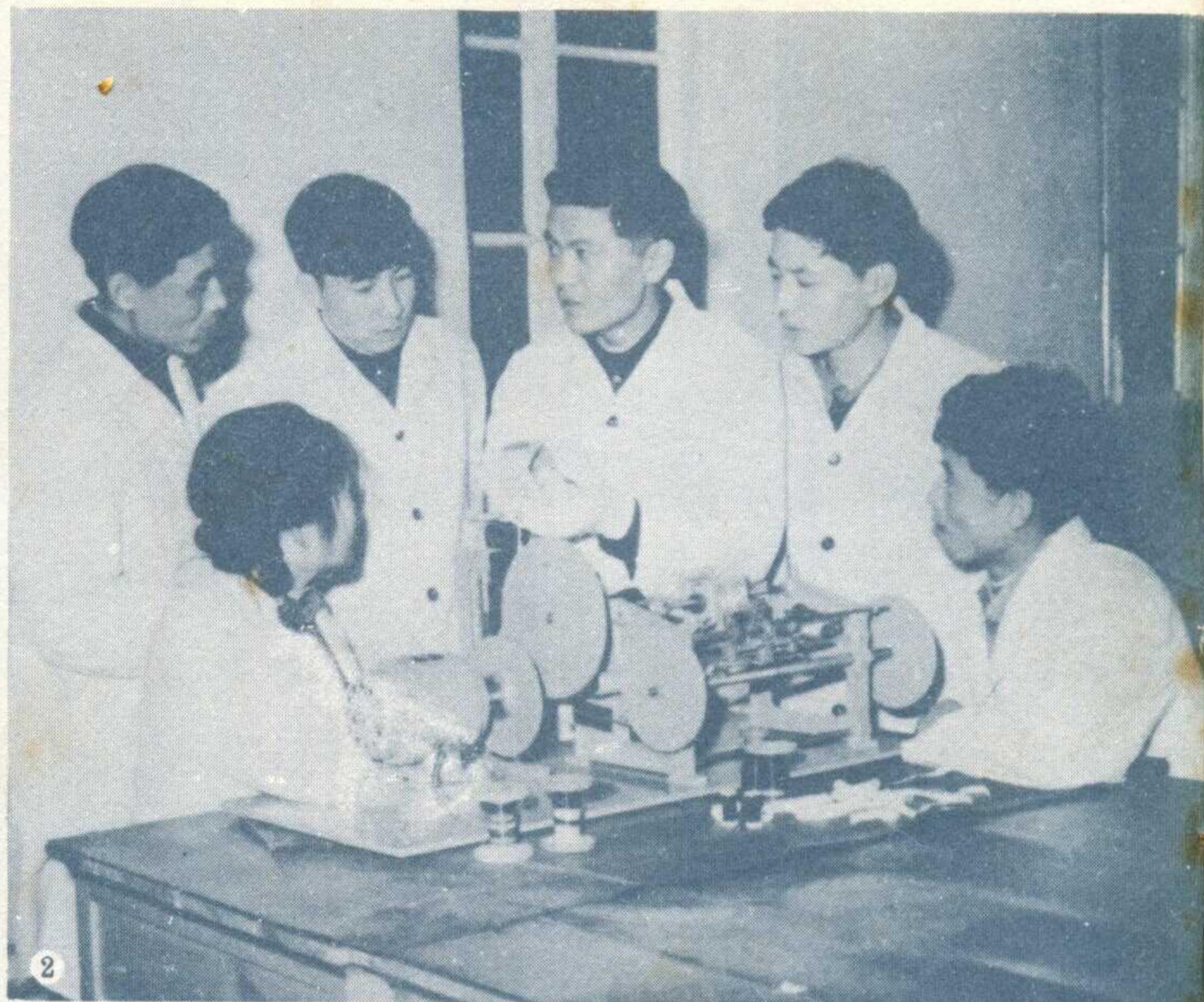




无线电 5
WUXIANDIAN 1966



1



2

青年闖將呂金斗

营口市电子仪器厂青年工人呂金斗，文化水平不高，经验也不多，但他却用毛泽东思想武装了自己，勇于攀登科学高峰，敢想敢干、敢闖敢攻。在有关单位协助下，他和小组的同志们积极钻研，克服种种困难，突破技术关，試制成功了一种高级电子仪器，支援了国家建設。这里是他的一些活动的纪录照片。

哈智才 木 山摄影

①厂领导同志和呂金斗及他的伙伴们正在研究超声波机床的钻孔工艺問題。

②和小组同志们共同商量，攻特种变压器的难关。

③怀着对毛主席的热爱，坚持学习主席著作，上班前后在车间一角和同志们一起学习。

④为了学习雷锋精神，他参观了雷锋班，并接受了班长赠给他的雷锋遗像。

⑤呂金斗脚伤没好时，就和小组同志在家里炕上钻研技术。



3



5



4



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。

闖關攀峰靠的是毛泽东思想

呂金斗

我是1957年初中毕业后参加工作的，1964年才从从事无线电技术工作。在毛主席著作的指导下，提高了思想认识，我和同志們一起，在1964年試制成了超声波机床，1965年又与清华大学协作，試制生产一批高指标的电子仪器。在自己几年来的实践中，深深体会到，毛泽东思想是一切革命工作的生命綫。只要用毛泽东思想武装了自己的头脑，人就会有最大的革命勇气，和最大的智慧，就能真正为人民服务，不論年紀大小，也不論工龄长短，文化高低，不管干什么工作，都能有所作为，为革命事业作出貢献来。

改造客观世界必須先改造主观世界

我在学校时就已經爱好无线电，常帮别人修理收音机。1957年初中毕业后，到营口机电社当学徒，学无线电修理，主要是搞变压器繞制。当时思想上只认为有了技术就可以改造客观世界，忽略了改造主观世界，把钻技术作为追求个人名利的途径，尽管在技术上下了点功夫，背熟了一些收音机的綫路图以及計算公式，还是大事干不了，小事不願干，連变压器綫圈和揚声器都修不好。

1958年，因工作需要，組織上調我搞电机修理工作，心里真不高兴。工作不认真，又不虚心，結果修一台5馬力电动机，造成后天性損失。从此，我开始鄙薄技术工作了。組織上看到了我的思想情况，启发我好好讀讀毛主席的书，告訴我这样就会知道为什么要钻技术和如何钻才对。听了这些話，我就如饥似渴地开始学习毛主席著作，先讀了“关于正确处理人民內部矛盾的問題”，又借到“毛泽东选集”第二、第三卷，学习了“为人民服务”、“紀念白求恩”等文章。学习后使我認識到今天的革命果实来之不易，而革命并未到此結束，还要彻底改变“一穷二白”的面貌。党和毛主席把希望寄托在我們青年一代身上，白求恩、張思德为我們树立了光輝的榜样，愈想愈感到自己过去思想錯了，技术也沒有發揮出作用来。从此，思想上便有了为革命而学技术，为革命

而解决技术問題的观念，工作方向对头了，劲儿也大了，接連突破了电机修理与改制方面的几个技术难关。愈在技术上钻研，就愈感到离不开毛主席的书了。

1964年党交給我試制超声波机床任务时，开始真有些畏难，只有半間小屋，一把老虎鉗子，一块旧万用表，自己过去学的无线电技术也丢了，又不懂超声波技术和机械工程，也不懂高等数学。这怎么能搞成超声波机床呢？后来，在党组织的启发下，認識到，由于我們在技术上某些方面还很落后，帝国主义和修正主义就变本加厉地欺負我們。他們卖給我們仪器，有的用铁鑄机壳，然后以吨論价；卖給我們图紙，則以黃金等重交换，簡直欺人太甚！我們要靠自己，长自己的志气。因此，我懂得了搞技术工作，就是和帝国主义、修正主义作斗争，就是搞革命。由于主观认识解决了問題，也就产生了闖难关的勇气、智慧和动力。

技术工作愈是繁忙，愈不能离开毛主席的书，一离开毛主席的教导，就会迷失方向，或者半途而废。1964年，我計劃学习“毛泽东选集”一至四卷，但是沒有书。为了学习革命道理，我利用每天工作后的业余时间，抄写了毛主席的二十二篇文章，連同买到的单行本，裝訂成了一、二、三卷。从此，有了自己的“毛泽东选集”，我就更加勁学习毛主席著作了。

听毛主席的話，勇于挑重担

1965年是我学习无线电技术进步最快的时期。这一年我和同志們挑起了一个重担——試制生产一套高指标电子仪器。这是經過国家有关部门鉴定列入高指标的电子綫路，交給我們当时只有一百多人的手工业小厂試制生产，这能行嗎？毛主席教导我們：“世間一切事物中，人是第一个可宝贵的。在共产党领导下，只要有了人，什么人間奇迹也可以造出来。”对，我們不靠天，不靠地，我們靠的是毛泽东思想，一定能搞成。我們厂虽然落后，但是我們决不甘心落后，要为国家挑重担，担困

难。担子愈重，愈有进步；困难愈大，愈锻炼人。厂房窄小，靠艰苦奋斗解决；技术低，靠干起来学习解决；设备差，靠双革来解决。

在試制过程中，遇到小型高压变压器試制的难题。由于厂里沒有滌綸薄膜絕緣材料，不好繞制。小型高压变压器是这种仪器的心臟，难道我們的工作就这样停下来嗎？不，不能停，要靠毛主席的书，要靠自力更生来解决这个問題。我和同志們直接用国产絕緣紙代替滌綸薄膜繞制这台变压器，可惜体积太大。后来，改用絕緣綢以及最薄的硫酸紙代替，也都失敗了。难道我們真的不能解决了嗎？毛主席教导我們“丢掉幻想，准备斗争”，斗争、斗争再斗争，就一定会赢得胜利。于是我們在清华大学的帮助下，改变了原設計，采用了分段式繞法。由于每段繞組的层間电压，只有一百伏左右，而导体的絕緣材料强度均在300伏以上，可省掉层間絕緣，解决了这个問題。

高压絕緣层問題解决了，但又出了一个矛盾，就是变压器还不能耐高温、高湿。为了使我們的仪器适应于各地气候条件，外国产品有的优点，我們也要有；外国不具备的，我們也要創造出来；再說外国的东西不一定好，外国的技术理論也不一定都对，我們要走自己的道路。于是，我和同志們又苦心研究下去，終于找到了油浸式电容器的密封方法，試制成功了油浸式高压变压器。因为設備差，我們只有放在水桶里浸，放到蒸籠里蒸，进行环境試驗。經過高温、高湿、高气压的考驗，仍然能承受三倍于工作电压的高压試驗。这个关键問題，就这样在五天內解决了。接着我們又突破了整套仪器的測試、焊接組裝、調整、机壳制造、环境試驗关键。終于利用七十六天时间，完成了計劃一年的試制任务，并且使許多同志得到了鍛炼与提高。

为革命苦练基本功

干革命要有过硬的思想，也要有过硬的本領。我只念过九年书，当能干点工作时，就有些滿足了。但是在技术工作中，遇到一些資料上有些三角公式、微积分符号就瞪眼了，干脆躲开不看。后来一想，这意味着什么呢？搞电子技术怎能避开这些东西呢？躲开，不就是怕困难嗎？想到这点，頓時觉得渾身是劲，下决心搞“基本建設”，再险的高峰也要攀到頂。从1958年起，坚持业余学习，1960年念完了高中数学和語文，又自学了高等数学，为設計超声波机床計算諧振杆等部件，打下良好的基础。

在工作中为了得到繞線和焊接的过硬本領，每次练习繞線，总是练到手繞疼了才算滿意；练习焊接，經常烤坏了肉皮，但自己却感到光荣。另外，我也感到要想赶超世界先进水平，学习外国的新技术，学习外文很重要。起初，我到了外文书店，連一个外文字也不識，心里就凉了。后来，想起毛主席教导，“世界上沒有直路，要准备走曲折的路，不要貪便宜。”我决心下苦功夫攻克

这一关。首先，学习常用的技术名詞如：“无线电”、“半导体”、“超声波”等英文、俄文的單詞，达到能写能认。这样，到外文书店就找到了有关的外文书刊。但是买回来翻开看，还是看不懂。怎么办？难道这一关就把我們难住了嗎？首先，我們采取看图識字和看数字分析的办法，一点一点地啃。当然这样看資料速度太慢了，又向內行的同志学习用辞典去翻譯外文資料。通过学和用，又通过用和攻，終于找出設計与計算超声波換能器与諧振杆的方法，还找了特殊电子管的性能，做到合理利用。总之，通过苦练基本功，为革命挑更重的担子。同时，挑起了革命重担，又促使基本功的快速练成。要带着阶级感情，为革命而练功，才能练得过硬。

不断革命，继续前进

1965年夏天，一套高指标的电子仪器試制成功。我們的工作是不是可以歇一歇呢？不能，因为試制出样机不是目的，我們的目的是有效地为中国革命和世界革命服务，在这个时候松劲就等于在战场上退却。正当我們接受正式生产这种仪器的任务时，发现有一台仪器的样机电压稳定度，突然由万分之二降到百分之几，修理了几天也沒有修好。这还能进行生产嗎？我考虑到革命人跌倒不但能爬起来，而且还要继续向前走。因此，我在党支部的支持下，仍旧接下了这项艰巨的任务。首先和同志們讲述了生产这种仪器的政治意义，接着和大家商量着手攻仪器的故障。經過几昼夜的摸索，終于找到了电压指标的下降是由于有焊接錯的元件，迅速排除了故障，使电压指标又回到了万分之二。我們既能找到保持高指标的規律，为什么不“更上一层楼”呢？我和同志們又繼續前进，精选电子管和元件，結果使电压的瞬时稳定度提高到万分之一以内。接着我們用三个多月时间完成了一批仪器試产任务。

取得一点点成績是不是就行了呢？其实我自己做的还很差，毛主席教导我們：“即使我們的工作得到了极其伟大的成績，也沒有任何值得驕傲自大的理由。虛心使人进步，驕傲使人落后，我們应当永远記住这个真理。”我們現在的努力是朝着将来的远大目标的。因此，我要繼續用毛主席的思想、立場、观点和方法，来改造自己的思想和改进工作，为中国人民和世界人民服务一辈子，做一个完全彻底的革命者。在技术工作中，要像雷锋那样思想过硬、工作过硬、技术过硬，要用王杰“一不怕苦，二不怕死”的革命精神、用南越人民专打敌人“王牌軍”的勇气、用焦裕祿“杀出条路子来”的大无畏品德、用麦賢得“压倒一切敌人”的英雄气概，学习大庆人那样，敢于打破“洋框框”、“旧框框”，敢于压倒外国的“王牌”产品，并且不断地为革命而試制急需的新产品，为实现我国第三个五年计划，为世界三分之二人民的解放事业而努力工作，不断地有所发现，有所发明，有所創造，有所前进。

“英雄艇”上电信手

編者按：一九六五年八月六日，我海軍健儿在东南海防前綫一举击沉窜入我漁場进行破坏骚扰的美制蔣帮軍舰两艘，获得了海战中一次輝煌的胜利。在这次战斗中，我通信人員保障通信联络，对战斗的胜利也起到了重要作用，許多单位和同志都荣立了战功。下面介紹的一等功臣石鎖才是其中的一个，他和战斗英雄麦賢得是同一个艇上的战友。这次战斗中，他在复杂、多变的情况下，克服了种种困难，保证了通信任务的胜利完成。石鎖才同志的先进事迹，教育了我們，关键在于突出政治。平时突出政治，苦练杀敌本領，战时就能过得硬。突出政治，就能发挥最大的战斗力，保证战斗的最后胜利。

紧急动员令一下，战斗任务一交代，“海上英雄艇”上一片欢腾。在这次战斗中荣立一等功的电信手石鎖才这时和全艇同志一样，怀着激动的心情，向党支部递交了决心书。他舱里舱外，忙上忙下，紧张而细致地做着战斗准备工作。

石鎖才沒顾上吃饭，也沒往水壶灌水，一低头就钻进了无线电舱，戴上耳机，打开无线电机，主动提前值更。在繁杂紛紜的电碼声中，他馬上找到了指揮所的信号。

战艇离岸，如箭离弦，在汹涌的波濤上顛簸着。在溫度高达四十度的无线电舱里，石鎖才在紧张地工作。腰杆同椅背猛烈撞击，他竟沒有感到痛。汗水顺着身体往下淌，衣服湿得都能擰出水来，他全沒去理会。当时，他只有一个信念：我是无线电兵，对指揮战斗关系重大。我一定要千方百計保证通信順暢。

航渡过程中，耳机里的电碼声突然消失了，收信机发生故障，和指揮所的联络暂时中断！他把收信机的旋鈕

扳动了几下，仍然沒有信号。再把收信机前后左右一动，电碼声出現了一下。他再次使劲把收信机向左一拉，亲切而清晰的电碼声又滴滴达达地出现在耳机里。这正是爭分夺秒的严重时刻，决不可以停下工作来检修机器。他只好用一只手拉着机器，让这只手变成机器的一个“部件”。而另一只手，既要收报，又要发报，还要抽空調整旋鈕。手又痛，工作条件又差，要不要向艇长报告？不！决不能使指揮員分心。只要还能完成通信任务，手再痛，工作条件再困难，也不能让联络中断。就这样，他一小时又一小时地坚持下去。

蔣匪“劍門”号沉沒前的几分钟，一陣剧烈的震动，使石鎖才的电鍵发生了故障。紧接着，一份报告敌舰被击沉的电报，传到了石鎖才手里。他看着报文，喜悦的眼泪湿润了眼眶。他想到，在指揮所里，首长是多么焦急地等待他报告战果啊。可是沒有电鍵，怎样发报呢？石鎖才頓時計上心来，拔下了电表上的表笔，插入插孔，用敲击表笔的方法向指揮所呼叫。之后，他又及时排除了电鍵故障，迅速发出了这份重要的电报。

胜利返航途中，指揮員到各艙室看望同志們。指揮員看到石鎖才肘靠桌子，手拉机器，举动似乎不太正常，問他有什么不舒服。尽管他双手当了几个小时的机器“部件”，已經发紅发僵了，但他只是把战斗中复杂、多变的情况向指揮員作了个简单的报告。（叶奕坤《人民通信兵》杂志社供稿）



赶超闡将营口电子仪器厂三級青年电工共产党员呂金斗，原来也是一个无线电爱好者，初中毕业后，参加无线电修理工作，后参加电机修理工作，在簡陋的条件下，試制成了超声波机床，以后又担任了試制高指标电子仪器的工作。八年来他一直坚持活学活用毛主席著作，无论是在工作极端繁忙时，还是受伤臥床中，都始終毫不懈怠，特别是在“用”字上狠下功夫，在实践中改造客观世界和改造主观世界。他的事迹，生动地說明了毛泽东思想武装起来了的人，可以成为最有勇气、最有

智慧的战士，敢闖敢超，无坚不摧，創造奇迹；也說明技术工作者，若能真正認識到突出政治的重大意义，以政治統帅技术，就能使自己沿着以紅帶专、又紅又专的道路前进，就能在正确的方向上，为革命的崇高目标，认真钻研业务，树雄心壮志，敢于攀登科学技术的高峰，而为革命事业、为人民有所作为、有所貢献。呂金斗的事迹，在今年的“工人日报”曾有詳細报道，这里刊登出来的是呂金斗同志自己为本刊写的一篇学习毛主席著作，闡技术关的体会。这篇文章对我们广大的电子技术工作者和无线电爱好者，是有很大启发意义的。

无线电电子学的发展

冯秉铨

什么是“无线电电子学”？

谈到无线电，就会想到收音机；谈到电子学，就会想到电子管。但是，无线电和收音机之间不能划个等号，电子学和电子管之间也同样不能划等号。

电子学是一门专门研究电子发射的运动规律和电子器件（电子管、晶体管等等）制造的科学；无线电是一门专门研究无线电波的产生、发送、传播和接收的科学。这两个学科是一脉相通，紧密结合的；没有电子学，无线电不可能有今天的发展；没有无线电，电子学也失去了用武之地。因此，我们把它们合起来称为“无线电电子学”。

无线电电子学的特点是：发展快，渗透深，生命力强，应用面广。好象“药里的甘草”，哪儿都少不了它一份。从日常生活到国防尖端，都离不开无线电电子技术。

无线电电子学只有短短六十多年的历史，但是它已经经过了几个发展阶段。毛主席教导我们：“认识从实践始，经过实践得到了理论的认识，还须再回到实践去。”无线电电子学的发展过程正是这样一种从实践到理论再从理论到实践的过程。首先是人们对电磁学的基本现象积累了丰富的感性认识，从理论上证明了电磁波的存在，进而用实验证实了电磁波的存在，并逐渐开始利用电磁波进行“无线电通讯”。为了增大通信的距离，人们开始千方百计地探寻新的技术和新的理论。电子管的出现解决了产生高频振荡和放大的问题。有了电子管就有了无线电电台，电台多了就发生拥挤。为了解决这个矛盾，人们不断地寻求“新的地盘”以避免拥挤，于是就出现了由低频到高频，由高频到超音频，由超音频到极高频……这样一系列的“向高频进军”的长征。

暂时解决了拥挤的矛盾，又出现了更新的矛盾。由于无线电事业的发展，技术指标越来越高，电路越来越复杂，器件用的越来越多。这样出现了“功能性”与“可靠性”，“轻便性”之间的矛盾。为了解决这个矛盾，人们又开始了一个寻求制造小型、可靠电子器件新技术的进军。从整个发展情况看，朝这两个发展方向的进军，就是今天无线电电子学发展的主流。

不断出现矛盾，不断进行科学实验，不断总结经验，不断提出新的理论，不断用新的理论指导新的实践，

这就是一部无线电电子学发展史。

向高频的进军

为什么“扩充地盘”要向高频进军呢？我们知道，收音机度盘上分布着许多电台的信号，每个电台占有的频带一般是10千赫。电台多了自然发生拥挤，产生“干扰”。在中波广播段，工作频率大致是由540到1600千赫，排列得最理想也不过能容纳106个电台。如果我们能够把频率提高10倍，可容纳的电台数目就会提高到1060个。由此可见，工作频率越高，可容纳的电台数目就越多，这是向拥挤现象作斗争的主要手段。

当然，另一个手段是反其道而行之，设法对每个电台占用的频带加以“压缩”。但是盲目地压缩频带会产生严重的失真。如何压缩频带而不产生严重的失真，是一个复杂的技术。四十年来不断地向高频进军的里程碑大概是：20年代长中波，30年代中短波，40年代超短波和微波，50年代由微波中的厘米波进入到毫米波，60年代又跨跃了一大步，进入了微米波。当然，使用这样短的波长，在解决空中“拥挤”问题上，似乎是轻松愉快了，但这在工程技术上，还有许多待克服的困难。

提高频率的另一个优点是，在雷达这类探测技术上，频率越高，“分辨率”也越高。无线电波（如中、短波）就好象是一把“尺子”，用它来分析极细微的部分是困难的。若把这把“尺子”缩短，把“尺子”上的刻度做得更细一些，这就是说，愈缩短波长，分辨能力越强。例如目前用的分米、厘米波雷达，还看不见飞机舰艇的具体形象。可以设想，将来若用微米波雷达则不但飞机形状，甚至驾驶员的面目也会眉目毕现了。避免拥挤和提高分辨力，这就是今天向高频进军的主要动力。

正当人们热衷于向极高频或极短波发展的同时，有些人也没忘了向另一个极端——超长波的方向发展。超长波的传播可靠性在国防上是有重要意义的。

向小型化的进军

不管多么复杂的电子设备，总是由若干种电子器件和元件组成的。电子管是电子学在20年代划时代的一个产物。半导体晶体管是40年代又一阶段性的产物，它在体积小、重量轻、寿命长、耗电少各方面，都比电

子管好得多。

把电子管设备改用晶体管，叫做“晶体管化”，的确是在小型化和可靠性方面前进了一大步，但这只是小型化的开始。解决了旧的矛盾，又会出现新的矛盾。今天看来是够小了，明天就显得太大了。在目前，器件和元件微小型化所采取的途径，一方面是大力改进工艺技术，缩小安装尺寸；另一方面更重要的是重新探索新概念、新原理和新方法，作根本的改革。微型组件，薄膜电路和固态组件就是应时而起的这样一类产物。

微型组件使元件基本上从原来的立体结构变成了平面结构，体积大大缩小。薄膜电路比微型组件又前进了一步，所有的元件和器件都“平面化”了。固体电路则是将半导体管、元件等均置于一整块半导体之中，使它起了一个完整电路的作用。

对微小型化的問題也要用一分为二的观点来看。微型电路的出現并不意味着半导体晶体管已經过时，正如晶体管的出現并不意味着电子管已經过时一样。

微型组件并不是沒有缺点的，体积小是其优点之所在，也正是其缺点的由来。因为体积小，功率就必然有限，这也是不依人的意志为轉移的自然規律之一。因此，需要中等功率的时候仍然要用晶体管，需要大功率时仍然要用电子管。

量子器件的发展

以上我們介绍了无线电电子学两个主攻方向，在60年代的今天，这些方面都已經取得不小的进展。作为划阶段的产物，除了上述的固态组件外，我們應該提一提“量子器件”。

已經試制成功的量子器件可以分为三类：量子振蕩器、微波固体量子放大器（譯名“脉泽”）和光量子放大器（也叫做“受激光发射器”，譯名“萊塞”或“瞬泽”）。这三类器件，分别解决了电子技术中三个重要問題：使频率高度稳定、低噪声接收、极高頻的产生。

特别是光量子放大器的出現，是60年代一項突出的成就。目前已經作出了許多固态和气态的光量子放大器件。本来，光波和无线电波都是电磁波，二者的区别只是前者的波长比后者短得多。无线电波不断地向更高的频率发展，早晚会和光波“会师”。光量子器件所产生的光波和普通光波不同，它是单頻的，相干的（所謂相干，就是服从互相干涉的定律，只有单頻才能相干，只有相干，才能利用它作出許多有用的事情），而且是稳定的。光波波长很短，能够把能量集中成很細的波束，在科学技术上当然有很多用途。此外，波长大大縮短以后，频段大为展寬，就可以容納數以亿計的“电台”，以

传送最大的訊息，而且又可以大大提高设备的分辨能力。今天，初步試驗的紅外綫萊塞的雷达，比起微波雷达，精确度約提高了10倍。

信息論和控制論

基本理論的研究是多方面的而且是十分重要的。事实上，只有把基本理論探索的成果与新的电子元件器件结合起来，才能創造出新型的电子设备和电子系統，来滿足社会主义建設和国防建設的需要。

这里只談大家时常听到的两个理論学科——信息論和控制論。

信息論是研究信息識別，信息加工和信息传输等等的一門科学。什么叫“信息”？接到一个電話知道了一件事，就是一个信息；看報紙看到了一件新聞，这也是信息。要传送信息，就必须有变化的声音或符号，就是說，要有随時間变化的信号。而要传送信息，关键在于頻率的变化。在单位時間內传出信息多少，决定于頻率变化的范围有多大。电报每分钟只能传送几十个字的信息，信息量小，所以无线电报占的頻帶就很窄。无线广播信息量大，所以占用的頻帶就較寬；电视信息量就大多了，因而占用的頻帶就更寬了。

信息論不但证明了信息传输量与頻帶寬度成正比，而且还证明了它与有用信号的大小对噪声干扰大小的比值的精确关系。掌握了这样一些基本理論对通信工程实践有很大的指导意义，例如實現在高噪声中接收极微弱的信号。

为了避免干扰和拥挤，可以压缩頻帶。但如何压缩頻帶而又保持原来的信息，就要进行“信息加工”。加工的目的是为了提高通信效率，减少“多余度”。这也是信息論的研究內容。

信息論的重要貢献之一是編碼理論。把要传送的信息編成电碼的形式传递出去，可以提高抗干扰的性能。目前，这些規律已經付諸应用。

电子計算机的出現，促進了一个新的学科的形成，这就是“控制論”。

控制論是一門研究机器和生命机体中的普遍控制規律的科学。它是把机器和生命机体两种不同的控制系统联系起来，进行比較，研究它們的控制過程和它們的共同控制規律。并根据这些規律來設計电子设备或其他控制机器。

由于信息論、控制論和电子技术的发展，无线电电子学已渗入生物科学，近年来誕生了两門学科：“仿生电子学”和“生物无线电学”。前者研究如何用电子技术

（下轉第21頁）

无线电

雷达

技术

曾
邑
鐸

制

“雷达”(是从外語音譯过来的一个名詞)又名“无线电定位”，意思是利用无线电波探测目标和测定目标的位置。雷达是在本世纪三十年代产生的，而在大战期间和战后得到实际应用和广泛发展。随着飞机、火箭飞行速度的提高，人造卫星和宇宙飞船上天，对雷达提出了更高的要求，雷达技术跃进到一个新的阶段。本文拟简单介绍雷达的几种体制(关于雷达的基本原理見本刊1965年第6期“雷达是怎样工作的？”一文)。

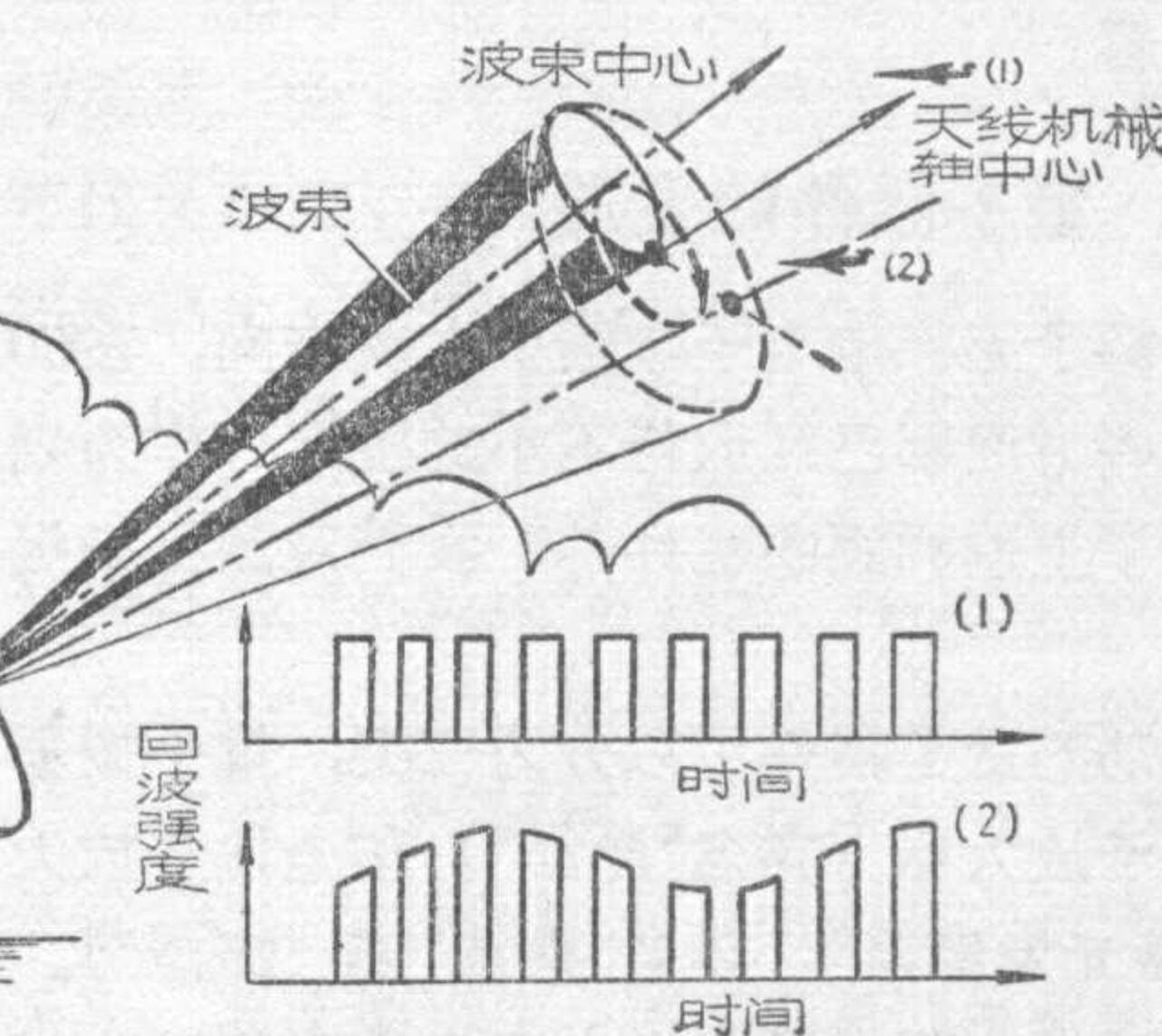
(一) 脉冲雷达 脉冲雷达是发展最早的一种雷达，其基本组成部分可由图1表示。雷达能迅速准确地测量目标(例如飞机、船舰等)的距离。发射机产生的电磁振荡經天线以电波形式向空间辐射。辐射信号是一连串重复的脉冲。电波以每秒三十万公里的速度向一定方向传播，碰到障碍物(目标)时立刻反射，以相同的速度返回雷达，经天线进入接收机，并在指示器上显出(見图2)。测量发射脉冲到反射回波脉冲的延迟时间，就可得到目标的距离。雷达天线能将无线电波聚集成某种

形状的波束，向目标照射。天线有转动装置。当天线对准目标时，接收到的回波就强；天线偏离目标时，回波就弱。

利用这种天线的方向特性，可测量目标的方位和高低。

脉冲雷达是基本的雷达形式，目前仍广泛应用。

(二) 連續波調頻雷达 这种雷达发射出的无线电波不是脉冲式的，而是按一定规律改变振荡频率的連續波(調頻波)。通常发射信号的频率是按两边相等的锯齿形随时间变化的(見图3)。目标反射回波的信号也是按相同的形式变化的，但是回波信号比发射信号落后了一段时间，这段时间就是电波往返所需的时间。于是，回波信号频率与正在发射的信号频率有一个差值，测量出这频率差值，就可算出目标的距离。

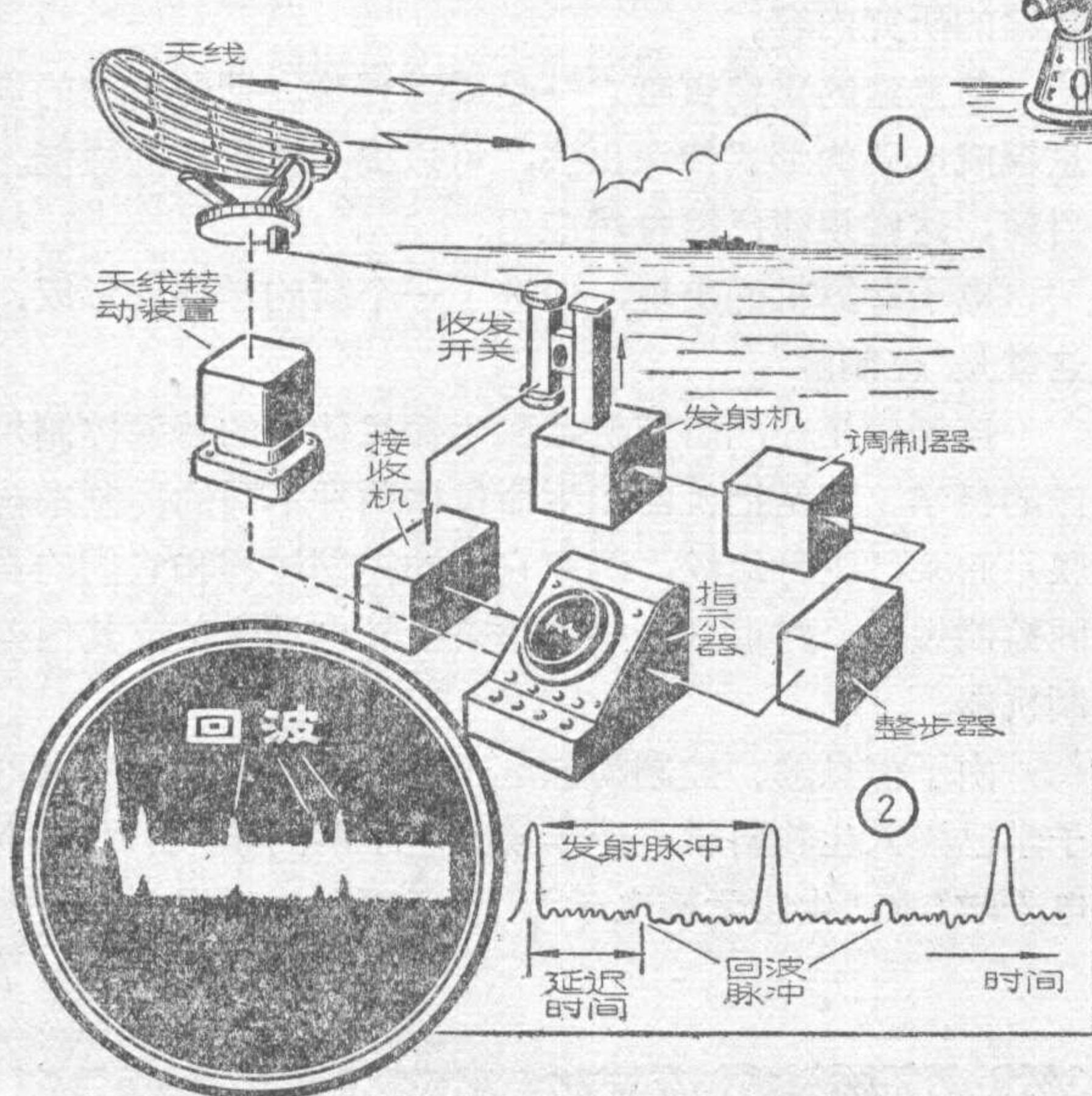


这种雷达结构简单，常装在飞机上测量对地的高度，常称“无线电高度计”。

(三) 圆锥扫描雷达 自动跟踪目标的雷达常用圆锥扫描方式。这

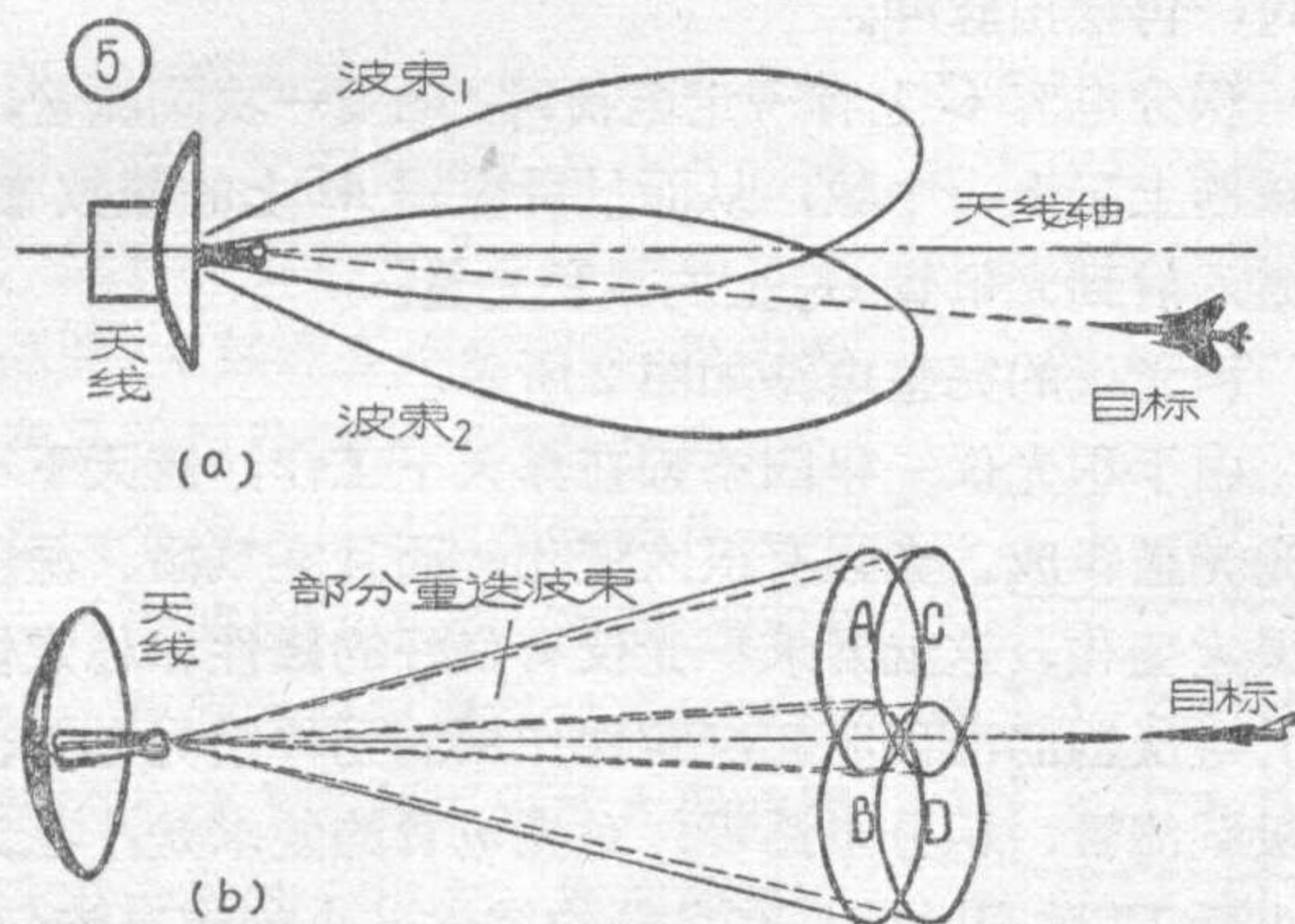
种雷达发射与接收共用一个波束很窄的天线。天线的波束围绕着天线机械轴不断旋转，速度约每秒30至40转。波束的中心线与天线的机械轴的夹角为波束宽度的一半左右。波束在空间旋转扫描，形成一个圆锥体，故称“圆锥扫描”(如图4)。当天线的机械轴对准目标时，收到的回波脉冲是等幅度的，如图4(1)所示波形。当天线的机械轴偏离目标时，波束的中心线旋转到靠近目标处，收到的回波脉冲幅度大；波束的中心线旋转到偏离目标较远处，收到的回波脉冲幅度小；于是回波脉冲就有幅度变化，如图4(2)所示，称为“角度误差信号”。这信号经过天线控制机构(伺服系统)使天线向目标方向转动，直至天线机械轴对准目标才停止。

圆锥扫描雷达测量角度的精度高，测量距离同脉冲雷达，结构不太复杂，但抗干扰能力较差。



(四) 单脉冲雷达 上述圓錐扫描雷达波束至少要旋转一周(約有几十个回波脉冲)才能测得目标的位置, 单脉冲雷达只需一个回波脉冲就可测得目标的位置(包括方位角、高低角和距离), 同时能实现自动跟踪目标。单脉冲雷达有振幅比較法、相位比較法与振幅和差法等类型。振幅比較法, 是在一个平面上, 用两个方向特性图完全相同的天线波束, 互相重合一部分(如图5), 目标反射的每一个回波均为两个天线波束同时接收。若天线轴偏离目标时, 则两个波束所接收的回波幅度大小有差别, 称为“角度誤差信号”, 从它可测得天线轴偏离目标的角度, 经过天线控制机构使天线轴向目标方向转动, 直到两个天线波束接收到等振幅的回波为止, 这时天线轴正对准目标。

“振幅和差”法的优点較多, 現在也用得較多。通常是一个天线反射面, 辐射出在空间部分重叠的A、B、C、D四个固定波束(如图5b)。目标回波同时被四路接收机, 接收并对它们的振幅进行加减, $(A+B)-(C+D)$ 就得到“方位角誤差信号”, $(A+C)-(B+D)$ 就得到“高低角誤差信号”, $(A+B+C+D)$ 就得“和信号”。經

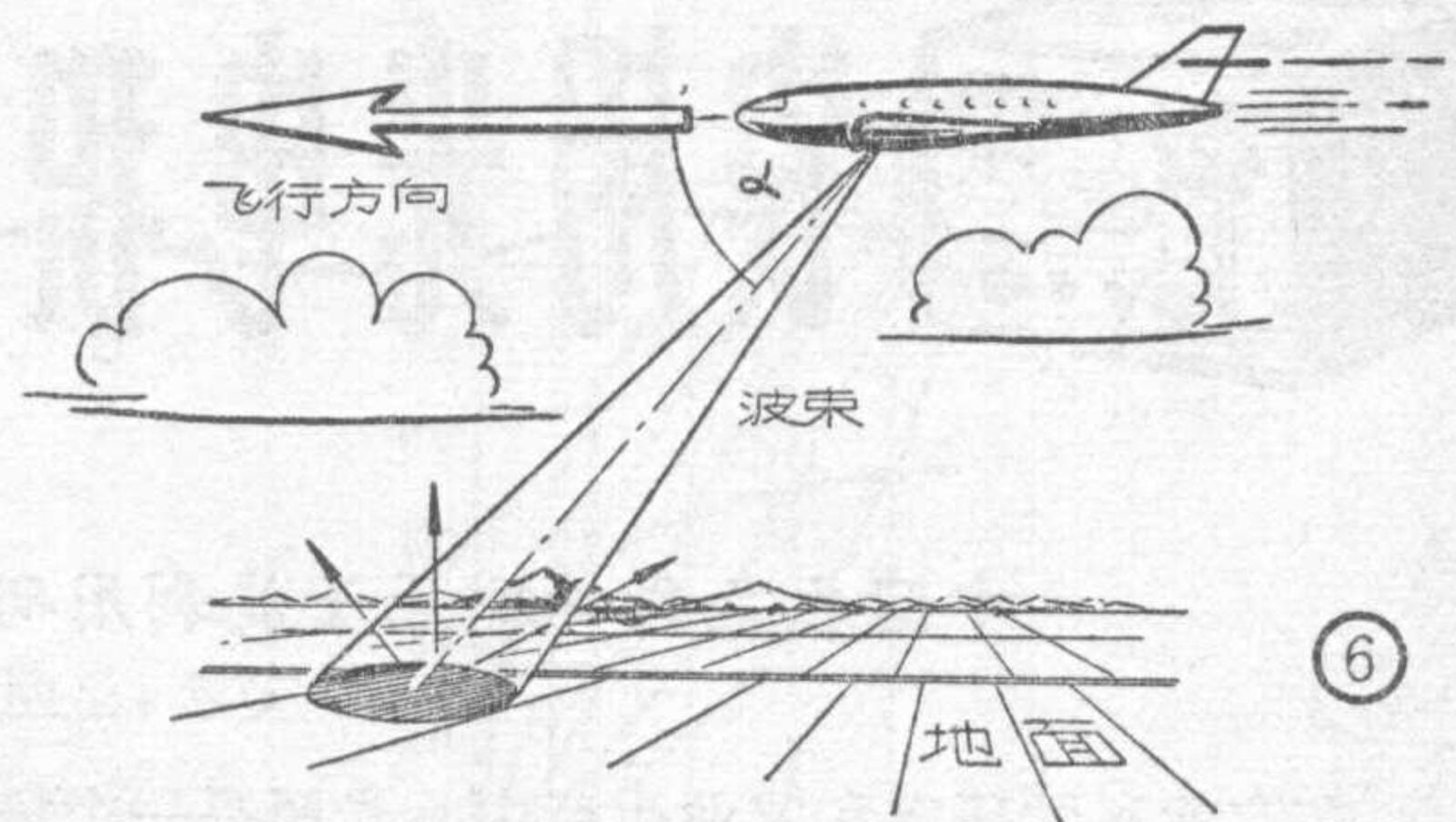


过放大之后, 利用这三种信号的幅度及相位的关系, 通过天线控制机构, 可使天线自动跟踪目标。“和信号”与一般脉冲雷达的回波信号一样, 可直接用来测量目标距离。

单脉冲雷达的跟踪精度高, 能消除目标回波振幅起伏对跟踪精度的影响, 抗干扰能力較强。用来跟踪飞机、人造地球卫星及宇宙飞船效果很好。

(五) 脉冲多普勒雷达

它发射固定频率的无线电波, 当运动目标向雷达接近时, 目标反射回波的频率就增高; 相反, 当运动目标与雷达背离时, 目标反射回波的频率就减低。这些由于目标运动而增高或减低的频率称为“多普勒频率”。多普勒频率的高低正比于目标相对于雷达的运动速度。固定



目标回波的多普勒频率为零。因此在接收机中設法測量出目标回波的多普勒频率, 就可区别固定目标和运动目标, 测得运动目标的速度。脉冲多普勒雷达善于測速也能測距, 常用于測量高速飞行器的速度和用于导航(如图6)。

(六) 脉冲压缩雷达 大家知道, 增加发射的峰值功率或增加发射脉冲的宽度(持續时间), 都能增加发射能量, 从而增大雷达的作用距离。但增加峰值功率会受技术限制, 增加发射脉冲宽度又会降低距离分辨能力。脉冲压缩雷达是发射机发射出調頻范围較寬的寬脉冲, 接收机接收到这种寬脉冲回波后, 加到一个脉冲压缩网络, 使脉冲宽度变得极窄, 而使脉冲幅度增大許多倍。經過这种处理后, 接收机的输出信号波形就变得极窄而峰值功率增加許多, 在指示器上就可看到很强的信号, 从而实现了不增加发射机功率, 同时达到增大作用距离和提高距离分辨能力。这是一种很好的雷达体制, 在远程雷达中已被采用。

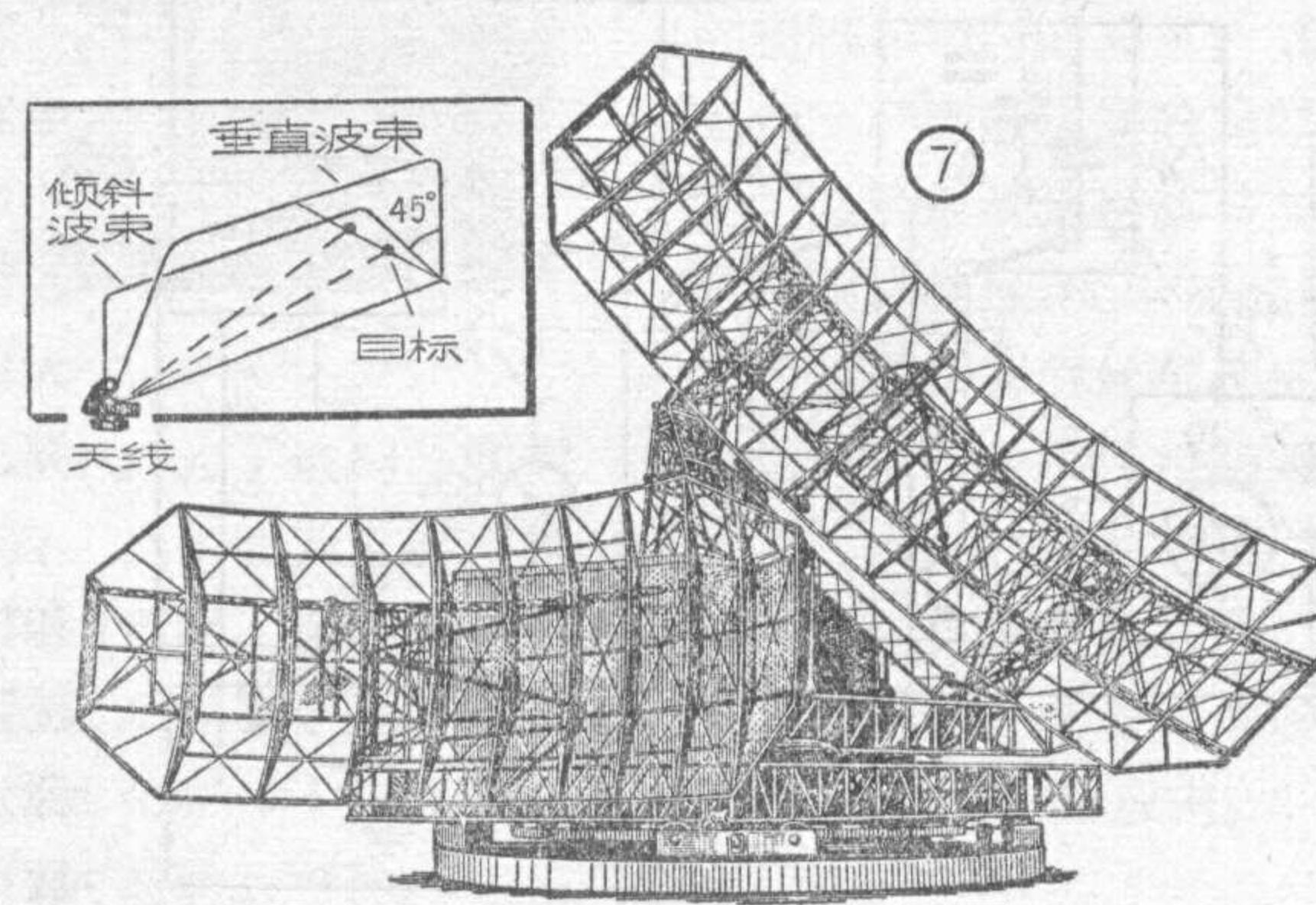
(七) 三坐标雷达 普通作警戒用的脉冲雷达只能测定目标(飞机)的距离和方位角, 而得不到目标的高度。三坐标雷达能較精确地获得目标的距离、方位角和高低角(或高度)三个数据, 常見的有以下几种工作方式:

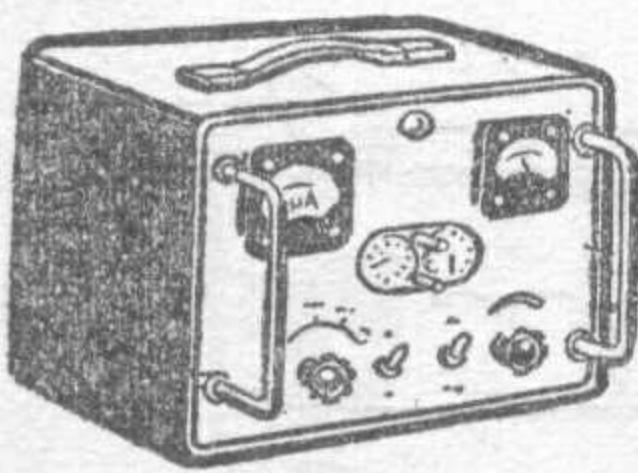
1. V形波束 它的天线由两个扁平波束构成(如图7), 一个叫“垂直波束”, 其水平面窄而垂直面寬; 另一个叫“倾斜波束”, 它与垂直波束成 45° 交角。这两波束构成V字形, 故叫“V形波束”。整个天线繞垂直軸轉动, 垂直波束与倾斜波束先后經過目标, 得到两次回波信号, 就可算出目标的距离、方位角和高度。

2. 水平、垂直波束扫描

天线由两个扁平波束构成, 一个垂直波束, 其水平面窄而垂直面寬; 另一个水平波束, 其水平面寬而垂直面窄。整个天线在方位上作机械圆周扫描, 同时水平波束作俯仰扫描。綜合两个波束所得的回波信号, 就获得目标的三个座标。

(下轉第19頁)





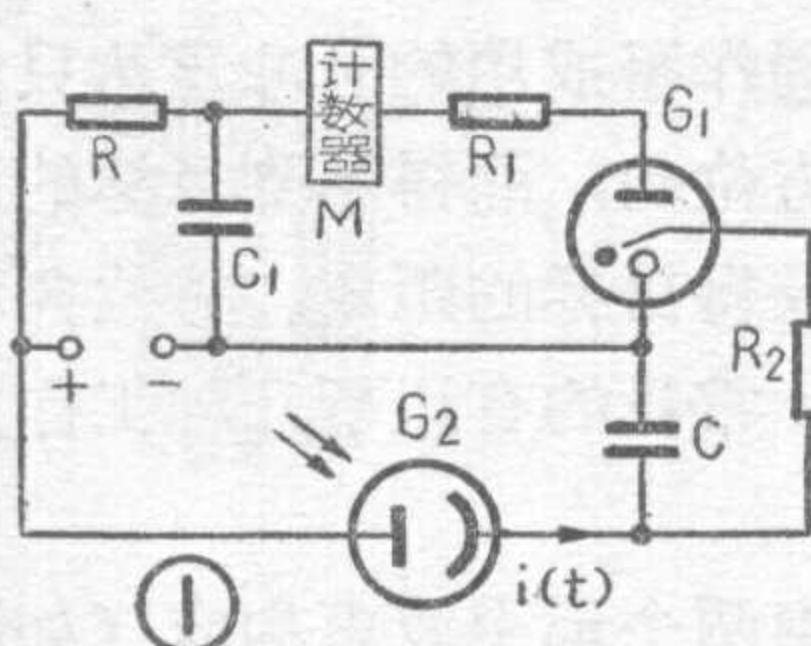
农用光电积光仪

中国农业科学院原子能利用研究所

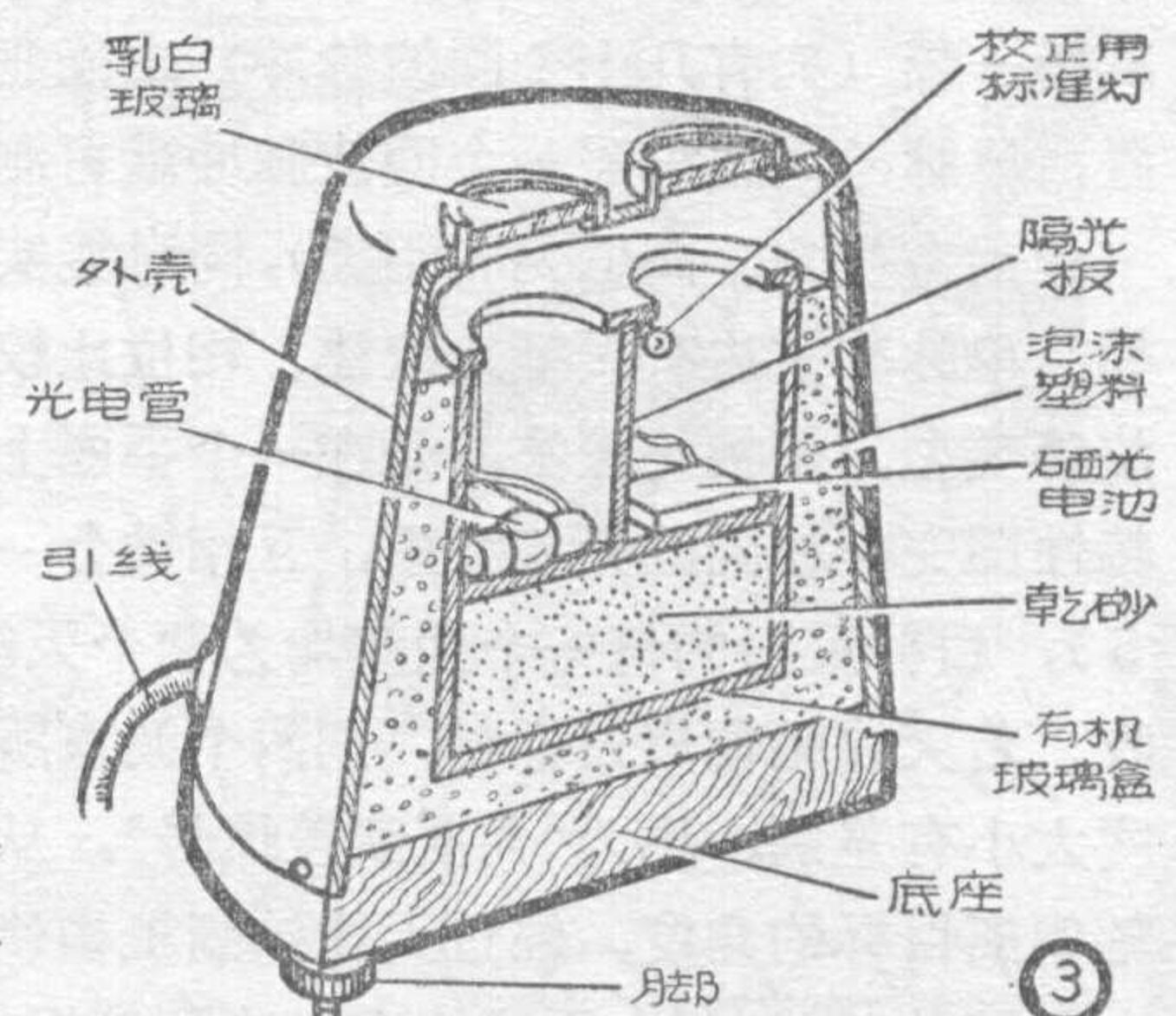
在农业科学的研究和农业生产中，光照是一个极为重要的环境因素。在光能资源调查及研究作物生长、发育、产量品质与光能利用的关系中，累积光量是丰产栽培中十分重要的一项指标。特别是在样板田中，如何总结群众充分利用光能的丰产经验，如何合理安排作物茬口及布局等有关经济利用光能的问题，均迫切需要我们提供现代化的测光仪表。这里介绍的光电积光仪就是其中之一，它能自动测出一天内所累积的光量，而且操作简单，使用方便。

这是一部能在大田里使用的闸流管计数式积光仪。它能在400~150,000勒克司的照度范围内积累光量。当天气状态稳定时，仪器准确度为5%左右；在晴、阴急剧变化的气候条件下，只要正确选择比例系数（比例系数就是计数器转动一格所对应的勒克司·小时数），准确度仍在10%左右；不管天气状况如何，使用平均比例系数时，最大误差也在15%以内。这样的准确度对大田测量来讲，已能满足要求了。

积光仪的工作原理见图一所示。



当光线射到光电管 G_2 上时，就产生光电流。在光电管的光电特性曲线的直线部分上，光电流与光流成正比。从图1可以看出，光电流 $i(t)$ 对已知容量的积分电容 C 充电，而积分电容的正端通过电阻 R_2 和冷阴极



③

闸流管 G_1 的触发极相连。当电容器两端的充电电压达到闸流管的触发电压时，闸流管就输出一个脉冲，驱动计数器 M ，指示数增加一格。闸流管 G_1 的着火是靠电容器上的充电电压完成的。 G_1 着火以后， C_1 上的电荷很快就放电完毕，电压下降，由于熄灭电阻 R 的存在，电容器 C_1 两端的电压不能立刻达到着火电压，所以闸流管输出脉冲后，立即回复到熄灭状态，直至下一次触发时，再输出脉冲。

积分电容 C 上有一定电荷时，触发一次闸流管，在计数器上记上一个数，从而从计数器 M 上的读数就能知道入射到光电管 G_2 上的累积光量。

积光仪的完整电路如图2所示。

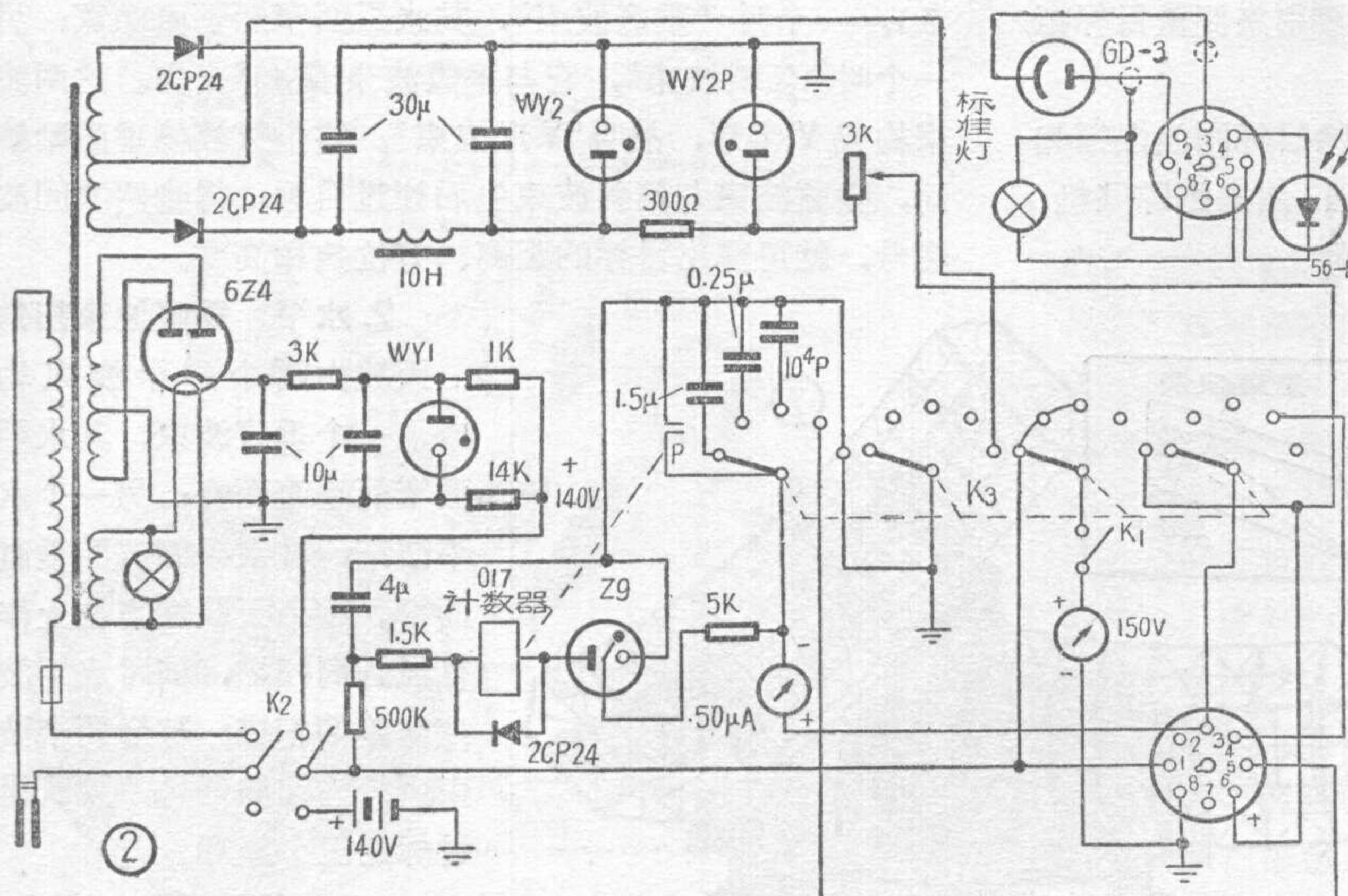
由于积光仪一年四季都在露天下工作，露天下不仅日光光谱组成、光强有很大变化，而且气温、湿度也有很大变化。这就要求积光仪有良好的线性和稳定性。

对仪器的准确度起决定性作用的元件是光电管、冷阴极闸流管、积分电路等。对光电管的要求是：在光电流小于12微安时应具有良好的线性；小的暗电流（在温度为60°C时不超过5毫微安）；光谱响应特性对可见光都灵敏。对闸流管的具体要求是应有稳定的着火电压，

当温度为10°C~60°C、湿度为60%~100%时，着火电压的变化应小于2%。积分电容的漏电电流应该很小，在温度为60°C和湿度高于80%时，漏电电流应小于8毫微安。

此外，在仪器中备有三种积分电容，根据不同的日照来选用适当的电容，以扩大量程。为了使仪器既能在温室、网室里使用，也能在大田使用，使用了多层次结构来防潮、隔热；使用市电和干电池供电。

整个仪器分成电源、计数系统和探测系统三部分，电源和计数系统装在一个机壳之中。为了避免电源发热及气温、湿度波动影响计数系统，把积分电容和闸流管密封



鼠籠式感应电动机的慢速启动

姚永达 张冰怡

棉紡織厂的粗紗机承担着把棉条紡成粗紗供給精紡机的任务。該机台一般用 3.6 磅、1450 轉/分的鼠籠式感应电动机拖动，用电磁开关直接启动，启动时间很短，一般在 1~1.4 秒左右。由于速度增加得很突然，因而有下列缺点：

1. 在启动时间内，造成棉紗粗細不勻，甚至断头；
2. 棉紗在筒管上的卷繞高低起伏，排列疏密不均；
3. 机械所受冲击較大，机件易损坏。

在要求提高棉紗质量，降低设备原材料消耗，又須保证安全生产的情况下，原来的驅动方式已不能滿足生产的需求。尤其許多不利因素，集中表現在产品质量問題上，对“好字当头”，无疑是一个矛盾，必須把它轉化——設計一种慢速启动装置，来适应目前的要求。我們在原有鼠籠式三相感应电动机的基础上，試用磁放大器的原理，在电动机的一相中，施加扼流，获得电动机启动时间延长、速度緩慢

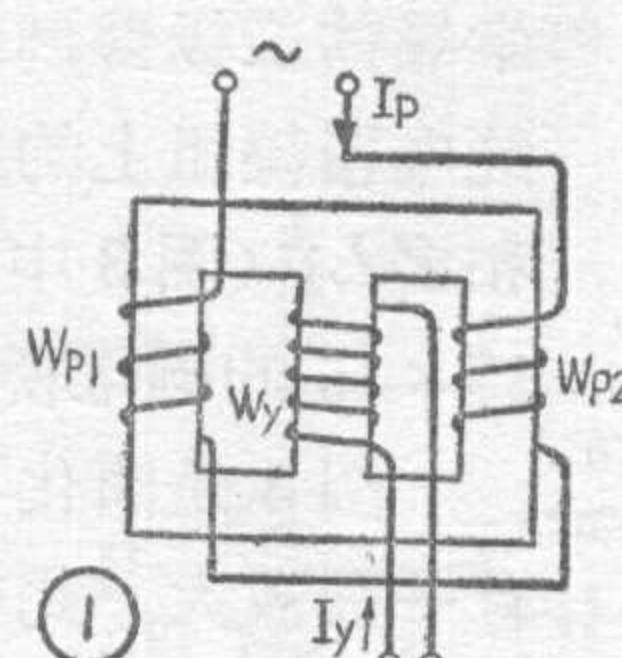
平滑上升，从而改善了产品质量，减少了机械损坏等缺点，效果基本良好。

慢速启动的工作原理

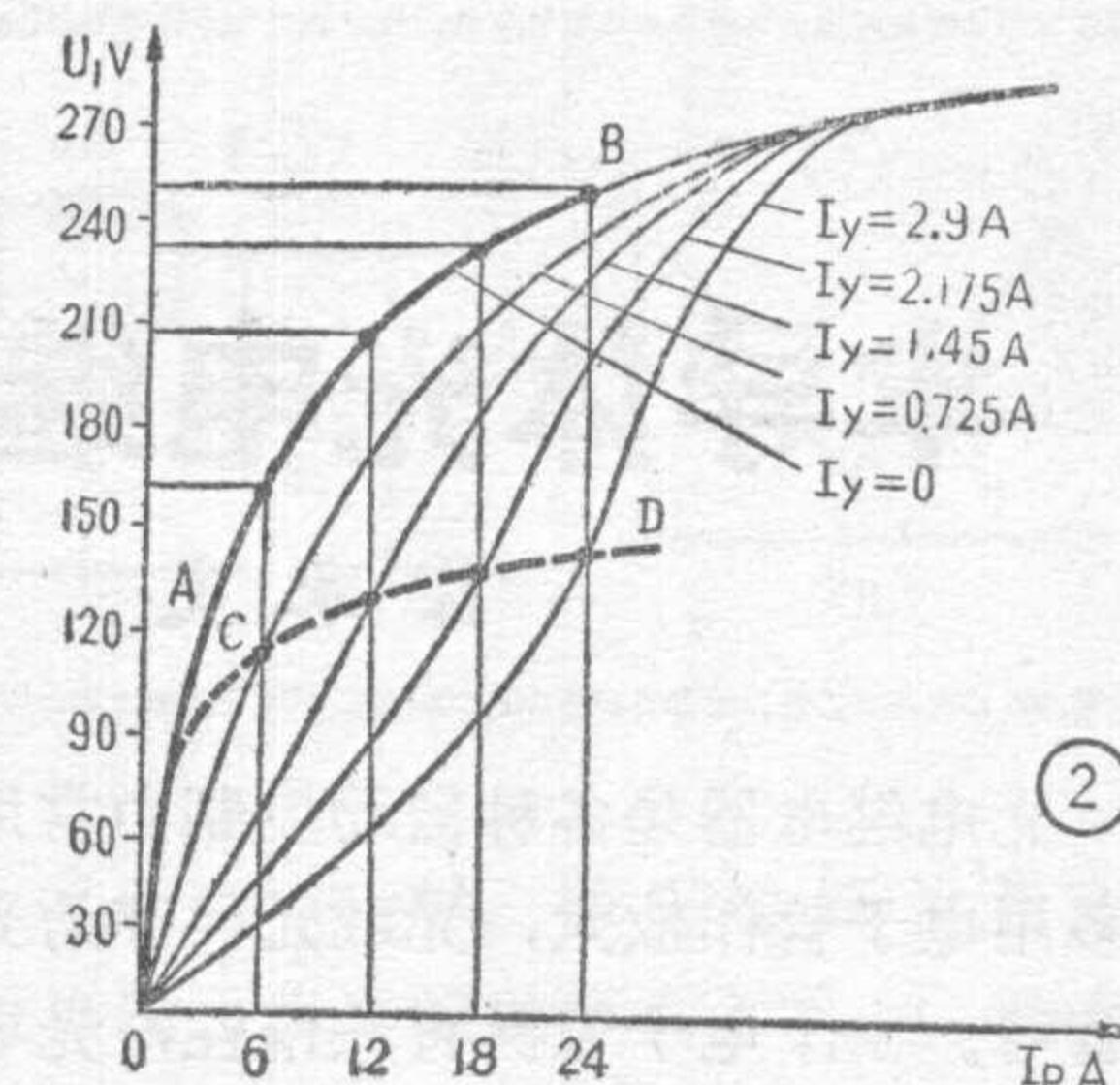
为达到鼠籠式电动机的慢速启动，可在电动机的电源線路中接入一个阻值随着启动特性要求而变化的阻抗，降低它的端电压，从而降低它的启动轉矩，以达到慢速启动的目的。

一个具有铁心的繞組通电流后，铁心內的磁导率，开始时（在所謂綫性部分）随着磁场强度的增大而增大。铁心磁化接近飽和时，場强增加而磁导率却逐渐下降。而繞組的阻抗是与磁导率成比例的。我們利用这一性质就能达到慢速启动的目的。

图 1 是一个簡單的单拍式磁放大器。



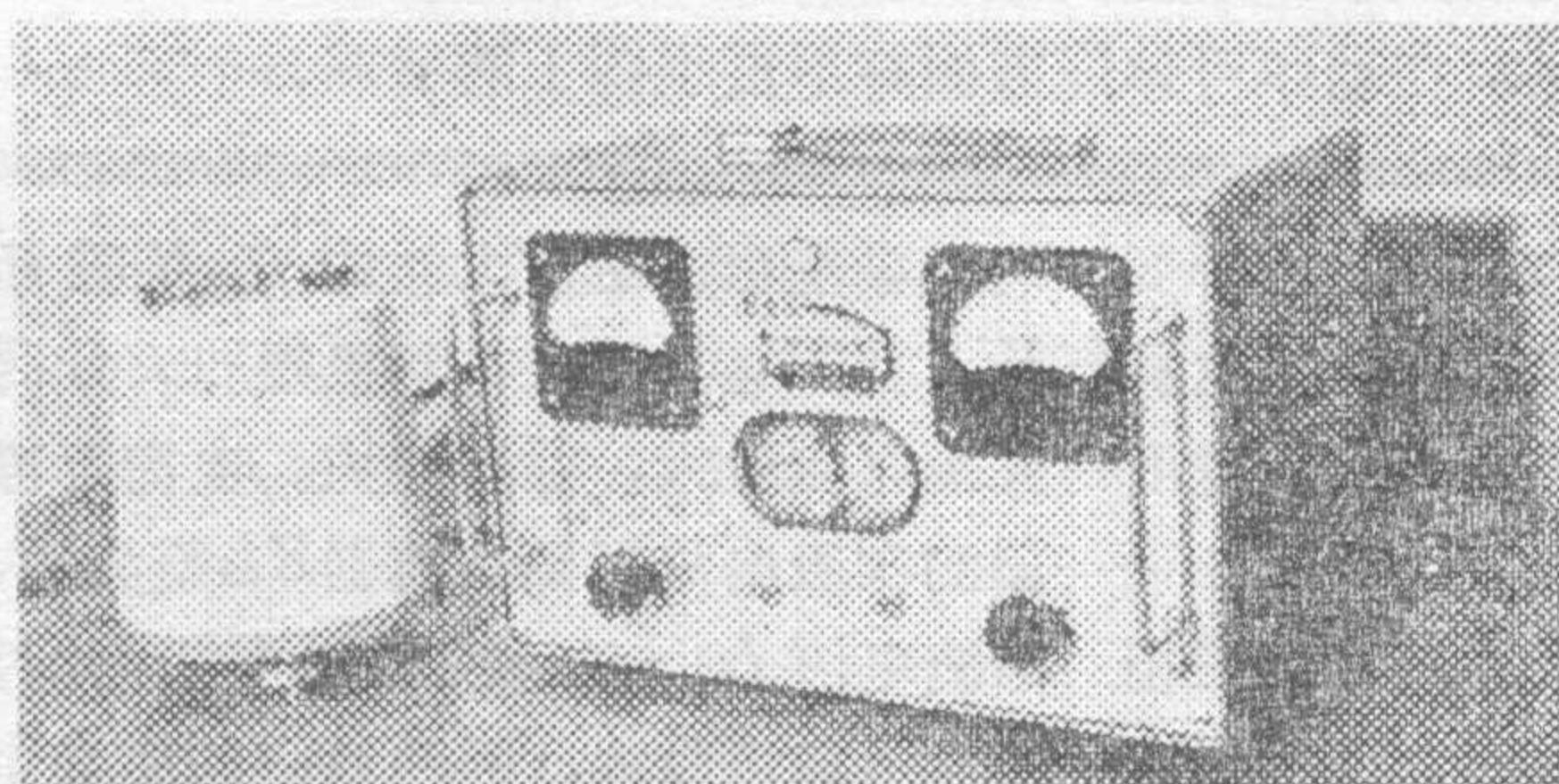
它有两个串联的交流繞組 W_{p1} 和 W_{p2} ，另外还有一个直流繞組 W_y 。 W_{p1}^1 及 W_{p2} 串接在电动机电源的一



相線內， W_y 的电流 I_y 是由相电流經电流互感器的变流及整流器整流后供給的（見圖 3）。电动机启动时，交流启动电流 I_p 很大， I_y 亦大，因而铁心內不但有交流磁场，而且还有直流附加磁场。铁心的磁导率降低，繞組的交流阻抗也随着降低，使繞組上有一定的压降，电动机的端电压降低到慢速启动的要求。此后根据电动机的特性，启动电流逐渐减小。对交流而言，磁导率及繞組阻抗也随之减小，但由于 I_y 亦相应减小，使磁导率相对地增大，这样就保持一定的繞組阻抗，使电动机不致迅速加速，而緩慢地加速，直到正常运行为止。

在不同的直流磁化状态下，繞組內的交流 I_p 与压降 U_1 的变化关系如图 2 所示。

曲綫 $I_y=0$ 表示沒有直流磁化时，电流 I_p 与繞組压降的变化关系。曲



在一个有机玻璃盒中。

探测系统的构造原理如图 3 所示。为了达到高度的防潮、防热效果，应用了多层结构。为了使光电管，无论日照的方向如何，都能接收均匀的光照，在探测系統的頂部装有乳白玻璃板以使光照散射。探测系統中除光电管外，还备有标准光源和硒光电池(56—B)作灵敏度和光譜检验装置，以保证仪器工作的准确、可靠。

仪器整机外形如照片所示。

仪器在使用以前，須定出計数器每計入一数相当于多少勒克司·小时，也就是定出比例系数。这是利用照度計来进行的。在同样的光照条件下，記錄下計数的时间間隔和当时的照度，其乘积即为每一計数所相当的勒克司·小时数。實驗結果告訴我們，随着气候条件的不同，而照射到地面的日光光譜也不同，由于光电管具有光譜响应特性，光电流和照度的比值随气候条件而变化，因而必须按着气候条件来确定比例系数。我們根据測量結果，把气候条件粗略地分为碧空晴天、有云晴天、多云晴天、大气混浊晴天、白云阴雨天、黑云阴雨天等 7 种，分别測量仪器的比例系数。如根据气候情况随时改变比例系数，即使在气候变化无常的情况下，仪器的測量誤差亦在 10% 以内。

半导体光电继电器

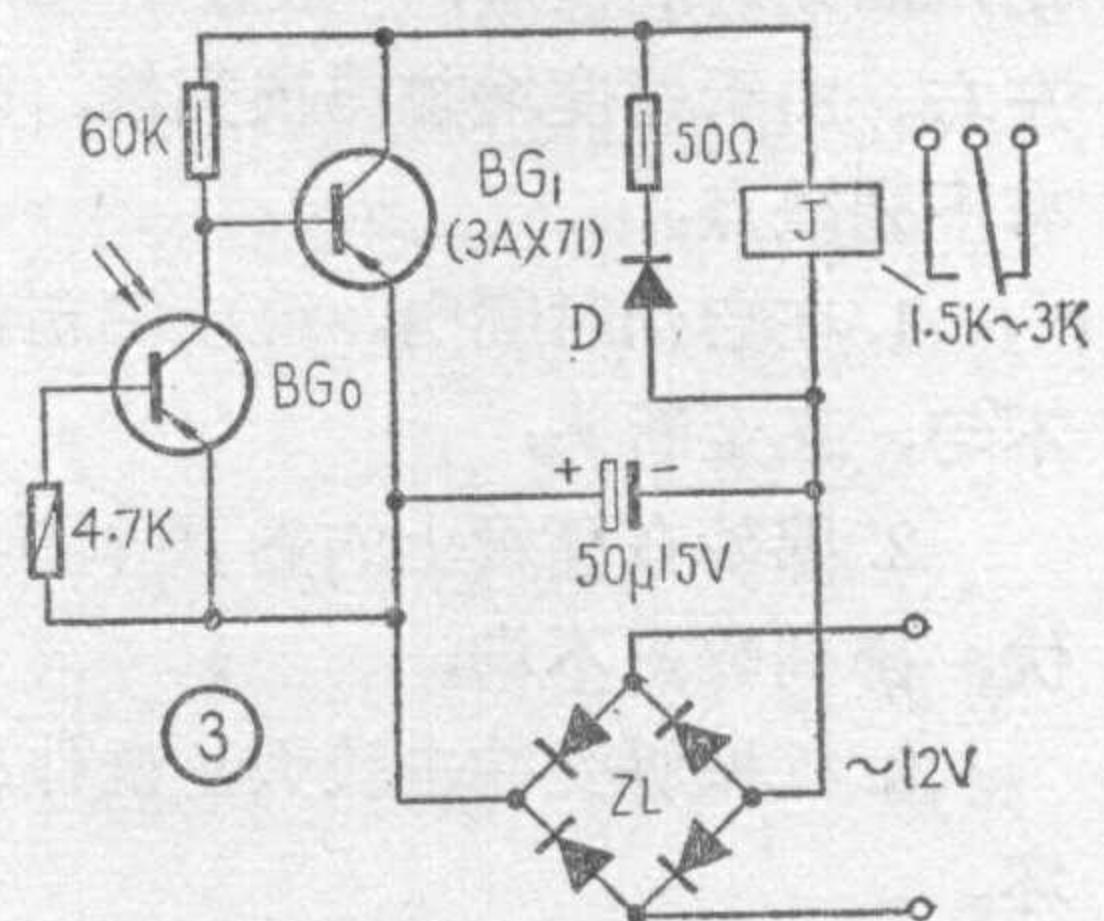
徐永炎

光电继电器是各种自动控制中常用的一种装置，过去多用电子管作放大，光敏元件亦为光电管或硫化镉光导管等。由于电子管具有热惰性，光导管亦有惰性，因而在应用上存在着一定缺点。我們根据工作需要，試制出完全用半导体元件构成的光电继电器。这种光电继电器的结构简单、体积小、电压低使用安全，而且灵敏度高，没有惰性，也不象电子管器件那样需要预热。用6.3伏的小电珠照射，如果聚光适当，在间隔1米的范围内，就能确实地动作。

光电继电器是一通用器件，可用于自动计数、自动量测、自动防护、照明控制等方面。

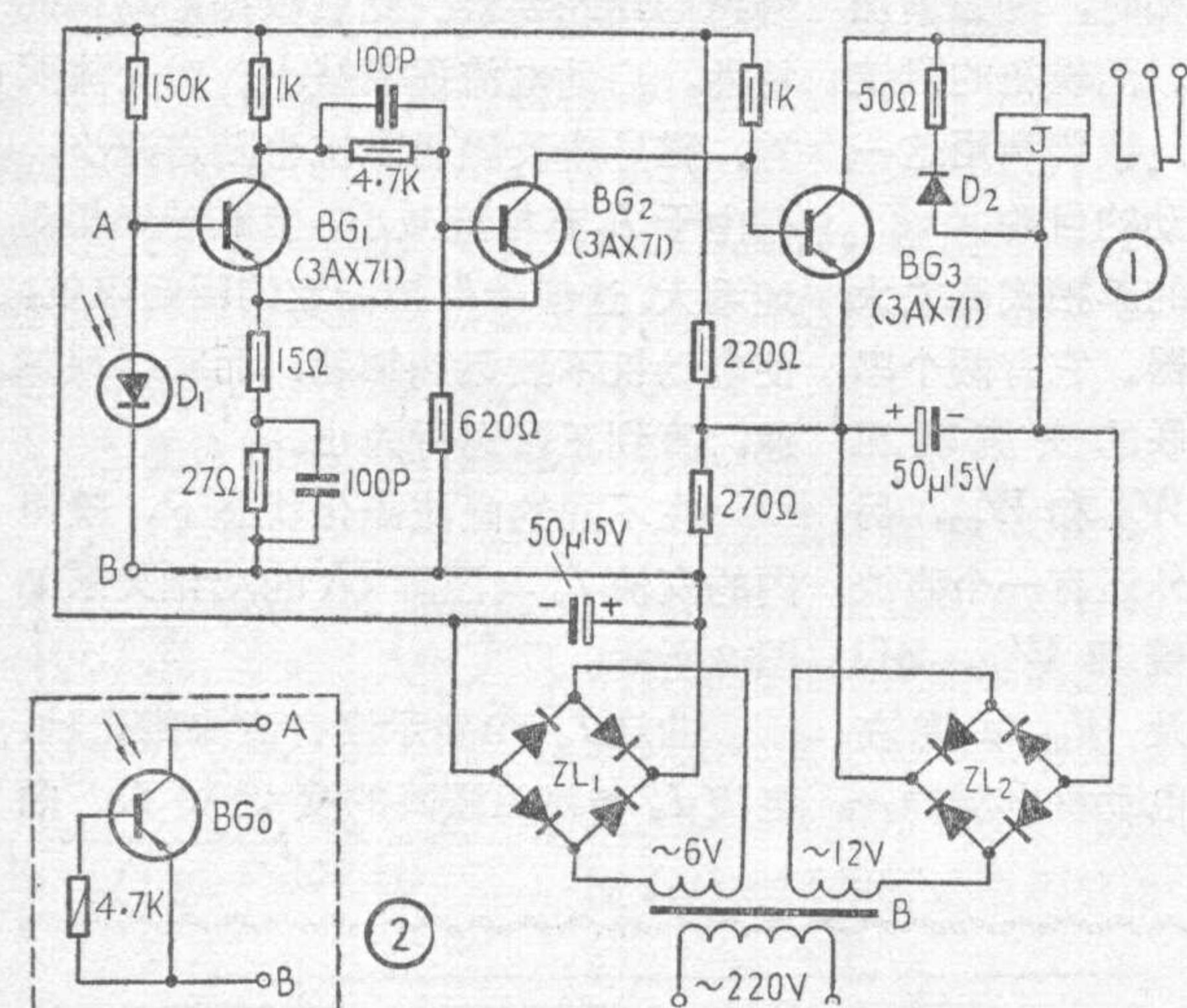
这里介绍两个光电继电器的线路，图1是遮光时继

电器动作（简称暗通）。图3亦是暗通式电路。图1中的 D_1 是光电半导体二极管，在无光照的情况下，它相当于普通的半导体二极管，正向电阻很小，反向电阻很大，可达4兆欧。当有光照时，它的反向电阻立刻下降到1000或数百欧。它和硫化镉光敏电阻相比，具有正负极性，反向电阻的亮电阻和暗电阻相差特大，而且没有惰性。图2和图3的 BG_0 是光电半导体三极管，它本身具有放大光电流的作用，所以在光敏性方面比光电二极管更好些。图1中的 BG_1 ， BG_2 是小功率低频半导体三极管，但 BG_3 必须选用集电极电流大于50毫安的三极管（此线路用的全是3AX71），这是因为所选用的继电器是JDQ-2型电信继电器，其绕组直流电阻为220欧，动作电流为45毫安。在图1的线路中， D_1 遮光时，流经继电器的电流超过45毫安，继电器吸动， D_1 有光照时，继电器绕组



中的电流几乎为零。故动作非常可靠。图1中的 D_1 也可以光电半导体三极管来代替，按图2在基极与发射极之间连接一4.7千欧的电阻，然后接到图1的A、B两点之间即可。图1中的 D_2 是任意型号的耐反向电压较高的半导体二极管，用来保护 BG_3 ，以免当继电器释放时，继电器绕组上的反电动势去冲击 BG_3 的集电极。 ZL_1 和 ZL_2 （图3中的 ZL 同）为桥式整流器，各由8片 15×15 的硒堆桥接而成。

图3是简化了的暗通式电路，在光电三极管后面只有一级放大。此电路中的继电器须用高灵敏度继电器。绕组电阻为1.5千欧时，动作电流为6毫安；绕组电阻为3千欧时，动作电流为4毫安。该电路与图1的电路比较，不但减少了两级放大线路，而且还节省了一只电源，在动作可靠性方面并不逊于图1的线路。



线 $I_y=0.725$ 安、1.45安、2.175安、2.9安等分别表示该直流电流下的 I_p 与 U_1 的变化关系。若在整个过程中全无直流磁化，则 I_p 与 U_1 沿曲线A-B变化，启动时压降很大，以后急剧下降。加上直流时，变化过程如曲线

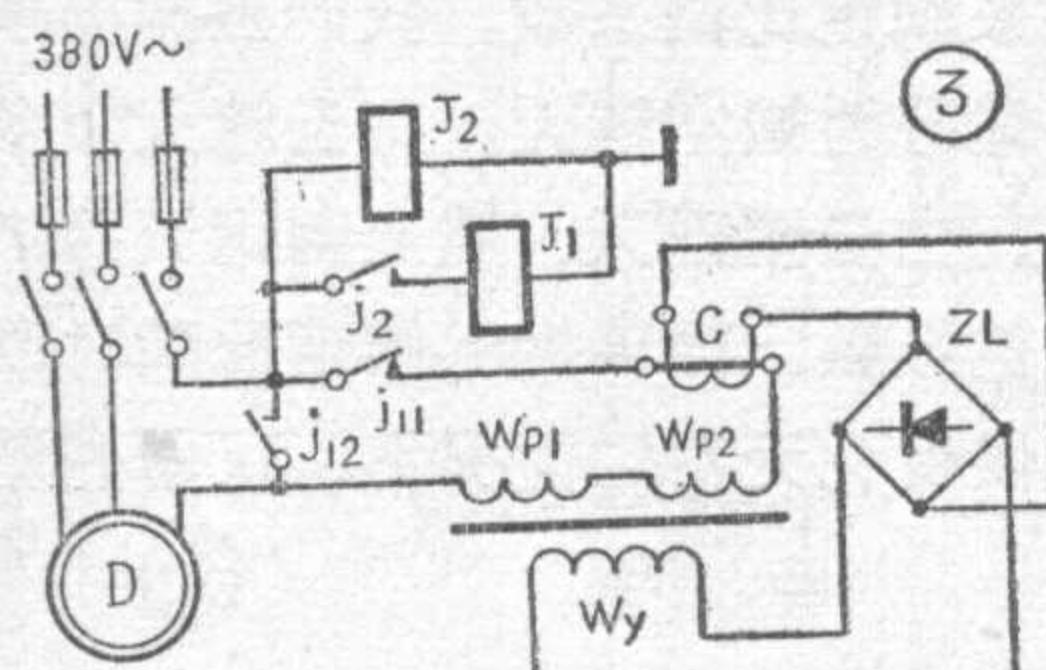
C-D所示，在同样的 I_p 下，压降变化转为平坦，使电动机不致发生这种情况：不是启动困难，就是启动速度急剧上升。

我们将此项磁放大器只接在三相电动机的一相内，降低一相电压，构成三相不平衡电路以降低电动机的转矩，达到慢速启动的目的。

线路结构

线路接续如图3所示。当电动机启动时，电流由电源相线流经继电器 J_1 的常闭接点 j_{11} ，经电流互感器C

的初级绕组、磁放大器的交流绕组 W_{p1} 及 W_{p2} ，而至电动机绕组。此时交流电流最大，阻抗亦大。电流互感器的次级电流经硒整流器 ZL 整流后，直流电流 I_y 供给直流绕组 W_y 。此时直流电流也最大，因而铁心的磁导率降低， W_{p1} 及 W_{p2} 的阻抗比纯系交流磁化时有所减小，因而电源电压经绕组降压后，足以使电动机启动。以后启动电流逐渐减小， I_y 亦逐渐减小，保持一定的绕组阻抗，而仅作缓慢降低，使电动机逐渐加速。经一定的时间后，时间继电器 J_2 动作，其接



低頻選頻放大器

王戈

在電子測量技術、自動調節、通信等方面常常要從許多輸入信號中，選出所需要的信號。為此，就需要用選頻放大器。它能從許多不同頻率的輸入信號中，選出一組頻率極近的信號並加以放大，輸送到下一級。根據工作頻率分為高頻選頻放大器和低頻選頻放大器。高頻選頻放大器是利用 LC 電路的頻率特性來完成的。超外差收音機中的中放級就是一種選頻放大器。這是業餘愛好者所熟悉的一種電路。我們在這裡主要談一談用於低頻的選頻放大器。

在實際工作中，有時要放大幾十赫的低頻信號。如應用選頻放大器同樣可以降低輸出端的干擾信號電平。

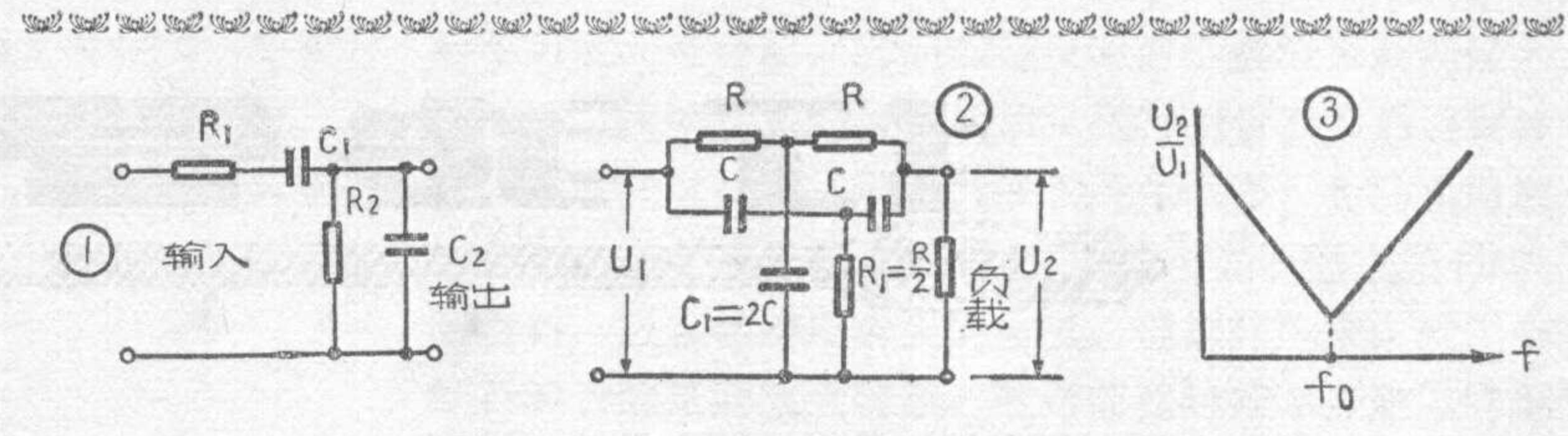
用於低頻的選頻放大器，不能用 LC 電路來完成選頻作用。這是由於要裝配調諧在幾十赫的高品質因數的諧振電路，必須用電感量很大的線圈，這樣就要增大設備的體積和重量。因而常用的低頻選頻放大器多由 RC 網路和電子管放大器組成。

RC 網路的選頻作用

圖 1 是較簡單的 RC 濾波器，適當地選擇電路參數，可得到較窄的通點 j_2 閉合，接通 J_1 的繞組電路，使 J_1 動作。其常開接點 j_{12} 閉合，於是電源經 j_{12} 直接接到電動機繞組，不再經過磁放大器。這樣，使電動機得以恢復正常電壓，在額定轉速下運行，防止了電動機的過熱。（圖 3 中接機殼處應為接地。）

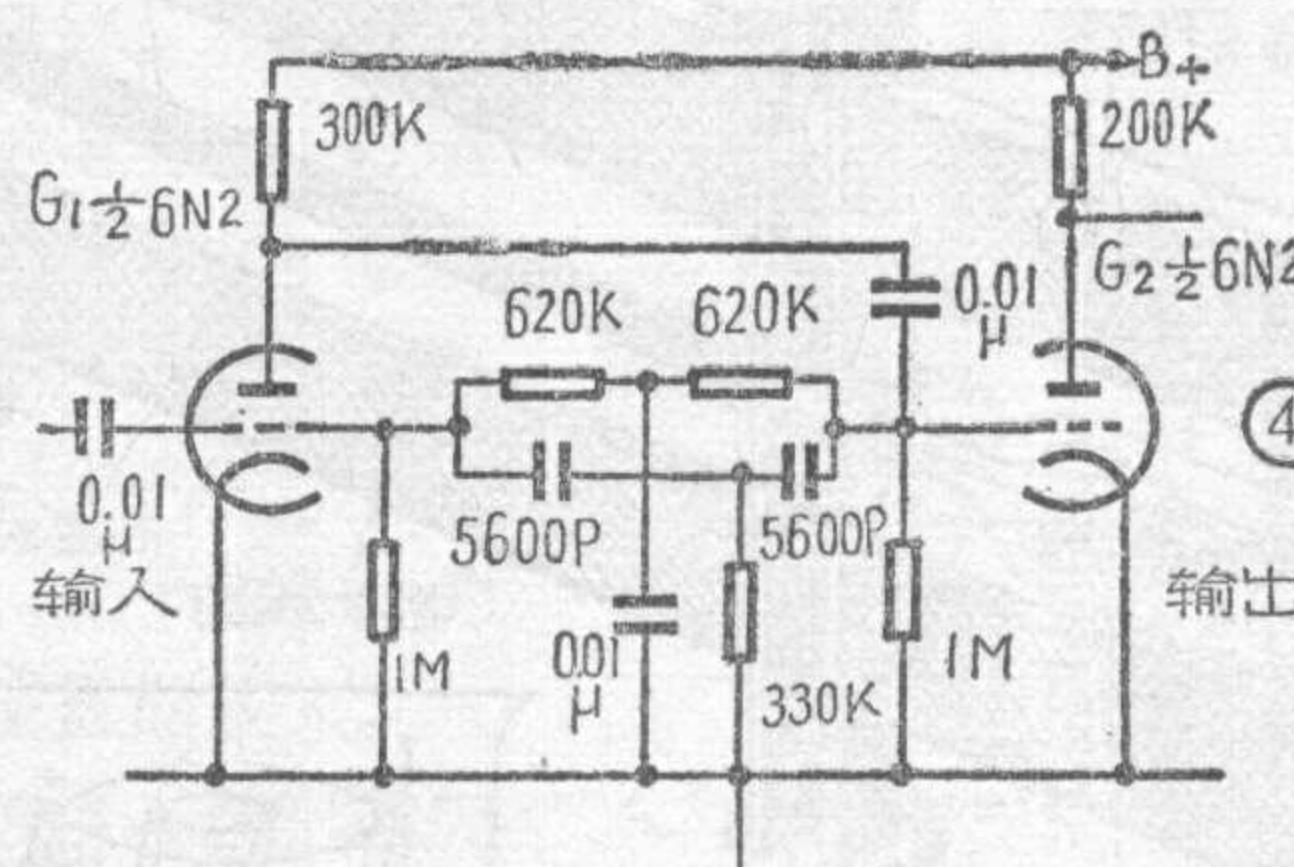
元件數據

我們根據慢速啟動 3.6 瓦，1450 轉/分，380 伏，7.2 安三相鼠籠式電動機的需要，設計了磁放大器。其數據如下：



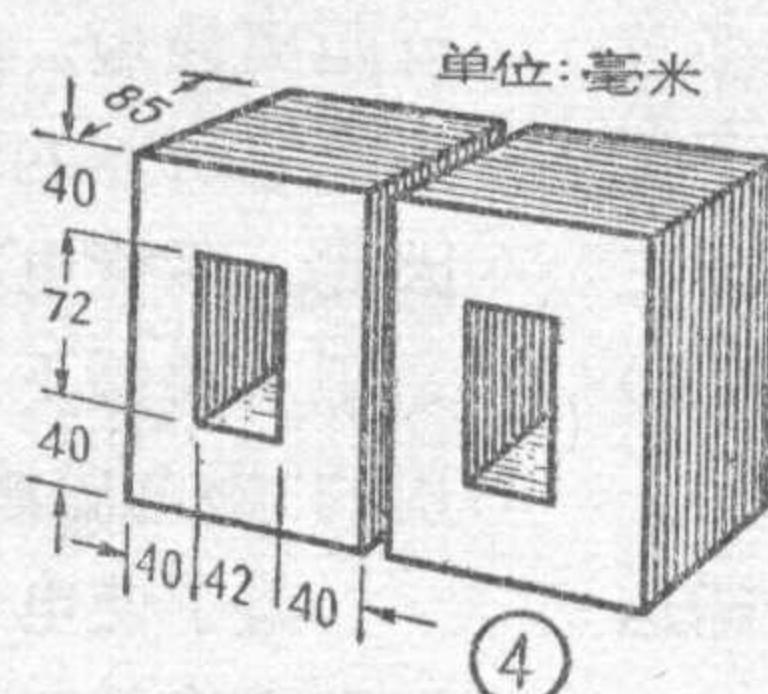
頻帶。今設有各種頻率的信號進入電路。當較高頻率的信號進入電路時，串聯臂中的 C_1 呈現較小的阻抗，只有 R_1 起作用，而並聯部分中的 C_1 所呈現的阻抗也較小，故輸出電壓較小。當較低頻率的信號進入電路時，由於 C_1 呈現較大的阻抗，其大部分電壓降在 R_1, C_1 上，因而 R_2, C_2 上的電壓就相對地小了，這樣，輸出電壓較小。只有當頻率適當時才有較大的輸出。但由於這種電路的品質因數不高，故得不到較好的選擇性。此電路常用作電子管放大器的正反饋網路。

圖 2 是最常用的而效果較好的選頻網路，叫作雙 T 型橋路。在輸入端加一定值電壓 U_1 時，輸出電壓 U_2 是頻率的函數。當輸入信號的頻率為



鐵心用 0.35 毫米厚的矽鋼片，其尺寸如圖 4 所示。

交流繞組 W_{p1} 和 W_{p2} 是相同的兩個線圈。用銅線直徑 1.63 毫米的紗包線繞 100 匝，從 70 匝處開始抽頭，分抽 6 檔，每檔 5 匝。根據啟動速度



來決定使用那個抽頭，如啟動太快可使用圈數較多的抽頭，如難

$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$ 時，輸出電壓為最小。當輸入信號的頻率高於 f_0 時，兩個電容 C 有較小的阻抗，大部分電壓降在 R_1 上，故有較大的信號電壓由電容 C 和電阻 R_1 組成的支路傳遞給負載。當信號頻率低於 f_0 時，電容 C_1 呈現較大的阻抗，信號電壓由兩個電阻 R 和電容 C_1 組成的支路傳遞到負載上去。此網路可用作放大器的負反饋網路。雙 T 型橋路的選頻特性如圖 3 所示。

低頻選頻放大器的實際電路

圖 4 是對 50 赫具有選頻作用的放大器。由 G_1 的輸出取出一部分電壓通過雙 T 型橋路反饋給 G_1 的柵極，使 G_1 处在負反饋的工作狀態。由於雙 T 型橋路諧振於 50 赫，故反饋網路在 50 赫附近的反饋電壓為最小，從而 G_1 將有最大的輸出電壓。而頻率高於或低於 50 赫時，反饋電壓比 50 赫時為大，因而輸出電壓就小。這樣，放大器就具備了對 50 赫信號的選頻和放大作用。

以啟動可選擇圈數少的抽頭。

直流繞組 W_y 用銅線直徑 0.56 毫米的紗包線繞 1200 圈。

整流器 ZL 由 100×100 的硒片 4 片組成橋式整流器。

電流互感器亦可自制，鐵心截面為 30×45 毫米，初級繞組為 1.63 毫米直徑的紗包線繞 30 圈，次級用 0.5 毫米直徑的漆包線繞 150 圈。

交流繼電器 J_1 為 220 伏，10 安，雙刀雙擲繼電器。

時間繼電器 J_2 為 220 伏，3 安，其延遲時間為 4~6 秒。

行波管是用来放大超高頻信号的重要电子管，特别是在对微弱信号放大和需要进行較大頻寬的放大方面，目前仍未有其它电子器件可与之匹敌。行波管多用于雷达、微波中继通信设备及其他微波设备中。

在速調管中，借助于对运动电子进行速度調制的方法获得了密度調制的电子注，并以此与諧振腔相互作用而实现超高頻信号的放大。由于相互作用发生在很短的腔隙之間，因此相互作用的时间极为短暂。为了增大管子的輸出功率，必須用强大的电子注工作，这样阴极发射的起伏現象就引起很大的噪声。此外，諧振腔是一个有选择性的諧振系統，所以这种管子的頻寬是不大的，一般約为工作頻率的 1% 左右。故速調管不宜作为微弱信号和寬頻帶的器件应用。

如果高頻場是一个行进方向与电子方向相同的行波場，其行进速度和电子运动速度差不多的时候，运动电子与某一极性的高頻电場就有較长的相互作用时间进行换能，由于相互作用时间长，高頻电場也能从較弱的电子注获得較多的能量，这就有利于降低噪声和增大輸出功率。另外行波速度与頻率几乎没有关系，所以行波系統能在較寬的頻帶內工作。我們在这里所要介紹的行波管就具有速調管所沒有的这些特点。它最适用于微弱信号的放大和寬頻帶放大，其頻寬約为工作頻率的 20%。

目前，行波管分为 O 型的和 M 型的两种型式。在 O 型管中沒有恒磁场作用于电子上，而 M 型管則与多腔磁控管相似，其中的电子在相互垂直的恒电、磁场下运动，因此又称为磁控行波管。就应用上來說，又分为三类，(1)电压放大行波管、(2)功率放大行波管、(3)低噪声行波管。

由于最常用的是 O 型行波管，所以这里主要介紹这种管子。

行波管的結構

图 1 是具有螺綫式慢波系統的行波管。它包括五个主要部分：(1)电子枪和加速阳极；(2)使高頻信号行进速度降低到略小于电子飞行速度的慢波系統；(3)輸入和輸出耦合装置；(4)聚焦系統；(5)收集极。

电子枪和加速阳极的功用是把电子注射入慢波系統內的相互作用空間，在这里与外加超高頻信号发生能量交換，使超高頻信号得到放大。

輸入和輸出装置由同軸傳輸線或波导管組成。要放大的超高頻信号通过輸入装置加到慢波系統。信号經放大后，由另一端的輸出装置引出。

我們知道，电磁波沿綫传播时的速度略等于光速，而电子在一般可能使用的电压（几百至几千伏）作用下，其飞行速度远小于光速。我們必須設法使电磁波传播速度慢下来，使其略等于电子速度才能有效地实现能量交換。能够使电磁波慢下来的装置叫作慢波系統。

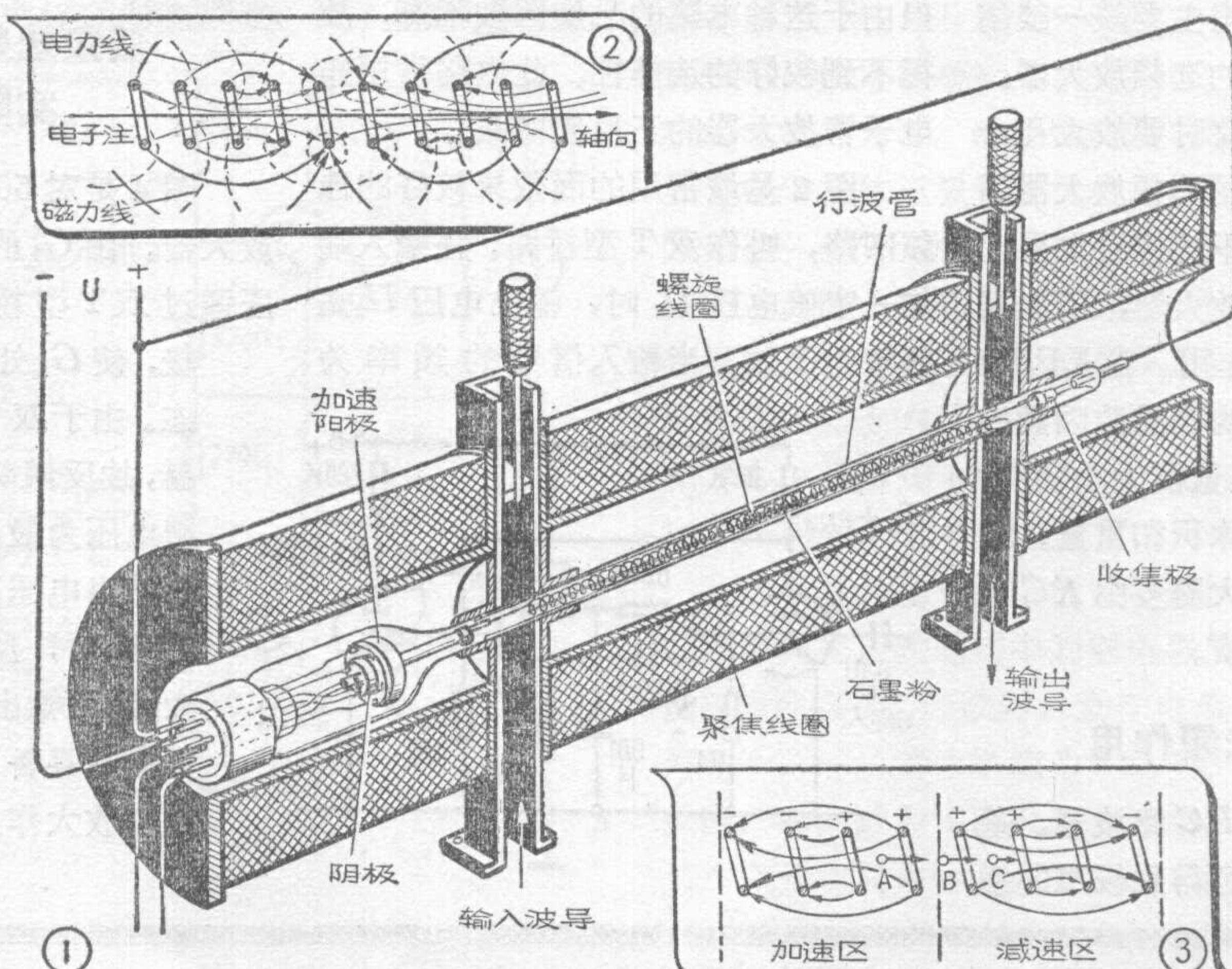


图 1 所示行波管的慢波系統是一段螺綫（图 2 为其一段）。超高頻信号經輸出装置被加到螺綫始端后，将沿螺綫在螺綫的間隙內传播。其电力綫垂直于导綫，其磁力綫圍繞导綫閉合，如图 2 所示。电子是沿慢波系統的軸向作直綫运动的。对慢波系統全长來說，电子的飞行距离最短。电磁波則要經過全部螺綫长度才能到达終点，它所需的时间必然要比直綫传播的时间长許多倍。因此，尽管电磁波沿螺綫以光速传播，但对軸向來說，是相对地慢下来了。这样就获得了能与电子产生相互作用的“慢电磁波”。

为了使电子注在相互作用过程中不致散开，沿管身加入聚焦系統，以增强相互作用效果。实际使用的聚焦

系統有电磁的、永磁的以及周期性电的或磁的聚焦系統。图 1 所示的是用線圈产生磁聚焦的电磁聚焦系統。

經相互作用后的电子打在收集极上，产生热能消耗其剩余能量。

行波管的工作原理

图 3 是一小段慢波系统的軸向剖面图。这里假設“慢电磁波”的传播速度略低于电子飞行速度。电子处于 **A** 的位置时，軸向高頻電場的极性对电子是加速的（該区域称着加速区），因而場要付出能量以加快电子的速度。但运动电子的入射速度本来就稍大于軸向“慢波”的传播速度，所以电子从高頻場获得少量能量，很快地就越过加速区。当电子到 **B** 的位置时，該区域的軸向電場为零，所以它不受高頻場的影响，无能量交換。而电子进入 **C** 位置时，該处是高頻電場的极性对电子为减速的区域，因此电子的速度降低而动能损失，这部分能量轉移到高頻場上。并且由于速度的降低，从而与减速場的相互作用时间就相对地长一些，交給高頻場較多的能量。电子在飞越加速区时滞留的时间短，而在飞越减速区时滞留的时间长。結果，軸向“慢电磁波”在减速区内吸收电子的能量就大于在加速区内付出的能量，經全部慢波系統的相互作用后，高頻場不断地获得能量。而电子是以大于“慢电磁波”的速度射入相互作用空間，經相互作用后把大部分从加速阳极电源取来的动能轉移給高頻場，最后以低于入射时的速度脱离慢波系統。

在相互作用空間內，軸向高頻電場对电子的影响是，改变运动电子的相对速度以形成密度变化的电子注。故在相互作用空間中，电子的密度是不均匀的，电子注以大的密度在减速区提供能量，却以小的密度在加速区吸收能量。因此，从平均效果来看，加于輸入端的超高頻信号沿慢波系統传播后，就获得能量而放大。

如果电子飞行速度低于“慢波”传播速度，情形就完全不同了。当飞行电子处于减速区时，电子被减速，本来电子速度就慢于“慢波”的传播速度，从而很快地落在减速場的后面，相互作用时间很短，当减速場后面的加速場赶上电子，电子在加速区飞行时，电子被加速，使电子的飞行速度不太落后于“慢波”的传播速度，因而在加速区里，相互作用时间就长一些。由以上叙述可見，电子在飞行过程中，从高頻場获得的能量高于付出的能量，最后电子以高于入射时的速度到达收集极。这时高頻場不但不能从电子注获得能量，反要損失能量。因而电子飞行速度必須高于慢波传播速度。

在行波管中，慢波系統愈長則管子的放大倍数就愈大。但是管子太长将受工艺制作的限制，并且要防止管子的自激就更困难。行波管产生自激的原因是，終端負

載不可能完全匹配，因而就有反射波沿慢波系統向輸入端传播，反射波加到輸入端后又經行波管放大后送到終端。如此往返放大，就使行波管产生自激。为防止自激的出現，通常在离輸入端約 $1/3$ 处塗上如石墨之类的吸收材料，以衰耗掉反射波的能量。但这样来，就影响到行波管的正向放大倍数，这是前些时候不可避免的現象。近年来，由于铁氧体单向器件的出現，就可能制造出正向衰減很小而反向衰減很大的行波管，以充分提高其放大能力。

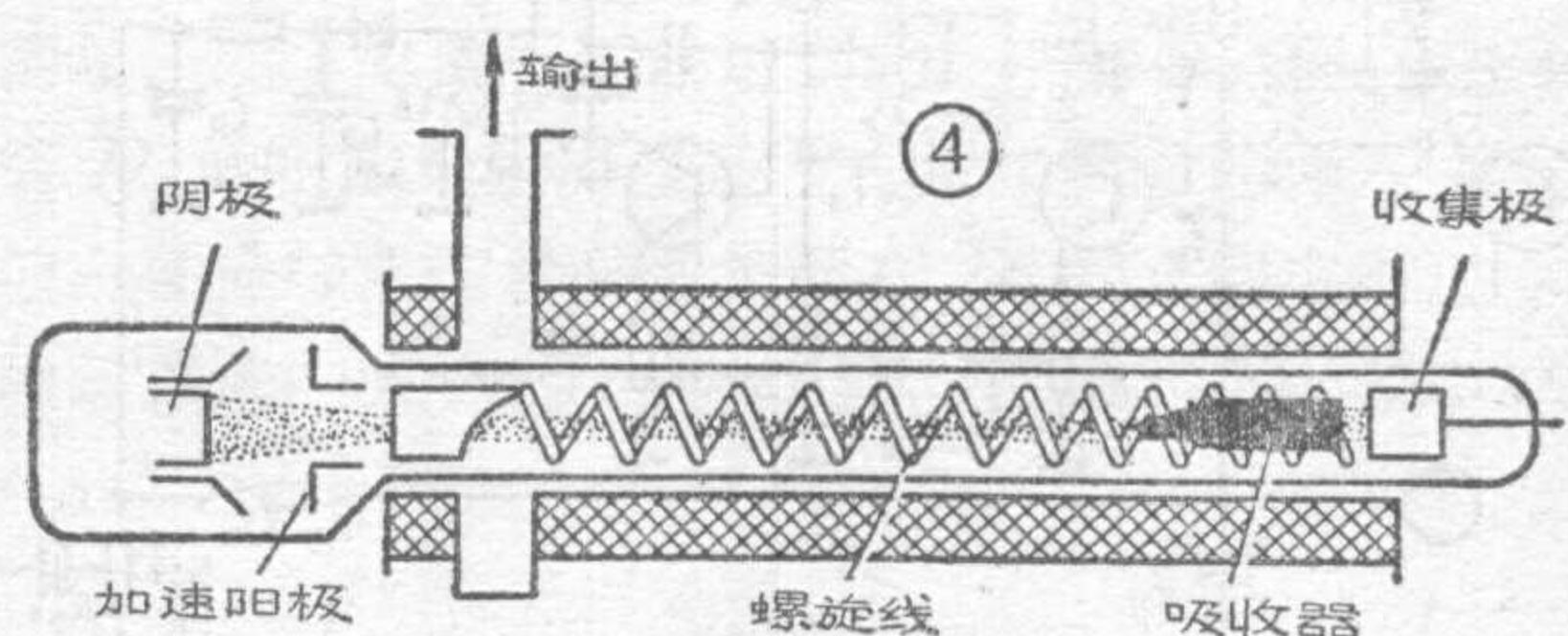
工作于連續波的功率放大行波管多半用于微波接力通信設備上，連續波輸出功率有 1 到 20 瓦即已足够。而脉冲工作的行波管的輸出功率高达 10 兆瓦以上，常用于雷达发射机和宇宙通信設備上。低噪声行波管用于雷达和接力通信等接收机中作为高灵敏度的放大器件。目前，行波管的最高工作頻率約為 75000 兆赫（波長為 4 毫米）。

行波管除作放大器件使用以外，把輸出端与輸入端适当地耦合起来，就可作为振蕩器。也可将行波管作为变頻器、調制器等器件应用。

返 波 管

返波管是在行波管的基本上发展起来的一种电子管，其基本結構如图 4 所示。返波管用作微波振蕩源。

从电子枪入射慢波系統的电子注，在飞向收集极的过程中，在慢波系統中将出現涨落（噪声）脉冲。在此



脉冲的作用下，在螺旋内产生复合电磁波，行进方向与电子注行进方向相同的波到达收集极端被完全匹配的吸收器吸收，沒有反射波，而行进方向与电子注行进方向相反的波（返波），往輸出端传播。在传播过程中自电子注吸收能量，此时支持返波运行的慢波系統相当于普通电子管振蕩器的反饋电路，而电子注又相当于返波的反饋电路，电子注受到返波的調制而逐渐集聚而倒轉來激励返波。此时如电子注的行进速度适当，在輸出端就能引出所需頻率的振蕩信号。

返波管所以叫做返波管是因为电磁波的方向与电子注的方向相反。它是一种寬頻帶微波振蕩器，它的振蕩頻率很寬，例如自 2700 兆赫到 13,000 兆赫。

半导体收音机的自动增益控制电路

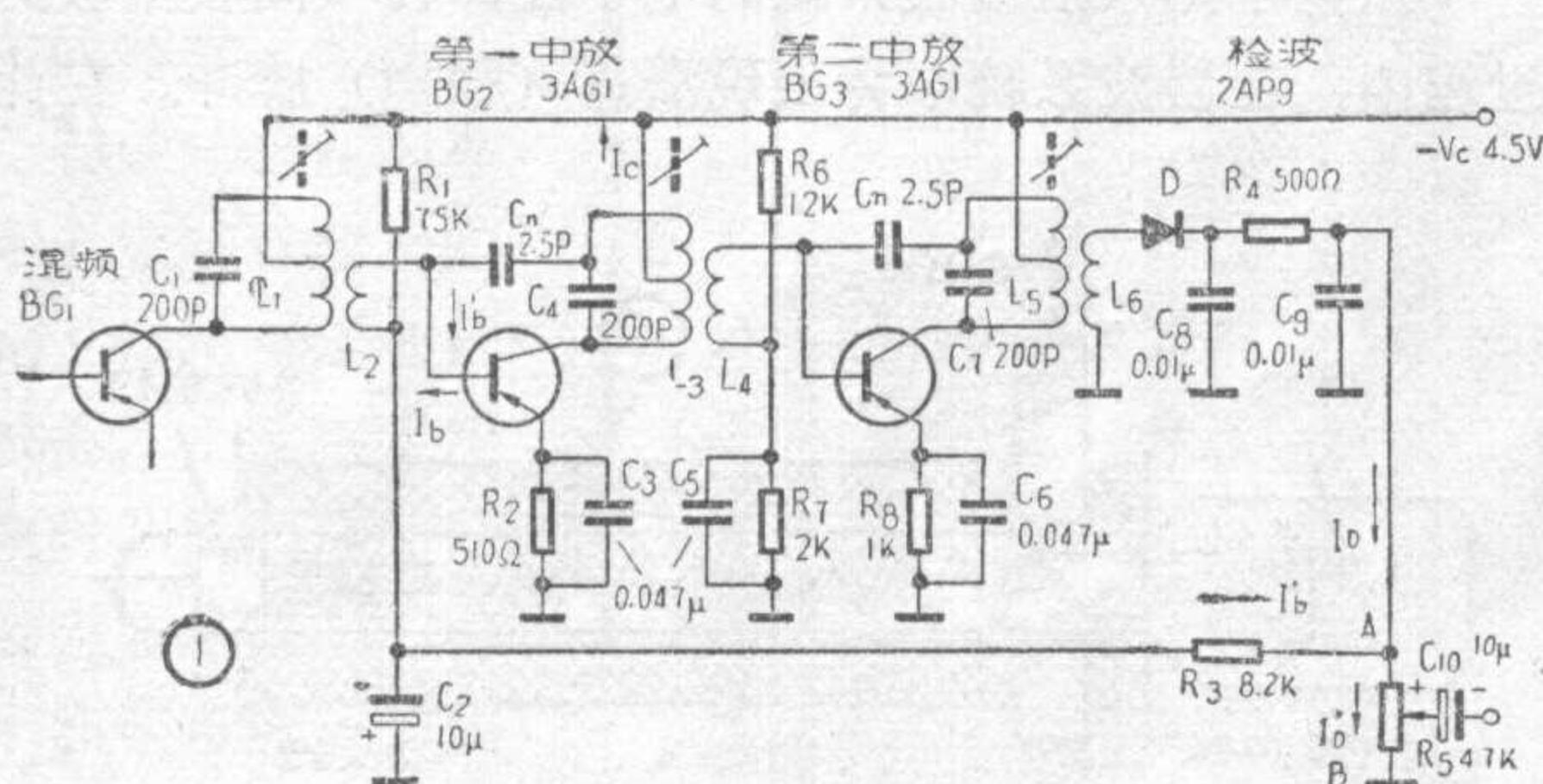
布 谷

半导体管收音机和电子管收音机在自动增益控制(AGC)系统上不同的是，对前者需要提供控制功率，对后者只需提供控制电压。

对自动增益控制的要求是：使放大器的增益随射频信号强度的增加而下降。在半导体管收音机中，为了达到这个目的，可以采取控制半导体管发射极电流、集电极电压或基极电流的方法来达到。由于控制基极电流所需提供的控制功率最小，因而被收音机广泛采用。現在介紹几种最常用的自动增益控制电路。

一、基极电流控制电路

电路如图1所示，被控制級是收音机的第一中放管 BG_2 ，控制电流取自检波器的直流部分。电路的工作原理是：設检波管 D 沒有輸出，即无射頻信号輸入，此时第一中放管的直流偏置点由分压器电阻 R_1 、 $R_3 + \frac{R_5(R_4+R_D)}{R_5+(R_4+R_D)}$ (R_D 是检波二极管 D 的正向电阻)和发射极稳定电阻 R_2 以及集电极电压 V_c 所决定，



并設此时半导体管 BG_2 的基极电流是 I_b ，相应的集电极电流是 I_c (=0.5—0.8毫安)。如果有外来差频信号进入中频放大器，则将被二极管 D 检波。检波以后的脉动中频电流被电容器 C_8C_9 和 R_4 組成的滤波器滤除，音频部分則通过 C_{10} 送入音频放大器，其直流电流 I_D 的一部分 I'_D 消耗在音量电位器 R_5 上，另一部分电流 I_b' 将通过电阻 R_3 注入到半导体管 BG_2 的基极，根据克希霍夫第一定律 $I_b = I_D - I'_D$ ，即为收音机的自动增益控制电流。电流 I_b' 的方向和半导体管 BG_2 在靜态时的基极电流 I_b 相反(見图1)，这是因为检波管 D 的接法是正向連接的缘故，因此使半导体管 BG_2 的 I_b 减少，工作点降低，其結果使放大器的增益降低。如果外来射频信号愈大，则 I_b' 也愈大， BG_2 管的增益就愈低，反之则增益升高，因而起到了自动增益控制的作用。例如

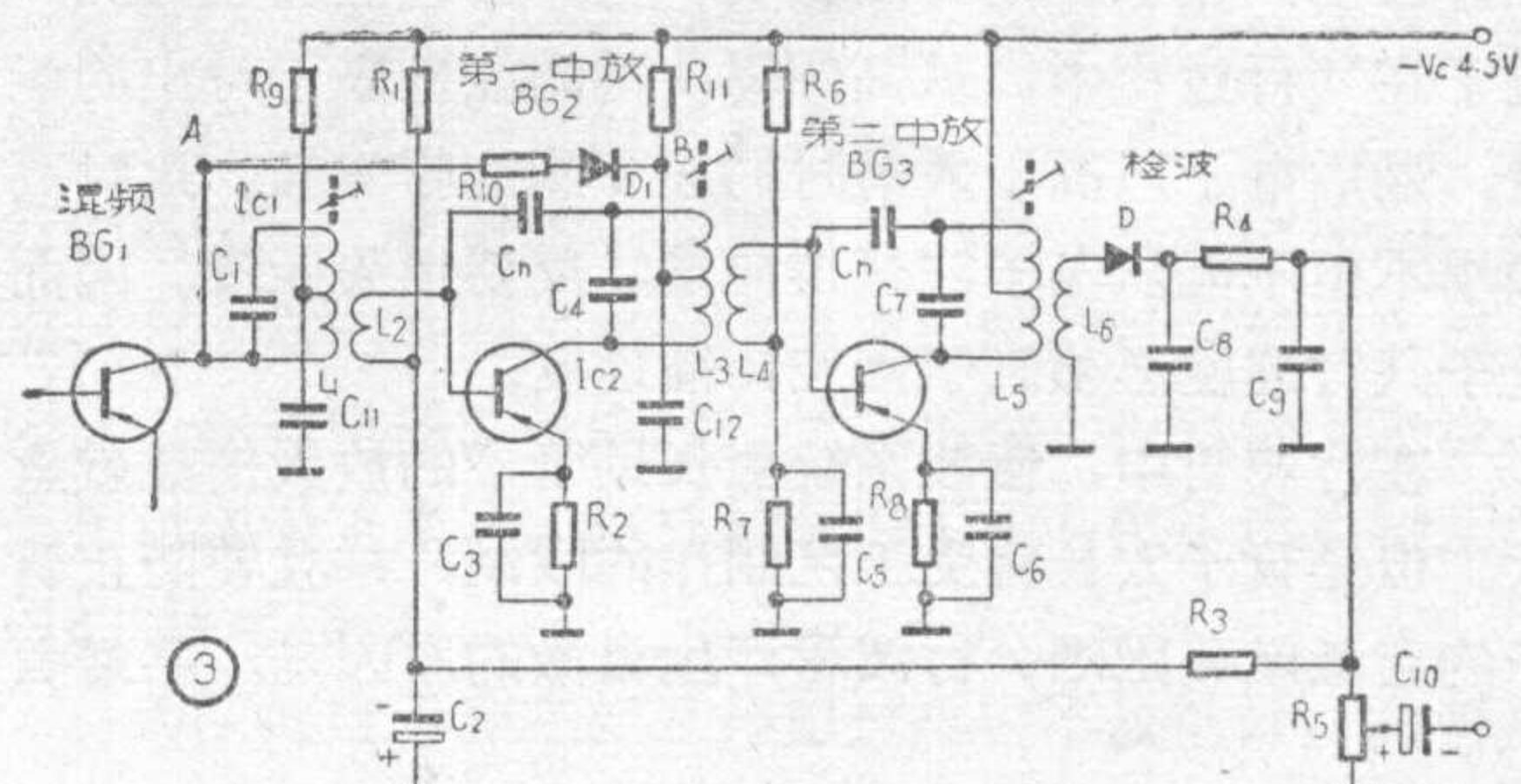
美多 28A 半导体收音机采用的就是这种电路。图2是图1 电路的自动增益控制特性。

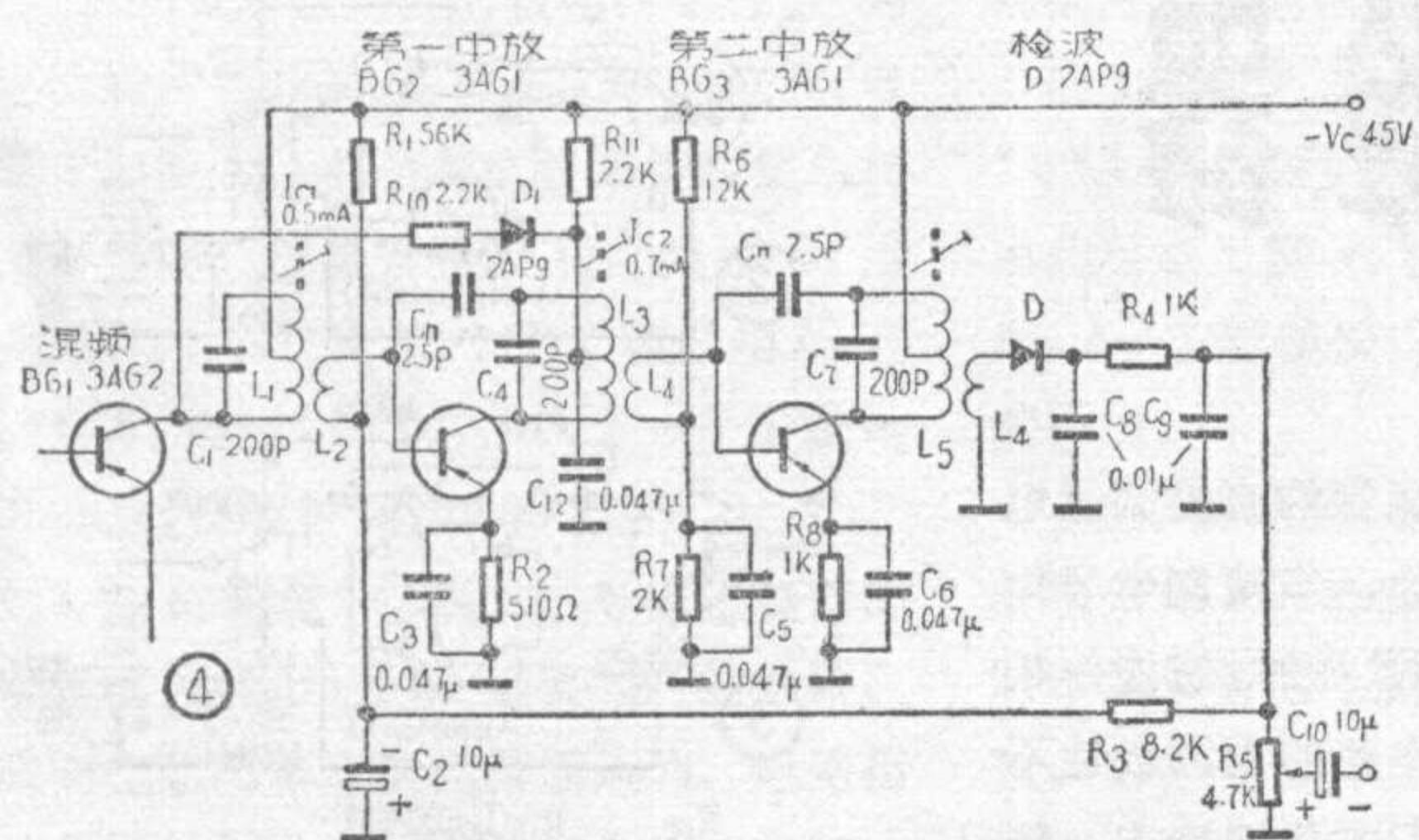
上述电路的优点是簡單經濟，效果較好。当輸入信号場强变化 26 分貝时，收音机的輸出电压的相应变化約在 5~10 分貝之間。缺点是当外来信号很大时，例如在 50 毫伏/米以上，受控制級有可能被自动增益控制电流截止，趋向乙类放大状态，使放大級产生严重失真。

同时，当外来信号愈大时， I_b 愈小，受控級的輸入阻抗的电阻部分就愈高，使輸入阻抗增高，这个阻抗轉換到上一級的輸出負載槽路后，使槽路 Q 值增大，則通頻帶变窄，這是我們所不希望的。

二、二极管阻尼自动增益控制电路

图3 电路是图1 电路的改进，电路使用二极管 D_1 的阻尼作用來加强自动增益控制的作用。阻尼电路由 R_9 、 C_{11} 、 R_{10} 、 D_1 、 R_{11} 、 C_{12} 构成。电路的工作原理是：設外来信号很小，由检波器提供的自动增益控制电流，尚未使第一中放管 BG_2 的集电极电流 I_{c2} 有显著下降，此时电路的自动增益控制工作状态和图1 电路相似。在电阻 R_{11} 上的电压降是 $I_{c2} \cdot R_{11}$ ，而在电阻 R_9 上的电压降是 $I_{c1} \cdot R_9$ ，由于半导体管 BG_1 在小信号下工作且未加有自动增益控制电流，故 $I_{c1} \cdot R_9$ 可认为基本不变。現設 I_{c1} 近似等于 I_{c2} ， $R_9 < R_{11}$ ，則当弱信号时 $R_{11} \cdot I_{c2} > R_9 \cdot I_{c1}$ ，即图3 电路中 B 点电位正于 A 点，二极管 D_1 处在反向电势下，可解释为不导电或不通，这时对 C_1 、 L_1 槽路不起作用。但当外来信号增强，由检波器提供的自动增益控制电流使受控級的集电极电流 I_{c2} 減少一个 ΔI_{c2} 时，則 $R_{11}(I_{c2} - \Delta I_{c2}) \leq R_9 \cdot I_{c1}$ ， B 点电位





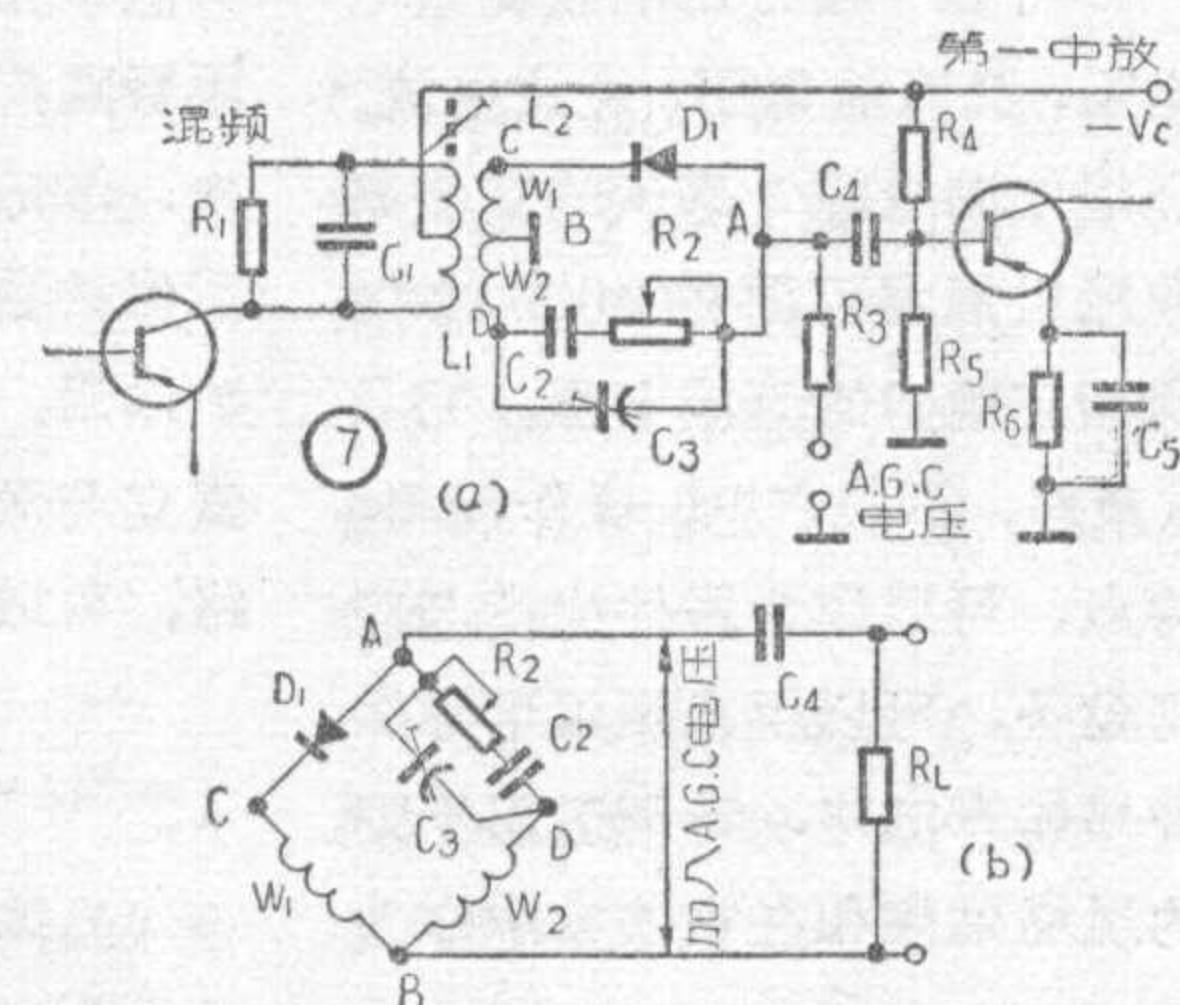
即出現接近或負于 A 点电位，二极管 D_1 趋向导通。当外來信号足够大时， D_1 完全导通。此时混頻器輸出的中频信号电流大部分被 R_{10} 和 D_1 很小的正向电阻所旁路。由于 R_{10} 和 D_1 的正向电阻和 L_1 、 C_1 槽路并联的結果，使槽路 Q 值急剧下降，混頻級的輸出負載阻抗大为降低，因而这一級的增益随外來信号的增强而减少，起到了自动增益控制的作用。适当选择 R_{10} 的阻值，可以控制自动增益控制作用强度。选择 R_9 和 R_{11} 阻值的比，可以确定阻尼电路起作用的信号場强。

图 4 电路是图 3 电路的变型，比起图 3 电路来少了一只电阻 R_9 和电容 C_{11} ，但效果和图 3 电路相似，常为收音机所采用。例如美多 27A 半导体收音机即采用这种自动增益控制电路。图 4 电路的自动增益控制特性如图 5 所示。这种电路的优点是：当外來信号强度变化 26 分貝时，收音机的相应輸出电压变化在 0~4 分貝之間，效果很好。另一优点是：随着信号場强的增大， L_1 、 C_1 槽路 Q 值下降，通带变寬，这是我們所希望的。因为只有当外來信号很弱时，才希望有很高的选择性，而选择性和通頻帶之間有矛盾，这是大家都知道的。还有一个优点是：由于混頻級的輸出信号电流被二极管 D_1 所旁路，因之当信号强度相同时，受控級的集电极电流，比起图 1 电路来，更不易出現截止現象（參見图 6），这样就可以减少失真。

三、二极管电桥控制电路

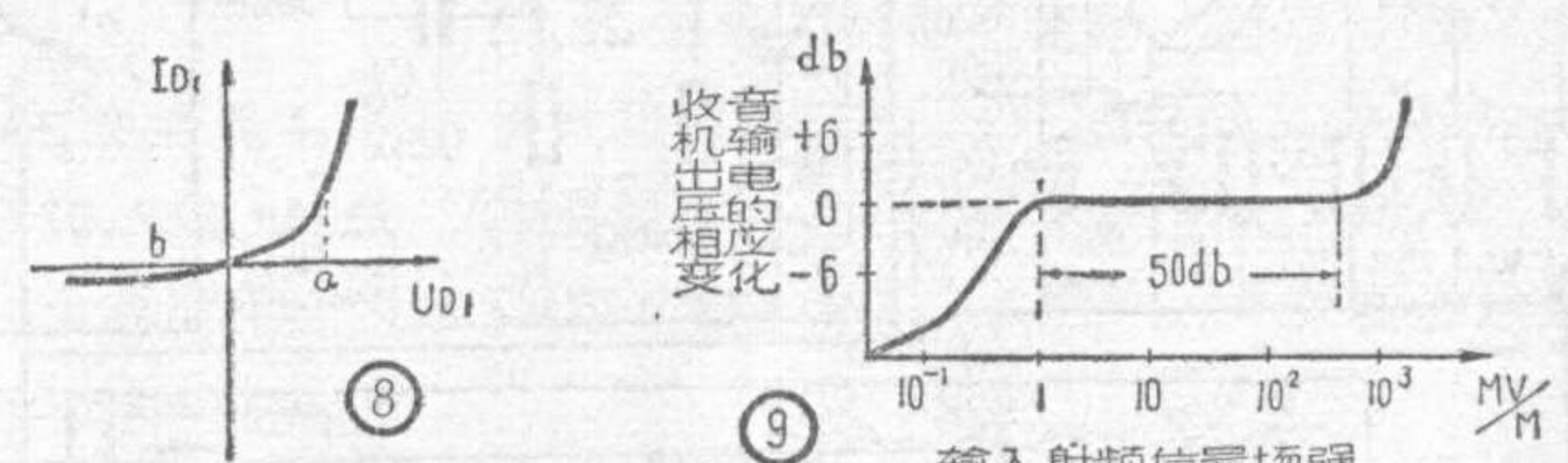
图 7a 是二极管电桥自动增益控制电路。电桥的四臂由 W_1 、 W_2 、 D_1 和 C_2 、 R_2 、 C_3 组成如图 7b，其中 $W_1 = W_2$ ， D_1 是点接触型二极管， C_2 、 R_2 、 C_3 是 D_1 在交流时的等效电路， R_2 相当于 D_1 的反向电阻， C_3 相当于 D_1 的势垒和接綫电容， C_2 、 C_4 是断直流通电容器。电路的工作原理是：在起始状态，即輸入信号很小， AGC （自动增益控制）电压尚未对二极

管 D_1 起作用时， D_1 导通情况如图 8a 点（这可以利用外加电路来达到），这时对信号功率的衰减仅由二极管不大的正向电阻决定，电桥处在不平衡状态。随着輸入信号的增加，检波后的 AGC 电压也跟着增加，二极管 D_1 的工作点逐渐向左移动，当移至图 8b 点时，适当选择 R_2 、 C_3 的值，即可使电桥达到接近平衡状态，此时图 7b 中 A 、 B 两端的信号电流将趋向于最小。当电桥完全平衡时，对信号的衰減将无穷大，但实际上这是不可能的，因为当电桥对信号的衰減很大时， AGC 电压亦将降低，于是电桥又会趋向不平衡（ D_1 开始导通），因而电路达到了自动增益控制的目的。



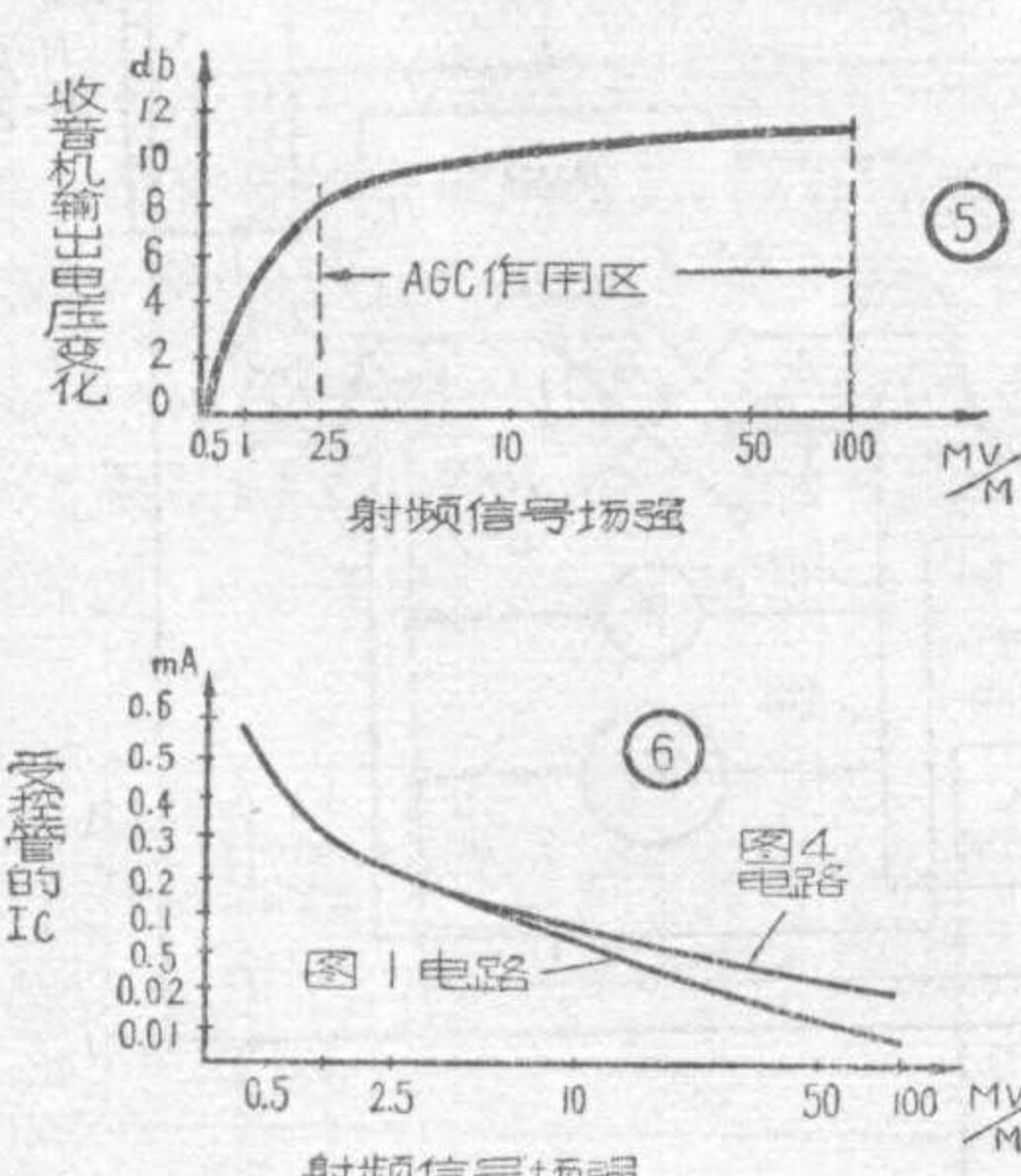
电桥电路宜置于收音机的混頻級与第一中放級之間。

电桥电路的优点是：輸入射頻信号强度变化 50 分貝时，收音机的相应輸出电压几乎不变，如图 9 所示。另一重要优点是： AGC 电压的强度变化对半导体管的直流工作点沒有影响，这一点是很有价值的，并且是前述图 1、图 4 电路所无法达到的。它的缺点是：由于二极管 D_1 的正向电阻串接在下一級中放管的輸入端，因而使一部分輸入信号功率消耗在 D_1 的正向电阻上。功率增益损失的大小由 D_1 的正向电阻值和下一級中放管



的輸入阻抗的比决定， D_1 的正向电阻愈小則增益損失愈少。另一缺点是：当輸入信号很大，电桥趋向平衡时，前級的輸出負載将減輕，由 C_1 、 L_1 組成的槽路 Q 值将升高，使中頻通帶变窄，因而采取在槽路两端并联一阻值約数千欧的抑制电阻 R_1 ，这在小信号时无论对增益、选择性都是有損失的。

以上所介紹的三种电路，仅是半导体管收音机自动增益控制电路的一部分。在收音机中，对于較简单的外差式机常采用第一和第二种电路，对于較高級的收音机可采用第三种电路，因为較高級的收音机有足够的增益和选择性，对于电路的固有缺点就不显得重要了。



JS-6型晶体管試驗器

操 申 生

一、用途与特点

JS-6型晶体管試驗器有十四种用途，是一种半导体化、积木化、印刷电路化的小型多用仪器。它能以直讀的方式測量出NPN型或PNP型半导体三极管的五种常用参数，并可如一般万用电表測量电路中的直流电阻，交直流电压，直流电流。此外它还可以用作滿量程5毫伏的交流毫伏表，可以作輸出幅度可調的1000赫信号发生器以及額定輸出的直流电源。它具有体积小，重量輕，不用市电，操作簡單，携带方便等特点，可以作为器件生产与应用单位的检测设备，可以用来調試半导体收音机和各种晶体管电路，特別适用于野外电子设备的現場維修和在实验室中作为通用设备。

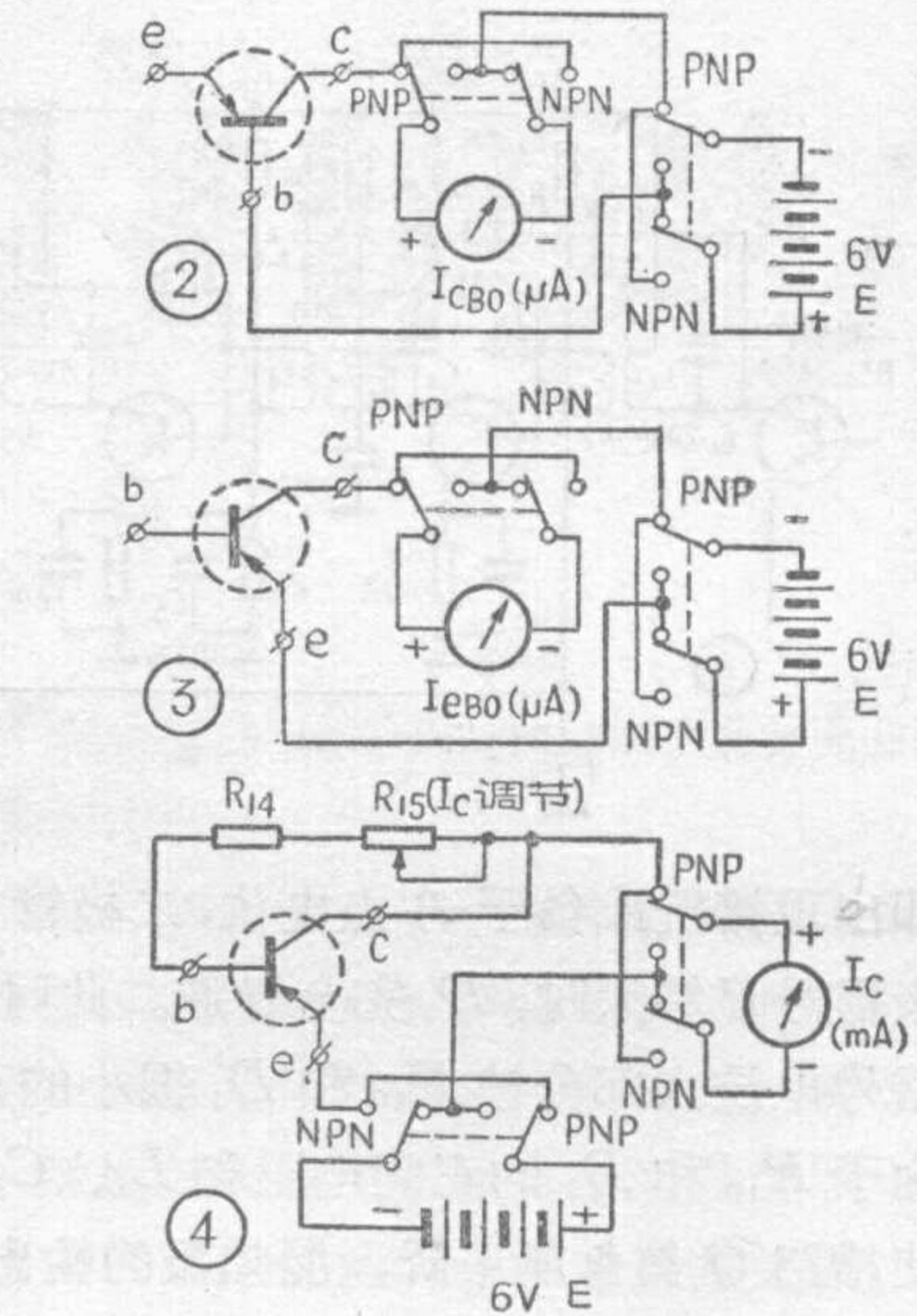
仪器的电路结构，简单新颖。全机用四只普通半导体三极管，組成信号发生器和交流毫伏表两个独立单元。全部电源由一组6伏电池供給，它除用作上述电路的

直流电源外，还兼作被测管的直流偏置电源和电阻測量的专用电池，当被测半导体管由NPN型轉換为PNP型时，它能作相应的偏置变换，而其他电路的电源极性不变。电路的关键部分是积木化插接式，便于维修更换。各項測量的結果均由一只表头直接指示。表盘用透明塑料压制而成，視野寬广，刻度清晰，表壳还經過工艺噴塗，消除靜电感应。另外，电路中备有过荷保护装置，超过規定量程时能起自动保护作用，保证仪表安全。仪器在使用时有直立与傾斜二种位置，不用时表头自行短路，可以避免移动时的机械损伤。

二、电路工作原理

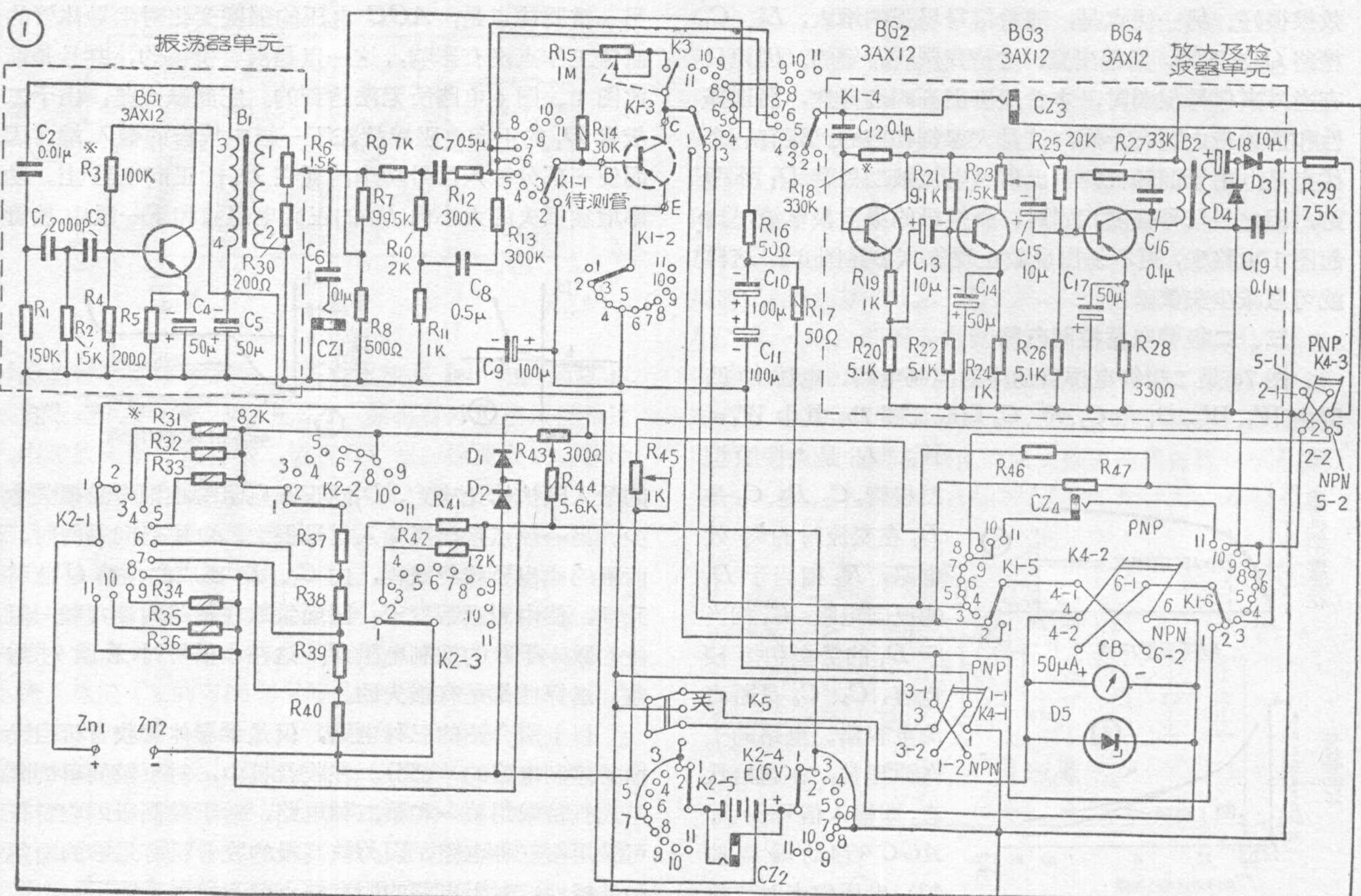
晶体管試驗器的电原理图如图1所示，各項参数的測量，通过 K_1 及 K_2 两只多层波段开关轉換实现。各項参数的測量及各部电路的作用原理如下：

1. I_{cbo} 的測量 I_{cbo} 为半导体三极管发射极开路时集电极反向截止电流（亦称反



向饱和电流），为判断管子稳定性及质量的基本参数之一。当开关 K_1 撥至“1”的位置，则电路簡化如图2所示状态。此时发射极开路，电池与电表（50微安）串接在集电极与基极間。被测管插入后，表头的指示即为 I_{cbo} 的讀数，NPN或PNP的极性由开关 K_4 加以选择。本参数的最大量程为50微安。

2. I_{ceo} 的測量 I_{ceo} 表示当基极开路时流过集电极的反向截止电流（亦称穿透电



流)。它能表示在共发射极电路中管子的稳定性。当开关 K_1 撮至“2”的位置, 电路简化如图3。电池与电表串接在集电极与发射极間。被测管插入后, 表头指出 I_{ceo} 的讀数。NPN 与 PNP 之极性由 K_4 选择。当 K_1 撮至“2”时, 加入了一个分流电阻 R_{47} , 故量程扩展至 500 微安。

3. I_c 的测量 I_c 表示半导体三极管的集电极电流。当开关 K_1 撮至“3”的位置, 电路简化如图4。被测管插入后, 电路接成为共发射极电路, 集电极电压由电池 E 供给(6伏), 基极偏流由电阻 R_{14} 及电位器 R_{15} 加以控制。调节 R_{15} 即可达到改变集电极电流 I_c 的目的, I_c 的数值由表头直接指示出来。被测管的极性由 K_4 选择。这一测量不仅可以判断管子的性能, 同时也为下一步测量准备好直流工作点。当开关 K_1 撮至“3”时, 由于并联加入了分流电阻 R_{46} , 故 I_c 量程为 0~5 毫安。

4. 交流信号的校准 当开关 K_1 撮至“4”位置时, 电路简化如图5, 此时振荡器输出频率为1千赫、电压为1伏的音频信号, 由 R_7 、 R_8 组成的分压器中取出5毫伏的交流信号直接输入放大器单元进行校准, 而表头 CB 此时亦通过 K_1 而接入检波电路, 作为5毫伏满档的电压表指示器。由于振荡器输出是固定的, 电压为1伏, R_8 两端的电压降为千分之五伏, 亦即5毫伏, 此信号电压应使 CB 满刻度。如 CB 不能满度, 则调节放大器单元的 R_{23} , 改变放大量使之满度, 这样便完成了校准目的。这一校准的目的在于提高下述交流参数测量的精度。

5. h_{ie} 的测量 h_{ie} 表示半导体管工作于共发射极情况下, 当输出端短路时交流输入电压 u_{be} 与输入电流 i_b 之比值, 这一比值称为共发射极输入阻抗。当开关 K_1 撮至“5”及“6”位置时, 电路简化如图6。因为 $h_{ie} = \frac{u_{be}}{i_b} | u_{2=0}$, 短路条件由 C_{10} 对交流旁路而达到, 故须测出 u_{be} 及 i_b 方可得出 h_{ie} , 而在此当 K_1 撮至“5”时, 由于 R_{12} 远大于半导体管输入阻抗, 故 $i_b = 0.3$ (伏)/300(千欧) = 10^{-6} 安, 为一恒定值, 因此 $h_{ie} = u_{be}/i_b = u_{be}/10^{-6} = u_{be} \times 10^6$; 当 u_{be} 为5毫伏时, $h_{ie} = 5 \times 10^3$ (伏) $\times 10^6 = 5 \times 10^9$ (欧) = 5千欧。而 u_{be} 为4、3、2或1

毫伏时, 则对应为4、3、2或1千欧。当 K_1 撮至“6”时, 量程扩展三倍。由此可知当接入被测管后, h_{ie} 的数值便由 CB 直接指出。

6. β 的测量 β 为共发射极条件下, 输出端短路时半导体管的电流放大倍数, 为半导体管的一项重要交流参数。当开关 K_1 撮至“7”及“8”位置时, 电路简化如图7, 因为 $\beta = i_c/i_b$

$$\begin{aligned}\beta &= i_c/i_b = \frac{u_2/R_{16}}{i_b} = \frac{u_2}{R_{16}} \cdot 10^6 \\ &= \frac{u_2}{50} \cdot 10^6 = \frac{u_2}{5} \times 10^5;\end{aligned}$$

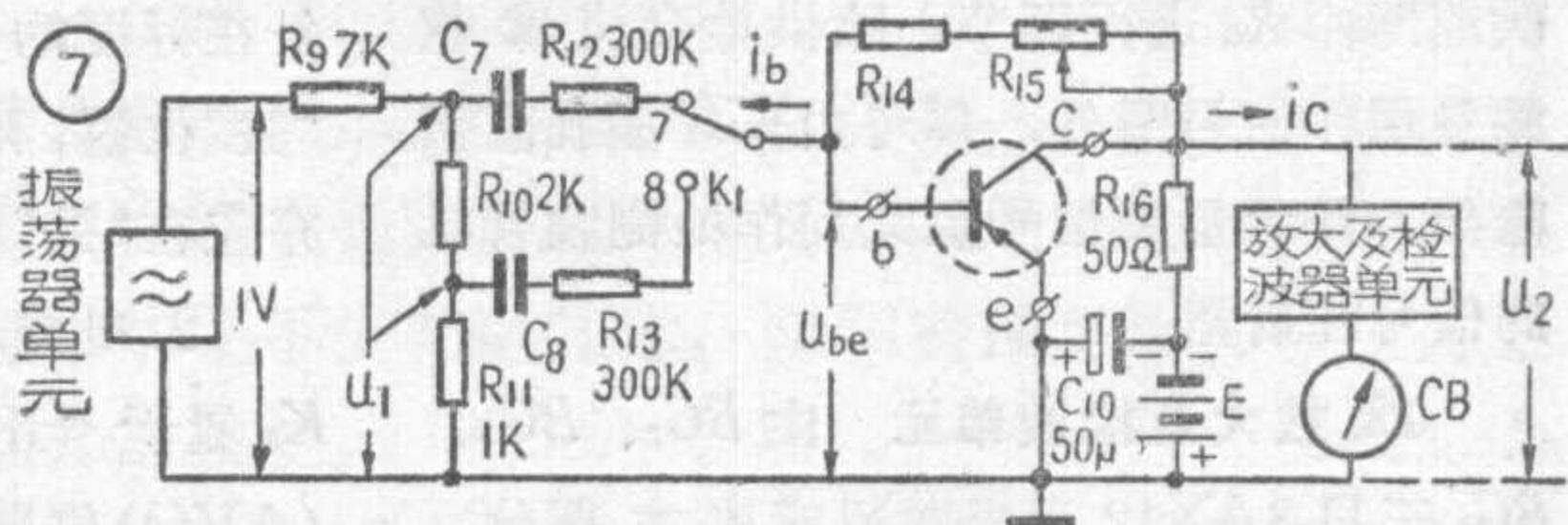
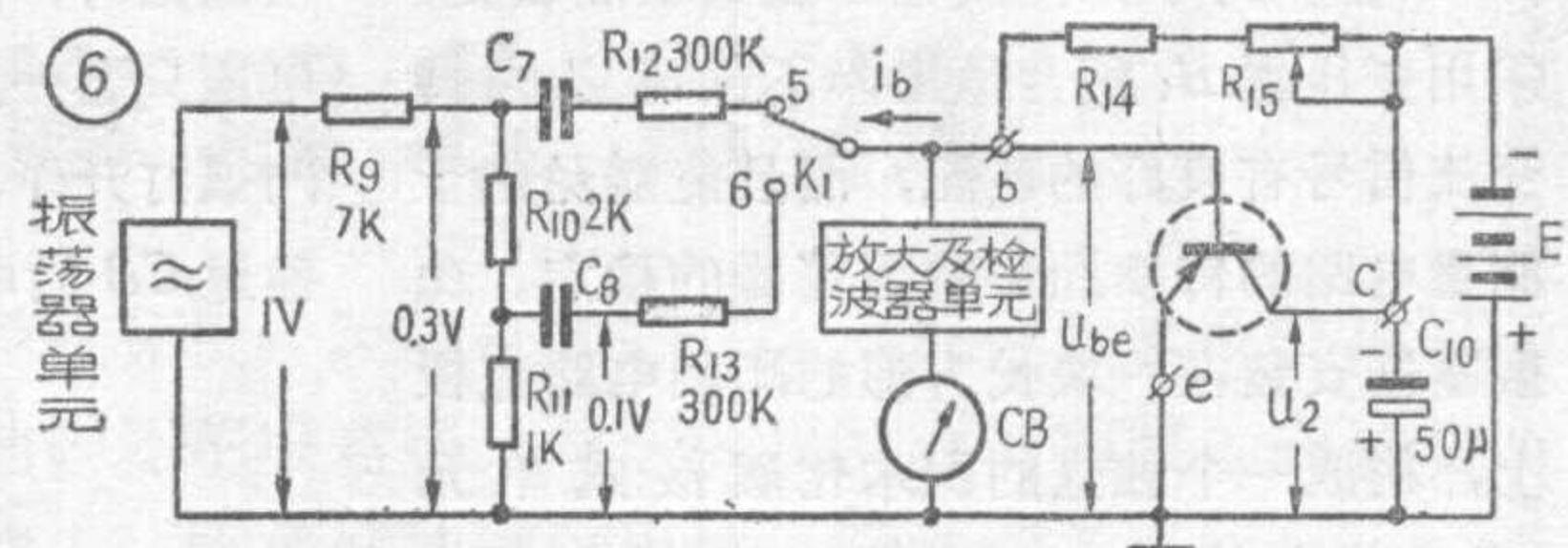
当 $u_2=5$ 毫伏时, 则 $\beta = \frac{5 \times 10^3}{5} \times 10^5 =$

100。其余类推。当 K_1 撮至“8”时, β 将得到300的量程。由此可见 β 和 h_{ie} 的刻度值均可直接在 CB 上标出, 迅速方便地测出结果来。

7. 电阻测量 当 K_1 撮至位置“9”, K_2 撮至“1”($R \times 10$)或“2”($R \times 100$), 此时仪器可以测量直流电阻, 电路简化如图8, 测量电阻实际上是测量通过被测电阻 R_x 上的电流, 然后用欧姆的标度在 CB 的表盘上表示出来, R_{43} 为表底电阻, R_{43} 为零点调节, R_{41} 及 R_{42} 为变换量程的分流器, E_0 为从 E 抽出之1.5伏电池, 当 K_2 转为其他位置时, E_0 即行断开, 可以使 E_0 保持较长的使用寿命。

8. 直流电压测量 当 K_2 撮至3、4、5位置时, 此时仪器可以进行10、250、500伏三个量程的直流电压测量, 电路简化如图9。由于表头 CB 有一定的内阻, 电流通过时就有一定的电压降, 所以用不同的电阻与电流表串联起来, 然后接在直流电路两端上去测量, 按照通过电表的电流和电阻的关系, 则可测出电路上的电压值, 并将 CB 表盘直接以电压标度表示出来。 $R_{31} \sim R_{33}$ 为分压电阻, 亦为倍率电阻。其数值由 $R = (V/I) - R_m$ 决定, V 为所测电压, I 在此为50微安, R_m 为 CB 之内阻。

9. 直流电流测量 当开关 K_2 撮至6、7、8位置时, 仪器可用来测量满度为1, 10, 100 毫安三种量程的直流电流。此时电路简化如图10。由于 CB 为一磁电式直流电表, 当然可以进行电流的测量, 但



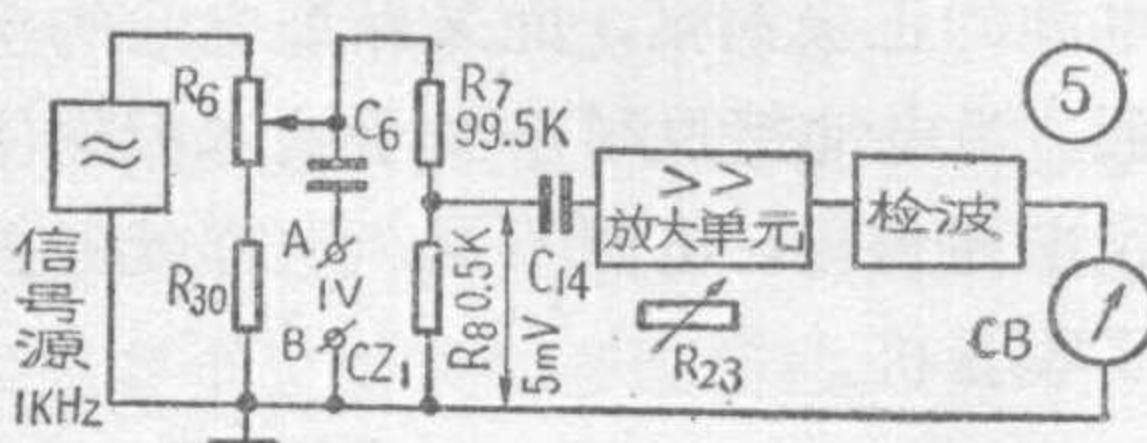
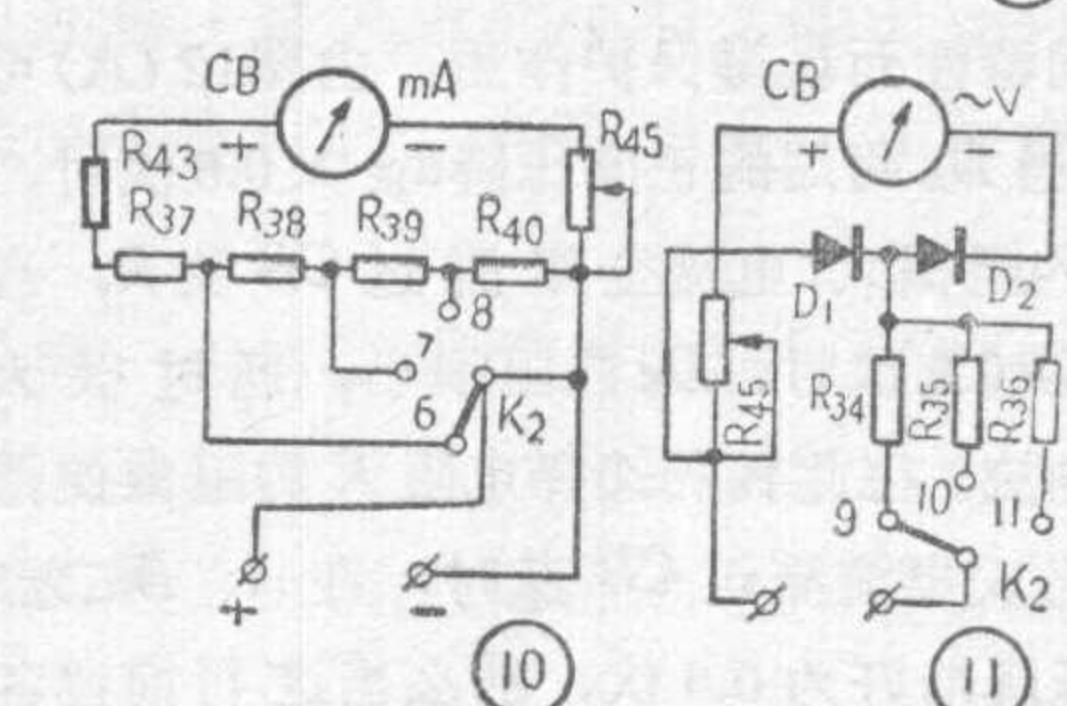
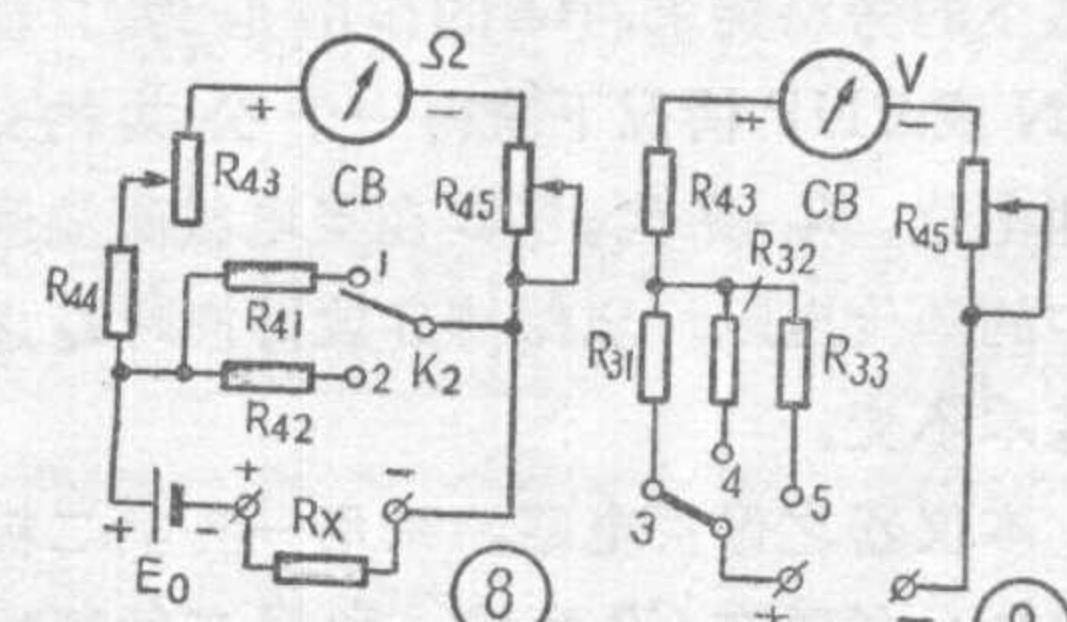
CB 本身为50微安的电流表, 量程有限。为了扩大量程, 所以表头上还并联有电阻分流器($R_{38} \sim R_{40}$), 6, 7, 8三抽头使分流器分为三段, 各段的阻值分配系按量程扩展的倍数成反比例减小, 其值由下式决定:

$$R_s = (R_{31} + R_{32} + R_{33}) = \frac{R_m}{(I/I_m) - 1};$$

R_m 为 CB 的内阻, I_m 在此为50微安, I 为扩展后的量程电流。

10. 交流电压的测量 当开关 K_2 撮至9, 10, 11位置时, 仪器可用来测量量程分别为10, 250, 500伏的交流电压, 此时电路简化如图11, 由于 CB 为直流表, 交流电压要经过整流后方可测量, 因此接入二极管 D_1 及 D_2 组成的半波并串联式整流电路, 其分压电阻由 $R_{34} \sim R_{36}$ 组成。由于 D_1 及 D_2 为半导体二极管, 具有比氧化铜更好的检波特性, 故可以满足400赫以下的交流电压测量。

11. 振荡单元 系由半导体三极管 BG_1 (3AX12) 与电容器 C_1 、 C_2 、 C_3 及电阻 R_1 、 R_2 、 R_4 组成的相移振荡器, 利用从 BG_1 之集电极取得经过 180° 相移的正反馈而产生正弦振荡, 其振荡频率(当 $R_2=R_4$; $C_1=C_3$ 时) 由 $f = \frac{1}{2\pi RC}$ 决定。本仪器选定为



1,000 赫。为了保持振幅不随负载而改变，采用变压器 B_1 耦合输出，不仅可以保持交流信号有良好的匹配，而且能避免由于测量电路的转换而影响振荡器的稳定。此振荡器安装在一块长方形的印刷电路底板上，构成一个独立的积木化插接式单元（参见封底彩图）。其信号电压可在 0~1 伏范围由 R_s 进行调节，除供给交流参数测量用作信号源外，并可由 CZ_1 插孔直接输出，作为音频信号源或用作检测收音机的信号注射器。

12. 放大及检波单元 由 BG_2 、 BG_3 、 BG_4 三只 3AX12 三极管组成放大部分。 BG_2 为一发射极输出器，这样可以获得 80 千欧以上的输入阻抗。 BG_3 、 BG_4 分别组成二级放大器。经放大后的交流信号由变压器 B_2 交给 D_3 、 D_4 进行倍压检波。 R_{29} 及 CB 为检波负载，并由此组成一个满量程为 5 毫伏的交流毫伏表。全部元件亦安装在一块印刷电路底板上，成为第二个积木化单元。 R_{23} 为调节放大量的电位器，安装在仪器的面板上。毫伏表部分除用来测量交流参数外，当 K_1 拨至“10”位置时，并可由 CZ_3 插孔引入外部交流信号进行小信号的交流电压测量，或用作信号寻迹器。

13. 直流电源 用本仪器所附的插头，插入 CZ_2 即可输出 6 伏直流电，作为调试半导体收音机的电源设备。

14. 50 微安电流表 当需要测量 50 微安以下的微弱直流电流或调整高频放大电路的基极偏流时，可将 K_1 拨至“11”位置，用仪器所备之附件夹子插入 CZ_4 插孔即可。

仪器内振荡器及放大器两单元所用之直流电源均直接接至电池 E ，而被测管之偏置电源极性及 CB 表的极性则由 K_4 控制转换。 C_{10} 与 C_{11} 串联构成一无极性的电容器，以便适应 NPN 及 PNP 两种短路状态下的旁路要求， C_9 的作用是为了在 NPN 或 PNP 情况下获得一个公共的交流地电位。 R_{17} 系代表 CB 在集电极直流回路中的等效电阻。以保持参数转换时 I_c 之值基本不变。

本仪器之保护电路，系用一齐纳二极管 (D_5) 并联在 CB 两端，利用齐纳管的正向特性而获得保护作用，由图 12(A) 可知，当 D_5 两端的正向压降 $u_{\text{正}} < 0.6$ 伏时， D_5 内阻很大，电流全部流过 CB 及 R ，当 $u_{\text{正}} \geq 0.6$ 伏时， D_5 内阻很小，通过很大的电流。在此我们选择电阻 R 的阻值使得 55 微安电流流过 CB 表时，在 A 、 B 两点的压降恰好为 0.6 伏，那么当进行前述各

项测量时，如遇过荷情况，则 A 、 B 两点电压只要一大于 0.6 伏， D_5 便好比一个闸门被打开了，大部分电流都从 D_5 流过，使通过 CB 的电流不致过大，保证安全。

三、使用方法

1. 使用前调整 CB 表的调零器，使指针在标度的零位上，电源开关 K_5 放至“关”位置，附在 I_c 调节电位器 R_{15} 上的 K_3 亦应在“关”状态。

2. 电流、电压、电阻测量，电源开关 K_5 置于“开”，转换开关 K_1 拨至第 9 档 (AVO) 位置。

(1) 直流电阻：将仪器所附之红黑两色试笔插入 Z_{n1} 及 Z_{n2} 两插孔处 K_2 旋至 $R \times 10$ 或 $R \times 100$ 档，并将试笔短路， CB 表的指针向满度偏转，调节“Ω”调整器 (R_{43}) 使之指在“Ω”标度的 0 位置上，再将试笔分开，接至待测电阻两端， $R \times 10$ 量程为满档 10 千欧， $R \times 100$ 为满档 100 千欧。如试笔短路时，调节电位器不能使指针到“0”位置，则须更换电池。

(2) 直流电压： K_2 旋至所需量程，试笔按极性接至电路两端，即可由 CB 指出电压数值。

(3) 直流电流：将 K_2 旋至所需量程，试笔按极性串入电路，即可由 CB 指出毫安数值。

(4) 交流电压：将 K_2 旋至“~V”各档，方法同上。

(5) 50 微安测量：将 K_2 旋至任意位置， K_1 拨至面板之“0”档上，将带夹子的插头，插入面板左上方的“50 μA”插孔内，夹子串入被测电路即可。

(6) 直流电压输出：将上述插头插入右上方的“6V”孔内，其他同上。

3. 半导体参数测量：将 K_2 旋至 R 或 mA 测量之任意一档，进行下列测量：

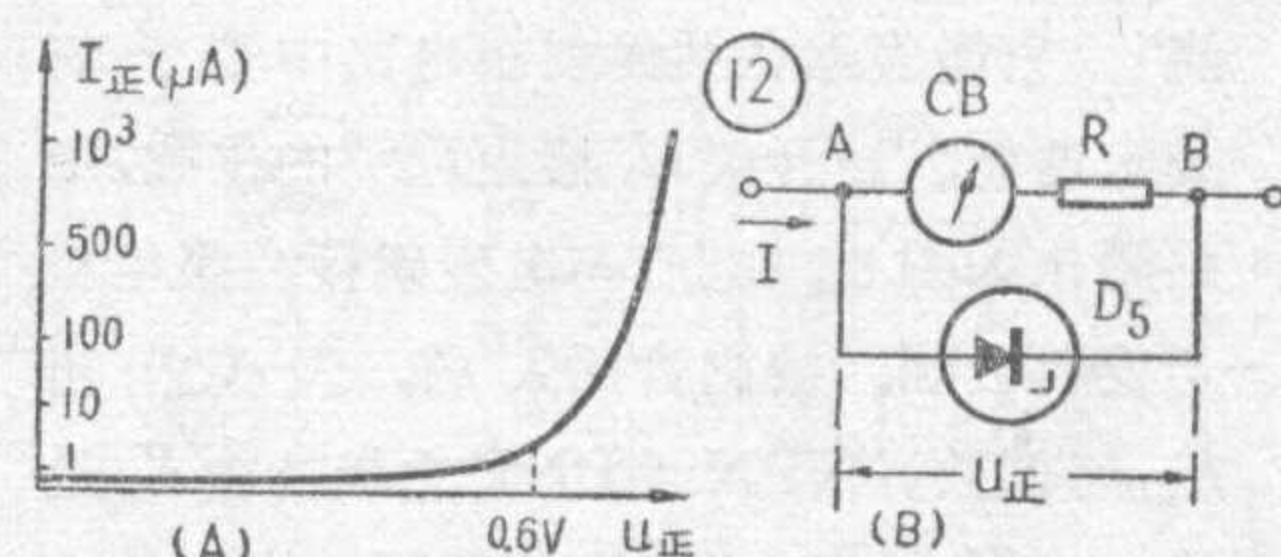
(1) I_{cbo} ： K_1 置 I_{cbo} 位置，将 PNP/NPN 开关拨至相应位置，插入被测管 CB 立即给出结果（满档 50 微安）。

(2) I_{ceo} ： K_1 置 I_{ceo} 位置，其他同上（满档 500 微安）。

(3) I_c ： K_1 置 I_c 位置，旋动 I_c 调节旋钮，使 CB 表指在所需位置（满档为 5 毫安）。

(4) 校准： K_1 置“校”位置，此时 CB 应向满度偏转，调节面板上之校准调节旋钮，使 CB 表正好满度，此时毫伏表之灵敏度为 5 毫伏。

(5) h_{ie} ：插入被测管，NPN/PNP 拨至对应位置，先将 K_1 旋至 I_c 将工作点加



在 0~5 毫安范围内任一给定点上，再旋至 h_{ie} (5K) 或 h_{ie} (18K) 任一档上，此时 CB 表直接指出 h_{ie} 的大小，在测量前后可以重复一次“校准”。

(6) β ： K_1 置 β_{100} 或 β_{300} 任一档，方法步骤同 h_{ie} 。 CB 表直接给出 β 值的大小。

4. 作交流毫伏测量或用作信号寻迹，将仪器所附之插头插入面板右上方的“~mV”孔即可。

5. 作音频信号输出或作信号注射器用，将插头插入面板左上方的“~”孔即可。

四、注意事项

1. 当作 AVO 测量或 I_{cbo} 及 I_{ceo} 测量时， I_c 调节之旋钮必须旋至“关”的状态。

2. 测试过程中不要盲目转动 K_1 或 K_2 两开关。

3. 仪器应定期进行校准，方法为将一标准毫伏表接入仪器“~”之插孔内，此时标准表应恰好指在 1 伏处，如不能达到或超过 1 伏，可用解锥伸入仪器后背的左边暗孔中调节 R_s 使之达到 1 伏。

4. 必须在电路上测量电阻时，应去掉外电路的电源，如有电容器应先予以放电。

5. 仪器不用时应将电源 K_5 拨至“关”位置。

防止电池接反的保护装置

国产半导体收音机的电池座上都标有“+”“-”符号标记，但使用中仍可能有接反电池损坏半导体管的危险。我们可在机内电池座的“+”极两侧，用万能胶粘上两块厚 1~2 毫米的胶木板，使它形成一个槽，正好卡住电池的正极铜帽，而又保证电池的接通。当电池接反时，由于胶木板隔住了电池负极，电源不通，这样就保护了收音机。

(张良田)

下乡为贫下中农修理收音机

編者按——下面介紹北京六十七中同学利用假期組織下乡为农民义务修理收音机的活动。这项活动很有意义，一方面是支援农业的具体表现，更重要的是，通过为农民服务，有利于培养和增强阶级感情，值得提倡。

今年春天，北京市第六十七中学同学中的一群无线电爱好者们，在寒假期间抽出了几天时间，组织下乡，到附近郊区几个生产队进行了一次有意义的活动，为贫下中农义务修理收音机。

同学们的这次活动，是学习了毛主席著作“为人民服务”，和关于知识分子要与工农群众相结合，以及勤俭办一切事业等教导以后，受到启发鼓舞而实现的。他们想：利用假期到农村为贫下中农修理收音机，就具体体现了为农业服务，进一步培养阶级感情，可以节省贫下中农收音机坏了送出去修理的开支和时间，便于他们更多地了解党和国家方针政策和国内外大事。此外同学们通过实践，也可以掌握和巩固有关无线电的实际技术知识。他们同学八人由一位老师带领，带了一些零件和必要的工具，在四天中分别到几个生产队，检修好各式各样收音机共66部。

当第一天到达某生产队时，社员们就从四面八方送来收音机十多部，其中有的机件已经发霉生锈了。问起有什么毛病时，社员们说，原来毛病不大，送到镇上去修又没有功夫，就耽误下来以至不响了。听到这些，同学们就更深刻地认识到这次活动的意义和责任。他们在检修中订立了一项原则，就是尽可能地想办法把机器修好，尽可能地少换元件，使社员们少花钱。当社员们把一台又一台修好的收音机取走时，他们都很高兴，尤其是那些原来需要花钱很多的，经过他们想办法只花很少的钱，甚至不花钱就修好了，他们更是高兴。一位贫农社员说：“这是毛主席领导的好，是党教育的好。要是在旧社会，别說为我们义务修理，就是请你们也不会来呀。”

同学们的这次活动，受到农民群众的热烈欢迎。通过活动，同学们的收获，主要是增强了对贫下中农的阶级感情，更深刻地认识到为人民服务的意义。此外，还体会到：

一、从检修过的收音机来看，绝大多数是五、六灯

(上接第7页)

3. 单波束快速扫描 它是利用一个天线在垂直面上不动而使波束作快速“电扫描”，但使天线本体在方位上作机械圆周扫描，获得目标的三个坐标。

4. 多波束扫描 天线在垂直面上排列满了很多较窄的波束，它们在方位上作机械圆周扫描。这种体制可以采用多个发射机和多路接收，也可以采用单发射机发射和多路接收。一路接收对应一个波束，比较相邻波束的

国产收音机，说明今天的广大农民生活水平提高了，但是他们还不很富裕。对于农民群众的需要，应当处处从花钱少、收效好的原则出发，设法满足。

二、在出发的八名同学中，只有三人对于收音机修理是较为熟练的，其他几名是高二、高一、初二同学，对于检修工作没有经验。但是短短四天的活动，对他们来说，却增加了不少实际知识，说明实践可以加速获得更丰富的知识技能。

三、农民生活水平正在不断地提高，收音机在农村中也日益普及，因此对于收音机的修理维护的需要也是日益增多的。像同学们这样的活动，对于广大农村来说是需要的。他们打算今后在可能的时间，还要争取再下去、多下去。

四、修理中遇到的障碍，有些是一般的，如滤波电容器失效，指示灯烧坏，拉线磨坏，旋钮损坏，电子管失效等。也遇到一些由于农村情况而产生的障碍，修理时也有一些实用的简便办法，可以提供给大家参考：

1. 电源变压器初级圈受雷击烧坏，高压圈因滤波电容击穿而烧坏：据说有的地方一次雷电要烧几十台收音机。换电源变压器很贵，他们采取部分拆除重绕的方法解决。

2. 输出变压器初级圈断线：有的是由于在原来的扬声器上并联了外接喇叭，开的音量又过大，致使输出变压器初级圈断线，当然这也可能和农村雨季时湿度大，接头容易发霉有关。

3. 中频变压器线圈烧断：他们也是采用拆了重绕的办法解决，重绕后要浸蜡防潮。

4. 双连碰片：这种毛病遇到的最多，有不少是由于质量差，也有的是由于拉线断了后用手扳而产生的。

5. 电位器开关损坏：只要电位器还完好，将开关短路，另在电源插座前装一个电门，这个方法很受欢迎。

6. 波段开关锈蚀接触不良：有的清洁调整后即恢复，有的只能在各刀上焊上短导线和中段刀口接上，保证中波收音，这也很受欢迎。

除以上所谈几点外，其余障碍及修理方法和一般收音机的修理方法差不多，这里就不谈了。 (张宝平)

回波振幅，就可以测定目标的高度。

三坐标雷达可以获得大量的空间情况，能引导我机拦截敌机，能引导飞机安全航行，在国防上和空中交通管制上起很大作用。

雷达技术日新月异，尚有许多雷达体制，像频率分集雷达、相控阵雷达、多基地雷达、几种体制结合在一起的大型雷达、雷达和电子计算机结合的系统等等，本文没有介绍。

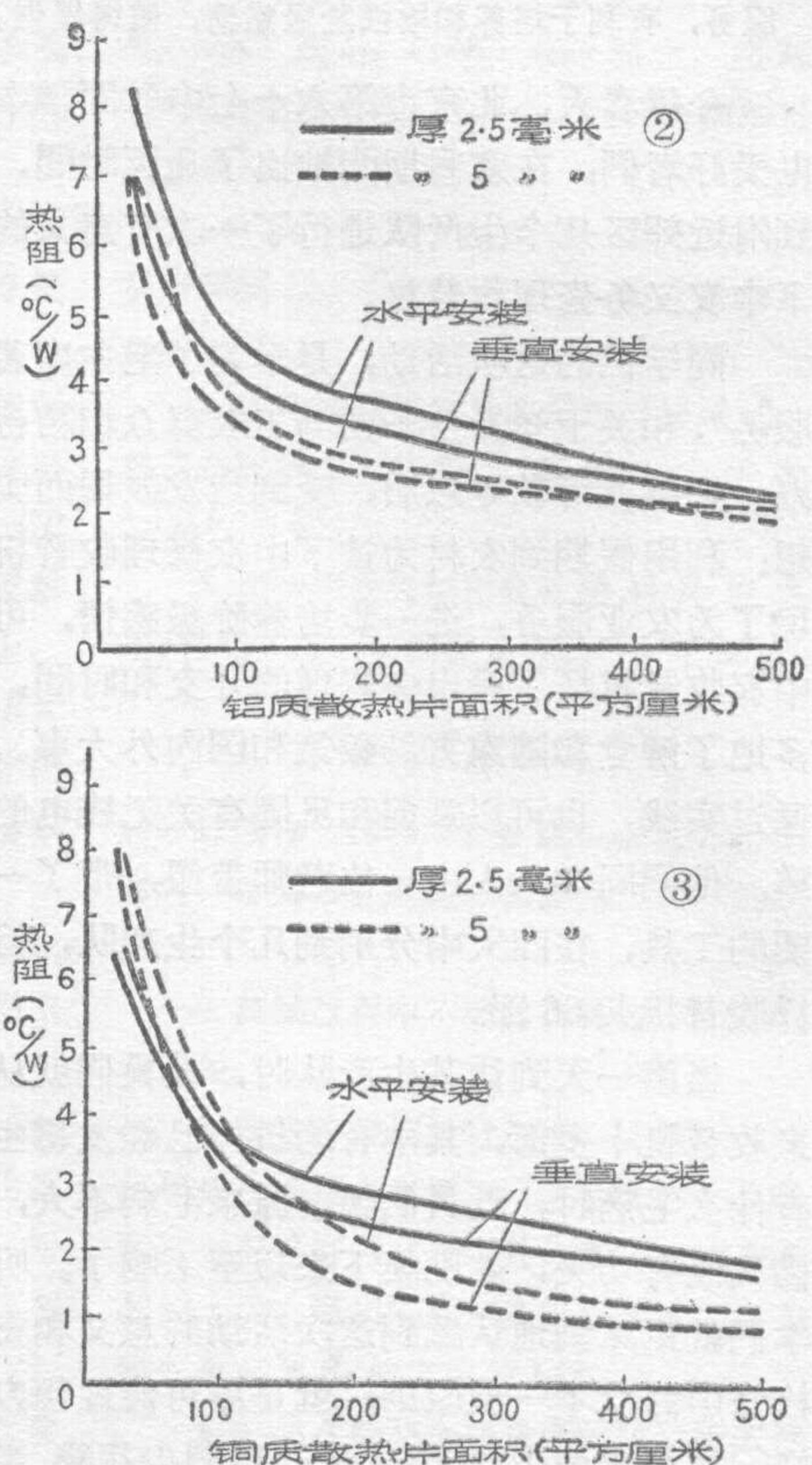
談談大功率半導體管的散熱問題

羅鵬搏

在有線廣播機、汽車收音機、半導體喊話筒或移動式擴音機等輸出功率較大的半導體管放大器中，需要使用輸出功率在500毫瓦以上的大功率半導體管。大功率管如果使用不當，容易損壞，用時必須十分注意。大功率半導體管與小功率管的顯著不同點是輸出功率大，本身消耗功率也大，所以工作時發熱大。半導體管工作中有一個很大的限制條件，就是不能像電子管那樣耐受高溫。硅半導體管可以耐受較高溫度，但最大也只在 175°C 光景。我們目前常用的大功率管主要是鎗半導體管，它的集電結最高容許溫度在 $85^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ 之間，一般定額是 90°C 。要想大功率管長期使用不致損壞，一定要注意不使它的集電結溫度超過 90°C 。造成半導體管溫度升高的因素是半導體管內部（主要是在集電結部分）的耗電大小和散熱情況的好壞。在內部消耗功率相同的情況下，如果散熱條件好些，就可以使半導體管的工作溫度降低些。試裝大功率半導體管擴音機時一定要充分注意它的散熱問題，才不致使價值昂貴的大功率管輕易損壞。下面就談談這方面的原理和應採取的措施。

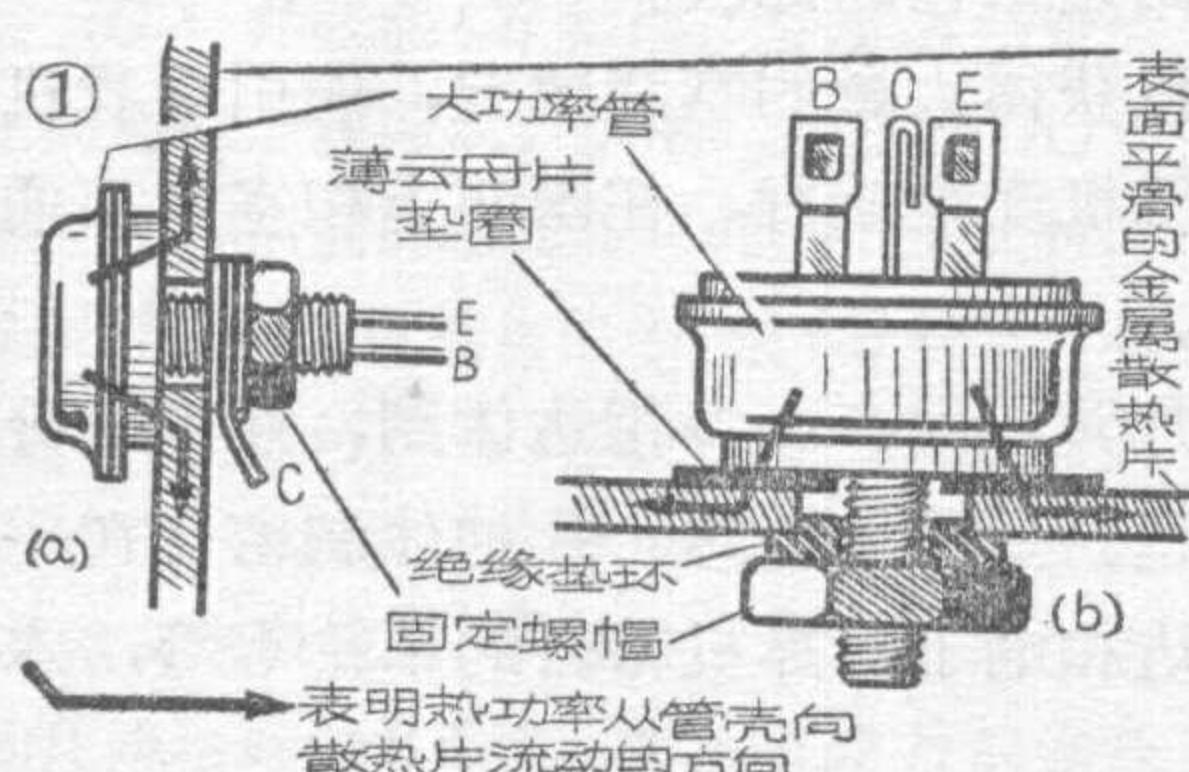
半導體管發熱時，它的熱量主要從集電結上發出，發熱源是密封在管子內部的，熱量由集電結傳導到半導體管的外殼，再從外殼散發到周圍的空氣里去。所以半導體管在工作時，內部集電結的溫度最高，管殼的溫度較低，而管殼的溫度又比周圍的環境

溫度高，像水由高處往低處流一樣，熱量由高溫部分往低溫部分傳去，散發到空氣中去。可是集電結是密封在管殼內部的，看不見、摸不着，怎樣知道它的溫度高低呢？我們可以根據熱學原理計算出來。半導體管在不工作時管殼與內部的溫度一樣，等於周圍空氣的溫度。在工作時管子內部和外殼的溫度就有了差異。由於熱量由管內向管外傳導時受管子導熱能力的限制，不能立即把熱量傳出去，於是管內與管殼、管殼與周圍空氣間都保持著一定的溫差。而這溫差的大小又與集電極上所消耗的功率大小成正比關係，集電極消耗愈大，溫差也愈大。半導體管製造工廠在說明書里常常給出每瓦集電極消耗所產生的集電結與管殼間溫度差異，叫做“熱阻”，單位是 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 。大功率半導體管充分考慮到散熱能力，所以熱阻很低，像國產大功率半導體管3AD1的熱阻是小於 $2^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ，而小功率半導體管的熱阻却很大，像3AX1的熱阻為 $0.25^{\circ}\text{C}/\text{mW}$ ，也就是 $250^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 。管殼與周圍空氣間也有熱阻，這熱阻要看管殼與空氣的接觸面積大小來決定，同時也受周圍空氣流動速度的影響。如果用一只風扇來朝着管殼吹風的話，則散熱快，熱阻就降低。如果把管殼的面積加大，使它與空氣的接觸面積大些，散熱加快，熱阻也會減低。半導體管放大器多半是用干電池來供電的，所以不宜採用電風扇或其他吹風冷卻，而採用加大散熱面積的辦法來降低熱阻。大功率半導體管除了在製造時已把管殼做得較大，並把集電極直接與管殼相接，以加強散熱能力以外，還在管殼上裝有固定螺絲，以便於把管殼安裝在面積很大、容易導熱的金屬散熱片



上，來加強散熱作用。圖1是兩種大功率管安裝散熱片的方法，(a)是國產3AA1管的安裝散熱片方法，在散熱片上鑽一圓孔，把管頸的螺帽旋緊在散熱片上，以加強管殼與散熱片間的導熱作用。(b)是一種國外大功率管安裝散熱片的方法，不同的地方是在管殼與散熱片之間墊有一片厚約0.05毫米的雲母片，在管頸上還套有膠木絕緣套，使管殼與散熱片間電氣絕緣，但墊有雲母片部分的面積很大，所以熱阻雖比圖1(a)的直接連接法大些，但增加並不太多，使用這種方法的好處是散熱片與集電極絕緣，可以同時兼作安裝其他零件的底板之用。

根據熱阻和集電極耗散功率，就可以求算半導體管集電結的工作溫度。散熱片的熱阻除了與面積有關以外，還與材料、厚度和安裝位置方法有



关，銅片比鋁片好些，厚鋁片又比薄鋁片好些，垂直安装的又比平放着好些。散热片以用鋁片或銅片为宜，其他金属如铁片、鋅片等导热均較差，使热阻加大，不宜使用。图2和图3给出用2.5毫米和5毫米两种不同厚度的鋁片和銅片做散热片时的热阻与面积的关系，要求散热片的正反两面都与空气接触，产生散热作用。如果一只半导体管不装在散热片上，而是直接靠管壳与空气接触来散热的話，管壳溫度在同样耗散功率下比空气溫度高得多，管內集电結的溫度当然就更高了。为了不使集电結超过容許的溫度，就必须限制集电极的耗散功率，因而半导体管的有效輸出功率就減小了。以我們常用的一种大功率管3AD22来看吧，它的集电結与管壳間热阻 θ_{j-c} 为 $1^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ，如果不装在散热片上的話，則管壳与周围空气間的热阻(θ_{c-a})很高，为 $24^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ，比管內热阻高十倍以上。如果周围空气溫度 T_a 为 40°C ，集电結的最高容許溫度 T_{\max} 为 90°C 的話，則最大集电极耗散功率 P_c 可用下面公式求出：

$$P_c = \frac{T_{\max} - T_a}{\theta_{j-c} + \theta_{c-a}} = \frac{90 - 40}{1 + 24} = 2 \text{瓦}$$

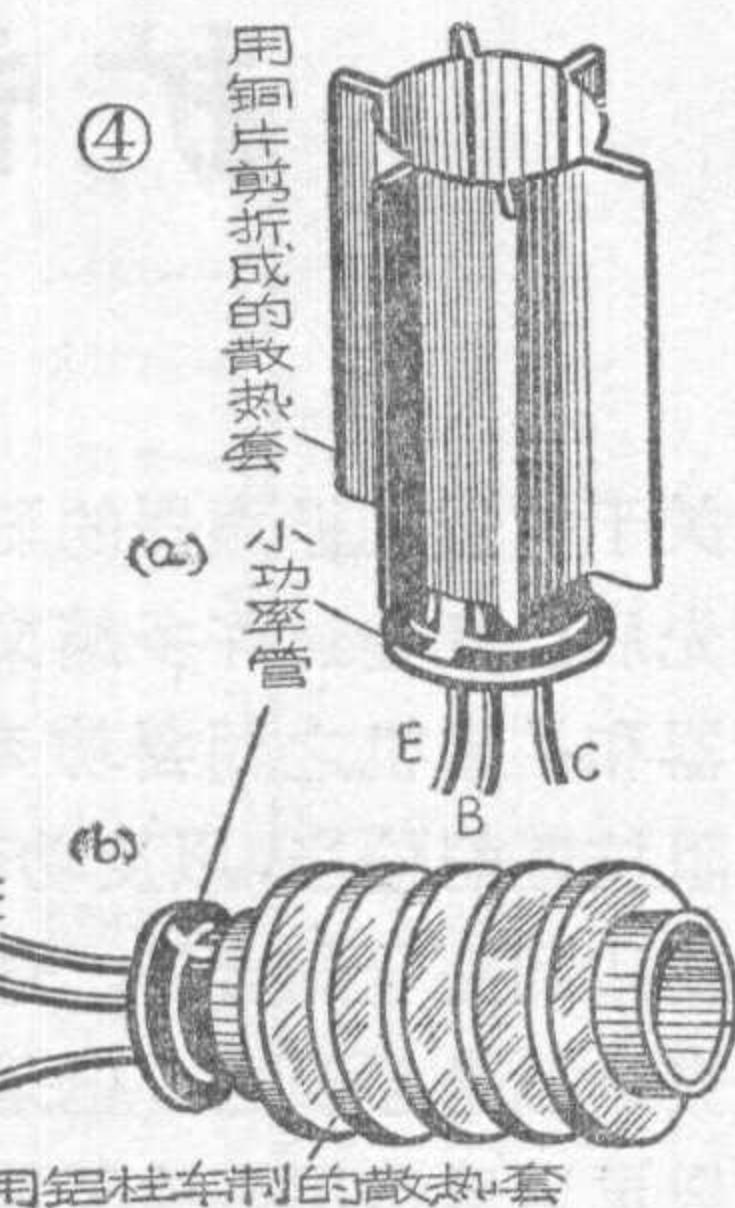
即集电极耗散功率仅为2瓦。但是一只半导体管內部的热阻 θ_{j-c} 虽然是固定不能变更的，而管外的总热阻——即管壳与空气間的热阻，却可以設法使之降低。仍拿这只3AD22管子來說吧，如果我們把它安装在一块厚2.5毫米的鋁质散热片上，散热片的面

积为160平方厘米垂直立着，则从图2查出这散热片的热阻为 $3.5^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ，而半导体管壳与散热片之間又沒有垫絕緣片，热阻仅約有 $0.1^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ，所以管外的总热阻就降低成为 $\theta_{c-s} + \theta_{s-a} = 0.1 + 3.5 = 3.6^{\circ}\text{C}/\text{W}$ (θ_{c-s} 为管壳与散热片間热阻， θ_{s-a} 为散热片与空气間热阻)，还不到未装散热片时的 $\frac{1}{6}$ ，这样一来，半导体管所容許的最大集电极損耗就大大增高，成为：

$$P_c = \frac{T_{\max} - T_a}{\theta_{j-c} + \theta_{c-s} + \theta_{s-a}} = \frac{90 - 40}{1 + 0.1 + 3.5} = 11 \text{瓦}。$$

如果散热片是用厚些的，或把面积加大些，則最大容許耗散功率还可增加，使半导体管可能达到的輸出功率加大，因此大功率晶体管在使用时都要安装在散热片上。如果在管壳与散热片之間垫上一层厚0.05毫米的云母片的話，則热阻 θ_{c-s} 要比直接安装时增大些，一般在0.2到0.5 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 。

安装散热片可以降低热阻和增加集电极容許損耗的道理，还可以应用在小功率半导体管上。拿我們收音机里常用的小功率低頻管3AX2來說吧，由于外形很小，散热不易，所以热阻很大，它的內部热阻 θ_{j-c} 为 $0.25^{\circ}\text{C}/\text{mW}$ ，也就是 $250^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ，而管壳与空气間的热阻也高达 $250^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ，所以从集电結到空气間的总热阻为 $250 + 250 = 500^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 。虽然管內热阻不好变更，但可以加装散热片来降低管外热阻。如果能把管外热阻降低到



$5^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 以下的話，那就可以把容許耗散功率几乎增加一倍。3AX2的集电結最高容許溫度为 100°C 。有人曾試驗在3AX1-4这类小功率管外套上如图4所示形状面积較大的散热片，可以使一对推挽放大管輸出一瓦以上的音頻功率，在农村中当作小型扩音机使用，效果很好，可以說是把大功率管使用的散热方法做了創造性的發揮。

由于半导体管的外壳都是密封的，不透水、不透油，所以还可以利用液体来进行冷却，把管子浸在粘度极小的稀油里，管子发热时把附近冷却的油加热，产生热对流作用把热传导到面积較大的容器外壳上去，也可以起散热作用。又因为油是絕緣的，还可以解决散热器的絕緣問題。这也是一种比較方便的散热方法。

(上接第5頁)

來模拟动物的神經生理活动，特别是人脑的活动，并根据大脑的构造和生理机制来設計仿生电子元件和仿生电子线路。后者研究动物与外界电磁場的联系以及所謂“脑波”的問題。有人证明，人体既能发射也能接收比較低頻(100千赫的数量級)的无线电波。可以看出，現代自然科学的研究重心，正在轉向生物科学。几年前曾經有人估計二十一世紀将是生物科学的世紀，看来，日程可能又提前了。

在中华人民共和国成立以前，我国的无线电电子学基本上是一个空白点。所謂无线电工业，只是进口外国元件进行装配收音机的小工厂。那时广播电台功率也小得可怜，设备清一色外国貨。而现在，在短短的十几年内，已經建立起立足于国内的无线电工业，拥有强功率的大电台，它的强大的信号遍及全球，成为全世界人民的指路明灯，它成为宣传馬克思列宁主义、毛泽东思想的中心。从研究成果來說，虽然我們的起点远远落后于

某些国家，但是在党中央、毛主席的英明領導下，我們正在貫彻自力更生、发奋图强的正确方針，以飞跃的步伐昂首前进。我們有党中央和毛主席的领导，有无比优越的社会主义制度，有勤劳勇敢的七亿人民，有以毛泽东思想武装了自己头脑的科学技术工作者，我們坚信，无线电也好，电子学也好，我們一定能够在很短的时间內赶上并超过世界的先进水平，为中国人民和全世界人民貢献最大的力量。

扩音机揚声器配接要点(一)

林 汝 雄

关于扩音机揚声器的配接方法，本刊先后已經登过許多篇文章，强调揚声器和扩音机之間要功率配接恰当，阻抗匹配恰当，以及功率、阻抗与电压要达到完全配合等。这些在从理論上去认识是必要的，但是实践起来还可以灵活地运用。为了帮助讀者进一步掌握簡便实用的方法，以便运用好轉播与扩音设备，使广播宣传發揮应有作用，这里再談談这方面的問題。

一、两种配接方法

对于用在工厂、企业、机关、学校、部队、小城镇街道，以及剧院或者会場內的广播扩音网路，与农村有線广播网有所不同，除較多地应用輸出功率較小的定阻式扩音机之外，主要有線路短、負載集中、采用絕緣銅质双綫和功率大、阻抗低的揚声器（如高音、动圈揚声器等）等特点。因为綫路的电压降少和功率損失小，故网路的匹配（即配接）工作主要是考虑机器与揚声器。

机器的配接方法一般有两种，即所謂阻抗法与电压法。阻抗法是以扩音机的輸出阻抗、額定功率和所接揚声器的标称阻抗、功率为依据計算，这些在以前的文章里都談到了。电压法是按扩音机和揚声器的电压和功率去計算。阻抗法适用于定阻式机的匹配，电压法适用于定压式机器，但如

把定阻式机及阻抗标志的綫間变压器各抽头的輸出阻抗和揚声器的阻抗，根据各自的功率換算出額定电压值，则也可以用于定阻式机。根据实践經驗，阻抗法需要經過繁复的計算才能配接，运用中还易产生錯接現象（如12.5瓦8欧揚声器錯接在40瓦扩音机的8欧端子上；变压器4和12欧两端子間阻抗誤认为8欧等），而电压法的計算公式少，可以查用简单的图表（参看表1、表2和表3），并且換用电压标志变压器的各抽头間电压值很容易直接心算出来，因而电压法更簡便实用，值得推广。

二、配接要点

(一) 按“电压对口徑”的原則去配接揚声器。即每只揚声器应根据它的額定（或标称）电压（而不是阻抗）与机器（或变压器）电压相等的原则去找出揚声器应接到扩音机的或变压器的哪两个抽头端子上（按阻抗标志的定阻式扩音机和綫間变压器，可以按附表換算出抽头电压来，揚声器也是如此），以保证揚声器的正常工作，只要揚声器所承受的工作电压不大于其标称或額定电压，便不会震坏烧坏。

(二) 用“功率大致匹配”的原則去确定扩音机是否要装假負載电阻器。即当定阻式扩音机所接揚声器較少，不能按出厂的規格指标滿足电压、

功率和阻抗三者完全匹配时（这种情況很普遍），則只要扩音机所接負載能达到額定功率的60%到70%时（即保持輸出电压仍為額定值，負載阻抗升高43%—66.7%时的情形），就可认为大致配合，不再另接假負載电阻。只有当負載過輕，达不到上述情況时，为保证扩音机安全工作，應該接假負載电阻。此外，具有深度負反饋装置的定压式扩音机，在輕負載工作时可以不必接假負載。

机器的假負載电阻应接在它的高阻抗輸出端，这样可以采用阻值較大的电阻，便于购买，其功率容量宜較实得功率大2~3倍，增加安全程度。因此最好是用市售的功率較大的綫繞电阻，而不用电灯泡或电炉絲代替。因为电灯电阻在隨声音强弱急剧变化的广播音頻电压下工作，它的阻值会隨溫度的升降发生显著的变化（常达5~10倍），以致造成机器在弱电压輸出期間处于严重过負載状态，縮短使用寿命；同时也会使广播声音出現严重失真現象，降低扩音质量。

此外，不論是定阻式或定压式的扩音机，不允许在过負載状态下工作，也就是说在負載阻抗低于机器額定阻抗时，不要仍旧保持原額定电压輸出，以免造成严重失真和强放管屏流过大，使屏极易于发紅、衰老得快。但是，如果将机器輸出电压降低，使

表1 定阻輸出式扩音机的額定电压 ($U=\sqrt{PZ}$)

電 壓 功 率	各抽头标明的阻抗值											
	2欧	4欧	8欧	12欧	16欧	24欧	32欧	48欧	60欧	125欧	230欧	500欧
25瓦	7.07伏	10伏	14.14伏	17.32伏	20伏	24.5伏	28.3伏	34.6伏	38.75伏	55.9伏	75.8伏	111.8伏
40瓦	8.94	12.64	17.9	21.9	25.3	31	35.8	43.8	49	70.7	95.9	141.4
50瓦	10	14.14	20	24.5	28.28	34.6	40	49	54.8	79	107	158
75瓦	12.24	17.32	24.5	30	34.6	42.4	49	60	67	96.8	131.2	193.6
100瓦	14.15	20	28.3	34.6	40	49	56.5	69.25	77.4	111.7	151.5	223.5
150瓦	17.3	24.5	34.6	42.4	49	60	69.25	84.8	94.8	136.9	185.8	274
200瓦	20	28.3	40	49	56.5	69.25	80	98	109.5	158	214.4	316
250瓦	22.35	31.6	44.7	54.8	63.2	77.4	89.5	109.5	122.5	176.7	240	353.4
500瓦	31.6	44.7	63.2	77.4	89.5	109.5	126.4	156.5	173.2	250	339	500

表2 按阻抗标志的线间变压器的额定电压 ($U=\sqrt{PZ}$)

标称电压 阻抗	功率容量	2瓦	5瓦	10瓦	12.5瓦	25瓦
		3欧	2.45伏	3.87伏	5.48伏	6.12伏
各抽头的阻抗值	6欧	3.44	5.47	7.75	8.65	12.23
	8欧	4	6.33	8.94	10	14.14
	12欧	4.9	7.75	10.9	12.25	17.32
	16欧	5.65	8.94	12.65	14.14	20
	250欧	22.3	35.2	50	56	79
初 级	500欧	31.6	50	70.7	79	111.7
	750欧	38.7	61.2	86.5	96.8	136.9
	1000欧	44.8	70.8	100	111.7	158.2
	1500欧	54.7	86.5	122.4	137	193.7
	2000欧	63.2	100	141.4	158	223.5
	2500欧	70.7	111.7	158	176.8	250
	3000欧	77.4	122.5	173	193.6	274
	3500欧	83.5	132.3	187	209	296
	4000欧	89.3	141.4	200	223.5	316
	5000欧	100	158	223.5	250	353.5
	6000欧	109.5	173.2	245	274	387

表3 几种扬声器的额定电压 ($U=\sqrt{PZ}$)

規 格	25W 16Ω	25W 15Ω	20 W 16Ω	15W 15Ω	12.5W 8Ω	12W 8Ω
額 定 电 压	20V	19.35V	17.87V	15V	10V	9.8V
規 格	10W 8Ω	5W 6Ω	2W 3.5Ω	1W 6Ω	0.5W 9000Ω	0.2W 9000Ω
額 定 电 压	8.94V	5.48V	2.64V	2.45V	67V	42.4V

末級強放管屏流不超过額定值的話，机器在稍低于其額定負載阻抗的情况下工作还是可以的。

(三) 扬声器的工作电压一般选定为等于(不能大于)其标称电压值，使它的实得功率等于其額定值，发挥最大效率。这样做，配接也方便。

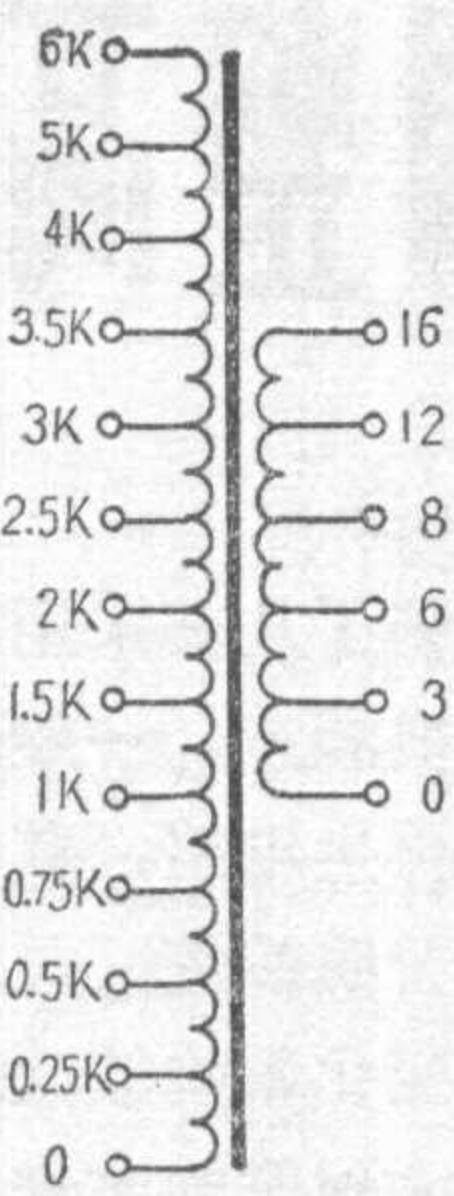
如果符合下列情况之一的，可酌量降低其工作电压：(1)扩音机总负载过重；(2)要求扬声器重放音质优良；(3)嫌音量过大。

扬声器的连接，一般宜用并联法，只有在以下个别情况时才采用串联法：(1)規格相同的两只(或多只)，如果其額定电压之和等于或大于扩音机的输出电压的；(2)功率規格不同但額定电压相同的两只(或多只)，如果其額定电压之和等于或大于扩音机的输出电压的。

(四) 线间变压器的功率容量一般选定与所接扬声器的額定(或实得)功率相同。如果没有，允许用較大的而不能用較小的，否則容易发热被烧。

对于額定功率較大的高音和动圈扬声器，最好每只单用一个变压器；对于功率較小的扬声器(如1瓦以下的动圈和舌簧扬声器)，可以几只或几十只用一只变压器。

連接多圈变压器各繞組时(串联或并联)，要注意“正相位”相连，切勿連成“反相”造成烧坏变压器和使扬声器不响等故障。連接方法是，串联时头与尾連；并联时头与头、尾与尾連。区别头尾的办法是：(1)看标牌的字：写“O”的做头；写“电压数字”的做尾；(2)看繞組抽头的排列：靠铁心的做头、远离的做尾；(3)加电检查：先把几个繞組串联，假定其中一



表二附图

个繞組的头和尾，并加50赫电源(其所加电压应不高于其繞組的額定值)，而后分别测量相邻繞組电压。如果总电压大于被串繞組任何一个的电压就是“正串”，反之，总电压比某个被串联繞組电压低，就是接“反相”了，由此即可区别其他繞組的头尾了。

(五) 定阻式扩音机輸出端子有高阻抗和低阻抗之分。前者适用于揚声器連綫在50~100米以上的情况(如工厂、学校和街道的扩音等)，以减少綫路压降与功率損失。由于其饋綫电压高，揚声器須經過綫間变压器与綫路相連(如果直接連上就会造成烧坏揚声器和使机器負荷过重电压送不出)；后者仅用于綫长在50~100米以內的情形(如会場扩音等)，揚音器音圈头子可直接連于扩音机低阻抗端子的輸出綫上。

自制电池套筒

业余爱好者装制半导体收音机，如果电池套筒无成品可购时，可按下列方法自制。

选用弹性較强的垫复写用的化学板，其寬度应为电池外围周长的两倍左右，长度視电池节数而定。取一直徑約为电池半徑大小的圓木棒(木棒应平直均匀)，将化学板的边沿用小鞋釘釘在木棒上。将化学板連同木棒放入热水中(水溫在60°C~80°C左右)，化学板即受热軟化。然后趁热将其紧旋在木棒上，再放入冷水中，使其迅速冷却。最后将木棒取出，套筒即可使用。

(呂經國)

調整高放式半导体四管机

朱 剑 和

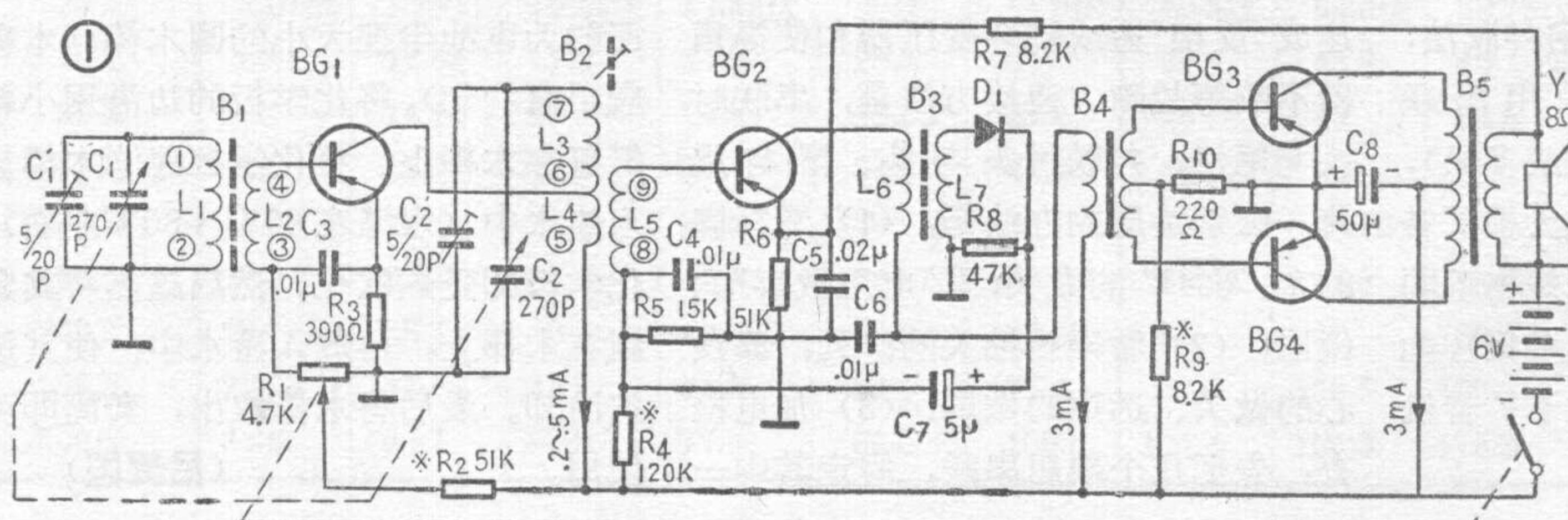
最近試裝了几部采用調整高放式电路的半导体管收音机，效果很满意。一般普及型机多采用一級高放三級低放的來复再生电路，其缺点是选择性差，再生过强时常常会嘯叫，音质較差，灵敏度不够高，而且受电池电压或环境溫度变化影响較大。采用調整高放式电路，这些缺点得到很大程度的改进。根据装成的机器实測灵敏度約为5毫伏/米，可与简单的超外差式机相比，当电池电压下降到70%时仍能正常收音，而且通頻帶寬，音质很好。选择性較超外差机稍差，但在远离强力电台的广大农村收听时却是十分满意的。装制成本与一般普及型电路差不多，制作与調整也并不很复杂，是普及型机可以采用的改进电路。

电路原理

图1为本机电原理图， BG_1 、 BG_2 用两只高頻管作兩級高頻放大，第一級為調整式高放，輸入回路与集电极回路同步調諧，由等容量双連可变电容器 C_1 、 C_2 完成。集电极槽路線圈为一高頻变压器(B_2)，为了得到較好的选择性，集电极由初級線圈的 $\frac{1}{2}$ 抽头处接入。第二級由其次級線圈取得信号进行不調整高頻放大。放大后的高頻信号通过高頻变压器 B_3 耦合到二极管进行检波，其高頻分量經 C_7 、 C_4 旁路通地，而音頻信号經 C_7 、 L_5 耦合到 BG_2 基极再进行來复低放。低頻变压器 B_4 为 BG_2 管低放的負載，通过其对称反向的次級，来推动 BG_3 和 BG_4 管作推挽功率輸出放大。 C_6 是为了完成 B_3 初級高頻通路用的，它对高音頻也有旁路作用，其值不宜过大。 R_3 作用有二：一是取得負反饋以稳定工作点；二是防止高頻管在調机中或其他情况下过荷损坏。 R_6 、 C_5 对 BG_2 管工作点也略有稳定作用，但主要目的是为了注入負反饋，它能增加一些选择性，改善音质。电位器 R_1 是用来調节 BG_1 管偏流，改变其增益，控制音量。

元件制作

磁性天綫：用 $4.5 \times 17 \times 100$ 的 M4 扁磁棒，在可移动



的两紙套筒上用多股絲漆包綫平繞， L_1 为 58 圈， L_2 为 5 圈。

高頻变压器 B_2 ：用可調磁心骨架，也可拆用旧調感式中頻变压器心骨架，把原綫拆出改繞，先繞 120 圈为初級，在 30 圈

处抽头为⑥，始头为⑤，可分两段乱繞，再在初級外边繞 12 圈为次級。

高頻变压器 B_3 ：为了减小高頻磁場的杂散耦合，采用閉合磁路的小磁环繞制，用旧电子管机中頻变压器骨架中拆出的小磁环一只，初級穿繞 180 圈，次級 繞 270 圈。穿繞时可用双綫并繞法，取 0.08 毫米(44 号)高强度漆包綫两股各長約 1 米，双綫絞合，綫端用縫衣針穿引繞制，繞好后分别把头尾的两綫头分开，把不通的两根綫相連接，使双綫成串接，这样电感量 約为 2~3 毫亨。次級可取两股長約 1.6 米的同号綫用同样方法繞制。

輸入变压器 B_4 ：用市售 2:1+1 小型变压器（若用 3:1+1 也可）。

输出变压器 B_5 ：用市售 200+200:8Ω 小型变压器（若用 8:1 推挽输出变压器也可）。

装配

高頻部分元件位置的安排关系較大，不恰当时会产生反饋寄生振蕩。但由于半导体管阻抗較电子管为低，因此装配起来还是容易成功的。如果位置安排得当，其高頻变压器不加屏蔽也不致产生寄生振蕩。一般原則是 B_1 、 B_2 、 B_3 三个高頻磁場元件不能相互靠近， B_1 、 B_2 宜在双連可变电容器两侧，补偿电容器 C_1' 、 C_2' 也宜在双連相对应的两侧， C_2' 不宜与 B_1 、 C_1 、 C_1' 相近。整机元件安排如图 2。如果装制位置較大的台式机，可将 BG_1 管、 B_2 、 R_3 、 C_3 和 C_1' 放在一只中頻变压器罩子里，其他元件除磁棒不宜靠近揚声器和 B_3 外，别无严格要求。

調 試

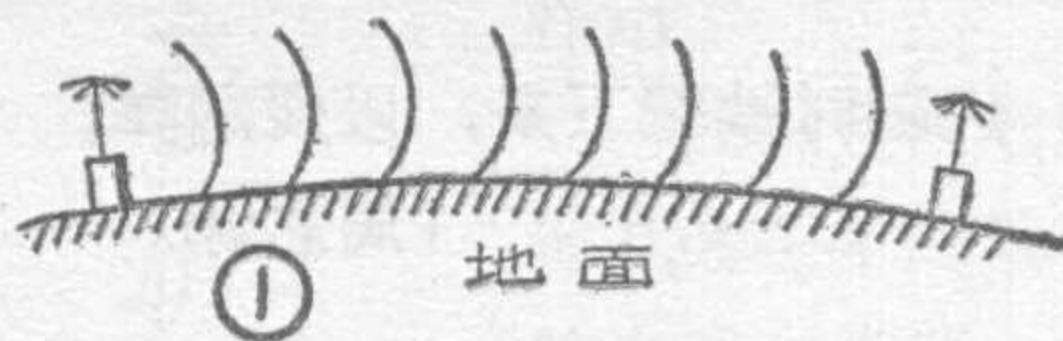
工作点的調整：分別調整 R_9 、 R_4 、 R_2 使各級在无信号时的集电极电流如图中所列数值。調試可由末級向前調，当調試 BG_2 工作点时如果电位器 R_1 关至最小(开关未切断)仍发生寄生振蕩叫声，可将 B_3 高頻变压器次級两个头对調一下，叫声即可消失。如果拆除 R_7

叫声消失，则为負反饋接反，須把 B_4 或 B_5 次級两个头的接綫对調一下即可。在調試 BG_1 管工作点时須把 R_1 开至最大，改变 R_2 数值使电台声音最大而不产生寄

(下轉第 32 頁)

为了保卫祖国和建設祖国，为了世界人民的革命事業，每个无线電員都想把无线電通信联络的任务出色地完成好。在完成无

线電通信联络任务的过程中，实际情况是多种多样的，特别在战时，电台可能开设在室内，也可能开设在野外；可能在山地，也可能在平原；可能在城市居民地，也可能开设在深山密林里。在各种不同地形的地区，为了确保通信联络暢通，电台的具体位置，應該选择在哪里为好呢？这是一个必須解决的实际問題。因为电台位置选择得正确与否，往往会影响通信联络是否暢通。正确地选择电台位置，主要应考虑两方面：一方面是这个位置是否有利于无线電波的传播和迅速沟通联络；另一方面在战时还要考虑到电台位置的隐蔽，因为这将影响电台和人員的安全。在这两方面中，又以有利于无线電波的传播和迅速沟通联络为主要方面。毛主席在《論持久戰》中教导我們說：“應該指出：战争目的中，消灭敌人是主要的，保存自己是第二位的，因为只有大量地消灭敌人，才能有效地保存自己。”我們在选择电台位置时，也应首先着眼

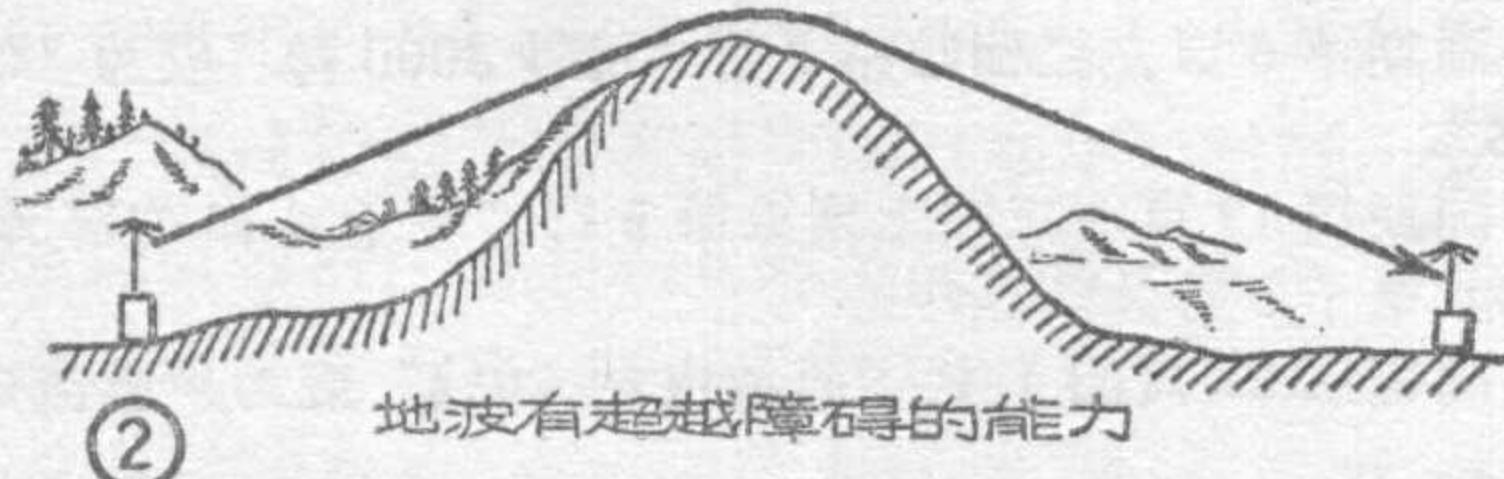


在是否有利于无线電波的传播和迅速沟通联络，在此前提下再考虑电台的隐蔽和安全問題。

那么，无线電波的传播有些什么特点呢？又怎样根据电波传播的特点正确选择电台位置呢？

常用的小型无线电台，有的工作在短波（波长10~200米，频率30~1.5兆赫），有的工作在超短波（波长0.1~10米，频率3000~30兆赫）。短波小型电台的天线，常用的是鞭状、斜式和倒L式等地波天线，此时发出的电波是沿地面传到对方的（如图1），这种电波叫地波。地波传播的特点是：地面愈干，地波传播时损耗愈大，传到对方的信号就愈小；地面愈潮湿，地波传播时损耗愈小，传到对方的信号就愈大。此外，地波具有繞过障碍物的能力（見图2），但是障碍物愈高，愈难繞过，障碍物是金属时（如金属矿、鋼筋建筑物等），則会大量吸收电波的能量，使传到对方的信号大大减小。

超短波电台的电波，通常是經過空間直接传到对方的（見图3），这种电波叫直接波，也叫空间波。超短波传播的特点是：繞过障碍物的能力很弱，而且频率愈



怎样选择电台的位置(上)

张声雄

陈煜景

高，繞过障碍物的能力愈弱。

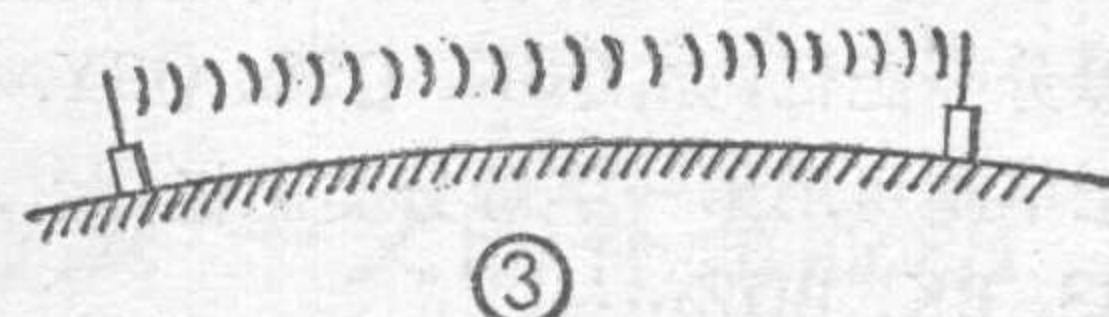
知道了上面这些电波传播的特点，我們就可以根据开闊地、山地、森林地和居民地等

地形的不同情况，正确地选择小型电台的开设位置了。这次我們先談談在开闊地和山地应怎样选择电台位置；下次再談在森林地和居民地应如何选择电台的位置。

在开闊地，电波很容易向对方传播，这是有利于通信联络的。为了便于順暢地进行通信联络，选择电台位置时，通常还应注意以下三个問題：

一、当遇到江、河、湖、泽等水面和湿地时，应尽量利用面向对方的江河湖泽等水面和湿地，这样能减少电波的損耗，增大通信距离。当然，在維护电台时更应注意防潮的問題。

二、尽量避开容易产生干扰的地点。如高压綫，因为綫間电压很高（几千伏至几百万伏），容易击穿空气而产生火花，俗称“电火花”。电火花会产生电磁波，传到收音机就能听到一片“咔咔”声，这种現象叫电火花干扰，会严重地影响通信联络。所以我们在选择电台位置时，应尽量避开高压綫（最好离开150~200米以上）。又如交通要道也是容易产生干扰的地方。交通要道經常有汽車和其他机动车通过，一般机动车中都有火花塞等容易产生电火花的装置，因此与高压綫一样也会产生电火花干扰，也应尽量避开。这一点，在居民地和山地选择电台位置时也应注意，如工厂和正在开发的矿区，一般都有电动机、发电机等容易产生火花的装置，因此都应尽量避开。

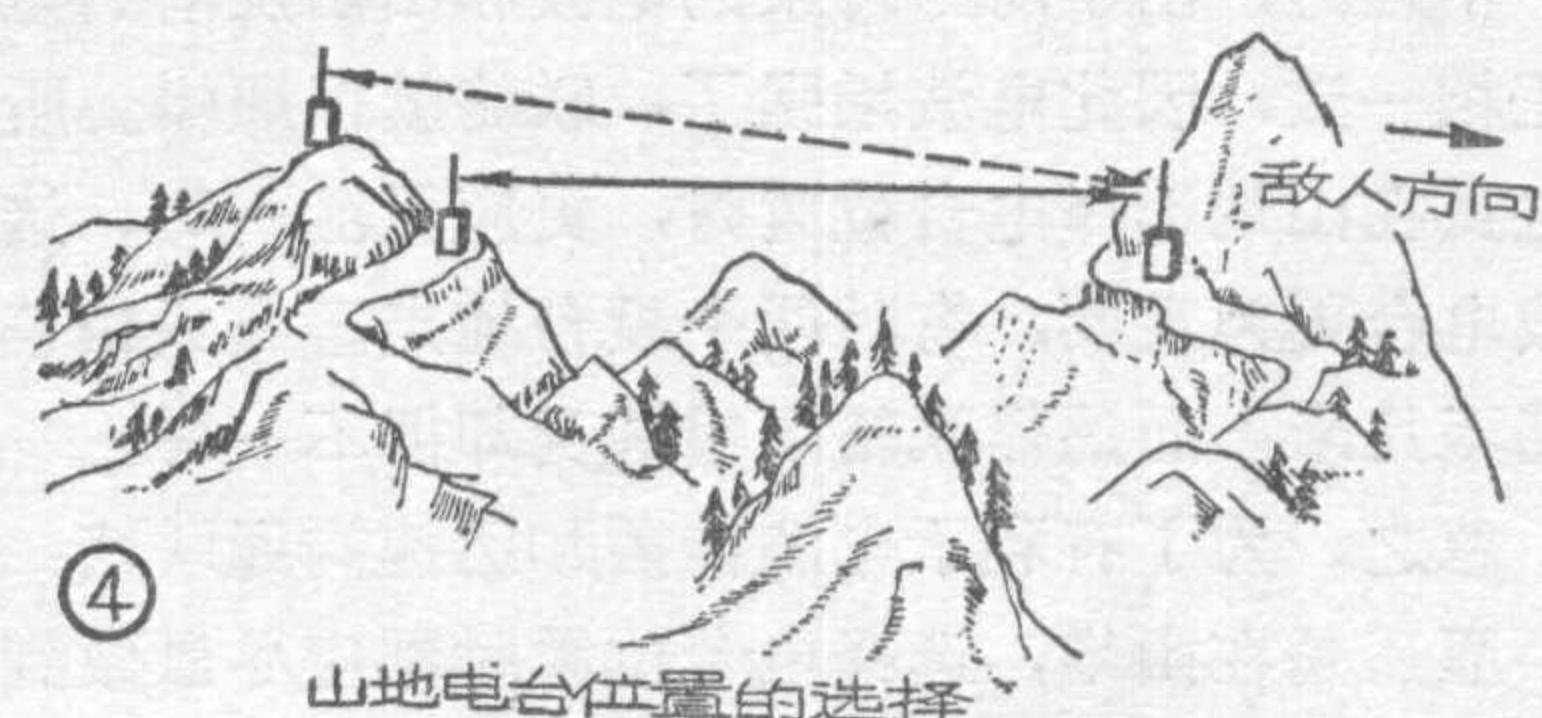


③

三、在战时还应在便于电波传播和沟通联络的前提下，注意电台位置的隐蔽，注意利用小沟、低洼地、炮弹坑、炸弹坑和掩体等地形地貌开设电台，达到隐蔽安全的目的。

下面談談在山地怎样选择电台位置。

在山地选择电台位置时，既要看到山岳会阻擋电波传播的不利的一面；但又要看到利用山頂开设电台有利于电波传播的一面。因为电台开设在山頂，位置高了，





怎样熟記和听譯通报用語?

报务員在通信联络中使用着共同的语言，这就是通报用語，它由單詞、縮語或符号組成，表达一定的意义。

例如：HR MSG QSL? (这里的电报請給收据)

只有熟练地运用通报用語，才能更好地完成通信任务。要做到这一点，首先要把單詞、縮語和符号記得滚瓜烂熟，才能迅速、准确地組成句子，及时地应付各种情况。

記單詞、縮語的方法一般有：

1. 开始时可記字型，如“回答”是ANS，先把这三个字母記住，熟练后再轉成信号概念（--- ···）。因字型容易記憶，直接記电碼要难些，由浅入深的記。

2. 根据常用和非常用、易記和难記的分別編組，先記常用和易記的，如：K, R, DE, OK 等。再記非常用和难記的，如：JUST, ALSO, TRANS等。

3. 先記單詞和符号，再記縮語。記縮語可用第二字母分类記憶，如：QSK, QSL, QSY, QTA, QTB.....。記單詞可用第一字母分类記憶，如：ABV, AL, ANT, BS, BK, BOZ.....。

电波向对方传播时，障碍就少，并且电波离地面远了，大地吸收电波的能量就少，对电波传播很有利。因此在山地选择电台位置时应尽量选在地势高的地方，如山頂和靠近山頂的面向对方的山坡上（見图4）。在战时，如情况不允许，而必須开設在背向对方的山坡时，电台位置也应尽量高一些。如条件限制，只能开設在山坡下时，而通信对方又在山的那边，则电台应适当远离山脚一些（最好几百米），因为电波是弧形繞过山頂的（見图2），太陡了繞不过去，所以山脚正是电波不易传到的“死角”，应尽量避开。如果电台必須开設在山谷中时，也应尽量离开山坡远一些，以免山坡吸收电波的能量，这时可利用朝向对方的山沟传播电波。

最后提醒一点，在山区通信时，由于山岳对电波有反射作用，因此有时可能在这里联络很不順暢；而在另外一个地方，由于对方传来的电波和山岳反射的电波相位正相一致，因此电波增强了，联络就很順暢。所以无线电員在山地选择电台位置时，更应灵活一些。这对超短波电台更为重要，有时两个設台地点距离只相差几百米甚至几米，而通信联络順暢情况却很不一样。

总之，为了有利于电波传播和迅速沟通联络，不論在平原还是在山地，选择电台位置时都应尽量做到：地面湿，地勢高；避障碍，避干扰。

4. 将單詞和縮語写在小紙片或小本子上，随身携带，有空就能記。还可用互相問答的方法，听振蕩器音响就更好些。在平时要做有心人，如看見电鍵，就想起“KEY”，有些类似学外語。

在熟练地掌握單詞和縮語后，就可編成句子互相問答练习了，由一方打电碼，另一方譯出来。在听譯句子时，应注意下面几点：

1. 听譯时应精力集中，以免漏听或听錯。因为有些單詞的信号很相似，如SEE（看）、IS（是）、HE（他）粗听起来它们都是五个点，但意思却差得很远。

2. 紧跟每个信号。前面听不清的不能老去想，否则会搞得下面的也听不清，听譯时最忌这一点。

3. 听主要部分。如“QRM ZAN PSE CHG AHR XMTR ANS”一句話因干扰或自己听譯能力差而不能完全記下来时，应抓住其中的“ZAN CHG XMTR”（听不到，请换发信机），以推断整个句子的大意。

4. 抓住規律。如在CHG的后面一般是物，如XMTR、ANT等，决不会CHG QRM。在TRUB的前面都是物，如RCVR TRUB，不会是OPR TRUB或DATE TRUB。掌握規律后，就可以有推断的依据了。还有应根据当时的联络情况或工作性质特点，来估計对方所发电文的意思。

5. 听譯无把握时，应随时抄記下来，以便翻譯。

（周志源）

四川省举办无线电 教练员训练班

为了貫彻 1966 年全国体工会議精神，进一步广泛地开展通信活动，我省从 2 月 20 日至 4 月 2 日举办了一期无线电教练員訓練班。来自省内各专市以及少数民族地区的一批基层干部、学校教师，由于在訓練期間大力突出政治以毛主席人民战争思想教育和武装自己，經過四十多天无线电收发报、通报、工程基础知識、振蕩器扩大器的制作以及录音机快机的維修等紧张訓練，大部分同志掌握了基本技术和基本方法，在政治思想方面亦有一定的提高，为今后开展此項活动創造了有利的条件。

（刘德群）

更 正

1. 1966年第3期第4頁左栏第13行“第一类的热无线电辐射”应改为“第一类的无线电辐射”。第5頁左栏倒数第2行“非接触或測量”应为“非接触式測量”。

2. 同期第6頁左栏倒数第2行“每秒 3000 轉”应为“每分 3000 轉”。

3. 同期第12頁右栏图上倒数第5行“电子 d 称为群聚中心”应为“电子 b 称为群聚中心”。

4. 同期第27頁图1中“直流电阻 20Ω”应为“直流电阻 200Ω”。



这里介绍的一个矿石收音机，效率较高，适合农村使用。电路见图1。

这架矿石收音机的线圈，是采用MXO—400型或旧型号R— $\phi 30 \times \phi 19$ —10Man 4环形磁性瓷心（外径30、内径19、高度10毫米），绕制一个闭合磁路式线圈。这个线圈的优点是损耗小，线圈的Q值高，因此对提高收听效果起着很大的作用。

线圈是用七股直径0.09毫米的漆包线绞合成多股线，在环形磁心的一侧密绕

65圈作L₁。并在10、20、30、40、50圈处各抽一个头，然后在环形磁心另一侧密绕55圈作L₂。绕制之前要先用直径1.5毫米铁丝弯制一个穿线梭子，形状如图2。然后先将七股绞合线绕在梭子上，再穿绕在磁心上，线圈绕好以后，再用石蜡浸渍作防松、防潮措施。

检波元件D是用普通的矿石，如果采用半导体二极管效果更好。

喇叭是用磁性较好的1000欧姆8吋舌簧喇叭改制的，改制时将原喇叭线圈的漆包线拆掉不用，换上直径0.13毫米的漆包线，线圈约绕1600~2000圈，使线圈的直流电阻约为100欧姆左右。如果没有8吋舌簧喇叭，目前可以采用市场上出售的，供半导体收音机用的2½~4吋的舌簧喇叭，或采用高灵敏度动圈式扬声器（如华北无线电器材厂出品的5吋高灵敏度扬声器或上海无线电十一厂出的401-Bi 4吋扬声器），输出变压器配半导

体收音机用的即可，效果更好。如用耳机收听也应采用低阻耳机。

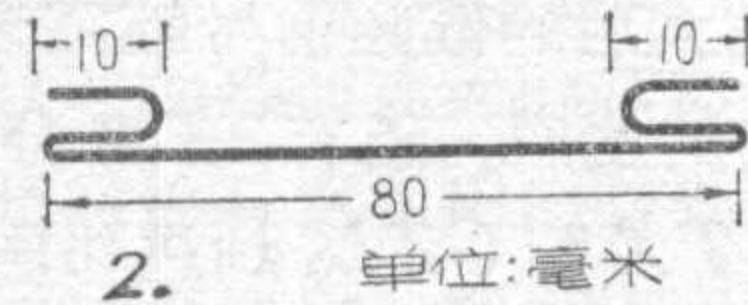
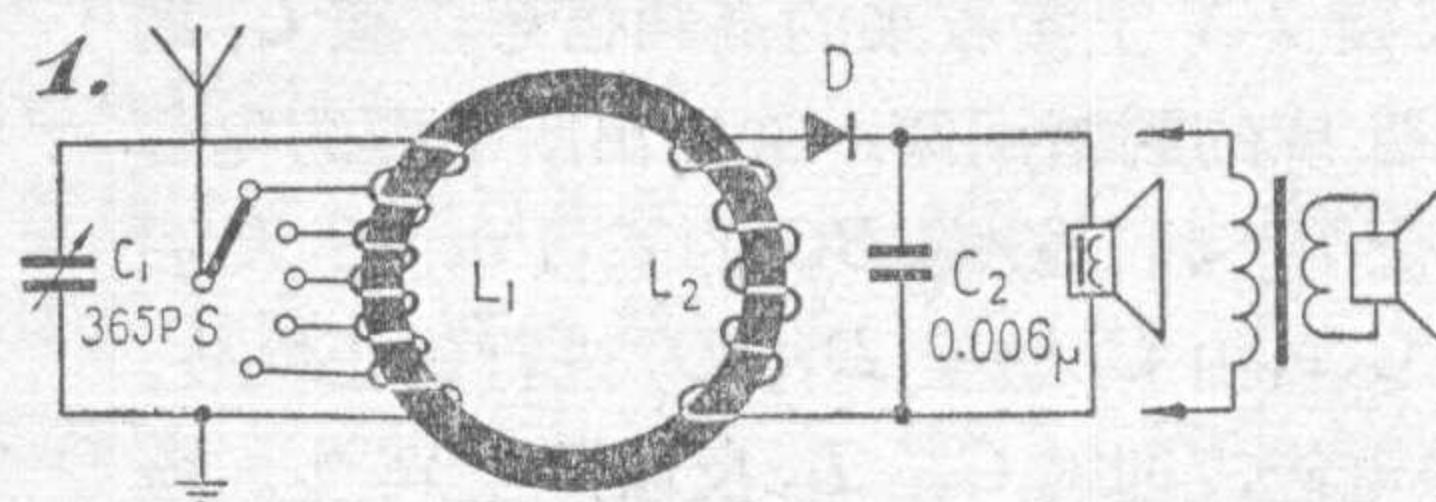
天地线的质量对收听效果有很大影响，天线是用废旧的直径0.32毫米的漆包线五股绞合制成的，如使用铅丝架设天线效果稍差一些。天线是采用倒L式的，长10—15米、高约8米左右。架设天线时，要将天线与引入线焊接牢固，并要使天线与引入线端指向电台的方向，天线的两端一定要有绝缘子，从天线到收音机的

引入线，也要注意绝缘优良，以免影响收听效果。

地线要埋在潮湿的地方，将金属物埋在一米以下深度，金属物的面积越大越好。如果在城市里使用，可以将地线接在自来水管上。

在装制时，接线要短，焊接要牢固可靠，如装制无误，装成以后即可收听。使用方法是先旋动可变电容器C₁，当听到所需要电台的声音以后，

再转动分线器S，直至喇叭的音量最大、杂音最小为止。



关于“一种特殊的焊接方法”一文的补充说明

本刊1966年第2期发表“一种特殊的焊接方法”一文后，引起很多读者的注意。许多读者来信说明自己的实验情况，有些实验效果不错，有的来稿提出改进意见，也有些同志试验未能成功。现根据这些读者的来信和来稿，结合我们实验的情况综合说明如下：

1. 这种焊接办法是利用炭棒尖端与焊接点间空气隙火花放电产生的高温进行熔焊的，也叫做电弧焊，和电焊机原理相似。因空气隙电阻较大，瞬时通过的较大电流所产生的热量主要集中在焊接点附近，因而能将金属熔接在一起。所用的变压器要能通过较大电流（2安以上）。操作时炭棒尖端与焊接点不应紧密接触，以保持有火花产生，否则变压器次级等于短路，时间一长变压器就会烧坏。而且这时是整个导线发热，热量分散，起不到焊接的作用。

2. 电源可用五六灯机的电源变压

器次级6.3伏，用容量较大的如调压变压器则更好。电压6~30伏均可以，电压低炭棒与焊点应靠近一些，电压高可距离远一些。

3. 焊接操作有一定技巧。导线端部较易受热均匀，且不易烧断，因此一般宜焊接线的端部。当看见线端烧红时，稍停片刻，将炭棒移开，线头即凝成圆球状，熔焊在一起了。细线焊接时间短一些，粗线需要时间长一些，太粗的线用一般收音机变压器通过的电流是焊不上的。只要通过一段时间的实践，就能掌握到熔焊技巧。

4. 焊接时，火花强光刺眼，最好戴上墨镜。

5. 这种焊接方法的优点是焊接牢固，但焊后难以再拆卸开。因此这种方法可以用来代替电烙铁进行锡焊。一个电极接炭棒，另一电极接一根锡焊条，利用火花来焊接，这样比较容易，焊接也很牢固。

（编辑室）

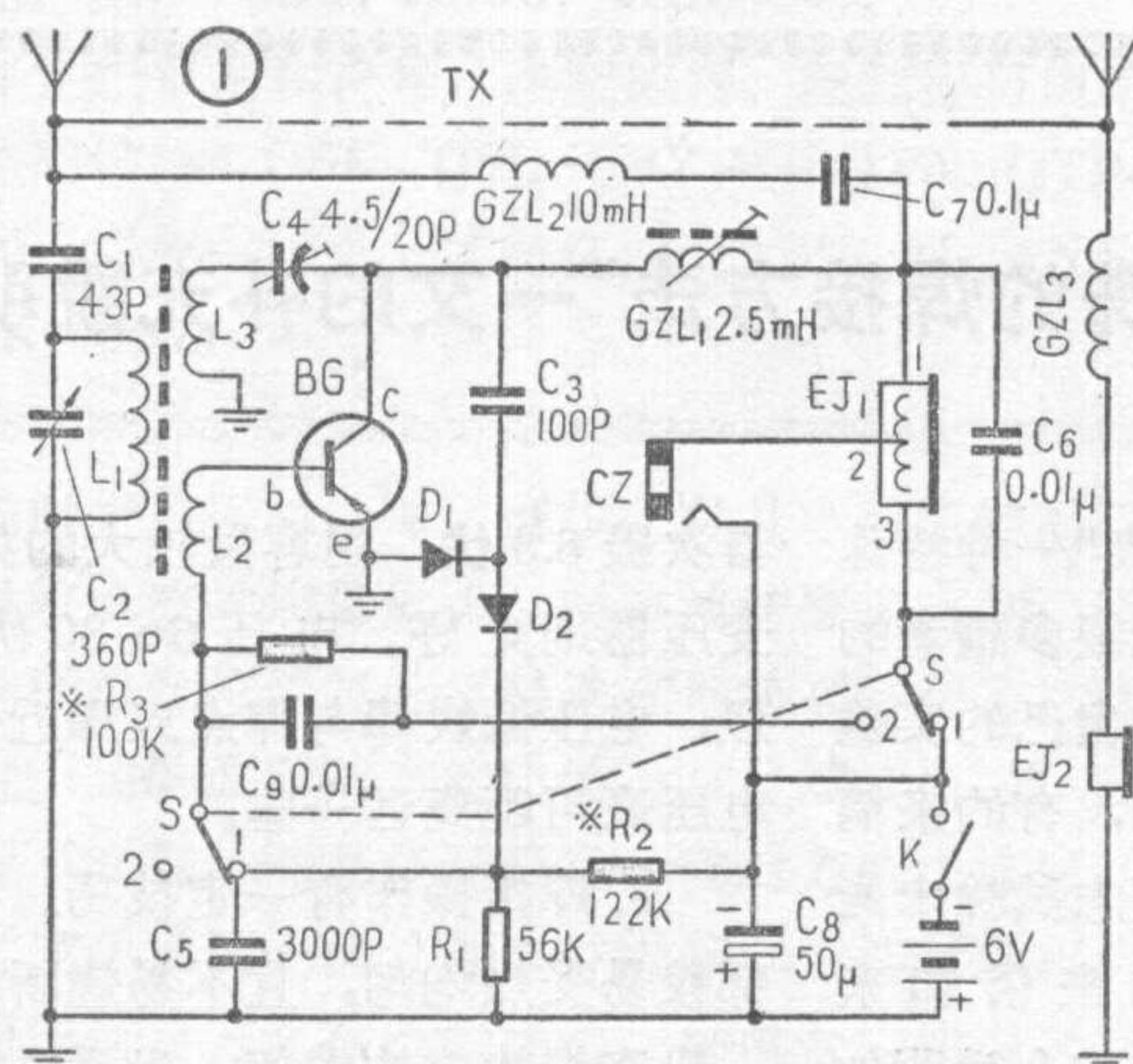
这里介绍一架收音和电码练习两用的半导体单管机，还能供住在相邻地方的两个人同时收听广播。

它的线路如图1。从

图中可以看出，它基本上是一架再生来复式半导体单管收音机，加了几个元件之后，和邻居之間便以共同架設的天地綫联系起来，从而可以进行有趣的实验。

它的工作原理分述如下：

收音 从天綫 TX 上接收来的高頻信号，經 C_1 耦合到由 C_2 、 L_1 組成的調諧回路，选择出所需要的电台信号，經 L_2 耦合至高頻三极管 BG 的基极 b ，放大后从集电极 C 輸出，再由 C_3 送至 D_1 、 D_2 进行倍压检波。而另一部分高頻电能，则經 C_4 、 L_3 反饋产生再生。检波后的低頻成分复經 L_2 送至基极，进行来复式低 頻放大。被放大后的低頻信号經高頻阻流圈 GZL_1 送至耳机 EJ_1 ，使其发声。还有一部分低 頻电流，则經 C_7 、 GZL_2 、 TX 和 GZL_3 到达邻居的耳机 EJ_2 。这样一来，自己和邻居就可以同时收广播。



在这里, C_1 有两种作用: 一是把高频信号耦合到调谐回路, 一是防止从 C_7 输送来的低频信号, 经 L_1 向地短路。 GZL_2 是为了防止高频信号经 C_7 、 C_6 向地短路而用的, 不能省去。 GZL_3 是防止使用 EJ_2 时对电路的工作有影响而加用的, 数据不限。

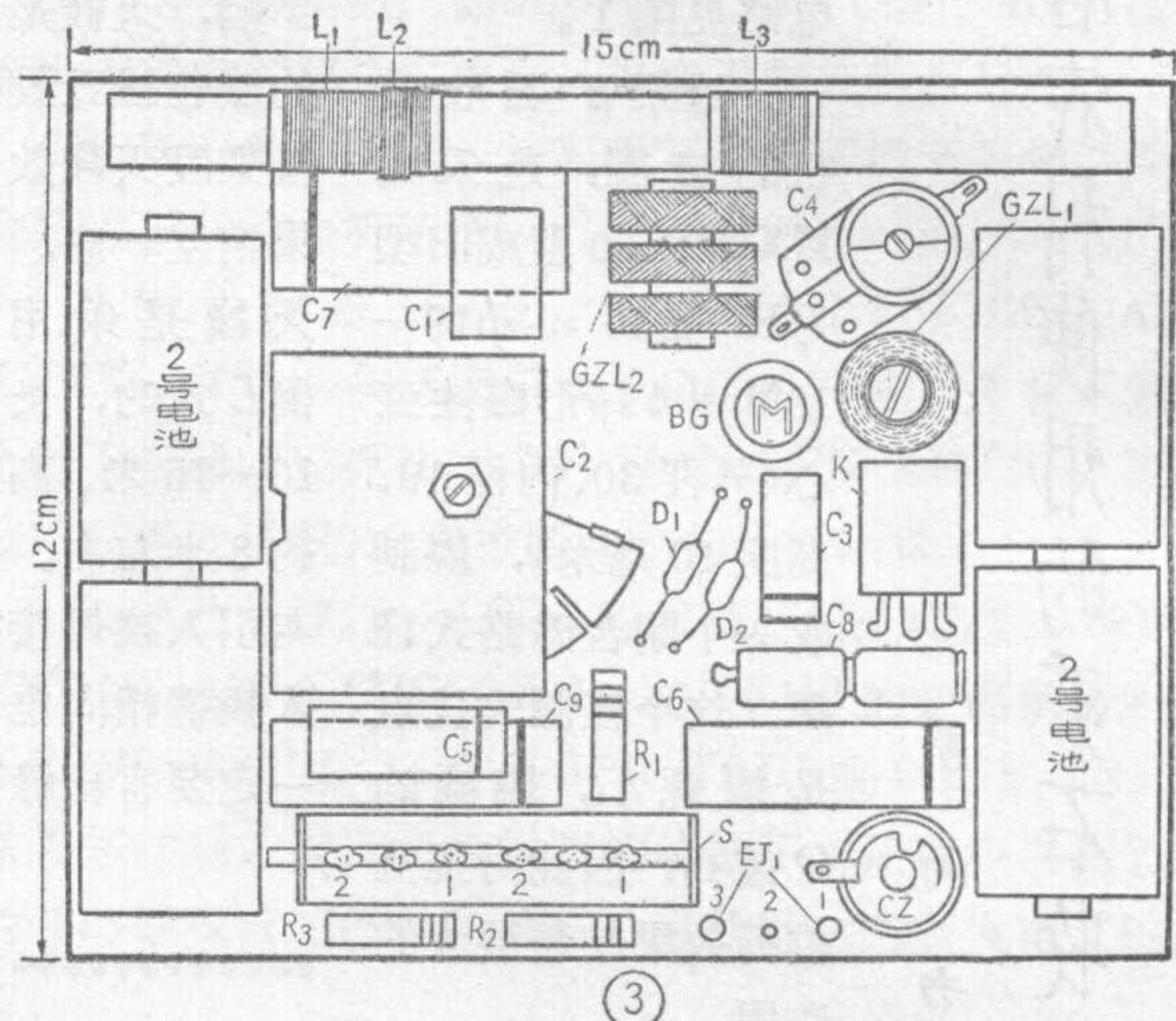
電碼练习 把双刀双掷开关 S 拨到 2 的位置，从插座 CZ 中接入电鍵，就成为一部电碼练习振蕩器。由于振蕩器产生的是低頻振蕩， C_3 、 C_4 、 L_2 、 GZL_1 等小电容小电感起的作用极微，可以忽略不計，因此，它的等效电路如图 2 所示。 EJ_1 是用头戴式双耳机中的一只， CZ 的接綫是从耳机內两綫圈之間的連綫 2 端引出的。这时耳机可看成是一个“自耦变压器”。 C_6 和耳机 1~3 间的

半导体单管两用机

楊錫福

管兩用机

形成正反馈而产生低频振荡。由于这里的“自耦变压器”是个电声元件，所以，它既能作为振荡回路的一部分，



又能发出声音来。 R_3 的数值需要調整，使能产生振蕩并使音量和音調适合自己的要求。在进行电碼练习时，邻室的耳机也同时发声。

磁性天綫可用長 140 毫米、直徑 10 毫米 $M4$ 型磁性瓷棒。用 7 股編織綫繞 54 圈為 L_1 ，再用同號綫在 L_1 上繞 5 圈為 L_2 （要繞在 L_1 接地端），在另一綫圈管上繞 20 圈為 L_3 。

收音机調整時，可調節 R_2 的數值，使 BG 的集電極電流為 2 毫安左右。 GZL_1 最好用可調磁心的，以便調節得電台頻率高低兩端的再生較為均勻。整機元件在底板上的裝置如圖 3。

防止旋鈕松動的方法

收音机及各种仪表上的旋鈕，在使用过程中經常会发生松动的現象，我們采用下面的方法就能順利解决这一毛病。

取一自来水笔中的废吸水皮管，剪下一段套在需擰动的把柄上，然后再套上旋鈕，擰紧旋鈕的螺絲即可有效地防止旋鈕松动了，如找不到吸水管，用其他的橡皮薄膜代替也行。

有一架收音机音量控制电位器很紧，需用钳子才能擰动，原来已准备换一个了，經使用上述方法后，由于增加了摩擦力，就开关自如了。

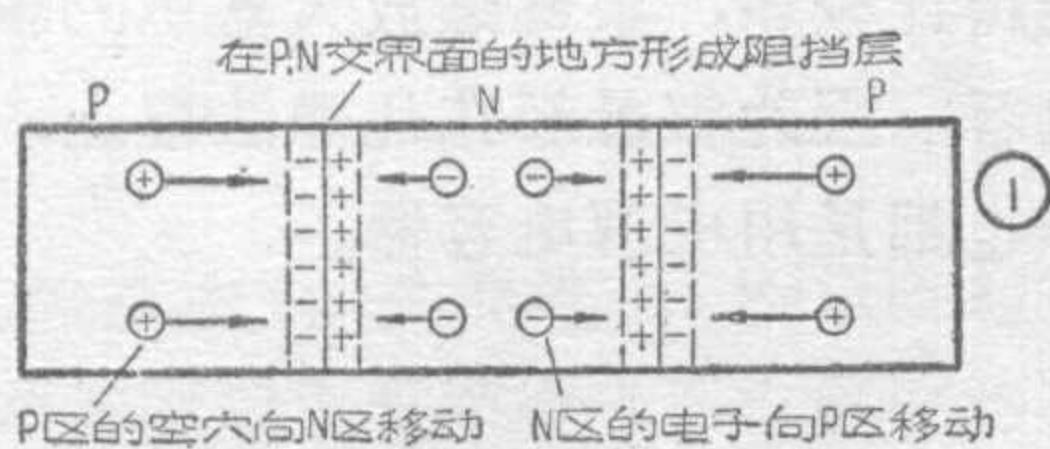
(龍鴻慶)

半导体三极管为什么能放大

孔 穴

我們常用的半导体三极管，不論是低頻管还是高頻管，大部分都是PNP型的，它們是用兩块P型半导体和一块N型半导体組成的（图1）。

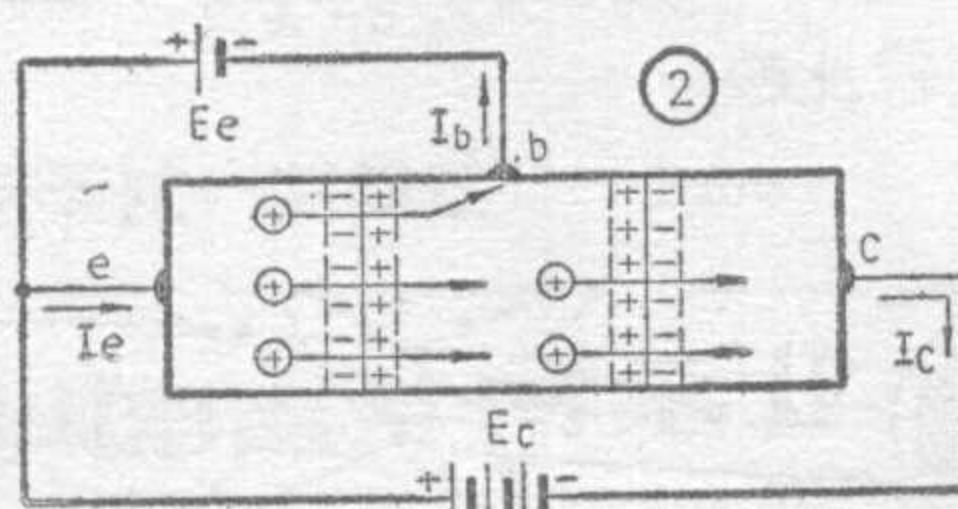
N型半导体是靠电子的移动来导电的，而P型半导体则是靠带正电叫做“空穴”的移动来导电。当我们把P型半导体和N型半导体紧密地联在一起时，P区里的空穴就要向N区移动，N区里的电子就会向P区移动。



結果是P区内因为失去一些带正电的空穴而带负电，N区内因为失去一些电子而带正电。于是在P、N区交界的地方就形成一个很薄的区间，这个区间的一边带负电，另一边带正电。有了这个带电的小区間后，P区的空穴就因为受到正电場的排斥而不再向N区移动，而N区的电子则因为负电場的排斥就不再向P区移动。这个小区間就好象一道壘一样，阻擋着空穴和电子的往来，所以把它叫做阻擋层。

在半导体三极管中，有两块P型和一块N型半导体，这也就是它的三个电极。为了便于說明問題，我們把图1中左边那个P区叫做半导体三极管的发射极e，右边那个P区叫做集电极c，而把中间夹着的那个N区叫做基极b。

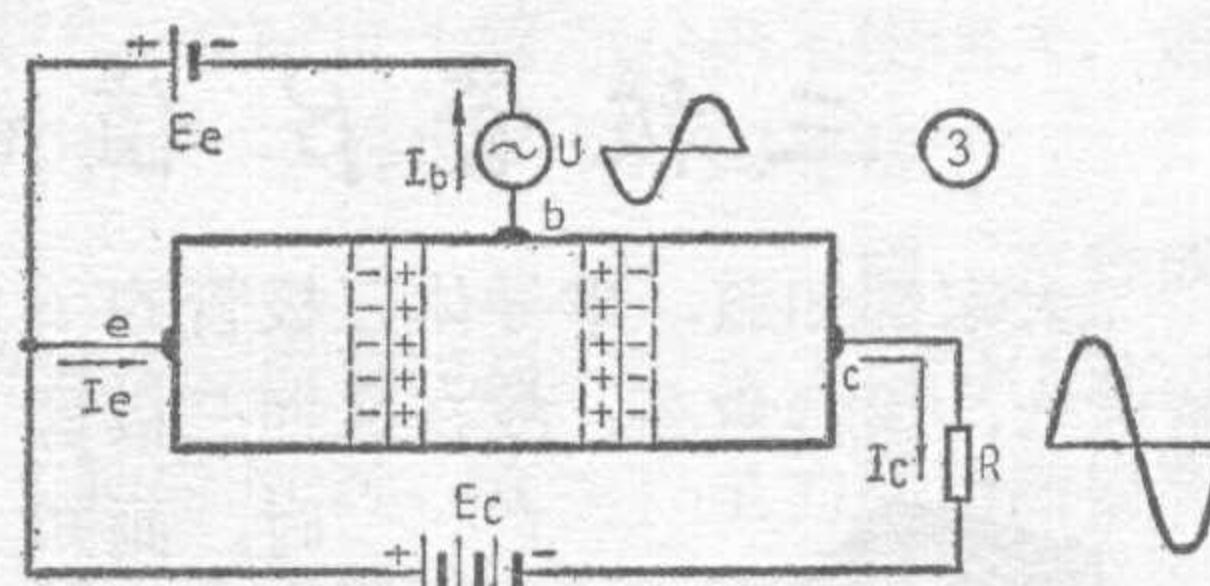
如果在发射极e与基极b之間加上电池 E_e ，并且把电池的正极接在发射极e上，负极接到基极b；在集



电极c与发射极e之間接上电池 E_c ，并且把电池的正极接发射极e，负极接集电极c（图2）。这么一来，发射极中带正电的空穴就要受到电池 E_e 和 E_c 的作用，冲破阻擋层的阻拦，而奔向基极，到达基极以后，有一少部分空穴（只有百分之几）通过基极回到发射极，形成很小的基极电流 I_b 。而绝大部分空穴（百分之九十几），却在电池 E_c 的作用下，冲过第二个阻擋层继续向集电极奔跑，并通过集电极回到发射极而形成集电极电流 I_c 。因为从发射极出来的空穴，有百分之九十几跑到集电极形成集电极电流，只有百分之几在基极中形成基极电流，所以集电极电流 I_c 要比基极电流 I_b 大得多。

如果在集电极电路里接上一个大电阻R，再在基极电路里送进一个交流电压U，就构成一个半导体三极管放大器电路（图3）。

当送进的交流电压U处于负半



周时，也就是基极为负、发射极为正时，就相当于在 E_e 电池电压的基础上，加大了发射极与基极之间的电压，因而从发射极发出的空穴数就要增多，相应的集电极电流就要增加。当送进的交流电压处于正半周时，就相当于在 E_e 电池电压的基础上，降低了发射极与基极之间的电压，因而从发射极发出的空穴数就要减少，相应的集电极电流也随之减小。可見，集电极电流 I_c 的增加与减小的起伏变化，是受基极电路里的交流电压控制的。只要在基极电路里加上一个很小的交

流电压，就能引起集电极电流很大的变化。这个变化的电流必然在电阻R上产生一个交流电压降，这个交流电压降与外加交流电压的波形相同，相位相反，但比外加的电压U大得多。因此，从基极送入一个交流电压后，就可以从集电极电路中的电阻R上，取得一个被放大的交流电压。这就是半导体三极管为什么能放大的簡單道理。

如果把图3中的R换成输出变

压器和喇叭，并且把半导体三极管改成通用的符号画法，那么就可以得到如图4所示的半导体管放大器。这时如果被放大的交流电压U，是电唱机拾音器送出的微弱电压，那么經過放大以后，就可以听到清晰的音乐和歌曲声。

~~~~~

## 測試耳机好坏和 电路通断簡法

耳机非常灵敏，好的耳机，甚至只要两三微安的电流流过它的線圈，就可以发出声音。取硬币一个，拿在手上，然后把耳机的一条引綫的端部含在嘴里，另一条引綫的端部在硬币上輕輕摩擦，如果耳机是好的，就能发出“格、格”声。声音愈响，耳机灵敏度愈高；如果听不到声音，耳机质量就較差，不太好用。

用一只完好耳机，利用以上办法就可以不用电池简单測試元件或电路的通断。将待測元件串接在硬币和手拿着的一根引綫之間，若元件通路，耳机便会发声，否则便沒有声音。这种測試方法簡便易行，被測試元件的阻值可达200千欧。

（宇波 冲之）

\*  
\*\*

电容器是用途最广、种类最多的一种无线电元件。初学者在拿到一张电路图时，往往在选择电容器的问题上碰到一些困难，不知选用哪一种的好。

要解决这个问题，应该先对各种电容器的性能和特点有一个初步的了解。这些性能包括电容量、耐压、绝缘电阻、稳定性、体积等等。下面这个表把初学者常用到的各种电容器作了一个简单的比较。

对电容器的性能有了大致的了解后，就可以根据它在电路里的作用去选择。根据电容器在电路里所起的作用，可以分成调谐回路电容、耦合电容、旁路电容和滤波电容等几类。

调谐回路的电容是在高频下工作的。它和电感线圈组成一个调谐回路。例如收音机中的输入回路、本机振荡的谐振回路、中频放大器的谐振回路等。这些电容器的电容量都很小，但是对质量的要求却很高，希望损耗要小、电容量要稳定，而且还要求电容量能变化，以便我们调整和选择电台。根据这些特点，从表中看到，可变的电容器应该用空气的，如单连电容、双连电容等。微调电容器则可以用陶瓷的或云母的。对于初学者来讲，用云母的微调电容就可以了，因为它的价格比较便宜。至于调谐回路中的固定电容器，一般都用陶瓷的。因为它的体积小、价格也不贵，而且还有温度补偿的作用，用得恰当时，对性能的稳定大有好处。

耦合电容是把交流信号从一个电路转送到另一个电路中去用的。它的容量数值是由电路的工作决定的：工作频率较高时，电容量小；工作频率低时，电容量就大一些。它对电容量数值的要求并不严格，误差大一点也可以。这种电容器有一个特点，就是它有隔直流的作用，它的两端有一个比较高的直流电压，因此必须有较高的耐压和绝缘电阻。从这些要求来看，只有陶瓷的、云母的和纸电容比较合适。一般情况下，可以用价格便

# 怎样选择电容器

江南

宜的纸电容器。如果要求比较高或者电容量数值较小时，也可以用陶瓷的或云母的电容器。

旁路电容是用来旁路交流的，它有好几种不同的情况。例如容量不大的高频旁路电容，就可以用纸质或云母电容器。有的需要容量很大，但耐压不高的，如阴极旁路电容，就可以用低压的电解电容器。

最后一类是在电源部分滤除交流成分的滤波电容。低频退耦合电容也可以算在这一类里。因为这种电容要滤除50赫或100赫的交流成分，所以电容量都很大。再加电容器两端又

都加着比较高的直流电压，所以就必须使用耐压较高的电解电容器才行。而且使用的时候，一定要严格地按照正负极的要求接好。

以上谈的是电子管收音机的情况。在半导体收音机里使用的电容器按它们的工作性质也可以分成调谐、耦合等几类，因此同样可以照上面的方法去选择。但是半导体收音机里的电容器有这样两个特点。一个是因为电池电压低，又有缩小体积要求，所以一般可用特制的低压小型或超小型的电容器。另一个特点是电解电容器用得比较多，象低频放大器里的耦合电容，因为容量都在几微法以上，所以也都是用电解电容器。

附表

|     | 结 构     | 容 量 | 耐 压 | 绝 缘 电 阻 | 稳 定 性 | 体 积 | 其 它     |
|-----|---------|-----|-----|---------|-------|-----|---------|
| 空 气 | 可 变     | 小   | 高   | 高       | 好     | 大   |         |
| 陶 瓷 | 固 定、微 调 | 小   | 中、高 | 高       | 最好    | 小   | 有不同温度系数 |
| 云 母 | 固 定、微 调 | 小、中 | 高   | 高       | 好     | 小   |         |
| 纸 质 | 固 定     | 小、中 | 高   | 中       | 差     | 小、中 |         |
| 电 解 | 固 定     | 大   | 低、高 | 低       | 差     | 大   | 有正负极性   |

## 三极管 $\beta$ 值的简略估计法

大家都知道，半导体三极管的 $\beta$ 值愈大，增益愈高。故在选择三极管时，测知它的 $\beta$ 值是很重要的。

下面介绍一个简略估计半导体管 $\beta$ 值的方法。

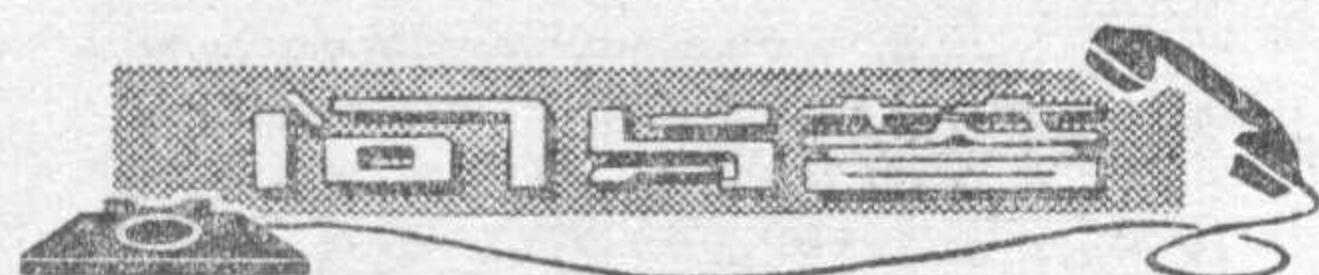
用万用表测电阻档( $R \times 1000$ 档)，将电表红棒(接表内电池负极)接三极管集电极 $c$ ，电表黑棒(电池正极)接发射极 $e$ 。此时表针摆动不多。然后，用一只手的两个手指捏三极管的基极 $b$ ，另一只手捏 $c$ 极，表针即

向右摆动，摆动幅度愈大， $\beta$ 值愈高；摆动幅度小， $\beta$ 值亦小。这种测法可以简略地比较出三极管放大性能的高低，在没有专门仪表时，还是实用的。

当用两手分别捏 $b$ 、 $c$ 极时，人体成了一个电阻，相当于在 $b$ 、 $c$ 极间加了一个偏流电阻，故表针会向右摆动。人体电阻的大小与手捏松紧(接触面积)和手上湿度等因素有关，一般约在100k附近。在测量时，可实验几次，做到预先心中有数，即能正确地进行比较。

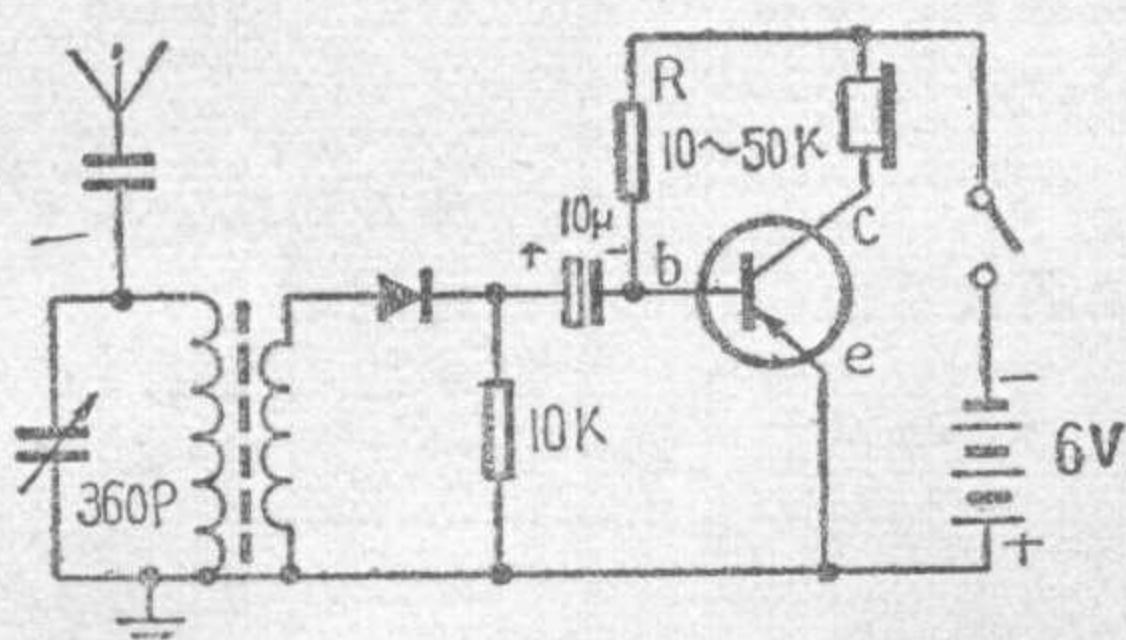
(王鹤美 刘天彻)





問：一只单管输出的半导体收音机（见图），用2千欧的耳机收听，声音很小，失真很大，而用500欧的受话器收听，声音很满意，这是什么原因？如果要利用这2千欧耳机怎么办？

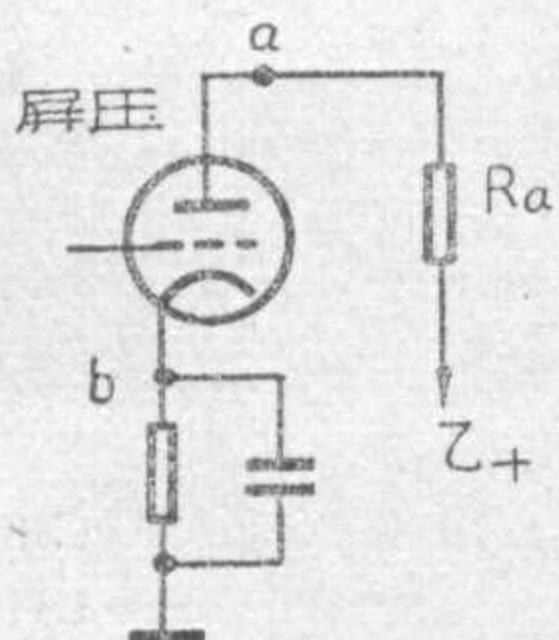
答：2千欧的头戴耳机，每付两只，其直流电阻共为4千欧，交流阻抗约30千欧。在此电路中，偏置电阻R用得较小，集电极电流较大，因此，电源电压绝大部分降落在耳机中，加到集电极的电压很小，工作点很不合适，增益低，输出小，失真大，所以听起来声音不好。



换了直流电阻为500欧的耳机后，电源在耳机中的降压不大，集电极电压较高，工作点也合适，于是增益提高，输出增大，失真减小，所以听起来响而好听。高阻耳机本来不适用于直接接入集电极电路，最好用直流电阻小于1千欧的耳机。这样，集电极电流可以用得大一些，使电流放大率高一些。如果手头只有高阻耳机而要利用它，可以采取减小集电极电流的办法，使它保持在0.6~0.8毫安，使耳机中的降压减小，而电流放大率也只好小一些。这时偏置电阻R要加大到约200~300千欧，随管子的电流放大率 $h_{fe}$ 的大小而异，最好实际调整之。

問：一般电子管手册中所示典型使用值中，屏压250伏是指乙<sub>+</sub>电压，还是指加在屏极上的直流电压？而在实际使用时屏压只有几十伏到一百多伏，这时电子管的屏流、互导、内阻、放大系数等是否仍然和手册中的典型值一样？

答：手册中所说的屏压250伏是指加在屏极与阴极之间（图中ab点之间）的直流电压。实际应用时，在电压放大器中，由于直流负载电阻 $R_a$ 很大，在它上面的降压很大，屏压就比250伏要低得多，因此屏流也小得多了。电子管的三参数受屏流变化的影响较大，屏流减小后，互导也减小，内阻



则增大。放大系数也略为减小，但变化程度比前二参数要小得多。设放大系数的变化略去不计（即假定为不变），其他二参数可用下式计算：

$$S = S_0 \sqrt[3]{\frac{I}{I_0}}, \quad R_i = R_{io} \sqrt[3]{\frac{I_0}{I}}.$$

式中 $S_0$ 、 $R_{io}$ 和 $I_0$ 分别为手册中典型状态的互导、内阻和屏流， $S$ 、 $R_i$ 和 $I$ 分别为实际使用状态的互导、内阻和屏流，而 $I = \frac{U_a - U_o}{R_a}$ ，式中 $U_a$ 为实际的屏压， $R_a$ 为直流负载电阻。

問：一般扬声器都没有写明高音、中音或低音，应怎样来区别？

答：市场常见的国产扬声器，一般都不是特种的高音或低音扬声器，而是普通的放音频带较宽的扬声器。但是它们对高低音的放声效率随其口径大小等不同而有所差别；纸盆直径较大和纸盆较软的低音较好，纸盆直径较小和纸盆较硬的则高音较好。大致可认为直径130毫米（5吋）以内的高音较为突出，直径165毫米（6½吋）~200毫米（8吋）的中音较为丰富，直径在250毫米（10吋）以上的适于放送低音。

（以上金朗答）

問：有些收音机接上天线或用手触着天线插口，声音马上就低下来，应如何修理？

答：这有两种不同的情况，一种是声音低下来之后将调谐电容器重调一下仍能收到原来的电台，这是因为收音机本来是按短天线（拖线）的状态调好的，当接上长天线或人体接触之后，增大了这一端的对地电容，并且从初级反射到次级调谐电路使它失谐，所以声音变小，这种现象在短波段中很常见。另一种情况是调谐后声音仍不能增大，遇到这种情况将天地线圈线端倒接一下，即可解决。

（徐疾答）

問：有些成品线路变压器初级阻抗值不够大，如用在Ty250/1000扩音机240伏线上，配接1~5瓦小电力的动圈扬声器该怎么办？能否在变压器初级线圈串联电阻解决？

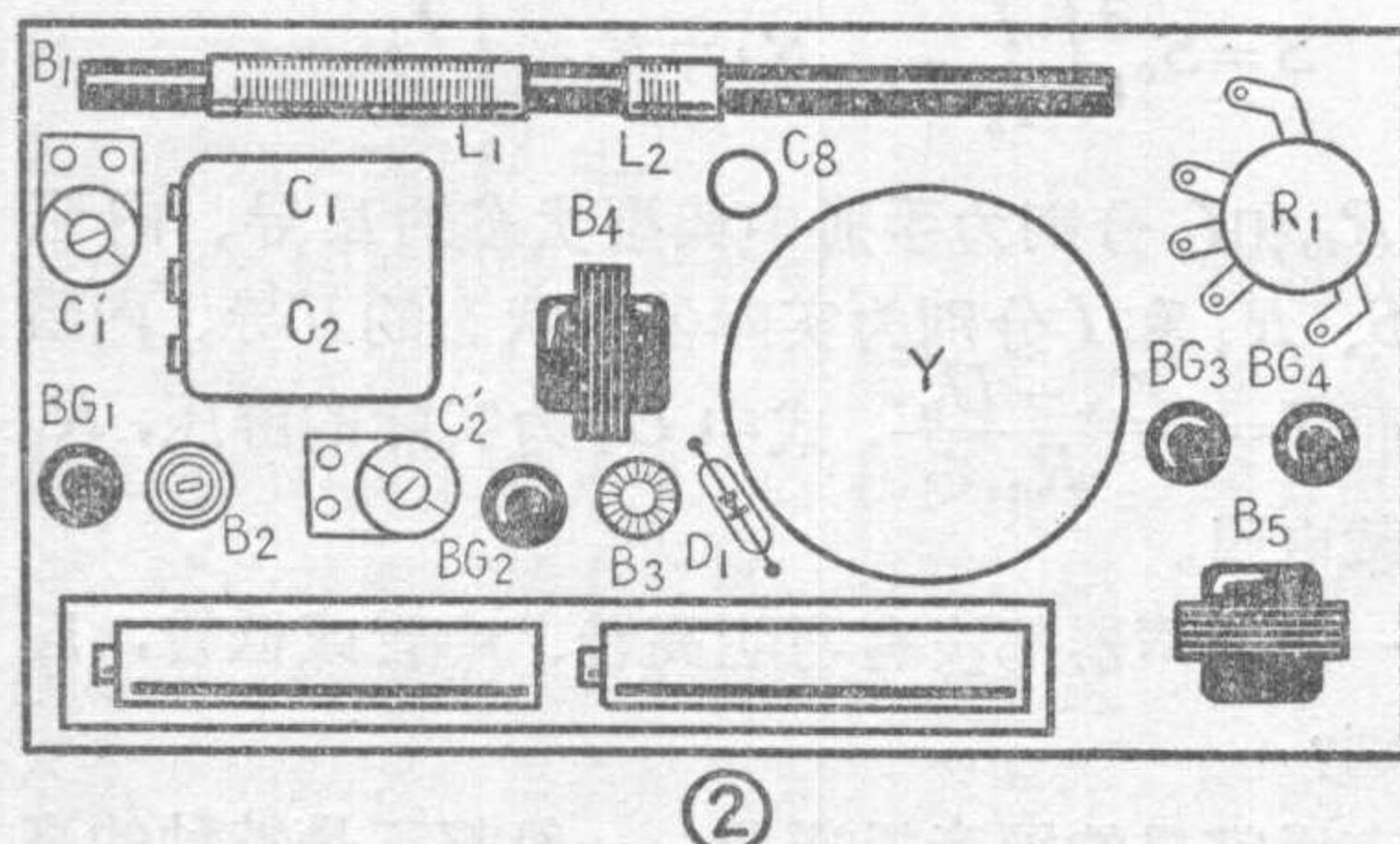
答：在变压器初级串联电阻不是个好办法，因为电阻要消耗电力，如果是个别扬声器还可以，如果是成批的扬声器还是应该从线路变压器本身想办法。可以根据扬声器瓦数及扩音机输出电压参考下表数据自己绕制线路变压器。

| 初级电压<br>(伏) | 初级圈数 |      | 次级圈数(3.5欧扬声器) |    |    |    |    | 铁心面积<br>(平方毫米) |       | 初级线径<br>(毫米) |           |
|-------------|------|------|---------------|----|----|----|----|----------------|-------|--------------|-----------|
|             | 1~3瓦 | 4~5瓦 | 1瓦            | 2瓦 | 3瓦 | 4瓦 | 5瓦 | 1~3瓦           | 4~5瓦  | 1~3瓦         | 4~5瓦      |
| 240         | 3120 | 2400 | 27            | 38 | 46 | 41 | 46 | 12×12          | 12×15 | 0.1          | 0.11      |
| 120         | 1560 | 1200 | 27            | 38 | 46 | 41 | 46 | 12×12          | 12×15 | 0.15         | 0.15~0.16 |

注：次级线径一律用0.5~0.6毫米

（方錫答）

(上接第 24 頁) 生振蕩为止, 或者在繼續減小  $R_2$  時聲音無顯著增大為止。 $BG_1$  管的工作點在同步調整以後還須再略加修改, 調整時如果發現嘯叫也可把  $L_5$  兩個頭對調一下試之。



②

2. 將  $C_1'$  放在最大容量的一半位置, 調整  $C_2'$  使高端電台 (例如 1500 千赫上海台) 聲音最响, 或用信號發生器調試。

3. 核對頻率刻度: 如果低端不准, 可移動  $L_1$  位置, 并相應調整  $B_2$  的磁粉心 ( $L_1$  向磁棒中間移時電台位置向上移), 高端不准, 可調整  $C_1'$  和  $C_2'$ , 并重複作上述同步調整。

4. 逐點同步調整可用拔動  $C_1$ 、 $C_2$  雙連可變電容器動片開花片葉來達到, 其步驟是由高端向低端逐點調試, 在上述高端同步調整以後, 在  $C_2'$  的動定板之間做起記號來, 分別選擇 1200 千赫, 1000 千赫, 800 千赫左右的電台 (例如 1210 千赫, 990 千赫, 790 千赫上海台), 再調整  $C_2'$  使聲音最大, 如果  $C_2'$  容量較高端為小 (或為大), 則可把在這位置時  $C_2$  旋進定片中的動片開花片葉向外 (或向內) 拔動一點, 使這位置  $C_2$  的容量減小 (或增大), 一直達到  $C_2'$  在原來位置最响為止。如果  $C_2$  的動片開花片葉向內拔動的余地不大時, 則可把  $C_1$  的對應位置的動片開花片葉向外拔動一點, 使電台位置向上移一點, 也能達到同步。在上述步驟進行時, 低端的同步也略有影響, 因此還須把  $B_2$  的磁粉心重複調試。

5.  $L_2$  的位置可根據選擇性的要求與  $L_1$  靠近或遠離, 必要時也可適當增減圈數。

## 其 他

### 選管:

$BG_3$ 、 $BG_4$  可用 3AX3 一類的合金小功率管, 其  $\beta$  和  $I_{CEO}$  值要求接近一致,  $\beta$  高的管子聲音大一些。 $BG_1$  和  $BG_2$  可用一般高頻三極管,  $BG_2$  宜選用  $\beta$  大一些的, 因為它擔任來復低放, 一般宜在 60 以上。 $BG_1$  為  $\beta$  小一點的也能用。

### 高頻變壓器圈數的調試:

$L_5$  的圈數根據管子參量不同有其最佳值 (阻抗匹配), 可實際增減試之, 根據經驗是繞多了靈敏度增高, 但選擇性略差, 也容易嘯叫。 $L_5$  的圈數少些或  $L_4$  的抽頭低些靈敏度略低但  $BG_1$  管的工作點電流卻可調得較大也不至嘯叫。 $L_6$  的電感量宜在 2~3 毫亨之間,  $L_7$  的圈數也可實際調試決定, 兩倍于  $L_6$  的圈數 (升壓比為 1:2) 時, 灵敏度比較高, 但易嘯叫, 一般宜在 1.2 倍至 1.5 倍之間。

最後, 本線路略加修改, 可以成為兩級來復低放電路, 其靈敏度還會有所提高, 其方法是把檢波後的信號通過  $C_7$  接到  $L_2$  的下端, 再在  $L_4$  下端串接一只低頻負載電阻 (< 1 千歐) 并增加一只高頻旁路電容 (.01 微法) 和一只耦合電容器 (5 微法) 接到  $L_5$  下端完成音頻放大通路, 并相應在供電回路加接阻容去耦電路防止音頻寄生振蕩。這樣就變成了兩級高放三級低放的電路, 更充分地發揮半導體管的效能。但經試驗結果音質尚不理想, 有待實驗改進。

同步調整: 高放同步的調整可以做到每點跟蹤, 關鍵在於雙連可變電容器的容量同步。調整步驟如下:

1. 將  $L_1$  放在距磁棒一端的  $\frac{1}{4}$  处,  $L_2$  放在磁棒中間, 調整  $B_2$  磁粉心使低端電台 (例如 560 千赫中央台) 聲音最响。



闖關攀峰靠的是毛泽东思想

.....呂金斗(1)

“英雄艇”上電信手.....葉奕坤(3)

無線電電子學的發展.....馮秉銓(4)

談談雷達體制.....曾邑鐸(6)

農用光電積光儀.....中國農業科學院(8)

原子能利用研究所

鼠籠式感應電動機的慢速啟動.....姚永達 張冰怡(9)

半導體光電繼電器.....徐永炎(10)

低頻選頻放大器.....玉戈(11)

行波管.....瑤琪(12)

半導體收音機的自動增益控制

.....布谷(14)

JS-6 型晶體管試驗器 .....操申生(16)

防止電池接反的保護裝置 .....張良田(18)

下鄉為貧下中農修理收音機 .....張寶平(19)

談談大功率半導體管的散熱問題

題 .....羅鵬搏(20)

扩音機揚聲器配接要點(一) .....林汝雄(22)

自制電池套筒 .....呂經國(23)

調整高放式半導體四管機 .....朱劍和(24)

怎樣選擇電台的位置(上) .....張聲雄 陳煜景(25)

收發報常識問答 .....周志源(26)

四川省舉辦無線電教練員訓練班 .....劉德群(26)

\* 业余初學者園地 \*

適合農村使用的礦石收音機 .....胡丙書(27)

關於“一種特殊的焊接方法”一文的補充說明 .....(27)

半導體單管兩用機 .....楊錫福(28)

防止旋鈕松動的方法 .....龔鴻慶(28)

半導體三極管為什麼能放大 .....孔穴(29)

測試耳機好坏和電路通斷簡法 .....宇波沖之(29)

怎樣選擇電容器 .....江南(30)

三極管  $\beta$  值的簡略估計法 .....王鶴美 劉天初(30)

問與答 .....(31)

封面說明 青年趕超鬱將呂金斗和他的伙伴們

編輯、出版: 人民郵電出版社

北京東四六條 19號

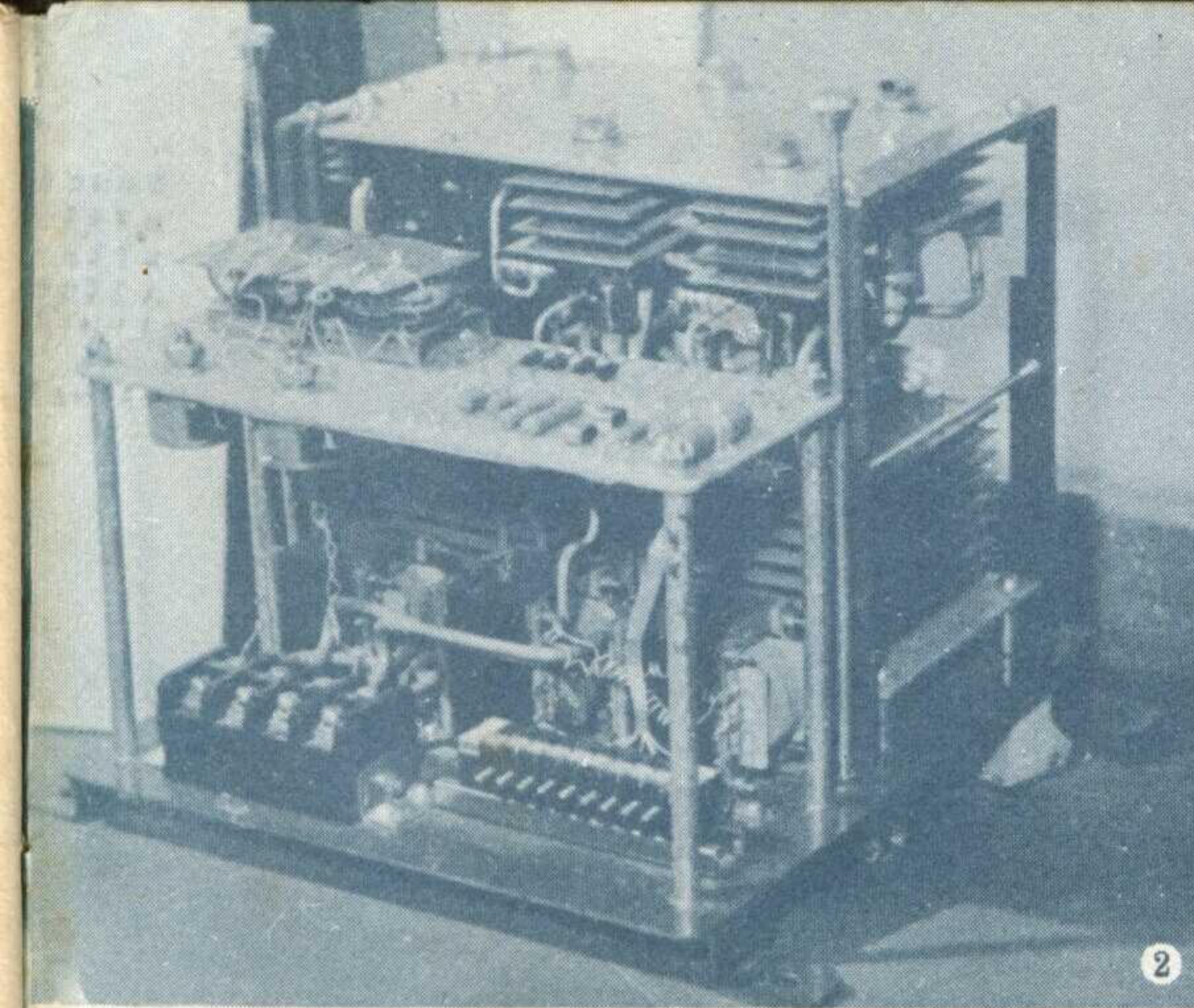
印 刷: 正文: 北京新華印刷廠

封 面: 京華胶印厂

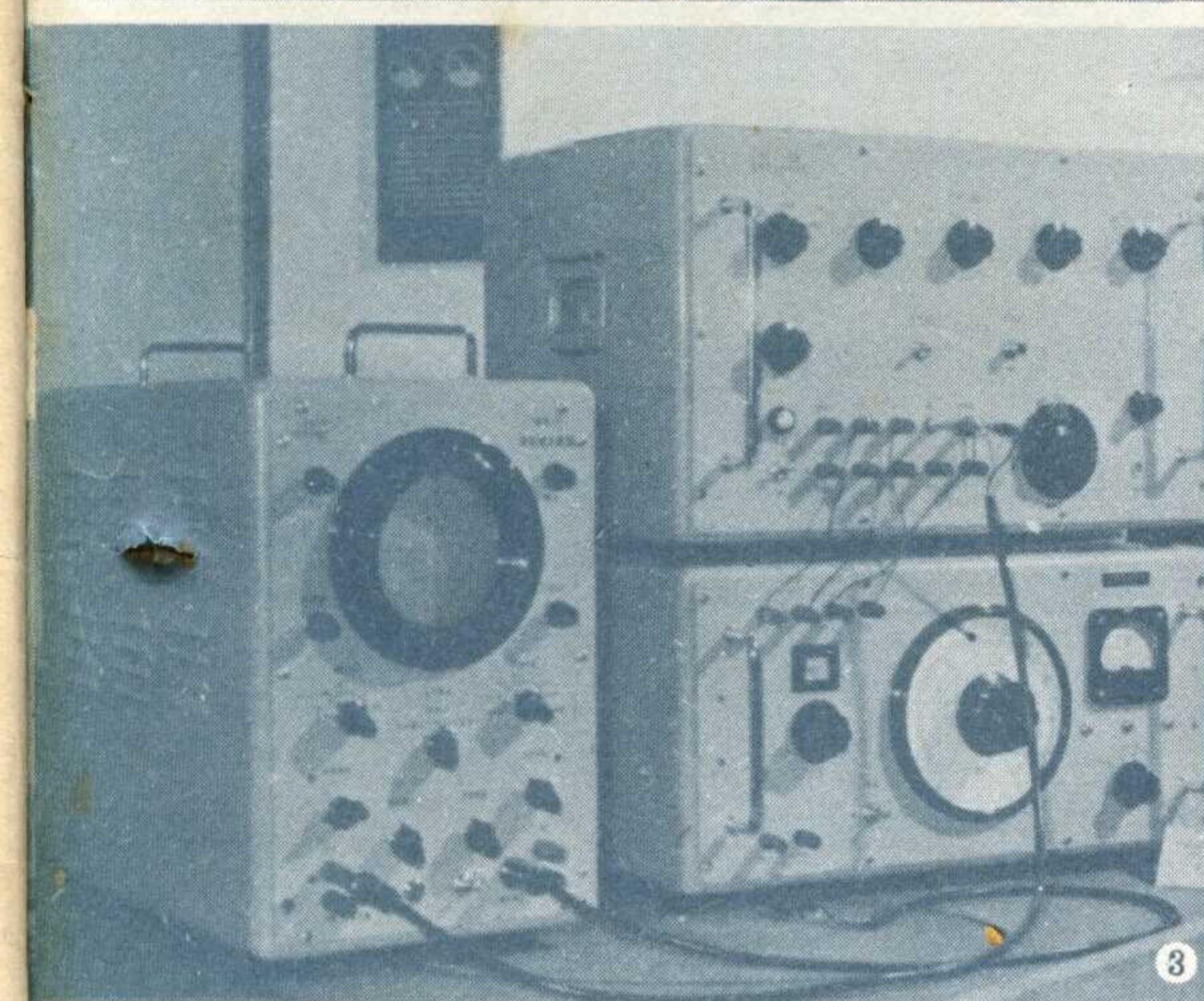
總發行: 郵電部北京郵局

訂 購 处: 全國各地郵電局所

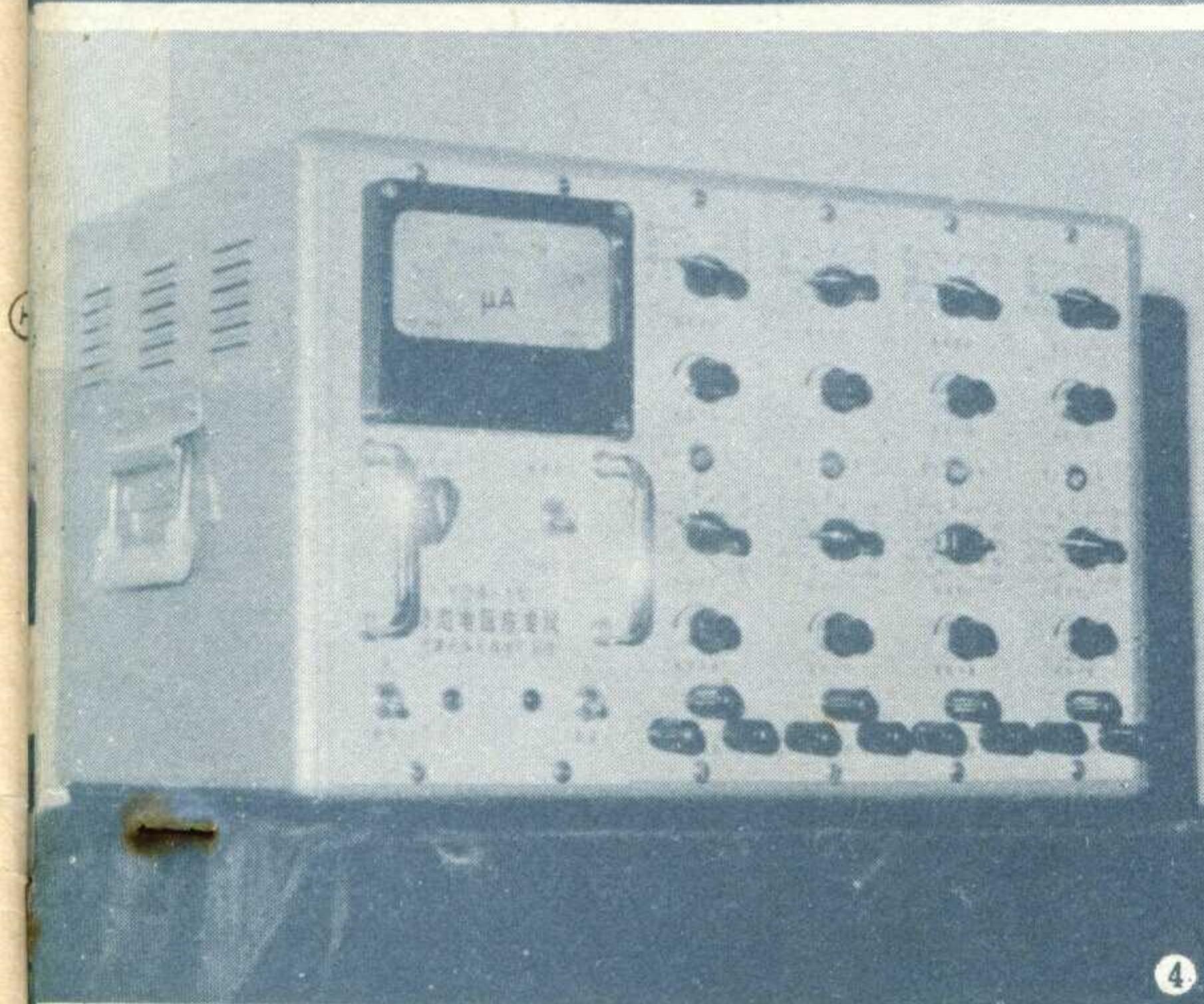
本期出版日期: 1966年5月12日  
本刊代號: 2—75 每冊定價2角



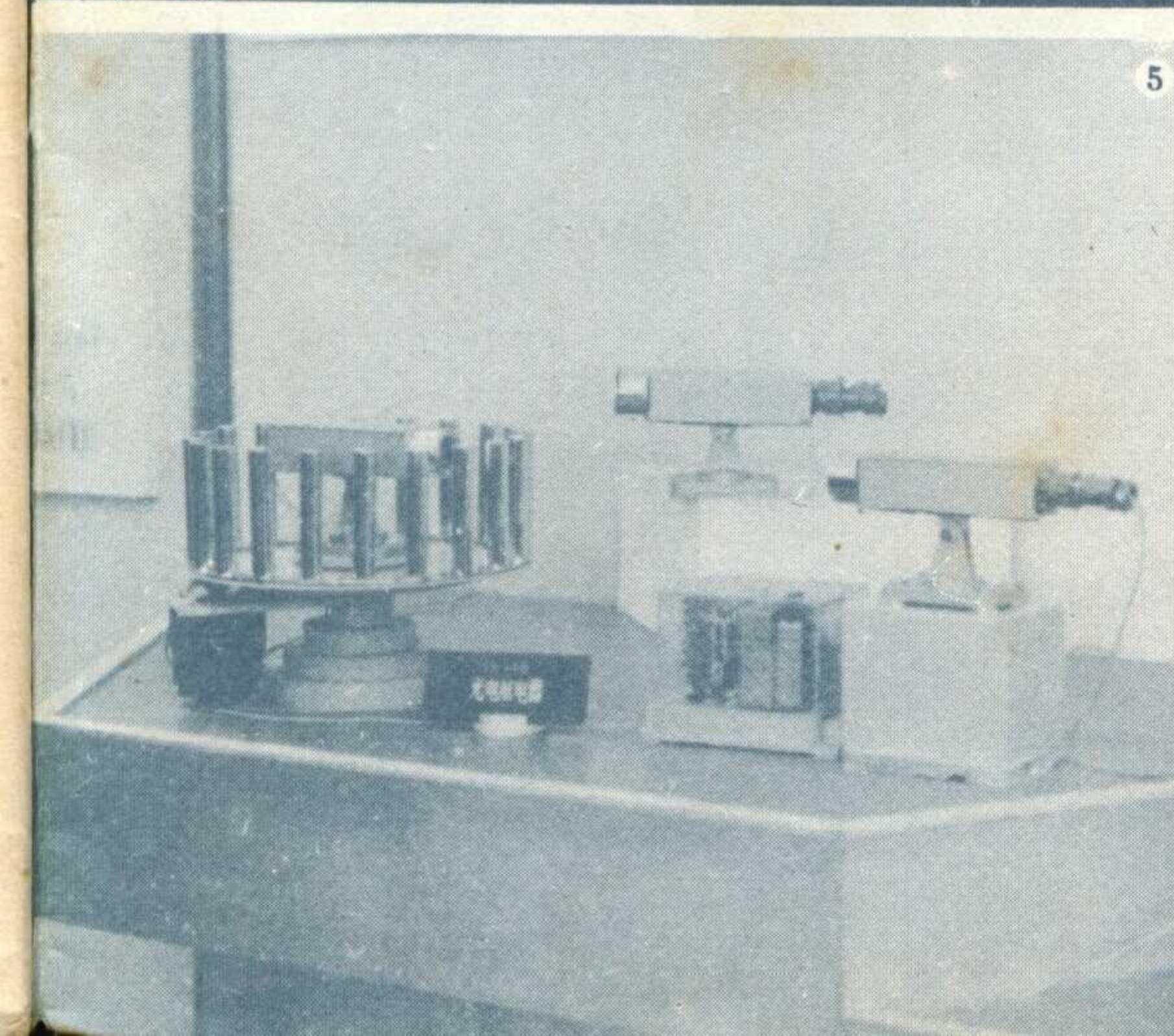
②



③



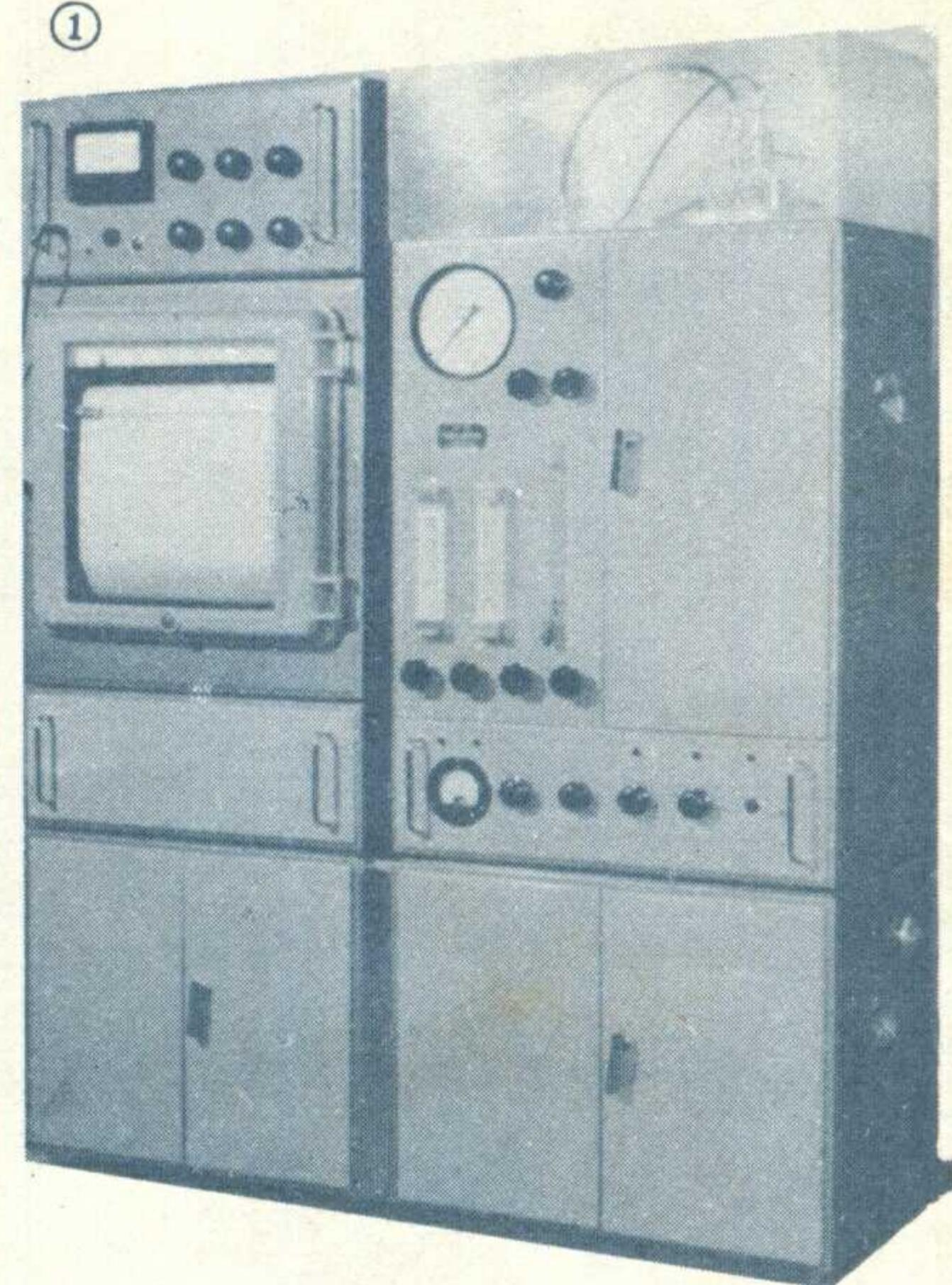
④



⑤

①毛細管填充性兩用色譜分析仪 能用来快速精确分析各种有机物质的成份。

②KYT—1 可控硅整流器自激恒压装置 可用于同步发电机的励磁。



①

## 天津市 产品設計革命和新产品展览会

不久以前，天津市工业技术局、天津市科学技术委员会和科学技术协会等单位联合举办了一次設計革命与新产品展览会。

展览会共展出了 500 多个項目，属于产品設計革命性质的有 140 多項，其中有不少是利用电子技术的。

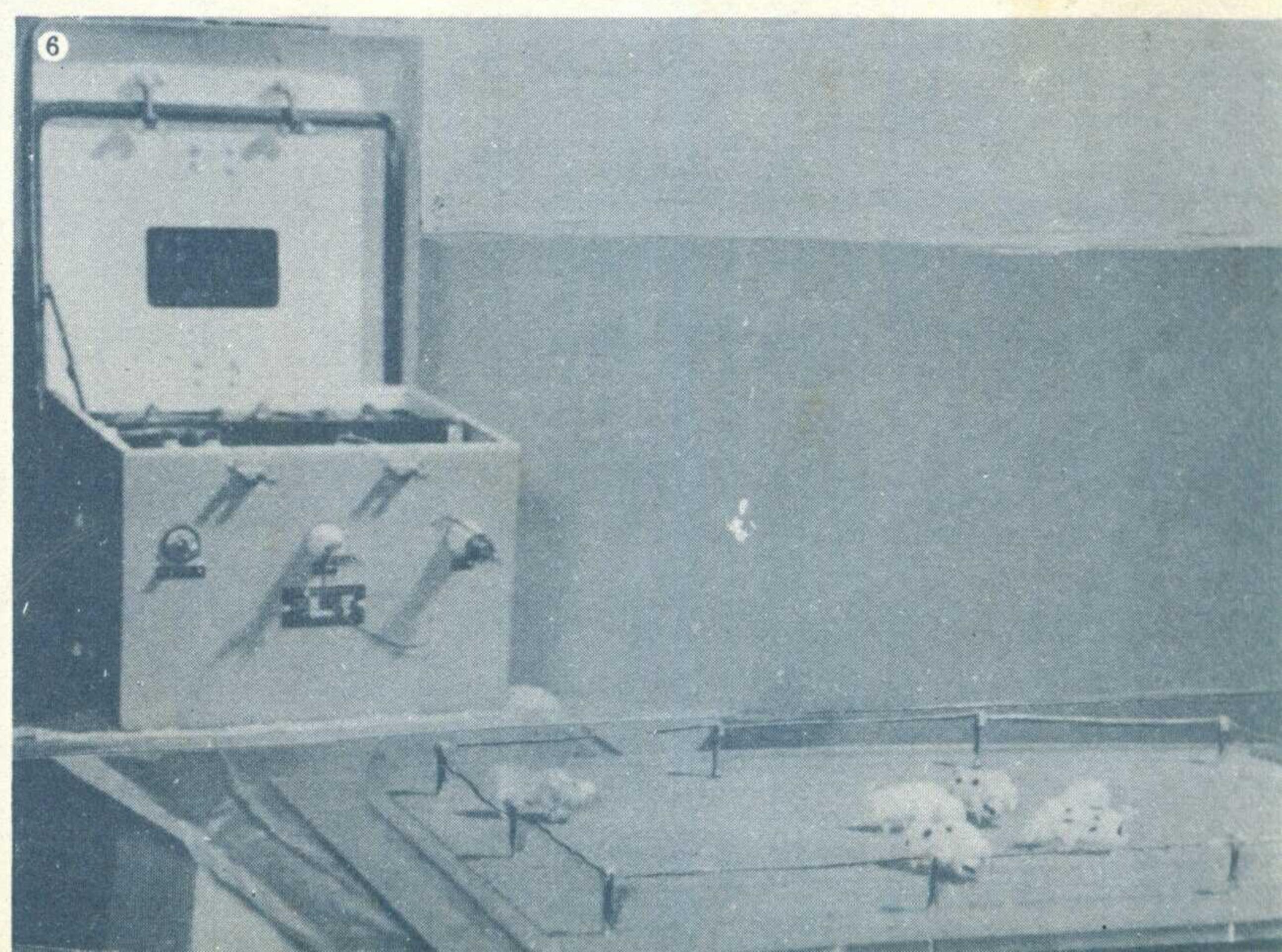
在展出期間，观众普遍反映，通过展览会不仅交流了经验和技术，更主要地是受到了一次教育，看到了广大职工发揚自力更生、敢于赶超先进水平的革命精神。

③超低频系列电子仪器

④四线动态应变仪 适用于各种結構物的非破坏性測量。

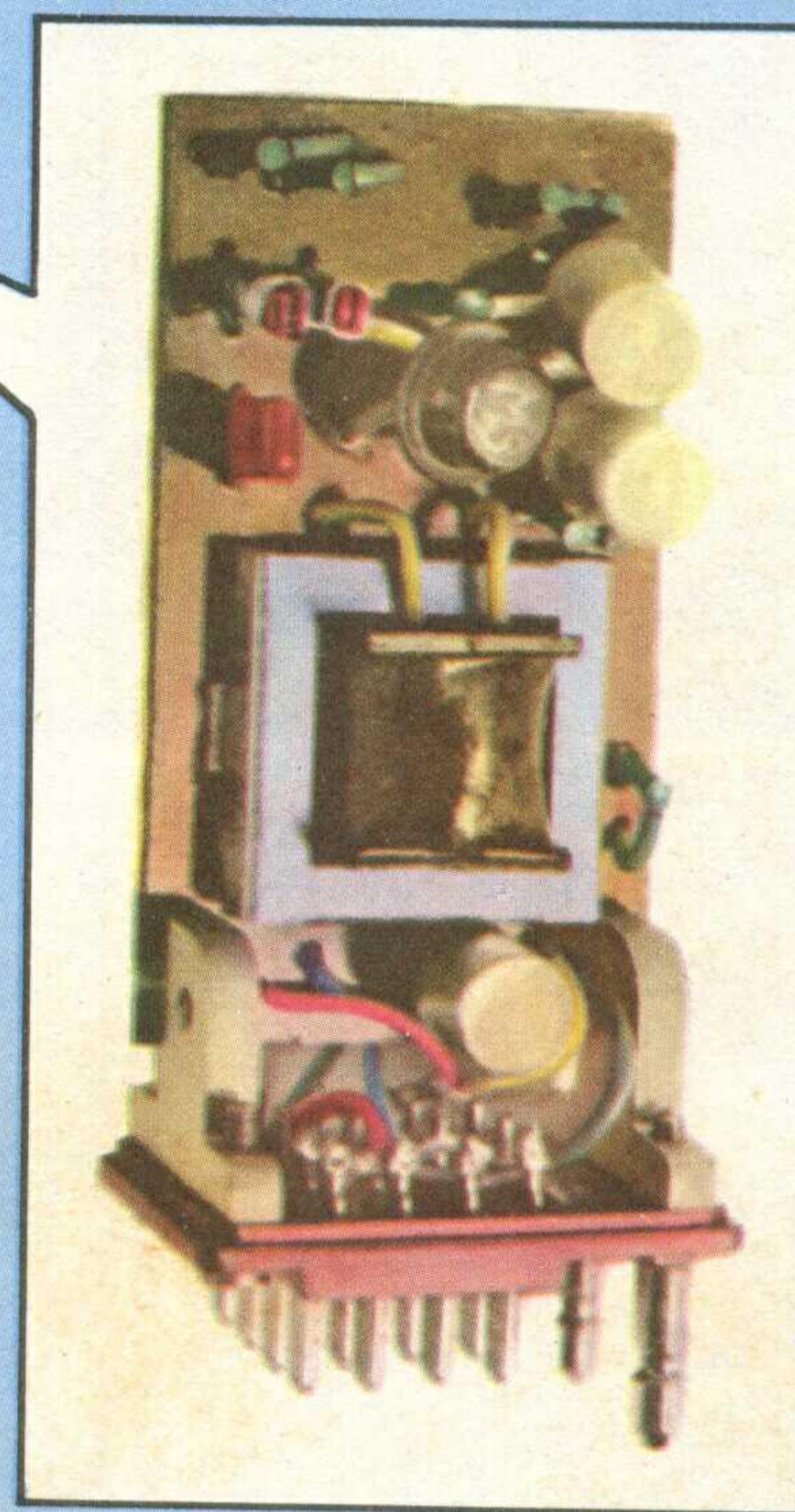
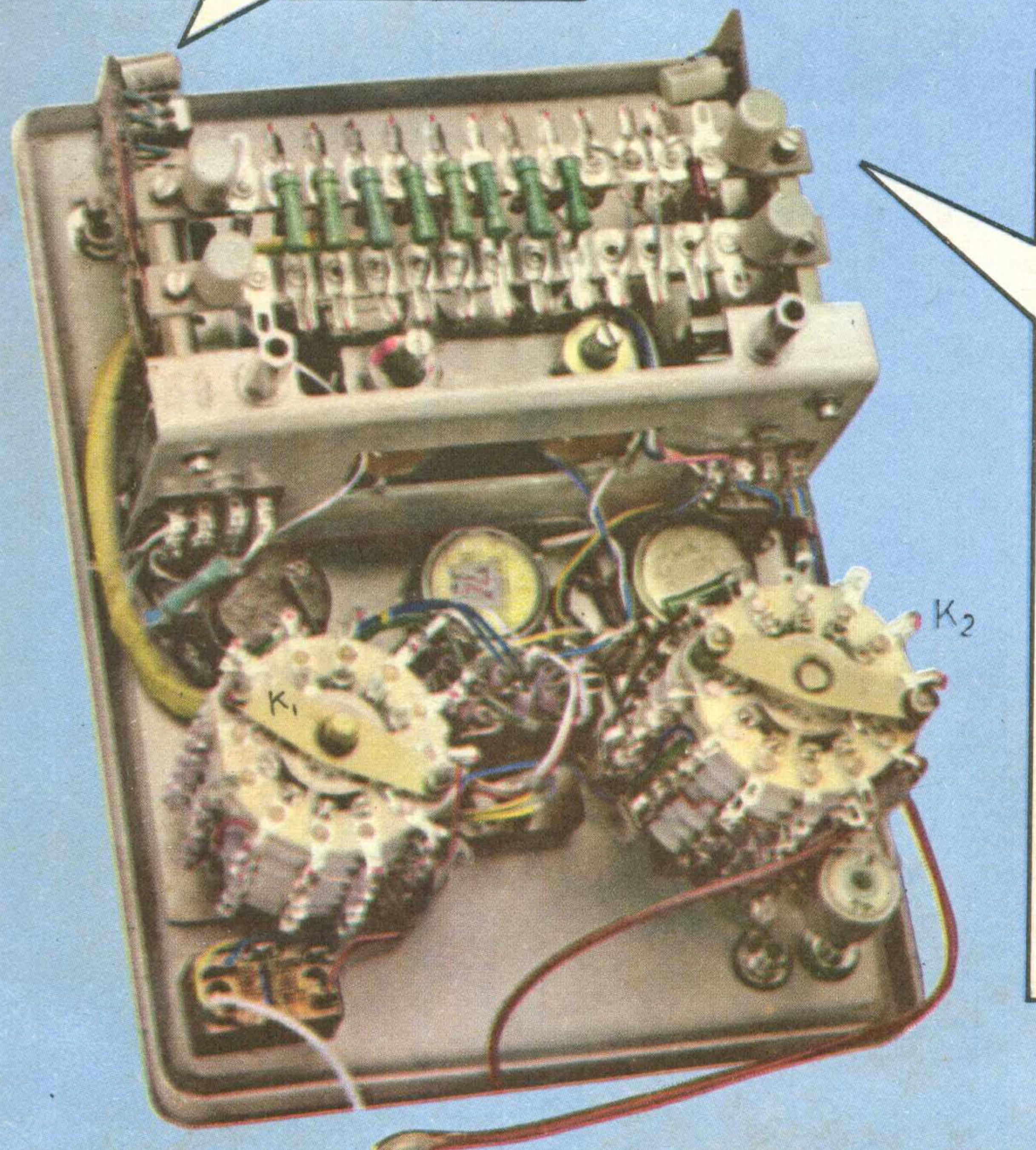
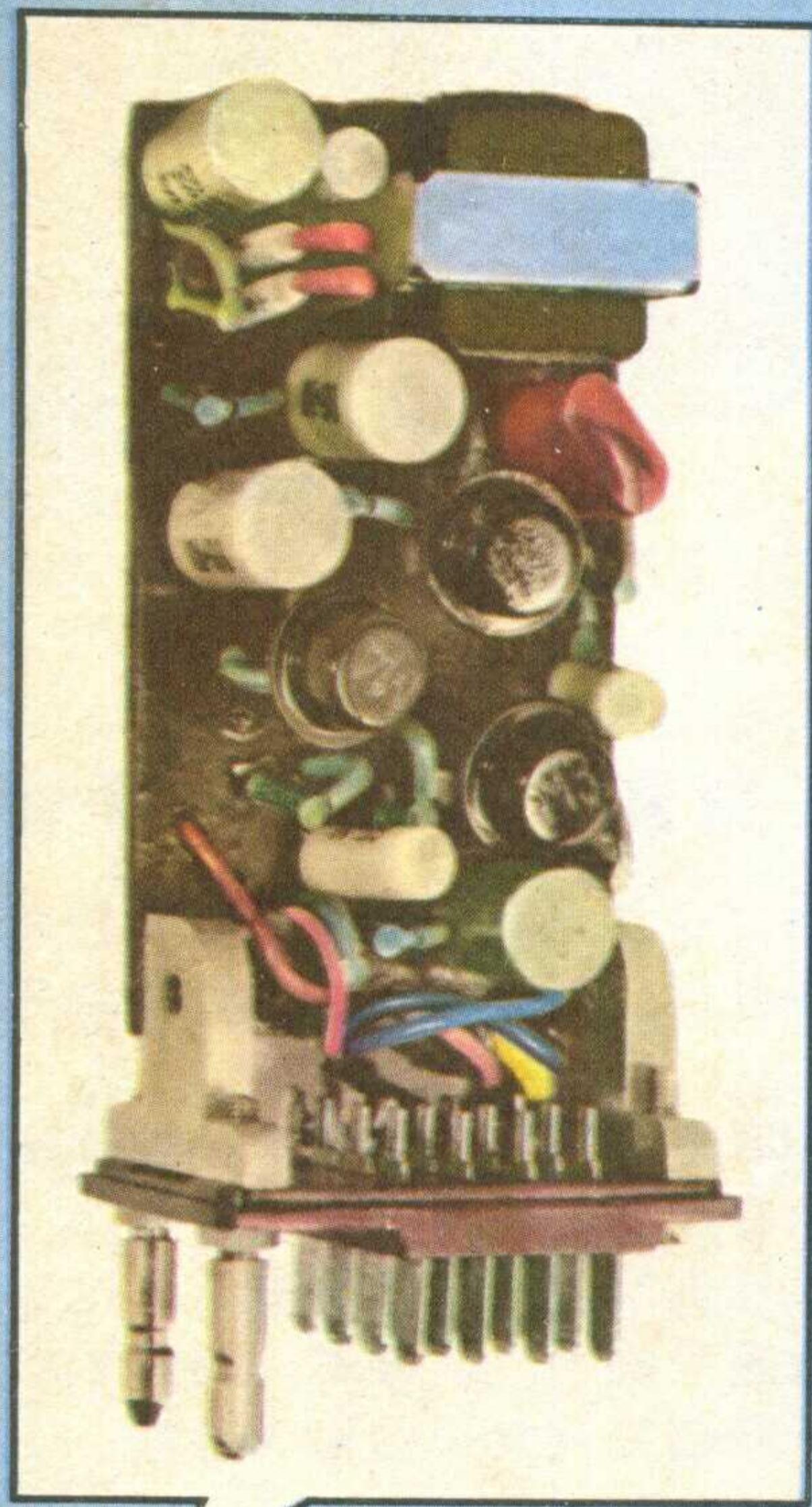
⑤JG—A 型光电继电器 能用于冶金、紡织、造纸等部分的自动控制系统作指示器件。

⑥电栅栏 利用峰值为5000伏的脉冲电压刺激牲畜神经，使其不敢越境，起到圈围作用。



⑥

# JS-6型 晶体管试验器



振荡器单元