

无线电 5
1957

業余無綫電活動



在全国各地，業余無綫電活動正在廣泛地開展着

上：天津第十五中學“波波夫電訊社”在裝制超外差式收音机（新華社記者 張映華攝）

中：哈爾濱工人俱樂部的少年兒童無綫電研究小組（尚舒年攝 新華社稿）

下：北京市景山少年宮無綫電小組正試驗已裝好的3燈再生式收音机
(中國人民國防體育協會供稿 徐才 鐘光葵攝)

无线电电子学元件材料的新成就

罗 霖 霖

(一)

十多年来，无线电电子学技术设备的应用范围越来越广阔了。在新领域里，它们受到很多新的考验；它们要满足很多新的要求，其中重要的几项就是：精确度高，稳定性大，体积小，重量轻，能够适应越来越高频率和经得住恶劣的工作条件。这些新的要求逼迫得一天比一天紧，经过人们继续不断的努力，确实做出了不少的成绩。

无线电电子学的一个最新应用，可说是导弹了。它是一种最新式的武器。若把弹头（即装炸药或原子爆炸物的部分）去掉，装上各种测量仪器，能变成研究高空现象的最先进工具，我们常常把较简单的一类叫做火箭——火箭还是发射人造卫星不可缺少的设备。导弹技术的80%是指引技术，指引技术中绝大部分是无线电电子学技术。若是用来进行科学的研究，还要装上量测和传递数据的设备，那末无线电电子学佔的比重更大。人造卫星的情形差不多也是这样。

就导弹说，最重要的是必须迅速和准确。当导弹用几倍于声音的速度飞行时，还要随时精确地掌握它本身和目标的位置和动向，指引它本身命中目标，丝毫也不能发生错误。因此，在整个导弹体系里，装有极复杂的雷达、电子计算机、无线电控制器、发射和接收设备等。对于这些设备的每一个元件，要求都非常严格，原因是：

1. 当导弹在起飞、转弯和飞到高空时，会遭受很大的加速度，每一元件所受的力量是它本身重量的几倍到几十倍。这样剧烈的加速度会使元件性能改变或损坏。

2. 从地面到高空，温度是先变得极冷，然后又变得极热。弹体和空气的高速度摩擦，使弹体表面温度高达几千度。自然弹体内部的温度也是极热的；不仅如此，有时一部分电子学设备还要在喷出的燃气中工作。温度的急剧变化（几秒内相差几十度到几百度），可以使普通玻璃破裂。有人试做了简单的双管电子线路，在樱红色（摄氏800度）的温度下工作，使用了几个小时，每个零件和电子管都能照常工作。

3. 高空的气压是很低的，一万米（公尺）处只有200毫米（公厘）汞高（即水银柱压力），到二万米处，就只有50毫米汞高了；如果再高，气压可以比电子管里的真空还要低。气压低时，会发生电晕，甚至电弧，这时，有些绝缘材料就会渗出或蒸發。空气稀薄了，散

热也变得困难了。

归根到底，一个元件性能的改变或损坏，就会使整个导弹归于无用，全部指引设备也就徒劳无功。

另外，导弹的体积既小，要求它的重量也轻，因此导弹上的电子学设备自然也要又轻又小。

也许我们可以这样想，导弹的要求固然高，但是对其他设备不见得有同样苛刻的要求吧！自然情况是有些两样，不过十多年来，也有很大的变化。例如现代的多路通信，一根同轴电缆上可以通数百路以至数千路的电信；还有人试验在波导管上通几万路电信。这样多的信号混杂在一起，要用很多极精密的滤波器和振荡器来把它分清。一点误差就会造成串音，稍大的参数漂移就会把一路信号错送到别的用户去。这里，各种设备就要求制造得极精密和稳定。还有海底电缆中所装载波放大器里的电子管，预期寿命要达到40年，以免经常取出换新。

无线电电子学设备还有一个特点，就是不管把它拿到冰天雪地的寒带，潮湿酷热的热带，以及沙漠和海岸，都得照常工作；就是在这种极端的气候条件下工作，也不能避免在这种条件下运输。高温、低温、剧烈的温度变化、灰尘、潮湿、霉菌、腐蚀、低气压，剧烈的震动和冲击，都可能成为它致命的敌人。

有人把普通电子学设备会遭遇到的气候分成9种典型。在9种典型中，高空的温度会冷到摄氏-70度，变化的幅度达摄氏90度，气压可能低到200毫米汞高到50毫米汞高，热带大陆气候会热到摄氏85度，原始森林里的湿度会长时期停留在90%上下。实际上做出的设备，常常能在比这更坏的环境下工作。

超小型化是很重要的发展。元件的体积缩小了，不但使用方便，也有可能降低成本。象现代步兵用的携带式通信机，体积小，重量轻，可以放在钢盔里，因此就可以把手腾出来携带更多的武器弹药。还有极小型的助听器，直接挂在耳朵上就行了。

在20世纪60年代的今天，导弹、超多频道的通信设备等等，不管要求的条件怎样高，都已经变成了现实，能够经受严重的考验，满足严格的要求，不能不说这是这年代中无线电电子学设备的新成就。

(二)

这些新成就是怎样达到的呢？具体地说，不能不归功于：一些结构措施的采取，各种新元件的发明和新的

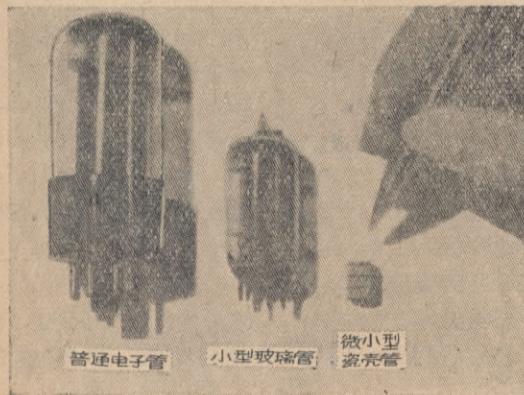
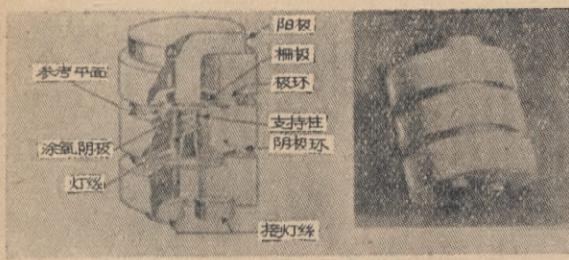


圖 1 高溫用微小型瓷金屬管

优质材料的采用。下面叙述一下最重要的几项。

晶体管 它现在已能代替普通的收信放大管了，频率也可到 100 兆周。实验室里有人做出了可在 500 兆周使用的样品。在音频范围里，晶体管已能发出数十瓦的功率，晶体管在它适用的最高频率下，也能发出数十毫瓦的功率了。

晶体管的贡献，不只是它本身比普通电子管小得多。实在说，晶体管内真正发生作用的部分，比它的外壳还要小得多，所以还有缩小的潜力。可是，更要紧的是它的电源电压很低（几伏到几十伏），不需要热丝电源，它所需要的电流也小，所匹配的阻抗比电子管也低得多。因此，配用的其他元件都可以大大缩小。如电容器的额定电压，3 伏到 30 伏就够了。电阻可用 1/20 瓦的，变压器里线圈的圈数可以减少数倍，电源可用普通的小型干电池，或超小型的银锌电池，可以不用振荡子，甚至可用其他更简化的办法取得电源供给。

晶体管不是十分耐热的元件。但是锗三极管已有在摄氏 75 度环境中使用的了，硅三极管大约可以达到摄氏 100 度以上。虽说它们的效能会随着环境温度的变化而变化，可是从线上设法补偿，也不是不可能的。它的寿命也极长。

极小型瓷封电子管 体积和一个普通的晶体三极管差不多，但是能用到数千兆周的频率，极其耐震，并且在樱红色的温度下还能工作。在这种温度下工作时，不

需用热丝电流，它的阴极就能正常地发射电子。为了能用到这样高的频率，它的极间距离极小，结构很精细；可是它的构造却很简单，比普通电子管还便于大量生产，甚至可采用机械来装配（图 1）。

密封和灌封措施 把元件密封起来，是隔绝潮湿、腐蚀和霉烂的最有效的方法。一种是封在金属壳内，在引出线的地方用一个密封绝缘子。密封绝缘子是用特别的玻璃和金属（可伐玻璃和可伐金属）熔接成的像一个玻璃珠一样。电容器、变压器、电表和继电器等，都可采用这方法。有的元件也可以封在像电子管一样的玻璃泡里。

另一个构造是在瓷管的两端烧上银，或漆上铁，再焊上金属帽或金属圈。它可以当作密封绝缘子用，如小型电容器和电阻，都可用它。

用塑料密封的方法有两种。一种是灌在金属壳内，另一种是没有壳子的，而是在模型里灌好，在凝固后取出，就更经济轻巧。灌封不但可用来隔潮，还能用来把组合在一起的元件固定起来，形成极为耐震的结构。这几年，环氧树脂的引用对灌封技术有很大的推动作用。它比过去的任何类似材料都好。优点是：

1. 几乎和所有的固体材料都能坚固地粘合在一起，因此不留一点能使潮气侵入的孔隙（在以前，引入线总是灌封的弱点）。它的强度也好，有的还能耐摄氏 150 度的高温。

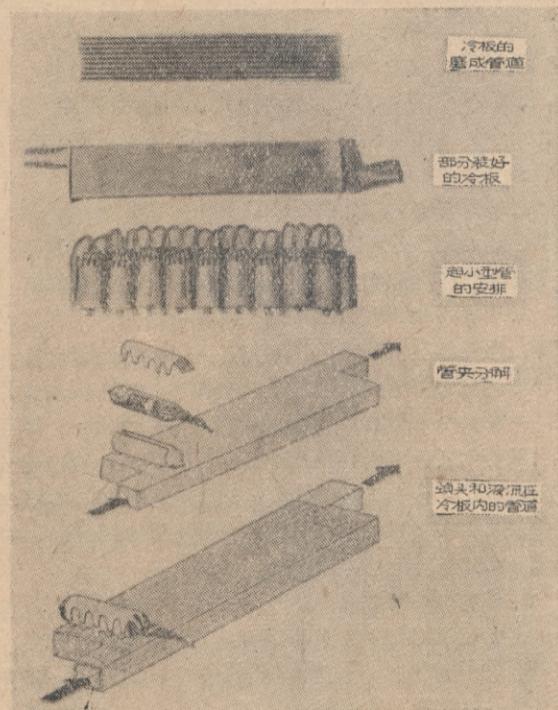


圖 2 冷却板的構造

2. 生料是流体的，加上促凝剂，可以在室温凝固。

3. 凝固过程中收缩很小，约为0.5—4%。

4. 能做成密度很低的泡沫体，介質损耗和电容量的变化都很小，合乎防震灌封使用。

散热措施 过去几乎限于采用辐射、自然对流和强制风冷的方法，目下开始引用传导、液体循环和蒸發等效率高的办法。例如圖2所示，电子管發的热由金属卡圈傳到散热板上，再用液体带走。还有的用液体直接噴到电子管和其他發热的部件上，利用蒸發帶走热。在有利条件下，蒸發散热所得到的溫度差可比合併使用辐射和自然对流低40倍。

在元件中合併使用蒸發和傳导，也可以大大地減少体积。有人做过这样的变压器：綫圈中襯了銅塊，把内部的热傳出；綫圈外層襯上玻璃絨，再把变压器半浸在液体氟化物中。液体氟化物由于毛細管作用滲到表面上，在表面上蒸發再在外壳內表面間凝結流下。这样就把热帶到了外壳上。用这方法冷却，減小了体积数倍（圖3）。

在热电偶中通过电流，就会使一个結連点的溫度升高而另一个則降低，有人正在研究用这方法达到散热的目的。

电阻 用热分解法制造炭膜电阻，精确度可达0.5—1%，溫度系数攝氏每度为0.025—0.05%，有的可到0.01%。最小型可到1/20瓦，阻值仍可达150千欧以上，尺寸約徑1.5毫米，長7毫米。

用热分解法把硼和炭一併淀积，可以得到稳定十倍的电阻，并且把膜体工作溫度从攝氏120度提高到攝氏150度。

把貴金属被在玻璃上做电阻，有的膜体工作溫度可达攝氏220度。它的阻值可达100千欧。一般說溫度系数也可达到攝氏每度0.02%，还可混用不同的成分，做出不同的溫度系数。金属膜的超小型电位器，只有13公厘直徑，可耐3瓦。試驗室中有人还做出了可用在攝氏600度的膜層电阻。

綫繞电阻也有各种不同的溫度系数。由于綫不能过細，它的阻值不能过高。兩年前有人用到20微米(0.02

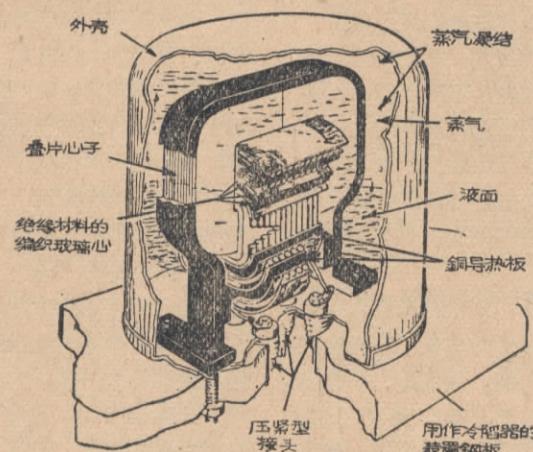
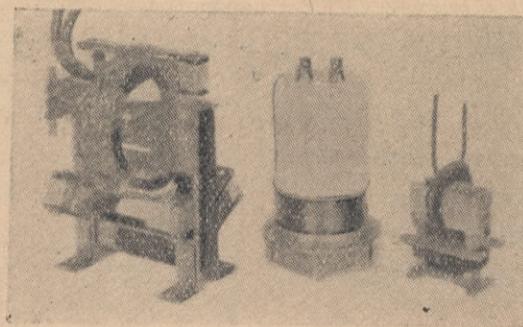


圖3 利用導熱和蒸發冷却变压器

公厘)的細綫，目下估計可能細到10微米(0.01公厘)了。

筒螺紋体的綫繞电位器，可有1.25米長的綫繞阻体。它的角度誤差可达到0.025%以下。

电容器和介电材料

正在推广的是采用聚乙稀苯二甲酯的合成介質。它的机械强度極高，能做到2.5微米的薄膜，还能像紙一样，用蒸發法被上金屬，因而省去了金屬箔。它的持续介电强度达每毫米30千伏(6微米厚)，并且能在攝氏125度使用。它宜于做超小型电容器，例如220伏0.1微法的电容器，它的直徑只有9毫米，長度是22毫米。它很有發展到代替大部分紙介电材料的可能。

聚苯乙稀膜电容器，可做到0.5%的精确度，損耗正切極小(0.0002)，溫度系数为攝氏每度 $100 - 150 \times 10^{-6}$ 。漏電極小，可保持电荷數十小時。

最高溫度是攝氏60度，但是有希望能生产出更耐热的品种来。

采用氟乙稀膜的电容器，能在攝氏200度时使用，介質损耗也仅只0.0005。

在紙介电容器中，使用新的固体浸漬材料，可以把工作溫度提高攝氏40度，因此体积也可以縮小。

采用这样的工艺，在紙上噴了漆再被上金屬，最后把帶着金屬的漆膜揭下，可做成供極低电压用的电容器。

鋁極电介質电容器新型的能用于攝氏-60度到+85度。新式的鉛極电解电容器，能用到攝氏200度，体积更小，10伏，100微法的只有13毫米長（圖4）。

鈦酸鈿類的瓷介电質，介电系数可超过10000，制成250伏，0.04微法的电容器，体积只有2立方厘米。含鎳或鑄的可制成溫度电容系数为0或一个更小的負数



圖4 干式鉛極电解質电容器

談發報

童效勇

發報是为了叫对方抄收的，所以發報手法的好坏，就直接影响着抄收者的工作。發報的手法是否都能練得好，怎样才能發得快、發得好？就这些問題來談談我的認識。

打好基础 这是發報的第一个关键，手法不好的同志大多都是从一开始就沒有体会到正确的用力方法，往往会有意無意地养成一个不好的習慣，那末以后就不容易發好了。这和牆基打得不好的牆，不能够砌得很高的道理是一样的。打好基础就是要求我們很好的去体会正确的用力方法，如何把書本上或是理論上正确的用力方法，能自如地运用到自己的手上，並使这拍發自如的用力方法，永远在自己的手上巩固下来，只有这样才能有提高速度的可能。

握鍵 發報的握鍵姿勢很多，用平鍵鈕的人，握鍵方法大多都是以食指、中指并攏后弯成弧形放在鍵鈕的平面上，拇指自然靠在食指的左側，無名指、小指自然地向手心弯曲（圖1）。也有从这个基本姿勢上变形而来的一些姿勢，如以三个手指即食指、中指、無名指并攏后弯成弧形放在鍵鈕上，拇指、小指仍然不变的姿勢（圖2）。又有用苏式鍵鈕的人，他們的握鍵，大

多都用拇指、中指捏住鍵鈕的腰部，而中指的第一关节“跪”在鍵鈕的底盤上面，食指弯成弧形放在鍵鈕圓面的前半部（圖3）。也有一些变形的姿勢，如中指不“跪”而“站”了起来（圖4）。所有上述各种姿勢都各有其优点和缺点，因此不能絕對地肯定說那一种好，那一种不好。事實證明，只要对那种姿勢运用得自如，就都能發得快、發得好。但是对于初練發報的同志或是已經掌握了苏式握鍵方法的同志來說，我認為最好 是用圖3的方法。因为这种握鍵方法，容易掌握和体会拍發的要領，虽然这种方法使手指的自由彈动力受到了一定的限制，但是恰恰因为这个原因，才容易發得清楚有力，不易出現花腔怪調；同时也容易巩固。

对电鍵的調整 电鍵調整得适当 不适当，对手法的巩固和点划的清楚，都有很大的影响。对速度低、尤其是剛开始練習發報的人來說，电鍵上下接触点間的距离應調得大一些，大約保持在10張白報紙左右的厚度是比較适宜的，彈簧也應調得硬些，这样在發報时容易發得点划清楚，也容易体会和掌握正确的用力方法。当速度逐渐提高时，可以根据各人手腕的力量將电鍵适当地調低和調軟，但也不要調得过低和过軟，調得过低

（ -50 至 -150×10^{-6} ）的，用来抵偿溫度影响最有用。

云母經過特別处理，可以做成在攝氏800度用的电容器。

电感器和磁性材料 用瓷或玻璃筒被上筒螺紋金屬層，可以制成極稳定的高頻电感，溫度系数攝氏每度可達 6×10^{-6} 。

配合晶体管用的鐵心变压器，有的只有小指头大小（圖5）。做超小型变压器可用尼龙做線圈框，用聚乙稀苯二甲酯做絕緣，用極細的線，有人用到25微米的線。

試驗室里有人做出能在攝氏520度連續工作的变压器。磁心是低硅鐵的，居里点（即导磁系数在弱磁场內隨溫度变化达一峰值突然下降的轉折点——編者註）在攝氏500度以上。線是包銀銅線，外面塗上瓷質絕緣。

圖5 超小型音频变压器
(100毫瓦)

軟磁性材料中，坡莫合金的初导磁系数已可达到140000。鐵淦氧磁体用作軟磁材料，有的可以用到250兆週以上，还可以制成高頻的可饱和电感和鐵磁放大器。

利用鐵淦氧磁体在微波頻率的磁諧振現象。在数千兆週和更高的頻率时，可做成一种前所未有的元件——微波逆止器，这种元件能讓电波在一个方向傳播容易，另一方向則被吸收，开辟了微波線路上的新領域。此外用鐵淦氧磁体还可作成計算裝置、控制裝置的儲藏元件，和延迟綫、濾波器等，其使用前途是非常廣闊的。

硬磁性材料中，十多年来从最早制成的鋁鎳鈷合金起，已把單位体积的磁能积由 1.6×10^6 厄提高到 5.7×10^6 厄。在試驗室曾达到 11×10^6 厄的世界記錄。最重要的發展是：(1)用 $Ba_0.6 (Fe_2O_3)$ 燒結成晶体排向的材料，可得每立方厘米 3×10^6 厄；(2)用鉻化錳达到 4.5×10^6 （有时达到 8×10^6 ），內矯頑力7000；(3)用超細鐵粉达到 1.1×10^6 。这些都是为了节约鎳而发展起来的。

以上仅叙述了一些突出的方面和突出的例子。要列举所有方面的成就是不可能的。还必須強調一下，新的元件和材料常常是补足了某些旧元件和旧材料的不足，因而推動技术的發展，而不是代替它們。因此，無數旧的，但是長期證明是优越的材料，不管怎样，極大部分还是要存在下去。

从这一些例子中还可看出，元件是無綫电技术發展的重要基础，而材料又是基础的基础。

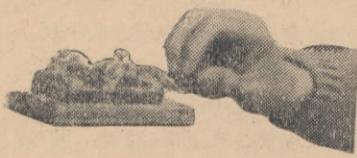


圖 1

和过软以后，就不易發得干脆有力，發得快时甚至会有电鍵跳不起来的感觉。因此，即使到速度比較高些的时候，最好也

能在各人手腕的力量能够允許的条件下，尽可能的不要把电鍵調得太低太軟。

用力 手法的好坏，在很大程度上是由用力的正确定与否来决定的。那么要發得好、發得快，到底是應該用指力、还是用腕力、或者是其他部分的力呢？我的意見是腕力指力一起用，否則不是發不快就是發不好。至于說其他部分的力，那是絕對不能用的。譬如說臂力，凡是用臂力



圖 2

發报的人，他們发出的点划是以手臂的力量拖出或是压出来的，这样当然不可能發快，同时在發了長報以后，还会有关节肌肉酸疼的感觉。

發报时基本上應該运用腕力，而适当的以指力配合。这就是說，發报时的“主动部分”是在于腕部，手指起着“傳动”和“助动”的作用。“傳动”即是以手腕在上下垂直运动时的力量带动手指，而經過手指將力量傳导至

电鍵。“助动”即手指的彈动力。随着速度的不同，指力与腕力的比重，以及手腕上下运动幅度的大小也

不同。在速度低时，

手腕的运动幅度就大，手指主要是起着“傳动”作用，这时“助动”作用是很微弱的，尤其是在短碼分速在 100 字以下的时候。当速度高些以后，手腕的运动幅度逐渐减小，而手指就應該相应地增加“助动”作用。因此，發报的速度是由手腕上下运动幅度的大小和手指彈动力的强弱来控制的。

对各个手指的作用和用力方法，我有这样的体会：拇指主要起輔助作用，而手指的“傳动”和“助动”作用，主要是通过食指、中指来完成的（如果是圖 2 握鍵方法，就

还有無名指），而其中又以中指为主（如果是圖 2 握鍵方法，则中指和無名指的用力大于食指）。



圖 3

如以拇指和中指为主要用力点时（苏式握鍵法），

1957年 第5期

或以食指为主时，往往會变成以手指的力量來牽动腕部，而会使手腕的动作不能灵活自如，拍發时，手腕会有僵硬或抬高的現象，就会影响發报的速度。

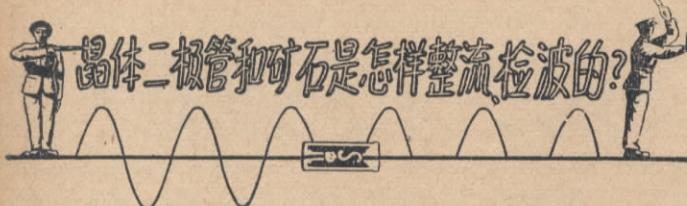
勤学苦練 事实証明，凡是發报速度高，質量好的同志，除了他掌握了正确的用力方法以外，都是經过了長期勤学苦練的过程的。手法的好坏完全决定于發报者自己，只要我們满怀信心很好地練它，那是不怕練不好的。練發报手法需要有比練收报更大的毅力，因为它不可能月月都有提高，更不能日日提高，因此，这就需要我們既防止灰心丧气的消極情緒，又要防止急于求成的急躁情緒。練，就必须是長期不間斷的，有計劃的勤学苦練，只有这样才能練出好本領來。

提速 當我們在某一速度上練到了相当長的时间以后，就会自然而然地發得快一些了。這是我們最需要注意的时候，如果任憑手的“順利”而亂搶速度，那就危險了，要不多長時間，手法就会被弄坏；如果这时候过分強調“稳”而不提速度，那又有些保守了。那末怎么办呢！應該是提高速度，但控制在一个适当的水平上，如果你本来每分鐘能發 100 字左右，而現在任憑自己的手法尽量地發快，每分鐘能發出 120 个字來的話，那就應該控制在每分鐘 110—115 之間来进行練習，等这个速度練習了相当長的时间，有了巩固的基础之后，再进一步提速。

不乱發 但我們在練習中，往往也会碰到不順利的时候。有时一抓到电鍵，手就好象是硬的，动彈不起来，这时不應該停止不發，而应先慢慢地發。过一会儿，手就会灵活起来，要是干脆不發，或是心头一火，抓住电鍵乱快一陣，那都是沒有好处的。在平常的时候，也不要抓到一个电鍵就随便乱敲几下，要發就要好好的發。

正规清楚的信号印象 當我們羨慕某一种手法的时候，就会自然而然地去模仿它，所以能找到一个手法好的同志，經常請他帶發，如有自动發报机或学，当然更好。多听听新华社用机器發出来的报，也是一种很有益的做法。机器發出来的报既清楚正規，又好听，听得多了，養成了一种正規的發报習慣，对于練習發报有很多的好处。总之，要使每个电碼符号在我們腦子里的印象都是正規清楚的，使这些正規清楚的信号始終在我們的腦子里佔統治地位，从而指导我們的手法。因此，我們在平时应尽量地多和正規清楚的信号接触，而避免和一切可以避免的花腔怪調接觸。

坏手以后 当然最好是不要讓手發坏，但坏了也不必大惊小怪，“手法”坏了，可以停止一个时期，暫不發报，然后再从头开始練起，但最主要的是應該从这次坏手中找出原因来，作为今后的教訓，以免在重新練好以后，再把手法弄坏。許多發坏了手又重新練好的人，就是善于檢查和改正錯誤的人。



(本刊特約稿) (德意志民主共和国) 約·寇勒

晶体二極管(也叫半导体二極管)和矿石究竟是怎么会有檢波作用的呢?为了說明这个问题,我們應該先談談晶体的結構和晶体里有关的一些物理現象。

电子在不同的轨道上圍繞原子核以不同的速度旋轉,不同的軌道表示不同的能量級別,电子只能佔据某一定的能級。

一个电子由外層轨道落入门內層轨道时便以輻射方式放出能量;反之,一个电子由内層升到外層,则需要吸收能量,这种能量可以热能方式輸入。每一轨道上的电子数是有一定的。例如最有代表意义的半导体鎗,它的原子有32个电子圍繞原子核运行,其中4个电子位于最外層,叫做“价电子”,它决定元素的电性能和化学性能。这4个电子說明了鎗是四价的,一个鎗原子能与另外4个鎗原子联結起来。

許多鎗原予以“电子对”的方式联結形成鎗晶体(圖1),这一对对的电子就像彼此伸出的手一样,即化学上称的“价鍵”。在晶体中,电子轨道不再像在單原子中安排得那么确切,而以“帶”的形式分佈着。

价电子环行的帶称为“价帶”,它最靠近原子核。因价电子与原子核是联系着的,故它是不导电的,可是它们在价帶中仍然可以自由运动。如給以能量,可使电子由价帶升到另一个能帶上去,因为电子在这个能带上是自由的。所以起着导电的作用,这个能帶称为导帶(外部帶)。

半导体材料(鎗晶体)的禁帶是比较窄的,一般热能就可把电子推向导帶。如果一个电子从价帶升到导帶,则在此原子的价帶中便缺少了一个电子,这样一定有一个价鍵不完整,形成一个“空穴”,像电影院一排观众中有一人离开座位一样(圖3)。空穴对价帶中电子有吸引作用,在电場中价帶的电子由一个原子跳到另一个原

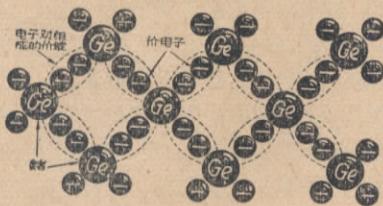


圖 1 鎗晶体中“电子对”的結合情形。

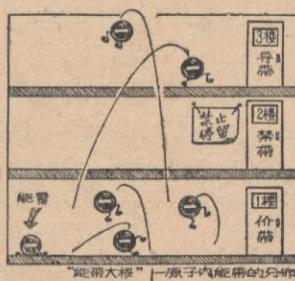


圖 2

子去填补空穴的运动,也可看成是空穴本身的运动,其运动方向与导帶中的电子运动方向相反,因此在半导体中,空穴和电子的运动形成电流。

为什么空穴的运动和电子的运动相反呢?我们可以設想一排觀眾中第2人向右移动,則“空座位”(空穴)向左移动(实际上是左边一号位子上出現了空座,人代表电子),如果在半导体上加一电压,則电子羣移向正極,空穴羣移向負極,这里的电子和空穴都被認為是能导电的,一般称为“載流子”。輸入的热能愈多,則被激动移向导帶的电子也愈多,导电的能力也越大,形成所謂“自导性”,对半导体來說,在室溫时热能已足够引起这种导电性。

N型鎗

上述的导电性作用即所謂本徵导电性,尚不能使晶体产生檢波和整流作用;这些作用只有在結晶構造上發生決定性的变化后才会产生。

在晶体里掺入化学杂质可产生另外一种导电性。

若在形成晶形前的鎗溶液中加入五价的錫(有五个价电子),这样錫原子便滲入結晶格子中去了。構成鎗結晶,仅需錫原子中的4个价电子形成价鍵。錫原子中的第5个价电子处在力量不平衡的状态下,給予很小的热能就能将它移向导帶,一般在室溫时所有多余的电子都已处在导帶,失去一个电子的錫原子(正离子)仍在晶格中牢固地联結着。这些失去电子的(也可以說能拿出电子的)元素称为“施主”。如此形成的半导体晶体因为它是电子导电型的,叫“电子导电型半导体”,也叫“N型半导体”,这样形成的鎗也就叫N型鎗。

P型鎗

如果不用上述的5价元素而采用了3价元素(例如硼),則价鍵中缺少一电子。为了填滿价鍵,便只好由毗鄰的鎗中攫取一电子,这样便形成“空穴”,空穴被电子填滿,另一处又出現空穴,空穴自一个原子移向另一个



1 2 3 4 5 6



1 2 3 4 5 6

空座位
向左移位

圖 3 占滿的座位和空座位。

原子，就产生导电作用。它的运动情况与N型锗中之电子类似，同样很小的能量便已能把其他锗原子的电子扯开而来弥补空穴，这种元素因为它接受电子，称为“受主”。这样形成的锗晶体称为空穴导电型半导体，也叫P型半导体，这样形成的锗晶体就叫P型锗。

施主和受主都称为杂质，N型和P型锗称为“杂质

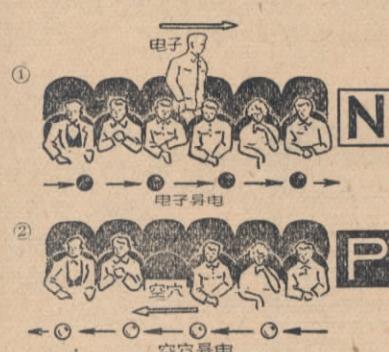
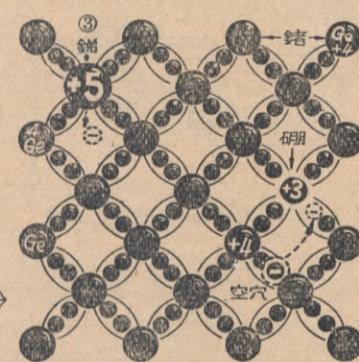


圖 4①N 型锗和 P 型锗的形成。

圖 4②N 型（电子型）半导体内，是电子导电。自由电子移动不会造成空穴，好象电影院里座位上的观众一样，后排的位置上全都是空的，有一个观众在移动，但并不发生“空座”（空穴）的问题。
↓

圖 4③P型（空穴型）半导体内，是空穴导电。电子去填漏别的空价带时，产生一个空穴。这个空穴又被靠近的一个电子填补，这时晶体中只有空穴移动，空穴依次向一边移动，产生导电性，好象一排位子中有一个人空座（空穴）依次被靠近一人填补，这就会在高座人处产生一个新“空穴”。



半导体”，因为它们是用人工掺入杂质的方法制成的。

当晶体内部杂质的密度和性质有变化时，就形成P-N结。我们现在考虑一个一半为施主，另一半为受主的“PN结”。在制造这种结晶时是采用先将锑熔入锗中，然后取出一些这种状态的锗，在这些取出的锗中加入足够的“受主”如硼，使硼的效应超过锑的效应，这样便形成一种结晶，其第一部分为N型，第二部分是P型，因此就形成一个P-N的结合叫PN结。杂质加入的数量是极微的，需能在制造中预先精确地掌握。

PN 结合层的形成和性质

我们设想一个P-N结，它的两端分别为P型及N型半导体，在此二端的交接处便有一过渡区，又叫做结合层。

设在P区及N区内载流子（电子或空穴）的浓度是不相等的，则在过渡区内电子便自N区向P区扩散，这样便造成N区缺少电子。相反，空穴自P区向N区扩散，

这样便造成P区内便有负的空间电荷集聚，而在N区内有正的空间电荷集聚，同时，因为这些扩散的空穴和电子又与其相当的带有相反电荷的载流子再结合起来，所以更加强了这个作用。由于这些作用，空间电荷将大到如此地步，使得空穴不再能从P区逸出而渗入N区，空穴在这里遇到一高到不能逾越的正电位壁壘。在另端其情况完全一样，仅符号相反而已，电子不能越过由于同样的理由产生的负电位壁壘。至此扩散便终止，在过渡区形成一个“电荷的双层”。

伦纳茨教授(Prof. Lennartz)曾用一个譬喻说明PN结中的情况(如图6)：

设若在表示正电位和负电位时把上下颠倒一下，把P区的负电位“抬高”表示，而把正电位朝下，恰与前述两种表示法相反(空间电荷和电位)。

在导带的电子譬如“铁球”，禁带譬如“天花板”空穴譬如氢气球。铁球不能穿过天花板而下墜；氢气球也不能穿过天花板而上升。氢气球飘浮在天花板下面(价带)，而铁球则高一層靜止在天花板上(在导带)。

如果沒有电位跳躍存在，则天花板应是平的，但电位跳躍起的作用，使在P区的天花板高于N区的，所以在过渡区里出現了一个斜平面。因为在N区的电子

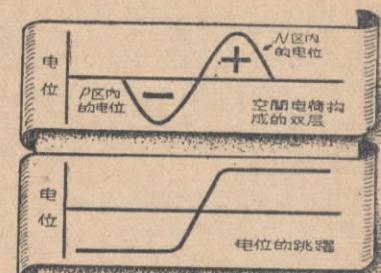


圖 5 結合層、電位壁壘、空穴電荷雙層和電位的跳躍

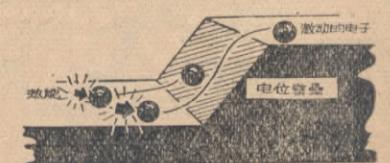
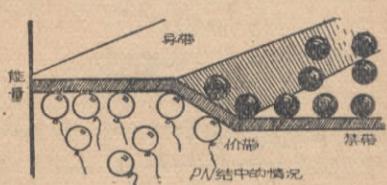


圖 6

犹如铁球，所以不能从右向左滚上电位壁垒；空穴犹如氢气球，所以也不能从左向右沉下电位壁垒。

不过，在实际情况中，不论是否空穴，或是电子都不是在完全静止的状态中的，它们由于经常存在的热能的作用而跳跃。因此电子获得足够的能量而能跳上正面的高垒的情况也可能发生，对于空穴而言上述情况也同样是可能的，仅运动方向相反。这扩散一直进行，直到电位壁垒已高于由能量而激起的电位跳跃时才终止。

假如在P区及N区加上一电压，则能带（图中之天花板）将被提高或压低。正电位使它压低，负电位使它升高。

PN 结中的整流作用

图7A表示PN结两端不接电压时的平衡状态。图7B表示直流电源的正极接在N层，负极接在P层。电位壁垒由于接上了电压而显著地增高了，在N区的电子和在P区的空穴便被撤出过渡区，由此便在过渡区发生了载流子贫乏的现象，P区和N区的高度之差变得如此的大，以至于相互的扩散不可能进行，过渡区便对导电起着阻塞的作用，电流便因此而不复能通过。

实际上情况稍有些不同，在P区内还有小浓度的自由电子，在N区内还有小浓度的空穴。成对联结的在P区的电子持续不断地产生着（自导性及相反的杂质），它们（假想如铁球）滚下而进入N区，空穴（假想如氢气球）自N区升上电位壁垒而进入P区，电位壁垒的高度对于它们是不起作用的。约十分之几伏的微弱电压已能掌握住全部这种的载流子，这样得到的电流称为“阻塞电流”，它是个饱和电流。

在图7C中，电源接法恰与图7B相反。电源的正极接在P层，负极接在N层，所以N区被提高而P区被压低，由此造成一平坦的过渡区。许多有足够跳跃能力的电子便能进入P区，此电子便被正电极吸引，空穴的情况与电子一样，仅相反而已，空穴扩散到N区。电位壁垒越低，则从一区进入另一区的载流子便越多，所

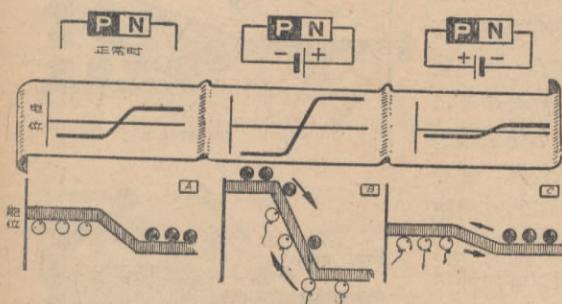


图7 PN结中的整流作用。

以便与外加电压有关，外加电压越高，则电位壁垒越低，通过电流也就越大。

交流电的极性随频率而变，一会儿正电极接在P层，但在半个周期中便是负电极接在P层，在一个方向上电流受到阻塞，但在另一方向上它将畅通无阻，这样就产生了整流和检波作用。

从图7B中可以看到，在很小的负电压时，仅阻塞电流在流，实际上它要在负电压高出一100伏时才会显著地增大。

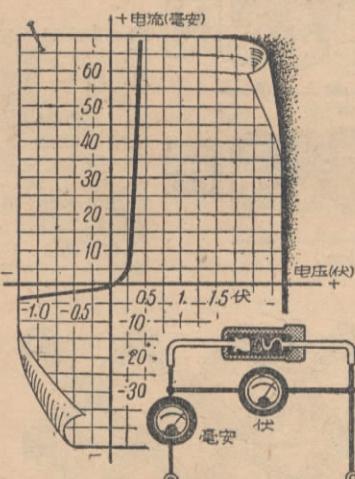


图8 PN型锗整流器的电压、电流特性曲线。

图8表示一个PN型锗整流器的电流电压特性曲线，曲线表示，电压为正向时，电流增加很大，导电容易；而电压为负时，电流（反向）增加很慢，导电困难。

矿石的检波作用

很久以前科

学家们就发现了天然矿石的整流

和检波作用，直到今天这种检波器还在一定的范围内应用着（例如矿石收音机）。

我们知道，在许多天然晶体的组织中同样地也有化学杂质存在着。在前述的人造晶体中杂质是均匀地分布着的，即在晶体表面的任何位置，其电性能的灵敏度是一样的。而在天然矿石中的杂质密度却是不均匀的，由于这个缘故所以天然矿石并不是表面的任何一点都具有整流作用的，要用一根可移动的金属针在晶体表面寻找那有最好整流作用的一点，这种点就叫做灵敏点。矿石（晶体检波器）相当于一个点接触的半导体整流器，在针尖端的四周形成一个区域，这个区域叫做“接触隘口”，检波整流作用就是由于这个区而引起的，其检波作用的过程和上面所谈的P-N结型晶体整流器相同。晶体检波器的基本结构形式在新式的晶体二极管中仍保留着。

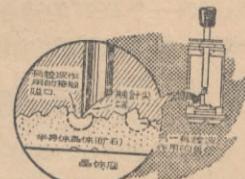


图9 矿石的灵敏点。

印刷电路是怎样制成的

毛公

近几年来，由于电子线路的日趋复杂，制造电子学设备时消耗在装配和线路焊接上的时间，常佔总时间的60%，例如一部普通的电子计算机往往包含有几千到几十万个元件，要把这些元件一个个用手工焊接起来，那末所费的时间和付出的劳动就越来越显得冗长和沉重。因此，如何使这些设备的装接工作简单化，以适应自动化大量生产和降低成本，就成为电信工业的一个新的课题。

印刷电路就能满足这些要求。

印刷电路的方法

所谓印刷电路，简单地说，就是把机件里的接线改用导体材料，把它印在绝缘底板上。制造印刷电路的方法很多，如压铸法、腐蚀法、电镀法、照象法等，其中有些已经应用到大量生产中。下面就来谈比较好的照象方法。

照象法和其它方法一样，首先把准备印刷的线路加以整理（如图1）。然后决定各个元件在底板上的排列位置，这时要注意解决不使线路交叉重叠（否则就等于短路了）。在元件排列的位置决定后，再把线路在白纸上画成如图2的形状，这就是准备印刷的底图。底图往



图2 把线路画成印刷电路



图3 核对显示在底板铜箔上的图案是否与底片相符（图中玻璃底板是经过第二次翻印的底片，以便核对）

往比实际尺寸大2—4倍，图中黑色面积表示接线。

把底图按实际需要的尺寸摄成底片，这时底片上的黑白颜色所代表的和印成的机器底板相反，白色部分代表接线，黑色部分代表线间的空隙。

作为机器绝缘底板的是一种敷有铜箔的绝缘板，绝缘板的厚度约几公厘，而铜箔的厚度只有0.01—0.025公厘。把底板切成合适的大小并把铜箔面加以清洁后，

敷上一层感光乳胶，再把照象底片盖在铜箔上用紫外光使乳胶感光几分钟，然后和处理照象底片一样，把它浸入溶液中冲洗，把没有感光的乳胶层洗掉，于是只有代表接线的那部分乳胶仍旧附着在铜箔上。为了促进显影，溶液中加有一种保护剂，这种保护剂最后就复盖在冲洗后留下来代表接线的那一部分的乳胶上。

经过这样处理后的底板，看起来已和底图相仿，黑白分明（图3），再把它放到另一种溶液里，使未被保护剂复盖的铜箔腐蚀掉，最后把剩下来当作接线铜箔。

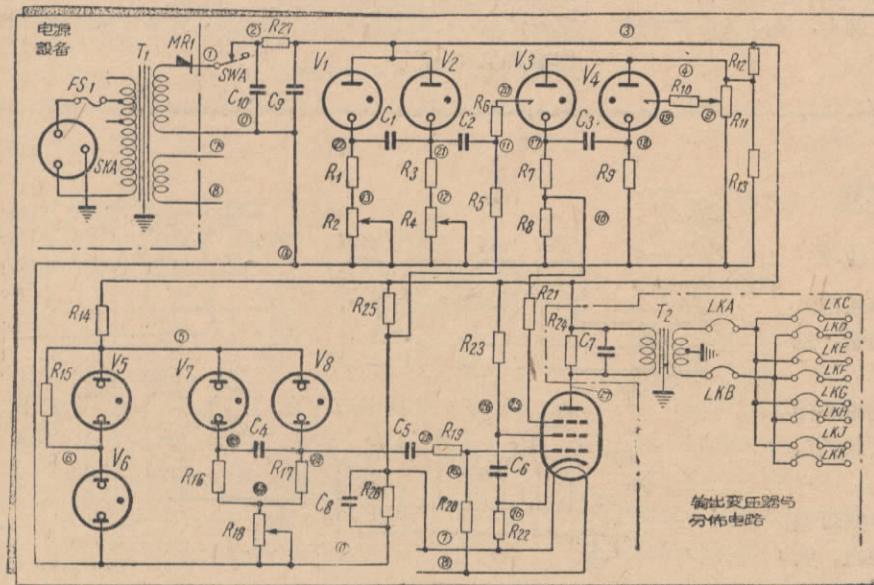


图1 准备制印刷电路的线路图



圖 4 制成后上了腊的印刷电路



圖 6 印刷电路底板上元件排列的位置圖

印刷电路的优点

印刷电路不仅可以代替手工焊接接线，节省大量劳动力，而且还可以消除手工接线的错误和加强接线的可靠性。由于不用接线和减少了大量焊料，设备的重量和体积相对的减重和缩小了，例如用印刷电路装配成的半导体收音机只有钱袋那么大小。用印刷电路装配成的设备，它的规格与型号比用其它任何方法装配起来的更趋于一致，这一点在安装大型设备时，由于互换方便，更显得重要。而印刷电路最突出的优点，还是在于通过它能把手工操作变成自动化的机械操作，适用于大量生产，降低产品成本。

到目前为止，在收音机与电视设备方面，除了已经采用上面所讲的各种印刷电路外，还有把电阻、小容量的电容器、线圈、开关等元件直接印到底板上；甚至有人把一个简单发射机的全部元件都印在电子管的玻泡上，照样工作得很好。

印刷电路的发展还是最近几年的事，但是已显示了它的优越性，随着研究工作的进展，它对于电子设备的影响将愈来愈广。



圖 5 裝配后印刷电路的底視圖

上的保护剂和乳胶洗去，并加以清洁和干燥，涂上一层白墨溶剂，以防铜箔氧化并提供下一步焊接元件的便利。这样才算制成了第一张比较完整的印刷电路（图4）。剩下来的手续是修整底板的大小和冲压安装元件的孔眼。安装元件的工作很简单，只要把所有元件的引线穿入预定的孔眼，再把底板浸入盛有熔化了的焊料槽中，几秒钟的时间，所有接线全部焊妥。图4、图5就是装配好了的实物图。

灯丝接线方法的改进

长春第二机电安装公司广播站

常用的5灯收音机的灯丝接线方法如图1。如果把它改为图2的接法，就比较合理。原因有二：

一、因为图2中，灯丝绕圈中心接地，那么在使用12.6伏电子管如12SQ7、12A6时，可以降低交流声。

二、在全部电子管都是6.3伏灯丝电压时，负荷可以由两组绕圈分担，变压器不易发热，能延长工作时间。见图2乙。

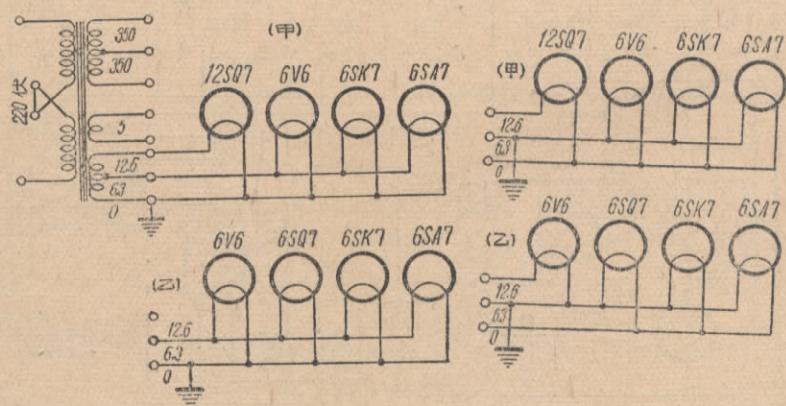


圖 1 一般接綫法

圖 2 改进后接綫法

音=調=調=節=器

随着唱片质量的提高和录音音频范围的扩大，近几年来对扩音机的音质要求也日益提高，要使全部可听音频范围以内的声音，显得动听逼真，拾音器、扩音机和扬声器的音频响应特性需要从20—20,000週，同时失真率亦要很低。但要满足一般的要求，音频范围从60—10,000週已经足够。从目前的扩音机制造技术来讲，要

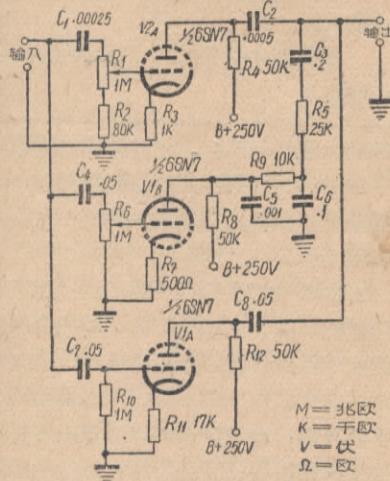


圖 1

圖 1 是利用三只三極管的音調調節器線路，其中兩只三極管分別把高音低音放大，另一只把原有音頻信號產生約 3 分貝的衰減，三者都在輸出點相連，相位相同。V1B 是低音補償部分，屏極上的濾波線路 R_9, C_5 和 C_6 只允許 1000 週以下的音頻通過，輸出音量由電位器 R_6 控制。V2A 是高音補償部分，輸入和輸出交連電容器 C_1 和 C_2 把低音濾去，只允許高音通過。當 R_1 向下旋

滿足上述音頻範圍已不感困難，但拾音器和揚聲器的特性除特殊設計的高級品外，遠較擴音機為差，為了補償拾音器和揚聲器的缺陷，我們在擴音機部分進行高音和低音的補償，來滿足我們的要求。

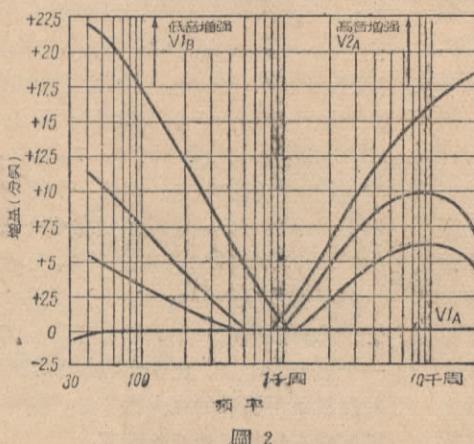


圖 2

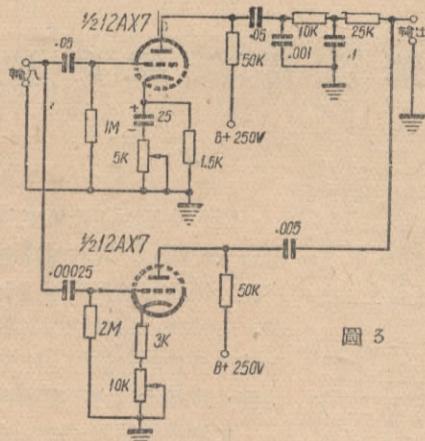


圖 3

向下旋到底時总的音頻響應特性是平坦的。

這種音調調節器應接在擴音機的前級，如拾音器和擴音機之間等，如要接在收音機上，可接在第一音頻放大級和強放級之間。低音和高音補償的最高範圍如圖 2 所示。

這個線路的低音頻輸出很強，容易使次級電子管過負，因此不應把低音控制器 R_6 旋到最大，而且低音輸出過大，增加擴音機的音量時，有產生“汽船音”的可

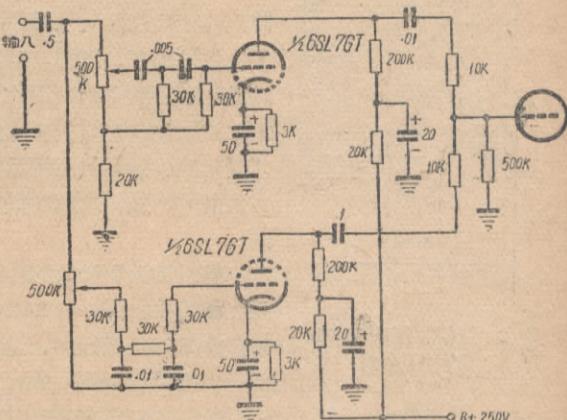


圖 4

能，碰到這情形，可以減少擴音機上一只或數只電子管的柵極電阻值，必要時可以在屏回路里裝退交連線路。

這種音調調節器可以簡化如圖 3、圖 4。這種音調調節器接在收音機上使用時，音頻響應特性有顯著改善。圖中一隻三極管放大低音，另一隻放大高音。在揚聲器質量較差的擴音機上使用這種線路，音頻特性會得到顯著的改善。

(鮑耀昌根據美國“無線電與電視新聞”)

1956年9月份材料編寫)

到底時，有一只80千歐的電阻串聯，在電位器上，使 $V2_A$ 的 R_1 在零位時仍有適量的輸出，補償 $V1_A$ 在 $V1_B$ 的屏極濾波線路上所失去的高音。當 R_1 和 R_6 都

矩形波是怎样产生的

尤衡

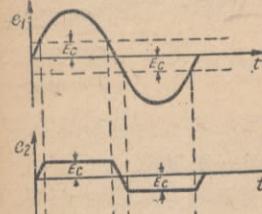
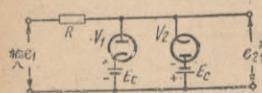


圖 1 兩極管削波線路和它的各級波形

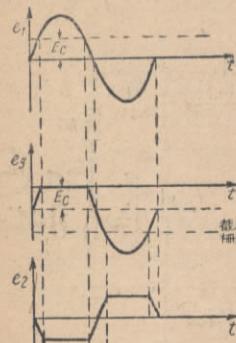
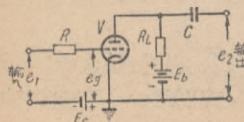


圖 2 三極管削波線路和它的各級波形

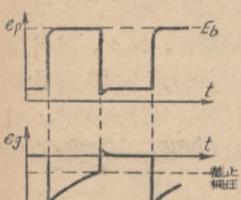
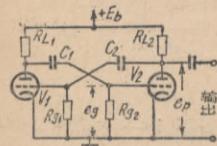


圖 3 多諧波振盪器和它的各級波形

捷克斯洛伐克無綫電管理局在無綫電日給

我国邮电部的賀电

中华人民共和国邮电部：

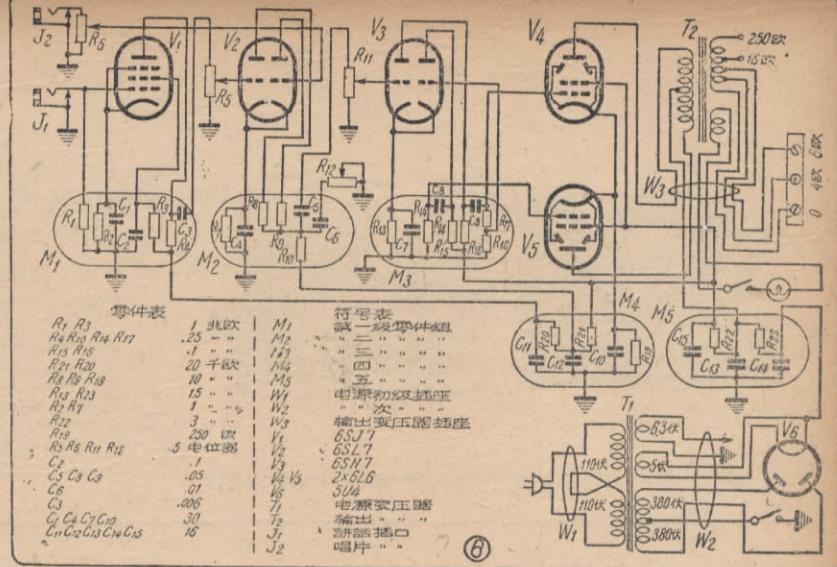
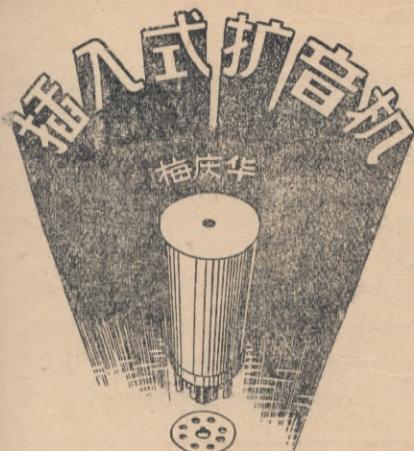
值此無綫電日——進步世界無綫電工作者的节日之际，謹代表捷克斯洛伐克無綫電工作者向中国全体無綫電工作者致以友誼的敬礼，并祝他們在为国际和平和友好的工作中取得更多的成就。

捷克斯洛伐克邮电 部中央無綫電管理局

大的線性畸變的話），于是輸出波形很接近于矩形波。要想得到更好的矩形波，可以把輸出波再經過几級放大削波一直到滿足要求为止。

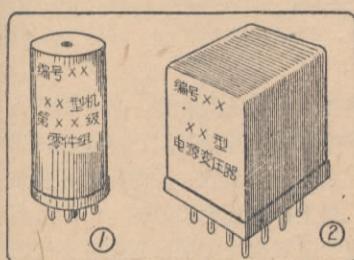
2.由电子管直接产生矩形波：把兩個三極管結成圖 3 所示的線路，叫做屏極耦合的多諧波振盪器，它是由电子管直接产生矩形波的最簡便的方法。假設起初兩個管子都导电，由于偶然的原因使 V_1 的屏流有些增長使得屏压有些下降，这屏压的下降經過電容 C_1 和電阻 R_{g2} 耦合到 V_2 的柵極，使 V_2 的屏流有些減小而屏压上升，这屏压的上升反过来經過 C_2 和 R_{g1} 耦合到 V_1 的柵極使 V_1 的屏流進一步增長，屏压下降使 V_2 的屏流進一步減小，这个再生過程迅速進行一直到 V_1 的屏流達到最大值（屏压達到最小值），而 V_2 截止（屏压達到最大值 E_b ）。但这种状态不会長久維持下去，仔細觀察就会發現當 V_1 导电時， C_1 通過 R_{L1} 和 V_1 兩條回路放電，这放電电流在 R_{g2} 上產生一個大的電位降，使 e_{g2} 为負并超過截止值使 V_2 不导电。然后这放電电流指數地減小至零，使 e_{g2} 由負值慢慢上升至零，当 e_{g2} 上升到截止值时， V_2 导电，同时 C_2 放電使 V_1 不导电。因此一个管子导电时另一个就不导电。这个過程週期性地進行，兩個管子的屏压都呈矩形波地改變

（如果線路完全對稱的話。）于是从任一管子的屏極經過一個大的電容器可以輸出一個矩形波电压。由于電容 C_1 和 C_2 充電的效應使矩形波形的直角性不好，这可以用削波的方法加以適當的改正。



扩音机的应用，在现代的生活中已成为不可缺少的工具，举凡演讲放音、有线广播、电影扩音和工地鼓动等，不能片刻缺少它，它的的重要性是大家所熟悉的。

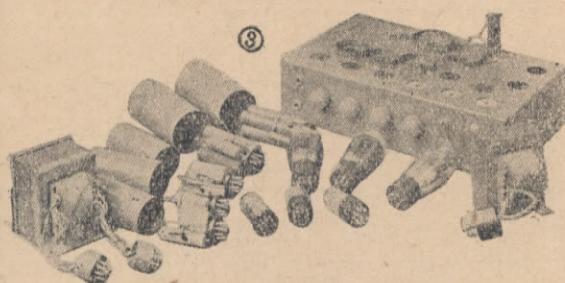
不幸的是当你的扩音机正在工作紧张的时候出了毛病，即使你是修理的能手，也难免要让它暂时停止工作，来接受“诊断和医疗”。如果是在缺少修理人员或修理工具和材料的农村里，那么，要在相当长的时间里没有扩音机可用，因为须把有了毛病的扩音机送到城市里去修理好，才能再用。



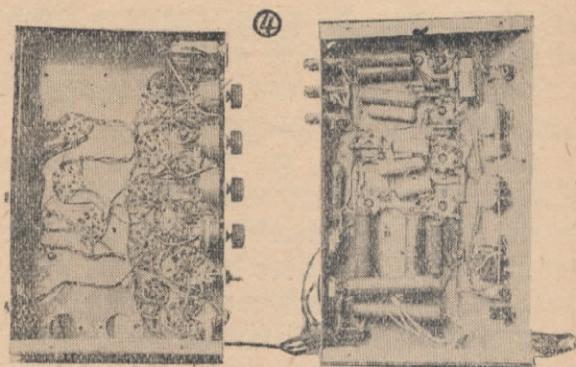
在上述的情况下，如果你能够在很短的时间——譬如說一分鐘里——不需要經過專門的检修手續，就使扩音机恢复正常，那是多么可喜的事。

这并不是幻想。下面所叙述的插入式扩音机就能符合这个要求。

把扩音机里所有比較容易出毛病的部分和零件如电源变压器、输出变压器、电源滤波器、以及各级除电子管以外的电阻电容器等零件，都分別裝在金属隔离罩里，各成独立的單元，如圖①和圖②所示。各單元的底



座是具有金属插脚的膠木板，把这一部分的零件裝在这底座上（圖③），然后，把隔离罩用螺絲固定在上面。这隔离罩利用插脚中的一只同底板相联，以完成隔离作用。所有單元都利用插座同其它單元或电子管座相联，構成机器的整体。这种机器的底板下面，除了联接各插

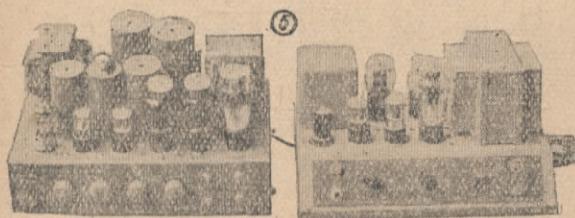


座的接線以外，完全沒有零件。圖④是插入式扩音机和同样线路的流行式机底板下面的对照，而圖⑤是兩者底板上面的比較。由圖⑥的線路可看出，它的線路和流行式的一样，仅把各级零件組裝成單元。除了这样的线路之外，其它各种线路的扩大器，收音机和别的电子仪器都可以采用这种方法。

每一單元上都預先寫上和相应的插座上相同的号码，或者漆上相同的顏色，用以避免插錯。

当你的扩音机失常的时候，只要按着号码或颜色，一个一个地把手边的备用單元更换，到扩音机恢复正常为止。最后被换掉的一个就是有毛病的單元。以后可以再从容地去修理它好了。

由于各级零件組都分別裝在金属隔离罩里，就避免了各级之間的寄生耦合，因而減小了产生寄生振盪的可能性。这种寄生振盪，在灵敏度較高的扩音器里，当音量开得較强，是常常容易产生的。



在这种型式的机器里是用插座代替一般的零件鉗

复活报廢电子管

胡照普

有一些报廢电子管，可以用簡單的方法把它們修好。

一、短路电子管的复活。柵陰極短路的电子管，短路的原因可能有兩個，第一种情况是制造过程中，在極與極之間殘留有微小的导电杂质；第二种情况可能是由于电子管内部机械結構不良，柵極与陰極間的距离过小，当陰極發熱滲漲时，即形成漏电或短路。

如果属于第一种情况，那么可以用火花疗法把它修好。就是用16伏电压冲击短路的兩極灯脚，这时电子管內产生火花，把殘留在兩極之間的导电杂质燒光。用火花疗法，我已修复了一批短路电子管，如 EF6、EF9、6V6、6Y6、1625等，修复率可以高达90%以上。

第二种情形是电子管热后陰極与絲極之間的电阻在4兆欧以下时，漏电严重，不易修复。但在4兆欧以上时，可以用瞬時加高灯絲电压的方法修复。方法是將漏电的电子管用額定絲压点燃后，再用高于額定絲压2倍左右的絲压瞬時加热，使測漏电电阻电表的指針指到25兆欧左右，在試修过程中，同时用手指彈击电子管外壳，这时可以看到漏电电阻逐渐升高到10兆欧以上。最后，使电子管冷却并搁置一个时期。經過这个过程以后，电子管就不再漏电了。

另有由于管脚与脚之間的膠木上附有污物，因而漏电的情况，只要用小刀輕輕的將脚与脚間膠木上附着的污垢刮去，再用揮發性强的汽油或香蕉水在膠木上擦拭干淨后，便不会再有漏电現象了。

二、有些电子管在測試时發現沒有电子放射或絲極不通了，但这并不是真正的無放射或灯絲燒斷，而是由于各極引綫在灯座脚套內脫鉗，或者引綫燒斷在座腳內，如果是这种情况，只要用銼刀輕輕的銼去脫鉗脚的封口，再將引接綫的末端用尖銳小刀刮光，重新鉗牢；或者仔細地將管座取下，取管座时要注意不要弄破了座

接，如果插座和脚接触不紧密或欠清潔，就会使机器的灵敏度降低、失真，甚至不响，所以插座要選擇上品的，并且注意保持清潔。

此外，需要預备一全套备份單元，这就显得比流行式扩音机的成本要稍高一些。但比預备整套备份机來說，还是經濟的。

插入式扩音机的制造并不比流行式困难，讀者不妨一試。若是制造無綫电机的厂家能够供应这种扩音机，一定会受到使用者尤其是农村中的使用者的热烈欢迎。

(本刊根据作者原稿改写)

內的抽气管，然后就可以鉗接引綫，最后將管座灯脚鉗好膠合即可修复。

怎样在鋁質的底板或零件上鉗錫

凡稍有經驗的同志都有这样的感覺，要在鋁上鉗錫几乎是不可能的。鋁之所以不能鉗錫就在于它的表面極易氧化，經常复着一層氧化鋁。当鉗接时，烙鐵的溫度又足以使鉗接面上生成一層氧化鋁的膜來阻止鉗錫的附着。若能在鉗錫的当时將附着的氧化膜刮去，那末鉗錫就完全变成可能而且也極方便。苏联“無綫電”雜誌 1957年第1期介紹了一个方法，經試驗確很灵驗，操作過程如下：

首先將鉗接面用砂紙擦亮，放一些松香和鐵粉。鐵粉可用細銼在洋釘，木螺絲或鐵棒等上銼下來（可以多銼一些备用），待烙鐵熱透后，蘸上鉗錫放在鉗接面上用力摩擦，鐵粉就能把氧化層磨掉使錫吃在鋁的表面上。鉗接面附上了錫后趁漫用布將鐵粉擦去，并將烙鐵头上的鐵粉也擦淨，以后就可按普通方法鉗接了。

(庆明)

电位器質量的檢驗

裝收音机时若碰到电位器接触不良，在調節音量或音質时，会产生討厭的杂声，尤其是利用旧品时杂音更大。一般檢查都是利用歐姆表測試，把兩根測試棒放在中間及边上兩根接綫头上，轉動旋柄觀察指針情況，若有跳动則說明接触不良，不过这种方法对毛病不大，但在收音机上足以产生杂声的故障是檢查不出的。苏联“無綫電”雜誌 57年第1期上介紹了一种方法，效果很好，方法就是將电位器串在天綫引入綫里或接在天地綫接綫柱間，旋動旋柄，如果电位器不良的話，收音机里就会引起很大的杂声。

(庆明)

平衡交流声的输出电路

何文霖

在收音机整流器中，滤波用的低频抗流圈价格很高，而且在一般家用收音机中，往往因为底板面积不大，不易容纳这样一个不小的零件，所以设计者想出了很多办法来补救这个缺点，如用电阻代替抗流圈来滤波，但这个电阻因为要流过全部的直流电流，必需具有很大的功率；而且它产生的电压降很大，使整个收音机的屏压降低，因此阻值又不能太大（一般1000—2000欧）。结果滤波效果不好，扬声器中仍会产生令人讨厌的交流噪声。

现在介绍一种平衡交流声的输出电路，利用输出变压器的抽头兼作滤波之用，因为这种电路有很多优点，现在已广泛地用在各国出品的广播收音机中，如苏联的“莫斯科人”“列宁格勒”等型收音机中。我国制造的504、友谊牌以及本刊前两期介绍的上海牌和552-3型收音机，都是这样的电路。

这种电路的形式如图1所示。整流后未经滤波的颤动直流由箭头方向流入变压器的抽头B，然后一部分电流由BA方向流入功率放大管的屏极，一部分由BC方向

再经 RC_2 滤波后供给其他各管的直流电源。因为功率放大管的屏流不经过电阻R，所以R的瓦数可以较小，同时它上面降去的直流电压也较小。这个电路的滤波电容 C_1 、 C_2 应较大，以便使颤动成分减到最小。

在输出变压器中，因为有两个方向相反的直流电流流过，所以它们所产生的直流磁通，有很大一部分可以相互抵消，避免了因有直流通过大引起磁通饱和，所以变压器的频率响应可以较好，也就是说低音可以放得更好。

我们主要的目的是消除输出变压器中的交流噪声，而不是平衡掉直流磁通，所以就在这个基础上进行设计。首先把图1的电路简化成一个桥路（图2），由电桥的平衡原理求出 N_1 及 N_2 的圈数比。至于 N_1 及 N_3 的计算和普通的输出变压器相同，在这里就不再解释了。

图中 R_i 是功率放大管的内阻，R是滤波电阻，在BD间虽然加有交流电源，只要电桥平衡，在输出端仍不会

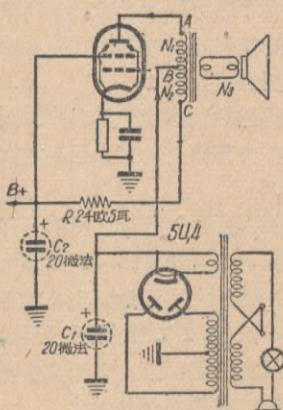


图1 输出电路图

有交流成分，因而消除掉交流声。这个交流电源就是加到功率放大管中未经滤波的颤动成份。

电桥的平衡条件是：

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{R_i}{R} \quad (1)$$

因为电感量 L_1 、 L_2 的大小与圈数的平方成比例，所以(1)式可以写成：

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{N_1^2}{N_2^2} = \frac{R_i}{R} \quad (2)$$

它们的圈数比：

$$\frac{N_1}{N_2} = \sqrt{\frac{R_i}{R}} \quad (3)$$

和普通收音机一样，输出变压器初级与次级圈数的比是决定于：

$$\frac{N_1}{N_3} = \sqrt{\frac{R_L}{R_H}} \quad (4)$$

式中 R_L 是功率放大管的负载电阻， R_H 是扬声器的音圈阻抗，注明在扬声器上，一般12.7公分的扬声器约4欧，16.5公分的约5欧。

现在举一个实际的例子，功率放大管为6V6，它的 $R_i=50000$ 欧， $R_L=5000$ 欧（可查电子管特性表）。扬声器音圈阻抗 $R_H=5$ 欧，采用的滤波电阻 $R=2000$ 欧。

由公式(3) $\frac{N_1}{N_2} = \sqrt{\frac{50000}{2000}} = 5$ ；

由公式(4) $\frac{N_1}{N_3} = \sqrt{\frac{5000}{5}} = 31.5$ 。

至于 N_1 的圈数如何计算，那就要看我们所选用的铁心窗口的截面的大小以及低频响应的要求来计算。通常收音机的输出变压器一般为2500—3000圈左右。作者用了一个较大的铁心，窗孔截面1.6平方公分，功率放大管为6V6，扬声器音圈阻抗为5欧，滤波电阻R用1000欧。计算得 $N_1=2230$ 圈， $N_2=320$ 圈， $N_3=70$ 圈，使用结果甚为满意。

亲爱的读者同志：

五月份正是收订第三季度杂志的时候，请本刊读者及时到当地邮电局，所办理预订手续，以免过期补购困难。

人民邮电出版社

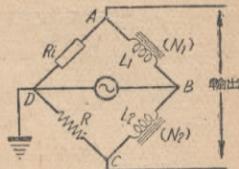


图2 简化电路

1956年下半年，報紙上曾刊登國內試制晶体揚聲器成功的消息，因為製造這種揚聲器能夠節約大量金屬，很多人對它感到興趣。特將初制情況在本刊介紹。

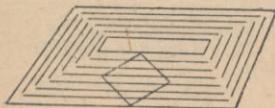


圖 1

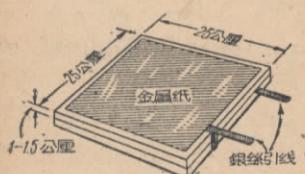


圖 2



圖 3

1—晶体振动元件；2—揚聲器架；3—晶体固定裝置；4—紙盆；5—晶体与紙盆連接的傳動桿；6—晶体輸入電压引出線；7—鐵蓋。

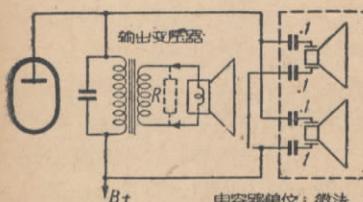


圖 4

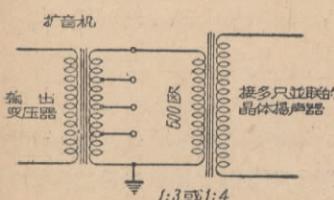


圖 5 接多只并联的晶体揚聲器



沈淞龍 李華圻

晶体揚聲器的原理

揚聲器是一種電聲變換器，用它將電能變成聲能向外輻射。我們經常使用的揚聲器有直射式和反射式兩類，直射式揚聲器的紙盆直接振盪盆外空氣，而反射式的是使振盪的空氣通過號筒再反射出去；普通的高音喇叭就是反射式揚聲器。

晶体揚聲器的工作原理與其他型式的揚聲器的原理不同。晶体揚聲器電聲變換的原理是利用晶体的壓電現象，晶体表面加上電壓後，晶体即呈變形。晶体依照不同的切割方法，它的表面就起弯曲或扭轉的機械運動，這樣就能將電能變為機械能。而且在一定範圍內，機械振盪與所加電壓成正比。這種揚聲器所使用的晶体是人工結晶的酒石酸鉀鈉，它的化學分子式是 $KNa C_4 H_4 O_6 \cdot 4H_2O$ 。紙盆就直接連在晶体上。

在晶体揚聲器上推動紙盆的就是兩片很薄的方形晶体，因此這種揚聲器是電容性的，阻抗很高，在現在的產品上，它在電路里就相當於一只容量為幾萬微微法或更小的電容器，它和輸出電子管相匹配比較困難，呈現的阻抗隨輸出電能的頻率而變，頻率越高輸出越大。也就因為阻抗高，所以消耗電能很少，這就是晶体揚聲器省電的理由。由於這種揚聲器省電，

在輸出一定的擴大機上可以接更多的揚聲器。

晶体揚聲器對高音的響應特佳，聽起來響亮清脆，可以作為有高低音喇叭的高級擴大機的高音喇叭。但是這類晶体的性能是隨溫度和濕度而變的，因此晶体揚聲器就有工作不夠穩定和容易損壞的缺點。

制造程序

(1) 酒石酸鉀鈉晶体的培育 將經過提淨的酒石酸鉀鈉晶体（化工原料店有售）置放玻璃缸中，加熱使其溶化（溫度約 90°C — 100°C ），溶化後再加入 5% 的硫酸鋁鉀及 5% 硝酸鈦，旋即將溫度升高至 120°C 左右，停留二至三小時後，將溫度降至 60°C 便開始結晶，以後逐天將溫度減低，結晶完成時間約為 10—15 天，結晶時間愈長愈好，若結晶時間太短，結晶太快，晶体分子便不緊密，將來的產品易受潮，效率亦低劣。

結晶時，根據要求可以結成稜柱形、塊形或片形等各種形狀。我們限於設備，便根據需要的厚度培育成片形，其切割方法如圖 1。

酒石酸鉀鈉晶体的結晶形狀和割切方法，各種書籍上均有介紹，本文不再多談。

(2) 制造片子和密封 將培育好的片形晶体切割成 $25 \times 25 \times 1$ — 1.5 公厘的方形片子，在片子平面上各敷上金屬紙箔一張（圖 2），再將兩片疊合，金屬箔用銀絲引出，兩片中間及邊緣均用晶体的溶液作為膠劑封牢。

中間接合處的引線成為一極，上下兩外面引線則連成另一極。

酒石酸鉀鈉晶体的最大缺點是不能耐高溫，易受潮和不能耐較大的機械震動，通常如長久放置在 50°C 的溫度里和相對濕度超過 90% 的環境里，就要損壞。由於我們在酒石酸鉀鈉的結晶溶液中加了硫酸鋁鉀及硝酸鈦各 5%，因此在耐溫及機械強度方面都比較純粹的酒石酸鉀鈉有顯著的提高。至於易吸潮的缺點，經過我們

多次的密封試驗，也得到了解決。現在我們所採用的密封方法是將硬性塑膠（聚苯乙稀）原料磨成細粉，用塑膠水（捷克斯洛伐克出品）調成糊狀，然後將膠牢后的晶体片子与糊狀塑膠置于特制的模型中压封而成，使用溫度約45°C左右。这种密封方法，防潮效果很好。每一晶体密封后，均侵入水中一晝夜，見無問題后方正式裝到揚聲器上。

(3) 裝配構造 晶体振动元件封制完成后，即进行揚聲器的装配，其構造情况和舌簧式揚聲器大体相同，不再詳述，整个結構如圖3。

目前产品的性能和优缺点

1. 灵敏度：灵敏度很高。經試驗，一只普通收音机的輸出（約3瓦），可以推動15只晶体揚聲器，正常放音

時在电路里測量，每只揚聲器上的功率約为0.1伏安。

2. 頻率特性：700週以上很好，700週以下逐漸降低。

3. 阻抗：是电容性的，电容量約0.00075微法，在400週時相當于250千歐左右（串联的兩只紙質電容器也計算在內）。

优点：灵敏度高，阻抗大，在远距离的播音中，綫路損耗小，可以节省用綫。

缺点：頻率特性及音色較差（特別是缺乏低音），阻抗大，作扩音机或收音机的負荷时，需要加裝固定的匹配裝置，耐溫及耐震性能都差。

使用綫路

(1) 收音机接裝晶体揚聲器的電

路 作收音机的揚聲器用时，一端接收音机功率輸出管的屏極，一端接B⁺（就是和輸出變壓器的初級并聯，見圖4）。在晶体揚聲器的兩根接綫中，各串联一只0.1微法的电容器，因此可以直接接在收音机的屏極和B⁺上。如裝接晶体揚聲器不多，則收音机上原使用的揚聲器可不取掉，如想去掉时，可加一相等的电阻代替，作為一固定負荷，以便与功率管的輸出阻抗保持适当的匹配。

(2) 扩音机接裝晶体揚聲器的電路 扩音机接用晶体揚聲器时，需要經過1:3或1:4的升壓變壓器（圖5），因为普通扩大机的輸出變壓器都匹配500歐的綫路，把晶体揚聲器直接聯到綫路上，阻抗不匹配声音不响。

測試喇叭和輸出變壓器阻抗的簡單方法

周園

用振盪器來測試喇叭音圈和輸出變壓器的阻抗，固然便當精确。但在普通的修裝條件下，却很少具有這種儀器。为此不得不另外設法解决。下面所介紹的，正是為解決無振盪器時的測試方法。

1. 音圈阻抗測試：用低阻歐姆表直接測量音圈的直流電阻值。再將測得的阻值乘1.5倍，即可得出音圈阻抗值。例如我們用低阻歐姆表，測得某喇叭音圈的直流電阻為4歐，則音圈阻抗為 $4 \times 1.5 = 6$ 歐。

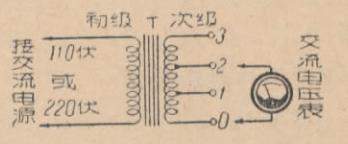


圖 1

2. 輸出變壓器阻抗測試：將變壓器初級接110或220伏交流電源，用一只交流電壓表測量次級各抽頭間的電壓，如圖1。代入下面公式計算，就可求得各个阻抗

$$Z_S = \left(\frac{E_S}{E_P} \right)^2 \times R_L$$

式中 Z_S 是次級各抽頭的阻抗。

E_P 是初級電壓，即接入的交流電壓。 E_S 是次級抽頭間的電壓，即用電壓表所測得的電壓。 R_L 是初級阻抗，也是擴音機末級電子管的負荷電阻。 R_L 的大小，決定於擴音機所採用的電路、電子管式樣和放大級類等條件，可從一般電子管特性書上查到。現在舉兩個例子來說明上述方法：

[例1] 擴音機末級是單只6П6С，作甲乙₁類放大，輸出電力約4瓦。輸出變壓器如圖1。先將這只變壓器初級接110伏的交流電源，次級用交流電壓表測得。與1、2、3抽頭間的電壓各為7伏10伏和20伏。再查得 $R_L = 5000$ 歐。代入公式計算：

$$E_S = 7 \text{ 伏時}, 0 \text{ 与 } 1 \text{ 間的阻抗}$$

$$Z_S = \left(\frac{7}{110} \right)^2 \times 5000 = 2 \text{ 欧} .$$

$$E_S = 10 \text{ 伏時}, \text{ 可求得 } 0 \text{ 与 } 2 \text{ 間的阻抗}$$

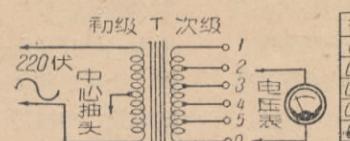


圖 2

阻抗為4歐。 $E_S = 20$ 伏時，0與3的阻抗為8歐。

[例2] 國產TY-50型擴音機的輸出變壓器如圖2。該機末級是用4只6L6作甲乙₁類並聯推挽放大，輸出電力50瓦。查知 $R_L = 3500$ 歐。如將變壓器T初級接220伏的交流電源，則在次級可測得各個抽頭電壓如圖2表中所列各電壓值。因此仿前例將已知各值代入公式計算，即可求出其次級阻抗各為8、16、24、32和250歐。

3. 校驗：按上述方法所測試的阻抗，都是近似值，與實際值可能稍有上下，因此尚須校驗。校驗的方法，就是將喇叭接在阻抗近似值的接頭上試聽，倘喇叭發音宏亮，但有失真，是音圈阻抗過低，可將音圈改接到變壓器較低阻抗上再聽，反之，若喇叭音質尚可，音量不足，則是音圈阻抗過高，可以將音圈改接在變壓器較高阻抗處再聽。如此上下調接試聽，直到喇叭發音宏亮清晰，就表示阻抗已經配合。這時我們就可根據配合時阻抗，肯定它們的阻值。

裝天地線的常識

徐慧芬

为什么要用天綫和地綫

熱天有許多小蟲子在天空中飛來飛去，蜘蛛為了要捕捉它們，所以就用絲張了網，等候蟲子飛碰到網上時，好去把它們吃掉。無綫電波從電台里發出來，在空中向四週傳播，和小蟲子滿天飛的情形有點相仿，不過我們看不見也聽不見無綫電波罢了。收音機要發出聲音，也要像蜘蛛捕捉蟲子一樣，先要張“網”把無綫電波捉住，這個網，就是天綫和地綫。在收遠地的電台，因為電波越走越弱，所以天綫和地綫一定要裝得很好。已經由天綫上收到的電波，我們只要它走一條路，就是到收音機里去。但是如果把天綫縛在木桿上，下雨或潮濕的時候，木頭就會傳電了。結果電波就順着木桿跑到地下去，聽到的聲音就變得很輕，甚至一些也聽不到。要避免這種情形，我們在天綫和木桿或其它張掛天綫的東西之間，加一個不導電的東西，叫做“絕緣子”，這樣，電波就不会跑掉了。

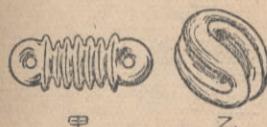


圖 1 甲、天綫拉繩絕緣子；
乙、蛋形絕緣子。

和木桿或其它張掛天綫的東西之間，加一個不導電的東西，叫做“絕緣子”，這樣，電波就不会跑掉了。

裝天綫需要的材料

天綫最好用一種 7 股銅絲絞合起來的特制天綫，但也可以用單根粗銅綫或裝電燈用的膠皮綫代替。電綫上的膠皮或紗布不必除去，因為電波可以穿透它們。

天綫上另外一個主要的東西就是絕緣子。市上常見的天綫絕緣子有兩種：一種是玻璃做的，長約 75 公厘，兩端有兩個孔，以備穿綫，用在收音天綫上最合適。還

有一種磁做的絕緣子，大小和形狀好像鵝蛋，所以也叫蛋形絕緣子，為了增加絕緣的效率，蛋形絕緣子常是兩三個接連起來使用。假如這兩種絕緣子都沒有，也可以用裝電燈用的雙孔磁夾板或磁珠代替。

在雷雨時候，天電可能從天綫上下來，這樣，不但會燒壞收

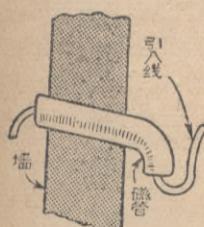


圖 2 引入綫穿過牆壁
或窗戶要用磁質
或玻璃套管

音機，而且還會引起火災或電死人的危險。為了免除發生這種情形，最好在天地綫間裝一個擲刀开关。在打雷時，把天綫直接和地綫接起來，如果有天電從天綫上下來，就一直跑到地下去而不會發生危險。

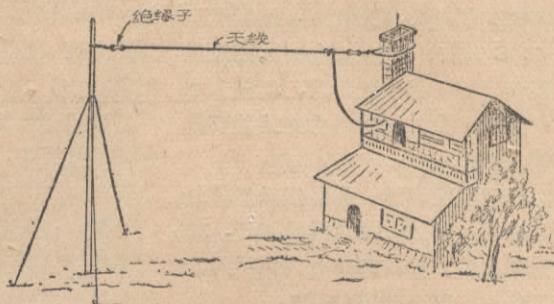


圖 3 天綫要拉得平

天綫的裝法

天綫的長度沒有嚴格規定，可以按架綫的地形和環境決定，能有 20—30 公尺就可以了。天綫架在空地上時，最好有 10 公尺以上的高度，要是架在屋頂上，也要高出屋頂 4、5 公尺。天綫要拉得平，引入綫要拉得直，不要隨風飄盪。天綫掛在木桿、竹桿上都可以，天綫桿從下到上每一節都要用鐵絲向三面拉緊，這樣，天綫就不會因為刮風而被吹倒。

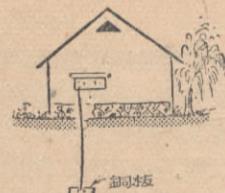


圖 4 地綫要埋得深

架設天綫，除了上面所講外，還應注意下列幾點：

1. 天綫不要和電燈綫、電力綫或電話綫等靠得太近，更不可橫跨在這些綫的上面。
2. 引入綫越短越好，不要離牆太近，最好能離開一公尺左右，更不要拐許多彎。
3. 裝天綫時，所有接綫都要用錫鉗牢。
4. 如果用木桿架天綫，為了避免木桿埋在土里日久腐爛和虫蛀，需要在木桿的下部塗上一層瀝青油，也可以把木桿下端表面燒焦，效果也很好。

地綫需要的材料和裝法

地綫需要的材料很簡單，裝設也容易。只要一塊約 70 公分見方的銅板或鐵板，鋸一根粗銅綫接到收音機上，把銅板埋在濕潤的土里，有 1 公尺深就可以了。如沒有銅板或鐵板，也可用幾個馬口鐵筒代替。埋地綫的地方，最好常澆一些水，保持濕潤。假如附近有井或河，也可以把地綫沉到水里。不過要注意，地綫不能太細太長；地綫埋得越深，面積越大，成績就越好。在有自來水的地方，也可以把地綫用地綫夾接在水管上，利用水管代替地綫。

檢驗器的用途

在修變壓器時經常碰到三種情況：第一種是修理擴大機的時候，看到擴大機輸出電力不足或極小，沒有檢查徹底，就錯誤地判斷輸出變壓器內部短路，把它拆散重繞。我們知道浸過凡士林的變壓器拆散後，漆包線脫了漆，就不能再用了，造成了不必要的損失，最好是先檢查一下線圈是否短路。第二種是新繞一只電源變壓器的線圈，若是漆包線質量不高，有脫漆現象，繞好後線圈是否有短路的地方，最好能在繞好後檢查一下。第三種是若用的繞線機上使用圓盤式的轉數表，計數不會很準確，繞成的變壓器線圈不一定平衡，繞好後也需要檢查一下。根據以上三種要求，可制作一只檢驗線圈短路的儀器。

檢驗器的原理

這種儀器是用一個口字形鐵。也可以用E字形的鐵心，把當中的橫條剪去（圖1）。在鐵心當中繞制一個線圈（圖2），這線圈上加有交流電壓，因而鐵心中發生磁通。兩邊鐵心上再繞兩個完全一樣的平衡線圈，不過接法相反，使感應電壓互相抵消。它的圈數最好多些，使產生的電壓高些，以提高儀器的靈敏度。如果鐵心的兩個空隙不相

同，磁通就抵消不掉，以致兩邊的電壓不能完全平衡。補救的方法是把兩邊的線圈抽幾個頭，調節到在檢驗前這兩個線圈所產生的電壓恰好相互抵消。當檢查一只線圈有無短路



圖1

現象時，可將被檢驗的線圈套在這儀器的任何一個平衡線圈的一邊鐵心上，若線圈沒有短路的情形，則這儀器的平衡不受影響，電路中仍然沒有電壓；如果有短路的地方，那麼短路的線圈里的電流產生相反的磁通，使這臂的磁通減少，因而使儀器上和它在同一臂的平衡線圈內的電動勢降低，儀器失掉平衡，電路中就產生電壓。由一個串聯在這兩個線圈上的交流電壓表（電表的內阻最好1000歐/伏以上）指示出這個電壓。但我們必須考慮到這線圈短路數較多時產生很高的電壓，就需要裝一個倍率器。同時要裝一根地線。

實例介紹

為了適應具體需要，可以做大小型兩套，尺寸如圖3。大型的電源線圈用0.2公厘（36號）漆包線繞1320

圈。平衡線圈用0.16公厘（38號）漆包線每個各繞8000圈，在7000和7500處抽頭，線圈寬20公厘。小型的電源線

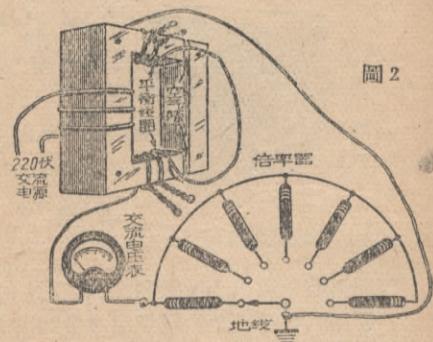


圖2

介紹一只檢驗線圈短路的儀器

圖用0.16公厘漆包線繞2200圈，平衡線圈用0.125公厘（40號）漆包線，每個繞12,000圈，在9000，10000和11000處抽頭，線圈寬18公厘。平衡線圈的絕緣層要厚些，以免打穿，把這兩套變壓器、電壓表和倍率器裝置在一塊木板上，電壓表串聯在平衡線圈兩端。電壓範圍是1.2伏，6伏，30伏，60伏，300伏，600伏，3000伏和6,000伏（也可以用萬用表代替交流電壓表和倍率器）。裝置完畢後，利用平衡線圈的抽頭調節到電表指數為零，若不能調節到零，可以把電源線圈移近電壓偏低的平衡線圈，使得到最好的平衡狀態。

當檢驗一只可疑的線圈時，倍率器要先從高電壓慢慢地旋向低電壓。同時還可以用另外的交流電壓表來測量變壓器的初次級電壓比，這樣可以知道圈數是否有錯誤，中心抽頭是否抽得平衡等。

根據我們的試驗，這儀器的電表讀數的大小同短路線圈的圈數成直線比，同時和漆包線線徑有關。例如一只用0.2公厘漆包線繞在4×5公厘框上的線圈，當短路一圈時電表讀數為0.9伏，短路兩圈時為1.8伏，短路三圈為2.7伏……，短路六圈為5.4伏。這樣短路圈數同電壓表的讀數的變化曲線為一條直線。

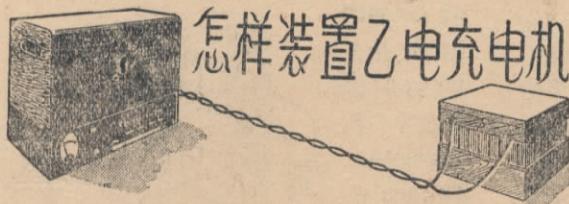
再用0.16公厘漆包線繞在4×5公厘框上的線圈，當短路一圈時電壓表讀數為0.5伏，短路兩圈時為1伏，短路三圈時為1.5伏……，而0.9公厘（20號）漆包線繞成的線圈短路一圈時可達5伏。由此可知當短路的線圈線徑愈粗，電壓表讀數愈大。

利用以上原理，我們就可由電壓表的讀數來測定變壓器內部短路圈數的多少及線徑的粗細。有了這只儀器，不但可以幫助測定變壓器的故障，同時可以保障繞制變壓器的質量，在節約國家財富上將起一定的作用。

• C •		
A	B	C
大型 120	100	30
小型 87	132	22

(單位：公厘)

圖3



李泰义

怎样装置乙电充电机

我国目前一般中小城镇和广大农村，由于还没有电气化，所用的收音机和扩音机很多采用蓄电池供给电源，必须要有充电设备，才能对蓄电池充电，因此充电机成为目前广播事业中非常需要的机件之一。

裝置方法

这里介绍一种乙电充电机的裝制方法，它能充100伏的乙电箱1至4只。它的構造很简单，只用1只电源变压器把交流电压升高和降低来供给整流管用。整流管是采用一般常用的5U4或5Z3国产电子管，把两屏并联起来作半波整流。再用1只110伏40瓦普通照明电灯泡作限流器。交流輸入是110伏或220伏兩用，用膠木变换插头变换，它和保安器都裝在底座上面，見圖1。在直流输出电路里串連1只0—300毫安直流电流表。电源开关和指示灯都裝在底座正面。为了使用便利起見，直流輸出正極接綫端共用，負極接綫端分裝1、2、3、4四个接綫柱。鐵箱体积是25公分長，23公分高，15公分寬，見圖2。它的線路見圖3。

变压器

电源变压器可以自行繞制，铁芯采用一般EI型硅鋼片，断面积是 40×40 公厘，綫圈以每伏4圈計算，初級綫圈用0.61公厘(23号)漆包綫繞440圈兩組，共繞880圈，次級整流管屏極綫圈用0.31公厘(30号)漆包綫，第一档200伏，繞800圈抽头，第二档300伏，繞1200圈抽头，第三档400伏，繞1600圈抽头，最后500伏，繞2000圈。整流管灯絲是5伏3安，因为灯絲电压低，电流大，虽然綫圈内阻很小，但是由于变压器的涡流，磁漏等損失，即使降低半伏也足以影响整流管的工作效率，所以在繞灯丝綫圈时，应照算出的圈数加10%来补偿电压损失，故用1.22公厘(18号)漆包綫繞22圈。指示灯用6至8伏电珠，約耗电流0.15安，可用30号漆包綫繞24圈。在繞制变压器时，綫圈必須繞得坚实，铁芯交叉迭得極紧，以保持磁路短捷，減少磁漏損失，又免吱叫声。同

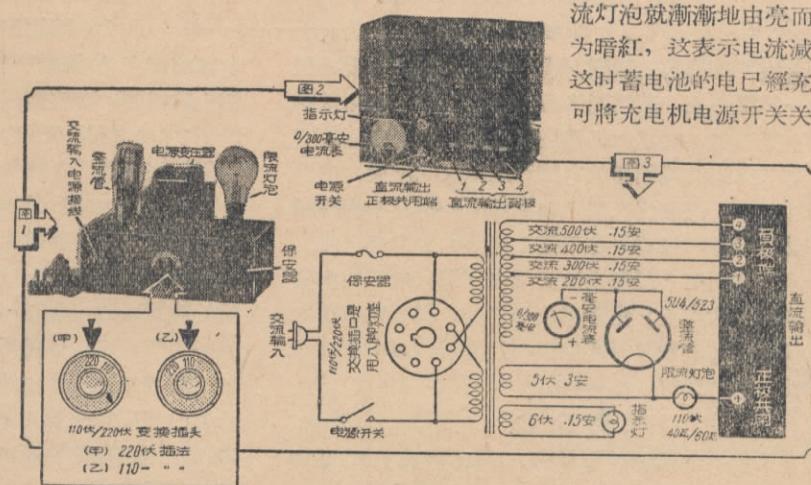
时應該注意各級間隔絕緣良好，以防打穿。

使用方法

1. 本机适用于110伏或220伏單相交流电源，接电源时，應該注意电源电压与本机电压是否相符，若不相符，可将机座背面膠木变换插头拔出重插。如用于220伏电源时，將插头上220字样对正箭头，这时电源变压器初級兩組綫圈是串連。如用于110伏电源时，则將插头110字样对正箭头，这时电源变压器初級兩組綫圈是并联。倘插在其他位置时，则綫路不通，电源开关开啓后，指示灯不亮。

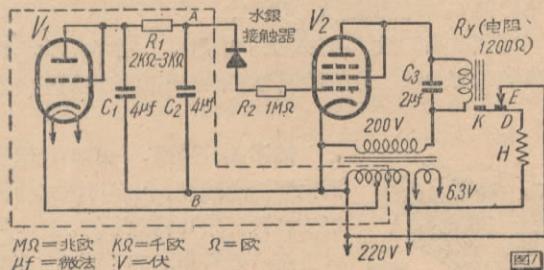
2. 由于一般乙电蓄电池(俗称水电箱)的电压每只都是100伏，在充电时，如只要充1只电箱，就将电箱的正極与充电机的正極接連起来，电箱的負極与充电机的負極1端接連。若要充兩只或兩只以上的电箱时，应將各个电箱串連后，負極端須視充电的电箱数目分別接在充电机的2、3或4端上。接好后再开电源开关。但應該注意正負極不能接錯，若是接錯，就能將限流灯泡燒燬，或將电箱鉛板充坏。

3. 在充电时，电箱都經過限流灯泡进行充电，限流灯泡是起着自动調节电流的作用。限流灯泡如采用110伏40瓦，充电电流約有100毫安。如嫌电流过小，可换1只110伏60瓦的灯泡，电流可增大到150毫安。由于电箱的新旧程度不同，和充电的程度不同，所以在充电时电流不要过大，最好不要超过150毫安，(最好根据这种电池的說明書)这样可以保护蓄电池的寿命。限流灯泡是串連在整流后的电路里，当开始充电时，蓄电池的电压較低，电流較大，限流灯泡發光很亮，这时限流灯泡由于灯絲溫度升高，电阻值就自动增大，起了限制电流的作用。这样不但限制充电电流，而且可以保护充电机。等到电箱快要充足时，蓄电池的电压逐渐增高，限流灯泡就漸漸地由亮而轉变为暗紅，这表示电流減小。这时蓄电池的电已經充足，可將充电机电源开关关断。



电子管自动温度控制器

电子管自动温度控制器可以代替人工调节，使容器内的温度保持一定。这种控制器的原理见图1。图中虚线内是栅偏压供给部份，偏压的大小，使 V_2 的屏流降低到不足以使继电器工作。在 V_2 管的栅路接上一个水银接触器，它的构造见图2。当温度升高时，水银面上升到虚线处，把装在水银柱里的两金属丝接通。



$M\Omega$ =兆欧 $K\Omega$ =千欧 Ω =欧
 μF =微法 V =伏

图1

从图1中可以看到，电子管 V_2 的帘栅极和屏极并连，当作三极管使用。在屏极和阴极间有一约200伏的电势存在，所以会产生屏流。屏流流经继电器 R_y 的线圈而至阴极时，铁心磁化，将簧片 K 吸住，于是接点 E, D 把电热器 H 的回路接通，电热器发出热量，周围温度升高。

温度升高后，水银接触器的水银柱上升，便和上端的金属丝接触，把 V_2 的栅极和 A 点接通，使栅极获得一个负电压；于是 V_2 屏流大减，继电器把簧片 K 释放， E, D 点恢复原来开路形式，电热器回路不通，周围温度不再继续升高。

温度降低后，水银接触器的水银柱开始下降。当水银面低于金属丝尖端时，两金属丝断路， V_2 栅极无电位，屏流增大，继电器开始工作，电热器回路接通，周围温度又升高。

对“对修理POEM-B型直流收音机的意见”的商榷

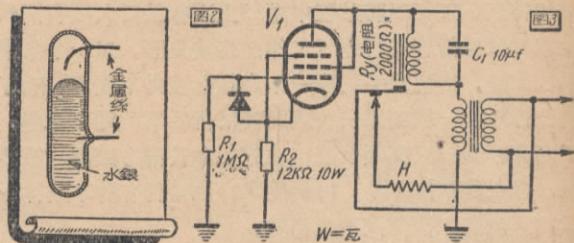
看了本刊2月号“对修理POEM-B型直流收音机的意见”一文以后，我也有些不同的意见，特提出来供作者参考。

关于“POEM-B”型收音机换用“中雍”中频变压器是否能提高灵敏度的问题我认为是肯定的。正如56年12期刘锡武同志所提出的：由于收音环境特殊，在面积不大的范围内往往有好几个国家紧密毗连，电台林立。为了能使本国用户在收听中波广播时不致发生困难，一般工厂在设计收音机时多半将第二级中频变压器初次级回路间的耦合度减低——即减至临界耦合以下；也就是人为地降低变压器的灵敏度，改进选择性。“POEM-B”型收音机就是一例。这种收音机，在我国的收音环境下当然就会发生灵敏度低的缺点了。所以，换用“中雍”中频

如此往复工作，于是电热器周围的温度恒保持一定。

需要保持多高的温度，可以改变水银接触器里两金属丝间的距离求得。使用时水银接触器及加热器应一起放在欲保持一定温度的容器里，水银接触器不可平放。这种仪器可以控制在摄氏200度以下的温度。

图3是一种比较简单的自动温度控制器，只用一只电子管。这个线路在还没有达到控制温度时，水银接触器两端的金属丝断路，即 V_1 的栅阴极不直接相连，栅极电位比阴极为负，因此屏流很小，继电器簧片不吸，电热器电源通路，周围温度升高。当温度继续升高，达到控制温度时，水银接触器使栅阴极直接接通，栅极和阴极的电位相等，于是屏流增大，继电器把簧片吸住，使电热器回路断开，温度遂停止上升。这样也可以维持一定的温度。



当水银面上升和金属丝接触时，如产生火花，便会在水银表面上生成一层氧化层，这将增加接触电阻。因此，在设计线路时应避免有电流通过水银接触器。以上两种线路第一种较好，因为它的水银接触器一端接 V_2 的栅极，等于断路，不会有电流经过。而第二种线路在水银接触器通路时 R_1 成了和 R_2 并联的阴极电阻，部分屏流还是要经过 R_1 及水银接触器的。（原载日本“化学者のためのエレクトロニクス”杂志，刘廷倬编译）

变压器是可以弥补这点的。另外，我们在偏远地区制作收音机时，通常还将第一级中频变压器初次级线圈间的距离略略推近；正是因为相反的理由。因此，为了增加“POEM-B”型收音机的灵敏度，倒不必一定换用“中雍”中频变压器；只要适当地提高原变压器（第二级）的耦合程度就可以了。

其次，“POEM-B”型收音机中频变压器的品质因数确实较高。然而，品质因数的高低不仅影响双调谐电路的灵敏度，同时也影响它的选择性。在上述情况下，Q值高只能看作是为了增加变压器的选择性。

当然，对于受了潮的中频变压器，应用黄日昇同志所介绍的方法，无疑是正确的。（周宁华）

高頻淬火技术，在今天已經广泛地应用于机械加工工业中，不再是一种新的技术了。高頻感应电爐之所以会广泛应用于淬火方面，主要是由于它在任何構件而复杂的零件上能够获得均匀的剛度。其工作

原理是使金属加工品因高頻电流的感应而产生渦流，促使發生高温。根据这一原理，高頻电爐不但可以应用淬火，而且适宜于加热一切金属制品(構件面积不大者)。同样它可以用来熔化金属，进行熔炼合金等工作。如果以一个通信机件修配單位而論，具备一台高頻电爐将使工作上进行得更順利，不但可以在一切需要剛度的報机另件进行品質优良的淬火，而且自己可以进行小規模的合金熔炼工作，以获得某些市上無法买到的合金。例如繼电器簧片接点用的白金，是用金銀銅三样熔化制成，过去这是在一些修配所內自己無法解决的。利用高頻电爐的特点，还可以將某些中型以上因存放日久而有漏气現象的收發信管进行逐气工作而将其复原。以一个修配單位而論，自己动手制作一架高頻电爐并不困难，除了电子管外，一般利用一些破旧發信机的零件即可裝置。下面介紹的一只高頻电爐，在設計和結構方面都比較簡單，特点是制作容易，材料簡單。如条件容許不妨作一試驗，將使工作得到不少帮助。

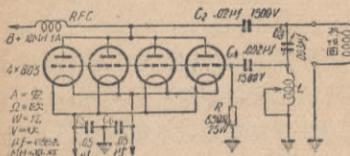


圖 1

線路是采用調屏調柵式的，振盪部分是用四只 805 并联其最大輸出可达 800 瓦(圖 1)。儲能

綫圈作为發热器。为了适合于各种工作的需用，發熱器須制作好多只，主要材料用空心紫銅管繞制，以便必要时为了降低綫圈本身溫度可以通以冷水，發熱綫圈与电爐本身連接部分采用編織電纜，这样使發熱綫圈便于

在任何角度下移动，以适应工作需要。

圖 1 中 L 为柵極綫圈，本应在發熱圈中心抽头，但这样將使發熱圈使用时增加

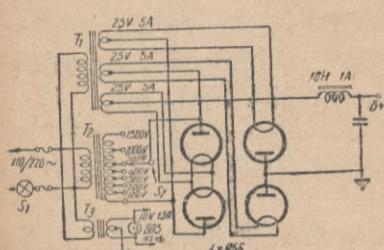


圖 2

麻煩，故將柵極圈另繞裝在机身內部。

整流部分用四只 836 接成橋式線路，目的是为了使电热器应用于各种不同工作物时無須变更高頻輸出。变更屏極电压时只須轉动 S₂，選擇需要电压即可，故

簡單易制的高頻感应电爐

辛 風

屏極變壓器繞制时从 100 伏—1500 伏(抽出七个头，圖 2)。这个电爐的頻率一般而論是固定的(約3000千週)，由电容器 C₆ 和热綫圈大小决定。

高頻电热的效能与热綫圈的構造，工作物的大小和頻率等均有关系，故热綫圈与工作物距离的空間不应太大。

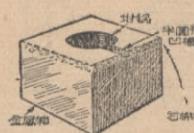


圖 3

热綫圈的構造，一般均用單層圓筒形間隔繞制，但亦可因工作物形式特殊而采用特殊形态。至于頻率方面一般可用3000千週，太高則幅射太大，太低則感应嫌小。在繞制綫圈时应很好的进行計算，約略求出一最佳的頻率。

关于綫圈的制作 發熱圈一般采用較粗的紫銅管。

首先將銅管退火，按需要尺寸做一木芯，在木芯上繞制。为了綫圈在工作时便于支持及保持一定的間隔，可裁取石棉板三条，在相等距离鑽出和紫銅管直徑相等的孔，然后細心地將綫圈套在石棉板条孔中。綫圈直立时，下端应留較長一段石棉条，以便作为支架；綫圈的接綫(和編織電纜連接部分)，为了便于用冷水散热，在离銅管一公分左右地方用銅皮做一夾子，夾緊在銅管上，然后用螺絲將電纜緊接在銅管上，要求接好后不致松动。

关于淬火用夾具問題 在进行金属制件热处理时，將机器开啓，把加热物适当的放在热綫圈中央。为了發热能均匀，应按工作物不同的形式做成特种夾具，在淬火油或水的容器中，应放一鐵絲編織的筐，悬在液体中心，使淬火物墮入液体內时，能同时冷却。一般零件如重量不大，可用相等熔度的細金屬絲吊在热綫圈內，待处理物热至需要程度而金屬絲熔断，自动跌入液体內。

关于小型溶爐的制作 取一塊較厚的石棉板，中央开一圆孔，將坩鍋嵌入孔內(热綫圈尺寸恰好套在坩鍋外)，用大泥黏牢，然后將石棉板連結在一比較結實的支架或一金属箱上。在对准坩鍋口处的石棉板上开一条半圆形凹槽，便于將熔化之金属倾出(圖 3)。

• 勘 誤 •

1957年2期19頁右下倒数第7行应改为

$$x' = \sqrt{z'^2 - r^2}$$

电子管里还剩下多少空气的分子？

無線电电子管内所达到的真空程度，使得管内剩余的空气約为抽空前的一百亿分之一。減少到百亿分之一是巨大的減少。如果地球和太陽的距离縮短到百亿分之一，那末太陽离开地球就只有十五公尺，和一般街道的寬度差不多(圖 1)。如果地球縮小到这样的程度，那么它將变成为直徑約一公厘的小顆粒(圖 2)。

即使在这样高度的真空中下，普通大小的电子管(如6K3)里也还剩有 40×10^{12} (40,000,000,000,000)个分子。

这个数字是巨大的。最微小的墨栗粒的直徑約半个公厘。如果把这种颗粒整齐地排列起来，一立方公厘的体积可排列八个。把 40×10^{12} 个这样的颗粒堆放起来，要佔多大的体积呢？

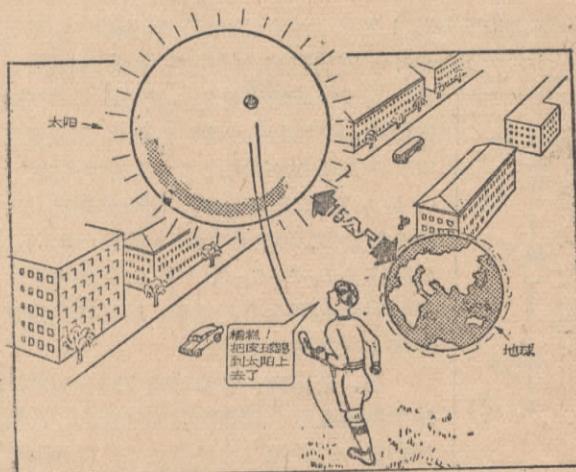


圖 1 如果，地球和太陽之間的距离縮短到一百亿分之一，它們之間的距离……

簡單的計算表明，为了儲存这么大量數的墨栗粒，需要容积为五千立方公尺的房間，即这么大容积的立方体，其各边約为17公尺(圖 3)。



圖 2 假如地球縮小到一百亿分之一

但是，分子是如此之小，甚至把几十万亿个摆开，也只佔極小極小的体积。气体分子的直徑一般为 1×10^{-8} (0.000001)公厘，即百万分之一公厘。如果把电子管內

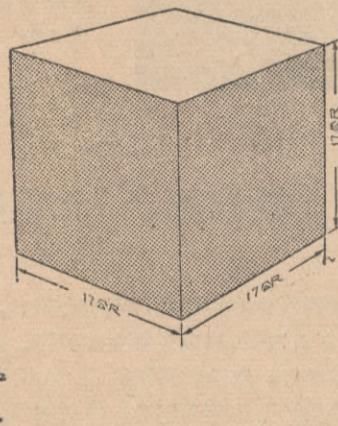


圖 3 如果把 40×10^{12} 个直徑為 0.5 公厘的墨栗粒整齐地排列起来，所佔容積每邊為 17 公尺。

剩余的 40×10^{12} 个分子緊密地排在一起，那么它们的体积共佔 4×10^{-5} 立方公厘，等于电子管体积的二亿五千万分之一(圖 4)。电子管内剩余的分子，在平均分佈的情况下，每一立方公厘約包括80,000个分子。

这个数目也是很大的。但为了对分子与分子之間的距离有个正确的概念，必須把所有数值換成我們日常所習慣的大小比例。

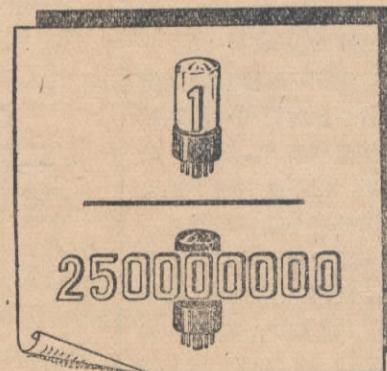


圖 4 如果使电子管里充滿气体分子的話，那就需要把 40×10^{12} 个气体分子的体积扩大到 2 亿 5 千万倍

如果使 80,000 个分子平均分佈在一立方公厘的体积內，則各分子間的距離約為 0.02 公厘。这个距离相当于分子直徑的 20,000 倍。我們可以与天文上的数值作比較。地球和月亮之間的距离大約等於地球直徑的 25 倍。如果不去比較它們的絕對值，則可認為地球和月亮間的距离似乎比电子管內分子与分子之間的距离近 1000

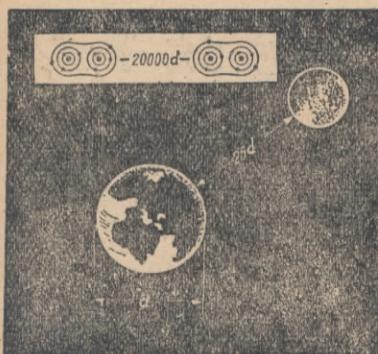


圖 5 如果不去比較地球與月亮之間距離的絕對值，那末可認為它們之間的距離似乎比電子管內分子與分子之間的距離近 1000 倍。

倍(圖5)。為了更好地理解這個問題，我們再談到塵粒。如果使兩個最小的塵粒離開的距離等於它們直徑的 20,000 倍，則兩個顆粒相距 10 公尺。把这个概念折成我們日常生活的住宅面積，則好像是在一間面積 50 平方公尺的房間內，有兩顆塵粒。

如此看來，一個大房間里擺着兩顆塵粒，這便是電子管抽氣後氣體分子分佈的密度。顯然，電子在從陰極飛向屏極時，在通路上幾乎不會碰到空氣的分子；相碰的現象只在極少有的特殊情況下，才會發生。

(翁光宗譯)

檢修國產“北京牌”收音機的一些体会 每文

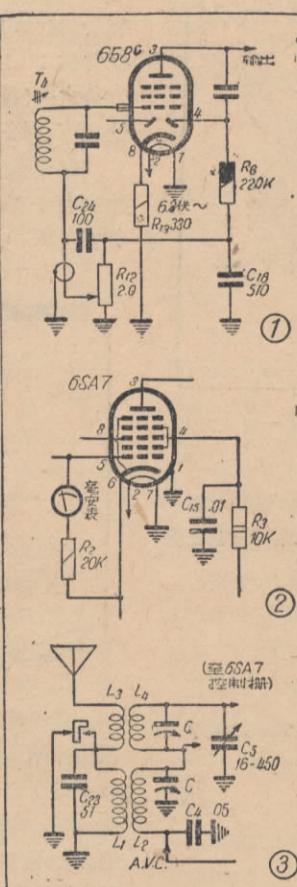
國產“北京牌”收音機會在無線電月刊上介紹過。該機系仿照蘇聯“莫斯科人”牌機器採用來復式線路。由於機內某些零件質量不太好，影響收音機的正常收聽。有些毛病會使初次檢修的同志感到困難，無從下手。下面介紹我在修理當中的一點体会供大家參考：

一、交流聲：該機的交流聲很多是由於 6B8C (中放檢波及音頻放大管) 陰極漏電和陰極與熱絲短路所致。此時熱絲上部分交流電壓可以加到陰極電阻 R_{13} 上 (電流負反授電阻)， R_{13} 上的交流電壓一端接至陰極，另外接地的一端通過 R_{12} (音量控制器) 及 T_4 次級加到控制柵上，經本級及 6V6 放大故交流聲很大(圖 1)。

碰到這種情況時應測一下陰絲間漏阻多大，是否連極，若不是連極同時漏阻較大則可以將陰極直接接地使 R_{13} 短路，此時雖失去負反授作用，但不致引起嚴重失真；若系連極則必須分清與陰極相聯的一點是靠近熱絲的那一端(2腳或是7腳)。若接近 2 腳，可將 R_{13} 短路，若接近 7 腳應將 2,7 腳兩頭互換，再將 R_{13} 短路，否則 6.3 伏僅加在熱絲的一小部分，容易燒斷。若條件允許最好換新電子管。

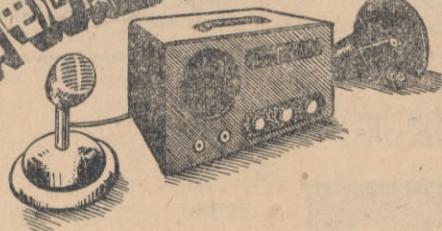
二、收聽時聲音時斷時續，當中斷時轉動調諧電容器在應有電台的刻度附近產生一種叫聲，但沒信號輸出。起初遇到這種現象時感到無從下手，因為正當進行檢查時隨便輕輕一動便恢復了正常。當聲音中斷時碰 6B8C 柄帽時有低放聲輸出，此

時可以肯定 6B8C 及 6V6GT 兩級的工作是正常的，因而不得不考慮變頻級本地振盪的工作情況，於是便在振盪柵回路內串聯一只 1 毫安電流表(圖 2)，考查收聽中斷是否因為受了振盪不穩定的影響。結果不論收聽是否中斷，振盪柵流均很穩定。最後才考慮到輸入電路，真實的原因是因為 0.05 微法紙質電容器 C_4 接觸不良(這情況是比較多的)。 C_4 是 A.V.C 濾波電容器，同時高頻調諧電路必須借 C_4 的存在而成為回路(圖 3)。此回路是 $L_4-L_2-C_4-C_5$ 。若 C_4 接觸不良，開路時勢必產生中斷現象，哨叫聲是由來複級中頻差拍產生的。



三、雜聲大：在修理當中感到困難的除中斷現象外，就是突然而起雜聲，這很像刮風一樣一陣以後就停止了，但相隔不久又突然的來一陣。這種現象似乎是附近電源火花干擾，但去掉天綫或將天綫與機殼短路亦不能免除。根據一般的經驗，開始從變頻級着手檢查，首先更換 6SA7 電子管，雜音不見減除，以後認為可能是炭阻 $R_{21}R_a$ (圖 2) 內含有雜質，電流通過時產生火花，便換上質量較高的民主德國炭膜電阻試驗，仍然無效。最後考慮到整個變頻級的各個電容器僅有一只 C_{15} ($0.01\mu F$) 是處在高電壓情況下工作的，只有此電容可能因接觸不良而產生火花，故當雜音來時便用另一只向上并接，雜音立即消除，經多次證明後換了一只好的，這個毛病才算消除。

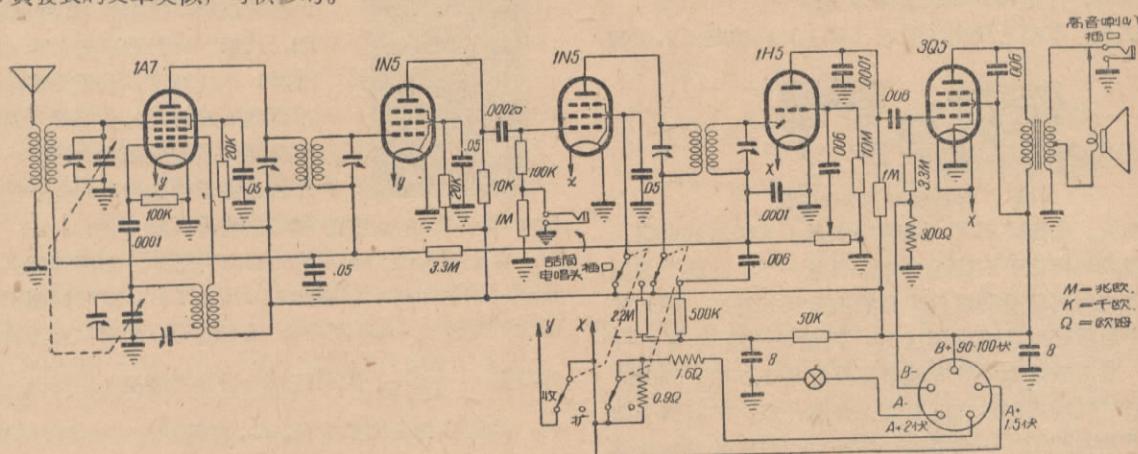
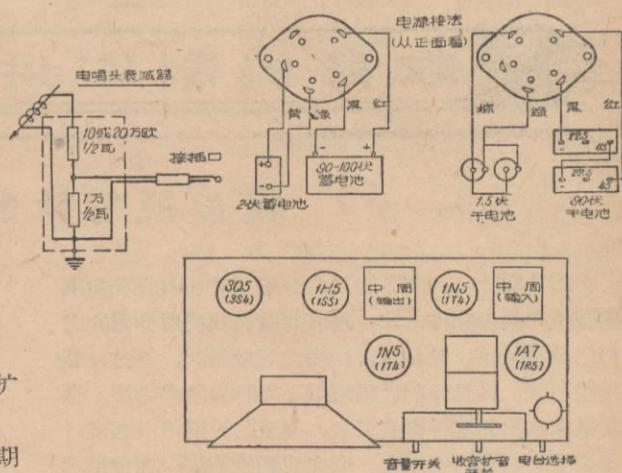
无线电广播用机



無錫人民广播电台服务部出品

主要特点 加裝一只話筒和一只高音喇叭，可作扩音机使用，能供三百到五百人收听。

线路的基本結構和它的特点，和本刊 1956 年 3 期 14 頁發表的文章类似，可供参考。



中央人民广播电台 1957 年夏季频率时间表

(自 1957 年 5 月 6 日实行)

一、第一种节目：

(1) 05:25—10:30 560, 570, 640, 700, 840, 6225, 7265,

7500, 9530, 9645, 11690, 11785, 11865。

07:30 换频率将 7265, 9530, 11690 换成 9540, 15175,

15425。

(2) 11:55—15:00 560, 570, 640, 700, 840, 6225, 7500,

9540, 11865, 11785, 15175, 15390, 15425。

(3) 17:25—23:30 使用频率同(2)。

附註：

(1) 星期一至星期六记录新闻第一次 08:30—10:30，第二次 14:00—15:00 使用频率为全部短波。星期日仍用全部中、短波频率。

(2) 1020 千週第一次播音在 06:15 参加播音。第二次播音

播至 12:30 停止。

(3) 第一次播音星期一延长至 11:45，星期三、五延长至 10:45。第二次播音星期三、六延长至 16:30。星期日第一次与第二次连接起来第二次至 15:00 结束，使用第一次播音用的频率。

二、第二种节目：

(1) 05:55—14:05 600, 720, 1030, 5880, 6100, 9715, 9972, 10260。

(2) 16:25—23:40 600, 720, 5880, 6100, 9715, 9972, 10260。

註：(1) 720 千週第二种节目在 12:20 停止，12:30—13:00 播蒙古语。



收音机制作讲座



收音机零件的选择——I

童光輝

在前几期上，我們已詳尽的介绍了矿石收音机和單管收音机的具体制作方法，讀者們按照我們所介紹的方法自己动手試做，是可以得到滿意的效果的。不过，話又得說回來，雖說我們已經提供了綫路和制作方法，但是如果你选用的零件質量很次，甚至已經損壞，那末，还是达不到預期的效果的。現在我們來談談一些常用零件的規格、作用和一般的选择方法：

矿石 市面上所卖的矿石（圖 1），都是用人造硫



圖 1 固定矿石和活动矿石

化鉛制成。选择矿石可以用欧姆表量一量矿石的电阻，記下讀数，再把矿石倒过来如法再量一下。这两个量得的讀数的比例就說明这只矿石檢波效果的好坏。好的矿石这个比数可以达到或超过 10，质量差的就只有 2—3 左右。所用欧姆表中的电池电压最好是 1.5 伏。測試活动矿石时可以用触針在矿石面上多試几点。矿石面上凹凸不平而發闪光的小点多的，往往可以找到較多的效果好的点，这些点叫灵敏点。固定矿石出厂前虽已調整好灵敏点，但不很稳定，比不上活动矿石可以随意調整。

电子管 电子管是收音机中最重要的零件。选择电子管的好坏，首先得量量它的灯絲是否通路，各电極有没有相碰短路。这是起碼的条件。

从电子管的外表上看，如果是玻璃管，那就要看看玻璃上有無气泡、裂紋和水紋等等，这种毛病会引起电子管在不同程度上的漏气。在电子管玻璃的內壁上，常附有一層像鏡子一样發亮的或黑灰色的物質（电子管封口后排除管內殘余空气时蒸發的吸氣剂），見圖 2 ②。这層物質應該是發亮的，如果变成乳白色或發出像机油滴入水中的油光，就說明真空度不好。交流电子管使用时间較久，管頂玻璃內壁正对陰極部分会出现一个不透明的黑色小圆点（圖 2 ①），这是陰極表面金屬受热蒸發，堆积在玻璃上的現象，由这点可以估計电子管的新旧程度；將电子管拿在手里輕輕搖动，然后把管脚倒持看看，如果發現管內有云母、金屬屑或白色的粉屑，也說明这只电子管很旧。用手握住管身，另手握住管腰輕



圖 2 电子管的外表檢查 碼必需清晰（圖 2 ④）。

电子管柵極控制屏流的能力叫互导。如果柵極电压变动的伏数为 ΔE_g （ Δ 讀作ㄉㄞㄉㄞ），这时屏極相应变化的电流为 ΔI_p ，互导为 G_m （或 S ），那末，三者的关系是 $G_m = \frac{\Delta I_p}{\Delta E_g}$ ，說明这只电子管当柵極电压变化一伏时，能使屏流变化多少安。 G_m 的單位为“姆歐”（简称“漠”），这个單位太大，一般常用它的 $\frac{1}{10^6}$ （即“微漠”）为單位。互导是电子管的一个重要的特性参数。收音机电子管的互导自数百到数千微漠。电子管用旧了，互导也逐渐下降。但新电子管的互导也不是完全相同的，只要不低于原規定的 80%，可以認為合格。例如 6SK7 的互导标准是 2000 微漠（可以从电子管特性表中查得），若测得的互导不低于 1600 微漠时，就可以应用。选择电子管时互导可以从电子管測驗器上直接讀出（用电子管測驗器量互导不一定在所有出售电子管的商店或門市部都能这样做）。

变頻管（如 6SK7、1R5），第一低放管（如 6SQ7、1S5）和作再生檢波的电子管需要經過微音器效应的試驗。所謂“微音器效应”是由于电子管內部各个电極的机械結構在使用时因受外力影响而使輸出电流受到机械振动的調制，發出“噹噹”的杂音，如果这个电子管安装的位置靠近揚声器，就会發生振鳴現象。

作微音器效应試驗时，若是变頻管，应插在收音机上收听一个短波电台，若是第一低放管就需要將收音机

的音量控制开到最大，再生检波管就需要调整再生到刚要起振的位置，这时用手指轻轻弹动电子管，听听扬声器发出的嗡嗡声是否影响正常收音，扬声器和电子管靠近或和铁底板装在同一木箱里时，看看有没有振鸣现象。

电容器 电容器以其结构分类，有可变和固定两种，以其介质分类，有纸电容器、云母电容器和电解电容器等。电容器的基本构造都是用两片薄金属片做电极，中间装有绝缘介质。可变电容器以其构造分有单连（图3①）双连（图3②）及三连等；以介质分类，有空气介质及固体介质两种。单连可变电容器是在铁架上用胶木板固定上一组铝片，叫定片组。在定片空隙中间可转进转出的一组铝片叫作动片组，动片固定在一个转轴上。当动片转进时就和定片相对的面积加大，这时电容量也加大；转出时电容量就减小。双连的是有两组互相绝缘的定片分别架设在金属架上，两组动片装在公用的轴上，可同时转动。常用可变电容器的动片近于椭圆形，旋轴的位置偏在一边，只能转半周。这种电容器叫指数式电容器，它的好处是在转动时，能使频率变动的百分数保持不变。常用的可变电容器每连的最大容量是360微微法（0.00036微法），最小是10微微法（0.00001微法）。双连电容器的每连上附有一个半可变电容器，它的最大容量是20微微法。

选择可变电容器时主要是注意机械结构的强度，电容器片及支架的铁板应坚固，边缘应圆滑。把动片完全转进和转进一半时，用一只眼睛顺着动片定片的间隙中看过去（用白纸作背景看得清楚），各片应完全平行而且间隙均等；双连电容器还要看一下两节动片是否同时完全旋转。将电容器紧按在桌面上，用手紧捏住旋轴稍用力向上下左右前后推动，应该没有丝毫活动的感觉，

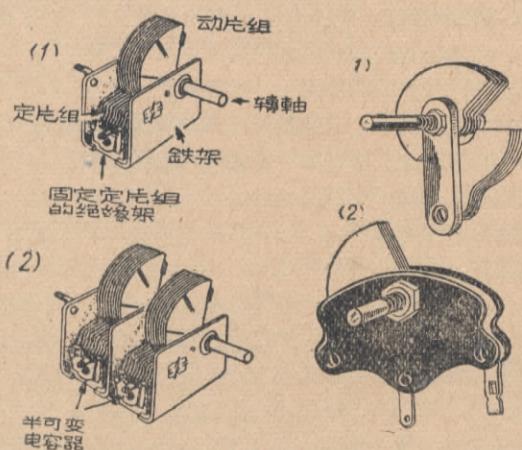


圖 3

- ① 单连式可变电容器
- ② 双连式可变电容器

- ① 小型可变电容器
- ② 固体介质可变电容器

将动片旋转旋出两三次应该感觉很轻松而且圆滑，没有松紧不匀的感觉。固定定片的绝缘架应牢固，一点不动摇。有一种小型空气可变电容器，片子总数是9或11，可以转动360度，在收音机里主要是控制再生用的（图4①），最大容量约为.0001微微法。还有一种用固体作介质（赛璐珞）的可变电容器（图4②），定片动片总数是9，最大电容量为300微微法（0.0003微法）或250微微法（0.00025微法），可以代替空气单连可变电容器，优点是价廉小巧，缺点是介质损失大而且机械结构不牢固。

在外差式收音机里要用两种半可变电容器：一种叫垫整（配定）电容器（图5①），用胶木或磁作底架，

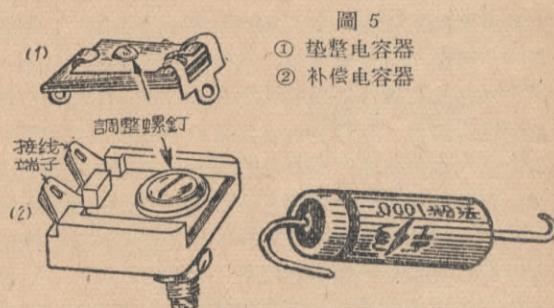


圖 5

- ① 垫整电容器
- ② 补偿电容器

圖 6 纸质电容器

装有两组弹性铜片，共有7、8片，片间夹有云母片。当中心的螺钉旋紧时两组铜片被压紧，电容量最大，旋转时电容量就减小，变化范围约是100微微法到600微微法。另外一种叫补偿电容器（图5②），基本构造和图5①相似，但是定片和动片各只一片，所以容量比较小，一般是5微微法到25微微法。

选择可变电容器和半可变电容器时，都需要检查动、定片间有没有短路现象。方法可用欧姆表量电容器定、动片的两接线端上，慢慢调整电容量，从最大到最小，反复几次，看有无短路的地方。没有欧姆表可以用听筒串联一节干电池接在电容器的两端上，增减电容量时听筒应始终没有声音。如果听见有“克拉”的声音时就有短路现象，不能使用。垫整电容器的片子对调整螺钉之间有无短路也要检查。

纸质电容器在收音机里用作旁路和耦合等用途，它的基本构造是两层薄铝箔中间夹两层薄纸，紧卷成圆筒，有两条铜线将两层铝箔分别引出，用膜封好，外面包有标明电容量和耐压的包纸（图6）。在包纸的一端，印有一圈黑圈，表示这一端的引线是接在外层铝箔上，作旁路电容器用时这一端应该接地，有隔离效应。这种电容器适用于音频耦合，高频和中频旁路。

电容器的电容量要用一种“交流电桥”的仪器才能准



圖 7 用听筒試驗紙電容器



圖 8 云母電容器

确量得，好在一般收音机对固定电容器的容量的精确度要求不高，主要不过是看他的绝缘能力。耦合电容器的绝缘能力要求比旁路用的高，所以可用高阻表或听筒来试验（图7）。用听筒串联一节干电池碰电容器的两端，当碰第一二次时有“克拉”声（容量在 .0005 微法以下的好电容器不容易听见，可以加高电压试验），继续碰几下声音渐小或没有声音，这时停一两分钟再去碰，如果仍然是没声就说明绝缘能力很好，第一次碰时所充的电流没有漏掉。这样的电容器可以当作耦合电容器；如果第二次碰时听见了极轻微的声音，就说明绝缘不是顶好，但是还可以当作旁路电容器用。不论电容器的容量大小，如果第一次碰时连续多次，而听见的声音并不逐渐减弱，那末这只电容器已经不能用了。

收音机中高频耦合及谐振槽路中最好是用云母电容器，像再生式收音机的栅漏电容器和外差收音机里的本机振盪的耦合电容器等。这种电容器是用云母片作介质，外面用塑膠密封，多做成扁平形（图8）。损失比较小。试验的方法和纸电容器的相同，再用尖嘴钳轻轻拉一拉引线是否坚固。

在收音机里用在乙电源中的滤波电容器常用电解式电容器，它又分为电糊式和电液式两种，后者现已少见。电糊电容器的基本结构和纸电容器相似，但是把颤纸用一种浸过化学溶液的纤维纸来代替，铝箔较厚较纯。在外面的两个引出线上注明正负极（图9）。这种电容器的特点是电容量大而体积小，但在使用时必须认清正负极，只能用在直流通路上。电解电容器漏电较大，寿命也较短。铝壳包装的电糊电容器比用纸包装的稍好。电解电容器的容量有 8 微法、16 微法、8+8 微法等，低压的有大至几十微法到 200 微法的。国产的高压的耐压一般为直流 450 伏，低压的多为 25 伏及 50 伏。

电糊电容器可以用欧姆表测高阻一档来测试。把表笔的负极（在表内是电池的正极）接电容器的正极，表笔的正极接电容器的负极，第一次刚接好时可见表针猛的一跳，然后逐渐下降，电容量愈大，跳得也愈大，等到表针不动时所指的读数就是电容器的绝缘电阻，一只良好的 8 微法 450 伏的电糊电容器用 13.5 伏电池的高欧姆表量，读数大概在 20 兆欧以上。质量次的在 2 兆欧以下。25 微法、25 伏的电糊电容器应在 200 千欧以上。

耐压 450 伏的电容器如果有收音机，可以将电容器负极接在底板上，正极碰乙电正极，正常的电容器刚碰上时有较大的火花，以后几次逐渐减少而至完全没有火花。如果连续几次火花不见减小说明是漏电。若第一次就没有火花，那就是电糊已干或短路。其次先把电解电容器的两端短路半分钟，然后用听筒接触其两端，应没有声音或声音很小，若有较大的声音，就表示电解质不纯，不能耐久。

电阻 电阻分固定电阻、可变电阻和电位器三类。收音机中使用最多的是炭质电阻。平常常用的有两种型式，图 10① 是合成炭阻，图 10② 是薄膜式炭阻。合成炭阻是用胶木粉和细石墨粉混合压制而成，在炭阻表面上有一层保护漆和表示阻值的色标。薄膜炭阻是在磁管

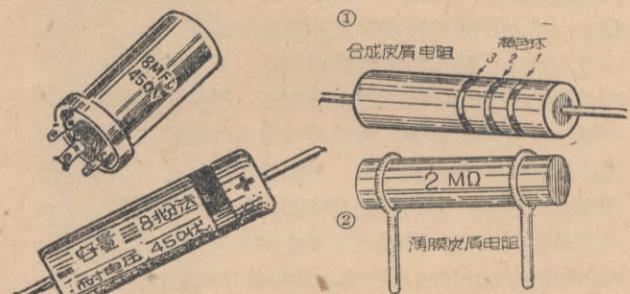


圖 9 电糊电容量

圖 10 ① 合成炭阻
② 薄膜炭阻

或磁棒表面上用化学方法被复上一薄层石墨，石墨层上划有螺纹，螺纹的疏密决定了阻值的大小。薄膜式电阻的优点是阻值稳定，杂音小，但价格较贵。炭质电阻的误差较大，可分 20%、10% 和 5% 三级。普通收音机中需用的阻值往往不需要很准确的。功率管的阴极电阻、屏极电阻和降压电阻等可以用误差为 10% 那一级；栅电阻、退耦电阻和中频放大、音频电压放大管的阴极电阻、自动音量控制回路电阻等可以用 20% 级别的。

在收音机的线路图上，有时候在电阻旁边注有 1 瓦、2 瓦等数字，这是说明这只电阻所容许消耗的最大功率。实际上在线路图中通过这只电阻而在它上面所消耗的功率远较标明的功率为小（一般约小 1—2 倍）。否则电阻的温度过高，容易变值，而且也容易烤坏附近的其它零件。炭阻的功率有 3、2、1、1/2 和 1/4 瓦等几种。

有些炭阻上印有三道颜色环（图 10①），叫做色标。第一道代表第一位数，第二道代表第二位数，第三道表示第二位数字以后有几个“0”。颜色所代表的数目是：黑(0)，棕(1)，红(2)，橙(3)，黄(4)，绿(5)，蓝(6)，紫(7)，灰(8)，白(9)。其中由 2 到 7 恰好是虹的色序所以容易记忆。例如有一只炭阻的三道色环是红、绿、黄，这就是说第一位数是 2，第二位数是 5，以后带着四个“0”，连在一起是 250000 欧。



利用陨石反射的無綫電通信

加拿大陸軍部不久前公佈了一些關於利用隕石穿過大氣層後，它的電離痕跡對無綫電波反射的一種新的無綫電通信系統。由於每小時內有幾十億細小的和極細小的隕石落到大氣層內，電離痕跡使離地面 100 公里高空處形成了一種固定的電離層。這種電離層在良好的條件下已經足夠使距離 1600—2500 公里的無綫電通信獲得滿意的成績。

利用這種電離層通信的電台，採用特殊的天線陣，天線的射角都聚焦於大氣層上層的同一範圍。

當隕石未出現時，兩電台間用未調制的載波建立聯繫。隕石痕跡出現後，收信機輸入端的信號劇烈增加，發信機就自動發送需要發送的電報。隕石痕跡消失後，發信機又自動停止發報，直到另一隕石痕跡出現。

由於隕石痕跡有效存在的延續時間僅幾微秒至幾秒，因此不得不將需要傳遞的電報記錄下來加以保存，等隕石痕跡出現的瞬間內以每秒 2000 字的速度拍發。

蘇捷兩國首都間將开办

直达電視電路

蘇聯和捷克斯洛伐克在今年 1 月 12 日簽訂了一項有關兩國文化合作的協定。其中除了擬定一般的文化藝術交流外，同時也討論到开办兩國首都間的直达電視電路的問題。

據布拉格電視站的負責人 Karel Kohout 說：電視在捷克斯洛伐克人民的日常生活中已經具有日益重要的地位。現在全國共有三個電視廣播站——布拉格，奧斯拉瓦，布拉迪斯拉瓦，並擁有 75,000 架電視接收機。

在 1955—56 年度，約有 25,000 公尺的蘇聯電視影片及其它節目播送給捷克斯洛伐克的聽眾。捷克斯洛伐克也把很多的節目播送給蘇聯。

現在兩國正在商議建立布拉格—基輔—莫斯科間的電視電路。這個電路完成後，捷克斯洛伐克的聽眾將能直接接收由莫斯科、列寧格勒、基輔或其它蘇聯城市傳來的電視節目；蘇聯的聽眾也將直接收到由布拉格國家劇院或布拉迪斯拉瓦播出的節目，並且還能收到由布拉格轉播的外國節目。例如柏林就已經與布拉格有了直達電路。在 Cortina d'Ampezzo 舉行的冬季奧林匹克競賽，就會通過瑞士及柏林等地的轉播，傳送給捷克斯洛伐克的聽眾。

捷蘇兩國直達電視電路的開辦費很大，同時尚要克服技術上的困難，但在兩國積極合作之下，這些問題將會順利的解決。那時兩國人民將會通過電視節目的直接交換而得到更緊密的團結。（全陸儀）

跨越大西洋的電視廣播

電視廣播的傳輸，是受著視線距離的限制的。但是在紐約的 NBC 實驗室，却順利地接收英國 BBC 廣播公司的電視廣播。

NBC 實驗室的收信台採用的是高增益的水平極化菱形天線（裝在 15 公尺高的木桿上），每邊長 52.3 公尺，正對着倫敦。由於信號弱和干擾，最佳的聲音調諧不能經常與最佳的圖象調諧一致，所以同時用兩部接收機接收。收信台收到信號後，把視頻信號與音頻信號分開，前者用微波接力制，後者用有線再送到 112 公里外的實驗室去。（磷）

能觀察金屬內部結構的 X 線顯微鏡

美國通用電氣公司在最近一次金屬博覽會上展出了一種新型的 X 線顯微鏡。

這種新型的 X 線顯微鏡能十分清

晰地檢查出金屬內部的結構微粒或病疵（現在的普通電子顯微鏡只能檢查金屬表面的病疵）。由於它的發明，對於金屬、化學、生物學等方面的研究工作，將開辟一個新的境界。

（王雪村）

用干電的電唱機

在 1956 年度英國無綫電展覽會上飛利浦公司展出了一種小直徑的用干電池的唱機。這種唱機里裝有四級半導體放大器，輸出約 100 毫瓦的功率。電動機的電壓僅 6 伏，轉速每分鐘 45 轉。一個電池組足夠放 750 張唱片。

電探地下潛水

蘇聯國營農場部已在干旱地區，利用探油用的電測儀來電探地下水，以便開鑿水井，解決飲水困難的問題。

電探的結果很滿意。由於地下含有礦質的鹽水電阻低於淡水，因此，能測知地下水的咸淡程度。

電測儀的全重不過 500 公斤，四至八人一組，就可進行工作。

在敷設鐵道時，電測儀的功用也很巨大，如探知線路下有地下水時，就可及時改變線路，免生意外。

（張淵深）

新磁控管

美國一家電氣公司新近生產一種強力的磁控管，可使雷達的有效距離自 320 公里擴大到 640 公里。

新磁控管輸出電力可高达一萬千瓦，能耐華氏 3100 的高溫（高出鐵的融點）。

（張淵深）

電子稽核

捷克斯洛伐克郵電部，已在布拉格設置一所電子稽核所。該所的任務是利用自動機來稽核各郵電局的款項收支。

單據一進該所，由人工編制一張簡單的鑿孔卡，把它放进機內，稽核

机就能完成正确稽核的任务。稽核的结果并能自动印在卷筒纸条上。该所稽核的速度，达到惊人的程度，每天可核 25 万份！（张渊凌）

用高频电流消毒可以延長水果的保藏时间

用高频电流灭菌消毒以保藏水果

和浆果的新方法，已经在苏联的实验室中试验成功。梨、苹果、桃、草莓、树莓，用上述方法处理后，可以保藏多年，还像刚从树上摘下来一样。从果子的色香味判断，这个方法比通常方法高明，能保存 95% 的丙种维他命。由于高频电流每秒钟变换方

向达几百万次，当它通过物体时，使物体分子发生振荡和摩擦，因此在物体内的电力转化为热，在极短的时间内完成消毒手续。例如玻璃罐头的水果平常用压热器消毒要三四十分钟，改用高频电流就只要一两分钟。



为什么



圖 1

但是繞制变压器时，往往繞 1925 圈，見圖 1，是不是計算錯了？（梅多）

二、小梅香設計了一个电唱盤（如圖 2），她認為这样裝的唱盤，只要裝上一只長命唱針，就可以輪流工作于兩張唱片，节省了換片的时间。她这样設計对不对呢？

三、在無線广播电台的天綫附近放鸽子，常常不容易飞回家，为什么？

四、在城市里修交流收音机时，用手指触低放管的栅極，能从喇叭中听到“咕！咕！”声，但在农村中修理电池式收音机时，也用手指触低放管的栅極，却常常听不到“咕！咕！”声，即使听到，也極其輕微。为什么？

五、小梅香看到老师傅在进行帶电应急修理时，总是把左手插在衣袋里，只用右手单独工作，小梅香虽也养成了这个习惯，可是她还不明白为什么要这样做？

（晴宇）



圖 2



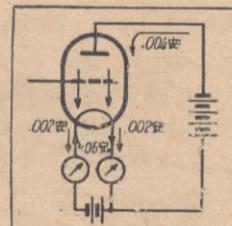
圖 3

上期“为什么”答案

一、这个方法是行不通的，因为要使扬声器正常工作，就必须供给它一定的功率。升压变压器只能升高电压而不能升高功率，并且由于变压器的损失反而会消耗一部分功率，因而加了变压器以后，声音不会提高。

二、因为在电流表上读出的不仅是灯丝电流，还有屏极电流。假定电子管灯丝电流是 0.06 安，屏流是 0.004 安，那末，从附图可看出，通过左面一只电流表的总电流为灯丝电流与一半屏极电流的差 ($0.06 - \frac{1}{2} \times 0.004 = 0.058$ 安)；通达右面的电流表总电流则为灯丝电流与一半屏极电流的和 (0.062 安)。

三、我們希望电唱头从唱片最外一圈到最里面一圈都在唱片圆周的切线方向，这样可减少失真，使声音好听，同时可节省唱片和唱针。头部弯的电唱头基本上能做到这点。



四、因为 AVC 电压和输入信号成正比，当中频变压器谐振时，则输入信号最强，此时 AVC 电压也最大，故使前级（变频、中放）增益大为降低，结果输出电压反而减小。反之，在还未准确调谐时，输入电压虽小，但 AVC 电压也小，就不会使前级增益降低太多。这时，输出电压也就未必比中频变压器谐振时小。这种情况就使我們在調整中频时不易辨别，因此必须把 AVC 电压短路。

五、我們說这两个数值都对。计算出来的 21 欧，是表明灯丝在灼热情况下的电阻，也就是电子管工作时的灯丝电阻。而测量出来的 4 欧，是指冷灯丝情况下的电阻。

无线电问答

1. 肖衡問 一架外差机，在收某一台（約在900多千週左右）尚未正确調好的时候，不論調高些或調低些，都有哨叫声；电台沒有播音这叫声也就消失，何故？

[答] 这是因为这架收音机的中頻剛好是該电台频率一半左右的缘故。譬如这电台的频率为920千週，中頻是460千週，那么当你調至919或921千週时，本机振盪的频率就是 $919+460=1379$ 千週或 $921+460=1381$ 千週。經变頻后就成为 $1379-920=459$ 千週，但电台的二次諧波为 $920 \times 2 = 1840$ 千週，經变頻后为 $1840 - 1379 = 461$ 千週或 $1840 - 1381 = 459$ 千週，此兩信号都能通过中頻变压器，差拍成 $461 - 459 = 2$ 千週。这就是听到叫声的缘故。

2. 严雅問 有一架扩音机，在不接地綫时机壳帶电，碰上时有輕微电击；有时当电源开关开着时較严重，但有时在关掉时反而严重，未知何故？

[答] 因为一般帶收音的扩音机为了避免收音时由电源綫帶來的交流声，故在电源进綫与机壳間接有两个約 $0.01 - 0.05$ 微法左右的电容器（圖1甲），这

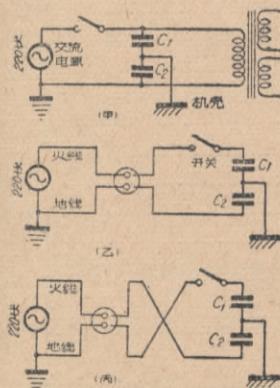


圖 1

及 C_2 兩电容器上的电压各为110伏，当人碰上时也可能有点麻电但極为輕微，可是若你把开关断开时，因为火綫仍联着，且全部电压（220伏）差不多完全通过 C_2 加在机壳上了。这时电击就更为重些。所以凡較大的扩音机使用时一定要加上可靠的地綫。

3. 邓天华問 矿石收音机中有时改动矿石的接觸点不但能影响灵敏度，且亦影响选择性和調諧，这是

什么道理？

[答] 因矿石是与調諧回路耦合在一起的，所以矿石及通过它連耳机及固定电容器一起都会反映到調諧回路而影响它的Q值（品質因素）和諧振频率。

4. 向强生問 有一天当我院扩音机在广播时，在我收音机中也清楚地發出同样的声音，何故？

[答] 恐怕是有兩個可能：1. 扩音器有高頻寄生振盪；2. 輸出变压器等处接触不良有小火花，因之亦可能發射出調幅高頻波（參閱本刊1956年5期19頁）。

5. 王虹亮問 有兩部200瓦扩音机，但負荷要400瓦左右，是否可作圖2那样連接？

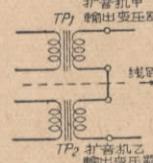


圖 2

[答] 这是不行的。因为兩部扩音机的信号虽可由一个话筒或电唱头供給，但信号經過兩扩音器放大后它们的相位却不一样了，所以不能合起来的。

6. 梁杰华問 有一架收音机，一天突然声音变得很小，当將音量控制开得大些时又有振盪叫声。后来用一只8微法的电容器接在滤波扼流圈后就好了，但將它接在扼流圈前就不行，何故？不是那里都是起滤波作用嗎？

[答] 这是扼流圈后面的那一只电容器断路或效率很低了。所以所有电子管的屏極交流部分（信号）都通过扼流圈成为正回授，發生寄生振盪，那时喇叭中就能听见叫声了。所以加在扼流圈前是不起作用的。

7. 梁杰华問 当高压短路时，整流管的灯絲就会被燒坏，这是什么道理，不是灯絲电路和高压电路分开的嗎？

[答] 1. 高压电路和灯絲虽然分开但高压电流是經過灯絲的，故电流一大，使灯絲过热而燒燬；2. 高压电泆过大时会使整流管屏極發紅，因而放出大量热量，也会使灯絲过热。

8. 黃中秋問 有些收音机中的五極管，帘栅压除有降压电阻外，还有一个接地的电阻，何用？是否接錯？

[答] 沒有接錯，这是用来使帘栅压稳定的裝置。我們可以用下列例子（圖3）來說明。用一可变电阻 R_1 来代表电子管的帘栅內阻， R_2 代表接地电阻， R_3 代表降压电阻（为計算方便計，設 $R_1=R_2=R_3=100$ 千欧， $E=100$ 伏）。首先假設沒有 R_2 时，那么 R_1 兩端的电压

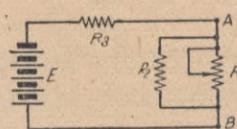


圖 3

$$\text{是 } E - \frac{E R_3}{R_3 + R_1} = E \left(1 - \frac{R_3}{R_3 + R_1}\right) = 100 \left(1 - \frac{100000}{200000}\right) =$$

50伏。当 R_1 減小一半为 50 千欧时, R_1 两端的电压为:

$$E \left(1 - \frac{R_3}{R_1' + R_3}\right) = 100 \left(1 - \frac{100000}{150000}\right) = 33\text{伏}。变化了$$

$$\frac{50 - 33}{50} = \frac{17}{50} = 34\%。假使并联上一个 R_2 , 那么 $R_1$$$

两端的电压为:

$$E \left(1 - \frac{R_3}{R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_2 + R_1}}\right) = 100 \left(1 - \frac{100000}{100000 + \frac{100000000000}{200000}}\right)$$

= 33.3 伏。若 R_1 減小一半, 則 R_1 两端的电压为:

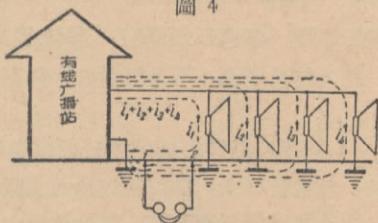
$$E \left(1 - \frac{R_3}{R_3 + \frac{R_1' R_2'}{R_2' + R_1'}}\right) = 100 \left(1 - \frac{100000}{100000 + \frac{50000 \times 100000}{150000}}\right) = 25\text{伏},$$

只变化了 $33.3 - 25/33.3 = 25\%$ 。这就說明帘栅極并联一电阻后, 当帘栅流发生变化时可使帘栅压变化较少。

9. 張靜問 有一次我將耳机子的兩端插入地中(兩端約隔二、三公尺)忽然听到附近有綫广播站播出的声音, 何故?

[答] 这是因为你那里的有綫广播站是用單綫的, 即它的广播电流自一条綫送出經過各用户的喇叭后都由大地流回广播站(圖 4)。因大地是有电阻的, 所以当电流通过时就發生电压降。因此当你在如圖 4 中的

圖 4



1、2兩點插一耳机时就会听到播音。耳机兩端的距离愈远声音就愈大(当然方向亦有关系的)。如果这种情形很厉害, 說明这个有綫广播站的效率很坏。(沈成衡答)

10. 符国星問 1、矿石机为何能收到有綫广播的播音? 2、什么样的矿石机能收很远的电台? 3、为何我的矿石机能听到别人打电话的声音? 4、請介紹效率好的單管机。

[答] 1、無綫电收音机是收不到有綫广播的播音, 收到的原因見第 4 問。2、線路要簡單, 天地綫要好, 參考 1955 年 9 期 18 頁和本年 2 期收音机制作講座。3、原因同 1。4、參閱本刊 1957 年第 4 期收音机制作講座。(毛弟答)

1957年第5期(总第29期)



無綫电电子学元件材料的新成就 罗雷霖(1)

談談發報 童效勇(4)

晶体二極管和矿石是怎样整流、檢波的? (德意志民主共和国) 約·寇勒(6)

印刷电路是怎样制成的 毛公(9)

灯絲接綫方法的改进 長春第二机电安装公司广播站(10)

音調调节器 鮑耀昌編写(11)

矩形波是怎样产生的 尤衡(12)

插入式扩音机 梅庆华(13)

复活报廢电子管 胡照普(14)

怎样在鋁質的底板或零件上鍍錫 庆明(14)

电位器質量的檢驗 庆明(14)

平衡交流声的输出电路 何文霖(15)

晶体揚声器 沈泓龙、李华圻(16)

測試喇叭和輸出变压器阻抗的簡單方法 周圍(17)

裝天地綫的常識 徐慧芬(18)

介紹一只檢驗綫圈短路的仪器 繆炳南(19)

怎样裝置乙电充电机 李泰义(20)

电子管自動溫度控制器 劉廷倬編譯(21)

对“对修理POEM-B型直流收音机的意見” 周寧華(21)

的商榷 周寧華(21)

簡單易制的高頻感应电爐 辛風(22)

改变固定炭阻阻值的簡便方法 正陽(22)

电子管里还剩下多少空气的分子? (23)

检修国产“北京牌”收音机的一些体会 每文(24)

資料 五灯电池收音扩音兩用机 (25)

中央人民广播电台 1957 年夏季

頻率時間表 (25)

收音机零件的选择——I 童光輝(26)

世界之窗 (29)

为什么? (30)

無綫电問答 (31)

封面說明: 無綫電發明家A.C.波波夫(1859—1906)。傅南操作(墨筆素描)

封底說明: A.C.波波夫在喀琅施塔得水雷軍官班任教时工作的实验室。

編輯、出版: 人 民 邮 电 出 版 社

北京東四六條13號

電話: 4-5255 电報掛號: 04882

印 刷: 北 京 市 印 刷 一 廠

總 發 行: 邮 电 部 北 京 郵 局

總 訂 購 处: 全 國 各 地 邮 电 局

代 訂、代 售: 各 地 新 华 電 書

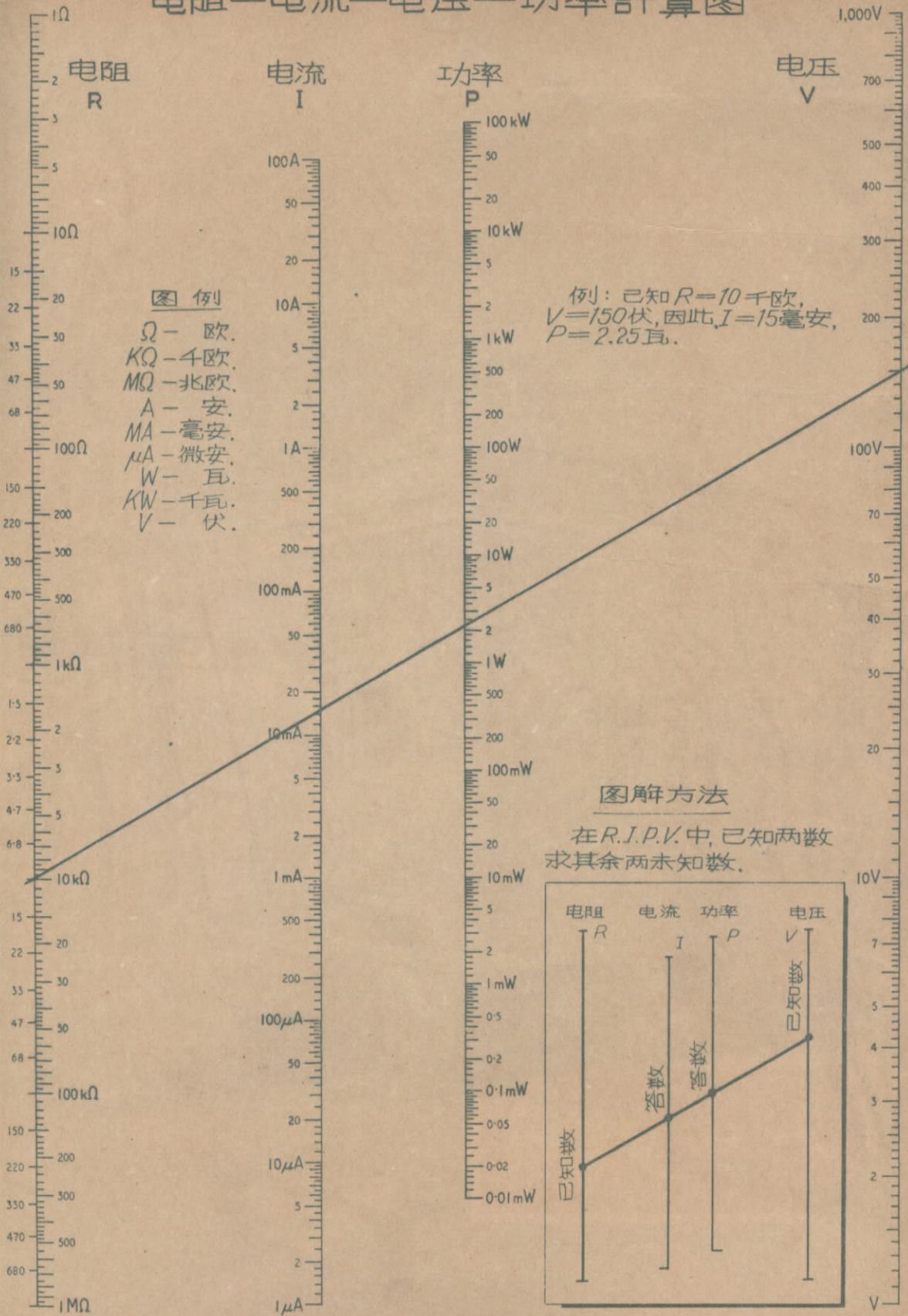
局 所 店

定价每册 2 角 預定一季 6 角

1957年5月19日出版 1-60,955

上期出版日期: 1957年4月19日

电阻—电流—电压—功率計算圖



在 R, I, P, V 中, 已知两数求其余两未知数。

