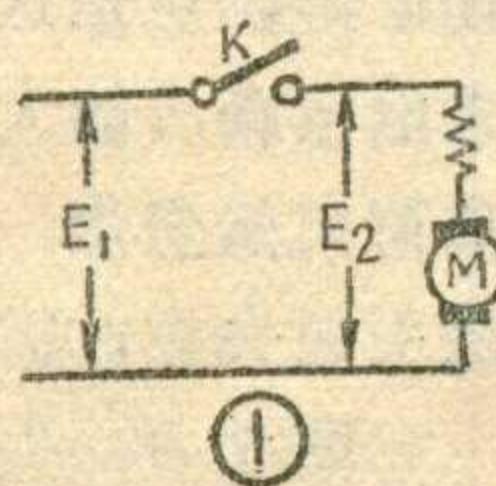
在沸腾的矿山，一种新型的电机车——可控硅脉冲调速电机车，牵引着满载夺煤大军和煤炭的矿车，穿梭般地行驶着。这种电机车，驾驶室里装有一个小巧的控制器，操纵方便，运行平稳，还能节约相当的电力，受到矿工同志的欢迎。

可控硅脉冲调速电机车，是我们遵照毛主席关于“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平”的教导，组成以工人为主体，有干部、技术人员参加的三结合小组，在各级领导的关怀和兄弟单位协助下，对旧式七吨电机车的控制系统进行技术改造，于一九七一年试制成功的。不少兄弟单位在这方面也做了大量工作。目前，电机车脉冲调速技术，正逐步在全国矿山推广应用，为多快好省地发展煤炭工业发挥了一定作用。

脉冲调速的基本原理

原电机车是用触头切换串加于电枢的电阻，从而改变电机的端电压实现调速的。脉冲调速和上述方法有本质不同。我们看图1，设想有一高速开关K，把电机和电源按一定频率接通和关断时，电机上的平均电压 E_2 （见图2）为：

$$E_2 = \frac{t_1}{T} E_1 = \alpha E_1 \quad (1)$$



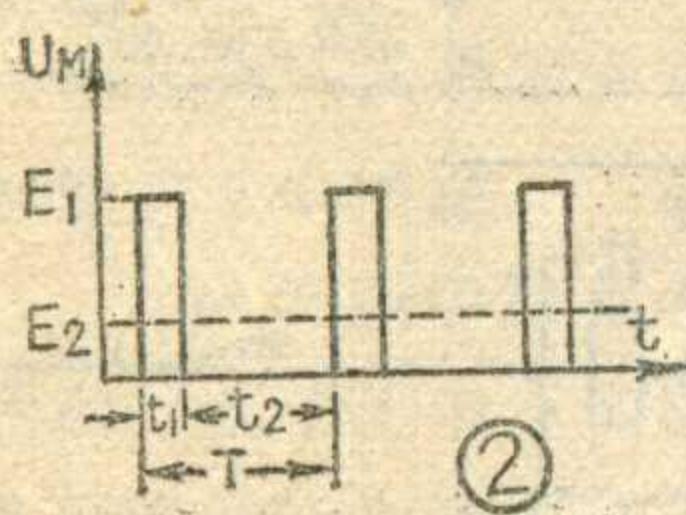
其中T为K完成一次开关动作的周期， t_1 为K接通时间， α 称作导通率，其值在0—1之间。显然，我们采用变化T（“调频”）、固定T而变化 t_1 （“定频调宽”），或者同时用上述两种方法，都可以使 α 值变化，从而使电机获得任意的端电压，实现无级调速的目的。

从上面谈的脉冲调速基本概念中，我们看到，所谓“高速开关”，实质上是一个具有可变变压比 α 的直流变压器。可控硅斩波器

（又称可控硅直流断续器）

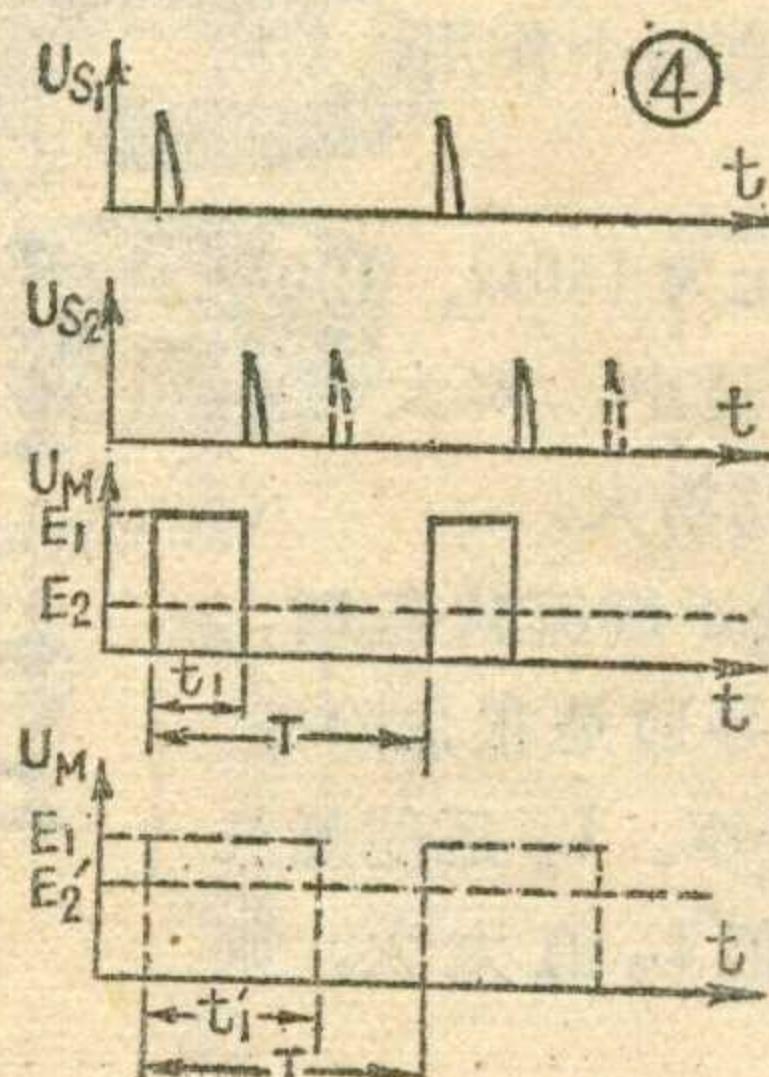
可以实现高速开关的作用。

图3是可控硅斩波器原理图。由图3可见，在主可控硅 S_1 、辅可控硅 S_2 导通前，



电机端电压为零， C_2 通过 L_2 、 D_2 、 L_3 和M充电，极性上正下负。当触发主可控硅 S_1 导通时，电机与电源接通。经过一段时间 t_1 后，再触发导通辅可控硅 S_2 ，电源也可经 S_2 、 D_2 、 L_3 与电机接通；同时 C_2 经 S_2 放电，因 L_2 、 C_2 组成振荡回路， C_2 放电后又反向充电。振荡半周期后，驱动一个反向电流关断主、辅可控硅。 C_2 反向放电完毕后，又由电源充电。另一方面，电机在与电源切断时，经 D_3 续流。重复上述过程，电机就得到脉动电压；调节触发导通 S_1 和 S_2 的时间间隔 t_1 ，电机端电压平均值就改变了。在图4示出的波形图中， U_{S1} 、 U_{S2} 分别为主、辅可控硅的触发脉冲，当二者时间间隔由 t_1 变为 t_1' 时，电机端电压平均值就由 E_2 变为 E_2' 。这就是利用可控硅斩波器作高速开关的简单工作过程。显然， S_1 、 S_2 是由电容 C_2 以反发脉冲关断的，由 L_2 、 C_2 组成的振荡电路——换流电路——能否换流成功，是斩波器能否正常工作的关键。

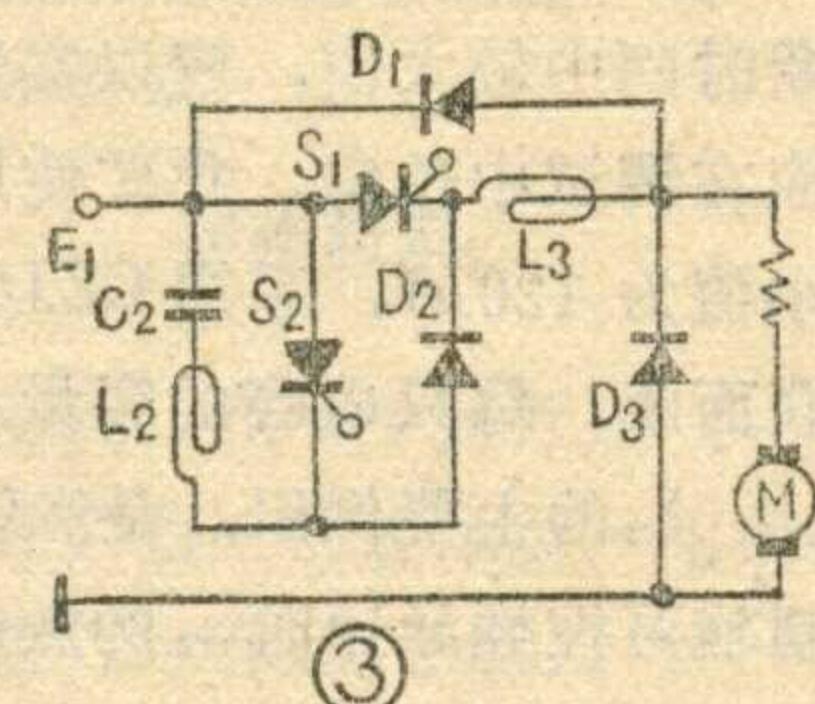
我们在七吨架线电机车上安装了可控硅脉冲调速装置。这种电机车有直流串激电机两台，经常并联使用，总功率为 $20.6\text{KW} \times 2 = 41.2\text{KW}$ ，小时制额定电流为 $95\text{A} \times 2 = 190\text{A}$ ，额定电压为 250V ，网路实际电压最高为 300V ，最低只有 150V 。下面分别介绍它的主回路、触发电路及安装、使用中的有关问题。



主回路

主回路包括斩波器、滤波器、失控保护、过流保护、制动等几个部分，如图5所示。

一、斩波器 这一部分电路和图3基本相同，只在元件安排上略有差异，工作原理不再复述。下面就元件选取及前面没



有介绍的一些元件的作用加以说明：

1. 可控硅：主可控硅 S_1 、辅可控硅 S_2 均选用 3CT 200A/700V，希望管子的正向压降小一些。

2. 换流电路：由 L_2 、 C_2 组成。 C_2 的容量要保证加于 S_1 、 S_2 上的反压时间大于可控硅的额定关断时间，而且反发脉冲有足够的能量。通常按下式估算 C_2 值：

$$C_2 = \frac{I_m t_{off}}{0.7 E_H}$$

上式中， I_m 为最大负载电流，取额定值的 1.3 倍，即 250A， E_H 为牵引网路最低电压 150V， t_{off} 取 S_1 、 S_2 关断时间中较大值，应以实测为准。如无法实测， C_2 值应在调试中选定。我矿使用的脉冲调速装置中， C_2 最小值为 $120\mu F$ ，系用 CZJ 型 630V（或 500V）的电容并联而成，每只电容的容量小一点好。

L_2 的主要作用，是和 C_2 配合形成反振，同时能限制辅可控硅导通时 C_2 的放电电流和反振电流。它的大小可按下式估算：

$$L_2 = \frac{0.5 \times 10^{-9}}{C_2} (h)$$

我们用的 L_2 为 $60\mu H$ 的空心电抗器，绕线 13 匝，内径 18cm。因 L_2 是发热元件，可以用多股线绕制，利用电流的集肤效应改善发热状况。此外， L_2 在换流过程中因振动而发出响声，在调制和电机车起动时，可以通过监听 L_2 的响声判定斩波器工作是否正常。

3. 充电二极管 D_2 ：它的作用是使 C_2 充上电后不会因主管 S_1 导通而放电，选用 2CZ200A/700V。

4. 回馈二极管 D_1 ：它的作用是在关断主、辅可控硅后，接通反振回路，也即为 C_2 提供反向放电回路，防止电机承受高于电源一倍的电压。特别是在轻载，例如电机车不挂矿车单独行驶时，如不借助 D_1 接通反振回路，则剩余反振电能只能通过电机泄放，而得不到低速。从这个意义来看， D_1 又称为轻载补偿二极管。选用 2CZ200A/700V。

5. 辅助充电电路 D_4 、 R_C ：在主可控硅 S_1 全导通（包括正常的全电压运行和不正常的“失控”，失控概念下面再介绍），由于接入辅助充电电路 D_4 、 R_C ，就使 C_2 仍然能充上电，具备关断 S_1 的能力，保证斩波器正常工作。 D_4 还有一个作用，是防止 C_2 上的过充电返回电源。

D_4 选用 2CZ5A/800V。 R_C 为 150Ω 、100W 的一只披釉电阻。 R_C 阻值要适中，太大时 C_2 不能及时充足电，太小时损耗增大。

6. 抑制电抗 L_3 ：当 D_3 处于续流状态时，相当于短路，这时若触发 S_1 导通是很危险的。 L_3 可抑制通过 S_1 的电流上升率。 L_3 还能延长反振周期，提高关断能力。但 L_3 值太大，则会造成 C_2 上太大的过充电。

L_3 为 $80\mu H$ 的空心电抗器，绕线 16 匝，内径 18cm。

7. 续流二极管 D_3 ：它的作用是使流过电机的电流连续。选用 2CZ200A/700V。

二、滤波器 由 C_1 、 L_1 组成。

C_1 值取 $4000\mu F$ ，由 20 只 $500V$ 、 $200\mu F$ 的电解电容并联而成。它有下列作用：减小斩波器电源电压的波动；储存能量，对远离供电站运行的电机车作补偿；吸收可控硅关断时产生的瞬时过电压；减小架线上的脉动量，从而减少对通信设备的干扰。前两个作用是主要的，因而通常称 C_1 为平波储能电容。

L_1 是一个 $2.5mh$ 的铁心电抗器，口字形铁心，截面积 $45 \times 65mm^2$ ，共绕线 $2 \times 33 = 66$ 匝，空气隙 $8mm$ 。它的作用，是防止随电机车运行位置变化而变化的架线分布电感和 C_1 的振荡频率达到斩波器工作频率，发生共振现象。 L_1 还有保证载波电话正常工作的作用。

滤波器的振荡频率为：

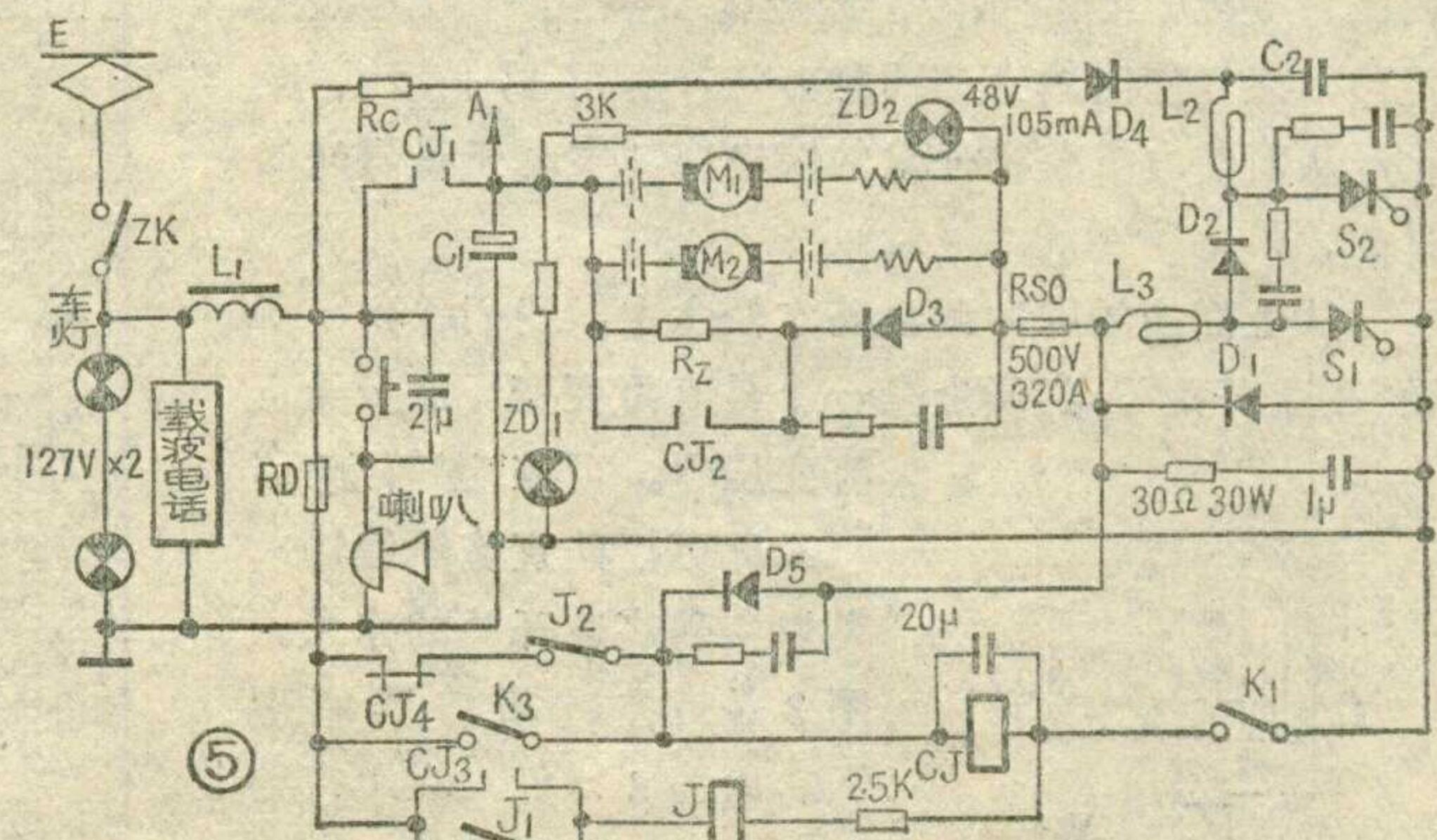
$$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_1}} \doteq 50 \text{ 赫}$$

考虑架线分布电感，则电机车离供电站越远， f_1 越小。斩波器的工作频率是 140 赫。

三、失控保护 电机车在调速过程中，如果斩波器工作失常， S_1 或 S_2 突然全导通，使电机车获得全电压运行，这时若不切断电源，便不能使可控硅关断——可控硅不可控制了，电机车就一直处于全电压运行状态。这种现象通常称为“失控”。

产生失控现象是非常危险的，尤其是在轻载起动和要求低速运行的场合。矿井运输中，电机车频繁地挂矿车，正是这种情况。合理选取元件参数，加辅助充电电路，能大大减少失控现象，但由于电源电压或负荷突然变化、管心结温升高、外界干扰等原因都可能引起失控，需要加入失控保护电路。

图 5 中，失控保护电路并联在斩波器两端，由微动开关 K_1 、主接触器 CJ 、继电器 J 等组成。工作原理如下：按下微动开关 K_1 时，主接触器 CJ 动作，其接



点 CJ_1 闭合，接通电源； CJ_3 闭合， J 动作； CJ_4, J_2 断开，通过 D_5 (2 CZ 20A/700V) 对 CJ 供电。此时电机车已起动，可以进行调速。如果起动或调速过程中失控，斩波器两端电压接近于零， CJ 就会因断电而释放， CJ_1 断开，电源自动切断。这时 J 因其常开接点 J_1 自保， J_2 仍断开，所以 CJ 无通路，必须先断开 K_1 ，再重新起动和调速。一旦失控时，失控保护电路立刻自动切断电源，使斩波器停止工作，这就保证机车在起动和低速运行时不致因失控突然飞起来，避免了事故。

CJ 型号为 CZ0150A/20， J 为 522 型继电器。

四、主回路保护 过流保护 ZK 仍采用原车自动开关，整定值 200A。考虑到可控硅元件过载能力低，又加入快速熔断器 RD (RSO500V/320A) 作短路保护。

五、电制动 电机车启动后，制动电阻 R_Z 被 CJ_2 短路。需电制动时，应先切断电源，然后立刻将控制器换向轴拉到反向位置， R_Z 投入与电机、 D_3 组成的制动电路作能耗制动。这种制动方式比交义分级制动差，比利用可控硅作能耗制动和再生制动更差，但线路大大简化了。考虑到矿井运输中，平时制动用机械闸，电制动只作紧急刹车用，所以 R_Z 一次投入制动，虽然刹车太猛，但仍符合使用要求。 R_Z 可取 0.6—1Ω，由 0.1Ω 的电阻片串成，用合金电阻丝绕制更好。

六、关于主回路的几个问题

1. 散热：200A 的管子要求风冷，考虑到井下温度低，而且是间断工作，电机车运行中也造成风流，因而采用自然风冷，不加任何其它冷却装置。但装配时要考虑便于大功率元件散热。实践证明，只采用普通散热器，几只大功率元件中以主可控硅温度较高，但管壳温度未超过 50°C。

2. 空心电抗器 L_2 、 L_3 的安装： L_2 、 L_3 要用非铁磁材料固定，安装位置不要离铁磁材料太近，而且 L_2 与 L_3 的相对位置要能把它们的磁路隔开，否则将使斩波器不能正常工作。

3. 比较图 3 和图 5，我们发现，图 3 中斩波器在前，电机接地；图 5 中正好相反，电机在前，斩波器接地。这是因为如果发生电机短路接地的现象，按

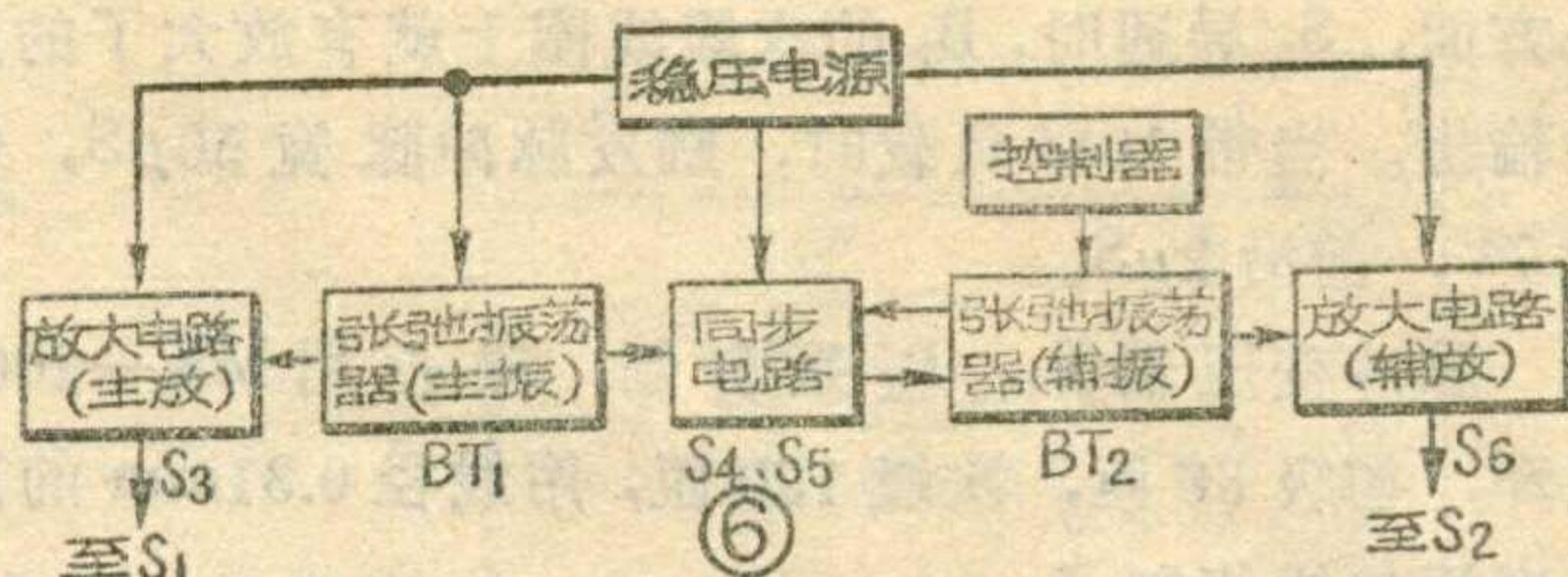


图 3 接法，管子有烧毁的可能，而图 5 中则把斩波器甩开了。

4. 主回路全部元件装在一方框骨架上，放在电机车内原电阻器的位置。

触发电路

触发电路的任务，是分别发送两个频率固定、相对相位可变的触发脉冲，给主回路中的主、辅可控硅。我们采用一种由单结晶体管和小可控硅组成的触发电路。它具有简单、调试方便、抗干扰能力强的特点。方框图及电路图如图 6、图 7 所示。单结晶体管张弛振荡器(BT_1, BT_2)是触发电路的脉冲源。它产生的脉冲经小可控硅放大电路(S_3, S_6)放大后送至主回路。同步电路的作用是使主、辅可控硅的触发脉冲有相同的频率，这一任务由可控硅 S_4, S_5 组成的双稳态直流开关完成。

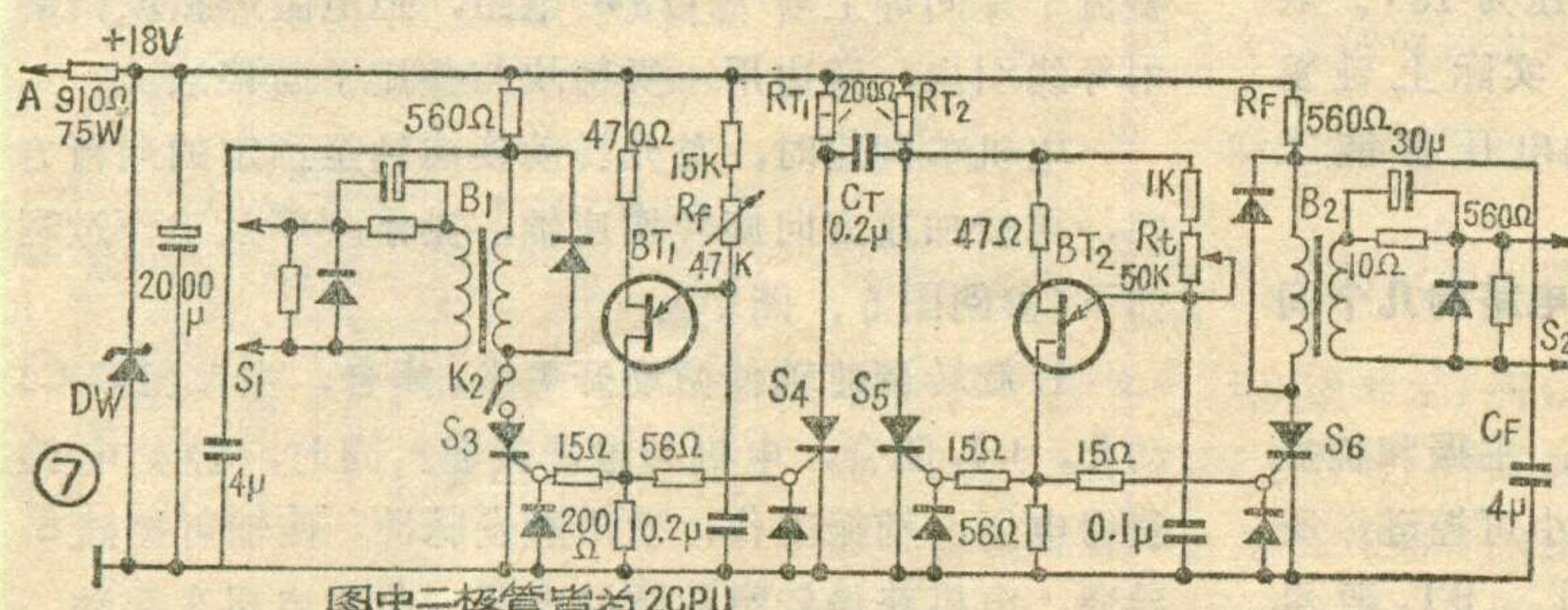
一、张弛振荡器

图 7 中， BT_1, BT_2 均为 BT33E 型的单结晶体管，由 BT_1 构成直接接于电源的“主振”， BT_2 构成通过同步电路与电源相接的“辅振”。主振电路中，可调电阻 R_f 的数值一经调定，主振脉冲的频率就固定下来了，并通过同步电路使辅振脉冲与之同步。再看辅振电路，变化电位器 R_t 的阻值，可使辅振脉冲输出与主振脉冲输出的时间间隔发生变化，从而调整辅可控硅导通和主可控硅导通的时间间隔，使电机得到的脉冲电压宽度发生变化。不难理解，这就是前边提到的“定频调宽”的调速方法；调定 R_f ，是“定频”，改变 R_t ，是“调宽”。

二、放大电路

小可控硅 S_3, S_6 (均为 3CT3A/50V) 分别组成主放大电路和辅放大电路，工作原理相同。以辅放大电路为例说明：接通电源后，电源通过 R_F 对电容 C_F 充电。

当辅振工作，发出脉冲时，小可控硅 S_6 被触发导通，脉冲变压器 B_2 的初级线圈和 S_6 中的电流由两部分组成： C_F 的放电电流和电源经 R_F 产生的电流 I_R 。当 C_F 放完电后，只剩下了 I_R ；由于 R_F 的阻值选择得使 I_R 小于 S_6 的维持电流 I_H ， S_6 即自行关断。之后， C_F 又充电，等待下一次 S_6 被触发导通，再重复上述过程。另



一方面， S_6 导通时， B_2 的次级线圈上就有放大了的脉冲输出。当带 10Ω 负载时，触发脉冲脉宽 $50\mu s$ ，幅值 $7V$ ，前沿 $2\mu s$ 。

脉冲变压器 B_1 、 B_2 系自制，磁心用MX—2000磁环，初级80匝，次级120匝，用线径 $0.31mm$ 的高强度漆包线绕制。

三、同步电路

图7中的同步电路，是由两个小可控硅 S_4 、 S_5 组成的双稳态直流开关。它有下面两个特点：从电路本身看，两个可控硅间接有电容 C_T ，它的充放电保证电路有两种“稳定”状态，一管导通时另一管关断；从它和其它部分的关系上看，可控硅 S_5 是和辅振并联的，辅振能否和电源接通，受可控硅 S_5 的工作状态控制。下面详细分析电路的工作过程：设辅振工作，其振荡脉冲触发导通 S_5 ，这时电源通过 R_{T1} 对 C_T 充电，极性左正右负；同时因辅振和 S_5 并联， S_5 一旦被辅振触发导通，马上就将辅振关闭。一直要等到主振工作，其振荡脉冲使 S_4 导通， C_T 通过 S_4 、 S_5 放电关断 S_5 后，辅振才得以接通电源。 S_5 关断后，电源通过 R_{T2} 对 C_T 反向充电，极性左负右正。当辅振工作又产生振荡脉冲使 S_5 导通时，如前述，辅振立刻停止工作，而 C_T 则又通过 S_5 、 S_4 放电关断 S_4 。之后电源又通过 R_{T1} 对 C_T 充电，极性左正右负，恢复到上述过程的起始状态。可见，由于前面提到的电路的两个特点，就使得辅振发出一次脉冲后，立即停止工作，必须等待直接接入电源的主振发出脉冲，才能继续工作，也就是说，辅振的工作频率是由主振决定的。这就完成了同步的任务。

R_{T1} (R_{T2})可按下式初步估取：

$$R_T < \frac{E}{I_H}$$

其中 E 为电源电压， I_H 为可控硅的维持电流。 R_T 值不能取得太小，否则可控硅不易关断。

四、电源

触发电路的电源由牵引网路引出，串加降压电阻(910Ω)。稳压管 DW 由三只 $2CW22B$ 串联组成，稳压电源电压为 $18V$ 。取 $2000\mu f$ 电容滤波。实际上触发电路在 $14V$ 以上的电压都能工作。

五、关于触发电路的几个问题

1. 元件的选择：主振和辅振都要同时触发两只小可控硅，所以单结晶体管 BT_1 、 BT_2 要尽

量选用分压

比高、谷点

电压低、谷

点电流大的

管子，以提

高输出脉冲

的幅值和脉

宽。现选用 $BT33E$ ，分压比为 $0.65\sim0.85$ 。

四只小可控硅，选用触发功率小一些的。现用 $3CT3A/50V$ ，用 $1A$ 的管子更好。放大电路中的两只可控硅，因为是靠通过它的电流小于维持电流而关断的，所以要选维持电流大一点的管子。

图7中提供的元件参数要由实际调试最后决定。

2. 要考虑调试时的环境温度。矿井运输大巷温度较低，有时可能遇到这种情况：在井上调好的触发电路，拿到井下却不能工作，原因是可控硅在低温时的触发功率上升了。

3. 由触发电路输送脉冲到主回路的小线最好采用金属屏蔽线，以避免干扰。

4. 工作频率的选择：应兼顾低速特性及电机的温升两个方面。选择较低的工作频率，可以得到较好的低速特性，但电机温升提高了；相反，若提高频率，则电机电流的脉动成份减小，温升可以降低，但对低速特性有影响。我们经反复试验，选定工作频率为 140 赫。

5. 触发电路板安装在控制器内。

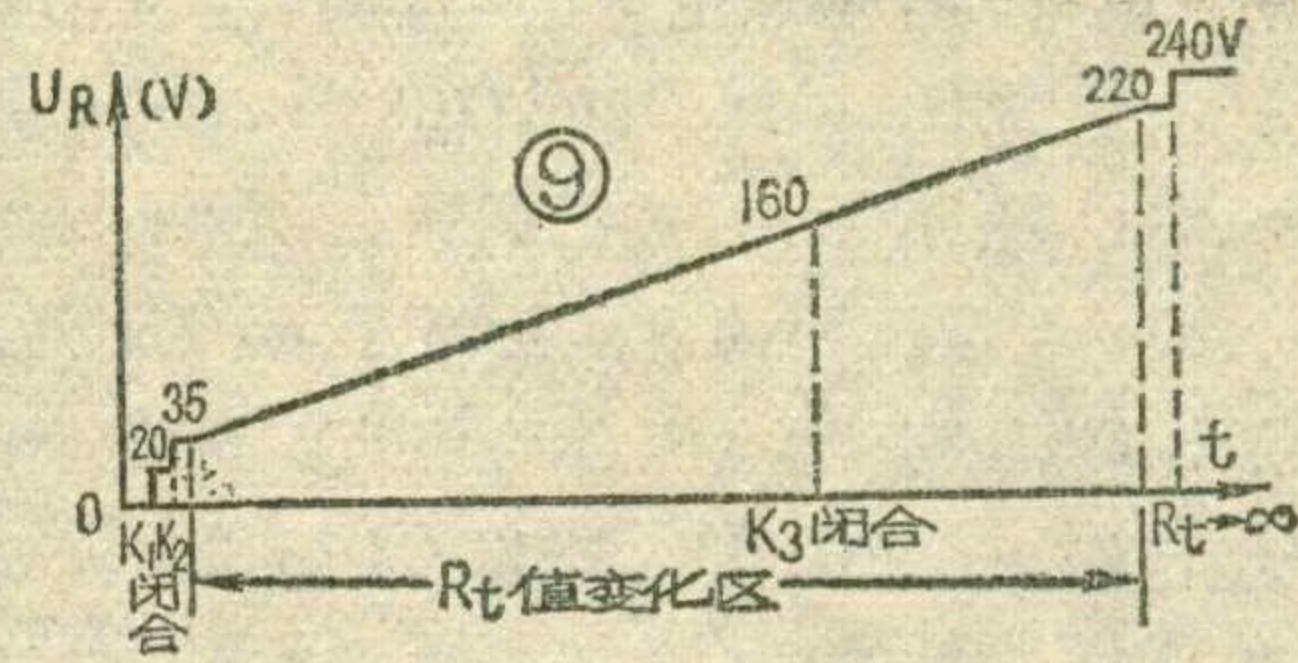
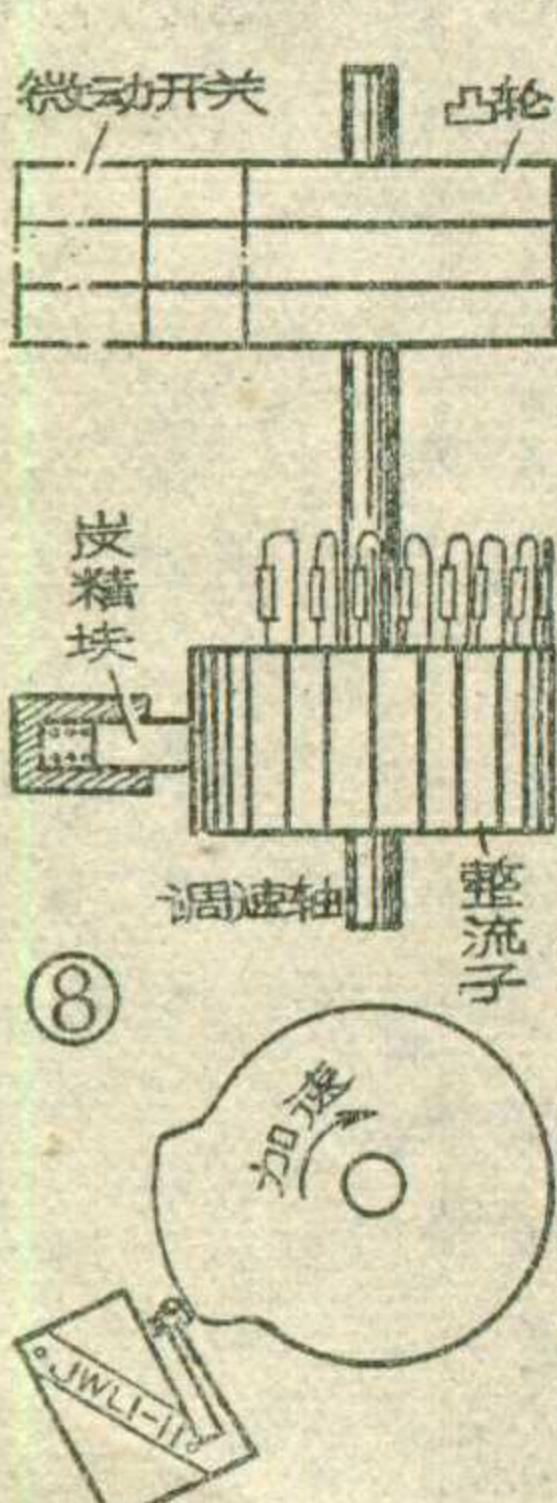
控制器及其操作

电机车脉冲调速装置的控制器包括三部分：调速轴装配、换向轴装配、机械闭锁。换向轴上有“正转”、“反转”、“零位”和“单机运行”等几个位置。机械闭锁保证机车在运行中不能换向，换向轴打在“零位”时不能运行。整个控制器固定在驾驶室的车帮上。

图8是调速轴示意图。轴的上方是三个铝质凸轮，可以在轴上旋转，这三个凸轮分别控制三个微动开关（图5、图7中的 K_1 、 K_2 、 K_3 ）。微动开关选用带接触滚轮的JWL1—11型。轴的下方是一个自制整流子电位器，它即是图7中的 R_t 。电位器的作法是在整流子片间焊上若干 $1/8W$ 电阻，把电阻焊接段两端用导线引出，旁边用一炭精块与整流子面接触。

电机车调速时，首先转动换向轴至预定的运行方向，再按加速方向旋转调速轴，操作顺序及工作过程如下（参阅图5、图7）：

1. 旋转调速轴使微动开关 K_1 闭合，主接触器 CJ 动作， CJ_1 闭合，电机与电源接通。同时，触发电路获得电压，辅振工作，发出触发脉冲，使辅可控硅 S_2 导通，电机获得较窄的脉冲电压。此时电机车起动。



这是电机车的最低速。必须指出，在介绍斩波器工作原理时，为便于叙述起见，是从 S_1 先导通讲起的；实际操作中，则是 S_2 先导通，低速特性较好。

2. 继续旋转调速轴，使微动开关 K_2 闭合。这时主振发出脉冲，触发导通主可控硅 S_1 ，电机获得一定宽度的脉冲电压 ($\alpha \approx 14\%$)，电机车速度提高。这是电机车加速过程中的第二级速度。

3. 继续往加速方向旋转调速轴，炭精块进入整流子电位器，相当于图 7 中电位器 R_t 阻值开始调变。随 R_t 阻值的增大，主脉冲与辅脉冲的相位差增加，电机电压提高，电机车车速上升。

4. 继续加速，当调速轴旋转至超过旋转全程一半的某一位置时，微动开关 K_3 闭合，失控保护失效。这是为电机车全电压运行——有意识地让主可控硅全导通——作准备。

5. 继续旋转调速轴至整流子电位器电阻焊接段终端， R_t 值达最大，此时 $\alpha \approx 90\%$ 。

6. 再向前旋转调速轴，到超出电阻焊接段时，相当于图 7 中 $R_t \rightarrow \infty$ ，辅振停止工作，主可控硅全导通，电机车获得全电压运行。

至此，加速过程结束。调速轴共旋转 270° 。

司机操作时要注意下面一点，如遇集电器脱线、临时停电等情况，要及时把调速轴旋至“零位”；过架线分区绝缘时，也要先把调速轴旋至“零位”，让车自溜过分区绝缘后再重新起动、调速。这样做是为了避免电源电压突然变化产生的失控。

在控制器操作台上，有两个指示灯，即图 5 中的 ZD_1 和 ZD_2 。 ZD_1 指示 CJ_1 闭合情况， ZD_2 用以观察电机端电压的变化。

图 8 给出一条近似的电阻负载端电压 U_R-t 曲线。测试条件是：网路空载电压 $300V$ ，调速轴均匀旋转，负载电阻 2Ω 。若负载阻值增加，曲线上移；反之，曲线下降。

整流子电位器既是由若干电阻焊接而成，所以 R_t 值是跃变的，电机端电压因而也是跃变的。图 8 中 R_t 值变化区的 V_R-t 曲线段，实际是阶梯折线。由于组成 R_t 的电阻数目较多（如我们曾用 30 个电阻组成 R_t ），用电压表观测负载端电压的变化时无跃变，电机车调速时速度的变化也是连续的。因此，采用本调速装置，虽然尚未真正实现无级调速，但已可得到

较满意的使用效果。而原机车用电阻器调速，只有八级速度，调速时是能够感觉出来的。

采用调磁控制器使 R_t 阻值连续变化，可以实现真正的无级调速，限于

篇幅，这儿就不详细介绍了。采用整流子电位器调整 R_t 值，调速时容易得到较好的线性。

脉冲调速的优越性

电机车脉冲调速系统，由于采用了可控硅斩波器实现无级调速，和原电机车调速系统比较，主要有以下几方面的优点：

一、节约电力

原系统利用切换电阻调速，在起动和调速过程中，电阻上要消耗电能，斩波器则没有这个问题，因而可节约相当的电力。我矿在相同条件下对原电机车和采用脉冲调速的电机车进行用电测量，上、下行平均节电量为 20.8% 。因为测量时列车中途不停，车场调车用电又未计算在内，所以实际节电是大于上述数字的。即使按 20.8% 算，一台可控硅车一年节电也至少在一万多度以上。



二、运行性能好

原系统调速时有跃变感。采用脉冲调速起动平稳，加速均匀，而且低速特性好，在低速挂车、拉人行车时，更显示出运行平稳的优越性。

因为调速具有连续性，同样的电机车，采用脉冲调速后，牵引力显得大了，爬坡有劲。

运行性能的改善，还使机车机械传动部件的使用寿命延长了。

三、改善劳动条件

脉冲调速装置的控制器体积小，仅为原车控制器的五分之一，这就改变了原车驾驶室拥挤，驾驶员连腿脚都不能自由活动的情况，使驾驶员劳动条件得到改善。此外，采用脉冲调速，机车在控制器的任何位置上都可以长期运行，简化了操作。

四、维修量小

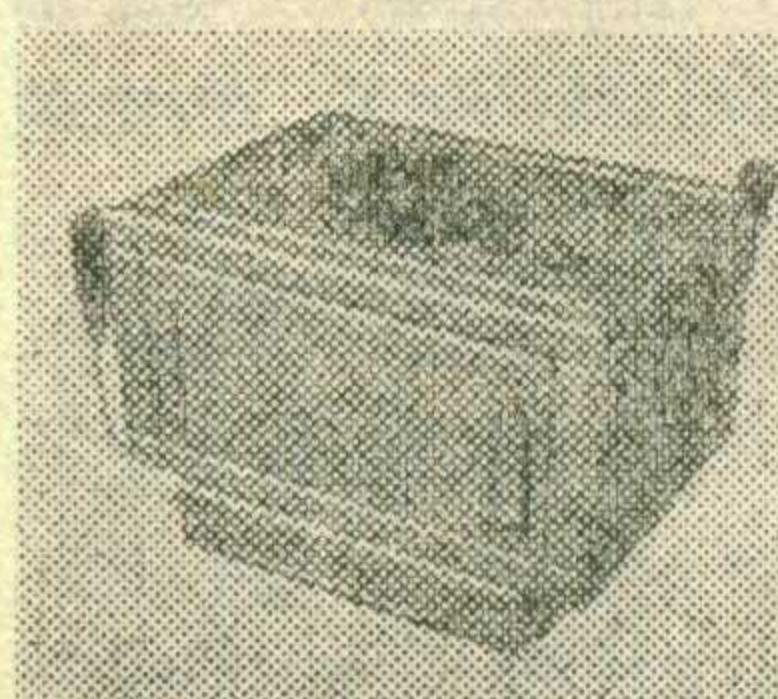
脉冲调速装置不存在原车切换电阻时接点打火烧坏的问题，减少了维修量。

五、为遥控创造条件

脉冲调速是用控制小功率来控制大功率的，因而为电机车的遥控创造了条件。

（照片说明 左下：控制器外形

右上：司机在驾驶室中
操纵控制器）



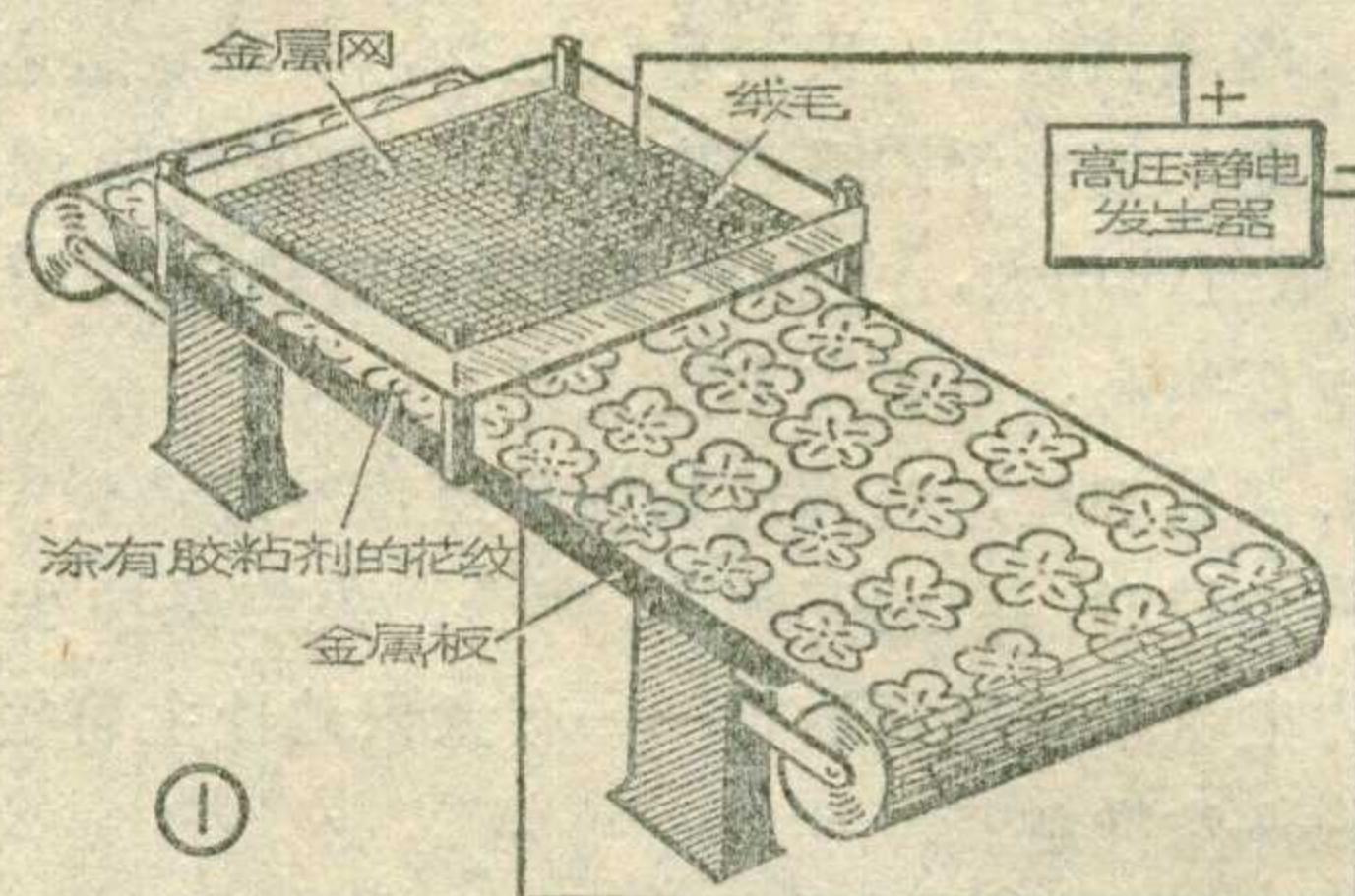
晶体管高压静电发生器的制作

上海第九织布厂工人 王德元

高压静电场在生产技术上有不少用处，如：静电吸尘、静电植绒、静电杀菌、静电过滤、静电摄影等等。运用静电场工艺有很多好处，就拿“静电植绒”工艺来说吧，它具有工艺过程较简单、植绒质量好、效率高等优点。它的简单工作原理见图1。把植绒用的绒毛放在带正电的金属网上，纺织品放在带负电的金属板上，金属网和金属板间接有直流高压，在它们间就形成了一强电场。绒毛在金属网上带上了正电，受带负电的金属板吸引，加速落到纺织品上，由于纺织品上要植绒的地方涂有胶粘剂，落在有胶粘剂的地方的绒毛就被粘住了；在没有涂胶粘剂的地方绒毛因与纺织品接触而带负电，在电场作用下又飞回金属网。如此往复多次，就可以得到十分精致的植绒纺织品。由此看出，静电场植绒工艺主要是利用了异性电荷相吸、同性电荷相斥的简单道理。

静电场工艺的心脏是高压静电发生器。下面介绍一下我们制作的结构简单、工作较稳定的晶体管高压静电发生器。

该静电发生器的电路如图2所示。是一单管直流变换器，采用变压器耦合的自激振荡电路。用单管发生器电路虽然在效率上比不上推挽发生器电路，但它能输出较高的电压，升压变压器 B_2 的绕制较为简单，另外成本也比较低。图中，振荡发生器由 BG_2 、 B_2 、 C_4 、 R_2 等组成，它的基本工作原理可参阅本刊1973年第1期中《受贫下中农欢迎的黑光诱虫灯》一文，这里不再复述。下面谈谈电路中的一些辅助电路的工作原理及制作上的一些考虑。 DW_2 、 C_5 、 R_3 组成一保护电路，用来防止当 BG_2 工作时由导通进入截止的瞬间， B_2 集电极绕组产生的高峰反电势将 BG_2 击穿。因为采

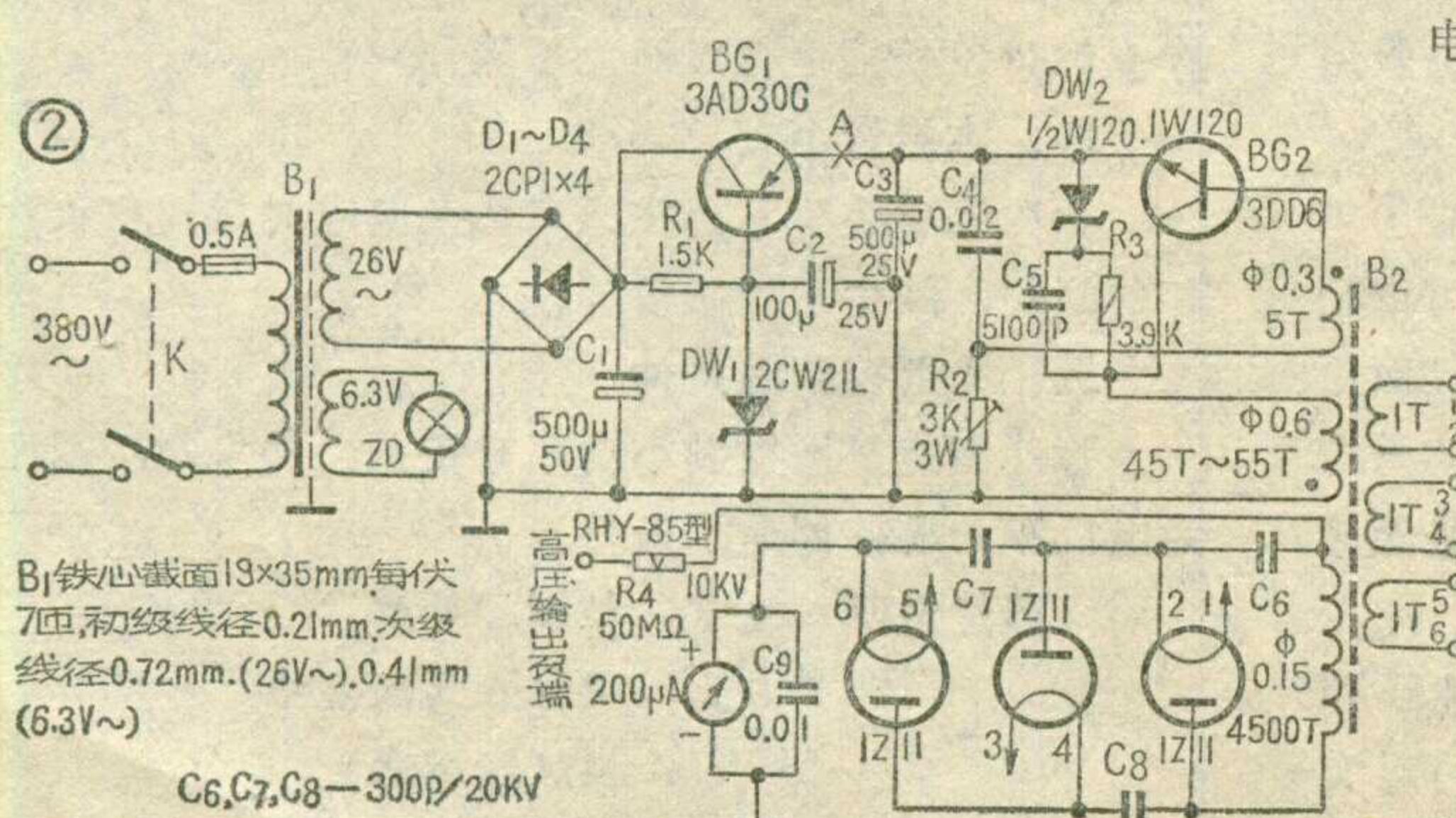


用稳定电压为120伏的稳压管作为保护管，所以 BG_2 的c、e两端的反电压被限制在120伏以内，可靠地保护了 BG_2 。实践证明，在这种单管电路中， B_2 次级绕组要升高到万伏级的高电压，而输出波形又要较近似于矩形波，以提高电压提升效率，就一定要加装可靠的保护电路，否则， BG_2 极易损坏。电阻 R_3 起限制 DW_2 的反向未击穿时的漏电流的作用，以使 DW_2 在正常功耗下工作。 C_5 的作用是使瞬间脉冲反电压能迅速加到 DW_2 上。如 DW_2 的特性很好，即未到击穿电压时的漏电流很小，则 C_5 、 R_3 可以不用，直接可将 DW_2 并接在 BG_2 的c、e两端。

该发生器在一般情况下可以得到万余伏的电压，经3倍压电路后可得到约25千伏~35千伏的直流电压（负载电流50~100微安）。如需更高的电压，可多加几级倍压电路，这时整流管宜用高压硅堆，不然用电子管1Z11则灯丝消耗要增加，同时灯丝绕组也增加，既加重了振荡电路的负担，又使 B_2 绕制困难。

振荡发生器的直流输入电压为24伏左右，由26伏交流电压经 D_1 ~ D_4 桥式整流后再经过 BG_1 等组成的射极跟随式稳压电路稳压后得到。

电路中， BG_2 应选用 $BV_{ceo} \geq 120$ 伏、 $P_{cm} \geq 30$ 瓦、饱和压降较小的低频大功率硅管，其 β 值应大于20。如只有小 β 值的管子，可以用二个管子复合使用，不过这样将使晶体管的开关时间延长，影响振荡波形，发生器的效率将有所下降。我们曾用 $\beta=6$ 、 $\beta=7$ 的两管复合使用，也能很好工作，如3DD6、3DD15、3DD10等中、低 β 值的管子，一般在耐压足够的情况下



都可使用。

B_2 铁心采用 14 吋或 16 吋电视机用的行输出铁心。16 吋磁心 $\phi=16$ 毫米、14 吋磁心截面为 14×14 毫米。铁心间应填入 0.05 毫米~0.2 毫米(试验决定)的绝缘纸。

C_6 、 C_7 、 C_8 采用耐压20千伏的电容器，如一时没有高压电容，可用一般耐压1千伏~2千伏的塑料电容串接起来应用。我们曾试过用12个1500微微法2千伏的塑料电容串并联至500微微法12千伏，用上后工作稳定。因塑料电容虽然标称值是2千伏，但实际击穿电压经试验均在10千伏左右，所以串接到12千伏的耐压已经够了。 R_4 为高压高阻电阻，没有这种电阻可用5兆欧~10兆欧电阻多个串联使用。

升压变压器 B_2 的基极绕组与集电极绕组绕在铁心一边，而升压绕组绕在另一边。线圈骨架用聚苯乙烯或尼龙材料制成。升压线圈用丝包线分六段绕制，基极和集电极绕组用漆包线平绕。线圈骨架的壁厚应大于 2 毫米，三组灯丝绕组用耐高电压导线在磁心上环绕一圈即可。

发生器安装时，凡两接点间有高电位的均应远离。 B_2 及倍压电路可考虑浸入变压器油中，以加强绝缘性能，不过一般如工作环境要求不太高，元件排列接线经过适当安排设计，不浸入油中也可以。焊接

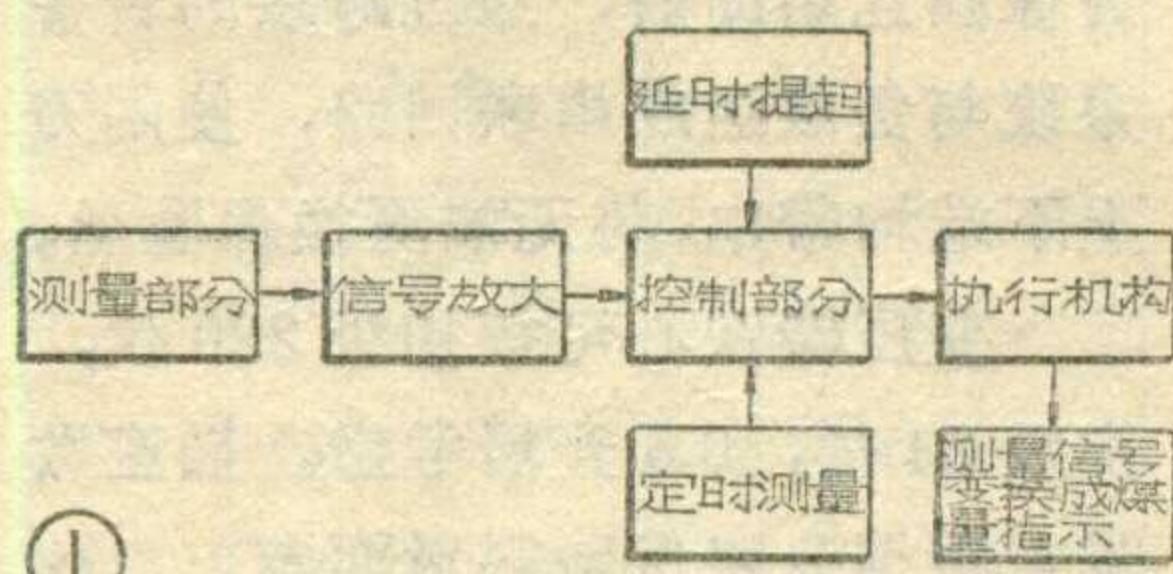
点力求光滑可靠， BG_1 、 BG_2 应加散热板散热。

安装完毕后，检查焊接无误，即可进行调试。通上电源，首先测量稳压电路的输出电压应在24伏左右，然后在A处串一500毫安直流电流表，调节 R_2 ，使电流逐渐增大，这时应听到发生器发生轻微的振荡叫声，说明电路在振荡，否则需检查基极与发射极绕组的极性是否接错， BG_2 是否良好。振荡发生后就可反复调节电路中 R_2 、 C_4 、 C_5 、变压器反馈线圈比及变压器磁心间隙，使输出电压最高（此时输出电路应加负载或接入一假负载），电流值最小。这样，电路即达最高效率。实际调试时可以先将集电极绕组确定为45匝，磁心中填入0.1毫米的绝缘纸，然后调节 R_2 ，使回路电流在150毫安～200毫安左右，再调 C_4 ，使输出最大，电流最小。随后反过来调节磁心间隙及 C_5 ，同样使效率最高。最后根据要求输出的静电高压功率，确定集电极绕组的匝数及 R_2 的大小。一般用 $P_{cm} \geq 30$ 瓦的晶体管时，回路电流调在600毫安以内为好。这时输出的静电高压功率可达7瓦～8瓦。如要更大功率，可用更大功率的晶体管，回路电流也可调大。

调试中应注意，除 R_2 可在通电时调节外，其余均应断电调节。 R_2 开始调节时也应尽量取大些，待通电后再逐步减小。 C_4 与电路效率的关系很大，它直接影响反馈深度，所以一般应多调几次。

煤位自动跟踪信号器

为了随时掌握煤仓内存煤数量，我们自制了一种晶体管煤位自动跟踪信号器。这台信号器结构简单、动作可靠，它的方框图见图1。



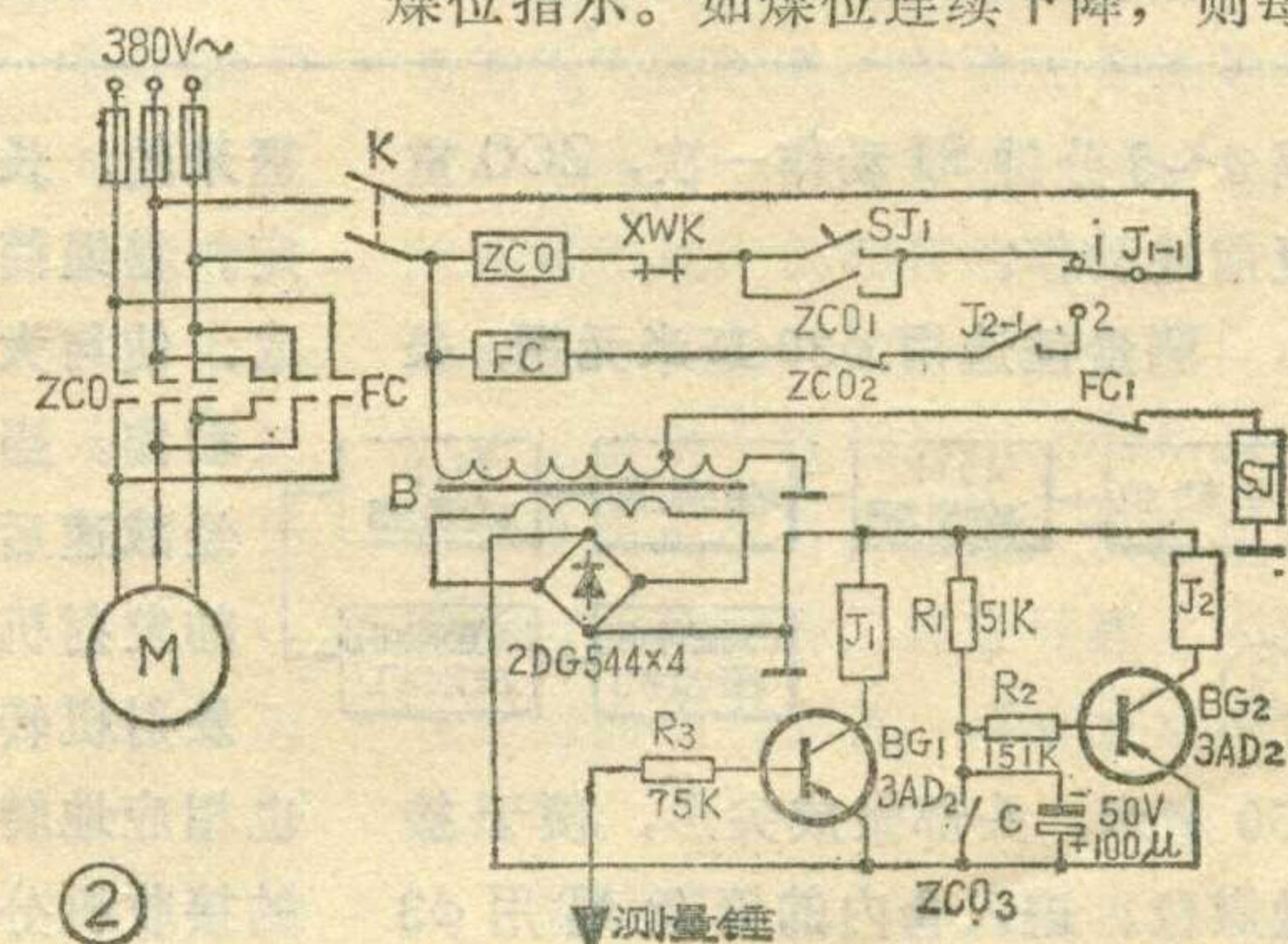
当煤位下降或上升时，测量部分将测得的信号控制电动机正转或反转，带动测量锤跟着煤位下降、上升，使能连续地反映出煤仓内煤位的高低。图 1 中测量部分由测量锤和钢丝绳组成；信号放大部 分是一个晶体三极管 BG_1 ；控制部分包括继电器、高灵敏继电器、时间继电器和交流接触器；延时提起包括三极管 BG_2 和电容 C 、电阻 R_2 ；定

时测量是一只延时继电器 SJ; 执行机构包括传动部分、电动机和减速器; 测量信号变换成煤量指示主要是用的自整角机。

自动跟踪信号器的电路图见图2。当接通电源过3~5分钟后，延时继电器SJ开始吸合，由于SJ常开接点的闭合，下放接触器ZCO吸合，使电动机M启动，电动机通过45:1的减速器与卷绳筒连接，使卷绳筒跟着转动，测量部分的钢丝绳和测量锤就一齐往下降。当测量锤接触煤位时，BG₁导通，灵敏继电器J₁动作，把接点J₁₋₁由位置1拉向2，接触器ZCO断开，电动机停止，钢丝绳和测量锤也就停止下降。

开滦吕家坨矿洗煤厂

由于接点 ZCO_3 断开，电容 C 开始充电，使 BG_2 延时导通， J_2 继电器动作，提升接触器 FC 动作，电动机 M 开始反转，把测量部分向上提升，当测量锤离开煤位时， BG_1 截止， J_1 断开，接点 J_{1-1} 由位置 2 返回 1，FC 断流，电动机停止反转。如果煤位连续上升时， BG_1 也连续导通，执行机构也跟着动作，发出煤位指示。如煤位连续下降，则每



电源保险熔断自动告警装置

邓殿顺

在使用电烙铁的焊线车间或班组里，因电烙铁拔插次数频繁，容易发生电源混线、超载熔断保险等中断电源的现象。如果没有指示设备，有时电源中断后不能立刻被发现，直到电烙铁发凉时才被查觉。为了解决上述问题，我们自制了一个电源保险熔断自动告警装置。

图1是自动告警装置在电源系统的安装部位。告警系统跨接在分路保险(5A)的两端，正常供电时，其输入端处于短路状态，所以告警系统不工作，不消耗电能。

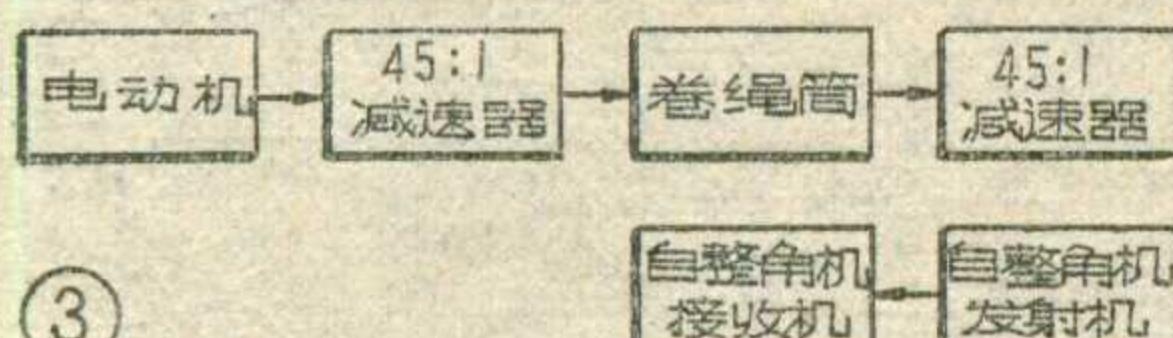
当发生故障时，保险(5A)熔断，则告警系统与负载部分(或短路点)构成回路，使告警系统有电压输入，所以才有告警信号发出。

图2是自动告警装置详图。将自动告警装置跨接在分路保险的两端，每分路用一变压器(220V/24V)及桥式整流滤波电路，经二极管D复接到断续部分。断续部分的继电器J动作时，催修灯CD亮、铃响，并切断自身的启动电路。继电器A为切铃用，由按钮AK启动，接点a₁自保、a₂切铃，C₅、R₃串联后跨接在继电器J的两端，靠电容器的充放电来延长J的启动与释放时间，从而形成了继电器的断续动作。二极管D₁₁阻隔R₃、C₅对外回路放电。

当发生下列情况时，本装置就

隔3~5分钟SJ动作一次，ZCO重复前述动作。

测量锤选用φ30毫米元钢，长



150毫米，头部做成尖形，便于接触煤位。进入仓内的钢丝绳用φ3

发出告警信号：

1.长时间混线：当发生混线时，分路保险(5A)熔断，告警系统经混线处构成回路。告警灯GD明亮，催修灯CD闪亮，铃声断续响，等待处理。

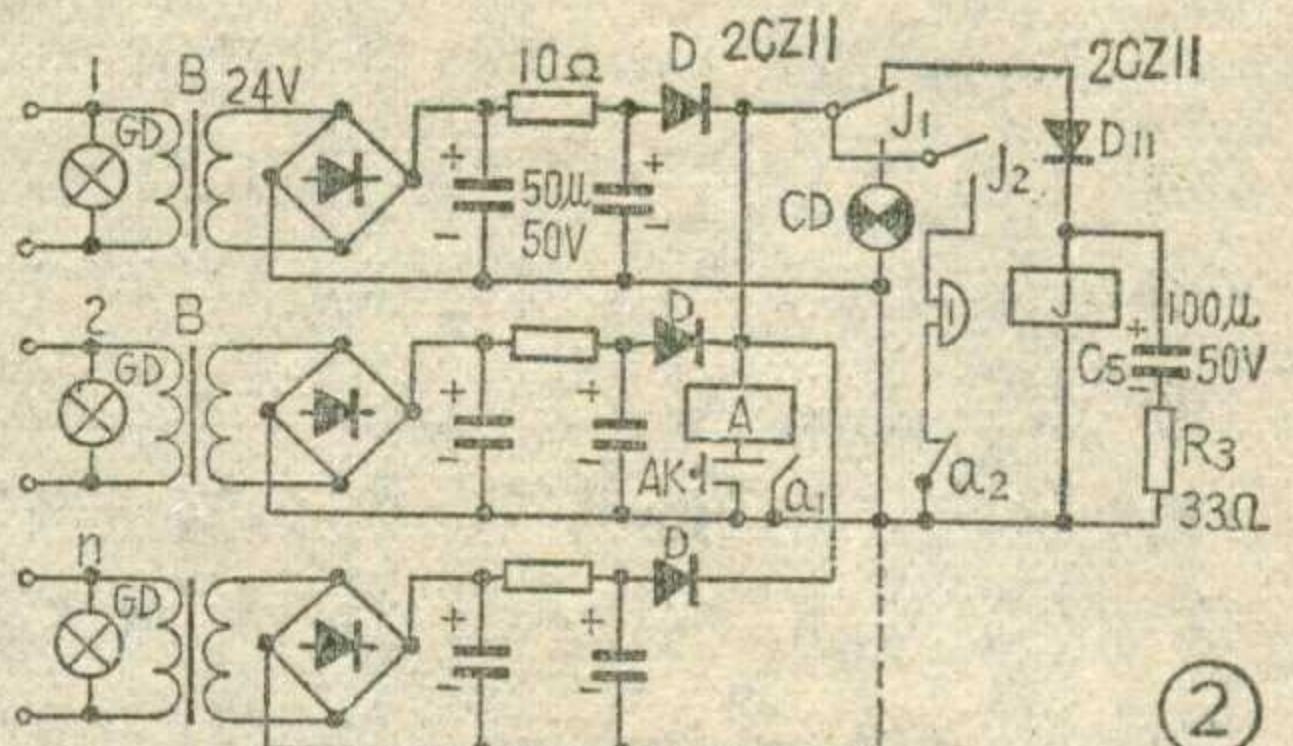
2.查混线地点：由GD灯指示出所在分路，如烙铁混线(短路)，可逐个往下拔，观察告警信号，当发现GD灯由明亮变暗亮时，即为混线处。因为有故障的烙铁拔掉后，告警系统与负载(即其他没有故障的烙铁)构成串联回路，回路阻抗增加，所以灯变暗。为了准确起见，可以反复插拔几次加以证实。当故障未排除之前，铃声一直响着，也可以用手动按钮AK进行切断。故障排除后插上保险(5A)，告警状态自动解除。

3.瞬时混线：分路保险(5A)熔断，GD灯处于暗亮状态(亮度与负载有关)，催修灯闪亮，铃响。

此时插上保险(5A)即可恢复供电。

4.超载告警：当用电量超过保

障负荷时，保险(5A)熔断，其告警状态同瞬时混线一样，此时必须减少负荷，否则保险(5A)插上后又会熔断。



5.安全检查：每天下班时可以逐个拔一下分路保险(5A)，检查全车间各个班组是否有烙铁还插着。如果有，则GD灯暗亮，插着的烙铁越多灯越亮。如果没有，则灯不亮。

分路告警灯GD应小于或等于最小规格电烙铁的瓦数，最好用220伏、15瓦指示灯泡，否则告警系统不能可靠工作。

继电器应采用直流12伏至24伏范围内均能可靠工作的高灵敏度继电器，或者用能满足这一要求的电话继电器。

分路保险(5A)处，只能用瓷插式单保险，不能用电闸开关。因为保险丝熔断后，通过跨接的告警系统与负载组成串联回路，使闸刀上下端均带电，将无法更换保险丝。

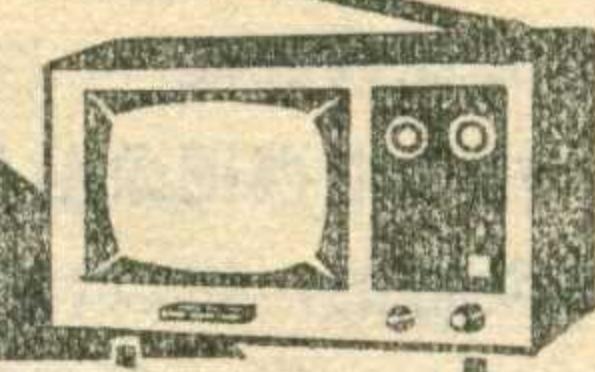
变压器铁心可按初级220伏，次级24伏，0.5安培考虑。插座数量可根据分路保险容量而定。

室，从接收机的刻度盘上就可以观察出煤仓内存煤数量。

ZCO，FC用CJO-10型交流接触器，SJ用110V交流，0~15分钟延时继电器，J₁，J₂用5500Ω灵敏继电器，B为220V/28V变压器。

凯歌牌

4D4型晶体管电视机接收机



谢 峰

凯歌 4D4 型晶体管电视机是上海无线电四厂的产品。本文简要地介绍它的电路原理，供使用、维修参考。

一、工作原理

1. 高频头

高频头输入阻抗为 75 欧与本机拉杆天线阻抗（75 欧）相匹配。当使用机外对称振子天线时，可将天线馈线插头插入后盖上的两个插孔，这两孔为阻抗变换器的输入端。由于对称振子天线的阻抗为 300 欧，为使其与 75 欧输入回路的阻抗相匹配，采用了阻抗变换器 B_1 。其原理解释如下：参看图①（甲），图中有四个绕组，由于绕组 2 被短路并接地，绕组 1 又与绕组 2 共一个磁心，因而也被短路，这样图①（甲）可简化为图①（乙）、（丙），由于绕组 3、4 圈数相等中心接地，根据自耦变压器原理 C 点对地的电压为 A、B 两点间电压的 $1/2$ ，C 点对地的阻抗为 A、B 间阻抗的 $1/4$ ，即 C 点对地阻抗为 $1/4 \times 300$ 欧 = 75 欧。

本机高频头由三级组成（参看电原理图），其中 $1BG_1$ 作高频放大， $1BG_2$ 作混频， $1BG_3$ 作本机振荡。微弱的电视信号由天线接收后经输入回路进入高放管放大。高放级输入回路采用电感电容分压式电路（图②）。电容 100P 对高频信号可视为短路。1~5 频道的电感采用

串联方式，因为在低频时电感量较大，线圈圈数多，又是空心线圈，这样做较为容易些。

高放级输出回路采用电容分压（ $1C_{10}$ 与 $1C_7$ ）接地，相当于我们所常见的电感抽头式，达到阻抗匹配的目的。 $1C_5$ （1P）为中和电容。

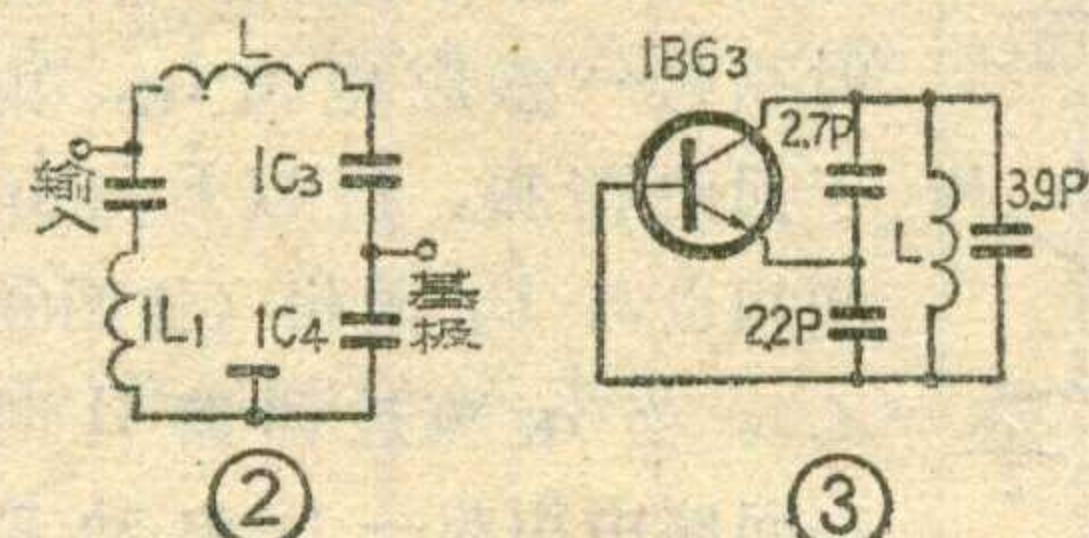
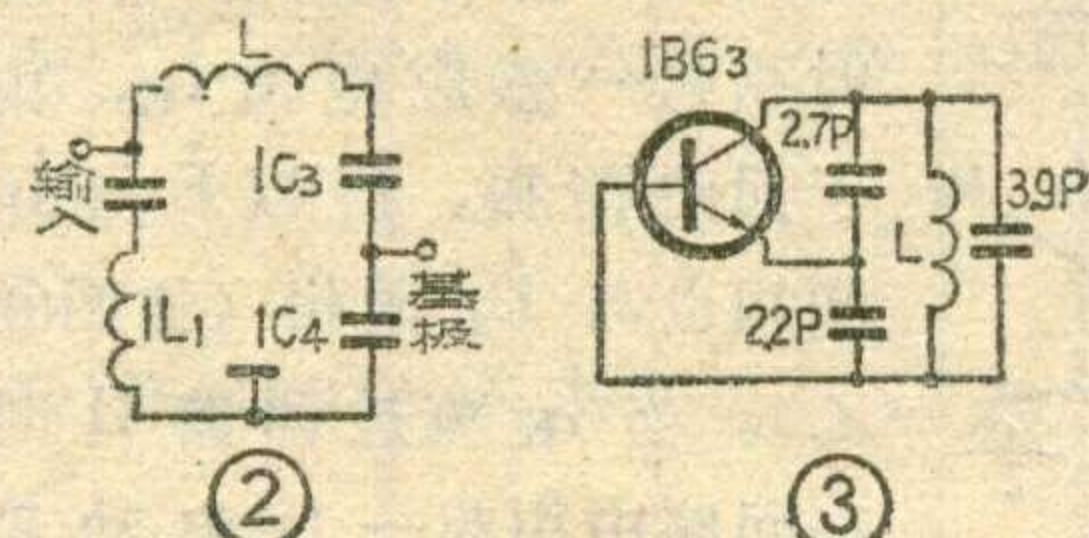
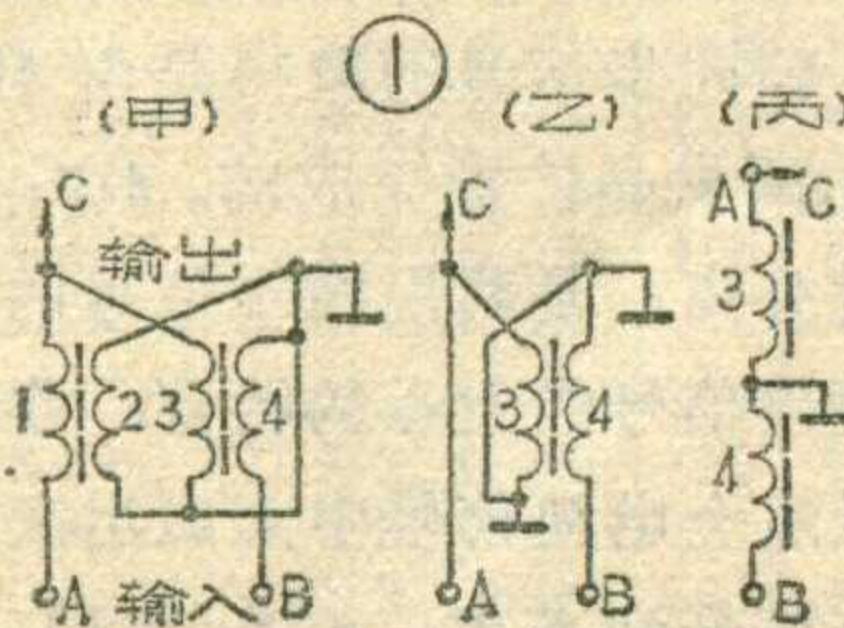
电视信号经双耦合回路和电容分压后送入混频管基极，同时本机振荡信号经电容 $1C_{17}$ 也送入混频管基极，两信号在混频级进行差拍得出已调制的中频信号（34.25 兆赫），这个信号经 $1L_3$ 、 $1C_{18}$ 、 $1C_{23}$ 及 $2C_7$ 、 $2Q_5$ 所组成的双调谐回路送入中放管（ $2BG_1$ ）的基极。 $1C_{23}$ 越小耦合越紧，调节 $1L_3$ 、 $2C_7$ 、 $2Q_5$ 可得到较好的频率特性。

本机振荡是由晶体管（ $1BG_3$ ）和电容组成的电容三点式振荡器，等效电路如图③。其特点是：由于反馈电压从电容两端取得，电容对高次谐波呈现低阻抗，故输出信号中高次谐波分量小，波形比较好；其次它能得到较高的振荡频率，并受晶体管极间电容的影响较小。 $1L_4$ 是频率微调电感，它是通过转动凸轮使 $1L_4$ 的磁心做上下运动，达到微调的目的。图③中 L' 为 $1L_4$ 和各频道本振电感并联后的等效电感。

高频头的增益约在 25 分贝以上，带宽约为 6.5 兆赫。

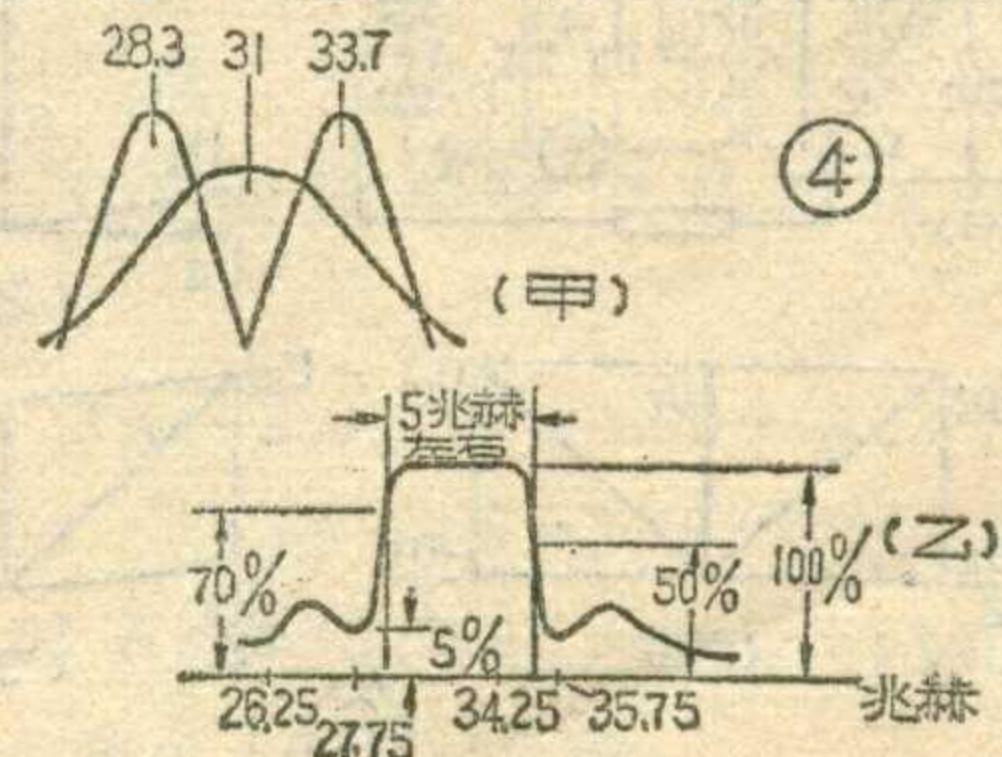
2. 图象中频放大器

它的任务是将混频后所得到的较弱中频信号放大到 1 伏左右，并



保证信号不失真。本机的图象中放采用三级单回路参差调谐共发射极放大电路。回路 $2B_1$ 、 $2B_2$ 、 $2B_3$ 分别调谐在 31、28.3、33.7 兆赫左右（如图④甲）。三级合成再加上四个吸收回路的作用，所得频率特性曲线形状如图 4（乙）。

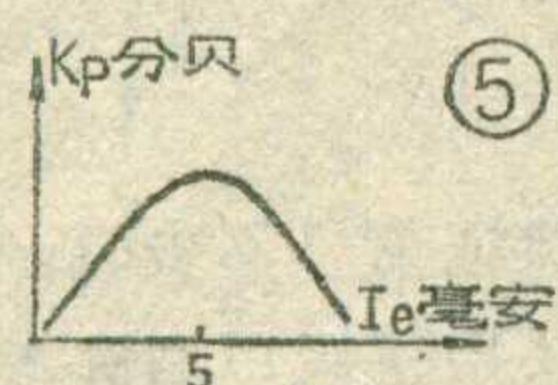
中放特点是（1）频率高（图象中频为 34.25 兆赫），（2）频带宽（5 兆赫左右），（3）曲线形状比较特殊。由于电视信号是采取残留边带发送的，即 0.75 兆赫以下的低频是双边带发送，0.75 兆赫以上的中高频部分是上边带发送，故接收机中放应压低 0.75 以下低频分量，否则低频分量的振幅将比高频分量的高一倍，就会出现失真。为了压低低频分量，需使图象中频载频处于频率特性曲线斜边高度的 50% 处（即斜边中点），否则会出现两种情况：一是图象中频载频在曲线斜边上半坡，使低频成分幅度太大，造成图象不清晰或方格信号边缘模糊；另一是图象中频载频处在下半坡，使低频成分幅度太小，造成图象拖尾或方格信号的黑格子镶白边。四个吸收回路 $2Q_1$ 、 $2Q_2$ 、 $2Q_3$ 、 $2Q_{13}$ 分别调谐在 26.25、27.75、35.75、37.25 兆赫。其中 27.75 兆赫是伴音中频，对这一点一方面要求调谐得比较准确，另外这点凹陷部分的带宽约 300 千赫，吸收的深度为 95% 左右。本机中放增益约



60分贝，带宽约5兆赫左右。

3. 视频检波

由于电视图象信号是采用调幅方式发送的，所以检波原理和收音机的基本一样，所不同的是：通带比较宽（6兆赫左右）；另外在这里取得伴音第二中频。因为在检波二极管两端既加上一个0.2到1伏的图象中频电压，又加了一个几十毫伏的伴音中频电压，利用二极管的非线性特性，使两信号差拍得到6.5兆赫的伴音中频电压。回路中的 $2C_{33}$ 、 $2Q_8$ 、 $2C_{35}$ 为中频滤波网络，以滤除中频成分。视频检波器输出的全电视信号电压为1到1.2伏（峰值）。



4. 视频放大

它的主要任务是将1伏（峰值）左右的全电视信号不失真地放大到20~60伏（峰值），去调制显象管的阴极，以得到满意的图象。视放为两级，第一级作预放，是射极跟随器（集电极对6兆赫以下的频率是接地的），除起阻抗变换和电流放大的作用外，送一个全电视信号到同步分离级和自动增益控制级。另外取出第二伴音中频并进行放大。 $2B_4$ 与 $2C_{41}$ 调谐在6.5兆赫， $2Q_9$ 与 $2C_{44}$ 串联谐振于6.5兆赫，即对6.5兆赫构成共发电路。

5. 自动增益控制

电视机所接收到的电视信号的大小，在不同的接收距离、不同的环境有很大差别。即使在同一地点也会因气温的变化或周围有运动着的反射物体而发生较大的变化。为

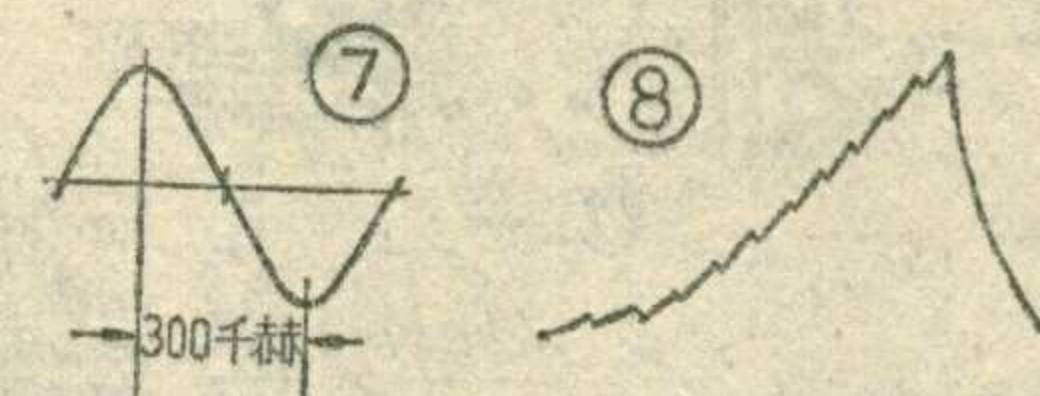
了保持电视图象的稳定，必须有性能良好的自动增益控制（AGC）。本机是采用正向二级键控检波电路，具有变化较平稳，抗干扰能力较强的优点。第一中放管 $2BG_1$ 是具有正向AGC特性的晶体三极管，其电流一功率增益特性如图⑤所示。 $2BG_1$ 管平时的工作电流为5毫安，电流超过5毫安时增益即下降，使输出到显象管的电平接近不变。当外来信号增强到使处于截止状态的键控管 $2BG_8$ 导通，给电容 $2C_{20}$ 充电，它的平均值使 $2BG_4$ 基极及射极电平上升，集电极电平下降，并通过 $2R_3$ 使 $2BG_1$ 电流增大超过正常工作电流，这样 $2BG_1$ 增益便下降，起到自动增益控制作用。

若外来信号继续增强， $2BG_4$ 集电极电平继续下降，使 $2BG_2$ 集电极电平上升，以自动控制 $1BG_1$ 的增益。 $1BG_1$ 未动作时 $2C_{10}$ 上的电压为2.2伏。外来信号从弱到强变化100倍时，视放输出信号的变化不大于1.3倍。

6. 伴音

4D4机的伴音通道共三级放大， $2B_4$ 、 $3B_4$ 、 $3B_7$ 、 $3B_8$ 均调谐在6.5兆赫，增益约60分贝。 $3C_{14}$ 、 $3C_{21}$ 的作用是提高6.5兆赫增益的。调频检波器是采用对称式比例鉴频器。其两个调谐回路分别由 $3B_7$ 和 $3B_8$ 的初级线圈与电容 $3C_{26}$ 、 $3B_8$ 的次级线圈与 $3C_{31}$ 组成，它们都谐振于6.5兆赫。初级回路I的谐振电压 U_I 根据变压器原理感应到次级（相位相同或相反）加于A、B两点，B为回路II线圈的中点如图6

（甲）所示，在回路I中电感支路中的电流 i_L 滞后于 $U_I 90^\circ$ ，它通过 $3B_8$ 初级线圈（二圈）耦合到回路II，在回路II中得到一个感应电动势 E ，同时引起一感应电流 i_K ，由于回路谐振，所以 E 与 i_K 同相也与 U_I 同相（如图6乙）。当 i_K 流过回路II时在回路中引起一反电动势



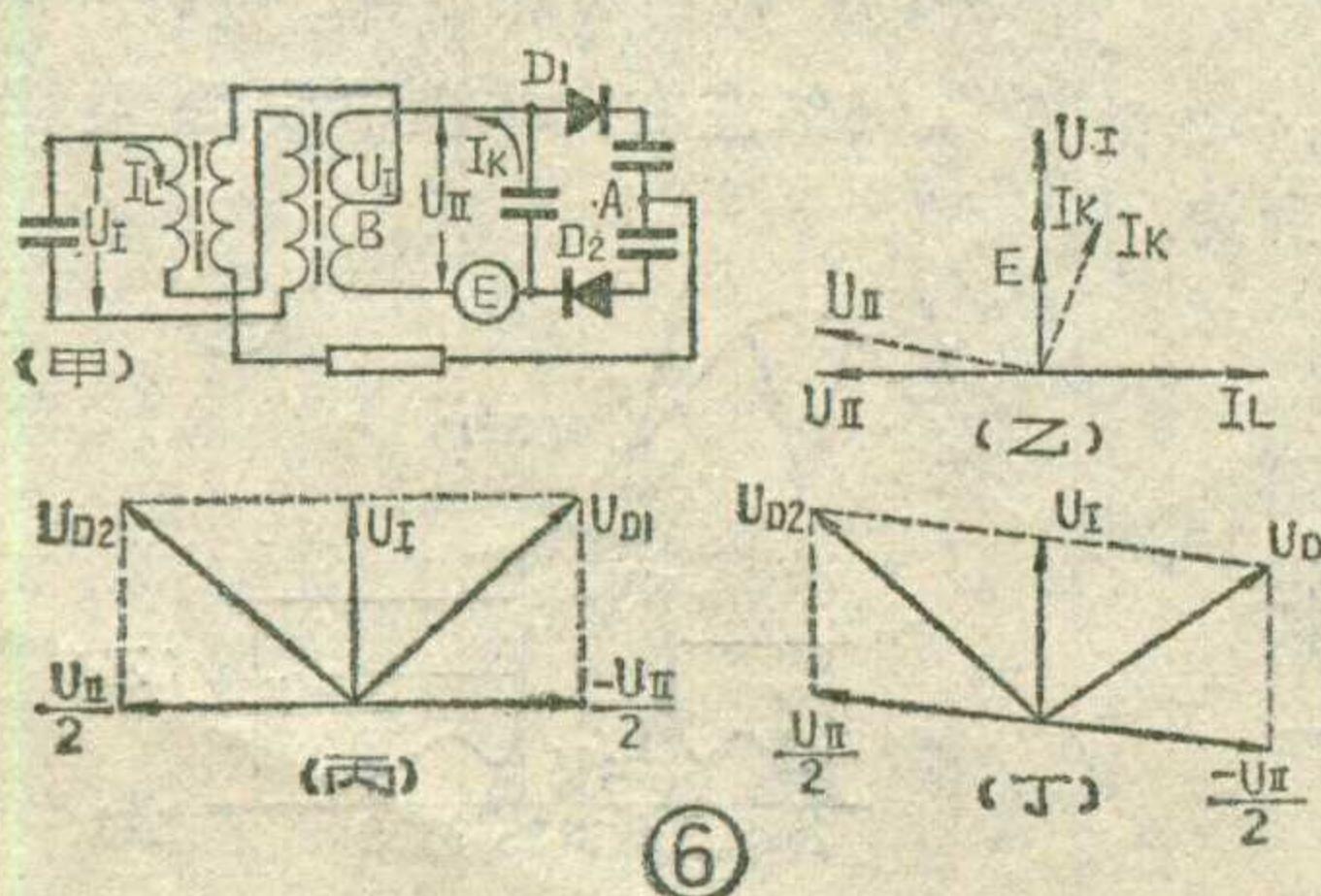
\dot{U}_{II} ，这个 \dot{U}_{II} 超前于 $i_K 90^\circ$ ，也即超前 $\dot{U}_I 90^\circ$ 。加到检波二极管 D_1 、 D_2 上的电压分别是 U_{D1} 和 U_{D2} ， $U_{D1} = U_I - \frac{\dot{U}_{II}}{2}$ ， $U_{D2} = U_I + \frac{\dot{U}_{II}}{2}$ ，其矢量关系如图⑥丙。由于调频信号某瞬间与回路的谐振频率（6.5兆赫）相同，所以这个合成电压 U_{D1} 、 U_{D2} 大小相等，检波后在A点无音频输出。

当调频信号某瞬间高于谐振频率6.5兆赫时，因回路呈感性， i_K 滞后于 \dot{E} 一个角度如图⑥乙虚线所示。因而 \dot{U}_{II} 与 \dot{U}_I 之间相位不成 90° 如图⑥丁，所以合成电压 U_{D2} 大于 U_{D1} 。而当调频信号低于6.5兆赫时， U_{D2} 小于 U_{D1} 。这两种情况在A点就有相应的输出电压。比例鉴频器的输出电压不是由加到两只二极管上的电压的绝对值来决定的，而是由它们的比值决定的，其输出电压随调频信号频率变化的特性曲线如图⑦，为一S形曲线。鉴频器输出连接的 $2R_{29}$ 和 $3C_{36}$ 为去加重网络，这是因为电视信号发送时，为改善音质，将高音频加重

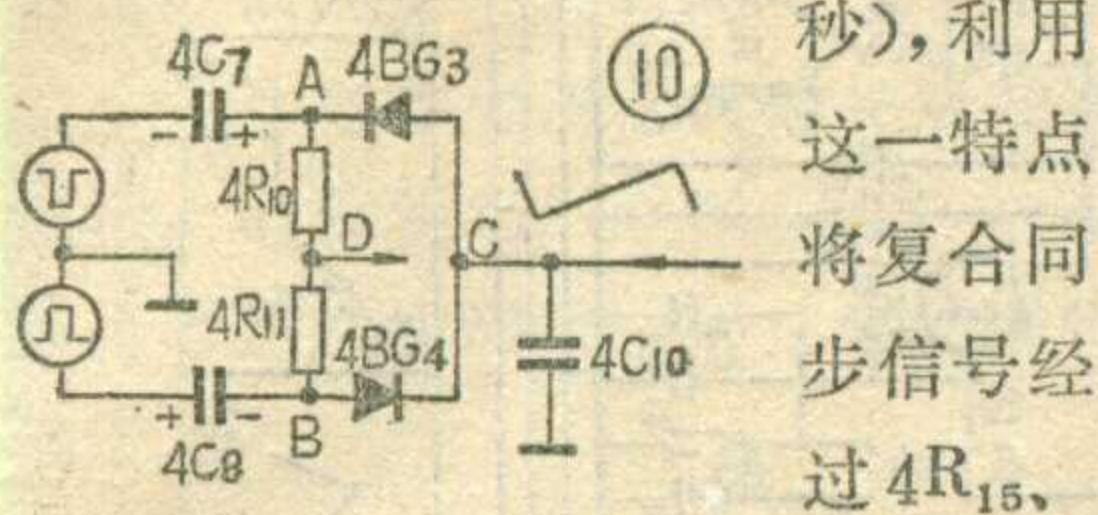
了，所以在接收机鉴频后必须将高音频成分相应地减轻，否则会感到高音太多。由于比例鉴频器是一高内阻电路，所以低放输入阻抗应比较高。采用无输出变压器（OTL）电路能获得宽的频带。用深负反馈($3R_{40}$ 、 $3C_{42}$ 、 $3R_{38}$)可大大改善音质。

7. 帧同步、帧扫描及帧消隐

帧同步信号的取得是由 $4BG_1$ 、 $4BG_5$ 两只晶体管完成的。 $4BG_1$ 用作幅度分离，是利用同步信号的幅度比视频信号的大 $\frac{1}{3}$ 的特点，将同步信号从全电视信号中分离出来。即同步信号到来时， $4BG_1$ 导通， $4C_1$



被充电，同步信号过后 $4C_1$ 放电，在 $4BG_1$ 的 be 结产生一个反向电压，使 $4BG_1$ 截止，这样在 $4BG_1$ 的集电极得到一个被切割出来的复合同步信号。一路送到行扫描电路，另一路送到 $4BG_5$ 继续进行帧同步分离，因为行同步脉冲窄（约 5 微秒），而帧同步脉冲宽（约 220 微秒）。



$4C_{12}$ 和 $4R_{18}$ 、 $4C_{15}$ 两节积分后，就只剩下像锯齿形的帧同步脉冲了（如图 8）。用它去触发 $4BG_6$ 使帧扫描同步。

帧扫描电路是由 $4BG_6$ 、 $4BG_7$ 及帧扫描输出管 BG_1 组成。这是一个特殊的自激多谐振荡器，因为 BG_1 的集电极通过 $4R_{41}$ 、 $4C_{27}$ 给 $4BG_6$ 的基极以正反馈信号，形成自激振荡，使 $4BG_6$ 处于开关状态。 $4BG_6$ 截止时经 $4R_{25}$ 、 $4R_{26}$ 、 $4R_{28}$ 给 $4C_{19}$ 、 $4C_{20}$ 充电。 $4BG_6$ 导通时， $4C_{19}$ 、 $4C_{20}$ 经 $4BG_6$ 放电，在 $4BG_6$ 集电极形成一个负的锯齿波电压，再经 $4BG_7$ 送到 BG_1 进行功率放大。 $4W_4$ 是帧线性调节电位器，当 $4W_4$ 阻值最大时，反馈量最小，由于简单的 RC 充电在 C 上只能得到指数形变化的电压（如图 9 甲）。当 $4W_4$ 阻值最小时反馈最大，在 $4C_{19}$ 上除了指数形电压外，还有一个经 R_4 、 $4R_{35}$ 和 $4C_{19}$ 构成的积分网络对指数形电压积分而形成的抛物形电压，这两个电压叠加形成如图 9（乙）的波形电压。所以调节 $4W_4$ 可以得到所需的锯齿形电压。这个电压加到帧偏转线圈 $7L_1$ 、 $7L_4$ 上。由于帧频低，其感抗比直流内阻小很多，所以流过帧偏转线圈的就是锯齿电流，使电子束作上下均匀的运动，这样看到的方格大小基本上是相等的。

帧幅的调节是以调节帧幅电位器

$4W_6$ 改变 BG_1 的放大量来实现的。调节帧频电位器 $4W_5$ 或内部的微调电位器 $4W_2$ ，改变 $4BG_6$ 的工作点即改变 $4BG_6$ 的导通时间，来达到改变帧扫描频率使之同步的目的。

为了消除帧逆程期间的回扫亮线，将帧逆程脉冲取出，经 $4BG_{12}$ 管箝位后送到显象管栅极。 $4BG_{11}$ 、 $4R_{43}$ 、 $4C_{31}$ 是保护 BG_1 管的，以防止 BG_1 因反峰电压太高而损坏。

8. 行扫描及高压

行扫描由自动行频、行振荡、行激励和行输出各级组成。

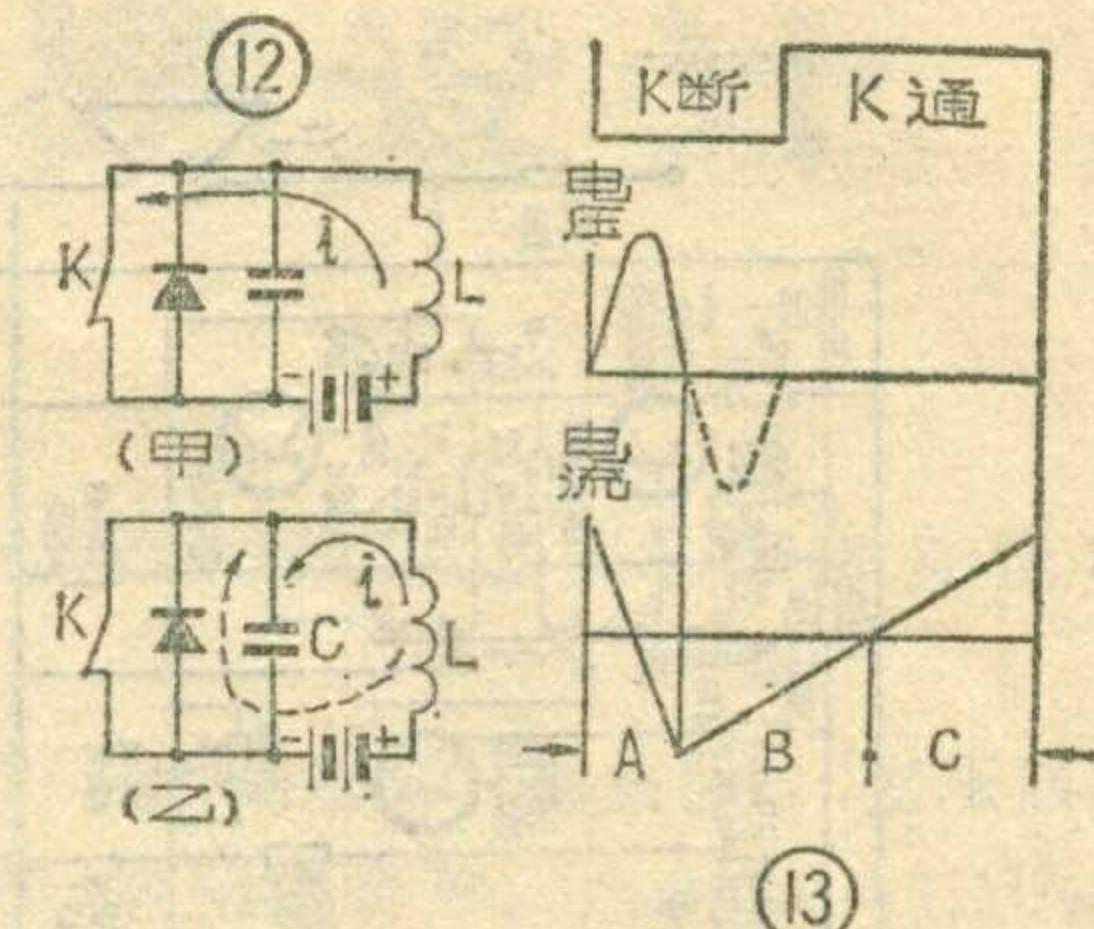
自动行频的作用是防止行同步以外的干扰信号及行振荡自身的漂移使电视图象破坏。

从同步分离出来的一个正行同步脉冲，经 $4BG_2$ 放大后在其发射极和集电极分别得到正、负行同步脉冲，可把它看作两个信号源（如图 10）。从行输出变压器一绕组取出一个行逆程脉冲，经 $5R_5$ 、 $4C_{10}$ 积分后在 C 点得到一锯齿波，它和负、正行同步脉冲分别使 $4BG_3$ 、 $4BG_4$ 导通，而使 $4C_7$ 、 $4C_8$ 充电。当 $4C_7$ 、 $4C_8$ 放电时，分别在 A、B 两点产生一个负的及正的电压。当图象同步时，A、B 两点电压大小相等符号相反（如图 11 实线所示），因此 D 点没有输出。

如果行振荡频率趋向低于行同步信号频率（即相位滞后）时，则因 C 点电位升高， $4BG_4$ 两端电位差减小， $4BG_3$ 两端电位差增大（如图 11 虚线）故 $4BG_4$ 导通电流比 $4BG_3$ 小，因此在 D 点就有一个正电平输出，经滤波后送到 $4BG_8$ 基极使提前振荡，频率趋高。反之也是一样，故能起到自动行频调整的作用。

调节电位器 $4W_1$ 或机内微调电位器 $4W_3$ 也可起到控制行频的作用。

行振荡采用共集电极电路，由发射极回授，而发射极与基极阻抗相差不多，故变压器变比不必太大。基极串入一个稳频线圈有助于行频的稳定。



行输出管（3DD12A）工作在开关状态，当完全导通时，电源通过偏转线圈 L 构成光栅的右半部分（图 12 甲及图 13 C 段）。当它完全截止时，由于线圈 L 中电流不能突变，仍继续流向电容 C 并形成振荡，振荡的正半周，由行输出变压器升高整流后作为显象管阳极高压（如图 12 乙及图 13 A 段）。振荡的下半周 L 中的电流经阻尼管构成回路，L 中的这部分电流构成扫描光栅的左半部分（如图 13 B 段）。

调整 $4R_{44}$ 可改变 BG_2 （3DD12A）工作点，一般应调到比最小电流大几十毫安为宜。 $5L_1$ 为行线性调节节。

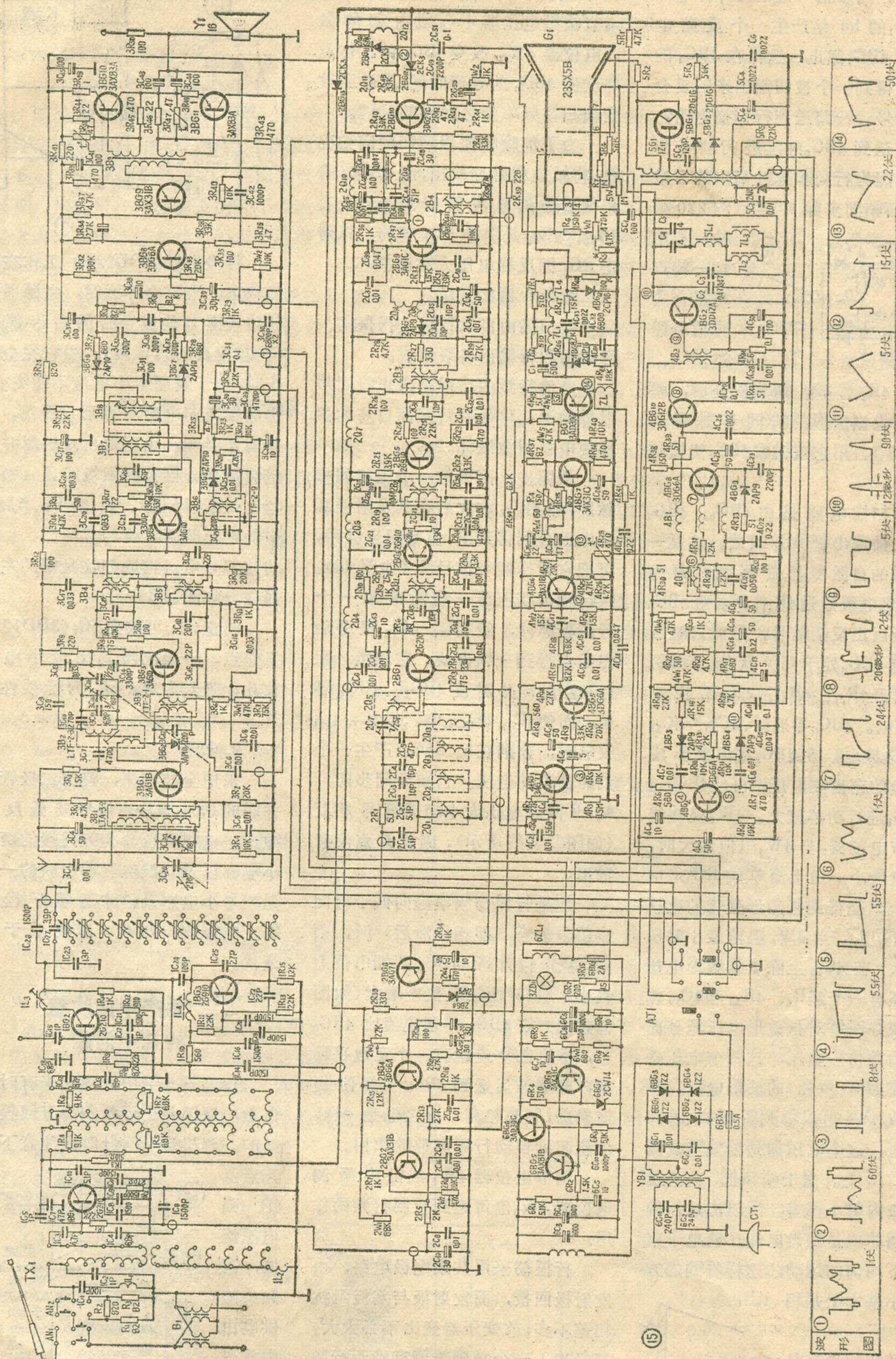
9. 电源

采用全波整流，整流二极管上并联的 0.01 微法电容以减低反峰冲击。电源变压器初级并接的两只小电容以及滤波电容前串联的一个无编号小电感是消除高频干扰用的。电源为 +12 伏，纹波低于 10 毫伏。

二、生产中应注意的几个问题

1. 高频头与中放连起来有时有自激，原因是由于增益高有回授引起的。解决这个问题时应注意下列几点：

- ① 加强电源滤波，高频频头的供电由中放退耦后供
- ② 电源开关电视外接天线机内外接天线开关远近程开关
- ③ 收音调谐兼音量亮度对比度收音拉杆天线行频帧频帧幅帧线性



给；②合理接地，这点很重要；③加屏蔽罩；④元件合理布局，走线要短；⑤适当调整中周变压器抽头和圈数比；⑥适当加入某些电阻破坏自激振荡如 $2R_{24}$ 等；⑦把检波后的中频和谐波滤除干净。

2. 行本身的辐射经天线接收后又反过来干扰行的同步。因行频虽不高，但它是工作在脉冲状态，有极丰富的谐波成分，免不了对外辐射。当外来信号弱时通道增益很高，行频干扰信号被放大到足以影响图象甚至破坏同步。解决方法：①各级适当加一些去尖脉冲的元件如 C_{23} 、 $4C_{26}$ 、 $4C_{28}$ 、 $4C_{29}$ 、 $4R_{42}$ 及 C_2 、 C_3 、 $5C_2$ 等要分散安装；②走线要短、要合理安排；③采取一些工艺措施，防止高压打火及电晕等等。

3. 伴音自激及伴音干扰图象。由于伴音第二中频被限幅后产生丰富的谐波，辐射到天线放大后窜入视频干扰图象，在屏幕上呈现一片细的干扰信号，将6.5兆赫信号短路此现象即消失。解决办法：① $3BG_4$ 与 $3B_7$ 、 $3B_8$ 两回路及与 $3BG_6$ 、 $3BG_7$ 的走线要尽可能短，必要时在末级加屏蔽罩；②加入 $3R_{10}$ 、 $3R_{18}$ 等电阻，对于6.5兆赫信号的损失不大，但对6.5兆赫的高次谐波却有很大衰减。

伴音干扰图象的另外一种表现是随伴音的音量大小和频率的不同，在屏幕上出现相应的横条并与6.5兆赫无关。原因是27.75兆赫回路调谐不准确或27.75兆赫吸收不够深或各点调谐太尖锐引起斜率检波所造成。解决办法：①正确调谐回路，使屏幕上不出现伴音干扰；②伴音吸收回路 $2Q_2$ 一定要调准在27.75兆赫上并要达到一定的吸收深度，可选择 $2Q_2$ 的Q值以及调整中放特性曲线，不使低频端的边峰太大。

三、正确使用及维护

初学使用电视机，往往由于不能正确使用而得不到满意的图象，

因此了解正确使用电视机的方法很重要。

1. 当电视机接通电源后，首先拉出机内拉杆天线，适当开大音量（参看图14）。如果无声可检查频道开关所指示的位置是否有误，如北京应对准2或8，上海是5等。

2. 有了声音后适当开大亮度，屏幕上可能有图象或黑粗条或只有细线条或基本上没有图象。如果有图象就只需转动天线和微调旋钮，调到图象最清晰为止；若是黑粗条说明行频不同步，应转动行频旋钮使图象稳定，再调天线和微调；如果只有细线条，说明行失去同步很远，甚至可能听到很尖的行频叫声。这时应先调行频旋钮再调天线和微调；若无图象，则应先转动微调和天线，再根据上述情况调整。

3. 有图象但上下或快或慢地跑动，则应转动帧频旋钮使图象稳定。一般在正常情况下，行频和帧频旋钮顺时针或逆时针转动时，都可能破坏图象同步，调节此二旋钮时不要放在同步的临界位置，而应调在二边破坏点的当中，以防止看到半场时又要调节。

4. 得到稳定而清晰的图象后，还应适当调节亮度和对比度旋钮，使图象灰度要好（即浓淡层次要多）。对比度太小图象灰淡，对比度太大，则应灰的地方也变黑了，应亮的地方又出现一块白光。所以亮度也要调到合适。

5. 帧幅是调节图象上下的大小的。帧线性是调节图象上下的均匀性的（即匀称合乎比例），这两个电位器未装旋钮，出厂时已调好，一般平时不必调节。

6. 机箱后面有两个开关，一个是远近程开关，除离电视台很近的用户外，一般均应放在远程位置。另一个是机内外天线转换开关，用拉杆天线时，拨放在“机内”位置，如离电视台很远或干扰较多，用机内天线得不到满意的图象时，可用机外天线将开关拨到“机外”位置。

7. 电视机后盖上有通风孔，在使用时应将遮灰布拿掉使其自然通风散热。霉雨季节最好经常使用，可以用机器本身的温度去掉潮湿。长期不用时应防止灰尘和潮湿侵入。

8. 电视机关机后，尽量不要动其他旋钮，以减少元件的磨损及开机调节时间。

附：部分元件主要参数

代号	初级总圈数	初级抽头	初级电感	次级圈数
2B ₁	10	3	1.65	2
2B ₂	12	4	2.3	2
2B ₃	10	6	1.65	6
2B ₄	28	7	11	2
3B ₄	28	9	11	2
3B ₇	28	9	11	9
3B ₈	30	双线并绕	6.5	2

代号	圈数	电感
2Q ₁	14	2.7
2Q ₂	14	2.7
2Q ₃	11	1.65
2Q ₄	11	1.65
2Q ₉	28	11

行偏转：5股 $\phi 0.27$ 线，各绕36圈。

帧偏转： $\phi 0.23$ 线，各绕652圈。

帧扼流圈： $\phi 0.31$ 线，绕760圈。

行振荡变压器：

基极128圈，发射极43圈，输出36圈，线径均为 $\phi 0.2$ 。

行推动变压器：

初级80圈，次级40圈，线径均为 $\phi 0.39$ 。

输入变压器：

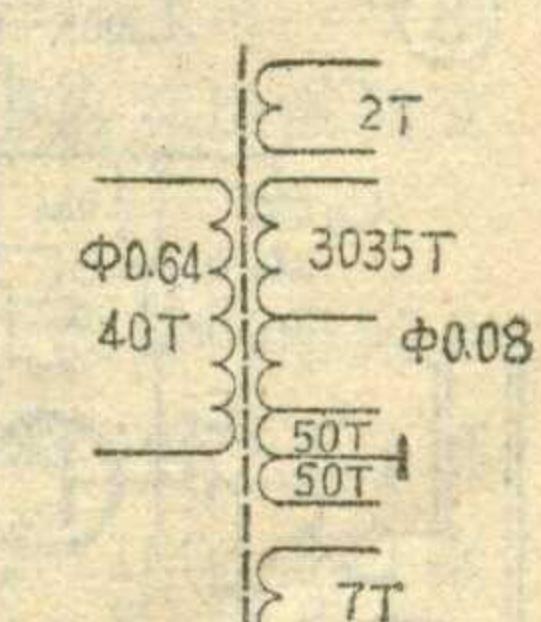
初级 $\phi 0.08$ 线绕

2200圈。

次级 $\phi 0.13$ 线，

各550圈双线并

绕。



行输出变压器：

数据如右图。

对“简易电视机高频通道”一文的补充

吴德麟

“简易电视机高频通道”一文在本刊1974年第7、8期上发表后，编辑部转来一部分读者提出的问题。现就这些问题，对原文作如下补充，对原文一些错误和不妥之处予以更正。

1. 原文附图(印刷线路板图)上的 L_4 和 L_6 线圈接地的一端，应分别接在 R_7 和 R_8 、 R_{12} 和 R_{14} 的交点上，否则偏置电压加不到晶体管基极上去。

因此，原印刷板图这两处，应按原文图①(电路图)改正，即将原印刷板图中 L_4 下面的孔与 R_7 上面的孔连接，而与 R_7 下面的孔所连接部分(“地”)断开。同样， L_6 上面的孔应与 R_{12} 下面的孔(即与 R_{14} 上面孔相连的)连接，而与 R_{12} 上面孔所连部分(“地”)断开。

原文图④中，基极(b)到电容(3300)下端连线应去掉。

2. 关于视频检波二极管的极性接法，可根据图象信号是加到显象器件的阴极还是栅极以及视频放大器的级数确定。显象器件的阴极需要供给负极性的图象信号(电压是正的)，而栅极要求的与此相反。如果采用示波管作为显象器件，一般是从第一栅极馈入正极性图象信

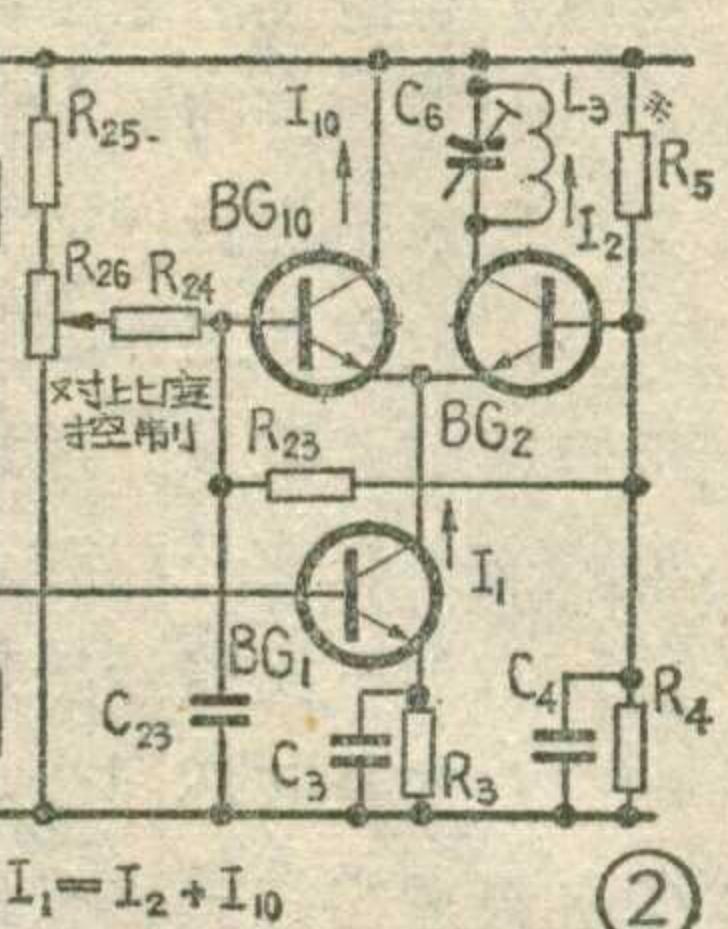
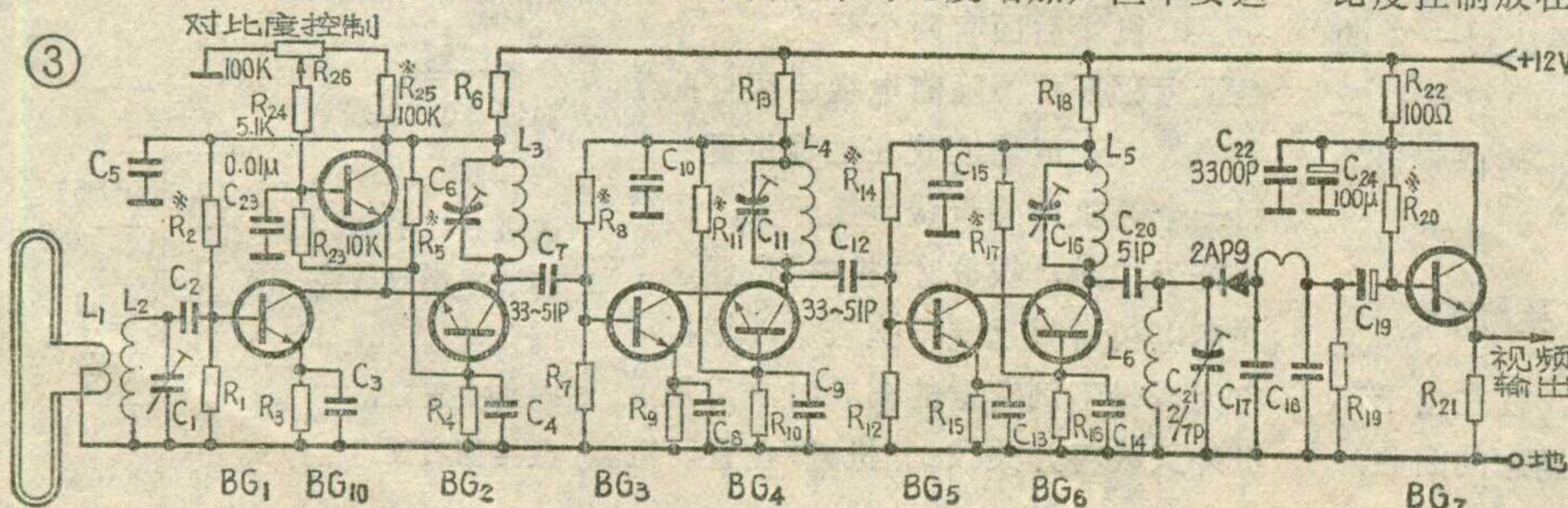
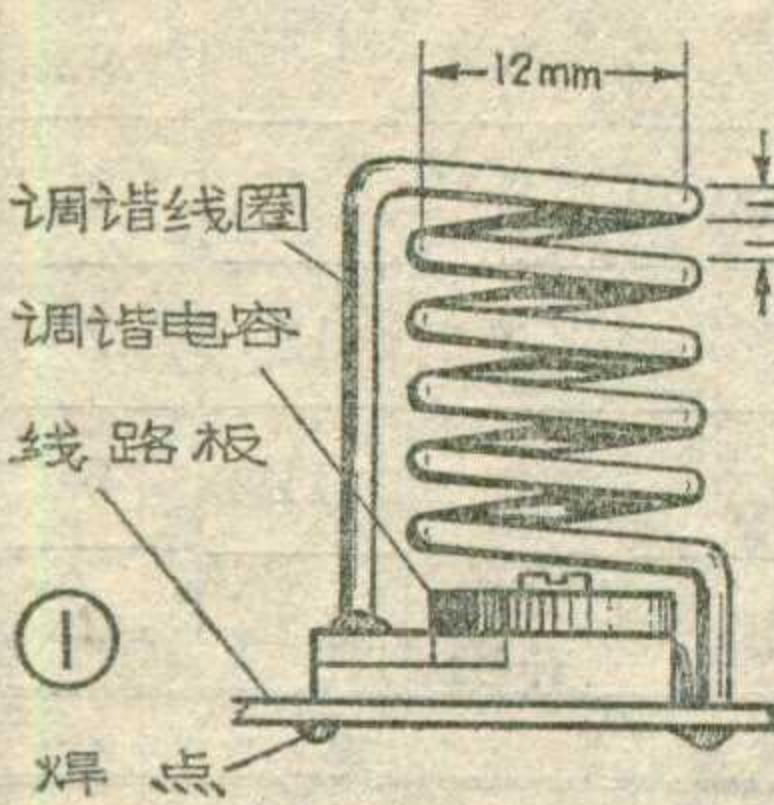
号。此时，视频放大器若采用一级，检波二极管的极性应按原文图①所示接入。若采用显象管时，二极管的接法与此相反。在视频放大级是采用一级共发共基组合的放大电路中，其输入与输出信号的相位变化与用一级共发射极电路的相同，也是倒相180度。

3. 关于调谐回路的线圈，如找不到合适的骨架，可以将原线路采用的电感级间耦合，改为电容耦合。因此原图①中调谐回路线圈的次级绕组都不要了，只绕初级绕组，用直径0.5~0.8毫米的镀银铜丝或漆包线绕制成直径10毫米的空心线圈，并将其直接焊接到瓷介质微调电容上(如图①)，圈间的距离，初步拉成与线径相近。圈数可按原文表二所列圈数减少半圈。由于线圈改为单线圈，故表二中 L_4 、 L_6 都不用了。高放输出与检波级的耦合可改为电容耦合双调谐回路，这样改对拉宽频带有利，但要将 L_8 改为 L_6 ，并加上调谐电容 C_{21} 组成这个调谐回路。 L_6 的圈数应按原文表二中 L_3 的数据减半圈绕制。同时在安装位置上应使 L_5 和 L_6 互相隔离开来，不能有电感耦合。图③就是采用电容耦合的线路图。这个线路共有五个调谐回路，各回路的调谐方法是： L_2 调在欲接收频道的中心频率(即调 L_2 兼顾伴音与图象)； L_3 调在中心频率与图象载频之间(即使图象对比度增加，但不要达

到最强)；

L_4 调在中心频率与伴音载频之间(使伴音加强，同时图象更加清晰)； L_5 调在伴音载频附近(使伴音最响而不干扰图象)； L_6 调在图象载频上(即图象对比度最强)。这是一种调整方法，另外还可以采取在保证一定灵敏度的情况下，尽可能地降低 L_2 、 L_3 、 L_4 的Q值，即在 L_2 、 L_3 、 L_4 三个调谐回路上分别并联1~2千欧的电阻，然后把三个回路都调在中心频率附近，最后将 L_5 调在伴音载频附近， L_6 调在图象载频上，利用最后这一级来拉宽频带，这样调整也可得到较好的效果。调整时除了用微调电容调节外，还可以用拉长和压缩线圈圈距的方法达到调谐。上述两种调整方法，究竟哪种好，可自行选择。

4. 对比度的控制位置放在哪里好？对比度控制可放在高放的输入端，也可放在视频放大的输入端。在一般产品电视机中，由于在高放和中放级里都加有自动增益控制，高、中放各级的增益，随着信号强弱而自动调整，所以不会因输入信号太强而使晶体管饱和。一般都把对比度控制放在视频放大级。但是在



简易电视机中，一般都不加自动增益控制，如果输入信号过强，有可能使高放各级晶体管出现饱和，一经饱和，视频信号将有可能
(下转第22页)

音频变压器主要性能的测量

吉 广 有

一、变压比的测量

参看本刊 1974 年第 7、8 期 43 页“变压器的测试”一文。

二、线圈有效电阻的测量

用万用表欧姆档测量初、次级各组线圈的直流电阻即可。

三、初级电感量的测量

音频变压器初级电感量的大小，直接影响放大器低频段的频率特性，初级电感愈大，频率失真愈小；但过大会增加制作成本，因此要求不低于一定的数值，使放大器在最低频率(50~100 赫)的频率失真在 1~2 分贝左右。

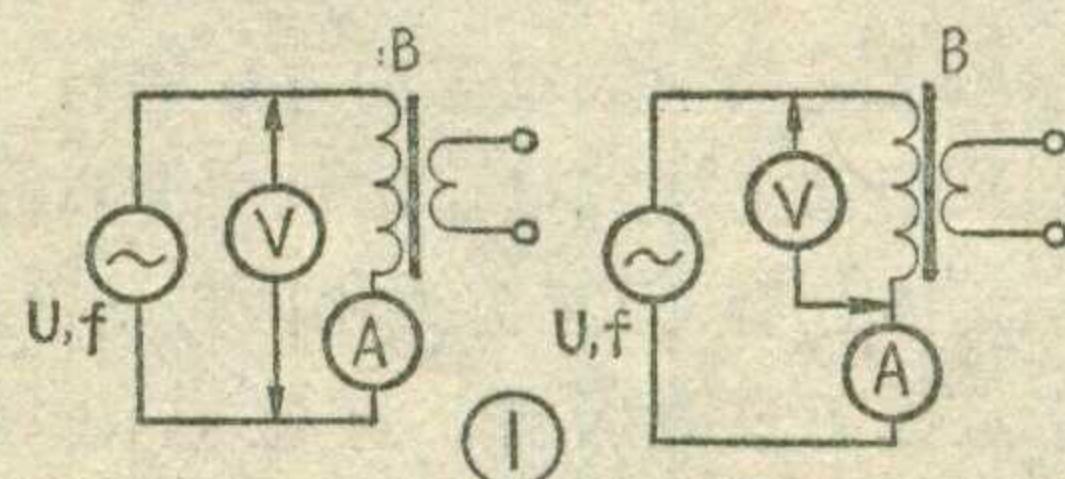
测量初级电感，最好用音频段的最低频率 f_D ，电压应尽可能接近工作电压，否则会产生测量误差。以 6P1 单管功放级为例，其屏极负载阻抗为 5500 欧，输出功率为 2 瓦，因此变压器初级的额定音频电压 $U_1 = \sqrt{2 \times 5500} = 105$ 伏。测量电压尽量采用 70~105 伏范围内的电压。

1. 无直流磁化的音频变压器的测量：测量时次级必须开路。通常采用测量阻抗的方法进行，

如伏安法和电压比较法等。

伏安法：测试电路连接如图

1。从交流电压表 V 和交流电流表



A 上读出电压值 U 和电流值 I ，就可算出初级线圈阻抗的绝对值如下：

$$|Z_1| = U/I \quad (1)$$

由于 $Z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_1^2}$ ，或

$$X_1 = \sqrt{Z_1^2 - R_1^2} = 2\pi f L_1,$$

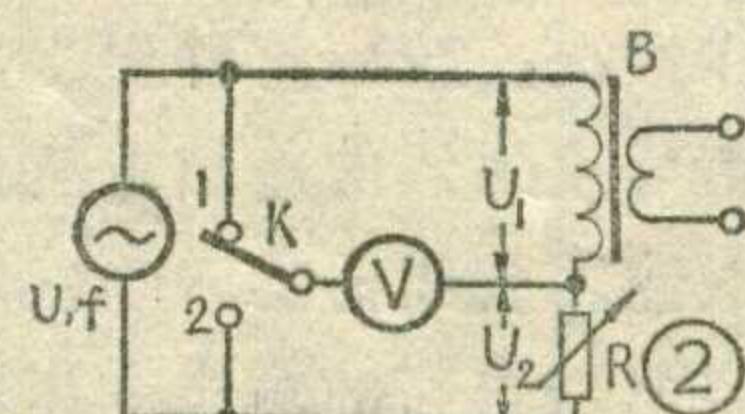
(式中 R_1 、 X_1 表示变压器初级的直流电阻和电感抗)，结果得出初级电感 L_1 为：

$$L_1 = \sqrt{(U/I)^2 - R_1^2}/2\pi f, \quad (2)$$

当 $X_1 \gg R_1$ 时， R_1 可略去，(2) 式可简化为：

$$L_1 \approx U/2\pi f I \quad (3)$$

电压比较法：测量电路如图 2。电压表可用万用表交流电压档或者电子管电压表。扳动开关 K 到“1”、“2”位置，分别测量 U_1 、 U_2 ，调节标准电阻 R ，使 $|U_1| = |U_2|$ ，



这时变压器的初级阻抗 Z_1 的绝对值等于标准电阻 R ，即：

$$R = \sqrt{R_1^2 + X_1^2} \quad (4)$$

可知 $X_1 = \sqrt{R^2 - R_1^2}$ ，结果

$$L_1 = \sqrt{R^2 - R_1^2}/2\pi f \quad (5)$$

当 $X_1 \gg R_1$ 时， R_1 可略去，可得

$$L_1 \approx R/2\pi f \quad (6)$$

如果要计算初级阻抗的相位角 θ (如图 3)，可用下式计算：

$$\theta = \tan^{-1}(X_1/R_1)$$

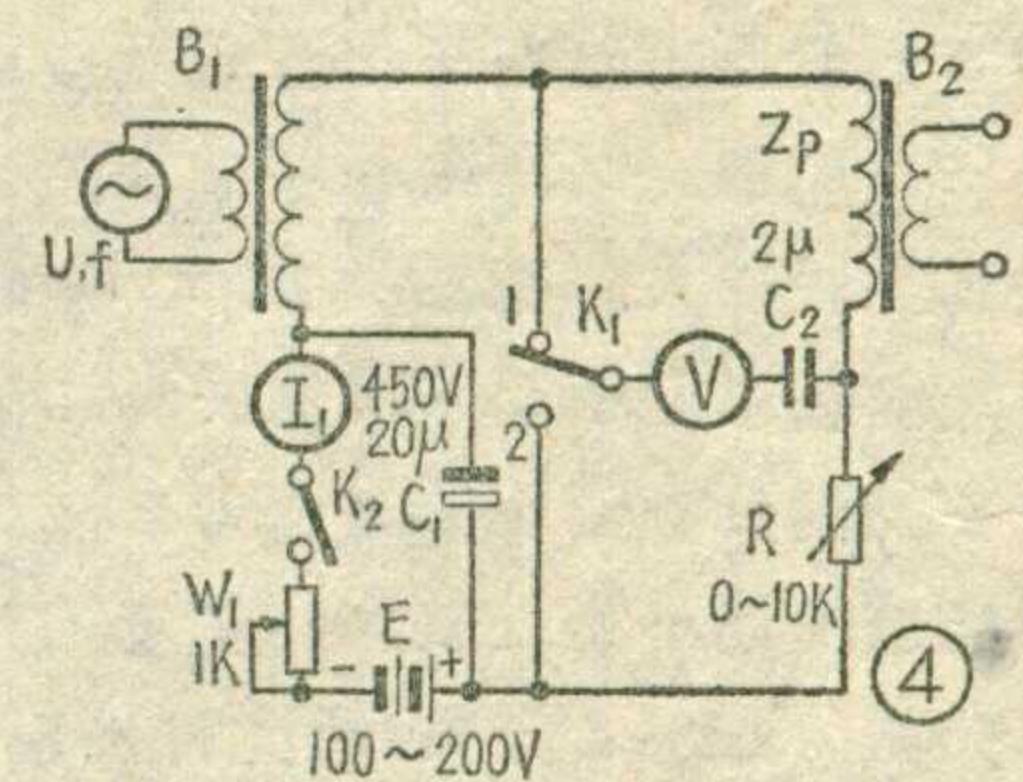
$$= \tan^{-1}(\sqrt{R^2 - R_1^2}/R_1)$$

$$\theta = \tan^{-1}\sqrt{(R/R_1)^2 - 1} \quad (7)$$

$$\text{或者 } \theta = 2\cos^{-1}(U/2U_2) \quad (8)$$

2. 有直流磁化的音频变压器的测量：测量电路比较复杂。必须按变压器实际工作中通过的直流电流的大小(即单管甲类工作中的静态屏流或集电极电流)，在重叠直流的情况下进行测量才准确，否则因铁心导磁率有变化，使测量数据不准确。在推挽电路中因初级线圈两部分的直流磁场互相抵消，可认为无直流磁化。

用电压比较法测量。图 4 中 C_2



选用耐压 300 伏以上的油质或纸质电容器；V 为电子管电压表； B_1 为测试用变压器； B_2 为被测变压器；R 为标准电阻。

合上 K_2 ，调节 W_1 使流过 B_2 初级线圈的直流电流达规定值(即实际工作时的直流电流值)。然后按前面所讲电压比较法进行测量，并用上述公式(5)或(6)即可算出被测变压器的初级电感。

图 5 是用伏安法测量的电路。图中 I_1 为直流电流表(100~500 毫安)； I_2 为交流电流表(100~500 毫安)；L 为低频阻流圈(30 亨)；其他元件值与图 4 相同。

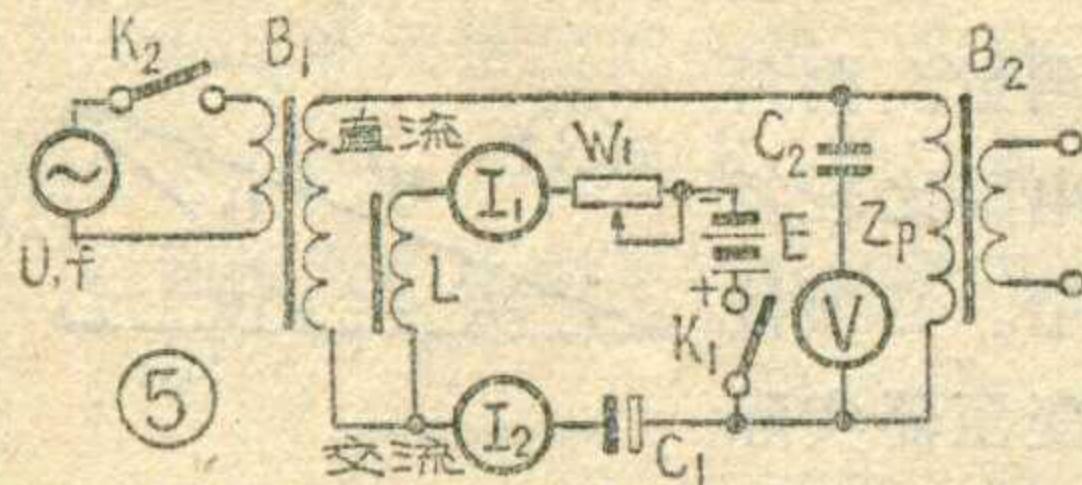
合上 K_1 , 调节 W_1 , 使 B_2 初级线圈的直流电流达规定值, 然后合上 K_2 , 送出音频信号电压。由图 5 可得被测变压器两端的音频电压为:

$$U = I_2 \sqrt{R_1^2 + (\omega L_1)^2},$$

由此可得

$$L_1 = \sqrt{(U/I_2)^2 - R_1^2} / 2\pi f \quad (8)$$

以上测量方法也适用于测量电源变压器和阻流圈的电感量。



四、漏电感的测量

音频变压器的漏电感 L_s 的大小, 决定放大器高音频段的频率特性, 即当漏感增大时, 高频增益减少, 频率失真加大。另外, 漏感与变压器内的分布电容以及电容性负载构成一谐振回路。该回路的谐振频率一般要求落在工作音频频段以外, 以免引起某段高频增益和频率失真显著增大。在乙类放大电路中, 漏感也能引起非线性失真。因此在绕制音频变压器时应力求减少漏电感, 使不超过放大器规定的频率失真(约 1~2 分贝)所允许的值。

对于收音机和小功率扩音机的输出级, 因多采用束射四极管或高内阻五极管作单管输出, 对变压器的漏电感允许较大, 采用一般绕制即可满足要求。但如末级为推挽输出电路, 并加有深度负反馈, 则因其末级有效屏阻 R_i 较低, 要求输出变压器的漏电感应较小: 一般扩音机要求 $L_1/L_s > 100$; 较高保真度的扩音机要求 $L_1/L_s > 5000$ 。采用初、次级分几组串联并相间绕制, 以增加耦合度的办法, 可减少漏感和分布电容, 使漏感减小到为初级电感的 $1/100$ ~

频率(千赫)	0.05	0.1	0.15	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.5	2	4	6	8	10	12	14	15
U_2 (伏)																	
相对电平(分贝)																	
绝对电平(分贝)																	

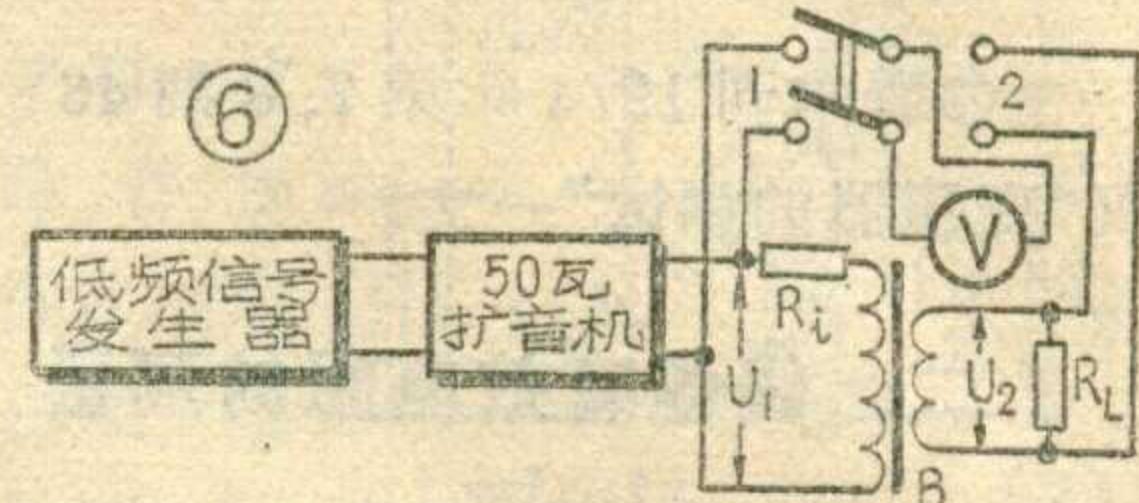
1/10000。

测量漏电感时, 须用连线把次级短路(此时初级电感被次级反射阻抗短路, 只剩下漏感和初级直流电阻了)。线路连接及测量方法可参照上述测初级电感的方法进行, 即采用伏安法或电压比较法测量, 且仍需分有、无直流磁化两种情况。但应注意这时因初级直流电阻 R_1 不能忽略, 计算时不能用简化公式; 测试频率宜采用音频段最高频率 f_G (如 10 千赫), 特别是测量电压应较低, 以次级电流不超过额定值为准, 这样可防止因铁心磁饱和引起的测试误差和保证安全。如用电压比较法时, 标准电阻 R 可减小。

五、频率响应的测试

如前所述, 对频响的影响主要在高、低音频段。因此, 测量时采用的频率范围应根据对放大器通频带的要求而定, 一般可从 50 赫到 10 (或 15) 千赫。测量时所用的电压最好采用变压器额定电压(1 千赫时)的 0.7 倍, 即以 1 千赫时次级线圈达额定电压的 0.7 倍时的初级电压 U_1 作为信号源的固定输出电压。这样测量的频响特性比较符合实际工作情况。按照这种要求, 一般低频信号发生器的输出电压只能满足测量输入变压器的频响。对于初级额定电压较高的输出变压器和线路变压器来说, 最好用一部质量较好的 50 瓦或 100 瓦的扩音机,

与低频信号发生器配合一起作为信号源, 如图 6 所示。如果没有合适的扩音机, 可用信号发生器高阻端



输出(电压较大), 但测量误差稍大。假负载电阻 R_L 可依据变压器的额定功率容量 P 和次级额定电压 $U_{次}$ 来计算, 即:

$$R_L = U_{次}^2 / P \quad (9)$$

此外, R_i 应等于扩音机放大管交流内阻, 如是线路变压器, 应等于线路的特性阻抗值。这两只电阻的功率容量应足够, 要用无感的。

测量时, 先由 1 千赫开始, 调整信号发生器及扩音机输出电压 U_1 , 使假负载两端电压 U_2 升到额定电压值的 0.707 倍(即半功率时的电压), 记下 U_1 值。以后保持 U_1 不变(即定电压输出), 改变信号发生器的频率, 逐一测出在其他各频率下的次级电压 U_2 , 并记录于附表。

频率响应特性通常以分贝(dB)为单位。如以 1000 赫输出电压 U_{1000} 为标准(0 分贝), 把某频率输出电压 U_f 除以 U_{1000} , 并化成分贝(dB)数记录于表, 称为某频率的相对电平:

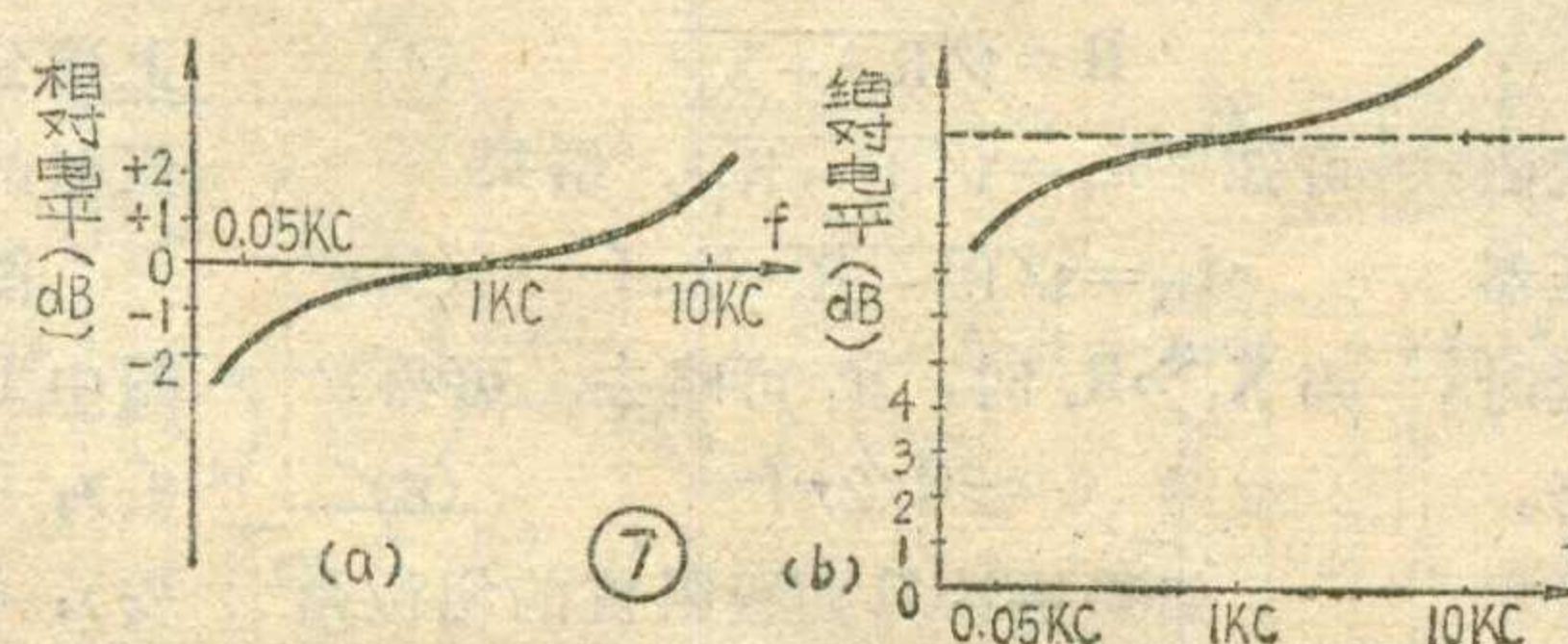
$$dB = 20 \lg (U_f / U_{1000}) \quad (10)$$

如果以 0.775 伏(0 分贝)为标准, 按公式(11)算出分贝数, 则称

为某频率的绝对电平:

$$dB = 20 \lg (U_f / 0.775) \quad (11)$$

按照表中所列的 f 与 dB 之值, 可作出该变压器的相对电平和绝对电平曲线, 称为频率响应特性曲线, 如图 7 所示。



电源变压器的简易设计

缪士昌

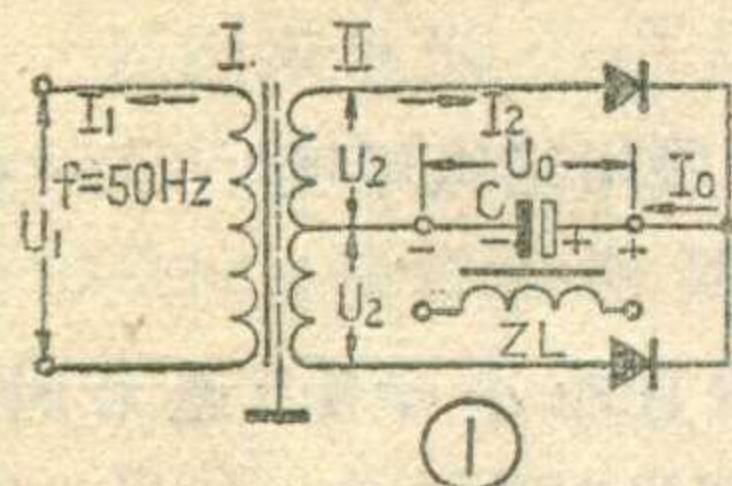
电源变压器是一种电磁元件，在收音机和有线广播等设备中使用很广泛。现在介绍一下频率为50赫、容量在500伏安以下的小功率电源变压器的简易计算方法，供同志们参考。

设计电源变压器时首先要知道使用的技术要求，包括：电源频率；电源电压；次级输出电压及电流；整流电路性质和结构形式等。现将具体设计步骤分述如下。

一、变压器次级输出功率的计算

变压器次级各线圈的总功率可用下式计算：

$$P_2 \approx U_{II}I_{II} + U_{III}I_{III} + \dots + U_n I_n \quad (1)$$



式中： P_2 为次级总功率，单位伏安； U_{II} 、 U_{III} …… U_n 为变压次级各个线圈输出的交流电压值，单位为伏； I_{II} 、 I_{III} …… I_n 为各个线圈输出的交流电流值，单位为安。

当只知道对无线电设备所要求的直流电压及直流电流时，必须根据所采用的整流电路的形式及负载特性来计算 P_2 。

现根据几种常用整流电路将计算变压器输出电压和电流的方法分述如下。

1. 全波整流电路：在实用的整流电路中都带有滤波器。一般滤波器有电容输入式和电感输入式两种。而采用不同的滤波器时，流过变压器中的电流的波形又不一样，所以变压器输出的直流功率与线圈所需的伏安定额值（称为利用系数）也不同。我们分析整流器的电流波形后就可知：

当电容负载（采用电容输入式滤波器）时，变压器次级线圈中的电流是短而高的脉冲，每半个次级线圈中的电流有效值 I_2 为负载电流 I_0 的 1.1 倍，即 $I_2 = 1.1I_0$ ；而输出的直流电压 U_0 可达到线圈电压峰值 ($\sqrt{2}U_2$) 的 70%，即 $U_0 = 0.7\sqrt{2}U_2 \approx U_2$ ，整个次级线圈的电压 U_{II} 为 $2U_2$ （见图 1），所以次级线圈输出功率将为

$$P_2 = U_{II}I_{II} = 2U_2I_2 = 2U_0 \times 1.1I_0$$

即 $P_2 = 2.2U_0I_0$ （伏安）

式中： U_0 、 I_0 分别为次级输出的直流电压和直流电流。

当电感负载时（采用电感输入滤波器），变压器次级线圈的电流是另一种矩形脉冲。此时 $U_2 = 1.1U_0$ ， $I_2 = 0.707I_0$ ，所以

$$P_2 = U_{II}I_{II} = 2U_2I_2 = 1.56U_0I_0 \text{ (伏安)} \quad (3)$$

2. 桥式整流电路（见图 2）：在实用电路中亦带有电容输入式和电感输入式两种滤波器。根据同样道理，经过波形分析可知：

当电容负载（电容输入式滤波器）时， $U_2 = U_0$ ， $I_2 = 1.56I_0$ ，所以

$$P_2 = U_{II}I_{II} = U_2I_2 = 1.56U_0I_0 \text{ (伏安)} \quad (4)$$

当电感负载（电感输入式滤波器）时， $U_2 = 1.11U_0$ ， $I_2 = I_0$ ，所以

$$P_2 = U_{II}I_{II} = U_2I_2 = 1.11U_0I_0 \text{ (伏安)} \quad (5)$$

二、铁心的选取

1. 计算公式：

$$S_0 \cdot S_c = 10^4 P_2 (1 + \eta) / B \sim 2.2 \eta k_0 j \text{ (厘米}^4\text{)} \quad (6)$$

式中， S_0 为铁口心窗面积（厘米²，见图 3），

$$S_0 = h \cdot l$$

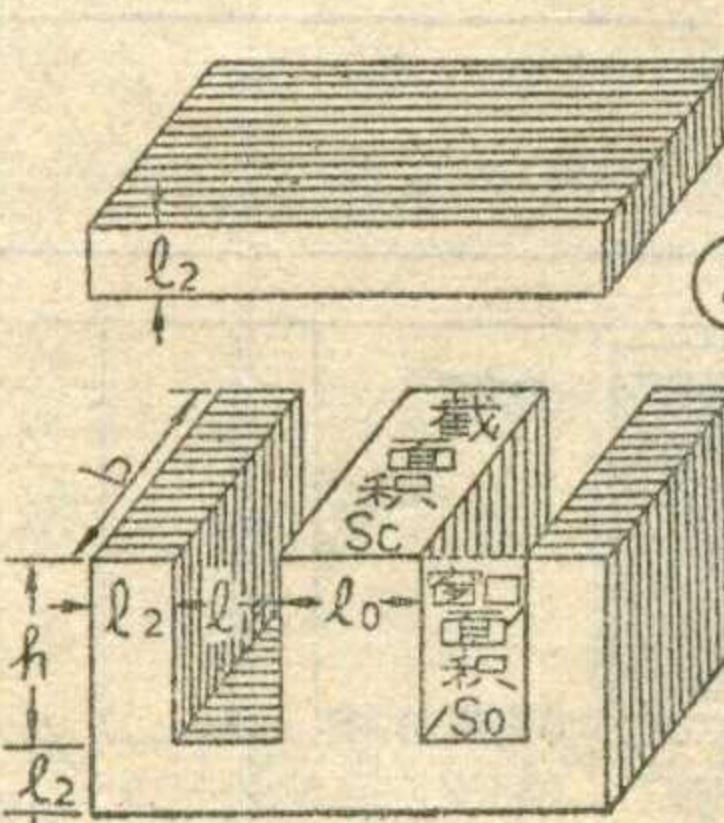
S_c 为铁心截面积（厘米²），

$$S_c = l_0 \cdot b \cdot k_c$$

其中 k_c 为铁心占空系数，当片厚为 0.35 毫米时取 0.91；片厚为 0.5 毫米时取 0.94；

k_0 为导线占空系数，用以估计导线的绝缘、层间绝缘及绕组间的绝缘，其值参看附表，一般为 20%~30%，即 0.2~0.3；

$B \sim$ 为磁通密度（高斯），根据实验可知， $B \sim$ 选得太大，如 $B \sim > 15000$ 高斯，会造成初级电流及铁损显著增大，可能烧坏变压器；反之如选得太小，则变压器体积增大。在选用时要考虑上述两种因素，对不同的铁心材料可选用不同的 $B \sim$ 值。如 D41~D43-0.35 毫米热轧硅钢片， $B \sim$ 可取 11000~14000 高斯；对 D21~D22-0.35 毫米热轧硅钢片， $B \sim$ 可取 9000~12000 高斯。



j 为导线的电流密度（安/毫米²），此值由变压器的允许温升、线圈的散热情况、允许电压降等要求来决定的。表中所列数据是对普通开放式、A 级绝缘的变压器而言。根据实验，一般 j 可取 2~4 安/毫米² 为宜。如果取得太高，会使铜损显著增加，

直至温升提高造成线圈烧坏；如取得太小会增加变压器的体积，不经济。

η 为变压器的效率 (%)：

$$\eta = P_2 / (P_2 + P_M + P_C)$$

式中： P_2 为变压器次级输出功率； P_M 为铜损耗功率； P_C 为铁损耗功率。在正规设计中要在最后验算 η 值，它与 B_∞ 、 j 、 $\Delta U\%$ 等都有关，在简易设计中，为了简便起见，我们只介绍经验数据，不作验算。 η 值不宜选得太大，否则会使初选铁心尺寸取得太小，结果线包放不下。一般取 70~95%。

2. 根据上述 $S_0 \cdot S_c$ 值，可由附表选取铁心，或可选取满足 $S_0 \cdot S_c$ 值的其他型号的铁心。当次级绕组多时还应适当选用较大的铁心尺寸。

三、线圈匝数计算

1. 每伏匝数 T_v ：由输入正弦波的电磁感应的基本方程式，可求得在当 $f=50$ 赫时的每伏感应电动势所需的匝数为：

$$T_v = 10^8 / 222B_\infty S_c \text{ (匝/伏)} \quad (7)$$

2. 初级线圈匝数：

$$W_I = U_I \cdot T_v \text{ (匝)}$$

3. 次级线圈匝数：

$$W_{II} = U_{II} (1 + \Delta U\%) T_v \text{ (匝)}$$

式中： $\Delta U\%$ 为线圈中导线的铜阻电压降值，其大小由变压器输出功率来决定。当 $P_2 < 100$ 伏安时为 10%；当 $P_2 > 100$ 伏安时为 5% 左右。

4. 初级电流：

$$I_I \approx P_2 / U_I \eta \text{ (安)} \quad (8)$$

5. 导线直径：因为导线的圆截面积等于导线的电流 I 除以导线的电流密度 j ，等于 $(\pi/4)d^2$ ，所以导线直径 d 可由下式计算

$$d_{I, II, \dots, n} = 1.13 \sqrt{\frac{I_{I, II, \dots, n}}{j}} \text{ (毫米)} \quad (9)$$

6. 空载电压：(供检验时参考用)

$$U_{II_0 \dots n_0} = (W_{II_0 \dots n_0} / W_I) \cdot U_I \text{ (伏)} \quad (10)$$

7. 初级空载电流：由变压器铁心的磁化电流及铁损电流等来决定，计算比较麻烦，在简易计算中可不计算。但在变压器的检验时可用以检验线圈是否短路和 B_∞ 值是否选得合适等。在一般情况下，空载电流 $I_0 \leq (0.2 \sim 0.5) I_I$

8. 线圈的结构(图 4)：

(1) 每层可绕匝数

$$n_{I, II, \dots, i} = h_m (\text{筒底高} - \text{两端空位}) / k_y \cdot d_{\text{外径}} \text{ (匝)}$$

式中： h_m 为线圈实际绕制长度； k_y 为排绕系数，当导线直径小于 0.5 毫米时取 1.1；当导线直径大于 0.5 毫米

时取 1.05。

(2) 各个线圈共绕层数：

$$N_{I, II, \dots, i} = W_{I, II, \dots, i} / n_{I, II, \dots, i} \text{ (层)}$$

(3) 绝缘厚度：

a. 线圈底筒厚度一般为 1.5~3 毫米，用硬纸板加工而成。

b. 各绕组的层间绝缘，由导线直径大小及上下层之间的工作电压来决定。可用 0.03 毫米厚玻璃纸、0.05 毫米厚电话纸或 0.12 毫米厚电缆纸等。

c. 各绕组的最外层绝缘，由工作电压大小来决定，一般可用 2~5 层 0.12 毫米电缆纸。

(4) 静电屏蔽：为了避免收、扩音机的输出信号有调变交流声的干扰，在变压器的初、次级线圈之间加一层静电屏蔽。这可以绕一单层线圈作屏蔽，这层线圈的一端接地；或用铜箔等金属材料在初、次级间绕一层，二端相互绝缘，一端引出接地，在外面加 3~5 层 0.12 毫米电缆纸作绝缘。

(5) 各线圈的厚度：

$$A_{I, II, \dots, i} = K_B \cdot N_i (d_{\text{外径}} + \text{层间绝缘厚度}) + \text{绕组外层绝缘}$$

式中： K_B 为叠绕系数，当导线直径小于 1.0 毫米时取 1.15；当导线直径大于 1.0 毫米时取 1.2。

(6) 各线圈的总厚度：

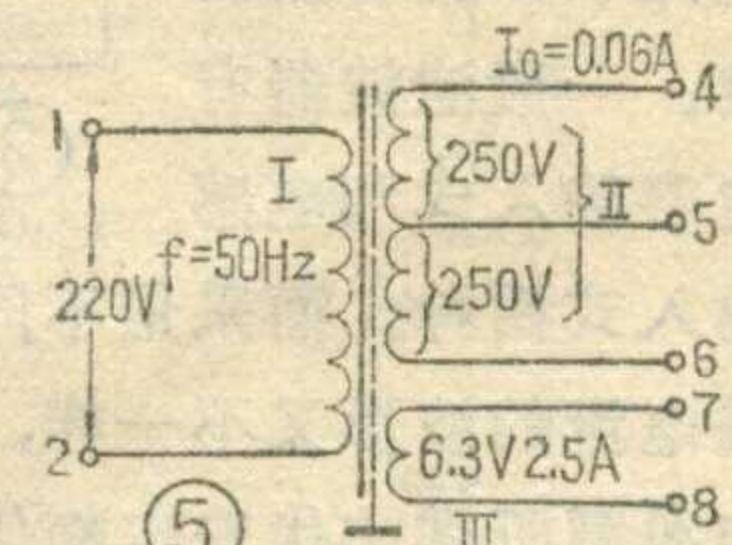
$$A_{\text{总}} = \text{底筒厚} + \text{屏蔽厚} + A_I + A_{II} + \dots + A_i + 0.5 \text{ (毫米)}$$

校核应能满足 $A_{\text{总}} < l_1$ 时，线包才能放得进铁心。如 $A_{\text{总}} > l_1$ 时，则要重新选用大一些的铁心型号进行计算。

四、设计举例

试设计一只六灯收音机

用电源变压器。技术要求为：初级电源频率 $f=50$ 赫，电压 $U_I=220$ 伏；次级高压输出为 $U_0=2 \times 250$ 伏， $I_0=60$ 毫安，使用全波整流，采用电容输入式滤波器；次级灯丝输出为 $U_{III}=6.3$ 伏， $I_{III}=2.5$ 安；初、次级间加静电屏蔽层。

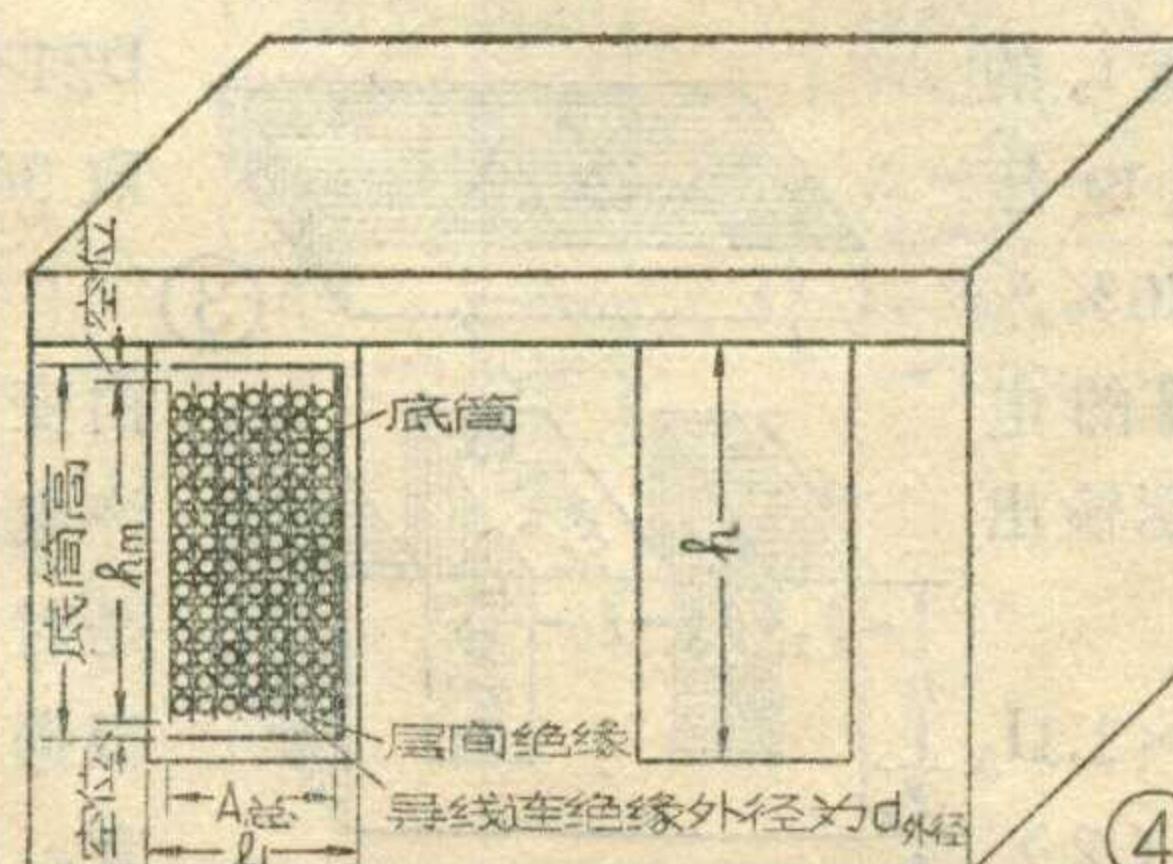


按照上述要求，变压器的电路如图 5。具体计算如下：

1. 次级输出功率：因为 $U_{II}=2U_0$ ， $U_2 \approx U_0$ ， $I_2=1.1I_0$ ，所以，可用下式计算次级输出功率：

$$P_2 = 2.2U_0I_0 + U_{III}I_{III} = 2.2 \times 250 \times 0.06 + 6.3 \times 2.5 = 48.7 \text{ 伏安}$$

2. 选取铁心：根据算出的 P_2 值，在附表中选取 j 的中间值 3.8 安/毫



米², η 取 80~85% 的中间值 0.83; B_{\sim} 选取 13000 高斯; k_0 选用 0.22, 可得:

$$S_0 \cdot S_c = 10^4 P_2 (1 + \eta) / B_{\sim} 2.2 k_0 j$$

$$= 10^4 \times 48.7 (1 + 0.83) / (13000 \times 2.2 \times 0.83 \times 0.22 \times 3.8) = 45 \text{ 厘米}^4$$

根据此值可选取附表上的 GEB22×44 型铁心, 材料为 D42—0.35 毫米硅钢片, 或可选用满足此值的其他型号的铁心。

3. 线圈匝数计算:

(1) 每伏匝数:

$$T_v = \frac{10^8}{222 B_{\sim} S_c} = \frac{10^8}{222 \times 13000 \times 8.81} = 4 \text{ 匝/伏}$$

(2) 初级线圈匝数: $W_I = U_I T_v = 220 \times 4 = 880$ 匝

(3) 次级线圈匝数:

$W_{II} = U_{II} (1 + \Delta U \%)$ $T_v = 2 \times 250 \times 1.1 \times 4 = 2200$ 匝, 中心抽头处为 1100 匝。

$$W_{III} = U_{III} (1 + \Delta U \%) T_v = 6.3 \times 1.1 \times 4 = 28 \text{ 匝}$$

4. 初级电流计算:

$$I_I = P_2 / U_I \eta = 48.7 / 220 \times 0.83 \approx 0.26 \text{ (安)}$$

5. 导线直径计算:

$$d_I = 1.13 \sqrt{I_I / j} = 1.13 \sqrt{0.26 / 3.8} = 0.292 \text{ 毫米},$$

表: 变压器简易计算参考数据表

(D41~D43 硅钢片)

铁心型号尺寸	参 考 数 据								铁 心 尺 寸			
	S_c (厘米 ²)	$S_0 \cdot S_c$ (厘米 ⁴)	P_2 (f=50 赫)	B_{\sim} (高斯)	j	η	k_0	l_0	$l_1 = l_2$	h		
l ₀ × b	0.35 毫米厚	0.5 毫米厚	0.35 毫米厚	0.5 毫米厚	近似 伏安值	参考值	安/ 毫米 ²	%	%	毫米	毫米	
GE16×20 16×28	2.91 4.08	3.05 4.27	8.1 11.4	8.6 11.9	8 12	12500	4~4.3	70~75	20	16	10	28
GEB19×24 19×32	4.15 5.53	4.28 5.7	16.2 22.2	17.2 23.0	18 27	13000	3.5~4	75~80	21	19	12	33.5
GEB22×28 22×33 22×38 22×44	5.62 6.61 7.61 8.81	5.78 6.82 7.85 9.10	30.6 36 41.5 48	31.6 37.2 42.8 49.5	34 41 48 56	13000	3.5~4	80~85	22	22	14	39
GEB26×32 26×39 26×45 26×52	7.57 9.23 10.7 12.3	7.8 9.54 11.0 12.7	60.5 74 86 98	62.5 76.5 88 101	70 80 89 100	13500	3~3.5	85~90	23	26	17	47
GEB30×38 30×45 30×52 30×60	10.4 12.3 14.2 16.4	10.7 12.7 14.6 16.9	105 124 143 166	108 128 147 170	120 140 155 170	13500	2.5~3	85~90	25	30	19	53
GEB35×44 35×52 35×60 35×70	14.0 16.6 19.1 22.3	14.5 17.2 19.7 23.0	189 224 258 301	196 231 266 310	182 208 236 274	13500	2.2~ 2.5	90~95	27	35	22	61.5
GEB40×50 40×60 40×70 40×80	18.2 21.9 25.5 29.1	18.8 22.6 26.3 30.5	340 408 477 544	352 423 492 561	320 380 415 470	13500	2~2.2	90~95	29	40	26	72

选用 QZφ0.29 毫米线, $d_{I\text{外径}} = \phi 0.34$ 毫米。

$$d_{II} = 1.13 \sqrt{I_{II}/j} = 1.13 \sqrt{0.066/3.8} = 0.148 \text{ 毫米},$$

选用 QZφ0.15 毫米线, $d_{II\text{外径}} = \phi 0.19$ 毫米。

$$d_{III} = 1.13 \sqrt{I_{III}/j} = 1.13 \sqrt{2.5/3.8} = 0.92 \text{ 毫米},$$

选用 QZφ0.90 毫米线, $d_{III\text{外径}} = \phi 0.99$ 毫米。

6. 空载电压计算:

$$U_{II_0} = (2200/880) \times 220 = 550 \text{ 伏},$$

中心抽头处为 275 伏。

$$U_{III_0} = (28/880) \times 220 = 7 \text{ 伏}$$

7. 结构设计:

(1) 每层可绕匝数: 底筒高为 38 毫米, 两端空位为 2.5 毫米。

$$n_I = h_m / (d_{\text{外径}} K_v)$$

$$= (38 - 2 \times 2.5) / (0.34 \times 1.1) = 88 \text{ 匝/层}$$

$$n_{II} = 33 / (0.19 \times 1.1) = 158 \text{ 匝/层}$$

$$n_{III} = 33 / (0.99 \times 1.05) = 31 \text{ 匝/层}$$

(2) 各线圈的层数:

$$N_I = 880 / 88 = 10 \text{ 层}$$

$$N_{II} = 2200 / 158 = 14 \text{ 层}$$

$$N_{III} = 28 / 31 \approx 1 \text{ 层}$$

(3) 绝缘层计算:

a. 底筒用 2 毫米厚硬纸板。

b. 初级层间绝缘用 1 层 0.05 毫米厚电话纸; 次级高压用 1 层 0.03 毫米厚玻璃纸。

c. 初、次级外层绝缘均用 4 层 0.12 毫米厚电缆纸; 最外层绝缘用 2 层 0.12 毫米厚电缆纸。

d. 静电屏蔽绕在初级外层, 用 $\phi 0.19$ 毫米导线绕 100 匝左右, 一端引出接地; 外面用四层 0.12 毫米厚电缆纸作绝缘。

(4) 各线圈的厚度计算:

$$A_I = 1.15 \times 10 \times (0.34 + 0.05) + 4 \times 0.12 = 4.96 \text{ 毫米}$$

$$A_{II} = 1.15 \times 14 \times (0.19 + 0.03) + 4 \times 0.12 = 4.02 \text{ 毫米}$$

$$A_{III} = 1.15 \times 1 \times 0.99 + 2 \times 0.12 = 1.38 \text{ 毫米}$$

A_屏 = 0.19 + 4 × 0.12 = 0.67 毫米

(5) 变压器线圈总厚度计算:

$$A_{\text{总}} = 2 + 0.67 + 4.96 + 4.02 + 1.38 + 0.5 = 13.53 \text{ 毫米}$$

此时 $A_{\text{总}} = 13.53$ 毫米; $l_1 = 14$ 毫米, 满足 $A_{\text{总}} < l_1$, 合理。

国产小功率变压器常用的标准铁心片规格

~~~~~封三说明~~~~~

1. 这里介绍的仅是 GEI 型和 GEIB 型标准铁心片的数据。这两种铁心为窄窗口式，故制成的变压器用铜少、用铁多，体积重量较大，但却具有价格低的特点。

2. GEI 型和 GEIB 型铁心是由“E”字形铁心片和“I”形横条铁心片交错叠成。GEI 型和 GEIB 型铁心结构形式如封三附图所示。前者无

固定孔，后者有四个固定孔。

3. 常用的铁心片厚度为 0.35 毫米和 0.2 毫米两种。铁心片材料根据不同要求有热轧的和冷轧的各种牌号的电工钢片。铁心片表面绝缘层有氧化膜和涂硅钢片漆两种。

4. 封三表中所列的铁心片叠厚尺寸(b)是标准叠厚。参考数据栏中铁心净截面积和铁心重量是按热轧

表 1

电工钢片计算，其铁心占空系数 K_c 按表 1 规定选择，铁心片材料比重为 7.55。若不采用封三表中的标准叠

厚，参考数据栏中的中间舌片净截面积 S_c 和铁心净重 G_c 应另外自行计算。

5. 参考数据计算公式：

(1) 磁路平均长度：

$$l_c = h + \frac{ha}{2c} + 2.57a \text{ (厘米)}$$

(2) 中间舌片净截面积

$$S_c = a \cdot b \cdot K_c \quad (\text{厘米}^2)$$

(3) 铁心净重

$$G_c = V_c \cdot K_c \cdot \gamma_c \quad (\text{克})$$

式中： V_c ——铁心体积，厘米³；
 K_c ——铁心占空系数（见表 1）；
 γ_c ——铁心片材料比重，克/厘米³。

(罗祖蔚编)

铁心片材料	热轧电工钢板		冷轧电工钢板	
铁心片厚度(毫米)	0.2	0.35	0.2	0.35
K_c	0.85	0.91	0.19	0.95

(上接第 16 页)

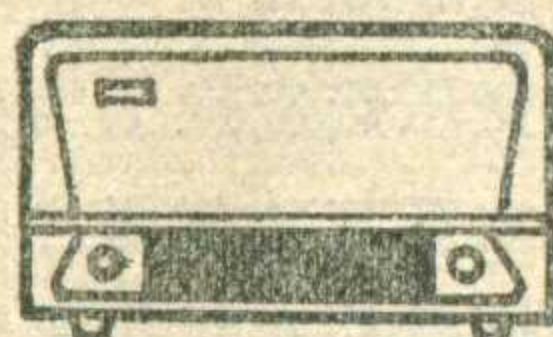
被限幅。严重时，将失去同步信号。在这种情况下，若对比度控制是放在视频放大级，即使减低对比度，由于不能减弱高放各级的输入信号，仍有可能出现饱和现象。所以很多简易电视机都把对比度控制放在高放第一级，利用改变第一级的工作点（即控制第一级增益），来达到控制对比度的目的。但因为第一级的工作点改变了，其结电容和其它一些高频参数亦将随着变化，这会影响通频带的特性。原文图①电路中的对比度控制是放在视频放大级的，因此就存在这样一个缺点。所以改用下述方法来控制对比度。其原理见图②，具体线路见图③。具体作法是在第一级共基接法的晶体管 BG_2 上再并接一只晶体管 BG_{10} 。于是共发射极管 BG_1 的集电极电流，便由两条支路流通到电源。一条是共基极管 BG_2 ，另一条是分流管

BG_{10} 。当 BG_{10} 上没有偏置电压时， BG_{10} 管无电流通过。全部电流流过 BG_2 ，此时增益最高。当 BG_{10} 管的基极有正向偏置电压时， BG_{10} 管将 BG_2 管的电流分去一部分，分去愈多，流过 BG_2 管的电流就愈小，增益就变低。故只要改变 BG_{10} 管的偏置电压，控制第一级高放的增益，就可以达到控制对比度的目的，而且对共发射极管 BG_1 的工作点没有影响，不会影响频率特性。这种控制对比度的方法可以叫作分流法。这一线路的调整也很简单：先将对比度控制电位器旋到对比度最强的位置，即将电位器 R_{26} (100 千欧) 的动臂旋至接地端，此时 BG_2 管的工作电流和 e、c 极间电压，均应与原来未加 BG_{10} 管时的一样（见原文调整一段）。然后，将对比度电位器再旋至另一端，这时因 BG_{10} 管有电流流过， BG_2 管的电流就减少了，再调整与对比度电位器 (R_{26})

相串联的电阻 (R_{25})，使 BG_2 管刚好没有电流流过，然后把这个电阻固定下来，调整工作即告完成。接收电视信号时，只要旋动对比度电位器，就能在一个较宽的范围内，调节高放增益，达到控制图象对比度的目的。 BG_{10} 管可选用 3DG6 型硅管，要求穿透电流尽可能小。

更正：本刊 1974 年第 9 期封三图中 VI 点不应画成连接点。 C_{52} 应为电解电容。第 15 页表 V 中 D_2 、 D_3 的反向工作电压应分别 $> 10V$ 和 $> 100V$ 。第 10 期第 13 页图④ b 中矢量 \bar{B} 和 \bar{D} 后面的标注，紫和紫偏红应标在矢量 \bar{A} 和 \bar{E} 的后面。

电子管收音机的 故障检修(5)



工人技术员 毛瑞年

六、噪声和杂音

收音机的噪声可分为外来噪声和机内噪声两种。

外来噪声，是指收音机本身放音正常的情况下，由于附近工业用电设备所产生的电火花干扰电磁波进入收音机所造成的，例如电动机、电焊机、电车、汽车、吹风机、日光灯以及高压输电线等一切可能产生电火花的设备，都会产生干扰电磁场，使收音机发出连续的或间断的沙沙声或喀啦、喀啦的噪声。另一种是在春夏季节里天空中的雷电也会使收音机产生噪声。上述这些噪声较难避免，尤其是收音机的灵敏度越高，噪声越严重。

机内噪声是收音机本身的电路元件产生的。当接收远地电台信号时，由于所接收的信号的强度弱于

收音机本身的噪声强度，在电台信号中便夹有沙沙的噪声。要减少这种讨厌的噪声，就必须使输入收音机的信号的强度比噪声的强度大许多倍，才能相对地压低噪声。

一台正常的六灯电子管收音机，它的灵敏度是在信号噪声比在20分贝下，测得200~300微伏为标准（这称为收音机的相对灵敏度）。在这个比值下，达不到该项指标则表明收音机的噪声大而灵敏度低。

区别机内噪声与外

来噪声的方法是：将收音机调谐到远地电台频率上，音量置于最大，将天线（或天线插口）与铁底板（地端）短路，此时如噪声减弱或消失，说明噪声是外来的，因为

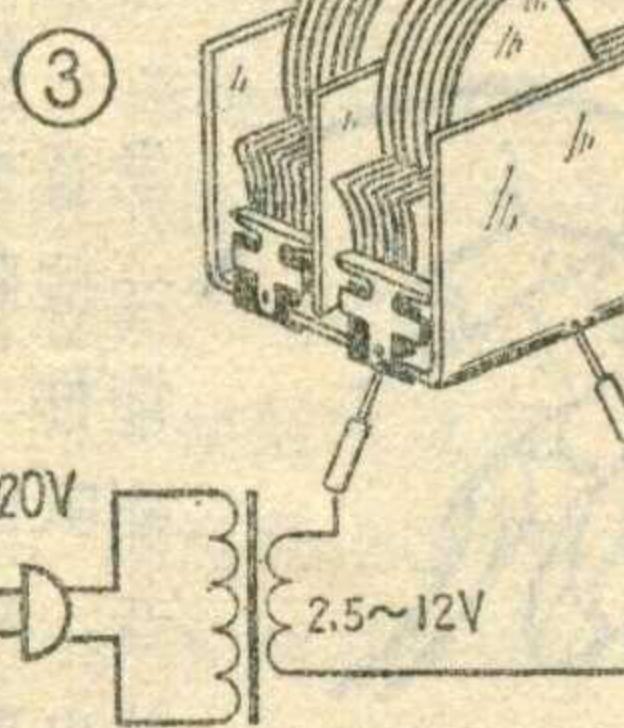
外来噪声在天线端通地短路进不来。如短路以后噪声显著减弱，但仍有一些噪声，这部分噪声是机内产生的。如短路以后，噪声无变化或变化很小，说明噪声是收音机本身产生的。

故障现象一：收音机收音时产生一阵一阵的间歇噪声。

检查方法：先用上述方法判断噪声来源。如是外来噪声，且很严重，可在收音机的电源输入端加一套低通滤波器（如图1所示），以适当减少由电源线进入的干扰。另外如用室外天线时，应尽量使接收天线远离电力线，或变换天线的位置使干扰最小。

故障现象二：收音机调谐电台频率时，产生“喀啦、喀啦”杂音。

检查方法：这是调谐器件及附属机件有接触不良之处。最好卸下收音机机箱观察检查。此时连续转动调谐轴，不应有任何引线随着拉线的移动而摆动，否则就会产生接触不良的杂音。还有度盘指针如果是金属制品，会随着拉线的移动在金属机座边缘摩擦而产生杂音。可用砂纸将与指针靠贴的

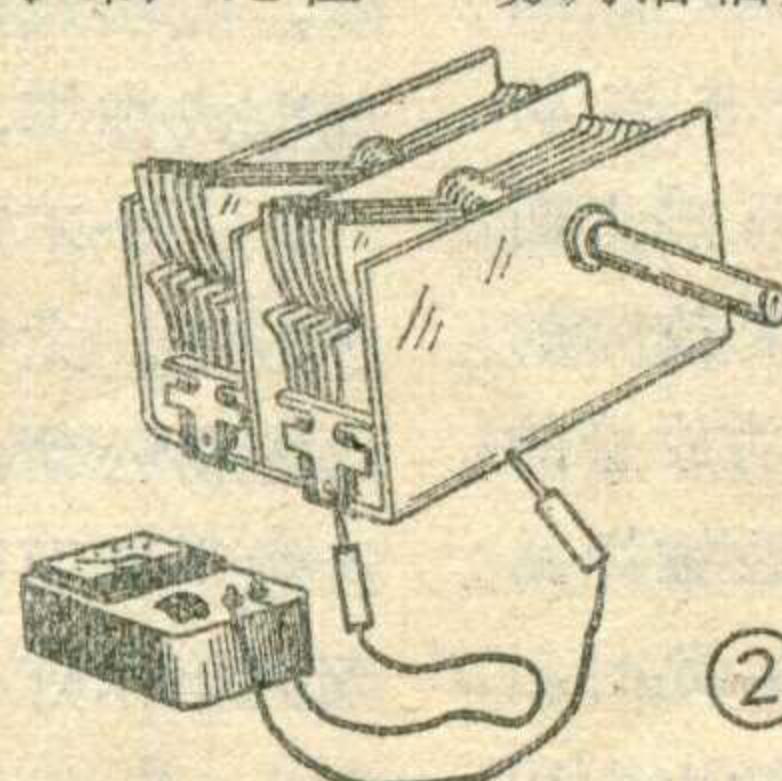


金属边沿擦光至无铁锈，并涂上少许润滑油即可消除。另外也应注意调谐轴和导轮在转动时是否产生摩擦杂音，可注入适当润滑油消除。

如不属于上述故障，大半多是双连电容器组件的故障。首先可检查双连定片和动片与电路的引线焊接是否良好，最后检查定、动片之间有否碰连。严重的碰连可直观查出，用薄片纠正。轻微碰连可将双连定片引线焊开，用欧姆表分别接于定、动片两端（如图2），慢慢转动双连，此时欧姆表表针摆动，表明双连已有碰片的故障。也可用低压碰火的方法直接查出某片的短路故障。按图3接好双连，旋动联轴，某片组出现火花点，即表明该处碰片，可试用薄刀片拨开修复。双连产生的杂音还可能是由于动轴滚珠槽内及顶轴螺钉处缺油所引起的接触不良，可注入少许润滑油解决。

有些收音机的铁底板厚度不够，而拉线度盘又绷得很紧，致使双连转动的同时扭动底板，这样容易造成双连以外的其他元件接触不良的杂音。一般插接器件最容易引起接触不良，例如各级电子管、保险丝管、波段开关等。焊接不良的焊点也会由于底板的扭动而引起接触不良出现杂音。此外，机座扭动时还可能使元件之间或导线之间相互误碰而引起杂音，可逐级直观查出故障。

故障现象三：收音机收音时，



调节音量旋钮产生“喀喀”杂音。

检查方法：这种杂音主要是由于音量控制电位器内部活动臂与电阻碳膜片有接触不良之处而引起。接触不良是由于接触簧片松弛和积有油污。如杂音不太严重，可在电位器的两边的焊片处(图4)滴入少许四氯化碳(或汽油，或酒精)，随即旋动电位器，以去除油污。一般灌注一、二次即可修复。如不见效，应将电位器拆开，用汽油洗净油污并将簧片扳弯曲些，使接触紧密，装回时要在轴套处涂些润滑油。

电位器装在机座上要坚固，外壳接地要焊接良好，否则也容易产生杂音。

故障现象四：收音机放音时发音正常，但当周围环境稍有振动，或碰一下收音机外壳，即出现“喀啦、喀啦”杂音。

检查方法：这种杂音说明收音机的元器件接触不良。检查中，首先按前述方法重点检查各级电子管插接是否良好，可试将电子管向四周扳动，如感觉出很松动，将造成接触不良。采用管形簧片的管座(图5)，可将电子管各管脚插孔夹紧即可修复。如采用图6所示的封闭式管座，则可将管座上焊接的元件焊除，从正面取出插孔将它夹紧再放回去。除整流电子管外各电子管还容易发生电极松动故障，可用改锥柄轻轻敲击电子管外壳，如杂音增大，这可能就是杂音的根源。

另外，电路中各焊接点发生虚焊或元件之间处于欲碰未碰状态时，收音机受振动也将发生杂音，应使其适当分开些，虚焊处可用镊子拨动检查出重新焊好。有些陈旧

的收音机焊点氧化很厉害，重新焊接时要用刀刮干净，以纯松香作焊剂，以保证可靠的焊接。

波段开关接触不良，可往返扳动检查，观察簧片跳动是否灵活，用汽油将接点的油污洗净，接触不良的簧片可用钳子扳紧。

故障现象五：收音机音量小时正常，开大时出现“吱吱”杂音。

检查方法：这是扬声器发音振动机件引起的杂音，一些附件如机箱前的金属装饰件、频率指针、拉线导轮、喇叭网板等有松动而引起杂音，需要查出加以紧固。另外也要检查扬声器音圈中是否有杂质，纸盆是否积有沙粒或开胶等故障而引起杂音。

故障现象六：收音机收音中夹有连续不断的沙沙噪声。

检查方法：先用上述方法判断是机外噪声还是机内噪声。如是机内噪声，可将收音机调到无电台的位置上，试听噪声强度。一般正常的电子管收音机，除有微量的交流声外，沙沙声是不太明显的，如很大或有“喀啦、喀啦”声，可先直观检查，是否有烧焦的电阻或管座，应换去，否则容易产生短路跳火噪声；其次是电源变压器的初级或次级匝间发生短路，产生火花，也会引起噪声。短路严重的变压器线圈开机几分钟后已很烫手，短路轻微的较难查出，可从机外移植一组电源试验。最常见的噪声故障是末级电路的输出变压器，线圈导线受潮霉烂，出现似连非连状态，或引出端接触不良出现跳火而引起噪声。这种有故障的变压器，只需在功放管的屏极对地之间用改锥短路一次(约1~2秒)，此时如扬声器断音表明输出变压

器线匝霉烂处已由于经不住大电流而断开，但也可能被这瞬间大电流跳火连通，此时噪声可能消失或减弱，这样的变压器应换去为好。

电压放大级与功放级之间的耦合电容器内部极片有氧化腐蚀情况后，音频电流通过时会发生跳火而引起噪声，可用改锥把轻轻敲击该电容器，如敲击过程中噪声更大更乱或减弱，说明该电容器已损坏，可换除后再试听。

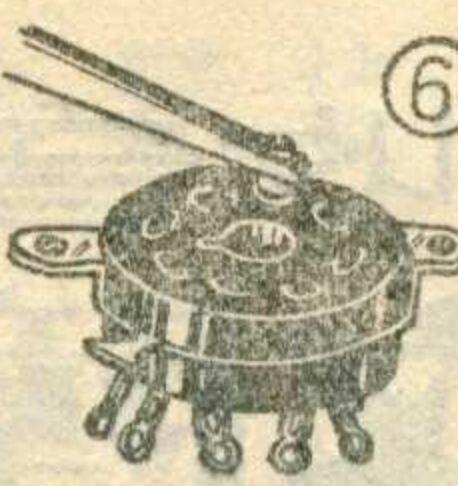
确定收音机高频电路中的噪声现象，简单的方法是将中频级电子管拔下，将音量开至最大，此时扬声器发出轻微的交流声而无其他噪声，表明噪声来源于高中频电路中，可将中频管还原，按前述方法检查变频管和中放管有无噪声。

高频部分常见的噪声故障是由双连引起的，由于双连一般都无防尘罩，极片组极易堆积尘土，受潮后引起氧化，在极片表面生长氧化颗粒、毛刺等，严重时转动联轴就会碰片，静止时处于漏电和微碰状态下，从而引起噪声。可用汽油冲洗，氧化层较厚的部分可用薄刀刮去并洗净，再用稀油涂在表面防止再次氧化。双连上配置的补偿电容器，由于云母介质受潮或松动，也极易产生噪声。云母片受潮可在电烙铁上烤干后使用，不能修复时可另换用瓷介半可变电容器，容量为4.5/30微微法。

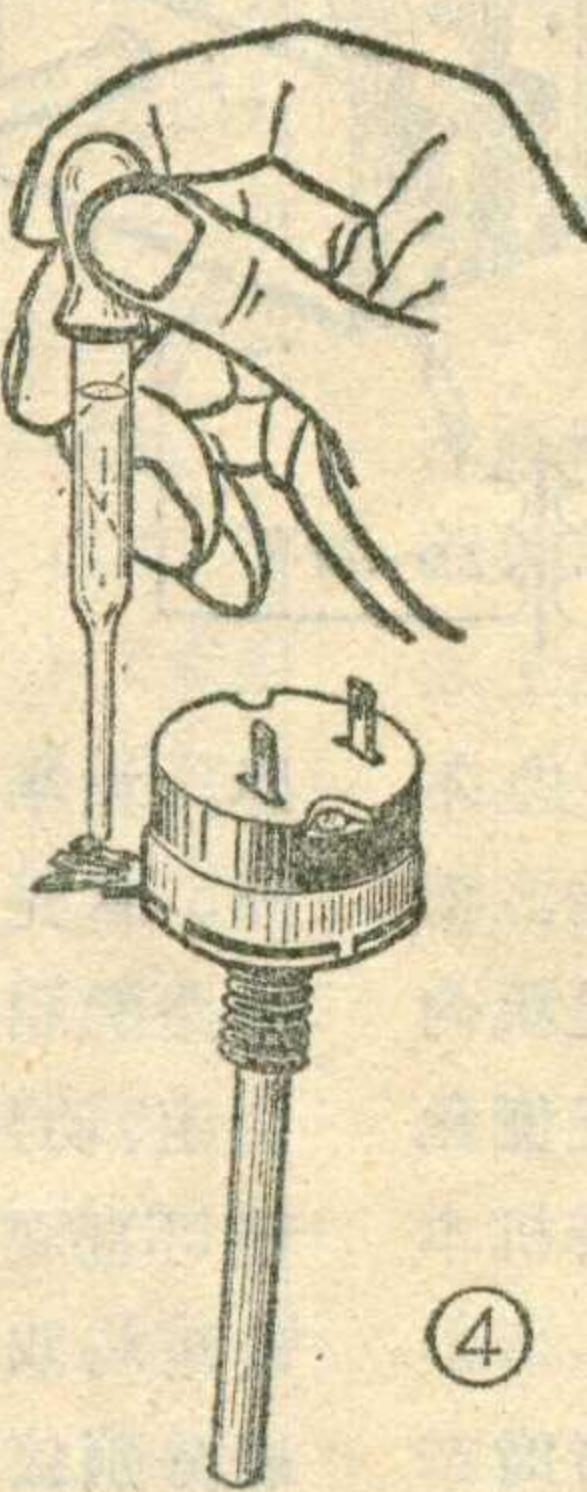
中频管及变频管的帘栅极电阻的碳膜发生断裂时可能引起跳火，旁路电容器漏电或极片引线松动而接触不良，都会产生噪声，可分别换去试听。

中频变压器的线圈受潮霉烂将断，或引线虚焊；谐振电容器如有漏电或虚焊，也会引起噪声。

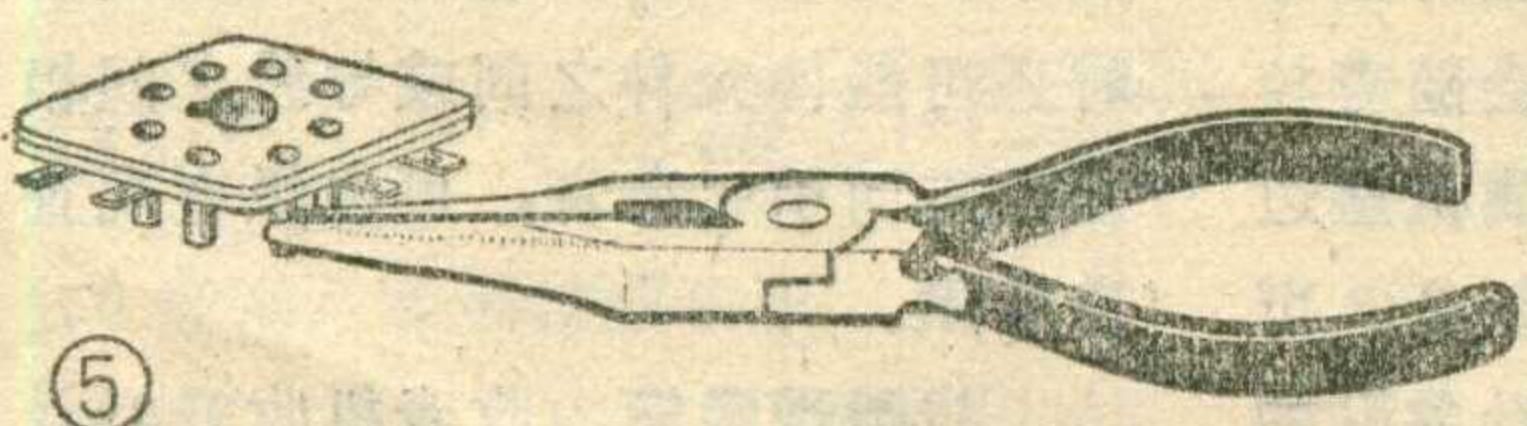
一个不可忽视的噪声源是指示小灯泡。尤其是螺旋式的小灯泡螺口容易松动，受扬声器振动后出现接触不良而引起噪声和闪光。当观察到指示灯有闪光时往往会出现噪声。



⑥



④

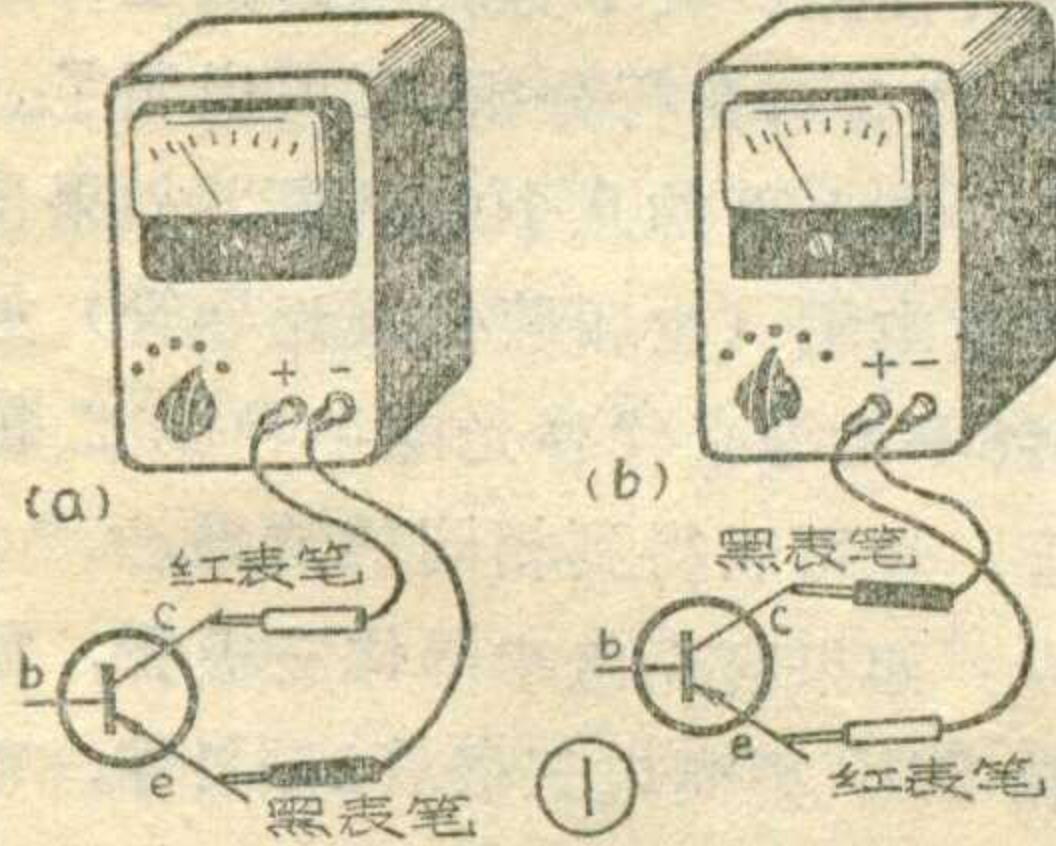


⑤

光电自动控制器

王 兴 乃

光电自动控制器是一种常用的自动控制装置。例如用光电自动控制器做成的塑料拉丝机断线自动停车装置，当塑料丝发生断线时，机器会自动停车，这不仅改变了一位师傅只能看一台机并且由人去关车的情况，而且降低了劳动强度，提高了产品质量。用光电自动控制器做成的冲床自动安全保护设备，人即使不小心，误把手伸入工作台，冲床会立即自动停止冲压，防止造成事故。用光电自动控制器来装备的展览会的“自动讲解员”，当观众走进展品参观时，电灯自动打开，



“自动讲解员”就开始介绍，人参观完毕离开时，讲解声音会自动停止，灯也自动熄灭。

在光电自动控制器里，通过什么元件，才能把光能转变成电能从而达到自动控制的作用呢？让我们先来做个实验。

找个玻璃外壳的锗半导体三极管（穿透电流越小越好），如3AX81、3AX71、3AG71等，把它表面的漆皮刮掉，擦拭干净，使之易于透过光线，然后用黑纸做个罩子上。如果没有玻璃外壳的管子，也可以用金属壳的管子，把金属帽去掉，用棉花轻轻地把上面的涂料擦拭干

净，切不要把管心碰坏，也要用黑纸罩好。这时把万用表拨到 $R \times 1K\Omega$ 档，按图1(a)接好，来测量集电结的反向电阻，会看到集电结的反向电阻很大，可达几百千欧（一般在150千欧以上），然后去掉管上所罩的黑纸筒，并用光（例如手电筒）去照射管子，将会发现集电结的反向电阻立即下降到几千欧（一般在5千欧以下）。通过这个实验，清楚地说明了PN结的反向电阻与光的照射有关，是随照射光线的增强而减小的。

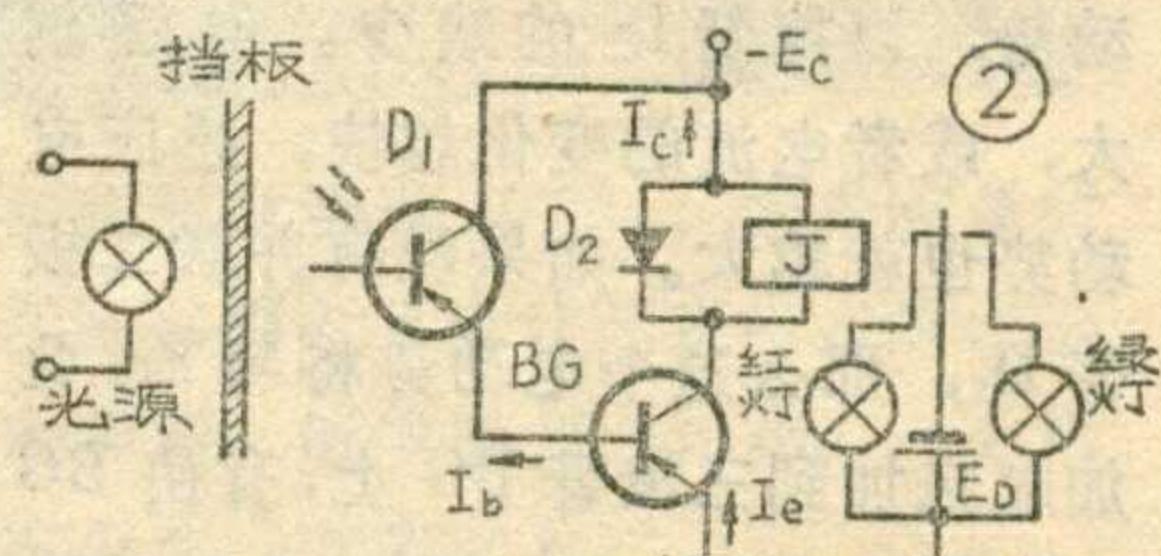
为什么PN结的反向电阻和光照有关呢？简单地说，就是当光照射在PN结上时，在光的激发下，要产生一批新的电子—空穴对，增强了导电性能，因此，PN结的反向电阻也就减小了。这就是PN结的光敏性。若在上述的实验里，按图1(b)的方法测试，也可以有同样的效果。若把红表笔接在三极管的集电极或发射极，而黑表笔接基极，也可以看出PN结的光敏性，但不如图1的接法效果好。

象这种利用一个PN结的光敏性所制成的光电子器件，最常见的就是光电半导体二极管。

光电半导体二极管，在无光照射的情况下，很像一个普通的半导体二极管，即正向电阻很小，反向电阻很大，可达 $3 \sim 4$ 兆欧以上。当有光照射时，它的反向电阻立即变小，可小到几百欧。它的反向电阻随光照变化的效果，当然比用半导体三极管的PN结好得多了。除了光电半导体二极管外，还有光电半导体三极管、光敏电阻和光电池

等。

光电子器件虽能将光信号转变为电信号，但输出的光电流却是很微弱的，不能直接推动指示器或控制系统，所以必须用放大器把光电流加以放大。用来放大光电流的放大器叫做光电放大器。光电放大器一般是由一级或一级以上的晶体管放大器或电子管放大器组成。图2就是由一级晶体管光电放大器组成的光电自动控制器的电路。图中，照明光源可用2.5伏小灯泡接在两节干电池上做成（也可用手电筒代替）。遮光挡板也可用黑纸筒，套在光电半导体二极管或光源上。D₁是光电半导体二极管如2AU1等（这里是用前面所说的三极管的PN结

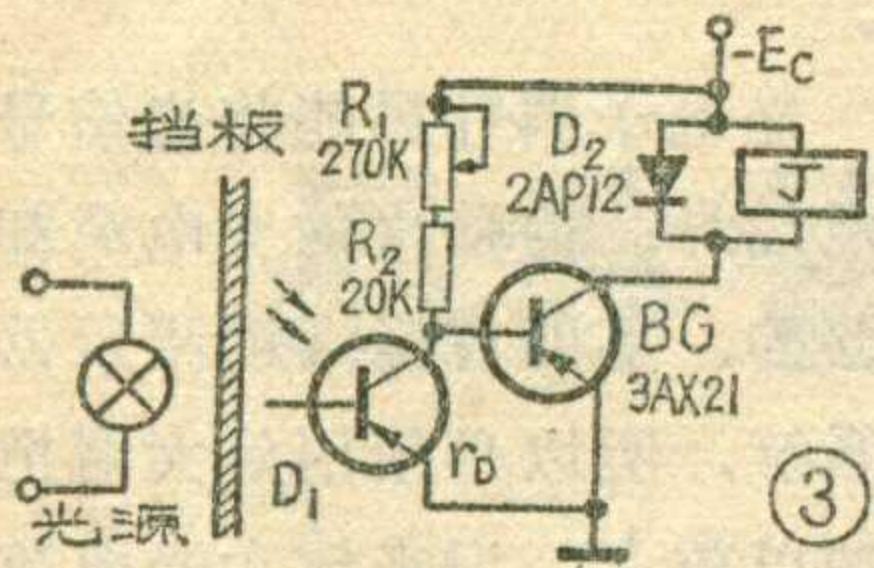


来代替的）。BG是半导体三极管3AX21，它的 β 约为30（用其它型号的小功率低频管也成）。D₂是硅整流二极管2CP12（任何一种硅整流管都行）。J是灵敏继电器，这里用的是内阻2.5千欧、吸合电流4.4毫安、释放电流3毫安的继电器（宜选用内阻小吸合电流也小的）。E_C是放大器电源，这里用12伏。E_D是控制系统指示灯的电源，用两节或一节干电池即可。指示灯用2.5伏或1.5伏的小灯泡都成。

电路中，光电半导体二极管D₁作BG的偏流电阻，当光线未照到D₁上时，它的阻值很大，所以BG的基极电流I_b很小，因而集电极电流I_c也很小，继电器处于释放状态，常闭接

点将指示灯红灯回路接通，故红灯点亮。当去掉挡板，使照明光源的





光射到 D_1 上时，它的阻值变小， BG 的 I_b 增大， I_c 也随之增大，于是继电器吸合，常闭接点断开，常开接点把指示灯绿灯回路接通，故红灯熄灭，绿灯亮了。

在继电器 J 的两端并联的二极管 D_2 有什么作用呢？我们知道继电器的绕组具有电感，当三极管 BG 的集电极电流 I_c 由大变小的瞬间，也就是继电器释放的瞬间，要在继电器的绕组上产生一个感应电动势，以抑制 I_c 的减少。电感越大，或者电流的变化越快，感应电动势也就越大。如果没有并联二极管 D_2 ，那么这个电动势将与 E_c 叠加起来加到三极管 BG 上，有使 BG 管发生击穿的危险。当并入 D_2 后，为继电器绕组上的感应电动势提供一条电流的通路，相当于把感应电动势短路，从而减少了损坏 BG 管的可能性。故 D_2 有保护半导体三极管 BG 的作用，所以也叫保护二极管。显然 D_2 采用耐压较高的一般整流二极管就可以了。有时给 D_2 串上一个几十欧的电阻，防止电流过强把它烧毁。

制作这种光电自动控制器时，首先根据继电器绕组的电阻 R_o 和吸合电流 I_o 来确定电源电压 E_c ：

$$E_c \geq I_o R_o + U_{ces}$$

式中 U_{ces} 是三极管的饱和压降，锗管约为 0.1~0.2 伏，硅管约为 0.5~1 伏。

例如：上图中 $R_o = 2.5$ 千欧， $I_o = 4.4$ 毫安，

$$E_c \geq I_o R_o + U_{ces}$$

$$\geq 4.4 \times 2.5 \text{ 伏} + 0.2 \text{ 伏}$$

$$\geq 11.2 \text{ 伏}$$

故在这个电路里 E_c 取 12 伏。

从上面的公式还能够看出，取内阻 R_o 小、吸合电流 I_o 也小的继

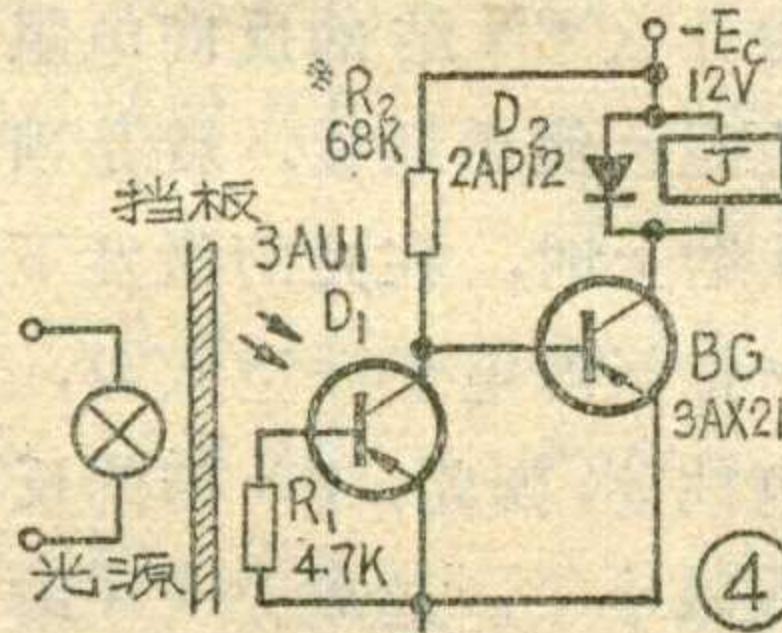
电器，能降低对电源 E_c 的要求，即电源电压 E_c 可以取得低一些。

其次根据电源电压 E_c 和吸合电流 I_o 来选择半导体三极管。应使三极管的最大集电极电流 $I_{CM} > I_o$ ，集电极一发射极击穿电压 $BV_{CEO} > E_c$ ，这样才不致损坏晶体管，并可以充分利用晶体管的放大作用。

例如在上面的电路中， $I_o = 4.4$ 毫安， $E_c = 12$ 伏。所以选用 $I_{CM} > 4.4$ 毫安， $BV_{CEO} > 12$ 伏的管子就成。这里使用了 3AX21，它的 $I_{CM} = 100$ 毫安， $BV_{CEO} \geq 12$ 伏，能满足要求。

从此还可知道，选用 R_o 和 I_o 小的继电器，不仅降低了对 E_c 的要求，对三极管 BV_{CEO} 的要求也降低了。

最后，再根据光电半导体二极管的亮电阻 r_D ，电源电压 E_c ，继电器的吸合电流 I_o 等来确定所用半导体三极管的电流放大倍数 β 。



从图 4 可以看出：

$$E_c = I_b \cdot r_D + U_{be}$$

$$\text{所以 } I_b = \frac{E_c - U_{be}}{r_D}$$

$$\text{又 } \beta = \frac{I_c}{I_b} \quad \text{把上式代入}$$

$$\begin{aligned} \text{得: } \beta &= \frac{I_c}{I_b} = I_c / \frac{E_c - U_{be}}{r_D} \\ &= \frac{I_c}{E_c - U_{be}} \cdot r_D \end{aligned}$$

因为， $I_c = I_o$ ， U_{be} 比 E_c 甚小可略去不计，可近似认为：

$$\beta \approx \frac{I_o}{E_c} \cdot r_D$$

因此，只要三极管的 $\beta > \frac{I_o}{E_c} \cdot r_D$ 即能选用。

在上面的电路中， $I_o = 4.4$ 毫安， $E_c = 12$ 伏，由于照明光源距光电半导体二极管 D_1 较远，亮电阻 r_D 取 50 千欧，代入上式得：

$$\beta > \frac{I_o}{E_c} \cdot r_D$$

$$= \frac{4.4 \times 10^{-3}}{12} \cdot 50 \times 10^3 = 18$$

可见选用 $\beta > 18$ 的三极管就可以。这里使用的 3AX21，它的 β 约为 30，是符合要求的。

显然，选用的三极管的 β 越大，光电自动控制器的灵敏度也就越高。

放大器中如果不 PNP 型锗管，而采用 NPN 型硅管，当然完全可以，只要把 E_c 、 D_1 、 D_2 的极性调换一下就成。图 2 中的光电自动控制器，是在光照时继电器吸合，光不照时继电器释放，叫亮通电路。如果我们把光电半导体二极管的位置改变一下，如图 3 所示，那么这种光电自动控制器，就成为在没有光照射时继电器吸合，光照射时继电器释放，即变成暗通电路了。图 3 所示的电路当调整电位器 R_1 时，能改变灵敏度，从而使使用起来更方便些。关于这种电路的工作原理，读者可自行分析，不再说明了。

在上面的几个电路里，如果用光敏电阻（也叫硫化镉光导管）如 625-A 等来代替光电半导体二极管，也可以得到相同的结果。

如果有光电半导体三极管，如锗 PNP 型光电三极管 3AU1 等，可采用图 4 所示的电路。这种电路也是暗通式电路。虽然它只有一级光电放大器，但由于光电半导体三极管本身具有放大光电流的作用，所以灵敏度比用光电半导体二极管要高得多。

如果有光电池，如 2CR11~14 等，可采用图 5 所示的电路。这种电路是亮通式电路。R 是限流电阻，它的作用是限制三极管的 I_b 不

过大，以保护三极管。另外，它也具有调灵敏度的作用，阻值的大

(下转第 32 页)

简易阻容测量仪

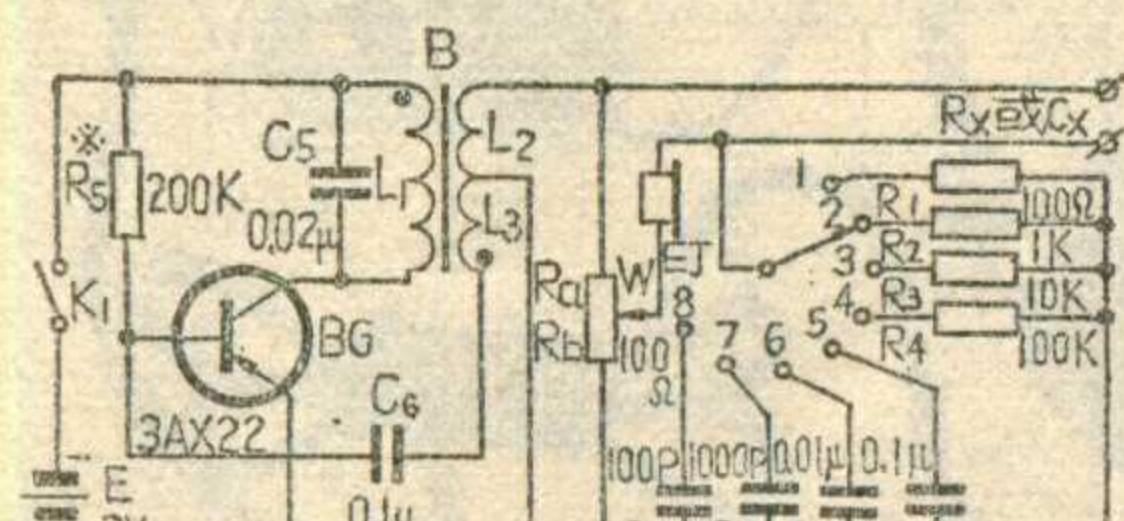
北京市 75 中学课外无线电小组

我们自制了一个简单的阻容测量仪，它可以帮助我们了解电桥的原理，也可以方便地测出电阻、电容值。这个仪器测量电阻时分四档： $R \times 100$ 欧、 $R \times 1$ 千欧、 $R \times 10$ 千欧、 $R \times 100$ 千欧；测量电容时也分四档： $C \times 100$ 微微法、 $C \times 1000$ 微微法、 $C \times 0.01$ 微法、 $C \times 0.1$ 微法。

工作原理

电路如图 1 所示。它是由音频振荡电路、桥式电路及作为平衡指示的耳机组成的。三极管 BG、变压器 B、电容器 C_5 、 C_6 组成变压器反馈音频振荡电路。当合上电源开关 K_1 时，在 L_1 、 C_5 振荡回路中，产生了一个电冲击信号，这一信号经过反馈线圈 L_3 馈送到晶体管 BG 的基极，成为 BG 的输入信号，经过 BG 的放大，在振荡回路中就有信号输出，这一较强信号又被 L_3 馈送到基极，再放大再输出、再反馈，以此循环下去，直到建立起振荡。由于晶体管是非线性元件，最后将达到饱和，输出一等幅振荡。振荡器的输出由变压器次级线圈两端引出，加在桥式电路上。

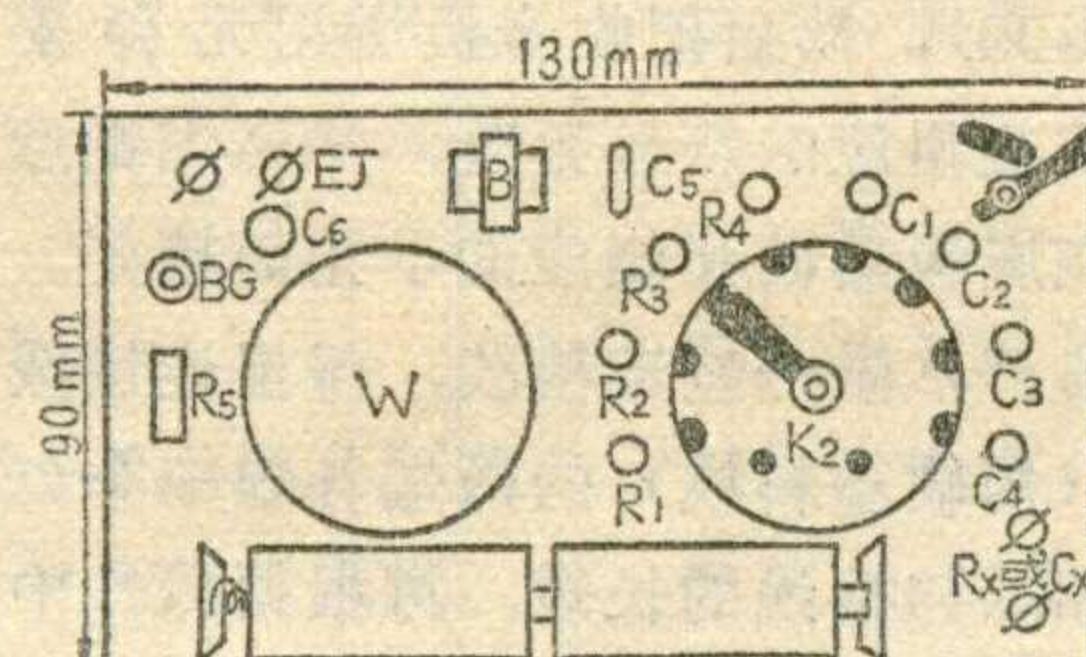
测电阻时，电桥的四个臂分别为 R_a 、 R_b 、 R_1 （或 R_2 、 R_3 、 R_4 ）、 R_x ，见图 4。从图 4 可以看出，如果 AB 和 AD 两个臂上的电压降相等，那么 B、D 两点的电位就相同，便没有电流流过耳机，耳机就不会发声（或声音最小），电桥处于平衡状态。如果 AB 和 AD 间的电压降不



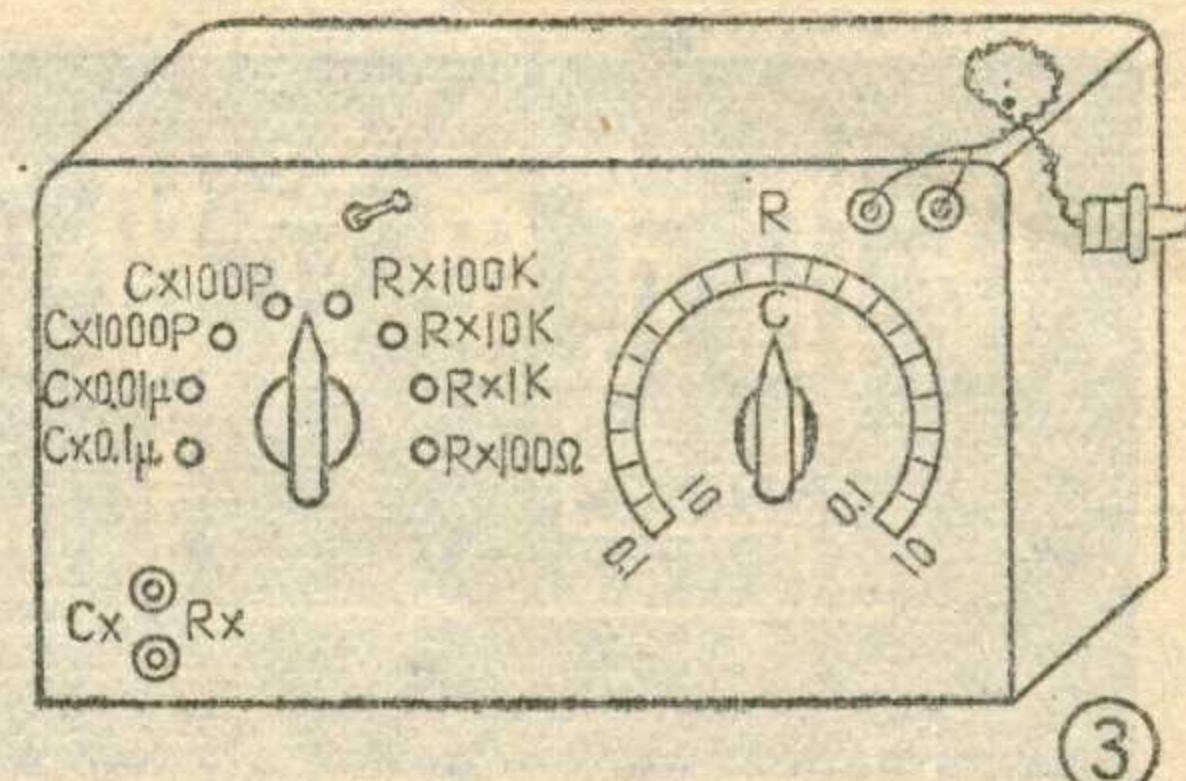
①

相等，那么 B、D 两点的电位就不相同，在耳机中就有电流流过，发出声音，电桥处于不平衡状态。另一方面，在没有接耳机时，可以看出 AC 间的电压降 $V_{AC} = i_1 R_a + i_1 R_b$ ，或者 $V_{AC} = i_2 R_x + i_2 R_1$ ，而 $V_{AB} = i_1 R_a$ ， $V_{BC} = i_1 R_b$ ， $V_{AD} = i_2 R_x$ ， $V_{DC} = i_2 R_1$ 。因此， $\frac{V_{AB}}{V_{AC}} = \frac{i_1 R_a}{i_1 R_a + i_1 R_b} = \frac{R_a}{R_a + R_b}$ ， $\frac{V_{AD}}{V_{AC}} = \frac{i_2 R_x}{i_2 R_x + i_2 R_1} = \frac{R_x}{R_x + R_1}$ 。如果要 $V_{AB} = V_{AD}$ ，就必须 $\frac{V_{AB}}{V_{AC}} = \frac{V_{AD}}{V_{AC}}$ ，即 $\frac{R_a}{R_a + R_b} = \frac{R_x}{R_x + R_1}$ 。由此得出， $R_a (R_x + R_1) = R_x (R_a + R_b)$ ，化简得出 $R_a R_1 = R_x R_b$ ，或者 $\frac{R_a}{R_b} = \frac{R_x}{R_1}$ 。

这就是说，在 $\frac{R_a}{R_b} = \frac{R_x}{R_1}$ 的条件下， V_{AB} 必等于 V_{AD} ，BD 间没有电压，电桥处于平衡状态。 $\frac{R_a}{R_b} = \frac{R_x}{R_1}$ 又叫电桥平衡条件。图 3 中 R_a 、 R_b 为图 1 中电位器 W 的两部分可变电阻。从平衡条件中可以得到 $R_x = \frac{R_a}{R_b} R_1$ 。由于， R_1 是已知的标称电阻， $\frac{R_a}{R_b}$ 之值可以用线性电位器 W 旋转的角度来表示，所以可以测知 R_x 。在测电容时，桥式电路是由电位器 W、标称电容 C_1 （或 C_2 、 C_3 、 C_4 ）及被测电容 C_x 组成。



②



③

由于 $\frac{R_a}{R_b} = \frac{X_{Cx}}{X_{C1}} = \frac{1}{\omega C_x} / \frac{1}{\omega C_1} = \frac{C_1}{C_x}$ ，得到 $C_x = \frac{R_b}{R_a} C_1$ ， C_1 为已知的标称电容，所以，可以测得 C_x 。

元件选择

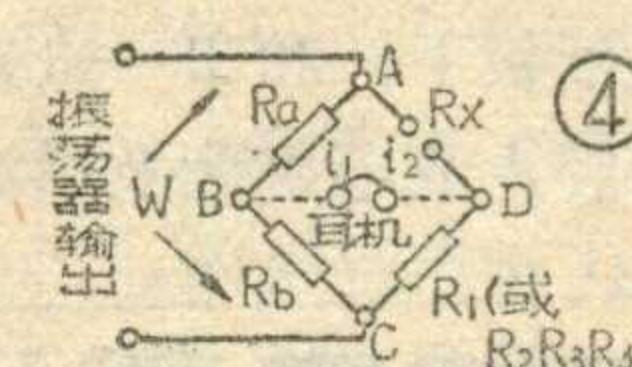
电路中，晶体管 BG 可以用任何型号的高、低频管，我们用的是 3AX22， β 值为 40。变压器 B 是用晶体管收音机中功放级的输入变压器，因为 L_1 、 C_5 组成振荡回路，所以可以通过选择 C_5 的值，来选择振荡频率。标称电阻、电容应选用误差小的元件，这样可以提高测量仪的准确度。变换量程的开关 K_2 是一只分线器，我们用了有 8 个档位的分线器，所以测量电阻、电容各有 4 个量程，若需要再增加量程，可改用多档分线器或波段开关。电位器 W 的阻值应选在几百欧姆范围内，因为电阻值太大，测量误差大，而阻值太小，又不能测量高电阻值。电位器 W 一定要用线性电位器，这样才能进行线性刻度。一般用 WX3、WX5 等都行。耳机用的是 800 欧姆的双线圈式耳塞机。电源开关 K_1 用钮子开关。

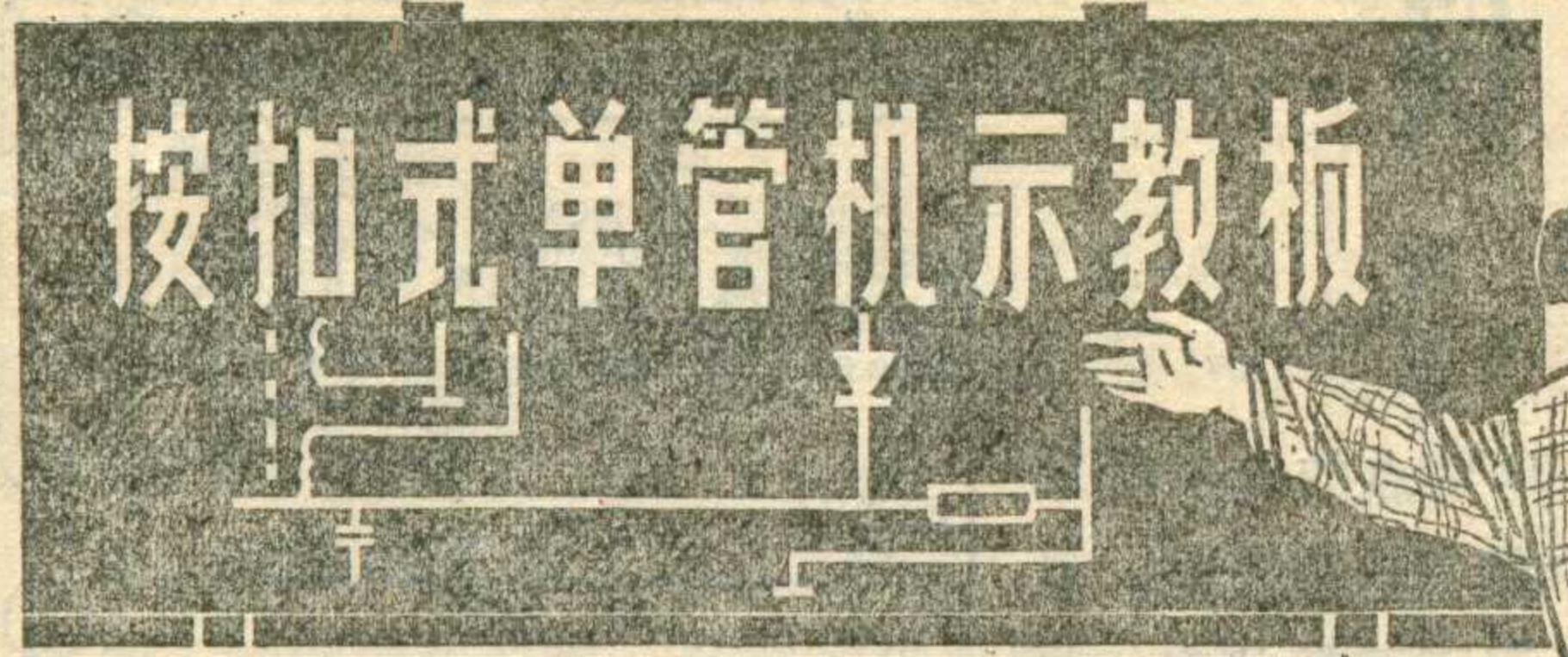
装配使用

整个电路装在一块 130×190 (毫米)² 的胶木板上，如图 2 所示。3 伏电源用两节 2 号电池，若用大一些的胶木板，也可以用两节 1 号电池。调整偏置电阻 R_5 ，使 BG 的集

电极工作电流为 0.5~2 毫安，我们选用的 R_5 为 200 千欧

(下转第 30 页)





北京市宣武区少年宫无线电组

初次参加无线电制作活动的广大青少年，往往对收音机中的各种元件和接线不熟悉。为了更好地普及无线电活动，我们根据毛主席关于“普及的东西比较简单浅显，因此也比较容易为目前广大人民群众所迅速接受”的教导，最近试验推广了一种用子母扣作连接线的半导体单管机示教板，通过它可以了解半导体收音机的基本元件和连接线路的基本方法。这种示教板元件简单，容易安装，一块示教板可以供很多人轮流使用，实践证明效果较好。

示教板的制作

1. 印制线路板：取一块纤维板或其它任何绝缘薄板（尺寸可以根据现有材料而定），外边钉一个边框（不用边也可），用浅色油漆（如米黄色）刷面，用深色油漆（如蓝色）刷边。待油漆干后即可把线路图绘在示教板上。绘的方法有两种：如是少量制作，可以把线路图先绘在一张和底板相同大小的白纸上，然后再用复写纸绘在底板上，最后用毛笔蘸上黑漆在底板上描出线路图；如果制作量较大，可先把线路图绘在一张和底板大小相同的一张较硬的纸上（如硫酸纸），然后把有线路的地方刻空。把刻好的纸板放在油印机的纱罩子下面，把刷好油漆的底板放在纸板下，和印一般宣传材料一样用胶皮或毛笔蘸上黑油

漆刮印。为了防止漆在底板上洇开，使线条不整齐，可在漆中加一些滑石粉以增加稠度。还可以先在废纸上练习，等掌握规律后再往底板上印。

2. 元件的安装：各个元件的型号和数据可以参考图①。安装时，先把子母扣中的子扣用铜丝固定在每个元件符号的引线端。为了方便，可以在每个接线端标上号码（如图②），然后把收音机所用元件安装在相应的符号旁边，并用细铜丝在底板后面和相应的子扣焊接好。

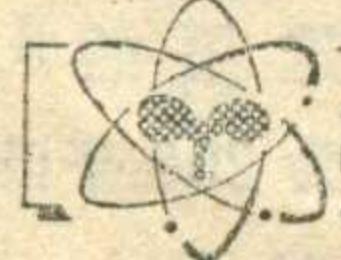
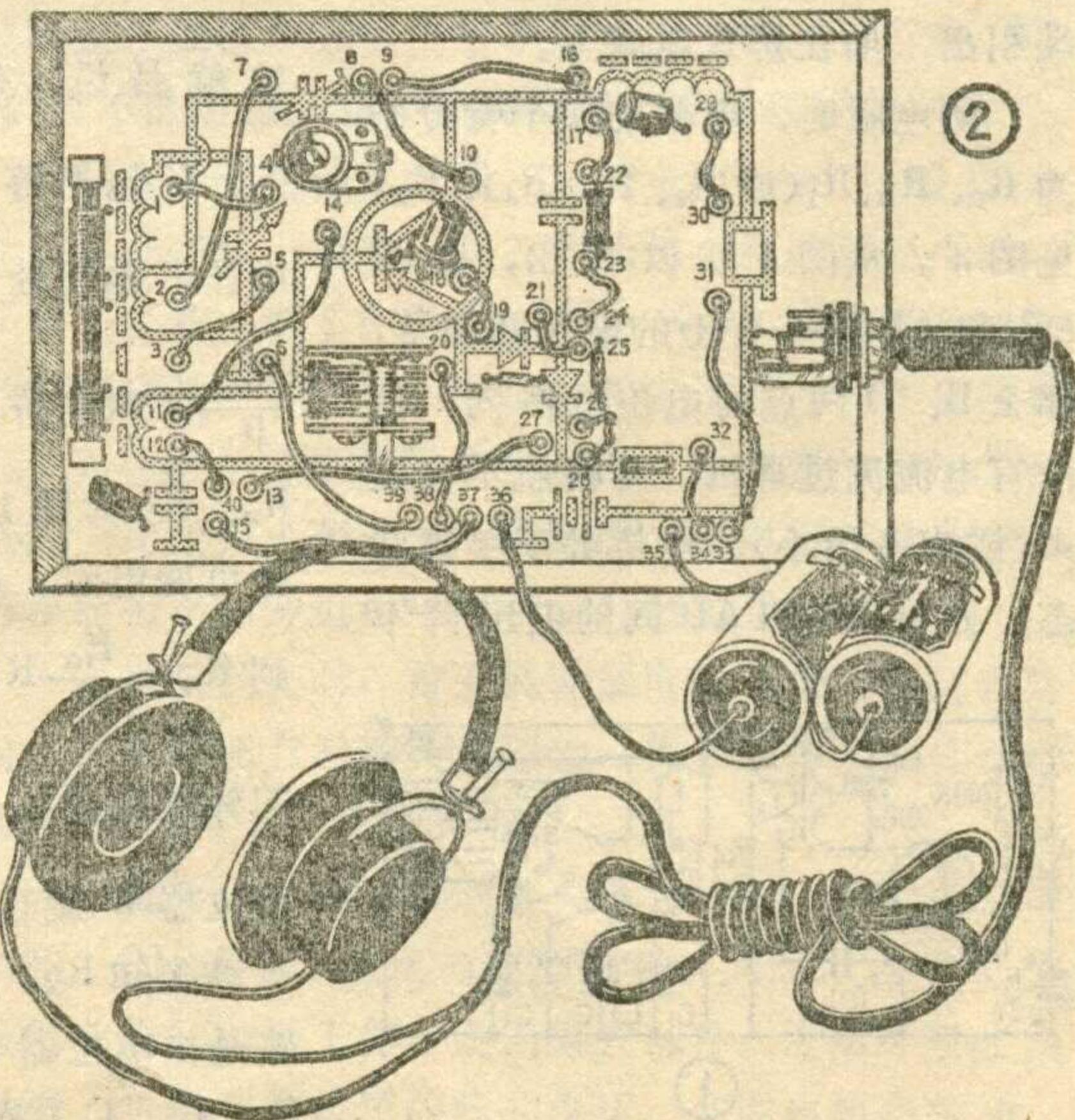
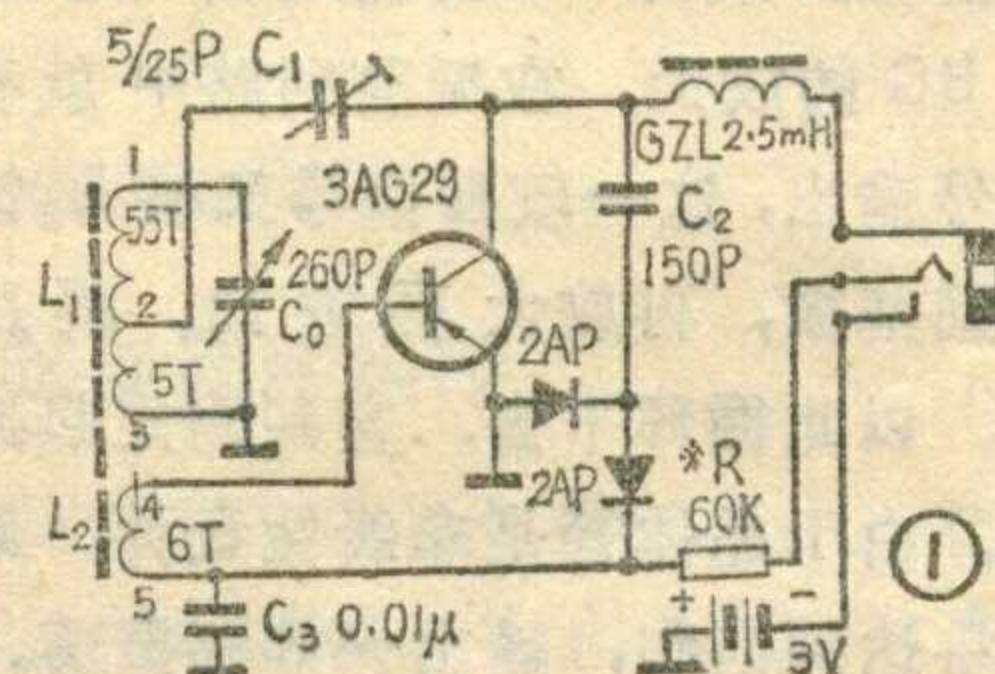
另外，做一些连接线，每根连接线（用软塑料线）的两端各焊一个母扣。连接线的长短，可根据图②中相应导线的长度来选择，可做成长短两种。再把两节1.5伏电池串起来，在正负极引出线端各焊上一个母扣，以便和线路板中的电池子扣端相接。

为了节约用线的条数，可把示教板上子扣8、9、16、17、24、25、5、6、19、20、27、28、13、40、33、34、35、36、37、38、39分别用一根铜丝连接好。最后按照线路用母扣连线把线路接好，输出端接上一个高阻耳机（图中采用2000欧姆头戴式耳机），调整好偏流电阻等

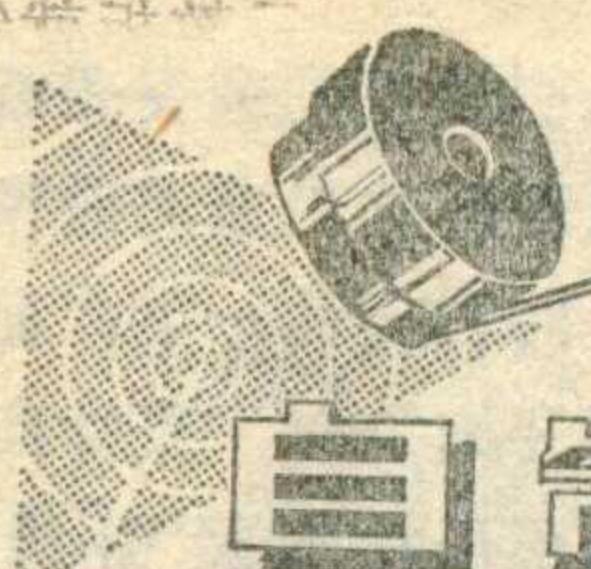
使收音机正常工作，示教板就制成了。有关单管机的原理、具体制作和调整方法，本刊以前讲过很多，这里不再重复了。

使用方法

这个示教板使用的对象是初次参加无线电制作活动的中小学生。对于高年级学生，可以先让他们认识元件，然后讲解线路的工作原理和接线方法，最后把原来接在线路板上的母扣连线全部拆下来，让初学者自己去练习接线；对于较低年级的学生，主要可先让他们认识元件，原理可以少讲或不讲，假如接线有困难，可以直接告诉他们接线的号数，最后使他们都能听到收音机的声音，达到有一个感性的认识。另外，还可以由教师事先接好线路，有意制造几处错误，让初学者学习检修技术。总之，只要动脑筋，想办法，就会使这种示教板发挥更大的作用。



初学者园地



自制简易耳机

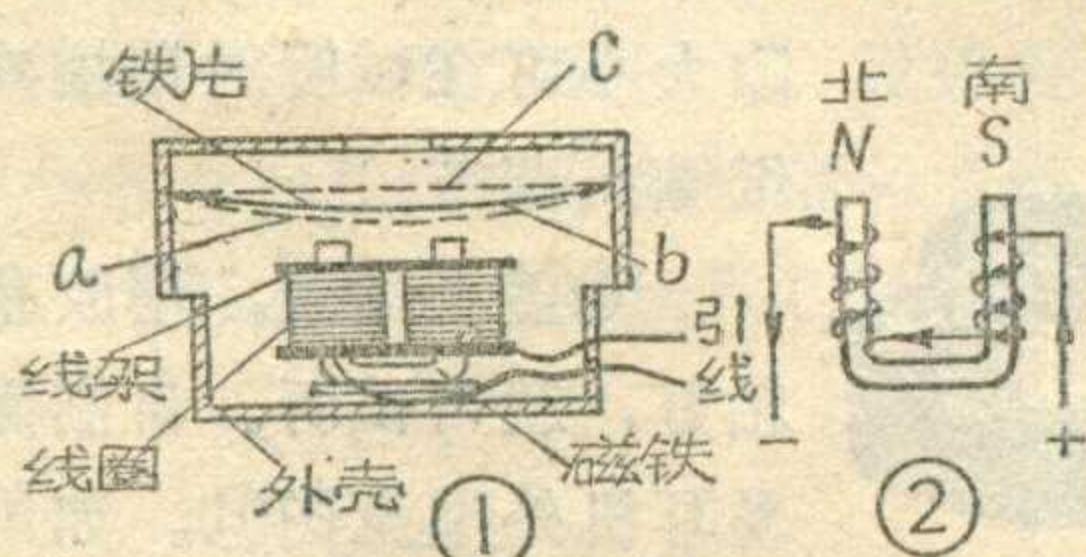
北京少年宫无线电短训班

为了更好地普及无线电活动，我们无线电短训班的同志，遵照毛主席关于“要节约闹革命”的教导，利用很便宜的废旧材料，制成了一种易于推广普及的简易耳机。下面就讲讲这种耳机的制作方法。

构造和原理

要想自制耳机，应该先了解一下耳机的构造和原理。

我们通常见到的耳机，它的构造并不复杂，是由一块永久磁铁、两个极片、线圈、振动片及外壳和接线柱等组成。常用耳机中的线圈是用较细的漆包线（42至48号，线径为 $\phi 0.10$ 至 $\phi 0.04$ ）绕成，圈数很多，它的直流电阻有2000欧、4000欧，耳塞机有 600Ω 、 800Ω 、 1500Ω 等，均称高阻耳机；另一种



直流电阻只有 8Ω 或 10Ω 的耳塞机，称低阻耳机。

自制耳机的构造比常见耳机更简单。它由磁铁、线圈、振动薄铁片及外壳等几个部分组成（如图①）。其中两个线圈是先绕在线架上，然后套在磁铁上。振动薄铁片用听筒盖与听筒壳压紧。再用胶布粘牢。

自制耳机是怎样发声的？下面来谈谈这个问题。

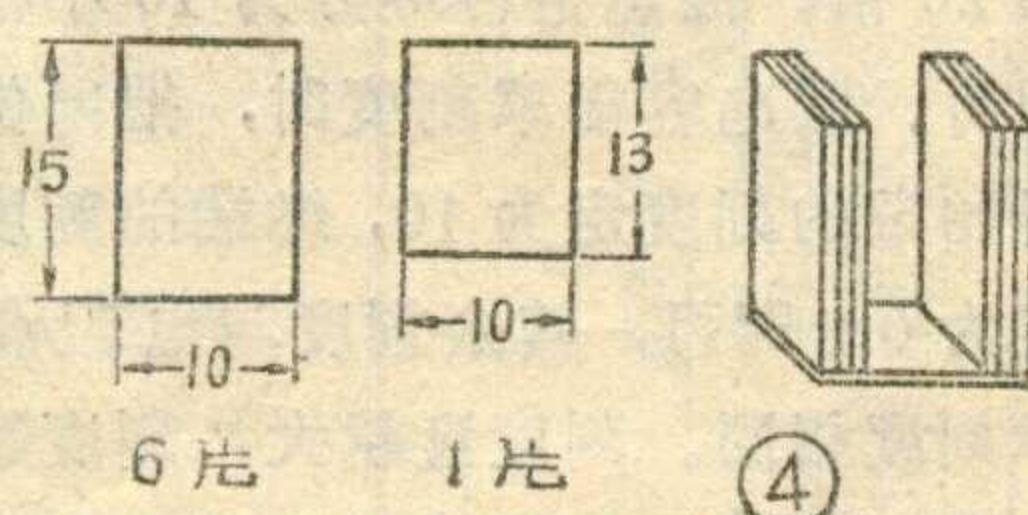
一、线圈中没有电流通过时，振动片在图①中 b 的位置，这是因为磁铁的吸力和振动片的弹力相平

衡的缘故。

二、当线圈中有直流电流通过时，线圈周围产生磁场，它的极性用右手螺旋定则来判断，即右手握住线圈，并且让四个手指顺指电流的方向，那么大拇指所指的方向就是磁场的北极（见图②）。当线圈磁场的极性和磁铁的极性相同时，磁铁的磁性加强，对铁片吸力也加强；极性相反时，磁铁的磁性减弱，吸力也减弱，所以有直流电流通过时，要注意电流的方向，接线就有正负极之分，通常用花色（红色）导线作为正极接线，白色线作为负极接线。接反了会使磁铁的磁性减弱。

三、当线圈中有音频电流通过时，在正半周，假设线圈所造成的磁场与永久磁铁的方向相同，因此磁极的磁性加强。电流从零变到最大值，振动片就从图①b 位置相应地被吸到 a 的位置；此后，电流从最大值变到零，振动片又回复到 b 的位置。负半周时，情况相反，振动片就从 b 向 c 的位置变化，再回到 b 的位置。音频电流的振幅大小，决定振动片振动幅度大小。振动片就这样跟着音频电流的频率和振幅而振动，推动它周围空气产生相应的振动，发出声音。

耳机中加磁铁的目的，主要是使薄铁片被吸



处于紧张状态，这样，上下振动时都有一定幅度，否则被吸时有振幅，不吸时则没有振幅，容易造成声音失真和灵敏度降低。

耳机中振动铁片和磁铁之间留有空隙，为了提高灵敏度，间隙应尽量小。但是间隙太小，大信号通过时会产生沙哑的杂音；而间隙过大，灵敏度就会降低。一般在铁片上下垫上纸圈来调节间隙，使声音最大而不失真。

制作材料

1. 外壳：找一个药片瓶（一般装100片的瓶）的胶木盖，锯成两层，上盖打一孔（见图③）。找一个浆糊瓶盖，旁边打上两孔（见图③），盖底用乳胶贴一层牛皮纸。

2. 振动膜片：用尽可能薄的圆铁片制成，直径和药片瓶盖一样。如果铁片太厚不易振动，可将铁片的直径裁小些，然后粘在牛皮纸上，再剪成圆片。

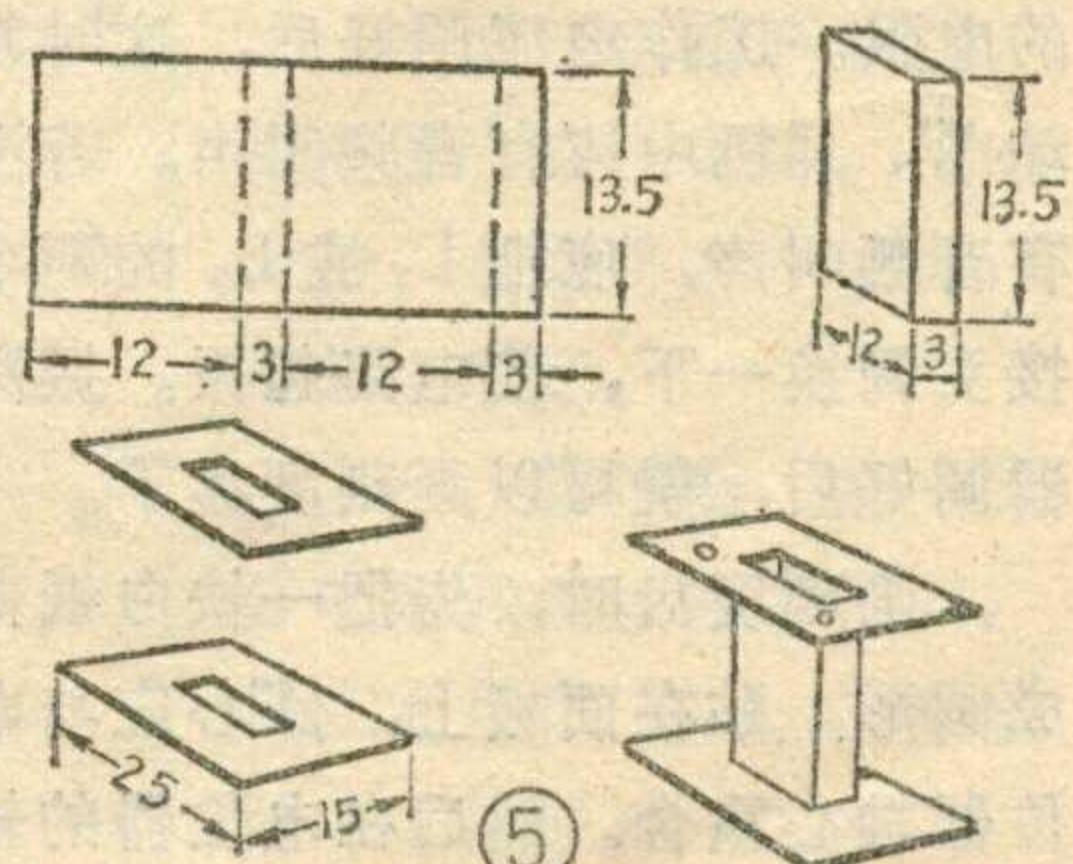
3. 纸垫圈：需要较厚的垫圈时，可用窄条胶布代替，外径和圆铁片一样。

4. 胶布一段（13~15厘米）。牛皮纸、乳胶若干、两色多股软接线各60厘米。

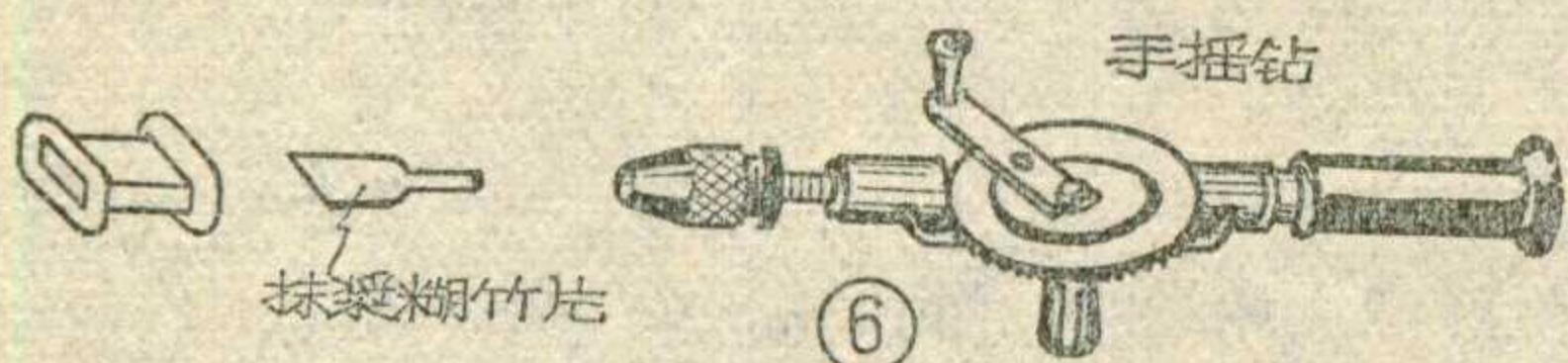
5. 废钢锯条若干，按图④所示尺寸，用砂轮磨整齐。废钢锯条由充磁机充磁后代替永久磁铁（充磁机的原理和使用将在下期介绍）。

6. 线圈支架两个：用稍硬的纸板或纸盒按图⑤所示尺寸裁好，用乳胶粘固，用锥子穿两个引线孔。

7. 绕线包两个：找线径 $\phi 0.08$ （ $\phi 0.04$ 至 $\phi 0.12$ 均可）漆包线约



100米，每个线包绕1500圈（约50米），直流电阻约175欧，两个线包共350欧左右。如果用 $\phi 0.10$ 线绕制，则两个线包共240欧。如果做低阻耳机，漆包线线径可用0.1至0.12，圈数可以减少，每个线包绕600圈即可。在绕制时，可用手摇钻代替绕线机，见图⑥。把手摇钻横着固定在台虎钳上（或其它物体上），找一个抹浆糊的竹片放入手摇钻插钻头的孔中，并固定住。线

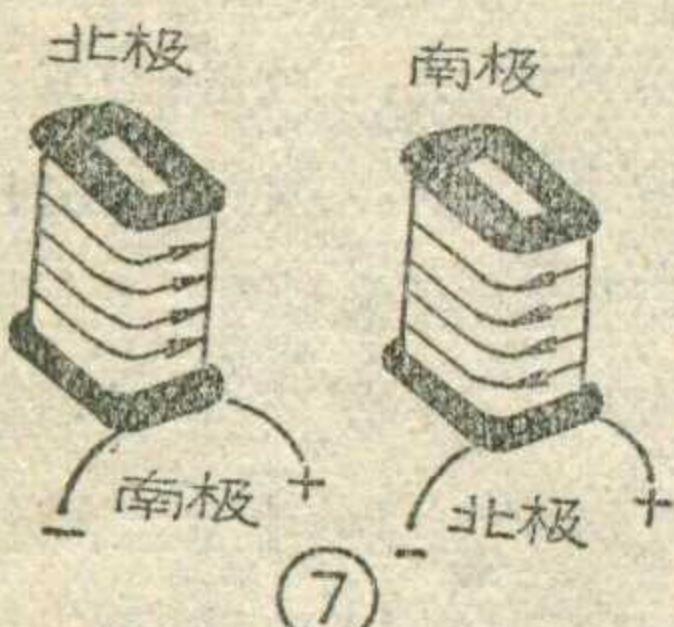


圈支架套在竹片上，转动手摇钻的摇柄，即可绕线。

在绕线圈时，如发现漆包线有断头的，一定要用细砂纸将绝缘漆打光，并用焊锡接好，再用薄绝缘纸包住。绕制完毕，应检查线包是否通路。

组 装

1. 确定线圈正负极和它产生磁场的南北极。为了使二个线圈在有电流通过时，所产生磁场相加，假设电流流入端为正极，电流流出端为负极。按右手螺旋定则判断磁场的极性，注明南北极和正负极（见图⑦）。将两



右手螺旋定则判断磁场的极性，注明南北极和正负极（见图⑦）。将两

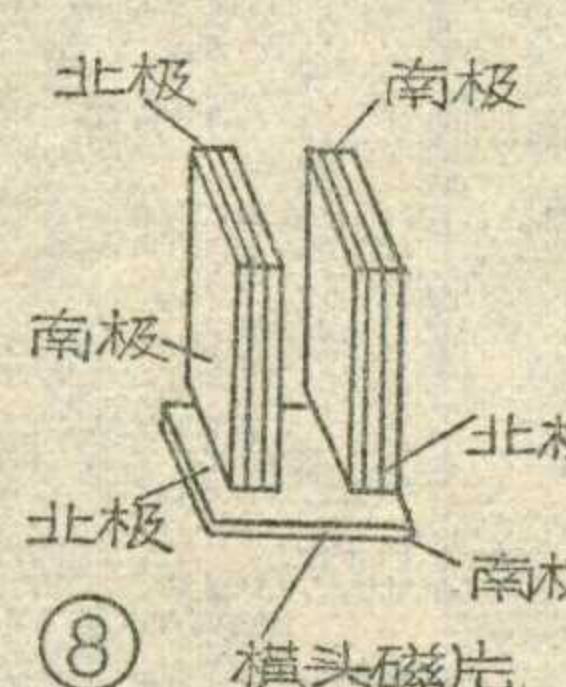
个线包靠拢，尽量贴近，用牛皮纸把交接处贴牢，使两个线包互相不脱离。把线圈支架多余部分修整成近似圆形，以便装入盒盖内。再将一个线包的正极和另一个的负极焊接好。

2. 钢锯片充磁后磁极的组合按图⑧进行。

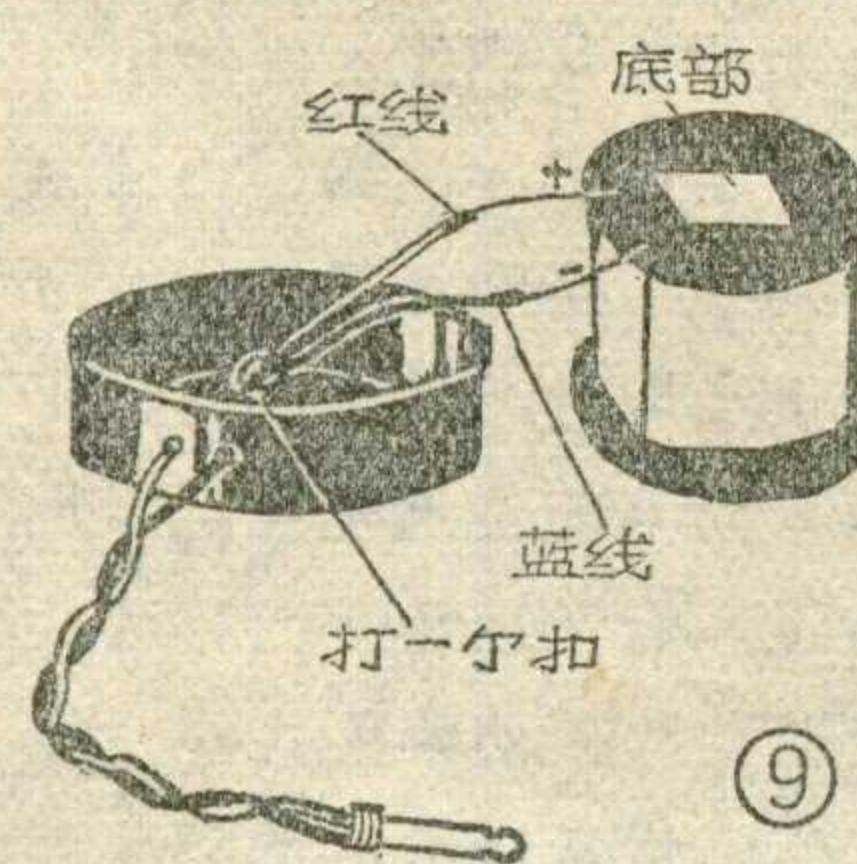
①先将横头的磁片用牛皮纸、乳胶（或万能胶）封固在线包底部。它的南北极性和线包的南北极性要相反。

②将其它磁片分别插入线包里，注意南、北极性要和线包的南北极性相同，并且和横头磁片相吸住。磁片和线架之间的空隙注入少许乳胶封固，使磁片不易振动或脱落。

③将软接线（红、蓝各一根）和线包的正、负极接线焊接好（见

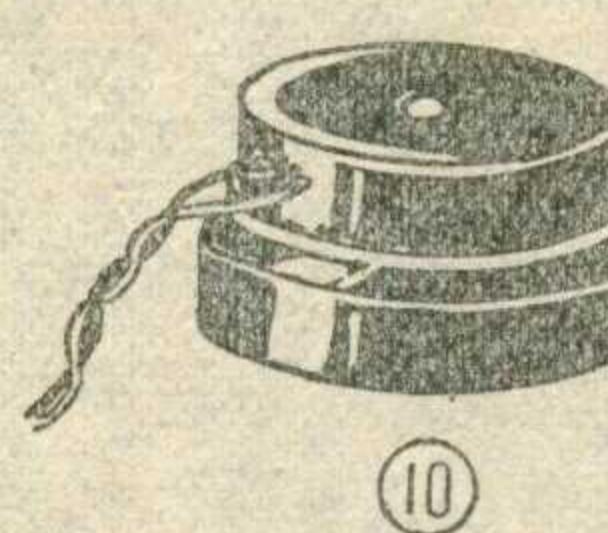


图⑨）。用乳胶将线包底部和浆糊盖底部粘在一起。检验耳机接线正负极的方法很



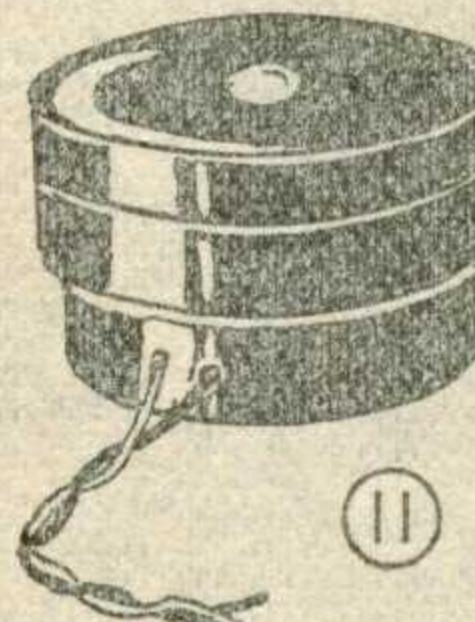
⑨

简单，将耳机引线接到毫安表或微安表上。当振动膜片迅速向磁铁贴近时，如表针向右摆动一下；而振动膜片迅速离开磁铁时，表针向左摆动一下，则正表针所接引线即



⑩

耳机外型



⑪

耳机的正极。负表笔接的是耳机的负极。如果磁片极性放错，磁性减弱，或线圈正负极接错，表针就摆不起来。

④粘外壳。将外壳倒扣在平板上，使磁片和外壳在一个平面上，用乳胶将大小两盖粘固（见图10），如有空隙可塞一圈纸圈，再封固，等干固后再挪动。

⑤调整振动铁片与磁铁片之间距离。将振动铁片上下都垫纸圈（层数可增减）放在磁片上，并使铁片和磁片之间有一定的空隙，空隙大小可在试听时用增减纸圈来调节。

⑥盖上盒盖，用胶布粘好，就可试听。自制简易耳型见图⑪。如用铁丝再给耳型做个架子，能戴在头上收听，使用起来更方便。

~~~~~

（上接第27页）

的电阻。工作电流调好后，这时旋动W，耳机中应有音频叫声。若没有音频叫声，应把L<sub>1</sub>或L<sub>3</sub>的两个接头调换一下，使电路起振。振荡器调好后，就可以画刻度盘了。

画刻度盘时，先把一块白纸剪成圆形，贴在面板上，圆心应与电位器轴心重合。然后在电位器的轴上安一个有指向的旋钮。画电阻倍

率刻度时，首先把电位器的始端刻度定为0.1，旋动电位器至终端，且把终端刻度定为10，把转柄在0.1~10范围内所画的弧度线等分为20格，把每格再等分为10小格即可。画电容倍率刻度时，把电位器始端的刻度定为10，终端的刻度定为0.1即可，其余刻度与电阻倍率刻度相同。刻度盘越大，刻度越准确，仪器的测量准确度也越高。

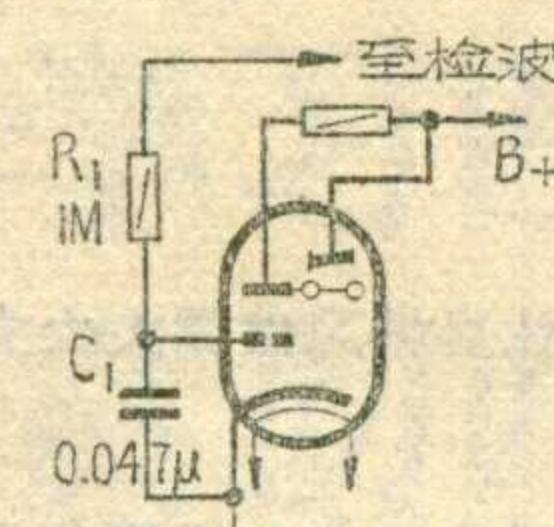
度盘画好后，最好用标准电阻、电容校准几次。仪器的外型如图3所示。

使用时，先接通电源，选好量程，耳机中应能听到音频振荡声。然后接入待测电阻或电容，调节电位器旋钮，使声音消失（或最小）为止，此时旋钮所指的倍率数乘以电阻或电容的量程即为所测元件值。

# 问答

问：有一台六灯交流收音机收音正常，调谐指示管的绿光正常，但选择电台时，调谐指示管不起指示作用，为什么？

答：这是由于调谐指示管输入控制栅极的控制电压失常造成的。例如图中滤波电阻  $R_1$  阻值变得很大或开路，或旁路电容  $C_1$  漏电、短路，使自动音量控制信号加不到调谐指示管的控制栅极，造成调谐无指示。另外也可能指示管内部损坏。管座接触是否良好，也应当检查一下。



(毛瑞年答)

问：自装一台六管超外差式晶体管收音机，收音效果较好，但发现耗电特别大，电池用不多天就消耗完了，为什么？

答：这是收音机总电流过大造成的。一般情况功放级占总耗电 80% 以上，应重点检查。功放级故障可能是：①偏流电阻过小；②输出变压器绕组对铁心短路；③滤波电解电容器击穿或漏电；④劣质电解电容器错接在开关外（直接跨在电池两极上）等原因造成的。

一般正常情况下，无信号时总电流约在 10mA 以内，有信号时可增至几十毫安并随音量大小而波动。

(薛喜答)

问：晶体管扩音机的功放管（例如 3AD30）与散热片之间垫着一片云母片，而云母片上又涂有一种叫硅脂的东西，这硅脂起什么作用？换管以后不用行吗？

答：散热片是用来给晶体管散热的。但是由于晶体管壳与云母片或云母片与散热片之间接触不够紧密，便会使热传导不够良好，涂上硅脂后，则不再有空隙，便能降低热阻，对散热有帮助。

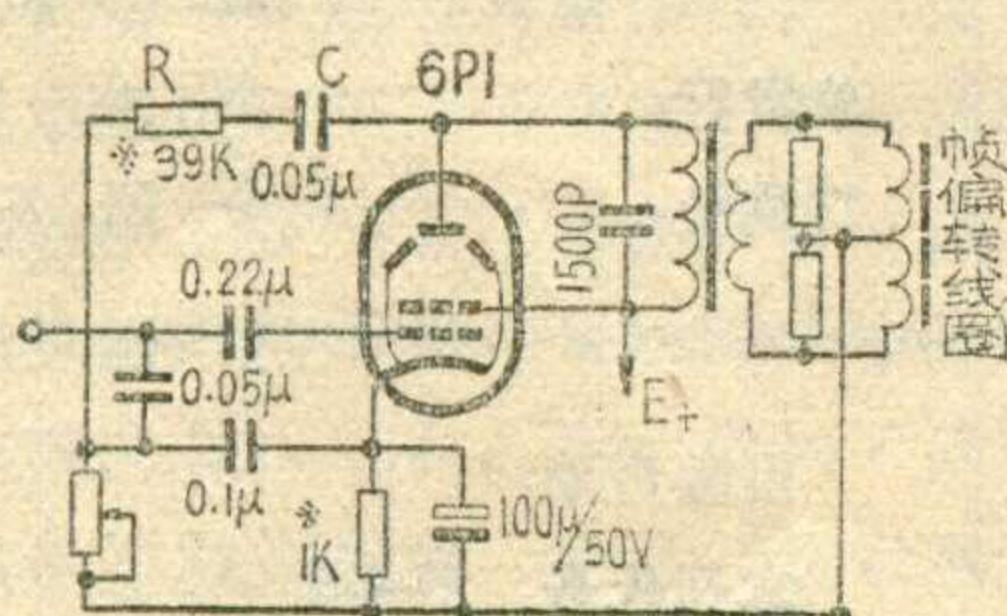
换用新晶体管时，仍应涂上硅脂，可以用小刀细心把原有硅脂刮下再用。

(方锡答)

问：有一台电视机，图象和伴音都正常，但在屏幕上端出现两条明亮的横线，为什么？

答：这两条明亮的横线是电视台在发送电视节目的同时，在场逆程中（行扫描第 19、20 行和 331、332 行）发送的测试信号。正常的电视机光栅最上端的几行都被机内消隐信号所消去。即使未消去，也在屏幕以外，因此正常的电视机在屏幕上看不见这两条横线。

但当电视机场扫描部分有故障，使场扫描逆程时间变长时，这两条明亮的横线就落在屏幕上。这时，如果场消隐脉冲幅度不足，或者不够宽，就不能把这两条横线消隐。



掉。至于场扫描逆程太长，其原因较多。例如在用多谐振荡器作振荡的电视机里，很可能是控制逆程的 R、C 电路时间常数太大造成；而在利用间歇振荡器作振荡的电视机里，可能是振荡管导通时间太长，电子管栅极或晶体管基极定时电容器数值太大，或管子衰老而使其输入电阻变大造成。

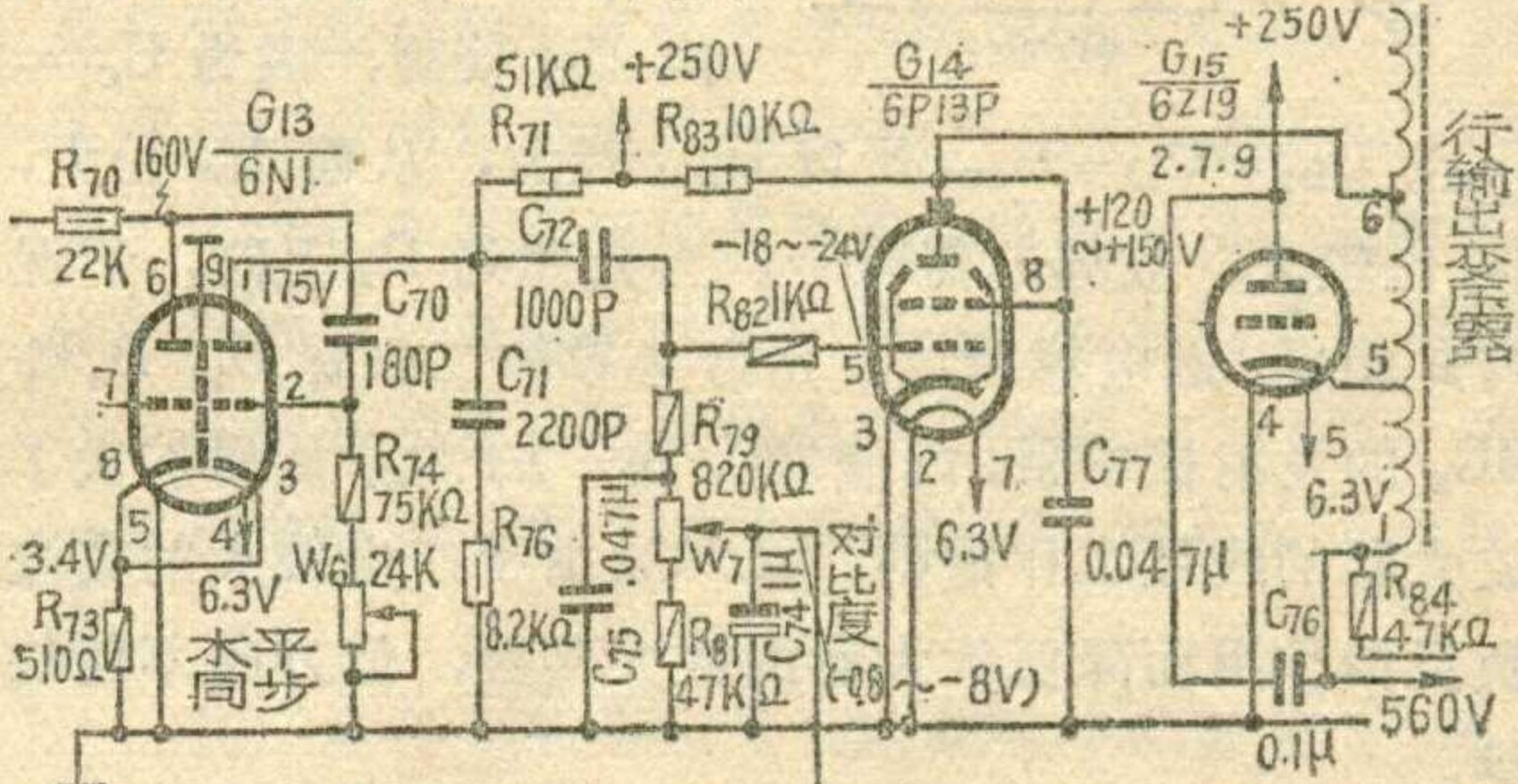
又如在场输出级中，输出变压器初级并联的电容变值或校正线性的负反馈网络中某元件变值。以“北京牌 825—2”型电视机为例（见附图），当场输出级负反馈网络的 C 漏电或 R 变值，使得负反馈加深，引起扫描顶部压缩及场扫描起始点线性变差，因此，二条亮线就出现在屏幕上。

这种故障修理的方法，是更换电容器或电阻。若亮线仍不能完全移到屏幕以外，可以用一只 50KΩ 电位器代替 R，调整电位器，便可以使亮线移出屏幕。

另外，加强机内消隐信号也可在很大程度内消除亮线，一般可加大消隐耦合电容（即消隐电路中的微分电路的电容）。

(林永恩答)

问：有一台 104—2 型电视机行幅度不够，每边缺少 10 多毫米，为什么？



答：行扫描幅度不够，大多是由于行振荡管或输出管衰老。最简单的办法是更换管子试试。若更换管子后幅度仍不足，可测量一下行振荡管和输出管的工作电压。104—2 型机的行扫描两个管子的工作电压见附图。如果某一级工作电压失常则应检查与该级有关的元件。例如，6P13P 帷栅压太低，很可能是  $R_{83}$  变值或  $C_{77}$  漏电。如发现 6P13P 栅负压太低（正常值应是 -18V ~ -24V），则可能是振荡管输出低，应检查振荡管工作情况和级间耦合元件。

如果经检查电路部分无故障，那么可能是高压变压器或行偏转线圈中有匝间短路。

问：有一台电子管电视机，使用一段时间后发现行频调不到同步怎么办？

答：这种电视机往往是使用 6N1 电子管作行振荡管。电子管 6N1 使用一段时间后特性变了，使电视机行振荡频率也变更，就会出现行频旋钮调至极边位置都不能使行频同步。以上题附图中电视机的行扫描线路为例，如果行频调节旋钮向左旋到底时接近同步，

# 无线电

1975年第1期(总第148期)

## 目 录

- 认真学习四届人大文件 努力贯彻四届人大精神 ..... 北京第二无线电器材厂 (1)
- 新宪法句句说到我们工人的心坎上 ..... 北京电子管厂工人齐太旺 (2)
- 矿井架线电机车脉冲调速 ..... 北京矿务局王平村矿 (3)
- 晶体管高压静电发生器的制作 ..... 上海第九织布厂工人王德沅 (8)
- 煤位自动跟踪信号器 ..... 开滦吕家坨矿洗煤厂 (9)
- 电源保险熔断自动告警装置 ..... 邓殿顺 (10)
- 凯歌牌4D4型晶体管电视接收机 ..... 谢峰 (11)
- 对“简易电视机高频通道”一文的补充 ..... 吴德麟 (16)
- \*农村有线广播\*
- 音频变压器主要性能的测量 ..... 吉广有 (17)
- 电源变压器的简易设计 ..... 缪士昌 (19)
- 国产小功率变压器常用的标准铁心片
- 规格(封三说明) ..... 罗祖蔚 (22)
- 电子管收音机的故障检修(5) ..... 工人技术员 毛瑞年 (23)
- \*实验室\*
- 光电自动控制器 ..... 王兴乃 (25)
- 简易阻容测量仪 ..... 北京市75中学课外无线电小组 (27)
- \*初学者园地\*
- 按扣式单管机示教板 ..... 北京市宣武区少年宫无线电组 (28)
- 自制简易耳机 ..... 北京市少年宫无线电短训班 (29)
- \*问与答\*
- 封面说明: 广东汕头超声电子仪器厂生产的十通道超声波探伤仪。
- 封底说明: 上海手套一厂程控车间一角。

编辑、出版: 人民邮电出版社  
(北京东长安街27号)

印 刷: 正文: 北京新华印刷厂

封面: 北京胶印厂

总发行: 邮电部北京邮局

订购处: 全国各地邮电局所

出版日期: 1975年1月25日  
本刊代号: 2—75 每册定价0.17元

可将行频  $W_6$  电位器上串联的电阻  $R_{74}$  阻值减少 15~20 千欧; 如果行频调节旋钮向右旋到底时接近同步, 则可将原来的电阻  $R_{74}$  增加 15~20 千欧。

(以上曾来顺答)



(上接第26页)

小可实验确定。

只有一级光电放大器的光电自动控制器, 虽然结构简单, 元件少, 但它的灵敏度还是较低的。为了提高光电自动控制器的灵敏度, 可采用两级或两级以上的光电放大器的电路, 这样灵敏度会有大幅度的提高。另外, 如果我们使用的继电器灵敏度较低(即吸合电流很大)时, 也要采用这种具有多级光电放大器的电路。

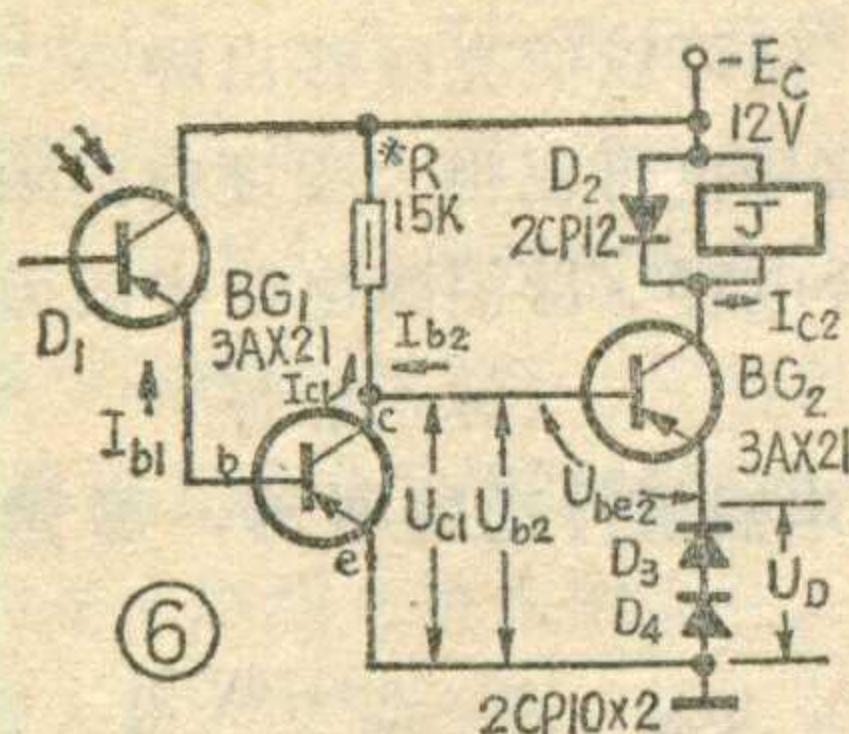


图6是具有两级光电放大器的电路,  $BG_1$ 、 $BG_2$ 采用直接耦合。它的工作过程是: 当光没有照到  $D_1$  上时,  $I_{b1}$  很小,  $I_{c1}$  也很小,  $U_{c1}$  较高, 因为  $U_{c1} = U_{b2}$ ,  $U_{b2} = U_D + U_{ce2}$  所以  $U_{be2}$  较大, 从而  $I_{b2}$  较大,  $I_{c2}$  也较大, 故继电器吸合。当光照到  $D_1$  上时, 情况与此相反, 继电器释放。用硅半导体二极管  $D_3$ 、 $D_4$  作  $BG_2$  的发射极电阻, 既能增大  $BG_1$  的  $U_{c1}$  从而扩大了放大器的线性工作范围, 又不致由于产生较大的直流负反馈作用而降低放大器的放大倍数, 但方向不能接错。

这种电路当采用前面所说的灵敏继电器时, 用普通手电筒作为照明光源, 在相隔 1.2 米的范围内, 就能准确地动作。如换用绕组电阻为 470 欧, 吸合电流为 18 毫安的继电器时, 在相距 0.7 米的范围内, 也极为灵敏。

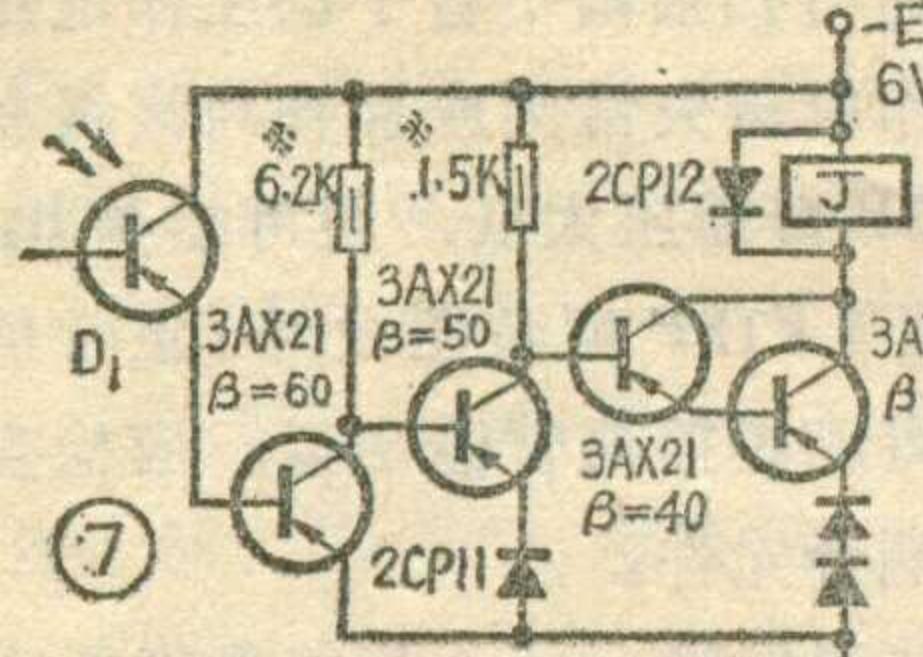
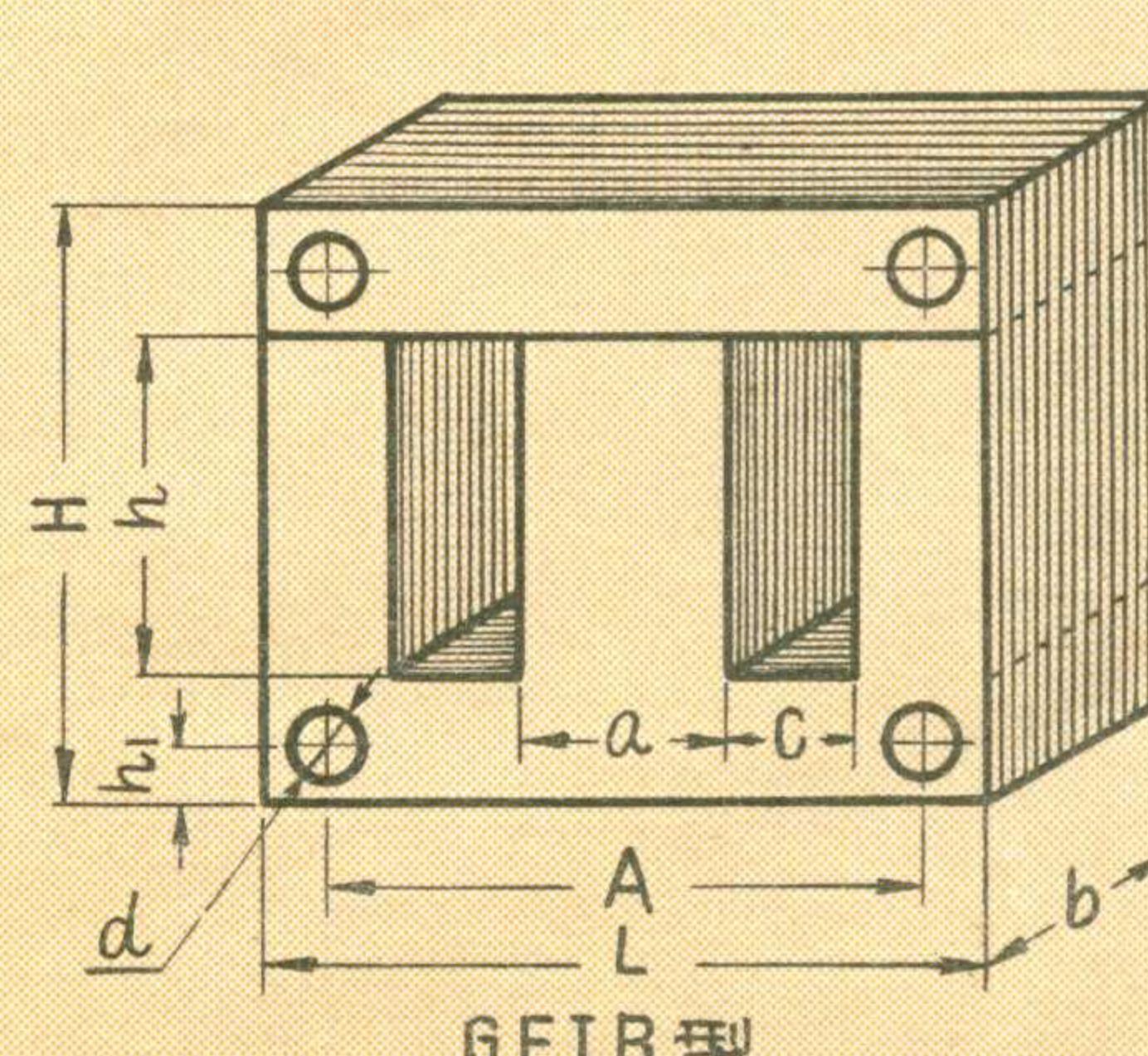
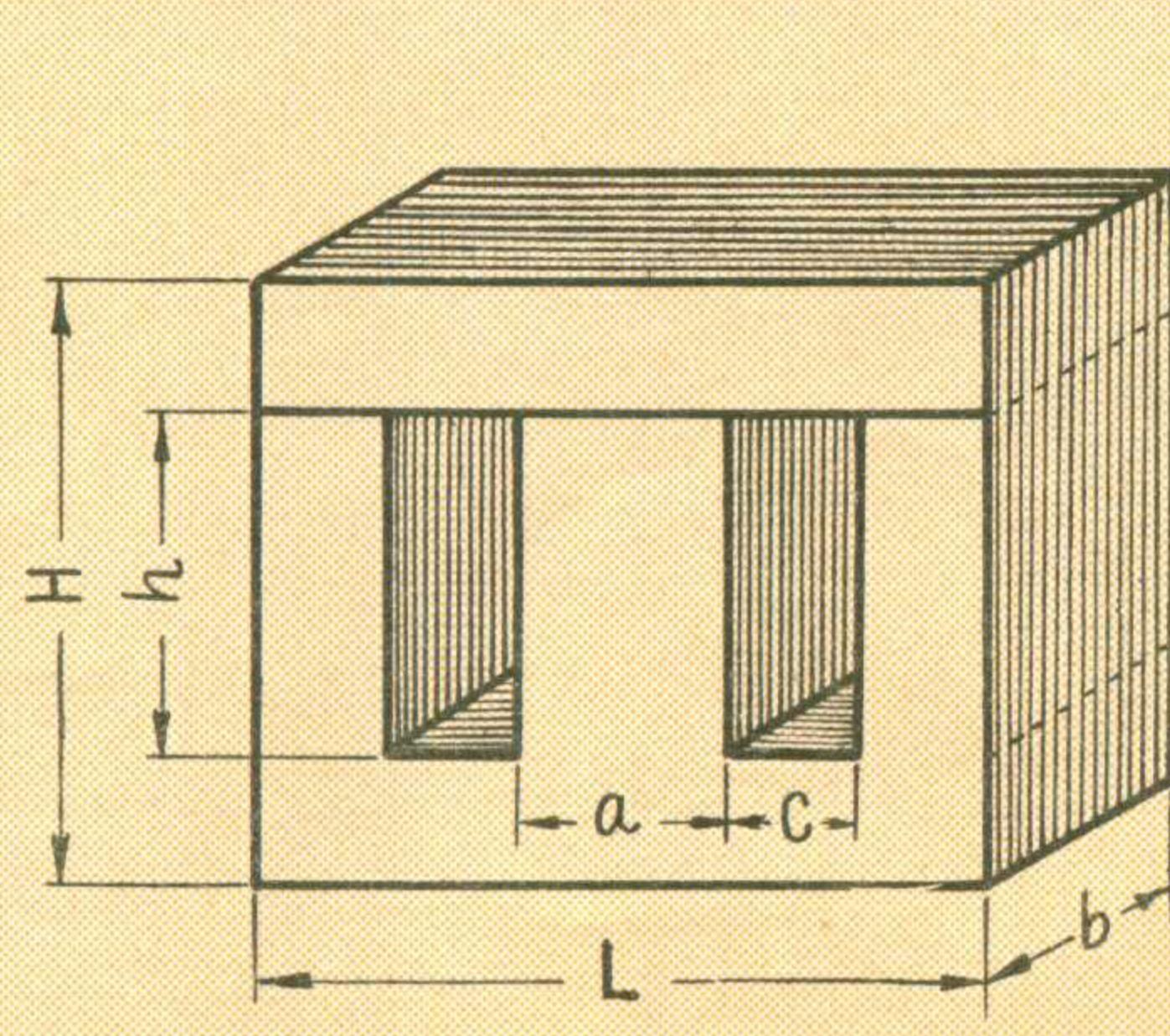


图7是具有三级光电放大器的电路, 它也采用直接耦合, 第三级为了获得大的放大倍数和较大的输出电流使用了一只小功率管和一只中功率管所组成的复合管。电路为亮通式的。这种电路, 可以采用绕组内阻为 30 欧吸合电流达 100 毫安的继电器。发射极两个二极管用 2CP33。

前面所介绍的只是关于光电自动控制器的一些基本原理。如果我们熟悉了这些基本原理, 再通过实践, 根据生产需要来控制不同的器件, 就可以把光电自动控制器用于自动计数、自动测量、自动保护、照明控制、自动控制等方面。

# 国产小功率变压器常用的标准铁心片规格

| 铁心片<br>型号 | 铁心<br>规 格<br>(毫米)<br>$a \times b$ | 尺 寸 (毫米) |       |      |     |     |   | 参 放 数 据 |                              |                              |                                     |                                    |
|-----------|-----------------------------------|----------|-------|------|-----|-----|---|---------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
|           |                                   | C        | H     | h    | L   | A   | d | $h_1$   | 磁路<br>平均<br>长度<br>(厘米)       | 中 间 舌 片 (厘米)<br>净 截 面 积      | 铁 心 净 重 量<br>(公 斤)                  |                                    |
|           |                                   |          |       |      |     |     |   |         |                              | 铁 心 片 厚 度<br>(毫 米)           | 铁 心 片 厚 度<br>(毫 米)                  |                                    |
| GEII0     | 10×12.5                           | 6.5      | 31    | 18   | 36  |     |   | 5.76    | 1.06<br>1.28<br>1.49<br>1.70 | 1.14<br>1.37<br>1.59<br>1.82 | 0.0706<br>0.0848<br>0.0990<br>0.113 | 0.0756<br>0.0908<br>0.106<br>0.121 |
|           | 10×15                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 1.53<br>1.84<br>2.14<br>2.45 | 1.64<br>1.97<br>2.28<br>2.62        | 0.127<br>0.152<br>0.178<br>0.203   |
|           | 10×17.5                           |          |       |      |     |     |   |         |                              | 2.14<br>2.50<br>2.86<br>3.33 | 2.29<br>2.68<br>3.06<br>3.57        | 0.197<br>0.230<br>0.263<br>0.306   |
|           | 10×20                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 2.72<br>3.26<br>3.81<br>4.35 | 2.91<br>3.49<br>4.08<br>4.66        | 0.273<br>0.340<br>0.396<br>0.453   |
| GEII2     | 12×15                             | 8        | 38    | 22   | 44  |     |   | 6.94    | 1.53<br>1.84<br>2.14<br>2.45 | 1.64<br>1.97<br>2.28<br>2.62 | 0.127<br>0.163<br>0.190<br>0.217    |                                    |
|           | 12×18                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 2.50<br>2.86<br>3.33         | 2.68<br>3.06<br>3.57                | 0.136<br>0.163<br>0.190            |
|           | 12×21                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 3.06<br>3.57                 | 3.06<br>3.57                        | 0.163<br>0.190                     |
|           | 12×24                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 3.86<br>4.33                 | 3.86<br>4.33                        | 0.217<br>0.244                     |
| GEII4     | 14×18                             | 9        | 43    | 25   | 50  |     |   | 8.04    | 2.14<br>2.50<br>2.86<br>3.33 | 2.29<br>2.68<br>3.06<br>3.57 | 0.197<br>0.230<br>0.263<br>0.306    |                                    |
|           | 14×21                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 3.86<br>4.33                 | 3.86<br>4.33                        | 0.211<br>0.246                     |
|           | 14×24                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 4.50<br>5.07                 | 4.50<br>5.07                        | 0.246<br>0.281                     |
|           | 14×28                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 5.33<br>6.14                 | 5.33<br>6.14                        | 0.327<br>0.364                     |
| GEII6     | 16×20                             | 10       | 48    | 28   | 56  |     |   | 9.15    | 2.72<br>3.26<br>3.81<br>4.35 | 2.91<br>3.49<br>4.08<br>4.66 | 0.273<br>0.340<br>0.396<br>0.453    |                                    |
|           | 16×24                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 5.07<br>5.81                 | 5.07<br>5.81                        | 0.293<br>0.364                     |
|           | 16×28                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 6.14<br>7.11                 | 6.14<br>7.11                        | 0.424<br>1.06                      |
|           | 16×32                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 7.11<br>8.23                 | 7.11<br>8.23                        | 0.485<br>1.23                      |
| GEIB19    | 19×24                             | 12       | 57.5  | 33.5 | 67  | 55  | 4 | 6       | 10.9                         | 3.88<br>4.52<br>5.17<br>6.14 | 4.15<br>4.84<br>5.53<br>6.57        | 0.464<br>0.538<br>0.617<br>0.732   |
|           | 19×28                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 6.88<br>7.52                 | 6.88<br>7.52                        | 0.496<br>0.576                     |
|           | 19×32                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 8.52<br>9.17                 | 8.52<br>9.17                        | 0.660<br>1.06                      |
|           | 19×38                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 9.81<br>10.45                | 9.81<br>10.45                       | 0.783<br>1.23                      |
| GEIB22    | 22×28                             | 14       | 67    | 39   | 78  | 64  | 5 | 7       | 12.7                         | 5.25<br>6.17<br>7.11<br>8.23 | 5.62<br>6.61<br>7.61<br>8.81        | 0.730<br>0.860<br>0.991<br>1.15    |
|           | 22×33                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 9.29<br>10.17                | 9.29<br>10.17                       | 0.781<br>0.920                     |
|           | 22×38                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 11.11<br>12.11               | 11.11<br>12.11                      | 1.06<br>1.83                       |
|           | 22×44                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 12.3<br>13.3                 | 12.3<br>13.3                        | 1.23<br>2.12                       |
| GEIB26    | 26×33                             | 17       | 81    | 47   | 94  | 77  | 5 | 8.5     | 15.0                         | 7.29<br>8.62<br>9.95<br>11.5 | 7.81<br>9.23<br>10.6<br>12.3        | 1.22<br>1.49<br>1.71<br>2.32       |
|           | 26×39                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 11.5<br>13.3                 | 11.5<br>13.3                        | 1.60<br>2.51                       |
|           | 26×45                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 13.3<br>15.3                 | 13.3<br>15.3                        | 2.68<br>3.09                       |
|           | 26×52                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 15.3<br>17.0                 | 15.3<br>17.0                        | 2.12<br>4.92                       |
| GEIB30    | 30×38                             | 19       | 91    | 53   | 106 | 87  | 6 | 9.5     | 17.2                         | 9.69<br>11.5<br>13.3<br>15.3 | 10.4<br>12.3<br>14.2<br>16.4        | 1.83<br>2.71<br>2.51<br>2.89       |
|           | 30×45                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 11.5<br>13.3                 | 11.5<br>13.3                        | 2.32<br>2.68                       |
|           | 30×52                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 13.3<br>15.3                 | 13.3<br>15.3                        | 2.51<br>3.09                       |
|           | 30×60                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 15.3<br>17.0                 | 15.3<br>17.0                        | 4.92<br>4.84                       |
| GEIB35    | 35×44                             | 22       | 105.5 | 61.5 | 123 | 101 | 6 | 11      | 20.0                         | 13.1<br>15.1<br>17.9<br>20.8 | 14.0<br>16.6<br>19.1<br>22.3        | 2.92<br>3.43<br>3.95<br>4.61       |
|           | 35×52                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 15.1<br>17.9                 | 15.1<br>17.9                        | 3.65<br>4.22                       |
|           | 35×60                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 17.9<br>20.8                 | 17.9<br>20.8                        | 4.92<br>5.80                       |
|           | 35×70                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 20.8<br>23.8                 | 20.8<br>23.8                        | 5.80<br>6.78                       |
| GEIB40    | 40×50                             | 26       | 124   | 72   | 144 | 118 | 6 | 13      | 23.0                         | 17.0<br>20.4<br>23.8<br>27.2 | 18.2<br>21.8<br>25.5<br>29.1        | 4.52<br>5.43<br>6.35<br>7.24       |
|           | 40×60                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 20.4<br>23.8                 | 20.4<br>23.8                        | 5.80<br>6.78                       |
|           | 40×70                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 23.8<br>27.2                 | 23.8<br>27.2                        | 6.35<br>7.75                       |
|           | 40×80                             |          |       |      |     |     |   |         |                              | 27.2<br>30.8                 | 27.2<br>30.8                        | 7.75                               |



抓革命、促生产、促工作、促战备。

