



无线电 12  
WUXIANDIAN 1962



# 全国无线电工程制作评比在京开幕

1962年全国无线电工程制作评比，十一月五日起在北京体育馆开始进行。参加这次评比的，来自全国十七个省、市、自治区，作品近500件。

作品的种类，丰富多采。有无线电收发设备，各种仪表，电视机、录音机、扩音机，示教板，以及很多在生产、生活中有实用意义的电子仪器等等。这些作品都是无线电爱好者制成的，充分表现了他们勤奋学习、刻苦钻研创造的精神。

这次评比完了后，参加评比的作品还将在北京体育馆公开展览，通过相互观摩、交流经验，更好地开展无线电工程制作活动。

- ①裁判人员把一些接收设备移到室外来进行远距离测试。
- ②一批晶体管收音机正在这里进行电气性能的测定。
- ③裁判人员在讨论这架点票机的工艺水平。
- ④少年之家制作的“空中电琴”正在经受实际考验。
- ⑤教学示教设备裁判组一角。

摄影 柳岸 童效勇



## 广泛的应用

在电视接收机的屏幕上，我们观看了天安门前雄壮热烈的游行，欣赏过优美的歌舞，看过精彩的球赛、电影和

戏剧。现在，“广播电视”已经成为宣传教育和丰富人民文化生活的有力工具。但是，电视的用途并不仅仅是这一点。它在国民经济和科学研究的各个部门，在工厂、矿山、企业、学校、医院和交通运输等方面，都能发挥自己的本领，因而得到了普遍的重视。这些方面的电视，人们把它叫做“应用电视”或“工业电视”。

让我们简单地举一些例子谈谈“应用电视”能够担任的工作。

1. 调度电视。这是目前电视应用中最为广泛的一种。大的可以是调度一个车间的生产，小的可以代替门卫，帮助接待客人等等。

在一个车间调度室里，可以从电视接收机屏幕上看到整个车间的生产情况。原来在车间的墙角上，有一个电视摄像机在工作。调度员还可以在远离摄像机的地方更换镜头，变动焦距，看到某一车床的工作情况。这就是“遥控的工业电视”。

在铁路枢纽站上，用电视可以调度和编组列车，既迅速而又准确。这只要在调车场的高塔上安上几套电视摄像机，就可以完成这一工作。调度员在几个监视器前面，搬动按键，列车就随着电视的指挥而编组。

如果我们有机会去参观手表的生产，微小型收音机的装配，电子管和半导体的生产等，就可以看到工人们都是在放大镜或显微镜下操作。用了“电视显微镜”以后，就可以把需要装配的零件放在电视摄像机的下面，工人们可以凭借电视机的屏幕，看到操作过程，这样不仅减轻了眼睛的消耗强度，而且成品质量更有保证。

在城市内交通繁忙的街

# 应用电视



闰年

在银行、企业和文化娱乐场所，都可以广泛采用调度电视。例如用来传送票据、文件、监视舞台上的演出等等。

## 2. 医学电视。在

现代的医疗设备中，日益广泛地采用了电视设备。用X射线电视来代替X光透视机，医生可以直接在电视机的屏幕上来检查病人的内脏；在进行胸腔外科手术前必须进行的心导管试验，借助于X射线电视的帮助，就可以使医务人员避免接触放射线，而且所得的影像远比在透视机上看到的清晰。用放射线治疗疾病的过程，如用电视来监视病人的反应，医务人员就可以在远离放射线的地方观察。

应用电视可以使更多的医务人员在手术室外观察到手术进行的全部过程，这只需要在手术灯上加装一架小型的电视摄像机就可以了。近年来，在一些国家里，已逐渐在外科手术电视中应用了彩色电视设备，使观察到的过程更加逼真。

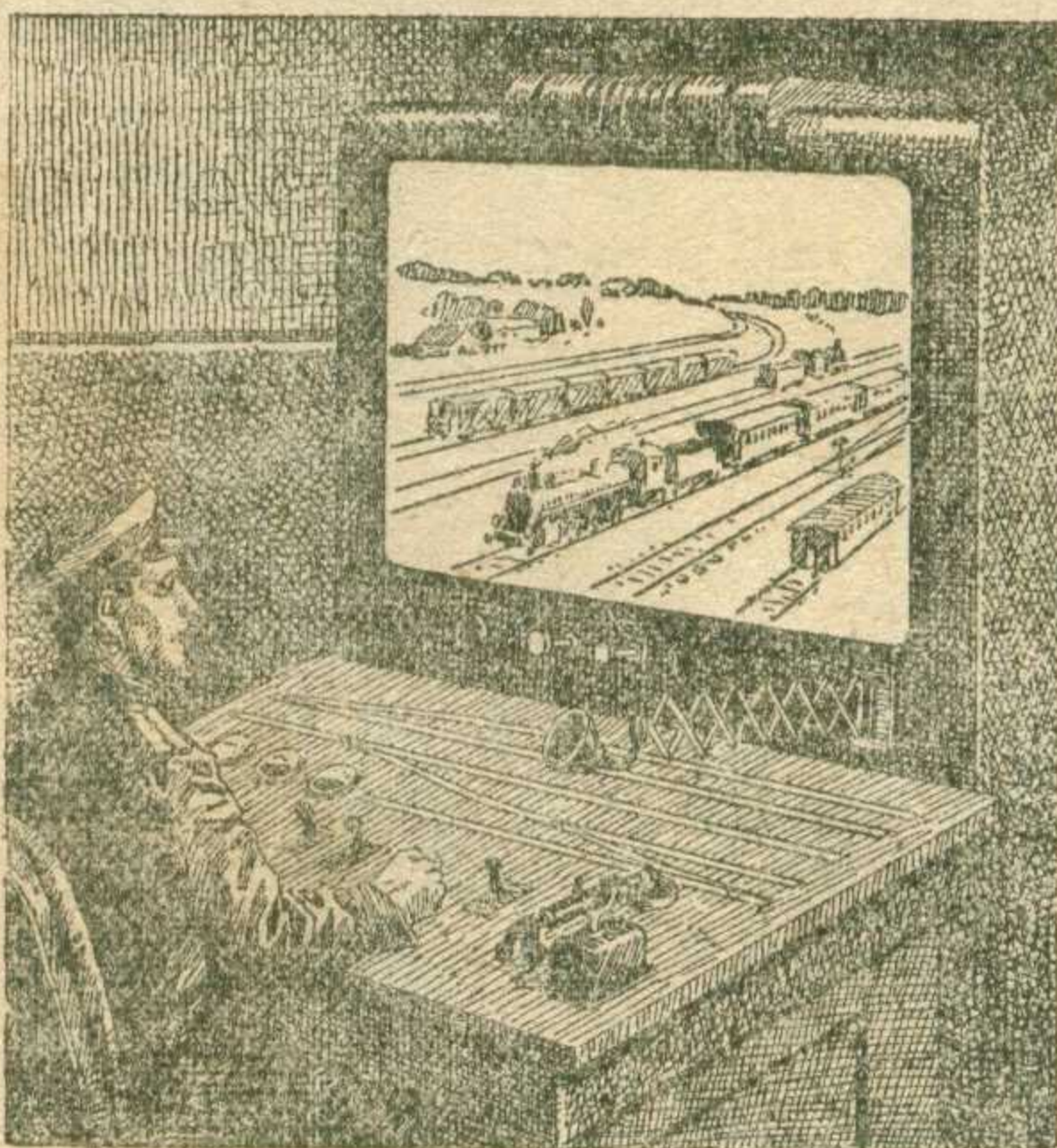
紫外线电视系统的出现，给医学、生物学上的研究带来新的喜讯。因为紫外线电视可以观察到生活着的细胞，而在一般显微镜下，我们只能看到“死”的。电视显微镜可以帮助医务人员看到放大的病毒和细菌，观察微生物。近年来，电视还可以用来帮助治疗牙齿，检查眼睛疾病等等。

3. 水下电视。这也是电视应用的一个重要部门。以往只有人直接潜入海底才能看到水下奇妙的景象。现在可以用水下摄影、水下电视、或者潜水艇来观察，而其中最简便、最经济的方法还是水下电视。只要把像罐头一般大小的摄像机沉入海底，就可以看到海洋或江河的里奇妙情景。在工业上它可以用来检查港口、水道

的情况，帮助打捞沉船，研究船舶在航行中的受力及水轮机翼片的转动，在科学研究中用来研究海洋生物，鱼群的

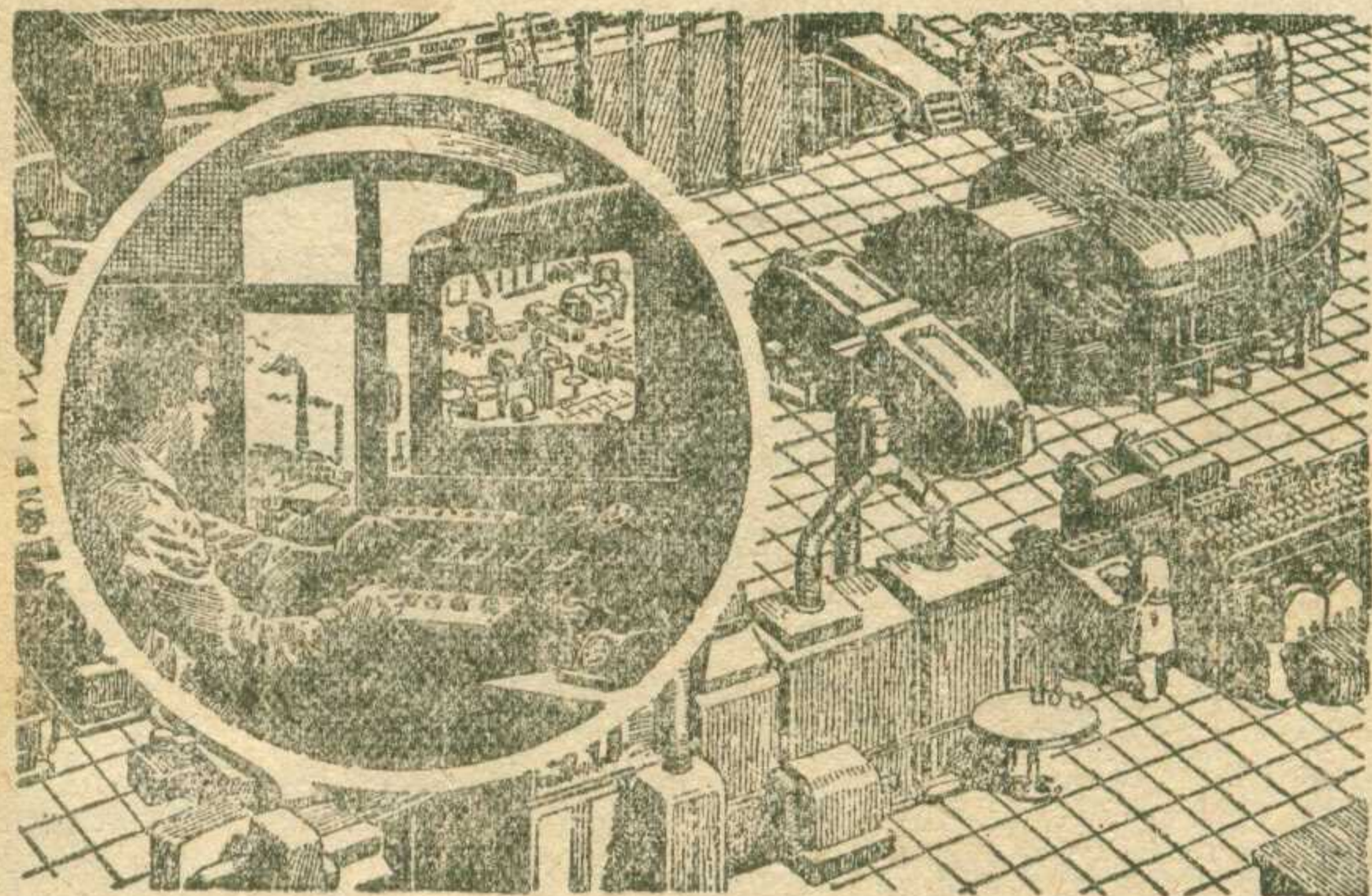
道上，电视可以指挥交通。例如在十字路口安上几架电视摄像机，民警就可以方便地看到四面的车辆。

另一种调度电视，不是让我们看到图像，而是把它的“信号”送给电子计算机。这种系统叫做“电视自动装置”。这是一种高度自动化的设备。例如在一个轧钢车间里，产品在自动线上不断移动。当轧制出来的钢板宽度

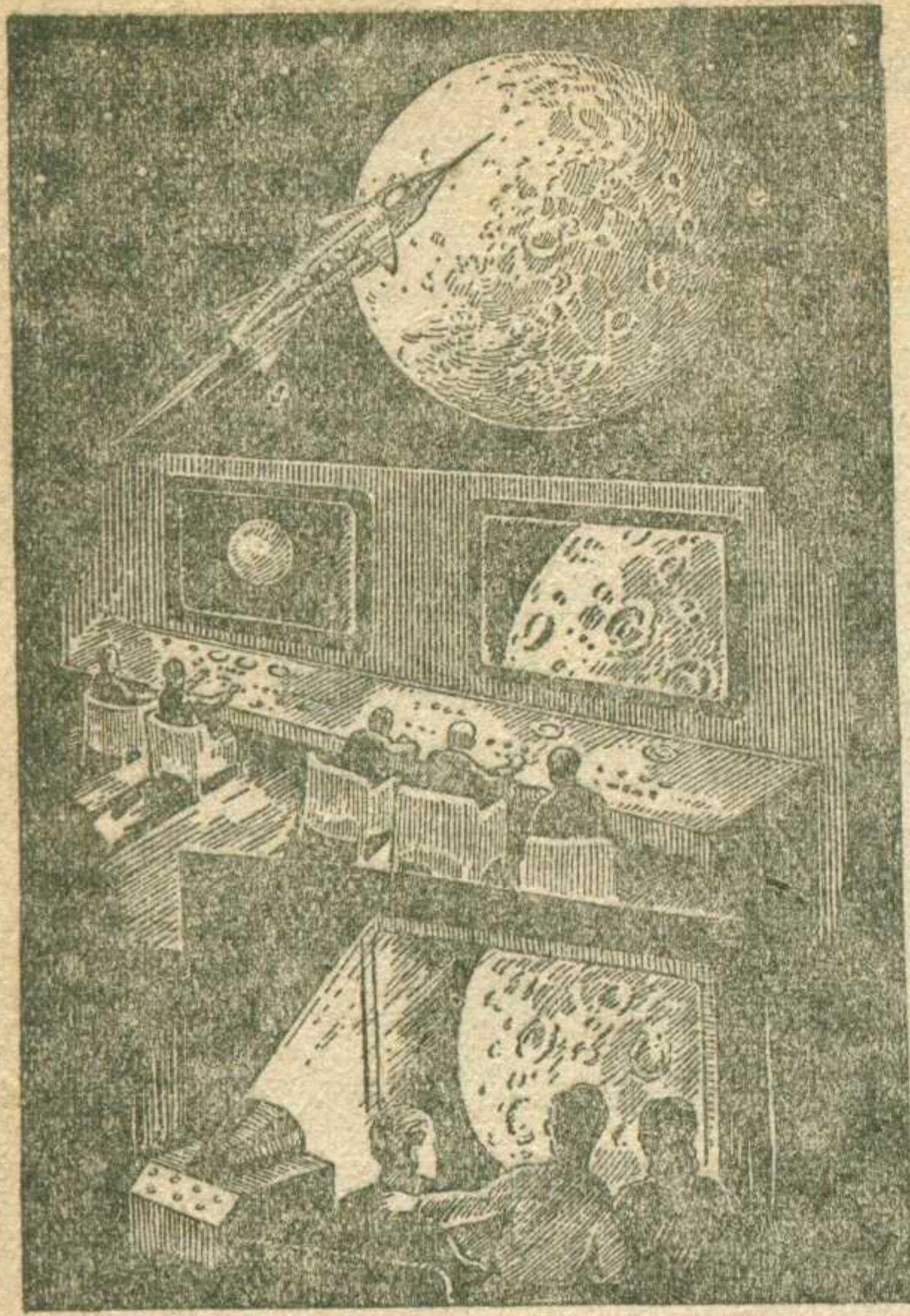


利用电视调度列车

或厚度有偏差时，装在它上方的电视摄像机就立即报告电子计算机。计算机经过“考虑”和判断故障后，迅速“命令”出故障的那部分机器纠正过来。当产品合格后，电视机就不再送出“信号”了。



利用电视监视车间生产



宇宙电视观测天体

动向等等。现代的水下电视设备，已经可以深入到五千米深的海洋中，同时不论在浑水或净水中都可以工作。

4. 教学电视。它可以跟在教室内听课具有同样的效果。不仅如此，现在还可以利用“录像”装置，把某一个教学过程用磁带记录下来，以后就可以用这些“磁带”反复“放映”。教学电视可以使很多教室内的学生看到一个教师的讲授。还可以配合着讲课在电视机的屏幕上清楚地看到各种表演或实验。

5. 特种电视。特种电视包括了上述以外的所有部门。它们有的工作在特殊环境和条件下，例如，观察高温锅炉的燃烧情况，金属冶炼过程。这就要求电视设备能经受高温、高压。有的要求摄像机对某种颜色有特殊的灵敏度，例如红外线电视。因为可以制成对红外线很敏感的电视摄像管，所以利用这种摄像管制成的摄像机，在黑夜里也能拍摄到影像。这种电视在军事上有特殊的用途。

在探矿过程中，一般总是在钻探到某一深度时，升起钻头，取出底层的地质样品。这就大大影响了钻井进度。要是在钻头的尾部装上一架探矿电视，这样随着钻井的深入，也就能随时检查地层的情况，而不影响掘进进度。这种探矿电视，需要耐受激烈

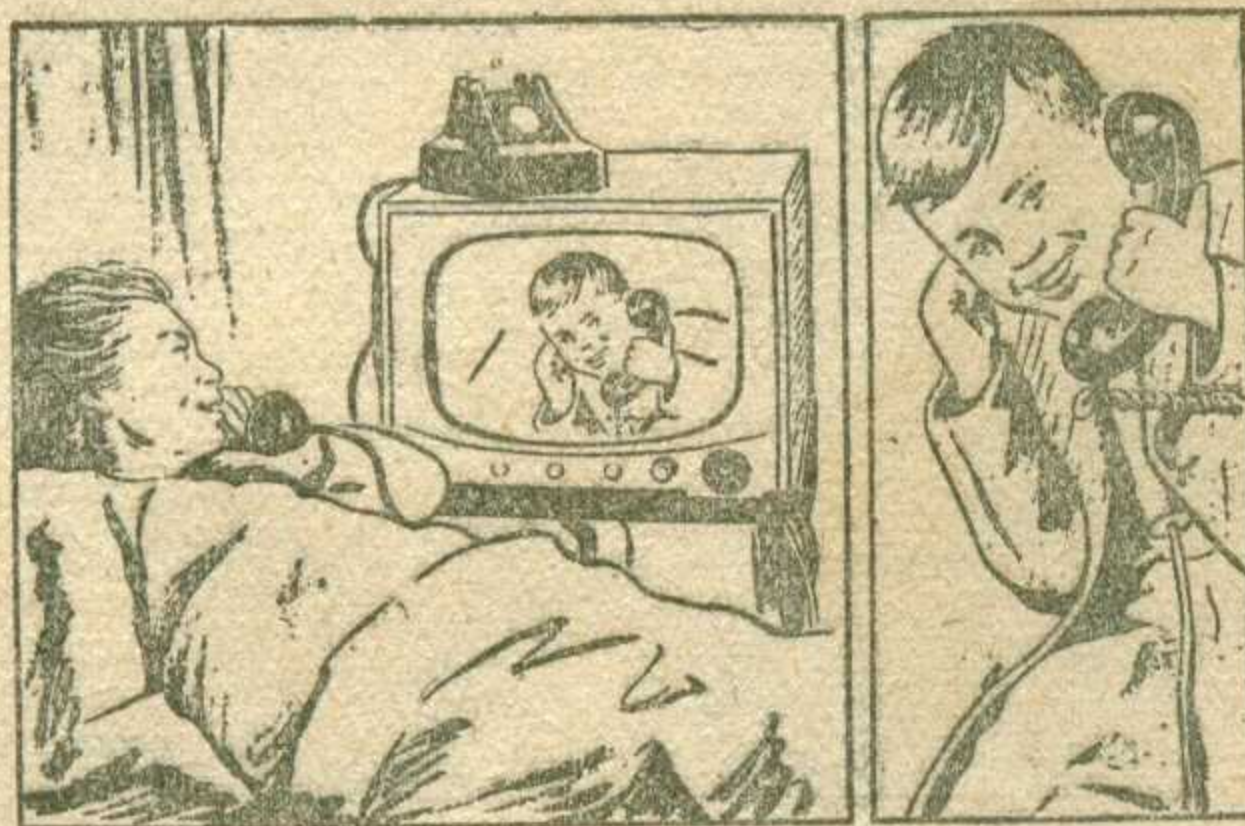
振动，并有附加照明装置。整个摄像机装在一根不长的无缝钢管里。

现代的宇宙电视也属于特种电视的一种。我们知道，载人宇宙飞船中都装有电视摄像机，地面上的人可以通过电视观察宇宙飞行员的活动状态。此外，在人造卫星或宇宙飞船中装上电视设备，不仅可以避免大气层的影响，更清晰地观测天体，而且可以更全面更细致地观测地球，这对天文、气象等科学部门具有巨大的意义。

在电话上装上电视设备，用户在打电话时不但能听到对方的声音，而且还能“见面”。通话一方可以通过电视向对方展示实物（零件、图表、蓝图等），这对联系工作是很方便的。

### 应用电视的特点

应用电视的原理和广播电视基本上一样。但是由于它是以在各个部门



电视电话

实际应用为目的，所以对它提出了一些特殊的要求。和广播电视相比，应用电视有下面的一些特点。

1. 要求设备简单轻便。广播电视需要有整整几个房间的设备，操作时需要十几个专门人员。而现在一套简单的应用电视设备，只有一架普通收音机那样大小，可以由一个人携带和操作。特别是在电视设备半导体化以后，它的大小就跟一架照相机一样，可以放在一个背包里。

2. 要求操作方便、运行成本低廉。因为维护应用电视设备的人员，不可能象广播电视那样，具有专门的电视的知识，所以现代应用电视设备只有三、五个操作按钮，就象我们日常使用电视接收机或收音机那样方便。

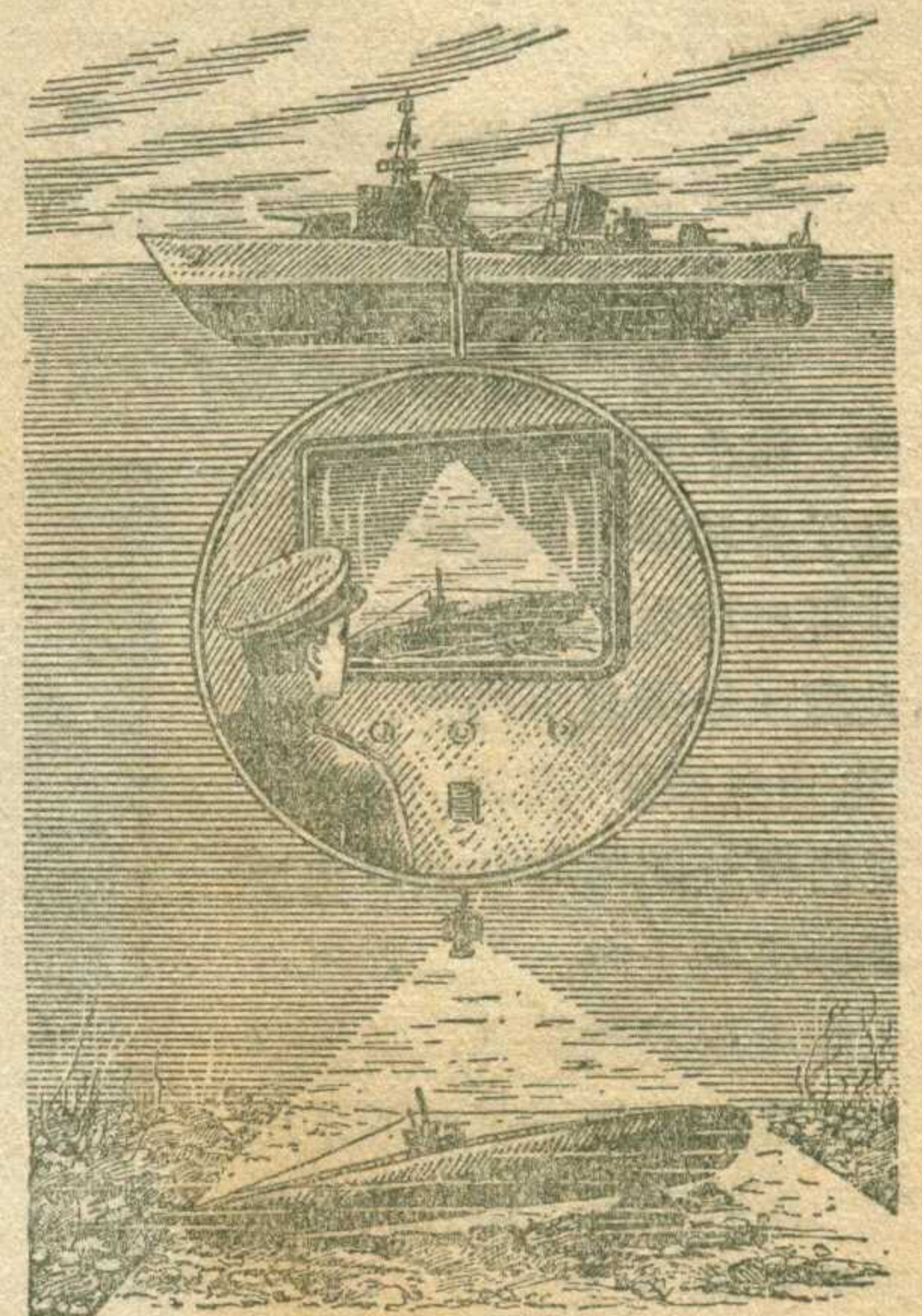
应用电视必须成本低，采用了它以后才能使整个生产成本降低。因此，应用电视必须采用较简单的电路。例如，在电视摄像机中最贵的是摄像管，而它的寿命又很短，因此在应用电视里就采用一种廉价而又简单的“光电导”摄像管（视像管）。它比一般电子管只贵二十倍左右，这样就给应用电视创造了良好条件。

3. 应用电视一般都有固定的观察或监视地点，而且距离又不远，所以大多采用电缆传送，构成所谓“闭路电视”。而广播电视要求为整个城市服务，所以必须使用大功率的发射机和高大的天线。

4. 应用电视要求稳定可靠。一般的应用电视，都要求能连续运行而不能经常地检修。在应用电视里，电视摄像机被安置在固定的或人体不易接近的场所，有的需要昼夜连续工作。

5. 在某些特殊的应用场合，对电视系统还提出了各种严格的要求。例如水下电视，就要求整个设备具有良好的防水防潮性能。有的应用电视设备则根据使用条件不同，要求耐冲击、耐振、耐高温、高压，对红外线、紫外线敏感等等。

6. 应用电视传送的图像质量，一般说来可以比广播电视低一些。因为有的只要观看仪表的指针，有的只要



利用电视寻找沉船

看到某件东西是运动还是停止就行了。但是对于个别有特殊要求的应用电视系统，甚至要求比广播电视的质量高很多。

## 应用电视的发展方向

现代的控制和观察，都要求有更为完善的应用电视设备。例如要求有完善的遥控系统，要求设备操作的自动化（增益的自动控制、目标物的跟踪）等等。这就不仅需要设计制作新的控制系统，还要求研究新的元件和适用于应用电视的摄像管，甚至对这一系统的构成方案需要作全面的更新。

在很多场合，例如在外科手术、水下电视、探矿电视中，人们需要的是彩色图像。虽然目前制成一些彩色应用电视，然而由于设备过于庞大，成本比黑白电视高得多，因此很

难推广。近年来人们正努力研究小型的彩色摄像管，以及相应的显像过程，以便适合于应用。

在很多操作、装配过程中，我们需要有立体的影像。这项研究工作也正在迅速展开，这就是立体应用电视。

电视设备的小型化和超小型化，是应用电视中的另一个重要任务。例如新闻采访用电视、宇宙电视和军用电视等等，都要求设备小，重量轻。近年来采用静电偏转的摄像管，可以使设备的体积和重量减小很多。

电视设备的一个缺点是占据的“频带”太宽，因而它的传送距离受到很大的限制。减小或压缩频带的一个方法是采用“慢扫描”系统，即在几秒甚至几分钟内只传送一个画面。对于应用电视来说，这是一个切实可行的方法。然而它目前还不够完善，局限

性很大，因此研究试制更为完善的“慢扫描电视”，无疑将是今后一个重要途径。

提高摄像管的灵敏度，改善它的性能，直到研究新型的摄像管，这都是迫切需要解决的问题。另外，目前显像过程太复杂，显像管又大又笨，因此研究新的显像过程，将是十分迫切的任务。近年来出现了采用投射式的手提电视接收机，以及平面型显像管，这都是研究的新成果。

此外，前面提到过的电视自动装置，是电视技术中的一个崭新的部门。它用电视来代替眼睛，用电子计算机代替大脑。利用电视摄像机进行“观察”，由它发出的电视信号来自动控制各种过程。这种装置目前尚在婴儿时期，但是人们乐观地预计到，它将使整个生产面貌发生新的变化。

## 怎样串联滤波电容器

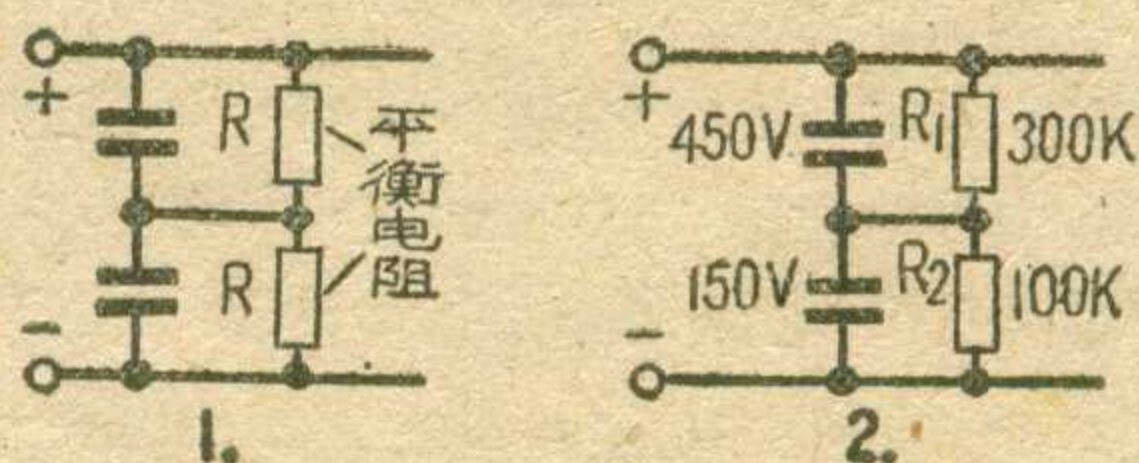
滤波电容器的电容量较大。一般电容量较大的电容器，特别是电解质电容器，耐压值都不很高，在较高电压下使用时，必须串联起来。电容器串联后，电压就按照各个电容器的阻抗分配在各个电容器上，因此各个电容器实际承受的电压，就可能低于电容器的耐压值。有些扩音机的电源滤波电容器，就是串联的。

由于各个电容器的漏电电阻并不相等，有时相差很大，这些电容器串联后，对直流电而言，各个电容器上的直流电压就不相等。漏电电阻大的电容器，分得的电压比较高，容易击穿。因此，串联电容器时，各个电容器必须并联一个平衡电阻，如图1所示。

平衡电阻不能太大，也不能太小。太大了不能起平衡作用，太小了耗费电力过多。一般要求小于电容器的漏电电阻。较好的电解质电容器，漏电电阻在0.25兆欧以上，平衡电阻可选

用100~250千欧的。平衡电阻的额定功率，要求比电阻实际消耗的功率大一倍。按 $E^2/R$ 公式计算（ $E$ 为各电容器上实际分得的电压），再加上一倍，即可求出要求的电阻额定功率。例如直流高压为400伏，用两只耐压相等的电容器串联，每只电容器分得的电压 $E$ 便为 $400/2=200$ 伏，平衡电阻设为250千欧，消耗的功率为 $200^2/250000=0.16$ 瓦，可选用半瓦特以上的电阻。

如果采用不同耐压值的电容器串联，那末各平衡电阻的数值也应不同。例如直流电压为400伏，用一只耐压450伏的电容器和一只耐压150伏的电容串联，这时耐压值的比值为 $450/150=3:1$ ，所以平衡电阻的阻值也要为三比一，见图2， $R_1$ 为300千欧， $R_2$ 为100千欧。（欧贤宗）



## 单层感应线圈的计算

当计算感应线圈的结构时，必须根据给定的感应量来确定线圈的圈数。通常使用的方法是较为合理的近似计算，但这要花费不少的时间，而且得出的结果不太准确。采用下面计算单层感应线圈的简单公式就可以避免上述的缺点。其公式为：

$$N = \frac{5(Ld + \sqrt{L^2 d^2 + 1.8D^3 L})}{D^2}$$

公式中：

$N$ —圈数，

$L$ —电感（微亨），

$D$ —线圈架的直径（厘米），

$d$ —绝缘导线的直径（或线圈匝距，毫米）。

（端木熒译自苏“无线电”1962.8.46页）

# 寄生电容的秘密

邱 洵

## 为什么?

爱好无线电制作活动的朋友们，常常对一些现象迷惑不解。比如，在收音机双连电容器的动片不接地时，为什么手一离开旋钮，调到的电台就会跑掉或音量减弱？为什么在收音机末级排线较乱时，常会发生啸叫声？如果用屏蔽线作高放级的栅极引入线，以屏蔽干扰信号，结果却使收音机的灵敏度大为下降，这又是什么原因？有的同志在测量高频振荡器或发射机振荡回路的电流时，发现当把电流表串接在交流高压部分时，振荡频率偏移很大甚至停振，而串接在交流低压部分却没有这种现象。还有，在超高频电路中有的振荡回路只是一两圈铜丝或平行放着的两根铜线，根本没有用电容器。这是怎么回事呢？

要回答以上一连串的问题，必须探索“寄生电容”的秘密。

## 寄生电容的成因和种类

大家知道，同性电荷相排斥，异性电荷相吸引。如果有两个相距不远的金属板，甲板电位比乙板高，即甲板上的正电荷比乙板多。那末，乙板的自由电子（带负电）就有一部分被甲板的正电荷所吸引，这些正负电荷集中于两板相邻的表面而不再随意运动，因而称作“束缚电荷”。这种现象可以看成是电荷的储存，也叫电容现象。甲乙两平行板就是储存电荷的容器，因而叫做电容器。很明显，甲乙两板间的电位差  $U$  愈大，束缚电荷  $Q$  就愈多。事实上， $Q$  与  $U$  成正比，即  $Q=CU$ 。这里的比例常数  $C$  通常称为“电容量”。两板的面积越大、距离越近，电容量就越大。

在无线电设备中，由于有许多相邻近而又不同电位的金属导体，它们之间必定有着一定的电容量。又由于这些导体并不是特意为了产生这样的

电容而存在，所以我们称这些意外出现的电容为“寄生电容”。即是说，这种电容没有独立存在的价值，它“寄生”在起其他作用的金属导体的身上。

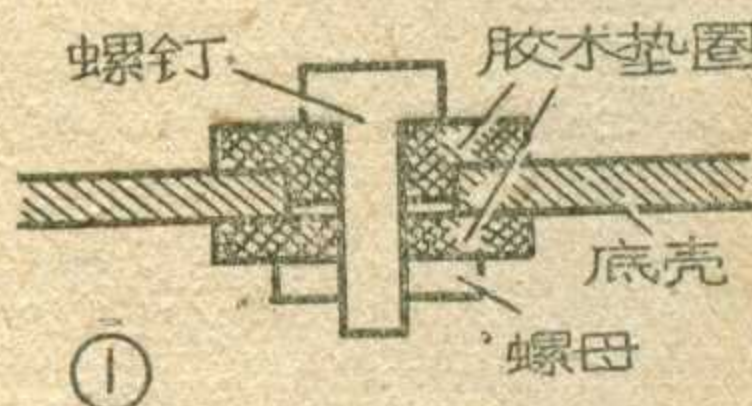
寄生电容主要有以下几种：

(一) 安装电容：这主要是指一些机械安装零件，如旋钮、接线柱、管座、焊片等对机壳的电容（或者说对“地”的电容，因为我们常把机壳叫做地）。这些电容中最大的是接线柱的电容。接线柱安装在机壳上时（结构见图1），螺钉、螺母与机壳之间恰好构成了一个填充有介质（胶木垫圈）的电容器。在一般的高频或脉冲设备中，安装电容都按10微微法来估计。

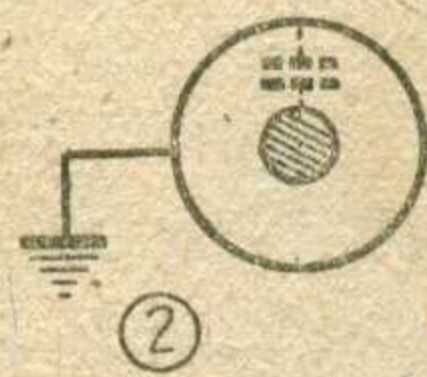
(二) 引线电容：包括不接地的引线对地的电容，两根平行导线之间的电容

（如果两根导线互相交叉，寄生电容极小，常可忽略不计），同轴线和屏蔽线内外导体之间的电容。如果屏蔽线的外屏蔽接地（图2），这个电容就成了内导体对地的电容。在一般设计中，引线电容按10~20微微法来估算。

(三) 电子管的极间电容：以三极管为例，阴极一般是钨丝或涂有氧化物的金属丝，栅极是围绕阴极的金属网，屏极则是最外面的金属筒。如果我们把它看成同轴线，不难理解，栅极阴极间存在电容  $C_{gk}$ ，屏极栅极间存在电容  $C_{ag}$ 。由于栅极和阴极相距很近，故  $C_{gk}$  比  $C_{ag}$  大。屏、阴极间的电容量相当于  $C_{gk}$  和  $C_{ag}$  的串联，不过考虑到电子管内部引线间的电容，屏、阴极间电容  $C_{ak}$  比  $C_{gk}$  与  $C_{ag}$  的串联值稍大。一般电子管的极间电容可以从手册中查到。例如6H1Π， $C_{ag}=1.85$ 微微法， $C_{gk}=3.8$ 微微法，



①



②

$C_{ak}=1.5$ 微微法。

(四) 电感线圈和变压器中的寄生电容：线圈在交流电的作用下，感应电动势与其匝数成正比，所以对交流而言，线圈的两匝之间不是同电位的，因而相邻两匝导线间存在着一定的寄生电容。多层线圈的层间电容更是大得可观。好在从外电路看来，各个层间电容和匝间电容都串联起来，因而总的电容量并不很大。普通绕法的多层线圈，寄生电容约为30到60微微法。由于蜂房式线圈上下层的导线不平行，而是相互交叉，二线圈间分布电容小得多，所以蜂房式多层线圈的寄生电容只有5到10微微法。一般变压器两端间的动态电容达30到100微微法。变压器初级与次级间的耦合电容则完全等于层间电容，常为50~200微微法。当变压器线圈包上铁心后，铁心与初次级线圈间均有相当大的寄生电容。因为铁心与机壳相接，所以这个电容就是初次级线圈对地的电容，这是应该注意的。

(五) 电阻中的寄生电容：绕线电阻也是象线圈一样绕成螺线管，当然有一定的寄生电容。不仅如此，合成电阻中也有相当可观的寄生电容。图3是合成电阻的一小块截面。它的导电机构是一串串紧紧相接的碳粒。由于碳粒的电阻一定，合成电阻的总阻值就决定于它体内包含碳粒串（导电链）的多少。为了改变电阻数值，我们加入不同数量的介质粉和胶合剂。当介质粉加得很多时，导电链将在很多地方被介质切断。并联的导电链少，总阻值就高。不难看出，当一个介质粒夹在两颗碳粒之间时，将构成一个小电容器。一个实心的合成电阻中包含着许多这样的小电容器，总的容量就可能相当大。



③

这正是实心电阻在高频工作时介质损耗很大，寄生电容危害严重的原因。

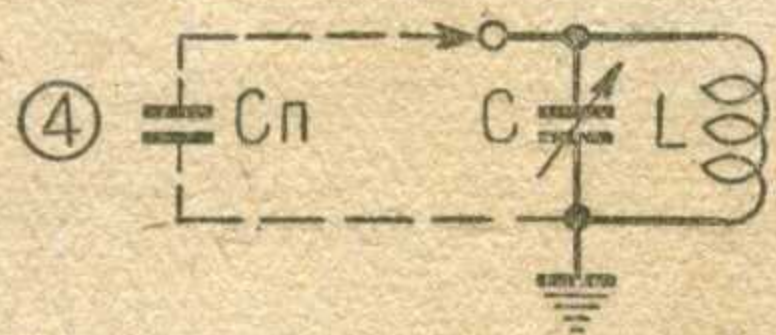
## 寄生电容的危害

了解了寄生电容的存在，我们就

能够解释本文一开始提到过的现象和寄生电容的其它现象了。

(一) 人身效应：如果收音机可变电容器的定片接地而动片不接地，那末，由于动片是与轴焊在一起的，因此当人的手与轴接触时，就会有一个寄生电容  $C_n$  并联在振荡回路中(图4)。 $C_n$  可以认为是人体与地球之间填充着鞋底或皮肤(介质)所构成的。这样，调谐就是在并联了  $C_n$  的情况下进行的。调谐完成后，人的手离开轴， $C_n$  也就没有了，因而回路又失谐了。这在长(中)波段表现为音量减弱，在短波段则常常使电台“跑掉”。这种现象称为“人身效应”。为了避免它，收音机的动片轴一般要接地，而定片则用绝缘柱子支起来离开底壳。

(二) 起始电容：可变电容器的动片完全



旋转出来之后，电容量并不为零，甚至还相当大。这是因为一般可变电容器的动片、轴、底壳是相通的，动片虽然完全旋出来了，但轴与定片之间，定片通过绝缘子与底壳之间都还有相当大的寄生电容存在。定片对轴和对底壳的电容并联起来称为可变电容器的“起始电容”，一般为10到50微微法。起始电容使振荡回路的调谐范围变窄，特别是使它不能用到更高的频段。起始电容随温度而变化也成为振荡频率不稳定的主要原因。

(三) 寄生振荡：有时收音机会发出一种刺耳的叫声，这常常是由于低频部分的寄生电容或寄生电感引起正反馈所造成的寄生振荡。例如，当输出变压器的引线与第一低放级的引线相近时，通过寄生电容和两次放大倒相，就成了正反馈，由于经过放大，因而容易满足振荡条件。如果我们把最紧要的两根线拉开，消除寄生电容，正反馈途径被切断，啸叫声也就消失了。

(四) 接线柱的考究：许多仪表的输入端都做成接线柱的形式。前面曾经指出，接线柱的安装电容较大，

因而仪表的输入电容也将很大。对于低频信号，安装电容的危害倒不显著，可是在信号频率很高时，安装电容相当于一个低阻抗，分去许多信号电流，仪表的灵敏度就大大下降。因此用接线柱做输入端的仪表不能用来测量高频的弱信号。一般的电子管伏特计，特别是高频毫伏表和高频微伏表，必须用特别的探头式输入端。高频信号首先进入探头内，经过输入电容极小的一种二极管检波后，再进行放大和测量。

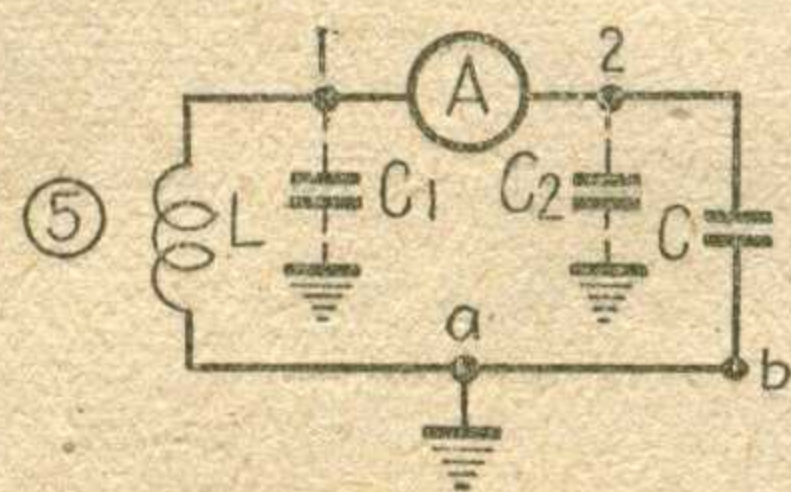
如果把一个用接线柱做输入端的电流表串接在高频振荡回路的高压部分(即图5的1,2两点间)，两个接线柱的安装电容  $C_1C_2$  将和回路电容  $C$  相并联，这样势必改变回路的振荡频率，而测量的误差也会因  $C_1C_2$  分流而变得很大。如果电流表  $A$  串接在低压部分，即  $a, b$  两点之间，则安装电容  $C_2$  被  $A$  表内阻短路， $C_1$  则根本不存在，所以测量才是准确的，回路频率也没有发生变化。

(五)

高频增益跌落：一般低频放大器的增益都随着频率的增加而降低，这是因为放大器的负载上并联着寄生电容(包括下级电子管的极间电容、安装电容、引线电容等)。频率愈高，电容阻抗愈低，从寄生电容直接入地的高频电流愈多，因而高频增益(放大量)会跌落下来。

前面曾经指出屏蔽线内外导体间寄生电容较大，如果在高频放大器的栅极接上屏蔽线，无异于增加其输入电容，可想放大倍数是会大大降低的，因而放大器灵敏度下降。

(六) 变压器的附加设施：制作或修理过扩音机的人，也许曾经注意到扩音机强放级的变压器的两端常常并联着一个阻值不大的电阻。如果去掉这个电阻，扩音机的高频响应就特别刺耳，有时还发现强放管有过载现象。为什么会这样呢？只要想想变压



器两端都存在着较大的寄生电容就不难明白了。如果变压器初级电感是10亨，寄生电容是50微微法，则在初级构成谐振频率为7150赫的振荡回路。当信号频率在7千赫附近时，放大量就大大增加，于是声音变得尖锐刺耳，有时也使电子管过载。如果给这个振荡回路并联一个电阻，谐振现象就不会发生，因为回路衰减大，振荡被阻尼了。

前曾述及变压器初次级间寄生电容很大，这个电容会造成高频的直通，破坏变压的匹配功能和对称性，而且使得一些脉冲干扰信号畅通无阻。这种情况对于工作在干线通信、测量、核子物理等方面的设备中的电源变压器、耦合变压器或匹配变压器都是不能容许的。为了消除这个电容，在初次级间应加一层金属箔(注意，切不可构成短路环!)用引线使之接地，这样级间电容就被“屏蔽”掉了，亦即变成两个对地的电容了。

为了尽量减小初次级的动态电容，运用在脉冲设备中的变压器常常采用分段绕法，因为许多个分段的总电容将是各段电容的串联，数值会下降。

(七) 电感线圈的极限频率：如果考虑到并联在线圈两端的寄生电容，线圈实际上是一个振荡回路，其谐振频率  $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_0}}$ 。 $C_0$  是寄生电容。如果工作频率等于  $f_0$ ，线圈就相当于电阻；工作频率高于  $f_0$ ，线圈就成了一个电容器。所以通常用  $f_0$  的  $1/5$  或  $1/10$  为极限工作频率。要提高线圈的极限工作频率，必须减小寄生电容，因而采用蜂房式绕组、分段绕组等形式。但是，一般多层线圈的极限频率还是难于达到1兆赫以上。

对于单层线圈，为减少寄生电容，应该绕得稀，最好不用骨架，或用介电常数  $\epsilon$  值小的筋条式骨架。

在无线电设备中，寄生电容的危害以及与之作斗争的事例真是多得不胜枚举。总之，当我们使用高频信号时，采用新结构，试制新设备时，必

(下转第7页)

# 怎样选用晶体管

于 闻

在设计晶体管线路和制作晶体管放大器或收音机时，首先要根据一定的技术要求选用晶体管。怎样根据工作稳定性、工作频率、功率增益和输出功率等一些主要的技术要求选择和选用晶体管？应该根据那些参数来选用？用到什么地方要重点考虑什么参数？或者手中已有现成的晶体管，怎样使用它才能发挥它的最大作用以获得最好的技术要求？这一连串的问题是无线电技术工作者和爱好者在选用晶体管时需要首先了解的。这里不打算讲详细的设计方法，只以几种放大器为例扼要地加以说明。

## 1. 选用晶体管最基本的考虑。

选用任意一个电子器件（包括晶体管在内），首先要考虑这个器件是好的还是坏的，能不能使用，或者在使用过程中工作状态是否稳定和可靠。电子器件除从外观上和结构上考虑是否损坏之外，还要考虑它的电气性能是好是坏，是否稳定。这些考虑对晶体管尤为重要。幸运的是，晶体管可以用一两个最基本的参数作初步的判断和评定。而且这种评定不管晶体管是高频还是低频的，也不管要用在什么线路中，大致都是一样的。

大家知道，集电极反向饱和电流  $I_{co}$  是晶体管最重要的参数。如果  $I_{co}$  大时，基极开路时的集电极和发射极间的反向饱和电流  $I_{ao}$  也比较大。这时晶体管的功率增益将减小，噪声增大，更重要的是工作状态不稳定，不能在较长的时间内在各种环境状态下可靠地工作。这是因为， $I_{co}$  或  $I_{ao}$  构成集电极工作电流的一部分，甚至大部分，而  $I_{co}$  和  $I_{ao}$  随温度的变化特别灵敏，致使晶体管的工作点不稳定，

使放大性能随温度的变化而变动，甚至难以正常工作。 $I_{co}$  或  $I_{ao}$  大时，晶体管的输出电阻将会降低，因而功率增益也将降低。

有时晶体管的  $I_{co}$  和  $I_{ao}$  在干燥情况下测量时并不大，但是在潮湿的环境中变大了。这说明晶体管管壳密封不良，这是晶体管致命之伤。这种晶体管经不起长期使用，尤其在温度高湿度大的天气中工作不会稳定，天长日久就会失效，不能可靠地工作。

由上述可知，要选用  $I_{co}$  或  $I_{ao}$  小而稳定的晶体管，这是对晶体管的最基本的要求。

其次检查晶体管具备不具备基本的放大能力，可测量晶体管的共基极短路电流放大系数  $\alpha$ 。实际检查它有多大，稳定不稳定。

其他一些基本参数，如击穿电压等，如果晶体管没有损坏，一般不会发生变化，可以根据规格表上的规定使用。

## 2. 作低频功率放大用的晶体管的选用。

低频功率放大器的技术要求首先是它能向负荷输出多大的功率，有多大的非线性失真，其次才是它有多大的功率增益。

晶体管能输出的最大功率由最大集电极功率损耗、最大集电极电压和最高结温度等极限值参数限制着。

晶体管在这些极限值参数的范围内使用，在单臂甲类的低频功率放大器中工作时，一只晶体管在常温下能得到的最大输出功率  $P_o$  为其最大集电极功率损耗  $P_c$  的一半以下，即  $P_o \leq \frac{1}{2} P_c$ 。但是，考虑到能够在高温下工作和能够承受过负荷的作用，一只晶

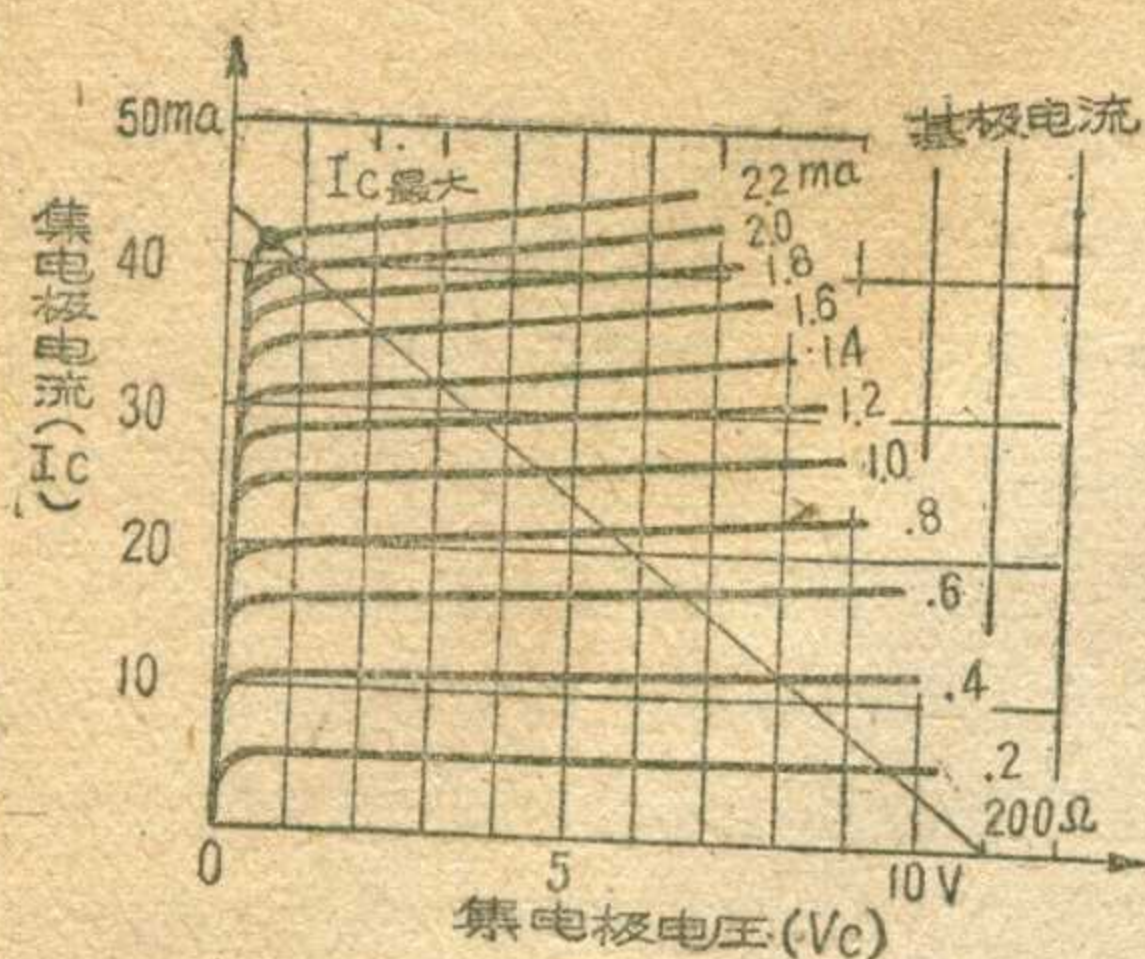
体管能安全可靠地输出的最大功率为其最大集电极功率损耗的  $\frac{1}{3}$  以下，即  $P_o \leq \frac{1}{3} P_c$ 。反过来说，要求安全和可靠的输出某一一定的输出功率  $P_o$  时，就要选用最大集电极功率损耗  $P_c$  等于  $P_o$  的三倍或三倍以上的晶体管。

集电极直流工作电压不能大到使集电极电压的最大振幅超过最大集电极电压。可以把集电极直流工作电压取得稍低一些，例如6伏，并使达到上述的最大输出功率  $P_o = \frac{1}{3} P_c$ 。这时集电极电流将超过规格表上的最大集电极电流。但这时不会使晶体管损坏，因为最大集电极电流不是破坏性的参数。如果集电极电压用得太低（例如3伏），就不能要求达到最大输出功率。因为这时虽然并未超过最大集电极损耗功率，晶体管不致损坏，但是集电极电流将会非常大，以致功率增益大大降低，波形失真非常严重。这时只有减小电流，降低输出功率。

现在举例来说， $\Pi 6$  晶体管在常温下最大集电极功率损耗为150毫瓦，因此用它来作单臂甲类低频功率放大器，电源电压用6伏以上时，可以安全而可靠地输出50毫瓦的功率，失真还不会太大。

晶体管作乙类推挽低频功率放大器用时失真会很大，因此一般要作甲乙类运用。两只晶体管作甲乙类推挽低频功率放大器用时，在常温下能够得到的总输出功率  $P'_o$  可达一只晶体的最大集电极功率损耗  $P_c$  的4~5倍，即  $P'_o \leq 5 P_c$ 。以  $\Pi 6$  来说，总输出功率可达600~750毫瓦。但这是只从功率的观点考虑的，在输出这样大功率的情况下，波形失真会非常大。因此推挽功率放大器的输出功率主要要从波形失真来考虑。在考虑波形的失真问题时，两只晶体管作甲乙类推挽低频放大时的最大输出功率  $P'_o$ ，不超过集电极直流工作电压  $V_c$  和波形失真尚可满足要求的集电极信号电流最大振幅  $I_{c最大}$  的乘积的一半，即  $P'_o \leq \frac{V_c I_{c最大}}{2}$ 。 $I_{c最大}$  根据所要求的失真的大小而定，可以从晶体管的输出特性曲线族查看出来。图1举例示出  $\Pi 6$  的共发射极的集电极输出特





性曲线族，从图中可以看出，集电极电流愈大，曲线愈密集，这表示波形愈趋向失真。可以从曲线族比较显著密集的程度查看出失真的程度以确定  $I_{c最大}$ 。对于不同的晶体管，曲线开始密集时的集电极电流愈大，也就是  $I_{c最大}$  愈大，最大不失真的输出功率就愈大。因此要从输出特性曲线族开始密集的电流量大小，或  $I_{c最大}$  的大小来选择晶体管。在图 1 中， $I_{c最大}$  大致为 40 毫安左右。因此两只 П6 作甲乙类推挽功率放大器时，电源电压如用最大集电极电压之一半，即 15 伏，则失真还可满足要求（约 10%）时的总输出功率为 300 毫瓦。如果用 6 伏，则为 110 毫瓦左右。反过来讲，要求放大器输出功率为 100 毫瓦以下时，可以选用 П6 作甲乙类推挽放大，电源电压可用 6 伏。如果要求输出功率达 250~300 毫瓦，也可以用 П6 作甲乙类推挽放大，不过电源电压要用到 15 伏。

其次要考虑晶体管作功率放大器用时的功率增益。大家知道，晶体管作共发射极运用时功率增益最大。因此在这里和下面都只讨论共发射极的放大器。不管是单臂还是推挽线路，一级共发射极功率放大器的功率增益，在一定的输出功率下，与共发射极短路电流放大系数  $\beta$  的平方成正比，与集电极直流工作电压的平方成正比，而与基极电阻  $r_b$  成反比。因此功率放大器要选用电流放大系数大的晶体管，同时也应注意基极电阻要小。集电极直流电压要尽可能用得高一些。例如 П6A 的  $\alpha$  为 0.9 以上， $\beta$  为 9 以上，П6B 的  $\alpha$  和  $\beta$  分别为 0.94 和 16 以上。因此 П6B 的功率增益就是 П6A 的  $(\frac{16}{9})^2 \approx 3$  倍，即大 4 分贝以上。

### 3. 作低频放大用的晶体管的选用

这里所说的低频放大器是指作一般用途的小功率低频放大器，因此它的技术要求主要是要有尽可能大的功率增益，在某些地方要求噪声很小。对输出功率基本上没有什么要求，或者要求较低。

晶体管放大器在输出端和输入端都在匹配状态时功率增益最大，这时的功率增益叫匹配功率增益。有些低频晶体管在规格表上直接列出了共发射极的功率放大系数。它和上述的匹配功率增益很相近。因此可以直接依这个参数的大小来判断晶体管作低频放大器时功率增益的大小。例如，对于 П6 来讲，从规格表上知，П6Г 功率增益最大，П6A 最小，其他 П6 管的增益介于两者之间。

如果没有列出这个参数，就要从低频  $h$  参数来估算匹配功率增益。晶体管共发射极低频放大器的匹配功率增益，可以近似地认为和共基极的  $h_{21}$ （即短路电流放大系数）的平方成正比，和共基极的  $h_{11}$ （即短路输入电阻）、 $h_{22}$ （即开路输出电导）成反比。这些共基极的  $h$  参数一般都可以从规格表中查出来。由此可知，作低频放大器用的晶体管首先要选用电流放大系数大的晶体管，因为增益与它的平方成正比，但同时也要注意  $h_{11}$  和  $h_{22}$  的大小，它们的数值愈小愈佳。

在晶体管的参数中，表征噪声大小的参数是噪声系数。在对噪声有特殊要求的放大器中，要选用噪声系数小的晶体管。在 П6 晶体管中 П6Д 的噪声系数最小，应选用 П6Д 作低噪声的低频放大器。

低频放大器的运用频率一般在数千赫以下，所有晶体管都可以满足要求，因此可以不考虑它的截止频率或最高振荡频率。一般晶体管的集电极电容不超过 50~100 微微法，在低频放大器中也可以不考虑它的作用。

### 4. 作中频和高频放大用的高频晶体管的选用

晶体管中频和高频放大器的技术要求主要是中频和高频（下面为简便统计称为高频）的功率增益和选择性，而与晶体管本身有关的是功率增益。

从高频等效电路可以推出，共发射极的高频功率增益是和共基极电流放大系数  $\alpha$  的截止频率  $f_a$  成正比，和基极电阻  $r'_b$ 、集电极电容  $C_c$  成反比。因此选用晶体管时不仅要求  $f_a$  高，而且要求  $r'_b$  和  $C_c$  或其乘积  $r'_b C_c$  小。一般高频晶体管在低频时的电流放大系数  $\alpha_0$  都在 0.94~0.99 之间，相差很少，对高频功率增益的影响不大，所以在选管时可以不考虑这个参数。

应当注意，截止频率  $f_a$  并不是晶体管用作高频放大器时可以达到的工作频率。因为功率增益不仅和  $\alpha$  有关，而且和输入电阻以及输出电导有关。当频率增到  $f_a$  时，虽然  $\alpha$  只降低到原值的 0.7（3 分贝），但这时的输出电导却大大增加，功率增益就非常小了。由计算知道，如果要求功率增益在 30 分贝以上，一般晶体管只能用在  $f_a$  的十分之一的频率上下；如果要求增益为 20 分贝以上时， $f_a$  至少也要比工作频率大 5 倍以上才可以。

有的高频晶体管，例如 П401 等，直接给出最高振荡频率  $f_{max}$  这样一个高频参数。晶体管高频功率增益  $G_{p高}$  等于  $f_{max}$  和工作频率  $f$  的比值的平方，即  $G_{p高} = (\frac{f_{max}}{f})^2$ 。因此  $f_{max}$  已知时，很容易根据所用的工作频率  $f$  计算出功率增益。所以根据  $f_{max}$  选用晶体管又方便又准确。

П401 型晶体管的  $f_a$  在几十兆赫以上，它作 465 千赫中频放大器用时，增益可达 36 分贝左右。作 1 兆赫放大器用时，增益也在 30 分贝上下。

П6 型晶体管， $f_a$  一般在 465 千赫到 1.5 兆赫之间，作 465 千赫中频放大器用，增益只有十几分贝，这是太低了，所以 П6 不宜作中频放大用，只能作低频放大用。

（上接第 5 页）

须对存在于元件、器件、机械安装各部分的寄生电容予以重视。在必要时可采用屏蔽、补偿等附加设施。近来有不少高频或超高频电路，甚至直接利用元件或器件中的寄生电容作有用元件，这更是出路之一。

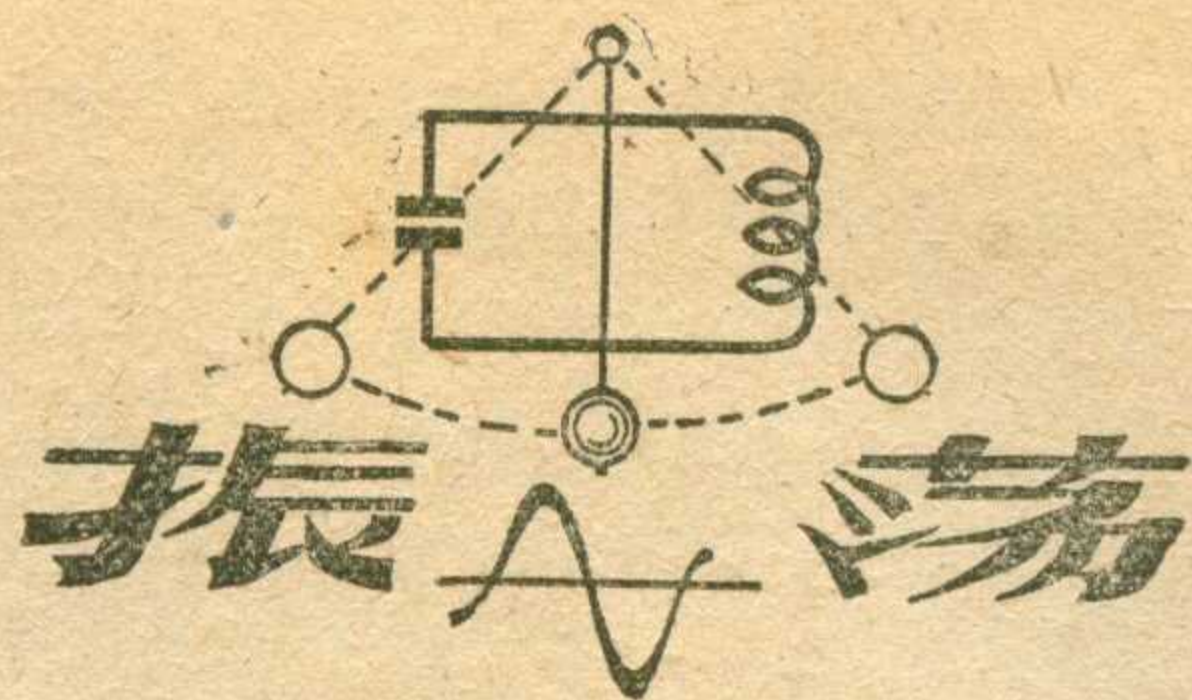
振蕩是一種很常見的自然現象，鐘擺周而復始地左右擺動，是一種機械振蕩。拉提琴時，琴弦在振動，使周圍的空氣忽而緊縮，忽而稀疏，空氣質點緊縮和稀疏的交替變化傳到我們耳朵里，我們就聽到了聲音。所以聲音也是一種振蕩。

電振蕩是電流或電壓的周期性變化。它是無線電技術中最常見的一種現象。在這篇文章中，談談有關電振蕩的一些情況。

### LC 振蕩回路中的電振蕩

用一條小繩吊一個小球或其它重物，就是一個最簡單的擺(圖1)。如果把擺從靜止位置O點移至A點，再一鬆手，擺就會沿AOB來回擺動。這種擺動叫做自由振蕩或固有振蕩。這是因為把擺移到A點時，由於A點比O點高，擺就獲得了位能。一鬆手，擺就自動向O點移動。到達O點後，位能沒有了，但是擺卻得到了一定的運動速度，具有一定的動能。或者說，擺的位能變成了動能。由於慣性，擺不能在O點停下來，而是繼續向B點移動。到了B點，擺的速度等於零，動能沒有了，但是位置又比O點高，也就是說動能變成了位能。從而擺又向O點擺動。到O點後，根據同樣的道理，擺不能停下來，而是繼續向A點擺動。這就是擺的自由振蕩過程。

由電感L和電容C組成的振蕩回路，其中的電振蕩和擺振蕩的情況完全相似。我們看圖2的電路。先把開關K接到左面(虛線所示)。電容器C被電池充電到電池電壓 $U_m$ ，它的上片具有正電荷，下片具有負電荷，電容器中儲存了電能，這對應於把擺移到A點，小球獲得位能的情況。然後把開關接到右邊(實線所示)，使電容器C和電感線圈L相連接，電容器開始通過線圈L放電。這對應於把擺移到A點後剛一鬆手，小球開始由A點向O點運動。這也就是圖3中時間為零時所示的情況。由於線圈的自感作用，放電



紋 波

電流不能一下子增大，只能由零逐漸增大，所以在這一瞬間，電容器上的電壓仍為 $U_m$ ，而電流為零。

從這時起，電容器的放電電流逐漸增加(圖2中的實線所示)，而電荷逐漸減少，也就是電容器上的電壓逐漸降低。於是，儲存於電容器中的電能逐漸減小。但是，隨著線圈中電流的增長，在線圈中儲存的磁能逐漸增加，也就是說，電能逐漸變成了磁能。這相當於擺由A點向O點運動。如果將這兩種振蕩過程中的物理量作一個對比，可以看到：擺的高度相當於電容器上的電位差；擺的速度相當於電感線圈中的電流；擺的位能相當於電容器電場中的電能；擺的動能相當於電感線圈周圍磁場中的磁能。

當電容器上的電荷放完時，電壓降至零。這時全部電能轉變成磁能，電感線圈中的電流達到最大值 $I_m$ 。這相當於擺從A點擺到平衡點O的情況(圖3中的點1)。

這時雖然電容器上的電荷沒有了，但是由於電感線圈有慣性(存在着自感)，電流不可能一下子消失，正好像運動着的擺有慣性(存在着質量)，不可能一下子停下來一樣。電流仍按原方向繼續流動。維持電流繼續流動的是線圈周圍磁場中所儲存的磁能，

正好像擺回到平衡位置時，由於有動能，仍能克服重力繼續往前運動一樣。

當電流繼續流動時，就反過來向電容器充電，充電的方向和原來的方向相反，使電容器的下片帶正電荷，上片帶負電荷。也就是電容器上電壓的極性和原來的相反。在反向充電的過程中，線圈的磁能又逐漸轉變成電容器的電能。於是線圈中的電流逐漸減小，電容器上的反向電壓逐漸增大。這和擺過平衡位置後，動能減少，位能增加的情況相似。

當電流減小到零時，線圈周圍的磁場消失，磁能全部轉變成電能，電容器上儲積的電荷達到最大，電位差達最大值。這和擺到B點相似。圖3中的點2就代表這個情況。

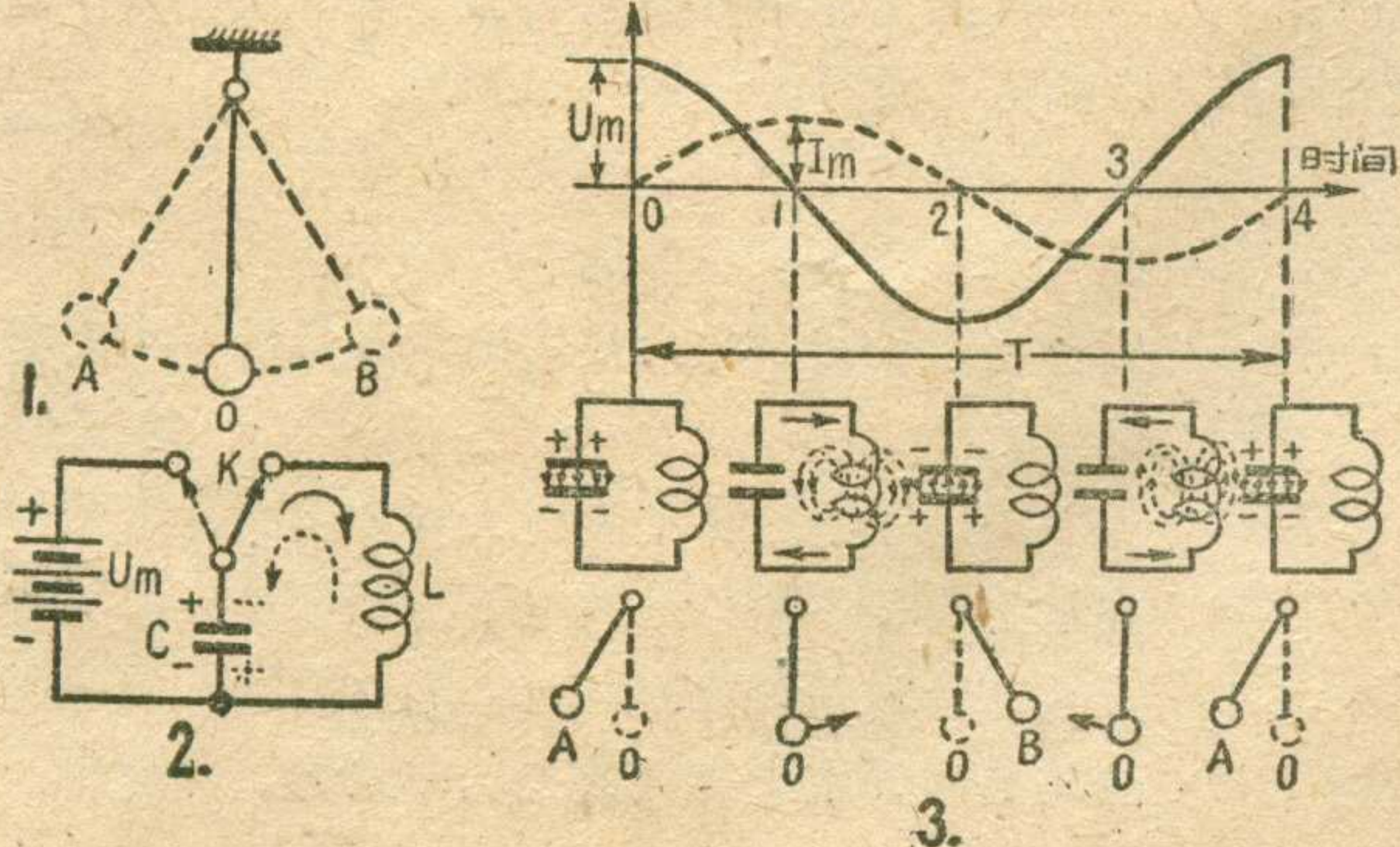
我們可以看到，點2處的情況和振蕩開始時(點0)的情況相似，只不過電荷的符號相反。過了點2後，電容器開始反向放電，電流和剛才的相反(如圖2虛線箭頭所示)。當電容器上的電壓又一次減到零時，電感線圈中的反向電流達最大值(圖3中的點3)。由於線圈的自感作用，電流並不能立即停止，而是繼續反向流動，重新對電容器充電，使電容器上片帶正電。以後電流逐漸減小，電容器上的電壓逐漸增高，磁能逐漸變為電能。到磁能完全變為電能時，電流停止，電容器上積儲起最多的電荷(圖3中點4)，情況就和開始時(點0)一樣。以後整個過程就一次次地重復下去。由此可見，電容器上的電壓和線圈中的電流，在周期性變化，也就是產生了電振蕩。這種振蕩叫回路的固有振蕩。

這樣看來，從振蕩的觀點上說，

LC振蕩回路和擺是相似的。LC振蕩回路原來是一個“電擺”！的確，在後面我們會看到，在一般的振蕩器中，LC振蕩回路的作用就和時鐘里擺的作用一樣。

### 振蕩的幅度和頻率

小球從平衡位置O向左或向右擺動的最大距離，



即  $OA$  的长度，叫做振荡的幅度，或简称振幅。在振荡回路中，电容器上达到的最大电压  $U_m$  (参看图 3) 称为振荡电压的幅度 (电压振幅)，在电路中达到的最大电流  $I_m$  称为振荡电流的幅度 (电流振幅)。振幅的大小决定于小球起始时被拉开的距离，或者决定于电容器上的起始充电电压。

在图 3 中，从点 0 到点 4 的时间，即进行一次振荡所花的时间  $T$ ，叫做振荡的周期。每秒振荡的次数，或每秒的周期数  $f_0$ ，叫做振荡的频率。因此  $f_0 = \frac{1}{T}$ 。

摆的频率决定于摆的长度。摆越长，摆动就越慢，也就是频率越低。在振荡回路中，固有振荡的频率  $f_0$  决定于电容量  $C$  和电感量  $L$  的大小。电容量  $C$  和电感量  $L$  越大，振荡就进行得越慢，也就是周期越长，频率越低。这是因为，电容量  $C$  越大，它在同一电压下所储存的电荷就越多，每次放完电所需的时间就越长；电感量  $L$  越大，放电电流逐渐增强或减弱的速度就越慢，因而使振荡周期加长。

在振荡回路中，流经电容器的和流过电感线圈的电流相等，而电容器两端的电压和线圈两端的电压相等，可见线圈的电抗  $2\pi f_0 L$  和电容器的电抗  $\frac{1}{2\pi f_0 C}$  在数值上相等。即

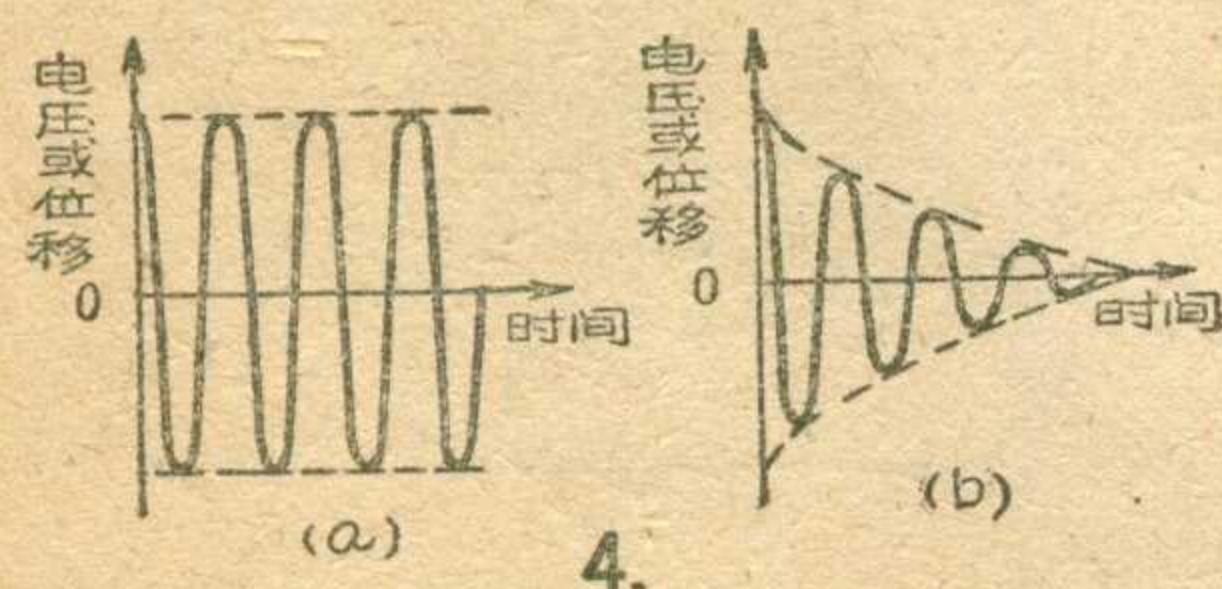
$$2\pi f_0 L = \frac{1}{2\pi f_0 C},$$

因而  $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 。

也就是说，固有振荡频率和  $LC$  乘积的平方根成反比。

### 等幅振荡和减幅振荡

在前面的分析中，我们没有考虑到在振荡过程中发生的能量损耗。因此，当摆从  $A$  点起摆动一周后，仍然能达到  $A$  点。在振荡回路中，从电容器  $C$  具有最大电压  $U_m$  起振荡一周



后， $C$  上仍达到电压  $U_m$ 。或者说，振荡的幅度不变。这种振荡叫等幅振荡，如图 4, a 所示。

但是，在实际振荡过程中，不可避免地会有能量损耗。摆摆动时会受到摩擦力和空气的阻力而损耗能量。在电感线圈中有电阻，会把电能变换为热能，电容器中的电介质在振荡过程中也会消耗一部分能量，等等。因此，每振荡一周，能量就消耗掉一些，振幅就要减小一些。这样的振荡叫减幅振荡，如图 4, b 所示。随着能量的损耗越来越多，振幅就越来越小。最后，当储存的能量完全消耗掉时，振荡就停止了。吊着的物体摆动逐渐减小的情况是我们常常看到的。如果我们在固有频率很低的振荡回路中接一个电流表，也可以看到振荡电流的幅度逐渐减小的情况。

### 怎样得到等幅振荡

为了维持等幅振荡，必须继续不断地补充能量。如果在每个振荡周期中补充的能量刚好能补偿振荡一周所损耗的能量，那末，振幅就不会减小，于是我们就得到了等幅振荡。

时钟就是根据这个道理工作的。我们把发条上紧，就在发条中储存了能量。发条通过一套齿轮杠杆系统对摆发生作用。每摆动一次，杠杆都顺着摆的运动方向推它一下，从而把能量传给摆，补偿了振荡中的能量损耗。于是摆就能继续不断地摆动。

无线电技术中常见的振荡器的原理基本上和时钟一样。这里  $LC$  回路好比钟摆，电子管好比时钟里的齿轮杠杆系统，通过它把直流电源 (相当于发条) 的能量不断输给振荡回路，以补偿回路中的损耗，使回路中能够保持等幅振荡。

图 5 是一个最简单的电子管振荡器的原理图。在电子管栅极电路中接一个振荡回路  $LC$ 。线圈  $L$  和屏路中的线圈  $L_b$  成电感耦合。当振荡回路内发生振荡时，振荡电流为  $i_c$ ，电容器  $C$  上的振荡电压为  $e_c$ 。这个交流电压  $e_c$  是加在电子管栅极上的。因而就在电子管屏路内引起一个交流电流分量

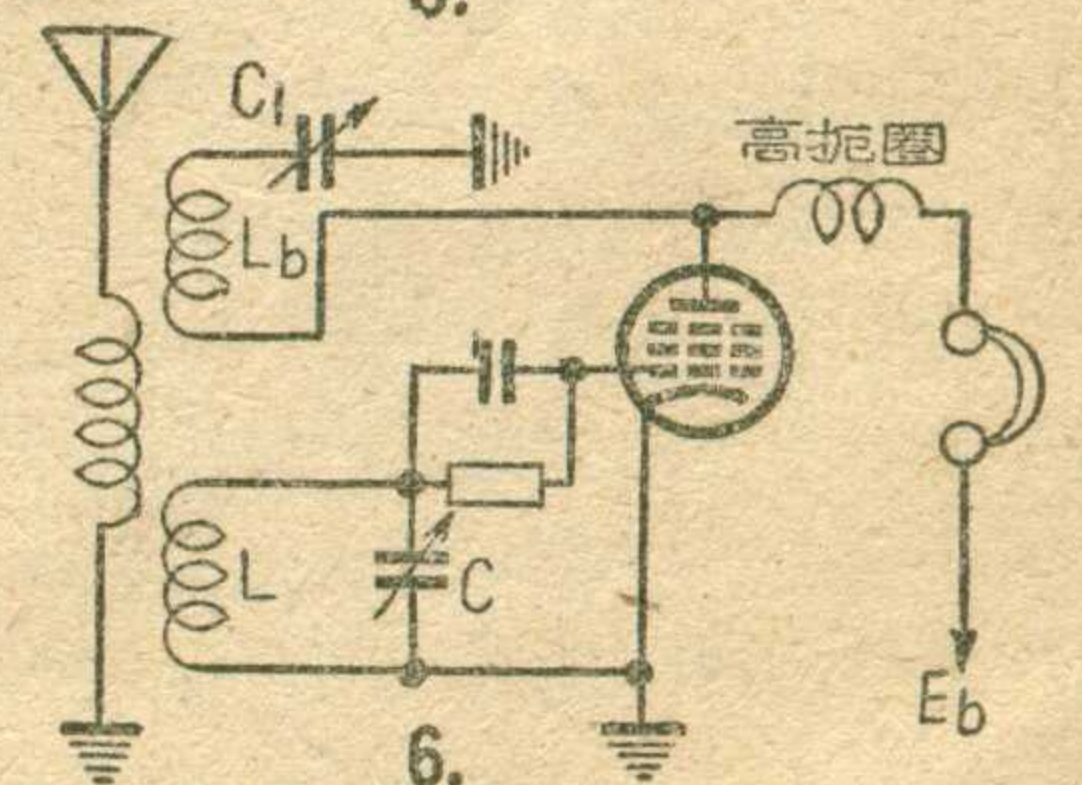
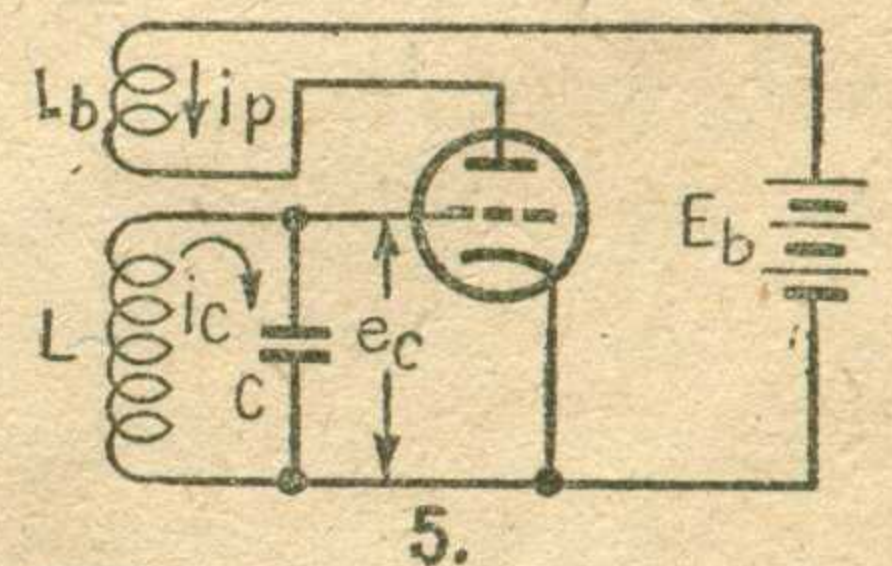
$i_p$ 。  $i_p$  流过线圈  $L_b$  时，由于  $L_b$  和  $L$  的互感，就在线圈  $L$  中感应一个交流电动势  $e$ 。如果  $L_b$  的两端在电路中接得正确，感应电动势  $e$  的变化方向就会刚好和  $i_c$  的变化方向一致，即促进  $i_c$  的流动。就好象顺着摆的运动方向推动摆的情况一样。这样，通过电子管和线圈  $L_b$  将电池  $E_b$  的能量输入到振荡回路中，就可以补偿回路中的损耗，得到等幅振荡。

我们知道，把屏极输出信号的一部分再加入到栅极输入电路中，和原来的栅极信号迭加起来进行放大的过程，叫做反馈。所以振荡器实质上是通过反馈来补偿振荡回路损耗的一种装置。由于反馈信号一定要和回路中的原有信号方向一致，从而使原信号加强，才能维持振荡，所以振荡器中的反馈，必须是正反馈。如果  $L_b$  的两头在电路中接反了，那末反馈就变成了负反馈，也就是反馈信号和回路中的原有信号方向相反，这样就会阻碍振荡的进行，使振荡更快地停止。

振荡器中不仅要求正反馈，而且要求正反馈的大小足以补偿振荡回路中的损耗。很明显，如果反馈不足以补偿回路损耗，振荡仍然是要衰减下去的。反馈刚好能补偿回路损耗时，就能维持等幅振荡。如果反馈的能量大于回路损耗，振幅就要增长，直到两个能量平衡时为止。

我们可以拿大家都熟悉的再生式收音机为例来说明上述情况 (图 6)。调节  $C_1$ ，就可以改变再生 (即正反馈)

(下转第 23 页)



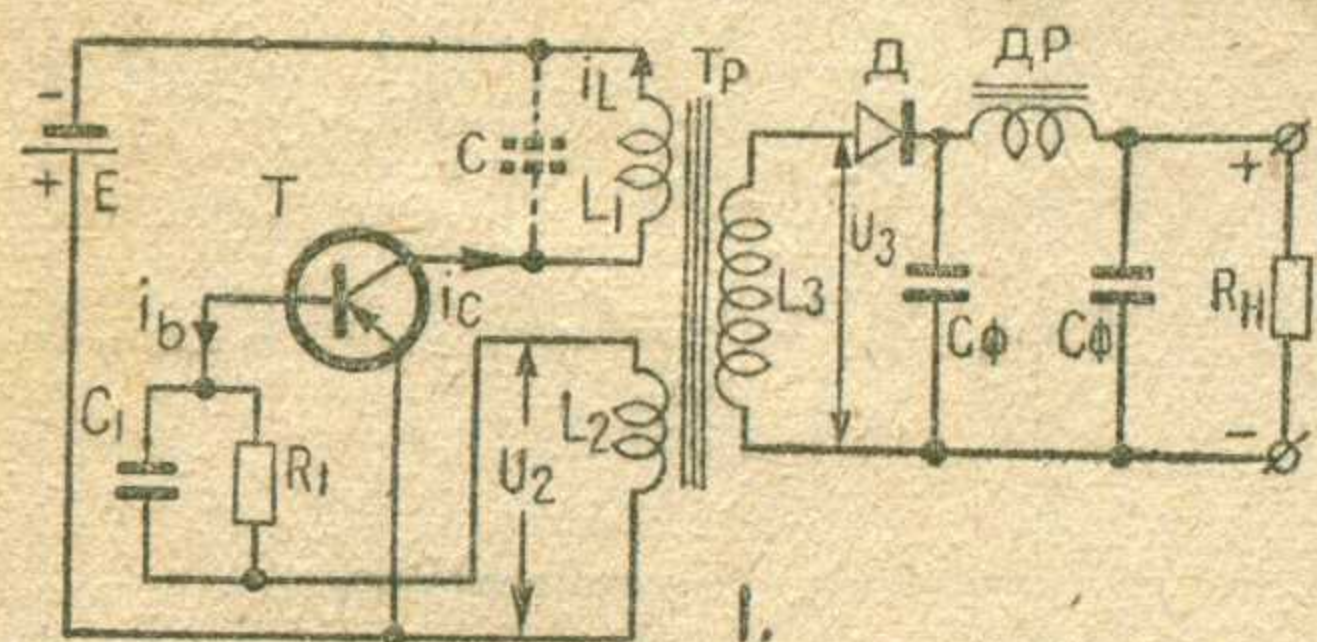
# 晶体管升压装置

潘 鍾

要把低压直流电变成高压直流电可以应用旋转变流机或振子变流器。在汽车收音机里，振子变流器把6伏或12伏直流电升到200伏，供给电子管屏极和帘栅极使用。振子变流器是机电式断续器，它有不少缺点。近年由于晶体三极管的广泛应用，出现了一种晶体管升压装置（晶体管变流器）。这种升压装置没有机械接触点，效率很高，工作稳定可靠，噪音小。只要用几伏的电池，就能产生几十伏到几千伏的直流高压，可以用在阴极射线示波器以及一些需要高直流电压、小电流的设备中。又由于它体积小，在移动式无线电设备中，也很适宜。

图1所示为晶体管升压装置的原理线路。其中T是晶体三极管， $T_p$ 是变压器， $L_1$ 是集电极绕组， $L_2$ 是基极绕组， $L_3$ 是升压绕组。在这种线路中，由于 $L_1$ 和 $L_2$ 之间的强正反馈作用，能产生几百赫到几千赫的脉冲振荡（间歇振荡），把脉冲振荡升压、整流、滤波以后，就得到直流高压。

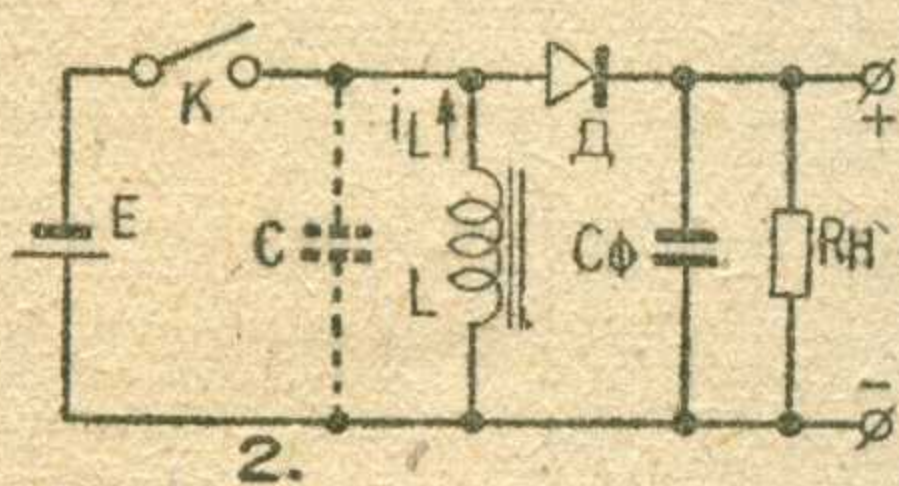
在研究图1的工作原理之前，让



我们先看一种有升压作用的简单线路（图2）。合上K，在电感线圈L中的电流 $i_L$ 直线性地增加，在线圈附近建立磁场，磁场储藏能量。打开K，电池、线圈间的电流回路被切断，磁场所储存能量在L-C（这里C包括线圈分布电容、安装电容等）回路中产生振荡，出现交流电压。如果磁场储存能量越大，电流 $i_L$ 的变化越快，也就是说振荡频率越高，则产生的交流电压也越高。振荡电压可以比电池电

压E高好多倍。经过整流滤波后，就可以得到直流高压。

在实际应用中，开关K是用晶体三极管的发射极和集电极来代替，也就是图1的电路。我们知道，控制晶体三极管基极电流 $i_b$ 就能改变集电极电流 $i_c$ ，就象控制电子管栅极电压 $e_g$ 就能改变屏极电流 $i_a$ 一样。当基极电流



足够时，晶体三极管发射极和集电极之间直流电阻就很小，很似图2的K接通。所以图1中的晶体三极管在一定程度上可以看作是一个理想开关。现假设开始加入集电极电压时，晶体三极管集电极和发射极间接通，电流 $i_L$ 直线性地增加。集电极与发射极间直流压降很小，电源电压E差不多全部加在绕组 $L_1$ 之上。变压器 $T_p$ 中的磁通随着电流 $i_L$ 而增加，在绕组 $L_2$ 和 $L_3$ 中产生感应电压 $U_2$ 和 $U_3$ ，感应电压与绕组圈数成正比，设绕组 $L_1$ 、 $L_2$ 和 $L_3$ 分别有 $n_1$ 、 $n_2$ 和 $n_3$ 圈，则它们的关系是：

$$U_2 = E \frac{n_2}{n_1}$$

$$U_3 = E \frac{n_3}{n_1}$$

变压器绕组的极性是这样连接的，即当电流 $i_L$ 线性增加时，感应电压 $U_3$ 的方向，使晶体二极管D不通，而 $U_2$ 的方向却使晶体三极管基极和发射极间打通，使基极有足够的电流，以保证发射极和集电极间电流畅通。基极-发射极回路中接有限流电阻 $R_1$ 。因为基极和发射极间直流电阻很小，基极电流可以认为是：

$$i_b = \frac{U_2}{R_1} = \frac{E n_2}{n_1 R_1}$$

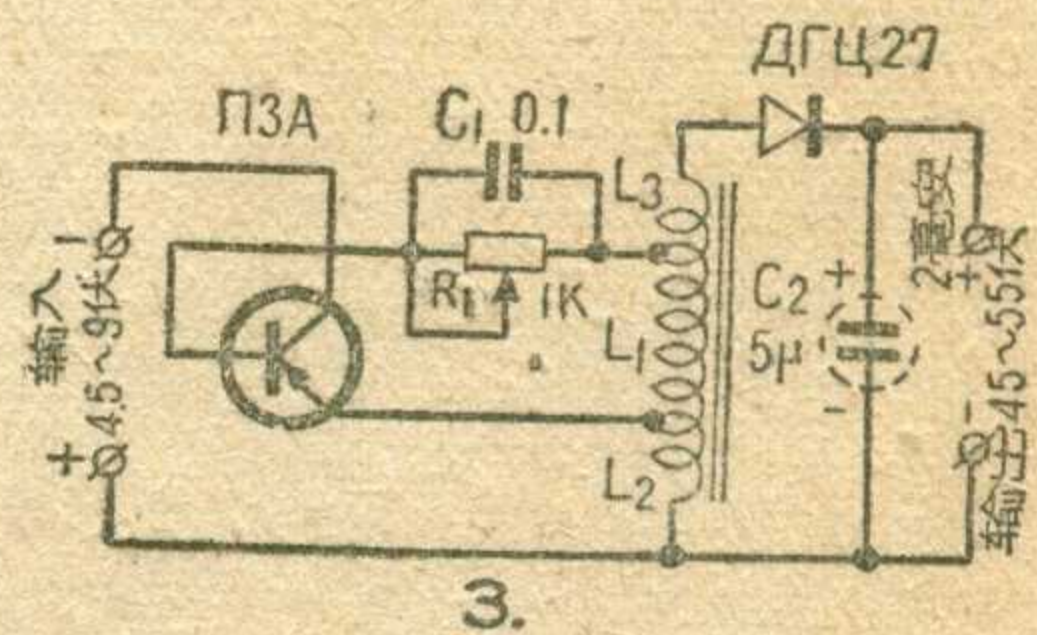
在如图1所示的共发射极连接

中，集电极电流 $i_c$ 与基极电流 $i_b$ 之间存在着关系：

$$i_c = \beta i_b$$

其中 $\beta$ 是共发射极的电流放大系数。在线路中，随着 $i_c$ 的增加，所需要的 $i_b$ 也增加。但 $i_b$ 到达上面公式所表示的数值后，即不再增加了，因此 $i_L$ 的增加在到达一定程度后即趋于缓慢， $i_L$ 的变化减慢，感应电压 $U_2$ 就变小，供给基极的电流就变小， $i_c$ 也就变小。这样相互影响的结果，就导致集电极电流迅速截止，晶体三极管突然断开。这时， $L_1$ 磁场所储存能量产生振荡，这个振荡电压的幅度要比E大若干倍。但只是它的第一个振荡脉冲电压（它的方向和晶体三极管通流时的电压方向相反），通过变压器升压后由整流器输出，而当振荡电压改变到另一个方向的时候，感应电压 $U_2$ 的极性又使得基极电流重新产生，因而又产生了集电极电流，使晶体三极管再度打开，这样就完成了一个振荡周期。由于上述作用的结果，在绕组中就出现周期性的脉冲振荡。 $L_3$ 把脉冲振荡升压，再经整流滤波以后，得到直流电，供负载 $R_H$ 使用。

晶体管升压器的效率，可用供给负载电阻 $R_H$ 的功率与电池E所消耗功率的比值来表示。如果在图1线路中，除了 $R_H$ 之外，都不消耗功率，那么效率就是100%。但是，晶体三极管、变压器等都是要消耗功率的。首先，在晶体三极管接通时，集电极和发射极间电压降有0.4~0.8伏，电压降与通过电流的乘积就是消耗在集电极和发射极间的功率。为了减少功率损耗，宜选用压降很小的晶体三极管（如 $\Pi_3$ 型、 $\Pi_4$ 型晶体三极管）。其次，基极回路绕组和电阻 $R_1$ 也要消耗5~6%的总功率。在开关通断转换时，也消耗部分功率，转换时间越



3.

# 线圈短路测定器

王 珏

在使用刚绕好的线圈或变压器时，如果有短路匝，那末这些短路匝便会吸收电能，由发热以至烧毁线圈或变压器。

这种短路匝，一般是不易发现的。这里介绍一种线圈短路测定器，它的灵敏度较好，能够测出导线直径小到0.07毫米的一匝短路，制作也比较容易。

## 电路原理

上面谈到，线圈中如有短路匝，便会吸收电能。利用这个特点，把有短路匝的线圈与振荡回路耦合，这样一来，短路匝就吸收了振荡回路中的电能，使振荡减弱，甚至停振。如果适当连接指示仪表，就能根据振荡回路中电流的变化，测出是否存在短路匝了。

实际电路见附图。用6N8P(6H8C)双三极管，一半接成二极管，作整流器；另一半作振荡器。整流部分包括电源变压器T的绕组II、由 $R_1$ 、 $C_1$ 和 $C_2$ 组成的滤波电路。振荡部分包括由 $L$ 、 $C_4$ 组成的振荡回路。这个振荡电路就是一般的哈

特莱电路，反馈电压通过 $C_3$ 加在栅极阴极之间，经电子管放大，使振荡持续产生。

整流后的一部分电流通过电阻 $R_4$ 、 $R_5$ ，后者组成一个分压器。

在电阻 $R_5$ 上跨接一个微安表。从图中可看出，通过微安表的电流有两部分：一部分是由 $R_5$ 两端电压产生的电流，它的方向如实线箭头所示；另一部分是电子管栅流，它的方向如虚线箭头所示。调整电位器 $R_3$ 和 $R_5$ ，可以使这两个方向相反的电流相互抵消，微安表读数为零。

振荡回路中的线圈 $L$ 绕在一个特制的铁心上。这个铁心比较长，空出一部分，作套被测线圈之用。被测线圈套上之后，通过共用的铁心，即与振荡线圈耦合。如果被测线圈中有短路匝，便吸收振荡回路中的电能。这样一来，振荡便减弱，电子管栅流便减小，通过微安表的电流便不能相互抵消，微安表指针就会偏转。根据微安表指针偏转的大小，就能判断被测线圈中短路匝的多少了。

电子管的灯丝电源，由电源变压器T的绕组III供给。在这个绕组上还可并联一个指示灯，指示电源通断。

## 制作说明

长，消耗功率也越大。为了加速转换，在限流电阻 $R_1$ 上经常并上0.05~1.0微法的电容 $C_1$ 。如果不计整流二极管及滤波扼流圈的损失，升压器效率可达70%到90%。

图3是一个小型的晶体管升压器线路，输入电压为4.5~9伏，输出直流电压为45到55伏。线路中采用一个自耦变压器，其中 $L_1$ (30圈)是基极回路绕组， $L_2$ (100圈)是发射极回路绕组，而 $L_3$ (180圈)与 $L_1$ 及 $L_2$ 串联组成升压绕组，均用0.25毫米漆包线绕制。变压器的铁心是直径30毫米的

环形铁氧体( $\mu=1000$ )。

图4是一个推挽式的晶体管升压装置，可以在负载电流10到20毫安情况下供给70到90伏直流电压，可以供给直流超外差式收音机使用。为了使工作稳定可靠，由 $R_1$ 和 $R_2$ 分压取得直流负偏压供给晶体三极管基极。当输入电压为1.4伏时，变压器绕组I用0.35毫米线绕2×33圈，绕组II用0.15毫米线绕2×15圈，绕组III用0.12毫米线绕

对使用的电阻、电容器，没有特殊要求，可按图中所注数据选择。电子管用6N8P(6H8C)。用100千欧的电位器， $R_4$ 用50千欧的电位器。

指示仪表用300微安的电流表。500微安或1毫安的也可以用，不过灵敏度较差些。

线圈 $L$ 的铁心用条形硅钢片(长120毫米，宽11~12毫米，厚0.35毫米)，叠厚10毫米，用铜钉铆好。线圈 $L$ 的线框高度约40毫米，用直径0.31毫米的漆包线绕700匝，在第400匝处抽头。绕好后套在铁心的一端。铁心的另一端套被测线圈。

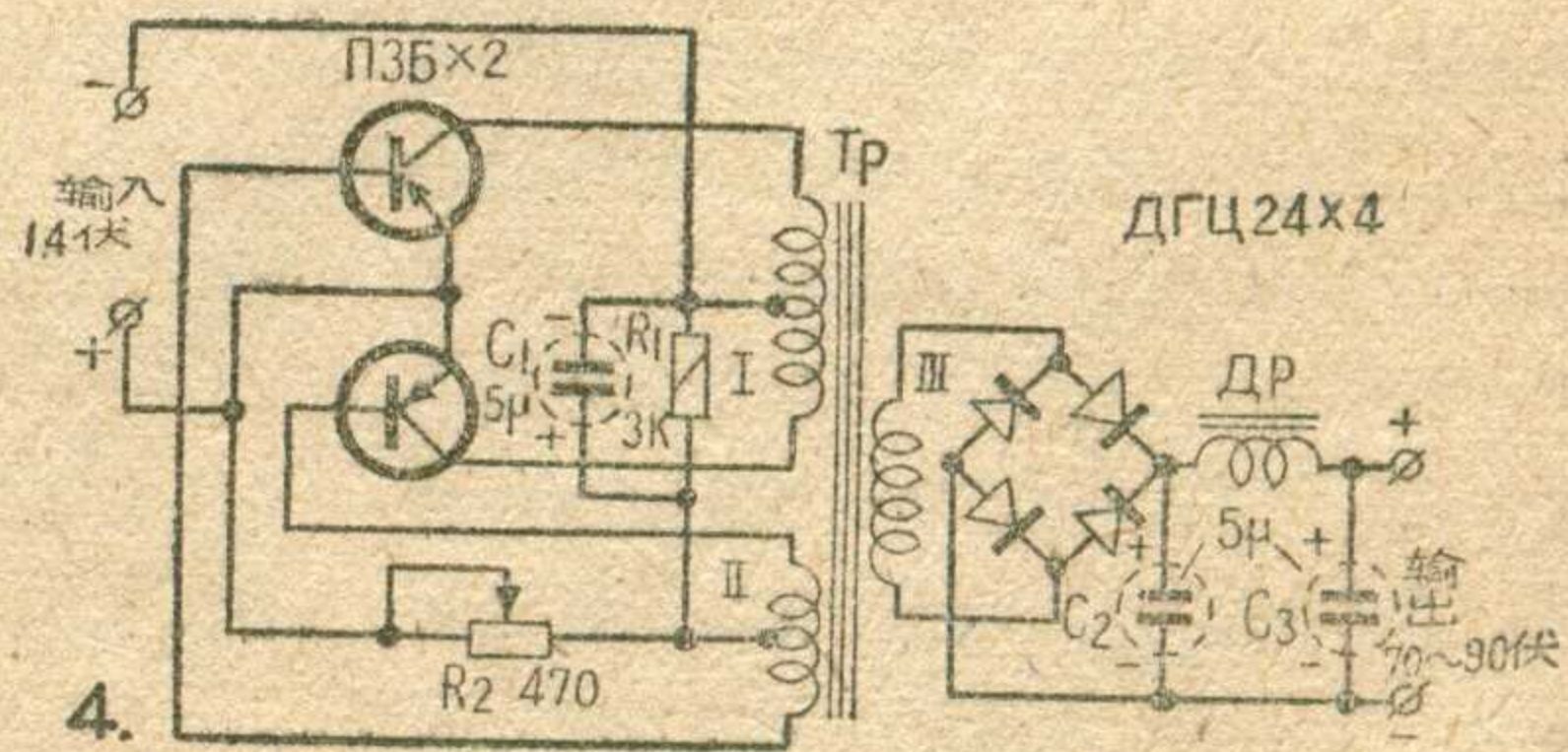
电源变压器可采用市售成品，只要次级高压可达200~280伏即行，容量大一些没有妨碍。自己绕制时，采用的铁心的截面积(中央条宽×叠厚)为4~6平方厘米。初级绕组(I)用直径0.11毫米漆包线绕2640匝(220伏)，次级绕组(II)用直径0.11毫米漆包线绕3000匝，绕组III(6.3伏)用直径0.51毫米的漆包线绕76匝。

## 调整

先调100K电位器( $R_3$ )，使电表指示20~100微安之间的一个数值，然后调50K电位器( $R_5$ )使电表指零。可用一根与被测线圈同线径的导线，作一个短路匝，套上铁心，这时的电表指示20~100微安，就表示调整好了。

使用时，套上被测线圈，如电表指示数值小于调整数值，就证明被测线圈没有短路匝。如果电表指示数值等于或大于调整数值，就证明被测线圈中有短路匝了。

2600圈；输入电压为6伏时，绕组I不变，绕组II用同号线绕2×10圈，绕组III用同号线绕540圈。扼流圈 $D_p$ 用III-16型铁心，用0.2毫米线绕300圈。



# 再生式五管晶体管收音机

——封底电路图说明—— 楊 名 甲

## 一、电路工作原理

本机是采用来复式电路的再生式五管机。用  $\Pi 401$  ( $T_1$ ) 作一级不调整高放；两个  $\Pi 1$  作倍压检波；两个  $\Pi 6B$  ( $T_2, T_3$ ) 加上重复利用一次  $\Pi 401$ ，作三级音频电压放大；最后用两个  $\Pi 6B$  ( $T_4, T_5$ ) 作推挽输出功率放大。接收频段是中波广播段。电源用 4.5 伏时，输出功率接近 100 毫瓦，收听本地电台不需要外接天线，即有足够的音量。

电台信号由  $L_1 C_1$  调谐回路选出，通过感应传到  $L_2$  内。 $L_2$  两端的信号电压，经  $C_2$  (6000~2000 微微法) 加到高放管  $T_1$  的基极和发射极。放大后的高频信号经  $C_3$  送入检波电路。同时通过再生线圈  $L_4$  回送到输入端。高放级的工作状态决定于偏流电阻  $R_1$  (220~390 千欧) 的阻值。调整  $R_1$ ，可以使基极得到适当偏流，从而使  $\Pi 401$  处于最佳工作状态。本机由  $T_1$  集电极还引出一根线自由放到调谐回路零件附近，以加强接收波段高端的再生作用，线的长短和位置可实地试验确定，如效果不显著也可不用。

检波级由  $D_1, D_2$  两个晶体管组成倍压检波电路。

检波后得到的音频信号又被送入  $T_1$  的基极，由  $T_1$  再作一次音频放大。这样把  $T_1$  利用了两回，先后放大了高频和低频，这种电路称之为“来复式放大”电路。

由  $T_1$  所作的音频放大是电压放大，负载是电阻  $R_2$ 。

然后，音频信号又被  $T_2, T_3$  再作两级电压放大。这是一般的共发射极放大电路。因本机所用两管有足够的偏流，所以取消了偏流电阻。 $R_4$  是  $T_2$  的负载电阻。 $C_5, C_7$  是极间耦合电容器，容量可在 10~100 微微法内选取。 $R_3$  为音量控制器， $C_6$  为反馈电容器。 $C_4, C_8$  为高频旁路电容器。 $C_8$

可在 0.002~0.1 微微法内选择，以调到所喜爱的音调。

被放大后的音频信号再经输入变压器（或称“级间变压器”）送入输出级电路。

输出级由  $T_4, T_5$  组成推挽功率放大。 $R_5, R_6$  组成分压器，使  $T_4, T_5$  取得所需偏流。本机  $R_5$  定为 6.8 千欧。如果晶体管较好，在无信号输入时，末级电流一般可调到 10 毫安以下，最大信号时能够超过 30 毫安即可。

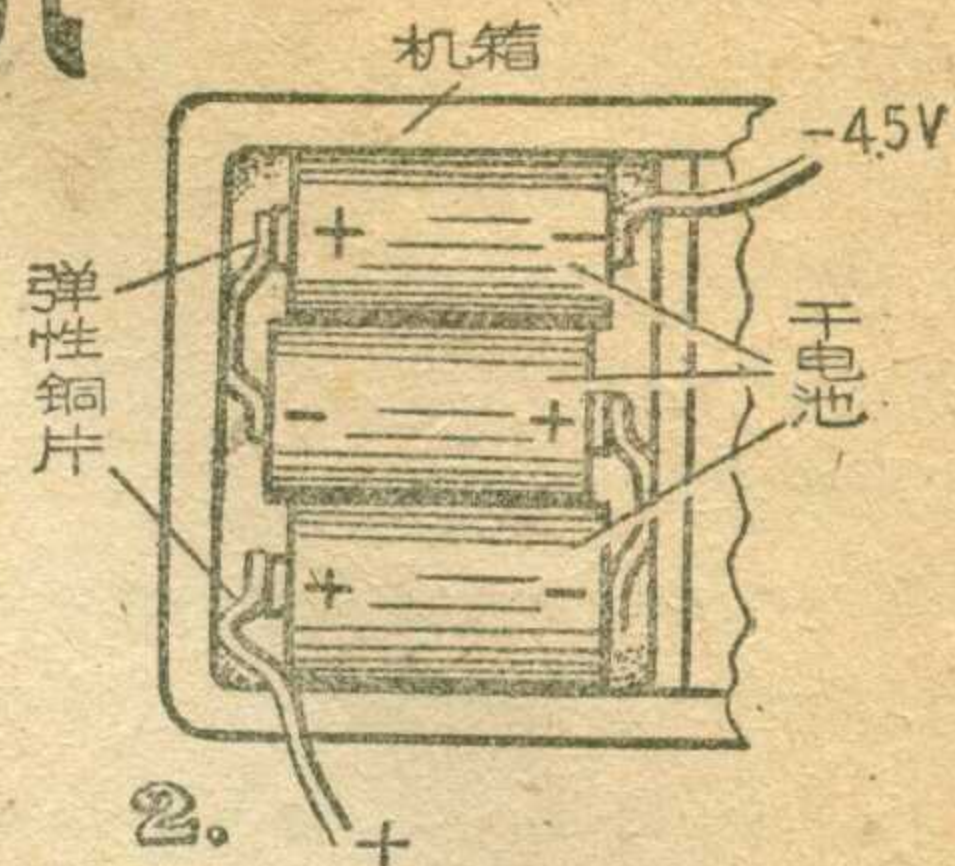
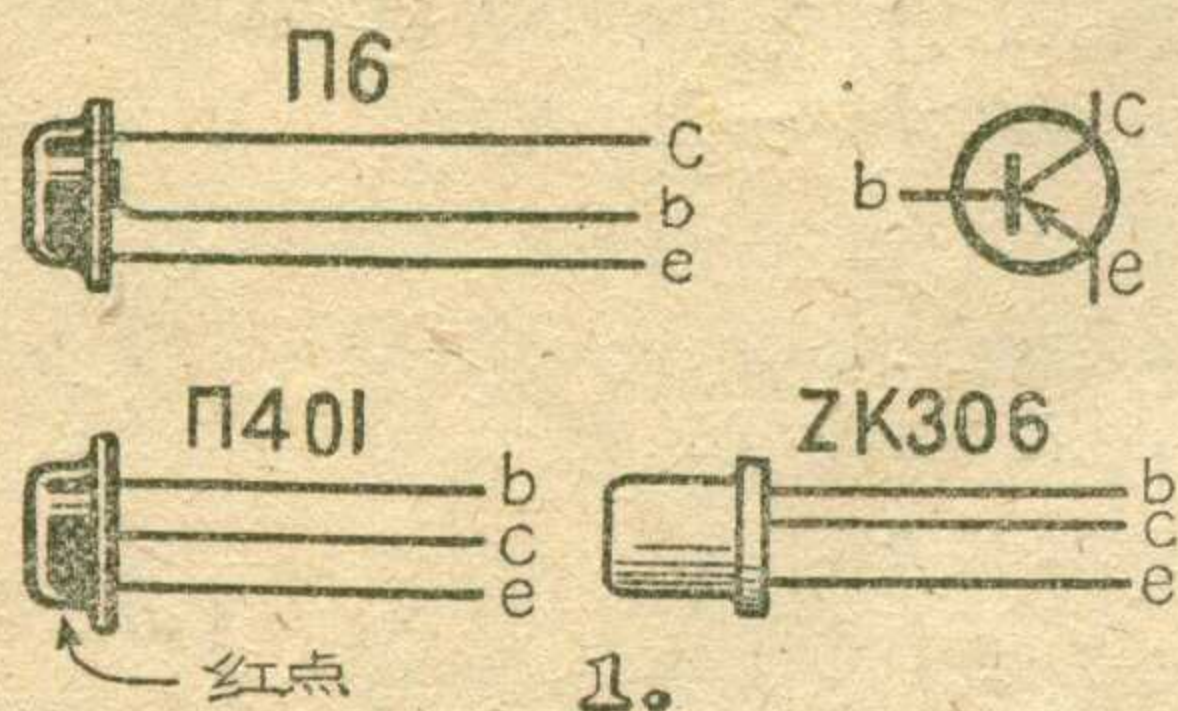
电源是利用 1.5 伏干电池三节，串联组成 4.5 伏供电。在电池 +、- 两端间并联了一个超小型电解电容器  $C_9$ ，容量在 30 微微法以上即可。如果找到 100 微微法 6 伏的最好。这样当电池使用时间长了，内阻渐渐增大时，有利于交流通畅，可以避免引起音频振荡叫声。如果使用新电池， $C_9$  可以省去。

## 二、零件制作和选用

本机最好采用超小型零件。 $T_{p1}, T_{p2}$  可分别采用华北厂出品的 XJBO-10 及 XCBO-10 型小型变压器。

磁性天线采用国产 M4 型磁性瓷棒 ( $\phi 10 \times 170$ ，或  $\phi 10 \times 140$ )，在绝缘纸筒上用自制 16 股（每股 0.01 毫米）漆包线绞线绕制： $L_1$  为 50 圈； $L_2$  为 9 圈； $L_4$  为 4 圈。要求线圈筒能在棒上移动，以便调节。

调谐电容器  $C_1$  采用普通 360 微微法的单连可变电容器。高频扼流圈  $L_3$  利用 M5 型环状磁性瓷心子，用 0.1 毫米漆包线以穿绕法绕 200 圈左右，因为它的自感量较大，并且是闭合回路，杂散影响较小，效果很好。如果用 2



千欧电阻代替，也勉强可用。

本机采用正向电阻为 500 欧，反向电阻在 1 兆欧左右的晶体二极管。高频放大管也可以用 ZK306。低放管中放大系数大的放在电压放大级；而输出级则由特性相近的两管担任。要注意  $\Pi 401$ 、 $\Pi 6B$  和 ZK306 的各极引出线位置不同（图 1），千万不可搞错。

电池体积应尽量小，但又要考虑经济实用和更换方便，本机采用三节 2 号电池，采用弹性铜片连接，如图 2。

本机外壳是用木制的。四周边框用塑料腰带包贴，面板上贴有金色的铝制网板，以作装饰。后盖板的一边和外壳用绸布粘牢，做成活页形式，以便于打开检修。面板上应先开出扬声器洞，洞口要留一些挡条，以防损坏纸盆。

度盘是利用玩具胶木小碟，在中心挖出圆洞，再用万能胶将它反扣在电容器旋钮上粘牢，作为旋柄。小碟的边沿还粘有一些白色小塑料块，作为刻度。

## 三、安装和调整

外壳内的安装共分四部分，如封底各图所示。机箱部分固定装有扬声器、调谐电容器和磁棒、电位器等。第 2 部分“Γ”形板上装有变压器  $T_{p1}, T_{p2}$ 、各个晶体管和其它阻容零件，焊好后装入机箱，放在 ②③④⑤ 部位。第 3 部分是一“□”形底板，零件放在框内，各处接点塞进框边上的各处小孔内支持住。焊好后将它放入箱内 ①②③④ 部位。注意晶体管要最后焊接。然后在“□”形板上放一片薄塑料片隔住，上面再放电池。（下转第 23 页）

# 收音机的负反馈电路

俞锡良

将放大器输出电路的信号，取出一部分又送回到输入电路，称为“反馈”。若反馈的信号电压与原来的输入信号电压相位相反，便叫做“负反馈”。因为负反馈有许多优越的特性，所以在收音机等设备中广泛采用。

## 一、负反馈的基本电路

若按从放大器输出端得到反馈电压的方法来说，可分为电压反馈和电流反馈两种基本类型，前者是反馈电压的大小随负载电压变化成比例地变化，后者则与负载电流的变化成比例。而从反馈电压送至输入电路的方式来看，又可分为串联反馈和并联反馈两种基本类型；前者是反馈电压与原来的输入信号电压相串联，后者则是相并联。以上四种最基本的电路，分别示于图1(a)(b)(c)(d)。在普通收音机内所常用的电路为(a)(b)(c)三种。

图1中， $R_g$ 为栅漏电阻， $R'_a$ 为交流的等效负载， $U_0$ 为原来的输入电压， $U_1$ 为实际输入电压， $U_2$ 为输出电压， $U_3$ 为反馈电压。在(a)中， $R_1$ 和 $R_2$ 构成反馈回路，将输出电压分压后反馈到输入端。(b)中 $R_i$ 为前级的内阻，反馈回路由 $R_f$ 和 $R_i$ 及 $R_g$ 组成。(c)中 $R_k$ 为阴极电阻，因没有旁路电容，屏流通过 $R_k$ 时形成反馈电压。(d)的反馈电压先从 $R_s$ 取出，然后再经过 $R_f$

和 $R_i$ 及 $R_g$ 的分压取得。

可以看出，在(a)(b)中反馈的电压是直接由负载端取出，与负载电压的变化成比例，而在(c)(d)中，则由屏流流过的电阻上取出，与负载电流的变化成比例。

从这些基本电路里，可以演变出其他较复杂的电路，如电压电流复合反馈和串联并联复合反馈等。此外，在一个放大器里也可能有好几个反馈环路，以及不同的反馈方式。

## 二、负反馈放大器的特性

### 1. 增益降低，增益变化减小

放大器的增益可以用输出电压对输入电压的比值来表示。为了分析方便起见，我们可以把反馈放大电路简化为图2形式。在没有反馈时，设输入信号电压为 $U_1$ ，输出电压为 $U_2$ ，那末增益

$$K_0 = \frac{U_2}{U_1} \dots \dots (1)$$

加上负反馈后，有效输入电压必定减小，很明显输出电压也要减小。如果要保持输出电压仍为 $U_2$ ，必须提高输入信号电压，使得输入信号电压减去反馈电压后得出的有效输入电压仍等于 $U_1$ 。设负反馈电压为 $U_3$ ，输入信号电压为 $U_0$ ，这时要求

$$U_0 - U_3 = U_1,$$

才能得到输出电压仍为 $U_2$ 。因此，有负反馈时，输出电压对输入信号电压的比值为

$$K = \frac{U_2}{U_0} \dots \dots (2)$$

上面谈到， $U_0$ 必须大于 $U_1$ ，因此比较(1)式和(2)式，可以看出分子未变， $K$ 的分母增大，很明显 $K$ 变小了，也就是说放大器在有负反馈时的增益变小了。

从(1)式和(2)式可得

$$U_2 = K_0 U_1$$

$$U_2 = K U_0$$

所以

$$K U_0 = K_0 U_1$$

或

$$K = \frac{K_0 U_1}{U_0} \dots \dots (3)$$

由于 $U_1 = U_0 - U_3$ ，而负反馈电压 $U_3$ 为输出电压 $U_2$ 的一部分，可以用 $U_2$ 乘一个分数 $\beta$ 来表示，所以 $U_1 = U_0 - \beta U_2 = U_0 - \beta K U_0 = U_0(1 - \beta K)$ 。代入(3)式，得

$$K = \frac{K_0 U_0(1 - \beta K)}{U_0}$$

$$= K_0(1 - \beta K)$$

$$= K_0 - \beta K K_0$$

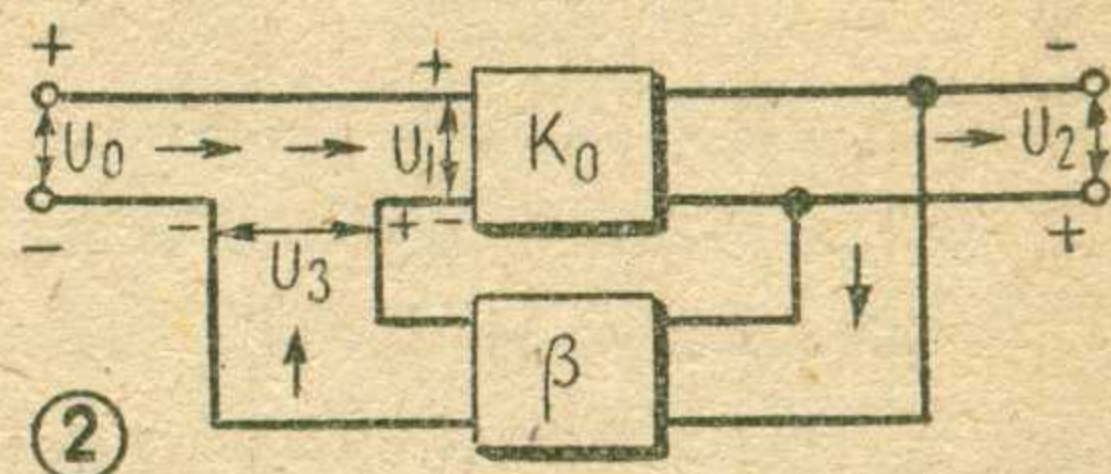
或

$$K + \beta K K_0 = K_0$$

$$K(1 + \beta K_0) = K_0$$

所以

$$K = \frac{K_0}{1 + \beta K_0} \dots \dots (4)$$



一般 $\beta$ 叫做反馈系数， $\beta K_0$ 叫做反馈因数。公式(4)表示有负反馈时与无负反馈时放大器的增益关系。图1中列出了典型电路中的类似关系式。

公式(4)很重要，从公式(4)可以看出，当 $\beta = 0$ 时， $K = K_0$ ，这是没有反馈的情况。如果 $\beta K_0$ 远大于1，那末公式(4)分母中的1便可略去，从而得

$$K = \frac{K_0}{\beta K_0} = \frac{1}{\beta}$$

这就是说放大器增益只与反馈系数有关，只要反馈系数不变，放大器增益便能保持恒定。因此，在负反馈很大的时候，放大器增益便不致于因电子管特性、电源电压等稍有变化而变化，这是负反馈放大器的一个突出优点。这个优点从公式(4)已可看出。例如设

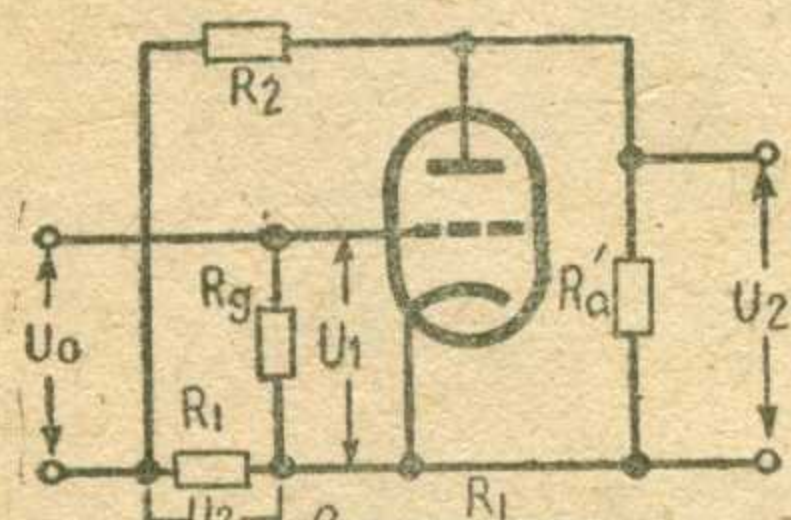
$$K_0 = 60, \beta = \frac{1}{30}, \text{得 } K = \frac{60}{1 + 60 \cdot \frac{1}{30}} = 20$$

如果 $K_0$ 变化(更换电子管，电源电压变化等都可能引起 $K_0$ 变化)，降低到30， $\beta$ 不变，得

$$K = \frac{30}{1 + 30 \cdot \frac{1}{30}} = 15$$

可见 $K_0$ 减小 $1/2$ 时， $K$ 只减小 $1/4$ ， $K$ 的变化要小得多了。

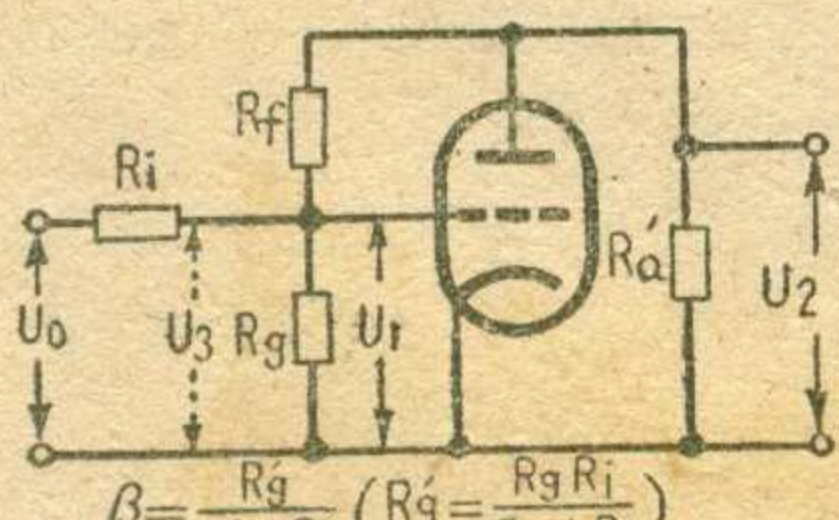
公式(4)中的分母取对数乘以20，即叫做反馈量，用 $F$ 表示：



$$\beta = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

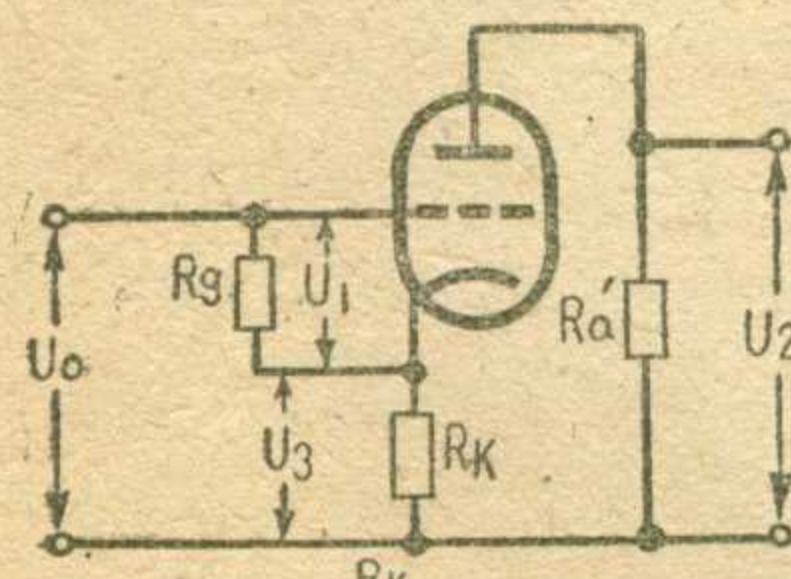
$$K = \frac{K_0}{1 + \beta K_0}$$

(其中 $K = \frac{U_2}{U_0}$ ,  $K_0 = \frac{U_2}{U_1}$ 以下相同)



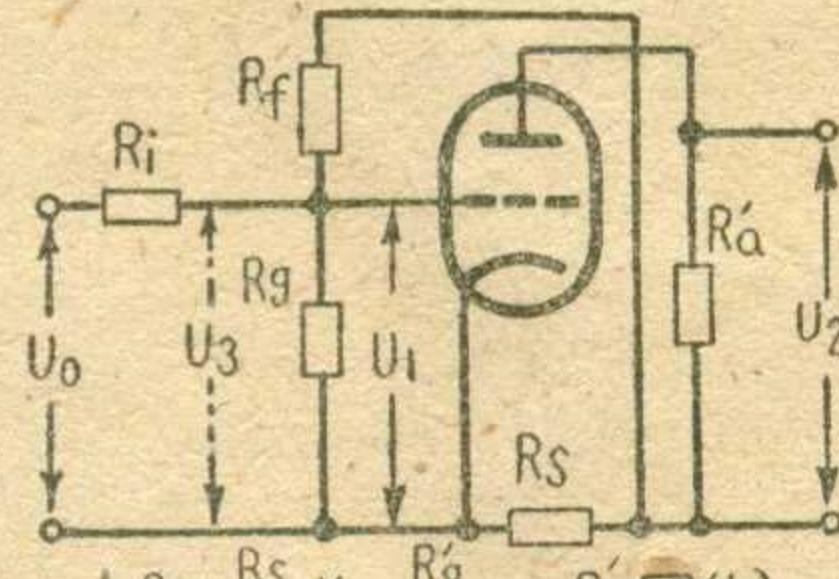
$$\beta = \frac{R_g}{R_g + R_f} \left( R'_g = \frac{R_g R_i}{R_g + R_i} \right)$$

$$K = \frac{P K_0}{1 + \beta K_0} \left( P = \frac{R_g}{R_g + R_i}, R'_g = \frac{R_g R_f}{R_g + R_f} \right)$$



$$\beta = \frac{R_k}{R'_a}$$

$$K = \frac{K_0}{1 + \beta K_0}$$



$$\beta = \frac{R_s}{R'_a} \times \frac{R_g}{R_g + R_f} \cdot R'_g \text{ 同(b)}$$

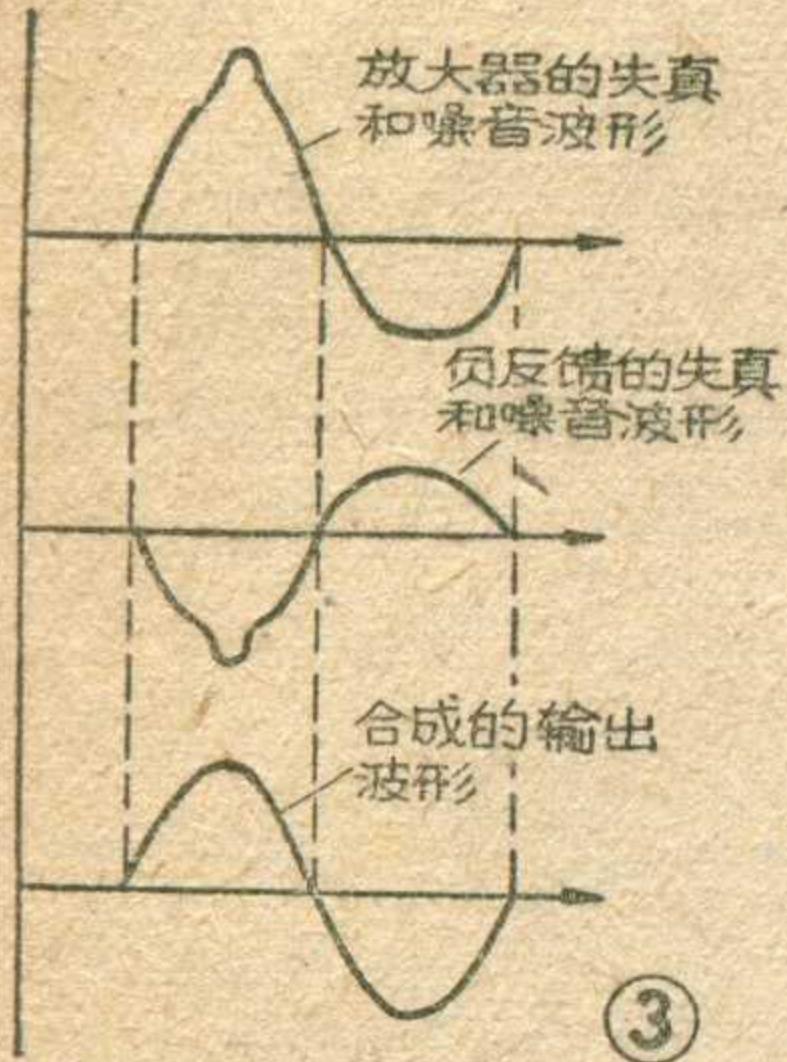
$$K = \frac{P K_0}{1 + \beta K_0}, P \text{ 同(b)}$$

$$F = 20 \log(1 + K_0 \beta) \dots (5)$$

反饋量用分貝計量，在設計計算時，常要用到。

### 2. 失真和雜音的減小

當放大器內部產生非線性失真和雜音



時，因負反饋的波形相位相反，能起抵消作用，所以輸出波形的失真與雜音能夠減小，如圖3。負反饋愈深，抵消作用也愈大。設  $U_{d0}$  為無反饋時放大器內部的失真或雜音電壓， $U_d$  為有負反饋時輸出的失真或雜音電壓，則

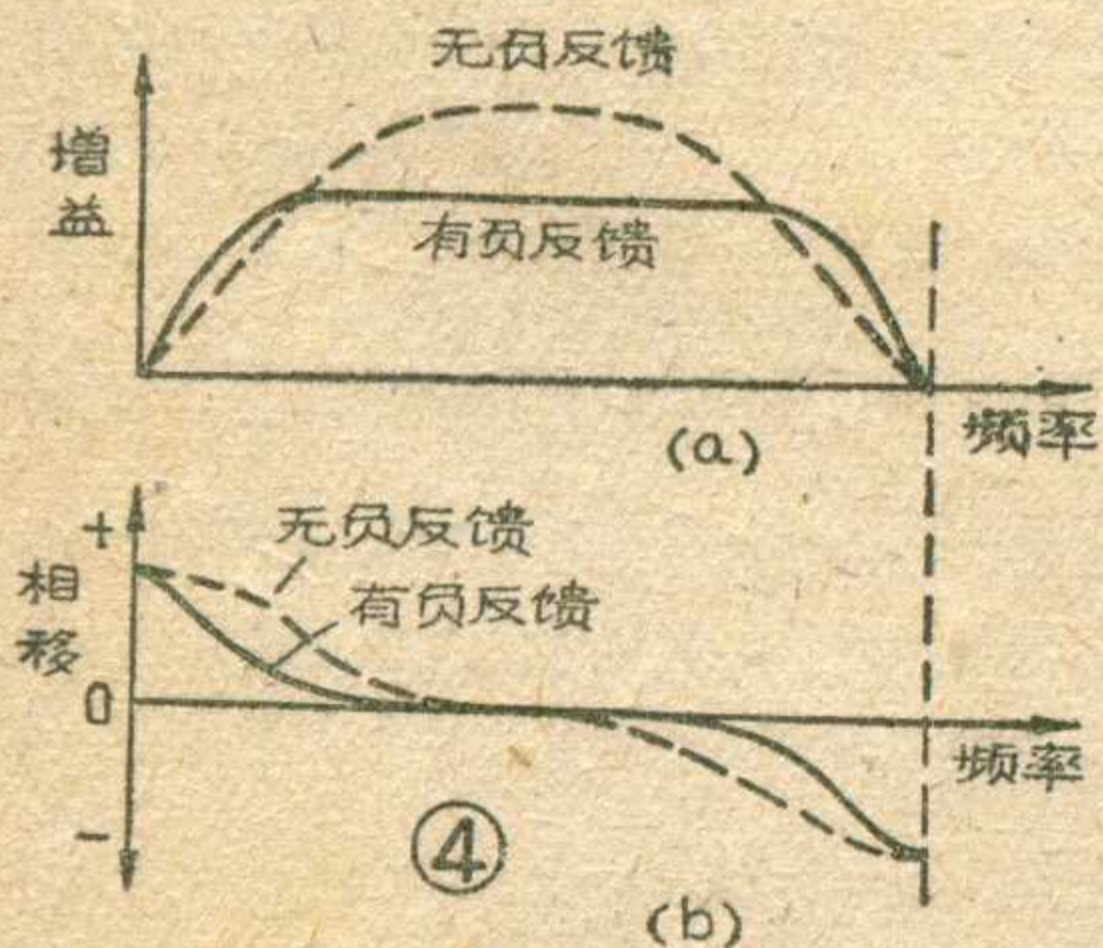
$$U_d = \frac{U_{d0}}{1 + K_0 \beta}$$

即減小的倍數和增益降低的倍數一樣。

如果輸入信號本身已經失真或有雜音，就無法改善。此外，反饋電壓的波形和輸出電壓的波形要完全相似，即反饋回路（或稱“ $\beta$  回路”）本身不應該引起失真或雜音，否則，輸出的失真和雜音不能減小，甚至增加。

### 3. 頻率和相位特性的改善

放大器在中音頻率時， $K_0$  較高，從公式(5)可看出負反饋量也大；但當高、低兩端頻率時， $K_0$  降低，負反饋量也減小，使  $K$  仍保持與中音頻率時相近。所以放大器有負反饋後，頻率特性變得平寬(圖4a)。相位的變化與頻率特性有關，頻率特性下降的斜度愈大，相移也愈大，負反饋既使頻率特性改善，則相移也能在較寬的頻率範圍內減少(圖4b)。



### 4. 對電子管工作狀態的影響

放大器加入負反饋後，從整個電路來看，特性有所變化，故可用新的等效電子管參數和特性曲線來描繪負反饋放大器的

工作。但是電子管本身的特性和工作狀態並未改變，設計電子管的工作點和最佳負載等等仍和無負反饋時一樣。最大輸出功率也未改變。

### 5. 輸入阻抗和輸出阻抗的變化

所謂“輸入阻抗”，是指從放大器輸入端看進去的阻抗，也就是輸入信號電壓與輸入電流之比。在沒有負反饋時，輸入阻抗即是柵漏電阻等，而加入負反饋後輸入阻抗則發生變化，它與反饋的輸入方式是串聯還是並聯有關，而與反饋的輸出方式是電壓反饋還是電流反饋無關。在圖1(a)(c)的串聯輸入反饋中，由於輸入端引進了一個反饋電壓，極性與輸入信號電壓相反，使輸入電流減小，故輸入阻抗變大。但若(a)的  $R_g$  接到  $R_1$  的左邊，或(c)的  $R_g$  下端直接接地，則輸入阻抗與反饋無關，仍等於  $R_g$ ，這在收音機中常是這樣接法。在圖1(b)(d)中的並聯輸入反饋時，由於輸入端引進了反饋電流，且極性與輸入電流同相，使輸入電流增加。故輸入阻抗減小。

所謂“輸出阻抗”，是指從放大器輸出端向屏極看進去的阻抗。設將輸入端短路，假想在輸出端拿掉負載，接入一個電壓，向內流入一個相應的電流，輸出阻抗就是這電壓和電流之比。在沒有反饋時，輸出阻抗就是該級電子管的內阻。當加入負反饋後，則輸出阻抗發生變化，它與反饋能量的輸出方式有關，而與反饋輸入方式無關。接入反饋電路後，輸出端所加的電壓有一部分反饋到輸入端，經過放大又出現在輸出端，在圖1(a)(b)電壓反饋時，這電壓與上述假想接入的外加電壓極性相同，使電流增加，故輸出阻抗變小。在(c)(d)電流反饋時，極性相反，使電流減小，故輸出阻抗增大。

收音機的負載是揚聲器，輸出阻抗愈小，則對揚聲器的工作愈有利，發音愈清晰，故末級放大器最好採用電壓負反饋，不宜用電流負反饋。

要計算收音機輸出變壓器次級揚聲器端的輸出阻抗  $Z'_{出}$ ，單級的情況可用下列的近似式：

當反饋只包括變壓器初級

$$Z'_{出} \approx \frac{n^2}{S_{末} \beta_{初}} \dots (6)$$

當反饋包括變壓器次級

$$Z'_{出} \approx \frac{n^2}{S_{末} \beta_{次} n \eta} = \frac{n}{S_{末} \beta_{次} \eta} \dots (7)$$

其中  $\beta_{初}$  為反饋輸入電壓對初級的輸

出電壓之比， $\beta_{次}$  為反饋輸入電壓對次級的輸出電壓之比。 $n$  為變壓器次級對初級圈數比， $\eta$  為效率。 $S_{末}$  為末級管的互導。

如果反饋環內有二級或三級或更多級放大器，則公式(6)為

$$Z'_{出} \approx \frac{n^2}{K_1 K_2 \dots S_{末} \beta_{初}}$$

(7) 為  $Z'_{出} \approx \frac{n}{K_1 K_2 \dots S_{末} \beta_{次} \eta}$

其中  $K_1, K_2, \dots$  分別為第一級、第二級等的實際增益。要作較準確的計算時，還應把輸出變壓器內的電阻也包括在內，並且它的等效值亦與反饋有關。

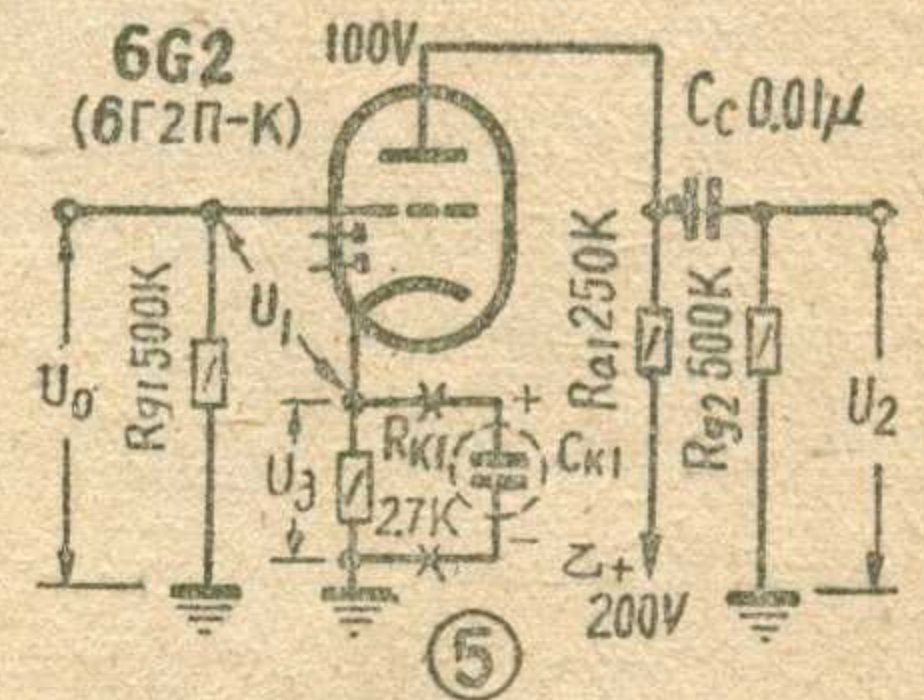
### 6. 負反饋放大器的穩定性

因放大器內有電容電感等元件，故會產生相移，頻率愈到高、低兩端時，相移也愈大。如果反饋量設計不當，在某些頻率就會變成正反饋，甚至發生自激振蕩而不能工作，必須加以注意。穩定性問題計算很繁，但可用實驗調試。如果工作的反饋量與開始自激的反饋量之間相差 6~10 分貝以上，則放大器能穩定地工作。

## 三、常用的負反饋電路

### 1. 電流串聯反饋

如圖5，若把旁路電容器斷開，便成為和圖1(c)簡圖相似的電路，常用於電壓放大器。不難算出，



$$\beta = \frac{R_{k1}}{R'_a} = \frac{2.7}{167} = 0.016,$$

其中  $R'_a$  為  $R_{a1}$  和  $R_{g2}$  的並聯值。設旁路電容器未斷開前的增益  $K_0$  為 54 倍，則斷開後的增益

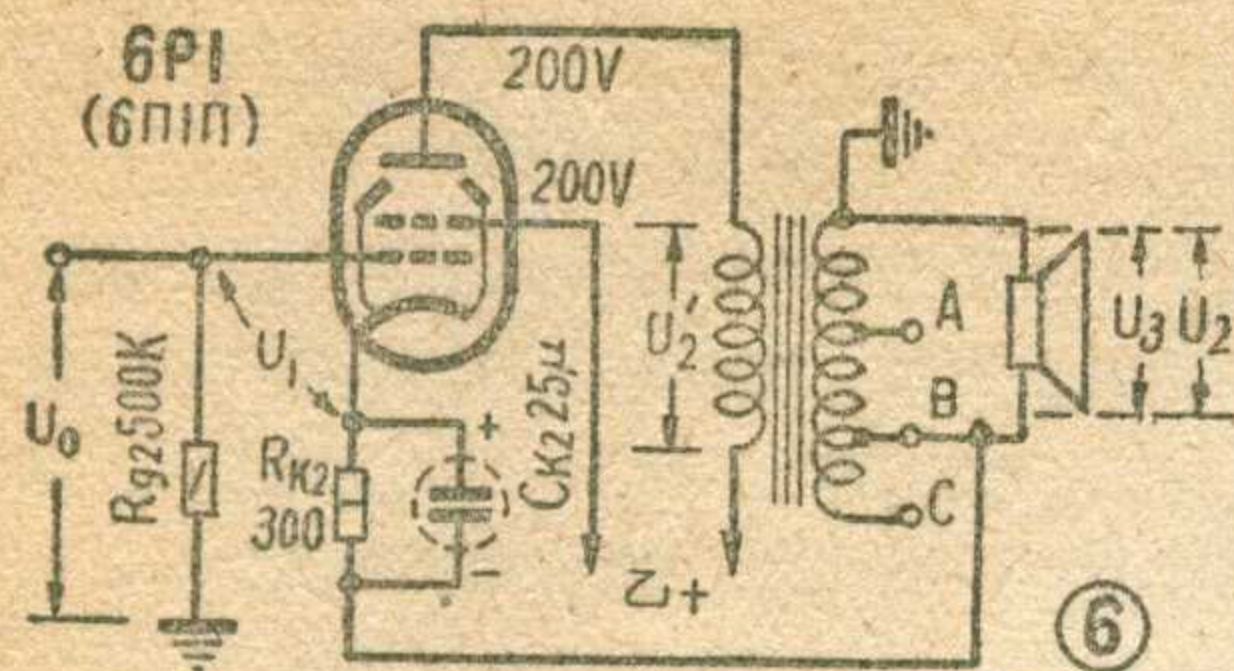
$$K = \frac{K_0}{1 + K_0 \beta} = \frac{54}{1 + 54 \times 0.016} = \frac{54}{1.87} = 29.$$

負反饋量  $F = 20 \log(1 + K_0 \beta) = 20 \log 1.87 = 5.4$  分貝。

### 2. 電壓串聯反饋

如圖6，若把陰極電路接地點斷開，通過輸出變壓器次級接地，并使極性為負





反饋，即成为与图1(a)簡图相似的电路，常用于简单的功率放大器。我們可以先算出至变压器初級端为止的有負反饋时的增益  $K$ ，公式中的  $K_0$  为电子管輸入至屏极输出的增益，而  $\beta_{初}$  是  $n\eta$ ，因为变压器的降压好比簡图中电阻  $R_1$  和  $R_2$  的分压作用。設  $K_0=22$ ， $n=0.029$ ， $\eta=0.75$ ，于是，

$$K = \frac{U_2'}{U_0} = \frac{K_0}{1 + K_0\beta}$$

$$= \frac{22}{1 + 22 \times 0.029 \times 0.75}$$

$$= \frac{22}{1.48} = 15.$$

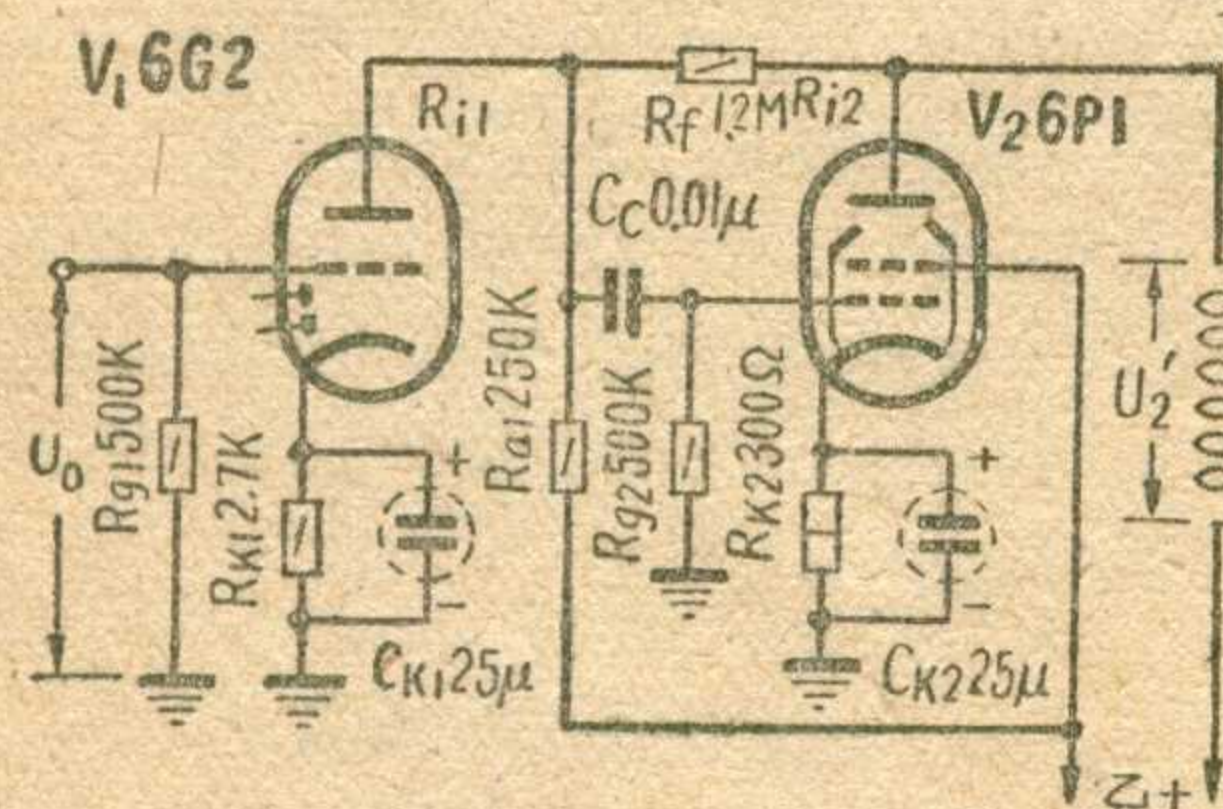
反饋量  $F = 20 \log(1 + K_0\beta)$   
 $= 20 \log 1.48 = 3.4$  分貝。

如果要求出次級的有負反饋时的增益  $K'$ ，則

$$K' = \frac{U_2}{U_0} = K n \eta = 15 \times 0.029 \times 0.75$$

$$= 0.33$$

設电子管的互导为 4.4 毫安/伏，則次級的輸出阻抗为



$$Z_{出} \approx \frac{n}{S\eta} = \frac{0.029}{4.4 \times 0.75} \times 10^3$$

$$= 8.8 \text{ 欧}.$$

我們也可以將輸出变压器的  $n\eta$  包括在  $K_0$  之内，即公式中  $K_0$  代以  $K_0 n\eta$ ；而  $\beta$  次为 1，因  $U_2$  全部反饋，沒有其他分压。这样算出的結果和上面一样。如要增加反饋量，可在次級增加反饋圈数。

这种反饋方式也可在前級接入，反饋包括兩級，所需的  $\beta$  可在变压器次級抽头調整。

### 3. 电压并联反饋

如图7，在两管之間接入  $R_f$ ，便构成

与图1(b)相似的电路。这是一种常見的放大器电路。图1(b)中的  $R_i$  就是  $V_1$  的内阻  $R_{i1}$ ， $R_g$  則为  $R_{g1}$  与  $R_{g2}$  的并联值，而  $U_0$  則相当于  $V_1$  的等效电动势。設电子管参数与前一样，就可按图1所附公式求出  $\beta$  为 0.044，以及末級电子管从輸入到屏极输出在有反饋时的增益  $K_2$  为 11， $F$  将为 6 分貝。

$$Z'_{出} \approx \frac{n^2}{S_{末}\beta_{初}} = 4.3 \text{ 欧}.$$

这种負反饋放大器的反饋量受到前級失真的限制，如不断加深反饋量，則由于末級輸入阻抗减小而增益降低过多，要得到同样輸出，就必须加大前級負担，結果末級失真虽很小而前級失真却大为增加，仍然得不偿失，此点需要注意。

### 4. 电流电压串联反饋

图8也是一种最常見的帶負反饋的放大电路，其中共有两个反饋环：一是前級  $V_1$  本身的电流反饋；另一是末級  $V_2$  的电压反饋。

設电路元件数值和电子管的参数与前面例子相同。計算方法是先按前例算法解出有电流反饋时前級的增益  $K_1$  为 29， $F$  为 5.4 分貝。再将电路化为图9等效电路。求出

$$K_0 = K_1 \cdot K_{02} \cdot n \cdot \eta$$

$$= 29 \times 22 \times 0.029 \times 0.75$$

$$= 14.$$

这时包括兩級的电压反饋系数  $\beta_2$  为

$$\beta_2 = \frac{R_{k1}}{R_{k1} + R_2} = \frac{2.7}{2.7 + 35}$$

$$= 0.072;$$

所以

$$K = \frac{K_0}{1 + K_0\beta_2} = \frac{14}{1 + 14 \times 0.072} = 7;$$

$$F_2 = 20 \log(1 + K_0\beta_2) = 20 \times 0.3$$

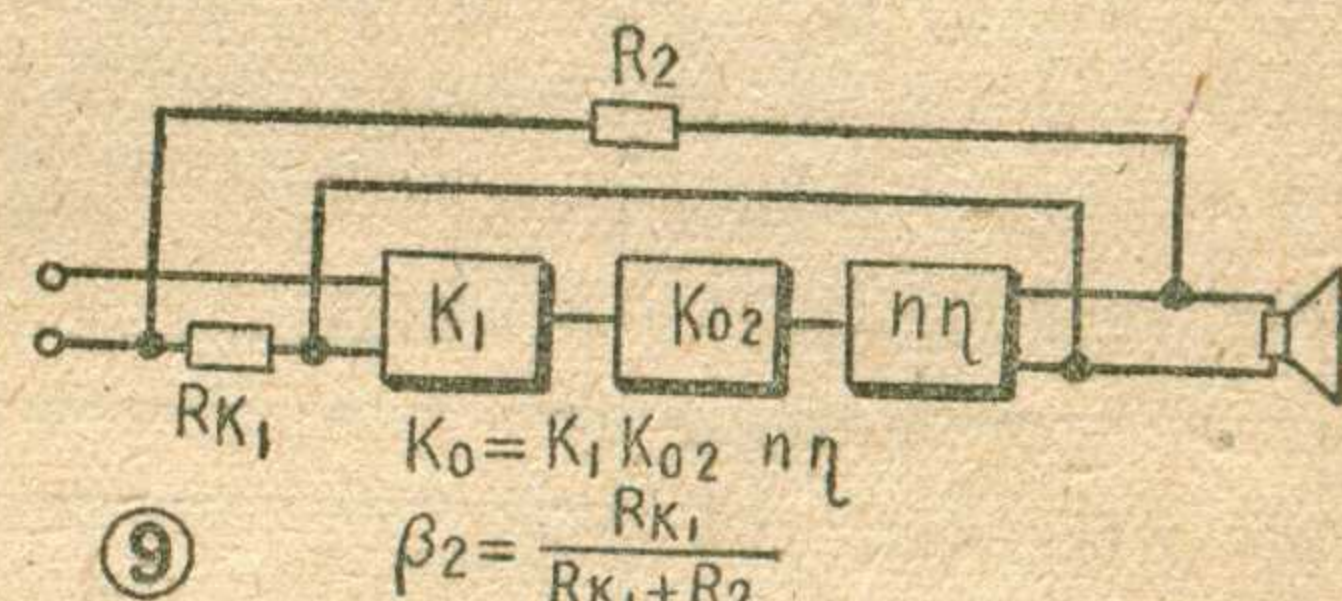
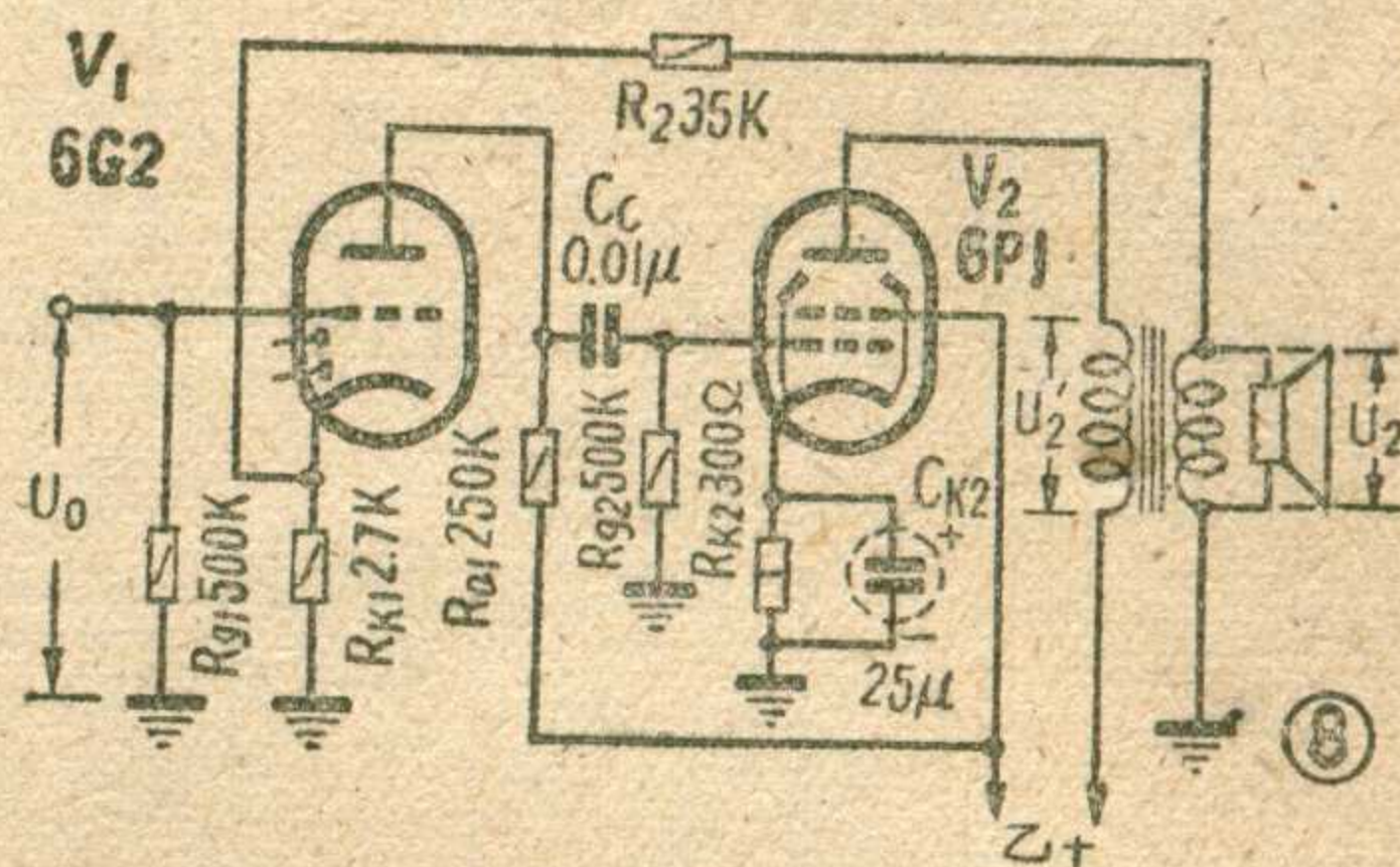
$$= 6 \text{ 分貝};$$

$$Z'_{出} \approx \frac{n}{K_1 S_{末} \beta_2 \eta}$$

$$= \frac{0.029}{29 \times 0.0044 \times 0.072 \times 0.75}$$

$$= 4.3 \text{ 欧}$$

考虑到末級功率管的失真比前級大得多，故应加强末級的反饋量（即  $K_0\beta_2$  要大）。在普通收音机里，放大器級数有限，要降低失真，同时又要兼顾增益較高，于是設法尽量减少前級的反饋量，把必要的反饋都加到末級中去，图10的三个例子都



可达到这个目的。图10(b)的  $R_b$  为补足栅偏压之用。將前級电路稍加改变，使前級的电流反饋可以忽略，于是

$$K_0 = K_{01} \cdot K_{02} \cdot n \cdot \eta$$

$$= 54 \times 22 \times 0.029 \times 0.75 = 26.$$

設  $F_2$  仍为 6 分貝，則

$$6 = 20 \log(1 + K_0\beta_2')$$

$$= 20 \log 2;$$

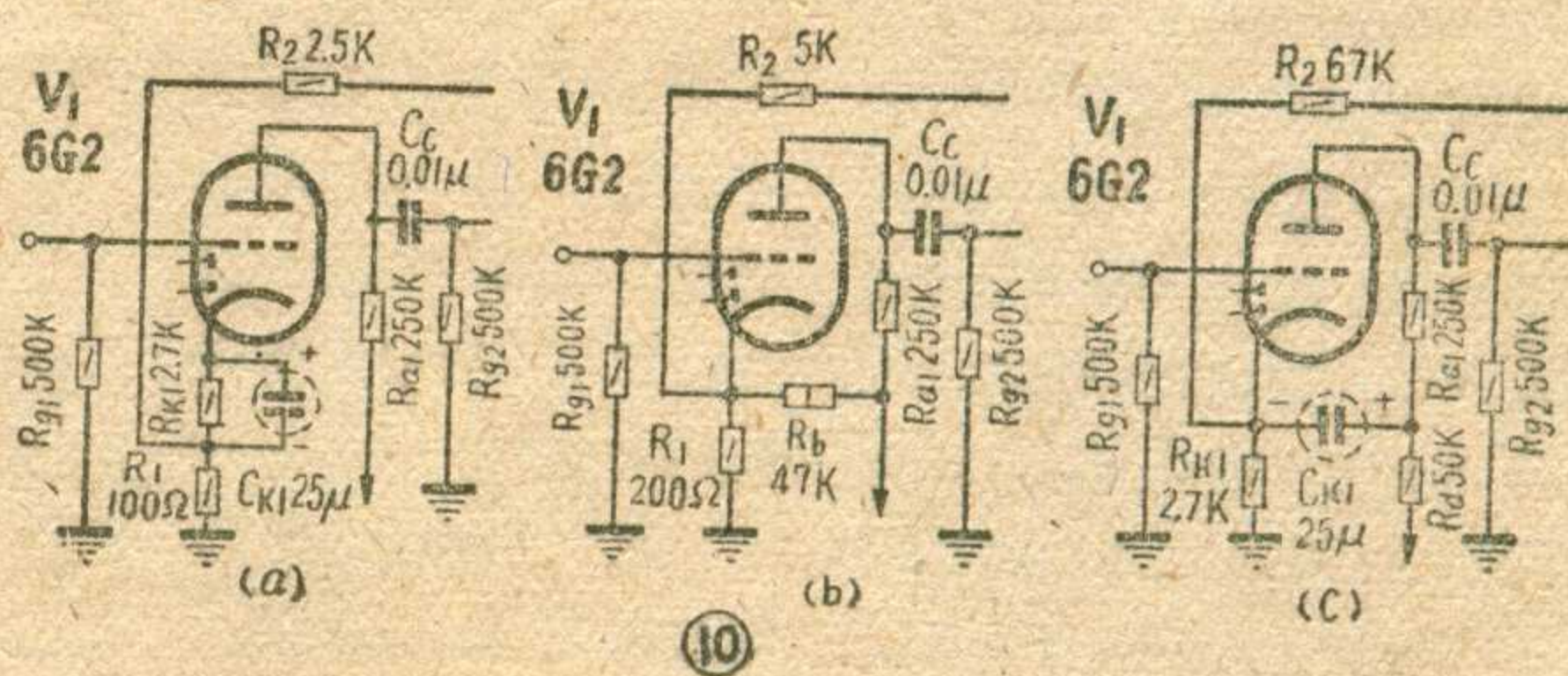
$$\therefore 1 + K_0\beta_2' = 2$$

$$K = \frac{K_0}{2} = \frac{26}{2} = 13.$$

与图8电路相比，因为  $F_2$  和前一样，且

$$Z'_{出} \approx \frac{n}{K_{01} \cdot S_{末} \cdot \beta_2' \eta} = 4.3 \text{ 欧},$$

故在失真和輸出阻抗相似的情况下，增益却几乎提高了一倍。



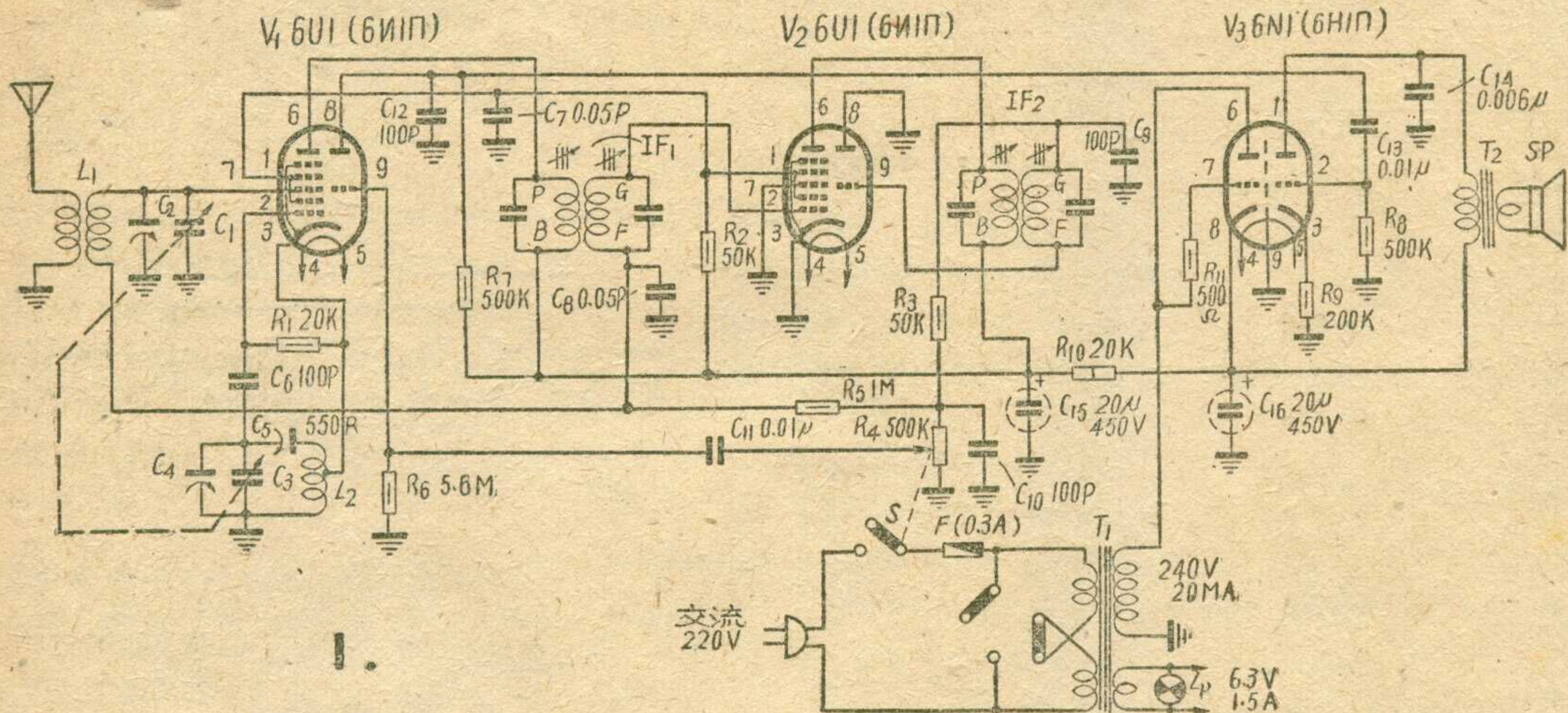
# 两种交流超外差式三灯机

—— 译 ——

如何用較少的元件裝制出性能优越、稳定而又調整容易的收音机，是大家所感到兴趣的問題。下面將介紹两种这样的交流三灯超外差式收音机，希望共同研究改进。

## 綫路的工作原理和电气性能

第一种綫路(图1)采用三只“北京”牌小型管：其中 $V_1$ 的七极部分作本地振蕩兼变频； $V_2$ 的七极部分接成五极管作中



頻放大；三极部分按二极管接法作第二檢波兼自动音量控制； $V_1$ 的三极部分任第一低放； $V_3$ 的一只三极管作末級功率放大，另一只連成二极管作半波整流。

第二种綫路用6P1作末級功率放大，用硒片整流，除此以外其它部分和第一种完全相同。它們的工作原理和一般交流超外差式五灯收音机相同。經对几部样机实际測試后所得主要电气数据如下：①灵敏度：約160~240微伏；②選擇性：約28~30分貝；③假像波道衰減：約26分貝；④自动音量控制：輸入变化26分貝时輸出变化約8分貝；⑤整机頻率特性：在150~3500赫內电压不均匀度不大于10分貝；⑥整机非綫性失真系数：在200~400赫不大于9%；400赫以上少于7%，均达到了三級收音机的要求。收音机的額定输出功率为200毫瓦，消耗电力約20伏安。配用一只“飞乐”牌501型恒磁揚声器，声音清晰悦耳。在河南地区晚上用1.2米垂綫可清楚地收听国内一些省台的播音节目。

## 設計特点

为了使各級的工作及性能保持稳定，在設計上选取滤波电路的电阻 $R_{10}$ 为20千欧，变频及中放級帘栅降压电阻 $R_2$ 用50千欧，因此除末級功率放大以外，其余各級的板压和帘栅压都比較低。这样虽对整机的灵敏度有所影响(如 $R_{10}$ 用2千欧， $R_2$ 用20千欧时測得灵敏度为160微伏，按图1数值时測得为190微伏)，但接收机的性

能却稳定得多。实际证明，該机經使用一年之后，重測其各項电气数据，并未有显著变化。在这时試加装短波，本机振蕩級在全度盘范圍內能正常工作。由于降低了前級电压，就使得两只6U1都在低負荷情况下工作，因而不易衰老。同时由于功率放大級以外的各級电流总共只有約4.5毫安，因而也降低了电力消耗，电源变压器体积可相应縮小。

第二种綫路用了专作末級放大的功率管6P1，所以输出功率大得多，約在500毫瓦以上，声音因此也大得多，但費用却貴一些。

为了避免整流管的阴极和灯絲之間因耐压不高而击穿，所有电子管的灯絲都不接地，这种接法也不致增大收音机的交流声。

第二种綫路末級的偏压由乙負端取得。

这样可节省一个阴极旁路电容器。

## 元件的选择

选用的元件以經濟实惠为原则。除滤波电容器外，其余的固定电容器均采用紙质的，耐压可为400伏，以减小体积。由于只有一个波段，所以微調电容器 $C_2$ 、 $C_4$ 加装于双連可变电容器之上(其方法見下述)。 $L_1$ 、 $L_2$ 可采用售品美通610S式广播波段綫圈。中周变压器可采用調铁粉心式，以获得較高的選擇性和灵敏度。电子管座最好用塑料小九脚式，接触比較可靠。110V/220V电源变换插头亦为市售小型配小九脚管座的一种。总之，在选用各种另件时要注意既經濟又实用。第二种綫路所用的

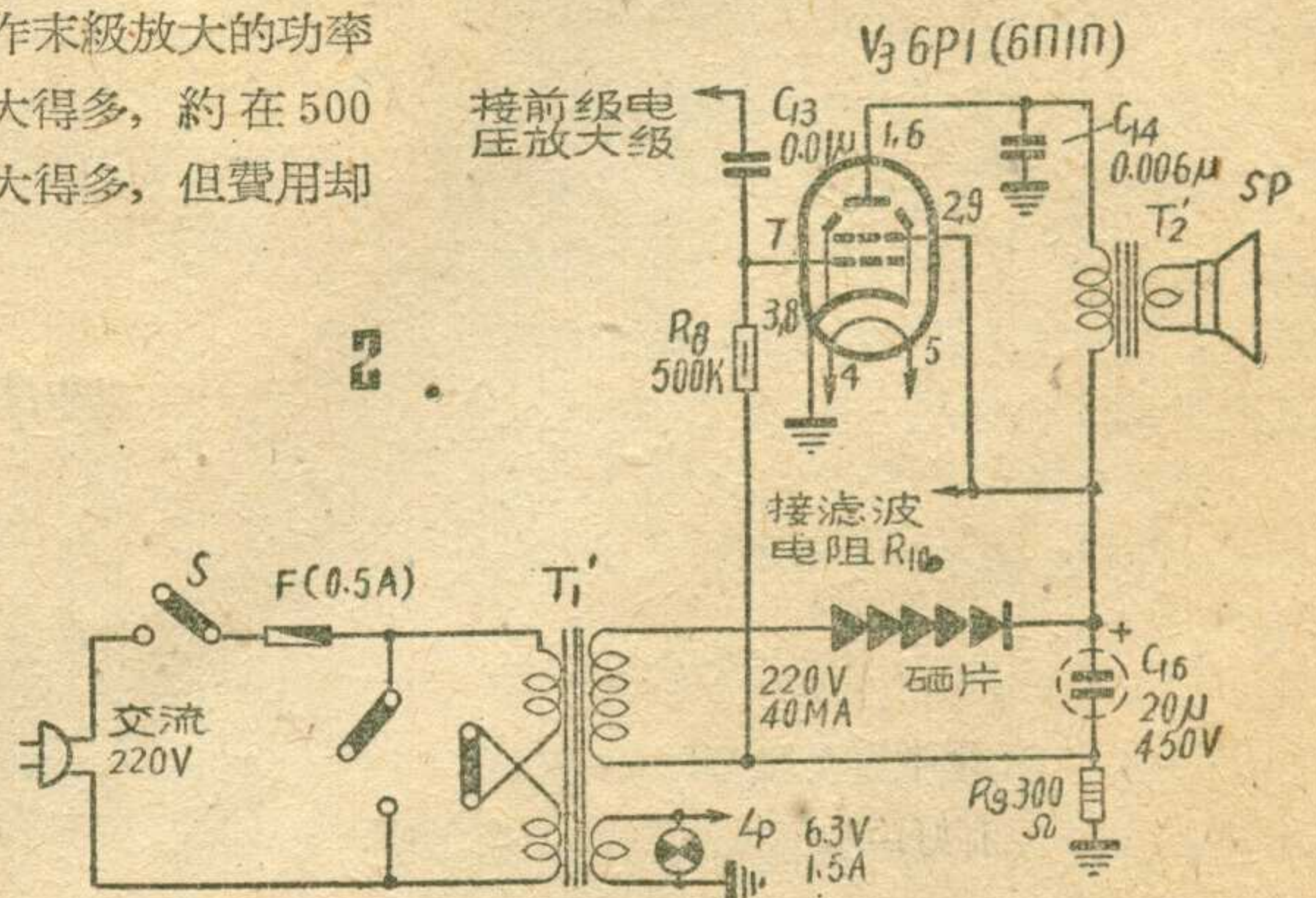
的硒片为华北无綫电器材厂制0427型硒堆。

## 結構

两种收音机主要元件布置分別見图3和图4。除 $C_6$ 、 $R_1$ 和 $R_{11}$ (图2无 $R_{11}$ )外，全机的电阻和固定电容器可装于一接綫板上，以使結構整齐簡洁。变频級高频回路及中頻变压器的接綫宜短而直。保險絲座可直接錙于电源变压器罩上。揚声器亦可固定在底板之上。不过这仅供大家参考。

## 双連电容器的改装

用复旦厂236型双連可变电容器，在所示胶木板处用M3絲攻仔細地攻螺紋(見



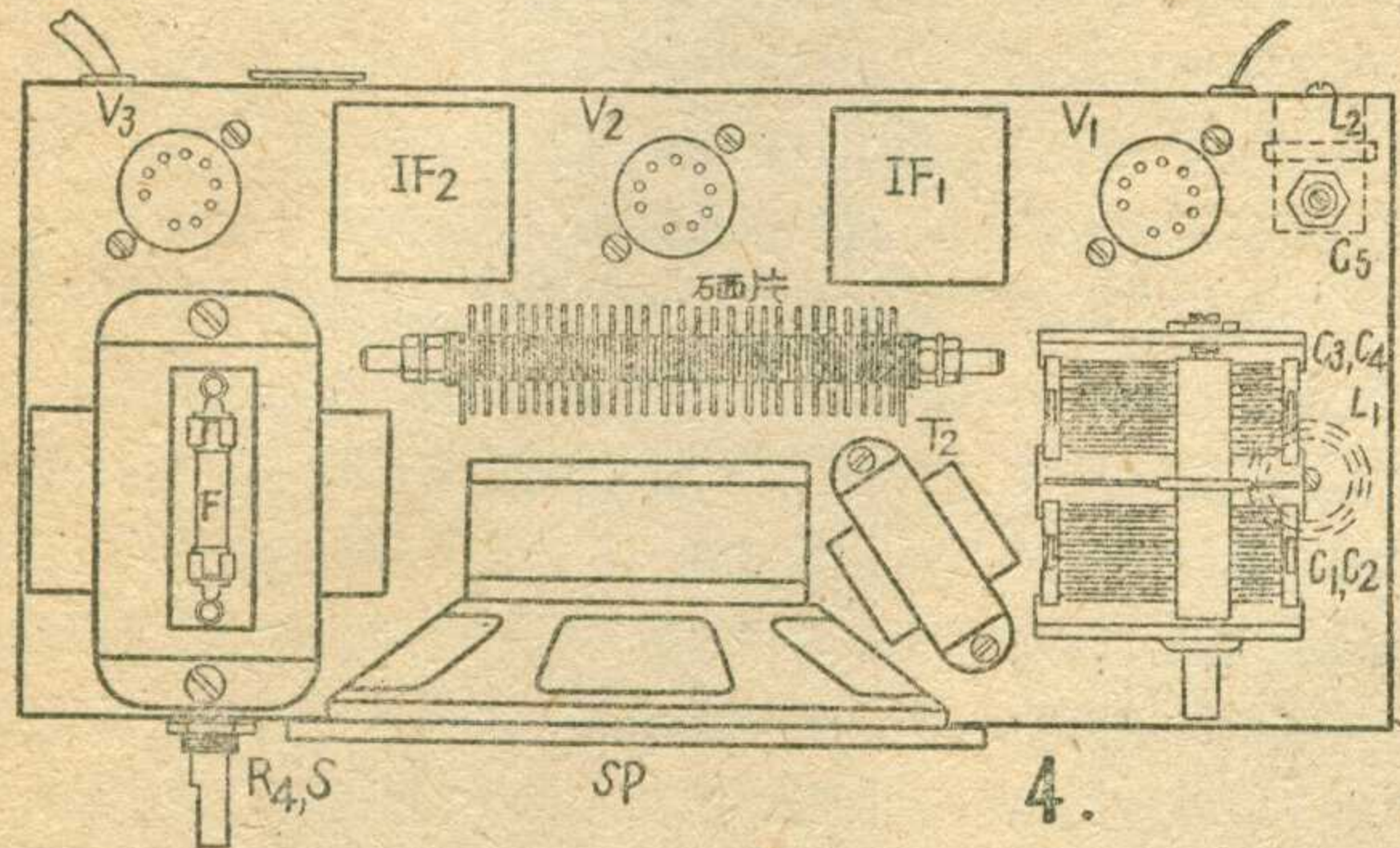
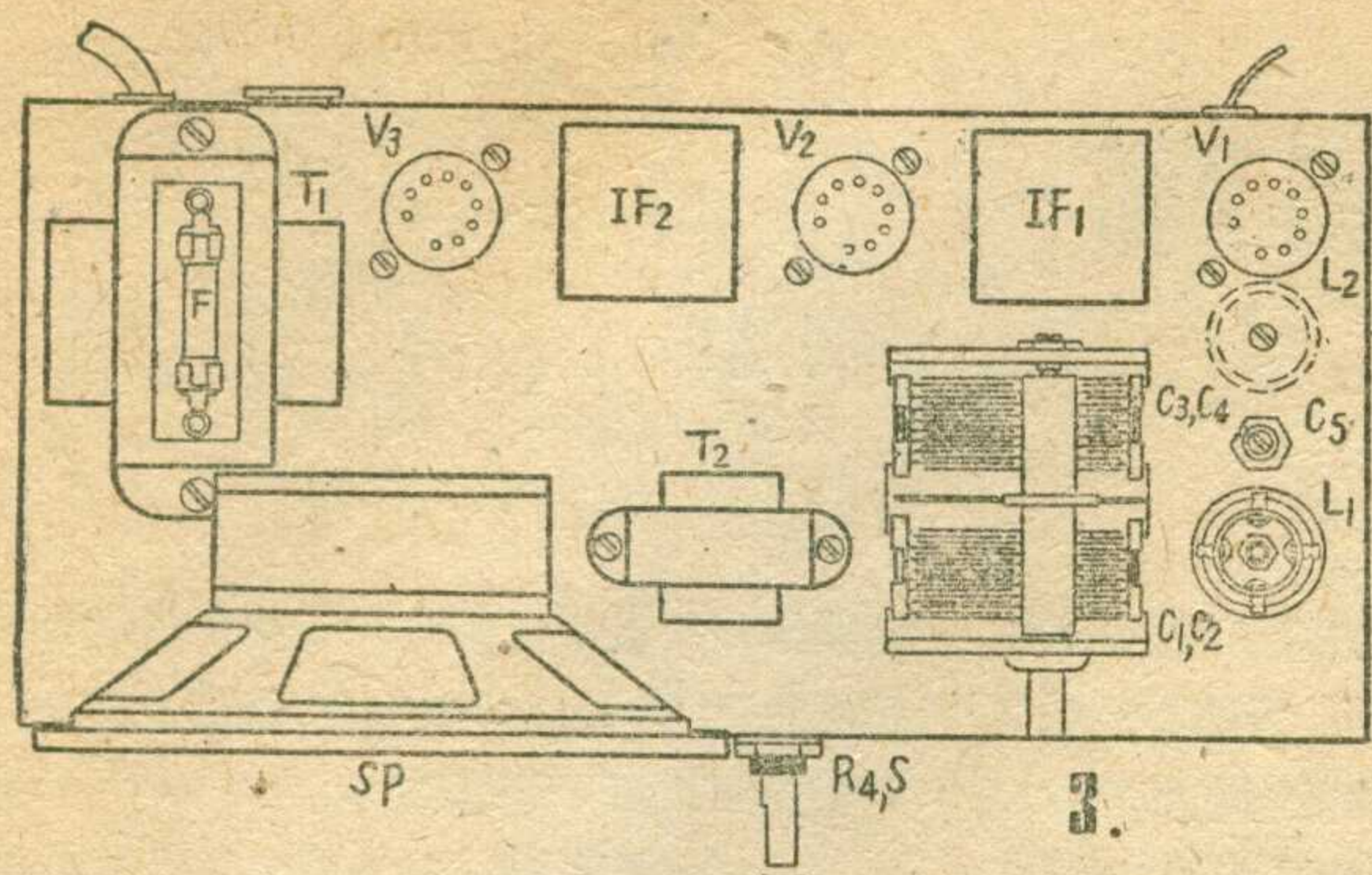


图5),并在螺紋处塗以少許稀胶木漆。另外取一厚0.2毫米磷銅皮按图上的微調电容器动片尺寸加工。將做好的动片放入所示的电容器位置上,并用一小凿刀在所示处中央凿一小槽,使此动片固定。再取一0.04毫米厚的云母片按图5尺寸加工两片,垫于动片与可变电容器之間,然后装上平垫圈和M3螺釘,改装便告完成。为了使动片带彈性,易于調整容量,可在装入平垫圈和M3螺釘前將动片向外扳开少許。动片若能鍍銀則更好。

如果没有磷銅皮,可找較厚的鍍錫铁皮代用,但彈性較差。如果找不到云母片,可在电容器与动片接触处塗一层环氧树脂,亦可达到絕緣目的。如果手头上有售品微調电容器的話也就不必改装。

### 变压器的繞制

两种收音机电源变压器  $T_1$ 、 $T_1'$  的繞制数据分別見图6(甲)、图6(乙)。它們都設計得比較富裕,因而保证收音机能在較長時間內連續工作。铁心采用厚0.35或0.5毫米、舌寬19毫米的硅鋼片。

电源变压器  $T_1$  的铁心叠厚28毫米,  $T_1'$  的铁心叠厚38毫米。繞制时,綫包骨架用一层1毫米厚絕緣厚紙制作;綫包层間用厚0.05毫米電話紙(或薄牛皮紙)垫一层;綫包間用同样電話紙垫四层;綫包外层用0.12毫米厚電纜紙(或厚牛皮紙)裹两层。繞制好的綫包浸凡立水,待干后

即可插片使用。

輸出变压器  $T_2$  初級圈数按3500欧設計,次級为3.5欧。繞制数据如图6(丙)。其中铁心用寬12.6毫米、厚0.35毫米的硅鋼片对插,叠厚12.6毫米,橫条与“山”形片間垫一层电容器紙。綫包骨架用一层0.5毫米厚絕緣厚紙制作;层間垫0.05毫米厚電話紙一层;綫包間垫同样的電話紙四层;外层用0.12毫米厚電纜紙裹一层。繞好后同样用凡立水泡浸,待干后再插片。

如果手头上有一只初級为5000欧、次級为3.5欧的輸出变压器,亦可加以改制,方法是将

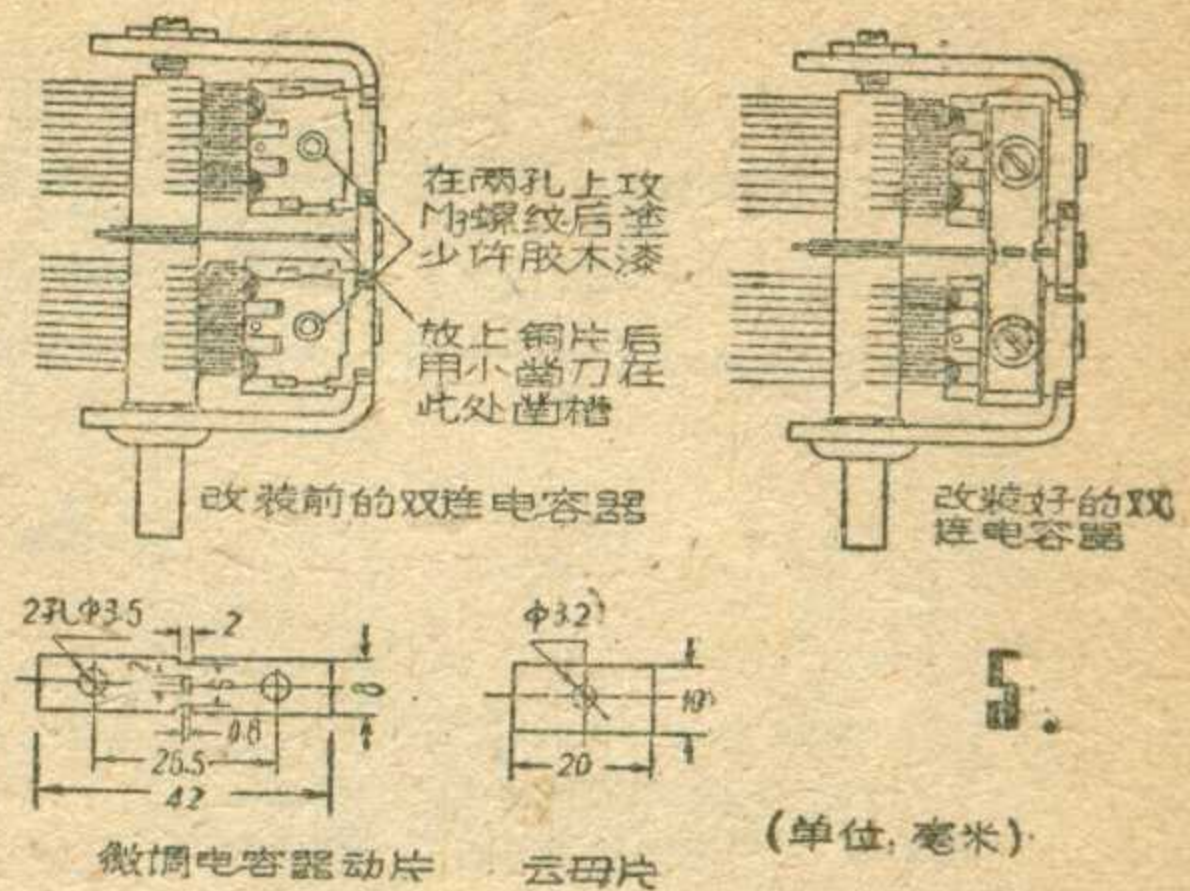
輸出变压器拆开,并記下次級的圈数,然后次級在原有圈数上再加繞百分之二十便可(計算方法从略),不过所用的輸出变压器初級的圈数最好在2400圈左右。据我們实验的結果,若初級圈数多了,声音略嫌沉闷,圈数少了低音又嫌不足,而在2400圈左右时高、低音都比較合适。

輸出变压器  $T_2'$  为一般售品配6P1(6Π1Π)用的一种。

### 安装及調整

在安装时如用接綫板,則应尽量考虑到各元件間的影响。比如將一端接地的电容器分別夹在具有不同电平的元件中間,以减低相互的感应。接綫板靠近底板的一方应为各电子管电极的引出綫,且越近管座越好。接綫板的另一方为地綫及高压引綫。

如果所用元件可靠,电子管无衰老等弊病,接綫也正确,收音机装好后插上电源便能收音。个别元件的数值,如  $C_9$ 、 $C_{10}$ 、 $C_{12}$  可在100~250微微法之間选择;  $C_{14}$  可在0.003~0.01微微法之間选择。

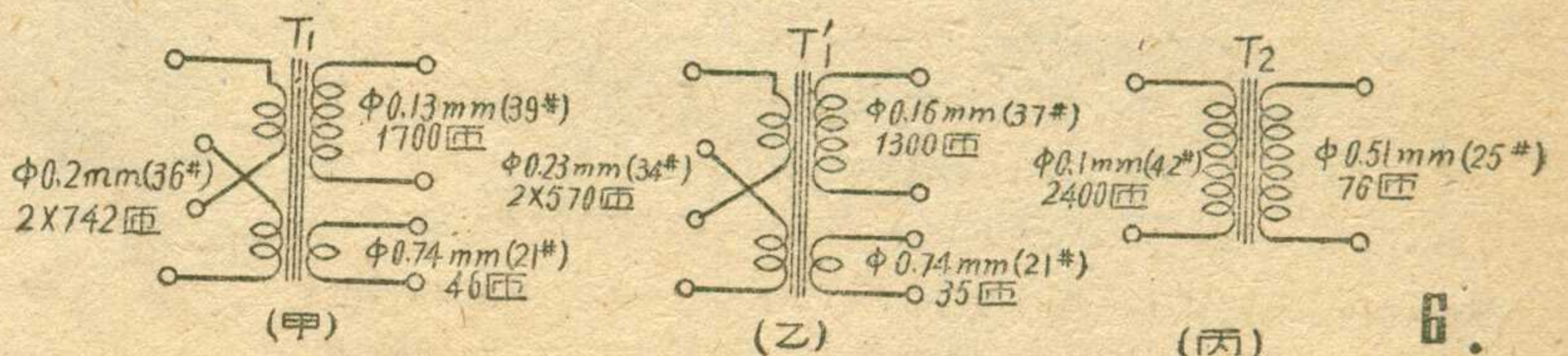


低放級柵极回路部分引綫可使用金屬隔离綫,以免引起杂散电磁場的干扰。如果发现調制交流声(即接收电台时交流声随之增大),可在次級高压繞組两端跨接一0.01~0.05微法的电容器消除。但此电容器的质量一定要可靠,耐压性能好,否則电容器一經打穿后短路,若无保險絲的話,便会使次級綫圈或整个电源变压器燒毀。

为了节省零件,沒有装中頻陷波器。但实际上在收音机使用过程碰到中頻干扰的机会是非常少的。其次保險絲和电源变换插子甚至都可不装,但在調整时要比較小心,因假若第一只滤波电容器击穿或該处高压短路,都可能使6N1的阴极或整流器燒毀。若手头上有合适的灯絲变压器(如220/6伏电鈴变压器),亦可作电源变压器用,此时次級高压可直接取220伏交流电源。不过这时底板將带电,为了避免发生触电事故,除机箱后面用木板或厚紙板將底板隔开外,旋鈕的螺孔也应封腊,使不致触碰金屬螺釘,天地回路綫圈的初級接地端应串联一只0.01微法的电容器后才接地。

### 用电糊代焊剂

放完电的干电池,如果不能进行充电复活,也还有用。电池里的电糊,是一种很好的焊剂。在焊接铁制零件时,塗上这种焊剂,不但易焊,而且牢固,焊好后不易腐蝕。利用鋅皮已腐爛的干电池电糊代焊剂,效果更好。(林泊桑)



# 话筒的构造和使用

毛瑞年

## 几种常用话筒简介

**1. 动圈式话筒** 目前应用比较广泛的是动圈式话筒(图1甲)。它的构造与动圈式扬声器相似(图1乙)。利用一片弹性良好的膜片来接受声波。膜片上连有一个音圈,伸进永久磁铁构成的磁场中。当在话筒前面讲话时,膜片随声波作相应的振动,音圈便在磁场中前后移动,割切磁力线,结果线圈两端就产生了音频电压。音圈的总阻约为10~20欧。话筒壳内都装有一个升压用的变压器,初级配合话筒阻抗,次级总阻设计有两种:一种是200~600欧,称低阻抗式;另一种是10千欧左右,称为高阻抗式。一般直接或用不长的线和放大器连接时,可用高阻抗式的。如用长达20米以上的电缆作话筒线,则必须选用低阻抗式的,并需选用1:1或1:3的匹配变压器(装在前级放大器附近)。话筒电路接法如图1(丙)。

**2. 炭精式话筒** 图2乙表示这种话筒的构造。在绝缘的支架板中放着一个不大的铜质凹盘,盘里装着细小的炭精粒,上面用一块韧性的薄铜片作为膜片,固定在绝缘支架上封住盘口;在膜片和凹盘间接上一个电压,就能使它工作。因为炭精本身是有电阻的,两端接上电压后就有电流通过。所通过的电流的大小,由炭精的电阻来决定。当声波向里压时,炭精粒接触紧密,它的电阻减小,通过的电流就大;

向外复原时,炭精粒接触放松,电阻增大,通过的电流便减小。这样,声波就变成了音频电流。炭精式话筒的输出电压较大,约有0.1~0.3伏,但由于机械结构的限制,失真很大,杂音也极大,只在30~3000赫左右频率范围内有较好效果,因此一般可以用于讲话扩音,不适宜用于高质量的录音。常见的炭精话筒都是以一面敞开来接受声波,故称作“单方向性”的。也有的为了减小失真,装有双面膜片,从两面接受声波,被称为“双方向性”的。话筒外形见图2(甲)。图2(丙)(丁)分别为这种话筒用电池和乙电供电时的连接电路。电路中话筒变压器初级总阻约50~100欧;次级约10千欧;最大输出电压能高到5伏左右。工作电压为3~6伏(电池)。

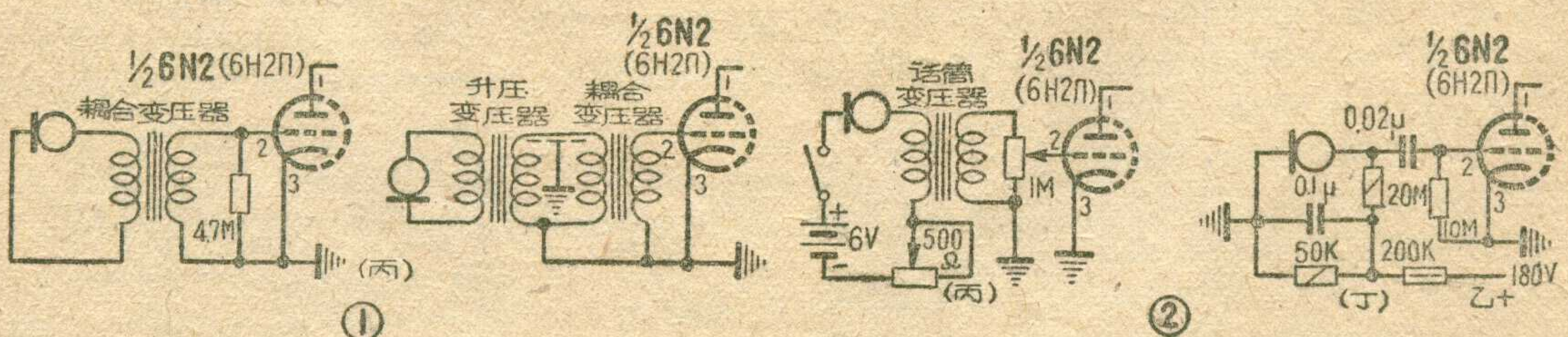
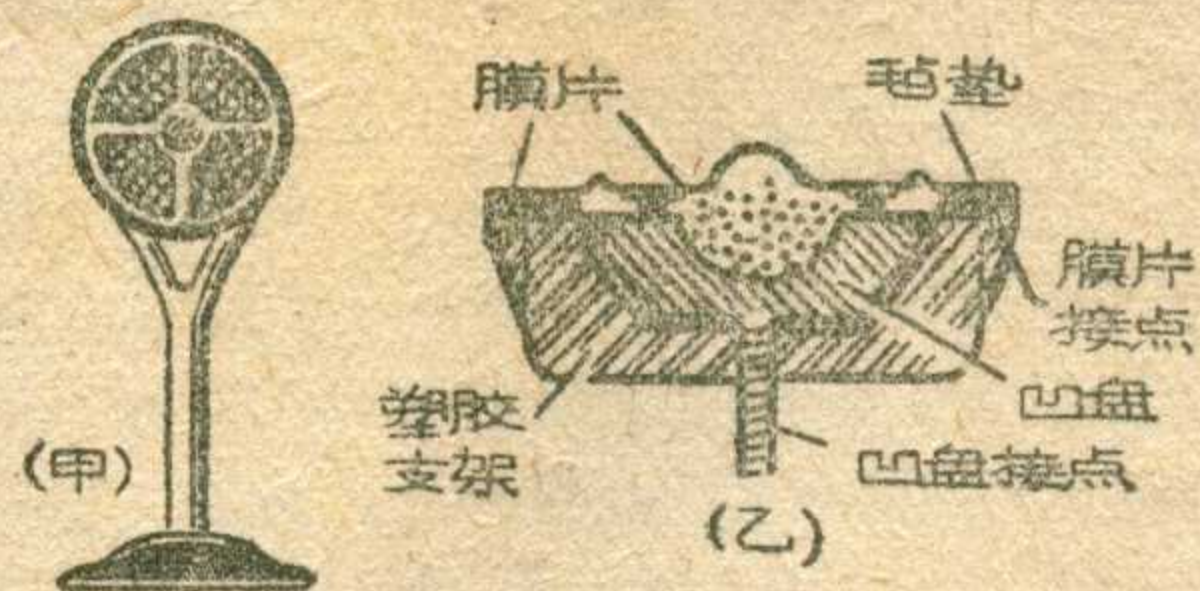
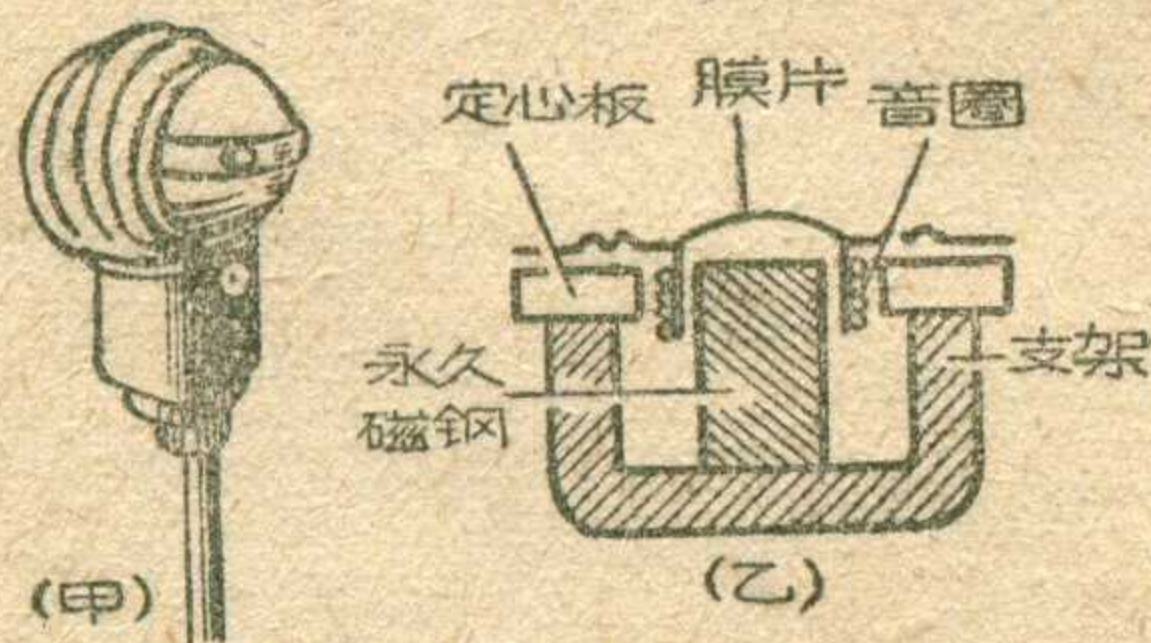
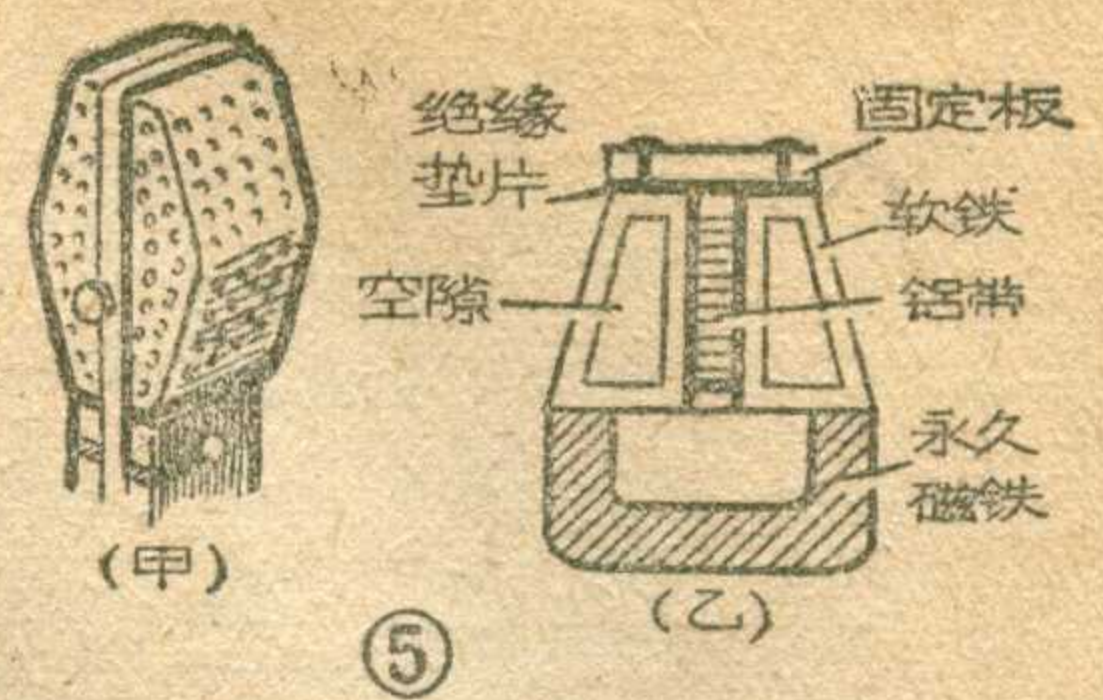
**3. 电容式话筒** 这是以电容器充电、放电作用而工作的。它以一片金属片,固定在支架的底部(图3甲),上面是一片具有弹性的金属片作为膜片,中间以空气为介质。两片之间接有直流电压时,电容器即充电。此时如果膜片受声波推动,电容就变化,于是充电电流也跟着变化。图3(乙)是这种话筒的连接电路。

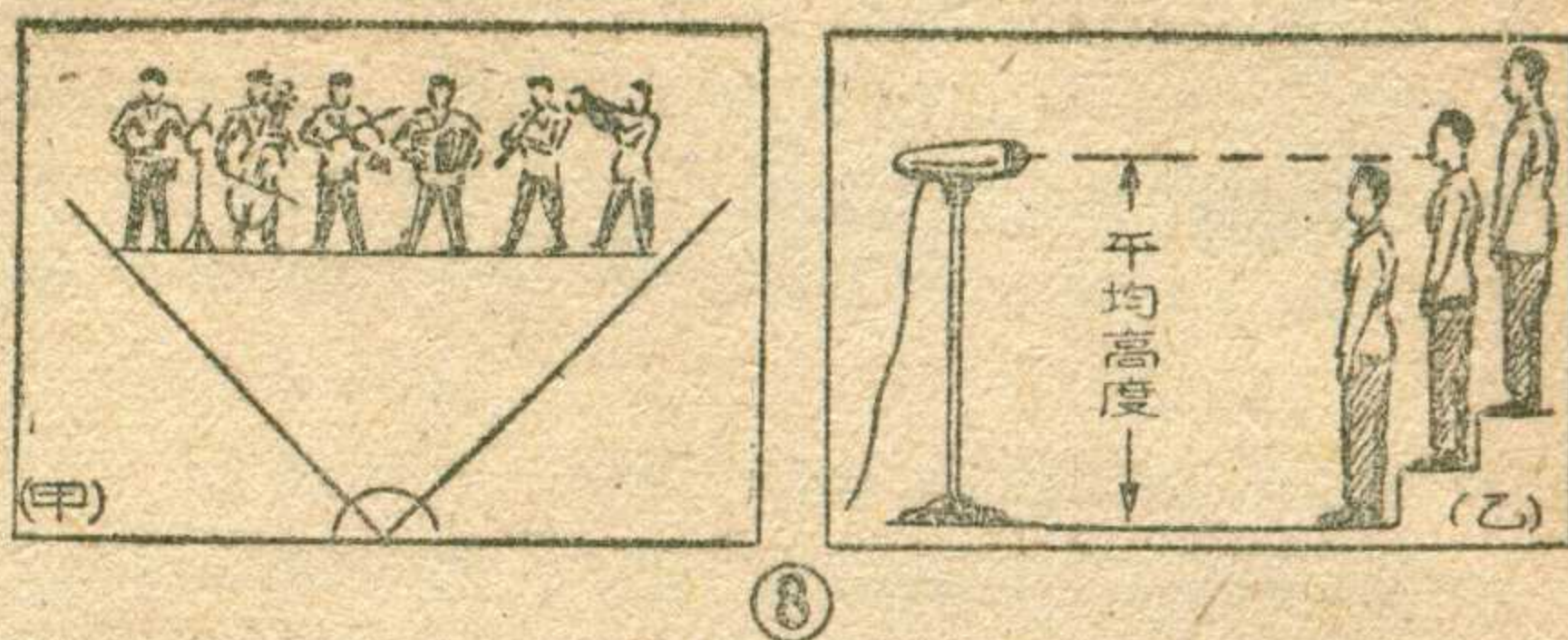
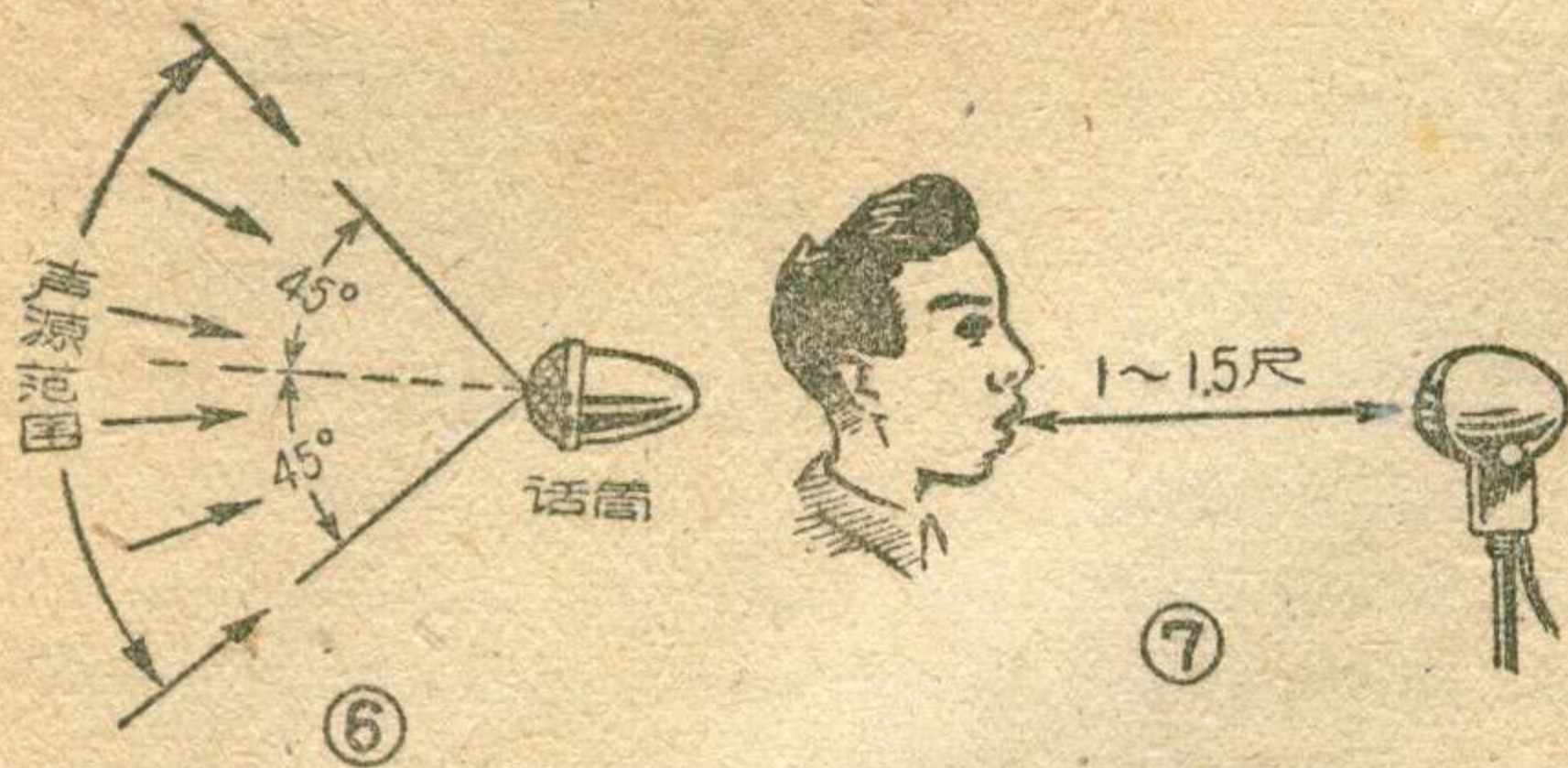
电容式话筒因本身电容量很小,约50微微法,所以充电电流的变化也很小,最大输出只有0.001伏。采用这种话筒,要求有较多级数的放大。在使用时为了减小传送电缆对它的电容量的影响,一般都和一级放大器单独装置在一起。电容式话筒虽

然输出电压较小,但它具有很平滑的频率响应曲线(30~15000赫);失真也较小;可惜使用不便,维修困难。

**4. 晶体话筒** 晶体话筒有两种构造。直接受声波激励的叫做“声电池”式;用膜片来推动晶体的叫做“膜片”式。所用晶体多数是用类似酒石酸钾钠的罗氏盐,溶解结晶而成。声电池式是将二片结晶体镶嵌在塑胶框架的两端,形成单层装置(图4乙下图),再将许多单层装置叠成多层结构(图4乙上图),成为话筒心子,然后在心子外面罩上一只长形罩子。罩子四周有敞开的窗孔,声波从各方面来都能进入话筒,所以这种话筒是没有方向性的。“膜片”式是将一块晶体,固定在支架上(图4丙),晶体的一端连有一个传声触针。触针的另一端装有一片薄金属的膜片。当声波推动膜片时,使触针产生机械振动,传到晶体上,声波强时,晶体上压力增加,输出电压也增大,反之则小。晶体话筒是属于高阻抗式,因而可以直接接入电子管栅路(图4丁)。一般使用晶体式话筒的录音机需换用动圈式话筒时,如果都是采取高阻接法,是可以直接换用的。晶体话筒不宜在高热环境使用,一般不宜高于40℃。

**5. 速率式话筒** 速率式话筒也称“铝带”式话筒(图5甲)。它是利用一条有着沟槽的铝带,装置在强大的磁场内,两端固定在支架上(图5乙)。利用声波到达





話筒种类	頻率响应 (赫)	輸出水准 (分貝)	失真度 %	方向特性	主要优缺点
动圈式	50~9000	-50~-70	1~3	单方向	經濟耐用; 可以修理; 輸出适中。
晶体声电池式	50~15000	-50~-80	1~5	无方向	頻率响应好; 怕振动; 怕潮; 怕热。
晶体膜片式	60~8000	-45~-70	3~5	单方向	頻率响应尚好; 輸出较大; 使用方便; 怕潮, 怕热。
速率式	30~15000	-60~-70	0.5	双方向	頻率响应好; 音质好; 失真小; 方向特性好; 怕風。
电容式	30~15000	-50~-60	0.5~1	单方向/双方向	灵敏; 失真小; 頻率响应好; 輸出小; 使用不便。
炭精式	300~3000	-10~-20	30	单方向	輸出大; 頻率响应差; 失真大; 杂音大。

鋁帶前面和后面的時間不同，造成鋁帶兩面壓力不同，這個壓力差就形成鋁帶的擺動，截割了磁力綫，而產生出相應的音頻電流。壓力愈大，則鋁帶的振動幅度愈大，話筒的輸出也大。聲波從兩側面來時，輸出電壓很小，故這種話筒是雙方向性的。在性能上比一般的動圈式話筒要好得多，只是由於機械結構上的限制，鋁帶不能做得很長，因之總阻很低，輸出電壓因此較小，大約是0.0001伏，故鋁帶式話筒中也裝有一個升壓變壓器。經升壓變壓器後的總阻也分高、低兩種，高阻式約在10千歐以下；低阻式為50~250歐。電路接法和動圈式相同。

### 話筒的選用

話筒質量的好壞，主要由它的靈敏度和逼真度來區別，如是一般性的使用，可以從以下幾項要求進行選擇：

(1) 音質要好。要有比較平直的頻率響應特性曲綫。通常擴音用話筒，可選擇

有50~8000赫頻率範圍的；用於磁帶錄音，應選擇30~10000赫頻率範圍的。

(2) 靈敏度高。要求有尽可能大的輸出電壓。一般擴音可以使用動圈話筒，其輸出約為-60分貝，相當於0.001伏（開路輸出）；用作磁帶錄音，可以選擇輸出在-50分貝以上，即相當於0.003伏（開路輸出）的。

(3) 失真小。話筒都有一定程度的失真。選擇時要求愈小愈好，一般應不於3%。

(4) 結構牢固耐用。

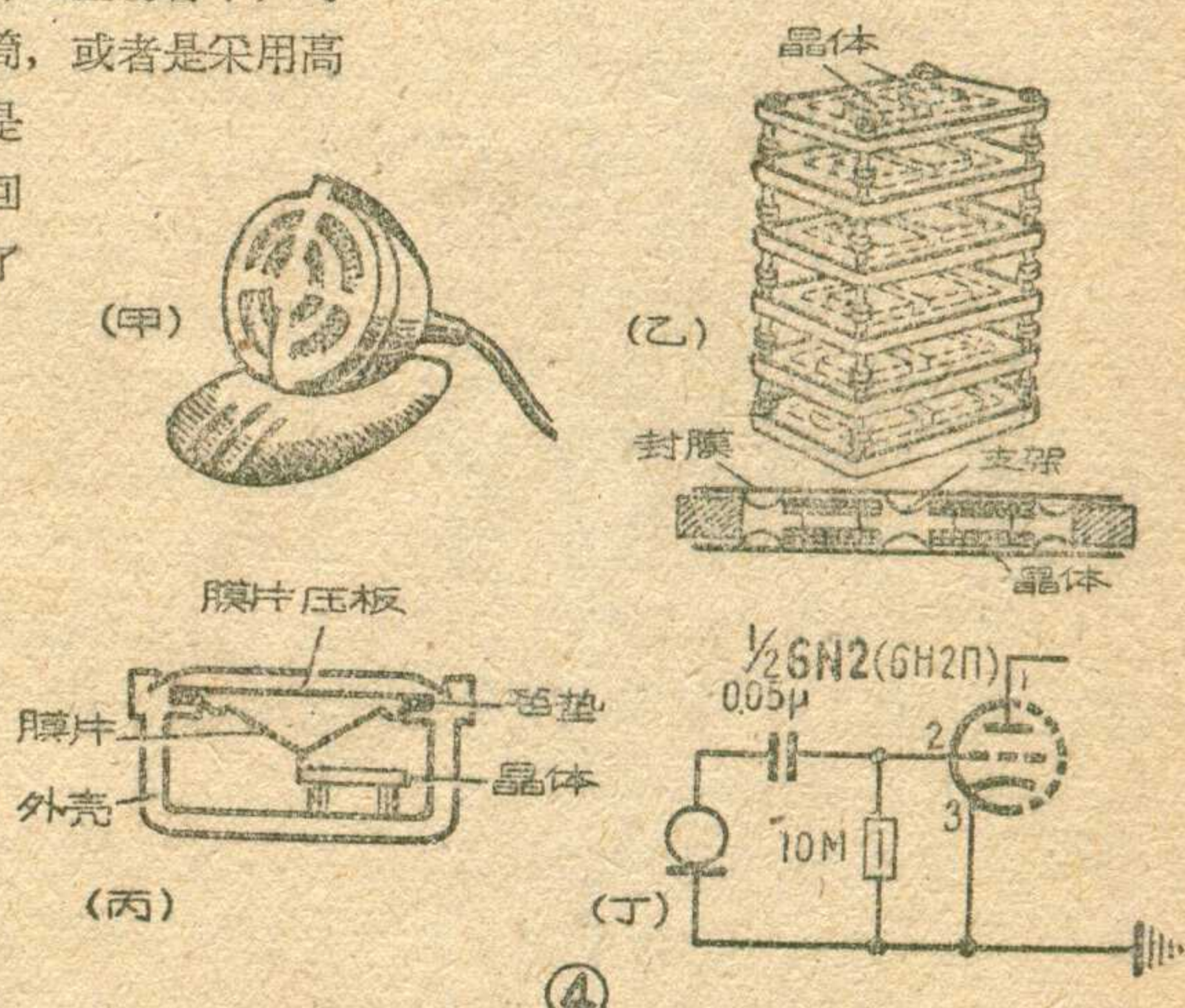
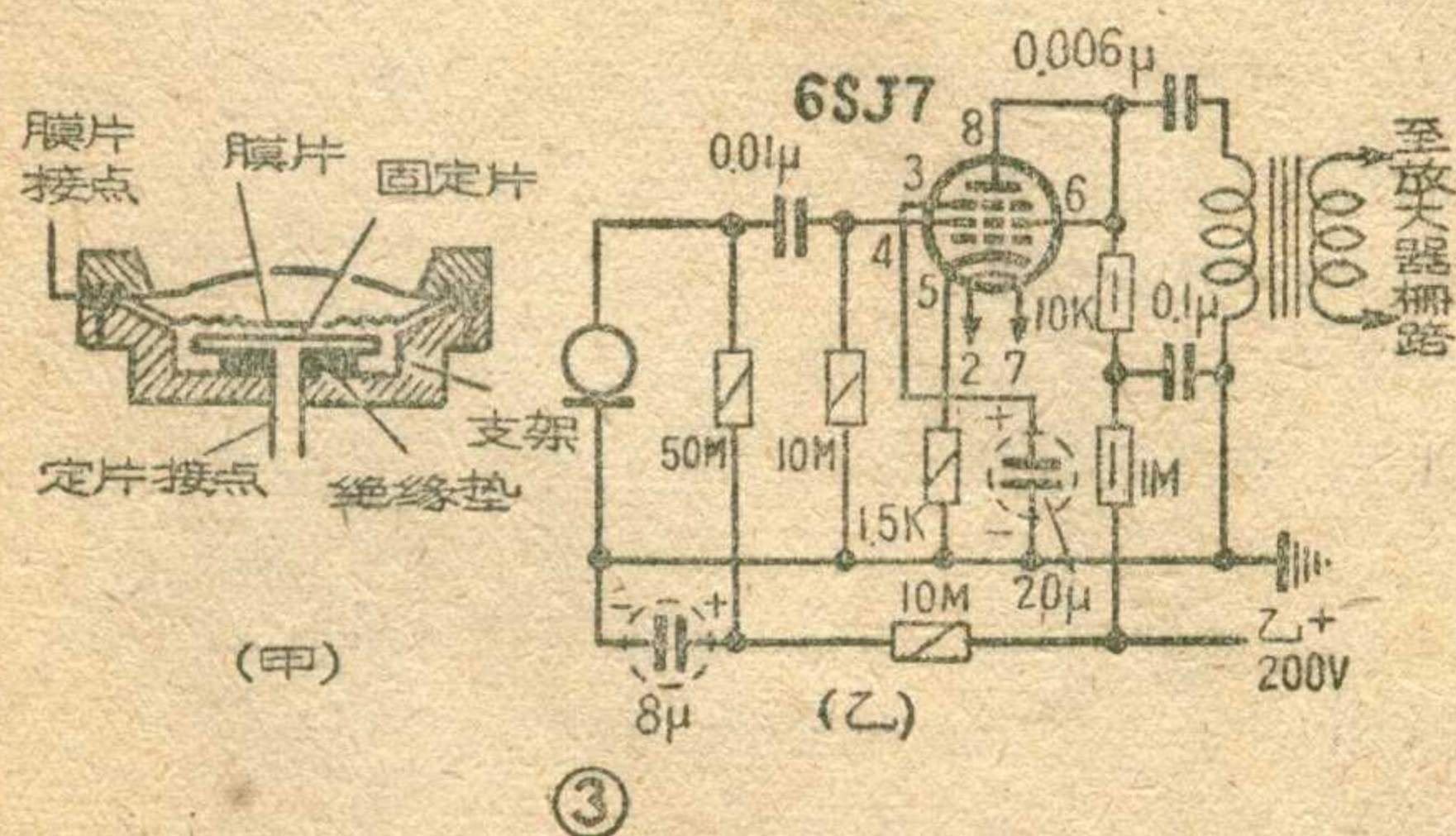
關於話筒型式的選擇，應該根據具體的使用情況來決定。例如一般性大會廣播或錄音，可以使用動圈式話筒。室內錄音，录制樂曲等，最好採用晶體話筒或高質量的動圈式話筒。在戲台等大型場合下，可以使用速率式（鋁帶）話筒，或者是採用高質量的動圈話筒。如果是在周圍環境吵雜，或者回響效應顯著的地方，為了

減少不必要的雜音，可選擇用單方向性話筒，不宜使用速率式話筒。附表列出了各種型式話筒的一些主要特性，供作參考。

### 話筒的使用

使用話筒應注意以下幾項要點：

(1) 聲源離話筒的距離要適當。距離過遠，將增加回響，造成聲音發浮、模糊、不真實的感覺。距離太近又會使低音加重，出現隆隆的不悅耳的音調，造成失真。使用動圈或晶體式話筒，可以放在離聲源近一些的地方，以減少反射聲能，保持聲音清晰。一般說話時，最適當的距離是離開話筒1尺左右。使用速率式鋁帶話筒，最好離開聲源1~2尺以外，但最適當的位置，還必須根據聲源的強度大小、周圍環



境、回声等来决定。

(2) 使用任何型式的话筒，声源尽可能要正对着话筒中心(图6)，不要超出话筒的有效角度，因为方向愈偏，高音下降就愈严重，特别是压力式话筒更为显著。

(3) 使用高总阻式话筒，输出线不能太长，一般都采用5米左右的单心电缆。使用过长的输送线，因导线中存在静态分布电容，会使高频特性降低。尤其是晶体话筒，本身具有类似电容性的内部阻抗，如果输送线过长，会使导线的电阻和静电容增加，造成输出电压的降低，一般不应超过7米左右。

(4) 话筒使用中，一般都习惯向话筒吹气或用手指弹击话筒来试音，这些都是有损话筒的动作。尤其是晶体话筒最怕振动，铝带式话筒最怕风吹。动圈话筒结构上虽然比较坚固，但由于动作部分仅有近0.5毫米的磁极空隙，因此也应避免震动或

跌落地上。

为了保证录音或扩音有良好效果，我们必须重视话筒的安放位置。而话筒的位置要根据声源音量和音色的特点，并考虑到话筒的特性，结合具体音响条件和实际经验来安排。下面谈谈几种具体布置的例子作为参考：(1) 单人讲话或独唱。可以使用动圈话筒或晶体话筒。话筒的布置高度，应与讲话者的口部等高。距离讲话者口部约1~1.5尺(图7)。如果话音较强，可以适当地远离；反之则适当靠近。一般不宜使扩音器音量过大。演唱声中如果伴有过强的噪音(一般女声较多)，可以将话筒偏转一些。偏转角度的大小，以噪音消失为止。如果演唱时还有伴奏，应将伴奏乐器安排在演唱者左边或右边的稍后地位，距离1尺左右；当伴奏是一种声响强大的乐器时，那么它离开话筒应当更远一些；这样才能使伴奏声与演唱声的声响适当均衡。如果是人数较多(十人左右)的

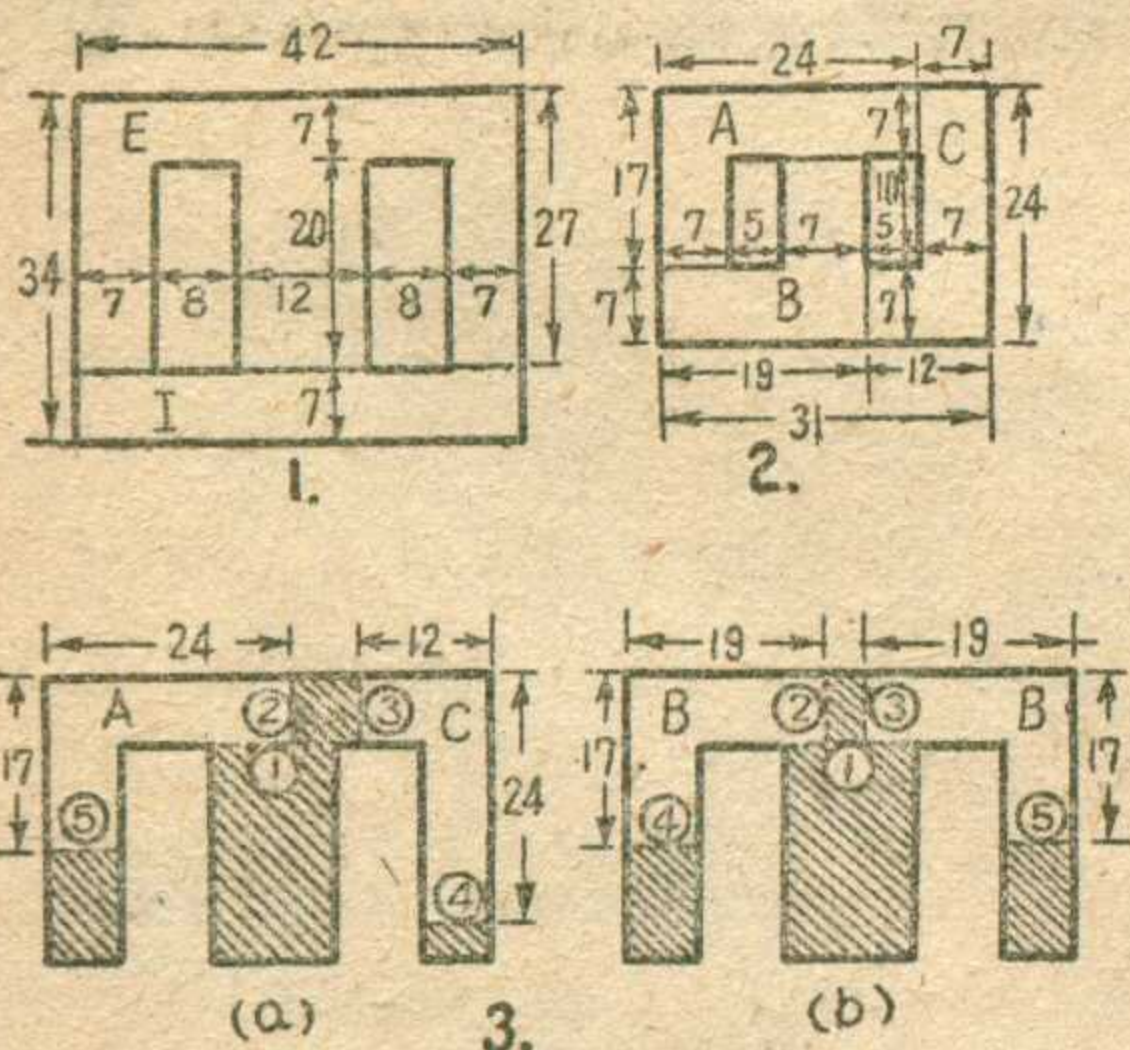
一种小型集体节目，例如小合唱，小型音乐演奏等，可以采用晶体话筒，或高品质的动圈话筒。这时布置话筒必须使表演的声音，都位于话筒的有效角度内(图8甲)，表演人员排列区域要尽量缩小，弱的在前，强的在后。大型集体节目如大合唱或大、中型音乐演奏和戏剧等，其特点是人数多，音响范围宽广，在这种情况下布置话筒，必须了解节目的性质和要求的音响效果。话筒应选用灵敏度高、输出大，并且具有较大的声波接受角度。如果是大型交响乐演奏，所用话筒还应具有宽而平的音频响应特性。话筒能接受声波的角度愈大，话筒就更可放得接近声源。根据现场的情况，也可以使用吊式话筒。话筒的高度要与声源的平均高度等高(图8乙)，让全体表演者的声音都被包括在话筒的有效角度内。如果节目中有领唱或领奏者，那么可以考虑另行安置一个供领唱用的话筒。

## 改制小型变压器

陈万猷

制作半导体收音机时，总希望体积小，便于携带。现在介绍一种用旧6P6(6V6)电子管输出变压器铁心改制成小型变压器的方法，供大家参考。

原来铁心的尺寸(单位毫米)如图1所示。每片厚约0.35毫米。把铁

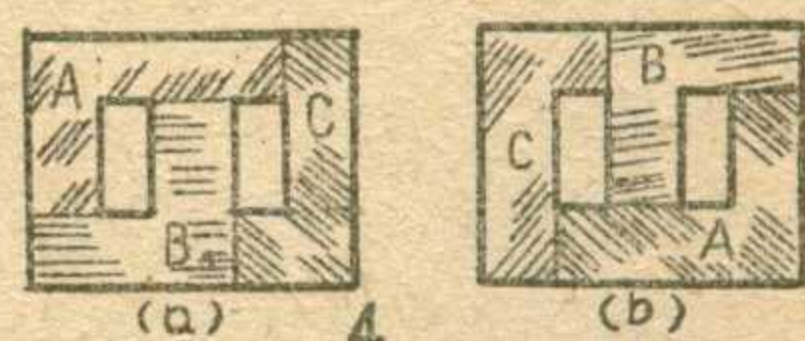


心从原来变压器上拆下，约可得E形和I形各32片。要改成的铁心尺寸如图2所示，由A、B、C三部分拼成。A、B、C三部分的截制，请参阅图3。先把E形片分成两组，第一组20片，

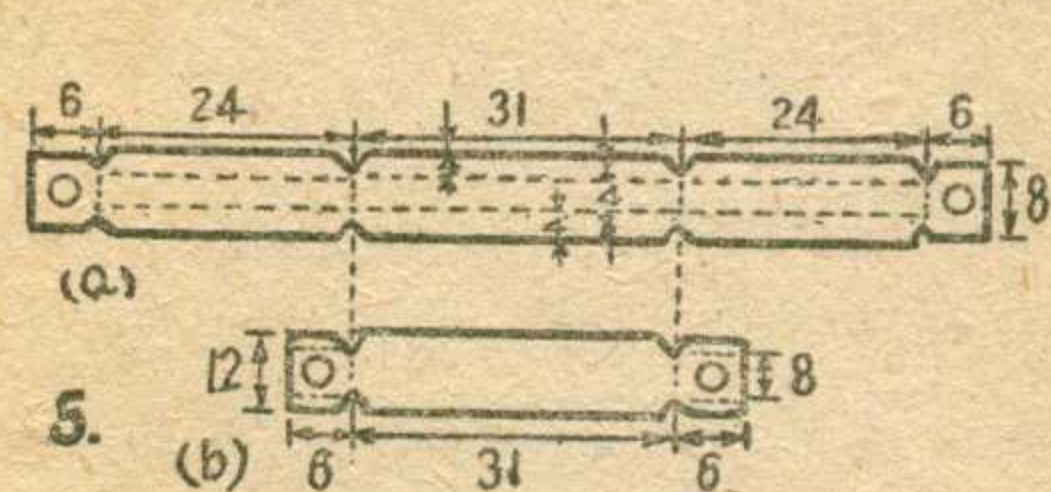
第二组10片。用比较硬锐的工具，如螺丝刀，把第一组E形片子按图3a划好虚线；第二组E形片子按图3b划好。截制时，用一把扁咀钳(钳口要求平直)夹住虚线部分，左手捏紧钳柄，右手用小锤子靠近虚线部分用力一敲，把片子从虚线处敲成直角形，然后把这直角扳平，片子就会从虚线部分折断。注意钳子要夹紧，钳口要对齐虚线，敲击时要敲影线部分。为了使边缘更整齐些，建议按图中①、②、③顺序敲击。例如第一组片子按图3a先从①处折断，再依次折断②③等处。截制第二组片子时，按图3b先从①处折断，再折断②③等处。折断处难免有些犬牙状地方。凡是超过尺寸以外的棱角，应该仔细地去掉，否则选片时不易选整齐。这样截制的片子A、B、C各有20片。做一个小型变压器只需A、B、C各10片就够了，铁心选厚可达4毫米。

选片的时候，第一层按图4a方

式插入线框，第二层按图4b方式插入

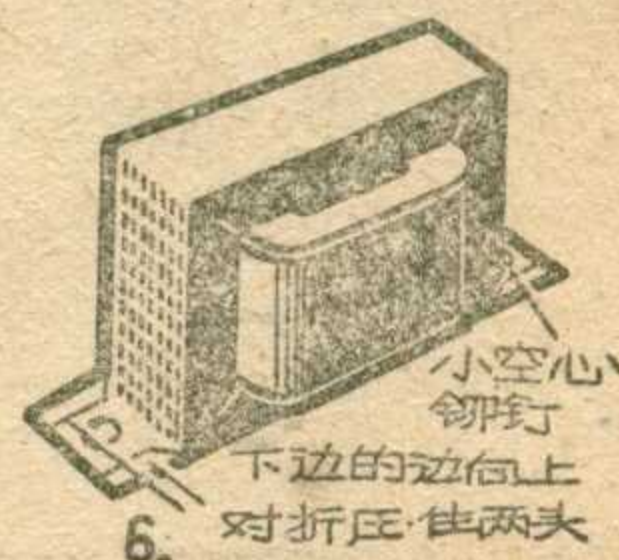


线框，第三层再按图4a方式插，依此交替插迭。这样A、B、C各部分长短相压，不致松散。如果插片完后比较松，可先撤出一层片子，在靠框架一边嵌入一层纸壳，再仔细插入最后一层片子。不能像做大型变压器那样，把比较厚的铁片硬敲进去塞紧，否则会把线框撑坏。

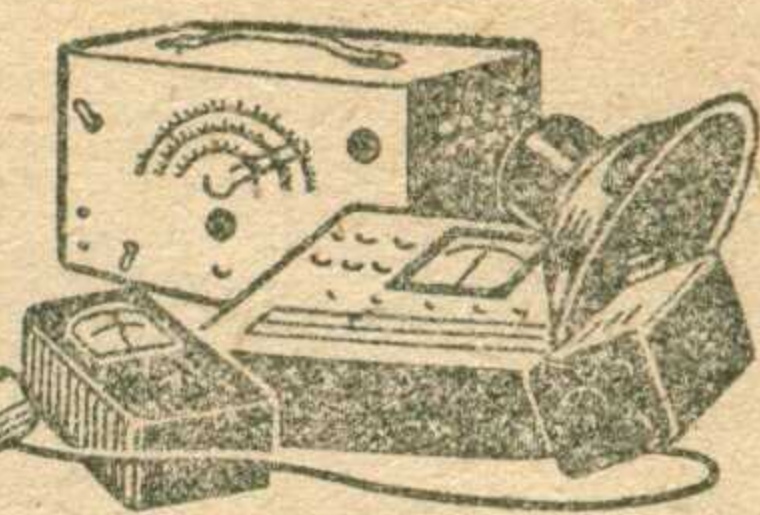


线框可用不太厚的纸壳(如牙膏纸盒)裁制。按需要的尺寸制成后，浸入溶化的蜡中浸渍片刻。线圈层间绝缘可用打字蜡纸。

最后，按图5a和图5b的尺寸，用旧罐头皮剪一夹持铁心的个外套。剪好后，按图中虚线向内折成直角，再按图6所示，用铆钉装固。



无 线 电



楊 琳

这里介绍两块用来试验低频振荡的示教板，可以通过电流表的指示直观地看到电振荡的现象，使大家对振荡有一个感性知识，帮助大家掌握振荡的理论。

## 一、减幅振荡

图1是一块实验减幅振荡的示教板。从板上可以看到一个简单的线路图，并且把电池、电容器、线圈和电流表等实物按线路图接入板中。为了方便起见，线圈、电流表和电池用一些接线柱连接，电容器和开关固定在板上。

**实验方法：**首先将单刀双掷开关  $Sw$  投向位置  $I$ 。此时电容器  $C$  被电池充电。然后将开关投向位置  $H$ ，电池被切断，另外接成了一个由电容器  $C$ 、线圈  $L$  和电流表  $G$  串联的电路。这就是通常说的  $LC$ “振荡回路”。由于电容器  $C$  上积有电荷，也就是储有能量，因此这个振荡回路内便有振荡产生，我们会看到电流表的指针从中间  $O$  位向左、右两边摆动。第一次摆动幅度最大，然后每次摆动幅度都减小一些，摆动几次后，便又静止在  $O$  位不动了。电流表指针的摆动就表示振荡电流在振荡回路里流动的情况，也就是说回路里有一个方向在交替变化的电流，它的绝对值在  $0$  和最大值之间变化，且各次最大值逐渐减

小。这正好证明了振荡理论所说的情况。由于振荡回路里的零件和接线有电阻，所以振荡能量受到损耗，能量在电容器和线圈间的各次转送过程中逐渐衰减了，所以振荡渐渐减弱以至停止。这种振荡称为“减幅振荡”。

这块示教板的振荡回路能产生大约频率为  $1$  赫（每秒一周）的振荡，所以电流计指针的摆动还是很快的。

**零件的选用：**线圈  $L$  的铁心采用  $EI$  型硅钢片，截面积为  $25$  平方厘米。线圈由  $31$  号（直径  $0.32$  毫米）的漆包线绕  $5200$  圈。电容器  $C$  用五只  $50$  微法、耐压  $150$  伏电解电容器并联，电容量共  $250$  微法。电池为  $6$  伏到  $12$  伏，用干电池或蓄电池。电流计  $G$  的指针由中央静止位置至左、右两边的满度偏转读数为  $1$  毫安左右。接线要用粗些的，以尽量减小直流电阻。

**注意事项：**1. 线圈  $L$  的铁心截面积要大，线圈圈数要多，以取得大电感，使频率降低，便于观看。线圈绕线的直径要粗，以减小直流电阻，使振荡过程持久一些。

2. 电容器的电容量也要尽可能大，数值可以通过试验选定。但漏电严重者不能使用。

3. 为了保护电流计，开始试验时，最好先加上分路电阻，然后逐渐增大分路电阻，最后撤去。

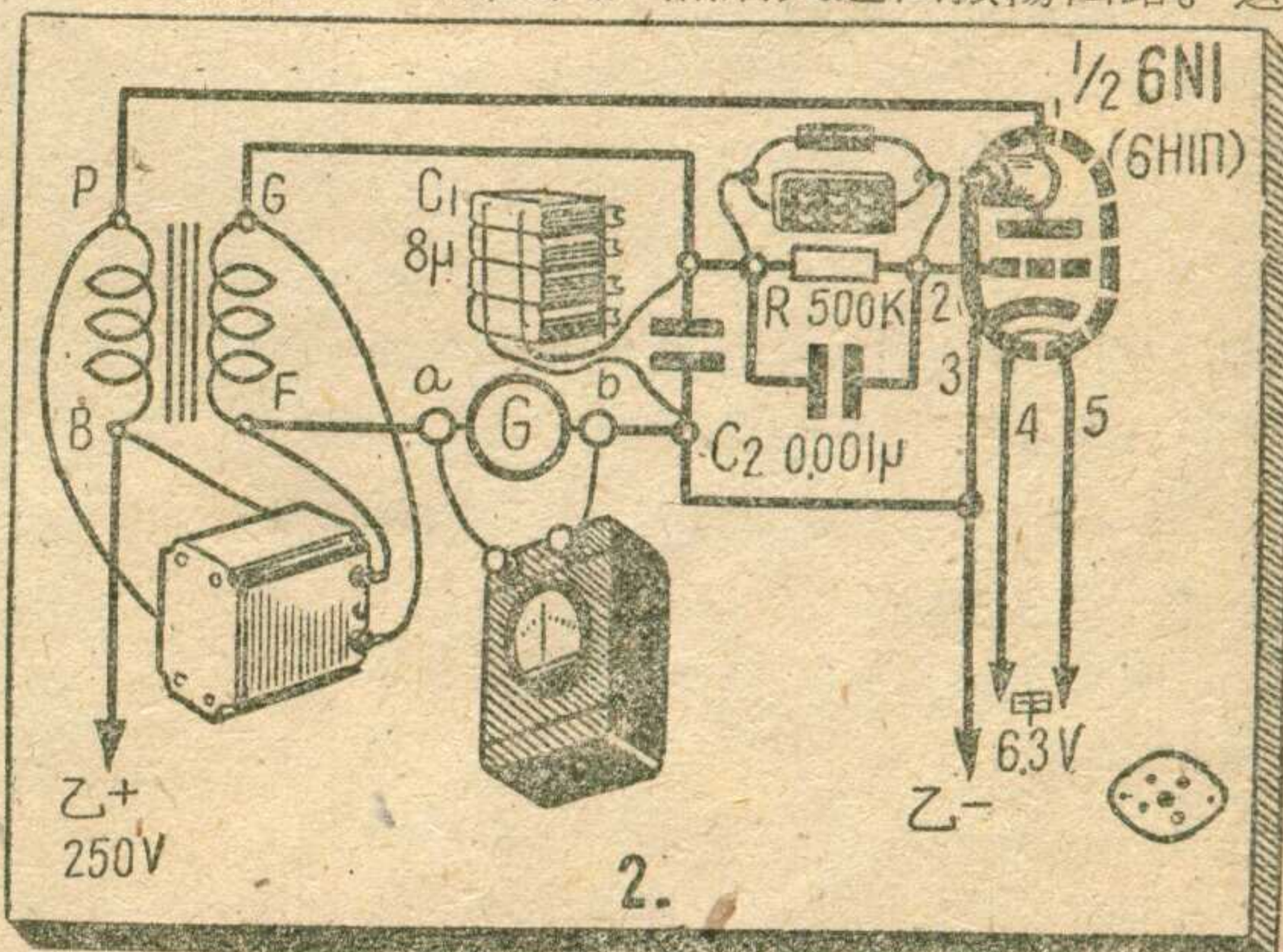
## 二、等幅振荡

从理论分析可知，如果不断地把能量补充到振荡回路中，来补偿

振荡能量受到的损耗，振荡就能一直维持下去，振荡的幅度不再逐渐减小，而是保持固定的大小。这样的振荡叫它“等幅振荡”。

### 实验方法：

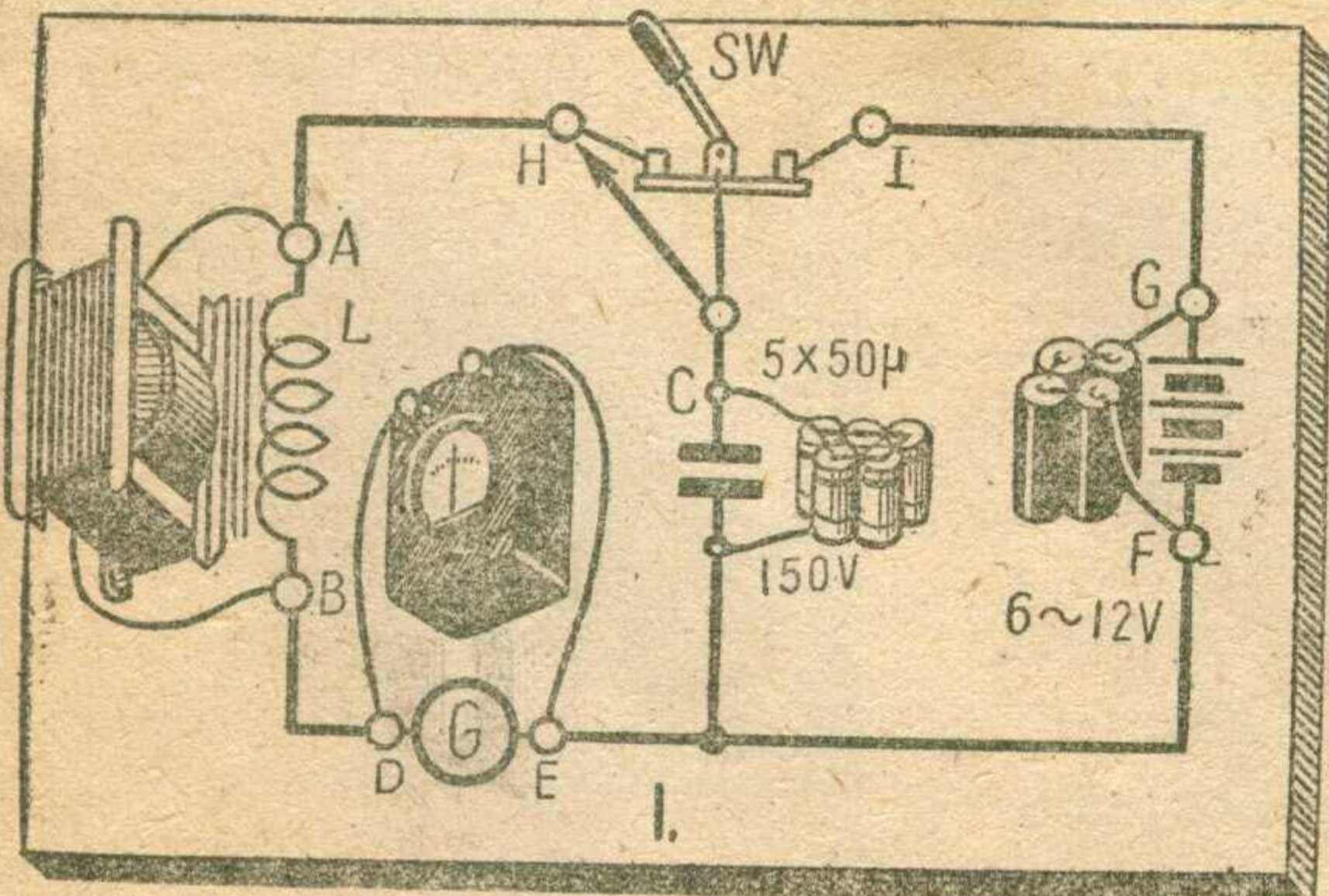
我们现在用另一块示教板来实验低频的等幅振荡。从图2上看到这是一个普通的电感反馈的低频振荡电路。低频变压器  $GF$  线圈和电容器  $C$  组成振荡回路。当电子管栅极上偶然出现了一个小电动势（导线中电子的杂乱运动常会造成这种情况），经过电子管放大，再通过低频变压器的电磁感应，由  $PB$  圈传入振荡回路，便会产生振荡，振荡电能又加到栅极上，又被放大，然后又送回振荡回路。这



样，振荡回路将不断得到能量补充，所以振荡将一直维持下去。这时接在回路里的电流计将不停地左右摆动，而且每次摆动的幅度都相等。

这块示教板给出的振荡，它的频率大致是每秒数周。

**零件要求：**电子管用  $6N1$  的一半或其它三极管都可以，但极间电容要大些的，容易起振。低频变压器选用截面积  $3.5$  平方厘米的  $EI$  型铁心片做铁心。 $PB$  圈用  $40$  号线绕  $3000$  圈； $GF$  圈用  $41$  号线绕  $4800$  圈。电容器  $C_1$  选用纸质固定电容器，电解电容器由于损耗太大不能用。 $C_2$  用云母电容器。





## 人能听见无线电波吗？

人能不能听见无线电波？这个问题引起了国外一些研究人员的兴趣。他们发现，人的听觉器官能对200~3000兆赫的电磁振荡起反应。在这个频率范围内的电磁脉冲，听起来有的像蜂音，有的像尖叫声，还有的像沙沙声或咚咚声。究竟像哪种声音，要视脉冲的持续时间及重复频率而定。在实验时，无线电波未载荷任何信息。

这种电磁波的功率不需要很大，可低于对生物引起损害的程度，因此对人的健康没有影响。

根据推测，可能人耳耳蜗和脑末皮层是对这种电磁波的感觉中枢。目前，正在进一步研究利用这种现象来传递信息。

(端木炎 译)

## 磁场能改善热电金属的特性

把热电金属放在磁场中，它的特性能得到很大的改善。据报导，把由88%的铋和12%的锑所组成的合金，放到一个17000高斯的磁场中，在室温下，这种合金的品质因数从 $1.2 \times 10^{-3}$ 增加到 $2.9 \times 10^{-3}$ 每度K(K为绝对温度)。

品质因数(或Z)，表示从热电偶结点处能得到多少电能。品质因数的大小，与热电偶结点加热后所产生的电压、金属的电阻率及导热率有关。根据实验记录，在温度为100°K(零下173°C)时，仅用一个1000高斯的磁场，就能使上述合金的品质因数上升到 $8.6 \times 10^{-3}$ 每度K。

这种改进后的金属和技术，可以直接在低温电子致冷方面应用。

(泽仁 译)

## 可锻压的磁性材料

国外新制成一种称为“维喀洛”的可锻压磁性材料。利用这种材料可以压制出厚度小于0.0005吋(约0.0127毫米)的带材、扁材和箔片。这种材料的成分是钴52%，铁38%，钒10%。

“维喀洛”可用来制造计算机和记录仪

器的记录元件，特别适合于制作快速计算机的储存装置。这种合金的磁性在环境温度高于300°C时仍能保持不变。

(端木炎 译)

## 分析心理状态用的电子机

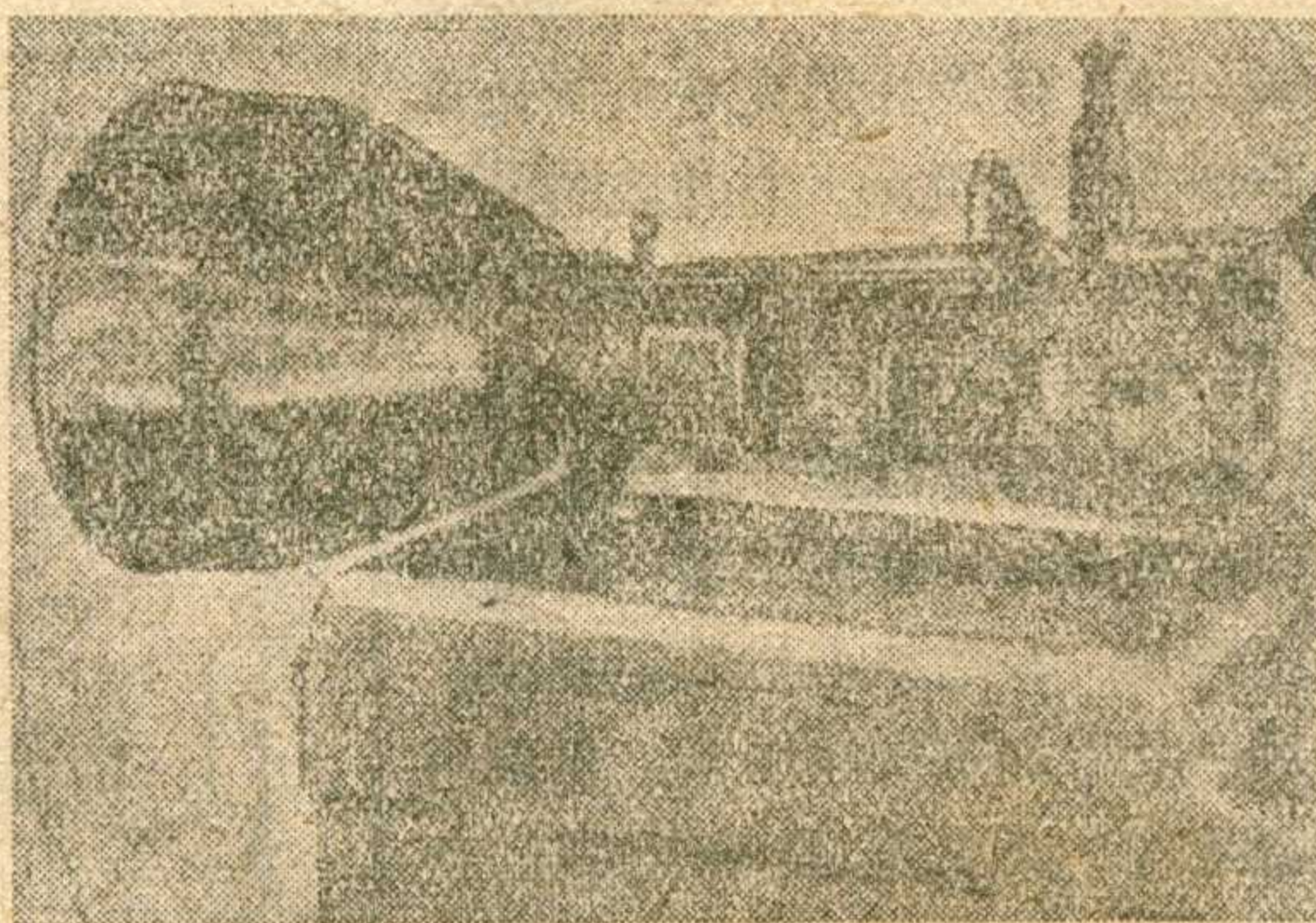
在国外研究成功一种把生物电信号变成数字数据的电子机。这种电子机不但能记录人的心理状态，而且能进行分析，比人从事这方面的工作的速度要快得多。

利用这种机器可诊断精神病，确定病痛性质，求得减轻病痛的方法。此外，还可用来分析服用医治精神病用的药物后的效果，以及研究人类机体在特殊环境中(例如在宇宙空间中)的耐力和反应。

(金鹿 译)

## 用电子束和离子束加工金属

在金属零件的精密加工工作中，越来越广泛地应用电子束和离子束了。德意志民主共和国的科学家曼·冯·阿尔琴列教授制成一种电子仪器，能利用电子束在金属制件上凿出不同尺寸和轮廓的孔眼。被



加工的零件在75~1000千伏的电压下受到狭窄电子注的轰击，使被轰击处的金属剧烈而蒸发。这种电子仪器可用来在钢板上钻出直径达20微米的孔眼，切出宽度不大于40微米的细缝。(端木炎 译)

## 在音频电缆上通传真电话

1962年1月，英国展览了一部用音频电缆传递不动图象的仪器。这种仪器与一般电视发送机相似，但扫描频率极低。在电话线路的接收端，装有图象脉冲的接收和储存设备。图象显示在普通电视接收机屏幕上，采用标准的扫描频率。图象贮存器的记忆能力，容许重复察看30000次而没有任何失真。预料这种设备作为普通电

话设备的一个补充，将得到很大发展。

(端木炎 译)

## 电视机帮助指挥交通

现代化大城市里，交通繁忙，行人众多，单依靠人力的观察来指挥交通，比较费事。在交通要道上装设电视设备，交通指挥人员就可根据电视机放映的各种车行情况，更好地发出指挥信号。电视设备还可以积累有关高速车行道上的车辆动态，供以后参考。有一座交通指挥所，装有14个电视萤光屏，能用来监视有六条通道的快速车行路，距离达三哩。一切指挥交通的信号、处理事故的命令、开闭通道的指示，都是从这个指挥所发出的。

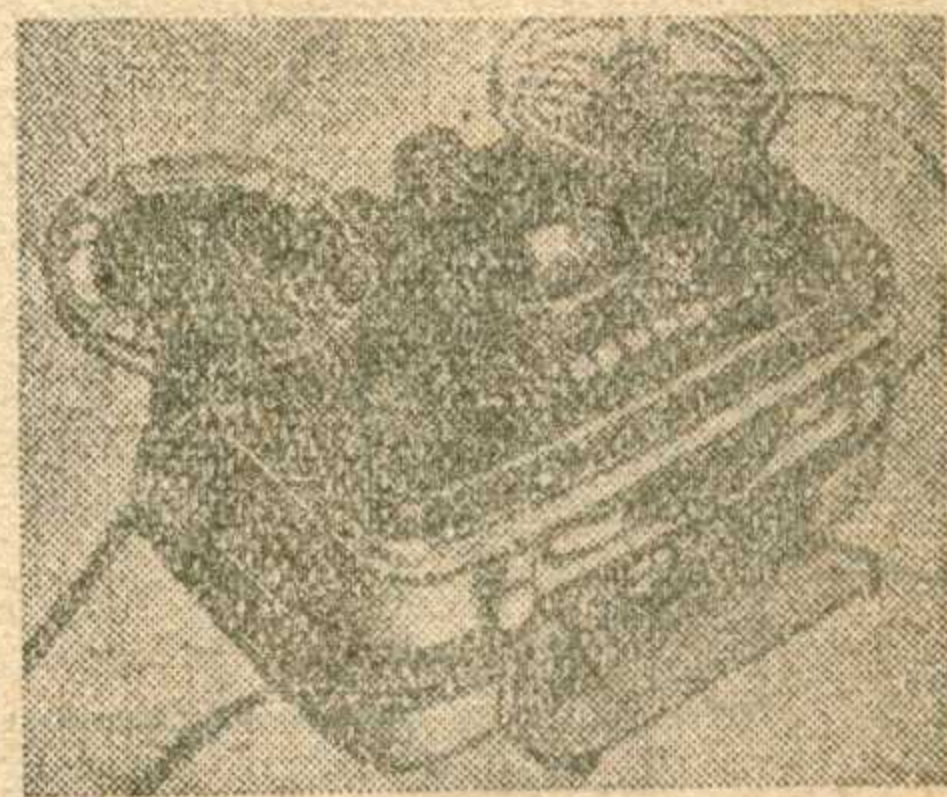
(时云 译)

## 电子母鸡

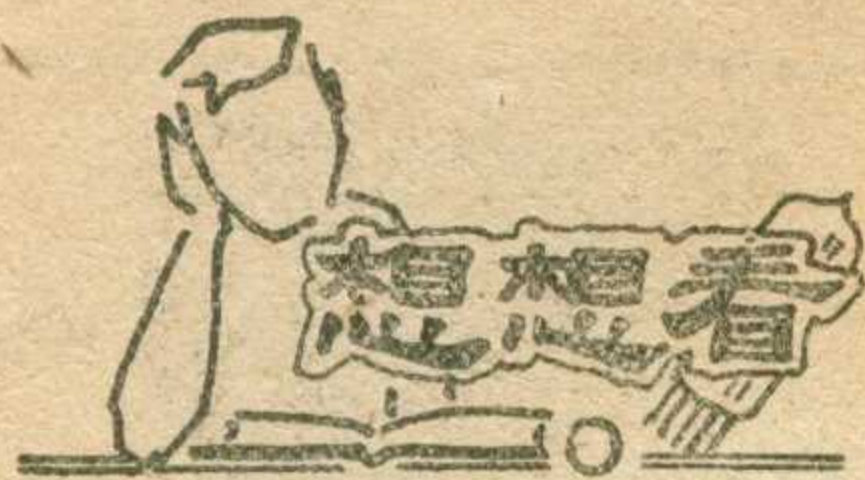
苏联的一个禽类试验场，制成一个用无线电操纵的“母鸡”。这个“母鸡”中装有一个扬声器和一套小巧细致的暖气设备，能够对小鸡“说话”，叫小鸡来吃饲料，让小鸡在它的“翅膀”下取暖。一切过程好像活母鸡一样。据报导，在这种“母鸡”使用不长的时间后，换上一只真母鸡，发现大多数小鸡对真母鸡很冷淡，有一部分甚至不满意。实验证明，采用这种“母鸡”后，小鸡的成长比没有母鸡的鸡雏好。(朱庆云 译)

## 袖珍电影放映机

国外生产了一种袖珍电影放映机，能放映8毫米宽的影片。放映机影片盘水平运转，外形结构象一般的磁带录音机。用按钮控制，可以使影片盘正转、倒转及加速倒转，放映不动的图片，并且能与一般的倒片机配合使用。图象放映到箱盖内侧面的屏幕上。机内可安装发声头，随着影片的放映发出伴音。(车 译)

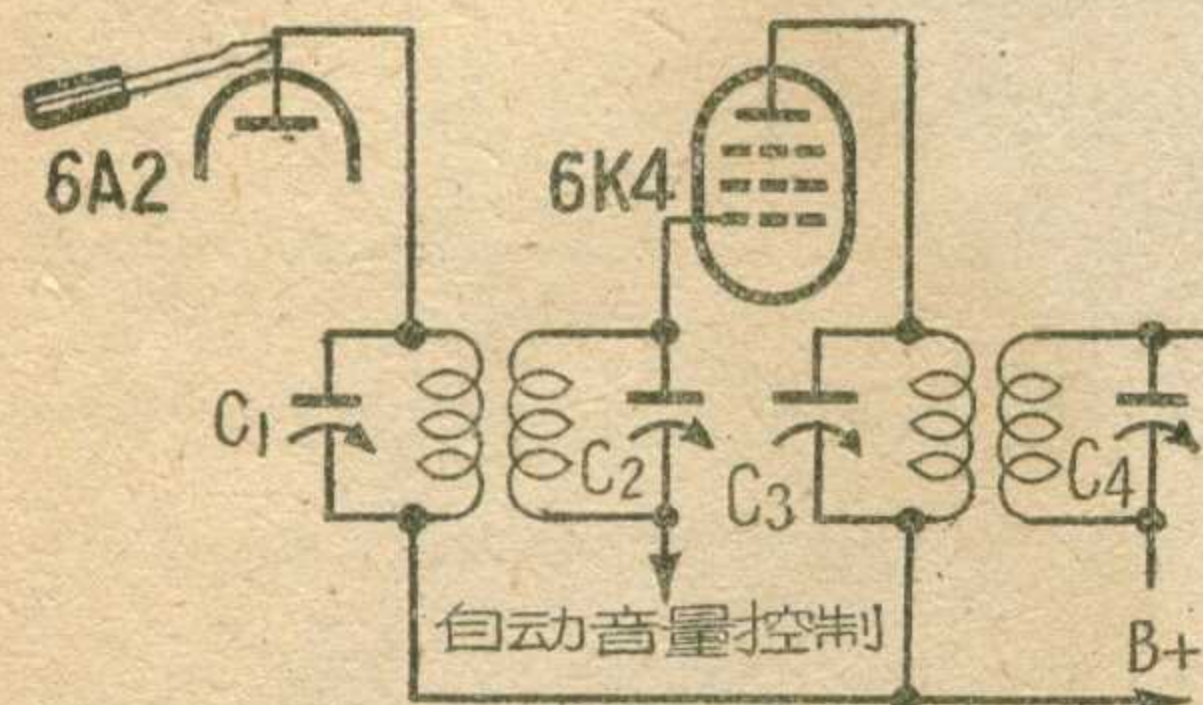






1. 在收音机的低放部分，如果都利用阴极电阻来产生自给偏压，在电压放大级中为了产生1伏左右的栅偏压，需要接几千欧的电阻；但是在强放级中，为了产生十几伏的偏压，倒只用300欧的电阻就行了。为什么？（志同）

2. 小张有一架五管机。有一天，他用螺丝刀碰触电子管6A2和6K4的屏极，发现音量突然增大很多？你能帮他找出原因



（上接第12页）

然后，将各部分之间的连线接好。

注意在正式将零件装到各部分底板上之前，要先用1毫米厚厚纸板作一次试装，并在临时底板上进行校正、调整零件位置和更换零件。待调整定局后，再原封不动地照样把所有零件移装到正式底板上，这时不要再更换零件，以免性能变化。

调整线圈  $L_1$  和  $L_2$  之间的距离。

当两线圈靠近时，输入信号强，音量增大，但选择性稍差；远离则相反。调整时最好根据本地较弱电台的信号调到适合的灵敏度，这样收强电台时灵敏度当然就足够了。

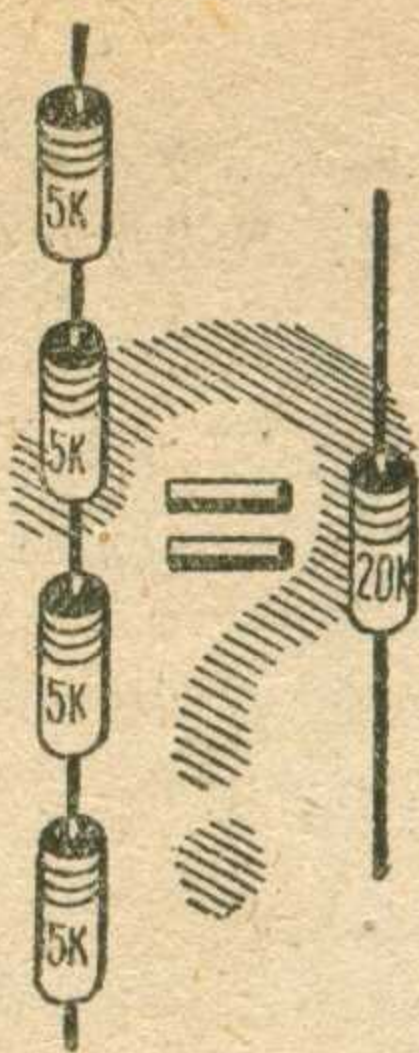
本机总电流最后要调整到无信号时为5毫安，最大信号时约50毫安为合适。电流的大小取决于各级的偏流电阻。调整输出级时可改变  $R_5$ ；调整高放级时可改变  $R_1$ 。电压放大级可不必调整。当确定  $R_1$  的阻值时，可先换入100千欧电阻和250千欧电位器，串联接在  $R_1$  位置上，转动电位器使高放级集电极电流达0.5毫安即可。然后烫下临时的电阻和电位器，测出它们的串联总电阻，再以同阻值固定电阻换入即可。然后调输出级，可用同

吗？

（雍自香）

3. 阿明自制一只万用表。线路图上碰到一个20K的电阻，他却用了四个5K的炭阻串联起来代替，而不用手下现成的20K电阻。这是为什么？

（黄培荣）



## 上期“想想看”答案

1. a)  $2\Omega$ ; b)  $6\Omega$ ; c)  $9\Omega$ ; d)  $2\Omega$ .

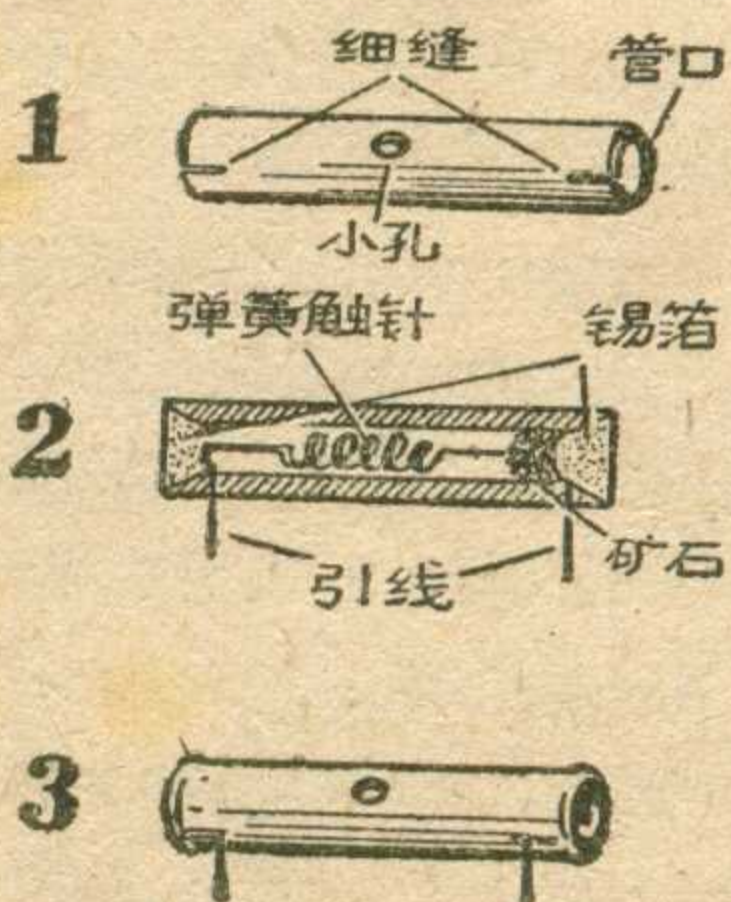
2. 当电容器串联地接到直流电源上时，在电容器上的电压分配是与容量成反比的（这里假定电容器没有漏电电阻，实际上电压分配还和漏电电阻有关。）如果两个电容器容量相同，则分配的电压也相同。因此，当上述两个电容器串联地接到450伏直流电源上时，每个电容器上分配到的

样方法，但临时电位器和电阻要分别换为10千欧和1千欧，调整临时电位器，使总电流达到上述要求。

当预装调整前，应将扬声器先装到机箱上，以便监听音质的优劣。如嫌高音刺耳，可在  $T_4$ 、 $T_5$  的两集电极间接一只0.03~0.1微法电容器，以衰减高频。本机可使用65毫米（2吋半）口径的扬声器，阻抗3.2欧，例如华北厂YD0.25—1型。

## 自己装制矿石

找一支废圆珠笔塑料笔心，截取长2厘米左右的一段，备作装矿石的小管。在小管的中間部分用大号针开一小孔，并在小管两端，用小刀将管口开大些，切出一短缝，如图1所示。然后，取一颗小矿石，放在小管一端的管口内。矿石大小，应根据管口直径选择，要求能放入管口，而且要略大于小管中间部分的内直径。放入矿石后，再用锡纸，包一根短铜丝（作引线头用），垫在矿石上压紧，铜丝嵌入管口



电压是225伏。这电压数值已超出第一个电容器  $C_1$  的规定耐压150伏，因而这电容首先被击穿。  $C_1$  被击穿后，全部电压450伏都加到了第二个电容器  $C_2$  上，超过了  $C_2$  本身的耐压300伏，于是  $C_2$  也被击穿。

3. 阴极电容器的作用是给电流交流分量提供一条低阻抗电路，不使它流过阴极电阻，产生交流负反馈。因此阴极电容量的选择应当使它的容抗远小于阴极电阻，一般都按容抗为电阻的  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{5}$  来计算。中放级和强放级的阴极电阻都是几百欧的，但中放级的工作频率是465千赫，如果选用0.01微法的电容器，它的容抗

$$x = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi \times 465000 \times 0.01 \times 10^{-6}} = 34\Omega$$

已经满足要求了。对于强放级来说，它的最低工作频率比中放级低得多，例如为100赫左右，要对这样低的频率还有较低的阻抗，就必需选用大的电解电容器了。通常这个旁路电容器要用50微法的，这时它的容抗为  $x = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi \cdot 100 \cdot 50 \cdot 10^{-6}} = 32\Omega$ ，才能满足要求。

细缝内。矿石触针，用磷铜丝（线径40号左右）来做，一端磨尖，从距针尖3~4毫米处起，在大号针上绕5~6匝，作成弹簧。触针从小管另一端放入，使针尖顶住矿石，并在管口用锡纸垫住。弹簧引线嵌在管口细缝内。装好后的形状见图2。为了固定矿石，装好后还必须将小管两端封住。可以利用剩下的塑料笔心，点燃等溶化一段后，立即吹灭，迅速涂在管口上。封好以后的矿石管见图3。使用时，用小针从小管中部小孔调整触针与矿石接触的位置，即可得到满意的灵敏度。（钟道运）

（上接第9页）

的大小。当再生增加到某一点时，耳机中会产生啸叫声，这就说明反馈足以补偿回路中的损耗，收音机变成了一个等幅振荡器。再生调得越大，啸叫声就越强，表明振荡幅度增加。如果再把再生减小到某一点，啸叫声就会停止，这说明反馈已经不足以补偿回路损耗，振荡就停止了。

有时怎样调再生也不会起振，这很可能是  $L_b$  接反，反馈变成负反馈了。这时可以把  $L_b$  的两个接头对掉一下，以得到正反馈，这样才能满足振荡的要求。调节再生时，耳机中又可以听到啸叫声了。

# 问与答

问：双连电容器有 360、460 及 490 微微法等种类，各有什么优缺点，怎样使用？

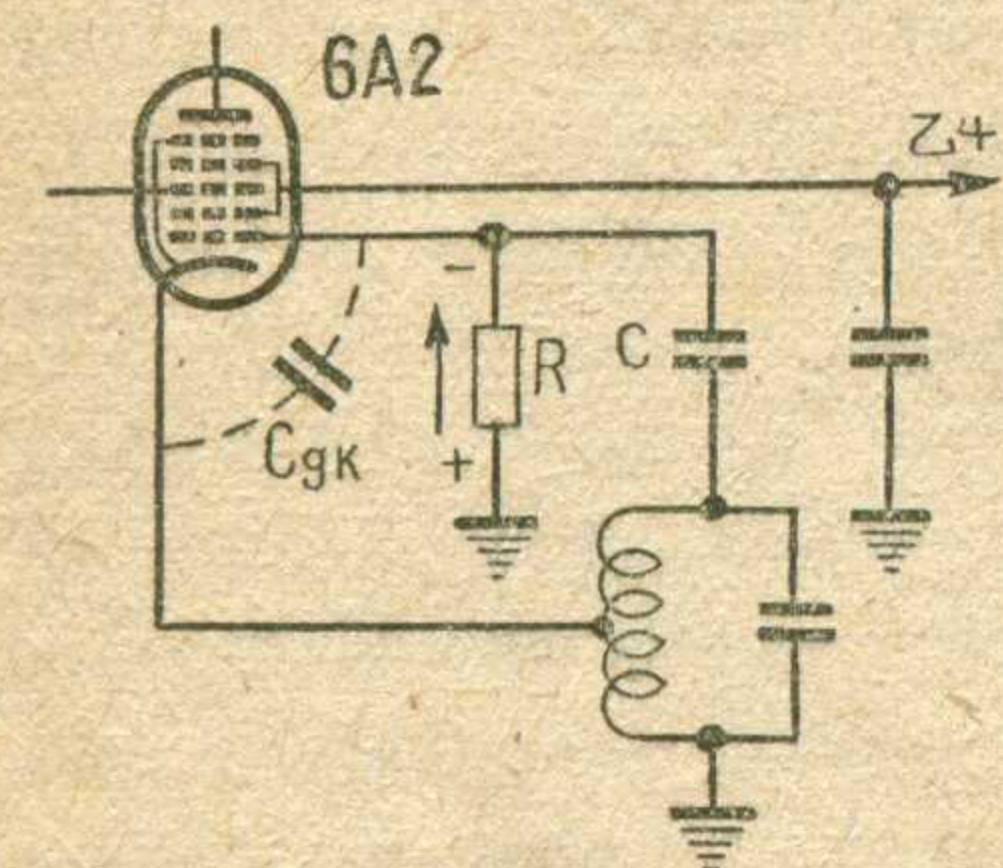
答：双连电容器的电容量小时，体积较小，增益较高，统调较好，但可调谐的频率范围窄。电容量大时，则正好与上述特点相反。

使用时应根据实际情况来决定，例如，机座较宽大，调谐的频率范围要求广阔，那就不用较大电容量的双连。

460 微微法的双连现为国家标准，推荐采用。

问：本地振荡器（如图）中， $R$  和  $C$  起何作用？数值用得大些或小些对振荡有何影响？

答：利用流过  $R$  的栅流和  $C$  的充放电，形成一个负偏压，它能使振荡稳定。例如，因某种缘故振荡变强时，栅流增加，负偏压加大，振荡就减弱，保持原来的振幅，反之亦然。负压的大小，由  $R$  和  $C$  的乘积决定。



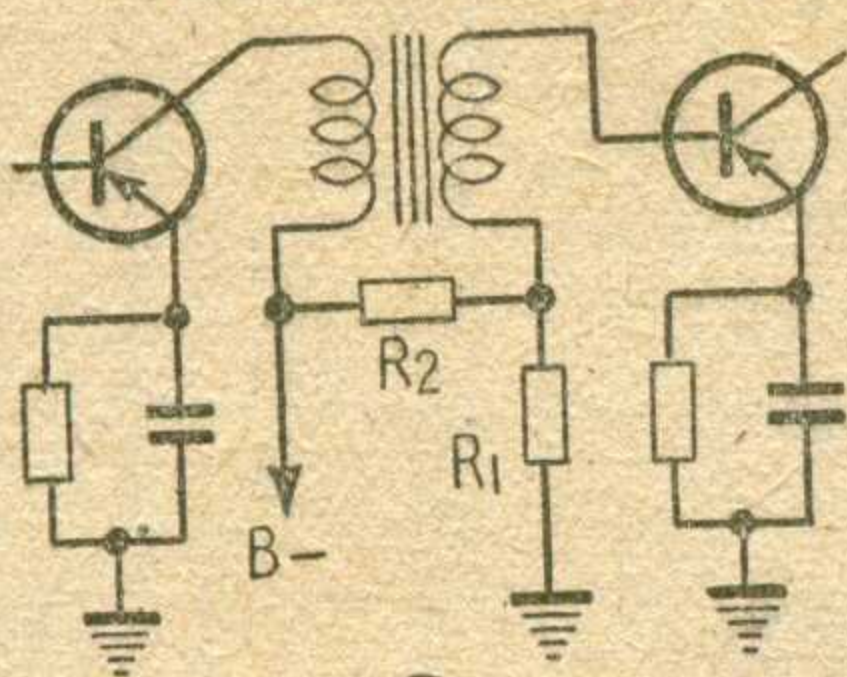
$R$  用得大些，对栅路影响小，损耗小，对振荡有利，但太大了则负压过高，易于停振或间歇振荡。 $C$  用得太大，也会有同样毛病，但用得小，则从振荡槽路耦合到栅极的电压减少，对振荡不利。因为耦合电压的大小，除了电感抽头的位置以外，还由  $C$  和电子管栅阴电容  $C_{gk}$  的比例决定。 $C$  漏电或短路，使栅负压减低或失去，遂使振荡不稳定。（以上俞锡良答）

问：磁性天线装在金属盒内有什么影响，它离扬声器很近时，会不会影响它的效率？

答：磁性天线原则上不应装在金属盒内，特别不应装在铁盒内，因外界的信号磁场由于屏蔽而不能贯穿磁性天线，使接收效果大为减低。磁性天线也不宜靠近扬声器，因一般的钨恒磁扬声器外磁场很强，当磁性天线靠近它时，一部分磁力线贯穿磁性天线，改变其有效导磁率，严重时甚至完全饱和，失去应有的效能。

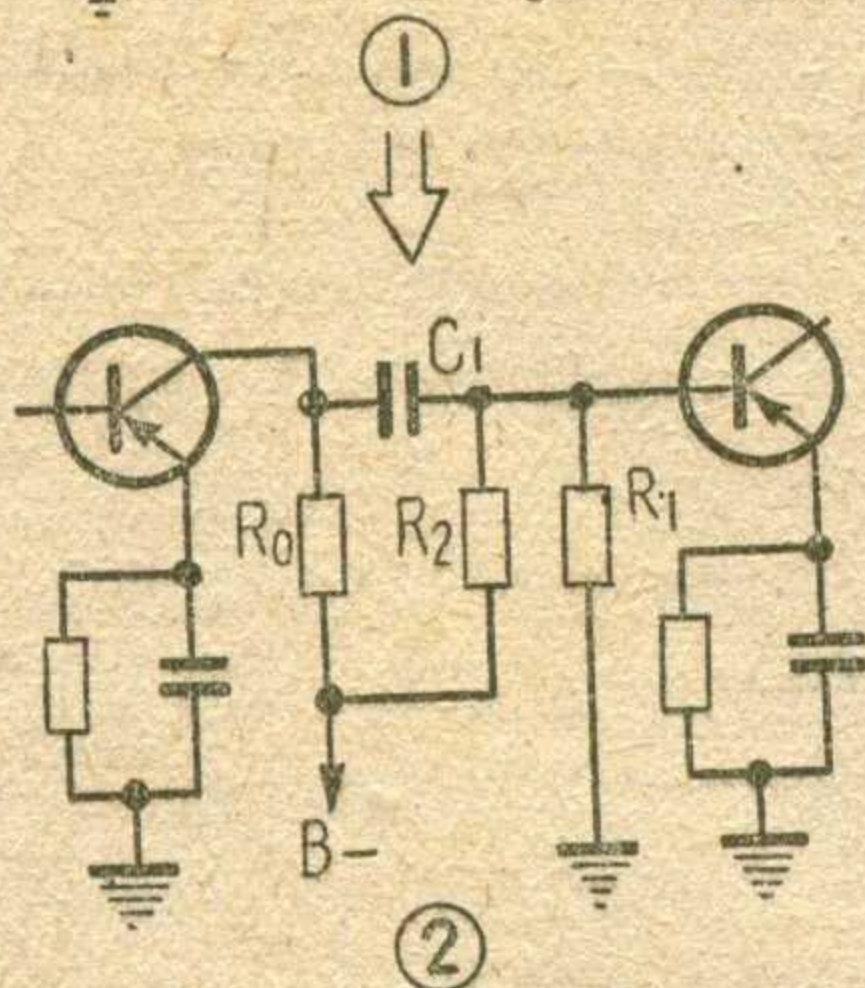
问：晶体管的低频放大器多用变压器耦合，能否改用阻容耦合，效果如何？

答：晶体管放大级之间的交连，特别



强调阻抗匹配，否则效果就不好。

变压器耦合能满意地解决阻抗匹配问题，为了发挥晶体管效能因此多用变压器耦合（图1）。阻容耦合虽然也能起交连信号的作用，但阻抗并不匹配，



因此效果不如变压器来得好。要把变压器耦合改接成阻容耦合，方法如图2，图中  $R_0$  可用 5—10K， $C_1$  用  $10\mu f$ ， $R_1$ 、 $R_2$  不变。（以上丁启鸿答）

问：在收音机上加一个电眼，中波段指示正常，短波段在低频端阴影自动闭合，但收听正常，应如何修理？

答：这是在这一段产生了高频寄生振荡所致。如果调整中频变压器不能消除，可在变频管的振荡栅路串入一个  $100\sim 200$  欧的电阻或在中放管控制栅串一个数千欧的电阻（阻值可由试验确定），就可消除。

问：晶体式和电磁式耳机各有何优缺点？

答：晶体式耳机体积小，成本较低。它的晶体多是酒石酸钾钠，容易受潮和经不起较高的温度（在  $40^\circ C$  时灵敏度即下降，到  $53^\circ C$  就失效），损坏后不能修复。电磁式耳机重量较重，体积较大，如果密封或处理得好，能经得起气候影响，损坏情况一般都是断线或失磁，能够修复。（以上冯报本答）

问：用具有输入和输出区别的中频变压器来装置两级中放的收音机，应当用两个输入一个输出呢？还是用两个输出一个输入？

答：中频变压器的输入级的两个线圈距离较远，形成松交连以增强选择性；输出级的两个线圈距离较近，形成紧交连以提高灵敏度。如果装置两级中放的收音机，因为灵敏度已足够，主要是增强选择性的问题，因此应该用两个输入级，最后再用一个输出级。（郑宽君答）



应用电视	.....	潤年(1)
怎样串联滤波电容器	.....	欧贤宗(3)
单层感应线圈的计算	.....	端木燊译(3)
寄生电容的秘密	.....	邱洵(4)
怎样选用晶体管	.....	于闻(6)
振荡	.....	纹波(8)
晶体管升压装置	.....	潘钟(10)
线圈短路测定器	.....	王珏(11)
再生式五管晶体管收音机	.....	杨名甲(12)
收音机的负反馈电路	.....	俞锡良(13)
两种交流超外差式三灯机	.....	潭(16)
用电糊代焊剂	.....	林泊桑(17)
话筒的构造和使用	.....	毛瑞年(18)
改制小型变压器	.....	陈万猷(20)
低频振荡演示	.....	杨琳(21)
国外点滴	.....	(22)
想想看	.....	(23)
自己装制矿石	.....	钟道运(23)
问与答	.....	(24)
封面说明	.....	

电车供电用的遥控、遥测装置

编辑、出版：人民邮电出版社  
北京东四6条13号

印刷：北京新华印刷厂  
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：1962年12月10日  
本刊代号：2—75 每册定价2角

### 无线电电子学的应用 和新技术介绍

	期	頁
无线电与气象学.....譚維毅	1	1
冷子管.....(苏联) B. 法金	1	8
显微镜下的收音机..... .....(苏联) Л. 庫普利揚諾維奇	2	1
薄膜元件.....雨田	2	2
电子显微镜.....西門紀业	3	1
无线电电子学的发展方向.....	5	1
通过宇宙空间.....(苏联) B. H. 柯馬罗夫	5	4
量子无线电电子学.....(苏联) H. Г. 巴索夫	6	1
量子放大器和振荡器.....士达、周元培編譯	6	2
无线电电子技术在森林工业中的应用.....笈明哲	7	1
电子学与自动化.....安培	7	3
电磁波的战斗——电子对抗技术.....君仪	8	1
征服宇宙空间的新胜利.....	9	1
在信息的世界里.....車扁編譯	9	2
电子学在纺织工业中的应用.....陈金鏡	10	1
宇宙超短波中继站.....王煥章、工編譯	10	4
电子学帮助捕鱼.....楊立威 怡博	11	1
生物电.....(苏联) E. 穆斯林	11	3
电视显微镜.....周元培 袁傳征譯	11	4
应用电视.....潤年	12	1

### 无线电运动

如何提高无线电收发报的质量.....书龙	4	3
偉大的俄罗斯科学家、无线电发明者 亚·斯·波波夫.....	5	封2
谈谈无线电操纵航空模型竞赛.....赵学广	5	3
在无线电小组里.....	6	封2
谈谈无线电操纵舰船模型竞赛.....李訓久	6	4
无线电收发报运动.....	7	封2
首都举行快速收发报表演赛.....彭楓	7	13
江西举行无线电锦标赛.....书龙	7	19
野外测向练习.....	8	封2

	期	頁
今年将举行全国无线电锦标赛.....童效勇	8	3
介绍无线电测向竞赛.....閻維礼	8	4
无线电多项运动.....	9	封2
全国无线电操纵航空模型冠军赛.....呂程明	9	4
介绍无线电通信多项竞赛.....谷粮	9	10
全国无线电通信多项、测向锦标赛.....	10	封2
迎接全国首届无线电工程制作比赛.....	11	封2
1962年全国航海模型冠军赛.....郭野夫	11	23
全国无线电工程制作评比在京开幕.....	12	封2

### 无线电原理和技术知识

继电器接点电路的逻辑设计.....田进勤	1	4
双稳态触发电路.....銘	2	4
会数数的机器——电子计数器.....进	2	6
电容和电感的测量.....高煜	2	12
电子管(上).....徐疾	2	14
放大器中的负反馈.....赵侠	3	6
利用负反馈放大器获得阻抗匹配.....屏比	3	8
电子管(下).....徐疾	3	14
谈谈黑白电视原理.....朱邦俊	4	1
灵敏度的敌人——噪声.....徐济群	4	4
磁带录音机.....毛瑞年	4	8
怎样选用电子管.....徐疾	4	12
电子管放大器的基本原理.....莫愁	5	10
三极管的选用.....刘同康	5	14
收音机的磁性天线.....丁启鴻	5	16
调幅.....李华金	6	6
单稳态触发电路.....陆兆熊	6	8
电视广播是怎样进行的?.....栗新华	7	5
检波.....紋波	8	10
模型遥控设备原理.....陶考德	9	5
巧妙的画家——示波器.....方波	9	8
音频电压放大器.....莫愁	10	8
音频功率放大器.....莫愁	11	6
电视广播与超短波.....慕振兴	11	8
稳压管的特性和使用.....譚楚梁	11	12
寄生电容的秘密.....邱洵	12	4

	期	頁
振蕩.....紋波	12	8
收音机的負反饋电路.....俞錫良	12	13

## 应用电子仪器

半导体時間继电器.....祝捷	1	6
长延时的時間继电器.....(苏联) Ю. 洛克辛	1	7
軟导綫心綫断开点檢查器.....朱敏	2	3
电子誘魚器.....袁俊英譯	2	3
对“半导体自动排灌站”的改进.....王克成	2	5
光电管比色計.....方建安	3	4
輝光管电子限时器.....余永茂	3	5
照片冲放用电子定时器.....何理路	4	7
照明自动控制电路.....梁天白譯	5	8
感应式閘流管继电器.....唐立森	6	5
对“长延时时間继电器”一文的意見.....方稽銘	6	23
接触式自动控制器及其应用.....林先銳	7	8
氖管及其应用.....余觉觉	8	12
自动飲水噴泉.....宮濤編譯	9	7
地下綫路探測器.....(苏联) В. 罗曼諾維奇	10	6
晶体超声波发生器.....(苏联) И. 斯特里热夫斯基	11	10
綫圈短路測定器.....王珏	12	11

## 晶体管电路及收音机

焊接晶体管的小工具.....楊序慧	2	23
怎样檢驗晶体管的好坏.....高春輝	3	9
晶体管的低頻参数和等效电路.....于聞	3	10
用万用表判別晶体管.....觉觉	4	6
晶体管的特性曲綫.....于聞	5	6
兩級低放的晶体管收音机.....李怀中	5	12
装制晶体管收音机的几点体会.....楊名甲	5	13
电子管晶体管混合式收音机.....赵淵	6	10
自制和改制晶体管收音机零件.....楊名甲	6	17
晶体管的极限值参数和高頻参数.....于聞	7	10
晶体管单管收音机.....丁启鴻	7	12
简单的晶体管測試器.....裴潤	7	14
晶体管收音机輸出变压器的設計.....承恒	8	7
再生式晶体管单管机.....丁启鴻	8	8
晶体管放大器的工作点.....朱邦俊	8	18
兩級低放式晶体管兩管机.....鏡西	9	14
半导体收音机交流供电电路.....克葦緒	9	15
无电源晶体管收音机.....郭秉英編譯	9	16
万用表測晶体管的附加器.....張良	9	21

“地”電池式晶体管收音机.....何理路編譯	10	5
用晶体管作的測試仪器.....		
.....(苏联) А. 索勃列夫斯基	10	10
1—V—1型晶体管兩管机.....鏡西	10	15
晶体管助听器.....云飞	11	5
來复式晶体管兩管机.....張希源	11	14
怎样选用晶体管.....于聞	12	6
晶体管升压装置.....潘钟	12	10
再生式五管晶体管收音机.....楊名甲	12	12

## 設計与制作

怎样設計电源变压器.....黃济清 譚楚梁	1	10
給收音机加装一个磁性天綫.....罗鵬搏	1	14
收音机低頻电压放大器的設計.....俞錫良	1	16
交流四管机.....馮报本	1	19
收音机低頻功率放大器的設計.....俞錫良	2	8
交流外差式三管机.....馮报本	2	20
電池超外差式四管机.....馮报本	3	12
低頻放大器中柵偏压的选择.....邱永华	3	16
晒整流器.....王文穎	3	20
內热式电烙铁.....(苏联) И. 波馬扎諾夫	4	14
无电子管音頻振蕩器.....П. 季霍米罗夫	4	15
張光坦	4	15
串联乙+供电綫路.....潘钟	4	16
交流超外差式五管机.....馮报本	4	18
交流、電池超外差式收音机.....馮报本	5	20
自制繞綫机.....錢辰	5	23
收音机輸出变压器的設計.....俞錫良	6	14
小型优质扩音机.....馮报本	6	16
低頻串联放大电路.....(苏联) П. 索包列夫	6	19
“小矮人”电视天綫.....黃偉馨譯	6	19
一架选择性的优良的矿石机.....李傳钟	6	21
推挽輸出式扩音机.....馮报本	7	18
航模遙控設備中机械稳頻的音頻振蕩器陈良昌	7	20
双頻带扩音机.....馮报本	8	19
普及型外差式四管机.....沈銘宏 刘欧	9	12
小型寬波段电视接收天綫.....		
.....(苏联) Э. 普里波洛夫	9	17
装在耳机里的矿石机.....王德忠	10	14
調頻超再生式二管机.....馮报本	10	16
低屏压旅行式单管机.....黃懋广	10	23
五灯机改收音振蕩二用机.....林立鈞	11	16
“迷宮”式揚声器箱.....洪文井 顧郃編譯	11	21
两种交流超外差式三灯机.....澤	12	16

改制小型变压器.....陈万猷	12	20
-----------------	----	----

## 产品介紹

“飞乐” 261—A 交流六灯收音机.....孟 津	1	12
“美多” 663—2—6 交流六灯收音机.....予 征	2	10
“熊猫” 601—1 交流六灯收音机.....	3	17
“紅星” 612—1 交流六灯收音机.....潘 璩	4	10
“上海” 160—A 交流六灯收音机.....		
.....吕继蓀 璞	7	16
“凱歌” 593 型交流五灯收音机.....宋道淵	11	17

## 使用、維護及修理

怎样将电池式收音机改为交流、 电池两用式收音机? .....	承 恒	5	18
怎样使用磁带录音机.....	毛瑞年	6	12
漁区收音机修理經驗点滴.....	石 銳	8	14
收音机产生交流声的原因.....	王履坤	9	18
怎样合理使用电视机.....	張家謀	10	12
如何修理和改装旧收音机.....	馬书安	10	18
电池式收音机的电压和电流的測量.....	石 銳	11	20
話筒的构造和使用.....	毛瑞年	12	18

## 經驗交流

用收音机充乙电.....	陈錦龙	1	15
怎样切割玻璃.....	洪重光	1	15
用收音机作測向試驗.....	苏錦澄 黄成思	2	7
自制火烙铁.....	赵竹庆	2	16
用耳机制成电唱头.....	顾为勇	2	21
耳机充磁法.....	郑宝康	2	23
簡便的天綫.....	馬春琪	2	23
廢电池的利用.....	涉 洋	2	23
方便的录音监听.....	杜振武	3	5
用氖管作指示灯.....	洪文井	3	16
怎样接細漆包綫断头.....	钟道运	3	23
帘栅压电位器接綫的改进.....	李应楷	4	11
收音机負荷断开有甚么危險.....	饒舜卿譯	4	17
用听診塞改进耳塞机.....	曉 龙	4	17
电容器引綫折断后的修理.....	徐祖哲	4	19
收音机加装耳机插孔.....	王宝林	4	19
烙铁燒死了怎么办? .....	李傳惠	5	23
铁心綫圈的簡易測算法.....	車編譯	6	7

矿石触針加工法.....	高春輝	7	7
自制焊錫絲.....	張树清	7	14
燃亮氖管的实验.....	潘 钟	7	15
三电表准确測阻抗法... (苏联) B. E. 卡扎斯基		7	21
收音机度盘怎样分度.....	廖品三	7	23
恢复調諧指示管的螢光.....	蔣百森	7	23
如何提高測向机的灵敏度.....	苏錦澄	8	5
炭精話筒的簡化輸入电路.....	薛鏐芳	8	9
喇叭阻抗簡易匹配法.....	赵菊初	8	23
焊接多股綫的方法.....	苏	9	7
怎样切割铁淦氧磁心.....	鴻	9	20
旧中周改制中頻陷波器.....	仁	9	21
怎样測量大栅漏偏压.....	俞錫良	10	15
不同管座的电子管互換.....	何 新	10	21
在低頻电路中加負反饋.....	华民譯	11	7
小容量电容器漏電的測量.....	和 元	11	9
用指南針測定耳机引綫的正負.....	祥	11	19
怎样串联滤波电容器.....	欧賢宗	12	3
单层感应綫圈的計算.....	端木熒譯	12	3
用电糊代焊剂.....	林泊桑	12	17
自己装制矿石.....	钟道运	12	23

## 小 常 識

頻率失真是怎么回事.....	陈庆麟	1	3
电子管里的真空.....	袁武安	1	9
集肤效应和邻近效应.....	郑国川	2	17
輸入阻抗和輸出阻抗.....	承 恒	3	9
电子的运动速度.....		3	23
灵敏度和選擇性.....	乐甸 郁文	4	17
希腊字母讀音表.....		4	23
无綫电元件的标称值.....	季 才	6	18
顫噪效应.....	陈金鏡	7	11
英語字母讀音表.....		7	21
收音机的整机頻率特性.....	乐甸 郁文	8	21
通信小常識.....	书 龙	9	11
本机振蕩器的頻率.....	陆兆熊	9	19
万用表上的 $\Omega/V$ 是什么意思? .....	小 米	9	23
非綫性失真.....	陈庆麟	10	3

## 資料及图表

三灯收音机电源变压器繞制数据.....	1	15
全国人民广播电台頻率表.....	1	封3

常用小型电子管.....	2 封 3
常用南京牌电子管.....	3 封 3
一些晶体管的参量和代换.....	4 封 3
电压表正确电压值的查算图表.....	5 封 3
几种国产晶体管的特性.....李集生	6 封 3
綫圈圈数和尺寸的計算图.....杜秉初譯	7 封 3
几种国产晶体二极管.....李集生	8 封 3
常用无綫电电路图符号(一).....	9 封 3
常用无綫电电路图符号(二).....	10 封 3
一些国外晶体管的代换.....芳芳譯	11 18
国产电动式紙盆揚声器.....	11 封 3
諧振頻率、电感、电容速算表.....	12 封 3

簡易电子管測試器.....栗新华	2 18
收音机的几項調整.....栗新华	3 18
超外差收音机的調整.....栗新华	4 20
用电眼管檢查电容器.....黄懋广	5 21
三用表附加器.....何理路編譯	6 20
氖管調諧指示器.....呂紹誠	7 15
收音机度盘拉綫.....栗新华	8 19
牆角式揚声器箱.....刘瑞堂	9 20
电子評分机.....田进勤	10 20
晶体管光电控制器.....逢 祥	11 19
低頻振蕩演示.....楊 琳	12 21

### 专 栏

#### 实验室

电子管电压表.....栗新华	1 20
----------------	------

国外点滴.....	每期22頁
想想看.....	每期23頁
問与答.....	每期24頁

## 人民邮电出版社再版书預告

★世界电子管手册(上).....威廉拜耳編 陈謝譯	定价 1.85 元
★世界电子管手册(下).....	定价 2.55 元
★超高频接收机.....(苏)B. И. 西福罗夫著 湯国权等譯	定价 3.45 元
★俄华电信辞典.....中华人民共和国邮电部編譯室編	定价 3.90 元
趣味无綫电工学.....(苏联)庫巴尔金等著	定价 1.10 元
怎样調整收音机.....(苏联)E. A. 列維欽	定价 0.38 元
几种常用的电子仪器.....張肅文編	定价 0.74 元
超短波远距离傳播.....(苏联)契林柯娃著	定价 0.18 元
苏联电子管手册.....苏联国家动力出版社編	定价 6.90 元
电子管与离子管.....(苏联)格利可里也夫等著	定价 2.90 元
扩大机的使用和修理.....左永貴編	定价 0.47 元
半导体收音机的設計与制作.....于聞、張俊編	定价 0.35 元
超外差式收音机.....馮报本著	定价 1.50 元
无綫电发射中心.....(苏联)柯培琴著	定价 2.80 元
无綫电发射中心的技术維護.....(苏联)柯培琴著	定价 2.50 元
无綫电常識(上).....沈肇熙編	定价 0.56 元
无綫电常識(下).....	定价 0.60 元
无綫电收信中心.....(苏联)齐斯恰柯夫著	定价 1.50 元
話筒、耳机和喇叭.....沈成衡編	定价 0.21 元
国产收音机(第一集).....李嘉斌等編	定价 0.60 元
国产收音机(第二集).....李嘉斌等編	定价 0.58 元
矿石收音机問答.....吳观周編	定价 0.30 元
少年无綫电爱好者(上).....王铁生編	定价 0.72 元
少年无綫电爱好者(下).....	定价 0.60 元
无綫电常識問答.....人民邮电出版社編	定价 0.26 元
单管收音机.....馮报本編	定价 0.37 元

以上各书都将在 1963 年第一季度陸續出版,請到时至新华书店选购。有★記号者,現已开始出售。

# 諧振頻率、电感、电容速算表

振蕩回路(或調諧回路)的諧振頻率( $f$ )、电感( $L$ )和电容( $C$ ),除用公式計算外,也可以用这里介紹的速算表簡便地算出。在表中,不同的 $f$ 、 $L$ 、 $C$ 数值各对应有不同的序号 $N$ 。只要知道这三个数值中的任两个,就可以按照

$$N_f = N_L + N_C$$

这一关系求出其它一个未知数值。

例1: 已知 $L=6.3$ 微亨,查得 $N_L=20$ ;

已知 $C=10$ 微微法,查得 $N_C=25$ ;

則 $N_f = N_L + N_C = 20 + 25 = 45$ ,从表上 $N_f=45$ 这一行查得对应的 $f$ 值为20000千赫。

例2: 已知 $f=20000$ 千赫,查得 $N_f=45$ ;

已知 $C=10$ 微微法,查得 $N_C=25$ ;

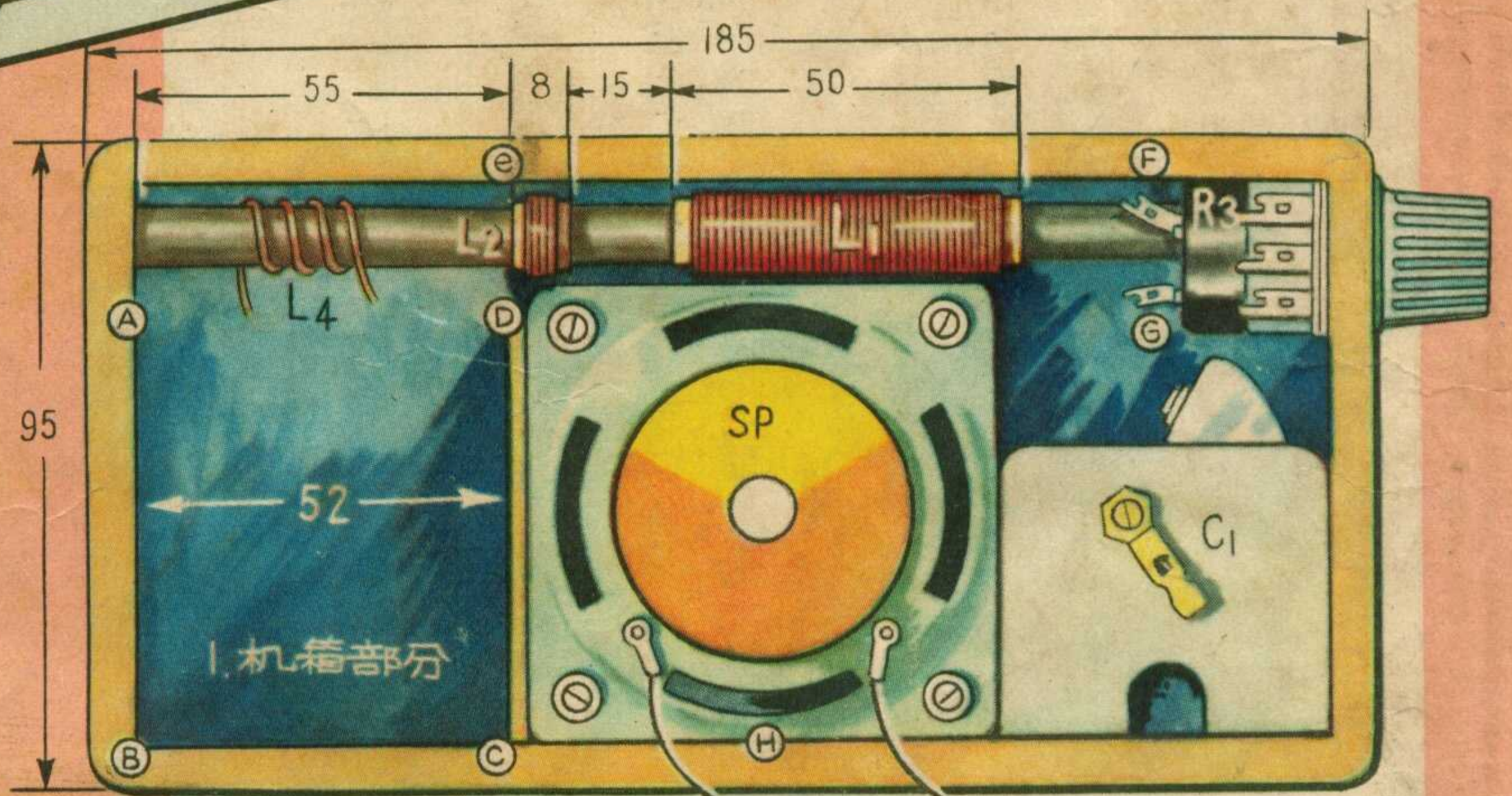
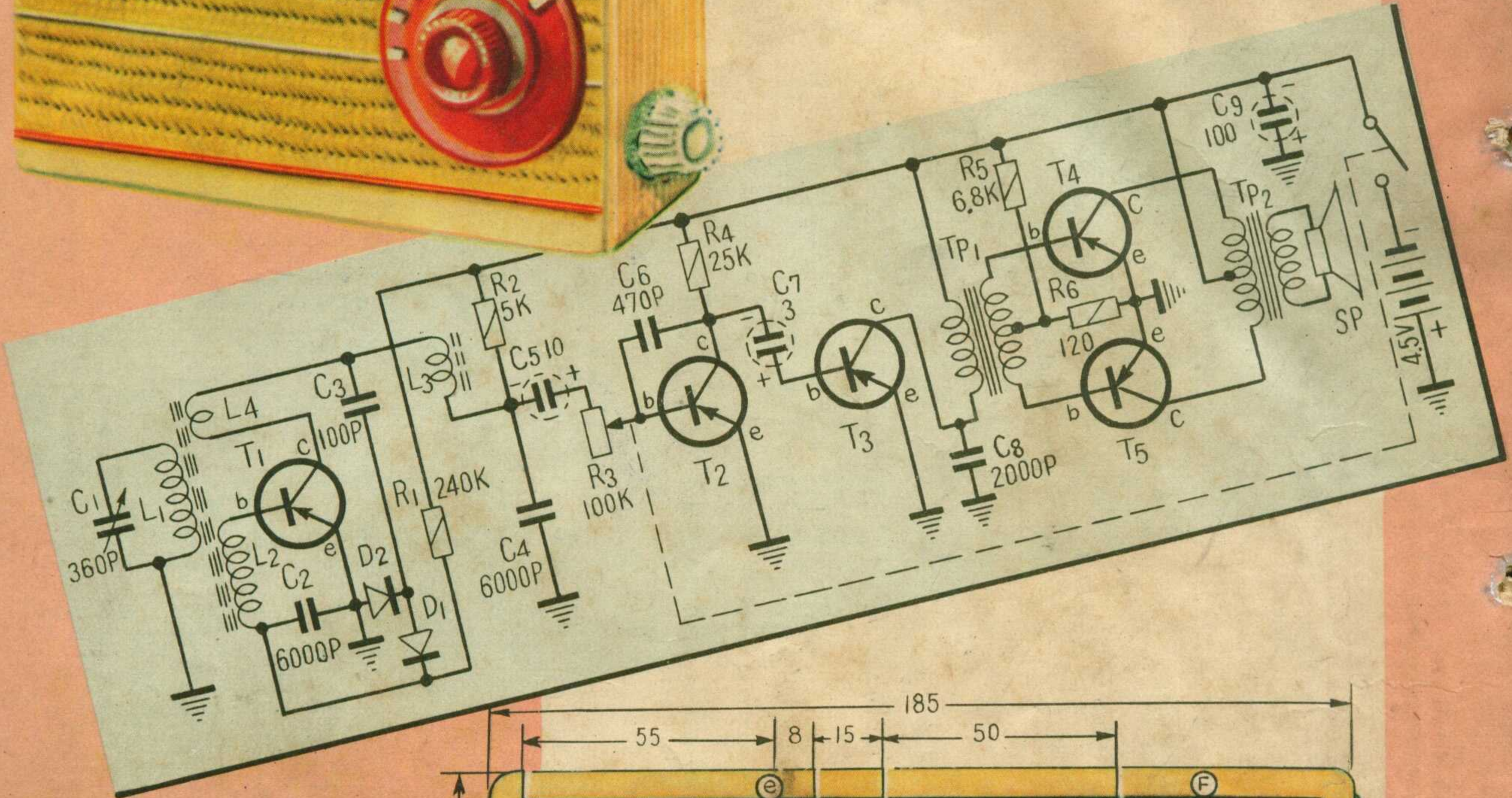
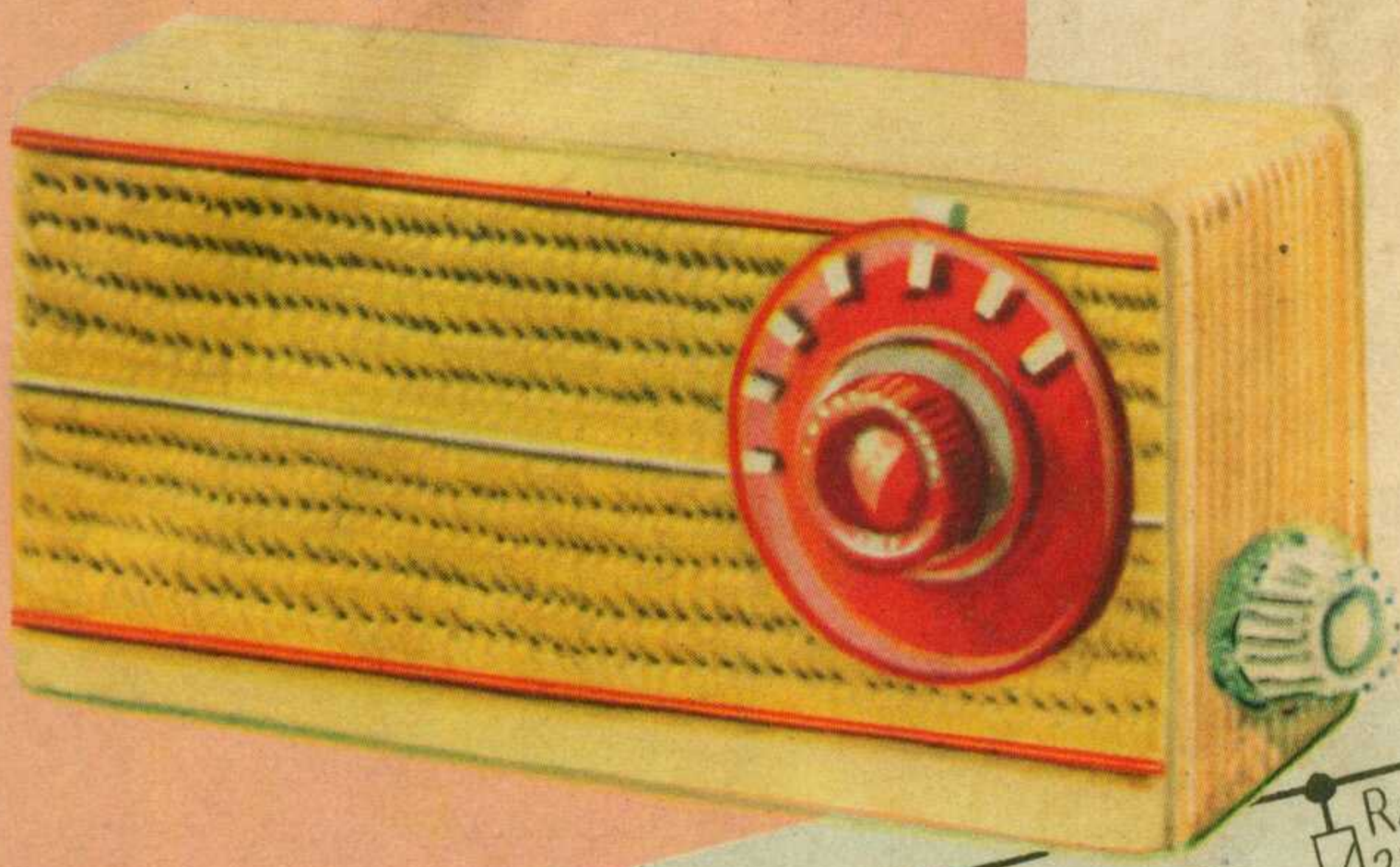
則 $N_L = N_f - N_C = 45 - 25 = 20$ ,从表上 $N_L=20$ 这一行查得 $L=6.3$ 微亨。

另外,如果已知 $f$ 和 $L$ (或 $C$ ),也可以利用 $LC$ 乘积直接求出未知的 $C$ (或 $L$ )。

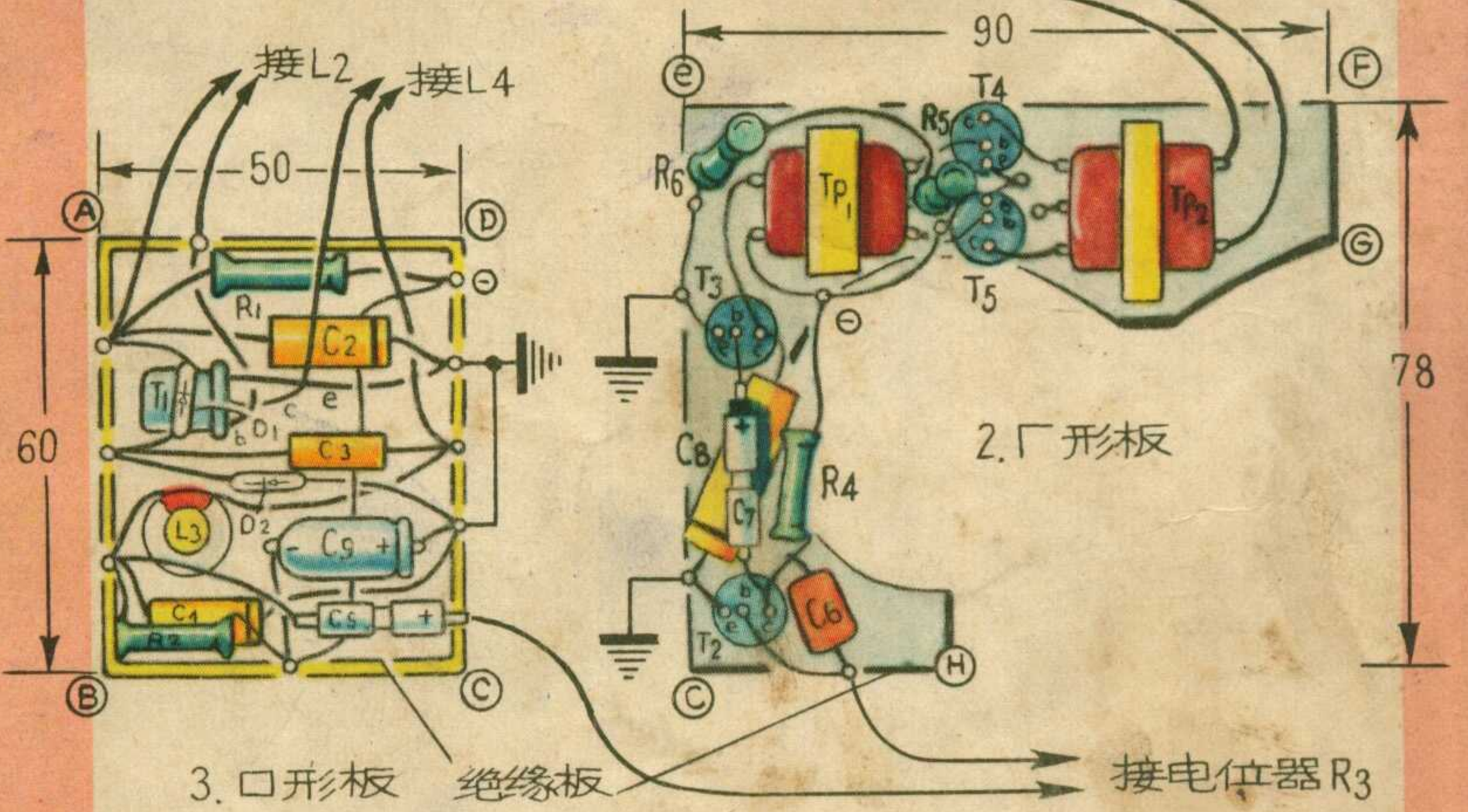
例3: 已知 $f=200$ 千赫,查得对应的乘积 $LC$ 为630000,又已知 $L=2000$ 微亨,則

$$C = \frac{630000}{2000} = 315 \text{ 微微法。}$$

$N$ ( $f, L, C$ )	$L$ и $C$ (微亨, 微微法)	$f$ (千赫)	$\lambda$ (米)	$N$ ( $f, L, C$ )	$L$ и $C$ (微亨, 微微法)	$f$ (千赫)	$\lambda$ (米)	$N$ ( $f, L, C$ )	$L$ и $C$ (微亨, 微微法)	$f$ (千赫)	$\lambda$ (米)
0	1,00	159000	1,89	59	230	10500	28,6	118	62500	695	432
1	1,10	152000	1,97	60	250	10100	29,7	119	57500	663	452
2	1,20	145000	2,07	61	275	9580	31,3	120	63000	634	473
3	1,30	140000	2,14	62	300	9200	32,6	121	69000	605	496
4	1,45	133000	2,30	63	330	8740	34,3	122	76000	576	521
5	1,60	126000	2,38	64	365	8330	36,0	123	83000	552	543
6	1,75	121000	2,48	65	400	7960	37,7	124	91000	527	569
7	1,90	115000	2,61	66	435	7610	39,4	125	100000	593	596
8	2,10	110000	2,73	67	480	7260	41,3	126	110000	579	626
9	2,30	105000	2,86	68	525	6950	43,2	127	120000	460	656
10	2,50	101000	2,97	69	575	6630	45,2	128	130000	441	680
11	2,75	95800	3,13	70	630	6340	47,3	129	145000	418	718
12	3,00	92000	3,26	71	690	6050	49,6	130	160000	398	754
13	3,30	87400	3,43	72	760	5760	52,1	131	175000	381	787
14	3,65	83300	3,60	73	830	5520	54,3	132	190000	365	822
15	4,09	79600	3,77	74	910	5270	56,9	133	210000	347	865
16	4,35	76100	3,94	75	1000	5030	59,6	134	230000	331	906
17	4,80	72000	4,13	76	1100	4790	62,6	135	250000	318	943
18	5,25	69500	4,32	77	1200	4600	65,2	136	275000	304	987
19	5,75	66300	4,52	78	1300	4410	68,0	137	300000	292	1030
20	6,30	63400	4,73	79	1450	4180	71,8	138	330000	277	1080
21	6,90	60500	4,96	80	1600	3980	75,4	139	365000	263	1140
22	7,60	57600	5,21	81	1750	3810	78,9	140	400000	252	1190
23	8,30	55200	5,43	82	1900	3650	82,2	141	435000	241	1240
24	9,10	52700	5,69	83	2100	3470	86,5	142	480000	230	1300
25	10,0	50300	5,96	84	2300	3310	90,6	143	525000	219	1370
26	11,0	47900	6,26	85	2500	3180	94,3	144	575000	211	1420
27	12,0	46000	6,52	86	2750	3040	98,7	145	630000	200	1500
28	13,0	44100	6,80	87	3000	2920	103,7	146	690000	191	1570
29	14,5	41800	7,18	88	3300	2770	108	147	760000	182	1650
30	16,0	39800	7,54	89	3650	2630	114	148	830000	175	1710
31	17,5	38100	7,87	90	4000	2520	119	149	910000	167	1800
32	19,0	36500	8,22	91	4350	2410	124	150	1000000	159	1890
33	21,0	34700	8,65	92	4800	2300	130	151	1100000	152	1970
34	23,0	33100	9,06	93	5250	2190	137	152	1200000	145	2070
35	25,0	31800	9,43	94	5750	2110	142	153	1300000	140	2140
36	27,5	30400	9,87	95	6300	2000	150	154	1450000	133	2300
37	30,0	29200	10,3	96	6900	1910	157	155	1600000	126	2380
38	33,0	27700	10,8	97	7600	1820	165	156	1750000	121	2480
39	36,5	26300	11,4	98	8300	1750	171	157	1900000	115	2610
40	40,0	25200	11,9	99	9100	1610	180	158	2100000	110	2730
41	43,5	24100	12,4	100	10000	1590	189	159	2300000	105	2860
42	48,0	23000	13,0	101	11000	1520	197	160	2500000	101	2970
43	52,5	21900	13,7	102	12000	1450	207	161	2750000	95,8	3130
44	57,5	21100	14,2	103	13000	1400	214	162	3000000	92,0	3260
45	63,0	20000	15,0	104	14500	1330	230	163	3300000	87,4	3430
46	69,0	19100	15,7	105	16000	1260	238	164	3650000	83,3	3600
47	76,0	18200	16,5	106	17500	1210	248	165	4000000	79,6	3770
48	83,0	17500	17,1	107	19000	1150	261	166	4350000	76,1	3940
49	91,0	16700	18,0	108	21000	1100	273	167	4800000	72,6	4130
50	100	15900	18,9	109	23000	1050	286	168	5250000	69,5	4320
51	110	15200	19,7	110	25000	1010	297	169	5750000	66,3	4520
52	120	14500	20,7	111	27500	958	313	170	6300000	63,4	4730
53	130	14000	21,4	112	30000	920	326	171	6900000	60,5	4960
54	145	13300	23,0	113	33000	874	343	172	7600000	57,6	5210
55	160	12600	23,8	114	36500	833	360	173	8300000	55,2	5430
56	175	12100	24,8	115	40000	796	377	174	9100000	52,7	5690
57	190	11500	26,1	116	43500	761	394				
58	210	11000	27,3	117	48000	726	413				



(单位:毫米)



再生式五管晶体管收音机