

无线电 10
WUXIANDIAN 1965





无线电收发报竞赛胜利结束

二十四人破十八项全国纪录

十六项国际最高成绩全部被我国刷新

在第二届全国运动会上，无线电收发报运动健儿们，以极其优异的成绩，接受了党和全国人民的检阅。他们在竞赛中所取得的光辉成就，显示出我国收发报运动的高超技术水平。新生力量的飞跃成长，展示着我国无线电收发报运动发展的大好前景。可喜可贺！

这些成就的取得，是党和国家的重视关怀和无线电运动员们高举毛泽东思想伟大红旗，勤学苦练，敢于斗争、敢于胜利的结果。

在这次竞赛中，也表现出运动员们比学赶帮的新风尚。在竞赛中，还相互观摩，交流经验，这将促进我国无线电运动进一步普及和提高，更好地为生产和国防建设服务。
(本刊记者摄影)



- 一、女子机抄收报赛坊。第一名，解放军选手齐凤。
- 二、男子手键发报赛坊一角。六、女子发报、女子手抄全能第一名，黑龙江选手李茹琴。
- 三、男子机抄收报、男子机抄全能第一名，解放军选手韩浩野。七、男子发报第一名，解放军选手梁佐才。
- 四、男子手抄收报、男子手抄全能第一名，解放军选手王兆清。八、女子手抄收报第一名，河北选手刘光玉。
- 五、女子机抄收报、女子机抄全能



祝賀无綫电收发报运动的胜利

更广泛地开展业余无綫电运动

国家体委陆上运动司副司长 张文华

第二届全国运动会无綫电收发报竞赛，經過了六天紧张的竞赛，已于九月二十三日胜利結束了。在这次竞赛中，我国优秀的无綫电运动员，发揚了敢冲敢拚的革命精神，勇于攀高峰、創纪录，获得了大面积的丰收。从1959年以来，我国无綫电收发报的国家纪录，除女子手鍵字碼发报一項外，一向都高于历届国际比赛的最高成績。这次比赛一共又有24人、58次打破了18項全国纪录。同时黑龙江省的优秀选手李茹琴和湖南省的萧山秀分别以152.2和150.8字的优异成績，刷新了苏联运动员伏尔柯娃保持了九年之久的女子手鍵字碼发报149.6字的国际竞赛最高成績。到此，无綫电收发报长碼和字碼的16个国际竞赛项目的最高成績，全部为我国运动员所創造或刷新。这些成就，显示了我国收发报运动高超的技术水平，受到了全国广大业余无綫电爱好者的称赞和祝賀。这是我国无綫电运动员，高举毛泽东思想的伟大紅旗，不断革命，不断进步的巨大胜利。是运动员们活学活用毛主席著作，敢于斗争，敢于胜利，一切为了提高运动成績、爭取国家荣誉的結果。許多同志在竞赛中，不顾个人名次的高低和冠軍的得失，一上机就向国家纪录冲击，有的运动员第一次发报沒有得分，第二次仍然高速拍发，这样虽然可能失去全能名次，影响队的得分，但是大家的心願是一致的，那就是为創造好成績，为了把我国的收发报水平提得更高。男子手鍵第一次发报，解放军队的邱天坚以110.4字，打破了长碼发报全国纪录，解放军队的曾宪列也以110.2字打破了纪录。但在第二次发报中，曾宪列又以111.4字的成績刷新了邱天坚的纪录，可是，邱天坚却以115.6字的更高速度創造了这个项目的最高纪录。赛场内外充满了这种比、学、赶、帮、超的新风尚，赛出了风格，赛出了水平。

我国的业余无綫电运动是从1952年开始的，它是在党的亲切关怀和军队与各通信专业部門的支持下，在广大群众，尤其是青少年的积极参加下不断发展壮大的。特别是在毛主席的伟大人民战争思想的指导下，群众性的业余无綫电活动得到了新的发展，数以万計的青少年参加了收发报运动。由于有了广泛的群众基础，因而涌现了大批的优秀青少年选手。参加这届全国运动会的青少年就占运动员总数的91%，运动员的平均年龄只有20岁。有些初露头角的少年选手，如北京市15岁的刘英杰，在这次竞赛中名列前茅，获得了女子机抄全能第三名，并打破了女子机抄短碼收报的全国纪录。广泛的普及，才能为提高技术水平提供雄厚的基础，这是收发报运动几年来的实践經驗，这个經驗，证明了历年全国体育工作会议关于普及和提高相結合的方针是完全正确的。今后我们还必須贯彻这一方针，在中小学校、少年之家、业余体校大力开展这项活动，多組織一些基层单位的业余代表队，利用节日、假日、业余时间，积极組織小型的单项竞赛。

从严、从难、从实战需要出发是我们训练工作的基本原则，由于我们坚持了这个原则，使无綫电运动更趋实用，技术水平也得到了大幅度的提高，因此，在今后训练和竞赛中，仍必須坚持这一点。

第二届全国运动会胜利結束了，这是党和全国人民对我国体育事业的一次检閱。无綫电收发报运动进步很大、提高很快，这是值得庆賀的。但是还必須看到，我们的运动技术并不是沒有缺点的，比如我们的手抄项目还較差，有些项目的纪录还没有刷新，有些优秀运动员的技术还不够全面，我们在训练工作方面，也还有缺点。这些都有待我国的无綫电运动员、教练员繼續努力不断改进。我們必須树雄心、立大志，要学习国家乒乓球队心怀祖国、放眼世界的革命精神，勤学苦练，在今后的国际、国内竞赛中，作出更大的贡献。

无綫电运动的内容很多，除这次比赛的快速收发报之外，还有无綫电通信多项、无綫电測向、无綫电工程制作和短波通信等。它是国防体育的一部分，是直接为国防服务的。它必須在毛主席人民战争思想的指导下，通过业余的训练活动，使更多的青少年成为收得进、发得出、联得上的通信兵后备力量，使他们在思想上、体质上、技术上作好必要的准备，一旦祖国需要，立即投入战斗，做到在战斗中“收得进”、“发得出”、“联得上”，以便全部、干净、彻底地歼灭敌人，粉碎美帝国主义的侵略。

无綫电收发报竞赛获得丰硕成果

二十四人五十八次破十八項全国纪录 十六項国际最高成績全部被我国运动员刷新

第二届全国运动会无綫电收发报竞赛，經過六天的紧张比賽，已于九月廿三日胜利結束。这次竞赛获得了丰硕的成果，有二十四名选手共五十八次打破了十八項全国纪录；长碼和字碼收发报的十六項国际比賽最高成績（国际竞赛中沒有短碼）全部由我国选手保持和刷新。

参加这次比賽的解放軍队获得比賽的团体第一名，获得团体第二名到第六名的是上海、四川、江西、北京和江苏队。

在男女机抄、手抄收报，发报、机抄、手抄全能十个人比賽項目中，解放軍优秀选手韓浩野获得男子机抄收报、男子机抄全能第一名；解放軍运动健将王兆清获得男子手抄收报、男子手抄全能第一名；解放軍选手齐凤获得女子机抄收报、女子机抄全能第一名；黑龙江优秀选手李茹琴获得女子发报、女子手抄全能第一名。男子发报和女子手抄收报第一名分别由解放軍老将梁佐才和河北选手刘光玉获得。

老将一跃再跃，新手接踵登峰，是这次无綫电收发报比賽的一个明显的特点。在打破全国纪录的选手中，更多的是后起之秀。获得兩項第一名的解放軍女选手齐凤今年才十九岁，学习收发报不过两年多些時間，但是她在這次比賽中共打破了六項全国纪录。学习收发报技术只有一年多時間的解放軍选手邱天坚和上海选手沈为民，每人都打破了三項全国纪录。北京十五岁的刘英

杰、湖南十九岁的蕭山秀和浙江十九岁的周招娣等新手，在比賽中也都破了全国纪录。青少年选手在这次比賽中不但成績突出，而且人数多。在参加比賽的一百四十六名运动员中，有一百三十七人的年齡都在二十五岁以下，其中四十一人在十七岁以下。这些都展示着我国无綫电收发报运动发展的大好前景。

无綫电收发报运动是一項具有重大实用价值的国防体育項目，近年来这个运动在我国有了迅速的发展，特别是最近几年来，在毛主席的人民战争思想指导下，各地結合民兵訓練，广泛地开展了无綫电收发报运动，使这个項目的技术水平又有了迅速的大幅度的提高。这次无綫电收发报竞赛的結果，就充分地显示了这一点。在一次比賽中有二十四人打破十八項全国纪录（占全部二十四項无綫电收发报全国纪录的四分之三），这是以前所沒有的。黑龙江选手李茹琴和湖南新手蕭山秀在女子手鍵字碼发报中，分别創造了每分钟发 152.2 字和 150.8 字的优异成績，不但打破了 141.6 字的全国纪录，并且超过了苏联选手伏尔柯娃在一九五六年創造的 149.6 字的国际最高成績。在此以前，十六个国际比賽項目的最高成績，除女子手鍵字碼发报一項外，其余十五項早已由我国选手保持或刷新，至此，十六項国际最高成績，全部被我国运动员刷新。

在第二届全国运动会无綫电收发报比賽中，解放軍代表队第一次参加全国运动会的青年女子机抄选手齐凤，战胜了許多老将，以比較优良的成績夺得了女子机抄和女子机抄收发全能的 第一名，并一举打破了六項全国纪录。博得了大家的贊揚。

齐凤，今年才十九岁。原来是部队的一名无綫电报务員。刚参军学习收发报时，对无綫电通信工作的重大意义認識不足，带着几分好奇心。后来在党组织和部队首长的教育下，逐步提高了政治思想觉悟，認識到通信工作是軍队的耳目和神經。在那炮火連天的戰場上，指揮員命令的下达，下級向上級的請示、报告都是要通过通信联络来实施的。一个通信工作者在工作中稍有差錯，将可能造成不堪設想的后果。从此，她的责任心加强了，对通信工作也就更加热爱了。并且积极参加了无綫电收发报运动。

女子机抄报的 新軍——齐凤

齐凤参加这项运动已有两年多了。在这段時間里，通过毛主席著作的学习，逐步地懂得了“为革命而练”的道理，勤学苦练的劲头更足了。为了迎接第二届全国全运会，在比賽中能过得硬，她在教练和老运动员的指导帮助下，加大了练习难度。尽管报文难度加大，而她都严格地按照领导所規定的质量要求一絲不苟地去力爭完成。当她遇到困难的时候，就从“愚公移山”等毛主席著作中吸取精神力量。

当距离比賽的日子越来越近的时 候，齐凤的脑海也随着翻騰起来了。她想，一定要使自己賽前的技术状态处于較順的情况，这样在比賽中才能出成績。

然而实际情况正和她想的相反。六个項目有半数是不順状态。就拿字碼收报來說，一个多月前还能抄每分钟 270—280 个字，而現在却連 260 字的速度抄起来也很吃劲。面临着困难，对一个首次参加这样重大比賽的新手來說，要突破 275 字的全国纪录是一个多么艰巨的考驗呵！然而她通过了主席著作学习，經過了领导和同志們的帮助，用“一分为二”的观点正确地分析了当前的困难，認識到任何事物都可能在一定条件下向着自己的反面轉化。現在的不順，只要通过自己主观的努力，在比賽中就能得到好的結果。有了这样的信念，她在抄收中从低速开始就一个字一个字认真地听辨，一份报一份报集中精力去抄收，尽管速度越来越高了，然而在她的心灵中坚定地充滿着必胜的信念，最后终于以每分钟 290 字的优异成績打破了女子机抄字碼的全国纪录。（黃明宜）

我国試制成功第一台一級大型电子显微镜

上海市电子光学技术研究所遵照毛泽东思想指导科学研究工作，发扬自力更生、奋发图强的精神，自行设计并全部采用国产原材料试制成功了我国第一台一级大型电子显微镜（见本期封面）。

这台电子显微镜经过北京、上海、南京、武汉等地的有关科研部门、高等学校和工厂的专家、教授和工程技术人员严格鉴定认为它的性能良好，达到了一级电子显微镜的水平（电子显微镜按分辨本领一般分为三级：能达15埃以下者为一级，20~30埃左右者为二级，40~60埃左右者为三级）。

这台电子显微镜的放大倍数最大为二十万倍，分辨本领达到七埃（一埃是一千万分之一毫米），也就是说，相距只有一千万分之七毫米的两点，用这台电子显微镜，也能清楚地分辨出来。电子显微镜是利用近代电子光学原理制成的复杂的精密仪器，尤其是一级大型电子显微镜，目前国外也还只有少数几个科学技术尤其是电子工业较先进的国家才能制造。

上海市电子光学技术研究所于1959年与有关部门协作，开始试制电子显微镜，经过几年来不断努力，先后试制成功了三级电子显微镜和二级电子显微镜，以后又在短短的八个月中，在二级电子显微镜的基础上，试制成功了这台一级大型电子显微镜。这个研究所虽然技术力量较弱，设备条件也较差，但他们以毛泽东思想作指导，发扬自力更生、奋发图强的精神，用土办法改进普通工具，克服了精密加工中的困难；他们实行领导干部、技术人员和工人群众三结合，调动各方面的积极因素，大大加快了研究工作的进度。这次试制一级大型电子显微镜的十五篇试验总结报告中，就有七篇是由工人写成的。

这台一级大型电子显微镜由上千种不同规格的材料和元件、一万多个零件组成，设计、制造技术，原材料、元件的质量规格，都要求很高。这种电子显微镜的试制成功，说明我国科学技术和电子工业提高到了一个新的水平。

看全运会无线电遥控模型飞机比赛

第二届全国运动会航空模型比赛已于九月十八日在北京郊区中国人民航空俱乐部竞赛完毕。二级无线电遥控模型飞机是这次比赛中的一个项目，参加这项比赛的共有二十一个省、市的代表队。经过三天的热烈比赛，陕西、贵州、湖北、北京、河南和山东代表队分别获得前六名。其中，全国遥控航模名手，陕西队老将陶考德以三千五百六十三点九分的成績第五次连获全国冠军。通过他那精湛的操纵技术，速度达每小时一百二十公里的模型飞机在离开地面几十米的空中穿梭似地来回和盘旋，完成了规定的起飞、上升倒转、筋斗、8字、倒飞和航线等动作，动作是那样的准确和柔和。当小飞机带着尖锐的吼叫声飞快地掠过头顶，忽而又直上天空，忽而又低空俯冲，最后准确地着陆在规定的直径二十五米的圆圈中心时，四周观众禁不住响起了热烈的掌声。

新手们的成績也在急起直追，絕大部分都能较好地完成规定的飞行动作，差距一年年在缩小，成績提高很快。在1964年全国比赛中，参加这个项目比赛成績在两千分以上的队还不到一半，而今年，在参加比赛的二十一个队中，超过两千分的就有十七个队，约占五分之四。

无线电遥控模型飞机按能控制的舵面数量分成一、

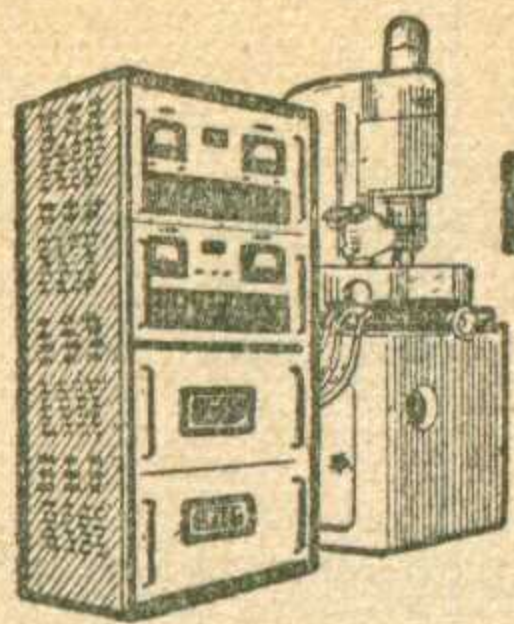
二两级。其中“一级”的只能控制一个舵面，做简单的动作；“二级”的控制舵面的数量不受限制，它可以完成左右、上下、横侧等各个方面的动作。这就需要操纵它的方向舵、升降舵和副翼。另外，还得操纵发动机的转速。因此，需要通道较多的无线电遥控设备。参加这次比赛的各个队都采用了两路八通道或十通道的遥控设备。

从这次设备的情况看来，发射机的程式正在向体积小、耗电省、效率高的方向发展，接收机则趋向于全半导体管式。在执行机构上，除了有两个队使用电动机式外，其余全是气动式的。由于航模爱好者的刻苦钻研，遥控设备的电气性能特别是可靠性都有很大的提高。

一般航模遥控接收设备都是采用超再生式的，灵敏度高，但选择性差，接收频带宽度±500千赫。随着这项活动的逐步开展，对选择性的要求提高了。去年全国比赛中，中国人民航空俱乐部代表队成功地使用了超外差式遥控设备，接收频带宽度约±5千赫，选择性大大提高，灵敏度也很好。今年，陕西、北京两队也采用了研制成功的超外差式遥控接收设备，效果也很好。

特别值得介绍的是陕西队成功地使用了全半导体管的两路十通道发射机，共有十个晶体管，耗电省（电源12伏，31~45毫安），体积小，但效率很高，有效控制距离比一般手提式的电子管发射机还要远。由于采用了特殊的电路，音频稳定度很高，在清晨与中午使用时，温差较大，但仍很稳定。从这次比赛可以看出，我国无线电遥控航模运动正在迅速发展。（黄永良）





电火花加工技术

王沛远

电火花放电有时是一种不受欢迎的现象。譬如，开关刀口、继电器接点等电器设备的接触部分，在启闭瞬间发生火花放电，便会留下黑色烧斑（称为“电蚀”），造成元件接触不良或缩短接触件的寿命。

但在本世纪四十年代，人们发现，利用电火花对金属的腐蚀作用，能够有效地对金属进行尺寸加工，并且还能解决一般机械加工难以完成的一些工艺问题，如硬质合金的加工，形状复杂的模具的加工等。模具的一般加工方法，是先开模后淬火，而电火花加工方法是先淬火后开模，因而，能够保证模具的精密尺寸。电火花加工技术，由于有它独特的优点，二十余年来，得到迅速发展，开辟了新的工艺领域。

电火花加工过程是在液体介质里进行的。两个带不同电荷的电极，相距甚近，其间电位差达到一定程度时，将击穿介质，形成放电通路，其电阻很小，只有零点几欧姆，所以放电电流极大（据测量：达数百以至数千安培），而放电时间极短（一般在1毫秒以内），构成短时间的大电流放电，能量高度集中、产生大量的热能和冲击力，引起爆炸效应，在放电区域里，一定数量的金属遭受破坏。据测量，放电通道的温度为 $10000\sim 12000^{\circ}\text{C}$ ，瞬时放电电流密度 $10^5\sim 10^6$ 安培/毫米²，放电瞬间功率达几万瓩。在火花放电作用面上产生的高温，使一定数量的金属熔化乃至汽化，而灼热气体的压力（放电通道的局部压力可达几百个大气压）把灼热金属迅速抛离放电区。每经一次放电，在阳极（工件）上形成若干小圆穴。这些圆穴重叠的结果，在阳极上得到与阴极（工具电极）形状完全相同的凹穴。经长时间放电作用后，凹穴成孔，其形状与阴极的外形轮廓完全相同。

实践证明，利用电蚀现象完全可以对金属进行尺寸加工。

关于电火花加工现象，目前还没有最终的解释，上述金属遭受热破坏的说法，是目前世界上比较一致的看法。除此之外，还有非热作用使金属破坏的说法，诸如，电场力的作用，金属蒸气流的机械破坏作用，电动力的作用，等等。

另外，电火花加工过程所以不能在空气中进行的理由是，放电时产生的灼热飞溅的金属微粒，会大量沉积和粘附在电极的加工表面处，使电极逐渐变形，因而不能得到清楚的轮廓尺寸。若将加工件（电极）浸在一定的液体介质中时（例如煤油里），则放电时由阳极甩开的微小金属液滴，会在液体介质里迅速冷却下来，形成球状颗粒，悬浮在液体介质中，不致飞溅粘集电极而破坏原形。

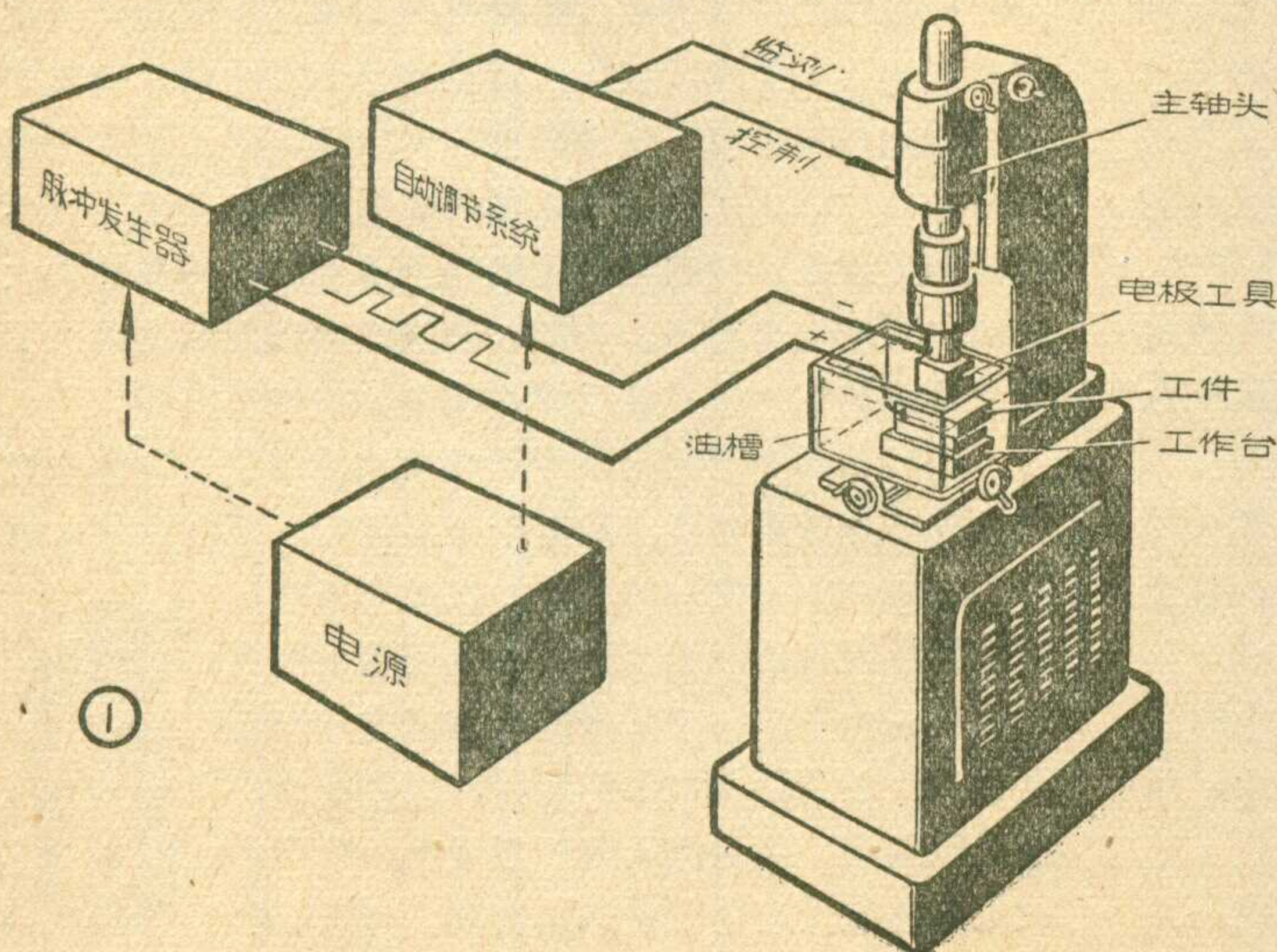
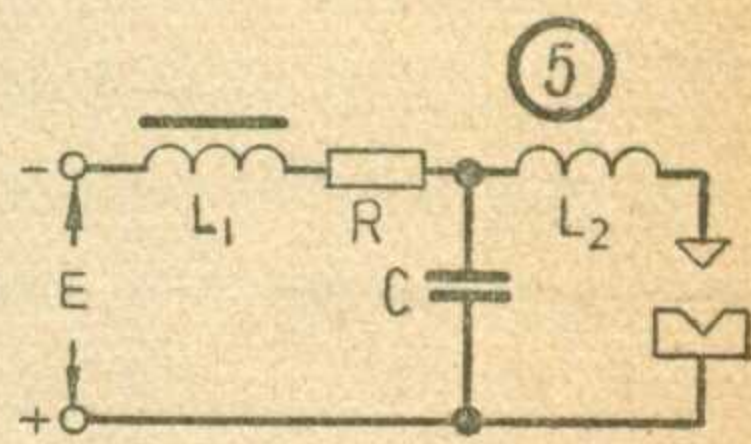
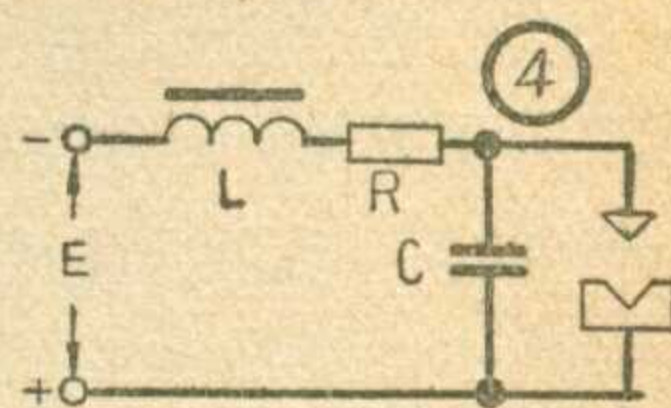
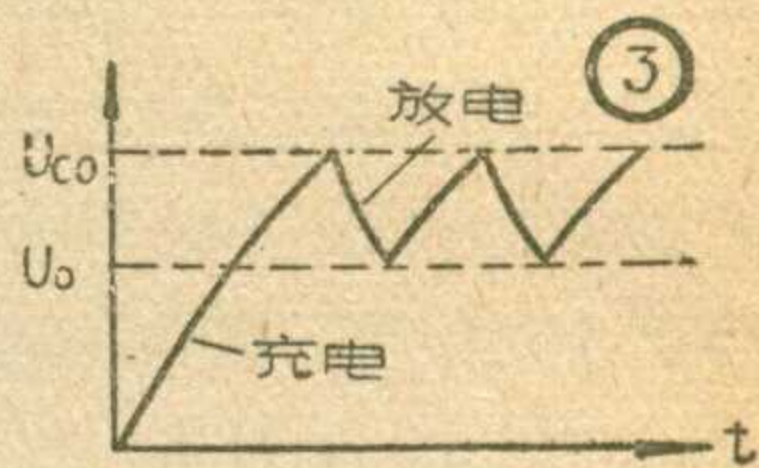
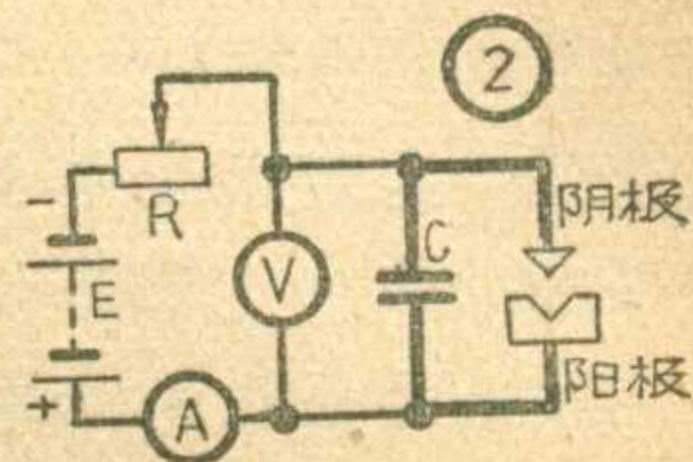
电火花加工机床的主要组成部分有：脉冲发生器，自动调节系统，机械传动装置，安装工具电极的主轴头，工作液循环系统等（参看图1）。其中有的不属于电子学范围，我们这里仅就和电子学有关系的脉冲发生器，自动调节系统等，作些介绍。

一、脉冲发生器

电火花加工是依靠具有一定间歇时间的，连续不断的脉冲放电来实现的。脉冲发生器的形式很多，现在就常用的弛张式脉冲发生器和独立式高频脉冲发生器作些简单介绍：

1. 弛张式脉冲发生器：

图2是RC脉冲发生器原理图。图中阳极是待加工工件，接到电源的正极，阴极是工具电极，作成需要的形状，通过限流电阻R，接到电源的负极。C为储能电容器。整个线路由供电回路（细线所示）和放电回路（粗线所示）两部分组成。火花放电就是利用电容器的充放电进行的。直流电源接通后，通过限流电阻R给储能电容器C充电，电容器端电压 U_c 按指数上升。当 U_c 上升至 U_{c0} 时（见图3），电极间的介质被击穿，电容器C上储存的电能沿击穿



时产生的导电通路放电，产生火花，电容器的电压随即急剧下降，当降到 U_0 时，电极间液体介质恢复绝缘性能，电源又通过 R 给 C 充电。如此下去，电极间就产生周期性的火花放电。

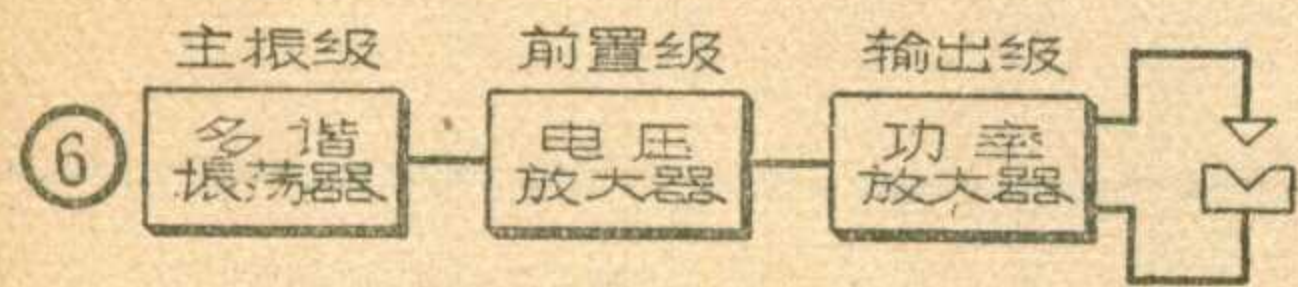
RC 脉冲发生器的效率很低，当保持最大放电平均功率时，效率仅为 36%。另外由于放电频率一般低于 10 千赫，所以生产率（金属的蚀除速度）也不高。但由于 RC 类型的装置结构简单，易于推广，目前国内外仍有应用。

为了提高电路的效率，可以像图 4 那样，在充电回路中串一铁芯电感，形成 RLC 型脉冲发生器，缩短充电时间，以提高生产率。

也可以像图 5 那样，在 RLC 线路的放电回路中串一空心电感，延长脉冲持续时间，进一步提高生产率。

以上三种形式的脉冲发生器具有相同的缺点。1. 生产率和加工光洁度不能同时满足较高的指标。因为欲提高生产率，在电源电压固定的情况下，须增大电容量，即增加每次充放电的脉冲能量，但是，单个脉冲能量的增加会促使每次脉冲放电过程的金属蚀除量增加，也就是小圆穴的深度和面积增加了，因而使加工表面的光洁度下降，反之，为保证较高的光洁度，须减小单个脉冲能量，即减小电容，这样，生产率必然降低。2. 脉冲参数受极间物理状态的影响，例如间隙的大小变化、电蚀产物排除条件的好坏等都会使脉冲参数不稳定，影响加工质量。由于脉冲参数不能完全独立于电极间隙的物理状态，所以把它们叫作非独立式脉冲发生器。

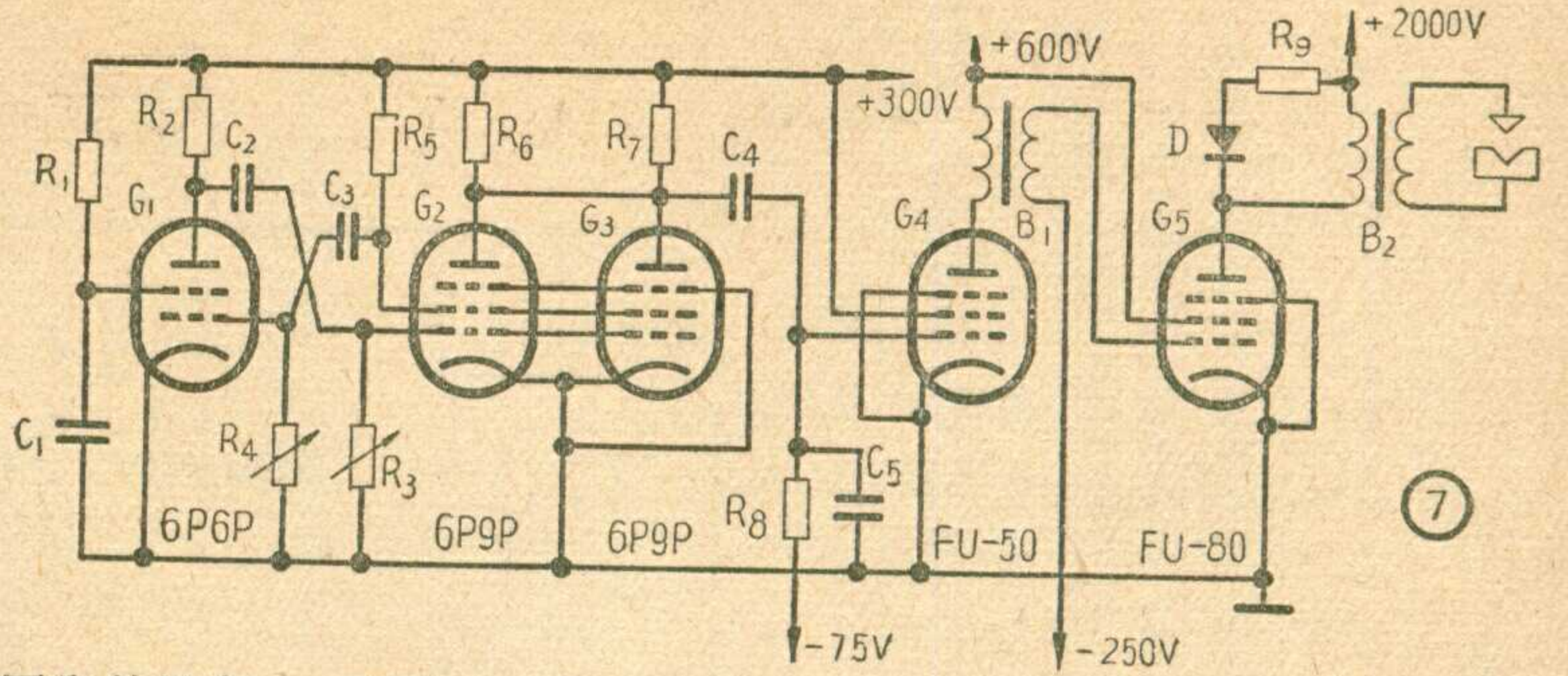
2. 独立式脉冲发生器。为满足高精度产品加工工艺的需要，最近几年发展了高频脉冲电火花加工技术。它采用独立式脉冲发生器，与非独立式脉冲发生器不同，发生器的工作参数不受间隙状态的影响，它采用小能量、高频的脉冲放电，可以在较低的电压下工作。由于脉冲建起时间极短，脉冲能量波动很小，所以能满足的加工工艺指标大大优于非独立式脉冲发生器，宜用于精密加工。下面简单谈一谈电子管式高频脉冲发生器，图 6



是它的方框图。

主振级产生一定幅度和功率的矩形脉冲信号，并能在较宽的范围内调节脉冲频率和宽度。前置级将主振级输出的脉冲电压加以放大，以推动输出级，输出级供给电极以强大的功率，来满足加工工艺要求。

图 7 是它的电路图，图中 G_1, G_2, G_3 组成主振级，是一个不对称的多谐振荡器，为了避免帘栅损耗过大并保证一定的输出振幅，振荡器的右半部采用双管并联接法，为了改善输出波形， G_2, G_3 用五极管，屏极



回路专门用作输出脉冲电压，变化 G_2, G_3 的栅极回路电阻 R_3 可以改变脉冲宽度，调节 G_1 的栅极回路电阻 R_4 可以控制脉冲重复频率，电子管 G_4 与脉冲变压器 B_1 组成以变压器为负载的脉冲电压放大器，电子管 G_5 组成功率输出级，脉冲变压器 B_2 的次级连接电极，考虑到在工作过程中，当两电极间突然停止放电时，会在 B_2 的初级感应一负半波的高电压，有可能将变压器绝缘击穿。为了防止绝缘击穿和过大的工具电极损耗，必须削减负半波，为此，在 B_2 的初级绕组两端并联一电阻 R_9 和二极管 D 。此线路输出脉冲频率可达 20—100 千赫。

二、自动调节系统

电火花加工过程中，每放电一次金属被蚀掉一些，两极间的距离不断增大。当极间距离增大到一定值时，液体介质不再被击穿，放电便告停止。为了保证放电过程能持续下去，

就必须使工具电极，在加工过程中，不断向工件进给，维持必要的放电间隙。另外，由于某种原因，间隙过小或短路时，应使两电极迅速离开。为此，应设一自动调节系统来维持最佳放电间隙，使加工能够顺利进行。

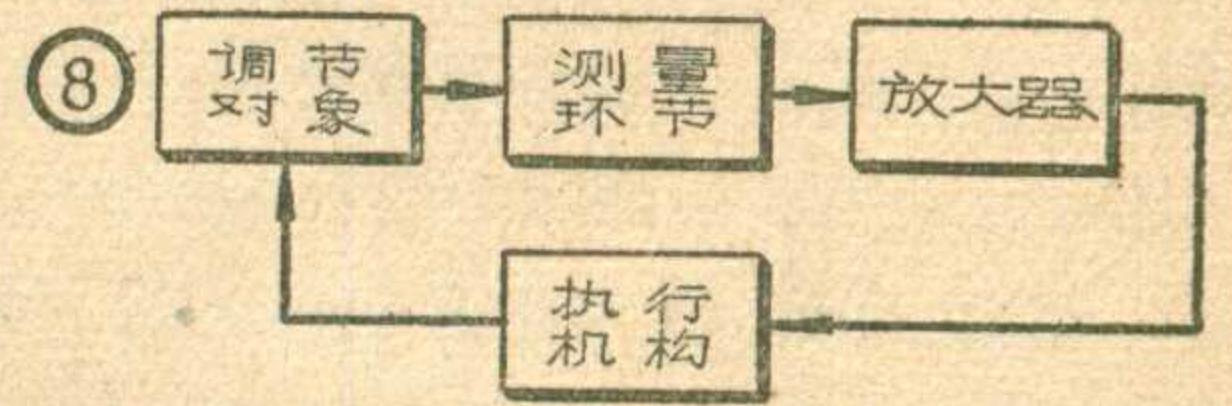
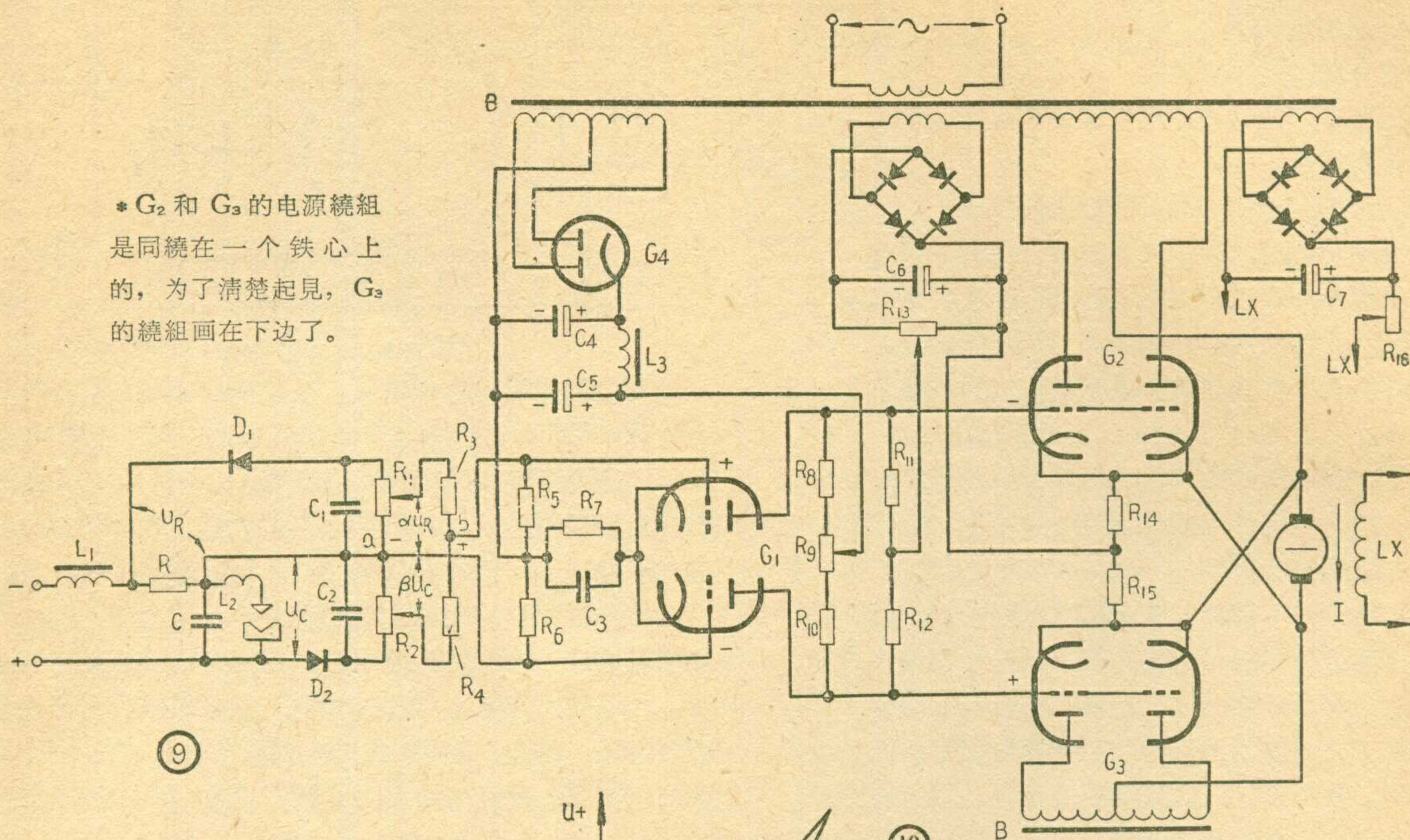


图 8 是调节系统的方框图。测量环节间接地测出间隙大小状态（由于间隙只有几微米或几十微米，无法直接测量，一般利用间隙大小与电流、电压的比例关系，用测量电极间的放电电流或电压的办法来间接测量间隙状态），由于测量环节输出信号较小，不能直接推动执行机构动作，须用放大器将信号放大。当整个调节系统处于稳定状态时，工件的腐蚀速度等于工具电极的进给速度。当间隙过大或过小时，测量环节都有信号输出，经放大器放大后，推动执行机构动作，带动工具电极进给或退离，从而保持最佳放电间隙。

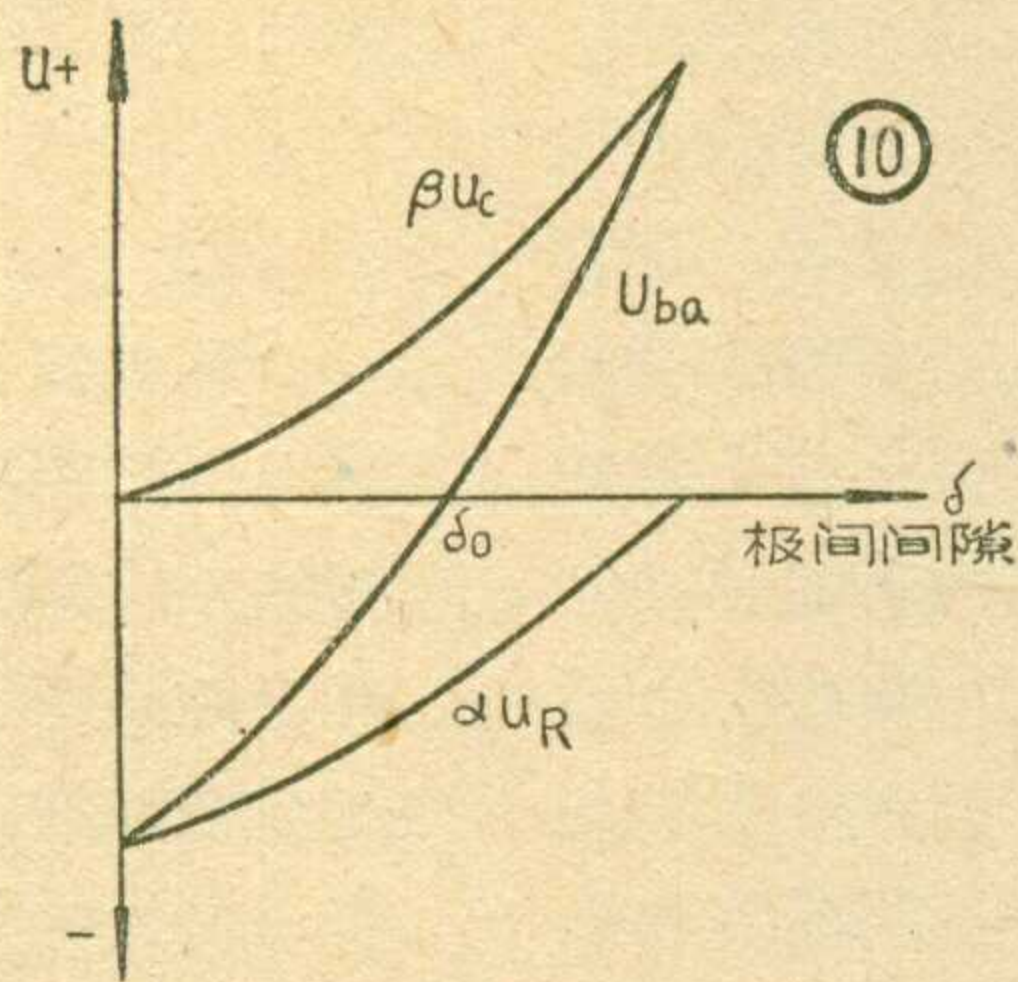
图 9 是一个用于 RLC 脉冲发生器的电子管直流放大自动调节系统的线路图。它采用了电流电压双信号差动电桥作为测量环节，具有较高的灵敏度。线路中应用了两级电子管放大电路：第一级是推挽电压直流放大器。第二级是交流供电直流输出的全波相敏功率放大器。当电源处于正半周时，如果 G_2, G_3 的右半部导电，负半

* G_2 和 G_3 的电源绕组是同绕在一个铁心上的，为了清楚起见， G_3 的绕组画在下边了。



周时则左半部导电。 G_2, G_3 的屏流都流经电机电枢，但方向相反。这个调节系统的执行机构为直流伺服电动机。

图中 R_1, R_2, R_3, R_4 是差动电桥的四个臂，其中 $R_3=R_4$ ，输出端电压 $U_{ba} = \frac{1}{2}(\beta u_c - \alpha u_R)$ ，其大小和极性随电极间隙而变化。图 10 是 $\alpha u_R, \beta u_c, U_{ba}$ 随电极间隙 δ 大小变化的情况，图中 δ_0 是最佳间隙，也是输出电压 U_{ba} 的极性转换点， βu_c 与 αu_R 电压相等，输出电压 U_{ba} 等于零，加在双三极管 G_1 两个栅极上的栅压相等，屏流也相等， G_2 与 G_3 的栅压也相等，屏流也相等。但由于两屏流在电机电枢内的方向相反，互相抵消，故电枢内无电流流过，电机不运转，从而不带动工具电极进退、极间距离保持不变。当 $\delta > \delta_0$ 时， R 上的电流减小，平均压降 u_R 减小， $\alpha u_R < \beta u_c$ ， a, b 两端出现电位差，并且 a 点为负 b 点为正，此时 G_1, G_2, G_3 的栅压都出现不平衡（其正负



状态如图 9 中所注)，由于 G_2 的栅压低于 G_3 的栅压，从而相应的 G_2 的屏流值小于 G_3 的屏流值，这时电机电枢内的电流 I 不再为零，而是 G_2 与 G_3 两屏流之差，且方向为 G_3 的屏流方向。如图中箭头所示，此时电机开始运转，带动工具电极向工件微量进给、直至最佳放电间隙 δ_0 。反之，当 $\delta < \delta_0$ 时， a 点为正、 b 点为负，各管栅极电压的极性与上述相反，电机向反方向运转，带动工具电极退离工件，直至最佳放电间隙 δ_0 为止。极性转换点 δ_0 可借电位器 R_1 与 R_2 来调节，使 δ_0 等于最佳放电间隙。图中 D_1, D_2, C_1, C_2 的作用是保证在 R_1, R_2 上能得到比较平稳的脉动直流电压，以使整个系统工作稳定。

除此之外，还有许多种自动调节系统，这里就不一一介绍了。



1. 在一电源频率为 50 赫、电压

5 千伏、电流 5 毫安的半波整流器的 π 形滤波电路中，若以一电感量为 20 亨的低频阻流圈代替原有的 10 千欧滤波电阻，问滤波效果怎样好？

(胡树生)

2. 为什么万用电表上电阻的标度是左面大、右面小（最左面是 ∞ ，最右面是零），恰与电流、电压的标度

相反。

(寇仲元)

3. 有 5 只阻值各为 10 欧的电阻，应当怎样连接起来，它们的总阻值仍然是 10 欧？

(楚臣编译)

半导体管会议电话机

史振藩

在召开电话会议时，要求每一个会议参加点都能够发言，能够使所有的会议参加点和坐在电话会议室里的人，都能听到各个参加点的发言。这些要求使用普通电话机是难以实现的。我们根据需要，把原来的电子管式会议电话机，改成了半导体会议电话机。经过使用，效果良好，并能用在无交流电源或交流电源不可靠的地方。

此会议电话机用直流 24 伏供电，其电路如图 1。送受话的平衡是靠混合线圈 B₁ 来完成的，送话信号能传输至外线而不传向受话电路。

送话电路由三级甲类放大电路组成，其增益为 61 分贝时，约有 8 分贝的二级电流负反馈，故有音质好，失真小，线路阻抗变动对输出电平的影响小等特点。BG₁, BG₂ 的偏置电路采用电压反馈自偏，BG₃ 采用电流反馈自偏，因而稳定性较好。

受话电路为二级放大电路，末级为乙类推挽放大，若增益调到 45 分贝，它有 6 分贝的电压负反馈。偏置电路均为电流反馈自偏。

电路元件

BG₁~BG₆ 均为 3AX2 半导体三极管。B₁, B₂ 可用电子管会议电话机的混合线圈及输入变压器，也可以自绕，其方法如下。

混合线圈的绕制：

用 E42 磁性瓷芯，取 0.75 毫米厚青壳纸，比照瓷芯尺寸，做一个如图 2 形状的骨架，在骨架两格内照图 3 绕线圈，先绕①~②线圈后用双线并绕③~⑤和⑥~⑧线圈，为了使分布电容一致，每层线圈间和初次级间要垫薄蜡纸，每圈紧贴无隙；双线并绕不应使一线松缓，更不应使用线径不一致的线并绕，因为这样会造成电阻、电感参数的一致。

线圈绕好后，按图 4 用夹板将磁性瓷芯固定，然后把线圈浸在热蜡里驱潮（蜡不能太热），待蜡锅内没有气泡溢出时拿出线圈，再把 70% 的石蜡和 30% 的松香熔化在一起，用它把线圈灌固在图 5 的铁盒内，然后把引线

焊牢在胶板的空心铆钉上。

一般来说，绕好的线圈问题不大，为了保障性能良好，最好在绕线圈浸蜡之前，先作一下绝缘、直流电阻和平衡的测量。其方法简述如下：

1. 绝缘测试

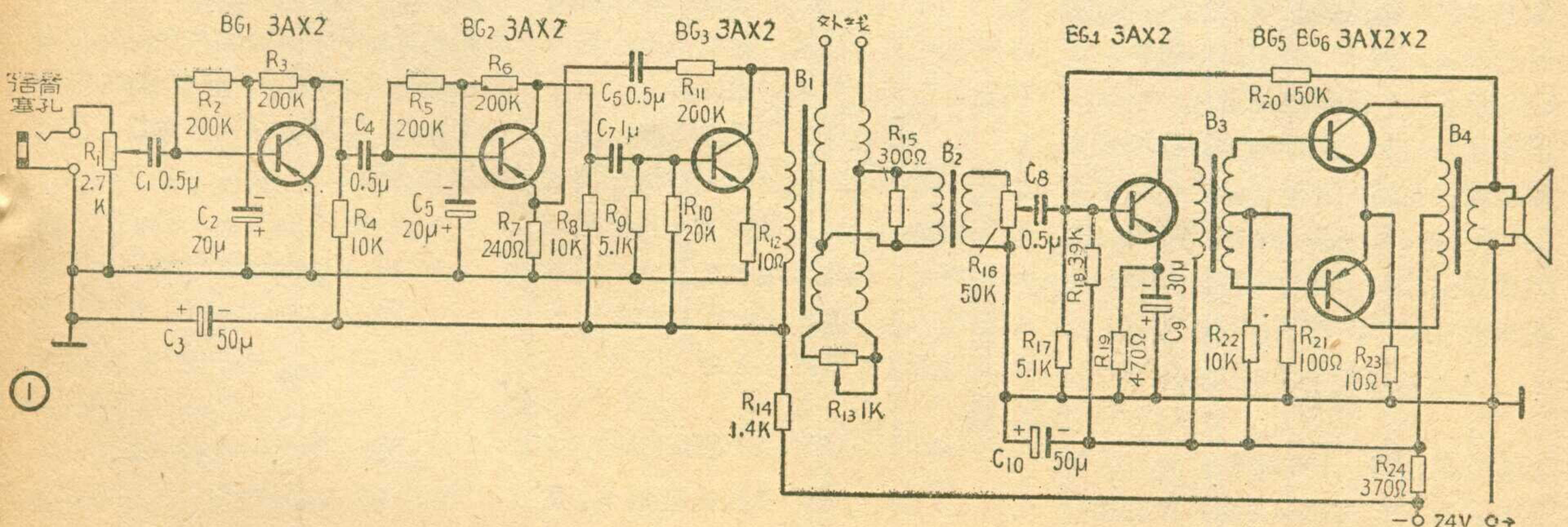
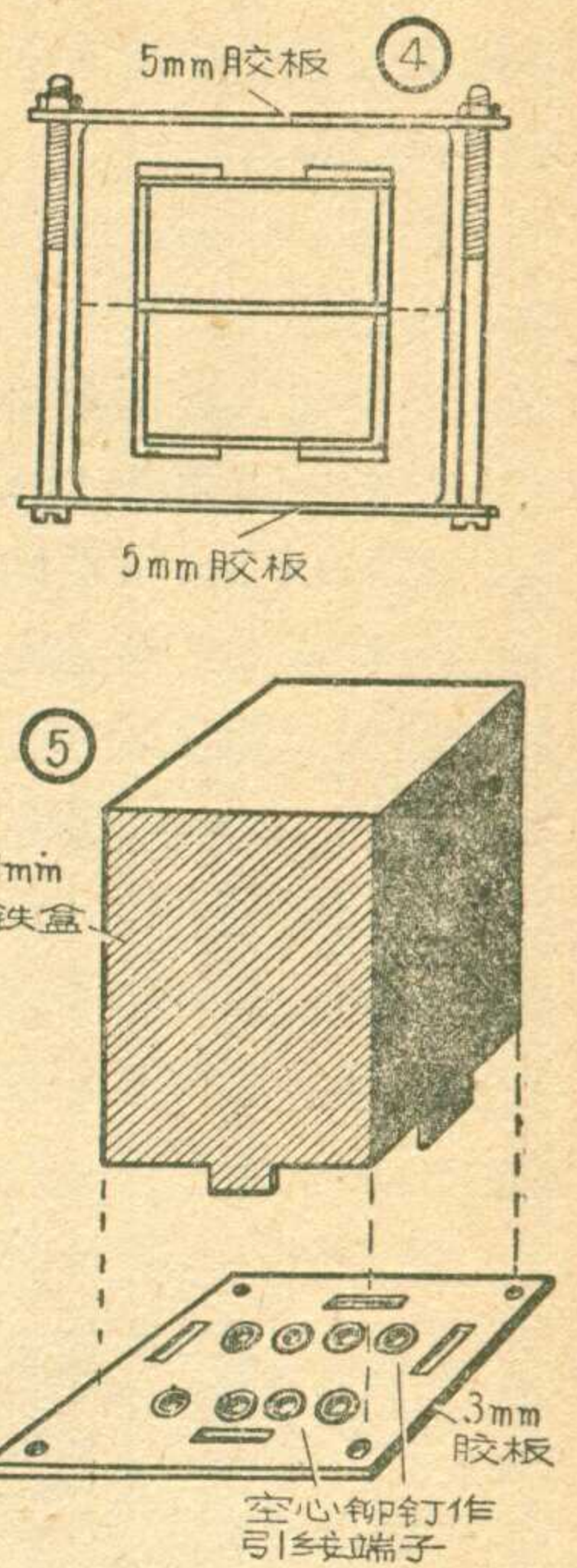
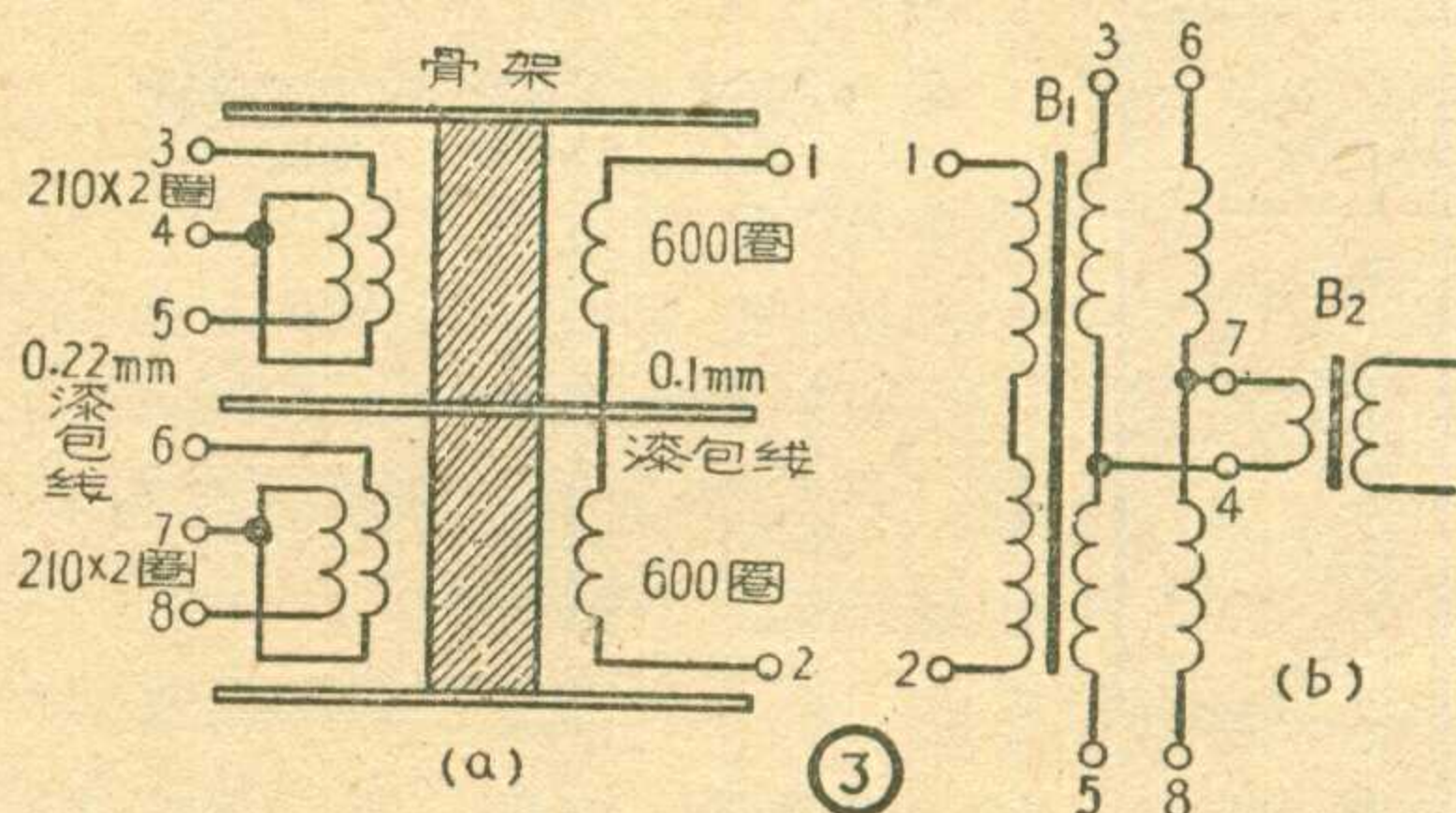
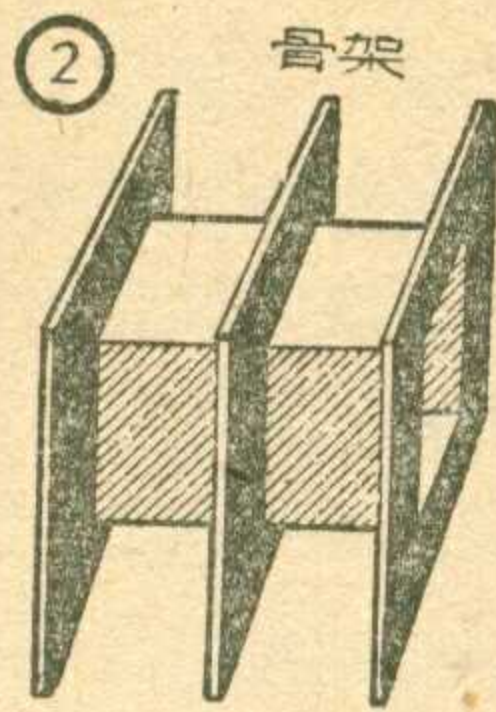
用 250 伏兆欧表测量线圈①⑤端子和⑤⑧端子，绝缘不应低于 50 兆欧，磁心与各线圈之绝缘不应低于 50 兆欧。

2. 直流电阻测试

①②间的电阻不大于 200 欧。③~④、④~⑤、⑥~⑦、⑦~⑧四线圈直流电阻都相等。

3. 平衡测试

③⑥间和⑤⑧间各接一 600 欧无感电阻（阻值必须一样），自①②端送入 800 赫 4 伏信号，在④⑦端接一高阻听筒，应听不到声音或声音极微小。



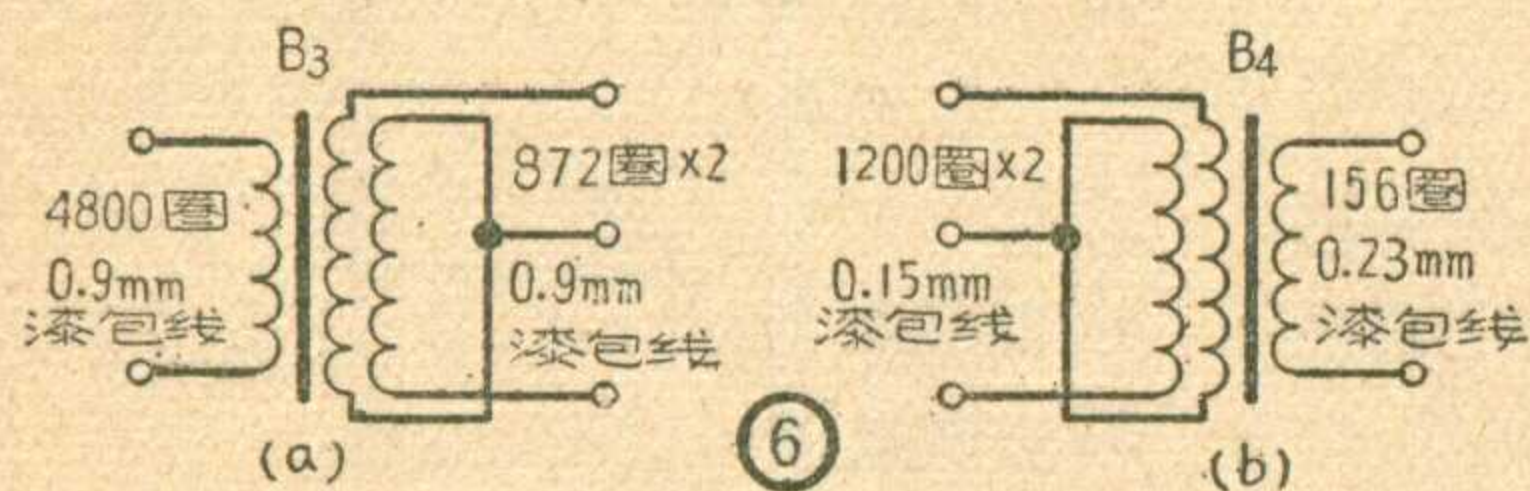
以上三方面若一項有問題，都要降低混合綫圈質量或者不能用，所以必須拆下重繞。

此混合綫圈外綫端和平衡電位器端均應接配 600 歐阻抗。

受信輸入變壓器繞制：

此變壓器可用 6P1P 用輸出變壓器，原初級不動，改作次級，原 3.2 歐的次級圈拆下，改用 0.09mm 漆包綫繞 1800 圈（可亂繞）作初級綫圈，接在混合綫圈 B₁ 的④⑦端子上。

B₃, B₄ 用 E30 磁性瓷心，按圖 6 數據自制。揚聲器用 8 歐 0.1 瓦的高效揚聲器。話筒應該用低阻抗的（600 歐左右的）。



測量與調整

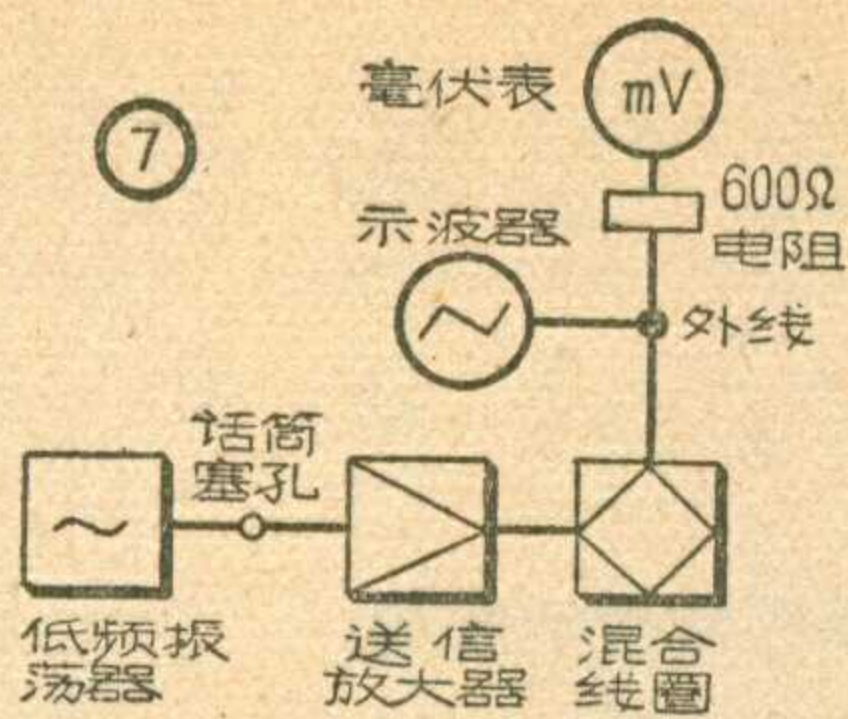
1. 各半導體管的工作點應按下表的集電極電流調整，調整時把直流電流表串入集電極電路（末級推挽串入輸出變壓器中心抽頭處）變更相關偏流電阻值，達到規定要求。

管 號	無信號時 工作電流 (毫安)	相關基極 偏流電阻
BG1	1.5	R ₂ R ₃
BG2	1	R ₅ R ₆
BG3	3	R ₁₀
BG4	3	R ₁₈
BG5,6	2.5	R ₂₂

2. 送話放大器按圖 7 接綫測試。將 800 赫 3 毫伏音頻信號送入話筒塞孔，外綫並接 600 歐無感電阻、毫伏表和示波器。調整電位器 R₁，使毫伏表指到 1.41 伏，波形應為正弦波無失真現象。然後變動音頻振蕩器頻率由 300 到 3000 赫且保持輸入電平不變，波形應無失真，輸出電壓最大和最小指數為電壓不均勻度，其值為：

$$20lg \frac{U_{大}}{U_{小}} \leq 4.3 \text{ 分貝}$$

撤除輸入信號，600 歐電阻接入話筒塞孔，毫伏表指數即為送信雜音電壓



(U_雜)，雜音防護度應為：

$$20lg \frac{U_{雜}}{1.41} \geq 52 \text{ 分貝}$$

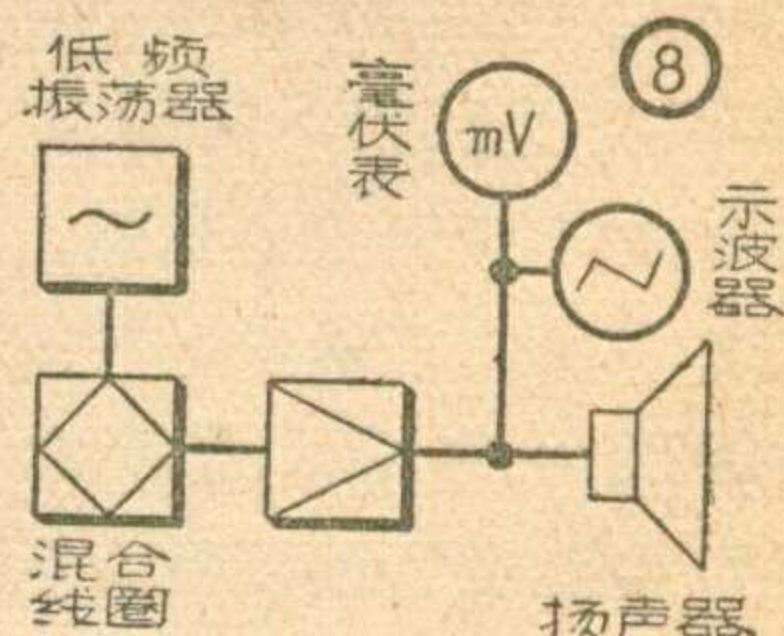
3. 受話放大器的測試接綫如圖 8。將 800 赫 390 毫伏音頻信號由外綫送入，揚聲器音圈並接毫伏表和示波器，調整電位器 R₁₆ 使毫伏表達到 890 毫伏，此時應無波形失真，頻率特性測試與送信頻率特性測試相同。然後撤除外綫輸入信號，接 600 歐無感電阻，毫伏表指數為受信雜音電壓，雜音防護度應為：

$$20lg \frac{U_{雜}}{0.89} \geq 62 \text{ 分貝}$$

4. 混合綫圈平衡度測試。將送話輸出固定在 1.41 伏位置，受話輸出固定在 890 毫伏位置，自話筒塞孔送入 800 赫 3 毫伏信號，外綫並接 600 歐，調整平衡電位器 R₁₃，使揚聲器輸出電壓最小 (U_小)，此即平衡最佳點，其平衡度應為：

$$20lg \frac{0.89}{U_{小}} \geq 55 \text{ 分貝}$$

5. 升溫試驗。將 200 瓦燈泡直照各晶體管，靠近晶體管放一溫度表，待溫度表升到 40°C 時，測試送受信輸出電壓，與室溫測試時的數值比較，相差應小於 1%。



“想想看”答案

1. 半波整流後電壓脈動仍為 50 赫。一只 20 亨的低頻阻流圈對此電壓波動成分的阻抗為 $X_L = 2\pi fL \approx 6.3$ 千歐，所以在這裡它的濾波效果不及 10 千歐電阻，而且 5 毫安的負載電流在 10 千歐電阻上的壓降僅 50 伏，對 5 千伏的高壓而言，影響是很小的，因此還是用這只電阻濾波好。

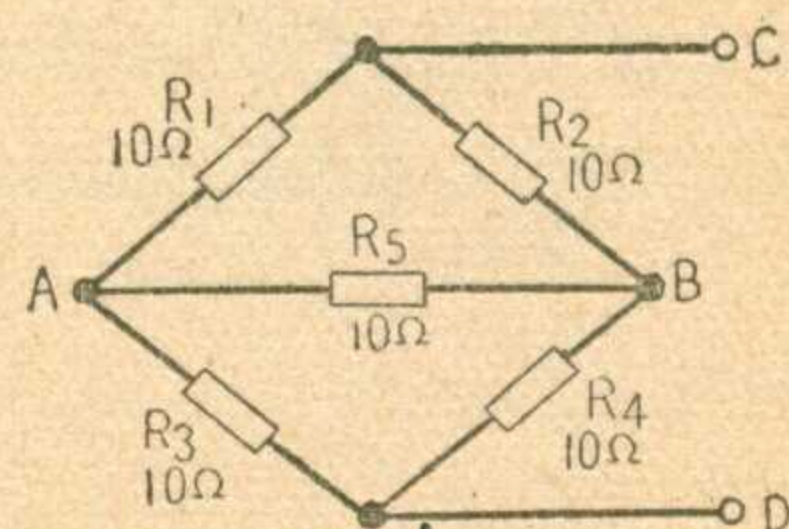
2. 萬用電表在測量電阻時，相當於一只歐姆計，內部的電路簡化後就是一只電池、一只電表和一只電阻的串聯電路。設電池電動勢為 E，被測電阻為 R_X，電路中其餘電阻之和為 R，則通過電表的電流為

$$I = \frac{E}{R + R_X}$$

由上式可知，當被測電阻 R_X 愈

大時，電流 I 愈小，指針愈靠近左端。當被測電阻 R_X 為無限大時，電流 I 為零，指針停在最左端不動。反之，當被測電阻 R_X 愈小時，電流 I 愈大，指針愈靠近右端。當被測電阻為零時，電流 $I = E/R$ ，指針指在最右端。若指針指示不准，則可旋轉表面上的旋鈕，通過改變電阻 R 來進行調節。

3. 如圖按 $R_1 R_4 = R_2 R_3$ 組成一個平衡電橋，將 R₅ 接在電橋的平衡點 A 和 B 上，則 R₅ 無論為多少歐（從零到無限大），對 A、B 兩端的電阻都無影響，從 C、D 兩端測量，它們的總阻值仍為 10 歐。



量具鍍鉻儀

王政尊

在机械制造业和修理业中，为了正确掌握每个零件的尺寸和公差，就須用各种精密量具来測量零件。一切

量具的精度都应高于被测工件。在大工业生产中，量具的磨損和报废率是很高的，凡誤差超过1微米的，不經修理就不能再用。

为了使不准的量具，能用較简单的方法，修复使用，我們試制了一台量具鍍鉻儀。經使用证明，用它鍍出来的量具，达到了鉻层分布均匀，合乎光洁度符号要求，并具有RC60°的硬度。鉻层生长速度达每小时0.04—0.05毫米。該量具鍍鉻儀的主要优点是：体积小，造价低，操作簡便，結構简单，一般企业都能自行制作；經鍍鉻后的量具，除其尺寸获得恢复外，亦提高了硬度，增强了耐磨性，还可防止生銹。

量具鍍鉻儀的电路如图1。所用变压器是初級220伏，次級36伏带中心抽头的200伏安变压器。所用整流器是100×100的硒堆，每片額定电流为2安培，共用了16片，每8片并联，构成一个整流臂。这样，鍍鉻儀的最大电流为32安，电压为7伏。阳极接在鍍槽中的鉛板上，阴极接在受鍍工件上。

鍍鉻电解水溶液的配方如下：

工业用 CrO_3 (鉻酐即无水鉻酸) 250克/升

分析試剂 H_2SO_4 (硫酸) 2.5克/升

由于鉻酐中含有少量(0.4%以下)硫酸，在配制溶液时，应予扣除。

新电解液中，沒有一定数量的三价鉻是鍍不上鉻的，因此，必須經過通电处理，使其产生一定数量的三价鉻才能使用。处理方法是，在鍍槽內放置較多的阴极板，其面积为阳极的2—3倍，阴极为鋼板，阳极为鉛板，以4~5安培/分米²的阴极电流密度，通电一小时。

在操作过程中，預先将溶液用电炉加热，溫度控制在55°C左

受鍍量具或工件，事先应擦去銹迹，再用丙酮清洗受鍍工作面，除去油污。不需鍍鉻的表面，要塗上絕緣

剂。用重量比3:1的二甲苯和聚苯乙烯(固体)調成糊状物，塗在非鍍工作面上。待結成薄膜后，再把工件放入溶液。工件放入溶液后，先予热5~10分钟，然后再通电，以使工件溫度与溶

液的一样，否則，容易发生鉻层剝落等缺陷。在工件予热后，开始鍍鉻前，最好先作一次30~40秒钟的反鍍，以剝离工件表面上的氧化层，增加工件与鉻层的結合力。当工件放入鍍槽后，应把工件紧固在阴极接綫柱上，还应注意它和阳极的距离及高低。阴极阳极間的距离应在15~30毫米之間，受鍍面应稍低于阳极，以免边缘产生凹凸不平現象。我們对卡規及游标卡尺采用的是片状阳极，对塞規采用圓筒形阳极，对复杂工件采用仿形阳极。为了使电解液能自由流动，补充电极附近的电解液，最好在阳极上钻許多小孔。游标卡尺的鍍鉻方法如图2所示。

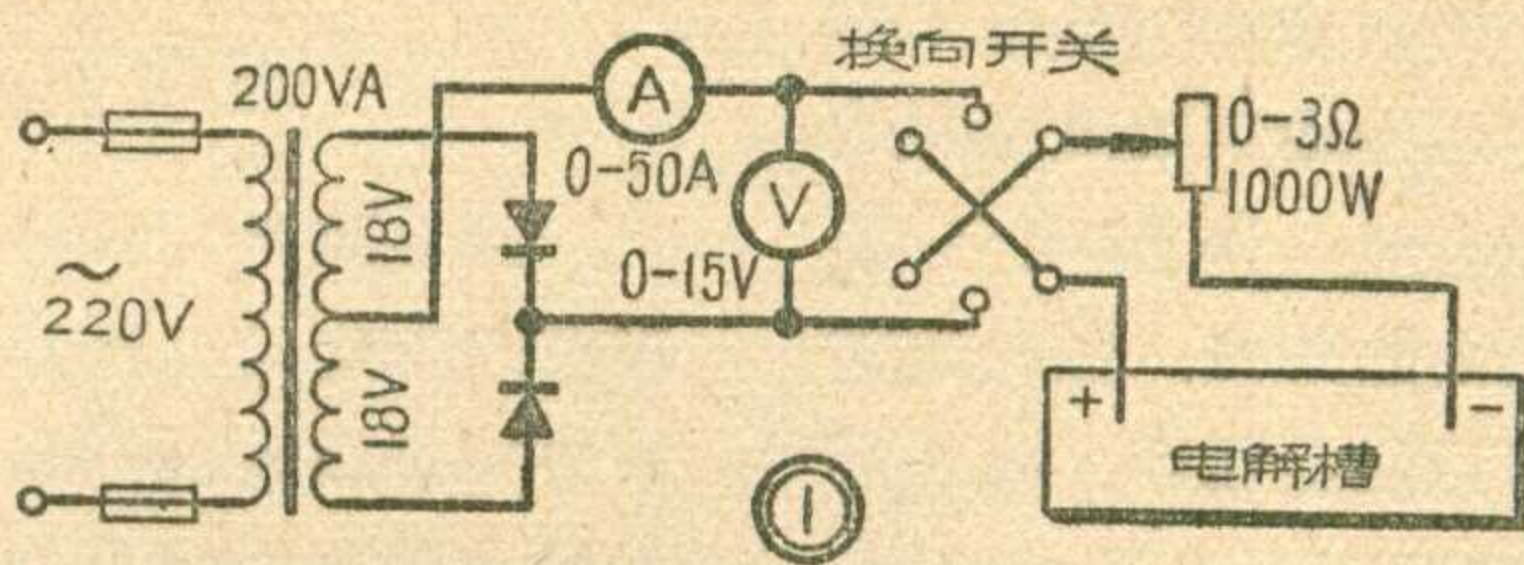
使用该鍍鉻儀，应注意以下几点。

1. 电解槽与控制部分分开放置，鍍槽应放在室外，以防有害气体侵蝕人体及电气設備。

2. 經常測定电解液的比重，定期化驗，及时补充新液。

3. 待修的塞規在鍍鉻前，最好先磨小0.05毫米，以达延长寿命的目的。

4. 当鍍过鉻的工件再度磨損时，先用加热到30~40°C的50%的稀盐酸去掉鉻层。工件放入溶液时，将有大量氫气泡逸出。无气泡时，即說明鉻层已溶解完毕。及时取出工件清洗，用細砂紙打光后，再重新鍍鉻。



右。然后按工件鍍鉻表面积，以50安培/分米²的电流密度，計算电鍍电流。

工件表面积和电鍍电流的关系如下。

圓柱形表面：

$$A = \frac{DK \times \pi \times D \times h}{10000} \quad \text{安培}$$

长方形表面：

$$A = \frac{DK \times a \times b}{10000} \quad \text{安培}$$

式中 DK = 电流密度 = 50 安/分米²

A = 电流 (安)

D = 圓柱形工件直径 (毫米)

h = 圓柱形工件高度 (毫米)

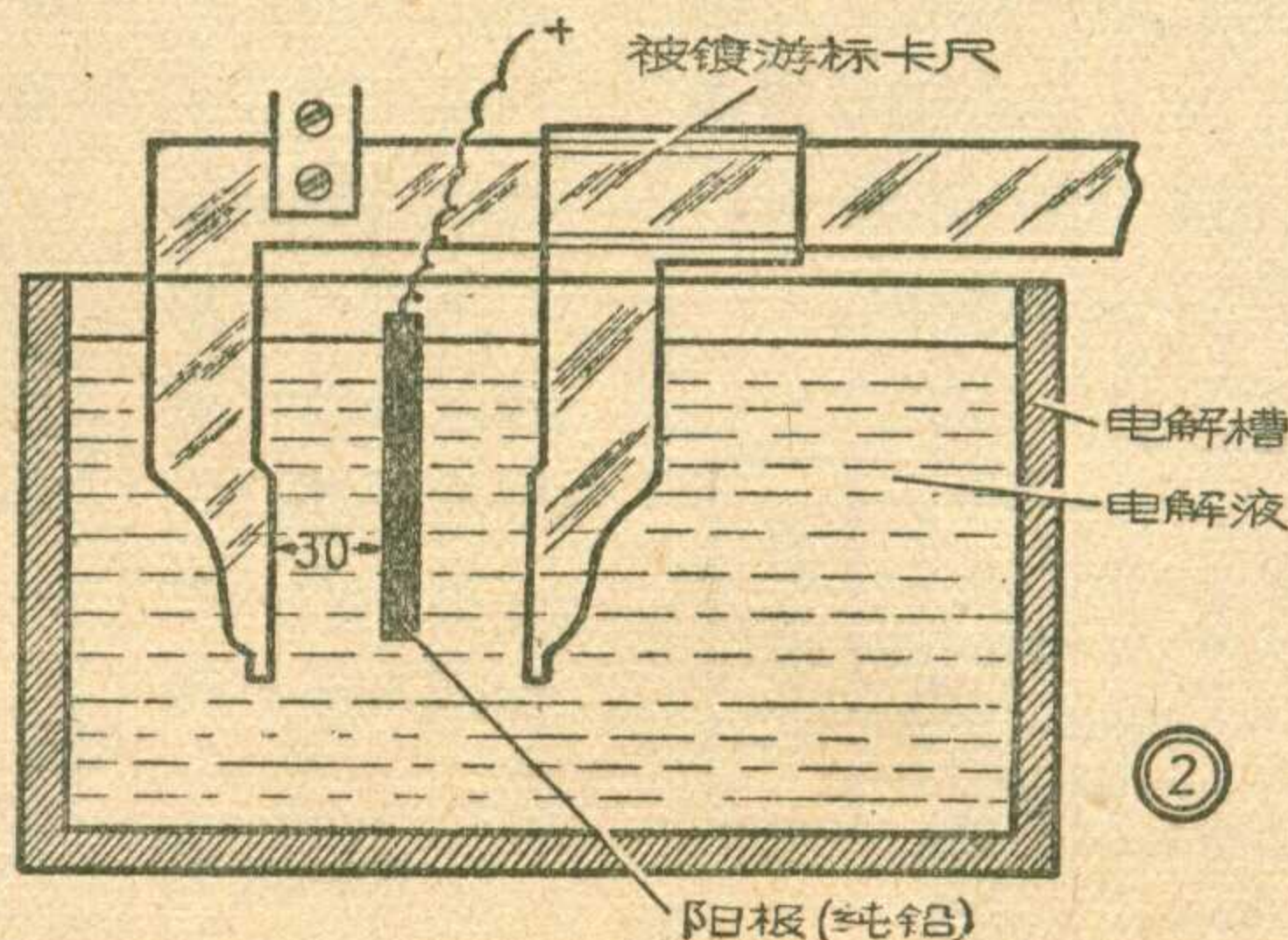
a = 长方形工件长 (毫米)

b = 长方形工件寬 (毫米)

例：直径60毫米，高30毫米的塞規，外徑需鍍0.09毫米厚的鉻层。問需要多大的电流和多长时间？

$$\begin{aligned} \text{解：} A &= \frac{50 \times 60 \times 30 \times 3.14}{10000} \\ &= 28.26 \text{ 安} \end{aligned}$$

电流强度需28安，每小时的鉻层为0.05毫米，2小时即能达到要求。



实现调频的方法

瑤 琪

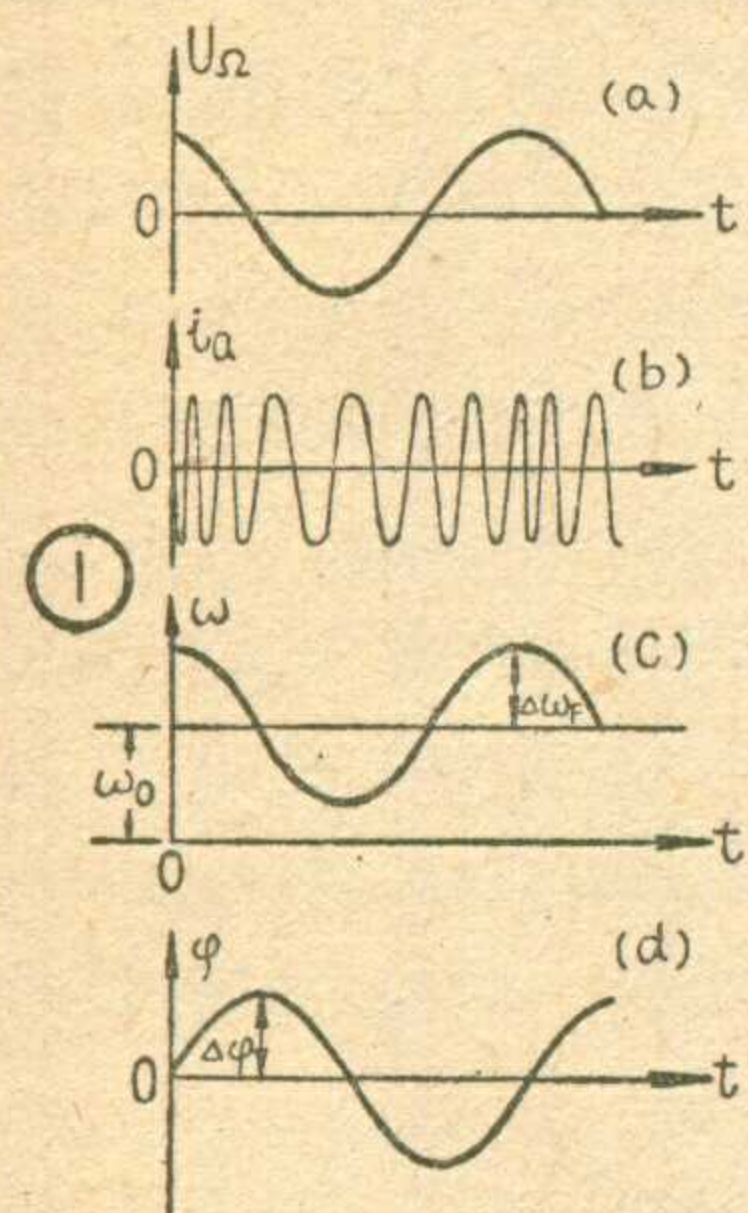
在无线电通信和广播领域中，长期以来，都是采用“调幅”的方法来传递信息。但是，这种调制方式有它的缺点，如设备利用率低，抗干扰能力差，保真度不高。采用“调频”方法，可以克服以上的缺点。但是它需要占用较宽的频带，要使用更高的无线电频率。随着超高频技术的发展，目前，“调频”已广泛用于高质量广播、电视，以及通信、雷达等设备中。

调频方法有两种。一种是直接调频法，它是用音频信号通过一个相当于电容或电感的元件——电抗管，直接控制高频振荡器的振荡频率。另一种是间接调频法，它是用音频信号控制高频振荡的相位，然后再设法转换为调频。本文先介绍采用电抗管的直接调频法。

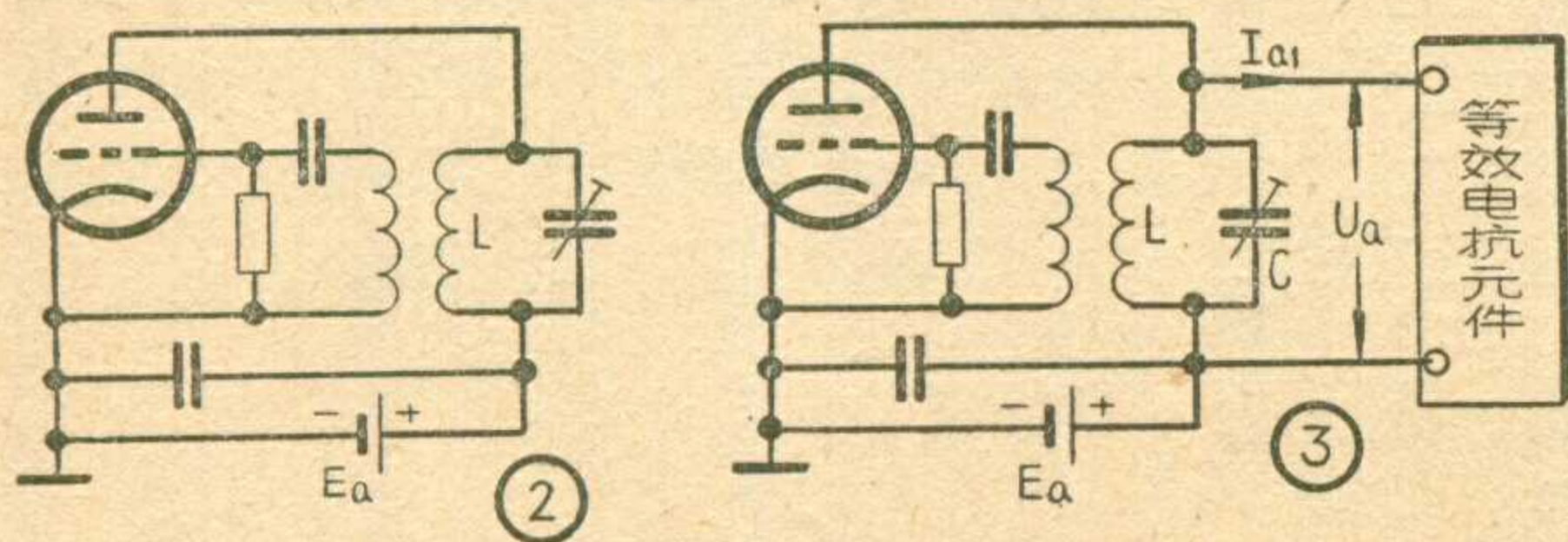
为调频。本文先介绍采用电抗管的直接调频法。

调频的特点

图1绘出调频时频率随音频信号而变化的情况。图中(a)是调制的音频信号电压(U_{Ω})。(b)是高频电流(i_a)的频率随调制信号电压而变化的情况。当调制信号为正半周时，振荡频率增高；而调制信号为负半周时，频率降低。对于不同的调制电路，频率随调制信号的变化情况也可能与此相反。图(c)表示出调频时频率(ω)随时间而变化的情况。 ω_0 是未调制前的振荡频率，称为中心频率。经过调频后频率变化的最大值 $\Delta\omega_F$ 称为频率偏移或频偏。从图中可以看出，它是与调制电压的振幅成正比的。由于振荡的角频率 $\omega (=2\pi f)$ 也就是单位时间的相位变化率，例如振荡的频率是每秒1周，那么，它的相位每秒钟就要变化 $360^\circ (2\pi)$ ，频率1000周，相位每秒钟就要变化1000个 360° 。因此在频率变化时，必然伴随着相位的变化；相位变化时，也必然伴随着频率的变化。所以调频振荡也伴随着有相位(φ)的变化，如图1(d)所示。这是调频振荡的一些基本特点。



对于不同的调制电路，频率随调制信号的变化情况也可能与此相反。图(c)表示出调频时频率(ω)随时间而变化的情况。 ω_0 是未调制前的振荡频率，称为中心频率。经过调频后频率变化的最大值 $\Delta\omega_F$ 称为频率偏移或频偏。从图中可以看出，它是与调制电压的振幅成正比的。由于振荡的角频率 $\omega (=2\pi f)$ 也就是单位时间的相位变化率，例如振荡的频率是每秒1周，那么，它的相位每秒钟就要变化 $360^\circ (2\pi)$ ，频率1000周，相位每秒钟就要变化1000个 360° 。因此在频率变化时，必然伴随着相位的变化；相位变化时，也必然伴随着频率的变化。所以调频振荡也伴随着有相位(φ)的变化，如图1(d)所示。这是调频振荡的一些基本特点。



电抗管是怎样实现调频的?

直接调频是怎样实现的呢?图2是用电感电容组成的自激振荡器。如果我们能够根据所要传送的音频信号有规律地改变振荡器的L或C，则振荡器的输出频率亦将按其规律作相应的变化，就能实现调频。可是，一般的电感和电容器很难完成这个任务。通常我们是用电子管通过一定的电路设计使它成为一个等效的电抗元件，接在振荡器的回路上(图3)，这个等效电抗又能依着音频信号的大小而变化，从而实现调频。所用的电子管就称为电抗管。

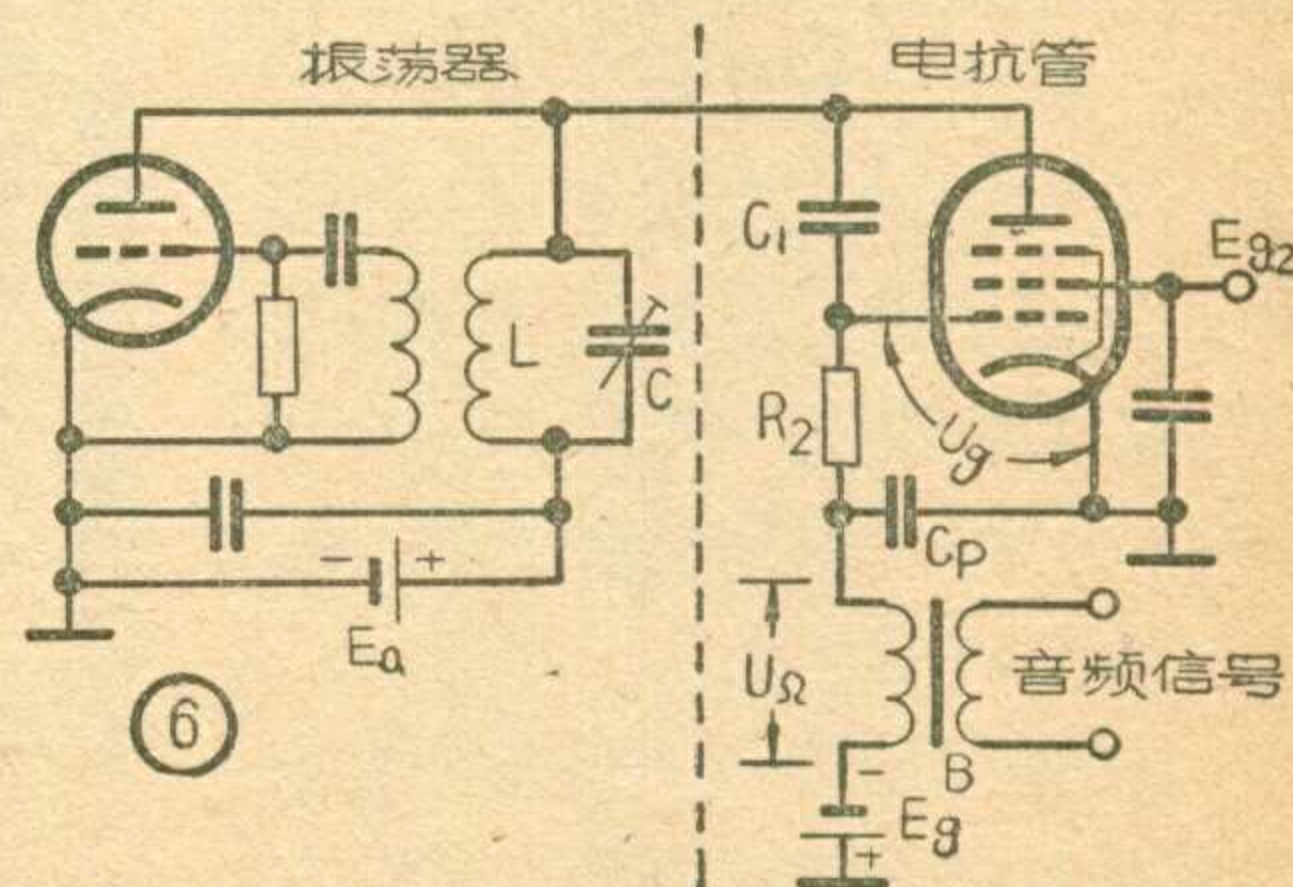
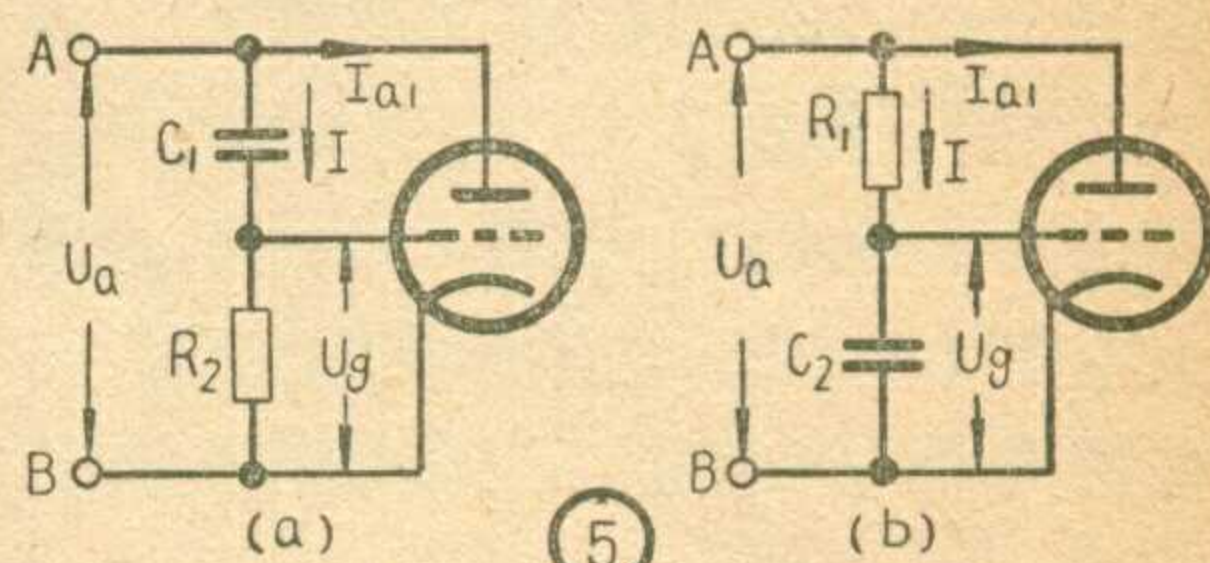
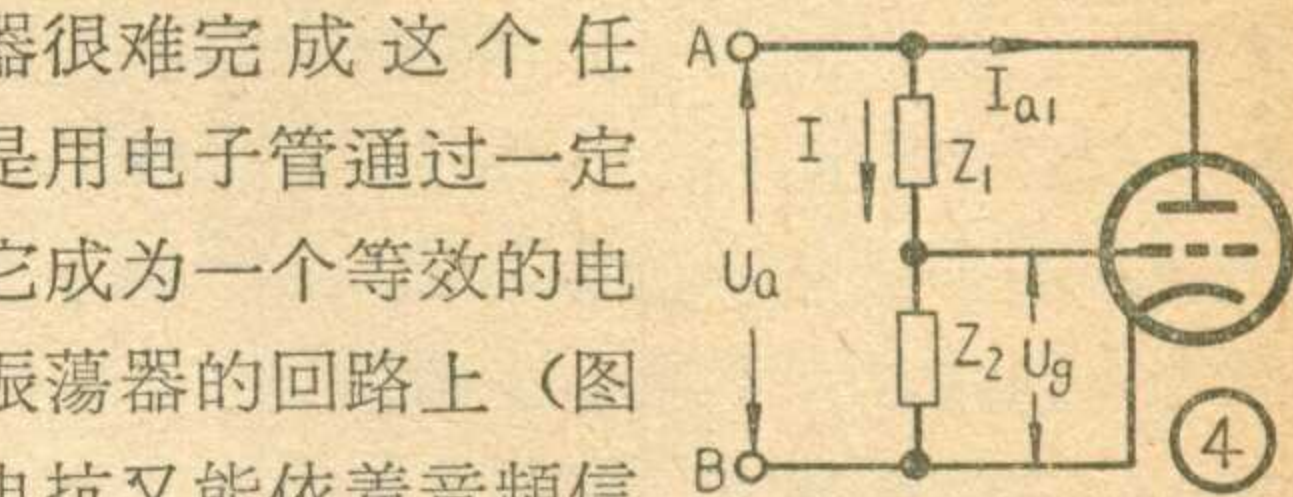
电子管怎样能等效于一个电抗元件呢?它的原理电路如图4所示。我们知道，流过电抗元件的电流与加在它上面的电压具有 90° 的相位差。如果电流超前电压 90° 则表现为容抗，落后 90° 则为感抗。因此，只要使图4所示电子管的高频电流 I_{a1} 能够与加在它屏一阴极间的高频电压 U_a 产生 90° 相位差，则从AB端看去，电子管将等效于一个电抗元件。从电子管工作情况知道，屏极的高频电流 I_{a1} 和加在栅极上的高频电压的相位相同。因此，要使电子管的 U_a 和 I_{a1} 获得 90° 相位差，只须设法使图4中的 U_a 和 U_g 相差 90° 就可实现。而电压 U_a 则是由振荡器供给的(参阅图3)。

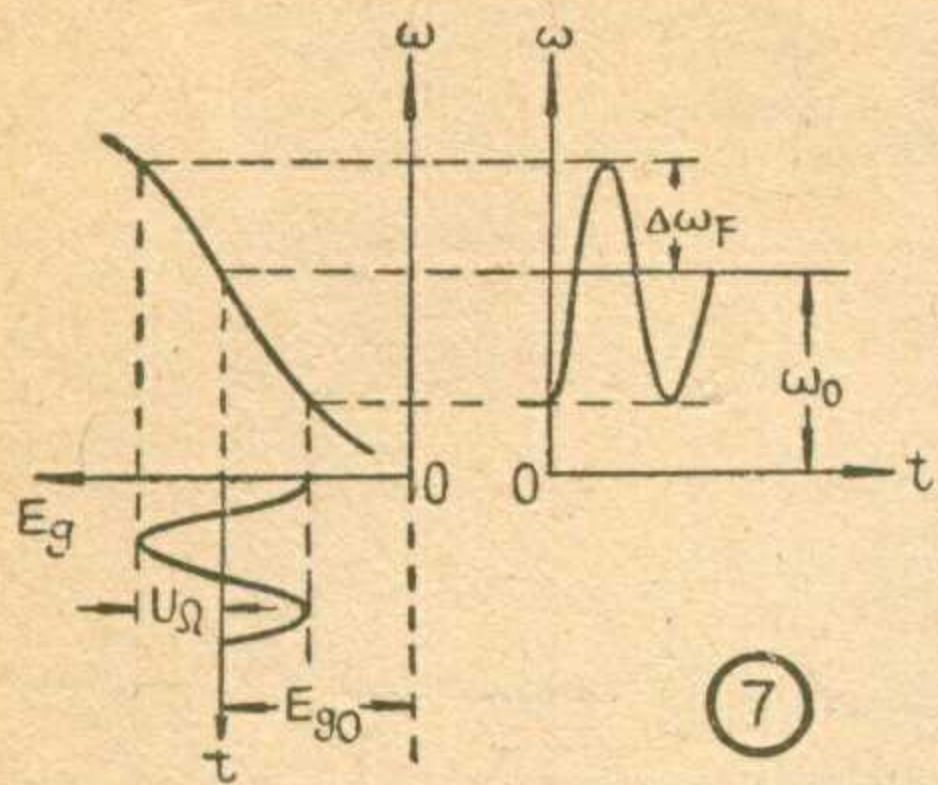
图4的 Z_1 和 Z_2 就是用来使 U_a 和 U_g 获得相移的元件。它们按以下原则来选择： $(Z_1 + Z_2)$ 的数值较大，使流经移相器支路的电流不足以影响AB两端的等效电抗； Z_1 值远大于 Z_2 值，则支路电流I的性质取决于 Z_1 ；此外，元件 Z_1 和 Z_2 中的一个为电阻时，另一个必须是电抗。根据这些原则，可以设计出各式各样的移相器。这里我们只介绍两种典型电路。

图5a的 Z_1 为电容， Z_2 为

图5a的 Z_1 为电容， Z_2 为

图5a的 Z_1 为电容， Z_2 为



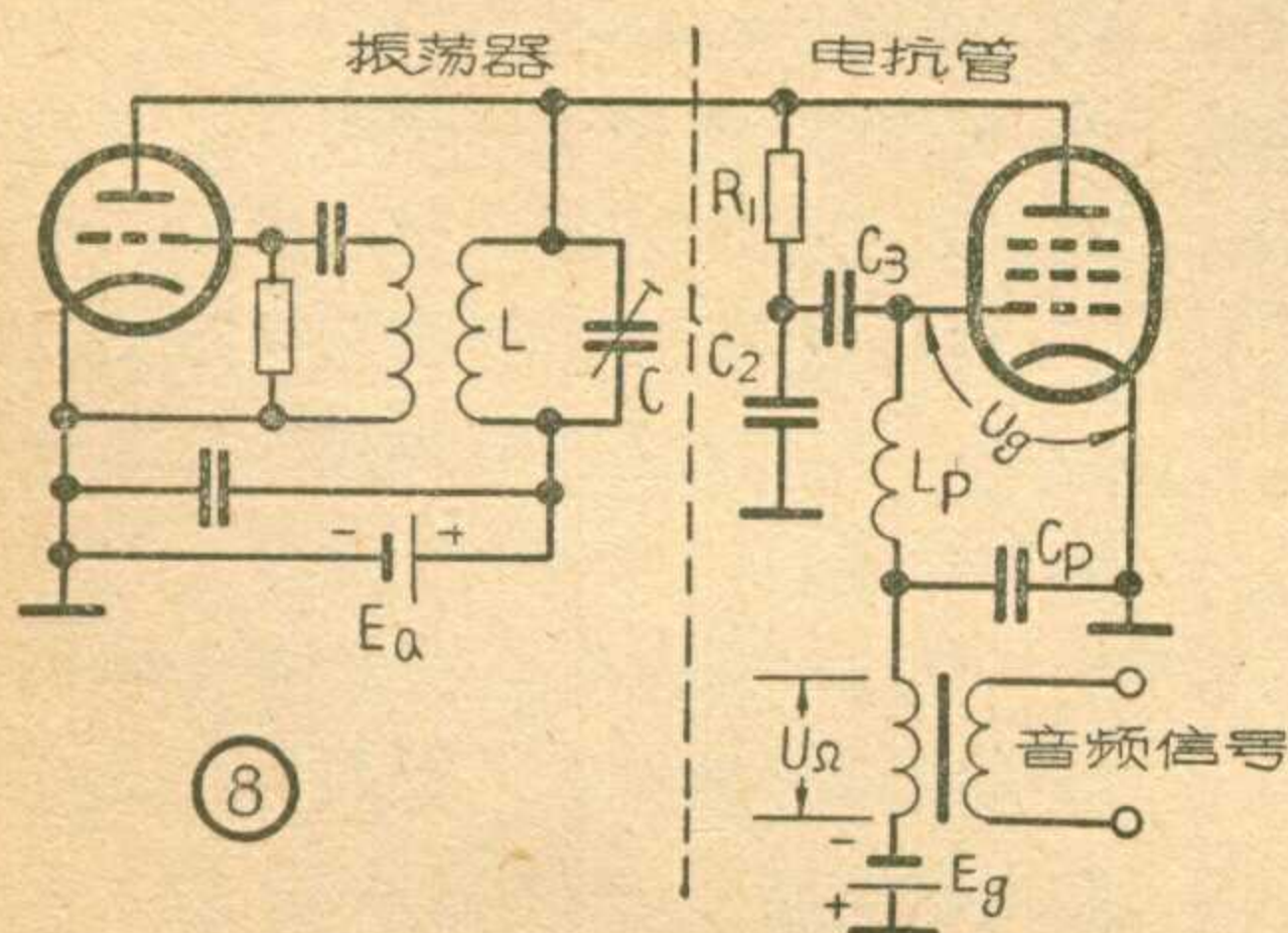


电阻。根据上述原则，由于 Z_1 远大于 Z_2 ，移相器支路电流 I 的性质决定于电容 C_1 ，因此是电容性的，它的相位超前 $U_a 90^\circ$ 。此电流 I 在 R_2 上的电压降即为电抗管的激励电压 U_0

($=IR_2$)。由于电阻上的电压降与流经它的电流同相位，亦即 U_0 的相位超前 $U_a 90^\circ$ 。又因 U_0 与 I_{a1} 是同相的，结果，经过移相器的作用后，使 I_{a1} 的相位超前 $U_a 90^\circ$ 。根据容性电抗的电流电压相位关系，此电子管将等效为容性电抗管。可用等效电抗 $X_{AB} = U_a / I_{a1} = \frac{1}{\omega C_{AB}}$ 表示，其中 C_{AB} 为电抗管的等效电容。

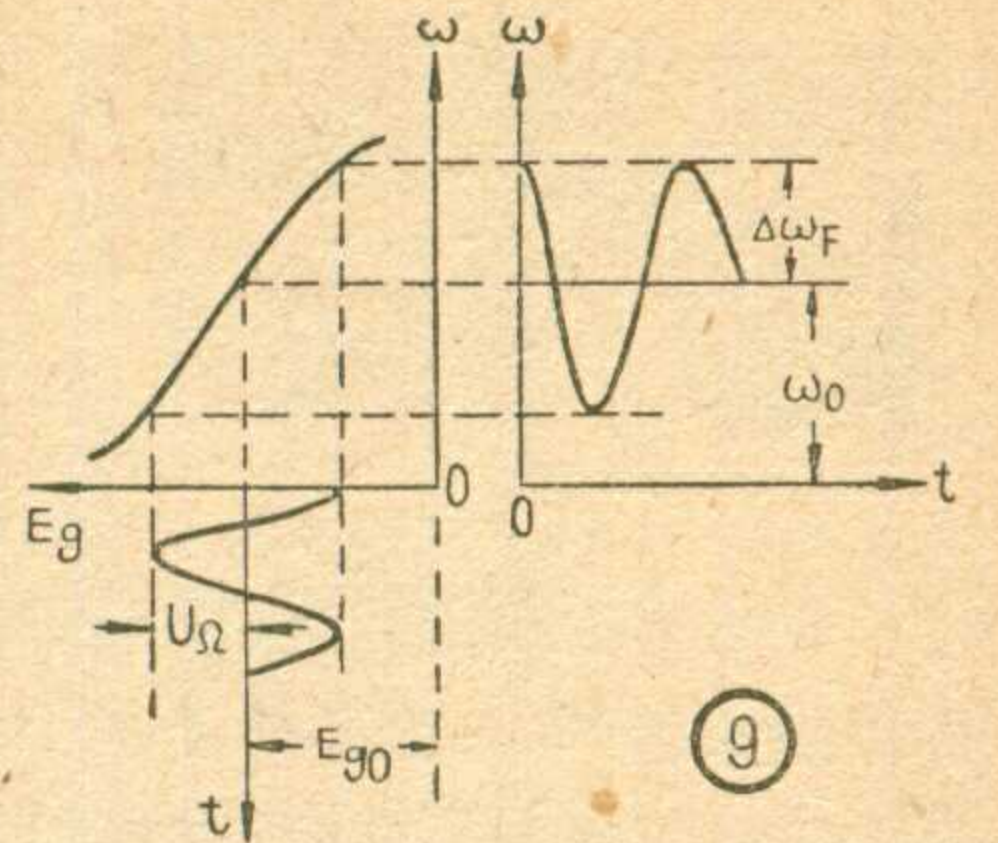
图 5b 的 Z_1 为电阻， Z_2 为电容。根据 Z_1 远大于 Z_2 的同样原理，图 5b 的电流 I 决定于电阻 R_1 ，为电阻性电流，与 U_a 的相位相同。而电容 C_2 上的电压降 U_0 ($=IX_{C2}$) 的相位落后于 $I 90^\circ$ ，也就是落后于 $U_a 90^\circ$ 。而 U_0 与 I_{a1} 是同相的，所以电流 I_{a1} 将落后于电压 $U_a 90^\circ$ ，电子管等效为感性电抗管。用等效电抗 $X_{AB} = \frac{U_a}{I_{a1}} = \omega L_{AB}$ 表示，其中 L_{AB} 为电抗管的等效电感。

把电抗管接到振荡器的实用调频电路如图 6 所示。在实际应用中，电抗管常用五极管，振荡器用三极管或五极管。图中，采用屏极调谐的振荡器和容性电抗管联接。音频信号经过变压器 B 加到电抗管的栅极。电容 C_p 是把高频电流旁路到阴极，使 U_0 加于电抗管的栅—阴极之间。这样，电抗管栅极共加有三个电压：高频电压 U_0 ，音频电压 U_2 和栅偏压 E_0 。我们知道，当音频电压 $U_2=0$ 时，如果缓慢地改变电抗管的栅偏压 E_0 ，它的高频电流 I_{a1} 就会发生变化。当栅偏压 E_0 增加时， I_{a1} 减小， E_0 减小则 I_{a1} 增大。由 $X_{AB} = U_a / I_{a1} = \frac{1}{\omega C_{AB}}$ 可见，在 I_{a1} 增大时，相当于等效电容 C_{AB} 增加。反之，则相当于 C_{AB} 减小。而振荡器的回路并上了等效电容 C_{AB} 后，当 C_{AB} 增大时（相应于栅偏压 E_0 值减小），它的振荡频率将降低。反之，振荡频率则升高。当加入音频信号电压 U_2 后，电抗管的栅偏压 E_0 将随着改变，从而使电抗管的等效电容以及振荡器的频率产生相应的变化， E_0 和频率 ω 的变化关系如图 7。通常把它称为静态调频特性。电抗管在工作时，只要适当地选择某一工作点 E_{g0} ，其所对应的未调状态的频率即为调频时的中心频率 (ω_0)。加上音频电压后，该振荡



器的输出频率将如实地反映出音频电压的变化规律。这就实现了调频。由图 7 可以看出，调频时的频偏 $\Delta\omega_F$ 取决于调制电压的振幅大小。

用感性电抗管的调频电路示于图 8。高频电压 U_0 通过 C_3 加在电抗管栅、阴极之间。 C_3 是隔直流高压电容器，不影响高频通过。电感 L_p 为馈送栅偏压 E_0 和音频信号用。根据同样原理，当栅偏压 E_0 增加时， I_{a1} 减小，相当于等效电感 L_{AB} (由 $X_{AB} = \frac{U_a}{I_{a1}} = \omega L_{AB}$) 增加，使振荡频率下降。反之，则 L_{AB} 减小，而振荡频率上升。它的静态调频特性示于图 9。



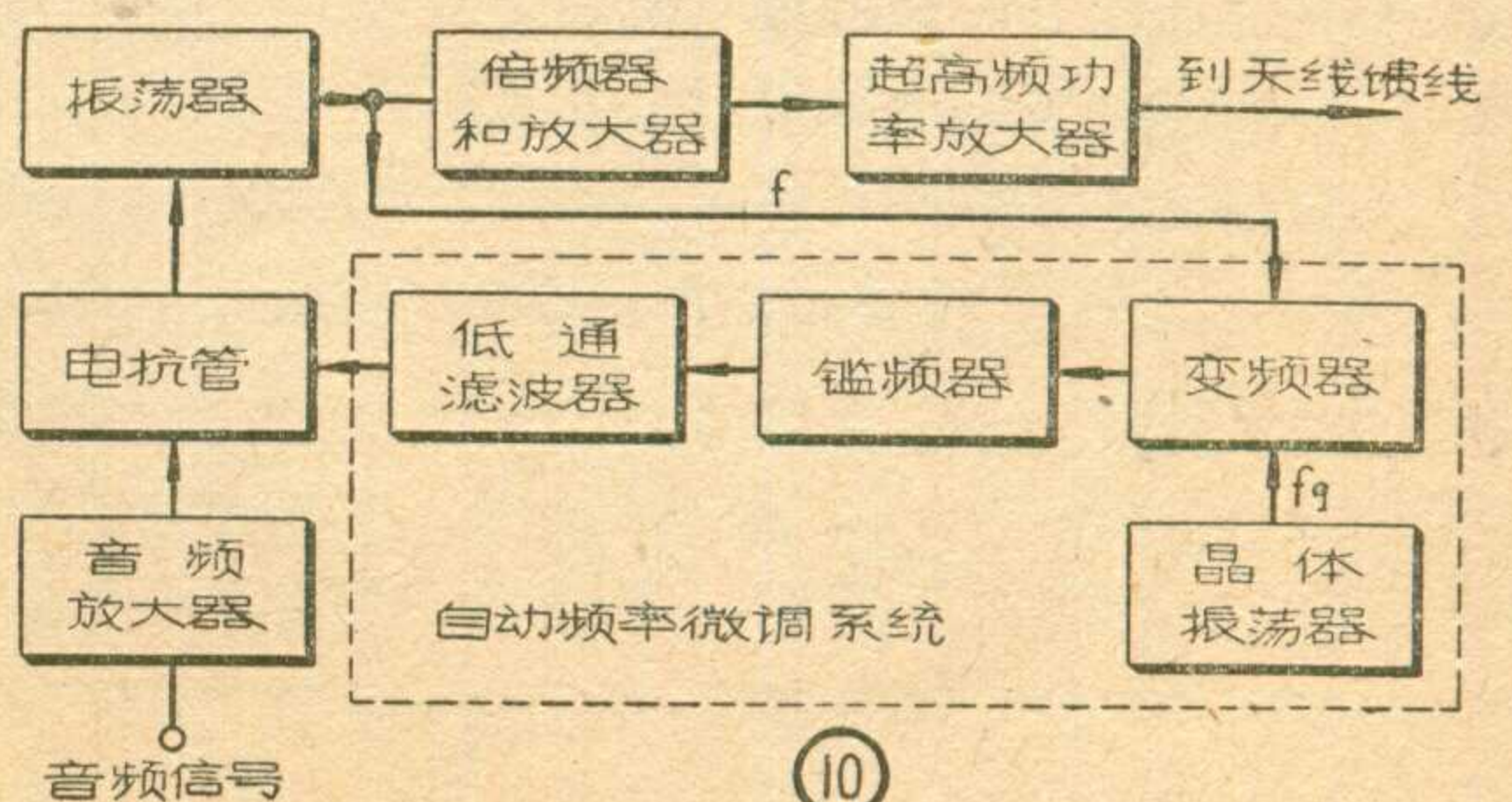
调频发射机

用直接调频的发射机方框图示于图 10，音频信号经过音频放大器放大后加到电抗管上，控制振荡器获得调频信号输出。一般来说，振荡器的中心频率选得较低。因为降低振荡器的振荡频率将有利于提高它的频率稳定度。所以在已调信号之后使用了很多倍频器，把工作频率提高到超高频波段内，再用超高频功率放大器将已调信号放大到所需的发射功率。由于调频波的振幅是不变的，因此发射机的高频放大系统的电子管利用率很高，设备的效率也较高。

为了消除电源电压、电子管参量、外界温度等变化因素对振荡频率的影响，通常还应用了自动频率微调系统来进一步提高中心频率的稳定度。如图 10 虚线内所示。它的简单原理是，用一个频率稳定度较高的晶体振荡器作为参考振荡器，被调振荡器输出的频率为 f 的信号送到变频器中与晶体振荡器送来的频率为 f_q 的信号进行变频。变频器输出的差频 ($f-f_q$) 信号加到鉴频器上，其输出电压的幅度随差频的变化而改变。当 f 等于预定的中心频率 f_0 时，则输出为零，当 f 偏离 f_0 时，它将输出正的或负的电电压。

如果把鉴频器的输出电压直接加到电抗管的栅极作为控制电压。并且连接的方向是，当频率 f 升高时，电抗管就控制振荡器使频率降低。反之，则使频率上升。这

(下转第 23 页)



半导体超外差式收音机中，除了各种放大器外，还有一个由半导体管和 LC 回路等组成的所谓本机振荡电路。本文将着重介绍这类振荡电路的工作原理，并对各种振荡电路的结构和工作性能作一些分析。

一、LC 回路的振荡特性

把一个线圈和一个电容器连接在一起，就构成了一个回路（图 1）。假如电容器是预先充了电的，这时就会发现回路内有电流流动，而且它的方向来回变化，电容器时而充电，时而放电（见图 1），如此循环下去，但同时也发现回路内的电流的强度愈来愈小，最后变到零，充放电的过程也停止了。这种现象叫做“自由振荡”。在自由振荡过程中，原来充到电容器上的电能，在向线圈放电时变为在线圈里和线圈周围产生的磁场，能量被暂时储存在线圈里；当线圈反过来向电容器充电时，电能又被储存在电容器里。但由于回路的线圈、电容器和回路的接线都有一定的电阻，电阻是要消耗能量的，所以在自由振荡过程中，能量逐渐消耗掉，因此振荡电流的强度愈来愈小，或是说振荡的幅度愈来愈小，以至停止。

上述振荡现象就好比钟摆的自由摆动，当时钟停走时，先不上发条，把它的摆推一下，也就是给它一些能量，钟摆就摆动起来。如果不再继续推它，摆的摆动幅度就愈来愈小，直到最后停下来。如果我们与钟摆的摆动合拍地不断推它，钟摆就不断地摆动，不会停下来；实际上给时钟上发条的作用就等于通过机械齿轮传动不断推动钟摆，所以它能不停地摆动。我们

叫这种不停止的振荡为持续振荡。在持续振荡过程中，如果供给钟摆的能量等于它摆动时消耗掉的能量，振荡将保持一定不变的幅度。这时我们叫它“等幅振荡”。

类似地，如果我们不断地在合宜的时刻把电源加到上述 LC 振荡回路中，补充回路能量的消耗，那末回路中的振荡过程将不停地继续下去。

回路内电容器每正反充放电一次，我们叫它一次振荡。一秒钟内有多少次振荡，即振荡的频率 f 多高，可以用下式算出：

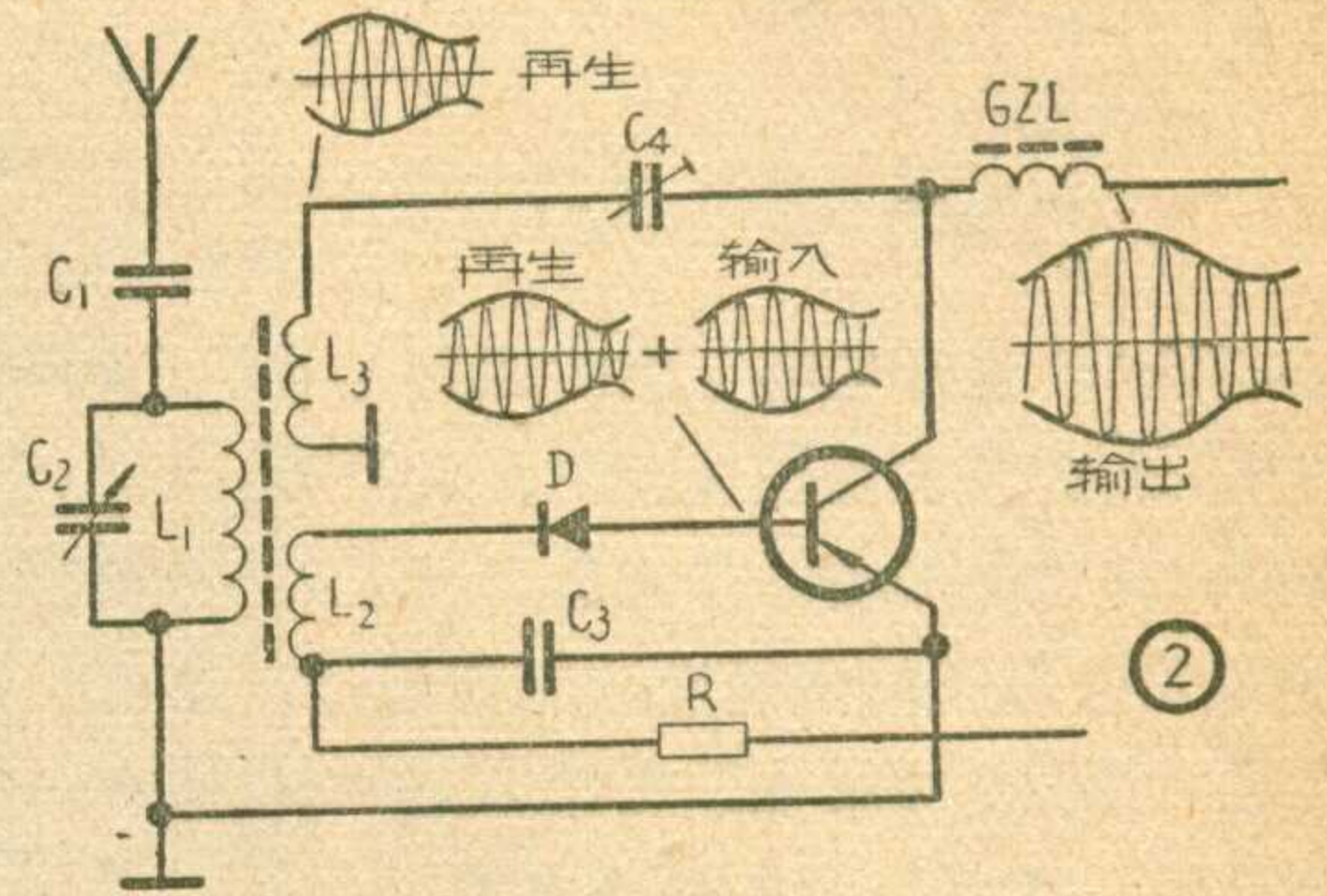
$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

在上式中：固定 L 改变 C ，或固定 C 改变 L ，都能使 f 变化。

在半导体管振荡电路中就有了一个如上述的振荡回路，并且利用半导体管的放大作用把直流电源的能量变为适合回路需要的能量，适时地供给回路，以补偿回路能量消耗，从而使振荡电路中产生我们所需要的持续等幅振荡。

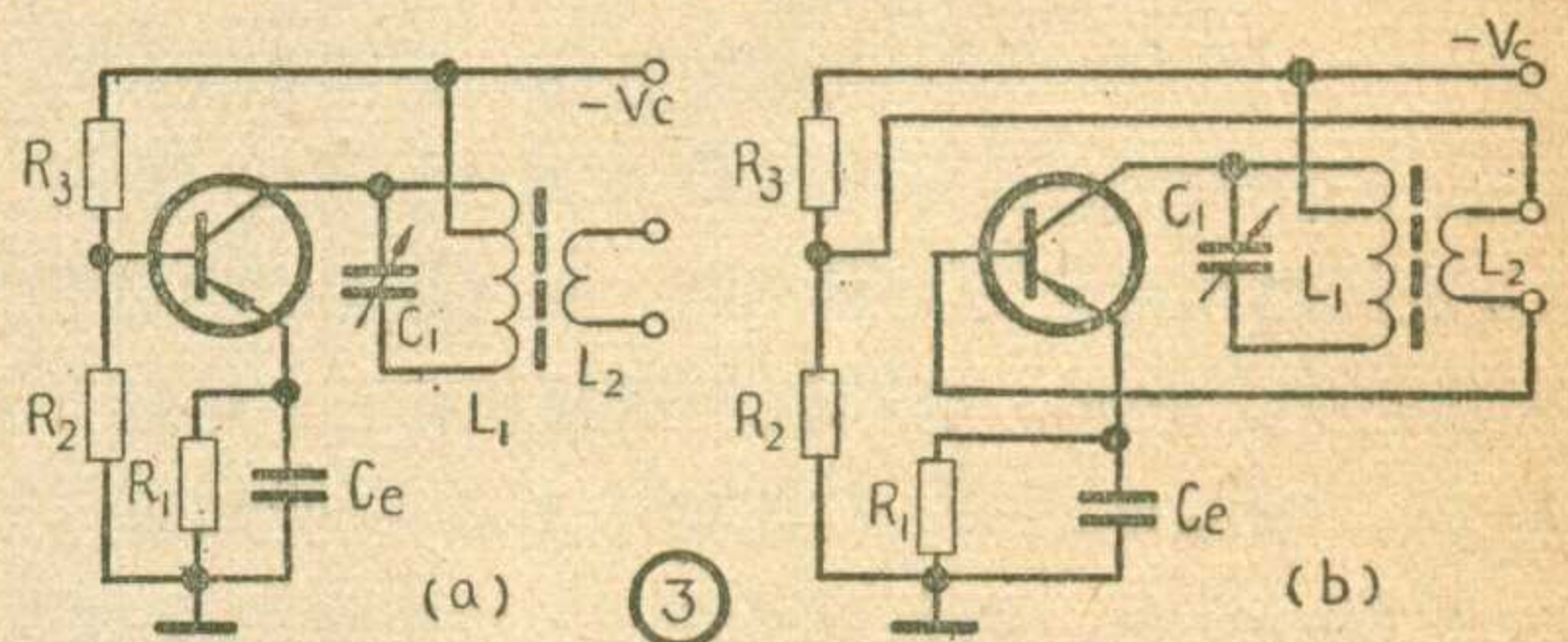
二、由放大器到振荡器

大家很熟悉再生式收音机。所谓“再生”就是如图 2 将放大后的一部分高频信号成分，通过微调电容器 C_4 和线圈 L_2 、 L_3 之间的互感作用重新送回放大器的输入端，以加强输入信号。把输出信号送回输入端习惯上叫做“反馈”。如果反馈回来的信号的相位和输入信号的相位相同，也就好比前面所述合拍地推动钟摆，那么输入



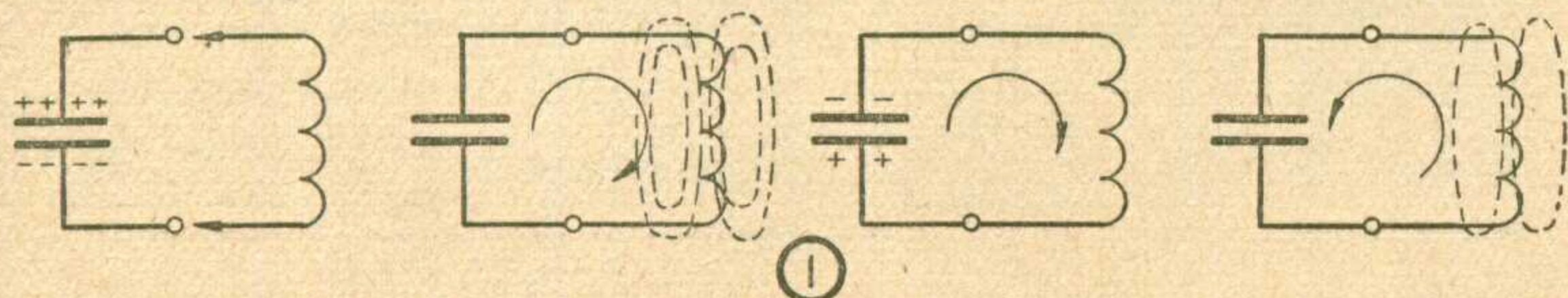
信号将被加强，从而使输出信号也增强，获得再生效果，提高收音机的灵敏度。反馈回来的信号愈强，再生效果愈好。但反馈增大到一定程度，再生式收音机就发生啸叫不能收音了，这是因为再生式收音机的放大器变成了振荡器，产生了振荡。因此振荡器实际上就是反馈很强的放大器。

一个放大器当满足以下两个条件



时就变成了振荡器：(1) 振幅平衡：就是反馈回来的能量能补偿回路能量损耗，所以反馈电动势的振幅应等于输入信号的振幅。例如将图 2 中再生电容器调大或增加 L_3 的圈数到一定程度以上，就会产生振荡，发出啸叫。(2) 相位平衡：一定要“正反馈”，即反馈回来的信号是加强而不是削弱输入信号。例如自制再生式收音机时可能会体会到，有时加再生后反而降低了灵敏度，声音比不加再生时更小了，这是由于再生线圈接反，反馈到输入端的信号削弱了输入信号，形成了“负反馈”，这时如将再生线圈两头对调一下，就能得到再生，显著地增加灵敏度。

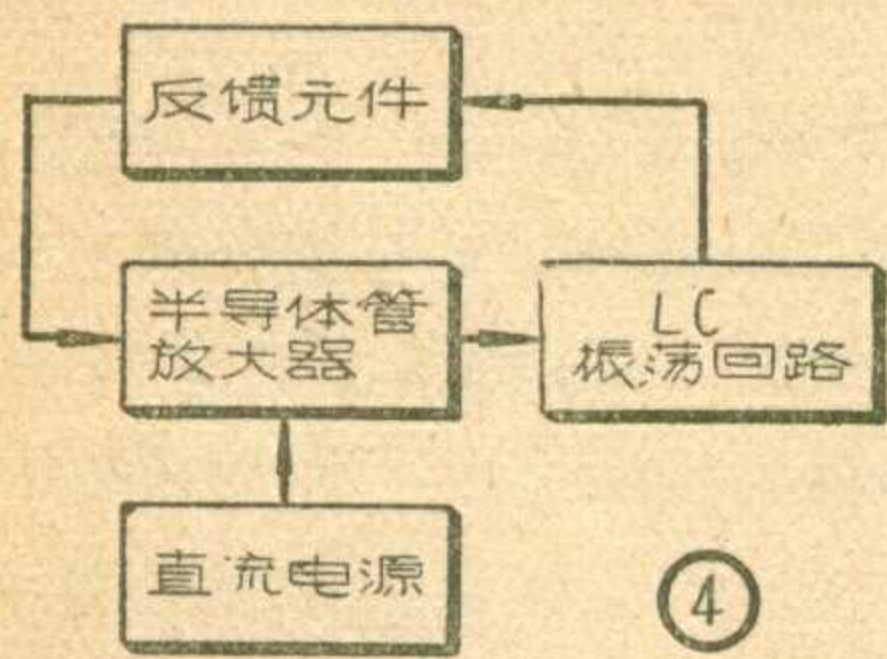
图 3 a 是超外差式收音机中的半导体管中频放大器。如果把中频变压器次级线圈 L_2 改接到本级放大器的



輸入端，即半導體管的基極，適當調整繞圈接頭，以保證取得正反饋，並將 L_2 的圈數增加到保證滿足振幅平衡條件，這時中頻放大器就變成如圖 3b 所示的互感反饋式振盪器了。此振盪器的振盪頻率決定於原中頻變壓器的初級回路（例如 465 千赫），振幅的大小可以改變半導體管的偏壓而加以調整。

從這一實例中我們可以看到，反饋振盪器是由三個基本部分組成的：

(1) 半導體管放大器：用以將小功率的輸入信號放大成較大功率的輸出信號；(2) 振盪回路：在某一頻率下諧振；(3) 反饋元件：如圖 3 中的 L_2 ，把輸出信號以適當的大小和相位反饋到振盪回路，以補償回路能量的消耗；(4) 直流電源：用以供給半導體管放大器的需要。這几部分的聯系如



三、幾種常用的半導體管振盪電路

從以上敘述可知，半導體管振盪器和電子管振盪器在基本原理上是相同的，下面還將看到，它們的幾種電路形式也大致相似。

1. 變壓器耦合反饋振盪電路：圖 5a 示出一種超外差式收音機用的本機振盪電路。它是調發射極的變壓器耦合振盪電路。 R_1 、 R_2 、 R_3 是偏流電阻，用電流反饋偏流法穩定 3AG11 的工作點。另外，電容器 C_b 既保持

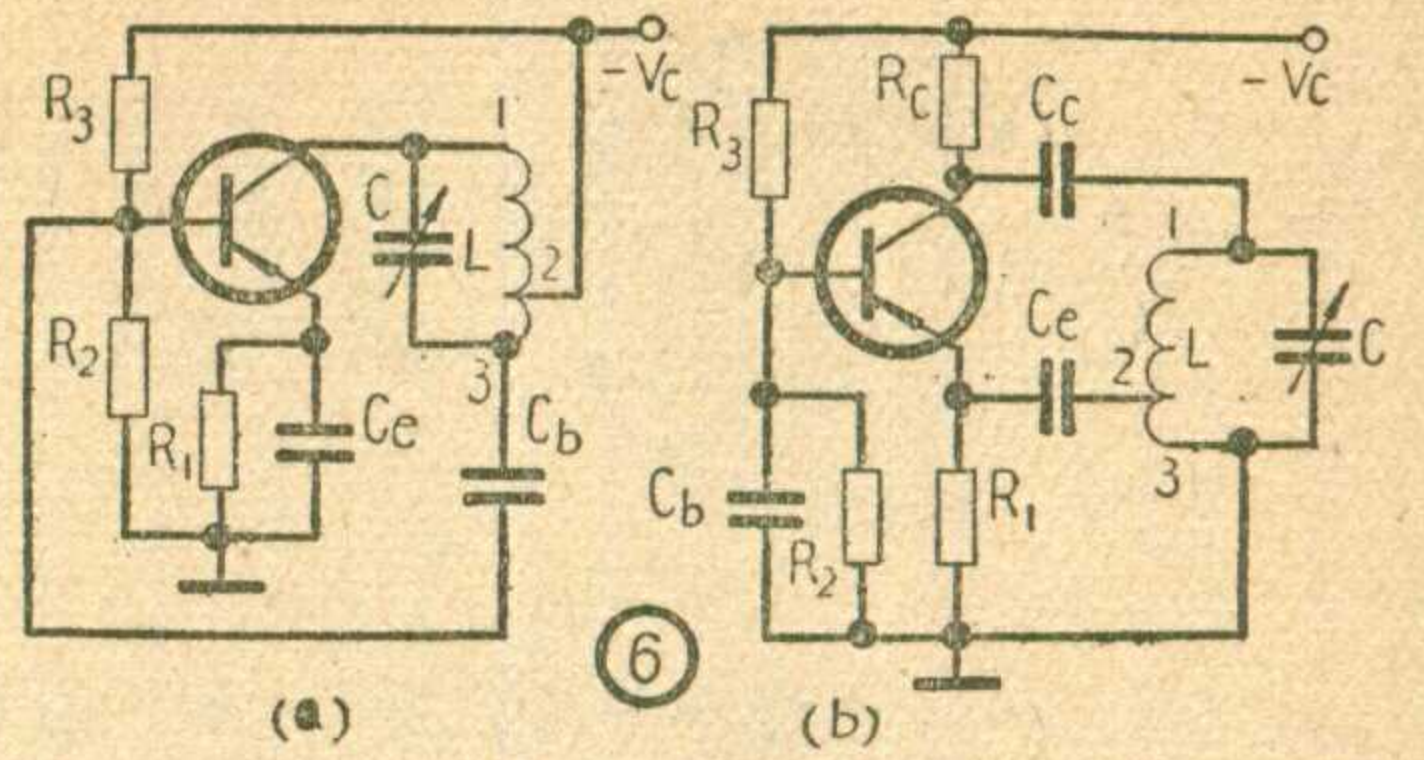
基極有一定的直流電位，又使基極處於高頻地電位（共基極電路），即可看作基極與回路繞圈的“1”端相接。 C_e 是隔直流電容，用以防止直流電源通過 L_1 下面一段將 R_1 短路，同時又提供一高頻通路（對高頻可視為短路），因此對高頻來說，發射極與回路繞圈的“2”端相接。顯然，振盪回路 L_1 C_1 是接在發射極與基極之間的，但又不是和整個回路相接，這是因為半導體管不同於電子管，它的基極與發射極之間加有正向偏壓，阻抗很低，直接和振盪回路並聯，會使回路的諧振特性大大變壞，發生振盪停止或振盪頻率極不穩定，以及幅度減小等毛病。採用抽頭連接後可免除以上各種毛病。大家一定也注意到很多半導體收音機用的中頻變壓器都有五根引出線，初級帶抽頭，這一方面是為了阻抗匹配，另一方面也是為了防止半導體管的集電極與發射極之間的阻抗和整個繞圈並聯後降低收音機的靈敏度和選擇性而採取的措施。

變壓器耦合反饋振盪器的振盪原理正像我們前面所講的：當回路中因電子騷動而引起一振盪時，振盪電壓加在半導體管的發射極與基極之間（輸入信號），被半導體管放大，在輸出端集電極所接反饋繞圈 L_2 中得到放大的振盪電壓，通過 L_2 與 L_1 之間的互感作用又反饋到發射極與基極之間（輸入端）。如果 L_1 和 L_2 的圈數和繞制合適，反饋足夠強的話，便能滿足振幅平衡和相位平衡條件，振盪便產生了，其頻率 f 等於：

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_1}}$$

也可以這樣解釋：反饋信號適時地補充了回路維持振盪所需的能量，使振盪能夠持續地進行下去。

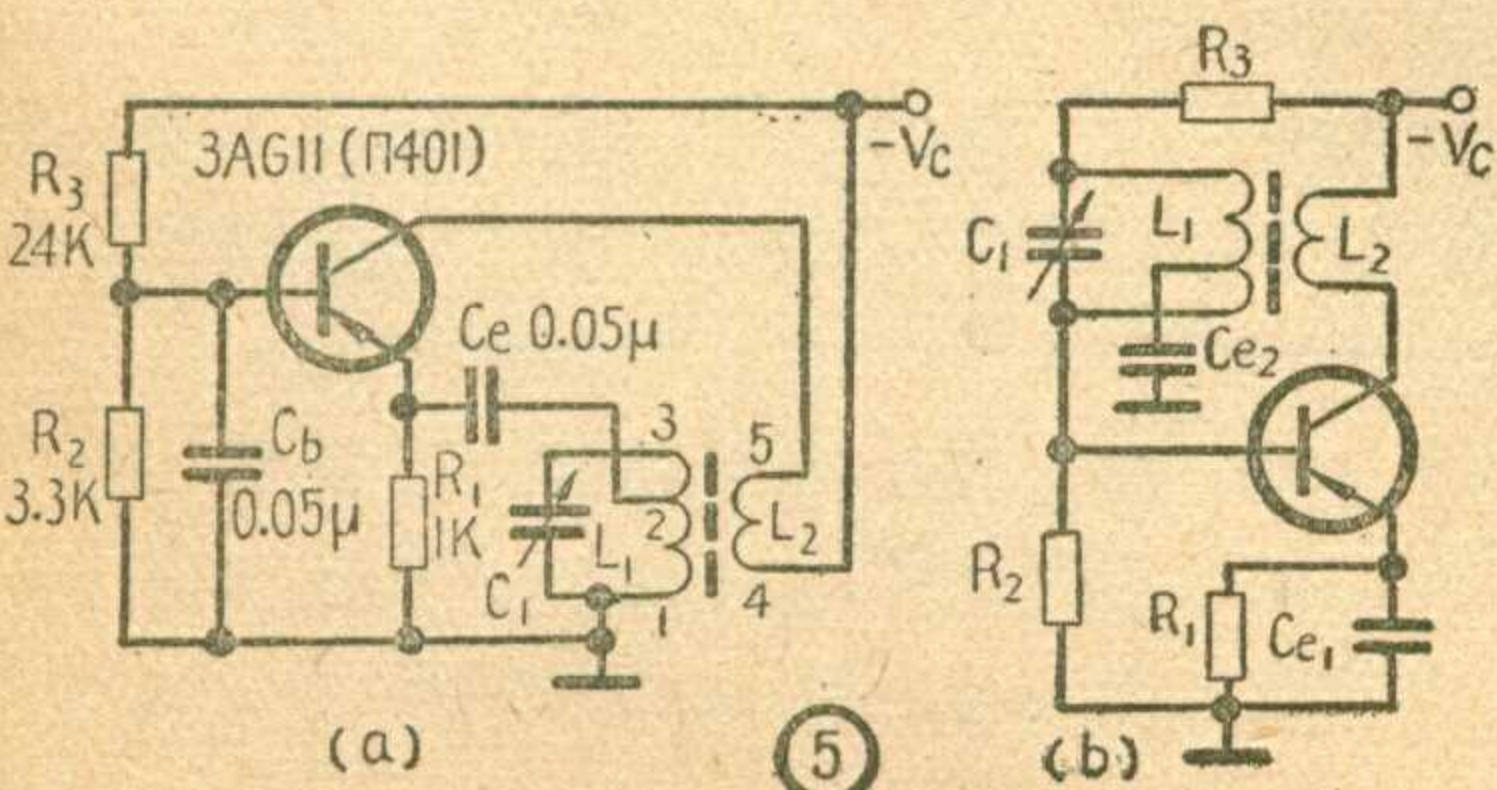
變壓器耦合反饋振盪器還有調基極和調集電極兩種。圖 3b 就是調集電極的，調諧回路接在集電極，反饋繞圈接在基極。圖 5b 是調基極的，回路接在基極與發射極之間（因



C_{e1} C_{e2} 對振盪頻率為短路），反饋繞圈接在集電極。它們的工作原理和調發射極的一種相同。

2. 自耦變壓器耦合振盪電路：或稱“電感三點”式或“哈脫萊”式振盪電路。圖 6a 為共發射極的這種振盪電路。其中的 R_1 、 R_2 、 R_3 是偏流電阻。對振盪頻率而言， C_e 可看作短路，故發射極等於接地，並通過電源接到繞圈“2”端。 C_b 對振盪頻率亦可看作短路，故基極通過 C_b 接到回路繞圈的“3”端。因此，振盪回路是接在集電極與基極之間，反饋繞圈是回路繞圈的一段（2—3），通過這段繞圈將反饋信號送入回路，所以稱為自耦變壓器耦合振盪電路。從另一個角度看，回路繞圈的三個端點分別和半導體管的三個電極相連接，所以又稱“電感三點”式振盪電路。

回路振盪電壓通過 L_{2-3} 反饋到輸入端，加以放大後補償回路的能量損失，使振盪得以維持。振盪頻率決定於 L 和 C 的大小， L 固定，調節電容 C 可在一定範圍內改變振盪頻率。改變抽頭 2 的位置，可控制振盪幅度，抽頭高，振盪強，幅度大。不過應注意，抽頭太低（反饋圈太少）不易起振；而抽頭太高（反饋太強）頻率不穩定。圖 6b 是一個共基極的電感三點式振盪電路。適當選擇 C_b ，可使基極為高頻地電位。 C_e 是隔直流電容，用以防止集電極通過繞圈接地，得不到電源電壓。 C_e 的電容量應選得保證它對振盪頻率為短路。 C_e 的作用和 C_b 相似，用以保持發射極有一定的直流電位。 R_e 的作用是保證集電極處於交流高電位，不至被直流電源的低內阻短路。回路接在集電極與基極之間，抽頭“2”通過 C_e 與發射極相通，反饋繞圈是回路繞圈的 2—3（下轉第 25 頁）



牡丹 8402 型八管半导体收音机

严毅 朱达

牡丹牌 8402 型半导体收音机是袖珍式两波段超外差式收音机，其所有指标均达到国家二级收音机的要求。该机具有灵敏度高、选择性好、音质优美、性能可靠和外形美观等优点。同时它的体积小、重量轻，不仅适宜于一般家庭、人民公社、机关俱乐部使用，对于旅行、登山及其他流动职业者更为方便。另外，该机在电源消耗方面设计得比较好，用电省，因此也很适合于林场、牧区及其他无交流电源地区使用。

一、主要性能指标

1. 频率范围：中波 535~1605 千赫
短波 3.9~12 兆赫
2. 中频频率：465±3 千赫
3. 灵敏度：中波不劣于 1.5 毫伏/米
短波不劣于 200 微伏
4. 选择性：1000 千赫偏调±10 千赫时不小于 20 分贝
5. 不失真输出功率：不小于 60 毫瓦
6. 整机频率特性：400~3000 赫不大于 7.5 分贝
7. 整机非线性失真：400 赫不大于 10%
400 赫以上~2000 赫不大于 7%
8. 自动增益控制作用：当输入信号变化 26 分贝时，输出变化不大于 6 分贝
9. 电源消耗：无信号时不大于 66

毫瓦

额定输出时不大于 250 毫瓦

10. 电源电压：额定值为 6 伏。

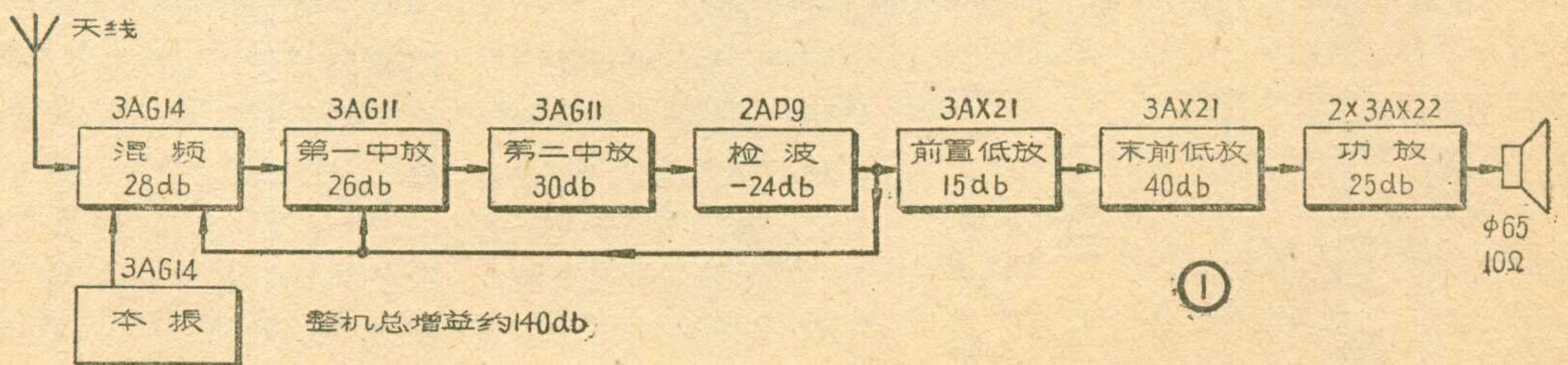
二、电路原理简介

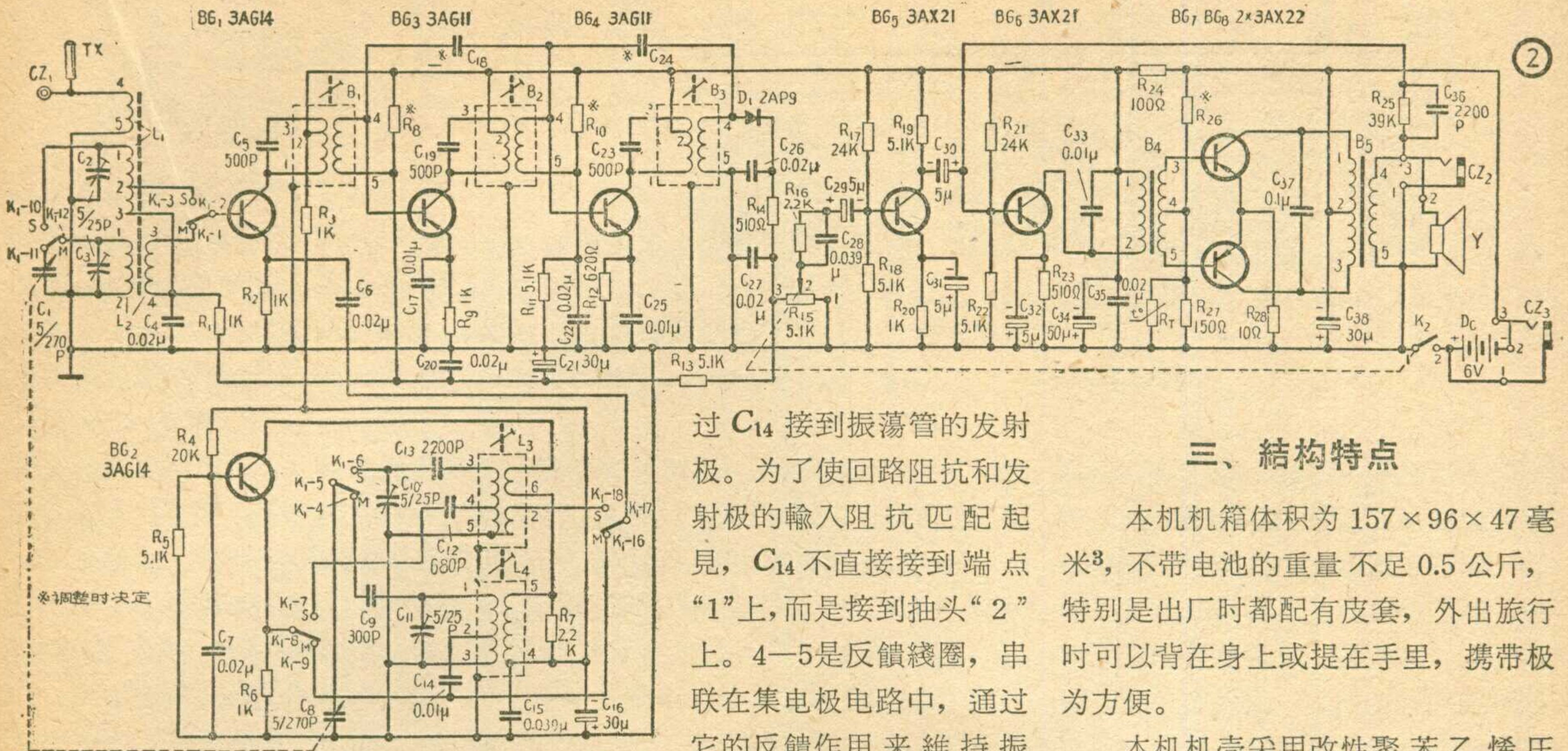
本机采用超外差式电路，其方框图如图 1 所示。包括一级混频、二级中频放大、一级检波、二级前置低频放大及一级推挽功率放大，另外还有一个本机振荡器。自动增益控制同时控制混频和第一中放级。全机总增益共约 140 分贝左右。

图 2 为本机电原理图。混频管 BG_1 采用合金扩散型高频管 3AG14 ($\Pi 403A$)，部分产品采用 3AG24 (3G1D)，其工作电流 (I_c) 由调整电阻 R_8^* 控制在 0.6 毫安左右。混频级的增益约为 28 分贝。二级中频放大管 BG_3 、 BG_4 均采用合金扩散型高频管 3AG11 ($\Pi 401$)，部分产品采用 3AG21 (3G1A)。它们的工作电流分别由调整电阻 R_8^* 、 R_{10}^* 控制在 0.4 和 0.9 毫安左右。二级中频放大的增益分别达到 26 和 30 分贝。 R_8^* 在这里同时控制混频级和第一中放级的工作电流，主要是为了适应自动增益控制电路的需要。电容器 C_{18}^* 和 C_{24}^* 是中和电容，其目的是为了抵消中放管集电极电容 C_c 造成的内部反馈，使中放级工作更为稳定。这两个电容的容量在 10~40 pF 之间，应根据 C_c 的数值来选定。为了保证收音机的中频稳定性和足够高的灵敏度，同时尽可能地缩小整机体

积，本机中放级采用三个单调谐回路。其回路电容为 500 pF。线圈的圈数比和 Q 值经过精心设计，使两级中频放大器的总增益达到 56 分贝，三个中频变压器的选择性达到 20 分贝。在这基础上还保证了足够宽的通频带，因此选台清晰、方便，音质也比较优美。检波管采用点接触二极管 2AP9。检波后的音频信号经 R_{14} C_{27} 以及 R_{13} C_{21} 二级滤波后，由所得的直流分量同时控制混频管 (经 R_1) 和第一中放管的直流工作点，起自动增益控制作用。由于同时控制两级，因此自动增益控制作用比较强。

检波以后的音频成分经过一个由 R_{16} 、 C_{28} 组成的高音提升网络送到前置低放管 BG_5 的基极。这个网络对高频电流来说主要通过 C_{28} ，呈现的阻抗很小，但对低频电流来说主要通过 R_{16} ，呈现的阻抗较大。因此相对来说送到 BG_5 基极去的高频电流就比较多一些，即提升了高频，这样可以改善整机的频率特性。二级低频前置放大管 BG_5 、 BG_6 均采用合金结低频管 3AX21 (1G2A)，部分产品采用 3AX23 (1G2C)，其工作电流分别由 R_{17} 、 R_{21} 控制在 0.7 和 1.3 毫安左右。功放级采用乙类推挽输出，其优点是无信号时电流小、效率高。推挽级管子采用合金结低频管 3AX22 (1G2B)，部分产品采用 3AX24 (1G2D)。两管的无信号电流由 R_{26}^* 控制在 2.5 毫安左右。这一级在工作点的温度稳定方面设计得比较





三、結構特点

本机机箱体积为 $157 \times 96 \times 47$ 毫米³，不带电池的重量不足 0.5 公斤，特别是出厂时都配有皮套，外出旅行时可以背在身上或提在手里，携带极为方便。

本机机壳采用改性聚苯乙烯压制，比普通塑料具有更高的强度，因此外壳比较坚固，能适应旅行等场合下使用的需要。机壳前脸上部配有金属度盘；下部配有金属拉网。其上还缀有镶嵌珐琅的鎏金“牡丹”商标。这些零部件经过精心设计，在制作方法上采用了多种新工艺。配在一起，使整机的造型显得美观大方，色彩调和悦目。

本机共有两个控制旋钮，度盘左侧为音量控制器和电源开关；右侧为频率调谐。波段开关位于机箱右侧下方，开关钮扳上为中波，扳下为短波。由于机内装有磁性天线，在收听中波广播时不需加接外接天线；在收听短波时可以拉出机箱上方的拉杆天线，起辅助接收作用。如欲得到更满意的收听效果，还可以加接外接天线（机器出厂时备有此附件）。外接天线插孔 CZ₁ 位于机箱右侧上方。

本机使用四节 5 号电池。为了便于使用各种型号的电池，在机箱顶部装有外接电源插孔 CZ₃，可接入任何 6 伏的直流电源，此时机内电池自动断开。在机箱顶部还备有耳机插孔 CZ₂，当耳机接通后，机内扬声器将自动断开。

为了减少整机体积，机内全部采用国产超小型元件，并采用了印刷电路板。绝大部分元件都安装在印刷电路板上，结构比较紧凑、牢固。在焊接

过 C₁₄ 接到振荡管的发射极。为了使回路阻抗和发射极的输入阻抗匹配起见，C₁₄ 不直接接到端点“1”上，而是接到抽头“2”上。4—5 是反馈线圈，串联在集电极电路中，通过它的反馈作用来维持振

荡。振荡信号取自振荡管发射极，通过 C₆ 注入到混频管发射极。R₇ 在这里起降低振荡幅度的作用，同时也均衡了整个波段内的振荡强度。

短波段和中波段的电路结构基本上可以对应。在短波段振荡线圈中，3—5 是主振线圈。C₁₃ 是垫整电容器。C₁₂ 是发射极耦合电容器（原为 700pf 聚苯乙烯电容，现改用 680pf 云母电容）。C₁₀ 是补偿电容器（新产品改用 7/30pf 拉线微调电容）。1—6 是反馈线圈。与中波段电路所不同的是多了一个将振荡信号耦合到混频管去的线圈 2—5。在这里采取和中波段不同的耦合方法，是为了减轻主振线圈的负载，以便改善振荡波形，同时可以使整个波段内振荡更均匀一些。

本机振荡管 BG₂ 也采用合金扩散型高频管 3AG14 (Π403A)，有部分产品采用 3AG24 (3G1D)。工作电流由 R₄ 控制在 1 毫安左右。振荡电路采用共基极电路，并利用回授线圈耦合来产生振荡。注入到混频管发射极去的振荡电压中波约为 150~200 毫伏，短波约为 250~300 毫伏。这正好保证混频级得到最高的增益。同时欠压特性较好，当电源电压大约降到 3 伏时，振荡器才开始停振。显然，这对电池的充分利用，同样也是有利的。

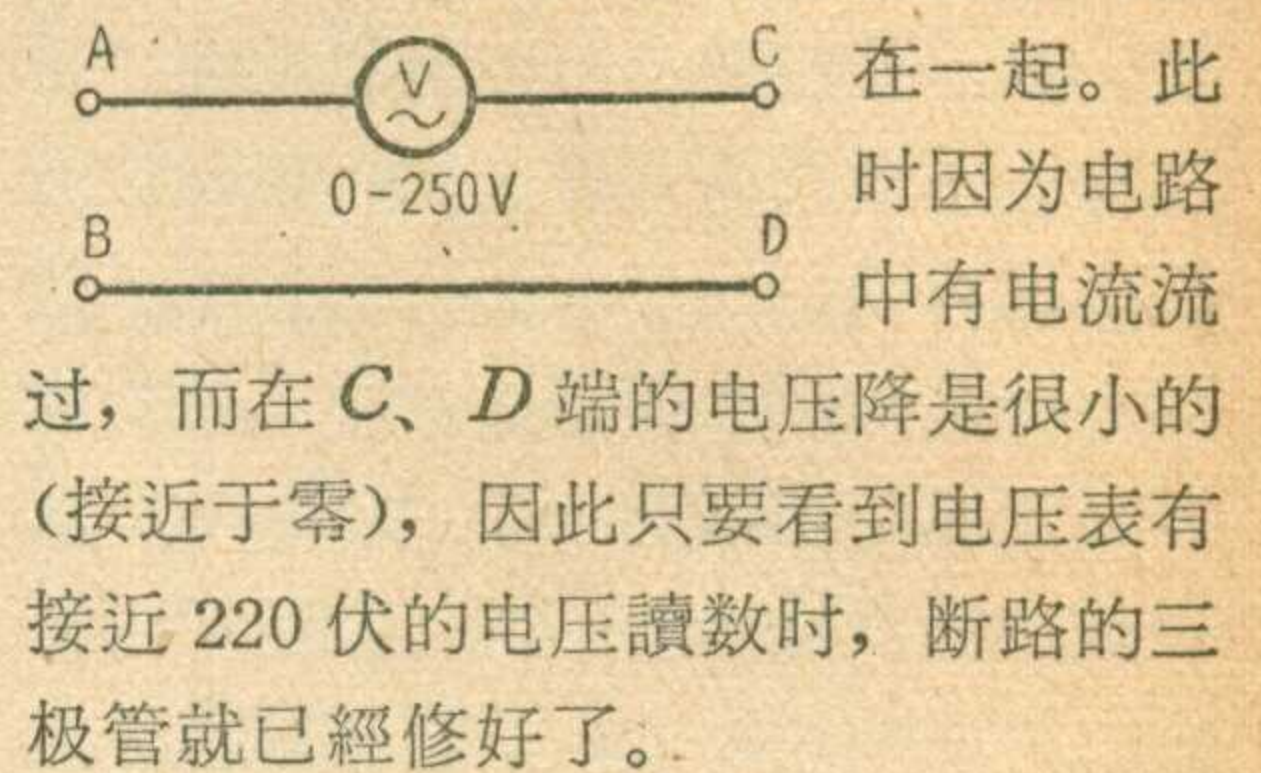
讲究，采用热敏电阻，作为基极下偏流电阻的一部分，它保证温度在 -25°C 到 $+40^{\circ}\text{C}$ 的范围内变化时，推挽级的无信号电流不会有显著的改变，从而使收音机在各种环境温度下工作也不致发生声音失真，或功放管损坏等弊病。为了改善音质和减少低频部分失真，在扬声器与第二低放管基极之间，还接有一个由 R₂₅ 和 C₃₆ 组成的负反馈网络。同时在生产时推挽二管还经过配套，这样低频部分的失真可以控制在 2% 以下（额定输出时）。此外，本机在电源消耗方面作了较多的考虑。首先输入和输出变压器均采用坡莫合金的铁心，不仅体积小，而且效率也高。在同样的输出功率下可以比普通硅钢片节省一些电源的消耗。另外推挽管的负载阻抗设计得较高 (500Ω)，这样，收音机在额定输出时其实际电源消耗不超过 200 毫瓦，即使在最大输出 (180 毫瓦) 时电源消耗也不超过 250 毫瓦。这对延长小电池的寿命是很有利的。

本机振荡部分采用共基极振荡电路，并利用反馈线圈耦合来产生振荡。这种电路的特点是振荡稳定、均匀、谐波很少。其中波段本振线圈 L₄ 中，1—3 是主振线圈，它和可变电容器 C₈、垫整电容器 C₉ 和补偿电容器 C₁₁（新产品改用拉线微调，容量改为 7/30pf）组成振荡回路。这个回路通

修理断路 半导体管簡法

半导体三极管失效，除电結击穿以外，很多情况下是因电极与引綫間出現断路現象。这种失效的半导体管，多数可以修复。

这里介紹一个簡單的修理断路半导体三极管的方法。取0~250伏交流电压表一只（可用万用电表的交流电压档），按图連接，在C、D两端接上三极管断路的两个极，然后在A、B两端接上220伏交流电源。当三极管的两个极为开路时，电压表无讀数，此时电路中无电流流过，C、D端电压等于A、B端电压。由于这时C、D端也有220伏的交流电压，如果断路三极管两个开路极之間間隙是很小的，則在开路的两个极間便会产生电火花現象，使两个极重新焊接



在一起。此时因为电路中有电流流过，而在C、D端的电压降是很小的（接近于零），因此只要看到电压表有接近220伏的电压讀数时，断路的三极管就已經修好了。

这种方法也适用于开路的半导体二极管。操作时要注意先将半导体管接到C、D端上，再将A、B两端接通电源，以保证安全。（李士鈞）

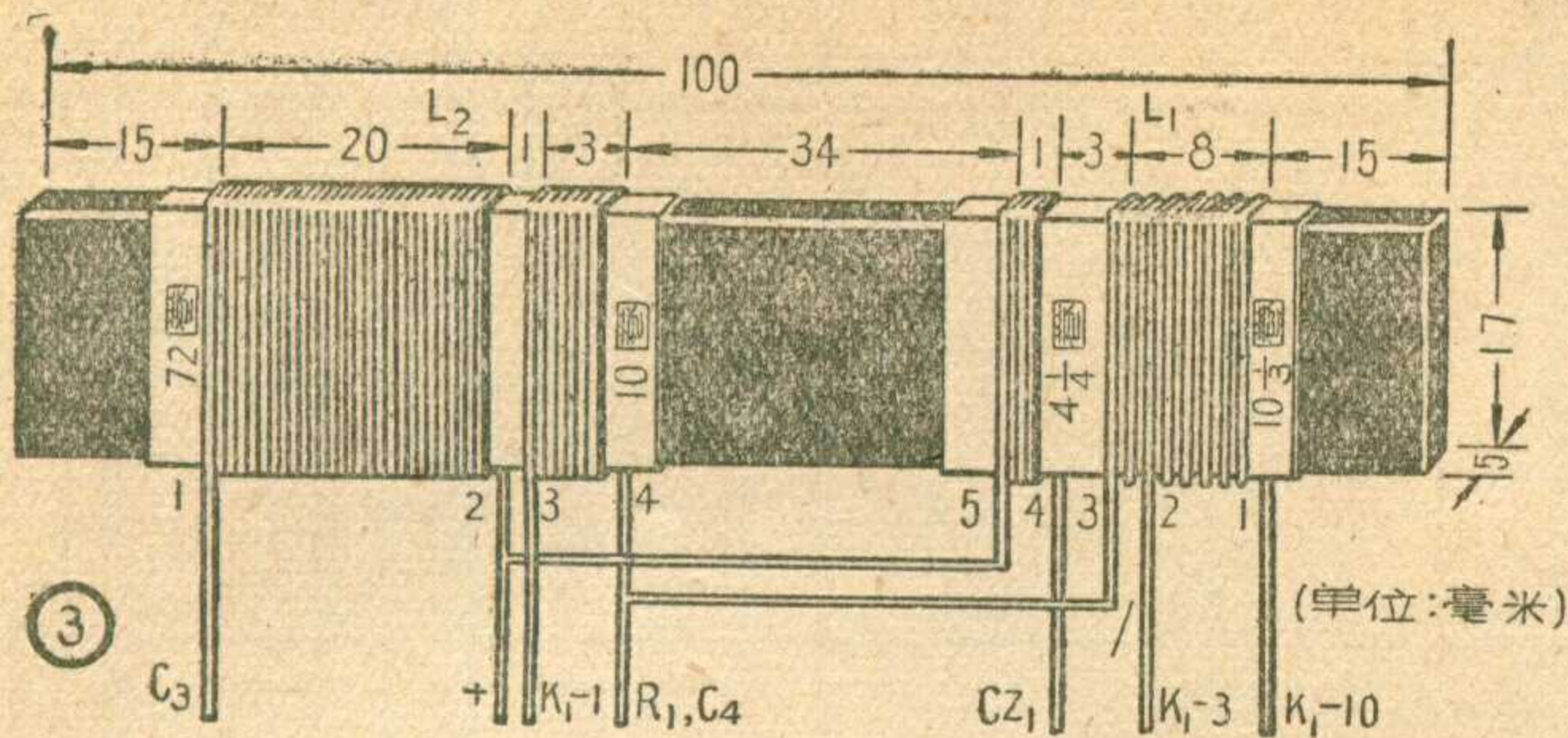
（上接第25頁）

为200毫伏，比室外还大。这可能是由于电力綫在其沿途吸收了电波而在室內形成二次輻射的緣故。后将电灯綫移开，讀数果然就又显著下降了。

这具場强計所测出的是天綫信号强度，还不是实际場强，所以测得数值还需換算。实际的电場强度E与天綫信号U之間有如下的关系：

$$E = U / l_{\text{有效}}$$

式中 $l_{\text{有效}}$ 为場强計天綫的有效长度，在广播段垂直天綫的长度远小于波长，可认为有效长度为实际长度之半，即 $l_{\text{有效}} \approx \frac{1}{2} l$ 。例如上面用 $l = 1.4$ 米的天綫，則 $l_{\text{有效}} = \frac{1}{2} (1.4 \text{米}) = 0.7$ 米。若测得信号强度为140毫伏，則 $E = 140 / 0.7 = 200$ 毫伏/米。



时采用了低温焊錫和小型电烙铁，以保证元件不致损坏。机心焊接完毕后，印刷电路板还經過絕緣漆的噴塗，不仅增加美观，同时也改善了防潮性能。本机机心采用反装的方式，即印刷电路板朝外，元件朝里。这样不仅便于检修，更主要的是增加了机內空腔体积，对改善音质极为有利。机內采用口径 $\phi 65$ 毫米的永磁式动圈揚声器，其阻抗为10欧姆。这种揚声器的頻率特性設計成馬鞍形曲綫，高、低音都适当兼顧。因此音质比較丰富优美。

四、主要元件数据及制作

1. 磁性天綫 (L_1, L_2) 采用 $100 \times 17 \times 5$ 毫米³的扁形铁淦氧磁棒，中、短波两用。綫圈骨架用酚醛紙压制。 L_1 为天綫綫圈和短波調諧綫圈，繞在同一个骨架上。短波調諧綫圈1—2之間占 $\frac{3}{4}$ 圈数，2—3之間占 $\frac{1}{4}$ 圈数。 L_2 为中波調諧綫圈及次級耦合綫圈。短波綫圈采用 $\phi 0.38$ 毫米漆包綫繞

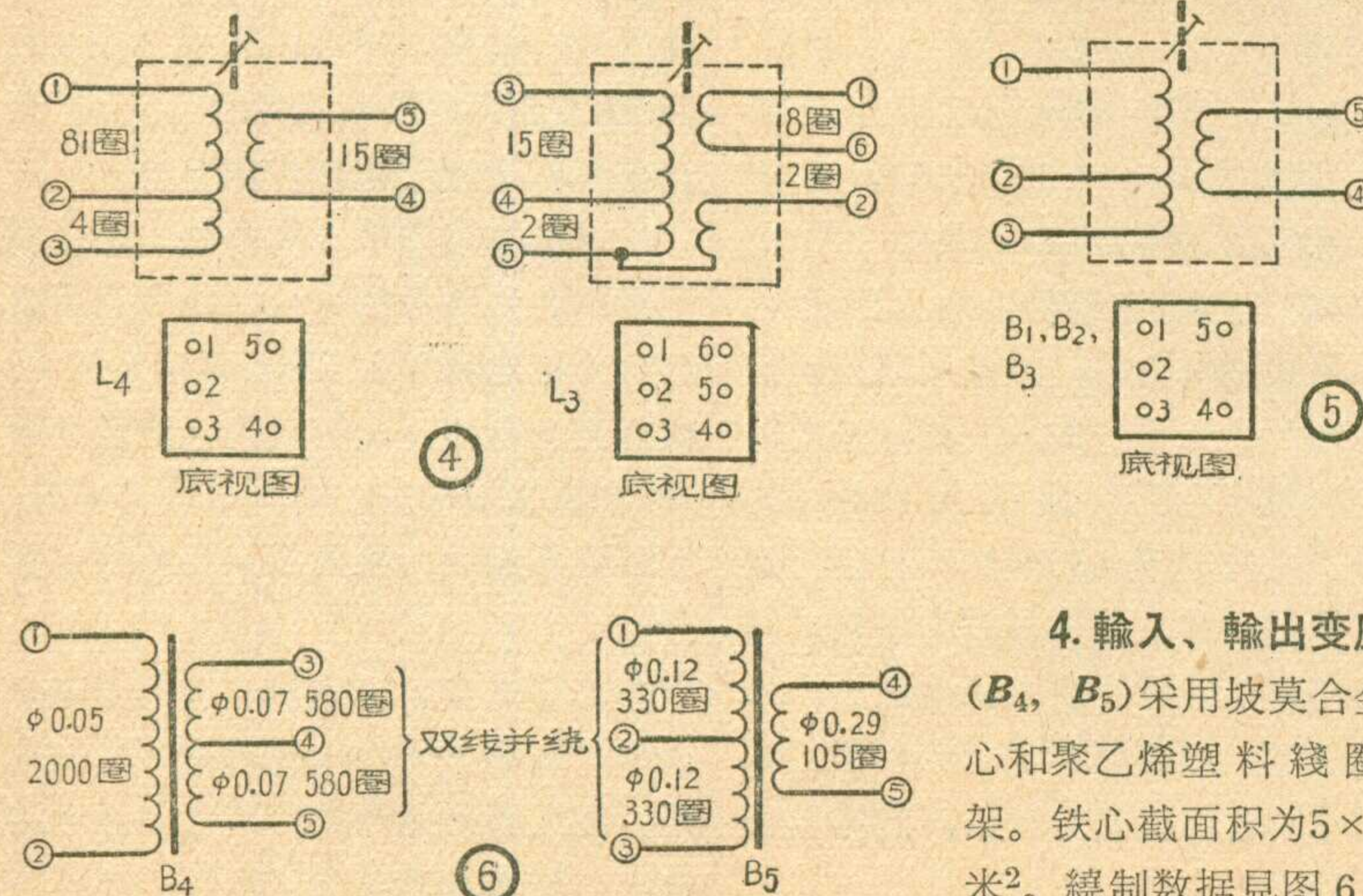
制；其余各綫圈均用 $\phi 0.16$ 毫米单絲漆包綫繞制，繞制数据参看图3。

2. 中、短波振蕩綫圈 (L_4, L_3) 分別采用102和103型小型方形振蕩綫圈，体积为 $10 \times 10 \times 12.5$ 毫米³。其外形和結構請参看本刊今年第五期第8頁图5甲。所有綫圈均采用 $\phi 0.12$ 毫米高强度漆包綫繞制，繞制数据参看图4。顏色标志：中波振蕩圈磁罩塗紅色；短波振蕩圈塗蓝色。

3. 中頻变压器 (B_1, B_2, B_3) 采用T-10A型小型方形中頻变压器。其体积、外形和結構均和振蕩綫圈相同。所有綫圈均采用 $\phi 0.081$ 毫米高强度漆包綫繞制。繞制数据参看图5和表1。

表 1

代号	磁罩顏色	圈数		
		1—2	2—3	4—5
B ₁	黃	55	65	12
B ₂	白	45	75	9
B ₃	黑	50	70	25



4. 輸入、輸出变压器 (B_4, B_5) 采用坡莫合金铁心和聚乙烯塑料綫圈骨架。铁心截面积为 5×5 毫米²。繞制数据見图6。

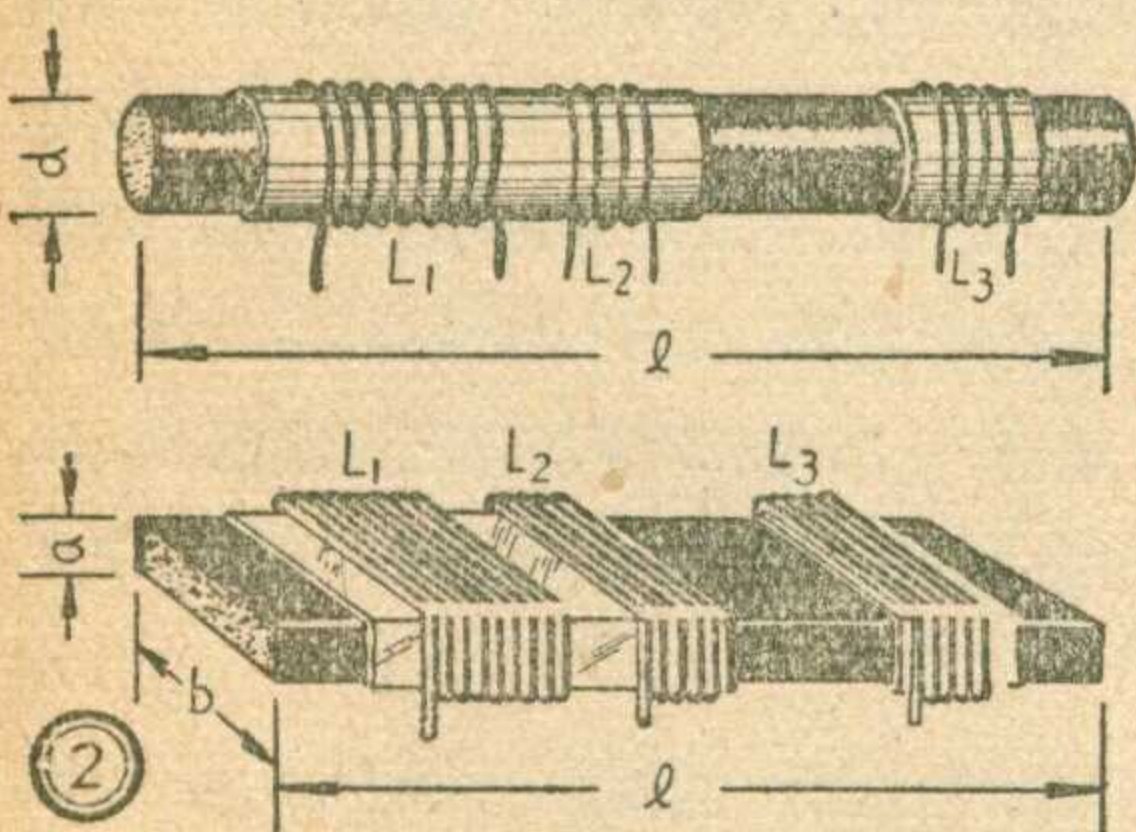
简单半导体管收音机的输入电路

秋 吟

从收音机的天线连接端到检波管或高放管，或者到变频管等下一级输入端之间的电路，称为输入电路（见图1）。它的作用是将需要收听的电台信号从天线所收到的许多电台信号之中选出来，其他不需要收听的信号则尽量地加以抑制。

输入电路的主要部分是一个由电感 L_1 和电容 C_1 组成的调谐回路，改变 C_1 或 L_1 ，对所要的电台信号调到谐振，回路中的电流最大，再经过 L_2 耦合到下级电路去；其他电台的信号则处于失谐状态，在回路中引起的电流很小，传送到下级的电流也很小，这样就起到选择电台和抑制干扰的作用。

简单的半导体管收音机一般只收听频率为 535~1605 千赫的中波电台，接收天线多采用磁性天线，以便于携带。磁性天线是一根磁棒，上面绕有线圈 L_1 （参看图2）。磁棒对电磁波的磁力线有很高的收集传导能力，而通过磁棒的磁力线是按电台信号而变化的，于是就在线圈 L_1 中感应出信号电流。线圈 L_1 和可变电容器 C_1 组成调谐回路，可变电容器的电容量可是以连续改变，于就能在整个频率范围内连续调谐到不同频率，从而能调谐到各个频率的电台上。



磁性天线的接收效率并不高，只相当于一根 1~2 米的室内天线，为了提高接收远地电台的能力，可以用室外较长的天线，经 L_3 耦合到调谐回路。

下面我们来讨论输入电路中各元件的设计和选用方法。

一、可变电容器

调谐回路中谐振频率 f 和电感 L_1 、电容 C_1 的关系是

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_1}}$$

若 L_1 固定， C_1 是可变的，它的电容变化范围就决定了可调谐的频率范围。因此一般半导体收音机所选用的可变

电容器，其最大和最小容量变化的范围应能保证 535~1605 千赫的频率范围都能调谐。谐振回路中电容变化与频率变化的关系是：

$$\frac{C_{\max}}{C_{\min}} = \left(\frac{f_{\max}}{f_{\min}}\right)^2,$$

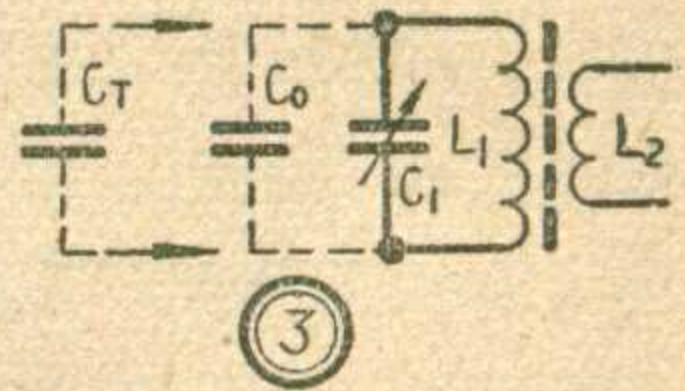
式中： C_{\max} 为回路中的最大电容量； C_{\min} 为回路中的最小电容量； f_{\max} 为最高谐振频率； f_{\min} 为最低谐振频率，这两个频率之比称为“复盖常数”。

令 $f_{\max} = 1605$ 千赫 (KHz)， $f_{\min} = 535$ 千赫，可以求出电容的变化范围应为：

$$\frac{C_{\max}}{C_{\min}} = \left(\frac{1605}{535}\right)^2 = 9,$$

即回路中最大电容应为最小电容之 9 倍。

市上出售的各种可变电容器其容量变化范围一般在 20~40 倍。例如，较小的一种薄膜介质可变电容器，容量 7~180 微微法 (pf)，其变化倍数就有 $\frac{180}{7} \approx 26$ (倍)，比上述所要求的倍数都大，是否适用呢？实际上，在电路中还有一些分布电容：例如，线圈的自身分布电容约有 2~5 pf；接线的分布电容约有 2~10 pf；下级电路输入电容耦合到调谐回路的分布电容约有 2~3 pf 等，总共有 10~20 pf 左右，叫它为 C_0 ，它和可变电容器并联在一起，见图 3。于是当可变电容器全部转进和全部



转出时，电路实际的最大电容量是 $C'_{\max} = C_{\max} + C_0$ ，最小容量是 $C'_{\min} = C_{\min} + C_0$ 。再以上述 7~180 pf 的可变电容器为例，设线圈分布电容为 4 pf，接线电容为 8 pf，下级电路输入电容耦合到初级的分布电容为 2 pf，于是 $C_0 = 4 + 8 + 2 = 14$ pf， $C'_{\max} = 180 + 14 = 194$ pf， $C'_{\min} = 7 + 14 = 21$ pf，故实际电容变化范围只有 $\frac{194}{21} \approx 9.2$ (倍)，刚好够用。但如果元件较大，接线较长，则分布容量也增大，这时就需要选用电容量变化更大一些的可变电容器，如 7~270 pf 或更大一些的，否则接收频率就不能包括 535~1605 千赫的规定范围，严重时，一些频率较低或较高的电台就收不到了。

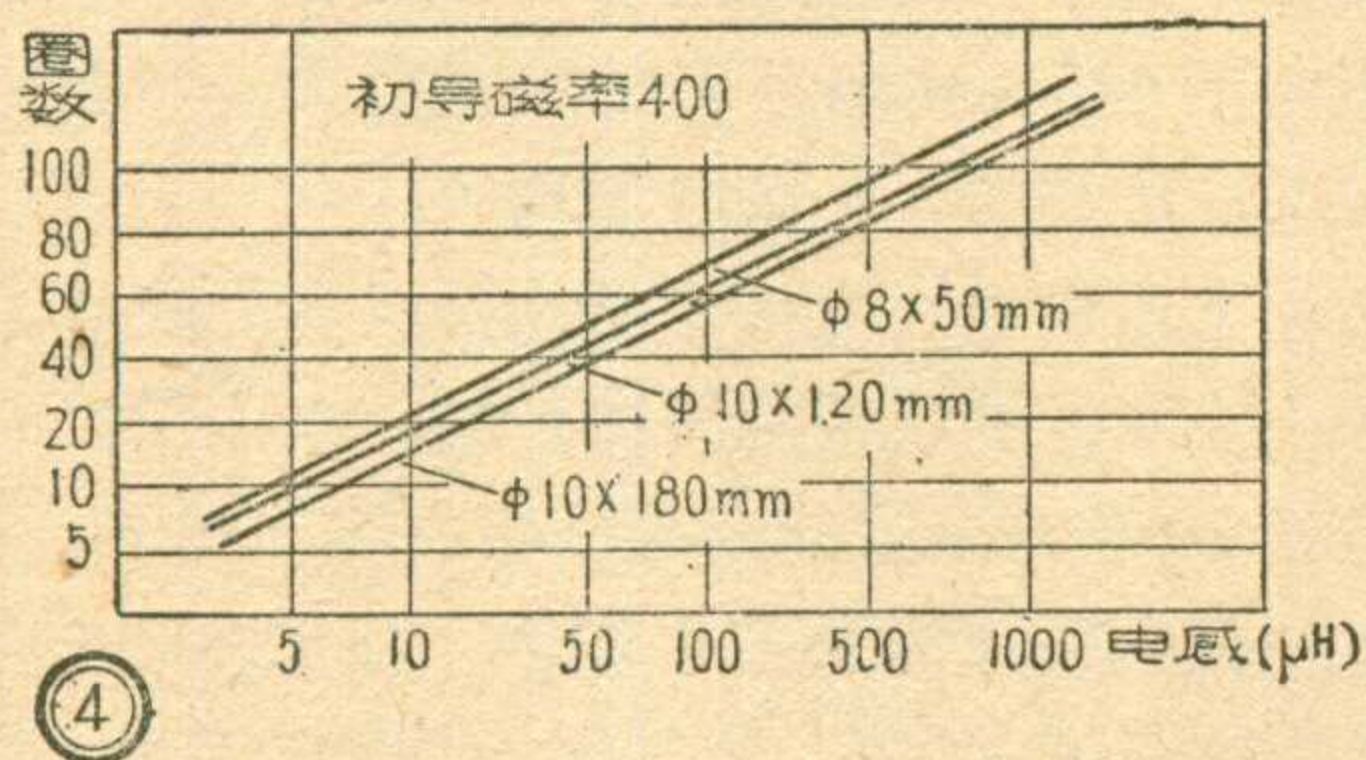
市场上出售的可变电容器种类很多，就是为配用各种体积大小不同的收音机而设计的。在体积较大的电子管收音机中，分布电容比半导体管机要大得多，所以要用容量变化范围较大的可变电容器，如 12~360 pf，12~460 pf，12~490 pf 等，半导体管收音机目前小型的较多，分布电容小，所以可变电容器的容量变化也小，有 7~180 pf，7~210 pf，7~270 pf 的薄膜介质可变电容和 8~260 pf，12~360 pf 等空气可变电容器，可根据

收音机不同的体积和分布电容来选用。不过在业余制作半导体管的条件下，手头所有的或能够买到的不一定符合要求，那也可以灵活应用。例如，若收音机本身较简单，灵敏度要求不高，只以收听本地电台为主，那么即使可变电容器容量变化范围不够，不能把整个规定范围的频率都能调谐到，但只要把本地或近地的主要电台都能收听到也就行了。如果机器的分布电容不大而用了容量变化倍数很大的可变电容器，则调谐到的频率可能大大超过所规定的范围，这样太宽的频率范围也没有用处，因两端没有什么电台可接收，而中间又显得调谐拥挤。一般在规定频率范围两端各有2~3%的余量也就合适。这时，可在可变电容器上再并联一只小电容 C_T ，(参看图3)。 C_T 相当于把分布电容加大一样，用来减小电路实际电容量变化的倍数。这个电容 C_T 可以由实验确定，大致是，当采用210~360pf时， C_T 约为5~10pf，当采用360~490pf时， C_T 约10~20pf。 C_T 最好应用半可变的微调电容器，但为了简单，也可以采用瓷管或聚苯乙烯薄膜的固定电容器。

二、磁性天线圈和调谐线圈 L_1

磁棒的材料目前常用的有二种：一种是初导磁率为400的Mn型锰锌铁氧体，呈黑色，工作频率较低而导磁率较高，适用于中波；另一种初导磁率为60的Ni型镍锌铁氧体，呈棕色，能工作于较高频率而导磁率较低，适用于短波。如果将Ni型用在中波，则接受效率比Mn型低。而Mn型用在短波，则因磁棒对高频的损耗很大，接受效率也很低。市场上所见的多数是Mn型的。磁棒尺寸有很多种类，主要是为了适应各种机箱大小的要求而设计的。普通有圆形和扁形二类(见图2)。一般市场上所见到的圆形棒有长70、100、140、160、170毫米等数种，直径都是10毫米，扁形的有4×13×55毫米、5×15×60毫米、4×16×60毫米、5×16×60毫米、4.5×17×100毫米等数种。

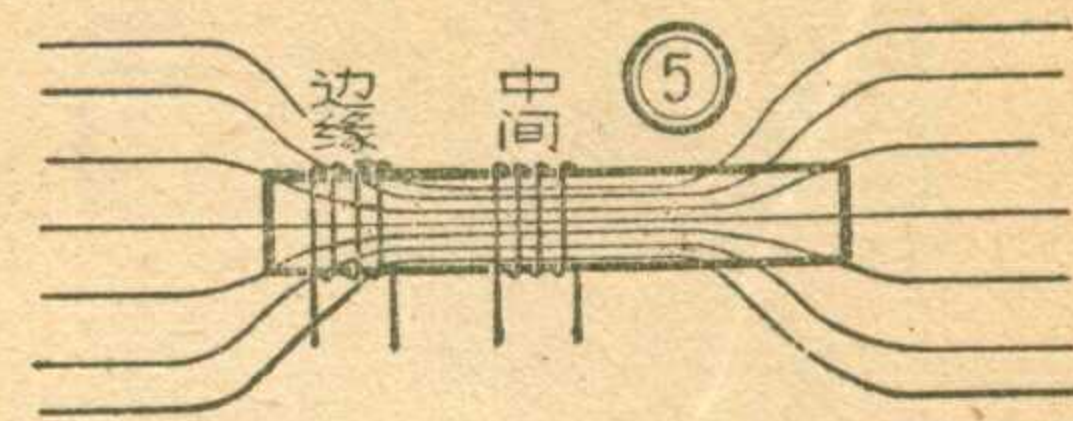
磁棒在同样直径时，长度愈长，接收效率就愈好；而在同样长度时，直径大的比直径小的接收效率稍稍好一些。扁形磁棒是为了适应小型收音机结构上紧缩的需要而设计的，它的作用与同等截面面积的圆形棒相同，



其等效直径： $d = 2\sqrt{\frac{ab}{\pi}}$ (a 、 b 是扁棒截面长、短边长度)。因此，在结构条件允许下，应尽量选用长的磁棒，

以获得较高的灵敏度。

当磁棒和可变电容器选定以后，就可以设计线圈 L_1 所需的电感量：



$$L_1 = \frac{2.53 \times 10^4}{C_{\max} - C_{\min}} \times \frac{k_G^2 - 1}{f_{\max}^2}$$

式中： L_1 的单位为微亨(μH)； C 的单位为微微法； f 的单位为兆赫(MHz)。 L_1 的范围大致在250~500微亨。 k_G 为复盖常数。根据 L_1 的大小和磁棒的尺寸从图4曲线查出所需的圈数。图4只给出三种磁棒尺寸的计算曲线；但其他尺寸的磁棒也可以从图估计出来。举一个例子：

设： $f_{\max} = 1605$ 千赫； $f_{\min} = 535$ 千赫；可变电容器 $C_{\max} = 180$ 微微法； $C_{\min} = 7$ 微微法；磁棒为扁形4×13×55毫米。

解：

$$k_G = \frac{1605}{535} = 3,$$

$$L_1 = \frac{2.53 \times 10^4}{180 - 7} \times \frac{3^2 - 1}{1.605^2} = 454 \text{ 微亨。}$$

磁棒等效圆面积直径

$$d = 2\sqrt{\frac{4 \times 13}{\pi}} = 8.14 \text{ 毫米。}$$

从图4中 $\phi 8 \times 50$ 和 $\phi 10 \times 120$ 两根曲线中间估计出 $\phi 8.14 \times 55$ 的磁棒，应绕圈数约90。

上述计算的圈数只是一个大约数值，加以同样的磁棒其导磁率有些不同时圈数也有出入，所以最好多绕几圈，在调试中确定圈数。一般售品的磁棒上有的已绕好线圈，购买时应问清楚是配合多大的可变电容器用的。

线圈的导线最好用5~15股的多股绞合丝包线，以提高 Q 值。如果没有多股线，则用0.35~0.5毫米的单股丝包线也可以。

绕法是用厚牛皮纸做成一个圆筒，稍稍紧套在磁棒上，但可移动，然后将导线单层密绕在纸筒上(参看图2)。电感量的大小与线圈在棒上的位置有关：当线圈位于棒中心时，流过线圈的磁通最多，有效导磁率最大，因而电感也最大；当线圈在棒边缘时，磁通有的不流过线圈，有效导磁率减小，故电感量也减小(见图5)。电感量最大和最小的变化可达1.2~1.8左右，利用这一特性，可以移动线圈作为调整电感量之用。提高有效导磁率对提高接收效率是有好处的。单从这点来看，线圈放在中心最好，但是线圈的有效 Q 值也与线圈的位置有关。在磁棒中心时 Q 值最低，在靠近边缘不远时 Q 最大，两种情况是矛盾的，一般是放在中心与边之间或稍再靠近边的地方，就能够兼顾 Q 值和有效导磁率，并且略为移动线圈时调整电感最为灵敏。(下转第20页)

新型 调谐指示管-6E2

刘 光 金

最近上海电子管厂试制成功一种新型的带式调谐指示管 6E2。这种指示管比一般使用的 6E5P 及 6E1 调谐指示管具有更高的指示灵敏度和优点，它的结构新颖，在收音机上采用时将使收音机的外形装璜形式更美观，将为大家所喜爱。

一、结 构

6E2 新型调谐指示管是一般九脚小型电子管，它由两部分构成：三极管部分与指示部分。管内有一个横截面近似三角形的共用阴极，两个部分分列于阴极前后两侧（见图 1 剖面示意图及图 2 内部结构图）。

三极部分由三角形阴极的底面、栅极和阳极组成，其作用与一般三极管相似。

指示部分包括阴极的两斜侧面；包围此阴极两侧面的空间电荷栅，它与阴极相连接，使阴极表面保持等电位，并限制阴极发射的电子流紊乱地打到四周。空间电荷栅的前面有一个阴极隔离屏（亦与阴极相连接），屏中央有一长方孔，使电子流通过长方孔后成为规则的电子束，此屏还有隔离三极管部分与指示部分相互影响的作用。屏的前面装置一楔形空槽的金属腔，使电子束不至打到四周管壁上，它与荧光屏同电位。金属腔左端侧面盖上一只屏框，框孔正对荧光屏，框孔的尺寸决定荧光屏光带的尺寸。荧光屏为长方形状，是将荧光材料涂敷在管壳内壁上形成。金属腔内还放有一个控制极（亦称偏转电极），它使电子运动轨迹发生偏转，在荧光屏上就显示出光带的张开与闭合。

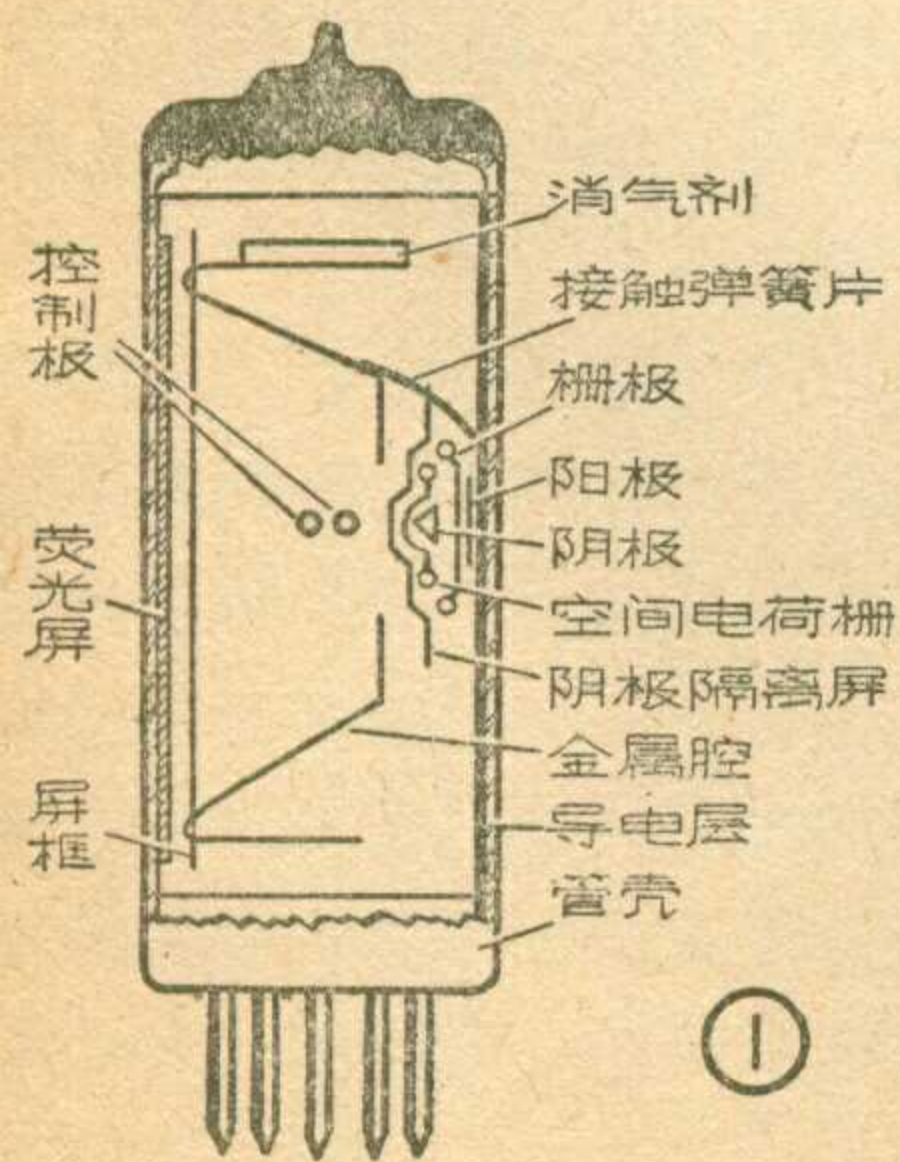
二、工作原理

当荧光屏上加有一定的对阴极为正的电压时，指示部分阴极发射出的电子流在阴—屏间电场的作用下，通过阴极隔离屏成为规则的电子束，并得到一定的能量，

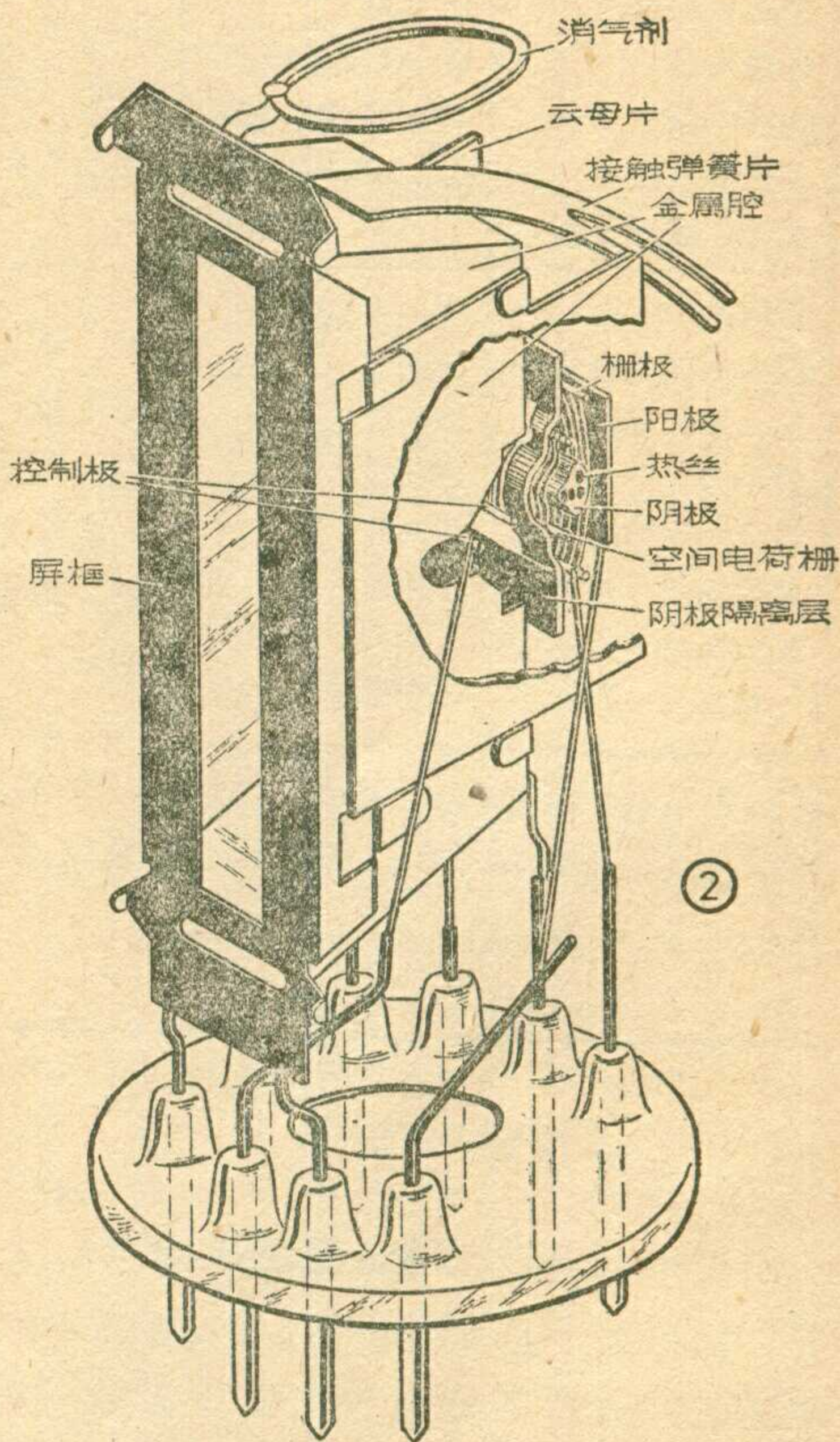
打到荧光屏上就使荧光质激发产生一条均匀的光带。如在金属腔内放置的控制极电位变化，金属腔内电场就发生变化，电子束运动的轨迹也随之变化。若控制极的电位低于所在位置的自 然电位，则电子束受到控制极电场的影响，分为向相反两方向偏转的两部分电子束，打

到荧光屏上，荧光屏的中间出现一段阴影区，两端各出现一小段亮区，这时荧光屏光带张开。若控制极的电位相当低，电子束运动轨迹受到偏转程度也就很大，电子束根本打不到荧光屏上，荧光屏整个部分均为阴影。

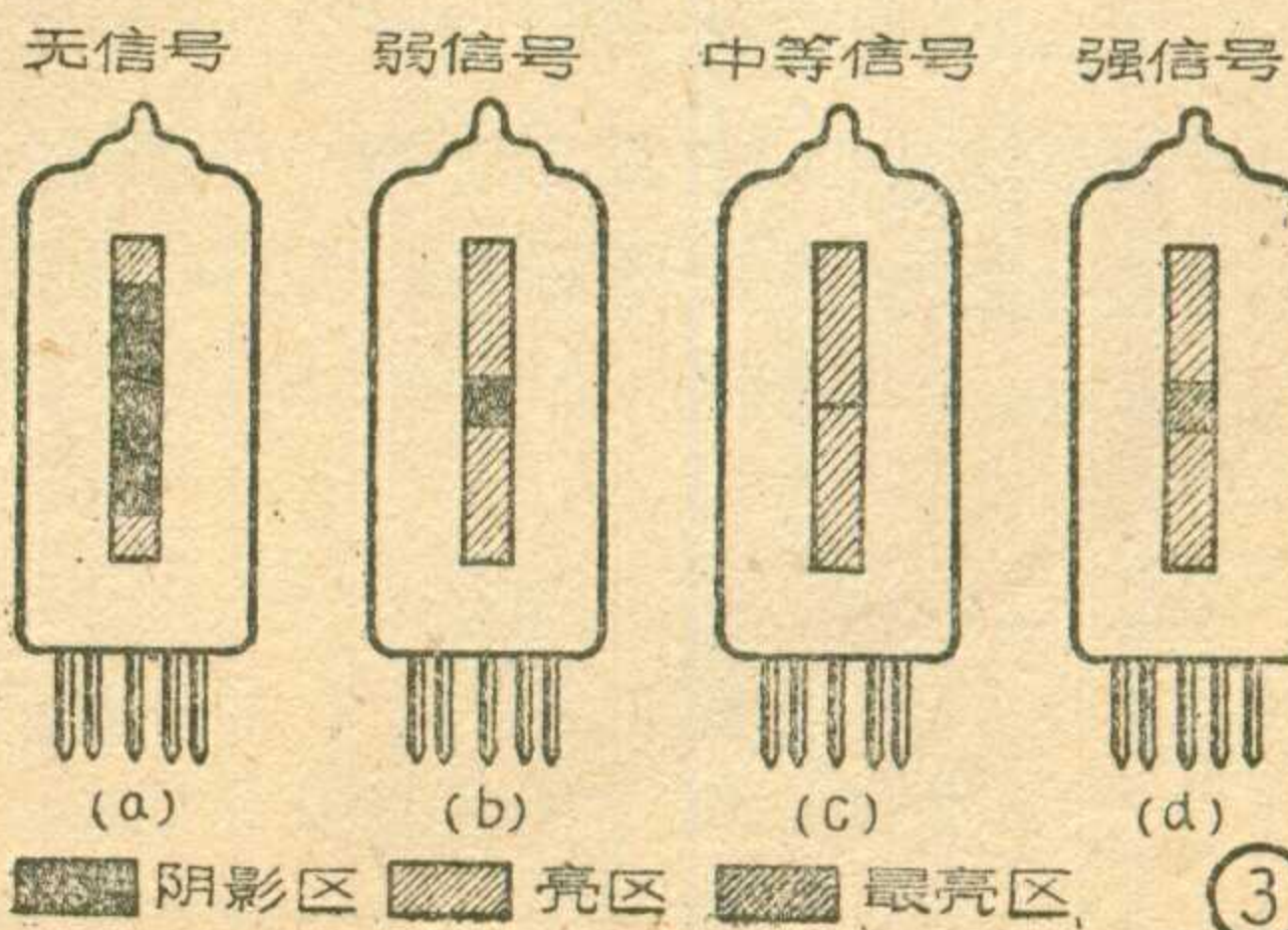
若逐渐升高控制极的电位到等于其自然电位时，电子束运动轨迹就不再受控制极电场的影响，轨迹方向不发生变化，此时在荧光屏上阴影区就消失，两端亮区增长到刚好相碰，荧光屏上出现一条均匀的光带，称为荧光屏光带闭合。如控制极电位高于其自然电位时，电子束运动轨迹就变为相向偏转的两部分电子束，且发生部分重迭，此时电子束打到荧光屏上，除出现一条光带外，还在光带中间出现一小段特别明亮的亮区，这种情况称为荧光屏光带交叉。



①



②



③

电性能数据	
热丝电压	6.3 伏
热丝电流	300 毫安
荧光屏电压	250 伏
阳极电源电压	250 伏
阳极负载电阻	100 千欧
栅极电路电阻	3 兆欧
栅极电压	0, -10, -15 伏
阳极电流	2.0, 0.5, 0.2 毫安
荧光屏电流	1.0, 1.8, 2.0 毫安
荧光屏张开长度	21, 0, -2 毫米
极限运用数据	
最大阳极电源电压	250 伏
最大荧光屏电压	250 伏
最小荧光屏电压	200 伏
最大阳极消耗功率	0.5 瓦
最大栅极电路电阻	3 兆欧
最大热丝与阴极间电压	±100 伏

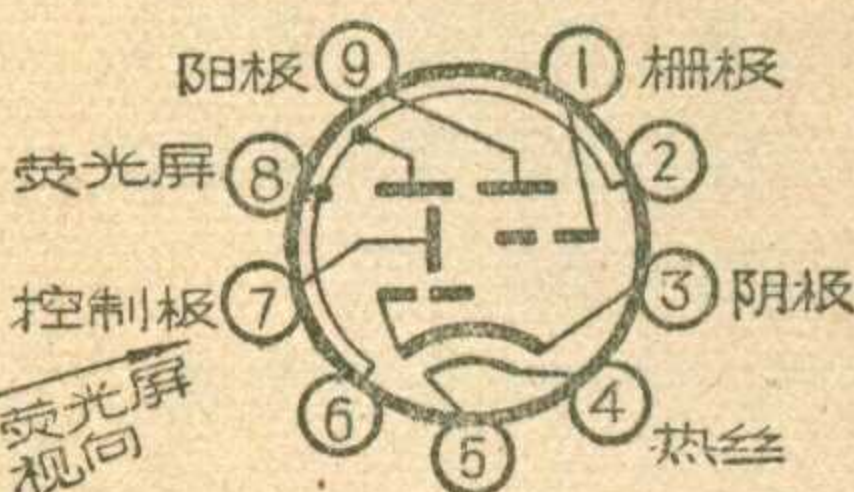
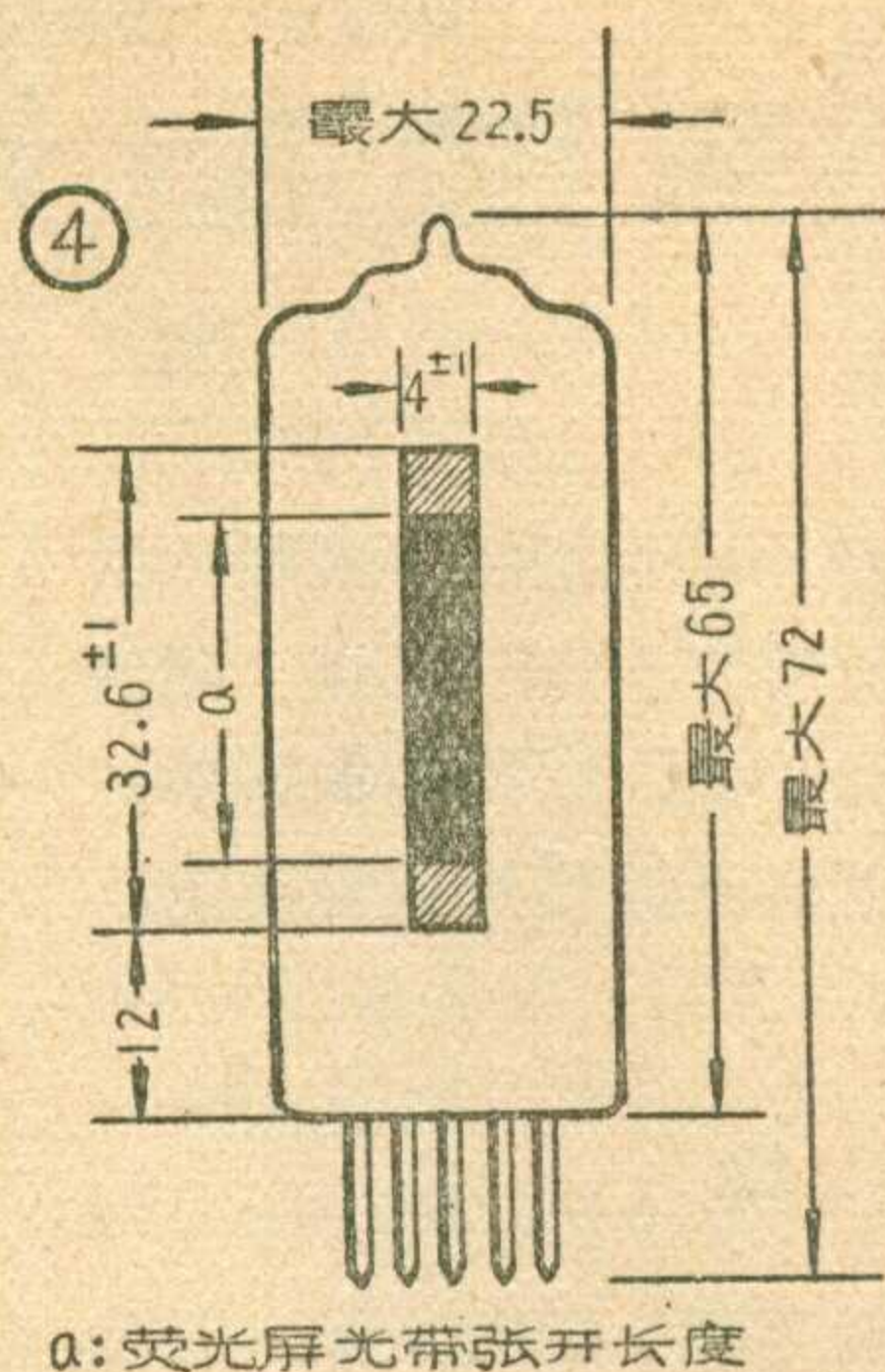
控制极电位的改变是通过三极管部分的作用得到的，其原理与6E1相似，但它是在管外将控制极与阳极相连接。不同信号强度时荧光屏闭合情况如图3所示。

三、特性

6E2的外形图和电极与管脚连接图如图4所示。电性能数据列于附表。特性曲线示于图5。

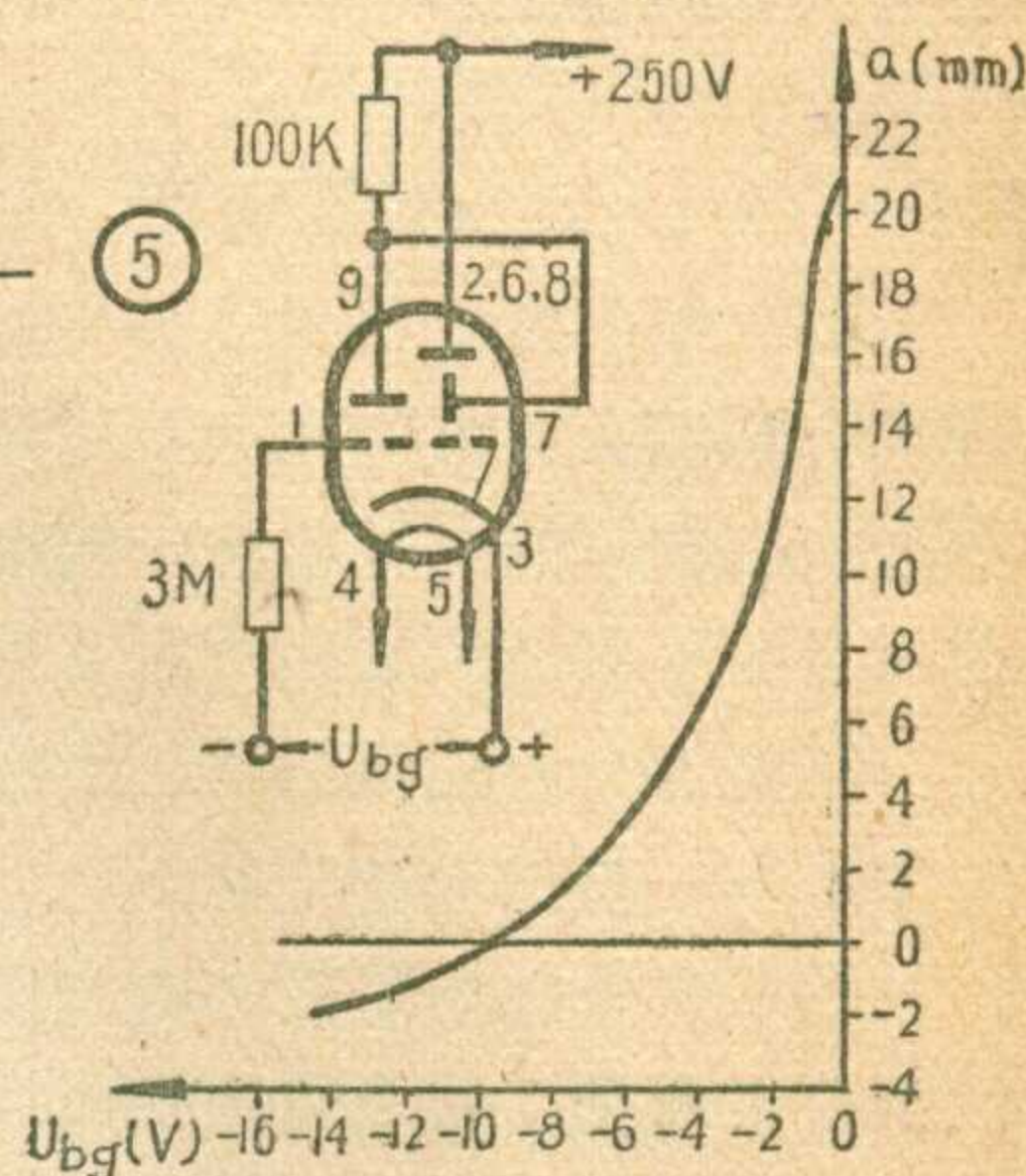
荧光屏特性：

该管荧光屏使用的荧光质是硫化锌铜，发光亮度高，发光颜色比硅酸锌锰柔和，经试验发光亮度寿命也比较长。



四、应用

1. 用作收音机的调谐指示。
2. 用作录音机的过调制指示。
3. 在管外附加一透明刻度板，校准刻度后，可用作电压测量及其他测量指示。



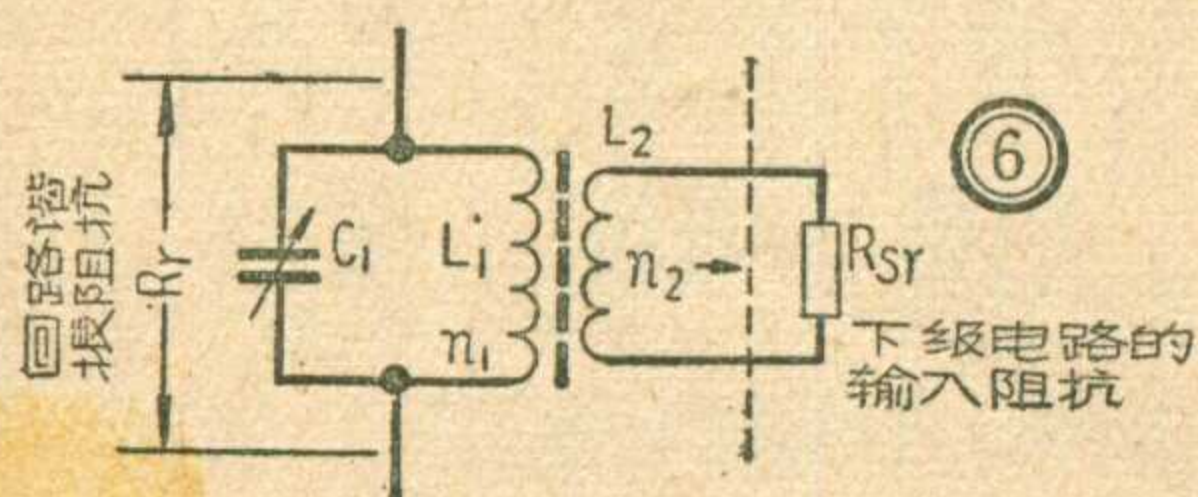
(上接第18页)

三、耦合线圈 L₂和 L₃

耦合线圈 L₂ 的作用是使调谐回路与下级电路的阻抗匹配。调谐回路在中波 1000 千赫时谐振阻抗约为 100 千欧，而下级电路的输入阻抗只有几千欧，如果将它们直接连接，调谐回路相当于被并联了一只几千欧的低电阻，Q 值将大大下降，因此要经过变压器来转换阻抗。L₂ 的圈数比 L₁ 少得多，下级电路的低阻抗经过升压关系，就变为高阻抗了。我们知道，当负载与电源内阻相等时，从电源传送到负载的功率最大。根据这个道理，我们将 L₁ 和 L₂ 的圈数比做得使下级输入阻抗经过变压器变换得和调谐回路的谐振阻抗相接近。阻抗与圈数比的关系是：

$$\frac{n_2}{n_1} = \sqrt{\frac{R_{sr}}{R_r}}$$

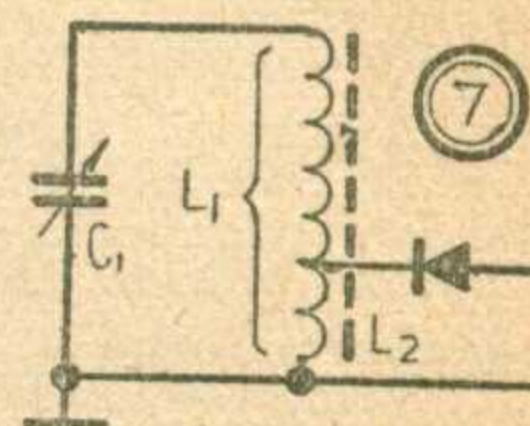
式中：n₁和 n₂分别是 L₁ 和 L₂ 的圈数（见图6）；R_r是调谐回路的谐振阻抗，它是随回路电感、Q 值及工作频率而异，简单设计时可取为 100 千欧；R_{sr}为下级电路的



输入阻抗，也是随下级电路的种类和输入电压的高低等而

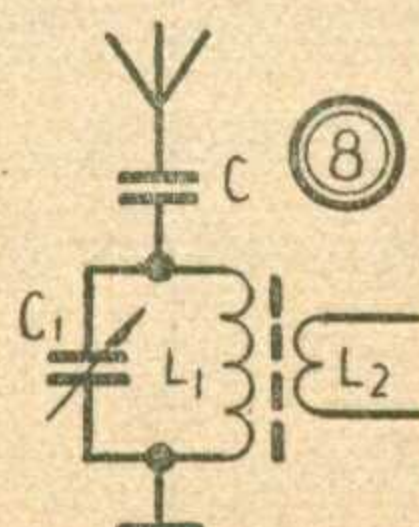
异，一般可取为 1~3 千欧。

在实际制作中，n₂大致为 n₁ 的十分之一左右，n₂ 的圈数少一些，调谐回路的 Q 值较高，选择性较好，但通频带变窄，音质较差。如果是超外差式收音机，通带太窄会使统调困难。n₂ 的圈数多一些，则与上述情况相反。在装置时 L₂ 可固定在 L₁ 的旁边。在直接放大式收音机中，L₂ 可紧靠 L₁，以减少耦合损耗；在超外差式机中为照顾统调，L₂ 最好离开 L₁ 有 5~10 毫米。



L₂ 也可以用抽头的自耦变压器形式（见图7）。圈数计算方法相同，L₂ 不另外加圈，只在 L₁ 中抽出头来，它们的效果也基本相同，不过用单独的 L₂ 时调整比较方便，可以移动 L₂ 的位置来调到最佳的状态，而用抽头调整则较麻烦。

室外天线可用线圈 L₃ 耦合至调谐回路的 L₁，它们的耦合愈紧，灵敏度愈高，但是天线的阻抗引入到调谐回路的损耗也增大，使 Q 值下降，选择性低落，因此一般



采用较弱耦合。L₃ 大约绕 3~5 圈，与 L₁ 离开较远一点，在实验中调整确定。外接天线也可以采用电容耦合，见图8，用一只 5~10 pf 的电容器即可。

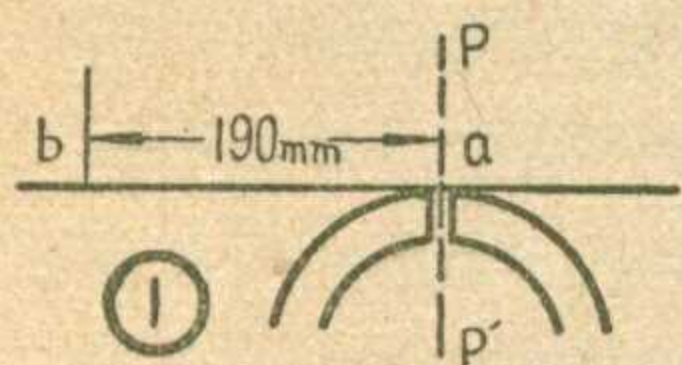
录音机测速带的简易制作

鲁宝林

录音机上磁带的运转，有95毫米/秒、190毫米/秒、380毫米/秒等几种速度。一部录音机的带速一般出厂前是经过校准了的，但是机器经过长期使用，时间久了就会出现不准的现象。这种速度畸变，严重时会影响录制节目的质量，尤其对于录制音乐节目，或是录音和放音不是使用同一部机器的时候，问题不容忽视。

带速的畸变多因录音机机械部分的轴件磨损，零部件松动或失灵，或是电动机有了故障而产生的。怎样能够判断某一台录音机的速度是快了还是慢了？我们可以按照它的速度规格（说明书或速度标志盘上有标定），照以下方法制作一条“60秒测速带”来测量。

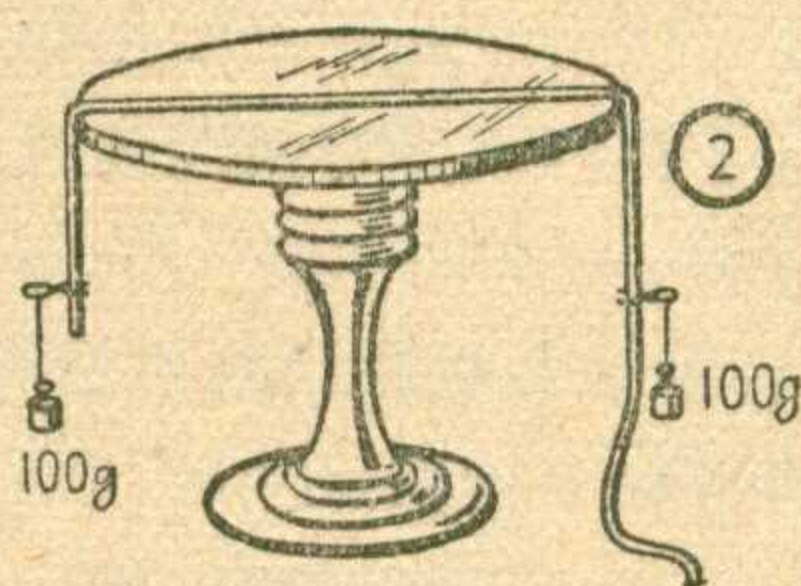
我们设在时间 T 内通过磁头缝隙的磁带长度为 L ，标定速度为 L_K/T 。如果所用录音机的实际速度比标



定的速度为慢，就是 L/T 小于 L_K/T 。如果实际速度比标定速度为快，就是 L/T 大于 L_K/T 。现以国产810型录音机 L_K/T 等于190毫米/秒的速度为例，说明如何制作一条60秒测速带。

如图1，磁带上的 a 点从磁头缝隙的中心线 $P-P'$ 开始，在一秒钟内均匀移到 b 点的距离是190毫米，因此在一分钟内由 a 点开始移动的距离是 $190 \text{ 毫米/秒} \times 60 \text{ 秒} = 11400 \text{ 毫米}$ 。按这个距离就可以从磁带盘上剪下长度大于11400毫米的一段磁带，多出来的部分是考虑在收带盘和供带盘上卷绕时占用的，一般可剪下20

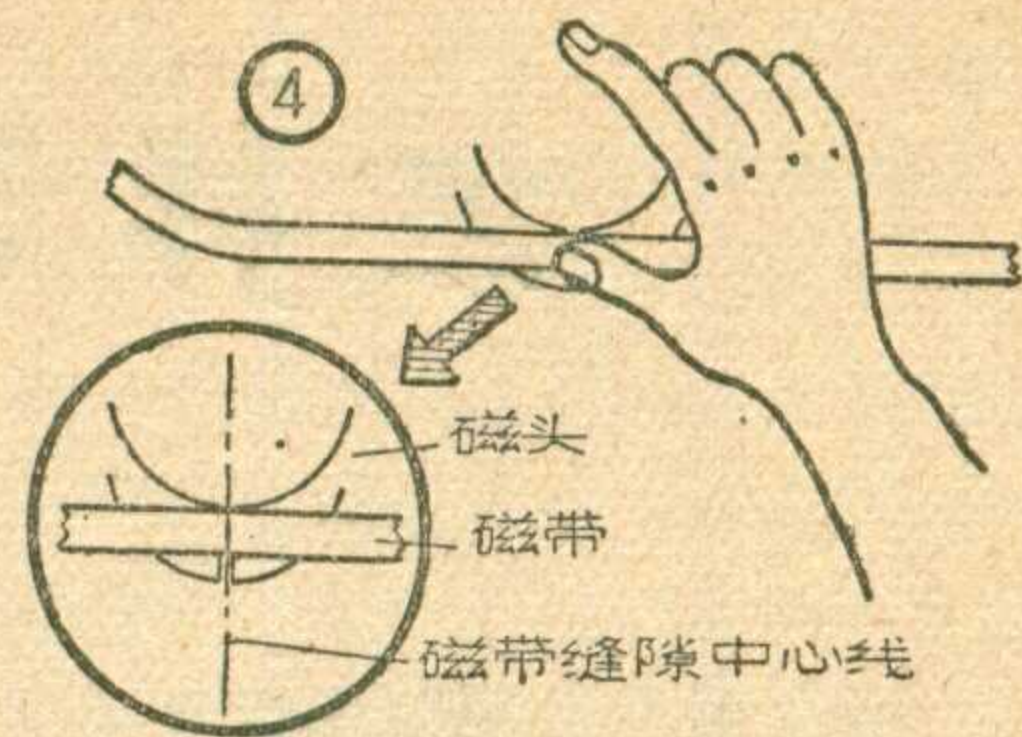
米。剪下的这段磁带应当事先通过抹音头抹去已录上的音声信号，抹音时要把录音电位器关至最小，以防火花干扰或其他杂音被录到磁带上。再如图2把剪下的磁带平行放置在桌面上，涂有磁性材料的一面向上，在磁带的两端各用一只非磁性体的卡子夹住，卡子上各系坠100克的砝码，使磁带保持在正常运转时应受的拉力。



为了不使卡子滑脱，卡子上可垫上软纸或布片。然后如图3在距始端一米左右的地方，用铅笔轻画一垂直横线 $A-A$ 作为一个标记。再把11400毫米分成100等分，则每分长度是 $N = \frac{11400}{100} = 114 \text{ 毫米}$ 。再从 $A-A$ 线向始端方向按114毫米的长度画出 A_2-A_2 ， A_1-A_1 （如图3 $A-A_2 = A_2-A_1 = 114 \text{ 毫米}$ ）的两条横线。再以 $A-A$ 线为基准线，用米尺向终端方向量出 $114 \text{ 毫米} \times 90 = 10260 \text{ 毫米}$ 。在10260毫米的地方画出 $B-B$ 线。再以 $B-B$ 线为基准线，向终端方向以 $114 \text{ 毫米} \times 10 = 1140 \text{ 毫米}$ 的长度画出 $C-C$ 线，然后以114毫米的长度，将 $B-B$ 到 $C-C$ 段分为十等分，分别画出 $B_1-B_1, B_2-B_2, \dots, B_9-B_9$ 线。再以 $C-C$ 线为基准线，用 $B-B$ 到 $C-C$ 段同样方法画出 C_1-C_1 到 C_9-C_9 线。再以 $C-C$ 线为基准线，用 $B-B$ 到 $C-C$ 段同样方法画出 $C-C$ 到 $D-D$ 段。

以上所有的铅笔线画好了以后，如图4所示，用一只手准确地把磁带上的铅笔线和抹音头的缝隙对准，将

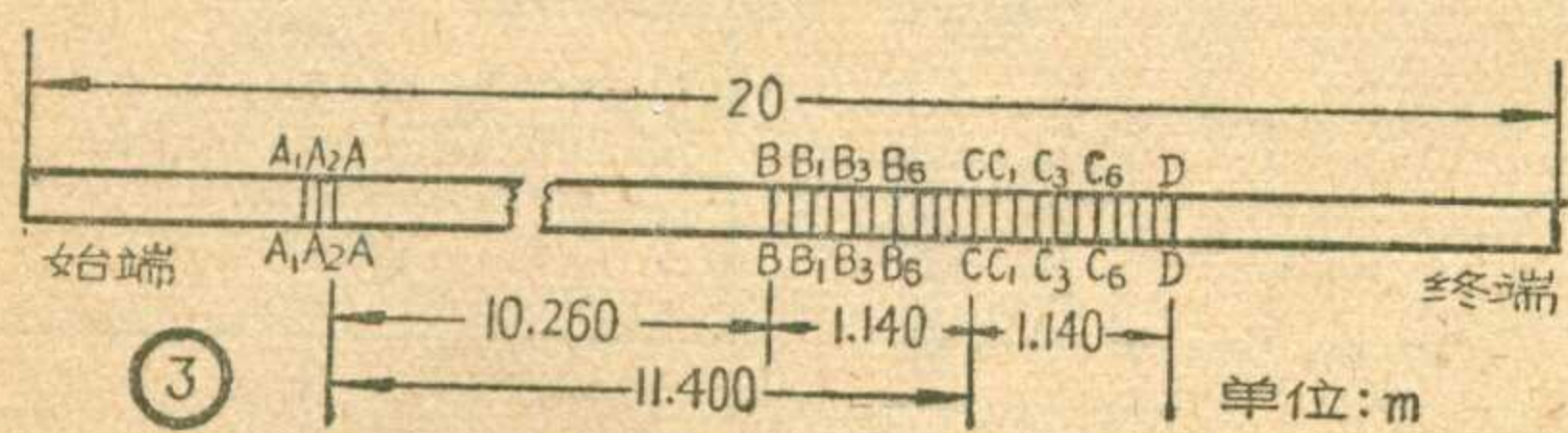
磁带按在抹音头上。这时接通录音机电源，把录音机的音量电位器开至最大，同时用另一



只手反复地开闭录音机上的超音频振荡偏磁开关（即抹音开关）二三次，这样就会在所画的铅笔线处造成咔声。所有上述的铅笔线都这样分别做过之后，这条60秒测速带就制作成功了。

测试时使用的方法如下：先准备好一只秒表。如无秒表可用一般有秒针的钟表。按一般放音方法一样，把已制成的60秒测速带装在录音机上进行放音（注意测速带始端与终端不要卷反），然后开动录音机，当听到第一次咔声时（此声即 A_1-A_1 线）就做好按秒表（或看表）的准备。当听到第三声响出现时，同时按表（按表或看表的动作应和第三声响同时出现），这声就是我们所画的 $A-A$ 线。等到下一次咔声出现时（见图3），听到 $B-B$ 线的咔声后，就开始随咔声读数1、2、3……（读数1就是 B_1-B_1 线的咔声），同时做按表或看表的准备。理想的情况是当秒表走到60秒时，正好读到第10响的咔声，也就是 $C-C$ 线的咔声，这说明这台录音机在60秒钟内所通过磁头缝隙的磁带长度为 $L = L_K$ ，即不快也不慢，是准确的速度。如果秒表指到60秒时，而读到的是第7响，这说明录音机的实际速度比标准速度慢了3%，也就是在一分钟的时间里，磁带通过磁头缝隙的距离，比规定的标准速度少走了 $3 \times 114 \text{ 毫米}$ 的距离。同理可知当秒针指到60秒时读到的是第15响时，说明录音机的实际速度比标准速度快了5%，相当于在一分钟内比标准速度多走了 $5 \times 114 \text{ 毫米}$ 的磁带长度。

用190毫米/秒的这个测速带，也可以测试速度等于380毫米/秒和95毫米/秒的录音机，只要改变一下计时间的标准为30秒或是120秒就可以了。



怎样消除交叉调制串音

林 华

什么是交叉调制串音

收音机在收听某一个电台节目时，若同时夹带有其他电台的声音，称为串音。按照原因的不同，它可以分为邻近波道串音、谐波干扰串音和交叉调制串音等几种。

邻近波道串音是大家熟悉的。在直接放大式收音机中，若调谐回路的选择性较差，或在超外差式收音机中，若中频变压器的选择性较差，则在收听某一个电台时，其他频率相接近的电台也会同时收听到，当用调谐旋钮将主信号调偏时，干扰电台仍然存在。关于这方面的知识，过去已有很多介绍，不再多谈。

谐波干扰串音是超外差机中由于电台信号的谐波和本机振荡信号的谐波相互组合差频的结果。关于产生这类串音原因的分析 and 解决办法，可参看1964年第4期“抑制谐波干扰的输入电路”一文，这里也不再多谈。

交叉调制串音则是由于变频管或高放管的非线性关系，使主信号的载波被干扰信号的振幅变化所调制，通过收音机的中放级而随同主信号一起被收听到。当主信号调偏时，干扰信号也必定随着减弱和消失。

交叉调制串音的现象和其他两种串音的明显区别，在于它不能作为一个信号单独听到。而邻近波道串音的干扰信号，不论主信号是否存在，都能单独听见。谐波干扰信号则除了有些调谐点和某些电台相重合，当该电台调偏时亦随同消失外，在其他调谐点上还可以单独地收听到。

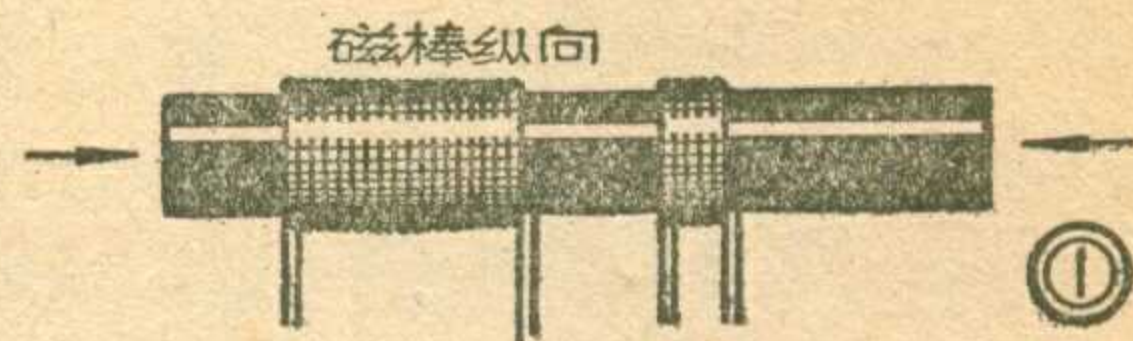
上述几种串音在收音机中可能分别出现，也可能同时存在。

交叉调制串音是怎样产生的

收音机的输入电路一般就是由LC组成的调谐回路，使用中要求它对需要收听的电台信号谐振，传输最

大，使收听信号通到下级，而不需要的信号对它失谐，衰减很大，不能通到下级去。但事实上由于许多原因，会使得输入电路的调谐回路选择性不够佳，对于不需要的信号不能完全抑制，仍有相当大的干扰信号电压同所需的信号电压一起送到变频管或高放管的栅极端，于是电子管的屏流不仅受主要信号的振幅变化而变化，而且同时随干扰信号的振幅变化而变化。

如果电子管内没有非线性失真，那么，主信号和干扰信号各走各的路，互不相干。由于收音机此时对主信号调谐，干扰信号和本机振荡的差频不是465千赫的中频，不能通过中放，故不能起到串音的作用。如果由于电子管特性曲线弯曲的关系而对调制包络有非线性失真，那么主要信号和干扰信号在电子管中能互相作用，主信号的载波会受到干扰信号振幅变化的调制，输出的主信号载波中，除了原来的调制包络外还附带了干扰信号的调制包络，好似干扰信号的调制包络转移到主信号的载波上去了。中放级的中频变压器只能对不同频率的中频载波起分隔作用，而不能对不同的调制包络起分隔作用。因此，对主信号载波中所附带的干扰信号调制包络照常放大，经过检波，就将主要信号和干扰信号的包络同时检成音频，使我们听到两个电台的声音。如果将主信号调偏或广播停止，使前级电子管栅极端没有主要信号进入，这时只留下干扰电台的信号，因收音机对它并不调谐，它与本机振荡的差频就不是465千赫的中频，下级的中频变压器就不让它通过，于是干扰电台的声音也就听不



见了。由此可见，交叉调制串音中的干扰电台不能单独起作用，它必须依靠电子管对调制包络的非线性失真，利用主要信号的载波，把干扰电台的调制信号“背”在身上，通过中放而被检波出来。

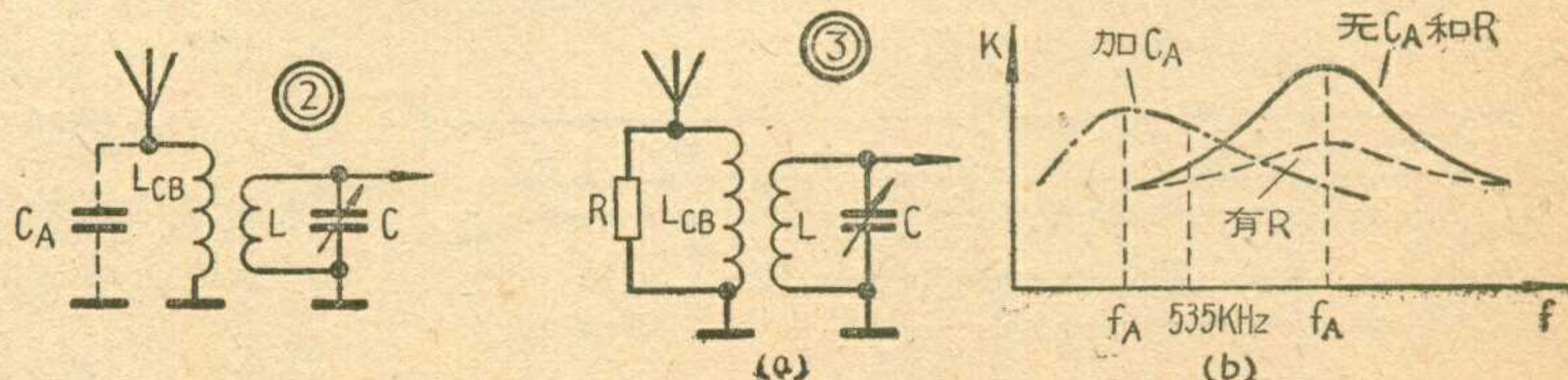
加到前级电子管栅极端的干扰信号电压愈大，以及电子管对调制包络的非线性失真愈大，交叉调制串音也愈严重。显然，它与中频变压器选择性的好坏无关。

交叉调制串音主要发生在中波波段。在城市中的空旷或靠电台很近的地区，本地电台的信号很强，收音机的输入电路若对它衰减不够，就有相当大的电压加到前级管的栅极，成为较严重的交叉调制串音，有时甚至不论收听那个电台，都会听到这个强力电台的声音。如果收音机是放置在城市的钢筋建筑物中受到屏蔽，或是在离电台较远的乡村中，则因接收电台的信号较弱，就不易发生交叉调制串音。

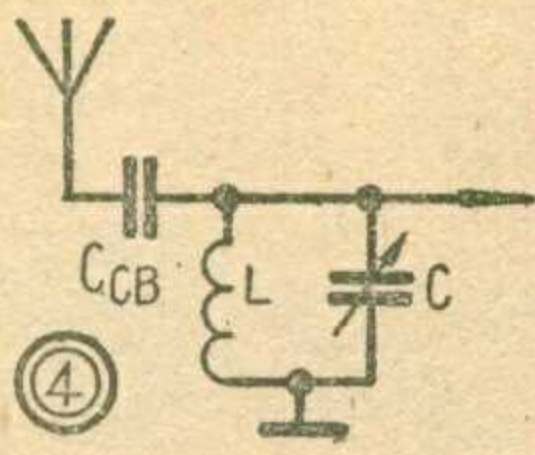
怎样消除交叉调制串音

要消除或减弱交叉调制串音，首先是提高输入电路对干扰信号的抑制能力，降低传输到前级电子管的干扰信号电压，同时，适当地选用前级电子管和工作点，以减小非线性失真，具体办法如下：

1. 从输入电路抑制干扰台。最有效的办法是采用可转动的磁性天线，



并用多股线绕制天线线圈。因为磁性天线除了本身有较高的Q值，使输入回路具有较好的选



择性，对干扰台的抑制能力较强以外，它还有一个特点就是具有方向性，对磁棒横向而来的电磁波接收较为灵敏，而对磁棒纵向而来的电磁波接收最不灵敏(图1)。因此收听电台时可将磁棒转动到对干扰电台处于最不灵敏位置而受到抑制，就更增加了选择性。一般采用了可转的磁性天线后，交叉调制串音可以基本消除。若采用固定式的磁性天线则因没有发挥方向性的特点，效果就要差一些。

2. 使用机外天线的收音机，除了输入电路的调谐回路LC元件也应选用Q值较高的，以提高选择性外，还要注意与天线耦合的若干问题。

一般输入电路与天线之间多采用电感耦合，如图2，耦合线圈 L_{CB} 的电感与天线电容 C_A 会构成一个谐振频率 f_A 。为了使这个天线谐振频率不妨碍输入电路的工作，通常使它低于波段的最低频率，在一般收音机的常规设计中，大都是假定天线为中等室外天线，中波波段天线电容有150~300微微法左右，然后选配 L_{CB} 为1.5毫亨左右，于是 f_A 就小于波段最低频率535千赫。但是实际使用时，往往收音机只加一根2米左右的拖线作为天线，这时天线电容就比室外中等天线要小得多，约只有20~40微微法左右，于是天线谐振频率 f_A 就变高，而可能落入波段以内。在这谐振频率附近的一段范围内，由于天线电路的谐振，使天线电路与调谐回路之间耦合很紧，天线电路的阻抗大量耦合到调谐回路，使Q值大为降低，并使回路失谐，输入电路的选择性很差，干扰电台就极易进入而形成交叉调制串音。遇到这种情形，可在接拖线的天线插孔与地线插孔之间再接上一只100微微法左右的电容器(相当于 C_A)，就能使 f_A 低于波段，有效的减少交叉调制串音。加入这只电容以后，对波段较高的频率灵敏度略

有降低，不过问题不大，因耦合阻抗随频率增高而增大，高端频率的灵敏度往往是高于低端频率的灵敏度，可以得到一些补偿。

若天线线圈上还接有中频陷波器，则天线电路中的谐振频率较多，其中有一个谐振频率比上面说过的单独的 f_A 还要高一些，如果只接室内天线而要将这个较高的谐振频率移到波段低端以外，天线与地线插孔之间所加的电容 C_A 须在200微微法左右。这时，波段高端频率处灵敏度的降低也将稍多一些。

也可以采用一只10~20千欧的电阻R并联到 L_{CB} 上，如图3(a)。即使天线谐振频率落入波段以内，由于这个电阻的阻尼作用，可以大大压低谐振的峰值，如图3(b)，减小天线回路谐振时引入调谐回路的损耗和失谐，而选择性不至于变得很坏。这种措施与并联电容相比，优点是对灵敏度降低的影响较小，但消除交叉串音的效果不很好，因为天线谐振频率仍然在波段以内，解决得还不够彻底。

此外，天线与调谐回路之间的耦合应尽可能松一些，即电感耦合电路中的 L_{CB} 与L之间的距离要适当大一些，电容耦合电路中的 C_{CB} (见图4)应小一些。如果耦合较紧，虽然灵敏度较高，但天线电路的阻抗也较多的耦合到调谐回路，使选择性变坏。在简单收音机中，往往将输入电路与天线之间耦合很紧来提高灵敏度，同时也使干扰信号通过较多，使交叉调制串音很严重。因此，宁可耦合松一些，牺牲一些灵敏度，这样可

以减小交叉串音。收音机的灵敏度应设法从变频级和中放级来提高。

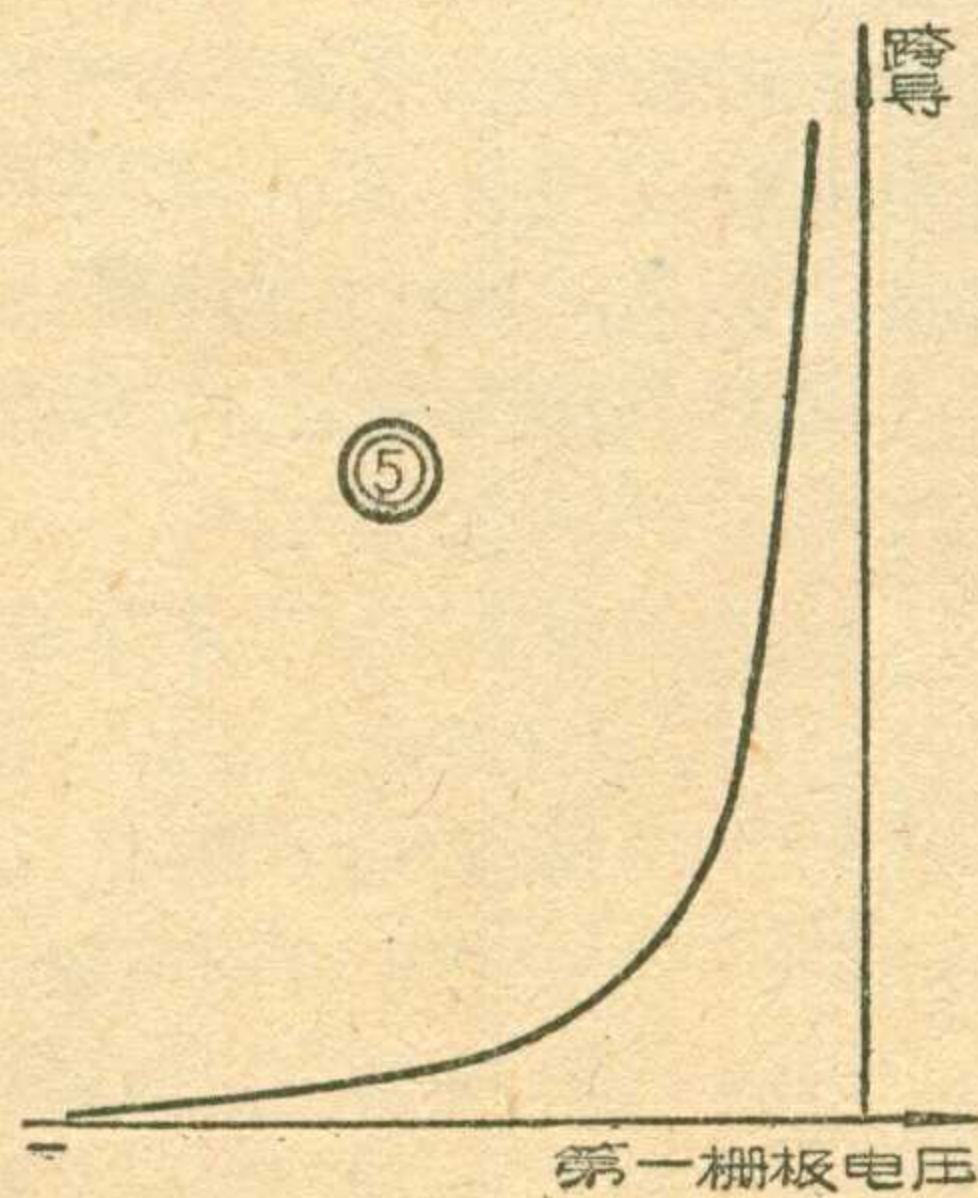
3. 在减小电子管的非线性失真方面，应当选用适当的电子管和合适的工作点，电子管的特性曲线总是有些弯曲的，但并不是弯曲的特性曲线都对调制包络产生失真。例如弯曲的特性曲线符合抛物线特性，就不会对调制包络产生失真和交叉串音。事实上变频管如果是完全直线性的话，它就不能完成变频的作用了。我们一般所用的遥截止式的电子管如6U1、6K4、6K3P等，它们的特性曲线基本上符合抛物线特性(图5)，当自动栅偏压在相当大的范围内变化时，失真一般是不大的。但业余爱好者如果采用锐截止式的电子管作高放或变频，则不宜加自动增益控制电压。否则当输入信号较大时容易使电子管工作在截止值附近，产生很大的包络失真，因而也就产生交叉串音。

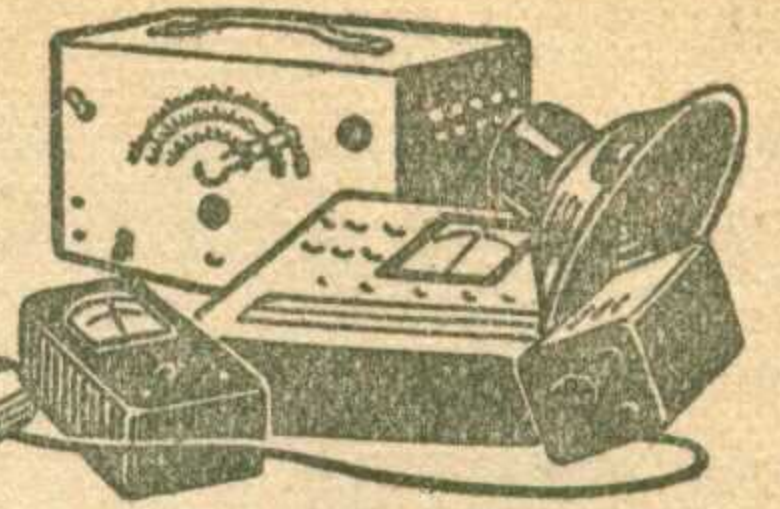
变频级的本机振荡电压大小对交叉串音也有关系。本振电压较小时，变频工作的线性较差，交叉串音也较严重。但本振也不能太强，以免谐波过多，产生谐波干扰串音和其他一些啸叫。检查振荡强度，通常用直流电流表检查流过栅漏电阻的直流栅流的大小较为方便。一般在中波波段的栅流，6A2管约200~500微安，6U1管约100~300微安可以认为正常。

以上谈到的一些办法，如果适当地综合采用，效果就更好些。

(上接第11页)

样，电抗管就可以使偏离中心频率的变化量变回很多。但是，振荡器的输出频率 f 不仅包含中心频率的偏移量，还包含正常的调制频偏，上述控制亦使有用频偏减小。为了消除中心频率的偏离而又不影响有用频偏，在鉴频器与电抗管间加入了低通滤波器。因为，一般来说，影响振荡器中心频率不稳定的因素，其变化要比调制信号的变化缓慢得多。因此，可以不让有用信号引起的变化通过低通滤波器，这就克服了自动频率微调系统对有用频偏的影响。





景新

用一只半导体二极管和两只三极管做成一具简单的电场强度计，可以作许多有用的测量，例如测量某电台在一定地点产生的电场强度，测量和比较航模遥控用的发射机在一定距离内的电场强度，从而确定包括天线系统在内的整个发射机是否正常，以及绘制发射天线的辐射图形，作电波传播、反射和吸收的演示等等。

原理：图1是用于中波广播段的电场强度计电路图。它的原理很简单，是由一级单调谐回路，半波检波，经过两级直流放大组合而成，最后由直流电流表指示信号强度。在天线插孔 TX_1 或 TX_2 接上天线后，电台信号便由天线传至由 C_2 与 L_1 构成的调谐回路，经二极管 D_1 检波后，其交流成分经 C_3 短路到地，其直流成分则加到三极管 BG_1 的输入端进行放大。 R_1 为偏置电阻，它使 BG_1 管处于较好的工作点上。这只电阻也可以不用，主要是随所用 BG_1 管的特性而定，其大小以使基极能有 50 微安上下的偏流，使本级既能得到较大的增益，又能工作稳定为准。 BG_1 和 BG_2 都接成为发射极接地放大器， BG_2 的输入阻抗是直接作为 BG_1 的集电极负载。由于发射极接地放大器的输入与输出电流是反相的，故 BG_2 是倒接向 BG_1 的，因此 BG_2 管电路也就不能接地了。 BG_1 和 BG_2 只是作直流放大用，故任何半导体三极管，只要 β 值

大一些，特性比较稳定的都可以用。笔者用的是两只现有的 3AG11 管。

CB 是一只 0~1 毫安量程的直流电流表，可用万用表相应的电流档，若能有量程更小的电流表，如 0~100 微安的则更好。为了抵消电流表中流过的起始电流，也就是无信号时的电流，由电阻 R_2 和电位器 R_3 以及 BG_2 管的输出阻抗共同构成一个电桥，在无信号时调节 R_3 至电桥平衡，此时 CB 表两端电位相等，无电流流过，故指示为零。

制作： L_1 可以利用一般的再生式或矿石机线圈。若要自制，可在直径 25 毫米的纸筒上用 0.13~0.15 毫米径 (38 号) 漆包线密绕 140 匝，在 70 匝处抽头，全绕距约为 22 毫米，电感量约为 260~280 微亨。它与一只 360 微微法的单连空气可变电容器配合，可在整个中波广播段范围 (550~1650 千赫) 内工作。电池 E_1 和 E_2 是两只 1.5 伏的干电池。本机工作时耗电仅 1.5 至 3 毫安，故用 4 号或 5 号小型电池即可。

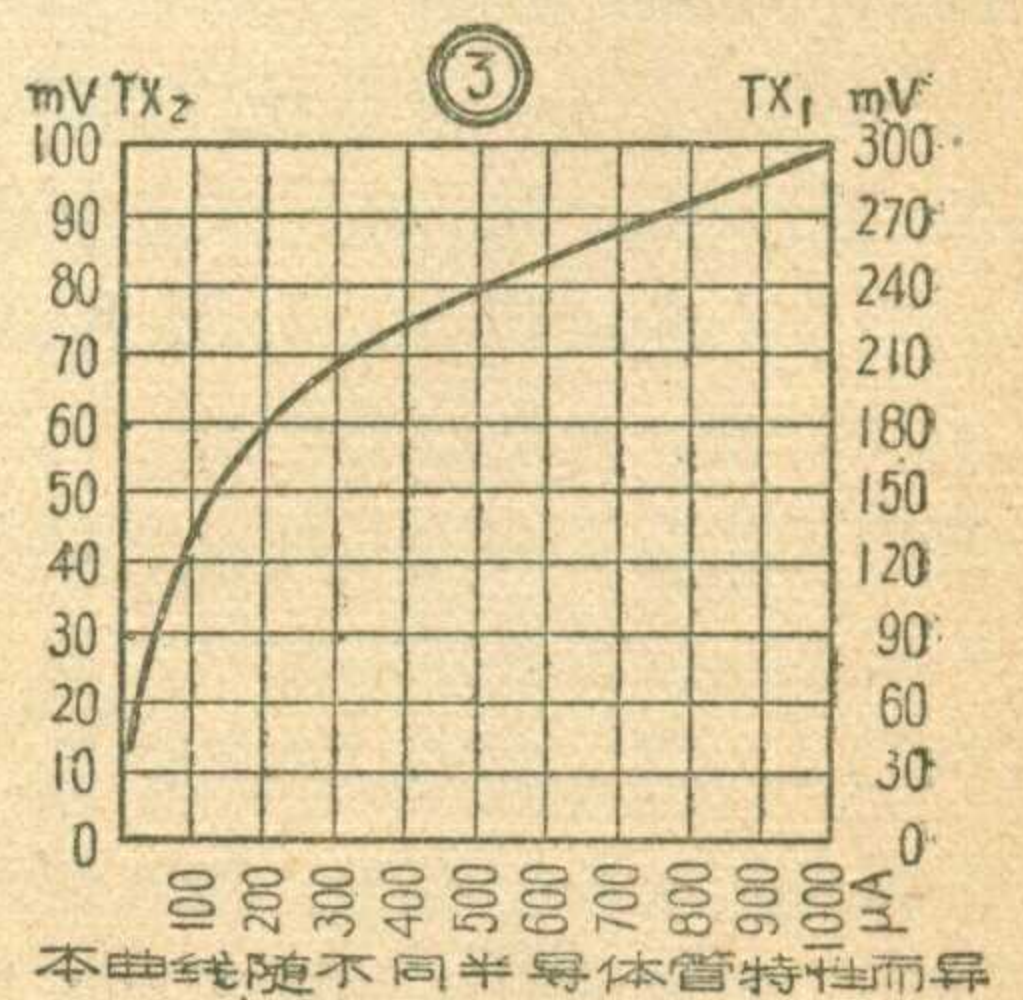
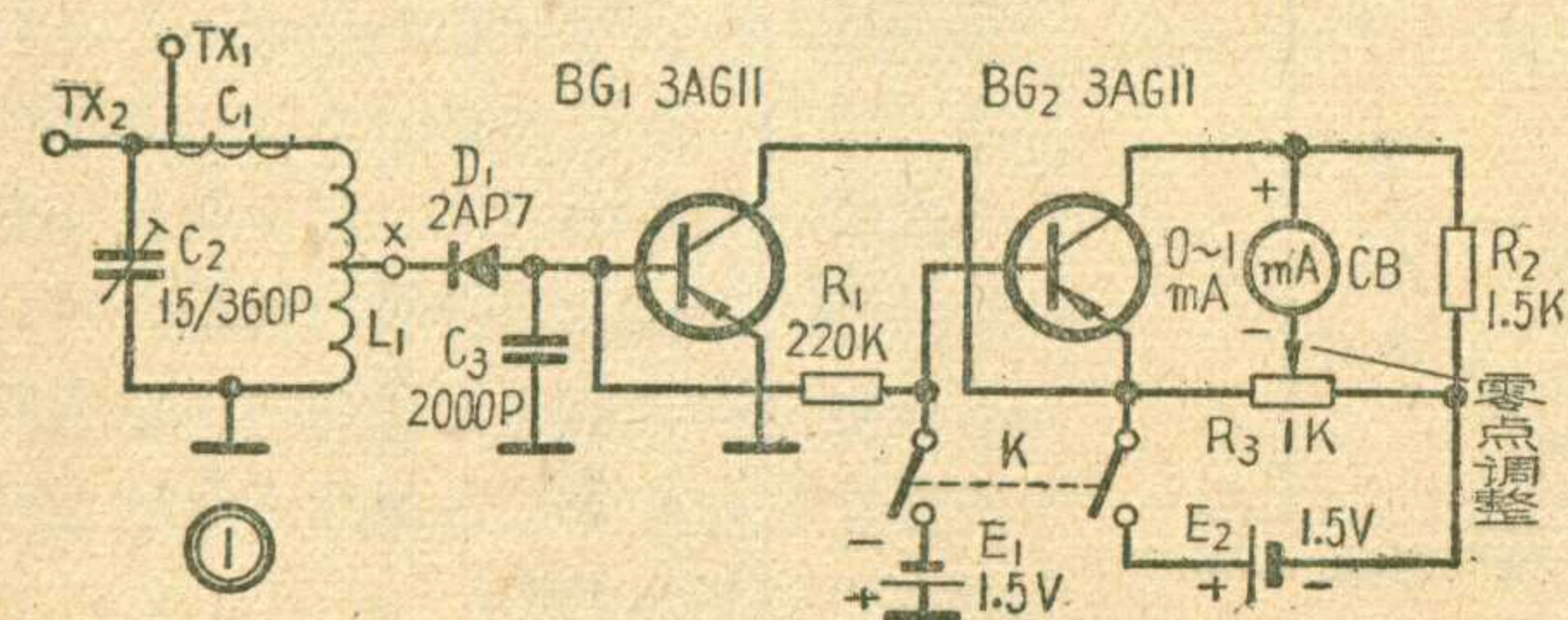
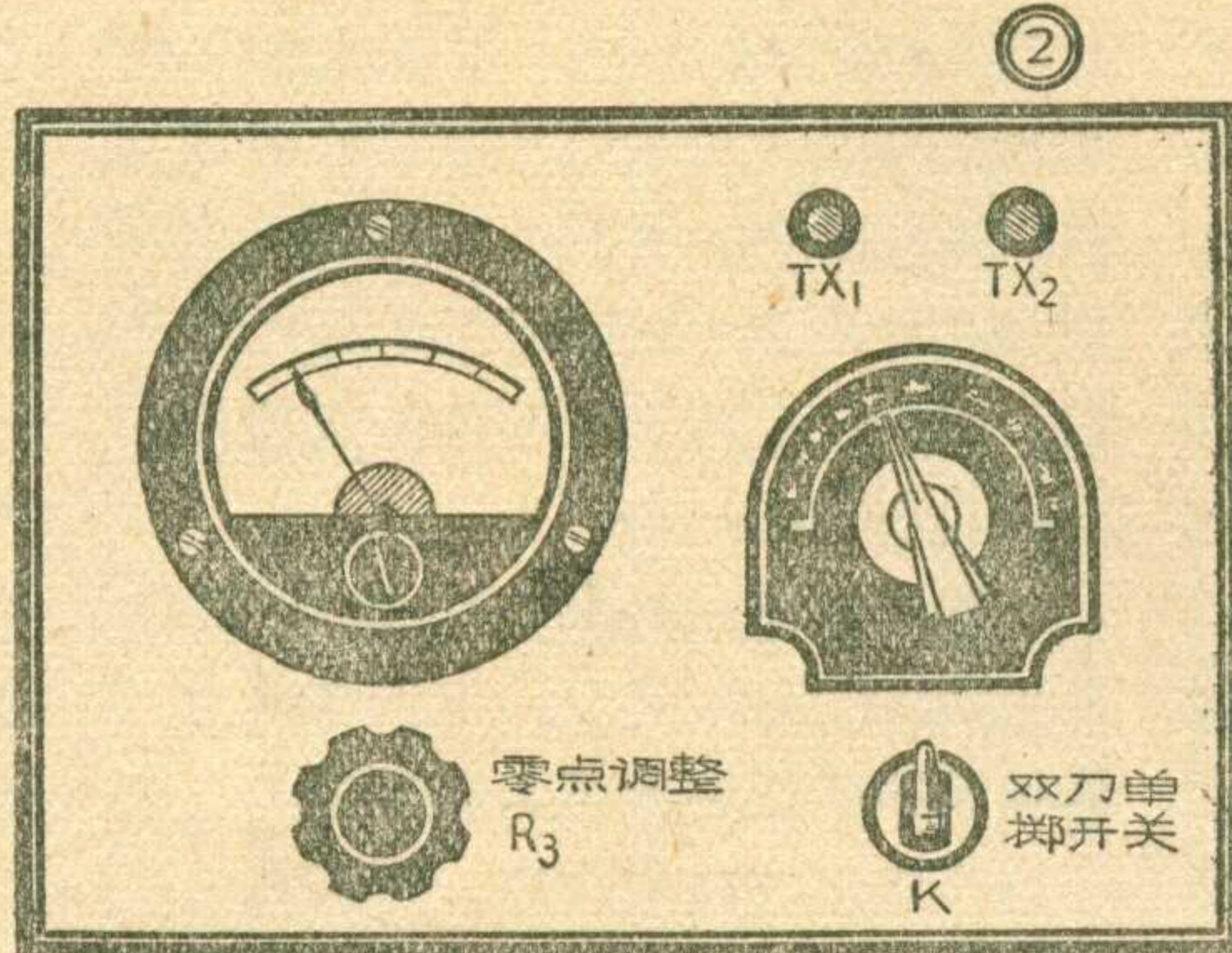
C_1 为作衰耗用的电容器，容量约在 5 微微法以下，实际是用一段单股塑胶线由 TX_1 插座引出，在 TX_2

至 L_1 的连接线上绕 3~4 匝而成的，其容量可在校准时加以调节。

全机装于一只 18×13×8.5 厘米的木制盒内，面板零件排列可如图 2。

校准：我们知道，二极管检波器只有在输入信号大于 1~2 伏时才具有直线性的特性，即所谓“直线性检波”。在信号小于 0.5~1 伏的情况下，其输入输出关系是非线性的，近乎平方律的

特性，即所谓“平方律检波”。而一般天线信号，除接近电台附近或使用很长的天线外，多远小于 0.5 伏。故检波器输出的直流电流与场强计天线信号间的关系是非线性的，所以电流表与天线信号间的关系也是非线性的。因此用电流表作场强计指示时，它的刻度需要利用信号发生器来加以校准重画。其方法是将高频信号发生器接到场强计的 TX_2 处，使场强计的输入回路和信号发生器信号谐振。由于场强计测出的是电台载波在某一点产生的场强，故信号发生器只用不经调制的载波即可。调节信号发生器至场强计的输出，并记录场强计表头的相应读数，由 10 毫伏至 100 毫伏，每隔 10 毫伏作一次记录，然后将各点在坐标纸上连成平滑的曲线如图 3 所示，这样就可以使用了。本机在 TX_2 处接天线后，测量范围为 10

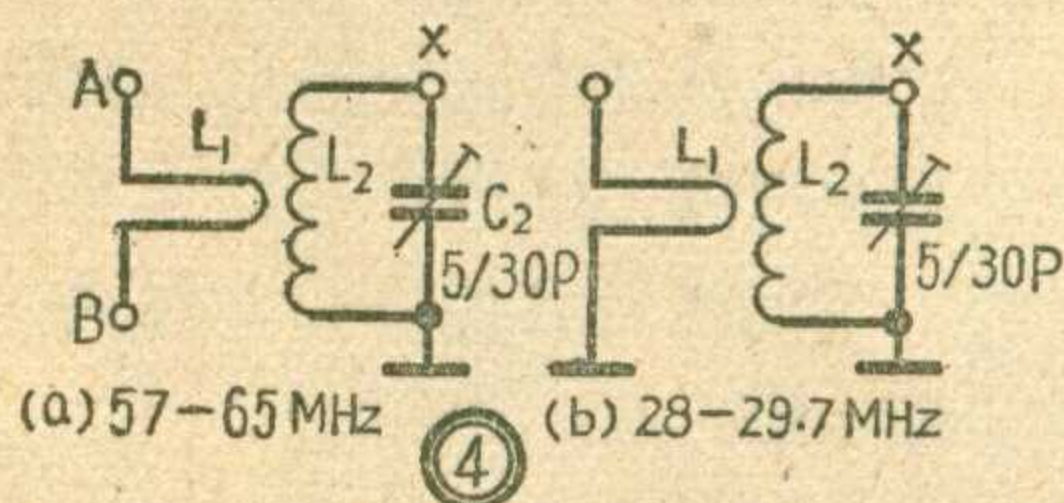


至 100 毫伏。再将信号发生器接到 TX_1 处，在某一信号处调节 TX_1 引出的絞綫（也就是调节 C_1 ）至具有三倍的衰耗为止。例如在 TX_2 处信号发生器输出 30 毫伏的信号， CB 上的电流指示为 50 微安，則現在将信号发生器置于 90 毫伏处，调节絞綫使电流表仍指示 50 微安，这时就得到了三倍的衰耗，亦即本場强計在天綫 TX_1 处时量程为 30 毫伏至 300 毫伏。以上是采用現有的 1 毫安表头的情况。若采用 100 微安表头，則可测信号下限更可扩展至約 3 毫伏处。

超短波电場强度計：将图 1 中的輸入回路，即图中“×”符号左的部分，按以下方法换成图 4 的回路，即成为测量超短波的电場强度計。

1. 57~65 兆赫波段（如北京电

視台使用的第二頻道波段)。这时輸入回路应照图 4 (a) 制作， L_2 用 1.0 毫米 (20 号) 裸銅綫空心繞 4 匝焊牢在一只支架上，繞成后綫圈直徑为 15 毫米，匝間間隔为 2 毫米。 L_1 为天綫耦合綫圈，用同号綫空心繞 1 匝，也焊在同一支架上与 L_2 的热端平行靠近，两綫圈間距亦为 2 毫米。 C_2 为 5/30 微微法的瓷介微調电容器。使用时在 L_1 的 A 、 B 两端各接一根 1 米长的天綫成 V 字形。如用于第五頻道 (92—100 兆赫波段)， L_2 可繞为 3 匝。



2. 28~29.7 兆赫波段（如航模遙控使用的业余波段）。 L_2 增至 9~10 匝，綫圈制法及零件排列同上。在高频段中零件的排列位置对参数的影响甚为显著，故 L_2 的确实匝数，要由实验决定。 C_2 仍可用 5/30 微微法的。因使用垂直天綫，所以 L_1 下端接地。

以上两波段中所用的 C_2 都应装在面板上，以便调节。

应用：笔者在广播波段使用此場强計作过一些实验。例如在某地空曠地面上，用全长 1.4 米的垂直天綫，测得中央台第二套节目 720 千赫的信号为 140 毫伏，而走进室内测得的場强只有 125 毫伏，在靠近磚墙处則只有 44 毫伏了。这說明磚墙对电波的吸收作用。但在靠近室内电灯綫处测得 (下轉第 16 頁)

(上接第 13 頁)
段。

共集电极电感三点式振荡电路不常用，故不再介紹。

电感三点式振荡电路的优点是装置简单，容易起振，缺点是振荡波形不好，或者说諧波多，不如下面介紹的电容三点式电路。

3. 电容反饋式振荡电路：或称“电容三点”式或“考毕兹”式振荡电路。图 7A 是共发射极的这种振荡电路。 R_b 是偏流电阻。 L 和 C_1 、 C_2 組成振荡回路。 C_b 对振荡频率可看作短路，故振荡回路接在集电极和基极之間。发射极不是接在綫圈的抽头上，而是接在 C_1 和 C_2 中間。 C_1 和 C_2 对振荡电压形成一分压器， C_1 上的电压反饋到基极，經半导体管放大后，补偿回路中的能量消耗，維持振荡。高频阻流圈 GZL 提供直流通路和使集电极处于高频高电位。这种振荡电路的振荡频率也决定于振荡回路。調 C_1

和 C_2 或調 L ，都可改变振荡频率。回路的总电容为

$$C_{总} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

于是振荡频率为

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{总}}}$$

共基极电容三点式振荡电路如图 7b 所示。其工作原理与前述相似，不多贅述。

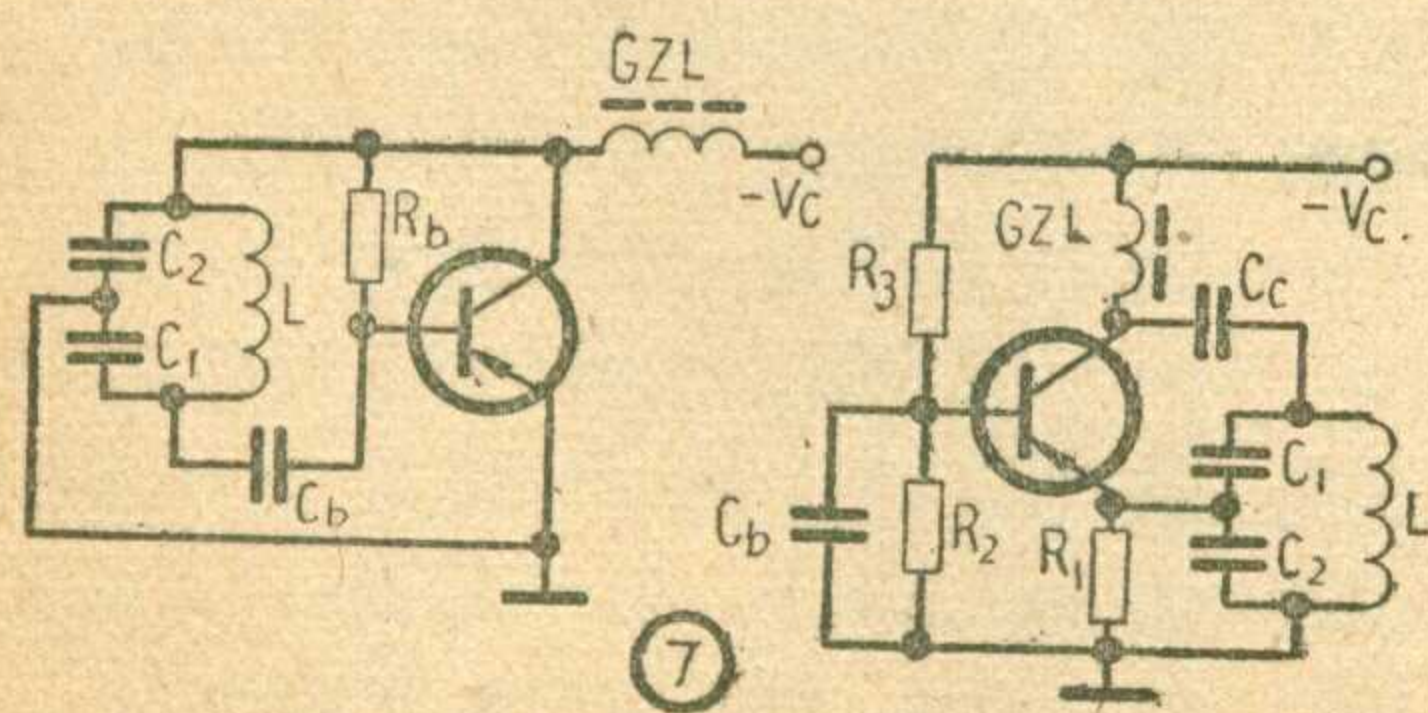
四、怎样分析振荡电路的结构

振荡电路比放大电路复杂，不容易一下子看懂，这里介紹一下識图方法：(1) 先找出偏压电阻。半导体管的偏置方法不外乎固定偏流、电压反饋、电流反饋、綜合自偏等几种，如图 7b 一看便知道是采用电流反饋的偏置方法， R_1 、 R_2 、 R_3 是偏流电阻。(2) 把隔直流电容和旁路电容短路。这些电容都是提供交流高频通路用的，在高频电路中不起作用，而它們的容量都较大，容易識別。如图 7b 的 C_c 和 C_b ，将 C_c 短路后可見集电极与回路上端相联， C_b 短路后，基极与地相联，即与回路下端相联，无疑回路是接在集电极和基极之

間。(3) 找出回路元件和反饋元件。如图 7b 中的 L 和 C_1 、 C_2 就是回路元件。发射极接在 C_1 、 C_2 之間， C_2 是反饋电容。显然可看出这是电容三点式振荡电路。

五、振荡管的选用

选用振荡管时，主要应滿足以下两个要求：(1) 频率：半导体管手册上給出的最高振荡频率 f_{max} ，是功率增益等于 1 时的频率，在此频率下，半导体管只能勉强維持振荡而没有功率输出，当工作频率低于最高振荡频率时，功率增益才会有显著的增加。这就是說，我們要做 10 兆赫的振荡器必須选用 f_{max} 大于 10 兆赫的管子。在实际应用中，为了能从振荡器取出必要的功率，常使半导体管工作在低于 $\frac{1}{3}f_{max}$ 的频率。如 3AG11 的 $f_{max}=30$ 兆，用它作中波收音机的本机振荡管，效果就很好（中波的最高本振频率是 2 兆）；而用作短波（2 兆~24 兆）就不太好。(2) 功率：半导体管的集电极散热能力是有限的，如 3AG11 的集电极損耗是 50 毫瓦，当所需的振荡功率太大时不能选用。一般半导体收音机中，只需本机振荡器給出 1 毫瓦左右的振荡功率，3AG11 是能够胜任的。



倍压检波来复式半导体单管机

馮 报 本

半导体管再生式收音机使用了来复式电路，可以得到很好的效果；如果它的检波电路采用全波检波或倍压检波的话，那么音量还可以增大。上期我们已介绍了一种全波检波式的电路。在这期里我们再介绍一种采用倍压检波电路的，它的电路见图1。

电路里被放大后的高频信号电流从半导体三极管BG的集电极C出来，有一小部分经由再生电容器C₃回输到调谐电路产生再生，其余的则

从C₄进入由二极管D₁和D₂组成的检波电路，进行检波。当信号在负半周（e端为正，c端为负）的时候，电流方向是经过D₁、C₄到集电极C完成一个半周的检波回路，这个过程使C₄充电，它的极性是近二极管的一端为正；当信号在正半周的时候（c端为正，e端为负），电流方向是从集电极C经过C₄、D₂、R₁完成一个回路，由于C₄已经在上半周时充电，这时的信号电压就和原先C₄上的充电电压串联起来（如图所示），近似地等于信号电压的两倍，在检波

电压又加在半导体管的输入端，被BG再一次音频放大。由于输出电路中C₄对音频的容抗很大，放大后的音频电流只能从对它阻抗较小的高频阻流圈GZL通过，于是在耳塞里还原成为声音。由此可见，这种倍压检波电路可以使检波输出电压增大，使收音机的音量得到提高。

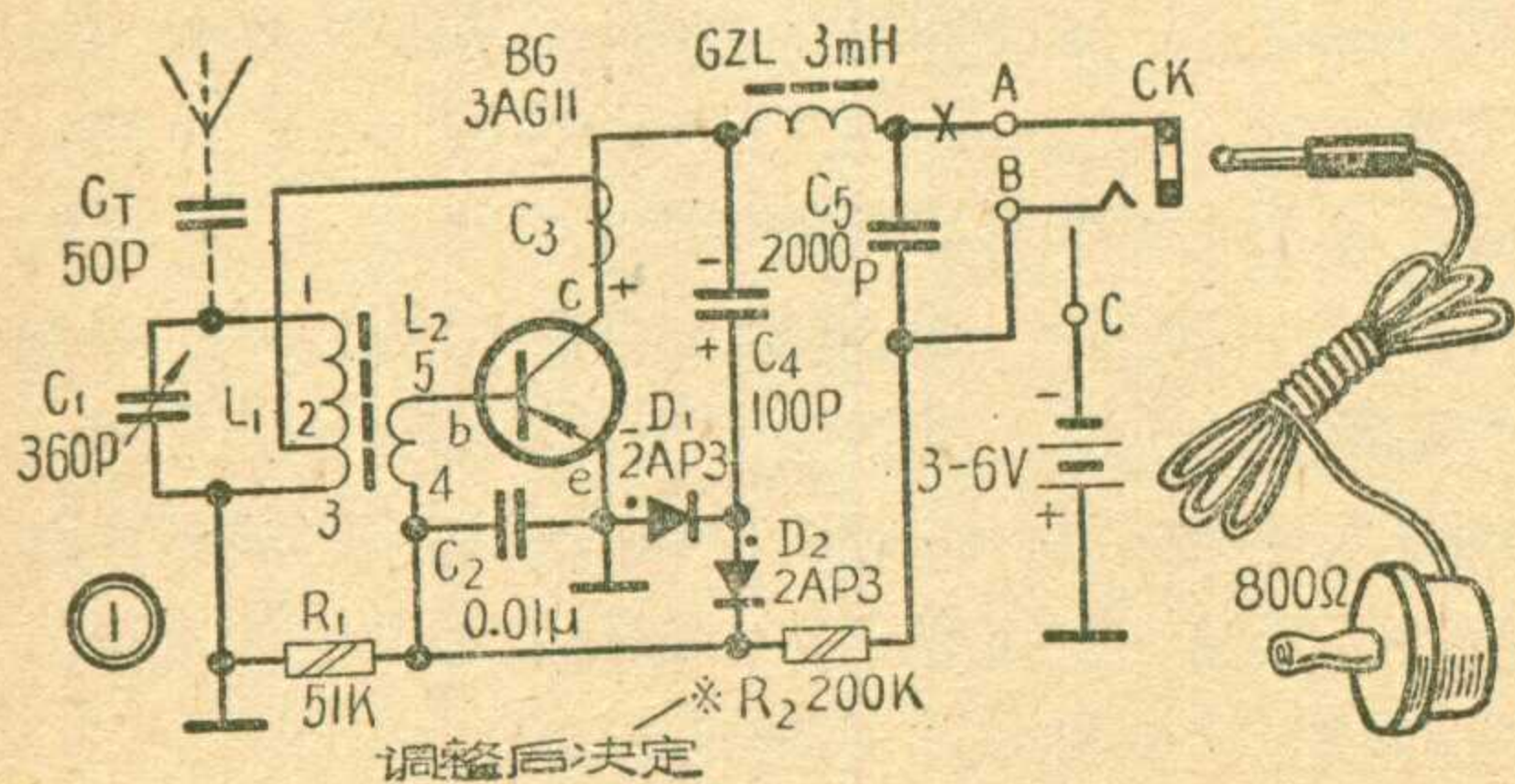
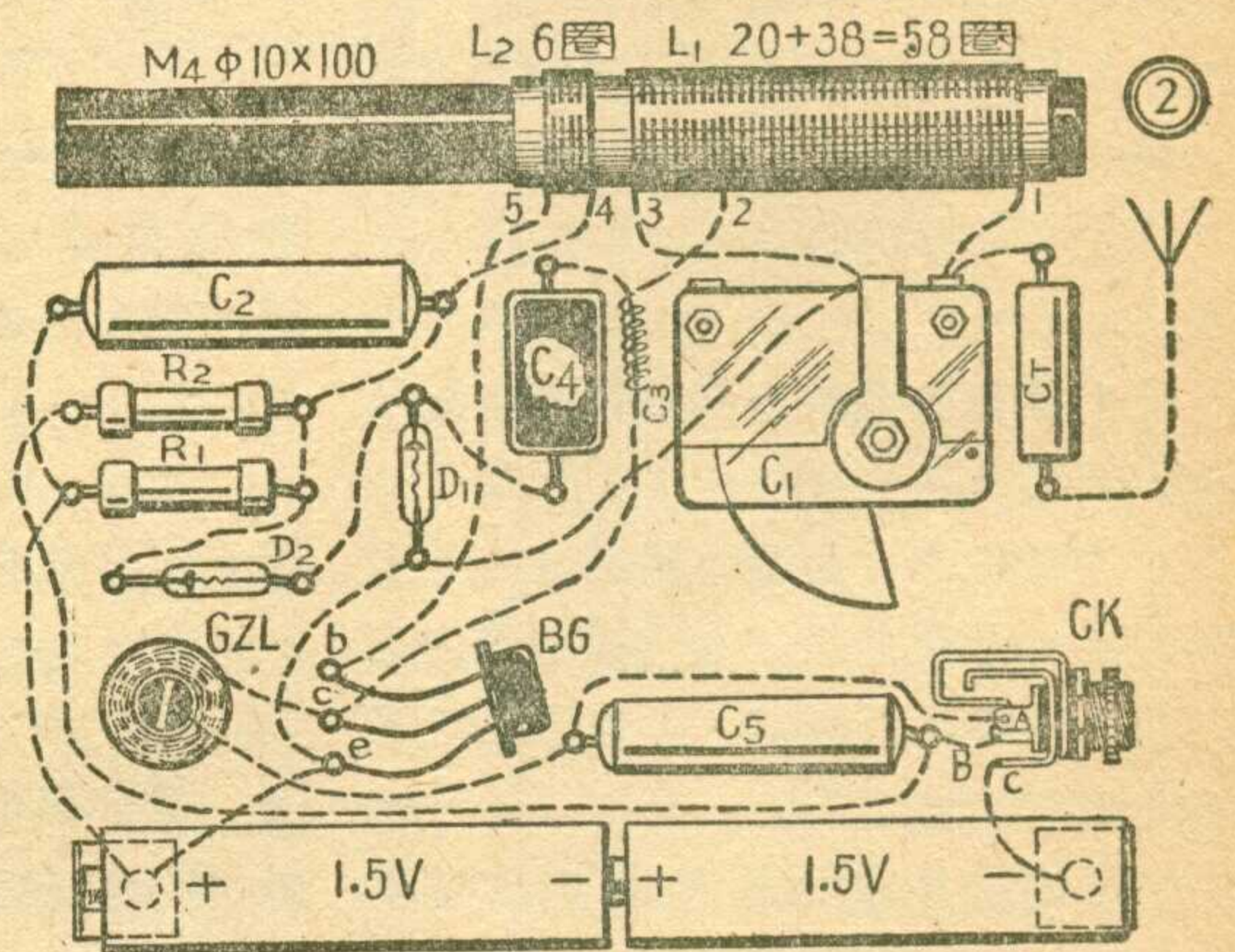
这种电路还有一个特点，就是R₁上的直流压降是随着信号的强弱而增减的，它的极性是使基极b端为正，发射极e端为负，和原来加给基极的偏压极性相反，因此有抵消作用，当信号较大时，R₁上的直流压降增加，抵消了基极上的一些偏压，使基极电流减小，半导体管的放大倍数减少；当信号较小时则正好相反，能使半导体管的放大倍数增加，这样就起到自动音量控制的作用。

半导体管与零件的选用和一般的单管再生式电路相同，BG应该用高频管，D₁和D₂的型号要求并不严格，普通的检波二极管都可应用，如果选择两个二极管正反向电阻的相差比例都较大，而且数据大致相同的就更好。C₃是一个绞线电容器，用一根φ0.25毫米左右的漆包线在高频阻流圈至集电极的接线上缠绕十来圈，一头接L₁抽头，一头空着不接，也可以用一个小微调电容器来代替。耳塞插口CK是稍经改装兼作电源开关的，如果不用，要在电池的正极或负极的回路里串接一个电源开关。

实体装配的例子见图2，是准备做在小型的塑料盒子里的，要注意

高频阻流圈的位置，其磁心应和磁棒互相垂直，并不要过于靠近，两个二极管的方向也不要弄错。

调整时先用一个500千欧的电位器串连一个50~100千欧的保护电阻代替R₂，在图上集电极电路里X处接入0~5毫安的直流电流表，插入耳塞接通电源，从电位器的最大阻值处开始调整，将集电极电流调在0.8~1.2毫安左右。没有电表调整的时候，也可凭耳塞来听，调到耳塞里听到较为明显的“沙沙”声的时候为止，此后就不要继续往下调，以免损坏管子。然后换入阻值相同的电阻作R₂，其后就是增减C₃的圈数，调整它的电容量，使高端和低端的电台音量都能兼



顾而又没有叫嚷声为止；在调试低端电台声音的时候，可以改变高频阻流圈的角度或位置来取得良好的配合。最后还可以试行将C₄在100~500微微法的范围内换用，有时还能够得到更大的音量。

半导体管的代换型号和详细的装配、调整等方法，请参阅本刊今年第7期“业余初学者园地”的“再生式半导体单管机”一文。

这个收音机在广播电台附近二三十里的范围内使用，不需要天地线就可以清晰地收听，有很明显的方向性，能较好地避免干扰。在离电台较远的地方，则要用一根普通的天线，经过一个50微微法的陶瓷或云母电容器接在C₁的固定片接线端，如图1的虚线部分所示，这时收音机的灵敏度可以增加，但是方向性也就消失。

矿石的作用

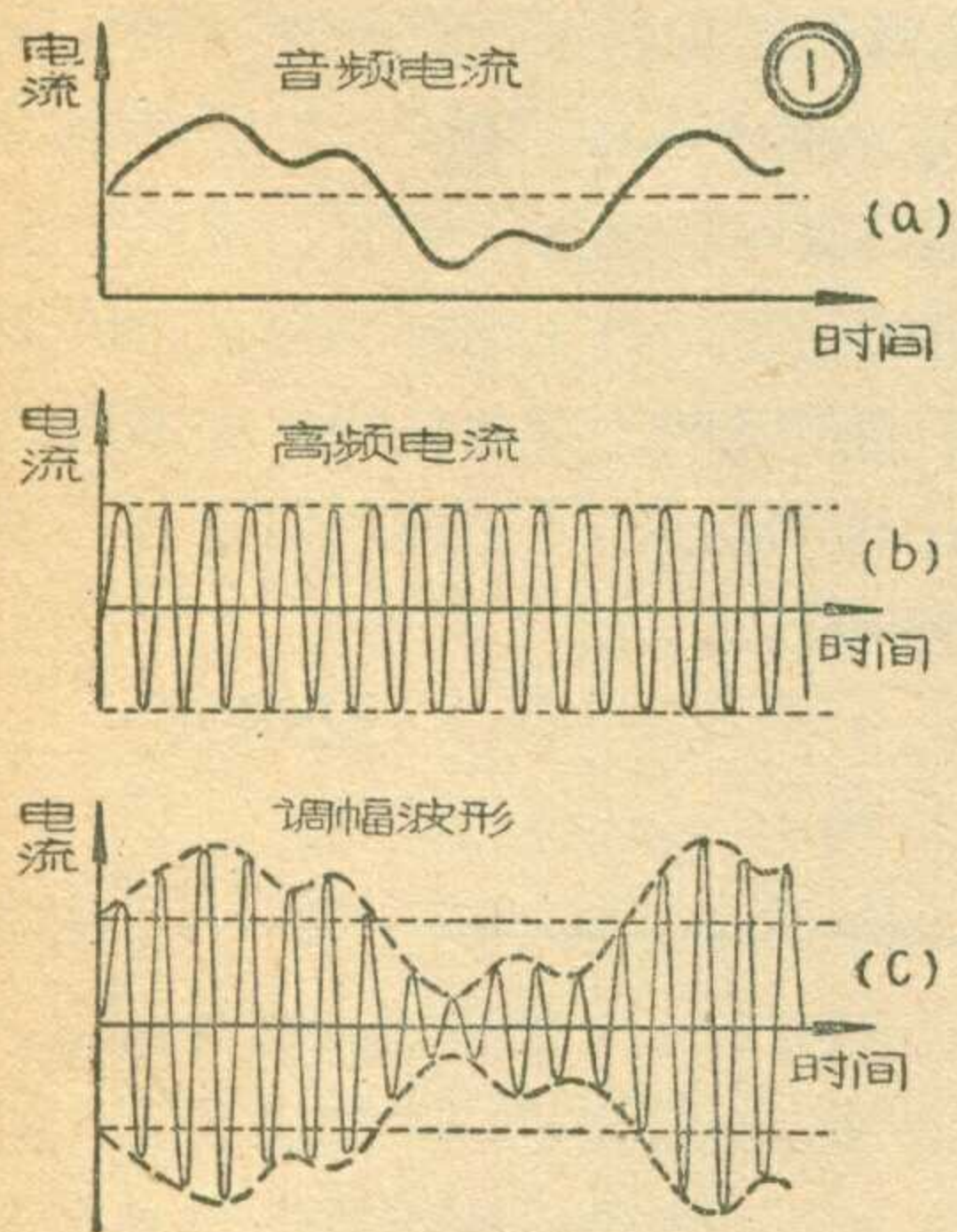
基 放

我們知道，广播电台播送节目的时候，是把语言和音乐的声音先通过话筒变成音频电流，然后再用它来控制等幅振荡的高频电流，使高频电流的振荡幅度按着音频电流的规律而变化，从而把广播节目通过高频无线电波传出去。以上这种用音频电流控制高频电流振荡幅度的过程叫作“调幅”（图1）。图中的实线表示实际电流波形，虚线可以帮助我们比较电流幅度的变化。一般中、短波广播电台发射的都是这种调幅波。

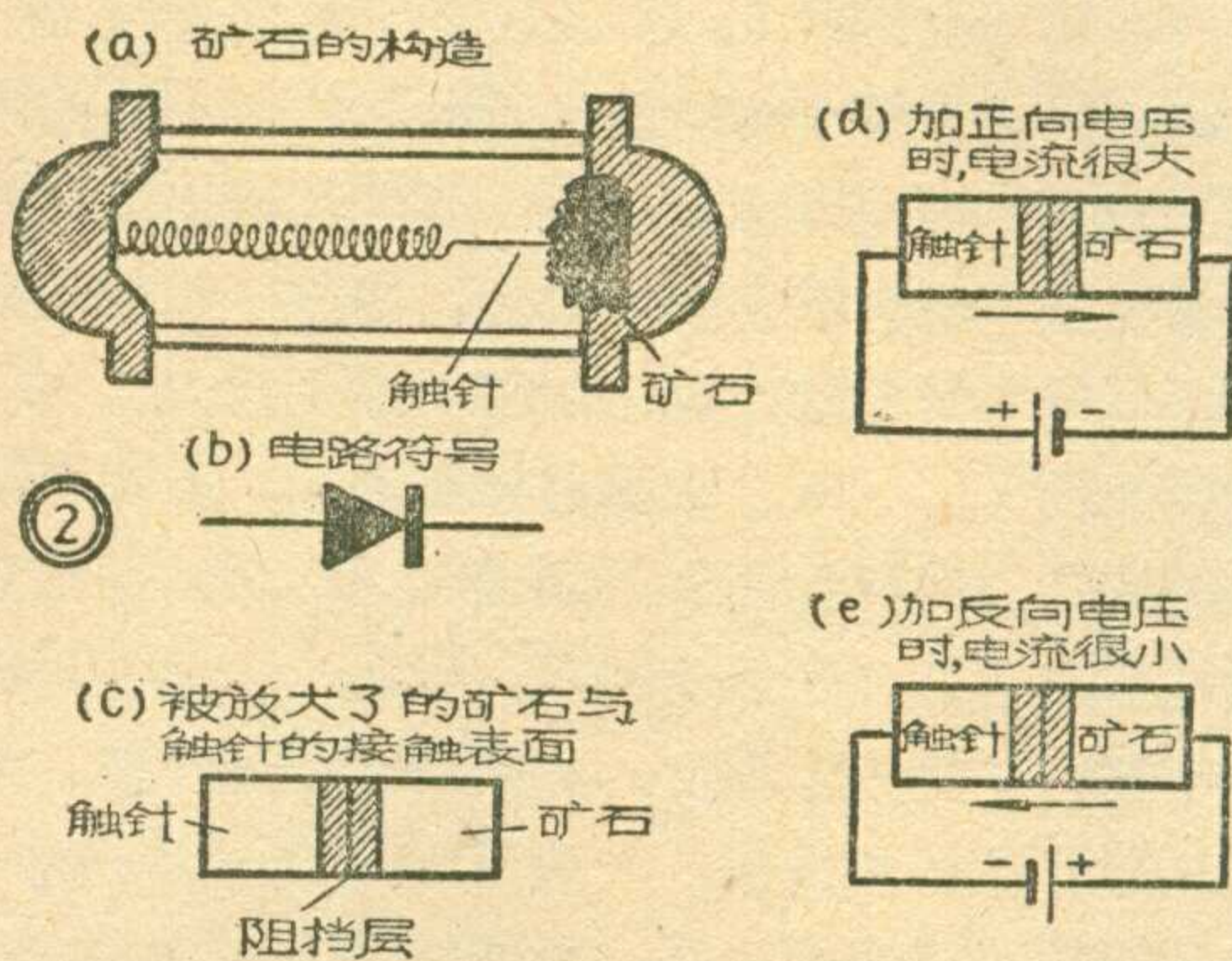
调幅波是已带有音频信号的高频电波，在收听节目的时候，我們还需要将音频电流从高频调幅波中再还原出来，这种还原的过程叫作“检波”。矿石就是用来完成检波作用的。

矿石是怎样完成检波的呢？

让我们来看看矿石的构造（图



2a)。图2b是它在电路中的表示符号。当触针和矿石的灵敏点接触的时候，



候，在接触面上能形成一层薄的阻挡层，它的厚度只不过万分之几毫米

（图2c是被放大的矿石与触针的接触表面）。这个阻挡层对电流的通过有阻碍作用，但是阻挡层的厚度却随着外加电压的方向而变化。当在触针和矿石两端加上某个方向电压时

（图2d），阻挡层变得很薄，电阻也很小，通过矿石的电流很大。而加上相反的电压时（图2e），阻挡层变厚，电阻也急剧地增加，这时只有很微小的电流能通过矿石，甚至可以认为基本上没有电流通过。所以我们说矿石具有单方向的导电性。矿石能够检波的关键就在于此。

这样，当矿石机收到电台发射的高频调幅波之后，电流为正时，能够通过矿石，电流为负时，被截止，相当于调幅波的下半部分被切掉（图3a）。

通过理论分析我们可以知道，图3a中的电流波形里实际包含有原来的音频成分以及高频成分，也就是说，通过检波后又把音频成分和高频重新分离开了，音频又还原出来（图3b）。虽然它们都可能通过耳机，但是高频成分是听不到的，只有音频成分能使耳机发出声音，而它的变化规律和广播电台原来播送的节目一样，因此，我们能听到电台的

广播。

矿石需要找灵敏点，性能不够稳定。半导体二极管是用锗或硅提炼制成的，体积小，正反向电阻差别大，性能比矿石好而稳定。如果用半导体二极管来代替矿石，收听的效果会更好。

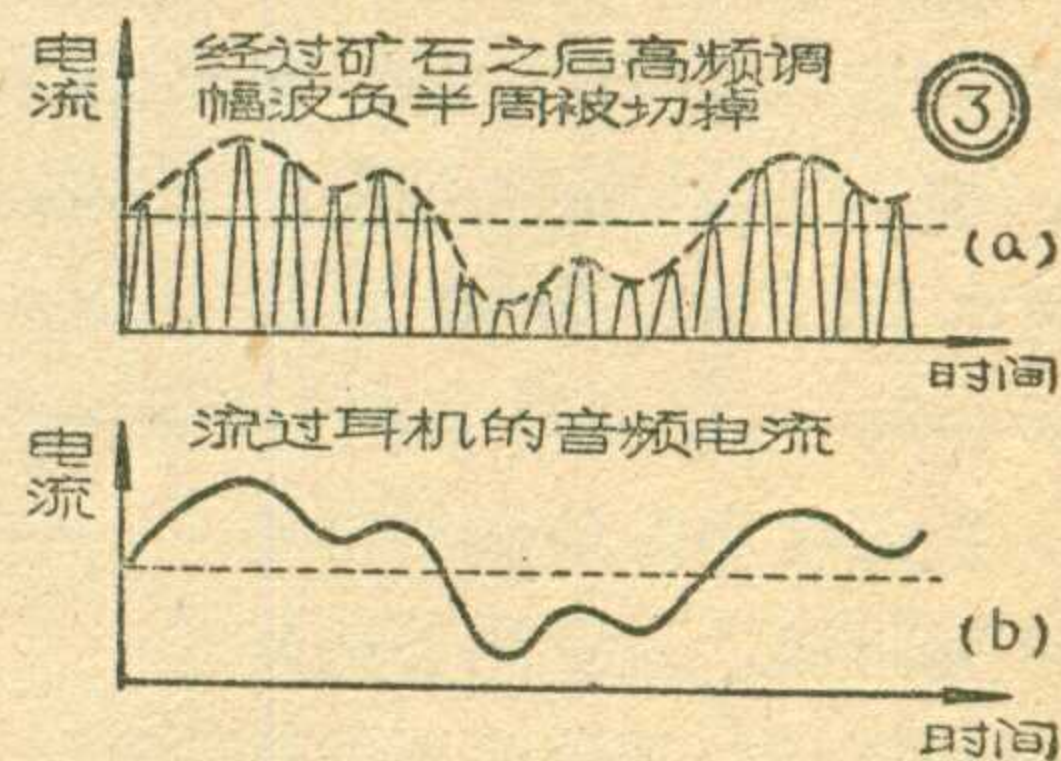
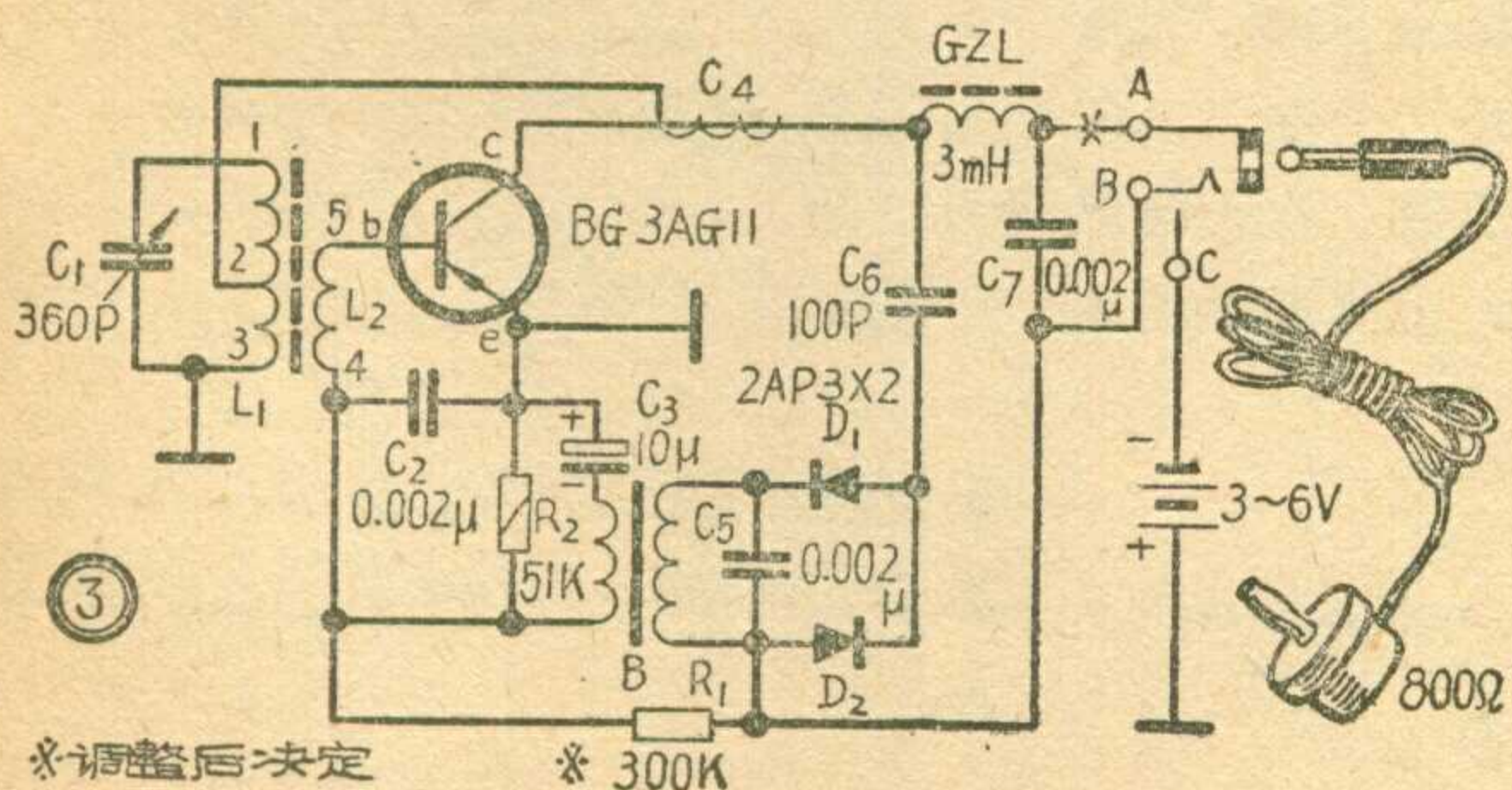


图3是另一种倍压检波电路，它是采用音频变压器与三极管的输入端

耦合的。其检波电路原理和前一种电路相同。检波后在音频变压器B的



初级线圈上得到音频电压，由C5将残余的高频成分旁路。次级线圈感应出来的音频电压通过隔直流电容器C3和L2加在三极管的发射极和基极

两端，进行音频放大。当音频变压器的初、次级线圈各和检波电路以及基极电路匹配良好的时候，可以得到最佳的功率传输，音量还可以比前一电路增大一些。但是要多用一只音频变压器，这是它的特点。

音频变压器可以用售品半导体管用的3:1输入变压器，它的高阻抗线圈应接在检波电路中。其它调整方法和上一个电路相同。

抄报中怎样才能少掉不错?

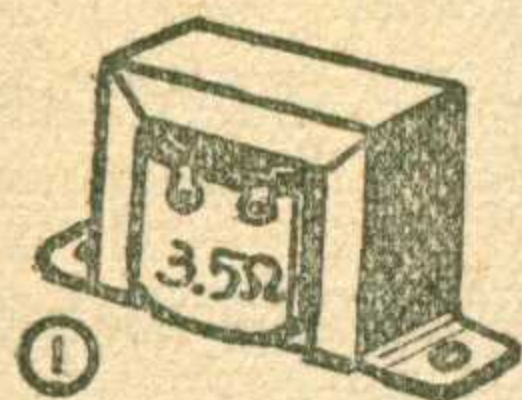
无线电收发报业余爱好者，在初学收报时，就会遇到掉字、错字的问题，以后每提高一个速度，同样会遇到这个问题。这是每一个初学者在沒有掌握抄报要领和每个速度电码信号变化规律以前的必然现象。只要我们能够认真分析，找出原因，采取一定的措施，错、掉字现象就能逐渐减少或消灭。如何才能减少错字、掉字呢？下面就来回答这个问题。

一、提高写字速度：一般写字速度要能高于抄报速度，抄收时才能从容不迫。要提高写字速度，就要求写时尽力一笔写成，使字体圆滑，不拐死角。字体大小要适中，字体过大过小，都易使肌肉紧张，手变得僵硬而写不出来或写不快。另外握笔时，用力不要太紧，指力、腕力要互相配合。

练字是收报的一项基本功，要像歌唱家天天练嗓子一样，每天都要练练，使之保持较高的速度，这样在抄报中，掉、错现象会相应地减少。

收音机中除使用着电源变压器以外，还使用着另外一种变压器，这种变压器是连接喇叭与收音机的功率放大器用的，叫做输出变压器

(见图1)。它比电源变压器小得多，而且只有两个线圈。初级圈的圈数很多，约有几千圈，它的一端接到功率放大管的屏极，另一端接电源 B_+ 。次级圈数很少，只有几十圈，它直接与喇叭相连(见图2)。这两个线圈的引线分别接在变压器外面的焊片上，焊片旁边注上相应的欧姆数。例如初级圈一面注有“5500 Ω ”，而次级圈则注有“3.2 Ω ”或



二、建立与巩固正确的信号概念：从低速就要建立正确的信号概念，养成听音调的习惯，找出字与字的不同特点。对符号相近的字可重点练习，错、掉最易在这些字中发生，如1与2，2与3，7与8等。0不会错抄5，因为它们符号相差很远。在每个新的速度开始时，对易错的字可重点练习一下，互相比出变化的规律和各自的特点，建立了正确的信号概念，就会少掉不错了。

三、掌握好抄收方法：抄报必须由低到高有计划地练习，对高速信号概念要逐步加深，巩固一个速度再提高一个速度。如果急于提速，错、掉必然增加。一般可采用低一高一平或高一平一高一平的练习方法。

养成压码稳抄习惯，待一个字发完听清后再动笔抄收，不要抢抄，如3刚发出两个点，你就抄，结果就会错抄成2。抄报中如已熟练地运用压码抄收，抄起报来就不会紧张了。

掌握好回行和翻页的时机：翻页回行的动作要快。当一页抄至最后一行时，预先用左手的拇指和食指将本页左下角提起，待抄完最后一组时立即翻页。在快速收报中，要注意主动有计划地回行，每一行抄收组数不要

太多。在回行或翻页的最后一组，可不压码，把听记下一行第一组第一个码的时间用于回行，免得掉错。

抄报中要果断，切忌三心二意，听清后就大胆地抄收。往往有的人，在抄报中，听着是“7”，又怀疑是“8”，拿不定主意，想抄又怕错，抄了又想改，当下面的字发出来后，又无把握的抄上或者就掉了。

四、精力集中做好一切准备：抄报中绝不能胡思乱想，要全神贯注，精心听辨，冷静地对待每一个字，不能有半点马虎。因为一秒钟需要听辨几个字，稍一放松，就会出错。如果一时出现漏掉现象，也不要过于紧张，应从容应付，力争后面少掉或不掉。

总之，只要我们掌握了以上几种方法，认真对待，在抄报中消除一切个人杂念，掉错现象定能减少。

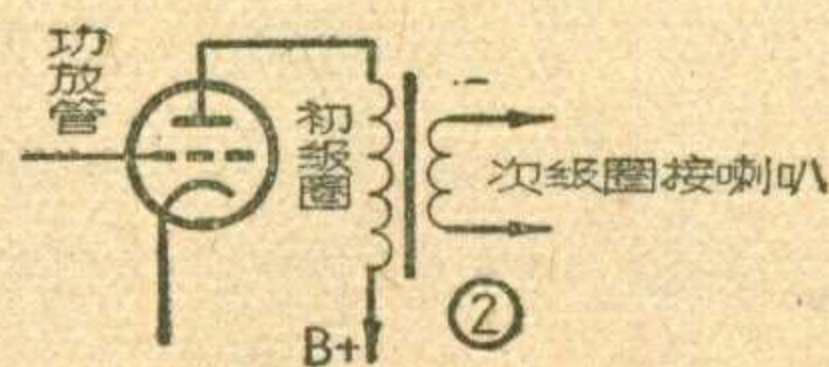
最后还要提一点，在电台工作中，往往在一份报的抄收过程中，经常遇到对方拍发“错”号或“FM”，听到这些符号后不要慌张，立即把精力集中到前一组或前几组上，根据重新发出的信号，纠正已抄的报文并继续抄下去。同时，借此机会，在紧张的抄收中，活动一下手腕，对下面的抄收也有好处。

(仇传彬)

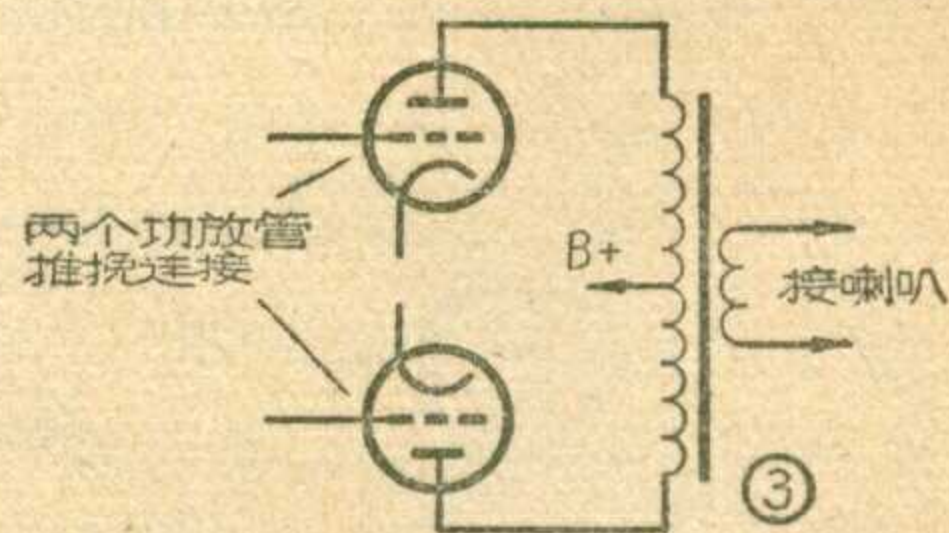
输出变压器

荧光

“3.5 Ω ”。还有一种推挽式的输出变压器，它的初级圈有三个引出头，其中的一个抽头接 B_+ ，两端的引出头接两个功率管的屏极(见图3)。有的输出变压器的次级圈有好几个抽头，在抽头旁注有不同的欧姆数。我们可以根据所使用的喇叭的阻抗值正确地连接。



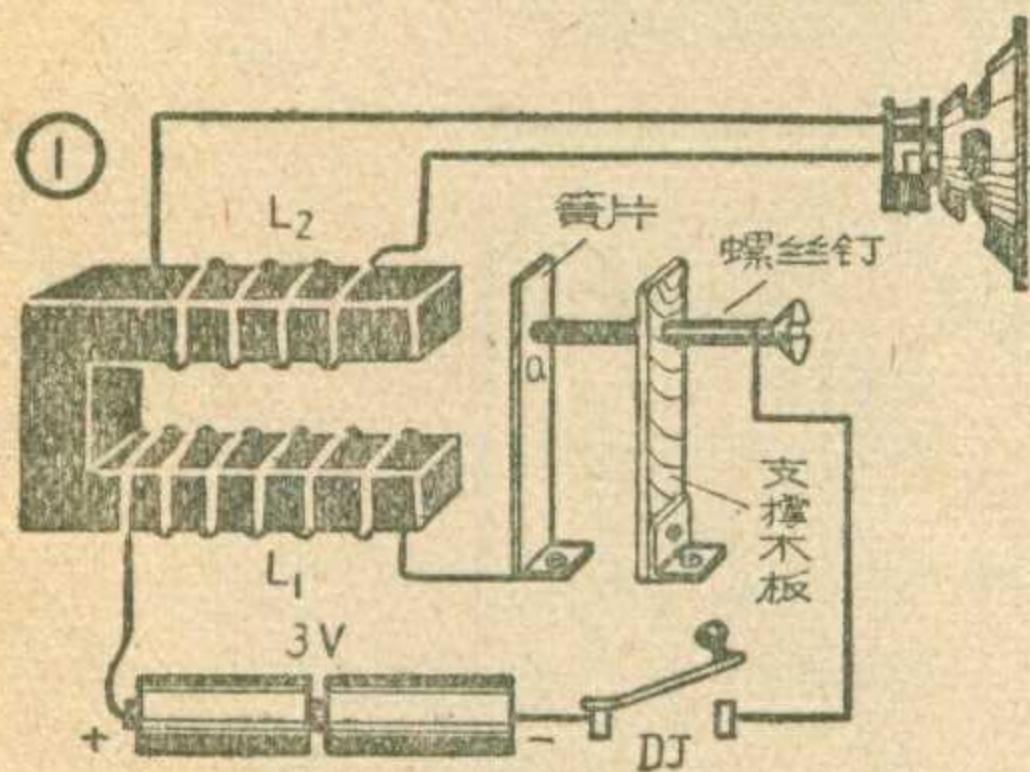
在半导体收音机中，使用的是小型输出变压器。这种输出变压器多数是推挽式的。常用的有3.2欧、3.5欧、8欧以及3.5欧和8欧合用的几种。半导体收音机中还使用一种小型输入变压器，它的外形与小型输出变压器相似。在市场上，它们是成套出售的。选购和使用时应注意。



自制电磁电码练习器

采用电子管或半导体管制作电码练习器，效果固然好，但費用較大，我們本着勤儉節約的精神，利用废旧材料做成了一個简单的电碼练习器。

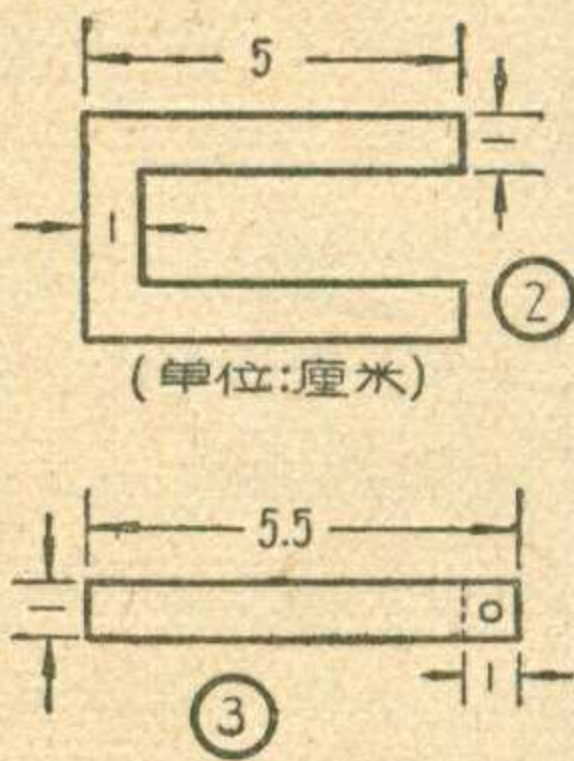
这种电碼练习器的原理图見图1。当按下电鍵 DJ 接通电路后，由电池、綫圈 L_1 和簧片組成的电路接通，电路內有电流通过，电磁铁产生磁力，吸动簧片，使电路在 a 点断开，电路內电流中断，簧片因电磁铁失去磁性而无吸力又回到原处，电路又接



通，此后就不断重复上述过程，循环不已，結果簧片便振动起来。由于綫圈 L_2 是繞在电磁铁的另一腿上的，綫圈 L_1 中电流时断时續将引起 L_2 中的电流也时断时續，这种电流通过舌簧揚声器的綫圈，便发出如蜂鳴似的声音。只要按下电鍵，就有蜂音产生，按的时间长，蜂音长，电鍵一放开，蜂音便消失。

具体制作方法如下。

首先准备好一块厚1厘米、长10厘米、寬6厘米的木板。电磁铁铁心片可利用旧罐頭盒



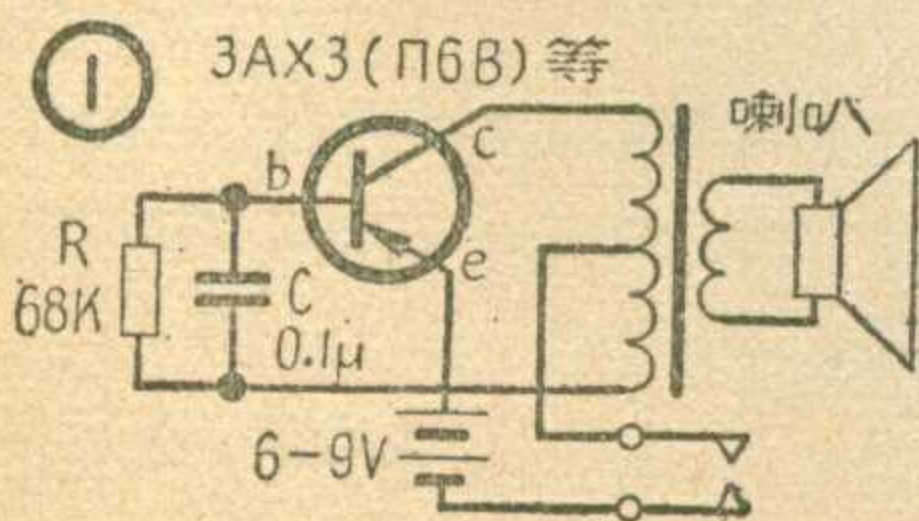
皮剪成如图2形状，将这样的铁片20到40片迭合起来，就成了需要的铁心。在铁心的两个腿上先纏一层胶布，再包上一层牛皮紙，然后用24号(0.55毫米)左右漆包綫在一个腿上繞200~300圈为 L_1 ，再用45号(0.07毫米)漆包綫在另一个腿上繞3000~5000圈为 L_2 。 L_1 和 L_2 也可以繞在用一个硬紙板做的綫圈架上，再套到铁心的一个腿上，但要注意先繞 L_1 ，后繞 L_2 。

簧片可用废罐頭盒皮剪成如图3的形状。在虛綫处折成90°角，并用小木螺釘固定在木板上，与铁心之間的距离，須試驗确定，一般約为2毫米左右。接触螺釘是用一块木板支持着的，靜止时应与簧片接触(a 点)。铁心、电池、按鍵可装在木板上适当地方，按图接好，就制成了一个电碼练习器。(王树刚 王世乾)

半导体管电碼练习器的改进

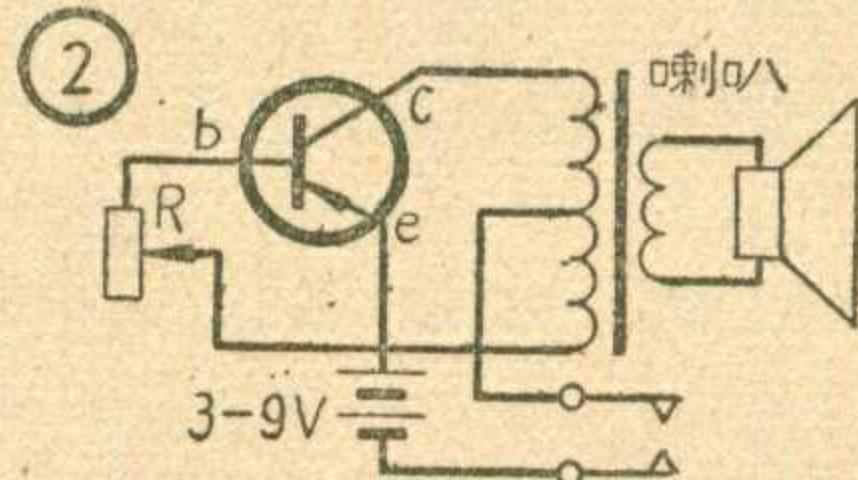
1964年第9期杂志上介紹的一种半导体管电碼练习器，是比較简单实用的，一般初学者装置起来也不会碰到很大困难，是值得推广的一种电碼练习器。它的电路如图1。但按原电路装置， R 不易选择，綫路中有 C 存在， R 值稍偏一点，声音就很小。如将 C 去掉， R 值的选择范围可增大一些， R 的选用也就比較容易了。将 C 去掉以后，对练习器的工作并无影响。如将 R 换成可变电阻，还可以改变练习器的声調。改装后的电路如图2。

根据实验， R 需根据不同种类的半导体管选用不同的数值，同一型号的管子，选用的 R 值也是不相同的。



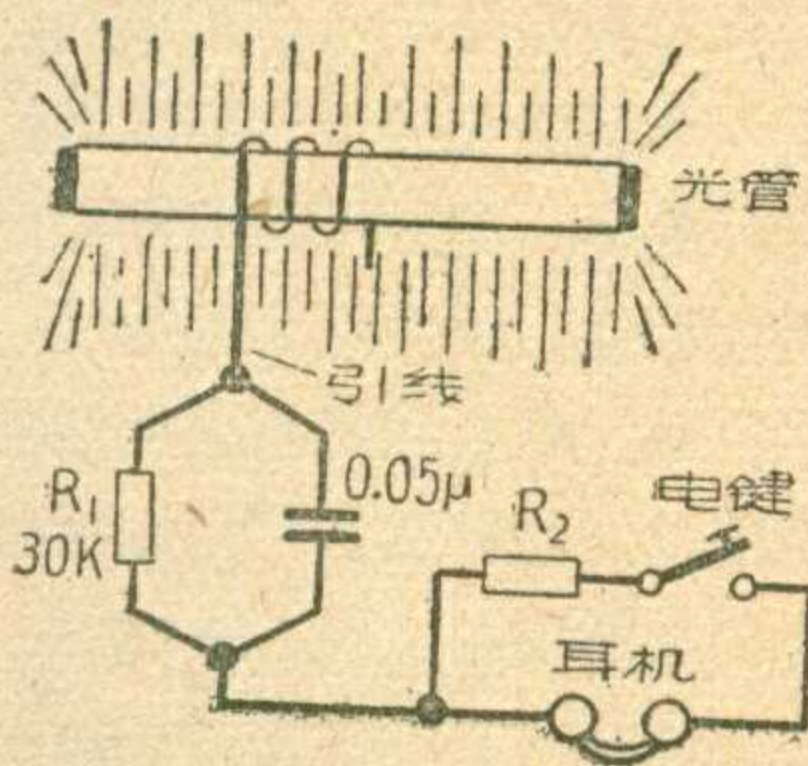
我用3AX3(Π6B)半导体管所做的几个练习器中， R 有用100Ω的，也有用20KΩ的。

电源电压降到3伏，练习器也可工作，只是声音小些罢了。此时 R 值



通常我們制一个电碼练习机，必须具备电子管、晶体管或电蟬等等零件。做电碼练习时，也要有电源才行。

这里介紹一个特殊的电碼练习机，它不需要电子管或半导体管等零件，而是利用荧光灯光管的杂音，只用耳机和少数阻容元件就可以制成。



簡易电碼练习机

在做电碼练习时，也不需要另外的电

可以重新調整，使声音增至最大。如用6伏电源，练习器发出的声音，不次于交流二管音頻振蕩器发出的声音，可供几十人的报务訓練班练习收发电报用。如配用65毫米晶体管收音机专用喇叭(3Ω, 0.25VA 或 8Ω, 0.25VA 的喇叭均可)，所有元件及干电池都可装在半导体收音机的机盒內，携带起来十分方便。(謝庆彪)

源。这种綫路及接法，如附图所示。

这种电碼练习机，其音质虽然不是很好，但用作简单的电碼练习还是可以的。根据实验，电鍵要使用优质的， R_2 可以决定声音的大小， R_2 的阻值越大，声音也就越大，一般选择500KΩ~1MΩ就合适。天綫引綫只要在光管上繞上1~2圈就行。在使用时，必須用手指經常接触电鍵，否則，只能听到微弱的杂声，而觉察不出电碼的信号声。(张元发)

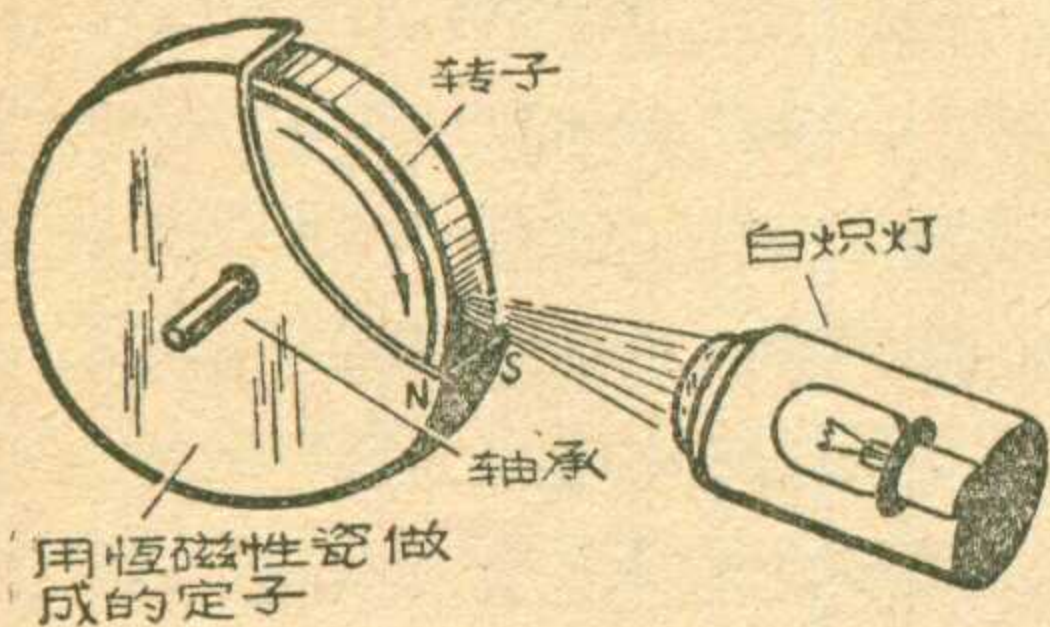




光热磁发动机

光热磁发动机是利用某些物质的热磁特性工作的。掺有铈化锰的铬具有热磁特性，其温度升高到 30°C 以上时，从逆磁性体变为铁磁性体，磁场对它的作用力远比逆磁性状态为强。

光热磁发动机的结构示意图如附图。定子是恒磁性瓷做的扁圆盒。在周边上留有一段缺口。在盒子里边装有可自由旋转的小轮，做为转子。轮边上镶着用铬（掺有铈化锰）做的圆环，当白炽灯射出的聚焦光束照射在铬圆环上时，该照射区域的温度升高，变成铁磁性体，转子被吸入定子的磁场内，从而转动，原来被照射的区域脱离光束，恢复到常温，又成为逆磁性

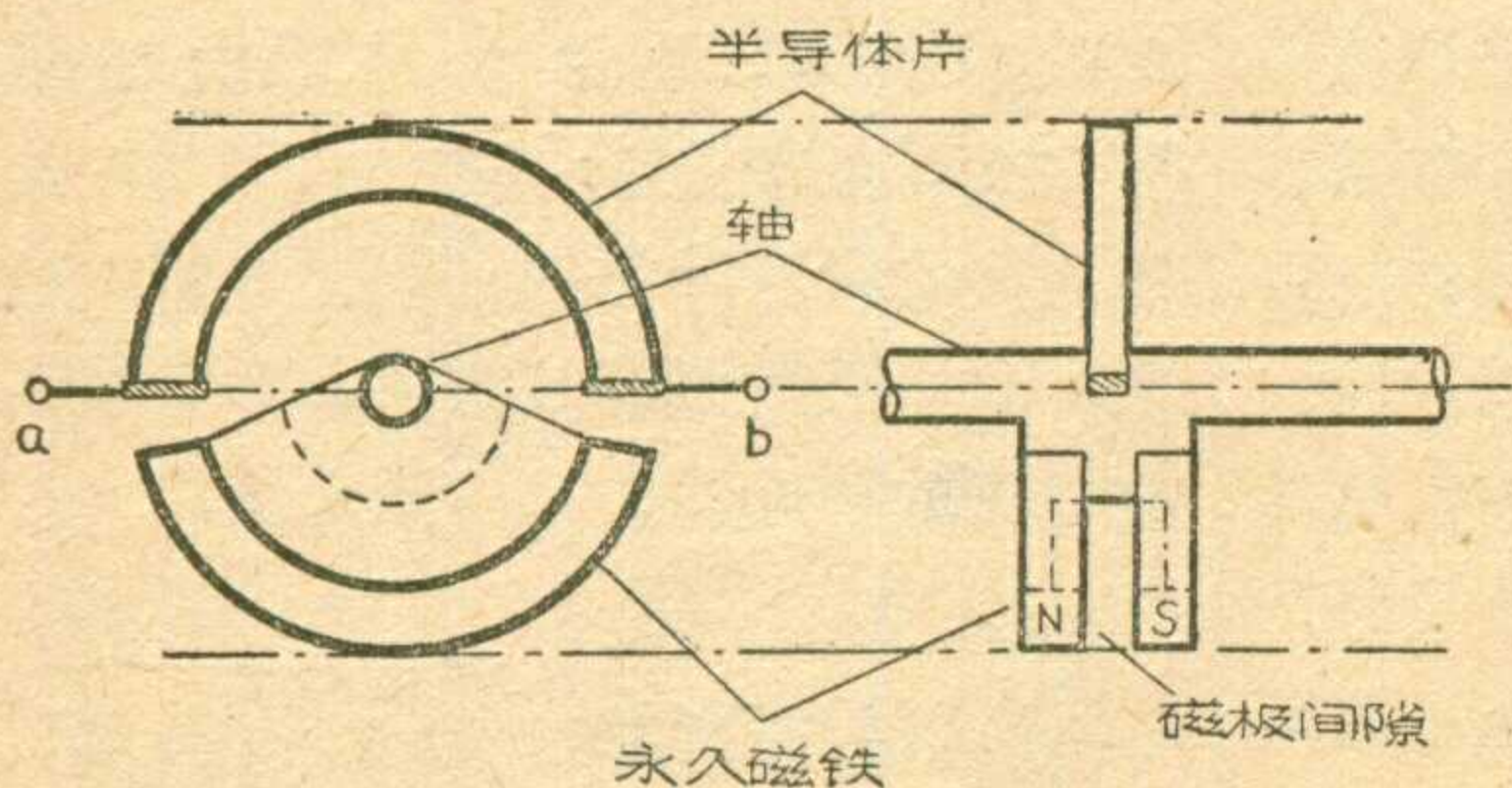


体。这时光束又照射到另一区域，如此周而复始，转子不断转动。据报导，这种光热磁发动机的效率很低。但由于它有这种热效应，可以用在食品工业的大型冷冻设备中的故障告警系统里。

(李元善 編譯)

无接触点可变电阻

有的半导体材料，在磁场的作用下，其电阻值会有显著的改变。最近根据这一现象制出了无滑动接触点的新型可变电阻。



如图所示，固定的一方为半圆弧状半导体片，其两端 a 、 b 接导线，另一半圆弧为可转动的永久磁铁。转动永久磁铁，可使半导体片无接触地插在永久磁铁磁极 N 、 S 的间隙中。由于永久磁铁具有一定的磁场强度，随着磁铁的旋进，半导体片 a 、 b 两点间的电阻值也随之增大。反之，电阻值也随之减小。

因为这种可变电阻是无接触式的，它就能避免一般可变电阻，因机械损伤而造成的电阻值变化，也可免除，因温升及跳火而产生的噪声等优点。这种可变电阻的性能颇为稳定。(洪珍編譯)

无人駕駛機車

目前已試制成功一种无人駕駛的内燃機車。它的駕駛、調度、調节行車速度及計算時間等工作，均由电子計算机和一系列电子设备来完成。

在機車前面装有一部雷达，在列車行进时，不断地沿铁路发射脉冲，当铁路上有人畜或其它障碍物时，反射回来的雷达脉冲信号，經电子计算机处理后，会馬上控制機車刹車或減速。在铁路沿綫距站台数百米处，均設有无綫电減速信号发射机，当列車开到附近时，機車就能接收到这一信号，自动逐漸減速，直到停在月台的指定位置上。停車后，能自动启閉車廂門。目前这种機車的速度已达每小时 130 公里。(陆跃明編譯)

超声波法硬度測量

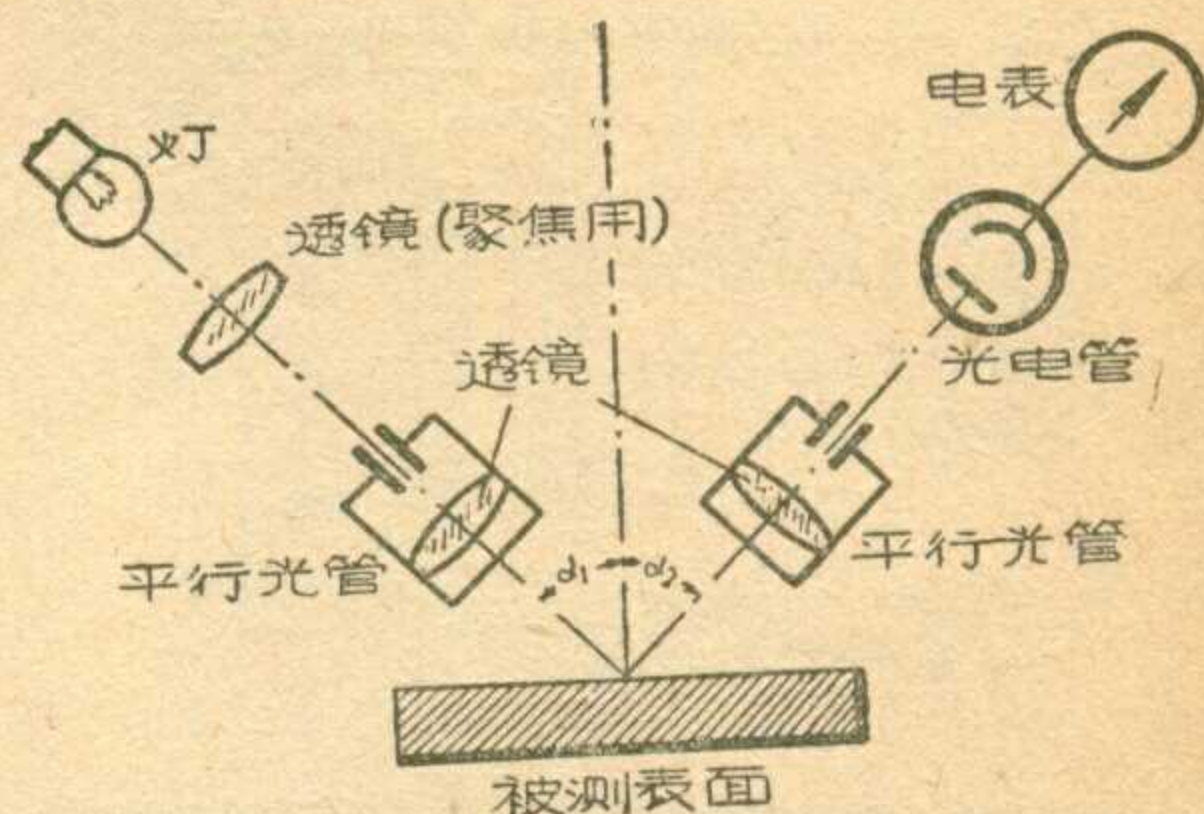
最近国外研制出一种利用超声波来测量洛氏硬度的手提式仪器。三秒钟內即可获得准确的測量結果，其誤差不超过 ± 1 个单位。

该仪器主要利用一个具有磁致伸縮性能的測量杆，在測量杆的端头镶有金刚石锥体，先給測量杆施加一諧振頻率，当測量杆的尖端与試件接触时，金刚石的尖端便压入金属表面，压入的深度与材料的硬度成反比。此时，測量杆的振动頻率就会改变。按其頻率的改变，在仪器上就会指出相应的洛氏硬度值。这种仪器作用到試件上的負荷很輕，仅 675 克（一般洛氏硬度計的負荷为 150 公

斤），因而不会损伤試件。当試件硬度为 HRC65 时，压入深度为 7 微米；而在 HRC25 时，为 11 微米。如果試样是精密零件，为了减少压痕深度，还可令負荷減到 300 克。(京示編譯)

电子光泽計

电子光泽計可測量油漆、紙張、陶瓷、紡織品、塑料和金属件的表面光泽，亦可供結晶学、金属学、历史学等的研究机构作为研究工具。这种光泽計的最大优点是：能从不同角度測量样本的光泽，測量的最大角度可达 150° 。



光泽計的測試原理如图，白炽光发出的光通过聚焦透镜和由透镜及可互换光阑构成的平行光管，将光线聚焦在被測表面上，由表面反射的光穿过另一个平行光管照射到光电管上，光电管产生的电流送入电表，根据測出的电流大小，即可将被測表面的光泽度表示出来。

(李元善編譯)

燃料电池

国外最近制成了一种能够利用廉价燃料的新燃料电池。一般燃料电池采用純氢作燃料，用昂貴的稀有金属白金等作电极。而新燃料电池是以純度較低的氢作燃料，因此，原料来源就广得多，一些廉价的容易到手的碳氢化合物，如汽油，沼气（甲烷）等都可作原料。电极也可以用比較便宜的鍍和銀等作主要原料。这种燃料电池和普通的燃料电池一样，能从普通的燃料直接获得电能，由于不使用旋轉机构，所以也沒有噪声、效率較高，也較容易維護。

目前这种电池的功率約为 100 瓦。将来随着成本的降低，估計可在較广的領域里应用。

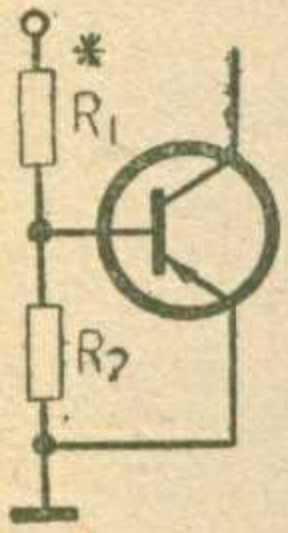
(吳修洛編譯)

问与答

问：半导体管的工作状态是由偏流来决定的，为了获得适当的偏流，一般是改变图中偏流电阻 R_1 的大小。但如保持 R_1 的阻值不变，改变 R_2 的大小是否同样可以得到所需的偏流。为什么有的电路不用 R_2 ？

答：只用 R_1 不用 R_2 的偏置电路稳定性比较差，只适合用于要求不高、工作电源比较稳定的场合中。

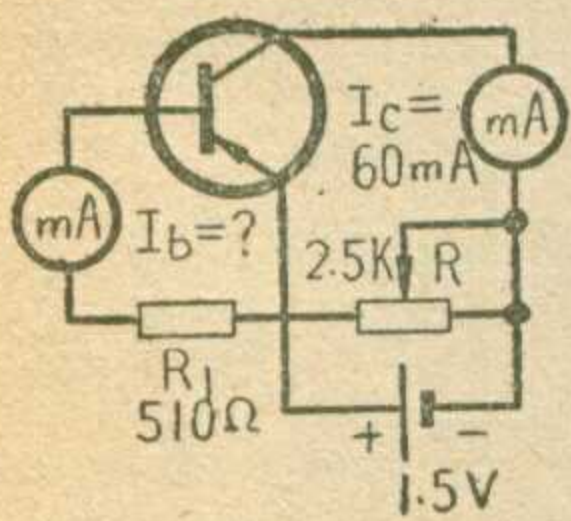
在有 R_2 的电路中，保持 R_1 不变而改变 R_2 ，同样可以得到所需的偏流，但这样做会产生一个问题。从电路上可以看出 R_2 是并联在半导体管的输入端的。如果 R_1 偏小，而为了保持一定的偏流，势必要使 R_2 减小。这样前一级的信号电流就会有一路从 R_2 上分流而去，影响输入到半导体管的电流，因而减少了功率增益。因此一般往往是先肯定 R_2 (R_2 的数值要求比半导体管的输入阻抗大)，然后再确定 R_1 。 R_2 的阻值也不宜太大，因为 R_2 愈大，半导体管的稳定性就愈差。



问：作推挽放大用的两只半导体管要求特性一致，在业余条件下怎样进行选配？

答：推挽放大级要求所用两只半导体管特性一致，主要目的是防止产生不对称失真。影响不对称失真的因素很多，实验表明最关键的是两只半导体管在低电压大电流时的直流放大倍数（即直流放大系数 β ）。作推挽用的两只半导体管要求 β 尽可能接近，这样失真的可能性就小。

在业余条件下要测量半导体管的 β ，可用两只万用电表的电流档分别接在半导体管的集电极和基极电路中如附图所示，调整电位器 R ，使集电极电流 I_c 指示为 60 毫安，这时看一下基极电流 I_b 是多少， β 值可以根据公式



$$\beta = \frac{I_c}{I_b}$$

算出。例如某半导体管测得电源电压 $V_c = 1.5$ 伏， $I_c = 60$ 毫安， $I_b = 1$ 毫安，那末此管的 $\beta = \frac{60}{1} = 60$ 。

挑选管子时，两管的 β 最好相差不大于 10，高质量的放大器最好不大于 5。

(以上范思源答)

问：电子管收音机和半导体管收音机的电阻和电容是否可以通用。

答：电子管收音机用的电阻和半导体管收音机用的小型电阻，除了功率大小不同外，其他性能是一样的。电子管收音机用的工作电压较高，电流较大，而半导体管收音机的工作电压和电流要小得多。所以电子管收音

机用的电阻额定功率比半导体管机用的为大，用于电子管收音机的电阻都可以用在半导体管收音机，只是体积大而已，只要结构上允许，就没有问题。

但是半导体管机上的电阻用到电子管收音机上去时，则应注意所用地点的电流大小，以免超过电阻的额定负载而烧坏。例如检波滤波电阻、前级电压放大管的阴极电阻、电压负反馈电路的电阻、音调控制电路的电阻和各级电子管的栅漏电阻等承受功率极小，可以用小型电阻，而功率管的阴极电阻、高压部分的滤波电阻、降压电阻和耦合电阻等承受的功率较大，不能用小型电阻代换。

电容器则是耐压问题，用于电子管收音机的电容器耐压高，用于半导体管机的耐压低，只要不受体积的限制，电子管机的电容器都可用在半导体管收音机上，但应根据电容器的种类和电路的要求作相应的使用。例如半导体管机原来需要用小型的云母、瓷管或聚苯乙烯电容器的地方仍应使用同类大型的电容器，原半导体管机一些旁路电容器使用小型的钛酸钡或涤纶电容器等的地方，可以用大型的纸质电容器。半导体管收音机的电容器则不能全部用在电子管收音机上，例如在前级电压放大或高频部分的阴极旁路电容、无高压的谐振回路中的电容和耦合电容等可以相应的通用外，其他如有高压的滤波电容、耦合电容、隔直流电容等则不能通用。

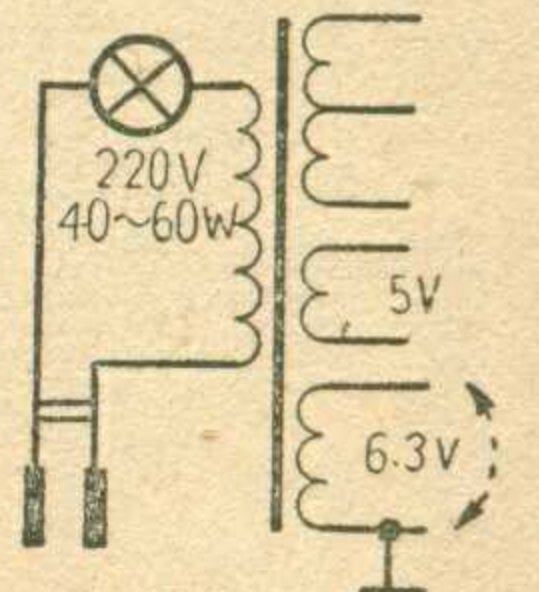
问：一般电子管收音机，灵敏度以微伏为单位，而半导体管收音机以毫伏/米为单位，两者有何不同？

答：使用机外天线的收音机，灵敏度是以收音机在输出规定大小的功率时，天线端所需的电动势来表示，单位为微伏。而用机内天线（如磁性天线、环状天线等）的收音机灵敏度则以输出在规定的功率时天线端所需的电场强度来表示，单位为毫伏/米。电子管收音机一般是机外天线多，所以灵敏度常见是微伏表示。而半导体管收音机则多用磁性天线，所以多见到是毫伏/米。但电子管收音机也有用机内天线的，也要用到毫伏/米表示灵敏度。所以用哪种单位应该以采用的是机外或机内天线的方式来区分，而不能以电子管或半导体管来区分。

(以上林华答)

问：怎样检查收音机的电源变压器好坏？

答：电源变压器的好坏，大体上可从以下三个方面进行检查，如果变压器是装在收音机上的，要先拔下全部电子管和指示灯：(1) 检查各组线圈有无断线，办法很简单，只要用欧姆表量一下各组线圈的电阻就可知道。一般五灯收音机、5 伏和 6.3 伏线圈直流电阻不到 0.5 欧；220 伏线圈电阻约在 30~60 欧之间；次级高压线圈电阻约在 300~500 欧之间。(2) 检查变压器内部有无短路。这种短路一般用欧姆表是检查不出来的。常用的办法是串灯法，就是把变压器的 220 伏初级线圈和一只 40 到 60 瓦 220



伏的电灯泡串联后，接到 220 伏交流电源上去。由于电子管和指示灯已拔下，变压器无负载，初级线圈电流一般很小，灯泡应当不亮或仅发暗红光，表示变压器是好的。如果灯泡很亮，消耗电流大，就说明变压器内部有短路。有些变压器质量较差，本身损耗较大，灯泡亮度比较大，但又不是很亮，难以判断好坏。这时可以用解锥或一段接线把 6.3 伏线圈短路一下：如果此时电灯泡亮度变化很大，变压器就是好的；如果变化很小，说明变压器原来已经有短路的地方，现在虽然再短路，也就没有变化或变化不大了。(3) 检查 220 伏线圈是否与铁心短路或漏电。检查的目的主要是从人身安全考虑出发的。办法是用试电笔接触铁心，如果试电笔很亮，说明漏电比较大。也可以用万用表检查，把电表放在交流 250 伏或更高一点的档上，一根表笔量铁心，一根表笔量地线或自来水管。如果电表读数在几十伏左右，说明漏电已较大，如果表笔无地线可接，也可以手拿表笔借人身通地（人要站在地面上，站在木板上就不灵了）。由于电表内这时串有一个 250 千欧以上的电阻，对人身安全没有妨碍，但是不可把电表放在更低的档上。不管用什么办法，电源插头都要调换一次，再检查一次。

上面的办法，也可以用来检查扩音机的输出变压器和其他较大的变压器，但是收音机的输出变压器和其他很小的变压器，不能用这个方法检查。

问：收音机不和广播线连在一起，为什么开放有线广播时收音机里会听到有线广播的声音？怎样才能避免？

答：收音机从天线上收到的是广播电台的高频电流。有线广播线上传输的是音频电流，本来是不会干扰收音机的，但是在特殊情况下或发生了故障，也会对收音机造成干扰。

曾经发现的有两种情况。一种是单线广播线（也可能是双线广播线，但其中一根是通地的）经过收音机附近，音频电压直接串入收音机的低频放大部分，或者串扰扩音机的话筒和话筒放大级。遇到这种情况，不管收音机的刻度转到什么地方，都受它的干扰。这种情况对收音机的串音较轻，对扩音机则较重。解决的办法只要在收音机或扩音机的机壳上接一根地线就成。但是对扩音机有时只能做到减轻，不能全部解决，还得从扩音机和话筒线本身进一步检查解决。

另一种情况是扩音机发生了故障，或者原来安装上存在问题，产生了高频寄生振荡，变成了发射机向外发射。这时其他扩音机一般不会受到干扰，收音机只是在刻度盘上某几个地方出现干扰，往往离开广播线数百米的地方仍然收到有线广播。由于有线广播负载情况的改变，机房电压的变动，值班人员调节音量控制等，这种干扰还可能时有时无。这种情况要从产生寄生振荡的扩音机身上检查解决。扩音机一旦产生寄生振荡，电力消耗不正常，还可能造成电子管屏极发红，打穿输出变压器等，对有线广播是很不利的。（以上方锡答）



祝贺无线电收发报运动的胜利，更广泛地开展业

余无线电运动	张文华(1)
无线电收发报竞赛获得丰硕成果	(2)
女子机抄报的新军——齐凤	黄明宜(3)
我国试制成功第一台一级大型电子显微镜	(3)
看全运会无线电遥控模型飞机比赛	黄永良(3)
电火花加工技术	王沛远(4)
想想看	(6)
半导体管会议电话机	史振藩(7)
“想想看”答案	(8)
量具镀铬仪	王政尊(9)
实现调频的方法	瑤琪(10)
* 半导体知识 *	
半导体管振荡电路	露天(12)
牡丹 8402 型八管半导体收音机	严毅 朱达(14)
修理断路半导体管简法	李士钧(16)
简单半导体管收音机的输入电路	秋吟(17)
新型调谐指示管—6E2	刘光金(19)
录音机测速带的简易制作	鲁宝林(21)
怎样消除交叉调制串音	林华(22)
* 实验室 *	
简单的半导体管电场强度计	景新(24)
* 业余初学者园地 *	
倍压检波来复式半导体单管机	冯报本(26)
矿石的作用	基放(27)
收发报常识问答	仇传彬(28)
输出变压器	荧光(28)
自制电磁电码练习器	王树刚 王世乾(29)
半导体管电码练习器的改进	谢庆彪(29)
简易电码练习机	张元发(29)
国外点滴	(30)
问与答	(31)
封面说明 我国自制的一级大型电子显微镜	

编辑、出版：人民邮电出版社
北京东四 6 条 19 号
印刷：正文：北京新华印刷厂
封面：京华胶印厂
总发行：邮电部北京邮局
订购处：全国各地邮电局所

本期出版日期：1965 年 10 月 12 日
本刊代号：2-75 每册定价 2 角

互相学习 互相帮助



一、人民解放军通信兵部的首长在比赛期间经常来赛坊观看比赛。这是他们在裁判室了解各选手的比赛成绩。

二、比赛结束后，优秀选手们向全体运动员交流学习体会和收发报技术经验。

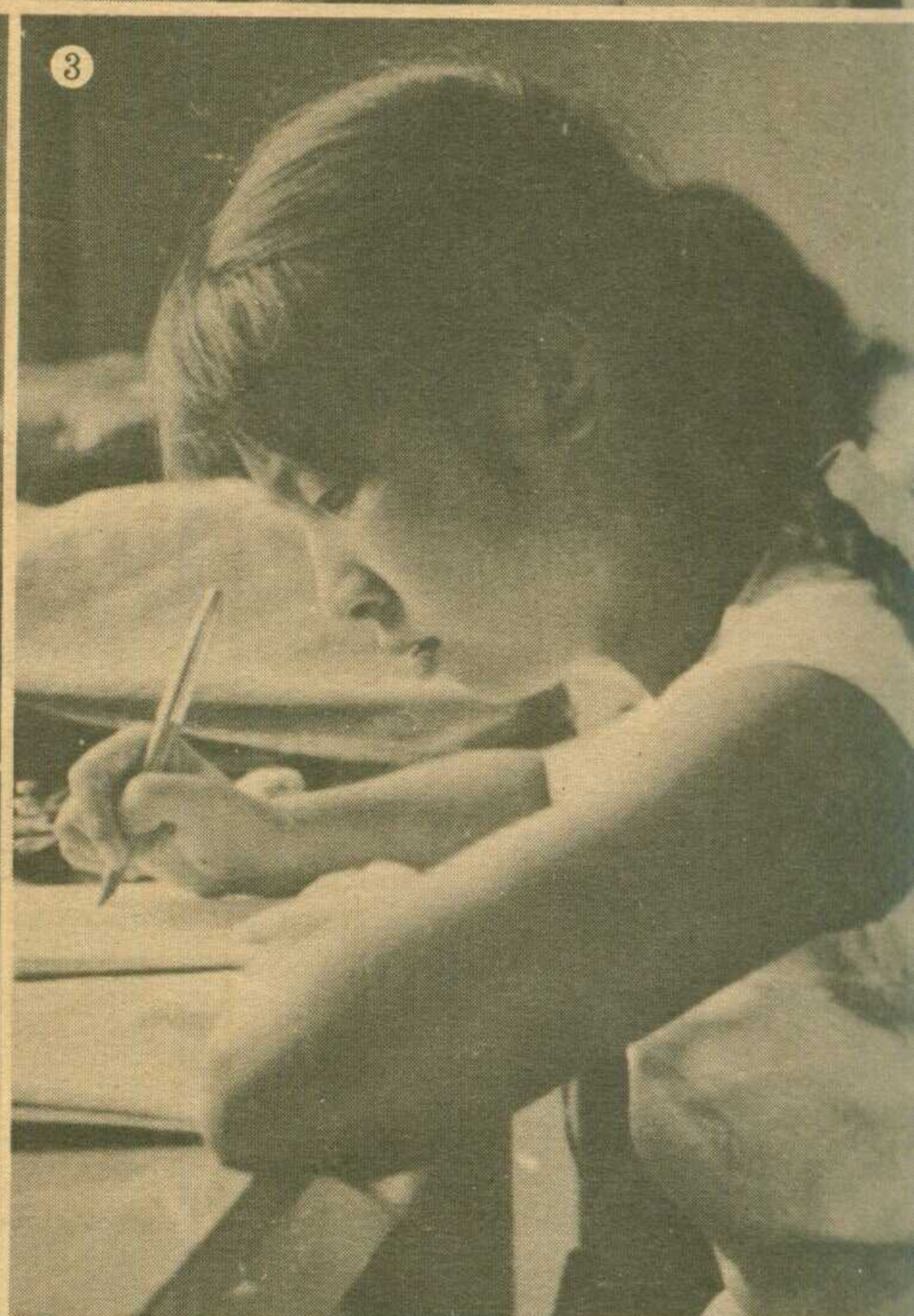
三、比赛期间，学习毛主席著作从未间断。图为江西运动员叶绿香在练习机旁写学习毛主席著作的笔记。

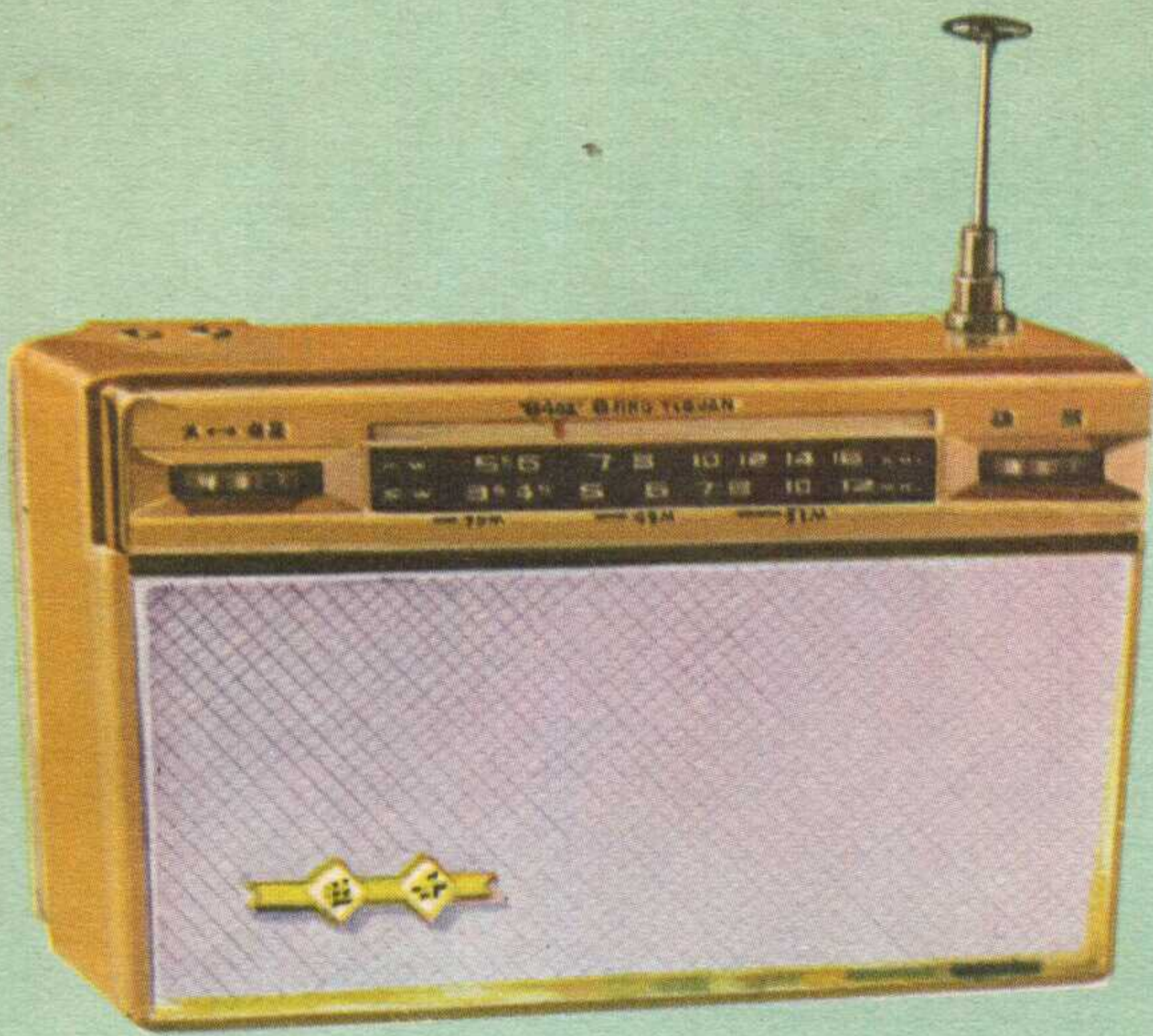
四、新疆代表队维族队员阿合其汗(立者)和回族队员马衍凌在互相观摩发报质量。

五、“放音室”——收报比赛的标准信号，从这里准确地发出。

六、贵州队运动员正在把自己的抄报经验介绍给宁夏代表队的运动员们。

七、湖南十九岁的新手萧山秀，在女子手键发报中，以150.8字的分速超过了苏联选手1956年所创造的149.6字的国际最高纪录。





牡丹8402型 半导体收音机

