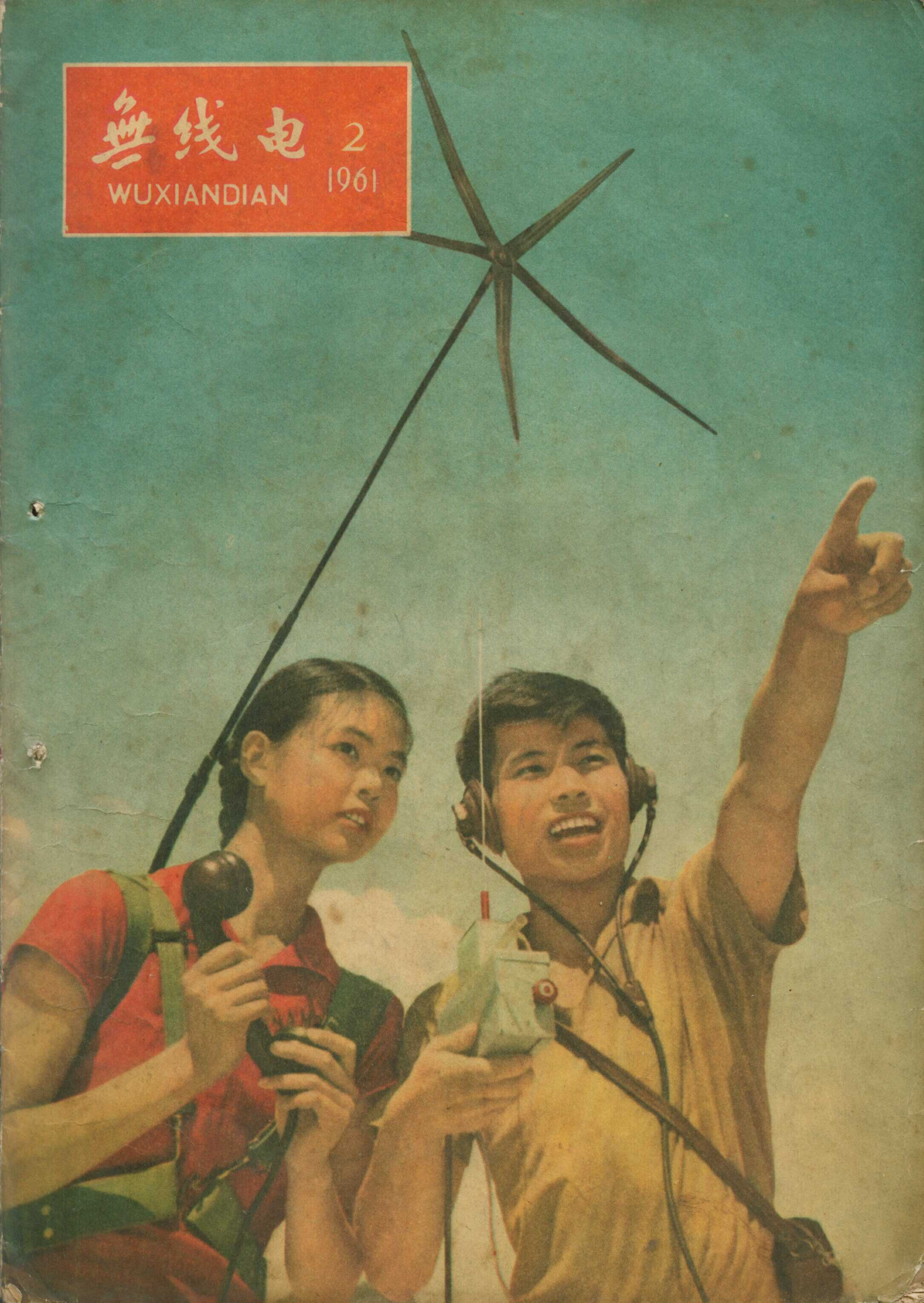


无线电 2

WUXIANDIAN

1961



海陆空三军中的无线电通信

①海軍魚雷快艇的指揮員以無線電話指揮着艇隊航行。



③飛機上的無線電員正在和地面通報。



②坦克車上通過無線電機接受上級的命令。



④空軍指揮員正在以無線電話指揮殲擊機群。

努力提高无线电运动水平

国家体委陆上运动司

我国的业余无线电运动，从1952年开展以来，特别是1958年大跃进以来，在党和政府的重视、关怀下，在各級体委的领导下，在有关部門的大力支持和广大群众积极参加下，短短几年內，取得了显著的成绩。到1960年，参加业余无线电活动的人数已达二百余万。无线电俱乐部除西藏外，其他各省、市、自治区都有一个至数个，业余的基层组织已普遍到中、小城市。

几年来无线电快速收发报运动的水平，提高是很快的。1956年11月間我国首次参加了由捷克斯洛伐克共和国主办的社会主义国家第二届国际无线电快速收发报竞赛，获得了总分第一，創造了四项最高成绩。1958年，在北京举行的社会主义国家国际快速收发报友谊竞赛中，我国代表队获得了十个项目中的九个项目冠军，刷新了我国十八个项目中的十六项最高成绩。1960年，在連續跃进基础上，又破十四项全国纪录。1961年5月1日，由中国人民无线电俱乐部等单位举办的无线电运动员友谊表演赛，又刷新了1960年的九项全国纪录。全国已有无线电运动健将70名，更可喜的是新生力量象雨后春笋般地成长起来，许多项目的纪录是被后起之秀刷新的。自1960年国家体委提出以无线电工程为重点以来，无线电运动进一步开展，全国有十余个省市举办了无线电工程制作评比展览会，光辽宁一省就展出作品三千六百余件，许多工人、学生、少年儿童和其他各种职业的业余无线电爱好者，成为技术革新和技术革命运动中的尖兵，为我国社会主义建设做出了很多有益的贡献。

今年在无线电运动中，各級体委贯彻了“调整、巩固、充实、提高”的方针和关于“1961年体育工作的意见”的精神，目前正以城市为重点，紧密結合生产，圍繞教学和服从中心工作，采用多种多样的活动方法，提高工程设计制作和快速收发报运动水平。许多有条件的省、市体委举办了无线电专业人员短期训练班，在无线电俱乐部內开展了“无线电通信多项”和“测向”训练。

无线电俱乐部是群众性的国防体育组织，是开展群众性的无线电运动基地。它担负着培养骨干，组织与指导基层活动的任务，并负责一定范围内的科学研究与试制工作。在当前形势下，无线电俱乐部除完成中心工作任务，大力支援农业生产外，要贯彻全国体育训练工作座谈会的精神，抓好专业人员的基本技术训练。在快速收发报方面，重点突击发报，并加强在有各种干扰情况下的收报训练，提高质量。在无线电通信多项方面，要着重在各种复杂条件下的机上通报训练，以适应各种情况。在无线电测向方面，应着重于测向接收机的研究与制作，特别要加强近距离定位技术的研究与试验。新兴项目力争尽快地达到国际水平。无线电运动与身体的锻炼是分不开的。身体锻炼的重点必须結合专业有所侧重，并及时总结經驗。在专业人员中，还要提倡“一专多能”，使专业人员既是运动员和教练员，又是裁判员，力争在最短时间内不同项目的专业人员能相互代替工作。

我国的广大青少年是共产主义事业的接班人，是经济建设 and 国防建设源源不断的新血液，是无线电运动的主要对象。必须加强对他们进行科学技术知识和国防体育的教育，培养他们热爱祖国，热爱科学，踏踏实实地勤奋学习，树立勇于攀登科学高峰的雄心壮志。要经常关心“少年宫”、“少年之家”的无线电活动，积极主动地帮助解决教员和器材问题。在活动的形式上要密切結合生产劳动、课堂学习的需要和青少年的生理特点，注意劳逸結合，因地、因时制宜地开展多种多样的、长流水不断线的小型而分散的活动。

必须加强对无线电俱乐部专业人员的政治思想工作，注意及时传达和组织深入学习党的路线、方针、政策、国内外形势和我们的任务。采用各种形式组织学习毛泽东著作，提高政治思想水平和工作能力，帮助他们确立实事求是、调查研究、群众路线的工作作风，发扬革命的优良传统，不断提高共产主义道德品质。还要有计划地组织他们参加国家建设、支援农业生产和各项群众运动，以增强他们的群众观点和劳动观点，使无线电运动更好地为劳动生产和国防建设服务。

我国的无线电运动发展是很快的，项目越来越多，内容越来越丰富。业余的无线电爱好者和无线电运动工作者，让我们紧密地团结起来，在毛泽东思想红旗光辉照耀下，继续高举总路线、大跃进、人民公社三面红旗，鼓足干劲，积极钻研，勤学苦练，为进一步提高我国无线电运动水平而努力。



电视在军事中的应用

视箱装在飞机、汽车、登陆艇等等设备上，就很容易侦察敌人的情况，发现敌人的兵力部署调动，查明炮兵火力目标与轰炸目标，观察登陆战的过程等等。图1还画有装有电视箱的飞机、汽车进行侦察的示意图。

者把雷达荧光屏上的图象直接发送，领航人员在电视接收机屏幕上便可根据这些图表或图像来正确驾驶。

在飞机上利用电视设备和电子计算机，可以指挥飞行。这时在飞机操纵台上有一个大直径的水平电视导航荧光屏，飞机飞过地区的活动图象即在該荧光屏上重现（见图3）。同时，在荧光屏上还可以看到贮油量和到贮油量耗尽时飞机所能飞行的距离，飞行的高度和速度，飞机的倾斜度等等。

利用电视系统传送气象图表、调度数据，十分方便。这些图表数据可直接传送给雷达站或飞机上，对防空指挥调度，使整个防空体系相互协调，充分发挥作用。

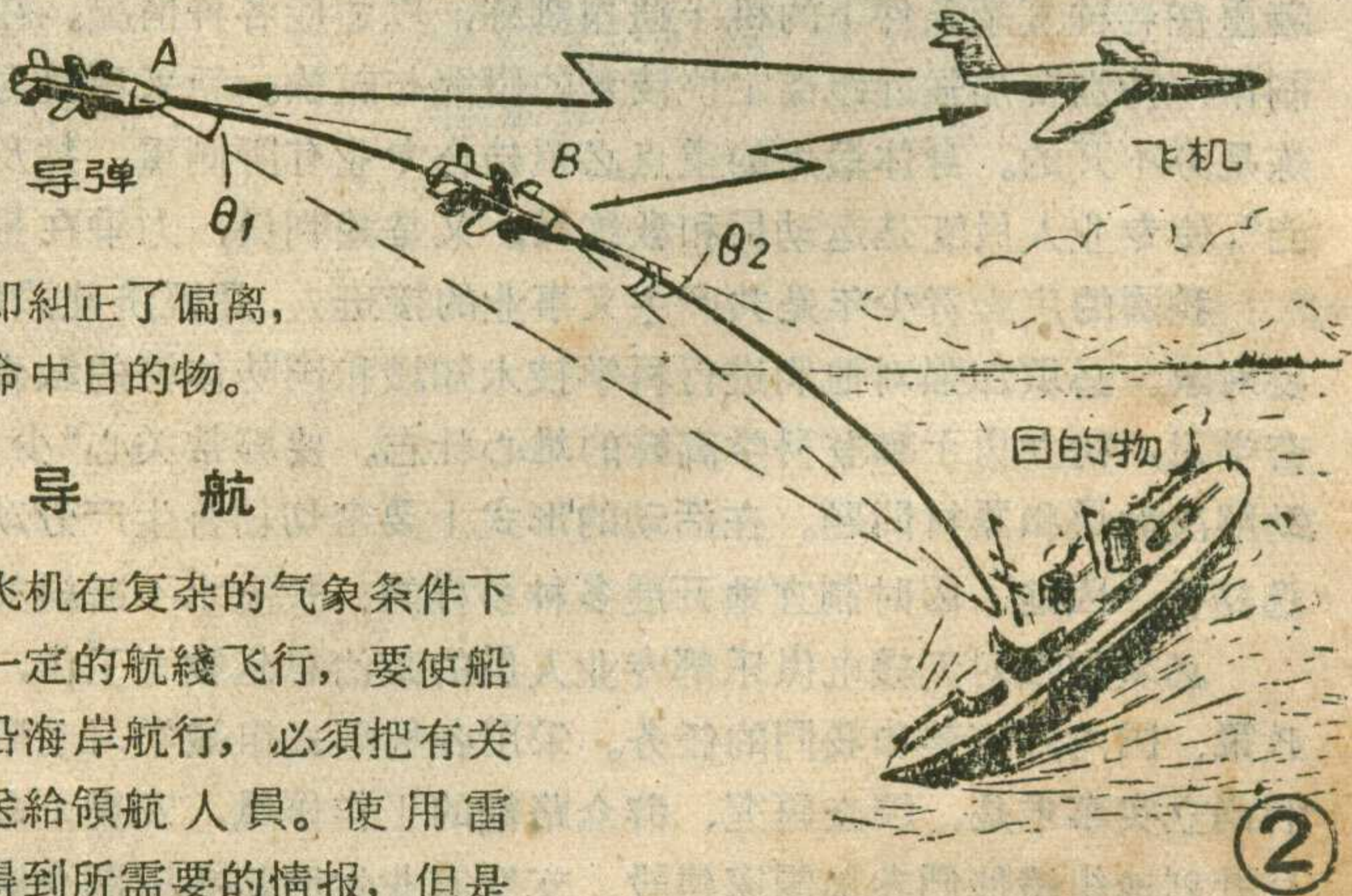
观察及控制制导武器

制导武器，例如导弹、制导鱼雷等如果装有电视箱，那末就可用电视接收机来接收从这些电视箱发射出的信号，直接观察无人驾驶武器的动向，及时发现制导武器是否偏离目的地，以便进行调整。图2表示从飞机上发射了一枚导弹，导弹在A位置时，至目的物的角度 θ_1 有偏离，但通过电视系统被飞机中操纵员发现后，及时调整，使导弹到B位置时即纠正了偏离，因而可能命中目的物。

导航

要使飞机在复杂的气象条件下降落，沿一定的航线飞行，要使船舰进港和沿海岸航行，必须把有关的情报发送给领航人员。使用雷达，可以得到所需要的情报，但是用电报、电话来传送这些情报，一方面不可能详尽，另一方面同时指挥几架飞机或船舰时，困难更大。利用电视，把有关气象的图表，或

红外线能穿过大雾。如果在机场的各个不同地点装上放射红外线的探照灯和对这种光敏感的电视箱，那末电视箱仍能把机场周围的



电视，有人把它比作千里眼。实际上，利用传真拍摄月球背面的照片，人的视野已扩展到几十万里了。“不畏浮云遮望眼”，人类探索宇宙的豪迈幻想，已经逐步成为现实。

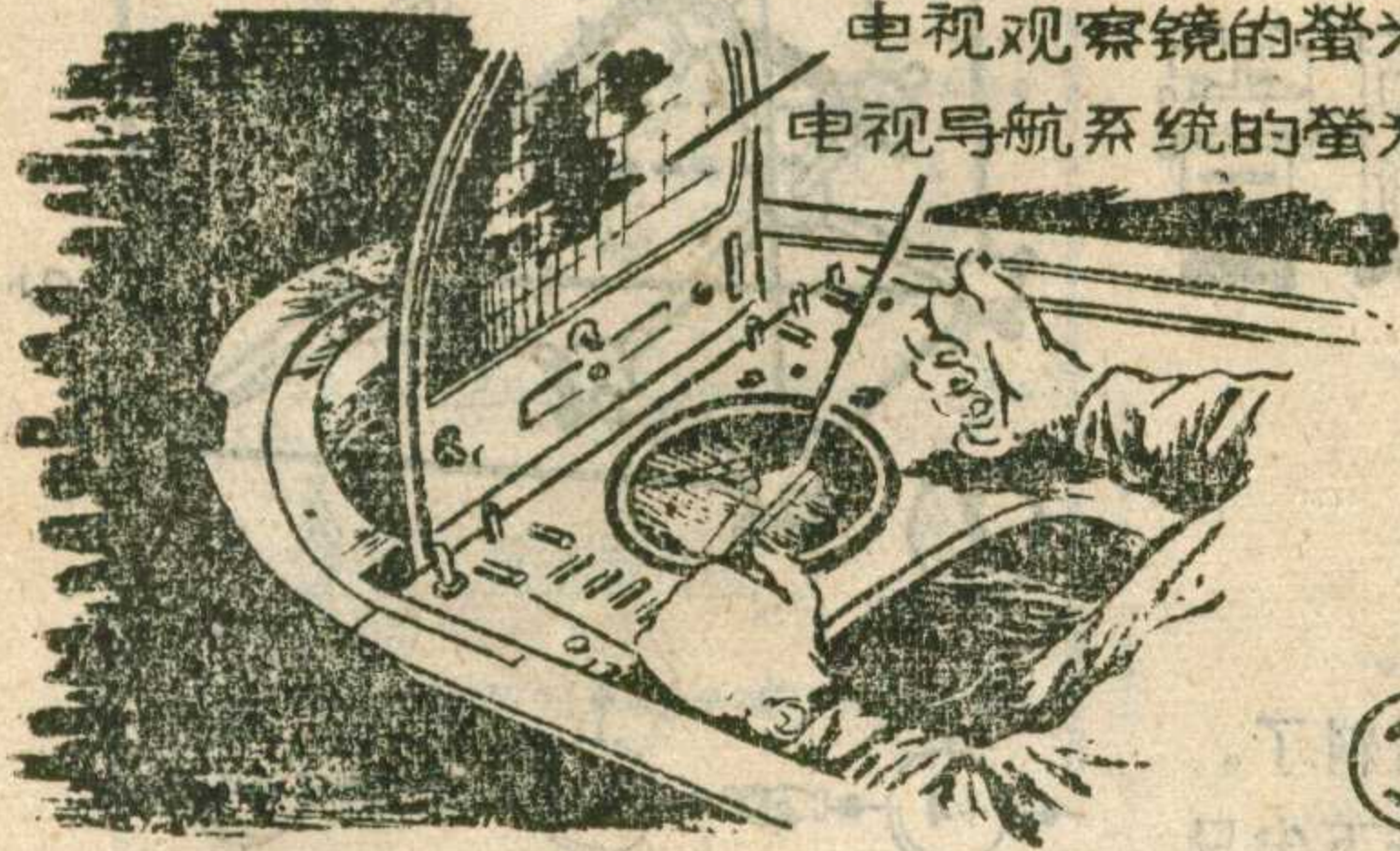
我们知道，电视是利用电视摄影机把景物“照”下来，然后利用无线电波发射出去，通过电视接收机，再把景象重新显现出来。电视摄影机就好比活动的“眼睛”，可以用人或各种交通工具把这个活动的眼睛带到剧院、会场、体育馆去，也可以用特殊工具把它带到水底、地下，甚至到宇宙太空中去。而且，这个奇妙的眼睛，能“看见”红外线、紫外线和超声波。这样，利用电视就可克服更多的障碍，观察极微小的东西，深入细胞、原子。

电视由于具备以上所说的特点，所以它在国民经济文化教育方面的应用日益广泛。很明显，这些特点对军事上也有很重要的意义。现在把电视在军事上的应用，作一个简单的介绍。

电视侦察

电视系统的摄影和发射设备，可以装在一个便于携带的箱内，侦察兵背上这种电视箱，就可把侦察所见情况，及时用电视的方法向指挥部汇报，见图1。如果把这种电

电视观察镜的萤光屏
电视导航系统的萤光屏



③

景物一一摄下来，然后用无线电波发射到空中去，飞机中的电视接收机就能接收这些电波，重现出图象，使飞行员看清机场的情况，正确驾驶飞机着陆。

水下电视

利用水下电视设备，可以在潜水员下水困难或根本不能下水的条件下进行水下观察。而且，即使潜水员能下水，也不可能长时间在水下工作，不可能把观察到的情况描述全面，有些客观景物很可能无法形容。

水下电视使用带有强大光源的防水电视箱，电视箱发出的图象信号通过电缆送到陆上的电视接收机。水下电视可用来检查舰艇推进器，确定舰艇长苔程度，迅速查明舰艇水下部分的损坏性质和面积，察看水下建筑物及海底的地质构造等等（见图4）。在海底布放水下电视系统，还可以发现和监视敌人潜水艇的活动。

由于水下光线暗淡，水下电视的作用距离受到了限制。虽然水下

电视箱带有强大光源，但由于海水中含有大量有机物质和矿物质，这些物质能吸收光线，所以即使在离海岸较远的比较清洁的水中，作用距离也只能达到10—20米。为了克服这个障碍，一方面尽量提高

电视箱中摄像管的感光灵敏度，另一方面有人建议利用超声波代替光波。超声波就是频率比人耳可听度上限(15—20千赫)还高的声波。电视箱中装有超声波发生器。它产生的超声波向外辐射，遇到目标便反射回来。反射回来的超声波利用一种“声学透镜”聚焦，变成超声波束，可用来直接变换成可见图象。超声波在水中的穿透距离可达20公里，虽然目前在技术上还有很多困难，但这方面肯定是有很大发展前途的。

利用电视训练部队

在进行战斗训练时，往往由已训练良好的分队作示范。但是，在受训人数很多时，进行这样的示范就需要很长的时间和耗费大量的物资。应用电视，只要在每个分队安装一台大屏幕电视接收机，并利用一个或数个电视发

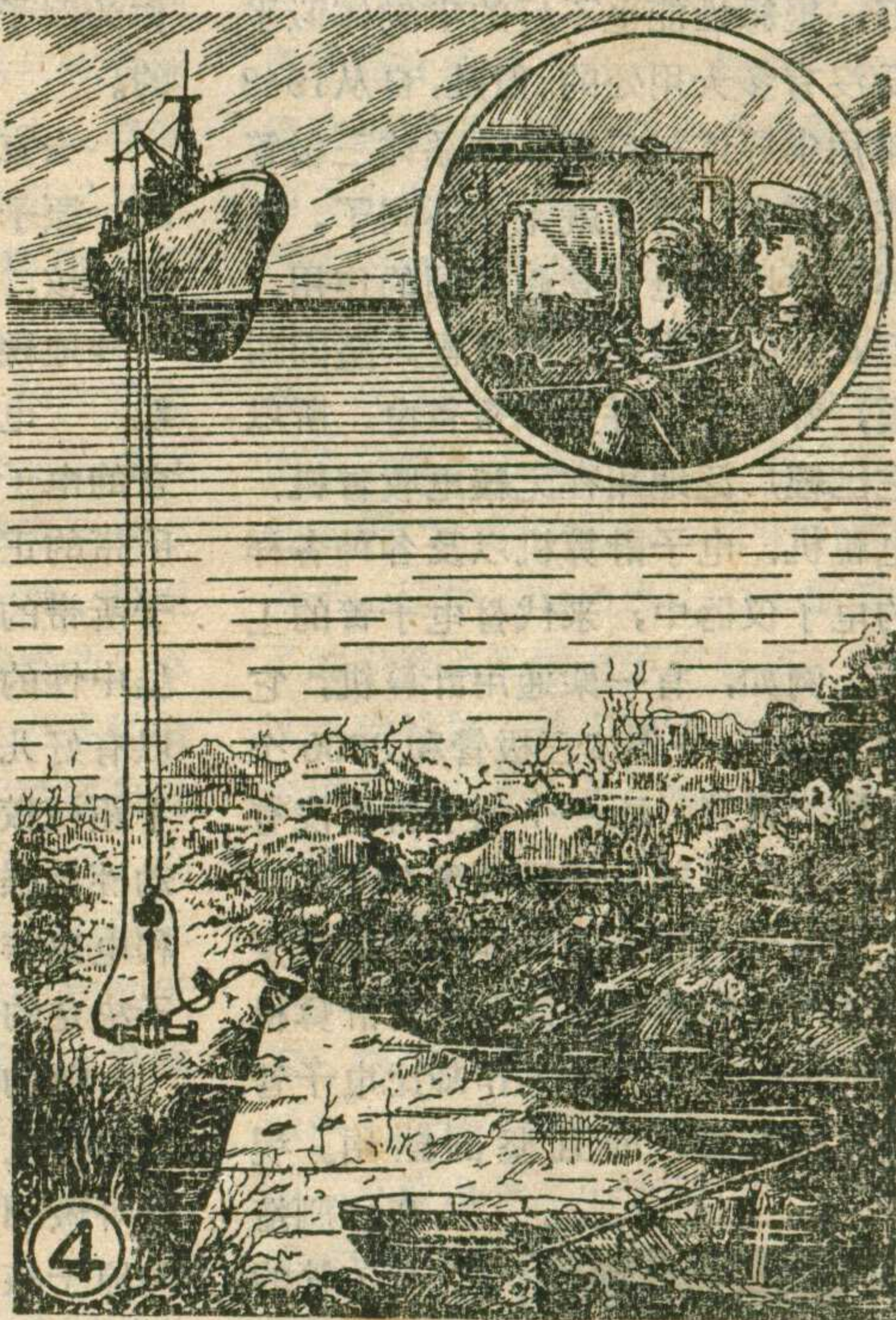
射机，就可以使各分队同时观察到示范演习。

利用电视进行战斗训练，还可以演习一些人不可能临场观察的战斗，例如演习放射性污染地区或受猛烈炮火射击地区的战斗行动。

在训练飞行员时，如果采用电视练习器，使被训练的人通过电视观察飞行情况，就可以增加地面训练时间而缩短空中的训练时间。

以上所举的一些例子，只是电视在军事中的应用的一部分。从这些例子中可以看出，电视在军事范围的应用也是非常广泛的。

(俞壤 等编译)



④

讀者·作者·編者

为了广泛地介绍无线电电子学在国民经济各部门的应用，我们欢迎在农业、工业、气象和医疗等方面使用电子器件（包括具体电路）的稿子。“国外点滴”栏，也准备容纳这方面的短稿。欢迎来稿，来稿时请注明资料来源。

根据读者的反映，本刊今后准备多登一些小经验。欢迎读者把你们学习和创作中的心得，写成短小生动

的稿件，通过刊物来互相交流。

“无线电”出版两期了。我们热烈希望读者对这两期提出更多的意见。特别是有些栏，如“为什么”“问与答”等，存在什么问题？你们有哪些具体要求？是欢迎还是不欢迎这些栏？希望读者来信把你们的意见告诉我们。并且希望提出你们在学习和创作方面所遇到的困难和问题。总之，刊物要依靠大家出题目、想办法、写稿子、提意见，才能办好。愿我们共同努力。

晶体管

李华金

最有希望的材料

在电工和无綫电技术中，广泛地使用着导体和絕緣体。拿一根电灯軟綫來說吧。它中間的銅綫是导体，用来傳导电流。它外面裹的胶皮和紗套是絕緣体，用来把带电的导体和外界隔开。看来，导电性能不好，絕緣性能也不好的半导体似乎是沒有多大用处的。但是，自从1948年用半导体材料做成的晶体三极管出現以来，情况就完全不同了。晶体管可以和电子管起相同的作用，但是它的体积小，重量輕，坚固耐震，寿命长，并且非常省电，所以它已經广泛地用在无綫电收音机、电视机、电子计算机以及各种各样的电子仪器中，来代替电子管的工作。例如，有一架通用计算机，它用了2165个晶体三极管和3600个晶体二极管，而一个电子管也沒有用。这台机器只消耗功率310瓦，比用电子管作成的同样的计算机少95%；它的体积只为电子管计算机的一半；但是它的工作却比电子管计算机可靠，而且坚固耐用。現在，制造晶体管的半导体材料，已經成为无綫电电子学

中最重要的，最有希望的材料了。

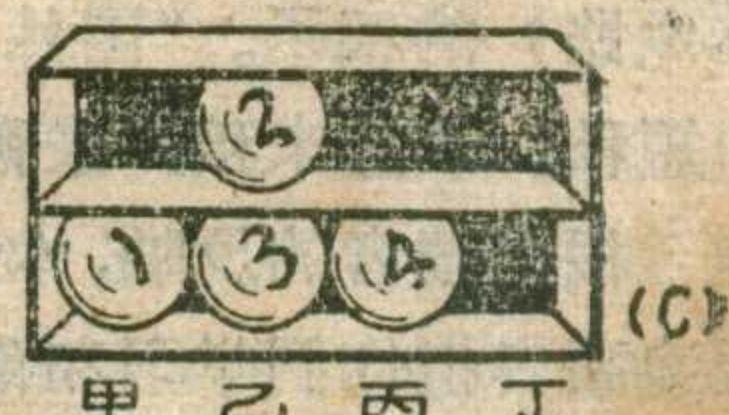
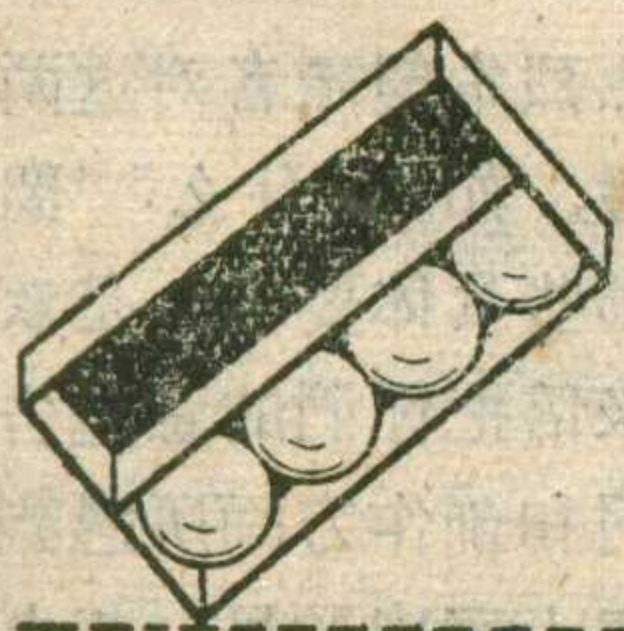
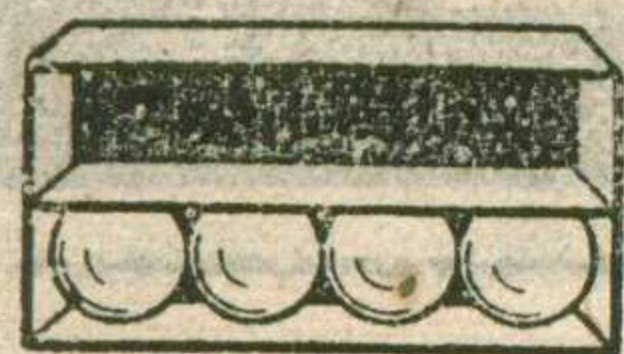
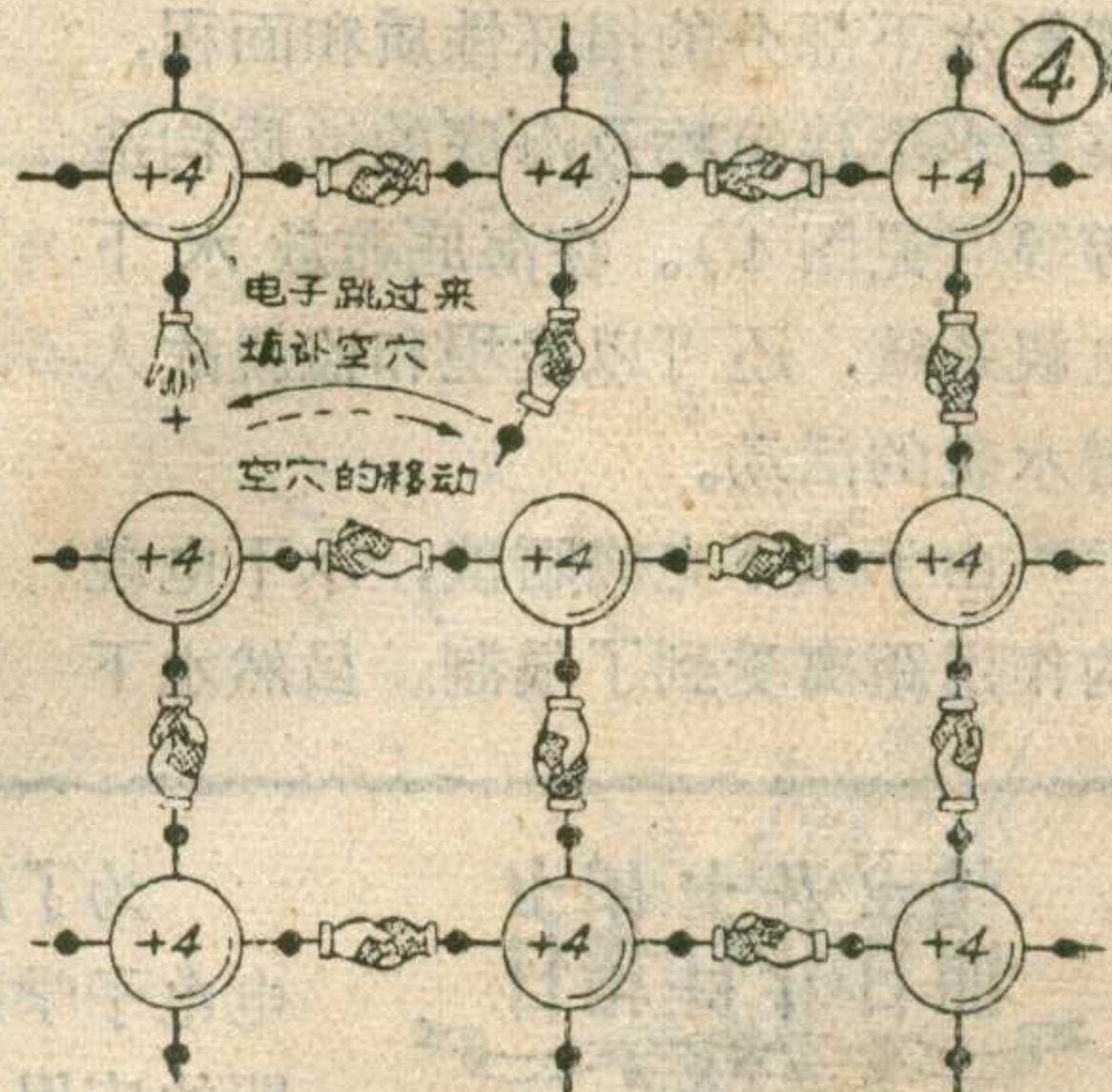
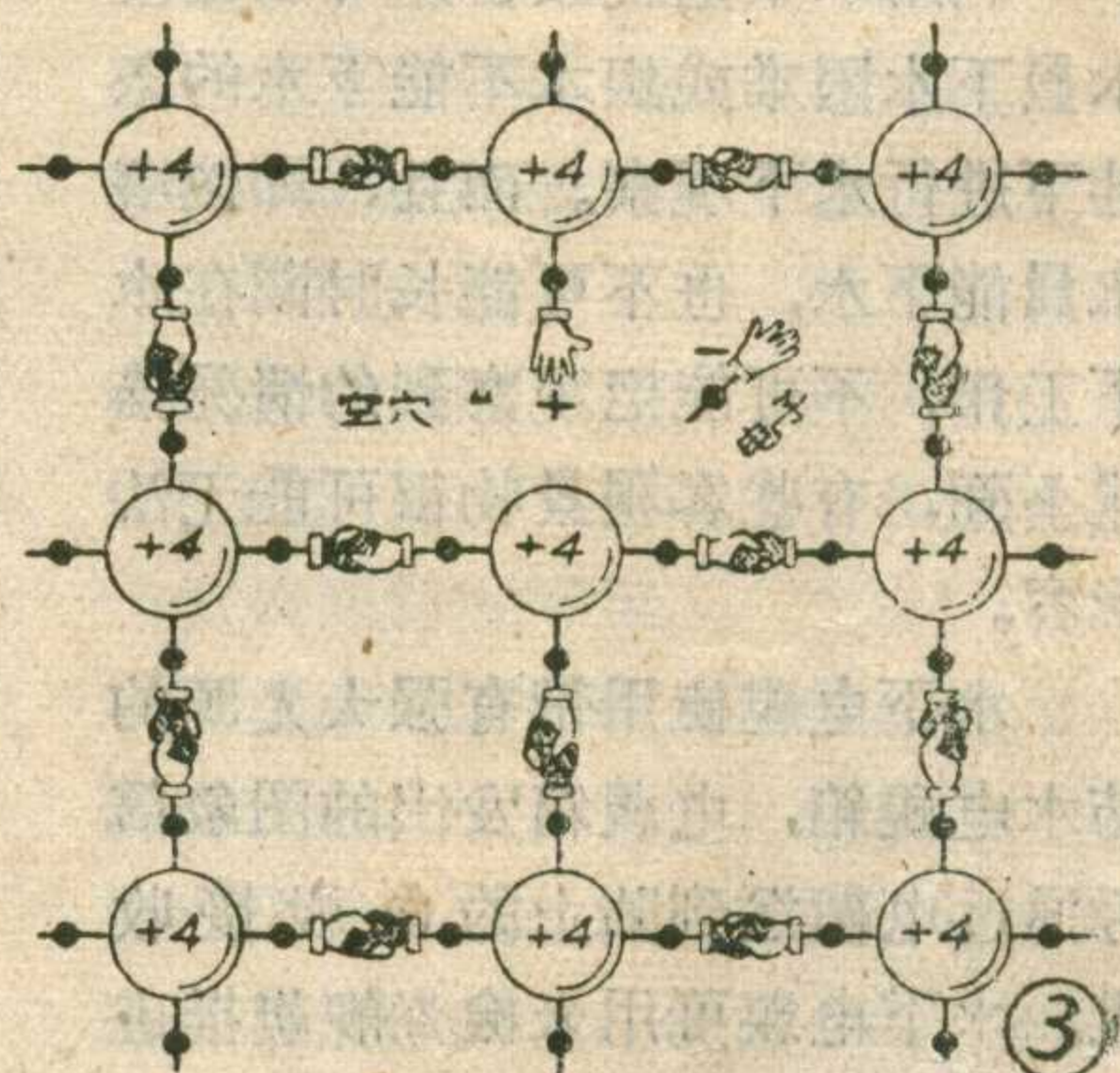
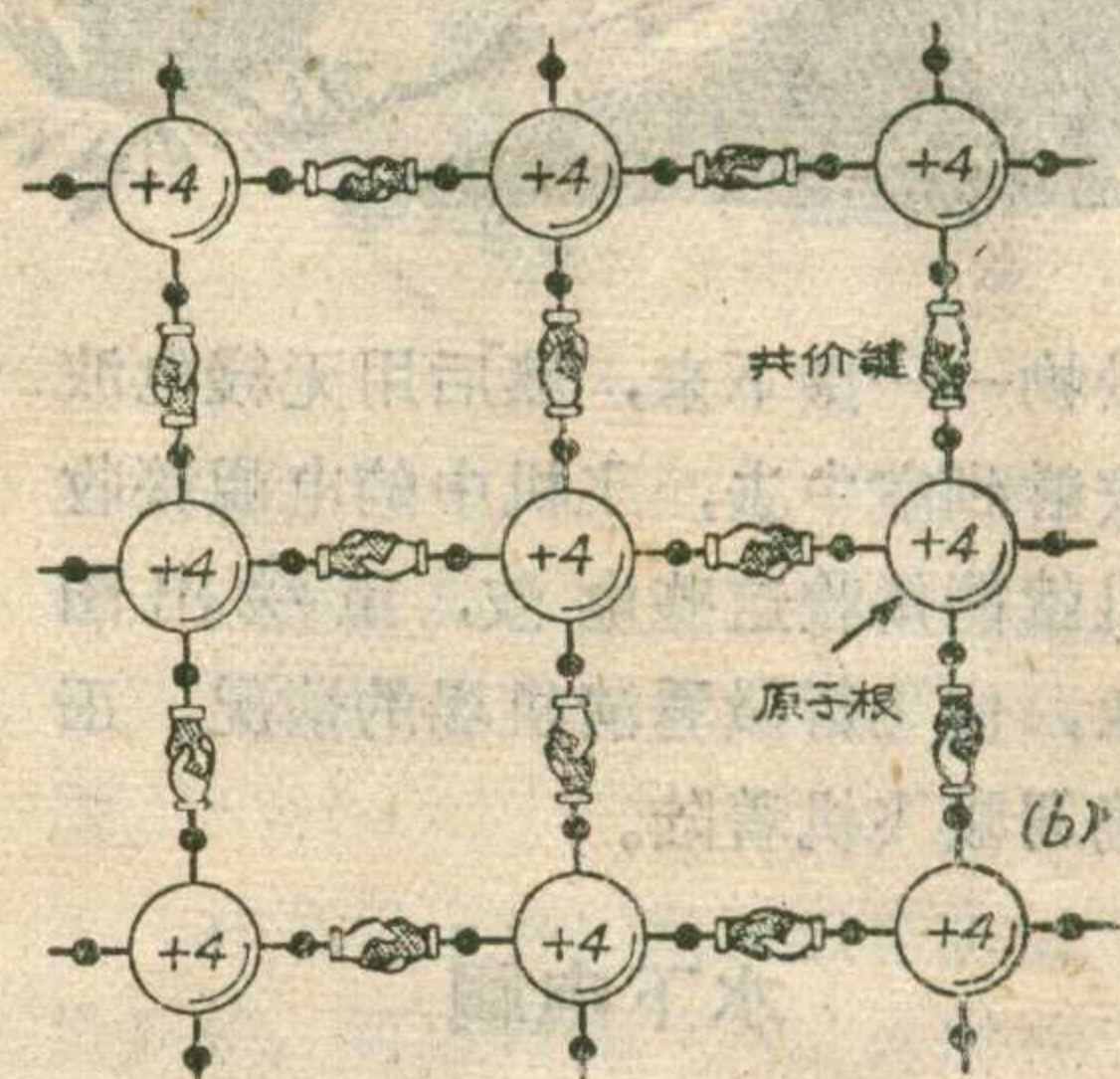
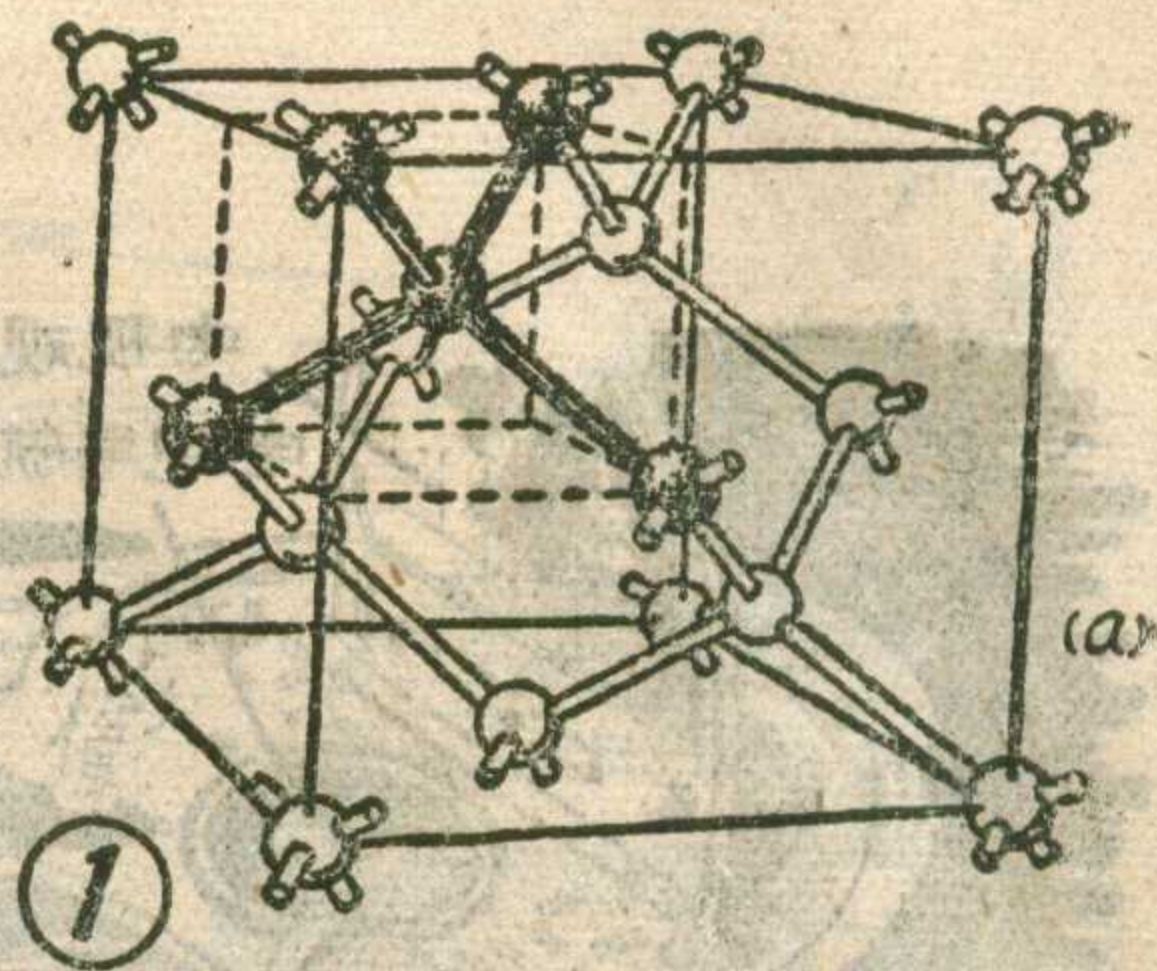
这里我們簡短地介紹一下半导体导电的性质和晶体二极管的作用原理。

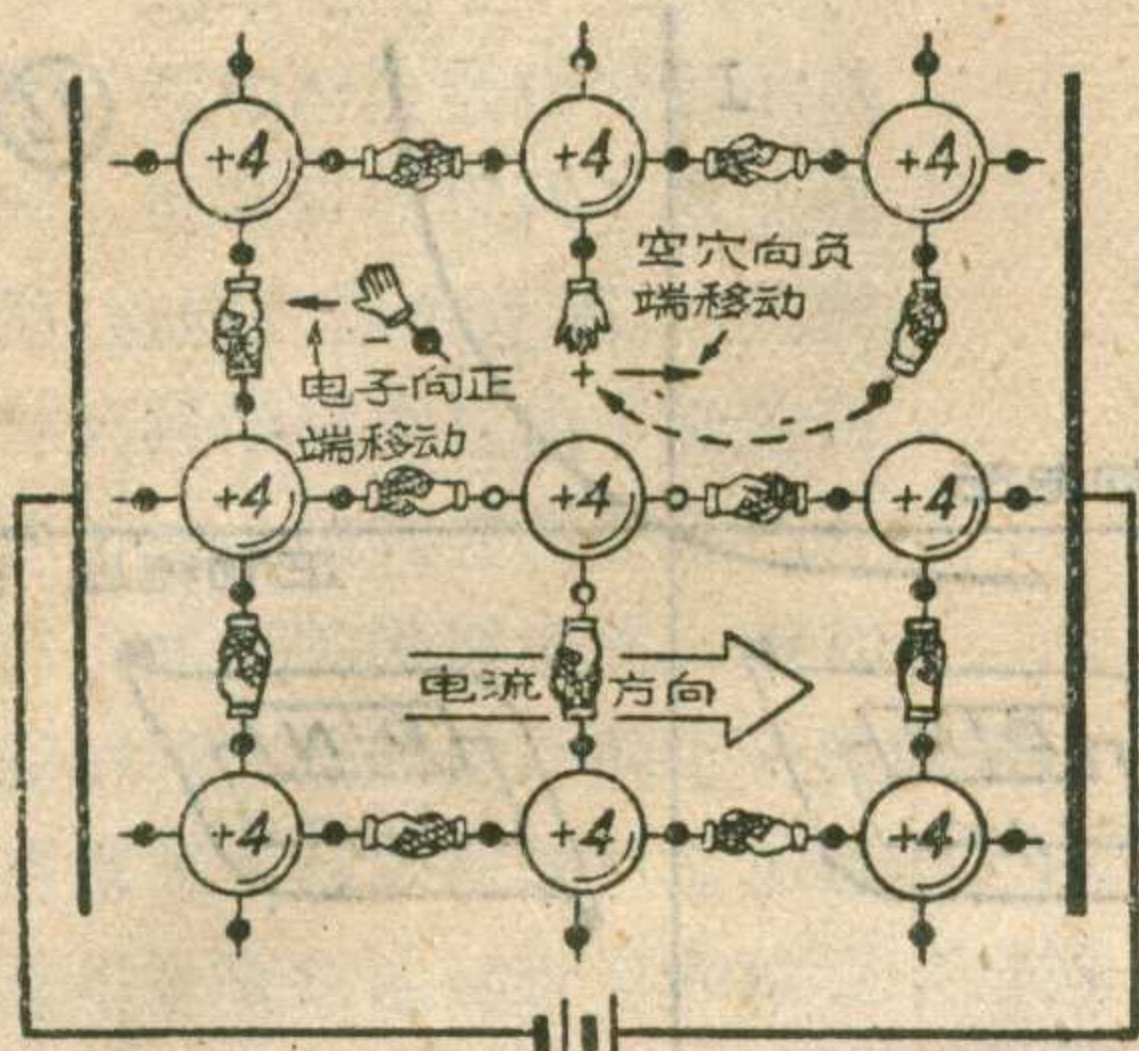
半导体是怎样导电的

目前制造晶体管最常用的半导体材料是鍺和硅。現在我們就拿鍺作为例子，談談半导体是怎样导电的。

大家知道，物质是由原子組成的。原子的中心是一个带正电荷的原子核，在核的外面，象行星繞日一样地繞行着一些带負电的微粒——电子。元素不同，原子中所含的电子数也就不同。但是原子核所带的正电荷总是等于核外所有电子所带的負电荷，所以整个原子是呈中性的。繞原子核运动的电子可以有好几层，其中最外层的电子由于距核較远，受核的束縛較小，活动性最强，元素的物理、化学性质和电离作用都是由这些最外层的电子决定的，这些电子就叫做价电子。

鍺的原子有32个电子，而最外层的价电子是四个，所以在化学上就叫做四价元素。內层的28个电子与原子核紧密地結合在一起，成为一个整体，称为原子根，它带有四个正电荷。在純净的鍺晶体中，鍺原子彼此靠得很近，組成格子形的結構，一般称这种結構叫晶体点陣





(a)

小球向下移动

空位向上移动

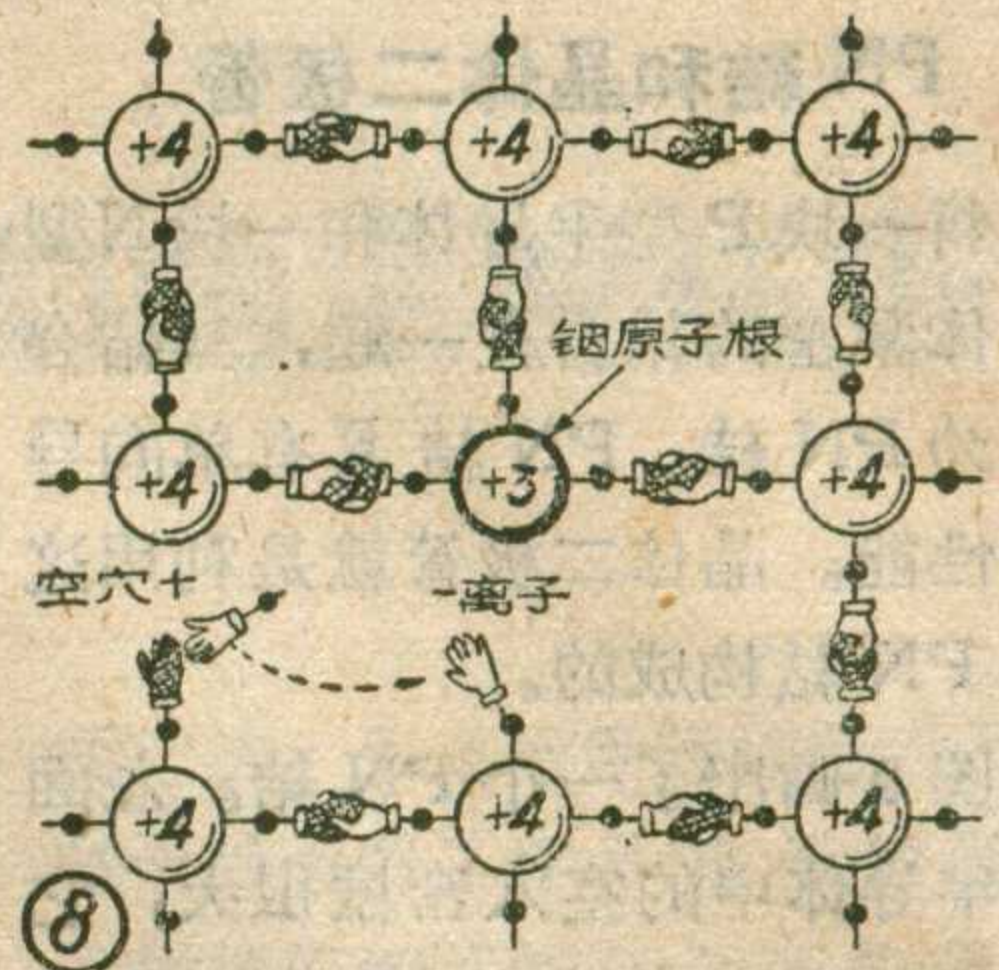
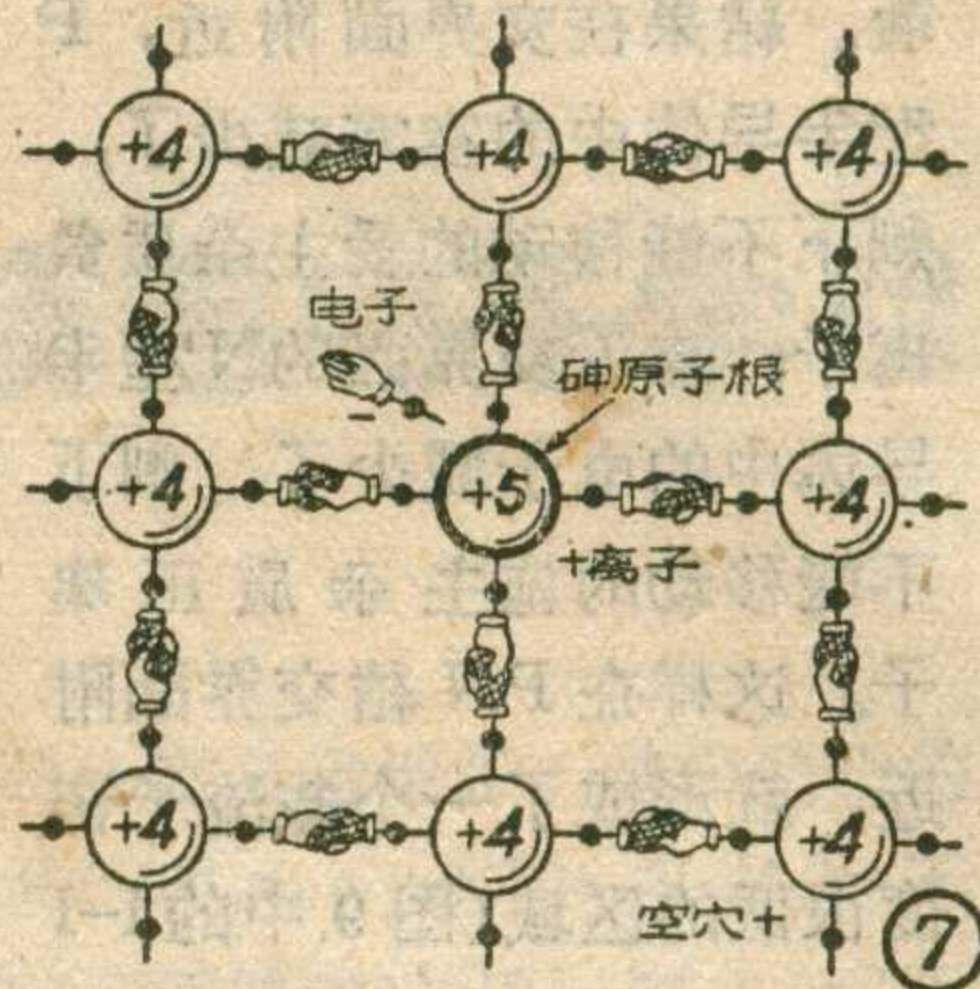


空位向上移动

(见图 1 a)。在锗晶体点阵中每个原子周围有四个等距的原子。相邻两个原子各出一个价电子组成一个共价键，如图 1 a 所示。为了简单起见，可以把它画成如图 1 b 的平面示意图。

共价键中的两个价电子同时受到两个原子根的吸引力的束缚，结合极紧，不能自由运动。在温度极低时（接近 -273°C 时），锗晶体中的所有价电子都组织在共价键中，即使加上电场，电子也不能作定向运动，即没有电流流通。这好像图 2 中所示的方盒子里挤满了小球，即使把方盒倾斜，小球也不会滚动。所以这时的锗晶体是绝缘体。

在平常的温度下，锗晶体内共价键中的部分价电子由于热运动获得一定能量，摆脱了共价键的束缚，变成能够自由运动的自由电子。而这个价电子原来所在的地方就出现了一个空位。这个电子的空位叫做空穴，如图 3 所示。每一个原子都是中性的。由于带负电荷的电子脱离共价键而形成的空穴可以看成是带正电荷的，它的电荷量等于一个电子电荷。由于热运动的结果，空穴邻近的价电子就有可能跳过来填补这个空穴，而使这个价电子原来所在的地方出现了一个空穴（图 4）。



这就是说空穴也是可以自由移动的。这种情况就好像把图 2 方盒中的某个小球加以能量而提升到上层一样（图 5 a）。这时不但上层的小球（代表自由电子）可以自由移动，而且小球原来的地方有了空位（代表空穴），其它小球也就可能移动了。例如，球 3 可以从位置丙移到乙，这就相当于空位由乙移到丙（图 5 b）；随后，球 4 可以从丁移到丙，而空位就由丙移到丁了（图 5 c）。

这时，如果在锗晶体的两端加上电压，自由电子就向电压正端移动，形成电子电流，这样的导电方式叫做电子导电；另一方面，带正电荷的空穴就向电压负端移动，形成空穴电流，这样的导电方式叫做空穴导电（见图 6 a）。这种情况就好像将图 5 中的小方盒倾斜后，小球向下移动，空位向上移动的情况一样（图 6 b）。电子和空穴移动所形成的电流方向相同，所以半导体是导电的。由于电子和空穴是半导体中电流的搬运者，所以统称为载流子。

当温度升高时，有更多的价电子脱离共价键的束缚，产生更多的自由电子和空穴对，导电性能就越好。因此，半导体的电阻随温度的升高而减小。

N 型半导体和 P 型半导体

在纯净的锗晶体中掺入少量的五价元素砷（或锑）。这砷元素对

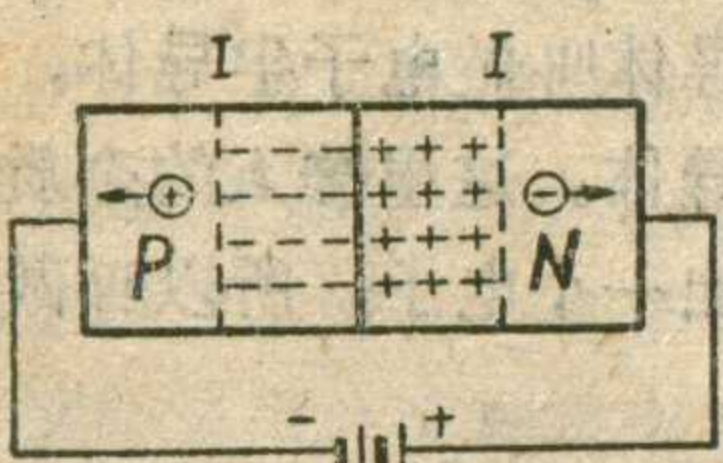
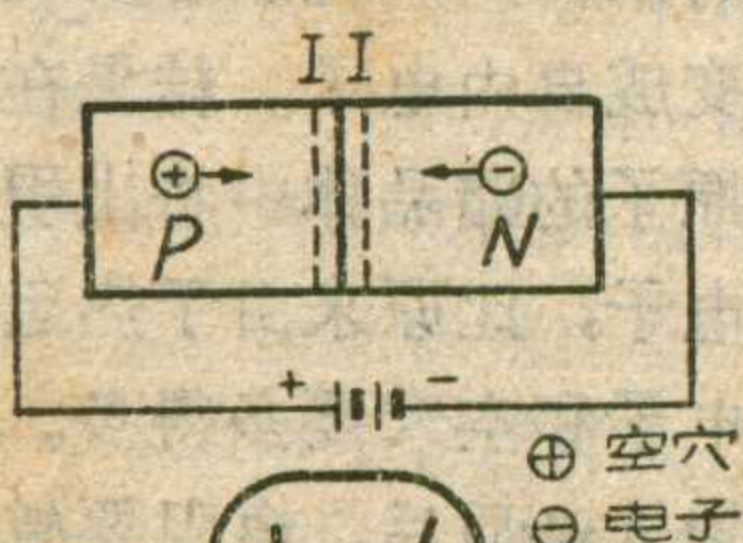
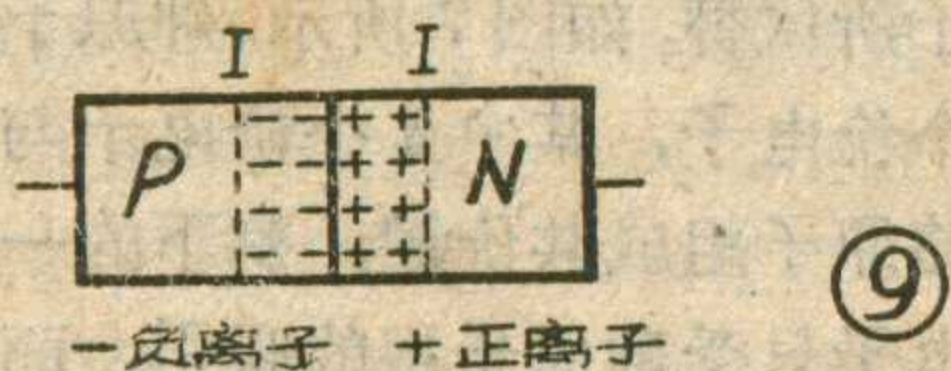
纯净的锗来说就是杂质了。这时锗晶体点阵中的某些锗原子将为砷原子所代替，如图 7 所示。砷原子有五个价电子，其中 4 个价电子与周围锗原子组成共价键，剩下的一个价电子只受砷原子根的吸引，而不受共价键的束缚，因此很容易脱离砷原子而变成自由电子。结果在这块掺有砷原子的锗晶体中将出现大量的自由电子，比原来由于热运动而产生的电子和空穴要多得多。因此半导体掺入杂质后，电阻要减小很多。这块锗晶体中占绝大多数的自由电子称为多数载流子，而由于热运动而产生的少量空穴叫做少数载流子。这块以自由电子为主要载流子的半导体叫做电子半导体，或叫 N 型半导体。这里掺入的杂质砷元素能给出一个电子，所以叫做施主杂质。

和上面的情况相反，如果掺入锗晶体中的是三价的元素镉（或镓），那末，当镉原子代替锗晶体点阵中的锗原子组成共价键时，就缺少一个价电子，即出现了一个空穴，如图 8 所示。因此，在掺有镉元素的锗晶体中，将出现大量的空穴，能以空穴导电的方式传导电流，所以电阻要减小很多。这种半导体叫做空穴半导体，或叫 P 型半导体。在 P 型半导体中，空穴成了多数载流子，而由于热运动而产生的少量自由电子是少数载流子。掺入的杂质元素镉能接受一个电子，所以叫做受主杂质。

PN 結和晶体二极管

将一块P型半导体和一块N型半导体紧密的结合在一起，其结合处称为PN结。PN结具有单向导电的性能。晶体二极管就是利用这样的PN结构成的。

图9画出了一个PN结。左面P型半导体中的空穴密度很大，它们就向空穴密度小的N型半导体中扩散。而N型半导体中的电子就向电子密度小的P型半导体中扩

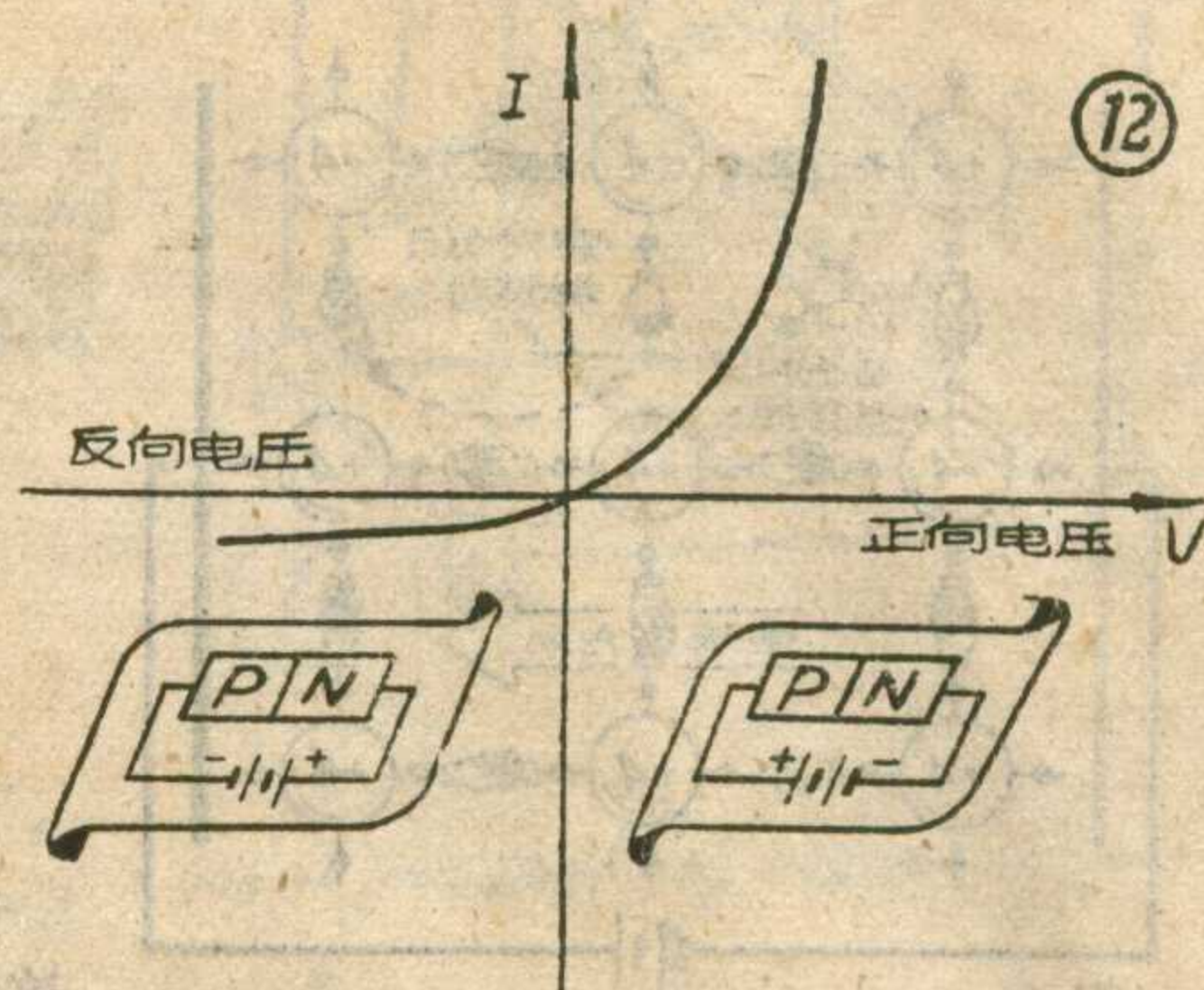


散。结果在交界面附近，P型半导体中的空穴减少了，剩下不能移动的受主杂质负离子；靠近交界面的N型半导体中的电子减少了，剩下不能移动的施主杂质正离子。这样在PN结交界面附近，就形成了一个载流子密度很低的区域(图9中的I-I区域)，这个区域叫做阻挡层，它阻止P型半导体中的空穴和N型半导体中的电子向对方扩散。

现在在PN结上加一个电压U。如果P端接正，N端接负(图10)，那末，这电压所产生的电场使P型半导体中的空穴向右移动，使N型半导体中的电子向左移动。由于载流子都向阻挡层的方向移动，所以使阻挡层变窄。如果作用的电压足够高，阻挡层就会完全消失。这时P-N结呈现的电阻很小，电流很容易流通，就好象二极管的屏极接正，阴极接负的情况一样。这时所加的电压称为正向电压。

相反地，如果N端接正，P端接负(图11)，那末，P型半导体中的空穴和N型半导体中的电子都沿着离开阻挡层的方向向两端移动，结果使阻挡层变宽，使PN结的电阻加大，电流很难流通，就好象二极管的屏极接负，阴极接正的情况一样。这时所加的电压称为反向电压。

由此可见，PN结沿正方向和



沿反方向的导电性能很不相同。外加电压和半导体内通过的电流的关系，可用图12的曲线来表示。这种曲线是用伏特安培数值画出的，所以又叫伏安特性曲线。当加上正向电压时(如图12的右面部分)，即使电压很小，电路中的正向电流也比较大；而加上反向电压时(如图12的左面部分)，即使电压很大，电路中的反向电流也是很小的。所以当在P-N结上加一个交流电压时，正方向的电流很容易通过，反方向的电流很难通过，这样就完成了整流或检波的作用。

利用PN结的单向导电性能，就可以做成晶体二极管。按照结构的不同，晶体二极管可以分为点接触型和面接触型(又叫结型)两种。点接触型晶体二极管允许通过的电流很小，极间电容也很小，适于高频检波用。面接触型晶体二极管允许通过的电流较大，极间电容也较大，所以适用于整流。

到我们人民、政府和党的支持，我在飞行中一点也不感到孤独。”

在这次宇宙飞行中，无线电通信的重要特点是使用了无线电电话。在宇宙中第一次响起了人说话的声音！以前的无人人造卫星和宇宙火箭中，一般是使用无线电报和无线电遥测。和这些比较起来，实现无线电电话是一个复杂得多的技术任务。这不仅是由于无线电电话的信号频谱要宽得多，而且是由于制造大功率的无线电电话发射机非常困难。

在宇宙中并不孤独

世界第一位宇宙航行员苏联尤里·加加林少校曾不止一次地强调无线电通信在宇宙飞行中的巨大意义。在一次记者招待会



上，他说：

“我对无线电通信在这次飞行中的作用给予极高的评价。无线电通信使我能一直和地球保持着联系：接受命令，从飞船上报告关于各个系统工作的情况和我看到的一切。由于无线电通信，我随时都感

无綫电电子学目前的主要任务

无綫电电子学是实现控制过程和解决通信问题的基础，也是創制現代工农业測量、監視仪器的基础。这门科学为科学研究提供了新的研究方法，給其它科学部門开辟了寬广的发展道路。例如能够洞察物质结构的电子显微镜，揭露原子核秘密的巨型加速器，以及用来窺探遥远世界和建立宇宙通信的设备，都要应用电子技术。以无綫电电子学为基础，建立了有效的诊断和医疗方法，利用无綫电射线可以促进化学反应和生物組織中的各种过程。除了X光照象、心动图，以及許多其它研究人体組織的方法以外，已經有希望制成假心、假肺和假腎的仪器。

創制新元件

电子学、物理学和化学的巨大任务是为仪器设备創制新元件。这就要进一步研究和应用半导体及电介质的新性质，利用分子和原子現象来精确地測定時間，以及利用晶体的新特性等等。无綫电物理学的一个重要部分是深入研究电气等离子区及其应用。

超小型化

电子学的一个重要发展方向是所謂超小型化——减小电子设备的尺寸。随着电子设备的使用日益广泛，它們的复杂程度、尺寸和需要苏联的先进科学技术解决了这些复杂的問題，这样，在宇宙中的人就能随时和地球上的人談話，就象在地球上一样。

“东方号”宇宙飞船上装設了可靠的无綫电双向通話设备，利用三个信道和地球联系。其中两个是短波信道，波长約为30米和15米（9.019兆赫和20.006兆赫）；一个是超短波信道，波长为2米左右（143.625兆赫）。利用超短波信道，可以和距离为1500~2000公里以内

的能量也在日益增长。其中最大的设备甚至在几个大厅中都安放不下，而且需要的功率大到几百千瓦。掌握晶体的新性能和采用薄膜元件，为彻底减小电子设备的尺寸开辟了寬广的前途。

向更短的频段发展

掌握电磁振荡的新频段具有巨大的意义。在掌握更短的电子波波段以后，我們就能够沿波导管傳送大量的信息，能够以中等尺寸的天綫系統將輻射綫集成狹窄的射束，并为发展雷达、导航，以及远距离通信——直至宇宙通信——提供新的、巨大的可能性。利用紅外綫和光綫波段通信也有很大的发展前途。为了解决这些問題，具有重大意义的是創制量子振荡器和光波放大器，以及研究各种物质的单晶。

与噪声作斗争

降低接收和发送设备的內部噪声具有重要意义。为此目的，无綫电物理学家提出了以利用量子力学系統、利用参量放大器等为基础的的地面联络点通話。而在大部分軌道上，都可以用短波信道和苏联境內的地面联络站进行通話。利用不同的波段，除了可以增加无綫电话的通話距离以外，还可以使我們对无綫电波在地球大气层中的傳播条件有进一步的了解。

这个无綫电话系統十分有趣。电话系統中有一个磁性录音机，它录下宇宙航行員所說的話，随后当飞船飞經各地面接收站上空时，再把这些話发送到地面上来。

新方法。和普通半导体器件不同，量子放大器工作于极低的溫度，这样就保证了能有极低的噪声电平。

加强元件的可靠性

由于电子仪器和自动化设备所起作用的重要性日益增长，尖锐地提出了保证它們的可靠性这一問題。在具有成千上万个电子和机械元件的设备中，即使有一个或几个元件损坏，就使整个工作过程停頓，这种情况是不能允許的。这样就提出了提高元件可靠性的重要問題。但更重要的是找到創制复杂设备的新方法，即使某些元件损坏，也能保证整个设备可靠地工作，好象生物体組織中的局部损伤并不使正常的生命活动停止一样。在这一方面已經提出了一些原則，但是建立保证可靠性的理論基础还是一个尚待解决的任务。

（摘譯自苏联科学院院长凯尔迪什1961年6月12日在苏联科学工作者會議上的报告，文內小标题是譯者附加的。）

苏联载人宇宙飞船的成功发射和安全返回，

开辟了通往宇宙的道路。可以預料，不久以后，人們将飞向月球和太阳系的其它行星，那时，将会从月球和更远的太空中傳來宇宙航行員講話的声音。



收音机的输入电路



丁启鸿

收音机的“输入电路”就是介于天线输入端到变频（或高频）管控制栅极之间的电路。它的作用是将信号最大限度地传送到变频管栅极，并且尽可能地扼制干扰。一个设计良好的输入电路应该达到：1. 电压传输系数（控制栅极上所获得的电压与天线输入端电压之比）要尽可能的大，并且要求在接收整个频段内各种频率的信号时给出的电压传输系数最好都相等或相差不多；2. 有足够的选择性；3. 天线参数变化对输入电路的影响最小。

输入电路有电容耦合式（图1）、电感耦合式（图2），以及电感电容耦合式（图3）等几种形式。

电容耦合式的最大缺点是在整个接收频段内电压传输系数不均匀。电感电容耦合式受天线参数变化的影响较大。最常用的要算电感耦合式输入电路了。这种电路的电指标优良，制作也比较简单。下面就专对这种电路进行分析。

收音机的天线与地之间有分布电容存在（见图4）。这个电容 C_A 与天线线圈的电感 L_{CB} 并联，组成了一个谐振回路（图4中虚线左边部分），它的谐振频率 f_A 为：

$$f_A = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{CB}C_A}}$$

天线型式及长度选定后， C_A 就固定了，因此选用不同的 L_{CB} ，可以得到不同的 f_A ，这有三种可能性，即：（1） f_A 低于收音机所接收频段的最低频率 $f_{o\text{最小}}$ ，称为“高阻抗接收”（或“长天线接收”）；（2） f_A 高于所接收频段的最高频率 $f_{o\text{最大}}$ ，称为“低阻抗接收”（或“短天线接收”）；（3） f_A 在接收频段之中。因此，这种输入电路有三种设计方案。

第（3）种是最坏的设计方案，因为它在整个接收频段内电压传输系数很不均匀；另外，在天线回路的谐振频率一点上，输入回路 $L_K C_K$ 无法调谐，使选择性和灵敏度都受到影响。因此，这种方式很少有人采用。第（2）种和电容耦合电路的情况差不多，因此也不够理想。目前采用得最多的要算第（1）种高阻抗接收了。

在设计高阻抗接收的输入电路时，首先要确定天线回路的谐振频率 f_A 应该是多少，其次要确定 L_{CB} 与 L_K 采取多大的耦合，也就是决定它们之间的交连系数 k ，最后决定输入谐振回路的电感 L_K 。

如果把 f_A 选定在远小于 $f_{o\text{最小}}$ 之处，它的好处是在整个接收频带上，电压传输系数基本上与频率无关，这是我们斤

希望的；但 f_A 太低， L_{CB} 将太大，以致电压传输系数降低很多，这是不合适的。相反，如果把 f_A 选得接近 $f_{o\text{最小}}$ ，这时如果接收波段是中波的话， f_A 将十分接近中频 465 千赫，这又可能产生两种恶果：（1）中频很容易发生自振，特别是当电

容器转到波段的低频端，而且天线输入电路又接近中频变压器的引线附近时，就会发生嗡嗡嗡嗡的叫声；（2）一旦天线换成短天线，也就是 C_A 减小的时候，就有可能使 f_A 上升到接收频段之内。如上所述，这将使输入调谐回路 $L_K C_K$ 在 f_A 这一频率上失去调谐的可能。图5是实验所得的一些曲线，表示改变 L_{CB} 的圈数时，电压传输系数在整个接收频段内的变化情况。从图中可以看出：随着 L_{CB} 圈数增多，电压传输系数越来越小，但它在整个频段内是比较均匀的，变动很小。当圈数减到 100 圈时就会使输入调谐回路在 590 千赫处失调；如减到 80、60、40 圈时，将分别在 680 千赫、880 千赫、1250 千赫处失调。以上的情况都是应用 14 微亨的电感、150 微微法的电容和 50 欧的电阻所组成的等效天线测得的。如果使用小参数的天线，失调的频率还会升高。实际上收音机往往拖一根一至二米长的线，当作天线，稍不注意就易犯这个毛病。

究竟 f_A 选在什么频率上好呢？经验证明 $f_A = 0.7 \times f_{o\text{最小}}$ 比较稳妥。以接收 545~1500 千赫的中波段为例， f_A 最好不要超过 $0.7 \times 545 \approx 382$ 千赫。决定了 f_A 以后，还要估计到今后可能因使用不同天线而引起的天线参数的变化，否则就不好确定 L_{CB} 的大小。例如我们假定天线参数中的 C_A ，今后可能在 150~300 微微法之间变动。那么，应该把注意力放在 C_A 为最小（ $C_{A\text{最小}}$ ）的情况。因为在这种情况下没有问题， C_A 最大的情况（ $C_{A\text{最大}}$ ）下就更不会有问题了。这样 L_{CB} 可根据公式（1）来计算得出：

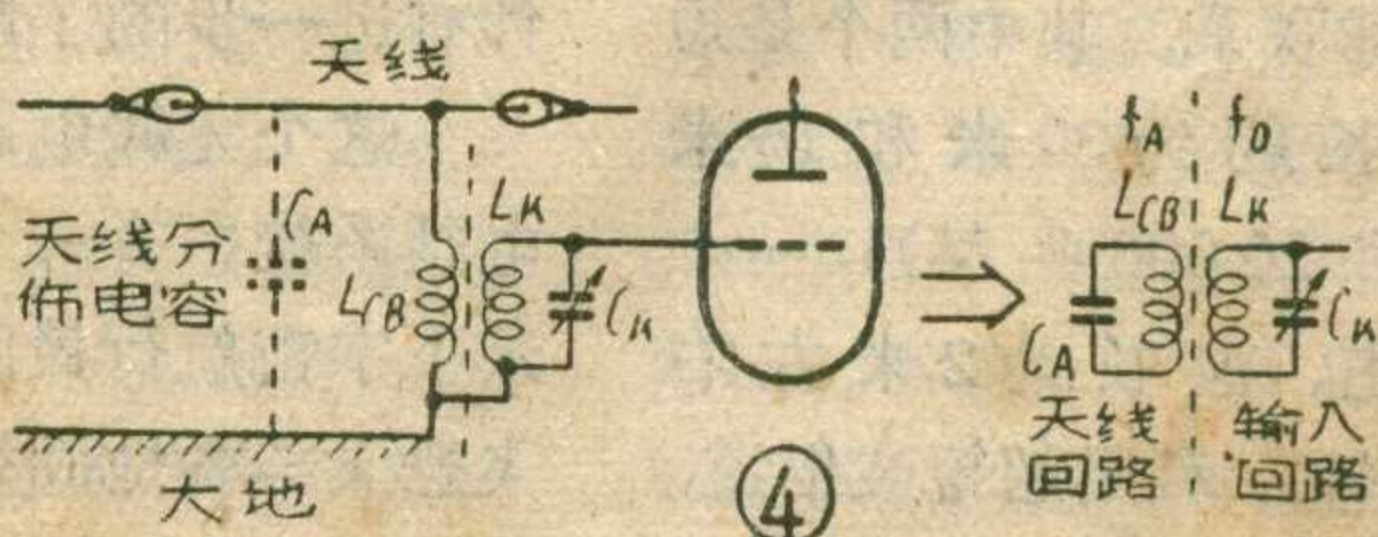
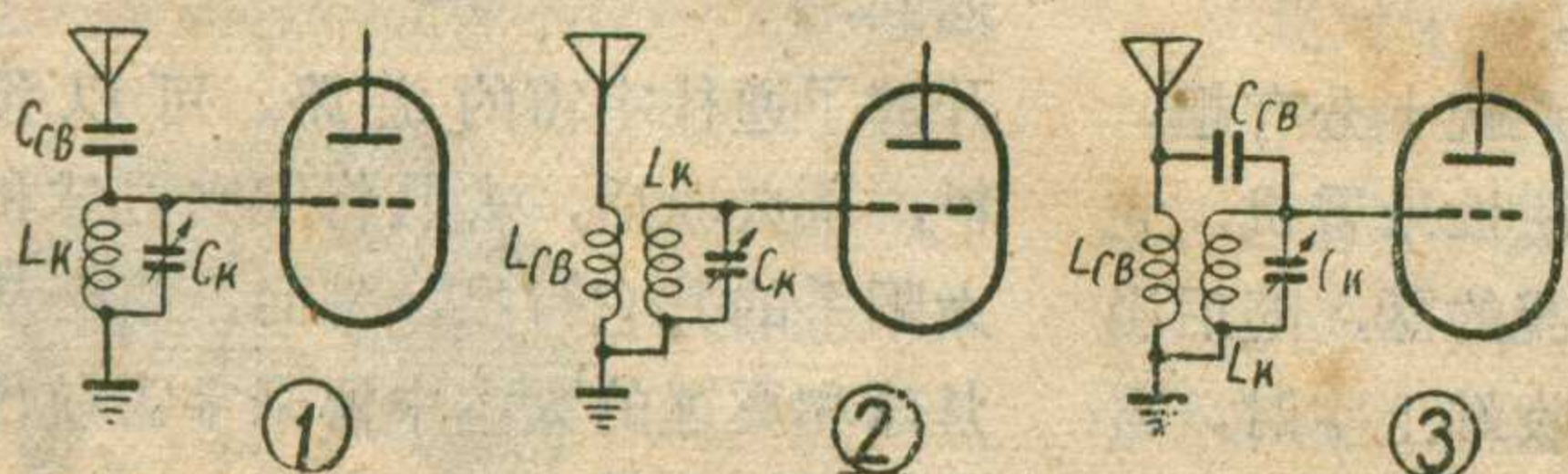
$$L_{CB} = \frac{2.53 \times 10^4}{C_{A\text{最小}} (\text{微微法}) f_A^2 (\text{千赫})} \quad (\text{微亨}) \quad (1)$$

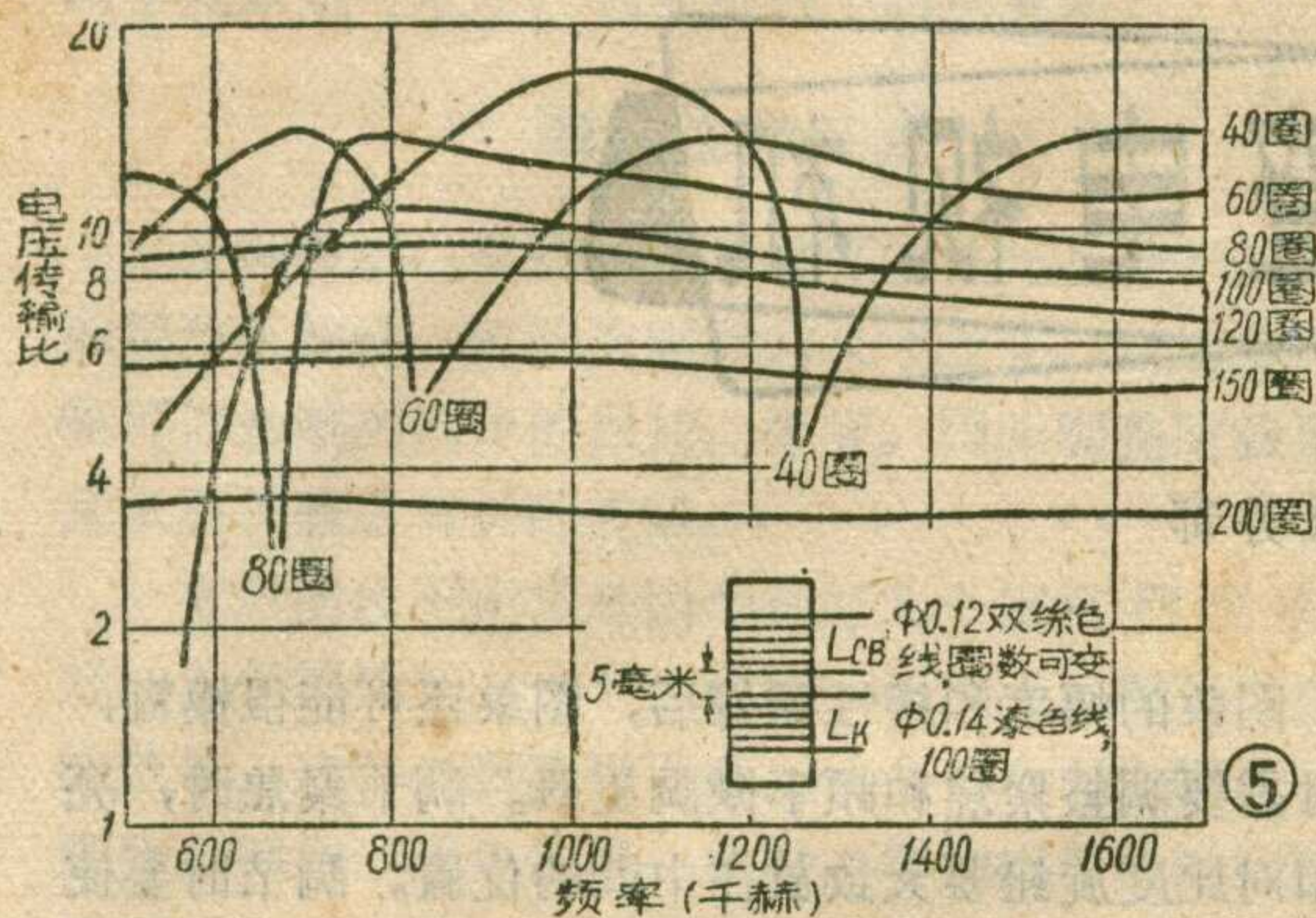
下一步我们来决定交连系数 k 。 k 越大，电压传输系数也越大，但 k 超过某一极限值以后， k 再大，电压传输系数就反而要下降。这个极限值我们叫它作“最佳交连”（或“极限交连”）。所以只要不超过最佳交连，单纯从提高电压传输系数出发，我们应该把交连系数 k 取得越大越好，但它受下列三个条件的限制，只能适当的选取 k 值。

1. 实际绕制的可能性，例如蜂房式线圈的 k 值最多只能达到 0.5~0.6，而单层管状线圈只能达到 0.4~0.5。 k 值再大，是做不出来的。

2. 输入调谐回路的失调不能超出某一极限数值。大家知道，天线回路的阻抗会对输入调谐回路发生影响。其中电抗

分量所造成的影响是使输入调谐回路中产生一个负电感，结果使得





L_K 减小，因而使调谐频率偏高。偏高的程度不但直接与 k 的大小有关，还和接收频率 f_0 ，以及天线谐振频率 f_A 有关。因此不管 k 取多大的值，只要 f_0, f_A 变了，上述负电感（“反射电抗”）也会改变，它不是一个常数。因此不能简单地用加大 L_K 的方法抵消负电感作用来解决。这就限制我们不能把 k 选得太大，否则就会由于失谐太严重，使接收频率越出输入调谐回路的通频带，影响收音机的灵敏度。一般以下列公式来计算 k 值：

$$k = 2 \sqrt{\frac{1}{2} \delta \frac{(1 - X_{A1}^2)(1 - X_{A2}^2)}{X_{A1}^2 - X_{A2}^2}} \quad (2)$$

式中 δ 是输入调谐回路的衰减，它等于回路 Q 值的倒数。

$$X_{A1} = \frac{f_{A\text{最大}}}{f_0} \quad X_{A2} = \frac{f_{A\text{最小}}}{f_0}$$

计算的时候我们总是在接收频带的最低频率 (f_0 最小) 上进行，因为在那里通频带最窄，最容易受失谐的影响跑出通频带外面去，因此设计时把公式 (2) 中的 f_0 换成 f_0 最小来计算。

3. 输入调谐回路的选择性不能低于某一极限值。天线回路的电阻分量也对输入调谐回路发生影响，其结果是降低后者的 Q 值。采用最佳交连时，虽然可以得到较大的电压传输系数，但此时输入调谐回路的选择性会降低很多，因此也有它不利的一面。一般只允许输入回路的 Q 值降低 20% 左右，太多了就不好。因此交连系数 k 只好选得比最佳交连时的 k 略小一些。取最佳交连的 k 值的 1/2 是合适的，这时可按下列 (3) 式计算 k

$$k = 0.25 \sqrt{\frac{Q_A}{Q_K}} \quad (3)$$

式中： Q_A 为天线回路的 Q 值（一般取 $Q_A = 50$ ）；

Q_K 为输入调谐回路的 Q 值。

根据以上三个条件设计出三个不同的 k 值，然后拣其中最的一个应用。下列经验数据可供大家设计中参考：

中波：535~1500 千赫， $L_{CB} = 1.3$ 毫亨， $k = 0.25$ ；

短波：3.94~12.1 兆赫， $L_{CB} = 4 \sim 25$ 微亨， $k = 0.03$ 。

最后，我们来设计输入调谐回路的线圈 L_K 。 L_K 与电容器 C_K 配合起来，应能调谐于所接收波段的各个频率上。当电容器 C_K 完全旋入时，应能调谐于波段的最低频率 f_0 最小；完全旋出时，应能调到最高频率 f_0 最大。设计收音机时，要求能接收多宽的波段是预定的。因此可求出“波段复盖系数”

k_D (即所接收波段的最高频率与最低频率之比) 如下：

$$k_D = \frac{f_{0\text{最大}}}{f_{0\text{最小}}}$$

例如：中波段 $k_D = \frac{1600(\text{千赫})}{500(\text{千赫})} = 3.08$ ；

短波段 $k_D = \frac{18(\text{兆赫})}{6(\text{兆赫})} = 3$ 。

第二步要掌握回路可变电容器 C_K 的最大与最小电容量 ($C_{K\text{最大}}$ 与 $C_{K\text{最小}}$)，一般市售可变电容器有一定规格，例如国内常用的一种，动片全部旋出时的最小电容为 12 微微法，全部旋入时的最大电容量为 360 微微法。目前 12 (最小) — 498 (最大) 微微法的另一种新产品使用渐多。知道这两个数据就可以用下式算出 L_K ：

$$L_K = \frac{2.53 \times 10^4 (k_D^2 - 1)}{(C_{K\text{最大}} - C_{K\text{最小}}) f_{0\text{最大}}^2} \quad (\text{微亨})$$

上式中： C 以微微法计； f 以兆赫计。

但是用上式算出的结果还不能符合实际情况，还需要作如下修正：因为 C_K 的变化与它所引起的调谐回路频率的变化之间并不是直线关系。当 L 固定时， C 与频率的平方成反比，即

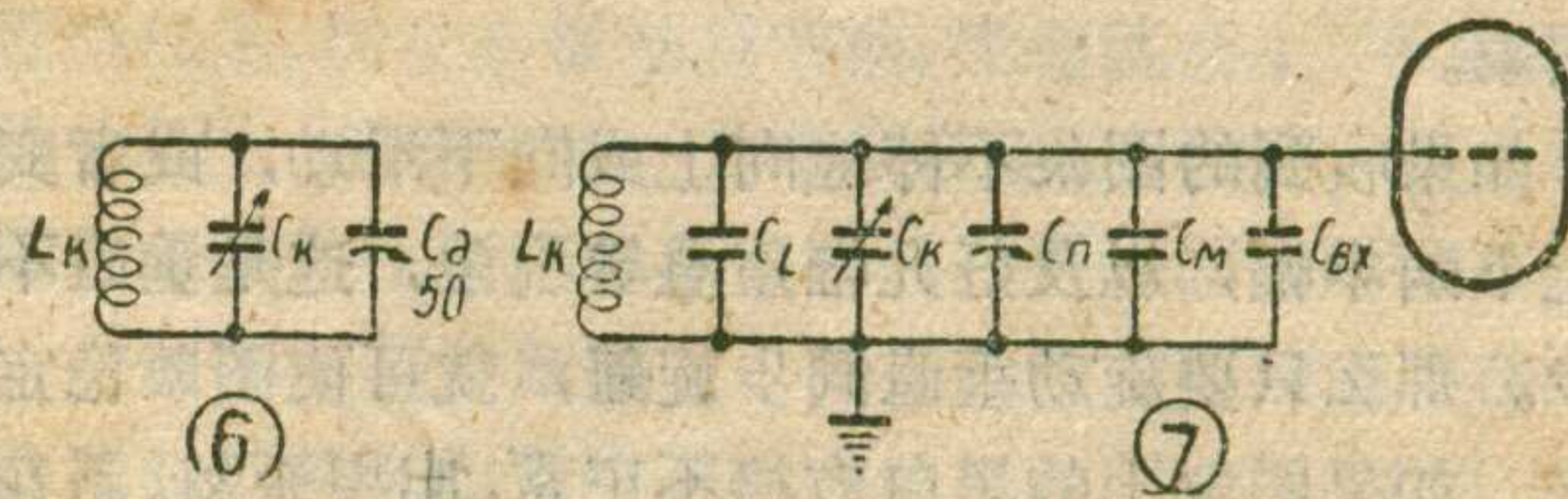
$$f_0^2 \propto \frac{1}{C}$$

因此，频率从低端到高端如变化三倍 (即 $k_D = 3$)，电容器从最大电容到最小电容必需变化 $3^2 = 9$ 倍才能满足要求，但实际上不可能，例如 12—498 微微法的电容器，它的最大最小电容量之比太大，即有

$$\frac{C_{\text{最大}}}{C_{\text{最小}}} = \frac{498}{12} \approx 41 (\text{倍})$$

为了解决这个问题，在 C_K 上附加一个微调电容器 C_n ，例如 50 微微法 (见图 6)，结果

$$\frac{498 + 50}{12 + 50} = \frac{548}{62} \approx 9 (\text{倍}) \text{ 即能满足要求。}$$



附加电容 C_n 可按下列式计算：

$$C_n = \frac{C_{K\text{最大}} - k^2 C_{K\text{最小}}}{k_D^2 - 1}$$

但是，实际上在输入调谐回路中还存在有线圈 L_K 线圈间的分布电容 C_L 、下级电子管的输入电容 C_{BX} 和连接线的分布电容 C_M (见图 7)。计算时应该把它们都考虑进去。因此计算出需要附加的电容 C_n 后，还应减去这些电容，才是真正应当附加于 C_K 的微调电容 C_n ，即

$$C_n = C_n - C_L - C_M - C_{BX}$$

一般售品线圈中 L_K 的分布电容 C_L 大约为 3.5 微微法 (分两层绕) 或 10 微微法 (绕一层)。 C_{BX} 可从电子管手册查到。 C_M 一般靠近底板的接线每 5 厘米长就有 10 微微法。接线愈长 C_M 愈大。

怎样调整电视机

——北京广播电视服务部——

一、准备工作

使用电视机必须在电视广播台准备播送节目之前，根据电视台所播送的测试图进行调整。在开机调整以前应首先检查天、地线是否接好，有无接触不良之处。然后把天线插头插到天线插孔内，一般有两个插孔：接收地点离电台远时，把天线插入1:1(或A1)的插孔内；距离近时要改插在10:1(或A2)的插孔内。同时还需要在1:1插孔内插入一个衰减器。这种衰减器在“北京”牌等电视机里是用一个带有300欧电阻的插塞；在“红宝石”和“纪录”牌等电视机里用的是带75欧电阻的插塞。然后插上电视机的电源插头，等待开机。

二、调整

首先旋动频道选择旋钮。如北京电视台是第二频道，就可旋到“2”上。然后开启电源开关。此时亮度旋钮和黑白对比度旋钮要旋到最小，音量控制旋钮旋到中间位置，稍过片刻就会听到电视台的播音。等2分钟后，旋动亮度旋钮，增大亮度，在电视机的荧光幕上就会出现一条条光亮的细条(“光栅”)。接着，再转动黑白对比度旋钮，就会在幕面上显出黑白方格测试图象。

如果收到的图象不停地向上或向下滑动，或者变成上下两半幅，以及好几幅重叠等现象，这是垂直不同步。那么只要旋动垂直同步旋钮，就可使图象稳定下来。如果图象上的黑白方格不正常，出现歪斜、斜花纹和斑点等现象，这是水平不同步。那就要将水平同步旋钮左右来回地旋动，直到使黑白方格明显正常为止。如果水平和垂直都不同步，画面将乱成一团，这就要先把水平同步旋钮调好，使图象出现，如仍向上或向下滑动，这时再调节垂直同步旋钮，使图象稳定下来。

接着调整水平幅度和垂直幅度旋钮，使图象尺寸和宽高比符合要求。电视台播送出来的画面，它的宽度与高度之比是4:3，荧光幕的宽高比也是4:3，调节时可以把收到的图象幅度调节到正好和荧光幕的边缘相吻合。然后，调节垂直、水平两个直线性旋钮，把每个黑白方格都尽量调成为正方形。这两个直线性旋钮和两个幅度旋钮是互有影响的，调节时要配合得当。

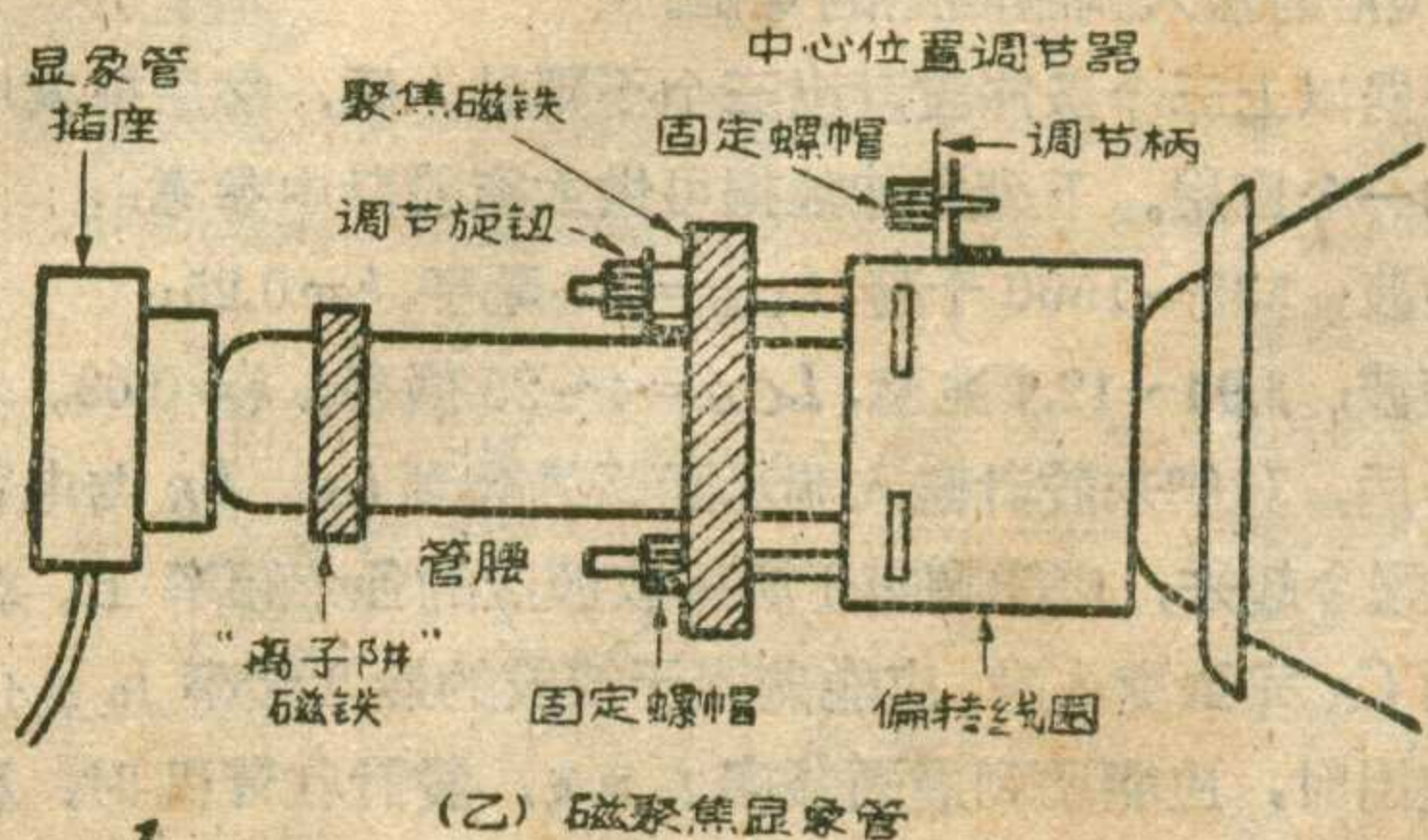
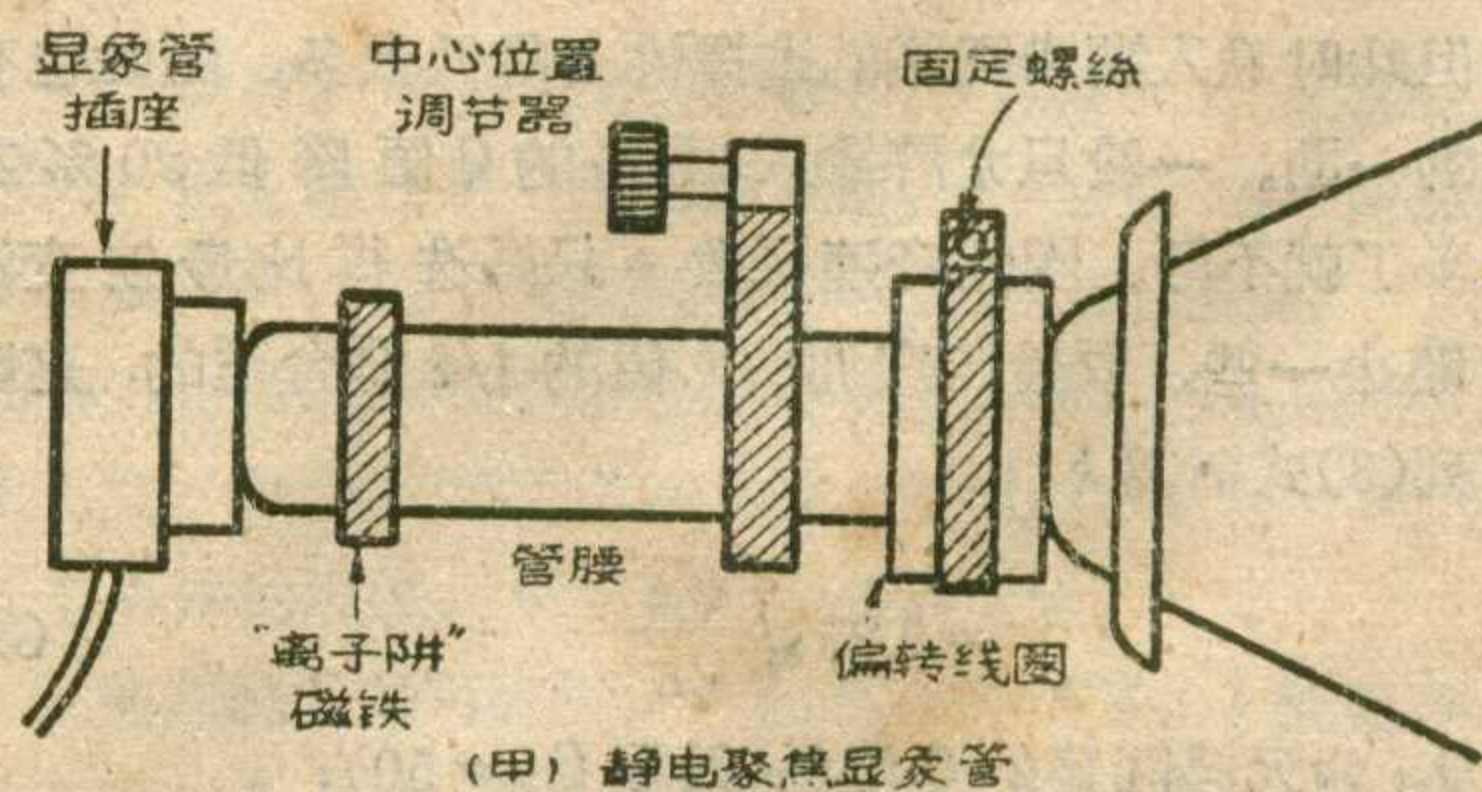
图象的幅度和线性调好后，图象还可能很模糊，这时需要调整聚焦和频率微调旋钮。调节聚焦时，亮度和对比度旋钮要大致放在中间的位置。调节时要使白方格内的细线条愈细愈分明愈好。一般常用的机器，正常时幕面中央部分聚焦比较好，边上稍差。

等到图象调到比较清晰之后，接着再调整频率微调旋钮，使收到的图象达到最清晰。调节时要慢慢旋动旋钮，使任意两个小方格的顶点相距尽可能最近。但要注意，当图象最清楚时，声音可能减小，而且不动听。反之，声音最大，图象又可能不是最清楚，这就要反复来回调整，使两者配合得当。最后，再调节一下音量和音质，使声音更好。

等到正式广播节目开始后，再将黑白对比度旋钮和亮度旋钮两者搭配着略加调节，使图象不“生硬”或暗淡模糊，而是既清晰又真实，光线柔和不刺眼，看起来感到很舒适。

三、关机

关机时，最好先将亮度旋钮旋到最小的位置上，然后再关断电源，并拔下电源插头。等到下次开机使用时，如果图象正常，只要调节亮度和黑白对比度这



两个旋钮就可以了，其他旋钮不必再转动。

四、注意几点

在调整中，有些调节项目可能彼此互相牵制，例如调节直线性，可能使画面的尺寸改变；对比度的减弱可能影响到同步的保持，等等。因此调整时就要反复来回调整各有关的旋钮。

有时图象不正常是因为有好几个旋钮都没有调好，仅仅调整其中一个或乱调一顿都不可能获得良好的效果。这时必须冷静下来，一个一个有步骤地进行调整。例如当图象乱成一团时，要先把黑白对比度旋钮稍旋小些，再把水平同步旋钮调好，使图象出现。如仍向上或向下滑动，这时再调节垂直同步旋钮，使图象稳定下来。如果图象出现畸形状态，那就需要调整幅度和线性这几个有关旋钮了。但是在节目进行中，不容易把活动画面的幅度和直线性精确地调节好，一般没有严重的畸变就可以了。等到下次开机器时再按黑白方格测试图作精细的调节。

五、特种调节

上面我们介绍了使用电视接收机需要经常进行的一些调整。此外，还有一些不需经常调节，但却很重要的几项调整。这些调整部分，由厂家在出厂前调整好。但在搬运过程中由于受震动，往往会使他们离开了正常的位置，这时就需要重新调整。这些调节装置都装在机箱背后显象管的腰部（见图1），必需将后面凸出的长筒套取下并将后板打开，方能进行调节。调节时必须十分小心！因为显象管上接有一万余伏的高电压，这些高电压接头在有些电视接收机中甚至没有加绝缘。同时也要注意有些电视接收机的底壳是直接接交流电源（“带电”）的，要避免触电。在调节时最好人身和地面及机器底壳之间保持很好的绝缘，并且必须只用一只手去调，比较安全。另外，可在萤光幕前放置一面镜子，使调节更为方便。

“离子阱”位置调节 如果亮度不足或根本没有亮度，需要调节“离子阱”磁铁，首先将亮度旋钮旋到较小的位置，在离显象管管座约数厘米处前后左右细心地移动“离子阱”磁铁，使萤光幕上发光。如果没有光亮时，可将亮度旋钮沿顺时针方向转动一些，再转动“离子阱”磁铁，使萤光幕得到最大亮度后，再将亮度旋钮旋亮一些，继续调节“离子阱”磁铁，使萤光幕上辉光更亮。如此来回地多次调节，最后把亮度旋钮旋到最大的位置，调“离子阱”磁铁使萤光幕上的辉光达到最亮程度就算调好了。与此同时还要适当地照顾光栅有良好的聚焦。此时如果幕面上出现黑暗角落（见图2），可先不去管它，留待进行以下几项调节时解决。

中心位置调节

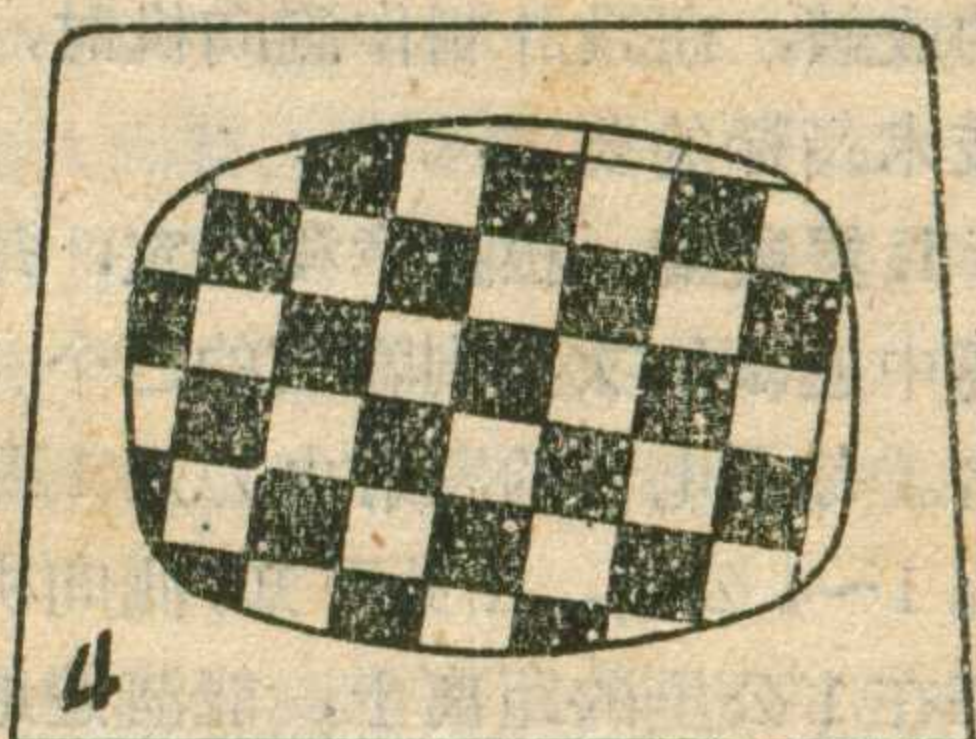
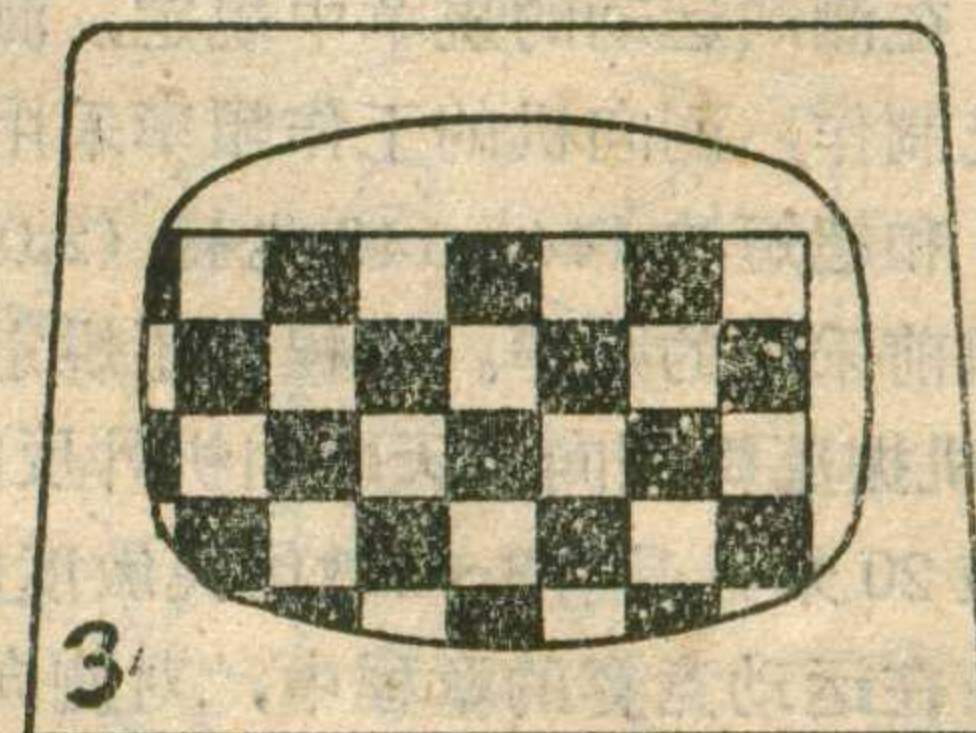
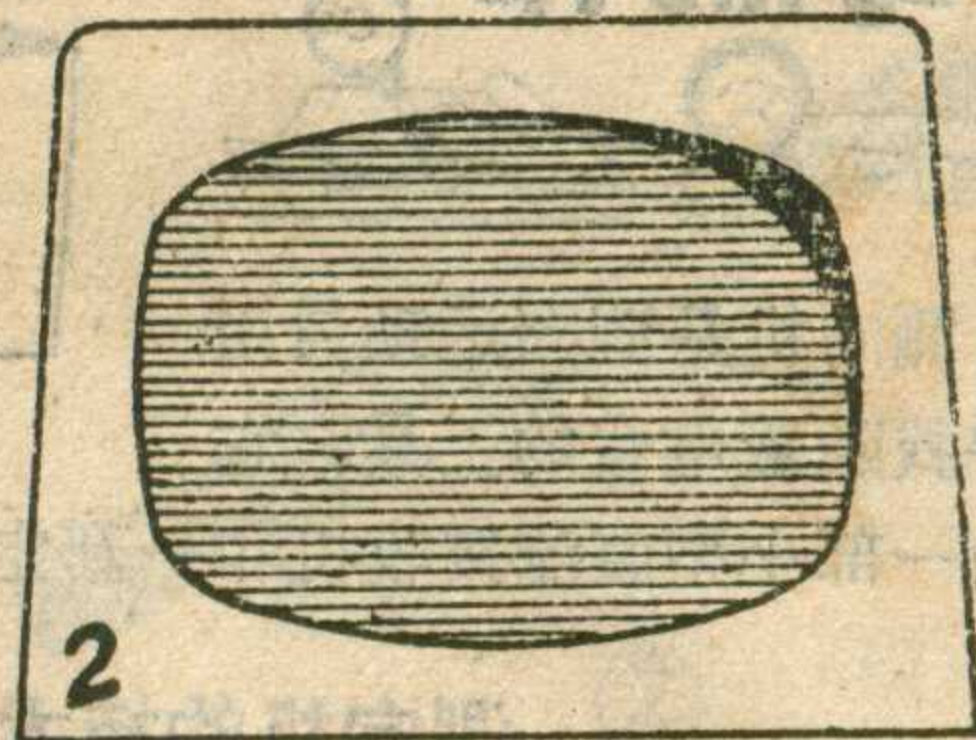
如果图象位置中心与萤光幕中心不重合，即整个图象垂直地向上边或下边偏移，或是水平地向左或右边偏移（见图3）。这表示中心位置没有调好。采用静电聚焦显象管的“北京”牌和“红宝石”牌电视机，它的中心位置调节器是一个装在铁夹子中的小圆柱状磁铁（图1甲）。

只要转动圆磁铁或整个铁夹子就可使光栅移到正中，而且无暗角出现。“纪录”牌电视机，它的中心位置调节器则是两只圆磁铁，要使光栅移到萤光幕

的正中，必须来回转动这两只圆磁铁。此外，有些电视机是采用磁聚焦显象管的，例如捷克4102U型电视机，它的中心位置调节器是一片金属圈，位于磁聚焦的固定磁铁（在方盒内）与偏转线圈的磁铁之间，并有一个柄子伸出铝壳（见图1乙），将卡住手柄的固定螺帽旋松后，向左右扳动调节柄，光栅就会上、下移动；使调节柄上、下伸缩时，光栅就会左、右移动。待光栅位置正好调整在萤光幕正当中后，再将固定螺帽拧紧。

偏转线圈位置调节 如果光栅扫描线条不在水平位置时，就将出现倾斜的图象（如图4）。这可以将偏转线圈上铁夹子的螺丝旋松，微微地转动偏转线圈，使光栅扫描线条，或图象位于水平，再将螺丝拧紧。在调整时，应注意使偏转线圈紧紧贴住显象管的管壁，否则萤光幕上会出现黑暗角落。

磁聚焦位置调节 采用磁聚焦显象管的电视机，聚焦磁铁位置不当，会使光栅的细条或图象模糊不清。在调节时，首先将这块圆形磁铁下端的一个固定螺帽旋松，然后旋转上端的一个小旋钮，向右转动时，磁铁会向前移动；反之，磁铁会后退。改变这块磁铁位置，将控制扫描电子射线的聚焦程度，使它在萤光幕上聚成小点。聚焦调好时，光栅细条将变得最细最分明，这时图象清晰度最好。





测向机

—— 閻維礼 ——

测向机是测向运动员用来寻找隐蔽电台的工具。它是由一部小型直流接收机和一套定向天线组成的。

从实际中体会，方向性的误差范围在 $\pm 5^\circ$ 之内还是允许的。

一、测向机的技术要求

在测向运动的规章中规定，测向机必须由运动员自己制作，测向机的工作频率采用短波 3.75 兆赫（80 米）和超短波 144~146 兆赫（2.08~2.05 米）。前者是目前采用的频率。章程中还规定：测向机向外辐射（本机振荡经测向机天线向机外反向辐射）的信号，不致被 20 米外具有 3~5 微伏灵敏度的任一接收机听到。

3. 稳定性 首先是测向机调谐频率的稳定性。为了提高频率的稳定性，调谐回路所包括的波段宽度最好不要超过 1 兆赫，一般在 3.25~4.25 兆赫或 3.5~4 兆赫的范围内比较合适。这样不但便于调节，也可以附带用来接收其它测试信号，以检验其它机器的灵敏度和方向性。

在运动竞赛的章程中，对测向机的质量并没有提出具体要求，但为了能顺利地参加竞赛，争取得到较好的成绩，在设计制作测向机时，最好能达到下列各项技术指标的要求：

其次是电源电压有较大变化时，应保证测向机的性能不变。例如，当 67.5 伏乙电池电压降低到 50 伏左右，1.5 伏甲电池电压降低到 1 伏时，仍能正常工作。这是因为每次竞赛要进行二、三小时，加以外出测向又不便携带较大的笨重电池，在耗电较大的情况下，电池的电压会很快地降低。

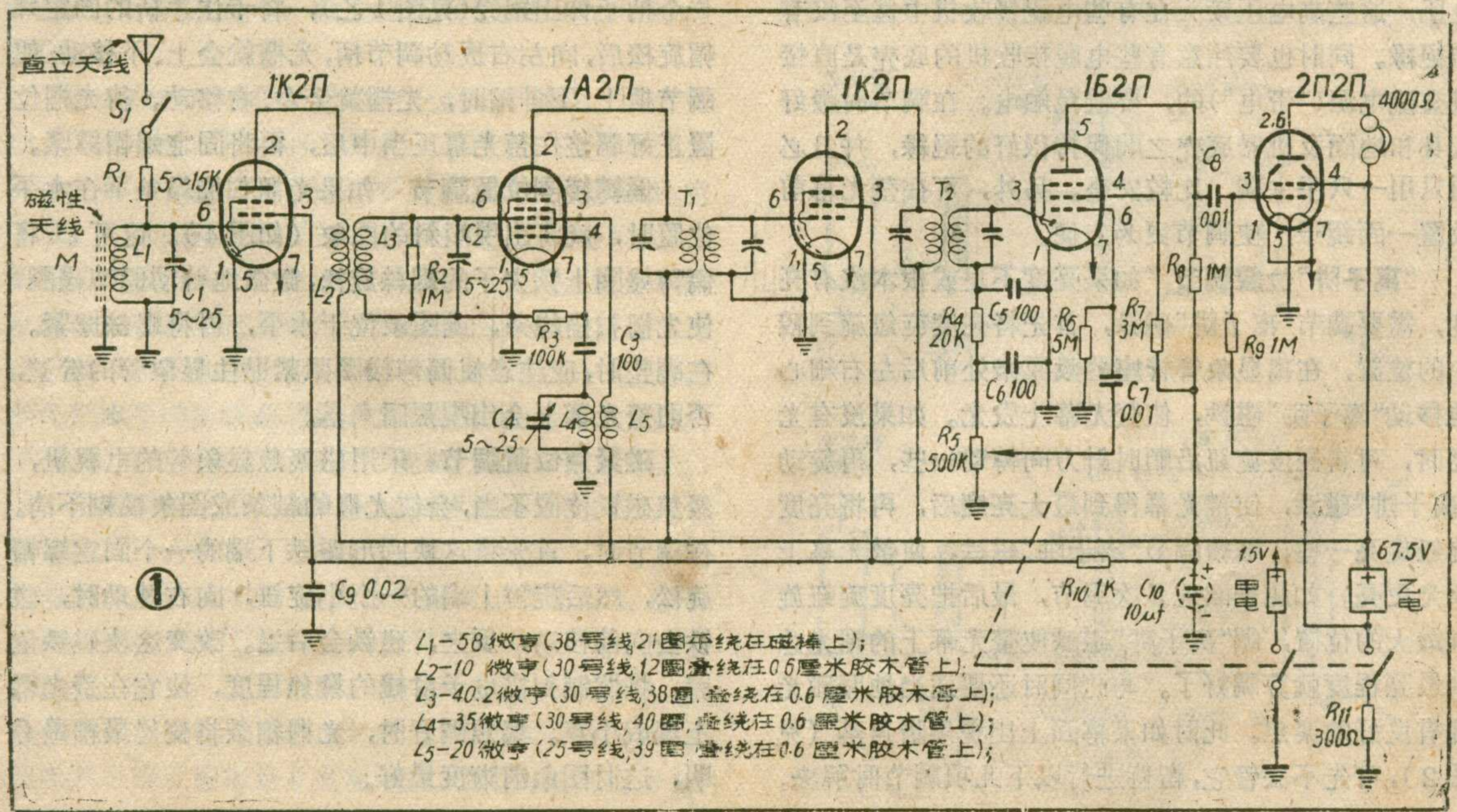
1. 灵敏度 根据章程规定，每一运动员要在一次竞赛中连续依次找到隐蔽的三个（女运动员找两个）电台。每个电台的发射电力是 1 瓦到 10 瓦不等。各台相隔 1~4 公里。由此可知，测向机的灵敏度起码要能保证在 1 公里的距离上，能清楚地听到发射电力在 1 瓦以上的电台的信号。因为隐蔽电台的发射天线都是很短的（约 1、2 米）。因此，测向机的灵敏度必须对 100 微伏的信号保证有 1~5 毫瓦的音频输出功率才可以。

4. 机械结构 运动员往往要带着测向机不停地在崎岖不平的路上奔跑，有时要涉水越沟，有时要爬山跳墙。这样机器会受到很大的震动。因此测向机的机械结构要坚固，内部零件的焊接要牢靠。此外，在调节、检修和测试等方面都要非常方便。章程中规定运动员在竞赛中可以自行修理自己的测向机，修好后继续参加竞赛。

2. 方向性 这是仅次于前者的一项重要指标。要测出准确的方向，测向机必须具备良好的定向天线。

二、线路设计和零件的选择

测向机的电路结构与一般超外差直流四、五管机



基本相同，为了提高灵敏度，可加高频放大器，或用两级中频放大器。

测向机电路中不能有自动音量控制，否则耳机中的音量就没有变化，使测向机失却测向的本能。

测向机的用途与收音机不同，它只要接收一个固定频率的信号，因此没有必要使输入回路和本机振荡回路在很宽的波段上统一调谐（跟踪）。所以把测向机的输入回路做成对单一频率例如 3.75 兆赫（80 米）谐振的回路，而把本机振荡回路做成能在一个不太宽的波段范围（例如 4.115~4.315 兆赫）内调谐的回路。中频采用 465 千赫。这样，调节本机振荡回路中的单速可变电容器，便可得到一个振荡频率，它与输入回路谐振频率在混频管内混频的结果，得到中频 465 千赫。选用本机振荡器电路时，应从频率稳定、零件用得少考虑。

为了携带方便，测向机的体积愈小愈好。一般制作的测向机，它的体积大约与铝饭盒相当，重量不大于 1 公斤。

从零件的质量上要求，电子管的放射效能要好；电阻最好用碳膜的，以减小杂音；电容器只要耐压够（一般 50~60 伏），尽量选用小型的为宜。

在满足技术指标的要求下，零件愈少、零件体积愈小、重量愈轻愈好，这不但使测向机便于装置、携带，也不易产生故障。

三、测向机的制作

下面介绍一架工作波长 80 米的测向机的制作方法。它与普通的小型直流收音机基本相同，关键只是它的天线比较特殊。因此着重介绍它的天线的结构和制作。

本机的电路图见图 1。

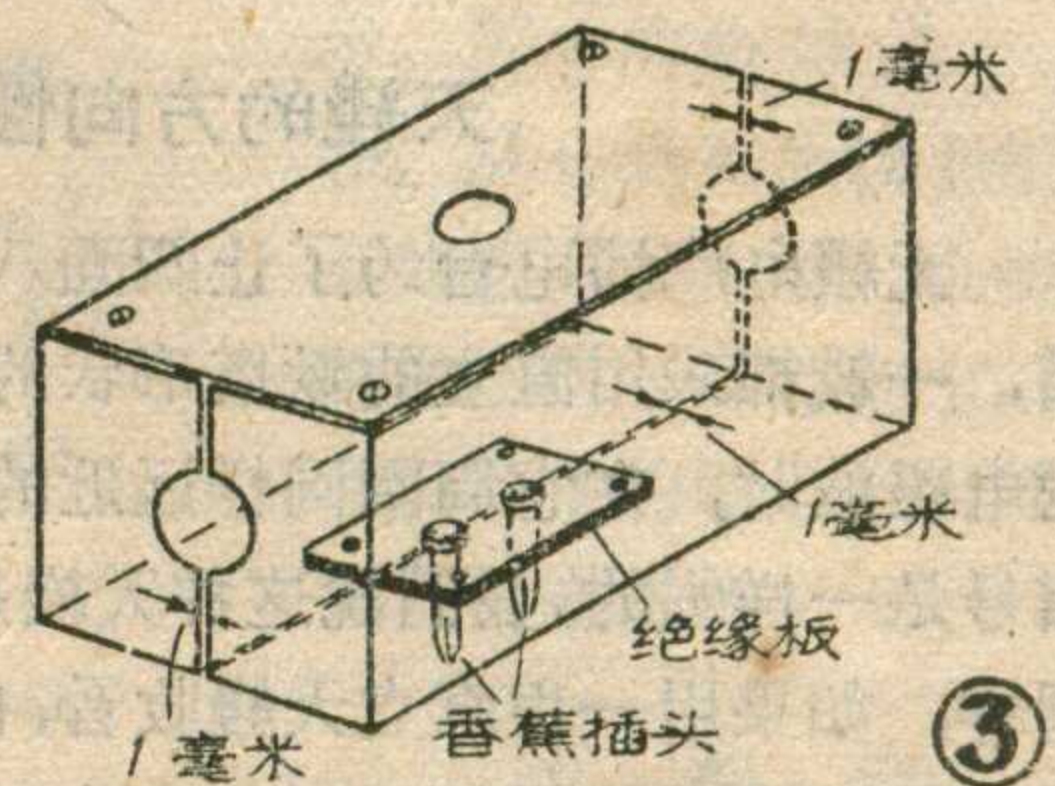
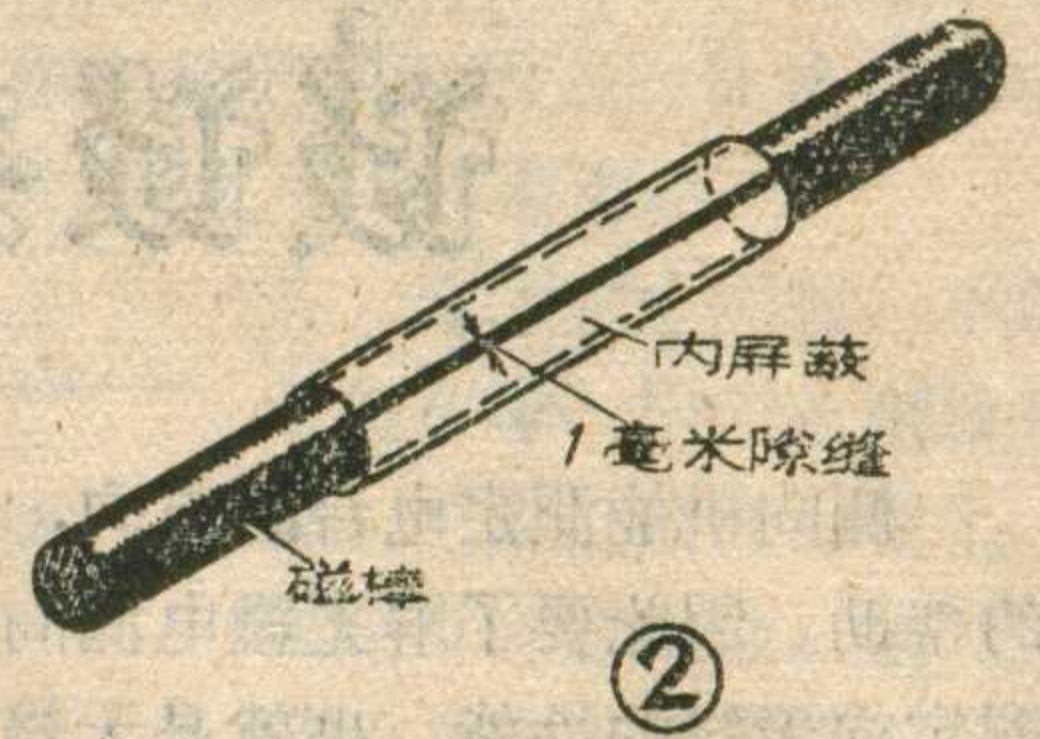
1. 天线盒构造 测向机的天线必须是定向天线，可以用框形天线或磁棒天线。前者体积大，且不易制作，一般我们多采用磁棒天线。本机的天线部分做成一个小单元，其中包括磁性瓷的天线棒、内屏蔽套、外屏蔽盒、调相电阻和输入回路线圈等零件，它的结构请看本刊封三结构图。

2. 天线盒制作

(甲) 磁棒：本机天线采用 M_1 型或 M_2 型磁性瓷棒都可以。 M_1 型磁棒适宜用于 4 兆赫；而 M_4 型适宜用于 1.5 兆赫。最好用 M_1 型的。磁棒的长度可在 15~20 厘米（直径 1 厘米）范围内选用。不宜过短或过长，过短效率低，过长易于折断。

(乙) 屏蔽：为了提高方向性，在磁棒上绕线圈之前，要先包一层有隙缝（1 毫米宽）的金属套，作为“内屏蔽”（见图 2），可用照相胶卷的铝盒改制，屏

蔽套愈薄愈好。此外，为了改善屏蔽效果，还需要装置“外屏蔽盒”（见图 3），可用 0.5 毫米左右厚度的铝板制成一长方形的小盒（尺寸见封三结构图所注），也可以做成 6 厘米长、直径 3 厘米的圆筒形状的。在外屏蔽盒的两头和下底中间也需要开出宽 1 毫米的缝隙。



(丙) 调相电阻

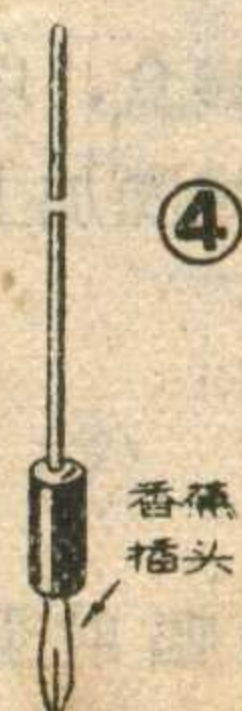
阻：为了使直立天线和磁性天线所感应到的二电动势相位相同，在天线和输入回路之间要接一个 5~15 千欧的碳膜无感电阻 R_1 （见图 1），其目的也是为了使方向测得准确。电阻 R_1 的阻值大小要试验决定，它与天线盒的大小、屏蔽情况和所用直立天线的长度有关。

(丁) 线圈：输入回路的线圈 L_1 可用下列公式计算它的电感量：

$$L_1 = \frac{25.3}{C(\text{微微法}) \times f^2(\text{兆赫})} \text{ (毫亨)}$$

如果 $C = \text{输入回路电容} + \text{内屏蔽分布电容} = 20 + 20 = 40$ 微微法， $f = 3.75$ 兆赫时，由上式算得 $L_1 \approx 45.2$ 毫亨。制作时，可用多股纱包线（或者把软花接线外层纱去掉代用），在磁棒上单层密绕 25~30 圈即可，但这仅是参考数据，各人具体制作时由于分布电容 C 不同，应用这个数据不一定合适，要自行试验决定。

天线盒制作的工艺很重要，线圈绕制和内、外屏蔽都要对称才好。到栅极的引线要尽量短一些。



3. 直立天线 磁棒天线的方向图是一个“8”字形，即从垂直于天线棒的前后两个方向来的电磁波都能在天线上感应出最强的信号。这样我们还不能断定隐蔽电台究竟在哪个方向。因此一般还要加一根直立天线，来测定“单向”。直立天线可用单根硬铜线或钢线制作，长度由实验决定，一般约在 40~80 厘米范围内（图 4），一端装有一个香蕉插头，以便插到天线盒顶盖的插孔内，不用时拔下来。

谈谈无线电测向的原理

——高宜温——

测向机能测定电台的方向，主要就是靠定向天线的帮助。因此要了解无线电测向的原理，首先必须了解定向天线的性能，也就是天线的方向性原理。

天线的方向性

无线电广播电台为了让四面八方都能收听到广播，一般都采用直立的铁塔形状的天线。这种天线发送电磁波时，在它周围同样远近的地方收听，收到的信号是一样强的。我们说这种天线是无方向性的天线。同样，如果用一根直立天线收音，也是没有方向性的，收听任何方向的同样远近的电台时，如果各电台发射电力一样大，收听效果都一样。但是，如果用一个框形天线或蛛网形天线收音时，将会发现：把框面转到与电磁波传来的方向垂直时，声音最小；而与它平行时声音最强。这是由于框形天线有“方向性”的缘故。所以我们说框形天线是有方向性的天线，或称它为“定向天线”。其它如收音机中用的磁性天线、电视接收机上用的天线和雷达天线等，都是有方向性的天线。

框形天线为什么会有方向性？

有方向性的天线在一固定方向接收到的信号为什么最强？在另一些方向上信号又为什么比较弱，或收不到信号？下面我们以框形天线来说明这些问题。

4. 整机结构和安装 本机机械结构及主要零件的布置见封三各图。磁棒天线盒通过两个香蕉插塞与机器连接，必要时可以拔下来。机壳内右边部分装甲、乙电池，左边安排底板及各元件。各主要零件在底板及机壳上的分布位置如图示。这种装置方案仅作参考，制作时可根据具体情况自行设计。

装置时应使本机振荡电路尽可能远离天线盒，以减小向外的辐射。必要时可将振荡管和振荡线圈加上屏蔽罩。装置竣工后的测向机外形见图5。

四、测向机的调整

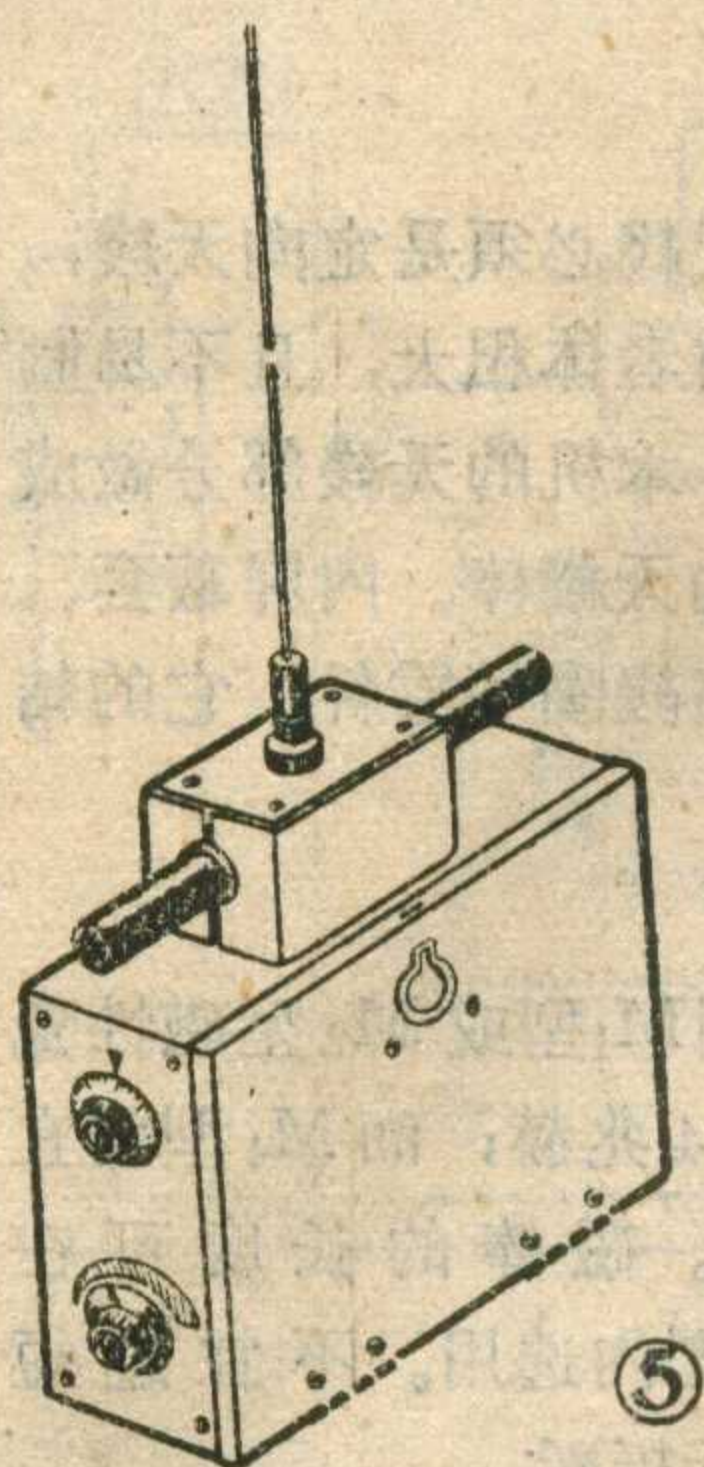
测向机制成后，首先应测试本机振荡的辐射强度。可以用收音机或高级收音机（灵敏度要达到10~30微伏）进行测量。将收音机的音量及输入调到最大，在离测向机约15米处如听不到信号就认为合适。测量时，收音机上可接上两米的直立天线。

然后，测试天线的方向性。在不插直立天线时，

图1中画出了一种框形天线。假如电磁波由左边传来，框形天线放得刚好使框面ABCD与电磁波传播方向平行，此时，在AB边和CD边里，由于电磁波的作用，产生了感应电流 i_1 和 i_2 。由于电磁波先到达AB边，然后走过一段路程 d 后，才到达CD边，这样，电流 i_1 和电流 i_2 的产生，在时间上就有先后，我们说在它们之间有“相位差”存在。

我们知道，电磁波在天线里感应出来的电流是交流电流，它的流动方向和大小都随时间而变化。 i_1 和 i_2 有了相位差以后，在同一时间内，它们的方向和大小都可能有所不同。例如， i_1 在第1秒时最大， i_2 这时却不是最大，而需要等到第2秒时才达到最大值。具体差别要看相位差的大小而定。理论证明，这个相位差是与上述行程之差 d 成正比的，而天线框转到不同角度时， d 的大小是不同的。因此转动天线框时， d 随着改变， i_1 与 i_2 的相位差也在变化，结果送入测向机的总电流，即 i_1 与 i_2 之和也随着变化。这可以从图1~图4各个图中看出。

在图1中，BC与电磁波传播方向平行，所以 d 等于 b 。如果适当选择 b 的尺寸，可得到合适的相位差，恰好使电流 i_1 与 i_2 方向相反。这样一来，ABCD就组成了一个电流环路， i_1 和 i_2 顺着这个环路送入测向机，测向机就能收到最大的电流。



应有明显的“双向”方向图（“8”字形图），即发射电台若在南或北的方向上时，磁性天线棒指南、北方向时应无声（通常称“哑点”）；而指向东、西方向时声音最大。要注意，如果天线盒内的引线太长、装制不当等都将得不到良好的双向方向图。试好后，插上直立天线，此时会在垂直天线棒的两个方向中的一个方向上声音更大，而另一个相反的方向上声音变得很小。声音大的方向，就是电台所在的方向。单向性在测向机的哪一面，与输入线圈绕法有关。如果不合要求，可以把线圈两头对调一下。

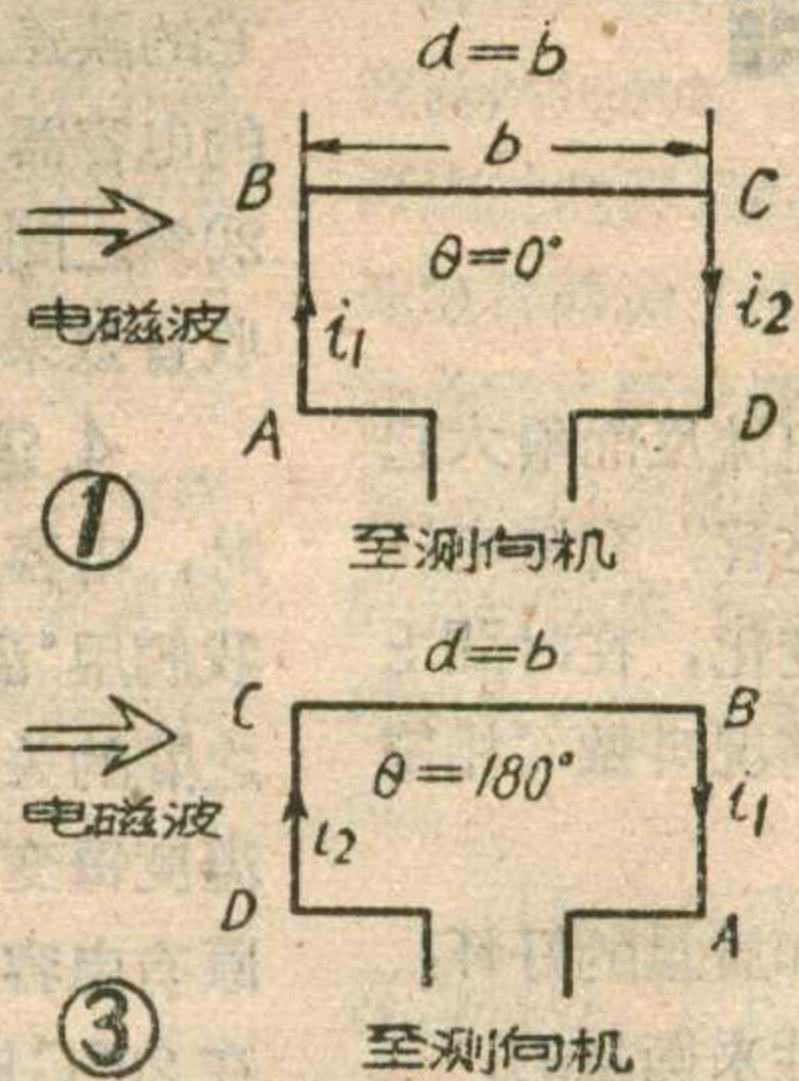
声音大的方向，就是电台所在的方向。单向性在测向机的哪一面，与输入线圈绕法有关。如果不合要求，可以把线圈两头对调一下。

在图2中，框形天綫轉动了 90° ，这时电磁波同时到达 AB 边和 CD 边，所以 $d=0$ ，在这两边中感应出来的电流在時間上便无先后之分， i_1 与 i_2 之間的相位差等于零，它們的大小相等，方向相同，互相抵消了，結果进入測向机的总电流便等于零。不难想象框形天綫由图1位置轉到图2位置时，即轉角 θ 从 0° 加大到 90° 时，測向机收到的总电流逐渐由最大减小到零。

从上述情况可以知道，把框面轉到与电磁波傳播方向平行时，可以收到最强的信号电流，而在其它位置时，收到的信号电流减弱，甚至等于零。这就是框形天綫在 0° 到 90° 範圍內的方向特性，通常称为“方向性”。

天綫的方向图

如果把图2框形天綫的位置再轉 90° ，便得到图3。比較图1和图3，可以看出这时流入測向机的总电流也是最大，但方向变了。因此，框形天綫从 θ 等于 90° 轉到 180° 时，測向机收到的电流逐渐由最小回复到最大，但流动方向返过来了。同理， θ 角由 180° 轉到 270° （见图4），測向机收到的电流又从最大变到零；从 270° 轉到 360° 时，即轉回图1的位置，測向机收到的电流从零变到最大。把这种关系用图表示出来，就可画成图5那样的图形，它叫做天綫的“方向图”。从0点画一直綫与图中曲綫相交，例如交在1、2、3等点，那末 $\overline{01}$ 、 $\overline{02}$ 、 $\overline{03}$ 等等綫段的长短便表示測向机在天綫轉到不同方向时收到的电流大小，而这些直綫与 OX 的夹角 θ 就表示天綫框与电磁波傳播方向形成的角度。 $\overline{01}$ 相当于图1的情况； $\overline{03}$ 相当于图3的情况；曲綫通过0点时，相当于图2和图4的情况。上面还提到， θ 轉到 180° 时，接收机收到的电流要改变方向，这种情况可在图上規定 OY 軸右边为正、左边为負来表示。

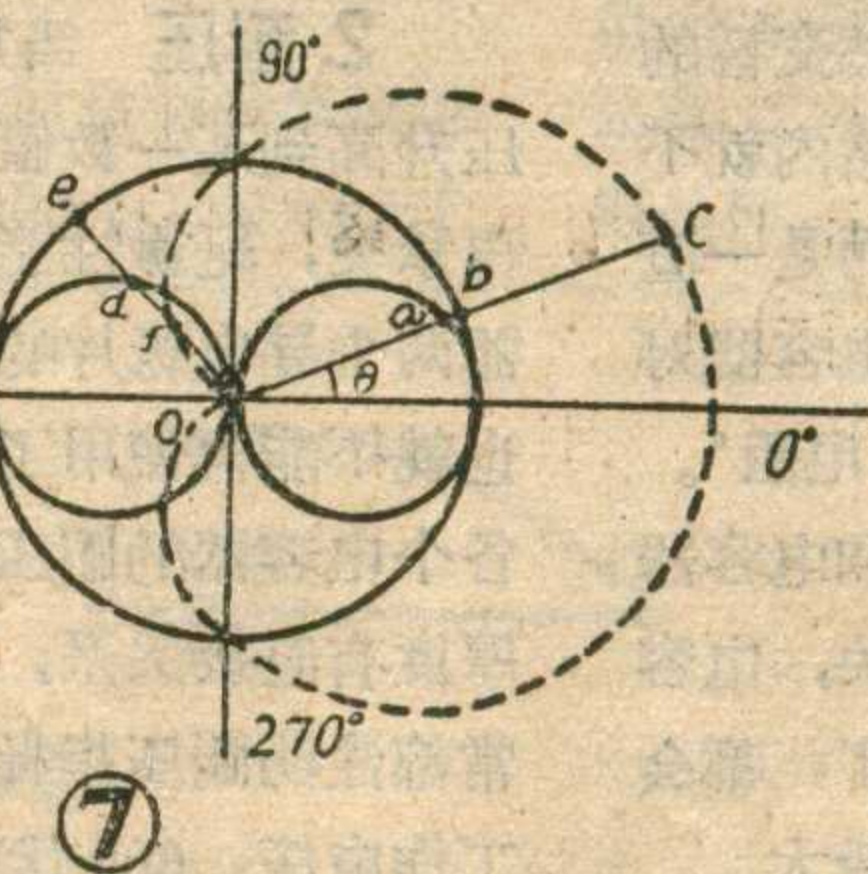
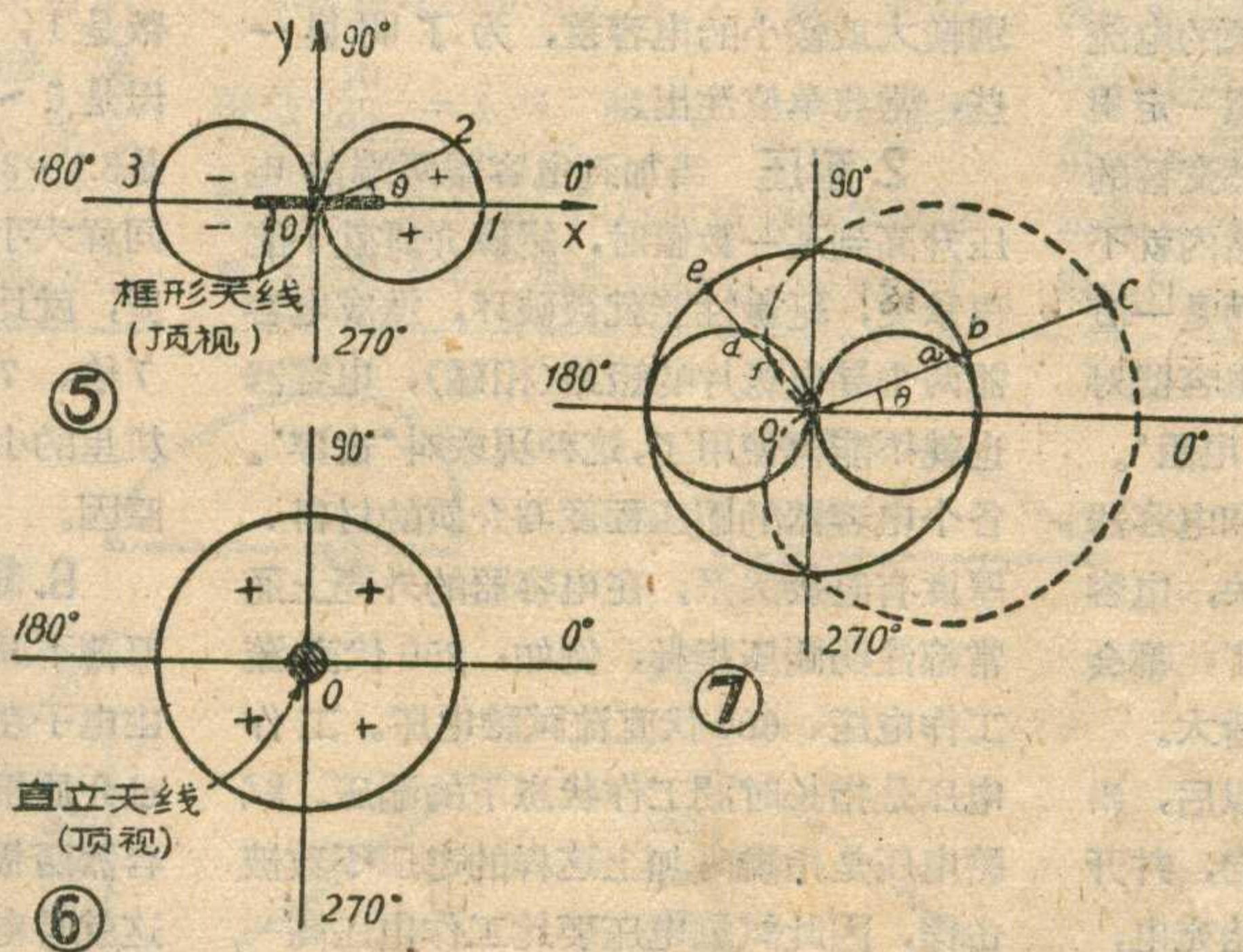


从图5还可以看出一个问题，即框形天綫对 0° 和 180° 这两个方向最灵敏，我們說它的方向性是“双向”的。这一点从图1和图3也可以体会到。

至于直立天綫，不論它怎么轉，对于电磁波來說，它的位置沒有变化，因此沒有方向性。这种天綫的方向图可用图6来表示。图中的曲綫是一个圓，从0点到曲綫上任一点的距离都相等，也就是說在任何一个方向上，天綫中产生的电流都相等，而且都是正值。

定单向

从上述知道，框形天綫对两个方向最灵敏，即电磁波从 0° 和 180° 方向来都能在天綫中产生最大电流，所以測向机上仅用一个框形天綫还不能断定电台究竟在两个方向中的哪个方向。为了得出“单向”的方向性，即只有从一个方向来的电磁波能使測向机得到最大电流，需要在測向机上再加装一个直立天綫，把两个天綫組合起来使用，这时得出图7的图形。图中“8”字形是框形天綫的方向图，圓形是直立天綫的方向图。把这两个方向图中同是正的部分相加，有正有負的部分相减，例如 $\overline{0a}$ 加 $\overline{0b}$ 得 $\overline{0c}$ ， $-\overline{0d}$ 加 $\overline{0e}$ ，也就是 $\overline{0e}$ 减 $\overline{0d}$ 得 $\overline{0f}$ ，同样在 0° 到 360° 範圍內所有角度上都这样加起来，就得到象 c, f ……这样的許多点，再把这各点連接起来，結果便得到图中虛綫表示的“心”形图形，它表示框形天綫与直立天綫組合使用时的总方向图。很明显，只有从 0° 这个方向来的电磁波能使測向机得到最大的电流。利用这种原理，便可以測出要測的电台一定是在測向机轉到信号最强时，天綫所定出的那个方向上。



掌握天綫的方向性原理以后，就不难了解无綫电測向的原理了。实际上，有許多形式的天綫都有和框形天綫一样的方向图。例如本期介紹的測向机所用的磁棒天綫就是其中的一种，它与直立天綫組合后，将得到封三画出的方向图。



——郑宽君 罗鹏搏——

电容器是收音机等各种无线电机中不可缺少的零件，调谐电路里要用到它，交连、滤波和旁路等也都要用到它。在两片导电的极片中间夹了一层不导电的绝缘介质，就构成了电容器。

电容器有储蓄电能的能力，通常称这种能力的大小为电容器的“电容量”。如果把电容器两端接上直流电源，在接通后的片刻时间内，电路里就有电流流过，正电荷聚集到一个极片上，负电荷聚集到另一个极片上，互相吸住不放。因而电能被储存在两个导电极片之间，这个现象叫做“充电”。电容器的两个导电极片愈大，它们之间的间隔愈小，储存的电能愈多，这个电容器的电容量也愈大，储存电能的多少也还与电容器的绝缘介质用什么材料有关。把直流电源断开以后，如果用铜线将两个导电极片短路，在短路后的片刻时间内，电路内又有电流流过，这个电流和原来充电的电流方向相反，电容器极片上的电荷逐渐消失，这个过程叫做电容器的“放电”。

电容器两端如果接上交流电源，情形就大不相同了，因为交流电源的电流方向和电流大小都是很快地按照一定规律在变化的，电容器两端也必然交替的进行着充电和放电，因此在电路内就不可能只有一瞬间的电流流过，而是一直有迅速变化的电流流通。这时电容器对交流电源来说，就好比是一个“电阻”。这个特殊的电阻叫“容抗”。它和电容器的电容量以及交流电的频率有关，电容量大了，或者交流电的频率高了，都会使容抗减小，反之都会使容抗增大。

电容器和交流电源连接上以后，当交流电源的电压转变为正的方向，并开始上升的那一瞬间，电容器开始充电，此时充电电流最大。当电压逐渐上升到最高时，电容器充电电流逐渐减小到零。交流电压开始下降时，虽然还是正电压，但电压数值减小了，因此，电容

器开始放电，电路里的电流反而增大起来，但方向与前相反。这样，交流电压和通过电容器的电流的变化，在时间上总是差一段时间，这种情况叫做“相位移动”。

一个电容器的性能和质量的好坏，是用下面几个主要的特性来衡量的：

1. 电容量 “电容量”或简称“电容”或“容量”，一般用符号C代表，它是衡量电容器储存电荷能力的标准。它的单位是“法”（用f或F代表）。但是这个单位太大了，不合实用，所以日常实用的单位是“微法”（即百万分之一“法”，用 μf 代表）和“微微法”（即百万分之一“微法”，用 $\mu\mu\text{f}$ 或pf代表）。在电路图中，为了简便起见，常将单位省写，用电容数值中不带小数点的写法来区分它的单位是“微法”，还是“微微法”。习惯上凡是1微微法以上10000微微法以下的电容量都用不带小数点的数值表示，例如200微微法，写成“200”；凡是10000微微法以上则都用带小数点的数值表示，其单位改用“微法”，例如30000微微法写成“0.03”，即为0.03微法。个别较大或较小的电容量，为了明显一些，常将单位注出。

2. 耐压 当加到电容器两端的电压升高到某一数值时，绝缘介质就不能再承受，绝缘性能就被破坏，造成电容器两个导电极片的短路（相碰），电容器也就不能再使用了，这种现象叫“击穿”。各个电容器的耐压程度与介质的材料、厚度有直接关系。在电容器的外壳上通常都注明耐压指标，例如：250伏直流工作电压、600伏直流试验电压。工作电压是指长时间工作状态下的耐压。试验电压是指瞬时加上这样的电压不致被击穿，因此试验电压要比工作电压高一些。如果电容器两端加上交流电，则应注意所加交流电压的最大值（峰值）不能超过直流耐压数据。

3. 误差范围 电容器在大批生产

时，由于各种原因，它的实际电容量和标称电容量之间总会有些出入。一个标称100微微法（pf）的电容器，它的实际电容量可能在90~110微微法之间，它的误差是 $\pm 10\%$ 。在收音机中，一般的电容器如果误差范围在 $\pm 10\%$ 到 $\pm 20\%$ 之间是完全可以使用的。因为这对收音效果不会有觉察出来的变化。

4. 温度系数 当温度升高或降低时，电容器的电容量会随着发生变化。我们用“温度系数”来表示电容量与温度之间的关系。它是在一定温度范围内，温度每变化一度时电容量改变的数值与原有电容量数值的比。例如一个电容器在 20°C 时的电容量是100微微法，在 25°C 时电容量变成102微微法了，那末

$$\text{电容温度系数} = \frac{102 - 100}{100} / (25 - 20) = +0.004$$

一般的电容器都是温度愈高电容量愈大，我们说它有“正”的温度系数。但是有的电容器却是温度愈高，容量反而愈小，我们说它有“负”的温度系数。这种负温度系数的电容器在调谐、振荡等电路里可以用来稳定频率，因为它可以补偿其它有正温度系数的元件受温度影响而引起的变化。

5. 介质常数 电容器所用的绝缘介质的材料不同，电容量也不一致。“介质常数”是用这种介质制成的电容器的电容量与空气介质的同样大小的电容器的电容量的比值。因此空气的介质常数是1，其他材料的介质常数例如：云母是5~7；胶木是7~8；聚氯乙烯是3.1~3.4；纸是2~3.6等，意思是说同样大小的电容器以云母、胶木等做介质，就比以空气做介质的电容量大5~7倍、7~8倍等等。这就是有些矿石机里的小型可变电容器要用纸作介质的原因。

6. 绝缘电阻 因为介质的材料和厚薄不同，电容器在加上电压以后，自由电子在电场的作用下，总有一些要透过介质层，形成微弱的电流，或者说电容器两极片间总会有一定的电阻存在，这就叫电容器介质的“绝缘电阻”。绝缘电阻当然愈大愈好；它和介质的材料以及厚度有关：云母电容器的绝缘电阻大都在1000兆欧以上，但是电解质的电容器绝缘电阻就只有几十兆欧。绝缘电阻

和环境的温度也很有关系，电容器受潮了，绝缘电阻就显著下降，形成大量的漏电现象，所以一般电容器都用腊封，质量好的电容器甚至用密封装置。

电容器的种类很多，新品种又不断出现，但是日常使用较多的从结构和电容量变动的情况来看，可以分为固定电容器、可变电容器和半可变电容器三类。从电容器的绝缘介质来分，可以分为空气介质电容器、纸介电容器、金属膜纸介电容器、云母电容器、塑料薄膜电容器、陶瓷电容器和电解电容器等各种。它们各有不同的用途和特性，下面分别来谈。

一、可变电容器

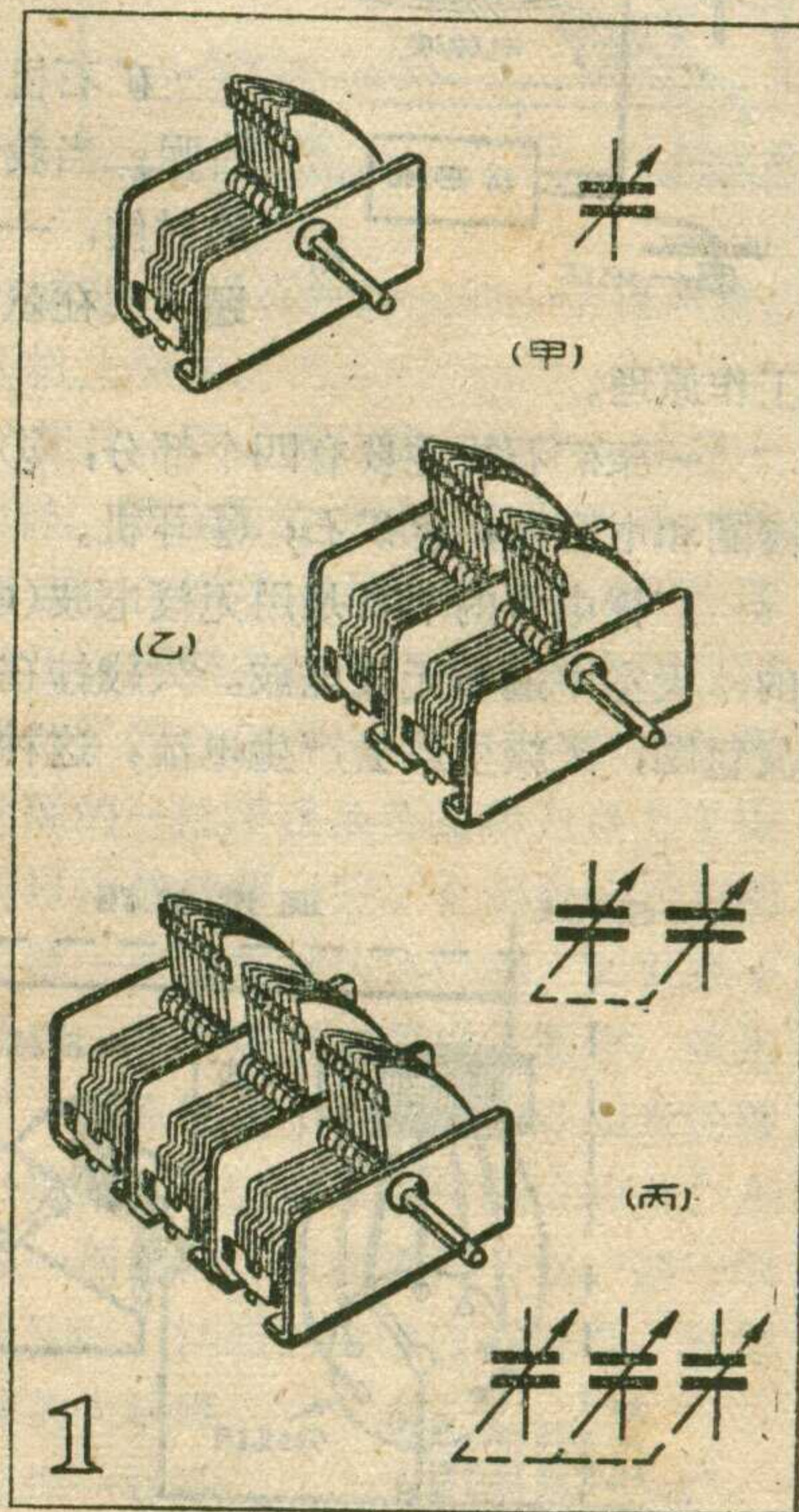
可变电容器一般都是以空气作介质的。它是由许多形状相同的金属片并接而成的一组定片（固定不动）和另一些并接在金属轴上的许多金属片构成的动片组所组成。转动金属轴，可以使各动片插入定片的间隔内，并与各定片保持一定间隙，改变旋转的转动角度，可以调整固定片和活动片之间相对着的面积的大小，从而使电容量改变。这种电容器常用来和线圈配合，组成一个谐振回路，改变回路电容器的电容量，可以在一定范围内把回路调谐到某一个需要的频率上。例如收音机中就是用这个方法来选择电台的。简单的收音机里只需要一个如上述的可变电容器就够了，这叫“单连可变电容器”（图1，甲）。但是较复杂的收音机常常需要同时调节两只或三只可变电容器，为了便于调整，常常把几只可变电容器合装在一个旋转轴上，以便旋转转动时能同时改变它们的电容量，这样的电容器是一种同轴电容

器。两连合装在一起的叫“双连可变电容器”（图1，乙）；三连合装在一起的叫“三连可变电容器”（图1，丙）。这类电容器各连的电容量根据需要决定，一般超外差收音机里常用的双连可变电容器两连的电容量相等，转动旋轴时，两连的电容量的改变也都彼此相同。各连电容器除了机械上的连系之外，它们的各定片组之间应该完全隔开，不可发生任何电方面的联接，否则可能产生不应有的所谓“寄生振荡”的现象，所以各连之间，常装有一块金属板作为隔离之用。

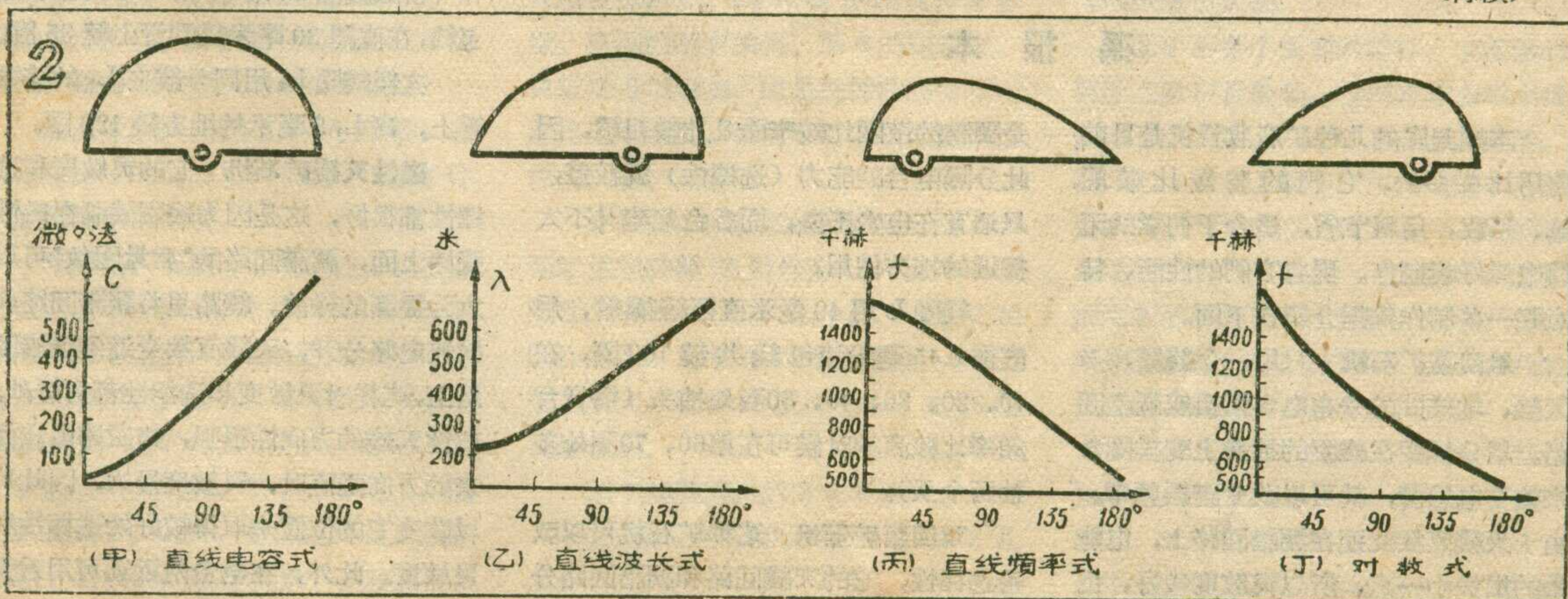
可变电容器依照它的电容量的变化规律来分，可以分为四种：一种是“直线电容式”的，它的电容量的变化和旋转角度成正比（图2，甲），这种多用在仪器上，可以得到均匀的电容量刻度；第二种是“直线波长式”的，它的旋转角度与调谐的波长成正比（图2，乙），适用于波长表上；第三种是“直线频率式”的，它的旋转角度与调谐的频率成正比（图2，丙），在刻度盘上可以刻出均匀的频率刻度，适用于频率表、信号发生器等上面。收音机如采用这种可变电容器，可以使各电台均匀地分布在刻度盘上，但由于它的动片外形太长，占地位太多，且机械强度差，片子容易碰坏变形，所以日常收音机中大都采用第四种，即对数式的（图2，丁）。这种电容器每转一个角度的时候，引起的频率变化率是不变的。例如在1000千赫时，转动一单位角度频率变化为10千赫，变化率是 $\frac{10}{1000} = 1\%$ ，那末在1500千赫处变化率仍是1%，但此时每转一单位角度它的频率变化却是 $1500 \times 1\% = 15$ 千

赫了。收音机中使用了这种可变电容器，除了机械强度较好外，还可以增大可能接收的频率范围。

可变电容器一般规定有最大电容量和最小电容量两个数据。最大电容量是指动片全部旋入时的电容量，最小电容量是指动片全部旋出时的电容量（动片

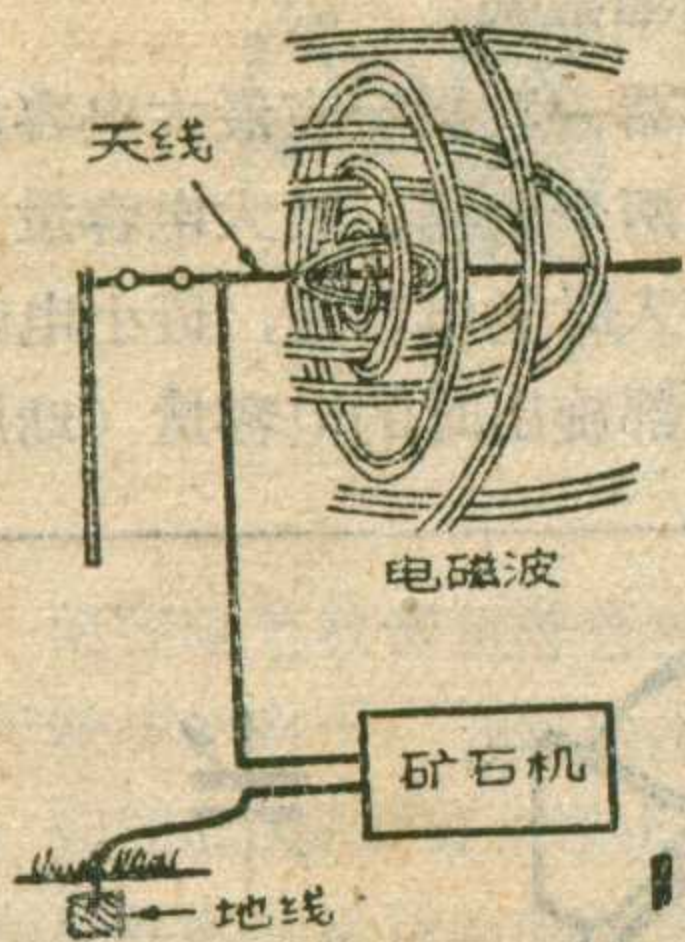


全部旋出后，它的电容量并不等于零）。一般长、短波超外差式收音机中用的双连可变电容器，每连的最大容量大都在360~500微微法之间，最小容量大都在10~50微微法之间，例如目前市售产品有12~360微微法和12~498微微法等品种。（待续）



矿石收音机是怎样工作的

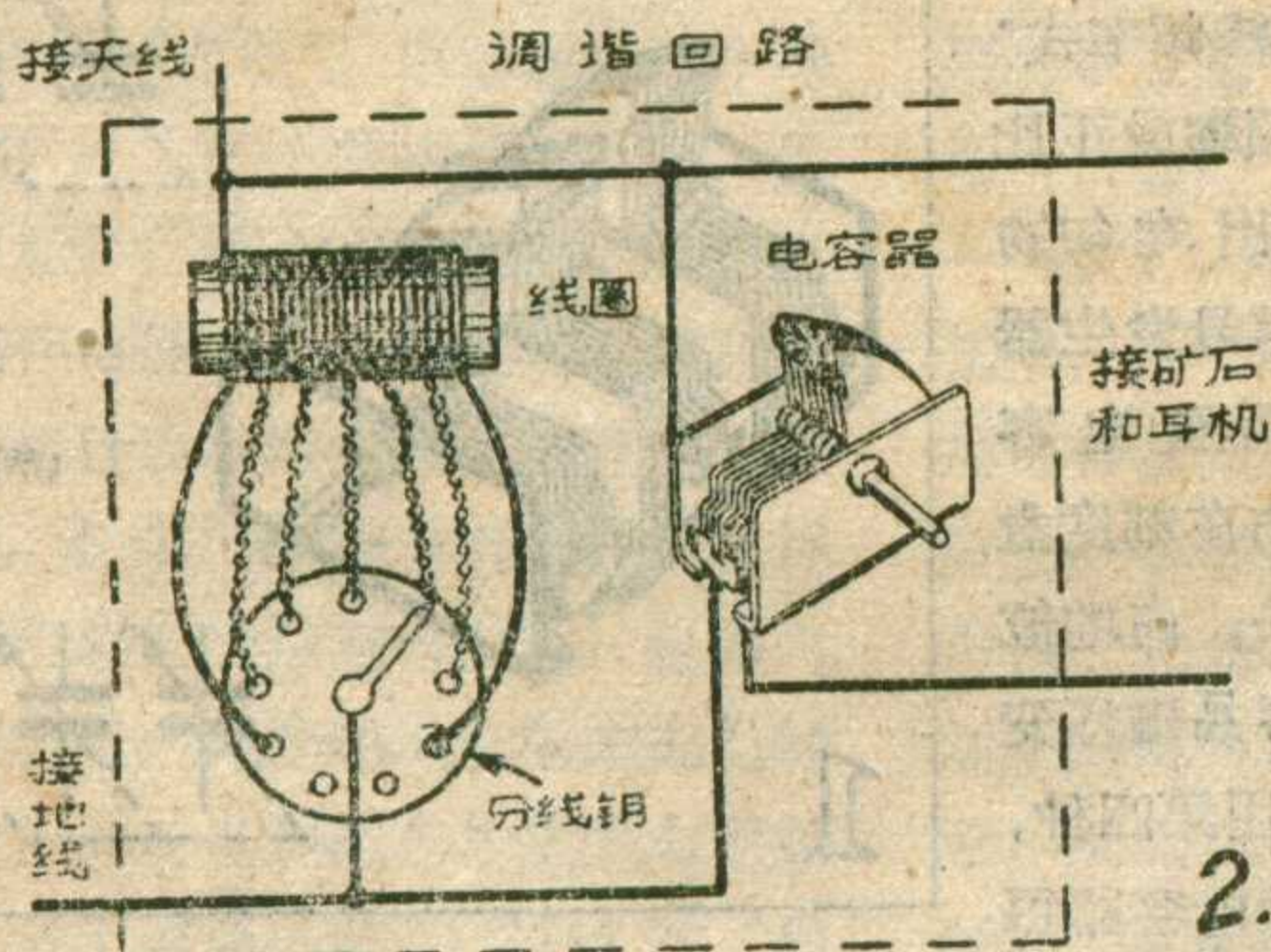
——大和——



矿石机为什么能收到电台呢？当我们初学装矿石机的时候，一定会提出这个问题。现在就来谈谈矿石机的工作原理。

一架矿石机主要有四个部分：①天线和地线；②线圈和电容器；③矿石；④耳机。

广播电台的节目是用无线电波(电磁波)播送出来的，天空中遍布无线电波。天线挂在空中，被无线电波包围，天线里就会产生电流，这种电流的流动方向



每一秒钟内变化几十万次以上，也就是说这种电流的频率很高，我们把它叫做“高频电流”。如果天线里产生的高频电流愈大，耳机里的声音就愈大。因此我们要耳机发声大，天线要装得高一些，长一些。

地线呢？它能把电流引入大地，有了地线，高频电流才能畅通，通过矿石机的电流也就多了。因此，天线和地线是引入无线电波的，好比矿石机的两扇大门。

天空中的无线电波不止一种，许多电台都在同时广播，有的电台还播送两、三种节目。天线不会选择，一齐把它们收下来，变成许多种高频电流送进矿石机，结果矿石机无法收听。要分清电台，选择我们喜欢的节目，矿石机就要装上线圈和电容器，它们组成一个“调谐回路”（有时叫“调谐器”）。调谐回路好比是一个看门的人，他放谁进来，谁才能进来。只要我们转动电容器，或是用“分线钥”换接不同的线圈抽头，就可以按照我们的心意来选择节目。实际上，调谐回路的作用，就是从天线进来的各种高频电流中选一种高频电流，让它通过调谐回路加到矿石上去。

调谐回路放进来的电流还不能使耳机发声。为什么呢？先得讲一下耳机是怎样发声的。耳机里有块磁铁，磁铁上面绕着线圈，磁铁面前放了一块振动片

介绍几种



典型矿石收音机

馮 报 本

本期封底的几种矿石收音机是目前应用比较多的。它们的装置比较简单、可靠，用料节省，适合于初学的无线电爱好者制作。现将它们的性能、特点和一些制作数据介绍在下面。

单回路矿石机 只用一个线圈，与天线、地线间的分布电容量组成调谐回路。用分线钥在线圈的抽头上变换圈数来改变电感量，就可以改变谐振频率。由于天线直接交连在调谐回路上，电能量的损失小一点，所以灵敏度较好，但

是调谐的范围比较窄而且比较粗糙，因此分隔电台的能力（选择性）就较差，只适宜在电台不多，而各台频率又不太接近的地方使用。

线圈L用40毫米直径线圈管，用直径0.45毫米漆包线共绕100圈，在10、20、30、40、50圈处抽头（播音台频率比较高的时候可在第60、70圈处多抽两个头）。

双回路矿石机 这种矿石机可以改善选择性，它的天线回路和调谐回路分

开，避免了相互之间的影响，由于采用可变电容器，使调谐均匀细致，适合电台较多的地方使用，分隔电台的能力比上一种好。

初级线圈L₁用直径0.315毫米漆包线，在直径30毫米线圈管上绕35圈。

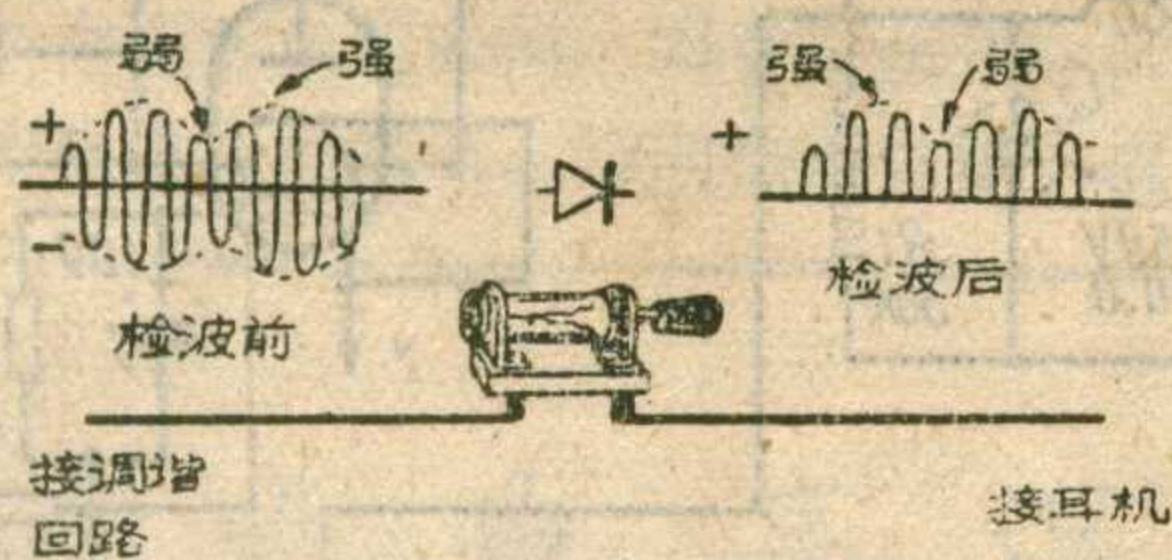
次级线圈L₂用同号线在L₁的线圈管上，离L₁5毫米的地方绕128圈。

磁性天线矿石机 它的灵敏度和选择性都很好，这是因为线圈绕制在磁性瓷棒上面，调谐回路的“质量因数”可以大为提高的缘故。线路里将调谐回路和检波电路分开，天线直接交连到调谐回路上，这样对灵敏度和选择性都有好处。磁性天线的方向性很强，当磁棒电波传来的方向垂直时，灵敏度最大，因此可以改变它的位置来取得较好的选择性和灵敏度。此外，在电台附近还可用舌簧

(用耳机壳夹住它，使它与磁铁间有一些空隙)。当忽强忽弱的电流进入线圈时，就会使振动片振动起来。因为进来的电流忽强忽弱，磁铁吸动振动片的力量也变得忽强忽弱，引起振动片振动，附近的空气也跟着振动，就发出声音来了。

可是上面说过，电磁波经过天线以后变成的是高频电流，它的流动方向每秒钟要变换几十万次到几百万次，如果把它直接送进耳机的线圈，由于电流方向变得太快，振动片刚要被推动，又要被吸回来，结果振动片反应没有这样快，便不能振动。为了使振动片振动，在矿石收音机里装了一个矿石。矿石的作用是不准高频电流变换方向，只准它向着一个方向流动。这样一来，耳机的振动片就能在一个方向随着电流的强弱变化而振动，发出声音。矿石的这种作用叫做“检波”。

上面讲的只是矿石收音机的简单工作原理。从这里我们可以看出一部矿石机必须完成接收电波、调谐、检波等工作，因此进一步需要了解的问题就是无线电波怎样能在天线中产生电流？调谐工作是怎样完成的？检波的原理又是怎样？这些问题都是非常有趣的。



3.

喇叭代替耳机收音。

本机采用 M₁ 型 (长 14 厘米，直径 10 毫米) 磁性瓷棒。线圈 L₁ 是用 0.315 毫米漆包线离瓷棒一端 10 毫米的地方绕 60 圈。L₂ 用同号线在瓷棒另一端绕 50 圈 (为了配合耳机或扬声器的阻抗，圈数可根据试验适当增减)。

设法使瓷棒在线圈 L₁ 内升降，就可以改变它的电感量，来配合电容 C₁ 调到需要的电台。

双调谐矿石机 它能够进一步提高选择性。第一调谐回路 L₂ C₁ 从 L₁ 感应到高频电流后，第二调谐回路 L₃ C₂ 再从它那里感应过来。借双连电容器的同轴调节，它们都谐振在同一频率上。由于经过两次选择，所以分隔电台的能力就提高了。此外，检波电路是从调谐电路分出来的，这样便减小了对调谐质

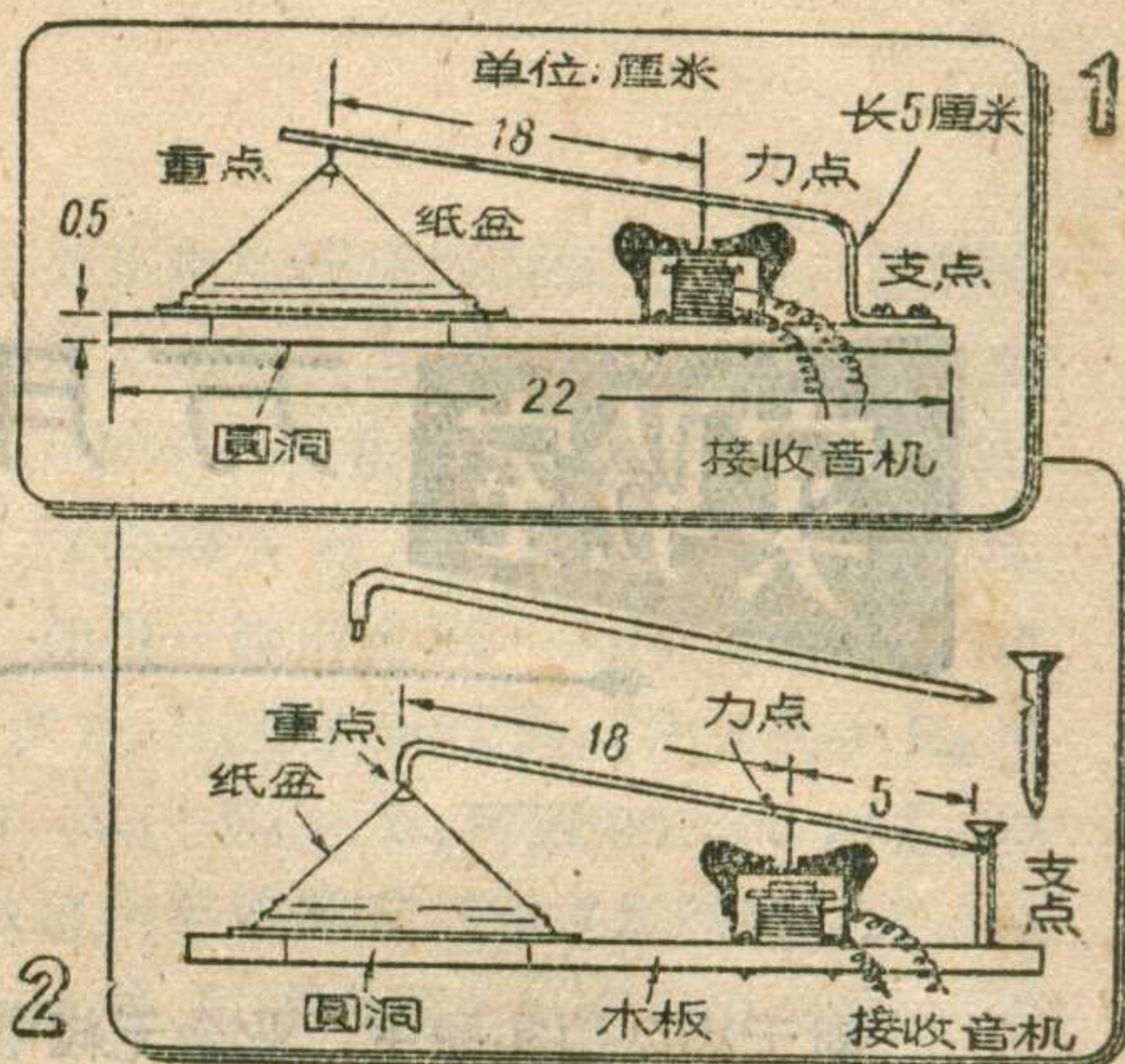
量的影响。这个电路对于收听两个频率相近的电台或是在大电台附近收音，且有干扰的地方，选择性都比上述几种的好，但是电能量经过几次传递的损失，灵敏度会稍差。L₂ 和 L₃ 的距离和灵敏度、选择性都有关系。两者的距离近，灵敏度可以增加，但是选择性会变坏；距离远则相反。装置时可以按实际情况需要试验决定。

在直径 50 毫米的线圈管上用 0.45 毫米漆包线绕 30 圈作为 L₁；在同一线圈管上离 L₁ 10 毫米处用同号线绕 70 圈作为 L₂；在直径 50 毫米的另一线圈管上用同号线绕 70 圈作为 L₃，在 40 圈处抽一头。

三个线圈绕线的方向要相同。装置矿石收音机时要注意以下几点：

耳机式扬声器

——黄文宗——



这是根据杠杆原理，利用耳机制成的一个扬声器，可以装在矿石收音机上使用。

先把耳机盖子旋开，取出振动膜，在中心处焊一根 1.5 厘米长的钢丝，钢丝的另一端焊在洋铁条 (长约 25 厘米，宽 0.5 厘米) 的力点处。为了把耳机薄膜的振动传到纸盆上，洋铁条的力点与重点之间应该硬一些。支点用洋钉子固定在木板上；重点和纸盆焊牢。支点和力点之间的一段洋铁条要随着力点上下振动，必须很软，可以用锉锉薄一些。全部装好后如图 1。洋铁条可利用厚一些的废罐头盒剪制。如果找不到适当厚度的洋铁皮，也可照图 2 的样子制作，效果也很好。制法是用一根直径约 1 毫米、长 23 厘米的镀锌铁丝或铜线，一端接纸盆的地方要弯曲成约 88° 左右，和纸盆焊好，另一端锉尖。取粗铁钉一枚，锉一缺口，照图 2 的样子装好。钢丝的尖端应很锋利，铁钉的缺口必须和钢丝的尖端紧密接合。在力点处焊一根短钢丝，就制成了。

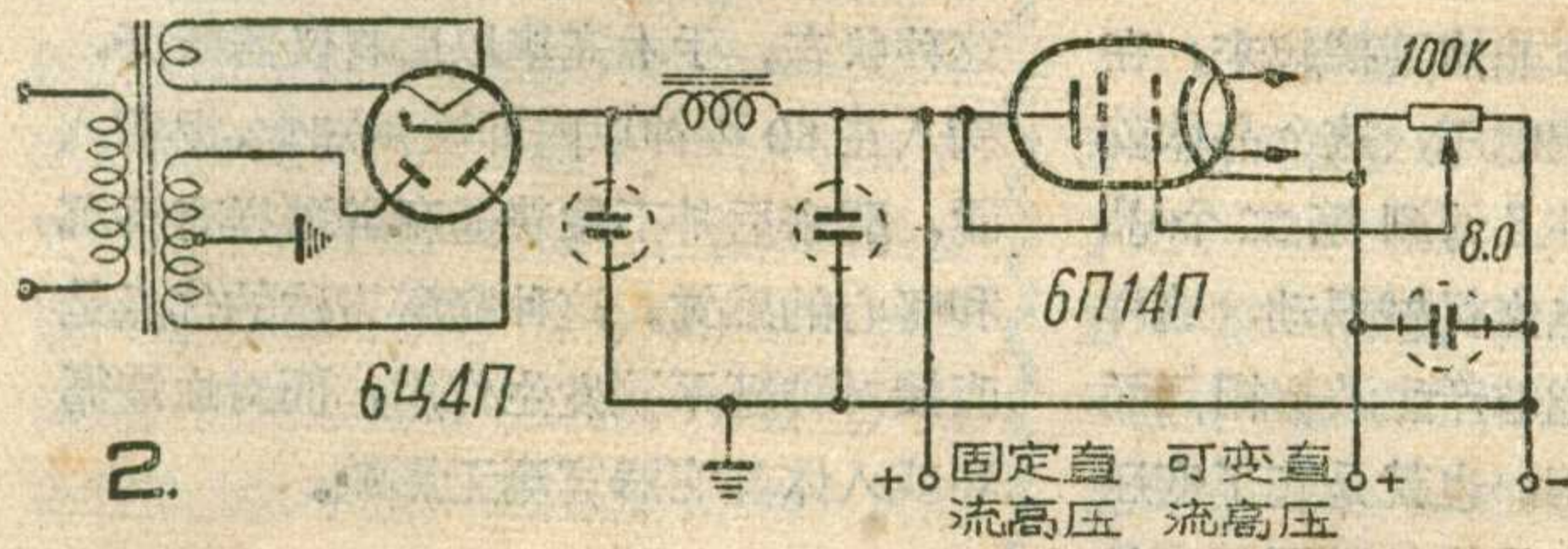


①天、地线质量的好坏对于收音成绩影响很大，因此必须装置良好的天、地线。一般拉 20~30 米长的天线，大致装到二层楼高。如地位不允许可用蛛网天线或垂直天线。

②矿石是个重要的零件，它接触到灵敏点时声音最响，否则声音会很小或甚至不能发声。固定矿石是已调好的，新买回来的装上就能应用。活动矿石需要找到它的灵敏点，最好是先在别的正在使用的良好矿石机上将它调好，然后换到新装好的机器上试验，以后只要调节调谐回路 (转动分线键或可变电容器) 找到电台就能听到声音。

③矿石收音机的收音距离和播音台发射电力的大小有关，一般在播音台周围五、六十里内收音是比较容易的，发射电力大的，则收音的距离就可以更远。

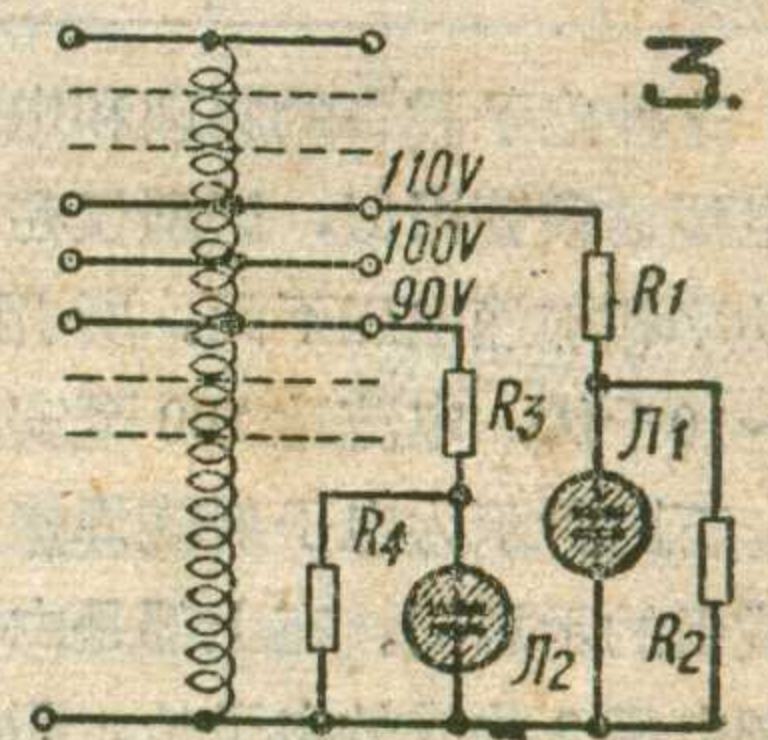
直流低压，即供給直热式电子管灯絲用的电源，用氧化銅或硒整流器接成桥路，使輸出容易平滑。輸出平滑滤波电容器要用得大一些，至少得 100 微法以上。否則因电流較大，扼流圈就要相当龐大。这里的扼流圈可以用截面积为 12×18 毫米的硅鋼片，0.47 毫米徑的漆包綫，以繞滿为止。



丙电的供給是用 6Г2П (或 6SQ7) 的三极部分将 6.3 伏的灯絲电压放大，然后再用它的二极部分整流而得。这个电路对一般收音机或扩大机中的电源变压器沒有几十伏抽头的场合是非常方便的。在这部“万用电源”的电路中由于电源变压器有 80、90、100 伏等抽头，所以也可以用更简单的方法，例如从 80 伏抽头处抽出，用一个 6X2П 来整流。

由于市电輸入端是有抽头可以变换的，所以一定要有一个交流电压表 M，固定接在 220 伏抽头处，以观察市电电压的高低。否則在市电輸入端变换抽头以

适应低电压后，当市电电压突然由低变高时，易将变压器本身或它所供給的设备由于电压太高而燒毀。如果不用电表的话，也可以用两个氖灯接成如图 3 那样，作电压变化上、下限报警器。这里 R_1 、 R_2 及 R_3 、 R_4 各作分压器用。如用一般市售 60~90 伏的氖灯，可将 Π_1 接在 110 伏处； Π_2 接在 90 伏处， $(R_1+R_2):R_2$ 可取 110:60 左右， $(R_3+R_4):R_4$ 可取 90:60 左右。至于它们的绝对数值则要看所采用的氖灯型号而定，电流小的电阻用得大些，电流大的电阻应用得小些（一般 R_1 、 R_3 可取 50 K 左右），可在实际試驗中决定。校核时先用 220 伏的交流市电接在 220 伏处，調整 R_3 及 R_4 和 R_1 及 R_2 的比例，使 Π_2 发光，而 Π_1 应不亮；然后将 220 伏市电接到 240 伏抽头处，这时使 Π_1 及 Π_2 都不亮；再将 220 伏市电接到 210 伏抽头处，这时应使 Π_1 及 Π_2 都发亮。調好后即可以根据两灯的亮与不亮来調整輸入电压的抽头；当两灯都亮时說明市电电压过高应提高进綫抽头；当两灯都灭时說明市电太低，应降低抽头。正常时应该是 Π_1 不亮， Π_2 亮。



光电高温計

在高頻淬火时，要不間断地測量鋼件溫度是一个相当复杂的问题，因为現有的温差电偶溫度計都具有較大的慣性。

为了在不断加热的条件下測量鋼件的溫度，可应用所謂光电高温計，其电路如图所示。这个仪器由一个铯光电管 Π_1 —3 和放大管 6П3C 組成；在放大管的屏极回路中接一毫安表，表上标以摄氏度数。光电管的阳极直接与放大管的控制栅相連，而阴极則接以負电压。6П3C 控制栅上的負偏压用电位器 R_2 来調整。电子管屏极回路的毫安表并联一个旁路电容器 C_2 (5000 微法)。

光电高温計由 220 伏市电网供电。电子管屏极和帘栅极电路的

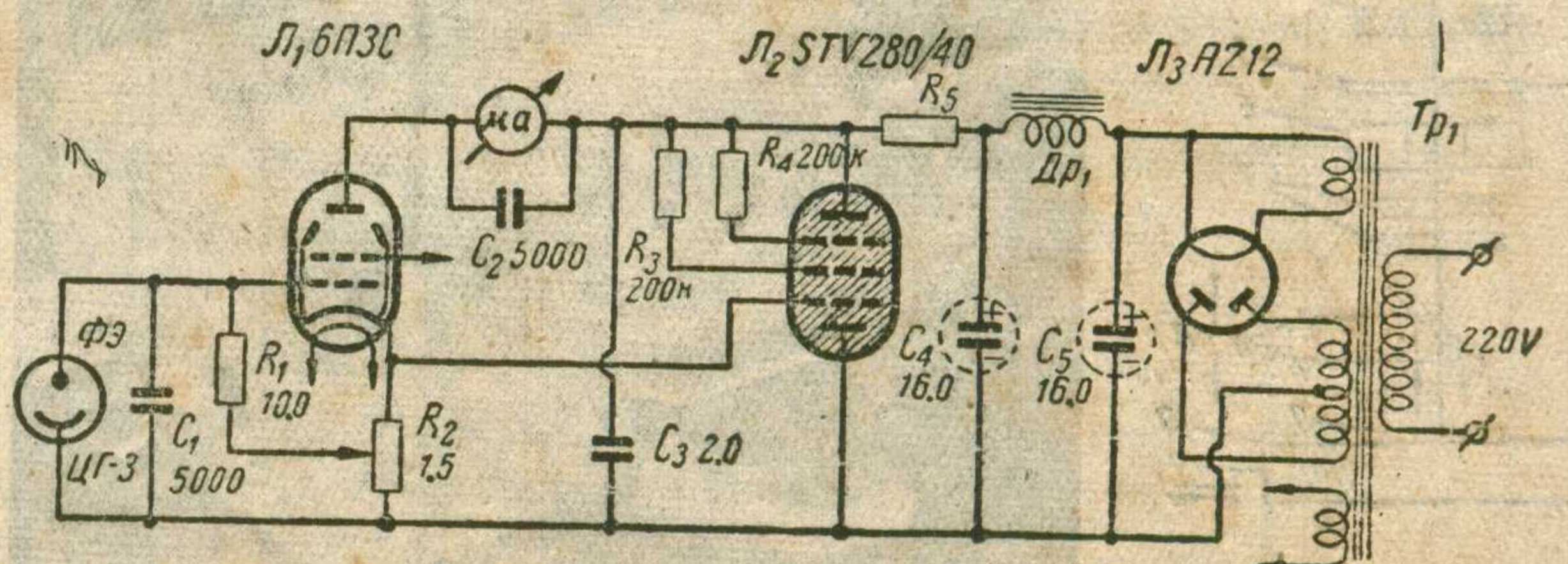
电压由稳压整流器供給，可用稳压管 STV 280/40 或 $\text{CT} 226$ 。电源变压器的功率为 80 瓦。

仪器的工作情况如下。电路接通一段时间后，假使光电管不受光照射，則电子管屏流最大，此时仪器指針指着标度上某一位置，我們就把这一位置作为零度。如果待測溫度的热鋼件的輻射能通量照射到光电管上，則光电管的电阻随照度

电压由稳压整流器供給，可用稳压管

成比例地发生变化，結果改变了放大管輸出的屏流。由于光电管是对紅外綫輻射敏感的，而这个輻射强度和鋼件的加热成正比，所以仪器指針的度盘可直接标以摄氏度数。不过应当注意这个关系不是綫性的，因之仪器上的标度也同样应当是非綫性的。为了消除其它光源的影响和提高仪器的灵敏度，光电管应放在装有聚焦透鏡和紅光綫滤光片的暗箱中。

(章少强譯自苏联“无綫电与电视”1960年第8期)





国外点滴

电子射线切削金属

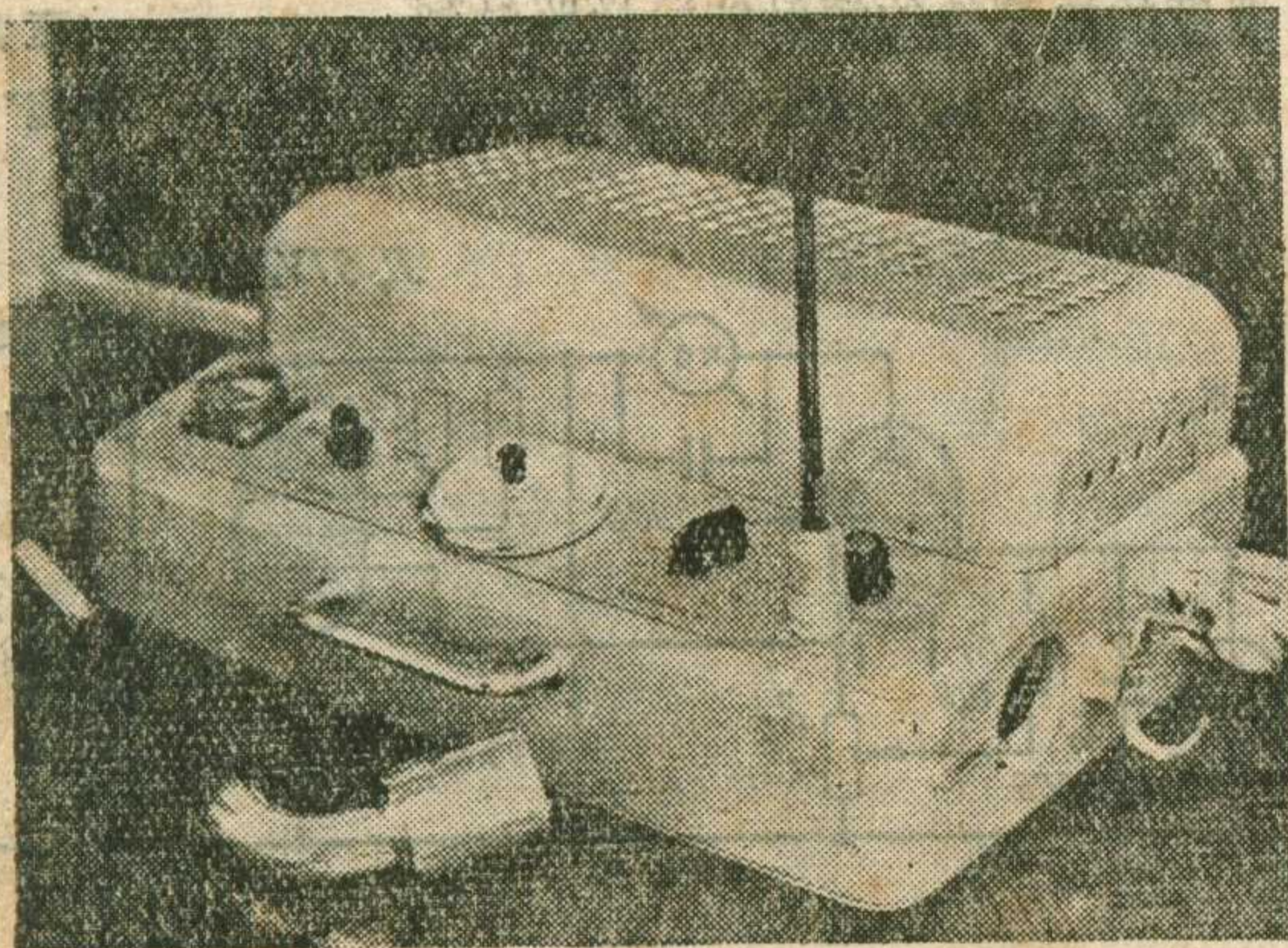
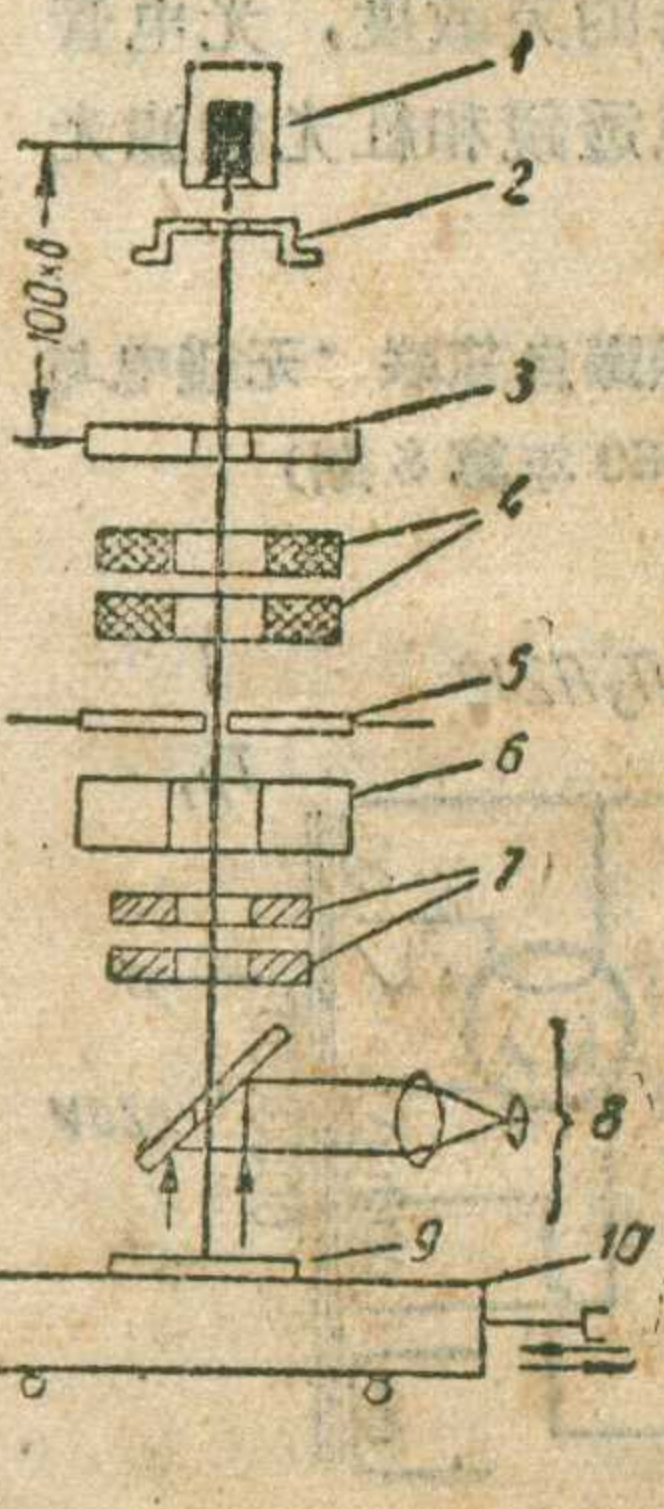
据近年来的研究表明，聚焦很好的大功率电子射线，可以用来熔化、切削、焊接高熔点的金属，在它上面钻出极小的孔，效果比任何其它热源都好（参看下表）。

热源	加热点最小面积(厘米 ²)	加热点最大能量密度(瓦/厘米 ²)
乙炔氧火焰	10^{-2}	5×10^4
电弧	10^{-3}	1×10^5
电子射线	10^{-7}	6×10^8

这种电子设备的原理和电子显微镜或电视显象管相似，区别仅在于射线束的功率和加速电压不同。所用电压为20~10千伏，电流达100毫安。

下图所示为电子射线焊接金属零件的设备的示意图。在上部是由阴极1和控制电极2构成的电子枪。阳极3把电子的运动加速到每秒15万公里。下面是由电磁线圈4组成的磁性调准设备，它使电子束聚焦并沿轴线前进。偏离轴线的电子则被可调节的膜片5滤去。再下面是磁透镜6，它进一步将电子束聚焦。透镜下面是控制射线的偏转线圈。透镜下面是控制射线的偏转线圈。

这套电子光学设备装在一个箱中，箱中有一个附件10，用来安放待焊接的零件9。焊接过程可通过光学设备8进行观察。



压电变压器

近年来，由于发现了一些新的压电材料（如钛酸陶瓷），因而能够利用压电效应制出许多有趣的器件，压电变压器就是其中之一。

压电变压器的原理很简单。把两个谐振频率相同的压电晶体连接起来，在第一个晶体上加交流电压，这个晶体就开始作机械振动，并且传到第二个晶体，使第二个晶体也作机械振动，这样在第二个晶体上就能够产生波形相同而幅度不同的交流电压，也就是起了变压器的作用。如果一个晶体的谐振频率是另一个晶体的整倍数，这种器件也可以用作倍频器或分频器。

压电变压器的Q值很高，变压比可达500，工作温度可达250°C。它的最低工作频率为20千赫，频带宽度约100千赫，用作超外差收音机中频变压器（465千赫）很适合，预计将来可以用于电子射线管、高压脉冲发生器等整流器中。这种变压器的主要优点是沒有磁場、重量小和结构简单。

超声波医疗器

下图照片为苏联新制出的YПT-1型超声波医疗器，它可以用来医治脊神经根炎、关节炎、营养不全性溃疡、气喘症以及其它疾病。这个仪器中有一个超声波振荡器，频率为830千赫，在水中的辐射功率为10瓦。振荡器可工作于脉冲状态或连续状态。输出功率可以阶梯式地变化到10倍。辐射器是一块石英片，它装在一个特制的头子里。这个仪器由交流市电供电，所需功率不超过150瓦；小巧轻便，可以随身携带。

电子麻醉

在外科手术时用电流进行麻醉的方法已经试验成功。频率为700赫的信号经放大后，通过两个不大的电极加到病人的太阳穴上。仪器接通以后，在一分钟以内病人即“睡熟”，并且一直保持着这种状态。手术完毕以后将仪器断开，病人在60秒钟以内即恢复知觉。据病人说，醒来后并不象普通麻醉那样有昏沉和噁心的感觉。这种麻醉方法的优点是直接对神经系统发生作用，而对血液循环或人体其它器官毫无影响。

软电池

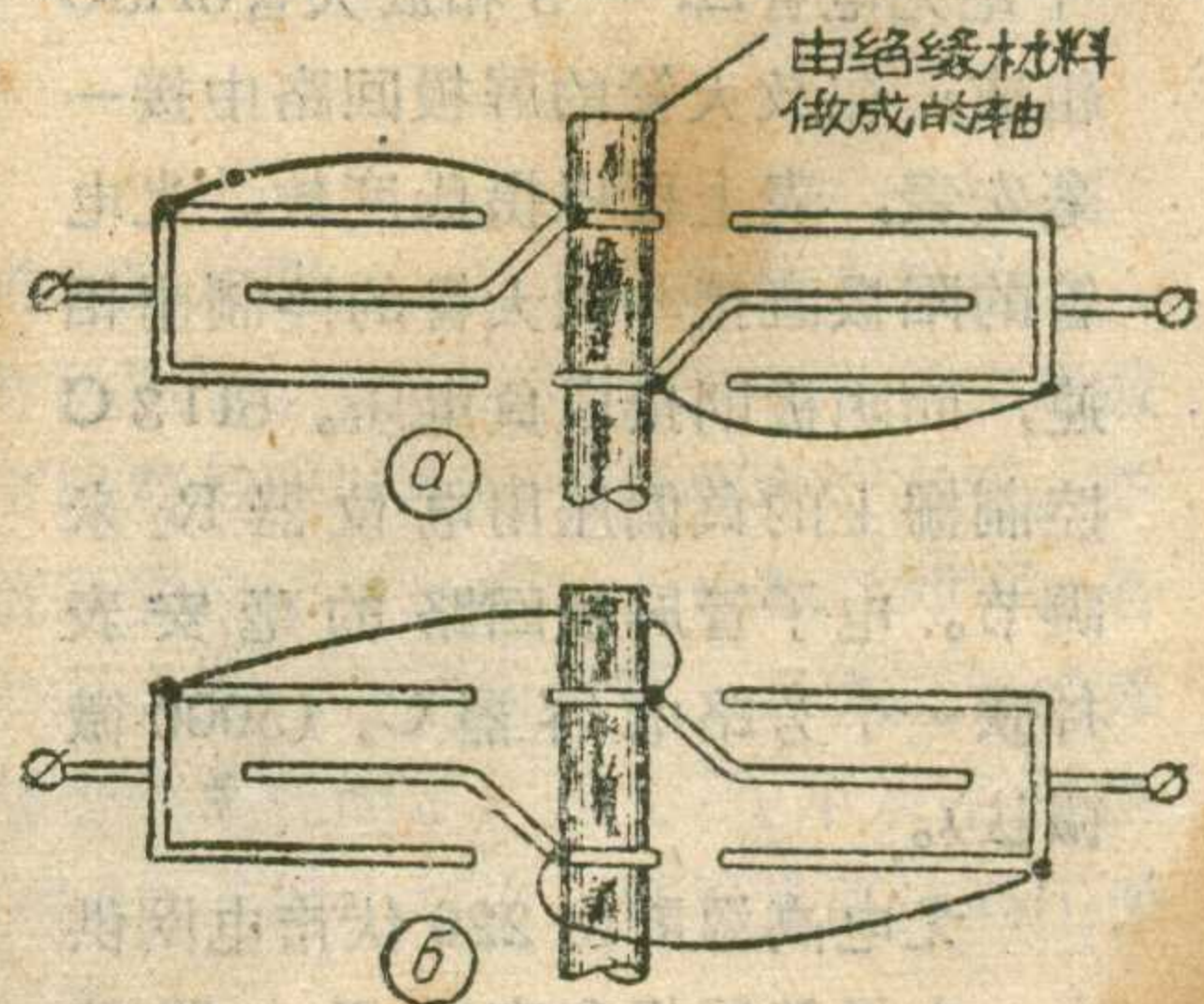
软电池是为水下电缆中的放大器制造的。这种电池和由它供电的晶体管放大器一起装入软外壳中，因而整个线路（电缆、放大器、电源）可以绕在缆轴上布放。电池在浸入水中时即开始工作。

每个电池的直径约为1.5厘米，长75厘米。电池的容量能保证以5毫安的电流供电一年。这种电池的端电压为1伏。

小型可变电容器

普通结构的可变电容器，在动片完全旋出时（电容最小），要比动片完全旋入时（电容最大）多占一倍的地方。下图所示可变电容器结构在利用容积方面要好得多。在绝缘轴上装两个互不相连的片子，另外有两个相同的互相隔开的定子，每个定子分别和一个转子片相连。下图a所示位置相当于最小的电容量；转子旋转180°后（下图b），电容器就具有最大的电容量。

在机械强度和最大电容量相同的条件下，



件下，这种新型电容器要比普通电容器的体积小得多。

紫外綫宇宙通信

利用紫外綫进行宇宙通信的实驗性设备已經制成。用普通电视摄像機輸出端的信号加到一个阴极射綫管，这阴极射綫管輻射約一瓦的紫外綫功率，紫外綫束截面直徑約0.25毫米。紫外綫束由光学反射器聚焦，使得它的立体角的发散仅为0.033°左右，信号即由这种射束傳送。通信距离可达到2200万公里，信道寬度为10千赫。在較短的距离，例如到月球，还可以利用这一设备发送电视。

接收时，利用对紫光綫敏感的光电倍增器。电视图象可以在电视接收机的屏幕上显现出来。(王观編譯)

太阳射綫宇宙通信

用无线电作为行星际宇宙飞船間的通信工具是否适宜，有人表示怀疑，因此提出在宇宙通信中利用反射的狭方向性太阳射綫，并作出实驗性的设备。在这种设备中，太阳射綫首先聚集，然后通过調制器，經調制后定向射到接收地点。接收时，射綫經過檢波器，变换为电流，經過放大而送入揚声器。

地下无线电通信

在地下利用无线电傳送印字电报已經实现。发送点和接收点都在深約330米的矿井中，两者的距离在7公里以上。发送所用频率为150千赫，但也可以用30~3000千赫波段中的其它频率。这种通信方式的优点是不易受到干扰和很难被窃收，因而在軍事通信上很有意义。估計这种通信的最大作用距离可达160公里以上。(者譯)

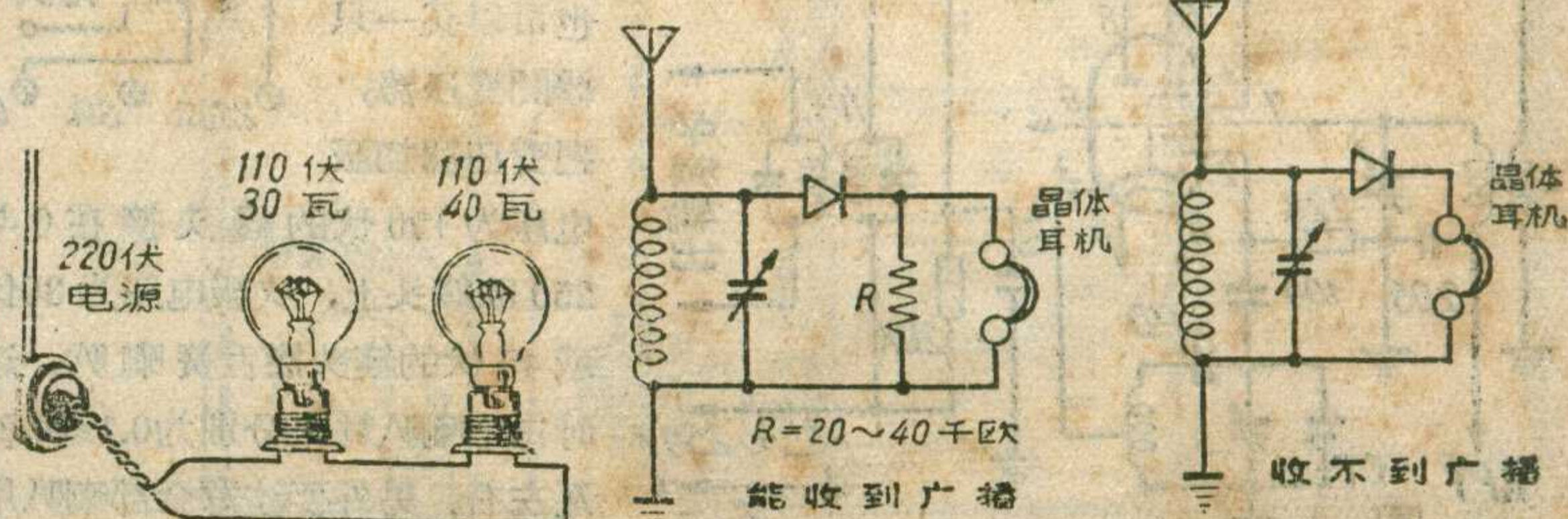
用电子计算机繪气象图

把气象情报編成电碼，录在磁带上，然后送入电子计算机。电子计算机就依照这些电碼控制“机械手”直接在地图上描繪出气象图(等压綫)，比用人手繪制更精确，更迅速。

实际采用的这种设备，每昼夜定时工作两次。据說繪制整个北半球的气象图只需3分钟。(启瑞編譯)



1. 小張房中的220伏的电灯泡坏了。他一时沒有找到220伏的灯泡，却找到了两个110伏的，一个是30瓦，一个是40瓦。他想，把两个灯泡串联起来，不正好可以接到220伏的电源上嗎！接上以后，两个灯的确都亮了。但过了不



第1期“为什么”答案

1. 新旧电池不能并联起来使用。因为新电池的电压比旧电池的电压高，因此，对新电池来說，旧电池是它的一个負載。新电池将有一部分电流流經旧电池，将能量損耗在旧电池的内阻上，直到新旧电池的电压相同时为止。

2. 由于人的唾液內含有很弱的酸。当耳机的两个接綫插子碰到后，就可能产生輕微的化学作用，相当于一个小电池串接在耳机接綫回路中。所以当插子断續触及舌尖时，便可以听到喀喀声。

3. 栅极連綫断路以后，在管內形成了一个自由栅极。阴极放射的电子碰到栅极以后，沒有道路再流回阴极，因此在栅极上形成一个很高的負电位，排斥电子流向屏极。这样，屏流就很小，甚至截止，使电子管不能工作。

4. 万用电表上的正負标记，是为了量直流电压或电流时用的。当电表作为欧姆表使用时，电表上标明正极的一端，实际上是接到干电池的負极，而标明負极的一端是接到干电池的正极。所以在量电解电容器时，应当把万用电表标明正极的一端(干电池的負极)接电容器的負极，而把标明負极的一端(干

久，又有一个灯泡被燒坏了。大家想想看，是那一个被燒坏的呢？(張雷)

2. 小华用两米花綫繞在室內电灯綫上作矿石机天綫使用，有时一开电灯或一关电灯，耳机就不响了，必須重新調整矿石才能再收到电台。这是为什么呢？(楊潤霖)

3. 用一个晶体耳机按照一般电路图装一个矿石收音机，什么广播也收听不到；但是在耳机的两端并联一个20~40千欧的电阻，就可以收到广播了。为什么？(利剑雄)

电池的的正极)接电容器的正极。

5. 电压放大五极管的内阻 R_i 和負載电阻 R_L 通常都很大，約在一兆欧左右。一般电压表的内阻 R_M 为每伏1000欧，当放在100伏一档时， R_M 为100千欧。所以将电压表并联在电子管上时，等于給电子管1兆欧的内阻 R_i 加上一个100千欧(仅为 R_i 的十分之一!)的分路，因而使电子管的屏压降低很多。

如图，設 $R_L = R_i = 1$ 兆欧， $R_M = 100$ 千欧。当未接电压表时，电子管的屏压

$$V_{ab} = \frac{1}{2} E_B = 125 \text{ 伏。}$$

而当接上电压表时，ab間的电阻降到

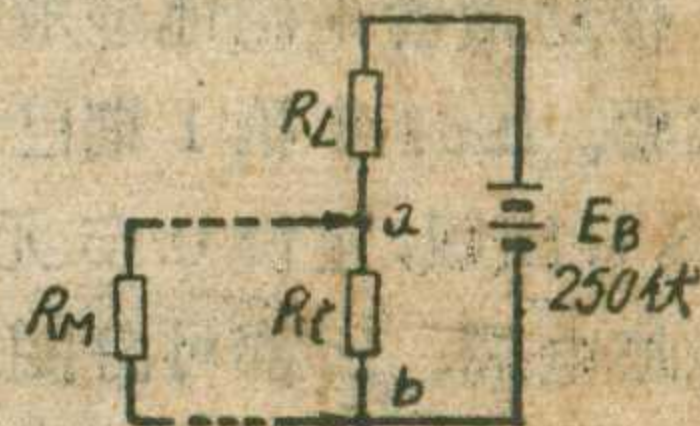
$$R_{M_i} = \frac{R_M R_i}{R_M + R_i} = \frac{100 \times 1000}{100 + 1000} = 91$$

千欧，而

$$V_{ab} = \frac{E_B R_{M_i}}{R_L + R_{M_i}} =$$

$$\frac{250 \times 91}{1000 + 91} \approx \frac{250}{11 + 1} \approx 21 \text{ 伏。}$$

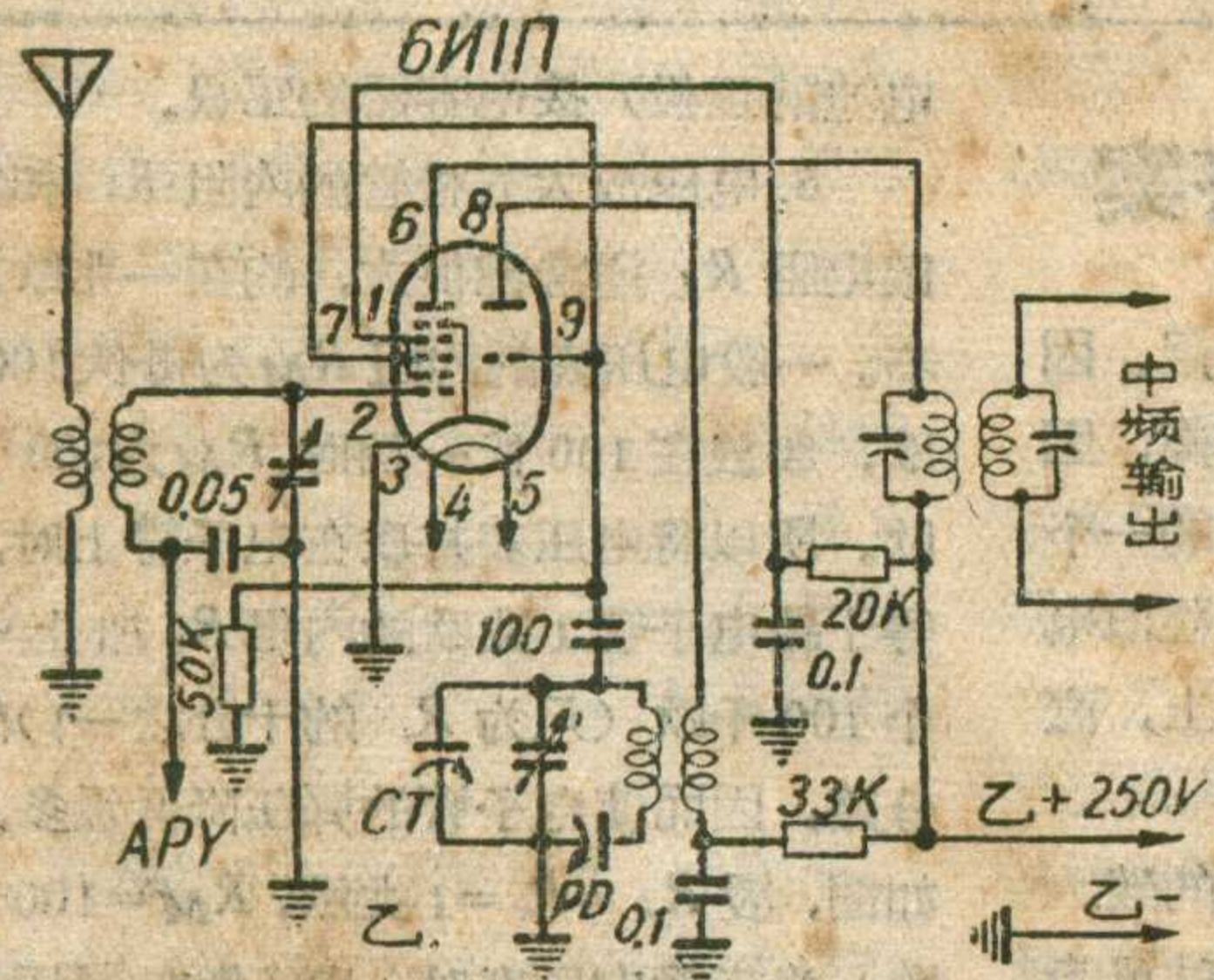
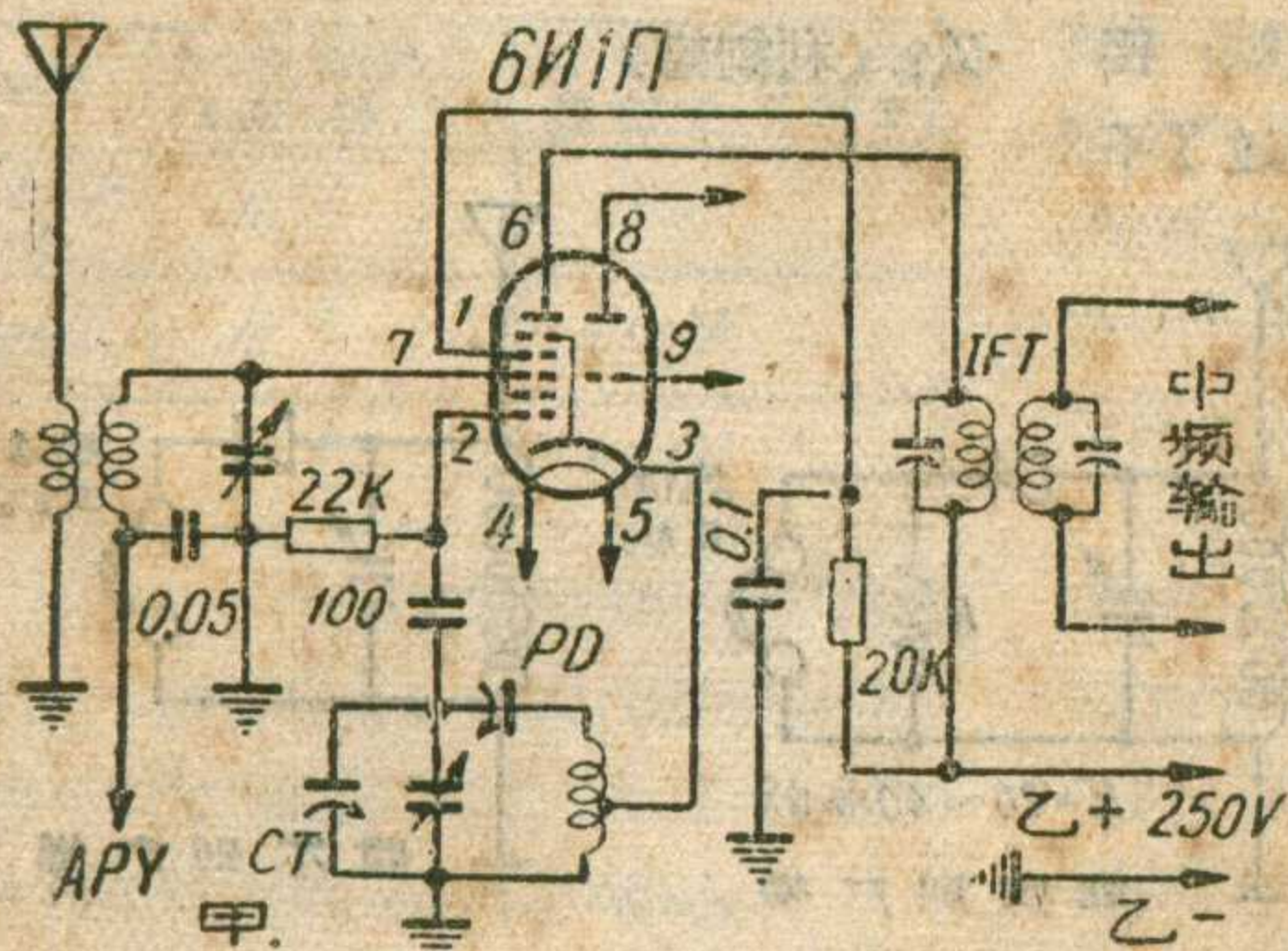
由此可见，用内阻較低的电压表测量电压放大五极管的屏压时，就破坏了电子管的工作状态，測得的数值并不是电子管原来的实际数值。



向与答

問：6N1P的本机振荡线圈应采用什么规格的售品线圈？

答：6N1P作变频时，本机振荡通常有两种接法。一种接法是用它的七极部分作变频，三极部分作其它用途（如检波、放大等），这时变频电路就和使用



6A2P时相同，可采用三点式振荡线圈（即S式），如附图甲。另一种接法是用它的三极部分作本地振荡，七极部分作混频，振荡线圈则用回输式的（即K式或A式），如附图乙。后一种线路

欢迎订阅 集邮月刊

集邮月刊是社会性的专业刊物。主要任务是介绍我国及其他社会主义国家所发行的邮票，帮助读者正确地理解和欣赏邮票。1961年第1期已于7月28日出版，定价0.15元，在各地邮电局、所都可订阅。

比较好，因为采用了独立振荡，可以避免频率牵制效应，工作稳定，变频灵敏度高，噪声也比较小。（冯报本答）

問：有一部40瓦的扩音机，输出阻抗有8欧和250欧，除了安装永磁喇叭外，还想装一些舌簧喇叭，应如何装法？

答：可以把舌簧喇叭并接在0与8欧线圈头上，40瓦扩音机8欧处的输出电压约为18伏（ $U = \sqrt{PE} = \sqrt{40 \times 8} \approx 18$ 伏），这样接时每个喇叭耗电0.06瓦左右

（喇叭阻抗按

6千欧计算）；

也可以买一只

线圈变压器，

把变压器初级

电压为120伏的线圈头接在0与250欧线圈头上，次级电压为30伏或45伏的线圈头接舌簧喇叭，这时每个喇叭耗电分别为0.1或0.24瓦左右。另外要注意全部喇叭用电的瓦数不要超过机器的瓦数。

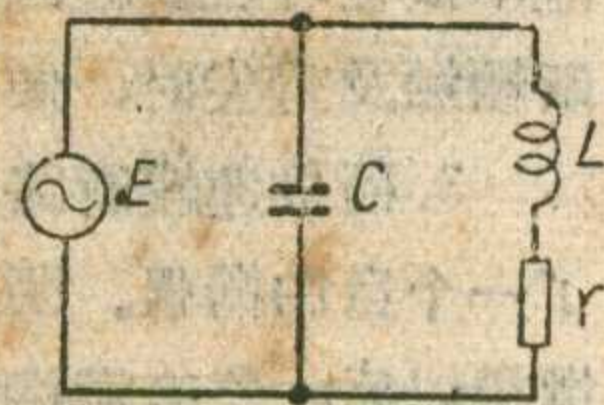
（方锡答）

問：有的用 $\frac{L}{CR}$ 来表示谐振槽路的好坏，是什么意思？

答：一个电容器与一个具有电阻的电感相并联而接于一个交流电源时，因为L和C并联的阻抗是随频率而变化的，所以在电源电压不变的情况下，电源供给的电流因交流电的频率而不同。只有在某一频率时，电源供给的电流才最小，这时，就相当于并联槽路的阻抗最大，我们

说，这个槽路对某一频率已处于谐振状态。阻抗最大值或者谐振状

态的发生时的频率，必须使电容的容抗和电感的感抗相等，用公式表示就是 $2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC} = 0$ 。这时阻抗最大值（即谐振电阻）的计算公式是 $\frac{L}{CR}$ 。因此用 $\frac{L}{CR}$ 的数值就可以直接表示并联谐振槽路在谐振状态时的阻抗情况。 $\frac{L}{CR}$ 值愈大时，谐振槽路愈良好。从公式不难看出，谐振槽路的最大阻抗与电容量和电感中所具有的电阻成反比，与电感量成正比，这一点在我们设计并联谐振槽路时是很重要的依据。（郑宽君答）



努力提高无线电运动水平.....

.....国家体委陆上运动司(1)

电视在军事中的应用...俞壤等编译(2)

半导体和晶体二极管.....李华金(4)

在宇宙中并不孤独.....(6)

无线电电子学目前的主要任务.....(7)

收音机的输入电路.....丁啓鴻(8)

怎样调整电视机.....

.....北京广播电视服务部(10)

测向机.....閻維礼(12)

谈谈无线电测向的原理.....高宜温(14)

电容器.....郑宽君 罗鹏搏(16)

矿石收音机是怎样工作的?...大和(18)

介绍几种典型矿石收音机...冯报本(18)

耳机式扬声器.....黄文宗(19)

“万用电源”的制作.....沈成衡(20)

光电高温计.....章少强译(21)

国外点滴.....(22)

为什么.....(23)

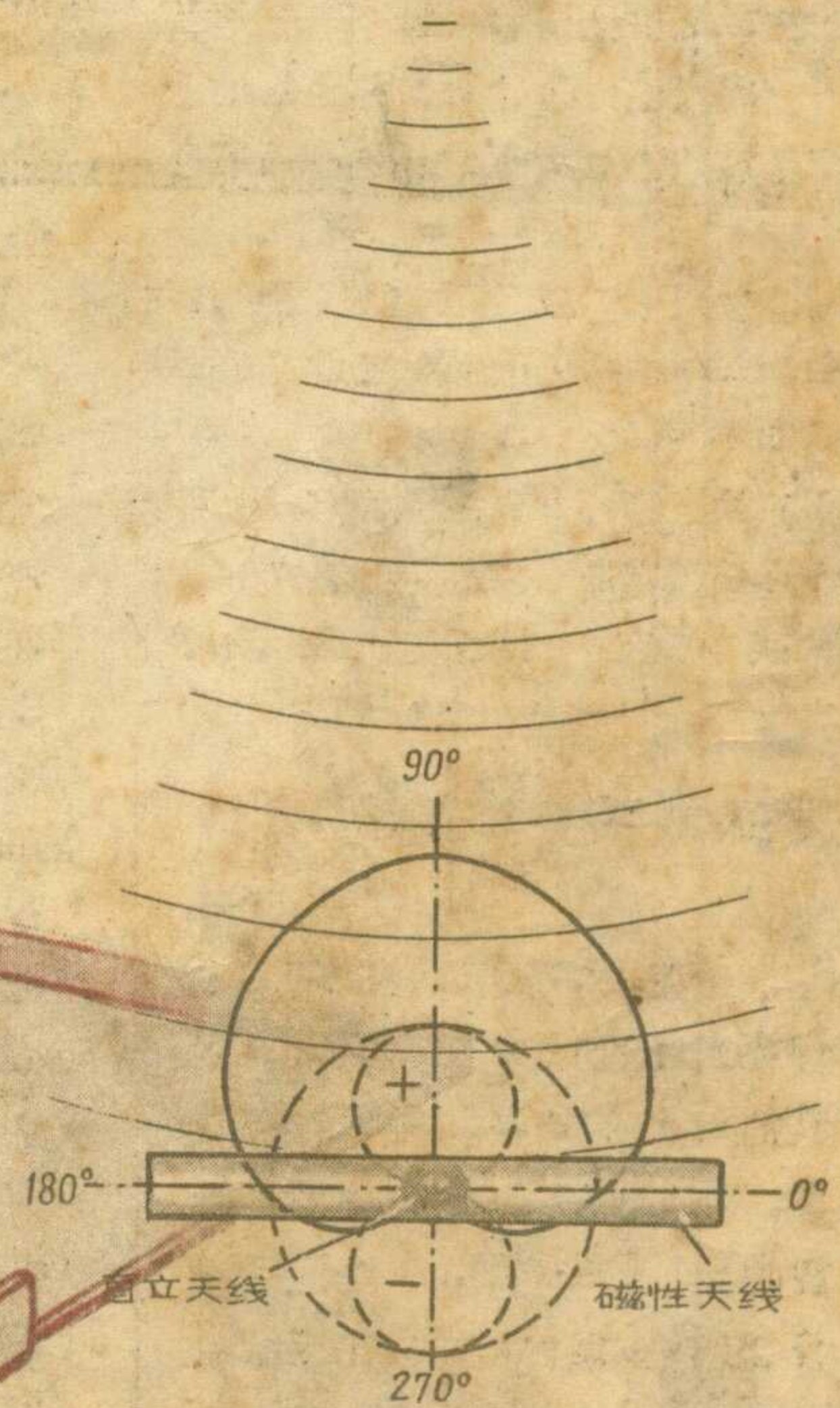
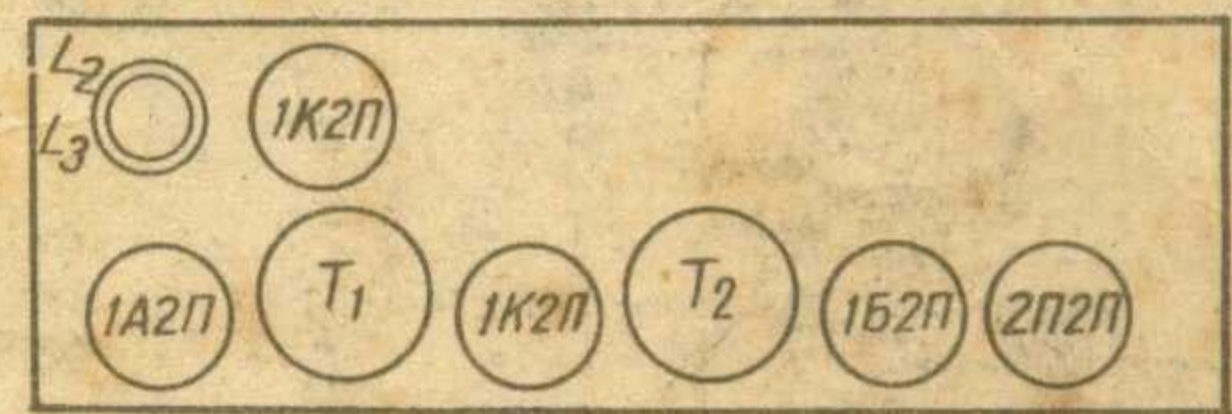
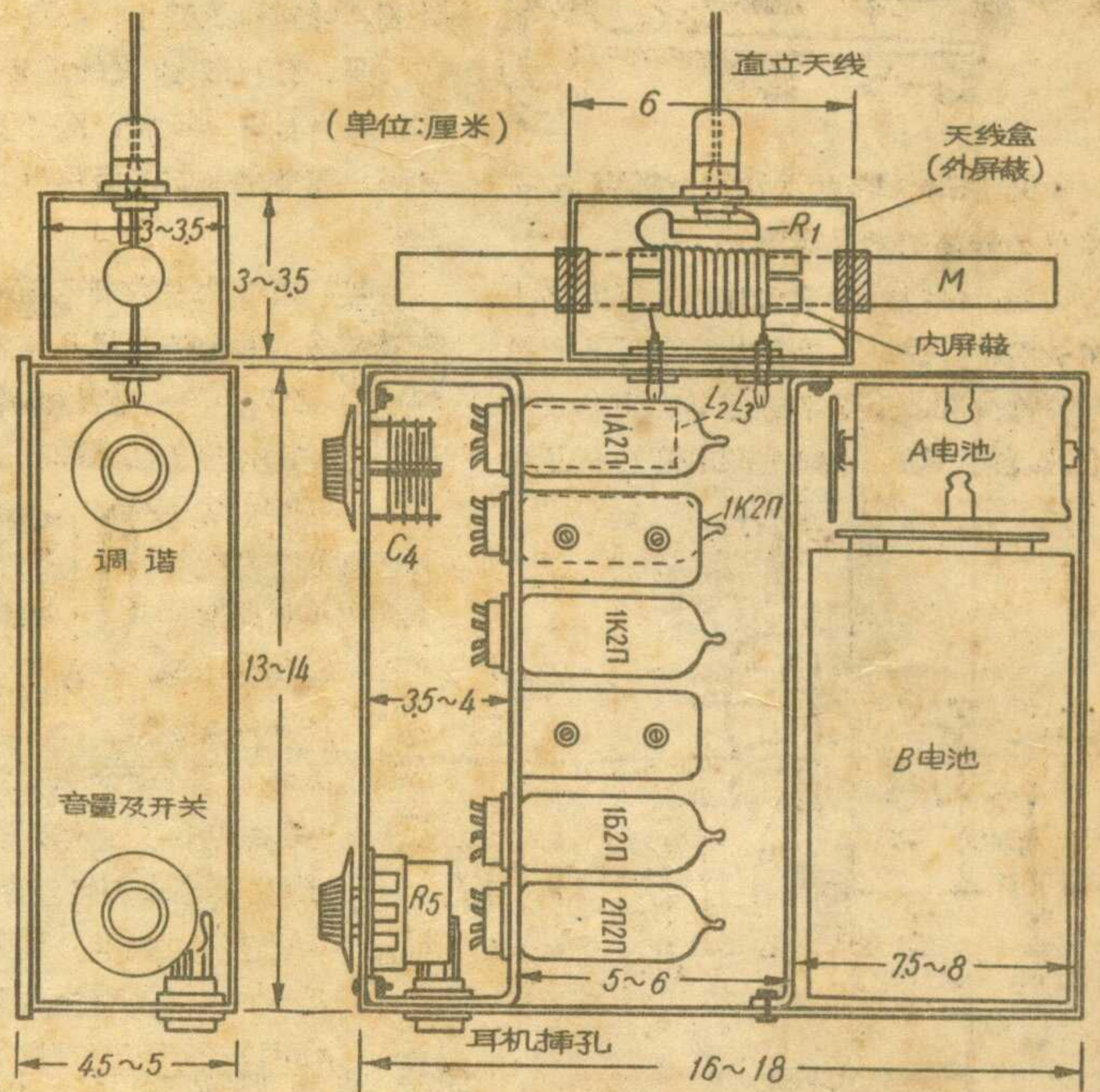
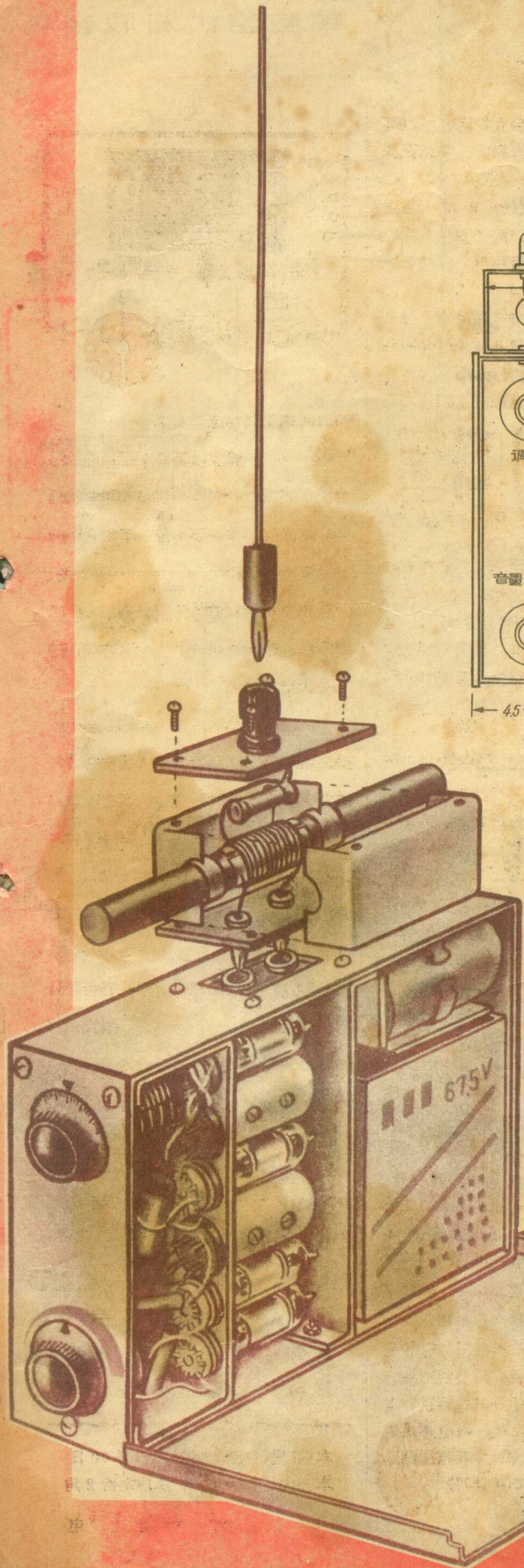
问与答.....(24)

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

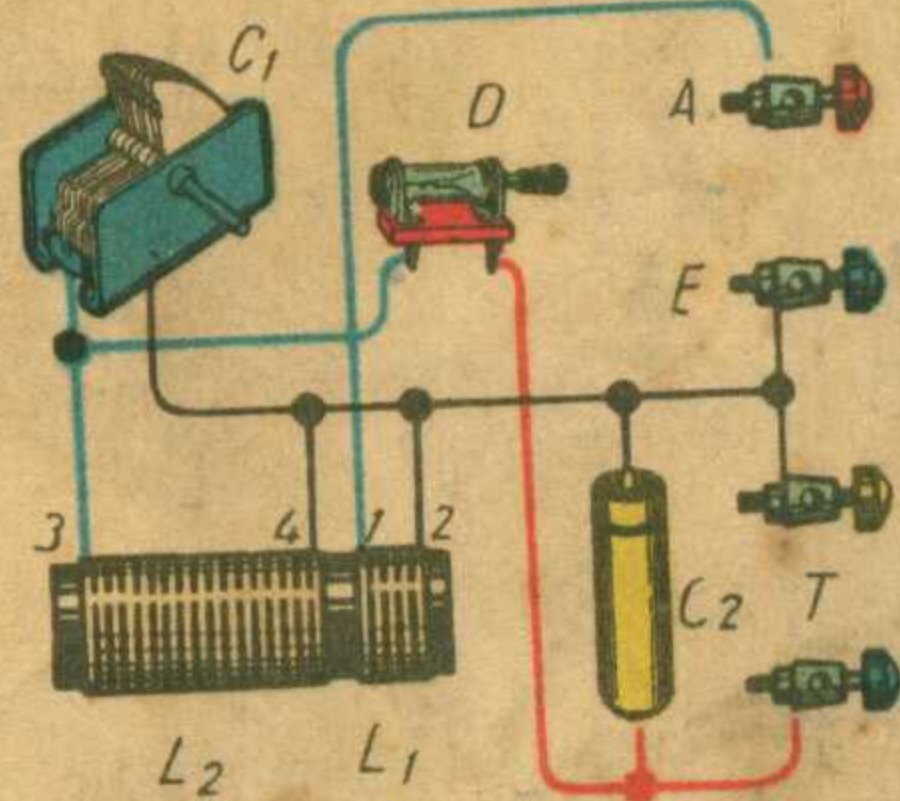
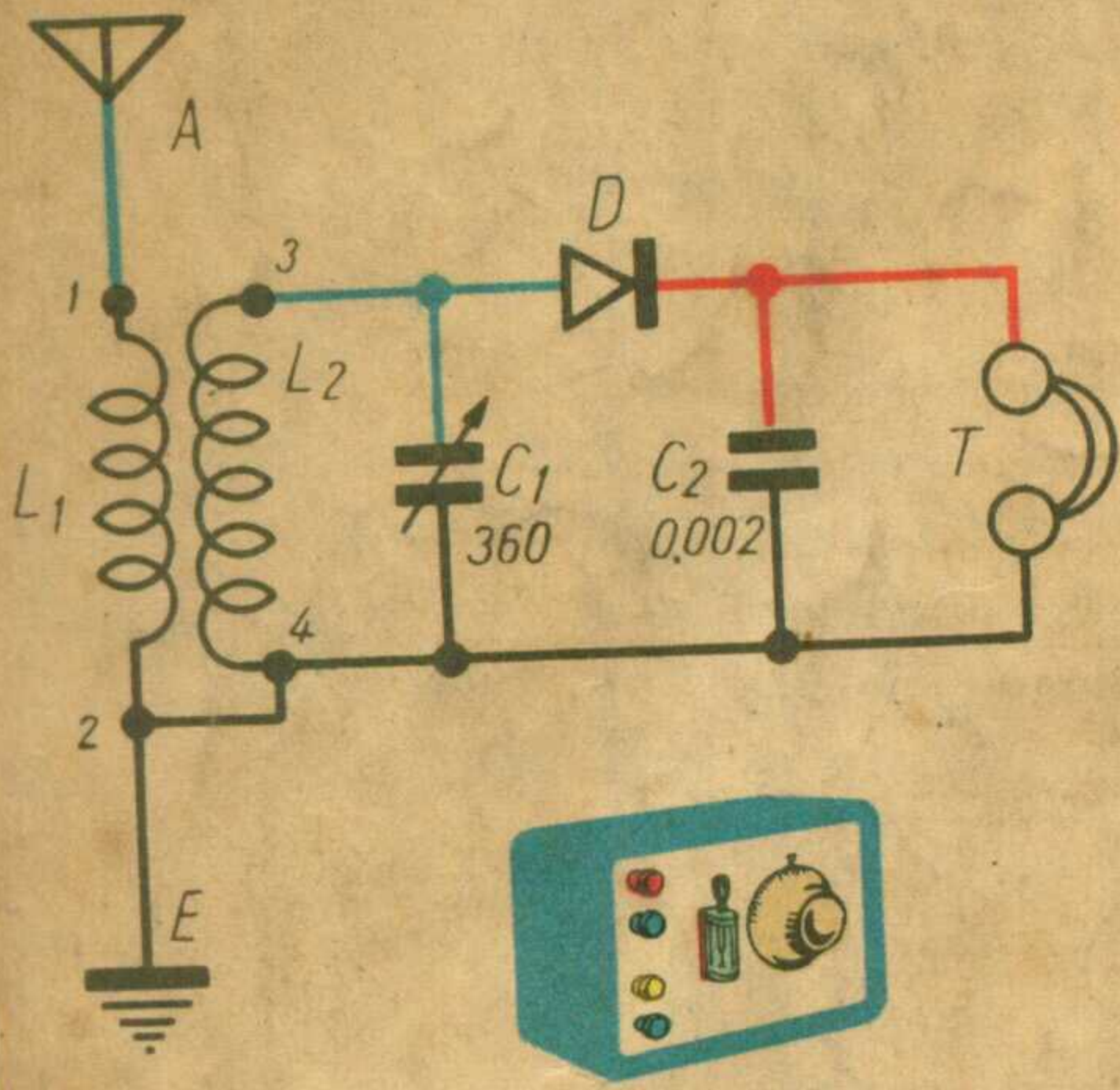
本期出版日期：1961年8月10日
本刊代号：2-75 每册定价2角

测向机

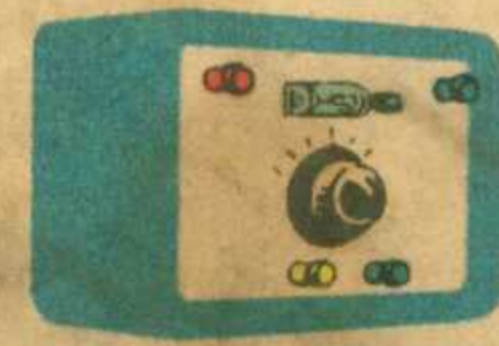
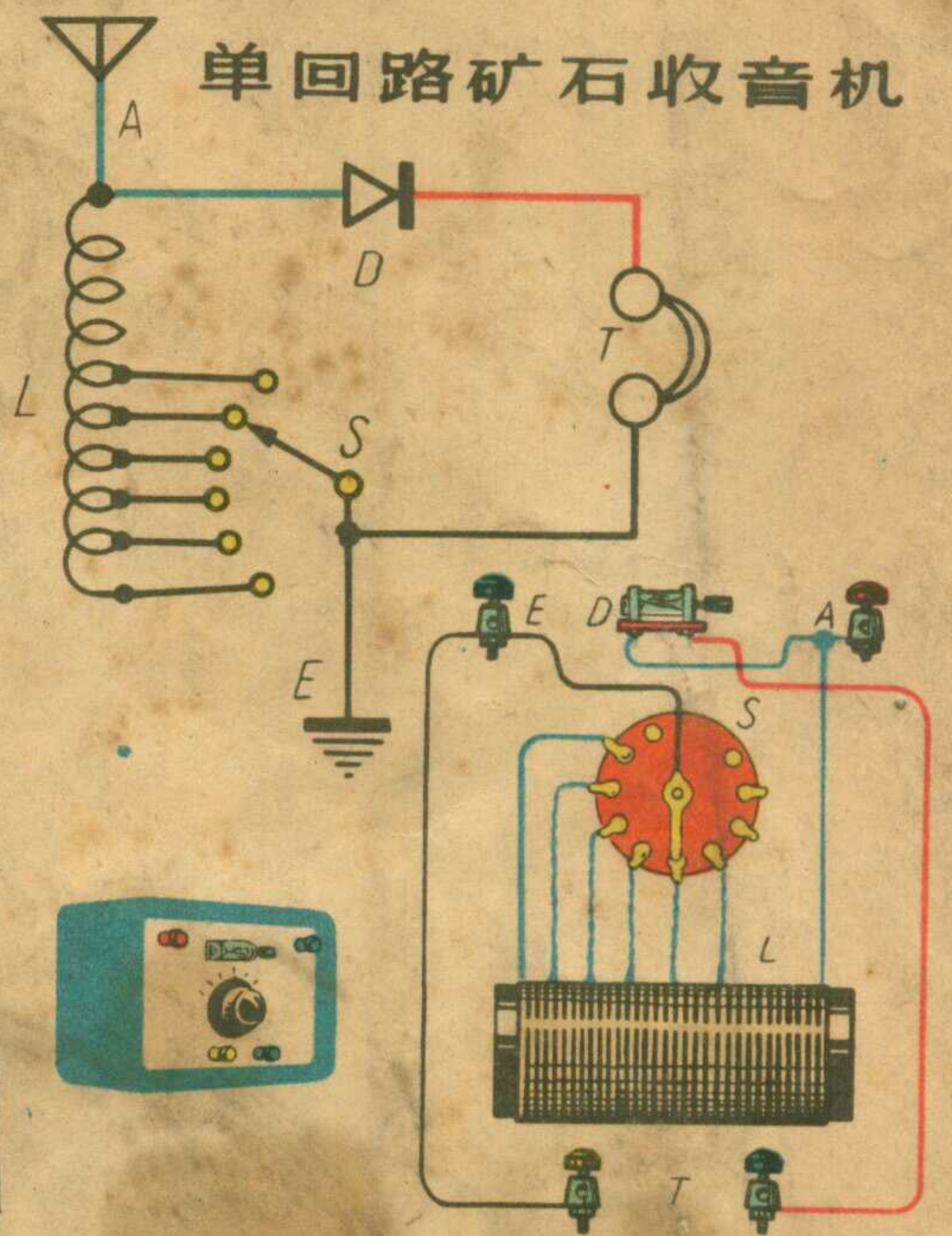


矿石收音机

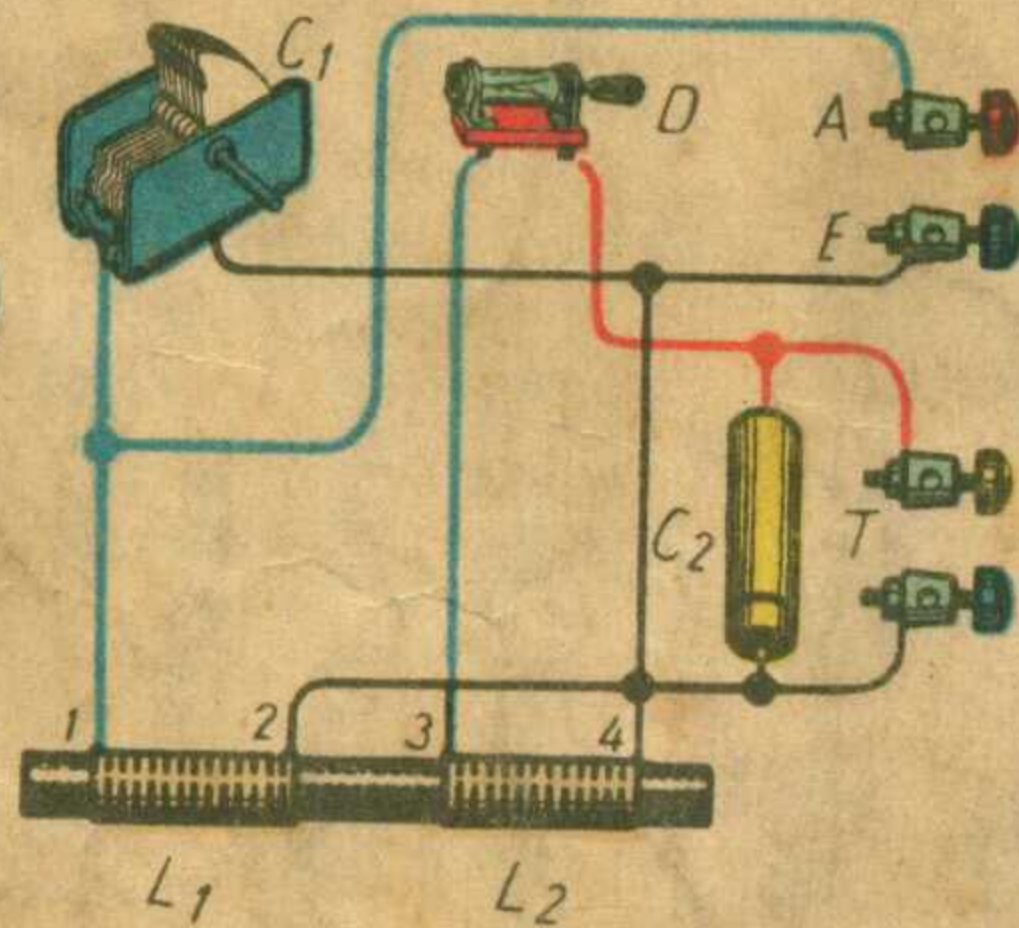
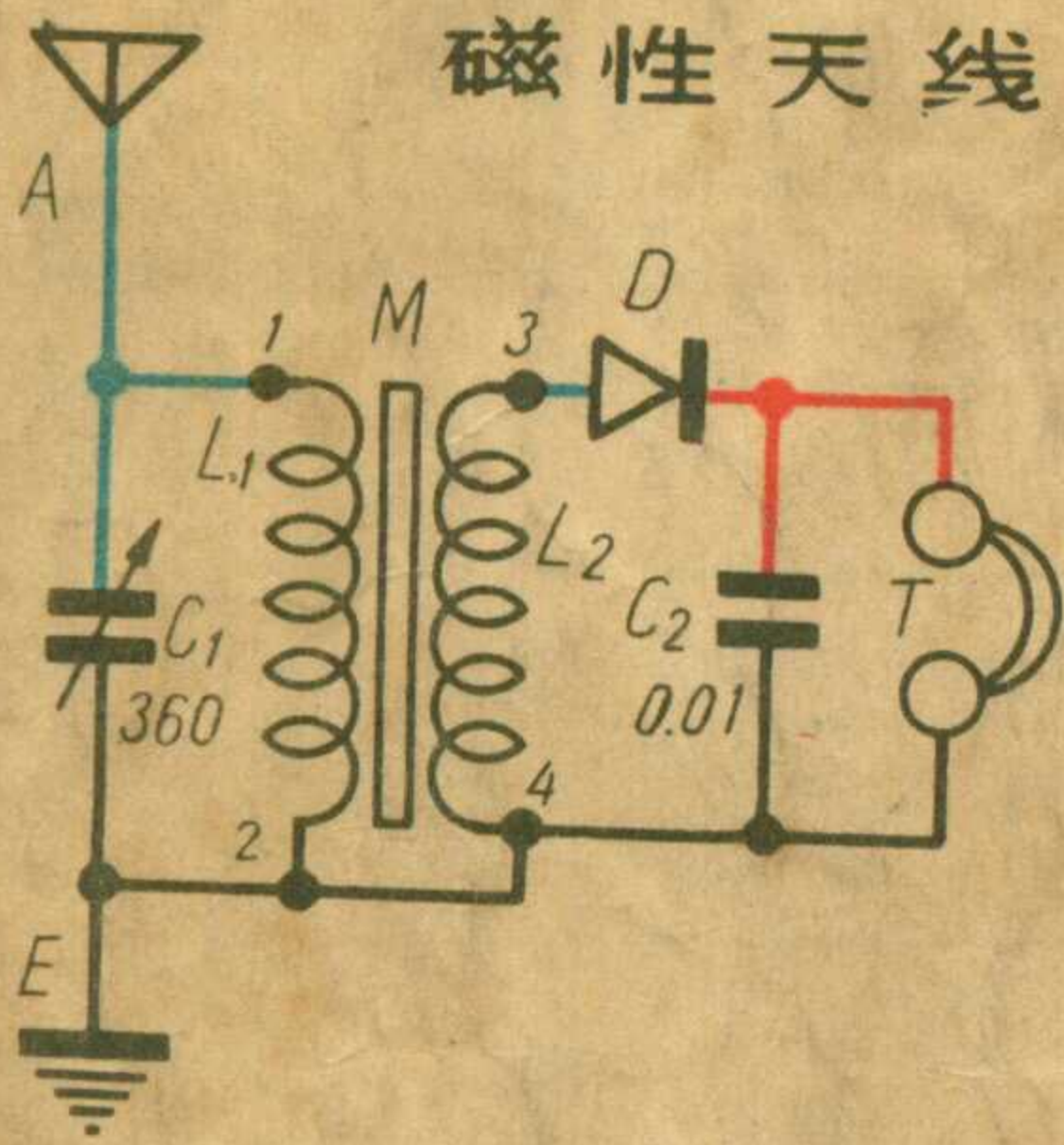
双回路矿石收音机



单回路矿石收音机



磁性天线矿石收音机



双调谐矿石收音机

