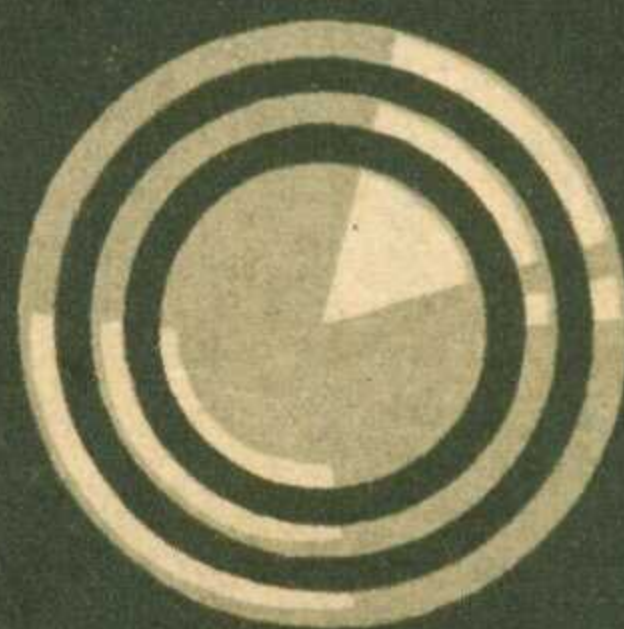


无线电

WUXIANDIAN

6
1961



全国广播接收机观摩评比

①今年10月在北京召开了第三届全国广播接收机观摩评比会。会上总结交流了各无线电工厂的生产经验，并评选出七种质量最好的收音机。图为广播事业局李伍副局长向得奖单位的代表授奖。

(广播事业局于思文摄)

②大会期间各厂代表在产品陈列室参观。

(本刊记者郑德海摄)

③参加评比的一部分广播收音机。(本刊记者郑德海摄)



①



②



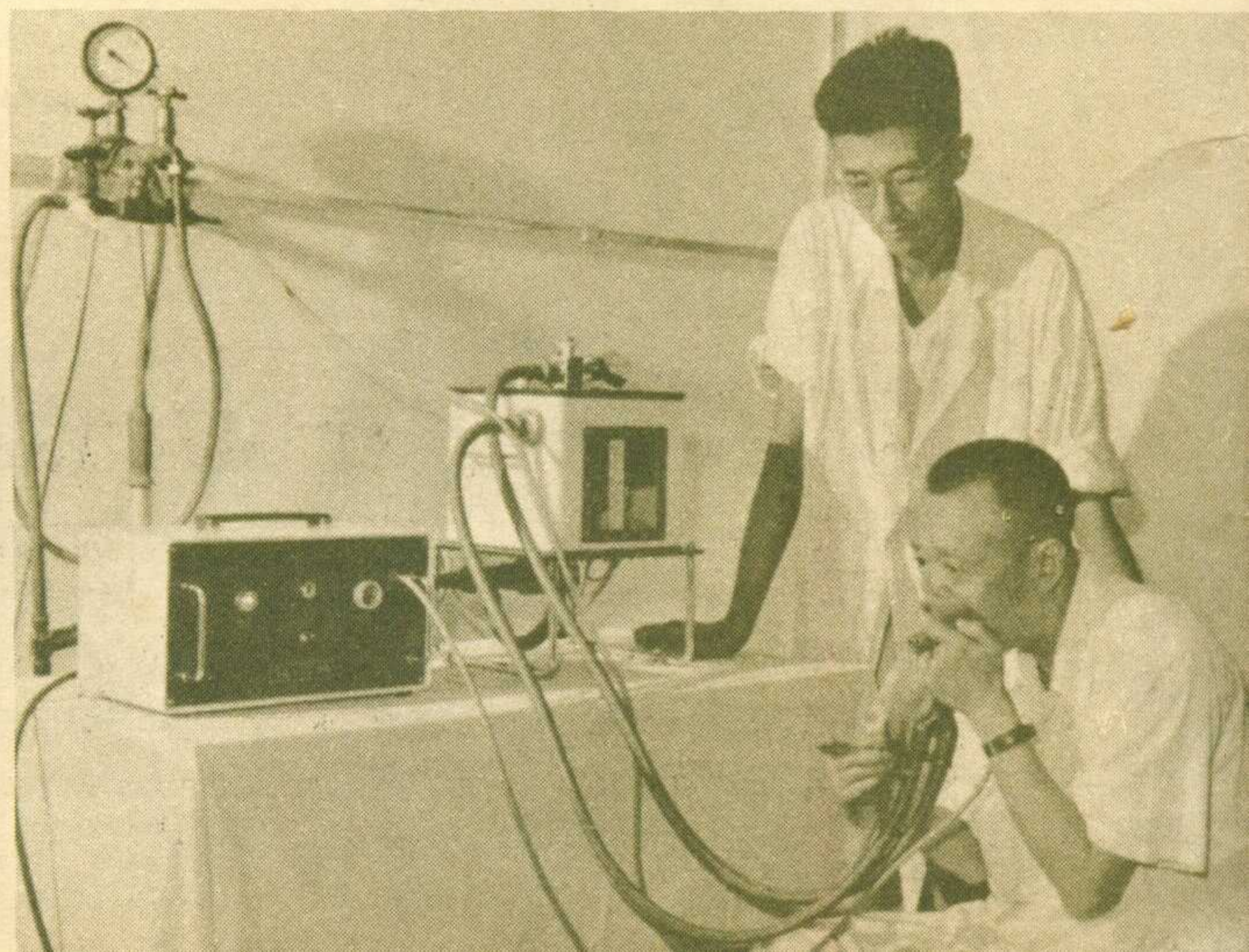
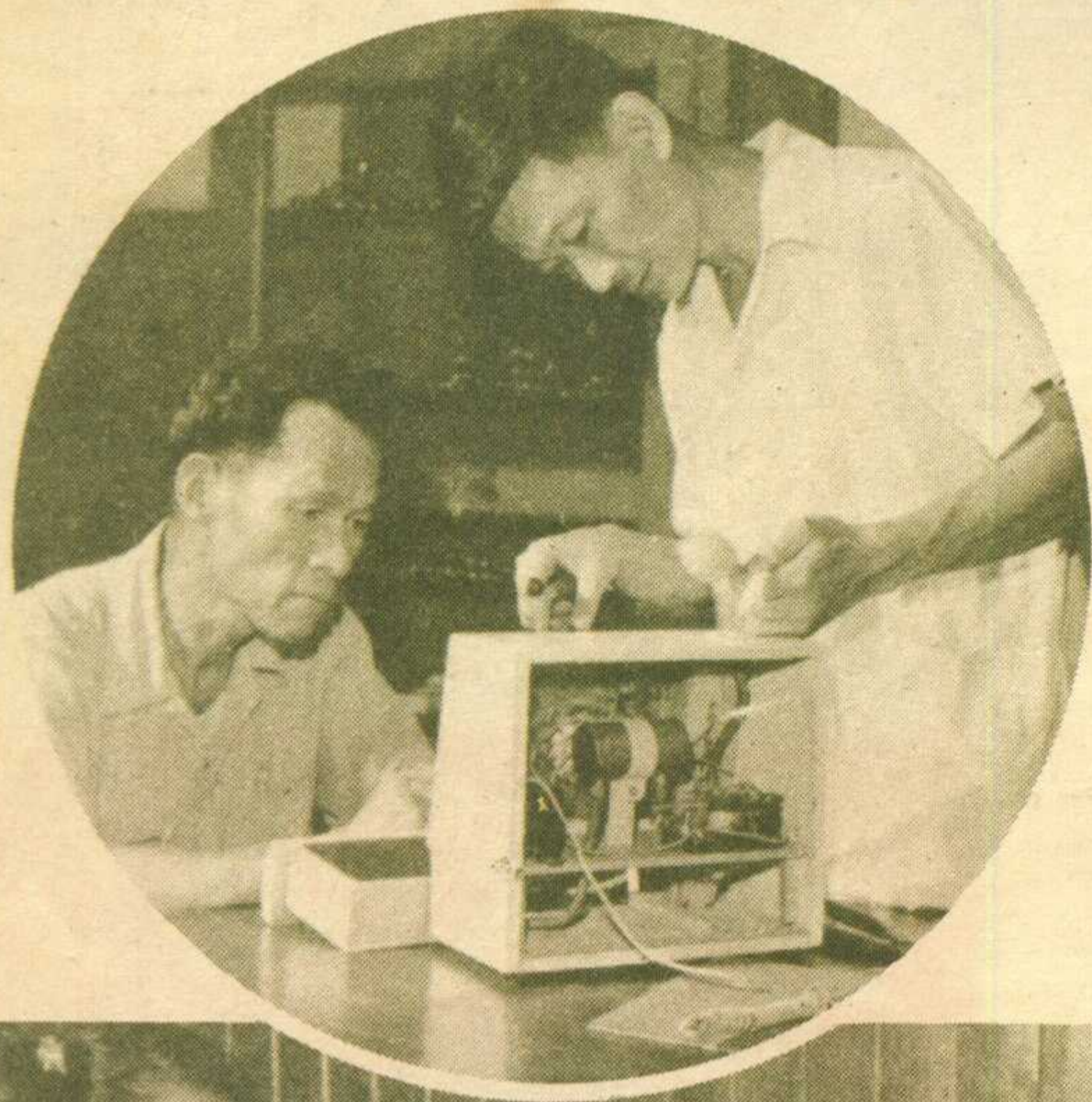
③

新的理疗器械

左：上海广慈医院医生丁文祥和耀华医疗器械厂合作试制成功一种肠套叠治疗机，可以代替外科手术治疗小儿肠套叠症。图为丁文祥医生（右）和陆锡康工程师正在进行试验。

左下：上海宇宙理化器械厂生产的超声波治疗机，对面部神经瘫痪症疗效超过单纯针灸治疗。图为使用这种器械进行治疗的情形。

右下：上海中山医院医师用自制的间歇正压呼吸器为肺气肿病人进行治疗。
(新华社记者杨溥涛摄)



无线电电子学在医学中的应用

黄泽楷 向多式

无线电电子学理论和电子仪器日益广泛地应用于临床医疗和医用生物学。在我国，随着社会主义建设大跃进，各大医院都设立了“物理治疗科”，运用并研制成许多电子医疗器械，为保证人民的健康服务。目前，在理疗项目中，电子学的应用占据了极其重要的位置。它的治疗范围大、效果明显，因而受到广大群众的信任和欢迎。

电子学在诊断方面的应用

人体的正常生理活动中都伴随有许多物理特征。例如心脏在活动时能有微弱电动势产生；脑的反射活动也会产生微弱的生理电流——这就是脑电波。若用微电流放大器把上述两种电流加以放大，再在示波器上显示出图象来，这就是心电图和脑电波图。也可以用记纹鼓把心电流或脑电流的强弱变化记录下来，成为一条曲线。如果某人的心脏或者脑的某部位发生了生理障碍，那么他的这些物理特征必然发生混乱。因此，把有病变的记录曲线与正常的波纹对比，就能够确定病变的部位和程度，这就是心电图及脑电波图在诊断上的应用基础。图1所示为一个心电图的例子。由于病人心脏瓣膜狭窄，在第一导程所给的心电图上，明显地示出了三联律的期前收缩。图中有*号的地方是不正常的波形。用来显示心电图的电子仪器具有高度的灵敏度和准确性，医生根据心电图可以迅速准确地诊断出病人是属于什么情况的心脏病。脑电波描写器甚至灵敏到这样的程度，当大脑支配病人轻轻地咽下口水或者闭一下眼皮时，也能在绘出的波形上显示出来，告诉医生。这两个图形分别见图2 a和 b。

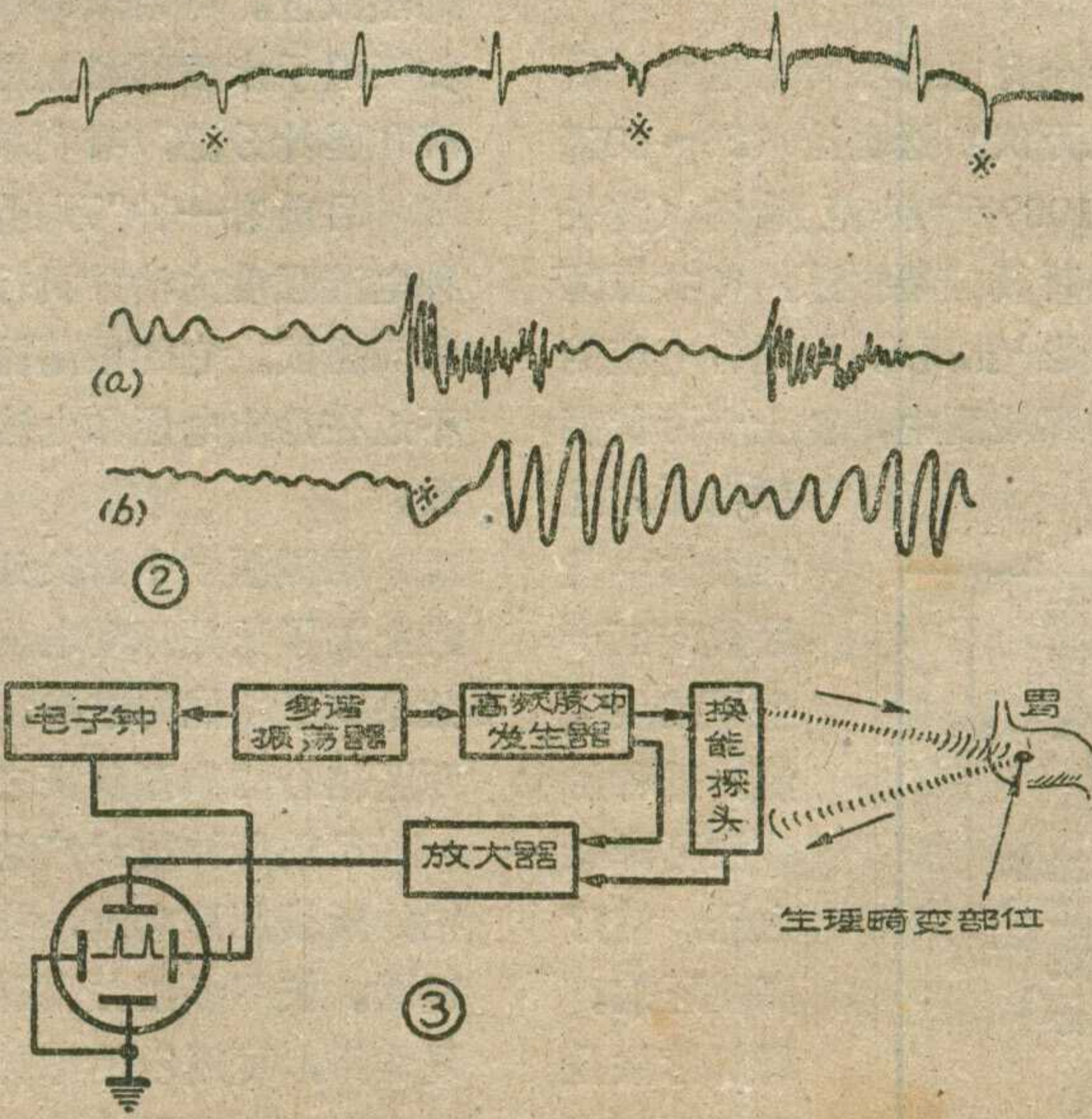
除了心电和脑电图描记器外，还有许多不同的描绘生物电变化情况的诊断仪器，如皮肤电位计、经络测定仪和耳诊机等；有各种测试器官机能与条件反射用的电子仪器，如时值计、测听器、活力测试器、电子闪光灯和各种电刺激器等；有许多放射性同位素仪器及X光设备，如微伦计、计数率仪、射线报警器、各种进位制的

定标器、及各种透视或摄影用的X光机等；还有一些其它诊断用电子仪器，如血氧饱和度测量仪、氮气含量测定仪、电子血压计、水冷紫外线灯和体温脉搏呼吸(TPR)测量和描记设备等。这些电子仪器都是医生的可靠助手，能帮助他们迅速准确地诊断疾病。

如果人体器官某一部位发生畸变，例如产生了胃癌，则高频声波和某些射线对它的穿透本领就会比通过正常胃组织时削弱，因此用电子仪器记录下削弱的程度就可作诊断的根据。这类似于X射线透视显像的原理。目前用脉冲回声的方法来诊断病况已收到极好的效果。常用的就是超声波脉冲回声探测仪，其原理近似于雷达原理，其方框图如图3所示。电子钟部分就是同步信号发生器，它产生有规律的脉冲，一部分送入示波器（并触发扫描电压发生器），使在示波器上产生一个脉冲图象，而另一部分脉冲电压控制高频脉冲发生器使它产生高频振荡电压，通过电—声换能探头（常用钛酸钡晶体探头）变成超声波向外发射。超声波成束状向外发射，碰到阻碍之后就反射回来，再由（声—电）换能探头变为高频电能送入示波器。它显然与前者相差一段时间，因而在示波器的荧光屏上，两个脉冲就相隔一段距离。不同机体在示波器上会显示出不同的距离，而有病态的距离与正常的不同。例如胃癌地方会发生反射，那么它的回波就较其他正常反射波回来得早（因其通过的距离短，时间也短），这样医生就能知道病变的位置和范围大小了。这对癌肿早期诊断有极大意义，他比X射线透视诊断来得可靠和准确。

电子计算机的发明和发展给医学开辟了广阔的前景。目前已可以用电子模拟计算机代替医生的一部分脑力劳动，替病人诊病，据说，其准确性还是相当可靠的。近代半导体的发展给医学提供了效率高、速度快、体积小

的仪器和医疗器材。例如半导体温度计、光敏电阻、光电池等。半导体电冰箱的温度控制方便（只要控制电流强度），而且可以做成任意的形状，因而制成了适合



在显微镜下运用的半导体电冰箱，使切片直接在低温下操作，可使温度降低到 -50°C ，既方便又可靠。另外可以把半导体发射机制成药丸大小，从口腔服入，把体内情报发送出来，这等于把医生的眼睛放入了人体内部，对很多无法判断的疾病可获得事先的报告。这种发射机当其中原子电池用完之后，可随粪便排出体外。

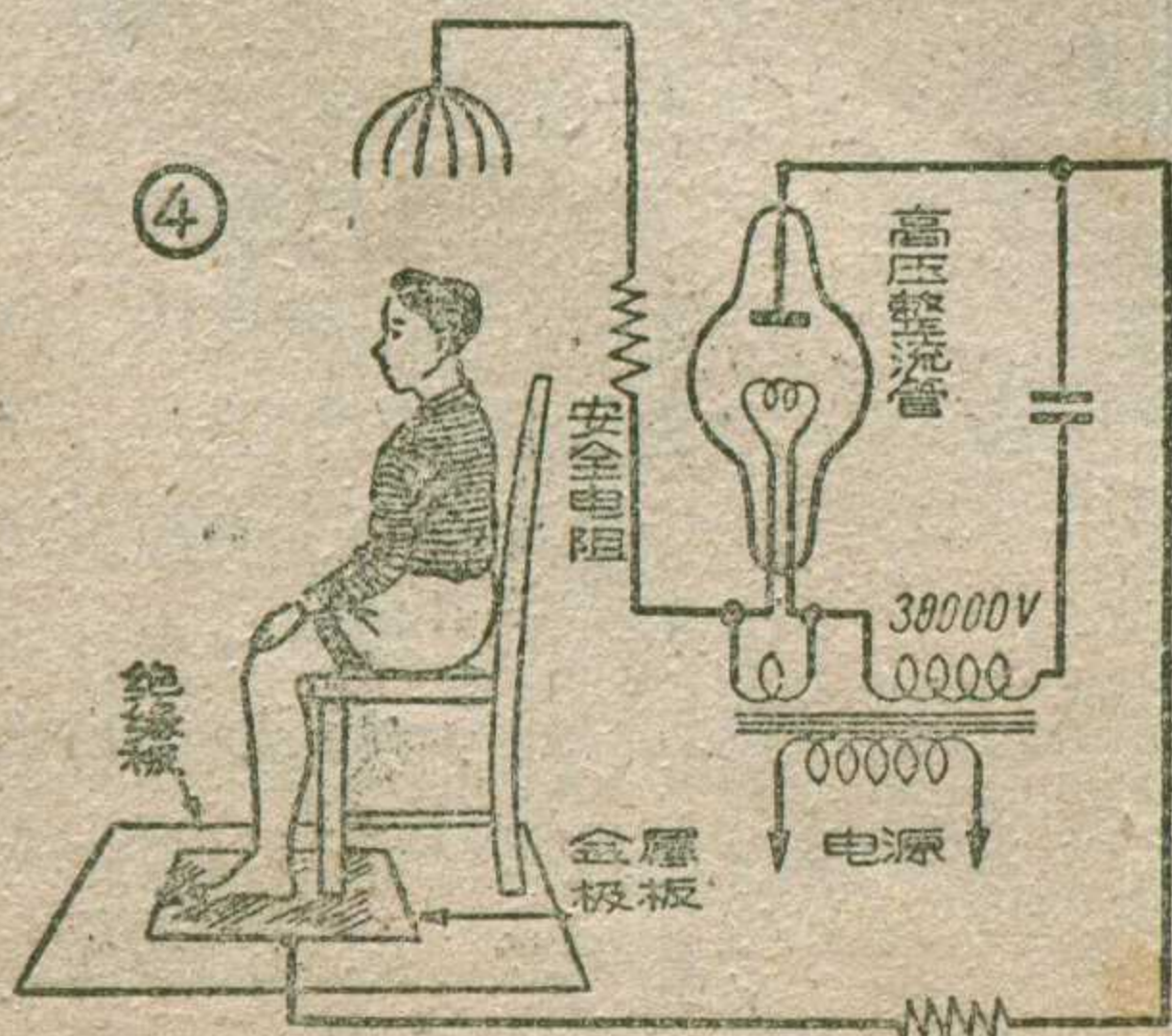
电子学在治疗方面的应用

利用电场作用的治疗方法称为电疗。电疗随所使用电流的频率不同和所加电压与电流强度的大小（剂量）而有完全不同的治疗作用。

首先，让我们谈谈静电疗法。它是利用电压很高（可达 $6\sim 10$ 万伏）电流很小（ 1 毫安）的强电场作用于患者。仪器使用情况如图4所示。患者坐在一张与地面绝缘的椅子上，高压电一极与两脚相接，而另一极悬于头顶 $10\sim 15$ 厘米处。上面的极板成灯罩形，由许多具有尖端的导体构成，能产生极强的电场。治疗时病人能感到头顶有微风吹动，故称为电风，也称为静电淋浴。这种方法对治疗神经方面的疾病，如头痛、失眠等有很好的效果。

在电疗中也有使用稳定直流电或脉动直流电的，前者多由于电池、蓄电池或直流发电机供电，而后者多用交流电整流而不经过滤波作为电源。无交流电农村地区可用干电池经电蟬改变为 50 赫左右的脉动电流。只要其频率和电压电流强度符合要求，不论任何来源的电流都能有治疗效果。当通过直流电时，因为人体是一个电导体，体液是电解液，所以人体内会产生电解现象，在身体治疗部位放上阴阳极，就可达到治疗目的。这种电疗法所使用的电压都在 100 伏以下，电流强度多在几毫安至几十毫安。它能加强身体的新陈代谢和消除炎症，加强再生等作用，也可使药物进入人体，代替注射而毫无痛楚。

利用达松伐尔电流可以作全身电疗和局部电疗。所谓达松伐尔电流是高电压（几万伏）低电流（ $20\sim 40$ 毫安）的交流电，频率在 $150\sim 1000$ 千赫范围内（波长 $2000\sim 300$ 米），其物理特征是断续减幅振荡，每次振荡持续 $\frac{1}{50000}$ 秒，振荡间隔时间是 $\frac{1}{500}$ 秒。用这种电流的全身疗法是将人放在图5中的螺旋笼中，加上十万伏高频电压。这样人体中就因感应而产生了感生电流。这种治



疗法可降低血压，治疗高血压病。局部疗法是利用高频高

压电火花（火花疗法）。应用充气电极在人体特定部位发生电火花，对皮肤有刺激作用，使血管收缩，有镇痛功能，也可使该部位充血。

频率再高时，称为中波透热疗法（ $1000\sim 3000$ 千赫）。这种疗法是利用较低电压（ 200 伏左右）较强电流（达几安培）的等幅振荡电流。利用这种设备治疗时能产生全身或局部温热，促进新陈代谢，也具有消炎、镇痛等作用；而且因为组织温度变化，构成对细菌的不良生活条件，但使组织活动力加强，并激活了各种防御机能，因此中波透热疗法有抑制细菌的作用，例如对肺炎急性期就要用透热疗法。

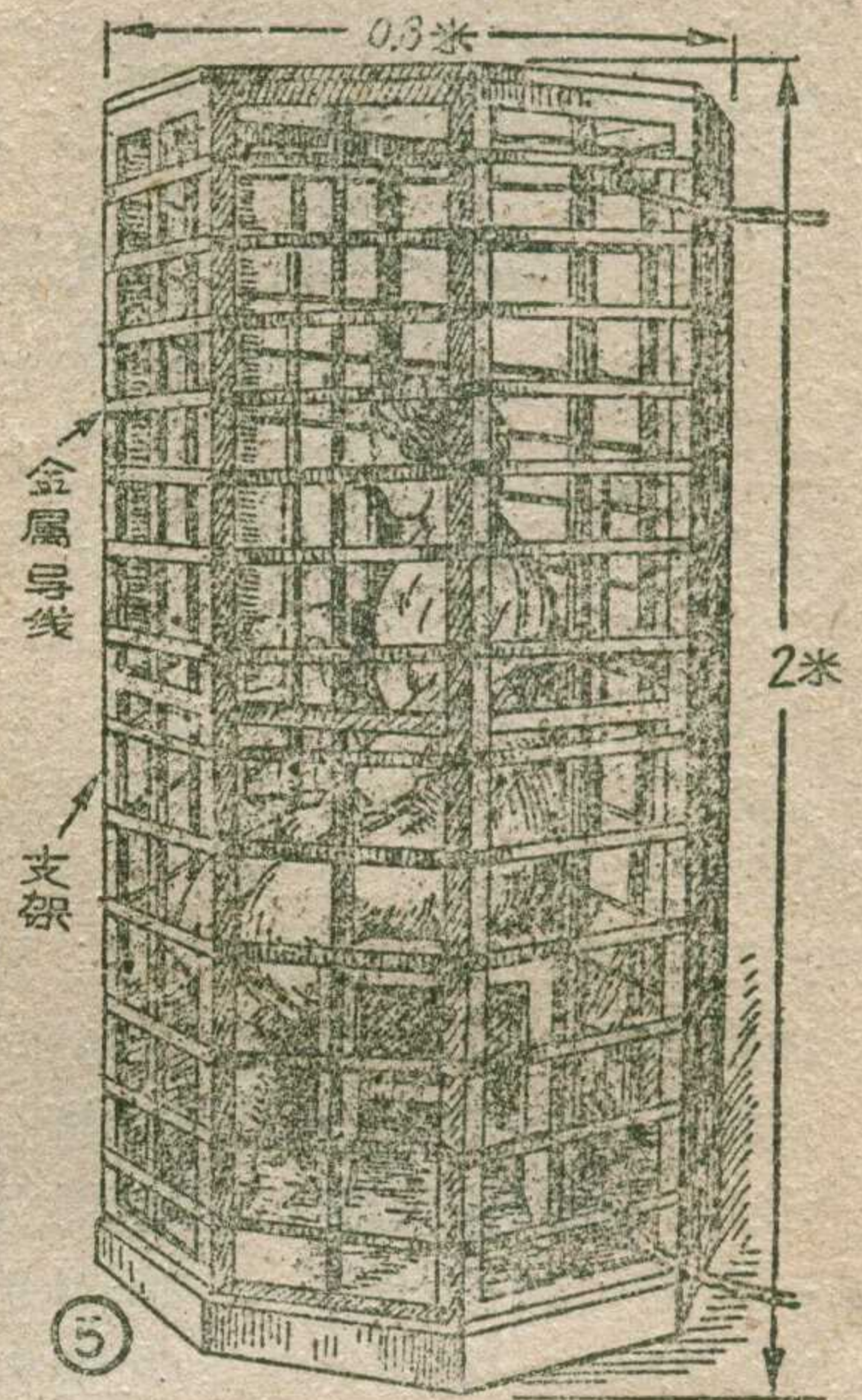
高频电（ $3000\sim 30000$ 千赫）主要应用于外科手术方面，可用来做电切、电凝固、电干燥等手术。电切是把一个电极的面积加大些，而另一电极做成针状或刀状，接近肌肉时可发生火花放电而把肌肉切开。切口的血液已经凝固，是无血的切口，这是电切最宝贵的一点，可减少伤口的流血量。电干燥是利用电极与组织之间的电火花使组织失水。

超高频电疗（ 3 万千赫 ~ 10 万千赫）主要是利用它的热效应。可用来镇痛和使血管扩张以及全身加热（例如低温手术后回温加热就是用这种方法），又能增强胃液和胆汁分泌，有利尿功能。

目前有一种“万能治疗机”，是把上述各种频率，各种电流强度的治疗机综合在一个机器内，使用共同的电源而组成。它的振荡器与一般无线电振荡器大同小异，不过在输出电压和电流的标明和控制方面比较准确和细致。

祖国医学中针灸疗法占据了重要地位。目前有人在针上加了低频脉动电流，称为电针疗法，使针灸的治疗效果有了明显的进步，大大地扩大了治疗范围。这是中西医结合的典型例证之一。

目前脉冲技术广泛地应用于治疗。在头部施用有节拍的断续脉冲电流，能引起神经系统的疲劳感觉而进入睡眠。使用多谐振荡器产生断续脉冲，在小剂量时有催眠作用，可用以治疗神经衰弱症，也可用作临床麻醉代替麻醉剂，而不会产生不良后果。



电子刺激器

〔苏联〕Ю·谢尔巴柯夫

在现代生理学和医学的实验和诊断中，广泛地使用着能产生具有各种不同宽度、频率、波形和幅度的脉冲电流的电子仪器，用来测定易变性、综合值、时值、强度时间曲线，用来进行肌肉的诊断刺激和治疗刺激以及电催眠等。

下述仪器可得到不同极性的有节奏的矩形脉冲或指数脉冲，其频率可连续地由 0.25 赫变到 2000 赫。脉冲宽度可在 0.02~200 毫秒内连续调整。在负脉冲时，其振幅可连续地或阶跃式地在 0~250 伏内调整，正脉冲时可在 0~150 伏内调整。脉冲频率、宽度和振幅的调整是互不相关的。

此外还能产生不同极性的、宽度和振幅可以连续变化的单个矩形脉冲，以及电压由 0~300 伏的直流电。

仪器电路比较简单，没有特殊的零件，可在任何实验室内制造。

仪器方框图及主要波形图如图 1 所示。装有 MH-3 型氖管（图 2 中的 Π_5 ）的张弛振荡器 1 产生后沿陡峭的锯齿形脉冲（曲线 a）。

RC 积分电路把它变成短时脉冲（波形图 b），以后被放大器 2 放大（波形图 b）。脉冲在放大后进入触发线路 3，触发线路在此脉冲作用下产生矩形脉冲（波形图 c）；放大器 4 再把它放大到所需要的值。

仪器的原理电路如图 2。用转换电容器（转换开关 Π_1 ）的方法实现频率的阶跃变化，用变化电阻 R_2 的方法实现频率的连续变化。要得到单个脉冲时，可将氖管短

应用电子学仪器产生高频振荡，而借助于电—声换能器产生超声波束，并使这波束作用于所治部位（多数通过水为媒介），超声波将在所通过的组织中转变为热量，这样可以加强新陈代谢作用，在治疗关节炎方面效果很显著。超声波辐射可以改变细胞的胶质状态，使细胞膜扩散，渗透压增高，对组织生长有良好影响。据此，超声波可用来医治慢性溃疡及软化瘢痕组织。

用电能变为红外线 and 紫外线的技术，在医疗方面的应用已有相当的发展。红外线常由红外线灯产生，紫外线多用水银石英灯产生，它们都广泛地用于临床治疗和科学研究上。

各种形式的小巧灵敏的助听器，已经是很多人都很熟悉的了。有了它们的帮助，使聋者能重新听见声音。在苏联，将要大量生产生物电假手。将这种假手装在残余的前臂上。人想做什么时，他的前臂中的有关肌肉就

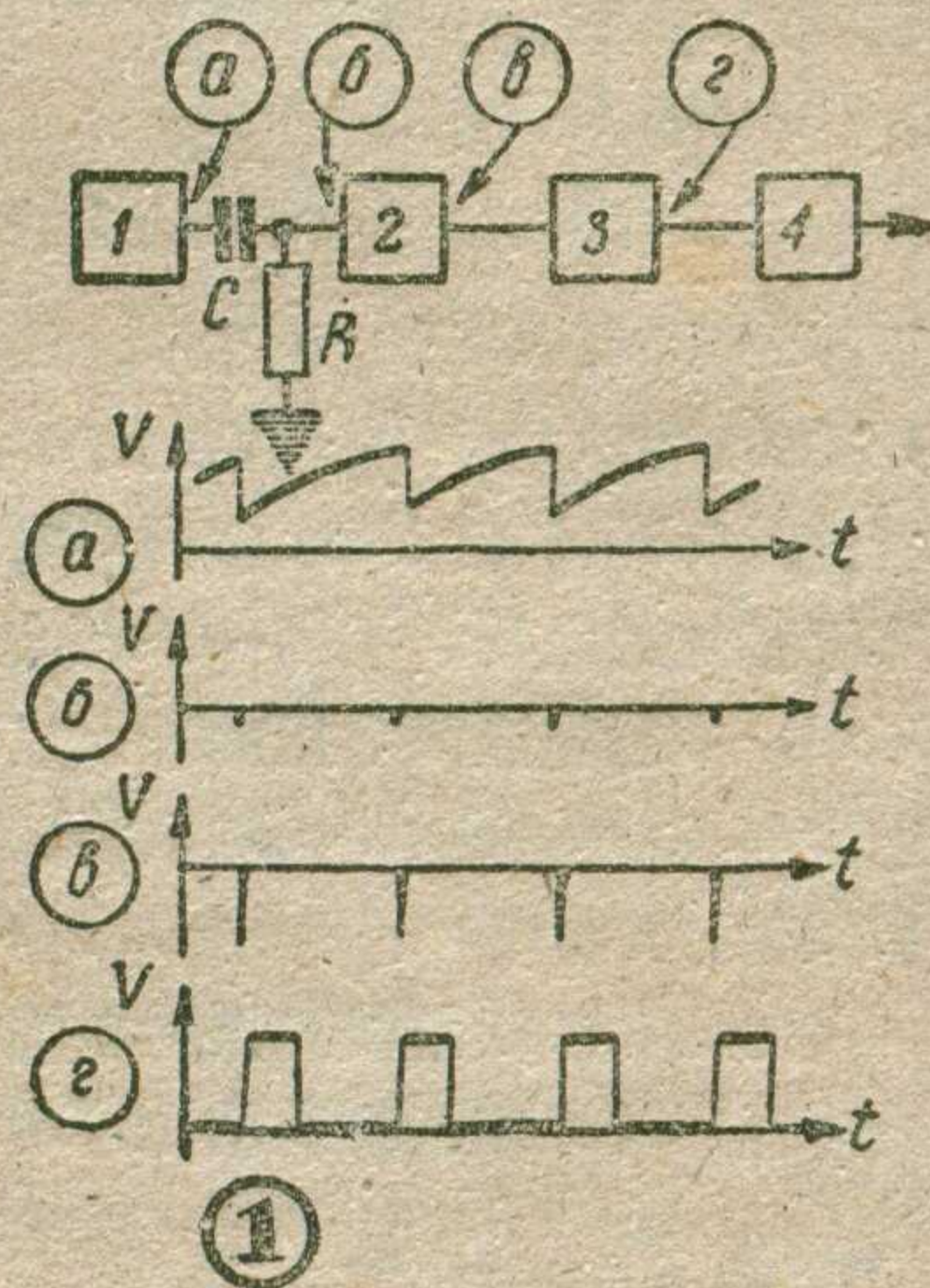
路，将振荡器断开。

脉冲放大器是推挽式的，用 6H7C 型电子管 Π_2 装成。此电子管的第二个三极管没有栅漏电阻，这样便可获得极短时脉冲。在“单个脉冲”位置时按压按钮 K_1 ，电容器 C_3 的放电电流即加到第二个三极管的栅极而被 Π_2 放大。

下一级用 6H7C 型电子管 Π_3 ，其工作如下：起初，第一个三极管由于阴极电阻上的电压降而封闭，而第二个三极管通流。这种状态是稳定的，它可继续到任意长的时间。当把负脉冲加到第二个三极管的栅极时，第一个三极管通流，第二个三极管封闭，即转入不稳定的状态。电路处于不稳定状态的时间主要决定于电容 C_7 (C_8) 和第一个三极管栅极的电位。随后发生第二次跳变，电路又回到原来的稳定状态。

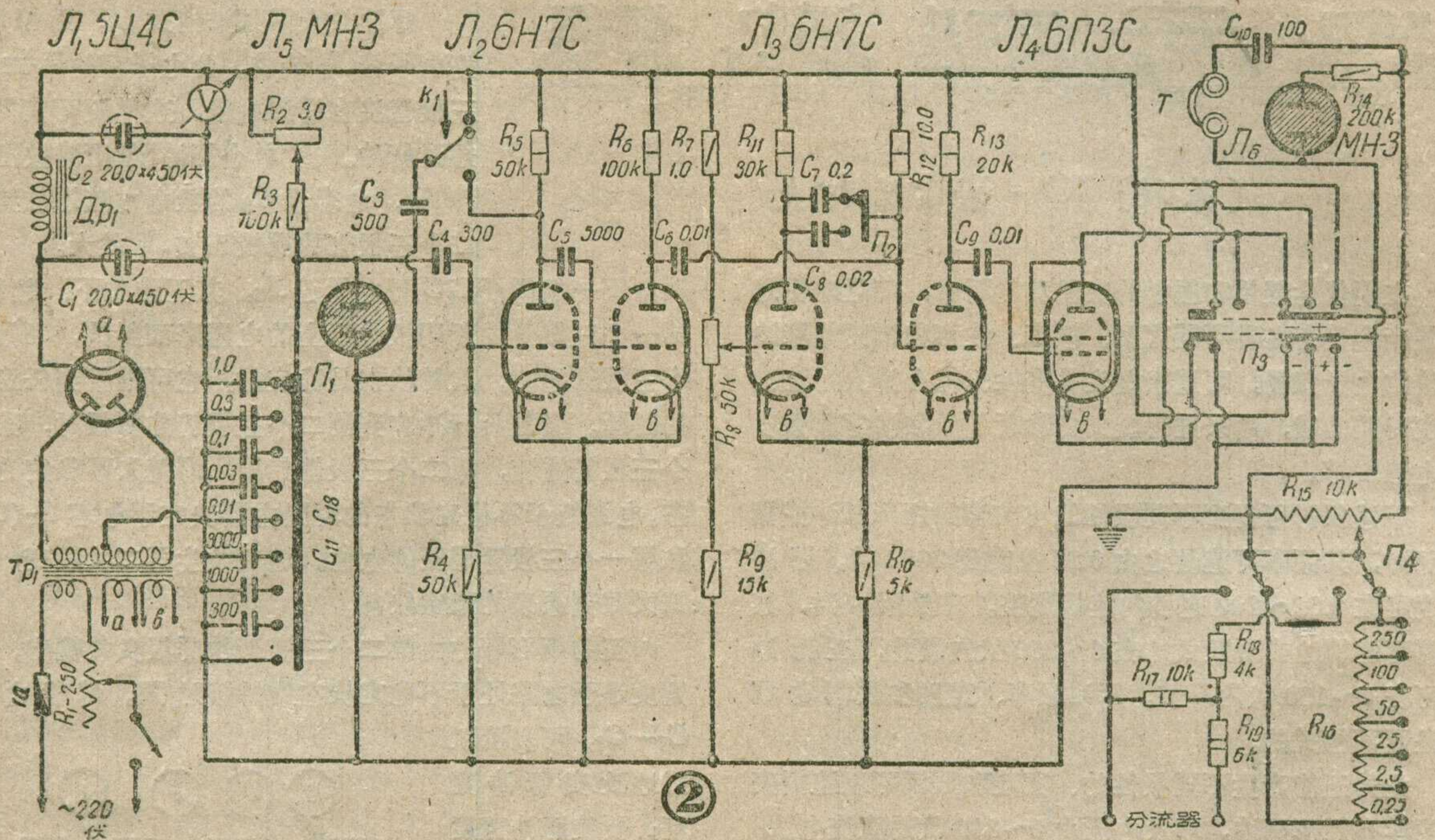
正的矩形脉冲由第二个三极管的屏极负载输出，其宽度等于电路处于不稳定状态的持续时间。转换电容 C_7 — C_8 ，可以阶跃式地改变脉冲宽度；要使脉冲宽度连续改变时，则用电位计 R_8 。电阻 R_9 的大小在调整和定标度时选定。

正脉冲由电子管 Π_3 的屏极加到末级电子管 Π_4 的栅极，这个栅极也没有栅漏电阻。极间耦合电容器由于栅流而充电，于是电子管封闭。只有



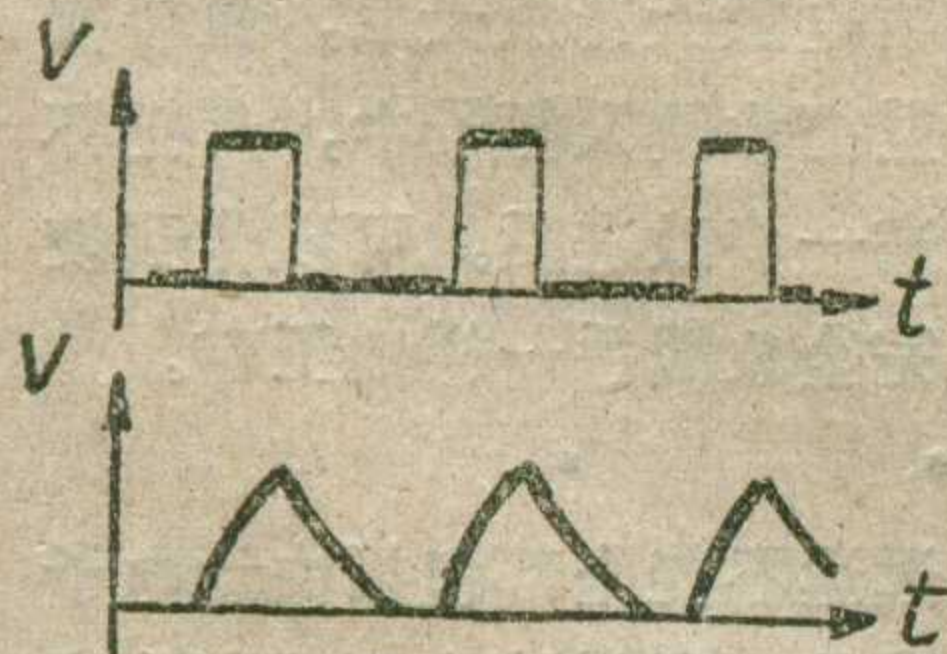
产生相应的生物电，经过生物电放大器放大后，直接操纵假手动作，例如，从瓶子里把水倒入杯子中，并把杯子举到嘴边。这种假手经过进一步改进后，可以作到使每一个指头都能活动自如，完全象真手一样地工作。

前面所举的一些例子，远远不能全部包括由于电子学应用于医学而获得的巨大成就。科学技术的不断发展，将为电子学在医学中的应用开辟出不可估量的广阔前景。应当指出，电子学在医学中的应用还是一项新的成就，目前对它的作用本质的研究和探讨还不很成熟，还有待于大量的医学工作者、电子学工作者和无线电爱好者深入钻研，密切合作，使医学电子学这个新生的蓓蕾，在祖国社会主义的大花园中，为了保障劳动人民的健康，开出瑰丽的花朵，结出丰硕的果实。



在脉冲输入时，电子管才工作。负载电位器 R_{15} 可用转换开关 Π_3 接入电子管的屏极（这时输出脉冲为负）或阴极（这时脉冲为正）。 Π_3 转到最右位置时，在电位器上加有已整流的电压。用同一个转换开关，根据脉冲极性的不同，使已整流的电压的正极或负极接地。这是为了使患者与仪器外壳有相同的电位。输出指示器是用的耳机和氛管。

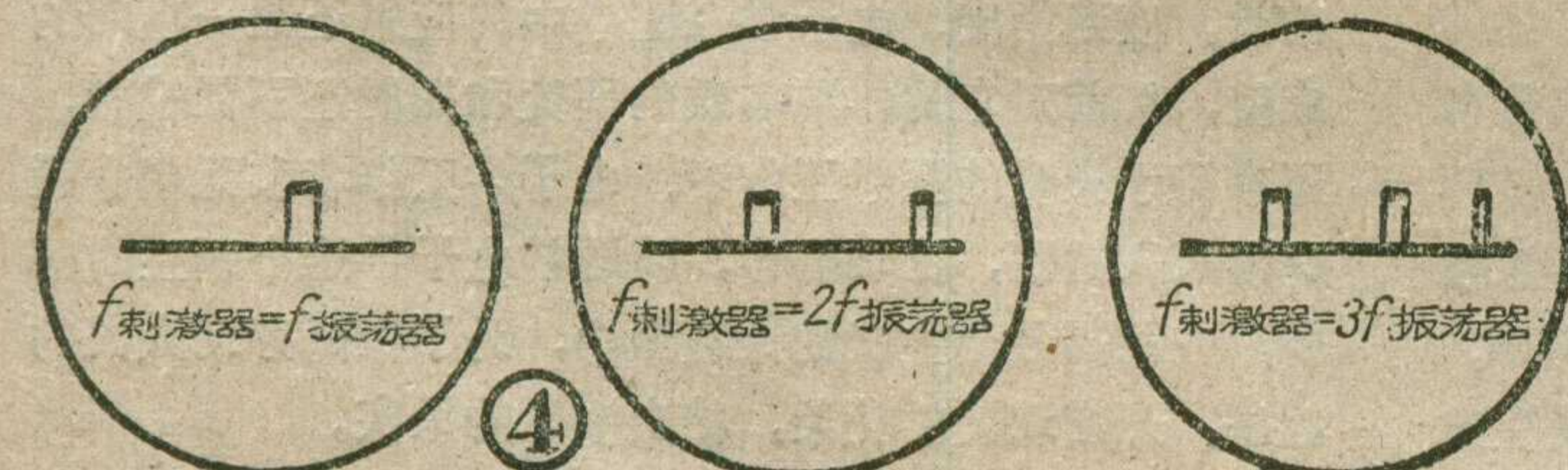
仪器由 300 伏整流器供给电源，用的是一般的电路，电源变压器可以用任意的结构，功率为 60~70 瓦。屏极电压用磁电式仪表监测。在电源变压器初级线圈的电路中接一变阻器，用以调节电源电压。



③

若对频率稳定性和脉冲宽度提出特别严格的要求，则氛管振荡器和触发电路的电压可用 $\Gamma-4$ 型稳压管加以稳定。

矩形脉冲能变换为按



④

指数规律增长和下降的脉冲。为此在输出端联接一积分电路（图 3）。

根据 RC 电路的时间常数的不同，可得到或大或小的增长陡度和下降陡度。

本仪器利用示波器和声频振荡器来划定标度。

在低频上定标时可利用秒表，在高频时则采用跟声频振荡器频率相比较的方法，为此将声频振荡器的信号加到示波器的水平输入端，刺激器的信号加在垂直输入端，而在荧光屏上即可观察到一些特殊形状的李沙育图形（图 4）。

在定宽度的标度时，接通示波器的扫描信号发生器，并使其频率跟声频振荡器频率同步。将刺激器的信号加在垂直输入端，以观察脉冲宽度占扫描周期的几分之一。

定振幅的标度时，首先要确定示波器的灵敏度，为此在垂直输入端加一已知大小的交变电压 Y （例如 100 伏），并记下电子束的偏转 X （如 50 毫米），这时灵敏度为

$$\sigma = \frac{X}{2\sqrt{2}Y} = \frac{50}{2 \times 1.4 \times 100} = 0.179 \text{ 毫米/伏}$$

随后由刺激器加一信号，由于知道了示波器的灵敏度，所以可以求出这个信号的振幅。



原纖維性变消除机是一种医疗设备。借助于这个设备，可以使心臟摆脱人在触电和进行心臟手术时經常发现的原纖維性变状态。消除原纖維性变是利用电容器放电所获得的短暂高压电脉冲来施行的。当人触电时，就利用电极将这些脉冲加到人的胸廓。这时必須把脉冲的持續時間严格控制在0.01秒。在仪器中必須使电容器能够平稳地充电。在每一种个别情况下，电容器的充电应在一定电压下进行，这个电压的大小取决于放电对象(人体)的电阻，电压的数值可由千伏計上讀出。

原纖維性变消除机

用山形铁心，截面积为6.5平方厘米，它的初級綫卷用直徑0.24毫米的耐久漆包綫繞1760圈，在1200圈处抽一个头。次級綫卷用直徑0.6毫米的耐久漆包綫繞21圈。以上所有綫圈最好都用石蜡浸制。

和变压器 Tp_1 的初級綫圈串联接入綫圈 L_1 (0.213亨，电阻57欧) 以限制充电电流。

当按钮 Bk_2 閉合时，监察电容器充电的指示氖灯 Λ_3 便开始作用；氖灯 Λ_2 則用来监察市电电压。和这两个氖灯串联的电阻，其大小取决于氖灯的点火电压。

为了保护二极整流管和使电容器平稳充电，在整流器的阴极电路中接入电阻为30千欧的 R_3 (10瓦)。 R_4 、 R_5 、 R_6 电路組成分压器。千伏計的量程 (0到3000伏和0到6000伏) 用开关 Bk_3 来确定。

为了保护二极整流管和使电容器平稳充电，在整流器的阴极电路中接入电阻为30千欧的 R_3 (10瓦)。 R_4 、 R_5 、 R_6 电路組成分压器。千伏計的量程 (0到3000伏和0到6000伏) 用开关 Bk_3 来确定。

此外，仪器的构造应保证操作便利、简单和迅速，尽可能地避免錯誤使用的可能性。因为在原纖維性变开始发生后3~4分钟，病人就已临近死亡了，所以这些要求是十分必要的。在使用这一设备时保证安全，也是一个很重要的条件。

上述设备可按所示的电路图装配。为維持心臟正常工作所需的适当形状和持續時間的脉冲由电容为24微法的电容器 ($C_1+C_2+C_3$) 通过电綫圈 L_2 (0.266亨) 放电而得到。也可以用其他的电容器組合来得到所需的电容量，只要这些电容器的总电容量等于24微法，并且耐压能大于6000伏就行了。在装配时，要考虑到电容器总电容量的改变将会引起脉冲持續時間的改变。

从图中可以看出，电容器是用由二极整流管 Λ_1 (2Ц2С) 构成的整流器来充电的。整流器上的电压由两个单独的变压器供給：第一变压器 Tp_1 ，输入电压150—220伏，输出电压6000伏，接屏极电路；第二变压器 Tp_2 則接灯絲电路。使用两个变压器是为了符合安全的要求。特別應該注意变压器綫卷間的絕緣质量。

高压变压器用截面积为15平方厘米的山形铁心。它的初級綫卷是用直徑0.6毫米的耐久漆包綫繞600圈，并在450圈处抽一个头，供150伏輸入用。次級綫卷用0.16毫米直徑的耐久漆包綫繞13500圈。灯絲变压器也

整个设备的控制机构及指示器都装在面板上(包括：充电按钮、指示灯、微安計、开关、放电按钮、量程轉換开关、塞绳插孔、地綫接綫柱等等)。

电极是用鍍镍薄鋼板制成，其形状为平板状，并附有絕緣把手。电极能从电綫上取下，以便在动手术时进行消毒，因此絕緣把手要用耐高溫的材料来制造。

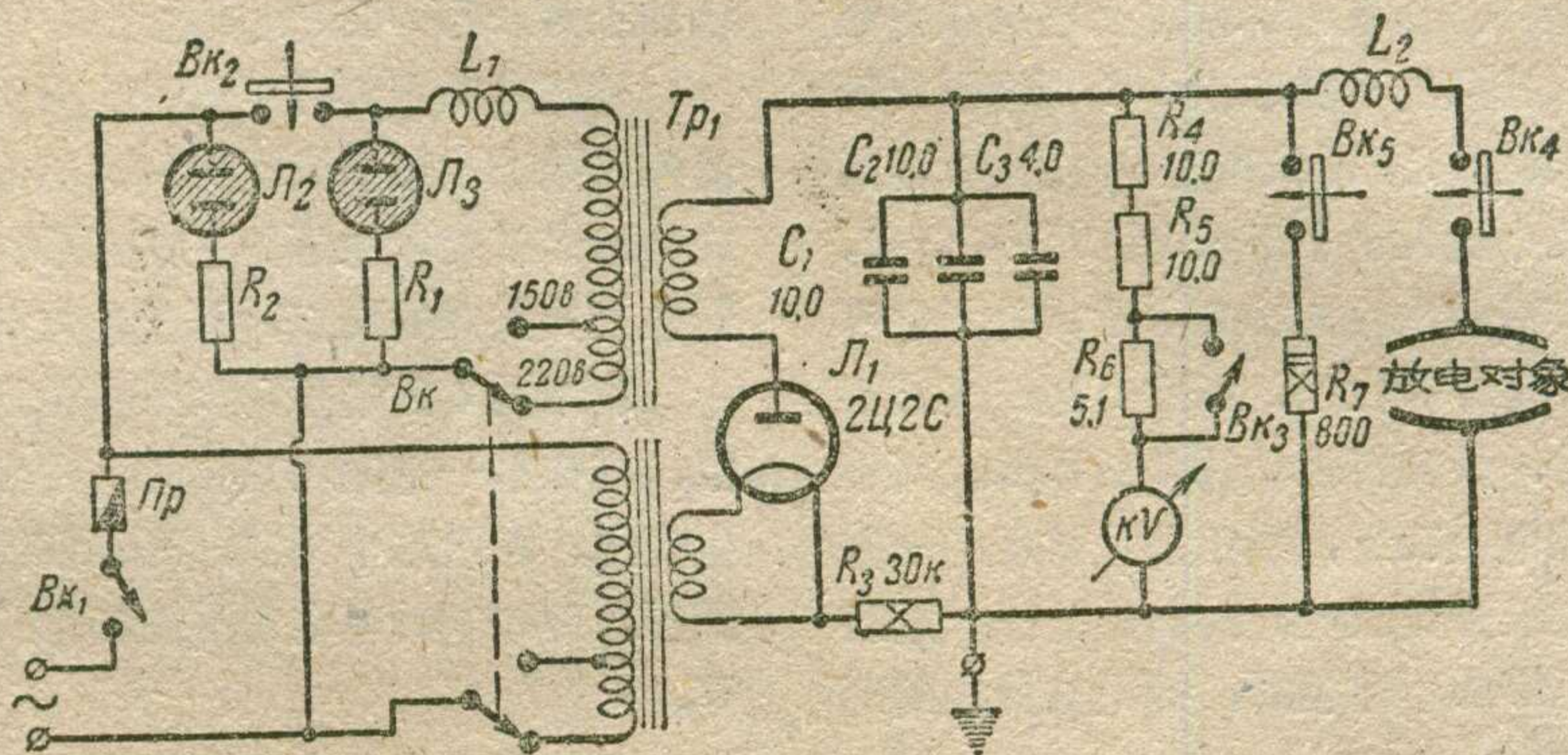
原纖維性变消除机在接通电源前必須妥当地接地。应当时刻記住：它的一个电极是和机壳相連，这个电极永远要接地。这个设备最好附一个相应的說明书。

編者按：原纖維性变消除机和其他电气医疗设备一样，只有在懂得运用这一设备的医师的监督和最严格地遵守安全技术条件下才可以使用。

(曹松生譯自苏联“无綫电”1961年第5期)

右图所示为一个直流助听器电路。它由国产小型管1A2П和1K2П裝成。1A2П用作話筒前置放大，調节电位器 R_3 ，可以調节回授的大小以控制音量。1K2П屏极电路中的听筒可采用青年牌耳塞(阻抗1000~1500欧)。电源使用1.5伏(A电)和45伏(B电)干电池各一节。A电可用20小时左右，B电約用100小时左右。这架助听器效果良好，制作简单，业余爱好者大都可以做到。(黄海根)

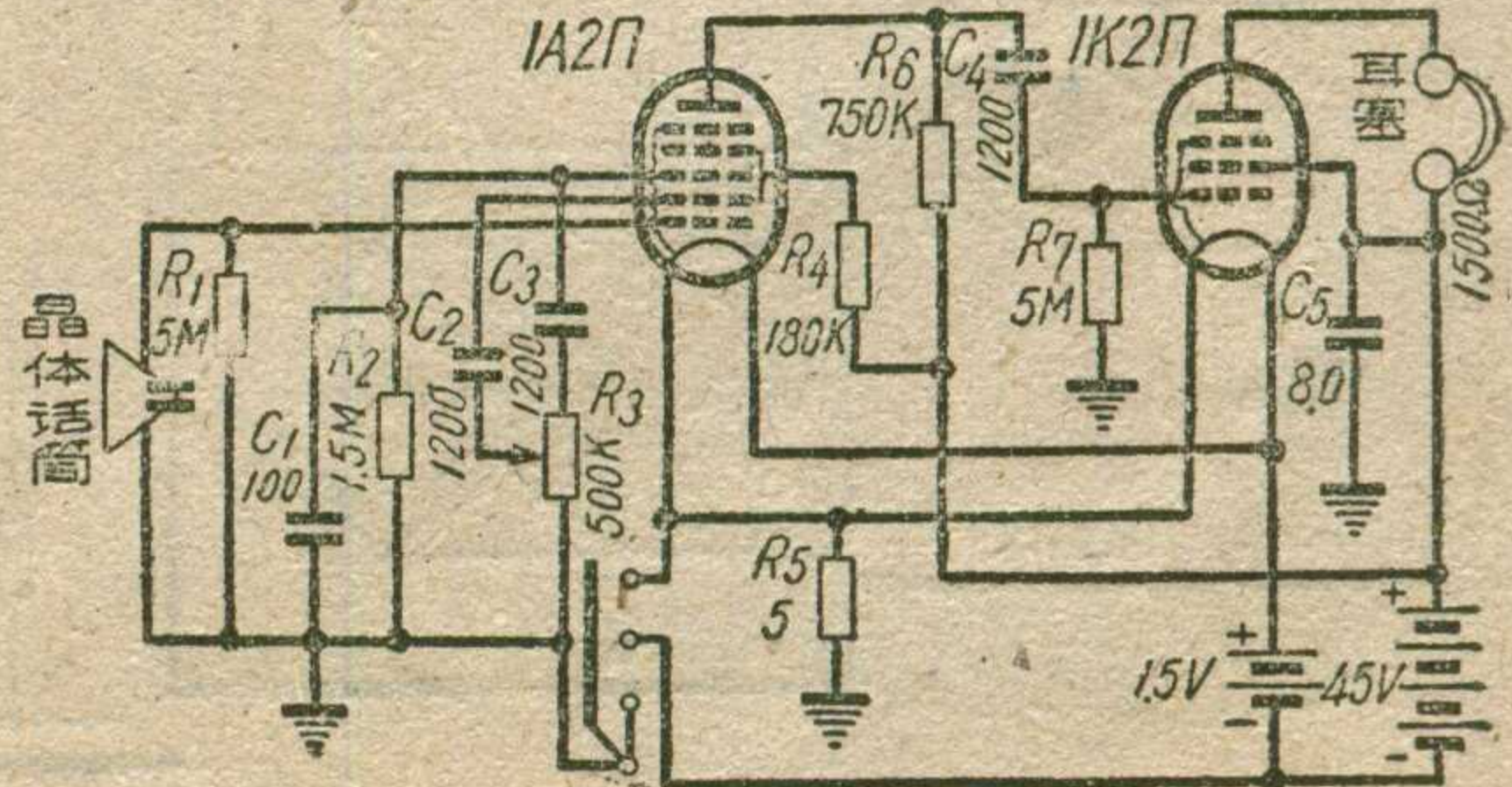
1961年 第6期



在电容器放电电路中接入綫圈 L_2 (0.266亨)。它是一个有可調空气隙的扼流圈，以便于調节电感。按下按钮 Bk_4 时，电容器便开始在放电对象(人体)上放电。在必要时可按下按钮 Bk_5 以除去电容器的放电电荷。

直流助听器

右图所示为一个直流助听器电路。它由国产小型管1A2П和1K2П裝成。1A2П用作話筒前置放大，調节电位器 R_3 ，可以調节回授的大小以控制音量。1K2П屏极电路中的听筒可采用青年牌耳塞(阻抗1000~1500欧)。电源使用1.5伏(A电)和45伏(B电)干电池各一节。A电可用20小时左右，B电約用100小时左右。这架助听器效果良好，制作简单，业余爱好者大都可以做到。(黄海根)



半导体非线性电阻

或 林

常用的电阻，如碳质电阻、绕线电阻、金属膜电阻等，都有这样一种性质：即通过电阻的电流和加在电阻两端的电压成正比，也就是说，这类电阻的伏安特性（ $V-I$ 曲线）是线性的。但是，还有一类电阻，电流和电压关系不是正比的，亦即伏安特性是非线性的。这类电阻就是非线性电阻，由于它们制造的材料主要是半导体，因此，一般叫它半导体非线性电阻。

半导体非线性电阻主要是以碳化硅为基本材料，大致通过装备原材料、配料、压坯、烧结、上电极和检验等几个主要步骤制成。成品的形状和大小是根据需要而定，较常见的为，圆片状、环状、杆状和管状（见图1），其中圆片状的直径可为几个到几十个毫米，厚1到4毫米。

非线性电阻的伏安特性曲线如图2所示。从图中可以看出，不仅伏安特性是非线性的，而且当加在非线性电阻两端的电压改变时，伏安特性曲线是对称的。对不同类型的半导体非线性电阻而言，表示曲线特征的一些量，如非线性情况、电阻开始改变时的起始电压、电阻击穿前或饱和前的电压等虽不尽相同，但伏安曲线的形状大体上是相似的。

由于非线性电阻的非线性，所以在同一电压下，它的静态电阻 $R_c = \frac{V}{I}$ 和动态电阻 $R_d = \frac{\Delta V}{\Delta I}$ （见图2）是不同的，而且都随着电压的变化而变化。但比值 R_c/R_d 和电压的关系很小，所以可以用来表征非线性电阻的基本特性。这个比值称为非线性系数，用字母 β 来表示。

典型非线性电阻的 β 值为 3.5~5。

半导体非线性电阻在无线电技术、电工学、自动控制、远程控制及计算技术中都得到广泛的应用，下面是半导体非线性电阻应用的一些例子。

半导体非线性电阻可用来稳压。图3所示的并联接法是一种最简单的稳压

电路，不过稳定性较差。因此，一般都采用桥式电路（图4）来得到稳定度很高的稳压器。在电桥中选用了两个特性近似相同的非线性电阻 R' 、 R'' ，而线性电阻 R_1 和 R_2 通常也选得相等。这种稳压电路，当输入电压变化为 $\pm 5\%$ 时，稳压系数可达 50 或更高。如果在输入端串联一降压电阻 R_0 （图5），稳压系数还可大大提高。 R_0 的作用与图3中的 R_0 作用相同。因为电桥的伏安特性也是非线性的，电桥相当于图3中的 $R R_L$ 回路，所以加上 R_0 后，可使负载电压更平稳。

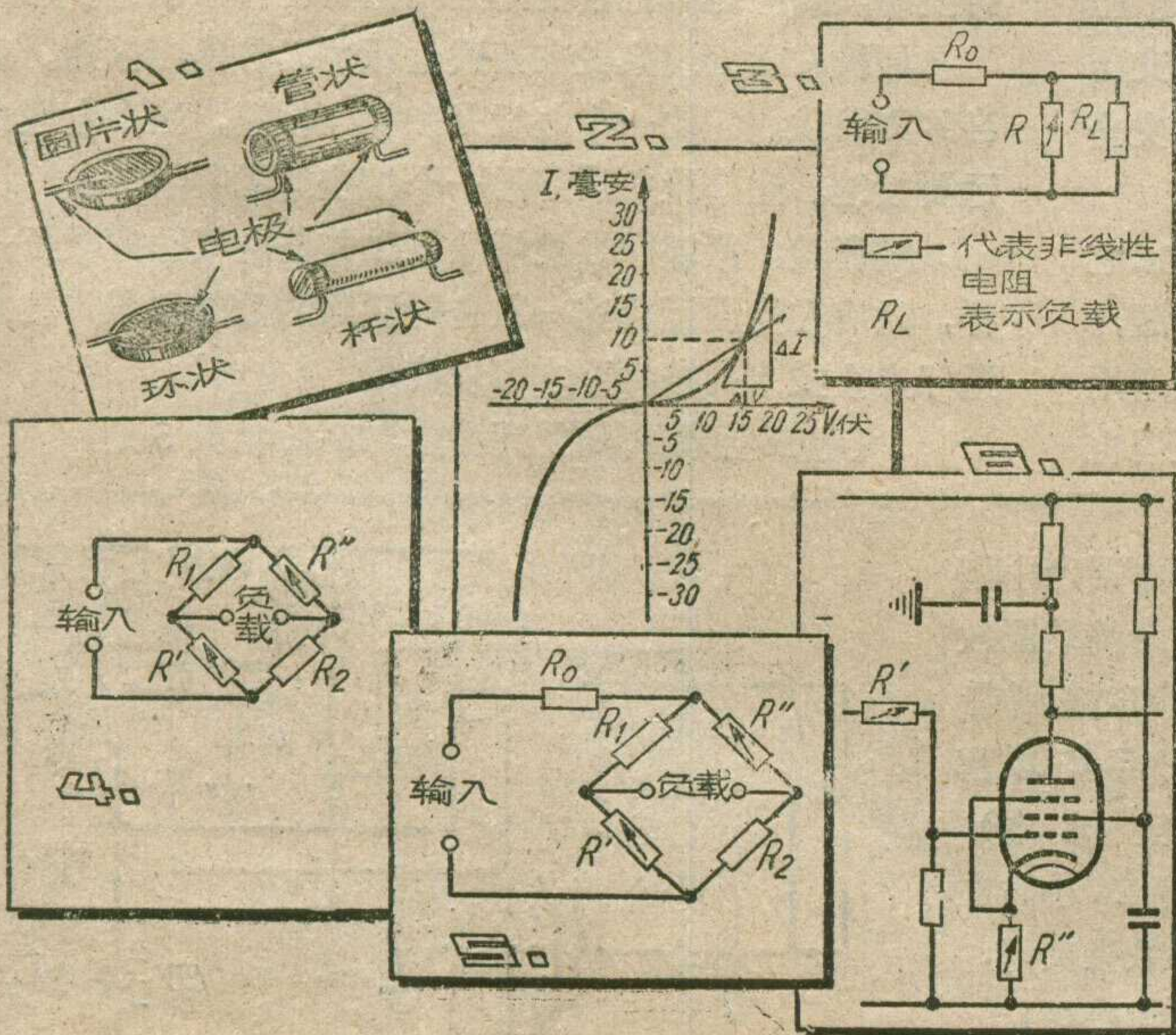
桥式电路同样可用于稳定交流电压的振幅，不过交流稳压输出波形会发生失真。但是利用这种失真，可以成功地作成交流电压的三倍频器。所述稳压器和三倍频器也有其共同的弱点，那就是效率较低。

利用图4的电桥，如果将输入端电压提高到一定数值，并在某一范围内变化时，输出电压极性可能随着发生变化。利用这个特性，可以简便地解决许多自动控制问题。例如小功率电动机旋转方向的无接触自动控制等。

在一些无线电电路中，可以用非线性电阻代替电抗性元件，如隔直电容、阴极电阻等，借以提高仪器的质量。举个例来说，像在脉冲放大器中用非线性电阻 R' 、 R'' 分别代替隔直电容和阴极电阻（图6），可以消除加脉冲后的负尖端和减少负反馈。

在某些测量仪器中，可以在电路中串联一非线性电阻来改进仪器的性能。如放宽测量仪器的标度和使仪器标度均匀，在电压、电流控制器中加大控制器的灵敏度，消除交流工作仪器在接通和断开时打火花，以及消除自动控制继电器接点打火花等。串联接法（图7）的性质可以用图8的曲线表示。当输入是正弦电压时（曲线I），由于通过非线性电阻，负载电阻 R_L 上的电流和电压不再是正弦形，而是曲线II的形状。这说明串联了非线性电阻后，使电流通过零点时的改变速度大为减慢，因而能消除火花。若输入为脉冲电压，也有类似的结果，上述性质便是一些应用的依据。

图3的并联电路，不仅可用以稳压。由于这种电路能使负载电压变化比较平稳，因而，可用来自动调节冷阴极或热阴极整流器及其他一些具有负载急剧改变的电学装置，防止电测量仪器电压过载，自动调节或控制向电炉或



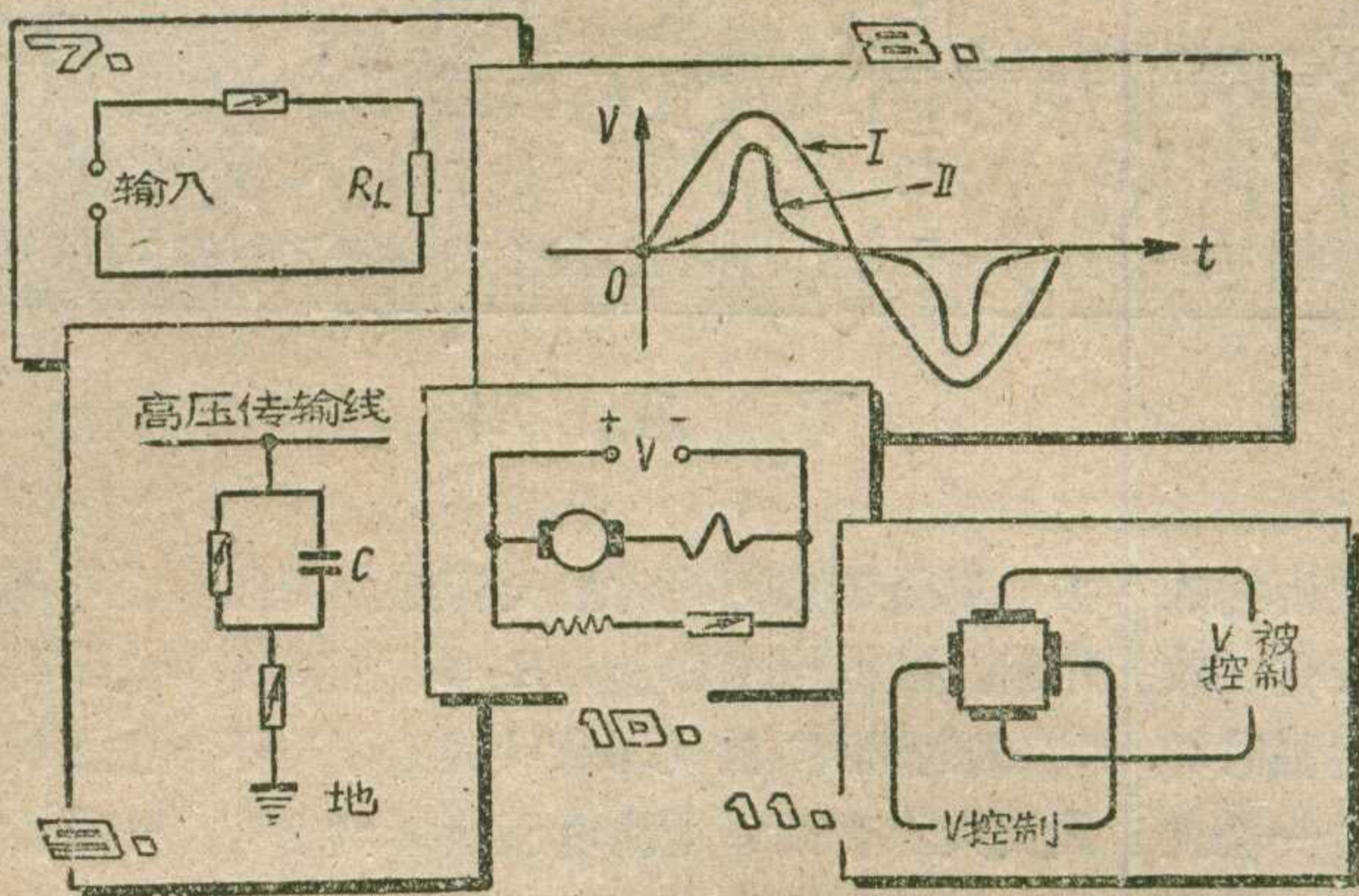
电弧供电的变压器线圈的电压等。

半导体非线性电阻在电话线路中也已得到广泛应用，如用它防护元件过压，调节用户电话的响度，消除自动电话站继电器接点的火花等。

在电工上应用例子之一，就是保护高压传输线，使它在雷雨时不会出现电压过高的情况。高压传输线通过非线性电阻与地相接，如图9所示。非线性电阻的值要足够大，使得在传输线正常电压下几乎无电流通过。当有雷雨放电闪电打到电线上，使线上电压很快增大时，非线性电阻阻值也很快减少，这样就可通过非线性电阻放电，因而有效地保护了高压线。

大功率的非线性电阻可以用来稳定电动发电机的电压和稳定并激电动机的转速。图10所示为将非线性电阻与分路绕组串联来稳定直流电动机的转速。

非线性电阻在计算技术中也得到应用，有人认为它

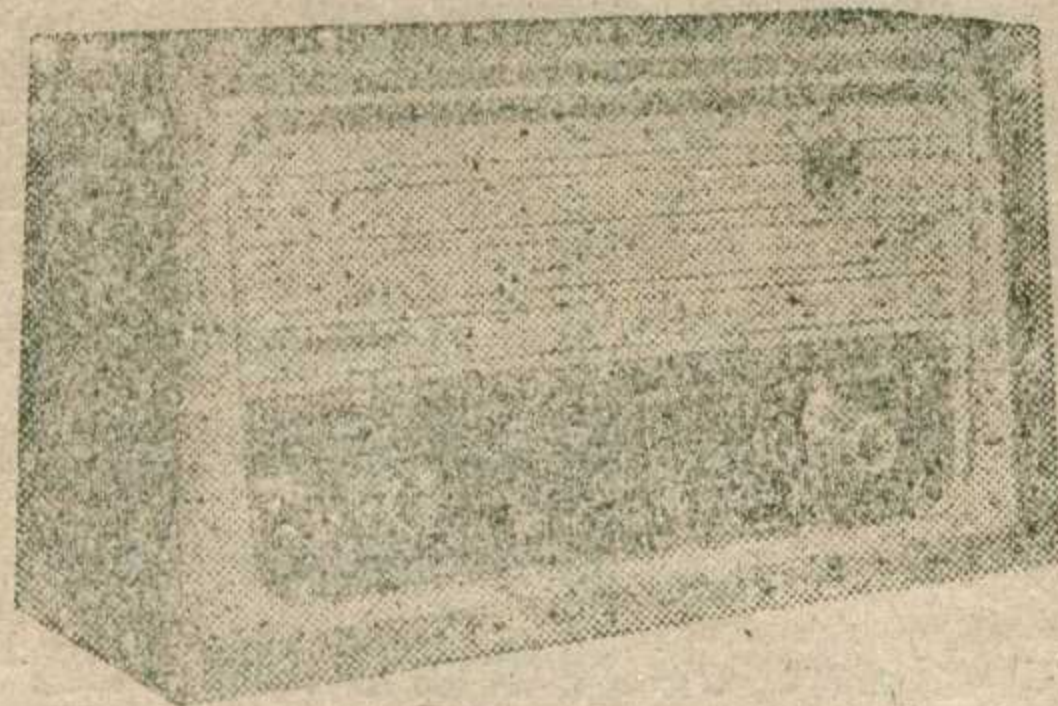


电阻的制造和应用也在不断地发展。目前已出现可控制的非线性电阻，它们的电极不再是两个而是四个或更多，如图11所示。可控非线性电阻的特点是借助横向电场来控制非线性电阻的参数，因此也为进一步发展和应用非线性电阻打下基础。借助横向电场控制非线性电阻参数的原理，可以有許多应用，如相位鉴别器、调幅器、稳压器、自动放大调节器、可控分压器、乘、除装置、可变参数的校正回路以及振荡频率的调节等。据说这种线路的工作可靠、稳定，而且成本很低。

在这方面是很有前途的。它与线性电阻配合，可以用作函数转换器，进行平方、立方、开方、正弦或余弦等运算。

在某些场合下，利用了非线性电阻的非线性来消除一些线路和装置中有害的非线性。

非线性电阻的应用不可能一一列举，上面所说的也只是应用的一些例子。非线性



丰富多采 精益求精

第三届全国广播接收机观摩评比会简况

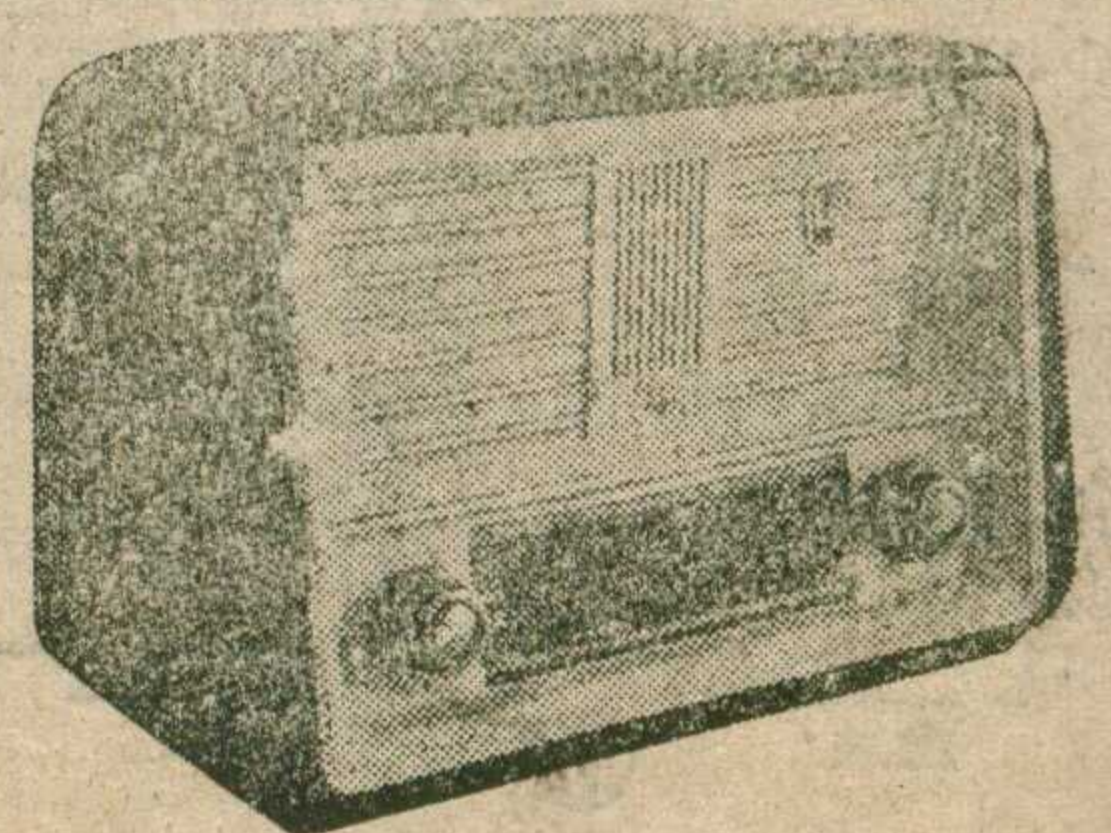
今年10月，在北京举行了第三届全国广播接收机观摩评比会议。从上届评比会以来，短短的两年中，各地无线电工厂进一步贯彻了普及和提高相结合的方针，广播接收机和零件的质量都有显著提高，花色品种也增多了。走进参加观摩评比的产品的陈列室，我们看到了光彩夺目、瑰丽堂皇的各式各样的高、中级收音机、电视机、电唱机、录音机，也看到了优美精致的普及型收音机，还有近年来质量有很大提高的扬声器等各种无线电零件。真是丰富多采，美不胜收。

在这次评比中，对参加评比的几十种广播收音机和零件都作了严格的测试和鉴定，按五个方面的指标评分：即1) 电气电声性能(占40%)；2) 耐受高温、低温、潮湿、振动、冲击的能力(占20%)；3) 使用效果(占

10%)；4) 外观、结构、工艺、安全(占20%)；5) 成本(占10%)。例如作冲击试验时，使用冲击机对收音机冲击，要求收音机冲击后不受损伤，完好如故。又例如收音机长时间连续使用一定时间后，要求保持一定的电声性能。虽然要求这样严格，但是评比结果有很多收音机通过了考验，总分在80分以上的就有七种，即美多663-2-6型(左上图)，熊猫601-1型(右下图)，飞乐261-A型，凯歌593-2型，凯歌593-4型，上海160-A型，红星612-1型，都获得了一等奖。总分70分以上的有熊猫601-1A2型等十五种，获得了二等奖。其它还有卫星31型和牡丹911A型等收音机受到表扬。与上届评比结果相比，拿电声性能来说，上届合格的只占参加评比的产品总数的23.5%，

而这一届合格的就跃进到占90.6%。这充分说明了各地无线电工厂在贯彻中央提出的调整、巩固、充实、提高方针后所取得的巨大成绩。

评比会上，各地代表还总结交流了广播接收机和零件的生产经验，深入讨论了今后生产的方针和任务。通过这次会议，我国广播接收机和零件的生产水平无疑地将会得到更大的提高。今后将生产更多的价廉物美的收音机，精益求精，创立名牌，更好地为广播事业服务。(本刊报导)



收音机的自动音量控制电路

丁 启 鸿

由于大气变化对无线电波传播的影响和其它各种接收条件的变化，收音机天线上收到的电磁波有时强时弱的现象，结果使收音机的声音一会儿变大，一会儿变小，影响收听，在收听短波广播时表现最为显著。为了消除这种影响，在超外差式收音机中一般都装有自动音量控制电路（俄文用 APY、英文用 AVC 几个缩写字表示），用来自动调节由于输入信号强弱而引起的输出变化，使得不管输入信号强或弱，输出信号总保持一定的大小，这样在接收强信号时收音机不致过载而造成严重的失真，以及使扬声器纸盆损坏。但自动音量控制电路并不能使弱信号输入时输出大一些，只不过是弱信号接收时，音量的抑制来得小一些而已。

自动音量控制电路的基本原理是将检波二极管输出电压的直流成分取出，将其负极端送往被控制管，一般是加到中放管或变频管的栅极（见图1）。当输入信号增强时，检波后的直流负压增强，使中放管或变频管的放大倍数减小，使输出信号减小。当输入信号弱时，检波后的直流负压也小，被控管栅负压小，放大倍数变大，输出信号不会低落下去，这就达到了自动控制音量的目的。图1中 $R_2 C_2$ 、 $R_3 C_3$ 用来滤除检波所得的音频调制电压成分，不让它到被控制管的栅极

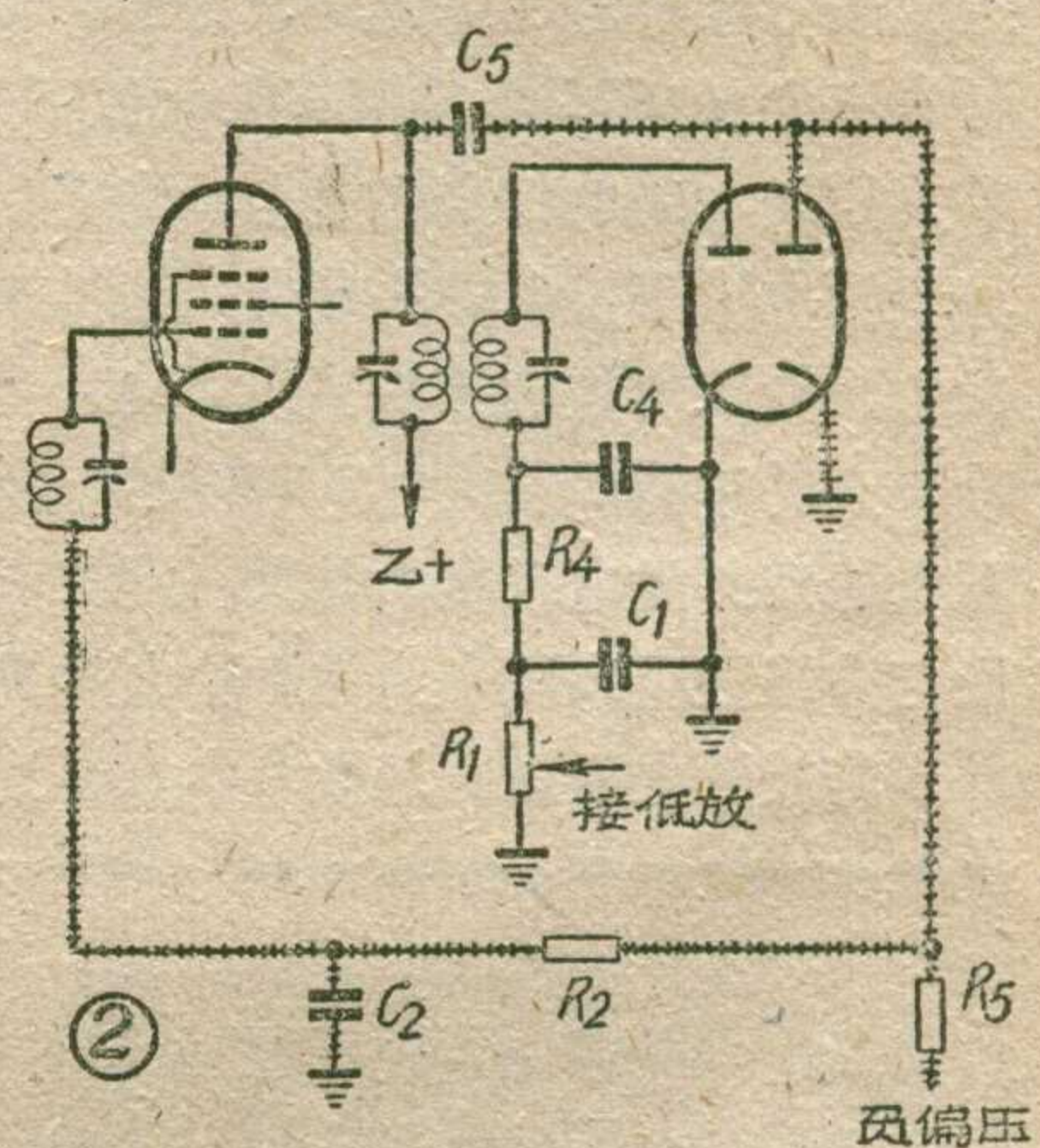
去，以免形成回输对放大管起反调制作用，减低输出音量。 $R_2 C_2$ 或 $R_3 C_3$ 的时间常数（即 RC 的乘积）不能太大，否则 C 上的电压（即自动控制电压）在接收强信号时增加得很慢（充电慢），而输入信号突然变弱时， C 上的电压又来不及很快地降下来（放电慢），这样控制电压会跟不上信号强弱的变化，便失去控制作用，同时也容易将微弱信号漏掉。上述时间常数也不能太小，否则就不能把音频调制电压滤干净。一般在中波收音机中多采用时间常数为 $0.1 \sim 0.3$ 秒，短波收音机中则采用 $0.1 \sim 0.2$ 秒，例如我们选用 0.1 秒，则取 R_2 为 2 兆欧时 C_2 应为 0.05 微法。

对自动音量控制电路的质量要求如下：

- (1) 控制电压只能与高频载波的振幅成比例，不能与音频调制电压有关；
- (2) 控制作用不能引起音频信号的失真；
- (3) 控制速度要快，要跟得上输入信号强弱变化的速度。

以上三点都直接和电路的设计有关系。自动音量控制电路一般常用的有两类：(1) 简单的自动音量控制电路（如图1）；(2) 延迟式自动音量控制电路（如图2）。它们之间的主要不同点在于：简单的自动音量控制电路，

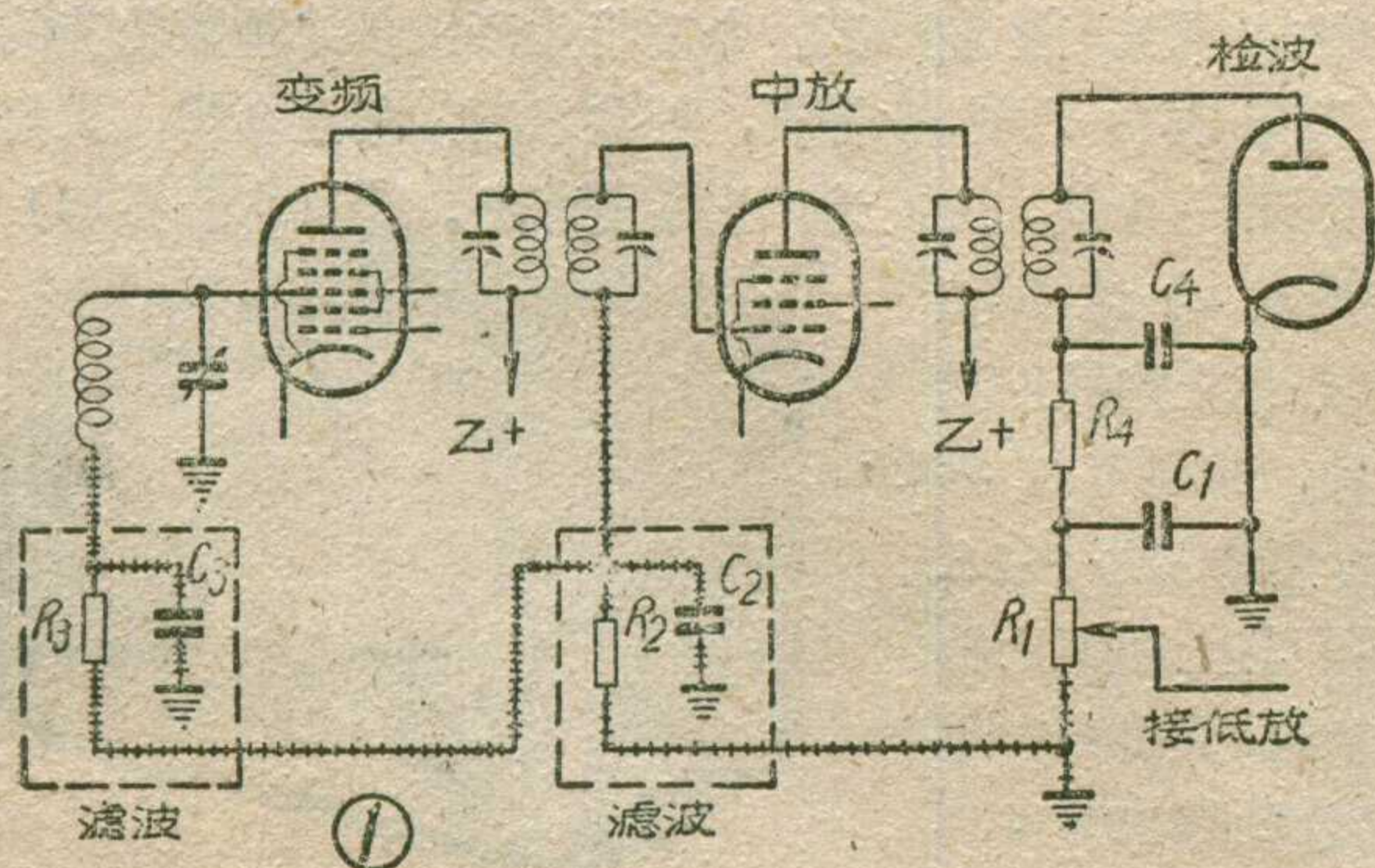
是不够理想的。延迟式自动音量控制电路可以克服这一缺点，这种电路的主要特点是自动音量控制电压由另外一个检波二极管来供给，并且将这个二极管的屏极上加一定的负压（或者



在阴极上加一定的正压)。因此当外来信号振幅小于这个负压时，检波管不导电，没有控制电压加到被控管，控制电压只有在外来信号振幅大过一定的数值以后才产生。这就保证了在弱信号时不致于减低放大倍数。加给二极管的这个负压我们叫它为“延迟电压”，一般为 $2 \sim 3$ 伏。

延迟式自动音量控制的检波管，总是通过一个交连电容器 (C_5) 直接接在中频变压器的初级。这样接法有两个优点：(1) 中频变压器的初、次级负载比较平衡，中频变压器谐振曲线的对称性较好；(2) 由于信号检波器中交、直流负载电阻比较接近（减少了对负载 R_1 的分流作用），因此在深调制情况下发生切峰失真的可能性就减小。

值得注意的是像 $6SQ7$ 这样的虽然有二个小屏极，但阴极却是公用的复合管，延迟电压最好不要放在阴极，此时阴极电阻上的降压虽然可以利用作为延迟电压，但是这时信号检



不管是接收强信号或弱信号，控制作用都是存在的。但往往在弱信号接收时我们不希望有控制作用，因为控制的结果只能使音量变得更小。因此简单的自动音量控制电路在这一点上

波也被延迟，結果会使檢波出来的音频电压发生失真。

其次应该注意的是延迟負压不能过大，太大了也会引起信号檢波的失真。

这是因为：当信号較小时，延迟自动音量控制器不起作用，因此檢波輸出就不会失真；一旦信号較大，且調制又深时就会使中頻載波的某些部分的振幅超过延迟电压，使延迟自动音量控制檢波管导电。大家都知道，檢波管一旦导电，就会加大中頻变压器的負載，降低它的有效Q值，相对地縮小輸出电压，但另一些振幅較低部分还小于延迟电压，音量控制檢波管不导电，因此，并不受影响；这样就使得被檢得的音频信号发生显著的振幅失真。

自动音量控制电路的设计主要根据收音机的要求。例如一台三級收音机，規定以100毫伏輸入信号为基准，当信号变化26分貝时，輸出电压变化不超过12分貝。在一般三級收音机中，被控制的电子管总不外是变频級和中放級兩級，如果檢波管工作在特性曲綫的直綫部分，上述要求等于說当外来輸入信号变化26分貝时，檢波管的輸入信号变化不大于12分貝。換句話說，以100毫伏輸入为基准，当輸入信号增大26分貝时，变频級和中放級的增益总共必須減低 $26-12=14$ 分貝。自动音量控制檢波管的輸出电

压一般說来等于被送来檢波的中頻載波的振幅，因此如果要求外来信号經放大后送去檢波的电压变化不大于12分貝，那末檢波所得的控制电压的变化也不会大于12分貝。所以要求变频和中放級的总增益当控制电压增加1分貝时，应当減少 $14/12$ 分貝，才能滿足要求，不然的話就要調整中放或变频管的工作点来适应这些要求。一般的变频管和中放管的增益受控制作用以后都能超过这些要求，因此采用简单的电路就能达到这些指标。

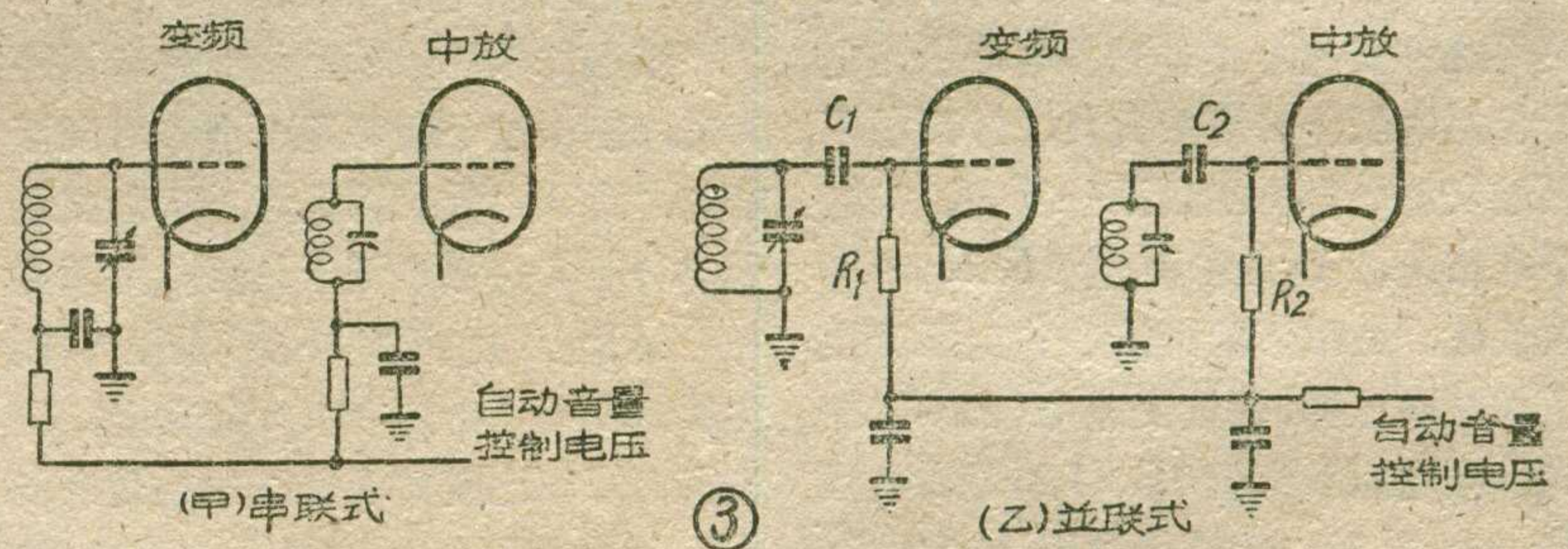
采用自动音量控制电路时，被控制的变频管和中頻放大管必須是遙截止式的电子管(通常称作“变 μ 管”)，例如常用的6A2 Π 、6K4 Π 等。这种电子管的放大系数能在比較大的范围内随着栅偏压的增加而减小。这种性能正好符合自动音量控制的需要。相反的，另一种銳截止式电子管，只能在較小偏压变动范围内工作，不能用在自动音量控制电路中。

最后談一下关于自动音量控制电

压的饋电方式問題。常用的饋电方式有串联饋电和并联饋电两种(图3)。

串联饋电式的最大缺点是必須在变频管的栅极槽路中接入一个电容量較大的电容器(图3甲)，否則会影响輸入調諧回路的波段复盖。但加了这个电容器后，就可能由于电容器的漏电而使自动音量控制失灵；另外由于大电容器不可避免地在高频时出現不应有的电感特性，使得变频級在統一調諧时发生困难。当然这些缺点在中頻放大管級是不存在的。

并联饋电式可用較小的 C_1 、 C_2 ，因为它们不再是槽路的一部分，漏电問題就不存在。但 R_1 、 R_2 直接并联在槽路的兩端，会使中頻变压器的有效Q值大大下降，选择性变坏；但这对变频管則影响不很显著。因此，我們总是在变频級中采用并联饋电式自动音量控制电路，而在中放級中采用串联饋电的方式，以便利用这两种电路的优点，避免它們的有害影响。

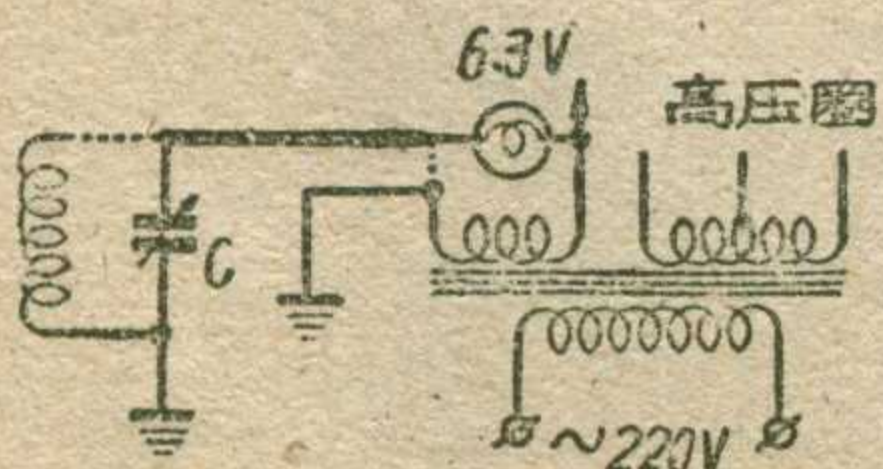


检查可变电容器碰片的方法

冬

可变电容器一般接法都是有一端(动片)接地，另一端和諧振綫圈并联。检查时先将并联綫圈接綫焊下来，再把收音机內指示灯接地端也焊下。将指示灯小电珠用綫連接在待检查的可变电容器的定片端，这样就

把指示灯小电珠和可变电容器串連起来而接在电源变压器次級6.3伏(或老式2.5伏)綫圈上。如附图所示，虛綫表示須断开处，粗綫表示新焊接的一根連



接导綫。取薄而质地較硬的紙剪成长条形，长度不限，宽度应較电容器軸到电容器边的尺寸窄一点，能插到电容器中即可。在电容器的每一个定片与动片中間空隙里，都插一片这样的紙条。就可以进行檢查了。

检查时将变压器接通电源。每抽出一張紙片，将可变电容器旋出旋进二三次。这时指示灯如果不亮，表示这个間隙中定片和动片沒有短路。如果指示灯亮了，就是表示这个空隙中定片和动片碰片了。灯亮时电容器的位置，也就是发生故障之处。用一端尖的絕緣棒(可用胶木棒或竹筷子，将一头錐成改錐形)将碰片处撥开，这时指示灯应该熄灭。然后再抽出下一張紙条进行检查。一直到将紙条全部抽出来，这时这个电容器碰片故障檢查完了，同时也修好了。将接綫按原来接法焊好即可收音了。

直·流·三·管·机

——封底电路图说明——

馮 报 本

业余制作的直流三管机，通常多是采用一级再生式检波、两级低频放大的电路。这种电路具有一般再生式收音机的灵敏度，但是声音比较宏亮，可以在较为宽敞或者不十分清静的环境里供给多人收听，制作和用料也都比较简省。

封底的直流三管机电路，是将以前介绍过的直流两管机加上一级音频放大而成。电路里的检波级用1K2Π检波，后面用1B2Π作音频电压放大，这样可以有较大的信号电压加到末级功率放大管2Π2Π，使它输出充分的功率推动扬声器，并且有条件来改善音质。

放大级是采用电阻交连的，它的结构比较简单，效果也好，现在的收音机的音频放大电路，大部分都是使用这种交连方式。这种电路里的电子管用电阻作为屏极负载，音频电压经过交连电容器加到下一级去。在这个电路上， R_3 是检波管1K2Π的屏极负载，检波后的屏流在它上面产生了音频电压降，通过交连电容器 C_5 加到音频电压放大管1B2Π的栅极电阻 R_4 上，并对它的栅极作用，使它的屏流也产生同样规律的变化，在它的屏极负载电阻 R_6 上产生已放大的音频电压。基于同样道理，这个电压也经过 C_8 加到末级功率放大管2Π2Π的栅极电路上激励它工作。电位器 R_7 是栅极电阻，也是音量控制器，变动它的阻值就可以增减2Π2Π栅极上的音频电压，使输出发生大小的变化。 R_8 是2Π2Π的栅偏压电阻，几个电子管的屏流都要从这上面通过回到乙一，就在这上面产生一个电压降，使2Π2Π的栅极对它的阴极来说保持着一定的负电位，电子管就能工作在规定的工作状态上，减少了失真的机会。 C_{10} 是这个电阻的傍路电容器，使 R_8 上没有交流成分回输到栅极去。

C_5 和 C_8 还有一个功用，就是隔断上一级电子管屏极回路的高压直流电，不使它传到下一级的栅极。

功率放大管保持规定的栅偏压和使用永磁式电动扬声器，就使得这个收音机的音质比两管机要好。

2Π2Π的输出变压器初级阻抗要有20千欧，次级应和扬声器的音圈阻抗相等；这里用的是口径125或165毫米的永磁式电动扬声器，它们的音圈阻抗大都是3.5欧左右，如用其它功率输出管，则3V4和3Q4用初级阻抗10千欧的输出变压器；而3S4和3Q5则需要用初级阻抗8千欧的输出变压器才能匹配得好。

1B2Π有一个小屏，本来是做二极管检波用的，这里没有用上，所以将它接地，也可以空着不接。

装过二管机的无线电爱好者循序而进，制作这个线路是不会有特别困难的，用铁底盘装置最好，可以减免干扰和使各接地点便于接线。附图是一种底盘上的主要零件排列图，供制作者的参考。扬声器装在底盘上，校验和维修都比较方便些，如果是准备作永久性使用的，给它做个木外壳，就更好了。

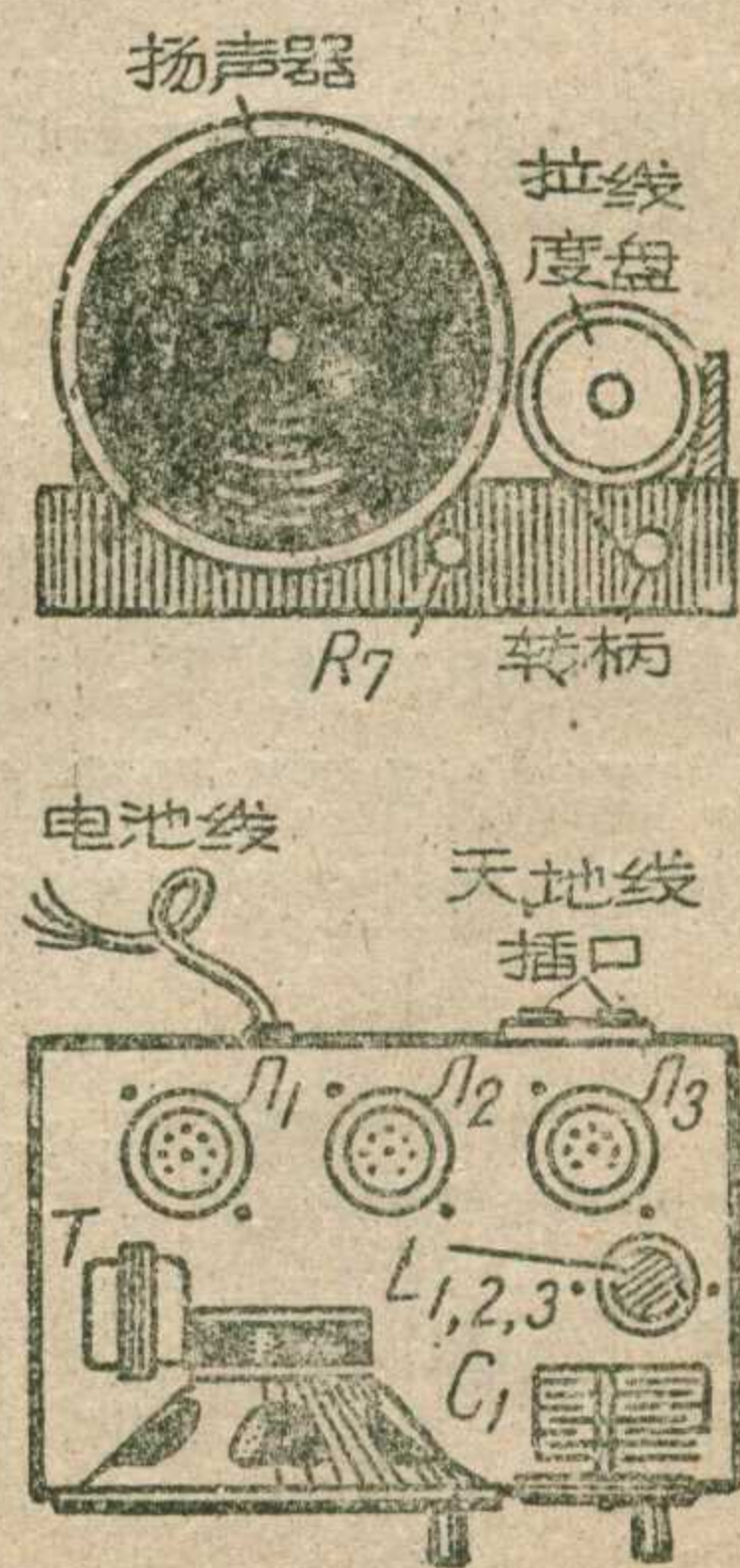
接线应该尽量短捷，各个小零件都要利用管座脚及支架固定好；特别是1B2Π的栅极不应有很长的引线，否则就会引起杂音或叫声，最好是将 C_5R_4 的一端剪短直接焊在管座脚上。电池接线需要利用不同颜色的多股软塑胶线引出或加以标志，以免接错。

电位器的接线是有一定的（参阅封底实体布线图），左右两边的焊片接线不要随意乱调动，因为这些电位器大多是对数式的，炭膜片的阻值两端并不均匀，图上接法符合电位器的特性，这样和习惯上控制音量的转动方向相合，并能在音量最小时关上电源开关。

校验的方法也和二管机相似，为了避免误毁电子管的危险，装好后先不要插入电子管，只接通甲、乙电池，用一个2.5伏小电珠在各管座的灯丝脚上试一下，能发亮不会烧毁才好进行校验。试验步骤是从功率放大级开始，插入2Π2Π后开启电源，手上拿一个金属物如起子之类，碰触栅极，可以听到扬声器发出咯咯的声音，表示这一级已在工作。接着依次插入1B2Π及1K2Π，每插一管都做一次同样的试验，以后再依校验再生式收音机的方法将检波部分校好，接上天、地线就可以收音。这个线路有音量控制，校验音频电压放大级和检波级时，音量控制器 R_7 要旋在音量最大处（向右旋到底），当输出变压器未接好前不要将末级通电试验，以免烧坏功率放大管的帘栅极。

本机的线圈 L_1, L_2, L_3 是一个三回路再生式线圈。线圈管直径30毫米，用直径0.31毫米漆包线绕制： L_1 35圈； L_2 100圈； L_3 60圈，同方向绕，各线圈间相隔5毫米。

封底还附有一个一级高放的直流三管机电路图，它比没有高放级的再生式收音机灵敏度有显著的增加，选择性也提高了，这种线路，以距离广播电台很远或者收音环境不好的地区使用较为适宜，易受干扰的环境合也用。有高放级的再生式收音机还可以避免再生振荡时从天线发射出电磁波干扰别的收音机。装置高放式收音机时，输入回路线圈（ $L_{1,2}$ ）和交连线圈（ $L_{3,4}$ ）应远离或互相垂直放置，最好是加用隔离罩（或者分别放在底盘的上、下部分），高放管也要用隔离罩隔离，以免产生干扰或振荡。



其次, L_2 和 L_4 的繞制要准确, 否則調諧時不易同步会产生叫嘯声。調整時可用 C_1C_2 上面所附的微調电容器調准 (沒有附微調电容器的双連电容器可另行加入, 各和 C_1C_2 并連起来)。

C_T 为微調电容器, 可在 0.00003~0.00006 微法範圍內选用。

电路中的輸入綫圈 L_1, L_2 用直徑 25 毫米綫圈管, 以 0.2 毫米直徑漆包綫同方向繞制: L_1 繞 30 圈; L_2 繞 120

圈, 兩綫圈相隔 5 毫米。

L_3, L_4, L_5 用同样的綫圈管和漆包綫繞制: L_5 繞 60 圈; 隔 5 毫米再繞 120 圈为 L_4 ; L_4 上包腊紙三层后, 在它上面靠柵极接綫端繞 65 圈为 L_3 。



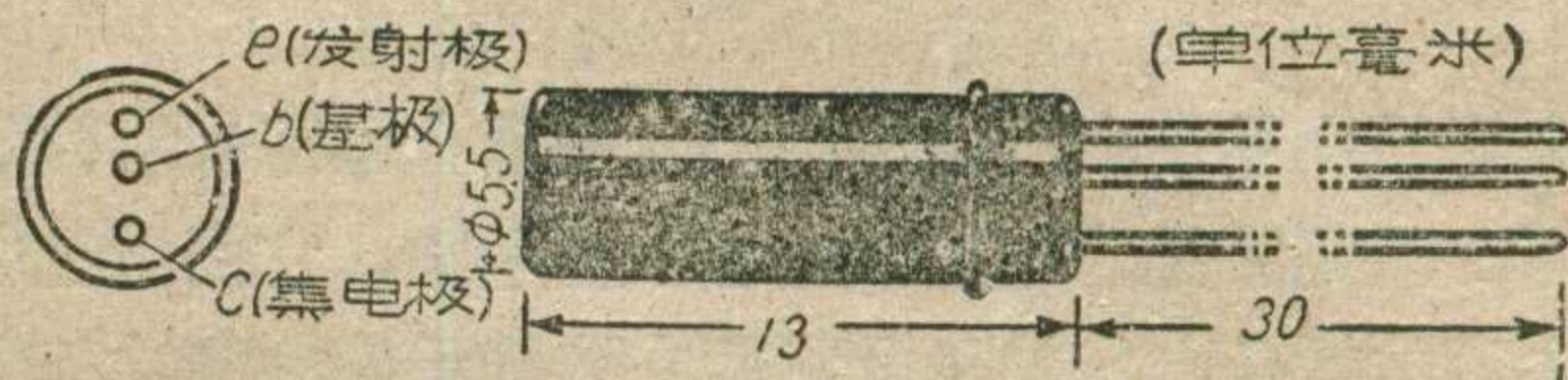
国产 2G 型晶体三极管

国产 2G 型晶体三极管为 P-N-P 面接触型 (結合型) 鍺三极管, 根据电流放大系数和截止頻率的高低, 共分为六种型号: 2G100、2G101、2G102、2G103、2G104、2G105。主要用途为低頻放大。用作甲类放大时最大輸出功率为 25 毫瓦, 用作乙类推挽放大时最大輸出功率为 75 毫瓦。另外也可用于 100 千赫以下的振蕩器及开关电路等。国外相仿的型号为 RCA 2N109。

各管的极限运用数据都相同: 集电极峰压为 -18 伏 (共基极) 或 -12

伏 (共发射极); 集电极平均电压为 -9 伏 (共基极) 或 -6 伏 (共发射极); 集电极最大电流为 80 毫安 ($V_c = -1$ 伏); 集电极耗散功率为 80 毫瓦, 管内热阻为 $0.7^\circ\text{C}/\text{毫瓦}$; 使用时环境最高温度为 40°C 。其它电气性能如下表。

表中所列参数及上述极限数据均指环境温度为 20°C 而言。設計电路时应考虑晶体管运用时可能达到的最高运用温度。在超过 20°C 时应适当降低所規定的耗散功率。在不同环境温度下, 晶体管容許耗散功率可按下



式計算:

$$P_T = \frac{75 - T_A}{\theta} \text{ (毫瓦)},$$

式中: P_T —在环境温度为 T_A 时, 晶体管的容許耗散功率;

T_A —晶体管运用时可能达到的最高温度;

θ —晶体管管内热阻。

2G 型晶体管的外形及引綫如图所示。在使用时, 引出綫弯曲时的弯曲点距管座的距离应不小于 5 毫米, 焊接时的焊接点距管座应不小于 10 毫米。焊料熔点应不高于 150°C , 焊接时间应不大于 3 秒。

型 号	共 基 极 电 路 参 数										共发射极功率增益	
	测量参数时 直流工作点		輸入阻抗 h_{11}	电压反饋 系数 h_{12}	电流放大 系数 h_{21}	輸出导納 h_{22}	集电极电 容 C_c	截止頻率 f_a	集电极 反向电流 I_{co}	发射极 反向电流 I_{eo}	用作小信号 甲类放大 G_S	用作乙类推 挽功率放大 G_L
	集电极电 压 V_c (伏)	发射极电 流 I_e (毫 安)	$f=1$ 千赫 (欧)	$f=1$ 千赫 ($\times 10^{-3}$)	$f=1$ 千赫	$f=1$ 千赫 ($\times 10^{-6}$ 姆欧)	$f=100$ 千赫 (微微法)	(千赫)	$V_c = -5V$ $I_e = 0$ (微安)	$V_e = -5V$ $I_c = 0$ (微安)	(分貝)	(分貝)
2G100	-5	1	30 ± 10	2 ± 1	> 0.94	3 ± 1.5	50 ± 20	> 500	< 30	< 50	> 30	> 11
2G101	-5	1	30 ± 10	2 ± 1	> 0.95	2 ± 1	50 ± 20	> 600	< 30	< 50	> 32	> 14
2G102	-5	1	30 ± 10	2 ± 1	> 0.96	2 ± 1	50 ± 20	> 600	< 30	< 50	> 34	> 17
2G103	-5	1	30 ± 10	2 ± 1	> 0.97	2 ± 1	50 ± 20	> 700	< 30	< 50	> 36	> 20
2G104	-5	1	30 ± 10	2 ± 1	> 0.98	1.5 ± 1	50 ± 20	> 800	< 30	< 50	> 38	> 23
2G105	-5	1	30 ± 10	2 ± 1	> 0.99	1.5 ± 1	50 ± 20	> 900	< 30	< 50	> 40	> 26

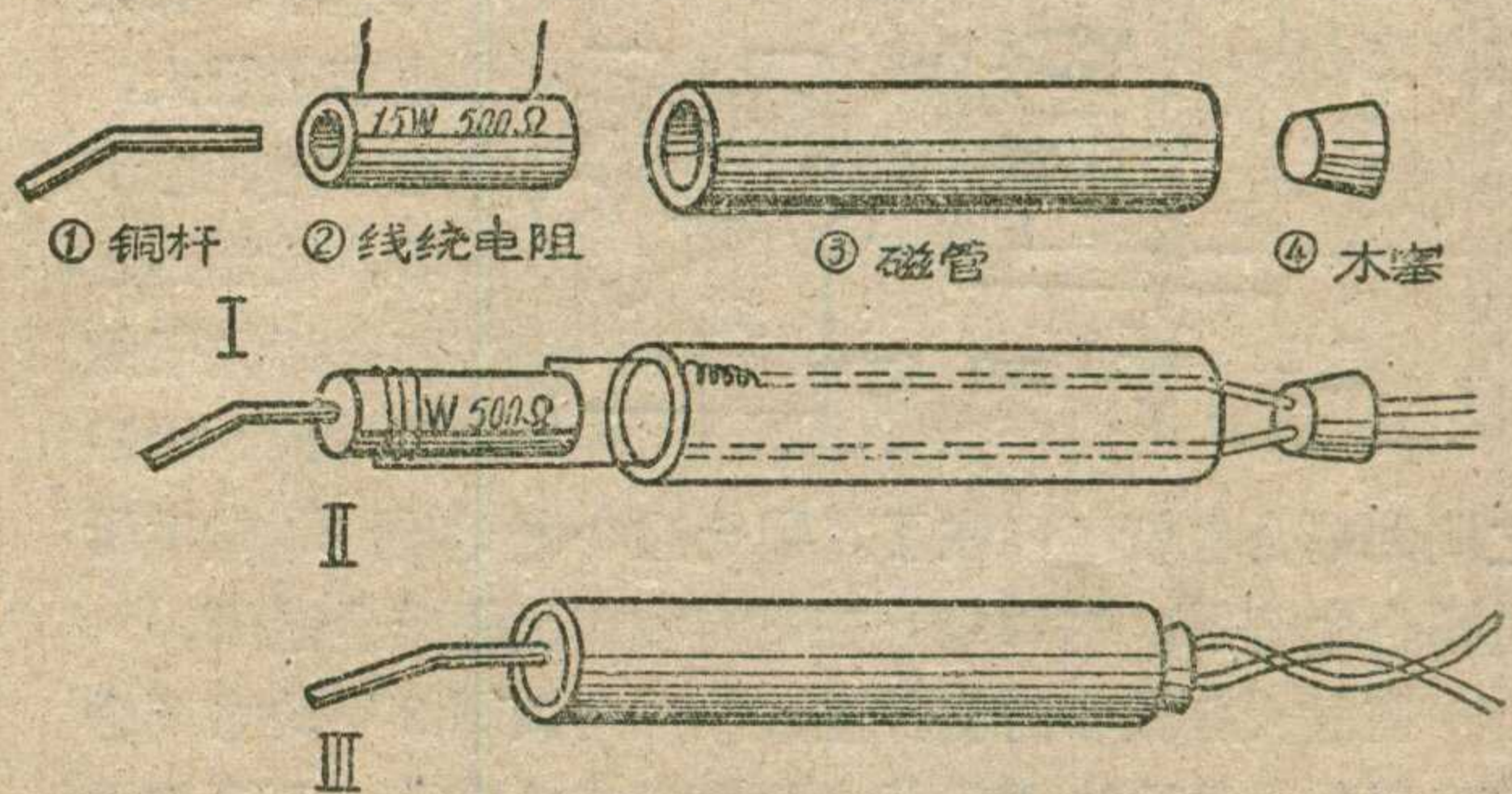
自制簡易电烙铁

电烙铁是无綫电爱好者不可缺少的工具。現介紹一种自制的簡易电烙铁。这种电烙铁經过实际使用, 效果甚好, 而且安全。

需要材料: 如图 I 所示: ① 銅杆 (焊头), 长约 15 厘米, 粗細以能插入电阻內为度, 可用銅笔套将粗的一端打細应用; ② 綫繞电阻, 500 欧~1000 欧皆可, 市上有售, 用 500 欧的約需一分钟便可达到工作热度, 但不要連續使用过久, 以免燒坏 (我現在使用的綫繞电阻为 500 欧 15 瓦); ③ 磁管: 一般装电綫絕

緣用的, 电工商店有售, 以能套入电阻为合适; ④ 木塞、銅絲、电源接綫等。

制作方法: 如图 II 所示: 将銅杆插入电阻內, 如有松动可在銅杆上繞些銅絲然后插紧。再将电阻的两接头接上电源接綫, 但有一端須弯到另一边并用銅絲扎紧, 使不易与另一端接触以致发生短路。将电阻套进磁管內, 如有松动, 亦可

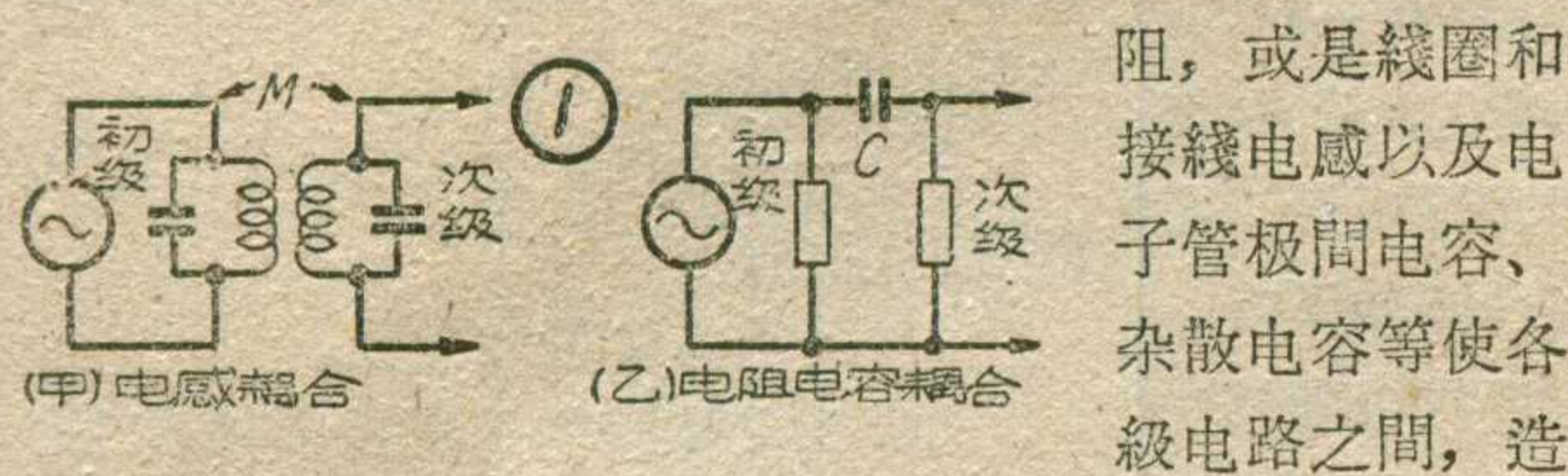


用銅絲繞在电阻的前端再套牢。在木塞上穿两个或一个洞, 穿入电源接綫。最后将木塞塞入磁管內, 使电源接綫不易松动。这样就制成图 III 所示的簡易电烙铁了。 (黄铁)

江 枫

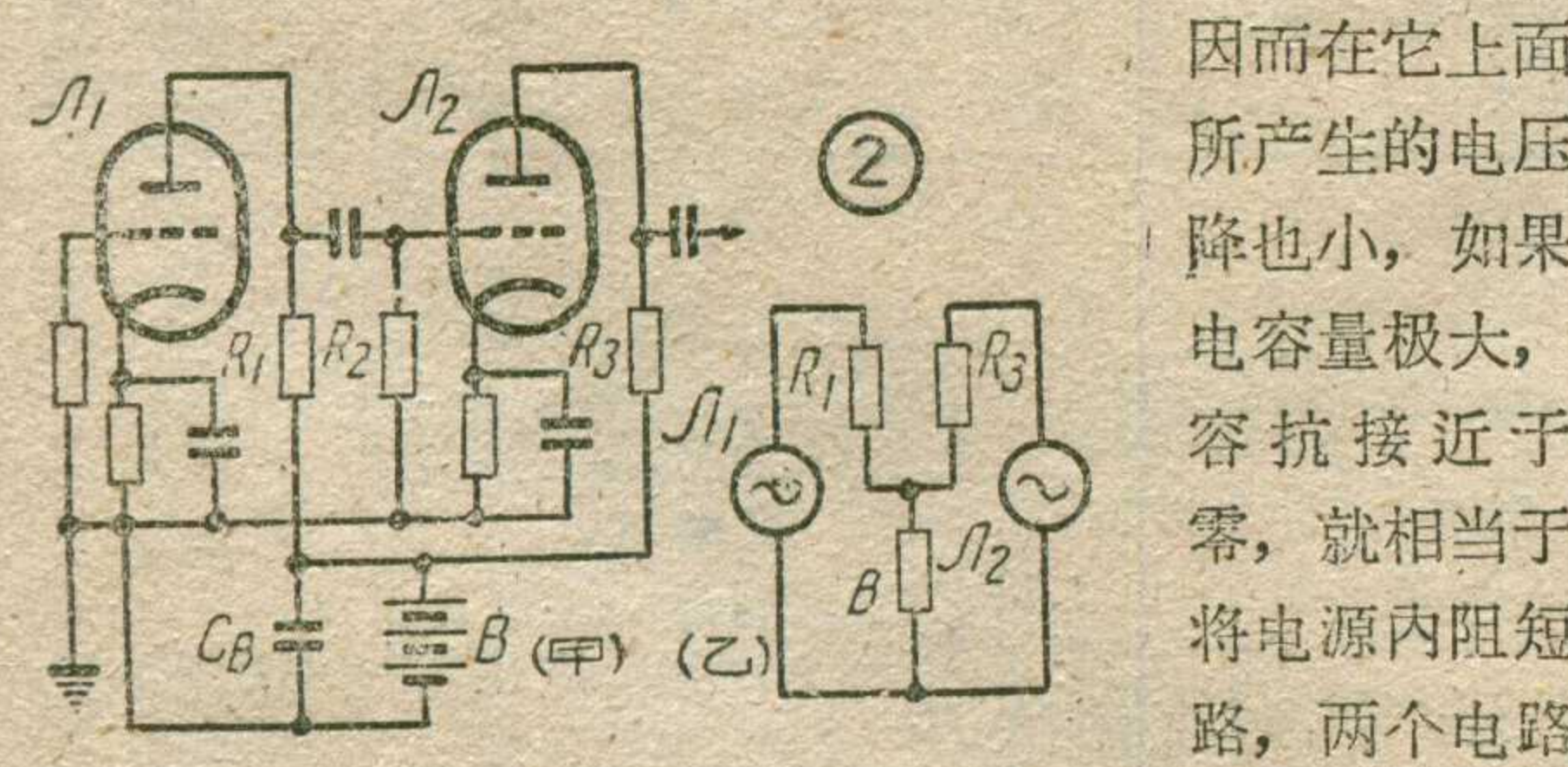
在无线电设备中，常常利用各种耦合电路来传输能量。图1就是常见的电感和阻容耦合电路，它们通过电感或电容的耦合，将初级电路的交流能量传输到次级电路中去。

可是在实际电路中，信号除了按着我们所设计的耦合电路传输以外，还可能通过各级电子管公共电源的内阻，或是线圈和接线电感以及电子管极间电容、杂散电容等使各级电路之间，造成一些不需要的耦合，由于电能回输而引起自激振荡，这样就使无线电设备产生很多杂声，如哼声、汽船声、哨叫声等。为了避免这种不必要的耦合，除了采取远离和屏蔽的办法以外，在放大器和收音机中经常采用去耦滤波电路，来避免各级电子管由于使用公共电源而产生的耦合。



在图2甲中，乙电池B同时供给 J_1 、 J_2 两个电子管的屏极。两个电子管的屏极电流都通过电池B，但电池有内阻，所以 J_1 、 J_2 两个屏极电路就由于这个共同电阻（电池内阻）而产生耦合，如图2乙所示， J_2 的交流屏流通过电池B时产生交流电压降，这个交流电压传递到 J_1 的屏路时，就会使整个放大电路产生不正常现象。为了避免这种耦合，在电池旁并联一个电容器 C_B ，由于 C_B 有足够的电容量，它对于交流屏流的阻抗极小，因而在它上面所产生的电压降也小，如果电容量极大，容抗接近于零，就相当于将电源内阻短路，两个电路之间的耦合也就不存在了。因此这个电容器 C_B 就叫做去耦电容器。这种电路在直流收音机里常会遇到。

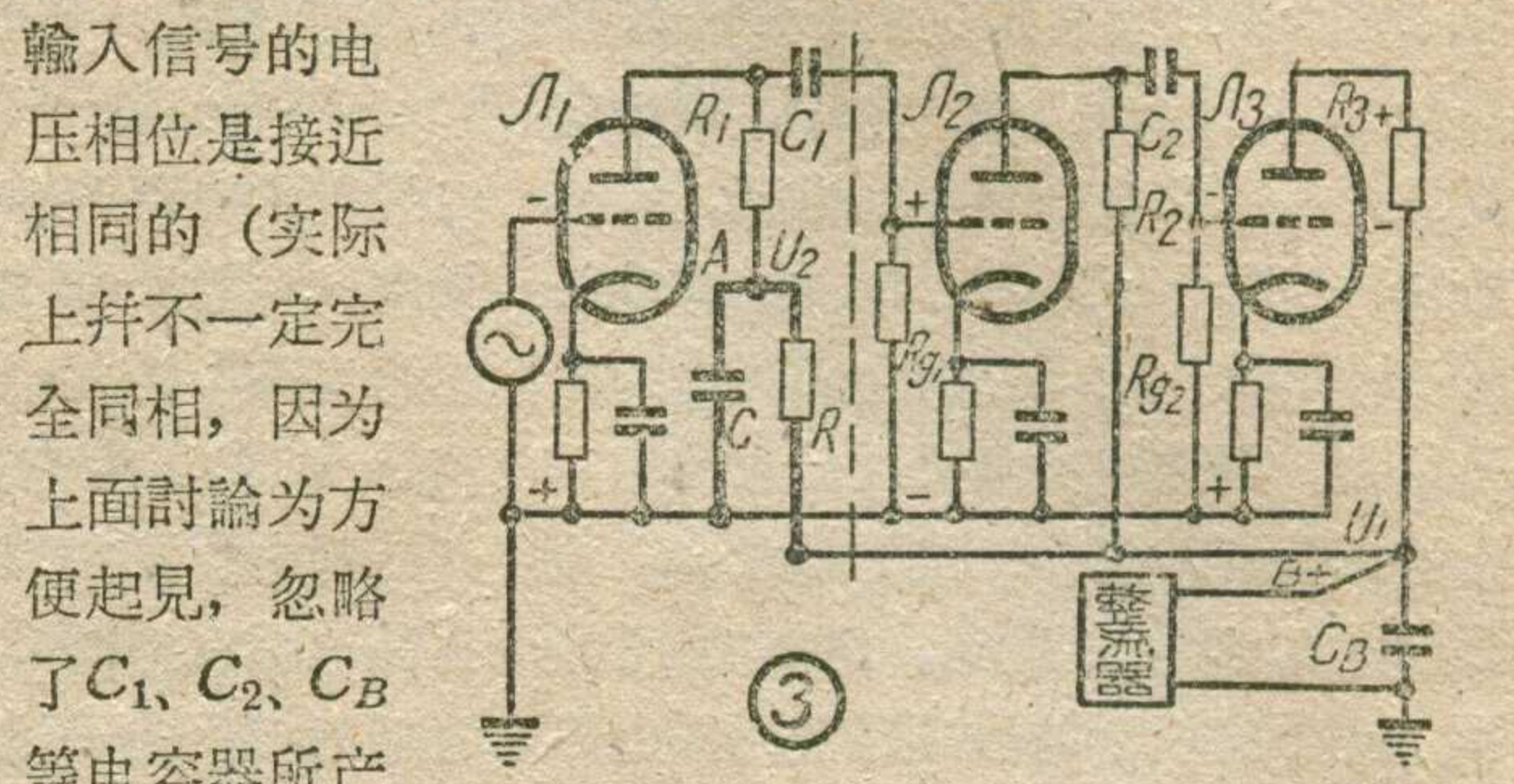
在放大级数多的机件里，除采用象图2甲的去耦电容器外，常另加RC组合的去耦滤波电路。下面就用多级低频放大器为例，来说明去耦电路的作用和它的设计方法。图3是一个三级阻容耦合低频放大器的电路，图中的R、C就是起去耦作用的。在这个电路里，三个电子管也是合用一个乙电源。因为末级的输出电能已相当大，虽然在整流器的输出端一般都是并联有



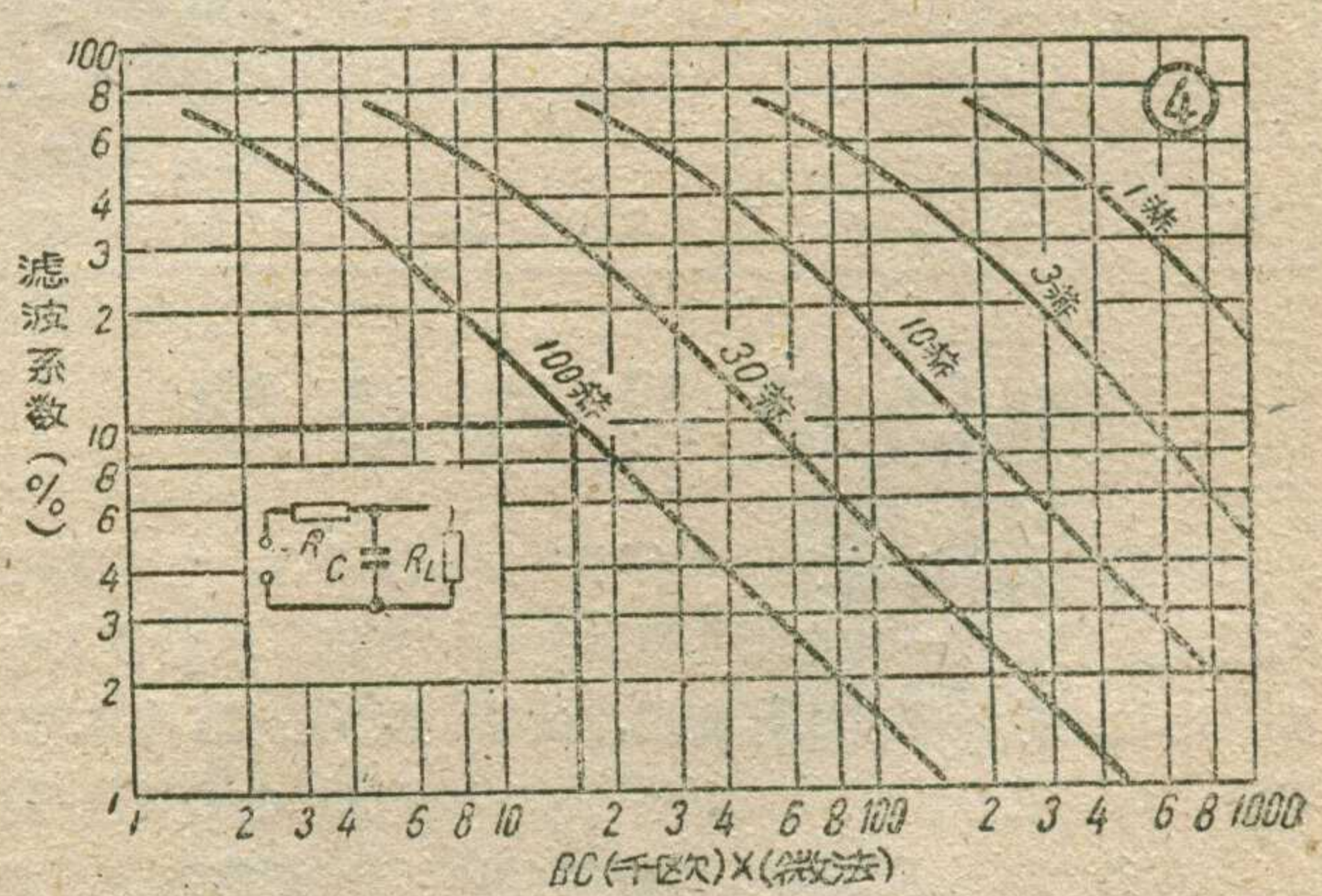
较大容量的电容器 C_B ，使电源的内阻抗减低，可是末级输出的较大电流仍能在很低的阻抗上产生相当的电压降，而且这个阻抗 $\frac{1}{2\pi f C_B}$ 是随着频率f而变化的，频率愈低，电容器的阻抗愈大，因此在电源内阻上的低频电压降就比较大。同时从电路图中我们可以看出，假设加在 J_2 栅极上的瞬时信号电压为正半周（上正下负），经过 J_2 放大输出后的电压与输入电压反相，这个电压加到 J_3 栅极上再经过一次放大倒相，那么 J_3 屏极输出的信号电压也将是正半周，这个交流信号在电源内阻上的电压降通过 R_1 、 C_1 、 R_{g1} 回输到 J_2 栅极上时，与原来输入信号的电压相位是接近相同的（实际上并不一定完全同相，因为上面讨论为方便起见，忽略了 C_1 、 C_2 、 C_B 等电容器所产生的相移），也就是产生正回输，如果回输的电能足够大，就会产生自激振荡。上面说过低频信号在公共电源内阻上所产生的交流电压降比高频大，所以低频段更容易产生自激振荡。加入RC去耦电路以后，情况就不同了。R、C是跨接在电源内阻的两端的，由于在设计上，我们使电容C的容抗 $\frac{1}{2\pi f C}$ 远小于电阻R，因而电源内阻上的交流电压降（ U_1 ）绝大部分都降落在R上，也就是说通过R后有很大的衰减，到达A点后，在电容器两端的交流电压（ U_2 ）已经很小了，再通过 R_1 、 C_1 、 R_{g1} 回输到 J_2 栅极时，已经小到不能产生自

激的程度，就达到了去耦的目的。在 J_2 和 J_3 所组成的两级放大器里，输出的信号电压通过公共电源内阻回输给 J_3 栅极的电压相位和 J_2 的输入信号电压相反，不致产生自激，所以在 J_2 的屏回路里可以不加去耦电路。公共电源上的交流电压 U_1 ，通过衰减后，在C两端的电压为 U_2 ，如取 U_2 与 U_1 之比为滤波系数K，则与被衰减电压的频率f以及RC有着下面的关系：

较大容量的电容器 C_B ，使电源的内阻抗减低，可是末级输出的较大电流仍能在很低的阻抗上产生相当的电压降，而且这个阻抗 $\frac{1}{2\pi f C_B}$ 是随着频率f而变化的，频率愈低，电容器的阻抗愈大，因此在电源内阻上的低频电压降就比较大。同时从电路图中我们可以看出，假设加在 J_2 栅极上的瞬时信号电压为正半周（上正下负），经过 J_2 放大输出后的电压与输入电压反相，这个电压加到 J_3 栅极上再经过一次放大倒相，那么 J_3 屏极输出的信号电压也将是正半周，这个交流信号在电源内阻上的电压降通过 R_1 、 C_1 、 R_{g1} 回输到 J_2 栅极上时，与原来输入信号的电压相位是接近相同的（实际上并不一定完全同相，因为上面讨论为方便起见，忽略了 C_1 、 C_2 、 C_B 等电容器所产生的相移），也就是产生正回输，如果回输的电能足够大，就会产生自激振荡。上面说过低频信号在公共电源内阻上所产生的交流电压降比高频大，所以低频段更容易产生自激振荡。加入RC去耦电路以后，情况就不同了。R、C是跨接在电源内阻的两端的，由于在设计上，我们使电容C的容抗 $\frac{1}{2\pi f C}$ 远小于电阻R，因而电源内阻上的交流电压降（ U_1 ）绝大部分都降落在R上，也就是说通过R后有很大的衰减，到达A点后，在电容器两端的交流电压（ U_2 ）已经很小了，再通过 R_1 、 C_1 、 R_{g1} 回输到 J_2 栅极时，已经小到不能产生自



激的程度，就达到了去耦的目的。在 J_2 和 J_3 所组成的两级放大器里，输出的信号电压通过公共电源内阻回输给 J_3 栅极的电压相位和 J_2 的输入信号电压相反，不致产生自激，所以在 J_2 的屏回路里可以不加去耦电路。公共电源上的交流电压 U_1 ，通过衰减后，在C两端的电压为 U_2 ，如取 U_2 与 U_1 之比为滤波系数K，则与被衰减电压的频率f以及RC有着下面的关系：



激的程度，就达到了去耦的目的。在 J_2 和 J_3 所组成的两级放大器里，输出的信号电压通过公共电源内阻回输给 J_3 栅极的电压相位和 J_2 的输入信号电压相反，不致产生自激，所以在 J_2 的屏回路里可以不加去耦电路。公共电源上的交流电压 U_1 ，通过衰减后，在C两端的电压为 U_2 ，如取 U_2 与 U_1 之比为滤波系数K，则与被衰减电压的频率f以及RC有着下面的关系：

$$\frac{U_2}{U_1} = K = \frac{1}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{2\pi fC}\right)^2}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{1 + (2\pi fRC)^2}} \times 100\%$$

从公式里可以看出 RC 的乘积 (也称时间常数) 愈大, 则 K 愈小, 因此 RC 的乘积愈大愈好。另外频率 f 愈高, K 也愈小, 也就是得到的衰减愈大, 因此去耦电路 R 、 C 的值如果是按照所需衰减的最低频率设计的, 对低频有足够的衰减, 不产生自激, 那么高频就更不会产生自激了。

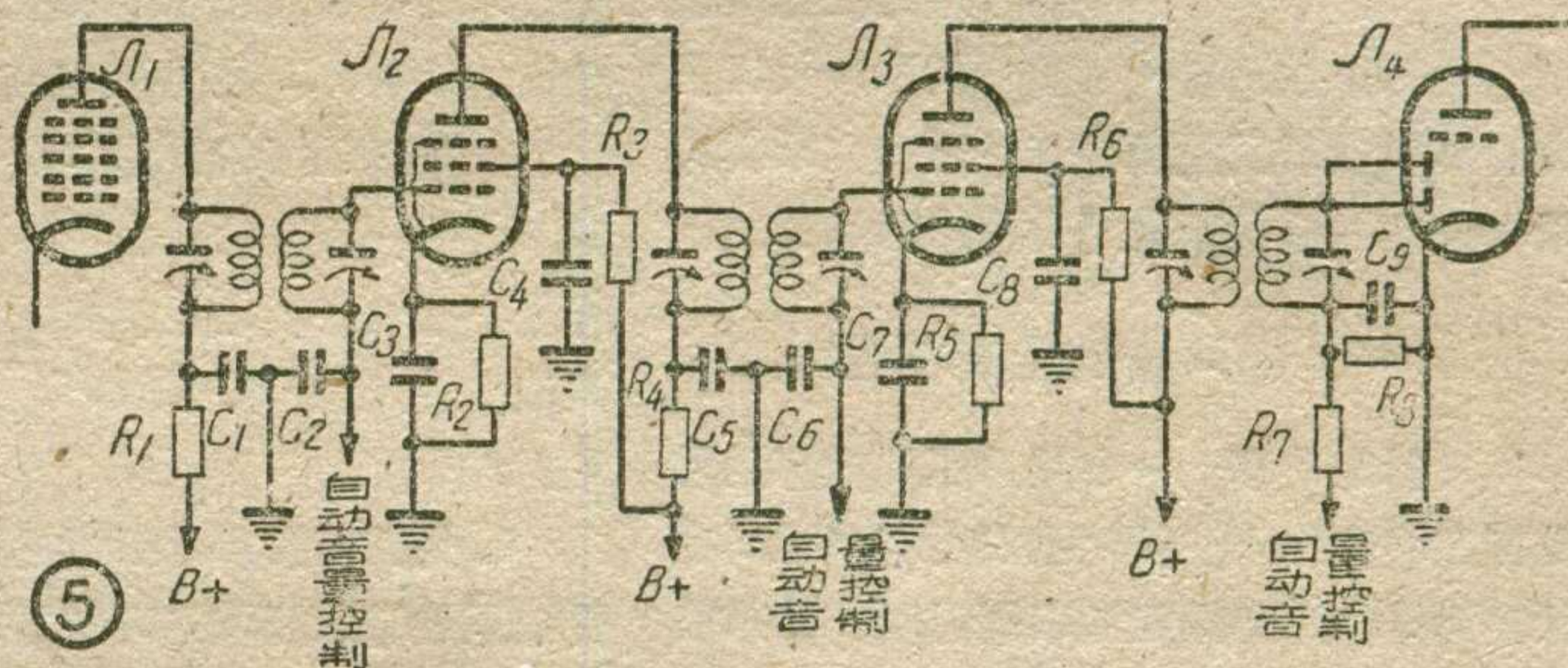
设计举例: 例如我们需要将公共电源上 30 赫的交流电压, 经过去耦电路后, 使 $U_2 = 0.1U_1$, 通过上式计算, RC 之积应为 0.052, 若 R 取 5.2 千欧, 则 C 取 10 微法, 若 R 取 2.6 千欧, 则 C 取 20 微法。

为满足一般的使用, 可以利用图 4 查出 RC 之积。例如设计 $K = \frac{U_2}{U_1} = 10\%$, $f = 100$ 赫, 可查出 $RC = 16$, 若 R 取 1 千欧, C 则取 16 微法, R 取 2 千欧, C 则取 8 微法。

应该指出, 若 R 值取得太大, 则直流消耗大,

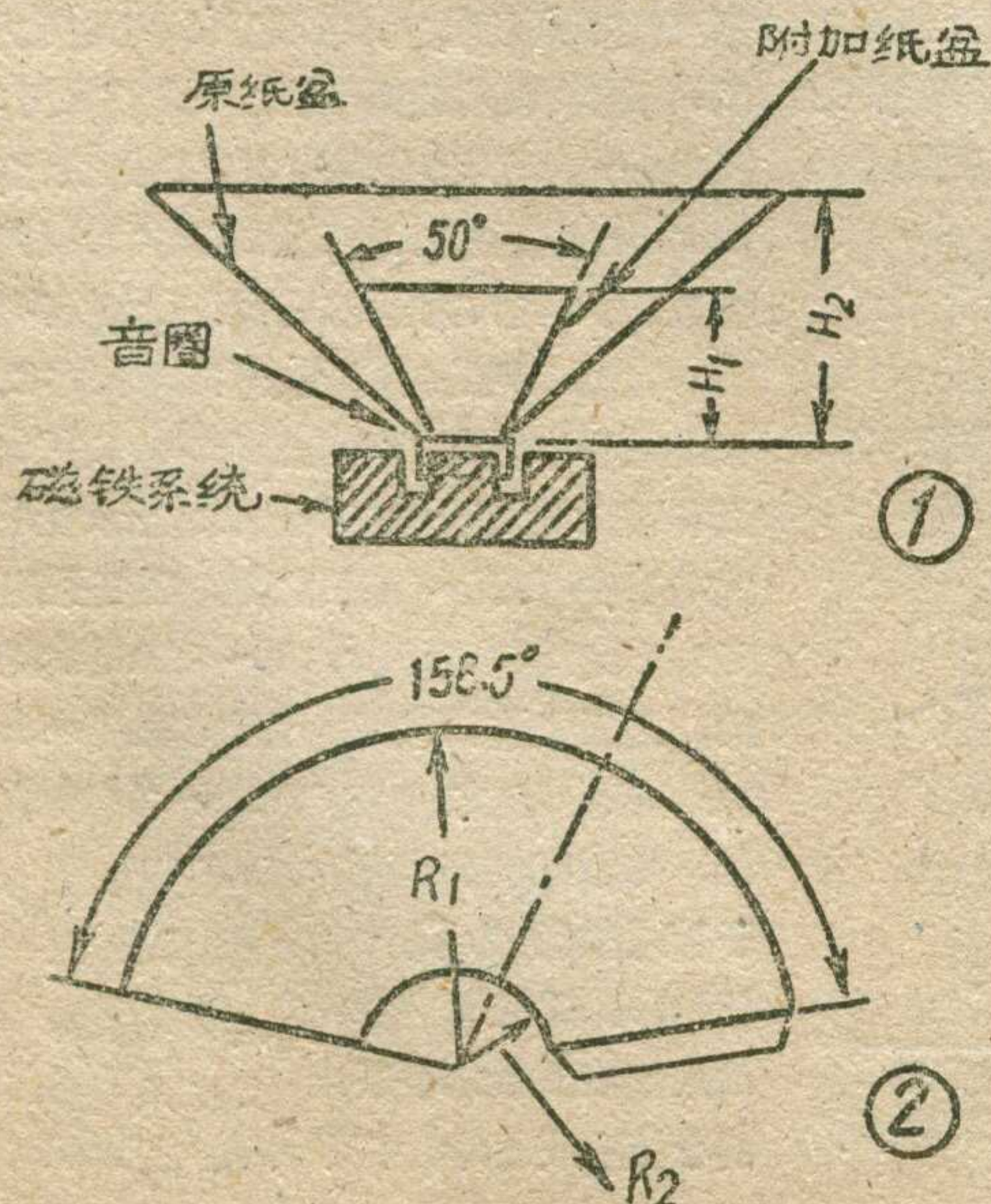
且降压大; 如 C 选得过大, 体积大, 价格贵, 也不适宜。一般低频放大器去耦电路中所用的 R 约为几千到几万欧, C 约为几到十几微法。

在具有多级中放或高放的收音机里, 为了避免各级间通过公共电源电路的耦合, 也都要采用 RC 去耦电路。图 5 就是收音机具有两级中放的电路。 J_2 、 J_3 是两级中放管, R_1 、 C_1 和 R_4 、 C_5 分别组成去耦电路, 它的原理和低频放大器中所采用的去耦电路是相同的。不过由于所滤除的信号频率比低频放大器为高, 因此 RC 的乘积选用得比较小一些, 一般 R 用 1~5 千欧, C 用 0.01~0.1 微法即可。0.1 微法的电容对 500 千赫的容抗只有 3.2 欧, 已可使高频顺利地傍路了。



自制双纸盆扬声器

目前收音机和扩音机中广泛使用着各种类型的纸盆扬声器 (励磁电动式、永磁电动式)。我们知道, 人耳可听的频率范围很宽, 约在 16—20000 赫内。但由于扬声器纸盆结构和制造上的困难, 一只扬声器总不可能把整个可听频带内的频率都重放出来, 即有一些频率特别是



高频 (5000 赫以上) 受到很大的抑制。因此听起来, 音质不能令人满意, 对音乐欣赏者则更感不足。为了使音质得到改善, 能够分辨出各种乐器的自然音, 在一些高级收音机中采用分频网络, 用高、低音扬声器同时放音, 但电路结构复杂, 价格较贵, 一般无线电爱好者是做不到的。

现在介绍一种方法, 在原来扬声器的纸盆内另加装一个附加纸盆 (如图 1 所示), 改制成双纸盆扬声器, 就能使高频范围有所提高, 使音质得到改善。

附加纸盆同原扬声器纸盆间有一定的比例关系, 先求出图 2 所示扇形的 R_1 和 R_2 尺寸, R_1 和 R_2 按下式求:

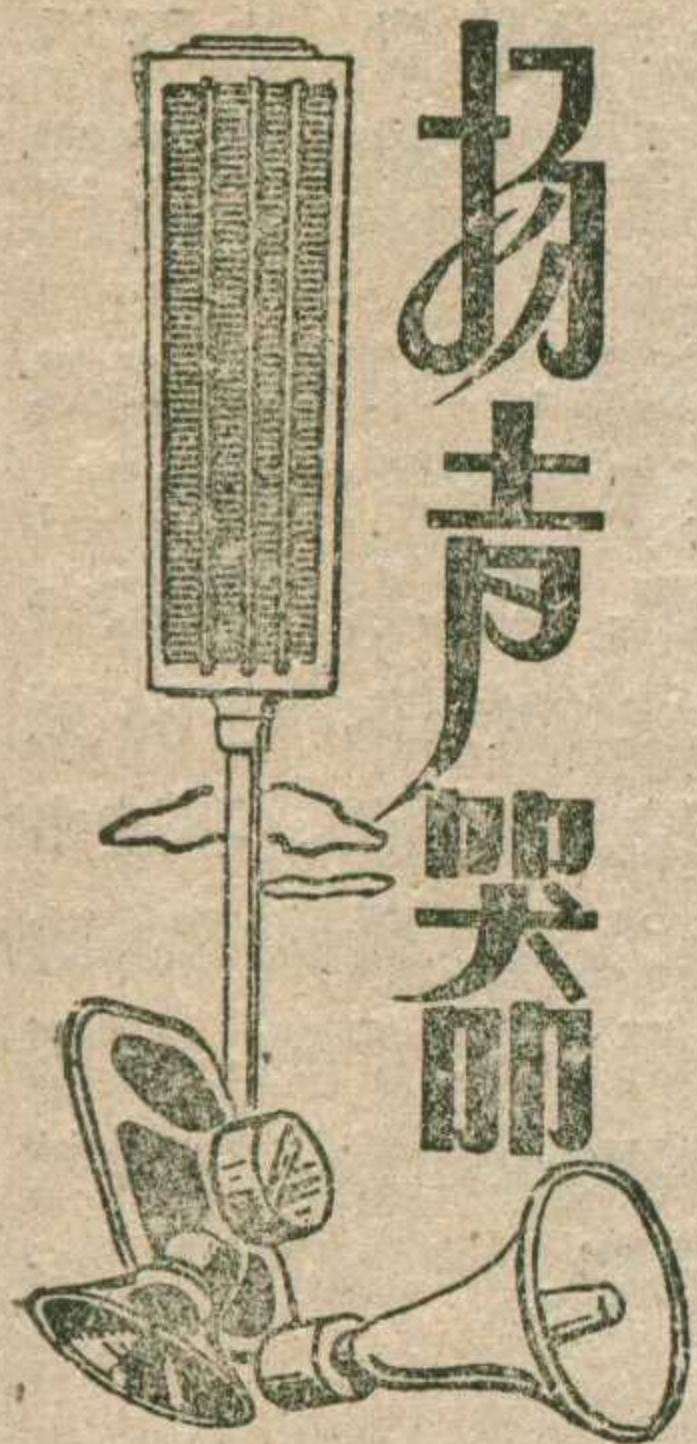
$$R_2 = D / 0.88,$$

$$R_1 = R_2 + H_1 / 0.9.$$

式中 H_1 是附加纸盆的垂直高度, 它等于原扬声器纸盆垂直高度 H_2 的三分之二, 即 $H_1 = 2/3 H_2$, 而 H_2 可以直接用直尺量出。 D 是原扬声器音圈支架的直径, 也可以量出。然后用较厚的牛皮纸或道林纸 (有旧的纸盆更好) 按图 2 及算出的 R_1 和 R_2 尺寸剪成扇形。扇形的 158.5° 角是根据将其卷成锥形后的开口角等于 50° 而定的。扇形角度可用量角器量出。剪好后将扇形卷成锥形并用万能胶粘牢, 为了防止变形走样, 须将粘好的纸盆放置一天以上, 等干透后, 再把它仔细地粘在原喇叭的纸盆内 (图 1)。做成后, 还须放置一天以上。这样附加纸盆就粘牢了, 使用时不易脱掉下来。

这种改装方法对任何型式的扬声器都适用。

(朱启祿編譯)



扬声器是把电能转换为声能的一种换能元件。经过放大后的音频电流通过扬声器，就转变为扬声器纸盆的机械震动，激动周围的空气发出声音。扬声器的特性和种类的选择，以及正确的使用方法都直接关系到收音机或扩音机放音质量的好坏。这篇文章就简单地介绍一些关于常用的扬声器的常识。

·郑宽君·

这篇文章就简单地介绍一些关于常用的扬声器的常识。

一、扬声器的主要特性

1. 额定功率 一个扬声器的功率通常是指在扬声器上注明的额定功率（以瓦或伏安为单位）。在额定功率范围内，扬声器应该能够长时间正常地工作，不致产生过热或是过度的机械震动和失真等现象，所以有时也把这种功率叫做扬声器不失真输出的最大承受功率。在使用扬声器时，输入到扬声器的功率不应超过这个额定功率，否则会产生失真或引起纸盆、音圈和支架等的损坏。

2. 阻抗 扬声器的阻抗就是在扬声器输入端所测得的阻抗。阻抗是随着音频电流的频率而变化的，一般扬声器上所注明的阻抗值是指在音频400赫时测出的阻抗。

扬声器制成有高阻抗的和低阻抗的两种。高阻抗的扬声器（例如舌簧扬声器），可以直接接到输出电子管的屏极电路中作为负载。低阻抗的扬声器（例如电动式扬声器），就需要经过一个输出变压器才能接到电子管屏路中。扬声器的阻抗必须与输出功率放大管的负载阻抗相等（通常叫“匹配”），才能把电子管的输出功率最有效地传给扬声器，否则就要产生音量小和失真的毛病；甚至有时在大型扩音机上，由于扬声器的阻抗匹配得不适当，还会烧毁扬声器。因此我们要根据收音机或扩音机等输出管的特性，采用合适的输出变压器来使用扬声器，即输出变压器的初级线圈的阻抗应等于输出管的负载阻抗，次级线圈阻抗应

等于扬声器的阻抗。

3. 频率特性 音频的范围比较宽，人们语言的频率一般在300~3000赫之间，而音乐的频率约在50~12,000赫之间。一个理想的扬声器，最好能对高音或是低音都能够均匀的重放出来。但是事实上由于扬声器结构的限制，可能对某一些频率输出的声音较强，而对另一些频率的声音输出比较低；不同类型的扬声器的这种频率响应特性是不同的，图1画出三种不同扬声器的频率特性曲线示意图，频率特性曲线愈宽、愈平坦的，扬声器的质量就愈好。

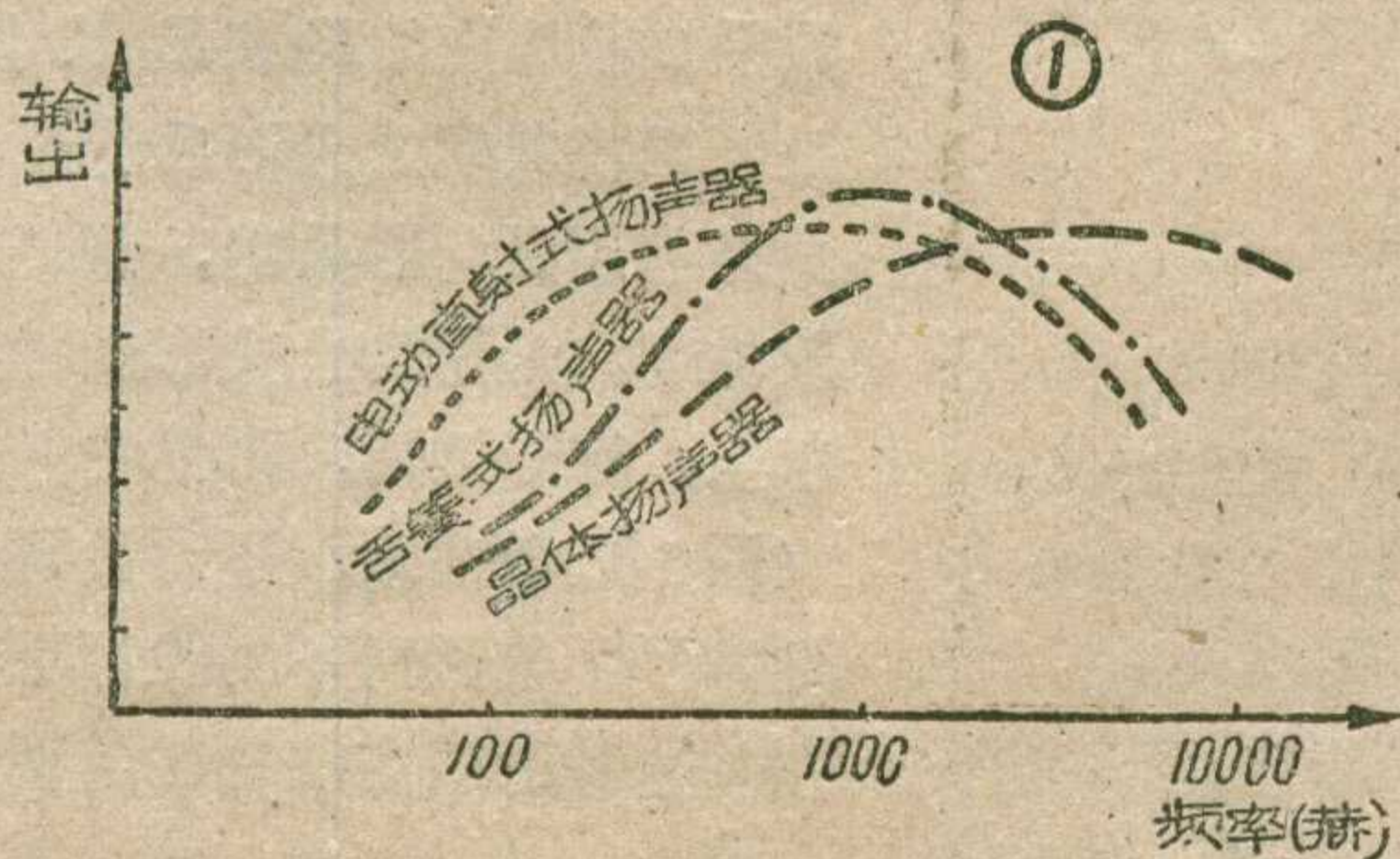
4. 效率 扬声器输出的声音功率和所输入的音频电流功率的比值，就是扬声器的效率。扬声器效率的高低与它的结构有密切的关系，例如磁极空隙中的磁通密度大小，振动系统的重量和形状等都会影响效率。有一种高效率小功率的扬声器专供直流小型收音机之用。在大型扬声器中主要是音质问题，换能效率在选用时不做为考虑的重点。

5. 失真 扬声器不能把原来的声音逼真地重放出来的现象叫做“失真”。扬声器的失真有两种：一种失真是由于对某一些频率放声较强，而对另一些频率放声较弱所造成的，它破坏了原来声音高低音调响度的比例，改变了原音的音色和气氛，这种失真叫做“频率失真”。另一种失真是扬声器的振动系统的振动和原来音波的波形不能完全吻合而造成的，在输出的声波波形中增加了新的频率成分，这种失真叫“非线性失真”，例如扬声器发音沙哑，在声音中杂有呼啸、震颤、炸裂等。

6. 辐射方向性 由于扬声器振动系统的结构和助音设备不同，扬声器声波辐射的方向性也有很大不同。在广场、大会堂和电影院中的扩音设备中，扬声器的辐射方向性是音响设计中必须考虑的重要因素。

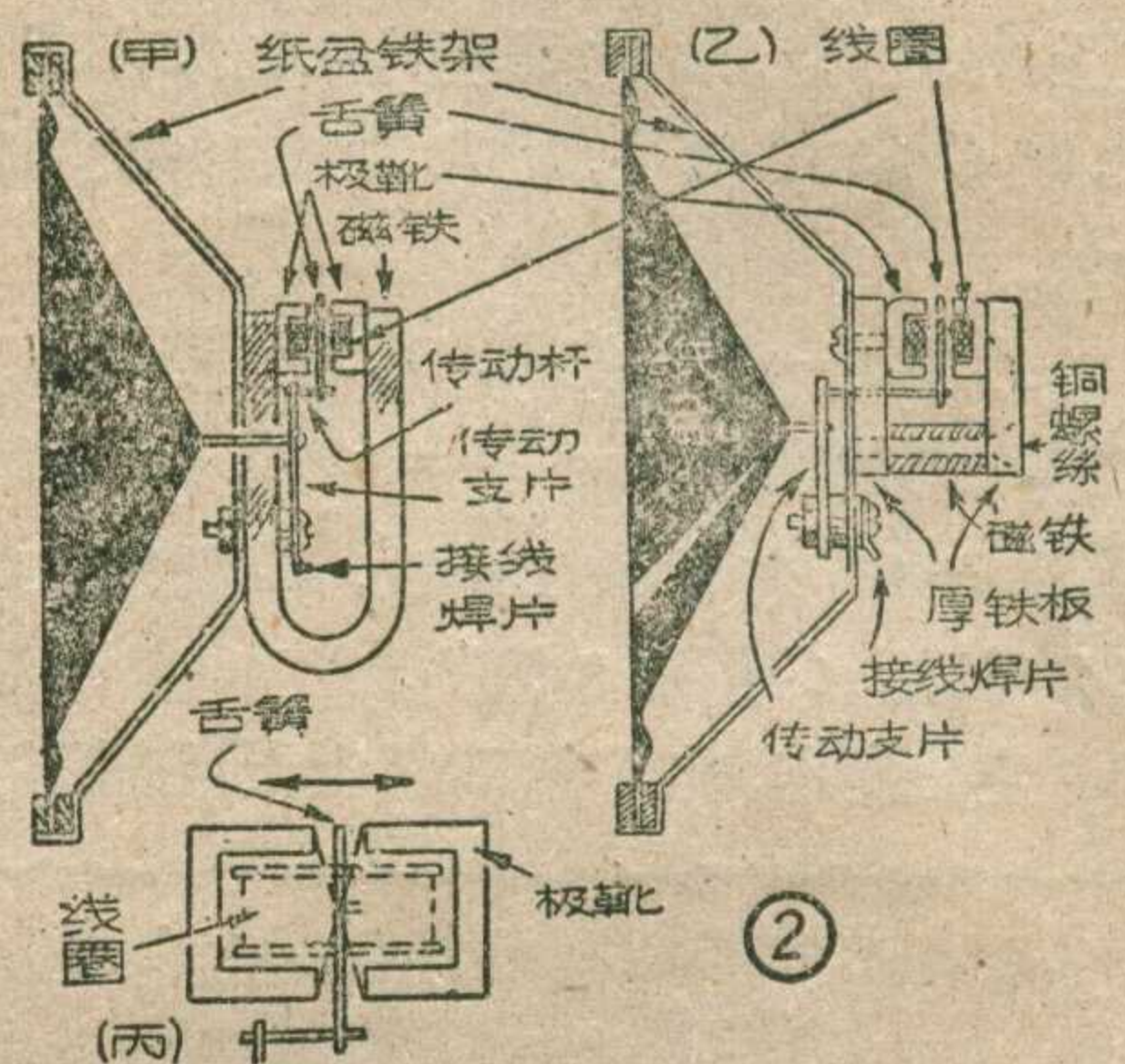
二、几种常用扬声器的结构和特点

扬声器从结构上分，有舌簧式扬声器、



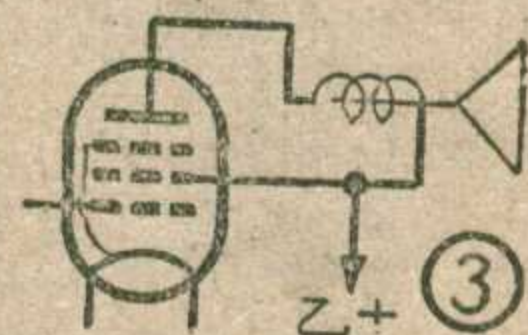
电动式扬声器和晶体扬声器等。其中电动式扬声器又分为励磁式、永磁式和号筒式等。下面分别叙述一下它们的结构和特点。至于其他新型的和特殊的扬声器如静电扬声器、气动扬声器、离子扬声器、电量风扬声器等，这里就不一一介绍了。

1. 舌簧式扬声器 这是一种比较老式的扬声器。主要是由永久磁铁、线圈、舌簧和纸盆等几部分组成的，它的结构如图2。永久磁铁较早是用马蹄形的（图2甲），近来多用块形磁铁（图2乙），但无论使用哪一种磁铁，都在一端利用软铁制成的马鞍形极靴将永久磁铁的磁力线集中起来，使两块极靴之间的磁通密度大大增加。在这两块极靴的中间加入线圈，并在两块极



靴的空隙中即线圈的中心嵌入一块用硅钢片制成的舌簧，舌簧中部用铜丝装牢在线圈框上，作为支点，舌簧片的两端可以以支点为轴，向两边摆动，舌簧的一端经过连杆的传动装置连到纸盆。当线圈没有音频电流通过时，舌簧两端在磁场中所受的作用力互相抵消，舌簧静止在中间位置。当线圈中有音频电流流过时，舌簧被磁化，两端产生不同的极性，在磁场中两端受力不同，极性和永久磁铁相同的一端被推开，相异的一端被吸近，随着音频电流的变化，舌簧两端的极性也不断变化，因而舌簧产生振动（图2丙），并带动纸盆振动发出声音。

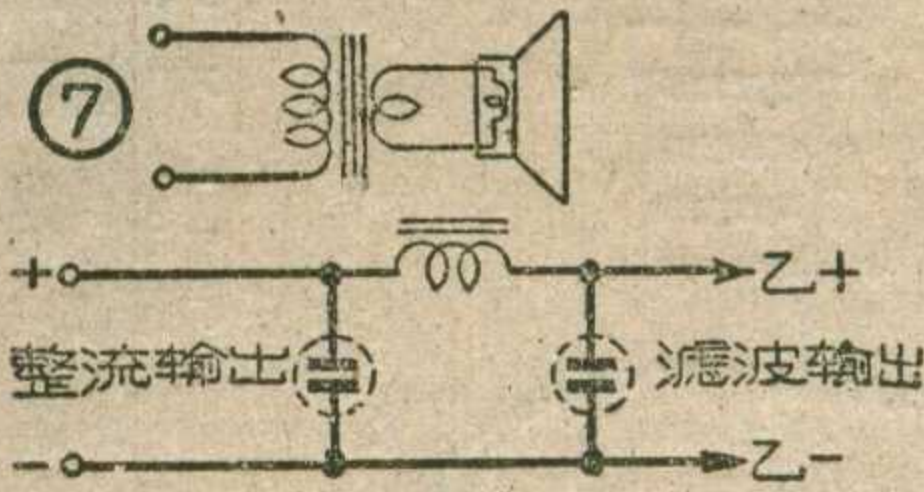
舌簧喇叭的特点是结构简单，成本低，换能效率也较高。但是频率特性较差，较高和较低的音频都发不出来。能承受的最大功率在1/4瓦~1/2瓦之间。线圈是用44号左右的漆包线绕4,000~5,000圈制成的，因而阻抗比较高，直流电阻为800~1,000欧；阻抗约在5,000~10,000欧之间，可以直接接到电子管屏极作为负载（图3）。这种扬声器适用于音质要求不高的小型收音机中，在农村有线广播网中也



被大量采用。另有一种阻抗比较低的舌簧扬声器，它的直流电阻为200欧，阻抗约在1,000欧左右，这种扬声器一般是用在矿石收音机上。

2. 电动式扬声器 电动式扬声器又叫动圈式扬声器，有纸盆式(直射式)和号筒式(反射式)二种。收音机中使用的都是纸盆式的，由音圈振动推动纸盆直接把声音辐射出去。纸盆式扬声器又分永磁式和励磁式两种。永磁式扬声器的性能比较好，目前应用的比较多。它的外形和构造如图4，磁系统是用永久磁铁组成的，磁铁有环形的(图4乙)和块形的(图4丙)两种，

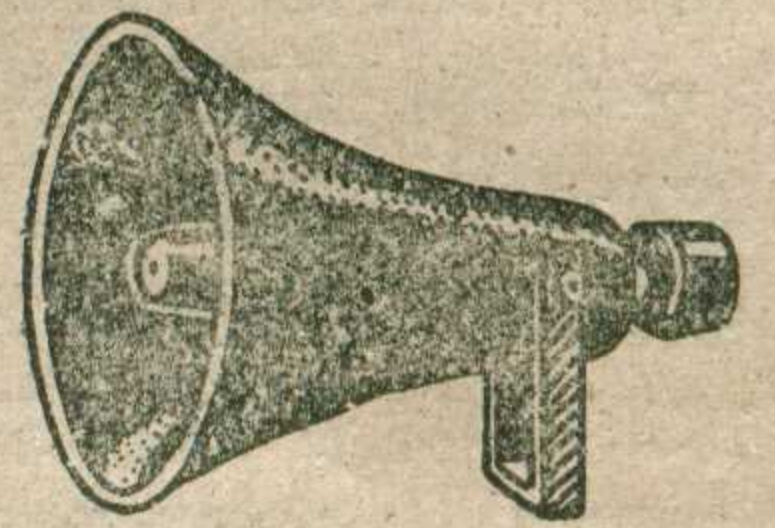
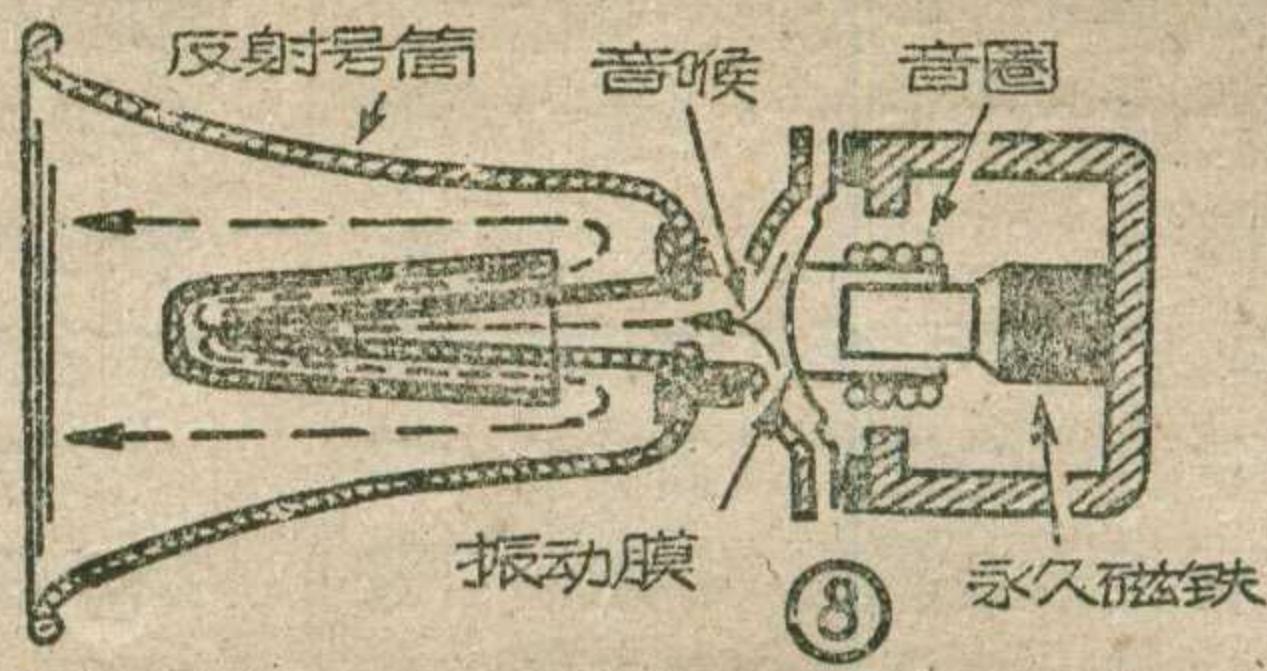
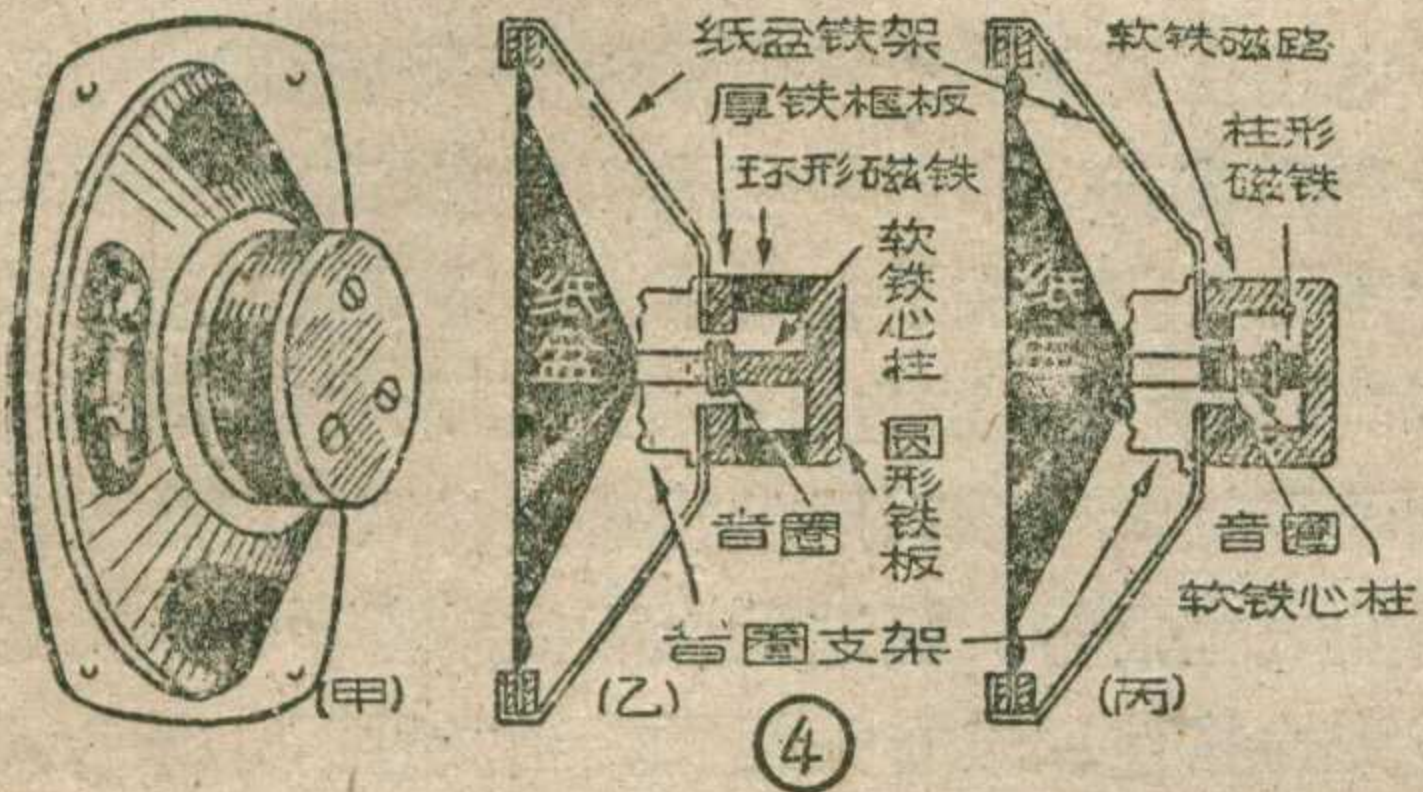
得直流电流来完成励磁和滤波双重任务。它的接线方法见图7。这种扬声器的缺点是



是磁铁的磁力强弱受励磁电流的影响很大，励磁电流小了，声音就轻得多，电流大了，线圈就发热过甚，所以近年来已用得很少了。

纸盆式电动扬声器的特点是失真小，音质清晰。它的频率特性随纸盆口径的大

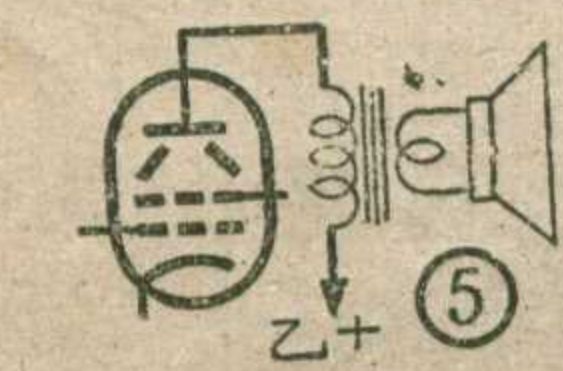
传到出口处，出口处的功率将要比发音头的大得多。号筒截面积扩展得愈慢，它的截止频率愈低，那么号筒就要做得很细很长，为了缩减号筒所占空间，以满足节省地位和便于使用等要求，号筒是做成反射式的，把整个号筒折成几段套在一起，使声音经过一次或两次反射后再辐射出去。号筒式扬声器的特点是效率高，输出音量大，辐射方向性强，适宜放送高音，因此常称为“高音喇叭”。开大会和广场中使用较多。它的缺点是频率特性差。常用的号筒式扬声器的截止频率约在120~180赫之间，低于这个频率的声音就放不出来。



通过软铁板和心柱构成磁路，造成一个圆形的磁隙。绕在圆筒上的音圈用支架固定在圆形磁隙的中间，音圈的一端粘牢在纸盆上，另一端套在磁铁心柱的外面，音圈内部不能和心柱相碰，外部也不能和厚铁框板的圆洞边缘相碰。当音频电流通过音圈时，音圈产生变动的磁场，与磁铁的固定磁场相互作用，音圈就在磁隙中前后振动，带动纸盆发出声音。这种动圈式扬声器因为音圈是可动的，圈数不多，阻抗很低，使用时必须配用合适的输出变压器，使阻抗满足匹配的要求。它的接法如图5。

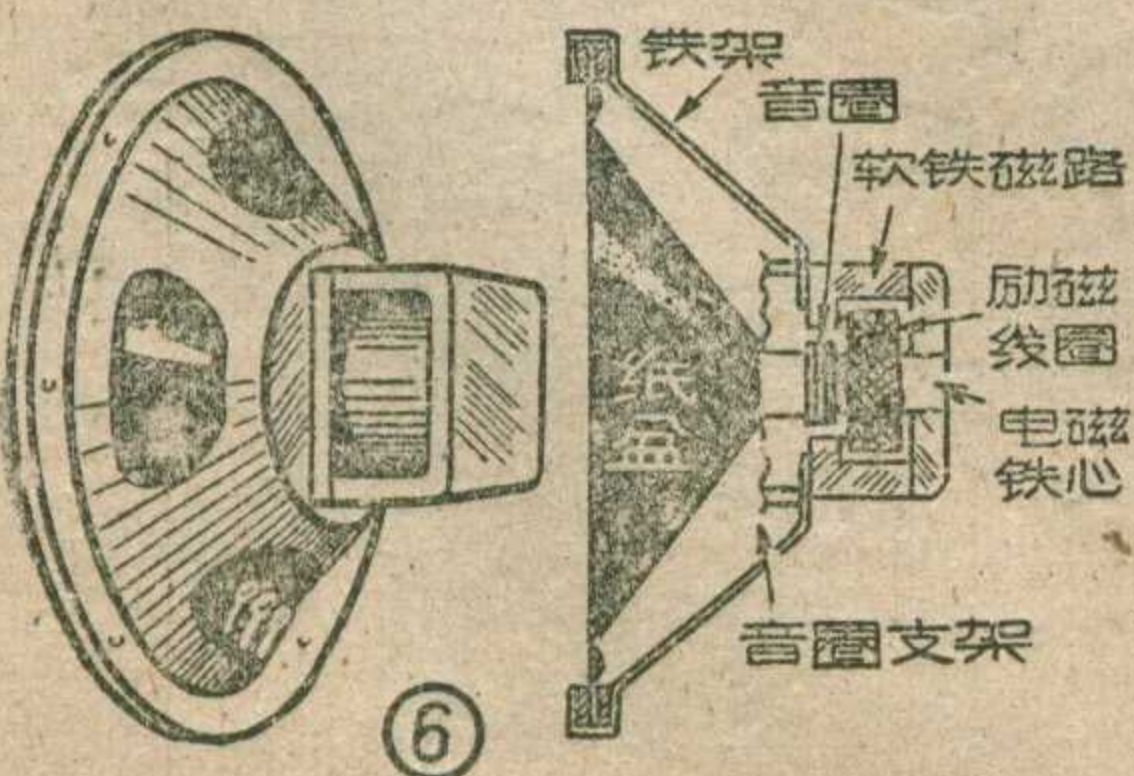
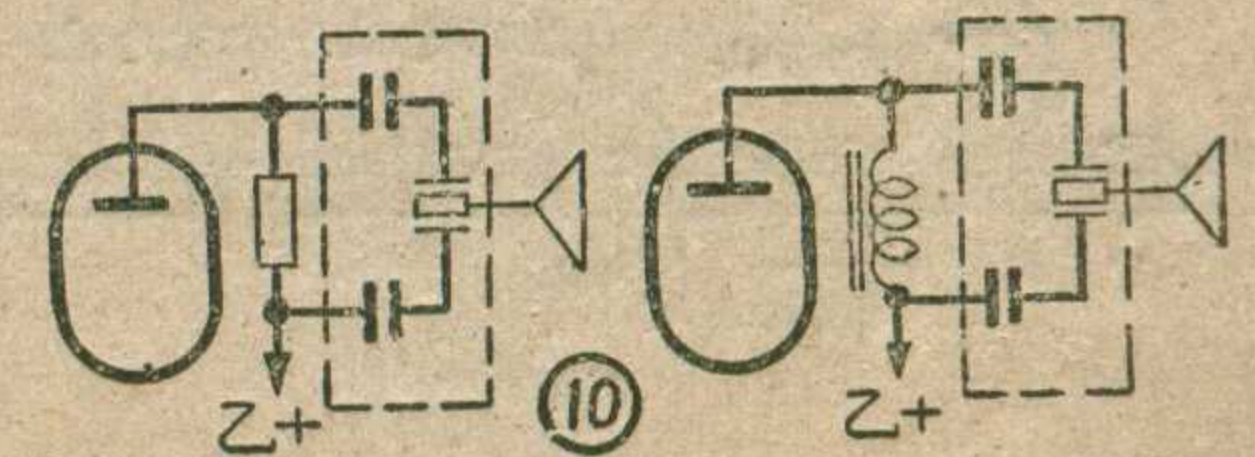
小有所不同，口径大的低音较丰富，口径小的高音较丰富。换能效率没有舌簧扬声器高。功率小的只有1/4瓦，大的可到30瓦。阻抗一般在3~8欧之间。纸盆口径有65、130、165、200、250、300毫米等数种，另有一种椭圆形纸盆的，它的体积比较小，频率特性好，音质优美动听。有些特制的扬声器有两个同心纸盆，一大一小，分别放出高、低音，叫双纸盆扬声器，这种扬声器可以得到较宽的频率特性和较好的方向特性，在音质要求高的电视、调频接收机和扩音机中使用，但价格较高。

3. 晶体扬声器 这种扬声器是利用晶体的“反压电效应”发声的，即在晶体表面加上交变电压以后晶体会产生机械振动而完成电声转换作用。纸盆就利用传动杆直接连到晶体上，晶体一般采用压电效应较高的人工结晶的酒石酸钾钠。它的结构见图9。这种扬声器的特点是灵敏度高，消耗功率小，只有约0.1瓦，一个普通收音机可以带动十几个晶体扬声器。它的阻抗呈电容性，没有作为直流通路的线圈，所以不能直接接到电子管电路中，必须经过输出变压器或者电容器交连，避免晶体两端有直流高压。国产晶体扬声器上多已在晶体两端串联有两只0.05~0.1微法的电容器，在收音机中可按图10的方法接线。晶体扬声器的阻抗很高，约在10000欧以上。它的缺点是频率特性在高频频段很好，中音和低音都显著下降，灵敏度受温度的影响较大，并且耐潮性能差，因此性能不够稳定，而且晶体容易损坏。常使用在高级收音机中配合其他扬声器作为放送高音用。



励磁式扬声器的振动发声系统和永磁式扬声器相同，只是它的磁系统的固定磁场是由电磁铁来产生的。它的外形和结构如图6。在电磁铁心上面绕有一个励磁线圈，只有当这个线圈通过直流电流时，磁铁才产生磁性。励磁线圈的直流电阻约为1000~2500欧，励磁电流在25~50毫安之间。一般都用励磁线圈兼作整流电路中的滤波扼流圈，这时将利用电子管整流后所

另一种电动扬声器是反射式的号筒扬声器。它是由一个“发音头”和号筒组成的，号筒的作用和我们日常见到的喊话筒的作用相类似，可以使声音较为集中地向外发射到比较远的距离。这种扬声器的外形和结构如图8所示。发音头的工作原理和纸盆式电动扬声器差不多，但是音圈所连接的不是纸盆而是一个振动膜，振动膜是用浸渍过塑料的圆形织物制成的，永久磁铁可用柱形的也可用环形的。当音圈通过音频电流时，音圈带动振动膜振动而发声。发音头的出口不大，使振动膜外面的一些空间成为一个半封闭状态的“空气室”，而号筒壁是按着一定规律(指数曲线)慢慢向外扩展的，面积小时扩展很慢，面积愈大时，扩展也愈快，在出口处扩大到很大。声音从号筒向外发射时，由于发音头气室内被密封的空气受到振动膜的振动，将声波功率作用于号筒内的空气柱而



磁带录音

郭耀华

一天傍晚，你打开了收音机。正在播送侯宝林说的一段精彩的相声。可惜的是没有从头听起。过了一个时期，你从广播节目报上看到又要播送这段相声了。于是你按时打开收音机，满意地从头再听一次。这时你忽然发生一个问题：是不是每次广播这段相声时，侯宝林都要到广播大楼播音室里去表演一次呢？

现在，在大多数情况下，已经不需要把演员请到播音室来。广播电台用磁带录音机事先把演员表演的节目录在磁带上。在电台的录音材料存放室里，存放着许许多多录有各种歌曲、戏剧、交响乐和各种报告的磁带。广播电台根据听众的要求和事先安排好的节目表，从存放室选出需要播送的录音磁带，进行广播。

这种录音磁带是在宽约6.5毫米、厚约0.05毫米的胶带上敷以薄薄的磁性层而成的。为了在磁带上

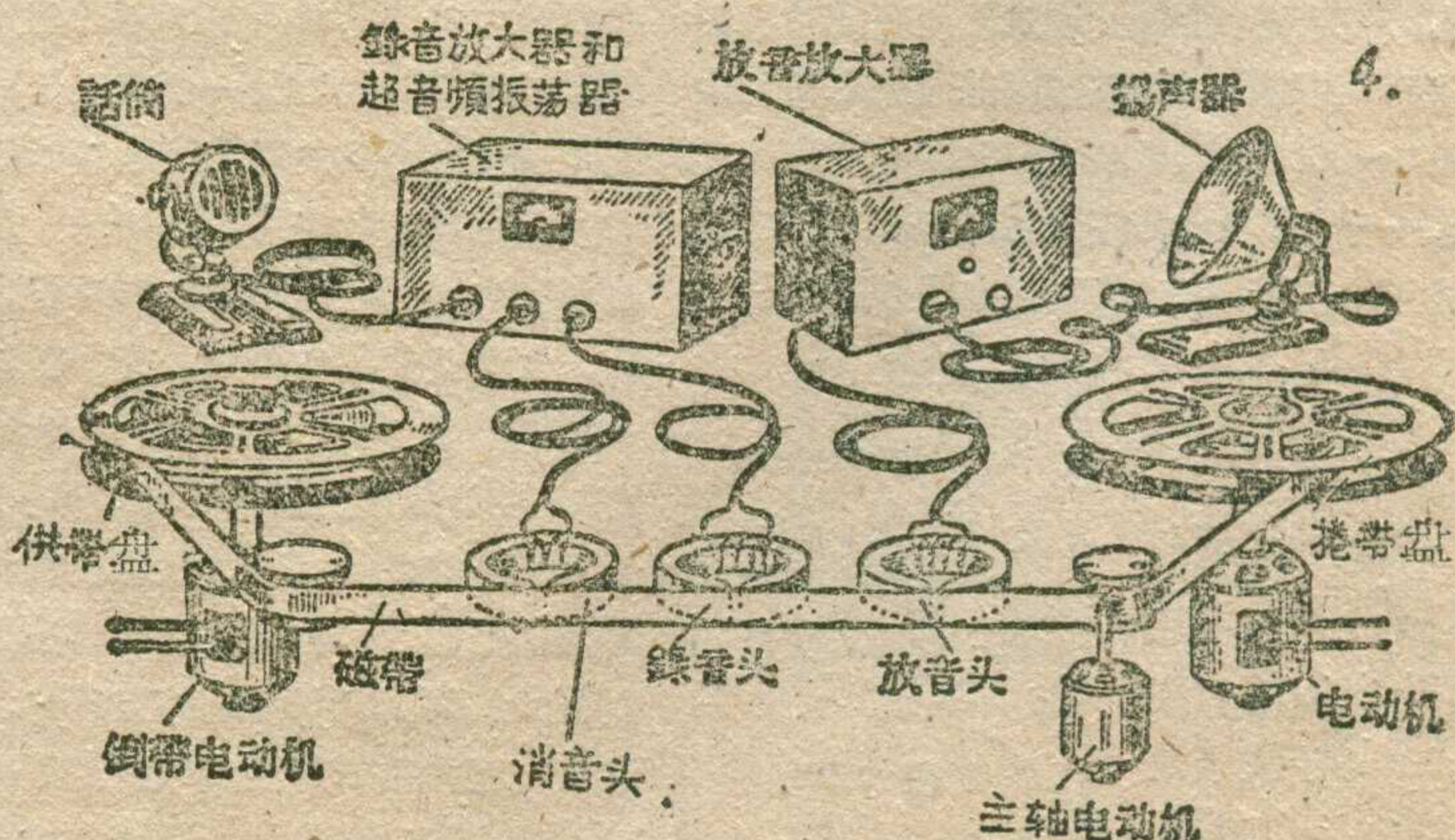
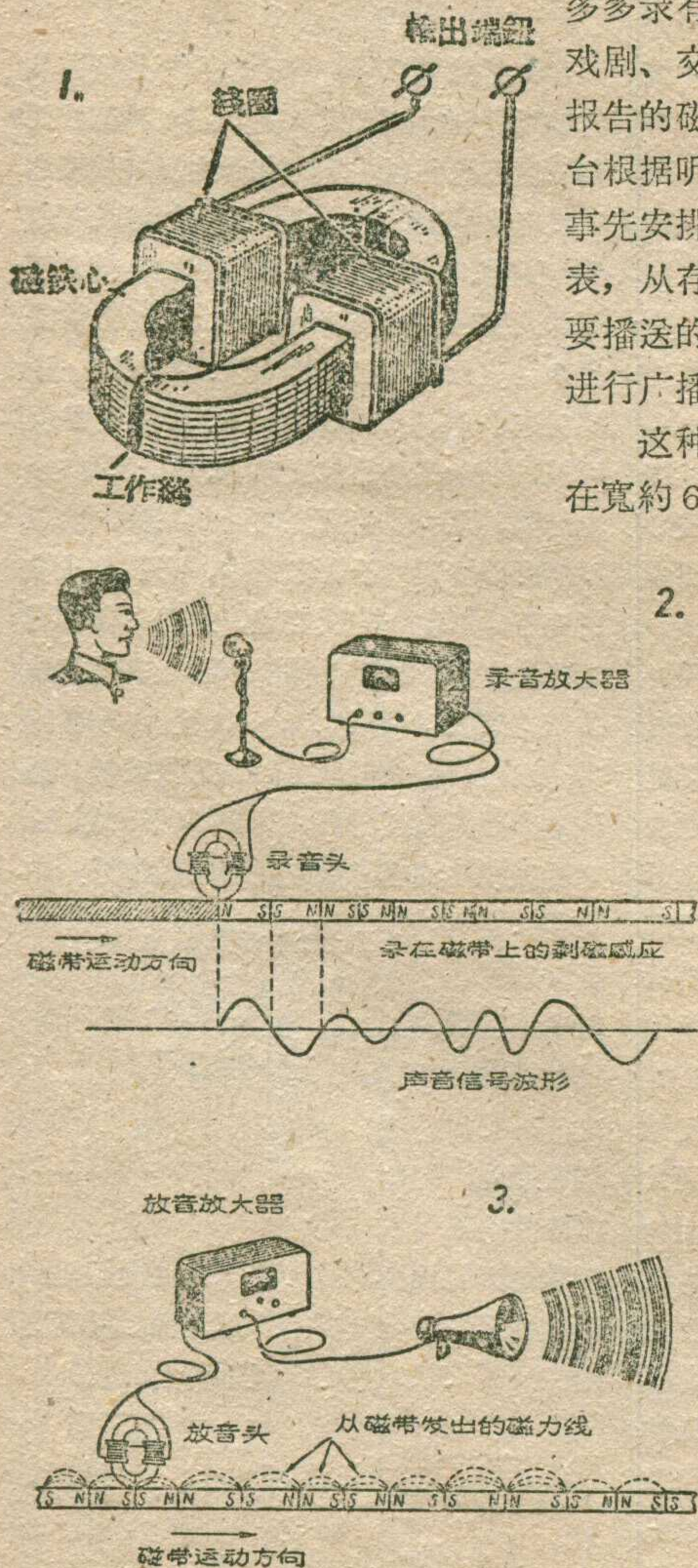
录音和放送录下来的声音，采用一种特制的磁头。磁头的构造见图1。用软磁材料做成铁心，在铁心上绕有线圈。磁头铁心的前端有一个很窄的缝隙，称为工作缝。在录音或放音时，磁带就贴着这个工作缝移动。

图2为在磁带上录音的示意图。在录音时，声音通过送话器变为电信号，经录音放大器放大后，加到磁头(录音头)的线圈中，因而在工作缝附近形成了随信号电流而变化的磁场。磁带以等速运动通过工作缝前的磁场，它的每个微段在通过工作缝前的瞬间，都受到这一磁场的磁化作用，在离开磁场后就留有相应的剩磁感应。由于工作缝附近的磁场的强弱和方向都随着信号电流在变化，所以磁带各个不同微段上所受磁化以及剩磁感应也和信号电流相对应。这样，随着时间而变化的声音，就变成了在磁带上随着位置而变化的剩磁感应，如图2所示。这也就是把声音录在磁带上。

在放送录音时，可以利用放音磁头将录在磁带上的剩磁感应转变成电信号，经过放大后推动扬声器放送声音。放音头的构造和录音头相同。当放音时，录有信号的磁带，紧贴着放音磁头的工作缝，用和录音时同样的速度移动。磁带各个微段由于剩磁感应而发出的磁力线，通过放音磁头的铁心而闭合，因而也通过铁心上所绕的线圈。由于录音磁带上各个微段的磁化强度是随所录声音而变化，而磁带又在工作缝前以和录音时相同的速度而移动(见图3)，所以在铁心中的磁通就不断变化，变化情况是和录音时的信号电流相对应。这样，在线圈中就感应出和磁带上所录声音相应的感应电动势。这个电动势经过放音放大器放大，就从扬声器中放出了录音磁带上所录的声音。

录好音的磁带可以长期保存，多次放送。经验证明，录上音的磁带在放送了25万次以后，再放音时，声音的质量一点也不比第一次放送的声音差。

另一方面，也可以将录了音的磁带“退磁”，即将磁带上所录的声音消除掉。消音以后，这个磁带就可以用来重新录任何别的声音。这样，就象黑板上写的粉笔字



可以擦掉再写其它的字一样，录音磁带也可以多次用来录音。要消掉磁带上的录音，可以使它从交流供电的强电磁铁附近通过。当磁带通过强电磁铁并逐渐离去时，它的每一微段都受到一串强度逐渐减小的反复磁化，从而处于退磁状态，消去了以前录下的声音。这个电磁铁称为消音头，它的构造和录音磁头或放音磁头一样，不过它的线圈是由一个输出很强的超音频振荡器来供电。

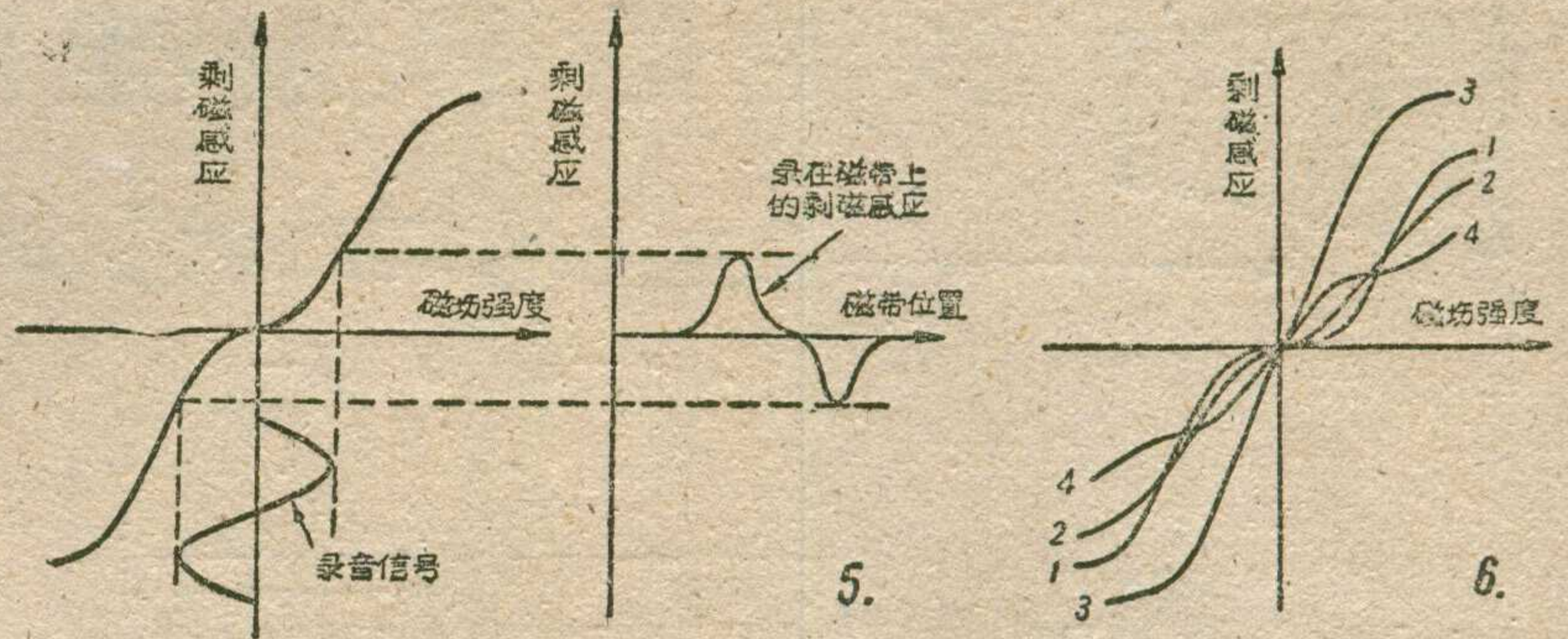
图4是一个磁带录音机的构造示意图。在使用时，卷带盘电动机旋转，拖动磁带自左向右在磁头前通过。这时如果是录音，可以用开关接通录音放大器和超音频振荡器，使消音头和录音头发生作用。如果是放音，可以用开关接通放音放大器以得到声音。倒带电动机的作用是将录过音的磁带从卷带盘倒回，卷到供带盘上以备下次放音。

在录音和放音时，必须使放出的声音和录音时送入录音机的声音一样，而不发生失真。为此需要采取一些特殊的措施。下面我们就来简单地谈谈这方面的問題。

一般的铁磁物质，对它进行磁化的磁场强度和它受到磁化后所剩剩磁感应大小的关系曲线不是一条直线，而是有相当大的弯曲，所以录音的结果会产生很大的失真，图5表明了这种情况。为了克服这一缺点，现代磁带录音大都用交流偏磁录音。这种录音方法，是用一个超音频交流电流和录音信号电流迭加起来，一同加到录音磁头的线圈里去。这个超音频电流称为偏磁电流。有了偏磁电流，对磁带进行磁化的磁场的强弱和留在磁带上的剩磁感应的大小的关系曲线，就能够调整得成为一条直线。这里需要特别说明的是，对某一种性能的磁带，偏磁电流大小不同时，会得到不同形状的磁场强度和剩磁感应的特性曲线。图6画出了某种磁带用四种不同偏磁电流时所得到的四条曲线。曲线4所用的偏磁电流最大，曲线3小一些，曲线2更小一些，曲线1的偏磁电流是零。从图中可以看到，曲线3的直线性最好，偏磁过大过小时所得到的曲线都不能令人满意。在录音时，我们希望利用这些曲线中比较陡峭而有较长直线段的曲线，这样才能使输出大而失真小，得到较好的录音质量。因此在磁带录音时，调整偏磁到最适宜的程度，是非常重要的事情。

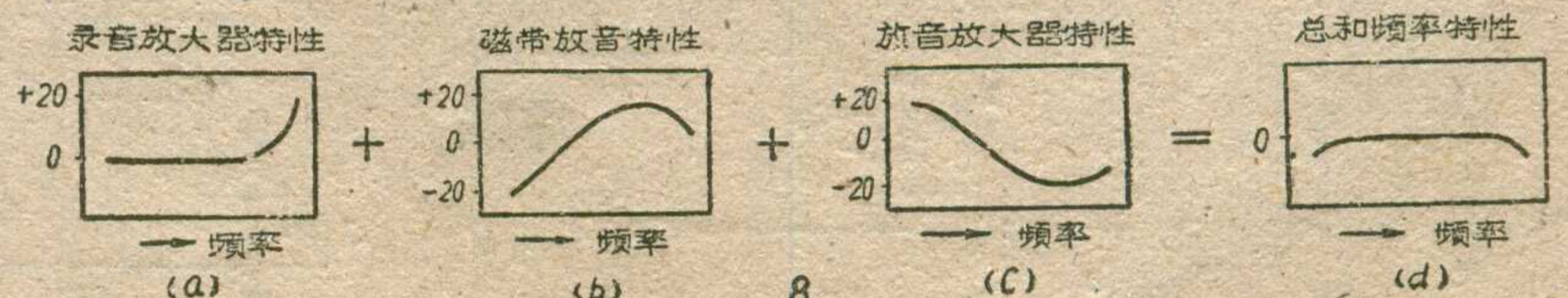
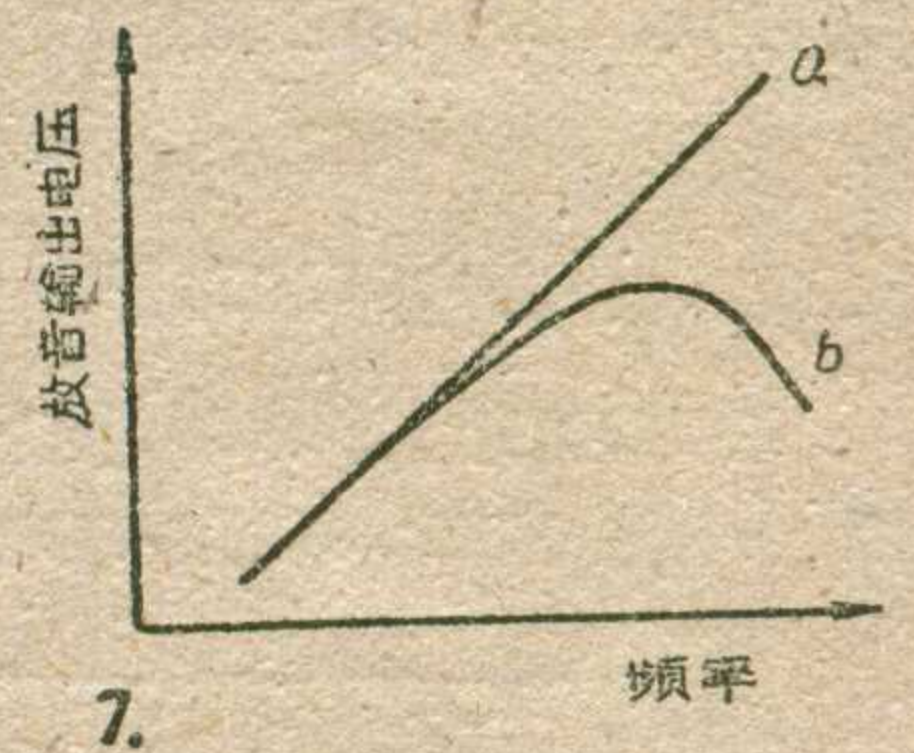
在现代的磁带录音机中，大都装有单独的超音频振荡器（偏磁振荡器），来供给偏磁电流和消音磁头的消音电流。

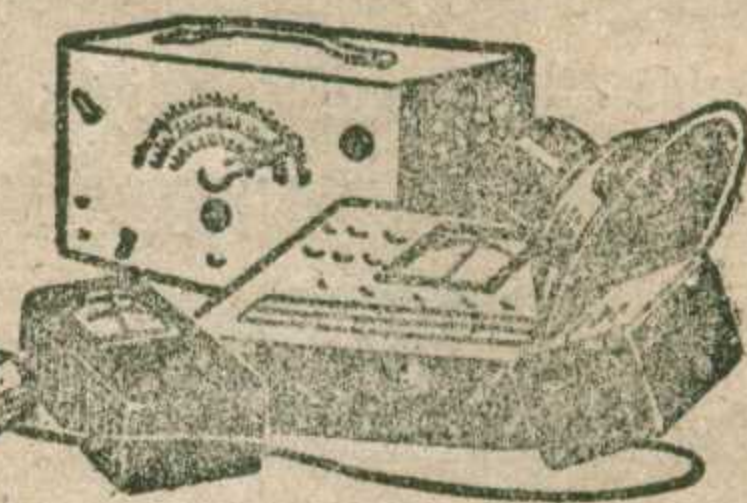
现在来谈谈补偿频率失真的问题。我们知道，录在磁带上的



声音，成为一连串的小磁石。如果录音信号是一个正弦波，那末它振荡一周时，录在磁带上的将是两个等长的小磁石。这两个小磁石的总长度叫录音波长。很明显，录音信号频率越低，录音波长就越长。假设录在磁带上的信号是音频范围内的各个单一频率，并且它们的大小相等。这时，每个小磁石发出的磁力线相等，所不同的是频率越高，小磁石的长度就越短，也就是录音波长越短。频率高一倍，录音波长就小一半。在放音时，磁带在放音头前等速移动。这时，虽然各个小磁石的磁力线数相等，但是穿过放音头线圈的磁力线的改变率却不相同。频率高一倍，录音波长就小一半，线圈中的磁力线的改变率就增大一倍，因而线圈中所产生的感应电压也就增大一倍。由此可见，虽然录下的是大小相同的信号，但是放音信号的输出却随着频率的升高而增加，如图7中的曲线a所示。但实际上由于在录音和放音过程中存在着高频损失，所以在放音频率特性的高频段有很大的下降。实际的放音频率特性曲线如图7中曲线b所示。因此，同样大小的声音信号，由于频率不同，放音时的输出信号就不同，在高频、低频时输出信号要比中间频率时低很多，也就是产生了频率失真。为了得到满意的频率特性，必须加相当大的补偿量，以使特性曲线变得平直。在一般录音机中，通常是在录音放大器中补偿高频（图8曲线a），在放音放大器中补偿低频以及少量的高频（图8曲线c）。这样，经过补偿后的总和频率特性曲线就变得比较平直（图8曲线d），从而减小了频率失真。

此外，为了提高录放音的质量，还需要采取一系列措施来减小录放音过程中所产生的杂音。





—張希源—

一、线路原理及使用

在图1线路中，当各开关转到不同位置时，将得到各种不同用途的电路，现分别说明如下。

1. 低频信号发生器

将开关分别转到下列位置：
 $\Pi_3 \Pi_4 \rightarrow 2$; Π_5

$\rightarrow 3$; $\Pi_7 \rightarrow 2$; 其它任意，便得到图2所示电路。这是一种由电子管 Π_1 和音频变压器 T_F 等构成的变压器回授式低频振荡电路。调节 R_2 ，可以改变帘栅极电压，从而控制振荡的强弱。振荡频率用 R_6 或 C_{13} 来调谐。

振荡信号由 Π_1 的屏极输出，经 T_F 交连到 Π_2 的半边三极管进行放大后，从接线柱 (5) (6) 输出，调节 R_{12} 可控制输出的大小。

Π_1 屏极电路中 R_4 的阻抗比 T_F 初级线圈的阻抗小得多， C_9 、 R_5 对音频的短路作用也不大，因此可以不考虑这些零件的影响。

2. 电码练习器

开关位置同上。将电键插入插孔 J 内，当电键按下时， Π_1 的阴极电路接通，

遂有音频振荡，电键放开时，阴极 K 与地断开，振荡停止。振荡信号经 Π_2 放大后由扬声器放出 (开关 $\Pi_7 \rightarrow 1$) 供多人收听；如仅需一人收听，可将耳机接到接线柱 (5) (6)，此时开关 $\Pi_7 \rightarrow 2$ ，输出变压器次级线圈与扬声器断开，换接到一负载电阻上。声音大小用 R_{12} 来调节。

3. 高频信号发生器

等幅信号发生器 $\Pi_1 \Pi_2 \rightarrow 1$ 、2 或 3; $\Pi_3 \Pi_4 \rightarrow 1$; $\Pi_6 \rightarrow 1$ ，其它任意。等效电路见图3。

由电子管 Π_1 与振荡器回路 $L_1 C$ (或 $L_2 C$, $L_3 C$) 等构成一高频振荡电路。第一栅极 G_1 的栅漏电阻 R_1 被短路，只剩下 R ，于是 Π_1 处于振荡工作状态。调节 R_2 改变帘栅极 G_2 、4 的电压，从而控制振荡的强弱。

从负载电阻 R_4 得到放大的高频振荡信

号，通过 C_9 、 R_5 输出。由于 T_F 初级线圈的分布电容及旁路电容 C_6 对高频的阻抗很小，其作用可忽略。

高频振荡共有三个波段，用开关 $\Pi_1 \Pi_2$ 转换。 Π_1 与 Π_2 是波段开关的两个刀，转动时一齐转到 1、2 或 3，就使得振荡频率在下列三波段内变换：

第1波段：7~22 兆赫 ($\Pi_1 \Pi_2 \rightarrow 1$)

第2波段：2~7 兆赫 ($\Pi_1 \Pi_2 \rightarrow 2$)

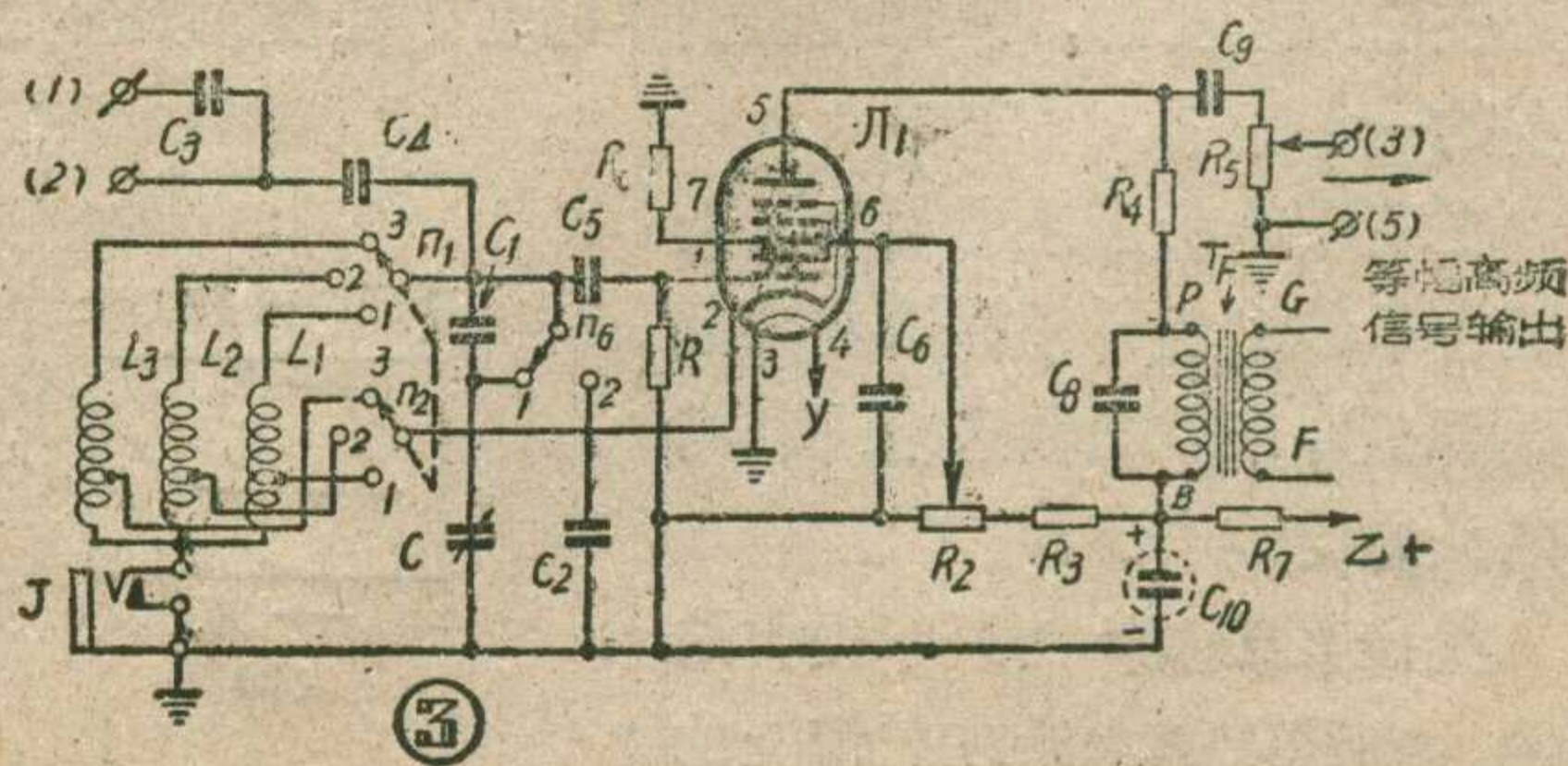
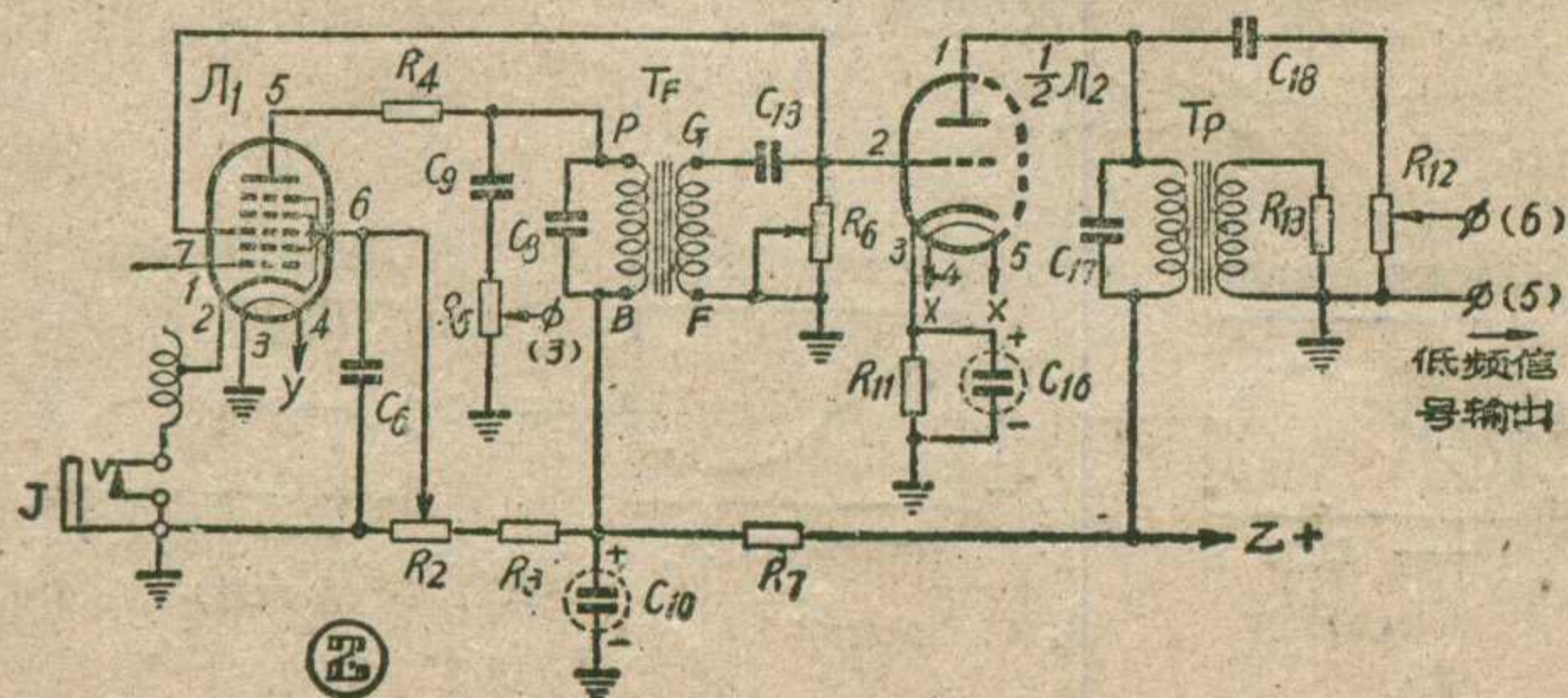
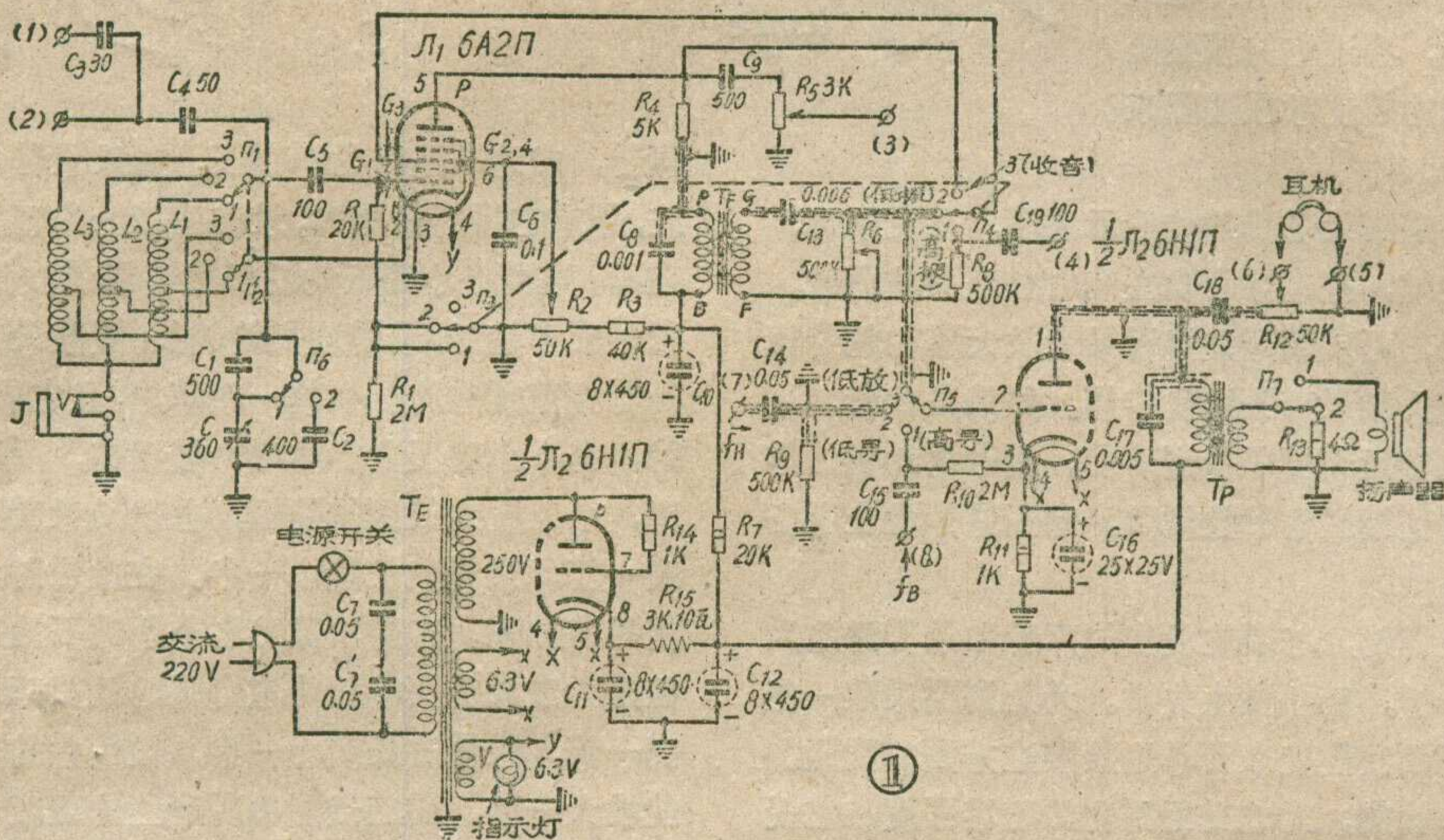
第3波段：550~1650 千赫 ($\Pi_1 \Pi_2 \rightarrow 3$)

当 $\Pi_6 \rightarrow 2$ 时， C_1 、 C_2 加入谐振回路中，可使波段得到扩展，本机所用 C_1 、 C_2 能使第三波段的低频端延伸到 400 千赫，从而产生出 465 千赫的中频信号。

高频信号可以从栅极经接线柱 (1) (5) 输出 (第1、2 波段)；以及经接线柱 (2) (5) 输出 (第3 波段)。从栅极输出的振荡波形较好，但信号弱，且负载对谐振频率的影响大，故不常用。最好是从屏极输出，即从接线柱 (3) (5) 输出，输出大小可由 R_5 来调节。这时波形不够好，谐波成分多，但信号强，受负载影响小。

当负载阻抗很高时可从栅极输出；而一般测试中从屏极输出比较合宜。

G_3 空置不用，为防止在工作过程中积



留电子，故加栅漏电阻 R_9 。

调幅信号发生器 $\Pi_1\Pi_2 \rightarrow 1, 2$ 或 3 ; $\Pi_3\Pi_4 \rightarrow 2$; Π_5 离开 3 ; $\Pi_6 \rightarrow 1$; 其他任意。等效电路是上述低、高频振荡电路的组合。此时在 \mathcal{A}_1 内同时进行着两种振荡，分别由 G_1 与 G_2 担任高频与低频振荡栅极，通过电子流的耦合，使高频振荡的幅度受到低频振荡的调制，从而在 R_4 上得到调幅的高频信号，由接线柱 (3) 和 (5) 输出。调节 R_5 可控制输出的大小。

4. 频率计

$\Pi_1\Pi_2 \rightarrow 1, 2$ 或 3 ; $\Pi_3\Pi_4 \rightarrow 1$; $\Pi_5 \rightarrow 3$; $\Pi_6 \rightarrow 1$; $\Pi_7 \rightarrow 2$; 其他任意。等效电路见图 4。

待测频率为 f_x 的等幅高频信号由接线柱 (4)(5) 输入 G_3 ，与本发生器的高频信号（频率为 f_r ）在 \mathcal{A}_1 内混频后，所产生的各种频率中只有我们所需要的差频 $f_r - f_x$ 能通过 T ，并被 $1/2\mathcal{A}_2$ 放大后送到耳机，其他成分因为频率高均被 C_6 旁路掉。结果在耳机中将听到差频的声音。当 f_r 与 f_x 逐渐接近时，耳机中的音调由高变低，到最低点将听不到声音，在这一点差频为零，这时 $f_r = f_x$ 。调节电容器 C 到无声点，则本机刻度盘上指针所指读数就是待测频率 f_x 的数值。

5. 再生式收音机

$\Pi_1\Pi_2 \rightarrow 1, 2$ 或 3 ; $\Pi_3\Pi_4 \rightarrow 3$; $\Pi_5 \rightarrow 3$; $\Pi_6 \rightarrow 1$; $\Pi_7 \rightarrow 1$ 或 2 ; 其他任意。这时 R_1 接入栅电路，因 $R_1 \gg R$ ，故使 \mathcal{A}_1 处于“栅极检波”工作状态，用 $1/2\mathcal{A}_2$ 做低放，这样便组成一个两管再生式收音电路。调节 R_2 改变 $G_{2,4}$ 的电压可控制再生力强弱。

G_3 此时接到屏极 P 上，加大屏极输出，提高音量。

在收听短波（第 1、2 波段）时，天线接到接线柱 (1)；收听广播段（第 3 波段）时，接到接线柱 (2)。

R_6 起调节音量的作用。 R_4 、 C_9 、 R_9 的作用近似于高扼圈及电容器组成的高频滤波器的作用。

6. 信号寻迹器

低频信号寻迹器 $\Pi_5 \rightarrow 2$; $\Pi_7 \rightarrow 1$ 或 2 ，其他任意。总线路中只剩下一级低频放大和电源，其它部分不参与工作。频率 f_x 的低频信号由接线柱 (7) 输入到 $1/2\mathcal{A}_2$ 的栅极 2。 R_{12} 可调节音量。

高频信号寻迹器 $\Pi_5 \rightarrow 1$; $\mathcal{A}_7 \rightarrow 1$ 或 2 ，其他任意。所得等效电路与上述相似。此时

栅极电阻 R_{10}

直接接阴极，是为了不让 R_{11} 的阴极自给偏压加到栅极上， R_{10} 很大，故 \mathcal{A}_2 的半边三极管此时处于“栅极检波”工作状态。高频调幅信号 (f_s) 由接线柱 (8) 输入。

在作信号寻迹用时，本机的振荡部分还可以同时独立工作，两者互不相干。

7. 电容、电感测试器

电容测试器 $\Pi_1\Pi_2 \rightarrow 1, 2$ 或 3 ; $\Pi_3\Pi_4 \rightarrow 2$; $\Pi_5 \rightarrow 1$; $\Pi_6 \rightarrow 1$, $\Pi_7 \rightarrow 1$ 或 2 ; 其他任意。等效电路见图 5。

设欲测电容器的容量为 C_x ，将已知电感量的线圈 L 与 C_x 并联后，接到接线柱 (5)(8)。用一根软线一头接 (3)，另一头移近 L ，或在 L 上绕一圈，则本机产生的调幅信号通过这种“弱耦合”加到 LC_x 回路。

调节可变电容器 C 改变 f_r ，当 f_r 调到等于 LC_x 回路的谐振频率 f 时，则引起谐振，谐振电压通过 $1/2\mathcal{A}_2$ 的检波放大，在耳机中将听到最强的低频信号声音。这时本机的频率刻度盘上的读数 f_r 就是 f ，因此可从下式算出要求的 C_x ：

$$C_x = \frac{1}{(2\pi f_r)^2 L}$$

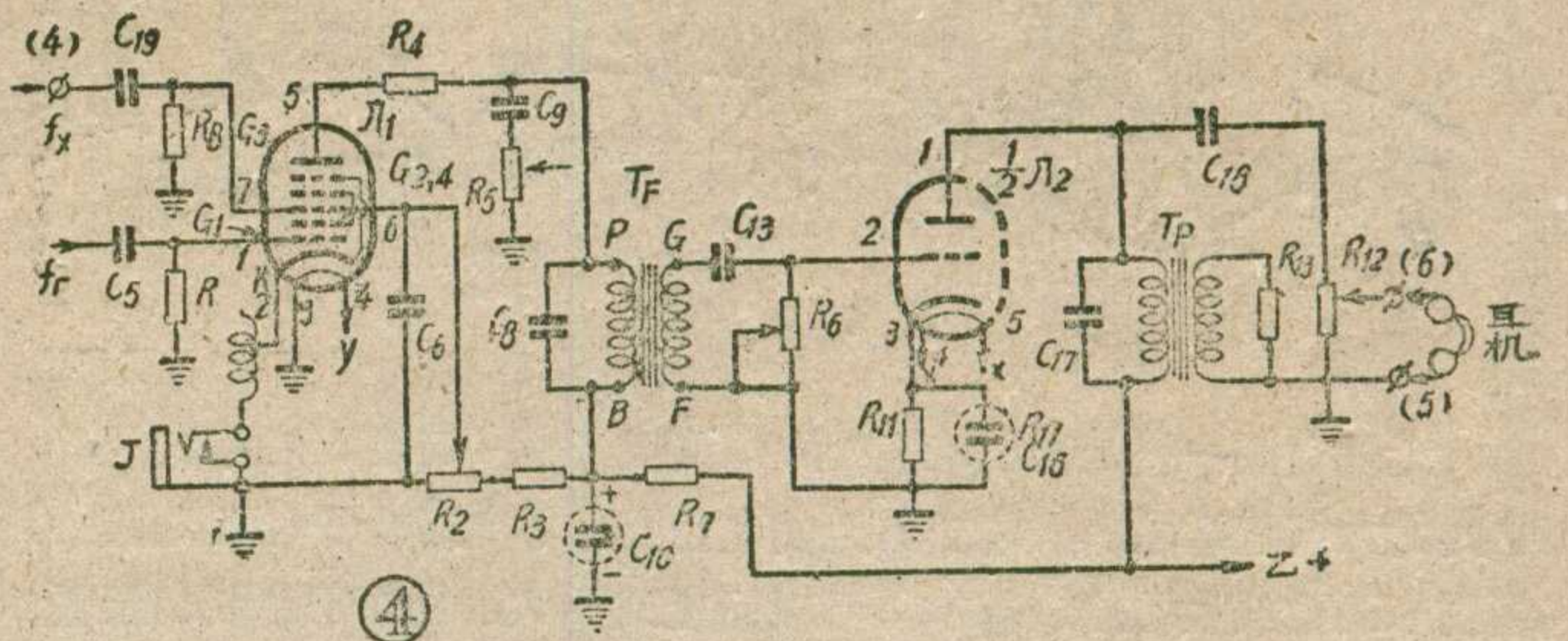
为测试方便起见，可预先计算出已知 L 下的 $f_r \sim C_x$ 曲线，这样实验确定 f_r 后，可以马上由曲线查出 C_x 之值。

电感测试器 方法全同电容测试，只不过是将 L 换成已知电容 C ，而根据 f_r 来求得未知电感量 L_x 罢了。

二、零件选择

线圈 采用市售超外差式三波段线圈中的输入回路线圈（振荡线圈不用），将初级拆去，只用次级。

抽头位置并无严格规定，若由“近地端”算起，中波约抽在 $1/5 \sim 1/6$ 的地方，短



波约抽在 $1/5 \sim 1/6$ 的地方。

电容器 凡在高频工作下的电容，最好采用云母或陶瓷介质的，以防高频损失过大而影响振荡强度及稳定。其他可选用纸质的。

波段开关 $\Pi_1\Pi_2$ 与 $\Pi_3\Pi_4$ 可选用一般市售四刀三掷波段开关。为防止接触不良，可将每两刀接在一起成一刀，并将其各对应触点两两并连，于是四刀三掷即变为二刀三掷。 Π_5 可用矿石机的“分线器”代用，不过注意，安装时应在螺母与底板间加装绝缘片，使旋柄与底板绝缘。

变压器 T_F 为 1:3 的低频变压器，若不易购得时，可取配合输出管 3Q5 的输出变压器一只（配合 6V6 管的也勉强合用），将次级拆去，用 0.1 毫米漆包线绕 1,200 圈做初级，原有的初级圈用作 T_F 的次级。

T_P 可以用配合 3Q5 管的输出变压器代用。若用 6V6 管输出变压器时，可将其次级拆去 13 圈，以配合 6H1P 所需之 10,000 欧负载阻抗。

T_E 为三灯收音机电源变压器。

三、安装与焊接

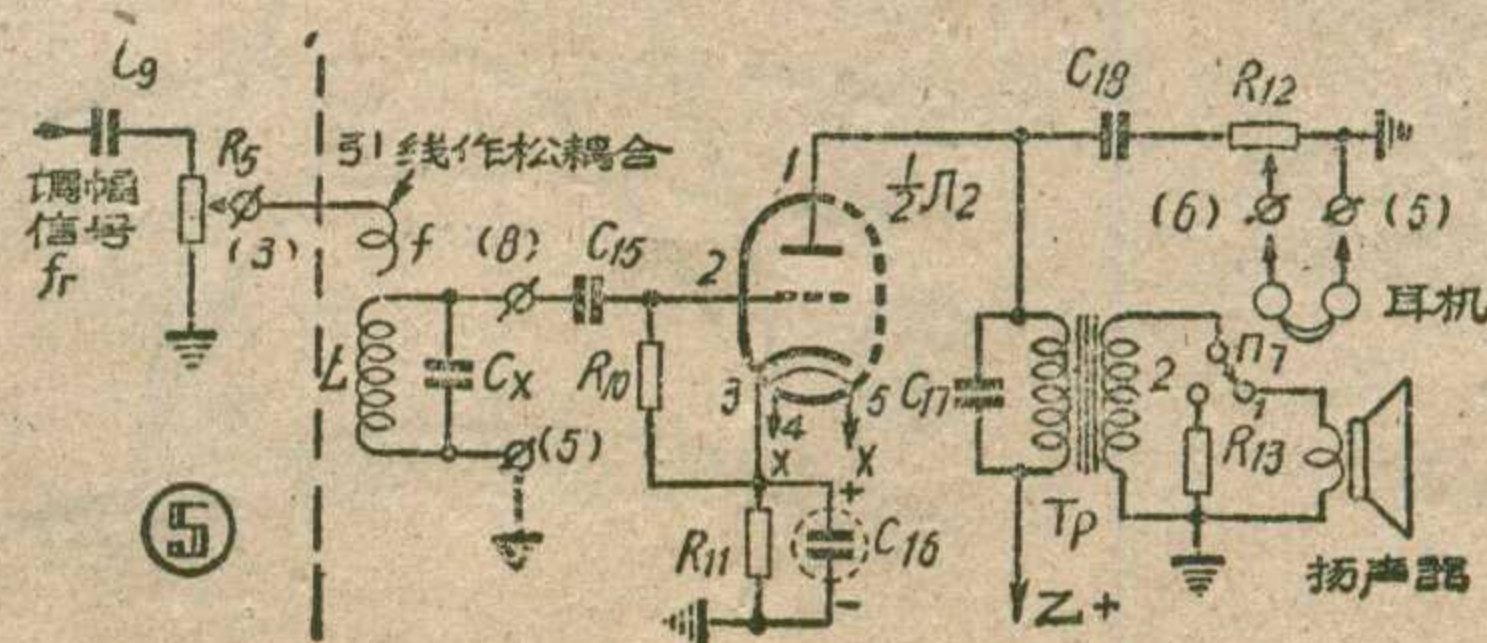
各主要零件在底板和机壳上的位置，以及各处的尺寸请看封三所示之结构图。外壳必须用金属壳。频率调谐采用缓旋式，与一般收音机上装法一样。在电容器旋轴上固定一根由铁片弯成的指针。刻度盘用两根铁条固定在底板上，位于拉线盘前面。若采用半透明塑料板做刻度盘时，还可在刻度盘后装二指示小灯（6.3 伏）。

在面板上开有扇形的窗口，安上一块玻璃或透明板，使刻度盘露出。

焊接时要注意下列各点：

1. 高频部分接线要短而粗。零件安排要紧凑，但又要防止不需要的耦合。
2. 公共地线应用一根粗铜丝，越直捷越好，不

（下转第 23 页）



无线电波的传播

楊 淵

无线电波一般是在地球表面和电离层之间的大气里传播的。电波从无线电台发射出来到达接收地点，基本上可以通过三种不同的途径：一种是沿着地球表面传播的，这种电波叫做表面波；一种是借电离层对电波的反射作用来传播的，叫做天波；另一种是在大气空间直接传播和经过地面的反射而传播的，叫做空间波（图1）。地球表面和电离层的电气性质对于电波的传播有重要的影响，我们在研究各种不同频率的电波的传播特性以前，首先要了解地球表面和电离层对于电波传播的影响。

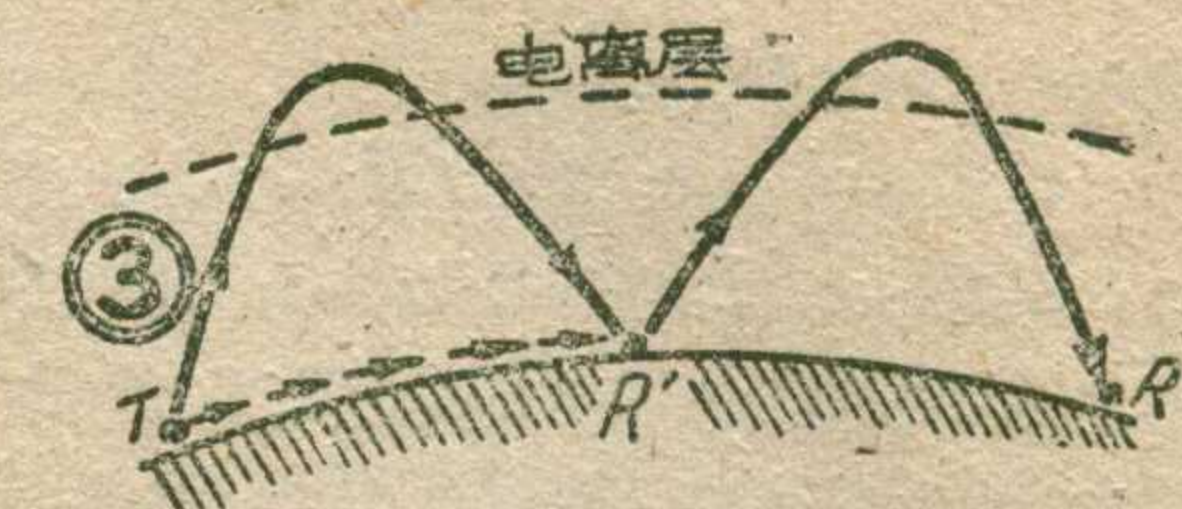
当频率很低时，地面可以认为是理想的导体，电波在地球表面传播，损耗较小。随着频率的提高，电波沿地面传播的能量损耗增大。所以频率愈低，表面波传播的距离也就愈远。另外在大气上层，距离地面高度约60~450公里的范围内，由于太阳紫外线的作用，中性的气体分子被电离成为正负离子和电子，又由于大气温度和压力随高度的变化，最后形成了一层层的“电离层”。随着它们离开地面的高度和电离程度的不同，电离层共分成D、E、F₁和F₂四层。D层距离地面最近，电离程度最弱；F₂层离地面最远，电离程度最强（图2）。在夜间，大气层不再受到太阳紫外线的作用，电离层中离子和电子的数目减少了，D层和F₁层消失，E层和F₂层还存在。电离层的介电常数比空气的小，无线电波在其中的传播速度比在低层大气中的传播速度大，因此电波进入电离层后会产生折射。经过连续的折射后，就有可能返回地面上来。但是电离层的介电常数随着频率的增高而逐渐增加，最后接近于空气中的介电常数。因此频率愈高，电波在电离层中所受到的折射就愈小。频率很高的电波，就会穿透电离层，不再返回地面上来。而

另一方面，频率较低时，电离层中的电子和气体分子相互碰撞所引起的能量损耗较大，而电子的振动能量又来自电波，所以电波在其中传播时，损耗较大；而频率较高的电波在电离层中传播时，损耗则较小。因此在电离层中传播的电波，其频率应该适当选择，既不使电波穿透电离层，又不使电波遭到太大的损耗。

一、超长波和长波

在应用无线电的初期，发现无线电波的频率愈低，电波绕过地球表面传播的距离愈远，这就是利用波的绕射作用来传播的表面波。但是我们知道，频率愈低，波长愈长，天线的高度就得愈高，否则效率太低。例如在超长波（10千赫~30千赫）的10千赫时，波长为30,000米，要建立一付四分之一波长高的垂直天线，就得修建一座7,500米的金属结构。显然这是不现实的。所以在经济和结构许可的条件下，超长波天线的高度总是波长的一个很小百分数，从而天线的效率很低。此外，频率太低时，通信频道太少，电台的工作频带限制得太窄。目前超长波只用在少数大功率高天线的海岸电台。另外，在海底电缆和短波通信发生临时中断时，超长波电台也可以当作辅助线路来继续维持通信。但是在电波的绕射过程中，电波总是沿着半导电的地球表面传播的，在地层内会感应产生传导电流并引起热损耗，使电波产生衰减，以致在到达接收点时，其场强远比通过自由空间传播同样距离时的场强小。

当频率提高，到了长波（30~100千赫）的范围时，地球对电波的衰减作用增大，同时波的绕射作用也减低。但是这时建立效率较高的天线有了可能，甚至在船舶上的天线也能有一定的辐射效能。长波



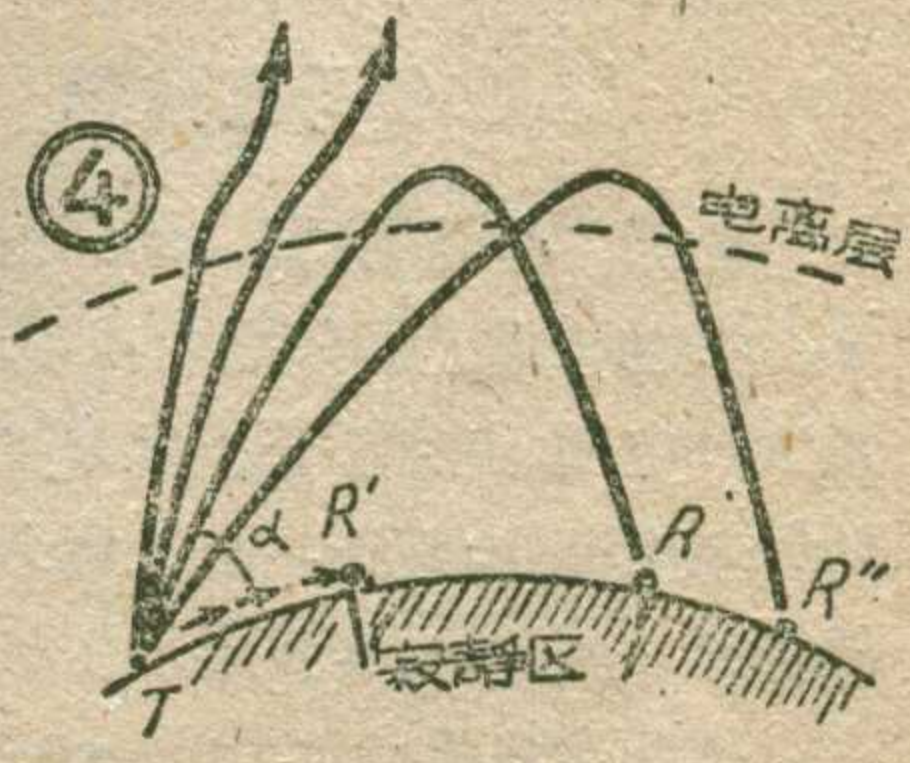
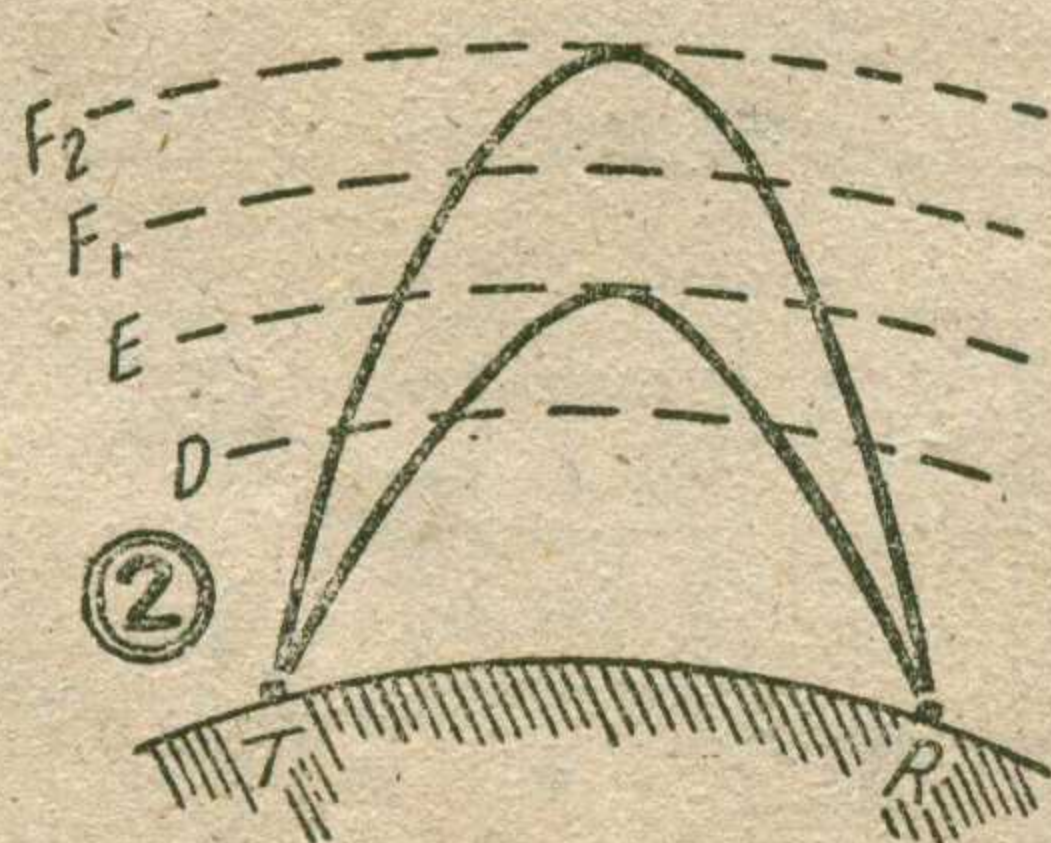
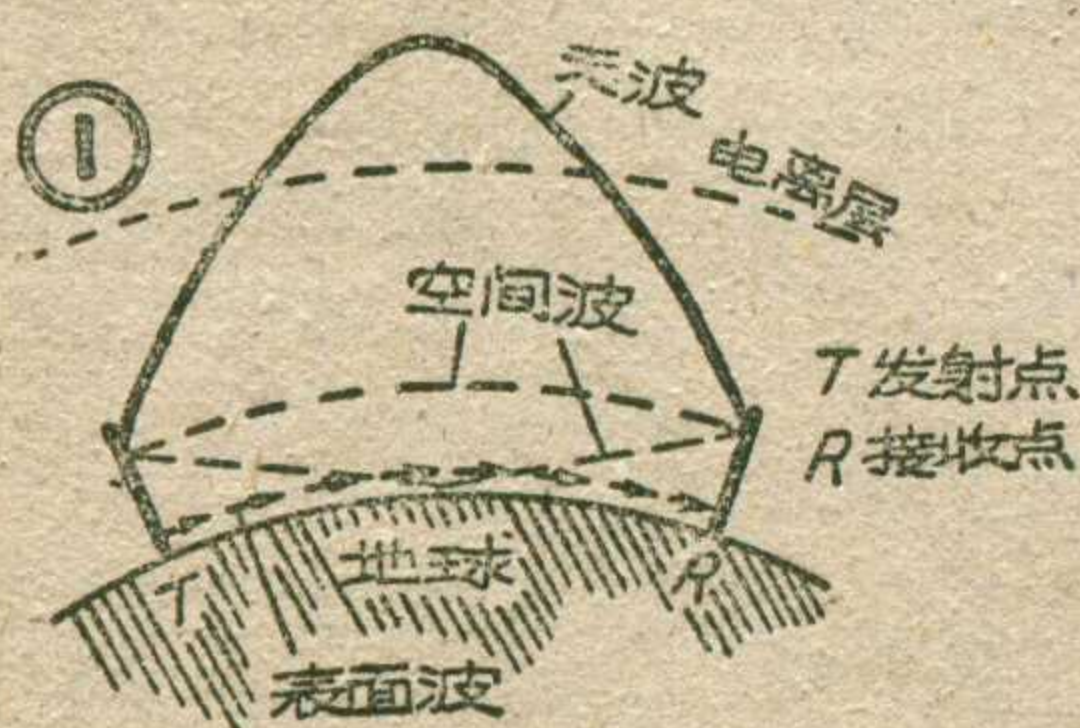
和中长波（100~500千赫）可以用于中距离通信，它比较可靠，在飞机导航和一般的航标方面，用得比较多。

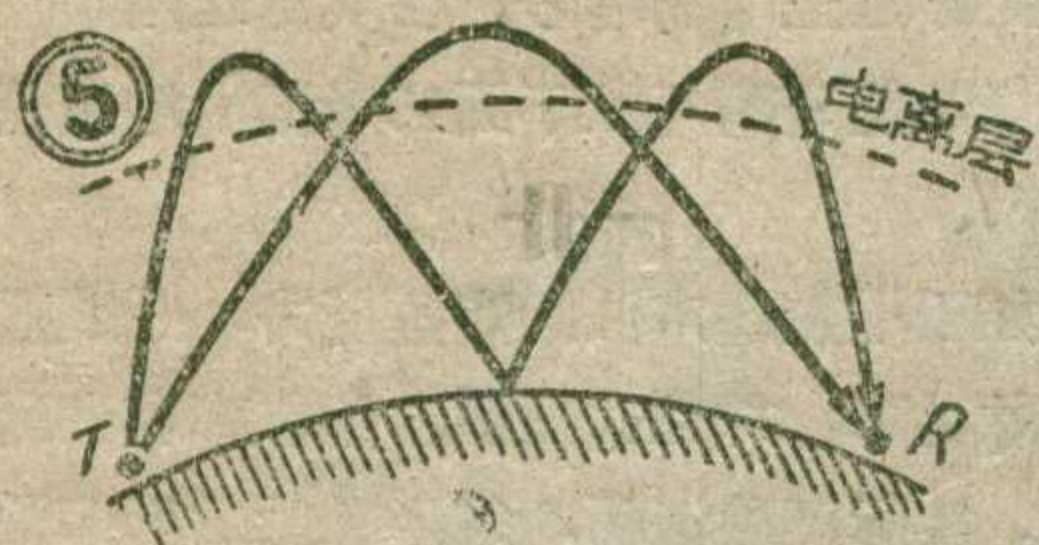
二、中波

从长波逐渐过渡到中波波段（100~1,500千赫）时，地面对电磁波的吸收增大，一般表面波传播到几百公里的距离以外时，即被地面所吸收。中波的高频段，表面波所能到达的距离就更小。中波用在广播方面。中波广播电台的主要服务范围就是由表面波来决定的。由发射功率、天线的方向性和地区土壤所决定的表面波服务范围，大约在二三百公里。但是经实践证明，在傍晚以后，中波可以达到较白天远得多的地方。这是因为在晚上，吸收中波的电离层的D层消失，而电离层的E层对中波的吸收较小，所以反射回来的天波达到的距离比表面波传播得远。这就是晚间能收到较远的中波广播的原因。至于在晚上收听中波广播的时候，常常听到声音时高时低，这就是所谓电波的衰落现象。这种衰落现象是由表面波和天波互相干涉所产生的，如图3中的R'点的情况。收听时有这种衰落现象的地区叫衰落区。为了把衰落区推远，保证主要服务区的收听质量，中波台的天线采用抗衰落天线，其高度比半个波长还要稍高一点。

三、短波

当中波过渡到短波（1,500千赫~30兆赫）时，表面波传到几十公里的距离上就被地面吸收了。但是短波在电离层中的损耗却十分小，在白天也能返回地面。天波传播中的损耗是由通过电离层和在地面进行反射时引起的（图3）。这些损耗加起来也远比表面波传播相同距离时的损耗小。目前人们使用短波通信，就是靠天波的方式来传递信号的。在这种情况下，使用

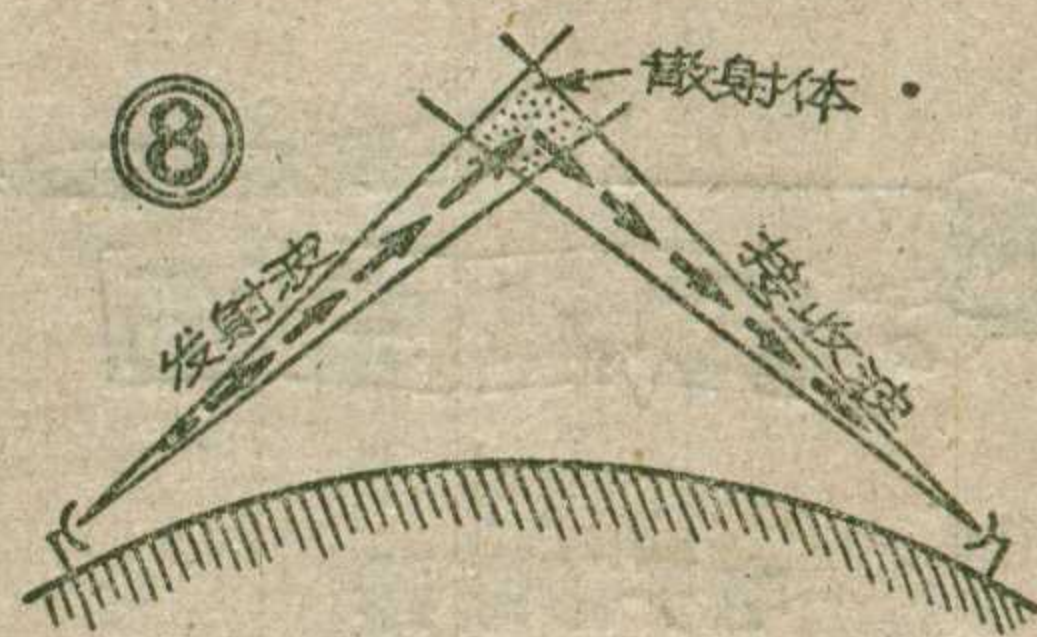




高层不断发生变化，經由不同路徑的电波的相位也发生变化，不同射綫間的相位差也不断变化，彼此时而加强，时而减弱，因而产生相互干涉的衰落現象，如图 5 所示。

四、超短波

在无綫电頻譜中高于 30 兆赫的超短波，一般不能从电离层反射回来，更不能以表面波的方式傳播，因此必須采取其他傳播方式。在几十公里之內，如果地形平坦，可以把天綫架高，使电波在地面上空直接从发射台傳播到接收台，而不受地面的吸收作用。如果有山頂、高塔或大建筑物可以利用时，这种方式的傳播距离可以增加一百公里以上。由图 6 可以看出，电波除了从地面上空直接傳播到接收点外，还有地面反射波也可以到达接收点。这种在空間傳播的直接波和反射波叫做空間波。反射波总是对直接波起不良的作用。在中波甚至短波波段里，电波的这种傳播方式不会有什么好处，因为反射波經過地面反射时要引入大約 180° 的相位变化，而直接波 A 和反射波 B 的路程差在中波和短波波段只占波长的一个很小百分数，所以在收信点的合成場几乎是直接波和反射波的差，其数值不比电波沿地表面傳播时大多少。在超短波和微波波段，因为波长很短，当发信台和收信台离得較远而接近視綫距离时，直接波和反射波的路程差还可以是波长的一定百分数，而不至使合成場是二者的差。此外，超短波和微波波段的天綫容易获得很高的增益，使反射波的强度降低，减小了反射波对直接波的削弱作用。这样就有利于超短波和微波利用空間波来进行傳播。但是空間波只能在視距範圍內傳播，这样就限制了超短波和微波通信的距离。超短波在空气中傳播时，受到空气不均匀性的



影响。在正常情形下，靠近地面部分的空气的折射指数大，离地面高的空气折射指数小，所以使直接波和反射波的射綫有微微向下弯曲的傾向，如图 6 所示。由于这种折射現象就使超短波的通信距离实际上可以比視距远一些。如果通信距离很远，就可以設立中继站来实现通信的目的。

如果在超短波与微波的傳播途中，有尖峰障碍物阻擋，如图 7 所示，虽然直接波到不了图中的 R 点，但是由于峰頂 D 被电波照射，D 点可以看作散射源，使电波繞到山峰背后的阴影里。在 R 点收到的信号虽弱，但很可靠，有时甚至比沒有障碍时收到的信号还强。这是因为障碍物虽然擋住了直接波，但同时也擋住了反射波，这样有可能使得到的信号比直接波和反射波相减时还大一些。頻率太高时，在障碍背后的信号由于繞射作用小而大大减小。

在地面上十公里範圍內的大气层叫对流层。对流层对超短波除了前面所提到的折射作用外，近十几年来发现，它对超短波还有另一个很重要的作用。在对流层中經常由大气的乱流产生一种气团，气团內外的介电常数不一样。大气里出現的这种不均匀气团，对超短波和微波有散射作用，如图 8 所示。这种散射的作用就像灰尘微粒对阳光的散射作用相似，把投射到它上面的电波向其他方向散射。因此，在視綫以外，离发射台几百公里的地方也能收到信号。这种信号虽然很弱而且有衰落現象，但是当采用高增益的天綫和分集式接收的方法，能够提高信号的质量。目前已經把这种电波傳播方式用在远距离通信綫路上，并且还在繼續进行着大量的研究工作。

較小的发射功率，就可以保证在 10,000~20,000 公里的距离上通信。在一条通信綫路上，要根据昼夜不同的時間，来选择工作頻率的高低。在白天，电离层对电波能量吸收較大，使用的頻率應該高一些，在晚上使用的頻率應該低一些。頻率选择得太高，就有使电波穿透电离层的可能；选择太低，就使信号衰減的太厉害。

天波能否返回地面不仅和电波的頻率有关，还和天波发射的仰角有关(图 4)。对于某个頻率的短波而言，只有在仰角小于某一角度 α 时，天波才能返回地面上来，大于这一角度时，电波就会穿透电离层。这个角度 α 就称为“临界角”。頻率愈高，临界角愈小，天波反射回来的地点离开发射台就愈远。因此利用天波傳播，有一个最小的接收距离。在天波的最小接收距离 (R) 和表面波的最大接收距离 (R') 之間的一部分地区，表面波和天波都收不到，这一部分地区，就叫做“寂靜区”。这是短波傳播所特有的現象。例如我們收听短波广播时，能够收到較近的和較远的电台，而对不远不近的电台却收不到，就是我們的接收地点位于发射电台的寂靜区的緣故。电波发射的仰角和天綫的高度有关系，因此在架設短波天綫时，必須根据通信距离和使用的頻率来决定天綫的高度，以便天波的仰角适合电离层的反射和通信距离的要求。

在收听短波时，也常常有声音时高时低的衰落現象。这种衰落現象并不是表面波和天波相互干涉而产生的。主要是，不同路徑的天波射綫一起到达接收点，由于电



(上接第15頁)

三、选择和使用揚声器的注意事項

选择揚声器时除注意它的額定功率和阻抗符合要求外，还要注意：①檢查振动系統在磁場中是否可以自由活动。舌簧式揚声器要看舌簧是否固定在极靴中央，两边距离是否相等，用手輕輕撥动舌簧，紙盆应发出响亮的咚咚声，接到收音机上

试听时，声音应不发沙哑。电动式揚声器可以用两手輕輕拿住紙盆，以平均的力量上下微微移动，用耳細听，應該沒有音圈摩擦的声音。②檢查紙盆是否有裂縫，在胶合处是否有开胶現象。

使用揚声器时，要注意不让灰尘杂物进入揚声器內，特别是铁屑，一經进入磁路系統就很难取出，从而产生杂音。要注意防止受潮和过热，以免产生綫圈霉断、

紙盆变形和接口开胶等現象。

簡易的“立体”电视

用一面直徑 20 厘米左右的凹面鏡，把它放在电视机的螢光屏前（放在桌上或者挂在椅背上），对好焦距，就可看到鏡中反映出的立体图象了。为了得到正象，还要在凹面鏡前斜放一面大平面鏡。（谷錚譯）



电子诊断器

人体内部发生的大多数过程，都会在身体表面的某些部分之间产生电位差。这种生物电位差，能够在一定程度上反映原来的过程。苏联的无线电爱好者K.米洛斯拉夫斯基和E.H.诺唯克教授就利用这种现象制造了一种电子诊断器，在实际试用中能发现起源于耳朵并潜伏在头部内的发炎现象。

这种仪器的结构和使用都非常简单。在一个直流电子伏特计上连接两个电极，其中一个电极浸入盛有生理盐水的杯中，诊断时病人的一个手指也放在这里面。另一个电极是铝制的，诊断时与被检查部分的皮肤接触。如果在被检查部分测得的电位差数值，与在相对称的健康部分测得的电位差数值不同，就说明这部分有问题。这种差别如果持续几天，就可断定这部分存在发炎病患。

实际使用效果，在1510个病例中，查明了112个病例必须动手术，并且证实全部诊断的80%是正确的。(刘蕴陶译)

ЭТКАРД-1-Д型 心动电流描记器

心脏跳动的微小的失常变化，往往预示在动物体内发生了病症。所以及时发现心脏跳动的变化，是十分重要的。

苏联无线电爱好者П.柯尔巴连科、H.库达朔夫、Ю.沙哈罗夫及A.尤里斯基创制了一种心动电流描记器，型号是ЭТКАРД-1-Д，适合于测绘农业牲畜的心动电流图。与一般心动电流描记器不同，这种心动电流描记器不是用普通的胶片或照相纸记录，而是用电热纸记录，因此在仪器中可以直接得出所记录的曲线。记录用的纸带(宽为45毫米)被一个直流电动机拖动，直流电动机附有离心式调速装置，保持纸带以每秒50毫米的速度前进。电动机电源用10节手电筒式干电池，仪器电路中采用了16个晶体三极管。整个仪器的尺寸为300×200×150毫米，包括附件的总重量只有6千克。(刘蕴陶译)

电子催眠器

苏联发明了一种新式电子催眠器，外

形像一具眼罩，使用时戴在眼睛上。这种电子催眠器不用药物，可以有效地治疗失眠症，毫无副作用，畅销于苏联国内外。

(时云译)

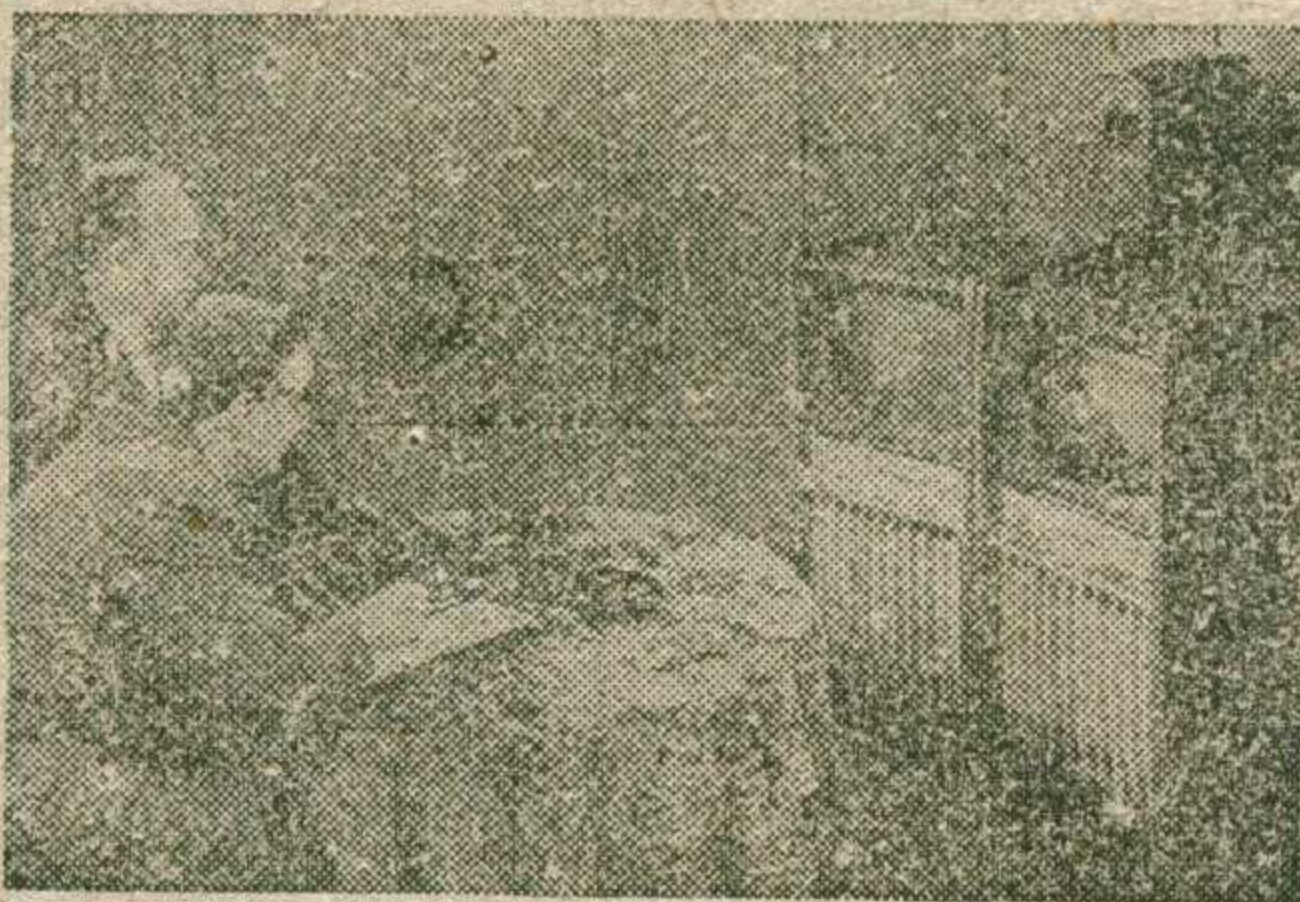
新型助听器

这种新型助听器包括一个发射机和一个接收机，可以装在眼镜上。发射机用来接收声波，并把声波转变为电波发射出去，送到接收机，在接收机内经过放大，转变为声波，进入耳道。发射机和接收机的体积很小，采用了6个小型晶体管。

(元红译)

世界第一条 电视电话线路

近几年来，电视装置在苏联得到广泛应用，不仅作为娱乐工具，在工业生产、医学、科学研究、互相联系等方面都得到



使用。图为建立在莫斯科—列宁格勒—基辅之间的苏联第一条电视电话线路在莫斯科使用的情形，这是世界上第一条向居民普遍开放的线路。它是一种既可以听到对方声音、又可以同时看到对方容貌的通信设备。这个电视电话可供好几个人同时使用，而且可以利用它在通话时向对方显示图纸、机器零件等物品。(塔斯社稿，新华社发)

超声波地质图测绘器

一般的超声波回声探测器不可能探测河床地质情况，并且在浅水地区很难测出辐射波经历的时间。但是，地质学家很需要查明海洋浅水区域、河、湖及沼泽底部的结构，以便为水利建筑工程提供设计参考资料。这个问题，由于苏联制成了一种超声波地质图测绘器，得到了解决。这种仪器在工作原理上与一般超声波回声探测器相似，但是发出的超声波不仅是到达水底表面，从水底表面反射回来，而是深入水底土壤，从各个不同密度的土层反射回来。反射回来的信号，在接收机内放大几千万倍，这就是说这种仪器能接收极微弱

的两次穿过土壤的信号。在实际运用中，这种仪器能查明河床下面10米深的地质情况。

如要增加超声波的穿透能力，必须提高它的功率，并且选择适当的频率和发射方向。实际经验证明，采用较低的频率及狭窄的发射方向，对增加超声波的穿透力起的作用很显著，并且能扩大仪器的使用范围。(肖尧荣译)

程序控制铣床

苏联新制成一种程序控制的立式铣床，型号为6H13ПР-3。这种铣床能加工外形十分复杂的零件，如模具、凸轮等等。机床的运转由数字程序系统控制，所有电子装置都是采用半导体二极管和三极管。

根据所加工的零件图样或零件外形曲线的数学表达式编制程序设计，有关的指令记录在宽为19毫米的磁带上。

机床的控制系统很简单，是一个无反馈的开环式控制系统。采用伺服电动机使迴转轴的角度保持一定。记录在磁带上的指令脉冲数目控制迴转轴的角度和铣刀移动的尺寸，指令脉冲的重复频率则控制铣刀的速度。(李敬章译)

大型企业使用的 调度设备

捷克泰斯拉工厂已经制成了一种找寻和召唤所需要的工作人员的新调度设备。利用这种调度设备可代替在工厂内分区设立的作调度用的高音喇叭。

新调度设备有一个中心站，通过中心站发出无线电调度信号。在各车间、工段工作的技术人员和工人，每人带上一个极精小的接收机，这个接收机可以放在工作服胸前的口袋内。这样，规定一定的频率，采用选择通信方法，就仅只有被召唤的人才知道在呼叫他，不致干扰其它工作人员。(杜秉初译)

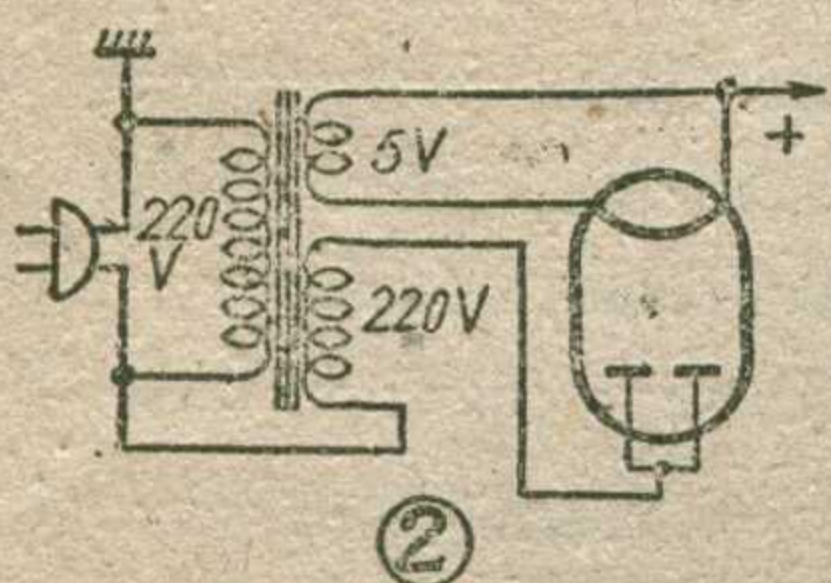
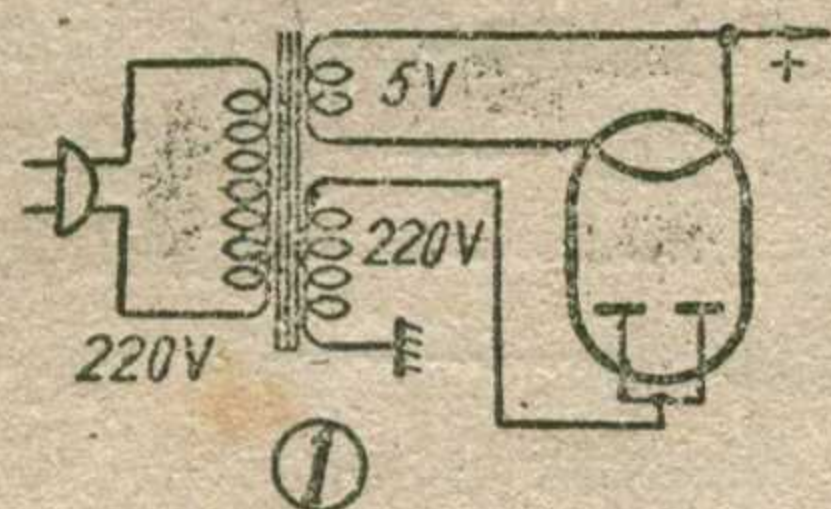
多用集合管

新型多用集合管，把普通收音机中的两个到三个电子管合并在一个管泡内，而且体积不大。这种集合管的直径才1½吋，高1~2¼吋，有12个脚，外形与一般的花生管相似。一般的五灯收音机中，只需两个这类集合管就足够了，其中一个管子作混频、振荡及中频放大用，另一个管子作二次检波、低频电压放大、功率放大及整流用。(邱永华译)



1. 在长走廊的中间装一盏电灯。要在走廊的两头各装一个电门，都能够单独地开关这盏电灯。你能画出这个电路图吗？(工)

2. 为了提高直流输出电压，将图1的整流电路改装成图2的整流电路，这样做行吗？(张冲)



3. 小杨有一架超外差式5灯机，机后附有电唱插孔。他想用耳机代替话筒，使收音机喇叭

发出声音。但是当接有耳机的塞子刚插入大半时，耳机内却有电台播音声，当塞子全插进去将耳机当话筒用时，播音声又没有了。这是为什么？(张雄才)

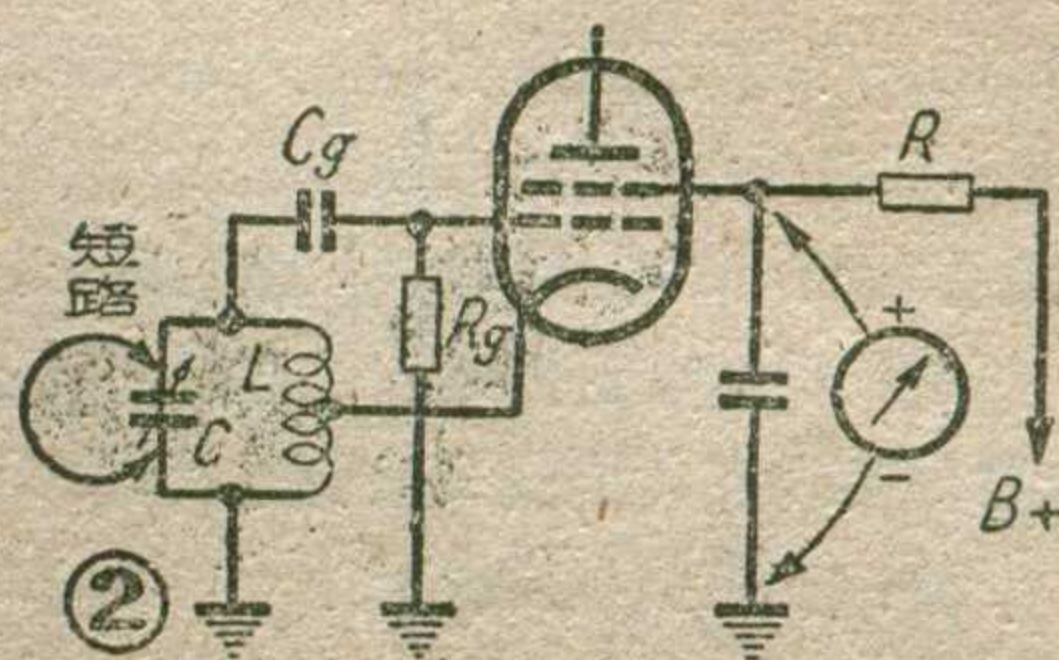
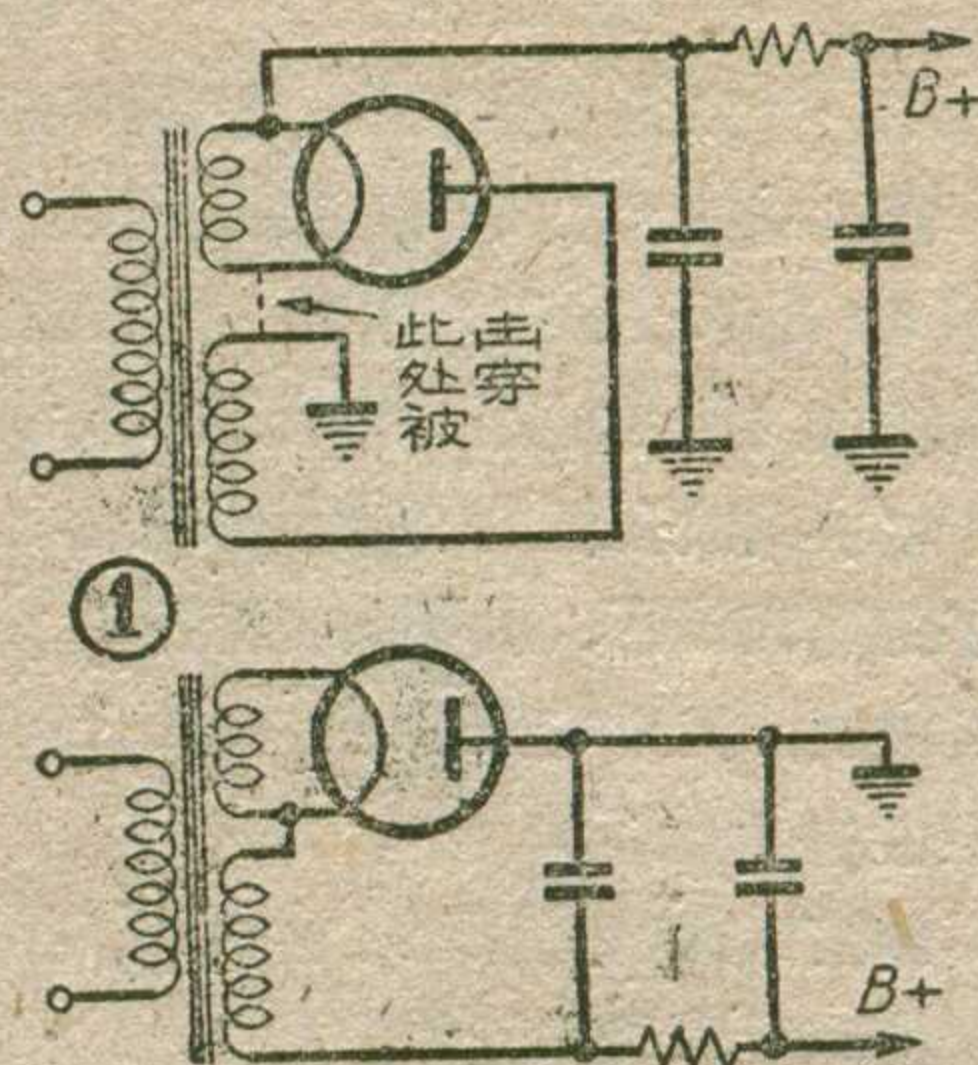
第5期“想想看”答案

1. 因为五极管的放大系数 μ 较大，可以在电路中得到高的放大倍数；同时屏极和栅极间的电容 C_{ag} 小，因而可提高收音机的稳定度，不致在电路中引起自激而影响收音机的工作。

2. 照图1那样改动，即可使收音机正常工作。

3. 把电压表跨接在变频管的栅极(相当于振荡部分的屏极)和地之间(图2)，表上即有一读数。这时用导线将振荡回路电容器 C 短接一下。如果电压表的读数减小，就表示振荡器是在振荡，如果读数不变，就表示没有振荡。因为在振荡时，电子管有栅流，在栅漏电阻 R_g 上产生负偏压使栅极电流减小， R 上的电压降减小，栅压就较大。如果把回路电容 C 短路使振荡停止， R_g 上的负偏压消失，栅

极电流增大， R 上的电压降增加，因而栅极电压就减小了。如果根本没有振荡，在将电容 C 短路时，栅压当然是不会发生变化的。



(上接第19页)

宜在底板上往复盘旋。千万不能用机壳本身做地线，因在高频时，铁壳电阻损失极大，往往造成谐振回路的Q值降低，影响振荡的强度及稳定。

3. 三个线圈与波段开关距离越近越好。由线圈到电容器、插孔 J ，以至地的接线应当短粗。

4. 低频部分的某些接线最好用隔离线(图中线旁加虚线的线段)，以避免干扰。

5. J_1 与 J_2 的灯丝最好分别供电，如公用一组电源，灯丝线圈一端要接个0.1微法的电容器到地，以防止交流声。

C_7, C_7 是防止调幅交流声用的。

四、检查与调整

低频振荡 $\Pi_3, \Pi_4 \rightarrow 2$; 其它任意。用耳机串联一只0.01微法电容器，一端接 T_F 的“p”端，另一端接地。将 R_0 旋到中点位置。开启电源开关，右旋 R_2 ，加大帘栅压到某点应听到音频振荡声。如听不到，可再加大 $G_{2,4}$ 的电压，或将 T_F 的“p”与“g”两接头对调一下试试，经过上述调整，一般讲是会起振的。

调节 R_0 ，则音调会发生变化，可由最低到最高试之，如嫌整个“音阈”过高或过低时，可以改用大些或小些的 C_{13} ，一般可以在0.001~0.01微法之间选择。在无

电测试中常采用400赫或1000赫两种频率，故希望本机音频振荡范围内能包括这两个频率。

频率校准方法是用另一台标准音频信号发生器，将它发出的400赫声音与本机输出音频相比较，调 R_0 到这两个声音的音调一致，则此时 R_0 旋钮所指刻度应为400赫。1000赫及其它频率的校准可依同法进行。这种发生器低频振荡频率的稳定度比较差，频率刻度也只能表示大致数值。

高频振荡 检查高频振荡时，只要检查调幅波，若调幅波振荡正常，等幅振荡也就没有问题。

先利用广播波段来检查。将各开关转到产生高频振荡的位置。利用一架三波段收音机。由接线柱(3)引出一根软线与收音机天线接近，或串一几十微微法的电容器后与它相连。旋动 C (或收音机的频率调谐旋钮)，到二者频率相同时，在收音机内必可听到调幅低频的声音。然后再旋动 R_0 ，如果收音机中也有相应的音调变化，就可证明振荡部分工作正常。

然后，将 C 由最小旋到最大，检查是否能在整个波段内“全盘起振”。再旋动 R_0 ，检查输出大小的调节是否有效。

短波振荡部分可依同法检查。

然后，再进一步作频率的校准，一般有下列几种方法：

(1) 用收音机校准：开启一架刻度比

较准确的三波段收音机，依上述方法用收音机接收本机所产生的调幅高频信号，并根据收音机刻度盘上读数标出本机刻度盘上各点的数值。

这种方法简便易行，但因为收音机刻度盘不是很准确，所以准确性很差。

(2) 用频率计校准：将本机发出的等幅高频信号由接线柱(3)(5)输出接到一标准频率计，根据频率计的指示校准之。

(3) 用标准信号发生器校准：调节各开关使本机处于“频率计”的工作状态，然后将标准信号发生器发出之高频信号由接线柱(4)(5)输入到 J_1 的 G_3 ，用差频法根据标准信号发生器的刻度数值校准。

以上(2)、(3)两种方法比较麻烦，且需有标准仪器设备，但结果精确。

广播波段以下的中频展宽段可根据它的二次或三次谐波来校准。

再生式收音电路和低放整流部分的调整和检查与一般收音机相同，故从略。

本机应用了较少零件而能提供多种用途，这是它的优点，但也因此而使设计有很多不够完善之处，例如高、低频波形均非正弦形，谐波多，调幅度不能改变(甚至会有过调幅)，以及其他种种缺点。但对一般业余爱好者的要求来讲，影响并不大。最后，作者希望与大家共同进一步研究试验，使本机有所改进。

问与答

问：什么是铝箔天线，怎样装法？

答：铝箔天线专门用在短波段工作，是用0.1毫米厚的铝箔用胶水把它黏在收音机机箱内侧的顶部，然后用一根导线连接下来接到收音机的短波天线插孔上。加装了铝箔天线后，就不用机外拖线，能增加灵敏度，同时它是固定在机箱上，所以稳定性也比较好。

铝箔天线的面积与收音机的机箱和收音机的底板和具体元件排列有关，设计的时候让铝箔和底板所造成的分布电容（一般为20~30微微法）与输入回路的天线圈配合起来所组成的谐振回路，它的自然谐振频率不要落入接收波段之内即可。

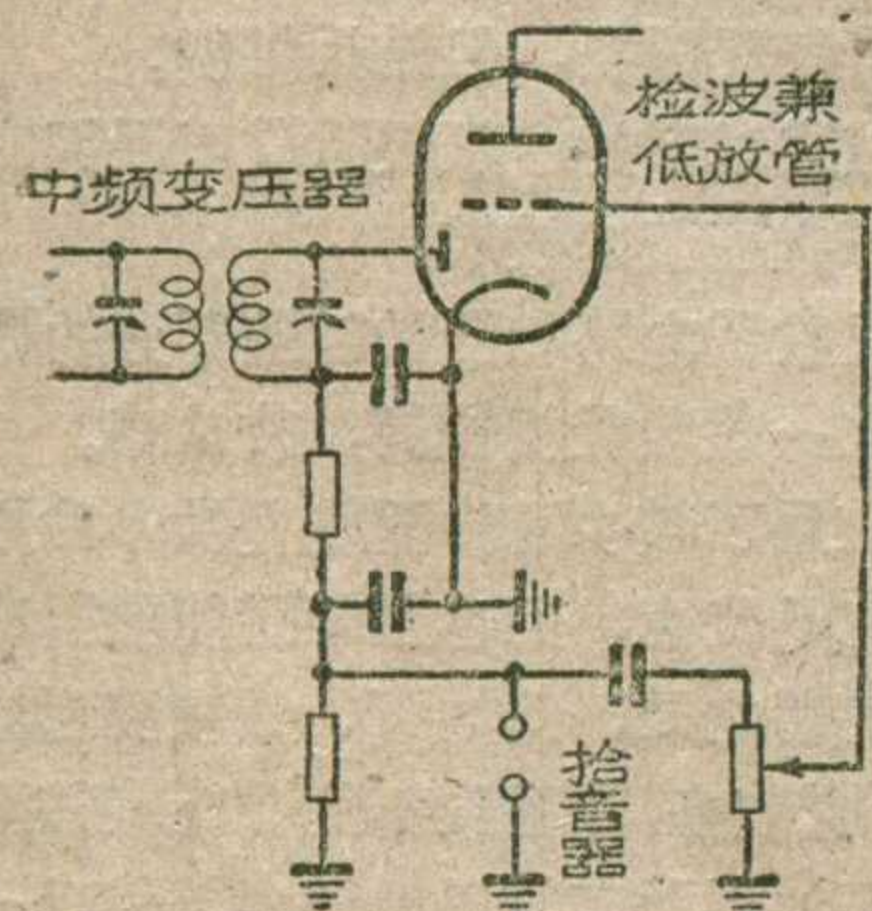
问：交直流两用收音机在使用和修理上有什么特点，应该注意哪些问题？

答：交直流收音机所用的电子管灯丝是串联的，例如用12SA7、12SK7、12SQ7、50L6、35Z5的五管机，全部灯丝串联起来恰好121伏，因此接在110伏的交流电源上不需要降压，如接在220伏的电源上必须经过变压器或用阻力丝降压成110伏才能使用，否则灯丝立刻烧断。这种电子管灯丝串联的收音机，只要其中一个电子管的灯丝烧断全部电子管都不亮。交直流收音机上的指示灯是串联电路的一部分，坏了必须很快换上否则会影晌别的电子管。另外这种收音机用的整流管阴极结构很脆弱，在修理时不能火花试验法，否则整流管阴极极易烧坏。

（以上丁启鸿答）

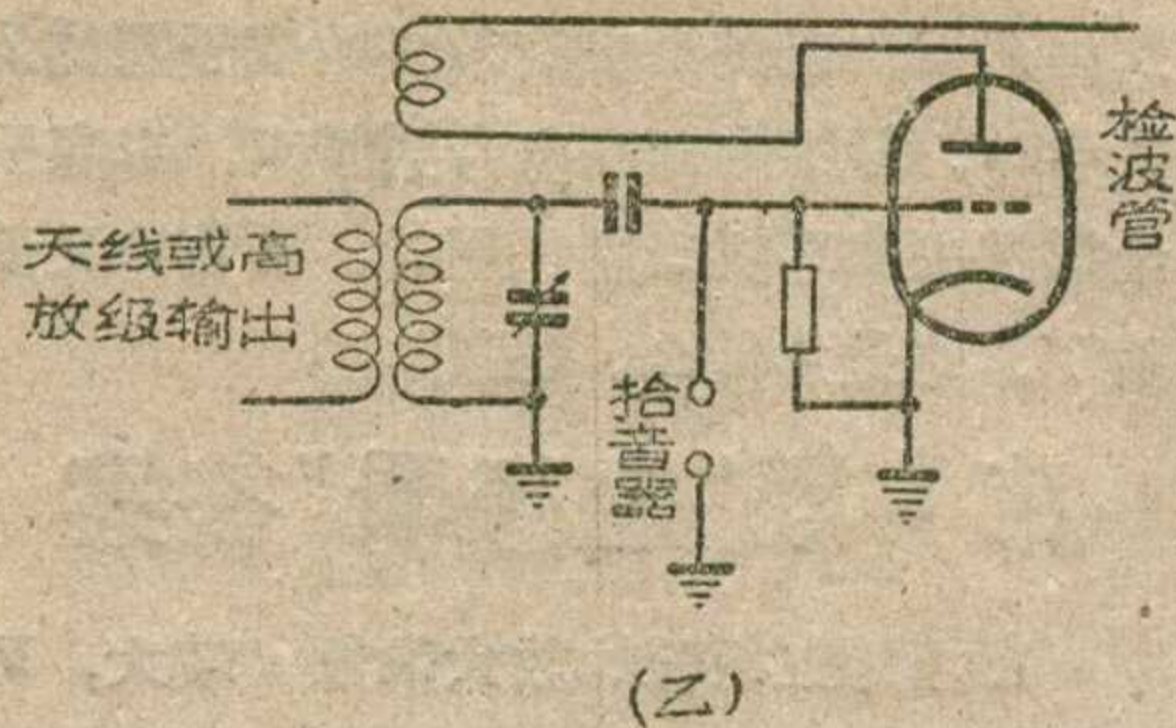
问：在四灯收音机中加装拾音器应如何接法？

答：超外差式收音机中加装拾音器，一般都接在第一低放的栅极输入端，如图甲。



（甲）

如果引线较长，必需用隔离线，以防止交流声。



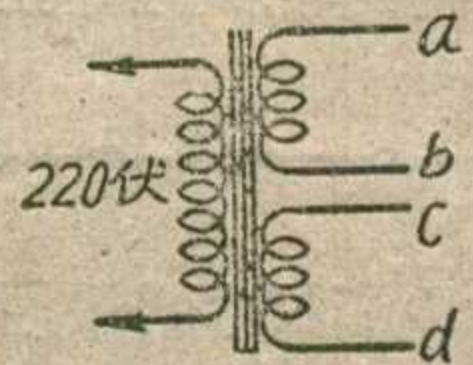
（乙）

问：一台收音机在不同地区收听时，杂音就不同，如在北京收听杂音很小，但带到甘肃一带收听，杂音就很大。不同的地区为什么会影晌收音质量？

答：外界杂音的来源有自然界的干扰（如天电、雨雪、风沙等）和人为干扰（如电车、汽车、马达、日光灯、X光机等）两种。自然界的干扰依地区、气候和季节等变化有很大的不同。人为干扰也依收音地点的不同而强弱不一。因此同一架收音机异地收听以后，就可能产生不同的音质效果。

问：一只电源变压器的次级有两个6.3伏的灯丝线圈，各为0.6安，现在要并联起来供给1.2安的灯丝电流，如何连法？

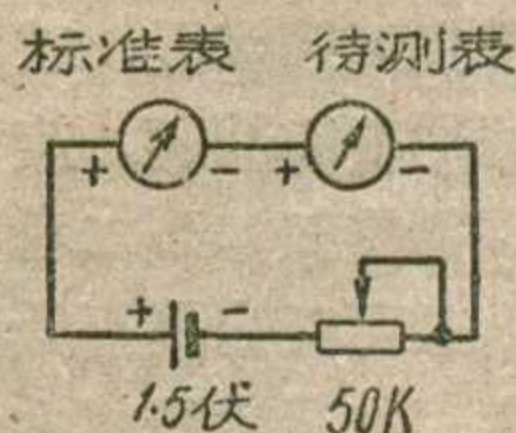
答：并联时，应注意两线圈输出端的相位是否相同。可以按附图试验：初级接220伏电源，再将ac短路，如果bd两端接一个12.6伏的小电珠而不发光，则表示ab、cd相位相同。将ac短路、bd短路即可供给6.3伏、1.2安。如果小电珠发全光，则要把bc短路，ad短路才能使用。



（以上郑宽君答）

问：怎样测出万用电表表头的灵敏度？

答：可以用一个已知的电流计作为标准，和待测的表头串联，电路中并串入一节干电池和电位器（如图）。测试时，电位器放在阻值最大处，然后逐渐减小至待测表满度，这时标准表上所指数值就是待测表的满度电流值（灵敏度），为此标准表的量限应选得比待测表的大一些，也可用另一个万用电表的直流电流档来作标准表。（冯报本答）



问：用起子按捏超外差收音机中频变压器的调整螺丝时，声音很大，是什么道理？

答：这是中频变压器失调的缘故。当用起子按住它的调整螺丝时，会使这一电容器的容量变更刚好接近谐振点，所以声音变大。（徐疾答）



无线电电子学在医学中的应用

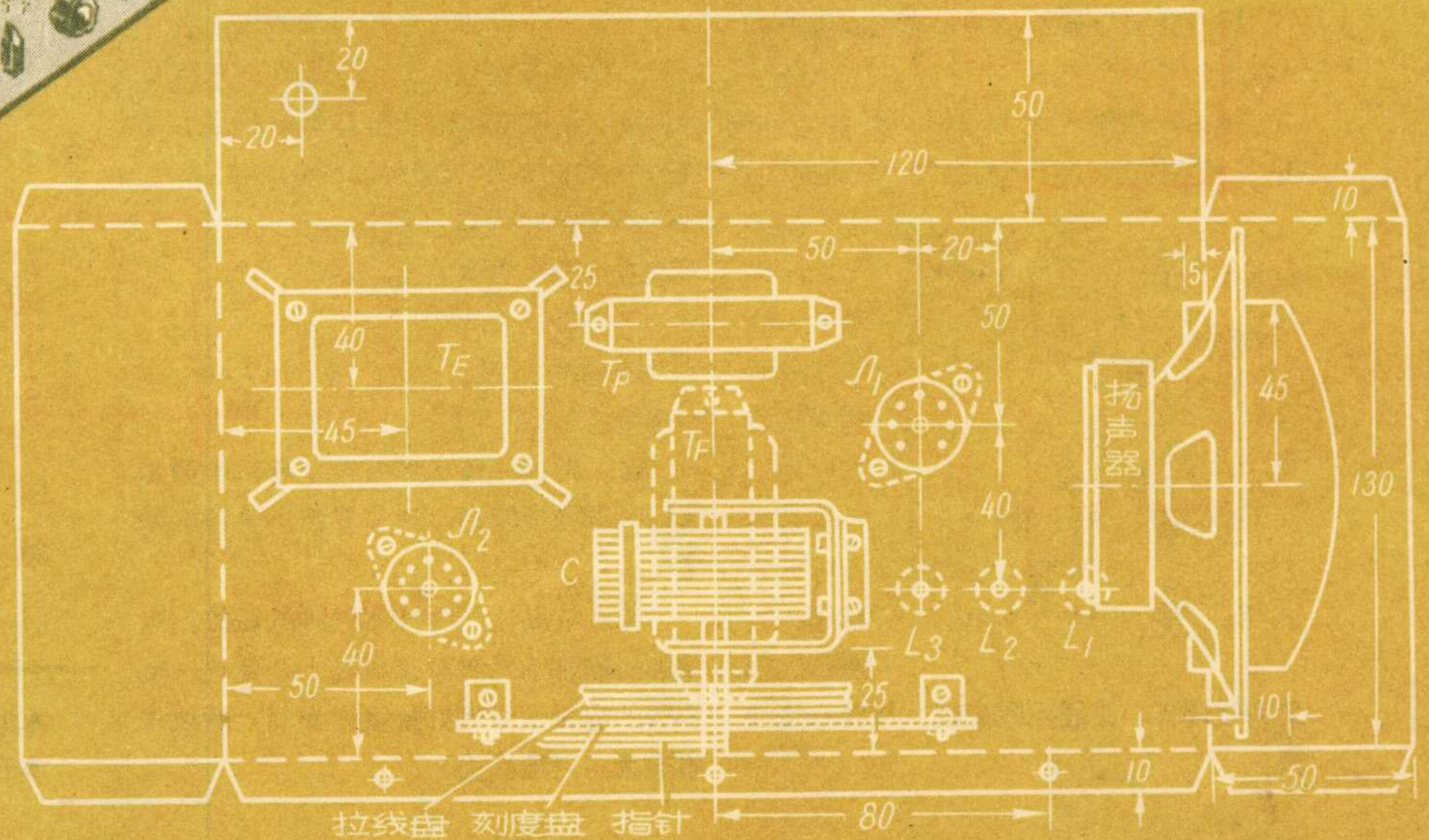
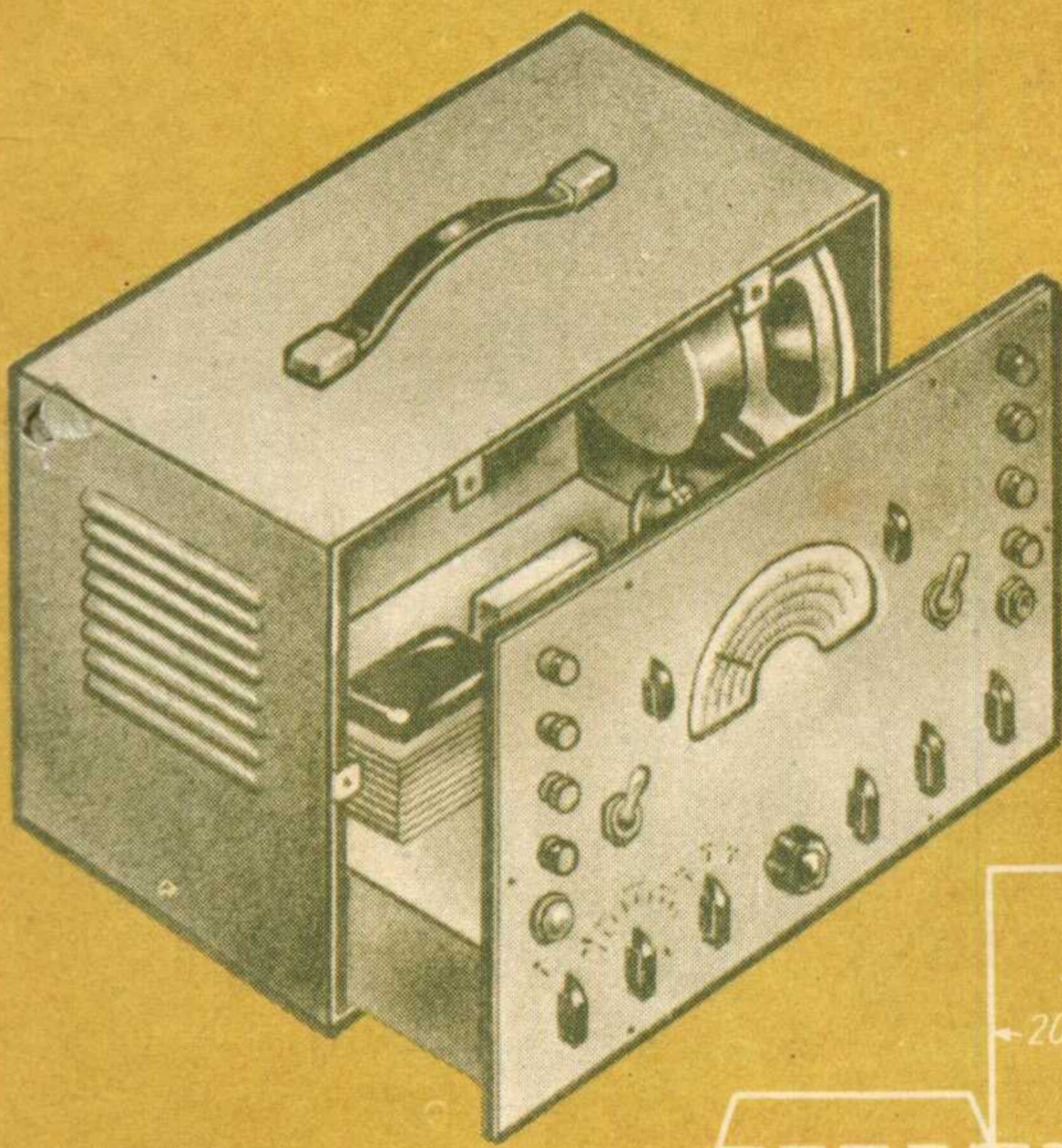
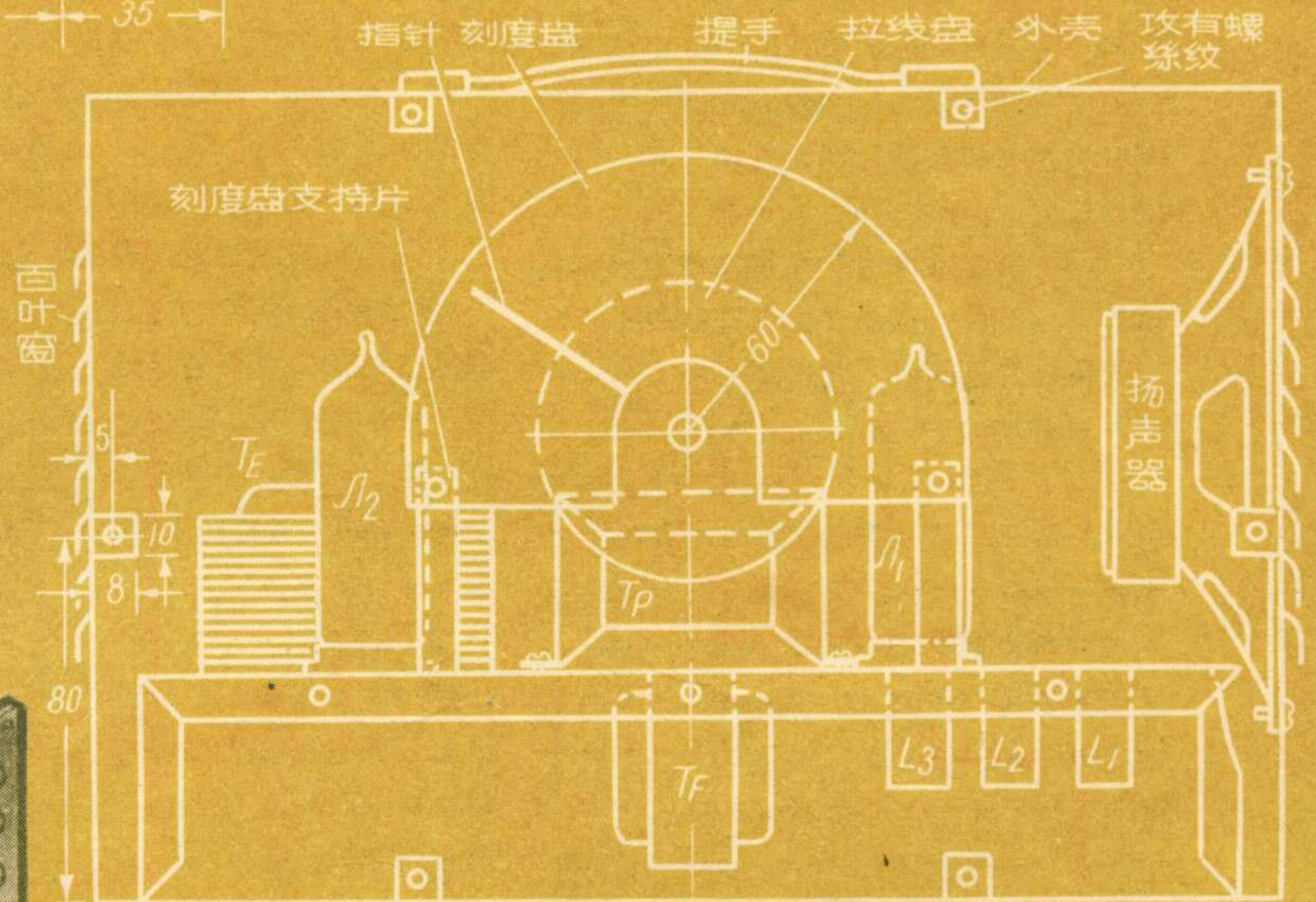
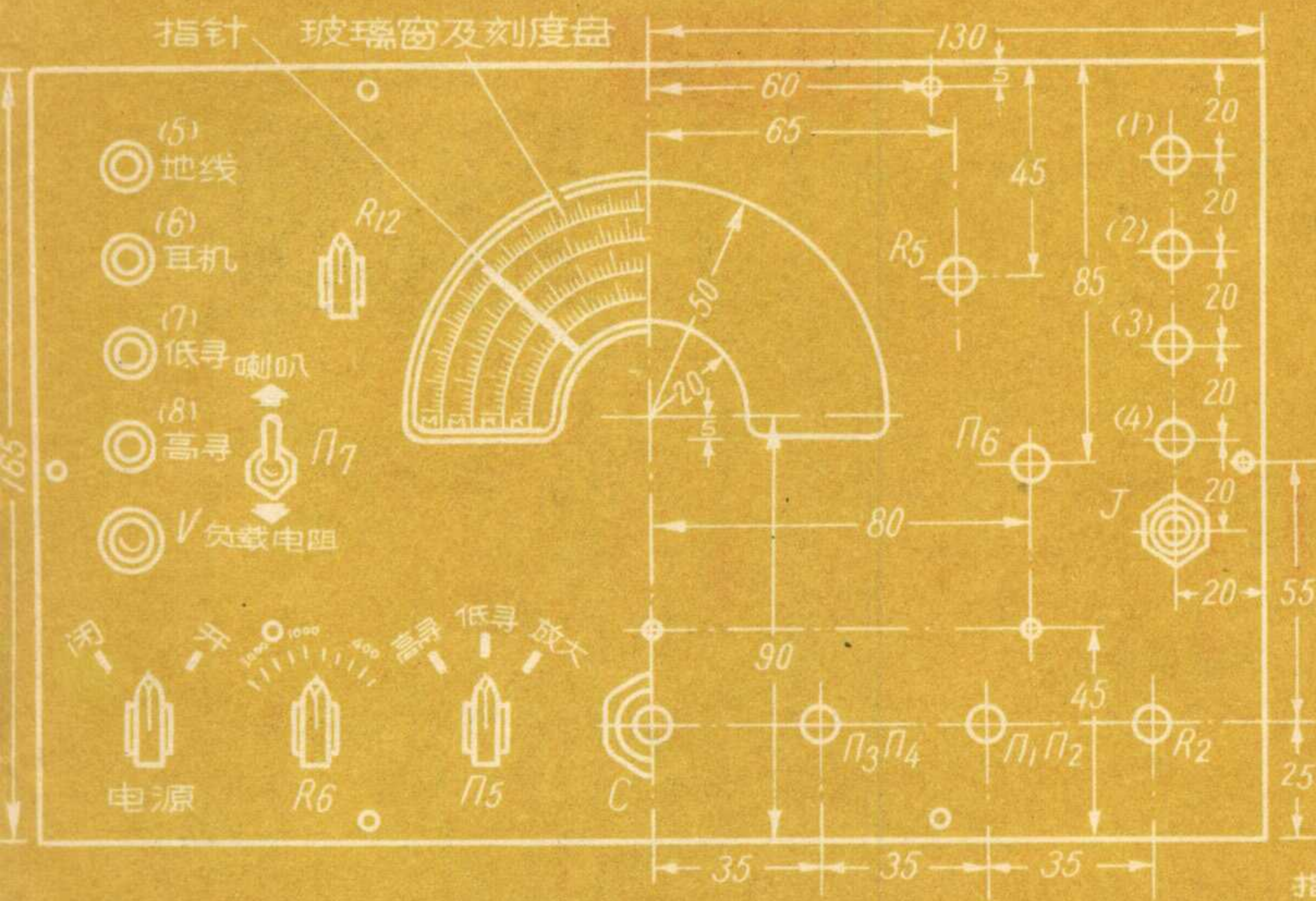
.....黄泽楷 向多式(1)	电子刺激器.....[苏联]IO·谢尔巴柯夫(3)
原纤维性变消除机.....曹松生译(5)	直流助听器.....黄海根(5)
半导体非线性电阻.....或林(6)	丰富多采 精益求精
——第三届全国广播接收机观摩	评比会简况.....(7)
收音机的自动音量控制电路.....丁启鸿(8)	检查可变电容器碰片的方法.....冬(9)
直流三管机.....冯报本(10)	资料 国产2G型晶体三极管.....(11)
自制简易电烙铁.....黄铁(11)	去耦电路.....江枫(12)
自制双纸盆扬声器.....朱启祿编译(13)	扬声器.....郑宽君(14)
磁带录音.....郭耀华(16)	多用信号发生器.....张希源(16)
无线电波的传播.....杨渊(20)	国外点滴.....(22)
想想看.....(23)	问与答.....(24)
封面说明：左边为国产“熊猫”1501型收音、电唱、录音三用机和“熊猫”611型电唱收音机；中间为“美多”663—2—6型和“上海”160—A型收音机；右边为飞乐261—A型和“卫星”31型收音机。	

编辑、出版：人民邮电出版社
北京东四6条13号
电报挂号：04882

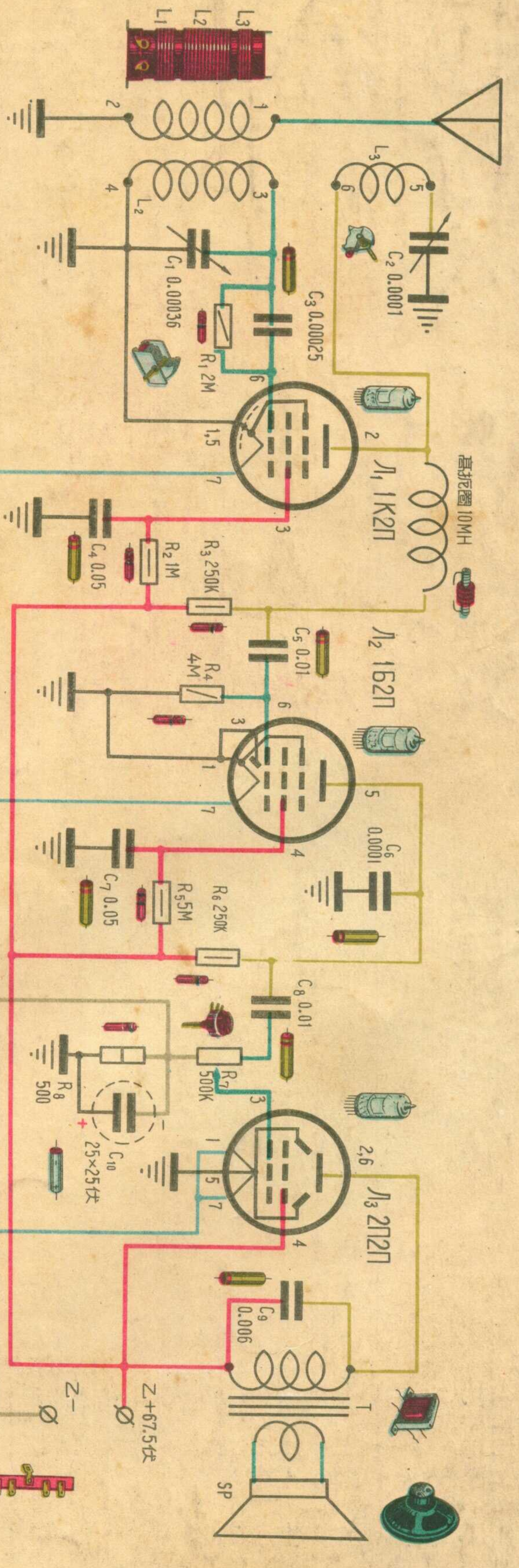
印刷：北京新华印刷厂
总发行：邮电部北京邮局
订购处：全国各地邮电局所

本期出版日期：1961年12月10日
本刊代号：2—75 每册定价2角

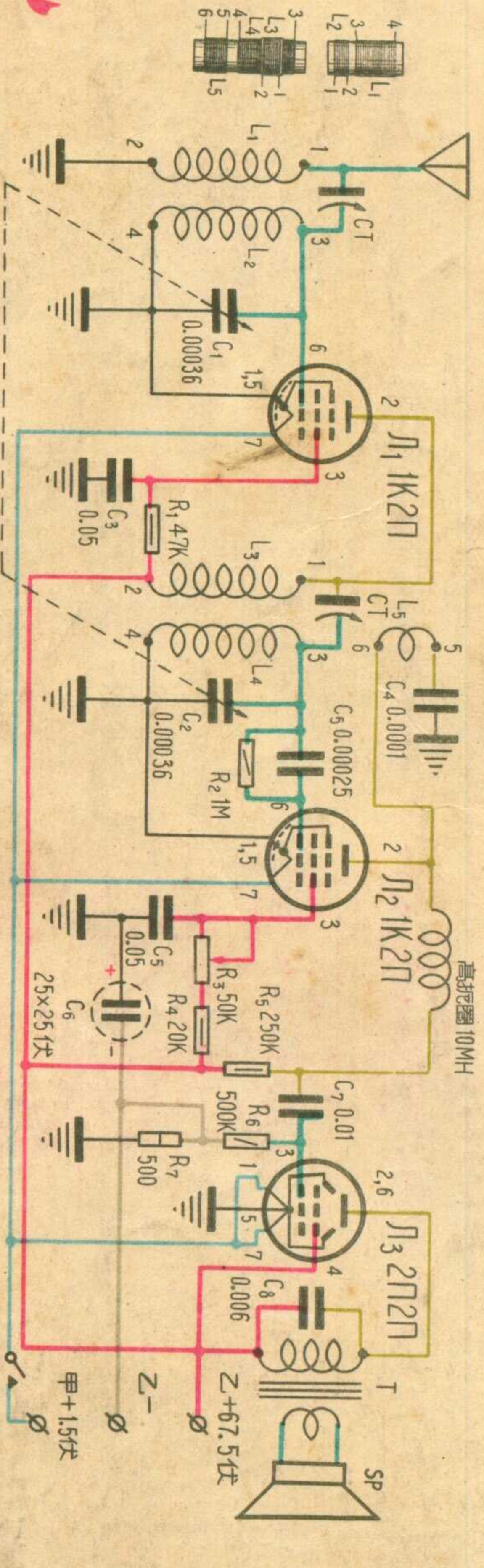
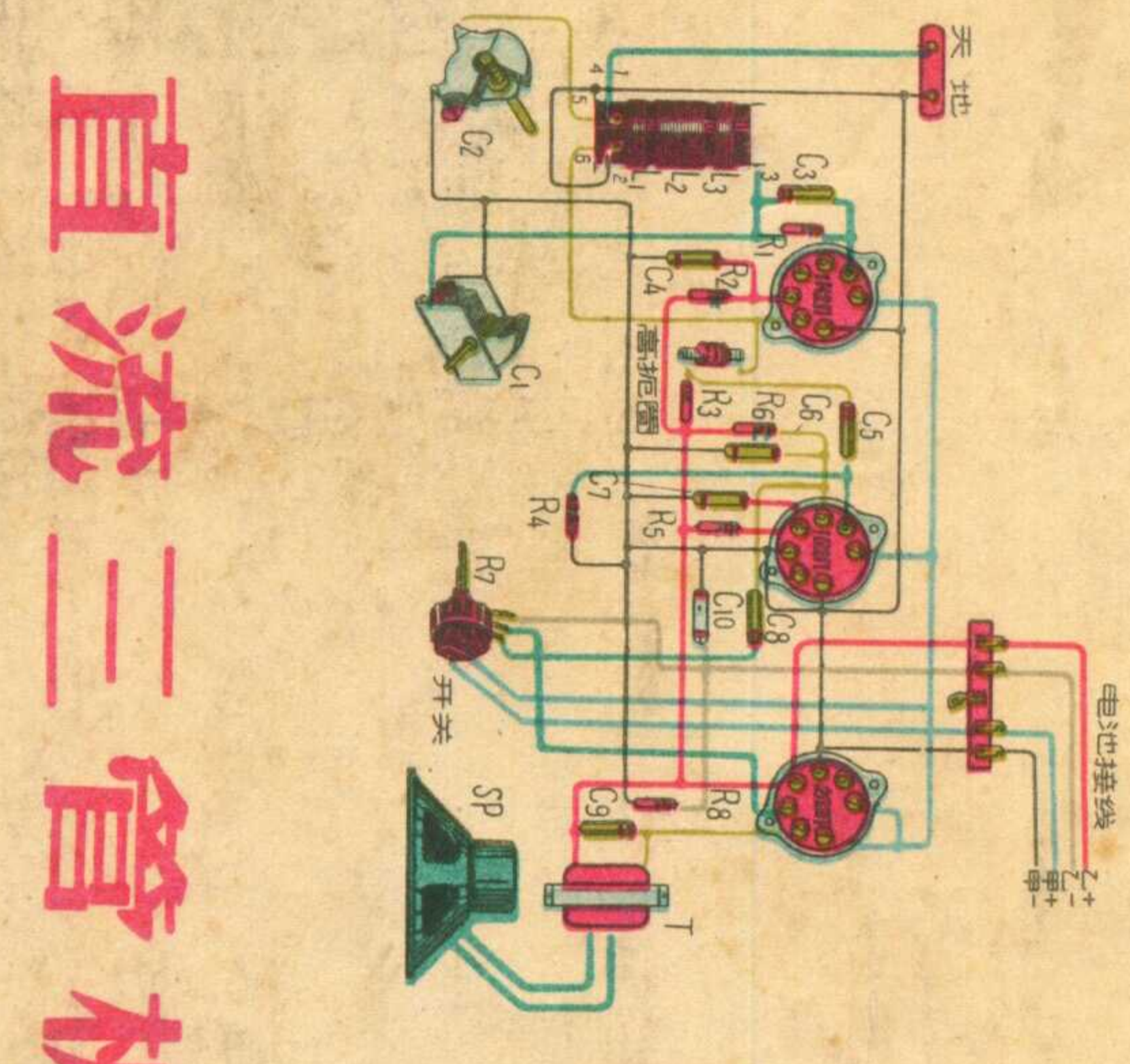
多用信号发生器



(单位: 毫米)



- 1K2P的代用管：
 1T4, 1L4, 1U4 1N5GT, 1P5GT 1LN5, 1LC5
- 152P的代用管：
 1S5 1LD5
- 2N2P的代用管：
 354, 3Q4 3V4 3Q5



直流三管机